

招标编号：ZJTY-2026-05-07-003

独青山 180 万千瓦风电项目、黄花滩 200 万千瓦光伏项目调相机及其附属设备项 目

招 标 文 件

招标人：甘肃民勤陇电入浙独青山能源有限公司，甘肃古浪陇电入浙
黄花滩能源有限公司

招标代理机构：浙江天音管理咨询有限公司（公章）

2026 年 05 月 09 日

第一章 招标公告/投标邀请函

独青山 180 万千瓦风电项目、黄沙滩 200 万千瓦光伏项目调相机及其附属设备招标公告

独青山 180 万千瓦风电项目、黄沙滩 200 万千瓦光伏项目调相机及其附属设备已具备招标条件，招标人为甘肃民勤陇电入浙独青山能源有限公司，甘肃古浪陇电入浙黄沙滩能源有限公司，委托代理机构为浙江天音管理咨询有限公司，资金来源已落实，现采用公开招标资格后审方式进行采购。

一、本次招标内容

1. 独青山：包含 4 套 50Mvar 调相机的成套设备的采购，不限于主机、辅机、35kV 调相机变压器、站用变及配套的 0.4kV 配电系统（满足本调相机供电同时需考虑调相机厂房及其辅助系统、设施的供电）、励磁系统、SFC 系统、DCS 监控系统、保护装置及安全自动装置、直流系统、消防系统（需接入升压站并与之一致）、安防视频（需接入升压站并与之一致）、配套电力电缆、控制电缆、光缆及附件等满足正常运行所需全套设备和材料，并提供相关资料、技术培训、配合涉网实验、配合仿真建模等服务。

2. 黄沙滩：包含 7 套 50Mvar 调相机的成套设备的采购，不限于主机、辅机、35kV 调相机变压器、站用变及配套的 0.4kV 配电系统（满足本调相机供电同时需考虑调相机厂房及其辅助系统、设施的供电）、励磁系统、SFC 系统、DCS 监控系统、保护装置及安全自动装置、直流系统、消防系统（需接入升压站并与之一致）、安防视频（需接入升压站并与之一致）、配套电力电缆、控制电缆、光缆及附件等满足正常运行所需全套设备和材料，并提供相关资料、技术培训、配合涉网实验、配合仿真建模等服务。

二、投标资格条件、要求

1. 是能够独立承担民事责任的法人，或其他组织。

2. 至投标截止时间前 36 个月内，投标人存在以下情形之一的，不得参与本项目投标：

（1）经中国裁判文书网（网址：<http://wenshu.court.gov.cn>）检索确认，存在行贿罪、单位行贿罪、对单位行贿罪、对有影响力的人行贿罪、介绍贿赂罪（以下简称“行贿犯罪”）生效判决记录的；（2）投标人持有人民法院行贿犯罪的生效判决文书的；（3）经司法机关（法院、检察、公安）核实存在生效行贿犯罪判决的；（4）经其他途径确认投标人有行贿犯罪记录的。投标人提交《无行贿犯罪记录承诺函》，并附中国裁判文书网“单位全称 + 曾用名（如有）”检索截图（需显示检索时间、检索关键词、无对应犯罪记录结果）。

3. 在国家企业信用信息公示系统（网址：<https://www.gsxt.gov.cn/>）中列入严重违法失信企业名单的，不得参与本项目投标。

4. 在“中国执行信息公开网”网站（网址：<https://zxgk.court.gov.cn/>）、“信用中国”

网站（网址:www.creditchina.gov.cn）或在“信用浙江”网站（网址:https://credit.zj.gov.cn/）中列入失信被执行人名单的，不得参与本项目投标。

5. 投标人在浙江省能源集团有限公司及其下属公司存在“不良行为”，被列入浙能集团供应商“黑名单”或作“暂停使用”处置的，且该处置仍在有效期内，不得参与本标段投标。

6. 投标人的法定代表人被列入浙能集团“人员黑名单”的，且该处置仍在有效期内，该投标人不得参与本标段投标。

7. 投标人为调相机主机的生产厂家，提供调相机主机的型式试验报告。

8. 投标人 2023 年 1 月 1 日（以投运时间为准）至投标截止日，所投调相机品牌（电压等级 10kV 及以上、容量 50Mvar 及以上）应具有累计 5 套及以上国内的投运业绩【业绩证明材料要求提供合同复制件和运行证明材料，合同复制件至少包含首页、签字盖章页和能体现供货范围的页面，运行证明材料能体现符合业绩要求的具体表述】。

三、招标文件获取

1. 未取得“浙能集团智慧供应链一体化平台”用户名和密码的潜在投标人，请前往“浙能集团智慧供应链一体化平台”(<https://zsrm.zjenergy.com.cn/>)进行注册备选供应商或浙能供应商，并下载“浙江能源投标管家”，凭本企业用户名和密码登录“浙江能源投标管家”购买招标文件后，可下载招标文件和补充（答疑、澄清）、修改文件。

2. 招标文件下载时间：2026 年 05 月 09 日 09 时 00 分至 2026 年 05 月 15 日 17 时 00 分。

四、投标文件递交

1. 投标文件递交的截止时间（投标截止时间，下同）为 2026 年 05 月 28 日 09 时 30 分，投标人应在截止时间前通过“浙江能源投标管家”递交电子投标文件。

2. 本项目通过“浙江能源投标管家”进行远程开标，投标人无需至开标现场。

3. 逾期上传的投标文件，“浙能集团智慧供应链一体化平台”将予以拒收。

五、公告发布媒介

本次招标公告同时在浙能集团智慧供应链一体化平台,中国招标投标公共服务平台,中国采购与招标网,政采云上发布。

六、监督部门

监督部门：浙能集团招投标管理部

邮箱：ts@zntianyin.com

投诉电话：400-0571515

工作时间：周一至周五 9:00--11:30, 13:00--16:30

七、联系方式

招标人: 甘肃民勤陇电入浙独青山能源有限公司, 甘肃古浪陇电入浙黄花滩能源有限公司

联系人: 华小雷, 胡明月

联系电话: 13566905313, 19893556050

招标代理机构: 浙江天音管理咨询有限公司

招标代理地址: 杭州市拱墅区华浙广场 1 号华浙大厦 906 室

招标文件出售、平台操作, 客服联系电话: 400-0571515

注: (1) 各投标人需使用 CA 方可完成网上投标, 由于办理 CA 需要较长时间, 建议需要办理的投标人尽早办理, 以免影响投标。CA 网上自助申报地址: <https://zsrn.zjenergy.com.cn/zjnycms/webfile/goCA.html>, 各投标人可自由选择申请办理实体 CA 或扫码 APP。

(2) 递交投标保证金时, 需引用相等金额的银行流水, 若递交多个标段保证金的, 请按规定金额分别汇款。

(3) 浙江能源投标管家、操作手册下载地址: <https://zsrn.zjenergy.com.cn/zjnycms/helpNew.html?math=4#>。

(4) 各单位注册备选供应商无需缴纳会员费, 审核通过后可参与招标代理公司发布的公开采购(招标、竞谈、询价等)项目, 注册审核周期一般为 1 个工作日; 注册浙能供应商需缴纳会员费 500 元/年, 审核通过后可参与招标代理公司发布的公开采购(招标、竞谈、询价等)项目, 以及业主单位发布的非招寻源采购项目, 注册通过后如未缴纳会员费则自行转为备选供应商, 注册审核周期一般为 3 个工作日。

招标代理机构项目负责人: 万锦然(签名)

招标代理机构: (公章)

2026 年 05 月 09 日

第二章 投标人须知前附表及投标人须知

第一节 投标人须知前附表

条款号	条款名称	编列内容
1.1.2	招标人	名称：甘肃民勤陇电入浙独青山能源有限公司，甘肃古浪陇电入浙黄花滩能源有限公司 联系人： 华小雷， 胡明月 电话： 13566905313， 19893556050
1.1.3	招标代理机构	名称：浙江天音管理咨询有限公司 地址：杭州市拱墅区华浙广场1号华浙大厦906室 联系人：万锦然 电话：0571-87897217 邮箱：WANJINRAN@ZNTIANYIN.COM
1.1.4	采购项目名称	独青山180万千瓦风电项目、黄花滩200万千瓦光伏项目调相机及其附属设备
1.1.5	项目建设地点	具体要求详见第五章 技术标准和要求
1.2.1	资金来源及比例	企业自筹
1.2.2	资金落实情况	已落实
1.3.1	招标范围	1.独青山：包含4套50Mvar调相机的成套设备的采购，不限于主机、辅机、35kV调相机变压器、站用变及配套的0.4kV配电系统(满足本调相机供电同时需考虑调相机厂房及其辅助系统、设施的供电)、励磁系统、SFC系统、DCS监控系统、保护装置及安全自动装置、直流系统、消防系统(需接入升压站并与之一致)、安防视频(需接入升压站并与之一致)、配套电力电缆、控制电缆、光缆及附件等满足正常运行所需全套设备和材料，并提供相关技术资料、技术培训、配合涉网实验、配合仿真建模等服务。 2.黄花滩：包含7套50Mvar调相机的成套设备的采购，不限于主机、辅机、35kV调相机变压器、站用变及配套的0.4kV配电系统(满足本调相机供电同时需考虑调相机厂房及其辅助系统、设施的供电)、励磁系统、SFC系统、DCS监控系统、保护装置及安全自动装置、直流系统、消防系统(需接入升压站并与之一致)、安防视频(需

条款号	条款名称	编列内容
		接入升压站并与之一致)、配套电力电缆、控制电缆、光缆及附件等满足正常运行所需全套设备和材料,并提供相关技术资料、技术培训、配合涉网实验、配合仿真建模等服务。
1.3.2	交货期及进度要求	<p>独青山:2026年9月25日首批到货1套,其中配套底板、地脚螺栓等预埋件2026年8月11日前发货,2026年10月25日到货剩余3套,其中配套底板、地脚螺栓等预埋件提前2026年9月10日前发货。</p> <p>黄滩:2026年8月20日首批到货3套,其中配套底板、地脚螺栓等预埋件7月5日发货;2026年9月20日到货剩余4套,其中配套底板、地脚螺栓等预埋件8月5日发货。</p> <p>具体供货时间以各项目公司书面通知为准。</p> <p>(具体要求详见第五章 技术标准和要求)</p>
1.3.3	交货地点	详见合同条款
1.3.4	质量要求	具体要求详见第五章 技术标准和要求
1.4.1	投标人资格条件、要求	见招标公告内容
1.4.2	是否接受 联合体投标	<input checked="" type="checkbox"/> 否 应满足下列要求:
1.9.1	投标预备会	<input checked="" type="checkbox"/> 不召开 <input type="checkbox"/> 召开, 召开时间: ____ 召开地点: ____
1.9.2	投标人在投标预备会前 提出问题	同2.2.1 投标人要求招标文件的截止时间形式
1.9.3	招标文件澄清发出形式	同2.2.1 投标人要求招标文件的澄清、修改、补充
1.10.1	分包	<input checked="" type="checkbox"/> 否 要求如下:
1.11.2	偏差	<input type="checkbox"/> 不允许 <input checked="" type="checkbox"/> 允许, 要求如下: 投标人对招标文件有偏差,若评标委员会认定该偏差属于实质性内容,则否决其投标;若评标委员会认定为非

条款号	条款名称	编列内容
		实质性偏差，有权对投标价格进行调整或在评标分数作相应体现。
2.1	构成招标文件的其他资料	/
2.2.1	投标人要求澄清招标文件的截止时间与形式	<p>时间：2026 年 05 月 18 日 16 时 30 分</p> <p>形式：潜在投标人应通过“浙江能源投标管家”-“本标段项目-澄清疑问-我的问题”，在线提出。</p>
2.2.2	招标文件 澄清、修改、补充	<p>一、澄清、补充、修改的内容影响投标文件编制的，招标人将在投标截止时间 15 日前，通过“浙能集团智慧供应链一体化平台”通知所有购买招标文件的投标人，不足 15 天的，招标人将顺延递交投标文件的截止时间。</p> <p>澄清、补充、修改的内容不影响投标文件编制的，将在投标文件递交截止时间 3 天前，以上款相同的形式发布。</p> <p>二、潜在投标人应自行关注“浙江能源投标管家”-“本标段项目的澄清疑问-澄清补疑”进行查阅下载，招标人不再一一通知。投标人因自身贻误行为导致投标失败的，责任自负。</p>
3.1.1	构成投标文件的其他资料	<p><input type="checkbox"/> 样品（如需），样品要求：____；（种类、型号规格、数量）</p> <p><input type="checkbox"/> 演示视频/Demo（如需），演示视频/Demo 要求____；</p> <p>投标人认为有必要提供的其他材料。</p>
3.2.4	最高投标限价	<p>是否设置最高限价：<input checked="" type="checkbox"/>是</p> <p>最高投标限价或其计算方法：</p> <p><input type="checkbox"/> 本次招标最高投标限价为：____万元。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 在投标截止时间__15__日前以补充文件的形式公布。</p> <p><input type="checkbox"/> 本次招标最高投标限价的计算方法：____</p>
3.2.5	投标报价的其他要求	投标总价为多种税率报价合计的，须对各项报价注明增值税率。
3.3.1	投标有效期	90 天
3.4.1	投标保证金	<p><input type="checkbox"/> 不要求递交投标保证金。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 要求递交投标保证金。</p> <p>一、投标保证金的金额：80 万元。</p> <p>二、投标保证金有效期：投标保证金有效期与投标有效期一致。</p> <p>三、投标人须在投标截止时间前通过“浙江能源投标管家”递交本标段的投标保证金，完成保证金关联。若未完成保证金递交的，</p>

条款号	条款名称	编列内容
		<p>则会影响商务标的递交。以本文件规定以外形式递交的投标保证金的或未在规定时间内通过“浙江能源投标管家”成功关联投标保证金的，视为未递交投标保证金。</p> <p>四、投标保证金的缴存方式：电汇、网银或保证保险。</p> <p>（一）电汇、网银方式缴纳投标保证金流程</p> <p>1. 登陆“浙江能源投标管家”，进入本标段，在“投标-投标保证金”页面中，点击“关联流水”支付本标段的保证金，完成支付后，下载回执，放入投标文件中。</p> <p>备注：银行流水说明</p> <p>（1）通过电汇或网银的形式从投标单位基本账户汇至其在“浙能智慧供应链一体化平台”的指定账号（汇款账号须与注册时所留的基本户信息一致），且与保证金金额一致的银行流水才可用于递交投标保证金。汇款信息如下：</p> <p>账户名称：浙江天音管理咨询有限公司</p> <p>开户行：工商银行杭州市分行西湖支行</p> <p>银行帐号：1202 0204 1990 0157 384</p> <p>（二）保证保险方式缴纳流程（购买保险的费用须从基本账户支出）</p> <p>1. 登陆“浙江能源投标管家”，进入本标段，在“投标-投标保证金”页面中，点击“申请保函”后，自行选择保险公司进行投保。保单购买成功后，在“投标-投标保证金”页面中，点击“保函信息”，下载保证金回执，放入投标文件中。备注：</p> <p>（1）保险责任开始前，投保人符合退保要求的，请按《投标保证保险保险单及保险条款》要求及时办理退保手续。投保人可登陆“浙江能源投标管家”，进入本标段，在“投标-投标保证金”页面中，点击“退回保函”申请退回保险费用，保险公司按《投标保证保险保险单及保险条款》要求收取一定比例的退保手续费。投保人未及及时办理退保手续的，导致无法退回保险费用的，投保人自行负责。</p> <p>（2）若投标人存在相关法律法规及招标文件规定的投标保证金可不予退还的情形，被保险人可向保险人提出索赔，保险人在接到被保险人索赔通知后，在保险责任确定前先行支付保险理赔金额至被保险人指定账户，同时保险人有权向投保人进行追偿。</p> <p>被保险人指定账户名称：浙江天音管理咨询有限公司</p> <p>被保险人指定账户账号：1202002119100068952</p>

条款号	条款名称	编列内容
		<p>被保险人指定账户开户行：中国工商银行杭州白马支行</p> <p>(3) 招标人指定浙江天音管理咨询有限公司作为本标段的被保险人（受益人），并委托其办理相关索赔事宜；浙江天音管理咨询有限公司在扣除相关招标代理服务费用后，剩余索赔金额退还招标人。</p> <p>(4) 保险责任开始后，保险费用不再退回。</p> <p>(三) 重新招标项目，参与投标的投标人仍需按上述规定要求重新递交投标保证金。</p> <p>招标人授权采购代理机构浙江天音管理咨询有限公司全权负责投标保证金保险的相关事宜，包括但不限于保险理赔等。</p>
3.4.2	投标保证金的退还	<p>一、投标保证金退还（电汇或网银形式）</p> <p>(一) 投标保证金退还（沿原路退回交款账户）</p> <p>1. 未中标的投标人投标保证金在招标结果通知书发出后5日内退还。</p> <p>2. 中标人的投标保证金在中标人签订书面合同后5日内退还。招标代理服务费默认在中标人的投标保证金中扣除，差额部分在签订书面承包合同后5日内退还。</p> <p>3. 若招标人终止招标并且已实际收取投标保证金的，在招标人通知投标人终止招标之日起5日内向所有投标人退还投标保证金。</p> <p>4. 投标人在投标截止时间前书面通知招标人撤回已递交投标文件或放弃投标，招标人已收取投标保证金的，在开标后，收到投标人撤回保证金的书面通知后5日内退还。</p> <p>5. 投标人汇款后，由于各种原因未与标段关联成功的，收到投标人书面通知后5日内退还。</p> <p>6. 投标保证金有效期到期前，招标人认为有必要延长投标有效期的，应在投标有效期内将希望延长有效期的意向书面通知所有投标人。投标人同意延长的，投标保证金有效期按延长后计算。</p> <p>7. 投标保证金退还时，投标人开具保证金利息发票后，同时退还银行同期存款利息。</p> <p>(二) 联系人及联系方式：</p> <p>联系单位：浙江天音管理咨询有限公司</p> <p>联系电话：400-0571515</p> <p>联系地址：杭州市拱墅区华浙广场1号华浙大厦1107室</p>
3.4.3	投标保证金	投标保证金可不予退还的情形：

条款号	条款名称	编列内容
	可不予退还的情形	<p>（一）投标人在投标有效期内撤销或修改其投标文件的。</p> <p>（二）中标人无正当理由不与招标人订立合同，或在签订合同时向招标人提出附加条件，或未按招标文件要求提交履约担保的。</p> <p>（三）投标人在投标过程中串通投标或弄虚作假的。</p> <p>（四）合同签署后，中标人无正当理由不按招标文件要求支付招标代理服务费的。</p> <p>出现上述不予退还情形的，招标人告知投标人后，可不再退还给投标人投标保证金。投标人采用保证保险方式缴纳保证金的，则由保险人代位行使被保险人对投保人请求赔偿的权利。</p>
3.5.1	资格审查资料	<p>一、企业法人营业执照。</p> <p>二、法定代表人资格证明或授权委托书。</p> <p>三、联合体各方签订的共同投标协议（联合体投标的提供）。</p> <p>四、招标公告投标人资格条件、要求及否决投标的情形中需要投标人提供的其他资料。</p> <p>以上附证书证件、资料等证明材料须用原件扫描件，并加盖投标人公章，原件备查。上述证书、资料均应在有效期内，已在有效期外尚在办理延期过程中的视为无效（国家行政管理部门特别规定允许延长有效期的除外）。</p> <p>如评标委员会要求核查原件时，投标人必须在评标委员会规定的时间内送达。若投标文件中未附上述资料或未能在规定的时间内将要求的资料原件送到的，评标委员会将按相关证明资料缺少或无效处理。</p>
3.5.2	否决投标的情形	<p>一、凡评标委员会拟作出否决投标认定的，应先向投标人进行书面询问核实。未进行询问核实程序的，不得做出否决投标的认定，投标人放弃接受询问核实机会的除外（投标人所留联系方式无法联系上、在规定的时限内投标人不参加询问核实或不予答复的）。</p> <p>二、招标文件中的投标资格条件、要求是资格审查通过的强制性资格条件，经核实有一项不符合要求，则投标人的资格为不通过，对不通过的投标人其投标文件不进行后续评审，作否决投标处理。</p> <p>三、投标文件存在以下情形之一的，由评标委员会审核并经过询</p>

条款号	条款名称	编列内容
		<p>标程序，其投标文件将被否决。</p> <p>（一）投标人资格条件不符合国家有关规定的。</p> <p>（二）投标人的资质、业绩、人员、设备等条件未满足招标文件实质性响应要求的。</p> <p>（三）投标文件未按招标文件的要求（以投标人须知前附表第 373 项规定为准）签字或盖章的。</p> <p>（四）存在投标人须知第 1.4.3 条“投标人不得存在下列情形之一”的。</p> <p>（五）联合体投标时未提供联合体协议的。</p> <p>（六）投标文件载明的交货期不响应招标文件要求的。</p> <p>（七）投标人不以自己的名义或未按招标文件要求提供投标保证金，或提供的投标保证金有缺陷而不能接受的。</p> <p>（八）投标报价高于招标文件设定的最高投标限价的。</p> <p>（九）同一投标人提交两个以上不同的投标文件或者投标报价的（招标文件要求提交备选投标的除外）。</p> <p>（十）投标函与开标一览表价格不一致的（小数点错误除外）</p> <p>（十一）投标函及投标函附录载明的投标报价或其它关键内容字迹模糊或无法辨认的或未提供的。</p> <p>（十二）评标委员会认定属投标人自身原因有重大漏项的。</p> <p>（十三）采用的验收标准和方法、主要技术指标达不到国家强制性标准的或要求的。</p> <p>（十四）投标有效期不满足招标文件要求的。</p> <p>（十五）报价评审时，投标人拒绝按第三章评标办法的条款修正投标报价的。</p> <p>（十六）若投标人供货范围少报的需核增的部分总价值超过其投标总价 10%的。</p> <p>（十七）若投标人供货范围少报的需核增的部分总价值未超过投标总价 10%，经询标后，投标人未承诺少报的部分已含在投标总价中的。</p> <p>（十八）招标文件第三章评标办法《关键部件品牌规格表》（若有）</p>

条款号	条款名称	编列内容
		<p>中规定的部件，若投标人在投标文件中未明确唯一品牌或评标委员会判定投标人所投品牌与招标文件列明品牌“不相当于”的。</p> <p>（十九）招标文件第三章评标办法《重要部件品牌规格表》（若有）中规定的部件，若评标委员会判定投标人所投品牌与招标文件列明品牌“不相当于”的。</p> <p>（二十）投标人对招标文件有偏差，若评标委员会认定该偏差属于实质性内容的。</p> <p>（二十一）投标人有串通投标、弄虚作假、行贿等违法行为的，或存在投标人须知前附表“串通投标补充说明条款”规定情形之一的。</p> <p>（二十二）存在法律、法规、规章规定的其它无效投标情况的。</p> <p>（二十三）不满足以下要求作否决投标处理 （1）投标人所投的调相机的励磁系统须提供第三方出具的型式试验报告；（2）投标人所投的调相机的 SFC 系统须提供第三方出具的型式试验报告。</p> <p>除本条规定以外，招标文件中其他条款均不得作为否决投标文件的依据。</p>
3.6.1	是否允许递交 备选投标方案	<input checked="" type="checkbox"/> 不允许 <input checked="" type="radio"/> 允许
3.7.3	投标文件 签字或盖章要求	<p>一、投标函和报价表须加盖单位公章或法定代表人签字。</p> <p>二、由投标人的法定代表人加盖单位公章的，应附法定代表人身份证明；由代理人加盖单位公章的，应附授权委托书，授权委托书应加盖单位公章或法定代表人签字。</p>
3.7.4	投标文件份数	<p>加密电子投标文件一份，作为投标文件正本。</p> <p>请在门户首页（https://zsrcm.zjenergy.com.cn/）下载中心下载“浙江能源投标管家”，编制电子投标文件，并加密上传。</p>
4.2.1	投标截止时间	2026 年 05 月 28 日 09 时 30 分
4.2.2	递交投标文件	<p>一、在投标截止时间前通过“浙江能源投标管家”进行加密上传，递交时间以投标回执中递交时间为准。</p> <p><input type="checkbox"/> 二、样品等在投标截止时间前按招标文件要求递交至以下地</p>

条款号	条款名称	编列内容
		点：_____。
4.2.5	投标文件的拒收情形	<p>一、逾期未上传的投标文件。</p> <p>二、未加密的投标文件。</p> <p>三、投标保证金未与所投标段关联的投标文件</p> <p>四、开标后未在规定时间内完成解密成功的投标文件。</p>
5.1	开标时间和地点	<p>开标时间：2026 年 05 月 28 日 09 时 30 分</p> <p>开标地点：通过“浙江能源投标管家”远程开标。</p>
5.1	参加开标会议的要求	<p>采用“不见面”开标方式，投标人的代表必须通过“浙江能源投标管家”-“远程开标”在线参加开标会议，并在开标后 60 分钟内完成解密投标文件的工作。</p> <p>开标期间，各交易主体使用数字证书（CA）在各自的电脑终端上的所有操作、音视频及文字交互均被视为各交易主体的行为，并各自承担相应的法律责任。</p> <p>不见面开标软硬件要求：投标人电脑终端的硬件设备和软件系统配置必须符合不见面开标技术要求并运行正常，否则投标人自行承担不利后果。</p>
5.2	开标	<p>一、开标程序</p> <p>（一）投标人参加开标须携带加密投标文件的 CA 证书用于解密投标文件。（未携带 CA 证书的，可用“投标保障数字信封”解密）</p> <p>（二）投标截止时间后，招标人宣布开标。投标人须通过“浙江能源投标管家”进行签到，并在开标后 60 分钟内完成解密投标文件的工作。</p> <p>（三）所有投标人均解密完成或投标人解密时间结束后，招标人宣布唱标，公布开标结果。</p> <p>（四）开标结果公布后，投标人应在 10 分钟内对开标结果进行确认，未进行确认的视为自动确认。结果确认后，开标结束。</p> <p>（五）投标人对开标有异议的，应通过“浙江能源投标管家”提出。</p> <p>二、开标特别说明</p>

条款号	条款名称	编列内容
		<p>（一）开标解密使用投标人上传的电子投标文件。</p> <p>（二）因投标人原因造成其电子投标文件未解密的，视为撤销其投标文件（招标人可以不退还投标保证金）；因投标人之外的原因造成电子投标文件未解密的，视为撤回其投标文件。</p> <p>（三）部分投标人的电子投标文件无法解密的，其他投标文件的开标可以继续进行。</p> <p>（四）投标人必须使用生成电子投标文件的 CA 数字证书或者用编制投标文件的电脑导出“投标保障数字信封”解密电子投标文件。</p> <p>（数字证书办理地址：https://zsrcm.zjenergy.com.cn/zjnycms/webfile/goCA.html）</p> <p>三、特殊情况处理</p> <p>（一）如遇网络故障、网络安全问题等意外情况，所有投标人均无法解密，导致解密环节出现问题，招标人可延长开标时间或推迟时间重新开标，具体安排另行通知。</p> <p>（二）因电子交易系统故障非投标人原因，导致投标文件不能在规定时间内完成解密的，招标人可延长解密时间，并告知在线的投标人。</p> <p>（三）因电子交易系统故障非投标人原因，导致投标人无法上传投标文件，在开标前招标人有权延长投标截止时间和开标时间或者宣布招标失败。</p>
6.1.1	评标委员会的组建	评标委员会由招标人的代表和有关技术、经济等方面的专家组成，成员人数为五人及以上单数。
6.3.2	评标委员会推荐中标候选人的人数	1 名
7.1	中标候选人公示媒介及期限	<p>中标候选人是否公示：是</p> <p>公示期限：3 日</p> <p>公示媒介：浙能集团智慧供应链一体化平台, 中国招标投标公共服务平台, 中国采购与招标网, 政采云</p> <p>中标候选人业绩情况及招标失败情况一并在以上媒介网站公示，投标人请自行关注相关标段公示内容及后续流程，招标人不再另行</p>

条款号	条款名称	编列内容
		通知。
7.3	定标	<p>是否授权评标委员会确定中标人：●是 <input checked="" type="checkbox"/>否</p> <p>招标人依据评标委员会推荐的中标候选人确定中标人。国有资金占控股或者主导地位的依法必须进行招标的项目，招标人应当确定排名第一的中标候选人为中标人。排名第一的中标候选人放弃中标、因不可抗力不能履行合同、不按照招标文件要求提交履约担保，或者被查实存在影响中标结果的违法行为等情形，不符合中标条件的，招标人可以按照评标委员会提出的中标候选人名单排序依次确定其他中标候选人为中标人，也可以重新招标。</p>
7.5.1	履约担保	<p>是否要求中标人提交履约担保：</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>要求。履约担保的形式：现金、银行保函、保险公司保函或融资担保公司保函。履约担保金额：合同总价的<u>10</u>%。</p> <p><input type="checkbox"/>不要求。</p>
10	异议与投诉	<p>一、异议</p> <p>（一）潜在投标人或者其他利害关系人对招标文件有异议的，应当在投标截止时间 10 日前通过“浙江能源投标管家”向招标人或招标代理机构提出。招标人将在收到异议之日起 3 个工作日内作出答复；作出答复前，暂停招标投标活动。</p> <p>（二）投标人认为开标不符合有关规定的，应在开标过程中通过“浙江能源投标管家”提出异议。招标人将当场通过“浙能集团智慧一体化供应链平台”对异议给予处理或者告知处理的办法。</p> <p>（三）投标人或者其他利害关系人对评标结果有异议的，应当在中标候选人公示期间向招标人或招标代理机构提出。投标人应通过“浙江能源投标管家”提出异议，其他利害关系人可通过书面方式提出。招标人将在收到异议之日起 3 个工作日内作出答复；作出答复前，暂停招标投标活动。</p> <p>二、投诉</p> <p>（一）投标人或者其他利害关系人进行投诉应当有明确的请求和必要的证明材料。</p> <p>（二）投标人或者其他利害关系人就招标文件、开标和评标结果</p>

条款号	条款名称	编列内容
		<p>投诉的，应当先向招标人提出异议，异议答复期间不计算在前款规定的期限内。未先向招标人提出异议或逾期提出异议，视为放弃投诉权利。</p> <p>（三）投标人或者其他利害关系人认为招标投标活动不符合法律、行政法规和招标文件规定的，可以自知道或者应当知道之日起 10 日内通过“浙江能源投标管家”向浙能集团招投标管理部提出书面投诉。</p> <p>（四）投诉邮箱：ts@zntianyin.com</p> <p>三、异议和投诉注意事项</p> <p>（一）异议或投诉提出人是法人的，提交材料必须由其法定代表人或者授权代表签字并盖章；其他组织或者自然人投诉的，提交材料必须由其主要负责人或者投诉人本人签字，并附有效身份证明复印件。有关材料是外文的，应当同时提供其中文译本。</p> <p>（二）有下列情形之一的异议，招标人有权不予受理</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 异议发起人不是投标人、潜在投标人或者其他利害关系人。 2. 未在规定的异议期限内提出的。 3. 异议书未按照要求签字盖章的。 4. 异议书未提供有效联系人及联系方式的。 5. 异议事项不明确具体，且未提供有效线索，难以查实确认的。 6. 涉及招标或评标过程具体细节、其他投标人商业秘密及投标文件相关具体内容，但未能提供上述信息具体来源的。 7. 异议书内容不符合规定，提交的异议证明材料不全，经招标代理机构或招标人要求仍须补充而未能在规定时间内提供的。 8. 招标人已经作出明确答复，没有新事实证据，就同一问题重复提出异议的。 <p>（三）有下列情形之一的投诉，监督部门不予受理</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 投诉人不是所投诉招标投标活动的参与者，或者与投诉项目无利害关系。 2. 投诉事项不具体，且未提供有效线索，难以查证的。 3. 投诉书未署具投诉人真实姓名、签字和有效联系方式的 以法

条款号	条款名称	编列内容
		<p>人名义投诉的，投诉书未经法定代表人签字并加盖公章的。</p> <p>4. 超过投诉时效的。</p> <p>5. 已经作出处理决定，并且投诉人没有提出新的证据。</p> <p>6. 投诉事项应先提出异议没有提出异议、异议已进入处理程序的。</p> <p>（四）提出投诉的应当知道起始时间界定</p> <p>1. 对招标文件公告资格条件的投诉以出售招标文件的第一天为准。</p> <p>2. 对除公告资格条件外招标文件其他内容的投诉以出售招标文件最后一天为准。</p> <p>3. 对开标的投诉以开标时间为准。</p> <p>4. 对评标结果的投诉以中标候选人公示期的起始时间为准。</p>
11	是否采用 电子招标投标	<p><input checked="" type="checkbox"/>是,具体要求: 请在门户首页(https://zsrn.zjenergy.comcn/)下载中心下载“浙江能源投标管家”，编制电子投标文件。</p> <p><input type="checkbox"/>否</p>
12	招标代理费	收取对象：按标段向中标人收取
13	需要补充的其他内容	<p>一、前附表中以“□”标识的表示此条款不适用本次招标，以“<input checked="" type="checkbox"/>”标识的表示此条款适用本次招标。</p> <p>二、招标文件前后不一致的，以前附表内容为准；投标函与投标函附录不一致的，以投标函为准；除招标文件另有规定外，投标函的投标报价与报价清单汇总报价不一致时，以投标函报价为准。</p> <p>三、标书费发票通过“浙能投标管家”“我的订单”下载。代理服务费用通过“浙能投标管家”-“定标”-“通知书”下载。投标人如有疑问，请联系客服电话：400-0571515。</p> <p>四、串通投标补充说明条款</p> <p>评标委员会在评标过程中，发现投标人有下列情形之一的，且经询标澄清投标人无令人信服的理由和可靠证据证明其合理性的，经评标委员会半数以上成员确认，其投标文件按否决投标处理。评标结束后，投标人能证明其不属于串通投标行为的，也不影响对其按否决投标处理的结果。</p>

条款号	条款名称	编列内容
		<p>(一) 不同投标人的投标文件由同一单位或者个人编制。</p> <p>(二) 不同投标人的电子投标文件记录编制时的计算机网卡 MAC 地址、硬盘序列号和 IP 地址信息有一条及以上相同的。</p> <p>(三) 不同投标人委托同一单位或者个人办理投标事宜。</p> <p>(四) 不同投标人从同一投标单位或同一自然人的 I P 地址下载招标文件、上传投标文件或参加投标活动的人员为同一标段其他投标人的在职人员。</p> <p>(五) 不同投标人的投标文件载明的项目管理成员为同一人。</p> <p>(六) 不同投标人的投标文件异常一致或者投标报价呈规律性差异。</p> <p>(七) 不同投标人的投标文件相互混装。</p> <p>(八) 不同投标人的投标保证金从同一单位或者个人的账户转出。</p> <p>(九) 投标人之间协商投标报价等投标文件的实质性内容。</p> <p>(十) 投标人之间约定中标人。</p> <p>(十一) 投标人之间约定部分投标人放弃投标或者中标。</p> <p>(十二) 属于同一集团、协会、商会等组织成员的投标人按照该组织要求协同投标。</p> <p>(十三) 投标人之间为谋取中标或者排斥特定投标人而采取的其他联合行动。</p> <p>五、关于品牌部件的评审说明：详见第三章评标办法。</p> <p>六、因本项目招标投标阶段产生或与此相关的任何争议，未能通过协商、异议或投诉等方式解决的，招标人、投标人、中标人及招标代理人均应将争议提交至招标代理机构所在地（杭州市拱墅区）有管辖权的人民法院诉讼解决。中标后合同履行阶段发生的争议，按已签约合同的争议解决条款之约定执行。</p> <p>七、其它说明：1. 招标人将按项目分别与中标人签订合同；2. 投标人需理解并承诺：招标人有权通过买方、卖方、工程承包方三方协议的形式，将招标人在本合同项下的权利义务转让给工程承包方。除三方协议另有约定外，工程承包方取代招标人成为本合同的买方，全面负责设备的催交、验收、仓储、安装、调试、质量保修</p>

条款号	条款名称	编列内容
		以及向卖方索赔等一切事宜，并承担本合同项下对卖方的付款责任。

第二节 投标人须知

1. 总则

1.1 项目概况

1.1.1 根据《中华人民共和国招标投标法》、《中华人民共和国招标投标法实施条例》等有关法律、法规和规章的规定，本项目已具备招标条件，现对本货物采购标段进行招标。

1.1.2 招标人：见投标人须知前附表。

1.1.3 招标代理机构：见投标人须知前附表。

1.1.4 采购项目名称：见投标人须知前附表。

1.1.5 项目建设地点：见投标人须知前附表。

1.2 招标项目的资金来源和落实情况

1.2.1 资金来源及比例：见投标人须知前附表。

1.2.2 资金落实情况：见投标人须知前附表。

1.3 招标范围、交货期及进度要求、交货地点和质量要求

1.3.1 招标范围：见投标人须知前附表。

1.3.2 交货期及进度要求：见投标人须知前附表。

1.3.3 交货地点：见投标人须知前附表。

1.3.4 质量要求：见投标人须知前附表。

1.4 投标人资格要求

1.4.1 投标人资格要求：见投标人须知前附表。

1.4.2 联合体投标的，除应符合本章第 1.4.1 项和投标人须知前附表的要求外，还应遵守以下规定：

（1）联合体各方应按招标文件提供的格式签订联合体协议书，明确联合体牵头人和各方权利义务；

（2）由同一专业的单位组成的联合体，按照资质等级较低的单位确定资质等级；

（3）联合体各方不得再以自己名义单独或参加其他联合体在本招标项目中投标。

1.4.3 投标人（投标人是联合体的，指联合体各方）不得存在下列情形之一：

（1）为招标人不具有独立法人资格的附属机构（单位）；

（2）为本标段的代建人；

（3）为本标段提供招标代理服务的；

- (4) 与本标段的监理人或代建人或招标代理机构同为一个法定代表人的；
- (5) 与本标段的监理人或代建人或招标代理机构相互控股或参股的；
- (6) 投标人及其法定代表人与本标段其他投标人及其法定代表人（组成同一联合体的除外）存在控股或被控股关系的；
- (7) 与招标人存在利害关系且可能影响招标公正性；
- (8) 被暂停或取消投标资格的；
- (9) 被责令停产停业、暂扣或者吊销许可证、暂扣或者吊销执照；
- (10) 进入清算程序，或被宣告破产，或其他丧失履约能力的情形；
- (11) 在最近三年内有骗取中标或发生重大产品质量问题（以相关行政主管部门《行政处罚决定书》或司法、仲裁机构等出具的生效法律文书为准；最近三年指自投标截止之日向前追溯 3 年，以生效法律文书的落款时间为准）；
- (12) 被国家市场监督管理总局在全国企业信用信息公示系统中列入严重违法失信企业名单；
- (13) 被最高人民法院在“信用中国”网站（www.creditchina.gov.cn）或各级信用信息共享平台中列入失信被执行人名单；
- (14) 至投标截止时间前 3 年内，投标人及拟派项目负责人有行贿犯罪记录的，具体以中国裁判文书网查询结果为准（网址 <http://wenshu.court.gov.cn>），或以法院判决书为依据；
- (15) 因投标人原因，近 2 年内在浙能集团及其下属企业中造成人身死亡事故的（以浙能集团事故（事件）通报为准）。

1.5 费用承担

投标人准备和参加投标活动发生的费用自理。

1.6 保密

参与招标投标活动的各方应对招标文件和投标文件中的商业和技术等秘密保密，否则应承担相应的法律责任。

1.7 语言文字

招标投标文件使用的语言文字为中文。专用术语使用外文的，应附有中文注释。

1.8 计量单位

所有计量均采用中华人民共和国法定计量单位。

1.9 投标预备会

1.9.1 投标人须知前附表规定召开投标预备会的,招标人按投标人须知前附表规定的时间和地点召开投标预备会,澄清投标人提出的问题。

1.9.2 投标人应按投标人须知前附表规定的时间和形式将提出的问题送达招标人,以便招标人在会议期间澄清。

1.9.3 投标预备会后,招标人将对投标人所提问题的澄清,以投标人须知前附表规定的形式通知所有购买招标文件的投标人。该澄清内容为招标文件的组成部分。

1.10 分包

1.10.1 投标人拟在中标后将中标项目的部分非主体、非关键性的勘察、设计或施工工作进行分包的,应符合投标人须知前附表规定的分包内容、分包金额和资质要求等限制性条件。

对主设备本体/整机/整系统的设计、加工制造、施工安装等其中一个或多个项目的主要服务或实施范围、责任有明确要求的情形。对于向主制造商提供原材料、零组件、或加工等服务的仅视为外购(外协)件,不视为本条所限制的投标人分包情形。

1.10.2 中标人不得向他人转让中标项目,接受分包的人不得再次分包。中标人应当就分包项目向招标人负责,接受分包的人就分包项目承担连带责任。

1.11 偏差

1.11.1 投标文件应当对招标文件的实质性要求和条件作出满足性或更有利于招标人的响应。

1.11.2 投标人须知前附表规定了可以偏差的范围的,偏差应当符合投标人须知前附表规定的偏差范围。

1.11.3 投标文件对招标文件的全部偏差,均应在投标文件的商务和技术偏差表中列明,除列明的内容外,视为投标人响应招标文件的全部要求。

2. 招标文件

2.1 招标文件的组成

本招标文件包括:

- (1) 招标公告(或投标邀请书);
- (2) 投标人须知;
- (3) 评标办法;
- (4) 合同条款及格式;
- (5) 技术规范;

(6) 投标文件格式;

(7) 投标人须知前附表规定的其他资料。

根据本章第 1.9 款、第 2.2 款对招标文件所作的澄清、修改,构成招标文件的组成部分。招标文件、招标文件的澄清或修改等在同一内容的表述上不一致时,以最后发出的书面文件为准。

2.2 招标文件的澄清和修改

2.2.1 投标人应仔细阅读和检查招标文件的全部内容。如发现缺页或附件不全,应及时向招标人提出,以便补齐。如有疑问,应按投标人须知前附表规定的时间和形式将提出的问题送达招标人,要求招标人对招标文件予以澄清。

2.2.2 招标文件的澄清以投标人须知前附表规定的形式发给所有购买招标文件的投标人,但不指明澄清问题的来源。澄清发出的时间距本章第 4.2.1 项规定的投标截止时间不足 15 日的,并且澄清内容可能影响投标文件编制的,将相应延长投标截止时间。

2.2.3 投标人在收到澄清后,应按投标人须知前附表规定的时间和形式通知招标人,确认已收到该澄清。

2.2.4 除非招标人认为确有必要答复,否则招标人有权拒绝回复投标人在本章第 2.2.1 项规定的时间后的任何澄清要求。

3. 投标文件

3.1 投标文件的组成

3.1.1 投标文件应包括下列内容: 报价部分、商务部分、技术部分,具体详见投标文件格式。

3.1.2 投标人在评标过程中作出的符合法律法规和招标文件规定的澄清确认,构成投标文件的组成部分。

3.2 投标报价

3.2.1 投标报价应包括国家规定的增值税税金,除投标人须知前附表另有规定外,增值税税金按一般计税方法计算。投标人应按第六章“投标文件格式”的要求在投标函中进行报价并填写分项报价表。

3.2.2 投标人应充分了解该项目的总体情况以及影响投标报价的其他要素。

3.2.3 投标报价为各分项报价金额之和,投标报价与分项报价的合价不一致的,应以总价为准,修正分项报价;如分项报价中存在缺漏项,则视为缺漏项价格已包含在其他分项报价之中。投标人在投标截止时间前修改投标函中的投标报价总额,应同时修改投标文件“分

项报价表”中的相应报价。此修改须符合本章第 4.3 款的有关要求。

3.2.4 招标人设有最高投标限价的，投标人的投标报价不得超过最高投标限价，最高投标限价详见投标人须知前附表。

3.2.5 投标报价的其他要求见投标人须知前附表。

3.3 投标有效期

3.3.1 除投标人须知前附表另有规定外，投标有效期为 90 天。

3.3.2 在投标有效期内，投标人撤销投标文件的，应承担招标文件和法律规定的责任。

3.3.3 出现特殊情况需要延长投标有效期的，招标人以书面形式通知所有投标人延长投标有效期。投标人应予以书面答复，同意延长的，应相应延长其投标保证金的有效期，但不得要求或被允许修改其投标文件；投标人拒绝延长的，其投标失效，但投标人有权收回其投标保证金及以现金或者支票形式递交的投标保证金的银行同期存款利息。

3.4 投标保证金

3.4.1 投标人在递交投标文件的同时，应按投标人须知前附表规定的金额、形式和第六章“投标文件格式”规定的投标保证金格式递交投标保证金。

3.4.2 招标人投标保证金的退还：详见投标人须知前附表。

3.4.3 投标保证金将不予退还的情形：详见投标人须知前附表。

3.5 资格审查资料（适用于已进行资格预审的）

投标人在递交投标文件前，发生可能影响其投标资格的新情况的，应更新或补充其在申请资格预审时提供的资料，以证实各项资格条件仍能继续满足资格预审文件的要求，且没有实质性降低。

3.5 资格审查资料（适用于未进行资格预审的）

投标人应按前附表的要求提供资格审查及实质性响应资料。未提供或提供的资料不满足要求的，视为资格审查或实质性审查未通过，其投标将被否决。

3.5.1 资格审查资料：详见投标人须知前附表。

3.5.2 否决投标的情形：详见投标人须知前附表。

3.6 备选投标方案

3.6.1 除投标人须知前附表规定允许外，投标人不得递交备选投标方案，否则其投标将被否决。

3.6.2 允许投标人递交备选投标方案的，只有中标人所递交的备选投标方案方可予以考虑。评标委员会认为中标人的备选投标方案优于其按照招标文件要求编制的投标方案的，招

标人可以接受该备选投标方案。

3.7 投标文件的编制

3.7.1 投标文件应按第六章“投标文件格式”进行编写，如有必要，可以增加附页，作为投标文件的组成部分。

3.7.2 投标文件应当对招标文件有关供货期、投标有效期、供货要求、招标范围等实质性内容作出响应。投标文件在满足招标文件实质性要求的基础上，可以提出比招标文件要求更有利于招标人的承诺。

3.7.3 签字或盖章的具体要求见投标人须知前附表。

3.7.4 投标文件份数的具体要求见投标人须知前附表。

4. 投标

4.1 投标文件的密封和标记

4.1.1 投标人应当按照招标文件和浙江能源智慧供应链一体化平台的要求加密投标文件。

4.1.2 未按本章第 4.1.1 项要求密封的投标文件，招标人将拒收。

4.2 投标文件的递交

4.2.1 投标人应在投标人须知前附表规定的投标截止时间前递交投标文件。

4.2.2 投标人递交投标文件：见投标人须知前附表。

4.2.3 除投标人须知前附表另有规定外，投标人所递交的投标文件不予退还。

4.2.4 投标人完成电子投标文件上传后，“浙能集团智慧供应链一体化平台”即时向投标人发出递交回执通知。递交时间以递交回执通知载明的传输完成时间为准。

4.2.5 投标文件拒收的情形：见投标人须知前附表。

4.3 投标文件的修改与撤回

4.3.1 在投标截止时间前，投标人可以修改或撤回已递交的投标文件。

4.3.2 投标人修改已递交投标文件时，应先在“浙江能源投标管家”对原投标文件进行撤回操作，修改完成后再重新上传已修改的投标文件，“浙能集团智慧供应链一体化平台”将完整记录投标人的撤回修改情况。

4.3.3 修改的内容为投标文件的组成部分。修改的投标文件应按照本章第 3 条、第 4 条规定进行编制、标记和递交。

5. 开标程序

5.1 开标时间和地点

招标人在本章第 4.2.1 项规定的投标截止时间（开标时间）和投标人须知前附表规定的地点公开开标。参加开标会议的要求详见投标人须知前附表。

5.2 开标

开标程序：见投标人须知前附表。

6. 评标

6.1 评标委员会

6.1.1 评标由招标人依法组建的评标委员会负责。评标委员会由招标人或其委托的招标代理机构熟悉相关业务的代表，以及有关技术、经济等方面的专家组成。评标委员会成员人数以及 技术、经济等方面专家的确定方式见投标人须知前附表。

6.1.2 评标委员会成员有下列情形之一的，应当回避：

- （1）投标人或投标人主要负责人的近亲属。
- （2）项目主管部门或者行政监督部门的人员。
- （3）与投标人有经济利益关系，可能影响对投标公正评审的。
- （4）曾因在招标、评标以及其他与招标投标有关活动中从事违法行为而受过行政处罚或刑事处罚的。

6.1.3 评标过程中，评标委员会成员有回避事由、擅离职守或者因健康等原因不能继续评标的，招标人有权更换。被更换的评标委员会成员作出的评审结论无效，由更换后的评标委员会成员重新进行评审。

6.2 评标原则

评标活动遵循公平、公正、科学和择优的原则。

6.3 评标

6.3.1 评标委员会按照第三章“评标办法”规定的方法、评审因素、标准和程序对投标文件进行评审。第三章“评标办法”没有规定的方法、评审因素和标准，不作为评标依据。

6.3.2 评标完成后，评标委员会应当向招标人提交书面评标报告和中标候选人名单。评标委员会推荐中标候选人的人数见投标人须知前附表。

7. 合同授予

7.1 中标候选人公示

招标人在收到评标报告之日起 3 日内，按照投标人须知前附表规定的公示媒介和期限公示中标候选人。

7.2 中标候选人履约能力审查

中标候选人的经营、财务状况发生较大变化或存在违法行为，招标人认为可能影响其履约能力的，将在发出中标通知书前提请原评标委员会按照招标文件规定的标准和方法进行审查确认。

7.3 定标

按照投标人须知前附表的规定，招标人或招标人授权的评标委员会依法确定中标人。

7.4 中标通知

在本章第 3.3 款规定的投标有效期内，招标人以书面形式向中标人发出中标通知书，同时将中标结果通知未中标的投标人。

7.5 履约担保

7.5.1 在签订合同前，中标人应按投标人须知前附表规定的形式、金额和招标文件第四章“合同条款及格式”规定的或者事先经过招标人书面认可的履约担保格式向招标人提交履约担保。联合体中标的，其履约担保以联合体各方或者联合体中牵头人的名义提交。

7.5.2 中标人不能按本章第 7.5.1 项要求提交履约担保的，视为放弃中标，其投标保证金不予退还，给招标人造成的损失超过投标保证金数额的，中标人还应当对超过部分予以赔偿。

7.6 签订合同

7.6.1 招标人和中标人应当在中标通知书发出之日起 30 日内，根据招标文件和中标人的投标文件订立书面合同。中标人无正当理由拒签合同，在签订合同时向招标人提出附加条件，或者不按照招标文件要求提交履约担保的，招标人有权取消其中标资格，其投标保证金不予退还，给招标人造成的损失超过投标保证金数额的，中标人还应当对超过部分予以赔偿。在中标通知书发出之后，若中标人因存在“不良行为”被列入浙能集团供应商“黑名单”的，招标人有权取消其中标资格。

7.6.2 发出中标通知书后，招标人无正当理由拒签合同，或者在签订合同时向中标人提出附加条件的，招标人向中标人退还投标保证金，给中标人造成损失的，还应当赔偿损失。

7.6.3 联合体中标的，联合体各方应当共同与招标人签订合同，就中标项目向招标人承担连带责任。

8. 重新招标和不再招标

8.1 重新招标

有下列情形之一的，招标人将重新招标：

- (1) 投标截止时间止，投标人少于 3 个；

- (2) 开标后，成功解密的投标人少于 3 个；
- (3) 经评标委员会评审后否决所有投标的。
- (4) 招标文件明确的其他情形。

8.2 不再招标（依法必须招标项目适用）

重新招标后投标人仍少于 3 个的，经项目审批或核准部门批准后可不再进行招标。

9. 纪律和监督

9.1 对招标人的纪律要求

招标人不得泄露招标投标活动中应当保密的情况和资料，不得收受他人的财物或者其他好处，不得与投标人串通损害国家利益、社会公共利益或者他人合法权益。

9.2 对投标人的纪律要求

投标人不得相互串通投标或者与招标人串通投标，不得向招标人或者评标委员会成员行贿 谋取中标，不得以他人名义投标或者以其他方式弄虚作假骗取中标；投标人不得以任何方式干扰、影响评标工作。

9.3 对评标委员会成员的纪律要求

评标委员会成员不得收受他人的财物或者其他好处，不得向他人透露对投标文件的评审和 比较、中标候选人推荐情况以及评标有关的其他情况。在评标活动中，评标委员会成员应当 客观、公正地履行职责，遵守职业道德，不得擅离职守，影响评标程序正常进行，不得使用第三章“评标办法”没有规定的评审因素和标准进行评标。

9.4 对与评标活动有关的工作人员的纪律要求

与评标活动有关的工作人员不得收受他人的财物或者其他好处，不得向他人透露对投标文件的评审和比较、中标候选人推荐情况以及评标有关的其他情况。在评标活动中，与评标活动有关的工作人员不得擅离职守，影响评标程序正常进行。

10. 异议与投诉

见投标人须知前附表。

11. 是否采用电子招标投标

见投标人须知前附表。

12. 招标代理服务费

招标代理服务费是否由中标人支付，见投标人须知前附表。若向中标人收取的，招标代理机构将按招标代理服务费承诺函中约定的收费标准进行收取。

13. 需要补充的其他内容

见投标人须知前附表。

第三章 评标办法（技术标打分制的综合评估法）

根据《中华人民共和国招标投标法》、《中华人民共和国招标投标法实施条例》、《评标委员会和评标办法暂行规定》（国家发展计划委员会第 12 号）等有关规定，制定本办法。

一、评标原则

评标应遵循公平、公正、科学、择优的原则。

二、评标组织

评标工作由招标人依法组建的评标委员会负责，评标委员会由招标人的代表和有关技术、经济等方面的专家组成。

评标委员会应推举产生评标委员会负责人（招标人代表不得担任评标委员会负责人），评标委员会负责人负责组织评标、掌握评标进程、主持询标、编写评标报告等工作，评标委员会负责人与其他成员具有同等的权利。评标委员会成员对所提出的评审意见承担个人责任。

评标委员会应当按照招标文件确定的评标标准和方法，客观、公正对投标文件进行评审和比较，招标文件没有规定的评标标准和方法不得作为评标的依据。

评标委员会对投标文件作出的评审结论，应当符合有关法律、法规、规章和招标文件的规定。

三、评标程序

- （一）熟悉招标文件和评标办法；
- （二）投标文件的符合性评审；
- （三）投标文件的技术标评审；
- （四）投标文件的商务标评审；
- （五）必要时对投标文件中的问题进行询标，包括拟作出否决投标决定前对相关投标人进行的询问核实；
- （六）当否决投标后，剩余投标人少于 3 个时，评标委员会应对投标是否具有竞争性进行认定。认为明显缺乏竞争的，可以否决全部投标，否则，应继续进行评审；
- （七）根据评标办法和标准对投标文件进行综合评分、排序，推荐中标候选人；
- （八）完成评标报告。

四、评审细则

（一）投标文件的符合性评审

1. 评标委员会应依照招标文件的要求和规定，首先对投标人的投标资格和投标文件进行符合性评审。
2. 如评标委员会发现投标文件不满足投标人资格条件、要求的或存在招标文件投标人须知前附表“否决投标的情形”第三款的，经询问核实并认定后，即判定该投标文件符合性审查不通过予以否决，不再进入后续的技术标、商务标审查和投标文件的综合评分程序。

（二）投标文件的技术标评审

1. 评标委员会的技术专家应对投标人的投标文件进行技术标审查，专家评审采用集体评标，记名表决，少数服从多数的方法进行。

2. 如评标委员会发现投标文件存在招标文件投标人须知前附表“否决投标的情形”的，经询标核实并认定后，即判定该投标文件符合性审查不通过予以否决，不再进入后续评审。

3. 由技术评标专家负责对通过符合性审查的投标文件的技术部分采用记名方式各自评分。如发现某个单项的评分超出了规定的分值范围的，则该张评分表无效。此项评分为：各技术评标专家的打分的算术平均值作为最终得分，如技术评标专家 4 人及以上的，从评标专家的有效评分中扣除一个最高总分和一个最低总分后的算术平均值（保留小数 2 位）。

4. 技术评标因素及其量化标准：

序号	评分项目	评分说明	得分
1	技术评审		100
1.1	主机的主要技术参数、性能指标	1. 运行电耗（5 分）：分别比较满载和空载电耗，按满载和空载 3: 7 加权计算，最优得 5 分，最差得 0.5 分，中间按插值计算分值。2. （1）短路比 >1.1 ；（2）直轴超瞬变电抗 $X_d' \leq 9\%$ 。（3）进相运行能力不低于 -55Mvar ；（4）（距外壳水平 1m，高度 1.2m 处），室内布置不大于 80dB。主机的主要技术参数、功能全部符合上述要求得 4 分；按优、良、一般分档，优档（ $3 \leq \text{得分} \leq 4$ ）、良档（ $2 \leq \text{得分} < 3$ ）、一般档（ $0 \leq \text{得分} < 2$ ）。	13
1.2	主机本体-结构设计	有针对提高定子机座、端盖强度和刚度、防振动、改善端部温度、防油膜振荡措施、防晕设计特点、防转子匝间短路措施。按优、良、一般分档，优档（ $9 \leq \text{得分} \leq 12$ ）、良档（ $6 \leq \text{得分} < 9$ ）、一般档（ $0 \leq \text{得分} < 6$ ）。	12
1.3	启动系统、励磁系统、变压器主要技术参数、性能指标	1. 启动系统额定转速下的持续运转时间应满足主机进行测试的试验要求，启动系统最大拖动转速不低于 1.05 倍的额定转速，从 0 转速加速至最大转速时间不超过 10 分钟；2. 调相机同期并网失败后，启动系统应具备快速再投入功能，投入转速应为全速范围的任何速度点；3. 启动系统应具有定速盘车（转速可在 250~350rpm 范围设定）功能，此功能可远方投退。4. 额定工况下，调相机励磁电压能在 0.1s 内励磁电压增长值达到顶值电压和额定电压差值的 95%；4. 励磁系统稳态增益保证调相机电压静差率小于 0.5%。励磁系统动态增益保证调相机电压突降 15%-20%时可控桥开放至允许最大值；5. 调相机空载时，阶跃量为调相机额定电压的 $\pm 5\%$ ，调相机电压超调量不大于阶跃量的 30%，电压上升时间不大于 0.5 秒，调节时间不大于 5 秒，电压摆动次数不多于 3 次。调相机额定负载时阶跃响应：阶跃量为调相机额定电压的 2%~4%，功率波动次数不大于 5 次，阻尼比大于 0.1，调节时间不大于 10s。6. 变压器额定频率额定电压时空载损耗、负载损耗(kW, 75℃)满足 GB20052 要求。主要技术参数、功能全部符合上述要求	12

		,有完整的试验报告,得5分;按优、良、一般分档,优档(7≤得分≤6)、良档(3≤得分<6)、一般档(0≤得分<3)。	
1.4	冷却通风系统、油系统	有完备的冷却、通风系统和油系统,系统功能齐全、技术先进、运行可靠性良好,有针对项目现场气候环境专项应对方案。按优、良、一般分档,优档(7≤得分≤10)、良档(4≤得分<7)、一般档(0≤得分<4)。	10
1.5	其他辅助监测系统	监测系统完备性(至少包含温度检测系统、轴系振动监测保护系统、轴系振动监测分析故障诊断系统、轴电流轴电压监测装置),辅助监测系统齐全,技术先进,功能全面,布置合理。按优、良、一般分档,优档(7≤得分≤10)、良档(4≤得分<7)、一般档(0≤得分<4)。	10
1.6	调相机本体品牌选型	明确本体定子、转子唯一品牌选型,且具有该领域成熟的使用业绩(近三年)。根据选型优劣得0-4分;(需提供相关证明材料)。	4
1.7	升压变压器、励磁变压器、SFC 变压器品牌选型	明确升压变压器、励磁变压器、SFC 变压器唯一品牌选型,且具有该领域成熟的使用业绩(近三年)。根据选型优劣得0-3分;(需提供相关证明材料)。	3
1.8	SFC 系统品牌选型	明确 SFC 系统唯一品牌选型(不含变压器),且具有该领域成熟的使用业绩(近三年)。根据选型优劣得0-3分。(需提供相关证明材料)。	3
1.9	励磁系统品牌选型	明确励磁系统唯一品牌选型(不含变压器),且具有该领域成熟的使用业绩(近三年)。根据选型优劣得0-3分。(需提供相关证明材料)。	3
1.10	DCS 品牌选型	明确 DCS 唯一品牌选型,且具有该领域成熟的使用业绩(近三年)。根据选型优劣得0-2分。(需提供相关证明材料)。	2
1.11	一体化电源品牌选型	明确一体化电源品牌唯一品牌选型,且具有该领域成熟的使用业绩(近三年)。根据选型优劣得0-2分;(需提供相关证明材料)。	2
1.12	继电保护的品种选型	明确继电保护唯一品牌选型,且具有该领域成熟的使用业绩(近三年)。根据选型优劣得0-2分;(需提供相关证明材料)。	2
1.13	部件配置	部件配置设计成熟、工艺先进、质量可靠,采用优质品牌的产品。按优、良、一般分档,优档(6≤得分≤8)、良档(3≤得分<6)、一般档(0≤得分<3)。	8
1.14	供货范围、随机和3年质保期内备品备件、专用工具	供货范围符合招标文件规定,并按照投标方案对供货范围进行详细补充,同时根据投标人提供的随机和3年质	8

		保期内的备品备件、专用工具的种类和数量, 优档(6≤得分≤8)、良档(3≤得分<6)、一般档(0≤得分<3)。	
1.15	交货进度、技术服务、培训和质保期服务	投标人具有较强的产品交付能力、服务能力、售后服务承诺, 提供产品交付计划、售后服务方案的可行性、完整性以及服务承诺落实的保障措施等, 制定完善的人员培训计划。按优、良、一般分档, 优档(6≤得分≤8)、良档(3≤得分<6)、一般档(0≤得分<3)。	8

(三) 投标文件的商务标评审

1. 由商务评标专家对投标文件的商务报价进行评审。商务评标专家应对商务报价的范围、数量、单价、费用组成和总价等进行全面审阅和对比分析, 找出报价差异的原因及存在的问题。

2. 商务报价评审应以报价口径范围一致的投标评标价为依据。若有效投标人所报增值税税率不一致, 则扣除增值税后的投标价作为报价评审依据; 若有效投标人所报增值税税率一致, 则按投标人的投标价作为报价评审依据; 若有效投标人报价中所含增值税税率有两种及以上的, 则扣除增值税后的投标价作为报价评审依据; 投标评标价应在此基础上, 按照招标文件约定的因素和方法进行计算。

3. 如评标委员会发现投标文件存在招标文件投标人须知前附表“否决投标的情形”的, 经询标核实并认定后, 即判定该投标文件符合性审查不通过予以否决, 不再进入后续评审。

4. 评标价格调整

(1) 除投标人在报价表中声明给予投标总价折扣外, 投标人报价中, 若单价之和与总价(总价为单价与数量的乘积)有差异时, 以总价为准, 并对单价进行修正, 但总价金额小数点有明显错误的除外; 若文字和数字表示的金额之间有差异, 则以文字表示的金额为准, 并对数字作相应的修正(文字描述明显笔误的除外); 若投标人投标总价与各分项价之和不一致时, 以总价为准, 按其各分项报价之和与总价的比例统一进行下浮或上浮。

(2) 合同条款中规定了招标人(也指买方)提出的付款计划, 如果投标书对此有偏离但又属买方可以接受的, 按开标当日中国人民银行公布的五年以上贷款利率计算提前支付所产生的利息, 并将其计入其评标价中。

(3) 投标人的供货范围如有缺项、漏项的, 若投标人对该项有报价但未按此价格组入投标总价的则按其对该项的最高报价计入其评标价中, 若投标人对该项无报价的则按其他投标人对该项的最高报价计入其评标价中。若投标人供货范围少报的需核增的部分总价值未超过投标总价 10%, 经询标后, 投标人未承诺少报的部分已含在投标总价中的, 作否决投标处理; 投标人承诺少报的部分已含在投标总价中, 评标价仍作核增处理。

投标人的供货范围如有超出招标文件供货范围要求的内容的, 评标时评标委员会有权核减该超出部分的价格。

(4) 若投标人在《主要部件品牌规格表》列明品牌以外选择其他品牌的, 若评标委员会判定投标人所投品牌与列明品牌“不相当于”的, 按所有投标人对符合招标文件列明品牌的最高报价计入其评标价。

5. 评标价格分的计算

- (1) C 为某投标人的商务价格得分；
- (2) P 为根据评标价格调整办法，经调整后的某投标人的评标价；
- (3) A 为经计算后的投标人评标价的平均值，计算规则如下：

①若有效投标人数量在 5 家及以下时，计算所有有效评标价的平均值 A；若有效投标人数量在 6-7 家时，去掉一家最高价后计算 A。若有效投标人数量在 8 家及以上时，去掉一家最高价和一家最低价后计算 A。

②若存在评标价高于 1.1A 或低于 0.85A 的情况，分别以 1.1A、0.85A 代入，计算得出 A1。若存在代入后价格高于 1.1A1 或低于 0.85A1 的，分别以 1.1A1、0.85A1 代入后，计算得出 A2，A2 作为最终平均价 A。

- a、当 $P=0.85A$ 时， $C=100$ ；
- b、当 $P<0.85A$ 时，不扣分；
- c、当 $P>0.85A$ 时，每高 1%A 扣 1.2 分。
- d、价格得分最低为 60 分。

评标价格分的计算采用差额累进法，偏差率不足 1%时，使用直线插入法计算，保留二位小数。

（四）关于报价质量评分及品牌部件评审的说明（若有）

- 1. 报价质量评分采用扣分法，具体扣分细则详见《主要部件品牌规格表》中的部件评审说明。
- 2. 《关键部件品牌规格表》中的部件评审说明

(1) 若投标人在投标文件中未明确唯一品牌的，作否决投标处理。

(2) 投标人所投关键部件品牌在招标文件列明品牌以外的，投标人在投标时须提供与该品牌有关的性能指标参数、同类型业绩、市场占有情况或其他第三方证明文件等，佐证所投品牌与推荐品牌为“或相当于”，经评标委员会判定是否属于“相当于”。如判定为“相当于”，则进行后续评标；如判定为“不相当于”，则做否决投标处理。若投标人未提供证明文件的，评标委员会有权直接判定投标人所投品牌为“不相当于”。

(3) 《关键部件品牌规格表》部件品牌规定如下：

关键部件品牌规格表

- 3. 《主要部件品牌规格表》中的部件评审说明

(1) 若投标人在投标文件中明确主选品牌的，按主选品牌进行评标。

(2) 若投标人在投标文件中列明两个及以上品牌但未明确主选品牌的，按其所投品牌中最低技术水平的品牌进行技术评审，同时扣除相应的报价质量分。

(3) 若投标人在投标文件中品牌表述模糊不清，仅以“响应”、“符合要求”等方式进行响应的，视为投标人所投品牌为招标文件列明的品牌，同时扣除相应的报价质量分。

(4) 若投标人在投标文件中列明了一个或多个品牌，且含“或相当于”、“或同等档次”等模糊字眼的，视为投标人所投品牌为投标文件中列明的品牌，同时扣除相应的报价质量分。

(5) 若投标人在《主要部件品牌规格表》列明品牌以外选择其他品牌的，投标人在投标时须提供与该品牌有关的性能指标参数、同类型业绩、市场占有情况或其他第三方证明文件等，佐证所投品牌与推荐品牌为“或相当于”；若投标人未提供证明文件的，评标委员会有权直接判定投标人所投品牌为“不相当于”。若评标委员会判定投标人所投品牌与列明品牌“不相当于”的，评标委员会按下述方式进行处理：

1) 按所有投标人对符合招标文件列明品牌的最高报价计入其评标价。

2) 按所投品牌技术水平最低的进行评审。

(6) 《主要部件品牌规格表》部件品牌规定如下：

主要部件品牌规格表

(五) 投标文件的综合评分

评标委员会在得出技术的量化结果、评标价格分、不平衡报价评分（若有）、报价质量评分（若有）后，按以下公式进行加权，分别得出各投标人的综合评分：

1. 投标人的评标价格分（ K_p ）、技术评分（ K_t ）的权重为：

$K_p=60\%$ ， $K_t=40\%$

2. 综合评标分 $C_v(i)$ ：

综合评分： $C_v(i) = K_t * C_t(i) + K_p * C_p(i) + C_e(i) + C_q(i)$ ，其中：

$C_t(i)$ 为第 i 个投标人的技术评分， K_t 为技术分权重；

$C_p(i)$ 为第 i 个投标人的评标价格分， K_p 为价格分权重；

$C_e(i)$ 为第 i 个投标人的不平衡报价评分；

$C_q(i)$ 为第 i 个投标人的报价质量分。

3. 评分分值计算保留小数点后两位，小数点后第三位“四舍五入”。

五、询标

(一) 投标文件中有含义不明确的内容、明显文字或计算错误，评标委员会认为需要投标人作出必要澄清、说明的，应当组织询标。

(二) 凡是评标委员会拟做出否决投标认定的，须组织相关投标人询问核实。未进行询问核实的，不得做出否决投标的认定，投标人放弃询问核实机会的除外（投标人所留联系方式无法联系上、在规定的时限内投标人不参加询问核实活动或不予答复的）。

(三) 询标应通过专用录音电话通知相关投标人。询标内容及投标人的澄清、说明应当采用书面形式，并不得超出投标文件的范围或者改变投标文件的实质性内容。

(四) 评标委员会不得暗示或者诱导投标人作出澄清、说明，不得接受投标人主动提出的澄清、说明。

(五) 投标人不得通过补充、修改或撤消投标文件中的内容使其成为实质性响应的投标，投标人在投

标截止时间以后不得提交任何资料作为评标依据。

六、推荐中标候选人

（一）评标委员会根据综合评分对进入评分范围的投标文件按最终得分由高到低进行排序，评分相同时，报价低者优先；评分、报价均相同时，技术得分高优先；评分、报价、技术得分均相同时，由评标委员会通过记名投票表决方式确定排序。

（二）评标委员会根据投标人须知前附表规定，确定中标人或推荐中标候选人。

七、完成评标报告

（一）**评标委员会应当向招标人提交书面评标报告。**评标报告由评标委员会全体成员签字。对评标结果有不同意见的评标委员会成员应当以书面形式说明其不同意见和理由，评标报告应当注明该不同意见。评标委员会成员拒绝在评标报告上签字又不书面说明其不同意见和理由的，视为同意评标结果。

（二）评标报告应包括以下内容

1. 开标一览表；
2. 评标内容、过程和结果；
3. 询标澄清文件；
4. 否决投标情况说明及依据；
5. 推荐中标候选人；
6. 其他建议。

第四章 合同条款及格式

招标人合同编号：

投标人合同编号：

调相机及其附属设备采购合同

招标人：

投标人：

签订时间：2026 年 月

第一部分 合同协议书

（以下称“招标人”）为获得**调相机及其附属设备合同设备和技术服务和质保期服务，已接受_____（以下称“投标人”）为提供上述合同设备和技术服务和质保期服务所作的投标，招标人和投标人共同达成如下协议：

1. 本协议书与下列文件一起构成合同文件：

- （1）对于本合同条款不时所进行的修改和补充；
- （2）专用合同条款；
- （3）合同附件（附件之间冲突的，以合同技术规范为准）；
- （4）通用合同条款；
- （5）中标通知书；
- （6）投标文件及其澄清文件；
- （7）招标文件。

2. 上述合同文件互相补充和解释。如果合同文件之间存在矛盾或不一致之处，以上述文件的排列顺序在先者为准。

3. 签约合同价：人民币（大写）_____元整（¥_____元）。本合同价格由不含税价及税额组成，不含税价【 】元、税额为【 】元，不含税价除非双方另有约定，在合同期内固定不变，如遇国家税收政策调整，则价外增值税根据最新政策确定，本合同总价相应调整。

4. 投标人需理解并承诺：招标人有权通过买方、卖方、工程承包方三方协议的形式，将招标人在本合同项下的权利义务转让给工程承包方。除三方协议另有约定外，工程承包方取代招标人成为本合同的买方，全面负责设备的催交、验收、仓储、安装、调试、质量保修以及向卖方索赔等一切事宜，并承担本合同项下对卖方的付款责任。

5. 投标人承诺保证完全按照合同约定提供合同设备和技术服务和质保期服务并修补缺陷。

6. 招标人承诺保证按照合同约定的条件、时间和方式向投标人支付合同价款。

7. 本合同协议书一式陆份，合同双方各执叁份。

8. 合同签订地_____。

9. 合同签订时间：本合同于_____年__月__日签订。

10. 合同未尽事宜，双方另行签订补充协议，补充协议是合同的组成部分。

签 署 页

招标人：

（盖章）

投标人：

（盖章）

法定代表人或其委托代理人：

（签字）

法定代表人或其委托代理人：

（签字）

年 月 日

年 月 日

统一社会信用代码：

统一社会信用代码

地址：

地址：

邮政编码：

邮政编码：

法定代表人：

法定代表人：

合同联系人员：

合同联系人员：

电话：

电话：

电子信箱：

电子信箱：

开户银行：

开户银行：

账号：

账号：

第二部分 通用合同条款

1、定义和解释

除专用合同条款另有约定外，本合同和附件中所用的下列名词具有如下含义：

1.1 “招标人”是指购买合同设备和技术服务和质保期服务的当事人，包括其法定承继者和经许可的受让方。

1.2 “投标人”是指提供合同设备和技术服务和质保期服务的当事人，包括其法定承继者和经许可的受让方。

1.3 “合同”是指本合同条款及其所有附件，包括双方根据合同规定不时作出的修改和补充。

1.4 “合同总价”是指根据合同规定投标人在正确、完全地履行合同义务后招标人应支付给投标人的费用总和，详见本合同第4条的规定。

1.5 “生效日期”是指本合同第18条中所规定的合同的生效日期。

1.6 “技术资料”是指本合同设备及其相关的设计、制造、监造、检验、施工、安装、调试、性能验收试验、验收、培训和技术指导等文件（包括图纸、各种文字说明、标准和软件）和技术规范规定的用于设备运行和维护的文件。

1.7 “合同设备”是指投标人根据合同供应的机器、装置、材料、物品、专用工具、备品备件和其他各种物品，如本合同附件一技术规范所列示和规定。

1.8 “监造”是指在合同设备的制造过程中，由招标人委托有资质的监造单位派出代表对投标人提供的合同设备的关键部位进行质量监督，实行文件见证和现场见证。此种质量监造不解除投标人对合同设备质量所负的责任。

1.9 试运行：详见专用条款约定。

1.10 “性能验收试验”是指为检验合同设备是否达到本技术规范规定的性能保证值而按本技术规范的规定所进行的试验。

1.11 验收：详见专用条款约定。

1.12 “日、月、年”是指公历的日、月、年。“天”是指24小时，“周”是指7天，“月”是指30天。

1.13 “项目”：指专用合同条款中指明的项目。

1.14 “技术服务”是指由投标人提供的与合同设备的设计、制造、设备监造、检验、施工、安装、调试、试运行、性能验收试验、初步验收直至最终验收证书签发相关的技术指导、技术配合、技术培训等全过程的服务。

1.15 “现场”：指专用合同条款中指定的工程现场。

1.16 “备品备件”是指投标人根据本合同提供的备用部件，详见本合同技术规范所列示和规定。

1.17 “书面文件”是指任何与本合同有关的手稿、打字或印刷的有相关印章和/或具有法定代表人或其授权人签名的文件。

1.18 “分包商”是指按合同规定并经招标人批准的接受合同供货范围内任何部分的供货分包的其他法人及该法人的法定承继方。

1.19 “设备缺陷”是指投标人因设计、制造错误或疏忽所引起的合同设备（包括部件、原材料、铸锻件、原器件等）达不到本合同规定的性能、质量标准要求的情形。

1.20 “监造代表”是指由招标人委托的有监造资质的监造单位派出的对合同设备进行监造的人员。

1.23 “最后一批交货”是指该批货物交付后，已交付的货物总价值将达到合同设备价格的98%以上，并且余下未交的设备不影响后续的安装、调试和性能验收试验。

1.24 解释

1.24.1 合同中提及的“包括”一词不具有限制性含义。

1.24.2 除上下文另有要求外，本合同所指的日（天）、月、年均为公历日、月、年。

1.24.3 文件优先顺序

组成合同的文件的优先顺序如下：

- （1）双方对于本合同条款不时所进行的修改和补充；
- （2）合同协议书
- （3）专用合同条款；
- （4）合同附件（附件之间冲突的，以合同技术规范为准）；
- （5）通用合同条款；
- （6）中标通知书；
- （7）投标文件及其澄清文件；
- （8）招标文件。

上述文件应互为补充和解释，如不同文件之间有矛盾时，以所列顺序在前的为准，同一顺序的则以时间在后的为准。某一合同组成文件本身存在含糊不清或不相一致的情形时，双方应从有利于招标人合同目的实现的角度协商解决，且不应影响工程进度造成不利影响。经

协商后双方无法达成一致意见的，可按本合同规定提交争议解决。

2、合同标的

2.1 投标人同意向招标人出售，招标人同意向投标人购买合同设备。设备名称、规格（型号）、数量等详见专用条款约定。

2.2 投标人保证其供应的合同设备是全新的，安全的、技术水平先进的、成熟的、质量优良的，没有设计和材料及工艺上的缺陷，设备的选型符合安全可靠、经济运行和易于维护的要求。

2.3 设备的技术规范、技术经济指标和性能见合同附件一技术规范书。投标人供应的设备应符合技术规范书的规定并且适合于合同规定的用途和目的。

2.4 投标人在本合同下的供货范围包括所有相关的设备、技术资料、专用工具、随机备品备件、生产用备品备件和技术服务，详见合同附件一技术规范书。

2.5 投标人供应的技术资料见合同附件一技术规范书。

2.6 投标人供应的技术服务见合同附件一技术规范书。

2.7 投标人提供合同设备的运输及保险，详细内容见合同第6条和第12条。

3、供货范围

3.1 合同供货范围详见附件一技术规范书。

3.2 除专用条款约定外，本合同供货范围包括了所有的合同设备、技术资料、专用工具、备品备件、人员培训及技术协调、技术服务及技术指导。在执行合同过程中如发现有未列入供货范围中的漏项和短缺，而且该漏项或短缺的内容确实是合同设备为满足合同技术规范所述的性能保证值要求所必需的，则投标人应负责在招标人要求的时间内将所缺的设备、技术资料、专用工具、备品备件、人员培训及技术协调、技术服务及技术指导等补足，由此引起的费用和 risk 由投标人承担。

3.3 本合同规定应由投标人履行的，或本合同虽未有明确规定、但为投标人执行其合同义务所必须的，投标人应负有保证合同设备按附件一技术规范书规定安全、长期、经济及稳定运行所需的其他义务。

4、合同价格

4.1 合同协议书中载明的签约合同价包括但不限于合同设备（含随机备品备件、专用工具）及相关的技术资料（含邮递费）、技术服务、系统调试、试运行、消缺、培训、验收、卸车、运保费、安装、调试、合同设备的税费、质保期服务、专利和/或专有技术使用许可费、所有设备包装费等投标人为完成合同全部义务应承担的一切成本、费用和支出以及投标人的合理利润。

4.2 构成合同总价的各分项价格详见合同附件二价格表。

4.3 除专用合同条款另有约定外，签约合同价为固定价格。

5、付款

5.1 本合同使用货币种类为人民币。

5.2 付款方式：电汇、网银转账或银行电子承兑汇票。

5.3 合同价款的支付详见专用合同条款的约定。

5.4 招标人收到银行电汇回执单或网银支付日期/银行电子承兑汇票日期为实际支付日期。

5.5 招标人有权从应付投标人的任何一笔款项或履约保函中扣除合同规定投标人有责任支付的违约金或赔偿金等一切款项。

5.6 如果投标人应向招标人支付违约金、损坏赔偿费、现场加工及代采购费、罚款的，投标人应在接到招标人的书面索赔通知后一个月内，用电汇方式将款项由投标人银行汇入招标人银行的招标人账户。如逾期不交，招标人有权从履约保函或在本合同项下的应支付给投标人的任何一笔应付款项中将这部分索赔金额及其利息（按一年期贷款市场报价利率 LPR 的 2 倍计算）扣除。

5.7 招标人发生的银行费用由招标人承担，投标人发生的银行费用由投标人承担。

6、交货与运输

6.1 本合同设备的交货期及交货顺序应满足工程建设、设备安装进度和顺序的要求，应保证及时和部套的完整性。交货期及具体分部套交货时间详见技术规范书。

6.2 交货地点

交货地点为施工现场指定地点（车上/船上）（卸货完成后标的物风险转移）。

除专用合同条款另有约定外，合同设备收货单位为招标人。

合同设备所有权自合同设备交货时起由投标人转移给招标人。合同设备毁损、灭失的风险，在合同设备交货之前由投标人承担，交货之后由招标人承担，尽管有上述规定，如果合同设备交货和现场开箱检验时外包装均保持完好，但后期开箱检验时发现合同设备出现毁损灭失，则相应责任由投标人承担。

6.3 投标人应在第一次设计联络会上按照本合同技术规范书的规定向招标人提供每批货物名称、总重量、总体积和交货日期的初步交货计划，在第一次发货 15 天前向招标人提供本合同项下的货物总清单和装箱总清单（含光盘电子版），并提供一份重量超过 2 吨或体积大于 9 米×3 米×3 米的大件货物清单。投标人在每批货物预计启运 7 天前，以邮件方式将 66 条中的各项内容通知招标人。

6.4 合同设备的交货日期为该合同设备到达交货地点后招标人签署的外观检查接收单中所注明的实际到货日期，条件是该批合同设备应经招标人现场开箱检验合格，如果到达交货地点的合同设备经现场开箱检验不合格，则该合同设备将不被视为已交货。合同设备的交货日期将作为根据本合同 11.9 和 11.10 条计算迟交货物违约金时的依据。

6.5 投标人须向承运部门办理申请发运合同设备所需要的运输工具计划。

6.6 除了 6.3 条中的规定，投标人在每批合同设备备妥及装运车辆发出后 24 小时内，应以邮件方式将该批合同设备的如下内容通知招标人：

- （1）合同号；
- （2）合同设备发运日；
- （3）合同设备名称、编号和价格；
- （4）合同设备总毛重；
- （5）合同设备总体积；
- （6）总包装件数；
- （7）交运车站名称、车号和运单号；

（8）重量超过 2 吨或尺寸超过 9 米×3 米×3 米的每件合同设备的名称、重量、体积和件数。对每件该类设备（部件）必须标明重心和吊点位置，并附有草图；

（9）对于特殊物品（易燃、易爆、有毒物品及其它危险品和运输过程中对温度等环境因素和震动有特殊要求的设备或物品）必须特别标明其品名、性质、特殊保护措施、保存方法以及处理意外情况的方法。

6.7 附件一技术规范书交货进度表中没有开列的合同设备应配合安装进度进行交货。

6.8 在质保期内，如果由于投标人的过失或疏忽造成其所供应的设备（或部件）出现损坏需要更换设备或部件时，投标人应及时提供相应的合同设备或部件，招标人无需就此支付任何费用。经招标人同意后，投标人可借用招标人库存中的备品备件以更换损坏或有缺陷的设备或部件，条件是投标人应负责自费在 1 个月内将动用的备品备件补齐，运到现场招标人指定地点，并且通知招标人。

6.9 投标人应按附件一技术规范书的规定，向招标人分批提供满足项目设计、监造、施工、调试、试验、检验、培训、运行和维修所需的厂家图纸、资料、技术文件（数量详见附件一技术规范书）。投标人应分别列出上述图纸、资料和技术文件的清单并应符合附件一技术规范书规定的交付进度。

6.10 投标人根据第 6.9 条所提供的图纸、资料和技术文件（合称“技术资料”）应以邮寄方式递交至招标人指定地址，每批技术资料交邮后，投标人应在 24 小时内将技术资料的交邮日期、邮单号、技术资料的详细清单、件数及重量、合同号等以邮件方式通知招标人。招标人邮寄地址等详见专用条款约定。

6.11 技术资料的交付日期以邮政部门提货通知单时间戳记所注明的日期为准。此日期将作为招标人按合同 11 条计算技术资料迟交违约金的依据。如果经招标人或招标人代表检查后发现技术资料有缺少、丢失或损坏，且非招标人原因，则投标人应在收到招标人通知后 14 天内（对急用者应在 3 天内）自费向招标人补充提供缺少、丢失或损坏的部分。如因招标人原因发生缺少、丢失或损坏，投标人应在接到招标人通知后 14 天内（对急用者应在 3 天内）向招标人补充提供缺少、丢失或损坏部分，由此引起的费用由招标人承担。

6.12 招标人可派遣代表到投标人工厂及装货车站检查包装质量和监督装车情况。投标人应提前 15 天通知招标人交运日期。如果招标人代表不能及时参加检验时，投标人有权发货。上述招标人代表的检查与监督不能免除投标人在本合同项下应负的责任。

6.13 为实现对设备及材料的计算机管理。投标人应在每批货物交运前向招标人发送一份装箱清单的电子文档。

6.14 如果招标人要求投标人推迟交货，应在合理时间内提前书面通知并经投标人书面确认，则投标人在该要求的期限内交货视为按时交货，但招标人不承担设备实际交货前灭失或损毁的责任。

7、包装与标记

7.1 投标人交付的所有合同设备应符合国家标准中关于包装、储运指示标志的规定、本合同技术规范及货物承运部门的规定，并具有适合长途运输及多次搬运和装卸的坚固包装，以确保合同设备安全、无损地运抵现场。

包装应保证合同设备在运输、装卸过程中完好无损，并有减振、防冲击的措施。若包装无法防止运输、装卸过程中垂直、水平加速度引起的合同设备损坏，投标人应在合同设备的设计结构上予以解决。包装应根据设备特点，按需要分别采用防潮、防霉、防锈、防腐蚀的保护措施，对设备进行妥善的油漆，以适应远途海上、江河、陆上运输条件和大量的吊装、卸货以及露天堆放六个月的需要，防止雨雪、受潮、生锈、腐蚀、受震以及机械和化学引起的损坏，以保证设备在没有任何损坏和腐蚀的情况下安全运抵交货地点。

包装前，投标人负责按部套进行检查清理，不留异物，并保证零部件齐全。

7.2 投标人应对包装箱内和捆内的各散装部件在装配图中的部件号、零件号予以清楚标记，以便于清点验收。

7.3 投标人应在每件包装箱的两个侧面上，用不褪色的油漆（油漆颜色分机组标明）以明显易见的中文字样印刷以下标记：

- （1）合同号；
- （2）目的站；
- （3）供货、收货单位名称；
- （4）设备名称、机组号、图号；
- （5）箱号/件号；
- （6）毛重/净重（公斤）；
- （7）体积（长×宽×高，以毫米表示）；
- （8）唛头：要分别标明数字并以红色、黄色的底色加以区别；
- （9）生产日期；
- （10）生产工厂。

凡重量为2吨或超过2吨的合同设备，应在包装箱的侧面以运输业常用的标记和图案标明重心位置及挂绳位置及最大载重量，以便于装卸搬运。按照合同设备的特点及装卸和运输上的不同要求，包装箱上应明显印刷“小心”“向上”、“防潮”、“勿倒”、“怕热”、“远离放射源及热源”、“由此起吊”、“重心点”、“堆码重量极限”、“堆码层数极限”、“温度极限”

“轻放”、“勿倒置”和/或“防雨”等字样或通用标记。

7.4 对裸装设备应以金属标签或直接在设备本身上注明上述有关内容。大件合同设备应带有足够的货物支架或包装垫木。

7.5 每件包装箱内，应附有包括部件名称、数量、机组号、图号的详细装箱单、质量合格证明书一式二份。外购件包装箱内应有产品出厂质量合格证明书、技术说明（如有的话）各一份。装箱清单应在合同设备发运前以电子邮件或传真形式发送给招标人。

7.6 技术规范中列明的备品备件应按合同设备分别包装，并在包装箱外加以注明，一次性交货。

7.7 生产备品备件、安装调试备品备件、专用工具应分别包装并按 7.3 条在包装箱上注明相关内容。

7.8 各种设备及松散零星的部件应采用良好可靠的包装方式，装入尺寸适当的箱件内，并尽可能整车发运。

7.9 栅格式箱子或类似的包装，应能保证所盛装的合同设备及零部件不至于被盗窃或被其他物品或雨水损坏。

7.10 所有管道、管件、阀门及其它设备的端口必须用保护盖或其他方式妥善防护。

7.11 投标人及/或其分包商不得在两个或多个箱件上采用同一箱号标记。包装箱应连续编号，而且在全部装运的过程中，装箱编号的顺序始终是连贯的。

7.12 对于需要保证精确装配的明亮洁净加工面设备，其加工面应采用优良、持久的保护层（不得用油漆）以防止在安装前发生锈蚀和损坏。

7.13 投标人交付的技术资料应使用适合于长途运输、多次搬运、防雨和防潮的包装，并应防止潮气和海水的侵蚀。每包技术资料的封面上应注明下述内容：

- （1）合同号；
- （2）供货、收货单位名称；
- （3）目的地；
- （4）毛重；
- （5）箱号/件号。

每一包资料内应附有技术资料的详细清单一式二份，标明技术资料的序号、文件项号、名称和页数。

7.14 由于投标人包装或保管不善致使合同设备遭到损坏或丢失时，不论在何时何地发现，一经证实，投标人均应按本合同第十一条的规定负责及时修理、更换或赔偿。在运输中发生

合同设备损坏和丢失时，由投标人负责与承运单位及保险公司交涉处理，招标人应提供必要的协助，同时投标人应尽快向招标人补供损坏或丢失的合同设备以满足项目建设的需要。

7.15 合同设备包装中除投标人周转性包装的材料外其他都属于招标人所有。

8、技术服务和联络

8.1 投标人应及时向招标人提供与合同设备有关的设计、设备监造、检验、土建、安装、调试、性能验收试验、运行、检修等方面的技术指导、技术配合、技术培训等全过程的服务。

8.2 投标人应派合格技术人员到现场指导招标人人员按投标人的技术资料 and 图纸进行安装、调试和试运行，并负责解决合同设备在安装、调试和试运行中发现的技术问题。

8.3 投标人应在合同签订后 30 日历天内向招标人提交执行 8.1 和 8.2 条中规定的服务工作的组织计划一式两份。

8.4 投标人如果有技术支持方，技术支持方的文件应通过投标人提供给招标人。

8.5 根据工程需要，双方将另行举行技术/协调联络会，时间和地点由双方届时商定。

8.6 如遇有重大问题需要双方立即研究协商时，任何一方均可建议召开会议。对于招标人要求召开的会议，投标人应同意参加，费用各自承担。

8.7 投标人应保证其从事设计及技术指导的人员皆全力为项目的最大利益服务，不会发生任何违背这一原则的行为和不法行为，投标人及招标人都将为此提供各种条件以便双方密切协作，顺利开展工作。投标人在必要时邀请招标人参与投标人的技术设计，并向招标人解释技术设计。

8.8 在每次会议和其他联络会后，双方均应签署会议纪要，会议纪要的签署人员应视为已自动获得双方各自的授权，所签会议纪要作为本合同的组成部分，双方均应执行。

8.9 投标人提出并经双方在会议上确定的安装、调试和运行技术服务方案，投标人如有修改，须以书面形式通知招标人，经招标人确认后方可进行。为适应现场条件的要求，招标人有权对投标人的安装、调试和运行技术服务方案提出变更或修改意见，并书面通知投标人，对此投标人应给予充分考虑，并应尽量满足招标人要求。

8.10 招标人有权将投标人的设备设计、安装和技术服务方案以及投标人所提供的一切与合同设备有关的资料和图纸等分发给与本工程有关的各方，并不由此而构成任何侵权，但不得向任何与本工程无关的第三方提供。

8.11 对盖有“密件”印章的买投标人所提供的资料，双方均有为其保密的义务。对于投标

人提供的盖有“密件”的资料，招标人应要求使用该等资料的工程建设有关方承担保密义务。

8.12 投标人的分包商需要就其分包部分提供技术服务或现场服务的，投标人应作出统一组织并事先征得招标人同意，所需费用由投标人自行承担。

8.13 投标人须对一切与本合同有关的供货、设备及技术接口、技术服务等问题（包括分包与外购）承担全部责任。

8.14 凡与本合同设备相连接的其它设备装置，投标人有提供接口和技术配合的义务，并不应因此而要求招标人支付任何额外费用。

8.15 投标人应在合同设备到货的 1 个月前，将其派到现场服务的技术人员名单及相关简历提交招标人确认。招标人有权要求更换不符合要求的投标人现场服务人员，招标人提出此类要求时，投标人应根据现场需要，重新选派招标人认可的服务人员。如果在招标人书面提出该项要求 10 天内投标人未予答复，也未予以更换，则投标人应按 11.11 条承担违约责任。

招标人将为投标人派到现场的技术人员提供工作和生活方便，相关费用应由投标人自行承担。

因投标人技术服务人员对安装、调试、试运的技术指导的疏忽和/或错误以及投标人未按本合同或招标人要求提供现场服务而引起的招标人的损失由投标人负责赔偿。

8.16 技术服务和联络的具体要求见技术规范。

9、设备监造与检验

9.1 投标人应按照国家 and/或投标人自己的现行技术标准和规范以及买卖双方当事人在设计联络会上签署的纪要进行合同设备的设计、选材、制造和检验。投标人应在本合同生效日期起 1 个月内，向招标人提供本合同设备的设计、制造和检验标准的目录。设计、制造和检验标准应符合技术规范的规定。技术标准和规范详见附件一技术规范书。在合同执行期间，中国颁发的强制性标准和/或强制性条文如有所变更，则按变更后的执行，但投标人不得要求任何额外的补偿。

9.2 招标人有权委托有监造资质的监造单位进行设备监造和出厂前的检验。监造代表有权了解设备组装、检验、试验和设备包装质量情况，并签字确认。监造检验的标准应使用技术规范所列的相应标准。投标人有配合监造的义务，在监造过程中投标人应及时向监造代表提供相应资料，并不得因此要求招标人支付任何费用。

9.3 设备监造的范围及具体监造检验项目见技术规范。

9.4 投标人应为招标人或监造代表的监造检验提供下列方便：

9.4.1 根据本合同设备的月度生产进度提交符合技术规范要求的月度检验计划；

9.4.2 根据本合同设备的交货期要求，投标人应提供合同设备年度生产安排计划（包括国内供货的主要外购件，主要分包制造商所承担制作本合同设备的生产计划），国外进口部套件采购计划及落实情况。

9.4.3 提前 7 天将设备的监造项目和检验时间通知招标人和监造代表；

9.4.4 保证招标人和监造代表得以查（借）阅投标人与本合同设备有关的标准（包括工厂标准）、图纸、资料、工艺及实际工艺过程中检验记录（包括中间检验记录或称不一致性报告）及技术规范规定的有关文件。如招标人或监造代表要求，投标人应向招标人或监造代表提供前述必要的文件或资料。

9.4.5 向招标人和监造代表工作人员提供工作、生活方便。

9.5 监造检验/见证（一般为现场见证）一般不得影响工厂的正常生产进度（不包括发现重大问题时的停工检验），并应尽量结合投标人工厂实际生产过程。若监造代表不能按投标人通知时间及时到场，投标人工厂的试验工作可正常进行，试验结果有效，但监造代表有权在事后了解和检查试验报告和结果（转为文件见证）。若投标人未及时通知监造代表而单独检验或试验，招标人有权不承认该检验或试验结果。如果招标人不承认该结果，则投标人应按招标人或监造代表的要求重复进行该检验或试验。

9.6 监造代表在监造中如发现设备和材料存在质量问题或不符合本合同规定的标准或包装要求时，有权要求投标人采取相应改进措施，以保证交货质量。但无论监造代表是否要求和是否知道，投标人均有义务主动及时地向其提供合同设备制造过程中出现的较大的质量缺陷和问题，在监造代表不知道的情况下投标人不得擅自处理此类质量缺陷和问题。

9.7 监造代表不论是否参与监造及检验，或是否对监造与检验报告签字确认，均不免除投标人在本合同项下对合同设备质量及其他任何方面所应承担的责任。

9.8 由投标人供应的所有合同设备/部件（包括分包与外购），在生产过程中都须进行严格的检验和试验，出厂前须进行部套和/或整机总装和试验。所有检验、试验和总装（装配）必须有正式的记录文件。以上工作完成之后，合格者才能出厂发运。

所有这些正式的记录文件及合格证作为技术资料的一部分投标人要以快递方式邮寄给招标人存档。此外，投标人还应在随机文件中提供合格证和质量证明文件。

由投标人供应的所有合同设备部件出厂时，应有投标人签发的产品质量合格证作为交货的质量证明文件。对技术规范列出的主要设备，还应有监造代表签字的全套监造与检验记录

和试验报告。

9.9 合同设备到达交货地点后，投标人在接到招标人通知后应及时派人员到交货地点，与招标人人员一起根据运单和装箱单组织对合同设备的包装、外观及件数进行清点检验。如经清点检验发现所交付的合同设备与运单和装箱单有任何不符之处且双方代表确认属投标人责任，则投标人应承担本合同项下相应责任。如投标人人员未按招标人通知的时间抵达交货地点，招标人有权自行检验，检验结果和记录对双方同样有效。

合同设备运抵现场后，招标人应尽快开箱，检验合同设备的数量、规格和质量。投标人应派遣检验人员及时参加现场检验工作，招标人应为投标人检验人员提供工作和生活方便。

在现场开箱检验时，如果投标人人员未按时到达现场参加检验，招标人有权自行开箱检验，检验结果和记录对双方均有效，并可作为招标人向投标人提出索赔的有效证据。

9.10 现场开箱检验时，如发现合同设备由于投标人原因（包括运输）造成任何损坏、缺陷、短少或不符合合同中规定的质量标准和规范，双方应做好相关记录，并由双方代表签字，各执一份，作为招标人向投标人提出修理、更换或索赔的依据。经招标人同意后，投标人可委托招标人修理损坏的设备，但所有修理设备的费用应由投标人承担。如果合同设备的损坏或短缺是因招标人原因造成的，则投标人在接到招标人通知后，应尽快提供或替换相应的合同设备，由此引起的费用由招标人承担。

9.11 如果投标人对招标人提出的更换、修理或索赔要求有异议，应在接到招标人的相关书面通知后 14 天内提出，否则招标人提出的上述要求即告成立。如投标人在规定时间内提出异议，其可在接到招标人的相关通知后 3 日内，自费派代表赴检验现场同招标人代表共同复验。

9.12 双方代表在会同检验中对检验记录不能取得一致意见时，任何一方均可提请招标人所在地权威的第三方检验机构进行检验。检验机构出具的检验证书为最终的检验结果，对双方均具有法律约束力。检验费用由责任方负担。

9.13 投标人在接到招标人按本合同 9.9 至 9.12 条规定提出的要求后，应按 9.14 条的规定尽快修理、换货或补供短缺部分，由此产生的制造、修理费用、运费及保险费均应由责任方负担。

9.14 投标人修理、更换或补供合同设备的时间，以不影响项目建设进度为原则，但不应迟于发现缺陷、损坏或短缺之后 1 个月，对于关键部件重新供应的时间，由双方协商决定。

9.15 上述条款所述的各项检验仅是现场的到货检验，尽管没发现问题或投标人已按招标人要求予以更换或修理均不能被视为投标人在合同第 11 条及技术规范项下质量保证责任的免

除。

10、安装、调试、试运和验收

10.1 除非本合同的技术规范书中另有其他约定，合同设备由招标人根据投标人提供的技术资料、检验标准、图纸及说明书进行安装、调试、试运和维修。

10.2 合同设备安装、调试，投标人应派人参加，投标人现场技术服务人员应对整个安装、调试过程进行指导，并协助招标人尽快解决在调试中出现的问题。如果由于投标人原因致使前述问题未能在一个月内得以解决，则应按 11.11 条视为延误工期处理。如在调试期间，合同设备能安全稳定运行，则双方可选择适当时间进行单体验收试验，该验收试验由招标人组织，投标人参加。

10.3 本合同设备安装完毕后的验收工作按照技术规范的要求进行。在合同设备安装、调试及质保期内，如果因投标人提供的合同设备有缺陷和技术资料有错误，或者投标人技术人员指导错误和疏忽，造成工程返工、报废，投标人应无偿进行更换或修理并负担由此产生的到现场更换和修理的一切费用。更换或修理期限应在接到招标人通知之日起的【7】天内完成。

10.4 设备初步性能验收试验在设备所用机组（项目）全容量投运后 6 个月内进行，性能验收完毕，每套合同设备达到本合同技术规范所规定的各项性能保证值指标后，招标人应在此后 10 天内签署并由投标人会签本合同设备初步验收证书一式二份，双方各执一份。

如果合同设备不能达到本合同技术规范所规定的一项或多项保证指标时按 10.6 条和 11.7 条办理。

10.5 在不影响安全、可靠运行的条件下，如合同设备有个别微小缺陷不影响设备正常运行，但投标人同意在双方商定的时间内免费修理上述微小缺陷，如招标人同意的，可签署初步验收证书。

10.6 如果在第一次性能验收试验时合同设备未能达到本合同技术规范所规定的一项或多项性能保证值时，则双方应共同分析原因、澄清责任。如属投标人责任，由投标人决定是否进行第二次性能验收试验。如投标人放弃进行第二次性能验收试验，则其应承担相应的性能违约责任；如投标人要求进行第二次性能验收试验，其应承担相应的试验费用并采取措施，在第一次验收试验结束后 2 个月内进行第二次验收试验。

10.7 在第二次性能验收试验后，如仍有一项或多项指标未能达到本合同技术规范所规定的性能保证值，双方应共同研究，分析原因，澄清责任，经双方确认：

(1) 如属投标人原因，则应按本合同第十一条执行。

(2) 如属招标人原因，投标人有义务与招标人一起采取措施，使合同设备性能达到保值。

10.8 删除

10.9 不管合同设备性能验收试验进行一次或二次，招标人将于初步验收证书签发之日起满3年并完成索赔后30天内按照11.4条的规定签发最终验收证书。

10.10 按本章10.4条及10.7条出具的初步验收证书只是证明投标人所提供的合同设备性能和参数截至出具初步验收证书时可以按合同要求予以接受，但不能视为解除投标人对合同设备中存在的可能引起合同设备损坏的潜在缺陷所应负责任的证据。同样，最终验收证书也不能被视为免除投标人对合同设备中存在可能引起合同设备损坏的潜在缺陷应负责任的证据。潜在缺陷指在正常情况下不能在制造过程中被发现的合同设备隐患。当发现这类潜在缺陷时，投标人应按照本合同6.8及11.3条的规定进行修理或更换。

10.11 在合同执行过程中的任何时候，对由于投标人责任需要进行的检查、试验、再试验、修理或更换，在投标人提出请求时，招标人应作好安排以便进行上述工作。投标人应负担修理或更换及其人员的费用。如果由于投标人设计图纸错误或投标人技术服务人员的错误指导造成招标人返工，或投标人欲委托招标人施工人员进行加工和/或修理、更换设备，则投标人应按下列公式向招标人支付费用，招标人提供相应的正式发票（所有费用按发生时的项目所在地定额费率水平计算）：

$$P=ah+M+cm$$

其中：P——总费用（元）

a——人工费（元 / 小时 · 人）

h——人时（小时 · 人）

M——材料费（元）

c——台班数（台 · 班）

m——每台设备的台班费（元 / 台 · 班）

10.12 在安装、调试和试运过程中，如合同设备出现由于投标人造成的缺陷或损坏，投标人应在招标人发出书面通知后3日内及时进行处理，如投标人未按要求处理，招标人自行委托第三方解决的，费用由投标人承担，同时还应按11.11条处理。

10.13 如果招标人在机组检修时向投标人提出要求供应所需备品备件，投标人应在24小时内明确答复提供备品备件的时间。投标人承诺该部分备品备件的价格在合同设备质量保证期

满后三年内按合同价格保持不变。

10.14 无论在什么情况下，在合同设备的损失或损坏的责任澄清之前，投标人均应首先尽快交付更换或补充此损失或损坏的设备，费用由最终澄清后的责任方承担。

11、保证与索赔

11.1 除专用合同条款另有约定外，质量保证期（质保期）为自合同设备签发初步验收证书之日起 3 年。若设备满足性能验收条件，招标人签发初步验收证书之日起满 3 年后签发最终验收证书或由于招标人原因导致合同设备未能如期进行初步验收时，为自投标人发运的最后一批交货的设备到货之日起 36 个月后 15 天内签发最终验收证书。该质保期的具体内容按第 10 条和第 11 条有关条款执行。

11.2 投标人保证其供应的本合同设备是全新的，技术水平是先进的、成熟的、质量是优良的，设备的选型均符合安全可靠、经济运行和易于维护的要求，并且适合于合同规定的用途和目的。

投标人保证根据本合同技术规范所交付的技术资料完整统一和内容正确、准确并能满足合同设备的设计、安装、调试、运行和维修的要求。

11.3 本设备合同执行期间，如果投标人提供的设备有缺陷、技术资料有错误或者由于投标人技术人员指导错误和疏忽，造成工程返工、报废，投标人应立即无偿更换和修理，并承担工程返工费用。如需更换，投标人应负担由此产生的到安装现场更换的一切费用，更换或修理期限应不迟于证实属投标人责任之日起的 7 天内，否则，应按 11.11 条处理。

由于招标人未按投标人所提供的技术资料、图纸、说明书和投标人现场技术服务人员的指导而进行施工、安装、调试造成的设备损坏，由招标人负责修理，更换，但投标人有义务尽快提供所需更换的部件，对于招标人要求的紧急部件，投标人应安排最快的方式运输，所有费用均由招标人负担。

11.4 合同规定的质保期满后，由招标人在 20 天内出具合同设备质保期满最终验收证书交给投标人。条件是：在此期间投标人应完成招标人在质保期满前提出的索赔和赔偿。

11.5 在质保期内，如发现设备或系统有缺陷，不满足本合同技术要求的规定时，投标人应立即无偿提供修理或更换设备及零部件等，投标人同时承担相应的运输、保险等伴随费用，以满足性能考核试验要求。同时，所更换和/或修理后的设备或部件的质量质保期应重新计算。招标人有权向投标人提出索赔。如投标人对此索赔有异议按 17 条办理。

11.6 如由于投标人责任需要更换、修理有缺陷的设备，而使合同设备停运，则合同设备的质保期应按实际修理或更换所延误的时间做相应的延长。

11.7 由于投标人责任，在第 10 条规定的性能验收试验后，如经第二次验收试验(由于投标人原因)仍不能达到本合同技术规范所规定的一项或多项保证指标时，投标人应按专用条款的约定向招标人支付性能保证违约金：

投标人提交违约金后，仍有义务向招标人提供技术帮助，采取各种措施以使设备达到各项技术经济指标。

投标人支付全部违约金或者投标人提供的满意的替换件被招标人接受之日，即为招标人承认设备可以初步验收并出具初步验收证书之日。

11.8 如合同设备在质保期内发现属于投标人责任的十分严重的缺陷（如设备性能达不到要求等）则其质保期将自该缺陷修正后开始重新计算两年。

11.9 如果不是由于招标人原因或招标人没有要求推迟交货而投标人未能按本合同技术规范规定的交货期交货时（不可抗力除外），实际交货日期按本合同 6.1 条和 6.4 条规定计算，招标人有权按下列比例向投标人收取违约金：

迟交 1—4 周，每周违约金金额为迟交货物金额的 1.5%；

迟交 5—8 周，每周违约金金额为迟交货物金额的 2%；

迟交 9 周以上，每周违约金金额为迟交货物金额的 2.5%；

迟交 10 周以上，招标人有权解除合同，并要求投标人另行支付合同总价款 10%的违约金。

11.10 除专用合同条款另有约定外，如由于确属投标人责任未能按本合同技术规范的规定按时交付严重影响施工的关键技术资料时，招标人有权按下列比例向投标人收取违约金：

(1) 迟交 1 周内，每批次违约金金额为合同总价的 0.5%

(2) 迟交 2—4 周，每批次违约金金额为合同总价的 1%

(3) 迟交 4 周以上，每批次违约金金额为合同总价的 1.5%

不满一周按比例计算。

投标人在前款第 11.9 条和第 11.10 条项下违约金不得超过合同总价的 30%。

11.11 如果由于投标人设备缺陷和技术服务的延误、疏忽和/或错误，在执行合同中造成延误，每延误工期一周投标人将向招标人支付合同设备价格的 0.5%作为违约金，且投标人须支付由于投标人技术服务错误或违约造成招标人直接损失。

11.12 投标人应保证其所供设备的防紫外线辐射效果，如在性能质保期内发生油漆起泡、脱

落现象和设备腐蚀等较严重情况，投标人应负责处理，否则投标人应支付招标人相当于合同设备价 0.5%的违约金。

11.13 无论本合同其他条款如何规定，若投标人支付的违约金不能弥补招标人损失的，则不受本合同对于违约金限额的约定，投标人应继续承担赔偿责任。

11.14 投标人支付违约金并不免除投标人应按合同规定履行的相应义务。

合同设备最后一批交货完毕后的剩余部件，应按合理的进度交付，但在任何情况下应在合同设备初步验收证书签发之前交付。公用设备的质保期终止时间应与最后一台机组的质保期终止时间相同。

11.15 若因投标人在履行本合同过程中，因其提供的合同设备或其组成部分或任何设计、数据、图纸、技术规范或其它文件或材料而导致已注册或存在的任何专利权、商标、著作权或其它知识产权受到侵犯或声称受到侵犯，投标人将保护招标人、其雇员、管理人员和其他雇佣方免受由此产生的任何起诉、索赔、损失和费用（包括律师费）等损害，如因上述起诉、索赔导致招标人遭受损失和费用（包括律师费），投标人将负责全额赔偿。如果在任何索赔或诉讼中，最终结果确定合同设备或任何组成部分的设计、加工或工艺构成侵权，并被永久禁止使用，则投标人应当尽快采取合理的措施，为招标人获得准予继续使用该侵权设备或部件的许可，且招标人不负担任何费用。如果投标人不能在合理的时间内获得许可，则投标人应当自费更换该受侵权指控的设备或其任何组成部分，并对其进行修正以使其处于非侵权状态，但前提是不能影响该合同设备的整体性能。

当招标人在收到任何以上所述的侵权索赔函或有关要求赔偿的诉讼、行政或其他法律程序或接受调查的通知后，招标人将及时书面通知投标人。投标人应勤勉和诚信地参加上述程序并进行辩护，接受最终的调解或裁决结果。招标人在投标人承担相应费用的情况下，将提供合理的协助并有权聘请律师参与上述程序。

本条款在合同期满后继续有效。

12、保 险

12.1 投标人应在合同设备发运前，根据水运、陆运和空运等运输方式为合同设备投保发运合同设备价格（包括合同设备和技术资料）110%的运输一切险，并使保险权益可转让招标人。保险责任期为从投标人仓库到招标人仓库或招标人指定地点（包括卸货）。

12.2 如招标人要求，则投标人应将保险合同的副本于最终设备交货前 20 天内提供给招标人。由于投标人原因未能提供以上保险合同副本时，招标人有权拒付运保费直到收到相关保险合

同副本为止。

12.3 如条件允许，投标人应对每套合同设备的关键部件的加工制造过程向保险公司投保该套合同设备关键部件价格 110%的，以投标人为受益人的设备制造质量险，投保范围为制造过程中该套合同设备发生制造质量问题和/或车间内搬运等损坏。

12.4 如果投标人未对合同设备进行投保，招标人有权将这部分保险费从该套合同设备的运费中扣除。由此引起的责任全部由投标人承担。

12.5 如果投标人根据合同应交付的合同设备和/或文件在运输途中发生丢失或损坏，投标人应与保险公司联系进行索赔。同时应及时补供合同设备。如果此种丢失或损坏不属于保险公司的赔偿范围，则投标人也应按招标人要求及时补供合同设备和/或赔偿招标人损失。

13、税 费

13.1 根据国家有关税务的法律、法规和规范性文件规定，投标人应该缴纳的与其签订或履行本合同有关的税费，由投标人承担。

13.2 本合同价格为含税价。与投标人提供合同设备、技术资料、服务（包括运输）、进口设备/部件等相关的所有税费（包括保险费、进口部件的税费、增值税等）已全部包含在合同价格内，由投标人承担。

14、分包与外购

14.1 除投标人在投标文件中明确分包与外购的之外，未经招标人同意不得将本合同范围内的任何设备或部件进行分包。

14.2 分包（外购）设备/部件的技术服务、技术配合按 8.12、8.13 条规定办理。

14.3 投标人应对所有分包设备、部件承担本合同项下的全部责任。

14.4 分包与外购的设备和部件清单见技术规范书。

14.5 投标人在与分包商签订主要外购件或主要外购材料分包合同时，招标人有权作为第三方参与见证。分包合同中应注明相应外购件或外购材料为本项目专用。

15、合同的变更和修改、暂停、中止和终止

15.1 本合同一经生效，合同双方均不得擅自对本合同的内容（包括附件）作任何单方面的修改。但任何一方均可以书面形式提出对合同内容进行变更、修改、取消或补充的建议。

如果该项建议将对合同价格和交货进度有重大影响时,投标人应在发出或收到上述修改建议后的 7 个工作日内,提出影响合同价格和/或交货期的详细说明。除合同第 8.8 条所述会议纪要以外,所有有关合同变更或修改的建议书均应在双方同意后由双方法定代表人或授权代表(须经法定代表人书面委托)签字后生效,并取代合同中相应的内容。

15.2 如果投标人有违反或拒绝执行本合同规定的行为时,招标人将书面通知投标人,投标人在接到通知后 7 天内纠正此类行为。如果投标人认为在该 7 天内来不及纠正时,则应提出纠正计划。如果在此期间投标人的违约行为未得到纠正且投标人未提出纠正计划,招标人有权在该 7 天期满后向投标人发出一份暂停通知书,投标人在收到该通知后应按通知要求立即暂停履行本合同的部分或全部。此类暂停不构成对合同的变更或修改,由此而发生的一切费用、损失和责任将由投标人承担。

15.3 根据 15.2 条规定,如果招标人行使暂停权利后,招标人有权停付到期应向投标人支付的任何款项。

15.4 在合同履行期间,若因招标人原因要求对合同设备进行重大的变更和/或要求增加超出技术规范以外的范围,招标人应考虑投标人的设计和生产周期及由此而发生的费用变化;投标人接到招标人的书面通知后,应充分考虑招标人意见,与招标人一起尽早完成合同修改。

15.5 在合同执行过程中,若因政府行为或国家计划调整而引起本合同无法正常执行时,投标人和/或招标人可以向对方提出暂停执行合同或修改合同有关条款的建议,与之有关的事宜由双方协商解决。

15.6 因招标人原因要求中途退货,投标人应无条件予以配合,但招标人应向投标人支付金额为不超过退货部分货款总值 5%的违约金。

15.7 如果投标人破产、产权变更(包括被兼并、合并、解体、注销)或无偿还能力,或为了债权人的利益在破产管理下经营其业务,招标人有权立即书面通知投标人或破产清算组或合同权益归属人终止合同,或向该破产清算组或该合同权益归属人提供选择,按其给出的合理忠实履行合同的保证,继续执行经过同意的合同部分。

15.8 若发生 15.7 条所述的情况,招标人有权接管投标人与本合同设备有关的工作,并在合理期限内从投标人的现场房屋中迁出所有与本合同设备有关的设计、图纸、说明和材料。投标人应给招标人提供一切合理的方便,使其能搬走上述这类设计、图纸、说明和材料。

此外,双方应对投标人已经实际履行的合同部分予以评估,并协商处理合同提前终止所产生的有关事宜。

16、不可抗力

16.1 不可抗力是指合同双方在本合同签署时不能预见、不能避免并不能克服的客观情况，包括：严重的自然灾害和灾难（如台风、洪水、地震、火灾和爆炸等）、战争（不论是否宣战）、叛乱、破坏、动乱等。合同任何一方因不可抗力事件而影响其履行合同义务的全部或部分时，则该方可在不可抗力事件影响的期限内暂停履行受影响的合同义务的全部或部分而无须承担违约责任。但无论本合同其他条款如何规定，合同价格不得因不可抗力事件而加以调整。

16.2 受到不可抗力影响的一方应在不可抗力事故发生后，尽快将所发生的不可抗力事件的具体情况以传真、电子邮件等方式通知另一方，并在 3 天内相关证明文件提交给另一方，受影响的一方同时应尽量减少不可抗力事件所造成的损失或设法缩小对本合同履行的影响。一旦不可抗力的影响消除后，该方应将此情况立即通知对方，并应立即恢复履行本合同。

16.3 如双方对不可抗力事件的影响估计将延续到 120 天以上时，双方应通过友好协商解决本合同的执行问题（包括交货、安装、试运行和验收等问题）。

17、合同争议的解决

17.1 本合同受中华人民共和国法律管辖并依其进行解释。

17.2 凡与本合同有关而引起的一切争议，双方应通过友好协商解决，如经协商后 30 天内仍不能达成协议时，则任何一方均可向工程所在地有管辖权的人民法院提起诉讼。

17.3 在争议解决期间，除引起争议的事项外，双方应继续履行本合同项下的其他义务。

18、合同生效及期限

本合同经双方的法定代表人或双方授权代表签名并加盖双方公章（或合同专用章）之后正式生效；

本合同有效期自合同生效之日起到合同项下的全部权利义务履行完毕之日且双方之间已完全解决所有索赔事项并货款两清之日止。

19、其它

19.1 本合同适用法律为中华人民共和国法律。

19.2 本合同所包括的附件，是本合同不可分割的一部分，具有同等的法律效力。如果合同正文与附件有不一致或模糊时，以合同正文为准。如果不同时间的文件有不一致或模糊时，以时间后者为准。

19.3 除本合同另有规定外，双方任何一方未取得另一方事先同意前，不得将本合同项下的部分或全部权利或义务转让给第三方。但投标人同意，招标人有权将其在本合同项下的全部或部分权益质押或转让给融资银行或将本合同项下的全部权利和义务转让给其投资方，在此情况下，招标人仅有义务以书面形式将该转让事宜通知投标人。

19.4 本合同项下双方相互提供的文件、资料，双方除为履行合同的目地外，均不得提供给与合同设备和相关工程无关的第三方。

19.5 若合同约定投标人需提供履约保函的，投标人在合同生效后一个月内须向招标人提供合同约定的不可撤销的以招标人为受益人且见索即付的金额为合同总价的 10%的履约保函一份（格式详见附件三）。

19.6 合同双方应指定两名授权代表，分别负责直接处理本合同设备的技术和商务问题。双方授权代表的名称和通讯地址在合同生效的同时通知对方。

19.7 任何一方向对方提出的函电通知或要求，如系正式书写并按对方下述地址派员递送或快递邮寄、电子邮件发送的，在取得对方人员和/或通讯设施接收确认后，即被认为已经被对方正式接收。

19.8 本合同以中文编写，合同执行过程中所涉及的相互往来文件、技术资料、说明书、会议纪要、信函等文件均应以中文编写。

第三部分 专用合同条款

1、定义和解释

1.1 “招标人”是指____，包括其法定承继者和经许可的受让方。

1.2 “投标人”是指____，包括其法定承继者和经许可的受让方。

1.9 “试运行”光伏项目是指设备在光伏电站试运行阶段（从光伏发电系统受电开始，至完成光伏组件接收总辐射量累计达 $60\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^2$ 无故障连续并网试运为止）进行的运行。

风电项目是指风电机组安装调试完成后，应连续、无故障运行不少于 240h，且在此期间达到额定功率。

1.11 验收

a) “初步验收”是指合同设备达到电网验收标准并通过并网验收全容量并网，完成涉网试验和性能验收后，从而进入质保期的验收。

b) “最终验收”是指合同设备通过完成质保期后的验收。如果检验证明设备运行完好，性能指标达到合同规定以及投标人已经履行了合同规定的其他义务，招标人向投标人签发最终验收证书。

1.13 “项目”：指**。

1.15 “现场”：指**的工程现场。

2、合同标的

2.1 合同设备将用于**。

设备名称、规格（型号）、数量如下：

设备名称：_____。

设备规格（型号）：_____。

数量：_____。

4、合同价格

4.1 本合同总价为人民币（大写）____（¥_元，税率_，不含税价格为_元；）。

上述合同的总价均包括合同设备(含备品备件、专用工具)、技术资料、技术服务、设计

联络会等费用，以及投标人就该套合同设备所应支付的税费、包装、运输、保险等与本合同中投标人应承担的所有义务和所有工作有关费用。并且，投标人在报价时已充分考虑合同签订后供货期调整、原材料涨价、运输方式的改变等可能导致成本上涨的各种因素所带来的风险，除非双方另有约定，合同总价在本合同有效期内为固定不变价，投标人不得以任何理由提出涨价要求。其中包括：

(1) 合同设备费

合同设备费除包括各套设备、备品备件和专用工具的费用外，还包括投标人就各套合同设备所应支付的税费、技术资料及所有设备包装费。

(2) 技术服务费

技术服务费包括投标人按本合同通用条款第八条、第十条及附件一技术规范书提供技术服务所需的各种费用，包括技术服务人员的薪金（其中包括个人所得税费和生活费）和往返于其住所地和现场之间的交通差旅费，以及在招标人将为投标人技术指导人员在现场提供生活及办公的便利条件后，投标人技术人员在生活、住宿、办公、通讯、医疗、交通等方面的费用。技术服务费已包含在专用合同条款第 4.1 条约定的合同总价中，招标人无需再另行支付任何技术服务费。

(3) 合同设备的运输及保险费（从投标人仓库到招标人仓库或招标人指定地点（包括卸货）的运输及合同规定的保险）。

5、付 款

5.2 付款方式：电汇、网银转账和电子承兑。

5.3 合同价款的支付：

5.3.1 预付款：合同生效日期起，投标人提交下列单据经招标人审核无误后 1 个月内，支付给投标人合同总价的 **10%** 作为预付款。

(1) 投标人应提交金额为合同总价 10% 的正式收款收据（正本一份，复印件二份）；

(2) 投标人银行开具的金额为合同总价 10% 的见索即付、不可撤销的以招标人为受益人的履约保函（格式见附件三），履约保函在从签发之日起至本合同下所有合同设备的初步验收证书签发后满 30 天之日止的期间内有效。

5.3.2 投料款：在设计联络会后，投标人按招标人要求提交的主要设计文件通过了招标人的审查，合同设备制造的技术措施、制造质量控制、详细的制造进度安排得到招标人的审查批准，且投标人提交下列单据经招标人审核无误后 1 个月内，支付合同总价的 **20%**。

(1) 投标人应提交金额为合同总价 20%的正式收款收据(正本一份，复印件二份)；

5.3.3 到货款：招标人在收到投标人提供的下列文件，经招标人审核无误后 1 个月内支付该批合同价格 **40%**作为到货款。

(1) 由招标人开箱检验后签署的该批设备的接收单一份；

(2) 由招标人签署的该批合同项下应提交的技术资料接收单一份；

(3) 该批交付设备的制造厂商的质量合格证书正本一份(原件、A4 幅面、盖质检章(红印))；

(4) 该批交付设备的装箱单一式二份；

(5) 由投标人开具的金额为该套交付设备的合同总价 100%的增值税专用发票一份。

(6) 金额为合同总价 **40%**的正式收款收据(正本一份，复印件二份)

5.3.3 招标人在收到下列文件，经招标人审核无误后 1 个月内支付合同总价 **20%**作为初步验收款。

(1) 由买卖双方授权代表按合同签署的合同设备的初步验收合格证书一式二份；

(2) 投标人应提交金额为合同总价 **20%**的正式收款收据(正本一份，复印件二份)。

5.3.4 合同总价的 **10%**作为合同设备的质量保证金，若在质保期第一年末，经招标人确认符合质量管理相关要求的情况下，同意在投标人提交下列单据并经招标人审核无误后 1 个月内向投标人支付合同总价 **10%**的质量保证金(如有质量问题，返还前应扣除相应部分金额)，并将质量保证金替换为合同总价 **10%**的见索即付质量保证保函。若因本合同约定的情形导致质保期延长的，投标人同意无条件向招标人提供新的见索即付质量保证保函，以替代原质量保证保函，且该新保函的有效期应与延长后的质保期保持一致。

(1) 金额为合同总价 **10%**的正式收款收据(正本一份，复印件二份)；

(2) 提供相应合同总价的 10%的见索即付质量保证保函(格式见附件三)。

5.4 招标人银行网银转账日期为实际支付日期。

6、交货与运输

6.1 本合同设备的交货期及交货顺序应满足工程建设、设备安装进度和顺序的要求，应保证及时和部套的完整性。交货期：XX

6.2 交货地点为 **项目现场 或招标人指定地点（如交付地点为设备堆场，则乙方不承担设备堆场及二次转运相关费用）。合同设备收货单位：_____。

6.10 招标人邮寄信息如下：

收件人：_____

联系电话：_____

收件单位：_____

邮寄地址：_____

邮政编码：_____

11、保证与索赔

11.1 质保期的特别约定：无

11.7 性能考核条款如下：详见附件一技术规范书

11.9 投标人未能按本合同技术规范书规定的交货期交货时，违约金的特别约定：详见通用条款。

11.10 投标人未能按本合同技术规范书的规定按时交付严重影响施工的关键技术资料时，违约金的特别约定：详见通用条款。

第四部分 合同附件

附件一 技术规范书（单独成册）

附件二 价格表

附件三 履约保函（格式）/质量保证保函（格式）

附件四 廉政承诺书

附件五 安全文明管理协议

附件一：技术规范书

附件二：价格表

价 格 总 表

单位：人民币元

序号	名 称	合计（含税价）	增值税率	备注
1	本体设备			已含技术服务、运保费、备品备件费用、专用工具费用等所有费用
2	备品备件			已计入总价内，无需另行支付
3	专用工具			已计入总价内，无需另行支付
合同总价				

附表 2.1 价格分项表

单位：元（人民币）

序号	名称	规格和型号	单位	数量	产地	生产厂家	单价	合价	备注
1									
2									
3									
4									
5	其它								

附表 2.2 随机备品备件、专用工具分项价格表（计入总价，不限于以下项目）

单位：元（人民币）

序号	名称	规格和型号	单位	数量	产地	生产厂家	备注
1			台				
2			套				
3			套				
4			套				
5			套				
...

附表 2.3 专用工具分项报价（计入总价）

单位：元（人民币）

序号	名称	规格型号	单位	数量	产地	生产厂家	单价	合价	备注
1									
2									

附表 2.4 质保期外三年生产运行用备品备件（如有，不计入总价）

单位：元（人民币）

序号	名称	规格型号	单位	数量	产地	生产厂家	单价	合价	更换周期	备注
----	----	------	----	----	----	------	----	----	------	----

序号	名称	规格型号	单位	数量	产地	生产厂家	单价	合价	更换周期	备注
1										
2										
3										
4										

附件三：1. 履约保函（推荐格式）

见索即付履约保函

致：_____

鉴于【卖方名称】(以下简称卖方)与贵方于【 】年【 】月【 】日签订了编号为【 】的《**调相机及其附属设备采购合同》(以下简称采购合同)。

鉴于贵方在采购合同中要求卖方提供总金额为合同总价 10%(百分之十)，即人民币【 】万元的银行保函，作为卖方履行采购合同的履约保函。

为此，根据卖方的申请，本银行，(银行名称及法定地址)，特向贵方出具本履约保函，并在此声明：

- 1、本履约保函为无条件的见索即付、不可撤销的银行保函；
- 2、本履约保函金额为人民币【 】万元；
- 3、如果由于卖方在履行采购合同过程中的作为或不作为、故意、疏忽或过失、过错等原因，使贵方遭受任何损失时，贵方即可向本行发出要求支付的书面通知。本行在收到该通知后将立即按该书面通知所要求的支付金额和时间进行支付。贵方在发出此类通知时无需随附任何证据或证据性材料，也无需说明任何理由；
- 4、本行特此放弃所有因贵方与卖方之间发生争议或相互索赔而享有的任何抗辩权；
- 5、本行进一步同意，如果采购合同发生任何情况的修改、修订、补充或其他变化，本行在本履约保函中的责任将不会发生任何变化，采购合同的前述变化也无须通知本行；
- 6、本履约保函在从签发之日起至采购合同下所有合同设备的初步验收证书签发后满 30 天之日止的期间内有效。

银行名称：(盖章)

法定代表人（或签发人）：

日期： 年 月 日

附件三：2. 质量保证保函

见索即付质量保证保函

致：_____

鉴于【卖方名称】(以下简称卖方)与贵方于【 】年【 】月【 】日签订了编号为【 】的《**合同》(以下简称采购合同)。

鉴于贵方在采购合同中要求卖方提供总金额为合同总价 10%(百分之十)，即人民币【 】万元的银行保函，作为卖方履行采购合同质量保证责任的保函。

为此，根据卖方的申请，本银行，(银行名称及法定地址)，特向贵方出具本保函，并在此声明：

- 1、本保函为无条件的见索即付、不可撤销的银行保函；
- 2、本保函金额为人民币【 】万元；
- 3、如果由于卖方在履行采购合同的质量保证责任过程中的作为或不作为、故意、疏忽或过失、过错等原因，使贵方遭受任何损失时，贵方即可向本行发出要求支付的书面通知。本行在收到该通知后将立即按该书面通知所要求的支付金额和时间进行支付。贵方在发出此类通知时无需随附任何证据或证据性材料，也无需说明任何理由；
- 4、本行特此放弃所有因贵方与卖方之间发生争议或相互索赔而享有的任何抗辩权；
- 5、本行进一步同意，如果采购合同发生任何情况的修改、修订、补充或其他变化，本行在本保函中的责任将不会发生任何变化，采购合同的前述变化也无须通知本行；
- 6、本保函在从签发之日起1年内有效。

银行名称：(盖章)

法定代表人(或签发人)：

日期： 年 月 日

附件四：廉政协议书

_____（简称招标人）

_____（简称投标人）

为加强经济交往过程中的廉政建设，预防在工程发包、物资和服务采购及经济合同履行、结算等过程中违规违纪违法事件的发生，共同维护市场经济秩序。甲乙双方自愿签订廉政合同如下：

1、投标人人员不得在业务活动中以任何形式向招标人（包括招标代理、监理、造价咨询、审计等机构，下同）有关人员赠送贵重物品、现金、有价证券和支付凭证等，不得邀请招标人有关人员吃喝、旅游或去营业性娱乐场所等，以谋取不正当利益。在招投标及合同履行期间发生上述违法违规行为的，且一旦被招标人纪检监察部门查实，应处投标人合同金额 1%-5%（视合同金额大小及情况严重程度）的廉政违约金，并在合同结算款或质保金中扣除。情节严重者，将被终止业务关系，同时列入浙能集团系统及浙能集团上报浙江省重点办及浙江省招标办“不良行为记录和行贿档案”黑名单中，直至追究刑事责任。

2、招标人有关人员不得在业务活动中向投标人收受或索取贵重物品、现金、有价证券和支付凭证等，不得参加投标人组织的宴请、旅游或到营业性娱乐场所等，不得为谋取不正当利益而刁难投标人，甚至徇私枉法，阻挠正常的业务交往。如有发生，一经查实，将视情节轻重，给予批评教育、经济考核、党纪政纪处分，直至追究刑事责任。

3、双方人员在业务往来中的任何不廉洁行为，都应在抵制的同时，主动、及时地向对方纪检部门举报。

4、本“廉政合同”作为合同附件，与主合同具有同等的法律效力。

5、本合同一式二份，招标人、投标人各执一份。

6、本合同自签字之日起生效。

招标人（盖章）：

投标人（盖章）：

招标人法定代表人或正式授权代表

投标人法定代表人或正式授权代表

签名：

签名：

年 月 日

附件五：安全文明管理协议

第五章 技术标准和要求



ZHEJIANG ENERGY
浙江能源

甘肃腾格里沙漠河西新能源基地武威市民勤县独青山
180 万千瓦风电项目调相机及其附属设备
技术规范书

编 制：_____
会 签：_____
审 核：_____
审 定：_____
批 准：_____

甘肃民勤陇电入浙独青山能源有限公司

2026 年 4 月

目 录

第一部分通用部分.....	1
第一章 总 则.....	1
1、一般规定.....	1
2、 投标方应提供的资质文件.....	3
3、 工作范围.....	4
4、 标准和规范.....	22
5、 必须提交的技术数据和信息.....	38
6、 备品备件.....	38
7、 专用工具与仪器仪表.....	39
8、 安装、调试、性能试验、试运行和验收.....	39
第二章 技术资料 and 交付进度.....	41
1、 一般要求.....	41
2、 资料提交的基本要求.....	42
第三章 监造和性能验收试验.....	52
1 概述.....	52
2 工厂的检验和监造.....	52
3 试验.....	58
第四章 技术服务和设计联络.....	61
1 投标方现场技术服务.....	61
2 售后服务.....	63
3 培训.....	63
4 设计联络.....	64
第五章 质量保证及管理.....	66

第六章 分包与外购.....	67
第七章 大（部）件情况.....	68
第二部分专用部分.....	69
第一章 供货范围.....	70
1 一般要求.....	70
2 供货范围.....	70
第二章 设备交货进度.....	108
1 招标方要求：	108
2 投标响应：	109
第三章 工程概况.....	110
1 工程概述：	110
2 运输条件.....	110
3 气象资料.....	110
4 工程地质.....	111
5 电力系统参数.....	112
6 站用电源.....	112
第四章 技术性能要求.....	113
1 调相机本体、冷却系统及润滑油系统.....	113
2 调相机励磁系统.....	153
3 调相机 SFC 启动系统	167
4 调相变压器.....	183
5 10.5kV 设备.....	213
6 站用电系统.....	221
7 调度自动化系统.....	228
8 同期、计量及测量.....	283

9 继电保护系统.....	302
10 调相机操作电源系统.....	325
11 电力电缆.....	344
12 技术资料及试验.....	357
13 调相机的寿命要求.....	360
14 调试、联调、验收及涉网试验.....	360
15 工作安排.....	361
第五章 技术参数要求.....	363
1. 调相机标准技术参数表.....	363
2.励磁系统.....	381
3.SFC 启动控制系统	385
4. 调相机变压器.....	390
5.机端母线及电力电缆.....	396
6. 400V 开关柜.....	397
第六章 技术差异表.....	401
附录 A 本产品预设方案和有关说明.....	403
附录 B 投运业绩.....	403
附录 C 试验报告	404
附录 D 招标附图.....	404
附录 E 品牌响应表	404

第一部分通用部分

第一章 总 则

1、一般规定

1.1 本技术规范书适用于甘肃腾格里沙漠河西新能源基地武威市民勤县独青山 180 万千瓦风电项目调相机本体、励磁、启动、保护、控制电源、DCS控制系统及其附属设备的采购招标技术要求，它提出了该调相机本体、励磁、启动、保护、控制电源、DCS控制系统及附属设备的功能设计、使用条件、主要技术参数、结构、性能、试验及所需技术资料等方面的采购技术要求。

1.2 本规范书提出了最低限度的技术要求，并未规定所有的技术要求和适用的标准，投标人应提供一套满足本规范书和所列标准要求的高质量产品及其相应服务。对国家有关安全、环保等强制性标准，必须满足其要求。

1.3 在招投标过程中，投标人若对本规范书某条款有特别的建议、方案、技术特点或差异，可在该条款下加以描述和说明。如有差异（无论多少），均应填写到本技术规范书的差异表中。如投标人没有对本技术规范书的要求提出书面异议（或差异），招标人则认为投标人完全接受和同意本技术规范书的要求。

1.4 投标人应执行本技术规范书所列标准，有不一致时，按较高标准执行。投标人在设备设计和制造中所涉及的各项规程、规范和标准必须遵循现行最新标准版本。合同签订后一周内，投标人应按本规范的要求，提出合同设备的设计、制造、检验、试验、装配、安装、调试、试运、验收、运行和维护等标准清单给招标人确认。

1.5 作为负责任和专业的供应商，投标人被认为在供货前已认真、仔细审查了技术标准，技术标准中的任何错误、不准确、遗漏项等均不能解除投标人应提供符合国内外先进安全、性能、环保标准的优质、可靠产品应负的责任，投标

人对供货设备对国内外先进、强制标准的符合性和供货设备的正确性、可靠性负责。

1.6 本技术规范书经招标人、投标人双方确认后作为订货合同的技术附件，与合同正文具有同等的法律效力。

1.7 如果本技术规范的描述存在矛盾或不一致之处，或本技术规范的技术部分和商务部分在供货范围的描述存在矛盾或不一致之处，或投标人所提供的技术规范书前后有不一致的地方，应以更有利于设备安装运行、工程质量为原则，由招标人确定执行原则。

1.8 投标人对供货范围内的成套系统设备（含辅助系统及设备、附件等）负有全责，即包括分包（或对外采购）的产品。分包（或对外采购）的主要产品制造商应征得招标人的认可。本技术标准提出的是对所采购设备的最基本技术要求，作为专业的供应商，投标人对供货设备的设计、材料和元器件的正确选型、材料和元器件的正确使用、供货设备的性能指标、质量、安全、可靠性等负有完全的、不可推卸的责任，同时，投标人从其它工厂采购的设备或部件所发生的一切质量问题应由投标人负责。

1.9 招标人保留对本技术标准提出补充要求和修改的权利，投标人应予以配合。如招标人提出修改，将根据实际需要通知投标人召开设计联络会，具体细则由双方协商确定。

1.10 在本技术标准的执行过程中，如果出现了买卖双方没有进行书面约定的遗漏项，按照国家或行业标准中的较严格标准执行；如果出现了预期之外的新增技术要求，按照设备所接入电网公司的具体技术要求（如接入系统评审意见/批复、电能质量专题报告/评审意见/批复等）执行，在不超过当前行业能够实现的技术性能水平的前提下，投标人应免费进行软硬件升级。

1.11 投标人供货设备中涉及到国家规定必须通过国家强制性认证的产品、元器件或部件的，必须通过国家的强制性认证并在相关的产品、元器件或部件上体现出符合国家规定的强制性认证标识。

1.12 投标人应在技术规范书中对其技术能力和加工设备；质量保证及型式试验；供货设备、所需部件、备品备件及专用工具；进度、设备和技术资料交付

期；售后服务和现场技术服务；设备运输、包装和储存；外购供应商及其控制措施等进行详细的说明。

1.13 本技术标准附图的目的是为了更加清晰的明确技术要求和供货范围并向投标人介绍电站总体情况，附图中不指定任何特定设备、元件、材料供应商。附图中如果出现了对任何特定供应商专有设备、元件、材料型号的描述信息，该类专有型号信息均视为无效；附图中如果出现了对任何特定供应商专有设备、元件、材料外形等尺寸的描述信息，该类专有外形尺寸信息均视为无效。

1.14 投标人应在技术规范书中，对于技术规范书进行逐段应答，表明是否接受和同意本技术规范书的要求，若针对某条款，投标人有特别的建议、方案、技术特点或差异，请在该条款下加以描述和说明。

1.15 本工程采用KKS标识系统，编制深度为元件级。投标人在中标后提供的技术资料（包括图纸）和设备标识必须有KKS编码。投标人应承诺采用招标人提供的企业标准。标识原则、方法和内容在第一次设计联络会上讨论确定。

1.16 投标人所供设备性能参数须完全响应投标时承诺的性能参数值。

1.17 海拔高度超过1000m时，需要根据海拔高度对所有设备进行技术参数及设备外绝缘修正；运行环境温度不应超过40° C，环境温度高于40° C时应对所有设备进行技术参数及设备外绝缘修正。

理解并承诺完全响应上述条款的要求。

2、 投标方应提供的资质文件

投标方在投标文件中应提供下列合格的资质文件，否则视为非响应性投标。

2.1 投标方必须持有国家认定的资质机构颁发的 ISO9001 认证证书或等同的质量管理体系认证证书。

2.2 投标方具有履行合同所需的技术和主要设备（调相机主机、润滑油系统、冷却系统、励磁系统、SFC 启动系统、DCS 系统）等供货、调试、试运行的能力。

2.3 投标方有能力履行合同设备维护保养、修理及其他服务义务的文件。

2.4 投标方须提供国际或国家级权威专业检测机构出具的投标同等或以上规格技术产品的真实、有效、针对具体型式规格的形式试验报告、抗突发短路试验报告等，且报告结论数据满足本次招标技术规范要求。

2.5 投标人应有成熟的 50Mvar 及以上调相机站提供设备、安装、调试技术、试运行经验和良好的应用业绩，采用先进、成熟、可靠的技术，造价要经济、合理，便于运行维护。

2.6 投标方所提供的设备，满足《国家电网有限公司防止调相机事故措施及释义》。

3、 工作范围

3.1 工作范围

1、投标范围包含 4 套 50Mvar 调相机的成套设备的采购,不限于主机、辅机、35kV 调相机变压器、站用变及配套的 0.4kV 配电系统（满足本调相机供电同时需考虑调相机厂房及其辅助系统、设施的供电）、励磁系统、SFC 系统、DCS 监控系统、保护装置及安全自动装置、直流系统、消防系统（需接入升压站并与之一致）、安防视频（需接入升压站并与之一致）、配套电力电缆、控制电缆、光缆及附件等满足正常运行所需全套设备和材料。投标方应充足核实现设备及材料清单，投标方应确保采购的设备齐全且满足投产的需求，本次采购为包干制，招标方不再增量。投标方应保证调相机及其附属设备作为一个完整系统安全、可靠地运行。

1.1 电气一次设备

整套调相机主机设备、励磁系统、 SFC 系统、调相机升压变、35kV SFC 隔离变、35kV 站用变、绝缘管母线、配套电力电缆、调相机辅助系统、配套高低压开关柜等。

1.2 电气二次设备

SFC 系统、DCS 监控系统、准同期装置、继电保护装置（调相机保护、调相变保护、同步向量装置等）、励磁调节装置、直流系统、录波、控制电源装置、视频

安防监控系统、火灾报警系统、配套低压电缆、控制电缆、光缆及附件。所供调相机应免费提供及开放监控系统可能连接设备所需的网络端口、技术、通讯协议等软、硬件相配套的服务等。

2、投标人负责包含设备运输，指导配合安装、调试及与电网联调及组织电网验收的工作，投标人需具备相应的组织协调能力，确保项目通过电网公司验收，验收标准以电网公司要求为准。

3、投标人配合调相机投产前分析计算和涉网试验，配合涉网方案第三方委托评审、委托第三方编制调相机启动调试报告、委托第三方开展调相机仿真建模工作，具体项目内容以电网公司要求为准。

4、设备的试验及调试：配合调相机系统所有设备的单体调试；配合调相机分系统调试、整套启动调试和特殊项目试验工作，配合地方相关部门、电力质监部门和电网公司的验收工作，包含委托第三方开展调相机投产前方式安排和边界条件计算、涉网试验、调相机仿真建模等工作，具体项目内容以国家电网有限公司要求为准。确保项目通过电网公司验收，验收标准以甘肃地区要求为准。

5、投标方提供的设备必须满足电网验收的相关规定，包含且不仅限于以下：

- 1) Q/GDW 11959—2019 快速动态响应同步调相机工程调试技术规范；
- 2) Q/GDW 11936—2018 快速动态响应同步调相机组运维规范；
- 3) DL/T 2122-2020 大型同步调相机调试技术规范。
- 4) Q/GDW12049-2020 《快速动态响应同步调相机稳态、暂态性能技术规范》；
- 5) Q/GDW11588-2016 《快速动态响应同步调相机技术规范》；

6、首次并网前厂家应出具电压和频率适应能力证明文件，提供高低压、高低频详细涉网保护定值单，满足相关标准要求。

7、调相机应具备接受 AVC 系统稳态无功指令的接口。DCS 系统应接收电网调度指令、电网调度端所需要的运行数据的上传。

8、其他项内容，包括但不限于：

全部系统的指导安装，提供培训，配合试验、单体调试、系统调试、试运行（168小时）、验收、技术服务（含电网公司涉网方案评审、委托第三方进行加装调相机后对场站次超同步振荡、电能质量、暂态过电压和潮流计算及会议评审，委托第三方编制调相机启动调试报告及启动会议组织、调相机仿真建模及会议评审、调度通信设备电网调度接入服务、手续办理等）。同时还包括提供所有材料、备品备件、专用工具、消耗品以及相关的技术资料等。

技术服务工作范围表

序号	项目名称	项目特征	计量单位	工程数量	备 注
1	电气设备试验				厂家配合
1.1	变压器试验	参照国标执行，包括但不限于单体试验、油试验、绕组变形试验、局放试验等	系统	1	
1.2	调相机	参照国标执行，包括但不限于单体试验、附属设备试验等	系统	1	
1.3	10kV（或 35kV）配电装置试验	参照国标执行，包括但不限于绝缘摇测、耐压试验等	系统	1	
1.4	400V 低压配电柜试验	参照国标执行，包括但不限于电流互感器单体试验、电压互感器单体试验、控制回路摇测绝缘试验等	系统	1	
1.5	励磁系统试验	参照国标执行，通过电网验收，包括但不限于等	系统	1	

序号	项目名称	项目特征	计量单位	工程数量	备 注
1.6	SFC 系统试验	参照国标执行，通过电网验收，包括但不限于等	系统	1	
1.7	10.5kV 母线试验	参照国标执行，包括但不限于耐压、绝缘试验等	系统	1	
2	其他试验	电网要求的特殊试验，参照国标、电网要求执行。	项	1	
3	电能表、计量 PT/CT 送检	参照国标执行	项	1	
4	涉网方案委托第三方评审		项	1	标准执行电网相关要求。
5	加装调相机后调相机部分保护定值计算		项	1	标准执行电网相关要求。
6	加装调相机后对场站次超同步振荡、电能质量、安稳影响分析报告及会议评审		项	1	标准执行电网相关要求。
7	调相机仿真建模及会议评审	安装分布式调相机的业主应提供可用于电力系统仿真计算的分布式调相机机组及其控制系统的电磁暂态和机电暂态模型及参数，包括调相机、升压变压器本体和励磁系统控制等，用于支撑分布式调相机接入电力系统的调度运行	项	1	标准执行电网相关要求。
8	设备单体调试、联调（含启动调试报告编制及启动会会议）	包括调相机稳态运行时的无功出力范围、分接头档位建议，不同工况下调相机无功运行控制策略研究及建议，不同工况下 AVC 控制策略	项	1	标准执行电网相关要求。

序号	项目名称	项目特征	计量单位	工程数量	备 注
		研究及建议。			
9	涉网试验	开展调相机升速试验、主变倒送电试验、空载励磁试验、假同期并网试验、并网带负荷试验等启动调试试验等，明确调试试验项目以及对电网的影响及要求，试验完成后一个月内提交调试报告；提交涉网试验方案及涉网试验方阵分析报告，包括最大进相及迟相无功能力试验、励磁系统调节能力试验、励磁系统参数实测、甩无功、温升、AVC子站控制试验、长期试运行等试验，明确试验项目以及对电网的影响及要求，试验完成后一个月内提交试验报告	项	1	标准执行电网相关要求。
10	年度维护保养服务费	质保期内投标方承担质量保证责任并派人开展设备的年检保养工作，包括人工费用、工具费用、材料费等	项	1	

3.2 投标方所投设备应能满足电网公司对网络安全防护的要求，所提供的设备应满足电网公司的要求。

3.3 本规范书中设备采购部分的使用范围包含但不限于本工程调相机本体及其附属设备、启动设备、调相机变压器、变配电设备（仅为本调相机和厂房公共设备供电）、连接系统用电力电缆及其附件设备、性能试验、DCS 控制系统、继电保护、调度自动化系统、数据网系统、控制电源及设备间所有线缆等满足设备正常运行的一切设备、材料的采购招标技术要求。全部设备的功能设计、制造、工厂试验、工厂检验、包装、发运、卸货、现场验收、现场安装指导，配合调试、试验、试运行，提供培训、图纸和资料等。并做好交接工作，直至接收单位签字验收。相关涉网设备需满足电网接入系统批复、可行性研究/初步设计批复。设备投运以后，在保修期内投标方应无条件地免费修理（包括运输费、税收等），保修期过后应继续提供设备的备品备件。

3.4 设计与供货界面

当两端设备均为投标方设备时由投标方供货电缆及附件，当一端设备为投标方设备时由招标方另行采购电缆及附件，本标段设备内部之间相连的电缆及附件全部由投标方供货。

3.4.1 接口原则

1) 由投标方供应的系统和设备，如与不属于投标方供应范围的系统和设备连接，则由招标方负责连接到投标方的系统和设备，投标方承担且积极主动予以配合，并提供相关的接口详图。

2) 由投标方供应的系统和部件之间的内部连接，由投标方负责设计及供货，现场布置以设计单位设计为准。

3) 由投标方供应的系统和设备，配套供应与其正确运行密切有关的检测和控制仪表。若检测和控制仪表的接口设在投标方侧有困难时，在征得招标方的同意后，可装于招标方侧。

4) 投标方提供的各设备、阀门、管道接口应与招标方的管道的尺寸一致，若不能直接连接，由投标方提供过渡段，并在工厂与投标方提供的阀门进行焊接和热处理。对于各法兰接口，由投标方提供反法兰及其附件。

5) 投标方提供的各设备接口、阀门接口、过渡段接口（如果有）均应满足施工图的要求。

6) 投标方与招标方之间控制接口原则上在投标方提供的控制箱上或端子箱上（不设置端子箱的情况，接口在接线盒上）。就地仪表到接线盒上的电缆均由投标方设计并提供。

3.4.2 设计及供货分工

1) 供货边界条件：投标方负责调相机本体、调相机主变、SFC 隔离变压器、站用变、冷却系统、在线监测系统设备、润滑油及油净化装置、检修起吊装置、励磁系统、SFC 系统及保护系统、控制电源系统、DCS 控制系统、同期和故障录波装置、PMU、五防系统、电源、图像、火警等设计及供货。

2) 调相机配套的辅助系统，包括风冷系统的设备、管道、阀门、法兰及附件、油漆、支吊架等，由投标方设计并供货。设计接口分界点厂房内风道和厂房连接处。

3) 对调相机润滑油系统，投标方需提供所有润滑油系统的参数、润滑油系统配置及具体的设计并供货。投标方负责对调相机做工厂试验，对调相机本体与润滑油系统之间的可靠性安全性负责。

4) 母线与调相机接口：投标方应做好母线与调相机的接口连接工作，负责完整的供货与安装工作。调相机出线侧及中性点侧设备应由投标方供货并集成至出线箱和中性点箱内。

5) 调相机油系统的调相机本体接口由投标方负责设计及供货，接口为就地控制柜和接线盒的端子排。

6) 调相机供货范围内的检测仪表和控制装置的设计由投标方负责供货，接口为就地接线盒的端子排上。

7) 投标方供应机组和辅助设备安装的垫铁、地脚螺栓。机座施工过程中二次灌浆前的机座上的预埋铁件由招标方根据投标方的资料备料埋设。投标方需提供调相机本体的二次灌浆要求。

8) 由投标方负责配合完成现场调相机定子出线端及中性点的手包绝缘，并提供相关材料。

9) 投标方负责调相机本体、冷却系统、在线监测系统设备、润滑油及油净化装置、检修起吊装置（满足厂房内所有检修起吊要求）、励磁系统、SFC 系统配套全部就地仪表、就地控制设备及安装材料均由投标方成套供货，投标方保证所供系统的完整性及运行的安全可靠。需要安装公司配合的，需要提供清册。

10) 成套设备内部非独立功能部件（没有独立的设备基础，如各种互感器、各种传感器、电动机、油泵、测速装置等）的安装工作由投标方负责，若投标方委托招标方帮忙或协助安装，则安装责任仍然由投标方承担；成套设备独立部件（有独立的设备基础，如调相机主机、有独立基础的屏柜及设备间电缆敷设等）的安装由招标方负责、投标方负责现场指导。

11) 投标方提供机组的荷载资料：

- 静荷载和动荷载；
- 质量分配（包括转子重量的分配）；
- 基础变形的极限值；
- 短路荷载；
- 调相机扰力值。

招标方在完成调相机基础施工详图后，投标方负责核对有关尺寸后予以确认，并在图纸上签字。

3.5 其他要求

涉网咨询服务技术要求，包括但不限于以下工作范围。

(1) 配合调相机数字仿真建模（提供机电暂态模型、电磁暂态模型），配合完成本工程送出系统电磁暂态仿真验证，并参与评审会，得到电网公司认可。

(2) 配合委托第三方进行加装调相机后对场站次超同步振荡、电能质量、安稳的影响分析报告及会议评审。

(3) 配合委托第三方编制调相机启动调试报告及参与启动会议组织。

(4) 配合其他资料审查、系统填报、协办会务、涉网调试、检查验收、专家审查等工作。

A 资料报送审查

根据电网公司新设备启动调试节点流程要求，协助新能源场站整理系统、保护、自动化、通信等专业调度报资材料，根据相关专业要求，汇总和整理设计图纸、设备参数等材料，并提交电网公司相关专业审核通过。

B 一次设备库填报

根据电网公司新设备调试节点流程要求，协助电厂新能源场站整理一次设备库填报材料，根据专业要求，填报一次设备库。

C 协办各项会务

按照启动计划节点需求、电网中心专业工作节点要求，协调并按要求参与各项会议，汇总电场、电网中心等相关单位意见，根据设备投产里程碑计划和电网实时运行方式、检修计划、事故处理等动态安排情况，按节点指导参与启动设备相关专业协调会、调试协调会、送出工程潮流和过电压专家审查会、设备启动调试方案审查会、设备调试会等相关会议。

D 涉网调试工作

按照启委会要求，按节点配合开展通信、自动化、保护等二次系统调试工作，配合指导协调相关单位开展全程联合调试。

技术协助电站编制单机信息上传方案、安全防护评估报告。

配合协调电网明确涉网设备(除安稳、安控设备外)选型、配置及接口等,按电网公司要求落实涉网设备(除安稳、安控设备外)的性能配置,及时告知招标方并预留整改时间,避免出现因投标方未与电网公司落实涉网设备和未按时间节点及时告知招标方造成整改时间不足而影响设备投运的情况。

E 配合电网现场检查验收工作。

3.6 进度计划

3.6.1 合同签订后,投标方应在 1 周内,向招标方提出一个详尽的设备生产计划,包括设备设计、材料采购、设备制造、厂内测试以及运输等项的详情,以确定每部分工作及其进度(见生产计划进度表)。

生产进度计划表

合同号: ____; 项目名称: ____; 设备名称: ____; 型号规格: ____;

工作日期__至__; 制造厂名称及地址: ____; 技术规范书号: ____;

工作号: ____; 离岸日期: ____; 预计到岸日期: ____。

表 3.6-1 调相机本体进度表

时间 月/日							
项目							
工程制图							
图纸寄出							
图纸认可时间							
图纸收回							
设计联络会	第一次						

	第二次						
材料采购							
材料进厂							
制造	铁心剪切与装配						
	绕组绕制及装配						
	制作						
	干燥						
	总装配						
	辅助布线						
工厂检验							
试验							
准备装运							
离岸发运							

表 3.6-2

SFC 进度表

时间 月/日						
项目						
工程制图						
图纸寄出						
图纸认可时间						
图纸收回						
设计联络会	第一次					
	第二次					

材料采购							
材料进厂							
制造							
工厂检验							
试验							
准备装运							
离岸发运							

表 3.6-3

励磁系统进度表

时间 月/日							
项目							
工程制图							
图纸寄出							
图纸认可时间							
图纸收回							
设计联络会	第一次						
	第二次						
材料采购							

材料进厂							
制造							
工厂检验							
试验							
准备装运							
离岸发运							

表 3.6-4

调相机变压器进度表

时间 月/日							
项目							
工程制图							
图纸寄出							
图纸认可时间							
图纸收回							
设计联络会	第一次						
	第二次						
材料采购							
材料进厂							

制造							
工厂检验							
试验							
准备装运							
离岸发运							

表 3.6-5 机端母线、连接系统电力电缆

时间 月/日							
项目							
工程制图							
图纸寄出							
图纸认可时间							
图纸收回							
设计联络会	第一次						
	第二次						
材料采购							
材料进厂							
制造							

工厂检验							
试验							
准备装运							
离岸发运							

表 3.6-6

DCS 系统进度表

时间 月/日							
项目							
工程制图							
图纸寄出							
图纸认可时间							
图纸收回							
设计联络会	第一次						
	第二次						
材料采购							
材料进厂							
制造							

工厂检验							
试验							
准备装运							
离岸发运							

表 3.6-7

继电保护装置进度表

时间 月/日							
项目							
工程制图							
图纸寄出							
图纸认可时间							
图纸收回							
设计联络会	第一次						
	第二次						
材料采购							
材料进厂							
制造							

工厂检验							
试验							
准备装运							
离岸发运							

表 3.6-8

调度自动化系统进度表

时间 月/日							
项目							
工程制图							
图纸寄出							
图纸认可时间							
图纸收回							
设计联络会	第一次						
	第二次						
材料采购							
材料进厂							
制造							

工厂检验							
试验							
准备装运							
离岸发运							

表 3.6-9

控制电源系统进度表

时间 月/日							
项目							
工程制图							
图纸寄出							
图纸认可时间							
图纸收回							
设计联络会	第一次						
	第二次						
材料采购							
材料进厂							
制造							

工厂检验							
试验							
准备装运							
离岸发运							

3.6.2 合同签订后,投标方应在 1 周内,向招标方提出一个详尽的工程进度计划,除设备设计、材料采购、设备制造、厂内测试以及运输等项外,施工组织、工程进度计划以确定工程每个阶段工作及其进度(见工程计划进度表)。

3.6.3 如生产进度有延误,投标方应及时将延误的原因、产生的影响及准备采取的补救措施等向招标方加以解释,并尽可能保证交货的进度。否则应及时向招标方通报,以便招标方能采取必要的应对延迟交货的措施。

4、 标准和规范

4.1 合同设备包括投标方向其他厂商购买的所有附件和设备,所有设备都应符合相应的标准、规范或法规的最新版本或其修正本的要求,除非另有特别外。

4.2 所有螺栓、双头螺栓、螺纹、管螺纹、螺栓夹及螺母均应遵守国际标准化组织(ISO)和国际单位制(SI)的标准。

4.3 投标方提供的设备和配套件要符合以下标准(包含但不限于):

4.3.1 调相机

GB 755 旋转电机定额和性能

GB 1971 旋转电机线端标志与旋转方向

GB 10068.1 旋转电机振动测定方法及限值

- GB 10069.1—GB 10069.3 旋转电机噪声测定方法及限值
- GB 50170 电气装置安装工程旋转电机施工及验收规范
- GB/T 997 旋转电机结构型式、安装型式及接线盒位置的分类
- GB/T 1029 三相同步电机试验方法
- GB/T 1993 旋转电机冷却方法
- GB/T 2100 通用耐蚀钢铸件
- GB/T 3077 合金结构钢
- GB/T 3323 金属熔化焊焊接接头射线照相
- GB/T 4942.1 旋转电机整体结构的防护等级
- GB/T 5677 铸件射线照相检测
- GB/T 7409.3 同步电机励磁系统大、中型同步发电机励磁系统技术要求
- GB/T 9124.1 钢制管法兰
- GB/T 9239.21 机械振动 转子平衡 第 21 部分：平衡机的描述与评定
- GB/T 9439 灰铸铁件
- GB/T 10069.1 旋转电机噪声测定方法及限值 第 1 部分：旋转电机噪声测定方法
- GB/T 10069.3 旋转电机噪声测定方法及限值—噪声限值
- GB/T 11348.1 旋转机械转轴径向振动的测定和评定第 1 部分：总则
- GB/T 11348.2 机械振动 在旋转轴上测量评价机器的振动 第 2 部分
- GB/T 11352 一般工程用铸造碳钢件
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 20140 隐极同步发电机定子绕组端部动态特性和振动测量方法及评定

GB/T 20160 旋转电机绝缘电阻测试

GB/T 22715 旋转交流电机定子成型线圈耐冲击电压水平

GB/T 7064 隐极同步发电机技术要求

GB/T 20835 发电机定子铁心磁化试验导则

GB/T 37762 同步调相机保护装置通用技术条件

GB/T 44625 动态响应同步调相机技术要求

JB/T 1269 发电机磁性环锻件 技术条件

NB/T 47013.1~47013.13 (JB/T 4730) 承压设备无损检测[合订本]

NB/T 10341.3 水电工程启闭机设计规范 第3部分：螺杆式启闭机设计规范

JB/T 6229 透平发电机转子气体内冷通风道检验方法及限值

NB/T 47063 电站安全阀

JB/T 10392 透平发电机定子铁心、机座模态试验分析和振动测量方法及评定

JB/T 10499 透平型发电机非正常运行工况设计 and 应用导则

DL/T 586 电力设备监造技术导则

DL/T 596 电力设备预防性试验规程

DL/T 735 大型汽轮发电机定子绕组端部动态特性的测量及评定

DL/T 1525 隐极同步发电机转子匝间短路故障诊断导则

DL/T 1612 发电机定子绕组手包绝缘施加直流电压测量方法及评定导则

DL/T 2024 大型调相机型式试验导则

DL/T 2078 调相机检修导则

DL/T 2098 调相机运行规程

DL/T 2122 大型同步调相机调试技术规范

DL/T 2250 同步调相机控制保护系统技术导则

DL/T 2349 大型调相机空载特性试验导则

DL/T 2409 特高压直流换流站运行中调相机润滑油质量

DL/T 2542 同步调相机变压器组继电保护整定计算导则

DL/T 2658 快速动态响应同步调相机技术规范

DL/T 5619 调相机工程项目划分导则

DL/T 2926 分布式调相机涉网保护技术要求

DL/T 1309 大型发电机组涉网保护技术规范

DL/T 2948 同步调相机励磁系统现场试验导则

JB/T 6204 高压交流电机定子线圈及绕组绝缘耐电压试验规范

JB/T 8445 三相同步发电机负序电流承受能力试验方法

NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定

NB/T 47015 压力容器焊接规程

NB/T 47009 低温承压设备用合金钢锻件

NB/T 11791 分布式调相机并网技术规定

QGDW 11588 快速动态响应同步调相机技术规范

QGDW 12187 快速动态响应同步调相机工程二次系统设计技术导则

QGDW 12214 电力系统宽频测量装置技术规范

国家电网有限公司防止调相机事故措施及释义

《国家电网有限公司关于印发十八项电网重大反事故措施（修订版）的通知》

国家电网设备[2018] 979 号

防止电力生产事故的二十五项重点要求（2023 版）

调相机相应的国网企业标准。

4.3.2 调相机变压器组及其配电系统

标准（文件）号	标准（文件）名称
高压试验技术	GB/T 16927.1.2
高压输变电设备的绝缘配合	GB 311.1
电力变压器,总则	GB 1093.1
电力变压器,温升	GB 1094.2
电力变压器,绝缘水平和绝缘试验	GB 1094.3
电力变压器,承受短路的能力	GB 1094.5
绝缘水平和绝缘试验、外绝缘空气间隙	GB 10237
电力变压器和电抗器的雷电试验和操作冲击试验导则	GB 7449
油浸式电力变压器负载导则	GB 15164
电力变压器应用导则	GB/T 13499
变压器和电抗器声级测定	GB 7328
电流互感器;	GB 1028
保护用电流互感器暂态特性要求	GB 16847
高压套管通用技术条件	GB 4109
石油产品闪点和燃点测定方法	GB 3536
变压器油	GB 2536
高压电力设备外绝缘污秽等级	GB/T 5582
电气装置安装工程电气设备交接试验标准	GB 50150
变压器、高压电器和套管的接线端子	GB 5273

标准（文件）号	标准（文件）名称
变压器油中溶解气体分析和判断导则	GB 7252
三相油浸式电力变压器技术参数和要求	GB 6451
局部放电测量	GB 7354
标准电压	GB 156
交流隔离开关及接地开关	IEC 60129
交流高压绝缘子人工污秽试验	IEC 60507
高压开关和控制设备通用条款	IEC 60694
污秽条件下绝缘子选用导则	IEC 60815
隔离开关切合母线转移电流	IEC 61128
交流接地开关切合感应电流	IEC 61129
交流高压隔离开关及接地开关订货技术条件	DL/T 486
高压开关设备的共用定货技术导则	DL/T 593
高压开关设备通用技术条件	GB 11022
交流高压隔离开关和接地开关	GB 1985
高压输变电设备的绝缘配合	GB 311
交流高压电器在长期工作时的发热	GB 763
高压支柱瓷绝缘子技术条件	GB 8287.1
高压支柱瓷绝缘子尺寸和特性	GB 8287.2
高压开关设备常温下的机械试验	GB 3309
交流高压电器动热稳定试验方法	GB 2706
交流无间隙金属氧化物避雷器	GB 11032
高压套管技术条件	GB 4109
交流电力系统金属氧化物避雷器的使用导则	DL/T 804
绝缘子金属附件热镀锌层通用技术条件	GB 5958

标准（文件）号	标准（文件）名称
绝缘子试验方法	GB/T 755
绝缘配合	IEC 71
交流无间隙金属氧化物避雷器	IEC 60099-4

4.3.3 励磁系统

IEC60034—16	旋转电机 第 16 部分同步电机励磁系统
GB/T7409	同步电机励磁系统；
GB/T3797	电气控制设备
GB/T3859	半导体变流器
GB 4208	外壳防护等级（IP 代码）
GB/T17626. 4	电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
GB/T10228	干式电力变压器技术参数和要求
GB/T8349	金属封闭母线
DL/T843	大型汽轮发电机励磁系统技术条件
DL/T490	发电机励磁系统及装置安装、验收规程

调相机励磁系统应满足国家电网公司的相关技术标准规范，入网检测，并提供报告。

4.3.4 SFC 系统

GB 1094. 11	电力变压器 第 11 部分：干式变压器
GB 11022	高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求
GB/T 2900. 1	电工术语 基本术语
GB/T 2900. 17	电工术语 量度继电器

GB/T 2900.49	电工术语 电力系统保护
GB/T 3859.1	半导体变流器 通用要求和电网换相变流器
GB/T 3859.3	半导体变流器 通用要求和电网换相变流器 第1-3部分：变压器和电抗器
GB/T 9361	计算机场地安全要求
GB/T 12668.3	调速电气传动系统 第3部分：电磁兼容性要求及其特定的试验方法
GB/T 14537	量度继电器和保护装置的冲击与碰撞试验
GB/T 14549	电能质量公用电网谐波
GB/T 14598.27	量度继电器和保护装置 第27部分：产品安全要求
GB/T 15153.2	远动设备及系统 第2部分工作条件 第2篇环境条件(气候机械和其他非电影响因素)
GB/T 15291	半导体器件 第6部分：晶闸管
GB/T 15543	电能质量三相电压不平衡
GB/T 18494.1	变流变压器 第1部分：工业用变流变压器
GB/T 19520.12	电子设备机械结构 482.6mm (19in) 系列机械结构尺寸 第3-101部分：插箱及其插件
GB 1984	高压交流断路器
GB 1985	高压交流隔离开关和接地开关
DL/T 667	远动设备及系统 第5部分：传输规约第103篇 继电保护设备信息接口配套标准
DL/T 860	变电站通信网络和系统

DL/T 402	高压交流断路器订货技术条件
IEC60146-1-1	SemiconduTAor converters
IEC61800	可调速电驱动设备
IEEE519	电源系统谐波控制推荐规程和要求
QGDW 11588	快速动态响应同步调相机技术规范

4.3.5 DCS 系统

美国防火协会 (NFPA)

ANSI/NFPA 70	国家电气规范
ANSI/NFPA 85	锅炉和燃烧系统危险性规范
ANSI/NFPA 496	电气设备外壳的净化和密封
美国电气和电子工程师协会 (IEEE)	
ANSI/IEEE 472	冲击电压承受能力导则 (SWC)
ANSI/IEEE 1050	电站仪表和控制设备接地导则
ANSI/IEEE 488.1	可编程仪表的数字接口
ANSI/IEEE 1046-	电厂分布式数字控制和监视导则
ANSI/IEEE RP12.6	危险区域（分等级）本安系统的安装

美国电子工业协会 (EIA)

EIA RS-232-C	数据终端设备与使用串行二进制数据进行数据交换的数据通讯设备之间的接口
EIA RS-485	数据终端设备与使用串行二进制数据进行数据交换的数据通讯设备之间的接口

美国仪器学会 (ISA)

ISA ITVS 90 热电偶换算表

ISA RP55.1 数字处理计算机硬件测试

ANSI/ISA S12.12 非易燃电气设备,用于等级 I/II、区域 2 和等级 III、区域 1/2
的危险(分等级)场所

ANSI/ISA S50.1 工业过程电子仪表模拟量信号的兼容性

ANSI/ISA S71.04 过程测量和控制系统的的环境条件: 空气中的污染物

ANSI/ISA S82.01 电气和电子设备、测量和控制机相关设备的一般要求

ISA RP60.3 控制中心的人机工程学

ISA S5.3 分散控制/共享显示仪表的图例符号; 逻辑和计算机系统

美国科学仪器制造商协会 (SAMA)

SAMA PMC 22.1 仪表和控制系统的功能图表示法

SAMA PMC31.1 过程测量和控制仪表试验和评估的一般方法

SAMA PMC 33.1 过程控制仪表的电磁感应特性

美国电气制造商协会 (NEMA)

ANSI/NEMA ICS4 工业控制设备和系统的端子排

美国机械工程师协会

ANSI/ASME TDP-1 电站蒸汽轮机防进水保护措施

美国保险商实验室 (UL)

UL 44 橡胶导线、电缆的安全标准

UL 508 工业控制设备

UL 913 用于等级 I/II/III、区域 1 的危险场所本安设备及其相关设备

UL 1950 信息技术设备，包括电子商务设备

IEC 国际电工委员会

IEC 60068-1 (GB2421-89) 环境试验：总论和导则

IEC 60073 用颜色指示设备的规则

IEC 60079 (GB3836.1) 用于易爆场所的电气设备

IEC 60331 (GB12666.6) 电缆阻燃特性

IEC 60332 燃烧情况下的电缆试验

IEC 60348 电气测量设备的安全要求

IEC 60529 (GB4208) 外壳防护等级 (IP 码) (EQV)

IEC 60801-1 工业过程测量和控制装置的电磁兼容性第 1 部分:总论 (EQV)

IEC60801-2 工业过程测量和控制装置的电磁兼容性

第 2 部分: 静电放电要求 (EQV)

IEC60801-3 工业过程测量和控制装置的电磁兼容性

第 3 部分: 辐射电磁场要求 (EQV)

IEC60801-4 工业过程测量和控制装置的电磁兼容性

第 3 部分: 电快速瞬变脉冲群要求 (EQV)

IEC60801-5 工业过程测量和控制设备的电磁兼容性 抗冲击要求

IEC 60848 控制系统功能图

IEC 60950 信息技术设备的安全要求

IEC 61000-4 (GB/T17626) 工业过程测量和控制设备的电磁兼容性：试验和测量技术

IEC 61131 (GB/T15969-95) 可编程控制器编程语言

IEC 61158 测量和控制用数字数据通信：工业控制系统用现场总线

IEC 61508 电气/电子/可编程电子设备安全相关系统的功能安全

IEC 61784-1 测量和控制用数字数据通信，第一部分：工业控制系统用现场总线相关的连续和离散制造行规

FM Class No. 3610 用于等级 I/II/III、区域 1 的危险场所（分等级）的本安设备及相关设备

DL/T 657 火力发电厂模拟量控制系统在线验收测试规程

DL/T 658 火力发电厂顺序控制在线验收测试规程

DL/T 659 火力发电厂分散控制系统在线验收测试规程

GB/T 2421 环境试验 概述和指南

IEC61508 电气/电子/可编程电子设备安全相关系统的功能安全

投标方 DCS 还应满足下列规程：

GB 2421.1-2008 电工电子产品环境试验 概述和指南

电监会 5 号令 电力二次系统安全防护规定

国家经贸委第 30 号令 电网和电厂计算机监控系统及调度数据网络安全防护规定

4.3.6 继电保护系统

IEC 60034-16 旋转电机第 16 部分同步电机励磁系统

GB/T 7409 同步电机励磁系统

GB/T14285	继电保护和安全自动装置技术规程
GB 50660-2011	大中型火力发电厂设计规范
GB/T 17626.2	电磁兼容试验和测量技术静电放电抗扰度试验
GB/T 17626.3	电磁兼容试验和测量技术射频电磁场辐射抗扰度试验
GB/T 17626.4	电磁兼容试验和测量技术电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
GB/T 17626.5	电磁兼容试验和测量技术浪涌（冲击）抗扰度试验
GB/T 26863	火电站监控系统术语
GB4858	电气继电器的绝缘试验
GB7261	继电器和继电保护装置基本试验方法
GB11287	继电器，继电保护装置振荡（正弦）试验
DL/T 843	大型汽轮发电机励磁系统技术条件
DL/T 490	发电机励磁系统及装置安装、验收规程
DL/T 1049	发电机励磁系统技术监督规程
DL/T 672	发电机变压器组保护装置通用技术条件
DL/T770	微机变压器组保护装置通用技术条件
DL/T 5428	火力发电厂热工保护系统设计技术规定
QGDW 11767	调相机变压器组保护技术规范

国能安全〔2014〕161号 《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》等最新版反措

国家电网公司企业标准 《调相机变压器组继电保护标准化设计规范》

调相机组保护应满足国家电网公司的相关技术标准规范，通过国网公司入网检测，并提供《国家电网公司 2018 年调相机变压器组保护装置专业检测合格产品的报告》。

4.3.7 直流系统

GB 50065	交流电气装置的接地设计规范；
GB 50171	电气装置安装工程盘、柜及二次回路结线施工及验收规范；
GB/T 191	包装储运图示标志；
GB/T 2423	电工电子产品环境试验；
GB/T 7260	不间断电源设备；
GB/T 3859.1	半导体整流器基本要求的规定；
GB/T 14715	信息技术设备用不间断电源通用技术条件；
GB/T 7261	继电器及继电器保护装置基本试验方法；
DL/T 5491	电力工程交流不间断电源系统设计技术规程；
DL/T 5044	电力工程直流电源系统设计技术规程；
DL/T 1074	电力用直流和交流一体化不间断电源设备；
DL/T 459	电力系统直流电源柜订货技术条；

4.3.8 电力建设施工及验收技术规范系列标准

GB50016	建筑设计防火规范（2018 年版）
GB50229	火力发电厂与变电站设计防火标准

《国家电网公司十八项电网重大反事故措施》（修订版） 2018 年

国家能源局《关于防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》中的相关内容，以及《国家电网公司调相机反事故措施及释义》中的相关规定

GB 3096 《声环境质量标准》

GB 7251 《低压成套开关设备和控制设备》

GB/T 11022 《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》

GB/T 14048 《低压开关设备和控制设备》

DL/T 448 《电能计量装置技术管理规程》

DL/T 537 《高压/低压预装箱式升压站选用导则》

JB/T 10088 《6kV~500kV 级电力变压器》

Q/CSG 11624 《配电变压器能效标准及技术经济评价导则》

GB/T3181 《漆膜颜色标准》

GB/T17467 《高压/低压预装式升压站》

GB311.1 《绝缘配合 第1部分：定义、原则和规则》

DL/T620 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》

DL/T621 《交流电气装置的接地》

DL/T5222 《导体和电器选择设计技术规定》

GB50062 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》

DL/T5136 《火力发电厂、变电所二次接线设计技术规程》

DL/T5044 《电力工程直流电源系统设计技术规程》

GB50059 《35~220kV 变电所设计规范》

DL/T 5352 《高压配电装置设计规范》

GBT6451 《油浸式电力变压器技术参数和要求》

GB311.1 和 GB311.2~311.6 《高电压试验技术》

GBT11022 《交流高压电器在长期工作时的发热》

GB2706 《交流高压电器动热稳定试验方法》

GB/T 14285 《继电保护和安全自动装置设计技术规程》

DL/T5044 《电力工程直流系统设计技术规程》

GB/T50063 《电力装置的电测量仪表装置设计规范》

GB 50116 《火灾自动报警系统设计规范》

QGDW 11767 《调相机变压器组保护技术规范》

GB 50229 《火力发电厂与升压站设计防火规范》

DLT 782 《220kV 及以上送变电工程启动及竣工验收规程》

国家电网公司企业标准 《调相机变压器组继电保护标准化设计规范》

调相机组保护应满足国家电网公司的相关技术标准规范，通过国网公司入网检测，并提供《国家电网公司 2018 年调相机变压器组保护装置专业检测合格产品的报告》。

当标准、规范之间存在差异时，应按要求高的指标执行。

这些法则和标准提出了最基本要求，如果根据投标方的意见并经用户接受，使用优于或更为经济的设计或材料,并能使投标方设备良好地、连续地在本技术条件书所规定的条件下运行时，则这些标准也可以由投标方超越。

在上述标准中，优先采用中华人民共和国国家标准及电力、能源、机械行业标准; 在项目所在地的地方电网有特殊要求时，必须满足项目所在地的地方电网

标准；在国内标准缺项时，参考选用相应的国际标准或其他国家标准；选用的标准应是在合同签订之前已颁布实施的最新版本。

本技术标准所使用的标准如与投标方所执行的标准不一致时，按较高标准执行；如果所使用的标准中包含对其他标准引用的，所对应的引用标准也包含在技术要求中。

本技术标准所要求的安全、性能等指标如与国家、行业、国际标准不一致时，按较高要求执行。当标准、规范之间存在差异时，应按要求高的指标执行。

所有螺栓、双头螺栓、螺纹、管螺纹、螺栓头和螺帽均应遵照 ISO 及 SI 公制标准。

4.4 如果投标方选用本技术条件书上规定以外的标准时，则需提交这种替换标准供审查和分析，仅在投标方已证明替换标准相当或优于技术条件书规定的标准，并从招标方处获得书面认可后才能使用。提供审查的标准应为中文版本。

4.5 在本技术标准的执行过程中，如果出现了买卖双方没有进行书面约定的遗漏项，按照国家或行业标准中的较严格标准执行；如果出现了预期之外的新增技术要求，按照设备所接入电网公司的具体技术要求（如接入系统评审意见/批复、电能质量专题报告/评审意见/批复等）执行，在不超过当前行业能够实现的技术性能水平的前提下，投标方应免费进行软硬件升级。

以上标准如遇版本作废或变更应使用最新版本，不再另行通告。

5、 必须提交的技术数据和信息

5.1 投标方应提供本部分第 4 章中列举的技术数据，投标方提供的技术数据应为运行数据，这些数据将作为合同的一部分。

5.2 投标方产品特性参数和其他需要提供的信息。

5.3 投标方应按招标方要求提供招标方在继电保护、控制操作和安装、设计中所需的相关文件、资料和技术数据，详细要求可在设计联络会时确定。

6、 备品备件

6.1 投标方应提供安装时必需的备品备件，费用应包括在合同总价中。

6.2 招标方根据需要提出备品备件，投标方应按项目分项报价，备品备件价格应含在合同总价中。

6.3 所有备品备件应为全新产品，与已经安装设备的相应部件能够互换,具有相同的规格材质和制造工艺。

6.4 所有备品备件应单独包装装在箱内，防尘、防潮、防止损坏等与主设备一并发运，并标注“备品备件”以区别本体。

6.5 在调相机投产后三年内，以不超过备品备件的优惠价格提供。

7、 专用工具与仪器仪表

7.1 投标方应提供安装时必需的专用工具和仪器仪表，费用应包括在合同总价中。

7.2 所有专用工具与仪器仪表必须是全新的、先进的且须附详细使用说明资料。

7.3 专用工具与仪器仪表应单独包装装于箱内，注明“专用工具”“仪器仪表”，并标明防潮、防尘、易碎、向上、勿倒置等字样，同主设备一并发运。

8、 安装、调试、性能试验、试运行和验收

8.1 工程管理模式

本工程实行设备承包模式管理，监理工程师在招标人授权范围内与投标人接触，行使相应的招标人管理职责。

8.2 合同设备的安装、将由招标方根据投标方提供的技术文件和说明书的规定在投标方技术人员指导下进行。

8.3 合同设备的性能试验、试运行和验收根据本技术条件书规定的标准、规程规范进行。

8.4 完成合同设备安装后，招标方和投标方应检查和确认安装工作，并签署安装工作证明书，共两份、双方各执一份。

8.5 验收时间为安装、调试、性能试验和试运行完成后三个月内。在此期间，如果所有的合同设备都已达到各项技术指标，并稳定运行 168 小时，买卖双方应签署合同设备的验收证明书，该证明书共两份、双方各执一份。

8.6 对于指导安装、调试、性能试验、试运行及质保期内技术指标一项或多项不能满足合同要求，买卖双方共同分析原因，分清责任，如属投标方的原因，涉及索赔部分按商务条款执行。

8.7 投标方须保证调相机组满足电网关于调相机涉网性能试验（如励磁系统实测建模、无功调整及动态性能验证等）的相关要求，直至通过验收。

第二章 技术资料 and 交付进度

1、 一般要求

1.1 投标方应按照 KKS 编码和中国电力工业使用的标准及响应的代码、规则对图纸编号，并且提供的资料应为中文资料。

1.2 资料的组织结构清晰、逻辑性强。资料内容正确、准确、一致、清晰完整，满足工程要求。

1.3 投标方资料的提交及时、充分，满足工程进度要求。提供最终版的正式图纸的同时，应提供正式的 AUTOCAD 电子文件，正式图纸必须加盖工厂公章和签字。还需要提供三维模型文件，文件格式可采用 dgn/obj/3ds/fbx/ifc 等。

1.4 投标方提供的技术资料一般可分为投标阶段、配合设计阶段；投标方提供的技术资料必须满足设备监造检验、施工调试试运、性能试验验收和运行维护等四个方面的具体要求。

1.5 对于其它没有列入合同技术资料清单，却是工程所必需文件和资料，一经发现，投标方应及时免费提供。

1.6 招标方要及时提供与合同设备设计制造有关的资料。

1.7 完工后的产品应与最后确认的图纸一致。招标方对图纸的认可并不减轻投标方关于其图纸的正确性的责任。设备在现场安装时，如投标方技术人员进一步修改图纸，投标方应对图纸重新收编成册，正式递交招标方，并保证安装后的设备与图纸完全相符。

1.8 投标方提供的技术资料为 10 套，电子版技术资料 2 套（可编辑）。

1.9 投标方需按照建设工程档案归档要求及招标方要求对设备资料进行归档。

2、 资料提交的基本要求

招标方有权对投标方提供的资料进行审核，投标方有义务在三天内依据招标方提出的意见进行资料修改，并反馈给招标方，投标方至少提供两套上述的正式图纸和正式的 CAD 图纸要求为 AUTOCAD 版，比例 1: 1，并附字型文件电子文件，正式图纸必须加盖工厂公章或签字。投标方不得以任何理由拒绝履行义务。

投标方有义务对合同范围内所有设备资料负责，责任包括且不限于设备资料的正确性、及时性和完整性等。若合同范围内有设备外购，投标方应对所有外购设备资料进行收集、梳理、检验后提给招标方，投标方应全权负责外购厂家间所有配合工作，不应将投标方义务转嫁给外购设备厂家。

2.1 投标方必须提供必要的图纸和资料，其中必须包括下列图纸（投标方应补充和细化所列技术资料以满足工程要求）

2.1.1 调相机主体及附件设备

（1）技术文件及图纸

—— 材料清单及性能

—— 工厂检验标准

—— 转子锻件及护环材料检验技术文件

—— 调相机及其附属设备工厂检验标准（大纲）

—— 调相机及其附属设备现场交接检验标准（大纲）

—— 调相机及其附属设备主要部件机械设计计算数据（如应力、安全系数）和计算说明：

转子中心孔、齿根各工况时的应力、安全系数、检验方法

所有轴或旋转体上套装部件在额定转速和超速时的配合公差、分离转数、应力、安全系数

调相机轴径在额定及事故工况下的扭应力及安全系数

调相机机座固有振动频率

调相机铁心固有振动频率

调相机定子端部线圈固有振动频率及设计最大振幅

调相机定子隔振弹簧板的弹性系数、隔振系数、应力及安全系数

调相机定子压圈的应力及安全系数

调相机端盖的刚度和变形、应力

调相机轴承结构及全部性能数据

调相机的临界转速、飞轮转矩

调相机定子、转子重量及尺寸

—— 调相机安装图

—— 油系统图

—— 定子绕组出线图

—— 调相机外形尺寸图

—— 调相机转子拆装图

—— 定子运输尺寸图

—— 转子运输尺寸图

—— 有关设计数据

—— 同型机的型式实验报告

—— 调相机出力图

—— 励磁特性曲线

- 机组疲劳损失报告
- 润滑油净化系统
- 润滑油及油净化装置外形尺寸图
- (2) 配合工程设计的资料和图纸
 - 调相机总装图
 - 调相机安装图（荷载、基础图、电气连接图）
 - 调相机定子绕组装配图
 - 定子绕组接线图
 - 转子装配图
 - 转子绕组接线图
 - 转子引线及集电环装配图
 - 轴瓦加工图
 - 全部测温元件布置图及接线板接线图
 - 各个辅助系统（本体检测、润滑油系统等）的仪表检测控制图（P&ID）
 - 就地仪表控制箱布置图、原理图及接线图
 - 所需供方提供电源的设备的负荷清单（包括电压等级、容量及回路数量）
 - 滑环结构图
 - 调相机出力图
 - 润滑油系统图
 - 连接机端母线以及机组中性点的接点图和断面图
 - 备品备件加工图纸和技术要求

- 调相机及其它部件使用说明书
- 转子锻件、护环锻件及其他重要材料检验报告
- 出厂试验报告合格证
- 油系统热控设备清单（包括型式、规范等）；
- 润滑油净化系统图
- 润滑油及油净化装置安装图（荷载、基础图）

2.1.2 励磁系统

- （1）产品技术文件及图纸
- （2）配合工程设计的资料和图纸

2.1.3 SFC 系统

- （1）产品技术文件及图纸
- （2）配合工程设计的资料和图纸

2.1.4 调相机变压器组及其配电系统

- （1）产品技术文件及图纸
- （2）配合工程设计的资料和图纸

2.1.5 DCS 系统

- （1）产品技术文件及图纸
- （2）配合工程设计的资料和图纸

2.1.6 继电保护系统

- （1）产品技术文件及图纸
- （2）配合工程设计的资料和图纸

2.1.7 调度自动化系统

- (1) 产品技术文件及图纸
- (2) 配合工程设计的资料和图纸

2.1.8 直流电源系统

- (1) 产品技术文件及图纸
- (2) 配合工程设计的资料和图纸

2.2 设备监造检验所需要的技术资料：

投标方应提供满足合同设备监造检验/见证所需的全部技术资料。

2.2.1 施工、调试、试运、机组或整套系统设备的性能试验和运行维护所需的技术资料包括但不限于：

- 1) 提供设备安装、调试和试运说明书，以及组装、拆卸时所需用的技术资料。
- 2) 安装、运行、维护、检修所需的详尽图纸和技术文件,包括设备总图、部件总图、分图和必要的零件图、计算资料等。
- 3) 设备的安装、运行、维护、检修说明书，包括设备结构特点、安装程序和工艺要求、启动调试要领。运行操作规定和控制数据、定期校验和维护说明等。
- 4) 投标方应提供备品、配件总清单和易损零件图。

2.2.2 投标方须提供的其它技术资料，包括以下但不限于：

- 1) 检验记录、试验报告及质量合格证等出厂报告。
- 2) 投标方提供在设计、制造、检验、验收时所遵循的标准、规范和规定等清单。
- 3) 设备和备品管理资料文件,包括设备和备品发运和装箱的详细资料(各种清单),设备和备品存放与保管技术要求,运输超重和超大件的明细表和外形图。

4) 详细的产品质量文件, 包括材质、材质检验、焊接、热处理, 加工质量, 外形尺寸和性能检验等的证明。

投标方按下表规定的数量提供图纸和资料

投标方提供图纸和资料数量表

文件名称	数量及单位			
	招标方		设计单位	
	图纸和资料	电子文档	图纸和资料	电子文档
图纸技术文件提交时间表	10	10	2	2
标准和规程	10	10	2	2
供审查图纸和资料	12	12	2	2
最终工厂图纸和技术文件	12	12	2	2
竣工图缩印本 (尺寸 A3、A4)	10	10	2	2
各类型式试验报告	10	10	2	2
各类出厂试验报告	10	10	2	2
安装、运行、维护说明书	12	12	2	2
附属设备安装、运行、维护说明书	12	12	2	2
各类文件、计划表、日程表、季报等	10	10	2	2
包装单元图	10	10	2	2

2.3 工厂图纸

2.3.1 范围

本节包括本规范各章节中规定的全部工厂图纸、制造文件的编制和提交的一般规定。技术资料、图纸用中文书写。

2.3.2 工厂图纸

1) 投标方提交本节规定的所有工厂图纸及进度表供审查。期限不得耽误招标方或任何其它承包商、分包商的工作。工厂图纸邮寄招标方, 邮资由投标方支付。

2) “工厂图纸”是指投标方的设计图纸和设备制造图纸以及相应的文件资料,包括制造图、装配图、系统图、接线图和控制图、布置图和设备基础图,材料和设备的清单或表格,以及制造厂的标准图、设计计算书、设计说明书、样本和小册子,特性和试验数据,和设计方法有关的附带说明等资料。说明选用材料、设备或系统及其布置是否符合本招标文件要求。

3) 工厂图纸按比例绘制,并完整地标注尺寸。

4) 工厂图纸的图幅是标准公制系列的倍数,除有特殊要求需用更大尺寸的图幅外,不超过 $594 \times 841\text{mm}$ 。

2.3.3 工厂图纸的批准

1) 招标方有权对本招标文件范围内货物图纸进行审查,所有提供给招标方审查的图纸有清楚的空白处,便于标记和评定。

2) 招标方审查工厂图纸后,需送回投标方 1 份附有下列记号之一的图纸。

可继续进行,无须修改;

按修正的进行;

修正并重新提交;

拒绝。

3) 当工厂图纸和/或其它提交文件上做了“修正并重新提交”或“拒绝”记号被退回后,投标方作修改和/或改正,并于 3 天内重新提交图纸或其它资料。如果安装试验及调试期间需要更改的图纸,在 3 天内重新提交更改的图纸,同时按照现场要求提供现场用草图。

4) 当工厂图纸标有“可继续进行,无须修改”或“按修正的进行”而送回投标方时,投标方在 3 天内根据加注的修正意见修改后(如果有的话)按工艺分类提供所要求数量的最终图和电子媒体(光盘),图纸采用有简体中文平台或英文的

AUTOCAD2004 或最新版本软件绘制，文字报告采用 Microsoft Office2003 或最新版本软件编制。

2.3.4 提交的一般要求

1) 所有提交给招标方的工厂图纸附有由投标方签字的文字说明。

2) 招标方对工厂图纸只作概要审查，招标方审查意见不能减少或免除投标方按照本招标文件提供完整的设备及系统。对于任何性质的错误和疏忽，图纸或说明中的偏差，或由此偏差而可能产生的与其它产品的矛盾，招标方审查不能减少投标方责任。

3) 正式图纸的提供：所有正式提交给招标方的图纸资料盖有“正式”图章。

4) 中标通知书生效后 7 天内，投标方提供招标方全部工厂图纸的提交时间表。

5) 中标方在中间修改图纸时必须注明版次，每版次增加修改部分内容说明，说明中未提及部分视为未改动，未提及部分出现问题由中标方承担责任。

2.4 安装、运行和维护说明书

2.4.1 适用范围

本节内容包括设备安装、运行和维护说明书的编制和提交，投标方提供的所有设备都需提供用中文书写的安装、运行和维护说明书。

2.4.2 说明书

在中标通知书生效后，按前述相关章节要求，提供规定数量（供审查图纸资料）的安装、运行和维护说明书供招标方审查和批准。审查后返回 1 份附有下列记号之一的说明书。

可继续进行无须修改

按修改进行

修正并重新提交

拒绝

说明书内容：

- (1) 调相机及相关配套设备
- (2) 励磁系统
- (3) SFC 系统
- (4) 调相机变压器组以及配电设备
- (5) DCS 系统
- (6) 继电保护
- (7) 调度自动化
- (8) 控制电源系统

主要元件或部件的技术参数和特性说明至少包括（并不限于）。

油系统说明书（包括对安装工艺的要求）。

冷却系统说明书（包括对安装工艺的要求）。

提供设备安装、调试和试运说明书，以及组装、拆卸时所需用的技术资料。

控制、保护和测量、信号系统的抗干扰说明。

设备的安装、运行、维护、检修说明书,包括设备结构特点、安装程序和工艺要求、启动调试要领。运行操作规定和控制数据、定期校验和维护说明等。

安装说明书还包括：主要元件和所有辅助设备及附件的装卸、组装、安装、连接、安装后现场检查及调整等内容全部说明和完整资料。

维护说明书还包括：调相机及其附属设备的维护工作的程序、周期，检修时的安全措施和管理等方面的资料。

运行说明书提供设备、元件安全运行的相关资料。

运输储存说明书提供设备搬运、起吊、存放及保管等说明。

专用工具和仪器使用说明书包括其维护、保管的说明。

投标方提供其它未规定但有必要提供的资料。

2.4.3 图纸资料的有效性

1) 除本节所列图纸资料外，随工程进度或电站需要所必须的其它图纸资料随时填补，所增加的部分，投标方有义务提供并不得另增费用。

2) 投标方所提供的最终图纸资料必须加盖投标方单位公章。过期交图将按作为违约处理。

3) 对于投标方提交的不符合要求的图纸，招标方将书面通知投标方，并要求投标方修改后重新提交。

4) 由于重新提交图纸而推迟了交图时间，进而影响工程进度时，投标方按规定向招标方支付违约金。

5) 投标方对已提交的图纸资料不得随意改动。

2.5 投标方应提供详细的装箱清单。

第三章 监造和性能验收试验

1 概述

1.1 本附件用于合同执行期间对投标方所提供的设备（包括对分包外购设备）进行检验、监造和性能验收试验，确保投标方所提供的设备符合附件 1 规定的要求。

1.2 投标方应在本合同生效后 7 天内，向招标方提供与本合同设备有关的监造、检验、性能验收试验标准。有关标准应符合通用部分第一章的规定。

1.3 设备重要生产节点需招标方到场监造

2 工厂的检验和监造

2.1 招标方有权派遣其检验人员到投标方及其分包商的车间场所，对合同设备的加工制造进行检验和监造。招标方将为此目的而派遣的代表以书面形式通知投标方。

2.2 如有合同设备经检验和试验不符合技术规范的要求，招标方可以拒收，投标方应更换被拒收的货物或进行必要的改造，使之符合技术规范的要求，招标方不承担上述的费用。

2.3 招标方对货物运到现场以后进行检验、试验和拒收(如果必要时)的权利，不得因该货物在生产厂发运以前已经由招标方或其代表进行过监造和检验并已通过作为理由而受到限制。招标方人员参加工厂试验，包括会签任何试验结果，既不能免除投标方按合同规定应负的责任，也不能代替合同设备到达现场后招标方对其进行的检验。

2.4 投标方应在开始进行工厂试验前 2 个月，通知招标方其日程安排。根据这个日程安排，招标方将确定对合同设备的哪些试验项目和阶段要进行目睹，并将在接到投标方关于安装、试验和检验的日程安排通知后 30 天内通知投标方。然后，招标方将派出技术人员前往投标方和(或)其分包商生产现场，以观察和了解该合同设

备工厂试验的情况及其运输包装的情况。若发现任一货物的质量不符合合同规定的标准，或包装不满足要求，招标方代表有权发表意见，投标方应认真考虑其意见，并采取必要措施以确保待运合同设备的质量，目睹检验程序由双方代表共同协商决定。

2.5 若招标方不派代表参加上述试验，投标方应在接到招标方关于不派员到投标方和(或)其分包商工厂的通知后，或招标方未按时派遣人员参加的情况下，自行组织检验。

2.6 为对合同设备进行实地了解，投标方应对招标方派出人员组织一次在由投标方提供的设备安装运行的类似电厂或变电所进行实地考察和参观。

2.7 监造范围：

1) 监造项目内容及见证方式详见下表：

序号	监检部套	监造（检验）内容	见证方式			备注
			H	W	R	
一	转轴	1. 原材料质保书			√	
		2. 机械性能试验			√	
		3. 转轴探伤			√	
		4. 应力试验			√	
		5. 导磁率测定			√	
		6. 锻件化学成份分析			√	
		7. 关键部位加工尺寸及精度			√	超速后
二	槽楔	1. 原材料质保书			√	
		2. 机械性能试验			√	
		3. 锻件化学成份分析			√	
三	护环及中心环（如有）	1. 原材料质保书			√	
		2. 机械性能试验			√	
		3. 化学成份分析			√	

序号	监检部套	监造（检验）内容	见证方式			备注
			H	W	R	
		4. 超声波探伤			√	
		5. 应力试验（仅护环）			√	
		6. 关键部位加工尺寸及精度			√	热套前
四	集电环	1. 机械性能试验			√	
		2. 化学成份分析			√	
		3. 关键部位加工尺寸及精度			√	热套前
		4.探伤报告			√	
		5.加工尺寸及精度			√	
五	风叶（若有）	1. 原材料质保书			√	
		2. 超声波探伤			√	
六	转子铜线	1. 原材料质保书			√	
		2. 机械性能试验			√	
		3. 化学成份分析			√	
		4. 导电率测试			√	
七	硅钢片	1. 原材料质保书			√	
		2. 单耗测试			√	
		3. 冲片漆膜及毛刺抽查			√	
		4. 表面绝缘电阻测量			√	
八	定子铜线	1. 原材料质量保证书			√	
		2. 机械性能试验			√	
		3. 化学成份分析			√	
		4. 导电率测试			√	
九	定子引线 导电铜管/ 铜排	1. 原材料质量保证书			√	
十	转子	1. 槽楔及槽衬装配检查			√	
		2. 转子通风孔检查及通风试验		√		

序号	监检部套	监造（检验）内容	见证方式			备注
			H	W	R	
		3. 转子绕组下线及焊接检查		√		
		4. 绕组交流耐压试验		√		
		5. 绕组冷态直流电阻测定、绕组绝缘电阻测定		√		
		6. 交流阻抗的测定		√		
		7. 超速试验	√			
		8. 转子动平衡试验	√			
		9. 动态波形法测转子匝间绝缘	√			
		10. 重复脉冲法测转子匝间绝缘	√			
十一	定子	1. 单根线棒尺寸、形状、绝缘检查			√	
		2. 单根线棒绝缘介质损失角测定（10%）			√	
		3. 铁芯尺寸及压紧量检查			√	
		4. 测温元件埋设情况			√	
		5. 绕组冷态直流电阻			√	
		6. 线圈焊接检查			√	
		7. 铁芯损耗发热试验（大电流法）		√		
		8. 电磁式定子铁芯故障检测（小电流法）		√		
		9. 绕组直流耐压及泄漏电流		√		
		10. 绕组交流耐压试验		√		
		11. 定子通风孔检查及通风试验		√		
		13. 定子绕组端部、引出线等绝缘电位外移试验		√		
		14. 定子绕组端部固有频率、模态和振幅的测定		√		
十二	定子端部 磁屏蔽构件（若有）	1. 原材料质保书			√	
		2. 机械性能试验			√	
		3. 化学成份分析			√	
		4. 导电率测试			√	

序号	监检部套	监造（检验）内容	见证方式			备注
			H	W	R	
十三	整机	1. 轴瓦尺寸精度检查			√	
		2. 绕组、检温计对地绝缘电阻和绕组相互间的绝缘电阻		√		
		3. 定子出线端耐电压试验		√		
十三	整机	4. 噪声试验			√	
		5. 轴电压试验			√	
		7. 效率试验			√	
		8. 电话谐波因数			√	
		9. 电压波形畸变率			√	
		10. 间接法温升试验（空载、短路各不少于 2 点）			√	
		11. 不平衡负荷能力			√	
		12. 交、直轴电抗测试			√	
		13. 删除				
		14. 定子过电流试验			√	
		6. 定子端部电晕检测			√	
		16. 空载特性和损耗试验			√	
		17. 稳态短路特性和损耗试验			√	
		18.机械强度考核试验	√			
		19.转子过负荷试验	√			
		20.动态参数和时间常数测试	√			
十四	轴承及轴承箱	1. 轴承合金铸造质量无损检测报告（含铸造层、结合层）			√	
		2. 推力轴承推力瓦块厚度检查记录			√	
		3. 轴瓦体与瓦套接触检查		√		
		4. 轴承箱渗漏试验		√		
		5. 轴承箱与台板接触检查		√		
		6. 轴承箱清洁度检查		√		

序号	监检部套	监造（检验）内容	见证方式			备注
			H	W	R	
十五	油系统	1. 材料材质证明			√	
		2. 焊接\装配质量检验			√	
		3. 出厂试验报告			√	
		4. 油箱渗漏试验			√	
		5. 油箱清洁度检查			√	
		7. 油管路清洁度检查			√	
		8. 主\备用泵切换连锁试验		√		
		9. 冷油器出厂试验报告			√	
		10. 油净化装置质量证明文件			√	

2) 监造方式:

文件见证、现场见证和停工待检，即 R 点、W 点、H 点。

R 点：投标方提供检验或试验记录或报告的项目，即文件见证。

W 点：招标方监造代表参加的检验或试验项目，检验或试验后投标方提供检验或试验记录，即现场见证。

H 点：停工待检。投标方在进行至该点时必须停工等待招标方监造代表参加的检验或试验项目，检验或试验后投标方提供检验或试验记录。

上述工作均应在投标方自检合格的基础上进行。

监造方接到质量见证通知后，及时参加现场见证。如果监造方不能按期参加，W 点自动转为 R 点，但 H 点没有招标方书面通知同意，投标方不能自行转为 R 点时，需与监造方联系商定更改见证日期，如果更改时间后，监造方仍未按时到达，则 H 点自动转为 R 点。H 点投标方应提前 15 天书面通知监造方，W 点投标方应提前 10 天书面通知监造方，R 点投标方应提前 7 天书面通知监造方。

每次监造内容完成后，投标方和监造方均在见证表上履行签字手续。投标方复印 3 份，交监造方 1 份。

2.8 投标方应向监造者提供下列资料：

重要的原材料的物理、化学特性和型号及必要的工厂检验报告。

重要零部件和附件的验收试验报告及重要零部件和附件的全部出厂试验报告。

设备出厂试验报告、半成品试验报告。

型式试验报告。

产品改进和完善的技术报告。

与分包者的技术条件书和分包合同副本。

合同设备的铁心组装图、引线布置图、装配图及其他技术文件。

设备的生产进度表。

设备制造过程中出现的质量问题的备忘录。

2.9 监造者有权到生产合同设备的车间和部门了解生产信息，并提出监造中发现的问题(如有)。

3 试验

根据最新版的国标有关标准及其补充说明进行调相机主体及其附属设备、启动设备、调相机变压器、连接系统用电力电缆及其附件设备、DCS 控制系统、继电保护、调度自动化系统、数据网系统、控制电源等试验，并同时执行下列要求。

3.1 型式试验

(1) 温升试验(GB1094.2);

(2) 绝缘型式试验(GB1094.3)。

3.2 出厂试验(例行试验)

- (1) 绕组电阻测量(GB1094.1);
- (2) 短路阻抗和负载损耗测量(GB1094.1);
- (3) 空载电流和空载损耗测量(GB1094.1);

3.3 现场试验

- (1) 测量绕组连同套管的直流电阻;
- (2) 检查所有分接头的变压比;
- (3) 检查调相机的三相接线组别和单相调相机引出线的极性;
- (4) 测量绕组连同套管的绝缘电阻、吸收比或极化指数;
- (5) 测量绕组连同套管的介质损耗因数;
- (6) 测量绕组连同套管的直流泄漏电流;
- (7) 绕组连同套管的交流耐压试验;
- (8) 绕组连同套管的局部放电试验;
- (9) 测量与铁芯绝缘的各紧固件及铁芯接地线引出套管对外壳的绝缘电阻;
- (10) 非纯瓷套管的试验;
- (11) 绝缘试验;
- (12) 额定电压下的冲击合闸试验;
- (13) 检查相位;
- (14) 测量噪音。
- (15) 绕组变形试验

3.4 特殊试验

- (1) 绝缘特殊试验(GB1094.3);

- (2) 绕组对地和绕组间的电容测定；
- (3) 暂态电压传输特性测定；
- (4) 三相零序阻抗测量(GB1094.1)；
- (5) 提供短路承受能力计算报告(GB1094.5)；
- (6) 声级测定(GB7328)；
- (7) 空载电流谐波测量(GB1094.1)；
- (8) 绕组变形试验报告

3.5 上述的例行试验、型式试验和特殊试验均符合 DL/T2024、DL/T2349 要求。

3.6 调相机相关试验详见技术规范专用部分第四章 1.10。

3.7 性能验收试验结果的确认

性能验收试验报告以有资质的第三方为主编写，买卖双方共同参加并签章确认结论。如双方对试验的结果有不一致意见，双方协商解决。

进行性能验收试验时，一方接到另一方试验通知而不派人参加试验，则被视为对验收试验结果的同意，并进行确认签盖章。

第四章 技术服务和设计联络

1 投标方现场技术服务

投标方在接到招标方书面通知后 36 小时内派工程技术人员到现场，指导安装、调试，直至送电成功。

1.1 投标方现场服务人员的目的是使所供设备安全、正常投运。投标方要派合格的现场服务人员。在投标阶段应提供包括服务人月数的现场服务计划表（格式）。如果此人月数不能满足工程需要，投标方要追加人月数，且不发生费用。

现场服务计划表（格式）

序号	技术服务内容	计划人月数	派出人员构成		备注
			职称	人数	

1.2 投标方现场服务人员应具有下列资质：

1.2.1 遵守法纪，遵守现场的各项规章和制度；

1.2.2 有较强的责任感和事业心，按时到位；

1.2.3 了解合同设备的设计，熟悉其结构，有相同或相近机组的现场工作经验，能够正确地进行现场指导；

1.2.4 身体健康，适应现场工作的条件。

投标方要向招标方提供服务人员情况表(见下表格式)。投标方须更换不合格的投标方现场服务人员。

服务人员情况表

姓名		性别		年龄		民族	
政治面貌		学校和专业		职务		职称	
工 作 简 历	(包括参加了哪些工程的现场服务)						
单 位 评 价	(按资质 4 条逐条评价)						
	<div>单位 (盖章)</div> <div>年 月 日</div>						

(注： 每人一表)

1.3 投标方现场服务人员的职责

1.3.1 投标方现场服务人员的任务主要包括设备催交、货物的开箱检验、设备质量问题的处理、指导安装和调试、参加试运和性能验收试验等。

1.3.2 在安装和调试前，投标方技术服务人员应向招标方技术交底，讲解和示范将要进行的程序和方法。对重要工序（见下表），投标方技术人员要对施工情况进行确认和签证，否则招标方不能进行下一道工序。经投标方确认和签证的工序如因投标方技术服务人员指导错误而发生问题，投标方负全部责任。

安装、调试重要工序表

序号	培训内容	计划人月数	培训教师构成		地点	备注
			职称	人数		

1.3.3 投标方现场服务人员应有权全权处理现场出现的一切技术和商务问题。如现场发生质量问题，投标方现场人员要在招标方规定的时间内处理解决。如投标方委托招标方进行处理，投标方现场服务人员要出委托书并承担相应的经济责任。

1.3.4 投标方对其现场服务人员的一切行为负全部责任。

1.3.5 投标方现场服务人员的正常来去和更换事先与招标方协商。

1.4 招标方的义务

招标方要配合投标方现场服务人员的工作。

2 售后服务

设备投运中发生故障，投标方接到招标方通知后在 12 小时内提供解决方案，若需投标方派工程技术人员到现场解决问题，投标方必须在 48 小时内达到现场。

3 培训

3.1 为使合同设备能正常安装和运行，投标方有责任提供相应的技术培训。培训内容应与所供设备和工程进度相一致。

培训计划和内容由投标方在投标文件中列出（格式）。

序号	培训内容	计划人月数	培训教师构成		地点	备注
			职称	人数		

3.2 培训的时间、人数、地点等具体内容由买卖双方商定。

3.3 投标方为招标方培训人员提供设备、场地、资料等培训条件，并提供食宿和交通方便。

4 设计联络

4.1 自合同生效之日起 15 天内，举行设计联络会，投标方应提前 1 周书面提交实施方案、工作日程表及设计图纸传送给招标方。

4.2 联络会讨论的内容包括：

- 明确相应的标准、技术规范。
- 研究确定最终的设备配置方案及组屏方案
- 需要澄清的技术问题。
- 讨论和审定培训计划、工程进度计划。
- 投标方解释供确认的图纸和资料
- 投标方解答采购方所提出的问题
- 共同确认系统内外部接口方案
- 确认系统的最终图纸
- 讨论系统工程化和试验验收工作内容
- 讨论系统安装、现场调试等问题
- 讨论其它为履行合同双方需要协调的问题

4.3 招标方有权要求召开联络会讨论相关问题。

4.4 设计联络会由投标方组织，招标方将派技术人员参加。

4.5 会议纪要：每次联络会由投标方负责记录并编写纪要，纪要用中文书写，包括讨论的内容和得出的结论。由有关各方首席代表签字确认后生效，并作为合同的一部分。

设计联络计划表

序号	次数	内容	时间	地点	人数

第五章 质量保证及管理

1 投标方应保证投标产品及其辅助设备是全新的，未使用过的，采用的是优质材料和先进工艺，并在各方面符合合同规定的质量、规格和性能。投标方应保证投标产品及其辅助设备经过正确安装、正常操作和保养，在其寿命期内运行良好。由于投标方设计、材料或工艺的原因所造成的缺陷或故障，投标方应免费负责修理或更换有缺陷的零部件或整机。

2 投标人应为调相机成套设备至少 3 年质保期服务（质保期以商务合同要求为准）。

3 在质量保证期内，由于投标方设备的质量问题而造成停运，投标方应负责尽快更换有缺陷或损坏的部件，并赔偿相应损失；同时设备的质保期将重新计算。

4 投标方应对合同设备的设计、材料选择、加工、制造和试验等整个制造过程严格按其质量保证体系执行。

5 设备在制造过程中，招标方有权分批派遣有经验的工程师去投标方制造厂对设备的组装、出厂试验和包装等方面进行监制和抽查验证。招标方人员不签署任何质量证明，招标方人员参加监制和验证既不解除投标方按合同规定所应承担的责任，也不代替招标方到货的检验。投标方在设备制造前应向招标方提供生产计划表，以便招标方选定来厂日期和需参加验证的项目和内容。

6 对合同设备，投标方应采用有运行经验证明正确的、成熟的技术；若采用投标方过去未采用过的新技术，应征得招标方的同意。

7 投标方从其他厂采购的设备，一切质量问题应由投标方负责。

8 制定以下质量目标：

质量目标：达标投产，不发生一般及以上质量事故。

招标人鼓励投标人提出更高的质量标准，并在工程中实施。

第六章 分包与外购

投标方要按下列表格填写分包情况表，每项设备的候选分包厂家一般不少于 3 家，并报各分包厂家的简要资质情况（包括与本设备的配套业绩）。最后确定的分包商要经招标方认可。

表 分包情况表

序号	设备/部组件	型号	单位	数量	产地	分包商名称	资质情况 (包括与本设备 配套业绩)	备注
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

注：下表中的序号和内容应与第二章的一致。

投标方应把大部件的情况详细予以说明，并分别详细说明运输方案和措施（投标方填写）。

[illegible]

第二部分专用部分

第一章 供货范围

1 一般要求

1.1 本技术规范专用部分规定了合同设备的工作内容及供货范围。投标方保证提供设备为全新的、先进的、成熟的、完整的安全可靠的，且设备的技术经济性能符合本技术规范的要求。

1.2 投标方应提供详细供货清单，清单中依次说明型号、数量、产地、生产厂家等内容。为满足技术规范书中设备的技术要求，对于属于整套设备运行和施工所必需的部件，即使本技术规范未列出或数目不足，投标方仍须在执行合同时补足。

1.3 投标方应提供所有安装和检修所需专用工具和消耗材料等，并提供详细供货清单。

1.4 投标方应提供随机备品备件，并在投标书中给出具体清单。

1.5 提供所供设备的进口件清单。

1.6 投标方提供的技术资料清单见通用部分。

1.7 调相机散热量计算需考虑过励、沙漠高温工况，并同时设计散热冗余，确保整套调相机系统安全稳定运行。

1.8 冷却器吸风、出风口需满足在当地环境下安全运行，其过滤采用三级过滤（ $5\mu\text{m}$ ），并具备自动反吹功能。过滤棉、网应便于拆卸清洗，方案需经招标方确认。

2 供货范围

序号	升压站	调相机	供货地点	备注
1	1#站	2 台，包含 2 套 SFC 系统、2 套励磁系统、2 台调相变、2 台 35kV 隔离变压器、2 台 35kV 站用变及配套配电设备、2 台调相机主机、辅机系统及其他相关必要的设备。		

2	2#站	1 台,包含 1 套 SFC 系统、1 套励磁系统1 台调相变、1 台 35kV 隔离变压器、1 台 35kV 站用变及配套配电设备、1 台调相机主机、辅机系统及其他相关必要的设备。		
3	3#站	1 台, 包含 1 套 SFC 系统、1 套励磁系统、1 台调相变、1 台 35kV 隔离变压器、1 台 35kV 站用变及配套配电设备、1 台调相机主机、辅机系统及其他相关必要的设备。		

2.1 主机和一次设备、材料、备品备件、专用工具清单

提供满足本规范书的 4 套-50Mvar~+50Mvar 调相机全套组主机和一次设备，包括所有工程设计（电气及土建）、服务及培训。

表 2.1-1 主机和一次设备、材料、备品备件、专用工具表

序号	名 称	型 号	单 位	数 量	产 地	生 产 厂 家	备 注
一	调相机设备	50Mvar 配套设备，及其附件、备品备件、专用工具等，每套包含以下设备	套	4			以下为每套布。
1	调相机本体	50Mvar 10.5kV，每套包括如下设备	套	1			
1.1	转子		套	1			
1.2	定子		套	1			
1.3	轴承		套	1			
1.4	刷架		套	1			
1.5	刷盒		套	1			
1.6	电刷		套	1			
1.7	出线		套	1			

序号	名 称	型 号	单 位	数 量	产 地	生产 厂家	备注
1.8	底板、地脚螺栓 (包括配合螺 母、垫圈)		套	1			
1.9	测温装置		套	1			
1.10	大轴接地		套	1			
1.11	集电环在线监测 系统		套	1			
1.12	盘车		套	1			
1.13	端子箱	满足工程规模需求	套	1			
1.14	调相机隔音罩		套	1			
1.15	集电环隔音罩		套	1			
...	投标方认为必须 的设备						
2	润滑油及油净化 装置	调相机润滑油及油净化 装置，每套包括如下设备	套	1			包括全部 自动化元 器件、与 主机连接 管道、各 类阀门、 仪表、电 机等，还 包括冬季 管道保温 措施
2.1	油净化系统		套	1			
2.2	冷却系统	主机若采用空空冷，则油 冷却系统采用自清洁新 风+屋顶排风的形式； 主机若采用空水冷，则油 冷却系统与主机冷却系	套	1			与调相机 主机冷却 系统配套

序号	名 称	型 号	单 位	数 量	产 地	生产 厂家	备注
		统合用。					
2.3	主油箱集装装置	含交流润滑泵、直流润滑泵且满足本工程需求	套	1			
2.4	管道、支吊架、 仪表、油漆	仪器、仪表和传感器等须采用优质品牌的具备三年以上稳定运行业绩的高品质、免维护的工业级产品	套	1			
2.5	控制系统		套	1			
2.6	交直流电机动力 控制柜		套	1			
2.7	顶轴油系统（如有）	满足现场安装及运行需要	套	1			
2.8	润滑油输送泵	满足现场安装及运行需要	套	1			
2.9	贮油箱	满足现场安装及运行需要	套	1			
3	冷却系统	闭式空空冷/ 闭式空水冷冷却器及相关配套附件，户外设备应有防沙措施，每套包含以下设备：	套	1			投标人选择配套成熟的方式
3.1	冷却器	满足现场安装及运行需要	台	1			两种冷却方式任选其一
3.2	进/出风道（空空冷）	满足现场安装及运行需要	套	1			
3.3	调相机进出风口 消音装置（空空冷）		套	1			

序号	名 称	型 号	单 位	数 量	产 地	生产 厂家	备注
3.4	外部变频强迫风机装置（空空冷）		套	1			
3.5	新风系统及冷却风道（空空冷）		套	1			
3.6	水管路、室外机和供水装置（空水冷）	满足现场安装及运行需要	套	1			
3.7	风道固定用支吊架或者水管管道支吊架	满足现场安装及运行需要	套	1			
3.8	软连接装置		套	1			
3.9	风量或水量控制系统（含温度传感器）		套	1			
3.10	风道/水管固定用支吊架	满足现场安装及运行需要	套	1			
...	投标方认为必须的设备						
4	行车吊车	满足调相机使用需求建议 30T	套	1			含起吊专用工具及附件
5	调相机在线状态监测系统（冗余通讯接口）（每套含以下设备）	各系统应开放，后台能接入 DCS	套	1			
5.1	轴系振动监测保护系统（TSI）		套	1			
5.2	轴系振动监测分析故障诊断系统（TDM）		套	1			
5.3	局部放电监测系		套	1			

序号	名 称	型 号	单 位	数 量	产 地	生产 厂家	备注
	统						
5.4	转子匝间短路监测装置		套	1			
5.5	轴电流轴电压在线监测系统		套	1			
...	投标方认为必须的设备.....						
6	上述项中涉及的管道、支吊架、仪表、油漆		套	1			
7	主机厂范围内的仪表就地及远传检测及全套仪表阀、导压管、取样管等安装附件		套	1			满足功能要求
8	调相机出口及中性点侧电流互感器	出线侧： 4000/1A， 5P30/5P30/0.2S/0.2S/5P30 ' 中性点侧： 4000/1A， 0.2S/5P30/5P30/5P30	套	1			施工图阶段确认
9	调相机出口电压互感器，避雷器、匝间保护专用PT	含 3 组 三相电压互感器（全绝缘），1 组氧化锌避雷器，参数最终设计确认：	项	1			
10	调相机出线箱、中性点接线箱		套	1			
11	调相机中性点接地装置及附属连	满足国标	套	1			

序号	名 称	型 号	单 位	数 量	产 地	生产 厂家	备注
	接设备						
12	供货范围内设备间的电缆	满足实际要求	项	1			控制和信号电缆为阻燃耐火型屏蔽电缆
13	其他		项	1			

序号	名 称	型 号	单 位	数 量	产 地	生产 厂家	备注
二	励磁系统	-50Mvar~+50Mvar 调相机励磁控制单元控制单元。 励磁系统的设计、制造、软件开发、工厂试验、出厂试验、包装、运输、现场开箱检查、指导现场安装、调试和试验、联调试运行、电网验收、用户培训、售后服务 每套包含以下设备	套	4			含励磁系统的设计、制造、软件开发、工厂试验、出厂试验、包装、运输、现场开箱检查、指导现场安装、调试和试验、联调试运行、电网验收、用户培训、售后服务
1	励磁变压器（包括	容量满足主机要求，二级能效	套	1			励 磁 变 容

序号	名 称	型 号	单位	数量	产 地	生产 厂家	备注
	高低压侧穿心式电流互感器、非电量保护等配套设备、非磁性金属防护外壳)						量 由 投 标 人 提 供 计 算 书
2	励磁控制系统设备		套	1			
2.1	数字式励磁调节装置	双通道	套	1			
2.2	可控硅整流装置	并联数不小于 2	套	1			
2.3	灭磁装置: 包括灭磁开关、灭磁电阻、过电压保护、变送器		套	1			
2.4	转子接地保护装置		套	1			注入式
2.5	柜间连接铜排		套	1			
2.6	AVR 脉冲信号连接电缆		套	1			
2.7	启动励磁柜 (含启动励磁		套	1			

序号	名 称	型 号	单位	数量	产 地	生产 厂家	备注
	变) 若需						
3	柜间控制 电缆		套	1			阻燃 耐火 电缆
4	励磁动力 电缆	励磁变至励磁盘、励磁盘至调 相机	套	1			阻燃 耐火 电缆
5	每套含调节 器柜 1 面、 功率柜 2 面、灭磁柜 1 面、启动 柜 1 面，要 求盘柜深度 不得超过 1200mm。		套	1			具体 以设 计为 准
6	其他		套	1			
三	SFC 设备 与控制系统接口	-50Mvar~+50Mvar 调相机启动 系统及控制单元。 SFC 系统的设计、制造、软件 开发、工厂试验、出厂试验、 包装、运输、现场开箱检查、 指导现场安装、调试和试验、 联调试运行、电网验收、用户 培训、售后服务 每套包含以下设备	套	4			含 SFC 系统的 设计、 制造、 软件开 发、工 厂试 验、出 厂试 验、包 装、运 输、现 场开 箱检 查、指 导现 场安 装、调 试和试 验、联 调试运 行、电 网验

序号	名 称	型 号	单位	数量	产 地	生产 厂家	备注
							收、用 户 培 训、售 后服务
1	启动用的 可变频率 电源装置	主要部件：控制系统、6-12 脉 冲整流器、6 脉冲逆变器、电 抗器、过电压保护器、冷却风 机等；	套	1			
2	启动设备 保护控制 和监视功 能元件， 专用控制 盘；		套	1			
3	SFC 隔离变压 器变压器 及相关附 件	容量满足启动要求，二级能效	套	1			SFC 应 提 供 谐 波 计 算，满 足 国 和 网 谐 波 要求
4	本系统柜 间连接控 制电缆、 动力电缆 及母线 （注 1）		套	1			
5	启动过程 中 35kV 断 路器的逻 辑（在 DCS		套	1			

序号	名 称	型 号	单位	数量	产 地	生产 厂家	备注
	顺控逻辑中实现)控制装置与 AVR 及 DCS 的接口;						
6	机端隔离开关柜		套	1			
7	所有开关柜、隔离变柜应提供完善的防误闭锁措施,具体方案在设联会中确认		项	1			
8	厂家需提供 SFC 启动时谐波对站用电源系统影响的计算书或仿真报告		项	1			
四	调相机升压变压器	1) 变压器本体(包括底架及附件)及运输和就位; 2) 本体端子箱; 3) 本体及连接到端子箱和控制箱之间的耐油、阻燃、屏蔽电缆;	套	4			, 以下为每套布置

序号	名 称	型 号	单位	数量	产 地	生产 厂家	备注
		4) 备品备件及专用工具等; 5) 变压本体与其附属设备之间的连接设备 (如管道、阀门、电线、电缆等), 包括 10.5kV 侧出线端子与封闭母线接口法兰座, 由投标方供应。 每套包含如下设备:					
1	变压器本体	S20-63000/35-NX2 37±2×2.5%/10.5kV Yd11 Ud=10% (暂定, 如参数调整价格不能变化) 满足 GB20052 中 2 级能效标准	Z	1			
1)	硅钢片		kg	按需			
2)	绕组铜线		kg	按需			
3)	110%绝缘油	45#克拉玛依油	kg	按需			含 备 用油
2	高压套管	CT 参数: 1500/1A 5P30/5P30/0.2s, 15/15VA/5VA	只	3			
3	低压套管		只	3			
4	散热器		套	1			
5	气体继电器		只	1			
6	压力释放		只	2			

序号	名 称	型 号	单位	数量	产 地	生产 厂家	备注
	器						
7	绕组温度 测量、控制 和就地及 远方显示 成套装置		套	1			
8	油面温度 测量、控制 和就地及 远方显示 成套装置		套	1			
9	本体防震 装置		套	1			
10	本体端子 箱		只	1			
11	各种阀门		台套	1			
12	升高座、 支架和接 线端子		台套	1			高压 侧适 合与 高压 电缆 连接、 低压 侧适 合与 管型 封母 连接
13	连接本体 及附件的 母排、电 缆、电线、		台套	1			

序号	名 称	型 号	单位	数量	产 地	生产 厂家	备注
	管线、槽盒等						
14	无励磁分接开关		台套	1			
15	外油立式式波纹储油柜		套	1			
16	35kV 氧化锌避雷器	HY5WZ-51/134 带计数器, 含支架和接地螺栓等附件	台	3			户外型
17	35k 支柱绝缘子及母线	ZSW-35, 含支架, 母线长满足现场要求	台	6			
18	其他		项	1			未列全的设备、材料、元件等, 投标方可自行续列。
五	封闭母线	每套包含:	套	4			以下为每套布置
1	主回路封闭母线	导体为铜、截面尺寸和载流量经计算满足调相机在系统各工况中安全稳定运行需求, 母线	三相米	20 (暂估, 最终			与机组出线端

序号	名 称	型 号	单位	数量	产 地	生产 厂家	备注
		载流量不低于 5000A。		以实际用量为准)			连接、与调相机变压器低压侧接线端连接装置、机端和中性点电流互感器（CT）由投标人提供。负责封母现场焊接工作
	主回路户外环氧树脂半绝缘管母线		相米	(90×3) 暂估，最终以实			含连接支吊架、固定

序号	名 称	型 号	单位	数量	产 地	生产 厂家	备注
				实际用 量为 准			金具、 软连 接等
	10kV 穿 墙套管	24kV 5000A	套	3			以具 体设 计需 求为 准
2	分支回路 户内封闭 共箱母线	导体为铜、截面尺寸和载流量 经计算满足调相机在系统各工 况中安全稳定运行需求。母线 载流量不低于 1250A。	相米	(3 × 10) 暂 估， 最终 以实 际用 量为 准			封母 上支 路的 接口 由投 标人 提供： 1) 励 磁变； 2) 隔 离变； 3) PT 柜；
3	外壳及接 口密封件	铝合金、法兰及密封垫、导体 和外壳的软、硬连接接头（含 伸缩节结构）	套	1			
4	安装所需 支撑架、 吊架		套	1			

序号	名 称	型 号	单位	数量	产 地	生产 厂家	备注
5	穿墙套管		套	按需			
6	全套外壳 支持结构		套	1			
7	母线安装 所需支吊 架		套	1			支吊 点位 置由 厂家 提出 要求, 最终 以设 计院 图纸 为准
8	调相机出口 TV 及 避雷器柜 及附属连 接设备		套	1			
10	安装和检 修所需专 用工具和 消耗材料 等		套	1			
11	母线外壳 上的全部 密封件		套	1			
12	母线接地 装置		套	1			
13	调相机变 压器升高 座以上的 套筒		套	1			

序号	名 称	型 号	单位	数量	产 地	生产 厂家	备注
14	镀锌支持和悬挂钢结构		套	1			
15	机端电流互感器		套	1			
16	中性点电流互感器		套	1			
六	35kV 设备	每套包含以下设备：	套	4			
1	35kV 调相机站用变压器	满足现场使用要求，二级能效	台	1			以 实 工 程 为 准
2	35kV 氧化锌避雷器	YH5WZ-51/134 带计数器	台	6			户 外 型（以 实 际 工 程 为 准）
3	35kV 隔离开关	GW4-35DW	组	1			户 外 型
七	10kV 设备	每套含以下设备：	套	4			
1	10kV 开关柜		面	6 （暂定）			以满 足需 要为 准
八	400V 设备	每套含以下设备：	套	4			

序号	名 称	型 号	单位	数量	产 地	生产 厂家	备注
1	400V 开关柜 (MNS 柜)	交流配电屏 1000V、1600A，含备自投或双电源自动切换装置，5 台 1600A 框架断路器，折合 150 台 125A 塑壳断路器，配浪涌保护器，最终配置以确认图纸为准	面	5 (暂定，以满足实际需要为准)			具有 MCC、照明、充电器等
2	照明配电箱	塑壳断路器，双电源转换开关，剩余电流保护装置应满足《剩余电流动作保护装置安装和运行》(GB/T 13955-2017)。	面	3 (暂定，以满足实际需要为准)			以实际工程为准
3	动力配电箱	塑壳断路器，双电源转换开关采用，剩余电流保护装置应满足《剩余电流动作保护装置安装和运行》(GB/T 13955-2017)	面	3 (暂定，以满足实际需要为准)			以实际工程为准
4	检修动力箱	塑壳断路器，剩余电流保护装置应满足《剩余电流动作保护装置安装和运行》(GB/T 13955-2017)。	面	3 (暂定，以满足实际需要为准)			以实际工程为准
5	吊车动力箱	塑壳断路器，配套提供专用电缆，剩余电流保护装置应满足《剩余电流动作保护装置安装	项	2 (暂定，以满足实			以实际工程为准

序号	名 称	型 号	单位	数量	产 地	生产 厂家	备注
		和运行》（GB/T 13955-2017）。		际需 要为 准）			

注 1：SFC 输出与调相机连接应有为母线连接并且设置隔离开关（明显断开点，电动操作）。

注 2：标书中电流电压互感器参数最终以图纸确认为准。

注 3：电缆需采用低温耐寒型阻燃耐火电缆。

2.2 电气二次设备、材料、备品备件及专用工具清单

2.2.1 一般要求

（1）提供满足本规范书的 4 套-50Mvar~+50Mvar 调相机组监控单元（DCS）的全套硬件及软件，包括所有工程设计、服务及培训。DCS 容量满足全部接点的接入，并预留 15%的容量要求。DCS 监控后台分别各布置一台布置于 1#、2#、3#升压站控制室及调相机电子间，且 1#、3#升压站调相机 DCS 监控后台还需布置一台布置于 2#升压站控制室内，满足在 2#升压站内显示控制 1#、3#升压站调相机的功能。DCS 系统需满足接入智慧新能源场站的要求，需预留接口并配合调试，三维模型和提供数据资料。具体配置在设计联络会上讨论确认。

投标方提供的 DCS 应是本系列产品中现今最可靠、最稳定、最先进的控制系统。

投标方应提供 DCS 控制单元施工、调试和正常运行时所需要的技术文件、部件、材料、备品备件和专用工具以及供货清单。

（2）提供满足本规范书的 4 套-50Mvar~+50Mvar 调相机组继电保护及安全自动装置的全套硬件及软件，包括所有工程设计、服务及培训。

(3) 提供满足本规范书的 4 套-50Mvar~+50Mvar 调相机组调度自动化系统的全套硬件及软件，包括所有工程设计、服务及培训。

(4)提供满足本规范书的 4 套-50Mvar~+50Mvar 调相机组直流电源系统和 UPS 系统的全套硬件及软件，包括所有工程设计、服务及培训。

(5)提供满足本规范书的 4 套-50Mvar~+50Mvar 调相机组消防报警系统和视频、安防系统的全套硬件及软件，包括所有工程设计、服务及培训。

(6) 接入原有涉网设备的需考虑相关接口服务费，按照电网调度端在各场站加装调相机后的情况下对 AGC、AVC 综合监控系统的功能扩建和统一调控方案，预留改造接口。 •

2.2.2 供货范围

投标方应确保供货范围完整，满足招标方对安装、调试、运行和设备性能的要求，并负责指导安装、调试、投运等相关服务。在技术规范中涉及的供货要求也作为本供货范围的补充，若在安装、调试、运行中发现缺项，投标方应补充供货。对于调相机安全稳定运行所必须的设备，投标方也应负责提供。

2.2.3 备品备件和专用工具

2.2.3.1 备品备件

1) 投标方应保证备品备件长期稳定供货。对主要设备或与主设备功能相同并兼容的替代品，其备品的供货期至少是设备验收后十年或该设备退出市场后 5 年（二者之中取时间长的一种）。当投标方决定中断生产某些组件或设备时，应预先告知招标方，以便招标方增加这些设备的备品备件。

2) 投标方应对所供设备进行在线联调、现场可利用率测试（SAT）以及三年运行和维护所必需的备品件提出建议和报价。

3) 投标书中应列出推荐的备品备件清单，并有详细的说明，以便招标方了解这些备品备件用于哪些具体项目上。

4) 投标方用于全套设备的标准组件如有改动,则编制备品备件清单时应作相应修改。

5) 投标方提供有关备品备件的保管资料,如存放期限、是否需干燥剂等。

6) 所有备品备件的一些主要部件(如印刷电路板)在发运前,都应逐件进行测试,以保证在设备中正常运行。

7) 每一种类的模件,至少应有 10%(至少一块模件)的备品备件,但每一种类最多不超过 10 块。最终备品备件清单由招标方确认。

8) 投标方应提出有关备品备件存储和管理的建议,如:备件是否需要带电备用。

2.2.3.2 专用工具

1) 投标方应提供所有便于维修和安装系统设备所使用的专用工具。专用工具至少应包括下列项目:

—— 专用测试设备

—— 专用工具、夹具、卡具

2) 除专用工具外,投标方还应向招标方提供一份推荐的维修测试人员必备的标准工具清单。

3) 日常维护仪表

投标方除提供上述专用工具外还提供下列本工程仪表维护所需的仪表和设备。

2.2.4 电气二次设备、材料、备品备件及专用工具供货范围明细表

表 2.2-1 电气二次设备、材料、备品备件、专用工具表

序号	名称	规格型号	单位	数量	产地	生产厂家	备注
一	-50Mvar-+50Mvar 调相机 DCS 控制单	每套包含以下设	套	4			以下为单套 设备配置数

	元	备:					量, 只要整套系统需要, 设备不限于此表所列
1	CPU 主板	满足-50Mvar~+50Mvar 调相机在系统各工况下安全稳定运行	套	1			
2	电源模块	输入 DC220V 输出: 按需	套	1			
3	通信模块		套	1			满足机组接入需求
4	模块底板	标准卡板安装底板	套	1			按模块配置所需数量供货
5	测温模块	(8 路 RTD)×18	套	1			满足机组接入需求
6	模入模块	(16 路 AI)×15	套	1			满足机组接入需求
7	开入模块	(32 路 DI)×28	套	1			满足机组接入需求
8	事故顺序记录模块	(16 路 SOE)×1	套	1			满足机组接入需求
9	开出模块	(16 路 DO)×10	套	1			满足机

							组接入需求
10	模出模块	(8路AO)×4	套	1			满足机组接入需求
11	功率转换器		套	2			
12	其他模块	按需配置	套	1			
13	屏柜(2260×800×600)mm	组屏数量按需	套	1			
14	调相机紧急控制箱	壁挂式	套	1			
二	DCS 控制单元后台设备			4			
1	操作员兼主机工作站	以下为每套配置:	套	1			布置在升压站中控室
1.1	主机(机架式/非机架式) 要求: 1) 非停产设备; 2) 应提供产品的原厂家的技术说明; 3) 设备质保期应达到招标要求的质保年限,若设备原厂质保期小于要求的质保年限,由投标厂家负责购买原厂延长服务,其费用放入投标总价中	1) CPU 类型: 国产; 2) CPU 核心数: 八核心; 3) 主频: ≥3GHz 及以上; 4) 内存容量: ≥16G (DDR4); 5) 显存位宽: 384bit (GDDR5, 独立显卡); 6) 固态硬盘: ≥1TGB; 7) 机械硬盘: ≥4TGB; 8) 网卡数量: ≥2 块; 9) 网卡速率: ≥	台	1			

		100/1000 Mbit/s; 10) 光驱: DVD ×1; 11) 电源: 双电 源; 12) 操作系统: 国产操作系统; 13) 品牌: 国产 优质双电源配置					
1.2	显示器要求: 1) 非停产设备; 2) 应提供产品的原 厂家的技术说明; 3) 设备质保期应达 到招标要求的质保 年限, 若设备原厂质 保期小于要求的质 保年限, 由投标厂家 负责购买原厂延长 服务, 其费用放入投 标总价中	显示器尺寸: __ <u>27 寸液晶(需与</u> <u>升压站显示器尺</u> <u>寸保持一致);</u> 分辨率: __ <u>1920*1080</u> ; 鼠标、键盘: <u>各 1</u> 个	台	2			
1.3	操作系统		套	1			
1.4	数据库		套	1			
1.5	支持软件、应用软 件、通信接口软件等		套	1			
1.6	核心防护软件		套	1			
1.7	网络安全监测系统 网络探针等		套	1			
2	主机兼操作员工作 站		套	1			安装在调相 机站二次设 备室

2.1	<p>主机(机架式/非机架式)要求:</p> <p>1) 非停产设备;</p> <p>2) 应提供产品的原厂家的技术说明;</p> <p>3) 设备质保期应达到招标要求的质保年限, 若设备原厂质保期小于要求的质保年限, 由投标厂家负责购买原厂延长服务, 其费用放入投标总价中</p>	<p>1) CPU 类型: 国产;</p> <p>2) CPU 核心数: 八核心;</p> <p>3) 主频: $\geq 3\text{GHz}$ 及以上;</p> <p>4) 内存容量: $\geq 16\text{G}$ (DDR4);</p> <p>5) 显存位宽: 384bit (GDDR5, 独立显卡);</p> <p>6) 固态硬盘: $\geq 1\text{TGB}$;</p> <p>7) 机械硬盘: $\geq 4\text{TGB}$;</p> <p>8) 网卡数量 ≥ 2 块;</p> <p>9) 网卡速率: $\geq 100/1000\text{Mbit/s}$;</p> <p>10) 光驱: DVD $\times 1$;</p> <p>11) 电源: 双电源;</p> <p>12) 操作系统: 国产操作系统;</p> <p>13) 品牌: 国产优质双电源配置</p>	套	1			
2.2	<p>显示器要求:</p> <p>1) 非停产设备, 放置在屏内;</p>	<p>显示器尺寸: <u>27寸液晶(需与升压站显示器尺寸保持一致)</u>;</p> <p>分辨率:</p>	台	1			

	<p>2) 应提供产品的原厂家的技术说明;</p> <p>3) 设备质保期应达到招标要求的质保年限, 若设备原厂质保期小于要求的质保年限, 由投标厂家负责购买原厂延长服务, 其费用放入投标总价中</p>	1920*1080; 鼠标、键盘: 各 1 个					
2.3	操作系统		套	1			
2.4	数据库		套	1			
2.5	支持软件、应用软件、通信接口软件等		套	1			
2.6	核心防护软件		套	1			
2.7	网络安全监测系统 网络探针等		套	1			
3	打印机		套	1			
3.1	<p>激光打印机要求:</p> <p>1) 非停产设备;</p> <p>2) 应提供产品的原厂家的技术说明;</p> <p>3) 设备质保期应达到招标要求的质保年限, 若设备原厂质保期小于要求的质保年限, 由投标厂家负责购买原厂延长服务, 其费用放入投标总价</p>	幅面: A3, A4	台	1			

	中						
4	操作台	2 工位	套	1			安装于调相机场站二次设备室
5	五防系统	含五防锁具	套	1			
6	主机兼操作员工作站		套	1			安装于 2# 升压站，仅 1#、3# 升压站需要
7	千兆纵密		套	2			安装于 1#（3#）升压站与 2# 升压站之间
8	备品、备件		套	1			列出清单
9	专用工具		套	1			列出清单
二	准同期装置、机组测量表计		套	4			布置调相机场站二次设备室，以下为单套设备配置数量
1	同期装置屏	(2260×800×600) mm	面	1			以下为每面屏的设备，最终组屏方案在设计联络会上确定
1.1	自动同期系统	自动同期装置、	套	1			

		同期鉴定闭锁继电器及相应选择开关、操作开关、继电器、空开、至 DCS 通讯网线及附件等					
1.2	机组测量表计	滑差表、有功功率表、无功功率表、电压表、频率表、电流表，0.5 级；电度表有功 0.2 级、无功 2 级，双向	套	1			含相关变送器
1.3	触摸屏(如有)	12 英寸、工业级、国产操作系统	套	1			
1.4	模拟接线、操作开关		套	1			
2	PMU 屏	(2260×800×600) mm	面	4			以下为每面屏配置
2.1	宽频同步向量测量采集单元	含调相机相键位置测量单元 (调相机专用功能的测量单元)	套	1			
2.2	宽频同步向量通信单元	与原升压站 PMU 主机通信接口及所需设备和线缆等)	套	1			如距离超过 100m, 采用光纤传输方式, 光纤由厂家提供

2.3	辅助设备	内网交换机（工业级，无风扇，电力权威机构检测合格）、光电转换设备、通信光缆、光熔接盒、网线、跳纤等，	套	1			
3	时钟对时及网络通信屏			4			北斗时钟源取自升压站继电器室甲供对时柜
3.1	时钟对时扩展装置		台	1			
3.2	时钟对时接口装置	含光电转换装置及光模块	套	1			通过双路光纤连接
3.3	规约转换装置		台	1			
3.4	以太网交换机		台	2			
3.5	光电转换装置		对	2			
3.6	辅助设备	光纤配线架（48芯）、通信光缆、光熔接盒、网线、跳纤等	套	1			
3.7	屏体	2260×800×600mm	面	1			
4	电能计量			4			
4.1	电度表柜(2260×800×600) mm		面	1			包括与升压站电能采集装置的连接、通信以及所

							需的设备 及 线缆；包括与 调度端的调 试配合。
4.1.1	关口计量表	1+1 配置，双向、 有功 0.2s 级、无 功 0.2 级	块	2			含检验费用
4.1.2	光电转换装置（含光 模块）		对	1			
4.1.3	屏体	2260× 800× 600mm	面	1			
三	调度端配合						
1	DCS 系统与升压站 计算机监控系统通信 连接以及所需全部的 硬件设备和软件系统	配置终端通信设 备，上传信息并 接收升压站计算 机监控系统终端 的指令。	项	1			投标方负责 涉及的相关 调试及其他 厂家沟通协 调的工作
2	DCS 系统与升压站 的 AVC 监控系统终 端通信连接，所需全 部的硬件设备和软件 系统	上传信息并接收 AVC 监控系统终 端的指令	项	1			投标方负责 涉及的相关 调试及其他 厂家沟通协 调的工作。
3	调度数据网及二次安 防系统	配置数据网络设 备接口	项	1			按需配 置
4	DCS 系统与升压站的 一次调频装置通信连 接，所需全部的硬件 设备和软件系统	上传信息并接收 一次调频系统终 端的指令统一调 控	项	1			投标方负责 涉及的相关 调试及其他 厂家沟通协

							调的工作
四	继电保护系统			4			以下为单套 设备配置数 量
1	调相机组保护 A 屏 (2260×800×600) mm	调相机主后一体 化保护装置 1 套 (含励磁变保护 功能); 打印机 1 台; 附件及通讯网线 1 套	面	1			
2	调相机变压器组保护 B 屏 (2260×800× 600) mm	调相机变压器保 护 (差动) 1 套, 后备保护 1 套; 调相机变压器非 电气量保护 1 套、 35kV 断路器操作 箱 1 台; 打印机 1 台; 附件及通讯网线 1 套	面	1			
3	调相机故障录波屏 (2260×800×600) mm	微型故障录波 单元 1 套; 后台 机 1 台; 打印机 1 台; 附件及通讯 网线一套; 时间 同步信号接口	面	1			满足全站开 关量及模拟 量接入需求, 品牌与升压 站录波一致
4	35kV 隔离变保护监 控一体化装置	含与升压站 35kV 间隔交换机通信 及所需设备	套	1			放置在开关 柜上, 型号与 升压站综自 一致
5	35kV 站用变保护测		套	1			放置在开关

	控装置						柜上
6	继电保护装置与保护信息子站的连接及通信	投标方负责与升压站继电保护信息子站的通信及连接，包括所需接口设备和线缆。	项	1			
7	调变组测控装置屏	测控装置 2 套,96 路开入量	面	1			
8	调相机站与升压站通信接口及传输设备		套	1			
五	控制电源系统		套	4			每套含以下设备
1	UPS 电源系统		套	1			
1.1	电力专用 UPS	每套包含以下配置：30kVA 交流三相输入、直流输入 220V，抗干扰装置，电源切换模块，隔离变、调压变等	套	2			UPS 实际容量应按负荷率不高于 40%设计。
1.2	UPS 馈线	开关：16A，12 个；25A，12 个；32A，10 个；63A，5 个；100A，2 个	套	1			馈线开关均带 SD+OF 触点
1.3	柜体及附件	800×600×2260mm	面	3			
2	220V 直流电源系统						
2.1	蓄电池（600Ah，2V，104 只）	阀控式密封胶体蓄电池，600Ah 104 只，连接电缆、附件及蓄电	组	1			蓄电池容量应满足需求

		池架					
2.2	直流馈线柜	馈线屏至少配置 50 个回路： 100A, 2 回; 63A, 6 回; 40A, 20 回; 32A, 20 回。含绝缘监测装置等	面	2			
2.3	220V 充电柜	(6+1) *30A/220V, 充电模块、微机监控装置、交流进出线开关及相关附件、仪表等	面	2			
2.4	联络柜及蓄电池巡检仪	联络开关、母线切换开关、放电回路开关等。 包括巡检仪及相关探头、连接线等。	面	1			
2.5	氢气浓度检测仪		套	2	放在蓄电池室		
3	事故电源						
3.1	事故电源屏 (EPS)	5kVA, 800×600×2260mm	面	1			
4	电源系统间电缆	含蓄电池与直流, 直流与 UPS、EPS 间电缆	套	1			
六	电缆竖井 (预制)	800×1000×5000mm (长宽高)	套	4			如有
七	火灾报警系统		套	1			负责接入升压站原有火灾报警系统

							主机
八	图像监控、安防系统		套	1			负责接入升压站原有视频监控、安防系统
九	应急照明电源	满足实际需求	套	3			以设计为准
1	应急照明电源屏（EPS）	满足实际需求	面	3			以设计为准
十	控制电缆及光缆						
1	控制电缆						
1.1	ZRC-KYJYP2/23-4x4		m	按需			
1.2	ZRC-KYJYP2/23-4x2.5		m	按需			
1.3	ZRC-KYJYP2/23-8x4		m	按需			
1.4	ZRC-KYJYP2/23-7x1.5		m	按需			
1.5	ZRC-KYJYP2/23-14x1.5		m	按需			
1.6	ZR-DJYJYP2/23-4x3x1.0		m	按需			
1.7	NH-KYJYP2/23-4x4		m	按需			
1.8	NH-KYJYP2/23-2x16		m	按需			
1.9	其他规格的阻燃控制电缆		m	按需			
2	光缆、熔接、尾纤		项	1			
十一	备品备件、专用工具						
1	备品备件	质保期（36个月）内的备品备件	套	1			单独列表

2	专用工具	质保期（36个月） 内的专用工器具	套	1			单独列表

注：控制电缆长度以施工图纸为准。

注2：对需满足安全要求的主要设备需通过政府有关部门指定的中国信息安全测评中心和国家保密科技测评中心网站查看安全可靠测评结果。

2.3 备品备件及专用工具清单（包含但不限于）

表 2.3-1 随机备件须单独列表（应是新品,与设备同型号,同工艺）

序号	名称	规格和型号	单位	数量	产地	生产厂家	备注
1	轴瓦		套	4			
2	碳刷		套	12			应满足3年运行用的量
3	晶闸管		个	3			每台调相机配
4	电源板		块	2			每台调相机配
5	刷握		只	8			
6	接地铜辫		套	12			
7	油净化过滤器滤芯	与供货设备相匹配；须采用优质品牌的具备三年以上稳定运行业绩的高品质、免维护的工业级产品	套	6			定义：每套油净化装置上的所有油净化滤芯为1套
8	油净化装置密封件	与供货设备相匹配；须采用优质品牌的具备三年以上稳定运行业绩的高品质、免	套	3			定义：每套油净化装置上的所有密封件为1套

		维护的工业级产品					
9	风扇每端风叶（各2只）		套	2			
10	轴承油封用绝缘件		套	2			
11	转子盘根		套	2			
12	其他		项	1			

注：价格一项在商务报价中填写。

表 2.3-2 专用工具和仪器仪表

序号	名称	规格和型号	单位	数量	产地	生产厂家	备注
1	大修所需专用工具	其中包括拆装转子所需专用工具	套	1			
2							
3							
4							

注：价格一项在商务报价中填写。

表 2.3-3 投标方推荐的备品备件清单(价格不列入总价中)

序号	名称	规格和型号	单位	数量	产地	生产厂家	备注
1							
2							
3							
4							

注：价格一项在商务报价中填写。

表 2.3-4 进口件及进口材料清单

序号	名称	规格和型号	单位	数量	产地	生产厂家	备注
1							
2							
3							
4							

注：价格一项在商务报价中填写。

第二章 设备交货进度

1 招标方要求:

设备交货时间、进度、方式等应满足现场工程安装进度及招标方的要求。

交货进度表(包括设备、备品备件、进口件及专用工具)

序号	设备/部件名称、型号	发运地点	数量	交货时间	备注
1	50Mvar 调相机成套设备及附属设备		4 套	暂定 2026 年 9 月 25 日首批到货 1 套，其中，底板、地脚螺栓等预埋件 2026 年 8 月 11 日前发货，2026 年 10 月 25 日到货剩余 3 套，其中，底板、地脚螺栓等预埋件提前 2026 年 9 月 10 日前发货。	暂定，具体以业主书面通知时间为准。

(注意：序号要与供货范围分项清单序号一致)

交货地点: 甘肃腾格里沙漠河西新能源基地武威市民勤县独青山 180 万风电项目升压站指定位置车板交货，其中设备的现场卸货和吊装由施工单位负责。调相机的运输和安装对道路、技术和装备的要求高，投标方在发货前必须安排专人进行路堪、现场指导、现场勘探和现场条件确认等工作，确保具备设备运输和正常卸货、吊装的条件。因投标方路堪、现场勘探、现场指导、现场卸货和吊装条件确认不充分等原因造成的货物滞留、延缓吊装等损失由投标方自行承担并处

理，因不可抗力（天气、疫情管控等）等原因导致的货物滞留、延缓吊装等损失由投标方自行承担并处理。

交货方式：车板交货，并经四方开箱验收。

2 投标响应：

交货进度表(包括设备、备品备件、专用工具)

序号	设备/部件名称、型号	发运地点	数量	交货时间	重 量
1					

（注意：序号要与供货范围分项清单序号一致）

第三章 工程概况

1 工程概述:

甘肃腾格里沙漠河西新能源基地武威市民勤县独青山 180 万千瓦风电项目位于甘肃省民勤县，本项目位于甘肃省武威市民勤县红沙岗镇北侧约 12km 处的独青山基岩剥蚀丘陵区，场址区海拔高度约为 1420~1910m。项目场址不规则形状，场址北侧紧武威市与内蒙古市省界交界处，东南侧连古城保护区，场址靠东侧有 S212 省道穿越，与红砂岗镇直线距离约 20km，场址东距民勤县 62km，南距金昌市 77km，场址区与其他红沙岗百万基地风电场的场内道路及县道 X766、省道 S212 相通，对外交通便利。

规划装机容量为 180 万千瓦。新建 3 座 330kV 升压站，1#升压站安装 2 台容量为 320MVA 的 330kV 主变压器，35kV 侧安装 2 套 50Mvar 调相机，2#升压站安装 2 台容量为 280MVA 的 330kV 主变压器，35kV 侧安装 1 套 50Mvar 调相机，3# 升压站安装 2 台容量为 360MVA 的 330kV 主变压器，35kV 侧安装 1 套 50Mvar 调相机。

1 #升压站内调相机厂房为地上一层框架结构建筑，厂房内设 2 台调相机设备，占地面积 1467.72m²，建筑面积 1467.72m²，轮廓尺寸为：60.2m×24.1m。

2 #升压站、3#升压站内调相机厂房为地上一层框架结构建筑，厂房内各设 1 台调相机设备，占地面积 865.08m²，建筑面积 865.08m²，轮廓尺寸为：35.4m×24.1m。

2 运输条件

火车、汽车。

3 气象资料

项 目	单位	数值
-----	----	----

气温	多年平均	℃	6.3
	多年极端最高	℃	41.3
	多年极端最低	℃	-29.5
气压	多年平均	hPa	828
	多年平均水气压	hPa	6.6
降水量		mm	113.2
湿度	平均相对湿度	%	50
蒸发量	平均蒸发量	mm	2675.6
冻土深度		cm	115
积雪深度		cm	5
风速	多年最大	m/s	28
风向	多年主导	/	E/NW
最多天气日数	最多扬沙	d	29
	最多雷暴	d	39

4 工程地质

(1) 拟建场址区地貌属基岩剥蚀丘陵、洪积倾斜平原和沙漠，无活动性断层从场址区通过，且未发生过大于 6 级以上的破坏性地震，区域构造稳定性较好。

(2) 拟建风电场址区基岩剥蚀丘陵区场地类别为 I 1 类，大部分区域属抗震一般利地段，局部区域山梁呈条嘴状突出，属建筑抗震不利地段；倾斜平原场地和沙漠场地类别为 II 类，属建筑抗震有利地段。

(3) 场区西侧地震基本烈度为 VII 度，II 类场地基本地震动峰值加速度 0.15g，地震动反应谱特征周期为 0.40s，地震分组为第三组；场区中部地震基本烈度为 VII 度，II 类场地基本地震动峰值加速度 0.10g，地震动反应谱特征周期为 0.40s，地震分组为第三组；场区东侧地震基本烈度为 VI 度，II 类场地基本地震动峰值加速度 0.05g，地震动反应谱特征周期为 0.40s，地震分组为第三组。

(4) 场址区不良地质作用主要表现为崩塌、泥石流及沟道洪水。

5 电力系统参数

系统标称电压： 35kV / 10.5kV

系统最高电压： 40.5kV / 12kV

额定频率： 50Hz

6 站用电源

站用交流电源电压： 380V / 220V \pm 15%

站用交流电源频率： 三相 / 单相 50Hz \pm 3%

站用直流电源电压： 220V+15% \sim 220V-20%

第四章 技术性能要求

1 调相机本体、冷却系统及润滑油系统

1.1、总体技术要求

本技术规范书适用于单机容量为 50Mvar 的调相机。

本技术规范书提出了相对应的技术方面的基本要求：

- (1) 分布式调相机稳态电压运行范围宜 0.925p.u.-1.075p.u.。
- (2) 频率变化范围为 48Hz 到 52Hz 时，分布式调相机应具备额定无功出力长期稳定运行的能力。系统频率达 55Hz 时，分布式调相机应具备运行 30s 能力。分布式调相机应保证寿命周期中能承受五次系统频率达 60Hz 持续运行 200ms 的能力。
- (3) 分布式调相机应具备在不小于-50 Mvar~50Mvar 范围内长期稳定运行的能力。
- (4) 分布式调相机直轴次暂态电抗应不大于 10%。
- (5) 分布式调相机升压变压器容量宜选择不小于 63MVA，短路阻抗不大于 10%。
- (6) 分布式调相机和升压变压器持续过激磁能力(V/Hz)不应小于 1.1。
- (7) 分布式调相机升压变压器宜采用无载调压分接开关。
- (8) 分布式调相机直轴开路时间常数应不大于 8s。
- (9) 分布式调相机应具备一定的过电压耐受能力，并且具备较强的抑制过电压的能力。在升压变高压母线电压突增至 1.3 p.u.时，调相机持续运行时间应不小于 1s。
- (10) 分布式调相机惯性时间常数 T_j 应不小于 4s。
- (11) 分布式调相机定子过载能力宜不小于 3.5 倍额定定子电流持续 15s 的水平；转子过载能力宜不小于 2.5 倍额定励磁电流持续 15s 的水平。

(12) 调相机采用 SFC 启动方式，启动过程中不应导致站用电的大幅波动，不应影响母线其他设备安全运行且 SFC 共享机组数量不宜太多。

1.1.1 励磁宜采用自并励系统，若采用其他励磁系统应满足高起始性能要求。

1.1.2 调相机应具备在不小于-50Mvar~50Mvar 范围内长期稳定运行的能力。

1.1.3 投标方须保证调相机组满足电网关于调相机涉网性能试验（如励磁系统实测建模、无功调整及动态性能验证等）的相关要求，直至通过验收。

1.1.4 调相机关键参数如下：

1) 强励倍数：强励电压 3.5 倍（ $0.8U_n$ 时）；

2) 定子过载能力应不小于 3.5 倍额定定子电流持续 15s 的水平；转子过载能力不小于 2.5 倍额定励磁电流持续 15s 水平；

3) 短路比： $K_c > 1.0$ ；

4) $T'_{d0} < 0.95s$ ；

5) 定子过电压：调相机应具备一定的过电压耐受能力，并且具备较强的抑制过电压的能力。在升压变压器母线电压突增至 $1.3p.u.$ 时，调相机持续运行时间应不小于 1s；

6) 调相机稳态电压运行范围不小于 $0.925p.u.-1.075p.u.$ ；

7) 频率变化范围为 48Hz 到 52Hz，调相机应具备按稳态无功出力长期稳定运行的能力。系统频率达 55Hz 时，分布式调相机应具备运行 30s 能力。分布式调相机应保证寿命周期内至少承受五次系统频率达 60Hz 时持续运行 200ms 的能力。其它频率下不低于 DL/T 970 的要求；

8) 调相机持续过激磁能力（V/Hz）不应小于 1.1；

9) 调相机直轴开路时间常数 T'_{do} 应不大于 8s；

10) 调相机惯性时间常数 T_j 应不小于 4s;

11) 调相机直轴次暂态电抗应不大于 10%;

12) 调相机应能实现自动启动, 启动过程中不应影响 35kV 母线其它设备安全;

13) 调相机励磁系统应满足的高起始性能响应要求。

14) 调相机快速电压响应: 励磁系统的延迟时间不大于 0.02s, 上升时间(强励)不大于 0.02s, 下降时间(强减)不大于 0.025s。

15) 调相机在不对称的电力系统中运行时, 若任何一相电流均不超过额定值, 且负序电流分量与额定电流之比不超过 10%, 应能长期运行。

1.1.5 其它参数由电机厂优化设计。调相机在额定频率、额定电压、额定冷却介质条件下, 调相机在正常运行工况下长期连续运行时, 各部分温升不超过国标 GB/T 7064 和 GB755 中规定的数值。

1.1.6 调相机定子额定电压为 10.5kV, 额定转速为 3000r/min (隐极机) 或 1000r/min (凸极机) 满足频率为 50Hz 的要求。

1.1.7 调相机冷却方式任选封闭式空空冷却系统和闭式空水冷却系统其中之一, 投标方需对两种冷却方式做出对比分析, 最终确定采用哪种冷却方式。

1.1.8 调相机在满载运行时, 含包括励磁集电环在内, 距外壳 1 米, 距地面高 12 米处, 噪音水平小于 85dB (A);

1.1.9 调相机出线端子数目为 6 个。调相机转子转向从出线端往非出线端看为逆时针。调相机定子出线相序在设计联络会确定。

1.1.10 调相机定子出线端处采用封闭母线连接, 投标方负责组织母线厂提供装配、安装图纸, 技术问题相互配合。

1.1.11 投标方在中标后应根据机组的整体情况对励磁系统及 SFC 系统提出技术要求，并负责调相机与励磁系统及 SFC 系统的整合。投标方需对调相机整体性能的达标负责。

1.1.12 投标方应负责与励磁系统供货商及 SFC 系统供货商相互配合，各方的设计资料应满足工程需求。

1.1.13 投标方应对与调相机系统有关的励磁系统资料和 SFC 系统资料进行技术把关，直至调相机系统整体性能满足工程设计要求。

1.1.14 机组寿命保证

1) 投标方的所有设备设计和制造合理，在本技术规范书规定的各种条件下调相机组的保证使用寿命至少为 30 年。在保证使用寿命期间、符合本技术规范书规定的各种条件下能安全、稳定和连续运行，且不会产生过大应力、振动、腐蚀和操作困难。

2) 机组在其保证使用寿命期内，能在额定负荷和 1.1 倍额定电压下，在短路电流不超过三相突然短路所产生的最大相电流的情况下，能承受出线端任何形式的突然短路而不发生导致立即停机的有害变形，而且还能承受非同期误并列的冲击。

3) 调相机为自动准同期方式，应能承受频率差在 $\pm 0.6\text{Hz}$ 、电压差 $\pm 5\%$ 、相角差 $\pm 10^\circ$ 以内并网所产生的冲击。

1.1.15 本规范书中所使用的单位为国家法定计量单位制。

1.1.16 投标方应提供调相机本体及相应辅助系统的全套检测仪表、就地控制设备及安装附件。

1.1.17 投标方应负责提供满足相关规范、标准要求的调相机本体消防系统（如果有）。

1.1.18 本工程室内设置消火栓系统，调相机本体水消防系统与厂区消防系统的接口（如果有），投标方应负责接至设备本体外 1 米处。

1.1.19 调相机环境适应性

本升压站站址处污秽等级 d 级的地区，地处腾格里沙漠边缘，风沙较大，海拔高程约为 1507m-1736m，最低温度为-29.5℃，最高温度 42.4℃。根据“中国地震动参数区划图”（GB18306-2015），场区西侧地震基本烈度为 VII 度，II 类场地基本地震动峰值加速度 0.15g，地震动反应谱特征周期为 0.40s；场区中部地震基本烈度为 VII 度，II 类场地基本地震动峰值加速度 0.10g，地震动反应谱特征周期为 0.40s；场区东侧地震基本烈度为 VI 度，II 类场地基本地震动峰值加速度 0.05g，地震动反应谱特征周期为 0.40s，区域构造稳定性较好。调相机及成套设备应能满足以上运行环境要求。

调相机散热量计算需考虑过励、沙漠高温工况，并同时设计散热冗余，确保整套调相机系统安全稳定运行

1.2 系统构成

调相机系统主要包括调相机本体、冷却系统、润滑油系统、励磁系统、启动系统、保护、控制系统、调相机变压器、封闭母线等。

励磁系统采用自并励静态励磁系统，启动系统采用静止变频系统 SFC（Static Frequency Converter），冷却系统采用空空或者空水冷却系统，润滑油系统包括润滑油系统及油净化装置等，润滑油系统按照模块化设计并供货。

1.3 调相机本体性能及结构设计

1.3.1 调相机基本参数

名 称	参 数
额定输出容量	-50~50Mvar（注：在额定电压、额定频率、额定冷却介质温度）
额定电压	10.5kV
频率	50Hz

名 称	参 数
额定转速	3000r/min （隐极机）或 1000r/min （凸极机）
额定损耗	小于 1.6%Sn
定子绕组、转子绕组、定子铁芯绝缘等级	F 级绝缘，B 级温升考核
冷却方式	空空/空水冷系统
短路比	>1.0
直轴超瞬变电抗 X_d''	≤ 0.10
定子直轴短路瞬变时间常数 T_d'	<0.95s
直轴开路时间常数 T_{d0}'	<8s
转子机械时间常数 T_j	>3.7s
相数	3
极数	2 极（隐极机）或 6 极（凸极机）
定子绕组接线方式	Y 接
承受负序电流能力	稳态 $I_2/I_N \geq 10\%$
	暂态 $(I_2/I_N)^2 t \geq 10s$
1 分钟工频耐受电压（有效值）	定子绕组 $2U_N + 1000V$
定子过流能力	定子过电流 3.5 倍，时间不小于 15s
定子过压能力	系统电压由 1.0 PU 突增至 1.3 PU，调相机系统能够承受该过程并持续 1s。
励磁绕组工频耐受电压（有效值）	10 倍额定磁场电压，最低 1500V
调相机励磁顶值电压	≥ 3.5 倍额定励磁电压（0.8 U_N 时）
调相机励磁允许强励持续时间	强励电流 2.5 倍 15s
噪音（距外壳水平 1m，高度 1.2m 处）	室内布置不大于 85dB
调相机持续过激磁能力	不小于 1.1
向系统提供的短路容量	不小于额定容量 5 倍
稳态电压运行范围	0.925p.u.-1.075p.u

1.3.2 电压和频率变化范围

电压变化范围为 $\pm 7.5\%$ ，频率变化范围为 -3% 到 $+2\%$ 时，连续输出额定无功功率。当调相机电压变化为 $\pm 7.5\%$ ，频率变化为 -4% 到 $+4\%$ 的范围运行时，温升不超过 GB/T 7064 和 GB 755 的规定。

1.3.3 调相机各部位允许振动值

1) 在所有稳定运行工况下（额定转速）运行时，应满足 GB/T 7064-2017 隐极同步发电机技术要求的要求，且应在轴承座上测得的双振幅振动值，无论是垂直或横向均不大于 0.025mm ，在任何轴颈上所测得垂直、横向双振幅相对振动值不大于 0.05mm ，各转子及轴系在通过临界转速时各轴承座双振幅振动值不大于 0.08mm ，各轴颈双振幅相对振动值不大于 0.15mm 。投标方提供过临界转速时的最大允许振动值和厂内标准及本设备转子动平衡参数。

调相机轴承座、大轴上备有装设测振器的位置/支架，以便装设监测轴承座、大轴振动监测仪表。

2) 定子绕组振动位移（峰峰值）不大于 $250\ \mu\text{m}$ ；定子铁芯振动位移（峰峰值）不大于 $50\ \mu\text{m}$ ，机座振动位移（峰峰值）不大于 $15\ \mu\text{m}$ ；

3) 冷态下端部绕组模态试验的椭圆型固有振动频率的合格范围为 $f_Z \leq 95\text{Hz}$ 、 $f_Z \geq 110\text{Hz}$ ；端部绕组中的鼻端、引线、过渡引线固有振动频率的合格范围为 $f_Z \leq 95\text{Hz}$ 、 $f_Z \geq 108\text{Hz}$ 。运行时振幅控制值为 $\leq 250\ \mu\text{m}$ 。

4) 定子铁芯和机座振动的固有频率避开基频和倍频 $\pm 10\%$ 以上，以防止共振。定子铁芯振幅控制值 $\leq 50\ \mu\text{m}$ ，定子机座振幅 100Hz 时 $\leq 15\ \mu\text{m}$ 。

1.3.4 定子绕组三相直流电阻值允许偏差

定子绕组三相直流电阻值在冷态下任何两相阻值差，在排除由于引线长度不同引起的误差后，不超过其最小值的 1% 。

1.3.5 定子电压波形的不规则性全谐波畸变

调相机定子绕组在空载额定电压和额定转速时，其线电压波形全谐波畸变不超过 5%。调相机电话谐波因数不超过 0.5%（从额定频率至 5000Hz 范围的全部谐波）

1.3.6 轴电流的防止

轴电流的防止可参照采用如下措施：

- 1) 采取有效的技术措施，防止有害的轴电压和轴电流。转子轴经碳刷或铜辫子良好接地。
- 2) 用谐波过滤器降低静态励磁引起的轴电压，并控制在 10V 之内；
- 3) 装设接地电刷，保证转子轴良好接地；
- 4) 调相机励端轴承座与底板间加装便于在运行中测量绝缘电阻的双层绝缘垫。

1.3.7 进相运行能力

调相机稳态进相运行能力不低于-50Mvar。

1.3.8 过电流/不平衡负载能力

调相机具有一定的短时过负荷能力，能承受 3.5 倍的额定定子电流历时 15s。

- 1) 调相机允许过电流时间与过电流倍数以下式计算：

$$(I^2-1) t=168.75$$

式中：I—一定子过电流的标么值；

t——持续时间，适用范围 5~60s。

- 2) 励磁绕组具有承受 2.5 倍的额定励磁电流历时 15s 的能力

时间（秒）	15	26.5	35.2	63
-------	----	------	------	----

磁场电流 (%)	250	200	180	150
----------	-----	-----	-----	-----

3) 调相机能承受一定的稳态和暂态负序电流的能力。当三相负载不对称, 且每相电流不超过额定定子电流 (I_N), 其负序电流分量 (I_2) 与额定电流 I_N 之比不小于 10%, 能连续运行, 当发生不对称故障时, 故障运行的 (I_2/I_N) $2t$ 不小于 10s。

1.3.9 频率异常运行能力

在带负荷运行的情况 (不包括启动和停机等) 下, 调相机频率异常的允许运行时间需满足要求:

频率范围 Hz	允许运行时间		备注
	累计 min	每次 s	
$52 < f \leq 55$	——	≥ 30	
$48 \leq f \leq 52$	连续运行	连续运行	按照调相机技术规范企标
$47.5 \leq f \leq 48.0$	> 60	> 60	按照 JB/T 10499 标准
$47.0 \leq f \leq 47.5$	> 10	> 20	按照 JB/T 10499 标准
$46.5 \leq f \leq 47.0$	> 2	> 5	按照 JB/T 10499 标准
$46.0 \leq f \leq 46.5$	> 2	> 5	

1.3.10 承受短路能力:

机组在其保证使用寿命期内, 能在额定负荷和 1.1 倍额定电压下, 在短路电流不超过三相突然短路所产生的最大相电流的情况下, 能承受出线端任何形式的突然短路而不发生导致立即停机的有害变形。

1.3.11 轴承排油温度和轴瓦温度限值

调相机轴承排油温度不超过 70°C , 轴瓦金属温度最高一般不超过 105°C 。

1.3.12 调相机适合于中性点不接地方式运行。定子出线端头对地绝缘按额定电压等级设计, 具有相同的绝缘水平。

1.3.13 调相机转子能满足最大转速为 120% 额定转速的要求，历时 2min，且无永久性异常变形和妨碍正常运行的其他缺陷。

1.3.14 对调相机的各测点温度、冷却及润滑介质参数等的测量，配有满足监控系统控制要求所需的一次元件或仪表，可直接送入 DCS 操作员站实现监视功能，其中调相机留有转速、振动测量接口（包括安装支架）。

1.3.15 调相机设计时应考虑系统接入点的谐波水平、SFC 启动时的谐波及直流偏磁影响。

1.4 结构设计要求

1.4.1 定子绕组、转子绕组、定子铁芯的绝缘采用 F 级绝缘，按 B 级绝缘的温升考核。调相机定子单根线棒防晕结构按 1.5 倍额定线电压设计，整机出厂试验电压为 1.0 倍额定线电压，满足 GB7064 标准。

1.4.2 定子机座、端盖有足够的强度和刚度，避免产生共振。定子机壳与铁芯之间有弹性连接的隔震措施，隔振系数为 4~5。

1.4.3 定子线棒槽内固定及绕组端部绑扎工艺牢靠，端部采取适应调峰运行的技术措施。自振频率要避免基频和倍频。定子铁心端部结构件压指、压板等采用非磁性材料，并采取有效的屏蔽措施，避免产生局部过热，定子机座与铁心之间有弹性连接的隔振措施。定子铁心压装可靠，保证不松动和发生扇翅。

1.4.4 定子外壳的结构有足够的机械强度，以满足振动、机组起、停和短路情况下的要求。定子外壳的设计考虑维护和检修方便。

1.4.5 调相机定子铁心采用高导磁和低损耗的硅钢片制造。优先采用有取向硅钢片，若为无取向硅钢片，性能应不低于 50W270 牌号。应提供使铁心和线圈各部位温度尽可能均匀以避免局部过热和膨胀的设计措施。

1.4.6 定子绕组宜采用 GVPI 绝缘体系，定转子结构并能满足快速频繁启停需求，并做说明。

1.4.7 定子出线端子对地绝缘按额定电压等级设计，具有相同的绝缘水平和良好的密封性能。

1.4.8 调相机的轴承不得产生油膜振荡，随投标文件提供防油膜振荡措施。

1.4.9 调相机励磁端的轴承系统设计含双层绝缘垫，方便在运行中测量绝缘电阻。

1.4.10 调相机转子护环为整体合金锻钢。调相机转子真空处理锻件的屈服极限 $\sigma_{0.2}$ 符合 ASTM A469 标准，包括 $\sigma_{0.02}$ 的要求，取样的分散度不超过 41.2MPa，轴伸部分不超过 60MPa，并提供检测报告。

1.4.11 防止调相机转子绕组匝间短路采取有效措施：

转子匝间绝缘宜采用双层匝间绝缘结构。

转子绕组嵌线前，完成转子本体的全部金属加工；

转子嵌线在封闭间里进行，工作环境清洁，避免异物落入转子本体内；

严格工艺措施，防止金属屑落入转子本体内；

1.4.12 在设备制造时加强转子绝缘检测，采用交流阻抗法及动态波形法、RSO（Repetitive Surge Oscilloscope）重复脉冲示波法等不少于两种方法检查转子绕组绝缘状态，如有异常则采取措施处理，使隐患消除在制造厂内。为提高调相机承受不平衡负荷的能力，转子设置阻尼绕组。

1.4.13 转子集电环材质满足 JB/T1269 发电机磁性环锻件技术条件标准，为整体合金锻钢，其硬度适当，耐磨性好；碳刷具有较低的摩擦系数并有自润滑作用。采取防止集电环过热的措施，集电环上开有螺旋沟及径向通风孔，集电环处设置风扇，连续通风冷却集电环，防止其过热。

1.4.14 在运行中可方便的更换碳刷，调相机转子滑环处装有罩子，转子正负极用碳刷引出，碳刷架采用绝缘材料，转子正负引线至接线盒，并便于调相机转子绕组接地保护用。集电环的刷盒结构，采用恒压弹簧。成套配置碳刷监视装置。

1.4.15 集电环的冷却风扇由电机厂负责在机轴上配套，以确保可靠运行。

1.4.16 调相机的测温组件采用严格埋设工艺，保证完整无损，每个测温组件的三个出线头均单独引出至本体接线盒。调相机所有测温热电阻对地绝缘大于 1M Ω （25℃时）。

1.4.17 调相机定子、转子绕组出线与共箱母线相匹配。

1.4.18 调相机转子在结构设计、施工工艺、材料选择方面充分考虑承受负序能力。

1.4.19 调相机机座、端盖的接合面具有良好的粗糙度和平面度。

1.4.20 防止调相机振动对运行中的管道产生力从而使管道发生裂纹等现象。

1.4.21 定转子采用整体运输安装的方式。

1.4.22 所有制造废料，如金属屑、填料、电焊条和残留焊条头、破布、垃圾等从构件内部清出，所有鳞皮、锈迹、油漆、油迹、粉笔、蜡笔、油漆记号和其他有害材料都从内、外表面上清除掉。发运时，产品内外清洁，所有设备由投标方在工厂完成油漆（除表面装饰漆外）。投标方提交其供货范围内油漆工作的清单，介绍设备和附属设备、管子和配件等的清理和油漆方法、型式等。

1.4.23 在机组寿命期内，机组启停次数不少于 10000 次，而不产生有害变形。

1.4.24 应对调相机的防潮、防凝露性能有针对性设计。

1.4.25 碳刷的电流密度应不高于同类型调相机。

1.4.26 投标方应采取有效措施，防止定子铁心和线棒相对位移造成绝缘磨损和电腐蚀。

1.4.27 调相机定转子结构应满足 SFC 启动要求。

1.4.28 投标方应校核不同相角差、频差及组合下调相机并网时的冲击电流和电磁转矩，并与二次设备厂家配合，提高设备同期并网成功率，确保调相机惰转并网时的冲击电流和冲击转矩不对调相机造成损害。

1.4.29 关键设备组部件应采用经实际验证过的高标准的产品、材料，并提供组部件的规格、型号、生产厂家等相关信息。

1.5 冷却系统要求

1.5.1 本项目调相机冷却系统配置（设备、风道、滤网和防尘罩等）应满足腾格里沙漠昼夜温差大，沙尘暴频繁、缺水等恶劣的运行环境。

1.5.2 调相机为闭式空气循环冷却系统，若采用空-空冷却器，则热空气通过调相机的空空冷却器，由环境空气冷却；若采用空-水冷却器，则乙二醇水溶液通过调相机的空水冷却器，由乙二醇水溶液将热量带到环境空气中冷却。

1.5.3 调相机主机若采用空-空冷却器，环境温度在 20~30℃时，调相机可以在额定负荷运行时，空气冷却器排入环境（二次侧）的出风温度不超过 60℃，调相机各部温度符合标准要求。

1.5.4 调相机主机若采用空-空冷却器，冷却器应为高效板式冷却器，应采用风阻小、换热效率高的产品。调相机主机若采用空-水冷却器，冷却器应为管壳式冷却器，也应采用风阻小、换热效率高的产品。

1.5.5 投标方应负责与冷却器连接的风管路或者水管路系统设计，风（水管）管、滤网、管件、阀门、支吊架、法兰、反法兰及连接件等附件均由投标方设计并供货。仪表及就地动力及控制设备、及所需全部附件由主机厂供货。投标方应对管路有防冻措施。

1.5.6 调相机主机若采用空-空冷却器，请投标方明确最低进风温度要求，并给出建议的室内温度控制方案。调相机主机若采用空-水冷却器，请投标方明确系统正常运行的最高/低室外温度，并给出建议的室内温度控制方案。调相机主机若采用开启式空冷系统，请投标方明确系统正常运行的最高/低室外温度，并给出建议的室内温度控制方案。

1.5.7 调相机主机若采用空-空冷却器，调相机风道基本技术要求:

1) 进风道与冷却器进风口相连，然后至厂房室外。

2) 出风道与冷却器出风口相连，然后至厂房室外。

3) 风道选用不锈钢材质，具有防腐蚀性能，风道内壁光滑，外形美观。支吊架选用经防锈处理的圆钢、角钢等用于支持风道。

4) 风管道采用厚度不小于为 1.2mm 厚 304 不锈钢板焊接, 管内侧焊有加强筋, 管道两端焊有连接法兰。

5) 管道支架采用 8#角钢焊接成三角形支架, 支架中间焊有网格形加强筋。每个支架上钻有连接孔, 便于连接管道。

6) 风道终端噪声应小于 70dB。

7) 电控系统采用 PLC 和触摸屏方式, 控制元件采用 PT100 型温度传感器, 温度传感器的温度, 阀门开度信号应接至 DCS, 且温度传感器应冗余配置。当室外空气温度在-40----50℃之间变化时, 电动蝶阀的开启角度也要随着变化。即: 可以根据调相机出风口处风温, 自动/手动调节室外进风风量。

1.5.8 调相机主机若采用空水冷却器, 管路系统基本技术要求:

1) 乙二醇水溶液管道与调相机主机冷却器进、出口相连。

2) 调相机主机冷却器内设轴流风机, 与乙二醇水溶液换热, 发热量被水溶液带走。

3) 乙二醇水溶液管道选用不锈钢材质, 具有防腐蚀和耐低温(必须满足当地最低气温不冻)性能。支吊架选用经防锈处理的圆钢、角钢等用于支持管道。

4) 供水装置和外部水空散热器噪声应小于 65dB。

1.6 润滑油冷却系统

润滑油冷却系统的选择需要与调相机主机冷却系统配套

1) 调相机主机若采用空空冷却和开启式空冷系统, 则润滑油冷却系统采用自清洁新风+屋顶排风的形式;

油集装间, 在夏季采用“自清洁送风系统”机械进风和屋顶风机机械排风的通风方式排除室内余热。室外空气由自清洁壁式新风过滤器(不带混风设备)处理后

进入室内，由设在油集装屋面的屋顶风机排至室外，以维持油集装间工作区温度不超过 32℃，利用温度梯度，形成下进风上排风的气流组织，排风量根据润滑油及管道散热量和夏季通风计算温度计算确定，排风量为送风量的 80%~90%，以保证室内微正压。

在冬季，关闭屋顶风机和自清洁壁式新风过滤机（不带混风设备），保证室内温度。

2) 调相机主机采用空水冷，则润滑油冷却系统与调相机主机冷却系统合用，也采用空水冷的形式。

1.7 调相机本体监测系统

1.7.1 基本温度监测

1.7.1.1 在定子每相内上、下层线圈间埋置双支型测温热电阻（PT100）（三线制），引至投标方供货的端子箱。用于调相机本体的温度检测元件应采用双支 PT100 热电阻（三线制）。装设位置考虑到引线漏环电流磁场的影响，以满足测量精度要求。

1.7.1.2 在定子端部边段铁芯、铜屏蔽等处永久性装设足够数量的 PT100 双支三线制热电阻测温元件，满足安全运行要求。装设位置已考虑到引线环电流产生的磁场影响，并满足进相试验的要求。

1.7.1.3 在定子铁芯齿部和轭部装设热电阻（满足进相运行时的测温要求）。

1.7.1.4 各轴承上均装设测量油温的双分支 PT100 测温元件。

1.7.1.5 在各轴瓦上还各装设测量轴瓦测温元件。调相机测温元件表不限于此。请制造商根据设备制造工艺及机械结构提供相应的调相机测温元件配置表，数量满足设备安全运行要求。

调相机测温元件表

序号	位置	测温元件（双支）	数量	备注
1	定子线圈层间测温元件	PT100（三线制）		每相内上、 下层线圈间
2	定子铁芯轭部、齿部及端部	PT100（三线制）		
3	压指压圈屏蔽	PT100（三线制）		
4	定子风区	PT100（三线制）		
5	轴承回油	PT100（三线制）+就地仪表		
6	轴 瓦	PT100（三线制）		
7	其他		

1.7.2 调相机本体监测系统除温度测点外，还包括并不限于以下系统：

- 1) 轴系振动监测保护系统（TSI）；
- 2) 轴系振动监测分析故障诊断系统（TDM）；
- 3) 局部放电监测装置
- 4) 转子匝间短路监测装置

TDM 系统应满足本技术规范书的要求，并负责对所有调相机本体在线监测装置数据进行集成和综合监测分析。投标方提供的 TDM 系统需采用有较多调相机工程应用业绩并具备集成、监测、分析、评估等综合分析功能的优质可靠产品。TDM 产品制造商应具备较强的振动专业技术能力和软件二次开发的能力。

在线监测装置选用有调相机工程成熟应用业绩及配合经验的产品。

1.7.3 投标方提供与上述系统配套的上位机系统及组屏。

上述各系统至少具有两类接口，一类为硬接线，直接开出至 DCS；一类为通讯接口，连接至近程/远程诊断系统。其中，键相信号预留 4-20mA 信号接口至 DCS。

1.7.4 调相机各部位振动频率、振动限值监测调相机大轴和轴承座上设有满足振动转速检测装置等要求的装振动检测元件的位置和数量，励磁端设有测速装置的齿轮和支架。

1.7.5 轴承、轴振动值（应满足相关最新运行或振动规程规范要求，同时不低于以下要求）：

1) 调相机在稳态运行工况（额定转速）下运行时，在轴承座测得的振动限值（双倍振幅）在水平、垂直方向不大于 0.025mm，轴颈双振幅相对位移限值在轴与垂直成 45° 方向不大于 0.05mm。

2) 调相机过临界转速时，轴承座的双倍振幅振动限值在水平、垂直方向不大于 0.08mm，轴颈双振幅相对位移限值在轴与垂直成 45° 方向不大于 0.15mm。

调相机应装设的基本自动监测装置：局部放电监测器（P.D.M），转子绕组匝间短路探测装置和调相机冷却系统中的其他检测仪等在线检测装置。

1.7.6 转速测量

转速测量：量程一般为 0~5000r/min，须有零转速档及键相位功能。

调相机转速测量探头数量满足整个调相机指示、记录、控制、报警和超速保护的完整要求。调相机励端装设测速齿轮，并提供就地转速指示表，配置独立的传感器（变送器）、二次表等全套附件。转速探头的设置需要同时考虑就地显示和远传。

1.7.7 调相机轴伸处提供键相槽及键相探头，信号接至 PMU 系统。

1.7.8 若配置盘车装置，须实现手/自动控制功能。在调相机转速降至零转速时，要求既能电动盘车，也能手动、自动盘车。

1.7.9 其它必要的仪表和设备空冷系统监测。

1.7.10 软、硬件设备表（每台机组），由投标方完善并填写，包括但不限于以下：

序号	项目	型号规格	单位	数量	产地	厂商	备注
1	振动监测保护系统		套	1			
2	轴系振动监测分析故障诊断系统		套	1			
3	调相机在线监测系统服务器柜		面	1			
4	调相机本体测温装置		套	1			
5	漏液报警装置（若有）		套	1			
6	局部放电监测装置		套	1			
7	转子匝间短路监测装置		套	1			
8	供货范围内设备间的电缆	满足实际要求	项	1			
	……						

1.8 润滑油及油净化装置性能要求

1.8.1 轴承润滑油系统

1.8.1.1 油系统设有可靠的主供油设备及辅助供油设备，在启动、停机、正常运行和事故工况下，满足调相机组所有轴承的用油量。

1.8.1.2 润滑油系统可采用如下方案：

润滑油系统模块化设计，主要包括主油箱、2 台主润滑交流油泵（一运一备）、1 台紧急润滑油泵（直流油泵）、2 台 100%容量的冷油器、过滤器（并联冗余配置，满足在线更换要求）、加热器、蓄能器、管子、仪表及就地动力及控制设备所需全部附件，例如温度计插座等，满足每台调相机组轴承用油。事故状态时，应保证主润滑交流油泵无故障切换至紧急润滑油泵（直流油泵），过程中不发生低油压跳闸。油泵控制箱采用智能型。直流油泵在保证机组油压的情况下，需限制启动电流，启动电流须控制在 6 倍额定电流以内。

1.8.1.3 主油箱容量的大小，考虑到当厂用电失电的同时冷油器无法冷却的情况下停机时，仍能保证机组安全惰走，此时，润滑油箱的油温不超过 95℃，并保证安全的循环倍率。

1.8.1.4 主油箱上设置二台全容量用交流电动机驱动的高效带分离器的抽油烟机机和除雾器。主油箱装设油位开关、油位传感器和温度测量元件，其输出信号同时送至计算机系统。当油温低于 10℃润滑油无法循环时，投入电加热器，电加热器加热温度到 35℃，油位传感器带有就地浮标指示，具有温控启跳加热器功能。

1.8.1.5 为最大限度地减少火灾，油系统所用管道及附件是强度足够的厚壁管，尽量减少法兰及管接头连接，若采用法兰连接，则采用对焊法兰，且法兰的公称压力比对应的管道高一个等级。

1.8.1.6 润滑油系统应按额定工况运行时油冷却器中断 15min 的轴瓦允许温升确定。

1.8.1.7 轴承油槽应密封良好，能防止油雾逸出，油槽焊缝应经无损探伤。

1.8.1.8 所用润滑油系统的泵组设计成能自动启动、遥控及手动起停。交流直流油泵具备就地硬连锁功能。当交流油泵发生故障后，应无故障切换至备用油泵。交流油泵具备自动切换功能。

1.8.1.9 风冷冷油器采用变频风机控制，控制轴承进油温度为 45~50℃，垫片采用耐油材质。

1.8.1.10 两台冷油器采用风冷/水冷型式，每台根据调相机组在最大负荷进行设计，冷油器换热面积裕量应为 10%。冷油器的设计和管道布置方式允许在一台运行时，另一台停用的冷油器能排放、清洗或更换。风冷冷油器采用变频风机。

1.8.1.11 冷油器按最大压力 1.0MPa 设计，试验压力为 1.3 倍最大压力，历时 30min 不渗漏。然后将压力降至 1.0MPa 再保持 30min，冷却器不得出现泄漏或损坏。在正常工作条件下油冷却器进出口压力表之间的水压降不得超过 0.1MPa。

1.8.1.12 凡有可能聚集油气的腔室，如油箱等，设有排放油气的设施。

1.8.1.13 油系统中各项设备如轴承箱、冷却器和管路等，应彻底清除残砂、焊渣、锈片等沾污物质，并经防腐蚀处理后再妥善密封出厂。油系统所配用设备包括管路、附件、表计等均配套提供。

1.8.1.14 润滑油牌号为 46#/32#汽轮机油。

1.8.1.15 油系统清洁度的标准为 JB/T4058《汽轮机清洁度标准》，在安装和运行中保证油系统清洁。

1.8.1.16 油系统的防火要求应按照国家有关标准执行。

1.8.1.17 主油箱应设置阻火器及事故放油接口。底部设置放油接口。

1.8.1.18 主油箱应配套油位控制装置并留有油净化接口。

1.8.1.19 润滑油系统应包含一套性能优良的滤油设备。

1.8.1.20 润滑油油箱材质采用不锈钢（不低于 06Cr19Ni10），管道材质采用不锈钢（不低于 06Cr19Ni10），所有润滑油管道、管件、阀门、支吊架、法兰及连接件等附件均由主机厂设计并供货。润滑油管道、管件、阀门、支吊架、法兰及连接件等附件要有防腐蚀措施，如若室外布置或埋地布置，要考虑相应的防腐及防冻措施，由投标方供货。

1.8.1.21 调相机润滑油系统所用管道及附件具有足够的强度。系统尽最大可能采用焊接连接，只能在对设备而言必不可少的地方使用法兰及管接头连接。油管路的焊接采用氩弧焊工艺打底，出厂前检查验收。系统中的附件不允许采用铸铁件，法兰采用对焊式法兰。仪表和控制回路上的油管一律使用不锈钢。管道有足够的支撑和紧固以使振动影响减到最低限度。回油管道通径足够大，并向油箱一侧向下倾斜布置，回油管道倾斜坡度不小于 3~5%，以保证回油通畅。

1.8.1.22 润滑油管道上的阀门及法兰附件（三通、弯头等），按比管道公称压力高一级压力等级选用，油系统阀门采用不锈钢阀门（特殊进口阀门除外），油系统法兰垫片禁止使用塑料垫、橡皮垫（含耐油橡皮垫）和石棉纸垫。

1.8.1.23 直流油泵应保证在冷油器故障时仍可向轴承供油。

1.8.1.24 提供调相机润滑油系统所有检测仪表、就地控制设备及安装附件。

1.8.1.25 事故放油管道上应设置两个钢制截止阀，放油阀及管道、管件、支吊架、法兰及连接件。

1.8.1.26 油系统的交、直流油泵需进行厂内和现场切换试验。提供厂内及现场试验报告。厂内试验需考虑模拟调相机 0r/min 工况下与现场运行时调相机 3000r/min 工况下的差异，并提供具体分析说明厂内模拟试验可满足现场 3000r/min 工况下

油泵无故障切换（交流切交流、交流切直流）过程中不发生低油压跳闸、断油损坏主机轴承等事故要求。

1.8.1.27 油系统满足性能设计要求时应考虑防火要求。

1.8.1.28 润滑油系统中用于控制联锁的测点需双重冗余，用于保护控制的测点需三重冗余。

1.9 油净化装置

1.9.1 每台机组设置一套油净化装置。油净化装置可在线对调相机润滑油进行净化处理，除去杂质颗粒、乳化水及游离水，使调相机润滑油获得再生。

1.9.2 油净化装置装置容量应满足调相机本体润滑油系统要求。润滑油净化装置的每小时处理油量出力不小于系统内总油量的 20%。

1.9.3 处理后的油品质：油颗粒度为 NAS6 级、油质水分含水量<50PPM、机械杂质对于 5-10 μ m 的杂质去除率 \geq 99%、油质外状为透明、酸值 \leq 0.1 mgKOH/g。

1.9.4 油净化装置应为集装式净化装置，装置应采用国内或进口一线产品。装置至少应包含如下部件且按此流程：粗滤网（120 目不锈钢丝布过滤器，用于去除较大的机械杂质，过滤器可清洗重复使用，滤网材质 TP316L 或 TP316）、润滑油输送泵、精密杂质去除装置（3 微米）、脱水装置（要求能破乳化）。

1.9.5 油净化装置采用优质品牌，可采用真空法或聚结分离法，当采用真空法时，处理后的油质必须满足要求（酸值，杂质等）。油净化装置使水分和气体得到彻底去除，实现自动排水功能，而且要有自动排水记录仪，应满足调相机在正常运行条件下及机组启、停状态下，对调相机用润滑油油净化的要求。它应具有过滤杂质及除去游离水和乳化水的功能，能在线运行，也可单独运行，对润滑油作循环过滤净化。当系统中水分长期处于合格状态时，油净化装置可关闭除水装置，单独作为颗粒过滤设备使用，以降低维护费用。

1.9.6 采用两台过滤器，一台粗滤器，一台精滤器，滤网有压差报警装置。系统的控制及操作达到全自动化要求，一经投运，可连续运行。油净化装置能实现远方启停操作，并且具有自动分离水分的能力。

1.9.7 所有滤芯均采用进口产品。并提供 4 件滤芯作为备件。

1.9.8 油净化装置将设置必要的取样口，以便取样检查。油净化装置具有油位保护装置、压力表及过压保护装置，使油系统更加安全可靠，油系统应配备排油烟机。

1.9.9 油净化装置应设有进、出油口管接头、液位计、滤网压差显示和报警装置、油位保护装置、过压保护装置，超温保护装置，应保证油的品质满足现场使用要求。

1.9.10 油净化装置的油泵可旁路滤芯和分离罐运行。

1.9.11 油净化装置入口承压应不小于 1.0MPa，油净化装置中润滑油输送泵的扬程按在克服本体阻力后还应有不小于 30 米的扬程选型，投标方据此设计整个油净化装置的承压等级，但无论如何系统各承压部件的承压等级不小于 1.6MPa，阀门和滤网的承压等级不小于 2.3MPa。

1.9.12 油净化装置或滤油机配套阀门应采用不锈钢阀门，阀门、法兰及附件按比管道设计压力高一级压力等级选用。

1.9.13 所有密封材料应采用高性能耐油材料。

1.9.14 泵轴承均采用 SKF 型号轴承，泵密封装置应采用优质、可靠、先进的进口机械密封，其泄漏量应不大于 10ml/h。在正常运行条件下，泵的机械密封寿命保证 3 年以上。以上产品必须选用标准产品，招标方不接受非标尺寸的产品。所有外购的配套设备及部件投标方应进行质量检验，并对其质量负全责。

1.9.15 滤网材质应采用 TP316L 或 TP316。滤网应便于拆卸、更换和清洗。

1.9.16 油净化装置系统中的油箱、油管路、阀门、油泵等过油部件均需采用不锈钢材质（TP304）。

1.9.17 油净化装置的使用寿命不少于 40 年。聚结分离滤芯的正常使用年限为不低于 2 年。

1.9.18 设备噪音控制标准 在距装置 1 米远处测得噪音应在 85dB（A）以下。

1.9.19 电动机应选用成熟可靠产品，满足国标二级能效。

1.9.20 投标方配套提供控制箱，油净化装置设备的控制、连锁、保护等要求均由投标方实现,控制箱将符合以下要求：

- 1) 控制箱必须满足现行有关“国标”、“部标”的技术要求。
- 2) 控制箱内接地部分须可靠连接至一接地端子，并在外壳留有截面不小于4mm²导线的接地端子供招标方接地用。
- 3) 控制箱采用不锈钢材质，防护等级为IP54。
- 4) 控制箱内的元件应采用成熟可靠。对外接口的控制信号均为无源、常开触点，并提供本设备运行、故障等信号。投标方写明控制箱内的电源要求。

1.9.21 油位开关、差压开关和压力开关选用优质产品，电磁阀要求优质产品。所有采用的控制器、调节仪、控制开关、按钮和控制继电器等采用优质技术产品。空气开关、接触器、继电器、指示灯、按钮应采用有良好运行业绩的产品。端子排、电缆夹头、电缆走线槽均应由“非燃烧”型材料制造。机柜内应预留充足的空间，便于接线、汇线和布线。磁翻板液位计要求能输出4~20mA远传信号。

1.9.22 设备采用手动/自动控制，有DCS输出接口，可实现无人值守运行及远程控制操作。

1.9.23 控制箱与就地设备的连接由投标方提供，招标方仅为就地控制箱供一路或两路交流380V电源。

1.9.24 润滑油处理装置控制系统应提供与DCS系统的如下接口（包括但不限于以下）：

- 1) 远方启动润滑油处理装置
- 2) 远方停止润滑油处理装置
- 3) 润滑油处理装置运行状态
- 4) 润滑油处理装置处于远方/就地状态
- 5) 润滑油处理装置综合故障报警
- 6) 油净化装置能实现无人值守

润滑油处理装置（油净化）内部所有故障（包括过程故障、机械故障和电气故障）引至远方 DCS，并在就地控制柜面板上配备全套一对一的故障指示灯。电控柜面板应有手动/自动设置开关，同时具备在线集控运行以及就地手动自动功能。

1.9.25 提供调相机净化装置所配套的所有的检测仪表、就地控制设备及安装附件。

1.9.26 整个润滑系统需充分考虑环境温度，满足调相机各工况下轴承进油温度。

1.9.27 提供润滑油系统图及管线布置图。

1.10 电气及仪表控制通用要求

1.10.1 对调相机配套电动机及就地控制盘柜的要求

1.10.2 电动机绝缘为 F 级、绝缘温升以 B 级考核。绝缘及电动机防护形式应考虑变电站内运行环境的影响，对噪音、振动等要求，符合国标有关规定。

1.10.3 室内交流电动机的防护等级满足 IP54，直流电动机的防护等级满足 IP23，露天布置的电动机防护等级满足 IP65。

1.10.4 投标方负责交/直流电动机动力控制柜的设计并供货。

1.10.5 电动机额定频率为 50Hz，电压变化范围为 $\pm 10\%$ ，频率变化范围为 $\pm 5\%$ 。电动机适合于全电压启动。在额定功率、电压频率时，功率因数的保证值在 0.8 以上；能效按 GB 18613 <<中小型三相异步电动机能效限定值及能效等级>>2 级标准。

1.10.6 除特殊要求外，在额定电压下，电动机的堵转电流对额定电流之比符合 JB/T 8680 要求。

1.10.7 厂家就地交/直流动力控制盘柜要求

对于系统成套的控制盘和控制柜，内部应提供有 220VAC LED 照明灯和中国标准插座。在门内侧有电源开关，可使所有铭牌容易看清楚。

室内安装的盘箱柜防护等级为 IP54；室外安装的盘箱柜防护等级为 IP65。颜色在技术规范书签订或联络会召开时确定。

所有落地安装的成套控制盘、控制柜（箱）等必须由厂家成套提供安装基座（或安装支架），以确保落地控制箱不直接安装在地面上。对于较重的成套控制盘、控制柜（箱）等成套必须提供相关的基础和重量资料。厂家提供的安装基座（或安装支架）必须有防腐措施；所有厂家提供的成套控制盘、控制柜（箱）等在布置上应尽可能考虑集中布置。

投标方应为其提供的交/直流电动机配套就地控制柜（就地控制柜里包含一、二次电气元器件），最终由招标方确认。柜体采用不锈钢材质，厚度不小于 2.0 毫米。投标方应按 DL/T 5153-2014 规范提供各类电动机完善的保护、控制和测量，按照普通馈线回路提供两路电源给就地控制柜，投标方在就地控制内实现两路电源自动切换。成套动力控制柜的结构合理，工艺性能先进，能满足设计、施工和运行维护的要求。控制柜应根据每台电动机自身需要，装设完成电动机保护、控制和测量所需要的断路器、接触器、热继电器（或者马达保护器）、电流互感器等设备，设备选型按相关规定配置。电控柜内动力电源输入侧要求有输入断路器开关并有过电压保护的浪涌保护装置。电流测量由装设在 B 相的 TA 完成，测量 TA 和保护 TA 应独立设置，准确级分别为 0.2s 和 5P30，容量 10VA（TA 为暂定），投标方提供的控制柜/箱内应具有温湿度自动控制器，加热器回路应备有带热脱扣器的小型自动空气开关作为过负荷和短路保护，此回路发生故障不应对其邻近设备造成损伤。

1.10.8 电缆供货界线

1) 投标方主机厂供货范围内、起点和终点均在投标方主机厂供货设备上的动力、控制和计算机电缆等线缆和光纤，由投标方负责设计并供货，另调相机接入 35kV 开关柜的连接电缆以及电缆头均由招标方负责提供。

2) 电缆或光纤等线缆的一端是投标方主机厂提供的设备，线缆的另一端是投标方 DCS 设备的情况下

—— 电源电缆、通讯线缆和光纤由 DCS 供货商设计、供货并提供电缆清单给设计院；

—— 模拟量、开关量等信号电缆由 DCS 供货商负责设计、供货并提供电缆清单给设计院。

3) 与 DCS 连接的全部线缆（包括电缆和光缆）由投标方设计并供货。

4) 投标方负责所供 DCS 机柜、调相机在线监测系统机柜等电控柜的所有接地线缆和母排，并由招标方引至单点电气接地点。

5) 电缆型号

—— 高压动力电缆选用 C 级阻燃耐热交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套电力电缆，型号为 ZC-YJY（23） -8.7/15、ZC-YJY（23） -26/35；

—— 低压动力电缆选用 C 级阻燃（耐火）铜芯交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套电力电缆，型号为 ZC-YJY（23）-0.6/1 及 ZCN-YJY（23）-0.6/1；

—— 控制电缆和计算机监控信号电缆选型应为阻燃耐热见 1.2.7.2 仪表部分规定；

—— 电缆的截面及芯数选择应满足《电力工程电缆设计标准》GB50217 及《火力发电厂、变电站二次接线设计技术规程》DL/T5136 的要求要求。

1.10.9 仪表控制要求

1.10.9.1 投标方负责提供所有大轴和轴承振动、转速、键相等二次仪表的就地箱（柜）并负责其配电。

1.10.9.2 设备选型遵循技术先进、质量可靠、性价比高、有良好运行业绩的原则，并应满足相关规程、规定的要求。设备选型在保证系统安全、可靠的前提下，尽量设备选型保持一致，减少备品备件种类。

1.10.9.3 选用通用的经实践证明质量可靠、技术先进、性能符合工艺要求的并具有优良业绩的系统或设备。所选热控设备符合最新的有关国际或国家标准及规

程、规定、规范，并根据安装地点满足防爆、防火、防水、防尘、防冻、防腐蚀的有关要求，注重设备选型的统一性。

1.10.9.4 控制盘柜内电源开关、继电器、交流接触器，在线监测的保护模块等重要系统的双路电源自动切换装置等选用优质产品，其它元器件选用国产优质产品。同 DCS 章节部分相关具体要求。

1.10.9.5 所有热电偶、热电阻测温元件采用双支型，热电偶的精度应满足：误差限值 $\leq 1^{\circ}\text{C}$ 。0~200 $^{\circ}\text{C}$ 采用热电阻，200 $^{\circ}\text{C}$ 以上采用 K 分度热电偶。

1.10.9.6 阀门电动装置采用技术可靠的智能机电一体化产品。

1.10.9.7 检测仪表精度，主要参数不低于 0.5 级，一般参数不低于 1.5 级，压力表不低于 1.6 级。

1.10.9.8 就地指示仪表的盘面直径不小于 130Mm。通常情况下，表计的量程选择应使其正常运行时指针处在 3/4 量程位置。就地温度计采用万向型抽芯式双金属温度计，不得采用水银温度计。安装在振动场合的仪表应选择耐振型仪表。

1.10.9.9 所有的变送器应为二线制智能变送器（分析仪表，导电度表可采用四线制），精度至少达到 0.075 级，提供的外部负载应至少为 500 欧姆。外壳防护应达到 IP65 标准，并具有不小于 13mm 的螺纹电缆接口，过程接口及管接头应采用不锈钢材质，所有不使用的连接口应予以封堵，所有的变送器带数字显示表头。

1.10.9.10 所有过程逻辑开关的精度至少为 0.5 级，其外壳防护等级应至少达到 IP65 标准，并具有不小于 13mm 的螺纹电缆接口。提供的接点输出应为 SPDT（单刀双掷）型。

1.10.9.11 投标方配供所有供货范围内的仪表的仪表阀（包括一次门、二次门、排污门等）、取样管、导压管、表弯（压力表）、管接头等全部安装附件。

1.10.9.12 所有参与跳机的传感器及回路，均采用三重化配置，满足“三取二”逻辑。测点的位置、测点元件都必须独立，单支双支热电阻、热电偶的测点只能按一个测点回路计算。至 DCS 的测点回路设置包括但不限于以下：

1) 调相机转速信号，4~20mA 信号，不低于三重化；

2) 就地转速表和零转速；

- 3) 断油保护;
- 4) 轴承回油油温、轴瓦温度检测保护;
- 5) 键相, 4~20mA 信号;
- 6) 盘车装置远传接口信号 (若有盘车的话);
- 7) 润滑油油温、油压等信号;
- 8) 线圈、铁心、屏蔽温度以及风温;
- 9) 振动 (X\Y, 轴振、瓦振)、键相、转速;
- 10) 其他;

1.10.9.13 调相机在线状态监测系统由调相机厂家成套配供, 实现调相机从启动到正常运行的监测与控制, 控制功能主要包括调相机的转速控制, 监测功能主要包括振动、温度、压力、振动摆渡测量和保护监测等。

投标方应负责机组状态监测系统测点传感器和接口箱的安装布置设计以及在机坑范围内的电缆、管道敷设设计, 并提供测点传感器和接口箱以及在机坑范围内的电缆、管道布置固定所需的支架及其固定件。投标方负责提供机组状态监测装置(含测点传感器和数据采集单元)、专用的机组振摆保护监测装置、状态数据服务、Web 服务器、工程师工作站、网络设备以及配套部件(包括管路、导线、接口箱、安装支架及附件、电源等)和软件。

1.10.9.14 调相机在线状态监测系统与 DCS 之间的重要控制信号采用硬接线方式实现接口连接。由投标方负责功能完整性。状态监测系统需要配置调相机转速检测装置, 满足“三取二”要求。在线状态监测系统控制柜配置 1 套进口双电源切换装置, 双电源切换装置要求为优质品牌, 提供美国 UL 和中国 CCC 证书, 采用励磁驱动, 切换时间小于 50 毫秒。带负荷切换过程中, 必须确保切换装置的负荷侧电源稳定、使用可靠, 不影响系统使用安全, 电源切换试验中以及正常运行中允断时间需要保证不能系统不断电, 否则免费更换。电源切换装置送出主、副、任一电源失电报警信号至 DCS。双电源自动切换装置按优质产品选型, 最终由招标方确定。招标方负责给在线状态检测系统机柜提供两路 220VAC 电源。投标方负责供货范围内的振动、键相、转速 (含转速表) 等仪表供电。

1.10.9.15 所有主厂房热控用电源电缆、控制电缆、计算机电缆、补偿电缆采用阻燃型，阻燃等级为 C 级。高温环境下敷设的电缆采用耐高温或氟塑料电缆。室外空气中敷设的电缆采用耐低温电缆。

1.10.9.16 所有仪表及控制电缆和电线的线芯材质为铜芯。

1.10.9.17 直埋和地沟内电缆必须采用金属铠装电缆。

1.10.9.18 多芯电缆应预留 20% 的备用芯。

电缆种类	型号 / 截面 / 芯数	备 注
一般电源电缆	ZC-YJY-0.6/1-4x 截面; 截面 (mm^2) : 1.5、2.5、4、6、10、16 等	截面与电源功率相匹配
普通控制电缆	ZC-KVVP-0.45/0.75-芯数 x 截面; 截面 (mm^2) : 1.5; 芯数: 4, 5, 7, 10, 14, 19, 24; 6 芯及以上考虑备用	
计算机电缆	ZC-DJYPVP-0.3/0.5-对数 x 芯数 x 截面; 截面 (mm^2) : 1.0; 对数: 1~8, 3 个对绞及以上考虑备用; 芯数: 2 或 3;	
热电偶补偿电缆	ZC-KX-HS200-FPF-2A-对数 x2x 截面; 截面 (mm^2) : 1.5; 对数为 1、2、5、8。	
耐高温电源电缆	ZC-FF-0.6/1-4x 截面; 截面 (mm^2) : 1.5、2.5 等	
耐高温控制电缆	ZC-KFFP-0.45/0.75-芯数 x 截面; 截面 (mm^2) : 1.5; 芯数: 4, 5, 7, 10, 14, 19, 24; 6 芯及以上考虑备用	
耐低温控制电缆	ZC-KYJVP-0.45/0.75-芯数 x 截面; 截面 (mm^2) : 1.5; 芯数: 4, 5, 7, 10, 14, 19, 24; 6 芯及以上考虑备用	
耐火控制电缆	ZCN-KVVP-0.45/0.75-芯数 x 截面; 截面 (mm^2) : 1.5; 芯数: 4, 5, 7, 10, 14, 19, 24; 6 芯及以上考虑备用	

1.10.9.19 投标方负责所供仪表室外部分的电伴热设计和供货。防爆场所需要采用防爆电伴热。

1.10.9.20 投标方在投标文件中提供每个站调相机组与 DCS 系统的接口点数（不作为设计输入提资）。

1) 机组点数（每台调相机的 DCS 点数）

调相机机组 DCS 系统点数（按一台调相机统计）

系统	PI	AI（4-20mA）	AO（4-20mA）	RTD	DI	DO	合计
系统 1							
系统 2							
系统 3							
.....							
合计							

2）升压站机组点数（所有调相机机组总点数）

系统	PI	AI（4-20mA）	AO（4-20mA）	RTD	DI	DO	合计
合计							

3）升压站调相机机组公用部分（如有）点数（按一个升压站统计）：

系统	PI	AI（4-20mA）	AO（4-20mA）	RTD	DI	DO	合计
合计							

1.10.9.21 投标方应提供调相机机组的控制要求、控制方式及联锁保护停机等的联锁逻辑图和控制说明。投标方配套的控制装置和仪表设备，应提供与 DCS 控制系统的接口，并负责与 DCS 控制系统的协调配合，直至接口完备。应配合将 DCS 信号转接至集控中心远动，实现远方监视功能。

1.10.9.22 投标方应提供详细的调相机及其润滑油系统、空冷系统的运行参数，包括调相机及其配供设备运行参数的报警值及保护动作值。

1.10.9.23 投标方应对其所供热控仪表设备（组件）包括每一只压力表、测温组件、仪表、阀门都要注明仪表的电厂标识系统编码，并详细说明其用途、型号、规范、安装地点及制造厂家。投标方应将详细清单交招标方确认。

1.10.9.24 调相机内部的埋管数量，应满足测温元件电缆穿管数量的要求。

1.10.9.25 所有电磁阀采用同一电压的电磁阀，电磁阀电压等级为 220VAC。

1.10.9.26 投标方所供控制盘柜的外壳防护等级不低于 IP54，盘柜的色标最终由招标方确定。

1.10.9.27 盘柜的前后门应有永久牢固的标牌；机柜应有足够的强度能经受住搬运、安装产生的所有应力，保证不变形；机柜的钢板厚度至少为 2.5mm；机柜内的支撑件应有足够的强度，保证不变形。

1.10.9.28 润滑油、冷却系统与 DCS 的接口在就地仪表盘（投标方提供）的端子排上。机柜内的端子排应布置在易于安装接线的地方，即为离柜底 300mm 以上和距柜顶 200mm 以下。

1.10.9.29 盘柜内应预留充足的空间，使招标方能方便地接线、汇线和布线；所有接线端子柜应合理配置电缆布线空间，确保所有电缆接线完成后柜内仍留有 15% 的富余空间。

1.10.9.30 调相机定子铁芯和绕组测温元件，应选用符合国家标准的产品。所有测温元件均应接至本体接线盒。

1.10.9.31 投标方应提供其供货范围内所有设备的在线性能计算相关资料（方法、公式、曲线等），用于运行指导。随调相机至少成套供应下列设备：

1) 润滑油及油净化系统、顶轴油（若有）的就地仪表、仪表盘或柜，至少包括：

主油箱油位就地显示及远传监测（三冗余）。

主油箱温度、液位的就地显示或远传信号仪表。

交流润滑油泵与备用泵及直流油泵之间的联锁、保护压力开关，每个开关应独立设置。

润滑油母管油压低调相机跳闸压力开关（三冗余）以及相应的试验模块。

润滑油泵出口母管压力监视变送器、远传温度测量元件及油泵出口就地压力表计。

润滑油系统各滤网差压变送器（或开关）。

油温监测元件（热电阻和温度计）。

2) 冷却系统至少包括

温度监测装置。

3) 调相机本体至少提供轴承振动、大轴振动、转速检测元件以及振动转速检测装置等。

投标方提供的振动转速检测装置应至少具有同等功能和规模的系统成功应用实绩。该装置应提供调相机的本体状态监测。

要求监视项目齐全、性能可靠，与调相机同时投入运行。

模拟量信号采用 4~20mA 统一输出，同一信号输出 1 路，不包括该装置本身所需的信号。

控制、报警、保护等接点输出，能各送出 2 付无源接点。

该装置应留有调相机分散控制系统（DCS）的信号接口，其形式和数量由招标方确认。

振动转速检测装置至少应包括如下功能，但不限于此：

轴承振动：按调相机轴承数装，测量绝对振动值，可连接指示、记录、报警、保护，X、Y 方向，共两点。

轴振动：按调相机轴承数装，测量轴承对轴的 X、Y 方向相对振动，可连接指示、记录、报警、保护等，共两点。

转速信号，可连续指示、记录、报警、保护。

投标方负责提供振动转速检测装置、一次检测元件的安装支架。

4) 轴承的回油温度测量元件随调相机本体供货。安装于轴承箱内的所有从检测元件至接线盒的连接导线均选用耐油、耐高温防火的绝缘电缆。

5) 调相机定子边端铁芯和绕组测温元件，应选用符合国家标准的优质产品。测量铁芯和绕组温度的测点数量符合实际需要。为防止测温元件损坏，考虑适量备用点，并图纸中注明。所有测温元件均接至本体接线盒。

6) 油净化装置

油净化装置的控制主要由投标方配供的就地控制柜完成，并留有与机组 DCS 的控制接口；

油净化装置除满足就地自动运行外还应至少应提供启动、停止、加热器投入/切除指令信号以及自动运行、故障、就地/远方、加热器投入等反馈信号接口（干接点）给 DCS；

就地控制箱采用不锈钢材质，防护等级为 IP54（防爆），就地控制柜（包括接线盒）到就地设备的电缆供货。

7) 其它（系统/设备满足远方/就地监控的所有仪表及装置）。

1.10.9.32 仪表和控制设备选型原则

1) 投标方提供的变送器、压力开关、差压开关、温度开关、流量开关、过程分析仪表等设备，应采用进口优质产品；变送器、逻辑开关选型，最终由招标方确定。

2) 投标方提供的控制器、电动执行机构、电动门控制装置、电磁阀、控制开关和控制继电器等，应采用进口优质产品；电动执行机构、电磁阀的选型，最终由招标方确定。

3) 投标方提供的热电偶应采用 K 分度，热电阻采用双支 PT100。

4) 所有投方提供的仪表阀门和导管的材质应为不锈钢。仪表阀门应为进口优质产品。

5) 投标方提供的所有控制盘（柜）和就地接线盒（箱）内的接线端子，选用优质产品。接线端子选用凤凰端子（菲尼克斯），快拆型；

6) 投标方所提供的本体监测系统一律采用电动阀门，不允许使用气动阀门。

1.10.9.33 所有阀门的电动装置均采用智能一体化型，均应提供该装置的接线图和特性曲线。所有电动阀门在全开全关位均有四开四闭行程开关。

1.10.9.34 热控电缆设计和供货界线

投标方设计并供货本技术规范书要求的所有线缆，包括但不限于以下：

1) 主机厂供货范围内、起点和终点均在投标方主机厂供货设备上的动力或控制和计算机电缆等线缆和光纤，由投标方负责设计。

2) 投标方负责所供调相机在线监测系统机柜等控制柜的所有接地线缆和母排，并由投标方负责从汇流母排单点引至电气接地点或者 DCS 厂家提供的接地母排。

1.11、 铭牌

1.11.1 概述

本招标文件范围内各设备均有一个永久固定的铭牌，在铭牌上以清楚的方式标出序号、制造厂家的名称，以及产品的规格、特性、重量、出厂日期和其它有用的数据。刻度盘、表计和铭牌均以国际公制单位（SI）表示。

1.11.2 文字

铭牌均使用中文刻制或中英文刻制，并符合环境和气候的要求。所有的铭牌和标牌永久性地安装在相应的设备和部件上，其位置清楚易见。铭牌中刻制的字体为印刷体，字迹清晰可见。

1.11.3 铭牌内容

1) 设置一块总铭牌。各铭牌根据各设备的参数进行编制，包括下列项目：

制造厂名称和商标；

产品型号、名称、产品代号或系列号；

出厂编号和日期；

主要额定值（额定容量、额定电压、额定电流、额定频率等）；

适用标准编号。

2) 为了保证运行人员的安全，提供额外标志牌以表示主要的操作程序说明、注意事项和警告。

3) 铭牌及标志牌采用不锈钢材料制作。

4) 投标方提交铭牌和标志牌的目录和图样在设计联络会上供招标方审定。

1.12 设备颜色

设备颜色设计联络会确定。

1.13 性能验收试验和保证值

1.13.1 试验要求

1.13.1.1 型式试验由招标方和招标方认可的第三方见证完成，并由投标方出具试验报告，关键试验结果由第三方签字确认。

1.13.1.2 制造厂型式试验和检查试验项目（*表示型式试验）

- 1) 定、转子绕组、埋置电阻检温计和轴承等对地的绝缘电阻测定；
- 2) 定、转子绕组和电阻检温计在实际冷状态下直流电阻的测定；
- 3) 定子铁心的损耗试验（含全磁通整体检测法和小磁通局部检测法）；
- 4) 转子动平衡和超速试验；
- 5) 定子绕组交、直流耐电压试验（包括整机起晕试验）；
- 6) 转子绕组交流耐电压试验；
- 7) 转子匝间绝缘状态判定（含 RSO 法）；
- 8) 定子绕组接头采用锡焊结构的电机应按 JB/T 8991 进行检测；
- 9) 空载特性和空载损耗的测定*；
- 10) 稳态短路特性和短路损耗的测定*；
- 11) 损耗测定*；
- 12) 轴电压测定*；
- 13) 电压正弦性畸变率的测定，电压谐波因数的测定*；
- 14) 电抗和时间常数的测定*（包括不限于保梯电抗、直轴同步电抗、交轴同步电抗、短路比、负序电抗、零序电抗、直轴瞬态电抗、直轴超瞬态电抗、直轴瞬态短路时间常数、直轴超瞬态短路时间常数、直轴瞬态开路时间常数、电枢短路时间常数）；
- 15) 调相机转子转动惯量 GD₂ 的测定*；
- 16) 无励磁时的一般机械检查，并测定轴承油温和振动值*；

- 17) 噪声测定*;
- 18) 温升试验 (间接法) *;
- 19) 定子铁心、机座振动的测定*;
- 20) 定子绕组端部模态及固有振动频率的测定*;
- 21) 定子绕组端部手包绝缘施加直流电压的测量*;
- 22) 相序检查*;
- 23) 轴承对地绝缘电阻测定;
- 24) 额定转速下机械检查;
- 25) 机械损耗温升和损耗测定;
- 26) 短路温升试验 (不少于 2 个点);
- 27) 空载温升试验 (不少于 2 个点);
- 28) 间接法计算温升和效率;
- 29) 1.3 倍短时升高电压试验;
- 30) 定子过负荷试验*;
- 31) 油系统切换试验;
- 32) 三相突然短路试验 (试验电压不低于 0.5UN);
- 33) 在安装地点开展的温升试验;
- 34) 表面电阻测试。

型式试验由招标方和招标方认可的第三方见证完成, 并由投标方出具试验报告, 关键试验结果由第三方签字确认。

1.13.1.3 现场试验和检查试验项目

调相机的试验项目, 应包括下列内容:

- 1) 测量定子绕组的绝缘电阻和吸收比或极化指数;
- 2) 测量定子绕组的直流电阻;
- 3) 定子绕组直流耐压试验和泄漏电流测量;

- 4) 定子绕组交流耐压试验 ($0.8 * (2U_e + 1kV)$) ；
- 5) 测量转子绕组的绝缘电阻；
- 6) 测量转子绕组的直流电阻；
- 7) 转子绕组绝缘测量；
- 8) 测量调相机的励磁回路连同所连接设备的绝缘电阻，不包括调相机转子；
- 9) 调相机的励磁回路连同所连接设备的交流耐压试验，不包括调相机转子；
- 10) 测量调相机的绝缘轴承的绝缘电阻；
- 11) 埋入式测温计的检查；
- 12) 测量转子绕组的交流阻抗和功率损耗；
- 13) 测量调相机定子开路时的灭磁时间常数和转子过电压倍数；
- 14) 测量调相机自动灭磁装置分闸后的定子残压；
- 15) 测量轴电压；
- 16) 定子绕组端部固有振动频率测试及模态分析；
- 17) 定子绕组端部手包绝缘施加直流电压测量。

1.13.1.4 转子超速试验,当转子全部加工完后,进行 1.2 倍额定转速的超速试验,历时 2min 而无永久性异常变形和妨碍正常运行的其它缺陷。现场整套启动超速试验时,进行 1.1 倍额定转速及以下的超速试验,无永久性异常变形和妨碍正常运行的其它缺陷。

1.13.1.5 组装后定、转子绕组、测温组件及其它部位的绝缘电阻符合 GB/T7064 和 GB755 中相关条款的规定,定子绕组的耐电压试验按 GB/T7064 和 GB755 中相关条款的规定进行。定子绕组在交流耐压试验之前,进行 3.5 倍直流耐压 1min。转子绕组耐电压试验值按照 10 倍额定电压考核。

1.13.1.6 调相机本体及辅助系统在出厂前试验合格后方可交付。

1.13.1.7 如采用定子线圈端部手包绝缘按 GB50150 相关标准进行试验。

1.13.2 调相机的出力

1.13.2.1 额定容量：是指调相机在额定定子电压、额定频率、额定温度、调相机机端吸收/输出的无功功率。

1.13.2.2 额定容量由调相机正式移交生产在保证期间进行温升试验时来确定。

1.13.2.3 试验方法

试前准备：在调相机定子输出端的 TV、TA 二次回路中接入经校正过合格的（在有效期间）电压、电流、功率表，在励磁回路中接入电压、电流表。对已埋入定子内的测温元件也要进行检查与校核。

在机组的额定条件下，分别做迟相和进相的 50%、75%、90%、100% 额定无功功率的温升试验，试验期间维持电压频率不变，测量各表计及温度计的数值、以确定定、转子线圈和定子铁芯温度。

各部分温度限值以 GB/T7064《隐极同步发电机技术要求》和 GB755《旋转电机 定额和性能》中的规定为准。

1.13.3 调相机的总损耗

要求主机（含励磁、油系统）的空载损耗（≤投标方填写 kW）、额定损耗（≤投标方填写 kW）和空空/空水冷却系统的额定损耗（≤投标方填写 kW）。

1) 间接测量法：

在制造厂内用电动机将调相机带动作空转、空载、三相短路等试验，分别测量出调相机本身各部分和输助设备的损耗，这些损耗是：恒定损耗；负载损耗；励磁损耗；杂散损耗；辅助设备损耗等，将所有损耗加起来将得到 ΣP 。

2) 输入功率法

在现场测量的额定条件下，分别做迟相和进相的 0%、50%、75%、100% 额定无功功率工况下的输入有功功率（含励磁损耗）。

1.13.4 性能保证

1) 根据系统要求,对常规 50Mvar 调相机,系统要求其无功长期稳定运行范围是-50~50Mvar,进相深度越大,越有利于电网调节。

2) 调相机关键参数如下:

强励倍数: 强励电压 3.5 倍 ($0.8U_n$ 时); 2.5 倍强励电流持续时间不小于 15s;

短路比: $K_c > 1.0$;

直轴短路瞬变时间常数: $T'd < 0.95s$,

直轴超瞬变电抗(饱和值): $X''d < 0.1$;

定子过电流: 3.5 倍,持续时间不少于 15s;

定子过电压: 系统电压由 1.0 PU 突增至 1.3 PU,调相机系统能够承受该过程并持续 1s。

3) 调相机在所有稳定运行工况下(额定转速)运行时,在轴承座上测得的双振幅振动值,无论是垂直或横向均不大于 0.025mm,在任何轴颈上所测得垂直、横向双振幅相对振动值不大于 0.05mm,各转子及轴系在通过临界转速时各轴承座双振幅振动值不大于 0.08mm,各轴颈双振幅相对振动值不大于 0.15mm。投标方提供过临界转速时的最大允许振动值。

4) 调相机在满载运行时,含包括励磁集电环在内,距外壳 1 米,距地面高 1.2 米处,噪音水平小于 85dB (A)。

5) 调相机轴承座(轴)振动

调相机在现场机组成轴系,在额定转速、额定状态下测量各轴承座和轴振振动值。

测振表计使用前应经过有关单位进行校验,且在有效期间。

轴承座振动限值：应在 GB/T7064《隐极同步发电机技术要求》表 1A 范围，3000r/min 不应大于 3.8mm/s,1000r/min 不应大于 2.3mm/s。

轴振振动限值：应在 GB/T7064《隐极同步发电机技术要求》表 2 范围 A，3000r/min 为 0.05mm（相对位移值），表 3 范围 A3000r/min 为 0.1mm（绝对位移值）。

6) 可靠性指标

—— 无故障连续运行时间 8000h

—— 大修间隔时间不少于 5 年。

1.13.5 其它

本技术规范中未明确的部分以 Q/GDW 11588 和相关国家标准、行业标准、国家电网公司企业标准中的最严格要求执行。

2 调相机励磁系统

2.1 规范性引用文件 2.1.1 本招标文件范围内的设备首先采用中华人民共和国国家标准及部颁标准和行业标准，在国内标准不完善的情况下，可采用相应的国际标准（如 IEC、IEEE 等）中最适宜的条款部分或双方认定的其他国家标准。所采用的标准必须是最新版本。

2.1.2 提供的所有设备及零件按国际标准化组织 ISO9000 质量体系制造，图纸和文件均采用国际度量制单位（SI）和 IEC 规定的图例符号表示。

2.1.3 除非合同另有规定，提供的设备和配套件要符合以下标准但不局限于以下标准：

IEC60034—16 旋转电机 第 16 部分同步电机励磁系统

GB/T7409 同步电机励磁系统；

GB/T3797 电气控制设备

GB/T3859 半导体变流器

GB 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T14285 继电保护和安全自动装置技术规程

DL/T 5136 火力发电厂、变电所二次接线设计技术规程

GB/T10228 干式电力变压器技术参数和要求

GB/T8349 金属封闭母线

DL/T843 大型汽轮发电机励磁系统技术条件

DL/T490 发电机励磁系统及装置安装、验收规程

DL/T1049 发电机励磁系统技术监督规程

DL/T 478 继电保护及安全自动装置通用技术条件

DL/T 671 发电机变压器组保护装置通用技术条件

DL/T 860 变电站通信网络和系统

DL/T 1083 火力发电厂分散控制系统技术条件

DL/T 1348 自动准同期装置通用技术条件

DL/T 596 电力设备预防性试验规程

DL/T 1309 大型发电机组涉网保护技术规范

国家电网设备〔2018〕979 号 国家电网有限公司关于印发十八项电网重大反事故措施（修订版）

国能安全〔2014〕161 号 防止电力生产重大事故的二十五项重点要求

QGDW 11588（2016）快速动态响应同步调相机技术规范

2.1.4 当标准、规范之间存在差异时，应按要求高的指标执行。

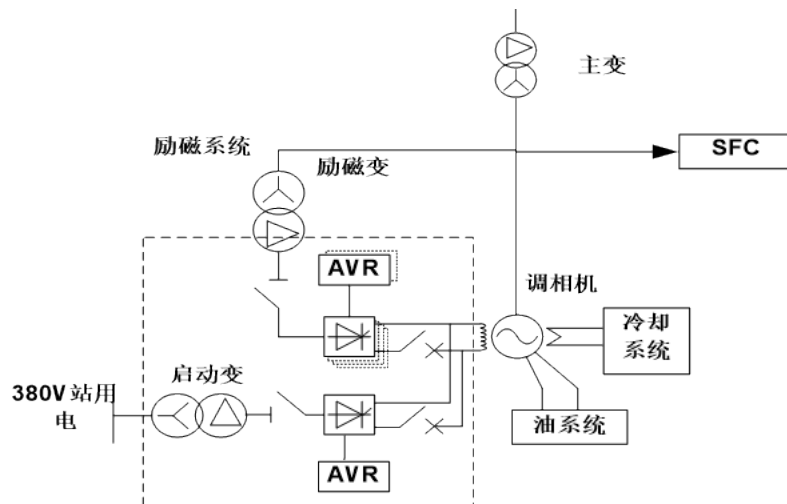
2.1.5 所有螺栓、双头螺栓、螺纹、管螺纹、螺栓头和螺帽均应遵照 ISO 及 SI 公制标准。

2.2 技术要求

2.2.1 总体技术要求

2.2.1.1 励磁方式：自并励静止励磁系统。

2.2.1.2 励磁系统接线如下图所示，针对惰转并网运行方式，采用直流侧或交流在线切换方式运行，并最大限度的减小惰转时间对并网成功率的影响。



2.2.1.3 直流侧在线切换方式

2.2.1.4 励磁变低压侧至励磁柜，励磁柜至调相机集电环之间的连接方式为电缆连接，进出线方式联络会确定。

2.2.1.5 当调相机的励磁电压和电流不超过其额定励磁电流和电压的 1.1 倍时，励磁系统保证连续运行。

2.2.1.6 厂用交流和直流电压偏差不超过额定值的-15%~+10%（外供交流电源额定电压为 380V，直流工作电源额定电压为 220V）；频率偏差不超过额定值的-6%~+4%时，励磁系统能保证调相机在额定工况下运行。

2.2.1.7 励磁系统应具有短时过载能力，励磁系统的短时过负荷能力应大于调相机转子绕组的短时过负荷能力。励磁系统强励电压倍数不小于 3.5（对应调相机端电压 $0.8U_e$ 时），强励电流倍数不小于 2.5，允许强励时间不低于 15 秒。

2.2.1.8 额定工况下,调相机励磁电压能在 0.1s 内励磁电压增长值达到顶值电压和额定电压差值的 95%。

2.2.1.9 励磁系统稳态增益保证调相机电压静差率小于 0.5%。励磁系统动态增益保证调相机电压突降 15%-20%时可控桥开放至允许最大值。

2.2.1.10 调相机空载时,阶跃量为调相机额定电压的 $\pm 5\%$,调相机电压超调量不大于阶跃量的 30%,电压上升时间不大于 0.5 秒;调节时间不大于 5 秒,电压摆动次数不多于 3 次。调相机额定负载时阶跃响应:阶跃量为调相机额定电压的 2%~4%,功率波动次数不大于 5 次,阻尼比大于 0.1,调节时间不大于 10s。

2.2.1.11 当调相机空载运行情况下,频率每变化额定值的 $\pm 1\%$,其端电压变化不大于 $\pm 0.25\%$ 额定值。

2.2.1.12 在调相机空载运行状态下,自动电压调节器的给定电压调节速度不大于 1% 额定电压/秒,不小于 0.3%额定电压/秒。

2.2.1.13 励磁系统控制电源需按照场站电源系统配置,至少两路电源。

2.2.1.14 当电力系统或调相机变压器高压侧发生短路或不对称短路时,励磁系统应保证正常工作。

2.2.1.15 励磁系统在保护系统正确动作的条件下能承受调相机任何故障和非正常运行冲击而不损坏。

2.2.1.16 励磁系统应装设浪涌吸收措施抑制尖峰过电压。

2.2.1.17 励磁系统应至少具备下列几种运行方式:机端恒压运行方式、恒励磁电流运行方式、恒无功功率运行方式,以及满足招标方提出的特殊控制方式,具体要求由招标方提出。

2.2.1.18 励磁控制系统在受到现场不超过相关标准规定的电气操作、雷电、静电及无线电收发讯机等电磁干扰时应不发生误动、拒动等情况,满足相关标准要求。

2.2.1.19 励磁系统应能在 $-25^{\circ}\text{C}\sim+45^{\circ}\text{C}$ 环境温度下连续运行。

2.2.1.20 因励磁系统故障引起的调相机强迫停运率不大于 0.25 次/年。励磁系统强行切除率不大于 0.1%。

2.2.1.21 启动励磁与主励磁应能在 5s 内完成切换,在启动励磁切换到主励磁后,主励磁应能在 4s 内将机端电压升到给定值(一般为网侧系统电压标么值),其超调量应不大于额定值的 10%。励磁电源切换成功率应大于 99.9%。启动励磁系统的容量应能保证空载额定定子电压所需励磁电流。

2.2.1.22 所有与调相机转子绕组在电气上相连的设备、不与转子连接的电气组件,出厂工频交流耐压试验电压值满足 3.5 倍强励电压要求。

2.2.1.23 励磁系统应满足调相机快速再启动的要求。

2.2.1.24 励磁系统应具备系统电压跟踪功能,励磁调节器需引入系统 TV 二次侧电压信号。

2.2.1.25 励磁系统应具备跟踪调相机变压器高压侧系统电压的 PSVR 功能。

2.2.1.26 励磁系统应具备负载 V/F 限制在线投退功能,调差系数在线整定功能。

2.2.1.27 为保证同期装置具有充分的并网时间,励磁系统启动回路和正常运行回路的切换要求安全、快速、平稳,需充分考虑对机组堕转时间的影响。

2.2.1.28 针对调相机强励倍数要求高,励磁变阳极电压高,励磁系统设计需考虑柜间绝缘,同时灭磁开关和阻容吸收等参数选型需要考虑转子绝缘,以确保机组安全运行。

2.2.1.29 励磁系统应具备过电压保护动作计数和指示功能。

2.2.1.30 采用 380VAC 整流起励电源起励方式时,当调相机电压上升到规定值时,起励回路自动脱开。

2.2.1.31 起励过程中,当调相机电压不小于 10%时,起励装置保证 AVR 能可靠投入。

2.2.1.32 所有与调相机转子绕组在电气上相连的设备,出厂工频交流耐压试验电压值按 12.5 倍额定励磁电压。不与转子连接的电气组件,出厂工频交流耐压试验电压值按 DL/T 843《大型汽轮发电机励磁系统技术条件》的规定执行。

2.2.1.33 励磁系统应满足启动工况运行要求,应至少具有与 2 台 SFC 的通讯接口及硬接线,应能实现调相机启动时与不同 SFC 的有效配合。

2.2.1.34 励磁系统应具有他励通道,在 SFC 变频拖动过程中为调相机提供励磁;在启动完成后,应能可靠切换到自并励励磁方式。

2.2.1.35 电源频率在 45Hz~55Hz 范围内变化时,励磁系统应能维持正常工作。

2.2.1.36 为防止励磁系统屏柜上布置的现场操作把手和按钮被误操作,投标方的设计和布置应充分考虑防误功能。

2.2.1.37 静止励磁系统电压响应时间应满足:上升时间(强励)不大于 0.02s;下降时间(强减)不大于 0.025s;励磁机励磁系统应满足高起始响应性能要求。

2.2.1.38 励磁系统的延迟时间不应大于 0.01s。

2.2.1.39 励磁调节器交流工作电源电压波动范围为 55%~120%额定值的情况下,励磁调节器应能维持正常工作。

2.2.2 励磁调节器主要性能要求

2.2.2.1 励磁调节器应保证调相机机端电压调整精度不低于 $\pm 0.5\%$ 。

2.2.2.2 励磁调节器电压测量单元的时间常数应小于 30ms。

2.2.2.3 励磁调节器应保证调相机端电压调差率范围(无功电流补偿)不小于 $\pm 20\%$,可全程连续、均匀调整。

2.2.2.4 励磁调节器两个通道的所有保护在自动和手动方式下均应起作用。

2.2.2.5 励磁调节器应具备各主要元件故障的记录,各保护功能的状态记录和快速故障录波功能。

2.2.2.6 励磁调节器自动方式应采用电压或无功的 PID 调节方式,手动方式应采用恒定调相机磁场电流的 PI 调节方式。

2.2.2.7 励磁调节器每个通道应均能单独承担调相机在各种运行工况下的调节、限制、保护和发信任务。

2.2.2.8 励磁调节器应具有在线参数整定功能,调节器各参数和各功能单元的输能量能显示,显示的参数为数字模型中的实际值,显示的输出值为实用量值或标么值。

2.2.2.9 励磁调节器应设置如下辅助功能（不限于以下功能）：低励限制及保护、TV 断线保护、过励限制及保护、强励顶值限制和保护、伏赫比（V/Hz）限制及保护、远方和就地电压给定、远方无功给定。

2.2.2.10 励磁调节器的控制电源应具备双路电源输入，一路直流输入，一路交流输入，每个励磁通道都应有自己独立的、质量优良和性能可靠的工作电源。

2.2.2.11 励磁调节器应满足调相机站一键启停控制的要求，具备就地/远方控制功能：包括励磁投切，磁场开关分合，增励和减励操作，AVR 自动和手动运行模式切换操作。其它输入输出接口信号根据实际配置。

2.2.2.12 励磁调节器应具备软操功能，并配备与 DCS 及与其它控制系统的 I/O 接口、串行接口和工业以太网通讯接口。

2.2.2.13 励磁调节器应具备如下故障和动作信号：TV 断线信号、调节器工作电源消失信号、调节器故障信号、稳压电源消失或故障信号、触发脉冲消失信号、调节通道自动切换动作信号、强励动作信号、低励限制动作信号、过励限制动作信号、伏赫比限制动作信号、可控硅故障信号等。

2.2.2.14 励磁调节器必须具备相应的电磁兼容能力，在受到现场任何电气操作、雷电、静电及无线电收发讯机等电磁干扰时不应发生误调、失调、误动和拒动等情况。

2.2.2.15 调相机自动零起升压时，自动电压调节器应保证调相机定子电压超调量不大于额定的 10%，振荡次数不超过 3 次，升压及调节时间不大于 5s。

2.2.2.16 自动励磁调节器 AVR 应设置两个完全相同且独立的（AC 调节器）自动通道。各通道应装设独立的 TV、TA、稳压电源，各通道自动相互跟踪达到无扰动切换。每个通道应功能齐全，都具有独立工作能力。当一个通道调节器出现问题时，自动退出运行，并发出报警。单个通道调节器独立运行时，应完全能满足调相机各种工况下的正常运行。同时每一个通道还应设置手动电路（DC 调节器）作为备用，手动、自动电路应能相互自动跟踪；当自动回路故障时应能自动无扰切换到手动。

2.2.2.17 自动励磁调节器应保证在调相机空载额定电压的 30~110% 范围内进行稳定、平滑调节，整定电压的分辨率不大于额定电压的 0.2%。手动控制回路应保

证调相机励磁电流在空载额定励磁电流的 10%到额定励磁电流的 120%范围内进行稳定、平滑调节。

2.2.2.18 自动电压调节器应保证投入率不低于 99%。

2.2.2.19 自动励磁调节器任一元件的损坏，不应造成调相机停机。

2.2.2.20 励磁调节器应具备均流措施，保证晶闸管整流桥之间均流系数不低于 0.95。

2.2.2.21 励磁调节器应按照国家有关标准进行出厂试验。

2.2.2.22 SFC 拖动阶段，励磁调节器应满足与 SFC 系统协同配合的要求，具体的配合要求在设计联络会上确定。

2.2.2.23 励磁限制应与保护配合，在保证机组安全的条件下最大限度的利用调相机本身的过负荷能力，励磁在如下方面采取的具体措施：过励限制、VF 限制、定子电流限制等。

2.2.2.24 励磁调节器应确保控制策略无扰动切换，系统电压在正常范围内波动时，控制调相机无功按照一定斜率输出，且该斜率参数可整定；系统电压变化范围较大时，保证调相机无功快速输出，保证系统稳定。

2.2.2.25 励磁调节器应预留与无功协调控制系统的功能接口，能够根据无功协调控制系统的指令进行快速无功调节。具体接口及功能要求在设联会上确定。

2.2.2.26 自动励磁调节系统应能保证调相机机端电压调差率整定范围为 $\pm 15\%$ ，并按 1%的档距分档。

2.2.2.27 每一励磁调节主控制器器应采用双路直流电源供电，应保证两路电源可无扰动切换，不影响调节器运行。

2.2.2.28 励磁调节器应能够在自动及手动情况下录取标准 COMTRADE 格式录波，录波精度可选，励磁系统故障时启动故障录波功能，录波次数不限（以存储器容量尾纤），具有 1GB 内存存储波形，录波数据能方便调取并能够使用便携存储器保存；励磁调节器应具备自检自诊断功能，异常时能给出异常自检信息；应具备自动分析故障波形的功能，对所录到的波形可自动分析故障原因，并给出自动分析结

果。调节器应具有可脱离工控机独立存储至少 1024 条变位记录的功能，以防止运行时工控机断电或者损坏从而丢失调节器动作变位记录。

2.2.2.29 励磁调节器试验功能应方便操作，具备一键调试，一键试验功能，用来防止运行操作人员试验时操作错误。励磁系统应具备开机保护能力，用来防止开机时出现 TV 外回路断开，转子侧短路等问题时事故扩大现象的出现。

2.2.2.30 为了适应数字化站建设的需求，每套励磁装置应该具备至少 2 路以太网接口，支持 IEC61850、MODBUS 及 DL/T 667、DL/T 860 规定的通信规约，能够通讯接入冗余的调相机 DCS 系统 A、B 网，并将励磁系统重要信息通讯上传 DCS 监视系统。每套励磁装置应有相应的对时接口，使用 RS-485 串行数据通信接口接收站内统一设置的时钟对时系统发出的 IRIG-B 时码。

2.2.3 整流装置主要性能要求

2.2.3.1 励磁系统的可控硅整流装置应留有必要的备用容量。功率整流装置并联支路数为 2，每一支路具备 N-1 模块下满足设备额定出力，可靠运行的要求，功率模块之间均流系数大于 0.95。当有 1 支路退出运行时，应满足调相机强励和 1.1 倍额定励磁电流运行的要求。

2.2.3.2 励磁装置的硅元件或可控硅元件以及其他设备应能承受外部直流侧短路故障、调相机滑极、异步运行等工况而不损坏。励磁装置可控硅元件必须采用优质品牌产品。

2.2.3.3 整流装置冷却风机应选用进口风扇优质品牌，应设置 100%的备用容量，在风压或温度升高时，备用风机能自动投入，以保证整流装置工作在允许的温度范围内。

2.2.3.4 在调相机大修周期内，硅整流元件不应有疲劳损坏或明显的特性改变。整流元件在安装前须经严格检测，保证各并联元件性能一致。

2.2.3.5 每个整流装置上配置测温装置，且具有温度越限报警功能。

2.2.3.6 整流柜应统筹考虑柜门、侧板、顶板的耐爆耐压强度，泄压通道朝向避开巡检通道，耐爆耐压强度和泄压能力相互配合，确保柜内任何部件发生故障均不应导致变流柜爆炸。

2.2.3.7 整流柜应采用三相独立的脉冲盒，防止相间放电。

2.2.4 励磁变主要性能要求

2.2.4.1 励磁变压器应设置静电屏蔽措施及必要的监视和保护装置。应能适应带整流负荷的要求，并能承受出口三相短路和不对称短路而不产生有害变形。

2.2.4.2 励磁变压器的设计应充分考虑整流负载电流分量中高次谐波所产生的热量，使励磁变压器温升在允许范围内。励磁变压器的容量应满足强励及调相机各种运行工况的要求，保证连续运行不超温。

2.2.4.3 励磁变压器应采用室内三相干式变压器，铜绕组，绝缘等级为 F 级，温升 B 级，励磁变压器需配置散热风扇以提高临时过载能力，在 $-25^{\circ}\text{C}\sim+45^{\circ}\text{C}$ 环境温度及额定工况下，散热风扇不应开启。励磁变压器的耐压水平应不低于调相机变压器调相机侧的耐压水平。高压侧的布置应具有足够的相间距和相应的法兰以满足与封母排或电缆端头垂直相连，低压侧出线端应有相应出线盒，以便与电缆端头联接。投标方应随励磁变压器提供测温装置（远方及就地），这些装置具有提供远方信号的引出接点，温度控制器有三相 $4\sim 20\text{mA}$ 及一相铁芯温度 $4\sim 20\text{mA}$ 的模拟量温度信号输出，及四付励磁变超温信号干接点输出。（连接处励磁变压器侧的连接法兰由投标方提供）。励磁变压器壳体（包括框架）全部采用铝合金材料（不含导磁成分）。励磁变压器壳体各部分的连接采用非磁性不锈钢螺栓、螺帽和垫圈。励磁变的外壳防护等级不小于 IP21。励磁变柜门应有带电闭锁功能。

2.2.4.4 励磁变压器高压侧每相应提供 2 组穿心式 TA，用于保护和测量。低压侧每相应提供 1 组 TA，用于保护。电流互感器二次侧为 1A（暂定，具体在设计联络会上确定），准确级采用 5P30、0.5，容量 10VA。具体配置参数以设计院施工图为准。

2.2.4.5 励磁变压器的寿命应不小于 30 年。

2.2.4.6 投标方应在投标阶段提供启励变及切换装置的相关技术参数。

2.2.4.7 励磁变压器应带有完备的非电量保护，其中温度监测装置具有远传功能。

2.2.5 灭磁、过电压装置主要性能要求

2.2.5.1 励磁回路应装设性能良好、动作可靠的自动灭磁装置。试验维护简单，对调相机任何负载应均能可靠灭磁，强励状态下灭磁时调相机转子过电压值不超过5~7倍额定励磁电压值。应配备直流断路器、灭磁装置（含灭磁电阻）。灭磁时，跨接器应通过触发并接的双向可控硅导通将过电压抑制电阻并联接入调相机转子线圈。

2.2.5.2 灭磁开关应必须采用优质品牌的具有三年以上良好运行业绩的高性能工业级直流灭磁开关，灭弧容量应满足实际需求并留有充足的裕量，应具有较高弧压水平，应能满足调相机在各种工况下进行灭磁时，不会造成调相机、灭磁装置、灭磁开关等设备损坏。应具有良好的灭弧性能，性能指标应符合国家和电力行业的最新标准，应能与调相机组性能和励磁系统其他设备良好匹配。灭磁开关应采用双跳闸线圈，辅助触头不少于6常开6常闭。灭磁电阻可采用线性或非线性电阻。灭磁电阻的分散性不大于 $\pm 10\%$ 。应保证在空载误强励时转子绕组无损坏，灭磁电阻能正常运行。

2.2.5.3 磁场开关在操作电压额定值的80%时应能可靠合闸，在30%及以下时应能可靠不分闸，在65%及以上时应能可靠分闸，投标方应出具现场试验报告。

2.2.5.4 调相机转子回路应设置过电压保护，过电压保护装置动作电压的分散性应不大于 $\pm 10\%$ ，同时，应具备过电压指示功能，并显示过电压次数。

2.2.5.5 转子一点接地保护应为单独的微机保护装置，采用注入式原理，随发电机保护柜就地安装，装置应满足以下要求：

1) 应能适用于各种非旋转励磁方式的调相机励磁回路，不受转子回路对地分布电容及其他附加电容的影响；

2) 在同一整定值下，转子绕组不同地点发生一点接地时，其动作值误差为：当整定值为 $1\text{k}\Omega \sim 5\text{k}\Omega$ 时允差 $\pm 0.5\text{k}\Omega$ ，当整定值大于 $5\text{k}\Omega$ 时允差 $\pm 10\%$ ；

3) 最小整定范围： $1\text{k}\Omega \sim 20\text{k}\Omega$ ；

4) 返回系数不大于1.3。

2.2.6 主要接口要求

2.2.6.1 产品除满足与 DCS 进行通讯接口的要求,以及本技术规范书其他地方有明确要求的接口外,还应提供通讯协议以及下列外部所需的接口信号: 输出励磁电流(直流)、励磁电压(直流)变送器 4~20mA 输出信号, 励磁电压、励磁电流模拟量信号组数应满足 DCS 采集、PMU 系统采集、调相机保护装置、故障录波器的需求; 自动励磁调节器、手动励磁调节器故障信号、TV 断线, 上述信号均采用硬接点输出方式。强励动作硬接点输出信号; 过励动作硬接点输出信号; 增减磁接口等;

2.2.6.2 应具有与 SFC 的通讯接口或硬接线, 应能实现在调相机启动时与 SFC 的配合。

2.2.6.3 自动励磁调节器应具备与外部直接连接的硬接线接口, 并留有通讯接口。具备过渡状态的记录功能, 以提供故障分析和试验分析之用。

2.2.6.4 励磁变压器高压侧布置应具有足够的相间距和相应的法兰以满足与封母排或电缆端头垂直相连, 低压侧出线端应有相应出线盒, 以便与电缆端头联接。

2.2.7 通风、防尘、抗震、温度、湿度

2.2.7.1 AVR 柜(如有)应采用自然通风或设置强迫通风装置, 风机故障时应能保证 AVR 正常运行, 柜体的保护接地和工作接地应分开, 应设有各自独立的接地端子。

2.2.7.2 空气冷却的整流柜和 AVR(如有)柜应采用可靠的低噪声风机。

2.2.7.3 励磁系统各部件设备应采取防尘、防震措施。防护等级不低于 IP31。柜内应设置照明及空间加热器, 空间加热器可根据柜内温度及湿度实现自动控制。

2.2.7.4 励磁系统设备在项目所在地正常的环境条件下, 应能可靠、安全、连续地按照本技术条件书的要求正常工作。

2.2.8 励磁系统测量要求

投标方应分别提供调相机励磁电流、励磁电压外部测量(DCS、PMU)、调相机保护装置和故障录波的接口,对于测量:各配置变送器提供励磁电流和励磁电压模拟量信号输出,供远方指示之用,精度0.2级;对于故障录波:各配置一个满足录波采样要求的元件提供励磁电流和励磁电压模拟量信号实时输出,供故障录波之用。灭磁开关一侧有励磁电流实时测量信号输出。励磁系统至少需要提供4组励磁电压(4~20mA)和4组励磁电流(4~20mA)信号,并满足与PMU的接口要求,并提供2组励磁电压平均值变送器(4~20mA),用于调相机保护。

2.3 技术资料

(1) 投标方提供励磁系统原理图、接线图(含端子图)、软件图、外形图。其中,满足业主方打桩需要的图纸资料,包括励磁盘柜外形载重图等,在月日前提供。

(2) 投标方提供励磁系统的I/O接口清单。

(3) 投标方提供励磁系统现场试验曲线、整定值及说明(包括限制及保护整定值及相关说明)。

(4) 投标方提供励磁系统元器件详细清单、元器件选择计算书及说明。

(5) 投标方提供励磁系统用户手册。

(6) 投标方提供励磁系统原理说明书。

(7) 投标方提供励磁系统出厂试验报告及现场试验报告。

(8) 投标方提供的图纸清晰,对于其它没有列入合同技术资料清单,确是工程所必需的文件和资料,一经发现,投标方也及时免费提供。

2.4 检验和试验要求

(1) 试验的环境条件:

a) 环境温度: $-25^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$;

b) 相对湿度: $\leq 95\%$;

如果不能在上述正常环境条件下试验, 应对试验结果进行折算。

(2) 试验方法应满足 GB/T 3859. 1-2013 中第 7. 1. 1 章节的规定。

(3) 试验类型:

a) 型式试验, 应满足 GB/T 3859. 1-2013 第 7. 1. 2. 1 章节的规定。

b) 出厂试验, 应满足 GB/T 3859. 1-2013 第 7. 1. 2. 2 章节的规定。

c) 交接试验, 调相机投产前, 启动系统应在现场进行交接试验, 交接试验要核对厂家提供的试验结果, 并按现场具体情况和系统要求整定某些参数。

d) 大修试验, 启动系统大修后, 进行复核试验以检查系统各部分是否正常。

(4) 调相机励磁系统在型式试验、出厂试验、交接试验和大修试验中应进行的试验项目见下表, 相关试验要求参考 DL/T 843 中第 7 章的规定。

序号	试验项目	型式试验	出厂试验	交接试验	大修试验
1	励磁系统各部件绝缘试验	√	√	√	√
2	环境试验	√			
3	自动及手动电压调节范围测量	√		√	√
4	励磁系统模型参数确认试验	√		√	
5	电压静差率及电压调差率测定	√		√	
6	自动电压调节通道切换及自动/手动控制方式切换	√	√	√	√
7	启动励磁与主励磁切换及主励磁建压试验			√	√
8	自动电压调节器各单元特性检查	√	√	√	√
9	操作、保护、限制及信号回路动作试验	√	√	√	√
10	调相机空载阶跃响应试验	√		√	√
11	调相机负载阶跃响应试验	√		√	√
12	甩无功负荷试验	√		√	
13	灭磁试验及转子过电压保护试验	√		√	√
14	调相机各种工况(含进相)时的带负荷调节试验	√		√	
15	功率整流装置额定工况下均流试验	√		√	
16	励磁系统各部件的温升试验	√			
17	励磁装置老化试验	√	√		
18	功率整流装置噪声试验	√			
19	励磁装置抗扰度试验	√			
20	励磁系统顶值电压和顶值电流测定、励磁系统电压响应时间和标称响应测定	√ ^a			
21	调相机轴电压测量			√	√
a 特殊试验项目，不包括在一般型式试验和交接试验项目内，需作专项安排。					

3 调相机 SFC 启动系统

3.1 规范性引用文件

（1）招标文件范围内的设备首先采用中华人民共和国国家标准及部颁标准和行业标准。

（2）在国内标准不完善的情况下，可采用相应的国际标准（如 IEC、IEEE 等）中最适宜的条款部分或双方认定的其他国家标准。所采用的标准必须是最新版本。

(3) 提供的所有设备及零件按国际标准化组织 ISO9000 质量体系制造, 图纸和文件均采用国际度量制单位 (SI) 和 IEC 规定的图例符号表示。

(4) 除非合同另有规定, 提供的设备和配套件要符合以下标准但不局限于以下标准:

GB 1094.11 电力变压器 第 11 部分: 干式变压器

GB11022 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求

GB/T 2900. 1 电工术语 基本术语

GB/T 2900. 17 电工术语 量度继电器

GB/T 2900. 49 电工术语 电力系统保护

GB/T 3859. 1 半导体变流器 通用要求和电网换相变流器

GB/T 3859. 3 半导体变流器 通用要求和电网换相变流器 第 1-3 部分: 变压器和电抗器

GB/T 9361 计算机场地安全要求

GB/T 12668. 3 调速电气传动系统 第 3 部分: 电磁兼容性要求及其特定的试验方法

GB/T 14537 量度继电器和保护装置的冲击与碰撞试验

GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波

GB/T 14598. 27 量度继电器和保护装置 第 27 部分: 产品安全要求

GB/T 15153. 2 远动设备及系统 第 2 部分工作条件 第 2 篇环境条件(气候、机械和其他非电影响因素)

GB/T 15291 半导体器件 第 6 部分: 晶闸管

GB/T 15543 电能质量 三相电压不平衡

GB/T 18494. 1 变流变压器 第 1 部分： 工业用变流变压器

GB/T 19520. 12 电子设备机械结构 482. 6mm (19in) 系列机械结构尺寸 第 3-101 部分： 插箱及其插

GB 1984 高压交流断路器

GB 1985 高压交流隔离开关和接地开关

GB 50150 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

DL/T 478 继电保护及安全自动装置通用技术条件

DL/T 596 电力设备预防性试验规程

DL/T 667 远动设备及系统 第 5 部分： 传输规约 第 103 篇： 继电保护设备信息接口配套标准

DL/T 860 变电站通信网络和系统

DL/T 5136 火力发电厂、 变电所二次接线设计技术规程

DL/T 402 高压交流断路器订货技术条件

IEC60146-1-1 Semiconducting converters

IEC61800 可调速电驱动设备

IEEE519 电源系统谐波控制推荐规程和要求

QGDW 11588 快速动态响应同步调相机技术规范

国家电网设备（2018）979 号 国家电网有限公司关于印发十八项电网重大反事故措施（修订版）

国能安全（2014）161 号《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》

3.2 技术要求

(1) 总的要求

1) SFC 变频器起动装置容量为调相机机容量的 2%左右, 投标方提供调相机 SFC 变频器启动系统设计计算书。

2) 启动系统的容量和散热设计应满足连续启动多台次调相机的要求, 且启动次数没有限制。投标方应根据启动系统的布置图以及环境温度进线机柜散热设计。

3) 启动系统额定转速下的持续运转时间应满足主机进行测试的试验要求。

4) 启动系统长期停机后应不影响下一次正常启动。

5) 调相机同期并网失败后, 启动系统应具备快速再投入功能, 投入转速应为全速范围的任何速度点。

6) 启动系统应具有定速盘车(转速可在 250~350rpm 范围设定)功能, 此功能可远方投退。

7) 启动系统厂家应与调相机厂家密切配合, 保证启动系统能安全可靠启动调相机系统, 且不对调相机转子造成损害。如利用 SFC 启机、利用 SFC 定速盘车等有时间和其他特殊要求应在逻辑和说明书中体现。系统设计需要考虑调相机不设置顶轴油系统。

8) 为防止启动系统屏柜上布置的现场操作把手和按钮被误操作, 投标方的设计和布置应充分考虑防误功能。

9) 启动电源应由专用隔离变压器通过电流源型静止变频器(SFC)整流和变频后, 经隔离开关输入调相机定子, 从而使机组平稳升至同步或稍高于同步转速。

10) 启动控制单元应具有全速范围的任一转速定速功能, 且定速偏差不超过 5rpm。

(2) 变频输入断路器柜至变频启动隔离变压器、变频启动隔离变压器至变频启动装置、变频启动装置至调相机，采用柜内铜母排或电缆连接方式。

(3) 投标方提供的变频启动系统应满足上述电气连接要求，且上述连接的所有铜母排、电缆等设备材料由投标方负责供货。若投标方所供产品不能满足上述电气连接要求，投标方提供替代连接方案的所有设备材料由投标方负责供货(设联会最终确定)。

(4) 本项目配置 1 套电流源型静止变频器，功率器件采用晶闸管、直流回路配置直流电抗器减小直流电流波动（直流储能器件采用直流电抗器）。

(5) 启动方式的选择通过 DCS（或监控系统）一键启动控制功能来实现。SFC 启动励磁系统并控制励磁电流输出，待调相机升至稍高于同步转速后，DCS 命令 SFC 退出。

(6) SFC 与 DCS 的连接采用硬接点 IO 接口。SFC 应包含其内部设定的转速曲线以实现调相机的启动，该曲线应满足各种工况运行。SFC 的完整控制、闭锁、切换逻辑在 SFC 控制盘中实现，投标方应在投标时详细描述 SFC 启动过程、逻辑及启动曲线。

(7) 投标方负责每套 SFC 装置内部的所有连接电缆的设计及供货，若其间动力回路采用电缆连接，则与调相机保持一致，原则上选择 B 级及以上的阻燃电缆，具体型号在设联会上确认，其中输出切换开关至调相机机端的电缆，应充分考虑调相机启动以后励磁回路切换成主励磁引起的机端电压升高所带来的影响。

(8) 启动系统启动过程中产生的谐波应尽量减少对接入系统造成的影响，谐波符合 IEC60146、GB/T 14549 公用电网谐波等标准要求。

(9) 启动系统布置在主厂房内，启动系统整流器、电抗器、逆变器等有散热要求的柜体，防护等级为 IP31，其他柜体防护等级为 IP41 且应满足散热要求。

(10) 在 SFC 系统长期停机阶段，投标方应能够保证整套设备不因尘埃、温度、湿度等环境因素变化而影响 SFC 系统的再次正常投入运行。

(11) SFC 装置电源需按照现场电源系统配置，至少两路冗余电源。

(12) 为了适应数字化站建设的需求，每套 SFC 装置应该具备至少 2 路以太网接口，支持 IEC61850、MODBUS 及 DL/T 667、DL/T 860 规定的通信规约，能够通讯接入冗余的调相机 DCS 系统 A、B 网，并将 SFC 系统重要信息通讯上传 DCS 监视系统。每套 SFC 启动装置应有相应的对时接口，使用 RS-485 串行数据通信接口接收站内统一设置的时钟对时系统发出的 IRIG-B 时码。

(13) SFC、封闭母线及主机厂应召开联络会讨论并采取相应措施，以避免在启动过程中因 SFC 输出的谐波原因造成事故，并保证所采取的措施不能引起设备报价发生变化，可能的事故包括但不限于以下：

1) SFC 整流器出线侧和逆变器进线侧之间的直流回路发生接地故障时，导致调相机中性点 TV 柜烧毁；

2) 35kV TV 与调相机及其连接设备回路发生铁磁谐振过电压，导致 TV 柜烧毁。

(14) SFC 容量应保证调相机在不大于 10min 的时间内从静止状态加速到额定转速。SFC 装置应满足长期满负荷运行要求，可保证连续启动，无启动次数限制。

(15) SFC 可靠性满足如下要求：

- 1) 可用率不低于 99.9%；
- 2) SFC 装置启动成功率不应低于 99.9%；
- 3) 平均无故障工作时间大于 40000h；
- 4) 平均修复时间应小于 14h。

(16) SFC 电压和频率应满足如下要求：

- 1) 输出电压范围为 $0 \sim 1.1U_n$ （若 SFC 不带输出变压器，可不设此限值）；
- 2) 输出频率范围为 $0\text{Hz} \sim 55\text{Hz}$ ；
- 3) SFC 的输出电压和频率应在上述变化范围内平稳可调；
- 4) SFC 装置应配置输入侧的隔离变压器（即输入变压器）；必要时在 SFC 输入、输出端设置谐波过滤装置；SFC 运行时产生的谐波电压和电流不应影响调相机保护、励磁、中性点设备及其他设备的正常运行；

5) SFC 应适应输入电源电压波动范围;

6) SFC 应具备远方和就地控制方式, 并具备分步控制功能, 可在 5%~105%额定转速范围内调节机组转速。

3.3 具体技术要求

(1) 启动系统宜采用 12-6 脉波或 6-6 脉波、高低模式, 逆变器输出经隔离开关直接接至调相机定子。

(2) 启动系统最大拖动转速不低于 3150rpm, 从 0 转速加速至最大转速时间不超过 10 分钟。

(3) 一次启动成功率 99%, 再次启动成功率达到 100%。

(4) 启动过程中 SFC 本体的保护由投标方成套 SFC 保护实现。SFC 隔离变保护由 SFC 隔离变压器保护装置实现 (隔离变保护不在启动系统技术规范供货范围)。调相机组本体的保护由调变组保护实现。

(5) 启动系统拖动调相机启动时, 宜采用均匀加速。

(6) 启动系统的设计容量, 除应满足约定的调相机启动时间要求外, 至少还应留有 10%的裕量。

(7) 静止变频控制器应能够准确测量电机静止时的转子位置, 转子位置电气角度计算准确度高于 2 度。

3.4 输入隔离变压器

(1) 变压器为“环氧浇注式干变”, 采用自冷型, 自冷容量在投标阶段由投标方提供计算报告。绝缘等级为 F 级、温升不超过 B 级, 变压器应能承受系统过电压和静止变频器产生的共模电压以及谐波的影响。

(2) 变压器应配置温度检测装置, 具有就地和远方 (指 DCS) 温度显示和超温报警功能及跳闸信号。

(3) 变压器应满足下列技术参数：

1) 变压器一次侧额定电压 35kV

2) 变压器一次侧额定频率： 50 Hz

3) 变压器为低损耗型，高低压线圈材料均采用无氧铜导体，硅钢片采用优质冷轧高导磁晶粒取向硅钢片，钢类部件采用热镀锌。变压器允许过负荷能力应符合 IEC 干式变压器过负荷导则及相应国标要求。

4) 变压器在各分接头位置时，应能承受线端突发短路的动、热稳定而不产生任何损伤、变形及紧固件松动。

5) 噪音水平不大于 65dB(在离外壳 1m, 离运行平台高度为 1.2m 处测量)。

6) 变压器进线接线端子应足够大，以便与进线电缆连接。变压器柜内高压引线导体应能满足发热的允许值 ($<65^{\circ}\text{C}$) 。

7) 变压器在出厂前应进行出厂试验。试验内容和方法应满足相应的国际标准和国家标准。所有试验应提供试验报告。

8) 变压器的铝合金外壳防护等级为 IP21。

9) 变压器应满足 GB/T 1094、 GB/T 18494. 1、 GB/T 3859. 3 的相关规定。

10) 变压器应满足静止变频器的容量要求，并考虑谐波导致损耗对变压器容量造成的影响。

11) 变压器可考虑启动系统的短时工作制特点。

12) 变压器应带金属外壳。

13) 隔离变柜门应有带电闭锁功能。

14) 隔离变压器高压侧配置一组保护用电流互感器。电流互感器二次侧为 1A，准确级采用 5P30，容量 10VA（暂定，具体在设计联络会上确定）。

3.5 静止变频器

(1) 静止变频器的主要技术参数和要求:

静止变频器形式	电流源型静止变频器
输入频率	50±10%Hz
输出频率范围	0Hz~52.5Hz
过载能力	长期过载能力为110%,过载120%应能运行1min;150%立即保护。
辅助电源	380V±10% AC 50±1 Hz (三相四线)
冷却方式	功率柜 AF, 控制柜 AN
环境湿度	<90%, 不结露
静止变频器效率	额定负载下>96%
启动时间	≤10min

(2) SFC 系统应具备完善的触发功能, 实时监测功率元件触发及导通的状态。功率元件采用成熟可靠的触发方式, 采用高电位自取能工作方式。

(3) 整流器和逆变器晶闸管元件应配置合适的暂态过电压保护装置。暂态过电压保护装置可采取电阻与电容器串联方式或其它有效的方式, 其参数选择应保证可控硅元件不因浪涌过电压而损坏。静止变频器暂态过电压保护装置应满足:

- 1) 暂态过电压保护装置参数选择应保证晶闸管元件和其它设备不因暂态过电压而损坏。
- 2) 暂态过电压保护装置应安装在密闭柜内。
- 3) 暂态过电压保护装置各部件均应符合各自相应的 IEC 标准。

(4) 冷却风机按 100%容量要求配置 (不设冗余)。风机报警信号应能远传到控制室。冷却装置应拆装方便, 应满足静止变频器的安全可靠地运行。

(5) 静止变频器应有过载、过流、过压、欠压、过热、缺相保护、差动等保护。调相机在变频启动过程中，SFC 直流侧发生接地故障时，SFC 接地保护应具备足够可靠性，不应误动、拒动。保护配置参考下表：

类别	序号	功能描述	参考标准
静止变频器保护	1	静止变频器变流器差动保护	
	2	静止变频器输出变压器差动保护	
	3	静止变频器网侧过电流保护	
	4	静止变频器机侧过电流保护	
	5	静止变频器网侧电压异常保护	
	6	静止变频器机侧电压异常保护	
	7	静止变频器机侧零序电压保护	
	8	静止变频器机侧过励磁保护	
	9	静止变频器机侧低励磁保护	
	10	静止变频器机侧过频保护	

(6) 当静止变频器及其供电对象因外部故障或扰动引起的本设备电源进线电压暂态、动态或长时间升高或降低时，在一定的电压变动范围和时间间隔内，静止变频器应能够可靠供电，保障供电对象的安全运行。

(7) 静止变频器控制系统应采用数字微处理器控制器，具有就地监控方式和远方监控方式。在就地监控方式下，通过变频器上的键盘和 LCD/LED 显示，可进行就地人工启动、停止变频器，可以调整转速、频率。

(8) 静止变频器具备启动全过程录波、故障快速录波和手动录波、事件顺序记录功能。静止变频器控制柜上应安装控制终端，可完成系统操作、监视和维护，并提供一套控制终端软件，显示和操作界面优先采用纯中文界面。

(9) 静止变频器应具有故障自诊断功能，能对所发生的故障类型及故障位置尽量提供中文指示，能在就地显示并远方报警，便于运行人员和检修人员能辨别和解决所出现的问题；宜配置在线监测系统，在静止变频器故障及告警时自动诊断，能给出原因并给出排查措施。

(10) 静止变频器应能接受控制系统的控制指令，并反馈静止变频器的主要状态信号和故障报警信号。

静止变频器应至少提供下列 I/O 信号：

- 1) 模拟量输入信号 AI
- 2) 模拟量输出信号 AO
- 3) 开关量输入信号 DI
- 4) 开关量输出信号 DO

静止变频器应至少具有以下测量内容：

- 1) SFC 整流桥交流电压
- 2) SFC 整流桥交流电流
- 3) SFC 逆变桥交流电压
- 4) SFC 逆变桥交流电流
- 5) SFC 输出频率
- 6) 其他

(11) 静止变频器应采用无机械传感器的转子位置检测方式。

(12) 在启动过程中，静止变频器应能通过励磁系统实现对机端电压的实时控制。静止变频器与被拖动的各调相机励磁系统应有独立的模拟量、开关量硬接线接口。

(13) 静止变频器控制屏柜内应设置就地紧急停机按钮，以及主控室手动急停功能，主控室手动急停按钮与控制屏之间采用硬接线连接，控制屏应具有硬接线急停冗余配置。

(14) 为避免误操作引起人身及设备损伤，应根据实际系统接线设置互锁逻辑。

(15) 静止变频器损耗不超过额定容量的 2%。

3.6 静止变频器输入断路器柜（按需）

静止变频器断路器柜应满足以下技术要求：

- 1) 操动机构操作和控制电源应采用三相交流 380V 电源和直流 220V。
- 2) 输入断路器应能操作空载的启动变压器而不产生危险的过电压。
- 3) 断路器与隔离开关之间应有可靠的防止误操作的电气闭锁，断路器柜中的检修接地开关与断路器之间应有可靠的防止误操作的机械闭锁。
- 4) 断路器及其附属设备装于金属柜内，并配置控制箱柜。操动机构、断路器位置指示及其它辅助设备应满足实现自动和手动、现地和远方控制和监视断路器的要求。
- 5) 除特别注明外，技术要求应符合相应的 GB、IEC 标准。
- 6) 输入断路器应具备 31.5kA 额定短路开断能力，并安装于高压开关柜内。
- 7) 输入断路器柜还应配置 4 组进线 3 相电流互感器，含：含 1 组 5P30 级 SFC 隔离变差动用三相电流互感器，1 组 5P30 级站用变差动用三相电流互感器，1 组 02S 级计量用三相电流互感器，1 组 0.2 级测量用三相电流互感器。总数量以满足 SFC 隔离变保护以及投标方范围内的 SFC 保护和计量、测量所需。

3.7 静止变频器输出断路器柜（按需）

输出断路器开关柜应满足以下技术要求：

- 1) 操动机构操作和控制电源应采用三相交流 380V 电源和直流 220V。
- 2) 断路器应适合频繁操作工况。
- 3) 断路器应设在高压开关柜内，并配置控制箱。操动机构、开关位置指示及其它辅助设备应满足实现自动/手动、就地/远方控制和监视的要求。

- 4) 断路器的配置应满足 SFC 能够启动调相机的要求。
- 5) 断路器应选用进口或合资品牌优质产品。
- 6) 除上述条款外，断路器还应符合 DL/T 615、GB 1985 中有关规定。

3.8 静止变频器电压互感器和电流互感器

电压传感器和电流传感器应满足以下技术要求：

- 1) 在 SFC 装置主回路应设置足够数量的电压传感器和电流传感器，电压传感器及电流传感器的数量、布置位置、变比、精度、特性、容量和型式应满足保护、测量和监控的需要。（具体配置在一联会确定）。
- 2) 波形畸变应不影响电压传感器和电流传感器正常工作，布置在逆变桥交流侧的电压传感器和电流传感器应有良好的低频特性，频率在 2~52.5Hz 范围内变化时，其精度应满足保护和测量要求。
- 3) 电压传感器和电流传感器应安装在密闭防尘的封闭金属配电屏(柜)内，二次回路应接至该屏(柜)端子排上。
- 4) 电压传感器和电流传感器应符合 IEC 和 IEEE 标准和有关要求。

3.9 静止变频器平波电抗器

平波电抗器应满足：

- 1) 平波电抗器接在整流器与逆变器中间直流回路，以降低直流电流脉动，使逆变器稳定可靠地工作。
- 2) 型式：柜内、单相、干式、风冷。
- 3) 平波电抗器应具备必要的附件。
- 4) 平波电抗器应符合 GB/T 1094、GB/T 3859.3 等相关标准规定。

5) 直流电抗器应能抑制直流电流的谐波分量和直流电流上升速率, 保证晶闸管元件安全。

3.10 技术资料

(1) 投标方提供 SFC 原理图、接线图(含端子图)、软件图、外形图。其中, 满足业主方打桩需要的图纸资料, 包括 SFC 盘柜外形载重图等, 在月日前提供。

(2) 投标方提供 SFC 的启动流程图、I/O 接口清单。

(3) 投标方提供 SFC 现场启动试验曲线、整定值及说明(包括限制及保护整定值及相关说明)。

(4) 投标方提供 SFC 用的隔离变参数计算书

(5) 投标方提供 SFC 容量、谐波等参数计算书。

(6) 投标方提供 SFC 用户册。

(7) 投标方提供 SFC 原理说明书。

(8) 投标方提供 SFC 出厂试验报告及现场试验报告

(9) 投标方提供 SFC 元器件详细清单、元器件选择计算书及说明。

(10) 投标方提供的图纸清晰, 对于其它没有列入合同技术资料清单, 确是工程所必需的文件和资料, 一经发现, 投标方也及时免费提供。

3.11 检验和试验要求

(1) 试验的环境条件:

环境温度: $-25^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$;

相对湿度: $\leq 95\%$;

如果不能在上述正常环境条件下试验, 应对试验结果进行折算。

(2) 试验方法应满足 GB/T 3859. 1-2013 中第 7. 1. 1 章节的规定。

(3) 试验类型:

1) 型式试验, 应满足 GB/T 3859. 1-2013 第 7. 1. 2. 1 章节的规定。

2) 出厂试验, 应满足 GB/T 3859. 1-2013 第 7. 1. 2. 2 章节的规定。

3) 交接试验, 调相机投产前, 启动系统应在现场进行交接试验, 交接试验要核对厂家提供的试验结果, 并按现场具体情况和系统要求整定某些参数。

4) 大修试验, 启动系统大修后, 进行复核试验以检查系统各部分是否正常

(4) 调相机启动系统在型式试验、出厂试验、交接试验和大修试验中应进行的试验项目见下表:

序号	试验项目	型式试验	出厂试验	交接试验	大修试验	试验标准及要求
1	系统各部件绝缘试验	√	√	√	√	GB 50150、DL/T 596、 GB/T 3859.1-2013
2	变流器脉冲触发试验	√	√	√	√	
3	变流器串联均压系数测量试验	√	√			
4	变流器高压小电流试验	√	√			
5	各部件温升试验	√	√			
6	冷却系统试验	√	√	√	√	
7	控制保护装置电磁兼容试验	√				GB/T 12668.3
8	控制保护装置振动和环境试验	√				GB/T 15153.2
9	操作、保护回路动作试验	√	√	√	√	
10	模拟量输入/输出环节试验	√	√	√	√	
11	开关量输入/输出环节试验	√	√	√	√	
12	通讯接口测试试验	√	√	√	√	
13	系统间故障联动试验			√	√	
14	定子通流试验			√		
15	转子通流试验			√		
16	机组点动试验			√	√	
17	远方自动启动试验			√	√	
18	快速再启动试验			√	√	
19	谐波测量			√		

注 1：转子通流试验：励磁系统与启动系统配合建立阶跃转子励磁电流，以检查调相机转子回路的连通性、校验启动励磁控制特性，及校核启动系统与励磁系统的交互信号。

注 2：定子通流试验：在启动系统一次回路开关合闸后，动系统解锁触发脉冲在一次回路中建立电流，以检查启动系统一次回路的连通性。试验时，被试验调相机的灭磁开关应在分闸位置。

注 3：机组点动试验：自动或手动进入调相机启动流程，并在观察到转子开始加速后终止启动流程，以判别机组初始启动方向是否正确。

4 调相变压器

4.1 技术要求

4.1.1 应遵循的主要现行标准

GB/T16927.1.2 高电压试验技术

GB311.1 高压输变电设备的绝缘配合

GB1094.1 电力变压器,总则

GB1094.2 电力变压器,温升

GB1094.3 电力变压器,绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙

GB1094.5 电力变压器,承受短路的能力

GB7449 电力变压器和电抗器的雷电试验和操作冲击试验导则

GB/T15164 油浸式电力变压器负载导则

GB/T13499 电力变压器应用导则

GB/T1094.10 声级测定

GB4109 高压套管通用技术条件

GB3536 石油产品闪点和燃点测定方法

GB2536	变压器油
GB/T5582	高压电力设备外绝缘污秽等级
GB50150	电气装置安装工程电气设备交接试验标准
GB5273	变压器、高压电器和套管的接线端子
GB7252	变压器油中溶解气体分析和判断导则
GB6451	三相油浸式电力变压器技术参数和要求
GB/T 7354	局部放电测量
IEC60137	交流电压高于 1kV 的套管
IEC60076-5	电力变压器承受短路的能力
IEC60076-9	端子和分接标志
IEC60156	绝缘油电气强度测定方法
IEC60296	变压器和开关用新绝缘油规范
IEC60815	污秽绝缘子选用导则

国家电网设备[2018] 979 号 国家电网有限公司关于印发十八项电网重大反事故措施（修订版）的通知

防止电力生产事故的二十五项重点要求（2023 版）。

4.1.2 其他设备连接方式

- 1) 高压侧：35kV 电缆连接。
- 2) 低压侧：10.5kV 封闭母线

4.1.3 工程条件

(1) 系统概况

(2) 系统额定电压：35kV/10.5kV

(3) 系统最高电压：40.5kV/12kV

(4) 系统额定频率：50Hz

(5) 系统中性点接地方式：35kV 侧经电阻接地，10.5kV 侧不接地

(6) 变压器基本技术参数：

1) 型式：低损耗、低噪音、三相双绕组铜无励磁调压油浸式变压器

2) 冷却方式：ONAN

3) 额定频率：50Hz。

4) 额定容量：63MVA/63MVA

5) 额定电压：

高压侧：35kV

低压侧：10.5kV

6) 系统最高运行电压：

高压侧：40.5kV；

低压侧：12.0kV

7) 额定电压比：37±2×2.5%/10.5kV

8) 短路阻抗：8%(短路阻抗误差不超过±5%)

9) 联接组标号：Y,d11

10) 端子连接方式:

高压侧: 35kV 电缆连接, 带支架。

低压侧: 12kV 封闭母线, 带连接法兰。

11) 变压器相序: 面对变压器高压侧从左到右, 高压侧为 A, B, C, 低压侧为 a b c。

12) 系统短路水平:

35kV 侧: 31.5kA。

10.5kV 侧: 63kA。

13) 相数: 3 相

14) 绕组绝缘耐热等级: A 级

15) 绕组绝缘水平: (见表 4.1)

表 4.1 变压器额定绝缘水平 (kV)

项目 绕组	雷电冲击耐受电压(峰值)		短时 (1min) 工频耐受电压(有效值)	
	相对地	相间	相对地	相间
高压	200	200	85	85
低压	75	75	35	35

注: 以上参数需要根据当地海拔高度进行修正。

16) 变压器绕组匝间工作场强不大于 2kV/mm。

17) 在额定频率下, 规定变压器在高于 105% 的额定电压下运行, 但不得超过 110 % 的额定电压。

18) 损耗:

满足《电力变压器能效限定值及能效等级》(GB 20052) 2 级能效标准。

19) 温升限值(周围环境温度 40℃)

绕组平均温升: 65K(用电阻法测量)

顶层油温升: 55K(用温度传感器测量)

铁芯、绕组外部的电气连接线或油箱中的结构件不超过 65K。

20) 过载能力

变压器允许短时间过载能力应满足表 4.2 要求(正常寿命, 过载前已带满负荷、环境温度 40℃)。

表 4.2 变压器过载的允许时间 (min)

过电流 (%)	允许运行时间 (min)
20	480
30	120
45	60
60	45
75	20
100	10

注: (1) 表 11.2 中的数值是按照油浸式电力变压器负载导则的计算值。

(2) 按表 4.2 方式运行时, 绕组最热点温度应低于 140℃。

21) 承受短路能力

当变压器低压套管侧三相短路时 35kV 侧母线 (任何分接头位置) 为无穷大电源供给的短路电流。时间为 2s, 变压器应无损伤。并应能承受相应外部短路冲击 (峰值), 绕组及铁芯等不应有不允许的变形和位移。短路后线圈温度不高于 250℃, 保证该变压器可继续运行。

22) 工频电压升高时的运行持续时间

电力变压器对于额定电压的短时工频电压升高倍数的持续时间应符合表 4.3 的要求。

表 4.3 工频电压升高时的运行持续时间

工频电压	相-相	1.05	1.10	1.25	1.50	1.58
升高倍数	相-地	1.05	1.10	1.25	1.90	11.00
持 续 时 间		连续	<20min	<20s	<1s	<0.1s

4.1.4 技术性能要求

- (1) 局部放电水平：1.5Um/√3 时的局放水平：绕组≤100pC；套管≤10pC。
- (2) 变压器的局部放电测量方法按 GB1094.3 进行。
- (3) 出厂时向招标方提供各端的实测值，变压器在工频耐压试验前后按有关标准和方法分别进行局部放电试验及色谱分析，并将结果提供给招标方。
- (4) 无线电干扰试验：在 1.1 倍最高运行相电压下进行试验，无线电干扰水平应≤500V；并在晴天夜间无可见电晕。
- (5) 噪音水平：距变压器外壳 2 米处噪音小于 65 分贝。
- (6) 所有相同设计、相同额定值的变压器的电气性能应完全相同，具有互换性，且可以并列运行。
- (7) 变压器的结构应有利于顺利地运输到目的地，需现场安装的附件，安装好后将能立即进入持续工作状态。
- (8) 变压器及其附件的设计和组装应使振动最小，并且能承受三相短路电动力的作用。

(9)变压器油箱的机械强度: 应承受真空 133Pa 和正压 98kPa 的机械强度试验, 油箱不得有损伤和不允许的永久变形。冷却装置的机械强度应不小于油箱强度。

(10) 密封要求: 整台 35_kV 变压器应能承受储油柜的油面上施加 30kPa 静压力, 历经 24h 应无泄漏。

(11) 重量和尺寸限值: 当对变压器因安装、运输等原因对尺寸和重量有特殊要求时, 应提供以下数据:

安装尺寸: 长: ____m, 宽: ____m, 高: ____m。

运输尺寸: 长: ____m, 宽: ____m, 高: ____m。

运输重量: _____ kg

(12) 与共箱母线连接的升高座及法兰, 由变压器厂成套提供, 变压器厂应向共箱封闭母线厂提供详细资料, 并密切配合。投标方应保证接触面的电流密度 $<0.15\text{A}/\text{mm}^2$ 。

(13) 真空注油: 变压器应在油箱内绝对压力 $\leq 60\text{Pa}$ 的状态下进行真空注油。

(14) 变压器的寿命:

变压器在规定的使用条件和负载条件下运行, 并按使用说明书进行安装和维护, 预期寿命应不少于 30 年。

(15) 变压器油

变压器油应符合 GB2536 规定的 45 号变压器油, 且运行中变压器油应满足 GB7595-2017 规定。

(16) 投标方应提供过滤合格的新油, 其击穿电压 $\geq 60\text{kV}$, $\text{tg } \delta (90^\circ\text{C}) \leq 0.2\%$, 充入新变压器的油品特性指标是设备设计的整体部分, 因此按 IEC 的规定投标方应该最终负责, 脉冲击穿电压、流动性、含水量、析气性能、抗氧化能力、PCA 含量、

水溶性酸等主要指标由投标方提供具体数据。变压器油中不应含有 PCB 成份，油量除供应铭牌数量外，再加 10%的备用油。

(17) 变压器套管

1) 套管绝缘水平(见表 4.4)

表 4.4 变压器套管额定绝缘水平 (kV)

项目 套管	雷电冲击耐受电压(峰值)		短时 (1min) 工频耐受电压(有效值)	
	相对地	相间	相对地	相间
高压	200	200	85	85
低压	75	75	35	35

注：以上参数需要根据当地海拔高度进行修正。

2) 套管爬电距离：

高压侧 $\geq 1255.5\text{mm}$

低压侧 $\geq 372\text{mm}$

3) 套管颜色：棕色（暂定）

4) 套管端子的允许荷载不小于表 4.5 值：

表 4.5 变压器套管端子受力 (N)

套管位置	横 向	纵 向	垂直拉力
高压侧	3000	3000	2000
低压侧	1500	3000	2000

静态安全系数不小于 3.5，事故状态下安全系数不小于 1.67。变压器套管端子型式和尺寸应满足 GB5273 标准中的有关规定。

(18) 抗地震能力

投标方应提供抗地震能力的论证报告。

4.2 结构要求

4.2.1 铁芯

铁芯应采用武钢、宝钢、首钢或进口高质量、低损耗的晶粒取向冷轧硅钢片，不同牌号、不同批次的硅钢片不得混用。用先进方法迭装和紧固，使变压器铁芯不致因运输和运行的振动而松动。

4.2.2 绕组

全部绕组采用铜导线，变压器应采用半硬自粘换位铜导线，铜材为纯度 $>99.95\%$ 以上阴极电解铜，（投标方应提供换位导线的单线尺寸、含氧量、漆膜厚度、漆的种类、固化温度、换位节距、包纸方式、外形尺寸、单股线间的短路耐受能力等问题的说明或特点）。不同牌号、不同批次的导线不得混用。绕组应有良好的冲击电压波分布，不宜采用加避雷器方式限制过电压；使用场强应严格控制，确保绕组内不发生局部放电；应对绕组漏磁通进行控制，避免在绕组和其它金属构件上产生局部过热。

绕组应适度加固。引线应充分紧固，与器身形成坚固的整体，使其具有足够耐受短路的强度。在运输时和在运行中不发生相对位移。

绕组内部应有较均匀的油流分布，油路通畅，避免绕组局部过热。

变压器绕组匝间工作场强不大于 2kV/mm 。并提供降低电场强度的具体措施。

变压器应能承受运输中的冲撞，当冲撞加速度不大于 $3g$ 时，应无任何松动、变形和损坏。

线圈压钉螺栓应紧固。防止螺帽和座套松动掉下造成铁芯短路。铁芯及铁轭静电屏蔽引线等应固定好，防止出现电位悬浮产生放电。

4.2.3 储油柜

(1) 储油柜为外油立式波纹储油柜。采用超柔性不锈钢波纹管作为容积补偿元件和隔离元件，在彻底隔绝空气及湿气的条件下，实现对变压器绝缘油的体积补偿。

(2) 外油立式波纹储油柜需具有免维护功能，无凝露的结构设计，无需加装吸湿器。储油柜应有油位计、放气塞、排气管、呼吸器、排污管和进油管及吊攀和爬梯等。

(3) 储油柜须具有优良的耐压性和耐真空性，储油腔、呼吸腔均可承受 $\pm 0.1\text{MPa}$ 的压力，不加装任何自身保护装置，即可满足变压器设备的打压试验及全真空注油要求。

(4) 储油柜可在 $-40^{\circ}\text{C}\sim 95^{\circ}\text{C}$ 温度范围内进行变压器绝缘油的体积补偿。温度范围应满足具体项目的环境温度要求。

(5) 储油柜工作寿命满足变压器运行 30 年。

(6) 储油柜与变压器油箱之间的联管应畅通。套管升高座等处积集气体应通过带坡度的集气总管引向气体继电器。气体继电器应加装防雨罩。

4.2.4 油箱

(1) 变压器油箱的顶部不应形成积水，油箱内部不应有窝气死角和油循环死角。

(2) 变压器应能在其主轴线和短轴线方向在平面上滑动或在管子上滚动，油箱上应有用于拖动的构件。变压器底座与基础的固定方法，应经招标方认可。

(3) 所有法兰的密封面应平整，密封垫应有合适的限位，杜绝渗漏。

(4) 油箱上应设有温度计座、接地板、吊攀和千斤顶支架等。

(5) 油箱上应装有梯子，梯子下部有一个可以锁住踏板的挡板，梯子位置应便于在变压器带电时从气体继电器中采集气样。

(6) 变压器油箱应装有下列阀门：

- 1) 进油阀与排油阀(在油箱上部和下部应成对角线布置)；
- 2) 油样阀(取样阀的结构和位置应便于取样)3 个（上、中、下各一个）；

(7) 变压器应装有带报警接点的压力释放装置，每台变压器至少 2 个，直接安装在油箱两端。压力释放装置设置在油箱顶盖上的边沿部位，并应设有排油罩管以引导油气向下排放至地面，使油远离控制箱等。

(8) 油温测量装置

变压器油箱内应安装三只远方测温电阻，电阻为双支 TV100，电阻接线为三线制，另外变压器还应在就地设置上层油温的测量、显示装置，并满足现场环境条件。要求投标方负责将测得的温度量变为有源 4~20mA 的信号，与 DCS 接口，变送器电源由投标方自行解决。

(9) 油箱采用全密封焊接时，允许割焊次数不低于 3 次。

4.2.5 冷却装置

冷却装置数量及冷却能力应能散去总损耗及辅助装置中的损耗所产生的热量。

4.2.6 套管

套管末屏接地须可靠牢固，并应方便试验；具备安装在线（带电）监测装置接口，并带有防开路的保护措施；

每个套管应有一个可变换方向的平板式接线端子，以便于安装与电网的联结线。接线端子尺寸等要求由设计部门在设计联络时确定。

套管采用大小伞裙结构的防污瓷套。

其他应符合 GB 4109《高压套管技术要求》。

4.2.7 无励磁分接开关

- 1) 变压器调压方式采用无励磁分接开关，无励磁分接开关应满足 GB10230《分接开关》有关规定。
- 2) 无励磁分接开关应选择鼓型，共分 5 级，单相、手动操作。
- 3) 分接开关长期载流的触头，在 1.2 倍额定电流下，对变压器油的稳定温升不超过 20K。
- 4) 分接开关的机械寿命不小于 1 万次。
- 5) 分接开关长期载流的触头，应能承受持续 3s 短路电流，分接开关触头不熔焊、无烧伤、无机械变形。
- 6) 分接开关应能够提供实时显示变压器档位信息的开关量干接点。

4.2.8 变压器的报警和跳闸保护接点

1) 瓦斯保护

瓦斯保护不得使用水银接点的气体继电器。

轻瓦斯：轻瓦斯保护应带有两对以上不接地的、电气上独立的输出接点。

重瓦斯：重瓦斯保护应带有两对以上不接地的、电气上独立的输出接点。

2) 变压器油温保护及监测

变压器应设置油温测控装置。油温测量应不少于两个监测点，温度变量除在变压器本体上可观测外，应能将温度信号引出。

变压器油温测控包括油面温控器和数字温度显示仪。温控器主要由弹性元件、毛细管和温包等组成，应提供四组电气上相互独立的可调控制接点输出，分别用于变压器控制、信号告警及保护。同时应能输出 PT100 铂电阻温度信号供数字温度显

示仪用。数字温度显示仪接收温控器的 PT100 铂电阻温度信号，显示并输出一路 4～20mA 模拟量供升压站监控系统使用。数字温度显示仪安装于变压器测控柜上。

3) 变压器线圈温度保护及监测

变压器应设置绕组测温装置。绕组测温应能反映绕组的平均温升，温度变量除在变压器本体上可观测外，应能将温度信号引出。

变压器绕组测温包括绕组温度计和数字温度显示仪。绕组温度计主要由弹性元件、传感导管、感温部件、电热元件、精密电位器、变流器等组成，应提供四组电气上相互独立的可调控制接点输出，分别用于变压器冷却系统控制、信号告警及保护。同时应能输出温度信号供数字温度显示仪用。数字温度显示仪接收绕组温度计的温度信号，显示并输出一路 4～20mA 模拟量供升压站监控系统使用。数字温度显示仪安装于变压器测控柜上。

变压器绕组测温装置（包括信号源、测量及转换装置等）均应由投标方成套供货，如采用电流测量法，要求高压套管内所增配的电流互感器精度为 0.2 级。

变压器至少应有下表所列报警和跳闸接点：

序号	接点名称	状态量及接点数	电源电压及接点容量	备注
1	主油箱气体继电器	轻瓦斯报警 2 对 重瓦斯跳闸 2 对	DC. 220V/3A	
2	油枕油位计	低报警 1 对 高报警 1 对	DC. 220V/3A	
3	主油箱压力释放装置 1	报警 2 对 跳闸 2 对	DC. 220V/3A	
4	主油箱压力释放装置 2	报警 2 对	DC. 220V/3A	

		跳闸 2 对		
5	油温指示控制器 1	报警 1 对 跳闸 1 对	DC. 220V/3A	
6	油温指示控制器 2	报警 1 对 跳闸 1 对	DC. 220V/3A	
7	绕组温度指示装置	报警 1 对 跳闸 1 对	DC. 220V/3A	

注：供方应提供绕组温度转换曲线图表，如用其他测温装置，应提供使用说明书和出厂检测报告。供方应提供继电器的时间常数、断流容量等参数。以上报警及跳闸接点均要求空接点输出。

投标方说明变压器油温、绕组温度的报警和跳闸值。

4.2.9 气体继电器

变压器本体应装设气体继电器。

a) 应采用采用浮筒挡板式结构，有放气孔、流速动作值可调试整定、抗震性能好。

b) 应具有轻瓦斯发信、重瓦斯跳闸功能，一对接点用于轻瓦斯发信、两对接点用于重瓦斯跳闸。气体继电器安装位置应有 2% 的坡度，采用利于二次接线头防水的安装方式（下倾式），并在安装使用说明书中明确指出。

c) 气体继电器应加装不锈钢防雨装置，且不妨碍运行观察。

d) 为便于检修，应在气体继电器安装管道两侧设置阀门。.

4.2.10 压力释放阀

a) 变压器应装设压力释放阀，压力释放装置可重复动作。

b) 变压器油箱顶应设有两个压力释放装置，每套装置应配有机械式动作指示器及防潮密封的报警接点（一常开及一常闭）。二次电缆不应有二次转接端子盒，应直接接入变压器本体端子箱。

c) 压力释放装置设置在油箱顶盖上的边沿部位，并应设有排油管引至地面附近以引导向下排放油气，并使油远离控制箱等。当变压器通过穿越性短路电流时，压力释放装置应不动作。压力释放阀应采用利于二次接线头防水的安装方式（下倾式）变压器配置一只突发压力继电器。

d) 压力释放装置应有良好的防潮、防水措施，外壳防护等级 IP55。

4.2.11 端子箱

端子箱应设计合理，招标方提供动力电源为三相四线 380/220V，控制电源直流 220V，箱内所需其它电压等级的电源由投标方配套供货辅助变压器。控制箱和端子箱为户外式，防护等级为 IP55。

端子箱的安装高度应便于在地面上进行就地操作和维护。箱体均应采用 2.5mm 不锈钢板，其中控制柜必须采用双层门配置。

端子箱应有足够的接线端子以便连接控制、保护、报警信号和电流互感器引线等的内部引线，并应留有 20% 的备用端子。柜内接线线径要求 1.5mm^2 （铜芯）。所有外部接线端子包括备用端子均应为线夹式。控制跳闸的接线端子之间及与其它端子间均应留有一个空端子，或采用其他隔离措施，避免因短接而引起误跳闸。端子排采用菲尼克斯或魏德米勒端子。端子箱内的电流回路端子应能满足供 6mm^2 电缆的接线要求。由变压器本体引至端子箱的电缆全部使用耐油、耐热且带屏蔽层的软电缆。

4.2.12 变压器的铁芯和较大金属结构零件均应可靠接地

变压器的铁芯应与油箱绝缘，通过装在油箱顶部或下部的套管引出，变压器的铁芯和结构件的接地铜排中间靠下部设置 130mm² 的铜芯电缆（长度 20cm，两端通过螺栓和接地铜排连接，以便用于运行维护期间使用卡钳表测量接地电流），然后与接地网单独连接。接地处应有明显的接地符号或“接地”字样。油箱接地点设置不少于 2 个。

4.3 设备规范

本工程订购的设备规范和数量见表 4.3-1：

表 4.3-1 设备规范和数量

序号	型式	型号	额定容量 (MVA)	额定电压(kV)	电压比(kV)	短路阻抗 (%)	联结组 标号	冷却 方式	单位	数量	备注
1	三相	S20-63000/37	63/63	37/10.5	37±2× 2.5%/ 10.5kV	Uk=8%	Y, d11	ONAN	台	4	
2	其它										

注：采用三相、双绕组、油浸式低损耗（满足 GB20052-2024 2 级能效标准）无励磁调压变压器

4.4 技术服务

4.4.1 项目管理

合同签订后，投标方应指定负责本工程的项目经理，负责协调投标方在工程全过程的各项工作，如工程进度、设计制造、图纸文件、制造确认、包装运输、现场安装、调试验收等。

4.4.2 技术文件

1) 投标方在订货前应向招标方提供一般性资料，如鉴定证书、报价书、典型说明书、总装图和主要技术参数。

2) 投标方在接到中标通知书后 7 天内，投标方向招标方和设计院提供下列图纸资料 2 份。并提供电子版本，供确认。

—— 总装图 应表示设备总的装配情况包括全部重要尺寸，轨距、油重、运输重、总重、吊点位置、千斤顶位置及变压器运输尺寸等；

—— 变压器高压入口电容，高低压间及高低压对地电容值；

—— 变压器过激磁特性曲线；

—— 变压器本体端子箱安装接线图及电缆清单。

3) 设备供货时提供下列资料 8 套 设备的开箱资料还应包括安装、运行、维护、修理说明书，部件清单，工厂试验报告，产品合格证等。

4.4.3 现场服务

在设备安装过程中投标方应派有经验的技术人员常住现场，免费提供现场服务。常住人员协助招标方按标准检查安装质量，处理调试投运过程中出现的问题。投标方应选派有经验的技术人员，对安装和运行人员免费培训。

4.5 性能保证

4.5.1 温升限制

同相关条款

4.5.2 效率和损耗（额定电压、频率以及 75℃条件下）

满容量（额定功率因数）下效率不低于 99.7 %

损耗：满足二级能效要求。

4.5.3 阻抗电压百分数的误差

阻抗电压百分数的正、负误差均不应大于 5 %，且各台变压器正误差应一致。

4.5.4 绝缘试验

1) 试验电压（包括瓷套等）要求见相关条款

2) 试验程序：

—— 雷电冲击波试验

1 1 次短的（<100%）全波；

1 1 次短的（100%）全波

1 1 次或几次（<100%）的截波

1 2 次短的（100%）截波

1 2 次短的（100%）全波

—— 操作冲击波试验

- 1 1次短的（50-75%）全波
- 1 3次短的（100%）全波
- 1 1次或几次（<100%）的截波
- 1 以上试验时，变压器分接头位置都是相同的。

4.5.5 局放试验

- 1) 绕组：在 1.5 倍额定电压下，局放值不超过 100pc。
- 2) 瓷套：油浸纸型瓷套在 1.5 倍额定电压下，局放值不超过 10pc。

4.5.6 电晕和无线电干扰试验

在 1.1 倍最高运行相电压下进行试验，无线电干扰水平应 $\leq 500\mu V$ ；在晴天夜间无可见电晕。

4.5.7 工频电压-时限（额定负载和额定频率下）

额定电压倍数	相-相	1.1	1.25	1.5	1.58
	相-地	1.1	1.25	1.9	11.0
时间		20min	20s	1s	0.1s

要求变压器供货商在不同的过激磁状态下，满足各个谐波分量曲线。

4.5.8 空载电流

在额定电压和频率下，空载电流不应超过《电力变压器能效限定值及能效等级》（GB 20052-2020）要求。

4.5.9 抗故障能力

除了满足相关条款要求外，变压器在短路后绕组的平均温度不应超过 250℃。

4.5.10 过负荷

除了变压器本体应满足相关条款要求外，变压器的附件也应具有相同的能力。

4.5.11 噪声

距变压器外壳 2 米处噪音小于 65 分贝。

4.5.12 油箱、油枕和散热器的强度和真空度

变压器应承受真空 133Pa 和正压 98kPa 的机械强度试验，油箱不得有损伤和不允许的永久变形。冷却装置的机械强度应不小于油箱强度。

密封要求：整台 35kV 变压器应能承受储油柜的油面上施加 30kPa 静压力，历经 24h 应无泄漏。

4.5.13 寿命

变压器在规定的使用条件和负载条件下运行，并按使用说明书进行安装和维护，预期寿命应不少于 30 年。

4.5.14 其他

在变压器绕组中性点接地回路中存在条文中规定的直流偏磁电流下，变压器铁心不应存在局部过热现象，油中气体分析正常，油箱壁振动最大值 $\leq 100\ \mu\text{m}$ （峰—峰值），噪声声压级增加值 $\leq 5\text{dB}$ 。应考虑直流偏磁作用下产生振动而导致结构件的

震动，并应加强对铁芯的绑扎。并应提供变压器在额定负荷及 40℃ 条件下直流偏磁电流作用下的温升及振动等计算报告。

4.6 质量保证和试验

4.6.1 质量保证

根据本文件，投标方采取措施确保设备质量。设备制造由招标方委托有资质的第三方代监造。中标后在技术规范书签订时同时签订三方监造协议，监造协议的模板由招标方提供，投标方应积极配合监造活动，应允许监造方查阅资料、旁站、拍照取证等监造行为。

产品交货前，对变压器各部件和辅机进行必要的检查与试验，以保证整个设计和制造符合规程要求。设备的技术性能和质量由投标方对招标方进行保证。招标方或监造代表在生产厂家对设备进行监造和验收，决不解除投标方对设备技术性能和质量承担的保证。

变压器在验收试验时，有一个或多个指标未能达到要求而属于投标方责任时，则投标方自费采取有效措施，在规定时间内使之达到保证指标。如在规定的时间内仍达不到合格标准时，则投标方应向招标方赔偿。

外协件要求：变压器的外协件如：散热器、调压开关、套管、气体继电器、压力释放装置、温度计等应有合格证并有完整的试验报告。外协厂应得到招标方的认可以及监造方的确认。

变压器主体至端子箱的电缆由投标方在厂内进行配制，便于现场安装公司进行接线、调试。变压器的各组件在制造厂内预组装一次，打好标记，保证在现场装配中能顺利进行。

投标方应保证变压器本体运达项目现场变压器基础上就位后，免吊芯检查。

凡未提到的其他工艺及要求，按国家标准及有关变压器的标准执行。

需方保留对供方设备进行抽检的权利，抽检项目包括元件和原材料的材质、技术参数符合性等，需方应给与配合，如发现供方所供设备有单方面降低性能标准、严重偏离招投标文件要求的行为，需方有权要求赔偿损失。

4.6.2 进行检查和试验的项目

- 1) 所供设备符合有关技术条件和安全规范；
- 2) 安全装置和保护装置动作正确；
- 3) 达到招标方要求的规定值。

4.6.3 重要的检查与试验项目

投标方有责任将检查和试验资料及标准按规定完整并及时提交给招标方；对重要的检查与试验项目（见 11.7.8 条），邀请招标方派代表参加。

4.6.4 质量和性能与标准不符或未达到要求

如产品质量和性能与标准不符或未达到要求时，招标方有权拒绝验收，投标方负责修理、更换或赔偿。

设备交货到现场后，招标方有权对技术规范书中规定的重要指标或参数进行抽查检验，如抽检发现有不符合之处，招标方有权要求投标方进行整改、支付抽查费用，赔偿相关损失。

4.6.5 投标方负责质量控制

投标方负责对按本技术规范书所提供的服务、工艺、流程、产品和材料实行质量控制。当投标方所提供的服务、工艺、流程、产品和材料与标准和技术规范书不符或未达到要求时，招标方或监造方有权拒绝验收、责令整改，投标方负责修理、更换或赔偿。

4.6.6 ISO9000 系列标准

投标方该用质量管理计划检查各项目和服务包括分包商的项目和服务是否符合合同的要求和规定，质量管理体系符合 ISO9000 系列标准的要求。

4.6.7 质量保证计划和质量手册供审核批准

投标方提供质量保证计划和质量手册供审核批准。开始制造前，投标方提交制造程序表，介绍要进行的检验或试验。招标方代表有权进入制造厂监督制造中的检验或工厂最终检验和试验。凡与规范不符之处，都必须记录在案进行处理。

4.6.8 试验

4.6.8.1 型式试验

- 1) 温升试验(GB1094.2);
- 2) 绝缘型式试验(GB1094.3)。

4.6.8.2 出厂试验(例行试验)

- 1) 绕组电阻测量(GB1094.1);
- 2) 短路阻抗和负载损耗测量(GB1094.1);
- 3) 空载电流和空载损耗测量(GB1094.1);
- 4) 绕组对地绝缘电阻和绝缘系统电容的介质损耗因数($\tan \delta$)的测量(GB6451);
- 5) 绝缘例行试验(GB1094.3);
- 6) 电压比测量和联结组标号检定(GB1094.1);
- 7) 绝缘油试验(GB1094.1)。

4.6.8.3 现场试验

- 1) 测量绕组连同套管的直流电阻;
- 2) 检查所有分接头的变压比;
- 3) 检查变压器的三相接线组别和引出线的极性;
- 4) 测量绕组连同套管的绝缘电阻、吸收比或极化指数;
- 5) 测量绕组连同套管的介质损耗因数;
- 6) 测量绕组连同套管的直流泄漏电流;
- 7) 绕组连同套管的交流耐压试验;
- 8) 绕组连同套管的局部放电试验;
- 9) 测量与铁芯绝缘的各紧固件及铁芯接地线引出套管对外壳的绝缘电阻;
- 10) 非纯瓷套管的试验;
- 11) 绝缘油试验;
- 12) 额定电压下的冲击合闸试验;
- 13) 检查相位;
- 14) 测量噪音。
- 15) 变压器绕组变形试验

4.6.8.4 特殊试验

- 1) 绝缘特殊试验(GB1094.3);
- 2) 绕组对地和绕组间的电容测定;
- 3) 暂态电压传输特性测定;
- 4) 三相变压器零序阻抗测量(GB1094.1);
- 5) 短路承受能力试验(GB1094.5);

- 6) 声级测定(GB7328);
- 7) 空载电流谐波测量(GB1094.1);
- 8) 绕组变形试验

4.7 产品包装、运输、储存

4.7.1 包装

1) 投标方所供设备部件，除特殊部件外（如管件等），均遵照国家标准和有关包装的技术条件进行，或按最好的商业惯例，使用坚固的箱子包装。并根据不同货物的特性和要求，采取措施，如对设备进行妥善的油漆或其他有效的防腐处理，以适应远途的水上、陆上运输条件和大量的吊装、卸货以及长期露天堆放的需要，从而防止雨雪、受潮、生锈、腐蚀、受震、受冲击、运输和装卸中的加速度以及机械和化学引起的损坏。

2) 投标方所供技术文件妥善地包装，能承受运输和多次搬运，并防止潮气和雨水的侵蚀。每个技术文件包包装有详细目录清单。

3) 为防止设备器材被窃或受腐蚀元素、雨水的损坏，不采用敞开的板条箱和类似包装。

4) 变压器及其附件必须严格包装，以确保在运输保管期间不被损坏，并防止受潮。包装费包括在设备总价内。在运输过程中应装冲撞记录仪。变压器不带油运输时，必须充以氮气或干燥空气，运输前应进行密封试验，以确保在充以 20~30kPa 压力时密封良好（投标方在运输过程中应定时检查充气压力并做好记录）。变压器本体到达现场后油箱内的压力保持正压，并有压力表进行监测，不满足要求时，应作到及时自动补充。变压器应装设湿度检测记录。

5) 所有外露部分应有保护装置，防止在运输和储存期间损坏，所有管道端头均应有封堵。

6) 设备涂漆和防锈要求:

a) 变压器油箱、储油柜、冷却装置及连管等的外表面均应涂漆, 其颜色应依照招标方的要求。

a) 变压器油箱内表面、铁心上下夹件等均应涂以浅色漆, 并与变压器油有良好的相容性, 用漆由投标方决定。

c) 所有需要涂漆的表面在涂漆前应进行彻底的表面处理。

d) 变压器出厂时, 外表面油漆一新, 并供给招标方适当数量的原用漆, 用于安装现场补漆。

e) 设备包装前应涂防腐漆, 以便在运输保管中起防腐作用。

f) 所有出厂资料单独包装, 以便单独发运。

4.7.2 标志

(1) 设备标志

1) 变压器本体及附属各个系统或各部套都有固定铭牌。铭牌不易损坏, 铭牌上层标明型号、容量、制造厂名、出厂年月等重要参数。

2) 重要阀门、调节保安部套等均有表示其行程、转角、操作方法等明显易辨的标志。

3) 重要部件根据图纸规定, 在一定位置上标有装配编号, 使用材料和检验合格的标志。

(2) 包装标志

1) 投标方供给的设备(无论装在箱内或成捆的散件)的包装, 都贴有标明合同号, 主要设备名称, 部件名称和组装图上的部件位置号的标签, 备品备件和专用工具还标明“备品配件”和“工具”的字样。

2) 对装箱供给的设备, 投标方在每个箱子的两面用油漆写下如下内容:

合同号、装运标志、目的地、收货人代码、设备名称和项目号(箱号、箱的序号设备总件数), 数量、重量、毛重、净重, 外形尺寸(长×宽×高), 生产日期、生产工厂、发货单位等, 符合 GB6388 的规定。

按照设备各特性和不同的运输及装卸要求, 在箱上明显位置标上“小心”“向上”“防潮”、“勿倒”、“怕热”、“远离放射源及热源”、“由此起吊”、“重心点”、“推码重量极限”、“推码层数极限”、“温度极限”等通用标志, 并符合 GB 191 和 GB 6388 的规定。

3) 包装箱连续编号, 而且在全部装运的过程中, 装箱编号的顺序始终是连贯的。

(3) 铭牌

铭牌应用中文书写, 铭牌应包括以下内容:

- 变压器种类
- 标准代号
- 制造厂名
- 出厂序号
- 制造年份
- 相数
- 额定容量(kVA 或 MVA)
- 额定频率
- 各绕组额定电压和分接范围
- 各绕组额定电流
- 联结组标号

- 以百分数表示的短路阻抗实测值
- 冷却方式
- 总重
- 绝缘油重
- 运输重
- 器身重
- 负载损耗
- 空载损耗
- 空载电流

4.7.3 运输

(1) 经由铁路运输的部件，其尺寸不超过国家对非标准外形体的规定，当部件经由除铁路外的其它方式运输时，其重量和体积的限值，遵守有关运输单位的规定。

(2) 每批设备发出的同时，投标方用传真或航空快件通知招标方。通知中指明设备名称、件数、件号、重量、合同号、货运单号、设备发出日期。

(3) 投标方应在大件设备运输前考察运输路径、路况和确定运输方案。当招标方有要求时，投标方应提出专项运输方案、由招标方确认。

(4) 超重件，投标方在发货前不迟于 15 天将发货大概日期以传真通知招标方。

4.7.4 保管

(1) 投标方提供所有设备、部件、材料等的保管方法的说明。

(2) 投标方所用的每种防腐剂的质量、预期寿命和型号应与变压器各部件对防腐的要求相一致，投标方向招标方提交各种防腐剂清除步骤的完整资料。

4.8 设计分工及工作范围

(1) 变压器本体与其附属设备之间的连接，由变压器供货商供应。

(2) 变压器的低压侧与“机端母线”的连接，变压器供货商负责与其它供货商的联系与协调。

(3) 变压器供货商负责提供各种状况下变压器以及变压器附属设备对基础的要求（如载荷、受力点等）；高压侧出线端子允许拉力等。

(4) 变压器供货商负责提供运输状况下变压器以及变压器附属设备的运输尺寸重量、能承受的冲击强度等。

(5) 变压器所属的‘端子箱’与站内其它地方的联系电缆、通道等均由设计院负责。

(6) 变压器下面的‘蓄油池’及‘事故排油设施’由设计院负责设计。

(7) 变压器就地检修电源由设计院负责设计。

(8) 变压器基础、导轨等由设计院负责设计。

(9) 变压器如采用水消防措施或其他消防措施，变压器供货商应配合设计院完成设计，如采用变压器供货商推荐的消防措施，设计院配合变压器供货商完成设计。

(10) 工作范围

1) 投标方基本工作范围包括对供货范围内所含设备、结构、材料的设计、制造、测试、包装和发运服务等各项工作。还包括招标文件规定的其他专项工作。

2) 投标方的工作范围还包括对设备的安装、校验、启动调试及初期试运行中的服务、培训。

3) 投标方提供变压器的设备及系统主要有:

- 变压器本体
- 各电压等级的套管
- 冷却系统
- 规范中要求提供的保护设备、测量仪表、控制设备
- 变压器油
- 本体防震装置（油箱内）
- 本体端子箱
- 无励磁调压开关
- 投标方设备之间的电缆、电线及电缆不锈钢槽盒或钢管等
- 备品备件
- 专用工具。

(11) 工作安排

- 1) 投标方收到技术规范书后如有异议，在 1 周内以书面通知招标方。
- 2) 根据工程需要可以召开设计联络会或采用其它形式解决设计制造中的问题。
- 3) 文件交接要有记录、设计联络会应有会议纪要。
- 4) 投标方提供的设备及附件规格、重量或接线等有变化时，应及时书面通知招标方。

5 10.5kV 设备

5.1 技术要求

5.1.1 应遵循的主要现行标准

GB156 标准电压

GB311 高压输变电设备的绝缘

GB2900 电工名词术语

GB12193 出口机械、电工、仪器仪表包装通用技术条件

GB191 包装贮运标志

GB1580 铝制焊接容器技术条件

GB8349 金属封闭母线

GB2706 高压电器动热稳定

GB159 高压母线及母线连接规范

GB11021 电气绝缘 耐热性分级

GB16927.1 高电压试验技术

GB3190 变形铝及铝合金化学成分

GB4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB50260 电力设施抗震设计规范

JB2420 户外防腐电工产品的条件

ZBK11001 封闭母线

以上标准应执行最新版本。

5.1.2 设计及运行条件

连接设备：调相机变压器、励磁变压器、调相机出线箱、调相机出口 TV 柜、机组中性点接地装置。

1) 系统概况

系统额定电压：10.5kV

系统最高电压：12kV

系统额定频率：50Hz

系统中性点接地方式：不接地或经配电变高阻接地

2) 安装地点

调相机主厂房

3) 安装方式

详见调相机主接线图。

5.2 基本技术参数

共箱封闭母线基本技术参数：见下表。

表 共箱封闭母线基本技术参数

名称 参数	调相机回路出口至调相变低压侧之间	励磁变及 TV 分支回路
标称电压 (kV)	10	10
运行电压 (kV)	10.5	10.5
最高工作电压 (kV)	12	12

名称 参数	调相机回路出口至调相变低 压侧之间	励磁变及 TV 分支回路
额定电流 (A)	4000	1250
相 数	3	3
频率 (HZ)	50	50
动稳定电流 (峰值) (kA)	125	125
4S 热稳定电流 (kA)	50	50
母线运行最高温度 (℃)	90	90
母线接头运行最高温度 (℃)	105	105
冷却方式	自冷	自冷
外壳材料 (投标商填)		
导体规格 (投标商填)		
荷重 (kg) (投标商填)		
箱体尺寸 (投标商填)		

5.3 结构性能要求

(1) 共箱封闭母线的结构，应能满足布置于户内和户外安装的要求。当布置于户外时，应考虑结霜防凝露措施，外壳的任何部分应防止积尘和积水。外壳防护等级应不小于 IP54。

(2) 共箱封闭母线外壳设置在户内应能布置于楼板上或悬挂于梁等构筑物下，在户外能布置于钢支架上或悬挂于钢支架下的安装结构。由制造厂成套供货的外壳支持或悬挂钢构件，应热镀锌处理。

(3) 共箱封闭母线外壳的结构应方便安装和检修，若设置检修孔，检修孔设置在共箱封闭母线的底部，其位置、大小、形状和数量应满足对每一个绝缘子进行检修和更换的要求。

(4) 为便于对接头等容易过热之处进行监视，应在外壳的对应位置设置密封观察窗。

(5) 在穿墙处，制造厂应提供共箱封闭母线密封穿墙隔板并配置穿墙套管。

(6) 共箱封闭母线与调相变、励磁变、调相机出口处的矩形铜母线之间应采用法兰进行连接，在上述设备与共箱封闭母线连接的法兰之间、及母线段连接的法兰之间应装设橡胶密封圈和绝缘。

(7) 共箱封闭母线导体的支持绝缘子采用 DMC 绝缘子，泄漏比距为 3.1cm/kV。

(8) 共箱封闭母线导体采用铜导体，其截面及支持跨距应满足本技术规范书短路热稳定及短路动稳定的要求，支持跨距同时应避开共振区。

(9) 共箱封闭母线直线段不大于 20m 处及穿墙处应设置伸缩节。

(10) 接地

1) 共箱封闭母线外壳及其支持结构的金属部件均应可靠接地。

2) 每段共箱封闭母线外壳至少应设置一个可靠的接地点。同时共箱封闭母线段间的外壳应用导线进行连接。

3) 共箱封闭母线共外壳的接地点应设有便于连接的接地端子，绝缘母线的接地导线及接地端子应有足够的截面，具有通过短路电流的能力。母线通过短路电流时，外壳感应电压不应大于 24V。

(11) 连接

1) 母线导体连接的紧固件，采用非磁性材料。

2) 所有挠性连接的载流量，应不小于所连母线的载流量。挠性连接体的对地距离以及在可拆挠性连接体拆下后，导体两端之间的距离均不应小于 220mm。

3) 母线与变压器低压出线套管的连接其相间距离应与母线主回路相间距共箱对应。变压器的出线端子应设于变压器箱盖的升高座上。母线投标方负责母线与变压器低压侧端子连接过渡箱的设计及供货。

4) 母线与调相机的连接其相间距离应与母线主回路相间距共箱对应。调相机的出线端子应设于调相机顶部（从空冷器励端出线）。投标方负责母线与调相机出线端子连接过渡箱的设计及供货。

5) 共箱封闭母线与励磁变的连接其相间距离应与母线主回路相间距共箱对应。励磁变的出线端子应设于励磁变顶部。投标方负责母线与励磁变出线端子连接过渡箱的设计及供货。

6) 母线的外壳与设备的外壳应相互绝缘，以防止外壳环流流入设备。其连接金属部件均应采用非磁性材料，或采用其它措施以免产生感应电流过热。

7) 母线与设备柜的连接端，应装有密封隔离套管绝缘子，防止柜内故障波及母线。

5.4 相关配套设备

5.4.1 调相机出口 PT 及避雷器柜

连接形式详见主接线图。开关柜高压出线采用共箱母线连接，需满足共箱母线连接要求。

型式：	户内固定式高压开关柜
额定电压：	10.5 kV
最高运行电压：	12 kV

母线额定电流: 1250A (TMY-100×10) (最终以设计院确
认施工图图纸为准)

相数: 3

额定频率: 50 HZ

动稳定电流 (峰值): 160kA

热稳定电流 (有效值): 63kA

热稳定电流持续时间: 4S

一分钟工频耐受电压 (有效值): 42 kV

雷电冲击水平(全波, 峰值): 75 kV

冷却方式: 自冷

10.5kV 开关柜内设备 (隔离开关、熔断器、电压互感器、避雷器等) 详见确认
图。

隔离开关

额定电压: 10.5 kV

最高运行电压: 12 kV

额定电流: 1250A

相数: 3

额定频率: 50 HZ

动稳定电流 (峰值): 160 kA

热稳定电流 (有效值): 63kA

热稳定电流持续时间: 4s

一分钟工频耐受电压（有效值）：42 kV

雷电冲击水平(全波, 峰值): 75 kV

熔断器

额定电压：10.5kV

最高运行电压：12 kV

额定电流：1A

相数：3

额定频率：50 HZ

额定开断电流 50 kA

一分钟工频耐受电压（有效值）：42 kV

雷电冲击水平(全波, 峰值): 75 kV

电压互感器

型式：单相、环氧树脂浇注绝缘

额定电压：10 kV

额定电压比： $\frac{10}{\sqrt{3}} / \frac{0.1}{\sqrt{3}} / \frac{0.1}{\sqrt{3}} / \frac{0.1}{3} kV$

精度：0.2(3P)/0.2(3P)/6P 级

额定电压比： $\frac{10}{\sqrt{3}} / \frac{0.1}{\sqrt{3}} / \frac{0.1}{\sqrt{3}} kV$

精度：0.2/0.2 级

避雷器

型式:	三相独立式避雷器 HY5WZ-13.5/30
额定电压:	13.5kV
雷电冲击电流下最大残压 (峰值):	30kV
持续运行电压:	10.5kV
标称放电电流:	5kA

5.4.2 就地端子箱

本工程每台调相机组设置 1 个就地的 TA 端子箱，布置于调相机室，均为落地式、不锈钢材质，应充分考虑防盐雾腐蚀和温湿度的要求。端子箱内部接线及端子、设备配置以设计院最终订货图纸为准。具体技术要求如下：

箱内的所安装的元器件应有型式试验报告和合格证。所有元件应排列整齐，层次分明，便于运行、调试、维修和拆装，并留有足够的空间。箱体下方应设有接地铜排和端子，系统各设备的保护接地、工作接地(也称逻辑接地)均不得混接，工作接地应实现一点接地。接地铜排的规格为 $25 \times 4\text{mm}^2$ ，接地端子为压接型。并列布置的箱箱体间接地铜线应方便直接连通。箱体防护等级 IP54 级，选用高强度钢组合结构，并充分考虑散热的要求。

所有安装在保护箱上的设备应能承受 14.7 米/s^2 （1.5G）的静态水平加速度。当设备的输入电压为零时，分别交互地在垂直方向上施加 6 次 294 米/秒的撞击，设备的性能和外观不会引起破坏。

内部配线的额定电压为 1000V，应采用防潮隔热和防火的交联聚乙烯绝缘铜绞线，其最小截面不小于 1.5mm^2 ，但对于 TA、TV 和跳闸回路的截面应不小于 2.5mm^2 。导线应无划痕和损伤。投标方应提供配线槽以便于固定电缆，并将电缆连接到端子排。投标方应对所供设备的内部配线、设备的特性和功能的正确性全面负责。所有连接于端子排的内部配线，应以标志条和有标志的线套加以识别。

端子均采用菲尼克斯端子，所有端子的额定值为 1000V、10A，压接型端子。电流回路的端子应能接不小于 6mm² 的电缆芯线。TA 的二次回路应提供标准的试验端子，便于断开或短接各保护装置的输入与输出回路。一个端子只允许接入一根导线。端子排间应有足够的绝缘，端子排应根据功能分段排列，并应至少留有 20% 的备用端子。端子排间应留有足够的空间，便于外部电缆的连接。正、负电源之间以及经常带电的正电源和合闸或跳闸回路之间的端子排，应以一个空端子隔开。或采用其他隔离措施，以免因短接而引起误跳闸。强电与弱电回路的端子排应分开布置，强、弱电端子和布线应严格分开。交、直流端子排应采用不同颜色的端子区分。

箱内端子排布置在箱内背板上。应提供由箱门而自动开启的箱内照明设备，以便于对箱内的设备进行检查和接线。箱内应设有横向及竖向导线槽，所有设备安装的位置都应方便外部电缆从底部或顶部进入。箱子出线方式待设联会确定。引出开关柜外的电流互感器二次绕组至端子排的铜导线截面为 4mm²，所有导线应牢固的加紧，设备端子均有标字牌，柜内二次接线应整齐美观，便于设备维护检修，并符合 DL/T5136-2013<火力发电厂、变电所二次接线设计技术规定>的要求。导线的两端有擦不掉的、符合布线图的命名的永久性的标志。导线任何的连接部分不能焊接。

所有供货的箱均应有足够的支撑强度，应提供必要设施，以保证能够正确起吊、运输、存放和安装设备，且应提供地脚螺栓孔。所有箱面应清洁，箱体采用不小于 2.5mm 厚不锈钢材料,表面亚光处理,以防止在运输、仓储和运行中的腐蚀和锈蚀。箱与箱的内外应清洁，应无灰尘、划痕及油污等。箱上的所有设备均应有铭牌或标签框，以便于识别。

6 站用电系统

6.1 工程条件

- (1) 系统额定电压：380V
- (2) 系统额定频率：50Hz
- (3) 系统中性点接地方式： 低压侧直接接地

(4) 安装地点：户内

6.2 技术要求及参数

6.2.1 名称：低压开关柜

6.2.2 型式：MNS

6.2.3 低压侧额定电压：380V

6.2.4 额定频率：50Hz

6.2.5 防护等级：IP30

6.2.6 主回路绝缘水平：工频 2500V（1分钟）

6.2.7 水平及垂直母线额定电流：1600A，

6.2.8 水平及垂直母线额定短时耐受电流：50kA(1S)

6.2.9 水平及垂直母线额定峰值耐受电流：125kA

6.2.10 中性线母线额定电流：为主母线额定电流的一半。

接地母线额定电流：为主母线额定电流的一半。

6.2.11 控制电压为：直流220V

6.3 性能要求

6.3.1 配电盘型式:MNS型，离墙式布置（前后开门），电缆应能下引出。干式变压器低压侧为电缆引出与低压柜母线连接。（下进下出线）

6.3.2 柜内元件的布置，保证在安装、检修等特殊情况下有足够的空间。

6.3.3 相邻盘柜和成列柜的水平度、不平度、垂直度应满足电气装置安装验收规范。

6.3.4 框架和外壳应有足够的强度和刚度，应能承受所安装元件及短路所产生的动、热稳定。同时不因成套设备的吊装、运输等情况而影响设备的性能。柜体钢板应采用进口敷铝锌板，厚度不得小于2mm，柜架采用型材并配有适当规格的安装孔。

6.3.5 柜体内抽屉的一次接插件和母线之间应有防止元件故障引起的飞弧与母线之间短路措施；上下层抽屉之间通风孔的设计和安装应使得当开关元件在正常工作或在短路情况下没有电弧或可熔金属喷出，其形状尺寸及安装位置不应使整个外壳的强度有明显的下降，也不应降低外壳的防护等级。

6.3.6 开关柜一次回路的配置，测量、保护等二次回路的配置及设备的选择均以设计院正式施工图为准。

6.3.7 辅助节点要求 进线开关为框架抽出式断路器，需配6对常开常闭节点。其余的塑壳断路器配至少2对常开常闭节点。这些辅助接点必须引至开关柜内接线端子上，辅助接点的允许载流量不小于10A。要求控制回路及跳合闸线圈在额定电压80~120%变化范围内，设备应可靠动作。

6.3.8 二次接线及元件要求：

(a) 每个单元的控制元件均应接到该单元内的端子排上，外接一次电缆桩头应配有绝缘套。

(b) 对所有要求外接的控制元件、测量表计和继电器均应提供防潮、阻燃、长寿命端子排。端子排的额定值不小于25A，600V，并具有隔板、标志牌和接线螺钉，每个端子应标上招标方接线图上指定的编号，或者当没有上述编号时，标上投标方的编号。

(c) 供电流互感器用的端子排应采用短接型的电流试验端子，以便当校验或维修继电器仪表时能防止电流互感器开路。

(d) 应提供适当数量的备用端子，每排端子应不小于20%的备用量。

(e) 连接到一个端子桩头的导线不应多于一根，对内部连线，在需要跳线的地方，可以接两根导线。

(f) 供招标方外部连接用的端子，应按能连贯地连接一根电缆内的所有导体来布置，一根外部连接电缆应接至各自的引出端子桩头上。在所有端子的正前方，应留出足够的、无阻挡的接线空间。

(g) 由投标方提供的控制线最小应为 1.5mm^2 配电盘用铜绞线(国家电气规程SIS型)，600V耐热、防潮绝缘，阻燃。要求有挠性的地方，应采用19股导线。布线应没有磨损和刀痕，并应具有 6.5mm 的最小弯曲半径。

(h) 所有电缆应绑扎牢固，以防止下垂和断线，或由于搬运中的掀动引起磨损。一束线最多为12根导线，以便于查线。在线束的两端应使用导线标识牌。由于采用绑扎布线，导线标识牌应在末端，并应便于认读。

(i) 招标方控制线为 4.0mm^2 或 2.5mm^2 铜绞线电缆，电流互感器二次侧导线最小应为 6.0mm^2 ，其终端附有类似于上面所述的接线端子。

(j) 所有单元应按招标方的控制接线图(技术规范书时提供)接线。对某些导线的偶然短路会造成断路器合闸或跳闸的回路，这些导线不应该在相邻端子上。

(k) 开关柜中所有对外连接的端子应为压紧型螺栓连接的接线端子。并使其在安装、接线、维修、试验和更换时便于操作，接线端子应安装在柜体基础上方至少 0.3m 高度处。柜内布线应整齐美观、便于检修。所有对外引接电缆均须经过端子排，每排端子排留有20%的备用端子，并附有隔离板、标志牌和接线螺钉等。所有端子的绝缘材料必须是阻燃、防潮、长寿命的。

(l) CT回路、跳合闸回路端子排要求采用试验型端子，额定电压不小于1000V，其中供电流互感器用的端子排额定电流不小于25A，并具有隔离板。

(m) 信号回路采用可开断型双进双出开关端子，额定电压不小于600V，其它端子排采用双进双出端子，额定电压不小于600V。

(n) 端子上应标明端子号，并全部采用防误碰塑料片扣好。

(o) 每个端子只允许压接一根导线。

(p) 所有二次元件包括中间继电器、指示灯、转换开关、按钮、测量仪表等的最终选型以设计院图纸为准。

6.3.9 设备制造应遵守现行国标及有关行业标准。为了保证所供开关设备的质量，装在开关柜内的元器件应满足设计的要求并且是经过国家鉴定的优质产品，框架式断路器回路选用智能脱扣器。

6.3.10 能进出轻便，无卡涩现象，功能相同的抽屉应能互换,要求互换性能良好。

6.3.11 配电盘在厂内出厂前应进行预组装,保证整体的协调性。

6.3.12 配电柜内功能单元考虑：框架式断路器；塑壳式断路器。回路能满足250kW以下电动机及相应配电回路的供电。

6.3.13 抽屉单元应有可靠的机械联锁，当开关处于分闸位置时，才能抽出或插入抽屉单元。

6.3.14 开关柜颜色为77-GY09 冰灰色（最终颜色技术联络会时确定）。

6.3.15 开关柜应提供挂锁或其它联络装置，以防止误操作或靠近设备。在柜体正面上应提供连锁装置。

6.3.16 框架断路器自身带有保护功能，故障后能就地液晶显示故障类型、电流大小及时间等，平时显示负荷电流、开关状态等。根据负荷的不同容量和重要程度配置电流速断、定时限、反时限过流等保护

6.3.17 开关的启动、停止及位置状态要用空接点。

6.3.18 开关保护的故障、动作信号要以干接点送出。

6.3.19 无论何种开关都必须实现在设备停电检修时，要有一个明显可见的断开点。

6.3.20 开关有试验、工作、断开三个位置，每一个位置在开关本体上都要有直观的区别线。

6.3.21 母线或其中的某一设备检修必须接接地线时，应能方便拆、接接地线又不会误碰带电设备。

6.3.22 开关的间隔要有防止此间隔故障造成整段母线短路全停的有效措施。

6.3.23 电源进线开关柜应能就地液晶显示电流，且具备送出4~20mA电流信号至监控系统的能力。

6.3.24 所有母线及设备分支母线应采用热缩工艺加装绝缘护套。母线或其中的某一设备检修必须接接地线时，应能方便拆、接接地线又不会误碰带电设备。

6.3.25 配电柜外形尺寸要求：不大于（宽×深×高）1000×800×2260mm。

6.3.26 柜体使用年限不小于30年。

6.4 元器件要求

6.4.1 柜内主要设备选用优质产品。投标方对整套开关柜性能负责。

6.4.2 低压开关柜中所有塑壳断路器至少需配两段保护、并最终根据工程实际情况按需配置三段保护、框架断路器需配三段保护。所有开关柜中的元件和附件均应采用阻燃材料制造。

6.4.3 每个低压进线开关应配置低压浪涌保护装置 1 台。

6.4.4 400V 开关柜暂定为两段单母线接线型式，各配置 2 套双电源切换装置或备自投装置。正常运行由 35kV 调相机站用变电源进线带母线运行，当该回电源故障时，由相应母线备自投装置切换至备用变电源进线。

6.4.5 进线开关柜安装多功能电表（电压、电流、有功、无功、电量）。

6.5 结构

6.5.1 负荷出线模块化,标准化,扩充方便,标识清晰。32A、63A 小电流模块和 100A、200A、400A 大电流模块应分层布置。

6.5.2 各负荷出线单元具有隔离安全挡板,防止人员触电。

6.5.3 站用配电屏各馈线回路宜在柜体下部设专用接线端子,并留有备用。

6.5.4 柜内母线采用 TMY 硬母排,外包绝缘套管;

6.5.5 主母线、分支母线、N 零母、接地母线。

a) 柜内母线采用 TMY 硬母排,主母线、分支母线及接头,都应有绝缘防护(加装热缩绝缘套);母线材料应选高导电率的铜材料制造。当采用螺栓连接时,每个连接头应不少于两个螺栓。

b) N 零母线也需加装热缩绝缘套。

c) 主母线、分支母线、N 零母需按规范布置,且有相色标志。

6.5.6 通风孔

a. 通风孔的设计和安装应使得当熔断器、断路器在正常工作时或在短路情况下没有电弧或可熔金属喷出。

b. 通风孔的尺寸、形状及安装位置不应使整个外壳的强度有明显的下降。

c. 通风孔的设置不应降低外壳的防护等级。

e. 外壳顶部的通风孔应用覆板遮盖。

7 调度自动化系统

7.1 DCS 控制单元

7.1.1 规范性引用文件

本招标文件范围内的设备首先采用中华人民共和国国家标准及部颁标准和行业标准，在国内标准不完善的情况下，可采用相应的国际标准（如 IEC、IEEE 等）中最适宜的条款部分或双方认定的其他国家标准。所采用的标准必须是最新版本。

7.1.2 提供的所有设备及零件按国际标准化组织 ISO9000 质量体系制造，图纸和文件均采用国际度量制单位（SI）和 IEC 规定的图例符号表示。

7.1.3 除非合同另有规定，提供的设备和配套件要符合以下标准但不局限于以下标准：

美国防火协会(NFPA):

ANSI/NFPA	70	国家电气规范
ANSI/NFPA	85	锅炉和燃烧系统危险性规范
ANSI/NFPA	496	电气设备外壳的净化和密封

美国电气和电子工程师协会(IEEE):

ANSI/IEEE	472	冲击电压承受能力导则(SWC)
ANSI/IEEE	1050	电站仪表和控制设备接地导则
ANSI/IEEE	488.1	可编程仪表的数字接口
ANSI/IEEE	1046-	电厂分布式数字控制和监视导则
ANSI/IEEE	RP12.6	危险区域（分等级）本安系统的安装

美国电子工业协会(EIA):

EIA RS-232-C 数据终端设备与使用串行二进制数据进行数据交换的数据通讯设备之间的接口

EIA RS-485 数据终端设备与使用串行二进制数据进行数据交换的数据通讯设备之间的接口

美国仪器学会(ISA):

ISA ITVS 90 热电偶换算表

ISA RP55.1 数字处理计算机硬件测试

ANSI/ISA S12.12 非易燃电气设备，用于等级 I/II、区域 2 和等级 III、区域 1/2
的危险（分等级）场所

ANSI/ISA S50.1 工业过程电子仪表模拟量信号的兼容性

ANSI/ISA S71.04 过程测量和控制系统的的环境条件：空气中的污
染物

ANSI/ISA S82.01 电气和电子设备、测量和控制机相关设备的一
般要求

ISA RP60.3 控制中心的人机工程学

ISA S5.3 分散控制/共享显示仪表的图例符号；逻辑和计算机
系统

美国科学仪器制造商协会(SAMA):

SAMA PMC 22.1 仪表和控制系统的功能图表示法

SAMA PMC31.1 过程测量和控制仪表试验和评估的一般方
法

SAMA PMC 33.1 过程控制仪表的电磁感应特性

美国电气制造商协会(NEMA):

ANSI/NEMA ICS4 工业控制设备和系统的端子排

美国机械工程师协会:

ANSI/ASME TDP-1 电站蒸汽轮机防进水保护措施

IEC60801-5	工业过程测量和控制设备的电磁兼容性 抗冲击要求
IEC 60848	控制系统功能图
IEC 60950	信息技术设备的安全要求
IEC 61000-4 (GB/T17626)	工业过程测量和控制设备的电磁兼容性 试验和测量技术
IEC 61131 (GB/T15969-95)	可编程控制器编程语言
IEC 61158	测量和控制用数字数据通信：工业控制系统用现场总线
IEC 61508	电气/电子/可编程电子设备安全相关系统的功能安全
IEC 61784-1	测量和控制用数字数据通信，第一部分：工业控制系统用现场总线相关的连续和离散制造行规
FM Class No.3610	用于等级 I/II/III、区域 1 的危险场所（分等级）的本安设备及相关设备
DL/T 657-2006	火力发电厂模拟量控制系统在线验收测试规程
DL/T 658-2006	火力发电厂顺序控制在线验收测试规程
DL/T 659-2006	火力发电厂分散控制系统在线验收测试规程
GB2421-89	电工电子产品基本环境试验规程 总则 (EQV)
GB/Z 20541-2006	测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型 10：PROFINET 规范
IEC61508	电气/电子/可编程电子设备安全相关系统的功能安全

投标方 DCS 还应满足下列规程：

GB 2421.1-2008 电工电子产品环境试验 概述和指南

电监会 5 号令 电力二次系统安全防护规定

国家经贸委第 30 号令 电网和电厂计算机监控系统及调度数据网络安全防护规定 GB/T7064 《隐极同步发电机技术要求》

7.2 技术要求

7.2.1 一般要求

1) 监控系统应完成本规范书规定的数据采集 (DAS)、模拟量控制(MCS)、顺序控制 (SCS)：包括调相机的辅机顺序控制、调相机启停、快速再启动控制，并满足各种运行工况的要求。本项目调相机监控系统监控范围：调相机本体及其润滑、冷却等公用辅助系统，机组励磁，机组变频启动控制单元 (SFC)，机组同期装置，故障录波系统，设备保护等。

2) 监控系统与升压站监控系统之间，应优先支持通过 DL/T 860(IEC61850)实现快速通信，以实现正常运行和故障状态下的快速无功调节。在系统正常工作时，根据系统计算的无功需求，与其他无功补偿装置协调实现系统无功控制。

3) 监控系统应具备同步调相机解列后快速投入顺序控制功能，统一协调变频启动设备、励磁设备、同期设备等，实现同步电机快速再启动。

4) 监控系统应由分散处理单元、数据通讯系统和人机接口等组成。系统应易于组态，易于使用，易于扩展。

5) 监控系统应能冗余配置，具有诊断至通道级的自诊断功能，使其具有高度的可靠性。系统内任一模件发生故障，均不影响系统其它部分的工作。

6) 整个监控的可利用率至少应为 99.95%。

7) 监控生产工厂应具有 ISO9001 质量体系认证。

8) 监控系统应设计为能满足调相机“一键启停”要求，并应提供实现此功能必需的所有相关资料，其中至少包括：调相机“一键启停”控制逻辑图，启停步骤、启停操作说明等。

9) 分散控制系统配置应能满足机组任何工况下的监控要求（包括紧急故障处理），控制站及人机接口站的中央处理器（CPU）负荷率、系统网络负荷率、分散控制系统与其他相关系统的通信负荷率、控制处理器周期、系统响应时间、事件顺序记录（SOE）分辨率、抗干扰性能、控制电源质量、主时钟接口等指标应满足相关标准的要求。

10) 重要参数测点、参与机组或设备保护的测点应冗余配置，冗余 I/O 测点应分配在不同模块上。

11) 分散控制系统的控制器、系统电源、为 I/O 模块供电的直流电源、通信网络等均采用完全独立的冗余配置，且具备无扰切换功能；采用 B/S、C/S 结构的分散控制系统的服务器应采用冗余配置，服务器或其供电电源在切换时应具备无扰切换功能。

12) DCS 控制单元构架应符合电网的运行和反措要求，确保单一元件或板卡故障不导致机组停运。

13) 主要辅机保护逻辑设计合理，符合工艺及控制要求，逻辑执行时序、相关保护的配合时间配置合理，防止由于取样延迟等时间参数设置不当而导致的保护失灵。

14) 保护单元输出的指令应优先于其他任何指令。机组设计有硬接线跳闸回路，分散控制系统的控制器发出的跳闸信号应冗余配置。主保护回路中不应设置供运行人员切（投）保护的任何操作手段。

15) DCS 控制单元应具备站内调相机、SVG 等无功设备的无功协调控制功能，实现电站无功的统一协调控制。

16) DCS 控制电缆必须采用屏蔽电缆，电缆屏蔽层应在机柜侧单端接地；DCS 接地线与主电气接地网只允许有一个连接点。

7.2.2 主要性能指标

7.2.2.1 控制处理器

a) 处理周期

控制处理器的处理周期应满足：

- 1) 一般模拟量控制：250 ms
- 2) 一般开关量控制：100 ms
- 4) 快速开关量控制：50 ms

对温度等慢过程控制对象，控制周期可设置在 500ms~730Ms；对机组保护跳闸等需尽快动作的回路，其控制周期应不大于 20ms。

b) 负荷率

控制处理器在满足上条要求的处理周期基础上，负荷率最高不应大于 60%，平均负荷率宜不超过 40%。

c) 冗余切换时间

DPU 控制器采用冗余配置，操作员站、服务器等电源切换时间应为不使系统重新启动。

7.2.2.2 过程输入/输出（I/O）卡件

a) I/O 信号采集速度

I/O 信号扫描周期应满足以下要求：

- 1) 一般模拟量信号：4 次/s；
- 2) 一般开关量信号：10 次/s；

- 3) 快速要求模拟量信号：8 次/s；
- 4) 快速要求开关量信号：20 次/s；
- 5) SOE 分辨率：≤1ms。

b) I/O 信号采集精确度

DCS 在整个运行环境范围内，I/O 信号精确度应满足如下要求：

- 1) 模拟量输入信号（高电平）：±0.1%；
- 2) 模拟量输入信号（低电平）：±0.2%；
- 3) 模拟量输出信号：±0.25%。

7.2.2.3 人-机接口

人-机接口界面应满足以下性能要求：

- 1) 显示器全画面显示时间：≤2s；
- 2) 显示数据更新时间：1 次/s；
- 3) 画面调用击键次数：≤3 次
- 4) 操作指令执行时间：≤1s；
- 5) 指令发出到执行信息的反馈显示时间：≤2s。

7.2.2.4 抗干扰要求

a) 电磁兼容性（EMC）

监控系统硬件应满足电磁兼容性（EMC）试验和测量技术的要求，布置在控制室和电子设备间的硬件应达到工业 2 级，布置在现场的硬件应达到工业 3 级。具体要求如下：

- 1) 静电放电抗扰度要求（按 GB/T17626.2）

工业 2 级：接触放静电 $\pm 4\text{kV}$ ；空气放静电 $\pm 4\text{kV}$ ；

工业 3 级：接触放静电 $\pm 6\text{kV}$ ；空气放静电 $\pm 8\text{kV}$ 。

2) 电快速瞬变脉冲群抗扰度要求（按 GB/T17626.4）

工业 2 级：电源， $\pm 1\text{kV}$ 峰值；I/O， $\pm 500\text{V}$ 峰值；

工业 3 级：电源， $\pm 2\text{kV}$ 峰值；I/O， $\pm 1\text{kV}$ 峰值。

3) 浪涌（冲击）抗扰度要求（按 GB/T17626.5）

工业 2 级： $\pm 1\text{kV}$ 峰值；

工业 3 级： $\pm 2\text{kV}$ 峰值。

4) 电压暂变、短时中断和电压变化抗扰度要求（按 GB/T17626.11）

电压暂变和短时中断试验：100%持续 0.5、1 周期；60%持续 0.5、5 周期；30%持续 5、50 周期。

电压变化：试验等级 40%，降低和增加时间 $2\text{s} \pm 20\%$ ，降低后持续时间 $1\text{s} \pm 20\%$ 。

5) 射频电磁场辐射抗扰度要求（按 GB/T17626.3）

频率为 80 MHz~1000MHz，安装在 DCS 标准机柜内：

2 级，试验场强为 3V/m ；

3 级，试验场强为 10V/m 。

b) 抗电干扰

1) 抗共模干扰电压：500V；

2) 抗差模电压干扰：50V；

3) 共模抑制比： $\geq 120\text{dB}$ ；

4) 串模抑制比： $\geq 60\text{dB}$ 。

7.2.2.5 通信网络

a) 通信速率

- 1) 控制级、监控级节点间通信速率: $\geq 100\text{Mbit/s}$;
- 2) 远程 I/O 与控制站间通信速率: $\geq 1\text{Mbit/s}$ 。

b) 通信负荷率

在通信负荷最繁忙的情况下, 通信平均负荷:

- 1) 令牌网: $<40\%$;
- 2) 以太网: $<20\%$ 。

7.2.2.6 硬件要求

(1) 一般要求

- 1) 系统硬件应采用有现场运行业绩的、先进可靠的和使用以微处理器为基础的分散型的硬件。
- 2) 系统内所有模件均应是固态电路, 标准化、模件化和插入式结构。
- 3) 模件的插拔应有导轨和联锁, 以免造成损坏或引起故障。模件的编址不应受所在机柜内的插槽位置所影响, 应该在机柜内的任何插槽位置上都应能执行其功能。
- 4) 机柜内的模件应能带电在线插拔和更换而不损坏, 且不影响其它模件的正常工作。
- 5) 模件的种类和尺寸规格应尽量少, 以减少备件的范围和费用支出。

(2) 处理器模件

- 1) 分散处理单元内的处理器模件应各司其职(功能上应分离), 以提高系统可靠性。处理器模件应使用 I/O 处理系统采集的过程信息来完成模拟控制和数字控制。

2) 处理器模件应清晰地标明各元器件, 并带有 LED 自诊断显示。

3) 处理器模件若使用易失性随机存取存储器(RAM), 则应使用电池作数据存储的后备电源, 电池的更换不应丢失数据。

4) 某一个处理器模件故障, 不应影响其它处理器模件的运行。此外, 数据通讯总线故障时, 处理器模件应能继续运行。

5) 对某一个处理器模件的切除、修改或恢复投运, 均不应影响其它处理器模件的运行。

6) 为获得高可靠性, 所有处理器模件及相关的电源模件和通讯模件应冗余配置; 当使用 I/O 或其它专用模件完成控制功能时, 相关模件也应进行合理冗余配置。

7) 冗余配置的处理器模件中, 当某个工作的处理器模件发生故障时, 系统应能自动地以无扰方式, 快速切换至其冗余的处理器模件, 并在操作员站报警。切换时间应保证为毫秒级, 并保证系统的控制和保护功能不会因冗余切换而丢失或延迟。

8) 冗余配置的处理器模件与系统均应有并行的接口, 即均能接受系统对它们进行组态和在线组态修改。处于后备状态的处理器模件, 应能不断更新其自身获得的信息。

9) 电源故障应急系统的可恢复性故障, 一旦重新受电, 处理器模件应能自动恢复正常工作而无需运行人员的任何干预。

(3) 过程输入/输出(I/O)

1) I/O 处理系统应“智能化”, 以减轻控制系统的处理负荷。I/O 处理系统应能完成扫描、数据整定、数字化输入和输出、线型化、热电偶冷端补偿、过程点质量判断、工程单位换算等功能。

2) 所有的 I/O 模件都应有标明 I/O 状态的 LED 指示和其它诊断显示, 如模件电源指示等。

3) 所有模拟量输入每秒至少扫描和更新 4 次, 所有数字量输入每秒至少扫描和更新 10 次。为满足某些需要快速处理的控制回路要求, 其模拟量输入信号应达到每秒扫描 8 次, 数字量输入信号应达到每秒扫描 20 次。

4) 应提供热电偶、热电阻及 4~20mA 信号的开路 and 短路以及输入信号超出工艺可能范围的检查功能, 这一功能应在每次扫描过程中完成。

5) 所有接点输入模件都应有防抖动滤波处理。如果输入接点信号在 4 毫秒之后仍抖动, 模件不应接受该接点信号。

6) 处理器模件的电源故障不应造成已积累的脉冲输入读数丢失。

7) 应采用相应的手段, 自动地和周期性地对零飘和增益进行校正。

8) 冗余输入信号的处理, 应由不同的 I/O 模件来完成。工艺上并列运行或冗余配置的设备, 其相关 I/O 点应分别配置在不同输入和输出模件上。单个 I/O 模件的故障, 不应引起相关被控设备的故障或跳闸。

9) 监控系统整体的 I/O 分配方案应满足安全和负荷均衡的要求。

10) 监控系统故障或电源丧失时, 其输出应确保被控设备趋于安全状态。

11) 所有输入/输出模件, 应能满足 ANSI/IEEE472 “冲击电压承受能力试验导则(SWC)” 的规定, 在误加 250V 直流电压或交流峰峰电压时, 应不损坏系统。

12) 每 8 个模拟量输入点至少有一个单独的 A/D 转换器, 每个模拟量输出点有一个单独的 D/A 转换器, 每一路热电阻应有单独的桥路。此外, 所有的输入通道、输出通道及其工作电源, 均应互相隔离。

13) 在整个运行环境温度范围内, DCS 的 I/O 精确度应满足如下要求, 模拟量输入信号(高电平) $\pm 0.1\%$; 模拟量输入信号(低电平) $\pm 0.2\%$; 模拟量输出信号 $\pm 0.25\%$ 。系统设计应满足在六个月内不需手动校正而保证这三个精确度要求。

14) I/O 类型

—— 模拟量输入：

4~20mA 信号(接地或不接地)，最大输入阻抗为 250 Ω，系统应提供 4~20mA 二线制变送器的直流 24V 电源。对 1~5VDC 输入，输入阻抗必须是 500K Ω 或更大。

—— 模拟量输出：

4~20mA 或 1~5VDC 可选，具有驱动回路阻抗大于 600 Ω 的负载能力（部分应用回路应具有大于 1K Ω 的负载能力）。负端应接到隔离的信号地上。系统应提供 24VDC 的回路电源。

—— 数字量输入：

应能接受接点接通为 1，开回路(电阻无穷大)为 0。负端应接到隔离地上，系统应提供对现场输入接点的“查询电压”。“查询电压”为 24-120VDC。

—— 数字量输出：

数字量输出模件应采用隔离输出，并通过中间继电器驱动电动机、阀门等设备。中间继电器的工作电源应由输出卡件提供。所有中间继电器应至少提供两副 SPDT 接点，接点容量（安培数）应至少满足如下要求：

	230V AC	115VDC	30VDC
I - 接点闭合(感性回路)：	5A	10A	5A
II- 连续带电：	5A	5A	5A
III-接点分断：	2.5A	0.25A	0.15A

监控系统应配供中间继电器、继电器柜及可靠的工作电源。同时，监控系统还应配供少量大接点容量的中间继电器用于电气直流控制回路。

—— 热电阻(RTD)输入：

有直接接受三线(不需变送器)的 Cu50 Ω、Cu100 Ω、TV10 Ω、TV100 Ω 等类型的热电阻能力，并且监控系统应提供这些热电阻所需的电源。

—— 热电偶(T/C)输入:

能直接接受分度号为 E、J、K、T 和 R 型热电偶信号(不需变送器)。热电偶在整个工作段的线性化,应在过程站内完成而不需要通过数据通讯总线。

—— 脉冲量输入:

每秒能接受 6600 个脉冲。脉冲信号的频率、宽度和信号特性在设计联络会上确定。

—— 交流采样输入:

交流采样信号支持 100V、5A (1A) (精度 0.5 级以上) 直接输入 DCS。

交流采样板卡根据来自 TV、TA 的信号量,自动计算出电流、电压、有功/无功功率、频率、功率因数等,并累积有功/无功电度。

15) 监控系统应对传感器及输入、输出信号的屏蔽提出建议,以满足其系统设计的要求。但是,系统应能接受采用普通控制电缆(即不加屏蔽)的数字量输入和输出。

16) 分散处理单元之间用于机组跳闸、重要联锁的信号,应直接采用硬接线,而不可通过数据通讯总线发出。

17) 监控系统除提供规定的现场输入输出通道外,还应满足系统对输入输出信号的要求,如模拟量与数字量之间转换的检查点、冷端补偿、电源电压检测及各子系统之间的硬接线连接点。

18) 远程 I/O 站

监控系统在部分靠近生产过程的区域设置远程 I/O 站,其容量和备用量应满足本工程区域划分的要求,便于现场安装和卡件、设备的更换,并且具有足够的防护等级和保护措施,以保证在恶劣且无空调环境下设备正常工作。

应采用合理的通讯技术,在远程 I/O 站与主站之间提供大于 1Mbit/s 的通讯速率并确保满足过程信号采集和控制功能的正常实现。

远程 I/O 站和主站之间应采用双向冗余的通讯连接。通讯电缆采用金属铠装光缆。

7.2.2.7 电源与接地

1) DCS 控制单元的电子装置机柜、操作员站和工程师站，应能接受二路交流 $220V+10\%/-15\%$ ， $50Hz\pm 2.5Hz$ 的单相电源。这两路电源中的一路来自不停电电源（控制电源 UPS），另一路来自站用电源。

2) DCS 控制单元内部各处理器机柜、I/O 机柜、远程 I/O 站、网络系统、操作员站、工程师站、继电器柜等设备均由系统内部供电。当操作员站、工程师站、服务器无法接受两路电源时，应采用双电源切换装置，保证切换动作时相应设备不重启、无扰动。

3) 监控系统应配供 DCS 电源分配柜。如监控系统需要采用隔离变压器或其它类型设备进行隔离，该设备也应由监控系统配供，并安装在电源分配柜内。

4) 监控系统所供设备除能接受上述二路电源外，应在各个机柜和站内配置相应的冗余电源切换装置和回路保护设备，并用这二路电源在机柜内馈电。任意一路电源失电应在操作员站上报警，两路同时失电时操作台应设置声光报警器报警，具体方案在联络会确定。

5) 监控系统应提供机柜内的二套冗余直流电源。这二套直流电源都应具有足够的容量和适当的电压，能满足设备负载的要求。任意一路电源失电应在操作员站上报警，两路同时失电时操作台应设置声光报警器报警，具体方案在联络会确定。

6) 任一路电源故障都应报警。在一路电源故障时自动切换到另一路，以保证任一路电源的故障均不会导致系统的任一部分失电。任意一路电源失电应在操作员站上报警，两路同时失电时操作台应设置声光报警器报警，具体方案在联络会确定。

7) 电子装置机柜内的馈电应分散配置，以获取最高可靠性，对 I/O 模件、处理器模件、通讯模件和变送器等都应提供冗余的电源。

8) 接受变送器输入信号的模拟量输入通道, 应能承受输入端子完全的短路, 并不影响其它输入通道, 否则, 应有单独的熔断器进行保护。

9) 每一路变送器的供电回路中应有单独的熔断器。在机柜内, 熔断器的更换应很方便, 不需先拆下或拔出任何其它组件。

10) 无论是 4~20mA 输出还是脉冲信号输出, 都应有过负荷保护措施。此外, 应在系统机柜内为每一被控设备提供维护所需的电隔离手段。任一控制设备的电源被拆除, 均应报警, 并将受此影响的控制回路切至手动。

11) 每一个数字量输入通道都应有单独的熔断器或采取其它相应的保护措施。当采用熔断器时, 熔断器应方便更换而不影响其它通道的正常工作。

12) 监控系统应在单点接地时可靠工作。各电子机柜中应设有独立的安全地、信号参考地、屏蔽地及相应接地铜排。监控系统内所有电子装置/机柜之间的接地互连电缆应由 DCS 控制单元配供。

13) 所有 DCS 控制机柜将直接安装在槽钢底座上, 如要求在机柜和底座之间铺设绝缘材料, 所有绝缘材料 (包括绝缘螺栓、螺帽) 均应由监控系统配供, 并提供详细的安装指导说明。

7.2.2.8 环境

1) 系统设计应采用各种抗噪声技术, 包括光电隔离、高共模抑制比、合理的接地和屏蔽。

2) 在机柜门打开的情况下, 距电子设备 1.2 米以外发出的工作频率达 470MHz、功率输出达 5W 的电磁干扰和射频干扰, 应不影响系统正常工作。

3) 系统应能在环境温度 -25℃~45℃, 相对湿度 10~95% (不结露) 的环境中连续运行; 现场 I/O 站 (包括中间继电器等) 应能充分适应安装地点的温度 (-25℃~60℃)、湿度 (10~95%)、粉尘、振动、冲击等, 现场的恶劣环境不应影响系统的正常工作。

7.2.2.9 电子装置机柜和接线

- 1) 电子装置机柜的外壳防护等级，室内应为 IP52，室外（厂房内）应为 IP56。
- 2) 机柜门应有导电门封垫条，以提高抗射频干扰(RFI)能力。柜门上不应装设任何系统部件。
- 3) 机柜的设计应满足电缆由柜底或柜顶引入的要求。
- 4) 对需散热的电源装置，应提供排气风扇和内部循环风扇。
- 5) 机柜内应装设温度检测开关，当温度过高时在报警汇总表中报警。
- 6) 装有风扇的机柜均应提供易于更换的空气过滤器。
- 7) 机柜内的端子排应布置在易于安装接线的地方，即为离柜底 300mm 以上和距柜顶 130mm 以下。
- 8) 机柜内弱电信号的端子排物理上应与控制、电源供电回路的端子排分开。模拟量信号回路的端子排应物理上与数字量接线端子分离，并为每个模拟量信号提供专用的屏蔽端子。所有继电器、控制开关和设备的备用接点应引至端子排上。机柜内的每个端子排和端子都应有清晰的标志，并与图纸和接线表相符。
- 9) 端子排、电缆夹头、电缆走线槽及接线槽均应由“非燃烧”型材料制造。每个端子应能同时接入 2 根 1.5mm² 线径的导线。
- 10) 提供的机柜、控制台以及其它设备之间互联的电缆（包括两端的接触件）应由监控系统配供，这些电缆应符合 IEC60332（GB/T 18389）标准。
- 11) 组件、处理器模件或 I/O 模件之间的连线应避免手工接线。
- 12) 机柜的前后门应有永久牢固的标牌；机柜应有足够的强度能经受住搬运、安装产生的所有应力，保证不变形；机柜的钢板厚度至少为 2mm；机柜内的支撑件应有足够的强度，保证不变形。

13) 机柜内应预留充足空间，能方便地接线、汇线和布线；所有接线端子柜应合理配置电缆布线空间，确保所有电缆接线完成后柜内仍留有 15%的富余空间。

14) 机柜尺寸建议采用 2200mmX800mmx600mm（高度 X 宽度 x 深度），详细尺寸待设计联络会确定。

7.2.2.10 系统扩展

a) 应提供下列备用余量，以供系统以后扩展需要：

1) 每个机柜内的每种类型 I/O 测点都应有 10~15%的余量。

2) 每个机柜内应有 10~15%I/O 模件插槽余量。所有备用插槽应配置必要的硬件，如背板、连接电缆、端子排等，保证今后插入模件就能投入运行。

3) 控制器站的处理器处理能力应有 40%余量，操作员站处理器处理能力应有 60%余量。

4) 处理器内部存贮器应有 50%存储余量，外部存贮器应有 60%外存余量。

5) 30%~40%电源余量。

6) 网络通讯总线负荷率不大于 40%（共享式以太网通讯的负荷率不大于 20%）

7) 在机柜空间允许范围内提供适量的备用继电器（不包括原备用 DO 点对应的继电器）。

b) 上述余量都应是按系统联调成功正式投运时的最终容量计算的百分比值。

7.2.2.11 外围设备

a) 要求提供报警、记录打印机和彩色图形打印机

1) 调相机监控系统配置二台打印机：一台为记录打印机，一台为彩色图形打印机。

2) 记录打印机应是带微处理器的 A4 双色激光快速打印机, 每台打印机配自动收纸盒, 打印速率不低于 24 页/分。打印输出分辨率至少 720DPI, 打印机存储缓冲空间大于 6M 字节。所有记录打印机均为网络打印机, 带有网络接口。

3) 彩色打印机配自动收纸盒, 它应根据要求打印任一液晶显示器画面, 打印速率不低于 6 页/分。打印机应配置充足的存储缓冲空间 (应能 1 次至少保存 15 幅屏幕画面), 以确保操作员在每次要求至少 5 幅画面输出时无需暂停。

b) 液晶显示器和键盘

1) 所供液晶显示器至少应有屏幕不眩光、对比度强、清晰度高的特点, 图象及表格数据容易被操作人员识读, 屏幕尺寸为 24 英寸。点距 0.27mm, 亮度大于 250cd/m², 对比度 350:1, 响应时间 25ms, 16.7' 106 种色彩, 分辨率至少为 1600' 1200@60Hz。信号电缆应采用 5 分支 BNC 接头。提供的 LCD 应满足下列标准规范要求: 如 UL/C-UL, CSA, TUV/GC, Energy Star, FCC CLASS B, MPRII, TCO'99 等。(2) 每台液晶显示器应有其独立的显示发生器, 现有的主控制室内布置的所有操作员站及工程师站应组态相同, 可互为备用。

2) 触屏、鼠标器、跟踪球或光笔应作为可选的光标定位装置。

3) 每台液晶显示器应配置一个键盘。除具有完整的数字、字母键外, 投标方还应提供若干用户键或配置一专用按钮屏, 使运行人员能直接调出各种所需的画面。这些用户键或专用按钮的用途, 应可由招标方编程人员重新定义。投标方应在投标书中提供键盘和专用按钮屏的布置图。键盘的操作应有触感和声音反馈。反馈的音量大小可以调整。

c) 操作员站和工程师站

1) 投标方每台机组应提供 2 套操作员站兼工程师站。放在原升压站中控室的操作员站主机配备 2 台液晶显示器, 组屏安装的工程师站配备 1 台液晶显示器。

2) 操作员站/工程师站应采用国际优质品牌的高品质工控机或工作站, 并应承诺交货当时, 应提供成熟的最新和最高档次的产品。

操作员站最低要求为: 8 核 I5 3.0GHz, 16G 内存 (DDR4), 硬盘 4T, 双显卡, 24 英寸 LCD 显示器与 DCS 配置一致, 具体型号联络会定; 配键盘、光电鼠标器, 带 USB2.0 接口, 配声卡, DVD-RW, 立体声音箱等, 每台操作员站同时配置两块工业级 PCI 1000M 以太网卡, 主机箱上设置面板锁。采用国产芯片、国产操作系统、双电源配置。

d) 操作员站、工程师站等设备的操作台

- 1) 投标方还应提供操作员站、工程师站、打印机等设备的操作台:
- 2) 操作员站操作台按 750x1100x1200(高 x 宽 x 深);
- 3) 工程师站、历史数据站操作台按 700x1500x800(高 x 宽 x 深), 数量为 0 个;
- 4) 操作台规格根据项目实际情况确定。

e) 磁盘驱动装置

应提供能保存一年系统数据的存储系统, 采用固定式双硬盘装置, 并提供光盘刻录驱动器和 USB 接口。

7.2.2.12 软件要求

- 1) 应负责整个监控系统的组态, 并保证所供系统是采用统一的方式进行组态。
- 2) 应提供一套完整的满足本规范书要求的程序软件包, 包括实时操作系统程序、应用程序及性能计算程序。
- 3) 提供的软件应包括所有必须的软件使用许可证, 可不受限制地对具体的软件包加以使用。
- 4) 所有的算法和系统整定参数应驻存在各处理器模件的非易失性存储器内, 执行时不需要重新装载。
- 5) 应提供高级编程语言以满足用户工程师开发应用软件的需要。同时提供易于掌握的专用的系统语言。

6) 模拟量控制的处理器模件完成所有指定任务的最大执行周期不应超过 230Ms, 开关量控制的处理器执行周期不应超过 100ms。

7) 对需快速处理的模拟和顺序控制回路, 其处理能力应分别为每 125ms 和 30Ms 执行一次。

8) 模拟控制回路的组态, 应通过驻存在处理器模件中的各类逻辑块的联接, 直接采用 SAMA 图或其它类似功能图方式进行, 并用易于识别的工程名称加以标明。还可在工程师站上根据指令, 打印出已完成的所有系统组态。

9) 在工程师工作站上应能对系统组态进行修改。不论该系统是在线或离线均能对该系统的组态进行修改。系统内增加或变换一个测点, 应不必重新编译整个系统的程序。

10) 在程序编辑或修改完成后, 应能通过通讯总线将系统组态程序装入各有关的处理器模件, 而不影响系统的正常运行。

11) 顺序控制的所有控制、监视、报警和故障判断等功能, 均应由处理器模件提供。

12) 顺序逻辑的编程应使顺控的每一部分都能在 LCD 上显示, 并且各个状态都能在操作员站上得到监视。

13) 所有顺序控制逻辑的组态都应在系统内完成, 而不采用外部硬接线、专用开关或其它替代物作为组态逻辑的输入。

14) 顺序控制逻辑应采用熟悉的、类似于继电器型式的功能符号, 以逻辑图或梯形图格式进行组态, 并可在工程师站上按指令要求, 以图形方式打印出已组态的逻辑。

15) 查找故障的系统自诊断功能应能诊断至模件级故障。报警功能应使运行人员能方便地辨别和解决各种问题。监控系统应明确定义系统自诊断的特征。

16) 监控软件系统应提供标准接口界面, 支持 Windows、UNIX、DDE、OLE 等, 一方面从监控导出的数据能在监控系统外应用, 另一方面以便与商品化软件连接。

17) 系统应防止切换操作对过程的冲击, 例如无扰动地进行控制方式 (MAN/AUTO/CAS) 切换、冗余控制器之间的自动切换等。

18) 系统应设置有设定点检查和 PV/OP 值 5%~95% 边界检查。

7.2.2.13 人-机接口

(1) 操作员站

1) 操作员站的任务是在标准画面和用户组态画面上, 汇集和显示有关的运行信息, 供运行人员据此对机组的运行工况进行监视和控制。

2) 操作员站的基本功能如下:

- 监视系统内每一个模拟量和数字量
- 显示并确认报警
- 显示操作指导
- 建立趋势画面并获得趋势信息
- 打印报表
- 控制驱动装置
- 自动和手动控制方式的选择
- 调整过程设定值和偏置等

3) 每套操作员站都应是冗余通讯总线上的一個站, 且每个操作员站应有独立的冗余通讯处理模件, 分别与冗余的通讯总线相连。

4) 虽然操作员站的使用各有分工,但任何显示和控制功能均应能在任一操作员站上完成。

5) 任何 LCD 画面均应能在 2 秒(或更少)的时间内完全显示出来。所有显示的数据应每秒更新一次。

6) 调用任一画面的击键次数,不应多于三次。

7) 运行人员通过键盘、鼠标等手段发出的任何操作指令均应在 1 秒或更短的时间内被执行。从运行人员发出操作指令到被执行完毕的确认信息在 LCD 上反映出来的时间应在 2 秒内。对运行人员操作指令的执行和确认,不应由于系统负载改变或使用了网关而被延缓。

8) 操作员站的设计和布置应符合人因工程学,并适应机组的运行组织,便于运行人员监控机组操作员站的设计应考虑防误操作功能。在任何运行工况按下非法操作键时,系统应拒绝响应,并在画面上给出出错显示。

9) 在正常或故障工况下运行人员对顺控或单个设备控制进行手动干预时,所有通过软件方式获取或硬接线方式提供的许可和超弛信号应作为操作提示在操作员画面上显示。

10) 紧急操作设备

—— 应设计并提供紧急操作设备,以保证在紧急情况下快速、安全停机。紧急操作设备应布置在操作员站的桌面上,并应便于操作,同时应带有安全防护罩以防误动。

—— 在操作台内的适当位置布置适量的端子排,将所有紧急操作设备接线引至端子排上。

—— 紧急操作按钮采用优质产品,其形式、尺寸及颜色需经招标方确认。

—— 因控制室距离调相机厂房及电子设备间较远，紧急操作按钮需提供成对的接点远传模块及相应的光缆，将按钮干接点转换成光信号送至就地，再转换成干接点信号送至保护装置或断路器等设备。

（2）工程师站/历史数据站

1）应提供 1 套台式工程师站/历史数据站，布置于工程师室，用于程序开发、系统诊断、控制系统组态、数据库和画面的编辑及修改。还应提供安放工程师站/历史数据站的工作台及有关外设。

2）工程师站应能调出任一已定义的系统显示画面。在工程师站上生成的任何显示画面和趋势图等，均应能通过通讯总线加载到操作员站。

3）工程师站/历史数据站应能通过通讯总线，既可调出系统内任一分散处理单元(DPU)的系统组态信息和有关数据，还可使用户将组态数据从工程师站上下载到各分散处理单元和操作员站。此外，当重新组态的数据被确认后，系统应能自动地刷新其内存。

4）工程师站/历史数据站应包括站用处理器、图形处理器及能容纳系统内所有数据库、各种显示和组态程序所需的主存储器 and 外存设备。

5）工程师站/历史数据站应设置软件保护密码，以防一般人员擅自改变控制策略、应用程序和系统数据库。

6）工程师站/历史数据站

8 核 I5 3.0GHz，16G 内存（DDRIII），硬盘 4T，双显卡，24 英寸 LCD 显示器与 DCS 配置一致，具体型号联络会定；配键盘、光电鼠标器，带 USB2.0 接口，配声卡，DVD-RW,立体声音箱等，每台操作员站同时配置两块工业级 PCI 1000M 以太网卡，主机箱上设置面板锁。采用国产芯片、国产操作系统、双电源配置。

（3）数据通讯系统

1) 监控系统应能与其它所有系统使用标准协议进行双向通讯。所有的通讯硬件均应冗余配置, 为所有系统和监控(包括机组监控和公用系统监控、现场智能仪表以及智能控制执行机构)提供通讯硬件及软件。

2) 数据通讯系统应将各分散处理单元、输入/输出处理系统及人机接口和系统外设联接起来, 以保证可靠和高效的系统通讯。所有通讯主干线和分支电缆提供的有效屏蔽因数至少应达到 90%。

3) 连接到数据通讯系统上的任一系统或设备发生故障, 不应导致通讯系统瘫痪或影响其它联网系统和设备的工作。通讯总线的故障不应引起机组跳闸或使 DPU 不能工作。

4) 所提供的通讯总线应是冗余的(包括冗余通讯总线接口模件), 冗余的数据通讯总线在任何时候都应同时工作。

5) 挂在数据通讯总线上的所有站, 都应能接受数据通讯总线上的数据, 并可向数据总线上发送数据。

6) 数据通讯系统的通讯负荷率, 在最繁忙的情况下, 不应超过 40% (共享式以太网不超过 20%), 以便于系统的扩展。

7) 在机组稳定和扰动的工况下, 数据总线的通讯速率应保证运行人员发出的任何指令均能在 1 秒或更短的时间里被执行。应确认监控系统保证的响应时间, 在所有运行工况下(包括在 1 秒内发生 100 个过程变量报警的工况下), 均能实现。

8) 数据通讯协议应包括 CRC(循环冗余校验)、奇偶校验码等, 以检测通讯误差并采取相应的保护措施, 确保系统通讯的高度可靠性。应连续诊断并及时报警。

9) 应详细说明有关的“通讯协议”(如信息结构、信息寻址、传输方向、数据格式、数据块长度、调制和传输介质等)、诊断功能和设备、故障站的自恢复以及每个站的访问时间等。

10) 当数据通讯系统中出现某个差错时, 系统应能自动要求重发该数据, 或由硬件告知软件, 再由软件判别并采取相应的措施, 如经过多次补救无效, 系统应自动采取安全措施, 如切除故障设备, 或切换至冗余的装置等。

11) 应说明及消除数据传送过程中的误差和干扰, 以及数据通讯总线敷设时必须注意的事项。

12) 数据通讯总线应能防止外界损伤, 并且不会由于机械振动、潮湿、腐蚀原因产生通讯故障。

13) 升压站的监控系统能监视调相机的重要状态及报警信息, 调相机监控系统应具有与升压站的冗余通信接口。通信规约支持 IEC 61850/DL 860、MODBUS、OPC 或其他协议。调相机监控系统应能接收升压站监控系统发出的断路器允许/禁止合闸信号, 根据该指令进行同期操作。

14) 调相机监控系统应留有一套冗余的、用于远程诊断的软、硬件通讯接口。

7.2.2.14 数据采集系统 (DAS)

数据采集系统(DAS)应连续采集和处理所有与机组有关的重要测点信号及设备状态信号, 以便及时向操作人员提供有关的运行信息, 实现机组安全经济运行。一旦机组发生任何异常工况, 及时报警, 提高机组的可利用率。

LCD 显示、报表、打印均须汉化。

(1) DAS 至少应有下列功能:

- 1) 显示: 包括操作显示、成组显示、棒状图显示、报警显示、趋势显示等
- 2) 制表记录: 包括定期记录、报警记录、事故追忆记录、事故顺序 (SOE) 记录、跳闸一览记录、操作记录等
- 3) 历史数据存储和检索
- 4) 打印: 包括制表打印, 历史数据打印, 性能计算打印等

(2) 显示

a) 总则

1) 应采用最新的窗口显示技术。提供的显示应具有诸如多窗口显示、滚动画面显示、图象缩放显示、菜单驱动显示等功能。

2) 操作和监视显示原则上应按层组织(例如分为概貌显示、区域显示和功能组显示)。此种分层应根据本工程的工艺过程和运行要求来确定,以使运行人员方便地翻页,获得操作所必需的细节和对特定的工况进行分析。

3) 应提供快捷切换显示的手段(如导航窗口、下拉菜单),使运行人员无需对画面的切换步骤有过多的记忆;同时还应提供热键,允许运行人员一次击键即能调出用于监视或控制的其它显示画面。

4) 每个 LCD 应能综合显示字符和图象信息,机组运行人员通过 LCD 实现对机组运行过程的操作和监视。

5) 应可显示监控系统内所有的过程点,包括模拟量输入、模拟量输出、数字量输入、数字量输出、中间变量和计算值。对显示的每一个过程点,应能显示其标志号(通常为 Tag Number)、说明、数值、性质、工程单位、高低限值等。

b) 机组模拟图显示

1) 应提供足够数量用户化的机组模拟图画面。画面的数量应可在工程设计阶段按实际要求进行增加,而不额外增加费用支出。

2) 虽然机组模拟图的设计依据是 P&ID,但模拟图设计应结合其丰富的画面设计经验,不受这些 P&ID 的表达形式局限,例如应设计足够多的概貌显示,局部采用三维图等,以方便运行人员对过程的监视和控制。

3) 每幅画面应能显示过程变量的实时数据和运行设备的状态,这些数据和状态应每秒更新一次。显示的颜色或图形应随过程状态的变化而变化。棒状图和趋势图应能显示在任意一个画面的任何一个部位上。

4) 运行人员可通过点击画面中的任何可操图例或实时显示数据, 对被控装置进行手动控制或对数据内容进行查询。画面上的设备正处于自动顺控状态时, 模拟图上应反映出运行设备的最新状态及自动程序目前进行至哪一步。若自动顺序失败, 则应有报警并显示故障出现在顺序的哪一步, 且可切换到自动顺序逻辑原理图, 可显示条件满足情况。

5) 用户可在工程师站和操作员站上, 使用该站的画面生成程序自己制作和修改画面。监控系统应提供符合 ISA 过程设备和仪表符号标准的图素。当用户需使用的图素未包括在 ISA 标准符号中时, 用户应可使用监控系统提供的图素组态器, 建立用户自定义的新图素。用户自定义的新图例应能被存储和检索。

c) 操作显示

1) 操作显示可按不同类型(如调节、顺控)分层(概貌、功能组显示等)设计。

2) 应设计机组和设备运行时的操作指导, 并由 LCD 的图象和文字显示出来。操作指导应划分为四个部分, 即为启动方式、正常方式、停机和跳闸方式。

3) 所有的操作许可、联锁、闭锁条件和正在执行的控制逻辑都应能通过梯形图或类似的画面在线看到。运行人员或工程师应能通过各种主控和功能组操作显示画面, 对控制方式、控制回路和参数进行操作或调整。

d) 标准画面显示

应提供报警显示、趋势显示、成组显示、棒状显示等标准画面显示, 并已预先做好或按具体要求稍作修改。

1) 成组显示

在技术上相关联的模拟量和数字量信号, 应组合成成组显示画面, 并保存在存储器内, 便于运行人员调用。

成组显示应能便于运行人员按需要进行组合, 并且根据需要存入存储器或从存储器中删除。

成组显示应有色彩增亮显示和棒状图形显示。

任何一点在越过报警限值时，均应变为红色并闪光。

2) 棒状图显示

运行人员可以调阅动态棒状图画面，即以动态棒状图的外形尺寸反映各种过程变量的变化。

棒状图应可在任何一幅画面中进行组态和显示，每一棒状图的标尺可设置成任何比例。

进入监控系统的任何一点模拟量信号，均应能设置为棒状图形式显示出来。

若某一棒状图，其数值越过报警限值时，越限部分应用红色显示出来。

3) 趋势显示

系统应能提供 400 点历史数据的趋势和 400 点实时数据的趋势显示。趋势显示可用整幅画面显示，也可在任何其他画面的某一部位，用任意尺寸显示。所有模拟量信号及计算值，均可设置为趋势显示。

在同一幅 LCD 显示画面上，在同一时间轴上，采用不同的显示颜色，应能同时显示至少 8 个模拟量数值的趋势。

每个实时数据趋势曲线应包括 600 个实时趋势值，时间分辨率为 1，10，30 秒。此值由运行人员选定。

每个历史数据趋势曲线应包括 600 个历史趋势值，时间标度可由运行人员按 05 分钟、1 分钟、2 分钟、5 分钟、10 分钟、15 分钟、30 分钟和 60 分钟进行选择。

趋势显示画面还应同时用数字显示出变量的数值。

趋势显示应可存贮在内部存贮器中，并应便于运行人员调用，运行人员亦可按要求组态趋势并保存在外部存贮器中，以便今后调用。

可在趋势图上切点观察任一时点的值。

4) 报警显示

系统应能通过接点状态的变化,或者参照预先存储和参考值,对模拟量输入、计算点、平均值、变化速率、其他变化值进行扫描比较,分辨出状态的异常、正常或状态的变化。若确认某一点越过预先设置的限值,LCD 屏幕应显示报警,并发出声响信号。

报警显示应按时间顺序排列,最新发生的报警应优先显示在报警画面的顶部或底部,每一个报警点可有 6 个不同的优先级,并用 6 种不同的颜色显示该点的 Tag 加以区分。

报警应可一次击键进行确认。在某一站上对某一点发生的报警进行确认后,则所有其他站上该点发出的报警也应同时被确认。某一点发出的报警确认后,该报警点显示的背景颜色应有变化并消去音响信号。

应采用闪光、颜色变化等手段,区分出未经确认的报警和已经确认的报警。

当某一未经确认的报警变量恢复至正常时,应在报警清单中清除该报警变量,并由仍处于报警状态的其他报警点自行填补其位置空缺。

所有出现的报警及报警恢复均应存储下来,并可由操作员选择打印。

若某一已经确认的报警再一次发出报警时,应作为最新报警再一次显示在报警画面的顶部。改变点的标号的颜色来指示出发生重新报警的次数。

所有带报警限值的模拟量输入信号和计算变量,均应分别设置“报警死区”,以减少参数在接近报警限值时产生的频繁报警。

在设备停运及设备启动时,应有模拟量和数字量的“报警闭锁”功能,以减少不必要的报警。可由操作员站上实施这一功能。启动结束后,“报警闭锁”功能应自动解除。“报警闭锁”不应影响对该变量的扫描采集。

对所有输入信号和计算变量均应提供可变的报警限值。这些报警限值可以是过程参数(如负荷、流量、温度)的一个函数。

报警信息中应表明与该报警相对应的显示画面的检索名称。

在操作员站，通过一次击键应能调用多页的报警一览。报警一览的信息应以表格形式显示，并应包括如下内容：点的标志号、点的描述、带工程单位的当前值、带工程单位的报警限值、报警状态(高或低)及报警发生的时间。每一页报警一览应有 20 个报警点，报警一览至少应有 1000 个报警点。(包括系统诊断报警点)。

e) 其他显示

1) 帮助显示

为帮助运行人员在机组的启、停或紧急工况时，能成功地操作，系统应提供在线的帮助显示软件包。

运行人员应可通过相应的 **Help** 键，调用帮助显示画面。

除标准的帮助显示画面外，还应让用户使用这种帮助显示软件包生成新的帮助画面，以适应一些特别的运行工况。

2) 系统状态显示

系统状态显示应表现出与数据通讯总线相连接的各个站(或称 DPU)的状态。各个站内所有 I/O 模件的运行状态均应包括在系统状态显示中，任何一个站或模件发生故障，相应的状态显示画面应改变颜色和亮度以引起运行人员的注意。

记录

所有记录应使用可编辑的标题，而不应是预先打印的形式。应按用户指定的格式(包括中文)，确定所有记录的标题。

记录功能可由程序指令或运行人员指令控制，数据库中所具有的所有过程点均应可以记录。

a) 定期记录

定期记录包括交接班记录、日报和月报。交接班记录和日报，系统应在每 30 分钟或一小时的时间间隔内，提供 500 个预选变量的记录。而对月报，则在每一天的时间间隔内，提供 500 个预选变量的记录。在每一个交接班后，或每一天结束时，或每个月结束时，应自动进行记录打印，或根据运行人员指令召唤打印。

b) 运行人员操作记录

系统应记录运行人员在集控室进行的所有操作项目及每次操作的精确时间。通过对运行人员操作行为的准确记录，可便于分析运行人员的操作意图，分析机组事故的原因。系统至少应提供 5000 个运行人员不可清除的记录。

c) 事件顺序记录(SOE)

监控系统提供的 SOE 系统必须是监控系统整体的组成部分，不允许采用单独的 SOE 装置。系统应提供高速顺序记录，其时间分辨率应不大于 1ms。所有事件记录应参比于同一时间标准。提供的 SOE 应具备以下功能：

- 1) 应在 SOE 数据收集启动后通知操作员站：SOE 数据收集已经开始。
- 2) SOE 卡件应具备数字量输入卡件的所有功能。
- 3) 系统设计应考虑 SOE 报表的历史数据存储和检索功能。

接入事件顺序记录装置的任何一点的状态变化至特定状态时，立即启动事件顺序记录装置。事件顺序记录应包括测点状态、描述。SOE 记录应按时间顺序排列，并按小时、分、秒和毫秒打印出来。

事件顺序记录完成后，应自动打印出来，并自动将记录存储在存储器内，以便以后按操作员的指令打印出来。存储器应有足够的空间，以存储至少 5000 个事件顺序记录，这种足够的存储空间应保证不会丢失输入状态改变的信号，并且在 SOE 记录打印时，留有足够的采集空间。

d) 跳闸记录

应提供跳闸后的分析记录。一旦检测到机组某一主设备跳闸，程序应立即打印出表征机组主设备的 128 个变量的完整记录。跳闸记录应按跳闸前 10 分钟以 10 秒时间间隔和跳闸后 5 分钟以 1 秒时间间隔进行。

跳闸记录应自动打印或按运行人员指令打印。

e) 操作员记录

操作员记录可按要求进行。可预先选择记录打印的时间间隔或立即由打印机打印出来。操作员记录可由 20 个组构成，每组 16 个参数。所有具有地址的点均可设置到操作员记录中。

f) 设备运行记录

在每天结束时，应记录设备的累计运行小时数和起停次数。

7.2.2.15 历史数据的存储和检索(HSR)

设置 HSR 的目的是为了保存长期的详细的运行资料。提供的 HSR 站应具备系统和网络管理、数据库管理、数据存储及检索功能。在监控系统的任何操作员站上均应能进行历史数据的检索。

HSR 站至少应可处理 3000 个过程点，生产工艺系统所有涉及设备和人身安全的重要模拟量控制和监视点应至少每秒采样 1 次；所有非重要过程点的采样周期可适当加大。HSR 站上的所有过程数据可存储 30 天，系统设计中应采用差异存储技术以减少数据存储空间。

应提供长期存储历史数据的可读写光盘驱动器，当 HSR 站中的存储数据所占空间达到总容量的 60%时，系统应自动将数据转存至可读写光盘，并在 LCD 上报警通知运行人员。HSR 站的检索可按指令进行打印或在 LCD 上显示出来。

7.2.2.16 性能计算

应提供在线性能计算的能力，以计算调相机及辅机的各种效率及性能参数，这些计算值及各种中间计算值应有打印记录并能在 LCD 上显示，大部分的计算应采用输入数据的算术平均值。性能计算至少应有下列内容：

- 1) 调相机的无功电度。
- 2) 厂用电率（每小时、每值、每日厂用电率）
- 3) 厂用电量（每小时、每值、每日厂用电量）
- 4) 主要设备运行小时数
- 5) 断路器跳合闸次数

6) 按运行要求对电流、电压、功率、频率、电度量及温度进行统计分析、并自动或随机打印绘制曲线。

7.2.2.17 模拟量控制系统（MCS）

1) 模拟量控制系统应包括由微处理器构成的各个子系统，应将调相机、励磁控制单元作为一个单元整体进行控制，使调相机和励磁控制单元同时响应控制的要求，确保机组快速、稳定地满足负荷的变化，并保持稳定的运行。

2) 控制系统应满足机组安全启、停及快速再启动运行的要求。

3) 控制系统应划分为若干子系统，子系统设计应遵守“独立完整”的原则，以保持数据通讯总线上信息交换量最少。

4) 冗余组态的控制系统，在控制系统局部故障时，不引起机组的危急状态，并将这一影响限到最小。

5) 在自动控制范围内，控制系统应能处于自动方式而不需任何性质的人工干预。

6) 控制系统应能调节控制装置以达到规定的性能保证指标，控制设备实现性能要求的能力，不应受到控制系统的限制。

7) 如系统某一部分必须具备的条件不满足时, 联锁逻辑应阻止该部分投“自动”方式。同时, 在条件不具备或系统故障时, 系统受影响部分应不再继续自动运行, 或将控制方式转换为另一种自动方式。

8) 控制系统任何部分运行方式的切换, 不论是人为的还是由联锁系统自动的, 均应平滑运行, 不应引起过程变量的扰动, 并且不需运行人员的修正。

9) 控制系统的输出信号应为脉冲量或 4~20mA 连续信号, 并应有上下限定, 以保证控制系统故障时机组设备的安全。

8.2.2.18 顺序控制系统 (SCS)

SCS 用于自动顺序操作, 目的是为了在机组启、停时减少操作人员的常规操作和机组的启停时间。

对于顺控项及其相关设备, 它们的状态、启动许可条件、操作顺序和运行方式, 均应在 LCD 上显示出系统画面。

在手动顺序控制方式下, 应为操作员提供操作指导, 这些操作指导应以图形方式显示在 LCD 上, 即按照顺序进行, 可显示下一步应被执行的程序步骤, 并根据设备状态变化的反馈信号, 在 LCD 上改变相应设备的颜色。

时性和运行人员通过手动指令, 可修改顺序或对执行的顺序跳步, 但这种运行方式必须满足安全要求。

控制顺序中的每一步均应通过从设备来的反馈信号得以确认, 每一步都应监视预定的执行时间。如果顺序未能在约定的时间内完成, 则报警, 且禁止顺序进行下去。如果事故消除, 在运行人员再次启动后, 可使程序再进行下去。

在自动顺序控制期间, 出现任何故障或运行人员中断信号, 应使正在进行的程序中断并回到安全状态, 使程序中断的故障或运行人员指令应在 LCD 上显示, 并由打印机打印出来。当故障排除后, 顺序控制在确认无误后再进行启动。

运行人员应可在 LCD/键盘上操作每一个被控对象。手动操作应有许可条件，以防运行人员误动作。同样，逻辑中应提供相关的联锁，以防设备在非安全或潜在危险工况下运行。设备控制一般分三种模式：手动（操作员控制），自动控制，后备。

1) 在手动模式下，操作员将根据机组运行需要进行设备的起/停、开/关操作。非频繁操作设备或无人监视工况下不可进行启动的设备只提供手动控制。

2) 维持过程控制而需要频繁起停的设备应提供自动控制模式。原则上，自动逻辑引起的动作不应报警，保护联锁触发时自动功能失效应产生报警。

3) 冗余或具有指定备用的设备应提供后备（STANDBY）控制模式。当过程参数表明在役设备已故障，处于后备模式的备用设备应自动启动，连续运行直至操作员或保护联锁发出停运指令。系统应提供报警以提醒操作员备用设备已启动。

所有设备均应提供手动模式。自动和后备模式应根据设备运行要求按需提供。

设备的联锁、保护指令应具有最高优先级；手动指令则比自动指令优先。被控设备的“启动”、“停止”或“开”、“关”指令应互相闭锁，且应使被控设备向安全方向动作。

保护和联锁功能应保持始终有效，应设计成无法由运行人员人工切除。当由于运行工况需要进行切除时，系统应采用明显的特殊标志予以标识，以便运行人员了解实际保护和联锁功能的投入状态。

SCS 应通过联锁、联跳和保护跳闸功能来保证被控对象的安全。

为了便于运行人员迅速查找事故发生原因，应在 SCS 中提供所有设备跳闸事件的首出原因判断逻辑。

7.2.3 调相机远动信息

调相机远动信息由 DCS 控制单元采集，DCS 具有一套与升压站远动工作站的冗余通信接口上传至调度或接收调度的指令。远动信息的采集与传输满足电网调度直采直送、交流采样、实可靠性要求。

7.2.3.1 需采集的运动信息如下（暂定，后续可根据需要进行调整）：

a) 遥测量

- 1) 调相机无功功率、电流、电压；
- 2) 调相变高压侧有功功率、无功功率、电流、电压；
- 3) 调相机短线路电流、电压；

b) 遥信量

- 1) 断路器位置信号；
- 2) 隔离开关、接地刀闸位置信号；
- 3) 继电保护及自动装置动作信号；
- 4) 全站事故总信号。

c) 遥调量

调相机无功功率目标值。

7.2.3.2 DCS 控制器及 I/O 配置

每个机柜内的每种类型 I/O 测点都应有 15% 的备用量，每个机柜内应有 15% 的模块插槽备用量。

调相机 DCS 控制单元，每对 DCS 控制器（DPU）分配的 I/O 点数根据产品性能配置，但最多不应超过 300 点。DPU 对数初步根据主机特点、系统规模、重要性、控制器负荷率、测点数量等配置。

因本项目调相机组、电气系统、主要辅机及辅助系统方案的点尚未最终确定，I/O 点数最终的 I/O 点数可能会与实际 I/O 测点数量存在一定出入。

调相机组 DCS 监控系统 I/O

调相机 DCS 监控系统 I/O 测点的统计如下（不含裕量），本表因调相机本体未确定，为初步预估量，每台机组总数不少于 1400 点（不考虑冗余点）。投标方供货系统（SFC、励磁等）由投标方填写和修改：

型式	AI (4~20mA)	AO (4~20mA)	RTD (TV100)	DI	DO	PI	其中 SOE
调相机组本体 测温			56				
调相机加热器	1			5			
刷架监测系统	2			2			
出线罩	1			4	1		
在线状态监视 系统	16			17			
SFC							
励磁							
变压器保护							
同期							
故障录波							
控制电源							
油系统	15		50	148	47		
继电保护	30	10		120	40		
杂项部分	20	10	30	200	80		
其它							
小计							

各投标人可以按照各自的投标设备特点对控制器进行配置，控制器应满足所接入的 I/O 点数并至少提供 15% 的冗余 I/O 点接入要求。

注明：

1) 上述表格中所列 I/O 数量仅为过程点数, 不包括备用点、I/O 分配产生的剩余点、DCS 内部的硬接线联系点以及系统要求的附加点。投标方提供 DCS 的 I/O 能力应充分考虑这些因素。DCS 投标商应承诺 DCS 控制单元 I/O 数量在 5% 以内变化将不引起 DCS 控制单元的价格变动。在总 I/O 点数范围内, 对不同类型模件数量的调整不引起商务价格的变化。

2) DCS 投标方在配置 DCS 卡件时应充分考虑按机组工艺系统特点、系统功能区功能组等设置原则进行配置, 不同的系统测点尽可能配置在不同的控制器和卡件下。

3) 如果 DCS 投标方提供的 DCS 网络结构方案采用服务器-客户端方式, 投标方应至少配置两台冗余或容错的服务器。

4) DCS 应由分散处理控制器、数据通讯系统和人机接口组成。

7.3 技术资料

7.3.1 一般要求

1) 投标方提供的资料应使用国家法定单位制。

2) 资料的组织结构清晰、逻辑性强。资料内容要正确、准确、一致、清晰完整, 满足工程要求。

3) 投标方资料的提交应满足工程进度的要求。在技术规范书签定后按工程进度提供工程所需技术资料, 并经招标方确认。

4) 投标方提供的技术资料一般可分为投标阶段, 配合工程设计阶段, 设备监造检验阶段, 施工调试试运、性能验收试验和运行维护等阶段。投标方须满足以上各阶段的具体要求。

5) 对于其它没有列入合同技术资料清单, 确是工程所必需的文件和资料, 一经发现, 投标方也应及时免费提供。

- 6) 向投标方提供与合同设备设计制造有关的资料。
- 7) 投标方提供的技术资料共 5 套（套数待定）。
- 8) 投标方提供的图纸应清晰，缩微的图纸不能作为正式资料。

7.3.2 硬件资料

投标方提供的资料应包括涉及所有系统部件的安装、运行、注意事项和维护方法的详细说明，此外还应包括所购设备的完整设备表和详细指南。与设备表相对应的设备项目代号应在所有相关图纸上表示出来，投标方还应根据要求提供其设备代号与市场上可买到的该设备型号间的参照表。

投标方至少应提供下列手册和图纸：

- 1) 系统硬件手册
- 2) 系统操作手册
- 3) 系统维护手册
- 4) 系统组态手册
- 5) 构成系统所有部件的原理图
- 6) 内部布置图
- 7) 符合招标方要求格式的外部连接图，图上应有电缆编号和端子编号
- 8) 每只机柜、操作台的总布置图，这些图中应标明各模件和组装件的编号，并包括正视图、后视图、开孔图、总尺寸及开门所需的净空距离
- 9) 所有控制和调整装置在维护时所需的校验曲线
- 10) 所有投标方外购设备手册
- 11) DCS 使用的一些特殊机械设备详图
- 12) 安装步骤、装配细节、设备散热和设备重量等

13) 材料清册

14) 所有外围设备的样本(包括液晶显示器、键盘、打印机、硬盘等)

7.3.3 软件资料

a) 投标方应提供足以使招标方能够进行检查和修改的所有系统程序和组态文件，这些文件包括打印出来的程序，并装订成册。

b) 使用高级编程语言的系统站的支撑软件，其至少应有下列有关文件：

1) 系统功能说明

这一文件应采用通俗易懂的文字描述每一个系统的功能，所有特定术语应有定义，此外应配上一定的流程图或类似的描述。

2) 一般软件资料

这一文件应包括所有与编程语言有关的指导和参考手册，特别是应用于采用了特殊计算机硬件的汇编语言，文件应完整、清晰，能允许对现有的程序进行修改、增删以及编制新程序，其中还应包括编程和调试的指导性资料。

3) 编程指导材料

投标方应提供用于各系统程序的源码说明，包括交互在程序中的注释，以便整个程序的理解，这一资料应存放在光盘或硬盘内提供给招标方。

7.3.4 用户手册

投标方应提供适合于用户工程师使用的、高质量的用户手册。这些手册应既可用作教材，又可用作参考手册，内容至少应包括：

1) 液晶显示器和键盘用户手册

2) 图形手册

3) 试验、检查、故障检修的投运步骤

8.4.5 控制逻辑文件

投标方应提供适合于没有计算机专业知识的控制工程师使用的高质量文件。

控制逻辑文件应清晰完整，并包括下列内容：

- 1) 控制原理图的定义和说明，包括对每一张 SAMA 图和逻辑图所作的说明；
- 2) 所有回路的 SAMA 图，应在图上标出与之相关的联锁和许可条件所在逻辑图的对应编号和注释；
- 3) 包含联锁和许可条件的逻辑图，图上应标出与之相关的 SAMA 图的对应编号和注释；
- 4) 控制工程师的用户手册；
- 5) 所有控制逻辑图必须与组态图相符，控制逻辑图应标识功能节点号、模块号、功能块号等应有的标识。

组态文件打印程序应作为控制系统的一个功能提供给招标方。

7.3.6 I/O 清单

投标方应提供一份含有系统所有过程输入、输出的清单，该清单应包括下列项目：输入/输出点说明、模件和插槽代号、设计编号、端子号、信号类型、故障状态、手动状态、电缆编号、报警限值、计算用途、记录/报表要求、显示格式和修改版本号等等。

投标方应提供一份供设计院使用的 I/O 清单（EXCEL 格式）电子版，其表格中至少包含序号、测点编号、测点名称（中文）、机柜编号、端子单元号以及端子号。

7.4.7 对电子版图纸的要求

- a) 电子文档所使用的软件必须是通用型软件，或经招标方确认的软件。
- b) 电子文档必须具备以下功能：

- 1) 所有图纸能按目录进行查找;
- 2) 采用数据库超级链接功能。能将现场输入点、输出点和功能块的规范在电子文档中显示。并且数据库可以修改、增加和删除;
- 3) 电子文档必须可以修改;
- 4) 提供所有功能块的图库, 图库可以修改、增加和删除;
- 5) 修改图纸的自动插入页功能;
- 6) 对电子文档中现场输入点、输出点、功能块和页与页之间连接点能提供按顺序的交叉查找功能。

7.4 试验、验收和演示

7.4.1 总则

- 1) 投标方在制造过程中, 应对设备的材料、连接、组装、工艺、整体以及功能进行试验和检查, 以保证完全符合本规范书和已确认的设计图纸的要求。
- 2) 招标方应有权在任何时候, 对设备的质量管理情况, 包括设备试验的记录进行检查。
- 3) 此外, 还应进行工厂验收试验、演示和现场试验。
- 4) 在试验、检查和演示过程中, 如发现任何不符合本规范书要求的硬件和软件, 投标方都必须及时更换, 由此而引起的任何费用都应由投标方承担。更换后的硬件或软件还必须通过本规范书 10.7.2 和 10.7.3 章节规定的试验和演示的要求。

7.4.2 工厂验收试验和显示

系统在设备制造、软件编制和反映目前系统真实状况的有关文件完成后, 投标方应在发货前进行能使招标方满意的工厂验收试验和演示。

除规定的工厂验收试验和演示外，招标方有权在投标方的工厂进行各单独功能的试验，包括硬件试验以及逐个回路的组态和编程检查。在工厂验收和演示前，系统设计应体现出投标方在设备上所作的最新修改。

7.4.3 试验步骤

试验应包括对所有可联网并已装载软件的设备进行适当的运行。采用仿真设备构成 DCS 所有输入信号、组态和控制输出的一个完整的功能闭环试验。

在开始试验前，要求所提供的系统已在 45℃ 高温下顺利地运行了 72 小时。投标方应说明这一温度试验步骤及结果。

试验内容至少包括下列项目：

- 1) 每个模件的微程序工作情况
- 2) 每个模件的硬件工作情况
- 3) 模拟的报警和状态变化
- 4) 所有操作员接口功能
- 5) 模拟的故障和排除
- 6) DCS 全部失电和部分失电的工作情况
- 7) 模拟的 DCS 自诊断

完成工厂试验后，招标方应观察一个被试验系统所进行的完整演示过程。投标方应提供充足的时间，试验设备和专业人员，以便招标方能检验和评估整个系统。在工厂试验中，至少应有三天时间来进行这一演示。如需延长试验时间，投标方应无偿满足要求。投标方应提供 6 套与目前系统功能和逻辑一致的图纸，供招标方在试验期间使用。

7.4.4 演示至少应有如下项目：

- 1) 对键盘请求的响应

- 2) 完整地显示一幅新画面的时间
- 3) 失电和通电后的反应
- 4) 控制装置的故障排除
- 5) 通讯总线故障
- 6) 过程变量输入变送器故障后的反应
- 7) 所有规定报表的打印
- 8) 性能计算的试验结果

7.4.5 试验失败

投标方应负责修改试验中碰到的所有系统问题，若某些系统需重新试验，则应进行由招标方任意指定的附加项目的试验和检查。DCS 设备只有在成功地通过了试验和演示，并且双方在试验和演示报告上签字后，才能发运。

7.4.6 日程安排

投标方在试验前应向招标方提交一份详细的试验方案，并在计划的工厂验收和演示试验前三周向招标方告知他们的准备情况，在招标方认可后，所有图纸和试验步骤才有效。

7.4.7 设备

投标方应提供进行全部工厂验收试验包括招标方选择的单独功能试验所必需的各种试验和仿真设备及人员。所有试验设备在试验前都须经过校验，并有校验记录。招标方在需要时应能得到这些数据。

7.4.8 现场试验

- (1) 初步检查

现场安装完成后，在设备通电前，投标方应仔细检查所有的设备、现场接线，电源和安装情况，在检查无误后，系统方可授电。投标方可以进行其标准的诊断试验。现场输入和输出信号，由施工人员按投标方图纸负责接线。

(2) 现场可利用率试验 (SAT)

现场条件满足后，应采用实际的输入、输出信号进行可利用率试验。投标方应核实是否所有的系统和文件都已更新，并准备投入可利用率试验。系统只有在通过了这里所规定的可利用率试验要求后，方能被接受。

投标方应保证 99.95% 的系统可利用率，并在试验期间证实其符合本规范书规定的所有性能。可利用率试验应在 DCS 试运行后开始，试验开始的日期由招投标方共同商定。

DCS 在连续运行 90 天 (2160 小时) 后，其故障时间小于 2.2 小时，则可认为成功地完成了可利用率试验。若故障时间超过了 2.2 小时，可利用率试验应延长至 180 天，在此期间，故障时间不应该超过 4.3 小时。但是完成可利用率试验的总时间应限制在 270 个连续日内，其间的故障时间不应超过 6.5 小时。若试验结果连续三次超过规定的故障时间限制，则认为试验未通过。

可利用率表明了一个可恢复特性的装置或系统能在规定的时间内完成其规定功能的概率。

a) 定义

1) 可用时间

试验开始至试验结束的整段试验时间内，扣除试验的空等时间和故障时间后的这一段时间为可用时间。

2) 故障时间

故障时间是指投标方提供的任一装置和子系统在实际试验时间内停运的一段时间。

可利用率试验总的故障时间，应为试验期间各装置或子系统故障引起的故障时间之和。应受罚的故障时间绝不会比实际经历的故障时间长。

每个装置或子系统都规定了一个加权系数。一个装置或子系统应受罚的故障时间是该装置或子系统的实际故障时间与其加权系数的乘积。

应受罚的故障时间=实际经历的故障时间×加权系数

3) 空等时间

在整段试验时间内由下列事件引起的空等时间将由招投标方协商确定：

- 机组或辅机故障
- 由招标方人员引起的不正常操作
- 招标方信号故障
- 环境条件不符合要求
- 不可抗拒的因素
- 招标方所供电源丧失

4) 可利用率

试验期间的可利用率至少应为本规范书中规定的 99.95%，其计算公式如下：

式中实际试验时间为整段试验时间扣除空等时间。

5) 加权系数

用于各装置或子系统故障时间计算的加权系数，规定如下：

装置或子系统	加权系数
—— 人机接口	
操作员站	n/N

工程师站	0.30
每只 LCD 屏	0.10
每只键盘	0.10
每只鼠标/跟踪球	0.05
每台报警、图形、记录打印机	0.10
硬盘驱动器	0.20
光盘驱动器	0.20

—— 过程接口

功能处理模件	n/N
I/O 模件	n/N
电源模件	n/N
通讯接口模件	n/N

其中 n 为发生故障的站或模件数量； N 为应投入运行的站或模件数量。

—— 数据通讯系统

与其它控制系统的通讯	0.10
每条数据通讯总线	0.20
两条数据通讯总线	1.0

—— 发生下述工况将直接导致 DCS 现场可用率试验未通过：

由于 DCS 故障造成机组跳闸

所有操作员站功能丧失

由于 DCS 故障而丧失的其它重要控制和保护功能

b) 招标方参予

进行 DCS 的可利用率试验, 试验必须按照已经确认的投标方资料中的运行和维护步骤进行。应操作和维护 DCS 并保存可利用率记录和报告。投标方应随时提供咨询和所需的现场服务, 以帮助系统的维护。如投标方接到招标方要求其进行现场维护的通知, 投标方服务人员应在通知收到后的 48 小时内到达现场。

c) 可利用率试验规则

在现场, 时间应以小时和十等分小时来计算, 并作记录。现场记录应作为正式的可利用率试验记录。每月应将记录的复印件送交投标方检查。试验期间发生的任何问题, 均应立即通知投标方, 除非招投标方均认为有必要, 否则不得进行系统或硬件的修改。

在可利用率试验开始前, 必备的所有 DCS 备品备件, 并已存放在现场。在试运行和现场可利用率试验期间, 从招标方备品库中借用的备品备件, 投标方必须免费给招标方更换。此外, 为保证成功地进行试运行和可利用率试验所需的任何部件, 投标方均应在 48 小时内提供。

为保证所有的故障均已修复, 在可利用率试验结束前 240 小时内, 不应再出现故障时间, 为满足这一规定, 试验的时间限制, 可按需要适当延长。

在成功地完成了系统可利用率试验之后, 可利用率试验证书应由双方签字认可。

7.5 工作范围和进度要求

7.5.1 投标方的工作范围 (包括但不限于此, 为了保证系统功能的完整性, 即使下列描述没有阐述的工作内容, 也属于投标方工作范围, 投标方无条件补足, 并不产生任何费用):

(1) 本招标文件仅适用于技术规范供货清单所列的设备。其中, 包括设备本体及其附件的功能设计、结构、性能、安装和试验等方面的技术要求, 以及供货和现场技术服务。

随 DCS 供货的所有机柜、设备之间的供电、信号、通讯、接地电缆应属投标方的设计范围和供货范围。全厂 DCS 控制单元内所有接地电缆(包括电子装置 / 机柜之间的接地互连电缆) 应由投标方负责设计并提供。

本规范书要求的全部外围及附属设备。包含操作员盘、台、椅子等。

(2) 投标方的具体工作范围

按照机组运行要求、本规范书的规定和适用的工业标准, 配置完整的 DCS 控制系统, 并提供必需的技术支持和技术资料。

提供构成 DCS 所必须的全部软硬件(含包括紧急情况下使用的硬操作、操作台、值长台、工作座椅等), 并全面负责其供货范围内所有设备及其内部之间连线(包括供电、信号、通讯电缆)的设计和供货。投标方提供的各类控制电缆和通讯电缆应满足屏蔽、接地、阻燃等技术要求, 长度应满足现场实际用量的要求。

投标方应为本工程供全套分散控制系统(DCS)。投标方提供设备应达到本规范书规定的全部硬、软件功能要求, 并进行 DCS 软件的编程和调试, 提供完整的 DCS 硬件和系统支持软件。投标方完成所供设备和系统支持软件的现场调试; 提供软、硬件产品说明书及编程、组态、调整、维护等手册; 提供全套本工程设计组态资料(包括组态图、各系统控制逻辑设计说明、组态说明、功能说明书、网络结构图), 提供数据备份装置及负责与全厂对时联网接口。

投标方负责保证提供的整套 DCS 软、硬件及组态设计达到本协议中对 DCS 功能、性能的要求。投标方及软件组态和相关现场技术服务在组态前完成相应的 SAMA 图和逻辑框图的详细设计, 并提供组态图、各系统控制逻辑设计说明、组态说明、功能说明书、网络结构图等, 在此基础上进行 DCS 软件的组态编程和调试配合工作, 定义 I/O 功能, 并按照招标方要求向招标方提供最终数据库或标签库或 I/O

组态清册。此外还包括与各其它供货商供应的控制系统和设备通讯接口的调试工作。DCS 控制单元与其它控制系统之间的通讯接口试验由投标方负责完成，并在投标书中提出可行的试验计划，由招标方认可。投标方应负担通讯接口试验所需要的费用。投标方负责保证提供的整套 DCS 软、硬件及组态设计达到本技术规范书书中对功能和性能的要求。

应在制造厂内，由具有丰富经验的专家及训练有素的专职人员，使用仿真和测试设备，接入 DCS 的输入输出信号，进行闭环运行、测试和演示，确认主辅 DCS 的功能和性能符合本规范书的要求。仿真测试包含所有组态功能，仿真次数不少于 5 次，保证最后一次仿真完整通过。招标方有权在设备验收期间对 DCS 的功能及性能进行全面检查或抽查，出厂前投标方应向招标方提供真实有效的全套测试报告。投标方应提出验收测试的初步方案并在联络会上由招标方认可。

软件组态在 DCS 厂内完成，完成所有 DCS 控制系统的软件组态工作。投标方组态若采用分包方式进行，投标方需提供本工程软件组态分包商的相关工作业绩和技术人员组成，由招标方进行确认。且投标方负责保证提供的整套 DCS 软、硬件及组态设计达到本协议中对 DCS 功能、性能的要求。投标方的分包商完全执行本协议的要求。投标方作为本工程的总承包商负责本工程软件组态中所应承担的全部责任。投标方及软件组态和相关现场技术服务的分包商在组态前完成相应的 SAMA 图和逻辑框图的详细设计，并提供组态图、各系统控制逻辑设计说明、组态说明、功能说明书、网络结构图等，在此基础上进行 DCS 软件的组态编程和调试配合工作，定义 I/O 功能，并按照招标方要求向招标方提供最终数据库或标签库或 I/O 组态清册。此外还包括与各其它供货商供应的控制系统和设备通讯接口的调试工作。DCS 控制单元与其它控制系统之间的通讯接口试验由投标方负责完成，并在投标书中提出可行的试验计划，由招标方认可。投标方应负担通讯接口试验所需要的费用。投标方负责保证提供的整套 DCS 软、硬件及组态设计达到本技术规范书书中对功能和性能的要求。

(4) 投标方负责审查工程软件组态的控制逻辑与所供硬件和支持软件的性能是否吻合，并确认其逻辑设计的正确性、合理性。

按照合同规定的进度要求，按时发运 DCS 设备。负责召开 DCS 控制单元所有工程设计联络会，承担全部会务费用。根据本规范书的要求，向招标方提供施工图设计、安装调试、运行维护、系统二次开发所需的全部图纸、资料，并对系统的安装进行指导。工程设计包括（不限于此）：SCS、MCS、DAS 等相关功能设计的说明书，机组级功能组、子功能组、驱动级的控制逻辑框图，MCS 调节 SAMA 图、所有功能组、子功能组、驱动级的组态图、DCS 的设备及机柜内部安装接线图、工艺系统 I/O 信号分配及 DCS 机柜端子排布置，DCS 内部供电系统图和电源分配图，内部电缆清册等，其内容应包括以下内容（但不限于）：

负责主机“一键启停”的设计。

DCS 控制单元人-机接口设计（包括操作员站、工程师站等）。

数据采集功能（DAS）设计。

模拟量控制功能（MCS）设计。

顺序控制功能（SCS）设计。

与其他厂家控制系统及设备的接口设计及调试。

DCS 接地系统设计（包括对各控制机柜柜内和柜间的接地要求、接地电阻要求、接地电缆截面要求等）。

DCS 控制柜内部电源及柜间电缆设计（包括 DCS 外围设备电源电缆的设计和供货）及内部电缆连接。

负责全厂控制系统网络的整体设计。

通电启动和调试服务，直到所供系统能在机组各种工况下有效地控制机组运行达到 DCS 全部的功能及性能要求，在机组运行投产后，在本技术规范书要求的时间内完成 DCS 控制系统性能验收试验。

根据本规范书的要求，向招标方提供系统优化运行所必需的系统文件，使招标方能掌握组态、编程、维护、修改和调试系统。

负责培训招标方的维护和工程技术人员，并使这些培训人员能得心应手地操作、维护、修改和调试系统。

系统总接地应能直接接到电厂电气接地网上。招标方不接受需设单独接地网的DCS。投标方应满足招标方系统接地方式要求。（含盘柜浮空用的绝缘材料）

提供 DCS 安装设计所需的全套资料。投标方提供国内同类机组的控制策略及本工程的初步控制策略。

DCS 作为全厂自动化系统的基础和核心，投标方应与由其它设备供货商供应的控制系统和设备协调，并负责相关的硬接线和/或数字通讯的软硬件接口（包括软件组态及其驱动软件、接口设备）。投标方应承诺与其他供货商供应的控制系统接口的型式和数量能够满足招标方对控制系统整体设计方案的要求。除非另有定义，其接口分界点在其它供货商供应的控制系统和设备的进/出线端子上，由该端子至 DCS 设备的通讯线应由 DCS 负责供货。

投标方在投标书中所附的系统配置图和电源系统配置图应反映出系统设备的布置位置和设备数量。

投标方所设计系统的机组自动控制水平，系统可靠性，机组保护与联锁功能等方面都应达到同类机组的先进水平，以满足本工程机组在机组集控室内实现整套机组的启停操作和事故处理的要求。

如果本工程 DCS 控制单元设备在发货之前，DCS 软、硬件有所更新，投标方应按招标方要求无条件予以提供新的控制系统硬件，并保持供货价格不变。投标方提供的新系统的硬件配置应保持原系统的配置水平，即保持控制器数量、过程控制系统节点数量、控制回路及 I/O 配置数量、操作员站及服务器的配置数量等不发生变化。

如生产进度有延误，投标方应及时采取补救措施，保证交货的时间。

与招标方的全厂时钟系统接口，实现系统时间与招标方全厂时间的同步与统一管理。DCS 保证系统具有时间管理功能外，配备接收时钟信号的软硬件，实现本项

目要求。投标方负责将时钟信号送至 DCS 的接收第一个机柜，系统内信号处理与功能实施由投标方负责。投标方在 DCS 设备出厂前，应完成所有系统的软、硬件组态工作，并完成与各其它供货商供应的控制系统和设备通讯接口的调试工作。DCS 控制单元与其他控制系统之间的通讯接口试验由投标方负责完成，并在投标书中提出可行的试验计划，由招标方认可。投标方应负责承担接口试验所需要的费用。投标方在整个调试期间应配合调试单位完成现场逻辑组态优化、修改。

(5) DCS 与招标方的全厂信息系统接口，通过接口计算机（DCS 侧接口计算机及接口配件、软件由投标方负责供货，每套单元 DCS 配一套接口计算机）实现连接，投标方必须保证 DCS 侧的相关硬件、软件、标准、兼容性等满足接口要求（过程中如需要增加、更换、补充、修改等工作，投标方无条件进行并按要求完成），全过程配合相应供应商、招标方完成本项工作。DCS 控制单元与 SIS 的接口中，DCS 应具有严格可靠的防病毒、防写等能力，与全厂信息系统接口应该配置单向隔离网闸，单向隔离装置由全厂信息系统系统提供，只具有只读功能而无回读功能是基本的安全要求。

7.5.2 投标方的工作范围

(1) 投标方将就提供下列设备和服务：

所有基础、埋件、地脚螺栓和灌浆；

指导所有电缆敷设和投标方提供的过程 IO 端子柜上的接线及机柜的安装工作；

所有模拟量输入信号传感器，如变送器、热电偶、热电阻及分析仪表；

所有数字量输入信号接点和脉冲设备；

所有执行机构、电动机；

(2) 按照投标方要求提供 DCS 总电源；

提供 P&ID 图和 I/O 清单、设备编码原则以及 DCS 初步 I/O 清单；

DCS 设备现场卸载和安装所需的劳动力及服务；

提供有关的基础资料及必要的说明；

控制室及电子设备间布置图；

有关电缆通道布置图。

7.6.3 工作范围界面

以 DCS 设备接线端子排为界面，端子排外的 I/O 信息来源和接线属招标方的责任。端子排内的接线，投标方提供 DCS 控制单元（电源柜、操作员站、工程师站、模件柜、端子柜和配套中间继电器柜、接地箱等）之间的连接电缆敷设，应用软件开发、组态、出厂调试及现场软件恢复调试等工作属投标方责任。投标方提供 DCS 控制单元（电源柜、操作员站、工程师站、模件柜、端子柜和配套中间继电器柜、接地箱等）之间的连接电缆(包括通讯电缆、电源电缆、接地电缆)，要求采用预制电缆。

8 同期、计量及测量

8.1 规范性引用文件

本招标文件范围内的设备首先采用中华人民共和国国家标准及部颁标准和行业标准，在国内标准不完善的情况下，可采用相应的国际标准（如 IEC、IEEE 等）中最适宜的条款部分或双方认定的其他国家标准。所采用的标准必须是最新版本。

提供的所有设备及零件按国际标准化组织 ISO9000 质量体系制造，图纸和文件均采用国际度量制单位（SI）和 IEC 规定的图例符号表示。

除非合同另有规定，提供的设备和配套件要符合以下标准但不局限于以下标准

DL/T 1348-2014 自动准同期装置通用技术条件

GB 14285-2006 继电保护和安全自动装置技术规程

DL/T 5136-2012 火力发电厂、变电所二次接线设计技术规程

DL/T 671-2010 发电机变压器组保护装置通用技术条件

DL/T 478-2010 继电保护和安全自动装置通用技术条件

DL 280-2012 电力系统同步相量测量装置通用技术条件

国家电网设备〔2018〕979号 国家电网有限公司十八项电网重大反事故措施
(2018年修订版)

防止电力生产事故的二十五项重点要求(2023版)

8.2 同期装置技术要求

8.2.1 总的技术要求

环境温度在 $-25^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$ 时, 装置应能正常工作并且满足本部分所规定的精度。

同期装置、同期柜之间, 同期柜和其他设备之间, 应采用光电耦合或继电器空触点进行连接, 不应有电的联系。

在雷击过电压下, 一次回路操作、系统故障及其他强干扰作用下, 不应误动和拒动。装置抗电磁干扰能力应符合国标及行标相关标准。装置调试端口应有隔离措施。

同期装置的插件应接触可靠, 并且有良好的互换性, 以便检修时能迅速更换。

直流电压消失时, 装置不应误动, 同时应有输出触点以启动告警信号。直流电压在 $80\% \sim 115\%$ 额定范围内变化时, 装置应正确工作。直流电压波纹系数 $\leq 5\%$ 时, 装置应正确工作。拉合直流电源时, 装置不应误动作。直流电压出现各种异常情况(如短路、断线、一点接地等)时装置不应误动作。

应提供标准的试验插件及试验插头, 以便对各套装置的输入和输出回路进行隔离或能通入电压进行试验。

同期柜内各电压量的中性线必须分开。

各套装置应有监视及自诊断功能来监测出口电路、主要电路、装置异常及交直流消失等，以便在动作后启动告警信号、远动信号、事件记录等。

装置中任一元件损坏时，装置不应误动作。

投标方应提供装置已经运行的情况以及在运行或制造过程中改进情况资料。

投标方应提供符合国家电网有限公司要求的通用规约文本。

同期装置应具备以太网口、RS232 或 RS485，可以连接打印机。

同期装置应具备通信网络对时和卫星时钟对时功能。具备 IRIG B（DC）及脉冲对时功能，并通过同期柜端子排接线。

所提供装置的软件版本及校验码应与招标方进行确认，并提供配套的使用说明书和相关定值清单。

同期装置采用微机型自动准同期装置。

同期方式为在调相机组惰走的过程中，由同期装置实现捕捉同期点并网的自动同期方式。

同期装置应具备自动补偿同期点两侧电压固有相位角差功能。

8.2.2 额定电气参数

a) 直流电源

额定电压：DC220V

允许偏差：-20%~+10%；

纹波系数：不大于 5%。

b) 交流回路

额定电压：100V、57.5V

频率：50Hz；

过载能力：1.5 倍 UN,连续工作。

同期装置应满足可靠性和准确性的要求，可靠性指装置不误发也不拒发调压、合闸指令，准确性是指装置能正确的发出升、降压及合闸指令。在差频并网方式下，在不考虑断路器合闸时间离散性的情况下，保证合闸角度误差不应超过 $\pm 2^\circ$ 。

8.2.3 具体技术要求

装置可供调相机并网，具备自动识别并网性质的功能。

可以整定的同期参数和装置参数包括如下：允许压差、允许频差、频差加速度闭锁值、待并侧 TV 二次实际额定电压、系统侧 TV 二次实际额定电压、调相机过电压保护值、低电压闭锁值、系统侧超前待并侧角度、允许合闸角度值、合闸回路动作时间、TV 断线判据投入、自动调压功能投退允许同期时间等。

装置在调相机并网过程中，对待并机组电压进行控制，确保最快最平稳地使频差及压差进入整定范围，实现快速的并网。

装置能适应 TV 二次电压为相电压 57.7V 或线电压 100V，并具备转角功能。

具备过压保护功能，一旦机组电压出现超出给定的过压值时（过压值可根据用户要求进行整定），立即输出持续降压信号，直至机组电压恢复正常为止。

装置应具有在线自动检测功能。在装置运行期间，装置中模块或部件（出口继电器除外）损坏时，装置不应误发合闸指令，且应发出装置异常信号。

装置应设有当地信息显示功能，能实时显示并网过程中的电压、频率、角度等信息。

装置应具有以时间顺序记录的方式记录正常运行及操作过程中的各种信息，如开关量变位、合闸成功、合闸失败、失败原因等。

装置应具有合闸录波功能，应符合 COMTRADE 格式，以记录装置合闸的动作过程，宜包含并网两侧电压、频率、压差、频差、角差、开关位置、合闸指令等。

装置完成并网操作后将自动显示断路器合闸回路实际动作时间，可作为断路器工况稳定与否的信息。

装置应采用全封闭和严密的电磁及光电隔离措施，能适应恶劣的工作环境。

装置可根据整定的参数实施并列点单侧无压合闸或双侧无压合闸。

装置的参数整定及逻辑功能应能在确保设备和电网安全稳定的前提下，满足同期并网成功率的要求。

接入装置的系统侧及待并侧电压可适应 AC10~264V 范围，100VAC 时功耗不大于 0.5VA。

控制信号继电器（“合闸”、“升压”、“降压”）、其他信号输出接点（“合闸录波”、“报警”、“装置闭锁”、“失电”、“功角越限”、“压差越限”）容量为 AC125V/10A 或 AC250V/5A 或 DC110V/5A，动作时间小于 10ms。

测量精度: 频率为 $\pm 0.01\text{Hz}$ (35-65Hz 范围)、角度为 $\pm 1^\circ$ （两侧电压高于 46VAC 时）、电压为 $\pm 1\text{V}$ （ $<100\text{V}$ 时）或 $\pm 1\%$ （ $>100\text{V}$ 时）；

装置电源采用直流 DC220V 电源，功耗不大于 20VA。

绝缘强度:强电回路对地可耐受: 2000VAC.50Hz.1min。

弱电回路对地可耐受: 500VAC.50Hz.1min。

强弱电回路间可耐受: 1000VAC.50Hz.1min

同期控制器应能正常、可靠地工作，不误动、扰动、拒动。对电源及远程信号传输电缆应采取有效的防雷及抗浪涌措施。

本工程调相机变压器组接入 35kV 母线，机组的同期装置应能实现调相机变压器高压侧 35kV 断路器的自动准同期功能。同时该装置应能满足现场安装环境及安装尺寸。

为了适应数字化站建设的需求，准同期装置应该具备至少 2 路以太网接口，支持 IEC61850、MODBUS 及 DL/T 667、DL/T 860 规定的通信规约，能够通讯接入冗余的调相机 DCS 控制单元 A、B 网，并将同期装置重要信息通讯上传 DCS 监视系统。每套同期装置应有相应的对时接口，使用 RS-485 串行数据通信接口接收站内统一设置的时钟对时系统发出的 IRIG-B 时码。

为了进一步提高准同期装置的可靠性，准同期装置应采用双 AD 采样、双重处理器或双核处理器，二者互相校验、出错报警。

同期屏应具有独立的同期鉴定功能，应安装独立的同期鉴定闭锁继电器。

同期屏内应包括同期系统辅助继电器。

同期装置需满足调相机惰转、变滑差并网特性等要求，保证同期点一次捕捉成功率 99%，二次捕捉成功率 100%。

同期装置性能指标如下：

- a) 同期装置交流电压工频有效值线性测量范围为 $(0.01 \sim 1.2) \text{ UN}$ ；
- b) 同期装置频率线性测量范围为 $(0.9 \sim 1.1) \text{ fN}$ ；
- c) 同期装置电压波形采样精度为 1%；
- d) 同期装置相位测量精度为 $\pm 1^\circ$ ；
- e) 同期装置频率测量精度为 $\pm 0.01 \text{ Hz}$ ；

时钟扩展装置：设置一台时钟扩展装置。主时钟单元按双重化配置，每套时钟单元需为冗余的北斗信号先。时钟扩展设备应提供足够的串行通信接口，应具备足够的接口满足 DCS 监控系统、电量计费系统、微机保护、远动装置、故障录波器等对时需要，并能够根据需要加以扩充以满足现场要求，并且可以通过光电转换装置实现与原升压站时钟同步系统的通信。

屏柜的要求：

屏体要求详见《国家电网继电保护柜、屏制造规范》。

内部配线的额定电压为 1000V，应采用防潮隔热和防火的交联聚乙烯绝缘铜绞线（阻燃耐火），其最小等效截面不小于 1.5mm^2 ，但对于 TA 和 TV 的等效截面不应小于 2.5mm^2 。导线应无划痕和损伤。投标方应提供配线槽以便于固定电缆，并将电缆连接到端子排。投标方应对所供设备的内部配线、设备的特性和功能 correctness 全面负责。所有连接于端子排的内部配线，应以标志条和有标志的线套加以识别。

所有端子采用额定值为 1000V、10A 的压接型端子。电流回路的端子应能接不小于 4mm^2 的电缆芯线。TA 和 TV 的二次回路应提供标准的试验端子，便于断开或短接各装置的输入与输出回路；保护柜内电压回路每相及 N 相端子均应采用多个连接端子（不少于 3 个）；对所有装置的跳闸出口回路应提供各回路分别操作的试验部件或连接片，以便于必要时解除其出口回路。一个端子只允许接入一根导线。端子排间应有足够的绝缘，端子排应根据功能分段排列，并加入可进行标注的隔离件，至少留有 10% 的备用端子，且可在必要时再增加。端子排间应留有足够的空间，便于外部电缆的连接。断路器的跳闸或合闸回路端子、直流电源的正负极不应布置在相邻的端子上，便于外部电缆的连接。

同一保护柜内若有多路直流电源引入，应接入不同安装单元端子排，且每路电源正、负极之间应有端子隔开。屏上跳闸回路应采用能接 4mm^2 截面电缆芯的端子，并且跳闸回路的公共端子应采用多个端子的连接方式，以保证一个端子只允许接入一根电缆芯。屏上电源回路应采用能接 4mm^2 截面电缆芯的端子，并且要求正、负极之间应有端子隔开。

控制柜应装有截面为 100mm^2 的铜接地母线（不要求与柜体绝缘），接地母线末端应装好可靠的压接式端子，以备接到电站的接地网上。屏柜内所有装置、电缆屏蔽层、屏柜门体的接地端应用截面积不小于 4mm^2 的多股铜线与其相连。接入屏柜的所有二次电缆均使用屏蔽电缆，电缆屏蔽层应在电缆两端可靠接地。

屏面上信号灯和复归按钮的安装位置应便于运行监视、操作和维护。

屏上的所有设备（包括继电器、控制开关、熔断器、空气开关、指示灯及其他独立安装的设备），均应有便于识别铭牌或标签框。

保护柜所有空气开关应设在门外。

柜上设备应采用嵌入式或半嵌入式安装和背后接线。

对于必须按制造厂的规定才能进行更换的部件和插件，应有特殊的符号标出。

8.3 电能计量单元

投标方应提供 1 套电能计量单元。配置见供货范围，最终设备元件配置及数量以施工图为准。投标方最终以设计单位施工图蓝图为制造依据。并且不产生商务变化。

9.3.1 电能计量单元主要设备技术要求

（1）技术要求

- 1) 电子式可编程的三相四线电能表，并具有脉冲输出和远方通讯等功能。
- 2) 精度要求：0.2S 级
- 3) 自适应宽电压：46～528VAC
- 4) 自适应宽电流：1～10A
- 5) 浪涌承受力：10.5kV，1.2/50 毫秒；2000V，50HZ，1 分钟
- 6) 启动最小电流：小于 1mA
- 7) 启动延迟：从上电到有脉冲输出，时间不超过 3 秒
- 8) 时间基准：可编程为电网频率或内部精振（精度：23℃时，+5ppm）
- 9) 输出继电器：根据要求可任意设置为有功、无功电能脉冲输出
- 10) 输出常数：1～5000 脉冲/千瓦时（可编程）

11) 脉宽: 80ms,脉冲宽度应可调具体宽度在设联会确定

12) 内部电池应有足够的容量,当外接电源中断时,电能量数据保存时间大于 30 天; 内部电池工作寿命大于 5 年;

13) 多功能电能表 MTBF \geq 45,000 小时, 使用寿命不少于 15 年。

14) 在参比条件下,当功率因数 $\cos \Phi=1.0$ 时,负荷电流在额定电流的 2%~150% 下的双向有功电能误差小于 $\pm 0.2\%$, 当功率因数 $\cos \Phi=0.5C$ 或 $0.5L$ 时, 负荷电流在额定的 2%~150% 下的双向有功电能误差小于 $\pm 0.2\%$, 上述误差在出厂时需校准在额定准确度的 60% 以内;

15) 在参比条件下,当功率因数 $\sin \Phi=1.0$ 时,负荷电流在额定电流的 2%~150% 下的双向无功电能误差小于 $\pm 0.5\%$, 当功率因数 $\sin \Phi=0.8C$ 或 $0.5L$ 时, 负荷电流在额定的 5%~150% 下的双向无功电能误差小于 $\pm 0.5\%$;

16) 电能表年工作误差变化小于额定准确度等级;

17) 电能表应能够满足多个电量采集系统同时读取数据, 必须兼容于电能量采集系统;

18) 符合抗电磁干扰的标准: IEC1000-4-2 静电放电试验、IEC1000-4-3 抗辐射干扰试验、IEC1000-4-4 快速暂态试验、IEC1000-4-5 抗冲击试验、IEC1000-4-6 操作干扰试验。

19) 电能表电压输入回路配置专用 TV 回路低压降空气开关;

20) 电度表需具备 485 串口与电量采集装置通信的能力, 与电能采集终端应至少支持 DL/T645-2007, 并满足最终电能采集终端通信匹配能力, 最终通信规约在设联会确定, 投标方应承诺满足匹配, 且不影响商务变化;

21) 电度表需具备分时段统计峰谷电量的能力;

22) 电度表需具备与时间同步系统对时的功能, 具体对时方式在设计联络会上确定;

23) 各电度表、智能变送装置间电压回路不允许采用环网的方式接入，设专用电压端子排，每个电压回路独立。

24) 屏柜设置总空开，每个设备的交流电源设置单独空开接入。

8.4 宽频同步相量测量单元

★宽频同步相量测量单元除满足以下要求外，需满足 Q / GDW 12214-2022 电力系统宽频测量装置技术规相关技术要求。

8.4.1 技术规范要求

使用环境条件

设备储存温度：-25℃～+70℃；

设备工作温度：-5℃～+45℃；

大气压力：86kPa～106kPa；

相对湿度：5%～95%；

抗地震能力：地面水平加速度 0.3g，垂直加速度 0.15g，同时作用；

海拔：小于或等于 3000m。

8.4.2 额定电气参数

工作电源

额定直流电源：220V；

额定交流电源：220V。

接入回路

额定交流电流：1A（测量 TA）；

额定交流电压：100V/ $\sqrt{3}$ （相电压）；

额定频率：50Hz。

8.4.3 相量测量装置总的技术要求

（1）相量测量装置应用要求

相量测量装置可以组建电力系统实时动态监测系统，实时监测电网的运行状态，观测系统的稳定裕度，记录电压失稳、低频振荡等动态过程，实现电力系统安全预警，并逐步实现电力系统动态控制分析等高级应用，能够实现系统运行的长期实时数据记录。根据需要可实现与 SCADA/EMS 系统及安全自动控制系统的连接，实现对电力系统的动态过程进行控制。

（2）相量测量装置的软件、硬件及结构设计要求

相量测量装置按照对系统进行实时控制的要求进行设计和制造。软件、硬件及结构设计遵循安全自动装置的技术要求。

（3）安全防护要求

电力系统实时动态监测系统符合国家电力监管委员会颁布的《电力二次系统安全防护总体方案》规定的要求。

在雷击过电压、一次回路操作、系统故障及其他强干扰作用下，不应误动和拒动。装置快速瞬变干扰试验、高频干扰试验、辐射电磁场干扰试验、冲击电压试验和绝缘试验应至少符合 IEC 标准。装置调试端口应带有光电隔离。

相量测量柜与其他设备之间，应采用光电耦合或继电器触点进行连接，不应有电的直接联系。

相量测量柜中的插件应接触可靠，并且有良好的互换性，以便检修时能迅速更换。

装置应具有直流电源快速小开关，与装置安装在同一柜上。装置的逻辑回路应由独立的直流/直流变换器供电。直流电压消失时，装置不应误动，同时应有输出接点以启动告警信号。应有监视直流回路电压消失的告警信号继电器。直流电源电压

在 80%~115%额定值范围内变化时，装置应正确工作。在直流电源恢复（包括缓慢的恢复）到 80%UN 时，直流逆变电源应能自动启动。直流电源波纹系数小于或等于 5%时，装置应正确工作。拉合直流电源以及插拔熔丝发生重复击穿火花时，装置不应误动作。直流电源回路出现各种异常情况（如短路、断线、接地等）时装置不应误动作。

应提供标准的试验插件及试验插头，以便对各套装置的输入和输出回路进行隔离或能通入电流、电压进行试验。另外，对每面柜的出口跳闸、闭锁重合闸等输入、输出回路应在柜面上有隔离措施，以便在运行中分别断开。隔离及试验部件应考虑操作的方便性，隔离压板标签栏位置应安装在隔离件本体或隔离件下部。

装置的出口回路、主要电路、装置异常及交、直流消失等应有经常监视及自诊断功能，以便在动作后启动告警信号、远动信号、事件记录等。

装置中跳闸出口回路动作信号及启动中央信号的接点应自保持，在直流电源消失后应能维持动作。只有当运行人员复归后，信号才能复归，复归按钮装在屏上的适当位置，以便于操作。用于远动信号和事件记录信号的接点不应保持。

装置中任意一元件损坏时，装置不应误动作。

8.4.4 装置的功能

（1）基本功能

相量测量装置由相量测量单元、数据集中处理单元、通信附件、人机维护单元等组成。相量测量单元利用同步时钟作为数据采样的基准时钟源，对 220kV 及以上电压等级线路电压、电流、母线电压、调相机变压器高中压侧电压、电流以及接入的开关量等进行同步测量，并将采集数据实时传送至主站。

（2）人机接口

装置应提供人机接口，供人机维护单元接入，通过人机维护单元可以实现数据显示、参数配置、定值整定、故障分析、历史曲线查看、装置的运行状态显示等功能。

（3）实时监测功能

- 1) 能同步测量安装点的三相电压和三相电流，计算三相基波电压相量、三相基波电流相量、正序基波电压相量、正序基波电流相量、频率和频率变化率；
- 2) 能计算所接入装置线路的有功功率、无功功率；
- 3) 能采集接入装置开关量的状态信息；
- 4) 能对时钟同步状态、扰动、装置运行状态等在动态数据中进行标识。

（4）动态数据记录功能

- 1) 能连续记录所测电压电流基波正序相量、三相电压基波相量、三相电流基波相量、频率、频率变化率、有功功率、无功功率以及开关量状态信号等信息。
- 2) 当装置监测到电网扰动时，装置能结合时标建立事件标识，并向主站发送告警信息。
- 3) 记录的动态数据应有足够的安全性。不应因直流电源中断而丢失已记录的数据；不应因外部访问而删除记录数据；不应提供人工删除和修改记录数据的功能。
- 4) 当装置工作电源消失时，应能将停电时刻前所记录的动态数据完整存储。

（5）暂态数据记录功能

- 1) 当装置监测到电网扰动时，装置能启动暂态数据记录功能，记录扰动过程中各模拟量通道采样点值以及开关量状态等信息。
- 2) 记录的暂态数据应有足够的安全性。不应因直流电源中断而丢失已记录的数据；不应因外部访问而删除记录数据；不应提供人工删除和修改记录数据的功能。
- 3) 当装置工作电源消失时，应能将停电时刻前 2s，停电时刻后 3s 所记录暂态数据完整存储。

（6）通信功能

- 1) 向主站实时传送动态数据、装置的状态信息;
- 2) 向当地厂站监控系统传送装置的状态信息;
- 3) 接收并响应主站下发的命令、参数、参考点相量等;
- 4) 接收并响应主站的动态记录数据和暂态记录数据的召唤命令;
- 5) 与各主站的通信应不相互干扰。

(7) 异常监视

装置具有在线自动检测功能,在正常运行期间,装置中的单一部件损坏时,能发出装置异常告警信号。

(8) 自恢复措施

装置设有自恢复电路,在正常情况下,装置不出现程序异常出错的情况,在因干扰而造成程序异常出错时,能通过自复位电路自动恢复正常工作。

(9) 信号隔离措施

装置的所有引出端子不允许同装置的 CPU 及 A/D 工作电源系统有电气联系。针对不同回路,可以分别采用光电耦合、继电器转接、带屏蔽层的变换器磁耦合等隔离措施。

(10) 告警信号

TV/TA 断线、直流电源消失、装置故障、通信异常、时钟同步信号异常时,相量测量装置发出告警信号,以便现场运行人员及时检查、排除故障。

TV/TA 断线、直流电源消失、装置故障告警信号在失去电源的情况下不能丢失。

8.4.5 装置的主要技术性能

相量测量单元及数据集中处理单元应采用专用装置，硬件结构应采用模块化设计，各模块应具有良好的扩展性，操作系统应采用嵌入式多任务实时操作系统，数据存储应采用冗余存储。

（1）实时监测

相量测量装置的采样频率在电网额定频率为 50Hz 时大于或等于 4800Hz。相量测量单元采样过程中，数据采样的脉冲必须由同步时钟的同步/基准脉冲信号锁定（每秒测量的相量次数应是整数），相量对应的时标在每秒内均匀分布。装置实时传送的动态数据时标与数据输出时刻之时间差，不大于 30Ms，装置按时间顺序逐帧、均匀、实时传送动态数据，传送的动态数据中应包含整秒时刻的数据。动态数据的实时传送速率可以整定，至少具有 25、50、100 次/s 的可选速率。

（2）当电力系统发生下列事件时装置应能建立事件标识：

- 1) 频率越限；
- 2) 频率变化率越限；
- 3) 幅值越上限，包括正序电压、正序电流、负序电压、负序电流、零序电压、零序电流、相电压、相电流越上限等；
- 4) 幅值越下限，包括正序电压、相电压越下限等；
- 5) 线性组合，包括线路功率振荡等；
- 6) 同步时钟信号丢失、异常以及同步时钟信号恢复正常时。

（3）动态数据记录

- 1) 装置动态数据的记录速率至少为 100 次/s；
- 2) 装置动态数据的保存时间不少于 14 天；
- 3) 装置按照《电力系统实时动态监测系统技术规范》中的格式存储实时记录动态数据。

（4）暂态数据记录

装置应具备暂态录波功能。暂态录波数据的输出格式应符合 ANSI/IEEE C37.111（COMTRADE）的要求。暂态录波记录长度应满足故障前不少于 2s，故障后不少于 3s，其他应满足 DL/T 553 中规定。暂态文件存储个数不应低于 1000 个。

9.4.6 通信要求

（1）通道要求

相量测量装置与主站通信通道带宽不低于 2M，宜采用电力系统调度数据网进行数据传输。

（2）与主站通信的底层传输协议

在网络通信方式下底层传输协议采用 TCP/IP 协议。

（3）与主站通信的应用层协议

相量测量装置与主站通信的应用层协议符合《电力系统实时动态监测系统技术规范》的要求。与主站、当地交互参照电力系统实时动态监测系统数据传输协议。

（4）与当地监控系统的通信

相量测量装置向当地厂站监控系统传送装置的状态信息时宜采用符合相关国标、行标的标准。

8.4.7 通信接口

相量测量单元具有不少于两个 100M 网络接口和不少于两个 RS-232/RS-485 接口，数据集中器具有不少于 4 个 100M 网络接口和不少于两个 RS-232/RS-485 接口，接入主站数量不少于 4 个。

相量测量装置内网应采用工业级以太网进行组网，以太网交换机应通过电力行业质量检验测试中心的检测。

8.4.8 时钟同步

(1) 基准时钟源

相量测量单元应具有采用全站统一时钟系统对时接口，要求统一时钟的对时精度优于 $\pm 1\mu\text{s}$ ，守时精度 1h 内不超过 $55\mu\text{s}$ 。对时信号类型采用 IRIG-B（DC）码。对时信号采用光纤传输，光纤连接器采用 820nm 多模光纤接口。

(2) 相位延迟的校正

相量测量单元内部造成的任何相位延迟必须被校正。

(3) 授时要求

当接收授时信号丢失或者异常时，相量测量装置应能维持正常工作，并建立事件标识。要求在失去同步时钟信号 60min 以内，在额定频率下，相量测量单元采集的相位误差小于 1° 。

(4) 测量元件的准确度

基波电压、电流相量测量精度

在额定频率时基波电压、电流相量幅值测量误差极限：0.2%。

在额定频率时基波电压、电流相量相角测量误差应满足表 2 及表 3 的规定。

表 2 基波电压相量相角测量的相对误差要求

输入电压	$0.1U_N \leq U < 0.5U_N$	$0.5U_N \leq U < 1.2U_N$	$1.2U_N \leq U < 2U_N$
相角测量误差极限	0.5°	0.2°	0.5°

表 3 基波电流相量相角测量的误差要求（测量 TA）

输入电流	$0.1I_N \leq I < 0.2I_N$	$0.2I_N \leq I < 0.5I_N$	$0.5I_N \leq I < 2I_N$
相角测量误差极限	1°	0.5°	0.5°

(5) 基波频率影响：基波频率偏离额定值为 1Hz 时，要求幅值测量误差改变量小于额定频率时测量误差极限值的 50%，相角测量误差改变量小于或等于 0.5° ；

基波频率偏离额定值为 3Hz 时，要求幅值测量误差改变量小于额定频率时测量误差极限值的 100%，相角测量误差改变量小于或等于 1° 。

(6) 谐波影响: 叠加 10% 的 13 次及以下次数的谐波电压，基波电压幅值测量误差要求相同，角度误差改变量小于或等于 0.5° 。

(7) 有功功率、无功功率测量精度

在 49Hz~51Hz 频率范围内，有功功率和无功功率的测量误差极限：0.5%。

频率测量精度

- 1) 测量范围：45Hz~55Hz；
- 2) 测量误差：不大于 0.01Hz。

(8) 交流电流接入要求

为了保证对电力系统稳态和动态参数的测量精度，装置的交流电流回路接入测量 TA 回路。

(9) 过载能力

1) 交流电流回路: 1.2 倍额定电流，连续工作；3 倍额定电压，允许工作 10s；6 倍额定电流，允许时间为 1s。

2) 交流电压回路: 1.2 倍额定电压，连续工作；1.4 倍额定电压，允许工作 10s；2 倍额定电压，允许工作 1s。

3) 直流电流回路: 1.2 倍额定输入，连续工作；2 倍额定输入，允许工作 10s；10 倍额定输入，允许工作 1s。

4) 过载能力的评价标准: 装置经受过电流或过电压后，无绝缘损坏、液化、炭化或烧焦等现象。

(10) 直流电源影响

在试验的标准大气条件下，直流电源在 80%~115%额定值范围内变化时，装置能可靠工作。

直流电源纹波系数小于或等于 2%时，装置应正确工作。

在瞬时接通、瞬时断开直流电源，直流电源缓慢上升或缓慢下降时，装置均不误发信号，当直流电源恢复正常后，装置自动恢复正常工作。

（11）功率消耗

1) 交流电压回路：每相 $\leq 0.5\text{VA}$ 。

2) 交流电流回路：当 $I_N=5\text{A}$ 时，每相小于或等于 1VA；当 $I_N=1\text{A}$ 时，每相小于或等于 0.5VA。

（12）电磁兼容性

辐射电磁场抗扰度

装置能承受 GB/T 17622.3 中规定的严酷等级为III级的辐射电磁场干扰试验。

快速瞬变抗扰度

装置能承受 GB/T 17622.4 中规定的严酷等级为III级的快速瞬变干扰试验。

振荡波抗扰度

装置能承受 GB/T 17622.12 中规定的严酷等级为III级的 1MHz 和 100kHz 的脉冲群干扰试验。

静电放电抗扰度

装置能承受 GB/T 17622.2 中规定的严酷等级为III级的静电放电试验。

浪涌（冲击）抗扰度

装置能承受 GB/T 17622.5 中规定的试验等级为III级的浪涌（冲击）抗扰度试验。

射频场感应的传导骚扰抗扰度

装置能承受 GB/T 17622.6 中规定的试验等级为Ⅲ级的射频场感应的传导骚扰抗扰度试验。

（13）绝缘性能

装置的绝缘性能满足 GB/T 15153.1 中 6 的要求。

9 继电保护系统

9.1 保护单元

9.1.1 规范性引用文件

本招标文件范围内的设备首先采用中华人民共和国国家标准及部颁标准和行业标准，在国内标准不完善的情况下，可采用相应的国际标准（如 IEC、IEEE 等）中最适宜的条款部分或双方认定的其他国家标准。所采用的标准必须是最新版本。

提供的所有设备及零件按国际标准化组织 ISO9000 质量体系制造，图纸和文件均采用国际度量制单位（SI）和 IEC 规定的图例符号表示。

除非合同另有规定，提供的设备和配套件要符合以下标准但不局限于以下标准

IEC 60034-16 旋转电机第 16 部分同步电机励磁控制单元

GB/T 7409 同步电机励磁控制单元

GB/T14285-2023 继电保护和安全自动装置技术规程

GB 50660-2011 大中型火力发电厂设计规范

GB/T 17626.2 电磁兼容试验和测量技术静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容试验和测量技术射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4 电磁兼容试验和测量技术电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容试验和测量技术浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 26863 火电站监控系统术语

GB4858 电气继电器的绝缘试验

GB7261 继电器和继电保护装置基本试验方法

GB11287 继电器，继电保护装置振荡（正弦）试验

DL/T 843 大型汽轮发电机励磁控制单元技术条件

DL/T 2948 同步调相机励磁系统现场试验导则

DL/T 490 发电机励磁控制单元及装置安装、验收规程

DL/T 1049 发电机励磁控制单元技术监督规程

DL/T 672 发电机变压器组保护装置通用技术条件

DL/T770 微机变压器组保护装置通用技术条件

DL/T 5428 火力发电厂热工保护单元设计技术规定

QGDW 11767 调相机变压器组保护技术规范

防止电力生产事故的二十五项重点要求（2023 版）

GB/T 37762 同步调相机保护装置通用技术条件

DL/T 2250 同步调相机控制保护系统技术导则

国家电网公司企业标准 《调相机变压器组继电保护标准化设计规范》

调相机组保护应满足国家电网公司的相关技术标准规范，通过国网权威电科院入网检测。

9.1.2 技术要求

（1）总的要求

调相机变压器组保护采用主后一体化配置方案，能反映被保护设备的各种故障及异常状态。

组屏方案：

保护 A 柜：调相机主后一体化保护装置 1 套(含励磁变保护功能)；

保护 B 柜：调相机变压器组三端差动保护 1 套、后备保护 1 套、调相机变压器非电气量保护 1 套、35kV 断路器操作箱 1 台。；

最终组屏/柜方式在设计联络会上确定。

主、后备保护的交流电流、交流电压分别取自电流互感器和电压互感器独立的绕组。

调相机启动过程中，保护单元应能适应低电流频率变化和不同运行方式下的运行工况。

非电量保护应设置独立的电源回路，包括直流小空开及其直流电源监视回路。出口跳闸回路应完全独立，在保护柜上的安装位置也应相对独立。

SFC 隔离变保护采用单套保护，包含完整的主保护、后备保护。

非电量保护采用单独装置和电量保护装置共组一面柜。

启动过程中 SFC 本体的保护由 SFC 保护实现。调相机组本体的保护由调变组保护实现。

微机设备应具有异常告警(TV 异常告警、TA 异常告警、SFC 合位异常告警、装置异常、装置告警)、测量、故障录波、对时、打印和通讯等功能。

装置应具有独立性、完整性、成套性。被保护设备包括调相机、调相机变压器、励磁变压器等。在成套装置内应具有被保护设备所必需的保护功能。

装置的保护模块配置应合理，当装置出现单一硬件故障退出运行时，被保护设备应能允许继续运行。

非电量保护经装置处理后输出或进入逻辑电路，保护装置应反应其信号。并通过专门跳闸回路输出跳闸接点。

装置中不同类型的保护，应设有方便的投退功能。

装置应具有必要的参数监视功能。至少包括以下参数：

- 1) 电流（相电流，中性点电流，接地电流，正序、负序和零序电流，差电流等）
- 2) 系统频率；
- 3) 电压和电压/频率；
- 4) 开关量输入/输出；
- 5) 模拟量输入；
- 6) 自检结果；
- 7) 报警和跳闸信号。

装置应具有必要的自动检测功能，当装置自检出元器件损坏时，应能发出装置异常信号，同时闭锁相应的保护而不使装置误动。

装置应具有自复位功能，当软件工作不正常时应能通过自复位电路自动恢复正常工作。

装置各保护软件在任何情况下都不得相互影响。装置的定值应满足保护功能的要求，且易于整定，对于需要经常改变定值的保护应可设置多套可切换的定值。

装置应记录必要的信息（如故障波形数据、事件顺序记录和事故追忆功能）。装置应具有故障记录功能，以记录保护的動作过程，故障记录内容应包括故障时的输入模拟量、开关量、输出开关量、动作元件、动作时间、相别、故障波形数据、事件顺序记录和事故追忆功能等。故障记录应具有时钟同步功能。应保证在故障和直流电源消失时不丢失记录信息，可通过接口送出，并可重复输出，信息内容及输出方式由企业标准规定。

装置的记录功能还应满足以下要求：

- 1) 应能记录保护动作全过程的所有信息并具有存储历史功能；
- 2) 具有显示和打印记录信息的功能，提供了解情况和事故的保护动作信息；提供分析事故和保护动作行为的记录。
- 3) 用提供中文显示界面和中文菜单；
- 4) 应提供必要的辅助功能软件，如通信及维护软件、定值整定辅助软件、故障记录分析软件、调试辅助软件。

装置应以时间顺序记录正常运行的操作信息，如开关变位、开入量输入变位、压板切换，定值修改、定值切换等，记录应保证足够的容量。

保护屏柜端子不允许与装置弱电系统（指 CPU 的电源系统）有直接电气上的联系。针对不同回路应分别采用光电耦合、继电器转接、带屏蔽的变压器磁耦合等隔离措施。

装置应具有独立的内部时钟，其误差每 24h 不应超过 $\pm 5s$ ，并提供外部时钟同步接口。

保护装置具有对时接口，对时误差 $\leq 1ms$ 。

直跳回路措施：对直跳回路采用的重动继电器要求如下：

- 1) 继电器线圈两端在加入 220V 的工频交流电压下，继电器输出接点应可靠不动作。
- 2) 动作电压范围：55%~70 %直流电源电压。动作时间一般大于 10ms，小于 25ms，启动功率（继电器开始动作时的临界功率值）应不小于 5W。
- 3) 在保护装置内，装置的强电开入回路应与装置保护电源隔离。直跳回路开入量应设置必要的延时防抖回路，防止由于开入量的短暂干扰造成保护装置误动出口。

调相机侧所有保护装置通过单网口接入保护子站采集柜，保护子站采集柜接入前期保护子站管理柜。

优先选用国网要求的“九统一”保护装置。

保护装置的通信接口要求

1) 对时接口：使用 RS-485 串行数据通信接口接收站内统一设置的时钟对时系统发出的 IRIG-B 时码；

2) 通信接口：3 组通信接口（三路 IEC61850 以太网通讯口，两路冗余接入 DCS 交换机网络，一路接入保信子站），调试接口、打印机接口。

9.2 保护配置

9.2.1 调相机差动保护

- 1) 差动保护应具有防止区外故障误动的制动特性；
- 2) 具有防止启动过程中误动的措施；
- 3) 具有防止电流互感器（TA）暂态饱和过程中误动的措施；
- 4) 可以具有电流互感器（TA）断线判别功能，并能选择闭锁差动或报警，当电流大于额定电流的 1.2 倍时可自动解除闭锁；
- 5) 具有差流越限告警功能，发信；
- 6) 整定值的准确度：5%或 0.02IN；
- 7) 动作时间（2 倍整定电流时）不大于 30ms。

9.2.2 调相机定子匝间保护

- 1) 区外故障时不应误动；
- 2) 电压互感器（TV）断线时不应误动；

- 3) 应具有三次谐波电压滤除功能，三次谐波滤过比应大于 100;
- 4) 时间整定值的准确度（1.5 倍整定值时）：1%或 70ms;
- 5) 整定值的准确度：2.5%或 0.1V。

9.2.3 调相机复压过流保护

- 1) 自并励的调相机宜具有电流记忆（保持）功能;
- 2) 返回系数：电流、负序电压元件均不小于 0.9，低电压元件不大于 1.1;
- 3) 电流整定值的准确度：2.5%或 0.02IN;
- 4) 低电压整定值的准确度：2.5%或 0.01Un;
- 5) 负序电压整定值的准确度：5%或 0.1V;
- 6) 时间整定值的准确度（电流、负序电压 1.5 倍整定值、低电压为 0.8 倍整定值时）：1%或 40ms。

9.2.4 基波零序电压定子接地保护

- 1) 应具有三次谐波电压滤除功能，三次谐波滤过比应大于 100;
- 2) 作用于跳闸的零序电压宜取自调相机中性点，需要时可同时取自调相机机端，并具有 TV 断线闭锁功能;
- 3) 调相机变压器高压侧单相接地时保护应不误动;
- 4) 返回系数不小于 0.9;
- 5) 整定值的准确度：2.5%或 0.1V;
- 6) 时间整定值的准确度（1.5 倍整定值时）：1%或 70ms。

9.2.5 三次谐波零序电压定子接地保护

- 1) 应能通过参数监视功能提供整定依据;

2) 可靠反映调相机中性点附近接地故障，与基波零序电压定子接地保护构成100%定子接地保护；

3) 时间整定值的准确度（1.5 倍整定值时）：1%或 70ms。

9.2.6 过励磁保护（分别配置调相机过励磁、变压器过励磁保护）

1) 由定时限和反时限两部分组成，定时限包含告警段；

2) 反时限特性应能整定，以便和被保护设备的过励磁特性相匹配，长延时时可整定到 1000s；

3) 装置适用频率范围：10Hz～65Hz；

4) 整定值的准确度（频率在 25Hz～65Hz 范围内）：2.5%；

5) 告警段时间整定值的准确度（频率在 25Hz～65Hz 范围内，1.5 倍整定值时）：1%或 3.5 倍电气周期；

6) 反时限段延时允差须满足以下条件：比较动作过励磁值 U/f 与计算过励磁值 U/f_c 误差：±2.5% 或 ±0.02， U/f_c 为动作时间经反时限公式反推计算值。

9.2.7 调相机过电压保护

1) 返回系数不小于 0.95；

2) 整定值的准确度：2.5%或 0.01Un；

3) 时间整定值的准确度（1.5 倍整定值时）：1%或 40ms。

9.2.8 调相机失磁保护

1) 应能检测系统侧电压；

2) 应能检测机端侧电压；

3) 应防止系统振荡时误动；

4) 应防止系统故障、故障切除过程中的误动；

5) 应防止电压互感器 (TV) 断线和电压切换时的误动;

6) 整定值的准确度: 5%;

7) 时间整定值的准确度 (1.5 倍整定值时): 1% 或 40ms。

9.2.9 调相机定子过负荷保护

1) 由定时限和反时限两部分组成, 定时限部分动作于信号, 反时限部分动作于停机, 不考虑在灵敏系数和时限方面与其他相间短路保护相配合;

2) 反时限特性应能整定, 以便和调相机定子过热特性近似匹配;

3) 整定值的准确度: 2.5% 或 0.02IN;

4) 定时限时间整定值的准确度 (1.5 倍整定值时): 1% 或 40ms;

5) 反时限段延时允差: 比较动作电流 I 与计算电流 I_c 误差为 $\pm 2.5\%$ 或 $\pm 0.02IN$, I_c 为动作时间经反时限公式反推计算值。

9.2.10 调相机负序过负荷保护

1) 由定时限和反时限两部分组成, 定时限部分动作于信号, 反时限部分动作于停机, 不考虑在灵敏系数和时限方面与其他相间短路保护相配合;

2) 反时限特性应能整定, 以便和调相机转子表层过热特性近似匹配;

3) 整定值的准确度: 5% 或 0.02IN;

4) 定时限时间整定值的准确度 (1.5 倍整定值时): 1% 或 40ms;

5) 反时限段延时允差: 比较动作电流 I 与计算电流 I_c 误差为 $\pm 2.5\%$ 或 $\pm 0.02IN$, I_c 为动作时间经反时限公式反推计算值。

9.2.11 调相机励磁绕组过负荷保护

1) 由定时限和反时限两部分组成, 定时限部分动作于信号, 反时限部分动作于停机, 不考虑在灵敏系数和时限方面与其他相间短路保护相配合;

2) 反时限特性应能整定, 以便和调相机励磁绕组过热特性近似匹配;

3) 整定值的准确度: 2.5%或 0.02IN;

4) 定时限时间整定值的准确度 (1.5 倍整定值时): 1%或 40ms;

5) 反时限延时允差 比较动作电流 I 与计算电流 I_c 误差为 $\pm 2.5\%$ 或 $\pm 0.02IN$, I_c 为动作时间经反时限公式反推计算值。

9.2.12 调相机启机差动保护

1) 具有调相机变频启动过程中定子相间故障检测功能;

2) 装置测量原理应与频率无关;

3) 具有正常并网 (解列) 后自动退出 (投入) 运行的功能;

4) 装置适用频率范围: 10Hz~55Hz;

5) 整定值的准确度 (频率在 25Hz~55Hz 范围内): 5%或 0.05IN;

6) 动作时间 (2 倍整定电流时) 不大于 2 倍电气周期。

9.2.13 调相机启机过电流保护

1) 具有调相机变频启动过程中定子相间故障检测功能;

2) 装置测量原理应与频率无关;

3) 具有正常并网 (解列) 后自动退出 (投入) 运行的功能;

4) 装置适用频率范围: 5Hz~55Hz;

5) 整定值的准确度 (频率在 25Hz~55Hz 范围内): 5%或 0.05IN;

6) 时间整定值的准确度 (频率在 25Hz~55Hz 范围内, 1.5 倍整定值时): 1%或 2 倍电气周期。

9.2.14 调相机启机零序电压保护

- 1) 具有调相机变频启动过程中定子单相接地故障检测功能;
- 2) 装置测量原理应与频率无关;
- 3) 具有正常并网（解列）后自动退出（投入）运行的功能;
- 4) 装置适用频率范围：10Hz～55Hz;
- 5) 整定值的准确度（频率在 25Hz～55Hz 范围内）：5%或 0.2V;
- 6) 时间整定值的准确度（频率在 25Hz～55Hz 范围内，1.5 倍整定值时）：1%或 2 倍电气周期。

9.2.15 调相机误上电保护

- 1) 具有鉴别同期并网和误合闸的功能;
- 2) 具有正常并网（解列）后自动退出（投入）运行的功能;
- 3) 整定值的准确度：5%;
- 4) 时间整定值的准确度（1.5 倍整定值时）：1%或 40ms。

9.2.16 调相机低压解列保护

- 1) 具有解列后自动退出运行的功能;
- 2) 应防止电压互感器（TV）断线和电压切换时的误动;
- 3) 返回系数不大于 1.05;
- 4) 电压整定值的准确度：2.5%或 0.01Un;
- 5) 时间整定值的准确度（0.8 倍整定值时）：1%或 40ms。

9.2.17 频率异常保护

- 1) 分布式调相机频率异常保护中的高频保护可动作于解列，高频保护定值可整定为额定频率的 108%;

2) 频率异常保护中的低频保护应可靠发出信号, 低频保护信号发出后, 可减少励磁, 不宜增加励磁, 低频保护定值可整定为额定频率的 92%。

9.2.18 调相机失步保护

1) 分布式调相机组宜配置失步保护, 失步保护应在调相机失步运行后动作, 应动作于解列灭磁;

2) 分布式调相机组失步保护应正确区分失步振荡中心所处的位置;

3) 当失步振荡中心位于调相机变压器组外时, 应可靠发出信号;

4) 当失步振荡中心位于调相机变压器组内, 保护动作于解列灭磁;

5) 并列运行分布式调相机组失步保护的滑极振荡次数定值宜差异化设置, 定值不宜相同。

9.2.19 调相机变压器差动保护

1) 具有防止区外故障误动的制动特性;

2) 具有防止励磁涌流引起误动的功能;

3) 具有防止电流互感器 (TA) 暂态饱和过程中误动的措施;

4) 可以具有电流互感器 (TA) 断线判别功能, 并能选择闭锁差动或报警, 当电流大于额定电流的 1.2 倍时可自动解除闭锁;

5) 具有差流告警功能, 发信

6) 整定值的准确度: 5% 或 $0.02I_N$;

7) 动作时间 (2 倍整定电流时) 不大于 35ms。

9.2.20 调相机变压器高压侧复压过流保护

1) 返回系数: 电流、负序电压元件均不小于 0.9, 低电压元件不大于 1.1;

2) 电流整定值的准确度: 2.5% 或 $0.02I_N$;

3) 低电压整定值的准确度: 2.5%或 $0.01U_n$;

4) 负序电压整定值的准确度: 5%或 0.1V;

5) 时间整定值的准确度 (电流、负序电压 1.5 倍整定值、低电压为 0.8 倍整定值时): 1%或 40ms。

9.2.21 调相机变压器高压侧零序电流保护

1) 零序电流宜采用外接;

2) 整定值的准确度: 2.5%或 $0.02I_N$;

3) 时间整定值的准确度 (1.5 倍整定值时): 1%或 40ms。

9.2.22 调相机变压器过负荷保护

1) 返回系数不小于 0.9;

2) 整定值的准确度: 2.5%或 $0.02I_N$;

3) 时间整定值的准确度 (1.5 倍整定值时): 1%或 40ms。

9.2.23 断路器断口闪络保护

1) 宜取自断路器的 TA;

2) 经断路器位置接点闭锁, 正常并网后通过功能压板退出、解列前通过功能压板投入;

3) 负序电流整定值允差 $\pm 2.5\%$ 或 $\pm 0.02I_N$;

4) 时间整定值的准确度 (1.5 倍整定值时): 1%或 40ms。

9.2.24 励磁变电流速断保护

保护励磁变压器引线、套管及其内部的短路故障的主保护, 保护瞬时动作于全停 1, 2。

其主要功能和技术要求如下：

- 1) 动作电流的整定范围应为 1-10 倍额定电流，整定值允许误差 $\pm 5\%$ ；
- 2) 动作时间(6 倍整定电流时)不大于 30ms。

10.2.24 励磁变过流保护

- 1) 电流整定值的准确度：2.5%或 0.02IN；
- 2) 时间整定值的准确度（2 倍整定值时）：1%或 40ms。

9.2.25 开关量保护

- 1) 开关量保护经装置延时后出口，装置应反映其信号。
- 2) 用于开关量跳闸的直跳继电器，启动功率应大于 5W，动作电压在额定直流电源电压的 55%~70% 范围内，额定直流电源电压下动作时间为 10ms~35ms，应具有抗 220V 工频干扰电压的能力。

9.2.26 SFC 隔离变压器保护

- 1) 速断保护
- 2) 过流保护
- 3) 过负荷保护
- 4) 非电量保护

9.2.27 非电量装置主要功能和技术要求如下：

- 1) 装置能接收各类非电量信号输入，对于需要跳闸的非电量输入，应经大功率中间继电器隔离后进入装置。
- 2) 装置应为每个非电量保护提供至少一个瞬时跳闸接口，一个信号接口。
- 3) 调相机变压器重瓦斯、油温高、绕组温度高和励磁变温度高应动作于“全停”出口，但也应能切换到“信号”；轻瓦斯可动作于“信号”。

4) 不启动断路器失灵保护。

5) 装置至少能够接受 10 路非电量输入信号。

6) 所有数字量输入都应有防抖动处理功能。

7) 热工保护引发的跳机指令宜同时输出至 DCS, 通过 DCS 执行事故顺控停机。
每一个 DO 所输出的接点 (干接点) 数需满足使用方要求。

9.2.27 交直流电源配置

(1) 主后备电气量保护柜每套引接 1 路 DC220V 电源, 各保护柜的电源均相互独立, 互不交叉。

(2) 电气和非电量保护应分别设有小型直流自动空气开关 直流电源应采用双极快速小开关, 并具有合适的断流能力和指示器。

管理机和打印机电源采用 AC 220V UPS 电源, 另设有小型交流自动空气开关。

(3) 交流电源

额定电压: 220V, 允许偏差: $-15\% \sim +15\%$;

频率: 50Hz, 允许偏差: $\pm 0.5\text{Hz}$;

波形: 正弦, 波形畸变因素不大于 5%。

(4) 直流电源

额定电压: DC220__V;

允许偏差: $-20\% \sim +10\%$;

波纹系数: 不大于 5%;

(5) 主要设备技术参数

1) TA 变比 (最终参数设计联络会确定)

调相机变高压侧配电装置：1500/1A, 5P30 0.2s , 5 组；

调相机变高压侧套管：1500/1A, 5P30 0.2s, 2 组；

调相机机端侧：4000/1A, 5P30 0.2s, 5 组；

调相机中性点侧：4000/1A, 5P30 0.2s , 4 组；

励磁变高压侧：800/1A 100/1A, 5P40 0.2s, 3 组；

励磁变低压侧：1000/1A, 5P40 0.2s, 3 组；

SFC 隔离变高压侧：2 组；

SFC 隔离变低压侧：2 组；

2) TV 二次电压_ 100/ V , 100/3 V；

3) 频率：_50__Hz。

4) 调相机变高压侧断路器参数： 控制电压：DC220__V；

合闸电流：__A；

跳闸电流：__A；

5) 灭磁开关参数： 控制电压：DC220__V；

跳闸电流：__A；

(6) 功率消耗

1) 交流电流回路：当 $I_n=5A$ 时，每相不大于_1VA ；

当 $I_n=1A$ 时，每相不大于 0.5 VA ；

2) 交流电压回路：每相不大于_0.5 VA；

3) 直流电源回路：当正常工作时，不大于__50__W；

当保护动作时，不大于__70__W；

(7) 过载能力

1) 交流电流回路：在__2__倍额定电流下，可连续工作；

在__倍额定电流下，允许工作 10s；

在__40__倍额定电流下，允许工作 1s；

在__倍额定电流下，允许工作 1 周波；

在__倍额定电流下，允许工作 0.5 周波

2) 交流电压回路：在__1.4__倍额定电压下，可连续工作；

在__2__倍额定电压下，允许工作 10s；

3) 直流电源回路：在-__20__%~+__10__%额定电压下，可连续工作。

(8) 测量元件特性的准确度

1) 整定误差：不超过 $\pm 2.5\%$ / $\pm 5\%$ 。

2) 温度变差：在工作环境温度范围内相对于 $+20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 时，不超过 $\pm 2.5\%$ 。

动作值精度

差动动作精度误差： $\leq 5\%$

后备保护动作精度误差： $\leq 2.5\%$

其余保护动作精度误差： $\leq 5\%$

时间继电器的动作精度误差： \leq 最大整定值的 1%或 40ms。

保护动作时间：

调相机差动： $\leq 30\text{ms}$ （2 倍整定值）

调相机变差动： $\leq 35\text{ms}$ （2 倍整定值）

(9) 接点容量

跳闸出口继电器接点容量应大于断路器跳闸线圈伏安数，跳闸触点容量：长期允许通过电流不小于 5A；触点断开容量为不小于 50W。

其它触点容量：长期允许通过电流不小于 3A；触点断开容量为不小于 30W。

（10）结构、外观及其他

装置应有金属机箱。

装置机箱应采用必要的防静电及防电磁辐射干扰的措施。机箱的不带电金属部分应在电气上连成一体，并可靠的接地。

（11）机箱应满足发热元件的通风散热要求。

柜内导线截面：电流回路不应小于 2.5mm²；其它回路不应小于 1.5 mm²；接地回路（铜排）不应小于 100mm²。绝缘电压水平均不低于 500V。

柜内端子排的额定电压不应低于 600V，应具有隔板、编号等，对外电缆连线均应通过端子排。

柜体尺寸为：高 2260mm、宽 800mm、深 600mm，屏门为内嵌。

防护等级不低于 IP4X。

柜体颜色为:__需方定__。

（12）端子排布置

柜内设备的安排及端子排的布置，应保证各套装置的独立性，在一套装置检修时不影响其他任何一套装置的正常运行。

端子排的布置规定如下：端子排由制造厂负责，外部端子排按不同功能进行划分，端子排布置应考虑各插件的位置，避免接线相互交叉，可按下列分组布置端子排：

交流电流输入；交流电压输入；输入回路；输出回路；直流强电；交流强电。

每一个安装单位的端子排应编有顺序号,并应在最后留 5~10 个端子作为备用。可能情况下,各组端子排之间也应留 5 个备用端子,在端子排组两端应有终端端子。

正、负电源之间以及经常带电的正电源和合闸或跳闸回路之间的端子排,应以一个空端子隔开。或采用其他隔离措施,以免因短接而引起误跳闸。

一个端子的每一端最多只能接一根导线,导线截面不宜超过 6mm²。

每组电流互感器的二次侧,应在控制箱内经过端子连接成星形或三角形等接线方式。

强电与弱电回路的端子排应分开布置,强、弱电端子和布线应严格分开。交、直流端子排应采用不同颜色的端子区分。

9.3 故障录波单元

投标方应随保护装置提供微机型调相机故障录波单元 1 套。

10.3.1 额定参数

(1) 交流输入信号

额定电压有效值 $U_n=57.7V$ 或 $100V$; 允许过电压 $2U_n$

额定电流有效值 $I_n=5A/1A$; 允许过电流 $20I_n$ 。

直流电压、电流输入信号

额定值为变送器输出 4~20 mA

(2) 开关量输入信号:

无源空接点(常开或常闭)输入

(3) 工作电源:

一路 AC UPS 电源,容量 1.5KVA。

(4) 录波通道容量

模拟量：96 路; 开关量：192 路

(5) 同步采样频率：6000Hz

(6) 同步采样精度：2%

(7) 开关量事故分辨率：1ms

谐波分辨率：9 次谐波

(8) 模数转换精度：12 位

启动精度：越限启动量优于 5%，突变启动量优于 30%

故障动态记录时间：记录故障前 0.5S 及故障后 3S 的录波数据。若系统发生振荡，记录 10min 包络线值，其中前 5min 每间隔 0.1s 记录 1 次，后 5min 每间隔 1s 记录 1 次。

装置前置机的微机系统内存容量可完整记录 6 次连续故障和 10min 的振荡录波数据，后台机大容量硬盘容量 240G，可保存不少于 200 次以上最新的故障录波数据文件。

9.3.2 故障启动方式

故障启动方式包括模拟量启动、开关量启动、手动启动和远方启动。在程序设计中通过设置门槛电压防止装置误启动。

(1) 模拟量启动

正序量启动：包括正序电压和正序电流的突变量启动及正序电压过电压启动或低电压启动。

(2) 负序量启动：包括负序电压和负序电流的突变量及稳态量启动。

(3) 零序量启动：包括零序电压和/或零序电流的突变量及稳态量启动。

直流电压、电流启动：取自系统内的监视量，经直流变送器等变换出的直流电压、电流量。

（4）振荡启动：含频差启动和频率变化率启动。

（5）其他启动：任何一路输入的模拟量均可作为启动量，启动方式包括突变量启动和稳态量启动（过量或欠量）。

为防止外部故障或扰动引起误启动，装置内部设置了故障方向识别元件。该元件投入时，对于远方外部故障将闭锁本装置。方向元件可由用户选择投入或退出。

（6）开关量启动

任何一路或多路开关量均可整定作为启动量。开关量启动可选择为开关闭合或开关断开启动。

（7）手动启动

在装置上能进行手动启动。

（8）远方启动

能进行远方启动，并有信号返回

9.3.3 录波数据输出方式

录波结束后，录波数据自动转入装置硬盘保存，并由装置带的软驱输出。

彩色打印机自动完成故障报告的打印。报告内容应包括名称、故障发生时间、故障启动方式、开关量变位时刻表及相关电气量波形的打印时间长度和内容可由用户事先整定。

9.3.4 模拟量和开关量的输入

根据运行分析故障和异常运行的要求，有足够的模拟量和开关量输入。

9.3.5 参数整定方式

装置能进行在线修改， 离线修改和远传修改参数。

9.3.6 通信功能

装置满足调用录波数据、修改运行参数、校时、监视工作状态、远方启动录波、自动远传的要求。

9.3.7 技术性能要求

故障录波装置计算机系统应为开放式分层分布结构，由后台机、前置机和彩色打印机等组成，它们之间通过通信网卡相连，构成完整的局域通信网络。

后台机主要完成装置的运行、调试管理、定值整定、录波数据存储、故障报告形成和打印。配备远传 MODEM 卡，可完成远程传送录波数据。并配置一套 GPS 装置（包括天线和 RS485 通讯接口），可实现时钟同步。

后台机采用性能先进可靠的工业控制机，主频 2000MHz 以上，内存 16G 硬盘 120G，具有良好的抗电磁干扰能力，和防尘、防潮能力，适合于发电厂的工业现场使用。提供 Philips105S 彩色显示器。

前置机主要完成模拟量和开关量的采集和记录、故障启动判别、信号转换及上传等功能。提供独立的电源输入、输出。前置机内部采用 2 台嵌入式工业控制机，小板插件式结构，便于运行、调试维护，抗干扰性能强。面板便于监测和操作。具有装置自检、装置故障或异常的报警指示等。

开关量和模拟量的输入应有抗干扰隔离措施，确保主机系统的可靠工作。

装置应提供信号板插件，该插件由光电隔离功放输出板驱动，至少设置以下信号指示、报警及引出触点（无源接点）至发电厂 DCS 或光字牌信号：

--自检故障报警

--录波启动报警

--装置异常报警

--电源消失报警

--信号总清-手动复归报警

装置自备可靠的冗余辅助电源。主机和辅助电源相互独立，保证装置工作的可靠性。

装置的运行、调试、整定均采用中文菜单方式进行管理，并有提示说明。装置提供录波数据综合分析软件，方便分析装置记录的故障数据设计，可在线分析、相序量计算、幅值计算、频率计算、有功和无功计算等。

装置应具有高速远程通信手段，装置还应提供 61850 规约通信接口。通信规约符合国家及地方调度的要求。

装置应可接受全厂 GPS 脉冲对时，方式为 IRIG-B。

9.4 柜体要求

屏体要求详见《国家电网继电保护柜、屏制造规范》。

内部配线的额定电压为 1000V，应采用防潮隔热和防火的交联聚乙烯绝缘铜绞线，其最小截面不小于 1.5mm²，但对于 TA、TV 和跳闸回路的截面应不小于 2.5mm²。导线应无划痕和损伤。投标方应提供配线槽以便于固定电缆，并将电缆连接到端子排。投标方应对所供设备的内部配线、设备的特性和功能的正确性全面负责。所有连接于端子排的内部配线，应以标志条和有标志的线套加以识别。

所有端子采用额定值为 1000V、10A，压接型端子。电流回路的端子应能接不小于 4mm² 的电缆芯线。TA 和 TV 的二次回路应提供标准的试验端子，便于断开或短接各装置的输入与输出回路；对所有装置的跳闸出口回路应提供各回路分别操作的试验部件或连接片，以便于必要时解除其出口回路。一个端子只允许接入一根导线。端子排间应有足够的绝缘，端子排应根据功能分段排列，并应至少留有 20% 的备用端子，且可在必要时再增加。端子排间应留有足够的空间，便于外部电

缆的连接。断路器的跳闸或合闸回路端子、直流电源的正负极、保护提供启动失灵保护接点不应布置在相邻的端子上，端子排采用菲尼克斯系列。

屏上跳闸回路应采用能接 4mm² 截面电缆芯的端子，并且跳闸回路的公共端子应采用多个端子的连接方式（跳闸回路端子应不少于 6 个连接端子），以保证一个端子只允许接入一根电缆芯。屏上电源回路应采用能接 4mm² 截面电缆芯的端子，并且要求正、负级之间应有端子隔开。

屏面上信号灯和复归按钮的安装位置应便于维护、运行监视和操作。

屏上的所有设备（包括继电器、控制开关、熔断器、空气开关、指示灯及其它独立安装的设备），均应有便于识别铭牌或标签框。

对于必须按制造厂的规定才能运行更换的部件和插件，应有特殊的符号标出。

保护屏应有交流电压小开关接点告警接点输出回路。安装在屏上每侧的端子距地应高于 330mm。端子排配置应满足运行、检修、调试的要求，并适当与屏上设备位置相对应。

10 调相机操作电源系统

10.1 规范性引用文件

本招标文件范围内的设备首先采用中华人民共和国国家标准及部颁标准和行业标准，在国内标准不完善的情况下，可采用相应的国际标准（如 IEC、IEEE 等）中最适宜的条款部分或双方认定的其他国家标准。所采用的标准必须是最新版本。

提供的所有设备及零件按国际标准化组织 ISO9000 质量体系制造，图纸和文件均采用国际度量制单位（SI）和 IEC 规定的图例符号表示。

除非合同另有规定，提供的设备和配套件要符合以下标准但不局限于以下标准

GB 50065 交流电气装置的接地设计规范；

GB 50171 电气装置安装工程盘、柜及二次回路结线施工及验收规范；

GB/T 191 包装储运图示标志；

GB/T 2423 电工电子产品环境试验；

GB/T 7260 不间断电源设备；

GB/T 3859.1 半导体整流器基本要求的规定；

GB/T 14715 信息技术设备用不间断电源通用技术条件；

GB/T 7261 继电器及继电器保护装置基本试验方法；

DL/T 5491 电力工程交流不间断电源系统设计技术规程；

DL/T 5136 火力发电厂、变电所二次接线设计技术规程；

DL/T 5044 电力工程直流电源系统设计技术规程；

DL/T 1074 电力用直流和交流一体化不间断电源设备；

DL/T 459 电力系统直流电源柜订货技术条；

国家电网设备〔2018〕979号 国家电网有限公司十八项电网重大反事故措施
(2018年修订版)。

10.2 UPS 技术要求

10.2.1 UPS 单元技术要求

投标方应提供 UPS 单元 2 套。

(1) 通用要求

1) UPS 装置输入额定电压：

交流电压：380V，50Hz。

直流电压：220V。

2) UPS 装置额定输出电压及频率：单相 220V/50Hz。

3) UPS 装置供电范围：DCS 设备、电气表计、仪表、计算机设备等。

4) 每台 UPS 装置采用两路交流输入、一路直流输入，不自带蓄电池，直流输入采用直流电源系统。

5) UPS 系统组成

UPS 系统应由输入、输出隔离变压器，整流器，逆变器，静态开关，手动维修旁路开关，馈线开关以及本系统所有设备间联接电缆等组成。

UPS 装置应包括本机液晶监视器、本机诊断系统以及与变电所计算机监控系统的通信接口，调试、监视和维修专用通信口等。UPS 柜应有交、直流输入空气开关，交流回路，直流回路，UPS 馈线输出回路应配置空气开关，并配置标识牌。

单机采用工频 UPS 装置，输入及输出应有工频隔离变压器。UPS 装置的所有部件的功率均应满足长期额定输出的要求。

6) UPS 系统运行方式

在“正常模式”下，UPS 应由主电源经整流器、逆变器向负载供电，当主电源消失或整流器故障时，由直流电源系统、逆变器和静态开关向负载供电，当逆变器故障或过载时，由静态开关切换至旁路供电。当过载消失或逆变器故障修复后，应能自动切换到逆变器供电。

UPS 装置应具有“经济模式”运行方式供运行选择，在“经济模式”下，当旁路电压和频率在设定范围内时，UPS 优先由旁路供电，整流器、逆变器处于热备用状态，当旁路电压和频率超出设定范围或旁路失电时，由静态开关切换至逆变器供电。

7) UPS 系统工作方式

UPS 系统正常工作方式：UPS 系统由 220V/380V 交流电源经整流器、逆变器向负荷供电，当 220V/380V 交流电源失电或 UPS 整流器故障时，则由站用直流电源

回路经逆变器向负荷供电。当逆变器故障或过负荷或无输出时，由静态开关（自动）切换到旁路供电。

8) 与 DCS 的通信

UPS 装置应具有与 DCS 通信接口，接口采用 RS485 串口或以太网口。投标方应免费提供详细的规约文本、规约的信息说明及数据类型，并配合监控厂家完成规约转换的工作。

10.2.2 技术性能要求

1) UPS 装置电源输入

交流输入电压：UPS 主机三相 AC 380（ $1 \pm 10\%$ ）V，旁路输入两相 AC 380（ $1 \pm 10\%$ ）。

交流输入频率：50（ $1 \pm 5\%$ ）Hz。

直流输入（220V 直流电源系统）：187V~286V

直流母线反灌纹波电压系数： $\leq 0.5\%$ 。

2) UPS 系统输出

输出电压稳定性：稳态 $\pm 1\%$ ，动态输出电压稳定性：动态 $\pm 5\%$ ，恢复时间小于 20ms；

输出频率稳定性：稳态 $\pm 1\%$ ，动态 $\pm 2\%$ ；

输出电压波形失真度：5%（非线性负载）。

输出电压调节范围： $\pm 3\%$ 。

效率： $\geq 80\%$ （交流输入逆变输出）， $\geq 85\%$ （直流输入逆变输出）。

输出波形：正弦波。

输出频率精度：50（ $1 \pm 0.5\%$ ）Hz。

同步范围：50（ $1\pm 2\%$ ）Hz。

同步速度： $\leq 1\text{Hz/s}$ 。

总谐波含量： $\leq 3\%$ 。

负载功率因数范围：0.9（超前），-0.7（滞后）。

单机无故障时间（MTBF）： $> 50000\text{h}$ 。

交流供电与直流供电之间的切换时间：0ms。

过载能力：125%额定值时可维持 10min，150%额定值时可维持 1min。

功能要求

UPS 装置应具备防止过负荷及外部短路的保护。

UPS 装置交流电源输入回路中应有涌流抑制措施。

UPS 装置的所有部件的功率均应满足长期额定输出的要求。

UPS 装置旁路电源需经隔离变压器进行隔离。

UPS 装置面板上应设有各种运行和故障显示。内容至少包括：

a) 运行显示。运行时显示下列内容：

- 1) 交、直流回路输入电流、输入电压。
- 2) 整流器输出电流、输出电压。
- 3) 逆变器输入电压。
- 4) 逆变器输出电压、输出电流、输出频率。
- 5) 旁路交流电压。
- 6) UPS 输出电流有效值。
- 7) 逆变器运行指示。

- 8) 静态开关位置指示。
- 9) 旁路开关位置指示。
- 10) 负载百分比。
- 11) 通信接口的工作状况。
- b) 面板报警显示：
 - 1) 整流器输入电压低报警。
 - 2) 直流输入电压低报警。
 - 3) 旁路交流电源电压低报警。
 - 4) 逆变器输入电压低/高报警。
 - 5) 逆变器输出电压低/高报警。
 - 6) 旁路位置报警。
 - 7) 逆变器故障报警。
 - 8) UPS 装置过载或出口短路关机信号。

要求状态信息、报警信息等能通过通信上传计算机监控系统，关键信号有硬接点上传。

10.2.3 整流器

整流器的容量应能满足逆变器长期满负荷供电的要求。

整流器的交流电源输入回路应设置空气断路器。

整流器应有涌流抑制功能。

整流器的容量应按带逆变器静态负荷来选择。

10.2.4 逆变器

逆变器的输入来自经过整流器整流后的直流电源和所用直流电源。旁路交流电源正常时，逆变器输出频率保持与旁路交流电源同步，若旁路交流电源的频率和电压偏差超过逆变器容差允许值时，同步回路应自动关断，逆变器则按其内部基准频率运行，直至旁路交流电源恢复至逆变器容差允许范围内时再与其保持同步。

额定功率因数下，负载在 0~100% 范围内按 $\pm 20\%$ 增/减时，UPS 稳态输出电压不应超过 $\pm 3\%$ 。逆变器在功率因数 0.7~0.9 运行时，最大冲击负荷为额定值的 1.5 倍时，应能承受 60s。

逆变器应具有过电流保护特性。UPS 的过电流保护应能保证在负荷发生短路或电流超过允许的极限值时及时动作，使其免受浪涌电流的损伤。

10.2.5 静态开关

1) 静态开关的切换时间特性：切换时间， $\leq 4\text{ms}$ ；切换方式，自动。

2) 当 UPS 逆变器故障或输入交、直流电源失去时，能将负载无间断地切换至旁路交流电源。在旁路运行方式下，UPS 装置应设计为易于维护和拆装，且对负载的供电不中断。

3) UPS 过载时，静态开关应能按 2.3.1.2 中过载能力的规定自动将电源切换至由旁路交流电源供电。当负载由逆变器切换到旁路时，旁路电压必须正常；由旁路切换至逆变器时，不应有相位的突变。

4) 任何条件导致 UPS 输出电压异常，如 UPS 故障、馈出支路短路等，若旁路电压正常，应立即切换到旁路供电。

10.2.6 手动旁路开关

1) “正常”位置时负荷应接至逆变器，“旁路”位置时负荷应接至交流电源。切换时负载供电不能中断。

2) 手动旁路开关应能将负荷由逆变器输出切换至旁路交流电源供电, 在旁路侧应加隔离变压器。当负荷由旁路交流供电时, 应允许对整流器、逆变器和静态开关进行检修和维护。

10.2.7 其他要求

1) 屏内所安装的元器件应有型式试验报告和合格证, 宜采用标准化元件和组件。装置结构模式由插件组成插箱或屏柜。插件、插箱的外形尺寸应符合 GB 3047 的规定。装置中的插件应牢固、可靠, 可更换。屏体及包括所有安装在屏上的插件、插箱及单个组件应满足防震要求。插件、插箱应有明显的接地标志。所有元件应排列整齐, 层次分明, 便于运行、调试、维修和拆装, 并留有足够的空间。对装置中带有调整定值的插件, 调整机构应有良好的绝缘和锁紧设施。

2) 柜体下方应设有接地铜排和端子。接地铜排的规格为 25mm×4mm, 接地端子为压接型。

3) 屏体防护等级 IP31 级, 选用高强度钢组合结构, 并充分考虑散热的要求。屏柜应有良好的防电磁干扰的屏蔽功能。

4) 柜内主要设备及装置均采用嵌入安装法, 并要求与屏正面平齐美观。柜内的侧板和背板上可安装少量零星部件。柜内端子排布置在柜内背板上。应提供由柜门而自动开启的柜内照明设备, 以便于对柜内的设备进行检查和接线。柜内应设有横向及竖向导线槽, 所有设备安装的位置都应方便外部电缆从屏柜的底部进入。

5) 所有供货的屏柜均应有足够的支撑强度, 应提供必要设施, 以保证能够正确起吊、运输、存放和安装设备, 且应提供地脚螺栓孔。

6) 所有屏面应清洁, 并涂有一层底漆和两层面漆, 以防止在运输、仓储和运行中的腐蚀和锈蚀。屏与屏的内外应清洁, 应无灰尘、划痕及油污等。

7) 屏体颜色由专用部分明确。

8) 对于必须按制造厂的规定才能运行更换的部件和插件, 应有特殊的符号标出。

9) 屏上设备，安装水平高度应一致。屏的布置图应按比例画出，并按比例标注尺寸。

10) 机械特性

UPS 装置应有良好的通风散热系统，通风散热系统故障应报警。

UPS 交流输出中性线应与 UPS 机壳绝缘。UPS 机壳与接地电缆相接。

11) 铭牌及图示

面板上固定的仪表、开关、内部端子盒、供用户使用的元件及其他装置等，均应有铭牌。

12) 接线

导线应为交联聚乙烯阻燃线，绝缘电压至少为 1000V。

电缆两端应根据接线图打上永久性标志。

13) UPS 信号传输及组网方案

UPS 系统通过内部微机监测装置预留通讯接口将系统及馈线开关信息上传至 DCS。与 DCS 间的连接线缆及接口装置（预留若有）由 UPS 系统厂家提供。重要的模拟量及开关量需硬接线送至 DCS 控制单元，且保证 IO 双重化方案。

10.3 直流屏充电器技术要求

投标方应提供直流系统 2 套，2 组充电装置。

高频开关电源基本技术参数：

电源型式：	高频开关电源
交流输入：	三相 380V（1±10%） 50Hz（1±2%）
直流输出额定电压：	220V

额定输出电流:	6×30A+1×30A/230V。
---------	-------------------

10.3.1 技术性能要求

a) 一般要求

所有的元器件必须选用具有生产许可证的合格产品，其性能应符合该元器件技术条件的规定。

重要位置的熔断器采用带辅助接点的熔丝，如电池组处（采用 NT 型熔芯）；

采用新型节能信号灯；

采用智能数字表，四位半数字显示，精度高，读数方便；

元器件的安装便于维护、检验和更换。柜体考虑通风和散热。

各种指示表计、转换开关、指示灯、信号灯、旋钮等具有明确文字说明及调节方向标记。

主回路电气间隙和爬电距离应执行国家电网生【2004】634 号文件相关规定。

b) 高频开关电源技术性能要求

1) 220V 动力控制合一直流系统接线方式及高频开关电源工作方式

全厂直流 220V 系统设 2 组阀控铅酸蓄电池，采用单母分段方式，配置 2 组充电整流模块，充电器（6+1）*30A。

正常运行时，工作高频开关电源由 2 路 380V 交流电源供电，将交流整流为直流电后，工作高频开关电源接入馈电母线，给蓄电池浮充电并同时给直流负荷供电。

直流屏上馈线拟采用直流空气开关（各回路最终参数选择待设计院计算后再定）。直流屏上馈线开关与保护装置内的馈线开关，应考虑空气开关的级差配合。

2) 根据《DL/T 5044-2014 电力工程直流电源系统设计规程》，直流开关需满足保护选择性要求。所有馈线开关除直流电机回路采用 2 段式保护外，其他馈线断路器均采用 3 段式保护。

3) 高频开关电源采用微机型高频开关电源, 模块并联组合方式供电, 高频开关电源由微机总监控器和电源模块组成。模块可带电插拔。每套装置组装在屏柜内。

4) 高频开关电源应采用微机控制, 满足对蓄电池组的初充电、浮充电和补充充电的要求。高频开关电源应有自动控制(微机监控单元)和手动控制两种方式, 当自动控制单元故障或检修时, 转入手动控制。微机控制的自动化程序应具有以下功能:

初充电程序: 首先对蓄电池以恒流($0.1C_{10}$)充电, 当电压上升到设定电压时自动转为恒压充电, 当恒压充电电流小于整定值($0.01C_{10}$)时, 3 小时后发出初充电完毕信号并自动转为浮充电。

正常充电程序: 正常以恒定电压对蓄电池进行浮充电, 并能根据环境温度对浮充电电压进行补偿。

均衡充电程序: 在正常浮充电运行状态下, 每间隔 3~12 个月(可根据用户要求整定), 微机控制高频开关电源自动由浮充电状态转入均衡充电状态。均衡充电时, 首先对蓄电池以恒流($0.1C_{10}$)充电, 当电压上升到系统最高允许电压时自动转为恒压充电, 当恒压充电电流小于整定值($0.01C_{10}$)时, 3 小时后自动返回到浮充电状态。

交流失电后补充充电程序: 当高频开关电源交流失电后恢复供电时, 能根据交流失电期间蓄电池的事故放电容量进行补充充电。当失电期间事故放电容量不大于设定值时, 交流恢复供电后自动转为浮充电方式运行; 当失电期间事故放电容量大于设定值时, 交流恢复供电后按均衡充电程序对蓄电池进行补充充电, 在此过程中自动记录对蓄电池的充电容量, 当为恒压充电状态且充电容量达到蓄电池放电容量时, 自动转为浮充电运行。

5) 微机总监控单元

微机总监控单元是高频开关电源及其成套装置的监控、测量、信号和管理系统的核心部分，装置能根据直流系统运行状态，综合分析各种数据和信息，对整个系统实施控制和管理。

微机监控器应具有控制、测量和故障告警功能。控制功能包括高频开关电源的开关机、各整流模块的开关机以及各种运行参数（如各充电方式参数、均充浮充电压等）的设置等；测量功能包括高频开关电源输入交流电压测量、输出直流电压及电流测量、蓄电池充放电电流测量以及直流母线、蓄电池端电压测量等，测量值应能就地显示并能输出；告警功能包括输入交流故障告警、整流模块故障告警、输出直流故障告警以及蓄电池端电压过高过低告警等。

装置应能适应直流系统各种运行方式，具备人机对话、与成套装置中各子系统通信，可与 DCS 通信，通信规约优先采用 IEC61850，实现监视。

系统应具有电池检测功能，能对蓄电池回路的开路或短路进行检测以及根据各蓄电池的充放电特性及其端电压的变化率，自动检测出落后电池。

系统还应具有软启停功能（即设备在开机过程中，输出电压的建立是从零伏逐渐上升到额定值的启动过程），避免对电池造成冲击。

6) 高频开关电源模块

构成：全波整流及滤波器、高频变换及高频变压器、高频整流 滤波器。

每个模块内部应具有监控功能，不依赖总监控单元，独立工作。正常工作时模块应与总监控单元通信，接受监控装置的指令。模块采用 PWM 调制制式，工作频率为 20-500kHz。

各整流模块在并联运行时应具有自动均流功能，在其额定电流的 50%~100% 范围内，其均流系数应不大于 2%。

应具有过电流保护功能，保证在负载回路发生短路或高频开关电源的输出电流超过额定值的 115% 时进行保护，同时发出报警信号。

应具有自动限流功能，当高频开关电源的输出电流超过额定值的 112%时，其输出直流电压应呈下垂伏安特性。

应具有防雷击和过电压保护功能，并能保证在输出直流电压达到最高直流电压的 105%时进行保护，并发出报警信号。

任一电源模块故障时应能自动退出并不影响其它模块的正常工作。在各种工作方式下，高频开关电源应能在不影响装置正常运行的情况下更换充电模块，在更换模块的过程中不对系统产生不良影响。

直流母线电压高于或低于额定值的 10%时，应发出电压过高或电压过低报警信号。

高频开关电源还应具有欠压保护、交流电压缺相保护、电池过充放、三相不平衡保护和微机自检等功能。在过流、过电压、交流电压缺相、三相不平衡及装置故障时，应有就地信号并能向远方发信号。

应有良好的散热措施，并应在其结构上采取防尘措施。

7) 高频开关电源稳流精度: 交流输入电压在 380V(15%范围内变化，充电电压在蓄电池组标称电压的 90%~145%范围内任一数值上，充电电流在额定值的 20%~100%范围内，其稳流精度应不大于 0.5%。

高频开关电源稳压精度: 交流输入电压在 $380V \pm 15\%$ 范围内变化，负载电流在额定值的 0%~100%范围内变化时，输出电压在额定直流电压稳压调节范围的任一数值上，其稳压精度应不大于 0.5%

8) 高频开关电源的稳压调节范围应为蓄电池组标称电压的-5%~25%

9) 高频开关电源在电网电压及负载电流在规定范围内变化时，在浮充电（稳压）状态下电阻性负载两端的纹波电压（有效值）应不大于 0.1%；在均衡充电（稳流）状态下电容性负载两端的纹波电压（有效值）应不大于 0.5%。

10) 为保证直流母线的平稳切换，两组直流母线之间设置联络开关。两直流母线间联络的刀开关在两组蓄电池电压差别不大时，允许短时间并联，同时发出报警信号。

11) 其他技术指标:

高频开关电源的效率 $\geq 94\%$

功率因数 ≥ 0.92

噪声 $\leq 45\text{dB}$ （距屏 1M 处）

可靠性指标: MTBF $\geq 100000\text{h}$

防雷能力: $> 40\text{kA}$

12) 高频开关电源面板上应设有各种运行和故障显示。以下为人机界面的最低要求:

面板显示（精度不低于 1 级）:

- 高频开关电源输入交流电压
- 高频开关电源输出直流电压和输出直流电流
- 直流母线电压
- 蓄电池回路电流
- 能显示蓄电池容量
- 表示高频开关电源"ON"状态的指示

面板报警显示:

- 交流电源消失(全部三相)
- 低电压(整定点可调)

—— 高频开关电源故障

—— 高频开关电源直流过压

13) 直流系统设备间通信及与 DCS 的通信

充电装置屏上的集中监控器，负责与绝缘检测装置、微机型蓄电池检测装置等智能设备接口，并通过以太网通讯口与 DCS 控制单元进行通信，所有装置的以太网输出应双重化配置，向 DCS 控制单元传送当前直流系统的运行状态，在直流系统发生故障时要求能主动上传故障或报警信息。同时，DCS 还可远方设置系统运行状态或修改系统运行参数等。投标方应负责直流系统各智能设备间的接口及通信线，以及直流系统与监控系统间的接口及通信线，还需负责直流系统通讯接口接入 DCS 的调试工作，并通过招标方的验收。

DCS 控制单元遥测、遥控、遥信充电装置及直流设备的内容：

遥控 —— 运行、停止、复位、浮充/均充手动选择。

遥测 —— 母线电压，每台充电装置的输入/输出的电流及电压，每组蓄电池的电压、充电电流、放电电流、放电容量。

遥信 —— 充电装置交流断开、充电装置直流断开、蓄电池断开、充电装置断相、充电装置故障、馈线开关断开、馈线故障报警等信号。

投标方应提供变送器，用于母线电压、充电装置的充电电流、蓄电池电压、放电电流的遥测，变送器输出要求为 4-20mA。

直流系统监控模块液晶屏显示内容必须包括：蓄电池电压、蓄电池回路充电电流、负载总电流、控制母线电压、各模块的输出电压电流、系统状态等。

重要的模拟量及开关量需硬接线送至 DCS 控制单元。

14) 提供高频电源模块纹波系数，稳流精度、稳压精度试验报告及负荷开关级差试验报告。

蓄电池监控仪

每组蓄电池配置一套微机蓄电池巡检装置。电池监控仪应具有与高频开关电源微机总监控单元的通信功能。蓄电池监控仪安装于蓄电池室内，应邻近蓄电池安装，投标商应提供蓄电池监控仪与蓄电池之间的连线，电池巡检仪的安装支架，并负责安装与调试。

蓄电池监控仪的功能包括：每组电池端电压、电池表面温度、蓄电池在线内阻测量、蓄电池组电压及其充放电电流等参数，电压测量精度应小于 0.5%，巡检周期不应大于 1 秒；能实现定时采样、呼唤采样、事故自启动采样；充、放电周期采样次数不应少于 10 次，采样周期可调，并能对每次采样值进行分析比较，在界定为落后电池后应经直流系统微机监控主单元将报警信息送入 DCS。

重要的模拟量及开关量需硬接线送至 DCS 控制单元。

蓄电池回路中电流采样元件在充电、事故放电和正常浮充电运行时均要求保证测量精度。

10.3.3 直流系统绝缘检测装置

直流系统绝缘检测装置主要功能是：在线检测直流系统的对地绝缘状况(包括直流母线、蓄电池回路、每个电源模块和各个馈线回路绝缘状况，并自动检出故障回路，具备交流串入直流测记功能。绝缘检测装置宜为独立的智能装置，布置在直流屏上，可与成套装置中的总监控装置和监控系统通信。配置绝缘接地检测装置及所有馈线回路的辅助 TA。将来再增加直流分屏数目时，该装置应能进行扩展。

技术要求 220V 直流系统发生接地或绝缘水平低于 25k 时，应发出直流系统接地报警信号。每段直流母线设置一套微机绝缘监察装置（包括各馈线上的辅助 TA 等均安装于直流屏上），它应能监视相对应段的直流母线的绝缘状况，还应能记录并显示发生接地故障的馈线支路的极性、路号、接地电阻值及时间，经直流系统微机监控主单元将信息送入 DCS 控制单元。绝缘监测装置还应能监测交流窜入直流系统的异常情况。两组蓄电池组的直流系统，应满足在运行中两段母线切换时不中断供

电的要求，切换过程中允许两组蓄电池短时并联运行。直流电源系统绝缘监测装置不应采用交流注入法测量直流电源系统绝缘状态。直流电源系统绝缘监测装置，应具备检测监测蓄电池组和单体蓄电池绝缘状态的功能。

该装置面板上应有接地报警、电压越限报警、通信指示、交流串入直流等显示。

10.3.4 直流屏技术要求

直流主屏的结构，母线、刀闸、熔断器及开关等主要元件应能承受交流 50kA、直流 20kA 短路电流水平要求。超过 3000Ah 的蓄电池系统应计算实际短路电流，直流系统元器件应满足实际短路电流的要求。主母线采用阻燃绝缘铜母线，其截面应不小于 60×6 (mm²)。

充电器回路和母线间联络刀闸采用 QA 或 QAS 系列并带辅助接点，蓄电池和充电器回路的熔断器采用 NT 系列并带 2 对报警接点，接点信号分别上送至微机总监控单元及 DCS。其余馈线回路均要求采用优质品牌产品，每个空气开关应附带一个辅助接点及一个故障报警接点。每面直流主屏上馈线开关数量暂按附录考虑，最终以施工图图纸为准。屏内设备的布置及安装应方便屏外电缆的引入及连接。直流空气开关或刀闸和熔断器应附带辅助接点及报警接点，当某一馈线发生故障跳闸时，该故障报警接点闭合。直流主屏所有馈线接点信号均要求上送至微机监控单元。

10.3.5 智能型蓄电池放电仪

蓄电池应配置智能型蓄电池放电仪，以便对 220V 蓄电池组进行放电试验。蓄电池放电仪要求其放电电流在大范围内连续可调，稳流精度高,放电稳流精度 $\leq 0.2\%$ ，不产生谐波电流；智能化程度高，操作方便，在达到放电终止电压或设定时间后能自动停止放电，自动处理并保存放电数据和放电曲线，掉电后数据不丢失。同时，放电仪应能配合蓄电池巡检仪，放电时监测每节电池电压，放电完成后，对放电结果进行记录、分析、报表及打印等。

10.4 蓄电池技术要求

10.4.1 主要技术参数

单体电池额定电压：2V。

单体电池浮充电电压：2.20V~2.27V。

单体电池均衡充电电压：2.30V~2.40V。

单体电池放电终止电压： $\geq 1.8V$ 。

总容量：600Ah

10.4.2 主要技术性能

蓄电池应由正极板、负极板、隔板、槽、盖、安全阀、回流条、端子、电解液等组成。蓄电池结构应保证在使用寿命期间，不得渗漏电解液。

蓄电池间接线板、终端接头应选择导电性能优良的材料，并具有防腐蚀措施。蓄电池槽、盖、安全阀、极柱封口剂等材料应具有阻燃性。

蓄电池必须采用全密封防泄漏结构，外壳无异常变形、裂纹及污迹，上盖及端子无损伤，正常工作时无酸雾溢出。

当环境温度在 $-25\sim+45^{\circ}\text{C}$ 条件下时，蓄电池性能指标应满足正常使用要求。

蓄电池在环境温度 $20\sim25^{\circ}\text{C}$ 时的浮充运行寿命应不低于10年。

蓄电池组容量按规定的试验方法，10h率容量应在第一次充放电循环时不低于 $0.95C_{10}$ ，第三次循环应达到 C_{10} ，但应不超过 $1.2C_{10}$ 。

蓄电池安全阀应在10kPa~35kPa的范围内可靠开启，在3kPa~30kPa的范围内可靠关闭。蓄电池开阀压力最高值与最低值的差值应不大于10kPa，蓄电池闭阀压力最高值与最低值的差值应不大于10kPa。

蓄电池除安全阀外，应能承受 50kPa 的正压或负压而不破裂、不开胶，压力释放后壳体无残余变形。

蓄电池以 30I₁₀ 的大电流放电 1min，极柱不应熔断，其外观不得出现异常。

蓄电池 贮存 28 天后其荷电保持率应不低于 96% 。

蓄电池正负极性及端子应有明显标志，蓄电池极性应与极性标志一致。正极板厚度应与使用寿命相适应，不得低于 3.5mm。

同一蓄电池组中任意两个电池的开路电压差，在环境温度 5~35℃条件下完全充电后静置 24h，对于 2V 单体电池不应超过 30mV，对于 12V 单体电池不应超过 60mV。

单只蓄电池的重量应不超过同组蓄电池重量平均值的 5% 。单只蓄电池容量应不超过蓄电池组容量的 5% 。

以 1.0I₃ 的电流持续放电，布置在同一平面的蓄电池间连接条电压降应不大于 6mV 。

蓄电池需具有较强的耐过充能力和过充寿命。以 0.3I₁₀ 电流连续充电 160h 后，外观应无明显变形及渗液。2V 蓄电池过充电寿命不应低于 210 天；12V 蓄电池过充电寿命不应低于 180 天。

蓄电池组的绝缘电阻，直流母线电压为 220V 的蓄电池组不小于 200kΩ；电压为 110V 的蓄电池组不小于 100kΩ 。

蓄电池自放电率每月不大于 4%。

蓄电池在-30℃和 65℃温度范围内时，封口剂应无裂纹和溢流，密封性应符合规定要求。

80%放电深度的循环寿命大于 1200 次。

防酸雾性能应满足完全充电后的电池以 0.2I₁₀ 电流连续再充电 4h，PH 值应呈中性。

蓄电池在充电过程中，蓄电池外部遇明火时，不应内部爆炸。

制造厂提供的蓄电池内阻值，应与实际测试的蓄电池内阻值一致，允许偏差范围为±10%。

每组蓄电池应从正极到负极编号。

蓄电池组应考虑装设蓄电池管理单元的位置。

蓄电池组应提供 80%额定电压的接线桩头。

蓄电池组采用进口阀控式密封胶体蓄电池。

10.4.3 蓄电池组屏布置

蓄电池组安装方式采用支架安装方式。

蓄电池安装应平稳，间距均匀并防止滑动，安装的蓄电池组应排列整齐、标识清晰、正确。蓄电池间距符合规定（即蓄电池间距不小于 15mm，为方便测量，竖放蓄电池与上层隔板间距不小于 130mm；通风散热设计合理，测温装置工作正常）。

应能足够承受蓄电池组重量，在基本地震烈度为 7 度及以上地区，蓄电池组应有抗震加固措施，并满足 GB 50260 中的有关规定。

11 电力电缆

调相机内部电缆连接电缆（含控制电缆、动力电缆）均由投标方提供。投标方提供的产品质量、性能不低于国内优质品牌产品。合同中所有设备、备品备件，包括投标方自其他单位获得的所有附件和设备，除本合同中规定的技术参数和要求外，其余均应遵照最新版本的国家标准（GB 或 GB/T）和国际电工委员会标准（IEC）及国际单位制（SI），这是对设备的最低要求，如果投标人有自己的标准或规范，但必须向招标方提供复件并获得招标方同意后方可采用，但原则上均不能低于 GB、

GB/T、IEC 的有关规定，特别是这些规定或规程中与 GB、GB/T、IEC 标准有互相矛盾的地方，应先征得招标方同意后才能制造。

11.1 1kV 动力电缆及控制电缆

11.1.1 技术性能

a) 系统额定电压：、AC380/220V，DC220V

b) 系统中性点接地方式： 380/220V 系统为直接接地方式、DC220V 系统为不接地方式

c) 系统频率：50Hz

d) 短路电流：31.5kA

e) 污秽等级：d 级

f) 敷设环境有直埋、沟道、隧道、桥架、竖井和穿管等多种方式。

11.1.2 电缆技术要求

(1) 电缆型号：见供货需求表。

(2) 电缆额定电压 (U_0/U)：电缆用于额定电压 0.38kV 的系统，该系统中性点直接接地，电缆缆芯对地以及缆芯间采用 $U_0/U(U_m)$ ：0.6/1kV 绝缘。

(3) 电缆截面：见供货需求表

(4) 电缆的工作电压：DC220V，0.38kV。

(5) 电缆绝缘要求：

各截面绝缘标称厚度见 GB12706，绝缘厚度平均值应不小于标称值，任一点最小测量厚度应不小于标称值的 90% -0.1mm。任一断面的偏心率[(最大测量厚度－最小测量厚度)/最大测量厚度] 应不大于 15%。

(6) 耐压试验:

低压动力电缆经受交流 50Hz、5min、3500V 的电压试验不击穿。

控制电缆经受交流 50Hz、5min、3000V 的电压试验不击穿。

(7) 电缆导体长期工作温度: +90℃。

最小运行温度: -60° C。

最小生存温度: -60° C。

(8) 允许弯曲半径: ≤ 12 倍电缆外径。

(9) 使用年限: 30 年。

(10) 交货长度: 成盘长度以 500 米为模数, 不足 500 米的每个规格只能缠绕在一个电缆轴上。

11.1.3 运行要求

(1) 电缆导体的额定运行温度为 90℃。

(2) 短路时电缆导体的最高温度不超过 250℃。

(3) 短路时间不超过 5s。

11.1.4 工艺要求

(1) 本次招标的电缆, 其技术参数除应符合 GB 12706 的要求以外, 还应满足本标书以下要求。

(2) 绝缘线芯数应采用颜色标志。

(3) 护套应紧挤包在绞合的绝缘线芯及铠装层上, 且应容易剥离而不损伤绝缘或护套, 护套表面应光滑。

(4) 电缆的绝缘标称厚度、护套标称厚度、平均外径上下限、阻燃性以及 70℃ 的最小绝缘电阻等均应符合国标要求。

(5) 电缆的设计、制造保证在电厂寿命期 30 年内连续不断地运行，无论机组启动、运行以及紧急停机都能令人满意地工作，同时还考虑适各种安装条件，如潮湿、干燥、室内、室外等。所有电缆导线中间不得有连接接头，电缆的导电能力符合现行的国家标准。

(6) 电缆可靠地承受正常及异常电压，适应各种环境，具有满足运行要求的载流量，并符合每回电路运行条件。

11.1.5 产品标志、包装和保管

(1) 动力电缆每线芯应有色相标志，成品电缆的护套表面上应有制造厂名、产品型号、额定电压和制造年、月的连续标志，标志应字迹清楚，醒目、耐磨。

(2) 控制电缆绝缘线芯数在 8 芯及以下时，应采用颜色标志，其它采用数字标志以示识别，采用数字标志的绝缘线芯，其颜色与数字标志颜色应有明显不同，且印刷标志要求耐涂擦。

(3) 电缆盘应符合 GB4005 规定，线盘应有足够的机械强度，盘外径不大于 3 米

(4) 每盘要标有盘号、电缆型号、规格、长度、毛重、厂名、盘转动方向等标志。

(5) 每盘电缆内、外端头加防水护套。

(6) 电缆盘不允许平放。

11.1.6 电缆结构和材料

投标方提供详细说明电缆的结构形式、各层结构的材料及其特性。单芯结构或多芯结构、防火性能、过载保护能力（主要考核绝缘老化或击穿等）、载流能力、最高工作温度、防水、防腐、防爆、屏蔽性能、使用寿命、产品环保性能、机械性能和弯曲性能等，并提交相关的型式试验报告。

用于电缆的所有材料根据使用条件考虑强度、耐用性和其它化学、物理性能，选用最适用的、新的、优质的、无损伤和无缺陷的材料。

1) 导体

导体表面应光洁、无油污、无损伤屏蔽及绝缘的毛刺、锐边，无凸起或断裂的单线。导体应为圆形并绞合紧压，紧压系数不小于 0.9。导体采用多股圆形紧压绞合导体。铜导体必须采用 TR 型软铜线；铝导体应采用电工铝（导电率 $\geq 61\%$ IACS）。

导体的组成、性能及外观符合 GB12706.1 规定，导体的最高运行温度为 90℃，短路时最高温度为 250℃。

2) 绝缘

绝缘按国标（或高于国标）、等同于 IEC 标准中规定选用的绝缘材料：

挤包在导体上的绝缘性能符合 GB12706.1 的规定。绝缘厚度满足 GB12706.1 中的相关要求，任一处的最小厚度不得小于标称厚度的 90%，且在同一截面测得的最大绝缘厚度 t_{\max} 和最小绝缘厚度 t_{\min} 符合下式： $(t_{\max}-t_{\min})/t_{\max} \leq 0.1$

导体或绝缘外面的任何隔离层或半导电屏蔽层厚度不应包括在绝缘厚度之中，绝缘层的横断面上无目力可见的气泡和砂眼等缺陷。

3) 屏蔽

电缆的绝缘线芯上必须有金属屏蔽，在单根绝缘线芯上也可在几根绝缘线芯上包覆金属屏蔽。当单芯或三芯电缆绝缘线芯需要屏蔽时，应由导体屏蔽和绝缘屏蔽组成。

导体屏蔽应是非金属的，应为挤包的半导电层，挤包的半导电料应和绝缘紧密结合。半导电层均匀地包覆在导体上，表面光滑，无明显绞线凸纹，不应有尖角、颗粒、烧焦或擦伤的痕迹。在剥离导体屏蔽时，半导电层不应有卡留在导体绞股之间的现象。标称厚度为 0.8 mm，最小厚度应不小于 0.7 mm。

绝缘屏蔽由非金属半导电层和金属层组合而成，每根绝缘线芯上应直接挤包与绝缘线芯紧密结合。半导电绝缘屏蔽层应为可剥离型，半导电层均匀地包覆在绝缘上，表面应光滑，不应有尖角、颗粒、烧焦或擦伤的痕迹。标称厚度为：0.8 mm。

4) 金属屏蔽

金属屏蔽由重叠绕包的软铜带组成，铜带连接应采用焊接方式，并满足短路温度要求。绕包应圆整光滑，搭盖率应不小于 15%。三芯屏蔽截面积之和不小于 25mm²（按管状计算），且三芯屏蔽应接触良好。铜带标称厚度：单芯电缆 0.12mm；三芯电缆 0.10mm。

绝缘屏蔽与金属屏蔽之间应有沿缆芯纵向的相色（黄绿红）标志带，其宽度不小于 2mm。

5) 填充料

缆芯采用非吸湿性材料填充，应紧密无空隙。缆芯中间也应填充，三芯成缆后外型应圆整。内衬层厚度平均值不小于 GB/T12706.1 中的标称值，任一点最小厚度应不小于标称值的 90%。

填充料具有阻燃或耐火和阻水性能，且满足现行的 ICEA 和国家标准中规定的物理要求。

6) 金属铠装

钢带铠装应采用镀锌钢带，金属带铠装应螺旋绕包两层，外层金属带的中间大致在内层金属带间隙上方，包带间隙应不大于金属带宽度的 50%，绕包应圆整光滑。铠装金属带的厚度要求满足 GB/T 12706.1。

7) 外护套

所有电缆都具有外护套，外护套通常为黑色，但是允许招标方根据电缆的使用环境，采用黑色以外的其他颜色，而不影响商务变化。外护套为热固性护套料，并与电缆的运行温度相适应。外护套的厚度要求满足 GB/T 12706.2 的要求。

11.1.7 电缆阻燃及耐火

电缆的阻燃及耐火满足 GA 306.1~306.2 及二十五项反措重点规定的规定。

11.1.8 电缆盘

投标方将电缆绕在不回收的电缆盘上，电缆盘采用铁木结构，电缆盘能承受在运输、现场搬运或在任何气象条件下在户外至少储存 5 年期间可能遭受的外力作用。并且电缆盘能承受在安装或处理电缆时所可能遭受的外力作用不会损伤电缆及盘体。电缆盘桶体最小直径符合电缆最小弯曲半径。每盘电缆的端头采用密封头密封。

11.1.9 电缆线芯

电缆线芯以色标来识别，A、B、C 分别采用黄、绿、红识别，识别标志清晰，符合有关国标。

11.1.10 电缆不圆度

电缆不圆度不大于 10%，
$$\text{电缆不圆度} = \frac{\text{电缆最大外径} - \text{电缆最小外径}}{\text{电缆最大外径}} \times 100\%。$$

11.2 光缆部分

11.2.1 光纤特性

(1) 光纤类型：GYFTA53 非金属加强构件、松套层绞填充式、铝-聚乙烯粘接护套、纵包皱纹钢带铠装、聚乙烯套通信用室外光缆。

(2) 本项目光缆中光纤应为同一制造商，采用相同材料，相同生产工艺生产，且具有相同折射率的分布曲线。

(3) 光纤芯数	24/8 芯
(4) 工作波长	1310nm&1550nm
(5) 模场直径	9.3 μm \pm 0.5 μm (1310nm) 10.5 μm \pm 1.0 μm (1550nm)
(6) 包层直径	125 \pm 1 μm
(7) 模场同心度偏差	\leq 1 μm
(8) 包层不圆度	\leq 1%
(9) 截止波长	1100-1280nm (在 2m 光纤上测得) $<$ 1260nm (在 20m 光缆+2m 光纤上测得)
(10) 光纤衰减常数	
a) 光纤衰减系数(单盘单芯平均值)	\leq 0.36dB/km.1310nm \leq 0.22dB/km.1550nm(光缆后)
衰减的温度特性	\leq 0.02dB/km.(-40 $^{\circ}\text{C}$ ~ +70 $^{\circ}\text{C}$)

(11) 光纤在 1550nm 波长的弯曲附加损耗

以 37.5mm 的弯曲半径松绕 100 圈后,衰减增加值应小于 0.1dB。

(12) 色散特性

a) 在 1288~1339nm 波长范围内,色散不大于 3.5PS/nm.km

b) 1550nm 波长的色散系数不大于 18PS/nm.km

(13) 偏振模色散 PMD

(14) 筛选强度

成缆前的一次涂覆光纤必须全部经过 1%应变筛选, 检验拉力不小于 8N。

(15) 光缆内的光纤必须有不退色不迁染的色谱来辨别光纤线序和端别。

(16) 以上 4.12.1~4.12.15, 各项按 ITU-T G.652 建议的 RTM 或 ATM 方式测试, 有争议时以 RTM 为准。

11.2.2 GYFTA53 光缆技术要求

(1) 一般性要求:

光缆的工作环境 光缆必须能在技术规范附件一第 2、3 条中所提供的条件下运行。

(2) 光缆的总体要求:

1) 光纤芯设计制造必须符合 ITU-TG.625 建议, 光纤芯不允许含有工厂熔接点, 在同一管内的光纤通过颜色可彼此加以区别, 光缆为松套结构, 缝隙中应用油膏填充, 填充的油膏必须满足 IEC791-1 和 EC811-5 有关条款规定, 对于未使用的槽用填充物封堵, 以防止潮气侵入和保证光缆的机械整体性, 具体为: 松套层绞结构。

2) 光缆应在尽可能减少杆塔可能负载的基础上, 拥有合理的自重和抗拉强度, 并保证光缆的使用寿命和机械强度。

3) 光缆外护套应有抗紫外线、抗电腐蚀特性, 防电腐蚀的措施外, 还应具有较强的防弹性能, 厚度 2.0mm, 外护套不均匀度<5%。

4) 聚乙烯护层表面应光滑平整, 任何横断面上均应无目力可见的气泡、砂眼和裂纹。厚度测试方法应符合 IEC.540 和 IEC.189。

5) 光缆使用寿命 ≥ 30 年(投标方可提供具体使用寿命但必须 ≥ 30 年)。

6) 光缆运行温度 $-40^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$, 在极限温度条件下($-40^{\circ}\text{C} - \pm 70^{\circ}\text{C}$), 具有稳定的光学性能。

7) 光缆能承受生产、运输、安装时各项正常操作而不发生外型的破坏, 以免内部光纤受损。

8) 光缆表面光滑无擦伤或其它缺陷。

9) 光缆允许的弯曲半径: 敷设时, 光缆光径的 20 倍; 工作时: 光缆外径的 10 倍。

10) 钢带搭接的宽度应大于 5mm。涂塑铝带或双面涂塑钢带与聚乙烯护层之间的粘接强度应不小于 1.4N/mm; 搭接处钢带与钢带之间的粘接撕裂强度应不小于 1.4N/mm。钢带厚度 $\geq 0.15\text{mm}$, 涂塑层厚度 $\geq 0.05\text{mm}$ (每边)。

11) 光缆结构应是全截面阻水结构, 光缆的所有间隙应填充阻水材料。

12) 安装温度: $> -20^{\circ}\text{C}$ 。

13) 光缆金具应为有 3 年以上生产及运行经验的产品。

14) 光纤宜有不小于 0.3% 的长度余量, 当光缆承受 60%UTS 时, 必须保证光纤不受力, 传输衰耗不增加; 当光纤的长度余量达不到 0.3% 时, 则光缆应能承受 95%UTS, 此时光纤不受损伤, 张力减小至正常使用应力时, 光纤传输衰减复原至额定值。并应有独立的实验机构的试验报告。设计安全系数应大于导、地线的安全系数, 且不应小于 2.5。

15) 使用寿命应达到 30 年以上。

16) 光缆中 24/8 根光纤应有不同的颜色标志加以明显区分，不能褪色、迁染。

(3) 光缆要求参数

光缆技术参数响应表

序号	项 目	单位	招标方要求值	投标方保证值
1	型 号	/	GYFTA53	
2	光纤类型	G.652/G.655	G.652	
3	光纤芯数	芯	24/8	
4	直 径	mm	13.9	
5	适用环境温度	℃	-40℃~+60℃	
6	允许张力（长期）	kN	≥1000N	
7	允许压力（长期）	kN	≥1000N	
8	允许张力（瞬时）	kN	≥3000N	
9	单位长度质量	kg/km	190	
10	最小弯曲半径（动态）	mm	278	
11	最小弯曲半径（长期）	mm	139	

(4) 技术数据表

1) 普通光缆结构图、参数表及色谱

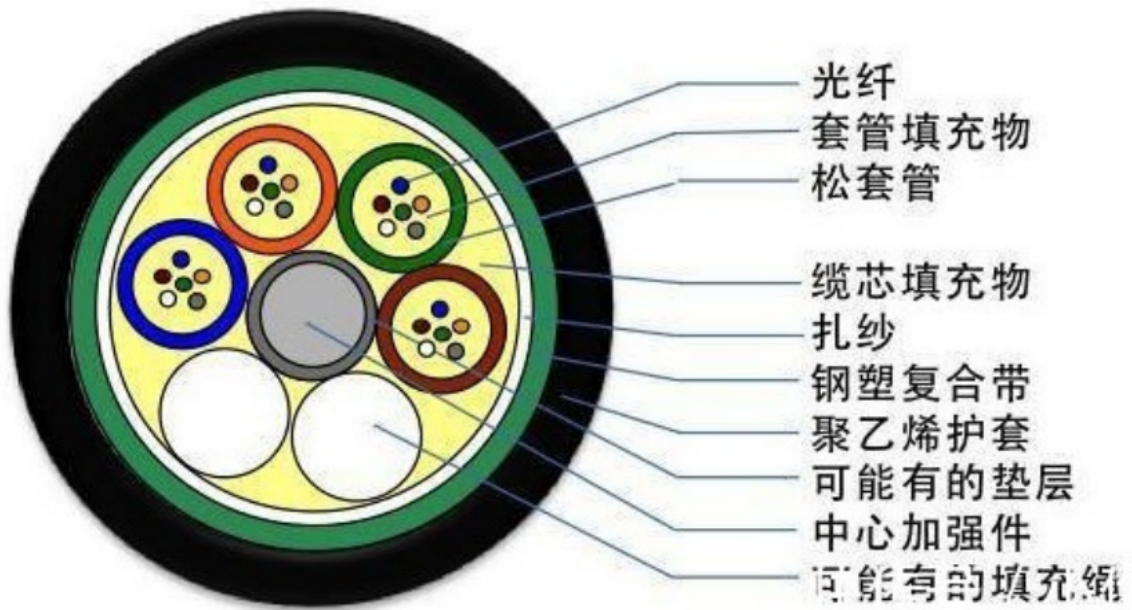
1.GYFTA53-24（8）B1 光缆性能

序号	项目	内容
1	缆芯结构	松套层绞式光缆
2	敷设方式	穿保护管和沿露天野外电缆沟、工井、室内敷设
3	加强件	中心 FPR 加强件 2.5mm

4	光缆重量	190
5	光缆外径	13.9
6	护套类型及厚度	铝-聚乙烯粘结护套: 铝带厚度 $\geq 0.15\text{mm}$, 聚乙烯套厚度: 标称 1.0mm, 最小 0.8mm, 平均 0.9mm 纵包皱纹钢带铠装: 钢带厚度 $\geq 0.15\text{mm}$, 涂塑层厚度 $\geq 0.05\text{mm}$ (每边) 低烟无卤阻燃外护套: 标称厚度 2.0mm, 平均厚度 1.8mm, 最薄厚度 1.6mm
7	允许拉伸力	工作时: $\geq 1000\text{N}$, 敷设时 $\geq 3000\text{N}$
8	允许侧压力	工作时: $\geq 1000\text{N}/100\text{mm}$, 敷设时 $\geq 3000\text{N}/100\text{mm}$
9	振动试验	振动频率为 10Hz, 振幅为 $\pm 5\text{mm}$, 振动次数为 1000000, 振动部分长度为 1m。
10	最小弯曲半径	静态: ≥ 10 倍光缆外径, 动态: ≥ 20 倍光缆外径
11	绝缘电阻	光缆浸水 24 小时、直流 500V, 绝缘不小于 $2000\text{M}\Omega \cdot \text{km}$
12	耐压强度	直流电压 20kV, 2min 不击穿。
13	温度特性	-20℃~+60℃温度范围内光纤衰耗变化不大于 0.1dB/km, 光纤经高低温实验后回到 20℃时, 其衰耗无变化。 以上温度范围内, 光缆的缆芯及护层无损伤, 填充油膏无硬化和滴流现象。
14	光缆渗水性能	1m 高水柱加在光缆的全截面上, 光缆能阻止水纵向渗流。
15	使用寿命	≥ 30 年
16	光缆盘长	标准盘长为 $2000 \pm 50\text{m}$; 短盘盘长 $\geq 1000\text{m}$, 累计长度不超过光缆数量的 10%。 在盘长光缆中, 无光纤接头。
17	包装	每盘装一根光缆, 光缆两端密封, 木盘装盘, A 端在外, 用 PVC 薄膜

		包扎，外围用木条封订。光缆盘内侧光缆端头预留可移出长度不少于3m。
18	标志	每根光缆上印有制造厂名，制造年份、型号规格、标准号和计米长度。 光缆盘上标明制造厂名称、光缆型号规格、标准号、盘号、长度、制造年月、旋转方向箭头、毛重及储运安全标牌

11.2.3 光缆结构示意图



11.2.4 色谱表

光缆型 号规格	松套管序号及色谱		光纤序号及色谱			
	管 1	蓝管	1 蓝 G.652	2 桔 G.652	3 绿 G.652	4 棕 G.652
GYFTA53-24 (8) B1	管 2	桔管	1 蓝 G.652	2 桔 G.652	3 绿 G.652	4 棕 G.652
	管 3	绿管	1 蓝 G.652	2 桔 G.652	3 绿 G.652	4 棕 G.652
	管 4	填芯	/	/	/	/
	管 5	填芯	/	/	/	/
	管 6	填芯	/	/	/	/
	管 7	填芯	/	/	/	/
	管 7	填芯	/	/	/	/

12 技术资料及试验

12.1 技术资料

12.1.1 投标方应在投标时提供一般性资料，如产品鉴定证书、典型说明书、屏布置图、系统原理图和主要技术参数。

12.1.2 在收到中标通知书 20 天内，投标方应向招标方提供下列技术文件 2 份以供确认：

1) 屏柜、蓄电池支架正面图、设备布置图：应表示外形尺寸、设备布置、正面图及总重量、运输尺寸和重量及其他附件。

2) 基础图：应注明屏柜尺寸、基础螺栓的位置和尺寸及安装图等。

3) 直流系统、UPS 的电气原理图及逻辑图: 附有原理说明的每种装置的逻辑回路图; 附有图例说明的交、直流元件连接图和带触点的输入、输出图; 标明每种装置额定数据的基本文件。

4) 所有屏柜的内部接线图及端子排图: 屏柜内部设备及外部设备连接的端子排图。端子排的型号、规格及使用说明。

5) 设备清册。

设计院在收到图纸后 1 周内返回确认意见, 投标方在收到确认意见后 1 周内提供全部正式图纸及所有图纸 (AutoCAD 格式) 的软盘或者光盘。

投标方提供的图纸、资料应满足设计、施工、调试及运行的需要。

13.2.3 设备供货时提供下列资料: 设备的开箱资料, 除了上述图纸还应包括安装、调试、运行、维护、修理说明书、部件清单资料、工厂试验报告、产品合格证等。

12.2 检验和试验要求

产品检验分型式试验、出厂试验和现场交接试验, 并提供供货范围内各元件的型式试验和出厂试验报告。其中现场交接试验可与用户协商进行。

12.2.1 型式试验

型式试验应按电力专用 UPS 的相关标准进行, 至少应进行表 12.3-1 所规定的试验。

表 13.2-1 型式试验及出厂试验项目表

序号	试 验 项 目 名 称	试验分类			说 明
		型式	出厂	现场	
1	一般检查	Y	Y	Y	

2	绝缘试验	Y	Y	N	
3	输出电压波动试验	Y	Y	Y	包括额定功率因数下的满载试验及其暂态过程试验，负载从25%增至100%时的暂态过程试验
4	输出电压调整性能试验	Y	Y	Y	
5	输出电压精度试验	Y	Y	Y	
6	输出频率精度试验	Y	Y	Y	包括额定功率因数下的满载试验及其暂态过程试验，负载从25%增至100%时的暂态过程试验
7	瞬时电压波动特性试验	Y	N	N	
8	过负荷试验	Y	N	N	
9	谐波畸变率试验	Y	Y	N	
10	噪声试验	Y	N	N	
11	温升试验	Y	Y	N	
12	短路性能试验	Y	N	N	
13	模拟各种故障情况下的设备性能、报警、负载切换及电源切换试验。如交流输入故障、整流器故障、直流输入故障、逆变器故障、逆变器过负荷、静态开关故障、交流电源消失、外部短路等	Y	Y	Y	
14	静态开关随负荷变化的性能及切换时间试验	Y	Y	Y	
15	效率试验	Y	Y	N	
16	72h 持续运行	Y	Y	Y	
17	与变电所计算机监控系统的通信接口试验	Y	Y	Y	

注：“Y”表示应做该试验；“N”表示不需要做该试验。

12.2.2 出厂试验

发货前应完成各种性能试验，至少应进行表 2 所规定的试验内容。应按订货图逐一核对内容，无误方可出厂。

(1) 现场交接试验

投标方应派技术人员参加现场投产试验和检查，费用由投标方自理。在试验和检查中发现元件、部件损坏，投标方应负责调换，机械结构损坏，投标方应负责修理。

（2）技术数据表

投标人应认真逐项填写各技术参数表中“投标人保证值”，不能空格，也不能以“响应”两字代替，不允许改动招标人要求值。如有差异，填写投标人技术偏差表。

13 调相机的寿命要求

调相机在规定的使用条件和负载条件下运行，并按使用说明书进行安装和维护，预期寿命应不少于 30 年。退役前的使用寿命不少于 40 年，等效强迫停运率小于 05%。

14 调试、联调、验收及涉网试验

14.1 投标方负责指导施工单位设备安装；

14.2 投标方负责涉及本项目的设备调试，调试过程中涉及其他设备厂家的沟通和交流事宜，均由投标方负责；

14.3 投标方负责组织两级电网公司验收，并通过验收；

14.4 投标方负责调相机接入系统前的分析计算工作，具体分析计算要求满足最新电网公司标准；

14.5 投标方负责调相机投产前的涉网试验工作，试验项目满足最新电网公司标准；配合提供并网后涉网试验需要的所有资料，包括但不限于系统模型，设备参数等。

14.6 投标方负责本项目保护定值计算，并通过电网公司审核。

14.7 分布式调相机应经过严格的涉网性能试验（如励磁系统实测建模、无功调整及动态性能验证等），满足系统需要后，方可并网商运。

15 工作安排

15.1 根据工程需要可以召开设计联络会或采用其它形式解决设计制造、安装、试验中的问题。

15.2 文件交接要有记录，设计联络会有会议纪要。

15.3 投标方提供的设备及附件规格、重量或接线等有变化时，及时书面通知投标方。

15.4 凡未提到的其他工艺要求，按国家标准及有关调相机的标准执行。

15.5 工厂图纸

15.5.1 范围

本技术规范中规定的全部工厂图纸、技术文件的编制和提交。

15.5.2 工厂图纸

(1) 投标方应提供规定的所有工厂图纸供审查。在规定时间内以电子文件方式提交招标方，纸版图纸和文件以特快专递（邮资由投标方支付）给招标方。

(2) “工厂图纸”是指设备的设计图纸和制造图纸以及相应文件资料，包括结构图、装配图、系统图、接线图、控制图、安装布置图和基础图，材料和设备清单，以及制造厂的标准图、设计计算书、设备说明书、安装维护说明、样本、特性核试验数据，和与材料、设备、管道系统、设计方法有关的附带说明资料。

(3) “档案图纸”是指包括现场安装变化和修改的最终定型图纸。以 PDF 电子版及纸版提交招标方。

15.5.3 工厂图纸的批准

(1) 工程建设单位、设计单位对工厂图纸只作概要审查，招标方的审查意见并不免除投标方应负的全部责任。

(2) 工厂图纸和所有性能保证值、目录或类似资料均需作为送审文件予以提供。

(3) 工程建设单位、设计单位在收到送审图后 7 日内完成审查并返回附有以下状态之一的图纸清单：

- a. 无须修改；
- b. 按意见修正并重新提交；
- c. 拒绝。

(4) 所有正式图纸或资料均标识“正式”图章并加盖公章。

15.5.4 工厂图纸的提交要求在第一次设计联络会上确定。

第五章 技术参数要求

投标人应认真逐项填写技术参数响应表中投标人保证值，不能空格，也不能以“响应”两字代替，不允许改动招标人要求值。如有偏差，请填写技术偏差表。“投标人保证值”应与型式试验报告相符。所有设备技术参数应满足现行国标、行标、团标、电网等相关要求，所供设备能满足当地电网的质检验收。

1. 调相机标准技术参数表

序号	名称	单位	设计值	试验值	保证值	备注
	规格型号					
	调相机型号	投标人提供				
	铭牌容量 S_N	MVar	50			
	额定功率因数 $\cos \phi_N$		0（滞后）			
	定子额定电压 U_N	kV	10.5			
	定子额定电流 I_N	A	2749			
	额定频率 f_N	Hz	50			
	额定转速 n_N	r/min	3000r/min（隐极机）或 1000 r/min（凸极机）			

序号	名称	单位	设计值	试验值	保证值	备注
	额定励磁电压 U_{fN}	V	195. 1			130℃
	额定励磁电流 I_{fN}	A	847			
	空载励磁电压	V	79. 3			75℃
	空载励磁电流	A	399. 3			
	定子线圈接线方式		YY			
	冷却方式		闭式空冷或空水冷			
	励磁方式		静止励磁			
	参数性能					
	定子每相直流电阻（75℃）	Ω	0. 00203			
	转子线圈直流电阻（75℃）	Ω	0. 1936			
	转子线圈自感	H	1. 54			
	直轴同步电抗 X_d	%	89. 46			饱和值
	横轴同步电抗 X_q	%	88. 16			饱和值
	直轴瞬变电抗（不饱和值） X'_{du}	%	12. 60			
	直轴瞬变电抗（饱和值） X'	%	11. 09			

序号	名称	单位	设计值	试验值	保证值	备注
	横轴瞬变电抗（不饱和值） X'_{qu}	%	26.71			
	横轴瞬变电抗（饱和值） X'	%	23.50			
	直轴超瞬变电抗（不饱和值） X''_{du}	%	8.62			
	直轴超瞬变电抗（饱和值） X''_d	%	7.93			
	横轴超瞬变电抗（不饱和值） X''_{qu}	%	8.89			
	横轴超瞬变电抗（饱和值） X''_q	%	8.18			
	负序电抗（不饱和值） X_{2u}	%	8.76			
	负序电抗（饱和值） X_2	%	8.06			
	零序电抗（不饱和值） X_{0u}	%	4.37			
	零序电抗（饱和值） X_0	%	4.02			
	直轴开路瞬变时间常数 T'_{do}	sec	7.52			
	横轴开路瞬变时间常数 T'_{qo}	sec	0.84			
	直轴短路瞬变时间常数 T'_d	sec	0.81			
	横轴短路瞬变时间常数 T'_q	sec	0.19			
	直轴开路超瞬变时间常数 T''_{do}	sec	0.049			

序号	名称	单位	设计值	试验值	保证值	备注
	横轴开路超瞬变时间常数 T''_{q0}	sec	0.101			
	直轴短路超瞬变时间常数 T''_d	sec	0.035			
	横轴短路超瞬变时间常数 T''_q	sec	0.035			
	转动惯量 GD^2	t.m ²	2.15			
	惯性时间常数 T_j	sec	4.24			
	短路比 SCR		1.12			
	稳态负序电流 I_2	%	10			
	暂态负序电流 I_2^2t	s	10			
	允许频率偏差	±%	4			
	允许定子电压偏差	±%	7.5			
	进相运行能力	MVar	-50			
	电压谐波因数 THF	%	≤0.5			
	电压波形正弦畸变率 Ku	%	≤5			
	三相短路稳态电流	%	243			
	暂态短路电流有效（交流分量）					

序号	名称	单位	设计值	试验值	保证值	备注
	相-中性点	%	1741			
	相-相	%	1005			
	三相	%	1001			
	次暂态短路电流有效值（交流分量）					
	相-中性点	%	2026			
	相-相	%	1169			
	三相	%	1361			
	三相短路最大电流值 （包括直流分量峰值）	%	3708			
	相-相短路最大电磁转矩	t.m	323.7			
	噪声	dB（A）	85		≤85	
	调相机使用寿命	年	30			
3	振动值					
	临界转速	r/min				
	一阶	r/min	1188.1			

序号	名称	单位	设计值	试验值	保证值	备注
	二阶	r/min	3469.2			
	临界转速轴承/轴振动值	mm				
	垂直	mm	≤0.08/0.15			
	水平	mm	≤0.08/0.15			
	超速时轴承/轴振动值	mm				
	垂直	mm	≤0.06/0.10			
	水平	mm	≤0.06/0.10			
	额定转速时轴承/轴振动值	mm				
	垂直	mm	≤0.025/0.05			
	水平	mm	≤0.025/0.05			
	定子线圈端部振动频率 f _v	Hz	≤95Hz 或 ≥110Hz（按 GB20140 执行）			
	定子线圈端部振动幅值	mm	＜0.25			
	轴系扭振频率	Hz	/			
4	损耗和效率（额定条件下）					
	定子线圈铜耗 Q _{cu1}	kW	46.08			

序号	名称	单位	设计值	试验值	保证值	备注
	定子铁耗 Q_{fe}	kW	145.13			
	励磁损耗 Q_{cu2}	kW	140.58			
	短路附加损耗 Q_{kd}	kW	25.64			
	机械损耗 Q_m	kW	205.83			
	总损耗 ΣQ	kW	563.26			
	总损耗占额定无功功率比	%	1.11			
	散热功率	kW	26			
5	绝缘等级和温度					
	定子线圈绝缘等级		F			按 B 级温升考核
	转子线圈绝缘等级		F			
	定子铁芯绝缘等级		F			
	定子线圈温度（额定工况）	℃	≤ 125			
	定子铁芯温度（额定工况）	℃	≤ 120			
	转子线圈温度（额定工况）	℃	≤ 115			
	定子端部结构件允许温度	℃	≤ 150			

序号	名称	单位	设计值	试验值	保证值	备注
	转子温度不均匀系数		1.2			
6	冷却介质压力、流量和温度					
	换热容量	kW	540			
	内循环热风温度	℃	≤90			
	内循环冷风温度	℃	≤45			
	外循环进风温度	℃	≤35			
	系统内部风量	m³/s	16			
	进出风速	m/s	≤10			
	冷却器尺寸（长 x 宽 x 高）	mm	6380X5699X4089			
	轴承润滑油进口温度	℃	40~45			
	轴承润滑油出口温度	℃	≤70			
	轴承润滑油流量	L/min	2X110			
7	主要尺寸和电磁负荷					
	定子总重量	t	投标人提供			
	定子运输重量	t	投标人提供			

序号	名称	单位	设计值	试验值	保证值	备注
	定子运输尺寸 L×W×H	mm	投标人提供			
	转子重量	t	投标人提供			

润滑油系统电动机技术数据表

序号	名称	电动机 1	电动机 2
1	设备/电动机名称	润滑油交流油泵	润滑油直流油泵
2	数量/型号	2	1
3	安装位置	投标人提供	投标人提供
4	铭牌功率 (kW)	投标人提供	投标人提供
5	额定电压 V/相数	380V	220V DC
6	转速 (r/min)	投标人提供	投标人提供
7	轴	投标人提供	投标人提供
8	联轴器负荷	投标人提供	投标人提供
9	正常负荷	投标人提供	投标人提供
10	最大负荷	投标人提供	投标人提供

11	推力负荷	投标人提供	投标人提供
12	常态，向上或向下	投标人提供	投标人提供
13	瞬态，向上或向下	投标人提供	投标人提供
14	最高环境温度（℃）	投标人提供	投标人提供
15	满载电流（A）	投标人提供	投标人提供
16	堵转电流（A）	投标人提供	投标人提供
17	温升（℃）	投标人提供	投标人提供
18	壳体	铸件	铸件
19	密封定子绕组	是	是
20	绝缘等级	F	F

润滑油系统技术数据表

名称	单位	数值	备注
1、采用的油牌号、油质标准		投标人提供	
2、油系统需油量	m ³	投标人提供	
3、轴承油循环倍率		投标人提供	

4、轴承油压	MPa（g）	投标人提供	
5、组合油箱		投标人提供	
型式		投标人提供	
最大容量	m ³	投标人提供	
外形尺寸（长×宽×高）	mm×mm×mm	投标人提供	
设计压力	MPa（g）	投标人提供	
材料		投标人提供	
油箱重量	kg	投标人提供	
回油流量	t/h	投标人提供	
6、电加热器		投标人提供	
功率	kW	投标人提供	
电压	V	投标人提供	
7、冷油器		投标人提供	
型式		投标人提供	
制造厂		投标人提供	
数量	台	投标人提供	

冷却面积	m ²	投标人提供	
环境温度	℃	投标人提供	
出口油温	℃	投标人提供	
电机功率	KW	投标人提供	
油量	m ³ /h	投标人提供	
设计压力:		投标人提供	
油侧	MPa (g)	投标人提供	
设计温度:		投标人提供	
油侧	℃	投标人提供	
材料:		投标人提供	
每台总重	kg	投标人提供	
8、交流润滑油泵		投标人提供	
型式		投标人提供	螺杆式
制造厂		投标人提供	
数量	台	投标人提供	
容量	m ³ /h	投标人提供	

出口压力	MPa（g）	投标人提供	
转速	r/min	投标人提供	
材料：		投标人提供	
外壳		投标人提供	
轴		投标人提供	
叶轮		投标人提供	
电动机		投标人提供	
型式		投标人提供	
容量	kW	投标人提供	
电压	V	投标人提供	
转速	r/min	投标人提供	
总重	kg	投标人提供	
9、直流事故油泵		投标人提供	
型式		投标人提供	螺杆式
制造厂		投标人提供	
数量	台	投标人提供	

容量	m ³ /h	投标人提供	
出口压力	MPa（g）	投标人提供	
转速	r/min	投标人提供	
材料：		投标人提供	
泵壳		投标人提供	
轴		投标人提供	
叶轮		投标人提供	
电动机		投标人提供	
型式		投标人提供	
容量	kW	投标人提供	
电压	V	投标人提供	
转速	r/min	投标人提供	
总重	kg	投标人提供	
10、主油箱排油烟机		投标人提供	
型式		投标人提供	
制造厂		投标人提供	

数量	台	投标人提供	
容量	m ³ /h	投标人提供	
电动机：		投标人提供	
型式		投标人提供	
容量	kW	投标人提供	
电压	V	投标人提供	
转速	r/min	投标人提供	
总重	kg	投标人提供	

油净化装置技术数据表

序号	项目	单位	数据	备注
1	设备制造商	—	投标人提供	
	产地	—	投标人提供	
	名称	—	投标人提供	
	型号	—	投标人提供	
	型式	—	投标人提供	真空式

	净化装置额定出力	L/min	投标人提供	
	有效流量	L/min	投标人提供	
	过滤效率（过滤效率为通过滤网油量与总处理油量的百分比）	%	投标人提供	
	适用油质	—	投标人提供	
	过滤精度	μ m	投标人提供	
	油质水封	ppm	投标人提供	
	设备外形尺寸	mm	投标人提供	
	设备本体重量	kg	投标人提供	
	设备充油后重量	kg	投标人提供	
	最大功率（启动时）	—	投标人提供	
	启动时间	min	投标人提供	
	停车时间（使用随车刹车器）	min	投标人提供	
2	油水分离箱（如有）	—	投标人提供	
	有效容积	m ³	投标人提供	
	形状	—	投标人提供	

	工作压力	MPa	投标人提供	
	结构形式	—	投标人提供	
	台数	台	投标人提供	
3	滤网		投标人提供	
	型式	—	投标人提供	
	滤网孔径	μm	投标人提供	
	过滤精度	μm	投标人提供	
4	供油泵		投标人提供	
	供油泵型号	—	投标人提供	
	型号	—	投标人提供	
	数量	台	投标人提供	
	厂家	—	投标人提供	
	容量	m^3/h	投标人提供	
	扬程	MPa	投标人提供	
	功率	kW	投标人提供	
	转速	r/min	投标人提供	

	电机型号	—	投标人提供	
	电机功率	kW	投标人提供	
	电机电压	V	投标人提供	
	电机转速	r/min	投标人提供	
5	电加热器（如有）		投标人提供	
	型号		投标人提供	
	加热器功率	kW	投标人提供	
	温度控制范围	℃	投标人提供	
	电压	V	投标人提供	
	数量	台	投标人提供	
6	油位保护装置		投标人提供	
	型号		投标人提供	
	低油位报警值		投标人提供	
	高油位报警值		投标人提供	
	高、低油位时，发出声光报警信号并自动启、停供油泵			
7	供油泵过压保护装置		投标人提供	

	型号		投标人提供	
	过压值		投标人提供	
	数量		投标人提供	
	当供油泵出口油压超过此数值时，发出声光报警信号并自动停止供油泵			

注：1）如有必要，投标方对于重大偏差应以“对技术规范书的意见和同技术规范书的差异”为标题加以详细描述。

2.励磁系统

要求投标方按照给定表格的次序填写，个别项可以不添，但禁止删减和打乱次序。

2-1 自并励静态励磁系统技术数据表

序号	名 称	单 位	设计值	试验值	保证值	备 注
1	整流柜					
1.1	型号		投标人提供	投标人提供	投标人提供	
1.2	整流方式		三相全控整流			
1.3	额定电流/柜	A	≤1500A			经投标人计算后，保证满足系统各种工况下运行需求。
1.4	功率放大器组数	组	6/面柜			
1.5	并联支路数		2/机组			
1.6	可控硅型号		投标人提供			进口

1.7	可控硅元件额定电流时结温	℃	投标人提供			
1.8	额定正向平均电流	A	投标人提供			
1.9	额定反向峰值电压	V	投标人提供			
2	磁场断路器					
2.1	型号		投标人提供			
2.2	额定电压	V	投标人提供			
2.3	额定电流	A	投标人提供			
2.4	最大断流能力	kA	投标人提供			
2.5	开断弧压	V	投标人提供			
2.6	控制电压（直流）	V	投标人提供			
3	AVR 性能					
3.1	电压调整范围	%	投标人提供			
3.2	手动调整范围	%	投标人提供			
3.3	调整偏差（精度）	%	投标人提供			
3.4	过渡状态记录分辨率	ms	投标人提供			
3.5	单次记录长度	采样	投标人提供			
3.6	记录通道数	个	投标人提供			
4	励磁变压器					
4.1	型式					
4.2	型号					
4.3	容量（注 1）	kVA	≤1250			注 1
4.4	电压					
4.5	初级	kV	10.5			
4.6	次级	V	投标人提供			
4.7	频率	Hz	50			
4.8	相数		3			

4. 9	连接方式		Y/△-11			
4. 10	绝缘方式		F 级			
4. 11	冷却方式		AN 自然风冷 +风机			
4. 12	绝缘耐受电压	kV	75			
4. 13	雷电冲击电压					
4. 14	高压侧	kV	75			
4. 15	低压侧	V				
4. 16	防护等级		IP31（户 内） IP54（户 外）			
4. 17	损耗		投标人提供			
4. 18	铜损	kW	投标人提供			
4. 19	铁损	kW	投标人提供			
4. 20	附加损耗	kW	投标人提供			
4. 21	总损耗	kW	投标人提供			
4. 22	效率	%	投标人提供			
4. 23	电压调整	%	$\pm 2 \times 2.5$			
4. 24	阻抗电压	%	6			
4. 25	正序阻抗		投标人提供			
4. 26	零序阻抗		投标人提供			
4. 27	高压绕组电阻	Ω	投标人提供			
4. 28	励磁电流	A	投标人提供			
4. 29	噪声水平	dB	≧70			
4. 30	穿心式 TA					
4. 30. 1	高压侧数量	个	2/相			

4.30.2	高压侧 TA 准确级		5P30			
4.30.3	高压侧 TA 容量	VA	15			
4.30.4	低压侧 TA 数量	个	2/相			
4.30.5	低压侧 TA 准确级		5P30/5P30/0.2s			
4.30.6	低压侧 TA 容量	VA	20/20/20			
4.31	过负荷能力		投标人提供			
4.32	运输尺寸	mm	投标人提供			
4.33	重量	t	投标人提供			

注 1：投标方应提供励磁变容量计算报告。

3.SFC 启动控制系统

要求投标方按照给定表格的次序填写，个别项可以不添，但禁止删减和打乱次序。

表 3-1 静止变频器数据表

序号	规范	单位	基本参数	投标保证值	备注
1	使用标准		GB/T 3859		
2	型式及型号		投标人提供		
3	供货商及产地		投标人提供		
4	是否需要输出滤波器		否		
5	变频器输入侧有无熔断器		无		
6	额定输入电压/允许变化范围	kV	37±10%		
7	系统输入电压	kV	37		
8	系统输出电压	kV	0~12		
9	系统输出电流	A	基波有效值		
10	逆变侧最高输出电压	kV	12		
11	额定容量	kVA	1350（暂定，满足启动要求）		
12	启动最大负荷	kVA	1500（暂定，满足启动要求）		
13	启动最小出力	kVA	投标人提供		额定工况
14	启动电流	A	投标人提供		额定工况
15	启动过程所耗电能	kWh	投标人提供		
16	输出频率范围	Hz	0~55		
17	输出侧功率因数		0.88		
18	过载能力		1.1		

19	额定输入频率/允许变化范围		50±10%		
20	变频器效率		>98%		
21	谐波		IEC60146、 GB/T14549		提供附件
22	可靠性指标(平均无故障工作时间)	h	≥40000		
23	控制电源（类型）		AC 220V、 DC220V		
24	UPS 型式、参数及容量(如需配置)		无		
25	电网侧变换器型式及元件		12 脉波整流桥、可 控硅		
26	可控硅型号		投标人提供		进口
27	可控硅元件额定电流时结温	℃	70		
28	额定正向平均电流	A	投标人提供		
29	额定反向峰值电压	V	投标人提供		
30	电机侧逆变器型式及元件		6 脉冲逆变桥 可 控硅		
31	可控硅型号		投标人提供		进口
32	可控硅元件额定电流时结温	℃	70		
33	额定正向平均电流	A	投标人提供		
34	额定反向峰值电压	V	投标人提供		
35	传动象限		2		
36	噪声等级		II		
37	冷却方式		AF		
38	冷却系统故障对变频器的影响		投标人提供		停机
39	变压器损耗(按不同标号分别填写)	kW	投标人提供		
40	系统总损耗(按不同标号分别填写)	kW	投标人提供		
41	模拟量信号(输入)规格及数量		投标人提供		
42	模拟量信号(输出)规格及数量		投标人提供		

43	开关量信号(输入)规格及数量		投标人提供		
44	开关量信号(输出)规格及数量		投标人提供		
45	防护等级		IP31（户内） IP54（户外）		
46	操作键盘		有\触摸屏		
47	界面语言		中文		
48	静止变频器外形尺寸	mm	3600×1200× 2700		
49	静止变频器重量	kg	投标人提供		
50	盘前维护或盘后维护		投标人提供		
51	断路器参数：		投标人提供		
52	型号		投标人提供		
53	制造厂家（及产地）				
54	额定电压	(kV)	10		
55	最高工作电压	(kV)	12		
56	断路器额定电流	(A)	630		
57	额定频率	(Hz)	50		
58	额定开断电流	(kA)	31.5		
59	满容量开断次数	次			
60	额定关合电流（峰值）	(kA)	80		
61	额定热稳定电流（有效值）	(kA)	31.5		
62	热稳定时间	(s)	4		
63	额定动稳定电流（峰值）	(kA)	80		
64	额定 1min 工频耐受电压	(kV)	42		
65	额定雷电冲击耐受电压	(kV)	75		
66	合闸时间	(ms)	25~50		
67	分闸时间	(ms)	40~60		

68	燃弧时间	(ms)	15		
69	分断时间	(ms)	75		
70	操作循环周期		分 0.3s 合分 180s 合分		
71	机械寿命	次	10000		
72	操作机构型式		弹簧储能		
73	储能机构电源电压及允许波动范围	(V)	DC220 80~110%		
74	合闸线圈电压及允许波动范围	(V)	DC220 80~110%		
75	分闸线圈电压及允许波动范围	(V)	DC220 65~110%		
76	采用标准				

表 3-2 SFC 隔离变压器

序号	名称		单位	设计值	投标保证值	备注
1	型式			干式环氧浇注		
2	型号					
3	额定容量		kVA	1350（暂定，满足启动要求）		风冷（可调）
			kVA	1500（暂定，满足启动要求）		自冷
4	电压	次级	kV	37		
		初级		0.6（暂定，满足启动要求）		
5	频率		Hz	50		
6	相数			3		

7	调压抽头			37±2×2.5%		
8	接线组别			Dd0y1		
9	终端引出及接地方式			不接地		
10	绝缘等级			F		按 B 级考核温升
11	绝缘耐受电压		kV	170		
12	雷电冲击电压	高压侧	kV	170		
		低压侧		5		
13	工频耐受电压(1 分钟)	高压侧	kV	70		
		低压侧	kV	3		
14	局部放电量		pC	10		
15	防护等级			IP31（户内）		
				IP54（户外）		
16	冷却方式			AN		
17	效率		%	98.5		
18	阻抗电压%及偏差		%	半穿越 6%		
19	零序阻抗		%	投标人提供		
20	空载损耗		kW	2.25		
21	负载损耗（120℃）		kW	9.4		
22	噪音水平		dB	60		
23	过负荷能力		kVA	880		
24	变压器保护装置			投标人提供		

表 3-3 SFC 输出柜

序号	规范	单位	招标方要求	投标方保证值	备注
1	使用标准		GB1984、 GB3906		

2	型式及型号				
3	制造商及产地				
4	安装地点		户内		
5	技术方案		真空断路器		
6	隔离开关参数				
7	规格		10kV/1250A		
8	额定电压	kV	10		
9	额定电流	A	1250		
10	热稳定电流（方均根值）	kA/4s	31.5		
11	动稳定电流（峰值）	kA	80		

4. 调相机变压器

表 4-1 变压器技术数据表

序号	项 目	招标方要求	投标方填写
1	额定值：		
2	a. 额定频率(Hz)：	50	
3	b. 额定电压(kV)：	37/10.5	
4	高压绕组	37	
5	低压绕组	10.5	
6	c. 分接电压及调压方式：	$\pm 2 \times 2.5\%$	
7	d. 冷却方式：	ONAN	
8	e. 额定容量(MVA)：	63	
9	f. 相数：	3	
10	g. 联接组标号：	Y, d11	

11	绝缘水平		
12	1) 雷电冲击耐受电压(kV 峰值):		
13	高压端子	200	
14	低压端子	75	
15	2) 1min 工频耐受电压(kV 有效值):		
16	高压端子	85	
17	低压端子	35	
18	温升限值(K):		
19	顶层油	55	
20	高压绕组	65	
21	低压绕组	65	
22	阻抗电压(%)及偏差(%):		
23	主分接:	8	
24	最大分接; 最小分接:	±5%	
25	X/R	投标人提供	
26	绕组电阻(Ω , 75℃):	投标人提供	
27	1) 高压绕组:	投标人提供	
28	主分接	投标人提供	
29	最大分接	投标人提供	
30	最小分接	投标人提供	
31	2) 低压绕组:	投标人提供	
32	主分接	投标人提供	

33	最大分接	投标人提供	
34	最小分接	投标人提供	
35	额定频率额定电压时空载损耗 (kW):	≤ 22.03	
36	负载损耗 (kW, 75°C):	≤ 169.5	
37	效率 (%) (在额定电压、额定频率、主分接的效率, 换算到 75°C 功率因数=1 时):	不小于 99.7%	
38	空载电流 (%):	≤ 0.2	
39	铁心柱磁通密度 (T) (额定电压、额定频率时):	——	
40	噪声水平 dB(A):	50	
41	可承受的 <u>2</u> 秒对称短路电流 (kA)		
42	高压绕组	31.5	
43	低压绕组	63	
44	短路后绕组平均温度计算值: °C	250	
45	变压器负载能力:	1.2	
46	耐地震能力:	8 度	
47	水平加速度 g	0.3	
48	垂直加速度 g	0.1	
49	安全系数	2.5	
50	局部放电水平 (PC):		
51	高压绕组	100	
52	低压绕组	100	
53	绕组连同套管的 $\tan \delta$:		
54	高压套管 (%)	投标人提供	

55	低压套管 (%)	投标人提供	
56	无线电干扰水平 (μV):	500	
57	绕组最高油流速度 (m/s):	≤ 1	
58	重量和尺寸:		
59	1) 尺寸: (m) 长 \times 宽 \times 高	投标人提供	
60	2) 运输尺寸: (m) 长 \times 宽 \times 高	投标人提供	
61	重心高度:	投标人提供	
62	3) 安装重量: (T)	投标人提供	
63	器身:	投标人提供	
64	上节油箱重:	投标人提供	
65	油量:	投标人提供	
66	总重:	投标人提供	
67	4) 运输重量: T	投标人提供	
68	5) 变压器运输时允许的最大倾斜度:	投标人提供	
69	附件参数	投标人提供	
70	1) 散热器型号及产地/厂家:	投标人提供	
71	每组散热器冷却容量: (kW)	投标人提供	
72	散热器型式:	投标人提供	
73	散热器数量:	投标人提供	
74	散热器重量: (t)	投标人提供	
75	2) 套管:	投标人提供	
76	制造厂名称及套管型号:	投标人提供	

77	高压套管	投标人提供	
78	低压套管	投标人提供	
79	额定电流：(A)		
80	高压套管	2500	
81	低压套管	5000	
82	绝缘水平(BIL/AC) (kV)：		
83	高压套管	200	
84	低压套管	75	
85	套管工频耐受电压（kV 有效值）：		
86	高压套管	85	
87	低压套管	35	
88	套管局部放电水平(PC)：		
89	高压套管	10	
90	低压套管	10	
91	套管的有效爬距：mm		
92	高压	≥ 1256	
93	低压	≥ 378	
94	3) 分接开关：		
95	型号：	投标人提供	
96	制造厂：	投标人提供	
97	额定电流：	投标人提供	
98	分接级数：	投标人提供	

99	短路耐受能力:	31.5	
100	可承受的最高连续运行电压 (对地):	投标人提供	
101	雷电冲击全波试验电压(峰值):	投标人提供	
102	无需检修的操作次数和运行时间:	投标人提供	
103	e. 压力释放装置		
104	制造厂:	投标人提供	
105	规范及台数:	2	
106	释放压力 Mpa 及寿命	投标人提供	
107	硅钢片厂家及型号	投标人提供	
108	硅钢片重量 (kg)	投标人提供	
109	变压器壳体钢板产地/厂家、参数		
110	绕组材料产地/厂家、参数	投标人提供	
111	绕组材料重量 (kg)	投标人提供	
112	主绝缘材产地/厂家、参数	投标人提供	
113	气体继电器厂家、参数	投标人提供	
114	高压绕组每相对地电容:	投标人提供	
115	低压绕组每相对地电容:	投标人提供	
116	绕组间电容:	投标人提供	
117	温度计产地/厂家及型号 (不同型号温度计应分别列出)		
118	变压器绝缘油产地/厂家、型号	投标人提供	
119	变压器绝缘油重量 (kg)	投标人提供	

5.机端母线及电力电缆

表 5.1 母线基本技术参数

参数	名称	调相机回路出口 至调相变低压侧 之间	励磁变及 TV 分支回路	投标人填写	投标人填写
标称电压（kV）		10	10		
运行电压（kV）		10.5	10.5		
最高工作电压（kV）		12	12		
额定电流（A）		4000	1250		
相 数		三相	三相		
频率（HZ）		50	50		
动稳定电流(峰值)（kA）		160	160		
4S 热稳定电流（kA）		63	63		
母线运行最高温度（℃）		90	90		
母线接头运行最高温度 （℃）		105	105		
冷却方式		自冷	自冷		
外壳材料(投标商填)		无磁金属	无磁金属		
导体规格(投标商填)					
荷重（kg）(投标商填)					
单相尺寸(投标商填)					

三相尺寸(投标商填)				
------------	--	--	--	--

6. 400V 开关柜

0.4kV 低压开关柜:

序号	名 称	招标方要求值	投标方满足情况	备 注
1	成套设备参数			
	1) 型号:			
	2) 额定电压(kV):	0.38		
	3) 最高工作电压(kV):	0.69		
	4) 额定频率(Hz):	50		
	5) 主母线额定电流(A):	1600		
	6) 垂直母线额定电流(A):	1600		
	7) 额定短路开断电流(kA):	50		
	8) 额定动稳定电流(峰值)(kA):	125		
	9) 额定热稳定电流及其持续时间额定值(kA.s):	50kA/1s		
	10) 各回路开断短路电流周期分量(有效值) (kA):	50		
	11) 开断时非周期分量百分值不小于 %	投标方提供		
	12) 额定耐受电压 (V):			
	1min 工频	2500		
	雷电冲击	8000		

	13) 母线尺寸 (mm)、材质:	80×8、铜		
	14) 柜体尺寸 (宽×深×高) mm:	不大于 800× 800×2260		
	15) 柜体颜色	业主方确认		
	16) 整柜防护等级:	IP30		
	17) 应用标准:	GB7251.1		
2	塑壳断路器			
	1) 型号:	LCM		
	2) 额定电压(kV):	0.38		
	3) 最高工作电压(kV):	0.6		
	4) 额定电流(A):	见附图		
	5) 额定频率(Hz):	50		
	6) 额定开断电流 (kA) :	50		
	7) 满容量开断次数:	投标方提供		
	8) 额定关合电流 (峰值, kA) :	125		
	9) 额定热稳定电流 (有效值, kA) :	50		
	10) 热稳定时间: (s)	1		
	11) 额定耐受电压 (V) :			
	1min 工频	2500		
	雷电冲击	8000		

	12) 合闸时间:	投标方提供		
	13) 分闸时间:	投标方提供		
	14) 开断时间:	投标方提供		
	15) 电气操作循环次数(每小时):	120		
	16) 机械寿命(操作次数):	20000		
	17) 操作机构型式:	投标方提供		
	18) 采用标准:	IEC60947-2		
3	框架断路器(抽出式)			
1)	断路器型号	LCW-1600		
2)	额定电流(A)	1600A		
3)	额定电压(V)	380V		
4)	分断(有效值)(kA)	50kA		
5)	接通(峰值)(kA)	100kA		
6)	过电流脱扣器额定电流(A)	按招标配置接线图		
7)	最长开断时间(ms)	25ms		
8)	最长合闸时间(ms)	70ms		
9)	标称触头开断时间(ms)			

10)	标称合闸时间(ms)			
11)	最大 TOC 辅助开关(只数)	4 开 4 闭		
12)	断路器重量(kg)	投标方填写		
14)	额定绝缘电压	800V		

第六章 技术差异表

投标人应逐项响应本技术规范书中的要求，如有与本技术规范书要求不一致的地方，应逐项在“投标人技术偏差表”中列出。

技术差异表

序号	招标文件		投标文件	
	条目	简要内容	条目	简要内容

注：

如无差异，请在上表中填写“无差异”。

投标方递交的投标文件与招标文件的技术规范书要求有不同，不论多么微小，都应逐条列在本章技术差异表中。否则，不论在其它各处如何描述，都将被认为投标方完全接受本招标文件的要求。

附录 A 本产品预设方案和有关说明

附录 B 投运业绩

投标人须严格按照以下格式填写投标同类成套设备的电力系统销售及运行业绩，明确投运日期。

投标人按照第一章要求提供业绩证明材料。

序号	项目单位	工程名称	产品名称、规格、型号	供货数量	合同签订日期	投运日期	使用单位 联系人	联系电话

附录 C 试验报告

投标人须按第一章要求，提供同类产品型式试验报告（附扫描件，至少含设备信息、检测项目、结论页），并填写下表。

序号	试验报告	试验内容	试验编号	试验单位
1				
2				
3				
4				
5				
6				

附录 D 招标附图

附图 1 电气主接线图

附图 2 升压站总平面

附录 E 品牌响应表

投标人选择一个品牌进行投标报价并计入总价。

序号	部件名称	投标人承诺品牌（唯一）	备注
1	定子硅钢片		
2	调相机升压变		
3	转子锻件		
4	35kV SFC 隔离变压器		

5	励磁变		
6	SFC 系统		
7	励磁系统		
8	继电保护		
9	DCS		
10	UPS 主机		
11	直流系统		

甘肃古浪黄滩 200 万千瓦光伏项目

调相机及其附属设备技术规范书

编 制：_____

会 签：_____

审 核：_____

审 定：_____

批 准：_____

甘肃古浪陇电入浙黄滩能源有限公司

2026 年 4 月

目录

第一部分通用部分.....	1
第一章 总则.....	1
1 一般规定.....	1
2 投标方应提供的资质文件.....	3
3 工作范围.....	4
4 标准和规范.....	22
5 必须提交的技术数据和信息.....	38
6 备品备件.....	38
7 专用工具与仪器仪表.....	38
8 安装、调试、性能试验、试运行和验收.....	38
第二章 技术资料 and 交付进度.....	40
1 一般要求.....	40
2 资料提交的基本要求.....	40
第三章 监造和性能验收试验.....	51
1 概述.....	51
2 工厂的检验和监造.....	51
3 试验.....	59
第四章 技术服务和设计联络.....	62
1 投标方现场技术服务.....	62
2 售后服务.....	64
3 培训.....	64
4 设计联络.....	65
第五章 质量保证及管理.....	67

第六章 分包与外购.....	68
第七章 大（部）件情况.....	69
第二部分专用部分.....	70
第一章 供货范围.....	71
1 一般要求.....	71
2 供货范围.....	71
第二章 设备交货进度.....	106
1 招标方要求：.....	106
2 投标响应：.....	106
第三章 工程概况.....	108
1 工程概述：.....	108
2 运输条件.....	108
3 气象资料.....	108
4 工程地质.....	109
5 电力系统参数.....	109
6 站用电源.....	109
第四章 技术性能要求.....	110
1 调相机本体、冷却系统及润滑油系统.....	110
2 调相机励磁系统.....	150
3 调相机 SFC 启动系统.....	163
4 调相机变压器.....	178
5 10.5kV 设备.....	207
6 站用电系统.....	216
7 调度自动化系统.....	222
8 同期、计量及测量.....	276

9 继电保护系统.....	285
10 调相机操作电源系统.....	308
11 电力电缆.....	327
12 技术资料及试验.....	340
13 调相机的寿命要求.....	343
14 调试、联调、验收及涉网试验.....	343
15 工作安排.....	343
第五章 技术参数要求.....	346
1 调相机标准技术参数表.....	346
2 励磁系统.....	364
3 SFC 启动控制系统.....	368
4 调相机变压器.....	373
5 机端母线及电力电缆.....	379
6 400V 开关柜.....	380
第六章 技术差异表.....	384
附录 A 本产品预设方案和有关说明.....	386
附录 B 合同业绩.....	386
附录 C 试验报告	387
附录 D 招标附图.....	387
附录 E 主要部件品牌清单	387

第一部分通用部分

第一章 总则

1 一般规定

1.1 本规范书适用于甘肃古浪黄花滩200万千瓦光伏项目调相机本体、励磁、启动、保护、控制电源、DCS控制系统及其附属设备的采购招标技术要求，它提出了该调相机本体、励磁、启动、保护、控制电源、DCS控制系统及附属设备的功能设计、使用条件、主要技术参数、结构、性能、试验及所需技术资料等方面的采购技术要求。

1.2 本规范书提出了最低限度的技术要求，并未规定所有的技术要求和适用的标准，投标人应提供一套满足本规范书和所列标准要求的高质量产品及其相应服务。对国家有关安全、环保等强制性标准，必须满足其要求。

1.3 在招投标过程中，投标人若对本规范书某条款有特别的建议、方案、技术特点或差异，可在该条款下加以描述和说明。如有差异（无论多少），均应填写到本技术规范书的差异表中。如投标人没有对本技术规范书的要求提出书面异议（或差异），招标人则认为投标人完全接受和同意本技术规范书的要求。

1.4 投标人应执行本规范书所列标准，有不一致时，按较高标准执行。投标人在设备设计和制造中所涉及的各项规程、规范和标准必须遵循现行最新标准版本。合同签订后一周内，投标人应按本规范的要求，提出合同设备的设计、制造、检验、试验、装配、安装、调试、试运、验收、运行和维护等标准清单给招标人确认。

1.5 作为负责任和专业的供应商，投标人被认为在供货前已认真、仔细审查了技术标准，技术标准中的任何错误、不准确、遗漏项等均不能解除投标人应提

供符合国内外先进安全、性能、环保标准的优质、可靠产品应负的责任，投标人对供货设备对国内外先进、强制标准的符合性和供货设备的正确性、可靠性负责。

1.6 本规范书经招标人、投标人双方确认后作为订货合同的技术附件，与合同正文具有同等的法律效力。

1.7 如果本技术规范的描述存在矛盾或不一致之处，或本技术规范的技术部分和商务部分在供货范围的描述存在矛盾或不一致之处，或投标人所提供的规范书前后有不一致的地方，应以更有利于设备安装、运行、工程质量为原则，由招标人确定执行原则。

1.8 投标人对供货范围内的成套系统设备（含辅助系统及设备、附件等）负有全责，即包括分包（或对外采购）的产品。分包（或对外采购）的主要产品制造商应征得招标人的认可。本技术标准提出的是对所采购设备的最基本技术要求，作为专业的供应商，投标人对供货设备的设计、材料和元器件的正确选型、材料和元器件的正确使用、供货设备的性能指标、质量、安全、可靠性等负有完全的、不可推卸的责任，同时，投标人从其它工厂采购的设备或部件所发生的一切质量问题应由投标人负责。

1.9 招标人保留对本技术标准提出补充要求和修改的权利，投标人应予以配合。如招标人提出修改，将根据实际需要通知投标人召开设计联络会，具体细则由双方协商确定。

1.10 在本技术标准的执行过程中，如果出现了招投标双方没有进行书面约定的遗漏项，按照国家或行业标准中的较严格标准执行；如果出现了预期之外的新增技术要求，按照设备所接入电网公司的具体技术要求（如接入系统评审意见/批复、电能质量专题报告/评审意见/批复等）执行，在不超过当前行业能够实现的技术性能水平的前提下，投标人应免费进行软硬件升级。

1.11 投标人供货设备中涉及国家规定必须通过国家强制性认证的产品、元器件或部件的，必须通过国家的强制性认证并在相关的产品、元器件或部件上体现出符合国家规定的强制性认证标识。

1.12 投标人应在规范书中对其技术能力和加工设备；质量保证及型式试验；

供货设备、所需部件、备品备件及专用工具；进度、设备和技术资料交付期；售后服务和现场技术服务；设备运输、包装和储存；外购供应商及其控制措施等进行详细的说明。

1.13 本技术标准附图的目的是为了更加清晰的明确技术要求和供货范围并向投标人介绍电站总体情况，附图中不指定任何特定设备、元件、材料供应商。附图中如果出现了对任何特定供应商专有设备、元件、材料型号的描述信息，该类专有型号信息均视为无效；附图中如果出现了对任何特定供应商专有设备、元件、材料外形等尺寸的描述信息，该类专有外形尺寸信息均视为无效。

1.14 投标人应对规范书进行逐段应答，表明是否接受和同意本规范书的要求，如：接受和同意规范书某条款的要求，则在该条款后注明：“理解并承诺完全响应上述条款的要求”；若针对某条款，投标人有特别的建议、方案、技术特点或差异，请在该条款下加以描述和说明。

1.15 本工程采用KKS标识系统，编制深度为元件级。投标人在中标后提供的技术资料（包括图纸）和设备标识必须有KKS编码。投标人应承诺采用招标人提供的企业标准。标识原则、方法和内容在第一次设计联络会上讨论确定。

1.16 投标人所供设备性能参数须完全响应投标时承诺的性能参数值。

1.17 海拔高度超过1000m时，需要根据海拔高度对所有设备进行技术参数及设备外绝缘修正；运行环境温度不应超过40℃，环境温度高于40℃时应对所有设备进行技术参数及设备外绝缘修正。

2 投标方应提供的资质文件

投标方在投标文件中应提供下列合格的资质文件，否则视为非响应性投标。

2.1 投标方必须持有国家认定的资质机构颁发的 ISO9001 认证证书或等同的质量管理体系认证证书。

2.2 投标方具有履行合同所需的技术和主要设备（调相机主机、润滑油系统、冷却系统、励磁系统、SFC 启动系统、DCS 系统）等供货、调试、试运行的能力。

2.3 投标方有能力履行合同设备维护保养、修理及其他服务义务的文件。

2.4 投标方须提供国际或国家级权威专业检测机构出具的投标同等或以上规格技术产品的真实、有效、针对具体型式规格的类型试验报告、抗突发短路试验报告等，且报告结论数据满足本次招标技术规范要求。

2.5 投标人应有成熟的 50Mvar 及以上调相机站提供设备、安装、调试技术、试运行经验和良好的应用业绩，采用先进、成熟、可靠的技术，造价要经济、合理，便于运行维护。

2.6 投标方所提供的设备，《国家电网有限公司防止调相机事故措施及释义》。

3 工作范围

3.1 工作范围

1. 投标范围包含 7 套 50Mvar 调相机的成套设备的采购，不限于主机、辅机、35kV 调相机变压器、站用变及配套的 0.4kV 配电系统（满足本调相机供电同时需考虑调相机厂房及其辅助系统、设施的供电）、励磁系统、SFC 系统、DCS 监控系统、保护装置及安全自动装置、直流系统、消防系统（需接入升压站并与之一致）、安防视频（需接入升压站并与之一致）、配套电力电缆、控制电缆、光缆及附件等满足正常运行所需全套设备和材料。投标方应充足核实现设备及材料清单，投标方应确保采购的设备齐全且满足投产的需求，本次采购为包干制，招标方不再增量。投标方应保证调相机及其附属设备作为一个完整系统安全、可靠地运行。

1.1 电气一次设备

整套调相机主机设备、励磁系统、SFC 系统、调相机升压变、站用变、共箱母线、配套电力电缆、调相机辅助系统、配套低压开关柜。

1.2 电气二次设备

SFC 系统、DCS 监控系统、准同期装置、继电保护装置（调相机保护、调相变保护、同步向量装置等）、励磁调节装置、直流系统、录波、控制电源装置、视频安防监控系统、火灾报警系统、配套低压电缆、控制电缆、光缆及附件。所供调相机

应免费提供及开放监控系统可能连接设备所需的网络端口、技术、通讯协议等软、硬件相配套的服务等。

2.投标人负责包含设备运输，指导安装、调试及与电网联调及组织电网验收的工作，投标人需具备相应的组织协调能力，确保项目通过电网公司验收，验收标准以电网公司要求为准。

3.投标人配合调相机投产前分析计算和涉网试验，配合涉网方案第三方委托评审、委托第三方编制调相机启动调试报告、委托第三方开展调相机仿真建模工作，具体项目内容以电网公司要求为准。

4.设备的试验及调试：负责调相机系统所有设备的单体调试；负责调相机分系统调试、整套启动调试和特殊项目试验工作，负责地方相关部门、电力质监部门和电网公司的验收工作，包含委托第三方开展调相机投产前方式安排和边界条件计算等工作，具体项目内容以国家电网有限公司要求为准。确保项目通过甘肃电网公司验收。

5.投标方提供的设备必须满足电网验收的相关规定，包括但不限于以下：

- 1) Q/GDW 11959—2019 快速动态响应同步调相机工程调试技术规范；
- 2) Q/GDW 11936—2018 快速动态响应同步调相机组运维规范；
- 3) DL/T 2122-2020 大型同步调相机调试技术规范。
- 4) Q/GDW12049-2020 《快速动态响应同步调相机稳态、暂态性能技术规范》；
- 5) Q/GDW11588-2016 《快速动态响应同步调相机技术规范》；

6. 首次并网前厂家应出具电压和频率适应能力证明文件，提供高低压、高低频详细涉网保护定值单，满足相关标准要求。

7. 调相机应具备接收 AVC 系统稳态无功指令的接口。DCS 系统应接收电网调度指令、电网调度端所需要的运行数据的上传。

8. 其他项内容，包括但不限于：

全部系统的指导安装，负责试验、单体调试、系统调试（168 小时）、试运行、培训、验收、技术服务（含电网公司要求的场站次超同步振荡、电能质量、暂态过电压和潮流计算及会议评审费，委托第三方编制调相机启动调试报告及启动会议组织、配合调相机仿真建模工作、调度通信设备电网调度接入服务、手续办理等）。同时还包括所有材料、备品备件、专用工具、消耗品以及相关的技术资料等。

技术服务工作范围表

序号	项目名称	项目特征	计量单位	工程数量	备 注
1	电气设备试验				
1.1	变压器试验	参照国标执行，包含但不限于单体试验、油试验、绕组变形试验、局放试验等	系统	1	
1.2	调相机试验	参照国标执行，包含但不限于单体试验、附属设备试验等	系统	1	
1.3	10kV（或 35kV）配电装置试验	参照国标执行，包含但不限于绝缘摇测、耐压试验等	系统	1	
1.4	400V 低压配电柜试验	参照国标执行，包含但不限于电流互感器单体试验、电压互感器单体试验、控制回路摇测绝缘试验等	系统	1	
1.5	励磁系统试验	参照国标执行，通过电网验收，包含但不限于等	系统	1	
1.6	SFC 系统试验	参照国标执行，通过电网验收，包含但不限于等	系统	1	
1.7	10.5kV 母线试验	参照国标执行，包含但不限于耐压、绝缘试验等	系统	1	
2	其他试验	电网要求的特殊试验，参照国标、电网要求执行。	项	1	

序号	项目名称	项目特征	计量单位	工程数量	备 注
3	电能表、计量 PT/CT 送检	参照国标执行	项	1	
4	涉网方案委托第三方评审费		项	1	标准执行电网相关要求。
5	调相机部分保护定值计算		项	1	配合，标准执行电网相关要求。
6	加装调相机后对场站次超同步振荡、电能质量、安稳影响分析报告及会议评审费		项	1	标准执行电网相关要求。
7	调相机仿真建模	应提供可用于电力系统仿真计算的分布式调相机机组及其控制系统的电磁暂态和机电暂态模型及参数，包括调相机、升压变压器本体和励磁系统控制等，用于支撑分布式调相机接入电力系统的调度运行	项	1	配合仿真建模工作，标准执行电网相关要求。
8	设备单体调试、联调费（含启动调试报告编制费用及启动会会议费）	包括调相机稳态运行时的无功出力范围、分接头档位建议，不同工况下调相机无功运行控制策略研究及建议，不同工况下 AVC 控制策略研究及建议。	项	1	标准执行电网相关要求。
9	涉网试验	开展调相机升速试验、主变倒送电试验、空载励磁试验、假同期并网试验、并网带负荷试验等启动调试试验等，明确调试试验项目以及对电网的影响及要求，试验完成后一个月内提交调试报告；提交涉网试验方案及涉网试验方阵	项	1	配合涉网试验相关工作，按标准执行电网相关要求。

序号	项目名称	项目特征	计量单位	工程数量	备 注
		分析报告，包括最大进相及迟相无功能力试验、励磁系统调节能力试验、励磁系统参数实测、甩无功、温升、AVC 子站控制试验、长期试运行等试验，明确试验项目以及对电网的影响及要求，试验完成后一个月内提交试验报告			
10	年度维护保养服务费	质保期内卖方承担质量保证责任并派人开展设备的年检维修保养工作，包括人工费用、工具费用、材料费等	项	1	

3.2 投标方所投设备应能满足电网公司对网络安全防护的要求，所提供的设备应满足电网公司的要求。

3.3 本规范书中设备采购部分的使用范围包含但不限于本工程调相机本体及其附属设备、启动设备、调相机变压器、变配电设备（为调相机和厂房公共设备供电）、连接系统用电力电缆及其附件设备、性能试验、DCS 控制系统、继电保护、调度自动化系统、数据网系统、控制电源、设备间所有线缆等满足设备正常运行的一切设备、材料的采购招标技术要求。全部设备的功能设计、制造、工厂试验、工厂检验、包装、发运、卸货、现场验收、现场指导安装，调试、试验、试运行、培训、提供图纸和资料等。并做好交接工作，直至接收单位签字验收。相关涉网设备需满足电网接入系统批复。设备投运以后，在保修期内投标方应无条件地免费修理（包括运输费、税收等），保修期过后应继续提供设备的备品备件。

3.4 设计与供货界面

3.4.1 接口原则

1) 由投标方供应的系统和设备, 如与不属于投标方供应范围的系统和设备连接, 则由招标方负责连接到投标方的系统和设备, 由投标方承担且积极主动予以配合, 并提供相关的接口详图。

2) 由投标方供应的系统 and 部件之间的内部连接, 由投标方负责设计及供货, 现场布置以设计单位设计为准。

3) 由投标方供应的系统和设备, 配套供应与其正确运行密切相关的检测和控制仪表。若检测和控制仪表的接口设在投标方侧有困难时, 在征得招标方的同意后, 可装于招标方侧。

4) 投标方提供的各设备、阀门、管道接口应与招标方的管道的尺寸一致, 若不能直接连接, 由投标方提供过渡段, 并在工厂与投标方提供的阀门进行焊接和热处理。对于各法兰接口, 由投标方提供反法兰及其附件。

5) 投标方提供的各设备接口、阀门接口、过渡段接口 (如果有) 均应满足施工图的要求。

6) 投标方与招标方之间控制接口原则上在投标方提供的控制箱上或端子箱上 (不设置端子箱的情况, 接口在接线盒上)。就地仪表到接线盒上的电缆均由投标方设计并提供。

3.4.2 设计及供货分工

1) 供货边界条件: 调相机主变、站用变和备变、SFC 隔离变对应 35kV 开关柜、35kV 电缆及附件和相应的 35kV 开关柜保护装置由招标方供货; 投标方负责调相机本体、调相机主变, 封闭母线, 站用变和备变系统、0.4kV 配电系统及内部保护、冷却系统、在线监测系统设备、润滑油及油净化装置、检修起吊装置、励磁系统、SFC 隔离变和 SFC 系统及保护系统、控制电源系统、DCS 控制系统、同期和故障录波装置、PMU、五防系统、电源、图像、火警等设计及供货。

2) 调相机配套的辅助系统, 包括冷却系统的设备、管道、阀门、法兰与反法兰及附件、油漆、支吊架等, 均由投标方设计并供货。

3) 对调相机润滑油系统, 投标方需提供所有润滑油系统的参数、润滑油系统配置及具体的设计并供货。投标方负责对调相机做工厂试验, 对调相机本体与润滑油系统之间的可靠性和安全性负责。

4) 母线与调相机接口: 投标方应做好母线与调相机的接口连接工作, 负责完整的供货与安装工作。调相机出线侧及中性点设备应由投标方供货并集成至出线箱和中性点箱内。

5) 调相机油系统的调相机本体接口由投标方负责设计及供货, 接口为就地控制柜和接线盒的端子排。

6) 调相机供货范围内的检测仪表和控制装置的设计由投标方负责供货, 接口为就地接线盒的端子排上。

7) 招标方负责调相机基础、厂房建造, 投标方供应机组和辅助设备安装的垫铁、地脚螺栓。安装指导由投标方负责。机座施工过程中二次灌浆前的机座上的预埋铁件由招标方根据投标方的资料备料埋设。投标方需提供调相机本体的二次灌浆要求。

8) 由投标方负责完成现场调相机定子出线端及中性点的手包绝缘, 并提供相关材料。

9) 投标方负责调相机本体、冷却系统、在线监测系统设备、润滑油及油净化装置、检修起吊装置(满足厂房内所有检修起吊要求), 励磁系统、SFC 系统配套全部就地仪表、就地控制设备及安装材料均由投标方成套供货, 投标方保证所供系统的完整性及运行的安全可靠。

10) 成套设备内部非独立功能部件(没有独立的设备基础, 如各种互感器、各种传感器、电动机、油泵、测速装置等)的安装工作由投标方负责, 若投标方委托招标方帮忙或协助安装, 则安装责任仍然由投标方承担; 成套设备独立部件(有独立的设备基础, 如调相机主机、有独立基础的屏柜及设备间电缆敷设等)的安装由招标方负责、投标方负责现场指导。

11) 投标方提供机组的荷载资料:

- 静荷载和动荷载;
- 质量分配 (包括转子重量的分配);
- 基础变形的极限值;
- 短路荷载;
- 调相机扰力值。

招标方在完成调相机基础施工详图后, 投标方负责核对有关尺寸后予以确认, 并在图纸上签字。

3.5 其他要求

涉网咨询服务技术要求, 包括但不限于以下工作范围。

(1) 配合调相机数字仿真建模 (机电暂态模型、电磁暂态模型) 工作, 完成本工程送出系统电磁暂态仿真验证, 参加组织评审会, 并得到电网公司认可。

(2) 委托第三方编制调相机启动调试报告及启动会议组织。

(3) 其他资料审查、系统填报、协办会务、涉网调试、检查验收、专家费等工作。

A 资料报送审查

根据电网公司新设备启动调试节点流程要求, 协助新能源场站整理系统、保护、自动化、通信等专业调度报资材料, 根据相关专业要求, 汇总和整理设计图纸、设备参数等材料, 并提交电网公司相关专业审核通过。

B 一次设备库填报

根据电网公司新设备调试节点流程要求, 协助电厂新能源场站整理一次设备库填报材料, 根据专业要求, 填报一次设备库。

C 协办各项会务

按照启动计划节点需求、电网中心专业工作节点要求，协调并按要求召开各项会议，汇总电场、电网中心等相关单位意见，根据设备投产里程碑计划，按节点协调组织召开启动设备相关专业协调会、调试协调会、送出工程潮流和过电压专家审查会、设备启动调试方案审查会、设备调试会等相关会议。

D 涉网调试工作

按照启委会要求，按节点开展通信、自动化、保护等二次系统调试工作，协调相关单位开展全程联合调试。

技术协助电厂编制单机信息上传方案、安全防护评估报告。

配合协调电网明确涉网设备(除安稳、安控设备外)选型、配置及接口等，按电网公司要求落实涉网设备(除安稳、安控设备外)的性能配置，及时告知招标方并预留整改时间，避免出现因投标方未与电网公司落实涉网设备和未按时间节点及时告知招标方造成整改时间不足而影响设备投运的情况。

E 协调电网现场检查验收工作。

3.6 进度计划

3.6.1 合同签订后，投标方应在 1 周内，向招标方提出一个详尽的设备生产计划，包括设备设计、材料采购、设备制造、厂内测试以及运输等项的详情，以确定每部分工作及其进度（见生产计划进度表）。

生产进度计划表

合同号：_____；项目名称：_____；设备名称：_____；型号规格：_____；

工作日期___至___；制造厂名称及地址：_____；技术规范书号：_____；

工作号：_____；离岸日期：_____；预计到岸日期：_____。

表 3.6-1 调相机本体进度表

时间 月/日							
项目							
工程制图							
图纸寄出							
图纸认可时间							
图纸收回							
设计联络会	第一次						
	第二次						
材料采购							
材料进厂							
制造	铁心剪切与装配						
	绕组绕制及装配						
	制作						
	干燥						
	总装配						
	辅助布线						
工厂检验							
试验							
准备装运							
离岸发运							

表 3.6-2

SFC 进度表

时间 月/日							
项目							
工程制图							
图纸寄出							
图纸认可时间							
图纸收回							
设计联络会	第一次						
	第二次						
材料采购							
材料进厂							
制造							
工厂检验							
试验							
准备装运							
离岸发运							

表 3.6-3

励磁系统进度表

时间 月/日							
项目							
工程制图							
图纸寄出							
图纸认可时间							
图纸收回							
设计联络会	第一次						
	第二次						
材料采购							
材料进厂							
制造							
工厂检验							
试验							
准备装运							
离岸发运							

表 3.6-4

调相机变压器进度表

时间 月/日							
项目							
工程制图							
图纸寄出							
图纸认可时间							
图纸收回							
设计联络会	第一次						
	第二次						
材料采购							
材料进厂							
制造							
工厂检验							
试验							
准备装运							
离岸发运							

表 3.6-5 机端母线、连接系统电力电缆

时间 月/日							
项目							
工程制图							
图纸寄出							
图纸认可时间							
图纸收回							
设计联络会	第一次						
	第二次						
材料采购							
材料进厂							
制造							
工厂检验							
试验							
准备装运							
离岸发运							

表 3.6-6

DCS 系统进度表

时间 月/日							
项目							
工程制图							
图纸寄出							
图纸认可时间							
图纸收回							
设计联络会	第一次						
	第二次						
材料采购							
材料进厂							
制造							
工厂检验							
试验							
准备装运							
离岸发运							

表 3.6-7

继电保护装置进度表

时间 月/日							
项目							
工程制图							
图纸寄出							
图纸认可时间							
图纸收回							
设计联络会	第一次						
	第二次						
材料采购							
材料进厂							
制造							
工厂检验							
试验							
准备装运							
离岸发运							

表 3.6-8

调度自动化系统进度表

时间 月/日							
项目							
工程制图							
图纸寄出							
图纸认可时间							
图纸收回							
设计联络会	第一次						
	第二次						
材料采购							
材料进厂							
制造							
工厂检验							
试验							
准备装运							
离岸发运							

表 3.6-9

控制电源系统进度表

时间 月/日							
项目							
工程制图							
图纸寄出							
图纸认可时间							
图纸收回							
设计联络会	第一次						
	第二次						
材料采购							
材料进厂							
制造							
工厂检验							
试验							
准备装运							
离岸发运							

3.6.2 合同签订后，投标方应在 1 周内，向招标方提出一个详尽的工程进度计划，除设备设计、材料采购、设备制造、厂内测试以及运输等项外，施工组织、工程进度计划以确定工程每个阶段工作及其进度（见工程计划进度表）。

3.6.3 如生产进度有延误，投标方应及时将延误的原因、产生的影响及准备采取的补救措施等向招标方加以解释，并尽可能保证交货的进度。否则应及时向招标方通报，以便招标方能采取必要的应对延迟交货的措施。

4 标准和规范

4.1 合同设备包括投标方向其他厂商购买的所有附件和设备，所有设备都应符合相应的标准、规范或法规的最新版本或其修正本的要求，除非另有特别以外。

4.2 所有螺栓、双头螺栓、螺纹、管螺纹、螺栓夹及螺母均应遵守国际标准化组织（ISO）和国际单位制（SI）的标准。

4.3 投标方提供的设备和配套件要符合以下标准（包含但不限于）：

4.3.1 调相机

GB 755 旋转电机定额和性能

GB 1971 旋转电机线端标志与旋转方向

GB 10068.1 旋转电机振动测定方法及限值

GB 10069.1—GB 10069.3 旋转电机噪声测定方法及限值

GB 50170 电气装置安装工程旋转电机施工及验收规范

GB/T 997 旋转电机结构型式、安装型式及接线盒位置的分类

GB/T 1029 三相同步电机试验方法

GB/T 1993 旋转电机冷却方法

GB/T 2100 通用耐蚀钢铸件

GB/T 3077 合金结构钢

GB/T 3323 金属熔化焊焊接接头射线照相

GB/T 4942.1 旋转电机整体结构的防护等级

GB/T 5677 铸件射线照相检测

GB/T 7409.3 同步电机励磁系统大、中型同步发电机励磁系统技术要求

GB/T 9124.1 钢制管法兰

GB/T 9239.21 机械振动 转子平衡 第 21 部分：平衡机的描述与评定

GB/T 9439 灰铸铁件

GB/T 10069.1 旋转电机噪声测定方法及限值 第 1 部分：旋转电机噪声测定方法

GB/T 10069.3 旋转电机噪声测定方法及限值—噪声限值

GB/T 11348.1 旋转机械转轴径向振动的测定和评定第 1 部分：总则

GB/T 11348.2 机械振动 在旋转轴上测量评价机器的振动 第 2 部分

GB/T 11352 一般工程用铸造碳钢件

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 20140 隐极同步发电机定子绕组端部动态特性和振动测量方法及评定

GB/T 20160 旋转电机绝缘电阻测试

GB/T 22715 旋转交流电机定子成型线圈耐冲击电压水平

GB/T 7064 隐极同步发电机技术要求

GB/T 20835 发电机定子铁心磁化试验导则

GB/T 37762 同步调相机保护装置通用技术条件

GB/T 44625 动态响应同步调相机技术要求

JB/T 1269 发电机磁性环锻件 技术条件

NB/T 47013.1~47013.13 (JB/T 4730) 承压设备无损检测[合订本]

NB/T 10341.3 水电工程启闭机设计规范 第 3 部分：螺杆式启闭机设计规范

JB/T 6229 透平发电机转子气体内冷通风道检验方法及限值

NB/T 47063 电站安全阀

JB/T 10392 透平发电机定子铁心、机座模态试验分析和振动测量方法及评定

JB/T 10499 透平型发电机非正常运行工况设计 and 应用导则

DL/T 586 电力设备监造技术导则

DL/T 596 电力设备预防性试验规程

DL/T 735 大型汽轮发电机定子绕组端部动态特性的测量及评定

DL/T 1525 隐极同步发电机转子匝间短路故障诊断导则

DL/T 1612 发电机定子绕组手包绝缘施加直流电压测量方法及评定导则

DL/T 2024 大型调相机型式试验导则

DL/T 2078 调相机检修导则

DL/T 2098 调相机运行规程

DL/T 2122 大型同步调相机调试技术规范

DL/T 2250 同步调相机控制保护系统技术导则

DL/T 2349 大型调相机空载特性试验导则

DL/T 2409 特高压直流换流站运行中调相机润滑油质量

DL/T 2542 同步调相机变压器组继电保护整定计算导则

DL/T 2658 快速动态响应同步调相机技术规范

DL/T 5619 调相机工程项目划分导则

DL/T 2926 分布式调相机涉网保护技术要求

DL/T 1309 大型发电机组涉网保护技术规范

DL/T 2948 同步调相机励磁系统现场试验导则

JB/T 6204 高压交流电机定子线圈及绕组绝缘耐电压试验规范

JB/T 8445 三相同步发电机负序电流承受能力试验方法

NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定

NB/T 47015 压力容器焊接规程

NB/T 47009 低温承压设备用合金钢锻件

NB/T 11791 分布式调相机并网技术规定

QGDW 11588 快速动态响应同步调相机技术规范

QGDW 12187 快速动态响应同步调相机工程二次系统设计技术导则

QGDW 12214 电力系统宽频测量装置技术规范

国家电网有限公司防止调相机事故措施及释义

《国家电网有限公司关于印发十八项电网重大反事故措施（修订版）的通知》

国家电网设备〔2018〕979号

防止电力生产事故的二十五项重点要求（2023版）

调相机相应的国网企业标准。

4.3.2 调相机变压器组及其配电系统

标准（文件）号	标准（文件）名称
高压试验技术	GB/T 16927.1.2
高压输变电设备的绝缘配合	GB 311.1
电力变压器，总则	GB 1093.1
电力变压器，温升	GB 1094.2

标准（文件）号	标准（文件）名称
电力变压器，绝缘水平和绝缘试验	GB 1094.3
电力变压器，承受短路的能力	GB 1094.5
绝缘水平和绝缘试验、外绝缘空气间隙	GB 10237
电力变压器和电抗器的雷电试验和操作冲击试验导则	GB 7449
油浸式电力变压器负载导则	GB 15164
电力变压器应用导则	GB/T 13499
变压器和电抗器声级测定	GB 7328
电流互感器；	GB 1028
保护用电流互感器暂态特性要求	GB 16847
高压套管通用技术条件	GB 4109
石油产品闪点和燃点测定方法	GB 3536
变压器油	GB 2536
高压电力设备外绝缘污秽等级	GB/T 5582
电气装置安装工程电气设备交接试验标准	GB 50150
变压器、高压电器和套管的接线端子	GB 5273
变压器油中溶解气体分析和判断导则	GB 7252
三相油浸式电力变压器技术参数和要求	GB 6451
局部放电测量	GB 7354
标准电压	GB 156
交流隔离开关及接地开关	IEC 60129
交流高压绝缘子人工污秽试验	IEC 60507
高压开关和控制设备通用条款	IEC 60694
污秽条件下绝缘子选用导则	IEC 60815
隔离开关切合母线转移电流	IEC 61128

标准（文件）号	标准（文件）名称
交流接地开关切合感应电流	IEC 61129
交流高压隔离开关及接地开关订货技术条件	DL/T 486
高压开关设备的共用定货技术导则	DL/T 593
高压开关设备通用技术条件	GB 11022
交流高压隔离开关和接地开关	GB 1985
高压输变电设备的绝缘配合	GB 311
交流高压电器在长期工作时的发热	GB 763
高压支柱瓷绝缘子技术条件	GB 8287.1
高压支柱瓷绝缘子尺寸和特性	GB 8287.2
高压开关设备常温下的机械试验	GB 3309
交流高压电器动热稳定试验方法	GB 2706
交流无间隙金属氧化物避雷器	GB 11032
高压套管技术条件	GB 4109
交流电力系统金属氧化物避雷器的使用导则	DL/T 804
绝缘子金属附件热镀锌层通用技术条件	GB 5958
绝缘子试验方法	GB/T 755
绝缘配合	IEC 71
交流无间隙金属氧化物避雷器	IEC 60099-4

4.3.3 励磁系统

IEC60034—16 旋转电机 第 16 部分同步电机励磁系统

GB/T7409 同步电机励磁系统；

GB/T3797 电气控制设备

GB/T3859 半导体变流器

GB 4208	外壳防护等级（IP 代码）
GB/T17626. 4	电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
GB/T10228	干式电力变压器技术参数和要求
GB/T8349	金属封闭母线
DL/T843	大型汽轮发电机励磁系统技术条件
DL/T490	发电机励磁系统及装置安装、验收规程

调相机励磁系统应满足国家电网公司的相关技术标准规范，入网检测，并提供报告。

4.3.4 SFC 系统

GB 1094. 11	电力变压器 第 11 部分：干式变压器
GB 11022	高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求
GB/T 2900. 1	电工术语 基本术语
GB/T 2900. 17	电工术语 量度继电器
GB/T 2900. 49	电工术语 电力系统保护
GB/T 3859. 1	半导体变流器 通用要求和电网换相变流器
GB/T 3859. 3	半导体变流器 通用要求和电网换相变流器 第 1-3 部分：变压器和电抗器
GB/T 9361	计算机场地安全要求
GB/T 12668. 3	调速电气传动系统 第 3 部分：电磁兼容性要求及其特定的试验方法
GB/T 14537	量度继电器和保护装置的冲击与碰撞试验

GB/T 14549	电能质量公用电网谐波
GB/T 14598.27	量度继电器和保护装置 第27部分：产品安全要求
GB/T 15153.2	远动设备及系统 第2部分工作条件 第2篇环境条件(气候、机械和其他非电影响因素)
GB/T 15291	半导体器件 第6部分：晶闸管
GB/T 15543	电能质量三相电压不平衡
GB/T 18494.1	变流变压器 第1部分：工业用变流变压器
GB/T 19520.12	电子设备机械结构 482.6mm (19in) 系列机械结构尺寸 第3-101部分：插箱及其插件
GB 1984	高压交流断路器
GB 1985	高压交流隔离开关和接地开关
DL/T 667	远动设备及系统 第5部分：传输规约第103篇 继电保护设备信息接口配套标准
DL/T 860	变电站通信网络和系统
DL/T 402	高压交流断路器订货技术条件
IEC60146-1-1	SemiconduTAor converters
IEC61800	可调速电驱动设备
IEEE519	电源系统谐波控制推荐规程和要求
QGDW 11588	快速动态响应同步调相机技术规范
4.3.5 DCS 系统	
美国防火协会 (NFPA)	

ANSI/NFPA 70 国家电气规范

ANSI/NFPA 85 锅炉和燃烧系统危险性规范

ANSI/NFPA 496 电气设备外壳的净化和密封

美国电气和电子工程师协会（IEEE）

ANSI/IEEE 472 冲击电压承受能力导则（SWC）

ANSI/IEEE 1050 电站仪表和控制设备接地导则

ANSI/IEEE 488.1 可编程仪表的数字接口

ANSI/IEEE 1046- 电厂分布式数字控制和监视导则

ANSI/IEEE RP12.6 危险区域（分等级）本安系统的安装

美国电子工业协会（EIA）

EIA RS-232-C 数据终端设备与使用串行二进制数据进行数据交换的数据通讯
设备之间的接口

EIA RS-485 数据终端设备与使用串行二进制数据进行数据交换的数据通讯 设
备之间的接口

美国仪器学会（ISA）

ISA ITVS 90 热电偶换算表

ISA RP55.1 数字处理计算机硬件测试

ANSI/ISA S12.12 非易燃电气设备，用于等级 I/II、区域 2 和等级III、区域 1/2
的危险（分等级）场所

ANSI/ISA S50.1 工业过程电子仪表模拟量信号的兼容性

ANSI/ISA S71.04 过程测量和控制系统的的环境条件：空气中的污染物

ANSI/ISA S82.01 电气和电子设备、测量和控制及相关设备的一般要求

ISA RP60.3 控制中心的人机工程学

ISA S5.3 分散控制/共享显示仪表的图例符号；逻辑和计算机系统

美国科学仪器制造商协会（SAMA）

SAMA PMC 22.1 仪表和控制系统的功能图表示法

SAMA PMC31.1 过程测量和控制仪表试验和评估的一般方法

SAMA PMC 33.1 过程控制仪表的电磁感应特性

美国电气制造商协会（NEMA）

ANSI/NEMA ICS4 工业控制设备和系统的端子排

美国机械工程师协会

ANSI/ASME TDP-1 电站蒸汽轮机防进水保护措施

美国保险商实验室（UL）

UL 44 橡胶导线、电缆的安全标准

UL 508 工业控制设备

UL 913 用于等级 I/II/III、区域 1 的危险场所本安设备及其相关设备

UL 1950 信息技术设备，包括电子商务设备

IEC 国际电工委员会

IEC 60068-1（GB2421-89） 环境试验：总论和导则

IEC 60073 用颜色指示设备的规则

IEC 60079（GB3836.1） 用于易爆场所的电气设备

IEC 60331（GB12666.6） 电缆阻燃特性

- IEC 60332 燃烧情况下的电缆试验
- IEC 60348 电气测量设备的安全要求
- IEC 60529 (GB4208) 外壳防护等级 (IP 码) (EQV)
- IEC 60801-1 工业过程测量和控制装置的电磁兼容性第 1 部分: 总论 (EQV)
- IEC60801-2 工业过程测量和控制装置的电磁兼容性
- 第 2 部分: 静电放电要求 (EQV)
- IEC60801-3 工业过程测量和控制装置的电磁兼容性
- 第 3 部分: 辐射电磁场要求 (EQV)
- IEC60801-4 工业过程测量和控制装置的电磁兼容性
- 第 3 部分: 电快速瞬变脉冲群要求 (EQV)
- IEC60801-5 工业过程测量和控制设备的电磁兼容性 抗冲击要求
- IEC 60848 控制系统功能图
- IEC 60950 信息技术设备的安全要求
- IEC 61000-4 (GB/T17626) 工业过程测量和控制设备的电磁兼容性: 试验和测量技术
- IEC 61131 (GB/T15969-95) 可编程控制器编程语言
- IEC 61158 测量和控制用数字数据通信: 工业控制系统用现场总线
- IEC 61508 电气/电子/可编程电子设备安全相关系统的功能安全
- IEC 61784-1 测量和控制用数字数据通信, 第一部分: 工业控制系统用现场总线相关的连续和离散制造行规

FM Class No. 3610 用于等级 I/II/III、区域 1 的危险场所（分等级）的本安设备及相关设备

DL/T 657 火力发电厂模拟量控制系统在线验收测试规程

DL/T 658 火力发电厂顺序控制在线验收测试规程

DL/T 659 火力发电厂分散控制系统在线验收测试规程

GB/T 2421 环境试验 概述和指南

IEC61508 电气/电子/可编程电子设备安全相关系统的功能安全

投标方 DCS 还应满足下列规程：

GB 2421.1-2008 电工电子产品环境试验 概述和指南

电监会 5 号令 电力二次系统安全防护规定

国家经贸委第 30 号令 电网和电厂计算机监控系统及调度数据网络安全防护规定

4.3.6 继电保护系统

IEC 60034-16 旋转电机第 16 部分同步电机励磁系统

GB/T 7409 同步电机励磁系统

GB/T14285 继电保护和安全自动装置技术规程

GB 50660-2011 大中型火力发电厂设计规范

GB/T 17626.2 电磁兼容试验和测量技术静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容试验和测量技术射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4 电磁兼容试验和测量技术电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容试验和测量技术浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 26863	火电站监控系统术语
GB4858	电气继电器的绝缘试验
GB7261	继电器和继电保护装置基本试验方法
GB11287	继电器，继电保护装置振荡（正弦）试验
DL/T 843	大型汽轮发电机励磁系统技术条件
DL/T 490	发电机励磁系统及装置安装、验收规程
DL/T 1049	发电机励磁系统技术监督规程
DL/T 672	发电机变压器组保护装置通用技术条件
DL/T770	微机变压器组保护装置通用技术条件
DL/T 5428	火力发电厂热工保护系统设计技术规定
QGDW 11767	调相机变压器组保护技术规范

国能安全〔2014〕161号《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》等最新版反措

调相机组保护应满足国家电网公司的相关技术标准规范，通过国网公司入网检测，并提供《国家电网公司 2018 年调相机变压器组保护装置专业检测合格产品的报告》。

4.3.7 直流系统

GB 50065	交流电气装置的接地设计规范；
GB 50171	电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范；
GB/T 191	包装储运图示标志；
GB/T 2423	电工电子产品环境试验；

GB/T 7260	不间断电源设备；
GB/T 3859.1	半导体整流器基本要求的规定；
GB/T 14715	信息技术设备用不间断电源通用技术条件；
GB/T 7261	继电器及继电器保护装置基本试验方法；
DL/T 5491	电力工程交流不间断电源系统设计技术规程；
DL/T 5044	电力工程直流电源系统设计技术规程；
DL/T 1074	电力用直流和交流一体化不间断电源设备；
DL/T 459	电力系统直流电源柜订货技术条件；

4.3.8 电力建设施工及验收技术规范系列标准

GB50016	建筑设计防火规范（2018 年版）
GB50229	火力发电厂与变电站设计防火标准

《国家电网公司十八项电网重大反事故措施》（修订版） 2018 年

国家能源局《关于防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》中的相关内容，以及《国家电网公司调相机反事故措施及释义》中的相关规定

GB 3096 《声环境质量标准》

GB 7251 《低压成套开关设备和控制设备》

GB/T 11022 《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》

GB/T 14048 《低压开关设备和控制设备》

DL/T 448 《电能计量装置技术管理规程》

DL/T 537 《高压/低压预装箱式升压站选用导则》

JB/T 10088 《6kV～500kV 级电力变压器》

Q/CSG 11624 《配电变压器能效标准及技术经济评价导则》

GB/T3181 《漆膜颜色标准》

GB/T17467 《高压/低压预装式升压站》

GB311.1 《绝缘配合 第1部分：定义、原则和规则》

DL/T620 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》

DL/T621 《交流电气装置的接地》

DL/T5222 《导体和电器选择设计技术规定》

GB50062 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》

DL/T5136 《火力发电厂、变电所二次接线设计技术规程》

DL/T5044 《电力工程直流电源系统设计技术规程》

GB50059 《35～220kV 变电所设计规范》

DL/T 5352 《高压配电装置设计规范》

GBT6451 《油浸式电力变压器技术参数和要求》

GB311.1 和 GB311.2～311.6 《高电压试验技术》

GBT11022 《交流高压电器在长期工作时的发热》

GB2706 《交流高压电器动热稳定试验方法》

GB/T 14285 《继电保护和安全自动装置设计技术规程》

DL/T5044 《电力工程直流系统设计技术规程》

GB/T50063 《电力装置的电测量仪表装置设计规范》

GB 50116 《火灾自动报警系统设计规范》

QGDW 11767 《调相机变压器组保护技术规范》

GB 50229 《火力发电厂与升压站设计防火规范》

DLT 782 《220kV 及以上送变电工程启动及竣工验收规程》

国家电网公司企业标准 《调相机变压器组继电保护标准化设计规范》

调相机组保护应满足国家电网公司的相关技术标准规范，通过国网公司入网检测，并提供《国家电网公司 2018 年调相机变压器组保护装置专业检测合格产品的报告》。

当标准、规范之间存在差异时，应按要求高的指标执行。

这些法则和标准提出了最基本要求，如果根据投标方的意见并经招标方接受，使用优于或更为经济的设计或材料，并能使投标方设备良好地、连续地在本技术条件书所规定的条件下运行时，则这些标准也可以由投标方超越。

在上述标准中，优先采用中华人民共和国国家标准及电力、能源、机械行业标准；在项目所在地的地方电网有特殊要求时，必须满足项目所在地的地方电网标准；在国内标准缺项时，参考选用相应的国际标准或其他国家标准；选用的标准应是在合同签订之前已颁布实施的最新版本。

本技术标准所使用的标准如与投标方所执行的标准不一致时，按较高标准执行；如果所使用的标准中包含对其他标准引用的，所对应的引用标准也包含在技术要求中。

本技术标准所要求的安全、性能等指标如与国家、行业、国际标准不一致时，按较高要求执行。当标准、规范之间存在差异时，应按要求高的指标执行。

所有螺栓、双头螺栓、螺纹、管螺纹、螺栓头和螺帽均应遵照 ISO 及 SI 公制标准。

4.4 如果投标方选用本技术条件书上规定以外的标准时，则需提交这种替换标准供审查和分析，仅在投标方已证明替换标准相当或优于技术条件书规定的标准，并从招标方处获得书面认可后才能使用。提供审查的标准应为中文版本。

4.5 在本技术标准的执行过程中，如果出现了招投标双方没有进行书面约定的遗漏项，按照国家或行业标准中的较严格标准执行；如果出现了预期之外的新增技术要求，按照设备所接入电网公司的具体技术要求（如接入系统评审意见/批复、电能质量专题报告/评审意见/批复等）执行，在不超过当前行业能够实现的技术性能水平的前提下，投标方应免费进行软硬件升级。

以上标准如遇版本作废或变更应使用最新版本，不再另行通告。

5 必须提交的技术数据和信息

5.1 投标方应提供本部分第4章中列举的技术数据，投标方提供的技术数据应为运行数据，这些数据将作为合同的一部分。

5.2 投标方产品特性参数和其他需要提供的信息。

5.3 投标方应按招标方要求提供招标方在继电保护、控制操作和安装、设计中所需的相关文件、资料和技术数据，详细要求可在设计联络会时确定。

6 备品备件

6.1 投标方应提供安装时必需的备品备件，费用应包括在合同总价中。

6.2 招标方根据需要提出备品备件需求，投标方应按项目分项报价，备品备件价格应含在合同总价中。

6.3 所有备品备件应为全新产品，与已经安装设备的相应部件能够互换，具有相同的规格材质和制造工艺。

6.4 所有备品备件应单独包装在箱内，防尘、防潮、防止损坏等与主设备一并发运，并标注“备品备件”以区别本体。

6.5 在调相机投产后三年内，以不超过备品备件的优惠价格提供。

7 专用工具与仪器仪表

7.1 投标方应提供安装时必需的专用工具和仪器仪表，费用应包括在合同总价中。

7.2 所有专用工具与仪器仪表必须是全新的、先进的且须附详细使用说明资料。

7.3 专用工具与仪器仪表应单独包装于箱内，注明“专用工具”“仪器仪表”，并标明防潮、防尘、易碎、向上、勿倒置等字样，同主设备一并发运。

8 安装、调试、性能试验、试运行和验收

8.1 合同设备的安装将由招标方根据投标方提供的技术文件和说明书的规定在投标方技术人员指导下进行。

8.2 合同设备的性能试验、试运行和验收根据本技术条件书规定的标准、规程规范进行。

8.3 完成合同设备安装后，招标方和投标方应检查和确认安装工作，并签署安装工作证明书，共两份、双方各执一份。

8.4 验收时间为安装、调试、性能试验和试运行完成后三个月内。在此期间，如果所有的合同设备都已达到各项技术指标，并稳定运行 168 小时，招投标双方应签署合同设备的验收证明书，该证明书共两份、双方各执一份。

8.6 对于安装、调试、性能试验、试运行及质保期内技术指标一项或多项不能满足合同要求，招投标双方共同分析原因，分清责任，如属投标方的原因，涉及索赔部分按商务条款执行。

8.7 投标方须保证调相机组满足电网关于调相机涉网性能试验（如励磁系统实测建模、无功调整及动态性能验证等）的相关要求，直至通过验收。

第二章 技术资料和交付进度

1 一般要求

1.1 投标方应按照 KKS 编码和中国电力工业使用的标准及相应的代码、规则对图纸编号，并且提供的资料应为中文资料。

1.2 资料的组织结构清晰、逻辑性强。资料内容正确、准确、一致、清晰完整，满足工程要求。

1.3 投标方资料的提交及时、充分，满足工程进度要求。提供最终版的正式图纸的同时，应提供正式的 AUTOCAD 电子文件，正式图纸必须加盖工厂公章和签字。还需要提供三维模型文件，文件格式可采用 dgn/obj/3ds/fbx/ifc 等。

1.4 投标方提供的技术资料一般可分为投标阶段、配合设计阶段；投标方提供的技术资料必须满足设备监造检验、施工调试试运、性能试验验收和运行维护等四个方面的具体要求。

1.5 对于其他没有列入合同技术资料清单，却是工程所必需文件和资料，一经发现，投标方应及时免费提供。

1.6 招标方要及时提供与合同设备设计制造有关的资料。

1.7 完工后的产品应与最后确认的图纸一致。招标方对图纸的认可并不减轻投标方关于其图纸的正确性的责任。设备在现场安装时，如投标方技术人员进一步修改图纸，投标方应对图纸重新收编成册，正式递交招标方，并保证安装后的设备与图纸完全相符。

1.8 投标方提供的技术资料为 10 套，电子版技术资料 2 套（可编辑）。

1.9 投标方需按照建设工程档案归档要求及招标方要求对设备资料进行归档。

2 资料提交的基本要求

招标方有权对投标方提供的资料进行审核，投标方有义务在三天内依据招标方提出的意见进行资料修改，并反馈给招标方，投标方至少提供两套上述的正式图纸和正式的 CAD 图纸要求为 AUTOCAD 版，比例 1:1，并附字型文件电子文件，正式图纸必须加盖工厂公章或签字。投标方不得以任何理由拒绝履行义务。

投标方有义务对合同范围内所有设备资料负责，责任包括且不限于设备资料的正确性、及时性和完整性等。若合同范围内有设备外购，投标方应对所有外购设备资料进行收集、梳理、检验后提交给招标方，投标方应全权负责外购厂家间所有配合工作，不应将投标方义务转嫁给外购设备厂家。

2.1 投标方必须提供必要的图纸和资料，其中必须包括下列图纸（投标方应补充和细化所列技术资料以满足工程要求）

2.1.1 调相机主体及附件设备

（1）技术文件及图纸

—— 材料清单及性能

—— 工厂检验标准

—— 转子锻件及护环材料检验技术文件

—— 调相机及其附属设备工厂检验标准（大纲）

—— 调相机及其附属设备现场交接检验标准（大纲）

—— 调相机及其附属设备主要部件机械设计计算数据（如应力、安全系数）和计算说明：

转子中心孔、齿根各工况时的应力、安全系数、检验方法

所有轴或旋转体上套装部件在额定转速和超速时的配合公差、分离转数、应力、安全系数

调相机轴径在额定及事故工况下的扭应力及安全系数

调相机机座固有振动频率

调相机铁心固有振动频率

调相机定子端部线圈固有振动频率及设计最大振幅

调相机定子隔振弹簧板的弹性系数、隔振系数、应力及安全系数

调相机定子压圈的应力及安全系数

调相机端盖的刚度和变形、应力

调相机轴承结构及全部性能数据

调相机的临界转速、飞轮转矩

调相机定子、转子重量及尺寸

—— 调相机安装图

—— 油系统图

—— 定子绕组出线图

—— 调相机外形尺寸图

—— 调相机转子拆装图

—— 定子运输尺寸图

—— 转子运输尺寸图

—— 有关设计数据

—— 同型机的型式实验报告

—— 调相机出力图

—— 励磁特性曲线

- 机组疲劳损失报告
- 润滑油净化系统
- 润滑油及油净化装置外形尺寸图
- (2) 配合工程设计的资料和图纸
 - 调相机总装图
 - 调相机安装图（荷载、基础图、电气连接图）
 - 调相机定子绕组装配图
 - 定子绕组接线图
 - 转子装配图
 - 转子绕组接线图
 - 转子引线及集电环装配图
 - 轴瓦加工图
 - 全部测温元件布置图及接线板接线图
 - 各个辅助系统（本体检测、润滑油系统等）的仪表检测控制图（P&ID）
 - 就地仪表控制箱布置图、原理图及接线图
 - 所需供方提供电源的设备的负荷清单（包括电压等级、容量及回路数量）
 - 滑环结构图
 - 调相机出力图
 - 润滑油系统图
 - 连接机端母线以及机组中性点的接点图和断面图
 - 备品备件加工图纸和技术要求

- 调相机及其它部件使用说明书
- 转子锻件、护环锻件及其他重要材料检验报告
- 出厂试验报告合格证
- 油系统热控设备清单（包括型式、规范等）；
- 润滑油净化系统图
- 润滑油及油净化装置安装图（荷载、基础图）

2.1.2 励磁系统

- （1）产品技术文件及图纸
- （2）配合工程设计的资料和图纸

2.1.3 SFC 系统

- （1）产品技术文件及图纸
- （2）配合工程设计的资料和图纸

2.1.4 调相机变压器组及其配电系统

- （1）产品技术文件及图纸
- （2）配合工程设计的资料和图纸

2.1.5 DCS 系统

- （1）产品技术文件及图纸
- （2）配合工程设计的资料和图纸

2.1.6 继电保护系统

- （1）产品技术文件及图纸
- （2）配合工程设计的资料和图纸

2.1.7 调度自动化系统

- (1) 产品技术文件及图纸
- (2) 配合工程设计的资料和图纸

2.1.8 直流电源系统

- (1) 产品技术文件及图纸
- (2) 配合工程设计的资料和图纸

2.2 设备监造检验所需要的技术资料：

投标方应提供满足合同设备监造检验/见证所需的全部技术资料。

2.2.1 施工、调试、试运、机组或整套系统设备的性能试验和运行维护所需的技术资料包括但不限于：

- 1) 提供设备安装、调试和试运说明书，以及组装、拆卸时所需的技术资料。
- 2) 安装、运行、维护、检修所需的详尽图纸和技术文件，包括设备总图、部件总图、分图和必要的零件图、计算资料等。
- 3) 设备的安装、运行、维护、检修说明书，包括设备结构特点、安装程序和工艺要求、启动调试要领。运行操作规定和控制数据、定期校验和维护说明等。
- 4) 投标方应提供备品、配件总清单和易损零件图。

2.2.2 投标方须提供的其他技术资料，包括以下但不限于：

- 1) 检验记录、试验报告及质量合格证等出厂报告。
- 2) 投标方提供在设计、制造、检验、验收时所遵循的标准、规范和规定等清单。
- 3) 设备和备品管理资料文件，包括设备和备品发运和装箱的详细资料（各种清单），设备和备品存放与保管技术要求，运输超重和超大件的明细表和外形图。

4) 详细的产品质量文件, 包括材质、材质检验、焊接、热处理, 加工质量, 外形尺寸和性能检验等证明。

投标方按下表规定的数量提供图纸和资料

投标方提供图纸和资料数量表

文件名称	数量及单位			
	招标方		设计单位	
	图纸和资料	电子文档	图纸和资料	电子文档
图纸技术文件提交时间表	10	10	2	2
标准和规程	10	10	2	2
供审查图纸和资料	12	12	2	2
最终工厂图纸和技术文件	12	12	2	2
竣工图缩印本 (尺寸 A3、A4)	10	10	2	2
各类型式试验报告	10	10	2	2
各类出厂试验报告	10	10	2	2
安装、运行、维护说明书	12	12	2	2
附属设备安装、运行、维护说明书	12	12	2	2
各类文件、计划表、日程表、季报等	10	10	2	2
包装单元图	10	10	2	2

2.3 工厂图纸

2.3.1 范围

本节包括本规范各章节中规定的全部工厂图纸、制造文件的编制和提交的一般规定。技术资料、图纸用中文书写。

2.3.2 工厂图纸

1) 投标方提交本节规定的所有工厂图纸及进度表供审查。期限不得耽误招标方或任何其他承包商、分包商的工作。工厂图纸邮寄招标方, 邮资由投标方支付。

2) “工厂图纸”是指投标方的设计图纸和设备制造图纸以及相应的文件资料,包括制造图、装配图、系统图、接线图和控制图、布置图和设备基础图,材料和设备的清单或表格,以及制造厂的标准图、设计计算书、设计说明书、样本和小册子,特性和试验数据,和设计方法有关的附带说明等资料。说明选用材料、设备或系统及其布置是否符合本招标文件要求。

3) 工厂图纸按比例绘制,并完整地标注尺寸。

4) 工厂图纸的图幅是标准公制系列的倍数,除有特殊要求需用更大尺寸的图幅外,不超过 $594 \times 841\text{mm}$ 。

2.3.3 工厂图纸的批准

1) 招标方有权对本招标文件范围内货物图纸进行审查,所有提供给招标方审查的图纸有清楚的空白处,便于标记和评定。

2) 招标方审查工厂图纸后,需送回投标方 1 份附有下列记号之一的图纸。

可继续进行,无须修改;

按修正的进行;

修正并重新提交;

拒绝。

3) 当工厂图纸和/或其他提交文件上做了“修正并重新提交”或“拒绝”记号被退回后,投标方做修改和/或改正,并于 3 天内重新提交图纸或其它资料。如果安装试验及调试期间需要更改的图纸,在 3 天内重新提交更改的图纸,同时按照现场要求提供现场用草图。

4) 当工厂图纸标有“可继续进行,无须修改”或“按修正的进行”而送回投标方时,投标方在 3 天内根据加注的修正意见修改后(如果有的话)按工艺分类提供所要求数量的最终图和电子媒体(光盘),图纸采用有简体中文平台或英文的

AUTOCAD2004 或最新版本软件绘制，文字报告采用 Microsoft Office2003 或最新版本软件编制。

2.3.4 提交的一般要求

1) 所有提交给招标方的工厂图纸附有由投标方签字的文字说明。

2) 招标方对工厂图纸只做概要审查，招标方审查意见不能减少或免除投标方按照本招标文件提供完整的设备及系统。对于任何性质的错误和疏忽，图纸或说明中的偏差，或由此偏差而可能产生的与其它产品的矛盾，招标方审查不能减少投标方责任。

3) 正式图纸的提供：所有正式提交给招标方的图纸资料盖有“正式”图章。

4) 中标通知书生效后 7 天内，投标方提供招标方全部工厂图纸的提交时间表。

5) 中标方在中间修改图纸时必须注明版次，每版次增加修改部分内容说明，说明中未提及部分视为未改动，未提及部分出现问题由中标方承担责任。

2.4 安装、运行和维护说明书

2.4.1 适用范围

本节内容包括设备安装、运行和维护说明书的编制和提交，投标方提供的所有设备都需提供用中文书写的安装、运行和维护说明书。

2.4.2 说明书

在中标通知书生效后，按前述相关章节要求，提供规定数量（供审查图纸资料）的安装、运行和维护说明书供招标方审查和批准。审查后返回 1 份附有下列记号之一的说明书。

可继续进行无须修改

按修改进行

修正并重新提交

拒绝

说明书内容：

- (1) 调相机及相关配套设备
- (2) 励磁系统
- (3) SFC 系统
- (4) 调相机变压器组以及配电设备
- (5) DCS 系统
- (6) 继电保护
- (7) 调度自动化
- (8) 控制电源系统

主要元件或部件的技术参数和特性说明至少包括（并不限于）。

油系统说明书（包括对安装工艺的要求）。

冷却系统说明书（包括对安装工艺的要求）。

提供设备安装、调试和试运说明书，以及组装、拆卸时所需的技术资料。

控制、保护和测量、信号系统的抗干扰说明。

设备的安装、运行、维护、检修说明书，包括设备结构特点、安装程序和工艺要求、启动调试要领。运行操作规定和控制数据、定期校验和维护说明等。

安装说明书还包括：主要元件和所有辅助设备及附件的装卸、组装、安装、连接、安装后现场检查及调整等内容全部说明和完整资料。

维护说明书还包括：调相机及其附属设备的维护工作的程序、周期，检修时的安全措施和管理等方面的资料。

运行说明书提供设备、元件安全运行的相关资料。

运输储存说明书提供设备搬运、起吊、存放及保管等说明。

专用工具和仪器使用说明书包括其维护、保管的说明。

投标方提供其他未规定但有必要提供的资料。

2.4.3 图纸资料的有效性

1) 除本节所列图纸资料外，随工程进度或电站需要所必须的其他图纸资料随时填补，所增加的部分，投标方有义务提供并不得另增费用。

2) 投标方所提供的最终图纸资料必须加盖投标方单位公章。过期交图将作为违约处理。

3) 对于投标方提交的不符合要求的图纸，招标方将书面通知投标方，并要求投标方修改后重新提交。

4) 由于重新提交图纸而推迟了交图时间，进而影响工程进度时，投标方按规定向招标方支付违约金。

5) 投标方对已提交的图纸资料不得随意改动。

2.5 投标方应提供详细的装箱清单。

第三章 监造和性能验收试验

1 概述

1.1 本附件用于合同执行期间对投标方所提供的设备（包括对分包外购设备）进行检验、监造和性能验收试验，确保投标方所提供的设备符合附件 1 规定的要求。

1.2 投标方应在本合同生效后 7 天内，向招标方提供与本合同设备有关的监造、检验、性能验收试验标准。有关标准应符合通用部分第一章的规定。

1.3 设备重要生产节点需招标方到场监造

2 工厂的检验和监造

2.1 招标方有权派遣其检验人员到投标方及其分包商的车间场所，对合同设备的加工制造进行检验和监造。招标方将为此目的而派遣的代表以书面形式通知投标方。

2.2 如有合同设备经检验和试验不符合技术规范的要求，招标方可以拒收，投标方应更换被拒收的货物或进行必要的改造，使之符合技术规范的要求，招标方不承担上述的费用。

2.3 招标方对货物运到现场以后进行检验、试验和拒收（如果必要时）的权利，不得因该货物在生产厂发运以前已经由招标方或其代表进行过监造和检验并已通过作为理由而受到限制。招标方人员参加工厂试验，包括会签任何试验结果，既不能免除投标方按合同规定应负的责任，也不能代替合同设备到达现场后招标方对其进行的检验。

2.4 投标方应在开始进行工厂试验前 2 个月，通知招标方其日程安排。根据这个日程安排，招标方将确定对合同设备的哪些试验项目和阶段要进行目睹，并将在接到投标方关于安装、试验和检验的日程安排通知后 30 天内通知投标方。然后，招标方将派出技术人员前往投标方和（或）其分包商生产现场，以观察和了解该合同设备工厂试验的情况及其运输包装的情况。若发现任一货物的质量不符合合同规

定的标准，或包装不满足要求，招标方代表有权发表意见，投标方应认真考虑其意见，并采取必要措施以确保待运合同设备的质量，目睹检验程序由双方代表共同协商决定。

2.5 若招标方不派代表参加上述试验，投标方应在接到招标方关于不派员到投标方和（或）其分包商工厂的通知后，或招标方未按时派遣人员参加的情况下，自行组织检验。

2.6 为对合同设备进行实地了解，投标方应对招标方派出人员组织一次在由投标方提供的设备安装运行的类似电厂或变电所进行实地考察和参观。

2.7 监造范围：

1) 监造项目内容及见证方式详见下表：

序号	监检部套	监造（检验）内容	见证方式			备注
			H	W	R	
一	转轴	1. 原材料质保书			√	
		2. 机械性能试验			√	
		3. 转轴探伤			√	
		4. 应力试验			√	
		5. 导磁率测定			√	
		6. 锻件化学成分分析			√	
		7. 关键部位加工尺寸及精度			√	超速后
二	槽楔	1. 原材料质保书			√	

序号	验收对象	验收（检验）内容	见证方式			备注
		2. 机械性能试验			√	
		3. 锻件化学成分分析			√	
三	护环及中心环	1. 原材料质保书			√	
		2. 机械性能试验			√	
		3. 化学成分分析			√	
		4. 超声波探伤			√	
		5. 应力试验（仅护环）			√	
		6. 关键部位加工尺寸及精度			√	热套前
四	集电环	1. 机械性能试验			√	
		2. 化学成分分析			√	
		3. 关键部位加工尺寸及精度			√	热套前
		4. 探伤报告			√	
		5. 加工尺寸及精度			√	
五	风叶（若有）	1. 原材料质保书			√	
		2. 超声波探伤			√	
六	转子铜线	1. 原材料质保书			√	

序号	验收对象	验收（检验）内容	见证方式			备注
		2. 机械性能试验			√	
		3. 化学成分分析			√	
		4. 导电率测试			√	
七	硅钢片	1. 原材料质保书			√	
		2. 单耗测试			√	
		3. 冲片漆膜及毛刺抽查			√	
		4. 表面绝缘电阻测量			√	
八	定子铜线	1. 原材料质量保证书			√	
		2. 机械性能试验			√	
		3. 化学成分分析			√	
		4. 导电率测试			√	
九	定子引线 导电铜管 /铜排	1. 原材料质量保证书			√	
十	转子	1. 槽楔及槽衬装配检查			√	
		2. 转子通风孔检查及通风试验		√		
		3. 转子绕组下线及焊接检查		√		

序号	验收项目	验收(检验)内容	见证方式			备注
		4. 绕组交流耐压试验		√		
		5. 绕组冷态直流电阻测定、绕组绝缘电阻测定		√		
		6. 交流阻抗的测定		√		
		7. 超速试验	√			
		8. 转子动平衡试验	√			
		9. 动态波形法测转子匝间绝缘	√			
		10. 重复脉冲法测转子匝间绝缘	√			
十一	定子	1. 单根线棒尺寸、形状、绝缘检查			√	
		2. 单根线棒绝缘介质损失角测定(10%)			√	
		3. 铁芯尺寸及压紧量检查			√	
		4. 测温元件埋设情况			√	
		5. 绕组冷态直流电阻			√	
		6. 线圈焊接检查			√	
		7. 铁芯损耗发热试验(大电流法)		√		
		8. 电磁式定子铁芯故障检测(小电流法)		√		

序号	验收项目	验收（检验）内容	见证方式			备注
		9. 绕组直流耐压及泄漏电流		√		
		10. 绕组交流耐压试验		√		
		11. 定子通风孔检查及通风试验		√		
		13. 定子绕组端部、引出线等绝缘电位外移试验		√		
		14. 定子绕组端部固有频率、模态和振幅的测定		√		
十二	定子端部磁屏蔽构件（若有）	1. 原材料质保书			√	
		2. 机械性能试验			√	
		3. 化学成分分析			√	
		4. 导电率测试			√	
十三	整机	1. 密封瓦和轴瓦尺寸精度检查			√	
		2. 绕组、检温计对地绝缘电阻和绕组相互间的绝缘电阻		√		
		3. 定子出线端耐电压试验		√		
十三	整机	4. 噪声试验			√	
		5. 轴电压试验			√	
		7. 效率试验			√	

序号	验收项目	验收内容	见证方式			备注
		8. 电话谐波因数			√	
		9. 电压波形畸变率			√	
		10. 间接法温升试验（空载、短路各不少于 2 点）			√	
		11. 不平衡负荷能力			√	
		12. 交、直轴电抗测试			√	
		13. 短时升高电压试验			√	
		14. 定子过电流试验			√	
		15. 定子端部电晕检测			√	
		16. 空载特性和损耗试验			√	
		17. 稳态短路特性和损耗试验			√	
		18. 机械强度考核试验	√			
		19. 转子过负荷试验	√			
		20. 动态参数和时间常数测试	√			
十四	轴承及轴承箱	1. 轴承合金铸造质量无损检测报告（含铸造层、结合层）			√	
		2. 推力轴承推力瓦块厚度检查记录			√	

序号	验收内容	验收(检验)内容	见证方式			备注
		3. 轴瓦体与瓦套接触检查		√		
		4. 轴承箱渗漏试验		√		
		5. 轴承箱与台板接触检查		√		
		6. 轴承箱清洁度检查		√		

2) 监造方式:

文件见证、现场见证和停工待检，即 R 点、W 点、H 点。R 点: 投标方提供检验或试验记录或报告的项目，即文件见证。

W 点: 招标方监造代表参加的检验或试验项目，检验或试验后投标方提供检验或试验记录，即现场见证。

H 点: 停工待检。投标方在进行至该点时必须停工等待招标方监造代表参加的检验或试验项目，检验或试验后投标方提供检验或试验记录。

上述工作均应在投标方自检合格的基础上进行。

监造方接到质量见证通知后，及时参加现场见证。如果监造方不能按期参加，W 点自动转为 R 点，但 H 点没有招标方书面通知同意，投标方不能自行转为 R 点时，需与监造方联系商定更改见证日期，如果更改时间后，监造方仍未按时到达，则 H 点自动转为 R 点。H 点投标方应提前 15 天书面通知监造方，W 点投标方应提前 10 天书面通知监造方，R 点投标方应提前 7 天书面通知监造方。

每次监造内容完成后，投标方和监造方均在见证表上履行签字手续。投标方复印 3 份，交监造方 1 份。

2.8 投标方应向监造者提供下列资料:

重要的原材料的物理、化学特性和型号及必要的工厂检验报告。

重要零部件和附件的验收试验报告及重要零部件和附件的全部出厂试验报告。

设备出厂试验报告、半成品试验报告。

型式试验报告。

产品改进和完善的技术报告。

与分包者的技术条件书和分包合同副本。

合同设备的铁心组装图、引线布置图、装配图及其他技术文件。

设备的生产进度表。

设备制造过程中出现的质量问题的备忘录。

2.9 监造者有权到生产合同设备的车间和部门了解生产信息，并提出监造中发现的问题（如有）。

3 试验

根据最新版的国标有关标准及其补充说明进行调相机主体及其附属设备、启动设备、调相机变压器、连接系统用电力电缆及其附件设备、DCS 控制系统、继电保护、调度自动化系统、数据网系统、控制电源等试验，并同时执行下列要求。

3.1 型式试验

- (1) 温升试验（GB1094.2）；
- (2) 绝缘型式试验（GB1094.3）。

3.2 出厂试验（例行试验）

- (1) 绕组电阻测量（GB1094.1）；
- (2) 短路阻抗和负载损耗测量（GB1094.1）；
- (3) 空载电流和空载损耗测量（GB1094.1）；

3.3 现场试验

- (1) 测量绕组连同套管的直流电阻；
- (2) 检查所有分接头的变压比；
- (3) 检查调相机的三相接线组别和单相调相机引出线的极性；
- (4) 测量绕组连同套管的绝缘电阻、吸收比或极化指数；
- (5) 测量绕组连同套管的介质损耗因数；
- (6) 测量绕组连同套管的直流泄漏电流；
- (7) 绕组连同套管的交流耐压试验；
- (8) 绕组连同套管的局部放电试验；
- (9) 测量与铁芯绝缘的各紧固件及铁芯接地线引出套管对外壳的绝缘电阻；
- (10) 非纯瓷套管的试验；
- (11) 绝缘试验；
- (12) 额定电压下的冲击合闸试验；
- (13) 检查相位；
- (14) 测量噪声。
- (15) 绕组变形试验

3.4 特殊试验

- (1) 绝缘特殊试验（GB1094.3）；
- (2) 绕组对地和绕组间的电容测定；
- (3) 暂态电压传输特性测定；
- (4) 三相零序阻抗测量（GB1094.1）；
- (5) 提供短路承受能力计算报告（GB1094.5）；

(6) 声级测定 (GB7328) ;

(7) 空载电流谐波测量 (GB1094.1) ;

(8) 绕组变形试验报告

3.5 上述例行试验、型式试验和特殊试验均符合 DL/T2024、DL/T2349 要求。

3.6 调相机相关试验详见技术规范专用部分第四章 1.10。

3.7 性能验收试验结果的确认

性能验收试验报告以有资质的第三方为主编写，招投标双方共同参加并签章确认结论。如双方对试验的结果有不一致意见，双方协商解决。

进行性能验收试验时，一方接到另一方试验通知而不派人参加试验，则被视为对验收试验结果的同意，并进行确认签字盖章。

第四章 技术服务和设计联络

1 投标方现场技术服务

投标方在接到招标方书面通知后 36 小时内派工程技术人员到现场指导安装、调试，直至送电成功。

1.1 投标方现场服务人员的目的是使所供设备安全、正常投运。投标方要派合格的现场服务人员。在投标阶段应提供包括服务人月数的现场服务计划表（格式）。如果此人月数不能满足工程需要，投标方要追加人月数，且不发生费用。

现场服务计划表（格式）

序号	技术服务内容	计划人月数	派出人员构成		备注
			职称	人数	

1.2 投标方现场服务人员应具有下列资质：

1.2.1 遵守法纪，遵守现场的各项规章制度；

1.2.2 有较强的责任感和事业心，按时到位；

1.2.3 了解合同设备的设计，熟悉其结构，具有相同或相近机组的现场工作经验，能够正确地进行现场指导；

1.2.4 身体健康，适应现场工作的条件。

投标方要向招标方提供服务人员情况表（见下表格式）。投标方需更换不合格的投标方现场服务人员。

服务人员情况表

姓名		性别		年龄		民族	
政治面貌		学校和专业		职务		职称	
工 作 简 历	(包括参加了哪些工程的现场服务)						
单 位 评 价	(按资质 4 条逐条评价)						
	<div style="text-align: right;">单位（盖章）</div> <div style="text-align: right;">年 月 日</div>						

(注： 每人一表)

1.3 投标方现场服务人员的职责

1.3.1 投标方现场服务人员的任务主要包括设备催交、货物的开箱检验、设备质量问题的处理、指导安装和调试、参加试运和性能验收试验等。

1.3.2 在安装和调试前，投标方技术服务人员应向安装施工人员技术交底，讲解和示范将要进行的程序和方法。对重要工序（见下表），投标方技术人员要对施工情况进行确认和签证，否则不能进行下一道工序。经投标方确认和签证的工序如因投标方技术服务人员指导错误而发生问题，投标方负全部责任。

安装、调试重要工序表

序号	培训内容	计划人月数	培训教师构成		地点	备注
			职称	人数		

1.3.3 投标方现场服务人员应有权全权处理现场出现的一切技术和商务问题。如现场发生质量问题，投标方现场人员要在招标方规定的时间内处理解决。如投标方委托招标方进行处理，投标方现场服务人员要出具委托书并承担相应的经济责任。

1.3.4 投标方对其现场服务人员的一切行为负全部责任。

1.3.5 投标方现场服务人员的正常来去和更换事先与招标方协商。

1.4 招标方的义务

招标方要配合投标方现场服务人员的工作。

2 售后服务

设备投运中发生故障，投标方接到招标方通知后在 12 小时内提供解决方案，若需投标方派工程技术人员到现场解决问题，投标方必须在 48 小时内到达现场。

3 培训

3.1 为使合同设备能正常安装和运行，投标方有责任提供相应的技术培训。培训内容应与所供设备和工程进度相一致。

培训计划和内容由投标方在投标文件中列出（格式）。

序号	培训内容	计划人月数	培训教师构成		地点	备注
			职称	人数		

3.2 培训的时间、人数、地点等具体内容 by 招投标双方商定。

3.3 投标方为招标方培训人员提供设备、场地、资料等培训条件，并提供食宿和交通方便。

4 设计联络

4.1 自合同生效之日起 15 天内，举行设计联络会，投标方应提前 1 周书面提交实施方案、工作日程表及设计图纸传送给招标方。

4.2 联络会讨论的内容包括：

- 明确相应的标准、技术规范。
- 研究确定最终的设备配置方案及组屏方案
- 需要澄清的技术问题。
- 讨论和审定培训计划、工程进度计划。
- 供货方解释供确认的图纸和资料
- 供货方解答采购方所提出的问题
- 共同确认系统内外部接口方案
- 确认系统的最终图纸
- 讨论系统工程化和试验验收工作内容
- 讨论系统安装、现场调试等问题
- 讨论其他为履行合同双方需要协调的问题

4.3 招标方有权要求召开联络会讨论相关问题。

4.4 设计联络会由投标方组织，招标方将派技术人员参加。

4.5 会议纪要：每次联络会由投标方负责记录并编写纪要，纪要用中文书写，包括讨论的内容和得出的结论。由有关各方首席代表签字确认后生效，并作为合同的一部分。

设计联络计划表

序号	次数	内容	时间	地点	人数

第五章 质量保证及管理

1 投标方应保证投标产品及其辅助设备是全新的，未使用过的，采用的是优质材料和先进工艺，并在各方面符合合同规定的质量、规格和性能。投标方应保证投标产品及其辅助设备经过正确安装、正常操作和保养，在其寿命期内运行良好。由于投标方设计、材料或工艺的原因所造成的缺陷或故障，投标方应免费负责修理或更换有缺陷的零部件或整机。

2 投标人应为调相机成套设备提供至少 3 年质保期服务（质保期以商务合同为准）。

3 在质量保证期内，由于投标方设备的质量问题而造成停运，投标方应负责尽快更换有缺陷或损坏的部件，并赔偿相应损失；同时设备的质保期将重新计算。

4 投标方应对合同设备的设计、材料选择、加工、制造和试验等整个制造过程严格按其质量保证体系执行。

5 设备在制造过程中，招标方有权分批派遣有经验的工程师去投标方制造厂对设备的组装、出厂试验和包装等方面进行监制和抽查验证。招标方人员不签署任何质量证明，招标方人员参加监制和验证既不解除投标方按合同规定所应承担的责任，也不代替招标方到货的检验。投标方在设备制造前应向招标方提供生产计划表，以便招标方选定来厂日期和需参加验证的项目和内容。

6 对合同设备，投标方应采用有运行经验证明正确的、成熟的技术；若采用投标方过去未采用过的新技术，应征得招标方的同意。

7 投标方从其他厂采购的设备，一切质量问题应由投标方负责。

8 制定以下质量目标：

质量目标：达标投产，不发生一般及以上质量事故。

招标人鼓励投标人提出更高的质量标准，并在工程中实施。

第六章 分包与外购

投标方要按下列表格填写分包情况表，每项设备的候选分包厂家一般不少于 3 家，并报各分包厂家的简要资质情况（包括与本设备的配套业绩）。最后确定的分包商要经招标方认可。

表 分包情况表

序号	设备/部组件	型号	单位	数量	产地	分包商名称	资质情况 (包括与本设备配套业绩)	备注
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

注：下表中的序号和内容应与第二章的一致。

第七章 大（部）件情况

投标方应把大部件的情况详细予以说明，并分别详细说明运输方案和措施（投标方填写）。

序号	部件名称	数量	长×宽×高 (mm)		重 量 (kg)		厂家 名称	货物发 运地点	运输 方式	备 注
			包装	未包装	包装	未包装				

第二部分专用部分

第一章 供货范围

1 一般要求

1.1 本技术规范专用部分规定了合同设备的工作内容及供货范围。投标方保证提供设备为全新的、先进的、成熟的、完整的安全可靠的，且设备的技术经济性能符合本技术规范的要求。

1.2 投标方应提供详细供货清单，清单中依次说明型号、数量、产地、生产厂家等内容。为满足技术规范书中设备的技术要求，对于属于整套设备运行和施工所必需的部件，即使本技术规范未列出或数目不足，投标方仍须在执行合同时补足。

1.3 投标方应提供所有安装和检修所需专用工具和消耗材料等，并提供详细供货清单。

1.4 投标方应提供随机备品备件，并在投标书中给出具体清单。

1.5 提供所供设备的进口件清单。

1.6 投标方提供的技术资料清单见通用部分。

1.7 调相机散热量计算需考虑过励、沙漠高温工况，并同时设计散热冗余，确保整套调相机系统安全稳定运行。

1.8 冷却器吸风、出风口需满足在当地环境下安全运行，其过滤采用三级过滤（ $5\mu\text{m}$ ），并具备自动反吹功能。过滤棉、网应便于拆卸清洗，方案需经招标方确认。

2 供货范围

序号	升压站	调相机	供货地点	备注
1	1#站	3套，包含2套SFC系统、3套励磁系统、3套变配电装置（包括站用变、备变及低压配电柜）、3台调相机升压变、3台调相机主机、辅机系统及其他相关必要的设备。辅机系统及其他相关的一二次设备。		

2	2#站	4 套, 包含 2 套 SFC 系统、4 套励磁系统、3 套变配电装置（包括站用变、备变及低压配电柜）、4 台调相机升压变、4 台调相机主机、辅机系统及其他相关的一二次设备。		
---	-----	---	--	--

2.1 主机和一次设备、材料、备品备件、专用工具清单

表 2.1-1 主机和一次设备、材料、备品备件、专用工具表

序号	名 称	型 号	单 位	数 量	产 地	生产 厂家	备注
一	调相机设备	50Mvar 配套设备，及其附件、备品备件、专用工具等，每套包含以下设备	套	7			以下为每套布置。
1	调相机本体	50Mvar 10.5kV，每套包括如下设备	套	1			
1.1	转子		套	1			
1.2	定子		套	1			
1.3	轴承		套	1			
1.4	刷架		套	1			
1.5	刷盒		套	1			
1.6	电刷		套	1			
1.7	出线		套	1			
1.8	底板、地脚螺栓 （包括配合螺母、垫圈）		套	1			
1.9	测温装置		套	1			
1.10	大轴接地		套	1			
1.11	集电环在线监测系统		套	1			

序号	名 称	型 号	单 位	数 量	产 地	生产 厂家	备注
1.12	盘车（若有）		套	1			
1.13	端子箱	满足工程规模需求	套	1			
1.14	调相机隔音罩		套	1			
1.15	集电环隔音罩		套	1			
…	投标方认为必需的设备						
2	润滑油及油净化装置	调相机润滑油及油净化装置，每套包括如下设备	套	1			包括全部自动化元器件、与主机连接管道、各类阀门、仪表、电机等，还包括冬季管道保温措施
2.1	油净化系统		套	1			
2.2	冷却系统	主机采用空水冷，则油冷却系统与主机冷却系统合用。	套	1			与调相机主机冷却系统配套
2.3	主油箱集装装置	含交流润滑泵、直流润滑泵且满足本工程需求	套	1			
2.4	管道、支吊架、仪表、油漆	仪器、仪表和传感器等须采用优质品牌的具备三年以上稳定运行业绩的高品质、免维护的工业级产品	套	1			
2.5	控制系统		套	1			

序号	名 称	型 号	单 位	数 量	产 地	生产 厂家	备注
2.6	交直流电机动力控制柜		套	1			
2.7	顶轴油系统（如有）	满足现场安装及运行需要	套	1			
2.8	润滑油输送泵	满足现场安装及运行需要	套	1			
2.9	贮油箱	满足现场安装及运行需要	套	1			
3	闭式冷却系统 （每套包含以下设备：）	闭式空空冷/闭式空水冷冷却器及相关配套附件	套	7			投标人选择配套成熟的方式
3.1	闭式空空冷/闭式空水冷冷却器	满足现场安装及运行需要	台	1			
3.2	进/出风道（空空冷）进	满足现场安装及运行需要	套	1			
3.3	调相机进出风口消音装置（空空冷）		套	1			
3.4	外部变频强迫风机装置（空空冷）		套	1			
3.5	新风系统及冷却风道（空空冷）		套	1			
3.6	水管路、室外机和供水装置（空水冷）	满足现场安装及运行需要	套	1			
3.7	风道固定用支吊架或者水管管道支吊架	满足现场安装及运行需要	套	1			
3.8	软连接装置		套	1			
3.9	风道/水管固定用支吊架	满足现场安装及运行需要	套	1			
3.10	风量/水量控制系统（含温度传感器）		套	1			

序号	名 称	型 号	单 位	数 量	产 地	生产 厂家	备注
4	行车吊车	满足调相机使用需求建议 30T	套	2			两座升压站分别配置 1 套
5	调相机在线状态监测系统（冗余通讯接口）（每套含以下设备）	各系统应开放，后台能接入 dcs	套	1			
5.1	轴系振动监测保护系统（TSI）		套	1			
5.2	轴系振动监测分析故障诊断系统（TDM）		套	1			
5.3	局部放电监测系统		套	1			
5.4	转子匝间短路监测装置		套	1			
5.5	轴电流轴电压在线监测系统		套	1			
...	投标方认为必需的设备.....						
6	上述项中涉及的管道、支吊架、仪表、油漆		套	1			
7	主机厂范围内的仪表就地及远传检测及全套仪表阀、导压管、取样管等安装附件		套	1			满足功能要求
8	调相机出口及中性点侧电流互感器	出线侧： 4000/1A(5A), 5P30/5P30/0.2S/0.2S/5P30	套	1			施工图阶段确认

序号	名 称	型 号	单 位	数 量	产 地	生产 厂家	备注
		， 中性点侧： 4000/1A(5A)， 0.2S/5P30/5P30/5P30					
9	调相机出口电压互感器和避雷器柜，含匝间保护专用 PT	含 3 组 三相电压互感器（全绝缘），1 组氧化锌避雷器，参数最终设计确认：	项	1			
10	调相机出线箱、中性点接线箱		套	1			
11	调相机中性点接地装置及附属连接设备	满足国标	套	1			
12	供货范围内设备间的电缆	满足实际要求	项	1			控制和信号电缆必须全部为阻燃耐火型屏蔽电缆
13	其他		项	1			

序号	名 称	型 号	单 位	数 量	产 地	生产 厂家	备注
二	励磁系统	-50Mvar~+50Mvar 调相机励磁控制单元。 励磁系统的设计、制造、软件开发、工厂试验、出厂试验、包装、运输、现场开箱检查、指导现场安装、调试和试验、联调试运行、电网验收、用户	套	7			以下为每套布置

序号	名 称	型 号	单位	数量	产 地	生产 厂家	备注
		培训、售后服务 每套包含以下设备					
1	励磁变压器（包括高低压侧穿心式电流互感器、非电量保护等配套设备、非磁性金属防护外壳）	型号: ZLSCB14-1050/10.5/092 额定量: 1050kVA, UK=6%，无载调压 接线组别: Yd11 冷却方式: AF	套	1			励磁变容量由投标人提供计算书
2	励磁控制系统设备		套	1			
2.1	数字式励磁调节装置	双通道	套	1			
2.2	可控硅整流装置	并联数不小于 2	套	1			
2.3	灭磁装置: 包括灭磁开关、灭磁电阻、过电压保护、变送器		套	1			
2.4	转子接地保护装置		套	1			注入式
2.5	柜间连接铜排		套	1			
2.6	AVR 脉冲		套	1			

序号	名 称	型 号	单位	数量	产 地	生产 厂家	备注
	信号连接 电缆						
2.7	启动励磁 柜（含启 动励磁 变）		套	1			
3	柜间控制 电缆		套	1			
4	励磁动力 电缆	励磁变至励磁盘、励磁盘至调 相机，满足实际布置需求	套	1			
5	每套含调节 器柜 1 面、 功率柜 2 面、灭磁柜 1 面、启动 柜 1 面，要 求盘柜深度 不得超过 1200mm。		套	1			具体 以设 计为 准
6	其他		套	1			
三	SFC 设备 与控制系统接口	-50Mvar~+50Mvar 调相机启动 系统及控制单元。 SFC 系统的设计、制造、软件 开发、工厂试验、出厂试验、 包装、运输、现场开箱检查、 指导现场安装、调试和试验、 联调试运行、电网验收、用户 培训、售后服务 每套包含以下设备	套				每个 站 2 套
1	启动用的 可变频率 电源装置	主要部件：控制系统、6-12 脉 冲整流器、6 脉冲逆变器、电 抗器、过电压保护器、冷却风 机等；	套	1			

序号	名 称	型 号	单位	数量	产 地	生产 厂家	备注
2	启动设备 保护控制 和监视功 能元件， 专用控制 盘；		套	1			
3	SFC 隔离变压 器及相关 附件	型号: ZLSCB14-1000/37/2X0.6 额定量: 1000kVA, UK=9%，无 载调压 接线组别: Dd0y1 冷却方式: AF	套	1			SFC 应 提供 谐波 计算， 满足 国标 和国 网谐 波要 求
4	本系统柜 间连接控 制电缆、 动力电缆 及母线 (注 1)		套	1			
5	启动过程 中 35kV 断 路器的逻 辑(在 DCS 顺控逻辑 中实现) 控制装置 与 AVR 及 DCS 的接 口；		套	1			
6	机端隔离 开关柜		套	1			

序号	名 称	型 号	单位	数量	产 地	生产 厂家	备注
7	切换装置柜	用于多台机组时应能分别切换到各机组启动	套	1			
8	所有开关柜、隔离变柜应提供完善的防误闭锁措施，具体方案在设联会中确认		项	1			
9	厂家需提供 SFC 启动时谐波对站用电源系统影响的计算书或仿真报告		项	1			
四	调相机升压变压器	1) 变压器本体（包括底架及附件）及运输和就位； 2) 本体端子箱； 3) 本体及连接到端子箱和控制箱之间的耐油、阻燃、屏蔽电缆； 4) 备品备件及专用工具等； 5) 变压本体与其附属设备之间的连接设备（如管道、阀门、电线、电缆等），包括 10.5kV 侧出线端子与封闭母线接口法兰座，由投标方供应。	套	7			以下 为每 套布 置

序号	名 称	型 号	单位	数量	产 地	生产 厂家	备注
		每套包含如下设备:					
, 1	变压器本体	S20-63000/35 $37\pm 2\times 2.5\%/10.5\text{kV}$ Y, d11 Ud=8% (暂定, 如参数调整价格不能变化) 满足 GB20052 中 2 级能效标准	台	1			
1)	硅钢片		kg	按需			
2)	绕组铜线		kg	按需			
3)	110%绝缘油	45#克拉玛依油	kg	按需			含备用油
2	高压套管	CT 参数: 1500/1A 5P30/5P30/0.2s, 15/15VA/5VA	只	3			
3	低压套管		只	3			
4	散热器		套	1			
5	气体继电器		只	1			
6	压力释放器		只	2			
7	绕组温度测量、控制和就地及远方显示成套装置		套	1			

序号	名 称	型 号	单位	数量	产 地	生产 厂家	备注
8	油面温度 测量、控制 和就地及 远方显示 成套装置		套	1			
9	本体防震 装置		套	1			
10	本体端子 箱		只	1			
11	各种阀门		台套	1			
12	升高座、 支架和接 线端子		台套	1			高压 侧适 合与 高压 电缆 连接、 低压 侧适 合与 封母 连接
13	连接本体 及附件的 母排、电 缆、电线、 管线、槽 盒等		台套	1			
14	无励磁分 接开关		台套	1			
15	外油立式 波纹储油 柜		套	1			

序号	名 称	型 号	单位	数量	产 地	生产 厂家	备注
16	35kV 氧化锌避雷器	HY5WZ-51/134 带计数器, 含支架和接地螺栓等附件	台	3			户外型
17	35k 支柱绝缘子及母线	ZSW-35, 含支架, 母线长满足现场要求	台	6			
18	其他		项	1			未列全的设备、材料、元件等, 投标方可自行续列。
五	站用变	型号: SCB15-1250/35 额定量: 1250kVA/1000kVA 压: 37±2x2.5%/0.4kV, UK=6%, 无载调压 接线组别: D, ynl1 冷却方式: AF 二级能效	套	6			各 3 套
六	封闭母线	每套包含:	套	7			以下为每套布置
1	主回路封	导体为铜、截面尺寸和载流量、	三相	以实际用			与机

序号	名 称	型 号	单位	数量	产 地	生产 厂家	备注
	闭母线	短路容量经计算满足调相机在系统各工况中安全稳定运行需求，母线载流量不低于 5000A。	米	量为 准			组出线端连接、与调相机变压器低压侧接线端连接装置、机端和中性点电流互感器（CT）由投标人提供。负责封母现场焊接工作
	10kV 穿墙套管	24kV 5000A	套	3			

序号	名 称	型 号	单位	数量	产 地	生产 厂家	备注
2	分支回路 户内封闭 共箱母线	导体为铜、截面尺寸和载流量 经计算满足调相机在系统各工 况中安全稳定运行需求。母线 载流量不低于 1250A。	相米	以实 际用 量为 准			1) 励 磁变; 2) PT 柜;
3	外壳及接 口密封件	铝合金、法兰及密封垫、导体 和外壳的软、硬连接接头（含 伸缩节结构）	套	1			
4	安装所需 支撑架、 吊架		套	1			
5	穿墙套管		套	按需			
6	全套外壳 支持结构		套	1			
7	母线安装 所需支吊 架		套	1			支吊 点位 置由 厂家 提出 要求, 最终 以设 计院 图纸 为准
8	调相机出 口 TV 及 避雷器柜 及附属连 接设备		套	1			

序号	名 称	型 号	单位	数量	产 地	生产 厂家	备注
10	安装和检修所需专用工具和消耗材料等		套	1			
11	母线外壳上的全部密封件		套	1			
12	母线接地装置		套	1			
13	调相机变压器升高座以上的套筒		套	1			
14	镀锌支持和悬挂钢结构		套	1			
15	机端电流互感器		套	1			
16	中性点电流互感器		套	1			
七	400V 设备						
1	400V 开关柜 (MNS 柜)	交流配电屏 1000V、1600A， 含 2 套备自投，最终配置以确认图纸为准	面	以满足实际需要为准)			具有 MCC、照明、充电器等
2	照明配电箱	塑壳断路器，双电源转换开关， 剩余电流保护装置应满足《剩	面	以满足实际需要			以实际工程为

序号	名 称	型 号	单位	数量	产 地	生产 厂家	备注
		余电流动作保护装置安装和运行》(GB/T 13955-2017)。		要为准			准
3	动力配电箱	型塑壳断路器，双电源转换开关，剩余电流保护装置应满足《剩余电流动作保护装置 安装和运行》(GB/T 13955-2017)。	面	以满足实际需要为准			以实际工程为准
4	检修动力箱	塑壳断路器，剩余电流保护装置应满足《剩余电流动作保护装置 安装和运行》(GB/T 13955-2017)。	面	以满足实际需要为准)			以实际工程为准
5	吊车动力箱	塑壳断路器，配套提供专用电缆，剩余电流保护装置应满足《剩余电流动作保护装置安装和运行》(GB/T 13955-2017)。	项	以满足实际需要为准			以实际工程为准

注 1: SFC 输出与调相机连接应有母线连接并且设置隔离开关（明显断开点，电动操作）。

注 2: 标书中电流电压互感器参数最终以图纸确认为准。

注 3: 电缆需采用低温耐寒型阻燃耐火电缆。

2.2 电气二次设备、材料、备品备件及专用工具清单

2.2.1 一般要求

(1) 提供满足本规范书的 7 套-50Mvar~+50Mvar 调相机组监控单元（DCS）的全套硬件及软件，包括所有工程设计、服务及培训。DCS 容量满足全部接点的接入，并预留 15%的容量要求。DCS 监控后台各布置一台于每座升压站控制室及二次设备室，且 2#升压站调相机 DCS 监控后台还需布置一台布置于 1#升压站控制室内，满足在 1#升压站内显示控制 2#升压站调相机的功能。DCS 系统需满足接入智慧新能

源场站的要求，需预留接口并配合调试，三维模型和提供数据资料。具体配置在设计联络会上讨论确认。

投标方提供的 DCS 应是本系列产品中现今最可靠、最稳定、最先进的控制系统。

投标方应提供 DCS 控制单元施工、调试和正常运行时所需要的技术文件、部件、材料、备品备件和专用工具以及供货清单。

(2) 提供满足本规范书的 7 套-50Mvar~+50Mvar 调相机组继电保护及安全自动装置的全套硬件及软件，包括所有工程设计、服务及培训。

(3) 提供满足本规范书的 7 套-50Mvar~+50Mvar 调相机组调度自动化系统的全套硬件及软件，包括所有工程设计、服务及培训。

(4) 提供满足本规范书的 2 套-50Mvar~+50Mvar 调相机组直流电源系统和 4 套 UPS 系统的全套硬件及软件，包括所有工程设计、服务及培训。

(5) 提供满足本规范书的 7 套-50Mvar~+50Mvar 调相机组消防报警系统和视频、安防系统的全套硬件及软件，包括所有工程设计、服务及培训。

(6) 接入原有涉网设备的需考虑相关接口服务费，按照电网调度端在各场站加装调相机后的情况下对 AGC、AVC 综合监控系统的功能扩建和统一调控方案，预留改造接口。

2.2.2 供货范围

投标方应确保供货范围完整，满足招标方对安装、调试、运行和设备性能的要求，并负责设备安装、调试、投运等相关服务。在技术规范中涉及的供货要求也作为本供货范围的补充，若在安装、调试、运行中发现缺项，投标方应补充供货。对于调相机安全稳定运行所必须的设备，投标方也应负责提供。

2.2.3 备品备件和专用工具

2.2.3.1 备品备件

1) 投标方应保证备品备件长期稳定供货。对主要设备或与主设备功能相同并接插兼容的替代品，其备品的供货期至少是设备验收后十年或该设备退出市场后 5 年（二者之中取时间长的一种）。当投标方决定中断生产某些组件或设备时，应预先告知招标方，以便招标方增加这些设备的备品备件。

2) 投标方应对所供设备进行在线联调、现场可利用率测试（SAT）以及三年运行和维护所必需的备品件提出建议和报价。

3) 投标书中应列出推荐的备品备件清单，并有详细的说明，以便招标方了解这些备品备件用于哪些具体项目上。

4) 投标方用于全套设备的标准组件如有改动，则编制备品备件清单时应做相应修改。

5) 投标方提供有关备品备件的保管资料，如存放期限、是否需干燥剂等。

6) 所有备品备件的一些主要部件（如印刷电路板）在发运前，都应逐件进行测试，以保证在设备中正常运行。

7) 每一种类的模件，至少应有 10%（至少一块模件）的备品备件，但每一种类最多不超过 10 块。最终备品备件清单由招标方确认。

8) 投标方应提出有关备品备件存储和管理的建议，如：备件是否需要带电备用。

2.2.3.2 专用工具

1) 投标方应提供所有便于维修和安装系统设备所使用的专用工具。专用工具至少应包括下列项目：

—— 专用测试设备

—— 专用工具、夹具、卡具

2) 除专用工具外，投标方还应向招标方提供一份推荐的维修测试人员必备的标准工具清单。

3) 日常维护仪表

投标方除提供上述专用工具外还提供下列本工程仪表维护所需的仪表和设备。

2.2.4 电气二次设备、材料、备品备件及专用工具供货范围明细表

表 2.2-1 电气二次设备、材料、备品备件、专用工具表

序号	名称	规格型号	单位	数量	产地	生产厂家	备注
一	-50Mvar~+50Mvar 调相机 DCS 控制单元	每套包含以下设备:	套	7			以下为单套设备配置数量, 只要整套系统需要, 设备不限于此表所列
1	CPU 主板	满足-50Mvar~+50Mvar 调相机在系统各工况下安全稳定运行	套	1			
2	电源模块	输入 DC220V 输出: 按需	套	1			满足机组接入需求
3	通信模块		套	1			
4	模块底板	标准卡板安装底板	套	1			按模块配置所需数量供货
5	测温模块	(8 路 RTD)×18	套	1			满足机

							组接入需求
6	模入模块	(16 路 AI) × 15	套	1			满足机组接入需求
7	开入模块	(32 路 DI) × 28	套	1			满足机组接入需求
8	事故顺序记录模块	(16 路 SOE) × 1	套	1			满足机组接入需求
9	开出模块	(16 路 DO) × 10	套	1			满足机组接入需求
10	模出模块	(8 路 AO) × 4	套	1			满足机组接入需求
11	功率转换器		套	2			
12	其他模块	按需配置	套	1			
13	屏柜 (2260×800×600) mm	组屏数量按需	套	1			
14	调相机紧急控制箱	壁挂式	套	1			
二	DCS 控制单元后台设备						
1	操作员兼主机工作站	以下为每套配置:	套	1			布置在升压站中控室
1.1	主机(机架式/非机架式) 要求: 1) 非停产设备; 2) 应提供产品的原厂家的技术说明; 3) 设备质保期应达到	1) CPU 类型: 国产; 2) CPU 核心数: 八核心; 3) 主频 ≥ 3GHz 及以上; 4) 内存容量 ≥ 16G (DDR4);	台	1			

	<p>招标要求的质保年限，若设备原厂质保期小于要求的质保年限，由投标厂家负责购买原厂延长服务，其费用放入投标总价中</p>	<p>5) 显存位宽：384bit (GDDR5, 独立显卡);</p> <p>6) 固态硬盘: \geq 1TGB;</p> <p>7) 机械硬盘: \geq 4TGB;</p> <p>8) 网卡数量\geq2块;</p> <p>9) 网卡速率: \geq 100/1000 Mbit/s;</p> <p>10) 光驱: DVD \times 1;</p> <p>11) 电源: 双电源;</p> <p>12) 操作系统: 国产操作系统;</p> <p>13) 品牌: 国产优质双电源配置</p>					
1.2	<p>显示器要求:</p> <p>1) 非停产设备;</p> <p>2) 应提供产品的原厂家的技术说明;</p> <p>3) 设备质保期应达到招标要求的质保年限，若设备原厂质保期小于要求的质保年限，由投标厂家负责购买原厂延长服务，其费用放入投标总价中</p>	<p>显示器尺寸: <u> </u> 27 寸液晶(需与原站显示器尺寸保持一致);</p> <p>分辨率: <u> </u> 1920*1080 ;</p> <p>鼠标、键盘: <u>各 1</u> 个</p>	台	2			
1.3	操作系统		套	1			

1.4	数据库		套	1			
1.5	支持软件、应用软件、通信接口软件等		套	1			
1.6	核心防护软件		套	1			
1.7	网络安全监测系统 网络探针等		套	1			
2	主机兼操作员工作站		套	1			安装在调相机站二次设备室
2.1	<p>主机(机架式/非机架式)要求:</p> <p>1) 非停产设备;</p> <p>2) 应提供产品的原厂家的技术说明;</p> <p>3) 设备质保期应达到招标要求的质保年限, 若设备原厂质保期小于要求的质保年限, 由投标厂家负责购买原厂延长服务, 其费用放入投标总价中</p>	<p>1) CPU 类型: 国产;</p> <p>2) CPU 核心数: 八核心;</p> <p>3) 主频: $\geq 3\text{GHz}$ 及以上;</p> <p>4) 内存容量: $\geq 16\text{G}$ (DDR4);</p> <p>5) 显存位宽: 384bit (GDDR5, 独立显卡);</p> <p>6) 固态硬盘: $\geq 1\text{TGB}$;</p> <p>7) 机械硬盘: $\geq 4\text{TGB}$;</p> <p>8) 网卡数量: ≥ 2 块;</p> <p>9) 网卡速率: $\geq 100/1000$ Mbit/s;</p> <p>10) 光驱: DVD</p>	套	1			

		<p>×1;</p> <p>11) 电源: 双电源;</p> <p>12) 操作系统: 国产操作系统;</p> <p>13) 品牌: 国产优质双电源配置</p>					
2.2	<p>显示器要求:</p> <p>1) 非停产设备, 放置在屏内;</p> <p>2) 应提供产品的原厂家的技术说明;</p> <p>3) 设备质保期应达到招标要求的质保年限, 若设备原厂质保期小于要求的质保年限, 由投标厂家负责购买原厂延长服务, 其费用放入投标总价中</p>	<p>显示器尺寸: 27 寸液晶;</p> <p>分辨率: 1920*1080 ;</p> <p>鼠标、键盘: 各 1 个</p>	台	1			
2.3	操作系统		套	1			
2.4	数据库		套	1			
2.5	支持软件、应用软件、通信接口软件等		套	1			
2.6	核心防护软件		套	1			
2.7	网络安全监测系统 网络探针等		套	1			
3	打印机		套	1			

3.1	激光打印机要求： 1) 非停产设备； 2) 应提供产品的原厂家的技术说明； 3) 设备质保期应达到招标要求的质保年限，若设备原厂质保期小于要求的质保年限，由投标厂家负责购买原厂延长服务，其费用放入投标总价中	幅面： A3, A4	台	1			
4	操作台	满足实际需求	套	1			安装于调相机场站二次设备室
5	五防系统		套	1			
6	主机兼操作员工作站		套	1			安装于 1#升压站，仅 2#升压站（4 台调相机）需要
7	千兆纵密		套	1			安装于 2#升压站与 1#升压站之间
8	备品、备件		套	1			列出清单
9	专用工具		套	1			列出清单
二	准同期装置、机组测量表计		套	7			布置调相机场站二次设备室，以下为单套设备配

							置数量
1	同期装置屏	(2260×800×600)mm	面	1			以下为每面屏的设备，最终组屏方案在设计联络会上确定
1.1	自动同期系统	自动同期装置、同期鉴定闭锁继电器及相应选择开关、操作开关、继电器、空开、至 DCS 通讯网线及附件等	套	1			
1.2	机组测量表计	滑差表、有功功率表、无功功率表、电压表、频率表、电流表，0.5 级；电度表有功 0.2 级、无功 2 级，双向	套	1			含相关变送器
1.3	触摸屏（如有）	12 英寸、工业级、国产操作系统	套	1			
1.4	模拟接线、操作开关		套	1			
2	PMU 屏	(2260×800×600)mm	面	1			以下为每面屏配置
2.1	宽频同步向量测量采集单元	含调相机相键位置测量单元 (调相机专用功	套	1			

		能的测量单元)					
2.2	宽频同步向量通信单元	与原升压站 PMU 主机通信接口及所需设备和线缆等)	套	1			如距离超过 100m, 采用光纤传输方式, 光纤由厂家提供
2.3	辅助设备	内网交换机 (工业级, 无风扇, 电力权威机构检测合格)、光电转换设备、通信光缆、光熔接盒、网线、跳纤等,	套	1			
3	时钟对时及网络通信屏						北斗时钟源取自升压站继电器室甲供对时柜
3.1	时钟对时扩展装置		台	1			
3.2	时钟对时接口装置	含光电转换装置及光模块	套	1			通过双路光纤连接
3.3	规约转换装置		台	1			
3.4	以太网交换机		台	2			
3.5	光电转换装置		对	2			
3.6	辅助设备	光纤配线架 (48 芯)、通信光缆、光熔接盒、网线、跳纤等	套	1			

3.7	屏体	2260×800×600mm	面	1			
4	电能计量						
4.1	电度表柜(2260×800×600) mm		面	1			包括与升压站电能采集装置的连接、通信以及所需的设备及线缆；包括与调度端的调试配合。
4.1.1	关口计量表	1+1 配置，双向、有功 0.2s 级、无功 0.2 级	块	1			含检验费用
4.1.2	光电转换装置（含光模块）		对	1			
4.1.3	屏体	2260×800×600mm	面	1			
三	调度端配合						
1	DCS 系统与升压站计算机监控系统通信连接以及所需全部的硬件设备和软件系统	配置终端通信设备，上传信息并接收升压站计算机监控系统终端的指令。	项	1			投标方负责涉及的相关调试及其他厂家沟通协调的工作
2	DCS 系统与升压站的 AVC 监控系统终端通信连接，所需全部的硬件设备和软件系统	上传信息并接收 AVC 监控系统终端的指令	项	1			投标方负责涉及的相关调试及其他厂家沟通协调的工作。

3	调度数据网及二次安防系统	配置数据网络设备接口，需与升压站统一	项	1			按需配置
四	继电保护系统			7			以下为单套设备配置数量
1	调相机组保护 A 屏 (2260×800×600) mm	调相机主后一体化保护装置 1 套（含励磁变保护功能）； 打印机 1 台； 附件及通讯网线 1 套	面	1			
2	调相机变压器组保护 B 屏 (2260×800×600) mm	调相机变压器保护（差动）1 套， 后备保护 1 套； 调相机变压器非电气量保护 1 套、 35kV 断路器操作箱 1 台； 打印机 1 台； 附件及通讯网线 1 套	面	1			
3	调相机故障录波屏 (2260×800×600) mm	微机型故障录波单元 1 套；后台机 1 台；打印机 1 台；附件及通讯网线一套；时间同步信号接口	面	1			满足全站开关量及模拟量接入需求，品牌与升压站录波一致
4	35kV 隔离变保护监控一体化装置	含与升压站 35kV 间隔交换机通信及所需设备	套	1			放置在开关柜上，型号与升压站综自

							一致
5	35kV 站用变保护测控装置		套	1			放置在开关柜上
	10kV 厂用变保护测控装置		台	1			
6	继电保护装置与保护信息子站的连接及通信	投标方负责与升压站继电保护信息子站的通信及连接，包括所需接口设备和线缆。	项	1			
7	调变组测控装置屏	测控装置 2 套,96 路开入量	面	1			
8	调相机站与升压站通信接口及传输设备		套	1			
五	控制电源系统						
1	UPS 电源系统						
1.1	电力专用 UPS	每套包含以下配置：40kVA 交流三相输入、直流输入 220V，抗干扰装置，电源切换模块，隔离变、调压变等	套	4			
1.2	UPS 馈线	开关: 16A; 25A, 32A, 63A, 100A, 开关具体配置数量满足实际要求。	套	4			馈线开关均带 SD+OF 触点
1.3	柜体及附件	800×600×2260mm	面	满足要			满足项目实

				求			际需要。
2	220V 直流电源系统						
2.1	蓄电池（1000Ah，2V，104 只）	阀控式密封胶体蓄电池，1000Ah 104 只，连接电缆、附件及蓄电池架	组	2			
2.2	直流馈线柜	馈线屏配置实际需要，100A、63A、40A、32A。含绝缘监测装置等	面	4			
2.3	220V 充电柜	30A/220V，充电模块、微机监控装置、交流进出线开关及相关附件、仪表等	面	2			
2.4	联络柜及蓄电池巡检仪	联络开关、母线切换开关、放电回路开关等。 包括巡检仪及相关探头、连接线等。	面	1			
2.5	氢气浓度检测仪		套	2	放在蓄电池室		
六	火灾报警系统		套	2			负责接入升压站原有火灾报警系统主机
七	图像监控，门禁系统		套	2			负责接入升压站原有视频监控，门禁

							系统
八	应急照明电源	(全场每个升压站内所有调相机配置 1 套, 全场共 2 个升压站共 2 套应急电源, 包括应急照明控制器, 集中电源, 消防应急灯具和疏散灯具, 以及之间的所有线缆, 光缆等	套	2			
1	应急照明电源屏 (EPS)	5kVA, 800×600×2260mm	面	1			
九	控制电缆及光缆						
1	控制电缆						
1.1	ZRC-KYJYP2/23-4x4		m	按需			
1.2	ZRC-KYJYP2/23-4x2.5		m	按需			
1.3	ZRC-KYJYP2/23-8x4		m	按需			
1.4	ZRC-KYJYP2/23-7x1.5		m	按需			
1.5	ZRC-KYJYP2/23-14x1.5		m	按需			
1.6	ZR-DJYJYP2/23-4x3x1.0		m	按需			
1.7	NH-KYJYP2/23-4x4		m	按需			
1.8	NH-KYJYP2/23-2x16		m	按需			
2	光缆、熔接、尾纤		项	1			
十	备品备件、专用工具						
1	备品备件	质保期 (36 个月)	套	1			单独列表

		内的备品备件					
2	专用工具	质保期(36个月) 内的专用工器具	套	1			单独列表

注 1: 控制电缆长度以施工图纸为准。

注 2: 对需满足安全要求的主要设备需通过政府有关部门指定的中国信息安全测评中心和
国家保密科技测评中心网站查看安全可靠测评结果。

2.3 备品备件及专用工具清单

表 2.3-1 随机备件须单独列表（应是新品，与设备同型号，同工艺）

序号	名称	规格和型号	单位	数量	产地	生产厂家	备注
1	轴瓦		套	7			
2	碳刷		套	21			应满足 3 年 运行用电量
3	晶闸管		个	3			
4	电源板		块	2			
5	刷握		只	14			
6	接地铜辫		套	21			
7	油净化过 滤器滤芯	与供货设备相匹配；须采用优质品牌的具备三年以上稳定运行业绩的高品质、免维护的工业级产品	套	12			定义：每套 油净化装置 上的所有油 净化滤芯为 1 套
8	油净化装 置密封件	与供货设备相匹配；须采用优质品牌的具备三年以上稳定运行业绩的高品质、免维护的工业级产	套	3			定义：每套 油净化装置 上的所有密 封件为 1 套

		品					
9	风扇每端 风叶（各 2只）		套	2			
10	轴承油封 用绝缘件		套	2			
11	转子盘根		套	2			
12	其他		项	1			

注：价格一项在商务报价中填写。

表 2.3-2 专用工具和仪器仪表

序号	名称	规格和型号	单位	数量	产地	生产厂家	备注
1	大修所 需专用 工具	其中包括拆装转 子所需专用工器 具	套	1			
2							
3							

注：价格一项在商务报价中填写。

表 2.3-3 投标方推荐的备品备件清单（价格不列入总价中）

序号	名称	规格和型号	单位	数量	产地	生产厂家	备注
1							
2							
3							
4							

注：价格一项在商务报价中填写。

表 2.3-4 进口件及进口材料清单

序号	名称	规格和型号	单位	数量	产地	生产厂家	备注
1							

2							
3							
4							

注：价格一项在商务报价中填写。

第二章 设备交货进度

1 招标方要求：

设备交货时间、进度、方式等应满足招标方的要求。

交货进度表（包括设备、备品备件、进口件及专用工具）

序号	设备/部件名称、型号	发运地点	数量	交货时间	备注
1	50Mvar 调相机成套设备及附属设备		7 套	暂定 2026 年 8 月 20 日首批到货 3 套，其中，底板、地脚螺栓等预埋件 7 月 5 日发货；2026 年 9 月 20 日到货剩余 4 套，其中，底板、地脚螺栓等预埋件 8 月 5 日发货。	暂定，具体以业主书面通知时间为准。

（注意：序号要与供货范围分项清单序号一致）

交货地点：甘肃古浪黄滩 200 万千瓦光伏项目升压站指定位置车板交货，其中设备的现场卸货和吊装由施工单位负责。调相机的运输和安装对道路、技术和装备的要求高，投标方在发货前必须安排专人进行路勘、现场指导、现场勘探和现场条件确认等工作，确保具备设备运输和正常卸货、吊装的条件。因投标方路勘、现场勘探、现场指导、现场卸货和吊装条件确认不充分等原因造成的货物滞留、延缓吊装等损失由投标方自行承担并处理，因不可抗力等原因导致的货物滞留、延缓吊装等损失由投标方自行承担并处理。

交货方式：车板交货， 并经四方开箱验收。

2 投标响应：

交货进度表（包括设备、备品备件、专用工具）

序号	设备/部件名称、型号	发运地点	数量	交货时间	重量
1					

（注意：序号要与供货范围分项清单序号一致）

第三章 工程概况

1 工程概述：

甘肃古浪陇电入浙黄花滩 200 万千瓦光伏项目位于古浪县北部的腾格里沙漠西南边缘地带，项目场址按照地理位置分为东区和西区两个部分。西区场址在《能源基地可研报告》规划场址内，北侧紧邻武威市凉州区，南侧临近 G2012 及 S316 省道，与黄花滩镇直线距离约 13km，站址外部交通运输条件便利。东区场址位于古浪县海子滩镇西北部，与海子滩镇直线距离约 11km，场址南侧临近干武线铁路，中部临近乡村水泥路，对外交通较为便利。

规划装机容量为 200 万千瓦。新建 2 座 330kV 升压站，1#升压站安装 3 台容量为 280MVA 的 330kV 主变压器，设置框架主机厂房一座，安装 3 套 50Mvar 调相机；2#升压站安装 4 台容量为 320MVA 的 330kV 主变压器，设置框架主机厂房一座，安装 4 套 50Mvar 调相机。

2 运输条件

火车、汽车。

3 气象资料

项 目		单位	数值
气温	多年平均	℃	8.3
	多年极端最高	℃	37.4
	多年极端最低	℃	-32
气压	多年平均	hPa	846.7
	多年平均水气压	hPa	5.5
降水量		mm	226.3
湿度	平均相对湿度	%	49.3

蒸发量	平均蒸发量	mm	1942
冻土深度		cm	88.9
最大积雪深度		cm	13
风速	多年最大	m/s	24.65
风向	多年主导	/	SSE/S
最多天气日数	最多扬沙	d	63
	最多雷暴	d	29

4 工程地质

(1) 拟建西区光伏阵列区位于古浪黄花滩镇北侧，场地为沙漠，为腾格里沙漠南侧边陲地带，且未发生过大于 6 级以上的破坏性地震，区域构造稳定性较好。

(2) 根据本工程《岩土工程勘察报告》，拟选场址在 II 类场地条件下场地基本地震动峰值加速度为 0.15g（相对应的地震基本烈度为Ⅶ度），基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.45s。根据 GB 50260-2013《电力设施抗震设计规范》要求，本工程电气设施按Ⅷ度抗震设防。

5 电力系统参数

系统标称电压： 35kV / 10.5kV

系统最高电压： 40.5kV / 12kV

额定频率： 50Hz

6 站用电源

站用交流电源电压： 380V / 220V±15%

站用交流电源频率： 三相 / 单相 50Hz±3%

站用直流电源电压： 220V+15%～220V-20%

第四章 技术性能要求

1 调相机本体、冷却系统及润滑油系统

1.1 总体技术要求

本技术规范书适用于单机容量为 50Mvar 的调相机。

本技术规范书提出了相对应的技术方面的基本要求：

- (1) 分布式调相机稳态电压运行范围 0.925p.u.-1.075p.u.
- (2) 频率变化范围为 48Hz 到 52Hz 时，分布式调相机应具备额定无功出力长期稳定运行的能力。系统频率达 55Hz 时，分布式调相机应具备运行 30s 能力。分布式调相机应保证寿命周期中能承受五次系统频率达 60Hz 持续运行 200ms 的能力。
- (3) 分布式调相机应具备在不小于-50 Mvar~50Mvar 范围内长期稳定运行的能力。
- (4) 分布式调相机直轴次暂态电抗应不大于 10%。
- (5) 分布式调相机升压变压器容量宜选择不小于 63MVA，短路阻抗不大于 10%。
- (6) 分布式调相机和升压变压器持续过激磁能力（V/Hz）不应小于 1.1。
- (7) 分布式调相机升压变压器宜采用无载调压分接开关。
- (8) 分布式调相机直轴开路时间常数应不大于 8s。
- (9) 分布式调相机应具备一定的过电压耐受能力，并且具备较强的抑制过电压的能力。在升压变高压母线电压突增至 1.3 p.u.时，调相机持续运行时间应不小于 1s。
- (10) 分布式调相机惯性时间常数 T_j 应不小于 4s。
- (11) 分布式调相机定子过载能力宜不小于 3.5 倍额定定子电流持续 15s 的水平；转子过载能力宜不小于 2.5 倍额定励磁电流持续 15s 的水平。

(12) 调相机采用 SFC 启动方式，启动过程中不应导致站用电的大幅波动，不应影响母线其他设备安全运行且 SFC 共享机组数量不宜太多。

1.1.1 励磁宜采用自并励系统，若采用其他励磁系统应满足高起始性能要求。

1.1.2 调相机应具备在不小于 $-50\text{Mvar} \sim 50\text{Mvar}$ 范围内长期稳定运行的能力。

1.1.3 投标方须保证调相机组满足电网关于调相机涉网性能试验（如励磁系统实测建模、无功调整及动态性能验证等）的相关要求，直至通过验收。

1.1.4 调相机关键参数如下：

1) 强励倍数：强励电压 3.5 倍（ $0.8U_n$ 时）；

2) 定子过载能力应不小于 3.5 倍额定定子电流持续 15s 的水平；转子过载能力不小于 2.5 倍额定励磁电流持续 15s 水平；

3) 短路比： $K_c > 1.0$ ；

4) $T'_d < 0.95\text{s}$ ；

5) 定子过电压：调相机应具备一定的过电压耐受能力，并且具备较强的抑制过电压的能力。在升压变压母线电压突增至 $1.3p.u.$ 时，调相机持续运行时间应不小于 1s；

6) 调相机稳态电压运行范围不小于 $0.925p.u.-1.075p.u.$ ；

7) 频率变化范围为 48Hz 到 52Hz，调相机应具备按稳态无功出力长期稳定运行的能力。系统频率达 55Hz 时，分布式调相机应具备运行 30s 能力。分布式调相机应保证寿命周期内至少承受五次系统频率达 60Hz 时持续运行 200ms 的能力。其它频率下不低于 DL/T 970 的要求；

8) 调相机持续过激磁能力（ V/Hz ）不应小于 1.1；

9) 调相机直轴开路时间常数 T'_{do} 应不大于 8s；

10) 调相机惯性时间常数 T_j 应不小于 4s；

11) 调相机直轴次暂态电抗应不大于 10%;

12) 调相机应能实现自动启动, 启动过程中不应影响 35kV 母线其它设备安全;

13) 调相机励磁系统应满足高起始性能响应要求。

14) 调相机快速电压响应: 励磁系统的延迟时间不大于 0.02s, 上升时间(强励)不大于 0.02s, 下降时间(强减)不大于 0.025s。

15) 调相机在不对称的电力系统中运行时, 若任何一相电流均不超过额定值, 且负序电流分量与额定电流之比不超过 10%, 应能长期运行。

1.1.5 其它参数由电机厂优化设计。调相机在额定频率、额定电压、额定冷却介质条件下, 调相机在正常运行工况下长期连续运行时, 各部分温升不超过国标 GB/T 7064 和 GB755 中规定的数值。

1.1.6 调相机定子额定电压为 10.5kV, 额定转速为 3000r/min(隐极机)或 1000r/min(凸极机)满足频率为 50Hz 的要求。

1.1.7 调相机冷却方式任选封闭式空空冷却系统和闭式空水冷却系统其中之一, 投标方需对两种冷却方式做出对比分析, 最终确定采用哪种冷却方式。

1.1.8 调相机在满载运行时, 含包括励磁集电环在内, 距外壳 1 米, 距地面高 12 米处, 噪声水平小于 85dB(A);

1.1.9 调相机出线端子数目为 6 个。调相机转子转向从出线端往非出线端看为逆时针。调相机定子出线相序在设计联络会确定。

1.1.10 调相机定子出线端处采用封闭母线连接, 投标方负责组织母线厂提供装配、安装图纸, 技术问题相互配合。

1.1.11 投标方在中标后应根据机组的整体情况对励磁系统及 SFC 系统提出技术要求, 并负责调相机与励磁系统及 SFC 系统的整合。投标方需对调相机整体性能的达标负责。

1.1.12 投标方应负责与励磁系统供货商及 SFC 系统供货商相互配合, 各方的设计资料应满足工程需求。

1.1.13 投标方应对与调相机系统有关的励磁系统资料和 SFC 系统资料进行技术把关，直至调相机系统整体性能满足工程设计要求。

1.1.14 机组寿命保证

1) 投标方的所有设备设计和制造合理，在本技术规范书规定的各种条件下调相机组的保证使用寿命至少为 30 年。在保证使用寿命期间、符合本技术规范书规定的各种条件下能安全、稳定和连续运行，且不会产生过大应力、振动、腐蚀和操作困难。

2) 机组在其保证使用寿命期内，能在额定负荷和 1.1 倍额定电压下，在短路电流不超过三相突然短路所产生的最大相电流的情况下，能承受出线端任何形式的突然短路而不发生导致立即停机的有害变形，而且还能承受非同期误并列的冲击。

3) 调相机为自动准同期方式，应能承受频率差在 $\pm 0.6\text{Hz}$ 、电压差 $\pm 5\%$ 、相角差 $\pm 10^\circ$ 以内并网所产生的冲击。

1.1.15 本规范书中所使用的单位为国家法定计量单位制。

1.1.16 投标方应提供调相机本体及相应辅助系统的全套检测仪表、就地控制设备及安装附件。

1.1.17 投标方应负责提供满足相关规范、标准要求的调相机本体消防系统（如果有）。

1.1.18 本工程室内设置消火栓系统，调相机本体水消防系统与厂区消防系统的接口（如果有），投标方应负责接至设备本体外 1 米处。

1.1.19 调相机环境适应性

本升压站站址处污秽等级 d 级的地区，地处腾格里沙漠边缘，风沙较大，海拔高程约为 1800m，最低温度为 -32°C 。根据《岩土工程勘察报告》，场区地震基本烈度为 VII 度，II 类场地基本地震动峰值加速度 $0.15g$ ，地震动反应谱特征周期为 0.45s；场区中部地震基本烈度为 VII 度，区域构造稳定性较好。调相机及成套设备应能满足以上运行环境要求。

调相机散热量计算需考虑过励、沙漠高温工况，并同时设计散热冗余，确保整

套调相机系统安全稳定运行

1.2 系统构成

调相机系统主要包括调相机本体、冷却系统、润滑油系统、励磁系统、启动系统、保护、控制系统、调相机变压器、调相机站用变压器、封闭母线等。

励磁系统采用自并励静态励磁系统，启动系统采用静止变频系统 SFC（Static Frequency Converter），冷却系统采用空水冷却系统，润滑油系统包括润滑油系统及油净化装置等，润滑油系统按照模块化设计并供货。

1.3 调相机本体性能及结构设计

1.3.1 本体性能要求

1.3.1.1 调相机基本参数

名 称	参 数
额定输出容量	-50~50Mvar（注：在额定电压、额定频率、额定冷却介质温度）
额定电压	10.5kV
频率	50Hz
额定转速	3000r/min（隐极机）或 1000r/min（凸极机）
额定损耗	小于 1.6%Sn
定子绕组、转子绕组、定子铁芯绝缘等级	F 级绝缘，B 级温升考核
冷却方式	空水冷系统
短路比	>1.0
直轴超瞬变电抗 X_d''	≤ 0.10
定子直轴短路瞬变时间常数 T_d'	<0.95s
直轴开路时间常数 T_{d0}'	<8s

名 称	参 数
转子机械时间常数 T_j	$>4s$
相数	3
极数	2 极（隐极机）或 6 极（凸极机）
定子绕组接线方式	Y 接
承受负序电流能力	稳态 $I_2/I_N \geq 10\%$
	暂态 $(I_2/I_N)^2 t \geq 10s$
1 分钟工频耐受电压（有效值）	定子绕组 $2U_N + 1000V$
定子过流能力	定子过电流 3.5 倍，时间不小于 15s
定子过压能力	系统电压由 1.0 PU 突增至 1.3 PU，调相机系统能够承受该过程并持续 1s。
励磁绕组工频耐受电压（有效值）	10 倍额定磁场电压，最低 1500V
调相机励磁顶值电压	≥ 3.5 倍额定励磁电压（ $0.8U_N$ 时）
调相机励磁允许强励持续时间	强励电流 2.5 倍 15s
噪音（距外壳水平 1m，高度 1.2m 处）	室内布置不大于 85dB
调相机持续过激磁能力	不小于 1.1
向系统提供的短路容量	不小于额定容量 5 倍
稳态电压运行范围	0.925p.u.-1.075p.u

1.3.1.2 电压和频率变化范围

电压变化范围为 $\pm 7.5\%$ ，频率变化范围为 -3% 到 $+2\%$ 时，连续输出额定无功功率。当调相机电压变化为 $\pm 7.5\%$ ，频率变化为 -4% 到 $+4\%$ 的范围运行时，温升不超过 GB/T 7064 和 GB 755 的规定。

1.3.1.3 调相机各部位允许振动值

1) 在所有稳定运行工况下（额定转速）运行时，应满足 GB/T 7064-2017 隐极同步发电机技术要求的要求，且应在轴承座上测得的双振幅振动值，无论是垂

直或横向均不大于 0.025mm，在任何轴颈上所测得垂直、横向双振幅相对振动值不大于 0.05mm，各转子及轴系在通过临界转速时各轴承座双振幅振动值不大于 0.08mm，各轴颈双振幅相对振动值不大于 0.15mm。投标方提供过临界转速时的最大允许振动值和厂内标准及本设备转子动平衡参数。

调相机轴承座、大轴上备有装设测振器的位置/支架，以便装设监测轴承座、大轴振动监测仪表。

2) 定子绕组振动位移（峰峰值）不大于 250 μm ；定子铁芯振动位移（峰峰值）不大于 50 μm ，机座振动位移（峰峰值）不大于 15 μm ；

3) 冷态下端部绕组模态试验的椭圆型固有振动频率的合格范围为 $f_Z \leq 95\text{ Hz}$ 、 $f_Z \geq 110\text{ Hz}$ ；端部绕组中的鼻端、引线、过渡引线固有振动频率的合格范围为 $f_Z \leq 95\text{ Hz}$ 、 $f_Z \geq 108\text{ Hz}$ 。运行时振幅控制值为 $\leq 250\mu\text{m}$ 。

4) 定子铁芯和机座振动的固有频率避开基频和倍频 $\pm 10\%$ 以上，以防止共振。定子铁芯振幅控制值 $\leq 50\mu\text{m}$ ，定子机座振幅 100Hz 时 $\leq 15\mu\text{m}$ 。

1.3.1.4 定子绕组三相直流电阻值允许偏差

定子绕组三相直流电阻值在冷态下任何两相阻值差，在排除由于引线长度不同引起的误差后，不超过其最小值的 1%。

1.3.1.5 定子电压波形的不规则性全谐波畸变

调相机定子绕组在空载额定电压和额定转速时，其线电压波形全谐波畸变不超过 5%。调相机电话谐波因数不超过 0.5%（从额定频率至 5000Hz 范围的全部谐波）

1.3.1.6 轴电流的防止

轴电流的防止可参照采用如下措施：

1) 采取有效的技术措施，防止有害的轴电压和轴电流。转子轴经碳刷或铜辫子良好接地。

2) 用谐波过滤器降低静态励磁引起的轴电压，并控制在 10V 之内；

3) 装设接地电刷，保证转子轴良好接地；

4) 调相机励端轴承座与底板间加装便于在运行中测量绝缘电阻的双层绝缘垫。

1.3.1.7 进相运行能力

调相机稳态进相运行能力不低于-50Mvar。

1.3.1.8 过电流/不平衡负载能力

调相机具有一定的短时过负荷能力，能承受 3.5 倍的额定定子电流历时 15s。

1) 调相机允许过电流时间与过电流倍数以下式计算：

$$(I^2-1)t=168.75$$

式中：I——定子过电流的标么值；

t——持续时间，适用范围 5～60s。

2) 励磁绕组具有承受 2.5 倍的额定励磁电流历时 15s 的能力

时间（秒）	15	26.5	35.2	63
磁场电流（%）	250	200	180	150

3) 调相机能承受一定的稳态和暂态负序电流的能力。当三相负载不对称，且每相电流不超过额定定子电流（IN），其负序电流分量（I2）与额定电流 IN 之比不小于 10%，能连续运行，当发生不对称故障时，故障运行的（I2/IN）2t 不小于 10s。

1.3.1.9 频率异常运行能力

在带负荷运行的情况（不包括启动和停机等）下，调相机频率异常的允许运行时间需满足要求：

频率范围 Hz	允许运行时间		备注
	累计 min	每次 s	
$52 < f \leq 55$	——	≥ 30	
$48 \leq f \leq 52$	连续运行	连续运行	按照调相机技术规范企标
$47.5 \leq f \leq 48.0$	> 60	> 60	按照 JB/T 10499 标准
$47.0 \leq f \leq 47.5$	> 10	> 20	按照 JB/T 10499 标准
$46.5 \leq f \leq 47.0$	> 2	> 5	按照 JB/T 10499 标准
$46.0 \leq f \leq 46.5$	> 2	> 5	

1.3.1.10 承受短路能力：

机组在其保证使用寿命期内，能在额定负荷和 1.1 倍额定电压下，在短路电流不超过三相突然短路所产生的最大相电流的情况下，能承受出线端任何形式的突然短路而不发生导致立即停机的有害变形。

1.3.1.11 轴承排油温度和轴瓦温度限值

调相机轴承排油温度不超过 70℃，轴瓦金属温度最高一般不超过 105℃。

1.3.1.12 调相机适合于中性点不接地方式运行。定子出线端头对地绝缘按额定电压等级设计，具有相同的绝缘水平。

1.3.1.13 调相机转子能满足最大转速为 120%额定转速的要求，历时 2min，且无永久性异常变形和妨碍正常运行的其他缺陷。

1.3.1.14 对调相机的各测点温度、冷却及润滑介质参数等的测量，配有满足监控系统控制要求所需的一次元件或仪表，可直接送入 DCS 操作员站实现监视功能，其中调相机留有转速、振动测量接口（包括安装支架）。

1.3.1.15 调相机设计时应考虑系统接入点的谐波水平、SFC 启动时的谐波及直流偏磁影响。

1.3.2 结构设计要求

1.3.2.1 定子绕组、转子绕组、定子铁芯的绝缘采用 F 级绝缘，按 B 级绝缘的温升考核。调相机定子单根线棒防晕结构按 1.5 倍额定线电压设计，整机出厂试验电压为 1.0 倍额定线电压，满足 GB7064 标准。

1.3.2.2 定子机座、端盖有足够的强度和刚度，避免产生共振。定子机壳与铁芯之间有弹性连接的隔震措施，隔振系数为 4~5。

1.3.2.3 定子线棒槽内固定及绕组端部绑扎工艺牢靠，端部采取适应调峰运行的技术措施。自振频率要避开基频和倍频。定子铁心端部结构件压指、压板等采用非磁性材料，并采取有效的屏蔽措施，避免产生局部过热，定子机座与铁心之间有弹性连接的隔振措施。定子铁心压装可靠，保证不松动和发生扇翅。

1.3.2.4 定子外壳的结构有足够的机械强度，以满足振动、机组起、停和短路情况下的要求。定子外壳的设计考虑维护和检修方便。

1.3.2.5 调相机定子铁心采用高导磁和低损耗的硅钢片制造。优先采用有取向硅钢片，若为无取向硅钢片，性能应不低于 50W270 牌号。应提供使铁心和线圈各部位温度尽可能均匀以避免局部过热和膨胀的设计措施。

1.3.2.6 定子绕组宜采用 GVPI 绝缘体系，定转子结构并能满足快速频繁启停需求，并作说明。

1.3.2.7 定子出线端子对地绝缘按额定电压等级设计，具有相同的绝缘水平和良好的密封性能。

1.3.2.8 调相机的轴承不得产生油膜振荡，随投标文件提供防油膜振荡措施。

1.3.2.9 调相机励磁端的轴承系统设计含双层绝缘垫，方便在运行中测量绝缘电阻。

1.3.2.10 调相机转子护环为整体合金锻钢。调相机转子真空处理锻件的屈服极限 $\sigma 0.2$ 符合 ASTM A469 标准，包括 $\sigma 0.02$ 的要求，取样的分散度不超过 41.2MPa，轴伸部分不超过 60MPa，并提供检测报告。

1.3.2.11 防止调相机转子绕组匝间短路采取有效措施：

转子匝间绝缘宜采用双层匝间绝缘结构。

转子绕组嵌线前，完成转子本体的全部金属加工；

转子嵌线在封闭间里进行，工作环境清洁，避免异物落入转子本体内部；

严格工艺措施，防止金属屑落入转子本体内部；

1.3.2.12 在设备制造时加强转子绝缘检测，采用交流阻抗法及动态波形法、RSO（Repetitive Surge Oscilloscope）重复脉冲示波法等不少于两种方法检查转子绕组绝缘状态，如有异常则采取措施处理，使隐患消除在制造厂内。为提高调相机承受不平衡负荷的能力，转子设置阻尼绕组。

1.3.2.13 转子集电环材质满足 JB/T1269 发电机磁性环锻件技术条件标准，为整体合金锻钢，其硬度适当，耐磨性好；碳刷具有较低的摩擦系数并有自润滑作用。采取防止集电环过热的措施，集电环上开有螺旋沟及径向通风孔，集电环处设置风扇，连续通风冷却集电环，防止其过热。

1.3.2.14 在运行中可方便地更换碳刷，调相机转子滑环处装有罩子，转子正负极用碳刷引出，碳刷架采用绝缘材料，转子正负引线至接线盒，并便于调相机转子绕组接地保护用。集电环的刷盒结构，采用恒压弹簧。成套配置碳刷监视装置。

- 1.3.2.15 集电环的冷却风扇由电机厂负责在机轴上配套，以确保可靠运行。
- 1.3.2.16 调相机的测温组件采用严格埋设工艺，保证完整无损，每个测温组件的三个出线头均单独引出至本体接线盒。调相机所有测温热电阻对地绝缘大于 $1\text{M}\Omega$ （ 25°C 时）。
- 1.3.2.17 调相机定子、转子绕组出线与共箱母线相匹配。
- 1.3.2.18 调相机转子在结构设计、施工工艺、材料选择方面充分考虑承受负序能力。
- 1.3.2.19 调相机机座、端盖的接合面具有良好的粗糙度和平面度。
- 1.3.2.20 防止调相机振动对运行中的管道产生力从而使管道发生裂纹等现象。
- 1.3.2.21 定转子采用整体运输安装的方式。
- 1.3.2.22 所有制造废料，如金属屑、填料、电焊条和残留焊条头、破布、垃圾等从构件内部清出，所有鳞皮、锈迹、油漆、油迹、粉笔、蜡笔、油漆记号和其他有害材料都从内、外表面上清除掉。发运时，产品内外清洁，所有设备由投标方在工厂完成油漆（除表面装饰漆外）。投标方提交其供货范围内油漆工作的清单，介绍设备和附属设备、管子和配件等的清理和油漆方法、型式等。
- 1.3.2.23 在机组寿命期内，机组启停次数不少于 10000 次，而不产生有害变形。
- 1.3.2.24 应对调相机的防潮、防凝露性能有针对性设计。
- 1.3.2.25 碳刷的电流密度应不高于同类型调相机。
- 1.3.2.26 投标方应采取有效措施，防止定子铁心和线棒相对位移造成绝缘磨损和电腐蚀。

1.3.2.27 调相机定转子结构应满足 SFC 启动要求。

1.3.2.28 投标方应校核不同相角差、频差及组合下调相机并网时的冲击电流和电磁转矩，并与二次设备厂家配合，提高设备同期并网成功率，确保调相机惰转并网时的冲击电流和冲击转矩不对调相机造成损害。

1.3.2.29 关键设备组部件应采用经实际验证过的高标准的产品、材料，并提供组部件的规格、型号、生产厂家等相关信息。

1.4 冷却系统要求

1.4.1 本项目调相机冷却系统配置（设备、风道、滤网和防尘罩等）应满足腾格里沙漠昼夜温差大，沙尘暴频繁、缺水等恶劣的运行环境。

1.4.2 调相机为闭式空气循环冷却系统，若采用空-空冷却器，则热空气通过调相机的空空冷却器，由环境空气冷却；若采用空-水冷却器，则乙二醇水溶液通过调相机的空水冷却器，由乙二醇水溶液将热量带到环境空气中冷却。

1.4.3 调相机主机若采用空-空冷却器，环境温度在 20~30℃时，调相机可以在额定负荷运行时，空气冷却器排入环境（二次侧）的出风温度不超过 60℃，调相机各部温度符合标准要求。

1.4.4 调相机主机若采用空-空冷却器，冷却器应为高效板式冷却器，应采用风阻小、换热效率高的产品。调相机主机若采用空-水冷却器，冷却器应为管壳式冷却器，也应采用风阻小、换热效率高的产品。

1.4.5 投标方应负责与冷却器连接的风管路或者水管路系统设计，风（水管）管、滤网、管件、阀门、支吊架、法兰/反法兰及连接件等附件均由投标方设计并供货。仪表及就地动力及控制设备、及所需全部附件由主机厂供货。投标方应对管路有防冻措施。投标方明确系统正常运行的最高/低室外温度，并给出建议的室内温度控制方案。

1.4.6 调相机主机若采用空-空冷却器，请投标方明确最低进风温度要求，并给出建议的室内温度控制方案。调相机主机若采用空-水冷却器，请投标方明确系统正

常运行的最高/低室外温度，并给出建议的室内温度控制方案。调相机主机若采用开启式空冷系统，请投标方明确系统正常运行的最高/低室外温度，并给出建议的厂房内温度控制方案

1.4.7 调相机主机采用空-空冷却器，管路系统基本技术要求：

- 1) 进风道与冷却器进风口相连，然后至厂房室外。
- 2) 出风道与冷却器出风口相连，然后至厂房室外。
- 3) 风道选用不锈钢材质，具有防腐性能，风道内壁光滑，外形美观。支吊架选用经防锈处理的圆钢、角钢等用于支持风道。
- 4) 风管道采用厚度不小于为 1.2mm 厚 304 不锈钢板焊接，管内侧焊有加强筋，管道两端焊有连接法兰。
- 5) 管道支架采用 8#角钢焊接成三角形支架，支架中间焊有网格形加强筋。每个支架上钻有连接孔，便于连接管道。
- 6) 风道终端噪声应小于 70dB。
- 7) 电控系统采用 PLC 和触摸屏方式，控制元件采用 PT100 型温度传感器，温度传感器的温度，阀门开度信号应接至 DCS，且温度传感器应冗余配置。当室外空气温度在-40---50℃之间变化时，电动蝶阀的开启角度也要随着变化。即：可以根据调相机出风口处风温，自动/手动调节室外进风风量。

1.4.8 调相机主机若采用空水冷却器，管路系统基本技术要求：

- 1) 乙二醇水溶液管道与调相机主机冷却器进、出口相连。
- 2) 调相机主机冷却器内设轴流风机，与乙二醇水溶液换热，发热量被水溶液带走。
- 3) 乙二醇水溶液管道选用不锈钢材质，具有防腐和耐低温（必须满足当地最低气温不冻）性能。支吊架选用经防锈处理的圆钢、角钢等用于支持管道。
- 4) 供水装置和外部水空散热器噪声应小于 65dB。

1.4.9 润滑油冷却系统

润滑油冷却系统的选择需要与调相机主机冷却系统配套

1) 调相机主机若采用空空冷和开启式空冷系统,则润滑油冷却系统采用自清洁新风+屋顶排风的形式;

油集装间,在夏季采用“自清洁送风系统”机械进风和屋顶风机机械排风的通风方式排除室内余热。室外空气由自清洁壁式新风过滤器(不带混风设备)处理后进入室内,由设在油集装屋面的屋顶风机排至室外,以维持油集装间工作区温度不超过 32℃,利用温度梯度,形成下进风上排风的气流组织,排风量根据润滑油及管道散热量和夏季通风计算温度计算确定,排风量为送风量的 80%~90%,以保证室内微正压。在冬季,关闭屋顶风机和自清洁壁式新风过滤机(不带混风设备),保证室内温度。

2) 调相机主机若采用空水冷,则润滑油冷却系统与调相机主机冷却系统合用,也采用空水冷的形式。

1.5 调相机本体监测系统

1.5.1 基本温度监测

1.5.1.1 在定子每相内上、下层线圈间埋置双支型测温热电阻(PT100)(三线制),引至投标方供货的端子箱。用于调相机本体的温度检测元件应采用双支 PT100 热电阻(三线制)。装设位置考虑到引线漏环电流磁场的影响,以满足测量精度要求。

1.5.1.2 在定子端部边段铁芯、铜屏蔽等处永久性装设足够数量的 PT100 双支三线制热电阻测温元件,满足安全运行要求。装设位置已考虑到引线环电流产生的磁场影响,并满足进相试验的要求。

1.5.1.3 在定子铁芯齿部和轭部装设热电阻(满足进相运行时的测温要求)。

1.5.1.4 各轴承上均装设测量油温的双分支 PT100 测温元件。

1.5.1.5 在各轴瓦上还各装设测量轴瓦测温元件。调相机测温元件表不限于此。请制造商根据设备制造工艺及机械结构提供相应的调相机测温元件配置表，数量满足设备安全运行要求。

调相机测温元件表

序号	位置	测温元件（双支）	数量	备注
1	定子线圈层间测温元件	PT100（三线制）		每相内上、下层线圈间
2	定子铁芯轭部、齿部及端部	PT100（三线制）		
3	压指压圈屏蔽	PT100（三线制）		
4	定子风区	PT100（三线制）		
5	轴承回油	PT100（三线制）+就地仪表		
6	轴 瓦	PT100（三线制）		
7	其他		

1.5.2 调相机本体监测系统除温度测点外，还包括并不限于以下系统：

- 1）轴系振动监测保护系统（TSI）；
- 2）轴系振动监测分析故障诊断系统（TDM）；
- 3）局部放电监测装置
- 4）转子匝间短路监测装置

TDM 系统应满足本技术规范书的要求，并负责对所有调相机本体在线监测装置数据进行集成和综合监测分析。投标方提供的 TDM 系统需采用有较多调相机工程应用业绩并具备集成、监测、分析、评估等综合分析功能的优质可靠产品。TDM 产品制造商应具备较强的振动专业技术能力和软件二次开发的能力。

在线监测装置选用有调相机工程成熟应用业绩及配合经验的产品。

1.5.3 投标方提供与上述系统配套的上位机系统及组屏。

上述各系统至少具有两类接口，一类为硬接线，直接开出至 DCS；一类为通讯接口，连接至近程/远程诊断系统。其中，键相信号预留 4-20mA 信号接口至 DCS。

1.5.4 调相机各部位振动频率、振动限值监测调相机大轴和轴承座上设有满足振动转速检测装置等要求的振动检测元件的位置和数量，励磁端设有测速装置的齿轮和支架。

1.5.5 轴承、轴振动值（应满足相关最新运行或振动规程规范要求，同时不低于以下要求）：

1) 调相机在稳态运行工况（额定转速）下运行时，在轴承座测得的振动限值（双倍振幅）在水平、垂直方向不大于 0.025mm，轴颈双振幅相对位移限值在轴与垂直成 45° 方向不大于 0.05mm。

2) 调相机过临界转速时，轴承座的双倍振幅振动限值在水平、垂直方向不大于 0.08mm，轴颈双振幅相对位移限值在轴与垂直成 45° 方向不大于 0.15mm。

调相机应装设的基本自动监测装置：局部放电监测器（P.D.M），转子绕组匝间短路探测装置和调相机冷却系统中的其他检测仪等在线检测装置。

1.5.6 转速测量

转速测量：量程一般为 0~5000r/min，须有零转速档及键相位功能。

调相机转速测量探头数量满足整个调相机指示、记录、控制、报警和超速保护的完整要求。调相机励端装设测速齿轮，并提供就地转速指示表，配置独立的传感器（变送器）、二次表等全套附件。转速探头的设置需要同时考虑就地显示和远传。

1.5.7 调相机轴伸处提供键相槽及键相探头，信号接至 PMU 系统。

1.5.8 若配置盘车装置，须实现手/自动控制功能。在调相机转速降至零转速时，要

求既能电动盘车，也能手动、自动盘车。

1.5.9 其它必要的仪表和设备空冷系统监测。

1.5.10 软、硬件设备表（每台机组），由投标方完善并填写，包括但不限于以下：

序号	项目	型号规格	单位	数量	产地	厂商	备注
1	振动监测保护系统		套	1			
2	轴系振动监测分析故障诊断系统		套	1			
3	调相机在线监测系统服务器柜		面	1			
4	调相机本体测温装置		套	1			
5	漏液报警装置（若有）		套	1			
6	局部放电监测装置		套	1			
7	转子匝间短路监测装置		套	1			
8	供货范围内设备间的电缆	满足实际要求	项	1			
						

1.6 润滑油及油净化装置性能要求

1.6.1 轴承润滑油系统

1.6.1.1 油系统设有可靠的主供油设备及辅助供油设备，在启动、停机、正常运行和事故工况下，满足调相机组所有轴承的用油量。

1.6.1.2 润滑油系统可采用如下方案：

润滑油系统模块化设计，主要包括主油箱、2 台主润滑交流油泵（一运一备）、1 台紧急润滑油泵（直流油泵）、2 台 100%容量的冷油器、过滤器（并联冗余配置，满足在线更换要求）、加热器、蓄能器、管子、仪表及就地动力及控制设备所需全部附件，例如温度计插座等，满足每台调相机组轴承用油。事故状态时，应保证主润

滑交流油泵无故障切换至紧急润滑油泵（直流油泵），过程中不发生低油压跳闸。油泵控制箱采用智能型。直流油泵在保证机组油压的情况下，需限制启动电流，启动电流须控制在 6 倍额定电流以内。

1.6.1.3 主油箱容量的大小，考虑到当厂用电失电的同时冷油器无法冷却的情况下停机时，仍能保证机组安全惰走，此时，润滑油箱的油温不超过 95℃，并保证安全的循环倍率。

1.6.1.4 主油箱上设置二台全容量用交流电动机驱动的高效带分离器的抽油烟机和除雾器。主油箱装设油位开关、油位传感器和温度测量元件，其输出信号同时送至计算机系统。当油温低于 10℃ 润滑油无法循环时，投入电加热器，电加热器加热温度到 35℃，油位传感器带有就地浮标指示，具有温控启跳加热器功能。

1.6.1.5 为最大限度地减少火灾，油系统所用管道及附件是强度足够的厚壁管，尽量减少法兰及管接头连接，若采用法兰连接，则采用对焊法兰，且法兰的公称压力比对应的管道高一个等级。

1.6.1.6 润滑油系统应按额定工况运行时油冷却器中断 15min 的轴瓦允许温升确定。

1.6.1.7 轴承油槽应密封良好，能防止油雾溢出，油槽焊缝应经无损探伤。

1.6.1.8 所用润滑油系统的泵组设计成能自动启动、遥控及手动起停。交流直流油泵具备就地硬连锁功能。当交流油泵发生故障后，应无故障切换至备用油泵。交流油泵具备自动切换功能。

1.6.1.9 风冷冷油器采用变频风机控制，控制轴承进油温度为 45~50℃，垫片采用耐油材质。

1.6.1.10 两台冷油器采用风冷/水冷型式，每台根据调相机组在最大负荷进行设计，冷油器换热面积裕量应为 10%。冷油器的设计和管道布置方式允许在一台运行时，另一台停用的冷油器能排放、清洗或更换。风冷冷油器采用变频风机。

1.6.1.11 冷油器按最大压力 1.0MPa 设计，试验压力为 1.3 倍最大压力，历时 30min 不渗漏。然后将压力降至 1.0MPa 再保持 30min，冷却器不得出现泄漏或损坏。在正常工作条件下油冷却器进出口压力表之间的水压降不得超过 0.1MPa。

1.6.1.12 凡有可能聚集油气的腔室，如油箱等，设有排放油气的设施。

1.6.1.13 油系统中各项设备如轴承箱、冷却器和管路等，应彻底清除残砂、焊渣、锈片等沾污物质，并经防腐蚀处理后再妥善密封出厂。油系统所配用设备包括管路、附件、表计等均配套提供。

1.6.1.14 润滑油牌号为 46#/32#汽轮机油。

1.6.1.15 油系统清洁度的标准为 JB/T4058《汽轮机清洁度标准》，在安装和运行中保证油系统清洁。

1.6.1.16 油系统的防火要求应按照国家有关标准执行。

1.6.1.17 主油箱应设置阻火器及事故放油接口。底部设置放油接口。

1.6.1.18 主油箱应配套油位控制装置并留有油净化接口。

1.6.1.19 润滑油系统应包含一套性能优良的滤油设备。

1.6.1.20 润滑油油箱材质采用不锈钢（不低于 06Cr19Ni10），管道材质采用不锈钢（不低于 06Cr19Ni10），所有润滑油管道、管件、阀门、支吊架、法兰及连接件等附件均由主机厂设计并供货。润滑油管道、管件、阀门、支吊架、法兰及连接件等附件要有防腐蚀措施，如若室外布置或埋地布置，要考虑相应的防腐及防冻措施，由投标方供货。

1.6.1.21 调相机润滑油系统所用管道及附件具有足够的强度。系统尽最大可能采用焊接连接，只能在对设备而言必不可少的地方使用法兰及管接头连接。油管路的焊接采用氩弧焊工艺打底，出厂前检查验收。系统中的附件不允许采用铸铁件，法兰采用对焊式法兰。仪表和控制回路上的油管一律使用不锈钢。管道有足够的支撑和紧固以使振动影响减到最低限度。回油管道通径足够大，并向油箱一侧向下倾斜布置，回油管道倾斜坡度不小于 3%~5%，以保证回油通畅。

1.6.1.22 润滑油管道上的阀门及法兰附件（三通、弯头等），按比管道公称压力高一级压力等级选用，油系统阀门采用不锈钢阀门（特殊进口阀门除外），油系统法兰垫片禁止使用塑料垫、橡皮垫（含耐油橡皮垫）和石棉纸垫。

1.6.1.23 直流油泵应保证在冷油器故障时仍可向轴承供油。

1.6.1.24 提供调相机润滑油系统所有检测仪表、就地控制设备及安装附件。

1.6.1.25 事故放油管道上应设置两个钢制截止阀，放油阀及管道、管件、支吊架、法兰及连接件。

1.6.1.26 油系统的交、直流油泵需进行厂内和现场切换试验。提供厂内及现场试验报告。厂内试验需考虑模拟调相机 0r/min 工况下与现场运行时调相机 3000r/min 工况下的差异,并提供具体分析说明厂内模拟试验可满足现场 3000r/min 工况下油泵无故障切换（交流切交流、交流切直流）过程中不发生低油压跳闸、断油损坏主机轴承等事故要求。

1.6.1.27 油系统满足性能设计要求时应考虑防火要求。

1.6.1.28 润滑油系统中用于控制联锁的测点需双重冗余，用于保护控制的测点需三重冗余。

1.6.2 油净化装置

1.6.2.1 每台机组设置一套油净化装置。油净化装置可在线对调相机润滑油进行净化处理，除去杂质颗粒、乳化水及游离水，使调相机润滑油获得再生。

1.6.2.2 油净化装置装置容量应满足调相机本体润滑油系统要求。润滑油净化装置的每小时处理油量出力不小于系统内总油量的 20%。

1.6.2.3 处理后的油品质：油颗粒度为 NAS6 级、油质水分含水量<50PPM、机械杂质对于 5-10 μm 的杂质去除率 $\geq 99\%$ 、油质外状为透明、酸值 $\leq 0.1 \text{ mgKOH/g}$ 。

1.6.2.4 油净化装置应为集装式净化装置，装置应采用国内或进口一线产品。装置至少应包含如下部件且按此流程：粗滤网（120 目不锈钢丝布过滤器，用于去除较大的机械杂质，过滤器可清洗重复使用，滤网材质 TP316L 或 TP316）、润滑油输送泵、精密杂质去除装置（3 微米）、脱水装置（要求能破乳化）。

1.6.2.5 油净化装置采用优质品牌，可采用真空法或聚结分离法，当采用真空法时，处理后的油质必须满足要求（酸值，杂质等）。油净化装置使水分和气体得到彻底去除，实现自动排水功能，而且要有自动排水记录仪，应满足调相机在正常运行条件下及机组启、停状态下，对调相机用润滑油净化的要求。它应具有过滤杂质及除去游离水和乳化水的功能，能在线运行，也可单独运行，对润滑油作循环过

滤净化。当系统中水分长期处于合格状态时，油净化装置可关闭除水装置，单独作为颗粒过滤设备使用，以降低维护费用。

1.6.2.6 采用两台过滤器，一台粗滤器，一台精滤器，滤网有压差报警装置。系统的控制及操作达到全自动化要求，一经投运，可连续运行。油净化装置能实现远方启停操作，并且具有自动分离水分的能力。

1.6.2.7 所有滤芯均采用进口产品。并提供 4 件滤芯作为备件。

1.6.2.8 油净化装置将设置必要的取样口，以便取样检查。油净化装置具有油位保护装置、压力表及过压保护装置，使油系统更加安全可靠，油系统应配备排油烟机。

1.6.2.9 油净化装置应设有进、出油口管接头、液位计、滤网压差显示和报警装置、油位保护装置、过压保护装置，超温保护装置，应保证油的品质满足现场使用要求。

1.6.2.10 油净化装置的油泵可旁路滤芯和分离罐运行。

1.6.2.11 油净化装置入口承压应不小于 1.0MPa，油净化装置中润滑油输送泵的扬程按在克服本体阻力后还应有不小于 30 米的扬程选型，投标方据此设计整个油净化装置的承压等级，但无论如何系统各承压部件的承压等级不小于 1.6MPa，阀门和滤网的承压等级不小于 2.3MPa。

1.6.2.12 油净化装置或滤油机配套阀门应采用不锈钢阀门，阀门、法兰及附件按比管道设计压力高一级压力等级选用。

1.6.2.13 所有密封材料应采用高性能耐油材料。

1.6.2.14 泵轴承均采用 SKF 型号轴承，泵密封装置应采用优质、可靠、先进的进口机械密封，其泄漏量应不大于 10ml/h。在正常运行条件下，泵的机械密封寿命保证 3 年以上。以上产品必须选用标准产品，招标方不接受非标尺寸的产品。所有外购的配套设备及部件投标方应进行质量检验，并对其质量负全责。

1.6.2.15 滤网材质应采用 TP316L 或 TP316。滤网应便于拆卸、更换和清洗。

1.6.2.16 油净化装置系统中的油箱、油管路、阀门、油泵等过油部件均需采用不锈钢材质（TP304）。

1.6.2.17 油净化装置的使用寿命不少于 40 年。聚结分离滤芯的正常使用年限为不低于 2 年。

1.6.2.18 设备噪音控制标准：在距装置 1 米远处测得噪音应在 85dB（A）以下。

1.6.2.19 电动机应选用成熟可靠产品，满足国标二级能效。

1.6.2.20 投标方配套提供控制箱，油净化装置设备的控制、连锁、保护等要求均由投标方实现，控制箱将符合以下要求：

1) 控制箱必须满足现行有关“国标”“行标”的技术要求。

2) 控制箱内接地部分须可靠连接至一接地端子，并在外壳留有截面不小于 4mm² 导线的接地端子供招标方接地用。

3) 控制箱采用不锈钢材质，防护等级为 IP54。

4) 控制箱内的元件应采用成熟可靠。对外接口的控制信号均为无源、常开触点，并提供本设备运行、故障等信号。投标方写明控制箱内的电源要求。

1.6.2.21 油位开关、差压开关和压力开关选用优质产品，电磁阀要求优质产品。所有采用的控制器、调节仪、控制开关、按钮和控制继电器等采用进口或引进技术产品。空气开关、接触器、继电器、指示灯、按钮应采用有良好运行业绩的产品。端子排、电缆夹头、电缆走线槽均应由“非燃烧”型材料制造。机柜内应预留充足的空间，便于接线、汇线和布线。磁翻板液位计要求能输出 4-20mA 远传信号。

1.6.2.22 设备采用手动/自动控制，有 DCS 输出接口，可实现无人值守运行及远程控制操作。

1.6.2.23 控制箱与就地设备的连接由投标方提供，并负责为就地控制箱供一路或两路交流 380V 电源。

1.6.2.24 润滑油处理装置控制系统应提供与 DCS 系统的如下接口（包括但不限于以下）：

1) 远方启动润滑油处理装置

- 2) 远方停止润滑油处理装置
- 3) 润滑油处理装置运行状态
- 4) 润滑油处理装置处于远方/就地状态
- 5) 润滑油处理装置综合故障报警
- 6) 油净化装置能实现无人值守

润滑油处理装置（油净化）内部所有故障（包括过程故障、机械故障和电气故障）引至远方 DCS，并在就地控制柜面板上配备全套一对一的故障指示灯。电控柜面板应有手动/自动设置开关，同时具备在线集控运行以及就地手动自动功能。

1.6.2.25 提供调相机净化装置所配套的所有的检测仪表、就地控制设备及安装附件。

1.6.2.26 整个润滑系统需充分考虑环境温度，满足调相机各工况下轴承进油温度。

1.6.2.27 提供润滑油系统图及管线布置图。

1.7 全厂检修起吊系统

厂家需提供足够数量的检修起吊设备，如主厂房行车，电动葫芦，手动葫芦等，需满足全厂所有设备的检修起吊要求。

1.8 电气及仪表控制通用要求

1.8.1 对调相机配套电动机及就地控制盘柜的要求

1.8.1.1 电动机绝缘为 F 级、绝缘温升以 B 级考核。绝缘及电动机防护形式应考虑变电站内运行环境的影响，对噪音、振动等要求，符合国标有关规定。

1.8.1.2 室内交流电动机的防护等级满足 IP54，直流电动机的防护等级满足 IP23，露天布置的电动机防护等级满足 IP65。

1.8.1.3 投标方负责交/直流电动机动力控制柜的设计并供货。

1.8.1.4 电动机额定频率为 50Hz，电压变化范围为 $\pm 10\%$ ，频率变化范围为 $\pm 5\%$ 。电动机适合于全电压启动。在额定功率、电压频率时，功率因数的保证值在 0.8 以上；能效按 GB 18613 <<电动机能效限定值及能效等级>2 级标准。

1.8.1.5 除特殊要求外，在额定电压下，电动机的堵转电流对额定电流之比符合 JB/T 8680 要求。

1.8.1.6 厂家就地交/直流动力控制盘柜要求

对于系统成套的控制盘和控制柜，内部应提供有 220VAC LED 照明灯和中国标准插座。在门内侧有电源开关，可使所有铭牌容易看清楚。

室内安装的盘箱柜防护等级为 IP54；室外安装的盘箱柜防护等级为 IP65。颜色在规范书签订或联络会召开时确定。

所有落地安装的成套控制盘、控制柜（箱）等必须由厂家成套提供安装基座（或安装支架），以确保落地控制箱不直接安装在地面上。对于较重的成套控制盘、控制柜（箱）等成套必须提供相关的基础和重量资料。厂家提供的安装基座（或安装支架）必须有防腐措施；所有厂家提供的成套控制盘、控制柜（箱）等在布置上应尽可能考虑集中布置。

投标方应为其提供的交/直流电动机配套就地控制柜（就地控制柜里包含一、二次电气元器件），最终由招标方确认。柜体采用不锈钢材质，厚度不小于 2.0 毫米。投标方应按 DL/T 5153-2014 规范提供各类电动机完善的保护、控制和测量，按照普通馈线回路提供两路电源给就地控制柜，投标方在就地控制内实现两路电源自动切换。成套动力控制柜的结构合理，工艺性能先进，能满足设计、施工和运行维护的要求。控制柜应根据每台电动机自身需要，装设完成电动机保护、控制和测量所需要的断路器、接触器、热继电器（或者马达保护器）、电流互感器等设备，设备选型按相关规定配置。电控柜内动力电源输入侧要求有输入断路器开关并有过电压保护的浪涌保护装置。测量 TA 和保护 TA 应独立设置，准确级分别为 0.2s 和 5P30，容量 10VA（TA 为暂定），投标方提供的控制柜/箱内应具有温湿度自动控制器，加热

器回路应备有带热脱扣器的小型自动空气开关作为过负荷和短路保护,此回路发生故障不应对其邻近设备造成损伤。

1.8.1.7 电缆供货界线

1) 投标方主机厂供货范围内、起点和终点均在投标方主机厂供货设备上的动力、控制和计算机电缆等线缆和光纤,由投标方负责设计并供货,另调相机接入 35kV 开关柜的连接电缆以及电缆头均由招标方负责提供。

2) 与 DCS 连接的全部线缆 (包括电缆和光缆)由投标方设计并供货。

3) 投标方负责所供 DCS 机柜、调相机在线监测系统机柜等电控柜的所有接地线缆和母排,并由招标方引至单点电气接地点。

4) 电缆型号

—— 低压动力电缆选用 C 级阻燃 (耐火) 铜芯交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套电力电缆, 型号为 ZC-YJY (23) -0.6/1 及 ZR-KVVBP -0.6/1.0;

—— 控制电缆和计算机监控信号电缆选型应为阻燃耐热见 1.2.7.2 仪表部分规定;

—— 电缆的截面及芯数选择应满足《电力工程电缆设计标准》GB50217 及《火力发电厂、变电站二次接线设计技术规程》DL/T5136 的要求。

1.8.2 仪表控制要求

1.8.2.1 投标方应提供调相机本体及辅助系统完备监视检测控制所需的全套就地检测和控制设备, 并负责供货范围内的仪控设备配电; 所供机柜颜色由招标方确定。

1.8.2.2 投标方负责提供所有大轴和轴承振动、转速、键相等二次仪表的就地箱 (柜) 并负责其配电。

1.8.2.3 设备选型遵循技术先进、质量可靠、性价比高、有良好运行业绩的原则，并应满足相关规程、规定的要求。设备选型在保证系统安全、可靠的前提下，尽量与设备选型保持一致，减少备品备件种类。

1.8.2.4 选用通用的经实践证明质量可靠、技术先进、性能符合工艺要求并具有优良业绩的系统或设备。所选热控设备符合最新的有关国际或国家标准及规程、规定、规范，并根据安装地点满足防爆、防火、防水、防尘、防冻、防腐蚀的有关要求，注重设备选型的统一性。

1.8.2.5 控制盘柜内电源开关、继电器、交流接触器，在线监测的保护模块等重要系统的双路电源自动切换装置等选用优质产品，其它元器件选用国产优质产品。同 DCS 章节部分相关具体要求。

1.8.2.6 所有热电偶、热电阻测温元件采用双支型，热电偶的精度应满足：误差限值 $\leq 1^{\circ}\text{C}$ 。0~200 $^{\circ}\text{C}$ 采用热电阻，200 $^{\circ}\text{C}$ 以上采用 K 分度热电偶。

1.8.2.7 阀门电动装置采用技术可靠的智能机电一体化产品。

1.8.2.8 检测仪表精度，主要参数不低于 0.5 级，一般参数不低于 1.5 级，压力表不低于 1.6 级。

1.8.2.9 就地指示仪表的盘面直径不小于 130mm。通常情况下，表计的量程选择应使其正常运行时指针处在 3/4 量程位置。就地温度计采用万向型抽芯式双金属温度计，不得采用水银温度计。安装在振动场合的仪表应选择耐振型仪表。

1.8.2.10 所有的变送器应为二线制智能变送器（分析仪表，导电度表可采用四线制），精度至少达到 0.075 级，提供的外部负载应至少为 500 欧姆。外壳防护应达到 IP65 标准，并具有不小于 13mm 的螺纹电缆接口，过程接口及管接头应采用不锈钢材质，所有不使用的连接口应予以封堵，所有的变送器带数字显示表头。

1.8.2.11 所有过程逻辑开关的精度至少为 0.5 级，其外壳防护等级应至少达到 IP65 标准，并具有不小于 13mm 的螺纹电缆接口。提供的接点输出应为 SPDT（单刀双掷）型。

1.8.2.12 投标方配供所有供货范围内的仪表的仪表阀（包括一次门、二次门、排污门等）、取样管、导压管、表弯（压力表）、管接头等全部安装附件。

1.8.2.13 所有参与跳机的传感器及回路，均采用三重化配置，满足“三取二”逻辑。测点的位置、测点元件都必须独立，单支双支热电阻、热电偶的测点只能按一个测点回路计算。至 DCS 的测点回路设置包括但不限于以下：

- 1) 调相机转速信号，4~20mA 信号，不低于三重化；
- 2) 就地转速表和零转速；
- 3) 断油保护；
- 4) 轴承回油油温、轴瓦温度检测保护；
- 5) 键相，4~20mA 信号；
- 6) 润滑油油温、油压等信号；
- 7) 线圈、铁心、屏蔽温度以及风温；
- 8) 振动（X\Y，轴振、瓦振）、键相、转速；
- 9) 其他；

1.8.2.14 调相机在线状态监测系统由调相机厂家成套配供，可以实现调相机从启动到正常运行的监视与控制，控制功能主要包括调相机的转速控制，振动监测等。调相机在线状态监测系统与 DCS 之间的重要控制信号采用硬接线方式实现接口连接。由投标方负责功能完整性。状态监测系统需要配置调相机转速检测装置，满足“三取二”要求。在线状态监测系统控制柜配置 1 套进口双电源切换装置，双电源切换装置要求为优质品牌，提供美国 UL 和中国 CCC 证书，采用励磁驱动，切换时间小于 50 毫秒。带负荷切换过程中，必须确保切换装置的负荷侧电源稳定、使用可靠，不影响系统使用安全，电源切换试验中以及正常运行中允断时间需要保证不能系统不断电，否则免费更换。电源切换装置送出主、副、任一电源失电报警信号至 DCS。双电源自动切换装置按优质产品选型，最终由招标方确定。投标方负责给在线状态检测系统机柜提供两路 220VAC 电源。投标方负责供货范围内的振动、键相、转速（含转速表）等仪表供电。

1.8.2.15 所有主厂房热控用电源电缆、控制电缆、计算机电缆、补偿电缆采用阻燃型，阻燃等级为C级。高温环境下敷设的电缆采用耐高温或氟塑料电缆。室外空气中敷设的电缆采用耐低温电缆。

1.8.2.16 所有仪表及控制电缆和电线的线芯材质为铜芯。

1.8.2.17 直埋和地沟内电缆必须采用金属铠装电缆。

1.8.2.18 多芯电缆应预留 20%的备用芯。

电缆种类	型号 / 截面 / 芯数	备 注
一般电源电缆	ZC-YJY-0.6/1-4x 截面; 截面 (mm^2) : 1.5、2.5、4、6、10、16 等	截面与电源功率相匹配
普通控制电缆	ZC-KVVP-0.45/0.75—芯数 x 截面; 截面 (mm^2) : 1.5; 芯数: 4, 5, 7, 10, 14, 19, 24; 6 芯及以上考虑备用	
计算机电缆	ZC-DJYPVP-0.3/0.5—对数 x 芯数 x 截面; 截面 (mm^2) : 1.0; 对数: 1~8, 3 个对绞及以上考虑备用; 芯数: 2 或 3;	
热电偶补偿电缆	ZC-KX-HS200-FPF-2A-对数 x2x 截面; 截面 (mm^2) : 5; 对数为 1、2、5、8。	
耐高温电源电缆	ZC-FF-0.6/1-4x 截面; 截面 (mm^2) : 1.5、2.5 等	
耐高温控制电缆	ZC-KFFP-0.45/0.75—芯数 x 截面; 截面 (mm^2) : 1.5; 芯数: 4, 5, 7, 10, 14, 19, 24; 6 芯及以上考虑备用	
耐低温控制电缆	ZC-KYJVP-0.45/0.75—芯数 x 截面; 截面 (mm^2) : 1.5; 芯数: 4, 5, 7, 10, 14, 19, 24; 6 芯及以上考虑备用	
耐火控制电缆	ZCN-KVVP-0.45/0.75—芯数 x 截面; 截面 (mm^2) : 1.5; 芯数: 4, 5, 7, 10, 14, 19, 24; 6 芯及以上考虑备用	

1.8.2.19 投标方负责所供仪表室外部分的电伴热设计和供货。防爆场所需要采用防爆电伴热。

1.8.2.20 投标方在投标文件中提供每个站调相机组与 DCS 系统的接口点数（不作为设计输入提资）。

1) 机组点数（每台调相机的 DCS 点数）

调相机机组 DCS 系统点数（按一台调相机统计）

系统	PI	AI(4-20mA)	AO(4-20mA)	RTD	DI	DO	合计
系统 1							
系统 2							
系统 3							
.....							
合计							

2) 升压站机组点数（所有调相机机组总点数）

系统	PI	AI(4-20mA)	AO(4-20mA)	RTD	DI	DO	合计
合计							

3) 升压站调相机机组公用部分（如有）点数（按一个升压站统计）：

系统	PI	AI(4-20mA)	AO(4-20mA)	RTD	DI	DO	合计
合计							

1.8.2.21 投标方应提供调相机机组的控制要求、控制方式及联锁保护停机等的联锁逻辑图和控制说明。投标方配套的控制装置和仪表设备，应提供与 DCS 控制系统的接口，并负责与 DCS 控制系统的协调配合，直至接口完备。**应配合将 DCS 信号转接至集控中心远动，实现远方监视功能。**

1.8.2.22 投标方应提供详细的调相机及其润滑油系统、空冷系统的运行参数，包括调相机及其配供设备运行参数的报警值及保护动作值。

1.8.2.23 投标方应对其所供热控仪表设备（组件）包括每一只压力表、测温组件、仪表、阀门都要注明仪表的电厂标识系统编码，并详细说明其用途、型号、规范、安装地点及制造厂家。投标方应将详细清单交招标方确认。

1.8.2.24 调相机内部的埋管数量，应满足测温元件电缆穿管数量的要求。

1.8.2.25 所有电磁阀采用同一电压的电磁阀，电磁阀电压等级为 220VAC。

1.8.2.26 投标方所供控制盘柜的外壳防护等级不低于 IP54，盘柜的色标最终由招标方确定。

1.8.2.27 盘柜的前后门应有永久牢固的标牌；机柜应有足够的强度能经受住搬运、安装产生的所有应力，保证不变形；机柜的钢板厚度至少为 2.5mm；机柜内的支撑件应有足够的强度，保证不变形。

1.8.2.28 润滑油、冷却系统与 DCS 的接口在就地仪表盘（投标方提供）的端子排上。机柜内的端子排应布置在易于安装接线的地方，即离柜底 300mm 以上和距柜顶 200mm 以下。

1.8.2.29 盘柜内应预留充足的空间，使招标方能方便地接线、汇线和布线；所有接线端子柜应合理配置电缆布线空间，确保所有电缆接线完成后柜内仍留有 15%的富余空间。

1.8.2.30 调相机定子铁芯和绕组测温元件，应选用符合国家标准的产品。所有测温元件均应接至本体接线盒。

1.8.2.31 投标方应提供其供货范围内所有设备的在线性能计算相关资料（方法、公式、曲线等），用于运行指导。随调相机至少成套供应下列设备：

1) 润滑油及油净化系统、顶轴油（若有）的就地仪表、仪表盘或柜，至少包括：

主油箱油位就地显示及远传监测（三冗余）。

主油箱温度、液位的就地显示或远传信号仪表。

交流润滑油泵与备用泵及直流油泵之间的联锁、保护压力开关，每个开关应独立设置。

润滑油母管油压低调相机跳闸压力开关（三冗余）以及相应的试验模块。

润滑油泵出口母管压力监视变送器、远传温度测量元件及油泵出口就地压力表计。

润滑油系统各滤网差压变送器（或开关）。

油温监测元件（热电阻和温度计）。

2) 冷却系统至少包括

温度监测装置。

3) 调相机本体至少提供轴承振动、大轴振动、转速检测元件以及振动转速检测装置等。

投标方提供的振动转速检测装置应至少具有同等功能和规模的系统成功应用实绩。该装置应提供调相机的本体状态监测。

要求监视项目齐全、性能可靠，与调相机同时投入运行。

模拟量信号采用 4~20mA 统一输出，同一信号输出 1 路，不包括该装置本身所需的信号。

控制、报警、保护等接点输出，能各送出 2 付无源接点。

该装置应留有调相机分散控制系统（DCS）的信号接口，其形式和数量由招标方确认。

振动转速检测装置至少应包括如下功能，但不限于此：

轴承振动：按调相机轴承数量，测量绝对振动值，可连接指示、记录、报警、保护，X、Y 方向，共两点。

轴振动：按调相机轴承数装，测量轴承对轴的 X、Y 方向相对振动，可连接指示、记录、报警、保护等，共两点。

转速信号，可连续指示、记录、报警、保护。

投标方负责提供振动转速检测装置、一次检测元件的安装支架。

4) 轴承的回油温度测量元件随调相机本体供货。安装于轴承箱内的所有从检测元件至接线盒的连接导线均选用耐油、耐高温防火的绝缘电缆。

5) 调相机定子边端铁芯和绕组测温元件，应选用符合国家标准的优质产品。测量铁芯和绕组温度的测点数量符合实际需要。为防止测温元件损坏，考虑适量备用点，并在图纸中注明。所有测温元件均接至本体接线盒。

6) 油净化装置

油净化装置的控制主要由投标方配供的就地控制柜完成，并留有与机组 DCS 的控制接口；

油净化装置除满足就地自动运行外还应至少应提供启动、停止、加热器投入/切除指令信号以及自动运行、故障、就地/远方、加热器投入等反馈信号接口（干接点）给 DCS；

就地控制箱采用不锈钢材质，防护等级为 IP54（防爆），就地控制柜（包括接线盒）到就地设备的电缆供货。

7) 其它（系统/设备满足远方/就地监控的所有仪表及装置）。

1.8.2.32 仪表和控制设备选型原则

1) 投标方提供的变送器、压力开关、差压开关、温度开关、流量开关、过程分析仪表等设备，应采用进口优质产品；变送器、逻辑开关选型，最终由招标方确定。

2) 投标方提供的控制器、电动执行机构、电动门控制装置、电磁阀、控制开关和控制继电器等，应采用进口优质产品；电动执行机构、电磁阀的选型，最终由招标方确定。

3) 投标方提供的热电偶应采用 K 分度，热电阻采用双支 PT100。

4) 所有投方提供的仪表阀门和导管的材质应为不锈钢。仪表阀门应为进口优质产品。

5) 投标方提供的所有控制盘（柜）和就地接线盒（箱）内的接线端子，选用优质产品。接线端子选用凤凰端子（菲尼克斯），快拆型；

6) 投标方所提供的本体监测系统一律采用电动阀门，不允许使用气动阀门。

1.8.2.33 所有阀门的电动装置均采用智能一体化型，均应提供该装置的接线图和特性曲线。所有电动阀门在全开全关位均有四开四闭行程开关。

1.8.2.34 热控电缆设计和供货界线

投标方设计并供货本技术规范书要求的所有线缆，包括但不限于以下：

1) 主机厂供货范围内设备上的动力或控制和计算机电缆等线缆和光纤，由投标方负责设计。

2) 投标方负责所供调相机在线监测系统机柜等控制柜的所有接地线缆和母排，并由投标方负责从汇流母排单点引至电气接地点或者 DCS 厂家提供的接地母排。

1.9 铭牌

1.9.1 概述

本招标文件范围内各设备均有一个永久固定的铭牌，在铭牌上以清楚的方式标出序号、制造厂家的名称，以及产品的规格、特性、重量、出厂日期和其它有用的数据。刻度盘、表计和铭牌均以国际公制单位（SI）表示。

1.9.2 文字

铭牌均使用中文刻制或中英文刻制，并符合环境和气候的要求。所有的铭牌和标牌永久性地安装在相应的设备和部件上，其位置清楚易见。铭牌中刻制的字体为印刷体，字迹清晰可见。

1.9.3 铭牌内容

1) 设置一块总铭牌。各铭牌根据各设备的参数进行编制，包括下列项目：

制造厂名称和商标；

产品型号、名称、产品代号或系列号；

出厂编号和日期；

主要额定值（额定容量、额定电压、额定电流、额定频率等）；

适用标准编号。

2) 为了保证运行人员的安全，提供额外标志牌以表示主要的操作程序说明、注意事项和警告。

3) 铭牌及标志牌采用不锈钢材料制作。

4) 投标方提交铭牌和标志牌的目录和图样在设计联络会上供招标方审定。

1.10 设备颜色

设备颜色设计联络会确定。

1.11 性能验收试验和保证值

1.11.1 试验要求

1.11.1.1 型式试验由招标方和招标方认可的第三方见证完成，并由投标方出具试验报告，关键试验结果由第三方签字确认。

1.11.1.2 制造厂型式试验和检查试验项目（*表示型式试验）

1) 定、转子绕组、埋置电阻检温计和轴承等对地的绝缘电阻测定；

2) 定、转子绕组和电阻检温计在实际冷状态下直流电阻的测定；

3) 定子铁心的损耗试验（含全磁通整体检测法和小磁通局部检测法）；

- 4) 转子动平衡和超速试验;
- 5) 定子绕组交、直流耐电压试验 (包括整机起晕试验);
- 6) 转子绕组交流耐电压试验;
- 7) 转子匝间绝缘状态判定 (含 RSO 法);
- 8) 定子绕组接头采用锡焊结构的电机应按 JB/T 8991 进行检测;
- 9) 空载特性和空载损耗的测定*;
- 10) 稳态短路特性和短路损耗的测定*;
- 11) 损耗测定*;
- 12) 轴电压测定*;
- 13) 电压正弦性畸变率的测定, 电压谐波因数的测定*;
- 14) 电抗和时间常数的测定* (包括不限于保梯电抗、直轴同步电抗、交轴同步电抗、短路比、负序电抗、零序电抗、直轴瞬态电抗、直轴超瞬态电抗、直轴瞬态短路时间常数、直轴超瞬态短路时间常数、直轴瞬态开路时间常数、电枢短路时间常数);
- 15) 调相机转子转动惯量 GD^2 的测定*;
- 16) 无励磁时的一般机械检查, 并测定轴承油温和振动值*;
- 17) 噪声测定*;
- 18) 温升试验 (间接法)*;
- 19) 定子铁心、机座振动的测定*;
- 20) 定子绕组端部模态及固有振动频率的测定*;
- 21) 定子绕组端部手包绝缘施加直流电压的测量*;

- 22) 相序检查*;
- 23) 轴承对地绝缘电阻测定;
- 24) 额定转速下机械检查;
- 25) 机械损耗温升和损耗测定;
- 26) 短路温升试验 (不少于 2 个点);
- 27) 空载温升试验 (不少于 2 个点);
- 28) 间接法计算温升和效率;
- 29) 1.3 倍短时升高电压试验;
- 30) 定子过负荷试验*;
- 31) 油系统切换试验;
- 32) 三相突然短路试验 (试验电压不低于 $0.5U_N$);
- 33) 在安装地点开展的温升试验;
- 34) 表面电阻测试。

型式试验由招标方和招标方认可的第三方见证完成, 并由投标方出具试验报告, 关键试验结果由第三方签字确认。

1.11.1.3 现场试验和检查试验项目

调相机的试验项目, 应包括下列内容:

- 1) 测量定子绕组的绝缘电阻和吸收比或极化指数;
- 2) 测量定子绕组的直流电阻;
- 3) 定子绕组直流耐压试验和泄漏电流测量;

- 4) 定子绕组交流耐压试验 ($0.8 * (2U_e + 1kV)$);
- 5) 测量转子绕组的绝缘电阻;
- 6) 测量转子绕组的直流电阻;
- 7) 转子绕组绝缘测量;
- 8) 测量调相机的励磁回路连同所连接设备的绝缘电阻, 不包括调相机转子;
- 9) 调相机的励磁回路连同所连接设备的交流耐压试验, 不包括调相机转子;
- 10) 测量调相机的绝缘轴承的绝缘电阻;
- 11) 埋入式测温计的检查;
- 12) 测量转子绕组的交流阻抗和功率损耗;
- 13) 测量调相机定子开路时的灭磁时间常数和转子过电压倍数;
- 14) 测量调相机自动灭磁装置分闸后的定子残压;
- 15) 测量轴电压;
- 16) 定子绕组端部固有振动频率测试及模态分析;
- 17) 定子绕组端部手包绝缘施加直流电压测量。

1.11.1.4 转子超速试验, 当转子全部加工完成后, 进行 1.2 倍额定转速的超速试验, 历时 2min 而无永久性异常变形和妨碍正常运行的其它缺陷。现场整套启动超速试验时, 进行 1.1 倍额定转速及以下的超速试验, 无永久性异常变形和妨碍正常运行的其它缺陷。

1.11.1.5 组装后定、转子绕组、测温组件及其它部位的绝缘电阻符合 GB/T7064 和 GB755 中相关条款的规定, 定子绕组的耐电压试验按 GB/T7064 和 GB755 中相关条款的规定进行。定子绕组在交流耐压试验之前, 进行 3.5 倍直流耐压 1min。转子绕组耐电压试验值按照 10 倍额定电压考核。

1.11.1.6 调相机本体及辅助系统在出厂前试验合格后方可交付。

1.11.1.7 如采用定子线圈端部手包绝缘按 GB50150 相关标准进行试验。

1.11.2 调相机的出力

1.11.1.8 额定容量：是指调相机在额定定子电压、额定频率、额定温度、调相机机端吸收/输出的无功功率。

1.11.1.8 额定容量由调相机正式移交生产在保证期间进行温升试验时来确定。

1.11.2 试验方法

1.11.2.1 试前准备：在调相机定子输出端的 TV、TA 二次回路中接入经校正过合格的（在有效期间）电压、电流、功率表，在励磁回路中接入电压、电流表。对已埋入定子内的测温元件也要进行检查与校核。

1.11.2.2 在机组的额定条件下，分别做迟相和进相的 50%、75%、90%、100% 额定无功功率的温升试验，试验期间维持电压频率不变，测量各表计及温度计的数值、以确定定、转子线圈和定子铁芯温度。

1.11.2.3 各部分温度限值以 GB/T7064《隐极同步发电机技术要求》和 GB755《旋转电机 定额和性能》中的规定为准。

1.11.3 调相机的总损耗

要求主机（含励磁、油系统）的空载损耗（≤投标方填写 kW）、额定损耗（≤投标方填写 kW）和空空/空水冷却系统的额定损耗（≤投标方填写 kW）。

1) 间接测量法：

在制造厂内用电动机将调相机带动作空转、空载、三相短路等试验，分别测量出调相机本身各部分和辅助设备的损耗，这些损耗是：恒定损耗；负载损耗；励磁损耗；杂散损耗；辅助设备损耗等，将所有损耗加起来将得到 ΣP 。

2) 输入功率法

在现场测量的额定条件下，分别做迟相和进相的 0%、50%、75%、100% 额定无功功率工况下的输入有功功率（含励磁损耗）。

1.11.4 性能保证

1) 根据系统要求，对常规 50Mvar 调相机，系统要求其无功长期稳定运行范围是 -50~50Mvar，进相深度越大，越有利于电网调节。

2) 调相机关键参数如下：

强励倍数：强励电压 3.5 倍（0.8 U_n 时）； 2.5 倍强励电流持续时间不小于 15s；

短路比： $K_c > 1.0$ ；

直轴短路瞬变时间常数： $T'd < 0.95s$ ，

直轴超瞬变电抗（饱和值）： $X''d < 0.1$ ；

定子过电流：3.5 倍，持续时间不少于 15s；

定子过电压：系统电压由 1.0 PU 突增至 1.3 PU，调相机系统能够承受该过程并持续 1s。

3) 调相机在所有稳定运行工况下（额定转速）运行时，在轴承座上测得的双振幅振动值，无论是垂直或横向均不大于 0.025mm，在任何轴颈上所测得垂直、横向双振幅相对振动值不大于 0.05mm，各转子及轴系在通过临界转速时各轴承座双振幅振动值不大于 0.08mm，各轴颈双振幅相对振动值不大于 0.15mm。投标方提供过临界转速时的最大允许振动值。

4) 调相机在满载运行时，含包括励磁集电环在内，距外壳 1 米，距地面高 1.2 米处，噪音水平小于 85dB（A）。

5) 调相机轴承座（轴）振动

调相机在现场机组成轴系，在额定转速、额定状态下测量各轴承座和轴振振动值。

测振表计使用前应经过有关单位进行校验，且在有效期间。

轴承座振动限值：应在 GB/T7064《隐极同步发电机技术要求》表 1A 范围，3000r/min 不应大于 3.8mm/s,1000r/min 不应大于 2.3mm/s。

轴振振动限值：应在 GB/T7064《隐极同步发电机技术要求》表 2 范围 A，3000r/min 为 0.05mm（相对位移值），表 3 范围 A3000r/min 为 0.1mm（绝对位移值）

6) 可靠性指标

—— 无故障连续运行时间 8000h

—— 大修间隔时间不少于 5 年。

1.11.5 其它

本技术规范中未明确的部分以 Q/GDW 11588 和相关国家标准、行业标准、国家电网公司企业标准中的最严格要求执行。

2 调相机励磁系统

3.1 规范性引用文件

2.1.1 本招标文件范围内的设备首先采用中华人民共和国国家标准及部颁标准和行业标准，在国内标准不完善的情况下，可采用相应的国际标准（如 IEC、IEEE 等）中最适宜的条款部分或双方认定的其他国家标准。所采用的标准必须是最新版本。

2.1.2 提供的所有设备及零件按国际标准化组织 ISO9000 质量体系制造，图纸和文件均采用国际度量制单位（SI）和 IEC 规定的图例符号表示。

2.1.3 除非合同另有规定，提供的设备和配套件要符合以下标准但不局限于以下标准：

IEC60034—16 旋转电机 第16部分同步电机励磁系统

GB/T7409 同步电机励磁系统；

GB/T3797 电气控制设备

GB/T3859 半导体变流器

GB 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T14285 继电保护和安全自动装置技术规程

DL/T 5136 火力发电厂、变电所二次接线设计技术规程

GB/T10228 干式电力变压器技术参数和要求

GB/T8349 金属封闭母线

DL/T843 大型汽轮发电机励磁系统技术条件

DL/T490 发电机励磁系统及装置安装、验收规程

DL/T1049 发电机励磁系统技术监督规程

DL/T 478 继电保护及安全自动装置通用技术条件

DL/T 671 发电机变压器组保护装置通用技术条件

DL/T 860 变电站通信网络和系统

DL/T 1083 火力发电厂分散控制系统技术条件

DL/T 1348 自动准同期装置通用技术条件

DL/T 596 电力设备预防性试验规程

DL/T 1309 大型发电机组涉网保护技术规范

国家电网设备〔2018〕979号 国家电网有限公司关于印发十八项电网重大反事故措施（修订版）

国能安全〔2014〕161号 防止电力生产重大事故的二十五项重点要求

QGDW 11588〔2016〕快速动态响应同步调相机技术规范

2.1.4 当标准、规范之间存在差异时，应按要求高的指标执行。

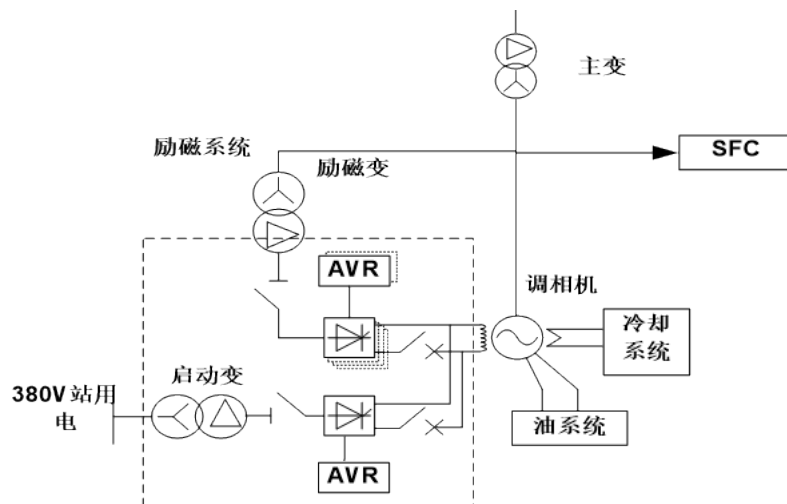
2.1.5 所有螺栓、双头螺栓、螺纹、管螺纹、螺栓头和螺帽均应遵照 ISO 及 SI 公制标准。

2.2 技术要求

2.2.1 总体技术要求

2.2.1.1 励磁方式：自并励静止励磁系统。

2.2.1.2 励磁系统接线如下图所示，针对惰转并网运行方式，采用直流侧或交流在线切换方式运行，并最大限度地减小惰转时间对并网成功率的影响。



2.2.1.3 直流侧在线切换方式

2.2.1.4 励磁变低压侧至励磁柜，励磁柜至调相机集电环之间的连接方式为电缆连接，进出线方式联络会确定。

2.2.1.5 当调相机的励磁电压和电流不超过其额定励磁电流和电压的 1.1 倍时，励磁系统保证连续运行。

2.2.1.6 厂用交流和直流电压偏差不超过额定值的 $-15\%\sim+10\%$ （外供交流电源额定电压为 380V，直流工作电源额定电压为 220V）；频率偏差不超过额定值的 $-6\%\sim+4\%$ 时，励磁系统能保证调相机在额定工况下运行。

2.2.1.7 励磁系统应具有短时过载能力，励磁系统的短时过负荷能力应大于调相机转子绕组的短时过负荷能力。励磁系统强励电压倍数不小于 3.5（对应调相机端电压 $0.8U_e$ 时），强励电流倍数不小于 2.5，允许强励时间不低于 15 秒。

2.2.1.8 额定工况下，调相机励磁电压能在 0.1s 内励磁电压增长值达到顶值电压和额定电压差值的 95%。

2.2.1.9 励磁系统稳态增益保证调相机电压静差率小于 0.5%。励磁系统动态增益保证调相机电压突降 15%~20%时可控桥开放至允许最大值。

2.2.1.10 调相机空载时，阶跃量为调相机额定电压的 $\pm 5\%$ ，调相机电压超调量不大于阶跃量的 30%，电压上升时间不大于 0.5 秒；调节时间不大于 5 秒，电压摆动次数不多于 3 次。调相机额定负载时阶跃响应：阶跃量为调相机额定电压的 2%~4%，功率波动次数不大于 5 次，阻尼比大于 0.1，调节时间不大于 10s。

2.2.1.11 当调相机空载运行情况下，频率每变化额定值的 $\pm 1\%$ ，其端电压变化不大于 $\pm 0.25\%$ 额定值。

2.2.1.12 在调相机空载运行状态下，自动电压调节器的给定电压调节速度不大于 1% 额定电压/秒，不小于 0.3%额定电压/秒。

2.2.1.13 励磁系统控制电源需按照场站电源系统配置，至少两路电源。

2.2.1.14 当电力系统或调相机变压器高压侧发生短路或不对称短路时，励磁系统应保证正常工作。

2.2.1.15 励磁系统在保护系统正确动作的条件下能承受调相机任何故障和非正常运行冲击而不损坏。

2.2.1.16 励磁系统应装设浪涌吸收措施抑制尖峰过电压。

2.2.1.17 励磁系统应至少具备下列几种运行方式：机端恒压运行方式、恒励磁电流运行方式、恒无功功率运行方式，以及满足招标方提出的特殊控制方式，具体要求由招标方提出。

2.2.1.18 励磁控制系统在受到现场不超过相关标准规定的电气操作、雷电、静电及无线电收发讯机等电磁干扰时应不发生误动、拒动等情况，满足相关标准要求。

2.2.1.19 励磁系统应能在 $-45^{\circ}\text{C}\sim+45^{\circ}\text{C}$ 环境温度下连续运行。

2.2.1.20 因励磁系统故障引起的调相机强迫停运率不大于 0.25 次/年。励磁系统强行切除率不大于 0.1%。

2.2.1.21 启动励磁与主励磁应能在 5s 内完成切换，在启动励磁切换到主励磁后，主励磁应能在 4s 内将机端电压升到给定值（一般为网侧系统电压标么值），其超调量应不大于额定值的 10%。励磁电源切换成功率应大于 99.9%。启动励磁系统的容量应能保证空载额定定子电压所需励磁电流。

2.2.1.22 所有与调相机转子绕组在电气上相连的设备、不与转子连接的电气组件，出厂工频交流耐压试验电压值满足 3.5 倍强励电压要求。

2.2.1.23 励磁系统应满足调相机快速再启动的要求。

2.2.1.24 励磁系统应具备系统电压跟踪功能，励磁调节器需引入系统 TV 二次侧电压信号。

2.2.1.25 励磁系统应具备跟踪调相机变压器高压侧系统电压的 PSVR 功能。

2.2.1.26 励磁系统应具备负载 V/F 限制在线投退功能，调差系数在线整定功能。

2.2.1.27 为保证同期装置具有充分的并网时间，励磁系统启动回路和正常运行回路的切换要求安全、快速、平稳，需充分考虑对机组堕转时间的影响。

2.2.1.28 针对调相机强励倍数要求高，励磁变阳极电压高，励磁系统设计需考虑柜间绝缘，同时灭磁开关和阻容吸收等参数选型需要考虑转子绝缘，以确保机组安全运行。

2.2.1.29 励磁系统应具备过电压保护动作计数和指示功能。

2.2.1.30 采用 380VAC 整流起励电源起励方式时，当调相机电压上升到规定值时，起励回路自动脱开。

2.2.1.31 起励过程中，当调相机电压不小于 10%时，起励装置保证 AVR 能可靠投入。

2.2.1.32 所有与调相机转子绕组在电气上相连的设备，出厂工频交流耐压试验电压值按 12.5 倍额定励磁电压。不与转子连接的电气组件，出厂工频交流耐压试验电压值按 DL/T 843 《大型汽轮发电机励磁系统技术条件》的规定执行。

2.2.1.33 励磁系统应满足启动工况运行要求，应至少具有与 2 台 SFC 的通讯接口及硬接线，应能实现调相机启动时与不同 SFC 的有效配合。

2.2.1.34 励磁系统应具有他励通道，在 SFC 变频拖动过程中为调相机提供励磁；在启动完成后，应能可靠切换到自并励励磁方式。

2.2.1.35 电源频率在 45Hz~55Hz 范围内变化时，励磁系统应能维持正常工作。

2.2.1.36 为防止励磁系统屏柜上布置的现场操作把手和按钮被误操作，投标方的设计和布置应充分考虑防误功能。

2.2.1.37 静止励磁系统电压响应时间应满足：上升时间（强励）不大于 0.02s；下降时间（强减）不大于 0.025s；励磁机励磁系统应满足高起始响应性能要求。

2.2.1.38 励磁系统的延迟时间不应大于 0.01s。

2.2.1.39 励磁调节器交流工作电源电压波动范围为 55%~120%额定值的情况下，励磁调节器应能维持正常工作。

2.2.2 励磁调节器主要性能要求

2.2.2.1 励磁调节器应保证调相机机端电压调整精度不低于 $\pm 0.5\%$ 。

2.2.2.2 励磁调节器电压测量单元的时间常数应小于 30ms。

2.2.2.3 励磁调节器应保证调相机端电压调差率范围（无功电流补偿）不小于 $\pm 20\%$ ，可全程连续、均匀调整。

2.2.2.4 励磁调节器两个通道的所有保护在自动和手动方式下均应起作用。

2.2.2.5 励磁调节器应具备各主要元件故障的记录，各保护功能的状态记录和快速故障录波功能。

2.1.2.6 励磁调节器自动方式应采用电压或无功的 PID 调节方式，手动方式应采用恒定调相机磁场电流的 PI 调节方式。

2.1.2.7 励磁调节器每个通道应能单独承担调相机在各种运行工况下的调节、限制、保护和发信任务。

2.2.2.8 励磁调节器应具有在线参数整定功能，调节器各参数和各功能单元的输出量能显示，显示的参数为数字模型中的实际值，显示的输出值为实用量值或标么值。

2.2.2.9 励磁调节器应设置如下辅助功能（不限于以下功能）：低励限制及保护、TV 断线保护、过励限制及保护、强励顶值限制和保护、伏赫比（V/Hz）限制及保护、远方和就地电压给定、远方无功给定。

2.1.2.10 励磁调节器的控制电源应具备双路电源输入，一路直流输入，一路交流输入，每个励磁通道都应有自己独立的、质量优良和性能可靠的工作电源。

2.2.2.11 励磁调节器应满足调相机站一键启停控制的要求，具备就地/远方控制功能：包括励磁投切，磁场开关分合，增励和减励操作，AVR 自动和手动运行模式切换操作。其它输入输出接口信号根据实际配置。

2.2.2.12 励磁调节器应具备软操功能，并配备与 DCS 及与其它控制系统的 I/O 接口、串行接口和工业以太网通讯接口。

2.2.2.13 励磁调节器应具备如下故障和动作信号：TV 断线信号、调节器工作电源消失信号、调节器故障信号、稳压电源消失或故障信号、触发脉冲消失信号、调节通道自动切换动作信号、强励动作信号、低励限制动作信号、过励限制动作信号、伏赫比限制动作信号、可控硅故障信号等。

2.2.2.14 励磁调节器必须具备相应的电磁兼容能力，在受到现场任何电气操作、雷电、静电及无线电收发讯机等电磁干扰时不应发生误调、失调、误动和拒动等情况。

2.2.2.15 调相机自动零起升压时，自动电压调节器应保证调相机定子电压超调量不大于额定的 10%，振荡次数不超过 3 次，升压及调节时间不大于 5s。

2.2.2.16 自动励磁调节器 AVR 应设置两个完全相同且独立的（AC 调节器）自动通道。各通道应装设独立的 TV、TA、稳压电源，各通道自动相互跟踪达到无扰动切换。每个通道应功能齐全，都具有独立工作能力。当一个通道调节器出现问题时，

自动退出运行，并发出报警。单个通道调节器独立运行时，应完全能满足调相机各种工况下的正常运行。同时每一个通道还应设置手动电路（DC 调节器）作为备用，手动、自动电路应能相互自动跟踪；当自动回路故障时应能自动无扰切换到手动。

2.2.2.17 自动励磁调节器应保证在调相机空载额定电压的 30%~110%范围内进行稳定、平滑调节，整定电压的分辨率不大于额定电压的 0.2%。手动控制回路应保证调相机励磁电流在空载额定励磁电流的 10%到额定励磁电流的 120%范围内进行稳定、平滑调节。

2.2.2.18 自动电压调节器应保证投入率不低于 99%。

2.2.2.19 自动励磁调节器任一元件的损坏，不应造成调相机停机。

2.2.2.20 励磁调节器应具备均流措施，保证晶闸管整流桥之间均流系数不低于 0.95。

2.2.2.21 励磁调节器应按照国家有关标准进行出厂试验。

2.2.2.22 SFC 拖动阶段，励磁调节器应满足与 SFC 系统协同配合的要求，具体的配合要求在设计联络会上确定。

2.2.2.23 励磁限制应与保护配合，在保证机组安全的条件下最大限度地利用调相机本身的过负荷能力，励磁在如下方面采取的具体措施：过励限制、VF 限制、定子电流限制等。

2.2.2.24 励磁调节器应确保控制策略无扰动切换，系统电压在正常范围内波动时，控制调相机无功按照一定斜率输出，且该斜率参数可整定；系统电压变化范围较大时，保证调相机无功快速输出，保证系统稳定。

2.2.2.25 励磁调节器应预留与无功协调控制系统的功能接口，能够根据无功协调控制系统的指令进行快速无功调节。具体接口及功能要求在设联会上确定。

2.2.2.26 自动励磁调节系统应能保证调相机机端电压调差率整定范围为 $\pm 15\%$ ，并按 1%的档距分档。

2.2.2.27 每一励磁调节主控制器器应采用双路直流电源供电，应保证两路电源可无扰动切换，不影响调节器运行。

2.2.2.28 励磁调节器应能够在自动及手动情况下录取标准 COMTRADE 格式录波，录波精度可选，励磁系统故障时启动故障录波功能，录波次数不限（以存储器容量尾纤），具有 1GB 内存存储波形，录波数据能方便调取并能够使用便携存储器保存；励磁调节器应具备自检自诊断功能，异常时能给出异常自检信息；应具备自动分析故障波形的功能，对所录到的波形可自动分析故障原因，并给出自动分析结果。调节器应具有可脱离工控机独立存储至少 1024 条变位记录的功能，以防止运行时工控机断电或者损坏从而丢失调节器动作变位记录。

2.2.2.29 励磁调节器试验功能应方便操作，具备一键调试，一键试验功能，用来防止运行操作人员试验时操作错误。励磁系统应具备开机保护能力，用来防止开机时出现 TV 外回路断开，转子侧短路等问题时事故扩大现象的出现。

2.2.2.30 为了适应数字化站建设的需求，每套励磁装置应该具备至少 2 路以太网接口，支持 IEC61850、MODBUS 及 DL/T 667、DL/T 860 规定的通信规约，能够通讯接入冗余的调相机 DCS 系统 A、B 网，并将励磁系统重要信息通讯上传 DCS 监视系统。每套励磁装置应有相应的对时接口，使用 RS-485 串行数据通信接口接收站内统一设置的时钟对时系统发出的 IRIG-B 时码。

2.1.3 整流装置主要性能要求

2.1.3.1 励磁系统的可控硅整流装置应留有必要的备用容量。功率整流装置并联支路数为 2，每一支路具备 N-1 模块下满足设备额定出力，可靠运行的要求，功率模块之间均流系数大于 0.95。当有 1 支路退出运行时，应满足调相机强励和 1.1 倍额定励磁电流运行的要求。

2.1.3.2 励磁装置的硅元件或可控硅元件以及其他设备应能承受外部直流侧短路故障、调相机滑极、异步运行等工况而不损坏。励磁装置可控硅元件必须采用优质产品。

2.1.3.3 整流装置冷却风机应选用进口风扇优质品牌，应设置 100% 的备用容量，在风压或温度升高时，备用风机能自动投入，以保证整流装置工作在允许的温度范围内。

2.1.3.4 在调相机大修周期内，硅整流元件不应有疲劳损坏或明显的特性改变。整流元件在安装前须经严格检测，保证各并联元件性能一致。

2.1.3.5 每个整流装置上配置测温装置，且具有温度越限报警功能。

2.1.3.6 整流柜应统筹考虑柜门、侧板、顶板的耐爆耐压强度，泄压通道朝向避开巡检通道，耐爆耐压强度和泄压能力相互配合，确保柜内任何部件发生故障均不应导致变流柜爆炸。

2.1.3.7 整流柜应采用三相独立的脉冲盒，防止相间放电。

2.1.4 励磁变主要性能要求

2.1.4.1 励磁变压器应设置静电屏蔽措施及必要的监视和保护装置。应能适应带整流负荷的要求，并能承受出口三相短路和不对称短路而不产生有害变形。

2.1.4.2 励磁变压器的设计应充分考虑整流负载电流分量中高次谐波所产生的热量，使励磁变压器温升在允许范围内。励磁变压器的容量应满足强励及调相机各种运行工况的要求，保证连续运行不超温。

2.1.4.3 励磁变压器应采用室内三相干式变压器，铜绕组，绝缘等级为 F 级，温升 B 级，励磁变压器需配置散热风扇以提高临时过载能力，在 $-25^{\circ}\text{C}\sim+45^{\circ}\text{C}$ 环境温度及额定工况下，散热风扇不应开启。励磁变压器的耐压水平应不低于调相机变压器调相机侧的耐压水平。高压侧的布置应具有足够的相间距和相应的法兰以满足与封母排或电缆端头垂直相连，低压侧出线端应有相应出线盒，以便与电缆端头联接。投标方应随励磁变压器提供测温装置（远方及就地），这些装置具有提供远方信号的引出接点，温度控制器有三相 $4\sim 20\text{mA}$ 及一相铁芯温度 $4\sim 20\text{mA}$ 的模拟量温度信号输出，及四付励磁变超温信号干接点输出。（连接处励磁变压器侧的连接法兰由投标方提供）。励磁变压器壳体（包括框架）全部采用铝合金材料（不含导磁成分）。励磁变压器壳体各部分的连接采用非磁性不锈钢螺栓、螺帽和垫圈。励磁变的外壳防护等级不小于 IP21。励磁变柜门应有带电闭锁功能。

2.1.4.4 励磁变压器高压侧每相应提供 2 组穿心式 TA，用于保护和测量。低压侧每相应提供 1 组 TA，用于保护。电流互感器二次侧为 1A（暂定，具体在设计联络

会上确定），准确级采用 5P30、0.5，容量 10VA。具体配置参数以设计院施工图为准。

2.1.4.5 励磁变压器的寿命应不小于 30 年。

2.1.4.6 投标方应在投标阶段提供启励变及切换装置的相关技术参数。

2.1.4.7 励磁变压器应带有完备的非电量保护，其中温度监测装置具有远传功能。

2.1.5 灭磁、过电压装置主要性能要求

2.1.5.1 励磁回路应装设性能良好、动作可靠的自动灭磁装置。试验维护简单，对调相机任何负载应均能可靠灭磁，强励状态下灭磁时调相机转子过电压值不超过 5~7 倍额定励磁电压值。应配备直流断路器、灭磁装置（含灭磁电阻）。灭磁时，跨接器应通过触发并接的双向可控硅导通将过电压抑制电阻并联接入调相机转子线圈。

2.1.5.2 灭磁开关应必须采用欧美优质品牌的具有三年以上良好运行业绩的高性能工业级直流灭磁开关，灭弧容量应满足实际需求并留有充足的裕量，应具有较高弧压水平，应能满足调相机在各种工况下进行灭磁时，不会造成调相机、灭磁装置、灭磁开关等设备损坏。应具有良好的灭弧性能，性能指标应符合国家和电力行业的最新标准，应能与调相机组性能和励磁系统其他设备良好匹配。灭磁开关应采用双跳闸线圈，辅助触头不少于 6 常开 6 常闭。灭磁电阻可采用线性或非线性电阻。灭磁电阻的分散性不大于 $\pm 10\%$ 。应保证在空载误强励时转子绕组无损坏，灭磁电阻能正常运行。

2.1.5.3 磁场开关在操作电压额定值的 80%时应能可靠合闸，在 30%及以下时应能可靠不分闸，在 65%及以上时应能可靠分闸，投标方应出具现场试验报告。

2.1.5.4 调相机转子回路应设置过电压保护，过电压保护装置动作电压的分散性应不大于 $\pm 10\%$ ，同时，应具备过电压指示功能，并显示过电压次数。

2.1.5.5 转子一点接地保护应为单独的微机保护装置，采用注入式原理，随发电机保护柜就地安装，装置应满足以下要求：

1) 应能适用于各种非旋转励磁方式的调相机励磁回路, 不受转子回路对地分布电容及其他附加电容的影响;

2) 在同一整定值下, 转子绕组不同地点发生一点接地时, 其动作值误差为: 当整定值为 $1\text{k}\Omega \sim 5\text{k}\Omega$ 时允差 $\pm 0.5\text{k}\Omega$, 当整定值大于 $5\text{k}\Omega$ 时允差 $\pm 10\%$;

3) 最小整定范围: $1\text{k}\Omega \sim 20\text{k}\Omega$;

4) 返回系数不大于 1.3。

2.1.6 主要接口要求

2.1.6.1 产品除满足与 DCS 进行通讯接口的要求, 以及本技术规范书其他地方有明确要求的接口外, 还应提供通讯协议以及下列外部所需的接口信号: 输出励磁电流(直流)、励磁电压(直流)变送器 $4 \sim 20\text{mA}$ 输出信号, 励磁电压、励磁电流模拟量信号组数应满足 DCS 采集、PMU 系统采集、调相机保护装置、故障录波器的需求; 自动励磁调节器、手动励磁调节器故障信号、TV 断线, 上述信号均采用硬接点输出方式。强励动作硬接点输出信号; 过励动作硬接点输出信号; 增减磁接口等;

2.1.6.1 应具有与 SFC 的通讯接口或硬接线, 应能实现在调相机启动时与 SFC 的配合。

2.1.6.2 自动励磁调节器应具备与外部直接连接的硬接线接口, 并留有通讯接口。具备过渡状态的记录功能, 以提供故障分析和试验分析之用。

2.1.6. 励磁变压器高压侧布置应具有足够的相间距和相应的法兰以满足与封母排或电缆端头垂直相连, 低压侧出线端应有相应出线盒, 以便与电缆端头联接。

2.1.7 通风、防尘、抗震、温度、湿度

2.1.7.1 AVR 柜(如有)应采用自然通风或设置强迫通风装置, 风机故障时应能保证 AVR 正常运行, 柜体的保护接地和工作接地应分开, 应设有各自独立的接地端子。

2.1.7.2 空气冷却的整流柜和 AVR(如有)柜应采用可靠的低噪声风机。

2.1.7.3 励磁系统各部件设备应采取防尘、防震措施。防护等级不低于 IP31。柜内应设置照明及空间加热器, 空间加热器可根据柜内温度及湿度实现自动控制。

2.1.7.4 励磁系统设备在项目所在地正常的环境条件下，应能可靠、安全、连续地按照本技术条件书的要求正常工作。

2.1.8 励磁系统测量要求

投标方应分别提供调相机励磁电流、励磁电压外部测量（DCS、PMU）、调相机保护装置和故障录波的接口，对于测量：各配置变送器提供励磁电流和励磁电压模拟量信号输出，供远方指示之用，精度 0.2 级；对于故障录波：各配置一个满足录波采样要求的元件提供励磁电流和励磁电压模拟量信号实时输出，供故障录波之用。灭磁开关一侧有励磁电流实时测量信号输出。励磁系统至少需要提供 4 组励磁电压（4~20mA）和 4 组励磁电流（4~20mA）信号，并满足与 PMU 的接口要求，并提供 2 组励磁电压平均值变送器（4~20mA），用于调相机保护。

2.2 技术资料

（1）投标方提供励磁系统原理图、接线图（含端子图）、软件图、外形图。其中，满足业主方打桩需要的图纸资料，包括励磁盘柜外形载重图等。

（2）投标方提供励磁系统的 I/O 接口清单。

（3）投标方提供励磁系统现场试验曲线、整定值及说明（包括限制及保护整定值及相关说明）。

（4）投标方提供励磁系统元器件详细清单、元器件选择计算书及说明。

（5）投标方提供励磁系统用户手册。

（6）投标方提供励磁系统原理说明书。

（7）投标方提供励磁系统出厂试验报告及现场试验报告。

（8）投标方提供的图纸清晰，对于其它没有列入合同技术资料清单，确是工程所必需的文件和资料，一经发现，投标方也及时免费提供。

2.3 检验和试验要求

（1）试验的环境条件：

a) 环境温度： $-25^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$ ；

b) 相对湿度： $\leq 95\%$ ；

如果不能在上述正常环境条件下试验，应对试验结果进行折算。

(2) 试验方法应满足 GB/T 3859. 1-2013 中第 7. 1. 1 章节的规定。

(3) 试验类型:

a) 型式试验, 应满足 GB/T 3859. 1-2013 第 7. 1. 2. 1 章节的规定。

b) 出厂试验, 应满足 GB/T 3859. 1-2013 第 7. 1. 2. 2 章节的规定。

c) 交接试验, 调相机投产前, 启动系统应在现场进行交接试验, 交接试验要核对厂家提供的试验结果, 并按现场具体情况和系统要求整定某些参数。

d) 大修试验, 启动系统大修后, 进行复核试验以检查系统各部分是否正常。

(4) 调相机励磁系统在型式试验、出厂试验、交接试验和大修试验中应进行的试验项目见下表, 相关试验要求参考 DL/T 843 中第 7 章的规定。

序号	试验项目	型式试验	出厂试验	交接试验	大修试验
1	励磁系统各部件绝缘试验	√	√	√	√
2	环境试验	√			
3	自动及手动电压调节范围测量	√		√	√
4	励磁系统模型参数确认试验	√		√	
5	电压静差率及电压调差率测定	√		√	
6	自动电压调节通道切换及自动/手动控制方式切换	√	√	√	√
7	启动励磁与主励磁切换及主励磁建压试验			√	√
8	自动电压调节器各单元特性检查	√	√	√	√
9	操作、保护、限制及信号回路动作试验	√	√	√	√
10	调相机空载阶跃响应试验	√		√	√
11	调相机负载阶跃响应试验	√		√	√
12	甩无功负荷试验	√		√	
13	灭磁试验及转子过电压保护试验	√		√	√
14	调相机各种工况(含进相)时的带负荷调节试验	√		√	
15	功率整流装置额定工况下均流试验	√		√	
16	励磁系统各部件的温升试验	√			
17	励磁装置老化试验	√	√		
18	功率整流装置噪声试验	√			
19	励磁装置抗扰度试验	√			
20	励磁系统顶值电压和顶值电流测定、励磁系统电压响应时间和标称响应测定	√ ^a			
21	调相机轴电压测量			√	√
a 特殊试验项目, 不包括在一般型式试验和交接试验项目内, 需作专项安排。					

3 调相机 SFC 启动系统

3.1 规范性引用文件

(1) 招标文件范围内的设备首先采用中华人民共和国国家标准及部颁标准和行业标准。

(2) 在国内标准不完善的情况下，可采用相应的国际标准（如 IEC、IEEE 等）中最适宜的条款部分或双方认定的其他国家标准。所采用的标准必须是最新版本。

(3) 提供的所有设备及零件按国际标准化组织 ISO9000 质量体系制造，图纸和文件均采用国际度量制单位（SI）和 IEC 规定的图例符号表示。

(4) 除非合同另有规定，提供的设备和配套件要符合以下标准但不局限于以下标准：

GB 1094.11 电力变压器 第 11 部分：干式变压器

GB11022 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求

GB/T 2900. 1 电工术语 基本术语

GB/T 2900. 17 电工术语 量度继电器

GB/T 2900. 49 电工术语 电力系统保护

GB/T 3859. 1 半导体变流器 通用要求和电网换相变流器

GB/T 3859. 3 半导体变流器 通用要求和电网换相变流器 第 1-3 部分：变压器和电抗器

GB/T 9361 计算机场地安全要求

GB/T 12668. 3 调速电气传动系统 第 3 部分：电磁兼容性要求及其特定的试验方法

GB/T 14537 量度继电器和保护装置的冲击与碰撞试验

GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波

GB/T 14598. 27 量度继电器和保护装置 第 27 部分： 产品安全要求

GB/T 15153. 2 远动设备及系统 第 2 部分工作条件 第 2 篇环境条件（气候、机械和其他非电影响因素）

GB/T 15291 半导体器件 第 6 部分： 晶闸管

GB/T 15543 电能质量 三相电压不平衡

GB/T 18494. 1 变流变压器 第 1 部分： 工业用变流变压器

GB/T 19520. 12 电子设备机械结构 482. 6mm（19in） 系列机械结构尺寸 第 3-101 部分： 插箱及其插

GB 1984 高压交流断路器

GB 1985 高压交流隔离开关和接地开关

GB 50150 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

DL/T 478 继电保护及安全自动装置通用技术条件

DL/T 596 电力设备预防性试验规程

DL/T 667 远动设备及系统 第 5 部分： 传输规约 第 103 篇： 继电保护设备信息接口配套标准

DL/T 860 变电站通信网络和系统

DL/T 5136 火力发电厂、 变电所二次接线设计技术规程

DL/T 402 高压交流断路器订货技术条件

IEC60146—1—1 SemiconduTAor converters

IEC61800 可调速电驱动设备

IEEE519 电源系统谐波控制推荐规程和要求

QGDW 11588 快速动态响应同步调相机技术规范

国家电网设备〔2018〕979号 国家电网有限公司关于印发十八项电网重大反事故措施（修订版）

国能安全〔2014〕161号《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》

3.2 技术要求

（2）总的要求

1) SFC 变频器启动装置容量为调相机容量的 2%左右，投标方提供调相机 SFC 变频器启动系统设计计算书。

2) 启动系统的容量和散热设计应满足连续启动多台次调相机的要求，且启动次数没有限制。投标方应根据启动系统的布置图以及环境温度进线机柜散热设计。

3) 启动系统额定转速下的持续运转时间应满足主机进行测试的试验要求。

4) 启动系统长期停机后应不影响下一次正常启动。

5) 调相机同期并网失败后，启动系统应具备快速再投入功能，投入转速应为全速范围的任何速度点。

6) 启动系统应具有定速盘车（转速可在 250~350rpm 范围设定）功能，此功能可远方投退。

7) 启动系统厂家应与调相机厂家密切配合，保证启动系统能安全可靠启动调相机系统，且不对调相机转子造成损害。如利用 SFC 启机、利用 SFC 定速盘车等有时和其他特殊要求应在逻辑和说明书中体现。系统设计需要考虑调相机不设置顶轴油系统。

8) 为防止启动系统屏柜上布置的现场操作把手和按钮被误操作, 投标方的设计和布置应充分考虑防误功能。

9) 启动电源应由专用隔离变压器通过电流源型静止变频器 (SFC) 整流和变频后, 经隔离开关输入调相机定子, 从而使机组平稳升至同步或稍高于同步转速。

10) 启动控制单元应具有全速范围的任一转速定速功能, 且定速偏差不超过 5rpm。

(2) 变频输入断路器柜至变频启动隔离变压器、变频启动隔离变压器至变频启动装置、变频启动装置至调相机, 采用柜内铜母排或电缆连接方式。

(3) 投标方提供的变频启动系统应满足上述电气连接要求, 且上述连接的所有铜母排、电缆等设备材料由投标方负责供货。若投标方所供产品不能满足上述电气连接要求, 投标方提供替代连接方案的所有设备材料由投标方负责供货 (设联会最终确定)。

(4) 应配置电流源型静止变频器, 功率器件采用晶闸管、直流回路配置直流电抗器减小直流电流波动 (直流储能器件采用直流电抗器)。

(5) 启动方式的选择通过 DCS (或监控系统) 一键启动控制功能来实现。SFC 启动励磁系统并控制励磁电流输出, 待调相机升至稍高于同步转速后, DCS 命令 SFC 退出。

(6) SFC 与 DCS 的连接采用硬接点 IO 接口。SFC 应包含其内部设定的转速曲线以实现调相机的启动, 该曲线应满足各种工况运行。SFC 的完整控制、闭锁、切换逻辑在 SFC 控制盘中实现, 投标方应在投标时详细描述 SFC 启动过程、逻辑及启动曲线。

(7) 投标方负责每套 SFC 装置内部的所有连接电缆的设计及供货, 若其间动力回路采用电缆连接, 则与调相机保持一致, 原则上选择 B 级及以上的阻燃电缆, 具体型号在设联会上确认, 其中输出切换开关至调相机机端的电缆, 应充分考虑调相机启动以后励磁回路切换成主励磁引起的机端电压升高所带来的影响。

(8) 启动系统启动过程中产生的谐波应尽量减少对接入系统造成的影响，谐波符合 IEC60146、GB/T 14549 公用电网谐波等标准要求。

(9) 启动系统布置在主厂房内，启动系统整流器、电抗器、逆变器等有散热要求的柜体，防护等级为 IP31，其他柜体防护等级为 IP41，且应满足散热要求。

(10) 在 SFC 系统长期停机阶段，投标方应能够保证整套设备不因尘埃、温度、湿度等环境因素变化而影响 SFC 系统的再次正常投入运行。

(11) SFC 装置电源需按照现场电源系统配置，至少两路冗余电源。

(12) 为了适应数字化站建设的需求，每套 SFC 装置应该具备至少 2 路以太网接口，支持 IEC61850、MODBUS 及 DL/T 667、DL/T 860 规定的通信规约，能够通讯接入冗余的调相机 DCS 系统 A、B 网，并将 SFC 系统重要信息通讯上传 DCS 监视系统。每套 SFC 启动装置应有相应的对时接口，使用 RS-485 串行数据通信接口接收站内统一设置的时钟对时系统发出的 IRIG-B 时码。

(13) SFC、封闭母线及主机厂应召开联络会讨论并采取相应措施，以避免在启动过程中因 SFC 输出的谐波原因造成事故，并保证所采取的措施不能引起设备报价发生变化，可能的事故包括但不限于以下：

1) SFC 整流器出线侧和逆变器进线侧之间的直流回路发生接地故障时，导致调相机中性点 TV 柜烧毁；

2) 35kV TV 与调相机及其连接设备回路发生铁磁谐振过电压，导致 TV 柜烧毁。

(14) SFC 容量应保证调相机在不大于 10min 的时间内从静止状态加速到额定转速。SFC 装置应满足长期满负荷运行要求，可保证连续起动，无启动次数限制。

(15) SFC 可靠性满足如下要求：

1) 可用率不低于 99.9%；

2) SFC 装置起动成功率不应低于 99.9%；

3) 平均无故障工作时间大于 40000h;

4) 平均修复时间应小

(16) SFC 电压和频率应满足如下要求:

1) 输出电压范围为 $0 \sim 1.1U_n$ (若 SFC 不带输出变压器, 可不设此限值);

2) 输出频率范围为 $0\text{Hz} \sim 55\text{Hz}$;

3) SFC 的输出电压和频率应在上述变化范围内平稳可调;

4) SFC 装置应配置输入侧的隔离变压器 (即输入变压器); 必要时在 SFC 输入、输出端设置谐波过滤装置; SFC 运行时产生的谐波电压和电流不应影响调相机保护、励磁、中性点设备及其他设备的正常运行;

5) SFC 应适应输入电源电压波动范围;

6) SFC 应具备远方和就地控制方式, 并具备分步控制功能, 可在 $5\% \sim 105\%$ 额定转速范围内调节机组转速。于 14h。

3.3 具体技术要求

(1) 启动系统宜采用 12-6 脉波或 6-6 脉波、高低模式, 逆变器输出经隔离开关直接接至调相机定子。

(2) 启动系统最大拖动转速不低于 3150rpm, 从 0 转速加速至最大转速时间不超过 10 分钟。

(3) 一次启动成功率 99%, 再次启动功率达到 100%。

(4) 启动过程中 SFC 本体的保护由投标方成套 SFC 保护实现。SFC 隔离变保护由 SFC 隔离变压器保护装置实现 (隔离变保护不在启动系统技术规范供货范围)。调相机组本体的保护由调变组保护实现。

(5) 启动系统拖动调相机启动时, 宜采用均匀加速。

(6) 启动系统的设计容量，除应满足约定的调相机启动时间要求外，至少还应留有 10% 的裕量。

(7) 静止变频控制器应能够准确测量电机静止时的转子位置，转子位置电气角度计算准确度高于 2 度。

3.4 输入隔离变压器

(1) 变压器为“环氧浇注式干变”，采用自冷型，自冷容量在投标阶段由投标方提供计算报告。绝缘等级为 F 级、温升不超过 B 级，变压器应能承受系统过电压和静止变频器产生的共模电压以及谐波的影响。

(2) 变压器应配置温度检测装置，具有就地和远方（指 DCS）温度显示和超温报警功能及跳闸信号。

(3) 变压器应满足下列技术参数：

1) 变压器一次侧额定电压 35kV

2) 变压器一次侧额定频率： 50 Hz

3) 变压器为低损耗型，高低压线圈材料均采用无氧铜导体，硅钢片采用优质冷轧高导磁晶粒取向硅钢片，钢类部件采用热镀锌。变压器允许过负荷能力应符合 IEC 干式变压器过负荷导则及相应国标要求。

4) 变压器在各分接头位置时，应能承受线端突发短路的动、热稳定而不产生任何损伤、变形及紧固件松动。

5) 噪音水平不大于 65dB（在离外壳 1m，离运行平台高度为 1.2m 处测量）。

6) 变压器进线接线端子应足够大，以便与进线电缆连接。变压器柜内高压引线导体应能满足发热的允许值（ $<65^{\circ}\text{C}$ ）。

7) 变压器在出厂前应进行出厂试验。试验内容和方法应满足相应的国际标准和国家标准。所有试验应提供试验报告。

8) 变压器的铝合金外壳防护等级为 IP21。

9) 变压器应满足 GB/T 1094、 GB/T 18494. 1、 GB/T 3859. 3 的相关规定。

10) 变压器应满足静止变频器的容量要求，并考虑谐波导致损耗对变压器容量造成的影响。

11) 变压器可考虑启动系统的短时工作制特点。

12) 变压器应带金属外壳。

13) 隔离变柜门应有带电闭锁功能。

14) 隔离变压器高压侧配置一组保护用电流互感器。电流互感器二次侧为 1A，准确级采用 5P30，容量 10VA（暂定，具体在设计联络会上确定）。

3.5 静止变频器

（1）静止变频器的主要技术参数和要求：

静止变频器形式	电流源型静止变频器
输入频率	$50 \pm 10\text{Hz}$
输出频率范围	$0\text{Hz} \sim 52.5\text{Hz}$
过载能力	长期过载能力为 110%，过载 120% 应能运行 1min；150% 立即保护。
辅助电源	$380\text{V} \pm 10\%$ AC 50 ± 1 Hz （三相四线）
冷却方式	功率柜 AF，控制柜 AN
环境湿度	$< 90\%$ ，不结露
静止变频器效率	额定负载下 $> 96\%$
启动时间	$\leq 10\text{min}$

（2）SFC 系统应具备完善的触发功能，实时监测功率元件触发及导通的状态。功率元件采用成熟可靠的触发方式，采用高电位自取能工作方式。

(3) 整流器和逆变器晶闸管元件应配置合适的暂态过电压保护装置。暂态过电压保护装置可采用电阻与电容器串联方式或其它有效的方式，其参数选择应保证可控硅元件不因浪涌过电压而损坏。静止变频器暂态过电压保护装置应满足：

1) 暂态过电压保护装置参数选择应保证晶闸管元件和其它设备不因暂态过电压而损坏。

2) 暂态过电压保护装置应安装在密闭柜内。

3) 暂态过电压保护装置各部件均应符合各自相应的 IEC 标准。

(4) 冷却风机按 100%容量要求配置（不设冗余）。风机报警信号应能远传到控制室。冷却装置应拆装方便，应满足静止变频器的安全可靠地运行。

(5) 静止变频器应有过载、过流、过压、欠压、过热、缺相保护、差动等保护。调相机在变频启动过程中，SFC 直流侧发生接地故障时，SFC 接地保护应具备足够可靠性，不应误动、拒动。保护配置参考下表：

类别	序号	功能描述	参考标准
静止变频器保护	1	静止变频器变流器差动保护	
	2	静止变频器输出变压器差动保护	
	3	静止变频器网侧过电流保护	
	4	静止变频器机侧过电流保护	
	5	静止变频器网侧电压异常保护	
	6	静止变频器机侧电压异常保护	
	7	静止变频器机侧零序电压保护	
	8	静止变频器机侧过励磁保护	
	9	静止变频器机侧低励磁保护	
	10	静止变频器机侧过频保护	

(6) 当静止变频器及其供电对象因外部故障或扰动引起的本设备电源进线电压暂态、动态或长时间升高或降低时，在一定的电压变动范围和时间间隔内，静止变频器应能够可靠供电，保障供电对象的安全运行。

(7) 静止变频器控制系统应采用数字微处理器控制器，具有就地监控方式和远方监控方式。在就地监控方式下，通过变频器上的键盘和 LCD/LED 显示，可进行就地人工启动、停止变频器，可以调整转速、频率。

(8) 静止变频器具备启动全过程录波、故障快速录波和手动录波、事件顺序记录功能。静止变频器控制柜上应安装控制终端，可完成系统操作、监视和维护，并提供一套控制终端软件，显示和操作界面优先采用纯中文界面。

(9) 静止变频器应具有故障自诊断功能，能对所发生的故障类型及故障位置尽量提供中文指示，能在就地显示并远方报警，便于运行人员和检修人员能辨别和解决所出现的问题；宜配置在线监测系统，在静止变频器故障及告警时自动诊断，能给出原因并给出排查措施。

(10) 静止变频器应能接收控制系统的控制指令，并反馈静止变频器的主要状态信号和故障报警信号。

静止变频器应至少提供下列 I/O 信号：

- 1) 模拟量输入信号 AI
- 2) 模拟量输出信号 AO
- 3) 开关量输入信号 DI
- 4) 开关量输出信号 DO

静止变频器应至少具有以下测量内容：

- 1) SFC 整流桥交流电压
- 2) SFC 整流桥交流电流
- 3) SFC 逆变桥交流电压
- 4) SFC 逆变桥交流电流
- 5) SFC 输出频率

6) 其他

(11) 静止变频器应采用无机械传感器的转子位置检测方式。

(12) 在启动过程中，静止变频器应能通过励磁系统实现对机端电压的实时控制。静止变频器与被拖动的各调相机励磁系统应有独立的模拟量、开关量硬接线接口。

(13) 静止变频器控制屏柜内应设置就地紧急停机按钮，以及主控室手动急停功能，主控室手动急停按钮与控制屏之间采用硬接线连接，控制屏应具有硬接线急停冗余配置。

(14) 为避免误操作引起人身及设备损伤，应根据实际系统接线设置互锁逻辑。

(15) 静止变频器损耗不超过额定容量的 2%。

3.6 静止变频器输入断路器柜

静止变频器断路器柜应满足以下技术要求：

1) 操动机构操作和控制电源应采用三相交流 380V 电源和直流 220V。

2) 输入断路器应能操作空载的启动变压器而不产生危险的过电压。

3) 断路器与隔离开关之间应有可靠的防止误操作的电气闭锁；断路器柜中的检修接地开关与断路器之间应有可靠的防止误操作的机械闭锁。

4) 断路器及其附属设备装于金属柜内，并配置控制箱柜。操动机构、断路器位置指示及其它辅助设备应满足实现自动和手动、现地和远方控制和监视断路器的要求。

5) 除特别注明外，技术要求应符合相应的 GB、IEC 标准。

6) 输入断路器应具备 31.5kA 额定短路开断能力，并安装于高压开关柜内。

7) 输入断路器柜还应配置 4 组进线 3 相电流互感器, 含: 含 1 组 5P30 级 SFC 隔离变差动用三相电流互感器, 1 组 0.2S 级计量用三相电流互感器, 1 组 0.2 级测量用三相电流互感器。总数量以满足 SFC 隔离变保护以及投标方范围内的 SFC 保护和计量、测量所需。

3.7 静止变频器输出断路器柜

输出断路器开关柜应满足以下技术要求:

- 1) 操动机构操作和控制电源应采用三相交流 380V 电源和直流 220V。
- 2) 断路器应适合频繁操作工况。
- 3) 断路器应设在高压开关柜内, 并配置控制箱。操动机构、开关位置指示及其它辅助设备应满足实现自动/手动、就地/远方控制和监视的要求。
- 4) 断路器的配置应满足 SFC 能够启动调相机的要求。
- 5) 断路器应选用进口或合资品牌优质产品。
- 6) 除上述条款外, 断路器还应符合 DL/T 615、GB 1985 中有关规定。

3.8 静止变频器电压互感器和电流互感器

电压传感器和电流传感器应满足以下技术要求:

1) 在 SFC 装置主回路应设置足够数量的电压传感器和电流传感器, 电压传感器及电流传感器的数量、布置位置、变比、精度、特性、容量和型式应满足保护、测量和监控的需要。(具体配置在一联会确定)。

2) 波形畸变应不影响电压传感器和电流传感器正常工作, 布置在逆变桥交流侧的电压传感器和电流传感器应有良好的低频特性, 频率在 2~52.5Hz 范围内变化时, 其精度应满足保护和测量要求。

3) 电压传感器和电流传感器应安装在密闭防尘的封闭金属配电屏（柜）内，二次回路应接至该屏（柜）端子排上。

4) 电压传感器和电流传感器应符合 IEC 和 IEEE 标准和有关要求。

3.9 静止变频器平波电抗器

平波电抗器应满足：

1) 平波电抗器接在整流器与逆变器中间直流回路，以降低直流电流脉动，使逆变器稳定可靠地工作。

2) 型式：柜内、单相、干式、风冷。

3) 平波电抗器应具备必要的附件。

4) 平波电抗器应符合 GB/T 1094、GB/T 3859. 3 等相关标准规定。

5) 直流电抗器应能抑制直流电流的谐波分量和直流电流上升速率，保证晶闸管元件安全。

3.10 技术资料

(1) 投标方提供 SFC 原理图、接线图（含端子图）、软件图、外形图。其中，满足业主方打桩需要的图纸资料，包括 SFC 盘柜外形载重图等，在月日前提供。

(2) 投标方提供 SFC 的启动流程图、I/O 接口清单。

(3) 投标方提供 SFC 现场启动试验曲线、整定值及说明（包括限制及保护整定值及相关说明）。

(4) 投标方提供 SFC 用的隔离变参数计算书

(5) 投标方提供 SFC 容量、谐波等参数计算书。

(6) 投标方提供 SFC 用户册。

(7) 投标方提供 SFC 原理说明书。

(8) 投标方提供 SFC 出厂试验报告及现场试验报告

(9) 投标方提供 SFC 元器件详细清单、元器件选择计算书及说明。

(10) 投标方提供的图纸清晰，对于其它没有列入合同技术资料清单，确是工程所必需的文件和资料，一经发现，投标方也及时免费提供。

3.11 检验和试验要求

(1) 试验的环境条件：

环境温度： $-25^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$ ；

相对湿度： $\leq 95\%$ ；

如果不能在上述正常环境条件下试验，应对试验结果进行折算。

(2) 试验方法应满足 GB/T 3859. 1-2013 中第 7. 1. 1 章节的规定。

(3) 试验类型：

1) 型式试验， 应满足 GB/T 3859. 1-2013 第 7. 1. 2. 1 章节的规定。

2) 出厂试验， 应满足 GB/T 3859. 1-2013 第 7. 1. 2. 2 章节的规定。

3) 交接试验， 调相机投产前，启动系统应在现场进行交接试验，交接试验要核对厂家提供的试验结果，并按现场具体情况和系统要求整定某些参数。

4) 大修试验， 启动系统大修后， 进行复核试验以检查系统各部分是否正常

(4) 调相机启动系统在型式试验、出厂试验、交接试验和大修试验中应进行的试验项目见下表：

序号	试验项目	型式试验	出厂试验	交接试验	大修试验	试验标准及要求
1	系统各部件绝缘试验	√	√	√	√	GB 50150、DL/T 596、 GB/T 3859.1-2013
2	变流器脉冲触发试验	√	√	√	√	
3	变流器串联均压系数测量试验	√	√			
4	变流器高压小电流试验	√	√			
5	各部件温升试验	√	√			
6	冷却系统试验	√	√	√	√	
7	控制保护装置电磁兼容试验	√				GB/T 12668.3
8	控制保护装置振动和环境试验	√				GB/T 15153.2
9	操作、保护回路动作试验	√	√	√	√	
10	模拟量输入/输出环节试验	√	√	√	√	
11	开关量输入/输出环节试验	√	√	√	√	
12	通讯接口测试试验	√	√	√	√	
13	系统间故障联动试验			√	√	
14	定子通流试验			√		
15	转子通流试验			√		
16	机组点动试验			√	√	
17	远方自动启动试验			√	√	
18	快速再启动试验			√	√	
19	谐波测量			√		

注 1：转子通流试验：励磁系统与启动系统配合建立阶跃转子励磁电流，以检查调相机转子回路的连通性、校验启动励磁控制特性，及校核启动系统与励磁系统的交互信号。

注 2：定子通流试验：在启动系统一次回路开关合闸后，动系统解锁触发脉冲在一次回路中建立电流，以检查启动系统一次回路的连通性。试验时，被试验调相机的灭磁开关应在分闸位置。

注 3：机组点动试验：自动或手动进入调相机启动流程，并在观察到转子开始加速后终止启动流程，以判别机组初始启动方向是否正确。

4 调相机变压器

6.1 技术要求

6.1.1 应遵循的主要现行标准

GB/T16927.1.2 高电压试验技术

GB311.1	高压输变电设备的绝缘配合
GB1094.1	电力变压器，总则
GB1094.2	电力变压器，温升
GB1094.3	电力变压器，绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙
GB1094.5	电力变压器，承受短路的能力
GB7449	电力变压器和电抗器的雷电试验和操作冲击试验导则
GB/T15164	油浸式电力变压器负载导则
GB/T13499	电力变压器应用导则
GB/T1094.10	声级测定
GB4109	高压套管通用技术条件
GB3536	石油产品闪点和燃点测定方法
GB2536	变压器油
GB/T5582	高压电力设备外绝缘污秽等级
GB50150	电气装置安装工程电气设备交接试验标准
GB5273	变压器、高压电器和套管的接线端子
GB7252	变压器油中溶解气体分析和判断导则
GB6451	三相油浸式电力变压器技术参数和要求
GB/T 7354	局部放电测量
IEC60137	交流电压高于 1kV 的套管
IEC60076-5	电力变压器承受短路的能力
IEC60076-9	端子和分接标志

IEC60156 绝缘油电气强度测定方法

IEC60296 变压器和开关用新绝缘油规范

IEC60815 污秽绝缘子选用导则

国家电网设备〔2018〕979号 国家电网有限公司关于印发十八项电网重大反事故措施（修订版）的通知

防止电力生产事故的二十五项重点要求（2023版）。

6.1.2 其他设备连接方式

- 1) 高压侧：35kV 电缆连接。
- 2) 低压侧：10.5kV 封闭母线

6.1.3 工程条件

- (1) 系统概况
- (2) 系统额定电压：35kV/10.5kV
- (3) 系统最高电压：40.5kV/12kV
- (4) 系统额定频率：50Hz
- (5) 系统中性点接地方式：35kV 侧经电阻接地，10.5kV 侧不接地
- (6) 变压器基本技术参数：
 - 1) 型式：低损耗、低噪音、三相双绕组铜无励磁调压油浸式变压器
 - 2) 冷却方式：ONAN
 - 3) 额定频率：50Hz。
 - 4) 额定容量：63MVA/63MVA

5) 额定电压:

高压侧: 35kV

低压侧: 10.5kV

6) 系统最高运行电压:

高压侧: 40.5kV;

低压侧: 12.0kV

7) 额定电压比: $37 \pm 2 \times 2.5\% / 10.5\text{kV}$

8) 短路阻抗: 8% (短路阻抗误差不超过 $\pm 5\%$)

9) 联接组标号: Y,d11

10) 端子连接方式:

高压侧: 35kV 电缆连接, 带支架。

低压侧: 12kV 封闭母线, 带连接法兰。

11) 变压器相序: 面对变压器高压侧从左到右, 高压侧为 A, B, C, 低压侧为 a b c。

12) 系统短路水平:

35kV 侧: 31.5kA。

10.5kV 侧: 63kA。

13) 相数: 3 相

14) 绕组绝缘耐热等级: A 级

15) 绕组绝缘水平: (见表 4.1)

表 4.1 变压器额定绝缘水平 (kV)

项目 绕组	雷电冲击耐受电压（峰值）		短时（1min）工频耐受电压（有效值）	
	相对地	相间	相对地	相间
高压	200	200	85	85
低压	75	75	35	35

注：以上参数需要根据当地海拔高度进行修正。

16) 变压器绕组匝间工作场强不大于 2kV/mm。

17) 在额定频率下, 规定变压器在高于 105% 的额定电压下运行, 但不得超过 110% 的额定电压。

18) 损耗:

满足《电力变压器能效限定值及能效等级》(GB 20052) 2 级能效标准。

19) 温升限值（周围环境温度 40℃）

绕组平均温升: 65K（用电阻法测量）

顶层油温升: 55K（用温度传感器测量）

铁芯、绕组外部的电气连接线或油箱中的结构件不超过 65K。

20) 过载能力

变压器允许短时间过载能力应满足表 4.2 要求（正常寿命, 过载前已带满负荷、环境温度 40℃）。

表 4.2 变压器过载的允许时间 (min)

过电流 (%)	允许运行时间 (min)
20	480
30	120

45	60
60	45
75	20
100	10

注：（1）表 11.2 中的数值是按照油浸式电力变压器负载导则的计算值。

（2）按表 4.2 方式运行时，绕组最热点温度应低于 140℃。

21) 承受短路能力

当变压器低压套管侧三相短路时 35kV 侧母线（任何分接头位置）为无穷大电源供给的短路电流。时间为 2s，变压器应无损伤。并应能承受相应外部短路冲击（峰值），绕组及铁芯等不应有不允许的变形和位移。短路后线圈温度不高于 250℃，保证该变压器可继续运行。

22) 工频电压升高时的运行持续时间

电力变压器对于额定电压的短时工频电压升高倍数的持续时间应符合表 4.3 的要求。

表 4.3 工频电压升高时的运行持续时间

工频电压	相-相	1.05	1.10	1.25	1.50	1.58
升高倍数	相-地	1.05	1.10	1.25	1.90	11.00
持 续 时 间		连续	<20min	<20s	<1s	<0.1s

6.1.4 技术性能要求

（1）局部放电水平：1.5Um/√3 时的局放水平：绕组≤100pC；套管≤10pC。

（2）变压器的局部放电测量方法按 GB1094.3 进行。

(3) 出厂时向招标方提供各端的实测值，变压器在工频耐压试验前后按有关标准和方法分别进行局部放电试验及色谱分析，并将结果提供给招标方。

(4) 无线电干扰试验：在 1.1 倍最高运行相电压下进行试验，无线电干扰水平应 $\leq 500V$ ；并在晴天夜间无可见电晕。

(5) 噪音水平：距变压器外壳 2 米处噪音小于 65 分贝。

(6) 所有相同设计、相同额定值的变压器的电气性能应完全相同，具有互换性，且可以并列运行。

(7) 变压器的结构应有利于顺利地运输到目的地，需现场安装的附件，安装好后将能立即进入持续工作状态。

(8) 变压器及其附件的设计和组装应使振动最小，并且能承受三相短路电动力的作用。

(9) 变压器油箱的机械强度：应承受真空 133Pa 和正压 98kPa 的机械强度试验，油箱不得有损伤和不允许的永久变形。冷却装置的机械强度应不小于油箱强度。

(10) 密封要求：整台 35_kV 变压器应能承受储油柜的油面上施加 30kPa 静压力，历经 24h 应无泄漏。

(11) 重量和尺寸限值：当变压器因安装、运输等原因对尺寸和重量有特殊要求时，应提供以下数据：

安装尺寸： 长：___m，宽：___m，高：___m。

运输尺寸： 长：___m，宽：___m，高：___m。

运输重量： _____ kg

(14) 与共箱母线连接的升高座及法兰，由变压器厂成套提供，变压器厂应向共箱封闭母线厂提供详细资料，并密切配合。投标方应保证接触面的电流密度 $<0.15A/mm^2$ 。

(15) 真空注油：变压器应在油箱内绝对压力 $\leq 60\text{Pa}$ 的状态下进行真空注油。

(14) 变压器的寿命：

变压器在规定的使用条件和负载条件下运行， 并按使用说明书进行安装和维护，预期寿命应不少于 30 年。

(15) 变压器油

变压器油应符合 GB2536 规定的 45 号变压器油，且运行中变压器油应满足 GB7595-2017 规定。

(16) 投标方应提供过滤合格的新油，其击穿电压 $\geq 60\text{kV}$ ， $\text{tg } \delta (90^\circ\text{C}) \leq 0.2\%$ ，充入新变压器的油品特性指标是设备设计的整体部分，因此按 IEC 的规定投标方应该最终负责，脉冲击穿电压、流动性、含水量、析气性能、抗氧化能力、PCA 含量、水溶性酸等主要指标由投标方提供具体数据。变压器油中不应含有 PCB 成分，油量除供应铭牌数量外，再加 10%的备用油。

(17) 变压器套管

1) 套管绝缘水平（见表 4.4）

表 4.4 变压器套管额定绝缘水平(kV)

项目	雷电冲击耐受电压（峰值）		短时（1min）工频耐受电压（有效值）	
	相对地	相间	相对地	相间
高压	200	200	85	85
低压	75	75	35	35

注：以上参数需要根据当地海拔高度进行修正。

2) 套管爬电距离：

高压侧 $\geq 1255.5\text{mm}$

低压侧 $\geq 372\text{mm}$

3) 套管颜色：棕色（暂定）

4) 套管端子的允许荷载不小于表 4.5 值：

表 4.5 变压器套管端子受力 (N)

套管位置	横 向	纵 向	垂直拉力
高压侧	3000	3000	2000
低压侧	1500	3000	2000

静态安全系数不小于 3.5，事故状态下安全系数不小于 1.67。变压器套管端子型式和尺寸应满足 GB5273 标准中的有关规定。

（18）抗地震能力

投标方应提供抗地震能力的论证报告。

6.2 结构要求

6.2.1 铁芯

铁芯应采用武钢、宝钢、首钢或进口高质量、低损耗的晶粒取向冷轧硅钢片，不同牌号、不同批次的硅钢片不得混用。用先进方法迭装和紧固，使变压器铁芯不致因运输和运行的振动而松动。

6.2.2 绕组

全部绕组采用铜导线，变压器应采用半硬自粘换位铜导线，铜材为纯度 $>99.95\%$ 以上阴极电解铜，（投标方应提供换位导线的单线尺寸、含氧量、漆膜厚度、漆的种类、固化温度、换位节距、包纸方式、外形尺寸、单股线间的短路耐受能力等问题的说明或特点）。不同牌号、不同批次的导线不得混用。绕组应有良好的冲击电压波分布，不宜采用加避雷器方式限制过电压；使用场强应严格控制，确保绕组内不发

生局部放电；应对绕组漏磁通进行控制，避免在绕组和其它金属构件上产生局部过热。

绕组应适度加固。引线应充分紧固，与器身形成坚固的整体，使其具有足够耐受短路的强度。在运输时和在运行中不发生相对位移。

绕组内部应有较均匀的油流分布，油路通畅，避免绕组局部过热。

变压器绕组匝间工作场强不大于 2kV/mm。并提供降低电场强度的具体措施。

变压器应能承受运输中的冲撞，当冲撞加速度不大于 3g 时，应无任何松动、变形和损坏。

线圈压钉螺栓应紧固。防止螺帽和座套松动掉下造成铁芯短路。铁芯及铁轭静电屏蔽引线等应固定好，防止出现电位悬浮产生放电。

6.2.3 储油柜

(1) 储油柜为外油立式波纹储油柜。采用超柔性不锈钢波纹管作为容积补偿元件和隔离元件，在彻底隔绝空气及湿气的条件下，实现对变压器绝缘油的体积补偿。

(2) 外油立式波纹储油柜需具有免维护功能，无凝露的结构设计，无需加装吸湿器。储油柜应有油位计、放气塞、排气管、呼吸器、排污管和进油管及吊攀和爬梯等。

(3) 储油柜须具有优良的耐压性和耐真空性，储油腔、呼吸腔均可承受 $\pm 0.1\text{MPa}$ 的压力，不加装任何自身保护装置，即可满足变压器设备的打压试验及全真空注油要求。

(4) 储油柜可在 $-40^{\circ}\text{C}\sim 95^{\circ}\text{C}$ 温度范围内进行变压器绝缘油的体积补偿。温度范围应满足具体项目的环境温度要求。

(5) 储油柜工作寿命满足变压器运行 30 年。

(6) 储油柜与变压器油箱之间的联管应畅通。套管升高座等处积集气体应通过带坡度的集气总管引向气体继电器。气体继电器应加装防雨罩。

6.2.4 油箱

(1) 变压器油箱的顶部不应形成积水，油箱内部不应有窝气死角和油循环死角。

(2) 变压器应能在其主轴线和短轴线方向在平面上滑动或在管子上滚动，油箱上应有用于拖动的构件。变压器底座与基础的固定方法，应经招标方认可。

(3) 所有法兰的密封面应平整，密封垫应有合适的限位，杜绝渗漏。

(4) 油箱上应设有温度计座、接地板、吊攀和千斤顶支架等。

(5) 油箱上应装有梯子，梯子下部有一个可以锁住踏板的挡板，梯子位置应便于在变压器带电时从气体继电器中采集气样。

(6) 变压器油箱应装有下列阀门：

1) 进油阀与排油阀（在油箱上部和下部应成对角线布置）；

2) 油样阀（取样阀的结构和位置应便于取样）3 个（上、中、下各一个）；

(7) 变压器应装有带报警接点的压力释放装置，每台变压器至少 2 个，直接安装在油箱两端。压力释放装置设置在油箱顶盖上的边沿部位，并应设有排油罩管以引导油气向下排放至地面，使油远离控制箱等。

(8) 油温测量装置

变压器油箱内应安装三只远方测温电阻，电阻为双支 TV100，电阻接线为三线制，另外变压器还应在就地设置上层油温的测量、显示装置，并满足现场环境条件。要求投标方负责将测得的温度量变为有源 4~20mA 的信号，与 DCS 接口，变送器电源由投标方自行解决。

(9) 油箱采用全密封焊接时，允许割焊次数不低于 3 次。

6.2.5 冷却装置

冷却装置数量及冷却能力应能散去总损耗及辅助装置中的损耗所产生的热量。

6.2.6 套管

套管末屏接地须可靠牢固，并应方便试验；具备安装在线（带电）监测装置接口，并带有防开路的保护措施；

每个套管应有一个可变换方向的平板式接线端子，以便于安装与电网的联结线。接线端子尺寸等要求由设计部门在设计联络时确定。

套管采用大小伞裙结构的防污瓷套。

其他应符合 GB 4109《高压套管技术要求》。

6.2.7 无励磁分接开关

- 1) 变压器调压方式采用无励磁分接开关，无励磁分接开关应满足 GB10230《分接开关》有关规定。
- 2) 无励磁分接开关应选择鼓型，共分 5 级，单相、手动操作。
- 3) 分接开关长期载流的触头，在 1.2 倍额定电流下，对变压器油的稳定温升不超过 20K。
- 4) 分接开关的机械寿命不小于 1 万次。
- 5) 分接开关长期载流的触头，应能承受持续 3s 短路电流，分接开关触头不熔焊、无烧伤、无机械变形。
- 6) 分接开关应能够提供实时显示变压器档位信息的开关量干接点。

6.2.8 变压器的报警和跳闸保护接点

- 1) 瓦斯保护

瓦斯保护不得使用水银接点的气体继电器。

轻瓦斯：轻瓦斯保护应带有两对以上不接地的、电气上独立的输出接点。

重瓦斯：重瓦斯保护应带有两对以上不接地的、电气上独立的输出接点。

2) 变压器油温保护及监测

变压器应设置油温测控装置。油温测量应不少于两个监测点，温度变量除在变压器本体上可观测外，应能将温度信号引出。

变压器油温测控包括油面温控器和数字温度显示仪。温控器主要由弹性元件、毛细管和温包等组成，应提供四组电气上相互独立的可调控制接点输出，分别用于变压器控制、信号告警及保护。同时应能输出 PT100 铂电阻温度信号供数字温度显示仪用。数字温度显示仪接收温控器的 PT100 铂电阻温度信号，显示并输出一路 4~20mA 模拟量供升压站监控系统使用。数字温度显示仪安装于变压器测控柜上。

3) 变压器线圈温度保护及监测

变压器应设置绕组测温装置。绕组测温应能反映绕组的平均温升，温度变量除在变压器本体上可观测外，应能将温度信号引出。

变压器绕组测温包括绕组温度计和数字温度显示仪。绕组温度计主要由弹性元件、传感导管、感温部件、电热元件、精密电位器、变流器等组成，应提供四组电气上相互独立的可调控制接点输出，分别用于变压器冷却系统控制、信号告警及保护。同时应能输出温度信号供数字温度显示仪用。数字温度显示仪接收绕组温度计的温度信号，显示并输出一路 4~20mA 模拟量供升压站监控系统使用。数字温度显示仪安装于变压器测控柜上。

变压器绕组测温装置（包括信号源、测量及转换装置等）均应由投标方成套供货，如采用电流测量法，要求高压套管内所增配的电流互感器精度为 0.2 级。

变压器至少应有下表所列报警和跳闸接点：

序号	接点名称	状态量及接点数	电源电压及接点容量	备注
1	主油箱气体继电器	轻瓦斯报警 2 对 重瓦斯跳闸 2 对	DC. 220V/3A	
2	油枕油位计	低报警 1 对 高报警 1 对	DC. 220V/3A	
3	主油箱压力释放装置 1	报警 2 对 跳闸 2 对	DC. 220V/3A	
4	主油箱压力释放装置 2	报警 2 对 跳闸 2 对	DC. 220V/3A	
5	油温指示控制器 1	报警 1 对 跳闸 1 对	DC. 220V/3A	
6	油温指示控制器 2	报警 1 对 跳闸 1 对	DC. 220V/3A	
7	绕组温度指示装置	报警 1 对 跳闸 1 对	DC. 220V/3A	

注：供方应提供绕组温度转换曲线图表，如用其他测温装置，应提供使用说明书和出厂检测报告。供方应提供继电器的时间常数、断流容量等参数。以上报警及跳闸接点均要求空接点输出。

投标方说明变压器油温、绕组温度的报警和跳闸值。

6.2.9 气体继电器

变压器本体应装设气体继电器。

a) 应采用浮筒挡板式结构，有放气孔、流速动作值可调试整定、抗震性能好。

b) 应具有轻瓦斯发信、重瓦斯跳闸功能，一对接点用于轻瓦斯发信、两对接点用于重瓦斯跳闸。气体继电器安装位置应有 2% 的坡度，采用利于二次接线头防水的安装方式（下倾式），并在安装使用说明书中明确指出。

c) 气体继电器应加装不锈钢防雨装置，且不妨碍运行观察。

d) 为便于检修，应在气体继电器安装管道两侧设置阀门。

6.2.10 压力释放阀

a) 变压器应装设压力释放阀，压力释放装置可重复动作。

b) 变压器油箱顶应设有两个压力释放装置，每套装置应配有机械式动作指示器及防潮密封的报警接点（一常开及一常闭）。二次电缆不应有二次转接端子盒，应直接接入变压器本体端子箱。

c) 压力释放装置设置在油箱顶盖上的边沿部位，并应设有排油管引至地面附近以引导向下排放油气，并使油远离控制箱等。当变压器通过穿越性短路电流时，压力释放装置应不动作。压力释放阀应采用利于二次接线头防水的安装方式（下倾式）变压器配置一只突发压力继电器。

d) 压力释放装置应有良好的防潮、防水措施，外壳防护等级 IP55。

6.2.11 端子箱

端子箱应设计合理，招标方提供动力电源为三相四线 380/220V，控制电源直流 220V，箱内所需其它电压等级的电源由投标方配套供货辅助变压器。控制箱和端子箱为户外式，防护等级为 IP55。

端子箱的安装高度应便于在地面上进行就地操作和维护。箱体均应采用 2.5mm 不锈钢板，其中控制柜必须采用双层门配置。

端子箱应有足够的接线端子以便连接控制、保护、报警信号和电流互感器引线等的内部引线，并应留有 20% 的备用端子。柜内接线线径要求 1.5mm^2 （铜芯）。所

有外部接线端子包括备用端子均应为线夹式。控制跳闸的接线端子之间及与其它端子间均应留有一个空端子，或采用其他隔离措施，以免因短接而引起误跳闸。端子排采用菲尼克斯或魏德米勒端子。端子箱内的电流回路端子应能满足供 6mm² 电缆的接线要求。由变压器本体引至端子箱的电缆全部使用耐油、耐热且带屏蔽层的软电缆。

6.2.12 变压器的铁芯和较大金属结构零件均应可靠接地

变压器的铁芯应与油箱绝缘，通过装在油箱顶部或下部的套管引出，变压器的铁芯和结构件的接地铜排中间靠下部设置 130mm² 的铜芯电缆（长度 20cm，两端通过螺栓和接地铜排连接，以便用于运行维护期间使用卡钳表测量接地电流），然后与接地网单独连接。接地处应有明显的接地符号或“接地”字样。油箱接地点设置不少于 2 个。

6.3 设备规范

本工程订购的设备规范和数量见表 4.3-1：

表 4.3-1 设备规范和数量

序号	型式	型号	额定容量 (MVA)	额定电压 (kV)	电压比 (kV)	短路阻抗 (%)	联结组 标号	冷却方式	单位	数量	备注
1	三相	S20-63000/37	63	37/10.5	37±2× 2.5%/ 10.5kV	Uk=8%	Y, d11	ONAN	台	7	
2	其它										

注：采用三相、双绕组、油浸式低损耗（满足 GB20052-2020 2 级能效标准）无励磁调压变压器

6.4 技术服务

6.4.1 项目管理

合同签订后，投标方应指定负责本工程的项目经理，负责协调投标方在工程全过程的各项工作，如工程进度、设计制造、图纸文件、制造确认、包装运输、现场指导安装、调试验收等。

6.4.2 技术文件

1) 投标方在订货前应向招标方提供一般性资料，如鉴定证书、报价书、典型说明书、总装图和主要技术参数。

2) 投标方在接到中标通知书后 7 天内，投标方向招标方和设计院提供下列图纸资料 2 份。并提供电子版，供确认。

—— 总装图：应表示设备总的装配情况包括全部重要尺寸，轨距、油重、运输重、总重、吊点位置、千斤顶位置及变压器运输尺寸等；

—— 变压器高压入口电容，高低压间及高低压对地电容值；

—— 变压器过激磁特性曲线；

—— 变压器本体端子箱安装接线图及电缆清单。

3) 设备供货时提供下列资料 8 套：设备的开箱资料还应包括安装、运行、维护、修理说明书，部件清单，工厂试验报告，产品合格证等。

6.4.3 现场服务

在设备安装过程中投标方应派有经验的技术人员常驻现场，免费提供现场服务。常驻人员协助招标方按标准检查安装质量，处理调试投运过程中出现的问题。投标方应选派有经验的技术人员，对安装和运行人员免费培训。

6.5 性能保证

6.5.1 温升限制

同相关条款

6.5.2 效率和损耗（额定电压、频率以及 75℃条件下）

满容量（额定功率因数）下效率不低于 99.7 %

损耗： 满足二级能效要求

6.5.3 阻抗电压百分数的误差

阻抗电压百分数的正、负误差均不应大于 5 %，且各台变压器正误差应一致。

6.5.4 绝缘试验

1) 试验电压（包括瓷套等）要求见相关条款

2) 试验程序：

—— 雷电冲击波试验

- 1 1 次短的（<100%）全波；
- 1 1 次短的（100%）全波
- 1 1 次或几次（<100%）的截波
- 1 2 次短的（100%）截波
- 1 2 次短的（100%）全波

—— 操作冲击波试验

- 1 1 次短的（50-75%）全波
- 1 3 次短的（100%）全波
- 1 1 次或几次（<100%）的截波
- 1 以上试验时，变压器分接头位置都是相同的。

6.5.5 局放试验

- 1) 绕组：在 1.5 倍额定电压下，局放值不超过 100pc。
- 2) 瓷套：油浸纸型瓷套在 1.5 倍额定电压下，局放值不超过 10pc。

6.5.6 电晕和无线电干扰试验

在 1.1 倍最高运行相电压下进行试验，无线电干扰水平应 $\leq 500 \mu V$ ；在晴天夜间无可见电晕。

6.5.7 工频电压-时限（额定负载和额定频率下）

额定电压倍数	相-相	1.1	1.25	1.5	1.58
	相-地	1.1	1.25	1.9	11.0
时间		20min	20s	1s	0.1s

要求变压器供货商在不同的过激磁状态下，满足各个谐波分量曲线。

6.5.8 空载电流

在额定电压和频率下，空载电流不应超过《电力变压器能效限定值及能效等级》（GB 20052-2024）要求。

6.5.9 抗故障能力

除了满足相关条款要求外，变压器在短路后绕组的平均温度不应超过 250℃。

6.5.10 过负荷

除了变压器本体应满足相关条款要求外，变压器的附件也应具有相同的能力。

6.5.11 噪声

距变压器外壳 2 米处噪音小于 65 分贝。

6.5.12 油箱、油枕和散热器的强度和真空度

变压器应承受真空 133Pa 和正压 98kPa 的机械强度试验，油箱不得有损伤和不允许的永久变形。冷却装置的机械强度应不小于油箱强度。

密封要求：整台 35kV 变压器应能承受储油柜的油面上施加 30kPa 静压力，历经 24h 应无泄漏。

6.5.13 寿命

变压器在规定的使用条件和负载条件下运行， 并按使用说明书进行安装和维护，预期寿命应不少于 30 年。

6.5.14 其他

在变压器绕组中性点接地回路中存在条文中规定的直流偏磁电流下，变压器铁心不应存在局部过热现象，油中气体分析正常，油箱壁振动最大值 $\leq 100 \mu m$ （峰—峰值），噪声声压级增加值 $\leq 5dB$ 。应考虑直流偏磁作用下产生振动而导致结构件的振动，并应加强对铁芯的绑扎。并提供变压器在额定负荷及 40℃条件下直流偏磁电流作用下的温升及振动等计算报告。

6.6 质量保证和试验

6.6.1 质量保证

根据本文件，投标方采取措施确保设备质量。设备制造由招标方委托有资质的第三方代监造。中标后在规范书签订时同时签订三方监造协议，监造协议的模板由招标方提供，投标方应积极配合监造活动，应允许监造方查阅资料、旁站、拍照取证等监造行为。

产品交货前，对变压器各部件和辅机进行必要的检查与试验，以保证整个设计和制造符合规程要求。设备的技术性能和质量由投标方对招标方进行保证。招标方或监造代表在生产厂家对设备进行监造和验收，绝不解除投标方对设备技术性能和质量承担的保证。

变压器在验收试验时，有一个或多个指标未能达到要求而属于投标方责任时，则投标方自费采取有效措施，在规定时间内使之达到保证指标。如在规定的时间内仍达不到合格标准时，则投标方应向招标方赔偿。

外协件要求：变压器的外协件如：散热器、调压开关、套管、气体继电器、压力释放装置、温度计等应有合格证并有完整的试验报告。外协厂应得到招标方的认可以及监造方的确认。

变压器主体至端子箱的电缆由投标方在厂内进行配制，便于现场安装人员进行接线、调试。变压器的各组件在制造厂内预组装一次，打好标记，保证在现场装配中能顺利进行。

投标方应保证变压器本体运达项目现场变压器基础上就位后，免吊芯检查。

凡未提到的其他工艺及要求，按国家标准及有关变压器的标准执行。

需方保留对供方设备进行抽检的权利，抽检项目包括元件和原材料的材质、技术参数符合性等，需方应给与配合，如发现供方所供设备有单方面降低性能标准、严重偏离招投标文件要求的行为，需方有权要求赔偿损失。

6.6.2 进行检查和试验的项目

1) 所供设备符合有关技术条件和安全规范；

2) 安全装置和保护装置动作正确;

3) 达到招标方要求的规定值。

6.6.3 重要的检查与试验项目

投标方有责任将检查和试验资料及标准按规定完整并及时提交给招标方; 对重要的检查与试验项目 (见 11.7.8 条), 邀请招标方派代表参加。

6.6.4 质量和性能与标准不符或未达到要求

如产品质量和性能与标准不符或未达到要求时, 招标方有权拒绝验收, 投标方负责修理、更换或赔偿。

设备交货到现场后, 招标方有权对规范书中规定的重要指标或参数进行抽查检验, 如抽检发现有不符合之处, 招标方有权要求投标方进行整改、支付抽查费用, 赔偿相关损失。

6.6.5 投标方负责质量控制

投标方负责对按本规范书所提供的服务、工艺、流程、产品和材料实行质量控制。当投标方所提供的服务、工艺、流程、产品和材料与标准和规范书不符或未达到要求时, 招标方或监造方有权拒绝验收、责令整改, 投标方负责修理、更换或赔偿。

6.6.6 ISO9000 系列标准

投标方该用质量管理计划检查各项目和服务包括分包商的项目和服务是否符合合同的要求和规定, 质量管理体系符合 ISO9000 系列标准的要求。

6.6.7 质量保证计划和质量手册供审核批准

投标方提供质量保证计划和质量手册供审核批准。开始制造前，投标方提交制造程序表，介绍要进行的检验或试验。招标方代表有权进入制造厂监督制造中的检验或工厂最终检验和试验。凡与规范不符之处，都必须记录在案进行处理。

6.6.8 试验

4.6.8.1 型式试验

- 1) 温升试验 (GB1094.2);
- 2) 绝缘型式试验 (GB1094.3)。

4.6.8.2 出厂试验 (例行试验)

- 1) 绕组电阻测量 (GB1094.1);
- 2) 短路阻抗和负载损耗测量 (GB1094.1);
- 3) 空载电流和空载损耗测量 (GB1094.1);
- 4) 绕组对地绝缘电阻和绝缘系统电容的介质损耗因数 ($\tan \delta$) 的测量 (GB6451);
- 5) 绝缘例行试验 (GB1094.3);
- 6) 电压比测量和联结组标号检定 (GB1094.1);
- 7) 绝缘油试验 (GB1094.1)。

4.6.8.3 现场试验

- 1) 测量绕组连同套管的直流电阻;
- 2) 检查所有分接头的变压比;
- 3) 检查变压器的三相接线组别和引出线的极性;
- 4) 测量绕组连同套管的绝缘电阻、吸收比或极化指数;
- 5) 测量绕组连同套管的介质损耗因数;

- 6) 测量绕组连同套管的直流泄漏电流;
- 7) 绕组连同套管的交流耐压试验;
- 8) 绕组连同套管的局部放电试验;
- 9) 测量与铁芯绝缘的各紧固件及铁芯接地线引出套管对外壳的绝缘电阻;
- 10) 非纯瓷套管的试验;
- 11) 绝缘油试验;
- 12) 额定电压下的冲击合闸试验;
- 13) 检查相位;
- 14) 测量噪音。
- 15) 变压器绕组变形试验

4.6.8.4 特殊试验

- 1) 绝缘特殊试验 (GB1094.3);
- 2) 绕组对地和绕组间的电容测定;
- 3) 暂态电压传输特性测定;
- 4) 三相变压器零序阻抗测量 (GB1094.1);
- 5) 短路承受能力试验 (GB1094.5);
- 6) 声级测定 (GB7328);
- 7) 空载电流谐波测量 (GB1094.1);
- 8) 绕组变形试验

6.7 产品包装、运输、储存

6.7.1 包装

1) 投标方所供设备部件, 除特殊部件外 (如管件等), 均遵照国家标准和有关包装的技术条件进行, 或按最好的商业惯例, 使用坚固的箱子包装。并根据不同货物的特性和要求, 采取措施, 如对设备进行妥善的油漆或其他有效的防腐处理, 以适应远途的水上、陆上运输条件和大量的吊装、卸货以及长期露天堆放的需要, 从而防止雨雪、受潮、生锈、腐蚀、受震、受冲击、运输和装卸中的加速度以及机械和化学引起的损坏。

2) 投标方所供技术文件妥善地包装, 能承受运输和多次搬运, 并防止潮气和雨水的侵蚀。每个技术文件包装有详细目录清单。

3) 为防止设备器材被窃或受腐蚀元素、雨水的损坏, 不采用敞开的板条箱和类似包装。

4) 变压器及其附件必须严格包装, 以确保在运输保管期间不被损坏, 并防止受潮。包装费包括在设备总价内。在运输过程中应装冲撞记录仪。变压器不带油运输时, 必须充以氮气或干燥空气, 运输前应进行密封试验, 以确保在充以 20~30kPa 压力时密封良好 (投标方在运输过程中应定时检查充气压力并做好记录)。变压器本体到达现场后油箱内的压力保持正压, 并有压力表进行监测, 不满足要求时, 应做到及时自动补充。变压器应装设湿度检测记录。

5) 所有外露部分应有保护装置, 防止在运输和储存期间损坏, 所有管道端头均应有封堵。

6) 设备涂漆和防锈要求:

a) 变压器油箱、储油柜、冷却装置及连管等的外表面均应涂漆, 其颜色应依照招标方的要求。

a) 变压器油箱内表面、铁心上下夹件等均应涂以浅色漆, 并与变压器油有良好的相容性, 用漆由投标方决定。

c) 所有需要涂漆的表面在涂漆前应进行彻底的表面处理。

d) 变压器出厂时，外表面油漆一新，并提供给招标方适当数量的原用漆，用于安装现场补漆。

e) 设备包装前应涂防腐漆，以便在运输保管中起防腐作用。

f) 所有出厂资料单独包装，以便单独发运。

6.7.2 标志

(1) 设备标志

1) 变压器本体及附属各个系统或各部套都有固定铭牌。铭牌不易损坏，铭牌上标明型号、容量、制造厂名、出厂年月等重要参数。

2) 重要阀门、调节保安部套等均有表示其行程、转角、操作方法等明显易辨的标志。

3) 重要部件根据图纸规定，在一定位置上标有装配编号，使用材料和检验合格的标志。

(2) 包装标志

1) 投标方供给的设备（无论装在箱内或成捆的散件）的包装，都贴有标明合同号，主要设备名称，部件名称和组装图上的部件位置号的标签，备品备件和专用工具还标明“备品配件”和“工具”的字样。

2) 对装箱供给的设备，投标方在每个箱子的两面用油漆写下如下内容：

合同号、装运标志、目的地、收货人代码、设备名称和项目号（箱号、箱的序号设备总件数），数量、重量、毛重、净重，外形尺寸（长×宽×高），生产日期、生产工厂、发货单位等，符合 GB6388 的规定。

按照设备各特性和不同的运输及装卸要求，在箱上明显位置标上“小心”“向上”“防潮”“勿倒”“怕热”“远离放射源及热源”“由此起吊”“重心点”“推码重量极限”“推码层数极限”“温度极限”等通用标志，并符合 GB 191 和 GB 6388 的规定。

3) 包装箱连续编号, 而且在全部装运的过程中, 装箱编号的顺序始终是连贯的。

(3) 铭牌

铭牌应用中文书写, 铭牌应包括以下内容:

- 变压器种类
- 标准代号
- 制造厂名
- 出厂序号
- 制造年份
- 相数
- 额定容量 (kVA 或 MVA)
- 额定频率
- 各绕组额定电压和分接范围
- 各绕组额定电流
- 联结组标号
- 以百分数表示的短路阻抗实测值
- 冷却方式
- 总重
- 绝缘油重
- 运输重
- 器身重
- 负载损耗

—— 空载损耗

—— 空载电流

6.7.3 运输

(1) 经由铁路运输的部件，其尺寸不超过国家对非标准外形体的规定，当部件经由除铁路外的其它方式运输时，其重量和体积的限值，遵守有关运输单位的规定。

(2) 每批设备发出的同时，投标方用传真或航空快件通知招标方。通知中指明设备名称、件数、件号、重量、合同号、货运单号、设备发出日期。

(3) 投标方应在大件设备运输前考察运输路径、路况和确定运输方案。当招标方有要求时，投标方应提出专项运输方案、由招标方确认。

(4) 超重件，投标方在发货前不迟于 15 天将发货大概日期以传真通知招标方。

6.7.4 保管

(1) 投标方提供所有设备、部件、材料等的保管方法的说明。

(2) 投标方所用的每种防腐剂的质量、预期寿命和型号应与变压器各部件对防腐的要求相一致，投标方向招标方提交各种防腐剂清除步骤的完整资料。

6.8 设计分工及工作范围

(1) 变压器本体与其附属设备之间的连接，由变压器供货商供应。

(2) 变压器的低压侧与“机端母线”的连接，变压器供货商负责与其它供货商的联系与协调。

(3) 变压器供货商负责提供各种状况下变压器以及变压器附属设备对基础的要求（如载荷、受力点等）；高压侧出线端子允许拉力等。

(4) 变压器供货商负责提供运输状况下变压器以及变压器附属设备的运输尺寸重量、能承受的冲击强度等。

(5) 变压器所属的‘端子箱’与站内其它地方的联系电缆、通道等均由设计院负责。

(6) 变压器下面的‘蓄油池’及‘事故排油设施’由设计院负责设计。

(7) 变压器就地检修电源由设计院负责设计。

(8) 变压器基础、导轨等由设计院负责设计。

(9) 变压器如采用水消防措施或其他消防措施，变压器供货商应配合设计院完成设计，如采用变压器供货商推荐的消防措施，设计院配合变压器供货商完成设计。

(10) 工作范围

1) 投标方基本工作范围包括对供货范围内所含设备、结构、材料的设计、制造、测试、包装和发运服务等各项工作。还包括招标文件规定的其他专项工作。

2) 投标方的工作范围还包括对设备的安装、校验、启动调试及初期试运行中的服务、培训。

3) 投标方提供变压器的设备及系统主要有：

—— 变压器本体

—— 各电压等级的套管

—— 冷却系统

—— 规范中要求提供的保护设备、测量仪表、控制设备

—— 变压器油

—— 本体防震装置（油箱内）

- 本体端子箱
- 无励磁调压开关
- 投标方设备之间的电缆、电线及电缆不锈钢槽盒或钢管等
- 备品备件
- 专用工具。

(11) 工作安排

- 1) 投标方收到技术规范书后如有异议，在 1 周内以书面通知招标方。
- 2) 根据工程需要可以召开设计联络会或采用其它形式解决设计制造中的问题。
- 3) 文件交接要有记录、设计联络会应有会议纪要。
- 4) 投标方提供的设备及附件规格、重量或接线等有变化时，应及时书面通知招标方。

5 10.5kV 设备

7.1 技术要求

7.1.1 应遵循的主要现行标准

GB156 标准电压

GB311 高压输变电设备的绝缘

GB2900 电工名词术语

GB12193 出口机械、电工、仪器仪表包装通用技术条件

GB191 包装贮运标志

GB1580 铝制焊接容器技术条件

GB8349 金属封闭母线

GB2706 高压电器动热稳定

GB159 高压母线及母线连接规范

GB11021 电气绝缘 耐热性分级

GB16927.1 高电压试验技术

GB3190 变形铝及铝合金化学成分

GB4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB50260 电力设施抗震设计规范

JB2420 户外防腐电工产品的条件

ZBK11001 封闭母线

以上标准应执行最新版本。

7.1.2 设计及运行条件

连接设备：调相机变压器、励磁变压器、调相机出线箱、调相机出口 TV 柜、机组中性点接地装置。

1) 系统概况

系统额定电压：10.5kV

系统最高电压：12kV

系统额定频率：50Hz

系统中性点接地方式：不接地或经配电变高阻接地

2) 安装地点

调相机主厂房

3) 安装方式

详见调相机主接线图。

7.2 基本技术参数

共箱封闭母线基本技术参数：见下表。

表 共箱封闭母线基本技术参数

名称 参数	调相机回路出口至调相变低 压侧之间	励磁变及 TV 分支回路
标称电压 (kV)	10	10
运行电压 (kV)	10.5	10.5
最高工作电压 (kV)	12	12
额定电流 (A)	4000	1250
相 数	3	3
频率 (Hz)	50	50
动稳定电流 (峰值) (kA)	125	125
4S 热稳定电流 (kA)	50 (暂定, 最终按计算值, 应不小于调相机侧提供的短 路电流)	50
母线运行最高温度 (°C)	90	90
母线接头运行最高温度 (°C)	105	105
冷却方式	自冷	自冷
外壳材料 (投标商填)		

名称 参数	调相机回路出口至调相变低 压侧之间	励磁变及 TV 分支回路
导体规格（投标商填）		
荷重（kg）（投标商填）		
箱体尺寸（投标商填）		

7.3 结构性能要求

（1）共箱封闭母线的结构，应能满足布置于户内和户外安装的要求。当布置于户外时，应考虑结霜防凝露措施，外壳的任何部分应防止积尘和积水。外壳防护等级应不小于 IP54。

（2）共箱封闭母线外壳设置在户内应能布置于楼板上或悬挂于梁等构筑物下，在户外能布置于钢支架上或悬挂于钢支架下的安装结构。由制造厂成套供货的外壳支持或悬挂钢构件，应热镀锌处理。

（3）共箱封闭母线外壳的结构应方便安装和检修，若设置检修孔，检修孔设置在共箱封闭母线的底部，其位置、大小、形状和数量应满足对每一个绝缘子进行检修和更换的要求。

（4）为便于对接头等容易过热之处进行监视，应在外壳的对应位置设置密封观察窗。

（5）在穿墙处，制造厂应提供共箱封闭母线密封穿墙隔板并配置穿墙套管。

（6）共箱封闭母线与调相变、励磁变、调相机出口处的矩形铜母线之间应采用法兰进行连接，在上述设备与共箱封闭母线连接的法兰之间及母线段连接的法兰之间应装设橡胶密封圈和绝缘。

（7）共箱封闭母线导体的支持绝缘子采用 DMC 绝缘子，泄漏比距为 3.1cm/kV。

(8) 共箱封闭母线导体采用铜导体，其截面及支持跨距应满足本技术规范书短路热稳定及短路动稳定的要求，支持跨距同时应避免共振区。

(9) 共箱封闭母线直线段不大于 20m 处及穿墙处应设置伸缩节。

(10) 接地

1) 共箱封闭母线外壳及其支持结构的金属部件均应可靠接地。

2) 每段共箱封闭母线外壳至少应设置一个可靠的接地点。同时共箱封闭母线段间的外壳应用导线进行连接。

3) 共箱封闭母线共外壳的接地点应设有便于连接的接地端子，绝缘母线的接地导线及接地端子应有足够的截面，具有通过短路电流的能力。母线通过短路电流时，外壳感应电压不应大于 24V。

(11) 连接

1) 母线导体连接的紧固件，采用非磁性材料。

2) 所有挠性连接的载流量，应不小于所连母线的载流量。挠性连接体的对地距离以及在可拆挠性连接体拆下后，导体两端之间的距离均不应小于 220mm。

3) 母线与变压器低压出线套管的连接其相间距离应与母线主回路相间距共相对应。变压器的出线端子应设于变压器箱盖的升高座上。母线投标方负责母线与变压器低压侧端子连接过渡箱的设计及供货。

4) 母线与调相机的连接其相间距离应与母线主回路相间距共箱对应。调相机的出线端子应设于调相机顶部（从空冷器励端出线）。投标方负责母线与调相机出线端子连接过渡箱的设计及供货。

5) 共箱封闭母线与励磁变的连接其相间距离应与母线主回路相间距共箱对应。励磁变的出线端子应设于励磁变顶部。投标方负责母线与励磁变出线端子连接过渡箱的设计及供货。

6) 母线的外壳与设备的外壳应相互绝缘,以防止外壳环流流入设备。其连接金属部件均应采用非磁性材料,或采用其它措施以免产生感应电流过热。

7) 母线与设备柜的连接端,应装有密封隔离套管绝缘子,防止柜内故障波及母线。

7.4 相关配套设备

7.4.1 调相机出口 PT 及避雷器柜

连接形式详见主接线图。开关柜高压出线采用共箱母线连接,需满足共箱母线连接要求。

型式:	户内固定式高压开关柜
额定电压:	10.5 kV
最高运行电压:	12 kV
母线额定电流	1250A (TMY-100×10) (最终以设计院确
认施工图图纸为准)	
相数:	3
额定频率:	50 HZ
动稳定电流 (峰值):	160kA
热稳定电流 (有效值):	63kA
热稳定电流持续时间:	4S
一分钟工频耐受电压 (有效值):	42 kV
雷电冲击水平 (全波, 峰值):	75 kV
冷却方式:	自冷

10.5kV 开关柜内设备（隔离开关、熔断器、电压互感器、避雷器等）详见确认图。

隔离开关

额定电压：	10.5 kV
最高运行电压：	12 kV
额定电流：	1250A
相数：	3
额定频率：	50 HZ
动稳定电流（峰值）：	160 kA
热稳定电流（有效值）：	63kA
热稳定电流持续时间：	4s
一分钟工频耐受电压（有效值）：	42 kV
雷电冲击水平（全波，峰值）：	75 kV

熔断器

额定电压：	10.5kV
最高运行电压：	12 kV
额定电流：	1A
相数：	3
额定频率：	50 HZ
额定开断电流	50 kA
一分钟工频耐受电压（有效值）：	42 kV

雷电冲击水平（全波， 峰值）： 75 kV

电压互感器

型式： 单相、环氧树脂浇注绝缘

额定电压： 10 kV

额定电压比： $\frac{10}{\sqrt{3}} / \frac{0.1}{\sqrt{3}} / \frac{0.1}{\sqrt{3}} / \frac{0.1}{3} kV$

精度： 0.2(3P)/0.2(3P)/6P 级

额定电压比： $\frac{10}{\sqrt{3}} / \frac{0.1}{\sqrt{3}} / \frac{0.1}{\sqrt{3}} kV$

精度： 0.2/0.2 级

避雷器

型式： 三相独立式避雷器 HY5WZ-13.5/30

额定电压： 13.5kV

雷电冲击电流下最大残压（峰值）： 30kV

持续运行电压： 10.5kV

标称放电电流： 5kA

5.4.2 就地端子箱

本工程每台调相机组设置 1 个就地的 TA 端子箱，布置于调相机室，均为落地式、不锈钢材质，应充分考虑防盐雾腐蚀和温湿度的要求。端子箱内部接线及端子、设备配置以设计院最终订货图纸为准。具体技术要求如下：

箱内所安装的元器件应有型式试验报告和合格证。所有元件应排列整齐，层次分明，便于运行、调试、维修和拆装，并留有足够的空间。箱体下方应设有接地铜排和端子，系统各设备的保护接地、工作接地（也称逻辑接地）均不得混接，工作接地应实现一点接地。接地铜排的规格为 $25 \times 4\text{mm}^2$ ，接地端子为压接型。并列布置的箱体间接地铜线应方便直接连通。箱体防护等级 IP54 级，选用高强度钢组合结构，并充分考虑散热的要求。

所有安装在保护箱上的设备应能承受 14.7 米/s^2 （1.5G）的静态水平加速度。当设备的输入电压为零时，分别交互地在垂直方向上施加 6 次 294 米/秒的撞击，设备的性能和外观不会引起破坏。

内部配线的额定电压为 1000V，应采用防潮隔热和防火的交联聚乙烯绝缘铜绞线，其最小截面不小于 1.5mm^2 ，但对于 TA、TV 和跳闸回路的截面应不小于 2.5mm^2 。导线应无划痕和损伤。投标方应提供配线槽以便于固定电缆，并将电缆连接到端子排。投标方应对所供设备的内部配线、设备的特性和功能的正确性全面负责。所有连接于端子排的内部配线，应以标志条和有标志的线套加以识别。

端子均采用菲尼克斯端子，所有端子的额定值为 1000V、10A，压接型端子。电流回路的端子应能接不小于 6mm^2 的电缆芯线。TA 的二次回路应提供标准的试验端子，便于断开或短接各保护装置的输入与输出回路。一个端子只允许接入一根导线。端子排间应有足够的绝缘，端子排应根据功能分段排列，并应至少留有 20% 的备用端子。端子排间应留有足够的空间，便于外部电缆的连接。正、负电源之间以及经常带电的正电源和合闸或跳闸回路之间的端子排，应以一个空端子隔开。或采用其他隔离措施，以免因短接而引起误跳闸。强电与弱电回路的端子排应分开布置，强、弱电端子和布线应严格分开。交、直流端子排应采用不同颜色的端子区分。

箱内端子排布置在箱内背板上。应提供由箱门而自动开启的箱内照明设备，以便于对箱内的设备进行检查和接线。箱内应设有横向及竖向导线槽，所有设备安装的位置都应方便外部电缆从底部或顶部进入。箱子出线方式待设联会确定。引出开关柜外的电流互感器二次绕组至端子排的铜导线截面为 4mm^2 ，所有导线应牢固地

夹紧，设备端子均有标志牌，柜内二次接线应整齐美观，便于设备维护检修，并符合 DL/T5136-2013《火力发电厂、变电所二次接线设计技术规定》的要求。导线的两端有擦不掉的、符合布线图的命名的永久性的标志。导线任何连接部分不能焊接。

所有供货的箱均应有足够的支撑强度，应提供必要设施，以保证能够正确起吊、运输、存放和安装设备，且应提供地脚螺栓孔。所有箱面应清洁，箱体采用不小于 2.5mm 厚不锈钢材料，表面亚光处理，以防止在运输、仓储和运行中的腐蚀和锈蚀。箱与箱的内外应清洁，应无灰尘、划痕及油污等。箱上的所有设备均应有铭牌或标签框，以便于识别。

6 站用电系统

6.1 工程条件

- (1) 系统额定电压：380V
- (2) 系统额定频率：50Hz
- (3) 系统中性点接地方式： 低压侧直接接地
- (4) 安装地点： 户内

6.2 技术要求及参数

- 7.2.1 名称： 低压开关柜
- 7.2.2 型式： MNS
- 7.2.3 低压侧额定电压： 380V
- 7.2.4 额定频率： 50Hz
- 7.2.5 防护等级： IP30
- 7.2.6 主回路绝缘水平： 工频 2500V（1分钟）
- 7.2.7 水平及垂直母线额定电流： 1600A ，
- 7.2.8 水平及垂直母线额定短时耐受电流： 50kA(1S)

7.2.9 水平及垂直母线额定峰值耐受电流： 125kA

7.2.10 中性线母线额定电流：为主母线额定电流的一半。

接地母线额定电流：为主母线额定电流的一半。

7.2.11 控制电压为：直流220V

6.3 性能要求

6.3.1 配电盘型式：MNS型，离墙式布置（前后开门），电缆应能下引出。干式变压器低压侧为电缆或者母排引出与低压柜母线连接。（下进下出线）

6.3.2 柜内元件的布置，保证在安装、检修等特殊情况下有足够的空间。

6.3.3 相邻盘柜和成列柜的水平度、不平度、垂直度应满足电气装置安装验收规范。

6.3.4 框架和外壳应有足够的强度和刚度，应能承受所安装元件及短路所产生的动、热稳定。同时不因成套设备的吊装、运输等情况而影响设备的性能。柜体钢板应采用进口敷铝锌板，厚度不得小于2mm，柜架采用型材并配有适当规格的安装孔。

6.3.5 柜体内抽屉的一次接插件和母线之间应有防止元件故障引起的飞弧与母线之间短路措施；上下层抽屉之间通风孔的设计和安装应使得当开关元件在正常工作或在短路情况下没有电弧或可熔金属喷出，其形状尺寸及安装位置不应使整个外壳的强度有明显的下降，也不应降低外壳的防护等级。

6.3.6 开关柜一次回路的配置，测量、保护等二次回路的配置及设备的选择均以设计院正式施工图为准。

6.3.7 辅助节点要求 进线开关为框架抽出式断路器，需配6对常开常闭节点。其余的塑壳断路器配至少2对常开常闭节点。这些辅助接点必须引至开关柜内接线端子上，辅助接点的允许载流量不小于10A。要求控制回路及跳合闸线圈在额定电压80%~120%变化范围内，设备应可靠动作。

6.3.8 二次接线及元件要求：

(a) 每个单元的控制元件均应接到该单元内的端子排上，外接一次电缆桩头应配有绝缘套。

(b) 对所有要求外接的控制元件、测量表计和继电器均应提供防潮、阻燃、长寿命端子排。端子排的额定值不小于25A，600V，并具有隔板、标志牌和接线螺钉，每个端子应标上招标方接线图上指定的编号，或者当没有上述编号时，标上投标方的编号。

(c) 供电流互感器用的端子排应采用短接型的电流试验端子，以便校验或维修继电器仪表时能防止电流互感器开路。

(d) 应提供适当数量的备用端子，每排端子应不小于20%的备用量。

(e) 连接到一个端子桩头的导线不应多于一根，对内部连线，在需要跳线的地方，可以接两根导线。

(f) 供招标方外部连接用的端子，应按能连贯地连接一根电缆内的所有导体来布置，一根外部连接电缆应接至各自的引出端子桩头上。在所有端子的正前方，应留出足够的、无阻挡的接线空间。

(g) 由投标方提供的控制线最小应为1.5mm²配电盘用铜绞线(国家电气规程SIS型)，600V耐热、防潮绝缘，阻燃。要求有挠性的地方，应采用19股导线。布线应没有磨损和刀痕，并应具有6.5mm的最小弯曲半径。

(h) 所有电缆应绑扎牢固，以防止下垂和断线，或由于搬运中的掀动引起磨损。一束线最多为12根导线，以便于查线。在线束的两端应使用导线标识牌。由于采用绑扎布线，导线标识牌应在末端，并应便于认读。

(i) 招标方控制线为4.0mm²或2.5mm²铜绞线电缆，电流互感器二次侧导线最小应为6.0mm²，其终端附有类似于上面所述的接线端子。

(j) 所有单元应按招标方的控制接线图（规范书时提供）接线。对某些导线的偶然短路会造成断路器合闸或跳闸的回路，这些导线不应该在相邻端子上。

(k) 开关柜中所有对外连接的端子应为压紧型螺栓连接的接线端子。并使其在安装、接线、维修、试验和更换时便于操作，接线端子应安装在柜体基础上方至少0.3m高度处。柜内布线应整齐美观、便于检修。所有对外引接电缆均须经过端子排，每排端子排留有20%的备用端子，并附有隔离板、标志牌和接线螺钉等。所有端子的绝缘材料必须是阻燃、防潮、长寿命的。

(l) CT回路、跳合闸回路端子排要求采用试验型端子，额定电压不小于1000V，其中供电流互感器用的端子排额定电流不小于25A，并具有隔离板。

(m) 信号回路采用可开断型双进双出开关端子，额定电压不小于600V，其它端子排采用双进双出端子，额定电压不小于600V。

(n) 端子上应标明端子号，并全部采用防误碰塑料片扣好。

(o) 每个端子只允许压接一根导线。

(p) 所有二次元件包括中间继电器、指示灯、转换开关、按钮、测量仪表等的最终选型以设计院图纸为准。

6.3.9 设备制造应遵守现行国标及有关行业标准。为了保证所供开关设备的质量，装在开关柜内的元器件应满足设计的要求并且是经过国家鉴定的优质产品，框架式断路器回路选用智能脱扣器。

6.3.10 能进出轻便，无卡涩现象，功能相同的抽屉应能互换，要求互换性能好。

6.3.11 配电盘在厂内出厂前应进行预组装，保证整体的协调性。

6.3.12 配电柜内功能单元考虑：框架式断路器；塑壳式断路器。回路能满足250kW以下电动机及相应配电回路的供电。

6.3.13 抽屉单元应有可靠的机械联锁,当开关处于分闸位置时,才能抽出或插入抽屉单元。

6.3.14 开关柜颜色为77-GY09 冰灰色（最终颜色技术联络会时确定）。

6.3.15 开关柜应提供挂锁或其它联络装置,以防止误操作或靠近设备。在柜体正面上应提供连锁装置。

6.3.16 框架断路器自身带有保护功能,故障后能就地液晶显示故障类型、电流大小及时间等,平时显示负荷电流、开关状态等。根据负荷的不同容量和重要程度配置电流速断、定时限、反时限过流等保护

6.3.17 开关的启动、停止及位置状态要用空接点。

6.3.18 开关保护的故障、动作信号要以干接点送出。

6.3.19 无论何种开关都必须实现在设备停电检修时,要有一个明显可见的断开点。

6.3.20 开关有试验、工作、断开三个位置,每一个位置在开关本体上都要有直观的分界线。

6.3.21 母线或其中的某一设备检修必须接接地线时,应能方便拆、接接地线又不会误碰带电设备。

6.3.22 开关的间隔要有防止此间隔故障造成整段母线短路全停的有效措施。

6.3.23 电源进线开关柜应能就地液晶显示电流,且具备送出4~20mA电流信号至监控系统的能力。

6.3.24 所有母线及设备分支母线应采用热缩工艺加装绝缘护套。母线或其中的某一设备检修必须接接地线时,应能方便拆、接接地线又不会误碰带电设备。

6.3.25 配电柜外形尺寸要求:不大于(宽×深×高)1000×800×2260mm。

6.3.26 柜体使用年限不小于30年。

6.3.27 所有断路器应具有手动或电动操作，并具有储能操作机构（详见施工图）。

6.4 元器件要求

6.4.1 柜内主要设备选用优质产品。投标方对整套开关柜性能负责。

6.4.2 低压开关柜中所有塑壳断路器至少需配两段保护、框架断路器需配三段保护。所有开关柜中的元件和附件均应采用阻燃材料制造。

6.4.3 每个低压进线开关应配置低压浪涌保护装置 1 台。

6.4.4 400V 开关柜为两段单母线接线型式，配置 2 套备自投装置。正常运行由其中一回电源进线带母线运行，当其中该回电源故障时，由相应母线的备自投装置切换至备变电源相应进线。

6.4.5 进线开关柜安装多功能电表（电压、电流、有功、无功、电量）。

6.4.6 备变到两段低压工作段母线采用母线桥连接。

6.5 结构

6.5.1 负荷出线模块化，标准化，扩充方便，标识清晰。32A、63A 小电流模块和 100A、200A、400A 大电流模块应分层布置。

6.5.2 各负荷出线单元具有隔离安全挡板，防止人员触电。

6.5.3 站用配电屏各馈线回路宜在柜体下部设专用接线端子，并留有备用。

6.5.4 柜内母线采用 TMY 硬母排，外包绝缘套管；

6.5.5 主母线、分支母线、N 零母、接地母线。

a) 柜内母线采用 TMY 硬母排，主母线、分支母线及接头，都应有绝缘防护（加装热缩绝缘套）；母线材料应选用高导电率的铜材料制造。当采用螺栓连接时，每个连接头应不少于两个螺栓。

- b) N 零母线也需加装热缩绝缘套。
- c) 主母线、分支母线、N 零母需按规范布置，且有相色标志。

6.5.6 通风孔

- a. 通风孔的设计和安装应使得当熔断器、断路器在正常工作时或在短路情况下没有电弧或可熔金属喷出。
- b. 通风孔的尺寸、形状及安装位置不应使整个外壳的强度有明显的下降。
- c. 通风孔的设置不应降低外壳的防护等级。
- e. 外壳顶部的通风孔应用覆板遮盖。

7 调度自动化系统

7.1 DCS 控制单元

7.1.1 规范性引用文件

本招标文件范围内的设备首先采用中华人民共和国国家标准及部颁标准和行业标准，在国内标准不完善的情况下，可采用相应的国际标准（如 IEC、IEEE 等）中最适宜的条款部分或双方认定的其他国家标准。所采用的标准必须是最新版本。

7.1.2 提供的所有设备及零件按国际标准化组织 ISO9000 质量体系制造，图纸和文件均采用国际度量制单位（SI）和 IEC 规定的图例符号表示。

除非合同另有规定，提供的设备和配套件要符合以下标准但不局限于以下标准
美国防火协会（NFPA）：

ANSI/NFPA	70	国家电气规范
ANSI/NFPA	85	锅炉和燃烧系统危险性规范
ANSI/NFPA	496	电气设备外壳的净化和密封

美国电气和电子工程师协会（IEEE）：

ANSI/IEEE	472	冲击电压承受能力导则（SWC）
ANSI/IEEE	1050	电站仪表和控制设备接地导则
ANSI/IEEE	488.1	可编程仪表的数字接口
ANSI/IEEE	1046-	电厂分布式数字控制和监视导则
ANSI/IEEE	RP12.6	危险区域（分等级）本安系统的安装

美国电子工业协会（EIA）：

EIA RS-232-C 数据终端设备与使用串行二进制数据进行数据交换的数据通讯设备之间的接口

EIA RS-485 数据终端设备与使用串行二进制数据进行数据交换的数据通讯设备之间的接口

美国仪器学会（ISA）：

ISA	ITVS 90	热电偶换算表
ISA	RP55.1	数字处理计算机硬件测试

ANSI/ISA S12.12 非易燃电气设备，用于等级 I/II、区域 2 和等级 III、区域 1/2 的危险（分等级）场所

ANSI/ISA S50.1 工业过程电子仪表模拟量信号的兼容性

ANSI/ISA S71.04 过程测量和控制系统的的环境条件：空气中的污染物

ANSI/ISA S82.01 电气和电子设备、测量和控制及相关设备的一般要求

ISA RP60.3 控制中心的人机工程学

ISA S5.3 分散控制/共享显示仪表的图例符号；逻辑和计算机系统

美国科学仪器制造商协会（SAMA）：

SAMA PMC 22.1 仪表和控制系统的功能图表示法

SAMA PMC31.1 过程测量和控制仪表试验和评估的一般方法

SAMA PMC 33.1 过程控制仪表的电磁感应特性

美国电气制造商协会（NEMA）：

ANSI/NEMA ICS4 工业控制设备和系统的端子排

美国机械工程师协会：

ANSI/ASME TDP-1 电站蒸汽轮机防进水保护措施

美国保险商实验室（UL）：

UL 44 橡胶导线、电缆的安全标准

UL 508 工业控制设备

UL 913 用于等级 I/II/III、区域 1 的危险场所本安设备及其相关设备

UL 1950 信息技术设备，包括电子商务设备

IEC 国际电工委员会：

IEC 60068-1（GB2421-89） 环境试验：总论和导则

IEC 60073 用颜色指示设备的规则

IEC 60079（GB3836.1） 用于易爆场所的电气设备

IEC 60331 (GB12666.6)	电缆阻燃特性
IEC 60332	燃烧情况下的电缆试验
IEC 60348	电气测量设备的安全要求
IEC 60529 (GB4208)	外壳防护等级 (IP 码) (EQV)
IEC 60801-1 部分: 总论 (EQV)	工业过程测量和控制装置的电磁兼容性 第 1
IEC60801-2 部分: 静电放电要求 (EQV)	工业过程测量和控制装置的电磁兼容性 第 2
IEC60801-3 部分: 辐射电磁场要求 (EQV)	工业过程测量和控制装置的电磁兼容性 第 3
IEC60801-4 部分: 电快速瞬变脉冲群要求 (EQV)	工业过程测量和控制装置的电磁兼容性 第 3
IEC60801-5	工业过程测量和控制设备的电磁兼容性 抗冲击要求
IEC 60848	控制系统功能图
IEC 60950	信息技术设备的安全要求
IEC 61000-4 (GB/T17626)	工业过程测量和控制设备的电磁兼容性 试验和测量技术
IEC 61131 (GB/T15969-95)	可编程控制器编程语言
IEC 61158 现场总线	测量和控制用数字数据通信: 工业控制系统用
IEC 61508	电气/电子/可编程电子设备安全相关系统的功能安全

IEC 61784-1 测量和控制用数字数据通信，第一部分：工业控制系统用现场总线相关的连续和离散制造行规

FM Class No.3610 用于等级 I/II/III、区域 1 的危险场所（分等级）的本安设备及相关设备

DL/T 657-2006 火力发电厂模拟量控制系统在线验收测试规程

DL/T 658-2006 火力发电厂顺序控制在线验收测试规程

DL/T 659-2006 火力发电厂分散控制系统在线验收测试规程

GB2421-89 电工电子产品基本环境试验规程 总则 (EQV)

GB/Z 20541-2006 测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型 10: PROFINET 规范

IEC61508 电气/电子/可编程电子设备安全相关系统的功能安全

投标方 DCS 还应满足下列规程：

GB 2421.1-2008 电工电子产品环境试验 概述和指南

电监会 5 号令 电力二次系统安全防护规定

国家经贸委第 30 号令 电网和电厂计算机监控系统及调度数据网络安全防护规定 GB/T7064《隐极同步发电机技术要求》

7.2 技术要求

7.2.1 一般要求

1) 监控系统应完成本规范书规定的数据采集（DAS）、模拟量控制（MCS）、顺序控制（SCS）：包括调相机的辅机顺序控制、调相机启停、快速再启动控制，并满足各种运行工况的要求。本项目调相机监控系统监控范围：调相机本体及其润

滑、冷却等公用辅助系统，机组励磁，机组变频启动控制单元（SFC），机组同期装置，故障录波系统，设备保护等。

2) 监控系统与升压站监控系统之间，应优先支持通过 DL/T 860(IEC61850) 实现快速通信，以实现正常运行和故障状态下的快速无功调节。在系统正常工作时，根据系统计算的无功需求，与其他无功补偿装置协调实现系统无功控制。

3) 监控系统应具备同步调相机解列后快速投入顺序控制功能，统一协调变频启动设备、励磁设备、同期设备等，实现同步电机快速再启动。

4) 监控系统应由分散处理单元、数据通讯系统 and 人机接口等组成。系统应易于组态，易于使用，易于扩展。

5) 监控系统应能冗余配置，具有诊断至通道级的自诊断功能，使其具有高度的可靠性。系统内任一模块发生故障，均不影响系统其它部分的工作。

6) 整个监控的可利用率至少应为 99.95%。

7) 监控生产工厂应具有 ISO9001 质量体系认证。

8) 监控系统应设计为能满足调相机“一键启停”要求，并提供实现此功能必需的所有相关资料，其中至少包括：调相机“一键启停”控制逻辑图，启停步骤、启停操作说明等。

9) 分散控制系统配置应能满足机组任何工况下的监控要求（包括紧急故障处理），控制站及人机接口站的中央处理器（CPU）负荷率、系统网络负荷率、分散控制系统与其他相关系统的通信负荷率、控制处理器周期、系统响应时间、事件顺序记录（SOE）分辨率、抗干扰性能、控制电源质量、主时钟接口等指标应满足相关标准的要求。

10) 重要参数测点、参与机组或设备保护的测点应冗余配置，冗余 I/O 测点应分配在不同模块上。

11) 分散控制系统的控制器、系统电源、为 I/O 模件供电的直流电源、通信网络等均应采用完全独立的冗余配置，且具备无扰切换功能；采用 B/S、C/S 结构的分散控制系统的服务器应采用冗余配置，服务器或其供电电源在切换时应具备无扰切换功能。

12) DCS 控制单元构架应符合电网的运行和反措要求，确保单一元件或板卡故障不导致机组停运。

13) 主要辅机保护逻辑设计合理，符合工艺及控制要求，逻辑执行时序、相关保护的配合时间配置合理，防止由于取样延迟等时间参数设置不当而导致的保护失灵。

14) 保护单元输出的指令应优先于其他任何指令。机组设计有硬接线跳闸回路，分散控制系统的控制器发出的跳闸信号应冗余配置。主保护回路中不应设置供运行人员切（投）保护的任何操作手段。

15) DCS 控制单元应具备站内调相机、SVG 等无功设备的无功协调控制功能，实现电站无功的统一协调控制。

16) DCS 控制电缆必须采用屏蔽电缆，电缆屏蔽层应在机柜侧单端接地，DCS 接地线与主电气接地网只允许有一个连接点。

7.2.2 主要性能指标

7.2.2.1 控制处理器

a) 处理周期

控制处理器的处理周期应满足：

- 1) 一般模拟量控制：250 ms
- 2) 一般开关量控制：100 ms
- 4) 快速开关量控制：50 ms

对温度等慢过程控制对象，控制周期可设置在 500ms~730Ms；对机组保护跳闸等需尽快动作的回路，其控制周期应不大于 20ms。

b) 负荷率

控制处理器在满足上条要求的处理周期基础上，负荷率最高不应大于 60%，平均负荷率宜不超过 40%。

c) 冗余切换时间

DPU 控制器采用冗余配置，操作员站、服务器等电源切换时间应为不使系统重新启动。

7.2.2.2 过程输入/输出 (I/O) 卡件

a) I/O 信号采集速度

I/O 信号扫描周期应满足以下要求：

- 1) 一般模拟量信号：4 次/s；
- 2) 一般开关量信号：10 次/s；
- 3) 快速要求模拟量信号：8 次/s；
- 4) 快速要求开关量信号：20 次/s；
- 5) SOE 分辨率：≤1ms。

b) I/O 信号采集精确度

DCS 在整个运行环境范围内，I/O 信号精确度应满足如下要求：

- 1) 模拟量输入信号（高电平）：±0.1%；
- 2) 模拟量输入信号（低电平）：±0.2%；
- 3) 模拟量输出信号：±0.25%。

7.2.2.3 人一机接口

人一机接口界面应满足以下性能要求：

- 1) 显示器全画面显示时间： $\leq 2s$ ；
- 2) 显示数据更新时间：1 次/s；
- 3) 画面调用击键次数： ≤ 3 次
- 4) 操作指令执行时间： $\leq 1s$ ；
- 5) 指令发出到执行信息的反馈显示时间： $\leq 2s$ 。

7.2.2.4 抗干扰要求

a) 电磁兼容性 (EMC)

监控系统硬件应满足电磁兼容性 (EMC) 试验和测量技术的要求，布置在控制室和电子设备间的硬件应达到工业 2 级，布置在现场的硬件应达到工业 3 级。具体要求如下：

1) 静电放电抗扰度要求（按 GB/T17626.2）

工业 2 级：接触放静电 $\pm 4kV$ ；空气放静电 $\pm 4kV$ ；

工业 3 级：接触放静电 $\pm 6kV$ ；空气放静电 $\pm 8kV$ 。

2) 电快速瞬变脉冲群抗扰度要求（按 GB/T17626.4）

工业 2 级：电源， $\pm 1kV$ 峰值；I/O， $\pm 500V$ 峰值；

工业 3 级：电源， $\pm 2kV$ 峰值；I/O， $\pm 1kV$ 峰值。

3) 浪涌（冲击）抗扰度要求（按 GB/T17626.5）

工业 2 级： $\pm 1kV$ 峰值；

工业 3 级： $\pm 2kV$ 峰值。

4) 电压暂变、短时中断和电压变化抗扰度要求 (按 GB/T17626.11)

电压暂变和短时中断试验: 100%持续 0.5、1 周期; 60%持续 0.5、5 周期; 30%持续 5、50 周期。

电压变化: 试验等级 40%, 降低和增加时间 $2s \pm 20\%$, 降低后持续时间 $1s \pm 20\%$ 。

5) 射频电磁场辐射抗扰度要求 (按 GB/T17626.3)

频率为 80 MHz~1000MHz, 安装在 DCS 标准机柜内:

2 级, 试验场强为 3V/m;

3 级, 试验场强为 10V/m。

b) 抗电干扰

1) 抗共模干扰电压: 500V;

2) 抗差模电压干扰: 50V;

3) 共模抑制比: $\geq 120\text{dB}$;

4) 串模抑制比: $\geq 60\text{dB}$ 。

7.2.2.5 通信网络

a) 通信速率

1) 控制级、监控级节点间通信速率: $\geq 100\text{Mbit/s}$;

2) 远程 I/O 与控制站间通信速率: $\geq 1\text{Mbit/s}$ 。

b) 通信负荷率

在通信负荷最繁忙的情况下, 通信平均负荷:

1) 令牌网: $< 40\%$;

2) 以太网: $< 20\%$ 。

7.2.2.6 硬件要求

(1) 一般要求

1) 系统硬件应采用有现场运行业绩的、先进可靠的和使用以微处理器为基础的分散型的硬件。

2) 系统内所有模件均应是固态电路，标准化、模件化和插入式结构。

3) 模件的插拔应有导轨和联锁，以免造成损坏或引起故障。模件的编址不应受所在机柜内的插槽位置所影响，应该在机柜内的任何插槽位置上都应能执行其功能。

4) 机柜内的模件应能带电在线插拔和更换而不损坏，且不影响其它模件的正常工作。

5) 模件的种类和尺寸规格应尽量少，以减少备件的范围和费用支出。

(2) 处理器模件

1) 分散处理单元内的处理器模件应各司其职（功能上应分离），以提高系统可靠性。处理器模件应使用 I/O 处理系统采集的过程信息来完成模拟控制和数字控制。

2) 处理器模件应清晰地标明各元器件，并带有 LED 自诊断显示。

3) 处理器模件若使用易失性随机存取存储器（RAM），则应使用电池作数据存储的后备电源，电池的更换不应丢失数据。

4) 某一个处理器模件故障，不应影响其它处理器模件的运行。此外，数据通讯总线故障时，处理器模件应能继续运行。

5) 对某一个处理器模件的切除、修改或恢复投运，均不应影响其它处理器模件的运行。

6) 为获得高可靠性，所有处理器模件及相关的电源模件和通讯模件应冗余配置；当使用 I/O 或其它专用模件完成控制功能时，相关模件也应进行合理冗余配置。

7) 冗余配置的处理器模件中,当某个工作的处理器模件发生故障时,系统应能自动地以无扰方式,快速切换至其冗余的处理器模件,并在操作员站报警。切换时间应保证为毫秒级,并保证系统的控制和保护功能不会因冗余切换而丢失或延迟。

8) 冗余配置的处理器模件与系统均应有并行的接口,即均能接受系统对它们进行组态和在线组态修改。处于后备状态的处理器模件,应能不断更新其自身获得的信息。

9) 电源故障应急系统的可恢复性故障,一旦重新受电,处理器模件应能自动恢复正常工作而无需运行人员的任何干预。

(3) 过程输入/输出 (I/O)

1) I/O 处理系统应“智能化”,以减轻控制系统的处理负荷。I/O 处理系统应能完成扫描、数据整定、数字化输入和输出、线型化、热电偶冷端补偿、过程点质量判断、工程单位换算等功能。

2) 所有的 I/O 模件都应有标明 I/O 状态的 LED 指示和其它诊断显示,如模件电源指示等。

3) 所有模拟量输入每秒至少扫描和更新 4 次,所有数字量输入每秒至少扫描和更新 10 次。为满足某些需要快速处理的控制回路要求,其模拟量输入信号应达到每秒扫描 8 次,数字量输入信号应达到每秒扫描 20 次。

4) 应提供热电偶、热电阻及 4~20mA 信号的开路 and 短路以及输入信号超出工艺可能范围的检查功能,这一功能应在每次扫描过程中完成。

5) 所有接点输入模件都应有防抖动滤波处理。如果输入接点信号在 4 毫秒之后仍抖动,模件不应接收该接点信号。

6) 处理器模件的电源故障不应造成已积累的脉冲输入读数丢失。

7) 应采用相应的手段,自动地和周期性地进行的零漂和增益的校正。

8) 冗余输入信号的处理, 应由不同的 I/O 模件来完成。工艺上并列运行或冗余配置的设备, 其相关 I/O 点应分别配置在不同输入和输出模件上。单个 I/O 模件的故障, 不应引起相关被控设备的故障或跳闸。

9) 监控系统整体的 I/O 分配方案应满足安全和负荷均衡的要求。

10) 监控系统故障或电源丧失时, 其输出应确保被控设备趋于安全状态。

11) 所有输入/输出模件, 应能满足 ANSI/IEEE472 “冲击电压承受能力试验导则 (SWC)” 的规定, 在误加 250V 直流电压或交流峰峰电压时, 应不损坏系统。

12) 每 8 个模拟量输入点至少有一个单独的 A/D 转换器, 每个模拟量输出点有一个单独的 D/A 转换器, 每一路热电阻应有单独的桥路。此外, 所有的输入通道、输出通道及其工作电源, 均应互相隔离。

13) 在整个运行环境温度范围内, DCS 的 I/O 精确度应满足如下要求, 模拟量输入信号 (高电平) $\pm 0.1\%$; 模拟量输入信号 (低电平) $\pm 0.2\%$; 模拟量输出信号 $\pm 0.25\%$ 。系统设计应满足在六个月内不需手动校正而保证这三个精确度要求。

14) I/O 类型

—— 模拟量输入:

4~20mA 信号 (接地或不接地), 最大输入阻抗为 $250\ \Omega$, 系统应提供 4~20mA 二线制变送器的直流 24V 电源。对 1~5VDC 输入, 输入阻抗必须是 $500K\ \Omega$ 或更大。

—— 模拟量输出:

4~20mA 或 1~5VDC 可选, 具有驱动回路阻抗大于 $600\ \Omega$ 的负载能力 (部分应用回路应具有大于 $1K\ \Omega$ 的负载能力)。负端应接到隔离的信号地上。系统应提供 24VDC 的回路电源。

—— 数字量输入:

应能接受接点接通为 1，开回路（电阻无穷大）为 0。负端应接到隔离地上，系统应提供对现场输入接点的“查询电压”。“查询电压”为 24-120VDC。

—— 数字量输出：

数字量输出模件应采用隔离输出，并通过中间继电器驱动电动机、阀门等设备。中间继电器的工作电源应由输出卡件提供。所有中间继电器应至少提供两副 SPDT 接点，接点容量（安培数）应至少满足如下要求：

	230V AC	115VDC	30VDC
I - 接点闭合（感性回路）：	5A	10A	5A
II- 连续带电：	5A	5A	5A
III-接点分断：	2.5A	0.25A	0.15A

监控系统应配供中间继电器、继电器柜及可靠的工作电源。同时，监控系统还应配供少量大接点容量的中间继电器用于电气直流控制回路。

—— 热电阻（RTD）输入：

有直接接受三线（不需变送器）的 $\text{Cu}50\ \Omega$ 、 $\text{Cu}100\ \Omega$ 、 $\text{TV}10\ \Omega$ 、 $\text{TV}100\ \Omega$ 等类型的热电阻能力，并且监控系统应提供这些热电阻所需的电源。

—— 热电偶（T/C）输入：

能直接接受分度号为 E、J、K、T 和 R 型热电偶信号（不需变送器）。热电偶在整个工作段的线性化，应在过程站内完成而不需要通过数据通讯总线。

—— 脉冲量输入：

每秒能接受 6600 个脉冲。脉冲信号的频率、宽度和信号特性在设计联络会上确定。

—— 交流采样输入：

交流采样信号支持 100V、5A（1A）（精度 0.5 级以上）直接输入 DCS。

交流采样板卡根据来自 TV、TA 的信号量，自动计算出电流、电压、有功/无功功率、频率、功率因数等，并累积有功/无功电度。

15) 监控系统应对传感器及输入、输出信号的屏蔽提出建议，以满足其系统设计的要求。但是，系统应能接受采用普通控制电缆（即不加屏蔽）的数字量输入和输出。

16) 分散处理单元之间用于机组跳闸、重要联锁的信号，应直接采用硬接线，而不可通过数据通讯总线发出。

17) 监控系统除提供规定的现场输入输出通道外，还应满足系统对输入输出信号的要求，如模拟量与数字量之间转换的检查点、冷端补偿、电源电压检测及各子系统之间的硬接线连接点。

18) 远程 I/O 站

监控系统在部分靠近生产过程的区域设置远程 I/O 站，其容量和备用量应满足本工程区域划分的要求，便于现场安装和卡件、设备的更换，并且具有足够的防护等级和保护措施，以保证在恶劣且无空调环境下设备正常工作。

应采用合理的通讯技术，在远程 I/O 站与主站之间提供大于 1Mbit/s 的通讯速率并确保满足过程信号采集和控制功能的正常实现。

远程 I/O 站和主站之间应采用双向冗余的通讯连接。通讯电缆采用金属铠装光缆。

7.2.2.7 电源与接地

1) DCS 控制单元的电子装置机柜、操作员站和工程师站，应能接受二路交流 220V+10%/-15%，50Hz±2.5Hz 的单相电源。这两路电源中的一路来自不停电电源（控制电源 UPS），另一路来自站用电源。

2) DCS 控制单元内部各处理器机柜、I/O 机柜、远程 I/O 站、网络系统、操作员站、工程师站、继电器柜等设备均由系统内部供电。当操作员站、工程师站、服务器无法接受两路电源时，应采用双电源切换装置，保证切换动作时相应设备不重启、无扰动。

3) 监控系统应配供 DCS 电源分配柜。如监控系统需要采用隔离变压器或其它类型设备进行隔离，该设备也应由监控系统配供，并安装在电源分配柜内。

4) 监控系统所供设备除能接受上述二路电源外，应在各个机柜和站内配置相应的冗余电源切换装置和回路保护设备，并用这二路电源在机柜内馈电。任意一路电源失电应在操作员站上报警，两路同时失电时操作台应设置声光报警器报警，具体方案在联络会确定。

5) 监控系统应提供机柜内的二套冗余直流电源。这两套直流电源都应具有足够的容量和适当的电压，能满足设备负载的要求。任意一路电源失电应在操作员站上报警，两路同时失电时操作台应设置声光报警器报警，具体方案在联络会确定。

6) 任一路电源故障都应报警。在一路电源故障时自动切换到另一路，以保证任何一路电源的故障均不会导致系统的任一部分失电。任意一路电源失电应在操作员站上报警，两路同时失电时操作台应设置声光报警器报警，具体方案在联络会确定。

7) 电子装置机柜内的馈电应分散配置，以获取最高可靠性，对 I/O 模件、处理器模件、通讯模件和变送器等都应提供冗余的电源。

8) 接收变送器输入信号的模拟量输入通道，应能承受输入端子完全的短路，并不影响其它输入通道，否则，应有单独的熔断器进行保护。

9) 每一路变送器的供电回路中应有单独的熔断器。在机柜内，熔断器的更换应很方便，不需先拆下或拔出任何其它组件。

10) 无论是 4~20mA 输出还是脉冲信号输出，都应有过负荷保护措施。此外，应在系统机柜内为每一被控设备提供维护所需的电隔离手段。任一控制设备的电源被拆除，均应报警，并将受此影响的控制回路切至手动。

11) 每一个数字量输入通道都应有单独的熔断器或采取其它相应的保护措施。当采用熔断器时，熔断器应方便更换而不影响其它通道的正常工作。

12) 监控系统应在单点接地时可靠工作。各电子机柜中应设有独立的安全地、信号参考地、屏蔽地及相应接地铜排。监控系统内所有电子装置/机柜之间的接地互连电缆应由 DCS 控制单元配供。

13) 所有 DCS 控制机柜将直接安装在槽钢底座上，如要求在机柜和底座之间铺设绝缘材料，所有绝缘材料（包括绝缘螺栓、螺帽）均应由监控系统配供，并提供详细的安装说明。

7.2.2.8 环境

1) 系统设计应采用各种抗噪声技术，包括光电隔离、高共模抑制比、合理的接地和屏蔽。

2) 在机柜门打开的情况下，距电子设备 1.2 米以外发出的工作频率达 470MHz、功率输出达 5W 的电磁干扰和射频干扰，应不影响系统正常工作。

3) 系统应能在环境温度-25℃~45℃，相对湿度 10~95%（不结露）的环境中连续运行；现场 I/O 站（包括中间继电器等）应能充分适应安装地点的温度（-25℃~60℃）、湿度（10~95%）、粉尘、振动、冲击等，现场的恶劣环境不应影响系统的正常工作。

8.2.2.9 电子装置机柜和接线

1) 电子装置机柜的外壳防护等级，室内应为 IP52，室外（厂房内）应为 IP56。

2) 机柜门应有导电门封垫条，以提高抗射频干扰（RFI）能力。柜门上不应装设任何系统部件。

3) 机柜的设计应满足电缆由柜底或柜顶引入的要求。

4) 对需散热的电源装置，应提供排气风扇和内部循环风扇。

5) 机柜内应装设温度检测开关，当温度过高时在报警汇总表中报警。

6) 装有风扇的机柜均应提供易于更换的空气过滤器。

7) 机柜内的端子排应布置在易于安装接线的地方，即离柜底 300mm 以上和距柜顶 130mm 以下。

8) 机柜内弱电信号的端子排物理上应与控制、电源供电回路的端子排分开。模拟量信号回路的端子排应物理上与数字量接线端子分离，并为每个模拟量信号提供专用的屏蔽端子。所有继电器、控制开关和设备的备用接点应引至端子排上。机柜内的每个端子排和端子都应有清晰的标志，并与图纸和接线表相符。

9) 端子排、电缆夹头、电缆走线槽及接线槽均应由“非燃烧”型材料制造。每个端子应能同时接入 2 根 1.5mm² 线径的导线。

10) 提供的机柜、控制台以及其它设备之间互联的电缆（包括两端的接触件）应由监控系统配供，这些电缆应符合 IEC60332（GB/T 18389）标准。

11) 组件、处理器模件或 I/O 模件之间的连线应避免手工接线。

12) 机柜的前后门应有永久牢固的标牌；机柜应有足够的强度能经受住搬运、安装产生的所有应力，保证不变形；机柜的钢板厚度至少为 2mm；机柜内的支撑件应有足够的强度，保证不变形。

13) 机柜内应预留充足空间，能方便地接线、汇线和布线；所有接线端子柜应合理配置电缆布线空间，确保所有电缆接线完成后柜内仍留有 15% 的富余空间。

14) 机柜尺寸建议采用 2200mmX800mmx600mm（高度 X 宽度 x 深度），详细尺寸待设计联络会确定。

7.2.2.10 系统扩展

a) 应提供下列备用余量，以供系统以后扩展需要：

1) 每个机柜内的每种类型 I/O 测点都应有 10~15% 的余量。

2) 每个机柜内应有 10~15% I/O 模件插槽余量。所有备用插槽应配置必要的硬件, 如背板、连接电缆、端子排等, 保证今后插入模件就能投入运行。

3) 控制器站的处理器处理能力应有 40% 余量, 操作员站处理器处理能力应有 60% 余量。

4) 处理器内部存储器应有 50% 存储余量, 外部存储器应有 60% 外存余量。

5) 30%~40% 电源余量。

6) 网络通讯总线负荷率不大于 40% (共享式以太网通讯的负荷率不大于 20%)

7) 在机柜空间允许范围内提供适量的备用继电器 (不包括原备用 DO 点对应的继电器)。

b) 上述余量都应是按系统联调成功正式投运时的最终容量计算的百分比值。

7.2.2.11 外围设备

a) 要求提供报警、记录打印机和彩色图形打印机

1) 调相机监控系统配置二台打印机: 一台为记录打印机, 一台为彩色图形打印机。

2) 记录打印机应是带微处理器的 A4 双色激光快速打印机, 每台打印机配自动收纸盒, 打印速率不低于 24 页/分。打印输出分辨率至少 720DPI, 打印机存储缓冲空间大于 6M 字节。所有记录打印机均为网络打印机, 带有网络接口。

3) 彩色打印机配自动收纸盒, 它应能根据要求打印任一液晶显示器画面, 打印速率不低于 6 页/分。打印机应配置充足的存储缓冲空间 (应能 1 次至少保存 15 幅屏幕画面), 以确保操作员在每次要求至少 5 幅画面输出时无需暂停。

b) 液晶显示器和键盘

1) 所供液晶显示器至少应有屏幕不眩光、对比度强、清晰度高的特点, 图像及表格数据容易被操作人员识读, 屏幕尺寸为 27 英寸。点距 0.27mm, 亮度大于

250cd/m²，对比度 350:1，响应时间 25ms，16.7' 106 种色彩，分辨率至少为 1600' 1200@60Hz。信号电缆应采用 5 分支 BNC 接头。提供的 LCD 应满足下列标准规范要求：如 UL/C-UL，CSA，TUV/GC，Energy Star，FCC CLASS B，MPRII，TCO'99 等。（2）每台液晶显示器应有其独立的显示发生器，现有的主控制室内布置的所有操作员站及工程师站应组态相同，可互为备用。

2) 触屏、鼠标器、跟踪球或光笔应作为可选的光标定位装置。

3) 每台液晶显示器应配置一个键盘。除具有完整的数字、字母键外，投标方还应提供若干用户键或配置一个专用按钮屏，使运行人员能直接调出各种所需的画面。这些用户键或专用按钮的用途，应可由招标方编程人员重新定义。投标方应在投标书中提供键盘和专用按钮屏的布置图。键盘的操作应有触感和声音反馈。反馈的音量大小可以调整。

c) 操作员站和工程师站

1) 投标方每台机组应提供 2 套操作员站兼工程师站。放在升压站中控室的操作员站主机配备 2 台液晶显示器，组屏安装的工程师站配备 1 台液晶显示器。

2) 操作员站/工程师站应采用优质品牌的高品质工控机或工作站，并应承诺交货当时，应提供成熟的最新和最高档次的产品。

操作员站最低要求为：8 核 I5 3.0GHz，16G 内存 (DDR4)，硬盘 4T，双显卡，27 英寸 LCD 显示器与 DCS 配置一致，具体型号联络会定；配键盘、光电鼠标器，带 USB2.0 接口，配声卡，DVD-RW，立体声音箱等，每台操作员站同时配置两块工业级 PCI 1000M 以太网卡，主机箱上设置面板锁。采用国产芯片、国产操作系统、双电源配置。

d) 操作员站、工程师站等设备的操作台

1) 投标方还应提供操作员站、工程师站、打印机等设备的操作台：

2) 操作员站操作台按 750x1100x1200（高 x 宽 x 深）；

3) 工程师站、历史数据站操作台按 700x1500x800 (高 x 宽 x 深), 数量为 0 个;

4) 操作台规格根据项目实际情况确定。

e) 磁盘驱动装置

应提供能保存一年系统数据的存储系统, 采用固定式双硬盘装置, 并提供光盘刻录驱动器和 USB 接口。

7.2.2.12 软件要求

1) 应负责整个监控系统的组态, 并保证所供系统是采用统一的方式进行组态。

2) 应提供一套完整的满足本规范书要求的程序软件包, 包括实时操作系统程序、应用程序及性能计算程序。

3) 提供的软件应包括所有必需的软件使用许可证, 可不受限制地对具体的软件包加以使用。

4) 所有的算法和系统整定参数应驻存在各处理器模件的非易失性存储器内, 执行时不需要重新装载。

5) 应提供高级编程语言以满足用户工程师开发应用软件的需要。同时提供易于掌握的专用的系统语言。

6) 模拟量控制的处理器模件完成所有指定任务的最大执行周期不应超过 230Ms, 开关量控制的处理器执行周期不应超过 100ms。

7) 对需快速处理的模拟和顺序控制回路, 其处理能力应分别为每 125ms 和 30Ms 执行一次。

8) 模拟控制回路的组态, 应通过驻存在处理器模件中的各类逻辑块的连接, 直接采用 SAMA 图或其它类似功能图方式进行, 并用易于识别的工程名称加以标明。还可在工程师站上根据指令, 打印出已完成的所有系统组态。

9) 在工程师工作站上应能对系统组态进行修改。不论该系统是在线或离线均能对该系统的组态进行修改。系统内增加或变换一个测点，应不必重新编译整个系统的程序。

10) 在程序编辑或修改完成后，应能通过通讯总线将系统组态程序装入各有关的处理器模件，而不影响系统的正常运行。

11) 顺序控制的所有控制、监视、报警和故障判断等功能，均应由处理器模件提供。

12) 顺序逻辑的编程应使顺控的每一部分都能在 LCD 上显示，并且各个状态都能在操作员站上得到监视。

13) 所有顺序控制逻辑的组态都应在系统内完成，而不采用外部硬接线、专用开关或其它替代物作为组态逻辑的输入。

14) 顺序控制逻辑应采用熟悉的、类似于继电器型式的功能符号，以逻辑图或梯形图格式进行组态，并可在工程师站上按指令要求，以图形方式打印出已组态的逻辑。

15) 查找故障的系统自诊断功能应能诊断至模件级故障。报警功能应使运行人员能方便地辨别和解决各种问题。监控系统应明确定义系统自诊断的特征。

16) 监控软件系统应提供标准接口界面，支持 Windows、UNIX、DDE、OLE 等，一方面从监控导出的数据能在监控系统外应用，另一方面以便与商品化软件连接。

17) 系统应防止切换操作对过程的冲击，例如无扰动地进行控制方式 (MAN/AUTO/CAS) 切换、冗余控制器之间的自动切换等。

18) 系统应设置有设定点检查和 PV/OP 值 5%~95% 边界检查。

7.2.2.13 人-机接口

(1) 操作员站

1) 操作员站的任务是在标准画面和用户组态画面上, 汇集和显示有关的运行信息, 供运行人员据此对机组的运行工况进行监视和控制。

2) 操作员站的基本功能如下:

- 监视系统内每一个模拟量和数字量
- 显示并确认报警
- 显示操作指导
- 建立趋势画面并获得趋势信息
- 打印报表
- 控制驱动装置
- 自动和手动控制方式的选择
- 调整过程设定值和偏置等

3) 每套操作员站都应是冗余通讯总线上的一個站, 且每个操作员站应有独立的冗余通讯处理模件, 分别与冗余的通讯总线相连。

4) 虽然操作员站的使用各有分工, 但任何显示和控制功能均应能在任一操作员站上完成。

5) 任何 LCD 画面均应能在 2 秒 (或更少) 的时间内完全显示出来。所有显示的数据应每秒更新一次。

6) 调用任一画面的击键次数, 不应多于三次。

7) 运行人员通过键盘、鼠标等手段发出的任何操作指令均应在 1 秒或更短的时间内被执行。从运行人员发出操作指令到被执行完毕的确认信息在 LCD 上反映出来的时间应在 2 秒内。对运行人员操作指令的执行和确认, 不应由于系统负载改变或使用了网关而被延缓。

8) 操作员站的设计和布置应符合人因工程学, 并适应机组的运行组织, 便于运行人员监控机组操作员站的设计应考虑防误操作功能。在任何运行工况按下非法操作键时, 系统应拒绝响应, 并在画面上给出出错显示。

9) 在正常或故障工况下运行人员对顺控或单个设备控制进行手动干预时, 所有通过软件方式获取或硬接线方式提供的许可和超弛信号应作为操作提示在操作员画面上显示。

10) 紧急操作设备

—— 应设计并提供紧急操作设备, 以保证在紧急情况下快速、安全停机。紧急操作设备应布置在操作员站的桌面上, 并应便于操作, 同时应带有安全防护罩以防误动。

—— 在操作台内的适当位置布置适量的端子排, 将所有紧急操作设备接线引至端子排上。

—— 紧急操作按钮采用优质产品, 其形式、尺寸及颜色需经招标方确认。

—— 因控制室距离调相机厂房及电子设备间较远, 紧急操作按钮需提供成对的接点远传模块及相应的光缆, 将按钮干接点转换成光信号送至就地, 再转换成干接点信号送至保护装置或断路器等设备。

(2) 工程师站/历史数据站

1) 应提供 1 套台式工程师站/历史数据站, 布置于工程师室, 用于程序开发、系统诊断、控制系统组态、数据库和画面的编辑及修改。还应提供安放工程师站/历史数据站的工作台及有关外设。

2) 工程师站应能调出任一已定义的系统显示画面。在工程师站上生成的任何显示画面和趋势图等, 均应能通过通讯总线加载到操作员站。

3) 工程师站/历史数据站应能通过通讯总线, 既可调出系统内任一分散处理单元 (DPU) 的系统组态信息和有关数据, 还可使用户将组态数据从工程师站上下载

到各分散处理单元和操作员站。此外，当重新组态的数据被确认后，系统应能自动地刷新其内存。

4) 工程师站/历史数据站应包括站用处理器、图形处理器及能容纳系统内所有数据库、各种显示和组态程序所需的主存储器 and 外存设备。

5) 工程师站/历史数据站应设置软件保护密码，以防一般人员擅自改变控制策略、应用程序和系统数据库。

6) 工程师站/历史数据站

8 核 I5 3.0GHz，16G 内存（DDRIII），硬盘 4T，双显卡，27 英寸 LCD 显示器与 DCS 配置一致，具体型号联络会定；配键盘、光电鼠标器，带 USB2.0 接口，配声卡，DVD-RW，立体声音箱等，每台操作员站同时配置两块工业级 PCI 1000M 以太网卡，主机箱上设置面板锁。采用国产芯片、国产操作系统、双电源配置。

（3）数据通讯系统

1) 监控系统应能与其它所有系统使用标准协议进行双向通讯。所有的通讯硬件均应冗余配置，为所有系统和监控（包括机组监控和公用系统监控、现场智能仪表以及智能控制执行机构）提供通讯硬件及软件。

2) 数据通讯系统应将各分散处理单元、输入/输出处理系统及人机接口和系统外设连接起来，以保证可靠和高效的系统通讯。所有通讯主干线和分支电缆提供的有效屏蔽因数至少应达到 90%。

3) 连接到数据通讯系统上的任一系统或设备发生故障，不应导致通讯系统瘫痪或影响其它联网系统和设备的工作。通讯总线的故障不应引起机组跳闸或使 DPU 不能工作。

4) 所提供的通讯总线应是冗余的（包括冗余通讯总线接口模件），冗余的数据通讯总线在任何时候都应同时工作。

5) 挂在数据通讯总线上的所有站,都应能接收数据通讯总线上的数据,并可向数据总线上发送数据。

6) 数据通讯系统的通讯负荷率,在最繁忙的情况下,不应超过 40% (共享式以太网不超过 20%),以便于系统的扩展。

7) 在机组稳定和扰动的工况下,数据总线的通讯速率应保证运行人员发出的任何指令均能在 1 秒或更短的时间里被执行。应确认监控系统保证的响应时间,在所有运行工况下 (包括在 1 秒内发生 100 个过程变量报警的工况下),均能实现。

8) 数据通讯协议应包括 CRC (循环冗余校验)、奇偶校验码等,以检测通讯误差并采取相应的保护措施,确保系统通讯的高度可靠性。应连续诊断并及时报警。

9) 应详细说明有关的“通讯协议”(如信息结构、信息寻址、传输方向、数据格式、数据块长度、调制和传输介质等)、诊断功能和设备、故障站的自恢复以及每个站的访问时间等。

10) 当数据通讯系统中出现某个差错时,系统应能自动要求重发该数据,或由硬件告知软件,再由软件判别并采取相应的措施,如经过多次补救无效,系统应自动采取安全措施,如切除故障设备,或切换至冗余的装置等。

11) 应说明及消除数据传送过程中的误差和干扰,以及数据通讯总线敷设时必须注意的事项。

12) 数据通讯总线应能防止外界损伤,并且不会由于机械振动、潮湿、腐蚀原因产生通讯故障。

13) 升压站的监控系统能监视调相机的重要状态及报警信息,调相机监控系统应具有与升压站的冗余通信接口。通信规约支持 IEC 61850/DL 860、MODBUS、OPC 或其他协议。调相机监控系统应能接收升压站监控系统发出的断路器允许/禁止合闸信号,根据该指令进行同期操作。

14) 调相机监控系统应留有一套冗余的、用于远程诊断的软、硬件通讯接口。

7.2.2.14 数据采集系统（DAS）

数据采集系统（DAS）应连续采集和处理所有与机组有关的重要测点信号及设备状态信号，以便及时向操作人员提供有关的运行信息，实现机组安全经济运行。一旦机组发生任何异常工况，及时报警，提高机组的可利用率。

LCD 显示、报表、打印均须汉化。

（1）DAS 至少应有下列功能：

- 1) 显示：包括操作显示、成组显示、棒状图显示、报警显示、趋势显示等
- 2) 制表记录：包括定期记录、报警记录、事故追忆记录、事故顺序（SOE）记录、跳闸一览记录、操作记录等
- 3) 历史数据存储和检索
- 4) 打印：包括制表打印，历史数据打印，性能计算打印等

（2）显示

a) 总则

- 1) 应采用最新的窗口显示技术。提供的显示应具有诸如多窗口显示、滚动画面显示、图像缩放显示、菜单驱动显示等功能。
- 2) 操作和监视显示原则上应按层组织（例如分为概貌显示、区域显示和功能组显示）。此种分层应根据本工程的工艺过程和运行要求来确定，以便运行人员方便地翻阅，获得操作所必需的细节和对特定的工况进行分析。
- 3) 应提供快捷切换显示的手段（如导航窗口、下拉菜单），使运行人员无需对画面的切换步骤有过多的记忆；同时还应提供热键，允许运行人员一次击键即能调出用于监视或控制的其它显示画面。
- 4) 每个 LCD 应能综合显示字符和图像信息，机组运行人员通过 LCD 实现对机组运行过程的操作和监视。

5) 应可显示监控系统内所有的过程点, 包括模拟量输入、模拟量输出、数字量输入、数字量输出、中间变量和计算值。对显示的每一个过程点, 应能显示其标志号 (通常为 Tag Number)、说明、数值、性质、工程单位、高低限值等。

b) 机组模拟图显示

1) 应提供足够数量用户化的机组模拟图画面。画面的数量应可在工程设计阶段按实际要求进行增加, 而不额外增加费用支出。

2) 虽然机组模拟图的设计依据是 P&ID, 但模拟图设计应结合其丰富的画面设计经验, 不受这些 P&ID 的表达形式局限, 例如应设计足够多的概貌显示, 局部采用三维图等, 以方便运行人员对过程的监视和控制。

3) 每幅画面应能显示过程变量的实时数据和运行设备的状态, 这些数据和状态应每秒更新一次。显示的颜色或图形应随过程状态的变化而变化。棒状图和趋势图应能显示在任意一个画面的任何一个部位上。

4) 运行人员可通过点击画面中的任何可操作图例或实时显示数据, 对被控装置进行手动控制或对数据内容进行查询。画面上的设备正处于自动顺控状态时, 模拟图上应反映出运行设备的最新状态及自动程序目前进行至哪一步。若自动顺序失败, 则应有报警并显示故障出现在顺序的哪一步, 且可切换到自动顺序逻辑原理图, 可显示条件满足情况。

5) 用户可在工程师站和操作员站上, 使用该站的画面生成程序自己制作和修改画面。监控系统应提供符合 ISA 过程设备和仪表符号标准的图素。当用户需使用的图素未包括在 ISA 标准符号中时, 用户应可使用监控系统提供的图素组态器, 建立用户自定义的新图素。用户自定义的新图例应能被存储和检索。

c) 操作显示

1) 操作显示可按不同类型 (如调节、顺控) 分层 (概貌、功能组显示等) 设计。

2) 应设计机组和设备运行时的操作指导, 并由 LCD 的图像和文字显示出来。操作指导应划分为四个部分, 即启动方式、正常方式、停机和跳闸方式。

3) 所有的操作许可、联锁、闭锁条件和正在执行的控制逻辑都应能通过梯形图或类似的画面在线看到。运行人员或工程师应能通过各种主控和功能组操作显示画面, 对控制方式、控制回路和参数进行操作或调整。

d) 标准画面显示

应提供报警显示、趋势显示、成组显示、棒状显示等标准画面显示, 并已预先做好或按具体要求稍作修改。

1) 成组显示

在技术上相关联的模拟量和数字量信号, 应组合成成组显示画面, 并保存在存储器内, 便于运行人员调用。

成组显示应能便于运行人员按需要进行组合, 并且根据需要存入存储器或从存储器中删除。

成组显示应有色彩增亮显示和棒状图形显示。

任何一点在越过报警限值时, 均应变为红色并闪光。

2) 棒状图显示

运行人员可以调阅动态棒状图画, 即以动态棒状图的外形尺寸反映各种过程变量的变化。

棒状图应可在任何一幅画面中进行组态和显示, 每一棒状图的标尺可设置成任何比例。

进入监控系统的任何一点模拟量信号, 均应能设置为棒状图形式显示出来。

若某一棒状图, 其数值越过报警限值时, 越限部分应用红色显示出来。

3) 趋势显示

系统应能提供 400 点历史数据的趋势和 400 点实时数据的趋势显示。趋势显示可用整幅画面显示，也可在任何其他画面的某一部位，用任意尺寸显示。所有模拟量信号及计算值，均可设置为趋势显示。

在同一幅 LCD 显示画面上，在同一时间轴上，采用不同的显示颜色，应能同时显示至少 8 个模拟量数值的趋势。

每个实时数据趋势曲线应包括 600 个实时趋势值，时间分辨率为 1，10，30 秒。此值由运行人员选定。

每个历史数据趋势曲线应包括 600 个历史趋势值，时间标度可由运行人员按 05 分钟、1 分钟、2 分钟、5 分钟、10 分钟、15 分钟、30 分钟和 60 分钟进行选择。

趋势显示画面还应同时用数字显示出变量的数值。

趋势显示应可存贮在内部存储器中，并应便于运行人员调用，运行人员亦可按要求组态趋势并保存在外部存储器中，以便今后调用。

可在趋势图上切点观察任一时点的值。

4) 报警显示

系统应能通过接点状态的变化，或者参照预先存储和参考值，对模拟量输入、计算点、平均值、变化速率、其他变化值进行扫描比较，分辨出状态的异常、正常或状态的变化。若确认某一点越过预先设置的限值，LCD 屏幕应显示报警，并发出声响信号。

报警显示应按时间顺序排列，最新发生的报警应优先显示在报警画面的顶部或底部，每一个报警点可有 6 个不同的优先级，并用 6 种不同的颜色显示该点的 Tag 加以区分。

报警应可一次击键进行确认。在某一站上对某一点发生的报警进行确认后，则所有其他站上该点发出的报警也应同时被确认。某一点发出的报警确认后，该报警点显示的背景颜色应有变化并消去音响信号。

应采用闪光、颜色变化等手段，区分出未经确认的报警和已经确认的报警。

当某一未经确认的报警变量恢复至正常时，应在报警清单中清除该报警变量，并由仍处于报警状态的其他报警点自行填补其位置空缺。

所有出现的报警及报警恢复均应存储下来，并可由操作员选择打印。

若某一已经确认的报警再一次发出报警时，应作为最新报警再一次显示在报警画面的顶部。改变点的标号的颜色来指示发生重新报警的次数。

所有带报警限值的模拟量输入信号和计算变量，均应分别设置“报警死区”，以减少参数在接近报警限值时产生的频繁报警。

在设备停运及设备启动时，应有模拟量和数字量的“报警闭锁”功能，以减少不必要的报警。可由操作员站上实施这一功能。启动结束后，“报警闭锁”功能应自动解除。“报警闭锁”不应影响对该变量的扫描采集。

对所有输入信号和计算变量均应提供可变的报警限值。这些报警限值可以是过程参数（如负荷、流量、温度）的一个函数。

报警信息中应标明与该报警相对应的显示画面的检索名称。

在操作员站，通过一次击键应能调用多页的报警一览。报警一览的信息应以表格形式显示，并应包括如下内容：点的标志号、点的描述、带工程单位的当前值、带工程单位的报警限值、报警状态（高或低）及报警发生的时间。每一页报警一览应有 20 个报警点，报警一览至少应有 1000 个报警点。（包括系统诊断报警点）。

e) 其他显示

1) 帮助显示

为帮助运行人员在机组的启、停或紧急工况时，能成功地操作，系统应提供在线的帮助显示软件包。

运行人员可通过相应的 **Help** 键，调用帮助显示画面。

除标准的帮助显示画面外，还应让用户使用这种帮助显示软件包生成新的帮助画面，以适应一些特别的运行工况。

2) 系统状态显示

系统状态显示应表现出与数据通讯总线相连接的各个站（或称 DPU）的状态。各个站内所有 I/O 模件的运行状态均应包括在系统状态显示中，任何一个站或模件发生故障，相应的状态显示画面应改变颜色和亮度以引起运行人员的注意。

记录

所有记录应使用可编辑的标题，而不应是预先打印的形式。应按用户指定的格式（包括中文），确定所有记录的标题。

记录功能可由程序指令或运行人员指令控制，数据库中所具有的所有过程点均应可以记录。

a) 定期记录

定期记录包括交接班记录、日报和月报。交接班记录和日报，系统应在每 30 分钟或一小时的时间间隔内，提供 500 个预选变量的记录。而对月报，则在每一天的时间间隔内，提供 500 个预选变量的记录。在每一个交接班后，或每一天结束时，或每个月结束时，应自动进行记录打印，或根据运行人员指令召唤打印。

b) 运行人员操作记录

系统应记录运行人员在集控室进行的所有操作项目及每次操作的精确时间。通过对运行人员操作行为的准确记录，可便于分析运行人员的操作意图，分析机组事故的原因。系统至少应提供 5000 个运行人员不可清除的记录。

c) 事件顺序记录 (SOE)

监控系统提供的 SOE 系统必须是监控系统整体的组成部分，不允许采用单独的 SOE 装置。系统应提供高速顺序记录，其时间分辨率应不大于 1ms。所有事件记录应参比于同一时间标准。提供的 SOE 应具备以下功能：

- 1) 应在 SOE 数据收集启动后通知操作员站：SOE 数据收集已经开始。
- 2) SOE 卡件应具备数字量输入卡件的所有功能。
- 3) 系统设计应考虑 SOE 报表的历史数据存储和检索功能。

接入事件顺序记录装置的任何一点的状态变化至特定状态时，立即启动事件顺序记录装置。事件顺序记录应包括测点状态、描述。SOE 记录应按时间顺序排列，并按小时、分、秒和毫秒打印出来。

事件顺序记录完成后，应自动打印出来，并自动将记录存储在存储器内，以便以后按操作员的指令打印出来。存储器应有足够的空间，以存储至少 5000 个事件顺序记录，这种足够的存储空间应保证不会丢失输入状态改变的信号，并且在 SOE 记录打印时，留有足够的采集空间。

d) 跳闸记录

应提供跳闸后的分析记录。一旦检测到机组某一主设备跳闸，程序应立即打印出表征机组主设备的 128 个变量的完整记录。跳闸记录应按跳闸前 10 分钟以 10 秒时间间隔和跳闸后 5 分钟以 1 秒时间间隔进行。

跳闸记录应自动打印或按运行人员指令打印。

e) 操作员记录

操作员记录可按要求进行。可预先选择记录打印的时间间隔或立即由打印机打印出来。操作员记录可由 20 个组构成，每组 16 个参数。所有具有地址的点均可设置到操作员记录中。

f) 设备运行记录

在每天结束时，应记录设备的累计运行小时数和起停次数。

7.2.2.15 历史数据的存储和检索（HSR）

设置 HSR 的目的是保存长期的详细的运行资料。提供的 HSR 站应具备系统和网络管理、数据库管理、数据存储及检索功能。在监控系统的任何操作员站上均能进行历史数据的检索。

HSR 站至少应可处理 3000 个过程点，生产工艺系统所有涉及设备和人身安全的重要模拟量控制和监视点应至少每秒采样 1 次；所有非重要过程点的采样周期可适当加大。HSR 站上的所有过程数据可存储 30 天，系统设计中应采用差异存储技术以减少数据存储空间。

应提供长期存储历史数据的可读写光盘驱动器，当 HSR 站中的存储数据所占空间达到总容量的 60%时，系统应自动将数据转存至可读写光盘，并在 LCD 上报警通知运行人员。HSR 站的检索可按指令进行打印或在 LCD 上显示出来。

7.2.2.16 性能计算

应提供在线性能计算的能力，以计算调相机及辅机的各种效率及性能参数，这些计算值及各种中间计算值应有打印记录并能在 LCD 上显示，大部分的计算应采用输入数据的算术平均值。性能计算至少应有下列内容：

- 1) 调相机的无功电度。
- 2) 厂用电率（每小时、每值、每日厂用电率）
- 3) 厂用电量（每小时、每值、每日厂用电量）
- 4) 主要设备运行小时数
- 5) 断路器跳合闸次数

6) 按运行要求对电流、电压、功率、频率、电度量及温度进行统计分析、并自动或随机打印绘制曲线。

7.2.2.17 模拟量控制系统（MCS）

1) 模拟量控制系统应包括由微处理器构成的各个子系统，应将调相机、励磁控制单元作为一个单元整体进行控制，使调相机和励磁控制单元同时响应控制的要求，确保机组快速、稳定地满足负荷的变化，并保持稳定的运行。

2) 控制系统应满足机组安全启、停及快速再启动运行的要求。

3) 控制系统应划分为若干子系统，子系统设计应遵守“独立完整”的原则，以保持数据通讯总线上信息交换量最少。

4) 冗余组态的控制系统，在控制系统局部故障时，不引起机组的危急状态，并将这一影响降到最小。

5) 在自动控制范围内，控制系统应能处于自动方式而不需任何性质的人工干预。

6) 控制系统应能调节控制装置以达到规定的性能保证指标，控制设备实现性能要求的能力，不应受到控制系统的限制。

7) 如系统某一部分必须具备的条件不满足时，联锁逻辑应阻止该部分投“自动”方式。同时，在条件不具备或系统故障时，系统受影响部分应不再继续自动运行，或将控制方式转换为另一种自动方式。

8) 控制系统任何部分运行方式的切换，不论是人为的还是由联锁系统自动的，均应平滑运行，不应引起过程变量的扰动，并且不需运行人员的修正。

9) 控制系统的输出信号应为脉冲量或 4~20mA 连续信号，并应有上下限定，以保证控制系统故障时机组设备的安全。

7.2.2.18 顺序控制系统（SCS）

SCS 用于自动顺序操作，目的是在机组启、停时减少操作人员的常规操作和机组的启停时间。

对于顺控项及其相关设备，它们的状态、启动许可条件、操作顺序和运行方式，均应在 LCD 上显示出系统画面。

在手动顺序控制方式下，应为操作员提供操作指导，这些操作指导应以图形方式显示在 LCD 上，即按照顺序进行，可显示下一步应被执行的程序步骤，并根据设备状态变化的反馈信号，在 LCD 上改变相应设备的颜色。

时性和运行人员通过手动指令，可修改顺序或对执行的顺序跳步，但这种运行方式必须满足安全要求。

控制顺序中的每一步均应通过从设备来的反馈信号得以确认，每一步都应监视预定的执行时间。如果顺序未能在约定的时间内完成，则报警，且禁止顺序进行下去。如果事故消除，在运行人员再次启动后，可使程序再进行下去。

在自动顺序控制期间，出现任何故障或运行人员中断信号，应使正在进行的程序中断并回到安全状态，使程序中断的故障或运行人员指令应在 LCD 上显示，并由打印机打印出来。当故障排除后，顺序控制在确认无误后再进行启动。

运行人员应可在 LCD/键盘上操作每一个被控对象。手动操作应有许可条件，以防运行人员误动作。同样，逻辑中应提供相关的联锁，以防设备在非安全或潜在危险工况下运行。设备控制一般分三种模式：手动（操作员控制），自动控制，后备。

1) 在手动模式下，操作员将根据机组运行需要进行设备的起/停、开/关操作。非频繁操作设备或无人监视工况下不可进行启动的设备只提供手动控制。

2) 维持过程控制而需要频繁起停的设备应提供自动控制模式。原则上，自动逻辑引起的动作不应报警，保护联锁触发时自动功能失效应产生报警。

3) 冗余或具有指定备用的设备应提供后备（STANDBY）控制模式。当过程参数表明在役设备已故障，处于后备模式的备用设备应自动启动，连续运行直至操作员或保护联锁发出停运指令。系统应提供报警以提醒操作员备用设备已启动。

所有设备均应提供手动模式。自动和后备模式应根据设备运行要求按需提供。

设备的联锁、保护指令应具有最高优先级；手动指令则比自动指令优先。被控设备的“启动”、“停止”或“开”、“关”指令应互相闭锁，且应使被控设备向安全方向动作。

保护和联锁功能应保持始终有效，应设计成无法由运行人员人工切除。当由于运行工况需要进行切除时，系统应采用明显的特殊标志予以标识，以便运行人员了解实际保护和联锁功能的投入状态。

SCS 应通过联锁、联跳和保护跳闸功能来保证被控对象的安全。

为了便于运行人员迅速查找事故发生原因，应在 SCS 中提供所有设备跳闸事件的首出原因判断逻辑。

7.2.3 调相机远动信息

调相机远动信息由 DCS 控制单元采集，DCS 具有一套与升压站远动工作站的冗余通信接口上传至调度或接收调度的指令。远动信息的采集与传输满足电网调度直采直送、交流采样、实可靠性要求。

8.2.3.1 需采集的远动信息如下（暂定，后续可根据需要进行调整）：

a) 遥测量

- 1) 调相机无功功率、电流、电压；
- 2) 调相变高压侧有功功率、无功功率、电流、电压；
- 3) 调相机短线路电流、电压；

b) 遥信量

- 1) 断路器位置信号；
- 2) 隔离开关、接地刀闸位置信号；
- 3) 继电保护及自动装置动作信号；

4) 全站事故总信号。

c) 遥调量

调相机无功功率目标值。

7.2.3.2 DCS 控制器及 I/O 配置

每个机柜内的每种类型 I/O 测点都应有 15% 的备用量，每个机柜内应有 15% 的模块插槽备用量。

调相机 DCS 控制单元，每对 DCS 控制器（DPU）分配的 I/O 点数根据产品性能配置，但最多不应超过 300 点。DPU 对数初步根据主机特点、系统规模、重要性、控制器负荷率、测点数量等配置。

因本项目调相机组、电气系统、主要辅机及辅助系统方案的点尚未最终确定，I/O 点数最终的 I/O 点数可能会与实际 I/O 测点数量存在一定出入。

调相机组 DCS 监控系统 I/O

调相机 DCS 监控系统 I/O 测点的统计如下（不含裕量），本表因调相机本体未确定，为初步预估量，每台机组总数不少于 1400 点（不考虑冗余点）。投标方供货系统（SFC、励磁等）由投标方填写和修改：

型式	AI (4~20mA)	AO (4~20mA)	RTD (TV100)	DI	DO	PI	其中 SOE
调相机组本体 测温			56				
调相机加热器	1			5			
刷架监测系统	2			2			
出线罩	1			4	1		
在线状态监视 系统	16			17			

SFC							
励磁							
变压器保护							
同期							
故障录波							
控制电源							
油系统	15		50	148	47		
继电保护	30	10		120	40		
杂项部分	20	10	30	200	80		
其它							
小计							

各投标人可以按照各自的投标设备特点对控制器进行配置，控制器应满足所接入的 I/O 点数并至少提供 15% 的冗余 I/O 点接入要求。

注明：

1) 上述表格中所列 I/O 数量仅为过程点数，不包括备用点、I/O 分配产生的剩余点、DCS 内部的硬接线联系点以及系统要求的附加点。投标方提供 DCS 的 I/O 能力应充分考虑这些因素。DCS 投标商应承诺 DCS 控制单元 I/O 数量在 5% 以内变化将不引起 DCS 控制单元的价格变动。在总 I/O 点数范围内，对不同类型模块数量的调整不引起商务价格的变化。

2) DCS 投标方在配置 DCS 卡件时应充分考虑按机组工艺系统特点、系统功能区功能组等设置原则进行配置，不同的系统测点尽可能配置在不同的控制器和卡件下。

3) 如果 DCS 投标方提供的 DCS 网络结构方案采用服务器-客户端方式，投标方应至少配置两台冗余或容错的服务器。

4) DCS 应由分散处理控制器、数据通讯系统 and 人机接口组成。

7.3 技术资料

7.3.1 一般要求

- 1) 投标方提供的资料应使用国家法定单位制。
- 2) 资料的组织结构清晰、逻辑性强。资料内容要正确、准确、一致、清晰完整，满足工程要求。
- 3) 投标方资料的提交应满足工程进度的要求。在规范书签订后按工程进度提供工程所需技术资料，并经招标方确认。
- 4) 投标方提供的技术资料一般可分为投标阶段，配合工程设计阶段，设备监造检验阶段，施工调试试运、性能验收试验和运行维护等阶段。投标方须满足以上各阶段的具体要求。
- 5) 对于其它没有列入合同技术资料清单，确是工程所必需的文件和资料，一经发现，投标方也应及时免费提供。
- 6) 向投标方提供与合同设备设计制造有关的资料。
- 7) 投标方提供的技术资料共 5 套（套数待定）。
- 8) 投标方提供的图纸应清晰，缩微的图纸不能作为正式资料。

7.3.2 硬件资料

投标方提供的资料应包括涉及所有系统部件的安装、运行、注意事项和维护方法的详细说明，此外还应包括所购设备的完整设备表和详细指南。与设备表相对应的设备项目代号应在所有相关图纸上表示出来，投标方还应根据要求提供其设备代号与市场上可买到的该设备型号间的参照表。

投标方至少应提供下列手册和图纸：

- 1) 系统硬件手册
- 2) 系统操作手册

3) 系统维护手册

4) 系统组态手册

5) 构成系统所有部件的原理图

6) 内部布置图

7) 符合招标方要求格式的外部连接图，图上应有电缆编号和端子编号

8) 每只机柜、操作台的总布置图，这些图中应标明各模件和组装件的编号，并包括正视图、后视图、开孔图、总尺寸及开门所需的净空距离

9) 所有控制和调整装置在维护时所需的校验曲线

10) 所有投标方外购设备手册

11) DCS 使用的一些特殊机械设备详图

12) 安装步骤、装配细节、设备散热和设备重量等

13) 材料清册

14) 所有外围设备的样本（包括液晶显示器、键盘、打印机、硬盘等）

7.3.3 软件资料

a) 投标方应提供足以使招标方能够进行检查和修改的所有系统程序和组态文件，这些文件包括打印出来的程序，并装订成册。

b) 使用高级编程语言的系统站的支撑软件，其至少应有下列有关文件：

1) 系统功能说明

这一文件应采用通俗易懂的文字描述每一个系统的功能，所有特定术语应有定义，此外应配上一定的流程图或类似的描述。

2) 一般软件资料

这一文件应包括所有与编程语言有关的指导和参考手册，特别是应用于采用了特殊计算机硬件的汇编语言，文件应完整、清晰，允许对现有的程序进行修改、增删以及编制新程序，其中还应包括编程和调试的指导性资料。

3) 编程指导材料

投标方应提供用于各系统程序的源码说明，包括交互在程序中的注释，以便整个程序的理解，这一资料应存放在光盘或硬盘内提供给招标方。

7.3.4 用户手册

投标方应提供适合于用户工程师使用的、高质量的用户手册。这些手册应既可用作教材，又可用作参考手册，内容至少应包括：

- 1) 液晶显示器和键盘用户手册
- 2) 图形手册
- 3) 试验、检查、故障检修的投运步骤

7.3.5 控制逻辑文件

投标方应提供适合没有计算机专业知识的控制工程师使用的高质量文件。

控制逻辑文件应清晰完整，并包括下列内容：

- 1) 控制原理图的定义和说明，包括对每一张 SAMA 图和逻辑图所作的说明；
- 2) 所有回路的 SAMA 图，应在图上标出与之相关的联锁和许可条件所在逻辑图的对应编号和注释；
- 3) 包含联锁和许可条件的逻辑图，图上应标出与之相关的 SAMA 图的对应编号和注释；
- 4) 控制工程师的用户手册；

5)所有控制逻辑图必须与组态图相符,控制逻辑图应标识功能节点号、模块号、功能块号等应有的标识。

组态文件打印程序应作为控制系统的一个功能提供给招标方。

7.3.6 I/O 清单

投标方应提供一份含有系统所有过程输入、输出的清单,该清单应包括下列项目:输入/输出点说明、模件和插槽代号、设计编号、端子号、信号类型、故障状态、手动状态、电缆编号、报警限值、计算用途、记录/报表要求、显示格式和修改版本号等等。

投标方应提供一份供设计院使用的 I/O 清单(Excel 格式)电子版,其表格中至少包含序号、测点编号、测点名称(中文)、机柜编号、端子单元号以及端子号。

7.3.7 对电子版图纸的要求

a) 电子文档所使用的软件必须是通用型软件,或经招标方确认的软件。

b) 电子文档必须具备以下功能:

1) 所有图纸能按目录进行查找;

2) 采用数据库超级链接功能。能将现场输入点、输出点和功能块的规范在电子文档中显示。并且数据库可以修改、增加和删除;

3) 电子文档必须可以修改;

4) 提供所有功能块的图库,图库可以修改、增加和删除;

5) 修改图纸的自动插入页功能;

6) 对电子文档中现场输入点、输出点、功能块和页与页之间连接点能提供按顺序的交叉查找功能。

7.4 试验、验收和演示

7.4.1 总则

1) 投标方在制造过程中, 应对设备的材料、连接、组装、工艺、整体以及功能进行试验和检查, 以保证完全符合本规范书和已确认的设计图纸的要求。

2) 招标方应有权在任何时候, 对设备的质量管理情况, 包括设备试验的记录进行检查。

3) 此外, 还应进行工厂验收试验、演示和现场试验。

4) 在试验、检查和演示过程中, 如发现任何不符合本规范书要求的硬件和软件, 投标方都必须及时更换, 由此而引起的任何费用都应由投标方承担。更换后的硬件或软件还必须通过本规范书 10.7.2 和 10.7.3 章节规定的试验和演示的要求。

7.4.2 工厂验收试验和显示

系统在设备制造、软件编制和反映目前系统真实状况的有关文件完成后, 投标方应在发货前进行能使招标方满意的工厂验收试验和演示。

除规定的工厂验收试验和演示外, 招标方有权在投标方的工厂进行各单独功能的试验, 包括硬件试验以及逐个回路的组态和编程检查。在工厂验收和演示前, 系统设计应体现出投标方在设备上所作的最新修改。

7.4.3 试验步骤

试验应包括对所有可联网并已装载软件的设备进行适当的运行。采用仿真设备构成 DCS 所有输入信号、组态和控制输出的一个完整的功能闭环试验。

在开始试验前, 要求所提供的系统已在 45℃ 高温下顺利地运行了 72 小时。投标方应说明这一温度试验步骤及结果。

试验内容至少包括下列项目:

1) 每个模件的微程序工作情况

2) 每个模件的硬件工作情况

- 3) 模拟的报警和状态变化
- 4) 所有操作员接口功能
- 5) 模拟的故障和排除
- 6) DCS 全部失电和部分失电的工作情况
- 7) 模拟的 DCS 自诊断

完成工厂试验后，招标方应观察一个被试验系统所进行的完整演示过程。投标方应提供充足的时间，试验设备和专业人员，以便招标方能检验和评估整个系统。在工厂试验中，至少应有三天时间来进行这一演示。如需延长试验时间，投标方应无偿满足要求。投标方应提供 6 套与目前系统功能和逻辑一致的图纸，供招标方在试验期间使用。

7.4.4 演示至少应有如下项目：

- 1) 对键盘请求的响应
- 2) 完整地显示一幅新画面的时间
- 3) 失电和通电后的反应
- 4) 控制装置的故障排除
- 5) 通讯总线故障
- 6) 过程变量输入变送器故障后的反应
- 7) 所有规定报表的打印
- 8) 性能计算的试验结果

7.4.5 试验失败

投标方应负责修改试验中碰到的所有系统问题，若某些系统需重新试验，则应进行由招标方任意指定的附加项目的试验和检查。DCS 设备只有在成功地通过了试验和演示，并且双方在试验和演示报告上签字后，才能发运。

7.4.6 日程安排

投标方在试验前应向招标方提交一份详细的试验方案，并在计划的工厂验收和演示试验前三周向招标方告知他们的准备情况，在招标方认可后，所有图纸和试验步骤才有效。

7.4.7 设备

投标方应提供进行全部工厂验收试验包括招标方选择的单独功能试验所必需的各种试验和仿真设备及人员。所有试验设备在试验前都须经过校验，并有校验记录。招标方在需要时应能得到这些数据。

7.4.8 现场试验

(1) 初步检查

现场安装完成后，在设备通电前，投标方应仔细检查所有的设备、现场接线，电源和安装情况，在检查无误后，系统方可授电。投标方可以进行其标准的诊断试验。现场输入和输出信号，由施工人员按投标方图纸负责接线。

(2) 现场可利用率试验 (SAT)

现场条件满足后，应采用实际的输入、输出信号进行可利用率试验。投标方应核实是否所有的系统和文件都已更新，并准备投入可利用率试验。系统只有在通过了这里所规定的可利用率试验要求后，方能被接受。

投标方应保证 99.95% 的系统可利用率，并在试验期间证实其符合本规范书规定的所有性能。可利用率试验应在 DCS 试运行后开始，试验开始的日期由招投标方共同商定。

DCS 在连续运行 90 天（2160 小时）后，其故障时间小于 2.2 小时，则可认为成功地完成了可利用率试验。若故障时间超过了 2.2 小时，可利用率试验应延长至 180 天，在此期间，故障时间不应该超过 4.3 小时。但是完成可利用率试验的总时间应限制在 270 个连续日内，其间的故障时间不应超过 6.5 小时。若试验结果连续三次超过规定的故障时间限制，则认为试验未通过。

可利用率表明了一个可恢复特性的装置或系统能在规定的时间内完成其规定功能的概率。

a) 定义

1) 可用时间

试验开始至试验结束的整段试验时间内，扣除试验的空等时间和故障时间后的这一段时间为可用时间。

2) 故障时间

故障时间是指投标方提供的任一装置和子系统在实际试验时间内停运的一段时间。

可利用率试验总的故障时间，应为试验期间各装置或子系统故障引起的故障时间之和。应受罚的故障时间绝不会比实际经历的故障时间长。

每个装置或子系统都规定了一个加权系数。一个装置或子系统应受罚的故障时间是该装置或子系统的实际故障时间与其加权系数的乘积。

应受罚的故障时间=实际经历的故障时间×加权系数

3) 空等时间

在整段试验时间内由下列事件引起的空等时间将由招投标方协商确定：

- 机组或辅机故障
- 由招标方人员引起的不正常操作

- 招标方信号故障
- 环境条件不符合要求
- 不可抗拒的因素
- 招标方所供电源丧失

4) 可利用率

试验期间的可利用率至少应为本规范书中规定的 99.95%，其计算公式如下：

式中实际试验时间为整段试验时间扣除空等时间。

5) 加权系数

用于各装置或子系统故障时间计算的加权系数，规定如下：

装置或子系统	加权系数
—— 人机接口	
操作员站	n/N
工程师站	0.30
每只 LCD 屏	0.10
每只键盘	0.10
每只鼠标/跟踪球	0.05
每台报警、图形、记录打印机	0.10
硬盘驱动器	0.20
光盘驱动器	0.20
—— 过程接口	
功能处理模件	n/N

I/O 模件	n/N
电源模件	n/N
通讯接口模件	n/N

其中 n 为发生故障的站或模件数量； N 为应投入运行的站或模件数量。

—— 数据通讯系统

与其它控制系统的通讯	0.10
每条数据通讯总线	0.20
两条数据通讯总线	1.0

—— 发生下述工况将直接导致 DCS 现场可用率试验未通过：

由于 DCS 故障造成机组跳闸

所有操作员站功能丧失

由于 DCS 故障而丧失的其它重要控制和保护功能

b) 招标方参与

进行 DCS 的可利用率试验, 试验必须按照已经确认的投标方资料中的运行和维护步骤进行。应操作和维护 DCS 并保存可利用率的记录和报告。投标方应随时提供咨询和所需的现场服务, 以帮助系统的维护。如投标方接到招标方要求其进行现场维护的通知, 投标方服务人员应在通知收到后的 48 小时内到达现场。

c) 可利用率试验规则

在现场, 时间应以小时和十等分小时来计算, 并作记录。现场记录应作为正式的可利用率试验记录。每月应将记录的复印件送交投标方检查。试验期间发生的任何问题, 均应立即通知投标方, 除非招投标方均认为有必要, 否则不得进行系统或硬件的修改。

在可利用率试验开始前，必备的所有 DCS 备品备件，并已存放在现场。在试运行和现场可利用率试验期间，从招标方备品库中借用的备品备件，投标方必须免费给招标方更换。此外，为保证成功地进行试运行和可利用率试验所需的任何部件，投标方均应在 48 小时内提供。

为保证所有的故障均已修复，在可利用率试验结束前 240 小时内，不应再出现故障时间，为满足这一规定，试验的时间限制，可按需要适当延长。

在成功地完成了系统可利用率试验之后，可利用率试验证书应由双方签字认可。

7.5 工作范围和进度要求

7.5.1 投标方的工作范围（包括但不限于此，为了保证系统功能的完整性，即使下列描述没有阐述的工作内容，也属于投标方工作范围，投标方无条件补足，并不产生任何费用）：

（1）本招标文件仅适用于技术规范供货清单所列的设备。其中，包括设备本体及其附件的功能设计、结构、性能、安装和试验等方面的技术要求，以及供货和现场技术服务。

随 DCS 供货的所有机柜、设备之间的供电、信号、通讯、接地电缆应属于投标方的设计范围和供货范围。全厂 DCS 控制单元内所有接地电缆（包括电子装置 / 机柜之间的接地互连电缆）应由投标方负责设计并提供。

本规范书要求的全部外围及附属设备。包含操作员盘、台、椅子等。

（2）投标方的具体工作范围

按照机组运行要求、本规范书的规定和适用的工业标准，配置完整的 DCS 控制系统，并提供必需的技术支持和技术资料。

提供构成 DCS 所必须的全部软硬件（包括紧急情况下使用的硬操作、操作台、值长台、工作座椅等），并全面负责其供货范围内所有设备及其内部之间连线（包括

供电、信号、通讯电缆)的设计和供货。投标方提供的各类控制电缆和通讯电缆应满足屏蔽、接地、阻燃等技术要求,长度应满足现场实际用量的要求。

投标方应为本工程提供全套分散控制系统(DCS)。投标方提供设备应达到本规范书规定的全部硬、软件功能要求,并进行DCS软件的编程和调试,提供完整的DCS硬件和系统支持软件。投标方完成所供设备和系统支持软件的现场调试;提供软、硬件产品说明书及编程、组态、调整、维护等手册;提供全套工程设计组态资料(包括组态图、各系统控制逻辑设计说明、组态说明、功能说明书、网络结构图),提供数据备份装置及负责与全厂对时联网接口。

投标方负责保证提供的整套DCS软、硬件及组态设计达到本协议中对DCS功能、性能的要求。投标方及软件组态和相关现场技术服务在组态前完成相应的SAMA图和逻辑框图的详细设计,并提供组态图、各系统控制逻辑设计说明、组态说明、功能说明书、网络结构图等,在此基础上进行DCS软件的组态编程和调试配合工作,定义I/O功能,并按照招标方要求向招标方提供最终数据库或标签库或I/O组态清册。此外还包括与各其它供货商供应的控制系统和设备通讯接口的调试工作。DCS控制单元与其它控制系统之间的通讯接口试验由投标方负责完成,并在投标书中提出可行的试验计划,由招标方认可。投标方应负担通讯接口试验所需要的费用。投标方负责保证提供的整套DCS软、硬件及组态设计达到本规范书中对功能和性能的要求。

应在制造厂内,由具有丰富经验的专家及训练有素的专职人员,使用仿真和测试设备,接入DCS的输入输出信号,进行闭环运行、测试和演示,确认主辅DCS的功能和性能符合本规范书的要求。仿真测试包含所有组态功能,仿真次数不少于5次,保证最后一次仿真完整通过。招标方有权在设备验收期间对DCS的功能及性能进行全面检查或抽查,出厂前投标方应向招标方提供真实有效的全套测试报告。投标方应提出验收测试的初步方案并在联络会上由招标方认可。

软件组态在DCS厂内完成,完成所有DCS控制系统的软件组态工作。投标方组态若采用分包方式进行,投标方需提供本工程软件组态分包商的相关工作业绩和

技术人员组成，由招标方进行确认。且投标方负责保证提供的整套 DCS 软、硬件及组态设计达到本协议中对 DCS 功能、性能的要求。投标方的分包商完全执行本协议的要求。投标方作为本工程的总承包商负责本工程软件组态中所应承担的全部责任。投标方及软件组态和相关现场技术服务的分包商在组态前完成相应的 SAMA 图和逻辑框图的详细设计，并提供组态图、各系统控制逻辑设计说明、组态说明、功能说明书、网络结构图等，在此基础上进行 DCS 软件的组态编程和调试配合工作，定义 I/O 功能，并按照招标方要求向招标方提供最终数据库或标签库或 I/O 组态清册。此外还包括与各其它供货商供应的控制系统和设备通讯接口的调试工作。DCS 控制单元与其它控制系统之间的通讯接口试验由投标方负责完成，并在投标书中提出可行的试验计划，由招标方认可。投标方应负担通讯接口试验所需要的费用。投标方负责保证提供的整套 DCS 软、硬件及组态设计达到本规范书中对功能和性能的要求。

（4）投标方负责审查工程软件组态的控制逻辑与所供硬件和支持软件的性能是否吻合，并确认其逻辑设计的正确性、合理性。

按照合同规定的进度要求，按时发运 DCS 设备。负责召开 DCS 控制单元所有工程设计联络会，承担全部会务费用。根据本规范书的要求，向招标方提供施工图设计、安装调试、运行维护、系统二次开发所需的全部图纸、资料，并对系统的安装进行指导。工程设计包括（不限于此）：SCS、MCS、DAS 等相关功能设计的说明书，机组级功能组、子功能组、驱动级的控制逻辑框图，MCS 调节 SAMA 图、所有功能组、子功能组、驱动级的组态图、DCS 的设备及机柜内部安装接线图、工艺系统 I/O 信号分配及 DCS 机柜端子排布置，DCS 内部供电系统图和电源分配图，内部电缆清册等，其内容应包括以下内容（但不限于）：

负责主机“一键启停”的设计。

DCS 控制单元人-机接口设计（包括操作员站、工程师站等）。

数据采集功能（DAS）设计。

模拟量控制功能（MCS）设计。

顺序控制功能（SCS）设计。

与其他厂家控制系统及设备的接口设计及调试。

DCS 接地系统设计（包括对各控制机柜柜内和柜间的接地要求、接地电阻要求、接地电缆截面要求等）。

DCS 控制柜内部电源及柜间电缆设计（包括 DCS 外围设备电源电缆的设计和供货）及内部电缆连接。

负责全厂控制系统网络的整体设计。

通电启动和调试服务，直到所供系统能在机组各种工况下有效地控制机组运行达到 DCS 全部的功能及性能要求，在机组运行投产后，在本技术规范书要求的时间内完成 DCS 控制系统性能验收试验。

根据本规范书的要求，向招标方提供系统优化运行所必需的系统文件，使招标方能掌握组态、编程、维护、修改和调试系统。

负责培训招标方的维护和工程技术人员，并使这些培训人员能得心应手地操作、维护、修改和调试系统。

系统总接地应能直接接到电厂电气接地网上。招标方不接受需设单独接地网的 DCS。投标方应满足招标方系统接地方式要求。（含盘柜浮空用的绝缘材料）

提供 DCS 安装设计所需的全套资料。投标方提供国内同类机组的控制策略及本工程的初步控制策略。

DCS 作为全厂自动化系统的基础和核心，投标方应与由其它设备供货商供应的控制系统和设备协调，并负责相关的硬接线和/或数字通讯的软硬件接口（包括软件组态及其驱动软件、接口设备）。投标方应承诺与其他供货商供应的控制系统接口的型式和数量能够满足招标方对控制系统整体设计方案的要求。除非另有定义，其

接口分界点在其它供货商供应的控制系统和设备的进/出线端子上,由该端子至 DCS 设备的通讯线应由 DCS 负责供货。

投标方在投标书中所附的系统配置图和电源系统配置图应反映出系统设备的布置位置和设备数量。

投标方所设计系统的机组自动控制水平,系统可靠性,机组保护与联锁功能等方面都应达到同类机组的先进水平,以满足本工程机组在机组集控室内实现整套机组的启停操作和事故处理的要求。

如果本工程 DCS 控制单元设备在发货之前,DCS 软、硬件有所更新,投标方应按招标方要求无条件予以提供新的控制系统硬件,并保持供货价格不变。投标方提供的新系统的硬件配置应保持原系统的配置水平,即保持控制器数量、过程控制系统节点数量、控制回路及 I/O 配置数量、操作员站及服务器的配置数量等不发生变化。

如生产进度有延误,投标方应及时采取补救措施,保证交货的时间。

与招标方的全厂时钟系统接口,实现系统时间与招标方全厂时间的同步与统一管理。DCS 保证系统具有时间管理功能外,配备接收时钟信号的软硬件,实现本项目要求。投标方负责将时钟信号送至 DCS 的接收第一个机柜,系统内信号处理与功能实施由投标方负责。投标方在 DCS 设备出厂前,应完成所有系统的软、硬件组态工作,并完成与各其它供货商供应的控制系统和设备通讯接口的调试工作。DCS 控制单元与其他控制系统之间的通讯接口试验由投标方负责完成,并在投标书中提出可行的试验计划,由招标方认可。投标方应负责承担接口试验所需要的费用。投标方在整个调试期间应配合调试单位完成现场逻辑组态优化、修改。

(5) DCS 与招标方的全厂信息系统接口,通过接口计算机(DCS 侧接口计算机及接口配件、软件由投标方负责供货,每套单元 DCS 配一套接口计算机)实现连接,投标方必须保证 DCS 侧的相关硬件、软件、标准、兼容性等满足接口要求(过程中如需要增加、更换、补充、修改等工作,投标方无条件进行并按要求完成),全

过程配合相应供应商、招标方完成本项工作。DCS 控制单元与 SIS 的接口中，DCS 应具有严格可靠的防病毒、防写等能力，与全厂信息系统接口应该配置单向隔离网闸，单向隔离装置由全厂信息系统提供，只具有只读功能而无回读功能是基本的安全要求。

7.5.2 投标方的工作范围

(1) 投标方将提供下列设备和服务：

所有电缆敷设和投标方提供的过程 IO 端子柜上的接线及机柜的指导安装工作；

所有模拟量输入信号传感器，如变送器、热电偶、热电阻及分析仪表；

所有数字量输入信号接点和脉冲设备；

所有执行机构、电动机；

(2) 按照投标方要求提供 DCS 总电源；

提供 P&ID 图和 I/O 清单、设备编码原则以及 DCS 初步 I/O 清单；

DCS 设备现场卸载和指导安装所需的劳动力及服务；

提供有关的基础资料及必要的说明；

控制室及电子设备间布置图；

有关电缆通道布置图。

7.5.3 工作范围界面

以 DCS 设备接线端子排为界面，投标方负责端子排内、外的 I/O 信息来源和接线，提供 DCS 控制单元（电源柜、操作员站、工程师站、模件柜、端子柜和配套中间继电器柜、接地箱等）之间的连接电缆敷设，应用软件设计、组态、出厂调试及现场软件恢复调试等工作属投标方责任。投标方提供 DCS 控制单元（电源柜、操作员站、工程师站、模件柜、端子柜和配套中间继电器柜、接地箱等）之间的连接电缆（包括通讯电缆、电源电缆、接地电缆），要求采用预制电缆。

8 同期、计量及测量

8.1 规范性引用文件

本招标文件范围内的设备首先采用中华人民共和国国家标准及部颁标准和行业标准，在国内标准不完善的情况下，可采用相应的国际标准（如 IEC、IEEE 等）中最适宜的条款部分或双方认定的其他国家标准。所采用的标准必须是最新版本。

提供的所有设备及零件按国际标准化组织 ISO9000 质量体系制造，图纸和文件均采用国际度量制单位（SI）和 IEC 规定的图例符号表示。

除非合同另有规定，提供的设备和配套件要符合以下标准但不局限于以下标准

DL/T 1348-2014 自动准同期装置通用技术条件

GB 14285-2006 继电保护和安全自动装置技术规程

DL/T 5136-2012 火力发电厂、变电所二次接线设计技术规程

DL/T 671-2010 发电机变压器组保护装置通用技术条件

DL/T 478-2010 继电保护和安全自动装置通用技术条件

DL 280-2012 电力系统同步相量测量装置通用技术条件

国家电网设备〔2018〕979 号 国家电网有限公司十八项电网重大反事故措施（2018 年修订版）

防止电力生产事故的二十五项重点要求（2023 版）

8.2 同期装置技术要求

8.2.1 总的技术要求

环境温度在 $-25^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$ 时，装置应能正常工作并且满足本部分所规定的精度。

同期装置、同期柜之间，同期柜和其他设备之间，应采用光电耦合或继电器空触点进行连接，不应有电的联系。

在雷击过电压下，一次回路操作、系统故障及其他强干扰作用下，不应误动和拒动。装置抗电磁干扰能力应符合国标及行标相关标准。装置调试端口应有隔离措施。

同期装置的插件应接触可靠，并且有良好的互换性，以便检修时能迅速更换。

直流电压消失时，装置不应误动，同时应有输出触点以启动告警信号。直流电压在 80%~115%额定范围内变化时，装置应正确工作。直流电压波纹系数 $\leq 5\%$ 时，装置应正确工作。拉合直流电源时，装置不应误动作。直流电压出现各种异常情况（如短路、断线、一点接地等）时装置不应误动作。

应提供标准的试验插件及试验插头，以便对各套装置的输入和输出回路进行隔离或能通入电压进行试验。

同期柜内各电压量的中性线必须分开。

各套装置应有监视及自诊断功能来监测出口电路、主要电路、装置异常及交直流消失等，以便在动作后启动告警信号、远动信号、事件记录等。

装置中任一元件损坏时，装置不应误动作。

投标方应提供装置已经运行的情况以及在运行或制造过程中改进情况资料。

投标方应提供符合国家电网有限公司要求的通用规约文本。

同期装置应具备以太网口、RS232 或 RS485，可以连接打印机。

同期装置应具备通信网络对时和卫星时钟对时功能。具备 IRIG B（DC）及脉冲对时功能，并通过同期柜端子排接线。

所提供装置的软件版本及校验码应与招标方进行确认，并提供配套的使用说明书和相关定值清单。

同期装置采用微机型自动准同期装置。

同期方式为在调相机组惰走的过程中，由同期装置实现捕捉同期点并网的自动同期方式。

同期装置应具备自动补偿同期点两侧电压固有相位角差功能。

8.2.2 额定电气参数

a) 直流电源

额定电压：DC220V

允许偏差：-20%~+10%；

纹波系数：不大于 5%。

b) 交流回路

额定电压：100V、57.5V

频率：50Hz；

过载能力：1.5 倍 UN，连续工作。

同期装置应满足可靠性和准确性的要求，可靠性指装置不误发也不拒发调压、合闸指令，准确性是指装置能正确地发出升、降压及合闸指令。在差频并网方式下，在不考虑断路器合闸时间离散性的情况下，保证合闸角度误差不应超过 $\pm 2^\circ$ 。

8.2.3 具体技术要求

装置可供调相机并网，具备自动识别并网性质的功能。

可以整定的同期参数和装置参数包括如下：允许压差、允许频差、频差加速度闭锁值、待并侧 TV 二次实际额定电压、系统侧 TV 二次实际额定电压、调相机过电压保护值、低电压闭锁值、系统侧超前待并侧角度、允许合闸角度值、合闸回路动作时间、TV 断线判据投入、自动调压功能投退允许同期时间等。

装置在调相机并网过程中，对待并机组电压进行控制，确保最快最平稳地使频差及压差进入整定范围，实现快速的并网。

装置能适应 TV 二次电压为相电压 57.7V 或线电压 100V，并具备转角功能。

具备过压保护功能，一旦机组电压出现超出给定的过压值时（过压值可根据用户要求进行整定），立即输出持续降压信号，直至机组电压恢复正常为止。

装置应具有在线自动检测功能。在装置运行期间，装置中模块或部件（出口继电器除外）损坏时，装置不应误发合闸指令，且应发出装置异常信号。

装置应设有当地信息显示功能，能实时显示并网过程中的电压、频率、角度等信息。

装置应具有以时间顺序记录的方式记录正常运行及操作过程中的各种信息，如开关量变位、合闸成功、合闸失败、失败原因等。

装置应具有合闸录波功能，应符合 COMTRADE 格式，以记录装置合闸的动作过程，宜包含并网两侧电压、频率、压差、频差、角差、开关位置、合闸指令等。

装置完成并网操作后将自动显示断路器合闸回路实际动作时间，可作为断路器工况稳定与否的信息。

装置应采用全封闭和严密的电磁及光电隔离措施，能适应恶劣的工作环境。

装置可根据整定的参数实施并列点单侧无压合闸或双侧无压合闸。

装置的参数整定及逻辑功能应能在确保设备和电网安全稳定的前提下，满足同期并网成功率的要求。

接入装置的系统侧及待并侧电压可适应 AC10~264V 范围，100VAC 时功耗不大于 0.5VA。

控制信号继电器（“合闸”、“升压”、“降压”）、其他信号输出接点（“合闸录波”、“报警”、“装置闭锁”、“失电”、“功角越限”、“压差越限”）容量为 AC125V/10A 或 AC250V/5A 或 DC110V/5A，动作时间小于 10ms。

测量精度：频率为 $\pm 0.01\text{Hz}$ （35-65Hz 范围）、角度为 $\pm 1^\circ$ （两侧电压高于 46VAC 时）、电压为 $\pm 1\text{V}$ （ $<100\text{V}$ 时）或 $\pm 1\%$ （100V 时）；

装置电源采用直流 DC220V 电源，功耗不大于 20VA。

绝缘强度：强电回路对地可耐受： 2000VAC.50Hz.1min。

弱电回路对地可耐受： 500VAC.50Hz.1min。

强弱电回路间可耐受： 1000VAC.50Hz.1min

同期控制器应能正常、可靠地工作，不误动、扰动、拒动。对电源及远程信号传输电缆应采取有效的防雷及抗浪涌措施。

本工程调相机变压器组接入 35kV 母线，机组的同期装置应能实现调相机变压器高压侧 35kV 断路器的自动准同期功能。同时该装置应能满足现场安装环境及安装尺寸。

为了适应数字化站建设的需求，准同期装置应该具备至少 2 路以太网接口，支持 IEC61850、MODBUS 及 DL/T 667、DL/T 860 规定的通信规约，能够通讯接入冗余的调相机 DCS 控制单元 A、B 网，并将同期装置重要信息通讯上传 DCS 监视系统。每套同期装置应有相应的对时接口，使用 RS-485 串行数据通信接口接收站内统一设置的时钟对时系统发出的 IRIG-B 时码。

为了进一步提高准同期装置的可靠性，准同期装置应采用双 AD 采样、双重处理器或双核处理器，二者互相校验、出错报警。

同期屏应具有独立的同期鉴定功能，应安装独立的同期鉴定闭锁继电器。

同期屏内应包括同期系统辅助继电器。

同期装置需满足调相机惰转、变滑差并网特性等要求，保证同期点一次捕捉成功率 99%，二次捕捉成功率 100%。

同期装置性能指标如下：

- a) 同期装置交流电压工频有效值线性测量范围为 $(0.01 \sim 1.2) U_N$ ；
- b) 同期装置频率线性测量范围为 $(0.9 \sim 1.1) f_N$ ；
- c) 同期装置电压波形采样精度为 1%；
- d) 同期装置相位测量精度为 $\pm 1^\circ$ ；
- e) 同期装置频率测量精度为 $\pm 0.01 \text{Hz}$ ；

时钟扩展装置：设置一台时钟扩展装置。主时钟单元按双重化配置，每套时钟单元需为冗余的北斗信号线。时钟扩展设备应提供足够的串行通信接口，应具备足够的接口满足 DCS 监控系统、电量计费系统、微机保护、远动装置、故障录波器等等对时需要，并能够根据需要加以扩充以满足现场要求，并且可以通过光电转换装置实现与原升压站时钟同步系统的通信。

屏柜的要求：

屏体要求详见《国家电网继电保护柜、屏制造规范》。

内部配线的额定电压为 1000V，应采用防潮隔热和防火的交联聚乙烯绝缘铜绞线，其最小等效截面不小于 1.5mm^2 ，但对于 TA 和 TV 的等效截面不应小于 2.5mm^2 。导线应无划痕和损伤。投标方应提供配线槽以便于固定电缆，并将电缆连接到端子排。投标方应对所供设备的内部配线、设备的特性和功能的正确性全面负责。所有连接于端子排的内部配线，应以标志条和有标志的线套加以识别。

所有端子采用额定值为 1000V、10A 的压接型端子。电流回路的端子应能接不小于 4mm^2 的电缆芯线。TA 和 TV 的二次回路应提供标准的试验端子，便于断开或短接各装置的输入与输出回路；保护柜内电压回路每相及 N 相端子均应采用多个连接端子（不少于 3 个）；对所有装置的跳闸出口回路应提供各回路分别操作的

试验部件或连接片，以便于必要时解除其出口回路。一个端子只允许接入一根导线。端子排间应有足够的绝缘，端子排应根据功能分段排列，并加入可进行标注的隔离件，至少留有 10% 的备用端子，且可在必要时再增加。端子排间应留有足够的空间，便于外部电缆的连接。断路器的跳闸或合闸回路端子、直流电源的正负极不应布置在相邻的端子上，便于外部电缆的连接。

同一保护柜内若有多路直流电源引入，应接入不同安装单元端子排，且每路电源正、负极之间应有端子隔开。屏上跳闸回路应采用能接 4mm^2 截面电缆芯的端子，并且跳闸回路的公共端子应采用多个端子的连接方式，以保证一个端子只允许接入一根电缆芯。屏上电源回路应采用能接 4mm^2 截面电缆芯的端子，并且要求正、负极之间应有端子隔开。

控制柜应装有截面为 100mm^2 的铜接地母线（不要求与柜体绝缘），接地母线末端应装好可靠的压接式端子，以备接到电站的接地网上。屏柜内所有装置、电缆屏蔽层、屏柜门体的接地端应用截面积不小于 4mm^2 的多股铜线与其相连。接入屏柜的所有二次电缆均使用屏蔽电缆，电缆屏蔽层应在电缆两端可靠接地。

屏面上信号灯和复归按钮的安装位置应便于运行监视、操作和维护。

屏上的所有设备（包括继电器、控制开关、熔断器、空气开关、指示灯及其他独立安装的设备），均应有便于识别铭牌或标签框。

保护柜所有空气开关应设在门外。

柜上设备应采用嵌入式或半嵌入式安装和背后接线。

对于必须按制造厂的规定才能进行更换的部件和插件，应有特殊的符号标出。

8.3 电能计量单元

投标方应提供 1 套电能计量单元。配置见供货范围，最终设备元件配置及数量以施工图为准。投标方最终以设计单位施工图蓝图为制造依据。并且不产生商务变化。

8.3.1 电能计量单元主要设备技术要求

(1) 技术要求

- 1) 电子式可编程的三相四线电能表，并具有脉冲输出和远方通讯等功能。
- 2) 精度要求：0.2S 级
- 3) 自适应宽电压：46~528VAC
- 4) 自适应宽电流：1~10A
- 5) 浪涌承受力：10.5kV，1.2/50 毫秒；2000V，50HZ，1 分钟
- 6) 启动最小电流：小于 1mA
- 7) 启动延迟：从上电到有脉冲输出，时间不超过 3 秒
- 8) 时间基准：可编程为电网频率或内部精振（精度：23℃时，+5ppm）
- 9) 输出继电器：根据要求可任意设置为有功、无功电能脉冲输出
- 10) 输出常数：1~5000 脉冲/千瓦时（可编程）
- 11) 脉宽：80ms，脉冲宽度应可调具体宽度在设联会确定
- 12) 内部电池应有足够的容量，当外接电源中断时，电能量数据保存时间大于 30 天；内部电池工作寿命大于 5 年；
- 13) 多功能电能表 MTBF \geq 45,000 小时，使用寿命不少于 15 年。
- 14) 在参比条件下，当功率因数 $\cos \Phi=1.0$ 时，负荷电流在额定电流的 2%~150% 下的双向有功电能误差小于 $\pm 0.2\%$ ，当功率因数 $\cos \Phi=0.5C$ 或 $0.5L$ 时，负荷电流在额定的 2%~150% 下的双向有功电能误差小于 $\pm 0.2\%$ ，上述误差在出厂时需校准在额定准确度的 60% 以内；

15)在参比条件下,当功率因数 $\text{SIN}\Phi=1.0$ 时,负荷电流在额定电流的 2%~150% 下的双向无功电能误差小于 $\pm 0.5\%$,当功率因数 $\text{SIN}\Phi=0.8\text{C}$ 或 0.5L 时,负荷电流在额定的 5%~150% 下的双向无功电能误差小于 $\pm 0.5\%$;

16) 电能表年工作误差变化小于额定准确度等级;

17) 电能表应能够满足多个电量采集系统同时读取数据,必须兼容于电能量采集系统;

18) 符合抗电磁干扰的标准: IEC1000-4-2 静电放电试验、IEC1000-4-3 抗辐射干扰试验、IEC1000-4-4 快速暂态试验、IEC1000-4-5 抗冲击试验、IEC1000-4-6 操作干扰试验。

19) 电能表电压输入回路配置专用 TV 回路低压降空气开关;

20) 电度表需具备 485 串口与电量采集装置通信的能力,与电能采集终端应至少支持 DL/T645-2007,并满足最终电能采集终端通信匹配能力,最终通信规约在设计联会确定,投标方应承诺满足匹配,且不影响商务变化;

21) 电度表需具备分时段统计峰谷电量的能力;

22) 电度表需具备与时间同步系统对时的功能,具体对时方式在设计联络会上确定;

23) 各电度表、智能变送装置间电压回路不允许采用环网的方式接入,设专用电压端子排,每个电压回路独立。

24) 屏柜设置总空开,每个设备的交流电源设置单独空开接入。

9 继电保护系统

9.1 保护单元

9.1.1 规范性引用文件

本招标文件范围内的设备首先采用中华人民共和国国家标准及部颁标准和行业标准，在国内标准不完善的情况下，可采用相应的国际标准（如 IEC、IEEE 等）中最适宜的条款部分或双方认定的其他国家标准。所采用的标准必须是最新版本。

提供的所有设备及零件按国际标准化组织 ISO9000 质量体系制造，图纸和文件均采用国际度量制单位（SI）和 IEC 规定的图例符号表示。

除非合同另有规定，提供的设备和配套件要符合以下标准但不局限于以下标准

IEC 60034-16 旋转电机第 16 部分同步电机励磁控制单元

GB/T 7409 同步电机励磁控制单元

GB/T14285-2023 继电保护和安全自动装置技术规程

GB 50660-2011 大中型火力发电厂设计规范

GB/T 17626.2 电磁兼容试验和测量技术静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容试验和测量技术射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4 电磁兼容试验和测量技术电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容试验和测量技术浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 26863 火电站监控系统术语

GB4858 电气继电器的绝缘试验

GB7261 继电器和继电保护装置基本试验方法

GB11287 继电器，继电保护装置振荡（正弦）试验

DL/T 843 大型汽轮发电机励磁控制单元技术条件

DL/T 2948 同步调相机励磁系统现场试验导则

DL/T 490 发电机励磁控制单元及装置安装、验收规程

DL/T 1049 发电机励磁控制单元技术监督规程

DL/T 672 发电机变压器组保护装置通用技术条件

DL/T770 微机变压器组保护装置通用技术条件

DL/T 5428 火力发电厂热工保护单元设计技术规定

QGDW 11767 调相机变压器组保护技术规范

防止电力生产事故的二十五项重点要求（2023 版）

GB/T 37762 同步调相机保护装置通用技术条件

DL/T 2250 同步调相机控制保护系统技术导则

国家电网公司企业标准 《调相机变压器组继电保护标准化设计规范》

调相机组保护应满足国家电网公司的相关技术标准规范，通过国网权威电科院入网检测。

9.1.2 技术要求

（1）总的要求

调相机变压器组保护采用主后一体化配置方案，能反映被保护设备的各种故障及异常状态。

组屏方案：

保护 A 柜：调相机主后一体化保护装置 1 套（含励磁变保护功能）；

保护 B 柜：调相机变压器组三端差动保护 1 套、后备保护 1 套、调相机变压器非电气量保护 1 套、35kV 断路器操作箱 1 台。

最终组屏/柜方式在设计联络会上确定。

主、后备保护的交流电流、交流电压分别取自电流互感器和电压互感器独立的绕组。

调相机启动过程中，保护单元应能适应低电流频率变化和不同运行方式下的运行工况。

非电量保护应设置独立的电源回路，包括直流小空开及其直流电源监视回路。出口跳闸回路应完全独立，在保护柜上的安装位置也应相对独立。

SFC 隔离变保护采用单套保护，包含完整的主保护、后备保护。

非电量保护采用单独装置和电量保护装置共组一面柜。

启动过程中 SFC 本体的保护由 SFC 保护实现。调相机组本体的保护由调变组保护实现。

微机设备应具有异常告警（TV 异常告警、TA 异常告警、SFC 合位异常告警、装置异常、装置告警）、测量、故障录波、对时、打印和通讯等功能。

装置应具有独立性、完整性、成套性。被保护设备包括调相机、调相机变压器、励磁变压器等。在成套装置内应具有被保护设备所必需的保护功能。

装置的保护模块配置应合理，当装置出现单一硬件故障退出运行时，被保护设备应能允许继续运行。

非电量保护经装置处理后输出或进入逻辑电路，保护装置应反映其信号。并通过专门跳闸回路输出跳闸接点。

装置中不同类型的保护，应设有方便的投退功能。

装置应具有必要的参数监视功能。至少包括以下参数：

- 1) 电流（相电流，中性点电流，接地电流，正序、负序和零序电流，差电流等）
- 2) 系统频率；
- 3) 电压和电压/频率；
- 4) 开关量输入/输出；

- 5) 模拟量输入;
- 6) 自检结果;
- 7) 报警和跳闸信号。

装置应具有必要的自动检测功能，当装置自检出元器件损坏时，应能发出装置异常信号，同时闭锁相应的保护而不使装置误动。

装置应具有自复位功能，当软件工作不正常时应能通过自复位电路自动恢复正常工作。

装置各保护软件在任何情况下都不得相互影响。装置的定值应满足保护功能的要求，且易于整定，对于需要经常改变定值的保护应可设置多套可切换的定值。

装置应记录必要的信息（如故障波形数据、事件顺序记录和事故追忆功能）。装置应具有故障记录功能，以记录保护的動作过程，故障记录内容应包括故障时的输入模拟量、开关量、输出开关量、动作元件、动作时间、相别、故障波形数据、事件顺序记录和事故追忆功能等。故障记录应具有时钟同步功能。应保证在故障和直流电源消失时不丢失记录信息，可通过接口送出，并可重复输出，信息内容及输出方式由企业标准规定。

装置的记录功能还应满足以下要求：

- 1) 应能记录保护动作全过程的所有信息并具有存储历史功能;
- 2) 具有显示和打印记录信息的功能，提供了解情况和事故的保护动作信息; 提供分析事故和保护动作行为的记录。
- 3) 提供中文显示界面和中文菜单;
- 4) 应提供必要的辅助功能软件，如通信及维护软件、定值整定辅助软件、故障记录分析软件、调试辅助软件。

装置应以时间顺序记录正常运行的操作信息，如开关变位、开入量输入变位、压板切换，定值修改、定值切换等，记录应保证足够的容量。

保护屏柜端子不允许与装置弱电系统（指 CPU 的电源系统）有直接电气上的联系。针对不同回路应分别采用光电耦合、继电器转接、带屏蔽的变压器磁耦合等隔离措施。

装置应具有独立的内部时钟，其误差每 24h 不应超过 $\pm 5s$ ，并提供外部时钟同步接口。

保护装置具有对时接口，对时误差 $\leq 1ms$ 。

直跳回路措施：对直跳回路采用的重动继电器要求如下：

1) 继电器线圈两端在加入 220V 的工频交流电压下，继电器输出接点应可靠不动作。

2) 动作电压范围: 55%~70 %直流电源电压。动作时间一般大于 10ms，小于 25ms，启动功率（继电器开始动作时的临界功率值）应不小于 5W。

3) 在保护装置内，装置的强电开入回路应与装置保护电源隔离。直跳回路开入量应设置必要的延时防抖回路，防止由于开入量的短暂干扰造成保护装置误动出口。

调相机侧所有保护装置通过单网口接入保护子站采集柜，保护子站采集柜接入前期保护子站管理柜。

优先选用国网要求的“九统一”保护装置。

保护装置的通信接口要求

1) 对时接口：使用 RS-485 串行数据通信接口接收站内统一设置的时钟对时系统发出的 IRIG-B 时码；

2) 通信接口: 3 组通信接口 (三路 IEC61850 以太网通讯口, 两路冗余接入 DCS 交换机网络, 一路接入保信子站), 调试接口、打印机接口。

9.2 保护配置

9.2.1 调相机差动保护

- 1) 差动保护应具有防止区外故障误动的制动特性;
- 2) 具有防止启动过程中误动的措施;
- 3) 具有防止电流互感器 (TA) 暂态饱和过程中误动的措施;
- 4) 可以具有电流互感器 (TA) 断线判别功能, 并能选择闭锁差动或报警, 当电流大于额定电流的 1.2 倍时可自动解除闭锁;
- 5) 具有差流越限告警功能, 发信;
- 6) 整定值的准确度: 5% 或 $0.02I_N$;
- 7) 动作时间 (2 倍整定电流时) 不大于 30ms。

9.2.2 调相机定子匝间保护

- 1) 区外故障时不应误动;
- 2) 电压互感器 (TV) 断线时不应误动;
- 3) 应具有三次谐波电压滤除功能, 三次谐波滤过比应大于 100;
- 4) 时间整定值的准确度 (1.5 倍整定值时): 1% 或 70ms;
- 5) 整定值的准确度: 2.5% 或 0.1V。

9.2.3 调相机复压过流保护

- 1) 自并励的调相机宜具有电流记忆 (保持) 功能;
- 2) 返回系数: 电流、负序电压元件均不小于 0.9, 低电压元件不大于 1.1;

3) 电流整定值的准确度：2.5%或 0.02IN；

4) 低电压整定值的准确度：2.5%或 0.01Un；

5) 负序电压整定值的准确度：5%或 0.1V；

6) 时间整定值的准确度（电流、负序电压 1.5 倍整定值、低电压为 0.8 倍整定值时）：1%或 40ms。

9.2.4 基波零序电压定子接地保护

1) 应具有三次谐波电压滤除功能，三次谐波滤过比应大于 100；

2) 作用于跳闸的零序电压宜取自调相机中性点，需要时可同时取自调相机机端，并具有 TV 断线闭锁功能；

3) 调相机变压器高压侧单相接地时保护应不误动；

4) 返回系数不小于 0.9；

5) 整定值的准确度：2.5%或 0.1V；

6) 时间整定值的准确度（1.5 倍整定值时）：1%或 70ms。

9.2.5 三次谐波零序电压定子接地保护

1) 应能通过参数监视功能提供整定依据；

2) 可靠反映调相机中性点附近接地故障，与基波零序电压定子接地保护构成 100%定子接地保护；

3) 时间整定值的准确度（1.5 倍整定值时）：1%或 70ms。

10.2.6 过励磁保护（分别配置调相机过励磁、变压器过励磁保护）

1) 由定时限和反时限两部分组成，定时限包含告警段；

2) 反时限特性应能整定，以便和被保护设备的过励磁特性相匹配，长延时时可整定到 1000s；

3) 装置适用频率范围：10Hz～65Hz；

4) 整定值的准确度（频率在 25Hz～65Hz 范围内）：2.5%；

5) 告警段时间整定值的准确度（频率在 25Hz～65Hz 范围内，1.5 倍整定值时）：1%或 3.5 倍电气周期；

6) 反时限段延时允差须满足以下条件：比较动作过励磁值 U/f 与计算过励磁值 U/f_c 误差：±2.5% 或 ±0.02， U/f_c 为动作时间经反时限公式反推计算值。

10.2.6 调相机过电压保护

1) 返回系数不小于 0.95；

2) 整定值的准确度：2.5%或 0.01 U_n ；

3) 时间整定值的准确度（1.5 倍整定值时）：1%或 40ms。

9.2.7 调相机失磁保护

1) 应能检测系统侧电压；

2) 应能检测机端侧电压；

3) 应防止系统振荡时误动；

4) 应防止系统故障、故障切除过程中的误动；

5) 应防止电压互感器（TV）断线和电压切换时的误动；

6) 整定值的准确度：5%；

7) 时间整定值的准确度（1.5 倍整定值时）：1%或 40ms。

9.2.8 调相机定子过负荷保护

1) 由定时限和反时限两部分组成，定时限部分动作于信号，反时限部分动作于停机，不考虑在灵敏系数和时限方面与其他相间短路保护相配合；

- 2) 反时限特性应能整定, 以便和调相机定子过热特性近似匹配;
- 3) 整定值的准确度: 2.5%或 0.02IN;
- 4) 定时限时间整定值的准确度 (1.5 倍整定值时): 1%或 40ms;
- 5) 反时限段延时允差: 比较动作电流 I 与计算电流 I_c 误差为 $\pm 2.5\%$ 或 $\pm 0.02IN$, I_c 为动作时间经反时限公式反推计算值。

10.2.9 调相机负序过负荷保护

- 1) 由定时限和反时限两部分组成, 定时限部分动作于信号, 反时限部分动作于停机, 不考虑在灵敏系数和时限方面与其他相间短路保护相配合;
- 2) 反时限特性应能整定, 以便和调相机转子表层过热特性近似匹配;
- 3) 整定值的准确度: 5%或 0.02IN;
- 4) 定时限时间整定值的准确度 (1.5 倍整定值时): 1%或 40ms;
- 5) 反时限段延时允差: 比较动作电流 I 与计算电流 I_c 误差为 $\pm 2.5\%$ 或 $\pm 0.02IN$, I_c 为动作时间经反时限公式反推计算值。

10.2.10 调相机励磁绕组过负荷保护

- 1) 由定时限和反时限两部分组成, 定时限部分动作于信号, 反时限部分动作于停机, 不考虑在灵敏系数和时限方面与其他相间短路保护相配合;
- 2) 反时限特性应能整定, 以便和调相机励磁绕组过热特性近似匹配;
- 3) 整定值的准确度: 2.5%或 0.02IN;
- 4) 定时限时间整定值的准确度 (1.5 倍整定值时): 1%或 40ms;
- 5) 反时限延时允差 比较动作电流 I 与计算电流 I_c 误差为 $\pm 2.5\%$ 或 $\pm 0.02IN$, I_c 为动作时间经反时限公式反推计算值。

9.2.11 调相机启机差动保护

- 1) 具有调相机变频启动过程中定子相间故障检测功能;
- 2) 装置测量原理应与频率无关;
- 3) 具有正常并网(解列)后自动退出(投入)运行的功能;
- 4) 装置适用频率范围: 10Hz~55Hz;
- 5) 整定值的准确度(频率在 25Hz~55Hz 范围内): 5%或 0.05IN;
- 6) 动作时间(2 倍整定电流时)不大于 2 倍电气周期。

9.2.12 调相机启机过电流保护

- 1) 具有调相机变频启动过程中定子相间故障检测功能;
- 2) 装置测量原理应与频率无关;
- 3) 具有正常并网(解列)后自动退出(投入)运行的功能;
- 4) 装置适用频率范围: 5Hz~55Hz;
- 5) 整定值的准确度(频率在 25Hz~55Hz 范围内): 5%或 0.05IN;
- 6) 时间整定值的准确度(频率在 25Hz~55Hz 范围内, 1.5 倍整定值时): 1%或 2 倍电气周期。

9.2.13 调相机启机零序电压保护

- 1) 具有调相机变频启动过程中定子单相接地故障检测功能;
- 2) 装置测量原理应与频率无关;
- 3) 具有正常并网(解列)后自动退出(投入)运行的功能;
- 4) 装置适用频率范围: 10Hz~55Hz;
- 5) 整定值的准确度(频率在 25Hz~55Hz 范围内): 5%或 0.2V;

6) 时间整定值的准确度（频率在 25Hz~55Hz 范围内，1.5 倍整定值时）：1% 或 2 倍电气周期。

9.2.14 调相机误上电保护

- 1) 具有鉴别同期并网和误合闸的功能；
- 2) 具有正常并网（解列）后自动退出（投入）运行的功能；
- 3) 整定值的准确度：5%；
- 4) 时间整定值的准确度（1.5 倍整定值时）：1%或 40ms。

9.2.15 频率异常保护

- 1) 分布式调相机频率异常保护中的高频保护可动作于解列，高频保护定值可整定为额定频率的 108%；
- 2) 频率异常保护中的低频保护应可靠发出信号，低频保护信号发出后，可减少励磁，不宜增加励磁，低频保护定值可整定为额定频率的 92%。

9.2.16 调相机失步保护

- 1) 分布式调相机组宜配置失步保护，失步保护应在调相机失步运行后动作，应动作于解列灭磁；
- 2) 分布式调相机组失步保护应正确区分失步振荡中心所处的位置；
- 3) 当失步振荡中心位于调相机变压器组外时，应可靠发出信号；
- 4) 当失步振荡中心位于调相机变压器组内，保护动作于解列灭磁；
- 5) 并列运行分布式调相机组失步保护的滑极振荡次数定值宜差异化设置，定值不宜相同。

9.2.17 调相机低压解列保护

- 1) 具有解列后自动退出运行的功能；

- 2) 应防止电压互感器 (TV) 断线和电压切换时的误动;
- 3) 返回系数不大于 1.05;
- 4) 电压整定值的准确度: 2.5% 或 $0.01U_n$;
- 5) 时间整定值的准确度 (0.8 倍整定值时): 1% 或 40ms。

9.2.18 调相机变压器差动保护

- 1) 具有防止区外故障误动的制动特性;
- 2) 具有防止励磁涌流引起误动的功能;
- 3) 具有防止电流互感器 (TA) 暂态饱和过程中误动的措施;
- 4) 可以具有电流互感器 (TA) 断线判别功能, 并能选择闭锁差动或报警, 当电流大于额定电流的 1.2 倍时可自动解除闭锁;
- 5) 具有差流告警功能, 发信
- 6) 整定值的准确度: 5% 或 $0.02I_N$;
- 7) 动作时间 (2 倍整定电流时) 不大于 35ms。

9.2.19 调相机变压器高压侧复压过流保护

- 1) 返回系数: 电流、负序电压元件均不小于 0.9, 低电压元件不大于 1.1;
- 2) 电流整定值的准确度: 2.5% 或 $0.02I_N$;
- 3) 低电压整定值的准确度: 2.5% 或 $0.01U_n$;
- 4) 负序电压整定值的准确度: 5% 或 0.1V;
- 5) 时间整定值的准确度 (电流、负序电压 1.5 倍整定值、低电压为 0.8 倍整定值时): 1% 或 40ms。

9.2.20 调相机变压器高压侧零序电流保护

- 1) 零序电流宜采用外接;
- 2) 整定值的准确度: 2.5%或 0.02IN;
- 3) 时间整定值的准确度 (1.5 倍整定值时): 1%或 40ms。

9.2.21 调相机变压器过负荷保护

- 1) 返回系数不小于 0.9;
- 2) 整定值的准确度: 2.5%或 0.02IN;
- 3) 时间整定值的准确度 (1.5 倍整定值时): 1%或 40ms。

9.2.22 断路器断口闪络保护

- 1) 宜取自断路器的 TA;
- 2) 经断路器位置接点闭锁, 正常并网后通过功能压板退出、解列前通过功能压板投入;
- 3) 负序电流整定值允差 $\pm 2.5\%$ 或 $\pm 0.02\text{IN}$;
- 4) 时间整定值的准确度 (1.5 倍整定值时): 1%或 40ms。

9.2.23 励磁变电流速断保护

保护励磁变压器引线、套管及其内部的短路故障的主保护, 保护瞬时动作于全停 1, 2。

其主要功能和技术要求如下:

- 1) 动作电流的整定范围应为 1-10 倍额定电流, 整定值允许误差 $\pm 5\%$;
- 2) 动作时间 (6 倍整定电流时) 不大于 30ms。

10.2.24 励磁变过流保护

- 1) 电流整定值的准确度: 2.5%或 0.02IN;

2) 时间整定值的准确度 (2 倍整定值时) : 1% 或 40ms。

9.2.24 开关量保护

1) 开关量保护经装置延时后出口, 装置应反映其信号。

2) 用于开关量跳闸的直跳继电器, 启动功率应大于 5W, 动作电压在额定直流电源电压的 55%~70% 范围内, 额定直流电源电压下动作时间为 10ms~35ms, 应具有抗 220V 工频干扰电压的能力。

9.2.25 SFC 隔离变压器保护

1) 速断保护

2) 过流保护

3) 过负荷保护

4) 非电量保护

9.2.26 非电量装置主要功能和技术要求如下:

1) 装置能接收各类非电量信号输入, 对于需要跳闸的非电量输入, 应经大功率中间继电器隔离后进入装置。

2) 装置应为每个非电量保护提供至少一个瞬时跳闸接口, 一个信号接口。

3) 调相机变压器重瓦斯、油温高、绕组温度高和励磁变温度高应动作于“全停”出口, 但也应能切换到“信号”; 轻瓦斯可动作于“信号”。

4) 不启动断路器失灵保护。

5) 装置至少能够接收 10 路非电量输入信号。

6) 所有数字量输入都应有防抖动处理功能。

7) 热工保护引发的跳机指令宜同时输出至 DCS, 通过 DCS 执行事故顺控停机。每一个 DO 所输出的接点 (干接点) 数需满足使用方要求。

9.2.27 交直流电源配置

(1) 主后备电气量保护柜每套引接 1 路 DC220V 电源，各保护柜的电源均相互独立，互不交叉。

(2) 电气和非电量保护应分别设有小型直流自动空气开关 直流电源应采用双极快速小开关，并具有合适的断流能力和指示器。

管理机和打印机电源采用 AC 220V UPS 电源，另设有小型交流自动空气开关。

(3) 交流电源

额定电压：220V，允许偏差：-15%~+15%；

频率：50Hz，允许偏差：±0.5Hz；

波形：正弦，波形畸变因素不大于 5%。

(4) 直流电源

额定电压：DC220__V；

允许偏差：-20%~+10%；

波纹系数：不大于 5%；

(5) 主要设备技术参数

1) TA 变比（最终参数设计联络会确定）

调相机变高压侧配电装置：1500/1A, 5P30 0.2s , 5 组；

调相机变高压侧套管：1500/1A, 5P30 0.2s, 2 组；

调相机机端侧：4000/1A，5P30 0.2s，5 组；

调相机中性点侧：4000/1A，5P30 0.2s ，4 组；

励磁变高压侧：800/1A 100/1A，5P40 0.2s，3 组；

励磁变低压侧：1000/1A，5P40 0.2s，3 组；

SFC 隔离变高压侧：2 组；

SFC 隔离变低压侧：2 组；

2) TV 二次电压_ 100/ V ， 100/3 V；

3) 频率：_50_Hz。

4) 调相机变高压侧断路器参数： 控制电压：DC220__V；

合闸电流：__A；

跳闸电流：__A；

5) 灭磁开关参数： 控制电压：DC220__V；

跳闸电流：__A；

(6) 功率消耗

1) 交流电流回路：当 $I_n=5A$ 时，每相不大于_1VA ；

当 $I_n=1A$ 时，每相不大于 0.5 VA ；

2) 交流电压回路：每相不大于_0.5 VA；

3) 直流电源回路：当正常工作时，不大于__50__W；

当保护动作时，不大于__70__W；

(7) 过载能力

1) 交流电流回路：在__2_倍额定电流下，可连续工作；

在__倍额定电流下，允许工作 10s；

在__40_倍额定电流下，允许工作 1s；

在__倍额定电流下，允许工作 1 周波；

在__倍额定电流下，允许工作 0.5 周波

2) 交流电压回路：在_1.4_倍额定电压下，可连续工作；

在__2_倍额定电压下，允许工作 10s；

3) 直流电源回路：在-20__%~+10__%额定电压下，可连续工作。

(8) 测量元件特性的准确度

1) 整定误差：不超过 $\pm 2.5\%$ / $\pm 5\%$ 。

2) 温度变差：在工作环境温度范围内相对于 $+20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 时，不超过 $\pm 2.5\%$ 。

动作值精度

差动动作精度误差： $\pm 5\%$

后备保护动作精度误差： $\pm 2.5\%$

其余保护动作精度误差： $\pm 5\%$

时间继电器的动作精度误差： \leq 最大整定值的 1%或 40ms。

保护动作时间：

调相机差动： $\pm 30\text{ms}$ （2 倍整定值）

调相机变差动： $\pm 35\text{ms}$ （2 倍整定值）

(9) 接点容量

跳闸出口继电器接点容量应大于断路器跳闸线圈伏安数，跳闸触点容量：长期允许通过电流不小于 5A；触点断开容量不小于 50W。

其它触点容量：长期允许通过电流不小于 3A；触点断开容量不小于 30W。

(10) 结构、外观及其他

装置应有金属机箱。

装置机箱应采用必要的防静电及防电磁辐射干扰的措施。机箱的不带电金属部分应在电气上连成一体，并可靠的接地。

(11) 机箱应满足发热元件的通风散热要求。

柜内导线截面：电流回路不应小于 2.5mm²；其它回路不应小于 1.5 mm²；接地回路（铜排）不应小于 100mm²。绝缘电压水平均不低于 500V。

柜内端子排的额定电压不应低于 600V，应具有隔板、编号等，对外电缆连线均应通过端子排。

柜体尺寸为：高 2260mm、宽 800mm、深 600mm，屏门为内嵌。

防护等级不低于 IP4X。

柜体颜色为：__需方定__。

(12) 端子排布置

柜内设备的安排及端子排的布置，应保证各套装置的独立性，在一套装置检修时不影响其他任何一套装置的正常运行。

端子排的布置规定如下：端子排由制造厂负责，外部端子排按不同功能进行划分，端子排布置应考虑各插件的位置，避免接线相互交叉，可按下列分组布置端子排：

交流电流输入；交流电压输入；输入回路；输出回路；直流强电；交流强电。

每一个安装单位的端子排应编有顺序号，并应在最后留 5~10 个端子作为备用。可能情况下，各组端子排之间也应留 5 个备用端子，在端子排组两端应有终端端子。

正、负电源之间以及经常带电的正电源和合闸或跳闸回路之间的端子排，应以一个空端子隔开。或采用其他隔离措施，以免因短接而引起误跳闸。

一个端子的每一端最多只能接一根导线，导线截面不宜超过 6mm²。

每组电流互感器的二次侧，应在控制箱内经过端子连接成星形或三角形等接线方式。

强电与弱电回路的端子排应分开布置，强、弱电端子和布线应严格分开。交、直流端子排应采用不同颜色的端子区分。

9.3 故障录波单元

投标方应随保护装置提供微机型调相机故障录波单元 1 套。

9.3.1 额定参数

（1）交流输入信号

额定电压有效值 $U_n=57.7V$ 或 $100V$ ； 允许过电压 $2U_n$

额定电流有效值 $I_n=5A/1A$ ； 允许过电流 $20I_n$ 。

直流电压、电流输入信号

额定值为变送器输出 $4\sim 20\text{ mA}$

（2）开关量输入信号：

无源空接点（常开或常闭）输入

（3）工作电源：

一路 AC UPS 电源，容量 1.5KVA 。

（4）录波通道容量

模拟量：96 路； 开关量：192 路

（5）同步采样频率： 6000Hz

（6）同步采样精度： 2%

（7）开关量事故分辨率： 1ms

谐波分辨率：9 次谐波

(8) 模数转换精度：12 位

启动精度：越限启动量优于 5%，突变启动量优于 30%

故障动态记录时间：记录故障前 0.5S 及故障后 3S 的录波数据。若系统发生振荡，记录 10min 包络线值，其中前 5min 每间隔 0.1s 记录 1 次，后 5min 每间隔 1s 记录 1 次。

装置前置机的微机系统内存容量可完整记录 6 次连续故障和 10min 的振荡录波数据，后台机大容量硬盘容量 240G，可保存不少于 200 次以上最新的故障录波数据文件。

9.3.2 故障启动方式

故障启动方式包括模拟量启动、开关量启动、手动启动和远方启动。在程序设计中通过设置门槛电压防止装置误启动。

(1) 模拟量启动

正序量启动：包括正序电压和正序电流的突变量启动及正序电压过电压启动或低电压启动。

(2) 负序量启动：包括负序电压和负序电流的突变量及稳态量启动。

(3) 零序量启动：包括零序电压和/或零序电流的突变量及稳态量启动。

直流电压、电流启动：取自系统内的监视量，经直流变送器等变换出的直流电压、电流量。

(4) 振荡启动：含频差启动和频率变化率启动。

(5) 其他启动：任何一路输入的模拟量均可作为启动量，启动方式包括突变量启动和稳态量启动（过量或欠量）。

为防止外部故障或扰动引起误启动，装置内部设置了故障方向识别元件。该元件投入时，对于远方外部故障将闭锁本装置。方向元件可由用户选择投入或退出。

（6）开关量启动

任何一路或多路开关量均可整定作为启动量。开关量启动可选择为开关闭合或开关断开启动。

（7）手动启动

在装置上能进行手动启动。

（8）远方启动

能进行远方启动，并有信号返回

9.3.3 录波数据输出方式

录波结束后，录波数据自动转入装置硬盘保存，并由装置带的软驱输出。

彩色打印机自动完成故障报告的打印。报告内容应包括名称、故障发生时间、故障启动方式、开关量变位时刻表及相关电气量波形的打印时间长度和内容可由用户事先整定。

9.3.4 模拟量和开关量的输入

根据运行分析故障和异常运行的要求，有足够的模拟量和开关量输入。

9.3.5 参数整定方式

装置能进行在线修改， 离线修改和远传修改参数。

9.3.6 通信功能

装置满足调用录波数据、修改运行参数、校时、监视工作状态、远方启动录波、自动远传的要求。

9.3.7 技术性能要求

故障录波装置计算机系统应为开放式分层分布结构，由后台机、前置机和彩色打印机等组成，它们之间通过通信网卡相连，构成完整的局域通信网络。

后台机主要完成装置的运行、调试管理、定值整定、录波数据存储、故障报告形成和打印。配备远传 MODEM 卡，可完成远程传送录波数据。并配置一套 GPS 装置（包括天线和 RS485 通讯接口），可实现时钟同步。

后台机采用性能先进可靠的工业控制机，主频 2000MHz 以上，内存 16G 硬盘 120G，具有良好的抗电磁干扰能力，防尘、防潮能力，适合于发电厂的工业现场使用。提供 Philips105S 彩色显示器。

前置机主要完成模拟量和开关量的采集和记录、故障启动判别、信号转换及上传等功能。提供独立的电源输入、输出。前置机内部采用 2 台嵌入式工业控制机，小板插件式结构，便于运行、调试维护，抗干扰性能强。面板便于监测和操作。具有装置自检、装置故障或异常的报警指示等。

开关量和模拟量的输入应有抗干扰隔离措施，确保主机系统的可靠工作。

装置应提供信号板插件，该插件由光电隔离功放输出板驱动，至少设置以下信号指示、报警及引出触点（无源接点）至发电厂 DCS 或光字牌信号：

- 自检故障报警
- 录波启动报警
- 装置异常报警
- 电源消失报警
- 信号总清-手动复归报警

装置自备可靠的冗余辅助电源。主机和辅助电源相互独立，保证装置工作的可靠性。

装置的运行、调试、整定均采用中文菜单方式进行管理，并有提示说明。装置提供录波数据综合分析软件，方便分析装置记录的故障数据设计，可在线分析、相序量计算、幅值计算、频率计算、有功和无功计算等。

装置应具有高速远程通信手段，装置还应提供 61850 规约通信接口。通信规约符合国家及地方调度的要求。

装置应可接受全厂 GPS 脉冲对时，方式为 IRIG-B。

9.4 柜体要求

屏体要求详见《国家电网继电保护柜、屏制造规范》。

内部配线的额定电压为 1000V，应采用防潮隔热和防火的交联聚乙烯绝缘铜绞线，其最小截面不小于 1.5mm²，但对于 TA、TV 和跳闸回路的截面应不小于 2.5mm²。导线应无划痕和损伤。投标方应提供配线槽以便于固定电缆，并将电缆连接到端子排。投标方应对所供设备的内部配线、设备的特性和功能的正确性全面负责。所有连接于端子排的内部配线，应以标志条和有标志的线套加以识别。

所有端子采用额定值为 1000V、10A，压接型端子。电流回路的端子应能接不小于 4mm² 的电缆芯线。TA 和 TV 的二次回路应提供标准的试验端子，便于断开或短接各装置的输入与输出回路；对所有装置的跳闸出口回路应提供各回路分别操作的试验部件或连接片，以便于必要时解除其出口回路。一个端子只允许接入一根导线。端子排间应有足够的绝缘，端子排应根据功能分段排列，并应至少留有 20% 的备用端子，且可在必要时再增加。端子排间应留有足够的空间，便于外部电缆的连接。断路器的跳闸或合闸回路端子、直流电源的正负极、保护提供启动失灵保护接点不应布置在相邻的端子上，端子排采用菲尼克斯系列。

屏上跳闸回路应采用能接 4mm² 截面电缆芯的端子，并且跳闸回路的公共端子应采用多个端子的连接方式（跳闸回路端子应不少于 6 个连接端子），以保证一个端子只允许接入一根电缆芯。屏上电源回路应采用能接 4mm² 截面电缆芯的端子，并且要求正、负极之间应有端子隔开。

屏面上信号灯和复归按钮的安装位置应便于维护、运行监视和操作。

屏上的所有设备（包括继电器、控制开关、熔断器、空气开关、指示灯及其它独立安装的设备），均应有便于识别铭牌或标签框。

对于必须按制造厂的规定才能运行更换的部件和插件，应有特殊的符号标出。

保护屏应有交流电压小开关接点告警接点输出回路。安装在屏上每侧的端子距地应高于 330Mm。端子排配置应满足运行、检修、调试的要求，并适当与屏上设备位置相对应。

10 调相机操作电源系统

10.1 规范性引用文件

本招标文件范围内的设备首先采用中华人民共和国国家标准及部颁标准和行业标准，在国内标准不完善的情况下，可采用相应的国际标准（如 IEC、IEEE 等）中最适宜的条款部分或双方认定的其他国家标准。所采用的标准必须是最新版本。

提供的所有设备及零件按国际标准化组织 ISO9000 质量体系制造，图纸和文件均采用国际度量制单位（SI）和 IEC 规定的图例符号表示。

除非合同另有规定，提供的设备和配套件要符合以下标准但不局限于以下标准

GB 50065 交流电气装置的接地设计规范；

GB 50171 电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范；

GB/T 191 包装储运图示标志；

GB/T 2423 电工电子产品环境试验；

GB/T 7260 不间断电源设备；

GB/T 3859.1 半导体整流器基本要求的规定；

GB/T 14715 信息技术设备用不间断电源通用技术条件；

GB/T 7261 继电器及继电器保护装置基本试验方法；

DL/T 5491 电力工程交流不间断电源系统设计技术规程；

DL/T 5136 火力发电厂、变电所二次接线设计技术规程；

DL/T 5044 电力工程直流电源系统设计技术规程；

DL/T 1074 电力用直流和交流一体化不间断电源设备；

DL/T 459 电力系统直流电源柜订货技术条件；

国家电网设备〔2018〕979号 国家电网有限公司十八项电网重大反事故措施（2018年修订版）。

10.2 UPS 技术要求

10.2.1 UPS 单元技术要求

投标方应提供 UPS 单元 4 套。

（1）通用要求

1）UPS 装置输入额定电压：

交流电压：380V，50Hz。

直流电压：220V。

2）UPS 装置额定输出电压及频率：单相 220V/50Hz。

3）UPS 装置供电范围：DCS 设备、电气表计、仪表、计算机设备等。

4）每台 UPS 装置采用两路交流输入、一路直流输入，不自带蓄电池，直流输入采用直流电源系统。

5）UPS 系统组成

UPS 系统应由输入、输出隔离变压器，整流器，逆变器，静态开关，手动维修旁路开关，馈线开关以及本系统所有设备间联接电缆等组成。

UPS 装置应包括本机液晶监视器、本机诊断系统以及与变电所计算机监控系统的通信接口，调试、监视和维修专用通信口等。UPS 柜应有交、直流输入空气开关，交流回路，直流回路，UPS 馈线输出回路应配置空气开关，并配置标识牌。

单机采用工频 UPS 装置，输入及输出应有工频隔离变压器。UPS 装置的所有部件的功率均应满足长期额定输出的要求。

6) UPS 系统运行方式

在“正常模式”下，UPS 应由主电源经整流器、逆变器向负载供电，当主电源消失或整流器故障时，由直流电源系统、逆变器和静态开关向负载供电，当逆变器故障或过载时，由静态开关切换至旁路供电。当过载消失或逆变器故障修复后，应能自动切换到逆变器供电。

UPS 装置应具有“经济模式”运行方式供运行选择，在“经济模式”下，当旁路电压和频率在设定范围内时，UPS 优先由旁路供电，整流器、逆变器处于热备用状态，当旁路电压和频率超出设定范围或旁路失电时，由静态开关切换至逆变器供电。

7) UPS 系统工作方式

UPS 系统正常工作方式: UPS 系统由 220V/380V 交流电源经整流器、逆变器向负荷供电，当 220V/380V 交流电源失电或 UPS 整流器故障时，则由站用直流电源回路经逆变器向负荷供电。当逆变器故障或过负荷或无输出时，由静态开关（自动）切换到旁路供电。

8) 与 DCS 的通信

UPS 装置应具有与 DCS 通信接口，接口采用 RS485 串口或以太网口。投标方应免费提供详细的规约文本、规约的信息说明及数据类型，并配合监控厂家完成规约转换的工作。

10.2.2 技术性能要求

1) UPS 装置电源输入

交流输入电压: UPS 主机三相 AC 380 (1±10%)V, 旁路输入两相 AC 380 (1±10%)。

交流输入频率: 50 (1±5%) Hz。

直流输入 (220V 直流电源系统): 187V~286V

直流母线反灌纹波电压系数: ≤0.5%。

2) UPS 系统输出

输出电压稳定性: 稳态±1%，动态输出电压稳定性: 动态±5%，恢复时间小于 20ms;

输出频率稳定性: 稳态±1%，动态±2%;

输出电压波形失真度: 5% (非线性负载)。

输出电压调节范围: ±3%。

效率: ≥80% (交流输入逆变输出), ≥85% (直流输入逆变输出)。

输出波形: 正弦波。

输出频率精度: 50 (1±0.5%) Hz。

同步范围: 50 (1±2%) Hz。

同步速度: ≤1Hz/s。

总谐波含量: ≤3%。

负载功率因数范围：0.9（超前），-0.7（滞后）。

单机无故障时间（MTBF）：>50000h。

交流供电与直流供电之间的切换时间：0ms。

过载能力：125%额定值时可维持 10min，150%额定值时可维持 1min。

功能要求

UPS 装置应具备防止过负荷及外部短路的保护。

UPS 装置交流电源输入回路中应有涌流抑制措施。

UPS 装置的所有部件的功率均应满足长期额定输出的要求。

UPS 装置旁路电源需经隔离变压器进行隔离。

UPS 装置面板上应设有各种运行和故障显示。内容至少包括：

a) 运行显示。运行时显示下列内容：

- 1) 交、直流回路输入电流、输入电压。
- 2) 整流器输出电流、输出电压。
- 3) 逆变器输入电压。
- 4) 逆变器输出电压、输出电流、输出频率。
- 5) 旁路交流电压。
- 6) UPS 输出电流有效值。
- 7) 逆变器运行指示。
- 8) 静态开关位置指示。
- 9) 旁路开关位置指示。
- 10) 负载百分比。

11) 通信接口的工作状况。

b) 面板报警显示：

1) 整流器输入电压低报警。

2) 直流输入电压低报警。

3) 旁路交流电源电压低报警。

4) 逆变器输入电压低/高报警。

5) 逆变器输出电压低/高报警。

6) 旁路位置报警。

7) 逆变器故障报警。

8) UPS 装置过载或出口短路关机信号。

要求状态信息、报警信息等能通过通信上传计算机监控系统，关键信号有硬接点上传。

10.2.3 整流器

整流器的容量应能满足逆变器长期满负荷供电的要求。

整流器的交流电源输入回路应设置空气断路器。

整流器应有涌流抑制功能。

整流器的容量应按带逆变器静态负荷来选择。

10.2.4 逆变器

逆变器的输入来自经过整流器整流后的直流电源和所用直流电源。旁路交流电源正常时，逆变器输出频率保持与旁路交流电源同步，若旁路交流电源的频率和电压偏差超过逆变器容差允许值时，同步回路应自动关断，逆变器则按其内部基准频率运行，直至旁路交流电源恢复至逆变器容差允许范围内时再与其保持同步。

额定功率因数下，负载在 0~100% 范围内按 $\pm 20\%$ 增/减时，UPS 稳态输出电压不应超过 $\pm 3\%$ 。逆变器在功率因数 0.7~0.9 运行时，最大冲击负荷为额定值的 1.5 倍时，应能承受 60s。

逆变器应具有过电流保护特性。UPS 的过电流保护应能保证在负荷发生短路或电流超过允许的极限值时及时动作，使其免受浪涌电流的损伤。

10.2.5 静态开关

1) 静态开关的切换时间特性：切换时间， $\leq 4\text{ms}$ ；切换方式，自动。

2) 当 UPS 逆变器故障或输入交、直流电源失去时，能将负载无间断地切换至旁路交流电源。在旁路运行方式下，UPS 装置应设计为易于维护和拆装，且对负载的供电不中断。

3) UPS 过载时，静态开关应能按 2.3.1.2 中过载能力的规定自动将电源切换至由旁路交流电源供电。当负载由逆变器切换到旁路时，旁路电压必须正常；由旁路切换至逆变器时，不应有相位的突变。

4) 任何条件导致 UPS 输出电压异常，如 UPS 故障、馈出支路短路等，若旁路电压正常，应立即切换到旁路供电。

10.2.6 手动旁路开关

1) “正常”位置时负荷应接至逆变器，“旁路”位置时负荷应接至交流电源。切换时负载供电不能中断。

2) 手动旁路开关应能将负荷由逆变器输出切换至旁路交流电源供电，在旁路侧应加隔离变压器。当负荷由旁路交流供电时，应允许对整流器、逆变器和静态开关进行检修和维护。

10.2.7 其他要求

1) 屏内所安装的元器件应有型式试验报告和合格证，宜采用标准化元件和组件。装置结构模式由插件组成插箱或屏柜。插件、插箱的外形尺寸应符合 GB 3047

的规定。装置中的插件应牢固、可靠，可更换。屏体及包括所有安装在屏上的插件、插箱及单个组件应满足防震要求。插件、插箱应有明显的接地标志。所有元件应排列整齐，层次分明，便于运行、调试、维修和拆装，并留有足够的空间。对装置中带有调整定值的插件，调整机构应有良好的绝缘和锁紧设施。

2) 柜体下方应设有接地铜排和端子。接地铜排的规格为 $25\text{mm} \times 4\text{mm}$ ，接地端子为压接型。

3) 屏体防护等级 IP31 级，选用高强度钢组合结构，并充分考虑散热的要求。屏柜应有良好的防电磁干扰的屏蔽功能。

4) 柜内主要设备及装置均采用嵌入安装法，并要求与屏正面平齐美观。柜内的侧板和背板上可安装少量零星部件。柜内端子排布置在柜内背板上。应提供由柜门而自动开启的柜内照明设备，以便于对柜内的设备进行检查和接线。柜内应设有横向及竖向导线槽，所有设备安装的位置都应方便外部电缆从屏柜的底部进入。

5) 所有供货的屏柜均应有足够的支撑强度，应提供必要设施，以保证能够正确起吊、运输、存放和安装设备，且应提供地脚螺栓孔。

6) 所有屏面应清洁，并涂有一层底漆和两层面漆，以防止在运输、仓储和运行中的腐蚀和锈蚀。屏与屏的内外应清洁，应无灰尘、划痕及油污等。

7) 屏体颜色由专用部分明确。

8) 对于必须按制造厂的规定才能运行更换的部件和插件，应有特殊的符号标出。

9) 屏上设备，安装水平高度应一致。屏的布置图应按比例画出，并按比例标注尺寸。

10) 机械特性

UPS 装置应有良好的通风散热系统，通风散热系统故障应报警。

UPS 交流输出中性线应与 UPS 机壳绝缘。UPS 机壳与接地电缆相接。

11) 铭牌及图示

面板上固定的仪表、开关、内部端子盒、供用户使用的元件及其他装置等，均应有铭牌。

12) 接线

导线应为交联聚乙烯阻燃线，绝缘电压至少为 1000V。

电缆两端应根据接线图打上永久性标志。

13) UPS 信号传输及组网方案

UPS 系统通过内部微机监测装置预留通讯接口将系统及馈线开关信息上传至 DCS。与 DCS 间的连接线缆及接口装置（预留若有）由 UPS 系统厂家提供。重要的模拟量及开关量需硬接线送至 DCS 控制单元，且保证 IO 双重化方案。

10.3 直流屏充电器技术要求

投标方应提供直流系统 2 套，2 组充电装置。

高频开关电源基本技术参数：

电源型式：	高频开关电源
交流输入：	三相 380V（1±10%） 50Hz（1±2%）
直流输出额定电压：	220V
额定输出电流：	6×30A+1×30A/230V.

10.3.1 技术性能要求

a) 一般要求

所有的元器件必须选用具有生产许可证的合格产品，其性能应符合该元器件技术条件的规定。

重要位置的熔断器采用带辅助接点的熔丝，如电池组处（采用 NT 型熔芯）；

采用新型节能信号灯；

采用智能数字表，四位半数字显示，精度高，读数方便；

元器件的安装便于维护、检验和更换。柜体考虑通风和散热。

各种指示表计、转换开关、指示灯、信号灯、旋钮等具有明确文字说明及调节方向标记。

主回路电气间隙和爬电距离应执行国家电网生〔2004〕634号文件相关规定。

b) 高频开关电源技术性能要求

1) 220V 动力控制合一直流系统接线方式及高频开关电源工作方式

全厂直流 220V 系统设 2 组阀控铅酸蓄电池，采用单母分段方式，配置 2 组充电整流模块，充电器 (6+1) *30A。

正常运行时，工作高频开关电源由 2 路 380V 交流电源供电，将交流整流为直流电后，工作高频开关电源接入馈电母线，给蓄电池浮充电并同时给直流负荷供电。

直流屏上馈线拟采用直流空气开关（各回路最终参数选择待设计院计算后再确定）。直流屏上馈线开关与保护装置内的馈线开关，应考虑空气开关的级差配合。

2) 根据《DL/T 5044-2014 电力工程直流电源系统设计规程》，直流开关需满足保护选择性要求。所有馈线开关除直流电机回路采用 2 段式保护外，其他馈线断路器均采用 3 段式保护。

3) 高频开关电源采用微机型高频开关电源，模块并联组合方式供电，高频开关电源由微机总监控器和电源模块组成。模块可带电插拔。每套装置组装在屏柜内。

4) 高频开关电源应采用微机控制，满足对蓄电池组的初充电、浮充电和补充电的要求。高频开关电源应有自动控制（微机监控单元）和手动控制两种方式，当自动控制单元故障或检修时，转入手动控制。微机控制的自动化程序应具有以下功能

初充电程序：首先对蓄电池以恒流（ $0.1C_{10}$ ）充电，当电压上升到设定电压时自动转为恒压充电，当恒压充电电流小于整定值（ $0.01C_{10}$ ）时，3 小时后发出初充电完毕信号并自动转为浮充电。

正常充电程序：正常以恒定电压对蓄电池进行浮充电，并能根据环境温度对浮充电电压进行补偿。

均衡充电程序：在正常浮充电运行状态下，每间隔 3~12 个月（可根据用户要求整定），微机控制高频开关电源自动由浮充电状态转入均衡充电状态。均衡充电时，首先对蓄电池以恒流（ $0.1C_{10}$ ）充电，当电压上升到系统最高允许电压时自动转为恒压充电，当恒压充电电流小于整定值（ $0.01C_{10}$ ）时，3 小时后自动返回到浮充电状态。

交流失电后补充充电程序：当高频开关电源交流失电后恢复供电时，能根据交流失电期间蓄电池的事故放电容量进行补充充电。当失电期间事故放电容量不大于设定值时，交流恢复供电后自动转为浮充电方式运行；当失电期间事故放电容量大于设定值时，交流恢复供电后按均衡充电程序对蓄电池进行补充充电，在此过程中自动记录对蓄电池的充电容量，当为恒压充电状态且充电容量达到蓄电池放电容量时，自动转为浮充电运行。

5) 微机总监控单元

微机总监控单元是高频开关电源及其成套装置的监控、测量、信号和管理系统的核心部分，装置能根据直流系统运行状态，综合分析各种数据和信息，对整个系统实施控制和管理。

微机监控器应具有控制、测量和故障告警功能。控制功能包括高频开关电源的开关机、各整流模块的开关机以及各种运行参数（如各充电方式参数、均充浮充电压等）的设置等；测量功能包括高频开关电源输入交流电压测量、输出直流电压及电流测量、蓄电池充放电电流测量以及直流母线、蓄电池端电压测量等，测量值应

能就地显示并能输出；告警功能包括输入交流故障告警、整流模块故障告警、输出直流故障告警以及蓄电池端电压过高过低告警等。

装置应能适应直流系统各种运行方式，具备人机对话、与成套装置中各子系统通信，可与 DCS 通信，通信规约优先采用 IEC61850，实现监视。

系统应具有电池检测功能，能对蓄电池回路的开路或短路进行检测以及根据各蓄电池的充放电特性及其端电压的变化率，自动检测出落后电池。

系统还应具有软启停功能（即设备在开机过程中，输出电压的建立是从零伏逐渐上升到额定值的启动过程），避免对电池造成冲击。

6) 高频开关电源模块

构成：全波整流及滤波器、高频变换及高频变压器、高频整流 滤波器。

每个模块内部应具有监控功能，不依赖总监控单元，独立工作。正常工作时模块应与总监控单元通信，接收监控装置的指令。模块采用 PWM 调制制式，工作频率为 20-500kHz。

各整流模块在并联运行时应具有自动均流功能，在其额定电流的 50%~100% 范围内，其均流系数应不大于 2%。

应具有过电流保护功能，保证在负载回路发生短路或高频开关电源的输出电流超过额定值的 115% 时进行保护，同时发出报警信号。

应具有自动限流功能，当高频开关电源的输出电流超过额定值的 112% 时，其输出直流电压应呈下垂伏安特性。

应具有防雷击和过电压保护功能，并能保证在输出直流电压达到最高直流电压的 105% 时进行保护，并发出报警信号。

任一电源模块故障时应能自动退出并不影响其它模块的正常工作。在各种工作方式下，高频开关电源应能在不影响装置正常运行的情况下更换充电模块，在更换模块的过程中不对系统产生不良影响。

直流母线电压高于或低于额定值的 10%时，应发出电压过高或电压过低报警信号。

高频开关电源还应具有欠压保护、交流电压缺相保护、电池过充放、三相不平衡保护和微机自检等功能。在过流、过电压、交流电压缺相、三相不平衡及装置故障时，应有就地信号并能向远方发信号。

应有良好的散热措施，并应在其结构上采取防尘措施。

7) 高频开关电源稳流精度：交流输入电压在 380V（15%范围内变化，充电电压在蓄电池组标称电压的 90%~145%范围内任一数值上，充电电流在额定值的 20%~100%范围内，其稳流精度应不大于 0.5%。

高频开关电源稳压精度：交流输入电压在 380V \pm 15%范围内变化，负载电流在额定值的 0%~100%范围内变化时，输出电压在额定直流电压稳压调节范围的任一数值上，其稳压精度应不大于 0.5%

8) 高频开关电源的稳压调节范围应为蓄电池组标称电压的-5%~25%

9) 高频开关电源在电网电压及负载电流在规定范围内变化时，在浮充电（稳压）状态下电阻性负载两端的纹波电压（有效值）应不大于 0.1%；在均衡充电（稳流）状态下电容性负载两端的纹波电压（有效值）应不大于 0.5%。

10) 为保证直流母线的平稳切换，两组直流母线之间设置联络开关。两直流母线间联络的刀开关在两组蓄电池电压差别不大时，允许短时间并联，同时发出报警信号。

11) 其他技术指标:

高频开关电源的效率 \geq 94%

功率因数 \geq 0.92

噪声 \leq 45dB （距屏 1M 处）

可靠性指标：MTBF \geq 100000h

防雷能力： > 40kA

12) 高频开关电源面板上应设有各种运行和故障显示。以下为人机界面的最低要求：

面板显示（精度不低于 1 级）：

- 高频开关电源输入交流电压
- 高频开关电源输出直流电压和输出直流电流
- 直流母线电压
- 蓄电池回路电流
- 能显示蓄电池容量
- 表示高频开关电源“ON”状态的指示

面板报警显示：

- 交流电源消失（全部三相）
- 低电压（整定点可调）
- 高频开关电源故障
- 高频开关电源直流过压

13) 直流系统设备间通信及与 DCS 的通信

充电装置屏上的集中监控器，负责与绝缘检测装置、微机型蓄电池检测装置等智能设备接口，并通过以太网通讯口与 DCS 控制单元进行通信，所有装置的以太网输出应双重化配置，向 DCS 控制单元传送当前直流系统的运行状态，在直流系统发生故障时要求能主动上传故障或报警信息。同时，DCS 还可远方设置系统运行状态或修改系统运行参数等。投标方应负责直流系统各智能设备间的接口及通信线，

以及直流系统与监控系统间的接口及通信线，还需负责直流系统通讯接口接入 DCS 的调试工作，并通过招标方的验收。

DCS 控制单元遥测、遥控、遥信充电装置及直流设备的内容：

遥控 —— 运行、停止、复位、浮充/均充手动选择。

遥测 —— 母线电压，每台充电装置的输入/输出的电流及电压，每组蓄电池的电压、充电电流、放电电流、放电容量。

遥信 —— 充电装置交流断开、充电装置直流断开、蓄电池断开、充电装置断相、充电装置故障、馈线开关断开、馈线故障报警等信号。

投标方应提供变送器，用于母线电压、充电装置的充电电流、蓄电池电压、放电电流的遥测，变送器输出要求为 4-20mA。

直流系统监控模块液晶屏显示内容必须包括：蓄电池电压、蓄电池回路充电电流、负载总电流、控制母线电压、各模块的输出电压电流、系统状态等。

重要的模拟量及开关量需硬接线送至 DCS 控制单元。

14) 提供高频电源模块纹波系数，稳流精度、稳压精度试验报告及负荷开关级差试验报告。

蓄电池监控仪

每组蓄电池配置一套微机蓄电池巡检装置。电池监控仪应具有与高频开关电源微机总监控单元的通信功能。蓄电池监控仪安装于蓄电池室内，应邻近蓄电池安装，投标商应提供蓄电池监控仪与蓄电池之间的连线，电池巡检仪的安装支架，并负责安装与调试。

蓄电池监控仪的功能包括：每组电池端电压、电池表面温度、蓄电池在线内阻测量、蓄电池组电压及其充放电电流等参数，电压测量精度应小于 0.5%，巡检周期不应大于 1 秒；能实现定时采样、呼唤采样、事故自启动采样；充、放电周期采样

次数不应少于 10 次，采样周期可调，并能对每次采样值进行分析比较，在界定为落后电池后应经直流系统微机监控主单元将报警信息送入 DCS。

重要的模拟量及开关量需硬接线送至 DCS 控制单元。

蓄电池回路中电流采样元件在充电、事故放电和正常浮充电运行时均要求保证测量精度。

10.3.2 直流系统绝缘检测装置

直流系统绝缘检测装置主要功能是：在线检测直流系统的对地绝缘状况(包括直流母线、蓄电池回路、每个电源模块和各个馈线回路绝缘状况，并自动检出故障回路，具备交流串入直流测记功能。绝缘检测装置宜为独立的智能装置，布置在直流屏上，可与成套装置中的总监控装置和监控系统通信。配置绝缘接地检测装置及所有馈线回路的辅助 TA。将来再增加直流分屏数目时，该装置应能进行扩展。

技术要求：220V 直流系统发生接地或绝缘水平低于 25k 时，应发出直流系统接地报警信号。每段直流母线设置一套微机绝缘监察装置（包括各馈线上的辅助 TA 等均安装于直流屏上），它应能监视相对应段的直流母线的绝缘状况，还应能记录并显示发生接地故障的馈线支路的极性、路号、接地电阻值及时间，经直流系统微机监控主单元将信息送入 DCS 控制单元。绝缘监测装置还应能监测交流窜入直流系统的异常情况。两组蓄电池组的直流系统，应满足在运行中两段母线切换时不中断供电的要求，切换过程中允许两组蓄电池短时并联运行。直流电源系统绝缘监测装置不应采用交流注入法测量直流电源系统绝缘状态。直流电源系统绝缘监测装置，应具备监测蓄电池组和单体蓄电池绝缘状态的功能。

该装置面板上应有接地报警、电压越限报警、通信指示、交流串入直流等显示。

10.3.3 直流屏技术要求

直流主屏的结构，母线、刀闸、熔断器及开关等主要元件应能承受交流 50kA、直流 20kA 短路电流水平要求。超过 3000Ah 的蓄电池系统应计算实际短路电流，直

流系统元器件应满足实际短路电流的要求。主母线采用阻燃绝缘铜母线，其截面应不小于 60×6 (mm^2)。

充电器回路和母线间联络刀闸采用 QA 或 QAS 系列并带辅助接点，蓄电池和充电器回路的熔断器采用 NT 系列并带 2 对报警接点，接点信号分别上送至微机总监控单元及 DCS。其余馈线回路均要求采用优质品牌产品，每个空气开关应附带一个辅助接点及一个故障报警接点。每面直流主屏上馈线开关数量暂按附录考虑，最终以施工图图纸为准。屏内设备的布置及安装应方便屏外电缆的引入及连接。直流空气开关或刀闸和熔断器应附带辅助接点及报警接点，当某一馈线发生故障跳闸时，该故障报警接点闭合。直流主屏所有馈线接点信号均要求上送至微机监控单元。

11.3.4 智能型蓄电池放电仪

蓄电池应配置智能型蓄电池放电仪，以便对 220V 蓄电池组进行放电试验。蓄电池放电仪要求其放电电流在大范围内连续可调，稳流精度高，放电稳流精度 $\leq 0.2\%$ ，不产生谐波电流；智能化程度高，操作方便，在达到放电终止电压或设定时间后能自动停止放电，自动处理并保存放电数据和放电曲线，掉电后数据不丢失。同时，放电仪应能配合蓄电池巡检仪，放电时监测每节电池电压，放电完成后，对放电结果进行记录、分析、报表及打印等。

10.4 蓄电池技术要求

10.4.1 主要技术参数

单体电池额定电压：2V。

单体电池浮充电电压：2.20V~2.27V。

单体电池均衡充电电压：2.30V~2.40V。

单体电池放电终止电压： $\geq 1.8\text{V}$ 。

总容量：1000Ah

10.4.2 主要技术性能

蓄电池应由正极板、负极板、隔板、槽、盖、安全阀、回流条、端子、电解液等组成。蓄电池结构应保证在使用寿命期间，不得渗漏电解液。

蓄电池间接线板、终端接头应选择导电性能优良的材料，并具有防腐蚀措施。蓄电池槽、盖、安全阀、极柱封口剂等材料应具有阻燃性。

蓄电池必须采用全密封防泄漏结构，外壳无异常变形、裂纹及污迹，上盖及端子无损伤，正常工作时无酸雾溢出。

当环境温度在 $-25\sim+45^{\circ}\text{C}$ 条件下时，蓄电池性能指标应满足正常使用要求。

蓄电池在环境温度 $20\sim25^{\circ}\text{C}$ 时的浮充运行寿命应不低于 10 年。

蓄电池组容量按规定的试验方法，10h 率容量应在第一次充放电循环时不低于 $0.95C_{10}$ ，第三次循环应达到 C_{10} ，但应不超过 $1.2C_{10}$ 。

蓄电池安全阀应在 10kPa 35kPa 的范围内可靠开启，在 3kPa 30kPa 的范围内可靠关闭。蓄电池开阀压力最高值与最低值的差值应不大于 10kPa ，蓄电池闭阀压力最高值与最低值的差值应不大于 10kPa 。

蓄电池除安全阀外，应能承受 50kPa 的正压或负压而不破裂、不开胶，压力释放后壳体无残余变形。

蓄电池以 $30I_{10}$ 的大电流放电 1min，极柱不应熔断，其外观不得出现异常。

蓄电池 贮存 28 天后其荷电保持率应不低于 96%。

蓄电池正负极性及端子应有明显标志，蓄电池极性应与极性标志一致。正极板厚度应与使用寿命相适应，不得低于 3.5mm 。

同一蓄电池组中任意两个电池的开路电压差，在环境温度 $5\sim35^{\circ}\text{C}$ 条件下完全充电后静置 24h，对于 2V 单体电池不应超过 30mV ，对于 12V 单体电池不应超过 60mV 。

单只蓄电池的重量应不超过同组蓄电池重量平均值的 5%。单只蓄电池容量应不超过蓄电池组容量的 5%。

以 1.0I₃ 的电流持续放电，布置在同一平面的蓄电池间连接条电压降应不大于 6mV。

蓄电池需具有较强的耐过充能力和过充寿命。以 0.3I₁₀ 电流连续充电 160h 后，外观应无明显变形及渗液。2V 蓄电池过充电寿命不应低于 210 天；12V 蓄电池过充电寿命不应低于 180 天。

蓄电池组的绝缘电阻，直流母线电压为 220V 的蓄电池组不小于 200k Ω ；电压为 110V 的蓄电池组不小于 100k Ω 。

蓄电池自放电率每月不大于 4%。

蓄电池在-30℃和 65℃温度范围内时，封口剂应无裂纹和溢流，密封性应符合规定要求。

80%放电深度的循环寿命大于 1200 次。

防酸雾性能应满足完全充电后的电池以 0.2I₁₀ 电流连续再充电 4h，pH 值应呈中性。

蓄电池在充电过程中，蓄电池外部遇明火时，不应内部爆炸。

制造厂提供的蓄电池内阻值，应与实际测试的蓄电池内阻值一致，允许偏差范围为 $\pm 10\%$ 。

每组蓄电池应从正极到负极编号。

蓄电池组应考虑装设蓄电池管理单元的位置。

蓄电池组应提供 80%额定电压的接线桩头。

蓄电池组采用进口阀控式密封胶体蓄电池。

11.4.3 蓄电池组屏布置

蓄电池组安装方式采用支架安装方式。

蓄电池安装应平稳，间距均匀并防止滑动，安装的蓄电池组应排列整齐、标识清晰、正确。蓄电池间距符合规定（即蓄电池间距不小于 15mm，为方便测量，竖放蓄电池与上层隔板间距不小于 130mm；通风散热设计合理，测温装置工作正常）。

应能足够承受蓄电池组重量，在基本地震烈度为 7 度及以上地区，蓄电池组应有抗震加固措施，并满足 GB 50260 中的有关规定。

11 电力电缆

调相机装置与本期 35kV 开关柜之间的连接电缆由招标方提供、调相机内部电缆连接电缆（含控制电缆、动力电缆）由投标方提供。投标方提供的产品质量、性能不低于国内优质品牌产品。合同中所有设备、备品备件，包括投标方自其他单位获得的所有附件和设备，除本合同中规定的技术参数和要求外，其余均应遵照最新版本的国家标准（GB 或 GB/T）和国际电工委员会标准（IEC）及国际单位制（SI），这是对设备的最低要求，如果投标人有自己的标准或规范，但必须向招标方提供复印件并获得招标方同意后方可采用，但原则上均不能低于 GB、GB/T、IEC 的有关规定，特别是这些规定或规程中与 GB、GB/T、IEC 标准有互相矛盾的地方，应先征得招标方同意后才能制造。

11.1 1kV 动力电缆及控制电缆

11.1.1 技术性能

a) 系统额定电压：AC380/220V，DC220V

b) 系统中性点接地方式： 380/220V 系统为直接接地方式、DC220V 系统为不接地方式

c) 系统频率：50Hz

d) 短路电流：31.5kA

e) 污秽等级: d 级

f) 敷设环境有直埋、沟道、隧道、桥架、竖井和穿管等多种方式。

11.1.2 电缆技术要求

(1) 电缆型号: 见供货需求表。

(2) 电缆额定电压 (U_0/U): 电缆用于额定电压 0.38kV 的系统, 该系统中性点直接接地, 电缆缆芯对地以及缆芯间采用 $U_0/U(U_m)$: 0.6/1kV 绝缘。

(3) 电缆截面: 见供货需求表

(4) 电缆的工作电压: DC220V, 0.38kV。

(5) 电缆绝缘要求:

各截面绝缘标称厚度见 GB12706, 绝缘厚度平均值应不小于标称值, 任一点最小测量厚度应不小于标称值的 90% -0.1mm。任一断面的偏心率[(最大测量厚度 - 最小测量厚度) / 最大测量厚度] 应不大于 15%。

(6) 耐压试验:

低压动力电缆经受交流 50Hz、5min、3500V 的电压试验不击穿。

控制电缆经受交流 50Hz、5min、3000V 的电压试验不击穿。

(7) 电缆导体长期工作温度: $+90^{\circ}\text{C}$ 。

最小运行温度: -60°C 。

最小生存温度: -60°C 。

(8) 允许弯曲半径: ≤ 12 倍电缆外径。

(9) 使用年限: 30 年。

(10) 交货长度：成盘长度以 500 米为模数，不足 500 米的每个规格只能缠绕在一个电缆轴上。

11.1.3 运行要求

(1) 电缆导体的额定运行温度为 90℃。

(2) 短路时电缆导体的最高温度不超过 250℃。

(3) 短路时间不超过 5s。

11.1.4 工艺要求

(1) 本次招标的电缆，其技术参数除应符合 GB 12706 的要求以外，还应满足本标书以下要求。

(2) 绝缘线芯数应采用颜色标志。

(3) 护套应紧挤包在绞合的绝缘线芯及铠装层上，且应容易剥离而不损伤绝缘或护套，护套表面应光滑。

(4) 电缆的绝缘标称厚度、护套标称厚度、平均外径上下限、阻燃性以及 70℃ 的最小绝缘电阻等均应符合国标要求。

(5) 电缆的设计、制造保证在电厂寿命期 30 年内连续不断地运行，无论机组启动、运行以及紧急停机都能令人满意地工作，同时还考虑各种安装条件，如潮湿、干燥、室内、室外等。所有电缆导线中间不得有连接接头，电缆的导电能力符合现行的国家标准。

(6) 电缆可靠地承受正常及异常电压，适应各种环境，具有满足运行要求的载流量，并符合每回电路运行条件。

11.1.5 产品标志、包装和保管

(1) 动力电缆每线芯应有色相标志，成品电缆的护套表面上应有制造厂名、产品型号、额定电压和制造年、月的连续标志，标志应字迹清楚，醒目、耐磨。

(2) 控制电缆绝缘线芯数在 8 芯及以下时，应采用颜色标志，其它采用数字标志以示识别，采用数字标志的绝缘线芯，其颜色与数字标志颜色应有明显不同，且印刷标志要求耐涂擦。

(3) 电缆盘应符合 GB4005 规定，线盘应有足够的机械强度，盘外径不大于 3 米

(4) 每盘要标有盘号、电缆型号、规格、长度、毛重、厂名、盘转动方向等标志。

(5) 每盘电缆内、外端头加防水护套。

(6) 电缆盘不允许平放。

11.1.6 电缆结构和材料

投标方提供详细说明电缆的结构形式、各层结构的材料及其特性。单芯结构或多芯结构、防火性能、过载保护能力（主要考核绝缘老化或击穿等）、载流能力、最高工作温度、防水、防腐、防爆、屏蔽性能、使用寿命、产品环保性能、机械性能和弯曲性能等，并提交相关的型式试验报告。

用于电缆的所有材料根据使用条件考虑强度、耐用性和其它化学、物理性能，选用最适用的、新的、优质的、无损伤和无缺陷的材料。

1) 导体

导体表面应光洁、无油污、无损伤屏蔽及绝缘的毛刺、锐边，无凸起或断裂的单线。导体应为圆形并绞合紧压，紧压系数不小于 0.9。导体采用多股圆形紧压绞合导体。铜导体必须采用 TR 型软铜线；铝导体应采用电工铝（导电率 $\geq 61\%$ IACS）。

导体的组成、性能及外观符合 GB12706.1 规定，导体的最高运行温度为 90℃，短路时最高温度为 250℃。

2) 绝缘

绝缘按国标（或高于国标）、等同于 IEC 标准中规定选用的绝缘材料：

挤包在导体上的绝缘性能符合 GB12706.1 的规定。绝缘厚度满足 GB12706.1 中的相关要求，任一处的最小厚度不得小于标称厚度的 90%，且在同一截面测得的最大绝缘厚度 t_{\max} 和最小绝缘厚度 t_{\min} 符合下式： $(t_{\max}-t_{\min})/t_{\max} \leq 0.1$

导体或绝缘外面的任何隔离层或半导体屏蔽层厚度不应包括在绝缘厚度之中，绝缘层的横断面上无目力可见的气泡和砂眼等缺陷。

3) 屏蔽

电缆的绝缘线芯上必须有金属屏蔽，在单根绝缘线芯上也可在几根绝缘线芯上包覆金属屏蔽。当单芯或三芯电缆绝缘线芯需要屏蔽时，应由导体屏蔽和绝缘屏蔽组成。

导体屏蔽应是非金属的，应为挤包的半导体层，挤包的半导体料应和绝缘紧密结合。半导体层均匀地包覆在导体上，表面光滑，无明显绞线凸纹，不应有尖角、颗粒、烧焦或擦伤的痕迹。在剥离导体屏蔽时，半导体层不应有卡留在导体绞股之间的现象。标称厚度为 0.8 mm，最小厚度应不小于 0.7 mm。

绝缘屏蔽由非金属半导体层和金属层组合而成，每根绝缘线芯上应直接挤包与绝缘线芯紧密结合。半导体绝缘屏蔽层应为可剥离型，半导体层均匀地包覆在绝缘上，表面应光滑，不应有尖角、颗粒、烧焦或擦伤的痕迹。标称厚度为：0.8 mm。

4) 金属屏蔽

金属屏蔽由重叠绕包的软铜带组成，铜带连接应采用焊接方式，并满足短路温度要求。绕包应圆整光滑，搭盖率应不小于 15%。三芯屏蔽截面积之和不小于 25mm²

（按管状计算），且三芯屏蔽应接触良好。铜带标称厚度：单芯电缆 0.12mm；三芯电缆 0.10mm。

绝缘屏蔽与金属屏蔽之间应有沿缆芯纵向的相色（黄绿红）标志带，其宽度不小于 2mm。

5) 填充料

缆芯采用非吸湿性材料填充，应紧密无空隙。缆芯中间也应填充，三芯成缆后外型应圆整。内衬层厚度平均值不小于 GB/T12706.1 中的标称值，任一点最小厚度应不小于标称值的 90%。

填充料具有阻燃或耐火和阻水性能，且满足现行的 ICEA 和国家标准中规定的物理要求。

6) 金属铠装

钢带铠装应采用镀锌钢带，金属带铠装应螺旋绕包两层，外层金属带的中间大致在内层金属带间隙上方，包带间隙应不大于金属带宽度的 50%，绕包应圆整光滑。铠装金属带的厚度要求满足 GB/T 12706.1。

7) 外护套

所有电缆都具有外护套，外护套通常为黑色，但是允许招标方根据电缆的使用环境，采用黑色以外的其他颜色，而不影响商务变化。外护套为热固性护套料，并与电缆的运行温度相适应。外护套的厚度要求满足 GB/T 12706.2 的要求。

11.1.7 电缆阻燃及耐火

电缆的阻燃及耐火满足 GA 306.1~306.2 的规定。

11.1.8 电缆盘

投标方将电缆绕在不回收的电缆盘上，电缆盘采用铁木结构，电缆盘能承受在运输、现场搬运或在任何气象条件下在户外至少储存 5 年期间可能遭受的外力作用。并且电缆盘能承受在安装或处理电缆时所可能遭受的外力作用不会损伤电缆及盘体。电缆盘桶体最小直径符合电缆最小弯曲半径。每盘电缆的端头采用密封头密封。

11.1.9 电缆线芯

电缆线芯以色标来识别，A、B、C 分别采用黄、绿、红识别，识别标志清晰，符合有关国标。

11.1.10 电缆不圆度

电缆不圆度不大于 10%，
$$\text{电缆不圆度} = \frac{\text{电缆最大外径} - \text{电缆最小外径}}{\text{电缆最大外径}} \times 100\%。$$

11.2 光缆部分

11.2.1 光纤特性

(1) 光纤类型：GYFTA53 非金属加强构件、松套层绞填充式、铝—聚乙烯粘接护套、纵包皱纹钢带铠装、聚乙烯套通信用室外光缆。

(2) 本项目光缆中光纤应为同一制造商，采用相同材料，相同生产工艺生产，且具有相同折射率的分布曲线。

(3) 光纤芯数	24/8 芯
(4) 工作波长	1310nm&1550nm
(5) 模场直径	9.3 μ m ± 0.5 μ m(1310nm) 10.5 μ m ± 1.0 μ m(1550nm)
(6) 包层直径	125 ± 1 μ m
(7) 模场同心度偏差	≤ 1 μ m

- (8) 包层不圆度 $\leq 1\%$
- (9) 截止波长 1100—1280nm
(在 2m 光纤上测得)
 $< 1260\text{nm}$
(在 20m 光缆+2m 光纤上测得)
- (10) 光纤衰减常数
- a) 光纤衰减系数 (单盘单芯平均值) $\leq 0.36\text{dB/km.}1310\text{nm}$
 $\leq 0.22\text{dB/km.}1550\text{nm}$ (光缆后)
衰减的温度特性 $\leq 0.02\text{dB/km.}(-40^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C})$
- (11) 光纤在 1550nm 波长的弯曲附加损耗
以 37.5mm 的弯曲半径松绕 100 圈后, 衰减增加值应小于 0.1ddB。
- (12) 色散特性
- a) 在 1288~1339nm 波长范围内, 色散不大于 3.5PS/nm.km
b) 1550nm 波长的色散系数不大于 18PS/nm.km
- (13) 偏振模色散 PMD
- (14) 筛选强度
成缆前的一次涂覆光纤必须全部经过 1%应变筛选, 检验拉力不小于 8N。
- (15) 光缆内的光纤必须有不褪色不迁染的色谱来辨别光纤线序和端别。
- (16) 以上 4.12.1~4.12.15, 各项按 ITU-T G.652 建议的 RTM 或 ATM 方式测试, 有争议时以 RTM 为准。

11.2.2 GYFTA53 光缆技术要求

(1) 一般性要求:

光缆的工作环境 光缆必须能在技术规范附件一第 2、3 条中所提供的条件下运行。

(2) 光缆的总体要求:

1) 光纤芯设计制造必须符合 ITU-TG.625 建议, 光纤芯不允许含有工厂熔接点, 在同一管内的光纤通过颜色可彼此加以区别, 光缆为松套结构, 缝隙中应用油膏填充, 填充的油膏必须满足 IEC791-1 和 EC811-5 有关条款规定, 对于未使用的槽用填充物封堵, 以防止潮气侵入和保证光缆的机械整体性, 具体为: 松套层绞结构。

2) 光缆应在尽可能减少杆塔可能负载的基础上, 拥有合理的自重和抗拉强度, 并保证光缆的使用寿命和机械强度。

3) 光缆外护套应有抗紫外线、抗电腐蚀特性, 防电腐蚀的措施外, 还应具有较强的防弹性能, 厚度 2.0mm, 外护套不均匀度 $\leq 5\%$ 。

4) 聚乙烯护层表面应光滑平整, 任何横断面上均应无目力可见的气泡、砂眼和裂纹。厚度测试方法应符合 IEC.540 和 IEC.189。

5) 光缆使用寿命 ≥ 30 年 (投标方可提供具体使用寿命但必须 ≥ 30 年)。

6) 光缆运行温度 $-40^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$, 在极限温度条件下 ($-40^{\circ}\text{C} - \pm 70^{\circ}\text{C}$), 具有稳定的光学性能。

7) 光缆能承受生产、运输、安装时各项正常操作而不发生外型的破坏, 以免内部光纤受损。

8) 光缆表面光滑无擦伤或其它缺陷。

9) 光缆允许的弯曲半径: 敷设时, 光缆光径的 20 倍; 工作时: 光缆外径的 10 倍。

10) 钢带搭接的宽度应大于 5mm。涂塑铝带或双面涂塑钢带与聚乙烯护层之间的粘接强度应不小于 1.4N/mm；搭接处钢带与钢带之间的粘接撕裂强度应不小于 1.4N/mm。钢带厚度 $\geq 0.15\text{mm}$ ，涂塑层厚度 $\geq 0.05\text{mm}$ （每边）。

11) 光缆结构应是全截面阻水结构，光缆的所有间隙应填充阻水材料。

12) 安装温度： $> -20^{\circ}\text{C}$ 。

13) 光缆金具应为有 3 年以上生产及运行经验的产品。

14) 光纤宜有不小于 0.3% 的长度余量，当光缆承受 60%UTS 时，必须保证光纤不受力，传输衰耗不增加；当光纤的长度余量达不到 0.3% 时，则光缆应能承受 95%UTS，此时光纤不受损伤，张力减小至正常使用应力时，光纤传输衰减复原至额定值。并应有独立的实验机构的试验报告。设计安全系数应大于导、地线的安全系数，且不应小于 2.5。

15) 使用寿命应达到 30 年以上。

16) 光缆中 24/8 根光纤应有不同的颜色标志加以明显区分，不能褪色、迁染。

(3) 光缆要求参数

光缆技术参数响应表

序号	项 目	单位	招标方要求值	投标方保证值
1	型 号	/	GYFTA53	
2	光纤类型	G.652/G.655	G.652	
3	光纤芯数	芯	24/8	
4	直 径	mm	13.9	
5	适用环境温度	$^{\circ}\text{C}$	$-40^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$	
6	允许张力（长期）	kN	$\geq 1000\text{N}$	
7	允许压力（长期）	kN	$\geq 1000\text{N}$	

8	允许张力（瞬时）	kN	$\geq 3000\text{N}$	
9	单位长度质量	kg/km	190	
10	最小弯曲半径（动态）	mm	278	
11	最小弯曲半径（长期）	mm	139	

(4) 技术数据表

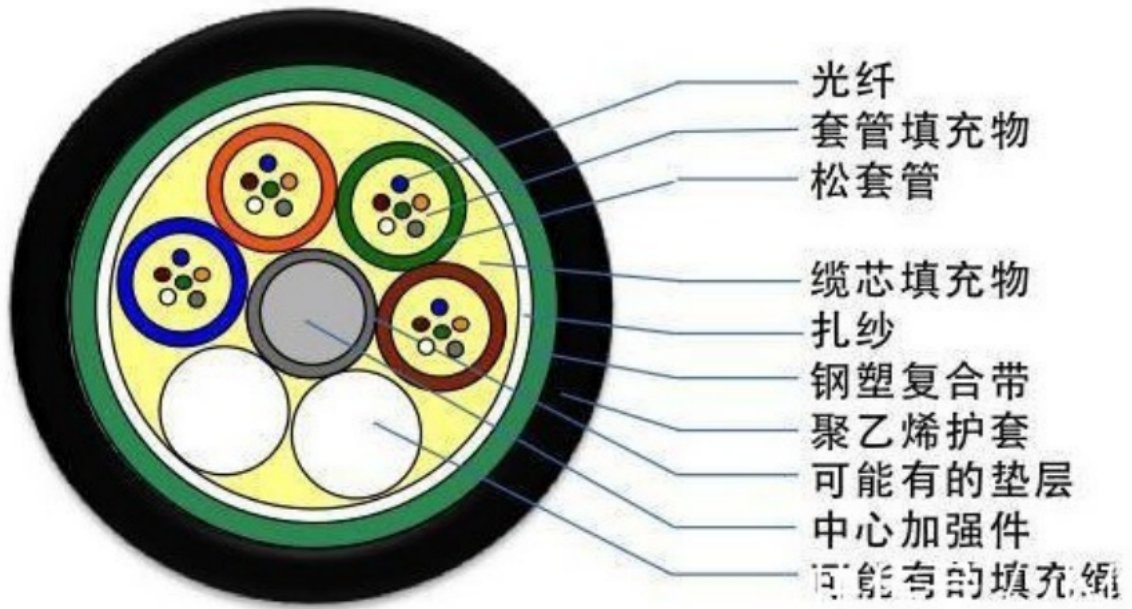
1) 普通光缆结构图、参数表及色谱

1.GYFTA53-24 (8) B1 光缆性能

序号	项目	内容
1	缆芯结构	松套层绞式光缆
2	敷设方式	穿保护管和沿露天野外电缆沟、工井、室内敷设
3	加强件	中心 FPR 加强件 2.5mm
4	光缆重量	190
5	光缆外径	13.9
6	护套类型及厚度	铝-聚乙烯粘结护套: 铝带厚度 $\geq 0.15\text{mm}$, 聚乙烯套厚度: 标称 1.0mm, 最小 0.8mm, 平均 0.9mm 纵包皱纹钢带铠装: 钢带厚度 $\geq 0.15\text{mm}$, 涂塑层厚度 $\geq 0.05\text{mm}$ (每边) 低烟无卤阻燃外护套: 标称厚度 2.0mm, 平均厚度 1.8mm, 最薄厚度 1.6mm
7	允许拉伸力	工作时: $\geq 1000\text{N}$, 敷设时 $\geq 3000\text{N}$
8	允许侧压力	工作时: $\geq 1000\text{N}/100\text{mm}$, 敷设时 $\geq 3000\text{N}/100\text{mm}$
9	振动试验	振动频率为 10Hz, 振幅为 $\pm 5\text{mm}$, 振动次数为 1000000, 振动部分长度为 1m。
10	最小弯曲半径	静态: ≥ 10 倍光缆外径, 动态: ≥ 20 倍光缆外径

11	绝缘电阻	光缆浸水 24 小时、直流 500V，绝缘不小于 2000M Ω .km
12	耐压强度	直流电压 20kV,2min 不击穿。
13	温度特性	-20℃~+60℃温度范围内光纤衰耗变化不大于 0.1dB/km，光纤经高低温实验后回到 20℃时，其衰耗无变化。 以上温度范围内，光缆的缆芯及护层无损伤，填充油膏无硬化和滴流现象。
14	光缆渗水性能	1m 高水柱加在光缆的全截面上，光缆能阻止水纵向渗流。
15	使用寿命	≥30 年
16	光缆盘长	标准盘长为 2000±50m；短盘盘长 ≥1000m，累计长度不超过光缆数量的 10%。 在盘长光缆中，无光纤接头。
17	包装	每盘装一根光缆，光缆两端密封，木盘装盘，A 端在外，用 PVC 薄膜包扎，外围用木条封订。光缆盘内侧光缆端头预留可移出长度不少于 3m。
18	标志	每根光缆上印有制造厂名，制造年份、型号规格、标准号和计米长度。 光缆盘上标明制造厂名称、光缆型号规格、标准号、盘号、长度、制造年月、旋转方向箭头、毛重及储运安全标牌

11.2.3 光缆结构示意图



11.2.4 色谱表

光缆型 号规格	松套管序号及色谱		光纤序号及色谱			
	管 1	蓝管	1 蓝 G.652	2 桔 G.652	3 绿 G.652	4 棕 G.652
GYFTA53-24(8) B1	管 2	桔管	1 蓝 G.652	2 桔 G.652	3 绿 G.652	4 棕 G.652
	管 3	绿管	1 蓝 G.652	2 桔 G.652	3 绿 G.652	4 棕 G.652
	管 4	填芯	/	/	/	/
	管 5	填芯	/	/	/	/
	管 6	填芯	/	/	/	/
	管 7	填芯	/	/	/	/
	管 7	填芯	/	/	/	/

12 技术资料及试验

12.1 技术资料

12.1.1 投标方应在投标时提供一般性资料，如产品鉴定证书、典型说明书、屏布置图、系统原理图和主要技术参数。

12.1.2 在收到中标通知书 20 天内，投标方应向招标方提供下列技术文件 2 份以供确认：

1) 屏柜、蓄电池支架正面图、设备布置图：应表示外形尺寸、设备布置、正面图及总重量、运输尺寸和重量及其他附件。

2) 基础图：应注明屏柜尺寸、基础螺栓的位置和尺寸及安装图等。

3) 直流系统、UPS 的电气原理图及逻辑图：附有原理说明的每种装置的逻辑回路图；附有图例说明的交、直流元件连接图和带触点的输入、输出图；标明每种装置额定数据的基本文件。

4) 所有屏柜的内部接线图及端子排图: 屏柜内部设备及外部设备连接的端子排图。端子排的型号、规格及使用说明。

5) 设备清册。

设计院在收到图纸后 1 周内返回确认意见, 投标方在收到确认意见后 1 周内提供全部正式图纸及所有图纸 (AutoCAD 格式) 的软盘或者光盘。

投标方提供的图纸、资料应满足设计、施工、调试及运行的需要。

12.2.3 设备供货时提供下列资料: 设备的开箱资料, 除了上述图纸还应包括安装、调试、运行、维护、修理说明书、部件清单资料、工厂试验报告、产品合格证等。

12.2 检验和试验要求

产品检验分型式试验、出厂试验和现场交接试验, 并应提供供货范围内各元件的型式试验和出厂试验报告。其中现场交接试验可与用户协商进行。

12.2.1 型式试验

型式试验应按电力专用 UPS 的相关标准进行, 至少应进行表 12.3-1 所规定的试验。

表 13.2-1 型式试验及出厂试验项目表

序号	试 验 项 目 名 称	试验分类			说 明
		型式	出厂	现场	
1	一般检查	Y	Y	Y	
2	绝缘试验	Y	Y	N	
3	输出电压波动试验	Y	Y	Y	包括额定功率因数下的满载试验及其暂态过程试验, 负载从 25%增至 100%时的暂态过程试验
4	输出电压调整性能试验	Y	Y	Y	
5	输出电压精度试验	Y	Y	Y	

6	输出频率精度试验	Y	Y	Y	包括额定功率因数下的满载试验及其暂态过程试验，负载从25%增至100%时的暂态过程试验
7	瞬时电压波动特性试验	Y	N	N	
8	过负荷试验	Y	N	N	
9	谐波畸变率试验	Y	Y	N	
10	噪声试验	Y	N	N	
11	温升试验	Y	Y	N	
12	短路性能试验	Y	N	N	
13	模拟各种故障情况下的设备性能、报警、负载切换及电源切换试验。如交流输入故障、整流器故障、直流输入故障、逆变器故障、逆变器过负荷、静态开关故障、交流电源消失、外部短路等	Y	Y	Y	
14	静态开关随负荷变化的性能及切换时间试验	Y	Y	Y	
15	效率试验	Y	Y	N	
16	72h 持续运行	Y	Y	Y	
17	与变电所计算机监控系统的通信接口试验	Y	Y	Y	

注：“Y”表示应做该试验；“N”表示不需要做该试验。

12.2.2 出厂试验

发货前应完成各种性能试验，至少应进行表 2 所规定的试验内容。应按订货图逐一核对内容，无误方可出厂。

(1) 现场交接试验

投标方应派技术人员参加现场投产试验和检查，费用由投标方自理。在试验和检查中发现元件、部件损坏，投标方应负责调换，机械结构损坏，投标方应负责修理。

(2) 技术数据表

投标人应认真逐项填写各技术参数表中“投标人保证值”，不能空格，也不能以“响应”两字代替，不允许改动招标人要求值。如有差异，填写投标人技术偏差表。

13 调相机的寿命要求

调相机在规定的使用条件和负载条件下运行，并按使用说明书进行安装和维护，预期寿命应不少于 30 年。退役前的使用寿命不少于 40 年，等效强迫停运率小于 05%。

14 调试、联调、验收及涉网试验

14.1 投标方负责指导施工单位设备安装；

14.2 投标方负责涉及本项目的设备调试，调试过程中涉及其他设备厂家的沟通和交流事宜，均由投标方负责；

14.3 投标方负责组织两级电网公司验收，并通过验收；

14.4 投标方负责调相机接入系统前的分析计算工作，具体分析计算要求满足最新电网公司标准；

14.5 投标方配合调相机投产前的涉网试验工作，试验项目满足最新电网公司标准；配合提供并网后涉网试验需要的所有资料，包括但不限于系统模型，设备参数等。

14.6 分布式调相机应经过严格的涉网性能试验（如励磁系统实测建模、无功调整及动态性能验证等），满足系统需要后，方可并网商运。

15 工作安排

15.1 根据工程需要可以召开设计联络会或采用其它形式解决设计制造、安装、试验中的问题。

15.2 文件交接要有记录，设计联络会有会议纪要。

15.3 投标方提供的设备及附件规格、重量或接线等有变化时，及时书面通知投标方。

15.4 凡未提到的其他工艺要求，按国家标准及有关调相机的标准执行。

15.5 工厂图纸

15.5.1 范围

本技术规范中规定的全部工厂图纸、技术文件的编制和提交。

15.5.2 工厂图纸

(1) 投标方应提供规定的所有工厂图纸供审查。在规定时间内以电子文件方式提交招标方，纸版图纸和文件以特快专递（邮资由投标方支付）给招标方。

(2) “工厂图纸”是指设备的设计图纸和制造图纸以及相应文件资料，包括结构图、装配图、系统图、接线图、控制图、安装布置图和基础图，材料和设备清单，以及制造厂的标准图、设计计算书、设备说明书、安装维护说明、样本、特性核试验数据，和与材料、设备、管道系统、设计方法有关的附带说明资料。

(3) “档案图纸”是指包括现场安装变化和修改的最终定型图纸。以 PDF 电子版及纸版提交招标方。

15.5.3 工厂图纸的批准

(1) 工程建设单位、设计单位对工厂图纸只做概要审查，招标方的审查意见并不免除投标方应负的全部责任。

(2) 工厂图纸和所有性能保证值、目录或类似资料均需作为送审文件予以提供。

(3) 工程建设单位、设计单位在收到送审图后 7 日内完成审查并返回附有以下状态之一的图纸清单：

a. 无需修改；

b.按意见修正并重新提交；

c.拒绝。

（4）所有正式图纸或资料均标识“正式”图章并加盖公章。

15.5.4 工厂图纸的提交要求在第一次设计联络会上确定。

第五章 技术参数要求

投标人应认真逐项填写技术参数响应表中投标人保证值，不能空格，也不能以“响应”两字代替，不允许改动招标人要求值。如有偏差，请填写技术偏差表。“投标人保证值”应与型式试验报告相符。所有设备技术参数应满足现行国标、行标、团标、电网等相关要求，所供设备能满足当地电网的质检验收。

1 调相机标准技术参数表

序号	名称	单位	设计值	试验值	保证值	备注
	规格型号					
	调相机型号	投标人提供				
	铭牌容量 S_N	MVar	50			
	额定功率因数 $\cos \phi_N$		0（滞后）			
	定子额定电压 U_N	kV	10.5			
	定子额定电流 I_N	A	2749			
	额定频率 f_N	Hz	50			
	额定转速 n_N	r/min	3000r/min（隐极机）或 1000 r/min（凸极机）			
	额定励磁电压 U_{fN}	V				

序号	名称	单位	设计值	试验值	保证值	备注
	额定励磁电流 I_{fN}	A				
	空载励磁电压	V				75℃
	空载励磁电流	A				
	定子线圈接线方式		YY			
	冷却方式		闭式空冷或空水冷			
	励磁方式		静止励磁			
	参数性能					
	定子每相直流电阻（75℃）	Ω				
	转子线圈直流电阻（75℃）	Ω				
	转子线圈自感	H				
	直轴同步电抗 X_d	%				饱和值
	横轴同步电抗 X_q	%				饱和值
	直轴瞬变电抗（不饱和值） X'_{du}	%				
	直轴瞬变电抗（饱和值） X'	%				
	横轴瞬变电抗（不饱和值） X'_{qu}	%				

序号	名称	单位	设计值	试验值	保证值	备注
	横轴瞬变电抗（饱和值） X'	%				
	直轴超瞬变电抗（不饱和值） X''_{du}	%				
	直轴超瞬变电抗（饱和值） X''_d	%				
	横轴超瞬变电抗（不饱和值） X''_{qu}	%				
	横轴超瞬变电抗（饱和值） X''_q	%				
	负序电抗（不饱和值） X_{2u}	%				
	负序电抗（饱和值） X_2	%				
	零序电抗（不饱和值） X_{0u}	%				
	零序电抗（饱和值） X_0	%				
	直轴开路瞬变时间常数 T'_{do}	sec				
	横轴开路瞬变时间常数 T'_{qo}	sec				
	直轴短路瞬变时间常数 T'_d	sec				
	横轴短路瞬变时间常数 T'_q	sec				
	直轴开路超瞬变时间常数 T''_{do}	sec				
	横轴开路超瞬变时间常数 T''_{qo}	sec				

序号	名称	单位	设计值	试验值	保证值	备注
	直轴短路超瞬变时间常数 T''_d	sec				
	横轴短路超瞬变时间常数 T''_q	sec				
	转动惯量 GD^2	t.m ²				
	惯性时间常数 T_j	sec				
	短路比 SCR					
	稳态负序电流 I_2	%				
	暂态负序电流 I_2^2t	s				
	允许频率偏差	±%				
	允许定子电压偏差	±%				
	进相运行能力	MVar				
	电压谐波因数 THF	%				
	电压波形正弦畸变率 Ku	%				
	三相短路稳态电流	%				
	暂态短路电流有效（交流分量）					
	相-中性点	%				

序号	名称	单位	设计值	试验值	保证值	备注
	相-相	%				
	三相	%				
	次暂态短路电流有效值（交流分量）					
	相-中性点	%				
	相-相	%				
	三相	%				
	三相短路最大电流值 （包括直流分量峰值）	%				
	相-相短路最大电磁转矩	t.m				
	噪声	dB(A)			≤85	
	调相机使用寿命	年			30	
3	振动值					
	临界转速	r/min				
	一阶	r/min				
	二阶	r/min				

序号	名称	单位	设计值	试验值	保证值	备注
	临界转速轴承/轴振动值	mm				
	垂直	mm	≤0.08/0.15			
	水平	mm	≤0.08/0.15			
	超速时轴承/轴振动值	mm				
	垂直	mm	≤0.06/0.10			
	水平	mm	≤0.06/0.10			
	额定转速时轴承/轴振动值	mm				
	垂直	mm	≤0.025/0.05			
	水平	mm	≤0.025/0.05			
	定子线圈端部振动频率 f _v	Hz	≤95Hz 或 ≥110Hz（按 GB20140 执行）			
	定子线圈端部振动幅值	mm	<0.25			
	轴系扭振频率	Hz	/			
4	损耗和效率（额定条件下）					
	定子线圈铜耗 Q _{cu1}	kW				
	定子铁耗 Q _{fe}	kW				

序号	名称	单位	设计值	试验值	保证值	备注
	励磁损耗 Q_{Cu2}	kW				
	短路附加损耗 Q_{Kd}	kW				
	机械损耗 Q_m	kW				
	总损耗 ΣQ	kW				
	总损耗占额定无功功率比	%				
	散热功率	kW				
5	绝缘等级和温度					
	定子线圈绝缘等级		F			按 B 级温升考核
	转子线圈绝缘等级		F			
	定子铁芯绝缘等级		F			
	定子线圈温度（额定工况）	℃	≤ 125			
	定子铁芯温度（额定工况）	℃	≤ 120			
	转子线圈温度（额定工况）	℃	≤ 115			
	定子端部结构件允许温度	℃	≤ 150			
	转子温度不均匀系数					

序号	名称	单位	设计值	试验值	保证值	备注
6	冷却介质压力、流量和温度					
	换热容量	kW				
	内循环热风温度	℃	≤90			
	内循环冷风温度	℃				
	外循环进风温度	℃				
	系统内部风量	m³/s				
	进出风速	m/s				
	冷却器尺寸（长 x 宽 x 高）	mm				
	轴承润滑油进口温度	℃				
	轴承润滑油出口温度	℃				
	轴承润滑油流量	L/min				
7	主要尺寸和电磁负荷					
	定子总重量	t	投标人提供			
	定子运输重量	t	投标人提供			
	定子运输尺寸 L×W×H	mm	投标人提供			

序号	名称	单位	设计值	试验值	保证值	备注
	转子重量	t	投标人提供			

1.1.1 润滑油系统电动机技术数据表

序号	名称	电动机 1	电动机 2
1	设备/电动机名称	润滑油交流油泵	润滑油直流油泵
2	数量/型号	2	1
3	安装位置	投标人提供	投标人提供
4	铭牌功率 (kW)	投标人提供	投标人提供
5	额定电压 V/相数	380V	220V DC
6	转速 (r/min)	投标人提供	投标人提供
7	轴	投标人提供	投标人提供
8	联轴器负荷	投标人提供	投标人提供
9	正常负荷	投标人提供	投标人提供
10	最大负荷	投标人提供	投标人提供
11	推力负荷	投标人提供	投标人提供

12	常态，向上或向下	投标人提供	投标人提供
13	瞬态，向上或向下	投标人提供	投标人提供
14	最高环境温度（℃）	投标人提供	投标人提供
15	满载电流（A）	投标人提供	投标人提供
16	堵转电流（A）	投标人提供	投标人提供
17	温升（℃）	投标人提供	投标人提供
18	壳体	铸件	铸件
19	密封定子绕组	是	是
20	绝缘等级	F	F

1.1.2 润滑油系统技术数据表

名称	单位	数值	备注
1. 采用的油牌号、油质标准		投标人提供	
2. 油系统需油量	m ³	投标人提供	
3. 轴承油循环倍率		投标人提供	
4. 轴承油压	MPa (g)	投标人提供	

5. 组合油箱		投标人提供	
型式		投标人提供	
最大容量	m ³	投标人提供	
外形尺寸（长×宽×高）	mm×mm×mm	投标人提供	
设计压力	MPa (g)	投标人提供	
材料		投标人提供	
油箱重量	kg	投标人提供	
回油流量	t/h	投标人提供	
6. 电加热器		投标人提供	
功率	kW	投标人提供	
电压	V	投标人提供	
7. 冷油器		投标人提供	
型式		投标人提供	
制造厂		投标人提供	
数量	台	投标人提供	
冷却面积	m ²	投标人提供	

环境温度	℃	投标人提供	
出口油温	℃	投标人提供	
电机功率	kW	投标人提供	
油量	m ³ /h	投标人提供	
设计压力:		投标人提供	
油侧	MPa (g)	投标人提供	
设计温度:		投标人提供	
油侧	℃	投标人提供	
材料:		投标人提供	
每台总重	kg	投标人提供	
8. 交流润滑油泵		投标人提供	
型式		投标人提供	螺杆式
制造厂		投标人提供	
数量	台	投标人提供	
容量	m ³ /h	投标人提供	
出口压力	MPa (g)	投标人提供	

转速	r/min	投标人提供	
材料:		投标人提供	
外壳		投标人提供	
轴		投标人提供	
叶轮		投标人提供	
电动机		投标人提供	
型式		投标人提供	
容量	kW	投标人提供	
电压	V	投标人提供	
转速	r/min	投标人提供	
总重	kg	投标人提供	
9. 直流事故油泵		投标人提供	
型式		投标人提供	螺杆式
制造厂		投标人提供	
数量	台	投标人提供	
容量	m³/h	投标人提供	

出口压力	MPa (g)	投标人提供	
转速	r/min	投标人提供	
材料:		投标人提供	
泵壳		投标人提供	
轴		投标人提供	
叶轮		投标人提供	
电动机		投标人提供	
型式		投标人提供	
容量	kW	投标人提供	
电压	V	投标人提供	
转速	r/min	投标人提供	
总重	kg	投标人提供	
10. 主油箱排油烟机		投标人提供	
型式		投标人提供	
制造厂		投标人提供	
数量	台	投标人提供	

容量	m ³ /h	投标人提供	
电动机:		投标人提供	
型式		投标人提供	
容量	kW	投标人提供	
电压	V	投标人提供	
转速	r/min	投标人提供	
总重	kg	投标人提供	

1.1.3 油净化装置技术数据表

序号	项目	单位	数据	备注
1	设备制造商	—	投标人提供	
	产地	—	投标人提供	
	名称	—	投标人提供	
	型号	—	投标人提供	
	型式	—	投标人提供	真空式
	净化装置额定出力	L/min	投标人提供	

	有效流量	L/min	投标人提供	
	过滤效率（过滤效率为通过滤网油量与总处理油量的百分比）	%	投标人提供	
	适用油质	—	投标人提供	
	过滤精度	μ m	投标人提供	
	油质水封	ppm	投标人提供	
	设备外形尺寸	mm	投标人提供	
	设备本体重量	kg	投标人提供	
	设备充油后重量	kg	投标人提供	
	最大功率（启动时）	—	投标人提供	
	启动时间	min	投标人提供	
	停车时间（使用随车刹车器）	min	投标人提供	
2	油水分离箱（如有）	—	投标人提供	
	有效容积	m ³	投标人提供	
	形状	—	投标人提供	
	工作压力	MPa	投标人提供	

	结构形式	—	投标人提供	
	台数	台	投标人提供	
3	滤网		投标人提供	
	型式	—	投标人提供	
	滤网孔径	μ m	投标人提供	
	过滤精度	μ m	投标人提供	
4	供油泵		投标人提供	
	供油泵型号	—	投标人提供	
	型号	—	投标人提供	
	数量	台	投标人提供	
	厂家	—	投标人提供	
	容量	m ³ /h	投标人提供	
	扬程	MPa	投标人提供	
	功率	kW	投标人提供	
	转速	r/min	投标人提供	
	电机型号	—	投标人提供	

	电机功率	kW	投标人提供	
	电机电压	V	投标人提供	
	电机转速	r/min	投标人提供	
5	电加热器（如有）		投标人提供	
	型号		投标人提供	
	加热器功率	kW	投标人提供	
	温度控制范围	℃	投标人提供	
	电压	V	投标人提供	
	数量	台	投标人提供	
6	油位保护装置		投标人提供	
	型号		投标人提供	
	低油位报警值		投标人提供	
	高油位报警值		投标人提供	
	高、低油位时，发出声光报警信号并自动启、停供油泵			
7	供油泵过压保护装置		投标人提供	
	型号		投标人提供	

	过压值		投标人提供	
	数量		投标人提供	
	当供油泵出口油压超过此数值时，发出声光报警信号并自动停止供油泵			

注：1）如有必要，投标方对于重大偏差应以“对规范书的意见和同规范书的差异”为标题加以详细描述。

2 励磁系统

要求投标方按照给定表格的次序填写，个别项可以不填，但禁止删减和打乱次序。

2-1 自并励静态励磁系统技术数据表

序号	名 称	单 位	设计值	试验值	保证值	备 注
1	整流柜					
1.1	型号		投标人提供	投标人提供	投标人提供	
1.2	整流方式		三相全控整流			
1.3	额定电流/柜	A	≤1500A			经投标人计算后，保证满足系统各种工况下运行需求。
1.4	功率放大器组数	组	6. 面柜			
1.5	并联支路数		2. 机组			
1.6	可控硅型号		投标人提供			进口
1.7	可控硅元件额定电流时结温	℃	投标人提供			
1.8	额定正向平均电流	A	投标人提供			

1.9	额定反向峰值电压	V	投标人提供			
2	磁场断路器					
2.1	型号		投标人提供			
2.2	额定电压	V	投标人提供			
2.3	额定电流	A	投标人提供			
2.4	最大断流能力	kA	投标人提供			
2.5	开断弧压	V	投标人提供			
2.6	控制电压（直流）	V	投标人提供			
3	AVR 性能					
3.1	电压调整范围	%	投标人提供			
3.2	手动调整范围	%	投标人提供			
3.3	调整偏差（精度）	%	投标人提供			
3.4	过渡状态记录分辨率	ms	投标人提供			
3.5	单次记录长度	采样	投标人提供			
3.6	记录通道数	个	投标人提供			
4	励磁变压器					
4.1	型式					
4.2	型号					
4.3	容量（注 1）	kVA	≤1250			注 1
4.4	电压					
4.5	初级	kV	10.5			
4.6	次级	V	投标人提供			
4.7	频率	Hz	50			
4.8	相数		3			
4.9	连接方式		Y/△-11			
4.10	绝缘方式		F 级			

4. 11	冷却方式		AN 自然风冷 +风机			
4. 12	绝缘耐受电压	kV	75			
4. 13	雷电冲击电压					
4. 14	高压侧	kV	75			
4. 15	低压侧	V				
4. 16	防护等级		IP31 (户 内) IP54 (户 外)			
4. 17	损耗		投标人提供			
4. 18	铜损	kW	投标人提供			
4. 19	铁损	kW	投标人提供			
4. 20	附加损耗	kW	投标人提供			
4. 21	总损耗	kW	投标人提供			
4. 22	效率	%	投标人提供			
4. 23	电压调整	%	$\pm 2 \times 2.5$			
4. 24	阻抗电压	%	6			
4. 25	正序阻抗		投标人提供			
4. 26	零序阻抗		投标人提供			
4. 27	高压绕组电阻	Ω	投标人提供			
4. 28	励磁电流	A	投标人提供			
4. 29	噪声水平	dB	$\nless 70$			
4. 30	穿心式 TA					
4. 30. 1	高压侧数量	个	2/相			
4. 30. 2	高压侧 TA 准确级		5P30			
4. 30. 3	高压侧 TA 容量	VA	15			

4.30.4	低压侧 TA 数量	个	2/相			
4.30.5	低压侧 TA 准确级		5P30/5P30/0.2s			
4.30.6	低压侧 TA 容量	VA	20/20/20			
4.31	过负荷能力		投标人提供			
4.32	运输尺寸	mm	投标人提供			
4.33	重量	t	投标人提供			

注 1：投标方应提供励磁变容量计算报告。

3 SFC 启动控制系统

要求投标方按照给定表格的次序填写，个别项可以不填，但禁止删减和打乱次序。

表 3-1 静止变频器数据表

序号	规范	单位	基本参数	投标保证值	备注
1	使用标准		GB/T 3859		
2	型式及型号		投标人提供		
3	供货商及产地		投标人提供		
4	是否需要输出滤波器		否		
5	变频器输入侧有无熔断器		无		
6	额定输入电压/允许变化范围	kV	37±10%		
7	系统输入电压	kV	37		
8	系统输出电压	kV	0~12		
9	系统输出电流	A	基波有效值		
10	逆变侧最高输出电压	kV	12		
11	额定容量	kVA	1000（暂定，满足启动要求）		
12	启动最大负荷	kVA	（满足启动要求）		
13	启动最小出力	kVA	投标人提供		额定工况
14	启动电流	A	投标人提供		额定工况
15	启动过程所耗电能	kWh	投标人提供		
16	输出频率范围	Hz	0~55		
17	输出侧功率因数		0.88		
18	过载能力		1.1		
19	额定输入频率/允许变化范围		50±10%		

20	变频器效率		>98%		
21	谐波		IEC60146、 GB/T14549		提供附件
22	可靠性指标（平均无故障工作时间）	h	≥40000		
23	控制电源（类型）		AC 220V、 DC220V		
24	UPS 型式、参数及容量（如需配置）		无		
25	电网侧变换器型式及元件		12 脉波整流桥、可控硅		
26	可控硅型号		投标人提供		进口
27	可控硅元件额定电流时结温	℃	70		
28	额定正向平均电流	A	投标人提供		
29	额定反向峰值电压	V	投标人提供		
30	电机侧逆变器型式及元件		6 脉冲逆变桥 可控硅		
31	可控硅型号		投标人提供		进口
32	可控硅元件额定电流时结温	℃	70		
33	额定正向平均电流	A	投标人提供		
34	额定反向峰值电压	V	投标人提供		
35	传动象限		2		
36	噪声等级		II		
37	冷却方式		AF		
38	冷却系统故障对变频器的影响		投标人提供		停机
39	变压器损耗（按不同标号分别填写）	kW	投标人提供		
40	系统总损耗（按不同标号分别填写）	kW	投标人提供		
41	模拟量信号（输入）规格及数量		投标人提供		

42	模拟量信号（输出）规格及数量		投标人提供		
43	开关量信号（输入）规格及数量		投标人提供		
44	开关量信号（输出）规格及数量		投标人提供		
45	防护等级		IP31（户内） IP54（户外）		
46	操作键盘		有\触摸屏		
47	界面语言		中文		
48	静止变频器外形尺寸	mm			
49	静止变频器重量	kg	投标人提供		
50	盘前维护或盘后维护		投标人提供		
51	断路器参数：		投标人提供		
52	型号		投标人提供		
53	制造厂家（及产地）				
54	额定电压	(kV)	10		
55	最高工作电压	(kV)	12		
56	断路器额定电流	(A)	630		
57	额定频率	(Hz)	50		
58	额定开断电流	(kA)	31.5		
59	满容量开断次数	次			
60	额定关合电流（峰值）	(kA)	80		
61	额定热稳定电流（有效值）	(kA)	31.5		
62	热稳定时间	(s)	4		
63	额定动稳定电流（峰值）	(kA)	80		
64	额定 1min 工频耐受电压	(kV)	42		
65	额定雷电冲击耐受电压	(kV)	75		
66	合闸时间	(ms)	25~50		

67	分闸时间	(ms)	40~60		
68	燃弧时间	(ms)	15		
69	分断时间	(ms)	75		
70	操作循环周期		分 0.3s 合分 180s 合分		
71	机械寿命	次	10000		
72	操作机构型式		弹簧储能		
73	储能机构电源电压及允许波动范围	(V)	DC220 80~110%		
74	合闸线圈电压及允许波动范围	(V)	DC220 80~110%		
75	分闸线圈电压及允许波动范围	(V)	DC220 65~110%		
76	采用标准				

表 3-2 SFC 隔离变压器

序号	名称		单位	设计值	投标保证值	备注
1	型式			干式环氧浇注		
2	型号					
3	额定容量		kVA	1000（暂定， 满足启动要求）		风冷（可调）
4	电压	次级	kV	37		
		初级		0.6（暂定，满足启动要求）		
5	频率		Hz	50		
6	相数			3		
7	调压抽头			37±2×2.5%		

8	接线组别			Dd0y1		
9	终端引出及接地方式			不接地		
10	绝缘等级			F		按 B 级考核温升
11	绝缘耐受电压		kV	170		
12	雷电冲击电压	高压侧	kV	170		
		低压侧		5		
13	工频耐受电压（1 分钟）	高压侧	kV	70		
		低压侧	kV	3		
14	局部放电量		pC	10		
15	防护等级			IP31（户内） IP54（户外）		
16	冷却方式			AN		
17	效率		%	98.5		
18	阻抗电压%及偏差		%	半穿越 6%		
19	零序阻抗		%	投标人提供		
20	空载损耗		kW			
21	负载损耗（120℃）		kW			
22	噪音水平		dB	60		
23	过负荷能力		kVA			
24	变压器保护装置			投标人提供		
25	满足国标谐波要求的短路容量					

表 3-3 SFC 输出柜

序号	规范	单位	招标方要求	投标方保证值	备注
1	使用标准		GB1984、		

			GB3906		
2	型式及型号				
3	制造商及产地				
4	安装地点		户内		
5	技术方案		真空断路器		
6	隔离开关参数				
7	规格		10kV/1250A		
8	额定电压	kV	10		
9	额定电流	A	1250		
10	热稳定电流（方均根值）	kA/4s	31.5		
11	动稳定电流（峰值）	kA	80		

4 调相机变压器

表 4-1 变压器技术数据表

序号	项 目	招标方要求	投标方填写
120	额定值：		
121	a. 额定频率（Hz）：	50	
122	b. 额定电压（kV）：	37/10.5	
123	高压绕组	37	
124	低压绕组	10.5	
125	c. 分接电压及调压方式：	$\pm 2 \times 2.5\%$	
126	d. 冷却方式：	ONAN	
127	e. 额定容量（MVA）：	63	
128	f. 相数：	3	

129	g. 联接组标号:	Y, d11	
130	绝缘水平		
131	1) 雷电冲击耐受电压 (kV 峰值):		
132	高压端子	200	
133	低压端子	75	
134	2) 1min 工频耐受电压 (kV 有效值):		
135	高压端子	85	
136	低压端子	35	
137	温升限值 (K):		
138	顶层油	55	
139	高压绕组	65	
140	低压绕组	65	
141	阻抗电压 (%) 及偏差 (%):		
142	主分接:	8	
143	最大分接; 最小分接:	$\pm 5\%$	
144	X/R	投标人提供	
145	绕组电阻 (Ω , 75°C):	投标人提供	
146	1) 高压绕组:	投标人提供	
147	主分接	投标人提供	
148	最大分接	投标人提供	
149	最小分接	投标人提供	
150	2) 低压绕组:	投标人提供	

151	主分接	投标人提供	
152	最大分接	投标人提供	
153	最小分接	投标人提供	
154	额定频率额定电压时空载损耗 (kW) :	≤ 22.03	
155	负载损耗 (kW, 75℃) :	≤ 169.5	
156	效率 (%) (在额定电压、额定频率、主分接的效率, 换算到 75℃ 功率因数=1 时) :	不小于 99.7%	
157	空载电流 (%) :	≤ 0.2	
158	铁心柱磁通密度 (T) (额定电压、额定频率时):	——	
159	噪声水平 dB(A) :	50	
160	可承受的 <u>2</u> 秒对称短路电流 (kA)		
161	高压绕组	31.5	
162	低压绕组	63	
163	短路后绕组平均温度计算值: °C	250	
164	变压器负载能力:	1.2	
165	耐地震能力:	8 度	
166	水平加速度 g	0.3	
167	垂直加速度 g	0.1	
168	安全系数	2.5	
169	局部放电水平 (PC):		
170	高压绕组	5	
171	低压绕组	5	
172	绕组连同套管的 $\tan \delta$:		

173	高压套管 (%)	投标人提供	
174	低压套管 (%)	投标人提供	
175	无线电干扰水平 (μV) :	500	
176	绕组最高油流速度 (m/s) :	≤ 1	
177	重量和尺寸:		
178	1) 尺寸: (m) 长 \times 宽 \times 高	投标人提供	
179	2) 运输尺寸: (m) 长 \times 宽 \times 高	投标人提供	
180	重心高度:	投标人提供	
181	3) 安装重量: (T)	投标人提供	
182	器身:	投标人提供	
183	上节油箱重:	投标人提供	
184	油量:	投标人提供	
185	总重:	投标人提供	
186	4) 运输重量: T	投标人提供	
187	5) 变压器运输时允许的最大倾斜度:	投标人提供	
188	附件参数	投标人提供	
189	1) 散热器型号及产地/厂家:	投标人提供	
190	每组散热器冷却容量: (kW)	投标人提供	
191	散热器型式:	投标人提供	
192	散热器数量:	投标人提供	
193	散热器重量: (t)	投标人提供	
194	2) 套管:	投标人提供	

195	制造厂名称及套管型号:	投标人提供	
196	高压套管	投标人提供	
197	低压套管	投标人提供	
198	额定电流: (A)		
199	高压套管	2500	
200	低压套管	5000	
201	绝缘水平 (BIL/AC) (kV) :		
202	高压套管	200	
203	低压套管	75	
204	套管工频耐受电压 (kV 有效值) :		
205	高压套管	85	
206	低压套管	35	
207	套管局部放电水平 (PC) :		
208	高压套管	10	
209	低压套管	10	
210	套管的有效爬距: mm		
211	高压	≥ 1256	
212	低压	≥ 378	
213	3) 分接开关:		
214	型号:	投标人提供	
215	制造厂:	投标人提供	
216	额定电流:	投标人提供	

217	分接级数:	投标人提供	
218	短路耐受能力:	31.5	
219	可承受的最高连续运行电压 (对地):	投标人提供	
220	雷电冲击全波试验电压(峰值):	投标人提供	
221	无需检修的操作次数和运行时间:	投标人提供	
222	e. 压力释放装置		
223	制造厂:	投标人提供	
224	规范及台数:	2	
225	释放压力 Mpa 及寿命	投标人提供	
226	硅钢片厂家及型号	投标人提供	
227	硅钢片重量(kg)	投标人提供	
228	变压器壳体钢板产地/厂家、参数		
229	绕组材料产地/厂家、参数	投标人提供	
230	绕组材料重量(kg)	投标人提供	
231	主绝缘材产地/厂家、参数	投标人提供	
232	气体继电器厂家、参数	投标人提供	
233	高压绕组每相对地电容:	投标人提供	
234	低压绕组每相对地电容:	投标人提供	
235	绕组间电容:	投标人提供	
236	温度计产地/厂家及型号(不同型号温度计应分别列出)		
237	变压器绝缘油产地/厂家、型号	投标人提供	

238	变压器绝缘油重量 (kg)	投标人提供	
-----	---------------	-------	--

5 机端母线及电力电缆

表 5.1 母线基本技术参数

参数	名称 调相机回路出口 至调相变低压侧 之间	励磁变及 TV 分支回路	投标人填写	投标人填写
标称电压 (kV)	10	10		
运行电压 (kV)	10.5	10.5		
最高工作电压 (kV)	12	12		
额定电流 (A)	4000	1250		
相 数	三相	三相		
频率 (Hz)	50	50		
动稳定电流(峰值) (kA)	160	160		
4S 热稳定电流 (kA)	63	63		
母线运行最高温度 (°C)	90	90		
母线接头运行最高温度 (°C)	105	105		
冷却方式	自冷	自冷		
外壳材料 (投标商填)	无磁金属	无磁金属		
导体规格 (投标商填)				
荷重 (kg) (投标商填)				

单相尺寸（投标商填）				
三相尺寸(投标商填				

6 400V 开关柜

0.4kV 低压开关柜：

序号	名 称	招标方要求值	投标方满足情况	备 注
1	成套设备参数			
	1) 型号：			
	2) 额定电压（kV）：	0.38		
	3) 最高工作电压（kV）：	0.69		
	4) 额定频率（Hz）：	50		
	5) 主母线额定电流（A）：	1600		
	6) 垂直母线额定电流（A）：	1600		
	7) 额定短路开断电流（kA）：	50		
	8) 额定动稳定电流（峰值）(kA)：	125		
	9) 额定热稳定电流及其持续时间额定值(kAs)：	50kA/1s		
	10) 各回路开断短路电流周期分量（有效值） （kA）：	50		
	11) 开断时非周期分量百分值不小于 %	投标方提供		
	12) 额定耐受电压（V）：			
	1min 工频	2500		
	雷电冲击	8000		

	13) 母线尺寸 (mm)、材质:	80×8、铜		
	14) 柜体尺寸 (宽×深×高) mm:	不大于 800× 800×2260		
	15) 柜体颜色	业主方确认		
	16) 整柜防护等级:	IP30		
	17) 应用标准:	GB7251.1		
2	塑壳断路器			
	1) 型号:			
	2) 额定电压 (kV):	0.38		
	3) 最高工作电压 (kV):	0.6		
	4) 额定电流 (A):			
	5) 额定频率 (Hz):	50		
	6) 额定开断电流 (kA):	50		
	7) 满容量开断次数:	投标方提供		
	8) 额定关合电流 (峰值, kA):	125		
	9) 额定热稳定电流 (有效值, kA):	50		
	10) 热稳定时间: (s)	1		
	11) 额定耐受电压 (V):			
	1min 工频	2500		
	雷电冲击	8000		

	12) 合闸时间:	投标方提供		
	13) 分闸时间:	投标方提供		
	14) 开断时间:	投标方提供		
	15) 电气操作循环次数 (每小时):	120		
	16) 机械寿命 (操作次数):	20000		
	17) 操作机构型式:	投标方提供		
	18) 采用标准:	IEC60947-2		
3	框架断路器 (抽出式)			
1)	断路器型号			
2)	额定电流 (A)	1600A		
3)	额定电压 (V)	380V		
4)	分断 (有效值) (kA)	50kA		
5)	接通 (峰值) (kA)	100kA		
6)	过电流脱扣器额定电流 (A)	按招标配置接线图		
7)	最长开断时间 (ms)	25ms		
8)	最长合闸时间 (ms)	70ms		
9)	标称触头开断时间 (ms)			

10)	标称合闸时间（ms）			
11)	最大 TOC 辅助开关（只数）	4 开 4 闭		
12)	断路器重量（kg）	投标方填写		
14)	额定绝缘电压	800V		

第六章 技术差异表

投标人应逐项响应本技术规范书中的要求，如有与本技术规范书要求不一致的地方，应逐项在“投标人技术偏差表”中列出。

技术差异表

序号	招标文件		投标文件	
	条目	简要内容	条目	简要内容

注：

如无差异，请在上表中填写“无差异”。

投标方递交的投标文件与招标文件的技术规范书要求有不同，不论多么微小，都应逐条列在本章技术差异表中。否则，不论在其它各处如何描述，都将被认为投标方完全接受本招标文件的要求。

附录 A 本产品预设方案和有关说明

附录 B 合同业绩

投标人须严格按照以下格式填写投标同类成套设备的电力系统销售合同业绩。

投标人按照第一章要求提供业绩证明材料。

序号	项目单位	工程名称	产品名称、规格、型号	供货数量	合同签订日期	使用单位联系人	联系电话

附录 C 试验报告

投标人须按第一章要求，提供同类产品型式试验报告（附扫描件，至少含设备信息、检测项目、结论页），并填写下表。

序号	试验报告	试验内容	试验编号	试验单位
1				
2				
3				
4				
5				
6				

附录 D 招标附图

附图 1 电气主接线图

附图 2 升压站总平面

附录 E 主要部件品牌清单

投标人选择一个品牌进行投标报价并计入总价。

序号	部件名称	投标人承诺品牌（唯一）	备注
1	定子硅钢片		
2	调相机升压变		
3	转子锻件		
4	35kV SFC 隔离变压器		
5	励磁变		

6	SFC 系统、		
7	励磁系统		
8	继电保护		
9	DCS		
10	UPS 主机		
11	直流系统		

第六章 投标文件格式

招标编号：ZJTY-2026-05-07-003

独青山 180 万千瓦风电项目、黄花
滩 200 万千瓦光伏项目调相机及其附属
设备

投 标 文 件

第一卷 商务文件

投标人：（盖单位章）

一、法定代表人资格证明或授权委托书

法定代表人资格证明

投标人名称：

姓名： （ ） 性别： （ ） 年龄： （ ） 职务： （ ） 系 （ ） 的法定代表人（单位负责人）。

特此证明。

投标人：（盖单位章）

或法定代表人签字：（签字）

日期：

附：法定代表人（单位负责人）身份证复印件。

授权委托书

本人（ ）系（ ）的法定代表人（单位负责人），现委托（ ）为我方代理人。代理人根据授权，以我方名义签署、澄清确认、递交、撤回、修改独青山 180 万千瓦风电项目、黄花滩 200 万千瓦光伏项目调相机及其附属设备的投标文件、签订合同和处理有关事宜，其法律后果由我方承担。

委托期限： 。

代理人无转委托权。

投标人（盖单位章）：

或法定代表人（签字）：

身份证号码：

委托代理人：

身份证号码：

日期：

附：委托代理人身份证复印件

二、联合体协议书（若需，联合体各方签字盖章后扫描上传）

联合体协议书

____（所有成员单位名称）自愿组成____（联合体名称）联合体，共同参加____（项目名称）____（标段名称）项目投标。现就联合体投标事宜订立如下协议。

1. ____（某成员单位名称）为 ____（联合体名称）牵头人。

2. 联合体各成员授权牵头人代表联合体参加投标活动，签署文件，提交和接收相关的资料、信息及指示，进行合同谈判活动，负责合同实施阶段的组织和协调工作，以及处理与本招标项目有关的一切事宜。

3. 联合体牵头人在本项目中签署的一切文件和处理的一切事宜，联合体各成员均予以承认。联合体各成员将严格按照招标文件、投标文件和合同的要求全面履行义务，并向招标人承担连带责任。

4. 联合体各成员单位内部的职责分工如下：____。

5. 本协议书自所有成员单位法定代表人或其委托代理人签字或盖单位章之日起生效，合同履行完毕后自动失效。

6. 本协议书一式____份，联合体成员和招标人各执一份。

注：本协议书由法定代表人签字的，应附法定代表人身份证明；由委托代理人签字的，应附授权委托书。

联合体牵头人（盖单位章）：

法定代表人或其委托代理人（签字）：

联合体成员（盖单位章）：

法定代表人或其委托代理人（签字）：

联合体成员（盖单位章）：

法定代表人或其委托代理人（签字）：

日期：____年____月____日

三、廉政承诺书

廉政承诺书

致：甘肃民勤陇电入浙独青山能源有限公司，甘肃古浪陇电入浙黄花滩能源有限公司

为配合招标人招标采购活动中的廉政建设，规范双方的各项活动，防止发生各种谋取不正当利益的违法违纪行为，保护国家、企业和当事人的合法权益，根据国家有关法律法规和廉政建设责任制规定，本单位参与采购过程中，保证在项目业务的获取（包括但不限于招标投标等其他采购形式）、合同签订及合同履行等全过程中严格遵守以下规定：

一、严格遵守国家有关法律、法规，相关政策，以及廉政建设的各项规定。严格遵守招标人在廉洁从业方面的各项制度和规定，并主动配合招标人遵守执行。

二、对本单位相关人员进行经常性的廉洁自律教育，并督促其在工作中自觉遵守以下规定：

1. 不得以任何形式向招标人相关人员赠送礼金、礼品、有价证券或其他代币券、贵重物品、好处费、感谢费等。

2. 不得邀请招标人相关人员参加可能对上述招标采购活动公正性、廉洁性产生影响的各种宴请、旅游和消费娱乐等活动。

3. 不得变相采用借款、报销发票、提供交通工具等作为私用或其他手段向招标人相关人员提供不正当利益。

4. 不得在上述招标采购活动中向招标人相关人员许诺提供或为其谋求各类不正当利益，或施加任何形式影响和干扰决策。

5. 本单位及工作人员在招标采购过程中，不得以任何形式向招标人或招标代理机构的相关人员行贿、提供回扣或其他好处费等。

三、如果一旦发现本单位工作人员有违反以上规定行为，本单位将视其情节轻重，按照相关法律法规、国家有关廉政建设的规定及企业内部规章制度予以处理。且一经查实，招标人有权取消我方的候选（或中选）资格，并配合落实进一步的处罚措施。

四、本单位在此承诺，如果招标人相关人员主动索取或故意刁难以变相索取上述任何形式的不正当利益，利用职权要求本单位采购其亲友经营的有关物资，要求代为其亲友安排工作，或推荐采购单位和要求我方购买采购合同规定以外的，本单位将及时向招标人主管部门或纪检监察部门举报，并视招标人需要，积极配合相关的调查取证工作。

五、本承诺书签署后，即对本单位及全体相关人员产生不可撤销的约束力。

投标人（盖单位章）：

日期：

四、商务偏离表

商务偏离表

序号	条目(招标条件)	简要内容(招标条件)	条目(投标文件)	简要内容(投标文件)

注：本单位承诺除商务和技术偏差表列出的偏差外，响应招标文件的全部要求。

五、 投标保证金

投标人应在此提供“保证金递交回执”。

六、招标代理服务费承诺函（适用于中标人支付招标代理服务费的）

招标代理服务费承诺函

致：浙江天音管理咨询有限公司

我公司在本标段报价总价中已含招标代理服务费。本单位在此承诺，如在本次招标项目中获中标，本单位将按照招标文件规定的比例计算的金额，向贵方支付招标代理服务费（收费标准详见附表 1，若计算金额不足壹万元人民币的情况按壹万元人民币收取），并在签定合同后，向贵方支付招标代理服务费。

投标单位：

日期：

附表 1：本标段招标代理服务收费标准按“货物”类型收费标准收取，收费基数以中标金额为准，并按差额定率累进法计算。若计算金额不足壹万元人民币的情况按壹万元人民币收取。服务费收取账户以付款通知书为准。

类型 中标金额	货物	服务	工程
100 万元以下	1.5%	1.5%	1.0%
100~500 万元	1.1%	0.8%	0.7%
500~1000 万元	0.8%	0.45%	0.55%
1000~5000 万元	0.5%	0.25%	0.35%
5000 万元~1 亿元	0.25%	0.1%	0.2%
1~5 亿元	0.05%	0.05%	0.05%
5~10 亿元	0.035%	0.035%	0.035%
10~50 亿元	0.008%	0.008%	0.008%
50~100 亿元	0.006%	0.006%	0.006%
100 亿以上	0.004%	0.004%	0.004%

例如：若中标金额为 2000 万元，所属标段属于“货物”类型（仅为举例所用，与本标段无关），则招标代理服务费为： $(100 \times 1.5\% + (500 - 100) \times 1.1\% + (1000 - 500) \times 0.8\% + (2000 - 1000) \times 0.5\%) = 14.90$ （万元）

七、近三年财务状况表

公司状况	20__年	20__年	20__年	说明
总资产				
资产负债率				负债合计/总资产
净资产收益率				净利润/所有者权益合计
现金净流入				
流动比				流动资产合计/流动负债合计
负债合计				
净利润				
所有者权益合计				
流动资产合计				
流动负债合计				

注：提供近三年财务状况表，投标人的成立时间少于规定年份的，应提供成立以来的财务状况表。

八、资格审查及评审打分资料

（一）基本情况表

投标人名称				
注册资金		成立时间		
注册地址				
邮政编码		员工总数		
联系方式	联系人		电话	
	网址		传真	
法定代表人	姓名		电话	
投标人须知要求投标人需具有的各类资质证书	类型： 等级： 证书号：			
近三年营业额（万元）	202_年	202_年	202_年	
投标人关联企业情况 （包括但不限于与投标人法定代表人（单位负责人）为同一人或者存在控股、管理关系的不同单位）				
投标设备/材料制造商名称				
投标人须知要求投标设备/材料制造商需具有的资质证书	类型： 等级： 证书号：			
备注				

注：1. 投标人为企业的，应提交营业执照和组织机构代码证的复印件（按照“三证合一”或“五证合一”登记制度进行登记的，可仅提供营业执照复印件）；投标人为依法允许经营的事业单位的，应提交事业单位法人证书和组织机构代码证的复印件。

2. 如果投标人须知第 1.4.1 项对投标设备/材料制造商的资质提出了要求，投标人应根据投标人须知第 3.5.1 项的要求在本表后附相关资质证书复印件。

3. 若近年来，投标人法人机构发生合法变更或重组或法人名称变更的，应提供相关部门的合法批件或其他相关证明材料。

4. 如投标人无法定代表人的，法定代表人填写单位负责人。

（二）业绩汇总表

序号	工程名称	建设单位（项目业主）	合同签署日期	竣工时间/投运时间	合同金额(万元)	机组容量/项目规模	技术指标及其他要求	证明材料清单
								<input type="checkbox"/> 合同 <input type="checkbox"/> 中标通知书 <input type="checkbox"/> 业主证明 <input type="checkbox"/> 其它：

注 1：若被推荐为中标候选人，招标人有权将上述业绩进行公示。

附表：业绩情况明细表

业绩汇总表对应业绩序号：_____

业绩证明对象名称				
业绩项目名称				
证明材料清单	证明材料	材料涉及主体		材料签署/生效时间
	____合同	甲方：_____	乙方：_____	
	竣工/验收报告	
			
合同设备/材料名称				
主要规模、数量指标				
合同价格				
规格和型号				
主要性能指标				
项目概况及投标人履约情况				
履约情况证明方： 联系人及电话：				
备注				

注：1. 每个业绩需提供一份《业绩情况明细表》。

2. 投标人应根据招标公告要求提供相应业绩证明材料。

3. 若提供的业绩证明材料的出具方、证明对象与投标人所列业绩证明对象不一致，投标人应附完整的可证明业绩证明对象和该业绩之间的关联关系的证明材料(包括不限于组织更名材料、分包、外购、委托运营协议等)

（三）检测、试验报告（若需）

（四）制造商授权书（投标人为代理商时提供）

（投标文件委托代理人签字的须提供，按以下格式签字盖章后，以图片形式上传、替换）

制造商授权书

致：_____

我单位_____（制造商名称）是按_____（国家 / 地区名称）法律成立的一家制造商，主要营业地点设在_____（制造商地址。兹授权按_____（国家 / 地区名称的法律正式成立的主要营业地点设在_____（投标人的单位地址的_____（投标人名称）以我单位制造的_____（设备/材料名称）进行_____（项目名称）投标活动。我单位同意按照中标合同供货，并对产品质量承担责任。 授权期限：_____。

投标人名称：_____（盖单位章）

制造商名称：_____（盖单位章）

签字人职务：_____签字人职务：_____

签字人姓名：_____签字人姓名：_____

签字人签名：_____签字人签名：_____

（五）连带责任书及技术支撑承诺函（若需）

该连带责任书及技术支撑承诺函须由设备制造商的法定代表人或授权代表签署，如设备制造商为国内法人的，还须加盖公章。

该连带责任书及技术支撑承诺函须载明：设备制造商同意就卖方在本合同（包括不时进行的修改和补充）项下的责任和义务向买方承担连带责任。

格式由投标人自行设计

（六）关于设备原厂商授权函的承诺函（若需）

致：_____

我公司承诺，在收到中标通知书后 10 天内向贵公司提供招标文件所要求的设备原厂商针对_____项目的授权函和设备原厂商出具的三年售后服务承诺函。若无法在规定的时间内提供，视为我公司放弃中标，同意投标保证金不予退还，给招标人的损失超过投标保证金数额的，同意对超过部分予以赔偿；没有提交投标保证金的，同意对招标人的损失承担赔偿责任。

投标人（盖单位章）：

日期：_____年_____月_____日

九、关于业绩公示的投标承诺书

关于业绩公示的投标承诺书

致：甘肃民勤陇电入浙独青山能源有限公司，甘肃古浪陇电入浙黄花滩能源有限公司

为全面落实《招标投标法》《招标公告和公示信息发布管理办法》等法律法规，坚持“公开、公平、公正和诚实信用”原则，共同维护浙能集团招标投标的良好生态，打造优质和谐的营商环境，我司郑重承诺如下：

1. 关于信息公示：若我司被推荐为中标候选人，我司同意招标人（或招标代理机构）可将我司投标文件中涉及资格要求及评分的业绩所对应的合同关键信息（包括但不限于合同名称、签署时间等）进行公示。我司承诺投标文件中的合同信息内容不涉及国家秘密或商业秘密，如因公示内容引发任何争议或责任，概由我司自行承担。

2. 关于异议处理：如收到针对我司所提供业绩材料的异议，我司承诺在规定期限内，按照要求提供证明业绩真实性的相关材料（如合同原件、业主证明等）。若未能在规定期限内提供有效证明材料，我司同意被认定为不真实业绩，并接受由此产生的取消中标候选人资格等处理决定。

3. 关于诚信约束：我司承诺不进行重复异议、诬告或恶意异议等行为。如有违反，同意贵公司依据国家法律法规及浙江省能源集团有限公司《供应商关系管理办法》的相关规定，对我司进行处理。

以上承诺，我司将严格恪守。

承诺单位：（公章）

日期：

招标编号：ZJTY-2026-05-07-003

独青山 180 万千瓦风电项目、黄花
滩 200 万千瓦光伏项目调相机及其附属
设备

投 标 文 件

第二卷 技术文件

投标人：（盖单位章）

一、技术规范

（以招标文件技术规范为准）

制造商主要工艺装备和主要检测设施的拥有情况和现状

产品设计、制造、安装、验收标准

质量手册或关于质量管理、质量体系、质量控制、质量保证的详细介绍

二、技术偏差表

技术偏差表

序号	条目(招标文件)	简要内容(招标文件)	条目(投标文件)	简要内容(投标文件)

注：本单位承诺除商务和技术偏差表列出的偏差外，响应招标文件的全部要求。

三、佐证所投品牌的第三方证明文件

《关键部件品牌规格表》和《主要部件品牌规格表》中的部件品牌，投标人在招标文件列明品牌以外选择其他品牌进行报价的，投标人在投标时须提供与该品牌有关的性能指标参数、同类型业绩等第三方证明文件佐证所投品牌与列明品牌为“或相当于”；若投标人未提供证明文件的，评标委员会有权判定投标人投标品牌为“不相当于”。

品牌 1. 第三方证明文件清单（每个品牌均需提供）

1	部件名称	
2	投标品牌	
3	证明文件清单	
3.1	与该品牌有关的性能指标参数 第三方证明文件	
3.2	该品牌有关的同类型业绩证明 文件	
3.3	其它第三方证明文件	

附：第三方证明文件

品牌 2. 第三方证明文件清单（每个品牌均需提供）

1	部件名称	
2	投标品牌	
3	证明文件清单	
3.1	与该品牌有关的性能指标参数 第三方证明文件	
3.2	该品牌有关的同类型业绩证明 文件	
3.3	其它第三方证明文件	

附：第三方证明文件

四、附表附图-部件品牌响应表

部件品牌响应表

部件品牌响应表

序号	部件名称	招标文件规定品牌规格范围或相当 于	部件名称	投标人所报品牌规 格
----	------	----------------------	------	---------------

五、品牌部件知悉函

知 悉 函

我公司已知悉并理解招标文件第三章评标办法中的下述条款（若与第三章评标办法描述不一致的，以招标文件第三章评标办法的描述为准）：

1. 《关键部件品牌规格表》中的部件（若有）评审说明

（1）若投标人在投标文件中未明确唯一品牌的，作否决投标处理。

（2）投标人所投关键部件品牌在招标文件列明品牌以外的，投标人在投标时须提供与该品牌有关的性能指标参数、同类型业绩等第三方证明文件佐证所投品牌与列明品牌为“或相当于”，经评标委员会判定是否属于“相当于”。如判定为“相当于”，则进行后续评标；如判定为“不相当于”，则作否决投标处理。若投标人未提供证明文件的，评标委员会有权直接判定投标人所投品牌为“不相当于”。

2. 《主要部件品牌规格表》中的部件（若有）评审说明

（1）若投标人在投标文件中明确主选品牌的，按主选品牌进行评标。

（2）若投标人在投标文件中列明两个及以上品牌但未明确主选品牌的，按其所投品牌中最低技术水平的品牌进行技术评审，同时扣除相应的报价质量分；

（3）若投标人在投标文件中品牌表述模糊不清，仅以“响应”、“符合要求”等方式进行响应的，视为投标人所投品牌为招标文件列明的品牌，同时扣除相应的报价质量分；

（4）若投标人在投标文件中列明了一个或多个品牌，且含“或相当于”、“或同等档次”等模糊字眼的，视为投标人所投品牌为投标文件中列明的品牌，同时扣除相应的报价质量分；

（5）若投标人在《主要部件品牌规格表》列明品牌以外选择其他品牌的，投标人在投标时须提供与该品牌有关的性能指标参数、同类型业绩等第三方证明文件佐证所投品牌与列明品牌为“或相当于”；若投标人未提供证明文件的，评标委员会有权直接判定投标人所投品牌为“不相当于”。若评标委员会判定投标人所投品牌与列明品牌“不相当于”的，评标委员会按下述方式进行处理：

1) 按所有投标人对符合招标文件列明品牌的最高报价计入其评标价；

2) 按所投品牌技术水平最低的进行评审。

投标人：（盖章）

投标日期：

六、评审打分资料（若有）

请按招标文件《第三章》评标办法中的技术评标因素及其量化标准，明确评分打分资料所在页面页码或已在投标管家中绑定评审指标。

序号	评审指标	资料名称	资料所在页面页码或已绑定评审指标	备注

招标编号：ZJTY-2026-05-07-003

独青山 180 万千瓦风电项目、黄花滩
200 万千瓦光伏项目调相机及其附属
设备

投 标 文 件

第三卷 报价文件

投标人：（盖单位章）

一、投标函

投标函

致：甘肃民勤陇电入浙独青山能源有限公司，甘肃古浪陇电入浙黄花滩能源有限公司

1. 我方已仔细研究了独青山 180 万千瓦风电项目、黄花滩 200 万千瓦光伏项目调相机及其附属设备标段招标文件的全部内容，愿意以人民币（大写）_（¥ 元）的投标总报价，并按合同约定履行义务。

2. 投标文件前后如存在内容不一致的，以投标函为准。

3. 我方承诺除商务和技术偏差表列出的偏差外，我方响应招标文件的全部要求。

4. 我方承诺在招标文件规定的投标有效期内不撤销投标文件。

5. 如我方中标，我方承诺：

（1）在收到中标通知书后，在中标通知书规定的期限内与你方签订合同；

（2）在签订合同时不向你方提出附加条件；

（3）按照招标文件要求提交履约担保；

（4）在合同约定的期限内完成合同规定的全部义务。

6. 我方在此声明，所递交的投标文件及有关资料内容完整、真实和准确，且不存在第二章“投标人须知”第 1.4.3 项规定的任何一种情形。

7. 我方理解，你方并非接受最低价格或可能收到的任何投标函的约束，亦无须负担我们的任何报价费用。

投标人(盖单位章)：

日期：

开标一览表

项目名称：独青山 180 万千瓦风电项目、黄花滩 200 万千瓦光伏项目调相机及其附属设备
单位：万元（人民币）

投标报价	小写： 大写：
税率	
备注	

投标单位（盖章）：

日期：

备注：请投标单位按以上格式认真填写，不得随意更改技术规范中要求。

三、价格表

1. 一般要求

1.1 分项价格表中设备分项须与技术规范供货范围中的分项内容相一致。

1.2 当分项价之和与总价不符时，以总价为准并对单价进行修正，但总价金额小数点有明显错误的除外。

1.3 报价币种为人民币，进口部分也应人民币报价。

1.4 价格表中报价为报价有效期内不变价格。报价有效期内为 90 天

2. 报价表

序号	名 称	报价（万元）	备 注
1	独青山180万千瓦风电项目		
2	黄花滩200万千瓦光伏项目		
	总计		

投 标 价 格 总 表

单位：人民币万元

序号	名 称	合 计	增值税率	备 注
1	设 备 价 格		_____%	
	设备本体			详见附表 1
	备品备件			详见附表 2
	专用工具			详见附表 4
2	技术服务费			详见附表5
3	运保费			详见附表6
	总计			

备注：请各投标人按项目分别填写

附表1：本体价格分项表

单位：万元

序号	名称	规格型号	单位	数量	产地	生产厂家	单价	合价	备注
	小计								

备注：请各投标人按项目分别填写

附表2：随机备品备件分项价格表（计入总价，不限于以下项目）

单位：万元

序号	名称	规格型号	单位	数量	产地	生产厂家	单价	合价	备注
	小计								

备注：请各投标人按项目分别填写

附表3：三年生产运行用备品备件、主要耗材（含一个大修期，不计入总价）

单位：万元

序号	名称	规格型号	单位	数量	产地	生产厂家	单价	合价	更换周期	备注
	小计									

报价有效期：合同设备质量保证期满后三年内，请各投标人按项目分别填写

附表4：专用工具分项价格表（计入总价）

单位：万元

序号	名称	规格型号	单位	数量	产地	生产厂家	单价	合价	备注
	小计								

备注：请各投标人按项目分别填写

附表5：技术服务费分项价格表（计入总价）

单位：万元

序号	内 容	人日数	单 价	合 价	备注
1	卖方现场技术人员服务费				
2	培训费				
3	设计联络会费用				
4	其它				
	合计				

备注：请各投标人按项目分别填写

附表 6：运保费分项价格表（计入总价）

单位：万元

序号	内 容	价 格	备注
1	大件运输费（包括大件措施费）		若有
2	普通件运输费		
3	保险费		
4	其它		
	合计		

备注：请各投标人按项目分别填写

附表 7：进口设备与部件分项价格表

单位：万元

序号	名称	规格型号	单位	数量	产地	生产厂家	单价	合价	备注

备注：请各投标人按项目分别填写

附表 8：国内分包与外购部件分项价格表

单位：万元

序号	名称	规格型号	单位	数量	产地	生产厂家	单价	合价	备注
	小计								

备注：请各投标人按项目分别填写