

浙能武威 $2 \times 1000\text{MW}$ 调峰火电机组工程 项目

分散控制系统（DCS）招标文件

技术规范书

目 录

附件 1	技术规范	1
附件 2	供货范围	130
附件 3	技术资料和交付进度	144
附件 4	交货进度	149
附件 5	监造、检验和性能验收试验	151
附件 6	技术服务和设计联络	155
附件 7	分包与外购	163
附件 8	运行维护手册	164
附件 9	大（部）件情况	167
附件 10	技术差异表	168
附件 11	附图	169
附件 12	性能考核条款	170
附件 13	投标人需要说明的其他问题（质量承诺及售后服务承诺等）	172
附录 A	技术数据表	173

附件 1 技术规范

1 总则

1.1 总述

1.1.1 本招标文件对浙能武威 2×1000MW 调峰火电机组工程项目的分散控制系统(以下简称 DCS)提出了技术方面和其它有关方面的要求。本技术规范书的内容除特别注明外,是按一套 DCS 的要求编制的。投标人应提供 4 套 DCS (含 2 套单元机组 DCS、1 套公用系统 DCS、1 套辅控系统 DCS)。在文本中若无特殊说明,“DCS”适用于单元机组 DCS、公用系统 DCS 及辅控系统 DCS。

1.1.2 本规范书提出的是最低限度的要求,并未对所有技术细节作出规定,也未完全陈述与之有关的规范和标准。投标人应保证提供符合本规范书和相关规范、标准的优质产品及相应服务。对国家有关安全、环保等强制性标准,必须无条件满足。

1.1.3 投标人执行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,规范和标准遵循现行最新版本的标准。

1.1.4 所有文件、图纸及通讯,均应使用中文。在签约后的工程建设期间,中文为主要的工作语言。若文件为英文,应同时附中文说明,且以中文为准。

1.1.5 报价书及合同规定的文件,包括图纸、计算、说明、使用手册等,均应使用国际单位制(SI)。

1.1.6 设备采用的专利涉及到的全部费用均已包含在设备报价中,投标人保证招标人不承担有关设备专利的一切责任。

1.1.7 投标人应提供高质量的设备。这些设备是成熟可靠、技术先进的产品,且制造商已有在相同容量等级机组合同设备制造、运行的成功经验。

1.1.8 在签订合同之后,招标人有权提出因标准、规范和规程发生变化而产生的一些补充要求,具体项目由招投标人双方共同商定。当主机参数发生变化时而补充的变化要求,设备不加价。

1.1.9 如果投标人未以书面形式对本规范书提出异议,则意味着投标人提供的设备和 DCS 满足了本规范书和有关工业标准的要求。如有异议,不管是多么微小,都应在报价书中以本规范书附件 10 “技术差异表”为标题的专门章节中加以详细表明。

1.1.10 只有招标人有权修改本规范书。经招、投标双方协商,最终确定的规范书应

作为 DCS 合同的一个附件，并与合同文件有相同的法律效力。招、投标双方共同签署的会议纪要、补充文件等也具有与合同文件相同的法律效力。

1.1.11 本工程采用统一标识系统，编码按照 GB/T 50549-2010《电厂标识系统编码标准》执行。投标人提供的所有技术资料（包括图纸）和设备的标识应满足此标准。投标人应在设计、制造、运输、安装、试运及项目管理的各个环节使用该编码。具体的标识原则、方法和内容在第一次设计联络会上讨论确定。

1.1.12 投标人的投标书至少应包括下列内容（要求按照本规范书格式及章节编排逐条进行响应，差异部分予以明显标识）：

（1）DCS 的供货范围，包括所有硬件、软件、服务、有关图纸资料及按附录 A 要求的数据表。

（2）DCS 的详细说明，包括系统说明、子系统功能、操作员接口、系统性能、软件功能、控制器以及 I/O 的分配方案等。此外，投标人还应提供一个同类型参考电厂的控制系统（包括控制器、系统网络以及 I/O 等）的详细配置方案等。

（3）对规范书意见和同规范书的差异。

（4）投标人认为有助于提高系统性能的建议和替代方案。

（5）设计及供货所依据的规范及标准。

（6）DCS 硬件配置图及所供部件设备清单和原产地。

（7）备品备件清单。

（8）投标人提供的 DCS 系统在同类型电厂应用业绩清单（须包括机组容量参数、应用范围、控制器数量、I/O 卡件类型及点数、机组投运时间、系统型号）、达到的主要技术指标和用户反馈意见。系统型号至少包含控制器、卡件、电源模块、通讯模块、交换机、服务器（如有）、工程师站、操作员站等设备型号。

（9）本规范书中所要求的其它说明、资料等。

1.1.13 投标人应在 DCS 系统出厂前对应用软件进行审核确认，参与现场调试，对整个控制系统的最终功能和性能负责。投标人的设计人员必须具备同类型等级机组 DCS 的项目实施经验。投标人应总体负责 DCS 系统的硬件设计，并负责 DCS 系统控制器功能、I/O 配置方案的详细设计，如需国外技术支持方设计人员现场服务，所有费用由投标人负责。

1.1.14 招标人在设计联络会和设计过程中对于投标人设计方案和图纸的确认，尤其是硬件配置、功能分配及控制逻辑等的确认并不代表招标人将为 DCS 系统的设计承担责任，投标人应完全保证所供 DCS 系统的安全可靠性、合理性、完整性和先进性。无论是否经过招标人确认，投标人都应无条件对系统中的缺陷、不足和与合同不符的地方进行修改、补充或更换，而不增加任何费用。

1.1.15 如果本工程 DCS 系统设备在发货之前，DCS 软、硬件有所更新，投标人应按招标人要求无条件予以提供新的控制系统软、硬件，并保持供货价格不变。投标人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、I/O 模件配置数量、过程控制系统节点数量、控制回路数量、操作员站及服务器的配置数量和技术指标等不低于合同要求。

1.1.16 投标人对本节所规定的工作范围负有全部责任。除非事先征得招标人同意和批准，投标人不得将某些工作转包或分包给任何第三方。本工程组态若由第三方完成，组态单位必须具有同类型及以上机组 DCS 组态设计、调试的业绩，并由招标人确认。工程组态费用应在分项报价中列出。组态单位应负责 DCS 应用软件设计组态、脱硫、脱硝和 APS 设计组态工作。投标人应保证提供的 DCS 组态设计软件达到技术规范书中对功能和性能的要求，并对组态单位提供技术支持。

1.1.17 投标人如有机组优化控制软件，应提供详细说明并分项报价（不计入投标总价），以便招标人根据需要自由选择相应的机组优化控制功能组和软件包。如招标人自行采购第三方优化控制软件，投标人应提供相关接口并配合相关优化控制软件的实施且不增加任何费用。

1.1.18 投标人应向招标人提供 DCS 的应用文件和数据库的电子文件，以便招标人软仿真机（招标人另行采购）设计时采用。所提供的电子文件应能被移植到仿真机软件环境，配合仿真机的设计，提供必要的技术支持和相关的技术资料，并负责所供设备与仿真机系统的接口配合工作。

1.1.19 投标人另应向招标人提供 1 套用于热控工程师软件组态操作的培训机柜（作为专用工具），该机柜至少包含电源、机架、1 对控制器、通讯模块，每种类型 IO 卡各 1 块、工程师站（含永久授权）、操作员站（含永久授权）等设备。该机柜与主机 DCS、辅控 DCS 之间无信号联系。

1.1.20 本工程纳入 DCS 控制范围说明如下（根据工程实际情况可进行适当调整）：

（1）单元机组热力系统（含磨煤机、风机油站控制、汽机高低压旁路和油站控制、液控蝶阀及油站控制、吹灰控制等）

（2）除灰（除尘）系统

（3）除渣系统

（4）循环水泵系统

（5）间接空冷系统

（6）脱硫系统

（7）脱硝系统

（8）电气厂用电控制

（9）发变组控制

（10）主厂房余热供暖及高效低碳运行系统

（11）其他

1.1.21 本工程纳入两机公用系统 DCS 控制范围说明如下（根据工程实际情况可进行适当调整）：

（1）空压机系统

（2）辅助蒸汽系统

（3）电动给水泵系统

（4）循环水公用系统

（5）采暖加热站及集中制冷空调控制系统

（6）主厂房电气公用系统

（7）脱硫公用系统

（8）启动锅炉系统

（9）其他

1.1.22 本工程纳入辅控系统 DCS 控制范围说明如下（根据工程实际情况可进行适当调整）：

（1）水预处理系统

（2）凝结水精处理系统

- (3) 凝结水精处理再生系统
- (4) 取样加药系统
- (5) 机组排水槽
- (6) 锅炉补给水系统
- (7) 综合水泵房系统
- (8) 工业废水及生活污水处理系统
- (9) 干湿联合冷却系统
- (10) 输煤系统
- (11) 煤水处理
- (12) 贮氢系统
- (13) 尿素贮存及水解制氨系统
- (14) 其他

公用系统及辅控系统设置部分远程 I/O 站和远程控制站，具体设联会确定。

1.1.23 DCS 的保证期为自系统可利用率试验证书签字之日起一年。对于质保期间出现的设备故障或损坏问题，投标人应在 24 小时内赶至现场，无偿提供故障诊断、设备更换及恢复工作。对于更换的设备，质保期从更换完成时重新开始一年。

1.1.24 本技术规范书中符合安全可靠测评要求产品指通过中国安全测评中心安全可靠测评的产品。

1.1.25 投标人提供本工程 DCS 系统的人机接口站硬件和操作系统应符合中国信息安全测评中心安全可靠测评要求。投标人提供的控制器及 I/O 卡件需有 5 年以上投运业绩证明材料。投标人提供操作员站、工程师站、历史站、SIS 接口机 CPU 采用多核多线程运算处理器，主频不低于 3.0GHz，内存不低于 16GB，单个硬盘不低于 2T（其中历史站单个硬盘不低于 8T），硬盘镜像冗余，同时配置带 DVD 刻录功能的光驱，应配置双显卡，其中至少含 1 块独立显卡（显存不小于 1G）。所有计算机应有良好的冷却、防尘、防振措施，均能在控制室条件下 24 小时×365 天不间断长时间稳定运行，其多数配件或易损件应在市场上有 5 年以上的供货可能。投标方提供的人机接口设备配置应为本项目设备下单采购时的系统最新成熟配置。请投标人提供本工程 DCS 系统配置方案软硬件兼容性专题说明，请投标人承诺 5 年内后续日常维护及升级改造中软硬件

设备单价应不超本工程设备合同单价的 30%。上位机数据库若在本工程结束后未经中国信息安全测评中心安全可靠测评，需扣除本合同总额的 1%费用。

1.2 投标人的工作范围

1.2.1 投标人应提供满足本规范书要求所必需的硬件、软件和各项服务。其中包括(但不限于)下列内容：

(1) 按照机组运行要求、本 DCS 规范书的规定和适用的工业标准，配置完整的自动控制系统。

(2) 提供构成 DCS 所必需的全部硬件（包括所有模件、机柜、端子板、站、预制电缆、总线电缆、电源电缆、接地电缆等）及软件。投标人所供设备在数量、类型、功能、性能方面都必须满足本技术规范的要求，即使在供货范围里没有列出但又是满足本技术规范的要求所必须的，投标人也必须提供而不再发生任何费用问题。

(3) 为达到本 DCS 规范书规定的全部功能要求，投标人应进行 SAMA 图和逻辑框图的详细设计，在此基础上进行 DCS 软件的组态编程和调试。定义 I/O 功能，并按照招标人要求向招标人提供最终 I/O 清单、SAMA 图和逻辑框图。

(4) 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 DCS 的功能和性能符合本规范书的要求。

(5) 按照合同规定的进度要求，按时发运 DCS。

(6) 根据本规范书的要求，向招标人提供施工图设计、安装调试、运行维护、系统二次开发所需的全部图纸、资料，并对系统的安装提供必须的安装详图并进行安装指导。

(7) 通电启动和调试服务，直到所供 DCS 能在各种工况下令人满意地控制机组运行，达到 DCS 的全部功能要求，并保证系统可利用率不低于 99.9%。

(8) 根据本规范书的要求，向招标人提供 DCS 优化运行所必需的系统文件，使招标人能组态、编程、维护、修改和调试 DCS。

(9) 负责培训招标人的运行和维护的工程技术人员，并使这些培训人员能熟练地操作、维护、修改和调试 DCS。

(10) 负责提供令人满意的 DCS 设备的售后和后续服务，包括备品备件的供应、必要

时系统的扩展、系统的维护、设备故障诊断等。无偿更新软件版本及系统补丁升级。

（11）提供详细的 DCS 电源配置、接地方式及要求，提供接地电缆（包括接头等配件）及至远程站的电源电缆。

1.2.2 投标人应与由其他供货商供应的控制系统和设备相协调，提供 DCS 侧接口软硬件，并负责通讯调试以及其他通讯系统在 DCS 侧画面的制作等相关接口工作：

（1）与单元机组 DCS 接口的控制系统和设备主要有：汽机数字化电液控制系统（DEH）、汽机安全监视仪表(TSI)、给水泵汽轮机电液控制系统（MEH）、给水泵汽轮机安全监视仪表(MTSI)、IDAS、CEMS、电厂监控信息系统（SIS）、电除尘控制系统、发变组继电保护、发电机 AVR、自动电压控制系统(AVC)、高压起备变继电保护、自动准同期装置（ASS）、自动发电控制（AGC）、升压站网络监控系统(NCS)、DCS 与 6kV(10kV)电量采集系统之间的接口、卫星对时装置、态势感知等平台，与公用 DCS 及辅控 DCS 接口的控制系统和设备主要有：数字化智能电厂管控系统、电厂监控信息系统（SIS）、电厂管理信息（MIS）、采暖加热站、空调控制、空压机控制、斗轮机控制、场景监控系统、启动锅炉系统、燃料智能管理系统等，详细的通讯接口类型和数量联络会确定。

（2）DCS 的对外接口至少应包括以上系统，除上述所列数据通讯接口外，投标人对每台单元机组 DCS 还应提供不少于 16 个备用数据通讯接口。投标人应在投标书中列出可提供通讯接口的型式和数量。并承诺接口的型式和数量能够满足招标人对控制系统整体设计性能及所有外部通信负荷的要求。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 设备的通讯电缆应由 DCS 负责供货。

1.2.3 锅炉给水泵汽轮机数字电液控制系统（MEH、METS）的硬件采用与 DCS 相同的硬件（另行招标），并作为 DCS 的独立的控制站，投标人应负责 DCS 与 MEH、METS 部分的数据画面整合、电源和接地网络配置及网络设计接口等整体调试工作；汽机数字化电液控制系统（DEH、ETS）与 DCS 非一体化配置（另行招标），投标人应负责提供 DCS 侧的 DEH、ETS 与 DCS 之间的数据通讯接口（包括硬件和软件），而且不产生任何费用调整，最终在机组 DCS 的操作员站实现 DEH、ETS、MEH、METS 的监视和操作。系统与机组 DEH、ETS、MEH、METS 的数据通讯可靠并具有快速响应/更新时间（≤1 秒）。

1.2.4 投标人提供的通讯接口支持以太网方式接线或 RS232C、RS485/422，使用

TCP/IP、MODBUS/MODBUS PLUS、OPC 通讯协议。通讯接口为双向冗余（包括冗余通讯接口模块），冗余的通讯接口在任何时候都同时工作。其中的任一通讯接口故障不对过程监控造成影响。投标人负责与其它供货商供应的控制系统和设备通讯接口的调试工作，应全面负责协调、以确保实现通讯成功。

1.3 招标人的工作范围

1.3.1 招标人将提供下列设备和服务：

（1）所有的基础、地脚螺栓和灌浆（根据投标人的资料要求）。

（2）所有现场接线、电缆敷设和现场设备连接至由投标人提供的过程 I/O 端子柜上的接线工作。

1.3.2 提供 P&ID 和初步的过程 I/O 清单。

1.3.3 DCS 设备装卸和安装所需的劳动力及服务。

1.3.4 对投标人的项目进度与质量进行监督，并负责最终的竣工验收。

1.4 设计分工

招标人与投标人工作的分界面以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人的责任（即从端子排至招标人设备的电缆，以端子排为界）。端子排内的应用软件设计、组态、出厂调试及现场软件恢复调试等工作属投标人责任。投标人设备之间的专用连接电缆（包括电源电缆、接地电缆、通讯电缆等）、所有（包括与第三方设备通讯）的通讯电缆、光纤接口及其光纤熔接、光缆及附属设备、转换装置为投标人范围。

2 工程概况

2.1 厂址概况

浙能集团武威 2×1000MW 调峰火电项目位于甘肃省武威市境内。

武威市地处甘肃省中部，河西走廊东端，北纬 36° 29′ —39° 27′ ，东经 101° 49′ —104° 16′ 之间，南北长 326km，东西宽 204km，总面积 3.23×10⁴km²，是沿丝绸之路自东而西进入河西走廊和新疆的东大门，东接兰州，南靠西宁，北邻银川和内蒙古，西通新疆，地处亚欧大陆桥的咽喉位置，处于兰州、银川、西宁城市经济圈的中间位置和西陇海兰新经济带的中间地带。

武威市东南距兰州市约 276km，西北距金昌约 74km。属黄土、青藏、蒙新三大

高原的交汇地带，东靠白银市、兰州市，南部隔祁连山与青海省为邻，西与张掖市、金昌市接壤，北与内蒙古相连。

本项目所在地民勤县红砂岗能源化工工业集中区，是武威市重点打造的产业集聚平台，区域内风能、光能以及矿产资源分布广、储量大，是全县工业资源最为丰富的地区，重点发展能源与材料产业、绿色精细化工产业、农畜产品精深加工三大产业，集能源利用、绿色食品、装备制造、商贸物流等于一体的创新型工业园区。

民勤县，为甘肃省武威市下辖县，地处河西走廊东北部、石羊河流域下游，南临凉州区，西南与金昌市连接，东西北三面被巴丹吉林和腾格里两大沙漠包围。

浙能集团武威 2×1000MW 调峰火电项目位于甘肃省武威市境内。本阶段根据电厂建设性质、作用、区域发展规划条件等因素进行厂址选择。最终确定红砂岗厂址。

红砂岗厂址位于甘肃省武威市民勤县红砂岗镇红砂岗矿区一矿西南侧，二矿的东北侧。东侧为金阿铁路，北临民西公路，西南距红砂岗镇约 9km。

厂址地形平坦，呈北高南低之势，海拔在 1433~1427m 之间，自然坡度约为 0.6%。可供利用场地东西长约 1.2km，南北宽约 1.0km，可利用面积约 120hm²，满足 2×1000MW 机组厂区及施工区的用地要求。

2.2 气象资料

民勤属温带大陆性极干旱气候区，具有明显的蒙新沙漠气候特征。常年干燥、降水少，蒸发大，冬冷夏热，昼夜温差悬殊，日照长，风沙多。

根据民勤气象站多年实测资料统计，求得累年基本气象要素值见下表。

民勤气象站基本气象要素年值统计表

项 目	单 位	数 值	发生日期
平均气压	hPa	863.9	
平均气温	°C	8.3	
最热月平均气温	°C	23.2	7月
最冷月平均气温	°C	-8.6	1月
极端最高气温	°C	41.7	2010.7.30
极端最低气温	°C	-29.5	2008.2.1
最大日温差	°C	32.3	1965.3.15
平均水汽压	hPa	5.8	

平均相对湿度	%	45	
最小相对湿度	%	0	
年平均降水量	mm	113.0	
最大一日降水量	mm	48.0	1994.6.14
年平均蒸发量	mm	2623.0	
平均风速	m/s	2.7	
最大风速（定时2min）	m/s	28	1968.6.24
最大积雪深度	cm	14	2010.10.24
平均大风日数	d	25.0	
平均雾日数	d	1.8	
平均雷暴日数	d	9.6	
平均降水日数	d	38.6	
平均积雪日数	d	9.9	
平均冰雹日数	d	0.1	
平均沙尘暴日数	d	27.4	

根据民勤气象站历年的观测资料,采用极值I型法统计计算,求得五十年一遇 10m 高 10min 平均最大风速为 28.9m/s, 相应风压为 0.52kN/m²; 百年一遇 10m 高 10min 平均最大风速为 30.9m/s, 相应风压为 0.6kN/m², 考虑到红砂岗地处荒漠地带, 风速一般比县城大, 结合周围地区风压和《建筑结构荷载规范》中的全国基本风压分布图综合分析后认为, 厂址五十年一遇 10m 高 10min 平均最大风速应为 29.7m/s, 相应风压为 0.55kN/m²; 百年一遇 10m 高 10min 平均最大风速为 32.2m/s, 相应风压为 0.65kN/m²。

2.3 本期工程简介

本期建设规模 2×1000MW 高效超超临界燃煤空冷发电机组, 同步建设脱硫、脱硝装置。本工程计划 2024 年 9 月主厂房首方混凝土, 2026 年 9 月第一台机组投产; 2026 年 12 月第二台机组投产。

2.3.1 锅炉

锅炉采用北京巴布科克·威尔科克斯有限公司制造的超超临界参数变压运行直流炉, 单炉膛、一次再热、单炉膛、平衡通风、紧身封闭布置、固态排渣、全

钢构架、全悬吊结构Ⅱ型锅炉。锅炉型号 B&WB-2956/29.3-M。

锅炉主要技术数据

编号	项目	单位	设计煤种	
			BMCR 工况	BRL 工况
1	过热蒸汽流量	t/h	2956	2867
2	过热蒸汽压力	MPa(a)	29.4	29.32
3	过热蒸汽温度	℃	605.00	605.00
4	再热蒸汽流量	t/h	2392	2297
5	再热器进口压力	MPa(a)	6.074	5.824
6	再热器出口压力	MPa(a)	5.884	5.642
7	再热器进口温度	℃	359	351
8	再热器出口温度	℃	623.00	623.00
14	省煤器入口温度	℃	314	314
15	预热器进口一次风温度	℃	18.3/50	18.3/50
16	预热器进口二次风温度	℃	12.3/50	12.3/50
17	预热器出口一次风温度	℃	332	327
18	预热器出口二次风温度	℃	330	325
19	锅炉排烟温度（修正后）	℃	107/134	105/132
20	锅炉保证效率（LHV，ASME PTC 4.1） （暖风器不投运）	%		94.95
21	锅炉保证效率（LHV，ASME PTC 4.1） （暖风器投运）	%		95.40
22	锅炉不投等离子最低稳燃负荷	%THA	≤20	≤20
23	空气预热器漏风率(一年后)	%	≤4.5	≤4.5
24	脱硝装置不运行时 NO _x 排放值	mg/Nm ³	≤170	≤170

2.3.2 汽轮机

汽轮机采用东方电气集团东方汽轮机有限公司生产的高效超超临界、一次中间再热、单轴、四缸四排汽、双背压表凝式间冷凝汽器式汽轮机、十级回热抽汽，3号高加设置外置式蒸汽冷却器。其入口主蒸汽参数为 28MPa(a)/600℃/620℃(TMCR 工况)。

汽轮机主要技术数据

名称	单位	数值
型号	/	N1000-28/600/620
额定功率（TMCR 工况）	MW	1000
额定主蒸汽压力	MPa(a)	28
额定主蒸汽温度	℃	600
额定热再热蒸汽温度	℃	620
额定排汽压力	kPa(a)	9.0（平均）

名称	单位	数值
保证热耗率	kJ/kW.h	7383
转速	r/min	3000
转向（从汽轮机向发电机看）	/	逆时针
抽汽级数	级	10（首级可调）
汽轮机外形尺寸 （长×宽×高）	m	~37.4×10.5×8.4

2.3.3 发电机

发电机厂家：	东方电气集团东方电机有限公司
额定功率：	1000MW
额定容量：	1111MVA
额定电压：	27kV
额定电流：	23759.3A
额定功率因数：	0.9（滞后）
额定频率：	50Hz
额定转速：	3000r/min
相 数：	3
极 数：	2
冷却方式：	定子绕组水冷，转子绕组及铁芯氢冷
效率(保证值)：	≥99.1%
励磁方式：	静态励磁

2.4 集控室、电子设备间、热控电源间、就地临时试运控制室等布置

本工程主方案为主厂房侧煤仓布置方案，两台机组设一个集控楼，紧挨汽机房西侧，集控楼内布置集控室、工程师室、机组电子室、电气配电间、保安配电间柴油机房、柴油机房、暖通空调机房、消防设备间、会议室以及其它辅助用房（如交接班室、更衣室）等。

两台单元机组合设一个集中控制室，布置在集控楼内，标高 16.5 米，与运转层标高相同，面积约为 400m²，并设有办票室、工程师室、人行走道、卫生间等辅助设施。集控室内设有两台机组的操作员站、硬手操按钮、值长台及全厂闭路电视监视系统 TV、打印机、闭路电视工作站等。操作台采用弧形的布置方式，值长台上布置有值长站、单元机组监视站、辅控监视站、调度台站、五防工作站、NCS 操作员站等。

在操作台前布置数字化仪表墙，用于显示两台机组的 DCS 画面、全厂闭路电视显示（含炉膛火焰监视）等。

集控室旁设工程师室，两台机组的工程师室分开设置，其内设有 DCS 工程师站、DCS 历史站、DCS 接口站、DEH 工程师站、DEH 历史站、打印机等。

汽机电子设备间布置在汽机房 11.5 米，每台机组汽机电子设备间面积约为 218m²，其内布置两台机组汽机、电气及公用系统所需控制机柜。公用部分机柜布置在#1 机电子间内。汽机热控电源间紧邻汽机电子设备间，其内布置两台机组汽机系统所需热控配电柜，公用部分配电柜布置在#1 汽机热控电源间内。汽机电子设备间相应位置下设有电缆夹层。

锅炉系统电子设备间按机组分开设置，布置在锅炉运转层，标高 16.5 米层。每台锅炉电子设备间面积约为 100m²，其内布置两台机组锅炉系统所需机柜，公用部分机柜布置在#1 机电子间内。锅炉热控电源间按机组分开设置，紧邻锅炉系统电子设备间，其内布置两台机组锅炉系统所需热控配电柜、吹灰动力柜等。锅炉电子设备间下不设电缆夹层。

各辅控生产系统按照调试需要设置就地临时试运控制室，室内布置各辅控系统的工程师站、操作员站及打印机等设备。在锅炉补给水车间设置化运控制室，面积约为 45m²，控制室隔壁设置化运工程师站，面积约为 15m²，用于监控锅炉补给水处理控制系统、凝结水精处理系统、凝结水精处理再生系统、综合水、锅炉酸洗废水、工业废水及生活污水处理系统及净化系统等；在脱硫综合楼设置环燃控制室，面积约为 150m²，控制室对面设置脱硫工程师室，面积约为 40m²，用于监控脱硫系统、除灰系统、输煤系统、煤水系统和场景监视系统等。在启动锅炉电子间设置启动锅炉控制操作台，面积约为 5m²，用于监控启动锅炉系统等。

各辅控生产系统电子设备间按照分散的原则分散布置在各车间或按照相对集中方式设置就地电子设备间，室内布置各辅控系统的控制系统机柜等。本工程辅控生产系统主要的电子设备间有：启动锅炉热控电子间、化运热控电子间、空压机房热控电子间、综合水泵房热控电子间、循环水泵房热控电子间、工业废水及生活污水处理热控电子间、脱硫综合楼电子间等。

3 规范和标准

3.1 总则

3.1.1 本规范书中包括的所有设备应遵照下列组织的适用标准和规范进行设计、制造、检验。所采用的标准和规范（包括附件）应为合同期间的最新有效版本。当参照的规范和标准与本规范书存在明显冲突时，投标人应向招标人指出冲突之处并取得招标人的书面意见。

3.1.2 这些标准和规范中的规定为最低限度要求。如投标人根据自身判断，并经招标人同意，认为采用更好或更为经济的材料可实现所供设备的成功连续运行，则其设计可超出相应标准和规范中的规定要求。

3.1.3 投标人应保证向招标人提供的所有材料和服务遵循招标人所在国和当地的法律、法规及适用的规范和标准。

3.1.4 投标人可提出其他相当的替代标准，但需经招标人确认。

3.1.5 引用的规范和标准

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	IPTS 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 PMC 31.1	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-1-1998	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 的危险场所的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（GB/T2421）	环境试验 :总论和导则 (88)
IEC 60073	用颜色指示设备的规则 (96)

IEC 60079（GB3836）	爆炸性气体环境用电气设备
IEC 60331（GB12666.6-90）	电缆阻燃特性 (70)
IEC 60332（GB/T18380）	燃烧情况下的电缆试验 (93)
IEC 60348	电气测量设备的安全要求 (78)
IEC 60529（GB4208）	外壳防护等级 (IP 代码) (EQV)
IEC 60848	控制系统功能图 (88)
IEC 60950	信息技术设备的安全要求 (91)
IEC 61000-4（GB/T17626）	电磁兼容性：试验和测量技术
IEC 61131（GB/T15969）	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
IEC61508	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 工厂相互研究集团	
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
FM Class No.3611	用于等级 I/II、区域 2 和等级 III、区域 1/2 的危险场所的电气设备
FM Class No.3615	防爆型电气设备的一般要求
FM Class No.3820	电气设备
OPC 基金会	OPC 协议 V2.0
AG-181	基金会现场总线（FF）系统工程设计导则
AG-163	基金会现场总线（FF）应用导则 31.25 kbit/s 本 质安全系统
EN50170 Volume 2	PROFIBUS DP 规范
EN50170 A2	PROFIBUS PA 规范

Profibus Guideline (Order No. 2.092)	Profibus PA 用户和安装导则
Profibus Guideline (Order No. 2.112)	Profibus DP/FMS 安装导则
Profibus Guideline (Order No. 8.022)	Profibus 电缆和组件安装导则

投标人提供的 DCS 还应满足下列规程：

GB/T 30370	火力发电机组一次调频试验及性能验收导则
GB/T 50549	电厂标识系统编码标准
DL/T 261	火力发电厂热工自动化系统可靠性评估技术导则
DL/T 435	电站煤粉锅炉炉膛防爆规程
DL/T 655	火力发电厂锅炉炉膛安全监控系统验收测试 规程
DL/T 656	火力发电厂汽轮机控制及保护系统验收测试规程
DL/T 657	火力发电厂模拟量控制系统验收测试规程
DL/T 658	火力发电厂开关量控制系统验收测试规程
DL/T 659	火力发电厂分散控制系统验收测试规程
DL/T 771	汽轮机调节控制系统试验导则
DL/T 774	火力发电厂热工自动化系统检修运行维护规程
DL/T 824	汽轮机电液调节系统性能验收导则
DL/T 996	火力发电厂汽轮机电液控制系统技术条件
DL/T 1091	火力发电厂锅炉炉膛安全监控系统技术规程
DL/T 5428	火力发电厂热工保护系统设计技术规定
国能发安全[2018]72 号	电力监控系统安全防护总体方案
发改委 14 号令	电力监控系统安全防护规定
国能安全[2015]36 号	国家能源局关于加强电力行业网络安全工作的 指导意见

国能发安全[2023]22 号文	国家能源局印发《防止电力生产事故的二十五项重点要求 2023 版》
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
国家电力监管委员会令第 5 号	电力二次系统安全防护规定
国家电网调 1167 号	关于贯彻落实电监会〈电力二次系统安全防护总体方案〉等安全防护方案的通知

4 技术条件

4.1 总则

4.1.1 投标人应提供 4 套 DCS（含 2 套单元机组 DCS、1 套公用系统 DCS、1 套辅控系统 DCS）。DCS 应完成规范书规定的各种数据采集、监视、控制和保护功能，以满足各种运行工况的要求，确保机组安全、高效地运行。

DCS 从功能上可包括以下子系统：模拟量控制系统（MCS）、炉膛安全监控系统（FSSS）、顺序控制系统（SCS）、数据采集系统（DAS）、电气控制系统（ECS）、旁路控制（BPC）、MEH、锅炉吹灰器控制、除灰系统控制、除渣系统控制、除尘系统控制、烟气脱硝控制（SCR 区）、脱硫控制、启动锅炉系统控制、等离子点火控制、循环水系统控制、间接空冷系统控制、凝结水精处理系统控制、综合水处理控制、取样加药系统控制、压缩空气系统控制、采暖加热站及集中制冷空调控制、主厂房余热供暖及高效低碳运行系统、输煤系统控制等纳入 DCS。

投标人应在招标人配合下根据设备制造厂设计资料，结合自身的工程应用经验，完成上述系统的控制逻辑图设计、控制策略及控制逻辑组态、I/O 数据库生成、画面组态等必需工作，最终达到在 DCS 中实现上述系统的完整监控功能。

4.1.2 DCS 应由分散处理单元（DPU）、数据通讯系统 and 人机接口组成。

4.1.3 DCS 系统应易于组态，易于使用，易于扩展。

4.1.4 DCS 的设计应采用合适的冗余配置和诊断至模件级的自诊断功能，使其具有高度的可靠性。系统内任一组件发生故障，均不应影响整个系统的工作。在主控制器失效、DCS 网络失效、I/O 模件失效、信号失效、端子线头松动、熔丝失效、部分失电的情况下，DCS 的设计应考虑在这些情况下的在线诊断、在线隔离、在线更换、在

线修复、在线更改逻辑（主保护除外）、在线复置、在线服役的安全方法，使修复不影响系统正常运行。

4.1.5 DCS 的过程 I/O 及控制功能应按功能子系统（如前所述的 MCS、FSSS、SCS、DAS、ECS）或按工艺流程合理组态在各处理器内。系统设计应结合机组工艺及电气系统的特点，并遵循功能分散和物理分散的原则。系统的参数显示、报警和自诊断功能应高度集中在 LED 上显示和在打印机上打印。

4.1.6 在工程设计进程中，若由于相关技术条件和要求的变化，需要对控制功能及过程 I/O 组态进行修改，在不超过合同 I/O 总量的前提下，投标人应及时更新设计及供货而不追加费用。如果实际 I/O 点数超过合同 I/O 总量，投标人应按原合同单价提供增加的 I/O 点。

4.1.7 投标人应提供与卫星对时装置（北斗系统）的接口卡（两块接口卡，冗余配置）以及时钟同步软件，卫星对时装置与 DCS 之间同步精度达到 0.1ms，使 DCS 的时钟与卫星时钟信号同步。接收卫星对时装置信号的编码与解码需一致。授时终端应采用“单北斗”模式，即用且仅用北斗，不能接收和处理 GPS 等其他卫星导航系统信号。

4.1.8 DCS 设计应遵循以下故障安全准则：

4.1.8.1 故障安全准则：

- （1）单一故障不应引起 DCS 系统的整体故障。
- （2）单一故障不应引起锅炉或汽机/发电机保护系统的误动作或拒动作。
- （3）控制功能的分组划分应充分考虑危险分散，使得某个区域的故障将只是部分降低整个控制系统的控制功能，此类控制功能的降低应能通过运行人员干预进行处理。
- （4）控制系统的构成应能反映电厂设备的冗余配置，以使控制系统内单一故障不会导致运行设备与备用设备同时不能运行。

4.1.8.2 控制器分配准则

- （1）控制器应采用冗余 1:1 配置，控制器的配置应严格遵循机组重要保护和控制分开配置的独立性原则。
- （2）防止一对控制器故障导致机组被迫停运事故的发生，重要的多台冗余或组合的辅机（辅助设备）控制，应按下列原则配置控制器：

- 送风机、引风机、一次风机、凝结水泵和循环水泵等多台冗余的重要辅机应分别

配置在不同的控制器中，但允许送风机和引风机等同一侧设备组合在一个控制器中。

- 磨煤机、给煤机和燃烧器等多台冗余或组合的重要设备应纵向组合分配在同一控制器；各磨煤机应分别配置在不同的控制器中。
- 各给水泵的控制逻辑应在不同的控制器中实现。
- 同一个控制回路的输出与输入信号宜布置在同一控制器模块上。

（3）协调控制及重要自动调节系统控制逻辑应在单独的控制器中实现，其中协调控制、汽温控制、给水调节在一对控制器中实现，两侧风烟系统自动调节在一对控制器中实现。锅炉跳闸保护系统（FSS）逻辑在一对专用的控制器中实现。

（4）机组级自启停在独立的控制器中实现。

（5）除灰系统控制逻辑在独立的控制器中实现。

（6）脱硫控制逻辑至少在 6 对独立的控制器中实现。

（7）锅炉吹灰器控制在独立（至少一对）的控制器中实现。

（8）脱硝 SCR 控制在独立的控制器中实现。

（9）单元机组控制器对数不少于 65 对，公用系统控制器不少于 15 对，辅控系统控制器不少于 27 对。

（10）控制系统应具有先进控制（智能）高性能控制器，便于优化算法的一体化实现。

对于大型控制器初步配置参考清单（投标人可参考配置，并根据经验提出优化建议）：

a. 单元机组（按单台机组计）

系统名称	控制器数量（对）	备注
锅炉热力系统（22对）	FSSS 逻辑	1
	制粉系统 A、密封风机 A、等离子点火 A 控制	1
	制粉系统 B、	1
	制粉系统 C、密封风机 B	1
	制粉系统 D	1
	制粉系统 E	1
	制粉系统 F、等离子点火 B 控制	1
	干渣机	1
	炉侧 DAS 系统 1	1
	炉侧 DAS 系统 2、通讯	1
	协调燃料控制	1

系统名称	控制器数量（对）	备注
	协调风烟控制	1
	协调汽温控制	1
	二次风门控制	1
	A 侧风烟系统 1、A 侧风机动叶控制 1	1（配扩展柜）
	B 侧风烟系统 1、B 侧风机动叶控制 1	1（配扩展柜）
	炉侧疏水系统、启动系统	1
	吹灰系统 1	1
	吹灰系统 2	1
	烟气余热利用	2
	主厂房余热供暖及高效低碳运行系统	1
汽机热力系统（17对）	给泵系统 A 侧	1
	给泵系统 B 侧	1
	A 顶轴油泵、交流润滑油泵、A EH 油泵、盘车电机、主油箱	1
	B 顶轴油泵、直流润滑油泵、B EH 油泵、	1
	除氧器水位控制、凝泵变频控制、轴封、除氧器、凝结水系统 A	1
	凝结水系统 B、给泵密封水	1
	高旁、低旁	1
	高加、低加、主汽、抽汽、辅汽系统、高低加危急疏水水位控制	1
	高低加正常水位控制、热井水位控制、其余机侧调节逻辑	1
	闭式水 A、真空系统 AC、定冷水泵 A、交流密封油泵 A	1
	闭式水 BC、真空系统 BD、定冷水泵 B、交流密封油泵 B、直流密封油泵	1
	机侧 DAS 系统 1	1
	机侧 DAS 系统 2、机侧 IDAS 通讯、DEH 通讯、TSI 通讯	1
	MEH-A、METS-A	0（不包含）
	MEH-B、METS-B	0（不包含）
	循泵 A、辅机冷却水泵 A	1
	循泵 B、辅机冷却水泵 B	1
	循泵 C、辅机冷却水泵 C	1
	循泵 D	1
间接空冷系统（3对）	间接空冷设备	3
电气系统（7对）	ECS1	3
	ECS2	3
	脱硫 ECS	1
脱硝系统（1对）	脱硝 SCR	1
脱硫系统（6对）	脱硫烟气	1
	吸收塔	3
	超低排放	2
除灰系统（2对）	除灰	2

系统名称		控制器数量（对）	备注
除尘系统（2对）	电除尘	2	
APS(2对)	APS 一键自启停	2	
高性能控制器（3对）		3	
共计		65	

b.公用系统（按二台机组计）

系统名称		控制器数量（对）	备注
公用系统（15对）	辅助蒸汽系统	1	
	电动给水泵	1	
	干湿联合冷却塔系统	1	
	脱硫公用系统	4	
	脱硝 SCR 区	1	
	灰库系统	1	
	压缩空气系统	1	
	启动锅炉	1	
	采暖加热站和集中制冷空调系统	1	
	电气（集控楼）	1	
	电气（循泵房）	2	
共计		15	

c.辅控系统（按二台机组计）

系统名称		控制器数量（对）	备注
辅控系统（27对）	锅炉补给水系统	3	
	汽水取样、加药系统、循环水加氧	3	
	精处理系统、机组排水槽系统	4	
	净化站系统	2	
	综合水泵房系统	1	
	尿素贮存及水解制氨系统	1	
	工业废水、间冷塔废水、生活污水	2	
	雨水、煤水处理、贮氢系统	1	
	电气（厂区输煤）	6	
	电气（化水、水工）	2	
	其它系统	2	
共计		27	

4.1.8.3 I/O 模件配置原则

（1）冗余 I/O 信号（包括输入/输出过程参数、输出跳闸信号、柜间硬接点信号等）必须分别配置在不同的 I/O 模件上。

(2) 两台互为备用或冗余组合的辅机及设备，其各自控制回路的 I/O 信号必须分别配置在相互独立的 I/O 模件上。

(3) 多台互为冗余的辅机及设备，其 I/O 信号（如测量和反馈/控制指令）和控制回路，应分组配置在几个 I/O 模件上。

(4) 几个重要控制回路的 I/O 信号不应放置在同一个 I/O 模件上。

(5) 纵向组合设备的 I/O 应尽量布置在同一个 I/O 模件上。如同一燃烧器的火检、空气阀 I/O 应在同一模件上。

(6) 当出现保护功能与模拟量调节功能合用同一信号的情况，该信号的 I/O 应首先进入保护功能所在的控制器系统；对于控制器之间的重要保护、调节信号的传输不应通过控制器通讯的方式实现，而应采取 I/O 硬接线的方式实现。

4.1.9 为满足上述故障安全准则，控制系统应包括各种可行的自诊断手段，以便内部故障能在对过程造成影响之前被检测出来。此外，保护和系统应具备模件通道冗余或测量多重化以及自检和在线试验的手段。

4.1.9.1 受 DCS 控制且在停机、停炉后不马上停运设备（如火焰检测系统冷却风机、空预器电机、重要辅机油泵等），应采用脉冲信号控制。

4.1.9.2 用于保护连锁的测量信号，应有坏质量信号保护剔除功能并作为二级报警信号在大屏幕上报警，信号正常后应自动恢复保护功能。

4.1.10 DCS 应采取有效措施，以防止各类计算机病毒的侵害和 DCS 内各存储器的数据丢失；同时，投标人还应在 DCS 内设置防火墙，对 DCS 网络与所有外部系统之间的通讯接口（网关、端口）进行实时在线监视，有效防范外部系统的非法入侵和信息窃取。DCS 控制器应获得 Achilles 工业信息安全测试认证，并提供认证证书。DCS 系统应满足在身份鉴别、访问控制、安全审计、入侵防范、恶意代码防范、数据完整性、数据保密性、数据备份恢复、剩余信息保护、个人信息保护、控制设备安全等方面须采取相应的防护措施，具有防护能力，符合《GB/T22239-2019 信息安全技术网络安全等级保护基本要求（三级）》相关要求，提供系统安全测评报告。为每台主机提供安全保密机箱。

4.1.11 两台单元机组（包括脱硫、脱硝系统）各设立一个 DCS 网络，其它主厂房公用系统设立一个公用 DCS 网络，辅控系统设立一个 DCS 网络，两台单元机组的 DCS

网络与公用 DCS 网络有通讯联系。投标人为每套 DCS 网络（两台机组共 4 套）分别部署工控网络安全防护设备。投标人应保证单元机组操作员站可实现对公用系统的重要参数进行监视，且单元机组 DCS 和公用系统 DCS 对公用系统的操作应相互闭锁，即在任何时候只能由一台机组的 DCS 进行控制。

接入公用 DCS 的系统包括（不限于以下各项）：

- 热力系统公用系统（主厂房区域内）
- 循泵房公用部分
- 干湿联合冷却系统
- 压缩空气系统
- 除灰系统公用部分
- 启动锅炉系统
- 采暖加热站和集中制冷空调系统
- 脱硫公用部分
- 电气公用系统
- 电动给水泵系统等

4.1.12 投标人规划设计分散控制系统时，应当明确安全保护需求，设计合理的分散控制系统安全防护方案和安全防护平台，实现网络安全技术措施与主体工程同步规划、同步建设、同步使用。安全防护平台应按照确定的网络安全保护等级制定相应等级的安全防护措施，应严格遵照《中华人民共和国网络安全法》、《电力监控系统安全防护规定》（发改委 14 号令）、《电力监控系统安全防护总体方案》（国能安全[2015]36 号）中关于本工程涉及有关系统适用的安全防护方案和评估规范、《国家能源局关于加强电力行业网络安全工作的指导意见》（国能发安全[2018]72 号）《防止电力生产事故的二十五项重点要求》（2023 版）中关于防止电力监控系统网络安全事故的重点要求以及《网络安全等级保护基本要求》，进行安全分区、网络通信及边界安全防护、主机及控制设备安全防护、综合安全防护，确保系统安全。按照“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证、综合防护”的原则提供 DCS 系统安全防护详细方案及安全防护平台，其中应有且不仅限于：

- 区域（包括各机组之间、各机组和公用之间等）划分和安全隔离方案。部署边界

防护装置，具有成熟的区域（包括各机组之间、各机组和公用之间、DCS 系统与 SIS 系统接口机之间等）划分和安全隔离方案，在不同系统（如 DCS 与 SIS 系统、单元机组之间）之间通过防火墙等硬件进行隔离。防火墙应支持工控协议深度解析，具备 OPC 深度包解析功能，可抵抗来自应用服务的攻击，并可配置 OPC 读写控制/只读策略（应提供公安部测试报告）。防火墙应内置“过程控制网 PCN”协议解析功能，无缝接入工业控制系统网络。

- 主机防护和加固软件应取得 CCRC 信息安全认证证书。主机防护和网络设备安全加固方案，方案需明确主机和网络设备加固方式。部署安全计算环境：部署主机防护和加固软件，对每台计算机进行主机加固，并有统一的平台进行管理。实现 DCS 系统计算机身份鉴别、访问控制、安全审计、入侵防范、恶意代码防范等功能，同时启用操作系统自身的安全策略，实现操作系统自身安全性的提升和审计、记录。主机防护和加固软件应包含病毒查杀、主机加固和应用程序白名单等功能，投标人应终身免费提供杀毒软件病毒库更新补丁。应用程序白名单功能能够对工控主机外设端口进行管控，避免控制系统因移动存储介质的随意使用感染恶意代码，或引起关键信息的扩散。
- 应对工程师站、操作员站、OPC 服务器、实时数据库服务器等重要系统进行监视，包括监视服务器的 CPU、硬盘、内存等资源的使用情况；对用户组态软件、系统组态软件、图形化编辑软件、语言编程软件、流程图制作软件、实时监控软件、数据服务软件、数据通信软件、报警记录软件、趋势记录软件、OPC 数据通信软件、OPC 服务器软件、历史数据传输软件、网络文件传输软件等软件进程占用的资源进行监视，分配最大限额和最小限额。
- 访问和操作权限控制策略。部署/设置安全管理中心，实现对 DCS 系统的安全计算环境的统一设置，并包括入侵检测功能、日志审计功能和网络监控功能，其中：

1)部署工控安全管理平台，用于管理全厂工控安全设备（必须包括主机防护和加固软件与工业防火墙），包括审计日志、分析事件行为、统一配置设备参数。工控安全管理平台应配置 6 个及以上网口，可接入不同网段的安全设备；应支持工控系统资产清单管理，支持 SNMP 协议；可集中展示主机防护和加固软件与工业防火墙情况总览；可采集主机防护和加固软件与工业防火墙日志以及国产符合安全可靠测评要

求的操作系统日志。投标人对主机进行加固时应关闭未使用的计算机服务端口，并提供每台计算机开放的端口清单及用途。投标人在 DCS 出厂前提供前段时间三高一弱排查端口，漏洞扫描报告。DCS 在投入使用前应提供渗透性测试报告。

2)网络入侵检测装置：网络入侵检测设备能够识别各类网络攻击行为，能够对局域网内的恶意网络入侵行为、异常流量进行识别并告警，通过对局域网内流量进行多种技术手段检测，如基于 IP 碎片重组、TCP 重组、网络会话跟踪、异常检测等多种技术措施，及时准确高效的检测内网的网络异常行为，并进行告警。入侵检测装置的业务口应是物理隔离的。

3)部署 DCS 日志审计系统：日志审计系统满足 DCS 系统日志收集与审计的需求，该系统能够实时将工业控制网络中不同厂商的网络设备、安全设备、服务器、操作员站、数据库系统的日志信息，进行统一地收集、处理和关联分析，帮助一线管理人员从海量日志中迅速、精准地识别安全事件，及时对安全事件进行追溯或干预，满足国家标准规范中关于日志审计的相关要求。与防火墙相比，安全审计主要侧重于事后分析，即当发生安全事故或者发生违反安全策略的行为之后，通过检查、分析、比较审计系统收集的数据，从中发现违反安全策略（入侵检测、恶意接入、流量监控等）的行为。安全审计产品的部署为电力监控系统提供事前监控、事中记录、事后审计，并保存不低于 6 个月的数据。应对过程监控层网络中的网络设备运行状况、网络流量等进行审计，审计记录应包括日期和时间、类型、主体标识、客体标识等。

4) 应对工程师站、操作员站、OPC 服务器、实时数据库服务器等重要系统的操作系统用户、数据库用户和控制应用软件（用户组态软件、系统组态软件、图形化编辑软件、语言编程软件、流程图制作软件、实时监控软件、数据服务软件、数据通信软件、报警记录软件、趋势记录软件、OPC 数据通信软件、OPC 服务器软件、历史数据传输软件、网络文件传输软件等）的运行事件（包括用户登录事件、组态事件、编程事件、程序下载 / 上传事件、控制操控事件、系统进程事件、客户端请求事件、数据传输事件、OPC 服务器进程事件）、系统资源的异常使用和重要系统命令的使用等进行安全审计，并能生成审计报表进行分析。

5)网络运行监控：实现对网络链路、安全设备、网络设备、上位机等运行设备的集中监控。并应支持全网节点扫描自动发现、网络拓扑展示；支持网络拓扑图节点故

障状态显示，可查看网络节点详细信息；支持控制系统硬件的诊断和监控；支持网络设备和计算机设备的诊断监控、流量监控；支持设备节点的故障报警功能。

6) 部署统一备份恢复软件：实现对单元机组、公用 DCS 系统及辅控系统组态及重要数据的实时备份，并可通过备份文件在线恢复系统。备份恢复软件应支持磁盘备份恢复；备份恢复软件应支持异机恢复功能，在原工控系统计算机故障时，可使用其他计算机进行替换并可使用工业信息安全备份恢复系统恢复操作系统与全部的组态监控软件、组态数据、实时/历史数据、日志报警数据等。备份恢复软件应部署于专用的备份恢复服务器。

7) 投标人应确保本项目供货设备及服务满足 GB/T 22239《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》第三级要求、《电力行业信息安全等级保护管理办法》（国家能源局 2014 年 318 号）、《GB / T 39204-2022 信息安全技术 关键信息基础设施安全保护要求》、《关键信息基础设施安全保护条例》（中华人民共和国国务院令第 745 号）和《电力监控系统安全防护总体方案》中关于电力监控系统信息安全等级保护定级的技术要求。投标人应确保本项目中的所有网络安全产品（包括防火墙、主机防护和加固软件、工控安全管理平台、网络入侵检测装置、日志审计系统）具有公安部的“销售许可证”。投标人应确保所有部署的网络安全产品进行严格的测试并提供兼容性测试报告，网络安全产品接入后不影响 DCS 系统网络性能。

网络管控应包含对外部设备接入管控、内部设备状态监控、网络结构监视功能；安全审计应包含 DCS 网络协议解析功能、日志分析功能和历史数据库运行状态监视。投标人需提供满足全厂 DCS 网络安全等保 2.0 三级等保要求的所有网络安全方案及软、硬件设备，并配合招标人通过公安部测评验收及第三方测评验收。

根据调网安[2018]10 号国家电网公司电力监控系统等级保护及安全评估工作规范文件的要求，该 DCS 作为一个定级对象定为等保三级；该系统需要在本地公安部进行备案并拿到备案证。投标人需配合招标人聘请第三方有资质的测评机构按照等保 2.0 的要求进行测评并出具《信息系统网络安全等级保护测评报告》，出具的报告需要按照公安部最新测评报告模板进行编写。测评机构是《全国等级保护测评机构推荐目录》中的服务单位，并提供网上（www.djbh.net）查询的证明材料。

信息安全产品必须具备核心数据保护系统的自主知识产权，并同时通过公安部信息安

全等级保护评估中心的测评，并提供测试报告。

8)对于上述的边界防护、安全计算环境、安全管理中心等功能，其采用的软、硬件应使用国产品牌，不得影响 DCS 系统性能。

9) 投标人应当提供符合国家有关规定、满足网络安全要求的操作系统、中间件、数据库、计算机、网络设备，应通过国家有关机构的安全检测认证。涉及关键信息基础设施的应提供安全可信的网络产品并提供评估报告。

10) 投标人应提供该 DCS 系统在部署工控网络安全防护设备后的网络拓扑图，并明确列出两套单元机组 DCS、一套公用 DCS 和一套辅控 DCS 所需要的工控网络安全防护设备的软、硬件个数。投标人应配置综合审计系统、入侵检测系统、安全管理系统、工业级专用防火墙、工业级安全网闸等设备，并提供相应产品通过安全认证的证明材料，确保通过公安部有关部门认可的第三方测评并满足等保 2.0 的测评要求。投标人在投标文件中应列专题详细说明其信息安全防护的措施及内容，并需提供分项报价。品牌选用安恒、珞安、威努特或相当于。本工程 DEH、ETS 系统采用第三方系统（OVATION、ABB 或西门子，具体由招标人确定后通知投标人），投标人需提供相应的硬件和技术支持将 DEH、ETS 控制系统设备一并接入投标人提供的工控安全平台中。

11) 系统上线后应满足《电力监控系统安全防护总体方案》（国能安全[2015]36 号）中关于电力监控系统信息安全等级保护定级的要求。

12) 工程师站、操作员站、OPC 服务器、实时数据库服务器、监控计算机等主机设备操作系统采用最小化系统安装原则，只安装与自身业务相关的操作系统组件及应用软件。

13) 在工程师站、操作员站、OPC 服务器、实时数据库服务器、监控计算机等重要系统部署经过验证的防病毒软件。

14) 应对工程师站、操作员站、OPC 服务器、实时数据库服务器、监控计算机等系统的物理接口进行限制，禁止 USB 接口或使用 USB 端口设备绑定；部署文件拷贝中转设备，对通过存储介质中转的数据进行病毒和木马的查杀。

15) DCS 系统的各个单元（如工作站、服务器等设备）上应部署具备安装安全补丁、病毒防护、入侵检测等具备病毒查杀和阻止入侵行为的防护软件。

16) 应对实时数据库服务器、OPC 数据库服务器、组态数据库服务器、历史数据库服务器等重要服务器设备进行硬件冗余。启用实时数据备份功能，保证当主服务器出现故障时冗余设备可以切换并恢复数据。

17) 涉及关键信息基础设施的软件，应通过第三方出具的源代码安全检测。

4.1.13 整套 DCS 的可利用率至少应为 99.9%。

4.1.14 投标人应按照所供 DCS 系统控制器的处理能力结合本工程 I/O 点数和工艺流程进行合理组态，以使最终提供的 DCS 系统控制器配置能够满足本招标文件 4.2 条款“硬件要求”中有关系统扫描周期及控制器负荷率的要求。如在实际应用中控制器负荷达不到要求，则投标人应免费增加控制器的配置数量及相应附件，并按性能考核条款进行相应考核，以达到标书要求。

4.1.15 投标人在投标文件中应按照本工程招标技术规范要求提供控制器配置清单（详细列出每对控制器覆盖的工艺系统）。投标人需在投标文件中提供高性能智能控制器的专题说明及智能控制平台 ICS 专题说明。投标人提供功能完备的智能控制平台，并满足其他应用模块实施技术要求，提供分项报价并计入总价。

4.1.16 投标人在投标文件中应按标书要求的控制范围，在下表中列出本工程控制器配置清单（详细列出每对控制器覆盖的工艺系统）。

表一. 单元机组 DCS

所属	单元机组	控制器对数	
控制器序号	名称(主要功能)		
1(2)			
3(4)			
5(6)			
7(8)			
9(10)			
...			

表二. 公用系统DCS

所属	单元机组	控制器对数	
序号	名称(主要功能)		
1(2)			

3(4)	
5(6)	
7(8)	
9(10)	
...	

表三.辅控系统DCS

所属	辅控系统	控制器对数	
序号	名称(主要功能)		
1(2)			
3(4)			
5(6)			
...			

4.1.17 投标人应消化吸收各设备制造厂提供的资料，设计一套完整的控制系统 SAMA 图、控制逻辑图，作为系统软件组态的依据。

4.1.18 本工程机组控制系统（DCS）设计应具备机组级自启停功能，投标人应负责完成 APS 的控制方案和实施方案，并负责 APS 组态工作。

4.1.19 智能发电运行控制平台

全厂 ICS 平台采用国产自主可控智能 DCS 系统，在此基础上拓展智能运行功能。本次暂不考虑厂级 ICS 平台的建设，需要预留机组级 ICS 平台与厂级 ICS 平台的相关接口。

机组级 ICS 平台应设置独立于 DCS 控制网络的专用网络，单元机组配置 3 对高性能冗余控制器（锅炉 2 对，汽机 1 对）、4 套高级应用服务器（应实现两两冗余）、所有操作员站、工程师站、历史数据站、接口机除与控制网络连接外，需要接入 ICS 平台，应配置相应交换机、打印机等设备，所有网络设备应配置安全防护设备（要求同机组 DCS），辅助系统数据进入机组 DCS。投标人应免费配合第三方软件公司在 ICS 平台的应用模块组态调试工作。

投标人需在常规 DCS 系统实现全厂炉、机、电、辅控系统一体化集中监控的基础上，形成生产实时数据统一处理平台，在此平台上通过部署高级应用控制器、高级应用服务器、高性能时序数据库、高级应用服务网等部件，建立基本控制、智能控制和智能运行监控等层级之间的闭环联系，纵向打通直接控制与运行监督控制的界限，提供开放的高级应用环境，将常规 DCS 系统升级成智能发电平台。

智能发电运行控制平台单元机组级网络设置高级应用控制器、高级应用服务器、高性能时序数据库等组件，通过实施一系列高级应用功能，完成机组的控制优化、运行优化、智能监视及设备故障在线监测等功能。

4.1.19.1 平台支撑硬件技术要求

投标人应提供整个智能发电运行控制系统平台所需全部的软、硬件系统，系统所需的高级应用控制器、高级应用服务器、审计服务器、工控机、交换机、控制机柜等硬件设备由投标人统一提供并满足本技术规范书的相关技术要求。投标人在投标书中应提供本系统对各硬件的参数和对应数量需求，以支撑满足智能发电运行控制系统的良好运行。

投标人应在投标书中提供智能发电运行控制系统涉及的全部软、硬件清单，并在供货范围内明确。

4.1.19.2 高级应用控制器技术要求

投标人所供高级应用控制器应满足以下技术要求：

a) 投标人应配置实时计算能力优于常规控制器的高级应用控制器，以保证智能发电平台先进控制和智能算法对高可靠、高实时运行和维护环境的要求。

b) 应具有与常规控制器一致的扫描周期和负荷率要求、网络接口方式与可靠性设计。

c) 应满足先进控制算法开发和封装要求。

d) 第三方先进控制功能采用高级应用控制器实现，不采用外挂的第三方控制器设备。

e) 常规控制器可加载经选择的先进控制算法库，供在控制回路中直接组态和调用，负荷率和扫描周期满足技术规范要求。

f) 高级应用服务网应具备网络自诊断、网络故障无扰切换能力。

投标人需为每台机组配置至少 3 对高级应用控制器，其中锅炉 2 对，汽机 1 对，配置不得低于以下要求：

- 主频主频：1GHz；
- 字长：字长：64 位；
- 内存：1G；
- 以太网口：双路冗余，100M/1000M 自适应，RJ45 接口；
- 双机冗余：采用一主一备的冗余方式，无扰切换。

投标人在保证所供高级应用控制器的安全可靠、合理性和优良性的前提下，必须与机组 DCS 系统完全匹配。

4.1.19.3 高级应用服务器技术要求

投标人所供高级应用服务器应提供与控制器相似的组态和运行环境以及可靠高效的接口，各种高级应用应能够利用这一环境和实时历史数据库进行复杂的寻优和智能计算、功能扩展。机组级和厂级大型智能化应用软件应采用高级应用服务器运行。

为满足本工程高级应用服务器后续弹性扩展需要，投标人应采用成熟国产化云平台解决方案，采用集成企业级虚拟化平台和企业级分布式存储系统，通过多个节点的本地硬盘，提供高性能、大容量的存储服务，以多副本机制保障数据安全。

投标人需为每台机组各配置至少 4 台高级应用服务器，组成私有云平台，用于智能发电运行控制系统的搭建，每台服务器配置不得低于以下要求：

- CPU：2 颗华为鲲鹏 920_2.6GHz_32 核或相当的满足安全可靠测评要求的产品；
- 内存：32GB*8 DDR4 2993MT 共 256GB；
- 硬盘(系统)：2×480G SSD；
- 硬盘(缓存)：2×480G SSD；
- 硬盘(数据)：2×10TB SAS；
- RAID：2GB SAS 12Gb 8 口 RAID 卡；
- 万兆网卡：2 块万兆网卡（含光模块）；
- 千兆网卡：3 块千兆网卡（自适应百兆）；
- 显卡：2*NVIDIA Quadro P2000（可选同等性能其他显卡）；
- 电源：冗余两路电源；
- 导轨：1*2U 导轨；
- 服务：3 年整机质保，7X24 小时响应支持。
- 操作系统：国产符合安全可靠测评要求的产品。

4.1.19.4 实时数据库管理系统技术要求

投标人提供的实时数据库应可以高速采集 DCS 产生的生产数据，并对这些海量数据进行高效的压缩、存储，为智能发电运行控制平台内各种应用提供高速、长时间跨度的实时历史数据查询和调用。数据库系统应具有良好的开放性，提供 C/C++/JAVA 等多种应用开发 API 和数据库访问接口，可以在多种开发环境下使用，便于协作开发。

数据库系统应采用集成关系型数据库，便于存储与设备密切相关的在线数据、离线数据、设备配置信息、预测参数、性能计算结果等静态数据、基础数据和准实时应用数据，形成支撑智能控制功能的各种类型数据库，如专家智能诊断库等。厂级实时数据库与机组级实时数据库应以时间标签为准保持完全一致，保证传输至 IMS 的数据的完整性、实时性。

投标人提供的高性能时序数据库应满足以下功能要求：

（1）基本要求

配置高性能、高可用、升级便捷、维护方便的数据库服务器。投标人提供的实时数据库系统应具有足够的开放性并易于维护，投标人应提供足够详细的资料给招标人，使招标人能够容易掌握对数据库的维护和利用。

投标人提供的实时数据库系统应采取有效的措施防止数据存储介质的损坏和数据的丢失，并对所采取的措施进行详细地说明。

➤ 采用分布式架构设计和开放式的体系设计，其配置应满足智能发电平台高级应用服务的数据需求。

➤ 支持网络服务器或多服务器结构。

➤ 采用容错或冗余配置的数据库服务器系统。

➤ 采用冗余配置的服务器系统应能采用热备或集群的工作方式进行故障自动转移。

➤ 标签总量应根据机组规模进行配置。实时数据库系统负责运行智能控制系统初始模型训练时与 DCS 历史数据服务器的通讯连接以及正常运行时获取 DCS 运行数据，作为系统的实时输入数据；容量不低于 200000 点，能与智能应用服务器软件相容运行于同一台服务器硬件中。

➤ 实时及历史数据应禁止修改。对每个采集点的安全等级应可以定义，只有各级的合法的授权用户才能访问该级别的数据。数据磁盘的在线存储时间应不低于 6 年，特殊数据不低于 10 年（如环保数据、电网数据等，此类数据以年为单位分类存储）。

➤ 支持单精度浮点型、双精度浮点型、16 位无符号整型、16 位有符号整型、32 位无符号整型、32 位有符号整型、64 位无符号整型这七种基本数据类型。

（2）数据采集

➤ 应以火电厂生产过程数据为集成对象，采集智能控制系统的实时数据、高级

应用的计算实时数据、其他 IOT 设备的数据，并实现数据库的数据资源共享。

➤ 应具有高效的采集数据能力，数据采集应既有周期方式和事件触发方式，周期方式应具备不大于 500ms 的能力，每秒的数据吞吐量应满足应用的要求。事件触发方式应实时响应。

➤ 应提供时序数据有损压缩功能，其压缩数据的标准偏差不大于 3‰。从安全或经济角度考虑，需精确计算的参数或需要保证二次计算结果精度的参数，不宜进行数据压缩或增加压缩偏差，以保证存储结果对生产过程的数字孪生意义。

（3）数据库存储

➤ 应支持数据库文件的备份、恢复功能，二次计算结果数据的存储功能。

➤ 应能提供经济存储或者优化存储的方案，提高数据压缩方法，以及用户对各个标签点配置压缩因子的途径。

➤ 应在保证数据精度的前提下，具备高效的数据压缩能力。

（4）数据库管理

➤ 应提供安全的鉴权能力，能基于角色的用户管理，合法的用户只能在响应的授权范围内管理或使用数据库。

➤ 应能满足智能控制系统的所有数据类型、反映过程数据的全部属性，能单独或批量进行标签的组态。

➤ 应提供标签点增、删、改、查的在线维护能力，标签点的描述必须支持中文。

➤ 应能使用应用编程接口（API）或结构化查询语言（SQL）查询数据库服务信息、数据标签属性以及实时、历史数据信息、二次计算和统计信息等。

➤ 应能支持表述性状态传递（REST）方式查询数据库服务信息、数据标签属性以及实时、历史数据信息、二次计算和统计信息等。

➤ 应具有运行管理功能、审计功能和日志功能。

➤ 应具有阻止计算机病毒入侵的严格措施，以及防止由于操作失误等因素造成出错后的恢复能力。

（5）数据库应用

➤ 应支撑对生产过程实时数据进行高速采集、压缩、结构化梳理和高效率存储，并提供可靠的调用接口，提供高速、长跨度的数据检索和调用服务。

➤ 应支持授权用户配置标签点，对标签点数值的读、写。

➤ 应确保数据的时间戳使用现场物理的时间戳或相差不超过预定义的最大时间

间隔；计算点的时间戳都应在允许的范围以内，确保分布式数据源的时间戳的一致性。

➤ 数据库服务器平台应提供基于 API 和软件开发工具包（SDK）所具有的函数调用接口等脚本编程环境。

（6）硬件配置要求

高性能时序数据库服务器，具体配置见本文“高级应用服务器技术要求”章节。

（7）交换机及网络架构技术要求

智能发电平台网络构架需在机组 DCS 基础上进行调整，其所在的生产控制网络在 I/O 通讯网、实时控制网基础上新增加高级应用服务网。

➤ 高级应用服务网应独立于实时控制网，专门用于在计算服务器、大型实时数据库、人机界面站等之间传输大数据量的高级应用实时数据。

➤ 高级应用实时数据应与实时控制数据分流，确保实时控制网高实时、高可用。

➤ 网络节点的通讯速率应达到 1000Mbit/s。

➤ 设计智能 DCS 厂级通讯网络，应包含实时控制网和高级应用服务网。

➤ 各类服务器上运行的应用功能如需使用历史数据，应通过高级应用服务网与实时数据库交互。

投标人提供的交换机应满足在工业现场环境，按照国产工业级产品选型，规格应满足以下要求：

➤ 交换机供电方式要求采用双路冗余电源。具有网络管理和自诊断功能。

➤ 交换机应采用工业级 1000Mbps 以太网交换机，需符合 IEC61000-6-2 通用工业标准。所有交换机应具有高的防护等级、抗震、抗电磁干扰设计。交换机应是工业级设计，机架式安装，符合工业现场抗震动、抗电磁干扰的要求。

➤ 网络交换机应至少分两组，且双冗余配置。网络交换机的接口必须保证有 20% 余量，并确保预留网络设备扩展空间。

➤ 交换机应具有网络管理功能。

➤ 双绞线口：千兆以太网采用 RJ45 口。

➤ 需具备网段隔离功能，以避免网络风暴。

投标人所供交换机数量应按照实际需求配置，需满足本技术规范书各功能模块所需交换机数量。

4.1.19.5 平台支撑功能软件技术要求

（1）第三方算法嵌入技术要求

投标人所提供的基础智能优化软件运行环境，应允许和鼓励第三方将其专长的高级应用软件集成到该平台上来，并充分保护其知识产权。

智能发电平台应具有高度开放的应用开发环境，提供数据、算法、应用程序的多层次开放性。高级控制器应支持完整的可编程语言（支持高级语言，如 C、C++、PYTHON、VB、java 等）算法开发，具备封装功能，算法开发环境需部署在控制器，不得采用依赖设备厂家开发环境要求限制。

应具有将第三方应用程序转换为智能发电平台中算法的标准化服务和接口，实例化的算法接口与对应的应用程序共同构成可图形化组态的定制算法。定制的算法应具有与常规算法一致的组态、运行与维护方式，使得第三方专有技术可以在智能发电平台上得到规范、可靠的应用。

应提供计算服务器本地读写分布数据库的 API 接口程序和与系统计算任务相协调的调度执行机制，实现独立应用程序在数据分析环境和智能计算环境中的直接插入式运行，可以更为简便、灵活地使用第三方专有技术。

应支持第三方智能应用程序在服务器中以容器化方式独立部署集成，最大程度保护第三方知识产权。第三方智能应用程序通过读写分布数据库的 API 接口程序交互数据，采用 DCS 内部通讯协议和原有机制实现闭环控制；通过在 DCS 监控画面软件中集成带授权的 WEB 插件，使用高级应用服务器网和安全 HTTPS 协议，将第三方智能应用画面集成到 DCS 监控画面中，实现第三方智能应用程序和 DCS 一体化集成。

（2）宏算法封装功能

投标人所提供的智能发电平台需开发对组态的若干算法或整个控制页算法进行封装、使之成为一个算法的宏算法功能。该功能需具有隐藏技术细节能力，有利于保护宏算法开发者的知识产权。宏算法应可以像常规算法一样进行反复调用，简化组态和调试工作。

（3）算法容器功能

投标人需对第三方提供的特定的算法，在控制器内提供相应的算法容器（算法框架），算法核心位于控制器外的运行环境中，但对于使用者整个算法应如同控制器本地算法一样。该算法组态、调试、运行结果呈现的环境和方法应与控制器本地算法是完全一致的，算法实际执行时应由算法容器对算法核心进行变量传递和函数调用。算法核心可以是较为复杂的算法，而平台投标人无法获取算法细节。

（4）基本先进控制算法库

投标人所提供的智能发电运行控制系统平台应在控制器基本算法库中加入适合于在控制器运算的典型的先进控制算法和软测量算法，如广义预测控制（GPC）、自抗扰控制（ADRC）、内模控制、机组性能计算、氧量软测量、热量软测量等，供组成优化控制策略时直接调用。

4.1.19.6 智能应用要求

投标人应配置相应的 I/O 卡件，原则上高级应用控制器与常规控制器之间组态所用的输入输出信号均采用硬接线连接，投标人拟定初步的智能控制组态方案，经招标人审核后方可实施。

4.1.20 本工程机组控制系统（DCS）设计应具备机组级自启停功能，投标人应负责完成 APS 的控制方案和实施方案，并负责 APS 组态工作。

4.1.21 智能报警（一区智能监盘）

4.1.21.1 基本要求

投标人应提供高效智能化的智能预警系统，系统应能够在设备或者系统发生故障早期，通过数据分析及算法计算提前给出预警信息，帮助电厂生产人员迅速锁定故障位置，及时采取干预措施，防止故障发生或缩小影响范围。对设备劣化、流程参数劣化，智能预警系统应可以做出健康度诊断，以便及时采取运维措施，达到提高机组可靠性、保障设备运行安全、减少机组非停次数、延长设备使用寿命的效果。

智能预警系统应基于大数据分析技术、人工智能技术、数理建模技术来构建。系统应以电厂一个大修周期的运行数据作为大数据分析和挖掘的数据来源，给出针对不同负荷状况下机组正常运行参数范围，并据此整定出运行参数的动态报警阈值，并对应提示越限后果。

智能预警系统应以系统、设备、参数为主线，按重要程度进行分级分类，对过程报警进行整合，形成精确报警，避免大量误报警，同时，提供越限预警、故障主因诊断、辅机设备及部件劣化趋势、误操作等报警提示信息，达到减少运行人员误判，为运行人员赢得故障处理时间，提高机组运行水平的目的。

智能预警系统应部署于安全一区，应能够直接从 DCS 系统获取机组的各项过程参数的设定值、测量值、控制指令的实时数据；在系统完成数据对比、分析后实现预警、报警等功能。智能预警系统是 DCS 系统的智能化升级功能，应与机组 DCS 系统无缝连接，一体化设计，同时应与 DCS 画面一体化组态、展现，投标方须负责 DCS 操作员站画面修改、完善工作，并进行必要的静态检查和试验，保证预警结果与监视

画面无误。

智能预警系统应具备检测设备参数是否处于正常范围之内的功能，即当发现设备参数偏离正常范围时，向有关人员发出预警信号。可实现大量需要监视的重要参数劣化分析的自动监测和提前预警，从而防止事故的进一步扩大，可快速定位存在异常的部位和参数，提供实时和历史相结合的分析手段，可以帮助运行相关人员分析过程存在的问题。

4.1.21.2 具体要求

智能预警系统应通过对实时数据库中存储的海量历史及实时数据进行自动挖掘，可自动根据不同工艺系统的设备特征进行离线或在线建模。可将机组实时运行数据代入机组及工艺系统的工况预警模型中进行运算和分析，得出不同工艺段、设备参数及工艺子系统的运行故障诊断及事故预报信息，能够自动对设备的健康状态异动和潜在故障进行早期预警，能够自动发现各种潜在的故障关联点。具体功能要求如下：

- 1) 通过监测设备各参数运行趋势和变化量，在 DCS 系统参数未进行报警或跳闸前，实现数据异常提示并在 DCS 报警界面直接提醒运行人员快速查看异常信息，形成设备潜在故障提醒。
- 2) 通过对机组过往实际运行工况的历史数据进行挖掘和自学习来自动生成运行中数据模型库，系统应能够在运行过程中对模型进行动态修正，机组工艺系统设备全部测点可进入该系统进行判断。
- 3) 系统应内置基于大数据挖掘技术的设备工况缓慢劣化预警功能，对未来可能出现的设备事故进行预报。
- 4) 系统应具有设备状态的实时监测和预警；初步诊断功能；整体设备（机组）状态评估、统计和查询等功能。
- 5) 具备设备和工艺系统的劣化趋势分析，系统应实现设备和工艺系统的劣化分析模块，根据系统工艺特性，建立判断规则，提前识别设备劣化趋势。
- 6) 支持主因测点、重要冗余测点预警，系统应能够在设备或者工艺系统出现异常时，在相关众多测点中，分析出导致系统健康度恶化主要的几个测点；对于冗余测点，系统应可以检测出其中的异常测点并发出预警；当设备出现报警时，系统应可以迅速分析出关键的异常点并发出预警。
- 7) 设备健康度评估，通过分析模型输出与辅机设备的实际输出之间的关联度信息，实现对辅机设备的健康度评价。设备健康度评价范围应覆盖锅炉和汽机侧重要辅

助系统和设备。

- 8) 系统可采用机理与数据驱动混合建模、机器学习与知识推理等技术，构建设备运行特征模型。
- 9) 支持定期自动更新和手动更新功能，预警系统各设备的数据模型应可以定期自动更新，并能剔除运行确认的真实报警时间段的数据，筛选出正常运行数据进行建模；系统提供人工建模接口，人为选择测点及时间段进行设备或工艺系统建模。

4.1.21.3 实现范围

智能预警系统实施范围应包括锅炉、汽机、电气重要设备的重要测点异常监测及预警报警，如汽机回热系统、给水系统、凝结水系统等，锅炉输煤系统、风烟系统等，电气高压厂用变压器等，具体实施内容清单如下表所示（具体预警范围由双方协商确定）：

表：一区机组预警实施范围清单

主系统	子系统	系统设备	模型
汽轮机	回热系统	高、低压加热器、除氧器	数据模型、机理模型
	给水系统	汽动给水泵	数据模型、机理模型
	凝结水系统	凝结水泵	数据模型、机理模型
	抽真空系统	凝汽器真空泵、凝汽器	数据模型、机理模型
	油系统	EH 油泵、润滑油泵	数据模型、机理模型
	闭式水循环系统	闭式水泵	数据模型、机理模型
锅炉	输煤系统	磨煤机	数据模型、机理模型
		给煤机	数据模型、机理模型
	风烟系统	引风机	数据模型、机理模型
		二次风机	数据模型、机理模型
		一次风机	数据模型、机理模型
		火检冷却风机	数据模型、机理模型
		回转空预器	数据模型、机理模型
	汽水系统	过热器	数据模型、机理模型
		一级再热器	数据模型、机理模型
		省煤器	数据模型、机理模型
发电机	电气系统	高压厂用变压器	数据模型、机理模型
		启备变	数据模型、机理模型
		主变压器	数据模型、机理模型

投标方还应提供锅炉超温统计功能，应可计算锅炉各点壁温与其限值的偏差，当超温时应累计超温时间，并自动统计锅炉超温次数、每次超温持续时间以及最高温度，支持画面显示和记录打印。

4.1.21.4 性能指标要求

- (1) 智能预警系统计算软件能够保持连续运行，画面切换流畅无卡顿；
- (2) 漏报率要求：主机及主要辅机漏报率 $\leq 5\%$ ；
- (3) 误报率要求：主机及主要辅机误报率 $\leq 10\%$ ，其他辅助系统设备误报率 $\leq 20\%$ 。

4.2 硬件要求

4.2.1 总则

4.2.1.1 系统硬件应采用有现场运行实绩的、先进可靠的和使用以微处理器为基础的分散型的硬件。

4.2.1.2 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。

4.2.1.3 模件的插拔应有导轨和联锁，以免造成损坏或引起故障。模件的编址不应受在机柜内的插槽位置所影响，而是在机柜内的任何插槽位置上都应能执行其功能。

4.2.1.4 机柜内的模件应能带电在线插拔和更换不会引发信号或逻辑误动而不损坏，且不影响其它模件正常工作。支持在线更换卡件及卡件基座。

4.2.1.5 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。安装在生产现场的 DCS 模件、设备应具有足够的防护等级和有效的保护措施，以保证在恶劣的现场环境下正常工作。

4.2.2 处理器模件

4.2.2.1 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。

4.2.2.2 处理器模件应清晰地标明各元器件，并带有 LED 自诊断显示。

4.2.2.3 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。

4.2.2.4 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，数据通讯高速公路故障时，处理器模件应能继续运行。

4.2.2.5 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，也不应引发误动或拒动。

4.2.2.6 为获得高可靠性，投标人提供的所有处理器模件应冗余配置；当使用 I/O 或其它专用模件完成控制功能时，相关模件也应合理冗余配置，并在其报价书中提供

具体配置方案。控制器的配置数量应满足 DCS 的有关指标，不少于同类工程的最终配置数量，达不到指标应无偿增配控制器。

4.2.2.7 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，指出模件故障的可能原因。切换时间应保证为毫秒级，投标人应在其报价书中说明冗余处理器模件的切换时间和数据更新周期，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，也不会引发误动或拒动。

4.2.2.8 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。

4.2.2.9 电源故障应属系统的可恢复性故障，失电时处理器模件中的逻辑不会失去，各状态保持不变或向安全方向转移，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。

4.2.3 过程输入 / 输出 (I/O)

4.2.3.1 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、线性化、热电偶冷端补偿、过程点质量判断、工程单位换算等功能。

4.2.3.2 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、I/O 模件的状态指示灯等。I/O 模件的电源故障不应造成已积累的脉冲输入读数丢失。I/O 模件应能在正常工作电压的-10%~+5%范围内保持正常工作，不出现故障。

4.2.3.3 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。

4.2.3.4 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。

4.2.3.5 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。投标人应详细说明采取了何种措施，来消除接

点抖动的影响并同时确保事故顺序记录（SOE）信号的分辨率为 1 毫秒。

4.2.3.6 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。

4.2.3.7 应采用相应的手段，自动地和周期性地对零漂和增益进行校正。

4.2.3.8 冗余输入的开关量、热电偶、热电阻、变送器信号的处理，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，不能引起相关被控设备的故障或跳闸。

4.2.3.9 投标人的整体的 I/O 分配方案应满足安全和负荷均衡的要求，并经招标人审核通过（如投标人的 I/O 分配方案不能满足上述要求，由此而引起的硬件、机柜增加费用由投标人自行承担）。

4.2.3.10 DCS 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。

4.2.3.11 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，投标人在投标文件中对此应有相应的说明。

4.2.3.12 每个数字量输入/输出卡件的通道数不超过 16 点，模拟量输入/输出卡件不超过 8 点。每个模拟量输出点应有一个单独的 D/A 转换器，每一路热电阻应有单独的桥路或单独的恒流源（四线制输入）。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，通道之间互相隔离。若在工程安装调试及运行过程中出现因隔离原因引起的问题（如 DCS 无法准确接受现场提供的有源或无源的标准信号时），投标人应免费提供外置无源隔离器。

4.2.3.13 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 $\pm 0.25\%$ 。系统设计应在模件寿命期间满足在六个月内不需手动校正而保证这三个精确度的要求。

4.2.3.14 对于有防爆要求的应用场合（如贮氢站、脱硝还原剂区），当现场采用本安型仪表设备时，相应的 I/O 通道应考虑配置与之匹配的安全栅；所有与其它控制系统连接的模拟量输入/输出应配置独立的信号隔离器。当安全栅和信号隔离器需外部电源时，投标人应负责提供。

4.2.3.15 对于各种 I/O 类型的要求

（1）模拟量输入：

4~20mA 信号(接地或不接地)，最大输入阻抗为 250 Ω，模件应提供 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。输入通道间应互不影响，互相隔离。

（2）模拟量输出：

4~20mA 或 1~5VDC 可选，具有驱动回路阻抗大于 750 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。

（3）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”宜为 48VDC。所有开关量输入通道都应有防抖滤波处理。所提供的每一分支供电回路的接地和短路不应影响其它分支供电回路的正常工作。应能接受一端为公共点的多个信号输入。每个输入通道应有独立的光电隔离。

（4）数字量输出：

数字量输出模件应采用隔离输出，隔离电压≥250V，能直接驱动任何中间继电器。所有 DO 通道（包括备用通道）必须提供隔离中间继电器。投标人应提供中间继电器、继电器柜及可靠的工作电源，包括继电器柜与组件柜之间的连接电缆。每个继电器柜中间继电器的安装数量最多不得超过 240 个。继电器品牌选择和泉、施耐德、欧姆龙或相当于。并通过中间继电器（一点配一个）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或 DCS 系统电源提供。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	110VDC	220VDC
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

投标人应提供中间继电器、继电器柜及可靠的工作电源。

原则上除 380V 及以下接触器供电的电动机外，其他电气设备如 380V 及以上断

路器控制回路、隔离开关或接地刀闸控制回路、10kV 及以上接触器控制回路、直流电动机控制回路等的控制命令均要求投标人提供大容量中间继电器的辅助接点用于电气设备的控制，具体数量和接点容量要求将在设计联络会时确定。投标人保证不额外增加招标人的费用支出。

（5）热电阻 (RTD) 输入：

有直接接受三线 (不需变送器) 的 $\text{Cu}50\ \Omega$ 、 $\text{Cu}100\ \Omega$ 、 $\text{Pt}10\ \Omega$ 、 $\text{Pt}100\ \Omega$ 等类型的热电阻能力，并且投标人应提供这些热电阻所需的电源。说明桥路是否采用恒流源供电方式，并提供相关图纸资料，如用电阻限流则提供电阻值及两端的电压值。

（6）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。

（7）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。系统应提供对脉冲接点的“查询电压”。

（8）SOE 卡件：

分辨率不大于 1ms，所有输入通道应有 4ms 防抖动滤波处理，但不影响 1ms 分辨率。安装在不同控制器应有可靠的时间同步，保证 SOE 的分辨率不大于 1ms。

4.2.3.16 投标人应对传感器及输入、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。

4.2.3.17 分散处理单元之间用于机组跳闸、重要的联锁和超驰控制的信号，应直接采用硬接线，而不可通过数据通讯总线发出。

4.2.3.18 投标人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。

4.2.3.19 所有输入输出模件应能抗共模干扰电压 500V，差模电压干扰 60V，继电器输出能抗共模电压 350V。

4.2.3.20 系统应有 120db 的共模抑制比，60db 的差模抑制比 (50Hz)。

4.2.3.21 远程 I/O (控制) 站和智能数据采集系统 (IDAS)

(1) 本工程将在部分靠近生产过程的区域设置远程控制站和远程 I/O 站，投标人提供的控制站和远程 I/O 站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，对接地不应有特殊要求，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（具体环境要求参见 4.2.7.3）。远程控制站和远程 I/O 站的电源、通讯电缆由投标人提供。

(2) 投标人应采用合理的通讯技术，在远程控制站和远程 I/O 站与主站之间提供大于 1Mbit/s（远程数据采集前端机可不受此限制）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。投标人应提出其通讯速率及为达到此速率应满足的条件，通讯电缆根据距离的远近可采用金属铠装光缆或同轴电缆等介质。

(3) 投标人应提供远程 I/O（控制）站所需的所有电源以及电缆，并在投标书中对远程 I/O（控制）站的供电和接地方案做出专门的说明，并由招标人认可。

(4) 远程控制应用区域划分（包括但不限于）

a. 机组 DCS 远程控制应用区域划分如下：

循环房远程站（与所供 DCS 一体化的远程控制站，带控制器）；

除灰远程控制站（与所供 DCS 一体化的远程控制站，带控制器）；

除尘远程控制站（与所供 DCS 一体化的远程控制站，带控制器）；

启动锅炉公用远程站（与所供 DCS 一体化的远程控制站，带控制器）；

脱硫公用远程控制站（与所供 DCS 一体化的远程控制站，带控制器）；

脱硫单元机组远程控制站（与所供 DCS 一体化的远程控制站，带控制器）。

b. 辅控、公用 DCS 远程控制区域主要有：

干湿联合冷却塔系统远程站（与所供 DCS 一体化的远程控制站，带控制器）；

厂用压缩空气远程站（与所供 DCS 一体化的远程控制站，带控制器）；

输煤系统远程控制站（与所供 DCS 一体化的远程控制站，带控制器）；

工业废水系统远程控制站（与所供 DCS 一体化的远程控制站，带控制器）；

综合水泵房系统远程控制站（与所供 DCS 一体化的远程控制站，带控制器）。

(5) 智能数据采集系统（IDAS）由招标人提供（炉侧壁温测点约 6546 点，机侧壁温测点约 200 点），通过冗余通讯方式与 DCS 直接进行数据通讯，在 DCS 系统中进行监测，DCS 中能够实现逻辑组态（报警、求平均、取极值、偏差比较等）及历史

记录功能，并具备在线组态功能。DCS 与 IDAS 的每个通讯端口允许连接的数据采集点不宜超过 400 点，数据更新周期不大于 2 秒。远程数据采集系统与 DCS 连接，炉、机侧应分开。

4.2.3.22 单元机组 DCS 现场 I/O 信号数量暂定如下：

a. 单元机组

单元机组现场 I/O 信号数量（2 号单元机组 I/O 数量与 1 号单元机组一样）

系统名称	布置位置	AI (4~20mA)	TC	RTD	DI (其中 SOE)	PI	AO (4~20mA)	DO	总计
锅炉热力系统	#1 机锅炉电子间	1137	366	515	3740 (36)	6	146	1796	7706
汽机热力系统	#1 机汽机电子间	585	358	424	1814 (80)		117	935	4233
脱硫系统	脱硫综合楼电子间	132		160	792	9	5	412	1510
脱硝 SCR 区	#1 机锅炉电子间	38	14	12	48		4	57	173
除灰系统	脱硫综合楼电子间	80	20		570			250	920
除渣系统	#1 机锅炉电子间	7		5	74		2	44	132
循环水系统	循泵电子间	40		38	135 (4)	4	2	50	269
间冷系统	循泵电子间	184		132	576		94	244	1230
电气（机组）	机组电子间	320			1240 (110)		2	305	1867
电气（电除尘）	脱硫电子间	74			361 (52)			141	576
零碳	#1 机锅炉电子间	16		16	78			32	142
总计		2613	758	1302	9428 (282)	19	372	4266	18758

b. 机组公用系统

公用系统现场 I/O 信号数量小计：

系统名称	布置位置	AI (4~20mA)	TC	RTD	DI (其中 SOE)	PI	AO (4~20mA)	DO	总计
辅助蒸汽系统	#1 机汽机电子间	56	32	15	77		16	51	247
电动给水泵	#1 机汽机电子间	22	2	42	30	2	4	10	112
干湿联合冷却塔	综合水泵房电子室	32		46	318		6	120	522
除灰公用	脱硫电子间	13			162			166	341
脱硫系统	脱硫电子间	135		80	728	4	18	345	1310
压缩空气系统	空压机房热控电子间	65			200			125	390
电气（机组公用）	机组电子间	48			326			67	441
电气（循泵）	循泵电子间	25			116			42	183
采暖加热站和集中制冷空调系统	#1 机汽机电子间	24		6	49		7	11	97
启动锅炉	启动锅炉电子间	96	16	40	176		24	128	480
总计		516	50	229	2182	6	75	1065	4123

c. 辅控系统 I/O 数量

系统名称	布置位置	AI (4~20mA)	TC	RTD	DI (其中 SOE)	PI	AO (4~20mA)	DO	总计
汽水取样系统	汽机电子间	90			40			20	150
汽水加药系统	汽机电子间	42			112		15	88	257
精处理系统	汽机电子间	117		8	376		6	189	696
机组排水槽系统	锅炉电子间	12			40			16	68

系统名称	布置位置	AI (4~ 20mA)	TC	RTD	DI (其中 SOE)	PI	AO (4~ 20mA)	DO	总计
净化站系统	化运电子间	85		3	382		30	220	720
锅炉补给水系统	化运电子间	211		16	409		29	224	889
综合水泵房系统	综合水泵房电子间	50			98		13	55	216
工业废水	工业废水电子间	37			217		16	103	373
生活污水	工业废水电子间	10			74			38	122
雨水	工业废水电子间	13			66			21	100
锅炉酸洗废水池系统	工业废水电子间	10			90			66	166
煤水处理	工业废水电子间	17			51		8	28	104
贮氢	工业废水电子间	16			16			16	48
尿素制备及供给	锅炉电子间	59		26	202		14	113	414
输煤系统	各转运站, 碎煤机室, 煤仓间, 厂外煤矿转运站	174		150	1984	18	47	842	3215
电气(输煤公用)	厂区煤控楼	77			294			95	466
电气(补给水)	综合水泵房电子间	21			94			33	148
电气(综合水)	综合水泵房电子间	47			183		14	57	301
总计		1088		203	4728	18	192	2224	8453

注:

(1) 上列 3 个 I/O 表中 a 表为单台机组数量。

(2) 上列 I/O 数量不包括备用点(备用点的要求参见 4.2.9.1), 亦不包括 DCS 内部的硬接线联系点及 4.2.3.18 要求的附加点。如果实际 I/O 点数有超出本技术规范的, 在机组 168 前, 投标人应

按原合同单价提供增加的 I/O 点。

（3）在整套 DCS 范围内，如果各系统、各远程 I/O 实际 I/O 点数较上表有较大变化，在 I/O 点总数不变的前提下，投标人应作相应的 I/O 配置调整而不发生费用。

（4）投标人应在投标书中根据上述 I/O 配置清单格式提供实际的 I/O 配置点数，并计算出配置余量。

4.2.4 网关（网桥）

4.2.4.1 本规范书要求所供 DCS 的各子系统尽可能类型一致，以构成一个统一的监视和控制系统。因此，用于不同子系统或不同通讯协议之间的网关应尽可能少。投标人应在其报价书中说明是否使用了网关（网桥）。

4.2.4.2 如果必须使用网关（网桥），投标人应保证通过网关（网桥）交换信息，不会降低 DCS 的性能，如分辨率、操作响应速度等。

4.2.5 外围设备

4.2.5.1 报警、记录打印机和图形打印机：（配置参考台二）

（1）提供 8 台黑白激光 A3/A4 报警、报表记录打印机及打印机台，2 台布置在集中控制室（单元机组各 1 台），辅控系统 2 台，环燃系统 2 台，就地调试用 2 台。打印输出分辨率至少 1440DPI，打印速度大于 12PPM（A4 纸），打印机存储缓冲空间大于 6M 字节（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。单元机组的两台报警打印机都应能互相切换使用。

（2）提供 2 台彩色激光 A3/A4 图形打印机及打印机台（托架），布置在集中控制室。打印输出分辨率至少 1440DPI，它应能根据要求打印任一操作员站上的任一 LED 画面。打印机应以至少每分钟 6 页的速度输出高质量的画面。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。

（3）提供 4 台彩色激光 A3/A4 图形打印机及打印机台（托架），布置在机组工程师室和辅网工程师室。打印输出分辨率至少 1440DPI，它应能根据要求打印任一操作员站上的任一 LED 画面。打印机应以至少每分钟 6 页的速度输出高质量的画面。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），以确保每次要求至少 5 幅画面输出时无需暂停。

（4）公用及辅控系统 DCS 的报警、报表和图形拷贝打印功能在本系统的相应打印机上实现。

（5）所有打印机必须采用在中国大陆有长期的市场耗材来源的主流的优质产品。

（6）所提供打印机应不带有 WIFI 功能。

（7）打印机噪声应低于 45db；此外，还应提供托架及其它辅助设备（包括隔音罩）。

4.2.5.2 操作员站、工程师站、液晶显示屏（LED）和键盘

（1）所供显示器为液晶显示屏（LED），屏幕尺寸为 27 英寸，点距 0.27mm，亮度大于 350cd/m²，对比度 500：1，响应时间 6ms，16.7x10⁶ 种色彩。分辨率至少为 1600x1200@85Hz；信号电缆应采用 5 分支 BNC 接头或 DVI 或 HDMI。提供的液晶显示屏（LED）应满足下列标准规范要求：如 UL/C-UL or CSA，TUV/GC，Energy Star，FCC CLASS B，MPRII，TCO'99 等。LED 显示器的可视角应至少满足：左/右±85°，上下各 85°。LED 应能 24 小时×365 天不间断长时间工作，有容易清洁、良好清晰度、不积累静电积尘、良好清晰度及无反光的防护罩。应有防溅设计。

（2）每台液晶显示屏（LED）应有独立的显示发生器，鼠标（或跟踪球）应作为可选的光标定位装置，应无机械传动定位装置。

（3）每台操作员站应配置一个键盘。除具有完整的数字、字母键外，投标人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。投标人应在投标书中提供键盘和专用按钮屏的布置图，键盘/专用键盘/鼠标均应是防水设计。

（4）人机接口配置：

a) 机组 DCS 设置 68 台独立的人机接口站，人机接口站硬件采用当前主流先进产品，操作系统采用国产符合安全可靠测评要求的产品，操作员站、工程师站、历史站、SIS 接口机 CPU 采用多核多线程运算处理器，主频不低于 3.0G Hz，内存不低于 16GB，单个硬盘不低于 2T（其中历史站单个硬盘不低于 8T），硬盘镜像冗余，同时配置带 DVD 刻录功能的光驱，应配置双显卡，其中至少含 1 块独立显卡（显存不小于 1G）。所有计算机应有良好的冷却、防尘、防振措施，均能在控制室条件下 24 小时×365 天不间断长时间稳定运行，其多数配件或易损件应在市场上有 5 年以上的供货可能。其中

集中控制室：单元机组 6 台操作员站和 1 台公用操作员站（二台机组 14 台）；值长台单元机组各 1 台、辅控操作员站 1 台（总共 3 台），总计 17 台操作员站。

工程师室：单元机组工程师站 2 台（二台机组 4 台）、2 台维护用操作员站（二台机组 4 台）、单元机组冗余历史站 2 台（二台机组 4 台，配置冗余硬盘，用于 DCS 系统数据，数据保存时间至少 3 年）；公用系统工程师站 1 台、1 台维护用操作员站、历史站 1 台；辅助系统工程师站 1 台、1 台维护用操作员站、历史站 1 台；每个 DCS 网络 SIS 专用接口机（单台 SIS 接口机需保证 5 万点）2 台、通讯接口机 2 台，四个网络接口机共 16 台。总计 34 台。

化运控制室：5 台操作员站，总计 5 台。

环燃控制室：脱硫 4 台操作员站；飞灰 1 台操作员站；输煤 2 台操作员站，总计 7 台。

脱硫工程师室：单元机组 1 台（二台机组 2 台），脱硫公用 1 台，工程师站和操作员站兼用，用于机组临时调试，总计 3 台操作员站。

启动锅炉控制室：2 台操作员站（工程师站和操作员站兼用）。

b) 操作员站应配置双显卡，其中至少含 1 块独立显卡（显存不小于 1G）。

(5) 投标人应提供安放操作员站、工程师站、值长站及其他非投标人提供的监控所需的设备等的操作员站操作台、值长操作台。

操作台和值长台等的设计应符合《控制中心人机工程设计导则》的要求，采用桌式结构，美观、大方、便于操作，且满足控制室整体布置的要求。操作台要有足够强度，技术要求如下：

a. 投标人应提供操作台、值长台、工程台、打印机台和监盘椅等。

操作员台整体安装后均需要呈弧线型布置，显示器、键盘、鼠标等设备布置于桌面，并可随意挪动；后备紧急操作按钮设备镶嵌于桌面；主机、电源等设备应统一放置，应方便检修、维护和更换，并应考虑设备的防尘和散热措施。

b. 操作台的材质要求

a) 二台机组及公用的操作台为弧型布置，辅助系统的操作台为直线型布置，台体采用优质 304 无磁不锈钢，外表面平整无毛刺，无波纹、无坑不变形，整体达到外

型美观、光亮度好、坚固耐用的效果。

b) 操作台台面采用厚度为 12.7mm 的杜邦可丽耐材质制作，台面边缘总厚 50mm 适当有坡度（最后边沿截面高度不少于 15mm），台面在现场由投标人进行无缝拼接，台体采用不锈钢板制作，侧板材料采用 1.5mm 的不锈钢板，其余材料采用 1.2mm~0.8mm 的不锈钢板。

c) 加强筋均采用材料厚度为 1.0mm 的不锈钢板。

d) 导轨采用专用不锈钢导轨，拉手采用方形内嵌式不锈钢拉手。

e) 除锁外其余均为不锈钢制造。

c. 操作台结构要求

a) 台面高度暂定为 750mm，深底暂定为 200mm，适合操作员在坐姿操作时双腿能伸入台面下部且不会因为碰到柜体而伤到腿。

b) 台面配有推拉式键盘抽屉，预留有鼠标线孔。

c) 每联柜体后上部配有交流散热风扇一套（风扇、风扇罩、电源线，已组装好），后门（可锁）预留有散热通风孔。有利于柜体内部产生循环风而达到散热功能，后门便于检修柜体内的设备。

d) 柜体下部（底板后部与下部）预留有进出线孔位便于走线。

e) 柜体下部配有可调节层板一件，转动前门（可锁）。内部活动隔板可上下调节，采用搭板支撑方式，活动隔板及支撑搭板均为 304 不锈钢并满足强度要求。层板便于放置卧式主机或其它设备，前门便于打开操作设备。

f) 整个柜体为同一把钥匙打开。

g) 在结构设计、电气设备选用、布置、配线和保证人身和设备安全方面应符合有关国家标准（包括专业标准）。

h) 内配有多用插座及若干端子排，端子排均采用采用魏德米勒、凤凰端子或“相当于”产品，电缆夹头、电缆走线槽及接线槽均应由“非燃烧”型材料制造。禁止采用插接式端子，应采用螺丝紧固型的接线端子。

操作台数量和尺寸初步统计如下：

集控室操作台：750×1000×1100(高×外弧长×深，mm)，数量 20 块，弧线形布置

集控室值长台：750×12000×1100 (高×宽×深，mm)，数量 1 块

集控室打印机台：750×3000×600 (高×宽×深，mm)，数量 2 块

#1 机工程师室操作台：750×800×1000 (高×宽×深，mm)，数量 16 块

#2 机工程师室操作台：750×800×1000 (高×宽×深，mm)，数量 14 块

化运控制室就地操作台：750×800×1000 (高×宽×深，mm)，数量 8 块

化运控制室班长台：750×1000×1000 (高×宽×深，mm)，数量 2 块

化运工程师室操作台：750×800×1000 (高×宽×深，mm)，数量 10 块

环燃控制室操作台：750×800×1000 (高×宽×深，mm)，数量 16 块

环燃控制室班长台：750×1000×1000 (高×宽×深，mm)，数量 3 块

环燃工程师室操作台：750×800×1000 (高×宽×深，mm)，数量 8 块

启动锅炉控制室操作台：750×800×1000 (高×宽×深，mm)，数量 2 块

以上每个操作台 800mm 或 1000mm 为一个工位，每个工位配套提供一把椅子。

椅子采用可旋转 180° 自动回位不锈钢弓字椅或带舒适缓弹功能不锈钢人体工学椅。

转椅为不锈钢升降椅，前后仰度可随意调节。座椅均配专用皮革座垫，木扶手。投标人应推荐多种品牌及样式供招标人选择。

操作台的型式、外形、尺寸和颜色具体在设计联络会上确定。操作台供货商应参加集控室效果图确定会。

(6) 历史数据存储装置（历史站）：

应提供各种数据存储装置存储系统数据，如硬盘（企业级，8T G 以上）、硬盘镜像冗余，可读写光盘等。每个装置都有自己独立的电子装置，能够访问实时网络。

4.2.6 电源与接地

4.2.6.1 本工程单元机组汽机、锅炉分设电子间，投标人应为汽机、锅炉分设 DCS 电源柜，脱硫等其它远程电子间应设置相应的电源柜、网络柜。投标人提供的每个 DCS 电源分配柜，应能接受由招标人提供的两路交流 220V±10%，50Hz±2.5Hz 的单相电源，实现所有 DCS 系统设备的电源分配。这两路电源分别来自两路不停电电源（UPS）。投标人应提供相应的电源切换装置，切换时间应不大于 5 毫秒。

4.2.6.2 DCS 系统内部各操作员站、工程师站、历史站、打印机、处理器机柜、I/O

机柜、继电器柜、远程 I/O 站、网络系统等设备的供电均由投标人自行负责。操作员站、工程师站均提供两路电源的快速切换装置，切换时间小于 60ms，且两路电源切换时的瞬间失电不应影响操作员站等的正常工作，并须经现场验证，原则上每台计算机在操作台设置一个电源切换装置，不应统一切换后送各台计算机。对于远离厂房（如循环水泵房等）的远程 I/O 站供电回路应充分考虑长距离供电的可靠性和安全性。MEH 采用与 DCS 相同硬件，一体化配置，其机柜、操作员站、工程师站以及网络设备的供电由投标人配电源柜统一分配并负责。经双方确认，少数远程 I/O 站可接受来自区域变压器的两路厂用电单独供电，投标人应配置就地独立的在线式 UPS 装置，对远程 I/O 站及相关控制设备供电，其它远程站电源直接从 DCS 电源柜配供。投标人应提供 DCS 电源柜至循泵房远程柜的电源电缆，电缆单根长度按 1.5KM 计算。

4.2.6.3 机组公用系统 DCS 的电源柜单独配置，其输入分别来自两台机组 DCS 电源柜共 4 路电源。同时应提供相应的电源切换装置，切换装置的切换时间应保证任何一路电源的故障均不会导致系统的任何一部分失电。DCS 公用网络的电源供给应保证单元机组 DCS 停电检修和任一台单元机组全部失电时，公用网络的正常运行。

4.2.6.4 机组辅控系统 DCS 的电源根据物理位置考虑从主系统 DCS 电源柜或脱硫 DCS 电源柜提供。

4.2.6.5 投标人应提供 DCS 电源分配柜。投标人所提供 DCS 的电源分配柜的电源接线形式应与招标人 UPS 电源接线形式一致。如投标人认为需要采用隔离变压器或其它类型设备进行隔离，该设备应由投标人提供，并安装在电源分配柜内。

4.2.6.6 投标人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。投标人在投标书中应附电源系统配置图和各设备的用电负荷（kVA）。

4.2.6.7 投标人应提供机柜内的二套冗余直流电源。每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并有足够的裕量。二套直流电源应分别来自二套不同的交流电源。在保证机组 DCS 电源系统安全、可靠前提下，投标人至少在单元机组 DCS 电源柜提供 10 路独立的 24VDC 电源回路供招标人备用。每路 24V 电源都应有电源监视。

4.2.6.8 任一路电源故障都应报警，二路冗余电源应通过可靠的切换回路耦合。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。两路电源均应能在线停止、更换及投用。重要保护或控制电磁阀、行程开关电源断路器应独立配置，不应共用。

4.2.6.9 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，且设置合理的分路断路器。

4.2.6.10 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。

4.2.6.11 每一路变送器的供电回路中应有单独的熔断器，熔断器开断时应报警。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。

4.2.6.12 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。

4.2.6.13 每一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，熔断器熔断时应在操作站上指示及记录。

4.2.6.14 投标人提供的 DCS 系统应在单点接地时可靠工作，招标人不接受必须多点接地的系统。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。接地汇总铜排的尺寸不小于 600mm×200mm×20mm。DCS 系统内所有电子装置/机柜之间的接地互连电缆应由投标人提供。投标人提供的远程 I/O 站应能满足就地接地的要求。

4.2.6.15 所有 DCS 控制机柜将直接安装在槽钢底座上，如投标人要求在机柜和底座之间铺设绝缘材料，所有绝缘材料（包括绝缘底板、螺栓、螺帽）均应由投标人供货，并提供详细的安装指导说明。其中绝缘螺栓、垫片等安装易耗品应按 125% 量提供。

4.2.6.16 投标人应在投标书中对 DCS 的接地和供电进行详细的说明。招标人不接受需设单独接地网的系统。脱硫、空压机、循泵房、综合水泵房、净化站、化补水、废水处理、输煤等系统设置就地电子间，请投标人说明接地方案，并配合设计。

4.2.6.17 机柜内各个电源回路，应环路可靠连接。

4.2.6.18 投标人应提供二个电源箱（每个箱内至少 20 个空开），专为锅炉电子间、汽机电子间机柜的风扇供电。其它外围系统、辅控系统机柜也由投标人配合设计独立风扇电源，并提供相应设备。

4.2.7 环境

4.2.7.1 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。

4.2.7.2 投标人提供的 DCS 在距电子设备使用频率为 400MHz~500MHz 的步话机，其持续发射功率为 4.0W，瞬间或短暂时间功率可达到 4.8W ~5.0W，在距敞开柜门的机柜 1.2m 处连续和断续发出信号进行干扰试验，系统应正常工作，记录测量信号示值变化范围应不大于测量系统允许综合误差的两倍，应不影响系统正常工作。

4.2.7.3 系统应能在环境温度 0~40℃，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（锅炉炉顶：-15℃~75℃，其它地点：-15℃~60℃）、相对湿度（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。

4.2.8 电子装置机柜和接线

4.2.8.1 电子装置机柜的外壳防护等级，室内应为 IP52，室外应为 IP56，机柜的尺寸为：2200×800×600（高×宽×深，mm）。机柜的表面颜色为 RAL7035。

4.2.8.2 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。

4.2.8.3 机柜的设计应满足电缆由柜底引入的要求。

4.2.8.4 需散热的电源装置，应提供易于更换的排气风扇和内部循环风扇。

4.2.8.5 柜内应保持以下的环境条件：柜内配置风扇，以确保柜内空气良好循环，风扇电源需单独设置，投标人提供的机柜风扇电源应设置独立 220VAC 空开，此电源独立于 DCS 的两路进线电源，由投标人完成机柜风扇电源分配箱，电源由招标人成组提供；风扇不得布置于机柜顶部，需侧面布置，机柜内应装设温度检测元件，当温度过高时在 DCS 报警汇总表中报警。

4.2.8.6 装有风扇的机柜均应提供易于更换的空气过滤器，并提供更换的准则或周

期。

4.2.8.7 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 150mm 以下。端子选用魏德米勒、凤凰端子或“相当于”，禁止采用插接式端子，应采用螺丝紧固型的接线端子。DCS 机柜按需配置光缆分配盒及光纤跳线，远程光纤通信信号衰减率应控制在-20DBM 内。室外光纤采用铠装式。

4.2.8.8 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。

4.2.8.9 端子排、电缆夹头、电缆走线槽及接线槽、预制电缆均应由“非燃烧”型材料制造。每个端子应能同时接入 2 根 1.5mm^2 线径的导线。接线端子的结构与材料要有防止松动与氧化的措施，能在有振动情况下长时间（15 年以上）运行而不会接触不良。能方便地满足在线更换相关接线、更换及测量检验的要求。

4.2.8.10 投标人提供的机柜、控制台以及其它设备之间互联的电缆（包括两端的接触件）应由投标人提供，这些电缆应符合 IEC60332（GB/T 18389）标准。投标人在投标文件中，应对机柜之间连线（包括通讯网络线）的走线方式作说明。

4.2.8.11 组件、处理器模件或 I/O 模件之间的连线应避免手工接线。

4.2.8.12 机柜的前后门应有永久牢固的标牌，标牌形式、内容应提前征询招标人意见，经确认后实施；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 3mm，材质为冷轧钢板；机柜内的支撑件应有足够的强度，保证不变形。

4.2.8.13 机柜内应预留充足的空间，使招标人能方便地接线、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。每个模件柜/端子柜 I/O 点数不超过 250 点，继电器机柜内继电器数量不应超过 200 个，电气部分的机柜应单独配置。线槽宽度不小于 12cm。通讯电缆走独立线槽。

4.2.8.14 控制柜及扩展柜单面模件须按两列布置，机柜之间应设置防火隔板。

4.2.9 系统扩展

4.2.9.1 投标人应提供下列备用余量（按系统联调成功正式投运时的最终容量计算的百分比值），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 15%的余量。
- （2）每个机柜内应有 20%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）控制器站的处理器在最大负荷运行时，负荷率不应超过 50%，操作员站处理器最大负荷率不超过 40%。系统应具有实时计算和显示负荷率或余量的能力。
- （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）最大负荷情况下，电源容量应有 30%及以上余量。
- （6）网络通讯总线负荷率不大于 30%（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 5%的备用继电器（不包括原备用 DO 点对应的继电器，原备用 DO 通道与继电器间接线完整），数量在投标书中列出。
- （8）操作员站服务器允许最大标签量至少为 100000。

4.2.9.2 投标人应提供计算并验证上述备用量的方法。

4.3 软件要求

4.3.1 投标人应负责机组 DCS 的组态，并保证所供系统是采用统一的方式进行组态。

4.3.2 投标人应为每套 DCS 提供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；投标人应在投标书中列出所提供的软件包清单、功能说明。

4.3.3 投标人提供的软件应包括所有必须的软件使用许可证，招标人可不受限制地对具体的软件包加以使用。投标人提供的软件（包括操作系统、应用程序及性能计算程序等）应能保证在 10 年内提供经过验证的补丁而无附加费用。

4.3.4 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。

4.3.5 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和编译软件。

4.3.6 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 250ms，开关量控制的处理器执行周期不应超过 100ms。

4.3.7 对需快速处理的模拟和顺序控制回路,其处理能力至少分别为每 125ms 和 50ms 执行一次。MEH、METS 系统控制器的处理周期应满足汽轮机保护的要求。对于无专用模件完成保护跳闸功能的系统,其处理周期应不大于 20ms。

4.3.8 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。

4.3.9 所有逻辑组态应通过工程师站采用图形方式实现。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。在线监控模式下修改逻辑后,可选择将修改完的逻辑直接保存进离线组态文本,实现控制器内逻辑与离线组态文本的同步保存。逻辑组态的输入输出引脚应具有跨控制器跳转功能,可直接显示输入引脚的源头及输出引脚的终点(包括跨站源头和终点)。

4.3.10 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。离线修改组态中部分参数后,若未对组态进行下装,应对控制器内的组态在线监控无影响,不得因离线组态文本内容与控制器内组态逻辑不一致而导致在线监控发生异常。

4.3.11 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。

4.3.12 顺序逻辑的编程应使顺控的每一部分都能在 LED 上显示,并且各个状态都能在操作员站上得到监视。

4.3.13 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。

4.3.14 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。

4.3.15 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。投标人应明确定义系统自诊断的特征。

4.3.16 投标人应积极采用经实践证明效果良好的优化控制策略(算法)软件,对常规 PID 算法等一般调节手段难以控制的大惯性和大延迟被控对象(如过热蒸汽温度

等）提供先进有效的控制方法。这些软件应有助于招标人提高工艺系统的控制品质、提高机组效率、使热力系统更加稳定地运行。投标人在投标书中应专题说明对于本工程所推荐的优化控制策略（算法）软件项目、功能、特点、达到的主要经济、技术指标及其使用业绩，招标人将以此作为评标因素和选择系统的重要因素。

4.3.17 投标人应根据其工程经验，针对机组特点推荐优化软件程序包或优化控制系统，在提供的技术资料书中提供清单供招标人选择。投标人对所推荐的优化软件程序包分项报价，但不列入投标总价。

4.3.18 投标人提供系统全备份/恢复的手段和设备，以及历史数据、组态数据的备份/恢复设备。同时当因系统原因无法正常恢复历史数据时，投标人应无偿为招标人提供历史数据恢复的技术服务。

4.3.19 系统提供的控制功能块应成熟且均可使用，用这些功能块组态来实现相应逻辑功能时不应使 CPU 超负荷。如顺控功能必须用顺控专用功能块组态，且 CPU 不能超负荷，不可用简单的通用的功能块来搭建替换顺控专用功能块。系统应提供具有针对电动门，电磁阀，电动机、执行机构等常用对象组合功能块。

4.3.20 所有软件语言及相关资料为中文或英文，不得使用第三方语言。

4.3.21 软件应支持国产符合安全可靠测评要求的操作系统，并结合硬件分列设备清单并报价。

4.3.22 除应用软件外，所有软件应根据合同或定购单确定的硬件冻结日期，选择适用的最新版本。

4.3.23 系统软件升级时应满足：对系统中所有冗余模件上的系统操作软件升级时，无需停运工艺过程，操作员站接口不会失效，也不会丧失对任何控制功能的访问。

4.3.24 应用软件无需进行修改，即可在最新系统操作软件环境下运行。任何最新版本的系统软件应对先前版本软件创建的文件兼容。

4.4 人一机接口

人一机接口应包括操作员站、工程师站、历史站和接口站等。所有操作员站、工程师站、历史站和接口站均配置冗余硬盘，投标人配置的工程师站和历史站均应作为一个独立的网络节点接入控制网络。

4.4.1 操作员站

根据 4.2.5.2（4）配置本工程操作员站，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。操作员站的人机界面应为 TFT-LED 多窗口平台，能够显示 DCS 及与 DCS 相连的其它子系统的信息。

4.4.1.1 操作员站的基本功能如下：

- （1）监视系统内每一个模拟量和数字量
- （2）显示并确认报警
- （3）显示操作指导
- （4）建立趋势画面并获得趋势信息
- （5）打印报表
- （6）控制驱动装置
- （7）自动和手动控制方式的选择
- （8）调整过程设定值和偏置等
- （9）大屏及参数报警（至少三级）
- （10）逻辑查看功能（只读）

4.4.1.2 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。

4.4.1.3 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。

4.4.1.4 人机界面软件至少有显示 2000 幅画面的能力，每幅画面上可以显示的过程 tag 标签不小于 400 点，任何 LED 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。人机界面软件应至少能同时打开 4 个系统画面，系统画面不会因打开的顺序而覆盖，且可任意切换所打开的系统画面，系统画面应为矢量图形，底图需适配窗口大小。每个趋势组至少可添加 64 条曲线，且曲线信息可查看平均值、最小值、最大值。

4.4.1.5 调用任一画面的击键次数，不应多于三次。

4.4.1.6 运行人员通过键盘、鼠标等手段发出的任何开关量操作指令响应时间（输出信号直接引到该操作对象反馈信号输入端，记录操作员站键盘指令发出，到屏幕显

示反馈信号的时间)，平均值应不大于 1.0 秒；模拟量操作信号响应时间（直接引到该操作对象反馈信号输入端。记录操作员站键盘指令发出，到屏幕显示反馈信号的时间（或在工程师站选择一模拟量测点，通过键盘输入信号值，观察、记录该信号发出至另一工程师站显示器上数据变化时间），平均值应不大于 2 秒。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（网桥）而被延缓。

4.4.1.7 操作员站的设计和布置应符合人体工程学，并适应机组的运行组织，便于运行人员监控机组。其型式及结构由招标人确认。

4.4.1.8 DCS 公用网络如不需设置操作员站，公用网络的监控应可在单元机组操作员站完成，两台单元机组操作员站对公用网络的操作应有必要的安全闭锁。

4.4.1.9 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。

4.4.1.10 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驰信号应作为操作提示在操作员画面上显示。

4.4.1.11 操作员站应采用高性能的主流第三方机型，并采用专用硬件实现硬盘镜像冗余。操作员站 CPU 采用多核多线程运算处理器，主频不低于 3.0GHz，内存不低于 16GB，单个硬盘不低于 2T，硬盘镜像冗余，同时配置带 DVD 刻录功能的光驱，应配置双显卡，其中至少含 1 块独立显卡（显存不小于 1G）。所有计算机应有良好的冷却、防尘、防振措施，均能在控制室条件下 24 小时×365 天不间断长时间稳定运行，其多数配件或易损件应在市场上有 5 年以上的供货可能。

4.4.1.12 断电后恢复供电时，每个操作员站都可以自动从它的大容量存储器加载。每个操作员站都能显示在电厂指定的所有标签号以及未来扩充时将指定的所有标签号。一个操作员站至少能处理 100000 个标签号。投标人应按照《电厂标识系统编码标准》（GB/T50549-2010）编码指南指定标签号。

4.4.1.13 操作员站的操作系统应为国产符合安全可靠测评要求。操作员站应通过局域网（以太网）共享打印机和辅助存储设备。

4.4.1.14 每个操作员站都要配置一个专用的辅助存储设备。这个辅助存储设备和打印机应为市面上可以买到的类型，以便于长期维护和节省费用。

4.4.1.15 紧急操作设备

- (1) 投标人应设计并提供机组紧急操作设备，以保证在紧急情况下快速、安全停机。紧急操作设备布置在操作员站的桌面上，应便于操作，同时应带有安全防护罩以防误动。
- (2) 紧急操作设备至少包括：停锅炉（MFT，双按钮）、停汽机（双按钮）、发变组紧急跳闸（双按钮）、PCV 阀开/关/自动、真空破坏门开/关、直流润滑油泵开、交流润滑油泵开、柴油发电机紧急启动（双按钮）、紧急停小机（双按钮）、小机直流油泵开、小机交流油泵开、发电机密封油泵开、发电机紧急灭磁（双按钮）、备用等。具体在设计联络会确定，其中停锅炉按钮、停汽机按钮硬接线回路采用两并两串方式。投标人应指导现场施工人员将所有紧急操作设备接线引至端子排上。
- (3) 紧急操作设备应选用优质原装产品，并由招标人认可及确认。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，端子排应有防误碰的安全措施，端子排均采用采用魏德米勒、凤凰端子或“相当于”产品，。
- (4) 所有紧急操作设备应至少提供 2 常开 2 常闭接点输出，接点容量（安培数）应至少满足如下要求：

	230V AC	110VDC	220VDC
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	2A	0.5A

注：紧急操作设备的具体输出接点数量将在设计联络会时确定。

4.4.2 工程师站

- 4.4.2.1 根据 4.2.5.2（4）配置本工程工程师站，工程师站用于程序开发、系统诊断、控制系统组态、数据库和画面的编辑及修改，任一台工程师站故障不影响其他工程师站。投标人还应提供安放工程师站的工作台及工程师站的有关外设。
- 4.4.2.2 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，均应能通过数据高速公路加载到操作员站。
- 4.4.2.3 工程师站应能通过数据高速公路，既可调出系统内任一分散处理单元（DPU）储存的系统组态信息和有关数据，还可使招标人人员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。

4.4.2.4 工程师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贮器和外存设备。还应提供系统趋势显示所需的历史趋势缓冲器。

4.4.2.5 要为工程师站提供数据采集和控制系统的各方面维护和初始化。系统应完全自持，即使在系统运行时，能够编辑既有程序和数据文件，生成新功能和初始化并且把所有过程控制站加载到系统中（在线组态）。已改变的组态只影响被修改的相关环路。

4.4.2.6 工程师站应能访问系统内所有配置标签的图形形式的环路连接，图形格式应为数据组态采用的实时数据显示及画面模板的翻版。

4.4.2.7 工程师站要提供详细的顺序功能模块的显示画面。工程师站可以采用为逻辑组态采用的同样的组态格式（即以逻辑图，或逻辑表或逻辑脚本语言的形式）实时地监视所有顺序逻辑。还要提供其它显示画面来显示历史事件和自诊断信息。

4.4.2.8 投标人应在投标书中详细描述诊断硬件和软件的特性。投标人应在标书中指明为输入和输出使用的装置，能够诊断哪些类型的故障/问题。

4.4.2.9 工程师站应设置软件保护密码，以防非专业人员擅自改变控制策略、应用程序和系统数据库。

4.4.2.10 应提供支撑工程师站的所有辅助设备。

4.4.2.11 系统应能在由招标人提供且经投标人同意的 PC 机上进行离线组态。

4.4.2.12 工程师站硬件应采用当前先进产品，应采用高性能的主流的第三方机型，并采用专用硬件实现硬盘镜像冗余。工程师站 CPU 采用多核多线程运算处理器，主频不低于 3.0G Hz，内存不低于 16GB，单个硬盘不小于 2T，硬盘镜像冗余，同时配置带 DVD 刻录功能的光驱，应配置双显卡，其中至少含 1 块独立显卡（显存不小于 1G）。所有计算机应有良好的冷却、防尘、防振措施，均能在控制室条件下 24 小时×365 天不间断长时间稳定运行，其多数配件或易损件应在市场上有 5 年以上的供货可能。

4.4.2.13 工程师站具有在线下载、控制逻辑和算法在线强置状态和修改数值功

能，以上功能必须经二次确认方可生效。同时应提供在线查找所有控制器中强置状态和数值的方式，并提供强置列表。控制器如有强置状态和数值应在系统状态画面显著标记（如颜色变化等）。

4.5 数据通讯系统

4.5.1 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%。

4.5.2 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他联网系统和设备的工作。通讯高速公路的故障不应引起机组跳闸或使过程站不能工作。任一通信总线故障时，应仍能保证控制器的冗余性能，此时任一个控制器故障仍能保证系统正常运行。

4.5.3 所提供的通讯高速公路应是冗错及冗余的（包括冗余的高速公路接口模件）。冗余的数据高速公路在任何时候都应同时工作。投标人应说明其通讯速度和高速公路上最多可挂多少个站以及二个站之间的最大距离。所有网络连接设备应选用工业级产品。

4.5.4 挂在数据高速公路上的所有站，都应能从数据高速公路上接收和发送数据。

4.5.5 数据通讯系统的通讯负荷率（包括与 SIS 的通讯负荷率），在最繁忙的情况下，不应超过 30%（共享式以太网不超过 20%），以便于系统的扩展。应有对每个 DPU 至网络流量、DCS 网络整体流量的在线连续监视点、统计点，投标人还应提供计算和考核的办法。

4.5.6 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。投标人应确认其保证的响应时间，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。

4.5.7 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。应连续诊断并迅速报警。

4.5.8 投标人应详细说明通讯控制方式以及“通讯协议”的有关内容（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，并提交招标人确认。

4.5.9 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。

4.5.10 投标人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。

4.5.11 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。

4.5.12 DCS 应提供一个“数字主时钟”，使挂在数据通讯总线上的各个站的时钟同步。“数字主时钟”应与北斗卫星对时装置的时钟信号同步，精度 0.1 毫秒，也可在工程师站通过键盘设定。投标人应提供与北斗卫星对时装置通讯的 DCS 侧接口设备和通讯电缆。且能支持以下可选的接口形式：IRIGB（调制或非调制）、1PPS、RS-232、RS422/485、NTP(10 Base-T 以太网接口)。

4.5.13 DCS 通讯接口

4.5.13.1 DCS 与电厂其它控制系统的通讯接口

（1）DCS 具有集成和交换系统信息的固有能力。应使用工业标准通讯系统、平台和诸如 Modbus, Profibus, Foundation Fieldbus, OPC 或 TCP/IP 这些符合公认的标准（如 IEEE 802.3, IEC 1010 和 CSA 22.2）的协议。

（2）投标人应提供 DCS 与其它控制系统之间的标准接口，所有的通讯接口应冗余设置（包括接口有关的软硬件），投标人应全面负责接口协调工作，这些工作包括制订网络通讯接口方案、提供网络通讯软硬件（包括通讯电缆）、与其它控制系统供货商进行接口技术配合和协调、最终保证各通讯接口和控制功能的实现及时钟同步等。不管采用何种接口形式不再发生额外费用。系统的通讯接口应支持 RS232C, RS485/422 和以太网方式连接，使用 TCP/IP、MODBUS/MODBUS PLUS、OPC 通讯协议。所有通讯接口应内置于分散处理单元(DPU)，或作为一个独立的多功能网关挂在数据高速公路上。当接口用于过程监控需要双向通讯时，通讯接口应为冗余（包括冗余通讯接口模件），冗余的通讯接口在任何时候都应同时工作。其中的任一通讯接口故障不应对过程监控造成影响。

（3）通过通讯接口接收到的所有数据应可在控制系统的任意位置获取，并且能在操

作员站上进行显示、报表记录、趋势、报警。所有其它控制系统与 DCS 的数据通讯应可靠并具有快速响应/更新时间（当接口用于过程监控时，应≤1 秒，其余应≤2 秒）。

（4）DCS 通讯接口应监视并报告所连设备是否处于正常工作状态。除过程信息之外，DCS 还应通过通讯接口获取与之相连的控制系统中的故障诊断信息。该诊断信息由其它微机控制系统中的标准故障自诊断程序产生。当所连控制系统发生故障时，操作人员可通过操作员站上的信息得知相关工况。通讯接口本身应能提供计算和逻辑功能，并可向 DCS 的所有功能提供所需数据。其它控制系统与 DCS 接口的重要控制相关信号除采用通讯方式外，同时还应通过直接硬接线实现。

（5）投标人提供的 DCS 与其它控制系统的备用通讯接口，应包括网络接口卡、驱动程序、相关网络通讯电缆和完整的接口功能软件。若采用光缆连接，则投标人应提供双侧的光缆转换装置及附件。DCS 通讯接口模件及交换机必须采用工业级产品，接口在调试结束之后留有 20%的备用余量。应留有用于态势感知平台接口、入侵监测等接口。

（6）机组 DCS 的对外接口至少包括以下系统（但不限于此）：

- 投标人应负责提供 DCS 侧与 DEH 之间的数据通讯接口（包括硬件、软件和通讯电缆），以便机组 DCS 操作员站来完成 DEH 的监视和操作。系统的通讯接口采用双向冗余接口，具体接口方式在设计联络会确定。
- 给水泵小汽机数字式电液控制系统（MEH）采用 DCS 硬件，MEH 控制器、操作员站和工程师站挂在 DCS 同一控制网络，与 DCS 一体化配置，即由 DCS 系统的操作员站完成给水泵小汽机的全部控制和监视功能。
- 与电除尘控制系统的双向数据通讯接口，接口点在电除尘楼。
- 与主厂房自动电压调节装置（AVR）之间采用双向数据通讯接口。
- 与升压站监控系统（NCS）之间采用双向数据通讯接口，与 NCS 的接口点在网控继电器室，通讯介质采用光缆。
- 与主厂房发变组继电保护之间采用双向数据通讯接口。
- 与高压起备变继电保护之间采用双向数据通讯接口。
- 与电量采集系统之间采用双向数据通讯接口。
- 与全厂卫星对时装置之间采用冗余数据通讯接口。

- 与全厂 SIS 系统之间采用冗余数据通讯接口。
- 与主厂房自动电压调节系统（AVC）之间采用双向数据通讯接口。
- 与主变压器在线监测系统之间采用冗余数据通讯接口。
- 与发电机在线监测系统之间采用冗余数据通讯接口。
- 与自动转同期装置（ASS）之间采用双向冗余数据通讯接口。
- 与采暖集中制冷空调控制系统之间采用双向冗余数据通讯接口。
- 与主厂房余热供暖及高效低碳运行系统之间采用双向冗余数据通讯接口。
- 与间冷塔温度场控制系统之间采用双向冗余数据通讯接口。
- 与 IDAS 系统之间双向冗余数据通讯接口。
- 与燃料智能管控系统之间采用双向冗余数据通讯接口。
- 与输煤就地 PLC 系统之间双向冗余数据通讯接口。
- 与智慧一体化平台之间双向冗余数据通讯接口。（设计联络会确定）
- 其他智慧电厂相关高级应用之间双向冗余数据通讯接口。（设计联络会确定）

4.5.13.2 DCS 与厂级监控信息系统（SIS）的通讯接口

（1）投标人应为每套 DCS 系统提供至 SIS 的双冗余通讯方式的完整接口，DCS 与 SIS 的接口采用 OPC_SERVER 传输协议，包括 DCS 侧双冗余双交换的 OPC 接口站和交换机设备、操作系统、数据库、网络接口卡（冗余）、驱动程序、相关网络通讯电缆和完整的接口功能软件包。接口计算机配置满足通讯要求的正版授权 OPC server 软件。

（2）OPC 接口站应独立设置，不得与其他工作站合用，能发送所有 DCS 数据点至 SIS 系统。

（3）SIS 接口的模拟量数据传输速率应不低于每 1 秒传送 12000 个点，数字量数据传输速率应不低于每 1 秒传送 25000 个点。每个点至少包括点的标志号(Tag Number)、描述、数值、时间标签等信息，具体形式最终由招标人确定。

（4）不能因为 SIS 故障或退出运行，使与其相连的 DCS 的正常运行受到任何影响。不能因为 SIS 与其他控制系统以及与 MIS 的通讯而影响 DCS 的实时处理和通讯能力。DCS 与 SIS 接口系统应有满足上述要求的安全措施。

（5）投标人负责 DCS 侧设计、编制数据采集接口程序，并提供给 SIS 系统研发商，

并负责协调与 SIS 系统接口的调试，投标人所设计的接口应该使得 SIS 系统可以方便地定义所要采集的数据并且与接口计算机实现通讯、实时地取得数据。数据采集接口计算机、硬件形式的防火墙均由投标人供货。数据采集接口计算机和防火墙的软硬件设计资料（包括接口设计、采用的网络通讯协议、连接方式、硬件配置型号等）在技术规范书签订后一周内提供招标人。DCS 与 SIS 通讯接口及防火墙应满足信息安全要求。

（6）投标人应为每台机组、辅控系统 DCS 分别配置电力系统专用网络隔离装置(正向型)与 SIS 相连，电力系统专用网络隔离装置产品需获得公安部销售许可证、国家电网公司 EMC 检测认证、国家电网公司电力调度通信中心关于电力专用安全防护设备的检测证明（正向型）等；应具有安全隔离功能的硬件架构，两个安全区之间使用非网络方式的数据交换，并且保证安全隔离装置内外两个处理系统不同时连通。

4.6 数据采集系统(DAS)

4.6.1 总则

4.6.1.1 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。

4.6.1.2 DAS 至少应有下列功能：

- 显示：包括模拟图显示、操作显示、成组显示、棒状图显示、报警显示等。
- 制表记录：包括定期记录、事故追忆记录、事故顺序(SOE)记录、跳闸一览记录等。
- 历史数据存储和检索
- 性能计算

4.6.2 显示

4.6.2.1 总则

4.6.2.1.1 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。

4.6.2.1.2 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。

4.6.2.1.3 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。

4.6.2.1.4 每个 LED 应能综合显示字符和图象信息,机组运行人员通过 LED 实现对机组运行过程的操作和监视。

4.6.2.1.5 应可显示 DCS 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。对显示的每一个过程点具有可以直接关联在线逻辑、添加实时趋势及历史趋势等功能要求。

4.6.2.2 机组模拟图显示

4.6.2.2.1 投标人应提供至少 150 幅经招标人批准的用户化的机组模拟图画。画面的数量应可在工程设计阶段按实际要求进行增加,而不额外增加招标人的费用支出。

4.6.2.2.2 虽然机组模拟图的设计依据是用户提供的 P&ID,但投标人的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,局部采用伪三维图等,以方便运行人员对过程的监视和控制。

4.6.2.2.3 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(包括中间计算值和调节阀门/挡板的位置),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。

4.6.2.2.4 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。

4.6.2.2.5 招标人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。投标人应提供符合 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，用户应可使用投标人提供的图素组态器，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。

4.6.2.2.6 投标人应说明其所供系统的画面显示能力，每幅画面能容纳多少图素以及每幅画面能容纳多少能实时更新和被控制的过程测点（模拟量和数字量）。

4.6.2.3 操作显示

4.6.2.3.1 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。

4.6.2.3.2 应设计机组和设备运行时的操作指导，并由 LED 的图象和文字显示出来。操作指导应划分为四个部分，即为起动方式，正常方式、停机和跳闸方式。

4.6.2.3.3 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。

4.6.2.3.4 提供的标准面板式操作显示应能至少显示 8 个控制回路，带有当前的过程参数，包括过程变量（PV）、设定值（SV）、输出值、控制方式、报警、回路标号、偏置等。PV、SV 和输出应用彩色动态棒状图和数字量形式表示。投标人组态的标准面板式显示画面应包括所有调节控制回路和开关量控制回路。

4.6.2.4 投标人应提供报警显示、趋势显示、成组显示、棒状显示等标准画面显示，并已预先做好或按本工程的具体要求稍作修改。

4.6.2.4.1 成组显示

（1）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。

（2）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。

（3）成组显示应有色彩增亮显示和棒状图形显示。

（4）一幅成组显示画面可最多可包含 16 个的测点。并且应至少提供 40 幅成组显示画面。

（5）任何一点在越过报警限值时，均应变为红色并闪光。

4.6.2.4.2 棒状图显示

（1）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。

（2）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。

（3）在一幅完全为棒状图的画面上，至少应能显示 16 根棒状图，并且至少应提供 20 幅这样的显示画面。

（4）进入 DCS 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。

（5）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。

4.6.2.4.3 趋势显示

（1）系统应能提供 20000 点历史数据的趋势和 600 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。

（2）在同一幅 LED 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。

（3）每个实时数据趋势曲线应包括 800 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。实时趋势的时间标度可由运行人员按 0.5 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。同时具有能够选择显示实时趋势曲线上任何一点的数值和时间标签。

（4）每个历史数据趋势曲线应包括 800 个历史趋势值，时间标度可由运行人员按 0.5 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。历史趋势的时间分辨率应不大于 100 毫秒，历史数据不应随着时间标度的缩放存在失真及丢数据情况，投标人应在标书中详细说明历史趋势记录的形式。同时具有能够选择显示历史趋势曲线上任何一点的数值和时间标签。

（5）趋势显示画面还应同时用数字显示出变量的数值。

（6）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。

（7）可在趋势图上切点观察任一时点的值。

（8）除了设计时固定的趋势图外，至少有 100 幅（800 点）趋势可供运行人员在操

作中组态使用，查询到的历史趋势数据，应支持以可编辑文档形式导出。

4.6.2.4.4 报警显示

（1）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（温度信号变化速率应可选择，超限闭锁等功能）、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，LED 屏幕应显示报警，并发出声响信号，驱动音响装置。

（2）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。

（3）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。

（4）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。

（5）所有出现的报警及报警恢复，均应由报警打印机打印出来。所有报警都应存储下来，并可由操作员选择随时打印。

（6）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。

（7）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。

（8）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。

（9）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。

（10）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 3000 个报警点。（包括系统诊断报警点）。

（11）报警方式应分为两类：事故报警和异常报警，事故报警为非操作引起的断路器跳闸和保护装置动作信号，异常报警为一般性设备变位，状态异常信号，模拟量越限。事故报警和异常报警应采用不同的显示颜色，不同的音响给以区别，并具有人工确认、自动或手动复归等功能。红色为事故报警，黄色为异常报警。对重要模拟量越限或发生断路器跳闸等事故时，应自动推出相关报警图面和提示信息。

（12）投标人应能提供不少于 60 点的重要报警（重要报警指：主要工艺参数偏离正常值；主要辅机跳闸及热工保护动作；重要控制装置电源故障），这些报警应区别于其它级别的报警方式，并发出语音报警信号，以提醒机组运行人员的特别注意，但弹出画面不应影响运行人员对机组的监控。投标人提供的操作指导功能应使运行人员在看到这些报警后，可方便地调出与之相关的过程画面，参数图表等信息，以便于作出正确的判断和操作。投标人应在投标书中说明这些报警的报警方式。

4.6.2.5 跳闸首出原因显示

对所有辅机、功能组停运及保护动作给出首出原因显示，用不同色彩表示。要显示动作真实时间。

4.6.2.6 其他显示

4.6.2.6.1 Help 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 Help 显示软件包。应设计操作提示画面，向运行人员提供有关电厂操作的信息/提示。这些信息应支持两种功能：一种信息告诉运行人员工艺过程的情况和相应的操作指南。而对话信息提示运行人员确认或输入数值，告知控制算法输入结果。应设计其它显示画面，帮助窗口：作为用户运行和监视电厂时的指导，帮助信息包括系统预先定义的信息和用户定义的信息。用户定义的帮助窗口要与标签 ID 号和各个显示画面联系起来。

运行人员应可通过相应的 Help 键，调用 Help 显示画面。

除标准的 Help 显示画面外，还应让用户使用这种 Help 显示软件包生成新的 Help

画面，以适应一些特别的运行工况。

4.6.2.6.2 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。

4.6.3 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。投标人按用户指定的格式，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可以记录。

4.6.3.1 定期记录

定期记录包括交接班记录、班报、日报和月报。对交接班记录和日报，系统应在每 30 分钟或一小时的时间间隔内，提供不少于 500 个预选变量的记录；而对月报，则在每一天的时间间隔内，提供和日报基本一致的记录。在每一个交接班后，和每一天结束时，和每一个月结束时，应自动进行记录打印或根据运行人员指令打印。

定时和召唤打印各种运行报表、日电量表、运行月报表、设备状态年统计表、开关动作次数累计表、设备故障年报表、事件顺序记录一览表、事故追忆表、运行操作票和负荷曲线等。

能够实现机组报表生成、机组报表编辑、机组报表输出等管理功能。机组报表包含机组运行日报表、机组运行月报表。报表具有剔除坏点功能，且具有分时间段统计功能，能剔除机组启停期间数据。

4.6.3.2 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。

4.6.3.3 事件顺序记录(SOE)

投标人提供的 SOE 系统必须是 DCS 整体的组成部分，不允许采用单独的 SOE 装置，并提供 SOE 校验装置。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和报警打印机：**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。
- (4) 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。
- (5) 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。

4.6.3.4 跳闸追忆记录

- (1) 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 256 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。
- (2) 跳闸记录应自动打印或按操作员指令打印。

4.6.3.5 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 个参数并保留 100 天以上。所有具有地址的点均可设置到操作员记录中，并在所有操作员站中均可查寻所有操作员记录（包括 **DCS** 内部的故障记录等）。

4.6.3.6 设备运行记录

在每天结束时，应打印出泵、风机等主要辅机设备的累计运行小时数和起停次数。

4.6.3.7 事件顺序和电厂的所有历史数据将依次保存到电厂数据记录服务器/历史站中，可以通过所有人机接口工作站访问服务器/历史站。

4.6.4 历史数据的存储和检索 (HSR)

4.6.4.1 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。系统的历史数据存贮和检

索应不受时间限制，在存贮空间足够的条件下，历史数据的检索必须能够迅速调用任一时间段数据，并且不受时间范围限制，投标人应在投标文件中说明调用任意参数 6 个月的数据曲线（环保数据 3 年）所需要的最短时间，在 DCS 的任何操作员站上均应能进行历史数据的检索。

4.6.4.2 HSR 站至少应可处理 40000 个过程点，能够存储系统的全部输入信号（模拟量和开关量）及重要的中间计算数据，以不大于 1s 的存储周期，应能够存储 6 个月的历史数据，对模拟量可选择平均值、最小值、最大值等方式存储。报警信息至少存储 6 个月的数据。系统设计中应采用差异存储技术以减少数据存储空间。投标人应在投标书中对其所供系统针对不同重要程度的过程 I/O 点而相应采用的不同扫描周期进行详细说明，并提供各类 I/O 点所占用存储空间的计算方法及 HSR 站的总硬盘容量，历史站的硬盘采用专用硬件实现镜像冗余，故障硬盘可以热插拔在线更换。

4.6.4.3 投标人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 LED 上报警通知运行人员。HSR 站的检索可按指令进行打印或在 LED 上显示出来。投标人随投标书说明历史数据是否具有自动在线压缩功能、光盘采用 DVD 刻录盘。可调取历史数据生成报表，可任意设置报表时间段及时间间隔，报表单次采样 tag 标签点数不小于 256 点。

4.6.5 性能计算

4.6.5.1 应提供在线性能计算的能力，以计算发电机组及其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液晶显示屏（LED）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：

4.6.5.1.1 热力系统性能计算

基于最新版 ASME PTC 以下性能计算功能将被提供，但不限于：

- （1）计算机组净热耗率、煤耗及厂用电率；
- （2）计算汽轮发电机整个循环性能；
- （3）计算汽机性能/汽机循环分析；
- （4）计算锅炉性能，并应分别列出可控热量损失和非可控热量损失；
- （5）计算给水加热器性能；

- (6) 计算凝汽器性能;
- (7) 计算空气预热器性能;
- (8) 锅炉给水泵和给水泵汽轮机性能;
- (9) 过热器和再热器性能;
- (10) 循环水泵优化;
- (11) 可控损失/热率;
- (12) 不可控损失。

以上这些性能计算应在 25% 以上负荷时进行，每 5 分钟计算一次，计算精度应小于 0.1%。

各性能监视模型的设计将在工程师的台式机上配置。这项工作通过“软件性能”工具来完成，这些工具专门设计用于计算电厂设备的效率。部分模型如下：

- (1) 电厂性能
- (2) 汽轮机性能/汽轮机循环性能
- (3) 凝汽器性能。
- (4) 给水加热器性能
- (5) 空气加热器性能
- (6) 锅炉超温统计

4.6.5.1.2 电气系统性能计算项目如下，但不限于此：

- (1) 发电机有功电度和无功电度;
- (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、每日厂用电率）;
- (4) 发电机功率因数;
- (5) 主要设备运行小时数;
- (6) 断路器跳合闸次数。

4.6.5.2 所有的计算均应有数据的质量检查，若计算所用的任何点输入数据发现问题，应告知运行人员并中断计算。如若采用存储的某一常数来替代这一故障数据，则可继续进行计算。如采用替代数据时，打印出的计算结果上应有注明。

4.6.5.3 性能计算应有判别机组运行状况是否稳定的功能，使性能计算对运行有指导

意义。在变负荷运行期间，性能计算应根据稳定工况的计算值，标上不稳定运行状态。

4.6.5.4 投标人应提供性能计算的期望值与实际计算值相比较的系统。比较得出的偏差应以百分数显示在液晶显示屏（LED）上，运行人员可对显示结果进行分析，以使机组运行在最佳状态。

4.6.5.5 除在线自动进行性能计算外，还应为工程研究提供一种交互式的性能计算手段。

4.6.5.6 系统还应具有多种手段以确定测量误差对性能计算结果的影响。同时，还应具有对不正确的测量结果进行定量分析和指明改进测量仪表的功能，从而提高性能计算的精度。

4.6.5.7 投标人应对上述性能计算向招标人提供全部计算公式、文字说明和计算实例，以表达性能计算的精确度和可靠性，并应提供全部原代码。

4.6.5.8 投标人应在投标书中指明其提供的性能计算是标准软件还是特殊开发的软件。

4.6.6 锅炉超温统计

根据招标人运行和事故处理规程，编制和设计机组和设备运行时的超温统计，并由 LED 的图象和文字显示出来。超温统计应考虑以下三种运行工况：即起动、正常运行和机组跳闸。

超温统计功能应包括：

- （1）计算锅炉各点金属温度与其限值的偏差，当超温时应累计超温时间。
- （2）提供锅炉各金属温度的实际值、偏差值的显示和打印。
- （3）统计各班（运行值）锅炉超温次数，每次超温持续时间，并显示和记录打印。
- （4）全程在线超温统计的计算精度应优于 0.1%。

4.7 模拟量控制系统(MCS)

4.7.1 基本要求

4.7.1.1 控制系统应包括由微处理器构成的各个子系统，这些子系统实现下文规定的对单元及辅助系统的调节控制。

4.7.1.2 应将锅炉—汽机—发电机组作为一个单元整体进行控制，使锅炉和汽机

同时响应控制要求，确保机组快速和稳定地满足负荷的变化，并保持稳定的运行。

4.7.1.3 控制系统应满足安全启、停，定压、滑压运行（以及适用于超（超）临界机组的 FCB 功能、机组自启停）安全运行的要求。

4.7.1.4 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，以保持通讯数据高速公路上信息交换量最少。

4.7.1.5 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，并将这一不利影响限制到最小。

4.7.1.6 协调控制系统应与汽机控制系统，给水泵小汽机控制系统完全协调。

4.7.1.7 控制的基本方法是必须直接并快速地响应代表负荷或能量指令的前馈信号，并通过闭环反馈控制和其它先进策略，对该信号进行静态精确度和动态补偿的调整。

4.7.1.8 控制系统应具有必要的手段，自动补偿及修正机组自身的瞬态响应及其它必需的调整和修正。

4.7.1.9 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。

4.7.1.10 控制系统应能调节控制装置以达到下面所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。

4.7.1.11 控制系统应能操纵被控设备，特别是低负荷运行方式的设备，其自动方式能在从最低不投等离子稳燃负荷到满负荷范围内运行。（除非另有说明）。

4.7.1.12 机组协调控制系统（CCS）在以下方式下各主要被调参数品质指标须满足下表中要求：1)机炉协调控制方式下，在 70%~100%负荷范围内，负荷指令以 3%Pe/min（600MW 以下）或 2%Pe/min（600MW 及以上）的变化速率、扰动量为 $\Delta P=15\%Pe$ 的定值扰动下；2)在 AGC 控制方式下，在 50%~100%负荷范围内，负荷指令以 1.5%Pe/min 的变化速率、扰动量为 $\Delta P=10\%Pe$ 的定值扰动下（注：Pe 为额定负荷，机组为直吹式）。

被调参数	负荷摆动试验动态品质指标	AGC 负荷跟随试验动态品质指标	稳态下允许偏差
------	--------------	------------------	---------

被调参数	负荷摆动试验动态品质指标	AGC 负荷跟随试验动态品质指标	稳态下允许偏差
负荷指令变化速率 %Pe/min	2%	1.5%	/
实际负荷变化速率 %Pe/min	≥1.5	≥1.2	/
负荷偏差（%Pe）	±3	±2	±1
主蒸汽压力（Mpa）	±0.5	±0.6	±0.3
主蒸汽温度（℃）	±8	±10	±3
再热汽温（℃）	±10	±12	±4
炉膛压力（Pa）	±150	±200	±100
氧量低于（%）	/	/	±1
负荷响应时间（s）	90	90	/

4.7.1.13 控制系统应有联锁保护功能，以防止在任何时间机组控制系统错误及危险的动作，联锁保护系统在锅炉及锅炉辅机安全工况时，应为维护、试验和校正提供最大的灵活性。

4.7.1.14 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。

4.7.1.15 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切换的，均应平滑进行，不应引起过程变量的扰动，并且不需运行人员的修正。

4.7.1.16 当系统处于强制闭锁、限制、快速减负荷(Runback)或其它超驰作用时，系统受其影响的部分应随之跟踪，并不再继续其积分作用(积分饱和)。在超驰作用消失后，系统所有部分应平衡到当前的过程状态，并立即恢复其正常的控制作用，这一过程不应有任何延滞，并且被控装置不应有任何不正确的或不合逻辑的动作。应提供报警信息，指出引起各类超驰作用的原因。

4.7.1.17 对某些重要的关键参数，应采用三重冗余变送器测量。对三重冗余的测

量值，系统应自动选择中值作为被控变量，而其余变送器测得的数值，若与中值信号的偏差超过预先整定的范围时，应进行报警。如其余二个信号与中值信号的偏差均超限报警时，则控制系统受影响部分应切换至手动。

4.7.1.18 运行人员可在键盘上将三选中的逻辑切换至手动，而任选三个变送器中的某一个信号供自动用。

4.7.1.19 对某些仅次于关键参数的重要参数，应采用双重冗余变送器测量，若这二个信号的偏差超出一定的范围，则应有报警，并将受影响的控制系统切换至手动，运行人员可手动任选二个变送器中的一个信号用于投自动控制。

4.7.1.20 运行人员可将比较逻辑切换至手动，并任选一变送器投自动控制。

4.7.1.21 在使用不冗余变送器测量信号时，如信号丧失或信号越限，均应有报警，同时系统受影响部分切换至手动。

4.7.1.22 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。

4.7.1.23 控制系统所需的所有校正作用，不能因为使驱动装置达到其工作范围的控制信号需进行调整而有所延滞。

4.7.1.24 控制系统应监视设定值与被控变量之间的偏差和控制输出与控制阀位之间的偏差，当偏差超过预定范围时，系统应将控制切换至手动并报警。

4.7.1.25 风机、泵、磨煤机等跳闸，应将与之对应的控制系统由自动切换至手动方式。

4.7.1.26 当两个或两个以上的控制驱动装置控制一个变量时，应可由一个驱动装置维持自动运行。运行人员还应可将其余的驱动装置投入自动，而不需手动平衡以免干扰系统。当追加的驱动装置投入自动后，控制作用应自动适应追加的驱动装置的作用，也就是说不管在手动或自动方式驱动装置的数量变化，控制的作用应是恒定的。

4.7.1.27 手动切换一个或一个以上的驱动装置投入自动时，为不产生过程扰动，而保持合适的关系，应使处于自动状态的驱动装置等量并反向作用。

4.7.1.28 应对多控制驱动装置的运行提供偏置调整，偏置应能随意调整，新建立的关系不应产生过程扰动。

4.7.1.29 在自动状态，设置一个控制驱动装置为自动或遥控，不需进行手动平衡

或对其偏置进行调整，并且，不论此时偏置设置的位置或过程偏差的幅度如何，不应引起任何控制驱动装置的比例阶跃。

4.7.2 具体功能

投标人应随投标书提供用 **SAMA** 符号表示的控制策略和功能范围的控制框图，且应足够详细，以便招标人据以评估所提供的控制功能是否符合下列要求。此外，还应提供详细的文字说明，以便招标人清晰地理解这些控制策略。

4.7.2.1 锅炉—汽机协调控制

控制系统应协调锅炉及其辅机与汽机的运行，以便快速、准确和稳定地响应自动发电控制系统(AGC)或电厂运行人员的负荷指令，进行有效的生产。同时，系统还应考虑诸如辅机故障或设备异常等运行限制条件，以高度适应的方式，使负荷性能达到最佳状态，满足连续、安全运行的要求。

4.7.2.1.1 系统应提供滑压运行方式，以满足下列三种升负荷要求：

(1) 阀门开度固定 / 滑压运行

汽机阀门保持在某一固定位置，蒸汽压力随负荷的增加而上升，至 **85%** 负荷时，压力达到额定值，此时系统进入定压运行方式，再增负荷需要开大汽机阀门。

(2) 阀门开度固定，并有 $\pm 10\%$ 的调节

在压力上升，负荷升到 **85%** 的过程中，为使机组响应负荷波动并改善频率的稳定性，允许汽机阀门在 $\pm 10\%$ 范围内调节。

(3) 程序处理

在低负荷工况时(如 **25%** 负荷)，调节汽机阀门以满足负荷要求，此时汽压保持在较低的定值上，一旦负荷需求增加，即进入滑压运行，压力增高，负荷增加，汽机阀门除了 $\pm 10\%$ 调节量以响应负荷波动并改善频率稳定性外，基本保持固定。当负荷达到 **85%** 时，机组运行切换至定压运行方式。系统设计应提供运行人员选择所需运行方式的手段。

4.7.2.1.2 控制系统应能以下列三种方式的任一种方式全自动地运行：

(1) 协调控制

锅炉与汽机之间有机地建立适当的关系，同时响应机组负荷指令。

(2) 锅炉跟随

汽机响应机组负荷指令或运行人员手动指令的变化，锅炉响应蒸汽流量变化及由汽机引起的汽压偏差。汽压的偏差值可用来校正负荷指令。

（3）汽机跟随

锅炉响应机组负荷指令或运行人员手动指令的变化，汽机响应由锅炉引起的汽压变化。

系统设计应提供运行人员选择所需运行方式的手段。当改变运行方式时，系统不应产生任何扰动。此外，在机组遇到受限制的工况时，控制系统应能平稳的将运行方式自动转换至合适的运行方式。如当锅炉响应负荷需求受到限制时，系统应切换至汽机跟随方式，当限制取消时，再回到协调方式。当汽机响应负荷需求受到限制时，系统应切换至锅炉跟随方式，直到其能恢复协调运行方式。当系统不能实现运行人员所选择的运行方式时，应向运行人员报警。

选择自动控制方式的任一种，均要求汽机调速器，燃料、给水子系统处于自动运行状态，任何有关的子系统若不能投自动控制时，应将协调控制转换到较低一级的自动方式，并与可投自动的子系统相适应。

4.7.2.2 机组负荷指令

4.7.2.2.1 机组负荷指令是通过输入的 AGC 信号或根据频率、功率、汽压、汽机阀门开度、机组运行工况、要求的限值等加以处理的信号构成的。运行人员能在液晶显示屏（LED）/键盘上实现下列功能：

- （1）手 / 自动方式选择：机组负荷控制应以自动方式响应 AGC 负荷分配指令信号，以手动方式响应运行人员输入的负荷指令。
- （2）机组负荷指令的手动调整（升和降）。
- （3）负荷高、低限值的调整。
- （4）负荷变化率的设定。
- （5）负荷变化方向的指示（增或减）。
- （6）负荷高、低限值的指示。
- （7）主汽压力偏差指示。
- （8）主汽压力及其变化率的设定和指示。
- （9）负荷指令与总发电率的指示。

(10) 锅炉跟随、汽机跟随和协调运行方式的选择和指示。;

(11) 负荷闭锁增(Block Increase)、负荷闭锁减(Block Decrease)和快速减负荷(Runback)的指示。

(12) 滑压和定压运行方式的选择和指示。

4.7.2.2.2控制系统应平稳地实现下列功能:

(1) 频率协调: 汽机转速控制用于维持系统频率的稳定, 机组负荷指令应自动跟踪实际测得的发电机负荷, 以避免产生扰动。

(2) 限制: 机组最大负荷指令应与锅炉最大出力和汽机负荷能力相适应。应提供燃料一风的导前 / 滞后和交叉限制控制功能。当被控容量或允许出力达到最大最小限值时应发出闭锁增、闭锁减、负荷迫降、负荷迫升的控制信号。

(3) 快速减负荷(Runback): 应提供锅炉给水泵、空预器、一次风机、送风机、引风机、磨煤机等发生出力故障工况时的 Runback 功能。每种 Runback 应有单独的最大允许负荷和减负荷速率, 以适应各种设备的动态特性。运行人员能通过液晶显示屏(LED)得到 Runback 工况时的信息, 所有的 Runback 应自动完成。当发生 Runback 时, 控制系统应自动转换到锅炉跟随或汽机跟随的运行方式, 并保持此运行方式, 直到运行人员选定新的运行方式。

(4) 机组旁路容量范围内实现停机不停炉功能。

4.7.2.2.3应提供与 AGC 的接口以遥控机组负荷

机组 DCS 需要与 AGC 交换的信号至少应有:

(1) 模拟量信号:

- 机组有功功率
- 机组 AGC 可调上限有功功率
- 机组 AGC 可调下限有功功率
- 机组 AGC 调节速率
- 机组 AGC 设定值反送

(2) 开关量信号:

- 机组机炉协调状态信号
- 机组 AGC 投入/退出信号

- 机组 AGC 上限越限报警信号
- 机组 AGC 下限越限报警信号
- 机组 AGC 请求保持信号
- 机组一次调频投入/退出信号
- AGC 可投信号

AGC 送至机组 DCS 的信号至少应有：

(1) 模拟量信号：

- 机组 AGC 设定值

(2) 开关量信号：

- 机组 AGC 投入信号
- 机组 AGC 退出信号
- AGC 故障
- 协调侧一次调频已投

4.7.2.3 汽机控制

4.7.2.3.1 控制系统应根据机组负荷指令，向汽轮发电机控制系统(DEH)发出汽机调门开指令信号。

4.7.2.3.2 要求投标人仔细审阅来自 DEH 供货商的技术资料，并实现与 DEH 的设计接口。例如：投标人应提供控制 DEH 的标准脉冲接点信号接口。

4.7.2.3.3 控制系统不应影响汽机调速器响应系统频率变化的调节特性，并与汽机 DEH 控制系统相协调。

4.7.2.3.4 如果由于某种原因，限制了汽机控制阀的调节，控制系统也应能在协调或整体方式下运行。如果机前压力超过允许限值时，系统应控制汽机一发电机组，以防止机前压力进一步偏离设定值。

4.7.2.4 锅炉控制

4.7.2.4.1 概述

(1) 提供的锅炉控制系统应由若干子系统组成，这些子系统应协调运行；并具有前馈特征，使锅炉能灵敏、安全、快速与稳定的运行，保证在任何工况下，生产出满足机组负荷指令所要求的电量。

锅炉控制系统应在充分研究和认识超（超）临界直流锅炉的工艺流程和动态特性的基础上进行设计，并遵循“NFPA85”锅炉和燃烧系统危险性规范和 ANSI/ISA-77.44.02-2001 标准“火电厂蒸汽温度控制（直流锅炉）”中的有关规定。

（2）锅炉控制系统应基于锅炉制造厂提供的实际资料，并结合投标人超（超）临界锅炉控制设计的成功经验来进行设计。

锅炉控制系统的设计应保证某些参数比率在机组运行过程按照设定的规律变化，以实现高品质的规定和宽范围的控制，这些比率包括：

- 给水流量-蒸汽流量比率
- 燃烧率-给水流量比率（燃水比，适用于直流炉）
- 喷水流量-给水流量比率
- 再热吸热量-过热吸热量比率
- 燃料量-空气量比率

（3）由于超（超）临界直流锅炉是一个更复杂、更困难的控制对象，为确保在各种运行工况下，机组能稳定运行，控制系统都有良好的控制品质，系统应当在大范围内更多地采用变参数/变定值技术，所有控制功能应在前馈基础上完成，并要求连续地校正控制系统的增益。

（4）直流锅炉，其最终蒸汽温度将受到燃烧率和给水流量的比率影响。改变燃烧率，改变给水流量，或者两者同时改变，均将对蒸汽温度的控制造成影响。

锅炉主控响应机组负荷和主蒸汽压力的变化，锅炉主控指令应平行地送到燃烧率控制和给水流量控制指令回路。

4.7.2.4.2 燃烧率-给水比率控制

（1）燃烧率-给水比率控制回路应负责控制锅炉汽水分离器出口温度（或焓值-锅炉汽水分离器出口温度和汽水分离器压力的函数）。控制回路的输出将送到给水控制子回路和燃烧控制子回路。

（2）控制系统应采用近似的串级控制方式，各控制器应采用变参数 PID 控制器，其整定参数应随锅炉负荷而改变，也可采用其他先进控制算法。

（3）控制逻辑应有以下功能：

温度设定值应包括：

- 锅炉汽水分离器出口温度近似设定值，它是汽水分离器压力的函数。
- 过热器总喷水量与给水量之比，并经过锅炉负荷修正。
- 设定值的手动偏置。

前馈和瞬态校正信号

- 前馈分量应反映所有对蒸汽温度的主要扰动，包括锅炉内部热负荷分配的变化，至少应取表征锅炉负荷的参量（燃料量或空气量等）和燃烧器倾角。
- 瞬态校正信号应包括水冷壁出口温度（用于补偿由于炉膛结渣、给水温度、磨煤机启动等突变产生的扰动）和用来克服过燃烧或欠燃烧的瞬态校正。

4.7.2.4.3 过热器多级减温控制系统

本工程设置有两级过热器喷水减温，作为锅炉出口蒸汽温度的动态细调，用于瞬态扰动过程中稳定蒸汽温度。

一、过热器一级喷水控制要求如下：

（1）过热器一级喷水减温用于控制初级过热器出口蒸汽温度，过热器一级喷水控制系统应采用串级控制，主环和副环均采用变参数 PID 或 PI 控制器，其整定参数应随锅炉负荷而改变，投标人也可推荐有成熟经验的先进控制算法。

（2）主环控制器设定值应包括：

- 锅炉负荷（燃料量）指标（经特性化处理）
- 二级过热器喷水指令信号

（3）主环控制器应有以下前馈信号：

- 锅炉燃料量和给水流量之间的不平衡信号
- 锅炉燃烧器喷嘴倾角和锅炉负荷（燃料量）变化的预测信号

（4）副环控制器设定值应取自锅炉负荷（燃料量）指标，并由主环控制器输出信号加以微调。被调量应取自初级过热器入口蒸汽温度。

（5）控制器应具有抗积分饱和和跟踪功能

（6）在低负荷、汽机跳闸及 MFT 时，要求联锁关闭喷水控制阀和隔离阀，为防止汽机进水。

二、过热器二级喷水控制要求如下：

（1）过热器二级喷水减温用于控制二级过热器出口蒸汽温度，过热器二级喷水控制

系统应采用串级控制，主环和副环均应采用变参数 PID 或 PI 控制器，其整定参数应随锅炉负荷而改变，投标人也可推荐有成熟经验的先进控制算法。

(2) 主环控制器设定值应包括：

- 锅炉负荷（燃料量）指标（经特性化处理）
- 末级过热器喷水指令信号

(3) 主环控制器应有以下前馈信号：

- 锅炉燃料量和给水流量之间的不平衡信号
- 锅炉燃烧器喷嘴倾角和锅炉负荷（燃料量）变化的预测信号

(4) 副环控制器设定值应取自锅炉负荷（燃料量）指标，并由主环控制器输出信号加以微调。被调量应取自二级过热器入口蒸汽温度。

(5) 控制器应具有抗积分饱和和跟踪功能

(6) 在低负荷、汽机跳闸及 MFT 时，要求联锁关闭喷水控制阀和隔离阀，为防止汽机进水。

4.7.2.4.4 再热蒸汽温度控制

应提供一个完整的再热蒸汽温度控制系统，在规定的锅炉运行范围内，通过再热蒸汽尾部烟气挡板调温，并在再热器入口管道备有事故喷水减温器，以达到控制再热蒸汽温度，再热器喷水减温将作为后备手段，控制再热器喷水减温器的出口温度。所采用的控制器均应为变参数 PID 或 PI 控制器，其整定参数应随锅炉负荷而改变，投标人也可推荐有成熟经验的先进控制算法，以保证在各种工况下的控制品质。

(1) 尾部烟气挡板控制

控制的设定值应取自汽机侧要求的再热汽温或者是锅炉负荷的函数，并应考虑限幅和人工偏置。设定值的变化速率应由锅炉或汽机热应力余量加以限幅控制回路应引入以下前馈信号：

反映锅炉过燃烧/欠燃烧状态的燃料量和给水量不平衡信号

控制器应设计高低限幅。

控制回路应具有切换跟踪功能

(2) 再热器喷水减温控制

系统应采用串级控制方式，主环控制器控制再热蒸汽温度，副环控制器控制再热

减温器出口汽温。

主环控制器的设定值取尾部烟气挡板控制回路的再热汽温设定值，并应由尾部烟气挡板控制指令加以偏置。

主环控制器应有反映锅炉过燃烧/欠燃烧状态的前馈信号，该信号应随锅炉负荷-燃料信号变化而修正。

控制回路应具有切换跟踪、限幅和抗积分饱和措施。

在低负荷、汽机跳闸及 MFT 时，应联锁关闭再热喷水控制阀和隔离阀。

4.7.2.4.5 磨煤机控制

对直吹式中速磨煤机控制应提供下列功能：

- (1) 系统设计应符合 NFPA85 的规定。
- (2) 应控制磨煤机的给煤量、一次风量和热风量。
- (3) 通过改变给煤机转速，并接受所供一次风量的限制，来调整燃烧率，投标人应负责给煤机与磨煤机系统的接口设计。
- (4) 每台磨煤机应有可调整的最小燃料量设定手段，每台磨煤机达到最大或最小负荷时，应有报警信号。
- (5) 应从给煤机取出一个代表送入给煤机的煤量信号。对从取出该信号到采用该信号建立起风量-总燃料量关联函数和燃料/空气限制函数，与该信号之间的时间延滞，应进行补偿。
- (6) 煤燃料的测量，应以所有投运磨煤机送出的燃料总和为基准，并自动校正燃料发热值的变化。
- (7) 每台磨煤机均有一次风量测量，并用一次风温度对其进行温度补偿。
- (8) 一次风量指令应由给煤机转速进行限制，以保证风量指令决不低于正在燃烧的燃料。
- (9) 通过调节冷一次风挡板，维持每台磨煤机的一次风量以达到指令要求，同时应与磨煤机运行联锁。
- (10) 通过调节热一次风挡板，来控制磨煤机出口温度。
- (11) 在机组启停时，应由燃烧器控制系统（BCS）对磨煤机控制（包括手动控制）实现超驰控制。

4.7.2.4.6 二次风量控制

通过调节送风机叶片的位置，来控制二次风量，达到最佳燃烧工况。应提供具有下列功能的完整控制系统：

（1）通过两个二次风道上的一次元件，分别测得锅炉二次风量，该测量结果应是经温度补偿的双重化测量，各测量值的总和即为总二次风量。总二次风量与总一次风量形成一个总的锅炉送风量信号，该信号可用来限制总负荷指令和总燃料量。

（2）风量指令应不低于吹扫额定值，一旦实际的风量低于吹扫额定值，应发出报警，并向 FSSS 送出一个数字量信号。此外，当总风量降低到比吹扫额定值低 5%时（满容积分风量百分比），应产生一个闭合接点去触发 MFT 动作。

（3）对轴流风机，应有防喘振控制和启动的联锁。

（4）炉膛压力高时，应闭锁送风机叶片进一步开大，炉膛压力低时，应闭锁送风机叶片进一步关小。

锅炉总风量应由氧量校正回路进行修正，氧量是在省煤器后的烟道中测得。氧量修正子回路应有下列功能：

- 运行人员改变回路中的负荷系数，调节氧量设定值。
- 通过氧量校正信号的高低限值，可改变总的过剩空气量。
- 根据开启风门的数量调整氧量修正信号。
- 运行人员可以根据氧量分析器的指示或退出运行的氧量校正子回路调整过剩空气，实现手动/自动调整氧量设定值的功能。

燃烧器上的二次风调风盘可以调节进入每个燃烧器的二次风量，以确保大风箱内正在运行的各燃烧器之间的风量分配均匀，停用燃烧器有适当的冷却风量，以及正在点火的燃烧器有合适的风量。

4.7.2.4.7 风箱挡板控制

（1）风箱与炉膛间的差压控制系统要求如下：

风箱与炉膛间的差压应与负荷系数的斜率设定值进行比较，得出的偏差信号，作为辅助风挡板位置的共同指令。

所有可控层应同时运行，以控制风箱与炉膛间的差压。若某一层辅助风未受 FSSS 控制，并且相应的磨煤机投运，则该层辅助风即被认为是可控的。

与 FSSS 的进一步联锁，应使各单独层的辅助风挡板或是全开、全关，或是作调

节控制。

（2）燃料风控制系统要求如下：

在自动方式时，每一层燃料风挡板的开度应是该层给煤机转速的函数。

来自 FSSS 的联锁，应使各单独层的燃料风挡板或是全开、全关，或是作调节控制。

（3）一次风压力控制

一次风压力应控制在其设定值。该设定值应是负荷的函数。通过调节一次风机导向叶片的位置来控制一次风道压力。

应采用冗余的一次风道压力变送器，并选择其中的低值信号作为可靠的反馈控制信号。

根据机组负荷指令建立该子系统的设定值。

轴流风机应有防喘振控制和风机启动联锁。

4.7.2.4.8 炉膛压力控制

炉膛负压和风量控制应符合 NFPA85 标准的规定。

系统应提供平衡负压运行，通过控制引风机叶片位置，维持炉膛压力恒定在设定值。

比较炉膛压力三重冗余变送器的输出值，并取其中值作为炉膛负压控制系统的反馈信号。

系统应将风量指令信号作为超前变化的前馈信号，使炉膛负压的波动最小。

在引风机控制中，应有一个方向性闭锁作用。即在炉膛压力低时，应闭锁引风机入口叶片节距的进一步开大；在炉膛压力高时，应闭锁引风机入口叶片节距的进一步关小。

控制系统还应包括“火焰丧失”预处理回路，以便将较高的负压偏差减小至最小。在发生主燃料跳闸(MFT)，且风量大于 30%时，应在压力控制系统中产生一个超驰控制信号，使引风机快速关小。该信号(MFT 火焰丧失)应随时间而衰减(时间可调)，直至恢复正常的挡板控制。不需运行人员的干预，并且对控制系统不产生扰动。

轴流风机应有防喘振控制和风机启动联锁。

4.7.2.4.9 给水控制

(1) 基于锅炉输入指令的给水流量指令应与总燃料量交叉限制，以防两者之间产生过度不平衡。

(2) 在任何工况下，应保持给水流量高于锅炉最小给水流量，以保护锅炉水冷壁管。锅炉最小给水流量为总过热器喷水流量的函数。

(3) 锅炉给水控制应能在干态和湿态运行工况之间的相互自动切换，无需外部干预。

(4) 在正常运行时，调节汽动给水泵(TDBFP)的转速；在启动运行工况时，调节电动给水泵(MDBFP)给水管路上的调节阀开度。

(5) 在整个运行范围，包括启动给水调门的控制、汽动给水泵转速控制，整个给水控制系统均应保持稳定。

(6) 由燃烧率-给水比率控制回路输出的给水流量指令同省煤器给水流量信号相比较，产生给水泵指令，去控制汽动给水泵、启动电动给水泵。经温度补偿的三重冗余省煤器给水流量测量信号，应通过三取中逻辑进行选择。

(7) 应提供与汽动给水泵控制匹配的接口，控制回路应保证给水流量与负荷指令成线性关系。

(8) 控制系统中，电动给水泵的转速控制和启动调门的阀位控制协调。

(9) 给水自动调节回路设计中，应包括两台汽动给水泵并列运行，以及单台汽动给水泵运行的两种运行方式，在上述不同运行方式下，调节回路均应能够投入自动。

(10) 给水泵再循环控制

为适应汽动给水泵最小流量的限制，每一个给水泵应有最小流量的再循环控制，该系统应具有下列性能：

(a) 用一次流量元件，经给水泵入口流量变送器，测量各个泵的流量。各泵的再循环节流调节阀将泵出口部分给水流回至除氧器，以保证通过给水泵的流量高于设计的最小流量。对变转速的汽动给水泵，其最小流量调节的设定值是给水泵差压或给水泵转速的函数。再循环阀应有瞬间提升阀门 30%（可调）开度的特性，以尽量减少阀芯与阀座的损坏。反之，当切除再循环流量时，再循环阀应瞬间关闭，隔绝 10%的再循环流量。

(b) 再循环阀配有电磁控制阀，在低流量或运行人员干预时，用于全开再循环阀。

(c) 在入口流量过低时，给水泵应跳闸。

4.7.2.4.10 分离器水位控制

分离器贮水箱水位控制的设计应遵循锅炉制造厂的建议，并与分离器疏水阀门的配置相适应。本工程为大气扩容式内置分离器启动系统。

（1）分离器疏水箱水位通过疏水箱水位控制阀（WDC）和再循环泵出口阀控制。

（2）贮水箱高水位调节阀（A、B）和炉膛循环流量控制阀分别根据分离器贮水箱水位的函数来进行控制，并采取分程控制，阀门之间应密切配合，使分离器贮水箱水位控制在规定值之下。测量水位的变送器，应为三重冗余，并有压力补偿、偏移校正、增益校正。水位信号还须加以偏置，以得到补偿后的水位信号。

4.7.2.4.11 空预器冷端平均温度控制

为保护空预器不被烟气与凝结水的混合物加速腐蚀，需将空预器冷端金属温度保持在露点温度以上，控制是按照各空预器烟气出口及冷风进口的加权平均温度，调节热风再循环实现的。

4.7.2.5 除氧器水位和压力控制

（1）在启动和低负荷运行期间，由单冲量(除氧器水位)控制除氧器水位，正常负荷时，应为三冲量控制。通过除氧器水位的调整来保持凝结水流量(冷凝器再循环流量)与总给水量的平衡。单冲量与三冲量的控制切换应为无扰的。

（2）除氧器水位调节由调整除氧器水位调节阀和凝结水再循环调节阀来实现，为更好地调节除氧器水位，这两个阀门之间的控制信号应成比例。

（3）在水位达到高值时，除氧器水位调节阀应关闭，凝结水再循环阀应打开，直至除氧器水位低于高值，使高水位开关断开。

（4）汽机跳闸应瞬时关闭除氧器水位调节阀，同时打开凝结水再循环阀，经一段可调整时间延滞后，恢复调节系统，按要求打开水位调节阀。

（5）在启动期间，打开辅助蒸汽调节阀，维持除氧器压力在预先设定值。汽机跳闸时，产生一个随时间函数衰减的较高的设定值，以防止前置泵和启动给水泵时由除氧器闪蒸引起的汽蚀。在正常运行工况，设定值应跟踪除氧器压力。

4.7.2.6 凝汽器热井水位控制

应提供一个完整的凝汽器热井水位控制系统，调整流入凝汽器中的凝结水流量。通过调节凝汽器补水阀，以维持热井水位在设定值。

4.7.2.7 汽机一发电机润滑油温控制

通过调节润滑油冷却器出口的调节阀，控制冷却水量以维持汽机一发电机润滑油温度。

4.7.2.8 发电机冷却水温度控制

通过调节发电机冷却水冷却器出口的调节阀，控制冷却水量以维持发电机冷却水温度。

4.7.2.9 发电机氢温控制

通过调节二只氢冷却器出口调节阀，将发电机氢温保持在设定范围内。二只氢冷却器出口氢温差应小于 2℃，如超出此值则报警。

4.7.2.10 发电机密封油温度控制

通过调节二只密封油冷却器出口调节阀，将发电机密封油温度维持在设定范围内。二只密封油冷却器出口密封油温差应小于 1℃，如超出此值则报警。

4.7.2.11 给水加热器水位控制

加热器水位控制系统通过调节正常和紧急疏水阀来保持加热器凝结水水位，该系统应能对高加和低加进行控制。

每一台加热器水位达到高值时，全开旁路疏水阀，当达到高一高值时，应关闭上一级加热器的正常疏水阀和抽汽隔离阀及逆止阀。

#1、#2 加热水位达到高一高值时，能关闭上一级加热器的正常疏水阀，并关闭加热器汽侧隔离阀，打开疏水旁路阀。

4.7.2.12 除氧器加热用汽压力控制

调节除氧器加热用汽控制阀，以使加热用汽维持在设定值内。

4.7.2.13 给水泵汽轮机控制系统

4.7.2.13.1 给水泵汽轮机控制系统的主要任务是通过控制给水泵汽轮机的转速来控制锅炉的给水流量。

4.7.2.13.2 给水泵汽轮机控制系统由二部分组成，一部分由随给水泵汽轮机配供的控制系统（MEH）实现，一部分由分散控制系统（DCS）实现。

4.7.2.13.3 MEH 系统的作用是控制 BFPT 调节器和执行 BFPT 的转速控制、自动启动 / 停机控制、阀试验、跳闸试验和联锁保护。

分散控制系统（DCS）的作用是 MD—BFP 和 TD—BFP 的转换控制、BFP 并联操作的控制和向 TD—BFP 发出给水量需求指令，给水泵汽轮机的一些人工操作功能也包含在 LED 的操作系统中。

4.7.2.14 汽机旁路控制

本工程汽机采用高压旁路（主蒸汽）和低压旁路（再热蒸汽）二级串联旁路系统装置。高压旁路系统装置由高压旁路阀（高旁阀）、喷水调节阀、喷水隔离阀等组成，低压旁路系统装置由低压旁路阀（低旁阀）、喷水调节阀、喷水隔离阀等组成。投标人应根据旁路供货商提供的旁路控制要求相关资料和工艺要求进行组态。

旁路装置用途：

- （1）改善机组的启动性能
- （2）机组正常运行时，高压旁路装置具有超压安全保护功能
- （3）旁路应能适应机组定压运行和滑压运行复合方式
- （4）在启动和减负荷时，可保护布置在烟温较高区的再热器，以防烧坏
- （5）高、低压旁路装置能实现自动和手动（快速/正常）遥控功能
- （6）在汽机跳闸时，高压旁路装置应可靠控制通过旁路的蒸汽的温度和压力，使锅炉安全在线运行，实现停机不停炉功能。

4.7.2.15 其它单回路控制系统（包括脱硫、脱硝等辅助系统），具体在联络会确定。

4.8 锅炉炉膛安全监控系统(FSSS)

4.8.1 基本要求

4.8.1.1 总则

4.8.1.1.1 FSSS 应是 DCS 的一部分，其处理器模件应冗余配置。投标人提供的 FSSS 应满足本规范书所规定的功能和特性等要求。

4.8.1.1.2 FSSS 的设计应符合 NFPA8502 的规定和锅炉厂商的要求。

4.8.1.1.3 FSSS 包括燃烧器控制系统(BCS)和燃料安全系统(FSS)。

4.8.1.1.4 FSSS 应提供与运行人员的人机接口，使运行人员在启动、停机或正常在线运行期间能监视 BCS 和 FSS 的自动过程。

4.8.1.1.5 FSSS 应具有同 MCS、SCS 及其它系统的接口，并具有发送或接收为综合整个机组运行工况所要求的信息和指令。

4.8.1.1.6 通过键盘和液晶显示屏（LED）画面完成所有被控制对象的操作和获取系统手动、自动运行的各种信息。

4.8.1.1.7 控制逻辑的设计应确保系统单一故障不阻碍任何设备的正常停运。

4.8.1.1.8 系统设计应至少满足下述要求，以确保 FSSS 的逻辑系统能满足 NFPA85 的规定。

（1）投标人应评估各类设备元件的故障模式，至少对下述故障进行评估并提供解决方案：

- 电源的中断、漂移、短时波动、恢复、瞬变过程和部分失去
- 存储损坏和丢失
- 信息传输损坏和丢失
- 输入和输出故障
- 信号不能读或未读出
- 无法处理偏差
- 处理器故障
- 继电器线圈故障
- 继电器接点故障
- 时钟故障

（2）逻辑系统设计应包括下述要求：

- 设计中应提供诊断功能用于监视处理器的逻辑功能。
- 逻辑系统故障不应阻止合理的操作员干预。
- 控制逻辑应防止非授权修改。
- 当相关设备在运行时不可对其逻辑进行修改。
- 系统响应时间应尽可能短以防止对应用回路产生不利影响。
- 对于干扰影响采取的保护应防止产生误动作。
- 逻辑系统内单一设备元件的故障不应导致强制性的主燃料跳闸（MFT）。

（3）独立性要求

- FSS 系统应采用独立控制逻辑、独立输入/输出系统和独立电源，并且在功能上和物理上独立于诸如锅炉控制的其它逻辑系统。

- 逻辑系统应限制仅针对于 1 台锅炉。
- 所有触发 MFT 的信号应采用硬接线，不应通过通讯总线传送。

(4) 逻辑程序和用于安全停运的设备一经触发，应产生相应的燃烧器或主燃料跳闸，并且在已停运燃烧器恢复运行之前应由操作员进行干预。

4.8.1.1.9 投标人应提供 2 只直流双位置 MFT 跳闸出口继电器和少量用于接点扩展的中间继电器，并负责相关电气回路的设计和接线，确保机组在紧急工况下能安全停机。继电器应选用具有成功应用经验的原装优质产品。投标人应在投标书给出相关的逻辑图、电气原理图、并对电源可靠性做充分考虑。

4.8.1.1.10 为了便于运行人员迅速查找事故发生原因，投标人应在 FSSS 中提供 MFT 和所有辅机跳闸事件的首出原因（FIRST OUT）判断逻辑。

4.8.1.2 BCS 基本要求

4.8.1.2.1 BCS 应具有下列主要功能：

- (1) 对煤燃烧器的安全点火、投运和切除的控制和连续监视。
- (2) 提供采用最新技术和适合电厂使用且操作灵活的自动化装置，至少应提供两级自动化水平。高一级的自动化水平是应能执行自动程序控制，即从运行人员启动吹扫后到点燃一个预先选定的燃烧器组实现自动化。在单台磨煤机子系统投运前，投煤燃烧可能需要运行人员的干预。次一级的自动化水平是应使运行人员能按分阶段顺序控制方式启动燃烧。在高一级自动方式发生问题或机组运行状态需要时，应采用这种次一级自动方式。
- (3) 应提供在各种运行方式(即高一级自动方式，次一级自动方式及就地手操方式)下完善的监视和联锁功能，包括燃烧器火焰监视功能。
- (4) 在吹扫、燃烧器点火和带负荷运行期间，应控制风箱挡板位置，以满足合适的二次风分配。
- (5) 应提供火焰检测器冷却风机、磨煤机、给煤机、密封风机、等离子点火及磨煤机动态分离器的相关控制功能。

4.8.1.2.2 设计的 BCS 至少应满足下列要求

- (1) 应能通过液晶显示屏（LED）/键盘完成设备的主要操作。次要的操作通过程控自动完成。

(2) 通过 LED 画面显示，应提供运行所需的各种运行信息，使运行人员随时都能获得设备各种运行状态的信息，以便其采用自动顺序控制或在必要时切换至手动控制。应提供手动方式时的操作指导，这些操作指导应显示出下一步应执行何种操作，及整个操作步骤。操作指导应以图形方式显示在 LED 上，并以 LED 上各设备的颜色变化，反映各设备状态的变化。所供的联锁功能应有最大的安全性，可在组件失灵或有关设备故障而出现危险时，避免或减少所需的控制操作。

(3) 点火器以对角成对或同层成组地自动投入运行，是从对应的暖炉开始，按时间顺序自动进行的。也可以成对地手动投入运行。点火和熄火，应是成对或分层按时间顺序进行。

(4) 在锅炉吹扫、启动和低负荷运行期间，锅炉控制系统应维持 30%B-MCR 的锅炉最低风量。这是通过调节所有辅助风挡板来实现的，以达到在点火过程中，维持炉膛必须的过剩空气量和确保被点火的燃烧器周围有合理的风速。

(5) 在未得到 FSS 的许可条件前，燃烧器控制不应向炉膛投入燃料或点火能量。

(6) 在收到 MFT 信号时，燃烧器控制系统应提供一个逻辑控制程序按指令协同 FSS 快速切断至炉膛的燃料和点火能量。

(6) 系统应保证未投入运行的燃烧器和等离子点火装置处于安全状态。

(7) 燃烧器控制逻辑应提供点火器、磨煤机组点火许可条件的自检功能。当检测到火焰丧失时，燃烧器及等离子点火装置应自动切除。任一个燃烧器火焰丧失，应进行报警。应提供带逻辑功能的单独的火焰监视，并通过招标人认为合适的和safe的方式或程序，切除燃烧器和磨煤机。

(8) 应采用炉膛分区跳闸原则，自动切除磨煤机、给煤机。

(9) 磨煤机停运和磨煤机跳闸应能区分和分别处理。自动清扫和冷却是磨煤机正常运行停运控制的一部分。磨煤机跳闸时燃料应尽可能地快速自动切断，并采取措施，以防爆炸。

(10) 在发生 RUNBACK 时，系统应按不同的 RUNBACK 要求，切除一部分投入的燃烧系统，并监视和控制炉膛燃烧工况，维持规定的负荷。

(11) 系统应提供事故顺序接点输入信号。

(12) 投标人应设计有关等离子点火装置、燃烧器、给煤机、磨煤机及辅机的显示画

面。这些画面应能准确，高效地向运行人员提供启动、停运和控制设备所需的清晰、充足的信息。

4.8.1.3 FSS 的基本要求

4.8.1.3.1 投标人所供的 FSS 应能防止由炉膛内燃料和空气混和物产生的不安全工况。必要时，切除燃料系统，以避免爆燃，锅炉受压部件过热或炉膛压力超值。FSS 应通过下列监视和保护功能完成保护动作：

（1）监视锅炉和汽轮发电机组的运行工况，当保护系统检测到危害人身和设备安全的异常工况时，发出主燃料跳闸(MFT)信号。

（2）当发现危险工况时，应停运一部分已投运的锅炉燃烧设备和有关辅机，快速切除进入锅炉的燃料量。

（3）MFT 发生后，应维持锅炉一定的进风量，以便清除炉膛内，烟道尾部和烟道中的可燃气体。

（4）5 分钟吹扫完成及有关许可条件满足之前，应阻止燃料重新进入炉膛。

4.8.1.3.2 系统运行要求如下：

（1）快速响应跳闸输入信号。

（2）直接切断所有燃料来源。

（3）运行人员能直接进行燃料跳闸。

（4）自动记忆和显示“跳闸原因”。

（5）不许有跳闸的旁路。

（6）在允许重新投入燃料和点火前，一个时间可调的吹扫程序应安全地清除所有存在于炉膛和烟道内的可燃气体。

（7）在启动期间，炉膛开始吹扫。

（8）应将 MFT、磨煤机跳闸的“继电器”状态信息，送至 BCS、MCS、汽机跳闸系统、报警系统和引风机跳闸回路等有关的系统。

（9）系统应提供 SOE 所需的接点信号。

（10）应提供某参数逼近其预定危险值时的预先报警功能，以及时告知运行人员。

4.8.2 FSSS 具体功能

4.8.2.1 BCS 具体功能

BCS 应包括下列三个功能：

- 锅炉点火准备；
- 等离子点火；
- 煤燃烧。

4.8.2.1.1 锅炉点火准备

(1) 应在炉膛吹扫成功后，由运行人员启动锅炉点火准备功能；

(2) 将锅炉置于点火准备方式，作为自动启动第一支等离子拉弧点火的先决条件，此时自动复置 MFT，开启一个建立火焰的最大时间限值的计时器，当在时间限值内不能建立火焰，系统应跳闸，并返回到吹扫所需的状态。

4.8.2.1.2 等离子点火

在锅炉点火准备方式的许可条件成立时，可允许等离子点火装置投入。在等离子点火可投入运行之前，BCS 至少应检查下列许可条件：

- a、锅炉风量达到吹扫值；
- b、火焰检测器冷却风压力满足；
- c、所有燃烧器阀门关闭；
- d、无 MFT 等跳闸信号存在；
- e、风箱/炉膛差压满足；
- f、点火系统已准备好；
- g、任一火焰检测器检测到无火焰；
- h、点火装置在遥控位；
- i、点火装置无故障。

当以上最基本的许可条件满足时，应在液晶显示屏屏幕上显示“允许点火”。

4.8.2.1.2.1 应由运行人员投入等离子点火系统。系统设计应给运行人员提供投入的灵活性。

4.8.2.1.2.2 在运行人员调出相关显示画面，并通过键盘启动一个指定的燃烧器组进行点火时，系统应能根据时间顺序，推进等离子点火装置。如在一定时间某燃烧器等离子点火未被证实点燃，应发出“点火失败”的报警。

4.8.2.1.2.3 许可条件丧失或在指定时间内不能完成运行程序，则应中断此程序。

4.8.2.1.2.4 运行人员应能通过液晶显示屏/键盘中断运行程序，停止运行程序的过程应

能监视并被证实。

4.8.2.1.3 煤燃烧

BCS 应对磨煤机和给煤机的启、停和跳闸进行程控和监视。

在启动每一运行步骤之前，系统应确保满足与该步骤相应的许可条件，并在整个启动过程满足安全条件。

丧失许可条件或在指定时间内不能完成运行程序，则应中断此程序。

煤燃烧启动要求启动磨煤机，在证实磨煤机投运后再启动对应的给煤机。

（1）磨煤机启动程序

除了在锅炉点火准备期间已满足的条件外，磨煤机启动还需满足下列条件：

- 允许点燃煤燃烧器信号存在(从点火逻辑来)
- 所有相关的点火器能量满足
- 所有相关风门挡板打开或在合适的位置
- 没有磨煤机跳闸信号及 MFT
- 磨煤机润滑油和密封风系统满足运行要求
- 没有检查到燃煤火焰(指本台磨煤机)
- 冷、热风和燃料风和密封空气挡板处于合适位置
- 磨煤机电源具备(指本台磨煤机)
- 磨煤机阀门和闸门在合适位置
- 磨煤机出口温度合适
- 无其它磨煤机在启动状态
- 制造厂要求的其它条件

当磨煤机投运时，应投入相对应的全部燃烧器。

（2）磨煤机停运

在启动磨煤机停运程序之前，应证实相应的给煤机停止且程序已完成。当给煤机停运步骤完成，可以自动或人工停运磨煤机。一旦磨煤机停运程序启动，将自动产生下列程序：

- 磨煤机停运后，应提供其出口温度低的信号；
- 对应等离子点火投运；

- 在证实磨煤机停运后，应关闭磨煤机出口阀和密封风门；
- 冷却风门置于冷却开度。

（3）给煤机启动顺序

除满足磨煤机启动条件外，还应满足下列条件：

- 磨煤机已运行；
- 磨煤机一次风量适应最小煤量要求；
- 给煤机转速指令信号为最小值；
- 给煤机出口门打开且出口未阻塞；
- 不存在给煤机停运指令；
- 没有磨煤机跳闸信号及 MFT；
- 未检测到该磨煤机对应的煤燃烧器火焰。

在满足所有的许可条件后，自动逻辑程序或由运行人员通过液晶显示屏（LED）/键盘启动给煤机

（4）给煤机停运

在启动给煤机停运程序之前，应保证相应的点火能量正常，一旦停运程序启动，将自动产生下列程序。

- 给煤机退出自动控制方式，且降至最低转速，同时关闭进口煤阀；
- 当给煤机至最低转速时，冷风门应打开且热风门关闭；
- 当磨煤机温度降低后，停运给煤机。

4.8.2.2 FSS 具体功能

FSS 的功能，应由下列两个子系统完成。

- 炉膛吹扫；
- 燃料跳闸。

当发生跳闸时，引起跳闸的条件和原因以及发生跳闸后有关的操作，应满足 FSS 的最低要求，投标人应保证 FSSS 逻辑的完整性，并确保燃烧系统的安全运行。

4.8.2.2.1 炉膛吹扫

（1）发生 MFT 后，应将炉膛和烟道内的可燃混合物吹扫掉，以便允许重新投燃料点火。对此应提供吹扫时间可调的程序。

(2) 在启动吹扫前，应满足炉膛吹扫许可条件，内容至少包括：

- 应闭锁所有燃料进入炉膛
- 停运所有提供燃料的设备
- 没有一次风机运行且控制挡板关闭
- 送风机入口至炉膛、烟道尾部及烟囱的通道应敞开
- 送风机及引风机至少应各有一台在运行
- 空预器在运行状态
- 至少应有 30%B-MCR 风量
- 炉膛负压正常
- 所有火检指示无火

(3) 整个吹扫过程均应满足吹扫的许可条件，直至第一支等离子投入点火。

(4) 在吹扫过程中，若许可条件中任一条件丧失，均应使吹扫累计时置零，一旦所有许可条件重新成立，运行人员方可重新启动吹扫程序。

(5) 每次吹扫时间应不少于 5min 或相当于炉膛（包括烟道）换气 5 次的时间（取二者较大值）。

4.8.2.2.2 燃料跳闸

应提供多层次的燃料跳闸，以保证只停运少量燃料设备，以减少系统不安全因素或锅炉炉膛产生的不安全工况，应提供等离子装置跳闸、磨煤机跳闸，在 MFT 时切断至锅炉的所有燃料。

应提供下列情况的燃料跳闸：

- 主燃料跳闸(MFT)
- 磨煤机跳闸
- 等离子装置跳闸

4.8.2.2.3 MFT

MFT 应快速切断所有进入炉膛的燃料，当发生下列情况时(不限于这些条件)，应发出 MFT 指令：

- 手动 MFT
- 所有送风机跳闸

- 所有引风机跳闸
- 所有空气预热器跳闸
- 给水泵全部跳闸
- 省煤器进口给水流量小于设定值（三取二）
- 炉膛压力高于（三取二）
- 炉膛压力低于设定值（三取二）
- 总风量小于 25%（可调）
- 全炉膛火焰丧失
- 全炉膛燃料丧失
- 火检冷却风丧失
- FSSS 电源丧失
- 再热器失去保护
- 汽机跳闸
- 发电机跳闸
- 由锅炉\汽机特点决定的其它跳闸要求

当发生 MFT 时，应自动执行下列操作：

- 液晶显示屏（LED）出现报警显示并打印
- 切除等离子点火装置
- 切除全部一次风机
- 切除全部磨煤机及同时置磨煤机控制为手动方式
- 应闭锁吹灰系统的运行，投入运行的吹灰器应退出
- 开二次风门挡板至吹扫位置

MCS 应得到下列指令：

- 送风机动叶执行器切手动位置
- 引风机入口叶片调整在一个新的开度位置，以调整瞬变的炉膛负压
- 关闭过热器喷水调节阀和截止阀
- 关闭再热器喷水调节阀和截止阀
- 停静电除尘装置

- 汽机跳闸
- 发电机跳闸
- 跳闸信号启动炉膛吹扫程序（吹扫时间可调）。完成吹扫时间后，允许停运风机。若在吹扫时炉膛压力过高或过低，应立即将风机跳闸

4.8.2.2.4磨煤机跳闸

磨煤机及其相关的设备跳闸，对每台磨煤机来讲，将退出与该磨煤机对应的煤粉燃烧器，某一磨煤机跳闸不应影响其它运行的磨煤机，下列条件将引起磨煤机及其相应设备跳闸：

- MFT
- 磨煤机启动程序失败
- 从磨煤机至煤粉燃烧器的管道堵塞
- 相应的给煤机跳闸
- 一次风流量低
- 等离子点火枪火焰丧失——磨煤机启动程序阶段点火能量丢失或进入炉膛的煤量小于稳定燃烧最小煤量
- 磨煤机辅助系统丧失，如润滑油、密封空气等
- 运行人员跳闸指令

发生磨煤机跳闸时，将自动产生下列步骤：

- 停运对应给煤机
- 给煤机切除自动方式
- 停运磨煤机
- 关闭冷、热风门
- 报警并在液晶显示屏（LED）显示、打印，磨煤机跳闸应提示运行人员引起跳闸的原因

4.8.2.2.5MFT 跳闸输出继电器

设置两套独立的 MFT 跳闸输出继电器回路，任一套 MFT 跳闸输出继电器回路动作即驱动相应设备动作。MFT 跳闸输出继电器电气回路的设计应至少满足以下要求：

- 两只 MFT 跳闸继电器电气回路应采用冗余设计，分别接受来自主控台上一对 MFT 跳闸按钮和 DCS 的接点输出。其中，一对按钮的各自两副接点送至 MFT 柜后构成串并联回路接至两只 MFT 跳闸出口继电器的跳闸闭合线圈；DCS 应提供两路独立的 MFT 跳闸输出（在不同的开关量输出卡件上），输出接点构成三取二回路后分别接至两只 MFT 跳闸出口继电器的跳闸闭合线圈。
- DCS 应提供一路“MFT 复归”输出，输出的两副接点分别接至两只 MFT 跳闸出口继电器的复归闭合线圈。
- 回路采用两路独立的 110V 直流电源各自给两套继电器回路供电。保证任何一路电源的故障均不会导致 MFT 继电器回路失效。任一路电源故障都应在 DCS 报警显示。两路直流电源由招标人提供。
- 两只冗余 MFT 跳闸出口继电器的输出接点应分别同时送至发生 MFT 时需自动执行的操作回路（参见 4.8.2.2.3）。当接点数量不够时，采用中间继电器进行扩展。中间继电器的具体数量详细设计时确定。
- 最终的继电器选型和回路设计应由招标人确认。投标人在满足上述 MFT 跳闸可靠性要求的同时，也可根据其成熟经验，在投标文件中对其设计思想作出说明，供招标人确认。

4.9 顺序控制系统(SCS)

以下为 SCS 系统的最低要求，投标人必须是对工艺流程有经验的，应审核和确认业主或其它承包商所供控制要求的正确性及合理性，并且当业主或其它承包商无法提供工艺流程的相关控制要求时，投标人应该仅根据业主提供的 PID 图以自己的经验设计并提供成熟、先进、安全、可靠的 SCS 控制逻辑及人机界面。

4.9.1 基本要求

4.9.1.1 顺序控制是 DCS 的一个组成部分，本工程主要采用机组、功能组和子组级顺序控制，通过 LED 和键盘发出一个成组起停指令，可以实现机组、功能组和子组级中所有设备的顺序起停控制。系统设计包括所有的设备联锁保护和操作许可条件。

4.9.1.2 机组自启停（APS）功能

APS 在机组的控制系统中处于上层位置，它是基于单元机组整机自动启停控制思想，建立在电厂基本系统：机组协调控制系统（CCS）、汽机电液调节系统（DEH）、

锅炉燃烧管理系统（BMS）和锅炉、汽机及相应辅机顺序控制（SCS）等系统之上的机组级自动控制系统，在机组启动和停止过程中，APS 作为机组控制系统的中心，根据机组启停要求、曲线，按规定好的程序发出各个系统、子系统、设备的启停指令，同时接收各系统的反馈信息，根据 APS 内部逻辑进行综合分析判断，完成实现单元机组的自动启动或停止控制。

APS 的启动控制是指从机组启动准备到机组带 50%额定负荷的控制过程，而停机控制则是指从机组 50%~40%满负荷开始减负荷，到投汽机盘车结束，烟风系统停运为止的控制过程。APS 启停控制应包括 40%额定负荷-100%额定负荷变化过程中制粉系统的自启停功能。

APS 的控制采用断点控制方式。机组在 APS 控制方式时，机组的运行将根据机组的状态和每个断点的条件自动地进行，个别重要断点由运行人员干预。在运行过程中若有异常情况出现时，APS 将以操作指导的形式发出报警，提示运行人员来处理。

为使运行人员有效地监视整个启动/停止过程，APS 应向运行人员提供充分的信息，用通俗易懂的方式显示断点的进程和其他异常信息。

4.9.1.3 启动/停止组项或子组项：一个组项被定义为热力过程的某个分系统或一个流程，如疏水系统、烟气系统等；一个子组项被定义为电厂的某个设备组，如一个送风机及其所有相关的设备（包括风机润滑油泵、挡板等），各有关子组项经程序联接即可组成为一个组项。

4.9.1.4 所设计的子组级程控进行自动系统顺序操作，目的是为了在机组启、停时减少操作人员的常规操作。各子组项的启、停应能独立进行。

4.9.1.5 对于每一个子组项及其相关设备，它们的状态、启动许可条件、操作顺序和运行方式，均应在液晶显示屏（LED）上显示出系统画面。

4.9.1.6 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液晶显示屏（LED）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，在液晶显示屏（LED）上改变相应设备的颜色。

4.9.1.7 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。如顺序未能在约定的时间内完成，则应发出报警，并禁止程序进

行下去；故障消除，在运行人员再启动后，程序继续进行下去。

4.9.1.8 运行人员通过手动指令，可修改程序和实现程序跳步，但这种运行方式一定要满足安全要求。

4.9.1.9 在自动顺序运行期间，出现任何故障或运行人员中断信号，应使正在运行的程序中断并返回至安全状态，使程序中断的故障或运行人员指令应在液晶显示屏（LED）上显示，且从打印机打出，当故障排除后，顺序控制在确认无误后再进行启动。

4.9.1.10 运行人员应可在液晶显示屏（LED）/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，操作员将根据电厂运行需要进行设备的起/停、开/关操作。非频繁操作设备（如辅助电气系统的进线开关）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，如抽汽阀自动关失效。

（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。

（4）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。

4.9.1.11 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”指令应互相关闭，且应使被控设备向安全方向动作。

4.9.1.12 保护和闭锁功能应是经常有效的，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闭锁功能的投入状态。

4.9.1.13 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。机组的联

锁及保护跳闸功能，包括紧急跳闸均应采用硬接线连接。

4.9.1.14 用于保护的接点(过程驱动开关或其它开关接点)应是“动合型”的，以免信号源失电或回路断电时，发生误动作(采用“断电跳闸”的重要保护除外)。

4.9.1.15 系统应监视泵和风机马达的事故跳闸状态。

4.9.1.16 为了便于运行人员迅速查找事故发生原因，投标人应在 SCS 中提供所有设备跳闸事件的首出原因(First Out)判断逻辑。

4.9.1.17 循环泵房、等离子点火装置、吹灰、脱硝 SCR 等的控制由 SCS 实现，投标人应负责根据招标人或制造厂家提供的相关系统流程图和控制要求等资料完成相关的设计工作。

4.9.1.18 发电机控制

发电机—变压器组(包括 750kV 断路器、励磁系统(D—AVR)和励磁开关)的控制和监视均在 DCS 中完成。在起动过程中要完成的自动准同期合闸，控制方式通过 CRT 和鼠标选择窗口完成。

发电机的起停程序：

a. 发电机的起动

当机组在起动过程中汽机转速已大于规定值时按下列程序：

- 投入发电机磁场开关并确认；
- 投入起励电源开关并确认；
- 投入 D—AVR；
- 确认 D—AVR 无故障，并确认 D—AVR 的运行方式；
- 通过 D—AVR 调整发电机电压至规定电压；
- 核对空载电压、励磁电流等是否在正常范围内；
- 由 DCS 发选同期电压命令至自动准同期装置，自动准同期装置在接收到 DCS 的同期电压命令后接入同期电压，然后由 DCS 对待并发电机发出合闸命令至自动准同期装置使其带电，由自动准同期装置通过对 D—AVR 及 DEH 发出自动调频和调压信号，待频率和电压满足同期条件，符合并网条件时，自动准同期装置输出接点至出口断路器合闸；
- 当 750kV 断路器一侧无电压时，自动准同期装置自动解除同期闭锁，发信号

至 DCS 由操作员确认后使断路器不经同期合闸；

- 通过 DEH 自动调节使发电机带负荷。
- b. 发电机的正常停机
- 厂用负荷由高压工作厂变切换至备用电源；
- 通过 DEH 和 D—AVR 自动调节发电机减负荷，负荷降为零后，鉴定汽机已无蒸汽进入后才允许跳闸，可通过发电机逆功率继电器动作和主汽门关闭信号确定；
- 通过 D—AVR 降低发电机电压；
- 发电机电压趋于零时，断开磁场开关；
- 退出 D—AVR。

上述的控制步骤并不是详细的控制步骤，仅供投标人设计时参考，投标人应提供详细的逻辑和说明。

为确保机组紧急安全停机，在控制台上设置发变组的紧急跳闸按钮（硬接线），为防止误操作还应设置确认按钮。

自动准同期装置和励磁调节器均由招标人供货，自动准同期装置和励磁调节器与 DCS 之间的接口采用硬接线，自动准同期装置、励磁调节器与 DCS 之间的接口除采用硬接线外还设有通讯接口。

4.9.1.19 厂用电源控制

高压厂用电源的正常切换由 DCS 发出电源切换的命令至厂用电源快速切换装置（厂用电源快速切换装置由招标人配置），经该装置进行同期鉴定后进行高压厂用电源的切换，至 10kV 母线工作和备用进线断路器的跳合闸信号由厂用电源快速切换装置发出，切换逻辑在厂用电源快速切换装置中实现。每段 10kV 母线在 DCS 中设有备用电源投入/退出命令的窗口。厂用电源快速切换装置与 DCS 之间采用硬接线接口。

4.9.1.20 柴油发电机组的控制

柴油发电机可通过 DCS 自动启动，或在柴油发电机组自动控制柜上手动启动。手动或自动方式通过 CRT 和鼠标选择窗口完成。

在控制台上设置柴油发电机的紧急启动按钮（硬接线）。

柴油发电机在 DCS 中自动启动时不需要检同期合闸。采用先断后合的串联合闸方

式。具体步骤如下：

（1）当保安段母线失压时，跳保安段工作电源进线开关，确认保安母线无故障且保安段工作电源进线开关已跳闸且备用进线侧有电压后合保安段备用进线开关。

（2）当备用电源投入后保安段母线仍失压时，跳保安段备用电源进线开关及保安段分段开关。再次确认保安段母线无故障，保安段备用电源进线开关已跳闸且柴油发电机选择在 DCS 控制时，则由 DCS 发出启动柴油发电机组命令，通过柴油发电机组配套的机组自动控制柜最终实现保安母线上电。

4.9.1.21 发变组及厂用电源系统的顺序控制范围如下：

4.9.1.21.1 接于每台单元机组网的监控对象有：（根据项目实际情况调整）

- 发电机—主变压器组（包括二台 750kV 断路器）
- 发电机励磁系统（包括磁场开关和励磁调节器）
- 10kV 母线工作进线断路器（四段母线）
- 10kV 母线备用进线断路器（四段母线）
- 380V 汽机变（二台）
- 380V 锅炉变（二台）
- 380V 等离子变（二台）
- 380V 照明检修变 10kV 侧断路器（一台）
- 柴油发电机组（一套）
- 380V 除尘变 10kV 侧断路器（三台）
- 380V 循泵变 10kV 侧断路器（一台）
- 380V 厂前区变 10kV 侧断路器（一台）
- 380V 公用变 10kV 侧断路器（一台）
- 380V 水工变 10kV 侧断路器（一台）
- 380V 化水变 10kV 侧断路器（一台）
- 380V 脱硫变 10kV 侧断路器（二台）
- 输煤馈线 10kV 侧断路器（一台）
- 110V 直流系统（二组）
- 不间断电源（ups）（二套）

- 380V 汽机 MCC
- 380V 锅炉 MCC
- 380V 保安 MCC
- 单元机组厂用电动机断路器的监控

4.9.1.21.2 接于公用网的监控对象有：

- 起备变（二台）（包括一台 110KV 断路器）
- 380V 公用变 380V 侧断路器（三台）
- 380V 照明检修变 380V 侧断路器（三台）
- 380V 厂前区变 380V 侧断路器（三台）
- 380V 公用 MCC
- 直流系统（二组 220V）

4.9.1.21.3 接于远程公用网的监控对象有：

- 10kV 公用段进线电源断路器(二台)
- 380V 输煤变 1(2)10kV 断路器(四台)
- 10kV 斗轮机电源断路器（二台）
- 380V 循泵变 10kV 侧断路器（二台）
- 380V 循泵变 380V 侧断路器（三台）
- 380V 化水变 10kV 侧断路器（二台）
- 380V 化水变 380V 侧断路器（三台）
- 380V 水工变 10kV 侧断路器（二台）
- 380V 水工变 380V 侧断路器（三台）

4.9.2 锅炉功能子组控制项目

4.9.2.1 烟风通道开启子组项

该子组项包括烟风通道中的所有挡板。

4.9.2.2 空预器 A 子组项

该子组项包括空预器 A、空预器 A 轴承润滑油泵、烟气侧及空气侧的进出口挡板等。

4.9.2.3 空预器 B 子组项

同空预器 A 子组项。

4.9.2.4 送风机 A 子组项

该子组项包括送风机 A、送风机 A 润滑油泵（马达润滑油泵）、进出口风门挡板、风机动叶等。

4.9.2.5 送风机 B 子组项

同送风机 A 子组项

4.9.2.6 引风机 A 子组项

该子组项包括引风机 A、进出口风门挡板、除尘器挡板、风机动叶等。

4.9.2.7 引风机 B 子组项

同引风机 A 子组项

4.9.2.8 一次风机 A 子组项

该子组项包括一次风机 A，一次风机 A 润滑油泵、出口风门挡板、风机动叶等。

4.9.2.9 一次风机 B 子组项

同一次风机 A 子组项

4.9.2.10 锅炉脱硝功能子组

4.9.2.11 风机子组项

4.9.2.12 SCR 喷氨子组项

4.9.2.13 磨煤机功能子组

4.9.2.13.1 润滑油泵子组项

4.9.2.13.2 工作油泵子组项

4.9.2.13.3 磨煤机子组项

该子组项包括磨煤机、有关风门挡板、煤粉挡板

4.9.2.14 给煤机子组项

该子组项包括给煤机、煤闸门挡板。

4.9.2.15 锅炉排污、疏水、放气子组

4.9.2.16 等离子点火子组项

该子组项包括等离子点火控制。

4.9.2.17 暖风器子组项

4.9.2.17.1 暖风器 A 子组项

该子组项包括暖风器 A 蒸汽抽汽阀、疏水阀、空气进出口阀等。

4.9.2.17.2 暖风器 B 子组项

同暖风器 A 子组项

4.9.2.18 汽动给水泵子组

4.9.2.18.1 汽动给水泵 A 子组项

该子组项包括汽动给水泵盘车装置、进水阀门、出水隔离阀、前置泵、再循环阀等。

4.9.2.18.2 汽动给水泵 B 子组项

同汽动给水泵 A 子组项

4.9.3 汽机功能子组控制项目

4.9.3.1 汽机油系统子组项

该子组项包括汽机盘车、油系统，即：包括 EH 油系统、润滑油系统、顶轴油系统、排烟风机和有关阀门等。

4.9.3.2 凝结水子组项，包括凝结水泵（凝升泵）、凝结水管路阀门等。

4.9.3.3 凝汽器子组项，包括凝汽器循环水进、出口阀门及反冲洗阀门等。

4.9.3.4 凝汽器真空系统子组项，包括凝汽器真空泵、管路有关阀门等。

4.9.3.5 汽机轴封系统子组项，包括轴封供汽阀门、汽机本体疏水阀门等。

4.9.3.6 低压加热器子组项，包括低加进、出水阀、旁路阀、低加疏水阀门、抽汽管道疏水阀门等。

4.9.3.7 高压加热器子组项，包括高加进、出水阀、旁路阀、抽汽隔离阀、高加疏水阀门、抽汽管道疏水阀门等。

4.9.3.8 汽机蒸汽管道疏水阀子组项，包括主蒸汽管道、再热汽管道、排汽管道疏水阀门等。

4.9.3.9 辅助蒸汽系统子组项，包括辅助蒸汽系统的有关管路阀门等。

4.9.3.10 循环水泵子组项，包括循环水泵和有关阀门等。

4.9.3.11 闭式循环冷却水系统，包括闭式循环冷却水泵和有关阀门等。

4.9.3.12 发电机氢、油、水系统子组

4.9.3.12.1 发电机氢冷子组项

该子组项包括发电机氢系统的相关管路阀门等。

4.9.3.12.2 发电机密封油系统子组项

该子组项包括发电机密封油泵、油管路的相关阀门等。

4.9.3.12.3 发电机定子冷却水系统子组项

该子组项包括发电机定子冷却水泵和有关阀门等。

4.9.4 发电机系统功能子组

4.9.4.1 发电机同步并列子组项

该子组项包括汽机 DEH、发电机励磁系统 AVR、发电机励磁系统灭磁开关、发电机自动准同期装置 ASS、发-变组断路器等。

4.9.4.2 发电机程序停机子组项

该子组项包括汽机 DEH、发电机励磁系统 AVR、发电机励磁系统灭磁开关、发变组保护装置及发-变组断路器等。

4.9.5 高压厂用电源功能子组

4.9.5.1 高压厂用变压器子组项

每台包括高压厂用变压器 A 和 B 及其相关设备，包括离相封闭母线、中性点接地电阻箱、保护设备等。

4.9.5.2 高压厂用电源 A1 段子组项

该子组项包括 10kVA1 段进出线断路器、母线设备和相应的电源自动切换装置 ATS 等。

4.9.5.3 高压厂用电源 B1 段子组项

该子组项包括 10kVB1 段进出线断路器、母线设备和相应的电源自动切换装置 ATS 等。

4.9.5.4 高压厂用电源 A2 段子组项

该子组项包括 10kVA2 段进出线断路器、母线设备和相应的电源自动切换装置 ATS 等。

4.9.5.5 高压厂用电源 B2 段子组项

该子组项包括 10kVB2 段进出线断路器、母线设备和相应的电源自动切换装置 ATS

等。

4.9.5.6 厂区煤场高压厂用电源子组项

该子组项包括 10kV 输煤 A 段和 B 段进出线断路器、接触器、母线设备和相应的电源自动切换装置等。

4.9.5.7 高压启动/备用变压器子组项

4.9.5.8 该子组项包括一台高压启动/备用变压器 A 和 B 及其相关设备，包括高压侧隔离开关、接地刀闸、电缆头、低压侧离相封闭母线、接地电阻、保护设备等。

4.9.5.9 低压厂用电源功能子组

4.9.5.9.1 低压变压器子组项

成对设置的变压器放在一个总子项中。低压厂变和对应的 380V PC 设分子项。

4.9.5.9.2 380V 柴油发电机系统子组项

4.9.5.9.3 机组直流 110V 系统子组项

4.9.5.9.4 机组直流 220V 系统子组项

4.9.5.9.5 机组直流 220V 系统子组项

4.9.5.9.6 机组 UPS 系统子组项

4.9.5.9.7 凝结水变频器系统子组项

4.9.5.9.8 低加疏水泵变频器子组项

4.9.6 其他(待联络会上确定)

4.10 辅助系统

辅助系统 DCS 控制功能以 SCS 为主，辅以少量简单的 MCS 控制。

投标人应根据辅机运行特性及附属设备的运行要求，构成不同的顺序控制子系统功能组和驱动级，并至少应提供以下子系统功能组：

- 1) 锅炉补给水顺序控制子功能组
- 2) 凝结水精处理顺序控制子功能组
- 3) 工业废水处理顺序控制子功能组
- 4) 净水站顺序控制子功能组
- 5) 取样加药顺序控制子功能组
- 6) 脱硫废水顺序控制子功能组

- 7) 除灰顺序控制子功能组
- 8) 采暖及空调系统顺序控制子功能组；
- 9) 其它控制子功能组，具体项目和数量在联络会上确定。

4.11 脱硫系统的控制

脱硫装置及脱硫公用系统采用机组分散控制系统进行监视和控制，脱硫 DCS 的主控制器、I/O 模件、I/O 柜及电源装置等应按单元机组、公用系统独立配置，所有硬件、软件、通信等的技术要求及有关技术指标与机组 DCS 一致。

在集中控制室机组 DCS 操作员站上进行脱硫系统启/停控制、正常运行的监视和调整、以及异常与事故工况的处理，脱硫 DCS 的处理器及 I/O 机柜布置在就地控制室内（如脱硫综合楼内）。为调试方便，在基建期就地可设置临时调试用工程师站。

纳入 DCS 控制的脱硫系统包括（以石灰石/石灰-石膏法为例，但不限于此）：FGD 装置（烟气系统、SO₂ 吸收系统、氧化风系统等）、FGD 辅助系统（石灰石浆液供给系统、石膏脱水系统、浆液疏放系统、工艺水系统、压缩空气系统、湿磨系统以及脱硫废水处理系统等），FGD 电气系统（包括脱硫变、高低压电源回路的监视和控制以及直流系统的监视等），烟气检测、成分分析的数据采集和处理等。

吸收塔系统主要控制回路有：吸收塔 SO₂ 浓度的控制、吸收塔浆液浓度控制、吸收塔液位控制：

- 吸收塔 SO₂ 浓度的控制

SO₂ 的浓度是由吸收塔中新鲜的石灰石浆液的增加量决定的。而加入吸收塔的新制备石灰石浆液的量的大小将取决于预计的 SO₂ 浓度、锅炉负荷及吸收塔浆液 pH 值。

- 吸收塔浆液浓度控制

吸收塔浆液应控制在 18% 与 20% 固体悬浮物含量之间，当吸收塔固体悬浮物含量达到 20% 时，石膏浆排出泵将浆液排至石膏旋流站进行脱水，当吸收塔固体悬浮物含量低至 18% 时，石膏浆排出泵将浆液排回吸收塔。

- 吸收塔液位控制

由于热的原烟气穿行，蒸发并带走了吸收塔中的水分，另外当吸收塔浆液浓度高，石膏浆液需要外排，上述两个过程将导致吸收塔液位降低。另一方面，通过除雾器冲洗水的加入和向吸收塔加入工艺水可以使吸收塔液位升高。为了优化 FGD 系统的性

能和整个系统的水平衡，需要连续监测吸收塔液位并通过打开/关闭至吸收塔工艺水补水电动门来将吸收塔液位控制在某一设定范围内。

4.12 除灰系统的控制

除灰系统采用机组分散控制系统（DCS）进行监视和控制，除灰 DCS 的主控制器、I/O 模件、I/O 柜及电源装置等应按单元机组、公用系统独立配置，所有硬件、软件、通信等的技术要求及有关技术指标与机组 DCS 一致。

在环燃控制室 DCS 操作员站上进行除灰系统启/停控制、正常运行的监视和调整、以及异常与事故工况的处理，除灰控制 DCS 的处理器及 I/O 机柜布置在就地控制室内（如脱硫综合楼内）。为调试方便，在基建期就地可设置临时调试用工程师站。

除灰控制系统应是具有集中控制和就地控制能力的完整的集成系统，能可靠、高效率和安全运行，并提供系统运行必须的联锁、调节控制、运行程序、监控和报警。主要采用三种控制方式：1）自动控制；2）手动控制方式（软手操）；3）就地控制。

除灰部分 DCS 的硬件及电源配置应相互独立，充分考虑当一台机组检修停运时，不会对整个除灰部分 DCS 造成影响，且不影响另外任何一台机组除灰装置及公用系统的正常运行。

除灰的监控范围包括：正压气力输送系统、库顶布袋脉冲反吹系统、灰斗气化风系统、灰库气化风系统、干灰装车系统、干灰调湿系统等整个除灰工艺系统。输灰器、灰斗气化风系统为每台机组单元制配置，空压机站系统、除灰库系统为机组公用配置，纳入 DCS 公用网。投标人提供的除灰控制系统配置应适应此特点，并充分考虑控制系统的分散度，以满足两台机组除灰及其辅助系统的运行、检修要求，不能因为某一台机组的工艺或控制系统故障、检修、停电而影响其它机组除灰系统的正常运行。

4.13 其它公用系统和辅助系统的控制

其它公用控制系统包括厂内热力公用系统、循环水公用、除灰公用、精处理再生系统、加药系统、脱硫公用、脱硝公用等，其它辅助控制系统包括净化站系统、综合水系统、工业废水处理系统、雨水系统、脱硝还原剂制备系统等。

公用及辅助控制系统采用与机组控制系统软硬件一体化的控制系统，具体控制要求设计联络会确定。

4.13.1 输煤系统的控制

本工程输煤系统共设 15 条带式输送机；10 台双侧犁式卸料器；6 台单侧犁式卸料器；7 套干雾抑尘系统；2 台带式除铁器，2 套程控式除铁器；1 台斗轮堆取料机；1 套皮带入炉煤取样装置。带式输送机安装于各运煤系统沿线；干雾抑尘系统随带式输送机运行；犁式卸料器安装于煤仓间，用于把煤仓间带式输送机上的煤均匀、可控制地卸到锅炉原煤斗内。本工程的输煤控制中心设置在脱硫综合楼内。

4.13.1.1 系统的控制方式

输煤控制系统的运行方式为：集中和就地两种方式；集中控制又分为自动和手动。在煤控室液晶显示器画面上设置紧急停机按钮。在液晶显示器画面上有自动/手动的切换窗，自动和手动方式可相互切换并不影响系统设备的正常运行。

集中自动方式：在操作员站上通过键盘或鼠标选择运煤流程，由 DCS 自动完成运煤和配煤流程设备的操作。

集中手动方式：在操作员站上通过键盘或鼠标对纳入程控的所有设备实现一一对应的操作，通过 DCS 的逻辑闭锁完成，同时对主要设备具备单独解锁能力。

就地控制方式：设备仅能在就地控制箱上进行操作，该操作方式作为检修操作。

集中和就地两种运行方式的设定是由设置在就地控制箱上的远方/就地选择开关完成的。此外，在就地控制箱上还设有启、停按钮及信号灯等。只有当选择开关设置为远方时，输煤控制室才能控制该设备，当选择开关设置为就地时，只能在就地控制该设备。选择开关的状态信息用干接点送至输煤程控的 DCS 系统中，以便操作员随时了解现场情况。

4.13.1.2 集中自动方式

采用自动方式时，操作员站液晶显示器上显示所有输煤工艺流程。选择输煤流程后，DCS 系统自动检测该流程相关设备，在该流程所有设备均处于可控情况下，操作人员在上位工控机上发出“启动”命令来启动该流程，否则，DCS 系统内部联锁能有效禁止任何设备的启动。在需要停止该流程时，操作人员在上位工控机上发出流程“停止”命令，DCS 系统按正常顺序停止运行相关设备。

4.13.1.3 集中手动方式

采用集中手动方式时，运行人员须按正确顺序通过键盘上的启动/停止命令来启动和停止各个设备，且系统联锁采用与自动方式相同的联锁方式。系统能防止运行人

员的误操作，并能发出提示信息。

4.13.1.4 就地控制方式

采用就地控制方式时，运行人员在就地控制箱上控制设备，此时联锁回路仅有拉绳、打滑开关、跑偏开关和电气保护。

4.13.1.5 联锁要求（不限于）

所有的输煤设备按工艺流程要求联锁，以防止在启动或停止时煤在系统中堆积，甚至损坏设备，联锁按下列方式进行：

启动时按逆煤流方向，从该流程到最后设备（皮带及相关设备）开始依次启动。直到第一条皮带及相关设备启动后，才开始供煤。

停运时按顺煤流方向，先停供煤设备，然后从第一台至最后一台设备依次停止，每台设备之间按预定的延时时间发停机命令，即要求前面设备的余煤清除后再停止其运行，其中碎煤机、滚轴筛、除铁器及除尘器均应延时停机。

故障时，故障点及其上游设备瞬时停机，故障点下游设备保持原工作状态不变，待故障解除后，可以从故障点向上游重新启动设备，也可以在故障未解除时，从故障点下游开始延时停设备。

联锁阻止任何设备超出顺序的启动（除试验用外），并且是通过速度开关和运行信号来确认皮带机运转状况。当皮带机的速度达到一定值时，启动下一级设备。

控制系统根据输煤系统不同运行方式分组对应启动皮带及输煤设备。在启动任何运行方式前，先启动与这一运行方式相应的警告信号通知附近人员。启动警告信号未接通或未响够 20 秒的情况下不得启动。

4.13.1.6 自动加仓配煤功能

自动加仓配煤功能具有煤种设定功能，根据锅炉对不同煤种的加仓要求，加仓前由输煤控制室的值班人员在液晶显示器上调出加仓画面，同时通过键盘输入给定加仓指令，实现自动加仓配煤。煤仓层设远程 I/O 柜。加仓配煤的基本过程如下：

加仓开始，先顺序给超低煤位仓配煤并报警，配一定数量的煤，消除煤仓超低煤位状态。

依次给出现低煤位的仓顺序配煤，消除煤仓的所有低煤位信号。

所有低煤位信号消失后，再进行顺序配煤，当仓满后转到下一个煤仓进行顺序

配煤，直到所有仓满。

顺序配煤过程中，如果又出现超低煤位、低煤位仓，则停止煤仓顺序加仓程序，优先为超低煤位、低煤位仓配煤，配一定数量后，再转入顺序加仓程序。

当全部煤仓出现满煤位信号后，程序自动停机并把皮带上余煤均匀分配给各煤仓。

在配煤过程中能自动跳过满仓、高煤位仓、超高煤位仓及检修仓。

检修仓设定可通过操作员站进行设定，加仓时检修仓不允许配煤。

自动配煤考虑有单路配煤和两路配煤两种方式。

顺序配煤过程中，允许操作员修改加仓指令，不影响设备或系统的正常运行。

4.13.1.7 每台机组共设 6 只原煤斗，更换机组加仓或过检修仓时能自动切换，来煤卸至尾仓。

4.13.1.8 带式及盘式除铁器的控制联锁要求：除铁器先于皮带机启动，滞后皮带机停机，即在皮带机停止后停除铁器。在除铁器故障或其他异常情况下，不影响系统正常运行。

4.13.1.9 输煤系统除尘器的控制联锁要求：除尘器先于皮带机启动，滞后皮带机停机。在除尘器故障或其他异常情况下，不影响系统正常运行。煤斗除尘由操作员选择投用。

4.13.1.10 取样装置、除铁器、除尘器和干雾除尘装置与相关皮带机联锁，操作员可选择这些设备的投用。

4.13.1.12 斗轮堆取料机(1 台)通过通讯方式纳入输煤控制系统，投标方应提供通信电缆和联网设备及接口，完成画面及逻辑的组态，能在输煤控制操作员站显示设备画面和进行控制。

5 试验、验收和演示

5.1 总则

5.1.1 投标人在制造过程中，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，以保证完全符合本技术规范书和已确认的设计图纸的要求。

5.1.2 招标人应有权在任何时候，对设备的质量管理情况，包括设备试验的记录进行检查。

5.1.3 此外，还应进行工厂验收试验、演示和现场试验。

5.1.4 在试验、检查和演示过程中，如发现任何不符合本技术规范书要求的硬件和软件。投标人都必须及时更换。由此而引起的任何费用都应由投标人承担。更换后的硬件或软件还必须通过本技术规范书 5.2 和 5.3 章节规定的试验和演示的要求。

5.1.5 性能考核试验须由第三方来检测。若检测发现问题，直到问题全部整改完毕才能竣工验收

5.2 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，投标人应在发货前进行能使招标人满意的工厂验收试验和演示。

出厂验收应具备的条件：

- 全部硬件集成完毕并已通电试验，证明硬件运行正常。
- 控制软件全部编制完成，并且已经下载到预定的过程控制站，经过初步测试。
- 数据库、操作画面组态已经全部完成，并经过初步测试。
- 全部工厂验收试验项目所必须的各种试验和仿真设备准备到位。

系统出厂验收测试的内容和要求按 DL/T659、DL/T 261 有关内容执行。除按规定工厂验收试验和演示外，招标人有权在投标人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人在设备上所作的最新修改。

5.2.1 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 40°C 高温下，顺利地运行了 72 小时。投标人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：

- 每个模件的微程序工作情况
- 每个模件的硬件工作情况
- 模拟的报警和状态变化
- 所有操作员接口功能
- 模拟的故障和排除

- DCS 全部失电和部分失电的工作情况
- 模拟的 DCS 自诊断

完成工厂试验后，招标人应观察一个被试验系统所进行的完整演示过程。投标人应提供充足的时间，试验设备和专业人员，以便招标人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，投标人应无偿满足要求。投标人应提供 6 套与目前系统功能和逻辑一致的图纸，供招标人在试验期间使用。

演示至少应有如下项目：

- 对键盘请求的响应
- 完整地显示一幅新画面的时间
- 失电和通电后的反应
- 控制装置的故障排除
- 通讯总线故障
- 过程变量输入变送器故障后的反应
- 所有规定报表的打印
- 性能计算的试验结果

5.2.2 试验失败

投标人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，则应进行由招标人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。

5.2.3 日程安排

投标人在试验前二周应向招标人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人告知他们的准备情况，在招标人认可后，所有图纸和试验步骤才有效。

5.2.4 设备

投标人应提供进行全部工厂验收试验包括招标人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。招标人在需要时应能得到这些数据。

5.3 现场试验

5.3.1 初步检查

现场安装完成后，在设备通电前，投标人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。投标人可以进行其标准的诊断试验。现场输入和输出信号，由招标人的施工人员按投标人图纸负责接线。

5.3.2 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。投标人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。

投标人应保证 99.9% 的系统可利用率，并在试验期间证实其符合本技术规范书规定的所有性能。可利用率试验应在机组 168 试运之后，试验开始的日期由招、投标双方共同商定。

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。

5.3.2.1 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

故障时间是指投标人提供的任一装置和子系统在实际试验时间内而停运的一段时间。

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买、卖双方协商确定：

- 机组或辅机故障
- 由招标人人员引起的不正常操作
- 招标人信号故障
- 环境条件不符合要求
- 不可抗拒的因素
- 招标人所供电源丧失

(4) 可利用率

试验期间的可利用率至少应为本技术规范书中规定的 99.9%，其计算公式如下：

$$\text{可利用率 (\%)} = \frac{\text{实际试验时间} - \text{故障时间}}{\text{实际试验时间}} \times 100\%$$

式中实际试验时间为整段试验时间扣除空等时间

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 LED	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

由于 DCS 故障造成 MFT 拒动

所有操作员站功能丧失

由于 DCS 故障而使其它重要控制和保护功能丧失

5.3.2.2 招标人参与

招标人应负责进行 DCS 的可利用率试验，试验必须按照已经确认的投标人资料中的运行和维护步骤进行。招标人应操作和维护 DCS 并保存可利用率的记录和报告。投标人应随时提供咨询和所需的现场服务，以帮助系统的维护。如投标人接到招标人要求其进行现场维护的通知，投标人服务人员应在通知收到后的 24 小时内到达现场。

5.3.2.3 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人检查。试验期间发生的任何问题，均应立即通知投标人，除非投标人、招标人双方均认为有必要，否则不得进行系统或硬件的修改。

在可利用率试验开始前，招标人应已购得双方都认为必备的所有 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，从招标人若从备品库中借用备品备件，投标人必须无偿给招标人补充归还。因招标人库存中缺少投标人推荐的备品备件而导致修复工作延误，应计算故障时间。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，投标人均应在 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。

5.3.3 DCS 系统硬件指标和软件指标的测试

指标测试将根据附件一规定的有关国家、行业标准要求检验下列（但不限于）内容是否满足合同规定：

（1）系统抗干扰能力

共模电压 250V。

共模抑制比不小于 90dB。

差模电压不小于 60V。

差模抑制比不小于 60dB。

（2）系统可用率（要求见上）

整个 DCS 系统的可利用率不小于 99.9%。

（3）系统精度

在整个系统运行环境温度范围内，系统满足如下精度要求：

模拟量输入信号精度为±0.1%（高电平或电流），±0.2%（低电平）；

模拟量输出信号精度为±0.25%（高电平或电流）；

系统设计满足在 6 个月内不需要手动校正而保证这三个精确度的要求。

（4）系统响应指标

数据库刷新周期，模拟量不大于模拟量最小采样周期，开关量不大于 1 秒。

LED 画面对键盘操作指令的响应时间小于 1 秒。

LED 画面上资料刷新周期小于 1 秒。

从键盘、鼠标等手段发出的任何开关量操作指令响应时间（输出信号直接引到该

操作对象反馈信号输入端，记录操作员站键盘指令发出，到屏幕显示反馈信号的时间），平均值应不大于 1.0 秒；模拟量操作信号响应时间（直接引到该操作对象反馈信号输入端。记录操作员站键盘指令发出，到屏幕显示反馈信号的时间（或在工程师站选择一模拟量测点，通过键盘输入信号值，观察、记录该信号发出至另一工程师站显示器上数据变化时间），平均值应不大于 2 秒。

（5）负荷率与裕量

系统在任何工况下均应满足：

通讯总线在最繁忙的情况下，负荷率不应超过 30%（对于共享式以太网不应超过 20%）。

所有控制站处理器负荷率不应超过 50%；

操作员站处理器负荷率不应超过 40%。

5.4 所有的验收试验、演示和现场性能验收试验费用均包含在合同总价中。

5.5 性能验收试验结果的确认

性能验收试验报告以招标人为主编写，投标人参加，共同签章确认结论。

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。

性能验收试验报告是签署合同设备初步验收证书的重要依据。

5.6 保证期

投标人应同意 DCS 的保证期自系统可利用率试验证书签字之日起计算，为期 12 个月。

在保证期内，投标人应保证及时免费更换或修复任何并非由招标人非正常操作而导致的缺陷或故障。

附件 2 供货范围

1 一般要求

- 1.1 本附件规定了合同设备的供货范围。投标人保证提供设备为全新的、先进的、成熟的、完整的和安全可靠的（不接受返修件），且设备的技术经济性能符合附件1的要求。
- 1.2 投标人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。对于属于整套设备运行和施工所必需的部件，即使本附件未列出和 / 或数目不足，投标人仍须在执行合同时补足。
- 1.3 除有特别注明外，所列数量按照机组DCS（包括公用系统）分列，脱硫、脱硝部分设备和技术服务（含工程组态设计等）必须单独开列并报价。
- 1.4 投标人应提供所有安装和检修所需的专用工具和消耗材料等，提供详细供货清单。并提供安装调试用备品备件。
- 1.5 在投标书中提供三年用备品备件清单。
- 1.6 提供所供设备中的进口件清单。
- 1.7 投标人提供的技术资料清单见附件3。

2 供货范围

投标人应确保供货范围完整,以能满足用户安装、运行要求为原则,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(属投标人供货范围)由投标人补充。

2.1 DCS 供货范围界限划分:

- 2.1.1 以 DCS 至现场电缆信号端子（DCS 端子柜）为界之内的全部软硬件设备及其相关软件，包括所有操作员站、工程师站、打印机、机柜、电源柜、操作台、远程 IO 机柜，安装机柜所需的底座、绝缘垫层、固定件等。
- 2.1.2 电缆（包括所有总线电缆、通讯线缆、光缆、DCS 机柜间信号连接电缆、电源电缆及接地电缆）。
- 2.1.3 人机接口设备还应包括整体台（含临时调试室）及有关附件。
- 2.1.4 实现所供 DCS 系统与其它系统接口及通讯电缆/光缆、转换装置。
- 2.1.5 机组 DCS 系统接地柜，包括柜间接地电缆及接地汇总铜排。

2.1.6 投标人应按此表格形式提供主要软件、硬件清单（填写顺序要与报价表中的顺序一致）：表 1 为单元机组；表 3 为 ICS 智能控制平台系统供货清单

表 1 单元机组 DCS 供货清单（按单台机组开列，投标人应分别细化；）

序号	设备名称	型号规格	单位	数量					产地	生产厂家	备注
				#1机	#2机	公用系统	辅助系统	总计			
一、	操作层设备										
1	操作员站（含大屏幕操作员站主机）										
1.1	工控机主机		台								
1.2	显示器（LED）	27"	台								
1.3	鼠标/键盘		套								
1.4	网卡		块								
1.5	有源音响		个								
1.6	安全保密机箱		个								
1.7	其他设备		个								
2	工程师站										
2.1	工控机主机		台								
2.2	显示器（LED）	27"	台								
2.3	鼠标/键盘		套								
2.4	网卡		块								
2.5	DVD 刻录光驱	外置式	台								
2.6	安全保密机箱		个								
2.7	其他设备		个								
3	历史站										
3.1	服务器主机		套								
3.2	显示器（LED）	27"	台								
3.3	鼠标/键盘		套								
3.5	DVD 刻录光驱	外置式	台								
3.6	安全保密机箱		个								
3.7	其他设备		个								
4	SIS 接口站										

序号	设备名称	型号规格	单位	数量					产地	生产厂家	备注
				#1 机	#2 机	公用 系统	辅助 系统	总计			
4.1	SIS 接口机		台								
4.2	显示器（LED）	27"	台								
4.3	网卡		块								
4.4	硬件防火墙		套								
4.5	其他设备		个								
5	通讯站										
5.1	通讯接口服 务器		台								
5.2	其他										
6	打印机										
6.1	黑白记录打 印机		台								
6.2	黑白报警打 印机		台								
6.2	彩色激光打 印机		台								
6.4	打印机服务 器		台								
二、	网络连接设备										
1	核心交换机		台								
2	单元机组以 太网交换机		台								
3	光缆终端套 件		套								
4	单模光缆	铠装	km								满足实 际要求
5	多模光缆	铠装	km								满足实 际要求
6	接地电缆		km								满足实 际要求
7	通讯电缆		km								满足实 际要求
8	柜间电缆		km								满足实 际要求
9	交换机柜		面								
三、	过程控制级设备										
1	控制器										

序号	设备名称	型号规格	单位	数量					产地	生产厂家	备注
				#1 机	#2 机	公用 系统	辅助 系统	总计			
1.1	过程控制器 (DPU)		对	不 少 于 65 对	不 少 于 65 对	不 少 于 15 对	不 少 于 27 对				
2	输入输出模件										
2.1	模拟量输入 模件		块								
2.2	热电阻输入 模件		块								
2.3	热电偶输入 模件		块								
2.4	模拟量输出 模件		块								
2.5	开关量输入 模件		块								
2.6	开关量输出 模件		块								
2.7	SOE 输入模件		块								
2.8	脉冲量输入 模件		块								
2.9	通讯接口模 件		块								
2.10	其他										
3	系统模件机柜										
1	现场控制站 机柜/远程 I/O 机柜		面								
2	电源模件		块								
3	端子柜		面								
4	UPS 电源	1KVA	台								
5	UPS 电源	3KVA	台								
四、	机柜盘台及其他部件等										
1	电源分配柜		面								
1.1	锅炉电源分 配柜		面								
1.2	汽机电源分 配柜		面								
1.3	风扇电源箱		面								

序号	设备名称	型号规格	单位	数量					产地	生产厂家	备注
				#1 机	#2 机	公用 系统	辅助 系统	总计			
2	双路电源自动切换装置		套								
3	MFT 保护柜		面								
4	继电器柜（含继电器等柜内设备）		面								
5	硬操按钮	带安全防护罩	套								满足实际需要
6	操作台(含ECS)		套								
7	工程师台		套								
8	值长台		套								
9	历史站工作台		套								
10	打印台		套								
11	座椅		套								
12	接地柜		面								
13	其他										
五、	系统软件										
1	服务器操作系统软件		套								
2	操作站/工程师站操作系统软件		套								
3	操作员站软件		套								
4	工程师站软件		套								
5	历史站软件		套								
6	控制器监控软件		套								
7	数据通讯接口软件		套								
8	系统恢复光盘		套								
9	杀毒软件		套								
10	应用软件		套								

序号	设备名称	型号规格	单位	数量					产地	生产厂家	备注
				#1 机	#2 机	公用 系统	辅助 系统	总计			
11	现场总线设备及管理软件（如有）		套								
12	优化软件		套								
13	其他										
六、	供招标人选择的设备和软件										
1	优化软件		套								
1.1	智能报警（一区智能监盘）		套								单独报价，计入投标总价
1.2	投标推荐的其它优化		套								分项报价，不计入投标总价
七、	网络安全防护										
1	工控入侵检测系统										
1.1	工控入侵检测系统		台								
1.2	网络数据分流设备		台								
1.3	其他										
2	主机加固及进程管控										
2.1	主机加固及进程管控软件产品		套								
2.2	工控主机可信加固软件（操作员站）		套								
2.3	工控主机可信加固软件（工作站）		套								
2.4	工控主机可信加固软件（服务器）		套								
2.5	工控主机可信加固软件（接口机）		套								
2.6	其他										
3	安全审计系统										

序号	设备名称	型号规格	单位	数量					产地	生产厂家	备注
				#1 机	#2 机	公用 系统	辅助 系统	总计			
3.1	工控安全审计系统		套								
3.1.1	高性能审计服务端		套								
3.1.2	TAP 汇聚分流器		套								
3.2	综合审计管理端/客户端		套								
3.2.1	计算机		台								
3.2.2	鼠标/键盘		套								
3.2.3	网络通讯适配器		块								
3.3	操作系统		套								
3.4	显示器		台								
3.5	工业网络交换机		台								
3.6	系统预制电缆		套								
3.7	操作员台		张								
3.8	座椅		把								
3.9	其他										
4	工控网络主动管控平台										
4.1	网络管控平台工控机		套								
4.1.1	计算机		台								
4.1.2	鼠标/键盘		套								
4.1.3	网络通讯适配器		块								
4.2	操作系统		套								
4.3	显示器		台								
4.4	工控信息安全监控管理软件		套								
4.4.1	工控网络主动管控平台		套								
4.5	操作员台		张								
4.6	座椅		把								
4.7	其他										
5	单向隔离网关										
1	单向隔离网		台								

序号	设备名称	型号规格	单位	数量					产地	生产厂家	备注
				#1机	#2机	公用系统	辅助系统	总计			
	关										
6	其他										投标人细化
八、	其它(投标人细化)										

表 2 机组 DCS 的公用系统供货清单

投标人按热力系统公用部分、压缩空气系统、电气两机公共部分、输灰公用部分、循环水泵房公用部分、脱硫公用部分（需单独报价，计入投标总价）、等详细细化。

（1）热力系统公用部分

序号	名 称	规格和型号	单位	数量	产地	生产厂家	备注
1	模件柜						
2	端子柜						
3	电源柜						
4	继电器柜						
5	网络机柜						
6	各分类模件（含处理器模件）						
7	各类端子板						
8	通讯设备						
9	接口设备						
10	其它设备						

（2）压缩空气系统

序号	名 称	规格和型号	单位	数量	产地	生产厂家	备注
1	模件柜						
2	端子柜						
3	电源柜						
4	继电器柜						

5	网络机柜						
6	各分类模件（含处理器模件）						
7	各类端子板						
8	通讯设备						
9	接口设备						
10	其它设备						

(3) 电气公共部分

序号	名 称	规格和型号	单位	数量	产地	生产厂家	备 注
1	模件柜						
2	端子柜						
3	电源柜						
4	继电器柜						
5	网络机柜						
6	各分类模件（含处理器模件）						
7	各类端子板						
8	通讯设备						
9	接口设备						
10	其它设备						

(4) 除灰公用部分

序号	名 称	规格和型号	单位	数量	产地	生产厂家	备注
1	模件柜						
2	端子柜						
3	电源柜						
4	继电器柜						
5	网络机柜						
6	各分类模件（含处理						

	器模件)						
7	各类端子板						
8	通讯设备						
9	接口设备						
10	其它设备						

(5) 循环水泵房公用部分

序号	名 称	规格和型号	单位	数量	产地	生产厂家	备注
1	模件柜						
2	端子柜						
3	电源柜						
4	继电器柜						
5	网络机柜						
6	各分类模件（含处理器模件）						
7	各类端子板						
8	通讯设备						
9	接口设备						
10	其它设备						

(6) 脱硫公用部分

序号	名 称	规格和型号	单位	数量	产地	生产厂家	备注
1	模件柜						
2	端子柜						
3	电源柜						
4	继电器柜						
5	网络机柜						
6	各分类模件（含处理器模件）						
7	各类端子板						
8	通讯设备						

9	接口设备						
10	其它设备						

表 3：ICS 智能控制平台系统供货清单（单台机组开列，本项目需提供 2 套。投标人应严格按照表格填写并补充）

序号	设备名称	型式规范	单位	数量	产地	生产厂家	备注
1	高性能服务器		套				
2	工控机		台				
3	打印机		台				
4	网络通讯接口：						
5	冗余接口		只				
6	非冗余接口		只				
7	操作系统		套				
8	高性能数据库		套				
9	软件		套				
10	高性能控制器		对				
11	通讯处理器		对				
12	控制机柜（含冗余电源与其他配件）		面				
13	冗余通讯接口		对				
14	电源自动切换装置						
15	网络互联设备（网关、网桥、交换机等）		对				
16	单模光纤		米				
17	同轴电缆		米				
18	电线		米				
19	系统内预制电缆		米				
20	系统内信号电缆		米				
21	网络通讯机柜		面				
22	光纤收发机		台				注明端口数
23	网线		米				
24	软件及智能应用		套				
25	安装附件		套				
26	其他（如果有）						由投标人细化分项开列

备注：投标人细化分列上表全部内容。

2.2 备品备件

投标人提供的资料中应包括随机备品清单和推荐备品清单。随机备品是指本规范书规定的满足设备安装、调试、试运行所需备件，该部分应包括在投标总价中。在机组投入商业运行之前的安装、调试期间，如出现投标人设备任何部件或整体的损坏，投标人应在 24 小时内予以调换并承担一切所需费用，并对损坏原因进行详细说明。在此期间，如投标人使用了随机备品备件，则投标人应免费予以补全。

2.2.1 投标人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 10 年或该设备退出市场后 5 年（二者之中取时间长的一种），且备品备件价格不高于合同中三年备品备件价格的 110%。当投标人决定中断生产某些组件或设备时，应预先告知招标人，以便招标人增加这些设备的备品备件。

2.2.2 所有备品备件的一些主要部件（如印刷电路板）在发运前都应进行测试，以保证在 DCS 中正常运行。

2.2.3 每一种类的模件（包括控制器/处理器、网络接口模件、电源模件、交换机等），每套 DCS 各应有 15%（不足一块备一块模件）的随机备品备件。

2.2.4 性能验收完成之前损坏的模件或设备由投标人无偿提供。

表 1：机组 DCS 随机备品备件清单（按机组、公用和辅控系统分列，包括但不限于）

序号	名称	规格和型号	单位	#1 机	#2 机	公用系统	辅助系统	产地/生产厂家	备注
1	模拟量输入卡		块						
2	热电偶输入卡		块						
3	热电阻输入卡		块						
4	模拟量输出卡		块						
5	数字量输出卡		块						根据 DO 卡的具体方式，备品应包括卡键、继电器板（含继电器），以及必

									须的连接用的预制电缆。
6	数字量输入卡		块						
7	SOE 卡		块						
8	脉冲输入卡		块						
9	数据连接卡 (协议卡)		块						
10	继电器（直流）		个						
	继电器（交流）		个						
11	各类处理器 模件		对						
12	电源模件		个						
13	24VDC 电源		个						
14	电源预制电 缆		套						
15	数据通讯预 制电缆		套						
16	交换机		台						
17	跨接片		个						
18	卡件安装基 座		套						
19	各种类型保 险管		个						
20	隔离器		个						
21	操作员站		台						
22	控制器		台						
23	MFT 继电器		个						
24	网络接口模 件		个						
25	空闲端口封 闭锁	U 口锁、 网口锁、 光口锁 等	个	各 10	各 10	各 10	各 10		投标人对所有空闲端口加封闭锁后，另各备 10 个
26	其他								

表 2：三年备品备件清单（不计入投标总价）

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						
5						
6						

注：（1） 要求按随机备品备件和生产用备品备件分开列；

（2） 生产用备品备件根据最终折扣率单独签订物资战略合作框架协议。

（3） 协议有效期在设备质保期满后三年内在浙能集团范围内电厂均有效。

2.3 专用工具(2 套 DCS 所需，计入投标总价)

序号	名 称	规格和型号	单位	数量	产地/ 生产厂家	备注
1	调试用编程器		台	4		供货时主流配置
2	热工工程师培训机柜		套	1		
3	移动式刻录机		台	6		
4	DVD 光盘		套	10		
5	防静电手环		个	40		
6	多功能校验仪	JY824-HY0	台	2		
7	SOE 校验仪	JY411-HY0	台	2		
8	其它					由投标人补充

2.4 进口件清单

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						

附件 3 技术资料 and 交付进度

1 一般要求

1.1 投标人提供的资料应使用国际单位制（SI）单位。技术资料和图纸的文种为中文。外方提供的图纸和资料应翻译成中文随同原文一并提交招标人。图纸资料以中文为准，图纸资料除提供书面文件外还应提供光盘。图纸应为 AutoCAD 2004 版格式，文本文件应 Word/Excel2003 版格式，使用的字库文件应一同提交。

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 投标人资料的提交及时、充分，满足工程进度要求。在合同签订后 15 天内提交主要技术资料清单及满足工程设计的图纸资料。

1.4 投标人提供的技术资料分为投标阶段，配合设计阶段，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。投标人须满足以上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，投标人应及时免费提供。本期工程为多台设备构成，后续设备有改进时，投标人也应及时免费提供新的技术资料。

1.6 投标人要及时提供与合同设备设计制造有关的资料。

1.7 投标人提供的技术资料套数：

1.7.1 配合工程设计用的资料为本期工程 10 套（其中设计院 3 套，业主方 7 套）及相应的电子版本资料 2 套（设计院和业主方各 1 套）。

1.7.2 投标人提供最终版安装、调试、运行技术资料、维护说明书(手册)、培训手册等为每台设备 18 套（随机 2 套，设计院 2 套，招标人 14 套），电子文件每台设备 5 套（设计院 2 套，招标人 3 套）。

1.7.3 投标人在工程竣工后提供竣工图 12 套（设计院 1 套，招标人 11 套）及相应的电子版本 3 套。

1.8 投标人提供的图纸应清晰，不得提供缩微复印的图纸，所有图纸必须完全符合所供的系统，并及时反映出目前工程设计进度，所有资料均应装订，并标明修改的版本号和日期。

1.9 投标人应负责协调并安排与其它承包商所供控制系统间的接口资料交换进度。

投标人提供的所有技术文件（包括图纸）均应有本工程专用标识，即盖有“**浙能武威 2×1000MW 调峰火电机组工程专用**”图章，修改版资料对修改部分应有明显的标识或标注。快递、投标人直接携带、随机的技术文件应附有详细的目录清单。

1.10 投标人按招标人的要求，编制所供设备的电厂标识系统编码。

2 资料提交的基本要求

2.1 在投标阶段提供的资料（投标人可自行细化）

2.1.1 主机 DCS 系统网络拓扑图

2.1.2 主机 DCS 系统电源及接地图

2.1.3 机柜内部布置样图

2.1.4 供货总清单

2.1.5 备品备件清单及专用工具清单

2.1.6 控制器、IO 卡件及其他硬件原理图及技术参数说明

2.1.7 机组 DCS 控制器分配表

2.1.8 分包与外购件样本

2.2 配合工程设计的资料与图纸

2.2.1 技术协议签字后，投标人应在 15 天内提出一份在合同期间准备提交招标人审查、确认或作参考的文件和图纸清单。清单应包括需由招标人确认的图纸、进度和文件，并准备一份有关合同情况的详细工作报告。

2.2.2 设计配合过程中提交的电子文件，图纸应以 Auto CAD 电子格式提交，使用的字库文件应一同提交。

2.2.3 投标人应负责协调并安排与其它承包商所供控制系统间的接口资料交换进度。

3 硬件资料

投标人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，进口设备需同时提供原版英文资料。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，投标人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。

投标人至少应提供下列手册和图纸：

- a. 系统硬件手册
- b. 系统操作手册
- c. 系统维护手册
- d. 系统组态手册
- e. 构成系统所有模件、部件的原理图
- f. 机柜内部布置图
- g. 符合招标人要求格式的外部连接图，图上应有电缆编号和端子编号。
- h. 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。
- i. 所有控制和调整装置在维护时所需的校验曲线。
- j. 所有投标人外购设备手册
- k. DCS 使用的一些特殊机械设备详图
- l. 安装步骤、包括装配细节、设备散热和设备重量等。
- m. 材料清册
- n. 所有外围设备的样本（包括 LED、键盘、打印机、硬拷贝等）
- o. I/O 清单
- p. 调试大纲
- q. 系统安装手册
- r. 系统接地手册
- s. 电源及接线图
- t. 控制系统技术接口要求等
- u. DCS 功能设计说明（含详细的系统构架、FSSS、MCS、SCS、BPS、ECS、APS 以及辅助系统顺控等设计说明）
- v. 控制器故障应急预案

4 软件资料

- 4.1 投标人应提供足以使招标人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。
- 4.2 使用 Fortran, Pascal, Basic 等编程语言的系统站的支撑软件，其至少应有下

列有关文件：

4.2.1 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，此外以配上一定的流程图或类似的描述。

4.2.2 一般软件资料

这一文件应包括的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。

4.2.3 编程指导资料

投标人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，这一资料应存放在磁带或硬盘内提供给招标人。

5 用户手册

投标人应提供适合于用户工程师使用的、高质量的用户手册。这些手册应既可作为教材，又可用作参考手册，内容至少应包括：

- a. 试验、检查、故障检修的投运步骤；
- b. LED 和键盘用户手册；
- c. 图形手册；

6 控制逻辑文件

投标人应提供适合于没有计算机专业知识的控制工程师使用高质量文件，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人。

控制逻辑文件应清晰完整，并包括下列内容：

- a. 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。
- b. 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。
- c. 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。
- d. SAMA 图和逻辑图不能以功能码图代替。
- e. 控制工程师的用户手册、功能码手册。

7 I/O 清单

投标人应提供一份含有系统所有过程输入、输出清单，内部硬接线 IO 点，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、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。

附件 4 交货进度

交货进度表

序号	设备/部件 名称、型号	交货时间			
		#1 机组 DCS	#2 机组 DCS	公用系统 DCS	辅助系统 DCS
1	DCS 系统	2025 年 9 月 30 日	2025 年 12 月 30 日	2025 年 9 月 30 日	2025 年 9 月 30 日
2	DCS 随机备品及专用工具	2025 年 9 月 30 日	2025 年 12 月 30 日	2025 年 9 月 30 日	2025 年 9 月 30 日
3	热工工程师培训机柜	2025 年 9 月 30 日			

- 1、交货日期指该批设备到现场的日期（交货地点浙能武威 2×1000MW 调峰火电机组工程项目现场）。
- 2. 投标人应负责本系统的包装和运输，若因包装和运输过程中发生系统仪器设备的损坏，由投标人负完全责任。
- 3. 随机备品、专用工具随首台机组供货。
- 4. 设备到达现场，投标人派人到现场办理交接。
- 5. 设备的交货顺序要满足工程安装进度和顺序的要求，应保证部套的完整性。
- 6. 表中交货进度为暂定时间，如有变动，招标人将提前 90 天以书面形式通知投标人，投标人应按招标人要求供货，并不发生任何费用。
- 7. 本系统安装完成后，经调试、性能测试、正常运行后，投标人应提供竣工验收报告。

附件 5 监造、检验和性能验收试验

1 概述

1.1 本附件用于合同执行期间对投标人所提供的设备(包括对分包外购设备)进行监造、检查和性能验收试验，确保投标人所提供的设备符合附件一规定的要求。

1.2 投标人应在合同生效后 3 个月内，向招标人提供与本合同设备有关的监造、检查和性能验收试验标准。有关标准应符合附件 1 的规定。

2 工厂检查

2.1 工厂检查是质量控制的一个重要组成部分。投标人需严格进行厂内各生产环节的检查 and 试验。投标人提供的合同设备须签发质量证明、检验记录和测试报告，并且作为交货时质量证明文件的组成部分。

2.2 检查的范围包括原材料和元器件的进厂，部件的加工、组装、试验、出厂试验。

2.3 投标人检验的结果要满足附件 1 的要求，如有不符之处或达不到标准要求，投标人要采取措施处理直至满足要求，同时向招标人提交不一致性报告。投标人发生重大质量问题时应将情况及时通知招标人。

2.4 工厂检查的所有费用包括在合同总价中。

3 设备监造

3.1 监造依据

根据本合同和原电力工业部、机械工业部文件电办（1995）37 号《大型电力设备质量监造暂行规定》、DL/T586-2008《电力设备用户监造技术导则》和《驻大型电力设备制造厂总代表组工作条例》的规定，以及国家有关规定。

3.2 监造方式

文件见证、现场见证和停工待检，即 R 点、W 点、H 点。每次监造内容完成后，投标人和招标人监造代表均须在见证表格上履行签字手续。投标人复印 3 份，交招标人监造代表 1 份。

R 点：投标人只需提供检查或试验记录或报告的项目，即文件见证。

W 点：招标人监造代表参加的检验或试验的项目，即现场见证。

H 点：投标人在进行至该点时必须停工等待招标人监造代表参加的检验或试验的项目，即停工待检。

招标人接到见证通知后,应及时派代表到投标人检验或试验的现场参加现场见证或停工待检。如果招标人代表不能按时参加, W 点可自动转为 R 点, 但 H 点如果没有招标人书面通知同意转为 R 点, 投标人不得自行转入下道工序, 应与招标人商定更改见证时间, 如果更改后, 招标人仍不能按时参加, 则 H 点自动转为 R 点。

3.3 对投标人配合监造的要求

3.3.1 投标人有配合招标人监造的义务, 并及时提供相关资料, 并不由此发生任何费用。

3.3.2 投标人应给招标人监造代表提供工作、生产方便。

3.3.3 投标人应在现场见证或停工待检前 10 天将设备监造项目及时间通知招标人监造代表。

3.3.4 招标人监造代表有权查(借)阅与合同监造设备有关的技术资料, 如招标人认为需要复印存档, 投标人应提投标人便。

3.3.5 投标人应在见证后十天内将有关检查或试验记录或报告资料提供给招标人监造代表

4 性能验收试验

4.1 性能验收试验的目的为了检验合同设备的所有性能是否符合附件 1 的要求。

4.2 性能验收试验的地点由合同确定, 一般为招标人现场。

4.3 性能验收试验的时间: 设备性能试验一般在 168 小时试运之后半年内进行, 具体试验时间由买卖双方协商确定。

4.4 性能验收试验由招标人主持, 投标人参加。试验大纲由招标人提供, 与投标人讨论后确定, 具体试验内容由买卖双方共同认可的测试单位进行。如试验在现场进行, 投标人按本附件 4.7 款要求进行配合; 如试验在工厂进行, 试验所需的人力和财力等由投标人提供。

4.5 性能验收试验的内容包括精确度测试、校正误差测试、可利用率和数据采集率的要求、长期质保要求及其他性能指标。

4.6 性能验收试验的标准和方法(按相关标准执行)

4.7 性能验收试验所需的属于投标人供货范围内的测点、一次元件和就地仪表的装设应由投标人提供, 并应符合有关规程、规范和标准的规定, 并经招标人确认。投标人

也要提供试验所需的技术配合和人员配合。

4.8 性能验收试验结果的确认

性能验收试验报告由测试单位编写，报告结论买卖双方均应承认。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。

附件 6 技术服务和设计联络

1 投标人技术服务

1.1 项目管理

合同签订后，投标人应指定一名项目经理，该项目经理需有等同于或高于本机组容量的工作经历，负责协调投标人在工程全过程的各项工作。如系统设计、工程进度、制造确认、编程和技术服务、图纸文件、工厂和现场测试、编制文件、启动、投运和现场系统可利用率测试等工作。

1.2 工程设计

1.2.1 在设备和系统制造前，投标人应将设备布置图、子系统说明书、功能控制及逻辑控制图提供招标人审查批准，以保证所供系统和设备能符合合同文本的各项规定。

1.2.2 投标人还应向招标人提交所有最终接口资料和图纸，以便招标人能顺利开展其设计工作。

1.2.3 投标人提交的设备布置图、控制逻辑图、控制接线图和其它详图，均应随设计进程而更新，以便及时反映当前的设计进展。修改版本应以数字形式在图标的版本栏内表示出来。

1.2.4 投标人应负责向海外制造商取得所需的资料。

1.2.5 投标人应审查来自其它控制系统或其它供货商的资料，提出其具体意见和问题，并确保这些资料的最终正确性，以协调接口设计并实现 DCS 的完整性。

1.2.6 DCS 系统完成现场投运后，投标人还应提供反映在现场投运时作过修改的系统竣工图。

1.3 现场服务

1.3.1 投标人现场技术服务人员应负责保证所提供的合同设备安全、正常投运。

1.3.2 投标人要派出合格的、能独立解决问题的现场服务人员。投标人提供的包括服务人员天数的现场服务表应能满足工程需要。如果由于投标人的原因，下表中的入天数不能满足工程需要，招标人有权追加入天数，且发生的费用由投标人承担；如果由于招标人的原因，下表中的入天数不能满足工程需要，投标人要求追加入天数，且发生的费用由招标人承担。

1.3.3 投标人服务人员的一切费用已包含在合同总价中，它包括诸如服务人员的工资

及各种补助、交通费、通讯费、食宿费、医疗费、各种保险费、各种税费等等。

1.3.4 现场服务人员的工作时间应与现场要求相一致，以满足现场安装、调试和试运行的要求。招标人不再因投标人现场服务人员的加班和节假日而另付费用。

1.3.5 未经招标人同意，投标人不得随意更换现场服务人员。同时，投标人须及时更换招标人认为不合格的投标人现场服务人员。

1.3.6 招标人有权提出更换不符合要求的投标人现场服务人员，投标人应根据现场需要，重新选派招标人认可的服务人员。如果招标人在书面提出该项要求 10 天内投标人没有答复，将与延误工期等同处理。

1.3.7 由于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错误以及投标人未按要求派人指导或投标人提供的技术资料错误而造成的损失应由投标人负责。

1.3.8 投标人应提供由其供应的设备和系统进行安装检查、软件调试、维护和启动所必需的专用测试设备和工具。

1.3.9 附件 1 之第 4 款是对本附件的有效补充，如有矛盾取高标准执行。

1.3.10 下述现场服务表中的天数均为现场服务人员人天数。

现场服务

序号	技术服务内容	总的计划人 天数	派出人员构成		备注
			职称	人数	
1	#1 机 DCS				
2	#2 机 DCS				
3	公用系统 DCS				
4	辅助系统 DCS				

1.3.10.1 在下列情况下发生的服务人天数将不计入投标人现场总服务人天数中：

1.3.10.2 由于投标人原因不能履行服务人员职责和不具备服务人员条件资质的现场服务人员人天数；

1.3.10.3 投标人为解决在设计、安装、调试、试运等阶段的自身技术、设备等方面出现的问题而增加的现场服务人天数；

1.3.10.4 因其他投标人原因而增加的现场服务人员。

1.3.11 投标人现场服务人员应具有下列资质：

1.3.11.1 遵守中华人民共和国法律，遵守现场的各项规章制度；

1.3.11.2 有较强的责任感和事业心，按时到位；

1.3.11.3 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；服务人员中有参加过本工程设计的人员。

1.3.11.4 身体健康，适应现场工作的条件。

1.3.11.5 在投标文件中提供参与本项目技术服务人员业绩及相关证明。

服务人员表

姓名		性别		年龄	
民族		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	（按投标人工程设计人员资格评价）				

1.3.12 投标人现场服务人员的职责

1.3.12.1 投标人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；

1.3.12.2 在安装和调试前，投标人技术服务人员应向招标人进行技术交底，讲解和示范将要进行的程序和方法。投标人应对其所供设备提供安装和调试监督的重要工序表，投标人技术人员要对施工情况进行确认和签字，否则投标人不能进行下一道工序。

经投标人确认和签证的工序如因投标人技术服务人员指导错误而发生问题，投标人负全部责任；

安装和调试监督的重要工序表

序号	工序名称	工序主要内容	备注

注：此表内容在合同执行期间提供。

1.3.12.3 投标人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，投标人现场人员要在招标人规定的时间内处理解决。如投标人委托招标人进行处理，投标人现场服务人员要出委托书并承担相应的经济责任；

1.3.12.4 投标人对其现场服务人员的一切行为负全部责任；

1.3.12.5 投标人现场服务人员的正常来去和更换应事先与招标人协商。

1.4 招标人的义务

招标人应配合投标人现场服务人员的工作，并为投标人提供生活、交通和通讯方便。

2 工程设计中的配合人员

2.1 在工程设计中投标人应安排有固定的设计人员，保证完成整个控制系统的设计工作及与招标人在技术方面的配合工作。

2.2 投标人工程设计人员应具有下列资质：

2.2.1 遵守中华人民共和国法律，遵守现场的各项规章制度；

2.2.2 有较强的责任感和事业心，按时到位；

2.2.3 熟悉 DCS 系统，主要设计人员有同类机组的设计经验，同时有现场服务经验；

2.2.4 身体健康，适应现场工作的条件。

3 培训

3.1 总则

3.1.1 对招标人的设计、施工、运行和维护人员的培训，是 DCS 成功启动和运行的基础。为使合同设备能正常安装、调试、运行、维护及检修，投标人应提供相应的技术

培训。

3.1.2 投标人应安排有经验的专家应采用现代化的培训手段安排培训课程。

3.1.3 每位教员均应具备正规课堂讲学的经验。教员应负责教会学员掌握培训课程的内容，提供如何使用技术资料的指导，并解答学员在培训过程中提出的有关问题。

3.1.4 投标人应向学员提供必要的技术资料、图纸、设备、仪表和安全防护用具，并允许学员携带他们培训期间的笔记本、技术资料和有关文件回国。

3.1.5 投标人应随其报价提出一份初步培训计划。正式的培训计划将经双方协商后确定。

3.1.6 培训的费用应包含在合同价格中，这些费用包括教员工资、教材、图纸和手册、招标人培训人员餐饮。投标人为招标人培训人员提供住宿、交通方便。

3.1.7 在培训结束时，投标人应对学员作出评价，并直接通知招标人。

3.2 投标人基地培训

3.2.1 招标人派出人员参加投标人基地培训

3.2.2 投标人国内基地培训至少应有如下内容：

- DCS 的内部结构和特点
- 软件组态
- 数据库生成
- LED 画面制作
- 硬件维护、检查测试、查找故障的方法
- 数据通讯系统的基本原理、通讯协议和接口
- 电厂 DCS 的仿真培训和故障排除
- 考察相似的电厂和使用同类型 DCS 的电厂

3.3 现场培训

3.3.1 投标人应提供招标人认为必要的附加培训，因为在投标人国内基地培训结束后，投标人对所供硬件和软件又有所修改。这种附加培训可在工程现场进行，故称为现场培训。

3.3.2 投标人应派出有关专家到现场，承担现场培训任务。现场培训的要求与投标人国内基地培训相仿。

3.3.3 现场培训人月数（自定）。

3.3.4 现场培训至少应有下列内容：

- DCS 的基本知识和系统组态；
- DCS 的安装、检查、排除故障、在线联调和维修等课程；
- 人机接口的应用培训。

3.3.5 当进行现场安装和开环测试时，投标人应对招标人的运行人员进行 DCS 的在线操作培训。

3.3.6 现场培训的计划（包括内容和时间）将在设计联络会上讨论确定。

3.4 培训计划和内容列出如下：

序号	培训内容	计划人/天数	培训教师构成		地点	备注
			职 称	人 数		
1	工程师培训	40 人/14 天			投标人基地	住宿自理
2	操作员培训	50 人/7 天			投标人基地	住宿自理
3	现场培训	按需			招标人所在地	
4	工控网络安全培训	按需			投标人基地	
5	其他培训					

4 联络会

4.1 总的要求

4.1.1 设计联络会（DLM）的目的是保证合同设备和电厂的成功设计，及时协调和解决设计中的技术问题，协调招标人和投标人，以及其他设备（系统）供货方之间的接口问题，妥善解决技术问题和保证工程的顺利开展。

4.1.2 由于在具体设计过程中出现的某些共同关心的问题，有可能在中国或在投标人的所在地召开计划外的联络/协调会，投标人应负责筹办和参加这些会议，并支付所需费用。

4.1.3 招投标双方在国内 DLM 所需往返旅费、当地交通、住宿各自负责，会议组织方提供餐饮及当地交通方便，并负责会务。

4.1.4 在每次 DLM 之前二周，投标人应向招标人提交技术文件和图纸，以便招标人在会上讨论和确认这些技术文件和图纸。

4.1.5 每次 DLM 结束时，招、投标双方应签署会议纪要。纪要与合同具有同等效力。

4.1.6 投标人应积极参加汽机、锅炉、发电机本体及其它重要辅机设备的设计联络会，主动了解、探讨设备和系统的控制要求，以利于 DCS 控制逻辑的正确设计。

4.2 设计联络会议具体安排如下：

4.2.1 第一次 DLM

时间：待定

会期：待定

地点：待定

参加人数：待定

会议议题：工程启动会议，招、投标双方应通过磋商对下列内容进行讨论和决定：

- 工程进程里程碑
- 投标人应提供需招标人审查批准或向招标人传递信息的文件和图纸清单。该清单应包括全部图纸、进度安排及为做好确认工作所必须的全部资料。并还应包括执行合同规定的各个方面工作的详细记录。

- 招、投标双方进行设计所需的互提技术资料的清单
- 投标人介绍 DCS 初步（基本）设计方案
- 招、投标双方的设计界面

4.2.2 第二次 DLM

时间：待定

会期：待定

地点：待定

参加人数：待定

会议议题：

- 招标人应投标人的请求，解释已提供给投标人的技术资料中有疑问的地方。
- 招标人审查和批准投标人提交的 DCS 初步（基本）设计方案

- 讨论和确认投标人拟采用的技术规程和技术标准。
- 审查和确认由投标人选定的有关 DCS 辅助设备和外围设备的分包商。
- 协调 DCS 与其它控制系统的接口。
- 参加会议的招标人人员将考察使用相同或相似 DCS 的有关电厂和投标人的设备制造厂。
- 单元控制室和电子设备室的土建设计等接口协调。

4.2.3 第三次 DLM

时间：待定

会期：待定

地点：待定

参加人数：待定

会议议题：

- 招标人审查和批准 I/O 清单、硬件配置、主控制台布置并最后确认系统硬件的组成—硬件冻结。
- 讨论和确认调节框图以及顺序控制和保护逻辑图。
- 如有必要，参加会议的投标人人员考察工程现场，收集有关设计资料。

4.2.4 第四次 DLM

时间：待定

会期：待定

地点：待定

参加人数：待定

会议议题：

- DCS 设计与其它系统设计之间接口的最终协调，如电缆连接的设计。
- 招标人最后审查和确认投标人的应用软件设计，即应用软件冻结。
- 投标人提供并解释有关 DCS 的工厂检查和验收测试的规程标准，进度、项目、步骤和方法
- 讨论和解决双方设计中遗留的技术问题。
- 类似软件设计在国内电厂中实际运行状况，存在问题和改进情况。

附件 7 分包与外购

投标人要按下列表格填写分包情况表，并报各分包厂家的简要资质情况。

分包情况表

序号	名 称	规格和型号	单位	数量	生产厂家	备 注
1						
2						
3						

附件 8 运行维护手册

运行维护手册格式要求如下：

浙能武威 2×1000MW 调峰火电机组工程项目

分散控制系统（DCS）

运 行 维 护

手

册

要求：一式**套

纸张：A4

字体：宋体，小四号

行间距：1.5 倍

页边距（mm）：左-30 右-25 上-30 下-40

页眉：**设备运行维护手册

注：在正式提交前，先由招标人审定。

设备运行和维护手册的目的是能够把全部必要的数据和说明装订成册，这样，运

行人员可以较好地查阅和理解最初调试及试运行工作、有效操作以及在正常、事故和异常(非设计情况)下怎样正确操作设备和停机。在提交之前,双方应商定操作和维护手册的形式和内容。

该手册应详细地叙述和说明设备构造,使新来的操作和维护人员能够研究和理解设备的功能的控制方法。

手册中应能够快速查阅运行参数、设备说明书、操作、维护和安全程度。

运行和维护手册应包括,但不限于下述内容:

设备概述,包括设备、系统说明、设备结构、功能说明、技术规范等。

设备启动、运行和停运的操作程序及注意事项。

设备联锁和保护功能说明。

设备安装、拆卸、维护的程序及注意事项。

设备零、部件清单,包括名称、图号、规格、材质、制造厂家全称等。

设备易损件、消耗性材料清单,包括名称、规格、制造厂家全称等。

为便于使用和查阅,手册应分成卷,每一卷包括封面的最大厚度为 50mm。
每一卷的版式应尽可能地一致,每一部分的系统、设备等描述顺序也应一致。

附件 9 大（部）件情况

序号	部件名称	数量	尺寸（m）长×宽 ×高		重量（t）		厂家名称	部件产地	备注
			包装	未包装	包装	未包装			
1									
2									
3									

说明：

1. 投标人应在投标文件中按附表要求提供设备各大件的运输尺寸（长×宽×高）、重量，并附运输外形尺寸图及其重心位置。
2. 设备运输尺寸，指设备包装后的各部分尺寸。
3. 当采用铁路运输时，设备的运输外形尺寸，应考虑该设备拟采用的运输车辆装载面至轨面的高度要求。
4. 投标人应根据大件运输的线路及运输方式，对沿途中所经过的涵洞、桥梁等构、建筑物进行充分的调查和论证，在投标文件中提出大件运输的方案，确保设备大件安全运至现场。
5. 投标人还应在投标文件中说明所有其它设备的运输方案，包括车辆型号、数量、运输路线等。
6. 当投标人设备的运输尺寸超出上述给定的铁路运输界限规定的界限要求时，投标人应承担由于采取必要措施进行运输而发生的费用。
7. 为减少现场组装工作量，投标人应根据运输最大件的要求，合理拆分设备，并在投标文件中对设备交货形式作出说明。
8. 其他事项各单位依据自身特点进行补充说明。

附件 10 技术差异表

投标人要将投标文件和招标文件的差异之处汇集成表，技术部分和商务部分要单独列表。

序号	招标文件		投标文件	
	条目	简要内容	条目	简要内容

附件 11 附图

附图 1：全厂自动化网络拓扑图

附图 2：主厂房控制室

附图 3：汽机电子设备间平面布置图

附图 4：锅炉电子设备间平面布置图

附图 5：化运控制室布置图

附图 6：环燃控制室及工程师室平面布置图

附图 7：启动锅炉电子间控制操作台布置图

附件 12 性能考核条款

1. 当 DCS 局部发生故障，且从发现之日起投标人在二周内仍未能将其消除故障，以致影响工期，投标人除必须继续工作直至故障消除外，同时支付相当于该套设备合同价 3% 的违约金。
2. 投标人应保证 DCS 可利用率 $\geq 99.9\%$ ，并经试验证实其符合技术规范书规定的功能。若达不到合同技术规范书规定的要求，则投标人必须在二周内予以整修或更换设备，并承担所发生的一切费用，否则，应支付相当于该套设备合同价 10% 的违约金。
3. 信息显示时间，从输入通道送入信息开始，至显示器正确显示为止的时间，要求不大于 1 秒，必须在二周内予以免费处理。若仍达不到合同技术规范书规定的要求，则支付相当于该套设备合同价 1% 的违约金。
4. 操作指令执行时间，从发出操作指令到执行机构动作时间不超过 1 秒，必须在二周内予以免费处理。若仍达不到合同技术规范书规定的要求，则支付相当于该套设备合同价 1% 的违约金。
5. 显示器调出画面响应时间，从发出调画面指令开始至完成画面和数据稳定显示为止的时间，要求不大于 2 秒，必须在二周内予以免费处理。若仍达不到合同技术规范书规定的要求，则支付相当于该套设备合同价 1% 的违约金。
6. 通讯网络负荷率符合合同规定的要求，即令牌网不大于 30%、以太网不大于 20%。若达不到合同技术规范书规定的要求，则投标人必须在二周内予以免费整修或更换设备，并承担所发生的一切费用，同时支付相当于该套设备合同价 3% 的违约金。
7. 控制器负荷率符合合同规定的要求，即不大于 50%，若达不到合同技术规范书规定的要求，则投标人必须在二周内增加控制器及附件，并承担所发生的一切费用，同时支付相当于该套设备合同价 3% 的违约金。
8. SOE 分辨率，SOE 分辨率不大于 1 毫秒。若达不到合同技术规范书规定的要求，则投标人必须在二周内予以整修或更换设备，并承担所发生的一切费用，同时支付相当于该套设备合同价 1% 的违约金。

9. 若投标人没有实现合同规定的与其他系统之间的接口通讯，按每个接口投标人向招标人支付违约金 10-20 万元人民币。
10. 模件精度等应符合招标人的要求，因投标人原因每发生一项指标不满足要求，投标人向招标人支付违约金 20-40 万元人民币。
11. 上位机数据库若在本工程结束后未经中国信息安全测评中心安全可靠测评，需扣除本合同总额的 1%费用。

每套合同设备按照以上各项累积计算的最大违约金总金额将不超过每套合同设备总价的 15%。投标人支付全部违约金或者投标人提供的满意的替换或维修并重新通过可利用率试验，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。

附件 13 投标人需要说明的其他问题（质量承诺及售后服务承诺等）

投标人需提供的专题说明：

- 1、高性能智能控制器性能说明及应用案例。
- 2、智能控制平台 ICS 专题说明。
- 3、网络安全实施方案。
- 4、本工程 DCS 系统配置方案兼容性说明专题
- 5、智能报警（一区智能监盘）方案

附录 A 技术数据表（根据项目需要细化参数）

项目 技术性能及招标书要求		规范书要求	投标书响应
1	操作员站		
1.1	数量		
1.2	CPU 型式	采用 INTEL 多核多线程运算处理器	
1.3	CPU 字长		
1.4	主频	不低于 3.0G Hz	
1.5	内存	不低于 16GB	
	硬盘	镜像冗余	
1.6	液晶屏型式及尺寸	27 英寸	
1.7	液晶屏分辨率	至少为 1600x1200@85Hz	
1.8	操作员站形式		
1.9	打印机	彩色激光 A3/A4 图形打印机:至少每分钟 6 页的速度输出高质量的画面，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），以确保每次至少 5 幅画面输出时无需暂停。	
1.10	操作系统版本	国产符合安全可靠测评要求	
2	工程师站		
2.1	数量		
2.2	CPU 型号		
2.3	CPU 字长		
2.4	主频		
2.5	内存		
	硬盘		
2.6	液晶屏尺寸		
2.7	液晶屏分辨率		
2.8	打印机形式		
2.9	工程师站形式		
3	历史站		
3.1	数量		
3.2	CPU 型号		

技术性能及招标书要求 项目		规范书要求	投标书响应
3.3	CPU 字长		
3.4	主频		
3.5	内存		
3.6	硬盘	企业级，8T 以上，镜像冗余	
3.7	液晶屏尺寸		
3.8	液晶屏分辨率		
3.9	历史站数据存储时间	环保数据至少一年	
4	过程控制及 I/O 机柜		
4.1	控制器数量（对）		
4.1.1	单元机组控制器数量及分配方案（另行列表）		
4.1.2	公用部分控制器数量及分配方案（另行列表）		
4.2	控制器分散布置		
4.3	控制器 CPU 型号		
4.4	控制器 CPU 字长		
4.5	控制器主频		
4.6	控制器内存		1.1
4.7	控制器内存保存时间		
4.8	I/O 点数（设计）		
4.9	每个 DI 模件点数		
4.10	每个 DO 模件点数		
4.11	每个 PI 模件点数		
4.12	每个 PO 模件点数		
4.13	每个 AI 模件点数		
4.14	每个 AO 模件点数		
4.15	每个 RTD/TC 模件点数		
4.16	每个 D/A 或 A/D 转换器点数	每个模拟量输出点应有一个单独的 D/A 转换器	
4.17	DI 查询电压	宜为 48VDC	
4.18	输入输出通道是否有电隔离		
4.19	可否带电插拔	支持带电在线插拔	
4.20	机柜数量（含模件、端子、电源、继电器柜）		
5	通讯		
5.1	主干网通讯介质		
5.2	通讯方式		

技术性能及招标书要求 项目		规范书要求	投标书响应
5.3	通讯层数（网络、控制、I/O）		
5.4	网络、控制、I/O 层通讯速率		
5.5	网络带站能力		
5.6	通讯最长距离（节点间）km		
5.7	网络接口模件是否冗余	冗余	
5.8	与远程 I/O 站的通讯介质		
6	系统对外接口方式		
6.1	与 SIS 系统接口	冗余数据通讯	
6.2	与 DEH、MEH 接口		
6.3	与远程 I/O（IDAS）的接口	冗余数据通讯	
6.4	与 AVR、AVC 系统接口		
6.5	与发变组保护的接口		
6.6	其他接口		
7	系统性能		
7.1	通讯网（含接口模件）冗余配置方案		
7.2	电源模件冗余配置方案		
7.3	电源分配柜备用容量 备用回路裕量		
7.4	冗余设备的切换时间		
7.5	数字量更新周期		
7.6	电气开关量采样周期		
7.7	数字量处理周期	不应超过 100ms	
7.8	模拟量更新周期		
7.9	模拟量处理周期	不应超过 250ms	
7.10	电气模拟量采样周期		
7.11	每个操作员站的负荷率	最大负荷率不超过 40%	
7.12	每个处理器的负荷率	最大负荷运行时，负荷率不应超过 50%	
7.13	处理器内存占用量	应有 50%存储余量	
7.14	处理器外存占用量	应有 60%外存余量	
7.15	电源负荷余量	30%-40%	
7.16	I/O 的备用量	≥0.15	
7.17	LED 画面更新时间	小于 1 秒	
7.18	LED 操作响应时间	小于 1 秒	
7.19	通讯负荷率	不大于 30%（共享式以太网通讯的负荷率不大于 20%）	
7.20	系统可利用率		
7.21	自诊断能力		

技术性能及招标书要求 项目		规范书要求	投标书响应
7.22	系统组态是否通过图形及功能码		
7.23	支持高级语言		
7.24	能否在线组态		
7.25	屏蔽与接地方案	不接受需单独接地网的 DCS	
7.26	TC 冷端补偿方法及精度		
7.27	系统共模电压	500V	
7.28	系统差模电压	90V	
7.29	系统共模抑制比	不小于 60dB	
7.30	系统差模抑制比	不小于 50dB	
7.31	模拟量输入模件精度	±0.1%（高电平或电流）	
7.32	模拟量输入模件精度	±0.2%（低电平）	
7.33	模拟量输出模件精度	±0.25%（高电平或电流）	
7.34	SOE 配置方案和分辨率）	SOE 必须是 DCS 的一部分，不允许采用单独 SOE 装置；提供 SOE 校验装置；时间分辨率应不大于 1ms；所有事件记录应参比同一时间标准	
7.35	SOE 的实现方法（软硬件型式） SOE 输入分辨率 SOE 允许最大点数		
7.36	历史数据存储时间	环保数据至少 1 年	
7.37	进入历史数据库的最大标签点数	至少 150000 个过程点	
7.38	是否具有每个控制器强制点清单查询功能		
7.39	单幅实时趋势曲线图最多可容纳标签点数/及点选增亮功能		
7.40	单幅历史趋势曲线图最多可容纳标签点数/及点选增亮功能		
8	其它		