

浙江（华东）深远海风电母港（核心区） 一期装备制造及运维基地工程

概念设计

（收口版）

第一篇 设计说明书



华东勘测设计研究院有限公司
HUADONG ENGINEERING CORPORATION LIMITED



中交第三航务工程勘察设计院有限公司
CCCC THIRD HARBOR CONSULTANTS CO., LTD

二〇二五年四月

浙江（华东）深远海风电母港（核心区）
一期装备制造及运维基地工程

项目单位：	浙江海风温州母港发展有限公司
设计单位名称：	中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司
设计资质证书等级：	工程设计综合甲级
业务范围：	可承接各行业、各等级的建设工程设计业务。 可从事资质证书许可范围内相应的建设工程总承包业务以及项目管理和相关的技术与管理服务。
设计资质证书编号：	A133000751
发证机关：	中华人民共和国住房和城乡建设部
发证日期：	2023 年 12 月 22 日
设计单位名称：	中交第三航务工程勘察设计院有限公司
设计资质证书等级：	工程设计综合资质甲级
业务范围：	可承接各行业、各等级的工程设计业务。可从事资质证书许可范围内相应的建设工程总承包业务以及项目管理和相关的技术与管理服务。
设计资质证书编号：	A131002973
发证机关：	中华人民共和国住房和城乡建设部
发证日期：	

浙江（华东）深远海风电母港（核心区） 一期装备制造及运维基地工程

概念设计

（收口版）

项目单位：浙江海风温州母港发展有限公司

编制单位：中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司

中交第三航务工程勘察设计院有限公司

法定代表人：时雷鸣（正高级工程师）

总工程师：徐建军（正高级工程师）

部门负责人：郑鹏翔（正高级工程师）

部门技术负责人：欧阳丽（正高级工程师）

项目经理：叶成华（正高级工程师）

项目总工：刘普军（正高级工程师）

主要专业负责人及参加人员（华东院）

专 业	专业负责人	参加人员
总图	刘普军 刘普军	张学栋 张学栋 程红华 程红华 叶成华 叶成华
运量	朱本飞 朱本飞	程红华 程红华 张学栋 张学栋
水文	蔡丽 蔡丽	陈国海 陈国海 赵建春 赵建春 吴 霜 吴霜
岩土	李荣 李荣	赵苏文 赵苏文 王振红 王振红 刘培成 刘培成
装卸工艺	朱本飞 朱本飞	程红华 程红华 叶成华 叶成华
厂区工艺	张学栋 张学栋	周 永 周永 夏艳慧 夏艳慧 赵小毅 赵小毅
水工结构	刘普军 刘普军	李 伟 李伟 杨道驰 杨道驰 孙 鹏 孙鹏
道路堆场	陆知耐 陆知耐	陈晓军 陈晓军 杨道驰 杨道驰 俞演名 俞演名 刘普军 刘普军
建筑结构	裘武挺 裘武挺	李 潇 李潇 任 敏 任敏 杨 剑 杨剑 蔡文杰 蔡文杰

		王旻悦	王旻悦
供电、照明	戴林君	戴林君	王星茗 胡佳
给排水、消防	袁金霖	袁金霖	许峥 许钢
节能	朱本飞	朱本飞	程红华 叶成华
施工组织	俞建强	俞建强	忻伟明
环保	张亚力	张亚力	张辉 胡剑
智慧化	刘宇	刘宇	李晓澜 邬雪松 刘雨婷
概算	游启升	游启升	张婷婷 俞茂玲

主要专业负责人及参加人员（三航院）

专业	专业设计负责人		室主任	主任工程师
	姓 名	职 称	姓 名/职 称	姓 名/职 称
总图	肖熠	工程师	潘瑞鹤	兰加智
			高级工程师	正高级工程师
水文航道	信书	高级工程师	孙平锋	于传见
			正高级工程师	高级工程师
装卸工艺	叶炯	工程师	姜桥	戴进
			高级工程师	正高级工程师
水工结构	陈嘉驹	工程师	张蕊	冯浩
			高级工程师	正高级工程师
建筑	张浩宇	高级工程师	张浩宇	蓝起宏
			高级工程师	高级工程师
结构	杨留娟	高级工程师	袁晓伟	孔凡峰
			高级工程师	高级工程师
供电	朱挺松	高级工程师	陈伟治	陈伟治
			高级工程师	高级工程师
通信、控制	陈康	工程师	丁飞虎	丁飞虎
			高级工程师	高级工程师
给排水、消防	刘岩	高级工程师	郑瑞东	马建汶
			高级工程师	正高级工程师
暖通、环保	唐孝懿	高级工程师	芮翔	马建汶
			高级工程师	正高级工程师
投资概算	贺静	工程师	姜臻	吴鹏
			高级工程师	高级工程师

目 录

第 1 章 总论	1
1.1 设计依据	1
1.2 设计范围	3
1.3 概述	4
1.4 存在的主要问题与建议	12
第 2 章 自然条件	14
2.1 工程地理位置	14
2.2 气象	14
2.3 水文	18
2.4 地形、地貌及工程泥沙	39
2.5 工程地质	44
2.6 地震	52
第 3 章 货运量与船型	54
3.1 货种、流量和流向	54
3.2 集疏运方式与集疏运量	62
3.3 设计船型与兼顾船型	62
3.4 设计船型主尺度	63
第 4 章 总平面布置	65
4.1 总平面布置原则	65
4.2 总平面布置与规划、相邻工程的关系	65
4.3 设计船型主尺度	67
4.4 泊位作业标准、作业天数	67
4.5 水域主尺度	67
4.6 总平面布置方案	67
4.7 主干管线综合布置	71
4.8 港作车船	71
第 5 章 航道、锚地与导助航设施	72

第 6 章	装卸工艺	73
6.1	主要设计参数	73
6.2	工艺方案及工艺流程	74
6.3	装卸机械设备选型	75
6.4	泊位通过能力	75
6.5	库场面积及容量	76
6.6	装卸作业人员	77
6.7	装卸工艺方案比选	77
6.8	设备配置表	77
第 7 章	厂区工艺	79
7.1	生产纲领	79
7.2	导管架建造工艺	81
7.3	生产布局	90
7.4	主要工艺设备	96
第 8 章	水工建筑物	101
第 9 章	陆域形成和道路、堆场	102
9.1	陆域现状	102
9.2	陆域形成与地基处理	104
9.3	道路	120
9.4	堆场	127
9.5	安全监测	139
9.6	综合方案	143
第 10 章	港区铁路	147
第 11 章	生产与辅助建筑物	148
11.1	设计依据	148
11.2	工程概况	149
11.3	规划设计理念	150
11.4	建筑设计	151
11.5	经济技术指标	153

11.6 结构设计	154
11.7 安全监测	158
第 12 章 供电、照明	160
12.1 设计范围和设计内容	160
12.2 变、配电系统	161
12.3 防雷接地与过电压保护	173
12.4 室外照明	174
12.5 线缆及敷设	175
12.6 码头电气设计	175
12.7 厂房及生产配套区建筑电气设计	175
12.8 主要电气设备材料表	183
第 13 章 控制	184
13.1 设计范围	184
13.2 控制系统	184
13.3 计算机管理系统	185
13.4 设备远程监控系统	185
13.5 火灾自动报警系统	186
13.6 照明控制系统	186
13.7 控制电缆敷设	186
第 14 章 信息与通信	187
14.1 概述	187
14.2 有线电话系统	187
14.3 消防专用通信	187
14.4 视频监控系统	187
14.5 综合信息传输路线	188
14.6 辅助设施	188
第 15 章 智慧港口	189
15.1 规划设计范围及主要设计内容	189
15.2 数字化需求分析	189

15.3 与母港建设单位既有信息化系统建设边界分析	192
15.4 方案总体设计	192
15.5 应用场景层功能设计	194
第 16 章 给水排水	206
16.1 给水	206
16.2 排水	208
16.3 防洪	209
第 17 章 采暖、通风、供热与动力	210
17.1 采暖、通风	210
17.2 动力	218
第 18 章 机修和供油	222
18.1 机修	222
18.2 供油	222
第 19 章 消防	223
19.1 工程概况	223
19.2 设计依据	224
19.3 火灾危险性分析	224
19.4 同时发生火灾次数论证	224
19.5 消防给水系统设计	224
19.6 灭火器配置	226
第 20 章 环境保护	227
20.1 设计依据	227
20.2 环境现状和环境敏感目标	229
20.3 主要污染源和污染物	233
20.4 环境保护治理措施与预期效果	234
20.5 建设项目引起生态变化所采取的防范措施	238
20.6 绿化设计	239
20.7 环境监测计划	240
20.8 环境投资	242

20.9 环境影响评价结论	242
第 21 章 安全	243
21.1 工程概况	243
21.2 安全评价与危险因素	246
21.3 安全措施	248
第 22 章 劳动卫生	252
22.1 设计依据	252
22.2 劳动卫生危害因素	253
22.3 劳动卫生防护对策	254
第 23 章 节能	257
23.1 工程概述及设计依据	257
23.2 双碳节能措施	269
第 24 章 施工条件、方法和进度	274
24.1 工程概况	274
24.2 施工依托条件	277
24.3 主要工程项目的施工方法	281
24.4 施工总体布置	311
24.5 施工进度安排	313
第 25 章 经济效益分析	316
25.1 评价基础和依据	316
25.2 经济分析	316
25.3 市场分析	320
25.4 财务分析（投资+建设+运营一体化模式）	329
25.5 财务分析（合作建设+协同运营模式）	346
25.6 经济评价结论	351
第 26 章 存在问题及建议	353

附 件：

（1）洞头区发展和改革局关于“浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期装备制造及运维基地工程项目备案（赋码）信息表”。

POWERCHINA HUADONG

第 1 章 总论

1.1 设计依据

1.1.1 依据文件

(1) 《中华人民共和国港口法》，中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第三次会议 2003 年 6 月 28 日通过，2018 年 12 月 29 日修订；

(2) 《国务院关于浙江海洋经济发展示范区规划的批复》(国函[2011]19 号文)；

(3) 《温州港总体规划（修订稿）》（2008 年 6 月）；

(4) 《温州港航道与锚地专项规划》（温州市交通运输局，2020 年 8 月）；

(5) 《国务院关于浙江海洋经济发展示范区规划的批复》（国函[2011]19 号文）；

(6) 《温州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的批复（浙政函〔2024〕39 号）；

(7) 《温州市综合交通运输发展“十四五”规划》(温州市人民政府，2021 年 7 月)；

(8) 《温州市城市总体规划(2021~2035 年)》(温州市人民政府，2023 年 9 月)

(9) 《温州港状元岙港区控制性详细规划》(温州市港航管理局、中交三航院 2005 年 2 月)；

(10) 《温州港航道与锚地专项规划》(温州市交通运输局，2020 年 8 月)。

(11) 洞头区发展和改革局关于“浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期装备制造及运维基地工程项目备案(赋码)信息表”(项目代码 2411-330305-04-01-394478)，2024 年 11 月 27 日。

1.1.2 依据资料

(1) 《浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期工程可行性研究报告》（中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司，2025 年 3 月）；

(2) 《浙江深远海风电母港一期工程通航安全咨询报告》（武汉理工大学，2025 年 2 月）；

(3) 《浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期码头（港池）工程航道通航条件影响评价报告》（浙江鸿海工程勘察设计院有限公司，2025 年 2 月）；

(4) 温州市洞头区状元岙港区以东海域 1#区块海域使用论证报告书（送审稿）（自

然资源部第二海洋研究所，2025 年 3 月）

（5）《浙江（华东）深远海风电母港项目 1:1000 地形图》（浙江华东测绘与工程安全技术有限公司，2024 年 9 月）；

（6）《浙江（华东）深远海风电母港项目工程地质勘察报告》（中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司；2024 年 10 月）。

（7）《浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期工程（码头部分）可行性研究报告》（华东勘测设计研究院有限公司，2025 年 2 月）

（8）《浙江(华东)深远海风电母港核心区一期工程(装备制造及运维基地、码头港池)社会风险评估报告》（浙江新港律师事务所，2025 年 3 月）。

（9）《温州港状元岙港区一期工程施工图》（中交第三航务工程勘察设计院有限公司，2005 年 7 月）。

1.1.3 主要工程技术标准

本工程主要依据但不限于以下现行工程技术标准规范：

- （1）《海港总体设计规范》（JTS165-2013）；
- （2）《港口与航道水文规范》（JTS145-2015）；
- （3）《港口工程荷载规范》（JTS 144-1-2010）；
- （4）《水运工程地基设计规范》（JTS 147-2017）；
- （5）《码头结构设计规范》（JTS 167-2018）；
- （6）《水运工程混凝土结构设计规范》（JTS 151-2011）；
- （7）《水运工程抗震设计规范》（JTS146-2012）；
- （8）《码头附属设施技术规范》（JTS169-2017）；
- （9）《港口道路与堆场设计规范》（JTJ168-2017）；
- （10）《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018）；
- （11）《水运工程节能设计规范》（JTS 150-2022）；
- （12）《港口工程初步设计文件编制规定》（JTS110-4-2008）；
- （13）《岩土工程勘察规范》（GB50021-2009）；
- （14）《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB55002）；
- （15）《建筑与市政地基基础通用规范》（GB55003）；

- (16) 《钢结构通用规范》（GB55006-2021）；
- (17) 《砌体结构通用规范》（GB55007-2021）；
- (18) 《混凝土结构通用规范》（GB55008-2021）；
- (19) 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》（GB55015-2021）；
- (20) 《建筑给水排水与节水通用规范》（GB55020-2021）；
- (21) 《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）；
- (22) 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50019-2015）；
- (23) 《3~110kV 高压配电装置设计规范》（GB 50060-2008）；
- (24) 《20kV 及以下变电所设计规范》（GB 50053-2013）；
- (25) 《供配电系统设计规范》（GB 50052-2009）；
- (26) 《低压配电设计规范》（GB 50054-2011）；
- (27) 《通用用电设备配电设计规范》（GB 50055-2011）；
- (28) 《电力工程电缆设计标准》（GB 50217-2018）；
- (29) 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》（GB/T 50062-2008）；
- (30) 《电力装置电测量仪表装置设计规范》（GB/T 50063-2017）；
- (31) 《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T 50065-2011）；
- (32) 《建筑物防雷设计规范》（GB 50057-2010）；
- (33) 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》（GB 50343-2012）；
- (34) 《室外作业场地照明设计标准》（GB 50582-2010）；
- (35) 《建筑桩基技术规范》（JGT94-2008）
- (36) 《建筑桩基检测技术规范》（JGJ104-2014）
- (37) 《建筑照明设计标准》（GB/T 50034-2024）；
- (38) 《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014（2018 年版））；
- (39) 《码头岸电设施建设技术规范》（JTS 155-2019）；
- (40) 其他相关的国家及交通运输部颁技术规范、规程，如有更新，均以最终版本为准。

1.2 设计范围

（1）设计范围

浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期工程分为：码头（港池）和装备制造及运维基地工程，以接岸平台后侧的新建挡墙为分界线。

本报告研究范围为装备制造及运维基地工程的设计工作，主要设计内容包括：自然条件、货运量与船型、总平面布置、厂区工艺、陆域形成、地基处理和道路堆场、生产与辅助建筑物、相应的配套工程（供配电、给排水、动力、消防、通信、控制、暖通、环保、智慧港口等）及项目实施、工程概算、项目经济分析评价等工作。

（2）设计分工

华东院为一期工程的总体设计单位，同时承担本工程的自然条件、货运量与船型、总平面布置、总体装卸工艺、陆域形成、地基处理和道路堆场、生产与辅助建筑物、相应的配套工程（供配电、给排水、动力、消防、通信、控制、暖通、环保、智慧港口等）及项目实施、工程概算、项目经济分析评价等设计工作；三航院承担一期工程的港池平面布置、港池装卸工艺、水工建筑物、相应的配套工程（供配电、给排水、消防、通信、控制、导助航、疏浚等）和工程概算等设计工作。

1.3 概述

1.3.1 工程建设地点与规模

（1）工程建设地点

本工程位于温州市洞头区状元岙岛元觉乡，本工程新建海工驳泊位位于温州港状元岙港区一期工程 9#泊位东侧，霓屿车渡码头西南侧，距温州市龙湾区直线距离约 31km，其概略位置为：E121° 07' 30" E，N27° 53' 48" 。

（2）建设规模

一期工程在温州港状元岙港区 A 区 9 号泊位东侧新建 1 个 5 万吨级海工驳泊位。运维泊位与原材料泊位利用原 8#、9#泊位。对原 1#引桥进行局部拆除重建。码头总体吞吐量：本工程总体吞吐 99.8 万吨。其中：配套组件及原材料装卸船 30 万吨/年、运维设备物资装船 5 万吨/年、社会件杂货 40 万吨/年，导管架 80 套，约 24.8 万吨。

本工程陆域占地面积约 650 亩，其中导管架总装及堆存区约 263 亩，综合车间和喷涂车间占地约 131 亩，其余配套生产辅助设施占地约 256 亩。基本实现风机基础总装、核心部件制造和运维服务三大功能。

1.3.2 设计方案

1.3.2.1 总平面布置

本工程仅考虑一个陆域布置方案，不做方案比选。

（1）陆域布置

港区陆域平均纵深 850m，东西向长 720m，港区陆域总面积为 650 亩（均为填海形成），场地采用吹填沙方案形成陆域，平均高程为 5.2~5.4m。港区纵向道路与水域引桥相衔接，以形成运输回路。

厂区西半部从左至右依次布置原材料堆场 1 跨，焊接车间 4 跨。原材料堆场净宽 36m，设置高 15m、起重能力 60t 电磁吊两台。车间顶部设置行车、用来转运车间内原材料及钢结构构件等，根据钢构件产品的结构、尺寸、重量等要求，4 跨焊接车间宽度设置为 39.6m~53.6m 区间，焊接车间内部设置行车，高度 21m~29m，起重能力在 20t~400t 区间，以实现土地集约的最大化，和资源配置的最优化。厂房车间内横向设置中间通道，用来运输大件钢结构构件等，车间东南角设置维修车间、焊材库、变电站及现场办公区等，方便钢结构车间的日常运行。厂房车间南向设置涂装车间，根据母港的年产能，设置喷涂车间 6 间。

厂区东半部依次布置成品堆场及导管架总装区，导管架总组装区域配置净高 130m，轨距宽 107m，起重能力 3600t 龙门吊 1 台，负责导管架总装合拢及吊装发运；相邻配置净高 108m，轨距宽 105m，起重能力 1500t 龙门吊 1 台，负责导管架下部合拢。龙门吊后方轨道尾部腹地区域和靠近西侧车间区域，布置导管架临时堆场，在 10 月~次年 3 月份海上施工空窗期兼用导管架堆存。

厂区南侧布置生产辅助区，利用原邮轮大厅布置综合办公楼。

厂区东侧不规则区域分散布置消防水池、水泵房、变电站、危废库及仓库。

公用动力设施根据厂区作业需要，以靠近负荷中心的原则布置，布置在厂区西北侧，主要包括变配电、空压机等设施。

场区大门设置两座，主入口设置在厂区南侧，相邻主干道布置，次入口设置东南侧临近外部干道处。

（2）水域布置

码头（港池）工程的布置比选方案详见《浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期码头（港池）工程概念设计》相关章节。

1.3.2.2 装卸工艺

本工程利用 8#~9#泊位现状工艺设备，因此仅考虑一个工艺方案，不做方案比选。

（1）码头作业

本工程利用原有 8#泊位码头改建 1 个运维船舶泊位、1 个 1 万吨级原材料泊位，主要进行原材料及配套组件、运维设备物资装卸作业；利用原有 9#泊位码头改建 1 个 5 万吨级海工驳泊位，主要进行海工驳工装拆除作业，兼顾社会上件杂货装卸作业。

运维泊位、原材料泊位（原 8#泊位）：主要进行运维设备物资、原材料及配套组件装卸船，考虑改造利用现有 1 台 45t-40m 门座式起重机，轨距 30m。拟改造吊具，采用电磁吊具、吊钩，首次使用前需对设备进行检测、维修。

公共泊位（原 9#泊位）：主要进行海工驳工装拆除作业，兼顾社会上件杂货装卸作业，考虑利用现有 1 台 40t-35m 门座式起重机，轨距 10.5m。拟更换吊具，采用吊钩，首次使用前需对设备进行检测、维修。

（2）水平输送系统

件杂货运输采用牵引平板车。

运维物资、社会件杂货水平运输、堆存由货主负责。

1.3.2.3 厂区工艺

厂区导管架的加工路线图如下：

材料堆存转运→→钢结构车间→→喷砂/油漆→→总装合拢→→存储/发运。

本工程结合导管架的生产工艺，利用生产区域，布局原材料堆存区、钢结构加工车间、喷涂车间、外场总组区及成品堆存区共五大功能区域，总体形成 U 型生产流水布置，使工件走行通畅、减少迂回，防止倒流，形成完整、顺畅的流水线。

1.3.2.4 水工建筑物

水工建筑物设计详见《浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期码头（港池）工程概念设计》相关章节。

1.3.2.5 陆域形成及道路堆场

本工程原场地铺面包括高强联锁块面层、混凝土铺面。针对沉降较大的区域本次考虑拆除表层铺装后采用宕渣进行补填至堆场铺面底高程，考虑到压实效果，补填厚度小于 30cm 的采用级配碎石补填；针对沉降不大的区域，拆除表层铺装露出水稳层后，直接进行本工程铺装。

补填区域宕渣要求最大粒径要求小于 20cm，石料含量要求不少于 70%，不得含有淤泥、耕土、膨胀性土及有机质，压实度 $\geq 96\%$ 。

级配碎石推荐级配范围按《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T F20-2015）表 4.5.8 中 G-A-3 控制，级配碎石液限 $\leq 28\%$ ，塑性指数 < 6 。级配碎石要求碾压密实，分层回填厚度不大于 30cm，压实度 $\geq 96\%$ （重型压实标准），集料压碎值不大于 30%，加州承载比 CBR 不应小于 120。

针对导管架总装及堆存区（支墩范围）进行处理，灌注桩综合造价较高，但成桩质量稳定，且对周围建筑物影响较小，管桩作为挤土打入桩，捶打过程中对周边建筑物影响较大，距现状海堤 180m 范围内的轨道梁基础范围内荷载较大，桩长较长，考虑到 PHC 管桩成桩振动对海堤的影响，距现状海堤 180m 范围内及基岩埋深较浅需要采用嵌岩桩区域采用灌注桩进行处理。

导管架总装及堆存区（支墩范围）地基处理参数为：PHC 管桩桩径 0.6m/灌注桩桩径 0.8m，桩基布置型式为点状布置，点状基础为 10x10m 低桩墩台，结合地形条件分别采用 D800mm 的嵌岩灌注桩 9 根，覆盖层深厚的采用 D600mmPHC 管桩 16 根。单桩承载力特征值需大于 1900kN，根据不同地质条件，以⑧3 角砾/⑧2 含黏性土砂砾/⑨3 中风化岩为持力层，灌注桩平均单根长度 41m，PHC 平均单根长度 47m。每根桩上部布置钢筋砼桩帽一个，桩帽顶标高 4.6m，尺寸为 1.2m $\times$ 1.2m $\times$ 0.4m，顶部与 90cm 厚钢筋砼墩台固接，铺装面高程为 5.5m。打桩施工前应破除堆场原铺装层。

本工程堆场依据功能需要分为：装卸设备轨道梁、导管架总装及堆存区、原材料堆存区、导管架转运平台先导段、综合车间及喷涂车间、内部仓库地面。

本阶段堆场铺面按钢筋砼铺面结合素砼铺面考虑，根据《港口道路与堆场设计规范》JTS 168-2017，主干道、导管架堆存区铺面等级一级，其他二级；设计使用年限为 30 年。

龙门吊轨道采用桩基承台结构，从上至下依次为 2.5m 高倒 T 型墩台，10cm 素砼垫层，15cm 厚碎石垫层，1500t 龙门吊钢轨采用 QU120，3600t 龙门吊钢轨型号采用 A150。

龙门吊轨道处理，采取双排 $\Phi 0.8\text{m}$ 钻孔灌注桩双排布置，横向间距 2.4m ，纵向间距 3.5m

导管架总装及堆存区（支墩范围）采用桩基承台结构，承台高 90cm ，下方设 10cm 素砼垫层和 15cm 厚碎石垫层。

导管架总装及堆存区（非支墩范围）拆除原铺装结构至水稳层后，铺装结构自上至下为： 50cm 厚 C40 钢筋砼面层， 40cm 厚水泥碎石稳定层。

装备制造及运维基地导管架转运平台先导段拆除原铺装结构至地基土层后，铺装结构自上至下为： 40cm 厚 C40 钢筋砼面层， 40cm 厚水泥碎石稳定层， 20cm 厚碎石垫层。

除去道路堆场等其他区域，拆除原表层铺装后，在现状水泥碎石稳定层上做铺装，铺装结构自上至下为： 30cm 厚 C40 钢筋砼面层， 30cm 厚水泥碎石稳定层。

综合车间及喷涂车间、厂区内材料堆存区、内部仓库地面铺装详见建筑专业。

1.3.2.6 配套工程

（1）生产及辅助建筑物

本工程中生产与辅助建筑物有：综合办公楼、综合车间及附属用房、喷涂车间及附属用房、工程用房、甲类仓库、 35KV 降压站、消防水池水泵房、气站值班室、门卫、码头变配电房、办公区变配电房、码头控制室、污废处理用房、闸口、围墙等。

综合办公楼利用场地原有建筑-海关大厅进行改造；综合车间为单层多跨轻钢门式刚架结构，局部有三层钢筋混凝土框架结构，灌注桩基础；喷涂车间为单层多跨轻钢门式刚架结构，局部有单层钢筋混凝土框架结构，灌注桩基础；泵房为单层钢筋混凝土框架结构，扩展基础；工程用房为单层钢筋混凝土结构，灌注桩基础。

（2）供电照明

本工程设 1 座 35kV 降压站，从市政电网中引 1 回 35kV 电源和 1 回 10kV 电源。降压站内设 1 台 31.5MVA $35\text{kV}/10.5\text{kV}$ 变压器，1 间 35kV 配电室和 1 间 10kV 配电室， 35kV 和 10kV 外来电源进线侧设置计量。 10kV 母线采用单母线分段接线，正常情况下两段母线并列运行，由 35kV 线路单独供电；在 35kV 线路电源故障情况下，由 10kV 线路为二级负荷供电。

室内照明以高效荧光灯为主。

（3）控制

本工程控制及计算机管理系统设计范围包括：整个港区的门座式起重机、造船门机

等的工艺设备控制，照明系统控制；火灾自动报警系统及计算机管理等系统。

（4）信息与通信

本工程通信内容包括自动电话、有线生产调度电话、无线调度通信、宽带网络接入与电子数据交换、海岸电台、船舶电子导助航、消防专用通信、工业电视系统、安全防护、港口综合信息传输线路和辅助设施等。

（5）给水排水

本工程由项目南侧市政道路上引接一根 DN150 市政给水管至港区内，供港区内生产配套区消防、生产用水，生产区消防用水使用，给水管分别做水表和倒流防止器两套，一套为消防水表，一套为生活水表，室外消防管和生活给水管均独立呈环布置。港区生产区内船舶及生产用水由原工程给水泵站供给，从原泵站引出至本地块内设置水表计量，在地块内成环布置。

初期雨水经收集后回用于场区道路浇洒及绿化浇灌。生产配套区雨水井室外管网汇集后排入南侧市政雨水管网，生产区雨水管网排至北侧大海，码头雨水自流排海。船舶生活污水由其自身配备的处理设施处理达标后排放，设备故障时，委托具有资质的船舶污染物接收单位接收处理。船舶应当配备船舶机舱油污水处理的油水分离器，并将船舶污水处理达标后在外海排放；设备故障状态下，委托具有资质的船舶污染物接收单位接收处理。车间产生的含油污水收集至含油污水处理站进行处理后排放。

（6）消防

港区配备的消防设备主要为消防给水泵组、室外地上（下）式消火栓、各建筑室内消火栓、灭火器。港区设置独立的消防给水系统，管网呈环状布。

（7）其他配套工程

根据本工程建设规模和设计内容，暖通、安全、劳动卫生、节能、环保等工程按照相关规范、标准和专项报告进行设计，具体详见相关章节内容。

1.3.3 主要技术经济指标

（1）方案简述

港区陆域平均纵深 850m，东西向长 720m，港区陆域总面积为 650 亩。港区纵向道路与水域引桥相衔接，以形成运输回路。

厂区西半部主要布置原材料堆场 1 跨、焊接车间 4 跨、喷涂车间 6 间。

厂区东半部主要布置成品堆场及导管架总装区，导管架总组区域配置起重能力 3600t 龙门吊 1 台，负责导管架总装合拢及吊装发运；西侧相邻配置起重能力 1500t 龙门吊 1 台，负责导管架下部合拢。龙门吊后方轨道尾部腹地区域和靠近西侧车间区域，布置导管架临时堆场。

厂区南侧布置生产辅助区，利用原邮轮大厅布置综合办公楼。

厂区东侧不规则区域分散布置消防水池、水泵房、变电站、危废库及仓库。

公用动力设施根据厂区作业需要，以靠近负荷中心的原则布置，布置在厂区西北侧，主要包括变配电、空压机等设施。

场区大门设置两座，主入口设置在厂区南侧，相邻主干道布置，次入口设置东南侧临近外部干道处。

（2）主要技术经济指标

本工程推荐方案（总平面方案一）的经济指标见下表。

表 1.3-1 本工程经济指标表

序号	项目		单位	数量	备注
				推荐方案一	
1	设计 年吞 吐量	原材料及配套组件	万 t	30	
		运维设备物资	万 t	5	
		件杂货	万 t	55	
		导管架	套/万 t	80/24.8	
2	港区陆域		ha	43.30	649.46 亩，用地红线面积
3	总建筑面积		ha	9.16	含原邮轮大厅（0.508ha）、码头控制室和码头变电房。
4	外场组装场地		ha	21.92	
5	工程总投资		亿元	35.10	
6	工程工期		月	18	

1.3.4 工程建设外部条件

1.3.4.1 外部交通条件

（1）温州公路条件

公路是温州港最主要的集疏运方式。浙西南现有 104、330 国道、同三国道主干线和金丽温高速公路，构成了温州港公路集疏运通道的主骨架，可以联系省内各主要城市和省外腹地：将形成以温州市为中心，向沿海及浙西南等内陆地区辐射，沟通重要城市、交通枢纽、对外口岸，以国道主干线、高速公路为主骨架的公路运输网。

为加强瓯江南北两岸的联系，温州市在已建温州大桥、东瓯大桥的基础上，还规划建设包括东海大道在内的多条过江通道，将为港口集疏运创造良好的条件。温州港集疏运通道规划将主要解决港区与这些干线公路间的有效衔接。

（2）状元岙港区公路条件

目前状元岙港区通过状元岙到霓屿接线公路、灵霓海堤、灵昆岛接线公路灵昆大桥与 S77 省道机场路、甬台温高速公路连接。

随着深水港的进一步开发，计划配套建设专用疏港通道，即 S77 省道延伸线龙湾至洞头疏港公路工程。该工程主线起点位于龙湾上岙，往东过灵昆大桥，在灵昆岛上沿灵昆线南侧拼宽半幅，下穿规划滨海大道及沿海高速公路（甬台温复线），与灵霓海堤并行，终点为状元岙岛南头，主线长 36.7km。其中包括洞头连接线 3.7km。该项目主线采用四车道一级公路标准，设计时速 80km，路基宽度 24.5m。连接线采用两车道二级公路标准，设计时速 80km，路基宽度 12m。作为状元岙港区的重要集疏运通道，该工程目前已开工。

本工程航道水深条件较好，海面开阔，工程所在地一般情况下水流较为平稳。施工所需的设备和材料既可根据各自来源，通过公路直达施工现场，也可由海运抵施工现场，水陆交通较为便捷。

1.3.4.2 水、电、通信等条件

（1）供电

本工程设 1 座 35kV 降压站，从市政电网中引 1 回 35kV 电源和 1 回 10kV 电源。降压站内设 2 台 25MVA 35kV/10.5kV 变压器，1 间 35kV 配电室和 1 间 10kV 配电室。10kV 母线采用单母线分段接线，两段母线之间设置联络开关，正常情况下一路电源各带一段母线分列运行，在一路电源故障情况下一路电源带二段母线并列运行。

（2）供水

状元岙港区的用水由温州市规划的中心片、东片城市水网统一供给。该规划区现有鹿城的西山、东向、阳岙水厂及龙湾的状元、龙湾水厂等。中远期规划从瓯江、飞云江引水，相应扩建、新建区内水厂，港区用水有保证。状元岙港区拟由规划中的网寮鼻加压站供水。

（3）通信

本工程通信可就近由市政通信线路接入，外部通信条件良好。

1.3.4.3 用地及水域使用条件

项目用海总面积为 13.0181 公顷，其中主体工程总面积 12.0684 公顷，透水构筑物用海面积为 1.1023 公顷，港池用海面积为 10.9661 公顷；清淤施工用海面积 0.9497 公顷。用海界址确定和面积量算符合《海籍调查规范》，用海面积满足项目用海需求且没有浪费面积，与相关行业的设计标准和规范相符，用海面积合理且满足集约节约用海的要求。本项目原用海期限为 50 年（2005 年 11 月 8 日至 2055 年 11 月 9 日），本次申请用海期限与原批复用海期限一致，申请至 2055 年 11 月 9 日。

码头采用挖入式港池布置型式，使用岸线长度共 152.45m，新增岸线 119.85m。岸线使用性质为港口岸线。岸线使用期限与土地使用期限一致。

1.3.4.4 环境条件

华东深远海风电母港项目工程建设符合产业政策，其建设符合地方国土空间规划等要求。工程的建设可满足深远海海上风电市场发展所需，推动产业向高效率、高技术和高价值方向发展，实现浙江省海上风电可持续发展目标。下阶段应进一步与当地生态环境部门沟通，调整生态环境分区管控动态更新方案。

工程建成后对当地社会经济具有较大的促进作用，经济效益、社会效益和环境效益明显。工程建设对当地海洋生态环境、声环境、大气环境、光污染影响、生态环境等影响较小，除工程占地造成土地利用状况不可逆改变外，其他影响均可通过采取相应的环保措施及环境管理措施予以减缓。因此，只要项目在建设中认真落实“三同时”，采取相应的环保对策措施后，从环境保护角度来看，工程建设是可行的。

1.4 存在的主要问题与建议

（1）结合专题加快与当地政府沟通协调，协助项目尽快落实环评等前置专题批复

和工程用海用地要素保障工作。

（2）本工程供电容量较大，建议与供电部门落实项目用电。

（3）尽快推进场地腾退移交，加快勘察工作，完成地质勘察。

POWERCHINA HUADONG

第2章 自然条件

2.1 工程地理位置

本工程位于温州市洞头区状元岙岛元觉乡，本工程新建海工驳泊位位于温州港状元岙港区一期工程9#泊位东侧，霓屿车渡码头西南侧，距温州市龙湾区直线距离约31km，其概略位置为： $E121^{\circ}07'30''$ ， $N27^{\circ}53'48''$ 。状元岙岛与温州市区通过国道G330相连，交通便利。

状元岙岛呈NE~SW走向，长约7km，受岛屿的束流作用，港区附近以峡道地形为主，西北一侧与青山岛、大门岛、小门岛间形成了南水道，东南一侧与洞头岛之间形成了洞头峡。本工程码头位于状元岙西北一侧，港区前沿水深条件良好，加上附近岛屿的遮掩，港区水域掩护条件较好，具备了建设深水港的有利条件。



图 1.1-1 本工程位置图

2.2 气象

洞头列岛海区属亚热带季风气候区，由于北部有苍山、雁荡山、洞宫山等山脉，对西北来的寒流起着屏障作用，加上纬度较低，当地气候温暖湿润，雨量充沛，四季分明。

2.2.1 气温

多年平均气温：18.2℃（1991~2022 年）

最高年平均气温：19.3℃（2021 年）

最低年平均气温：16.6℃（1976 年）

累年极端最高气温：35.7℃（1978 年）

累年极端最低气温：-3.6℃（1977 年）

洞头地区多年气温适中，年际平均气温变化不大，1991 至 2022 年间年平均气温在 17.2℃~19.3℃间。

2.2.2 降雨

本区域全年雨水充沛，降水成因主要是锋面雨、热带气旋。全年降水多集中在 4~6 月份，由于南方暖气流和北方冷气流在江南交锋，形成连续不断的梅雨天气；其次为 7~9 月份台风带来的雨水。

多年平均降水量：1403mm（1991~2022 年）

累年最大降水量：1913.1mm（2005 年）

累年最小降水量：647.9mm（1971 年）

累年日最大降水量：214mm

累年小时最大降水量：71.1mm（1973 年）

多年平均降雨日：148d（1991-2022 年）

多年平均日降水量 $\geq 10\text{mm}$ 天数：39.2d

多年平均日降水量 $\geq 25\text{mm}$ 天数：13.3d

多年平均日降水量 $\geq 50\text{mm}$ 天数：3.8d。

2.2.3 风

（1）风向、风速、出现频率及其季节分布

本地区夏季多为 SW 向风，春秋季节多为偏 S 向或偏 N 向风，又以偏 N 向大风为主，冬季盛行 N~NE 向大风。根据洞头气象站多年的风速资料分析，全年平均风速 3.7m/s（1991~2022 年），累年最大年平均风速 7.4m/s（1974 年），累年最小年平均风速为 3.1m/s（2021 年）。全年主导风向为 N~NE 向（频率占 51%），常风向为 NNE 向（频率占

18.3%)，强风向为 SSW 向，最大风速 23.6m/s（1991-2022 年），历史最大风速为 32m/s（1975 年 8 月 12 日）。

表 2.2-1 洞头气象站各向风速、频率特征值（1991～2021）

风 向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	
最大风速（m/s）	18.2	19.9	15.5	17.1	18.4	17.4	15.1	13.8	
平均风速（m/s）	2	2.5	2.3	1.6	0.8	0.5	0.4	0.6	
频率（%）	17.5	18.3	15.2	7.7	3.8	2.4	2	3.5	
风 向	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
最大风速（m/s）	20.6	23.6	12.4	18.2	15.8	20.6	18.9	21.4	
平均风速（m/s）	0.8	0.9	0.7	2	0.2	0.2	0.4	1	
频率（%）	6.1	8.1	4.8	1.4	0.7	0.7	1.7	5.7	0.6

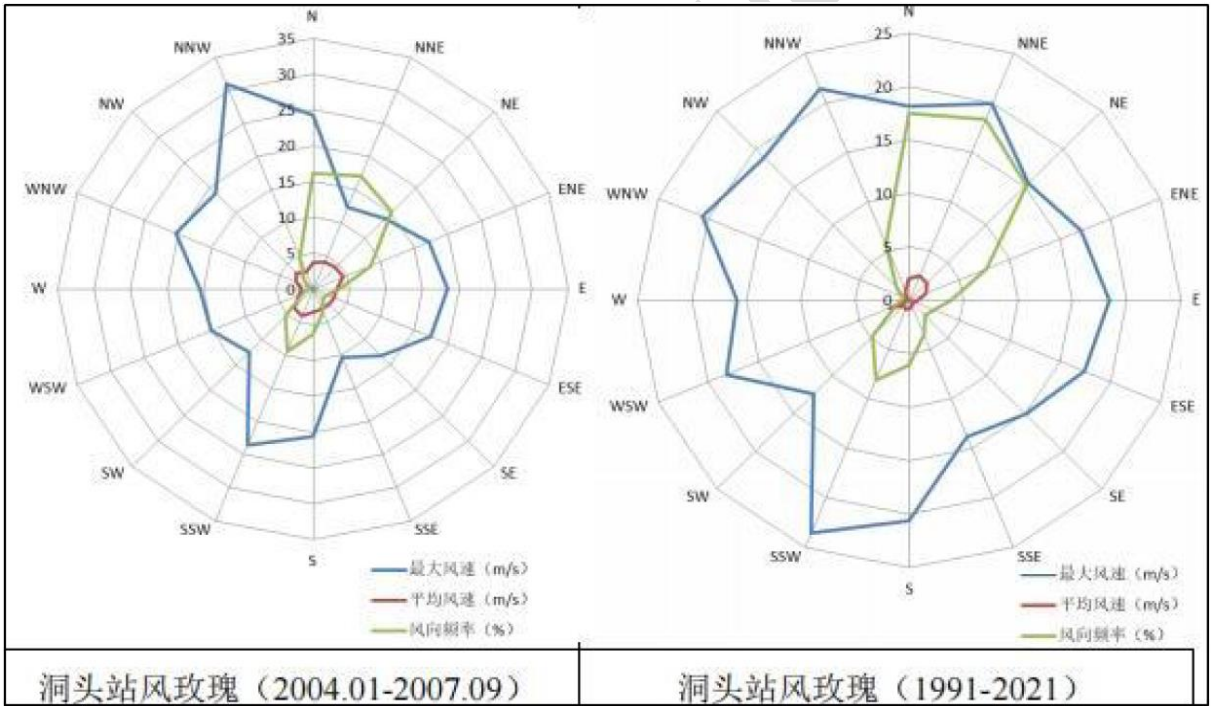


图 2.2-1 洞头气象站风玫瑰图

（2）台风（热带气旋）和寒潮

根据浙江省气象局《台风路径》资料以及洞头气象站近期台风资料统计分析（历年台风主要路径见图 2.2-2），每年 5～11 月份是热带气旋影响期，其中 7～8 月份为热带气旋盛行期，年平均出现次数 4 次，有严重影响的或在本地区登陆的，大约两年遇到一次。近期影响较大的 9417 号台风瞬时最大风速>40m/s（由于测风仪实测风速极值仅为

40m/s)，风向为 NE 向；2002 年 0216 号台风瞬时最大风速>43m/s，风向 NNE；2004 年云娜”台风实测风速达 58.7m/s；2005 年 5 号台风海棠”风速达到 60m/s，15 号台风卡努”瞬时最大风速>50m/s；2006 年第 8 号台风桑美”在浙江苍南登陆，近中心最大风速达 60m/s。2007 年台风罗莎”期间，风向多集中在 NNE~NE 向，风力多在 6~7 级，实测最大风速 17.0m/s，出现在 E 向，其次为 NE 向，风速为 16.5m/s。2013 年 23 号热带气旋“菲特”（登陆时强度为强台风级）于 10 月 7 日 1 时 15 分在浙闽交界处（福鼎沙埕镇）登陆，登陆时中心气压 955 百帕，近中心最大风力 14 级（42m/s）。2019 年 09 号热带气旋“利奇马”（登陆时强度为超强台风级）于 8 月 10 日 01 时 45 分在浙江省台州市温岭城南镇登陆，登陆时中心气压 930 百帕，近中心最大风力 16 级（52m/s）。2020 年 04 号热带气旋“黑格比”（登陆时强度为台风级）于 8 月 1 日 20 时在台湾以东洋面上生成，强度快速增强，3 日 14 时加强为台风级，20 时再升格为强台风级，4 日 3 时 30 分登陆浙江省温州乐清市，登陆时中心气压 970 百帕，近中心最大风力 38m/s（13 级）。

大风持续时间长短与影响本区热带风暴强度和移动速度有关。据统计，受热带风暴影响时，50%的大风过程持续时间在 6~12 小时，28%的大风过程持续时间在 18~36 小时，21%的大风过程持续时间在 42 小时。

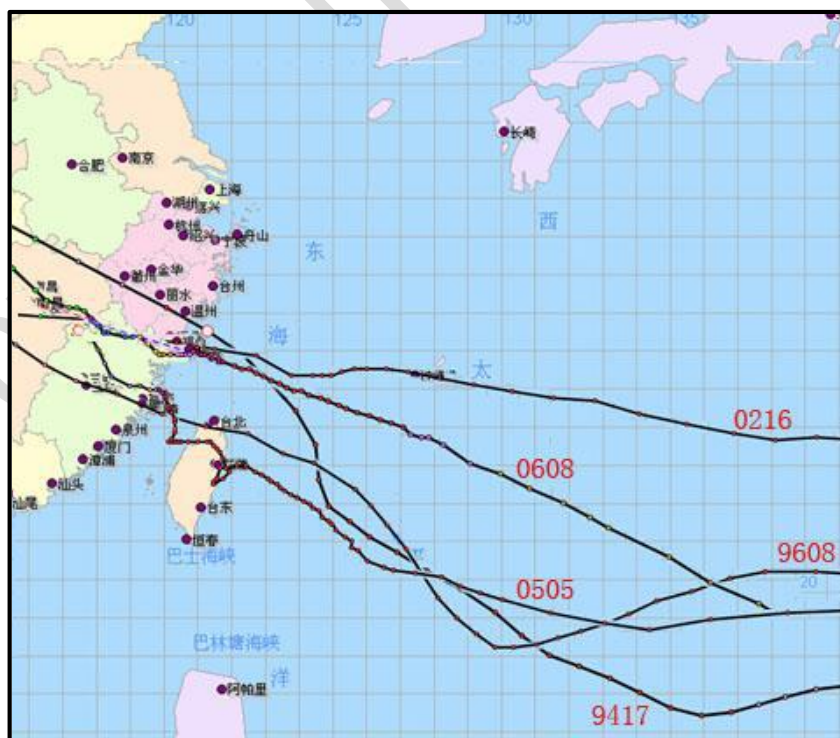


图 2.2-2 历年台风主要路径图

2.2.4 其他

（1）特征值及雾日的季节分布。

洞头列岛海区以平流雾为主，一般发生在下半夜，日出后 2~3 小时消失，但雾的生消时间长短不一。雾的季节变化较大，雾日天气主要集中在 2~6 月，期间月平均雾日数为 6.1d，其次是 12 月~翌年的 1 月，期间平均为 6.1d，7~10 月雾日最少，平均为 0.5d。

累年最多雾日数：52d

累年最少雾日数：10d

多年平均有雾日数：37.8d

（2）相对湿度

洞头列岛年平均相对湿度为 80%，5~8 月份湿度较大，相对湿度都在 84%以上，其中 6 月份则可达 90%。小门岛临时气象站 2013 年相对湿度统计资料显示，2 月、5 月和 6 月的相对湿度较大，平均都达到了 80%以上，其中 6 月的平均相对湿度为 85.9%，4 月、10 月和 12 月，相对湿度都较小，分别为 71.9%，69.3%和 67.4%。全年最大相对湿度为 96%，出现在 12 月 16 日至 18 日，最小相对湿度 16%，出现在 3 月 5 日 14 时

（3）雷暴

本区雷暴日在 3~11 月份均有出现，主要集中在春夏季节。

累年最多雷暴日数：45d

累年最少雷暴日数：8d

多年平均雷暴日数：27.7d

2.3 水文

2.3.1 基面关系

本工程基准面除特别说明外均采用 1985 国家高程系统，其与当地理论最低潮面之间的关系见图 2.3-1。

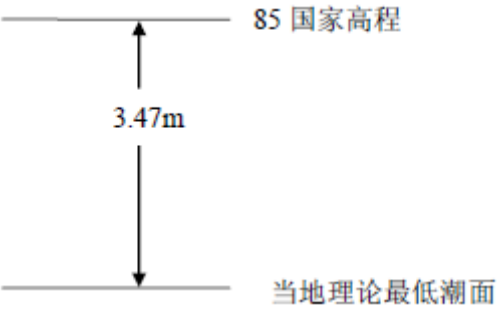


图 2.3-1 洞头水文站基面关系图

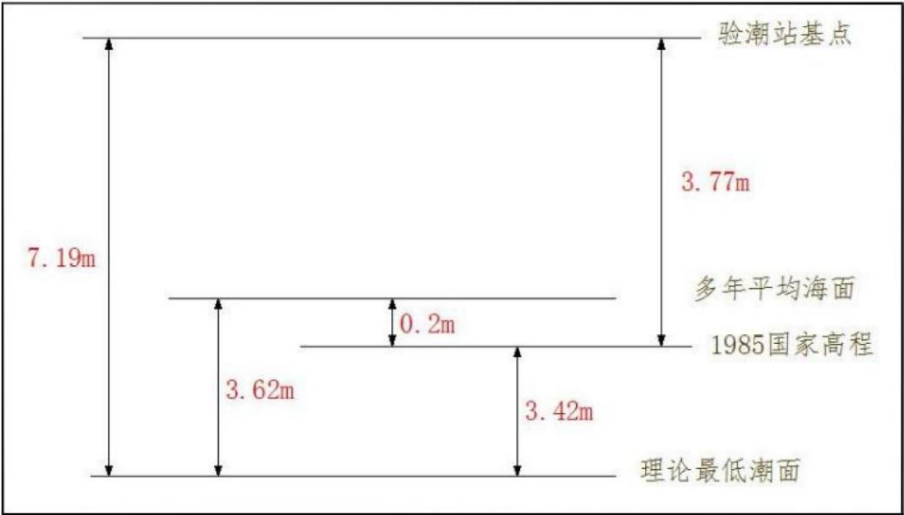


图 2.3-2 元觉客运码头临时潮位站基面关系图

2.3.2 水位特征

(1) 潮汐特征

本工程海区潮汐主要受东海前进潮波控制，并以 M2 分潮起支配作用。潮汐日不等现象较为明显，一般从春分至秋分时段夜潮大于日潮，从秋分至翌年春分日潮大于夜潮，潮汐类型属非正规半日浅海潮。本海区潮差较大，涨潮历时大于落潮历时，是我国的强潮海区之一。

根据洞头水文站 1986～2002 年实测潮位资料统计分析成果以及元觉客运码头临时潮位站短期实测潮位资料，潮汐特征值如下（1985 国家高程基准，下同）：

表 2.3-1 潮位特征值表

项 目		洞头水文站	元觉（临时）
潮位	最高潮位（m）	4.36	3.33
	最低潮位（m）	-3.59	-3.05
	平均高潮位（m）	2.06	2.33

项 目		洞头水文站	元觉（临时）
	平均低潮位（m）	-1.95	-1.71
	平均海平面（m）	0.13	0.3
潮差	最大潮差（m）	6.79	6.20
	最小潮差（m）		2.26
	平均潮差（m）	4.48	4.04
涨、落潮历时	平均涨潮历时	6h37min	6h25min
	平均落潮历时	6h07min	6h00min
资料长度		1986 年~2002 年	2020 年 12 月 01 日~2021 年 1 月 03 日

影响本区域的极端高低潮位的主要因素是天文潮和台风影响，当台风和天文大潮相遇时，高潮位会显著升高。

（2）乘潮水位

根据黄大岙一年的潮位资料，乘潮历时为 2 小时不同保证率乘潮水位（乘潮水位基面为理论最低潮面）见表 2.3-2。

表 2.3-2 乘潮历时 2 小时不同保证率潮位

保证率（%）	50	60	70	80	90	95
乘潮水位（m）	5.40	5.24	5.07	4.87	4.67	4.45

（3）风暴潮

风暴潮常常是伴随台风或寒潮而来，尤其是当风暴潮发生的时间与天文潮高潮时间相重，易造成特大增水。

洞头区位于浙江省东南部温州市沿海，台风风暴潮为本区域最主要海洋灾害，平均每年有 3.6 个台风风暴潮发生。影响浙南沿海地区的热带气旋主要路径有两种，分别为登陆型和海上转向型。影响温州海域的热带气旋，生成源地主要是菲律宾以东西北太平洋洋面上，极少数为南海生成。据热带气旋资料统计来看，造成影响的登陆型热带气旋共 83 个，约占总数的 54.2%。其中登陆温州沿岸的热带气旋有 4 个，约占总数的 2.6%，登陆个数的 4.8%；登陆温州以北的热带气旋有 25 个，约占总数的 16.3%，登陆个数的 30.1%；温州以南的为 54 个，约占总数的 35.3%，登陆个数的 65.1%。海上转向型热带

气旋共 50 个，约占总数的 32.7%。热带气旋对温州沿岸的影响主要在 5~10 月，尤以 7~9 月份出现频率为最高，最高达 79.7%以上。当台风登陆时，若正遇天文大潮，常发生风暴潮、洪水、天文高潮“三碰头”，给受影响地区带来严重灾害，如 9417、9608、9711、0216 等台风登陆福建、浙江时均是此种情况。

统计得出，1971 年~2018 年间鳌江站共出现 200cm 以上的高潮位增水过程 1 次；150cm~200cm 的高潮位增水过程 1 次；100cm~150cm 的高潮位增水过程 10 次，平均每 5 年 1 次；50cm~100cm 的高潮位增水过程 56 次，平均每年 1.3 次；50cm 以下的高潮位增水过程 81 次，平均每年 1.9 次。其中，7209 号热带气旋造成了鳌江站 298cm 的历史最大高潮位增水。

2.3.3 设计水位

根据洞头水文站 1992~1994 年潮位资料按《港口与航道水文规范》(JTJ 145)要求，推算得到工程区设计高、低水位。根据洞头水文站 1986~2006 年极值高、低潮位，按《港口与航道水文规范》(JTJ 145)要求，采用极值 I 型分布曲线推算 50 年一遇重现期高、低水位。

设计高水位：2.87m（高潮累积频率 10%）

设计低水位：-2.83m（低潮累积频率 90%）

极端高水位：4.63m（重现期 50 年一遇）

极端低水位：-3.75m（重现期 50 年一遇）

2.3.4 波浪

（1）波浪概况

状元岙港区濒临外海，受状元岙岛、青山岛、大门岛、温州大陆等的掩护作用，在很大程度上避免了外海大浪的侵袭。但是由于温州海域受台风影响频繁，加上南水道朝向东北，与外海相通，因此外海大浪有可能通过南水道传入港区；此外由于港区西侧距离大陆较远，有一定的风区长度，因此西向也有可能形成较大的风浪影响港区。

（2）波浪特征

根据邻近海区南麂海洋站（设在浙南南麂岛东侧的东咀头）对温州海域外海开敞水域波浪有较好的代表性，以下根据南麂站测波资料分析本海区外海波浪特征：洞头列岛

以东外海区海浪多为风浪和涌浪兼有的混合浪，风浪与涌浪出现的频率相当。常浪向为 E~ESE 向，其次为 N~NE 向，强浪向为偏 N~NE 向。累年平均周期为 5.2s，最大周期为 14.8s，累年平均波高为 1.0m，最大波高为 10.0m（2005.07），波向 E。波高季节分布特征为秋冬季节最大，方向主要为偏北，春末夏初波高最小。最大波高大于 7.0m 的波浪主要发生在夏秋季节（6~9 月份），均与台风活动有关，台风影响期波浪方向主要为偏东和偏北向。南麂站 2005 年波高 $H_4\%$ 分级分向频率见表 2.3-3。南麂站波周期大于 6s 的波浪主要出现在 ENE~SE 方向，这些方向不同级别波周期对应的波高分布统计结果见表 2.3-4，波周期大于 8s 的波浪出现次数较少、频率仅占 1.4%。南麂海洋站波玫瑰图见图 2.3-3。

表 2.3-3 南麂站 2005 年波高 $H_4\%$ 分级分向频率（%）统计

波级 波向	<0.5 m	0.5~ 0.8 m	0.8~ 1.0 m	1.0~ 1.2 m	1.2~ 1.5 m	1.5~ 1.8 m	1.8~ 2.0 m	2.0~ 2.5 m	2.5~ 3.0 m	3.0~ 3.5 m	3.5~ 4.0 m	4.0~ 5.0 m	5.0~ 6.0 m	6.0 m~	合计
N	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
NNE	0.0	0.0	0.0	1.2	10.7	8.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.9
NE	0.0	0.0	0.0	1.0	8.0	5.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.7
ENE	0.0	0.1	0.9	0.9	2.7	1.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	6.4
E	3.3	4.6	8.8	5.1	3.1	0.4	0.4	0.2	0.0	0.0	0.2	0.3	0.1	0.6	27.2
ESE	2.5	3.6	6.6	3.9	1.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.9
SE	0.2	0.4	0.4	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6
SSE	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SSW	0.0	0.0	0.1	0.7	1.9	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4
SW	0.0	0.0	0.2	0.3	2.1	1.8	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
WSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
WNW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NNW	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
合计	6.1	8.6	16.9	13.7	31.8	19.5	1.5	0.4	0.0	0.0	0.2	0.4	0.2	0.7	100.0

表 2.3-4 南麂站 2005 年波周期出现频率（%）统计

周期 波向	3.0~4.0s	4.0~6.0s	6.0~8.0s	8.0s~	合计
N	0.00	2.25	0.00	0.00	2.2
NNE	2.32	18.62	0.00	0.00	20.9
NE	1.23	13.48	0.00	0.00	14.7
ENE	0.58	5.36	0.36	0.14	6.4
E	0.00	17.54	8.41	1.23	27.2
ESE	0.00	11.23	6.59	0.07	17.9
SE	0.00	0.94	0.65	0.00	1.6
SSE	0.00	0.22	0.00	0.00	0.2
S	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
SSW	0.29	3.12	0.00	0.00	3.4
SW	0.14	4.86	0.00	0.00	5.0
WSW	0.00	0.22	0.00	0.00	0.2
W	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
WNW	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
NW	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
NNW	0.00	0.14	0.00	0.00	0.1
合计	4.57	77.97	16.01	1.45	100.0

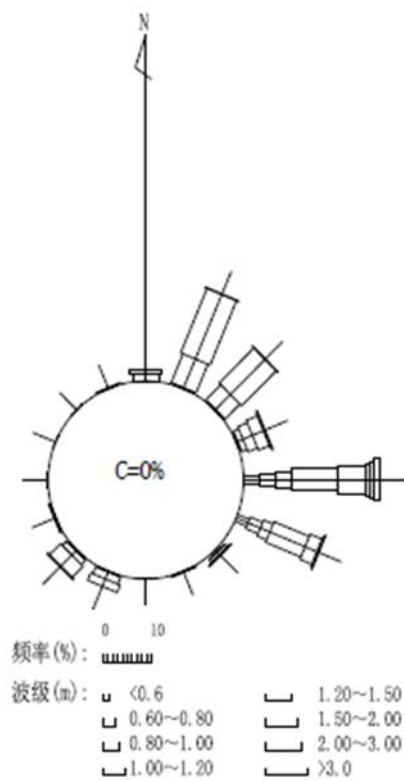


表 2.3-5 状元岬港区波高 $H_4\%$ 分级分向频率（%）统计（2004.3~2005.3）

波级 波向	0.1~0.6m	0.6~0.8m	0.8~1.0m	1.0~1.2m	1.2~1.5m	1.5~2.0m	>2.0m	合计
N	6.43	0.01			0.01			6.45
NNE	25.69	0.38	0.07	0.03	0.02	0.01		26.21
NE	52.42	1.02	0.18	0.03	0.02			53.69
ENE	2.24	0.07	0.05	0.01				2.37
E	0.08							0.08
ESE	0.07							0.07
SE	0.05			0.01	0.01	0.01		0.08
SSE	0.05							0.05
S	0.09	0.02	0.02	0.01				0.15
SSW	0.09			0.01				0.10
SW	0.21				0.01			0.22
WSW	1.37							1.37

波级 波向	0.1~0.6m	0.6~0.8m	0.8~1.0m	1.0~1.2m	1.2~1.5m	1.5~2.0m	>2.0m	合计
W	3.21	0.03					0.01	3.26
WNW	2.15	0.07				0.02		2.24
NW	2.16	0.02						2.18
NNW	1.49							1.49
Σ	97.80	1.63	0.32	0.11	0.08	0.05	0.01	100.00

表 2.3-6 状元岬港区平均波周期分级分向频率（%）统计（2004.3~2005.3）

周期等级 波向	2~3s	3~4s	4~5s	5~6s	6~8s	合计
N	0.53	3.70	1.81	0.25	0.02	6.32
NNE	2.74	15.24	6.72	1.32	0.12	26.13
NE	7.78	33.64	11.36	1.11	0.13	54.02
ENE	0.24	1.18	0.69	0.21	0.03	2.35
E		0.05	0.03			0.08
ESE		0.05	0.01			0.06
SE		0.03	0.01		0.03	0.07
SSE	0.01	0.02	0.01			0.04
S	0.12	0.01	0.01			0.14
SSW	0.10	0.01				0.11
SW	0.17	0.04				0.21
WSW	0.91	0.34	0.04			1.29
W	2.23	0.83	0.07	0.01		3.14
WNW	1.57	0.62	0.05		0.01	2.25
NW	1.44	0.62	0.12			2.17
NNW	0.53	0.74	0.28	0.04		1.59

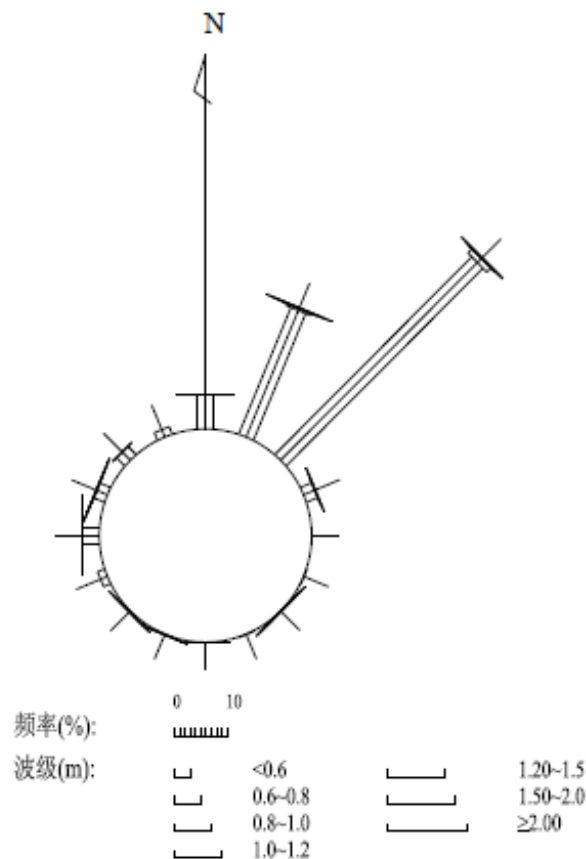


图 2.3-4 状元岙港区波玫瑰图（2004.3～2005.3）

（3）设计波要素

港区附近掩护条件较好，对港区可能产生影响的波浪主要来自两个浪向：一是外海 NNE～ENE 向波浪，据实测资料该向为洞头海域的强浪向之一，也是为当地的强风向和常风向，外海大浪与当地风场可能会共同作用形成较大的风涌混合浪，同时南水道走向大致为东偏北 30°，口门宽度 1.3km 左右，该向波浪可经由南水道传入对港区产生影响；二是 WNW～WSW 向，由于港区西接瓯江口，加上该向风速强度比较大，具备风成浪的有利条件，也有可能对港区产生影响。

本阶段，根据《港口与航道水文规范》（JTJ 145）有关风成浪计算方法以及浅水波浪计算结果，推算得到工程海域设计波要素见表 2.3-7。下阶段将结合本工程波浪数模专题复核更新设计波要素成果。

表 2.3-7 码头前沿 50 年一遇设计波要素

水位	传入方向	H_{max} (m)	$H_{1\%}$ (m)	$H_{4\%}$ (m)	$H_{5\%}$ (m)	$H_{13\%}$ (m)	H_{mean} (m)	T_{mean} (s)	L (m)
极端高水位	N	5.58	4.12	3.49	3.38	2.83	1.79	4.4	30.73
	NNE	6.51	4.82	4.09	3.96	3.32	2.12	5.0	39.56
	NE	6.82	5.06	4.30	4.16	3.49	2.23	5.3	44.11
	ENE	6.35	4.72	4.01	3.88	3.25	2.07	5.3	43.67
	E	5.52	4.12	3.49	3.37	2.82	1.79	5.1	40.77
	ESE	3.92	2.94	2.48	2.40	2.00	1.26	4.8	35.97
	SE	2.06	1.55	1.30	1.26	1.04	0.65	4.4	29.92
	S	1.71	1.26	1.06	1.02	0.84	0.53	3.0	14.48
	SW	2.99	2.20	1.85	1.79	1.49	0.93	3.3	17.46
	WSW	4.20	3.09	2.61	2.52	2.10	1.33	3.8	22.84
	W	3.40	2.51	2.12	2.05	1.70	1.07	3.7	21.21
极端低水位	N	3.57	2.70	2.29	2.21	1.85	1.17	3.8	22.62
	NNE	3.95	2.99	2.54	2.46	2.06	1.31	4.1	26.58
	NE	4.11	3.11	2.64	2.56	2.14	1.36	4.3	28.80
	ENE	3.93	2.99	2.53	2.45	2.05	1.30	4.3	29.11
	E	3.55	2.67	2.26	2.19	1.83	1.16	4.3	28.40
	ESE	2.68	1.99	1.68	1.62	1.35	0.85	4.1	26.45
	SE	1.55	1.16	0.97	0.94	0.78	0.49	3.9	23.34
	S	1.13	0.83	0.69	0.67	0.56	0.35	2.7	10.97
	SW	1.73	1.28	1.07	1.04	0.86	0.54	2.9	13.02
	WSW	2.08	1.52	1.28	1.23	1.03	0.64	3.0	13.99
	W	1.61	1.20	1.01	0.97	0.81	0.50	2.8	12.57
设计高水位	N	5.31	3.94	3.34	3.23	2.70	1.71	4.3	29.18
	NNE	6.13	4.57	3.88	3.76	3.15	2.01	4.9	36.75
	NE	6.40	4.77	4.06	3.93	3.30	2.10	5.1	40.79
	ENE	6.03	4.47	3.80	3.67	3.08	1.96	5.1	40.31
	E	5.26	3.91	3.31	3.20	2.68	1.70	4.9	37.90

水位	传入方向	H _m _{ax} (m)	H _{1%} (m)	H _{4%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H _m _{ean} (m)	T _m _{ean} (s)	L (m)
	ESE	3.76	2.81	2.37	2.29	1.91	1.20	4.6	33.59
	SE	2.02	1.52	1.27	1.23	1.02	0.64	4.3	28.24
	S	1.66	1.22	1.02	0.99	0.82	0.51	3.0	14.02
	SW	2.87	2.11	1.78	1.72	1.43	0.90	3.3	16.81
	WSW	3.98	2.93	2.48	2.39	2.00	1.26	3.7	21.48
	W	3.24	2.39	2.01	1.94	1.62	1.02	3.6	20.10
设计 低水位	N	3.88	2.90	2.45	2.37	1.99	1.26	3.9	23.75
	NNE	4.29	3.21	2.73	2.64	2.21	1.41	4.2	28.03
	NE	4.46	3.34	2.83	2.74	2.30	1.46	4.4	30.54
	ENE	4.28	3.18	2.70	2.61	2.19	1.39	4.4	30.61
	E	3.87	2.87	2.43	2.35	1.97	1.25	4.4	29.73
	ESE	2.93	2.18	1.84	1.78	1.48	0.93	4.2	27.20
	SE	1.69	1.26	1.06	1.02	0.85	0.53	3.9	23.79
	S	1.21	0.88	0.74	0.72	0.59	0.37	2.7	11.61
	SW	1.96	1.45	1.22	1.18	0.98	0.62	3.0	13.97
	WSW	2.41	1.82	1.53	1.48	1.23	0.77	3.2	15.50
	W	1.82	1.37	1.15	1.11	0.93	0.58	3.0	14.43

备注：码头前沿设计波要素对应位置的水深为 20.08m（1985 国家高程基准）

（4）港口作业天数

影响泊位装卸作业的自然因素一般有风、浪、雨、雾及雷暴等，根据交通部有关规范条文，按本工程设计船型及其装卸工艺要求，船舶靠泊装卸作业的自然控制因素见表 2.3-8。

表 2.3-8 泊位不可装卸作业标准

项 目		停止作业的标准
气象	风	风速>6 级
	雨	日降雨量>25mm
	雷暴	发生雷暴时
	雾	能见度≤500m

项 目		停止作业的标准
波浪	2 万吨级及以下	顺浪：>0.8m，T>6s
		横浪：>0.6m，T>6s
	3~10 万吨级	顺浪：>1.2m，T>8s
		横浪：>1.0m，T>8s

根据温州洞头地区水文气象观测站的水文、气象资料统计分析结果，本地区影响码头作业天数的情况如下：

① 风与浪影响天数

本地区的大风天数主要集中在夏、冬两季，其中夏季 6 月~9 月份受台风影响。影响大风天数的统计方法分别按每天出现一次或一次以上的>6 级风速为一天。经洞头多年风速资料统计，本地区>6 级风的天数为 8.5d。

根据本工程设计船舶允许作业波高标准以及港区附近海域的地形条件，波浪统计按拟建码头轴向确定顺浪向和横浪向统计，其中 NW、WNW 向为横浪，WSW、W、NE、ENE 向为顺浪向，根据状元岙短期测波资料统计分析，3~10 万吨级船舶波浪影响作业天数为 21.0d。

综合考虑风浪的重叠因素，以及导管架等大型构件的出运要求，最后风与浪影响天数：3~10 万吨级船舶风与浪影响作业天数为 34d。

② 大雨与雷暴日数

日雨量>25mm 的大雨日数年平均为 13.3d，雷暴平均日数为 27.7d。洞头地区雷暴一般出现在 3~10 月间，发生雷暴时常伴随着大风大雨且延时较短。根据邻近海区资料统计，雷暴延时最长约 4 小时，最短只有 3 分钟，延时小于 1 小时占 61.1%，延时小于 2 小时占 81.5%，因此实际的大雨及雷暴影响作业的累积时间要小于统计值。

③ 大雾日数

本地区每年冬春季节的早晨多发雾，大多日出即散，但雾的生消时间长短不经统计，能见度小于 1000m 的多年平均雾日数为 37.8d，延时持续 3 小时占 76.7%，延时 3~6 小时占 17.2%，持续 12~24 小时的雾很少，仅为 0.24%，延时大于 24 小时的雾未出现。

本阶段本工程可作业天数见表 2.3-9。下阶段将结合本工程波浪数模专题复核更新

可作业天数成果。

表 2.3-9 作业天数统计表（单位：天）

项 目	影响作业自然因素				可作业天数
	风与浪	雷暴大雨	大雾	合计	
3~5 万吨甲板驳或半潜驳	34	13.4	9.2	56.6	300

2.3.5 水流

(1) 潮流运动形式

本工程附近水域潮流运动形式以往复流为主，涨潮时洞头岛、北麂岛一线以东海域涨潮流往 WNW 向汇聚，一部分经黄大峡水道进入乐清湾水域，一部分经青山岛两侧水道进入温州湾及瓯江口，还有一部分经北麂列岛、南麂列岛进入飞云江、鳌江；落潮流与涨潮时相反。受礁岛及水下地形影响，工程水域浅水效应较为明显，潮流性质为非正规半日浅海潮流。工程海区涨急、落急流场分别见图 2.3-5、2.3-6。

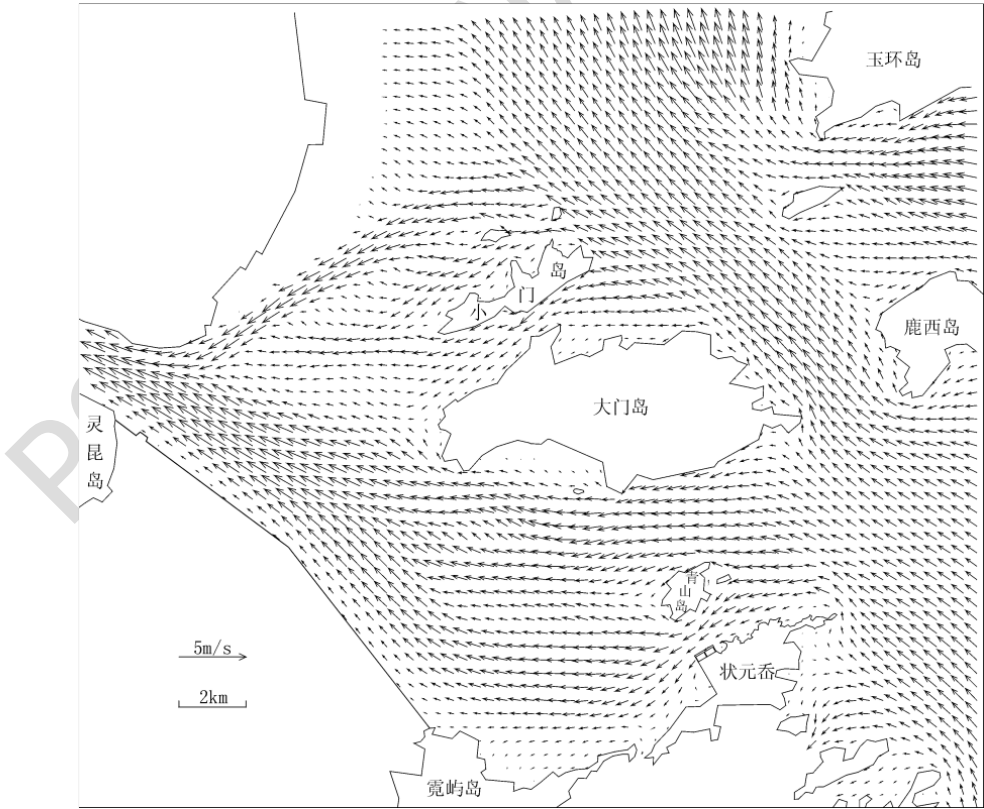


图 2.3-5 工程海域涨急流场图

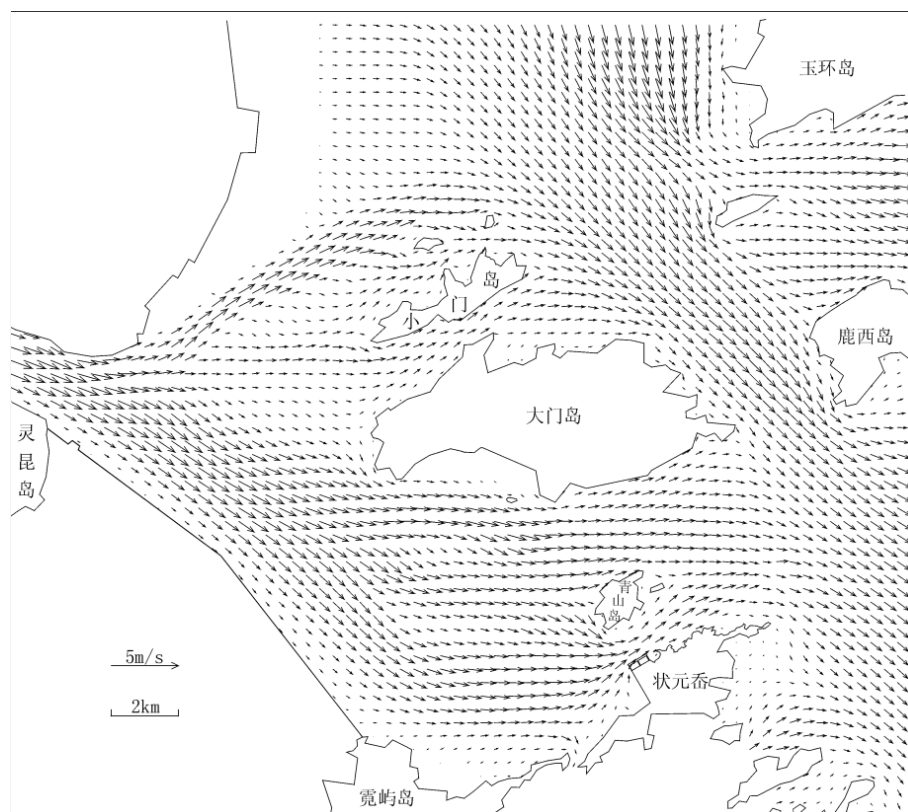


图 2.3-6 工程海域落急流场图

根据本工程 2024 年 12 月 23 日~2025 年月 1 日 3 日开展的码头前沿测流资料，1[#]、2[#]测站的 $(W_{K1}+W_{O1})/WM2$ 比值介于 0.12~0.37 之间，均小于 0.5，属规则半日潮流类型。各层表征浅水效应强弱的比值 WM_4/WM_2 在 0.42~0.60 之间，存在较为明显的浅海效应。1[#]测站 $|K|$ 值介于 0.01~0.07，属往复流，且为逆时针向旋转；2[#]站 $|K|$ 介于 0.17~0.31，结合海流矢量图，呈现往复流为主的形式，但存在一定的旋转流特征。

(2) 水流特征

根据邻近状元岙港区一期工程 2003 年 10 月~11 月水文测验分析结果，工程水域涨、落潮流历时比较接近，落潮流稍占优势；实测垂线平均最大落潮流速 1.25m/s，对应流向 50°，涨潮流速 0.86m/s，对应流向 230°。潮波具有比较明显的驻波性质，转流一般发生在高、低潮前后，憩流时间较短；涨、落急最大流速一般发生在中潮位附近。

2008 年 1 月温州海洋环境监测中心对状元岙港区一期工程前沿水域再次进行了水文测验，根据离状元岙港区二期工程最近的水文测验点 Z1、Z2 的分析结果：Z1、Z2 站小潮垂线平均涨潮流最大流速分别为 0.34m/s、0.29m/s，对应流向为 237°、230°，落潮流最大流速分别为 0.53m/s、0.33m/s，对应流向为 60°、62°；中潮垂线平均涨潮最大流速为 0.58m/s、0.54m/s，对应流向分别为 222°、254°，落潮最大流速为 0.99m/s、0.95m/s，

流向为 49°、65°；大潮垂线平均涨潮最大流速为 0.83m/s、0.74m/s，流向为 237°、252°，落潮最大流速为 1.13m/s，流向为 73°、70°。

根据《温州华港 LNG 项目水文泥沙测验项目技术报告》，青岛海大工程勘察设计开发院有限公司于 2020 年 12 月 25 日～2021 年 01 月 02 日期间在工程海域附近布设 7 个定点潮流（S1～S7），并进行了潮流（流速流向）观测。实测资料表明：本水域潮流流向和流速具有明显的半日周期变化。各测站垂线平均 G 值较大，说明调查水域浅海分潮流十分显著，在海流分潮所占比重较大。由于工程水域部分落潮流历时很短，对不足三小时的历时，作两小时涨、落急平均，对不足两小时的历时不作涨、落急平均。各垂线基本呈偏东—西向，工程海域海流呈现逆时针旋转为主。

根据本工程 2024 年 12 月 23 日～2025 年月 1 日 3 日开展的码头前沿测流资料，码头前沿的 1#测站实测最大流速为 0.86m/s（75°），出现在大潮表层。港池内的 2#测站水深较浅，水深基本在 5.0m 以内，故只对表层、0.6H 层、底层和垂向平均实测流速进行了统计分析；2#测站实测最大流速为 0.49m/s（254°），出现在大潮表层。

表 2.3-10 实测最大流速（m/s）及其流向（°）统计表

测站	潮次	潮型	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层		垂线平均	
			流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速
S1	大潮	涨潮	250	84	249	82	245	79	250	77	251	74	250	68	249	77
		落潮	56	91	63	90	61	82	59	80	60	73	70	66	61	80
	中潮	涨潮	236	82	233	77	234	76	234	72	233	70	231	65	234	74
		落潮	63	89	66	86	68	82	73	76	72	76	73	74	69	80
	小潮	涨潮	248	54	247	47	240	44	236	44	241	42	239	35	242	44
		落潮	78	67	69	63	68	60	69	64	68	58	74	55	70	61
S2	大潮	涨潮	236	80	235	80	240	77	243	77	243	77	247	70	240	77
		落潮	75	92	75	83	72	86	68	86	66	89	66	79	70	86
	中潮	涨潮	256	63	256	60	252	51	245	55	249	50	262	45	252	54
		落潮	73	80	73	75	78	78	75	73	77	64	76	64	75	72
	小潮	涨潮	255	60	250	58	252	56	248	53	240	52	251	47	249	54
		落潮	81	71	78	63	81	66	82	62	89	58	89	51	83	62
S3	大潮	涨潮	330	94	325	95	321	85	323	91	319	81	319	77	323	87
		落潮	144	110	138	110	142	104	142	107	139	94	146	90	141	103
		涨潮	318	70	322	68	318	66	321	67	320	62	316	56	320	65

测站	潮次	潮型	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层		垂线平均	
			流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速
	中潮	落潮	141	90	143	89	140	86	137	84	140	78	143	68	140	83
		涨潮	326	59	330	57	321	59	321	55	319	53	329	49	324	55
	小潮	落潮	135	71	137	66	144	67	137	61	145	54	141	47	140	61
涨潮		269	91	269	90	270	92	270	81	270	76	266	71	269	84	
S4	大潮	落潮	101	68	101	65	103	66	102	62	105	57	97	53	102	62
		涨潮	276	74	276	71	275	69	272	63	274	54	272	50	274	64
	中潮	落潮	104	59	102	58	99	54	100	52	96	49	98	42	100	53
		涨潮	279	57	279	56	279	52	273	52	267	49	273	45	275	52
	小潮	落潮	104	51	104	47	101	44	95	41	105	37	95	37	101	43
		涨潮	267	61					269	54			270	45	269	53
S5	大潮	落潮	100	51					93	47			99	38	97	46
		涨潮	276	46					274	42			275	39	275	42
	中潮	落潮	108	42					103	39			109	33	106	38
		涨潮	280	39					274	37			283	33	278	36
	小潮	落潮	112	33					107	29			109	26	109	29
		涨潮	301	85					293	79			295	76	296	80
S6	大潮	落潮	107	110					111	105			109	96	109	104
		涨潮	304	61					302	61			300	56	302	60
	中潮	落潮	105	92					108	88			110	78	108	87
		涨潮	306	55					302	52			294	48	301	51
	小潮	落潮	110	83					103	77			108	71	107	77
		涨潮	290	71	290	70	288	65	288	63	287	60	291	57	289	64
S7	大潮	落潮	97	72	102	68	98	67	95	65	100	62	95	56	98	65
		涨潮	287	67	295	68	295	63	297	59	291	54	294	49	294	60
	中潮	落潮	93	73	95	69	93	64	103	60	93	57	95	50	96	62
		涨潮	280	50	294	46	287	45	288	42	289	42	294	37	289	44
	小潮	落潮	98	54	93	52	92	49	98	45	97	43	96	36	95	47
		涨潮														
备注	H 为水深；流速单位为 cm/s；流向单位为：°															

表 2.3-11 平均流速（m/s）及其流向（°）统计表

测站	潮次	潮型	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层		垂线平均	
			流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速
S1	大潮	涨潮	248	70	248	67	250	65	250	63	251	58	251	55	250	63
		落潮	65	82	70	79	68	75	68	70	70	65	71	59	69	72
	中潮	涨潮	233	65	234	62	232	61	233	60	236	57	239	55	234	60
		落潮	62	81	68	75	65	72	64	67	70	63	68	60	66	69
	小潮	涨潮	243	44	252	40	245	38	246	36	247	36	245	31	247	37
		落潮	73	59	72	56	74	54	73	54	74	49	75	45	73	53
S2	大潮	涨潮	241	65	241	64	243	64	244	62	243	60	246	54	243	62
		落潮	76	80	77	77	77	78	76	76	74	72	73	63	76	75
	中潮	涨潮	249	51	245	46	245	45	244	44	247	40	247	36	246	44
		落潮	76	73	80	69	77	68	75	66	77	63	78	59	77	66
	小潮	涨潮	252	45	257	44	254	41	248	38	244	37	256	33	252	39
		落潮	71	56	68	52	71	53	76	49	77	46	75	43	73	50
S3	大潮	涨潮	324	77	324	75	322	69	327	71	324	64	326	61	324	69
		落潮	143	100	140	100	141	92	142	93	141	83	141	77	141	91
	中潮	涨潮	323	64	325	60	325	62	325	59	324	55	321	51	324	59
		落潮	143	81	142	79	141	75	139	73	143	68	142	59	141	73
	小潮	涨潮	328	54	325	52	325	54	322	50	322	46	326	42	324	50
		落潮	139	61	137	59	140	58	136	52	140	47	141	42	139	54
S4	大潮	涨潮	275	76	274	74	274	73	273	66	272	61	272	55	273	68
		落潮	104	59	104	57	105	55	101	52	100	49	102	44	103	53
	中潮	涨潮	274	62	275	60	275	58	274	52	273	48	271	40	274	54
		落潮	104	47	104	45	105	44	103	42	100	39	100	33	103	42
	小潮	涨潮	277	50	279	49	278	48	277	45	275	42	276	40	277	45
		落潮	102	43	102	40	101	37	96	36	96	31	97	28	99	36
S5	大潮	涨潮	275	48					277	43			278	36	277	42
		落潮	103	46					101	41			104	33	102	40
	中潮	涨潮	276	38					277	36			278	29	277	34
		落潮	111	37					106	33			105	26	108	32
	小潮	涨潮	279	34					279	31			276	26	278	30
		落潮	112	30					107	26			107	24	109	26

测站	潮次	潮型	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层		垂线平均	
			流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速
S6	大潮	涨潮	300	75					294	69			295	62	296	68
		落潮	106	102					110	95			111	81	109	93
	中潮	涨潮	299	55					297	49			299	44	299	49
		落潮	102	86					108	79			106	71	105	79
	小潮	涨潮	300	45					298	44			298	41	299	43
		落潮	109	76					109	70			114	62	111	70
S7	大潮	涨潮	289	61	291	58	293	54	289	52	287	47	290	45	290	53
		落潮	93	63	97	61	94	60	92	56	93	54	92	50	94	58
	中潮	涨潮	287	56	290	54	300	51	302	48	293	44	295	37	295	48
		落潮	93	65	93	62	93	58	94	54	92	49	90	42	93	55
	小潮	涨潮	285	45	290	41	299	39	294	36	291	35	291	32	292	38
		落潮	92	51	93	47	89	45	90	45	94	42	92	36	92	45
备注	H 为水深；流速单位为 cm/s；流向单位为：°															

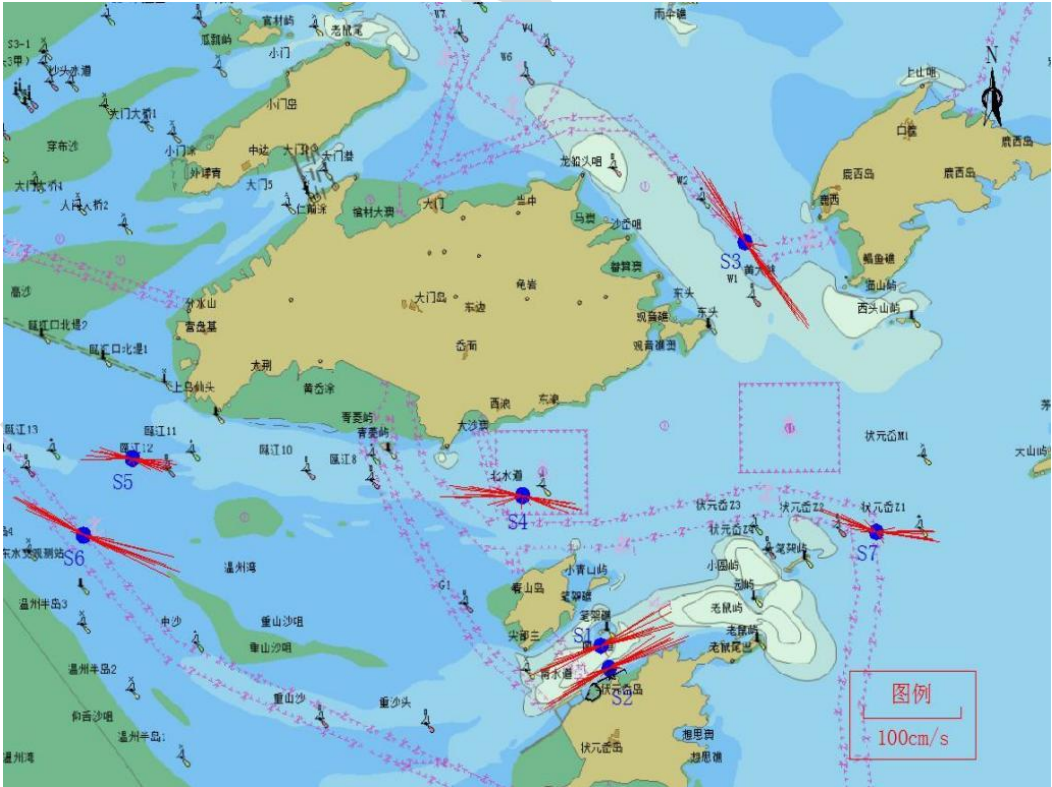


图 2.3-7 大潮垂线平均层流速矢量图

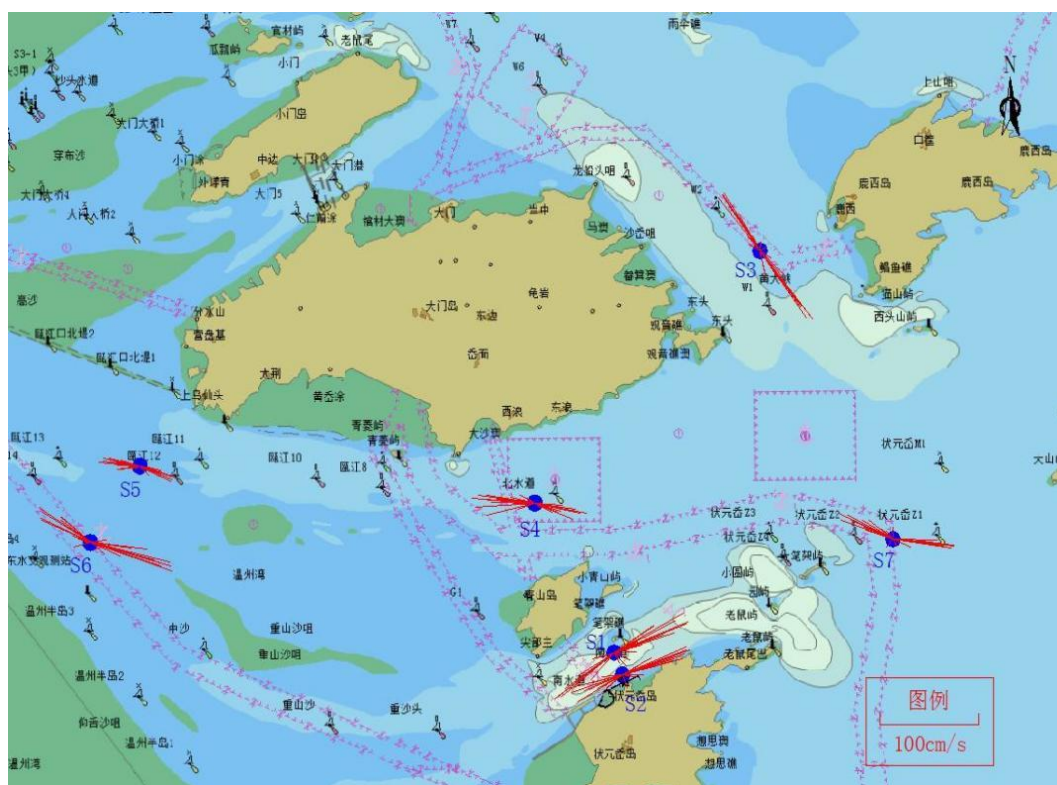


图 2.3-8 中潮垂线平均层流速矢量图

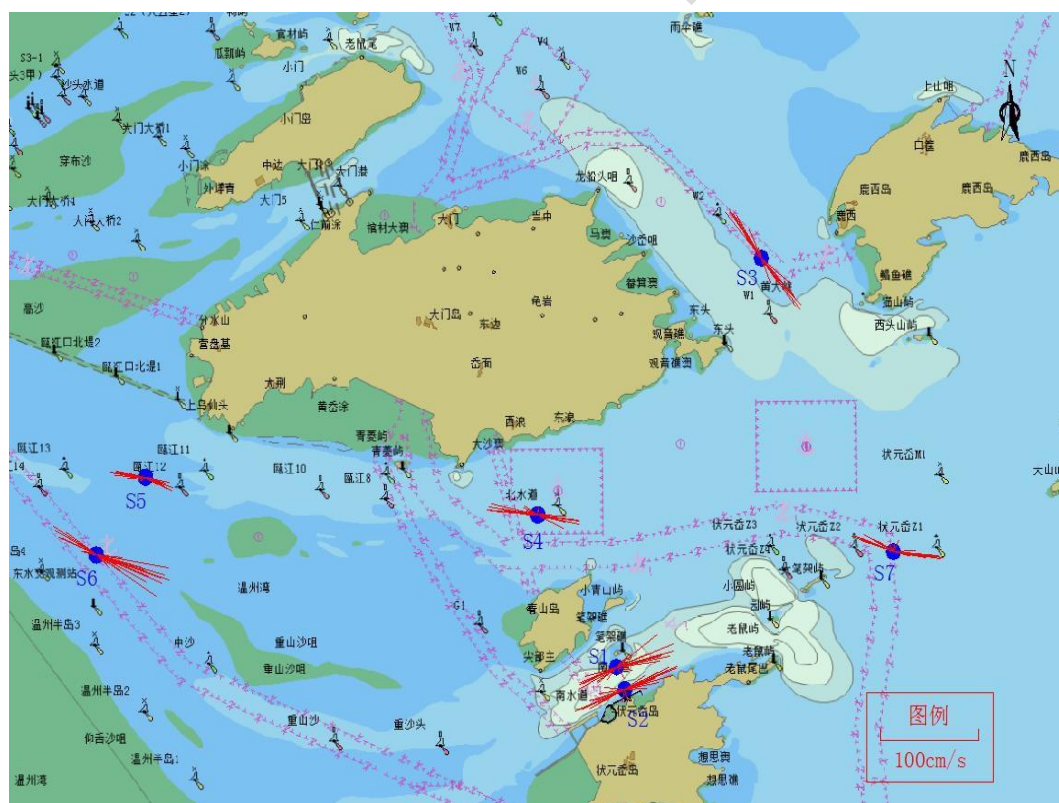


图 2.3-9 小潮垂线平均层流速矢量图

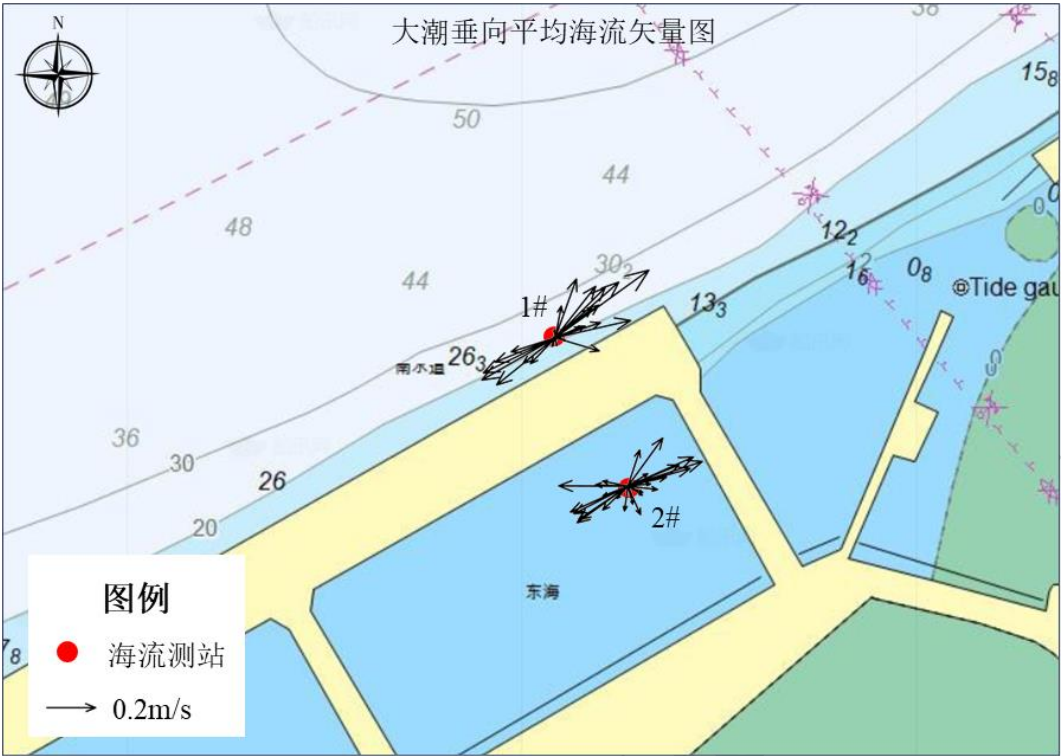


图 2.3-10 码头前沿大潮垂向平均海流矢量图

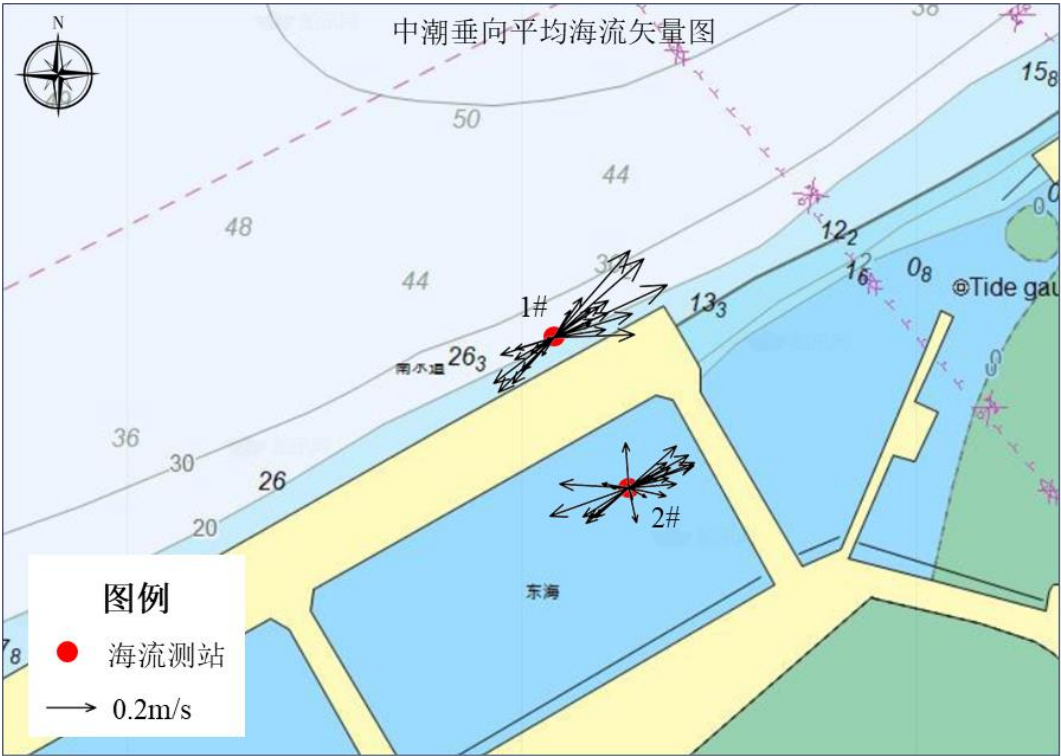


图 2.3-11 码头前沿中潮垂向平均海流矢量图

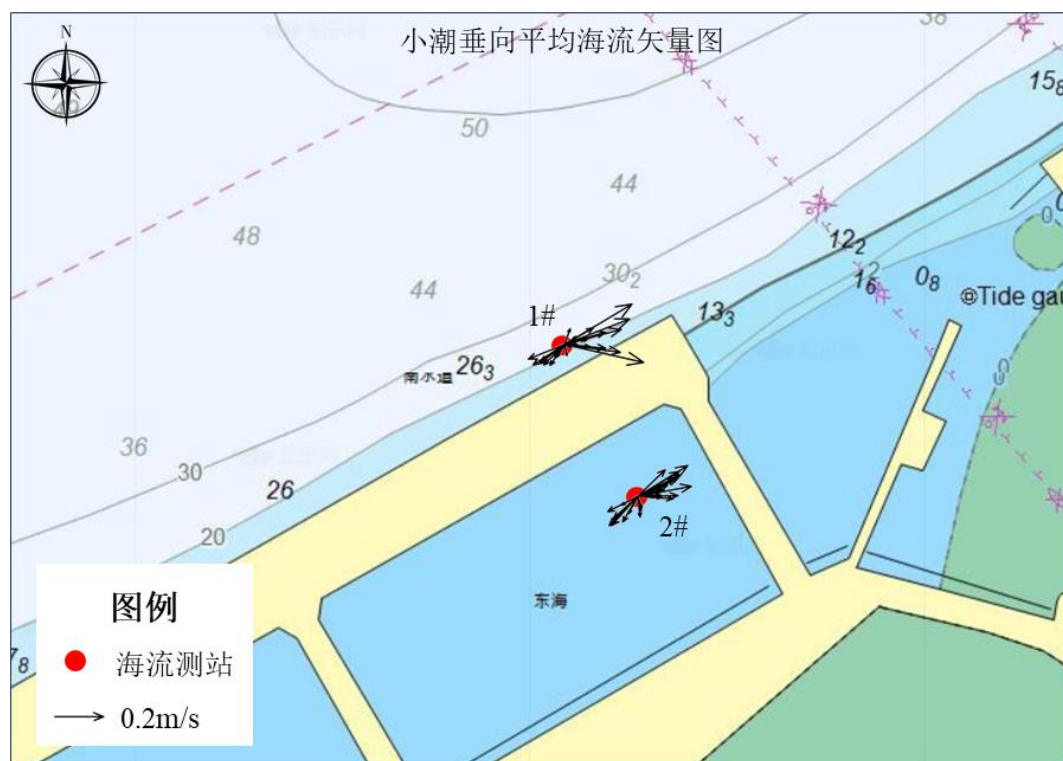


图 2.3-12 小潮垂向平均海流矢量图

(3) 余流

余流指剔除了周期性变化的潮流之后的一种相对稳定的流。影响余流的因素众多，其季节性变化也很强。

S1 垂线大潮余流流速在 8.6~14.2cm/s 之间，中潮余流流速在 5.8~11.2cm/s 之间，小潮余流流速在 9.1~11.6cm/s 之间；S2 垂线大潮余流流速在 6.4~10.8cm/s 之间，中潮余流流速在 12.0~14.3cm/s 之间，小潮余流流速在 4.7~7.3cm/s 之间；S3 垂线大潮余流流速在 6.3~9.0cm/s 之间，中潮余流流速在 4.9~9.2cm/s 之间，小潮余流流速在 0.8~4.2cm/s 之间；S4 垂线大潮余流流速在 5.3~8.0cm/s 之间，中潮余流流速在 2.8~7.3cm/s 之间，小潮余流流速在 4.3~5.7cm/s 之间。

码头前沿 1#、2#测站的余流值，表层最大余流值为 8.3cm/s，出现在 1#测站中潮；0.6H 层最大余流值为 5.3cm/s，出现在 2#测站小潮；底层最大余流值为 4.5cm/s，出现在 2#测站的小潮。垂向上余流值总体上也是表现为表层大于中层，中层大于底层。1#、2#测站余流流向均指向落潮方向。

2.4 地形、地貌及工程泥沙

2.4.1 地形、地貌

工程海域属海岸地貌类型，南侧为围堤及围垦区，西侧分布有岩礁，场区水下岸坡地形坡度较大，总体呈南高北低。码头前沿濒南水道，水深基本都在 15m 以上。温州港水域动力地貌体系见图 2.4-1。

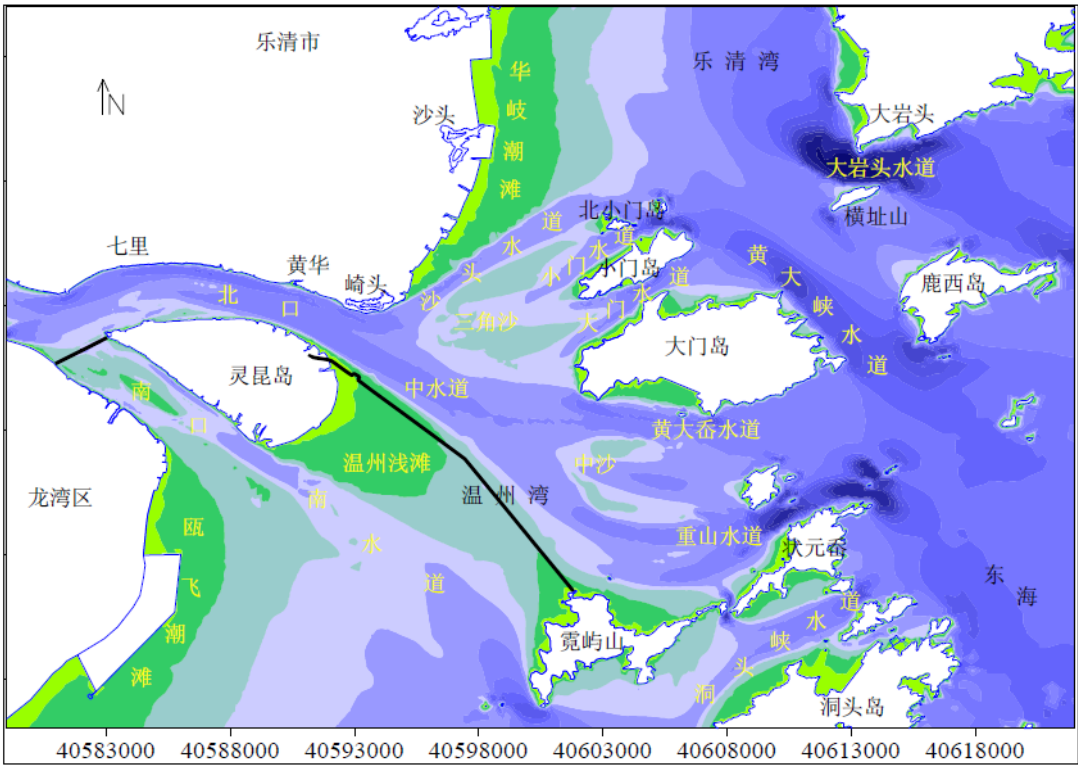


图 2.4-1 水域动力地貌体系图

2.4.2 工程泥沙

2.4.2.1 工程泥沙

（1）泥沙来源

瓯江口外海区泥沙来源：一部分是流域来沙，来源于瓯江上游，瓯江口区在径流与潮流的作用下， $>0.063\text{mm}$ 的砂质沉积物一直可达洞头列岛附近，而且沉积物重力分异的顺序从瓯江口～洞头列岛逐渐变细，显示出瓯江口区沉积物与流域来沙的密切关系。另外一部分来源于浙江沿岸流输沙。此外，岸滩或浅滩水域的泥沙在波、流作用下，掀起并随潮流运移，也是泥沙来源的重要部分。

（2）悬沙特征

由温州湾口悬浮沙平面分布资料反映，悬浮泥沙量的分布由西向东减小，并与水下地形之间存在动力上的联系，湾口高含沙量区大部分分布在瓯江口两侧的浅滩部位，而主要出海通道含沙量较低。据卫片资料分析，在瓯江口区含沙量一般在 $0.2\sim 0.6\text{kg/m}^3$ 、最大达 $0.8\sim 1.2\text{kg/m}^3$ 。冬季表层洞头岛附近含沙量变化于 $0.03\sim 0.3\text{kg/m}^3$ ，夏季表层含沙量变化于 $0.01\sim 0.1\text{kg/m}^3$ ，冬季含沙量高，但高含沙量范围较小，夏季含沙量低，但低含沙量区范围却明显向西北扩展。在垂线分布上，一般随深度的递增，悬沙含沙量呈增加趋势，底层明显高于上层，冬季由于风浪较大，垂直紊动较强。根据状元岙港区附近水域实测含沙量资料统计结果表明，涨潮平均含沙量在 $0.281\sim 0.639\text{kg/m}^3$ 之间，落潮平均含沙量在 $0.179\sim 0.695\text{kg/m}^3$ 之间，垂线平均含沙量在 $0.141\sim 1.758\text{kg/m}^3$ 之间。

（3）底质特征

根据本工程 2024 年 12 月开展的底质采样资料，本工程所在海域地形情况复杂，底质表层样品差异较大，近岸侧水深较浅的底质样品（16 个测站）以粘土、粉砂、砂为主，表层沉积物呈灰黑色，含水过饱和，半流动状，无明显生物虫孔痕迹，无贝壳碎屑。离岸越远、越靠近水道中部位置的站点，其底质样品明显变粗，其中 T5-19、T5-20 以粉砂、砂为主，含有贝壳类碎屑、砾石等；T4-14、T4-15 则明显为碎石。

根据采样记录以及激光粒度分析结果，底质类型分别为粘土质粉砂（12/20）、砂-粉砂-粘土（3/20）、砂（1/20）。各测站粘土、粉砂、砂的含量差异较大，粘土含量在 2.62～33.15%之间，平均值为 25.27%；粉砂含量在 5.05～73.24%之间，平均值为 59.97%；砂含量在 0.44～92.33%之间，平均值为 14.77%。

工程水域底质（激光粒度仪分析样品）中值粒径变化范围为 $6.41\sim 373\mu\text{m}$ ，平均值为 $31.37\mu\text{m}$ ，T1-3 测站最细，T3-12 测站最粗。各站底质均以粉砂为主。

2.4.2.2 冲淤分析

本阶段根据附近项目资料以及本工程环境影响评价预测部分内容分析工程建设前后冲淤变化，下阶段将结合本工程工程冲淤专题复核更新工程建设前后冲淤变化成果。

2.4.2.2.1 工程建设影响

根据国家海洋局第二海洋研究所编制的《温州港状元岙港区二期工程潮流、冲淤数学模型试验报告》，附近二期工程实施对周边冲淤影响如下：

工程后靠近围堤附近及码头后方普遍淤积。工程西北侧的前沿航道上略有冲刷，第一年冲刷幅度约 0.1~0.2m 左右，西北堤角的外侧也有冲刷。工程区西南侧状元岙的浅水区域，第一年淤积幅度约 0.2~0.3m 不等（其中西堤坝以西的浅水区域约 0.2m 左右，而靠近西堤的堤脚附近接近 0.4m）。码头后方的堤线附近第一年淤积幅度约 0.1~0.4m 不等，越靠近围堤淤积幅度越大。见图 2.7-1。

参考浙江沿海围垦项目情况，一般工程实施后约 5 年左右，基本达到初步冲淤平衡的状态。冲淤平衡时，工程西北侧的前沿航道上冲刷幅度约 0.2~0.4m 左右。工程区的西南侧状元岙的浅水区域，最终淤积幅度约 0.5~0.9m 不等；其中西堤以西 1500m 处的浅水区域，最终淤积幅度约 0.3m 左右；而靠近西堤的堤根附近，最终的淤积幅度约可达 0.9m~1.0m 左右。码头后方堤线附近最终淤积幅度约 0.4~0.9m 不等。总体而言，工程区附近冲淤幅度不大，在港池水域基本没有淤积，对附近航道的影响也很小。见图 2.4-2。

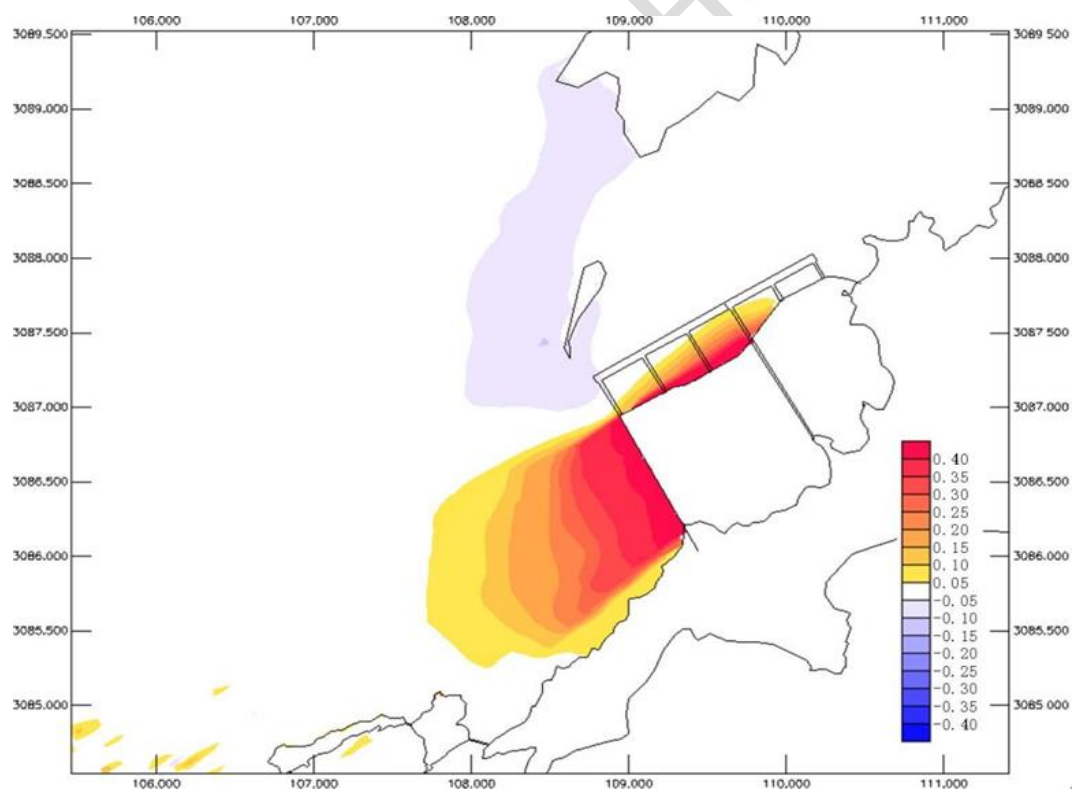


图 2.4-1 附近二期工程实施后第一年冲淤变化（单位：m）

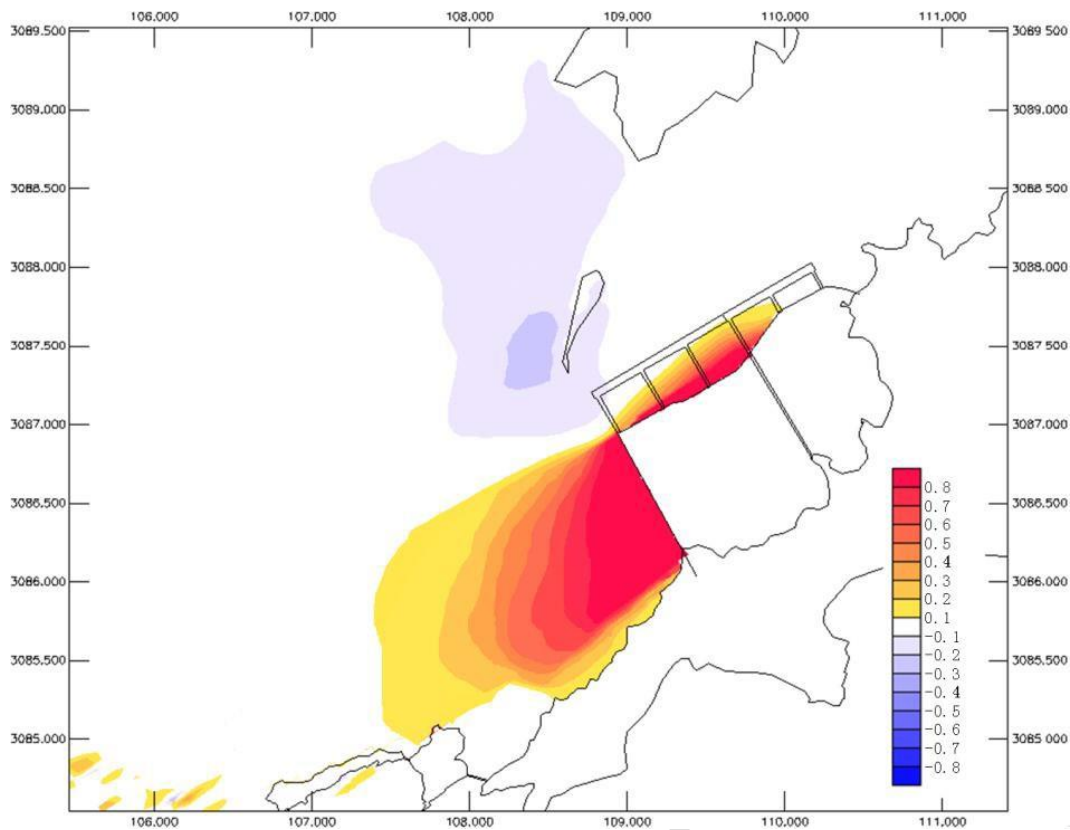


图 2.4-2 附近二期工程实施后接近冲淤平衡时（实施后 5 年）冲淤变化（单位：m）

2.4.2.2.2 工程建设冲淤预测

通过建立数学模型对港池内的冲淤进一步分析，确定了港池的冲淤情况以及淤积强度，估算得到工程建设后工程海域首年冲淤强度见图 2.4-3，最终冲淤强度见图 2.4-4。

工程建设初期，海域大范围冲淤环境基本未发生变化。由于码头工程桩基础的阻水作用，在工程顺水流方向均出现了一定的流速减小区域，项目港池区域及其两侧局部区域均出现了一定的淤积区域，未呈现出明显的冲刷趋势。工程周边 420m 范围内淤积厚度普遍在 0.01m 之上，港池处淤积强度最大，港池内平均淤积厚度约 0.14m，最大淤积厚度约 0.41m。

工程海域冲淤平衡后，周边海域大范围冲淤环境基本未发生变化。项目港池区域及其两侧局部区域最终均呈现出淤积状态，码头两侧 430m 范围内的淤积强度普遍在 0.01m 以上，淤积范围主要集中在港池桩基础及港池附近，港池内平均淤积厚度约为 0.34m，最大淤积厚度约 1.08m，基本不会对港池周边海域冲淤环境产生影响。

总的来看，本工程建设在工程海域顺海流方向约 880km 的条状区域冲淤环境造成了一定的影响，主要呈现为局部淤积状态，冲淤强度大值主要集中在港池内及桩基处较小范围内，对大范围海域的冲淤环境影响较小。

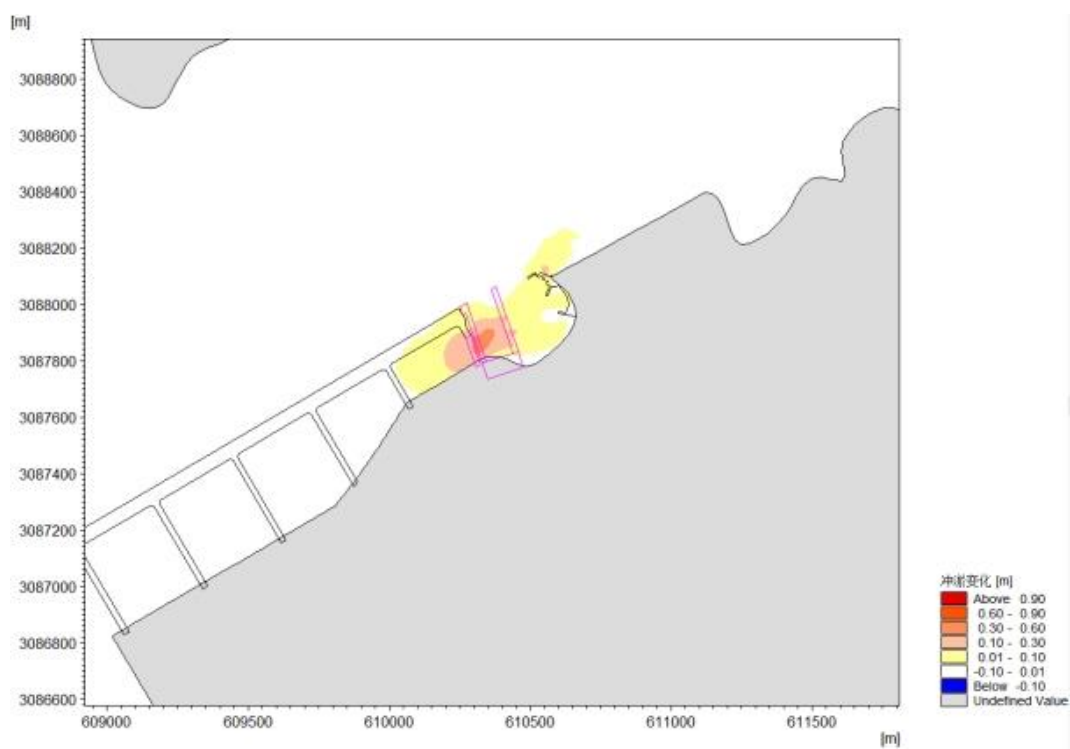


图 2.4-3 工程建设后年冲淤强度分布图

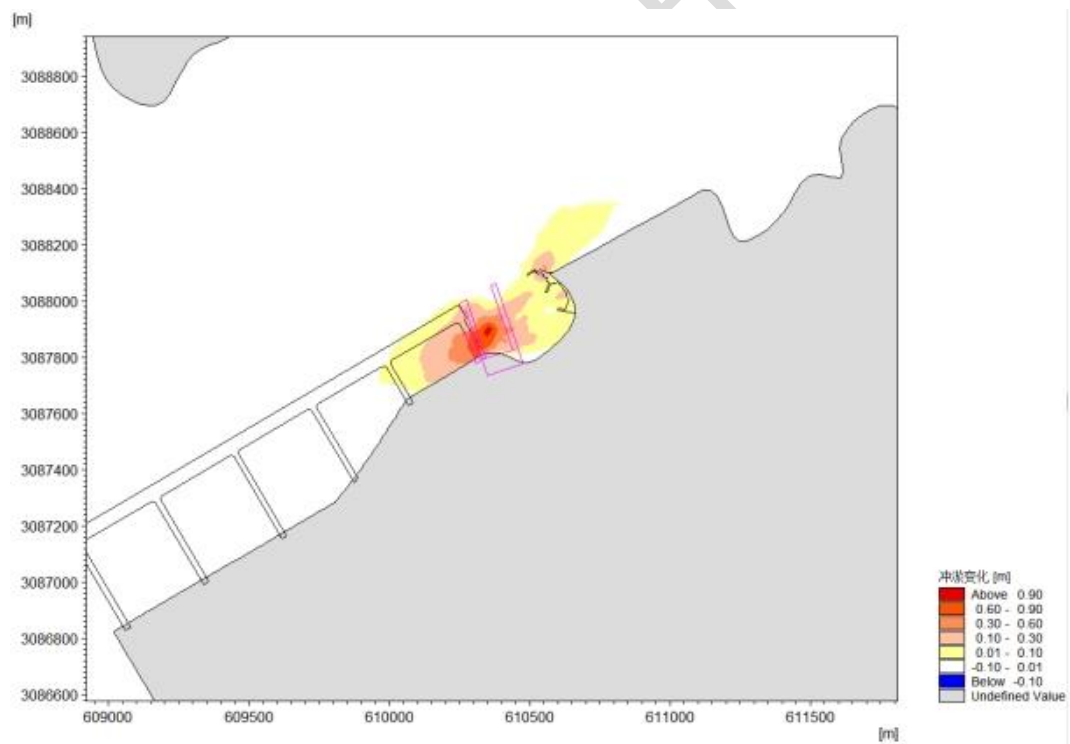


图 2.4-4 工程建设后最终冲淤强度分布图

2.5 工程地质

2.5.1 区域地质

据调查，测区范围地质构造较为复杂，主要以断裂、裂隙二种形迹表现，节理裂隙与断裂紧密相关；测区地质构造属华南褶皱系（I₂）浙东南褶皱带（II₃）温州-临海拗陷（III₈）泰顺-温州断拗（IV₁₂）（参见图 2.4-1 浙江省区域构造纲要图），从图 2.4-1 可以看出，离工程区较近区域断裂有：⑪松阳～平阳大断裂东南端从工程区北侧经过；⑬温州～镇海北东向大断裂西南端从工程区西侧经过；⑱泰顺～黄岩北东向大断裂东南端从工程区西侧经过。受大断裂的影响，区域上基岩中北东向断裂和北西向节理较发育。

1) 松阳～平阳大断裂（编号⑪）

该大断裂西起衢州之北，被江山～绍兴深断裂截切后，又经松阳、平延入东海海域，长约 200km，走向约 320°，断面倾向不定，倾角 60～85°，断裂破碎带宽 40m，为一系列的挤压透镜体、劈理、糜棱岩等发育，局部擦痕显示左旋扭动，沿断裂带充填的岩脉遭再度破碎。布伽重力为密集的梯度带，是莫霍面南深北浅的转换地段，断裂形成于燕山中晚期，白垩纪后期活动较为强烈。距离场地约 8～10km。

2) 温州～镇海大断裂（编号⑬）

它是浙东南最醒目的断裂构造，总体走向为北东 25°，该断裂自黄岩长潭水库往北经临海、宁海、镇海而潜没于灰鳖洋水域之下，这一地段地表断裂十分醒目，南段地表显示较差，长潭水库以南经温州、矾山并伸入福建境内，全长约 320km，它由一系列北东、北北东向断裂组成宽 5～10km 的断裂带，断面多向北西倾，倾角陡立。该断裂可能形成于燕山中晚期。历史上温州、临海、镇海曾多次发生地震，表明该断裂于近时期尚在活动。距离场地约 8～10km。

3) 泰顺～黄岩大断裂（编号⑱）

该断裂位于浙江东南沿海，呈北东向展布，由泰顺往北东经永嘉、黄岩直抵三门湾，省内长约 260km。地表为断续出露的北东向断裂，一般长达 20～30km。断裂多发育在上侏罗统和白垩系中，燕山晚期的岩体常被其切割。距离场地约 25～30km。

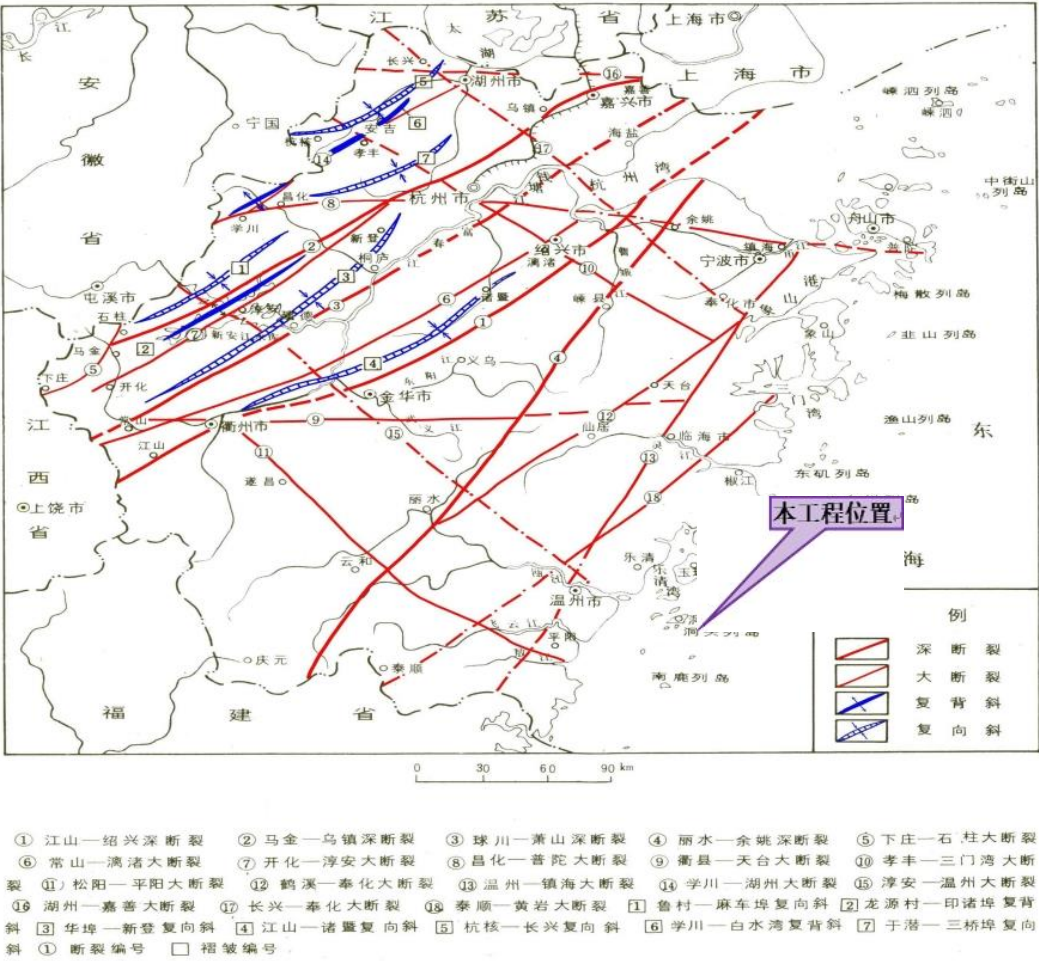


图 2.5-1 浙江省断裂构造分布图

2.5.2 场地工程地质条件

2.5.2.1 土层的工程性能分析与评价

- ①₀块石填土：松散～稍密，该层位于围堤区，仅 QQDK09 号孔揭露，场区局部分布，工程性能一般～较差。
- ①₁素填土、①₂冲填土：填土层结构松散，均一性差，需考虑其性能不均匀性对工程的影响。
- ②淤泥质粘土：该土层具有天然含水量高、流变性、承载力低、压缩性高、抗剪强度低，渗透性低等特性，物理力学性质差，属典型的软弱地基土，是场地内主要压缩层。
- ③层含粘性土砾砂：稍密为主，工程性能一般～较好，场区仅局部揭露，土质不均一、厚度不稳定。
- ④层粉质粘土，硬可塑，工程性能较好，场区大部分分布，场区揭露层厚为 1.5～

13.1m。

④₀₋₁ 层粉质粘土，灰色，软可塑，局部软塑，工程性能一般。

⑥层：砾砂，稍密～中密，工程性能较好，场区仅局部揭露，揭露层厚为 1.5～9.5m。

⑦层粉质粘土，软塑～软可塑状，局部呈流塑状，工程性能一般～较差。

⑧₁₋₁ 含粘性土砾砂，工程性能一般～较好，厚度较薄。

⑧₁₋₂ 层粘土：软可塑状，工程性能一般，仅 QDK13 号孔揭露，不稳定。

⑧₁ 层粘土，硬可塑～硬塑，工程性能一般～较好，⑧₁₋₁ 层含粘性土砾砂，中密，工程性能一般～较好，⑧₂ 层含粘性土砾砂，中密，工程性能一般～较好，⑧₃ 层角砾，中密，工程性能较好。

2.5.2.2 地基处理分析

拟建工程若在海域进行大面积回填，由于工程沿线内以软土为主，软土强度低，厚度较大且变化也较大，若不进行地基处理，在附加荷载作用下易产生较大的沉降量及不均匀沉降，造成堤坝、开裂、滑移等，危及堤防安全，影响拟建工程的正常使用，可采用适当措施对上部软土地基进行加固处理。

地基处理方法有抛石挤淤法、深层水泥搅拌桩法和塑料排水板堆载预压排水固结法、抗滑桩+塑料排水板联合工法。

(1) 抛石挤淤法即通过向软土表面大量集中抛填土石填料，依靠填筑体的自重，挤开淤泥，强制置换饱和软土的地基处理法，较其他软基处理经济、且施工周期短、施工机械设备简单、施工管理方便，已逐渐应用于软土地基的处理之中，但抛石挤淤的处理厚度并不是无止境的，它跟淤泥的状态直接相关，淤泥的液性指数越大，处理厚度也就越大，一般情况下，抛石挤淤的处理厚度不大于 15m。而本工程淤泥质软土厚度在 1.5～25.4m，且因场区以经回填处理，②₂ 冲填土厚度在 5.8～12.2m，因场地陆域部分已回填，因此该工法对本工程适用性一般。

(2) 深层水泥搅拌桩法：使软土固结成具有整体性、稳定性和一定强度的地基，以达到提高地基承载力、减少地基沉降量的目的，具有施工速度快、无振动、无噪音、无侧向挤土、无环境污染、工期短等特点，是一种行之有效的软土地基处理方法，但处理费用相对较高。

(3) 塑料排水板堆载预压法：该法比较经济，且技术也较成熟，但工期较长，需考

考虑抗滑稳定性，沉降变形大，工后仍有一定的沉降，如果要减少工后沉降，需采用真空超载预压法。

(4) 抗滑桩+塑料排水板联合工法：抗滑桩穿入滑动面以下的稳定地层，能够产生平衡滑坡体的推理，增加滑坡体的稳定性，而塑料排水板比较经济，且技术也较成熟，虽工期较长，需考虑抗滑稳定性，沉降变形大，工后仍有一定的沉降，但其与抗滑桩相结合能够很好的起到软土地基处理的作用。

设计应根据沉降控制要求、施工工期要求、场地工程地质条件等因素综合分析，建议进行沉降、工后沉降、承载力与抗滑稳定性分析，具体设计方案宜通过技术、经济、施工条件比选后确定。

2.5.2.3 天然地基条件分析评价

因导管架制造和组装区、成品堆场、运维基地、辅助建筑区等建筑荷载均较大，拟建场地上部①层填土性能较差，天然地基不能满足其荷载要求，建议采用桩基础或对上部土层进行地基处理。

2.5.2.4 桩基条件初步分析评价

(1) 桩基持力层选择

①层填土性能较差且不均匀，不建议作为拟建建筑的桩基持力层。

②淤泥质粘土，流塑，工程性能较差，不能作为拟建建筑的桩基持力层。

③层含粘性土砾砂：稍密为主，工程性能一般～较好，场区仅局部揭露，土质不均一、厚度不稳定，不建议作为拟建建筑的桩基持力层。

④层粉质粘土，硬可塑，工程性能较好，场区大部分分布，揭露层厚为 1.5～13.1m，可作为辅助建筑等荷载较小建筑桩基持力层。

④_夹层粉质粘土，灰色，软可塑，局部软塑，工程性能一般，不建议作为拟建建筑的桩基持力层。

⑥层砾砂，稍密～中密，工程性能较好，场区仅局部揭露，揭露层厚为 1.5～9.5m，厚度较大、埋深适中处可作为辅助建筑等荷载较小建筑桩基持力层。

⑦层粉质粘土，软塑～软可塑状，局部呈流塑状，工程性能一般～较差，不建议作为拟建建筑的桩基持力层。

⑧₁₋₁ 含粘性土砾砂，厚度较薄，不建议作为持力层

⑧₁₋₂层粘土：软可塑状，工程性能一般，仅 QDK13 号孔揭露，不稳定，不建议作为拟建建筑的桩基持力层。

⑧₁层粘土，硬可塑～硬塑，工程性能一般～较好，⑧₁₋₁层含粘性土砾砂，中密，工程性能一般～较好，⑧₂层含粘性土砾砂，中密，工程性能一般～较好，⑧₃层角砾，中密，工程性能较好，均可考虑作为拟建建筑的桩基持力层。

⑨₁层全风化花岗岩，工程性能一般～较好，⑨₂层强风化花岗岩，岩芯呈碎块状，工程性能一般～较好，⑨₃层中风化花岗岩，工程性能良好，均可考虑作为拟建建筑的桩基持力层。

综合上部荷载要求、设计拟采用的桩型及土层力学性状，建议本工程荷载较小的建筑物可采用④层粉质粘土作为桩基持力层，并对下部⑦层软卧下卧层进行沉降验算；荷载较大的建筑建议采用⑧₁层粘土、⑧₂层含粘性土砾砂、⑧₃层角砾、⑨₁层全风化花岗岩、⑨₂层强风化花岗岩、⑨₃层中风化花岗岩作为建建筑的桩基持力层。设计可根据勘察资料及上部荷载、施工难易程度、施工设备、经济、技术等综合比选后，择优选择桩型、桩长。

(2) 桩型选择

根据本工程地形地貌特征、地基土分布性状及上部结构的设计荷载，本工程可供选择的桩型有两种：打入桩（预制混凝土桩、钢管桩等）和灌注桩，现结合场地条件对不同的桩型进行分析评价。

打入桩方案：

其优点是使用成熟，施工质量有保证，并且打桩速度较快，遇密实砂土、碎石类土或强风化基岩层沉桩阻力较大，需采用较大的锤重施工；缺点是只能打入至中风化基岩岩面，无法贯入至中风化基岩内一定深度，而本工程桩身范围内的地层大部分为中密的含粘性土砾砂及角砾，有一定的贯入难度，且因⑨-2层强风化花岗岩、⑨-3层中风化花岗岩起伏大，若采用上述基岩作为桩基持力层时，会出现桩端部分位于基岩上，而另一部分桩端位于土体中，会导致桩基在上部荷载作用下出现倾覆。故设计需慎重选用该桩型。

灌注桩方案：

其优点是能穿越各种硬夹层、嵌岩和进入各类硬持力层，桩的尺寸和单桩承载力可

调空间大，施工噪音小、不挤土，对周围环境影响小，成桩（孔）深度、层位可以从钻进速率及返渣情况确定。桩长、桩径可根据上部荷载进行控制。缺点是灌注桩单价费用高，施工工期较长，泥浆需外运。

综上所述，当拟建建筑选用④层粉质粘土作为桩端持力层时，可考虑选用打入桩方案，因场区不规则分布的③层含粘性土碎石，若遇见成桩阻力大，建议进行试沉桩。

当选用⑧₁层粘土、⑧₂层含粘性土砾砂、⑧₃层角砾、⑨₁层全风化花岗岩、⑨₂层强风化花岗岩、⑨₃层中风化花岗岩作为建建筑的桩基持力层时，因③层含粘性土碎石、⑥层砾砂、⑧₁₋₁层含粘性土砾砂、⑧-2层含粘性土砾砂、⑧-3角砾、⑨-2强风化花岗岩、⑨-3中风化花岗岩成桩阻力大，预应力管桩成桩困难较大，建议采用钻孔灌注桩。

(3) 成（沉）桩可能性分析

1) 打入桩

当拟建建筑选用④层粉质粘土作为桩端持力层时，选用打入桩方案时，①层填土、③层含粘性土碎石成桩阻力大，建议将①层填土挖除并进行试沉桩。

当选用⑧₁层粘土、⑧₂层含粘性土砾砂、⑧₃层角砾、⑨₁层全风化花岗岩、⑨₂层强风化花岗岩、⑨₃层中风化花岗岩作为建建筑的桩基持力层时，因①₀块石填土、①₁素填土、①₂冲填土、③层含粘性土碎石、⑥层砾砂、⑧₁₋₁层含粘性土砾砂、⑧-2层含粘性土砾砂、⑧-3角砾、⑨-2强风化花岗岩、⑨-3中风化花岗岩成桩阻力大，预应力管桩成桩困难极大，不建议采用。

2) 钻孔灌注桩

本工程以⑨-3层中风化花岗岩作为桩基持力层时，成桩时需穿透①₀块石填土、①₁素填土、①₂冲填土、③含粘性土砾砂、④层粉质粘土、④_夹层粉质粘土、⑥层砾砂、⑦层粉质粘土、⑧₁层粘土、⑧₁₋₁含粘性土砾砂、⑧₁₋₂层粘土、⑧₂含粘性土砾砂、⑧₃层角砾、⑨₁层全风化花岗岩、⑨₂层强风化花岗岩、⑨₃层中风化花岗岩。其中①层填土、③含粘性土砾砂、⑥层砾砂、⑧₁₋₁含粘性土砾砂、⑧₂含粘性土砾砂、⑧₃层角砾成桩可行，成桩难度稍大，⑨₃层中风化花岗岩最大饱和抗压强度为125.6MPa以上，成桩极为困难，建议采用动力较大的设备钻进，施工前通过试打桩以确定核实的成孔工艺、钢护筒长度及泥浆比重等参数。各道工序应连续进行，尤其是成孔与浇灌工序，确保桩身质量，并应加强桩身质量检测。桩基施工时，表部填土施工前应预先清除桩位处的人工填

土，并用钢护筒进行隔离，护筒宜下入原状土 $\geq 1\text{m}$ 以上，防止出现填土掉块而影响桩基施工及成桩质量。

(4) 桩基施工对周边环境的影响

灌注桩：

钻孔灌注桩为非挤土桩，对周围环境影响小，采用钻孔灌注桩时应考虑护壁泥浆排放和对环境的污染问题。施工时应采取必要措施，减少成孔泥浆排放对环境的不利影响。处理得当一般不会对周围环境产生不良影响。

(5) 桩端持力层均匀性评价

④粉质粘土、⑧₁粘土、⑨₁全风化花岗岩力学性能一般~较好，但分布不均匀，桩端持力层均匀性一般。

③含粘性土砾砂、⑥层砾砂、⑧₁₋₁含粘性土砾砂、⑧₂含粘性土砾砂、⑧₃角砾、⑨₂强风化花岗岩，力学性能较好，但分布不均匀且土层本身均匀性较差，桩端持力层均匀性一般~较差。

⑨₃层中风化花岗岩力学性能均匀，且岩石工程性能良好，岩石变形模量值很高，故桩端持力层以下均匀性较好，竣工后桩基沉降很小。

(6) 特殊性岩土对桩基施工的评价分析

1) 填土：填土层结构松散，均一性差，桩基施工时容易塌孔，建议采用钢护筒进行隔离，护筒宜下入原状土 $\geq 1\text{m}$ 以上，防止出现填土掉块而影响桩基施工及成桩质量，另填土属欠固结土，应考虑负摩阻力对设计和施工的影响。

2) 软土

软土分布对本工程建设会带来一系列岩土工程问题，如：①软土所能提供的桩侧摩阻力较小，势必会增加桩数或加大桩长，从而增大工程造价；②由于软土广泛分布，其引发的地面沉降出现，将导致地下结构长期处于沉降状态。

3) 风化岩

场地的风化岩主要为⑨层花岗岩，花岗岩存在球状风化，导致强风化岩中局部夹有中风化岩块，对桩基施工有一定影响，另强风化中的中风化岩块会被误判为中风化基岩，施工时需注意。

4) 混合土

本工程③层含粘性土砾砂、⑧₁₋₁层含粘性土砾砂、⑧₂层含粘性土砾砂均为混合土，土层性能均一性相对较差，桩端持力层均匀性较差。

5) 液化土

根据试算，本场地①-2层冲填土在7度地震时具轻微液化势，设计时需考虑场地范围内饱和粉土粉砂层地震液化对桩基的影响。

2.5.2.5 场地稳定性分析与评价

(1) 场地稳定性：根据本工程场区区域地质资料，本场地未发现断层通过，区域性深大断裂距场址距离远，新构造运动不明显，近场区地震活动性弱，属地震动峰值加速度为0.05g区，场地本身不具备发生中、强破坏性地震的构造条件。工程场区上部分布大多有厚度较大的淤泥质粘土，属对建筑抗震不利地段，根据行业标准《城乡规划工程地质勘察规范》（CJJ57-2012）8.2.1条，对建筑抗震的不利地段划分为稳定性差场地。

(2) 根据行业标准《城乡规划工程地质勘察规范》（CJJ57-2012）8.3.2条及附录C，建设场地地形起伏较小，场地大面积揭露填土，其均匀性及厚度不均，场区分布较厚的淤泥质软土；场区地下水排泄顺畅，不存在内涝。综合判断拟建场区工程建设适宜性较差，宜通过桩基、地基处理等方式来进行工程建设活动。

2.5.2.6 岩土物理力学参数

根据《水运工程岩土勘察规范》（JTS133-2013）有关规定，结合土工试验成果，结合原位测试成果和当地类似工程经验，确定各层地基土天然地基及桩基设计参数建议值供设计选用，详见表2.5-1。

表 2.5-1 天然地基及桩基参数建议值表

地层 编号	地层名称	承载力 特征值	压缩 模量	预制桩		灌注桩	
				极限侧阻 力标准值	极限端阻 力标准值	极限侧阻 力标准值	极限端阻 力标准值
		kPa	MPa	kPa	kPa	kPa	kPa
① ₀	块石填土	120	-	-	-	-	-
① ₁	素填土	110	-	-	-	-	-
① ₂	冲填土（细砂）	140	6.0	25			
②	淤泥质粘土	40	2.2	10	-	8	

地层 编号	地层名称	承载力 特征值	压缩 模量	预制桩		灌注桩	
				极限侧阻 力标准值	极限端阻 力标准值	极限侧阻 力标准值	极限端阻 力标准值
		kPa	MPa	kPa	kPa	kPa	kPa
③ ₃	含粘性土砾砂	200	8.0	90	-	82	
④	粉质粘土	140	4.5	60	1600	55	650
④ _夹	粉质粘土	120		44	-	38	
⑥	砾砂	200				80	
⑦	粘土	120	3.0	42	-	36	
⑧ ₁	粘土	200	5.0	80	2000	70	1000
⑧ ₁₋₁	含粘性土砾砂	300				140	2400
⑧ ₁₋₂	粘土	130		44	-	38	
⑧ ₂	含粘性土砾砂	180	5.5	68	2000	64	750
⑧ ₃	角砾	220	10.0	100	6000	90	3000
⑨ ₁	全风化花岗岩	180	7.0	90	4000	82	1200
⑨ ₃	强风化花岗岩	350	5000	140	8000	120	3200
⑨ ₃	中风化花岗岩	2000	10000	180		150	9000

2.6 地震

本区属我国东南沿海二等地震带的东北端，接近三等地震区，受远场地震波影响，为少震或弱震区，近代地震的特点是强度弱，震级小，频度低。根据《浙江省地震目录统计》，近两个世纪温州及邻域曾发生三次具破坏烈度的地震，分别是发生于 1813 年 10 月 17 日的温州 4.75 级地震（震中烈度 VI 度），1926 年 6 月 29 日浙闽交界以东海域 5.25 级地震和 1960 年 7 月 21 日平阳东海域 5.0 级地震，但它们对本域均未造成破坏性损失；另外还有 3.0~3.9 级地震 7 次，小于 3.0 级地震 >10 次。

据现代地震监测资料表明，区内现代地震活动微弱，一般仅限于 3.0 级以下地震。近年的 1996 年 4 月，文成境内发生过 2.6 级的有感地震；2006 年初文成泰顺交界处发生多次地震，其中 4.0 级以上多次，最大震级 4.6 级，但对本场地影响较小。此外，台湾、福建、长江口等地发生的地震偶有波及本区。根据全国地震区划图，本区为基本稳

定区，未划入震级 >5 级的危险区。根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）的划分，场区城镇II类场地基本地震动峰值加速度值 a_{maxII} 为 $0.05g$ ，相应地震烈度为VI度，基本地震动加速度反应谱特征周期值 T_{gII} 为 $0.40s$ ，设计地震分组为第二组。



图 2.6-1 东海近海地区强震分布图 ($M \geq 4.0$, -781~2010.12 年)

第3章 货运量与船型

3.1 货种、流量和流向

3.1.1 港口及腹地经济现状与发展概况

3.1.1.1 项目目标及定位

近年来我省海上风电开发和产业发展步入快车道，全省海上风电发展规划获得国家批复更是打开了广阔发展空间。为加快海上风电开发需要，特别是深远海风电开发的特殊性和系列卡脖子问题，学习借鉴国内外经验，浙江省通过谋划、建设风电母港建设，统筹项目建设和产业发展，抢占深远海风电开发新高地。

借鉴国内外深远海风电发展经验，结合浙江省实际，浙江省海上风电母港功能定为以温州状元岙港区为核心区、象山临港为拓展区，共同建设集核心部件制造、风电机组工程总装、运维、研发试验、认证检测、培训交流、国内外商贸平台等七大功能于一体的新型功能港。

洞头新建挖入式港池及腹地聚焦母港风机基础总装、核心部件制造和运维服务管理的核心功能，支撑浙江省近期 200 万千瓦海上风电建设及远期海上风电规划建设的需求。

因此，华东深远海风电母港项目目标和定位为：以温州状元岙港区为核心区、象山临港为拓展区，共同建设以集核心部件制造、风电机组工程总装、运维、研发试验、认证检测、培训交流、国内外商贸平台等七大功能于一体的新型功能港。一期工程基本实现风机总装、核心部件制造和运维服务三大功能主要服务于我省首个 200 万千瓦深远海示范项目，后期逐步完善母港七大功能。

3.1.1.2 港口现状

温州港以位居区域中心城市的优势，服务于浙西南、闽北、赣东、皖南等区域。《温州港总体规划》于 2008 年 8 月获国家交通运输部和浙江省人民政府联合批准实施，形成乐清湾、状元岙、大小门岛三大核心港区加瓯江、瑞安、平阳、苍南四个辅助港区，即形成“一港七区”的规划发展格局。

（1）港口设施状况

温州港是全国沿海 25 个主要港口之一，“一港七区”规划布局为：乐清湾、状元岙、大小门岛、瓯江、瑞安、平阳、苍南等七个港区。2022 年温州港生产性泊位 169 个，其中万吨级及以上泊位 20 个，港口通过能力 8353 万吨。开通台湾、东南亚、日本、俄罗斯等外贸航线 6 条，内贸集装箱航线 15 条，港口对外服务水平持续提高。

港区基础设施能力情况详见 3.1-1。

表 3.1-1 2022 年温州港基础设施现状表

泊位名称	主要用途	设计靠泊能力 (吨级)	泊位设计年通过能力						泊位核查年通过能力					
			散装、件 杂货	集装箱		旅 客	滚装汽车		散装、件 杂货	集装箱		旅 客	滚装汽车	
				(万吨)	(万 TEU)		(万 吨)	(万 人)		(万吨)	(万 TEU)	(万 吨)	(万 人)	(万 辆)
乐清海螺水泥物流中心码头	通用散货泊位	50000	380	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 万吨级通用泊位	多用途泊位	50000	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 万吨级多用途泊位	多用途泊位	50000	20	6	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
温州港状元岙港区 8#泊位	多用途泊位	50000	35	10	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
温州港状元岙港区 9#泊位	多用途泊位	50000	35	10	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
温州港状元岙港区 7#泊位	集装箱泊位	50000	0	51	408	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1#码头	液化石油气	50000	120	0	0	0	0	0	120	0	0	0	0	0
卸煤码头 1 号泊位	煤炭泊位	35000	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
卸煤码头 2 号泊位	煤炭泊位	35000	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
卸煤码头泊位	煤炭泊位	35000	440	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
金洋公司 3 号泊位	多用途泊位	25000	231	4	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
温电煤码头 1 号泊位	煤炭泊位	20000	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
温电煤码头 2 号泊位	煤炭泊位	20000	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
温州港七里港区二期工程多用途泊位	通用散货泊位	20000	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
温州港七里港区二期工程件杂货泊位	通用散货泊位	20000	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
金洋公司 2 号泊位	集装箱泊位	15000	0	4	35	0	0	0	0	4	35	0	0	0
龙湾万吨码头二期 4#泊位	多用途泊位	10000	98	9	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0
温州港龙湾万吨码头 1 号多用途泊位	多用途泊位	10000	17	4	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
温州港龙湾万吨码头 2 号通用件杂货泊位	通用件杂货泊位	10000	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
温州港龙湾万吨码头 3 号通用散货泊位	通用散货泊位	10000	50	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0

(2) 港口生产运营状况

截止 2022 年温州港完成港口货物吞吐量 7976 万吨，其中集装箱吞吐量完成 103.6 万标箱，同比增长 2.4%。全港内贸集装箱吞吐量完成 73.18 万标箱，同比增长 10%。温州港货种以煤炭石油、天然气及制品、金属矿石、钢铁、矿建材料、水泥和非金属矿石等为主。

2015-2021 年温州港分货种吞吐量及分港区货物吞吐量详见下表：

表 3.1-2 2015-2021 年温州港分货种吞吐量（单位：万吨万 TEU）

港 区	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
合 计	8490	8406	8926	8239	7541	7401	7976
煤炭及制品	2151	2269	2531	2768	2389	2142	2826
矿建材料	2528	2307	2178	1364	1669	1324	1294
水 泥	734	751	722	878	1049	1303	1417
石油、天然气及制品	456	439	494	337	465	439	459

港 区	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
钢 铁	192	225	329	392	448	606	532
非金属矿石	3.68	37	31	51	182	206	84
金属矿石	290	158	183	168	54	28	13
化工原料及制品	71	69	61	49	38	41	38
其 他	2055	2152	2397	2231	1221	1291	1313
其中：集装箱	56	56	61	67	80	101	103

表 3.1-3 2015-2022 年温州港分港区货物吞吐量（单位：万吨、万标箱）

港区	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2022 年
合计	8490	8406	8926	8239	7541	7976
其中：集装箱	56	56	61	67	80	103
瓯江港区	5726	4255	4349	3971	3911	——
乐清湾港区	802	2228	2620	2417	1562	——
状元岙港区	384	380	434	490	563	——
大小门岛港区	209	194	215	134	210	——
瑞安港区	543	489	370	557	599	——
平阳港区	263	304	313	111	124	——
苍南港区	563	556	625	559	572	——

（3）状元岙 A 区 8 号、9 号泊位简介

浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期工程位于温州港状元岙港区 8#、9#多用途泊位及其后方核心腹地，地处瓯江口外南水道南岸，行政区划属于洞头县元觉乡。状元岙港区是《温州港总体规划》一港七区中的三大核心枢纽港区之一，是温州市“一港三城”发展战略的重要组成部分。8#、9#两个泊位设计年吞吐能力为集装箱 20 万 TEU，件散杂货 70 万吨，目前港区由温州港集团状元岙港务分公司运营。

2006 年 3 月，中华人民共和国交通部交规划发[2006]83 号《关于温州港状元岙港区 8 号和 9 号多用途泊位工程使用港口岸线的批复》，对项目港口岸线进行批复。

2006 年 4 月，浙江省发展计划委员会浙发改交通[2006]229 号《浙江省发改委关于

温州港状元岙港区 8#、9#多用途泊位工程项目核准的批复》。

2007 年 3 月，浙江省发展计划委员会浙发改设计[2007]45 号文《关于温州港状元岙港区 8 号、9 号多用途泊位工程初步设计的批复》，原则同意水域布置：码头顺岸式方案，2 个 5 万吨级泊位连片布量，并设置 3 座桥栈桥，码头平台长 650m，宽 50m，栈桥宽 20m，系缆墩设在东侧。使用岸线 682.6m。陆域布置：西侧为集装箱堆场，东侧为钢材及木材堆场，生产、生活辅助设施均布置在陆域后方。

温州市发展和改革委员会温发改审[2008]79 号《关于温州状元岙新创建国际码头有限公司增资购买岸边集装箱起重机及建设口岸设施配套项目申请报告的核准批复》。

8#、9#多用途泊位工程陆域配套工程自 2005 年 11 月 29 日开工至 2008 年 6 月陆续完工，于 2008 年底投入试运行，后于 2009 年 10 月、2011 年 10 月，分别开通了台湾与日本那霸航线，并积极拓展东南亚、欧美航线。截止 2023 年港口货物吞吐量完成 947.66 万吨，同比增长 15.77%；集装箱吞吐量完成 67.93 万 TEU，同比增长 15.83%。

（4）状元岙 A 区 5 号~7 号泊位简介

状元岙港区 A 区 5~7 号泊位：建设 3 个 5 万吨级集装箱泊位（码头结构按靠泊 10 万吨级集装箱船舶设计），年设计吞吐量为 150 万 TEU，码头岸线总长 969m。港区陆域面积 82 公顷，其中堆场道路面积 68 公顷，其余为生产辅助区、卡口及查验场地等。场地回填采用以回填土石方为主的方案形成陆域，平均高程为 5.2m~5.4m。目前项目已经建成，计划 25 年 6 月投入运行。

（5）现状评价

从基础设施运营状况看，温州港区存在以下特点：

1) 吐量发展迅猛

温州港是国家综合运输体系的重要枢纽，是沿海主要港口。是沿海重要港口和集装箱支线港之一。截止 2022 年，温州港完成港口货物吞吐量 7976 万吨，其中集装箱吞吐量完成 103.6 万标箱，同比增长 2.4%。全港内贸集装箱吞吐量完成 73.18 万标箱，同比增长 10%；煤炭、水泥、钢铁呈现跨越式发展。集装箱到 2021 年突破 100 万标箱，其中甬江港区和乐清湾港区占比大幅提升。

2) 码头泊位专业化运输能力低、港区功能转型要求迫切。

装备制造产业是温州市发展的重要支撑和潜力所在。温州发展装备制造产业具有优

越的比较优势，其原料和产品运输更加便捷、发展大型装备制造产业更加安全、各级政策支持力度更加优惠、发展循环经济的条件更加优越。根据各省最新一轮海上风电规划成果，全国国管海域规划海上风电总装机容量为 2.3 亿千瓦，其中华东区域浙江、江苏、上海和福建的规划总装机容量分别为 2800 万千瓦、3450 万千瓦、2160 万千瓦和 2020 万千瓦，合计约 1.04 亿千瓦，占全国规划总装机容量的近 50%。在风电资源禀赋条件方面，我国深远海的风电资源储量极为丰富，约为 26.6 亿千瓦，其中华东区域的深远海风电储量约占全国总储量的三分之一。随着我国海上风电资源的开发步入快速发展新阶段，深远海风电建设空间将进一步打开，海风项目平均离岸距离及水深必然会进一步增加。

洞头作为温州正在构建“一核两区一带”海上风电产业发展格局的风电产业制造区，已招引落地省机电集团旗下的运达洞头风电零碳产业园、金风海经区风电零碳产业园及远景苍南零碳产业园；洞头各地块基础配套设施完善，满足“五通一平”，并且已开工建设 S211 省道，甬莞高速公路洞头支线已步入初步设计阶段，联合 330 国道可满足游客出行和集装箱及风机配件等出运需求。目前运达全球海上风电及总装基地项目已开工建设；金风智能工厂已投产，中天海缆、海力塔筒、南通发电机组结构附件、西安中车电机等风电产业配套项目已开工，风电核心部件制造产业和企业完备，并且温州深厚的制造业基础可为风电产业集聚提供强力支撑。

目前，温州港洞头港区状元岙作业区投入运营的以通用泊位、集装箱泊位及 LNG 泊位为主，码头种类较为单一，造成货种结构也较为单一。随着华东深远海母港项目落地温州洞头，装备制造产业对大件货运的水运需求激增，然而装备制造业产成品与一般的件杂货运输不同，对港区专业化运输能力提出了更高的要求，现阶段港区无公共外运大型钢结构件的服务，亟需建设新的大件运输泊位。

3.1.1.3 腹地经济现状与发展

温州（洞头）港址在长三角经济圈内，处于中心轴线位置，腹地范围广泛。然而，状元岙岛风电装备制造等企业大件设备产成品及其所需配套组件与原材料运输具有远距离运输难，陆路运输成本高，运输路径受限等特殊特性。随着港区基础设施的不断完善和服务水平的逐步提高，以及港口后方综合交通运输网络的进一步完善，风电装备制造基地等高端装备制造产业发展潜力巨大。本工程码头定位为后方临港风电装备制造项目提供海运服务，并且进一步为后风电装备产业园区提供原材料运入和产品（包括重大件

设备）出运服务，经济腹地为温州市，并可辐射到浙江省。

（1）温州市

温州市，地处浙江省东南部，东濒东海，南毗福建省宁德市，西及西北部与丽水市相连，北和东北部与台州市接壤，陆域面积 12102.65km²，海域面积 8649km²，陆地海岸线长 514km。截至 2023 年 10 月，温州市下辖 4 个区、5 个县，代管 3 个县级市，市人民政府驻鹿城区。截至 2024 年末，温州市常住人口 985.2 万人。

2024 年，温州市实现地区生产总值（GDP）9718.8 亿元，按不变价格计算，比上年增长 6.3%，分别高于全国、全省 1.3 和 0.8 个百分点。分产业看，全市三次产业协同并进，第一、第二、第三产业增加值分别比上年增长 3.5%、7.5%和 5.6%，占 GDP 比重分别为 2.0%、36.7%和 61.3%。

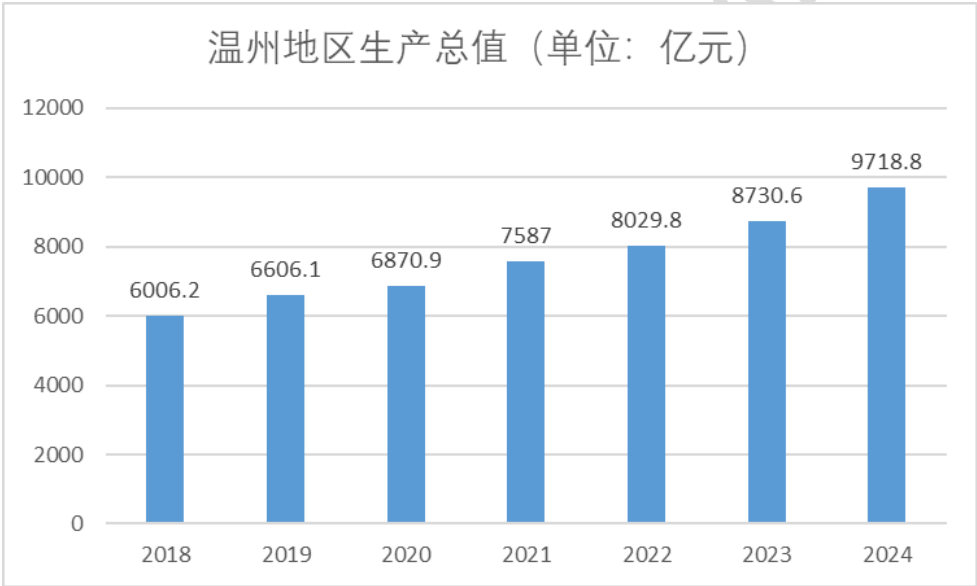


图 3.1-1 温州市地区生产总值（2018~2024 年）

《温州市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》提出“十四五”时期，培育发展五大战略性新兴产业。以数字经济、智能装备、生命健康、新能源、新材料为主攻方向，突出战略引领、政策扶持和引育并重，着力打造新兴产业集群高地、创新人才集聚高地、领军企业培育高地，到 2025 年培育形成数字经济、智能装备、生命健康、新能源等一批千亿产业集群。依托核电、太阳能光伏等新能源、清洁能源重大项目落地，聚焦技术研发、工程设计、运行维护、建筑安装等服务业，大力发展清洁生产、智能电力控制、输配电等产业，培育核关联产业、生产装备、节能设备等制造业，打造浙南地区具有重要影响力的新能源产业基地。

加快建设海洋经济强市。以建设温州国家海洋经济发展示范区为重要契机，推动海港、海湾、海岛、海涂“四海联动”，有效拓展海洋发展战略空间，培育湾区经济新动能和蓝色发展新引擎，到 2025 年海洋经济增加值突破 2000 亿元，海洋经济增加值占生产总值比重达 20%以上。统筹推进乐清湾、大小门岛、瓯江口、瓯飞等区块开发，加快形成陆海联动、协同高效的基础设施网络和集疏运体系。加强洞头国际旅游岛建设，提升海岛旅游、康养服务、海洋科教服务等特色功能，打响“海上花园”品牌。支持瑞安凤凰山综合开发利用，加快推进龙港崇家岙港区开发建设，加强浙江生态海岸带温州 168 示范段建设，点线面纵深推进海洋经济发展。推进“科技兴海”，引导民间资本投资发展海洋新兴产业，加快形成以绿色石化、清洁能源、海洋高端装备、海洋生物医药、海洋新材料、港口物流为主的海洋产业集群，打造浙江省大湾区临港产业新增长极。

推进能源和水利体系现代化，建设绿色清洁能源体系。落实“四个革命、一个合作”能源安全战略，重点推进浙南清洁能源、能源储运、综合能源服务和能源智能装备产业“四个基地”建设，加快构建绿色高效智慧多元的现代能源体系。

（2）洞头区

洞头区，浙江省温州市辖区，地处浙东南沿海、瓯江出海口。南与瑞安市隔海相望；西与龙湾区相对；北望乐清市、玉环市，总面积 272.95km²。截至 2023 年 6 月，洞头区下辖 6 个街道、1 个镇、1 个乡，洞头区人民政府驻北岙街道县前路 12 号。截至 2023 年末，洞头区常住人口 15.78 万人，城镇化率 58.7%。

2024 年，全区实现地区生产总值 197.44 亿元，同比增长 6.4%；一般公共预算收入 11.26 亿元，城乡居民人均可支配收入为 66056 元和 44201 元，城乡收入比 1.49，均衡度居省市前列。

《温州市洞头区国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》提出十四五时期，高能级打造全国海洋新兴产业发展示范区。抢抓海洋战略叠加机遇，聚焦瓯洞区块，积极发展石化新材料、海洋生物医药、海洋装备制造、海洋能源、现代物流、海洋旅游、海洋数字经济、碳汇渔业等海洋新兴产业，突出科技创新和低碳绿色，构建生态型现代海洋产业体系，争取国家、省、市产业基金对新产业平台企业项目的支持，抢占海洋新兴产业战略制高点，进一步做强做优。到 2025 年，示范区海洋产业增加值力争达到 160 亿元，海洋新兴产业增加值占海洋生产总值比重达 40%左右。

根据华东区域各省海上风电规划成果，浙江、江苏、上海、福建和山东的规划总装机容量分别为 2800 万千瓦、3450 万千瓦、2160 万千瓦、2020 万千瓦和 2960 万千瓦，合计约 1.04 亿千瓦，占全国规划总装机容量的近 50%。近年来，重点华东区域如浙江、福建、上海、山东等均制定了详细的海上风电规划，海上风电装备制造产业将迎来巨大的发展空间。根据《浙江省海上风电发展规划（2021-2035 年）》，浙江省规划海上风电场 24 个，规划总装机容量 3650 万千瓦。浙江苍南 Z15 深远海海上风电示范项目总装机规模 200 万 kW，已于 2024 年 10 月份陆上开工，2027 年底全容量建成并网。洞头建设条件较好，各地块基础配套设施完善，与浙江省海上风电规划场址 Z15 海上风电场区位匹配程度最好。为抢抓华东风电市场需求，洞头风电装备制造母港项目产成品可依托状元岱港区大型成套设备运输码头外运，弥补大件运输薄弱环节，促进园区企业快速发展。

3.1.2 港口吞吐量预测

根据项目的目标和市场定位，本工程主要服务于后方风电装备制造等企业大件设备产成品及其所需配套组件与原材料运输需求。本工程的建设综合提升了状元岱港区大件设备运输能力，有效缓解了温州风电装备制造企业大件设备外运压力，助推温州海工装备制造业发展，为区域产业经济发展注入了新动力。

根据母港风电装备制造商建设产能时序安排，温州状元岱港区新建 1 个 5 万吨级海工驳泊位。运维泊位与原材料装卸利用原 8#，社会件杂货装卸利用原 9#泊位（公共泊位）。近期目标满足匹配苍南 Z15 示范项目建设需求，即具备年生产 80 台导管架基础的生产制造能力，其余产能内容布置在象山场址。洞头核心港区码头吞吐量如下表：

表 3.1-4 码头年吞吐量一览表

序号	货种		合计	其中（万 t）		流向	备注
				装船	卸船		
1	原材料及 配套组件	钢板、钢材 配套组件	30 万 t	1.5	28.5	华南、华东 调入	原材料 泊位
2	运维设备物资		5 万 t	5	/	华东	运维泊位
3	件杂货		40 万 t	5	35	华南、华东	公共泊位
4	四腿导管 架基础	上部导管架	80 套，24.8 万 t	24.8	/	华东	海工驳 泊位

序号	货种	合计	其中（万 t）		流向	备注
			装船	卸船		
	合计	99.8 万 t	36.3	63.5		

3.2 集疏运方式与集疏运量

3.2.1 港口集疏运系统的现状和发展概况

洞头交通十分便利，洞头区充分依托洞头港临近温州港的有利条件，积极融入温州港的发展范畴。在公路方面，国道 G330（洞合线）建成后，洞头至温州中心城区时间缩短为半小时，洞头进入温州市半小时经济圈；在铁路方面，通过甬广线、杭温线等同沪杭、浙赣线相接与全国铁路联网；在航空方面，洞头主要依托温州龙湾国际机场，洞头已经形成了立体化交通格局，沿海滨海大道、G1523、G228、S10、G15 等道路的相继建成，使洞头交通愈加便利。

本工程后方疏港公路主要为 G330（洞合线），通过 G330（洞合线）与滨海大道、G1523（甬莞高速）等相连，并且已开工建设 S211 省道，甬莞高速公路洞头支线已步入初步设计阶段，交通较为顺畅。

3.2.2 集疏运方式和集疏运量

本工程集疏运方式主要为水路与公路，达产年集疏运量预测如下。

表 3.2-1 本工程达产年货物集疏运量预测表（万吨）

货种	集运量			疏运量		
	公路	水路	合计	公路	水路	合计
原材料及配套组件	1.5	28.5	30	28.5	1.5	30
运维设备物资	5		5		5	5
件杂货	5	35	40	35	5	40
四腿导管架基础	24.8		24.8		24.8	24.8
合计	36.3	63.5	99.8	63.5	36.3	99.8

3.3 设计船型与兼顾船型

3.3.1 到港船舶状况

目前状元岙一期多用途泊位除了做集装箱运输外，还兼做一部分大型散货船的减载中转。主要原因一是温州港 5 万吨级以上的大型件杂货泊位较少，二是因为状元岙港区是距市区距离最近，运输成本最为经济。从未来发展趋势来看，由于缺少专业化的件杂货码头。状元岙港区一期多用途泊位改建工程将继续保持为国内海上风电运输社会生产、钢材、风电配套组件等货类的功能。

3.3.2 船型预测

根据港区自然条件，结合本工程货物流量、流向、国内外相关船型发展现状及趋势和各泊位吨级及其功能定位，综合预测本工程到港船型。

本工程配套组件及原材料装卸船型为件杂货船，主要服务于温州状元岙港区区域内装备制造等企业所需配套组件及原材料，从船型结构来看，世界杂货船队主要集中在 2 万吨级及以下，船舶数量占总运力的 92.0%，结合风电母港码头到港船型分析，钢板卸船多采用 5 千~1 万吨级船舶，单船平均钢板运量约为 4200 吨，因此考虑本工程装卸钢材设计船型为 1 万吨级及以下。出运方面，导管架等产品出运结合运输船舶与大件设备产品尺寸，为在市场竞争中处于有利地位，在条件允许的情况下，建议采用较大吨位船舶为设计船型，主要以 2 万吨级左右船型为主。导管架产品均采用滚装装船，船型主要为大型甲板驳或半潜驳，考虑产品以远洋出运为主，多采用 5 万吨级左右较大吨位船舶。

3.4 设计船型主尺度

根据国内外运输船型发展现状以及船型预测，按照合理化利用岸线的原则，确定本工程到港船型。设计船型主尺寸见下表。

表 3.4-1 本工程到港船型主尺度表

船型 (或船名)		船舶吨级 DWT (t)	船型主尺度 (m)				备注
			总长 L	型宽 B	型深 H	满载 吃水 T	
半潜运输船	祥泰口	65000	231.1	46	14.5	10.9	设计船型
	振华 33	50352	227	43	13.5	10	设计船型
甲板船	泛舟 8	58405	256	51	11.5	8.3	远期预留
	盛畅 777	35000	199	43	11.5	8	设计船型
	至宪之星	26000	160	43	10.5	7.3	设计船型
	南峰之星	26000	160	43	10.5	7.3	设计船型
杂货船		20000	166	25.2	14.1	10.1	兼顾船型
		10000	146	22	13.1	8.7	设计船型
MW913-1 运维船		10000	98.7	22.8	9	/	设计船型
润海 663 运维船		3500	78.0	18.6	7.8	5.0	设计船型
5200HP 拖轮		/	40	10.7	5.0	3.9	拖轮设计船型

第4章 总平面布置

4.1 总平面布置原则

（1）总平面布置应符合《温州港总体规划》和《温州港状元岙港区控制性详细规划》及其修编的要求，遵守国家、当地政府的有关法律、规定。

（2）充分利用港区资源条件，结合港区建设运营需求，实现资源集约节约合理利用；

（3）根据工程不同货种及装卸工艺要求，合理布局各功能区；

（4）结合项目建设规模、工艺流程、地形条件特点充分考虑港区卡口交通组织，满足货运及客运要求。

（5）总平面布置与周边工程项目合理衔接，相互协调。

（6）在满足生产并遵循环境保护、节能减排和劳动安全卫生方面的条件下，合理布置，最大限度减小对周围环境的影响和污染，节省工程建设投资。

4.2 总平面布置与规划、相邻工程的关系

4.2.1 与相关规划的关系

（1）与港口规划的关系

根据《温州港总体规划》，温州港将形成瓯江口外的乐清湾、大小门岛、状元岙三个大型核心枢纽港区，为中心城区服务的瓯江港区，为瓯江南部地区经济服务的瑞安、平阳、苍南港区的港口总体布局。状元岙港区定位为适应温州城市东拓要求，以集装箱、散杂货运输为主，逐步发展成为综合性港区，发展临港工业和港区综合服务等功能。

状元岙港区目前已建 5#~7#集装箱泊位、8#~9#多用途泊位（兼顾集装箱泊位）。新建海工驳泊位，充分发挥了泊位利用率以及临港工业多元化需求。

（2）与《浙江省近岸海域环境功能区划（修编）》的关系

根据《浙江省近岸海域环境功能区划（修编）》（浙江省生态环境厅，2024年3月），本工程位于洞头状元岙四类区（省级代码 ZJ76DII区，市级代码 WZ07DII区），主要使用功能为海洋港口、海洋开发，海水水质保护目标为二类。本工程通过一系列管控措施，可满足《浙江省近岸海域环境功能区划（修编）》的相关要求。



图 4.2-1 《浙江省近岸海域环境功能区划》（修编）（2024 年）（局部）

4.2.2 与相邻工程的关系

新建泊位回旋水域部分占用航道，对航道交通流组织和集装箱船通航会造成一定影响。由于新建码头出运的海工驳船型较大，且回旋水域部分占用主航道。为保障周边船舶和本工程营运船舶的安全，需由主管机关在本工程船舶靠离泊期间进行交通管制，影响港区范围内船舶正常通航。

本工程平台运营期间在 4 至 10 月阶段约每五天一艘次，在其它月份约每十天一艘次，且可选择低平潮出运，因此工程营运期间对航道通航影响较小。船舶进出港时与过往船舶存在交汇可能，针对不同情况采取安全保障措施如下：

（1）华港 LNG 船舶

建立与 LNG 码头的沟通协调机制，与华港 LNG 码头共享船舶动态信息避免甲板驳（半潜驳）与 LNG 船舶在同一时段内集中进出港。本码头营运船舶在 LNG 船舶进港前 30-45min 左右时间进港或在 LNG 船舶进港后 1.5h 再进港，在 LNG 船舶出港前 45min 出港或在 LNG 船舶出港后 30min 再出港。通过这种方式，可以最大限度地减小本码头和华港 LNG 码头靠泊船舶的相互影响。

（2）5#-9#泊位船舶

合理规划新建泊位海工驳与 5 至 9 号码头船舶的靠离泊时间表，尽量避免高峰时段同时作业。在高密度作业时段，对拖轮进行合理的分配安排工作，必要时增加值守状元岙港区的拖轮数量，提升靠离泊的安全性和效率。

本工程船舶靠、离泊前请求拖轮辅助，航行时应服从港区统一调度安排，确保通航安全。动态监控泊位及在港船舶作业情况，必要时及时调整后续进港船舶的时间计划以避免在进港航道内发生拥堵和冲突。

4.3 设计船型主尺度

详见《浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期码头（港池）工程概念设计》相关章节。

4.4 泊位作业标准、作业天数

详见《浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期码头（港池）工程概念设计》相关章节。

4.5 水域主尺度

详见《浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期码头（港池）工程概念设计》相关章节。

4.6 总平面布置方案

本工程坐标系统采用国家 2000 大地坐标系，高程采用国家 85 高程基面。

本工程陆域位于状元岙港区原 8[#]、9[#]泊位后方；水域码头布置与状元岙港区 9[#]泊位东侧，具体水域布置详见《浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期码头（港池）工程概念设计》相关章节；陆域布置见下：

4.6.1 陆域平面布置

港区陆域平均纵深 850m，东西向长 720m，港区陆域总面积为 650 亩（均为填海形成），场地采用吹填沙方案形成陆域，平均高程为 5.2~5.4m。港区纵向道路与水域引桥相衔接，以形成运输回路。

厂区西半部从左至右依次布置原材料堆场 1 跨，焊接车间 4 跨。原材料堆场净宽

36m，设置高 15m、起重能力 60t 电磁吊两台。车间顶部设置行车、用来转运车间内原材料及钢结构构件等，根据钢构件产品的结构、尺寸、重量等要求，4 跨焊接车间宽度设置为 39.6m~53.6m 区间，焊接车间内部设置行车，高度 21m~29m，起重能力在 20t~400t 区间，以实现土地集约的最大化，和资源配置的最优化。厂房车间内横向设置中间通道，用来运输大件钢结构构件等，车间东南角设置维修车间、焊材库、变电站及现场办公区等，方便钢结构车间的日常运行。厂房车间南向设置涂装车间，根据母港的年产能，设置喷涂车间 6 间。

厂区东半部依次布置成品堆场及导管架总装区，导管架总组装区域配置净高 130m，轨距宽 107m，起重能力 3600t 龙门吊 1 台，负责导管架总装合拢及吊装发运；相邻配置净高 108m，轨距宽 105m，起重能力 1500t 龙门吊 1 台，负责导管架下部合拢。龙门吊后方轨道尾部腹地区域和靠近西侧车间区域，布置导管架临时堆场，在 10 月~次年 3 月份海上施工空窗期兼用导管架堆存。

厂区南侧布置生产辅助区，利用原邮轮大厅布置综合办公楼。

厂区东侧不规则区域分散布置消防水池、水泵房、变电站、危废库及仓库。

公用动力设施根据厂区作业需要，以靠近负荷中心的原则布置，布置在厂区西北侧，主要包括变配电、空压机等设施。

场区大门设置两座，主入口设置在厂区南侧，相邻主干道布置，次入口设置东南侧临近外部干道处。

（3）道路：合理规划通道，确保原材料、半成品和成品的顺畅流通，减少搬运距离和时间。本项目厂区内设南北向主干道一条，一般道路若干，其中南北主干道宽度 20m，一般道路宽度按照 8~10m 设置。

（3）仓储：对于钢结构件，主要存放于露天堆场内，配置高 15 米、跨度 36 米、50t+50t，半门吊机一台。外购的电气设备等材料主要存放于材料仓库内，油漆存放在涂装车间附近的专用油漆仓库内。

（4）运输：本项目原辅材料及产品运输主要采用水路船运运输方式，设有原材料码头（兼顾运维码头），或委托有资质的专业运输公司承担。

（5）场区大门设置两座，主入口设置在厂区南侧，相邻主干道布置，次入口设置东南侧临近外部干道处。

场区工艺车间采用“双 U 字型交叉布局”，导管架按照其产品结构形式，钢结构组件部分的加工厂厂房共同建设，内部分跨区分，相比分开布置，可有效节省占地面积，且相应减少一些不必要的厂房设备投入。组装区的两大龙门吊机，布置从码头直到厂区末端，以实现龙门吊机资源的利用率最大化。

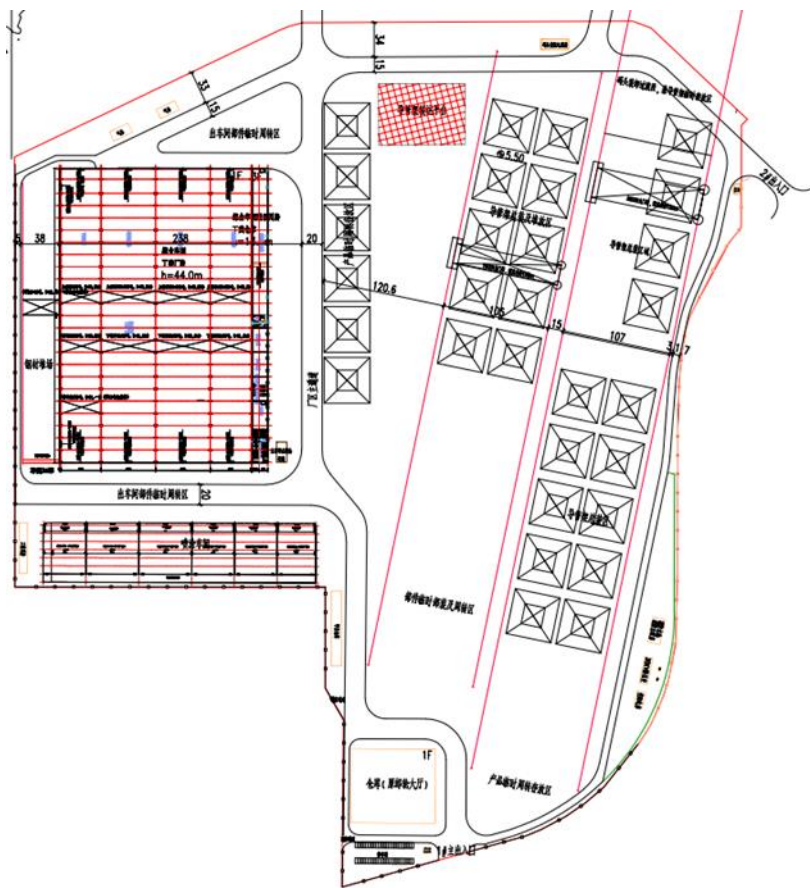


图 4.6-2 陆域平面布置示意图

4.6.2 高程控制设计

设计高程系统：1985 国家高程。

结合项目周边条件与码头协同工作条件，陆域设计高程为 5.5m。

4.6.3 主要指标及工程量

总平面布置主要指标及工程量详见表 4.6-1。

表 4.6-1 主要技术指标一览表

序号	项目		单位	数量	备注
1	设计 年吞 吐量	原材料及配套组件	万 t	30	
		运维设备物资	万 t	5	
		件杂货	万 t	55	
		导管架	套/万 t	80/24.8	
2	港区陆域		ha	43.30	649.46 亩，用地红线面积
3	总建筑面积		ha	9.16	含原邮轮大厅（0.508ha）、码头控制室和码头变电房
4	外场组装场地		ha	21.92	
5	拆迁工程		项	1	

表 4.6-2 主要建设项目一览表

序号	项目	单位	数量		备注
1	邮轮大厅	m ²	5080	5080	含办公用房、员工餐厅、多功能用房
2	综合车间及附属用房	m ²	68100	68100	
3	喷涂车间及附属用房	m ²	15700	15700	
4	工程用房	m ²	412	412	
5	甲类仓库	m ²	750	750	
6	35KV 降压站	m ²	220	220	
7	消防水池水泵房	m ²	400	400	
8	气站值班室	m ²	60	60	
9	门卫	m ²	60	60	2 个
10	生产配套区配电房	m ²	130	130	
11	污废处理用房	m ²	300	300	
12	道路	m ²	48849	48849	
13	绿化	m ²	3897	3897	
14	围墙	m	2150	2150	
15	小车停车位	个	46	46	
16	闸口	座	2	2	

4.7 主干管线综合布置

4.7.1 主干管线的技术特性和布置要求

表4.7-1 主要生产辅助管线技术特性表

管线	特性	要求
电力管	连接建筑物、路灯、电动设备等用电设施，分布较广	1) 主干管尽量避免穿过建筑物、宜设于建筑物和道路边缘地带； 2) 不宜经过有腐蚀性土壤地带。
弱电管	根据需要布置，相对于电力管分布较少	1) 不宜经过有腐蚀性土壤地带； 2) 应注意管沟的排水。
给水管	1) 为压力管 2) 生活与消防给水通常可以合为一个系统	1) 设置在便于检修地带； 2) 管道不宜穿过垃圾堆及土壤受污染、腐蚀地带，如需穿过时，必须采取防护措施
污水管	1) 通常是自流管道 2) 流程较远时，需要设置提升泵设施	有较严格的自流坡度要求

4.7.2 管线综合布置原则和要求

港区内的管线系统包括给水、排水、供电、有线通信、控制等管线系统，港区管网综合设计的原则在满足各专业管线功能要求的基础上，进行了以下考虑。

- (1) 考虑远期发展，对远期建设泊位所需的设施接口予以充分考虑。
- (2) 管线布置尽量避开永久建、构筑物，以利今后改扩建及维修。
- (3) 在各专业管线冲突时，遵循次要服从主要、一般服从特殊、有压服从无压、临时服从永久、工程量小的避让工程量大的原则。
- (4) 尽量缩短管线的长度，节省工程造价。

4.8 港作车船

详见《浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期码头（港池）工程概念设计》相关章节。

第5章 航道、锚地与导助航设施

详见《浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期码头（港池）工程概念设计》相关章节。

POWERCHINA HUADONG

第 6 章 装卸工艺

根据项目分工，东侧海工驳泊位（港池）装卸工艺详见《浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期码头（港池）工程概念设计》相关章节。本章节仅包含原有 8#泊位、9#泊位（已建）的改造利用、陆域堆场装卸工艺。

6.1 主要设计参数

1、建设规模

利用原有 8#泊位码头改建 1 个运维船泊位、1 个 1 万吨级原材料泊位，主要进行原材料及配套组件、运维设备物资装卸作业；利用原有 9#泊位码头改建 1 个 5 万吨级海工驳泊位，主要进行海工驳工装拆除作业，兼顾社会上件杂货装卸作业。

2、吞吐量

表 6.1-1 码头年吞吐量

序号	货种		合计	其中（万 t）		备注
				装船	卸船	
1	原材料及配套组件	钢板、钢材	30 万 t	1.5	28.5	原材料泊位
		配套组件				
2	运维设备物资		5 万 t	5	/	运维泊位
3	件杂货		40 万 t	5	35	公共泊位
合计			75 万 t	11.5	63.5	

备注：东侧海工驳泊位（港池）导管架装船 80 套/年，年吞吐量 24.8 万吨，详见港池工程，本项目总吞吐量 99.8 万吨/年。

3、设计船型：详见船型章节。

4、泊位年营运天数

原材料及运维泊位（原 8#泊位）：300d。

公共泊位（原 9#泊位）：120d 作为待泊泊位进行海工驳工装拆除作业，180d 服务社会进行件杂货装卸作业。

5、日作业班制：三班制。

6、货种特性

表 6.1-2 货种特性表

序号	货 种		形体尺寸（m）	重量（t）	备注
1	原材料及配套组件	钢板、钢材、外协件等	钢板：10~15×2 外协件：直径 2~4	≤35	原 8#泊位
		配套组件	/	≤45	
2	运维物资、设备		/	≤45	
3	件杂货			单件≤40	公共泊位;原 9#泊位

6.2 工艺方案及工艺流程

根据设计范围与分工，本工程装卸工艺方案设计范围为 8#~9#泊位码头装卸船、水平运输工艺，后方陆域厂区装卸工艺不在本章节设计范围内。

6.2.1 装卸工艺方案

本工程利用 8#~9#泊位现状工艺设备，因此仅考虑一个工艺方案，不做方案比选。

（1）码头作业

本工程利用原有 8#泊位码头改建 1 个运维船泊位、1 个 1 万吨级原材料泊位，主要进行原材料及配套组件、运维设备物资装卸作业；利用原有 9#泊位码头改建 1 个 5 万吨级海工驳泊位，主要进行海工驳工装拆除作业，兼顾社会上件杂货装卸作业。

现状码头 8#泊位有 3 台集装箱岸桥，本项目不利用，移到邻近 5#~7#泊位。现状 9#泊位配有 2 台带抓斗门座式起重机，2 台散货卸船机，主要进行散货装卸船，散货卸船机移走，门座式起重机改造利用。门座式起重机型号：1 台 45t-40m 带抓斗门座式起重机，轨距 30m，使用日期 2012 年 7 月，使用年限 20 年；1 台 40t-35m 带抓斗门座式起重机，轨距 10.5m，使用日期 2008 年 3 月，使用年限 20 年。

运维泊位、原材料泊位（原 8#泊位）：主要进行运维设备物资、原材料及配套组件装卸船，考虑改造利用现有 1 台 45t-40m 门座式起重机，轨距 30m。拟改造吊具，采用电磁吊具、吊钩，首次使用前需对设备进行检测、维修。

公共泊位（原 9#泊位）：主要进行海工驳工装拆除作业，兼顾社会上件杂货装卸作业，考虑利用现有 1 台 40t-35m 门座式起重机，轨距 10.5m。拟更换吊具，采用吊钩，首次使用前需对设备进行检测、维修。

26000~30000 吨甲板驳或 50000 吨半潜驳型宽 43m，停靠 9#泊位主要进行工装拆

除，2 台门机工作幅度无法全部覆盖，可用通过将汽车吊或叉车吊装到船上实现覆盖全船。

（2）水平输送

件杂货运输采用牵引平板车。

运维物资、社会件杂货水平运输、堆存由货主负责。

厂区内导管架转运采用 SPMT 模块运输车运输。

（3）堆场

钢材（原材料及配套组件）堆场装卸采用半门式双梁起重机。

6.2.2 装卸工艺流程

（1）原材料及配套组件

后方库场 ↔ 半门式起重机/桥式起重机 ↔ 牵引平板车 ↔ 门座式起重机 ↔ 杂货船

（2）运维设备物资

港外 → 牵引平板车（货主） → 门座式起重机 → 运维船

（3）件杂货

港外 ↔ 牵引平板车（货主） ↔ 门座式起重机 ↔ 杂货船

6.3 装卸机械设备选型

原材料、配套组件等件杂货水平运输采用 40t 牵引平板车。

6.4 泊位通过能力

（1）件杂货通过能力计算

按照《海港总体设计规范》（JTS165-2013）泊位通过能力可按下式进行计算：

$$P_t = \frac{T_y}{\frac{t_z}{t_d - \sum t} + \frac{t_f}{t_d}} \cdot \frac{G}{K_B}$$

$$t_z = \frac{G}{p}$$

式中：

P_t —泊位设计通过能力（t/a）；

T_y —一年可营运天数（d），本项目取 8#泊位取 300d，9#泊位取 180d；

G —设计船型的实际载货量（t）；

T_z —装卸一艘该类船型所需的纯装卸时间（h）；

T_d —昼夜小时数（h），取 24；

$\sum t$ —昼夜泊位非生产时间之和（h），取 6h；

T_f —船舶的装卸辅助作业、技术作业时间以及船舶靠离泊时间之和（h），钢板卸船取 4h；

p —设计船时效率（t/h），按年运量、货舱、船舶性能、设备能力、作业线数和营运管理等因素综合分析确定，本项目单台准备取 200t/h；

K_B —港口生产不平衡系数，取 1.5。

经计算，运维泊位及原料泊位单个泊位配套组件及原材料年通过能力 67.0 万吨，公共泊位件杂货通过能力 41.6 万吨，通过能力满足设计吞吐量要求。

6.5 库场面积及容量

由后方厂区统一考虑。根据《海港总体设计规范》（JTS 165-2013），散货、件杂货仓库货堆场库场面积可按下式进行计算。

$$E = \frac{Q_h K_{BK} K_r}{T_{yk} \alpha_k} \cdot t_{dc}$$

$$A = \frac{E}{q K_k}$$

式中：

E —仓库或堆场所需净容量（t）；

Q_h —年货运量（t），取 30 万吨；

K_{BK} —仓库或堆场不平衡系数，取 1.5；

K_r —货物最大入库、入场的百分比（%），取 100%；

T_{yk} —仓库或堆场年营运天（d），取 350d；

t_{dc} —货物在仓库或堆场的平均堆存期（d），取 10d；

A —仓库或堆场的总面积（m²）；

q —单位有效面积的货物堆存量（t/m²），取 5 t/m²；

K_k —仓库或堆场总面积利用率（%），为有效面积占总面积的百分比，取 70%；

α_k —堆场容积利用系数，对件杂货取 1.0。

经计算，钢材堆场所需容量约为 15429t，钢材堆场所需面积约为 4408m²，实际布置堆场面积约 9900m²，满足本工程要求。

6.6 装卸作业人员

由后方厂区统一配置。

6.7 装卸工艺方案比选

6.7.1 主要技术经济指标

表 6.7-1 主要技术经济指标表				
序号	指标名称	单位	数量	备注
1	码头年吞吐量	万 t	75	
1.1	原材料及配套组件	万 t	30	
1.2	运维设备物资	万 t	5	
1.3	社会件杂货	万 t	40	
2	码头年设计通过能力		108.6	
2.1	原材料及配套组件	万 t	67.0	
2.2	运维设备物资	万 t		
2.3	件杂货	万 t	41.6	
3	泊位数	个	3	装卸功能

备注：不包含东侧东侧海工驳泊位（港池）

6.7.2 装卸工艺方案比选

本工程利用 8#~9#泊位现状工艺设备，因此仅考虑一个工艺方案，不做方案比选。

6.8 设备配置表

表 6.8-1 主要装卸机械配置表					
序号	名称	型号规格	单位	数量	备注
1	门座式起重机	45t-40m，轨距 30m	台	1	设备利旧改造
2	门座式起重机	40t-35m，轨距 10.5m	台	1	设备利旧

3	半门式双梁起重机	(50+50) t	台	2	原材料堆场；由陆域厂区 统一配置
4	牵引平板车	40t	辆	4	原材料

POWERCHINA HUADONG

第7章 厂区工艺

7.1 生产纲领

本工程为满足深远海风电项目建设需求，主要制造大兆瓦海上风电深水导管架基础结构。根据生产需求，本场地规划生产导管架年极限最高产量 90 套。

海上风电导管架主体为三腿或四腿式桁架结构，主要由灌浆段、主桁架、过渡段组成；上部由过渡段顶部大型法兰与风机塔筒连接，下部为插入式灌浆段与钢管桩连接，中间主桁架由主腿及 X 斜撑构成。此外过渡段设置有内外工作平台，主腿及斜撑设置有登船梯、靠船件、电缆管、灌浆管等附属构件。

经调研，深远海导管架基础推荐四腿桁架式结构；导管架总高度约 100m，四条主腿下部中心距跟开 35m，上部中心距跟开 17m，主腿直径 4.4m，壁厚 70~95mm；单台导管架平均重约 3100t，其中导管架主结构重约 2900t，靠船爬梯、电缆管等附属结构重约 200t。综合考虑未来发展趋势和厂区自身条件，本阶段厂区生产工艺设计初拟导管架最大高度 110m，最大跟开 40m，最大重量 3400t。根据本厂区自身条件等因素，在考虑导管架部分部件，如主腿筒节、支撑管、斜撑管等外协采购的情况下，本厂区可满足年 80 套导管架生产能力。

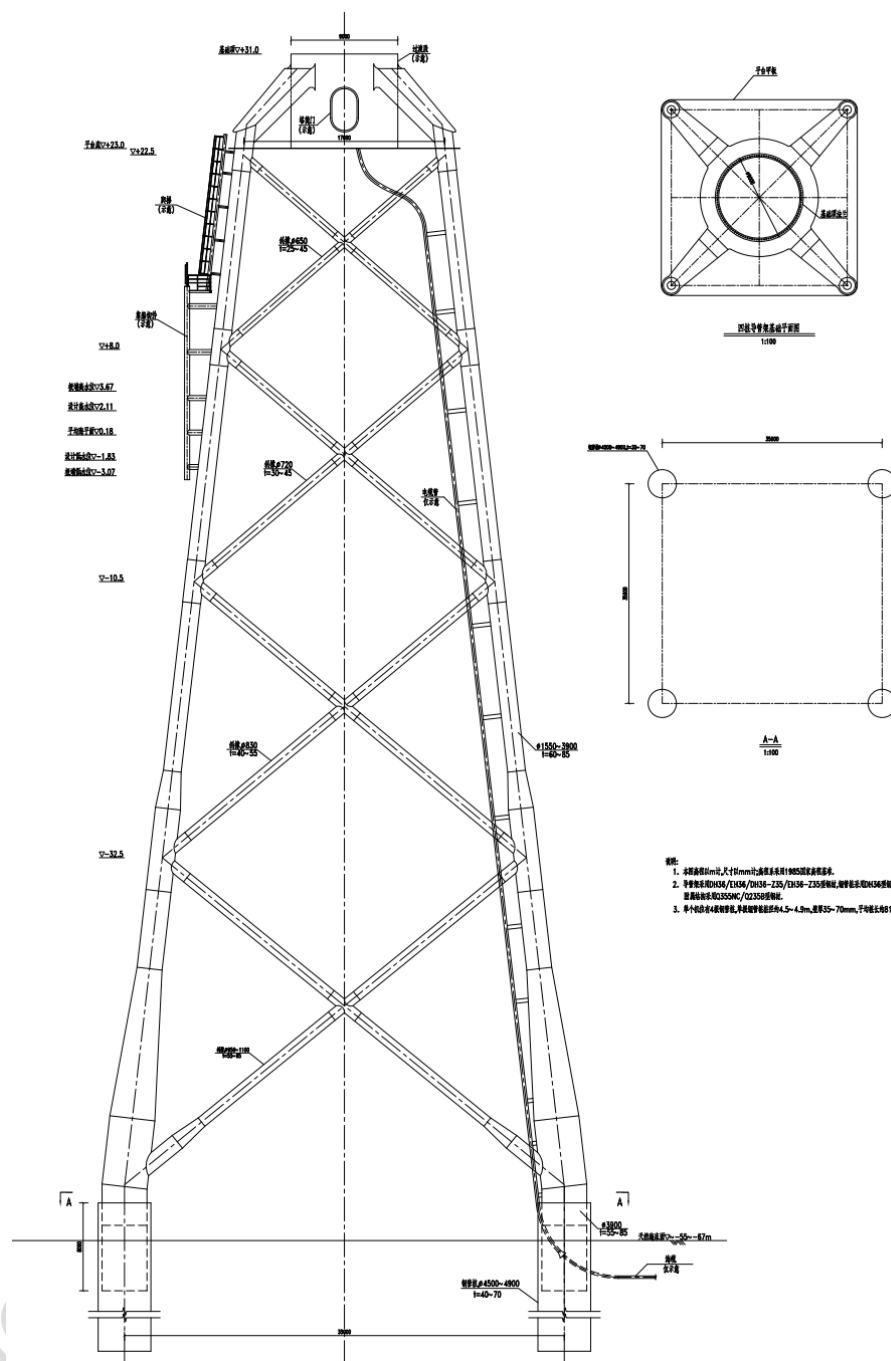


图 7.1-1 深远海导管架基础结构示意图

表 7.1-1 生产纲领

序号	产品	规格	年产量（套）	产能（万吨）	备注
1	导管架	高 100m、重 3100t、根开 35m	80	24.8	最高 110m、最大 3400t

7.2 导管架建造工艺

7.2.1 工艺流程

深远海导管架主尺度较大，且结构型式相对复杂，需采用分段制作、喷砂涂装、总装合拢的方式加工制作。本阶段导管架建造拟定采用效率较高的立式建造法。

根据导管架结构尺寸与重量，结合工艺设备需求等，将导管架划分为过渡段、导管架上部分段、导管架下部分段（含灌浆插尖段）三部分进行建造，最后进行总组大合拢。其中过渡段、各分段片体建造完成后，需转运至喷砂涂装房完成防腐涂装处理，后进行外场组装。主要工艺流程如下图所示：

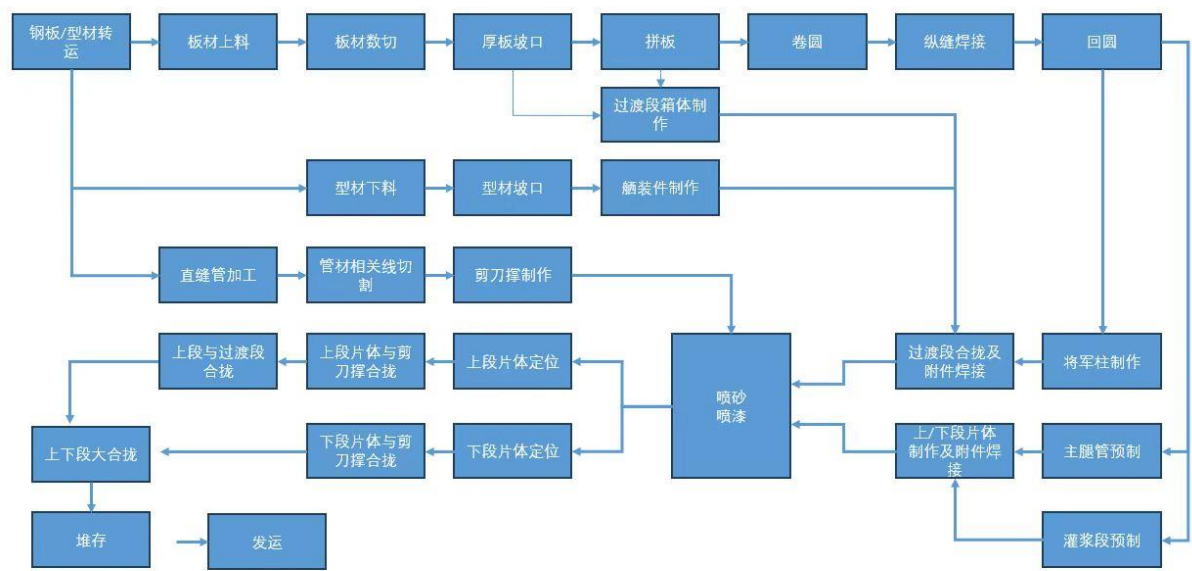


图 7.2-1 导管架制作工艺流程图

7.2.2 工艺简介

7.2.2.1 过渡段制作

风机导管架过渡段含内外钢平台及法兰。过渡段主体结构采用立式正造法，在水平胎架制作。过渡段制作完毕，在其上安装外部钢平台、内部钢平台、塔筒门等附件。制作顺序如下：

- （1）胎架布置，按过渡段结构图和胎架布置要求进行划线定位和胎架布置，按照胎架图的要求制作，确保胎架满足强度和水平度要求。
- （2）车间零件拼接。底封板、下封板等分段下料零件在车间拼组完成焊接，并按图

纸要求开设坡口。注意坡口的方向，每个支腿上的两件腹板应对称开坡口。

(3) 将军柱卷制拼接，按图纸要求开设门孔、人孔等。挖补好后检查焊缝质量，此处对接焊缝需做 UT100%+MT100%。将军柱上滚轮架焊接环板，劲板以及盖板等。

(4) 在滚轮架上焊接法兰，测量与法兰连接的过渡段筒节的椭圆度和平面度，精度合格后预装上部法兰，法兰与管节焊接，要严格控制焊接变形。

(5) 4 个牛腿反造预制，以牛腿盖板为胎架板反造，安装肘板、腹板、隔板等。

(6) 底封板、下封板划线上胎架定位。

(7) 牛腿上胎进行拼装，测量牛腿间距、先定位暂不焊接安装。

(8) 中心筒节翻身吊装，正位落胎，测量垂直度，注意中心圆筒的定位及焊缝干涉情况。焊接中心圆筒与牛腿结构及底板的焊缝，注意监控圆筒变形，保证圆筒椭圆度。

(9) 安装过渡段内外平台结构以及栏杆、支架等各类舾装件。



图 7.2-2 过渡段加工现场图

7.2.2.2 片体、剪刀撑制作

导管架分为上下两个分段，每个分段分为 2 个主片体和 2 个剪刀撑片体，其中主片体由两根主腿管和中间剪刀斜撑构成，片体制作完成后分别进行底、中、面漆，4 个片体涂装完成后通过外场龙门吊进行组装形成分段。

（1）主腿管制作

主管腿制作与钢管桩相似，钢板卷圆加工后进行纵缝焊接，然后回圆，最后进行管段接长。

（2）剪刀撑制作

剪刀斜撑直径较小，长度较长，通常外购直缝管后进行切割加工处理。由于斜撑管两端为导管架管节点结构，截面为非规则形状，需采用相贯线切割机进行下料加工。按管节划线示意图划出 0 度、90 度、180 度、270 度纵线，并按照图纸要求切割相贯口。其后在水平胎架上划出斜撑管的定位线，剪刀斜撑在水平胎架上制作，斜撑管两端用圆管作刚性加强，以防止变形。



图 7.2-3 直缝管相贯线切割

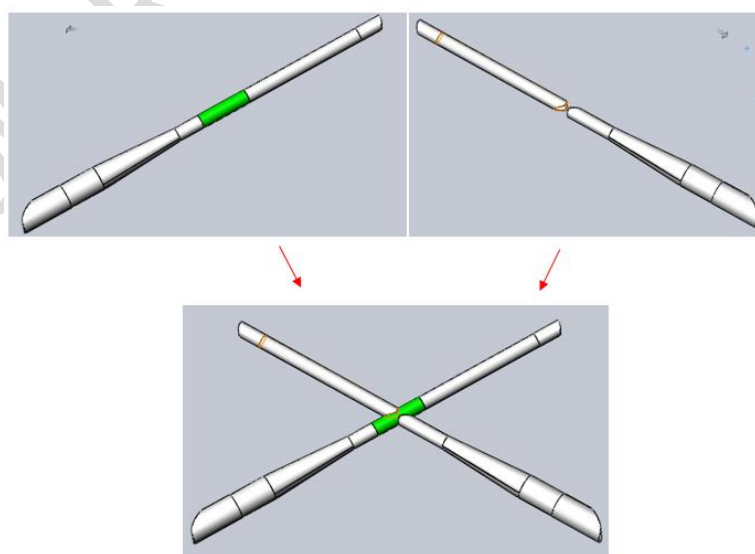


图 7.2-4 剪刀撑制作

（3）片体制作

片体制作时，先在车间内依据各片体拉升面图纸，在地面上放样划线，再在地上放置片体支撑胎架，再根据地样线放置管件组装成片体。片体焊接成型以后组装该段片体上的附件。



图 7.2-5 片体胎架组拼现场图

靠船防撞设施及爬梯、J 形管、灌浆系统、阴极保护等舾装件型材下料，装配制作，待片体成型后预装到所属片体上。



图 7.2-6 靠船件加工示意图

片体主腿和灌浆段在折角处对接，定位好折角的角度后再进行焊接。斜撑与主管无焊接的片体，需要增加斜撑固定加强工装撑，防止斜撑变形，同轴的片体使用整体预拼

胎架，上下段片体的合拢口预拼定位先不焊接。

7.2.2.3 分段制作

导管架为非标准产品，综合考虑未来发展趋势和厂区自身条件，导管架实际生产具体分段位置需待导管架设计单位分段焊缝疲劳实际计算情况确定。

本阶段厂区生产工艺设计初拟导管架最大高度 110m，最大跟开 40m，最大重量 3400t。按最高导管架为例分段，上部过渡段高 9m，重 400t，中间分段高 50m，重 1300t，下部分段高 51m，重 1700t。单个片体最重 600t，最长 51m。原材料最大钢板重量 36t，最宽 4.8m。

（1）靠模工装布置

风机导管架导管段分上下两段分别进行总组，总组采用立式组装方案，首先在中组场地划设地样线，然后按靠模工装、支座制作图要求，进行靠模工装、支座的制作安装，靠模工装、支座与地面牢固固定。靠模工装、支座布置如下图所示。

（2）下部分段组拼

下段片体制作完成后，首先利用吊车将其离胎，然后入托至转运工装运输架上，用平板车或模块车运输至靠模工装旁，利用龙门吊将片体树立起来放置到支座，两个主片体就位完成后，利用龙门吊将剪刀撑片体树立起来安装到位，最后完成焊接组拼。

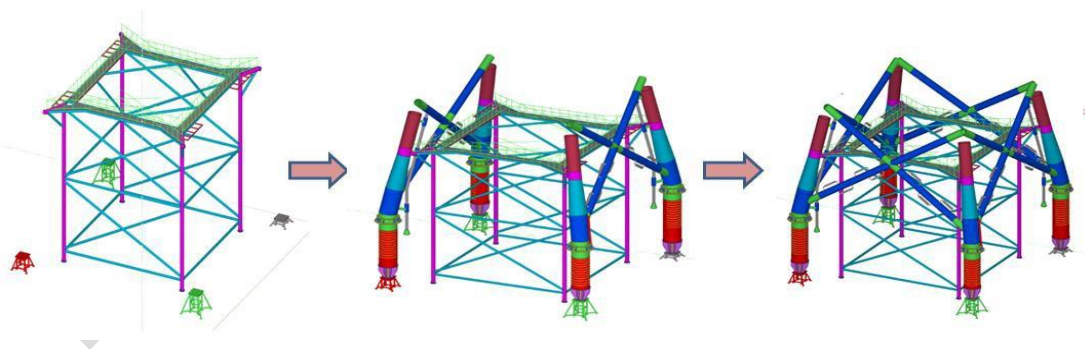


图 7.2-7 下部分段组拼示意图



图 7.2-8 下部分段组拼现场图

（3）上部分段组拼

上部分段组拼方式与下部分段相似，具体工艺流程如下：

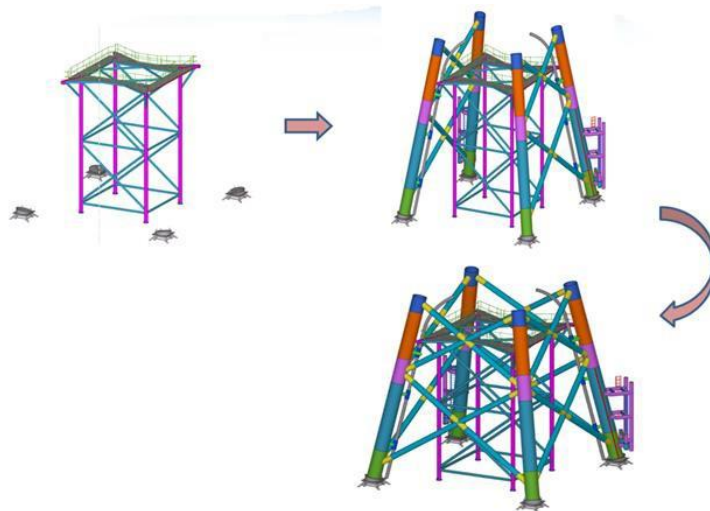


图 7.2-9 上部分段组拼示意图



图 7.2-10 上部分段组拼现场图

7.2.2.4 中组及合拢

本场区规划生产导管架考虑最大高度 110m，最大重量 3400t，考虑预留 20m 吊具高度及 200t 吊具重量，则龙门吊额定最大起重量为 3600t，最大起升高度为 130m。

（1）中组

风机导管架过渡段在车间制作完成后，用转运车运输至涂装车间进行打砂涂装，然后运输至总组场地，用转运车将上段运至龙门吊下方，将过渡段吊起至上部分段上方，

导管架上段与过渡段调整定位后测量整体的平面度、垂直度；过渡段就位后调整顶部法兰水平度 $\leq 1\text{mm}$ ，四角主腿管合拢口码板固定；四角合拢口采用4个焊工同时对称焊接，焊接过程中监控法兰平面度变化，防止上部法兰水平度超差；过渡段与导管段焊接完后测量整体的平面度、垂直度和顶部筒节的椭圆度；合拢口主腿对接焊缝要求全熔透。无损检测验收合格后，进行合拢位置油漆补涂，完成导管架过渡段与上部分段的中组。



图 7.2-11 导管架中组现场图

（2）大合拢

导管架中组完成后用模块车将上部完整分段转运至龙门吊下方，由龙门吊抬升至下部分段上方，抬升架进行前后和左右调节，导管架上段与下段调整定位后测量整体的平面度、垂直度并焊接；合拢口主腿对接焊缝要求全熔透，合拢口处预先设置施工人员操作平台。无损检测验收合格后，进行合拢位置油漆补涂，完成导管架最终大合拢。



图 7.2-12 导管架大合拢现场图

7.2.3 建造安全措施

7.2.3.1 前期准备与风险评估

在四桩导管架立式装配前，必须进行全面的的安全风险评估，制定详细的装配方案，并组织技术交底。重点包括：

- a 方案审查：确保装配工艺符合设计规范（如 DNV-ST-0126、GB 50761 等），并经过监理和业主审批。
- b 场地检查：装配场地应平整、坚实，承载力满足大型构件堆放和吊装要求。
- c 设备检查：起重设备（如龙门吊、履带吊）需经第三方检测合格，吊具、索具无损伤，并确保额定载荷满足要求。

7.2.3.2 吊装安全控制

四桩导管架单段重量大（通常数百吨），立式装配时需严格控制吊装过程：

吊点设计：采用专用吊耳或平衡梁，确保受力均匀，避免局部应力集中导致结构变形。

试吊验证：正式吊装前进行试吊（离地 0.5m），检查重心稳定性，调整吊索角度（建议 $\leq 60^\circ$ ）。

指挥协调：由专职信号工统一指挥，吊装过程中严禁人员站在构件下方或受力

范围内。

7.2.3.3 高处作业与防坠落措施

- 立式装配涉及高空作业，必须落实防坠落措施：
- 作业平台：搭设标准化脚手架或悬挂式平台，平台宽度 $\geq 0.8\text{m}$ ，并设置踢脚板（高度 $\geq 150\text{mm}$ ）。
- 个人防护：作业人员佩戴全身式安全带（五点式），安全绳固定于独立生命线或牢固锚点。
- 通道安全：设置钢制爬梯或斜梯，坡度 $\leq 50^\circ$ ，踏步防滑，连续爬升超过 6m 需设休息平台。
- 四桩导管架立式装配需统筹吊装、支撑、焊接等多环节风险，通过标准化作业、实时监测和严格管控，确保“零事故、零缺陷”。具体措施应结合项目规范（如 JTS 144-1-2010）动态调整，并纳入企业 HSE 管理体系持续优化。

7.3 生产布局

本工程结合导管架的生产工艺，利用生产区域，布局原材料堆存区、钢结构加工车间、喷涂车间、外场总组区及成品堆存区共五大功能区域，总体形成 U 型生产流水布置，使工件走行通畅、减少迂回，防止倒流，形成完整、顺畅的流水线。

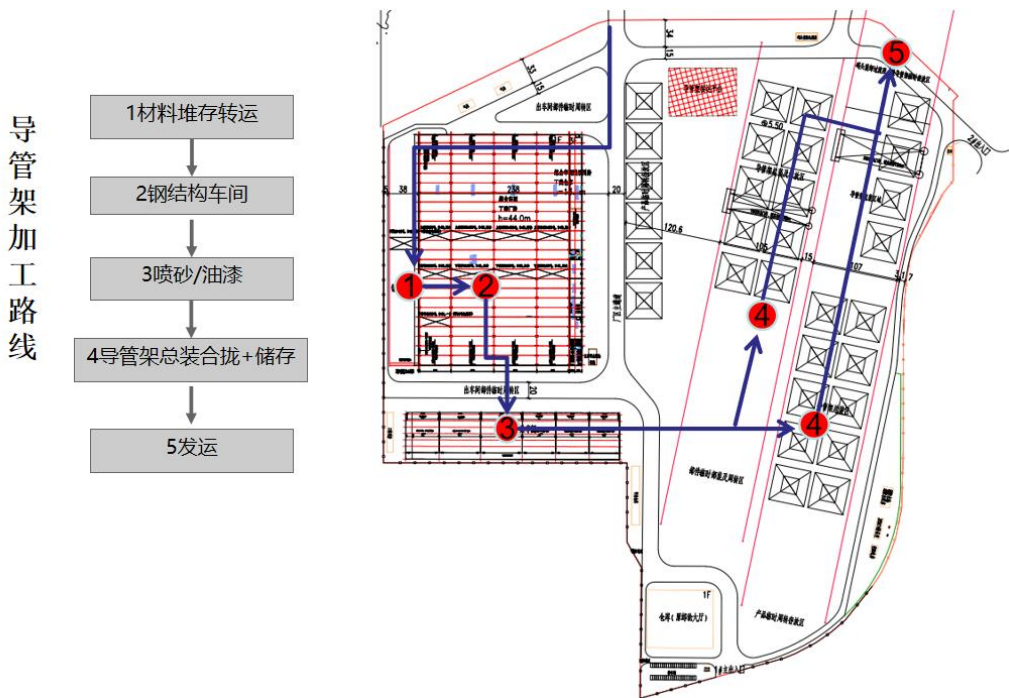


图 7.3-1 场区生产布局流程图

（1）原材料堆存区

场区布置两个原材料堆存场地，最多可满足场区两个月钢材存储需求。为方便原材料转运至下料车间，主存储场地位于钢结构车间侧方区域，并配置电磁式龙门吊，以提高钢板转运效率，堆存区材料最高堆存限制为 1 米，承载力要求为最小 8t 每平方米。



图 7.3-2 电磁式龙门吊转运钢板

（2）钢结构车间

场区布置一座4跨钢结构联合加工车间，从西至东跨度依次为39.6m、53.6m、53.6、40.1m 车间宽约188米，长约286米。根据其功能采用不等的大跨度、通长式组合结构，统筹布置，以减少建筑物之间不必要的间距和通道，提高用地集约化，且避免加工分散。采用成组技术原理，将导管架加工工艺要求相似、形状相近的产品集中起来组织流水化、自动化生产，以提高效率，每跨均设置桥式起重机。目前车间面荷载按10t 每平设计。局部卷板机等重型设备基础处理方案，下阶段将根据使用单位布置情况及设备厂家明确后进行定制设计。

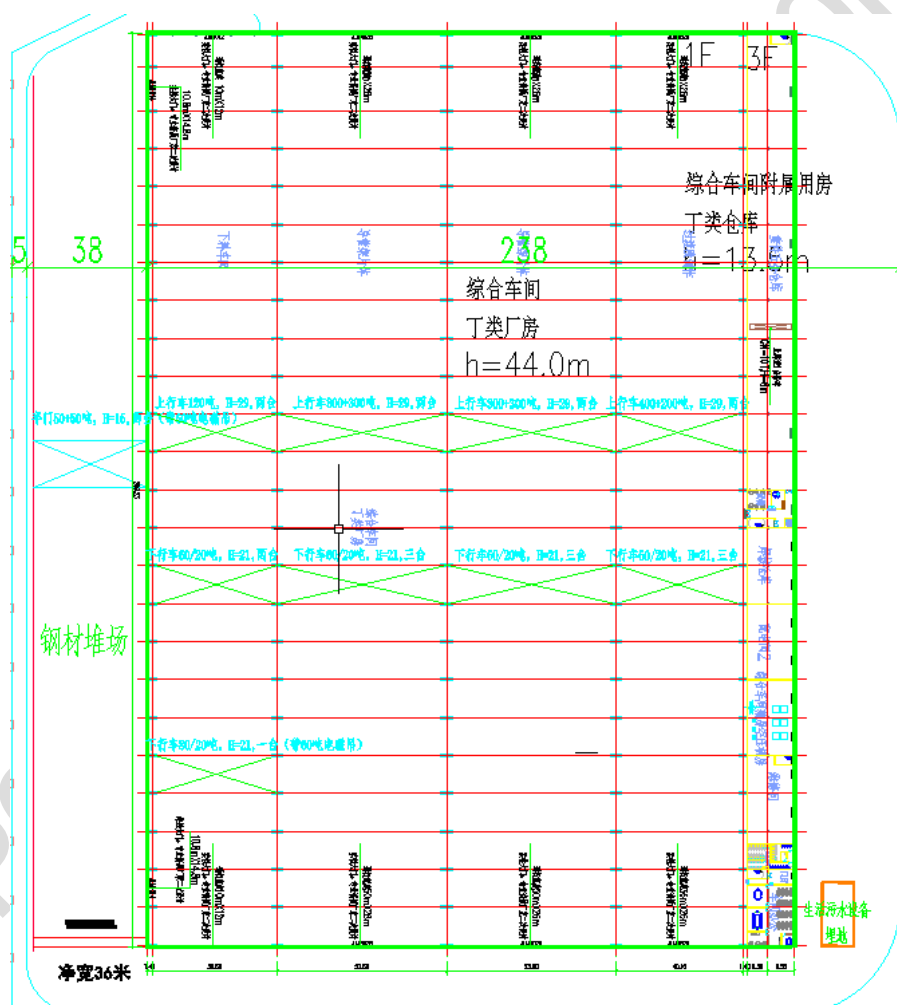


图 7.3-3 钢结构车间布置图

在车间左侧设置宽度36m的材料堆场，下料车间布置在车间中部，主要完成钢板预处理、切割、坡口预制、直缝管切割等工作。车间内布置高精度数控火焰气割机、数控等离子切割机、相贯线切割机等设备。

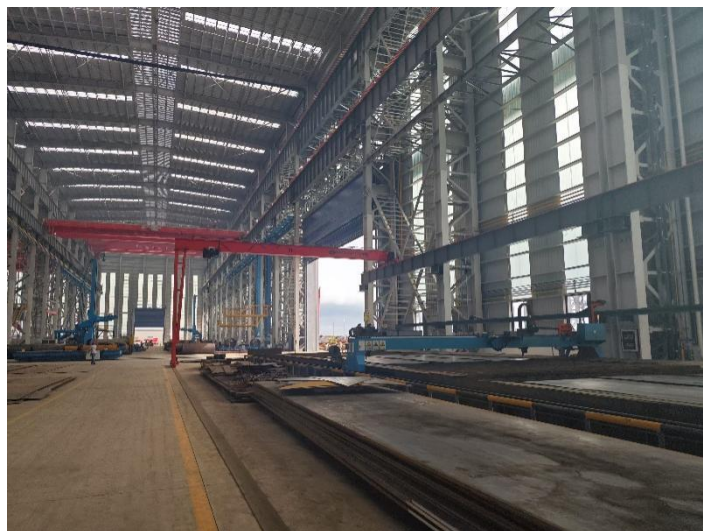


图 7.3-4 下料车间示意图

导管架组拼车间布置在下料车间右侧，主要进行导管架主腿管制作、插尖段制作、将军柱卷制、过渡段合拢、靠船等附属构件加工制作，车间内完成导管架过渡段及部分片体、剪刀撑。车间内布置大型卷板机、油压机、纵缝十字臂架车、环缝十字臂架车、滚轮架、组对机、顶部行车等设备。



图 7.3-5 导管架组拼车间示意图

（3）喷涂车间

防腐施工区域横向布置 2 喷 4 涂车间，供导管架过渡段、片体进行喷涂作业，车间内布置喷砂系统、喷漆设备、VOCS 处理设备。



图 7.3-6 涂装车间示意图

本阶段综合车间共 4 跨，其中一跨为下料车间，两跨为片体加工车间，一跨为过渡段加工车间，在考虑导管架斜撑管外协采购的情况下，综合车间可满足年 80 套导管架生产能力。喷涂车间配置两喷四涂车间，车间净高超过 20m，导管架片体数量较多，涂装需求量较大，但片体高度整体不高，后续涂装考虑多层片体叠放同步涂装，提高涂装效率，可满足年 80 套导管架喷涂需求。本阶段钢结构车间和涂装车间相距 60m，可满足最大 55m 片体转运的需求，下阶段可根据实际使用单位情况灵活调整。

（4）外场总组区

外场总组区域分别布置不同级别的龙门吊，供导管架合拢、总装和吊装发运。导管架组装区，主要配置轨距 105m 净高为 108m 的 1500t 共轨龙门吊一台，负责导管的合拢。相邻布置轨距 107m，净高 130m 的 3600t 龙门吊一台，供导管架上下分段制作及过渡段与上部分段的中组及导管架上部分段与下部分段的大合拢，在窗口期，导管架即可滚装发运，也可利用 3600t 龙门吊吊装发运。



图 7.3-5 导管架外场总组区示意图

（5）成品堆存区

由于海上导管架施工窗口期有限，场区内需布局成品存储场地，导管架加工制造完成后，通过龙门吊吊至后方临时堆放场地或采用轴线车转运至场内其他堆场，然后继续合拢下一套导管架。当海上具备施工条件时，再使用港池内龙门吊吊装装船或滚装上船，进行批量出运。

场区龙门吊下部区域设置堆存区，码头前沿根据实际生产情况也可以布置成品堆存区，其中外场总组区龙门吊均延长至码头前沿堆存区，根据实际生产加工需要，若生产强度提升，成品堆存区可转换为总组区。3600t 龙门吊后方，轨道尾部腹地区域和靠近西侧车间区域，布置导管架临时堆场，在海上施工空窗期兼用导管架堆存。

因厂区条件限制，场区导管架堆存空间分散，SPMT 滚装运输路径后续根据现场生产组织情况灵活调整，无固定路径，实际路径分布于整个场区右侧外部堆场，当前 SPMT 轴线车最大轮压 12t 每平，考虑不确定因素，本阶段外部堆场面荷载按 15t 每平处理，后期根据实际使用单位情况可做调整。

由于海上导管架施工窗口期有限，场区内需布局成品存储场地，导管架加工制造完成后，通过龙门吊吊至后方临时堆放场地或采用轴线车转运至场内其他堆场，然后继续合拢下一套导管架。当海上具备施工条件时，再使用港池内龙门吊吊装装船或滚装上船，进行批量出运。



图 7.3-8 导管架成品堆存现场图

7.4 主要工艺设备

为适应生产的需要，确保产品的质量，增强生产工艺的可操作手段，必须完整配置各种生产设备。本项目工艺生产设备选择应遵循以下原则：

- 1、主要设备的配置应与产品的生产技术工艺及生产规模相适应；
- 2、所有设备必须技术先进、性能可靠；
- 3、在满足生产工艺要求的前提下，力求经济合理；
- 4、符合环保、节能、安全、维护方便等方面的要求；
- 5、设备采购应选择国内名牌产品或知名度较高企业生产的产品。

表 7.4-1 生产设备

序号	设备名称	型号规格	单位	数量
1	逆变二氧焊机	500A	台	200
2	逆变二氧焊机	500A	台	500
3	逆变埋弧焊机	1250A	台	70
4	逆变碳刨机	1250A	台	80
5	半自动切割机	CG1-100	台	30
6	自动角焊小车	HK-8SS	台	20
7	磁力管道切割机	CG2-11	台	10
8	轴流风机	SF8-4	台	60
9	离心式通风机	4-72 5.5KW	台	40
10	数控等离子火焰切割机	9500*48000	台	2
11	三辊全液压水平下调卷板机	200*4500（带顶支撑、侧支撑、进料辊道）	台	1
12	三辊全液压水平下调卷板机	80*4000（带顶支撑、侧支撑、进料辊道）	台	1
13	相贯线火焰切割机	KR-XY5 200-1600mm	套	3
14	焊后保温设备	含温控仪、加热片、接长导线、补偿导线、热电偶等	套	6
15	焊剂烘干箱	YJJ-A-500	台	8
16	组对滚轮架	60T 两从	套	10
17	环缝滚轮架	120T 一组一从	套	40
18	组对滚轮架	120T 两从	套	4
19	环缝滚轮架	200T 一组一从	套	10
20	环缝滚轮架	300T 一组一从	套	2

序号	设备名称	型号规格	单位	数量
21	纵缝焊接架	13 米	套	2
22	环缝焊接架	13 米	套	4
23	喷砂除尘设备	300000 方风量、换气次数 4.5 次、8 缸 16 把枪（压力 1.0Mpa）	套	2
24	喷漆废气处理设备	350000 方风量、换气次数 4.5 次，前置过滤+沸石转轮 +RTO	套	2
25	危废库废气处理设备	配套危废及油漆库、前置 过滤+活性炭	套	2
26	数控除尘设备	配套数控切割机	套	2
27	喷砂房内部封板	单套 3 面，每面 50*50m	套	2
28	其他生产检测设备		台	50

表 7.4-2 起重设备

序号	设备名称	型号规格	单位	数量
1	半门式双梁起重机	BME50+50T(带 60 吨电磁吊) A6 S=36m	台	2
2	双梁桥式起重机	120/20T,H=29m, A5 S=38.6m	台	2
3	双梁桥式起重机	60/20T, H=21m, A5 S=53.6m	台	11
4	双梁桥式起重机	400+200T(总起重量 400T), H=29m,A5 S=39.1m	台	2
5	双梁桥式起重机	300+300T (总起重量 600T),H=29m, A5 S=53.6m	台	4
6	双梁桥式起重机	80/20T, H=21m, A6 (带 60 吨电磁 吊) S=36.4m	台	1
7	电动葫芦半门机	5T, H=6m,A5 (欧式低净空) S=14m	台	2

8	电动葫芦单梁桥机	10T, H=6m, A5 (欧式低净空) S=15m	台	2
9	3600t 造船门式起重机	3600t(2*900+1800)-107m, H130m	台	1
10	1500t 造船门式起重机	1500t(2*375+750)-105m, H108m	台	1
11	桥机轨道约 130 吨	QU120	批次	1
12	桥机轨道约 150 吨	QU100	批次	1
13	桥机轨道约 193 吨	QU80	批次	1

表 7.4-3 转运及辅助设备

序号	设备名称	型号规格	单位	数量
1	钢板平板运输车	承重 300T 驱动 600T，一主一从	套	2
2	筒节平板运输车	承重 300T 驱动 300T，两主	套	1
3	汽车吊	50T	台	3
4	汽车吊	130T	台	3
5	汽车吊	80T	台	4
6	无动力传挂车	50T*14 米（叉车牵引）	台	2
7	模块车	一个车头、两个板车、12 轴线	套	4
8	叉车	3T	台	2
9	叉车	5T	台	2
10	叉车	10T	台	2
11	叉车	15T	台	2
12	液压升降平台	12 米	台	2
13	直臂高架车	44 米	台	3

第8章 水工建筑物

详见《浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期码头（港池）工程概念设计》相关章节。

POWERCHINA HUADONG

第9章 陆域形成和道路、堆场

9.1 陆域现状

本工程陆域利用温州港状元岙港区 8[#]、9[#]多用途泊位港区后方的陆域堆场场地，现状陆域场地于 2008 年采用吹填砂方案形成，并对吹填砂层进行了强夯和振冲处理，根据《华东深远海风电母港（洞头基地）岩土工程勘察报告（可研阶段）》（中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司，2024 年 12 月），堆场现状表层地基承载力特征值 $\geq 110\text{kPa}$ ；现状陆域堆场平均高程为 4.2~5.4m，纵深 850m，宽约 650m，港区陆域总面积为约 650 亩，港区纵向道路与水域引桥相衔接，形成运输回路。



图 9.1-1 现状 8[#]、9[#]多用途泊位及后方陆域堆场

本工程利用现状陆域堆场并结合本工程实际需求，对重载荷区进行地基加固处理，堆场完成面高程控制在约 5.50m；道路堆场结合工艺土建需求布置导管架总装及堆存区、装备制造及运维基地导管架转运平台、材料堆存区、车间、仓库、综合办公楼、场内道路等，对场区内的道路堆场铺装结合实际需求进行改造更新。

本工程厂区内道路设有南北向进港主干道一条，一般道路若干，其中主干道宽度为20m，一般道路宽度为 7~15m。

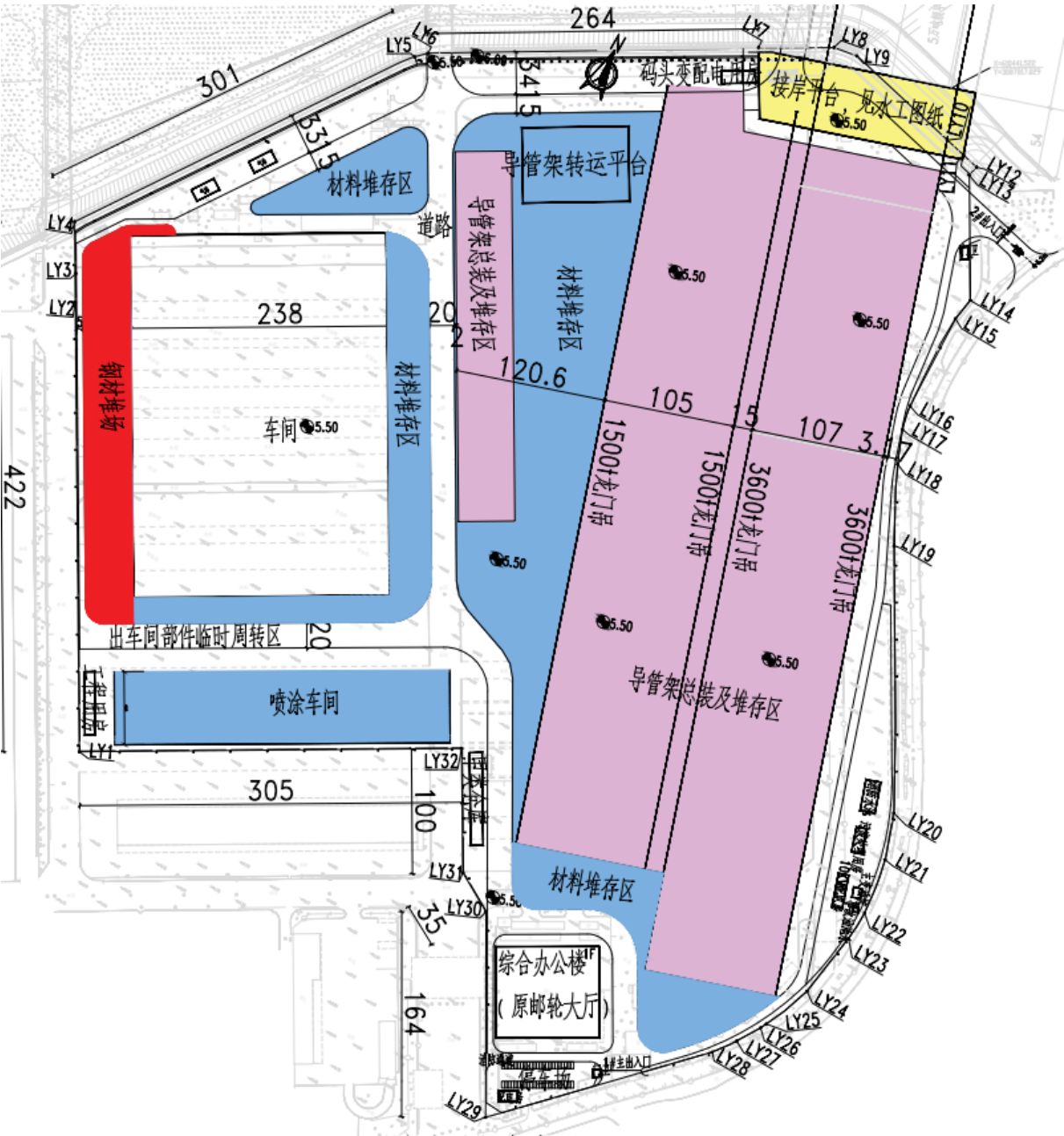


图 9.1-2 陆域堆场总平面布置图

各分区区块面积如下表所示：

表 9.1-1 堆场各区块面积统计表

项 目	单位	面积
导管架总装及堆存区	m ²	175364
装备制造及运维基地导管架转运平台	m ²	5100

项 目	单位	面积
车间	m ²	87561
综合办公楼	m ²	8857
场区道路	m ²	51000
材料堆存区	m ²	66249
接岸平台	m ²	9214
钢材堆场	m ²	11939
其他区域	m ²	28884
总面积	m ²	432973

注：接岸平台设计方案详见《浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期码头（港池）工程概念设计》相关章节。

9.2 陆域形成与地基处理

9.2.1 陆域形成

本工程利用现状陆域堆场并结合本工程实际需求进行改造，场地自 2008 年竣工以来，至今已运行 17 年，原堆场设计标高约 5.0~5.5m，现状陆域堆场平均高程为 4.2~5.4m，平均沉降约 70cm。本工程利用原堆场，纵深 850m，宽约 650m，港区陆域总面积约 650 亩，考虑到衔接码头前沿高程，并尽量减少开挖回填量，堆场完成面高程控制在约 5.50m。

本工程原场地铺面包括高强联锁块面层、混凝土铺面。针对沉降较大的区域本次考虑拆除表层铺装后采用宕渣进行补填至堆场铺面底高程，考虑到压实效果，补填厚度小于 30cm 的采用级配碎石补填；针对沉降不大的区域，拆除表层铺装露出水稳层后，直接进行本工程铺装。



图 9.1-4 场地现状地貌

补填区域宕渣要求最大粒径要求小于 20cm，石料含量要求不少于 70%，不得含有淤泥、耕土、膨胀性土及有机质，压实度 $\geq 96\%$ 。

级配碎石推荐级配范围按《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T F20-2015）表 4.5.8 中 G-A-3 控制，级配碎石液限 $\leq 28\%$ ，塑性指数 < 6 。级配碎石要求碾压密实，分层回填厚度不大于 30cm，压实度 $\geq 96\%$ （重型压实标准），集料压碎值不大于 30%，加州承载比 CBR 不应小于 120。

9.2.2 地基处理

本工程场区已于 2008 年形成陆域并进行了地基处理，地基处理方式为强夯+塑料排水板堆载预压或振冲+塑料排水板堆载预压，塑料排水板处理深度约 25m，现状表层承载力特征值 $\geq 110\text{kPa}$ ，场区运行至今的沉降量约为 70cm。本工程导管架总装及堆存区、龙门吊轨道梁基础及工后沉降要求较高，若不采取地基处理措施，地基工后及不均匀沉降难以达到使用要求，需进行地基加固处理。建筑生产配套区域地基处理方案由建筑专业在生产与辅助建筑物章节补充。

拟建项目场地表层土为前期人工吹砂回填处理形成，土层淤泥质粉质粘土，呈流塑状、厚度大，具高含水量、孔隙比、高灵敏度、抗剪强度小、易触变等特性，物理力学性质差，属典型的软弱地基土，是场地内主要压缩层，鉴于导管架总装及堆存区、龙门吊轨道梁基础对地基承载力和地基沉降的要求，需进行针对处理。

9.2.2.1 设计要求

根据工艺对堆场的设计要求指标，本工程各区域的荷载及沉降要求如下表：

表 9.1-3 场区内荷载及沉降要求

编号	名 称	荷载要求	备注
1	导管架总装及堆存区	(1) 均载 150kPa; (2) 单个支墩范围 800t。	支墩范围内工后 6 个月最大整体沉降量≤20mm，工后 5 年最大整体沉降量≤80mm。
2	龙门吊轨道梁	(1) 3600t 龙门吊，工作状态 85t/轮，非工作状态 95t/轮； (2) 1500t 龙门吊，工作状态 80t/轮，非工作状态 95t/轮；	10 年内工后沉降≤20mm。
3	装备制造及运维基地导管架转运平台先导段	均载 150kPa	/
4	综合车间及喷涂车间、厂区内材料堆存区、内部仓库地面、主要道路地面	均载 100kPa	/
5	厂内次道路、消防道路、非生产区道路等其他区域	均载 20kPa	/

9.2.2.2 地基处理方案比选

根据以上堆场内各区对荷载及沉降的要求，鉴于现状地基表层承载力已≥110kPa，针对车间、先导段、道路、导管架堆存区（非支墩范围）等区域，对沉降无特殊要求的区域，本次考虑直接利用原地基整平碾压铺装至设计高程，不再进行额外的深层地基处理措施；针对导管架堆存区（支墩范围）、龙门吊轨道梁对荷载要求较高、沉降较敏感的区域需采取地基处理措施以满足使用要求。

根据《华东深远海风电母港项目（洞头基地）岩土工程勘察报告》（中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司，2025.03），本工程地基处理的对象主要为②淤泥质黏土层，该层土含水率高，压缩性大，深度 1.5~25.4m。针对淤泥质黏土，一般的处理方法有排水预压法，如真空预压、堆载预压或真空联合堆载预压，亦可采用强夯置换法、复合地基法（如碎石桩、水泥搅拌桩等），针对荷载沉降要求较为严格的可直接采用桩基处理。现状堆场在形成时已采用排水板+堆载强夯/排水板振冲强夯法对表层砂及浅层淤泥进行了初步处理，再次采用排水固结法一方面效果欠佳；另一方面排水预压法所需工期较长，处理效果难以达到预期的承载力及沉降要求，暂不考虑；本工程导管架堆存区（支

墩范围)、龙门吊轨道梁使用要求较高,淤泥层深度将近 20m,强夯法无法满足处理深度和工后沉降要求,暂不考虑。优先推荐桩基处理或复合地基加固方法,由于水泥搅拌桩处理深度有限,最大处理深度 20m,本工程淤泥层埋深约 25m,采用水泥搅拌桩无法达到设计要求。

综上,本次考虑高压旋喷桩、振冲碎石桩、PHC 管桩、灌注桩法作为此区域地基处理的比选方案。从土质条件适应性、建筑物类型及适应变形能力、施工条件、工期、处理费用等因素进行比选确定,针对导管架总装及堆存区,各方案的比选如下表所示:

表 9.1-4 地基处理方案比选表

处理方案 特性	高压旋喷桩	振冲碎石桩	PHC 管桩	灌注桩
适用范围	适用于处理淤泥与淤泥质土、粉土、饱和黄土、素填土、黏性土等地基。	适用于软弱黏性土、砂土、粉土、粉质黏土、素填土和杂填土等，对于不排水抗剪强度不小于 20kPa 的饱和黏性土、饱和黄土地基应试验确定。	适用于各类建筑的低承台桩基础。广泛应用于一般黏性土及填土、淤泥和淤泥质土、粉土、非自重湿陷性黄土等土层中。	适用于各种地质条件，包括软土、砂土、岩石等，特别适合穿越硬夹层、嵌岩和进入硬持力层，适用于高荷载等级、高层建筑、桥梁大跨径桩基础。
优点	1. 工艺成熟，操作简单。 2. 有效地提高地基强度，减少地基沉降。 3. 环境影响较小，无噪声、无振动、无污染。	1. 提高地基承载力和稳定性显著。 2. 排水效果好，加速地基土固结。 3. 施工设备简单，速度快。 4. 造价相对适中	1. 桩身质量可靠，强度高，耐久性好。 2. 施工速度快，工期短。 3. 单桩承载力高，适应范围广。 4. 机械化程度高，施工简便。	1. 承载力大，施工难度低。 2. 适应性强。 3. 施工灵活，可精确控制桩长直径。 4. 沉降量小，适合对沉降敏感的建筑
缺点	1. 成桩质量不均匀。 2. 对有机质高、pH 值低的土效果差。 3. 造价相对较高。	1. 施工振动，影响周边环境。 2. 对填料要求较高，对大粒径砾石、卵石层效果不理想。 3. 施工质量难控，尤其是桩体密实度。	1. 对施工场地要求高，需平整空间。 2. 遇坚硬障碍物沉桩困难，易损桩。 3. 挤土效应，影响周边建筑和管线。 4. 需设承台，造价相对较高。	1. 成本较高。 2. 施工周期较长。 3. 成桩质量受施工单位工艺经验影响。
工 期	3 个月	4 个月	4 个月	6 个月
方案	2.5m×2.5m 布置 桩径 0.8m 单根长度 28m	2.5m×2.5m 布置 桩径 1.0m 单根长度 36m	2.5m×2.5m 布置 桩径 0.6m 单根长度 36m	2.5m×2.5m 布置 桩径 0.6m 单根长度 36m
单位面积造价	3800 元/m ²	2400 元/m ²	3200 元/m ²	5500 元/m ²
综合评价	不推荐	不推荐	推荐 1	推荐 2

经以上分析，高压旋喷桩法综合单价较高，成桩质量受土性、打设深度、施工工艺等影响较大，暂不考虑；振冲碎石桩单价相对较低，但在温州地区尚未有成果案例，成桩质量同样受土性、打设深度、施工工艺等影响较大，质量不可控，暂不考虑；PHC管桩造价相对适中，桩身质量可靠，强度高，耐久性好，施工速度快，适应范围广，考虑作为本阶段推荐的地基处理方案，针对部分轨道梁基础、导管架总装及堆存区进行处理；灌注桩综合造价较高，但成桩质量稳定，且对周围建筑物影响较小，管桩作为挤土打入桩，捶打过程中对周边建筑物影响较大，导管架及距现状海堤 180m 范围内的轨道梁基础范围内荷载较大，桩长较长，考虑到 PHC 管桩成桩振动对海堤的影响，这两处区域本阶段暂考虑采用灌注桩进行处理。

9.2.2.3 导管架总装及堆存区（支墩范围）地基处理方案

导管架总装及堆存区（支墩范围）地基处理参数为：PHC 管桩桩径 0.6m/灌注桩桩径 0.8m，桩基布置型式为点状布置，点状基础为 10x10m 低桩墩台，结合地形条件分别采用 D800mm 的嵌岩灌注桩 9 根，覆盖层深厚的采用 D600mmPHC 管桩 16 根。单桩承载力特征值需大于 1900kN，根据不同地质条件，以⑧3 角砾/⑧2 含黏性土砂砾/⑨3 中风化岩为持力层，灌注桩平均单根长度 41m，PHC 平均单根长度 47m。每根桩上部布置钢筋砼桩帽一个，桩帽顶标高 4.6m，尺寸为 1.2m×1.2m×0.4m，顶部与 90cm 厚钢筋砼墩台固接，铺装面高程为 5.5m。平面布置如下图，打桩施工前应破除堆场原铺装层。

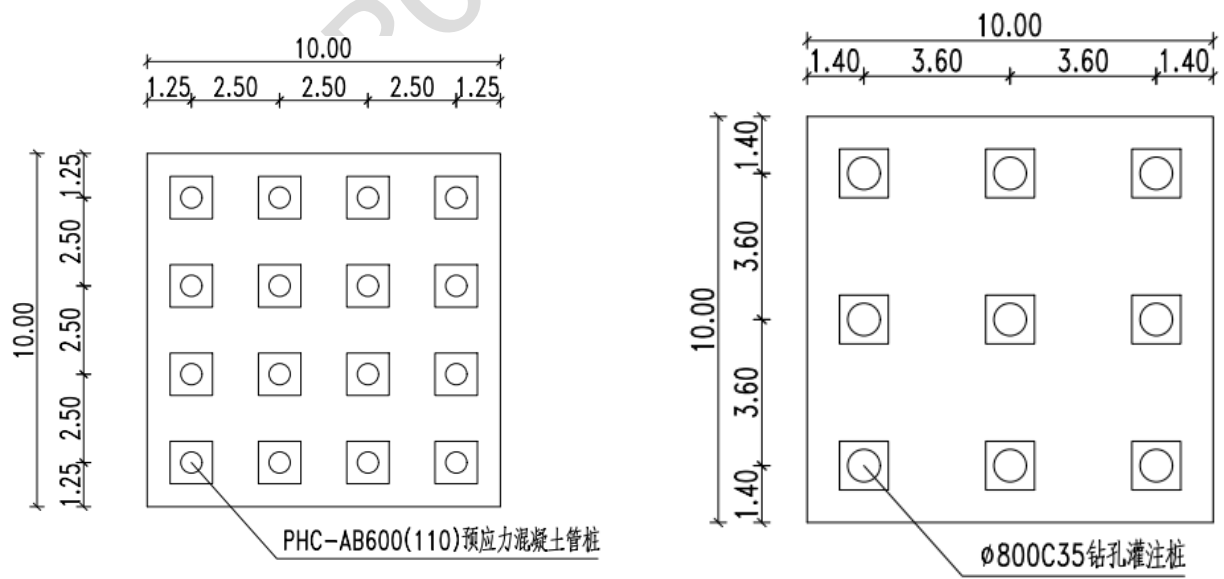


图 9.1-5 导管架转运区桩基平面布置大样图 1 图 9.1-6 导管架转运区桩基平面布置大样图 2

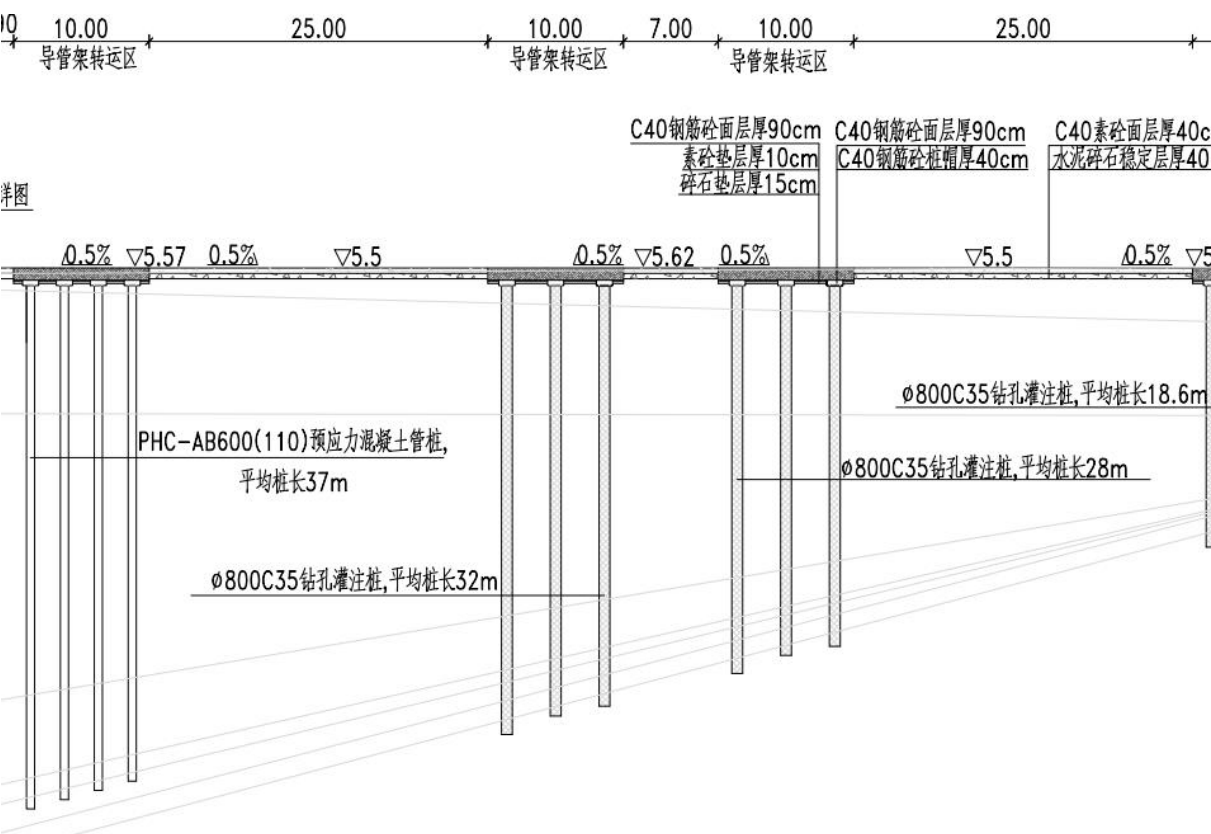


图 9.1-7 导管架转运区桩基断面布置图

9.2.3 导管架堆存区（支墩范围）承台计算

导管架堆存区（支墩范围）采用桩基承台的结构型式，导管架总重 3200t，单支腿重 800t，在成品堆存区堆存时，支腿落在如下图所示意的板凳支墩上，单边支墩长 6m 宽 1m，等效为柱截面进行力的传递和墩台结构的抗冲切验算。

采用理正结构工具箱（7.5 版本）的多柱桩承台模块进行验算，900mm 厚墩台能够满足规范要求，具体计算过程详见计算书。

表 9.1-5 导管架总装及堆存区桩基承载力计算结果

区域	承载力特征值 (kN)	桩径 (m)	桩长 (m)	参考钻孔	桩型
导管架总装及 堆存区	1882	0.6	36.6	QDK06	PHC 桩
	2099	0.6	32	QDK12	PHC 桩
	1922	0.6	49	XK104	PHC 桩
	1885	0.6	28.6	XK113	PHC 桩
	2495	0.6	27	XK125	PHC 桩
	1990	0.6	36.6	CK63	PHC 桩

区域	承载力特征值 (kN)	桩径 (m)	桩长 (m)	参考钻孔	桩型
	2250	0.6	42	CK61	PHC 桩
	2046	0.6	53	XK107	PHC 桩
	1872	0.6	48.6	XK108	PHC 桩
	2034	0.6	38	CK66	PHC 桩
	2191	0.6	31	CK64	PHC 桩
	2187	0.6	49.6	QDK08	PHC 桩
	5373	0.6	15	CK62	灌注桩
	5381	0.6	17.3	XK124	灌注桩
	5626	0.6	17.6	CK67	灌注桩
	5381	0.6	19.2	XK114	灌注桩

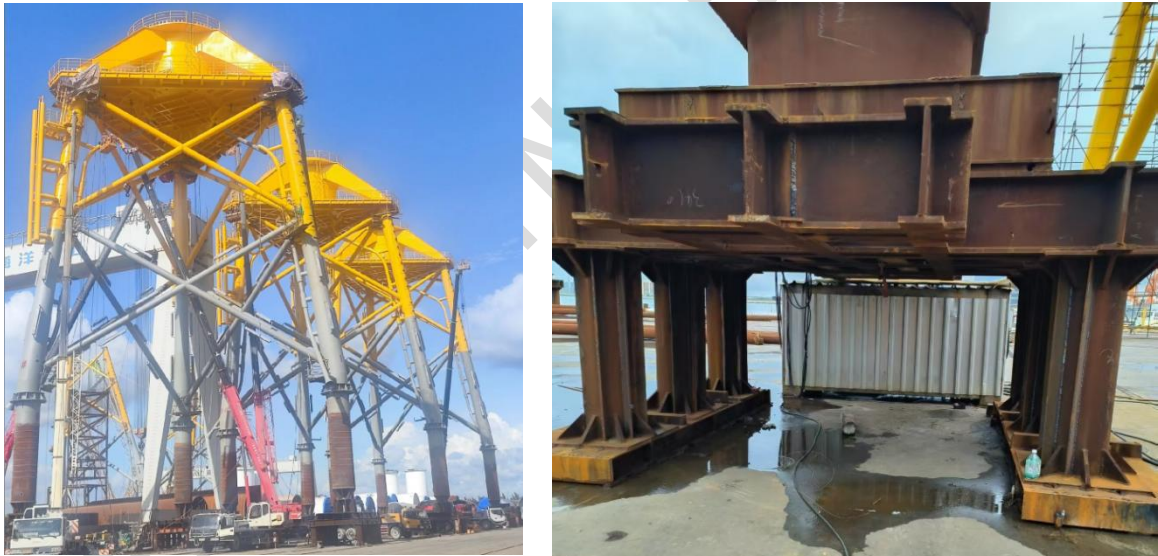


图 9.1-7 导管堆存区单支腿板凳支墩示意图

9.2.4 地基沉降计算

本工程地基沉降计算可分为桩基处理区域的沉降计算及直接利用现状地基区域的沉降计算。

9.2.4.1 桩基础沉降计算方法

根据《建筑桩基技术规范》（JGJ94-2008）5.5.6，对于桩中心距不大于 6 倍桩径的桩基，其最终沉降量计算可采用等效作用分层总和法。等效作用面位于桩端平面，等效

作用面积为桩承台投影面积，等效作用附加压力近似取承台底平均附加压力。等效作用面以下的应力分布采用各向同性均质直线变形体理论。桩基任一点最终沉降量可用角点法按下式计算：

$$s = \psi \cdot \psi_e \cdot s' = \psi \cdot \psi_e \cdot \sum_{j=1}^m p_{0j} \sum_{i=1}^n \frac{z_{ij} \bar{\alpha}_{ij} - z_{(i-1)j} \bar{\alpha}_{(i-1)j}}{E_{si}}$$

式中：s——桩基最终沉降量（mm）；

s'——采用布辛奈斯克解，按实体深基础分层总和法计算出的桩基沉降量（mm）；

ψ ——桩基沉降计算经验系数，当无当地可靠经验时可按本规范第 5.5.11 条确定；

ψ_e ——桩基等效沉降系数，可按本规范第 5.5.9 条确定；

m——角点法计算点对应的矩形荷载分块数；

p_{0j} ——第 j 块矩形底面在荷载效应准永久组合下的附加压力（kPa）；

n——桩基沉降计算深度范围内所划分的土层数；

E_{si} ——等效作用面以下第 i 层土的压缩模量（MPa），采用地基土在自重压力至自重压力加附加压力作用时的压缩模量；

z_{ij} 、 $z_{(i-1)j}$ ——桩端平面第 j 块荷载作用面至第 i 层土、第 i-1 层土底面的距离（m）；

α_{ij} 、 $\alpha_{(i-1)j}$ ——桩端平面第 j 块荷载计算点至第 i 层土、第 i-1 层土底面深度范围内平均附加应力系数，可按本规范附录 D 选用。

计算矩形桩基中点沉降时，桩基沉降量可按下式简化计算：

$$s = \psi \cdot \psi_e \cdot s' = 4 \cdot \psi \cdot \psi_e \cdot p_0 \sum_{i=1}^n \frac{z_i \bar{\alpha}_i - z_{i-1} \bar{\alpha}_{i-1}}{E_{si}}$$

式中： p_0 ——在荷载效应准永久组合下承台底的平均附加压力；

α_i 、 α_{i-1} ——平均附加应力系数，根据矩形长宽比 a/b 及深宽比可按本规范附录 D 选用。

9.2.4.2 天然地基沉降计算方法

堆场不同区域对地基的沉降有不同的要求，通过沉降计算可以估计施工期间因地基沉降而此起的土石方量，估计工后残余沉降，确定采用何种地基加固方案及加固时间，

以满足上部结构的使用要求。本工程综合车间及喷涂车间、厂区内材料堆存区、内部仓库地面、主要道路地面承载力要求 100kPa，厂内次道路、消防道路、非生产区道路等其他区域承载力要求 50kPa，装备制造及运维基地导管架转运平台先导段承载力要求 150kPa，这些区域荷载与现状堆场荷载要求基本一致，现状堆场于 2008 年形成陆域并进行了地基处理，地基处理方式**为强夯+塑料排水板堆载预压或振冲+塑料排水板堆载预压**，塑料排水板处理深度约 25m，现状表层承载力特征值 $\geq 110\text{kPa}$ ，场区运行至今沉降量约为 70cm，本次沉降计算主要复核在使用荷载基础上的后续沉降。

天然地基土体沉降量主要由瞬时沉降、主固结沉降和次固结沉降三部分组成，瞬时沉降是在荷载施加后立即发生的那部分沉降量，它是由剪切变形引起的，这部分沉降较难通过理论计算，一般在沉降经验系数 ms 中考虑；主固结沉降是由于土体固结而引起的；而次固结沉降量是土骨架在持续荷载作用下发生蠕变而引起的。目前，由于次固结沉降的计算理论尚未完全成熟，在实际工程中，通常将主固结沉降的修正系数取得稍微大一些，将次固结沉降包含于固结沉降中。总沉降量计算式如下：

$$S_{\infty} = S_d + S_c + S_s$$

式中：

$S_{\text{总}}$ ——地基总沉降量，m；

S_c ——主固结沉降，m；

S_d ——瞬时沉降，m；

S_s ——次固结沉降，m；

瞬时沉降计算可按下式进行计算：

$$S_d = \frac{1-\mu^2}{E} C_d B$$

式中：

S_d ——瞬时沉降（m）；

C_d ——条形荷载下的系数；

q ——均布荷载（kPa）；

μ ——泊松比；

E ——弹性模量（kPa）；

B——荷载分布宽度。

次固结沉降按下式进行计算：

$$S_s = \sum_{i=1}^N \frac{C_{ai}}{1 + e_{1i}} \lg\left(\frac{t_z'}{t_1'}\right) h_i$$

$$C_a = (e_1 - e_2) / (\lg t_2 - \lg t_1)$$

式中：

C_{ai} ——为孔隙比变化计算时各软土层的次固结次数；

e_{1i} ——各计算地层中点的自重应力的孔隙比；

t_1' ——主固结沉降完成的时间（月）；

t_z' ——计算发生次固结的时刻（月），且 $t_z' > t_1'$ 才发生次固结沉降；

e_1 、 e_2 ——分别为孔隙比与时间（对数）曲线尾端直线上两点的孔隙比；

t_1 、 t_2 ——分别为相应与孔隙比 e_1 、 e_2 的时间；

h_i ——各土层厚度（m）。

主固结沉降计算一般按用 $e \sim p$ 曲线计算：

$$S_c = \sum_{i=1}^n \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} h_i$$

式中：

S_c ——主固结沉降（m）；

n ——地基沉降计算中，计算分层的层数；

e_{1i} ——地基中第 i 层土分层中点，在自重应力作用下稳定时的孔隙比，在未加下级荷载时的状态；

e_{2i} ——地基中第 i 层土分层中点，在自重应力与附加应力共同作用下稳定时的孔隙比，在施加荷载后的状态；

h_i ——地基沉降计算中，分层时第 i 层计算的分层厚度（m），取 0.5~1.0m。

由于在计算过程中瞬时沉降和次固结沉降较难通过理论计算，所以总沉降量简化通过经验系数法进行计算，即通过计算主固结沉降，再用沉降计算经验系数修正，如下式：

$$S_{\infty}=m_s S_C=m_s \sum_{i=1}^n \frac{e_{1i}-e_{2i}}{1+e_{1i}} h_i$$

式中：

S_{∞} ——总沉降量；

m_s ——修正系数，对一般堤基取 $m_s=1.0$ ，对软土地基可采用 $m_s=1.3\sim 1.6$ ，堤基土较软弱时取较大值，否则取较小值，本工程取 1.3；

S_c ——主固结沉降。

9.2.4.3 计算参数及结果

沉降计算时采用平均低潮位-1.95m 作为计算水位，平均低潮位以下取浮容重，平均低潮位以上取湿容重，计算深度算至附加应力为 0.1 倍自重应力处，天然地基主固结沉降采用 e-p 曲线法进行计算，地质土层物理力学参数参考表 2.4.2-1。

根据不同位置荷载大小的差异， 3600t 轨道梁灌注桩选取 QDK12 钻孔，1500t 龙门吊管桩选取 CK61 钻孔，导管架堆存区选取 QDK06、CK63、XK104 钻孔进行沉降计算。计算软件采用理正结构工具箱计算软件（7.5 版本）；各桩基荷载按表 9.1-2 所列荷载并考虑墩台重度，沉降计算结果如下表所示：

表 9.1-6 各区桩基沉降量计算表（单位：mm）

钻孔号	计算位置	桩长	桩型/持力层	6 个月	5 年	10 年
CK61	1500t 轨道梁	48.6	管桩/强风化	1.20	1.20	1.20
QDK12	3600t 轨道梁	51.0	管桩/含粘性土砾砂	10.58	10.58	10.58
QDK06	导管架堆存区	36.6	管桩/角砾	11.88	11.88	11.88
CK63	导管架堆存区	36.6	管桩/强风化	4.15	4.15	4.15
XK104	导管架堆存区	49	管桩/全风化	8.13	8.13	8.13

天然地基沉降计算参照 QDK07 和 ZK05 钻孔进行沉降计算， 计算软件采用理正岩土计算软件（7.0 版本）；场地荷载按 9.1-2 所列荷载并考虑铺装面层重度，沉降计算结果如下表所示：

表 9.1-7 天然地基沉降量计算表（单位：mm）

钻孔号	计算位置	工后 5 年	工后 10 年	工后 50 年
QDK07	主干道	122	163	329
ZK05	主干道	431	552	986

9.2.5 海堤稳定性计算

本工程码头拆除改造后，应对现状海堤的整体稳定进行复核评估。

计算软件采用 Geo Studio 中的 Slope/W 及 SEEP 模块（院有效软件）计算整体稳定及渗流稳定。

9.2.5.1 计算方法

计算方法根据《海堤工程设计规范》（GBT51015-2014），采用瑞典圆弧滑动面总应

力法，其抗滑稳定安全系数 K 按《规范》（M.0.2-1）计算，公式如下：

$$K = \frac{\sum[(W_{1i} + W_{2i}' + W_{3i}') \cos \alpha_i \tan \phi_i + C_i b_i \sec \alpha_i]}{\sum(W_{1i} + W_{2i} + W_{3i}') \sin \alpha_i}$$

式中：

W1i、W2i、W2i’、W3i’——第 i 个土条浸润线以上的土体的天然重量、浸润线与外坡水位线之间的土体的饱和重量、浸润线与外坡水位线之间的土体的浮重量、外坡水位线以下的土体浮重量（kN）；

αi——第 i 个土条底面中点的径向与竖直方向的夹角（°）；

φi、Ci——第 i 个土条底部土体的总抗剪强度指标[（°）、kPa]；

bi——第 i 个土条的宽度（m）。

ui ——第 i 个土条底部的孔隙水压力，kPa；

γw——水的容重，kN/m3；

Zi——坡外水位线高出第 i 个土条底面中点的距离，m。

根据《海堤工程设计规范》（GB51015-2014）进行海堤整体抗滑稳定计算，需考虑可能出现的各种荷载及水位组合。

根据洞头水文站 1986～2002 年实测潮位资料统计分析成果以及元觉客运码头临时潮位站短期实测潮位资料，潮汐特征值如下（1985 国家高程基准，下同）：

表 9.1-8 潮位特征值表

项 目		洞头水文站	元觉（临时）
潮位	最高潮位（m）	4.36	3.33
	最低潮位（m）	-3.59	-3.05
	平均高潮位（m）	2.06	2.33
	平均低潮位（m）	-1.95	-1.71
	平均海平面（m）	0.13	0.3
潮差	最大潮差（m）	6.79	6.20
	最小潮差（m）		2.26
	平均潮差（m）	4.48	4.04
涨、落潮历时	平均涨潮历时	6h37min	6h25min
	平均落潮历时	6h07min	6h00min
资料长度		1986 年~2002 年	2020 年 12 月 01 日~2021 年 1 月 03 日

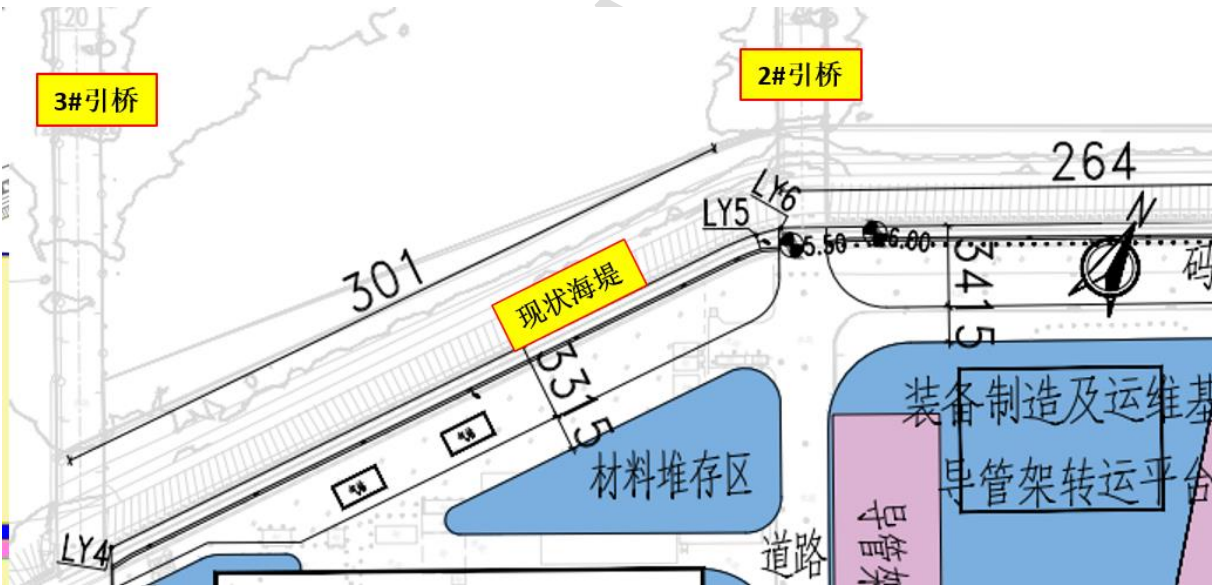
表 9.1-9 海堤稳定计算工况

工况	计算工况	临水侧水位	背水侧水位	安全系数要求	计算断面
正常 运行期	设计高潮位	4.36m	4.36m	1.20	2#-3#引桥 区域
	设计低潮位	-3.59m	-3.59m		
	水位降落	4.36m 降低至 2.06m	4.36m		
非正常 运行期I	施工期	-1.95m	2.06m	1.10	2#-3#引桥 区域
非正常运 行期II	地震工况（设计高潮位）	4.36m	4.36m	1.05	
	地震工况（设计低潮位）	-3.59m	-3.59m		

注：本工程海堤级别为 3 级。

9.2.5.2 计算结果

本工程选取现状海堤 3#-2#区域之间区域位置作为复核计算区，区域位置示意图如下图，经计算，计算参数见 9.1.4，计算结果如下表。



图表 9.1-9 区域位置示意图

表 9.1-10 海堤整体稳定计算结果统计表

计算断面	海堤级别（3 级）		安全系数	规范要求
材料堆存区	安全系数	设计低潮位	1.236	1.20
		设计高潮位	1.764	1.20
		地震	1.571	1.05
		水位骤降	1.540	1.20

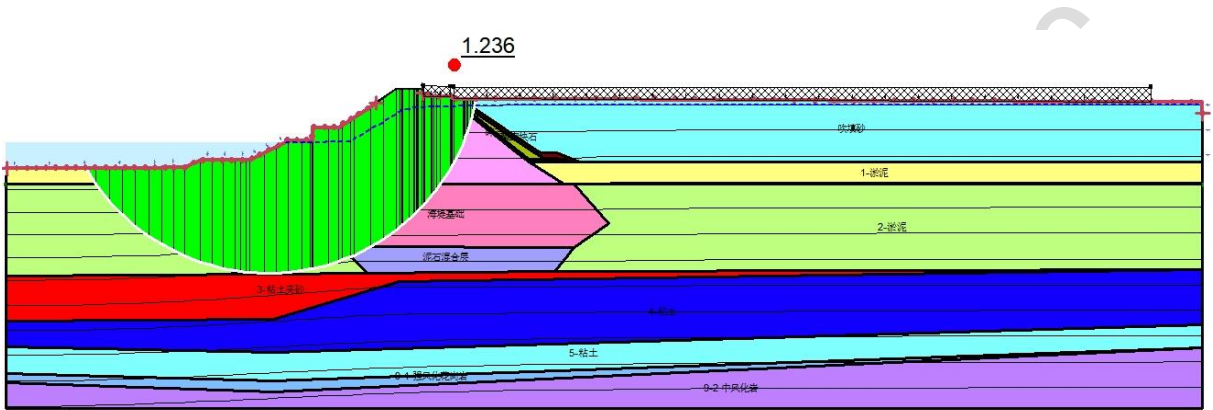


图 9.1-10 设计低潮位工况计算结果

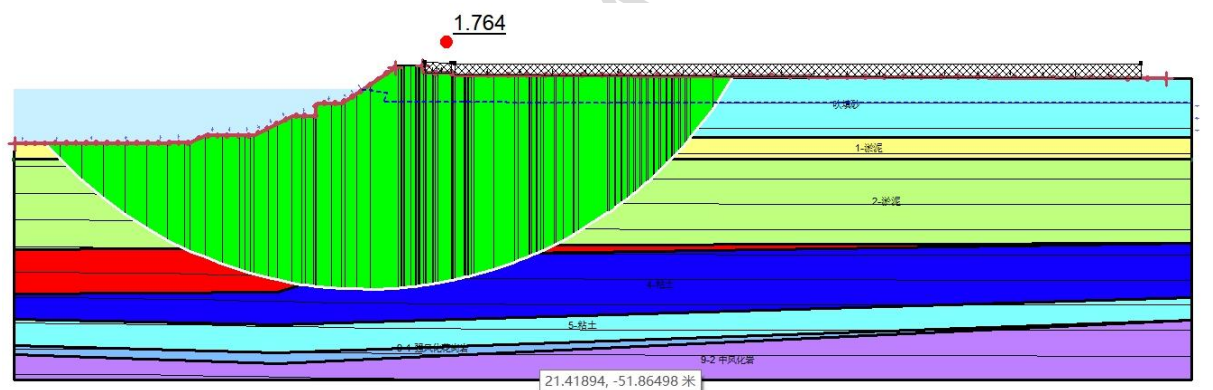


图 9.1-11 设计高潮位工况计算结果

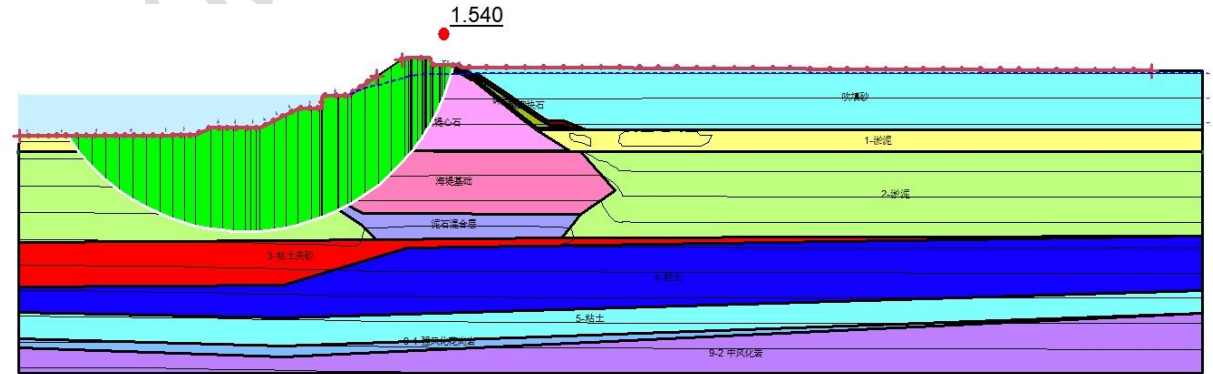


图 9.1-12 骤降工况计算结果

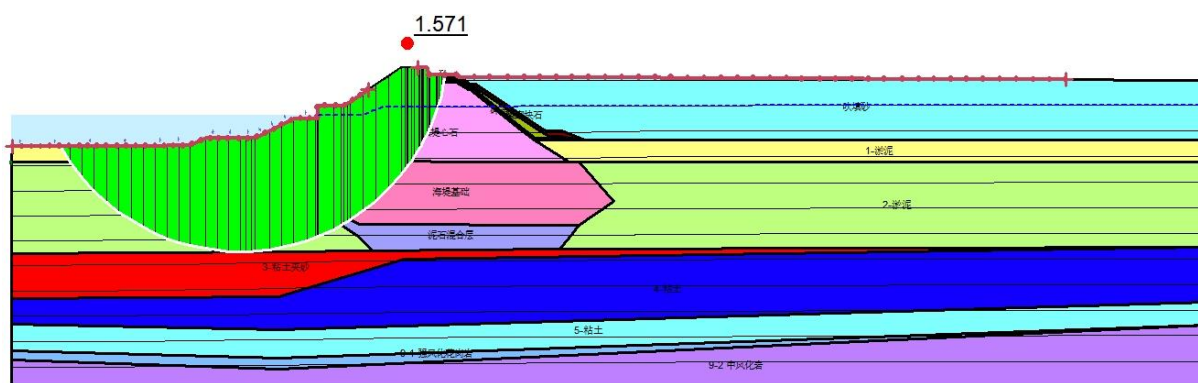


图 9.1-13 地震工况计算结果

9.3 道路

9.3.1 设计原则

(1) 设计方案必须符合深远海风电母港的总体规划布局，满足交通功能要求，做到与深远海风电母港的自然协调，和谐统一。设计方案保证工程有较好的社会、环境和经济效益。

(2) 充分考虑母港内部功能布置，注重交通组织设计。

(3) 充分考虑主要工程控制点的工程地质、水文地质条件。

(4) 因地制宜、就地取材，认真吸收类似工程的建设经验，尽可能采用技术成熟、降低施工难度、加快施工进度设计。

9.3.2 设计标准

本次设计是依据浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期工程的项目特点，本次设计的道路类型为厂区内道路，道路布置形式为南北向主干道+若干环形支路组成，其中主干道宽度为 20m，支路宽度为 5~15m，交叉口路面内缘转弯半径按 25m 设计。

9.3.3 设计荷载

厂区主要运输车辆：40t 牵引平板车、轮胎吊、SPMT 液压模块运输车。

9.3.4 路面结构方案

本阶段道路铺面按钢筋砼铺面结合素砼铺面考虑，根据《港口道路与堆场设计规范》JTS 168-2017，主干道铺面等级一级，其他二级；设计使用年限为 30 年。一般道路面层结构有刚性路面（砼路面）和柔性路面（沥青路面、高强联锁块路面等）两大类，其中

刚性路面能够承载较大交通荷载，抗弯强度较大，但是驾驶舒适性、抗滑等方面不如柔性路面，而柔性路面主要是通过抗压和抗剪强度来承担道路荷载，总体结构刚度较小，在行车荷载作用下的弯沉变形较大，因此对于交通荷载较大的区域不太适用。本次设计提出 2 个方案进行比选。

方案一：与堆场面层结构一致，降低施工难度，提高施工效率。

+40cm C40 钢筋混凝土面层（详细配筋设置详见堆场图纸）；

+20cm 6%水泥稳定碎石层；

+20cm 6%水泥稳定碎石层。

方案二：

+18cm 沥青面层；

+30cm 5%水泥稳定碎石层；

+32cm 级配碎石垫层。

表 9.2-1 路面方案优缺点对比表

对比项	方案一	方案二
承载力	抗压强度高（≥30MPa），适合重载交通（如 80 吨设备运输）	抗压强度较低，需加厚结构层才能满足重载需求
耐久性	使用寿命长（20~40 年），抗紫外线、油污侵蚀	设计寿命较短（8~15 年），易受紫外线和高温老化影响
维护成本	日常养护需求少，全寿命周期成本较低	维护频率高（3~5 年需罩面），但修复速度快
温度稳定性	高温稳定性好（70℃内性能稳定），适合高温地区	高温易软化，易产生车辙（60℃时变形量≥5mm）
环保性	材料不可再生，但耐久性高，全生命周期碳排放较低	可 100%热再生利用，但维护频率高，全生命周期碳排放较高
初期成本	材料及施工成本高（300~500 元/m ² ），施工复杂（需设置接缝）	初期成本较低（200~350 元/m ² ），施工便捷
舒适性	接缝处易颠簸，噪音大（75~80dB）	行车舒适性好，噪音低（70~75dB）
修复难度	修复周期长（需 28 天养护期），交通中断影响大	修复便捷（冷补料 2 小时恢复通行），交通影响小
环境适应性	低温易开裂（-10℃以下需特殊处理），接缝处易渗水	低温脆化（-10℃以下易横向开裂），雨水渗透易引发水损害

对比项	方案一	方案二
重载适应性	极优，适合重载交通（如风电设备运输）	较差，需加厚结构层或采用特殊沥青混合料
施工速度	施工周期长，开放交通时间晚（需 28 天养护）	施工速度快（单日可完成 2~3km），开放交通时间短（冷却后即可通行）
噪音水平	噪音较大（75~80dB），不适合对噪音敏感区域	噪音较低（70~75dB），适合生产配套区、文教区等

根据上述路面结构方案对比表，可以看出方案一虽然初期建造成本较高和工期较长，但是能够很好的满足本项目要求的抗压强度高、耐久性强，比方案二能够更好的适配本项目，推荐采用方案一。

9.3.5 路面基层方案

一般的路面基层材料选择有：1）水泥稳定碎石；2）级配碎石；3）砼。

其中砼作为路面基层材料有着良好的力学性能、较高的耐久性及适应性，但是工程经济性较低，同时施工难度高，需要绑扎钢筋、支模和养护水泥等，因此只有在机场跑道或者特殊地质路段（软基处理）进行使用。因此本次路面基层材料比选只针对于水泥稳定碎石及级配碎石。

而水泥稳定碎石有着强度高（抗压强度通常为 3-5MPa）、水稳性好（水泥胶结作用强）、施工便利性较好等特点，但是由于掺入水泥，因此水泥稳定碎石通常会产生收缩裂缝，需要设置伸缩缝或加铺土工格栅材料。而级配碎石由于无胶结材料，因此级配碎石天然有着较好的排水性能，同时由于级配碎石的承载力是由颗粒间的嵌挤作用产生的，因此能够适应轻微的沉降性。

- 本次设计提出 2 个路面基层结构方案进行比选。
- 方案一：考虑到原有场地下部为水泥稳定碎石层，利用原有路基。
- +20cm 6%水泥稳定碎石层；
 - +20cm 6%水泥稳定碎石层；
- 方案二：
- +30cm 级配碎石层；
 - +20cm 级配碎石层；

POWERCHINA HUADONG

表 9.2-2 路面基层方案优缺点对比表

对比项	方案一	方案二
抗压强度	3~5MPa（适合重载交通）	0.5~1.0MPa（仅适合轻载交通）
抗拉强度	0.5~1.0MPa（易产生反射裂缝）	1.5~2.0MPa（抗裂性能较好）
水稳性	极优（渗透系数≤10 ⁻⁶ cm/s）	较差（渗透系数≥10 ⁻² cm/s，需加强排水）
温度稳定性	优（高温稳定性好，低温抗裂性一般）	较差（冬季易冻胀，夏季易软化）
施工难度	复杂（需严格控制水泥掺量和含水量，养护周期长）	简单（无需复杂配比，碾压后即可通行）
开放交通时间	7 天湿养护后	碾压后即可通行
使用寿命	15~20 年	5~10 年

由于本项目重载交通较多，而对于施工工期并无特殊要求，因此从对比表中可以看出方案一更加适合于本项目，推荐采用方案一。同时根据不同的重载车辆，对本次设计的路面和路基方案进行验算，检验结果满足需求。详细计算过程见附件《水泥混凝土路面设计》。

9.3.6 路基设计

(1) 路基设计原则

1) 路基必须做到密实、均匀、稳定。路槽底面土基在不利季节应达到干燥或中湿状态。

表 9.2-3 路基顶面最小回弹模量表

道路等级	路基顶面最小回弹模量（MPa）
主干路	35
次干路	35
支路	35

非机动车道及人行道路基顶面最小回弹模量取 25MPa。不能满足上述要求时应采取措施提高土基强度。

2) 填土地段的表面不得有积水，并应保持适当干燥，填土层应分层夯实。每层填

土厚度不应超过 30cm（压实厚度约为 20cm）。

- 3) 路基材料材料应经济、耐用。
- 4) 路基要注意环境保护要求，注意工程整体环境效果。

路基回填时必须采用分层回填分层压实，不得采用大型机械推土超厚压实法压实。压实度应满足路基回填压实度要求。路基压实度采用重型压实标准，填料指标和压实度指标见表下表。

表 9.2-4 路基压实度（%）（重型）

路面地面以下深度 (cm)		机动车道 (主干路)	机动车道 (次干路)	机动车道（支路）、 非机动车道、人行道
填方	0~80	≥95	≥94	≥92
	80~150	≥93	≥92	≥91
	> 150	≥92	≥91	≥90
挖方和零填	0~30	≥95	≥94	≥92
	30~80	≥93	-	-

9.3.7 对外交通组织

1) 外部现状：

随着深远海风电母港的开发，外部省道 S77 省道延伸线龙湾至洞头疏港公路工程也同时启动，设计采用四车道一级公路标准，设计时速 80 公里，满足深远海风电母港与外部链接的需求，为厂区内办公人员通勤和货物运输等提供便利。

出入口设置：

对于厂区内与外部的交通联系主要通过两个出入口实现，其中生产配套区域出入口位于南侧，距离西侧洞头海事处出入口与 S77 省道的信控交叉口只有 135m，为减少对海事处出入口影响，因此，1 号出入口采用右进右出组织。2 号出入口与省道 S77 的交叉口采用信号控制，可以满足厂区车辆的全方向通行，同时也可以服务大型车辆的进出交通。

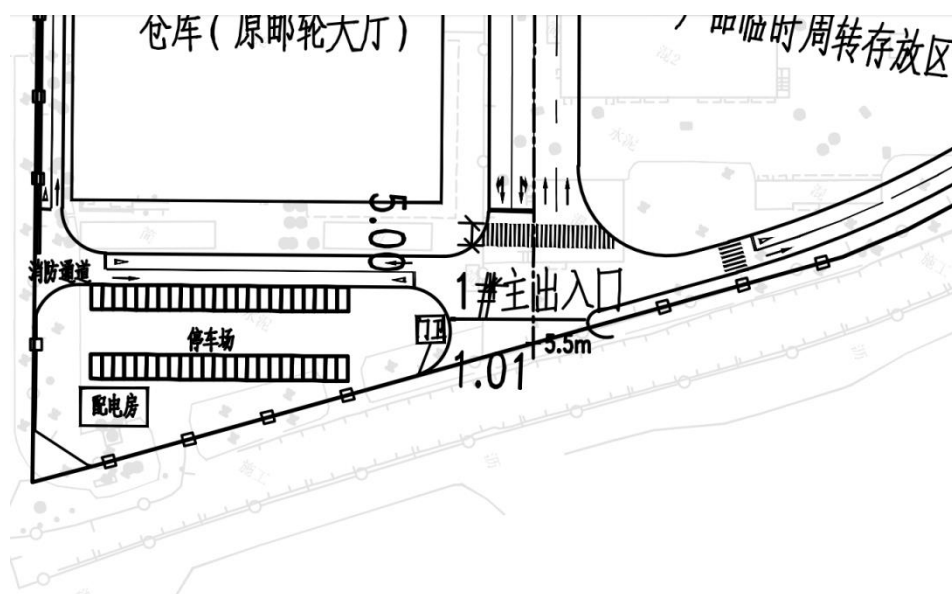


图 9.2-1 1#号入口示意图

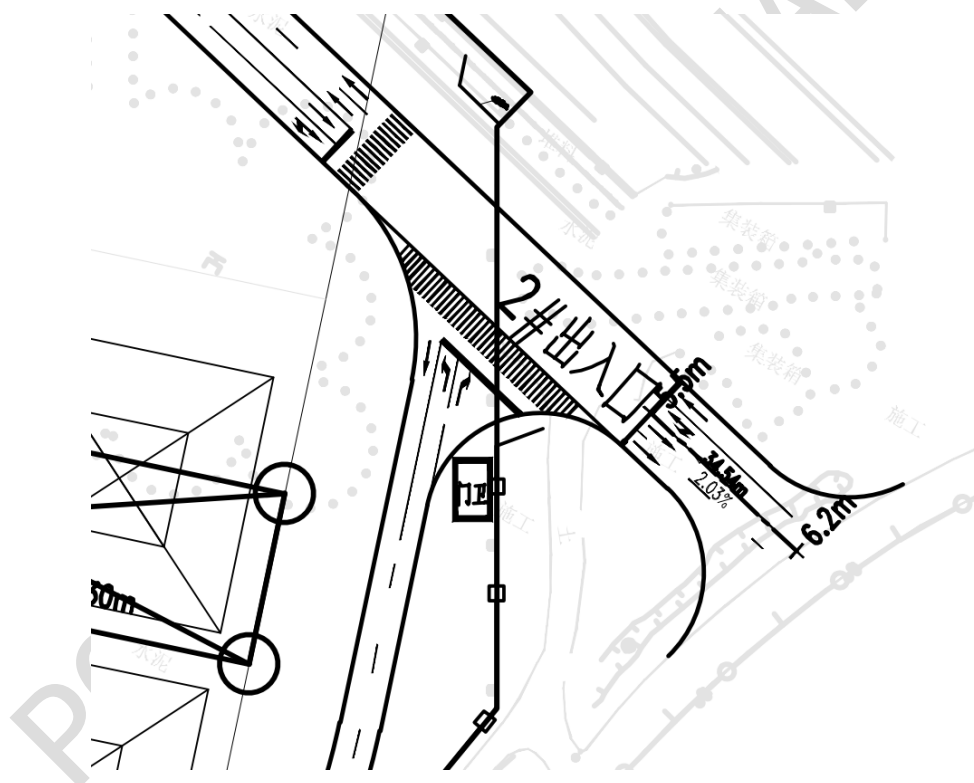


图 9.2-2 厂区出入口示意图

9.3.8 对内交通组织

本工程港内道路平面布置中,综合考虑了码头建设规模、装卸工艺流程、车流组织、陆域地形条件,进行了合理布置并适当留有发展余地。具体包括:厂区内道路设有南北向进港主干道一条,一般道路若干,并为现存的三座引桥补充设计交叉口,其中 1、2 号引桥均设置为双向 4 车道进出,提高货物的转运效率,由于 3 号引桥出入口位于红线以

外，现在红线范围内为 3 号引桥预留出入口位置。其中主干道宽度为 20m，设置为双向 4 车道，道路宽度为 5m，一般道路宽度为 5~15m，并在条件允许的交叉口设置了右转专用道，提高了运输效率。

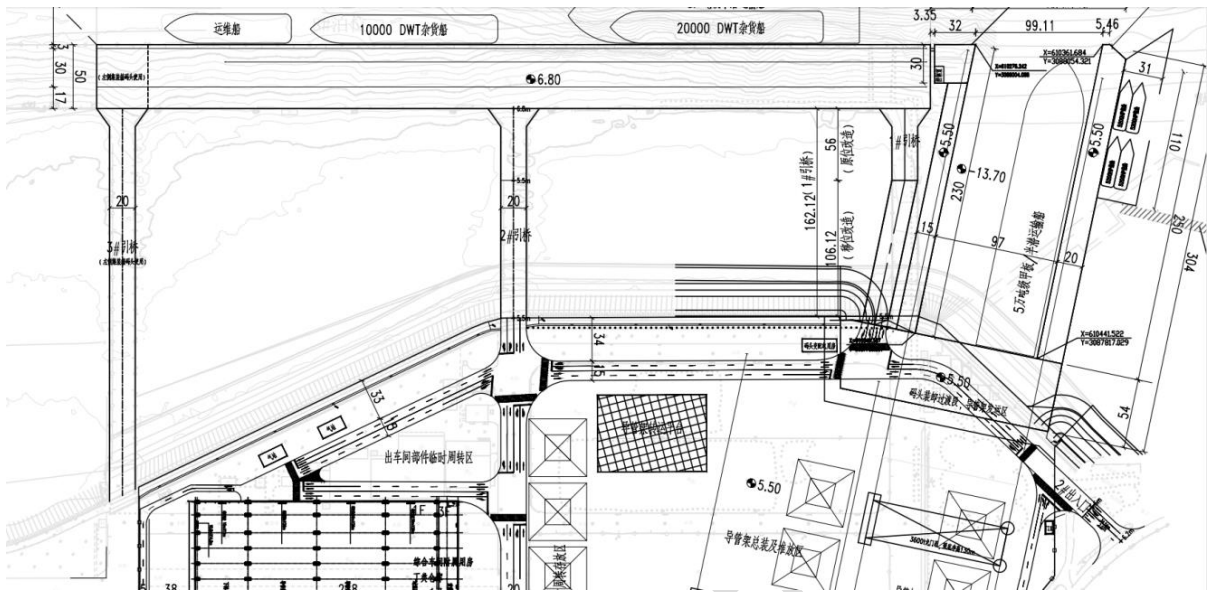


图 9.2-3 引桥交叉口布置与设计示意图

9.4 堆场

9.4.1 设计条件

本工程利用现状陆域堆场并结合本工程实际需求，对重载荷区进行地基加固处理，堆场完成面高程控制在约 5.50m；道路堆场结合工艺土建需求布置导管架总装及堆存区、装备制造及运维基地导管架转运平台、材料堆存区、车间、仓库、综合办公楼、场内道路等。

9.4.2 设计荷载

根据工艺对堆场的设计要求指标，详见 9.1.3 节。

9.4.3 面层结构方案比选

适用于本工程堆场的面层结构型式有两种：现浇混凝土面层和高强联锁块面层。现浇混凝土面层结构设计和计算理论严谨可靠，施工工艺成熟，使用效果好；联锁块结构型式复杂，但适应地基变形性强，工后维修简单。

从施工工艺上比较，现浇混凝土面层结构的施工工艺成熟，施工工序较多，包括立

模、浇注、养护等；高强联锁块面层采用预制块体，直接运送至现场进行铺设，采取分段铺筑法，施工工艺和质量控制相对简便。从使用效果上比较，现浇混凝土面层具有较高的抗压强度、抗弯强度、抗磨耗能力，有较好的水稳性、热稳性和耐久性，能承受频繁交通，在使用过程中养护费用少，但发生破坏后修复困难；高强度混凝土联锁块的主要特点是对地基不均匀沉降适应性强，在使用过程中能及时和易于调整与维修。从经济造价上比较，混凝土面板厚度较厚，工程费用较高；预制混凝土联锁块常用的厚度有 8、10、12cm 三种，联锁块下通常铺设水泥稳定层、素混凝土等基层结构，工程费用稍低。

经分析比较及参考类似工程经验，本工程导管架总装及堆存区地基承载力及沉降要求较高，地基进行灌注桩/PHC 管桩处理；其他区域地基承载力及沉降要求相对较低，且本工程陆域堆场已运行近 20 年，现状承载力较高，在后续使用荷载下工后沉降不大。综上，为保证铺装的强度及地表荷载的均匀传递，堆场推荐采用现浇混凝土面层结构。

9.4.4 铺面结构

本工程堆场依据功能需要分为：导管架总装及堆存区、原材料堆存区、导管架转运平台先导段、综合车间及喷涂车间、内部仓库地面。

本阶段堆场铺面按钢筋砼铺面结合素砼铺面考虑，根据《港口道路与堆场设计规范》JTS 168-2017，主干道、导管架堆存区铺面等级一级，其他二级；设计使用年限为 30 年。

龙门吊轨道采用桩基承台结构，从上至下依次为 2.5m 高倒 T 型墩台，10cm 素砼垫层，15cm 厚碎石垫层。

导管架总装及堆存区（支墩范围）采用桩基承台结构，承台高 90cm，下方设 10cm 素砼垫层和 15cm 厚碎石垫层。

导管架总装及堆存区（非支墩范围）拆除原铺装结构至水稳层后，铺装结构自上至下为：50cm 厚 C40 钢筋砼面层，40cm 厚水泥碎石稳定层。

装备制造及运维基地导管架转运平台先导段拆除原铺装结构至地基土层后，铺装结构自上至下为：40cm 厚 C40 钢筋砼面层，40cm 厚水泥碎石稳定层，20cm 厚碎石垫层。

除去道路堆场等其他区域，拆除原表层铺装后，在现状水泥碎石稳定层上做铺装，铺装结构自上至下为：30cm 厚 C40 钢筋砼面层，30cm 厚水泥碎石稳定层。

综合车间及喷涂车间、厂区内材料堆存区、内部仓库地面铺装详见建筑专业。

9.4.5 装卸设备轨道基础与轨道梁

根据装卸设备工艺布置，本工程陆域堆场共布置 2 组龙门吊，分别为左侧 1500t 门式起重机，梁底净高 108m，龙门吊钢轨采用 QU120；右侧 3600t 门式起重机，梁底净高 130m，龙门吊钢轨型号采用 A150。龙门吊轨道平面布置如下图所示，堆场需对应设计 3600t 和 1500t 龙门吊轨道梁。

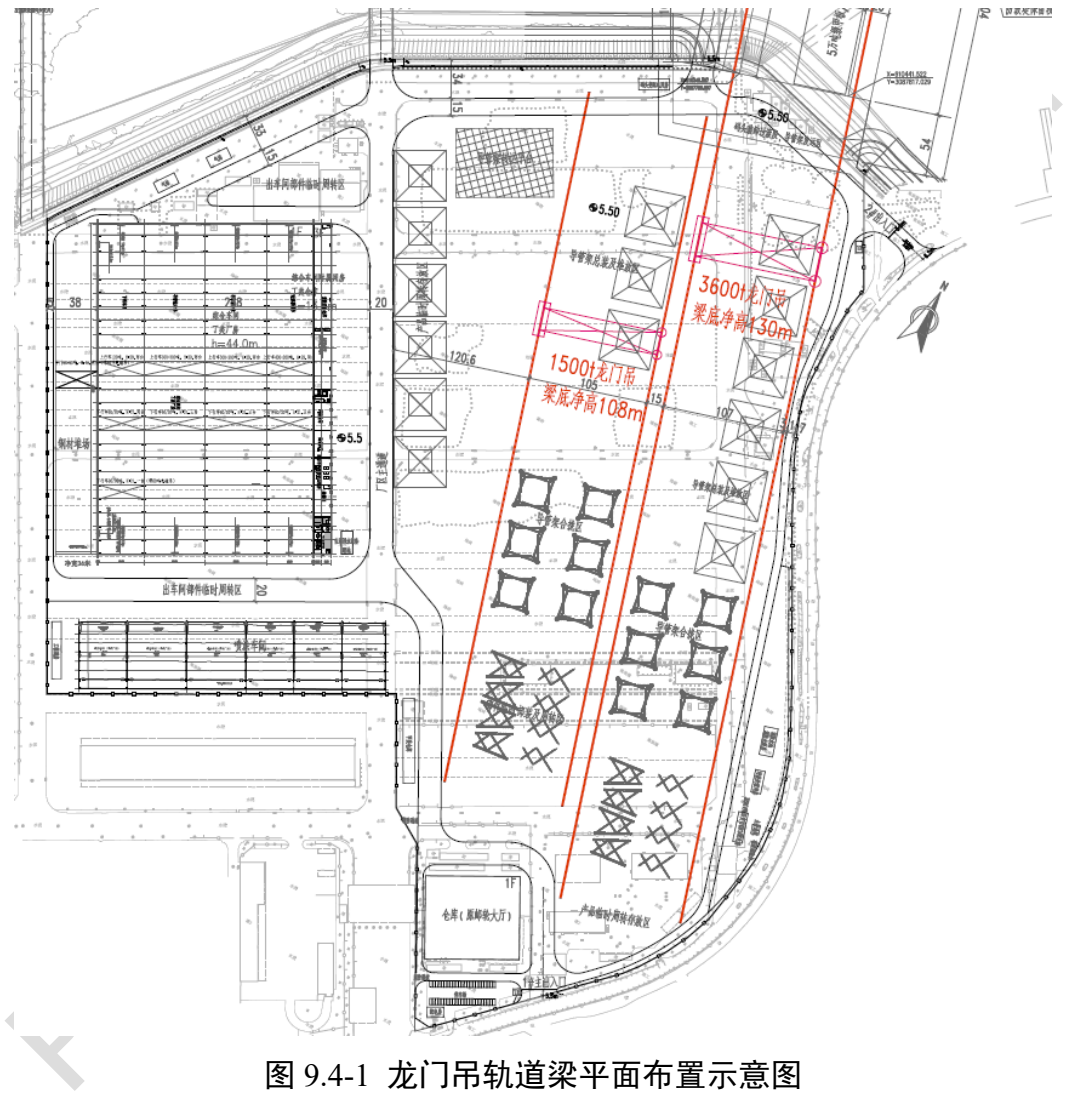


图 9.4-1 龙门吊轨道梁平面布置示意图

9.4.5.1 工艺荷载

(1) 3600t 门式起重机

额定抬吊重量 3600t，轨距 107m，梁底净空 130m，基距 46.31m，共四腿，刚性腿每腿 44 轮，柔性腿每腿 40 轮，轮距 0.85m，工作状态（风速 20m/s）85t/轮，非工作状态（风速 55m/s）95t/轮，侧向水平轮压按上述工作/非工作最大轮压*0.08，轨道 A150。

门式起重机刚性轨道外侧布置 1 条电缆拖槽（宽 200mm，深 150mm），中心距刚性轨道中心线 1.6m。

(2) 1500t 门式起重机

额定起重量 1500t，轨距 105m，梁底净空 108m，基距 46m，共四腿，刚性腿每腿 32 轮，柔性腿每腿 28 轮，轮距 0.83/0.92m，工作状态 80t/轮，非工作状态（风速 55m/s）95t/轮，侧向水平轮压按上述工作/非工作最大轮压*0.08，轨道 QU120。

门式起重机刚性轨道外侧布置 1 条电缆拖槽（宽 200mm，深 150mm），中心距刚性轨道中心线 1.6m。

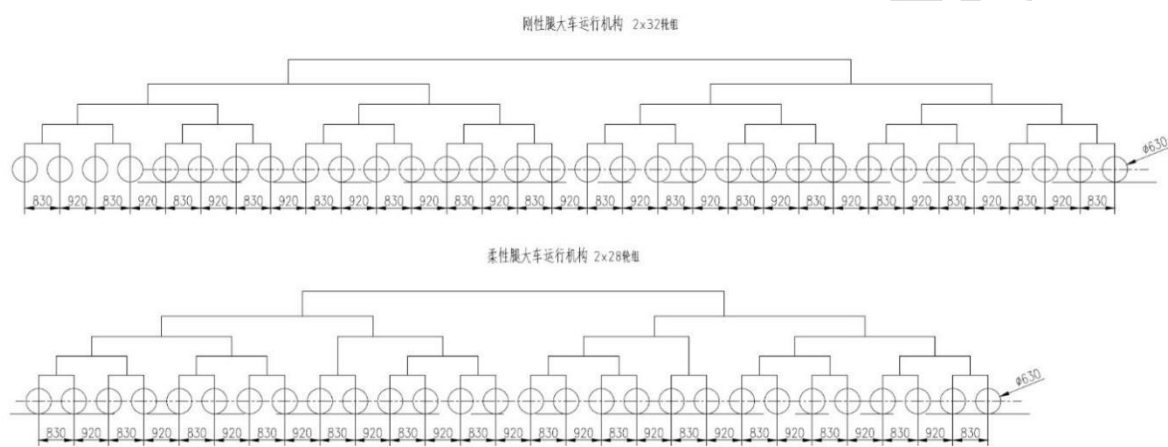


图 9.3-2 龙门吊轨道支腿轮距布置断面图

9.4.5.2 轨道梁计算效应组合及计算方法

(1) 承载能力极限状态：

- 组合 1：自重（包括土压力）+工作状态轮压+风荷载；
- 组合 2：自重（包括土压力）+非工作状态轮压+风荷载；

(2) 计算方法

轨道梁桩基轴力和弯矩采用迈达斯有限元软件进行计算。
轨道梁桩基承台采用《理正结构工具箱（7.5 版本）》进行计算。

轨道梁桩基承载力根据《建筑桩基技术规范》（JGJ94-2008）、《建筑地基基础设计规范》（DB33/T1136-2017）进行计算。本工程软土层总体埋深较大，土体物理性能指标较差，且目前尚未提供完成的初步设计深度地勘前，因此桩基承载力按目前所提供的地质勘察报告中的地层参数及桩基设计参数计算，待后续完整地勘成果提供后，再复核桩基承载力，并对桩长进行优化。

POWERCHINA HUADONG

9.4.5.3 龙门吊轨道梁结构型式

龙门吊轨道梁是支撑龙门吊运行的核心承重结构，其选型需综合考虑荷载特性、地基条件、经济性及施工可行性。常用的结构型式包括混凝土轨道梁、钢箱梁、钢轨梁及钢-混凝土组合梁，具体特点如下：

（1）混凝土轨道梁

混凝土轨道梁采用钢筋混凝土或预应力混凝土浇筑而成，适用于重载、大跨度场景（如港口、大型集装箱堆场）。其优点在于承载能力高（可达数百吨级）、整体稳定性优异，且混凝土材料耐腐蚀、维护成本低，长期使用经济性显著。但该结构自重大，对地基承载力要求较高（需达到 150kPa 以上），施工周期较长（需模板支护、混凝土浇筑及养护），且后期改造难度大，灵活性不足。

（2）钢箱梁

钢箱梁由钢板焊接为箱型截面，具有自重轻（较混凝土梁减重 30%~50%）、抗弯扭性能突出的特点，尤其适合软土地基或需快速安装的工程。其工厂预制化程度高，现场拼装便捷，可显著缩短工期；同时，箱型截面闭口特性赋予其良好的抗风振能力。但钢材成本较高（约比混凝土高 40%），且需定期防腐涂装（沿海地区每 5 年需维护一次），长期运维成本增加。此外，钢箱梁受温度变形影响较大，需设置伸缩缝或滑动支座。

（3）钢轨梁

钢轨梁直接采用工字钢或 H 型钢作为轨道基体，结构简单、安装灵活，适用于轻型龙门吊（ $\leq 50\text{t}$ ）及临时性工程（如车间、小型仓库）。其优势体现在施工周期短（现场仅需调平固定）、改造成本低，且可重复利用。但受限于型钢截面尺寸，其承载能力有限（一般 $\leq 100\text{t}$ ），长期重载下易发生挠曲变形，需增设横向加劲肋或辅助支撑。此外，轨道与梁一体化设计导致更换时需整体拆除，维修便捷性较差。

（4）钢-混凝土组合梁

组合梁通过抗剪连接件将混凝土顶板与钢梁结合，兼具混凝土抗压和钢材抗拉优势，适用于频繁作业的中等跨度场景（如物流园区）。其综合经济性较好，混凝土板可减少钢材用量约 20%，同时提升整体刚度与抗疲劳性能。但施工需分阶段进行（先安装钢梁后浇筑混凝土），工艺复杂，且钢-混凝土界面剪力传递可靠性依赖专业节点设计（如栓钉焊接质量）。

不同轨道梁型式的技术经济性对比如下表所示：

表 9.3-1 轨道梁结构选型

指标	混凝土轨道梁	钢箱梁	钢轨梁	钢-混凝土组合梁
承载能力	高（≥300 t）	较高（200~300 t）	低（≤100 t）	高（200~400 t）
施工周期	长（3~6 个月）	较短（1~2 个月）	短（<1 周）	中等（2~3 个月）
综合成本	低	高	最低	中等
维护需求	低（仅裂缝修补）	高（防腐、检测）	中（定期调平）	中低（局部维护）
适用场景	港口、重载堆场	大跨度、软土地基	车间、临时工程	物流中心、频繁作业区
结论	推荐	不推荐	不推荐	不推荐

本工程龙门吊荷载分为 3600t 和 1500t 两种，综合以上比选过程，滚凝土轨道梁造价低，维护需求低，承载能力较高，能满足本工程重件吊运需求，因此龙门吊轨道梁选择混凝土轨道梁结构。

9.4.5.4 桩型选择

龙门吊轨道基础桩型需根据地质条件（如土层分布、承载力、地下水位）、荷载特性（静载、动载）及施工可行性综合确定。常见桩型包括预应力混凝土管桩（PHC 桩）、钢管桩、钻孔灌注桩。

钢管桩相对于混凝土管桩，桩身的抗弯抗拉能力强，自重轻，耐锤击性能好，适合于外海深水、自然条件较差的区域。但钢管桩的造价较高，自身在海洋环境下的耐久性较差，需要有效的防腐措施。

高强度预应力混凝土管桩按生产工艺分为：先张法预应力混凝土管桩（PHC 管桩）和后张法预应力大直径管桩（大管桩），PHC 管桩是近几年发展起来的先张预应力砼管桩，其常用规格为 Φ600mm、Φ800mm、Φ1000mm、Φ1200mm，桩身抗弯抗拉能力较强，耐锤击性能较好，能穿透一定深度的硬土层。

钻孔灌注桩采用机械成孔后浇筑混凝土，适用场景较为广泛，适用于硬岩、卵石层或超重载场景，可穿透复杂地层，桩端可嵌入岩层增强稳定性；灌注桩无挤土效应，对邻近建筑影响小，桩长可根据地质勘探结果动态调整。灌注桩单桩承载力高，可承受一定的水平荷载，抗弯能力可以通过调整桩径及配筋来满足要求。

表 9.3-2 桩基处理方案比选表

处理方案 特性	钢管桩	PHC 管桩	灌注桩
适用范围	适用于高承载力、抗侧力及复杂地层（硬夹层、孤石、岩层），需防腐用于海洋、盐渍土环境，常见于跨海桥梁、超高层及地铁支护工程。	适用于各类建筑的低承台桩基础。广泛应用于一般黏性土及填土、淤泥和淤泥质土、粉土、非自重湿陷性黄土等土层中。	适用于各种地质条件，包括软土、砂土、岩石等，特别适合穿越硬夹层、嵌岩和进入硬持力层，适用于高荷载等级、高层建筑、桥梁大跨径桩基础。
优点	1.钢材强度高，桩身抗压、抗弯性能优异。 2.施工灵活，桩长可现场切割或焊接调整，适合复杂地质。 3.可穿透硬夹层或岩层（闭口桩）。	1.桩身质量可靠，强度高，耐久性好。 2.施工速度快，工期短。 3.单桩承载力高，适应范围广。 4.机械化程度高，施工简便。	1.承载力大，施工难度低。 2.适应性强。 3.施工灵活，可精确控制桩长直径。 4.沉降量小，适合对沉降敏感的建筑
缺点	1.成本很高。 2.耐腐蚀性差，在腐蚀性环境中需额外防护。 3.长期使用需定期检测防腐层完整性，维护成本较高。	1.遇坚硬障碍物沉桩困难，易损桩。 2.挤土效应，影响周边建筑和管线。 3.造价相对较高。	1.成本较高。 2.施工周期较长。 3.成桩质量受施工单位工艺经验影响。
工 期	较短	较短	相对较长
单位面积造价	3100 元/m	900 元/m	2000 元/m
综合评价	不推荐	推荐 2	推荐 1

本工程环境水与环境土对钢结构具有强腐蚀性，若大面积采用钢管桩，需要采用与耐久性相符合的防腐蚀措施，运维管护成本较高，综合造价较高。本工程不推荐钢管桩基础。

PHC 管桩由工厂预制，通过锤击、静压或振动沉桩法施工。打桩速度较快，遇密实砂土、碎石类土或强风化基岩层沉桩阻力较大，需采用较大的锤重施工；缺点是对于较硬土层打设可能需要引孔，无法满足嵌岩需求。本工程地层起伏大，桩身范围内的地层大部分为填土、粘性土、砾砂及角砾，有一定的贯入难度，且强风化花岗岩、中风化花岗岩起伏大，若采用上述基岩作为桩基持力层时，会出现桩端部分位于基岩上，而另一

部分桩端位于土体中，若入岩深度不足，可能导致桩基在上部荷载作用下出现倾覆隐患，因此对于基岩层埋深较浅，需按嵌岩桩考虑的桩基础，本工程不考虑 PHC 管桩，对于覆盖层较厚、基岩埋深较深的区域，可考虑采用 PHC 管桩作为摩擦端承桩使用。

灌注桩能穿越各种硬夹层、嵌岩和进入各类硬持力层，桩的尺寸和单桩承载力可调空间大，施工噪音小、不挤土，对周围环境影响小，成桩（孔）深度、层位可以从钻进速率及返渣情况确定。桩长、桩径可根据上部荷载进行控制。缺点是灌注桩单价费用相对较高，施工工期较长，泥浆需处置。本工程灌注桩考虑用于覆盖层较薄、基岩埋深较浅，或需按嵌岩桩考虑的桩基础区域。

9.4.5.5 桩基布置方案

本工程选取灌注桩/PHC 管桩作为龙门吊轨道梁基础方案。桩基布置可结合轨道梁中心线进行双排和单排布置。

（1）单排布置。沿轴线进行单排布置，单根桩承载力及弯矩较大，需采用较大直径的桩基，但可减小桩根数。

（2）双排布置。沿轴线进行双排布置，双排桩作为门型支架，单根桩所受荷载减小，并可解决上部荷载因偏心所产生的隐患。

单排布置选择 1.3m 直径灌注桩，纵向间距 3.5m 布置，双排布置选择 0.8m 直径灌注桩，纵向间距 3.5m，采用迈达斯软件进行受力计算，方案设计对比如下表所示：

表 9.3-3 单排/双排桩布置方案比选

桩型	桩径	桩长	单价	布置	根数	横向间距	纵向间距	弯矩	轴力	造价合计
	m	m	元	-	根	m	m	kN·m	kN	万元
灌注桩	1.30	65	5272	单排	176	-	3.5	10160	8550	6031
灌注桩	0.80	57	1996	双排	352	2.4	3.5	8936	3950	4006

注：为控制变量比选，本次比选桩型暂用灌注桩及其单价进行经济技术比选，实际方案中若基岩面埋深较浅，需按嵌岩桩考虑的采用灌注桩，其它情况管桩可满足设计需求的从节省投资角度出发采用 PHC 管桩方案。

根据以上比选结果可见，双排 0.8m 直径布置虽然比单排 1.3m 直径桩根数增加一倍，但由于单价及长度优势，双排布置造价节省约 2000 万，且双排桩作为门型支架，单根桩所受荷载减小，可减少上部荷载因偏心所产生的隐患，因此龙门吊轨道梁桩基布

置选择 0.8m 直径桩基双排布置。

确认双排布置后，对纵向桩间距进行比选，选择在 0.8m 直径双桩纵向间距 3.5m 与 6.0m 进行方案比选，采用迈达斯软件进行受力计算，方案设计对比如下表所示：

表 9.3-4 双排桩不同纵向间距布置方案比选

桩型	桩径	桩长	每米单价	梁高	数量	纵向间距	弯矩	轴力	造价合计
	m	m	元	m	根	m	kN·m	kN	万元
灌注桩	0.8	58.3	1996	2.5	352	3.5	8936	3950	4284
灌注桩	0.8	78.0	1996	3.5	206	6.0	9787	6550	4178

注：为控制变量比选，本次比选桩型暂用灌注桩及其单价进行经济技术比选，实际方案中若基岩面埋深较浅，需按嵌岩桩考虑的采用灌注桩，其它情况管桩可满足设计需求的从节省投资角度出发采用 PHC 管桩方案。

根据以上比选结果可见，纵向间距 6.0m 比纵向间距 3.5m 桩根数约减少 150 根，但相应单桩轴力及弯矩大大增加，导致 6.0m 间距轨道梁单根桩长加长，梁高加高，综合造价相对略低，但从配筋的合理角度出发，纵向间距 6.0m 下，桩基轴力较大，桩长大大加长，同时桩身所受弯矩增大，轨道梁高需加高，施工难度及措施也相应增加，施工及梁成本大大提高，因此从结构受力、配筋合理角度考虑出发，并考虑现场施工难易程度，龙门吊轨道梁桩基纵向间距布置取 3.50m。

9.4.5.6 结构方案及计算结果

结合龙门吊轨道梁桩基础设计方案及本身结构型式比选，本工程龙门吊基础采用双排 0.8m 直径灌注桩纵向间距 3.5m 布置，桩基顶部设置 1.2m*1.2m*0.4m 桩帽与桩基承台固接，墩台采用 2.5m 高、4.2m 宽倒 T 形 C40 钢筋砼轨道梁。

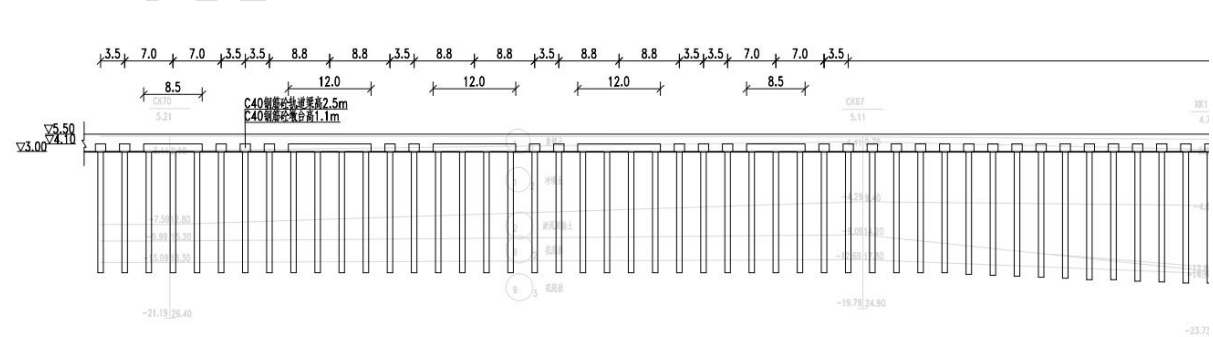


图 9.3-3 龙门吊轨道梁桩基布置纵断面图

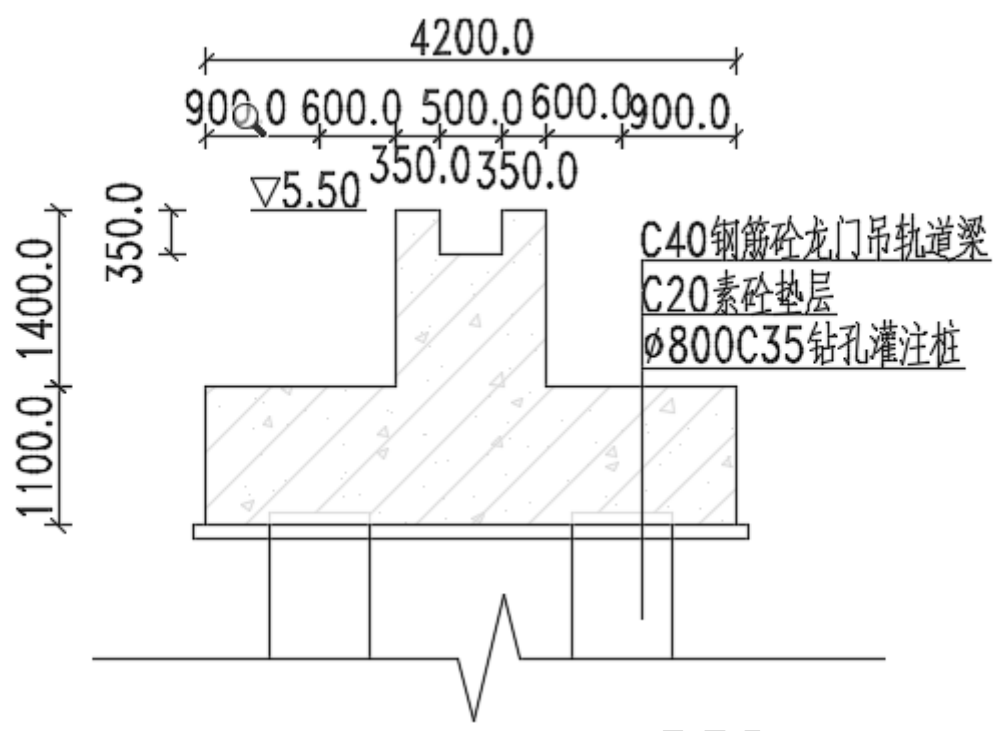


图 9.3-4 龙门吊倒 T 型轨道梁断面图

采用迈达斯有限元软件对龙门吊轨道梁墩台基础进行计算，计算结果如下图：

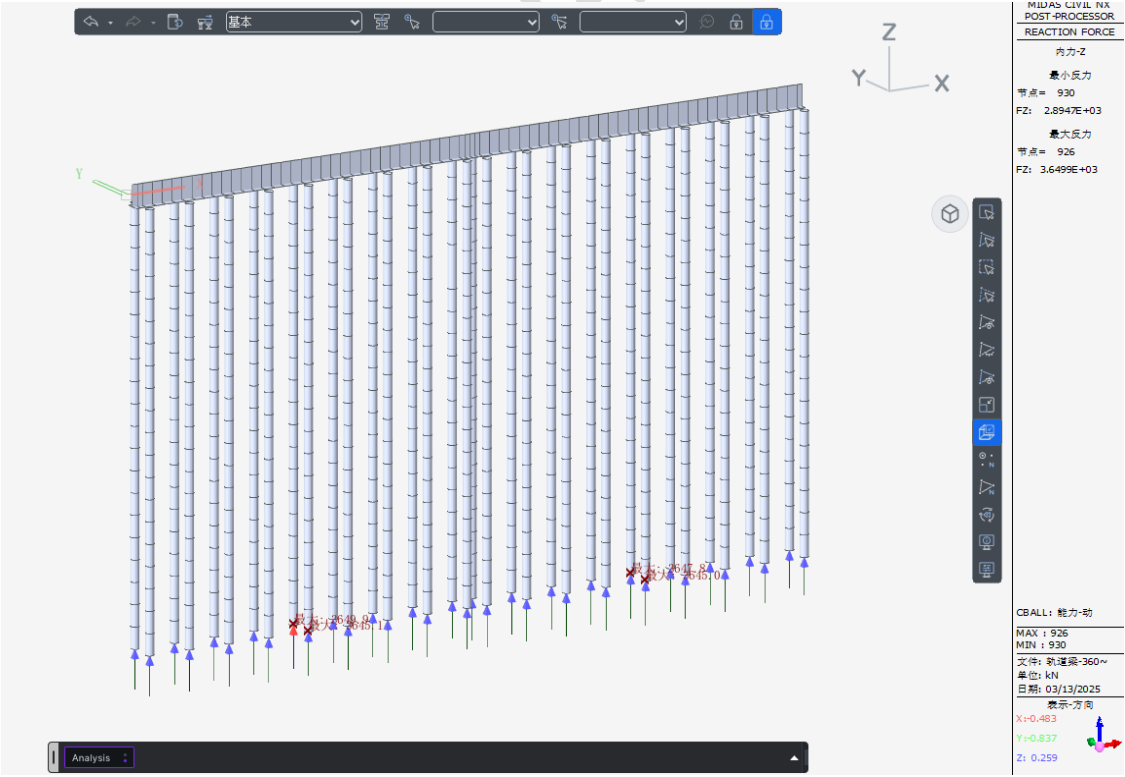


图 9.3-5 陆域 1500t 龙门吊轨道梁轴力计算结果

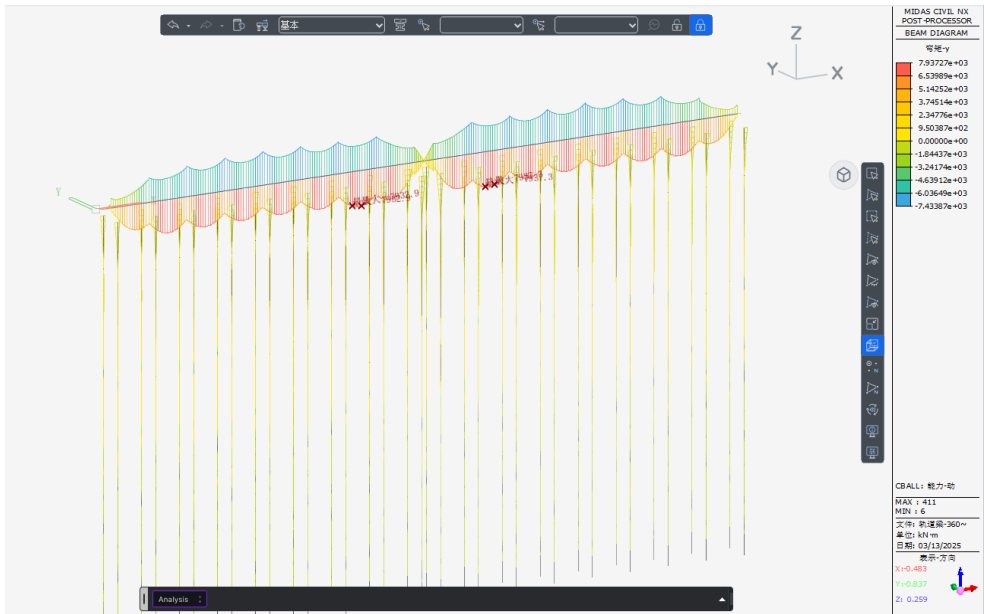


图 9.3-6 陆域 1500t 龙门吊轨道梁弯矩计算结果

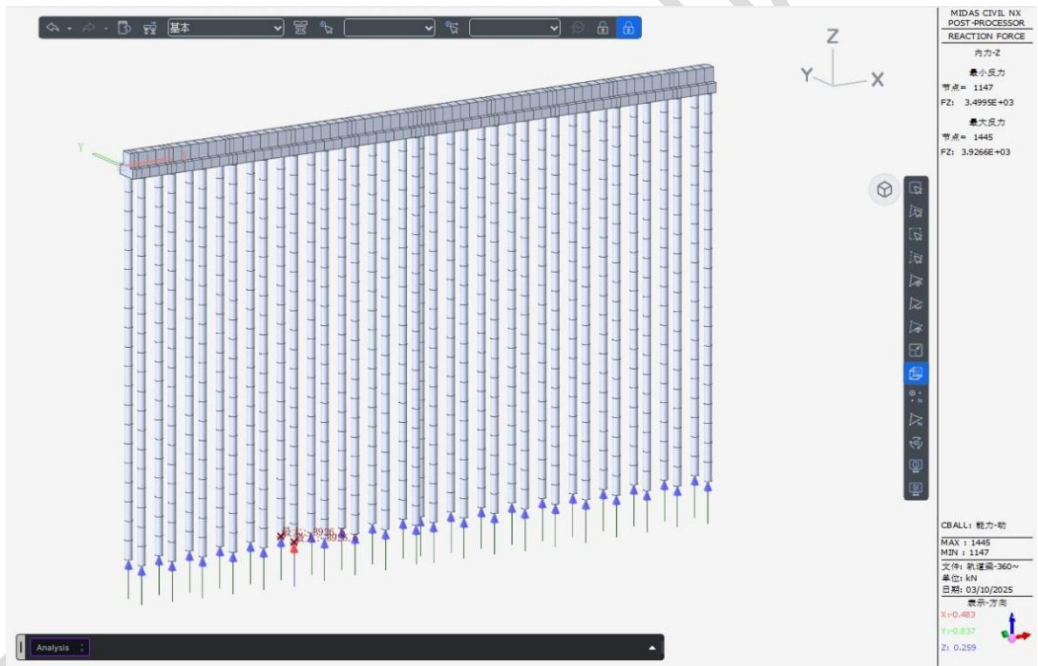


图 9.3-7 陆域 3600t 龙门吊轨道梁轴力计算结果

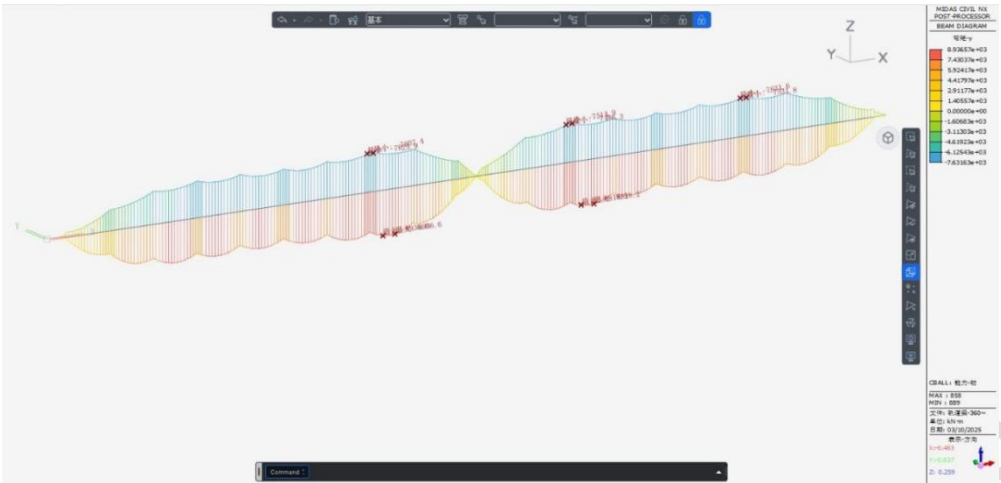


图 9.3-8 陆域 3600t 龙门吊轨道梁弯矩计算结果

表 9.3-7 陆域龙门吊轨道梁主要计算结果

1500t 龙门吊	最大桩力（kN）	轨道梁弯矩（kN·m）	轨道梁负弯矩（kN·m）
	3849	7937	-7433
3600t 龙门吊	最大桩力（kN）	轨道梁弯矩（kN·m）	轨道梁负弯矩（kN·m）
	3950	8936	-7631

针对龙门吊轨道处理，采取双排 $\phi 0.8\text{m}$ 钻孔灌注桩双排布置，横向间距 2.4m，纵向间距 3.5m，具体参数如下表所示。

表 9.3-8 龙门吊轨道梁基础地基处理技术参数表

区域	单桩承载力特征值（kN）	桩径（m）	桩长（m）	参考钻孔	是否嵌岩桩	桩型
龙门吊区域	4618	0.8	51	QDK08	否	$\phi 0.8\text{m}$ 灌注桩
	4445	0.8	51	QDK12	否	$\phi 0.8\text{m}$ 灌注桩
	4331	0.8	48	CK61	否	$\phi 0.8\text{m}$ 灌注桩
	8984	0.8	39	CK63	是	$\phi 0.8\text{m}$ 灌注桩
	8321	0.8	28	CK69	是	$\phi 0.8\text{m}$ 灌注桩
	6233	0.8	56.2	XK107	否	$\phi 0.8\text{m}$ 灌注桩

9.5 安全监测

风电母港结构安全监测系统通过多源数据融合、动态阈值预警与智能决策支持，解

决了传统手段“看不见、测不准、反应慢”的痛点，既是保障港口安全运行的“刚需”，也是实现风电母港智能化、低碳化运维的“必选项”。

(1) 工程结构监测三维仿真

结合风电母港工程场景以及监测布设方案，采用数字孪生技术，实现工程监测全貌的三维仿真，并通过整合最新的结构监测数据、精准的潮汐信息，构建一个信息汇聚的中枢板块。

(2) 设备管理模块

该模块主要包括设备台账管理以及设备远程控制。设备台账详细记录设备基本信息、监测分量以及网络链接参数，监测分量计算规则可面向用户自定义，从而实现原始量到成果量的自动转换。同时，用户可对设备 ip、通信端口、采样频率等网络参数进行远程配置。

(3) 监测数据显示

支持监测数据的动态实时显示以及历史数据追溯，同时可快速统计指定时段最大值、最小值、有效值等特征参数，以供用户对结构安全进行有效评估。

(4) 结构安全预警评估

提供超限值以及多因子联合等预警算法，能够实时识别测点异常监测记录，并通过整合潮汐数据，对地基形变以及护岸结构形变进行定量评估，实现对潜在风险的精准预警，确保港口基础设施安全稳定运行。

9.5.1 导管架总装及堆存区

导管架区域内未布置导管架部分区域的沉降监测：在每个导管架区域内未布置导管架部分区域水泥碎石稳定层下方布置 1 套 3 点式基岩变位计，变位计最深锚点 50m。东西向布置 3 组，南北向布置 3 个断面，共计 9 套 3 点式基岩变位计。线缆约 1km，1 套自动化采集装置。

在每个导管架区域内未布置导管架部分区域水泥碎石稳定层下方 3 点式基岩变位计旁预埋设一套静力水准仪，东西向布置 3 组，南北向布置 3 个断面，共计 9 套静力水准仪，线缆约 1km。

另在总装及堆放区布置 24 处水准测点，人工水准观测与基岩变位计配合监测该区域沉降变化。

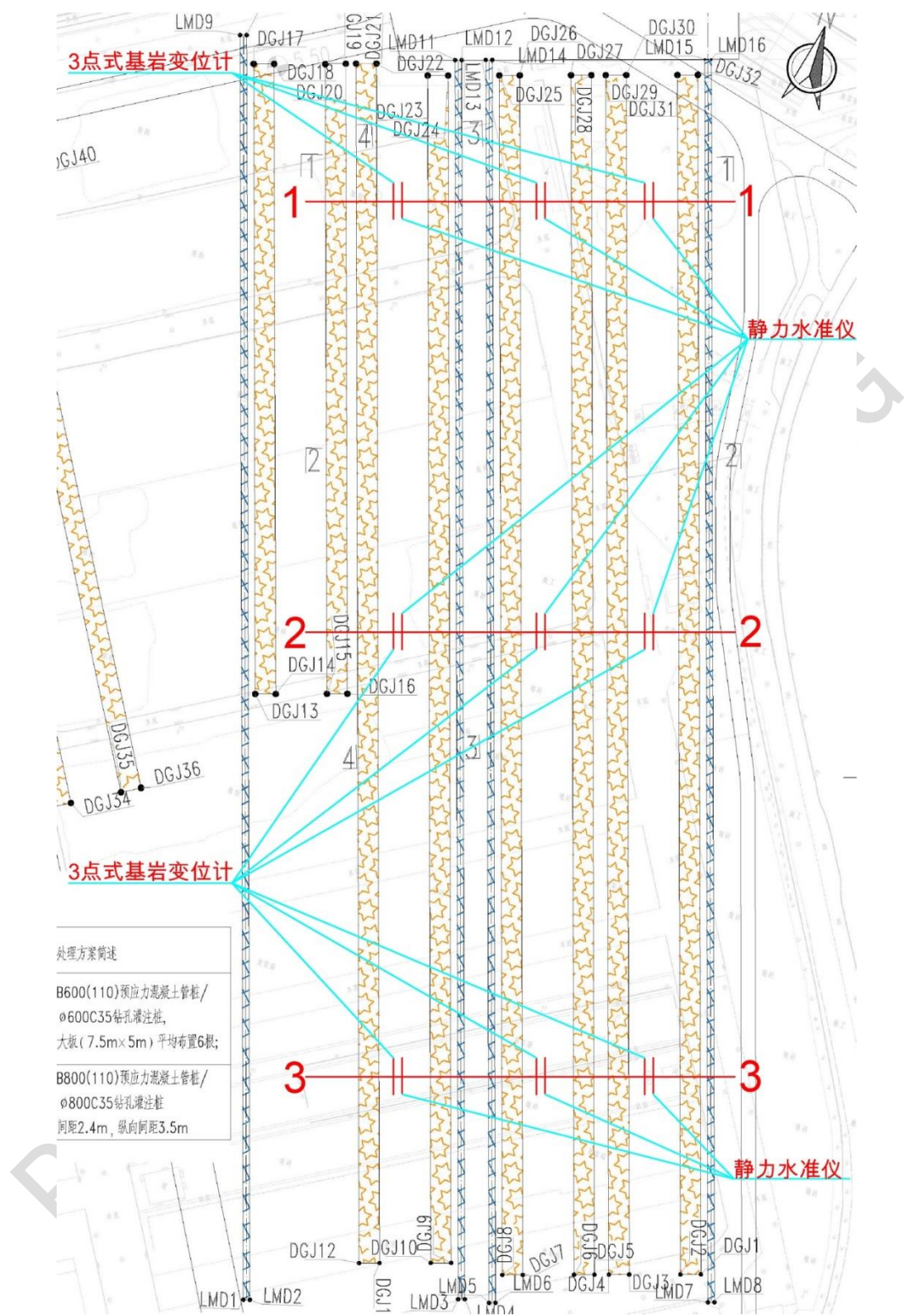


图 9.5-1 导管架区域内未布置导管架部分区域的沉降监测断面示意图

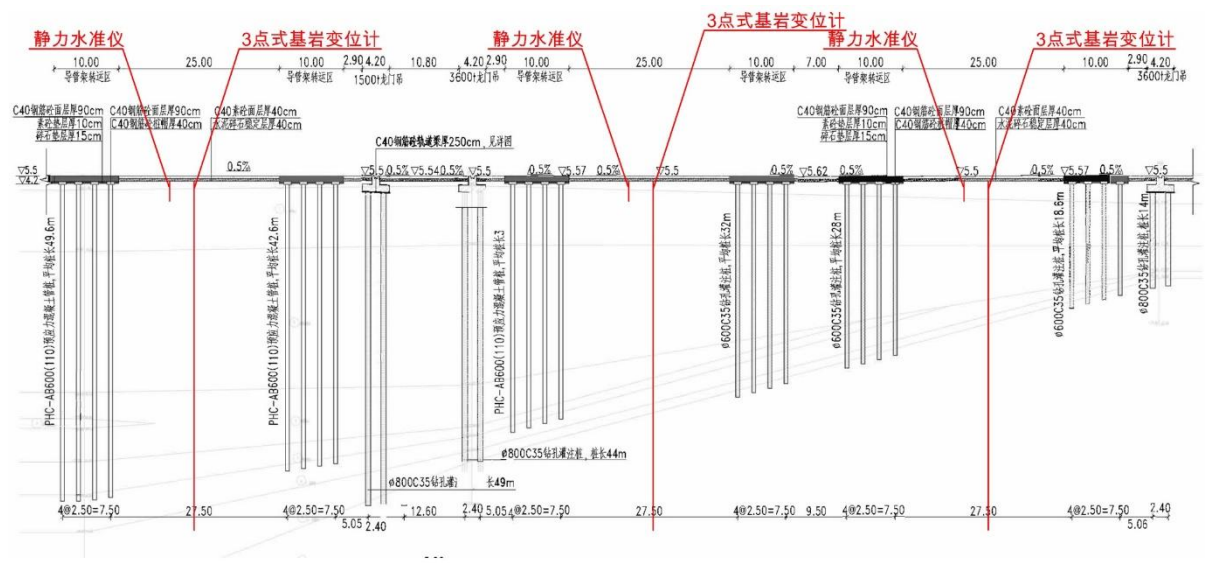


图 9.5-2 沉降监测断面示意图

9.5.2 吊装设备安全运行监测系统

吊装设备安全运行监测系统通过在吊装设备上安装结构监测感知设备，实时获取设备结构监测数据，并基于结构安全评估算法，对吊装结构稳定性进行评估，便于用户及时发现风险隐患，有效预防结构失效事故，保障吊装运行安全。

(1) 工程吊装

采用地图可视化的形式呈现吊装在港口的位置、每台吊装测点布设情况、测点异常预警记录以及吊装当前的安全状态。

(2) 设备管理模块

该模块包含吊装设备管理以及监测设备管理，分别建立详细的设备台账以及吊装设备与监测设备间的匹配关系。吊装设备关注设备基本信息以及技术参数，监测设备包含设备基本信息、监测分量以及网络连接参数，从而实现监测原始量的接入以及成果量的实时计算。

(3) 监测数据显示

支持原始量和成果量的动态实时显示，用户也可指定时段获取历史测值曲线以及特征统计值，同时支持用户查看安装在同一吊装设备上各监测点的测值变化曲线，以使用户对结构稳定性开展联合分析。

(4) 评估预警模块

集成多种预警算法实现异常测值的自动识别，提供异常测值附近时段监测曲线的快

速查看以及异常测点邻近点位测值曲线的联合查看，协助用户对当前异常作进一步评估，并回显当前吊装设备的整体安全状态。

9.6 综合方案

9.6.1 陆域形成方案

本工程原场地铺面包括高强联锁块面层、混凝土铺面。针对沉降较大的区域本次考虑拆除表层铺装后采用宕渣进行补填至堆场铺面底高程，考虑到压实效果，补填厚度小于 30cm 的采用级配碎石补填；针对沉降不大的区域，拆除表层铺装露出水稳层后，直接进行本工程铺装。

补填区域宕渣要求最大粒径要求小于 20cm，石料含量要求不少于 70%，不得含有淤泥、耕土、膨胀性土及有机质，压实度 $\geq 96\%$ 。

级配碎石推荐级配范围按《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T F20-2015）表 4.5.8 中 G-A-3 控制，级配碎石液限 $\leq 28\%$ ，塑性指数 < 6 。级配碎石要求碾压密实，分层回填厚度不大于 30cm，压实度 $\geq 96\%$ （重型压实标准），集料压碎值不大于 30%，加州承载比 CBR 不应小于 120。

9.6.2 地基处理方案

针对导管架总装及堆存区（支墩范围）进行处理，灌注桩综合造价较高，但成桩质量稳定，且对周围建筑物影响较小，管桩作为挤土打入桩，捶打过程中对周边建筑物影响较大，距现状海堤 180m 范围内的轨道梁基础范围内荷载较大，桩长较长，考虑到 PHC 管桩成桩振动对海堤的影响，距现状海堤 180m 范围内及基岩埋深较浅需要采用嵌岩桩区域采用灌注桩进行处理。

导管架总装及堆存区（支墩范围）地基处理参数为：PHC 管桩桩径 0.6m/灌注桩桩径 0.8m，桩基布置型式为点状布置，点状基础为 10x10m 低桩墩台，结合地形条件分别采用 D800mm 的嵌岩灌注桩 9 根，覆盖层深厚的采用 D600mmPHC 管桩 16 根。单桩承载力特征值需大于 1900kN，根据不同地质条件，以⑧3 角砾/⑧2 含黏性土砂砾/⑨3 中风化岩为持力层，灌注桩平均单根长度 41m，PHC 平均单根长度 47m。每根桩上部布置钢筋砼桩帽一个，桩帽顶标高 4.6m，尺寸为 1.2m $\times$ 1.2m $\times$ 0.4m，顶部与 90cm 厚钢筋砼墩台固接，铺装面高程为 5.5m。打桩施工前应破除堆场原铺装层。

9.6.3 道路堆场方案

本工程堆场依据功能需要分为：装卸设备轨道梁、导管架总装及堆存区、原材料堆存区、导管架转运平台先导段、综合车间及喷涂车间、内部仓库地面。

本阶段堆场铺面按钢筋砼铺面结合素砼铺面考虑，根据《港口道路与堆场设计规范》JTS 168-2017，主干道、导管架堆存区铺面等级一级，其他二级；设计使用年限为 30 年。

龙门吊轨道采用桩基承台结构，从上至下依次为 2.5m 高倒 T 型墩台，10cm 素砼垫层，15cm 厚碎石垫层，1500t 龙门吊钢轨采用 QU120，3600t 龙门吊钢轨型号采用 A150。龙门吊轨道处理，采取双排 $\phi 0.8\text{m}$ 钻孔灌注桩双排布置，横向间距 2.4m，纵向间距 3.5m。

导管架总装及堆存区（支墩范围）采用桩基承台结构，承台高 90cm，下方设 10cm 素砼垫层和 15cm 厚碎石垫层。

导管架总装及堆存区（非支墩范围）拆除原铺装结构至水稳层后，铺装结构自上至下为：50cm 厚 C40 钢筋砼面层，40cm 厚水泥碎石稳定层。

装备制造及运维基地导管架转运平台先导段拆除原铺装结构至地基土层后，铺装结构自上至下为：40cm 厚 C40 钢筋砼面层，40cm 厚水泥碎石稳定层，20cm 厚碎石垫层。

除去道路堆场等其他区域，拆除原表层铺装后，在现状水泥碎石稳定层上做铺装，铺装结构自上至下为：30cm 厚 C40 钢筋砼面层，30cm 厚水泥碎石稳定层。

综合车间及喷涂车间、厂区内材料堆存区、内部仓库地面铺装详见建筑专业。

9.6.4 工程量

表 9.4-1 陆域形成与道路堆场工程量汇总表

分项	项目	单位	工程量	备注
陆域挖填方	场区开挖原铺装	m3	129318	
	开挖土方	m3	59180	
	宕渣回填	m3	28046	
导管架总装及堆存区	项目	单位	工程量	备注
	600PHC 桩长度	m	48816	桩径 0.6m，平均 47m
	600PHC 桩引孔	m	1760	靠海侧根数*砂层厚度 10m
	C40 钢筋砼桩帽	m3	1760	1.2m*1.2m*0.4m，个数同桩根数
	桩帽钢筋	t	211	含钢量 120kg/m3

分项	项目	单位	工程量	备注
	钢桩靴	t	93	长度 0.6m
	C35 钢筋砼钻孔灌注桩	m3	38897	桩径 0.8m
	桩基钢筋	m	7002	含钢量 0.18
	桩基钢护筒	t	1841	5m 钢护筒
	管桩桩芯混凝土	m3	284	2.4m 长
	管桩截桩	根	1044	
龙门吊轨道梁	C40 龙门吊轨道梁	m3	16216	C40 钢筋砼
	龙门吊轨道梁钢筋	t	3243	含钢量 0.2
	龙门吊钢轨	m	1294	QU120
	龙门吊钢轨	m	2022	A150
	C35 钢筋砼钻孔灌注桩	m3	33707	0.8m 桩径
	桩基钢筋	t	6067	含钢量 0.18
	桩基钢护筒	t	1580	
	素砼垫层	m3	1622	
	预埋件	t	50	
导管架总装及堆存区	C40 钢筋砼面层厚 90cm	m3	27474	
	钢筋	t	2473	
	C20 素砼垫层厚 10cm	m3	3053	
	碎石垫层厚 150cm	m3	4579	
	C40 素砼面层厚 40cm	m3	61442	
	水泥碎石稳定层厚 40cm	m3	61442	
材料区域	C40 钢筋砼面层厚 40cm	m3	32839	
	钢筋	t	1970	
	水泥碎石稳定层厚 40cm	m3	32839	
道路	C40 钢筋砼面层厚 40cm	m3	21420	
	钢筋	t	1927.8	
	水泥碎石稳定层厚 40cm	m3	21420	
	道路热熔线	m2	7000	

分项	项目	单位	工程量	备注
其他 区域	C40 钢筋砼面层厚 30cm	m3	9098.46	
	钢筋	t	818.86	
	水泥碎石稳定层厚 30cm	m3	9098.46	
钢材 堆场	C40 钢筋砼面层厚 40cm	m3	4767.84	
	水泥碎石稳定层厚 40cm	m3	4767.84	
	钢筋	t	429	

第 10 章 港区铁路

本阶段无港区铁路内容。

POWERCHINA HUADONG

第 11 章 生产与辅助建筑物

11.1 设计依据

- (1) 《建筑工程设计文件编制深度规定》（2016 版）
- (2) 《建筑制图标准》GB/T50104-2010
- (3) 《房屋建筑制图统一标准》GB50001-2017
- (4) 《建筑设计防火规范》GB 50016-2014（2018 版）
- (5) 《建筑防火通用规范》GB 55037-2022
- (6) 《民用建筑设计统一标准》GB50352-2019
- (7) 《民用建筑通用规范》GB 55031-2022
- (8) 《建筑工程建筑面积计算规范》GB50353-2013
- (9) 《建筑环境通用规范》GB55016-2021
- (10) 《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB50325-2020；
- (11) 《办公建筑设计规范》JGJ/T 67-2019
- (13) 《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015
- (14) 《屋面工程技术规范》GB 50345-2012
- (15) 《建筑地面设计规范》GB 50037-2013
- (16) 《无障碍设计规范》GB 50763-2012
- (17) 《建筑与市政工程无障碍通用规范》GB 55019-2021
- (18) 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021
- (19) 《绿色建筑评价标准》GB/T50378-（2019）
- (21) 《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2017
- (22) 《35kV~110kV 变电站设计规范》GB 50059-2011
- (23) 《工程建设标准强制性条文》（房屋建筑部分 2013 年版）
- (24) 《浙江省消防技术规范难点问题操作技术指南（2020 年版）》（浙消[2020]166 号）
- (25) 浙江省《绿色建筑设计标准》DB33/1092-2021
- (26) 《浙江省建筑工程建筑面积计算和竣工综合测量技术规程》DB33/T 1152-2018

11.2 工程概况

11.2.1 项目概况

（1）项目建设地点

华东深远海风电母港项目核心区位于浙江省温州港状元岙港区 8#、9#多用途泊位及其后方核心腹地，地处瓯江口外南水道南岸洞头县元觉乡。

状元岙岛地处浙南沿海的洞头列岛中部，东临大海；西隔瓯江河口与温州市瓯海区的永强、灵昆相望。

后方陆域现有建筑部分拆除新建。规划布置导管架生产、总组车间、成品堆场以及生产生活配套设施。

办公区利用原有邮轮大厅进行改造，内部功能包含办公用房、会议室、厨房、餐厅、自助餐厅、包厢、多功能用房、档案室等。

新建部分为综合车间及附属用房、喷涂车间及附属用房、工程用房、甲类仓库、35KV 降压站、消防水池水泵房、气站值班室、门卫、码头变配电房、办公区变配电房、码头控制室、污废处理用房。

（2）项目建设内容及规模

1) 项目总用地面积 432973.527m²，总建筑面积约 91597m²，其中：地上建筑面积 91597m²。

2) 建筑层数：

综合办公楼（利旧）：1 层；综合车间及附属用房：1 层；喷涂车间及附属用房：1 层；工程用房：1 层；甲类仓库：1 层；35KV 降压站：1 层；消防水池水泵房：1 层；气站值班室：1 层；门卫：1 层；码头变配电房：1 层；办公区变配电房：1 层；码头控制室：1 层；污废处理用房：1 层；

3) 建筑防火设计类别：

地上建筑耐火等级均为二级

防水等级

屋面防水等级为 I 级，防水层耐用年限不低于 20 年。

4) 建筑等级

根据《民用建筑设计统一标准》规定，本工程建筑类别为3类，建筑设计使用年限50年。

11.2.2 设计要点综述

（1）项目定位与区位特征

项目以打造“世界级风电母港”为目标，聚焦深远海风电装备制造、总组及运维服务，是华东地区新能源产业升级的重要载体。位于浙江省温州港状元岙港区，地处瓯江口外南水道南岸，东临大海，西接温州市瓯海区，兼具深水港资源与长三角经济带辐射优势。依托洞头列岛地理条件，具备发展海洋经济与清洁能源的天然基础。

（2）空间布局原则

生产-办公协同规划：通过功能分区实现集中生产、仓储物流与-办公配套的高效协作。

动静分离：生产区（噪音、粉尘源）与办公区之间设置绿化隔离带或缓冲区，降低环境干扰。

11.3 规划设计理念

（1）规划核心理念

以“世界母港，绿色领航”为总纲，打造全球化深远海风电产业枢纽。

世界级标杆：全产业链，服务亚太深远海市场。

绿色化引领：全流程低碳技术应用，构建“港-产-城-海”共生生态。

（2）功能布局

1）制造区

核心功能：导管架片体、过渡段制作（综合车间、喷涂车间）。

规划要点：智能化流水线+独立物流通道直连码头。

2）总装区

核心功能：大型装备总组、预拼装与检测。

规划要点：数字孪生技术优化工艺，预留重型吊装空间。

3）办公区

核心功能：办公、会议、档案、员工餐厅、智慧化驾驶舱。

规划要点：“办公-服务-展示”一体化服务核心，服务于北侧生产核心。

11.4 建筑设计

11.4.1 设计技术要求

- (1) 地震基本烈度为 6 度。
- (2) 建筑结构安全等级为二级，主体结构设计使用年限为 50 年。
- (3) 建筑物耐火等级均为二级。
- (4) 屋面防水等级：I 级

11.4.2 建筑设计内容

建筑设计内容包括生产、辅助生产建筑物，总建筑面积为 91597m²。

办公区利用原有邮轮大厅进行改造，内部功能包含办公用房、会议室、厨房、餐厅、自助餐厅、包厢、多功能用房、档案室等。

新建部分为综合车间及附属用房、喷涂车间及附属用房、工程用房、甲类仓库、35KV 降压站、消防水池水泵房、气站值班室、门卫、办公区变配电房、污废处理用房。

11.4.3 主要建筑物的建筑设计

(1) 综合办公楼

综合办公楼利用场地原有建筑-海关大厅进行改造。其平面布局，根据功能分区，分为办公区、运维办公区、餐厅及厨房区。建筑内部置入兼具采光通风和景观功能的天井，办公区和餐厅区环绕天井布置，改善了大进深办公区域内部的光环境。整座楼建筑基底面积为 5080m²，总建筑面积为 5080m²。由于既有建筑海关大厅为单层门式建筑，层高为 9m，改造后的建筑根据不同的功能需要设计为：办公区层高 3.6m，运维办公区和餐厅厨房层高为 6.0m。建筑防火类别为单层民用建筑，建筑物耐火等级为二级。

综合办公楼一层包括门厅、办公室、会议、智慧化驾驶舱、职工食堂；

综合办公楼标高±0.000 以上内外墙采用 200 厚蒸压砂加气混凝土砌块。屋面为现浇钢筋混凝土屋面板，采用平屋面，结构找坡。屋面采用有组织外排水，采用 UPVC 落水管。屋面设保温隔热屋面、外墙面采用水泥基复合保温板外保温墙面，以满足节能要求。

综合办公楼立面设计强调简约式，通过体块的错落有序、材质色彩的变化及窗的表现形式丰富了建筑的造形，调整了建筑的整体比例。立面上通过竖向幕墙窗与实体墙面相对比，既形成了强烈的虚实感又互相融合。色彩材质的变化使整体效果丰富且一致，整个建筑造型新颖，富有现代感。

根据《无障碍设计规范》规定，在有残疾人出入或工作的建筑物主要出入口均设置无障碍坡道。在综合办公楼一层设置无障碍坡道、办公楼设置无障碍厕位。

（2）综合车间、喷涂车间

综合车间为单层多跨轻钢门式刚架结构，局部有三层钢筋混凝土框架结构，柱距为12m，跨度为38.6m~53.6m，柱顶标高42m，建筑面积为68100m²。综合车间有下料车间、塔管多桩车间、导管架片体车间、过渡段制作车间、五金仓库、电气间仓库、配套办公室，火灾危险性类别为丁类，耐火等级为二级。

喷涂车间为单层多跨轻钢门式刚架结构，局部有单层钢筋混凝土框架结构，柱距为8m，跨度为42m~52m，柱顶标高30m，建筑面积为15700m²。喷涂车间包括喷砂除尘、废气处理及相关设备存储，火灾危险性类别为甲类，耐火等级为二级。

仓库标高±0.000以下墙体采用200厚MU15混凝土实心砖，标高±0.000以上做1200高200厚混凝土多孔砖墙体，内外墙面均为抗裂水泥砂浆底外墙涂料饰面。标高1200mm以上墙面为单层镀铝锌彩色压型钢板。屋面板为镀铝锌彩色压型钢板，下设75mm厚玻璃棉毡，棉毡底面贴高强防潮聚丙烯塑料贴面。屋面采用双坡屋面，坡度为1/10。屋面排水采用钢板天沟有组织外排水，UPVC落水管。大门为电（手）动彩板抗风卷帘门，其余门窗均采用彩色粉末静电喷涂铝合金门窗。在仓库外墙上部设置易熔聚酯采光带，以满足仓库内的自然采光和自然排烟。立面处理上采用灰白色镀铝锌彩色压型钢板，局部设置海蓝色镀铝锌彩色压型钢板色带，打破了立面单调的格局，丰富了外墙面的色彩，使整个区域的立面造型统一。

（3）工程用房、甲类仓库、水泵房、35kV降压站、变配电房、污水处理站、气化站值班室

工程用房为单层钢筋混凝土结构，层高8.0m，建筑面积412m²。工程用房内设有配电间、发电机间、空压机房及工具间，火灾危险性类别为丙类，耐火等级为二级。甲类仓库为单层钢筋混凝土结构，层高5.4m，建筑面积750m²，存储油漆、柴油等易燃易爆

液体，火灾危险性类别为甲类，耐火等级为二级。

水泵房、污水处理用房为单层钢筋混凝土结构，水泵房层高 4.75m、污水处理用房层高 6.75 m，耐火等级为二级。35kV 降压站、生产配套区变配电房火灾危险性类别为丙类，耐火等级为二级。

气化站值班房位于场地北侧气化站附近，是单层钢筋混凝土建筑，层高 3m，设有值班室及配套卫生间。

11.5 经济技术指标

表 11.4-1 经济技术指标

项 目			数值		单位	备注
项目总用地面积			432973.527		m ²	
总建筑面积			91597.00		m ²	
地上建筑面积			91597.00		m ²	
其中	生产配套区	办公用房	5080.00	2060.00	m ²	包含智慧化驾驶舱、会议室
		员工餐厅		2200.00	m ²	
		多功能用房		820.00	m ²	
	工业仓储区	变配电房	86517.00	150.00	m ²	
		水泵房		400.00	m ²	
		污水处理用房		300.00	m ²	
		综合车间		68100.00	m ²	
		工程用房		412.00	m ²	含办公，维修，卫生间， 空压机房，配电间等
		喷涂车间		15700.00	m ²	
		甲类仓库		750.00	m ²	
		气站值班室		60.00	m ²	两个，每个 30 平方米
		传达室		60.00	m ²	两个，每个 30 平方米
		35KV 降压站		220.00	m ²	
		绿化面积		3896.76		m ²
建筑物占地面积		82797.00		m ²		
建筑密度		21.16%		%		

项 目	数值	单位	备注
建筑高度	3——44 米		
容积率	0.21	/	
绿地率	0.90%		
机动车停车位	46	个	

11.6 结构设计

一期工程拟选址温州港状元岙港区，项目拟选址区域位于状元岙西北一侧，距离温州龙湾区大陆约 40km，距杭州市区约 360km。本工程主要包括综合厂房、喷涂车间、工程用房、甲类仓库、变电配套用房等。

11.6.1 设计依据

- 本工程结构设计采用的是中华人民共和国国家颁布的现行主要标准、规范、规程：
- 《工程结构通用规范》（GB 55001-2021）
 - 《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB 55002-2021）
 - 《建筑与市政地基基础通用规范》（GB 55003-2021）
 - 《组合结构通用规范》（GB 55004-2021）
 - 《钢结构通用规范》（GB 55006-2021）
 - 《砌体结构通用规范》（GB 55007-2021）
 - 《混凝土结构通用规范》（GB 55008-2021）
 - 《建筑与市政工程防水通用规范》（GB 55030-2022）
 - 《工程结构可靠性设计统一标准》（GB 50153-2008）
 - 《建筑结构可靠性设计统一标准》（GB 50068-2018）
 - 《混凝土结构设计标准》（GB 50010-2010）（2015 版）（2024 年局部修订版）
 - 《建筑地基基础设计规范》（GB 50007-2011）
 - 《建筑桩基技术规范》（JGJ 94-2008）
 - 《建筑结构荷载规范》（GB 50009-2012）
 - 《砌体结构设计规范》GB 50003-2011）
 - 《建筑抗震设计标准》（GB 50011-2010）（2024 局部修订版）

《建筑工程抗震设防分类标准》（GB 50223-2008）
《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ 3-2010）
《钢结构设计标准》（GB50017-2017）
《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》（GB 51022-2015）
《混凝土结构耐久性设计规范》（GB/T50476-2008）
《工业建筑防腐蚀设计标准》（GB/T50046-2018）
《地下工程防水技术规范》（GB50108-2008）
《建筑工程抗浮技术标准》（JGJ476-2019）
《建筑基桩检测技术规范》（JGJ106-2014）
《建筑结构荷载规范》（DBJ 15-101-2014）
《组合结构设计规范》（JGJ138-2016）
《钢管混凝土结构技术规范》（GB50936-2014）
《矩形钢管混凝土结构技术规程》（CECS159:2004）
《空间网格结构技术规程》（JGJ7-2010）
《混凝土结构耐久性设计规范》（GB/T50476-2008）
《工业建筑防腐蚀设计标准》（GB/T50046-2018）
《地下工程防水技术规范》（GB50108-2008）
《华东深远海风电母港项目（洞头基地）岩土工程勘察报告》

11.6.2 计算软件

(1) 本工程设计计算采用北京盈建科软件股份有限公司开发的 YJK、北京构力科技有限公司 PKPM、上海同磊土木工程技术有限公司 3D3S 等系列软件进行有限元建模及计算。

(2) 计算结果应满足以下要求：

梁计算不出现超筋，柱子、墙计算轴压比满足规范要求。

钢结构构件满足强度与稳定性的规范要求

梁板挠度、裂缝均满足规范要求。

结构整体稳定验算满足要求。

地震及风荷载作用下最大位移、最大层间位移角、最大层间位移与平均层间位移的

比值均满足规范要求。

11.6.3 主要设计参数

- (1) 建筑主体结构安全等级：结构安全等级均为二级，结构设计重要性系数 $r_0=1.0$ 。
- (2) 永久荷载按《建筑结构荷载规范》、《工程结构通用规范》规定取值。
- (3) 结构设计基准周期 50 年。
- (4) 砌体施工质量控制等级为 B 级。
- (5) 可变荷载根据使用功能按《建筑结构荷载规范》、《工程结构通用规范》规定取值。

具体如下：

排风机房、新风机房、水泵房、电梯机房：	8.0kN/m ² ；
变配电房：	10.0kN/m ² ；
楼梯间、楼梯前室、电梯厅：	3.5kN/m ² ；
走廊（人员密集）：	3.5kN/m ² ；
储藏：	6.0kN/m ² ；
办公：	2.5kN/m ² ；
工具间、茶水间、储藏间：	2.5kN/m ² ；
卫生间（无蹲坑）：	2.5kN/m ² ；
卫生间-蹲坑：	4.0kN/m ² ；

- (6) 抗震设防类别：均为标准设防类，丙类。

- (7) 地震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值 0.05g，设计地震分组为第二组。

场地类别为 IV 类。特征周期为 0.75s。

- (8) 基本雪压：0.40kN/m（100 年）。基本风压：1.1kN/m。地面粗糙度为 A 类。风荷载体型系数 1.3。根据《建筑结构荷载规范》，对风荷载比较敏感的建筑，承载力设计时应按基本风压的 1.1 倍采用。

- (9) 本工程项目地位处海边，根据《混凝土结构设计规范》，地下室的环境类别为三 b 类-海岸环境，混凝土结构的最小保护层厚度除应满足《混凝土结构设计规范》中的规定外，还应满足《工业建筑防腐蚀设计标准》及《混凝土结构耐久性设计规范》中的规定；上部结构的环境类别为三 a 类-海风环境，混凝土结构的最小保护层厚度应满足《混凝土结构设计规范》中的规定。钢结构的除锈等级、截面厚度等应满足《工业建筑

防腐蚀设计标准》。砌体及砂浆满足最低强度等级。基础的材料及防护等应满足《工业建筑防腐蚀设计标准》。

(10) 在超长单元内设置混凝土后浇带，后浇带间距控制在 40m 左右。

11.6.4 工程地质资料

具体详见 2.5 工程地质章节。

11.6.5 结构设计

本工程上部主体结构均嵌固于基础顶。

(1) 上部主体结构设计

1) 上部结构选型

综合车间、喷涂车间等重钢厂房为排架结构体系

甲类仓库等轻型仓储厂房为门式钢架结构体系

配电房等选择混凝土框架结构体系

2) 其他需要说明的内容

① 钢排架厂房超过 150m 设置温度缝。

② 混凝土结构超长单元需设置后浇带。

(2) 基础设计

根据《华东深远海风电母港项目（洞头基地）岩土工程勘察报告》，本工程基础采用钻孔灌注桩/PHC 管桩基础，基础持力层采用⑧3 角砾、⑨1 层全风化花岗岩、⑨2 层强风化花岗岩、⑨3 层中风化花岗岩作为建建筑的桩基持力层作为桩端持力层。

地基基础设计等级均为甲级。建筑桩基设计等级均为甲级。

卷板机基础采用钻孔灌注桩基础，直径为 800mm，桩长为 70m，选择 8-3 角砾层作为持力层控制沉降。采用筏板联结灌注桩，形成整体式筏板基础。

(3) 主要结构材料的选用

1) 混凝土：现浇结构混凝土采用 C25~C40。构造柱、圈梁、过梁等非受力结构构件混凝土均采用 C25。垫层采用 150mm 厚 C20 素混凝土。

外墙、水池及地下室顶板采用抗裂防渗透混凝土，混凝土抗渗等级为：H<20m 为

P8（H 为工程埋置深度）。

所有混凝土均采用商品混凝土。

本工程外墙，消防水池底板、侧墙，水池结构及后浇带（或膨胀加强带）混凝土内掺入镁质高性能抗裂剂（掺量约 10%）和聚丙烯纤维约 $1\text{kg}/\text{m}^3$ （上述均根据品牌确定具体掺量），施工前要求先做相关试验，要求混凝土水中养护 14 天限制膨胀率满足《补偿收缩混凝土应用技术规程》的要求。

2) 钢筋：HRB400 钢。

3) 钢材：Q235B，Q355B，Q345GJ

4) 砌体：

±0.000 以下与水土接触部分采用 MU20 混凝土实心砖、M10 水泥砂浆砌筑，容重不大于 $19\text{kN}/\text{m}^3$ ；

±0.000 以上墙体采用强度等级 A5.0、B06 蒸压加气混凝土砌块，专用砂浆砌筑，容重不大于 $7\text{kN}/\text{m}^3$ ；其中厨房、卫生间及淋浴室采用 MU10 烧结页岩多孔砖，M5 水泥砂浆，容重不大于 $14\text{kN}/\text{m}^3$

砌体质量控制等级均为 B 级。砂浆应采用预拌砂浆。

(4) 绿色建筑

1) 采用地方建筑材料，尽量采用可再生材料。

2) 采用高强钢筋

3) 采用装配式钢结构。

4) 采用预拌砂浆，预拌混凝土。

11.7 安全监测

综合车间在钢材堆场侧沉降监测：车间南北向 425m，南北向布置 5 个监测断面，在综合车间与钢材堆场接壤处布置 1 套 3 点式基岩变位计，共计 5 套 3 点式基岩变位计。线缆 1.5km，1 套自动化采集装置。

取 3 个监测断面，在综合车间东西面墙脚处预各埋设 1 套静力水准仪，共计 6 套静力水准仪，线缆约 1km。

另在总装及堆放区布置 15 处水准测点，人工水准观测与基岩变位计配合监测该区域沉降变化。

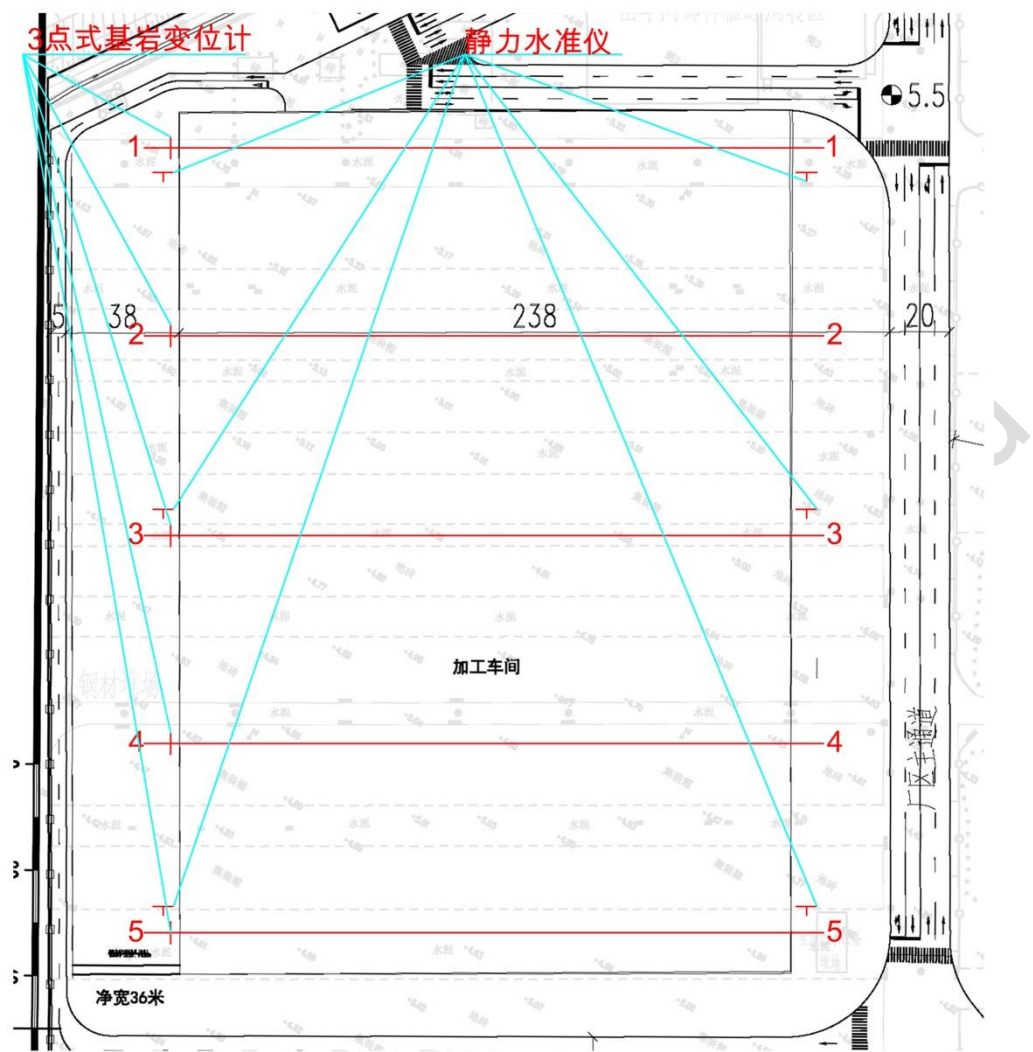


图 11.7-1 综合厂房沉降监测断面示意图

第 12 章 供电、照明

12.1 设计范围和设计内容

工程概况：详见 1.3.1 节工程建设地点与规模

12.1.1 设计依据

(1) 各主管部门对方案设计的审批意见。

(2) 建设单位提供的有关职能部门（供电部门、消防部门、通信部门、公安部门等）认定的工程设计资料及管理規定。

(3) 相关专业提供给本专业的工程设计资料。

(4) 主要相关的现行国家规范、规程、及相关行业规范、标准：

- 1) 《35kV~110kV 变电站设计规范》 GB 50059-2011 ；
- 2) 《3~110kV 高压配电装置设计规范》 GB 50060-2008；
- 3) 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》 GB/T 50064-2014；
- 4) 《交流电气装置的接地设计规范》 GB/T 50065-2011；
- 5) 《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）
- 6) 《20kV 及以下变电所设计规范》（GB50053-2013）；
- 7) 《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）
- 8) 《低压配电设计规范》（GB50054-2011）；
- 9) 《电力工程电缆设计规范》（GB50217-2018）；
- 10) 《通用用电设备配电设计规范》（GB50055-2011）；
- 11) 《建筑照明设计标准》（GB/T50034-2024）；
- 12) 《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）；
- 13) 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》（GB 50043-2012）；
- 14) 《建筑设计防火规范》（GB50016--2014）（2018 年修订版）；
- 15) 《民用建筑电气设计标准》（GB51348-2019）；
- 16) 《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）；
- 17) 《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）

- 18) 《建筑机电工程抗震设计规范》(GB50981-2014)
- 19) 《民用建筑电动汽车充电设施配置与设计规范》(DB33/1121-2016)
- 20) 《建筑电气与智能化通用规范》(GB55024-2022)
- 21) 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》(GB55015-2021)
- 22) 《建筑环境通用规范》(GB55016-2021)
- 23) 《室外作业场地照明设计标准》GB 50582-2010;
- 24) 《港口防雷与接地技术要求》GB 41847-2022;
- 25) 《码头岸电设施建设技术规范》JTS 155-2019;
- 26) 业主提供的本工程电气设计要求;
- 27) 建筑、结构、给排水、空调等专业提供的用电控制要求及图纸。

12.1.2 设计范围

本工程建筑电气系统设计包括：35kV 变电站（降压站）；10/0.4kV 变配电系统；动力、照明配电；防雷与接地系统；火灾自动报警系统；绿色（节能）设计等。

12.1.3 设计分工界面

(1)与供电系统设计的分界点为项目东南侧35kV变配电站高配室内35KV(10kV)进线柜内进线开关的进线端，不包括35kV(10kV)市政电源进线。35kV(10kV)线路进入建设红线范围内的进线通道由本设计提供。

(2)室外景观照明、建筑泛光照明、二次装修由相关专项进行设计，本设计仅预留电源。

12.2 变、配电系统

12.2.1 负荷分类

本工程用电设备最高负荷等级为二级，各类负荷分类如下：

二级负荷：本工程消防泵房、消控室、应急照明等消防负荷用电；排水泵用电；工艺等相关专业要求的设备用电等。

三级负荷：除上述以外的其他负荷。

12.2.2 供电电源

本工程采用双路供电，拟从市政电源引来 1 回 35kV 和 1 回 10kV 电源，共 2 回。其中 35kV 市政电源作为本工程主电源，10kV 市政电源作为本工程的备用电源。

本工程共设 35/10kV 变电所 1 处，内设 1 台 31.5MVA/35kV/10.5kV 变压器；市电进线处做计量装置；10kV 母线采用单母线分段接线，中间设母联开关，正常情况下两段母线并列运行，由 35kV 线路单独供电；在 35kV 线路电源故障情况下，由 10kV 线路为二级负荷供电。具体接线方式详见高压配电系统接线图。

各区域配电房的 10kV 母线供电由 10kV 母线放射供电；各变电所低压侧设置低压联络开关。

12.2.3 负荷计算

- (1) 本工程用电设备额定电压分别为 10kV、220/380V。
- (2) 本工程根据负荷所处场地位置分为厂区部分、码头部分及生活区部分。
- (3) 负荷计算采用需要系数法。码头和厂区等工艺动力设备根据工艺厂家提资进行测算，空调、风机、水泵等常规动力设备和信息机房等用电按相关专业资料；生活区部分按单位面积法计算；
- (4) 计算负荷
- 用电设备安装容量：
- 0.4kV 负荷 $P_e=34525kW$ ，10kV 负荷 $P_e=11820kW$ 。

厂区负荷计算：经计算，本工程总计算负荷约 24386.7kW，其中消防二级负荷约 315kW，非消防二级负荷约 5070kW。总体负荷计算如下表：

表 12.2-1 全厂主用容量负荷计算总表

位置	序号	用电设备名称	单机容量	设备数量	总安装容量	需要系数	功率因数	计算负荷			备注
			(kW/套)	(套)	(kW)	K_x	$\cos\phi$	有功功率	无功功率	视在功率	
								(kW)	(kvar)	(kVA)	
	1	1#室外箱变			3910		0.95	1572.5	610.3	1686.8	
	2	2#室外箱变			3510		0.95	1482.5	580.7	1592.2	

厂区 35kV 变电站 (共 1 处, 设 1 台 31.5MVA)	3	工程车 间配电 房			7537		0.95	3124.3	1213.8	3351.8	
	4	综合车 间配电 房			15442.5		0.95	6104.8	2380.3	6552.5	
	5	码头配 电房			2160		0.95	1429.4	563.2	1536.4	
	6	生活区 配电房			1965.5		0.95	1472.8	577.5	1582.0	
	7	3600t 龙 门起重 机	4600	1	4600	1	0.5	4600.0	7967.4	9200.0	
	8	1500t 龙 门起重 机	3000	1	3000	1	0.5	3000.0	5196.2	6000.0	
	9	45t 门座 起重机	950	1	950	1	0.5	950.0	1645.4	1900.0	
	10	40t 门座 起重机	620	1	620	1	0.5	620.0	1073.9	1240.0	
	11	离心空 压机	700	1	700	1	0.7	700.0	714.1	1000.0	
	12	高压岸 电(新 建码 头)			650	0.8	0.8	520.0	390.0	650.0	
	13	高压岸 电(既 有码 头)			1300	0.9	0.8	1170.0	877.5	1462.5	
	10kV 侧合计				46345	0.58	0.75	26746.4	23790.3	37754.1	
	有功同时系数 $k \Sigma P$					0.9		24071.7			
	无功同时系数 $k \Sigma q$					0.9			21411.3		
	10kV 侧无功补偿容量 (kvar)								13499.3		
	10kV 侧补偿后总负荷						0.95	24071.7	7912.0	25338.7	

	拟选变压器容量 1 台 31500 kVA				31500.0	
	变压器损耗 ($\Delta P=0.01S$, $\Delta Q=0.05S$)		315.0	1575.0		
	10kV 侧总负荷		24386.7	9487.0	26167.1	
	变压器（平均）负载率(%)				83.1	

表 12.2-2 全厂备用容量负荷计算总表

序号	用电设备名称	单机容量	设备数量 (套)	总安装容量 (kW)	需要系 数	有功功 率	备注
		(kW/套)	(套)	(kW)	KX	(kW)	
1	消火栓泵	55	1	55	1	55.0	
2	消火栓系统稳压泵	5	1	5	1	5.0	
3	喷淋泵	22	1	22	1	22.0	
4	喷淋系统稳压泵	3	1	3	1	3.0	
5	甲类仓库消防用电			10	1	10.0	
6	喷涂车间消防用电			20	1	20.0	
7	工程车间消防用电			20	1	20.0	
8	综合车间消防用电			30	1	30.0	
9	码头区域消防用电			50	1	50.0	
10	厂区室外消防用电			100	1	100.0	
一、消防负荷合计						315	
12	3600t 龙门起重机	1710	1	1710	1	1710.0	
13	1500t 龙门起重机	900	1	900	1	900.0	
14	45t 门座起重机	630	1	630	1	630.0	
15	40t 门座起重机	400	1	400	1	400.0	
16	新建码头			800	1	800.0	
二、保障负荷合计				4440		5070	
三、一/二项比较 ($315 < 5070$)，备用电源容量按大者确定						5070	

分区变电所负荷计算：

表 12.2-3 1#室外箱式负荷计算表

位置	序号	用电设备名称	单机容量	设备数量 (套)	总安装容量 (kW)	需要系数	功率因数	计算负荷			备注
			(kW/套)	(套)	(kW)	K_X	$\cos \phi$	有功功率 (kW)	无功功率 (kvar)	视在功率 (kVA)	
1#室外箱变(龙门吊前方, 1台 2000kVA)	1	逆变二氧焊机	15	200	3000	0.45	0.8	1350.0	1012.5		
	2	逆变碳刨机	40	20	800	0.4	0.8	320.0	240.0		
	3	离心式通风机	5.5	20	110	0.5	0.8	55.0	41.3		
	0.4kV 设备合计				3910	0.44	0.80	1725.0	1293.8		
	有功同时系数 $k_{\Sigma P}$					0.9		1552.5			
	无功同时系数 $k_{\Sigma Q}$					0.9			1164.4		
	低压侧无功补偿容量 (kvar)								654.1		
	低压侧补偿后总负荷						0.95	1552.50	510	1634.21	
	拟选变压器容量 1 台 2000 kVA									2000	
	变压器损耗 ($\Delta P=0.01S, \Delta Q=0.05S$)							20	100.0		
	低压侧总负荷							1572.50	610.3	1686.77	
	变压器 (平均) 负载率(%)									84.34	

表 12.2-4 2#室外箱式负荷计算表

位置	序号	用电设备名称	单机容量	设备数量 (套)	总安装容量 (kW)	需要系数	功率因数	计算负荷			备注
			(kW/套)	(套)	(kW)	KX	COS ϕ	有功功率 (kW)	无功功率 (kvar)	视在功率 (kVA)	
2#室外箱变(龙门吊后方, 1台 2000kVA)	1	逆变二氧焊机	15	200	3000	0.45	0.8	1350.0	1012.5		
	2	逆变碳刨机	40	10	400	0.55	0.8	220.0	165.0		
	3	离心式通风机	5.5	20	110	0.5	0.8	55.0	41.3		
	0.4kV 设备合计				3510	0.46	0.80	1625.0	1218.8		
	有功同时系数 $k_{\Sigma P}$					0.9		1462.5			
	无功同时系数 $k_{\Sigma q}$					0.9			1096.9		
	低压侧无功补偿容量 (kvar)								616.2		
	低压侧补偿后总负荷						0.95	1462.5	480.7	1539.5	
	拟选变压器容量 1 台 2000 kVA									2000.0	
	变压器损耗($\Delta P=0.01S, \Delta Q=0.05S$)							20.0	100.0		
	低压侧总负荷							1482.5	580.7	1592.2	
	变压器 (平均) 负载率(%)									79.6	

位置	序号	用电设备名称	单机容量	设备数量 (套)	总安装容量 (kW)	需要系数	功率因数	计算负荷			备注
			(kW/套)	(套)	(kW)	KX	COS ϕ	有功功率 (kW)	无功功率 (kvar)	视在功率 (kVA)	
工程车间 配电房 (共 1 处, 设 2	1	离心空压机	700	1	700	0.8	0.8	560.0	420.0		10kV 设备
	2	螺杆空压机	260	2	520	0.75	0.8	390.0	292.5		

台 2000kVA)	3	冷冻式干燥 机	22	2	44	0.75	0.8	33.0	24.8		
	4	冷却水循环 泵	30	1	30	0.95	0.8	28.5	21.4		
	5	半门式双梁 起重机	156	2	312	0.5	0.5	156.0	270.2		
	6	喷砂除尘 设备	340	2	680	0.5	0.8	340.0	255.0		
	7	喷漆废气处 理设备	585	2	1170	0.5	0.8	585.0	438.8		
	8	永磁变频空 压机	258	2	516	0.5	0.8	258.0	193.5		
	9	数控除尘 设备	30	1	30	0.5	0.8	15.0	11.3		
	10	数控等离子 火焰切割机	48	2	96	0.6	0.8	57.6	43.2		
	11	卷板机	480	1	480	0.4	0.8	192.0	144.0		
	12	相贯线火焰 切割机	20	3	60	0.6	0.8	36.0	27.0		
	13	组对滚轮 架	11	10	110	0.5	0.8	55.0	41.3		
	14	环缝滚轮 架	11	40	440	0.4	0.8	176.0	132.0		
	15	组对滚轮 架	15	4	60	0.4	0.8	24.0	18.0		
	16	环缝滚轮 架	15	10	150	0.4	0.8	60.0	45.0		
	17	环缝滚轮 架	22	2	44	0.4	0.8	17.6	13.2		
	18	纵缝焊接 架	4.5	2	9	0.4	0.8	3.6	2.7		
	19	环缝焊接 架	4.5	4	18	0.4	0.8	7.2	5.4		

20	钢板平板运输车	11	2	22	0.2	0.8	4.4	3.3		
21	筒节平板运输车	11	1	11	0.2	0.8	2.2	1.7		
22	电动葫芦单梁桥机	15	1	15	0.1	0.5	1.5	2.6		
23	逆变二氧化碳焊机	15	60	900	0.5	0.8	450.0	337.5		
24	逆变碳刨机	40	10	400	0.4	0.8	160.0	120.0		
25	逆变埋弧焊机	35	40	1400	0.4	0.8	560.0	420.0		
26	其他（照明等）			20	0.8	0.8	16.0	12.0		
0.4kV 设备合计				7537	0.48	0.78	3628.6	2876.1		
10kV 设备合计				700			560.0	420.0		
有功同时系数 $k \Sigma P$					0.85		3084.3			0.4kV
无功同时系数 $k \Sigma q$					0.85			2444.7		0.4kV
低压侧无功补偿容量 (kvar)								1430.9		
低压侧补偿后总负荷						0.95	3084.3	1013.8	3246.6	
拟选变压器容量 2 台 2000 kVA									4000.0	
变压器损耗 ($\Delta P=0.01S, \Delta Q=0.05S$)							40.0	200.0		
低压侧总负荷							3124.3	1213.8	3351.8	
变压器（平均）负载率(%)									83.8	
工程用房总有功负荷（0.4+10kV）合计							3684.3			

12.2.4 电气主接线

电气主接线设计原则：

1、根据本项目电压等级、外部供电电压等级、场地布置及设备特点等因素综合考虑，初拟相应的接线方式。

2、主接线应满足供电可靠、运行灵活、接线简单明了、便于操作检修的原则。

电气主接线框图：

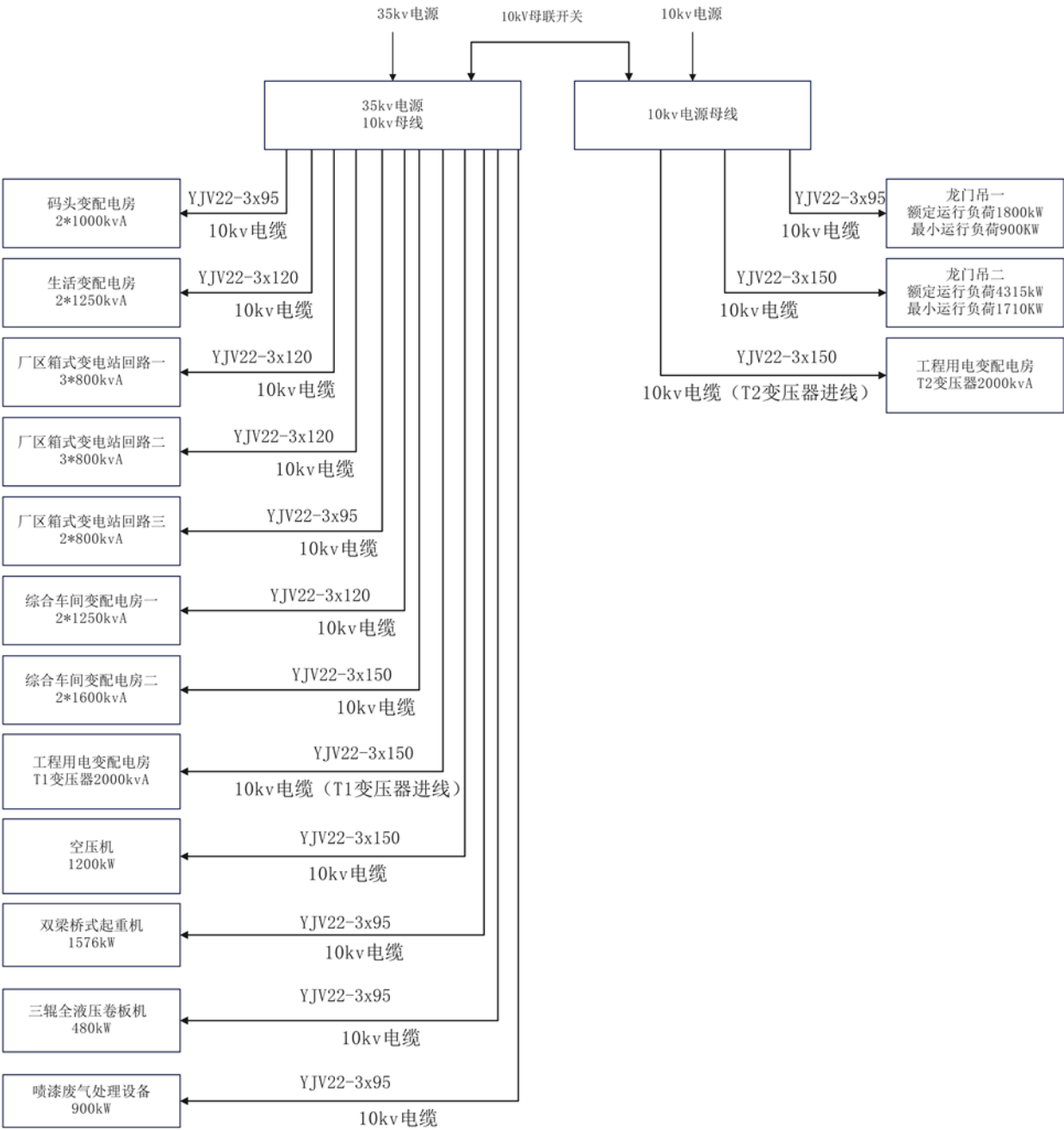


图 12.2-1 电气主接线框图

12.2.5 主要电气设备

12.2.5.1 35kV 变电站

- (1) 高压变压器
- (1) 高压变压器

型式：三相，油浸风冷
额定容量：31.5MVA
额定电压： $(35\pm 3\times 2.5\%)10.5\text{kV}$
联接组别：Dyn11
数量：1 台

(2) 12kV 中压开关柜

型式：空气绝缘开关柜
额定电压：12kV
额定电流：2000A
额定短时耐受电流及持续时间：25kA，4s
额定峰值耐受电流：63kA
数量：4 面

(3) 12kV 中压开关柜

型式：空气绝缘开关柜
额定电压：12kV
额定电流：630A
额定短时耐受电流及持续时间：25kA，4s
额定峰值耐受电流：63kA
数量：26 面

(4) 40.5kV 中压开关柜

型式：空气绝缘开关柜
额定电压：40.5kV
额定电流：1250A
额定短时耐受电流及持续时间：31.5kA，4s
额定峰值耐受电流：63kA
数量：4 面

12.2.5.2 厂区部分

(1) 10/0.4kV 变压器

型式：三相，干式
额定容量：1250VA
额定电压： $(10.5\pm 2\times 2.5\%)0.4\text{kV}$
联接组别：Dyn11
数量：详见供配电（强电）主要设备、材料表

(2) 10/0.4kV 变压器

型式：三相，干式
额定容量：1600VA
额定电压： $(10.5\pm 2\times 2.5\%)0.4\text{kV}$
联接组别：Dyn11
数量：详见供配电（强电）主要设备、材料表

(3) 10/0.4kV 变压器

型式：三相，干式
额定容量：2000VA
额定电压： $(10.5\pm 2\times 2.5\%)0.4\text{kV}$
联接组别：Dyn11
数量：详见供配电（强电）主要设备、材料表

(4) 12kV 中压开关柜

型式：空气绝缘开关柜
额定电压：12kV
额定电流：630A
额定短时耐受电流及持续时间：25kA，4s
额定峰值耐受电流：63kA

数量：详见供配电（强电）主要设备、材料表

(5) 10/0.4kV 箱式变压器

型式：三相，干式，IP65
额定容量：800kVA
额定电压： $(10.5\pm 3\times 2.5\%)0.4\text{kV}$

联接组别： Dyn11

数量： 详见供配电（强电）主要设备、材料表

12.2.5.3 码头部分

引自浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期码头（港池）工程概念设计》相关章节。

(1) 10/0.4kV 变压器

型式： 三相，干式

额定容量： 1000VA

额定电压： $(10.5 \pm 2 \times 2.5\%)0.4\text{kV}$

联接组别： Dyn11

数量： 详见供配电（强电）主要设备、材料表

(2) 12kV 中压开关柜

型式： 空气绝缘开关柜

额定电压： 12kV

额定电流： 630A

额定短时耐受电流及持续时间： 25kA，4s

额定峰值耐受电流： 63kA

数量： 详见供配电（强电）主要设备、材料表

12.2.5.4 生产区部分

(1) 10/0.4kV 变压器

型式： 三相，干式

额定容量： 1250VA

额定电压： $(10.5 \pm 2 \times 2.5\%)0.4\text{kV}$

联接组别： Dyn11

数量： 详见供配电（强电）主要设备、材料表

(2) 12kV 中压开关柜

型式： 空气绝缘开关柜

额定电压： 12kV

额定电流： 630A

额定短时耐受电流及持续时间： 25kA，4s

额定峰值耐受电流： 63kA

数量： 详见供配电（强电）主要设备、材料表

12.3 防雷接地与过电压保护

码头和建筑部分防雷接地详见 12.6 码头电气设计和 12.7 建筑电气设计

12.3.1 防雷保护

本工程在 35kV 电气配电室、各个单体的屋顶设明敷避雷带作接闪器以防直击雷，明敷避雷带在女儿墙上架高 0.3m。引下线利用结构钢筋，接地体利用建筑物基础地梁内二根主筋一周焊通而成。外露屋面金属物体与避雷装置连通。

所有埋地进入各建筑物的电缆，在入户端将电缆金属外皮接地，所有进出本建筑物的金属管道在进出建筑物处就近与接地系统连接。码头、堆场及工艺门机、起重机、装船机等设备外壳应与避雷装置连通。工作接地、保护接地和防雷接地采用共用接地系统，接地电阻不大于 1 欧。

12.3.2 侵入雷电波保护

为防止侵入雷电波对电气设备造成危害，在 35kV 进线起点与终端电缆头处、35kV 进/出线柜内、35kV 母线等处装设避雷器。35/10kV 变压器、10/0.4kV 变压器出口处均装设避雷器。

本工程在 10kV 及低压配电柜内设一级电源浪涌保护器，在现场总配电箱设二级电源浪涌保护器，在供电末端的室内照明箱及仪表箱内设三级电源浪涌保护器。室外配电箱设一级电源浪涌保护器。

本工程 10kV 变压器中性点直接接地系统，接地装置与防雷接地装置极合用，接地电阻要求不大于 4 欧。低压配电保护采用 TN-S 系统。

本工程船舶岸配电装置对于侵入雷电波应采取过电压保护措施；避雷装置和引下线应可靠连接，并考虑腐蚀的影响；电气设备金属部分应可靠接地，接地电阻应符合现行国家标准《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》（GB 50169）的有关规定；本

工程供电系统的接地选用 TN-S 方式。

本工程设置总等电位连接。

12.3.3 接地

本工程采用共用接地方式。防雷接地、变压器中性点接地、电气设备的保护接地、消防监控室、弱电系统等的接地共用统一的接地极，要求接地电阻不大于 1Ω ，实测不满足要求时，增设人工接地极。

35kV 变电站、堆场、龙门吊及室外变配电设备设置以水平接地体为主，以垂直接地体为辅的人工接地网，并满足有关规程的要求。为防止接地装置的腐蚀，接地体材料均采用热镀锌处理。35kV 变电站接地网采用 -80×8 热镀锌扁钢，垂直接地极采用 $L63\times 6$ 角钢， $L=2500\text{mm}$ ，接地电阻不大于 1 欧姆。埋设在土壤中的人工接地体采用不锈钢。

本工程设置总等电位联结，要求建筑物内所有电气设备不带电金属外壳，各种金属支架，进出建筑物的各种金属总管，PE 干线、强、弱电井接地干线，建筑物金属构件等应进行总等电位联结。总等电位联结线采用 BVR 电线或热镀锌扁钢，等电位联结应通过等电位卡子、接线鼻子或抱箍，不允许在金属管道上焊接。

系统各设备的保护接地、工作接地均不得混接，工作接地实现一点接地。所有的屏柜体、打印机等设备的金属壳体可靠接地。

12.4 室外照明

12.4.1 陆域室外照明

在保证照度的前提下优先采用高效节能灯具和使用寿命长光色好的光源，以降低能源损耗和运行费用。

室内照明以高效荧光灯为主；室外景观灯具根据景观布置设置，以庭院灯、草坪灯、埋地灯、踏步灯等多种形式构成，灯具形式于周围环境相协调，烘托优美环境。道路照明采用高杆灯型式，局部采用投光灯，加强特殊时刻照明需求。

12.4.2 码头照明

详见浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期码头（港池）工程概念设计》相关章节。

12.5 线缆及敷设

35kV 和 10kV 电缆采用铜芯交联聚乙烯绝缘电缆，电缆线路主要采用沿电缆沟或桥架敷设，部分线路穿管埋地敷设。

10kV 电缆采用电缆沟形式敷设，并在站区场地中间由北向南设置 4 条 1m×1m 的主电缆沟，用于敷设至配电室的 10kV 配电电缆及室外场地低压电缆。

35kV 降压变高、低压配电室、继电保护室内设电缆沟，电缆沿电缆沟敷设。

电缆构筑物中，电缆引至电气柜、盘或控制屏、台的开孔部位，电缆贯穿墙、楼板的孔洞处，均应实施阻燃封堵。电缆沟道分支处，配电室、控制室入口处均应实施阻燃封堵。

12.6 码头电气设计

详见浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期码头（港池）工程概念设计》相关章节。

12.7 厂房及生产配套区建筑电气设计

12.7.1 负荷分级及配电系统

（1）变配电系统

1) 供电电压

从 35kV 变电所引来 2 回 10kV 电源供电，两路电源同时工作，互为备用。本工程建筑用电引自本工程变配电房。

2) 自备、应急电源

①UPS 不间断电源装置

计算机房、消防监控室、弱电机房等均设集中 UPS 作为不间断电源。

UPS 不间断电源的工作制式，按在线运行连续工作制考虑。

②应急照明采用集中控制型集中电源的疏散照明系统，集中电源分区分层集中设置。

（2）配电系统结线型式及运行方式

低压配电系统采用放射式与树干式相结合的方式，对于单台容量较大的负荷或重要负荷采用放射式供电；对于照明及一般负荷采用树干式与放射式相结合的供电方式。

二级负荷：采用双电源供电，在适当位置互投，消防设备在末端互投。

三级负荷：采用单电源供电。

（3）功率因数补偿

1) 在变配电室低压侧设功率因数集中自动补偿装置，电容器组采用自动循环投切方式，补偿后 10kV 侧功率因数不小于 0.95。

2) 荧光灯、气体放电灯，单灯就地补偿，使荧光灯的功率因数不小于 0.9，高强气体放电灯不小于 0.85。

（4）低压进出线路的型号及敷设方式

低压 220/380V 线路：非消防线路选用低烟无卤型阻燃交联聚乙烯绝缘电力电缆，消防线路根据敷设方式不同选用低烟无卤型阻燃耐火交联聚乙烯绝缘电力电缆和矿物绝缘电力电缆。

（5）导线均采用低烟无卤型阻燃、耐火 BYJ 铜芯线穿保护钢管暗敷或明敷。线路穿金属管敷设时，室内干线采用 SC 管保护，末端分支线采用 JDG 管保护，各种金属保护管壁厚满足产品相关的技术规定，且最小不得小于 1.5mm。金属管连接方式采用套管紧定连接或螺纹连接。线管要求进行防腐处理：预埋在混凝土中的管子内壁需做防腐处理，其它场所内、外壁均做防腐处理。

（6）灯开关选用 86 型翘板开关暗装，插座选用 86 型安全插座暗装，所有安装在地下室、机房、剪力墙及强电井内配电箱、控制箱均采用明装，其余公共场所采用暗装。

（7）本工程生活水泵、空调器采用变频启动，消防水泵采用降压启动，其余电动机均采用直接启动方式启动；消防风机、消防水泵采用消防联动，潜水泵由液位计控制启停。

（8）本工程充电桩数量按相关要求配置。“慢充”设备采用交流充电桩形式，供电采用 AC220V 单相电源，容量为 7kW。“快充”设备采用直流充电桩形式，供电采用 DC380V 三相电源，容量为 30kW。

12.7.2 电气照明

（1）照明种类及照度标准

1) 照明种类：照明分正常照明、应急照明、值班照明、景观照明。

室内照明照度标准按《建筑照明设计标准》GB50034 和《建筑节能与可再生能源利

用通用规范》GB55015 规定的标准值选取。室外按《城市夜景照明设计规范》JGJ/T163 规定的标准值选取。

表 12.7-1 主要场所照度及照明功率密度

场所名称	各项指标			
	照度 (lx)	功率密度 (W/m ²)	显色指数 Ra	统一眩光值 URG
走道	100	4	≥60	≤25
办公室	300	8	≥80	≤19
管理用房	300	8	≥80	≤19
门厅、电梯厅	150	6	≥60	-
一般控制室	300	8	≥80	≤22
主控制室	500	13.5	≥80	≤19
卫生间	150	5	≥80	≤19
风机房、空调机房	100	3.5	≥80	-
变配电所	200	-	≥80	≤19

室内所有场所的照明功率密度值按现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 和《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015 规定的目标值执行。

2) 主要光源

光源选用以高效和节能为原则，在走道、前厅、楼梯间等公共场所以 LED 灯、节能灯为主要光源，汽车库以 LED 灯为主要光源，会议室等以 LED 灯为主要光源；用于应急照明的光源采用快速点亮的光源；室外照明采用 LED 灯。

3) 景观/室外照明设计

- ① 景观及室外照明由泛光照明专业设计，电气设计配合。
- ② 室外照明的照度值及 LPD 值按《城市夜景照明设计规范》JGJ/T 163-2008 执行。
- ③ 室外照明的控制纳入建筑设备监控系统统一管理。

4) 照明线路的选择及敷设方式

① 照明、插座分别由不同的支路供电，且均为单相三线。除注明者外，照明支路导线采用 2.5mm² 导线穿管敷设；插座支路导线采用 2.5mm² 导线穿管敷设。

② 所有插座回路（2.2m 以上空调插座除外）、电开水器回路、室外照明灯具回路

均设剩余电流断路器保护。所有灯具除图中特别注明外均采用 I 类灯具，需专设一根 PE 线。

③ 室外线路采用导线穿管敷设，金属灯杆、灯具外壳等外露可导电部分做保护接地。

5) 主要场所照明控制

① 设备用房等处的照明采用就地设置照明开关控制；

② 走廊、楼梯间、门厅等公共场所的照明采用集中控制，并接入智能照明控制系统。

③ 室外照明采用分区、分组集中控制。除采用光控、时间控制等自动控制方式外，还具有手动控制功能；设有深夜减光控制；

(2) 应急照明

1) 疏散照明：建筑内疏散照明的地面最低水平照度应符合：疏散楼梯间、疏散楼梯间的前室或合用前室、避难走道及其前室、避难层、避难间、消防专用通道，不应低于 10.0lx；疏散走道、人员密集的场所，不应低于 3.0lx；上述规定场所外的其他场所，不应低于 1.0lx。应急照明双电源末端切换箱按防火分区设置，若按防火分区设置有困难时，由临近防火分区内的应急照明配电箱引单独回路供电。本次设计采用智能应急照明疏散系统。应急照明配电箱按防火分区设置。

2) 备用照明：在消防控制室、配电室、消防水泵房、消防风机房等处按 100%设置备用照明；其它公共场所的备用照明按正常照明的 10%~15%设置。消防工作区域（如消防控制室、配电室、消防水泵房、消防风机房等）用照明最少持续供电时间不少于 180min，且不低于正常照明照度。备用照明电源均接自其内的双电源末端切换箱，以保证应急时持续供电时间不小于 180min 及不低于正常照度的要求。

3) 本工程疏散应急照明系统采用集中电源集中控制消防应急照明和疏散指示系统。其中控制主机设置在消防控制室，分配电装置在各配电小间或强电竖井设置。消防应急灯具由厂家配套提供，供电电源为 DC24V。

12.7.3 防雷

(1) 本工程根据规范要求要求进行防雷设计。

(2) 本工程防雷装置设置分外部防雷装置和内部防雷装置，并采取防闪电电涌侵入

等措施。

1) 外部防雷装置：防直击雷，由接闪器、引下线及接地装置等组成；

2) 内部防雷装置：与防雷装置做等电位连接，包括建筑物金属体、金属装置、建筑物内系统、进出建筑物的金属管线等。

(3) 接闪器：本工程女儿墙、檐口等易受雷击的部位明敷接闪带，接闪带采用 $\phi 12$ 热镀锌圆钢。屋面处暗敷 -40×4 热镀锌扁钢，并在整个屋面组成不大于 $10\text{m} \times 10\text{m}/12\text{m} \times 8\text{m}$ 的接闪网格。突出屋顶的所有金属物体、金属构件和屋顶防雷装置相连，非金属物体加装接闪器并和屋顶防雷装置相连。

(4) 引下线：利用所有垂直支柱（钢筋混凝土柱子、钢构件等内钢筋）作为防雷引下线，防雷引下线（钢筋混凝土柱子、钢构件等内钢筋）上端与接闪带焊接，下端与建筑物基础地梁及基础底板内的钢筋（基础接地体）连接。引下线沿建筑物四周均匀对称布置，其间距沿周长计算不应大于 18m 。

(5) 接地装置：利用建筑基础构件内钢筋作接地装置，如桩基、地梁及基础底板内钢筋。钢筋之间的连接采用土建施工的绑扎法、螺丝、对焊或搭焊连接，且构件之间连接成电气通路。利用作为接地体的钢筋埋深不小于 0.5m 。

(6) 为防止闪电电涌侵入，穿过各防雷区界面的金属物和建筑物内系统，以及在一个防雷区内部的金属物和建筑物内系统，均在界面处附近作等电位联结。如进入建筑物的各种线路（包括电缆金属外皮、弱电线路的金属屏蔽层、光缆的加强筋等）及金属管道采用全线埋地引入，并在入户端，就近与接地装置相连或接至等电位联结端子板，实现等电位联结。数据中心内所有设备的金属外壳、各类金属管道、金属线槽、建筑物金属结构等必须进行等电位联结并接地。

(7) 防雷击电磁脉冲

1) 根据建筑物电子信息系统的重要性、使用性质和价值，将本工程建筑物电子信息系统的雷电防护等级定为 C 级。

2) 过电压保护：

① 变配电所高压侧各相上装设避雷器。

② 低压侧（配电主柜处）装设 I 级试验的电涌保护器作为第 1 级防雷击电磁脉冲过电压保护装置。LPZ0 区的配电箱（柜）及所有电子设备的终端配电箱（柜）内应设置

电涌保护器。

③ 进入通讯网络机房、电梯机房、消控室等含有重要电子设备负荷的配电设施，装设 II 级及以下试验的电涌保护器作为第 2 级防雷击电磁脉冲过电压保护装置。

④ 固定在建筑物上的节日彩灯及其它用电设备和线路，在配电箱开关电源侧装设 II 级试验的电涌保护器。

12.7.4 接地及安全措施

(1) 本工程采用共用接地方式。防雷接地、变压器中性点接地、电气设备的保护接地、消防监控室、弱电系统等的接地共用统一的接地极，要求接地电阻不大于 1Ω ，实测不满足要求时，增设人工接地极。

(2) 本工程低压配电接地型式采用 TN-S 系统；室外景观照明中距建筑外墙 20m 以内的设施，与室内系统的接地型式一致，距建筑物外墙大于 20m 采用 TT 接地型式。

(3) 本工程设置总等电位联结，要求建筑物内所有电气设备不带电金属外壳，各种金属支架，进出建筑物的各种金属总管，PE 干线、强、弱电井接地干线，建筑物金属构件等应进行总等电位联结。总等电位联结线采用 BVR 电线或热镀锌扁钢，等电位联结应通过等电位卡子、接线鼻子或抱箍，不允许在金属管道上焊接。

(4) 电梯机房、水泵房、有洗浴设备的卫生淋浴间等场所设辅助等电位联结端子箱（板）。

(5) 从配变电所敷设至强电竖井内的桥架上敷设一条-40x4 的热镀锌扁钢，将配变电所接地与强电竖井的接地干线相连。所有强、弱电竖井内均垂直敷设一条-40x4 的热镀锌扁钢，作为接地干线，其下端与基础接地装置可靠连接。竖井内每层距地 0.5m 水平敷设一条-40x4 的热镀锌扁钢作为楼层等电位联结带，且与垂直接地干线可靠连通，并将本楼层地板钢筋、PE 干线、电缆桥架、强弱电配电箱（柜）或配线箱（柜）金属外壳作等电位联结。等电位联结线采用 BVR-1X25 或-25x4 热镀锌扁钢。

(6) 水平敷设的金属电缆桥架及其支架，除各段桥架间采用 4mm^2 的编织铜线相连外，均采用-25x4 热镀锌扁钢作接地干线沿支架与桥架平行敷设，该接地干线全长不少于两处接地，并与竖井内接地干线相连。桥架全长不大于 30m 时，不少于两处与接地干线连接；全长大于 30m 时，每隔 20m 增加一个连接点，且始端、终端均可靠连接。所有连接均通过螺栓连接。

(7) 与建筑物组合在一起的金属件，如电梯轨道、金属地板、金属门框架、设备管道等大尺寸的内部导电物，其等电位联结以最短路径连到最近的等电位联结带或附近混凝土内钢筋，各导电物可附加多次连接。

12.7.5 电气消防

(1) 本工程采用两路双重电源供电，当一电源发生故障时，另一电源不应同时受到损坏，甲类厂房及甲类仓库消防用电为一级负荷，消控室、消防风机、消防水泵、应急照明等消防用电负荷为二级负荷，上述负荷采用双电源末端自投供电。

(2) 本工程采用集中报警系统。

(3) 火灾自动报警系统设计范围：火灾报警系统、消防联动控制系统、消防应急广播系统、消防电话系统、电气火灾监控系统、消防电源检测系统、防火门监控系统、系统供电及布线等。

(4) 消防控制室

1)本工程设消防控制室，位于一层，不应设置在厕所、浴室或其他潮湿、易积水场所的正下方或与其贴邻；应远离强振动源和强噪声源的场所，当不能避免时，应采取有效的隔振、消声和隔声措施；机房应远离强电磁场干扰场所，当不能避免时，应采取有效的电磁屏蔽措施。消控室入口处设置明显的标志，且设有直通室外的安全出口。消防控制室应采取防水淹的技术措施。

2)消防控制室内设置的消防设备应包括火灾报警控制器、消防联动控制器、消防控制室图形显示装置、消防专用电话总机、消防应急广播控制装置、消防应急照明和疏散指示系统控制装置、消防电源监控器、防火门监控器等设备或具有相应功能的组合设备。

3)消防控制室内设有直接报警的外线电话。

(5) 火灾探测报警系统:火灾探测器采用智能型点式感烟、感温探测器。

(6) 消防联动控制系统

消防控制室内设置联动控制台，其控制方式分为自动/手动控制、手动直接启动控制。通过联动控制台，可实现对消火栓系统、自动喷水系统、防排烟系统、防火门、火灾应急广播、火灾应急照明等的监视及控制。火灾发生时可手动/自动切断空调机组、通风机及其他非消防电源。

(7) 消防电源及系统接地

1)供电电源：消控监控中心、消防用电设备及应急照明等消防用电均采用双电源供电，除防火卷帘以外的消防用电设备均在最末端配电箱处设双重电源自动切换装置。消防用电设备均采用专用的供电回路，消防用电设备配电箱应设置明显标志,并采取防火保护措施。其配电线路和控制回路按防火分区划分。为消防水泵、防排烟风机和消防电梯等的配电线路，断路器不应设置过负荷保护，过负荷报警应采用电动机控制回路的热继电器的报警信号。另火灾报警控制器还配备 UPS 作为备用电源。

2)系统接地：消防系统接地与建筑共用接地装置合一，在消防控制室设专用接地端子箱，并设独立引下线，引至接地装置，引下线采用 BVR-25 铜芯绝缘导线穿硬塑料管，要求接地电阻不大于 1 欧。

（13） 消防系统线路的选型及敷设方式

1)信号总线：WDZN-RYJS-2x1.5；电源支线：WDZN-BYJ-2x2.5；电源干线：WDZN-BYJ-2x6；消防电话线：WDZN-RYJS-2x1.5；消防广播线：WDZN-RYJS-2x2.5。

2)各传输线路穿金属管、金属线槽敷设，当采用金属管暗敷时，敷设在不燃烧体的结构层内，其保护层厚度不应小于 30mm。当采用明敷时(含吊顶内敷设)，在金属管或金属线槽上喷涂丙稀酸乳胶防火涂料。吊顶内由顶板接线盒或线槽内引出至消防设备的一段线路要求穿防火可挠金属电线保护管。

（14） 应急照明系统

1)疏散照明：建筑内疏散照明的地面最低水平照度应符合：疏散楼梯间、疏散楼梯间的前室或合用前室、避难走道及其前室、避难层、避难间、消防专用通道，不应低于 10.0lx；疏散走道、人员密集的场所，不应低于 3.0lx；上述规定场所外的其他场所，不应低于 1.0lx。本次设计采用智能应急照明疏散系统。应急照明双电源末端切换箱按防火分区设置。

消防疏散照明电池供电时间：火灾状态下不小于 1 小时；在非火灾状态下，系统主电源断电后，消防疏散照明灯具持续应急点亮时间不超过 30 分钟，消防疏散照明电池供电的持续工作时间应额外增加 30 分钟(本工程消防疏散照明电池供电时间合计不小于 60+30=90 分钟)，且电池达到使用寿命周期后标称的剩余容量应保证放电时间满足上述持续工作时间。

2)备用照明：在消防控制室、电话总机房、变配电室、消防水泵房、消防风机房等

处设置备用照明；照度要求：消防控制室、电话总机房、变配电室、消防水泵房、消防风机房等火灾时需坚持工作的场所，按 100%设置备用照明；其它公共场所的备用照明按正常照明的 10%~15%设置。消防工作区域(如消防控制室、电话总机房、配电室、消防水泵房、消防风机房等)用照明最少持续供电时间不少于 180min，且不低于正常照明照度。备用照明电源均接自其内的双电源末端切换箱，以保证应急时持续供电时间不小于 180min 及不低于正常照度的要求。

疏散照明应在消防控制室集中手动、自动控制。不得利用切断消防电源的方式直接强启疏散照明灯。

（15） 其他

火灾自动报警系统的每个回路地址编码总数预留 10%~15%的余量。

建筑内的电缆井、管道井应在每层楼板处采用不低于楼板耐火极限的不燃材料或防火封堵材料封堵。建筑内的电缆井、管道井与房间、走道等相连通的孔隙应采用防火封堵材料封堵。

在进入建筑物前和设备间内的管道上均应设置自动和手动切断阀；储油间的油箱应密闭且应设置通向室外的通气管，通气管应设置带阻火器的呼吸阀，油箱的下部应设置防止油品流散的设施。

12.7.6 电气抗震设计

（1） 按规范要求建筑机电工程应进行抗震设计。

建筑机电工程设施抗震设计应以建筑结构设计为基准，对与建筑结构的连接件应采取措施进行设防。对重力不大于 1.8kN 的设备或吊杆计算长度不大于 300mm 的吊杆悬挂管道，可不进行设防。

需进行抗震设防的大于 1.8kN 的电气设备包含以下内容：

- 1) 悬吊管道中重力大于 1.8kN 的设备；
- 2) 对于内径大于等于 60mm 的电气配管及重力大于等于 150N/m 的电缆梯架、电缆槽盒。

12.8 主要电气设备材料表

详见第二篇 主要设备与材料 电气章节。

第 13 章 控制

13.1 设计范围

本工程控制及计算机管理系统设计范围包括：整个港区的门座式起重机、造船门机等工艺设备控制，桥式起重机、半门式起重机等厂区设备控制；照明控制系统、火灾自动报警系统及计算机管理等系统等内容的设计。

13.2 控制系统

13.2.1 控制系统组成

本工程在综合办公楼信息中心内设置一套 PLC 控制主站，在变电所、车间、堆场设置现场区域站。PLC 控制主站和现场区域站之间通过光缆连接通信，实现信息交互和信号连锁。各门机、桥式起重机、水泵等设备附近设置智能数据终端及智能定位终端，采集相关设备信号，

实现工艺设备的控制。门机、桥机自带独立 PLC 控制系统，通过光缆经工业以太网交换机接入 PLC 控制主站，进行数据通讯，同时以硬线接入进行连锁控制。

控制室配置：工程师工作站、工业以太网交换机、PLC、智能数据终端、智能定位终端、打印机、控制机柜等。

现场区域站配置：电源模块、区域智能网络控制器、智能数据终端、智能定位终端、连接电缆、机柜等。

13.2.2 控制系统功能

- (1) 设备故障及保护信号检测。
- (2) 流程设备现场控制信号检测。
- “现场/中控”、启动、停止、紧停信号的检测。
- (3) 门机、桥机等工艺设备与控制系统通信。
- (4) 流程设备连锁控制

13.3 计算机管理系统

13.3.1 计算机管理系统组成

计算机管理系统由计算机网络系统及计算机管理系统组成。

（1）计算机网络系统

本工程设计一套信息管理网络系统，信息中心设在陆域综合办公楼内，信息网络系统由综合布线、信息交换和信息处理构成。信息系统布线室外管道部分由通信专业设计；信息交换采用快速交换式以太网络，配置核心交换机和接入式部门交换机，核心交换机采用框架式模块化配置，方便系统升级；在变电所、厂区车间等单体设置部门交换机，部门交换机采用固定式。信息处理系统主要配置数据库服务器，数据库服务器采用双机热备并配置硬盘阵列。同时还配置 WEB、OA 及其它应用服务器。

（2）计算机管理系统

按照港区的车间工艺工作流程和管理要求，港区计算机管理系统包括但不限于的功能模块如：资料录入、市场管理、单证管理、合同管理、堆场管理、OA 系统、计划与调度、设备管理、统计查询、计费管理、系统维护等功能。

13.3.2 软件配置

系统软件：服务器操作系统由服务器厂商生产配套，数据库服务器操作系统采用 ORACLE，客户端工作站采用 WINDOWS 操作系统，以及相应的网络设备管理软件和防病毒软件等。

13.4 设备远程监控系统

设备远程监测系统由机上设备、传输系统和监控中心组成。

门机和龙门吊吊远程监测系统的机上设备包括工控机和有线网卡，通过光缆接入监控中心。场桥远程监测系统的机上设备包括工控机和无线网卡，通过无线 AP 接入监控中心。

监控中心包括服务器、交换机、监控微机等设备，在服务器上安装设备远程监控平台软件。

13.5 火灾自动报警系统

本工程在综合办公楼首层设置消防控制室，火灾自动报警系统采用控制中心报警方式，消防控制室内设置火灾报警及消防联动控制器、光纤测温监控、电气火灾监控、消防电源监控、应急照明控制器等。

13.6 照明控制系统

1) 灯杆照明灯具控制方式选择：

中控室集中控制；现场照明控制箱就地控制，并以就地优先控制。

2) 控制系统故障均能在监控计算机画面上显示。

本工程码头控制系统主要为照明控制系统，照明系统主要包括码头、陆域灯杆的照明控制，目的是方便操作及节能，照明控制系统应根据照度、时间、工作时段和非工作时段对照度的要求，分别实现对照明灯具的状态监视及控制，做到区域照明部分的开和关功能。同时还可以监测区域照明灯的工作状况，打印设备实时记录照明控制系统的运行情况。

13.7 控制电缆敷设

13.7.1 线缆规格

码头制系统光缆选用 GYTA53 系列单模铠装光缆，控制电缆选用 KVVVP 系列的屏蔽控制电缆；电缆桥架选择热浸锌槽式电缆桥架，规格为 C200x150。

室外光缆全部采用室外管道用单模光缆，火灾报警电缆采用 RVSP 通讯电缆和 ZN-BV 供电电缆。

13.7.2 电缆路径及敷设方式

控制线缆在码头部分沿热浸锌槽式电缆桥架敷设，在陆域部分沿管井敷设；电缆管道采用塑料栅格管，弱电管道全线混凝土包封。引至灯杆的线缆穿镀锌焊接钢管敷设。室外控制线缆沿通信管道敷设，局部沿强电管道敷设。除引桥部分沿桥架敷设外，其余部分穿管敷设。

第 14 章 信息与通信

14.1 概述

通信是港口生产管理的必要手段，是港口建设的重要配套设施，必须建设适宜现代化港口运输所需的通信设施。根据本工程的特点，通信内容包括有线电话、有线生产调度电话、无线调度通信、宽带网络接入与电子数据交换、消防专用通信、工业电视系统、安全防护、港口综合信息传输线路和辅助设施等。

14.2 有线电话系统

本工程利用电信交换机作港区虚拟交换机，电信机房设置在综合办公楼内，该系统纳入当地电信虚拟交换网。港区光缆与当地电话网络在通信机房做交接。通信机房设备配置由当地通信部门负责实施。

14.3 消防专用通信

港区消防通信利用港区有线电话系统与无线集群通信系统，在消防楼控制室设置多部有线电话机，其中一部作为港区 119 报警专用电话机，用于港区无线火灾接警。同时消防人员配备无线集群手持台，用于消防人员出警时与消防楼控制室联系。另在综合办公楼的消防控制室设置港区火灾报警 CRT 可及时发现港区火灾报警发出的火灾报警信号。

14.4 视频监控系統

本工程在综合办公楼底层的消防控制室设置一套火灾报警集中控制器，在消防楼控制室设置火灾报警 CRT，手动控制台、消防电话主机等设备；在变电所、综合办公楼、生产车间、仓库等建筑物内设置区域火灾报警控制器，感烟探测器、手动报警按钮-104，另外在变电所内设置感温电缆等设备火灾报警控制器一旦接受到感烟探测器、手动报警按钮的报警信号，立即向所报区域发出声光报警，显示并记录火灾报警时间，及自动打印数据。并切断非消防电源等，同时将火灾信号传送到火灾报警集中控制器与火灾报警 CRT 上，使消防部门能快速处置火灾突发事件，尽量减少人员与财产损失，确保港区人员与财产安全。

14.5 综合信息传输路线

在变电所、综合办公楼、生产车间等建筑内采用综合布线，综合布线采用 6 类布线标准。

14.6 辅助设施

调度室、通信机房均设置在综合办公楼底层，通信机房内配置一台 380V 20kVA 主机及 1 小时蓄电池。

POWERCHINA HUADONG

第 15 章 智慧港口

15.1 规划设计范围及主要设计内容

本工程主要设计范围为浙江（华东）深远海风电母港核心区一期工程包括约 650 亩导管架、钢管桩、塔筒加工厂房及总装区及港口码头等区域。主要设计内容为以打造未来数智港区为目标，构建风电母港智慧化架构体系。主要建设内容包括智慧港口硬件基础设施、数据资源体系，应用支撑体系及涵盖一期：建设、二期：制造、监造、招商、管理、运维的业务应用体系。

15.2 数字化需求分析

15.2.1 建设管理场景需求分析

深远海风电母港工程建设过程中涉及多个开发子项目、多个专业，整个建设项目是一个具有大型化、综合化、复杂化和多样化的工程项目群，项目体量大、关键的施工工艺与专项方案多、部分分部分项工程施工难度大、精度要求高；同时，由于传统的项目群管理手段无法解决组织内部冲突，主要侧重在单个项目的管理，沟通与流程繁琐，部分也是通过纸质表单或者非正式的沟通形式，可能存在遗漏或者信息传递偏差，这对项目执行可能会产生一定的影响；另一方面，风电母港工程建设周期短，工期任务紧张，且靠近海边，施工条件也容易收到天气及台风影响，不可控的因素较多，涉及工作面多，多个工作面之间资源、用地、机械存在一定冲突，对项目进度管理要求及资源调配要求高。

（1）项目建设管理平台需求分析

1) 业务管理需求

项目执行过程中的质量、安全、进度控制尤为重要，亟需引入数字化技术，在质量、安全、进度方面进行数字化业务赋能，保障项目安全生产、进度动态可控可调，完成既定完工时间的目标、关键施工工序质量可控；

2) 组织协调需求

在组织管理方面，需要基于数字化建设管理场景带来的全局性、系统性协同管理的能力，处理海量的工程进度、质量、安全方面业务流程信息，开展业务流程数字化审批

工作，消除其中的信息孤岛，确保业务流程有留痕，业务过程有落实，业务环节有闭环；

3) 数据集成与共享需求

项目建设管理平台需要能够集成多源项目数据，进行一平台的数据集成，同时也需要向监管侧或者业主业务系统、政府管控数据平台进行必要的数据共享，同时为保障竣工后的数字化运维工作，还需要拥有数字化竣工交付移交的能力。

4) 重点工序提质增效的需求

对项目重要的施工环节，相比传统的管理方式，引入数字化的技术应用进行提质增效，利用数字化优势对关键工序进行全方面多维度的有效管理，结合物联感知设备的应用，实现重点工序各个环节的精确控制，保障重点工序的质量、进度、安全。

5) 项目支付状态管控的需求

对项目支付方面，进行动态的管控，确保项目资金支付计划与项目现有资金状况能够平衡，同时监管对下的支付状况，确保农民工工资得到相应的保障。

(2) 现场管理（集成智慧工地）需求分析

1) 感知设备集成需求：

现场视频监控设备及物联感知设备多，但是不同监控设备的接口方式，对接基础平台不同，物联感知设备的接口协议也各不相同，需要将所有的设备进行统一的管理，汇聚集成项目的感知数据，提高项目对工程现场的远程管理水平，利用信息化对建筑施工安全生产进行“智能化”监管。

2) 感知数据分析需求：

对感知设备集成后的数据，基于不同的智慧工地业务场景，开展相关的数据分析，具体包括监控设备的位置情况、项目作业人员与管理人员的数据信息、环境感知方面的数据信息、机械设备的运转信息及维保信息等进行汇入后的分析。

3) 数据应用的需求

基于分析后的感知数据，可以开展智慧化的应用，例如对人员数据分析后，关联工资支付应用；对机械设备数据分析后，可以监管机械设备的运转状态，出现情况的及时开展处置工作；环境数据超标后可以及时进行通知告知，并联动相关设备。

(3) 项目一点通需求分析

1) 综合办公需求

基于工程项目现场化的项目特点，建设管理场景的需要能在办公区及作业区都能发挥其使用价值，因此综合办公方面的基本的信息查询也需要同步在移动端可以实现，并可以基于移动端开展基础的审批工作。

2) 业务办公需求

在安全与质量方面，可以基于移动端进行巡查及相关问题的发起，现场处置后，也可以利用移动端第一时间来闭环相关环节，确保流程的流转不受现实场景的限制。

3) 智慧化检索的需求

本项目设计的表单及数据众多，移动端窗口小，查询内容相对 PC 端存在一定的不便，因此需要有用智慧化检索的业务能力，在表单及信息查询方面可以快速定位有效信息，提升移动端系统办公查询的效率。

15.2.2 智能制造场景需求分析

智能制造场景包括工厂综合管理平台、工艺仿真优化、制造执行系统、企业资源计划系统、智能仓储物流等功能模块，不在本期项目内实施。

15.2.3 智能监造场景需求分析

能监造场景包括看板总览、监造状态、设备进度、设备发运进度、质量问题、检验报告等功能模块，不在本期项目内实施。

15.2.4 港区管理场景需求分析

港区管理场景包括港区综合管理系统、港区智慧车辆系统、港区智慧人员系统、港区智慧安防系统、港区智慧巡查系统等功能模块，不在本期项目内实施。

15.2.5 风电场运维场景需求分析

风电场运维场景母港监视（情报）统筹、海洋气象预报服务、船只调度管理、物资管理、人员安全管理、无人智能设备辅助、培训支撑等功能模块，不在本期项目内实施。

15.2.6 产业协同场景需求分析

为支持港区产业生态闭环，建设产业协同场景，为母港的产业招商、运营管理等方

面提供全面且定制化的数字化服务，推动母港产业的协同运作与高质量发展。场景包含

云上空间、产业招商、政策迅达、产业智链、运营监控及 B2B 风电行业交易等功能，不在本期项目内实施。

15.3 与母港建设单位既有信息化系统建设边界分析

在本工程智慧港口建设过程中需要对母港建设单位（浙江海风温州母港发展有限公司）既有信息化系统进行分析，母港公司已有基础的企业信息化系统、智慧工系统和 PMS 项目管理系统。明确建设边界划分原则如下：

避免重复建设：充分利用现有系统的软硬件资源，避免功能重叠。

兼容性与扩展性：新系统需兼容既有系统的接口和数据标准，并预留未来扩展空间。

数据共享与安全：明确数据所有权、共享范围和访问权限，确保网络安全。

责任清晰化：界定双方在系统开发、运维、升级中的职责。

15.4 方案总体设计

15.4.1 总体建设目标

基于时空大数据+AI 智能辅助技术，实现母港建设智能化、移交数字化，构建与现实同生共长的数字孪生港区。

（1）本期建设内容及目标

围绕一期母港海上风电风机总装、核心部件制造两大功能布局，以数字化能力服务于风电母港的建设全过程，为构建数字孪生港区奠定基础。本期主要建设场景聚焦于智慧工地、智慧建管，核心在于解决母港建设过程中的施工管理、制造效率监管等紧迫问题，提升短期效益，展现数字化建设的初步成效

（2）二期建设内容及目标

以港产城一体化发展为总体目标，进一步聚焦于技术创新与产业升级，引入智能制造、产业智链等核心技术，发挥数据效能，推动深远海风电母港从“产业基地型港”迈向“零碳风电港，未来能源城”。本期主要规划建设内容是智能制造场景中的生产运营智慧化全面升级以及产业协同发展场景中全产业链整合等相关内容。

15.4.2 系统总体架构设计

以打造未来数智港区为总体目标，参照浙江省数字化改革整体体系框架要求，建设

完善基础设施、数据资源、应用支撑、业务应用、政策制度、标准规范、组织保障、政务网络安全“四横四纵”八大体系，构建“1+1+5+6+X”的风电母港智慧化平台运行架构。



图 15.4-1 系统总体架构

“1”个基础设施层涵盖母港建设、生产、运行全过程中涉及到的智慧化硬件基础设施。包括建设期智慧工地相关，运营与运维期配套各类硬件基础设施。同时为便于支撑项目各类业务系统全生命周期的运行安全保障，最大限度进行算力调配，本工程中涉及到的计算存储服务器资源集中建设多系统共用模式。

数据资源层涵盖本工程所有业务系统运行相关的各类数据，包括港区整体地理信息数据，港区物联感知相关数据，生产作业区重点区域的 BIM 模型数据，港产城一体化协同发展过程中产业发展、服务配套等各类数据。借助应用支撑体系中标准化数据治理工具，形成本工程多维度数据资源体系，支撑各类场景的功能建设。

应用支撑层是平台公共能力支撑层，集成各类业务场景的共性能力，；连接数据资源层与业务应用层。包含统一物联感知中心、统一数据治理中心、统一可视化能力中心、统一 AI 赋能中心以及统一业务支撑中心五大能力中心。统一物联感知中心负责对本工程各类型物联网数据的标准化采集、管理；数据治理中心包含数据治理各类工具，对本工程对业务系统多来源数据进行规范化治理，挖掘数据价值；统一可视化能力中心包含对二维图表、三维模型等数据的展示交互设计，包括智能 BI、全融合三维引擎等工具。统一 AI 赋能中心讲集成项目各类场景里需要的共性 AI 能力，包括常规视频分析算法、基础大模型等能力，同时能够对系统各类算法进行在线调试，流程化部署应用等；统一

业务支撑中心将汇聚系统开发的常规工具及组件，如统一权限管理、统一流程管理、统一消息中心等等，

应用场景层是直面业务需求的层级。依据前期可研阶段对母港智慧化相关的定位，本工程主要应用场景分为建管，预留二期制造、监造、港区管理、风电运维、产业协同 5 大类型场景。

15.5 应用场景层功能设计

15.5.1 智慧建管场景

基于项目智慧建管场景的相关需求，打造智慧工地+数字建管双核驱动的母港智慧建设管理，数字建管以 BIM 模型为载体，赋能 EPC 全过程管理，打通母港设计施工壁垒，打造融汇五方建设主体的数字化管理平台，实现全员参与、全过程参与、全方位参与的数字化管控；智慧工地以 IOT+大数据+5G 网络为核心，打造全面感知、双重预防、智能调度、安全生产的智慧化平台，实现对安全文明施工的进一步提升，整体智慧建管场景的框架如下图所示：

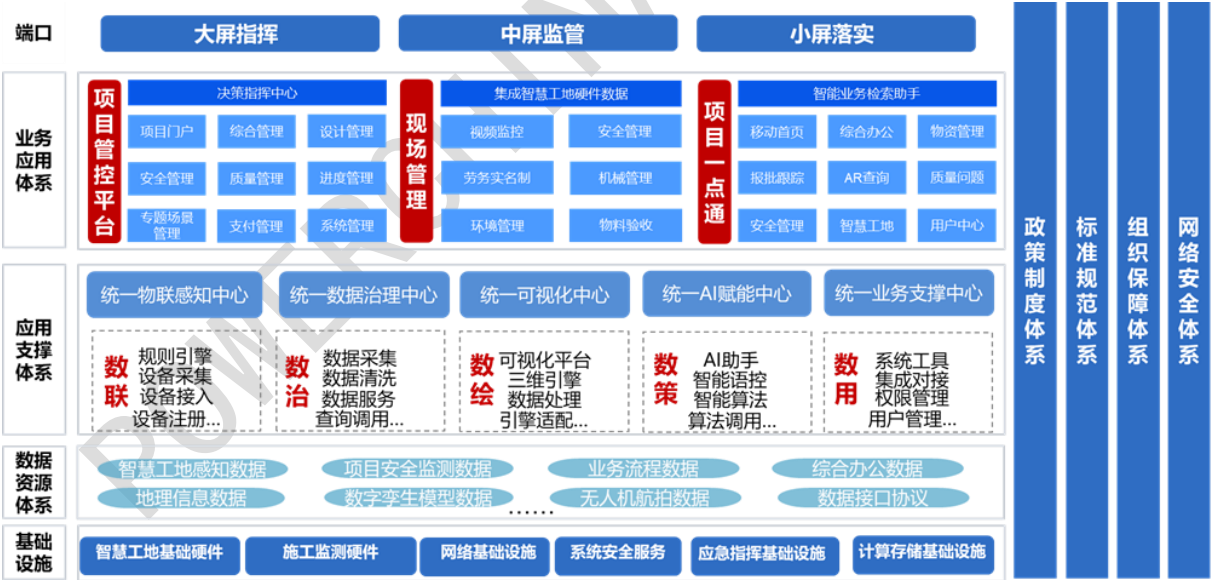


图 1.5-1 智慧建管场景的框架

15.5.1.1 项目建设管理平台

以 BIM+GIS 为数字底座，应用 IOT+大数据+AI 等技术，开展项目三管三控一协调核心业务的数字化业务赋能，搭建五方建设主体协同工作的项目建设管理平台，对项目建设期业务数据进行集成、分析、处理、存储、应用，协助项目进行科学化的管理。

（1）决策指挥中心

于 BIM+GIS 技术，动态展示母港一期建设进度、质量、安全、智慧工地等核心要素，实现一屏统览。二期可扩展数字监造、智能制造、港区运维、风电运维、产业招商等统计分析数据。



图 15.5-2 决策指挥总看板效果图

① 综合展示

综合大屏既指挥看板的首页大屏，需要综合展示项目进度、质量、安全的关键看板数据，对必要的信息，能够交互在 BIM 或 GIS 场景中进行落位。对主要项目管理者实现一张图统览项目整体进展与项目运行状态。

② 质量管理专题

质量管理大屏为质量维度的专题大屏，展示质量方面的汇总数据，包括质量问题的分布、质量问题的闭环情况，同时可以将质量问题落位在 GIS 地图及 BIM 模型上，周期性的可以集中反馈质量问题的总体分布状况、数量、程度以及闭环处理情况。

③ 进度管理专题

进度管理大屏主要反馈现场的实际进展状态，包括 GIS 总图上反应大致的平面进展状态，同时结合各类数据、图表（例如产值完成情况数据、柱状图、S 型曲线）等进行有效反应。也可以考虑利用基于 BIM 模型的进行可视化展示，管理人员可以在此大屏场景获取进度相关的核心信息。

④ 安全管理专题

安全管理大屏主要反馈现场的安全生产状态，包括安全问题的闭环关联数据、安全

监测相关的动态数据、安全风险点位的分布、现场应急物资的分布情况等内容。实现安全一屏掌控，报警一目了然。

⑤ 智慧工地管理专题

智慧工地大屏汇总智慧工地方面业务数据，包括现场作业人员状态、环境实时汇总数据、特种设备监测数据、视频监控动态大屏、物料验收数据等综合信息。

⑥ 调度指挥专题

应急指挥大屏以 GIS 地图为基础底板，一张图形式展示项目应急指挥应急调度相关汇总信息，包括风险点位、应急物资情况、应急方案及应急演练情况、在线下发处置工单、现场摄像头调配、问题点位标记等功能，一张屏处理现场突发的事件与问题。

（2）专题场景

① 大体积混凝土场景

1) 大体积混凝土专项大屏

对大体积混凝土进行专题场景进行安全、进度、质量方面的管控，一张图掌握大体积混凝土施工期间的施工关键信息。

2) 大体积混凝土质量控制

对大体积混凝土质量环节开展数字化管控，控制大体积混凝土的浇筑质量、温度控制、裂缝防治等。

3) 大体积混凝土监测

支持专题查看大体积混凝土浇筑过程的监测数据情况，并开展相应的分析工作。

② 低空智能巡查

低空智能巡查系统主要是实现建设期的进度、质量、安全等巡查任务，实现建设过程的安全可控，同时巡检系统在港口完成建设后可继续用于港区运维管理。

1) 综合管理

A. 驾驶舱

通过资源统计、飞行热力图、设备统计、绩效考核、任务统计、巡查预警和成果展示等多维度功能，全面实现对无人机相关数据的可视化管理和分析。

B. 态势感知

平台提供全面的态势感知与空域展示及管理功能，支持适飞空域、禁飞空域及空中

电子围栏的划设，并通过低空气象服务实时推送无人机网格自动机库起降点的气象信息，在极端天气或异常情况（如磁场干扰、设备过热等）时及时预警，保障飞行安全。

C. 数据管理

平台提供全面的飞行数据存储与管理功能，支持通过设备类型、航线任务、时间等关键词检索空中飞行巡检影像数据。

D. 视频流媒体管理

视频流媒体管理集成了视频直播、分发、分屏播放、转码及文件管理等多项功能，支持查看无人机直播视频及状态数据，可根据实际场景切换多种镜头模式，实时掌控现场动态和侦查任务情况。

2) 飞行控制

A. 设备接入管理

设备接入管理支持多品牌无人机及无人机自动机库的接入，并可拓展至无人车、移动式安全监控车及车载视频监控等无人设备，实时呈现无人机的位置信息、航迹、飞行时长、操控及任务状态，以及移动式安全监控车和车载视频的实时轨迹与视频回传。

B. 指挥调度

无人机指挥调度系统支持航线飞行，无人机可按照预设航线自主飞行，并实时展示机场状态、气象数据、机库状态及无人机状态（包括实时视频、图传状态、飞行高度、速度、电量、告警等），同时支持视频直播、直播分享、视频矩阵、实时轨迹展示等功能。

C. 无人机自动机库管理

无人机自动机库管理应用提供全面的功能支持，包括航线规划管理，支持航线、航点绘制及点位动作设定，以及航线导入与编辑。

D. 机库防偷盗

机库防偷盗应用具备移动侦测预警功能，能够精准辨别人、动物等移动目标，并支持视频电子围栏划设功能。

3) 智能分析

A. 接入中枢底座 AI 算法仓

平台能直联对接中枢底座 AI 算法仓。

B. 智能分析比对

智能自动分析比对功能通过自动任务设置方式，针对同一坐标点采集影像，并内置智能分析比对算法，自动标识差异并输出结果（ws 格式文件）。

C. 算法清单

表 15.5-1 算法清单

AI 识别 算法	工程车车辆识别	巡检过程中对母港内部的工程车等施工车辆识别
	人员状态异常	巡检过程中对人体倒地、晕厥等姿态进行识别，在高温高湿的临海作业区实现中暑预警。
	火源识别	巡检过程中实现白天和夜间全天候对异常火源、热源进行识别，判断是否存在非法用火行为
	人群异常聚集识别	巡检过程中对人群的异常聚集行为进行识别
	人员穿戴识别	巡检过程中对作业人员安全帽、反光背心、防坠器等穿戴合规性进行识别，针对港口强风环境优化小目标检测能力
	危险行为识别	巡检过程中对吊装作业中人员违规攀爬塔筒、跨越安全警戒线等动作进行识别
	围挡破坏识别	巡检过程中对围挡倒塌等损毁识别
	电子围栏识别	支持固定监控电子围栏区域绘制及非法闯入识别
	船舶作业异常识别	在港口区域,对船舶的入离港、靠泊、装卸作业等进行视觉识别监测。判断上船的设备是否吊装、摆放、固定合标。
	船舶识别	巡检过程中对母港周边出现的船舶进行识别
	厂房异常识别	对厂房进行异常识别，判断屋顶裂纹、缺陷或其它定制化异常情况
	施工进度监控	通过摄像头,定期拍摄施工区域的图像,利用视觉识别技术对施工场景中的建筑物、设施等进行识别和分析,与上期进度进行比对,
	物料管理	可以识别物料的种类、数量和堆放位置,监测物料是否摆放整齐、是否超出规定区域等。
	设备标识与定位	:对施工设备和物资进行标识识别和定位跟踪。通过在设备科物资上安装标识标签或利用视觉特征识别,系统可以实时监测设备和物资的位置、数量和状态。当设备或物资出现异常移动、丢失或未在规定位置时,发出预警,便于及时查找和管理。

4) 巡查应用

A. 巡查派单管理

巡查派单管理系统涵盖了工单创建、流转、列表展示及分类查看等功能。

B. 巡查任务管理

在巡查任务管理模块中，任务创建阶段需将工单关联至无人机；任务监控阶段可实时查看任务进度和执行情况，并支持将直播画面提供给申请人。

C. 巡查报告

支持查看巡查报告，包括巡查基础信息、预警数据等。

D. 数据统计

数据统计功能涵盖组织数据统计和个人数据统计，用户可查看飞行任务相关数据、预警相关数据以及高发预警数据等统计信息，并支持通过时间筛选功能灵活获取所需数据。

（3）数据填报

① 综合信息管理

综合信息管理定位于项目资讯信息的发布与查看，具体包括项目公告、项目大事记、会议通知、项目新闻。

A. 项目公告

项目公告模块提供项目级通知公告的发布业务功能；

B. 项目大事记

项目大事记主要记录项目里程碑节点、项目重大活动、项目大型考察等事件，支持文字+图片的信息录入，并同步在项目门户首页或指挥看板进行综合滚动。

C. 项目新闻

发布项目级新闻事件，可以输入项目新闻的标题，具体内容的输入提供文字与图片的基础编辑功能，同时可以附带必要的文件附件。

② 项目知识管理

项目知识管理主要实现对项目非过程化的文件、项目初始文件、项目执行标准文件等进行基本管理，实现项目云办公的云盘功能，同时也可以基于权限进行分类管理。

A. 目录树管理

对文档的目录树进行管理，管理员可以对公共文档设置上传、查看、删除的权限，

个人文档仅个人可见，目录树也仅有个人用户单独进行编辑。

B. 文档上传

支持办公类格式文档的上传，同时对上传的文件进行必要的验证，以确保服务器的安全问题。

C. 文档查看

对具有权限的相关支持在线浏览与下载。

D. 智能检索

③ 进度台账

进度台账包括计划的填报、实际进展信息填报、进度报告填报。

E. 进度计划填报

进度计划填报包括总进度计划、年进度计划、月季度计划及里程碑施工任务的计划。

F. 实际进展信息填报

自动导入施工任务计划，并对对应的施工任务的完成情况进行填报。

G. 进度报告上传

支持 PDF 版的日周月报的上传；也支持定制日报模板后，日报在线填报，自动生成 PDF 日报的功能。

④ 质量台账

质量台账包括质量验收台账、质量问题台账等。

A. 质量验收台账

质量验收台账通过定制对应的目录树，录入项目关键部位的质量验收数据，用于质量大屏的展示与智能报告的生成。

B. 质量问题台账

支持上传质量问题的闭环过程文件，也支持在平台手动录入对应的质量问题，质量问题可以关联到具体的模型部位。

⑤ 安全台账

A. 监测点位管理

支持监测点位的录入，监测点位阈值的设置，监测点位定位信息的录入等。

B. 监测数据管理

支持监测数据手动导入与自动接入，支持检测数据的在线查看，PDF 日报的查看，对具体监测状态进行分析。

C. 监测消警管理

对出现监测报警的情况，按照业务流程进行消警管理，闭环整个安全监测事件的管理流程。

D. 风险录入

支持项目风险的录入，对项目风险进行定性评价或定量评价，同时关联风险处置方案。

E. 隐患配置

对项目可能存在的隐患类别进行配置。

F. 隐患处置上传

支持对发现的隐患问题进行整改治理闭环后，上传相关结果。

G. 安全问题上传

对已闭环的安全问题处理情况可以进行上传，也可以在平台上直接进行手动录入，并支持流程流转。

⑥ 支付台账

A. 清单录入

支持录入工程量清单、合同清单数据、造价信息、材料基础信息、工程台账等，以便后续支付数据与模型进行关联。

B. 支付情况录入

支持对录入项目阶段性的支付数据，并支持将支付数据与模型进行动态关联。

⑦ 智能报告生成

根据数据填报中输入的数据信息及项目业务的需求，支持智能生成项目需要的报告，例如输入进度信息，可以智能生成对应的周报、月报；导入安全监测信息，可以智能生成安全监测的预测状态分析报告；输入质量验收数据，可以智能生成填充内容的检验批模版报告等。

2. 现场管理（集成智慧工地）

根据浙江省住房和城乡建设厅质量安全监管处对在建工程工地的要求，结合项目实

际情况，本工程将全面推进风电母港工地管理和安全生产的标准化、信息化、智能化和绿色化建设。本工程智慧工地管理系统将包括劳务实名制管理、监控管理、机械管理、环境管理、物料验收管理、安全管理、系统管理等功能。

(1) 视频监控管理

对现场布置的视频监控进行集成,可以实现视频监控的在线查看,同时可以基于 GIS 场景,定位对应视频监控所在位置。

(2) 劳务实名制管理

劳务实名制管理主要包含人员数字化档案、全流程考勤与定位追踪、安全教育与监管、数据分析与风险预警等功能。

① 人员档案信息管理

支持人员档案信息的录入,关联作业证书及资格证书、社保资料,公司信息,工种信息,劳务人员的工资等信息。

② 人员培训管理

支持人员三级教育培训及定期继续教育的信息管理,确保相关人员及时接受培训教育,未达标者禁止上岗。

③ 考勤管理

考勤主要通过“人脸识别闸机+GPS 电子围栏”双模式记录进出场时间,支持多人同时快速通行;基于闸机与关键作业区域的出入数据,自动生成每日工时记录,关联工种、班组、作业区域,与工资结算系统无缝对接;

④ 违规行为统计

通过 AI 摄像头识别未佩戴安全帽、违规吸烟等行为,自动抓拍并关联责任人,基于本模块可以对违规行为进行分类统计,并输出统计结果。

(3) 劳务支付管理

① 支付情况上报

支持劳务分包单位录入周期性劳务用工的支付的情况,用于与实际考勤情况进行对比。

② 支付校验

支付计划上报后,在月底基于智慧工地劳务实名制管理的人员信息数据、人员考勤

情况数据，自动计算劳务用工的周期性支付金额，与劳务单位实际发起支付的金额进行对比，对出现偏差的可以快速筛选，并做预警提醒。

(4) 安全管理

工地安全管理包括临边防护管理、生活区安全管理、施工用电安全管理。

① 临边防护管理

支持集成临边防护的感知数据，分析临边防护的运行状态。

② 生活区安全管理

支持获取生活区安全感知数据，分析生活区安全方面的运行状态。

③ 施工用电安全管理

支持获取配电箱漏电保护的数据，分析施工用电方面的运行状态。

(5) 机械设备管理

① 机械设备基本信息管理

支持录入项目机械设备的基本信息情况。

② 运行监控管理

支持获取塔吊、龙门吊、升降机等有感知能力的机械设备运行状态。

③ 机械维保养护管理

支持对机械设备的维保养护进行定期提醒与维保跟踪。

(6) 环境管理

① 环境信息总览

基于工地现场物联网设备，实现建设过程中对建设环境数据的可视化统计分析、预警，包括施工现场温度、湿度、噪声、风速、降水等多项环境监测指标。

② 扬尘联动设置

支持基于现场扬尘数据，关联设置自动喷淋设备，记录喷淋运行数据。

③ 气象、海况监测

基于工地现场物联网设备，实现建设过程中对气象与海况数据的监测。

(7) 物料验收管理

① 物料统计

支持自动采集精准数据；运用数据集成和云计算技术，及时掌握一手数据，有效积

累、保值、增值物料数据资产。

② 物料进出管理

支持对进出场的物料运输设备进行管控，动态更新物料资产数据。

③ 供应商管理

支持录入不同物料类别的供应商信息。

④ 材料基础库

对物料的基础类别进行录入。

3. 项目一点通

建设移动 APP “项目一点通”，即移动级操作台，实现用户对平台的部分功能进行移动办公，能够满足用户在手机端进行主要业务流程的移动审批和现场监管。

(1) 智能业务检索助手

针对文档管理数据及规范标准等数据，支持通过问答的方式，实现全面、快速、准确的检索。

(2) 流程审批

集成非质量问题与安全问题的部分可在移动端实现的业务审批功能，具体页面与流程参照建管平台进行移动端的优化，便于审批功能在移动端的实现。

(3) 预警提示

对出现安全监测问题及其他隐患问题，在手机端进行预警提示，并同步可以进行业务处理。

(4) 巡检巡查助手

支持智能分析巡视检查数据并联动进度、质量等业务数据，提供巡察事前隐患排查计划生成、任务自动处理及智能提醒，事中联动智慧工地数据智能辅助复核，事后智能标准化整改手续及辅助巡查报告生成。

15.5.2 智能制造场景

智能制造场景包括工厂综合管理平台、工艺仿真优化、制造执行系统、企业资源计划系统、智能仓储物流等功能模块，已规划但不在本期项目内实施。

15.5.3 智能监造场景

智能监造场景包括看板总览、监造状态、设备进度、设备发运进度、质量问题、检验报告等功能模块，已规划但不在本期项目内实施。

15.5.4 港区管理场景

港区管理场景包括港区综合管理系统、港区智慧车辆系统、港区智慧人员系统、港区智慧安防系统、港区智慧巡查系统等功能模块，已规划但不在本期项目内实施。

15.5.5 风电场运维场景

风电场运维场景母港监视（情报）统筹、海洋气象预报服务、船只调度管理、物资管理、人员安全管理、无人智能设备辅助、培训支撑等功能模块，已规划但不在本期项目内实施。

15.5.6 产业协同场景

产业协同场景包含云上空间、产业招商、政策迅达、产业智链、运营监控及 B2B 风电行业交易等功能，已规划但不在本期项目内实施。

第 16 章 给水排水

16.1 给水

本工程用水主要为港区生活、生产用水，道路及绿化洒水；港区消防用水。

16.1.1 供水水源

本工程由项目南侧市政道路上引接一根 DN150 市政给水管至港区内，供港区内生产配套区消防、生产用水，生产区消防用水使用，给水管分别做水表和倒流防止器两套，一套为消防水表，一套为生活水表，室外消防管和生活给水管均独立呈环布置。

水质：生活饮用水的水质标准应符合国家《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2022)。

16.1.2 用水量

本工程用水类别包括：生产、生活用水、环保用水及消防用水。设计用水量按最高日用水考虑，用水量标准根据《海港总体设计规范》(JTS165-2013)等有关规定计算。

(1) 生产环保用水量详见表 16.1-1。

表 16.1-1 生产环保用水量表

序号	用水类别	用水量		备注
		最高日 (m³/d)	最大时 (m³/h)	
1	码头、道路喷洒	41.8	7.8	0.2 (L/m².次)，1 (次/d)，洒水车
2	绿 化	33.9	8.4	2 (L/m².次)，1 (次/d)
3	车辆、机械冲洗用水量	10	5	
4	未预见水量	17.1	4.2	按 20%计
5	总 计	102.8	25.4	

(2) 办公区用水量详见表 16.1-2。

表 16.1-2 办公区生活生产用水量表

序号	用水类别	用水量		备注（港区总人数按 1200 人考虑）
		最高日（m ³ /d）	最大时（m ³ /h）	
1	综合办公区	10	0.75	50L/人·班（200 人）
2	宿 舍	15	1.88	150L/人·天（100 人）
3	食 堂	30	18	25L/人·次（1200 人）
4	一般性生产车间	35	5.5	35L/人·班（1000 人）
5	未预见水量	18	5.22	按 20%计
6	总 计	108	31.35	

综上所述，生活生产用水量：

生产环保用水量： $Q_d=102.8\text{m}^3/\text{d}$, $Q_h=25.4\text{m}^3/\text{h}$;

生活用水量： $Q_d=108\text{m}^3/\text{d}$, $Q_h=31.35\text{m}^3/\text{h}$;

总用水量： $Q_d\approx 210.8\text{m}^3/\text{d}$

（4）消防用水量

根据本工程的特点，设置室内外消火栓给水系统及自喷系统，港区按同一时间内同时发生一处着火考虑，火灾延续时间甲类、丙类厂房按 3h，其余建筑物按照 2h，消防总用水量为 486m³。相关内容详见 20.6 章节。

16.1.3 给水管网

本工程给水系统由生活、生产供水系统及消防供水系统组成。

（1）陆域生活、生产供水系统

生产用水由原工程给水泵站供给，从原泵站引出至本地块内设置水表计量，在地块内成环布置。

生活给水由生活水箱及变频加压泵组供给，竖向不分区。

（2）消防供水系统

由于港区目前仅有 1 根市政给水管道，属一路进水，因此根据规范规定，本工程消防用水必须设置消防水池，考虑从港区给水管道引 1 根 DN150 管道进入消防水池，消防用水由消防泵直接从消防水池中吸水加压供给。

消防供水系统主要用于码头、堆场、港区建筑物等消防用水等，在港内生产区、生产辅助区设消防泵房，供水干管管径 DN200，供水压力为 0.6MPa。

16.1.4 管材

(1) 室内管材：室内给水管采用钢塑复合管及配件，管径 $\leq$ DN80，丝扣接头；管径 $>$ DN80，沟槽连接，支管采用 PP-R 管，热熔连接。消防给水管采用内外壁热镀锌钢管管径 $\leq$ DN50，丝扣接头；管径 $>$ DN50，沟槽连接。

(2) 室外埋地管：室外埋地生活给水管道、消防管道、压力排水管采用钢骨架聚乙烯塑料复合管，电熔连接。室外明露管道采用内外涂塑钢管，丝扣或法兰连接。

16.2 排水

16.2.1 排水条件

本工程区域内无市政污水管道，南侧有 DN600 市政雨水管道。

本工程港区陆域总面积为 650 亩，平均高程为 5.2~5.4m，水域极端高水位 4.63m，极端低水位-2.83m。

16.2.2 排水制度和排水量

陆域场区排水系统：

本工程陆域范围内室内采用污废合流，室外采用雨污分流。

生活污水主要包括港区建筑物内生活污水和到港船舶生活污水，按生活用水 100%计，为 $108\text{m}^3/\text{d}$ 。

建筑物内生活污水经过室外污水管网收集重力流排至站区污水管网后汇集至生产配套区污水处理设备处理达标后进行回用于绿化及道路浇洒。船舶生活污水通过船舶污水舱内的潜污泵加压收纳至移动槽罐车，后交由专业部门进行处理。

本工程无生产废水。

16.2.3 雨水排水

雨水按温州市暴雨强度设计，重现期屋面按 $P=10$ 年，安全溢流口按屋面雨水排水系统与溢流排水口总排除雨水能力按设计重现期不小于 100 年确定；室外场地按 $P=3$ 年

进行设计。初期雨水经收集后回用于场区道路浇洒及绿化浇灌。

屋面雨水采用内落式重力流雨水排水系统，屋面雨水由 87 型或侧入式雨水斗收集，经雨水立管排至室外雨水井。

生产配套区雨水井室外管网汇集后排入南侧市政雨水管网，生产区雨水管网排至北侧大海。

16.2.4 管材

(1) 室内管材：卫生间排水采用 PVC-U 排水管材及配件，雨水管采用 PVC-U 雨水管材及配件。虹吸雨水管采用镀锌钢管，管径 $<80\text{mm}$ ，丝扣连接，管径 $\geq 80\text{mm}$ ，沟槽连接。

(2) 室外埋地管：室外重力流排水管道管径 $\leq \text{DN}800$ 的重力流排水管道采用钢带增强聚乙烯螺旋波纹管，管径 $> \text{DN}800$ 的重力流排水管道推荐采用钢筋混凝土管道。

16.3 防洪

本节无内容。

第 17 章 采暖、通风、供热与动力

17.1 采暖、通风

17.1.1 设计依据

- (1) 建筑设计防火规范（GB50016-2014）（2018 版）
- (2) 建筑防烟排烟系统技术标准（GB51251-2017）
- (3) 建筑防火通用规范（GB55037-2022）
- (4) 汽车库、修车库、停车场设计防火规范（GB 50067-2014）
- (5) 消防设施通用规范（GB 55036-2022）
- (6) 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范（GB50736-2012）
- (7) 公共建筑节能设计标准（GB50189-2015）
- (8) 建筑节能与可再生能源利用通用规范 GB55015-2021
- (9) 浙江省公共建筑节能设计标准（DB33/1036-2021）
- (10) 绿色建筑评价标准（GB/T 50378-2019）
- (11) 建筑抗震设计规范（GB50011-2010）
- (12) 建筑机电工程抗震设计规范（GB50981-2014）
- (13) 建筑与市政工程抗震通用规范（GB 55002-2021）
- (14) 公共场所集中空调通风系统卫生规范（WS394-2012）
- (15) 民用建筑隔声设计规范（GB 50118-2010）
- (16) 民用建筑绿色设计规范（JGJ/T14295-2010）
- (17) 建筑环境通用规范（GB55016-2021）
- (18) 声环境质量标准（GB3096-2008）
- (19) 民用建筑热工设计规范（GB50176-2016）
- (20) 气体灭火系统设计规范（GB50370-2005）
- (21) 城镇燃气设计规范（GB 50028-2006）
- (22) 多联机空调系统工程技术规程（JGJ174-2010）
- (23) 浙江省消防技术规范难点问题操作指南（2020 版本）。

17.1.2 设计范围

生产区及附属建筑物的空调通风与防排烟系统设计。

生产车间内与工艺有关的通风空调系统预留专项设计。厨房由专业厂家进行专项设计。

17.1.3 室内外设计计算参数

（1）室外设计参数（温州）

表 17.1-1 室外设计参数（温州）

	空调	通风	主导风向、风速	大气压力
夏季	干球温度 33.8℃	31.5℃	C/ESE、3.4	1007.0hPa
	湿球温度 28.3℃			
冬季	干球温度 1.4℃	8℃	C/NW、2.9	1023.7hPa
	相对湿度 76%			

（2）室内设计参数

表 17.1-2 室内设计参数

参数 房间	干球温度℃		相对湿度%		新风量 m³ /h.p
	夏季	冬季	夏季	冬季	
办公	26	20	40~60	--	30
宿舍	24	20	40~60	--	外窗自然补充
门厅	26	20	40~60	--	10
食堂	26	18	40~60	--	25
值班室	26	20	40~60	—	外窗自然补充
其他场所	26	20	40~60	—	15

17.1.4 空调设计

本工程空调系统设置情况具体如下：

本工程档案室、变配电房、、值班室等部分采用分体空调，其他场所空调系统按变冷媒流量系统（VRF）进行设计。室外机放置于就近的室外或屋顶。VRF 系统新风采用专用新风机或全热回收的方式。

由于焊接仓库采用风冷型调温除湿机行进温湿度控制。

17.1.5 通风设计

（1）通风系统各房间换气次数如下：

名称	排风		送风		备注
	换气次数	方式	换气次数	方式	
更衣室	3	机械排风	排风量 80%	机械送风	或自然补风
厨房	12	机械排风	排风量 80%	机械送风	兼事故通风
厨房油烟	按厨房提资要求	机械排风	排风量 80%	机械送风	或自然补风
配电房	12	机械排风	排风量 80%	自然送风	
污水处理站	12	机械排风	排风量 80%	自然送风	
普通仓库、设备用房	3	机械排风	排风量 80%	自然补风	
卫生间	10	机械排风	——	自然补风	
气体灭火房间	8	机械排风	排风量 80%	自然补风	下排风

（2）事故通风

厨房、甲类车间、甲类仓库、气站设置事故通风系统。事故通风系统的风机采用防爆型，通风机在室内外均设置开关。所有事故通风系统均采用镀锌钢板制作，并且风机及风管均应设置接地，且每对法兰均应设导线跨接。

防爆系统的所有相关部件应防爆，防爆系统应设置导除静电的接地装置，防爆排风系统风管上的活动件（如活动百叶、调节风阀、防火阀等）应为防爆型，符合在防爆场合应用的要求，绝不允许调节阀转动产生火花引起爆炸。

设置事故通风的场合电气专业同时设置可燃气体探测装置，当可燃物浓度达到爆炸下限的 25%时自动开启事故通风系统，事故通风系统控制原理详见电气图纸。

（3）厨房排油烟

厨房设置通风、排油烟系统，设置足够量的补风系统。为保护环境，油烟经净化处理后出屋面排入大气，最高允许排放浓度为 1.0mg/m³，油烟净化机组效率≥95%，烟道口高出房顶，相距环境敏感目标应不小于 10m，风机出口应安装止回阀等防排气倒灌措施。

（4）事故后通风系统

档案室设置气体灭火后通风系统。通风机在防护区内、外便于操作位置设置手动开启装置，风机及风管均应设置接地，且每对法兰均应设导线跨接。排风机入口（或）进风口均设置 70°C 全自动防火阀。

17.1.6 风管道材

（1）空调送回风管、新风管空调，选用双面彩钢板复合风管，内外层钢板厚度大于等于 0.35mm，保温夹芯材料为 A 级不燃玻纤，风管要求气密性好漏风量小于 3%，热阻值大于 0.81m².k/w。

（2）加压送风系统、排烟系统及排风兼排烟系统风管，采用一体化金属防火复合风管，风管构造要求为内壁镀锌钢板+中间层绝热层+外壁彩钢板，内壁钢板厚度要求满足《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2007 第 6.2.1 条规定或满足《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016 表 4.2.3 条规定。中间隔热层厚度与类型以防火报告为准，可采用石墨硅、高晶硅、硅酸铝纤维板、硅酸钙复合板。严禁采用返卤现象严重的镁质材料或酚醛类材料。外面彩钢板厚度要求为 0.5mm 厚。风管要求满足 GB/T17428 关于耐火完整性和隔热性，整体风管需通过国家权威机构（四川消防研究所或天津消防研究所）的型式检验，具有国家权威部门（四川消防研究所或天津消防研究所）的防火 A 级报告、耐火时间报告。

（3）厨房油烟风管采用 1.2mm 厚 SU304 不锈钢材质制作，满焊连接，做 2%的下行坡度，坡向排烟罩，最低点做检修门和排污阀。

17.1.7 防排烟设计

（1）防排烟设计原则

1) 建筑的下列场所或部位应设置防烟设施：

- ① 防烟楼梯间及其前室；
- ② 消防电梯间前室或合用前室；

本工程的防烟楼梯间及其前室都设置了防烟设施。

2) 建筑的下列场所或部位应设置排烟设施：

- ① 人员或可燃物较多的丙类生产场所，丙类厂房内建筑面积大于 300m² 且经常有

人停留或可燃物较多的地上房间；

- ② 建筑面积大于 5000m^2 的丁类生产车间；
- ③ 占地面积大于 1000m^2 的丙类仓库；
- ④ 高度大于 32m 的高层厂房（仓库）内长度大于 20m 的疏散走道，其他厂房（仓库）内长度大于 40m 的疏散走道。
- ⑤ 设置在一、二、三层且房间建筑面积大于 100m^2 的歌舞娱乐放映游艺场所，设置在四层及以上楼层、地下或半地下的歌舞娱乐放映游艺场所；
- ⑥ 中庭；
- ⑦ 公共建筑内建筑面积大于 100m^2 且经常有人停留的地上房间；
- ⑧ 公共建筑内建筑面积大于 300m^2 且可燃物较多的地上房间；
- ⑨ 建筑内长度大于 20m 的疏散走道。
- ⑩ 地下或半地下建筑、地上建筑内的无窗房间，总建筑面积大于 200m^2 或一个房间建筑面积大于 50m^2 ，且经常有人停留或可燃物较多。

本工程中大于 5000m^2 的丁类生产车间、长度大于 20m 的疏散走道、面积大于 100m^2 且经常有人停留的地上房间、地上建筑内建筑面积大于 50m^2 的无窗房间皆设置了排烟系统。

(2) 防烟系统设计

1) 自然通风设施

① 采用自然通风方式的封闭楼梯间、防烟楼梯间，在最高部位设置面积不小于 1.0m^2 的可开启外窗或开口；当建筑高度大于 10m 时，尚在楼梯间的外墙上每 5 层内设置总面积不小于 2.0m^2 的可开启外窗或开口，且布置间隔不大于 3 层。

② 前室采用自然通风方式时，独立前室、消防电梯前室可开启外窗或开口的面积不小于 2.0m^2 ，共用前室合用前室时不小于 3.0m^2 。

③ 封闭楼梯间采用自然通风系统，不能满足自然通风条件的封闭楼梯间，设置机械加压送风系统。当地下、半地下建筑的封闭楼梯间不与地上楼梯间共用且地下仅为一层时，不设置机械加压送风系统，但首层设置有效面积不小于 1.2m^2 的可开启外窗或直通室外的疏散门。

④ 可开启外窗均方便直接开启，设置在高处不便于直接开启的可开启外窗均在距

地面高度为 1.3~1.5m 的位置设置手动开启装置。

2) 机械加压送风系统

① 防烟楼梯间及其前室、消防电梯间前室或合用前室均设置防烟设施。防烟包括自然排烟与机械加压送风。但当建筑高度大于 50m 的公共建筑、工业建筑和建筑高度大于 100m 的住宅建筑，其防烟楼梯间、独立前室、共用前室和合用前室及消防电梯前室均采用机械加压送风系统。

② 建筑高度小于或等于 50m 的公共建筑、工业建筑和建筑高度小于或等于 100m 的住宅建筑，当不能满足自然通风条件时，均采用机械加压送风系统，其防烟系统的选择和设置均按《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2017 执行。

③ 建筑地下部分的防烟楼梯间前室及消防电梯前室，当无自然通风条件或自然通风不符合要求时，均采用机械加压送风系统。

④ 机械加压送风系统竖向负担高度不超过 100m。

⑤ 设置机械加压送风系统的楼梯间的地上部分与地下部分，其机械加压送风系统分别独立设置。当受建筑条件限制时，且地下部分为车库或设备用房是，共用机械加压送风系统，并符合《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2017 的要求。

⑥ 机械加压送风系统设置在送风系统的下部，进风口直通室外，送风机设置满足现行相关标准规定。

⑦ 机械加压送风口的风速不大于 7m/s，送风口不设置在被门挡住的部位。机械加压送风系统采用管道送风，且不采用土建风道。送风管道应采用不燃材料制作且内壁光滑。

⑧ 设置机械加压送风系统的封闭楼梯间、防烟楼梯间，在其顶部设置不小于 1m² 的固定窗。靠外墙的防烟楼梯间，在其外墙上每 5 层内设置总面积不小于 2m² 的固定窗。

⑨ 机械加压送风系统的设计风量不小于计算风量的 1.2 倍。

⑩ 机械加压送风系统前室与走道之间的压差为 25~30Pa，楼梯间与走道之间的压差为 40~50Pa。加压送风系统配设压差传感装置，连锁控制加压风机处旁通调节阀开度，实现楼梯间、前室、合用前室压力的稳定控制。

本工程的消防电梯及其前室不靠外墙，无法自然通风，设置机械加压送风系统。经计算，选择一台 50000m³/h 风量的斜流风机用于前室加压送风，一台 18000m³/h 风量的

斜流风机用于楼梯间送风，风机皆置于屋顶。

(3) 排烟系统设计

1) 一般规定

① 公共建筑内建筑面积大于 100m^2 且经常有人停留的地上房间、大于 300m^2 且可燃物较多的地上房间、建筑内长度大于 20m 的疏散走道均设置排烟设施。

② 地下或半地下建筑、地上建筑内的无窗房间，当总建筑面积大于 200m^2 或一个房间建筑面积大于 50m^2 ，且经常有人停留或可燃物较多时，均设置排烟设施。

③ 同一个防烟分区均采用同一种排烟方式。

④ 中庭、与中庭相连通的回廊及周围场所的排烟系统设计按《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2017 执行。

⑤ 设置机械排烟系统的场所以及固定窗设置，均按《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2017 执行。

2) 防烟分区

① 防烟分区要求不跨越防火分区，挡烟垂壁制作与安装要求满足《挡烟垂壁》XF533-2012 的规定。

② 防烟分区的最大允许面积及其长边最大允许长度，均按《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2017 执行。

③ 设置排烟设施的建筑物内，敞开楼梯和自动扶梯穿越楼板的开口部均设置挡烟垂壁。

3) 自然排烟设施

① 采用自然排烟系统的场所均设置自然排烟口，防烟分区内的自然排烟口面积、数量、位置均按 GB51251-2017 的规定设置，且防烟分区任一点与最近的自然排烟口之间的水平距离不大于 30m 。

② 自然排烟口均设置在排烟区域的顶部或外墙，其设置高度、有效面积、设置方式、手动开启装置均按 GB51251-2017 的规定执行。

本工程需要排烟的场所靠可开窗的外墙时，皆采用自然排烟。丁类厂房内不靠外墙的防烟分区采用屋顶开窗的方式自然排烟。

4) 机械排烟设施

- ① 需设置排烟设施的场所，且不满足自然排烟条件的均设置机械排烟系统。
- ② 当建筑的机械排烟系统沿水平方向布置时，每个防火分区的机械排烟系统均独立设置。
- ③ 建筑高度超过 50m 的公共建筑和建筑高度超过 100m 的住宅，其排烟系统竖向分段独立设置，且公共建筑每段高度不应超过 50m，住宅建筑每段高度不应超过 100m。
- ④ 排烟风机设置在排烟系统的最高处，并高于加压送风机和补风机的进风口。
- ⑤ 排烟风机满足 280℃时连续工作 30min 的要求，排烟风机与风机入口处的排烟防火阀连锁，当该阀关闭时，排烟风机停止运转。
- ⑥ 机械排烟系统应采用管道排烟，且不采用土建风道。排烟管道采用不燃材料镀锌钢板制作且内壁应光滑。

⑦ 烟管道下列部位设置排烟防火阀：

垂直风管与每层水平风管交接处的水平管段上；一个排烟系统负担多个防烟分区的排烟支管上；排烟风机入口处；穿越防火分区处。

本工程仓库（原邮轮大厅）内无法开窗的内走道、房间采用机械排烟，排烟风机置于屋顶。经计算，选择一台 18000m³/h 和一台 36000m³/h 风量的轴流式消防排烟风机用于内走道和房间排烟风机皆置于二层借出屋顶。

生产辅助用房内走道采用机械排烟，经计算，选择一台 36000m³/h 风量的轴流式消防排烟风机用于内走道排烟，风机置于屋顶。

5) 补风系统

- ① 除地上建筑的走道或建筑面积小于 500m²的房间外，设置排烟系统的场所应设置补风系统。
- ② 补风系统均直接从室外引入空气，且补风量不应小于排烟量的 50%。
- ③ 补风系统利用疏散外门、手动或自动可开启外窗等自然进风方式以及机械送风方式。风机均设置在专用机房内。补风系统与排烟系统联动开启或关闭。
- ④ 补风口与排烟口设置在同一空间内相邻的防烟分区时，补风口位置不限；当补风口与排烟口设置在同一防烟分区时，补风口设置在储烟仓下沿一下；补风口与排烟口水平距离不小于 5m。
- ⑤ 机械补风口的风速不大于 10m/s，人员密集场所补风口的风速不大于 5m/s。自

然补风口的风速不大于 3m/s。

本工程除厂房外，设置机械排烟的场所不需要补风。厂房采用自然补风。

(4) 防烟排烟系统控制

1) 加压送风系统的启动应符合下列规定：

- ① 现场手动启动；
- ② 通过火灾自动报警系统自动启动；
- ③ 消防控制室手动启动；
- ④ 系统中任一常闭加压送风口开启时，加压风机应能自动启动。

2) 当防火分区内火灾确认后，应能在 15s 内联动开启常闭加压送风口和加压送风机，并应符合下列规定：

- ① 应开启该防火分区楼梯间的全部加压送风机；
- ② 应开启该防火分区着火层及其相邻上下层前室及合用前室的常闭送风口，同时开启加压送风机。

3) 排烟风机、补风机的控制方式应符合下列规定：

- ① 现场手动启动；
- ② 火灾自动报警系统自动启动；
- ③ 消防控制室手动启动；
- ④ 系统中任一排烟阀或排烟口开启时，排烟风机、补风机自动启动；
- ⑤ 排烟防火阀在 280℃时应自行关闭，仅排烟风机入口处的排烟防火阀关闭才连锁关闭排烟风机及补风机。

17.2 动力

17.2.1 蒸汽

根据工艺需求，在喷涂车间设置蒸汽系统，包含蒸汽发生器和蒸汽管道。蒸汽供喷涂车间油漆烘干使用。

17.2.2 热力管网

本节无内容。

17.2.3 氮气站

本节无内容。

17.2.4 空压站

17.2.4.1 用气点、用气量和工作压力

压缩空气是本工程生产过程中大量使用的动力气体，其主要用于涂装工艺中的喷砂系统、除尘系统和风动工具。整个区域压缩空气用气量为 260Nm³/min，喷涂车间用气压力为 0.8MPa，其它区域为 0.6MPa。

17.2.4.2 空压站的规模

本工程布置两座空压站，1#空压站设置在工程用房内，总供气量为 190Nm³/min。2#空压站设置在综合车间辅房，总供气量为 100Nm³/min。

17.2.4.3 空气压缩工艺系统和布置

1#空压站配置 1 台 110Nm³/min 离心式空气压缩机，2 台 40Nm³/min 变频螺杆空气压缩机。空压机的排气压力为 1.0MPa，并联连接。压缩空气采用二级过滤，经储气罐稳压，再经过滤后用管道输送至用气端。空压机后配备相匹配的冷冻式干燥机、过滤器和储气罐等辅助设备。

2#空压站配置 3 台 34.5Nm³/min 变频螺杆空气压缩机。空压机的排气压力为 1.0MPa，并联连接。压缩空气采用二级过滤，经储气罐稳压，再经过滤后用管道输送至用气端。空压机后配备相匹配的冷冻式干燥机、过滤器和储气罐等辅助设备。

17.2.4.4 空压机及辅助设备的名称、型式、规格和台数

空压站设备配置见下表：

17.4-1 空压站设备配置表

序号	设备名称	规格	单位	数量	备注
一	1#空压站（工程用房内）				
1	离心式空压机	Q=110Nm ³ /min, P=1.0MPa	台	1	
2	变频螺杆式空压机	Q=40m ³ /min, P=1.0MPa	台	2	
3	冷冻式干燥机	Q=100m ³ /min	台	2	

序号	设备名称	规格	单位	数量	备注
4	储罐	Q=20m ³	只	2	
5	空气过滤器	Q=100m ³ /min	台	4	
6	电动单梁起重机	Q=10t, H=6m	台	1	
二	2#空压站（综合车间辅房）				
1	变频螺杆式空压机	Q=34.5m ³ /min, P=1.0MPa	台	3	
2	冷冻式干燥机	Q=50m ³ /min	台	3	
3	空气过滤器	Q=50m ³ /min	台	3	
4	储罐	Q=10m ³	只	1	

17.2.4.5 消音和隔音设施

- (1) 选择低噪音的空压机和其他相关设备，从源头上减少噪音的产生。
- (2) 离心式空气压缩机设置消音器。

17.2.5 氧气、二氧化碳供应

(1) 本工程氧气作为一种切割气体，主要与切割燃气一起配对用于各个切割场所；二氧化碳气和氩气作为焊接保护气体，用于各个焊接场所。站房采用集中液化气体气化站形式，供应氧气、二氧化碳气体，所有气体介质采用市购低温液态介质，经储罐存储、气化、调压后，管道输送供应全厂使用。

(2) 氧气用气量为 800m³/h，用气压力为 1.1MPa 和 0.6MPa。二氧化碳用气量为 875m³/h，用气压力为 0.2MPa。

(3) 本次设计氧气采用 30m³ 的液氧储罐 2 座、1000m³/h 空温式气化器 2 台及相应减压阀组；二氧化碳采用 30m³ 的液态二氧化碳储罐 2 座，1500m³/h 空温式气化器 2 台及相应减压阀组。

(4) 气化站的设备包括储罐、气化器和减压阀组均为露天布置。本站房采用高透空围墙与周围隔开。

17.2.6 天然气供应

- (1) 根据本工程的能源供应条件、用气特点以及天然气切割具有安全、节能的特点，

本工程设计采用天然气作为切割燃气。

(2) 天然气用气量为 $1144\text{m}^3/\text{h}$ ，用气压力为 0.095MPa 。

(3) 本次设计天然气采用 30m^3 的 LNG 储罐 2 座， $1500\text{m}^3/\text{h}$ 的大气式气化器 2 台（两用一备）。

(4) 本站所有设备均为露天布置，其中储罐、储罐增压器、EAG 增热器等布置在防液堤内。站房四周设有实体围墙。

17.2.7 动力管道

(1) 综合考虑本工程地形及总平面图等资料，压缩空气、天然气、二氧化碳管道采用镀锌无缝钢管，氧气管道采用不锈钢无缝钢管，管道以不通行管沟敷设为主。管沟沿道路平行敷设，局部穿越道路等也可采用直埋敷设，并加套管保护。综合车间、喷涂房管道沿梁、柱架空敷设。

(2) 布管原则：管沟盖板应为非燃烧体盖板；架空管道沿构筑物布置，并采用低支架敷设，支架采用非燃烧材料；尽量利用自然弯角进行热补偿；管道的高位点、低位点设置放气、放水装置。

(3) 由于环境温度变化时会引起管道的热胀冷缩，使管道产生相应的热应力，因此必须考虑管道补偿。本工程管道采用自然补偿和自由复式波纹管膨胀节相结合的方式进热补偿。

第 18 章 机修和供油

18.1 机修

为更好地满足港区内运营及生产作业需要，需保证港区内装卸机械设备、及其他生产设施处于良好的技术状态，提高设备的完好率，保证安全生产及设备的高效运行，延长设备的使用寿命，需定期对设备和设施进行保养和检修。

本工程不单独设置机修车间，设备维修在厂区车间进行，维修范围包括码头和厂区所有装卸运输机械的日常维护及故障检修、装卸运输机械的小修、中修。大修依托机修厂和大型设备的制造厂家以及社会上的维修力量。

18.2 供油

由于港内设加油站安全隐患大，同时港区内燃机设备用油量较少，因此本港内不设加油站，内燃机供油在港外附近社会加油站进行。

第 19 章 消防

19.1 工程概况

（1）项目建设地点

华东深远海风电母港项目核心区位于浙江省温州港状元岙港区 8#、9#多用途泊位及其后方核心腹地，地处瓯江口外南水道南岸洞头县元觉乡。

状元岙岛地处浙南沿海的洞头列岛中部，东临大海；西隔瓯江河口与温州市瓯海区的永强、灵昆相望。

后方陆域现有建筑全部拆除新建。规划布置导管架生产、总组车间、成品堆场以及生产生活配套设施。

办公区利用原有邮轮大厅进行改造，内部功能包含办公用房、会议室、厨房、餐厅、自助餐厅、包厢、多功能用房、档案室等。

新建部分为综合车间及附属用房、喷涂车间及附属用房、工程用房、甲类仓库、35KV 降压站、消防水池水泵房、气站值班室、门卫、办公区变配电房、污废处理用房。

（2）项目建设内容及规模

1) 项目总用地面积 432973.527m²，总建筑面积约 91597m²，其中：地上建筑面积 91597m²。

2) 建筑层数：

综合办公楼（利旧）：1 层；综合车间及附属用房：1 层；喷涂车间及附属用房：1 层；工程用房：1 层；甲类仓库：1 层；35KV 降压站：1 层；消防水池水泵房：1 层；气站值班室：1 层；门卫：1 层；办公区变配电房：1 层；污废处理用房：1 层。

3) 建筑防火设计类别

地上建筑耐火等级均为二级

防水等级

屋面防水等级为 I 级，防水层耐用年限不低于 20 年。

4) 建筑等级

根据《民用建筑设计统一标准》规定，本工程建筑类别为 3 类，建筑设计使用年限 50 年。

19.2 设计依据

- (1) 《建筑设计防火规范》GB 50016-2014（2018 版）
- (2) 《建筑防火通用规范》GB 55037-2022
- (3) 《浙江省消防技术规范难点问题操作技术指南（2020 版）》浙消[2020]166 号
- (4) 国家、省市相关的法令、法规

19.3 火灾危险性分析

地上建筑耐火等级均为二级。

19.4 同时发生火灾次数论证

本工程占地面积在 100ha 以内，根据《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）对于仓库和民用建筑的规定，同一时间内的火灾次数按 1 次考虑。

19.5 消防给水系统设计

19.5.1 消防用水量

根据《海港工程总体设计规范》（JTS165-2013），《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014）（2018 年版），《消防给水及消火栓系统技术规范》（GB50794-2014）、《建筑防火通用规范》GB55037-2022 等，港区内的建筑物为多层公共建筑，工业厂房等，设置室内外消火栓给水系统及自喷系统。堆场和码头设置室外消火栓给水系统。港区按同一时间内同时发生一处着火考虑，火灾延续时间 3h。

（1）系统组成：

本工程设置室内、外消火栓系统及自动喷水灭火系统；变电所、开闭所、信息机房等不宜用水灭火的场所设有气体灭火系统。

(2) 消防用水量

表 19.5-1 消防用水量

序号	单体名称	建筑功能	室内消火栓系统		室外消火栓系统		自动喷水灭火系统		一次灭火用水量 (m³)
			用水量 (L/S)	一次灭火历时	用水量 (L/S)	一次灭火历时	用水量 (L/S)	一次灭火历时	
1	综合办公楼	办公楼	15	2h	30	2h	20	1h	396
2	喷涂车间	厂房	10	3h	35	3h	/	/	486
4	综合车间	厂房	25	2h	20	2h	/	/	324

消防水池有效容积为 486m³，储存一次室内外全部消防用水量。

(3) 室外消火栓系统

室外消火栓采用临时高压制，从市政自来水管网引一路 DN150 给水管供至消防水池，消防水池与消防泵房设在生产配套区内，消防水池有效容积为 486m³，储存一次室内外全部消防用水量。在消防泵房内设消火栓系统加压泵两台（室内外消火栓系统水泵合用，单泵参数为 Q=60L/s，H=60m，N=55kW，一用一备），抽取消防水池内水加压供至室外消火栓系统。设消火栓系统增压稳压设备一套（含增压稳压泵两台，水泵参数 Q=2.0L/s，H=70m，N=5kW，隔膜式气压罐一套，有效容积 300L），维持系统平时压力。在工程用房屋顶设消防水箱一只，有效容积为 18m³，储存系统前期用水量。在消防给水干管上设地上式室外消火栓，在室外建筑附近设消防车取水口，与消防水池相连，供室外消防用水。

室外消火栓管网围绕建筑物布置成环状，室外消火栓布置按间距不大于 120m，保护半径不超过 150m 进行设计，并满足消防用水量要求。室外消火栓采用地上式消火栓。

(4) 室内消火栓系统

室内消火栓系统采用临时高压给水系统，在消防泵房内设消火栓系统加压泵两台（室内外消火栓系统合用水泵，单泵参数为 Q=60L/s，H=60m，N=55kW，一用一备），抽取消防水池内水加压供至室内消火栓系统。设消火栓系统增压稳压设备一套（含增压稳压泵两

台，水泵参数 $Q=2.0\text{L/s}$ ， $H=70\text{m}$ ， $N=5\text{kW}$ ，隔膜式气压罐一套，有效容积 300L ），维持系统平时压力。在综合办公楼屋顶设消防水箱一只，有效容积为 18m^3 ，储存系统前期用水量。

室内消防系统的消火栓布置满足间距 $<30\text{m}$ ，栓口动压 <50 充实水柱，保证任一着火点有二股不小于 10m 的充实水柱同时到达，消火栓箱内配 $\phi 19$ 水枪一只（双栓为二只）， 25m 长衬胶水带一条（双栓为二条），并设阀门将管网分成若干独立段以便检修，屋顶设有试验用消火栓。消火栓管网连成环状，采用阀门分成若干独立段。室外设地上式消防水泵接合器，每个流量： 15L/s ，并与室内消火栓系统环网相连接，位置详见总图。

（5）自动喷水灭火系统

本根据《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）（2018 年版），本工程综合办公楼设置自动喷淋灭火系统，按中 I 危险级设计，喷水强度 $6\text{L/min}\cdot\text{m}^2$ ，作用面积均按 160m^2 ，系统设计流量 20L/s 。

自动喷淋系统采用临时高压给水系统，由消防储水池、自喷水泵、湿式报警阀、管网、喷头等组成。消防泵房内设自动喷淋系统给水泵组两台（水泵参数 $Q=20\text{L/s}$ ， $H=60\text{m}$ ， $N=22\text{kW}$ ），一用一备，抽取地下消防水池（容量为 648m^3 ，和室内外消火栓系统合用）内的水经加压后分两路 $\text{DN}150$ 管道向室内喷淋系统供水。系统平时压力由设在泵房内的增压稳压设备（含增压稳压泵两台，水泵参数 $Q=1.0\text{L/s}$ ， $H=70\text{m}$ ， $N=3\text{kW}$ ，隔膜式气压罐一套，有效容积 150L ）维持，在综合办公楼屋顶设消防水箱一只，有效容积为 18m^3 ，满足初期火灾消防用水量的要求。室外设有 2 组 $\text{DN}150$ 消防水泵接合器。

在每个防火分区和每层设置信号阀和水流指示器，火灾时，喷头爆裂，报警阀压力开关自动启动自喷系统加压泵，要求喷淋系统配水管不宜超过 0.40MPa ，否则应设置减压措施。水流指示器向消防控制中心指示火灾所在的防火分区。按每个报警阀控制约 800 个喷头设置湿式报警阀，报警阀集中设在水泵房内。

19.6 灭火器配置

根据《建筑灭火器配置设计规范》GB50140—2005，综合车间等丙类厂房按 B 类火灾严重危险级设计，其他按 A 类中危险级设计配置手提式干粉灭火器。灭火器箱放置在消火栓箱下，与消火栓做成一个大箱体，箱底距地面 150mm ，每个灭火器箱内放置 2 具 MF/ABC4 或 MF/ABC5 灭火器。电气设备用房增设手提式磷酸铵盐灭火器，设灭火器箱，内置两具 MF/ABC5。

第 20 章 环境保护

20.1 设计依据

20.1.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日；
- (2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》，2000 年 4 月 1 日，2023 年 10 月 24 日修订；
- (3) 《中华人民共和国海域使用管理法》，2002 年 1 月 1 日；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》，2018 年 1 月 1 日；
- (5) 《中华人民共和国大气污染防治法》，2016 年 1 月 1 日，2018 年 10 月 26 日修正；
- (6) 《中华人民共和国噪声污染防治法》，2022 年 6 月 5 日；
- (7) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 9 月 1 日；
- (8) 《中华人民共和国渔业法》，1986 年 7 月 1 日，2013 年 12 月 28 日修正；
- (9) 《中华人民共和国土壤污染防治法》，2019 年 1 月 1 日；
- (10) 《中华人民共和国野生动物保护法》，2023 年 5 月 1 日；
- (11) 《中华人民共和国森林法》，2020 年 7 月 1 日；
- (12) 《中华人民共和国野生植物保护条例》，2017 年 10 月 7 日；
- (13) 《中华人民共和国陆生野生动物保护条例》，2016 年 2 月 6 日；
- (14) 《中华人民共和国土地管理法》，2020 年 1 月 1 日；
- (15) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》，1993 年 10 月 5 日，2013 年 12 月 7 日修订；
- (16) 《建设项目环境保护管理条例》，1998 年 11 月 29 日，2017 年 10 月 1 日修订；
- (17) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2006 年 11 月 1 日，2018 年 3 月 19 日修订；
- (18) 《防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，1990 年 8 月 1 日，2018 年 3 月 19 日修订；
- (19) 《中华人民共和国防治陆源污染物污染损害海洋环境管理条例》，1990 年 8 月

1 日；

(20) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》，2010 年 3 月 1 日，2018 年 3 月 19 日修订；

(21) 《近岸海域环境功能区管理办法》，国家环境保护总局令第 8 号，1999 年 12 月 10 日。

20.1.2 技术导则及有关技术规范

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；
- (2) 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）；
- (3) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）；
- (4) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；
- (5) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；
- (6) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）；
- (7) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；
- (8) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）；
- (9) 《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）；
- (10) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）；
- (11) 《环境影响评价技术导则 土壤环境》（HJ 964-2018）；
- (12) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》；
- (13) 《海洋调查规范》（GB12763-2007）；
- (14) 《海洋监测规范》（GB17387-2007）；
- (15) 《近岸海域环境监测规范》（HJ442-2008）；
- (16) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，2002 年 4 月；
- (17) 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》（海洋出版社，1986 年 3 月）；
- (18) 《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）。

20.2 环境现状和环境敏感目标

20.2.1 环境现状

20.2.1.1 气候气象

本工程海区属亚热带季风气候区，当地气候温暖湿润，雨量充沛，四季分明。洞头地区多年气温适中，年际平均气温变化不大，1991 至 2022 年间年平均气温在 17.2℃~19.3℃间。

本区域全年雨水充沛，降水成因主要是锋面雨、热带气旋。全年降水多集中在 4~6 月份，由于南方暖气流和北方冷气流在江南交锋，形成过生续不断的梅雨天气，其次为 7~9 月份台风带来的雨水。

本地区夏季多为 SW 向大风，春秋季节多为偏 S 向或偏 N 向大风，又以偏 N 向大风为主，冬季盛行 N~NE 向大风。根据洞头气象站多年的风速资料分析，全年平均风速 3.7m/s（1991~2022 年），累年最大年平均风速 7.4m/s（1974 年），累年最小年平均风速为 3.1m/s（2021 年）。全年主导风向为 N~NE 向（频率占 51%），常风向为 NNE 向（频率占 18.3%），强风向为 SSW 向，最大风速 23.6m/s（1991-2022 年），历史最大风速为 32m/s（1975 年 8 月 12 日）。

20.2.1.2 地形地貌

工程海域位于状元岛瓯江入海口处，东南侧为状元岙村，北侧为东海。工程海域拟建工程场地属海岸地貌类型，场区水下岸坡地形坡度较大，一般 10~20 度，总体自海岸向海域方向（自南向北）倾斜，呈南高北低，海底地形总体坡度受海岸丘陵地貌的延伸及潮水冲刷影响，局部起伏较大，海底地面标高一般在 -26.90~-3.15m，场区范围水域平潮时水深约在 0~25m。码头前沿濒南水道，水深基本都在 15m 以上。

20.2.1.3 海洋环境

根据自然资源部第二海洋研究所于 2023 年 2 月编制的《甬台温高速公路复线洞头支线（洞头本岛对外第二通道）海洋生态环境调查报告》中的成果。

(1) 海水水质

工程海域水体主要超标因子为悬浮物（SS），化学耗氧量（COD），溶解无机氮，活

性磷酸盐，油类，铅（Pb）和汞（Hg）。超《国家海水水质标准》（GB 3097-1997）一类标准的指标有 7 项，其他评价因子均满足相应的《国家海水水质标准》（GB 3097-1997）第一类标准要求。

（2）海洋沉积物

工程海域沉积物主要超标因子为铜（Cu）和铬（Cr），其他评价因子均满足相应的《沉积物质量标准》（GB18668-2002）第一类标准要求。

20.2.1.4 海洋生态

（1）浮游植物

工程海域共检出浮游植物种类 6 门 152 种，其中硅藻较高，为 116 种，甲藻次之，有 31 种，其他门类占比较低。浮游植物优势种主要为红海束毛藻、骨条藻、拟旋链角毛藻、布氏双尾藻、洛氏角毛藻和尖刺伪菱形藻。浮游植物细胞丰度平均值为 $28826.34 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$ 。多样性指数平均值为 2.72。

（2）浮游动物

工程区域浮游动物平面分布呈近岸低混合区高，差异明显。本区内浮游动物种类较为丰富，多样性指数较高，种类分布较为均匀，群落结构较为稳定。秋季调查区域受近岸水团控制，同时有外海水团入侵，因此本区秋季浮游动物优势种较多，以近岸低盐种类和广温广盐种类为主，兼有亚热带区系和温带区系的特点，浙闽沿岸流和沿岸冲淡水团带来低盐种类，河口会出现一些河口种类，而台湾暖流北上带来暖水种，提高了生物多样性。

（3）渔业资源

工程区域共鉴定出生物种类 82 种。其中，鱼类物种数量最多，并且其重量、尾数密度占据绝对优势。从空间分布来看，渔业资源（重量）密度高值区主要分布在调查海域的西南部区域，渔业资源（尾数）密度分布在瓯江口较多，主要原因是该区域虾类资源量较大。调查海域优势种包含鱼类、虾类，共计 5 种。

20.2.1.5 大气环境

根据《2022 年温州市环境质量概要》、《2022 年洞头区环境质量状况》，洞头区 2022 年环境空气 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、CO 和 O₃ 能够达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准值。本工程所在评价区域为达标区。

20.2.1.6 声环境

根据本工程工程周边的声环境现状监测成果。项目周边昼、夜间声环境达到《声环境质量标准》（GB 3096-2008）4a类声环境功能区标准，附近小北岙村昼、夜间声环境达到2类声环境功能区标准。

20.2.1.7 陆生生态

根据初步调查，工程场址现状为集装箱货运码头，周边无国家保护植物，周边为空地及已硬化道路，不涉及生态敏感区，整体生态环境敏感度较低。

20.2.2 环境敏感目标和保护要求

20.2.2.1 海洋环境敏感目标

工程海域范围内浙江洞头国家级海洋公园生态保护红线、浙江温州洞头海岛省级地质公园生态保护红线、浙江温州龙湾省级海洋公园生态保护红线，以及养殖区、码头、海底管线、航道、锚地等环境敏感目标。

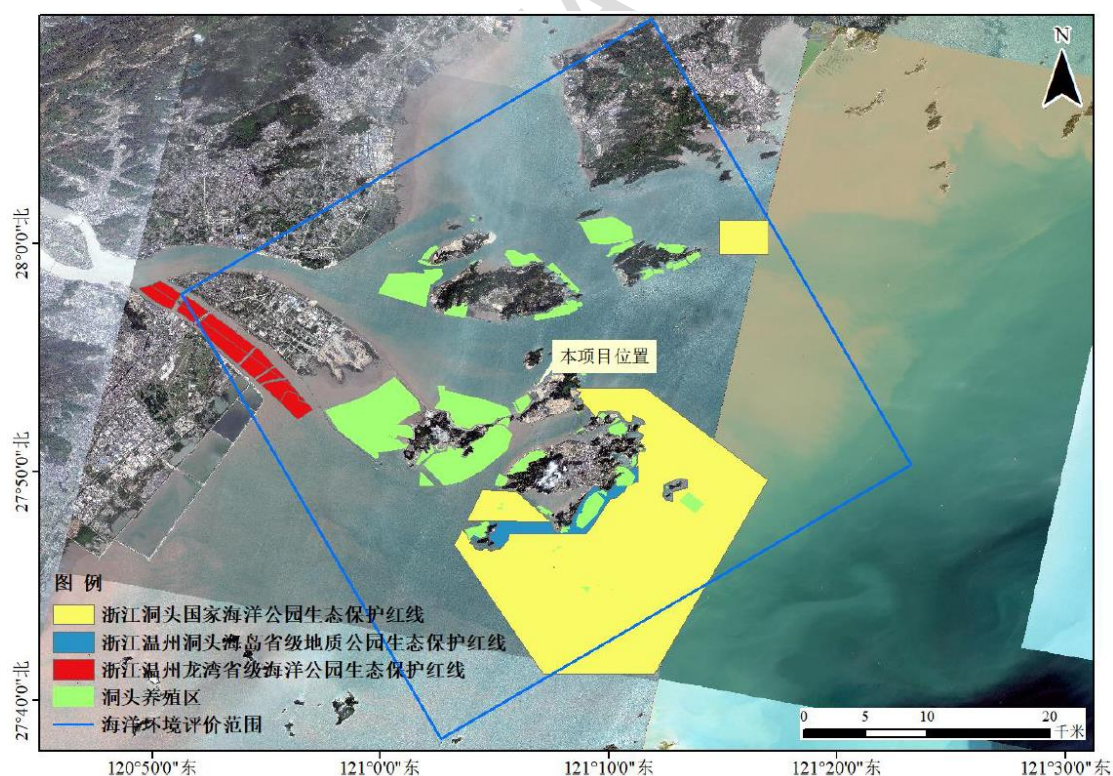


图 20.2-1 环境敏感目标分布图

20.2.2.2 陆域环境敏感目标

本工程的周边陆域环境敏感点主要为村庄，包括小北岙村、状元村、壮中村、壮北村等，距离厂界最近距离约 70m。

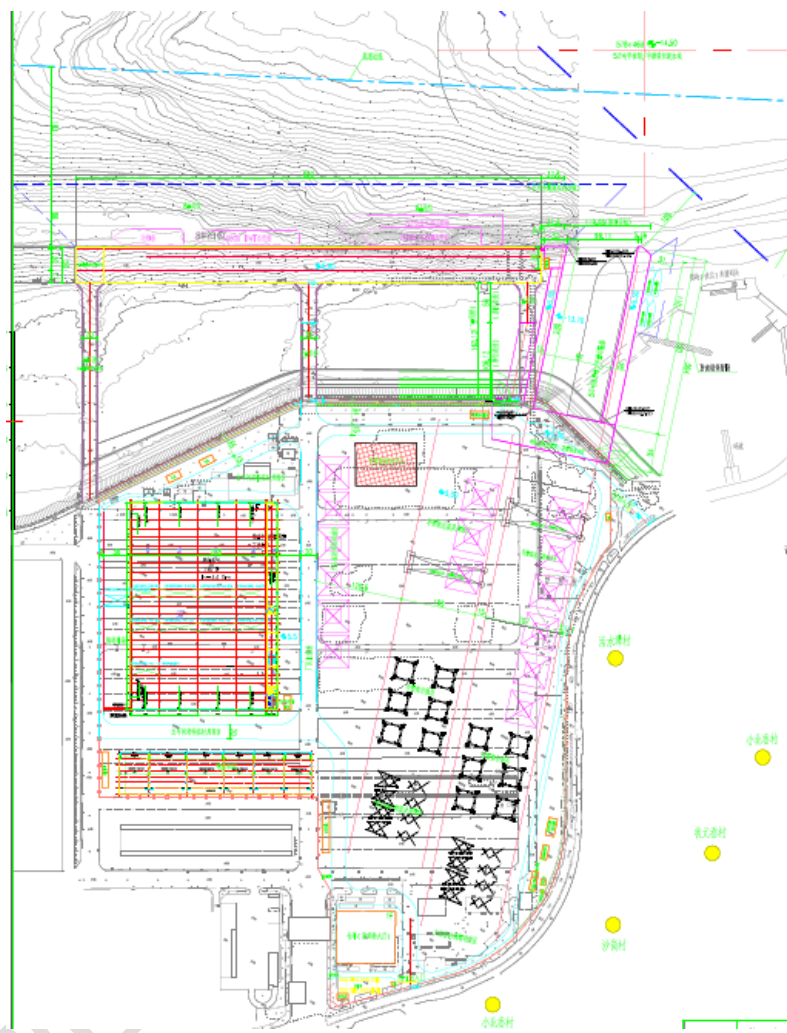


图 20.2-2 环境敏感目标分布图

表 20.2-1 本工程敏感目标一览表

序号	敏感目标		保护对象	与本工程方位/距离
1	生态 保护 红线	浙江洞头国家级海洋公园生态保护红线	珍稀濒危物种栖息地	SE/2.3km
2		浙江温州洞头海岛省级地质公园生态保护红线	泥质岸滩	S/9.3km
3		浙江温州龙湾省级海洋公园生态保护红线	重要河口	W/16.8km
4	项目周边养殖区（开放式养殖紫菜和羊栖菜）		养殖物种、水质	本工程周围（最近 WS/2.0km）

序号	敏感目标		保护对象	与本工程方位/距离
5	“三场一通道”		大黄鱼、小黄鱼、鳊、三疣梭子蟹等产卵场	/
6	岸线		自然岸线	E/350m
7	码头	状元岙港区 7#泊位、状元岙港区 5#、6#泊位（在建）、华港 LNG 码头、荣和建材临时作业平台、青山岛旅游码头	冲淤影响、通航安全	/
8	海底管线	元觉-青山海缆	通航安全、冲刷风险	/
9	航道	状元岙港区进港内航道（南水道）	冲淤环境影响	/
10	锚地	青山岛锚地、青菱屿锚地、小北岙渔船避风锚地	冲淤环境影响、通航安全	/

20.3 主要污染源和污染物

根据工程施工规划和施工特点，施工期产生的废水、废气、噪声、粉尘及各种施工建设活动等，将对周围水环境、环境空气、声环境、生态环境、水土保持等产生不同程度的影响。营运期主要为码头作业人员生活污水及垃圾。

表 20.3-1 施工期主要污染源及污染因子识别一览表

环境影响要素		污染环节	主要污染因子
施工期	地表水	施工人员生活污水	COD、NH ₃ -N
		施工船舶污水	COD、NH ₃ -N、石油类
		机械设备冲洗废水	SS、石油类
		泥浆废水、悬浮泥沙	SS
	环境空气	施工扬尘	TSP
		施工机械废气排放	TSP、NO ₂ 、CO、SO ₂
	声环境	施工机械噪声	Leq
	固废	施工人员生活垃圾	/
		工程弃渣	/
		疏浚物	/

环境影响要素		污染环节	主要污染因子
		沉淀池弃渣	SS
营运期	地表水	作业人员生活污水	COD、NH ₃ -N
		进港船舶污水	COD、NH ₃ -N、石油类
	环境空气	船舶、车辆废气	SO ₂ 、NO _X 、HC
		作业扬尘	TSP
		结构焊接、打磨、喷漆	TSP、有机物
	声环境	港区作业噪声	/
	固废	作业人员生活垃圾	/

20.4 环境保护治理措施与预期效果

20.4.1 施工期污染防治措施和预期效果

20.4.1.1 水环境保护措施

(1) 施工期生活污水

本工程施工期陆上施工人员临时租用附近社区房屋，其生活污水进入当地污水管网；施工船舶生活污水委托海事部门组织海上污水接收船进行接收。

(2) 施工船舶污水

根据《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018），船舶含油污水经收集后交由处理能力的单位进行处置，禁止船舶含油污水排放入海。

(3) 泥浆废水

本工程挖入式港池突堤及引桥平台桩基采用钢管桩或嵌岩桩。泥浆废水主要为桩基施工海底淤泥层以下的混凝土体积。后方陆域应建设泥浆池，泥浆水经沉淀后上清液回用于洒水抑尘，泥浆泥渣及时外运。

(4) 悬浮泥沙

本工程施工期可采用低潮位施工，可有效减少悬浮泥沙入海，降低悬浮泥沙影响。

(5) 机械设备冲洗废水

该项目需自卸汽车等大型施工设备，冲洗废水主要水污染物为 COD、SS，排放浓度

分别为：150mg/L、2500mg/L。车辆冲洗废水应通过沉淀池收集处理后再回用到施工场地和运输路线、洒水、绿化用水、抑尘洒水等，不外排。

20.4.1.2 环境空气保护措施

(1) 扬 尘

- a. 施工期间对施工场地实施洒水抑尘，每天洒水 4~5 次，可使扬尘减少 70%；
- b. 土、石、水泥等可能产生扬尘的材料，在运输过程中做好运输车辆的密封和车辆保洁措施，减少因土、石外泄造成的扬尘污染；
- c. 临时堆料场、堆土场需保持一定的湿度，并采用彩条布覆盖等措施；
- d. 工程弃（余）方应及时清运至其它项目填筑利用，并加强防护措施，以减少扬尘量；
- e. 对材料装卸等过程产生的粉尘污染，建议施工单位将拌和机等机械设置防尘罩，实施封闭施工、半封闭施工等措施来减轻此类作业产生的粉尘污染；
- f. 砼搅拌、水泥装卸作业时产生的粉尘主要是受风速的影响较大，禁止在大风天进行此类作业是抑制这类扬尘的较佳手段。

本工程靠近海边，海上风力较大，对污染物的稀释扩散能力较大。本工程在做好定时洒水降尘的基础上，对周边环境的影响较小。本工程施工期大气环境影响是暂时的，待施工结束时，影响也随之消失。

(2) 施工车辆、机械尾气

施工车辆、机械设备运行使用环保型的低硫份柴油，工程建设单位需对施工车辆、机械设备加强维护，保持良好运作，保证尾气正常达标排放。由于项目位于海边，扩散条件较好，排放的废气对外环境影响不显著。

20.4.1.3 声环境保护措施

(1) 严格遵守《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的标准和规定，在施工前应向环保主管部门办理申报登记手续；

(2) 合理安排施工时间，原则上禁止夜间施工，因特殊工艺要求需连续作业的，须经当地生态环境主管部门同意；

(3) 施工时尽量选用优质低噪声设备，设备安装时，可采用隔振垫、消音器等辅助设施，并加强施工机械的维修、管理，以保证机械设备处于低噪声、高效率的良好工作状态。

状态。对振动大的机械设备使用减振机座或减振垫，从源头上控制噪声源强；

(4) 合理布局施工现场，避免在同一地点安排大量动力机械设施，避免局部声级过高，施工机械布置时尽量远离各敏感点；

(5) 做好周围相关群众、单位的协调工作，及时通报施工进度，减少人为的噪声污染，取得受影响群体的谅解；

(6) 合理安排行车路线，尽量避开居民密集区及声环境敏感点。保持车况良好，注意限速行驶，禁止高音鸣号，以减小地区交通噪声；

(7) 建议将混凝土拌和机等强噪声、固定位置运行的设备安装在简易工棚内，实施封闭、半封闭施工。

(8) 合理安排施工时间，靠近居民点路段施工时，高噪声级的施工机械在夜间（22:00 次日 6:00）应停止施工。因工艺要求必须夜间施工时，应报相关部门审批并告示周边民众。

(9) 施工单位必须选用符合国家有关环保标准的施工车辆，如运输车辆噪声符合《汽车定置噪声限值》（GB16170-1996）和《机动车辆允许噪声》（GB1495-79）等。并要求施工车辆通过施工生活区、居民区附近时慢速行驶，并设立限速标志，注明时速小于 20km/h，并禁鸣喇叭，控制夜间（22:00~次日 6:00）行驶。

整体来看，在采取相应环保措施的基础上，可降低施工噪声对周边环境的影响，确保施工噪声达标排放。

20.4.1.4 固体废物处置措施

(1) 施工人员生活垃圾集中收集，委托当地环卫部门清理。

(2) 海堤开挖方部分用于海堤边坡修复，多余部分初步考虑运至灵霓大堤陆域回填。建筑垃圾临时堆放期间，应选择远离水体的区域进行妥善堆放，必要时用篷布覆盖，避免因雨水冲淋，引起水环境污染，并及时清运。

(3) 港池疏浚物全部运至指定温州港疏浚物临时性海洋倾倒区，不得随意弃置。

20.4.2 营运期污染防治措施

20.4.2.1 水环境保护措施

本工程营运期产生的污水主要有运输船舶污水、冲洗废水、陆域工作人员生活污水。

(1) 船舶污水

船舶机舱含油污水由船上自备的油水分离器处理后收集上岸委托有资质单位处理，到港船舶生活污水定期收集后抽运至就近污水处理厂进行处置。

(2) 冲洗废水

由于拟建码头主要是对风电装备等重大件进行运输，产生的扬尘较少，对堆场进行每月冲洗一次，冲洗废水经排水沟收集进入沉淀池沉淀处理后可回用。

(3) 生活污水

运行期作业人员生活污水利用码头污废水处理设施收集，近期委托环卫部门清运至就近污水处理厂处理，远期待纳入市政管网后统一处理，营运期产生的污水对周边环境的影响不大。

20.4.2.2 环境空气保护措施

(1) 选用性能良好、污染较小的先进船舶，定期检修，船舶靠泊时采用码头岸电设施，以减少项目船舶废气的排放。并且要求进入本码头的船舶性能符合《防治船舶污染海洋环境管理条例》第十五条要求，符合已生效的《73/78 防污公约》附则VI的相关规定，对不符合上述性能的船舶禁止进入本工程码头。

(2) 选择符合国家排放标准的机械设备，尽可能选用轻质柴油及其他优质清洁燃料油，并做好机械设备的定期维护工作。

(3) 平台适当位置安装喷淋设施实施洒水抑尘。

(4) 导管架等喷砂、喷漆等工艺作业区尽可能远离周边村庄布置。

(5) 优化喷涂工艺，尽可能减少油漆用量；合理安排喷涂作业时序，避免多作业面同时进行喷涂工作。

(6) 室内喷涂作业做到密闭收集处理，喷漆房收集效率不低于 97%，沸石转轮+RTO 综合处理效率不低于 90%。

(7) 导管架户外补漆应采用涂刷工艺，室外涂漆过程中应采用移动式集气罩收集+活性炭吸附处理，收集效率不低于 50%，处理效率不低于 75%。同时建议针对项目大气环境保护措施开展专题研究设计，确保周边敏感点空气环境质量满足相应标准要求。

20.4.2.3 声环境保护措施

营运期选用低噪声设备，合理安排作业时间，夜间码头区域不进行船舶靠泊作业，

定期对设备进行维护保养，保持良好性能。此外加强对港区道路的管理，运输车辆禁止鸣笛，以减小对敏感点的影响。

20.4.2.4 固体废物处置措施

- (1) 港区生活垃圾由环卫部门及时清运处置。
- (2) 船舶生活垃圾收集上岸后，委托环卫部门及时清运处置。

20.5 建设项目引起生态变化所采取的防范措施

20.5.1 海洋生态环境保护措施

(1) 在施工期应预防为主，在各种作业工程施工过程中，应加强施工队伍的组织和管理，采用先进技术设备，严格按照操作规程，科学安排作业程序。

(2) 工程施工尽可能采用候潮施工，减少施工悬浮物入海。

(3) 桩基作业前需驱赶的水生生物主要是鱼类，可用测试后适合所在海域鱼类的声波驱赶施工区的鱼类，尽量减少声波对鱼类的伤害；亦可利用灯光驱赶对灯光敏感的鱼类。

(3) 加强防范措施和应急准备，必须加强施工期生活污水的收集处理和生活垃圾的收集处置，严禁向水域倾倒各种垃圾与排放废污水。

(4) 加强科学管理，严格限制工程施工区域在其用海范围内，控制施工设备及人员作业范围，在保证施工质量的前提下，尽可能减少海堤向海一侧潮间带的扰动和开挖面积。

(5) 陆域土方施工尽可能避开雨季；原材料堆放场雨天应用防雨布覆盖，周围挖边沟导流。防止陆上施工场地污废水进入海洋，影响海洋生态环境。

(6) 做好施工期的海水环境跟踪监测与环境监理工作。对施工期附近水域开展生态环境及渔业资源跟踪监测，及时了解工程施工对生态环境及渔业资源的实际影响。

(7) 本工程的施工对海域生态环境会产生一定的影响，建设单位应投入相应的资金进行海域生态补偿，如开展增殖放流等。对贝类、鱼、虾等生物进行增殖放流或者底播，加快恢复工程海域海洋生物量和渔业资源的数量，提高水域渔业生物的多样性，修复和改善工程附近水域渔业生物种群结构。

20.5.2 陆域生态环境保护措施

本工程所在区域人类活动频繁，基本无陆域动物存在，工程的建设对陆域生物的影响主要为陆域植物影响，可采取以下措施减缓影响：

(1) 施工中应严格按照设计进行施工和开挖，不得超计划占地，避免对征地红线外的植被造成破坏；

(2) 严格按照施工用地规划进行土石方临时堆置，禁止在规划外的其他区域随意弃置和进行土石方堆置；

(3) 对临时性占地，应尽量缩短时间，及时恢复土地原有使用功能。临时用地开挖时的表土要妥善保存堆放，可作为绿化用地的表土，以利植被的恢复、生长；

(4) 珍惜植物保护措施：工程建设过程中，施工单位应注意识别周边珍稀植物资源，加强珍稀植物保护宣传工作，一旦在施工中遇到保护植物或古树名木，应立即向林业部门汇报，协商采取妥善措施后才能进行下一步施工；

(5) 施工结束后根据地形条件，以适时适地的原则对临时施工占地区域和永久占地区裸露地进行植被恢复和绿化。

(6) 鸟类等野生动物的保护措施。加强对施工人员、管理人员及当地群众进行宣传教育，增强其野生动物保护意识，树立爱护野生动物，保护生态环境的自觉性和责任感，严禁捕猎野生动物；施工期各种污染物按报告要求处置；施工活动严格限制在划定界线内，避免破坏周边环境；优化施工方案，抓紧施工进度，尽量缩短作业时间；高噪音机械尽量避免晨昏及夜间作业。

20.6 绿化设计

20.6.1 绿化原则

(1) 生态优先，功能复合

- 1) 以修复港区生态环境为核心，兼顾防风固尘、降噪隔音、景观美化等功能；
- 2) 优先选择抗盐碱、耐海风、低维护的本土植物，适应温州沿海气候。

(2) 因地制宜，节约用地

- 1) 结合港区地形、土壤条件及作业需求，合理利用边角地、隔离带等空间绿化；
- 2) 避免绿化对港口作业的干扰。

(3) 分类分区，突出特色

- 1) 按功能区划分绿化类型，包括办公区景观绿化、堆场防护带；
- 2) 融入温州地域文化元素。

20.6.2 绿化布置

(1) 办公区

1) 功能定位

景观美化、员工休憩。

2) 布置方式

入口广场种植乔木（香樟、桂花）搭配花坛（茶花、杜鹃），形成标识性景观。

建筑周边设置绿篱（红叶石楠、冬青）隔离噪音。

(2) 码头作业区

1) 功能定位

防风降尘、隔离防护。

2) 布置方式

堆场周边布置防护带（木麻黄、女贞），降低粉尘扩散。

(3) 道路及隔离带

1) 功能定位

引导交通、减少扬尘

2) 布置方式

主干道两侧：双排乔木（栾树、广玉兰）搭配地被植物（麦冬、鸢尾）。

隔离带：种植低矮灌木（海桐、大叶黄杨），避免遮挡视线。

20.7 环境监测计划

为了分析、验证和复核本工程对环境影响评价结果，及时反映工程实际影响，需对进行跟踪监测，以便及时提出合理化建议和对策、措施，达到保护工程周围环境质量、生物多样性和渔业资源的目的。

环境监测应委托具备 CMA 计量认证资质或实验室认可 CNAS 资质的单位进行，技术要求按照有关环境监测规范的规定执行。

根据工程环境特点及工程特性，本次监测计划以施工期、营运期为重点，监测计划见表 20.7-1。

表 20.7-1 环境监测计划实施表

阶段	监测内容	监测站位	监测时间及频率	监测地点	监测项目
施工期	海水水质	6 个	施工期高峰期（春或秋） 监测 1 次	工程周边海域	悬浮物、石油类、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐
	海洋生态	6 个		工程周边海域	海水水质、叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、生物质量、鱼卵仔鱼和鱼类资源
	潮间带生物	2 个		工程周边潮间带区域	潮间带生物
	扬尘	1 个	施工高峰期：连续 3 天， 每天 4 次	施工场界	TSP
	噪声	1 个	施工高峰期：连续 3 天， 每天 4 次	施工场界	连续等效声级 L_{Aeq}
营运期	海水水质	6 个	项目实施后 1 年内 1 次	工程周边海域	悬浮物、石油类、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐
	海域生态	6 个		工程周边海域	浮游植物、浮游动物、底栖生物、生物质量、鱼卵仔鱼和鱼类资源等
	潮间带生物	2 个		工程周边潮间带区域	潮间带生物
	水下地形	2 次	运营 1 年	港池、码头附近	水下地形
	空气	2 个	正常运行后监测 1 次	码头厂界 2 个点	TSP、PM ₁₀ 、PM _{2.5}
	噪声	1 个	正常运行后监测 1 次	引桥和后方道路交界处	L_{Aeq}

20.8 环境投资

环保专项投资主要包括：环境保护措施、环境监测措施、环境保护设备、环境保护临时措施等投资。工程环保专项投资见第三篇。

20.9 环境影响评价结论

一期工程的建设符合产业政策，其建设符合地方国土空间规划等要求。工程的建设可满足深远海海上风电市场发展所需，推动产业向高效率、高技术和高价值方向发展，实现浙江省海上风电可持续发展目标。下阶段应进一步与当地生态环境部门沟通，调整生态环境分区管控动态更新方案。

工程建成后对当地社会经济具有较大的促进作用，经济效益、社会效益和环境效益明显。工程建设对当地海洋生态环境、声环境、大气环境、光污染影响、生态环境等影响较小，除工程占地造成土地利用状况不可逆改变外，其他影响均可通过采取相应的环保措施及环境管理措施予以减缓。因此，只要项目在建设过程中认真落实“三同时”，采取相应的环保对策措施后，从环境保护角度来看，工程建设是可行的。

第 21 章 安全

21.1 工程概况

21.1.1 建设规模

本工程总体吞吐量 99.8 万吨。其中，配套组件及原材料装卸船 30 万吨/年、运维设备物资装船 5 万吨/年、社会件杂货 40 万吨/年，导管架 80 套，约 24.8 万吨。后方陆域占地约 650 亩，根据功能区划分为生产区和生产辅助区。其中生产厂房及配套附属用房总建筑面积约 8.65ha，办公生活用房总建筑面积约 0.508ha，总装及成品堆场总面积约 21.92ha，配置 1500t 和 3600t 龙门吊各一台。基本实现风机总装、核心部件制造和运维服务三大功能。

21.1.2 地理位置

港区 8[#]、9[#]多用途泊位工程地处瓯江口外洞头县元觉乡，东北与洞头县霓屿车渡码头相连，西与温州、灵昆隔海相望，南面与洞头本岛、大岙等岛屿相连，西南与霓屿岛相接，北同青山岛隔海为邻，其概略位置为：121°07'00"E，27°53'48"N。拟改建状元岙一期工程（#8、#9 泊位），作为华东深远海风电母港作业泊位。

工程地理位置见下图示意：



图 21.1-1 工程地理位置图

21.1.3 本工程自然条件中产生危害的主要因素及相关资料

(1) 台风：温州市气象局数据显示，洞头年平均台风影响期集中在 7-9 月，年均受台风影响 2-3 次，最大风力可达 12 级以上（如 2019 年超强台风“利奇马”），易造成建筑倒塌、电力中断。

(2) 雨：温州市洞头区多年平均年降水量约为 1300—1400mm，其降水呈现明显季节性特征，主要集中在 5—9 月汛期（约占全年降水的 70%），尤其是台风季（7—9 月）易出现短时极端强降雨，受台风影响，单日最大降雨量可达 300mm 以上。

(3) 气温：温州市洞头区多年平均气温约 17.5—18.3℃，冬暖夏凉，年温差较小（约 20℃）。最热月（7—8 月）平均最高气温达 30.5—31.0℃，极端高温曾达 37.3℃；最冷月（1 月）平均气温约 7.8—8.5℃，极端低温为 -4.1℃。

(4) 雾：年均大雾日数约 30 天，主要集中在春季，导致海上航线停航。

(5) 雷暴：洞头年均雷暴日数达 45 天，电子设备及高层建筑易受损。

21.1.4 总平面布置

港区陆域平均纵深 850m，东西向长 720m，港区陆域总面积为 650 亩（均为填海形

成)，场地采用吹填沙方案形成陆域，平均高程为 5.2~5.4m。港区纵向道路与水域引桥相衔接，以形成运输回路。

厂区西半部从左至右依次布置原材料堆场 1 跨，焊接车间 4 跨。原材料堆场净宽 36m，设置高 15m、起重能力 60t 电磁吊两台。车间顶部设置行车、用来转运车间内原材料及钢结构构件等，根据钢构件产品的结构、尺寸、重量等要求，4 跨焊接车间宽度设置为 39.6m~53.6m 区间，焊接车间内部设置行车，高度 21m~29m，起重能力在 20t~400t 区间，以实现土地集约的最大化，和资源配置的最优化。厂房车间内横向设置中间通道，用来运输大件钢结构构件等，车间东南角设置维修车间、焊材库、变电站及现场版办公区等，方便钢结构车间的日常运行。厂房车间南向设置涂装车间，根据母港的年产能，设置喷涂车间 6 间。

厂区东半部依次布置成品堆场及导管架总装区，导管架总组装区域配置净高 130m，轨距宽 107m，起重能力 3600t 龙门吊 1 台，负责导管架总装合拢及吊装发运；相邻配置净高 108m，轨距宽 105m，起重能力 1500t 龙门吊 1 台，负责导管架下部合拢。龙门吊后方轨道尾部腹地区域和靠近西侧车间区域，布置导管架临时堆场，在 10 月~次年 3 月份海上施工空窗期兼用导管架堆存。

厂区南侧布置生产辅助区，利用原邮轮大厅布置综合办公楼。厂区东侧不规则区域分散布置消防水池、水泵房、变电站、危废库及仓库。

公用动力设施根据厂区作业需要，以靠近负荷中心的原则布置，布置在厂区西北侧，主要包括变配电、空压机等设施。场区大门设置两座，主入口设置在厂区南侧，相邻主干道布置，次入口设置东南侧临近外部干道处。



图 21.1-2 工程平面布置图

21.2 安全评价与危险因素

21.2.1 环境因素分析

(1) 风对本工程安全生产的影响因素主要表现在对大型机械设备的船舶的稳定性的影响。大风可能会船舶操纵及设备装卸作业带来不利影响。本工程严格执行相关的防风规范和技术标准，采取可靠措施，以防止强风、突风对作业机械造成危害。

(2) 雨雪天气对码头生产作业安全的影响。本地区域夏季汛期雷暴雨较多，冬季降雨落雪将会导致道路结冰、进而影响码头作业机械设备和行驶车辆打滑等，造成安全隐患。本工程拟加加强对雨雪天气的作业管理，采取如限速限量等措施。

(3) 雾将导致码头作业区域的能见度降低，从而影响作业人员观察距离和准确度，容易导致装卸作业过程中人员配合或者误操作等。本工程应加强生产管理。

(4) 雷电将直接影响大型机械设备、变配电所和建筑物的安全。本工程属于雷击多发危险区域，重点建筑物、大型金属设备及易燃、易爆装置等有被雷击的可能性，引发火灾等事故。本工程充分考虑大型装卸设备和建筑物、变配电所等防雷安全，在工程运营过程中注意相关设施的维护保养。同时加强对相关人员的安全培训。

21.2.2 生产过程中安全因素分析

(1) 火灾危险因素

本工程装卸机械等电气设备存在缺陷、漏电、保护装置失灵或选用产品不合适、电缆、电线敷设不合理，高压设备、用电设施、火灾爆炸危险场所缺少应有的标志和信号等情况，都可能引发事故或对进入现场作业人员造成伤害。

1) 如因使用电源线路材质或规格不符合使用要求、绝缘性能不良、接触不良、未配置剩余电流动作保护装置、接地故障、负荷超限、短路故障等，均有可能产生电气火花，遇到可燃物质，可能造成火灾爆炸事故；

2) 因用电设备设施如手持电动工具、电热器具等绝缘不良、电气线路负荷超限、接触不良、短路等，均有可能产生火灾事故；

3) 照明灯泡或射灯、电热器具等，在正常通电的状态下，就相当于一个火源或高温热源。当其安装不当或长期通电但无人监护管理时，就可能使附近的可燃物受高温而起火；

4) 因防雷设施故障导致接地电阻增大，易造成厂房建筑或设施遭受雷电击中，均有可能发生火灾爆炸事故。

(2) 电气安全

从能量的角度看，电能失去控制将造成电气事故。按照电能的形态，电气伤害可分为触电危害、静电危害和电磁辐射危害，同时可能因触电伤害导致的二次事故，如高处坠落、物体打击等。

(3) 意外事故

装卸设备安全保护装置失灵造成伤亡事故，流动机械撞伤人员事故等；

劳动组织不合理，操作规章制度不健全，现场监督管理不严，致使作业人员违章作业、操作错误、配合不当等都可能发生不应有的意外事故。

(4) 高处坠落

高处临边作业、洞口边高处作业、攀登高处作业、机械行走升降平台高处作业因作业场所光线昏暗、视线不清、地板湿滑、超负荷负重搬运以及作业人员身体条件不适等，均可能导致高处作业人员发生坠落意外事故。

(5) 起重伤害

起重伤害是指在进行各种起重作业（包括吊运、安装、检修、试验）中发生的重物（包括吊具、吊重或吊臂）坠落、夹挤、物体打击、起重机倾翻、触电等事故。起重伤害事故可造成重大的人员伤亡或财产损失。

(6) 海损事故

船舶靠离泊时可能会存在不安全因素。例如，可能会因船舶操作不当造成损坏船体和码头结构等安全事故。因大风、大雾天气等天气原因，造成海损事故。

(7) 雷击及天气事故

本工程所处位置夏季汛期雷暴雨较多，属雷击多发危险区域，重点建筑物、大型金属设备及易燃、易爆装置等有被雷击的可能性，引发事故。本工程危险性作业环境主要是高温、低温的危害，码头作业均为露天作业，夏季高温，容易造成工作人员中暑，冬季低温均容易造成码头作业人员冻伤或过度疲劳，容易引起工伤事故。

(8) 溺水事故

码头面作业面较小，容易发生疏忽，发生意外落水溺亡事故。

21.3 安全措施

21.3.1 防火灾事故

(1) 总平面布置和建构筑物布置严格按国家有关标准、规范确定总平面布置，各建筑物、构筑物之间均保持有足够的安全距离和隔离要求。

(2) 本工程港区按照国家规定设置专门消防系统。

(3) 码头所有电气设备、电话、空调等均采用防爆型产品。码头运营过程中对相关设备进行定期检查维修或更新。

(4) 保证通讯线路和报警设施的正常运行。

(5) 疏散标志和指示灯要保证完好长明。

(6) 消防人员应定期进行消火栓等灭火设备操作演习。经常检查自动报警装置是否

灵敏，消火栓灭火器是否有效。并进行维护保养，失效的及时更新。

21.3.2 防电气伤害

(1) 配电站、箱式变电所采用避雷针，利用基础平台的主钢筋形成接地体。接地电阻不大于 1 欧。

(2) 龙门起重机机利用自身钢结构组成防雷接闪体。防雷接地为利用钢轨及每隔不大于 25m 利用基础接地，接地电阻小于等于 30 欧。

(3) 场地采用联合接地系统，接地体利用基础的主钢筋网形成接地体，接地电阻不大于 1 欧。

(4) 本工程配变电所采用 TN-C 接地保护制。高压采用不接地系统，低压采用接零保护系统。各生产设施的配电箱、控制箱、配电箱、起重机钢轨、金属支架、电缆桥架等非带电金属件均妥善接地。

(5) 对有关管道设有防静电感应措施，采用等电位联结以策安全。动力管道在入口处，终端及每隔不大于 50m 作防静电接地，接地电阻小于等于 10 欧。

(6) 电气设备及线路均按规范有关规定采用适当的保护电器，对接地故障回路其动作时间应满足规范允许的最大切断故障回路时间。导线截面选择应满足回路额定电流的要求，导线敷设应避开热源。

(7) 为防止直接电击，设计中采取外护物等措施以防止人体与裸露带电部分接触。为防止间接电击，外露导电部分做好接地，并能满足接触电压限值和切断故障电路时间的要求。

(8) 变电所设有防尘、防潮措施。

(9) 信息系统设防雷击电磁脉冲装置。

21.3.3 防意外事故

(1) 使用方应根据《用电安全导则》的相关要求对电气进行管理。根据码头潮湿、腐蚀性强等生产环境的特点，投运后应加强电气设备与线路的保养、检查、维修及用电管理，建立电气安全管理制度。

(2) 变电所设置防止雨、雪和蛇、鼠类小动物从采光窗、通风窗、门等进入室内的设施。变电所的电缆夹层采取防水、排水措施。

(3) 变电所内设备配置防误操作装置或设置必要的机械、电气联锁；高压开关柜具备五防功能。户外电气设备的外壳防护符合《外壳防护等级（IP 代码）》的要求。

(4) 低压配电线路应装设短路保护、过负荷保护和接地故障保护，作用于切断供电电源或发出报警信号。室外照明线路带漏电保护装置。

(5) 室外照明按照《室外作业场地照明设计标准》规定的照度、均匀度等要求设计，并考虑减少阴影和死角。照明灯塔的位置不影响作业机械的运行，靠近车辆通行路线的，底部设置防撞装置，并涂安全色。

(6) 变电所、照明灯杆、各建筑物均设有避雷接地保护装置，所有用电设施均可靠接地。

(7) 低压配电系统确定采用合适的接地方式，接地电阻符合规范要求。

(8) 装卸机械在制造厂应按机械制造安全规程，安装好安全保护和控制装置，要配防突发性强风的应急措施，设备在现场启动、行走时，均设有预警装置。

(9) 起重设备操作安全管理作业人员需经有关部门考试合格具备上岗资格证后方可上岗。操作前需检查防护保险装置是否完好、可靠。作业人员应佩带相关防护用品。起吊作业时须保证货物的平稳移动。严禁超载运行。

(10) 夜间作业设有足够的照明设施，作业场所采用高杆灯大面积照明，高杆灯设置位置不影响水面航行寻标视线，并具有防眩光措施。

21.3.4 高处坠落的防范措施

(1) 高空作业时严禁上下投掷工具、材料和杂物，必要时设安全警戒区，并设专人监护。工作面距坠落基本面超过 2 米以上的操作平台、垂直通道、地坑等设防护栏或安全绳、盖板。做好防高空坠落措施，完善作业场所的护栏和安全网等安全设施；

(2) 高处作业人员的个人着装符合安全要求。根据实际需要配备安全帽、安全带和有关劳动保护用品；不准穿高跟鞋、拖鞋或赤脚、赤膊作业；使用安全带事先要检查，禁止使用灼伤、割破、变质、腐蚀、受过冲击等情况的安全带；

(3) 建设单位对生产环境、安全设备、设施和防护用品进行全面认真检查（如照明、防护栏杆、安全网、安全帽、安全带等），有坠落踏空危险的孔、洞、边等敞开部位采取防坠落措施，做到“有边必有栏，有孔有洞必有盖，无栏无盖必有网”；

(4) 安全设施（如脚手架及吊篮等）经专业人员检查验收（挂验收标志牌），未经

验收合格禁止使用。在进行脚手板的架设、拆除、变更作业中，要拉好警戒线或有人监护；

(5) 工作面距坠落基本面超过 2m 以上的操作平台、垂直通道、地坑等设防护栏或安全绳、盖板；

(6) 遇有 6 级以上强风或暴雨等恶劣气候时，禁止高处作业；遇有雨、浓雾天气有防雨、防滑等措施。

21.3.5 起重伤害的防范措施

(1) 起吊设备的选购应为国家核准的生产厂家，并按规定进行作业安全检查；所有运输、起吊设备均应设置限位、限重缓冲等安全设施；

(2) 起吊设备下设安全标志，个人佩戴安全帽；操作人员应持《特种作业人员操作证》方可从事指挥和操作；起重作业明确指挥，起重设备下设安全标志，看清场地、吊物情况和指挥信号方可进行吊装；起重作业完毕，应做好归位工作。

21.3.6 防雷击及天气事故

(1) 所有大型装卸机械、高杆灯柱等采取了可靠的防雷接地措施，变电所及其它需要防雷的建筑物设有防雷击保护装置。

(2) 变压器中性点采取直接接地方式，所有用电设备均采用保护接零系统。

(3) 本工程所在地冬、夏季节温度差很大，在现场作业的人员，必须做好防暑、保温个人防护。在极端温度季节适当调整作业时间。

21.3.7 防溺水事故

对作业人员进行必要培训，提高他们的安全意识，防止意外落水或高空坠落。

21.3.8 其它安全防治措施

(1) 设置港口安全监控系统，港区设置劳动安全办公室，配备专职管理人员和兼职安全员，负责检查和落实劳动安全各项措施的实施。

(2) 加强劳动安全教育，严格管理，建立有关健全的规章制度和操作规程，技术工人应经过一定的专业培训，合格后才能上岗，这样可避免一些事故的发生，如果发生事故，应采取应急措施，减少事故的危害和损失。

第 22 章 劳动卫生

22.1 设计依据

22.1.1 劳动卫生相关法规、技术标准

- (1) 《中华人民共和国安全生产法》（2002 年 6 月 29 日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过）；
- (2) 《建设项目（工程）劳动安全卫生监察规定》（劳动部第 3 号令）；
- (3) 《关于进一步加强建设项目（工程）劳动安全卫生预评价工作的通知》（安监管办字[2001.39 号]）；
- (4) 《建设项目（工程）劳动安全卫生监察规定》（中华人民共和国劳动部令第 3 号）；
- (5) 《工业企业设计卫生标准》（GBZ 1-2010）；
- (6) 《生产过程安全卫生要求总则》（GB/T 12801-2008）；
- (7) 《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T 13861-2022）；
- (8) 《生产设备安全卫生设计总则》（GB 5803-2023）；
- (9) 《工业企业噪声控制设计规范》（GB/T 50087-2013）；
- (10) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）；
- (11) 《起重机械安全规程 第 5 部分：桥式和门式起重机》（GB/T 6067.5-2014）；
- (12) 其他有关的国家和行业标准。

22.1.2 与劳动卫生相关的基本情况

本工程与劳动卫生相关的基本情况有：

- (1) 厂房施工及运营可能使用易燃材料（如油漆、焊接气体），产生粉尘、有害气体（焊接烟尘）、有害化学物质（如防腐涂料）等。
- (2) 龙门吊运行、金属加工设备、打桩作业等环境可能产生的噪声与振动环境。
- (3) 港口区域夏季高温、焊接作业局部高温、潮湿海风、冬季低温，可能产生高温、高湿、低温等作业环境。

22.1.3 劳动卫生预评价报告的主要结论

针对工程可能存在的劳动卫生危害问题，工程设计将采取相应的劳动卫生防范措施，工程采取的防范措施是经济且可行的，能达到安全防范的效果。

22.2 劳动卫生危害因素

本工程危险性作业环境主要是粉尘、噪音、高温、低温、有毒有害物质的危害。具体危害因素如下：

(1) 粉尘危害

由于本工程是重件码头，货物装卸过程中产生的扬尘、道路二次扬尘和船舶、流动装卸机械、运输车辆等排放的氮氧化物、二氧化硫、一氧化碳、二氧化碳和烟尘等会污染环境，长期接触，能引起呼吸道、肺部疾病。

此外还有焊接粉尘危害，电焊作业是码头维修作业中的重要工种，也是主要的产生作业场所之一。根据国家《生产性粉尘作业危害程度分级》标准，电焊作业其粉尘危害程度的级别为Ⅰ级，属于轻度危害作业。焊接作业过程中，除粉尘危害外，还有可能会造成对作业人员的眼睛、皮肤等辐射危害，也是不应忽视的。

(2) 噪声危害

本工程中，噪声影响范围比较大，在整个作业区普遍存在，噪声产生的主要原因有：机械振动、摩擦、物料碰撞、电机噪声、装卸机械、船舶汽笛、辅助生产作业场所中的设备工作噪声等。通常情况下，噪声源均为作业机械设备，包括门机、汽车吊、平板车运行时的噪声。另外，少量的流动机械及维修作业也会产生噪声。

从噪声的性质而言，它属于感觉性公害，所以分析噪声有害主要取决于受害人的生理、心理因素以及噪声强度、接触时间等因素。噪声对人的危害是多方面的，不仅有可能使人听力损伤，甚至患上职业性、噪声性耳聋，还对心血管系统、免疫内分泌系统等有损害。

(3) 高、低温危害

装卸作业大部分在露天进行，洞头地区的极端最高气温35.7℃，极端最低气温-4℃。甲板指挥、拆加固人员、各类司机等人员，受到危害级别程度为Ⅱ级的高温和Ⅰ级的低温危害。

本工程所在地每年夏季都有高温日，当气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 且相对湿度 $\geq 40\%$ 时，室外作业人员可能出现头痛、胸闷等不适症状。

冬季低温季节，船舱、船甲板、码头前沿和堆场等露天作业场所均为低温危害作业场所。在极端低温条件和大风条件下，低温作业级别可能更低，应采取必要防寒保暖措施，避免发生冻伤事故，以及因低温引起肢体僵硬、动作迟缓而发生伤亡事故。

(4) 有毒物质危害

辅助过程中存在的尘毒危害主要有：充电作业时的硫酸雾、维修电焊作业中的锰尘、电瓶维修作业中的铅烟等危害。在无通风情况下，充电作业因存在爆炸、中毒等风险，需按高风险作业管理；焊接作业因涉及火灾、触电及有毒气体，同样属于高风险作业。两者均需严格执行通风、防火等安全措施，并参照相关行业规范操作。

(5) 其他危害

焊接作业人员和夏季露天作业人员还会受到一定程度的紫外线辐射危害。驾驶司机均存在一定程度强迫体位作业。

22.3 劳动卫生防护对策

本工程投入运营前，应制定严格的安全管理规程和紧急事故处理规程，职工上岗前必须要进行劳动技能和职业道德、安全卫生方面的培训教育，对从事特殊工种作业人员须经系统专业培训考试合格后，实行持证上岗管理制度。码头区应设专职安全主管人员及专职安全员，主要负责检查和落实职业安全卫生各项措施。

(1) 定期清扫施工场地洒落的土建材料，并辅以必要的洒水抑尘措施，保证每天洒水4~5次，以减少施工场地的二次扬尘。

(2) 设备选择考虑低噪声设备，加强设备维护，减少不良运行产生的噪声。

(3) 各类各种人员配备相应的生产防护用品（如安全帽等），避免造成不必要的伤害。

(4) 夏季作业时，采取防暑降温措施，各类装卸机械司机驾驶室配备风扇等设施，现场为作业人员供应防暑降温饮料，设计中考虑候工、休息场所。

(5) 制订食堂卫生制度，严格卫生管理，防止出现食物中毒及传染病的流行。

(6) 现场施工人员，为防止噪声污染，可配戴耳塞，以减轻对身体的不利影响。

(7) 设置专门的安全管理机构，配置专职管理人员，并建立健全安全保证体系。

(8) 应为码头配备必要的急救设备和兼职人员。

(9) 建立健全各种安全规章制度，并加强检查。

(10) 制定特殊危险因素的应急计划，如大型机械的瞬时大风、变电所的突发事件等，并进行必要的应急训练。

(11) 按时发放劳保用品，按时对职工体检，建立健康档案。

(12) 建立相应的安全卫生辅助设施及医疗救护措施。

(13) 除严格按《劳动保护制度》执行外，还要加强职工安全意识的教育，提高职工的思想技术素质。

(14) 其他防治措施如下：

1) 辅助生产尘毒防护措施

① 焊接作业应尽量使用低锰焊条。室内焊接作业配备局部通风装置，流动焊接作业应在通风良好的地点，选择上风向作业。

② 电焊工及辅助工必须佩戴防护面罩、防护眼镜、防护手套。

③ 堆场设防尘喷洒设施。

④ 港区道路配置洒水车。

⑤ 机械司机室应采取密闭措施，防止粉尘进入。

2) 噪声防治措施

① 建立职工听力档案，做好听力保护培训工作。

② 控制高噪声作业机械（如运输车辆、装卸机械）夜间作业时间，并尽量减少员工在强噪声场所的操作时间，必要时出入高噪声区的人员必须配戴防噪耳塞和耳罩。

③ 禁止到港车辆、船舶使用高音喇叭，尽量减少鸣笛次数。

④ 所选工艺设备噪声限值均应满足现行《工业企业噪声控制设计规范》（GB/T 50087-2013）的有关规定，并采取相应的减振隔震措施，降低噪声污染。

⑤ 将装卸机械设备的噪声指标作为设备选型时的重要指标加以考虑，尽可能选用低噪音设备；

3) 高、低温作业防治措施

① 加强在夏季高温季节的防暑降温工作。缩短员工在高温作业场所的工作时间，提供必要的防暑降温饮料，并保证必要的间歇休息时间，可参照相关规范制定相应的规章制度。露天作业点可根据具体条件采取遮阳设施，减少阳光的直接辐射。

② 在施工图设计时，充分考虑夏季高温季节的通风降温措施，可安装通风或空调

系统，通常使用鼓风机向舱内、车内、库内送风。降温最有效的方法是采用空气调节，把送入的空气按温湿度要求进行处理并合理地组织气流。

③ 在低温冰冻季节注意保暖，企业应给职工定期发放符合《个体防护装备配备规范 第1部分：总则》（GB 39800.1-2020）的劳动保护用品，如面罩、手套和防寒服等劳保用品。职工应正确穿戴，并保管好、维护好，正确使用好。

④ 避免长时间高温露天作业，车间、设备操纵室应设置空调等降温设施。

⑤ 为现场作业人员提供防高温辐射工作服。

4) 其他

① 就业前健康检查

为确保广大职工的身体健康，在将要从事本工程的工作之前，所有人员都应进行就业前的健康检查。

② 就业定期健康检查

为及时发现和了解职业危害对职工身体所造成的损害的程度，及时发现可疑职业病，应按一定时间间隔对作业人员的健康状况进行常规检查。

③ 建立健康监护档案

④ 女工劳动保护

为保护女职工身心健康及其子女的正常发育和成长，妇女在怀孕期、产后期和哺乳期均不应从事有毒有害作业。

⑤ 各类生产及工作人员应配备相应的劳动保护用品。

⑥ 夏季高温作业，适当增加轮换班次，供应防暑降温饮料。

⑦ 职业安全卫生教育与培训

职业安全卫生，不仅在设计阶段应进行充分论证，更重要的是在生产管理过程中，管理者应负起安全防范的责任，把生产事故减小到最小程度。此外，港区应编制重大突发性应急预案框架。

第 23 章 节能

23.1 工程概述及设计依据

23.1.1 建筑绿色（节能）设计

根据周边道路关系和日照情况，设计建筑主要朝向有不同的角度调整，且建筑形体规整，有利于节能。

23.1.1.1 节能设计依据

- (1) 《民用建筑热工设计规范》（GB50176-2016）；
- (2) 《建筑玻璃应用技术规程》（JGJ113-2015）；
- (3) 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》（GB 55015-2021）；
- (4) 《外墙保温技术规程》（JGJ144-2004）；
- (5) 《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能检测方法》（GB/T 7106-2019）；
- (6) 《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014）2018 版；
- (7) 浙江省《绿色建筑标准》（DB33/1092-2021）；
- (8) 国家和地方政府其他相关节能设计、节能产品、节能材料的规定。

23.1.1.2 建筑节能设计

(1) 建筑节能与生态

- 1) 建筑布置与体形：主体建筑体形规则，有利于节能。
- 2) 建筑朝向：建筑朝向为东南。
- 3) 小气候的营造，充分利用阳光、空气、水和绿色植物的作用，建筑布局结合气候与主导风向，营造绿色空间

4) 本工程属于夏热冬冷北区，根据《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 的要求和节能标准进行节能计算。

外墙保温：岩棉板（燃烧性能不应低于 A 级）（厚度详节能计算）。

屋面：采用 80 厚挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板（燃烧性能 B1 级）。

外窗：外窗采用多腔隔热金属型材 $K_f=3.0W/(m^2 \cdot K)$ 窗框面积 20%8（HS）+1.52PVB+8（HS）LOW-E 三银+12Ar+8（HS）+1.52PVB+8（HS）4 超白中空夹胶玻璃），

传热系数 2.10W/m²K，玻璃太阳得热系数 0.36，玻璃遮阳系数 1.0。

(2) 建筑材料选用依据

1) 非透明材料热工参数依据

表 23-1 非透明材料热工参数依据

材料名称	干密度 (kg/m³)	导热系数[W/ (m·K)]	蓄热系数 [W/ (m²·K)]	修正系数 α		选用依据
				α	使用部位	
岩棉板	60	0.041	0.62	楼板：1.20	底部接触 空气的架 空楼板	《浙江省公共建筑 节能设计标准》 - DB33/1036-2021
岩棉板	60	0.041	0.62	墙体：1.20	外墙/热桥 柱/热桥梁/ 热桥楼板	《浙江省公共建筑 节能设计标准》 - DB33/1036-2021
挤塑聚苯乙烯泡沫塑料 (带表皮外 保温)	35	0.030	0.34	屋顶：1.20	屋面	《浙江省公共建筑 节能设计标准》 - DB33/1036-2021； 《浙江省居住建筑 节能设计标准》

2) 透明材料热工参数依据

表 23-2 透明材料热工参数依据

门窗类型	传热系 [W/ (m²·K)]	玻璃太阳 得热系数	应用部位	气密性等 级	选用依据
6LOW-E 双银+12Ar+6 超白中空夹胶玻璃	1.70	0.36	透明幕墙	3	用户自定义

(3) 围护结构构造做法

屋面类型 1（由外至内）：

- 第 1 层：细石混凝土（双向配筋）（50.0mm）
- 第 2 层：挤塑聚苯乙烯泡沫塑料（带表皮外保温）（80.0mm）
- 第 3 层：水泥砂浆（20.0mm）
- 第 4 层：防水层（3.0mm）

第 5 层：防水层（2.0mm）

第 6 层：钢筋混凝土（120.0mm）

屋面类型 2（由外至内）：

第 1 层：轻质混合种植土（300.0mm）

第 2 层：凹凸型排（蓄）水板

第 3 层：细石混凝土（双向配筋）（50.0mm）

第 4 层：挤塑聚苯乙烯泡沫塑料（带表皮外保温）（80.0mm）

第 5 层：水泥砂浆（20.0mm）

第 6 层：防水层（4.0mm）

第 7 层：防水层（2.0mm）

第 8 层：钢筋混凝土（120.0mm）

外墙类型（由外至内）：

第 1 层：干挂板材

第 2 层：岩棉板（40.0mm）

第 3 层：水泥砂浆（15.0mm）

第 4 层：加气混凝土砌块（B06）普通砌筑（200.0mm）

第 5 层：混合砂浆（20.0mm）

底部接触空气的架空楼板类型：

第 1 层：水泥砂浆（20.0mm）

第 2 层：钢筋混凝土（120.0mm）

第 3 层：岩棉板（50.0mm）

第 4 层：抗裂砂浆（耐碱网格布）（6.0mm）

透明幕墙类型：

构造：多腔隔热金属型材 $K_f=3.0W/(m^2 \cdot K)$ 窗框面积 20%（6LOW-E 双银+12Ar+6 超白中空夹胶玻璃）

热工性能：传热系数 $1.70W/(m^2 \cdot K)$ ，夏季玻璃太阳得热系数 0.36/冬季玻璃太阳得热系数：0.36，夏季玻璃遮阳系数 0.41/冬季玻璃遮阳系数：0.41，气密性为 3 级，可见光透射比 0.60

(4) 建筑节能

- 1) 较好地提高了土地使用效率。

23.1.2 给排水绿色（节能）设计

- (1) 根据区域条件及卫生器具设计标准、完善程度，合理选取给水用水定额。
- (2) 根据市政水压条件（水压力约 0.2MPa）给水系统合理分区，低区由市政管网直接供给，高区生活给水系统采用生活水箱+变频加压设备供给。
- (3) 根据管网水力计算进行选泵，水泵应在其高效区内运行。水泵的 Q~H 特性曲线，随流量的增大扬程逐渐下降。
- (4) 选用节能新型倒流防止器，水头损失由 6m~10m 减为 3~4m。
- (5) 合理选择减压阀的型号（可调式减压阀）及布置方式、位置（支管减压），控制卫生间供水压力。水点处水压大于 0.2MPa 的配水支管应设置减压阀，但应满足给水配件最低工作压力的要求。
- (6) 合理配置水表等计量装置。各单体的给水总管、消防水池（箱）补水管应分别设计量水表。
- (7) 卫生洁具采用国产或合资中档洁具，公共卫生间洗脸盆龙头采用感应式龙头，小便器冲洗阀采用感应式冲洗阀，蹲式大便器采用脚踏式延时自闭冲洗阀，坐式大便器采用冲洗水量平均值不大于 6L 水箱的节水型坐便器，龙头均采用陶瓷阀芯节水龙头。
- (8) 给水管道铺设采用耐腐蚀、接口严密耐久的钢丝网骨架 PE 复合给水管，管内外温差采取耐久可靠的防水、防潮、防止管道伸缩破坏的措施。

23.1.3 电气节能设计

(1) 供配电系统

- 1) 本工程采用需要系数法进行负荷计算。根据负荷计算结果，供电电压等级采用 10kV 供电，在尽量靠近负荷中心处，设 10/0.4kV 室外箱变，使中压供电深入负荷中心，缩短低压供电距离，使低压供电半径不大于 250m，减少线路损耗。
- 2) 单相负荷经计算，合理选择相位，使三相尽量平衡。最大相负荷不超过三相负荷平均值的 115%，最小相负荷不小于三相负荷平均值的 85%。三相供电的用户，照明、插座等同一类型的单相负荷不应集中于同一相上。

3) 采用[D, yn11]结线组别的 SCB14 型节能变压器供电, 其长期工作负载率不大于 85%, 变压器满足国家标准《电力变压器能效限定值及能效等级》GB20052 的能效水平不低于 3 级要求, 空载损耗和负载损耗应符合相关规定, 空载损耗和负载损耗允许偏差应在 7.5%以内, 总损耗允许偏差范围应在 5%以内。

4) 在变压器低压侧设置调谐集中混合分相无功补偿装置和有源滤波装置, 使 10kV 侧功率因数达 0.92 以上, 并抑制消除大部分谐波电流, 减少系统中的谐波损耗; 电动机变频调速装置要求自带谐波抑制装置。冷热源设备采取单独设置变压器方式, 可在春秋过渡季节及采暖季节停运以节约变压器损耗。

5) 谐波治理已采取下列措施:

选用用电设备的谐波电流限值满足现行国家标准《电磁兼容限值谐波电流发射限值(设备每相输入电流 $\leq 16A$)》GB17625.1 的要求; 变配电所对供电系统进行谐波监测; 在变电所低压侧设置集中无功补偿装置, 采用混合补偿, 分相补偿容量不小于总补偿容量的 30%, 并采用电容串联电抗器的方式, 防止谐波放大。在各变电所内及电动汽车充电桩配电间内预留有源滤波器的柜位, 待系统正式运行后对谐波进行实测, 根据实际情况确定型号和规格。

6) 充电桩设置情况

根据 DB33/1121-2016 要求, 本工程室外停车场共有车位 108 个, 设置充电车位 13 辆, 快充充电车位 2 辆, 慢充充电车位 11 辆。直流快充充电车位, 每个按 60kW 设计, 交流慢充充电桩, 每个按 7kW 设计。

(2) 照明系统

1) 根据照明场所功能要求确定功率密度值, 并符合现行国家标准《建筑环境通用规范》GB55016、《建筑照明设计标准》GB/T50034 规定的目标值, 统一眩光值(UGR, 不高于表中值)、照度均匀度(U_o , 不低于表中值)及显色指数(R_a , 不低于表中值))。主要功能房间的照明功率密度值达到目标值要求且应满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 中相关要求。

2) 室内照明采用高效光源; 室外景观照明、建筑物夜景照明满足《城市夜景照明设计规范》JGJ/T163-2008 的要求。主要场所照度及照明功率密度值见下表:

3) 光源的选用

光源采用高效气体放电灯、LED 灯等新型高效光源，采用智能灯光控制系统；荧光镇流器选用节能型电感式或电子式，大功率气体放电灯选用节能型电感镇流器，气体放电灯具的配电线路功率因数不低于 0.9；照明灯具附件应选用节能型，并满足相关能效标准的能效限定值。。

4) 照明灯具效率满足《建筑照明设计标准》GB/T50034-2024 的要求。

5) 照明控制方式

办公室、会议室、厨房、消防控制室、弱电机房采用 LED 光源灯具，嵌入式安装，采用就地开关控制；设备机房采用 LED 光源日光灯吊装或吸壁安装，采用就地开关控制；办公大堂、餐厅等采用三基色荧光灯、节能灯、LED 光源，嵌入式或吸顶安装，采用就地开关控制，具体由装修设计定；公共走道、门厅、大厅、餐厅采用 LED 光源灯具、节能灯、金卤灯等光源，吊链式或吸顶式、嵌入式安装，采用就地开关控制。楼梯间照明采用红外加照度感应延时开关控制。室外景观照明等公共场所采用智能灯光控制系统，根据建筑使用情况及天然采光状况，进行分区、分组控制；楼梯间照明采用红外加照度感应延时开关控制。

6) 照明质量与安全

人员长期工作或停留的房间或场所，照明光源的显色指数不应小于 80，统一眩光值 UGR 不高于 19；选用同类光源的色容差不应大于 5SDCM；当选用发光二极管灯光源时，在长期工作或停留的房间或场所，其色温不应高于 4000K，特殊显色指数 R9 应大于零，在寿命期内其色品坐标与初始值的偏差不应超过 0.007，其不同方向上的色品坐标与其加权平均值的偏差不应超过 0.004。人员长期工作或停留的房间或场所灯具选型应采用符合现行国家标准《灯和灯系统的光生物安全性》GB/T 20145 规定的无危险类照明产品。

室内照明设计应根据建筑使用功能和视觉作业要求确定照明水平、照明方式和照明种类。各场所选用光源和灯具的闪变指数不应大于 1。对辨色要求高的场所，照明光源的一般显色指数（Ra）不应低于 90。对人员可触及的光环境设施，当表面温度高于 70 度时，应采取隔离保护措施。各种场所严禁使用防电击类别为 0 类的灯具。长时间视觉作业的场所，统一眩光值 UGR 不应高于 19。光环境要求较高的场所，照度水平应符合下列规定：连续长时间视觉作业的场所，其照度均匀度不应低于 0.6。

(3) 动力系统

采用配备高效电机及先进控制技术的电梯，当 2 台及以上客梯集中布置时客梯控制系统应具备按程序集中调控和群控的功能，应具备无外部召唤且轿厢内一段时间无预置指令时，自动转为节能运行模式的功能；自动扶梯、自动人行步道应具有节能拖动及节能控制装置，设置启停控制装置，在空载时暂停或低速运转；地下停车库设置通风系统时，应根据使用情况对通风机设置定时启停控制或根据车库内 CO 浓度自动运行控制（CO 探测器布置由智能化专业设计，通过 BA 系统控制对于的风机）；电热水系统应有自动开关的控制（由设备自带控制实现）；其他风机/水泵根据暖通、给排水专业的具体要求设置变频控制装置。与建筑、给排水、暖通专业设计师协商，各电梯、水泵、风机的电动机选用高效节能型电动机，其能效满足《电动机能效限定值及能效等级》GB18613 规定的能效水平不低于 3 级要求。

(4) 用电计量

1) 10/0.4kV 专用变电所设置高压集中计量。

2) 按电梯、空调设备、给排水设备、景观照明、厨房、各公共部位等功能区域，设置电能检测与计量；按照照明插座用电、暖通空调用电、电力设备用电、特殊用电四项分类，进行电能检测与计量。其中照明插座用电含室内非公用场所照明插座用电、室内公用场所照明插座用电，暖通空调用电含全空气机组、新风机组、空调区域的排风机、变冷媒流量多联机组及空调末端用电单独计量，送排风机能耗单独计量，电力设备用电含电梯用电及附属设备、给排水系统用电、非空调区域机械通风用电，特殊用电含计算机房用电、厨房用电、电开水器用电等其他特殊用电。用电分项计量系统必须提供所有能耗节点的电耗数据，应具备向当地主管部门监管平台传输数据的功能。

(5) 智能化

1) 设置能耗监测系统：通过对各单体建筑分项监测能耗数据，实现自动采集、上传、存储、数据统计与分析、能耗审计报告自动生成、异常报警等功能。基于建筑设备运行能耗的信息化监测，对建筑的用能环节进行相应适度调控及供能配置适时调整，支撑绿色建筑功效。与强电、给排水专业配合，根据强电、给排水专业设置的远传计量电表、远传计量水表，按区域进行分项能耗计量。远传电表、水表数据通过 RS-485 通讯总线将能耗数据集中采集至采集器，采集器通过 TCP/IP 协议将数据传输至能耗平台，

并自动生成报表。建筑能耗监测系统数据可上传至城市公共建筑能耗信息平台。

- 2) 建筑设备管理系统：本工程不设置建筑设备管理系统。
- 3) 智能化服务系统：满足《智能建筑设计标准》GB 50314 的设置要求。

23.1.4 暖通绿色设计

(1) 根据业主要求，本工程空调仅为预留，预留条件为分体空调+VRF 系统，分体空调就近预留室外机位置，VRF 系统室外机统一预留于屋顶，空调虽为预留，但是其性能系数需要满足绿建一星标准，具体见下述：

1) 分体空调，房间空调器所采用的产品应取得中标认证中心节能产品的认证，能效等级不应低于现行国家标准《房间空气调节器能效限定值及能效等级》(GB21455-2019)中规定的 2 级标准的要求。其 APF 与 SEER 标准如下：

额定制冷量 CC（kW） 热泵型房间空气调节器全年性能系数（APF） 单冷式房间空气调节器制冷季节能效比（SEER）

额定制冷量 CC (kW)	热泵型房间空气调节器全年性能系数 (APF)	单冷式房间空气调节器制冷季节能效比 (SEER)
CC≤4.5	4.5	5.4
4.5<CC≤7.1	4.0	5.1
7.1<CC≤14	3.7	4.7

2) 各空调区建筑围护结构均选用节能材料，热工指标均满足《公共建筑节能设计标准》的要求。变冷媒流量空调系统，要求机组采用综合性能系数高的机组，机组的制冷综合性能系数不低于《多联式空调（热泵）机组能效限定值及能源效率等级》中的第 2 级，按系统的最长配管长度折算，夏季供冷量修正系数不小于 0.85。多联机系统、风冷热泵型单元式空气调节机（直膨式机组）全年性能系数 APF、风冷单冷型单元式空调制冷季节能效比 SER 标准如下：

风冷多联机热泵式机组全年性能系数 APF	CC≤14: APF >4.75
	14<CC≤28: APF >4.64
	28<CC≤50: APF >4.54
	50<CC≤68: APF >4.32
	68<CC: APF>4.10

- 3) 空气源热泵机组具有可靠的融霜控制，融霜时间总和不超过运行时间的 20%。
- 4) 风、水管保温：空调风管保温采用 30mm 厚不燃 A 级离心玻璃棉保温；空调冷媒管采用 20mm 厚难燃 B1 级橡塑保温材料保温，外缠难燃包扎带；空调冷凝水管采用 15mm 厚难燃 B1 级橡塑保温材料保温；保温材料热阻大于节能标准的要求值 0.81（m.k/w）。
- 5) 空调外机位置需满足浙江省《绿色建筑设计标准》DB33/1092-2021 附录 B 的相关要求。。
- 6) 空调系统的新风和回风设置净化设施或初效加中效过滤的方式。新风取风口距离室外吸烟区直线距离不小于 8m。
- (2) 风机的单位耗功率设计控制在限值 0.216W/（m³/h）以下（低 20%），新风系统（不含防排烟系统）风机最大单位风量耗功率小于 0.192W/（m³/h）（低 20%）。
- (3) 机电设备用房在保证设备正常工作前提下，采用通风消除室内余热，机电设备用房夏季室内计算温度取值不宜低于夏季通风室外计算温度。
- (4) 当设置以排除房间余热为主的通风系统时，设置通风设备的温控装置。
- (5) 本工程空气-空气能量热回收装置，冷量回收全热回收效率不低于 60%，热量回收全热回收效率不低于 65%。。
- (6) 对于人员停留的主要功能房间，设置包含 CO2、PM2.5 及 PM10 的测量功能的室内空气质量监测系统，并备定时连续测量、显示、记录和数据传输功能，监测系统对污染物的采样周期不应大于 10min。

23.1.5 结构绿色设计

- (1) 结构主要设计依据

- 1) 《绿色建筑评价标准》GB50378-（2019）；
- 2) 《民用建筑绿色设计规范》JGJ/T229-（2010）；
- 3) 现行国家、行业、地方相关建筑节能的法律、法规和规范性文件。

(2) 结构绿色设计主要内容

- 1) 不采用国家和地方淘汰或禁止使用的建筑材料及制品：是☒ 否☐
- 2) 不采用污染超标、对人体健康可能产生危害的材料：是☒ 否☐

(3) 选择性说明内容（根据项目功能及绿色建筑星级定位）

- 1) 是否采取了与主体结构设计使用年限相适应的结构耐久性设计措施：是☒ 否☐

□；

- 2) 结构体系选型和结构方案布置是否合理：是☒ 否☐
- 3) 合理使用高性能混凝土、高强度钢筋和高强度钢材：是☒ 否☐
- 4) 现浇混凝土是否采用预拌混凝土：是☒ 否☐
- 5) 砌筑砂浆和抹面砂浆是否 100%采用预拌砂浆：是☒ 否☐
- 6) 建筑造型简洁，无大量装饰性构件：是☒ 否☐
- 7) 对结构体系的规则性进行判别：规则☐ 不规则☒ 特别不规则☐ 严重不规则☐
- 8) 主体结构受力构件是否使用了预制混凝土或钢结构等工业化生产程度较高的构件：是☒ 否☐

- 9) 是否存在建筑物废弃物回收利用的情况：是☐ 否☒

(4) 节材与材料资源利用

- 1) 造型简约设计措施：本项工程设计风格相对简约，减少纯装饰构件的使用。

2) 建材本地化措施：本工程使用施工现场 500km 以内生产的建筑材料（砂、石、水泥、钢筋、隔墙材料等），其重量占建筑材料总重量的 70%以上。具体措施如下：钢筋、混凝土优先使用地方材料；墙体的砌块优先使用地方材料。

3) 高强度结构材料的使用：本工程 400MPa 级及以上受力普通钢筋的使用比例达到 85%以上。

4) 采用预拌混凝土、预拌砂浆：本工程现浇混凝土均采用预拌混凝土，砂浆均采用预拌砂浆。

- 5) 高耐久性混凝土材料：高耐久性混凝土用量占混凝土总量的比例达到 50%以上。

23.1.6 工程项目耗能状况及评价

23.1.6.1 项目能耗的主要工序及设备

本工程能耗品种主要有电能，项目能耗的主要工序环节和设备见下表。

表 23.1-1 主要耗能系统的耗能工序及耗能设备表

耗能系统	耗能	主要耗能工序	主要耗能设备
装卸运输系统	电	装卸运输	门座式起重机、固定吊
	柴油	装卸运输	模块车、牵引平板车
供电照明系统	电	室外照明	高杆灯、路灯等
给排水、消防系统	电	生产、生活、消防用水	生产给水泵、消防泵等

23.1.6.2 项目分品种实物能耗总量

本工程码头耗能品种为电能、柴油，其年能耗总量见下表。

表 23.1-2 码头年能耗量估算表

序号	项目名称	耗能品种	单位	能耗
1	装卸工艺	电力	万 kWh	133.92
		柴油	t	52.91
2	照 明	电力	万 kWh	10
3	给排水、消防	电力	万 kWh	10
合计（tce）	折标准煤（当量值）			

23.1.6.3 项目综合能耗总量

本工程码头装卸生产耗能品种主要为电、柴油，装卸生产年设计综合能耗量为：

耗电量：153.92 万 kWh；

油耗量：50.91t；

综合能耗折标煤：266.27tce。

23.1.6.4 项目功能规模和来源

本工程电能由港外提供 35/10kV 高压线路至港区变电所，燃油由港外加油站提供。

23.1.6.5 能耗分析

根据《港口固定资产投资项目装卸生产设计可比能源单耗评估》（JT/T491-2014），计算分析装卸生产设计能源综合单耗、装卸生产设计可比能源综合单耗。

装卸生产设计能源单耗

根据《港口固定资产投资项目装卸生产设计可比能源单耗评估》（JT/T491-2014），装卸生产设计能源单耗按下式计算：

$$e_{zs} = \frac{E_{zs}}{T_{bs}}$$

式中：

e_{zs} —装卸生产设计能源单耗（tce/万 t）；

E_{zs} —装卸生产设计能源消耗量，为 266.27 tce；

T_{bs} —港口设计吞吐量（万 t），90 万 t。

计算得：装卸生产年设计能源单耗 e_{zs} =2.96 tce/万 t。

装卸生产设计可比能源单耗

根据《港口固定资产投资项目装卸生产设计可比能源单耗评估》（JT/T491-2014），装卸生产设计可比能源消耗量按照下式计算：

$$e_{zsk} = k_1 \cdot e_{zs}$$

式中：

e_{zsk} —装卸生产设计可比能源单耗（tce/万 t）；

k_1 —作业线长度修正系数，取 1.0；

e_{zs} —装卸生产设计能源单耗。

计算得：装卸生产设计可比能源单耗 e_{zsk} =2.96 tce/万 t。

23.1.6.6 评价

根据《港口固定资产投资项目装卸生产设计可比能源单耗评估》（JT/T491-2014），海港码头装卸生产设计可比能源综合单耗评价指标，评估值如下：

表 23.1-3 海港装卸生产设计可比能源单耗评估值

海港码头类型	一级 e_{zsk1}	二级 e_{zsk2}
集装箱码头（tce/万 TEU）	25.0	32.8

干散货（煤炭）码头（tce/万 t）	1.6	2.0
干散货（矿石）码头（tce/万 t）	1.8	2.2
干散货（散粮）码头（tce/万 t）	5.2	5.8
液体散货码头（tce/万 t）	0.03	0.05
件杂货码头（tce/万 t）	2.6	3.1
滚装码头（tce/万 t）	0.2	0.3
客运码头（tce/万 t）	0.2	0.3

- 一级水平： $e_{zsk} \leq e_{zsk1}$
- 二级水平： $e_{zsk1} < e_{zsk} \leq e_{zsk2}$

本码头工程装卸生产设计可比能源单耗 e_{zsk} =2.96 tce/万 t，低于《港口固定资产投资
项目装卸生产设计可比能源单耗评估》（JT/T491-2014）件杂货码头国家二级评估值 3.1
tce/万 t。因此，本码头工程的节能指标评为二级国内先进水平，工程能耗水平较为理想。

23.2 双碳节能措施

23.2.1 建筑节能措施

(1) 总平面布置保证建筑物间距合理，加强保温，建筑物以南北朝向为主，减少西
晒，降低夏季通风、制冷的能耗。

建筑布局紧凑、合理，减少车辆在场内的绕行，力求使工艺流程通顺，运距短捷，
节约能耗。

动力站房布置在接近负荷中心，缩短管线长度，减少线路损耗。

除建筑物和必要道路、堆场外区域四周布置绿化种植，庇荫遮阳，美化环境，最大
限度的减少地面热辐射。

(2) 本工程范围内的生活配套等单体，为民用建筑，按浙江省《公共建筑节能设计
标准》DB33-1036-2021 设计，其他建筑在总图布置和建筑保温等方面也采取相应工业建
筑要求的节能设计。通过新节能技术应用、节能建筑材料的选用、保温隔热设计和可再
生能源技术应用，达到《温州市绿色建筑专项规划（2022-2030 年）》总体发展目标：新
建民用建筑设计节能率达到 75%，区域平均建筑运行碳排放强度降幅不低于 7kgCO₂/
(m²·a)。

有序推进多功能光伏立面建设，并与建筑幕墙、遮阳、外墙饰面等协同，统筹实现发电、采光、通风、遮阳、隔热等功能。协同推动光伏建筑构建化发展，加强“光伏瓦”“光伏栏杆”“光伏幕墙”等仿传统建筑构建的光伏构件应用。

(3) 屋面保温材料采用聚氨酯板材或采用挤塑聚苯乙烯板材，外墙采用新型墙体材料与复合墙体结构，保温材料采用 A 级防火材料，在垂直外墙面设置阳台、挑檐等遮阳庇荫实施或采用浅色墙面、反射墙面、植物覆盖等措施，对外墙进行太阳辐射隔离处理。

加强热桥部位处理。外墙和屋面等围护结构中的钢筋混凝土或金属梁、柱、肋等部位传染能力强、热流较密集、内表面温度较低，采用特殊构造处理。控制窗墙比、遮阳、争取北向朝向等控制能量损失。

23.2.2 节电措施

(1) 选用节能变压器：在选择变压器容量和参数时，根据负荷情况，综合考虑投资和年运行费用，对负荷合理分配，选取低能耗变压器。

(2) 在本区域内变电所用电容器进行无功补偿，提高用电负载的功率因数，降低电网线损耗。如功率因数由补偿前的 0.60 提高到补偿后为 0.92 以上。

(3) 选用节能灯具：在照明设计中，在保证不降低作业面视觉要求、不降低照明质量的前提下，力求减少照明系统中光能的损失，从而最大限度地利用光能，如充分采用自然光、严格按照照明设计规范中规定的照度标准、视觉要求、照明功率密度等进行设计，不能随意降低或提高，一般房间采用高效发光的荧光灯，高大车间照明采用金属卤化物灯等高效气体放电光源；运用低能耗性能优的光源用电附件，如电子镇流器、节能型电感镇流器、电子触发器等；改进灯具控制方式，根据照明使用特点可采取分区控制灯光或适当增加照明开关点，并有条件地选择光电、声控开关等。

(4) 要求各工艺公用动力设备均选用节能型电动机，根据设备运行工况，尽量选用变频控制器，使电力消耗量与设备负荷的变化相对应，达到节电效果。

23.2.3 暖通与空调节能措施

通风机采用高效节能设备，风机运行效率在 90%以上。通风机采用上班时分工作区就地控制，下班后集中停机的管理形式。

办公配套等建筑功能主要采用变冷媒流量系统(VRF 系统)，空调室外机置于屋顶。

消控值班室、倒班休息室等需要独立运行的区域采用分体空调，设计预留机位及相关电源。

23.2.4 动力专业节能措施

空压机选用节能型双螺杆式空气压缩机，电力消耗较低。站内配置一台变频机组，压缩机可根据工艺生产用气量的变化调节供气量。在用气量有变化时，压缩机电耗量也随之变化，节电效果较好。

热交换站换热机组运行参数随着室外气温的变化，调节供水温度，节约热能。

23.2.5 码头节能措施

可设置能源管理系统进行能源的监测、分析和控制，有效地降低能源消耗。

在码头建设中，选择高效节能设备，码头应优先选择节能型起重机、输送带、照明设备等物流设备，这些设备通常采用了先进的节能技术，能够显著降低能源消耗。此外，还可以考虑使用太阳能或风能等可再生能源作为电力供应，以降低码头的对传统能源的依赖。

通过优化码头内部的布局设计，可以减少货物搬运的距离和时间，从而降低能源消耗。合理规划停靠区、储存区和作业区的位置，可以提高物流效率，减少设备之间的空转时间。此外，采用合理的交通组织和路径设计，可以减少物流车辆行驶里程，并减少能源消耗。

人员培训和意识宣传是码头建设节能的重要环节。通过提高员工的节能意识和技能，使其能够更好地使用和管理物流设备，减少能源的浪费。培训内容可以包括节能知识的普及、设备操作的规范和能源管理系统的使用等方面。此外，还可以通过在码头广场和员工宿舍等地方张贴宣传海报，组织节能知识讲座等活动，提高员工对节能工作的重视程度。

定期检查和维护物流设备是确保码头节能工作持续有效的必要措施。通过定期检查和维护，可以及时发现设备的故障和漏点，并进行修复和改进。此外，定期清洁设备，保持设备的正常运行状态，也可以提高设备的能效。定期检查和维护还可以延长设备的使用寿命，减少设备更换的频率，从而减少资源和能源的消耗。

循环经济模式的推行是实现码头节能的长远之计。通过建立物资回收和再利用的制度，可以减少能源的消耗和环境的污染。例如，对于包装材料、废弃物和废水等，可以进行分类处理和资源化利用，降低能源和资源的浪费。此外，还可以开展节能环保技术创新，将废弃物转化为可再利用的能源，实现能源的再生利用。

23.2.6 装卸工艺节能措施

本工程主要耗能工序为矿建材料装卸与运输，机械设备耗电量高。为了减少能耗，装卸工艺采用了下列节能措施：

（1）对于大型装卸设备，如门座式起重机、固定吊，优先采用同类产品中的高效节能设备，建议配备电能回馈装置。

（2）合理设计装卸工艺方案和流程，尽量缩短运输距离，减少操作环节，减少各种机械空运转的机会，以减少能耗。

（3）尽量采用电力驱动的港口装卸机械设备以达到节能为本的目的，对于不便采用电力驱动的流动机械采用柴油机作动力。

（4）工程运营过程中，应对主要装卸设备如门座式起重机、固定吊等，定期进行维护和保养，配置节能装置，并定期进行能耗测试和技术评定。

23.2.7 堆场节能措施

现代科技水平的发展，各种新型节能设备已经成熟，将这些设备引进堆场的工作中来可以有效地减少堆场的能耗。例如：采用节能照明设备和设备自动控制系统、能使能源消耗大大降低。

对于大型港口堆场，大量的机械设备一般需要多人操作，增加了电力耗用和人工成本，对此应该减少机械设备的使用，采用人工管理的方式，提高效率和降低能源的消耗。

23.2.8 厂区节能措施

使用高效节能设备，采用高效节能的起重机、运输车辆和其他设备，降低能源消耗。优化能源使用，合理安排生产计划和设备使用，避免能源的浪费和过度使用。优化仓储管理，采用先进的仓储管理系统，优化货物的存储和运输流程，减少装卸时间和人工操

作，提高工厂的运输效率。提高员工环保意识，开展环保知识培训，提高员工对环保的认识和重视程度，养成良好的环保行为习惯。强化安全培训，加强对员工的安全培训，提高安全意识和技能水平，减少事故发生，保护员工和环境的安全。

POWERCHINA HUADONG

第 24 章 施工条件、方法和进度

24.1 工程概况

24.1.1 建设规模

本工程在温州港状元岙港区 A 区 9 号泊位东侧新建 1 个 5 万吨级海工驳泊位。本工程吞吐量 99.8 万吨，其中配套组件及原材料装卸船约 30 万吨/年；导管架 80 套，约 24.8 万吨。后方陆域占地面积约 650 亩，其中导管架总装及堆存区约 263 亩，综合车间和喷涂车间占地约 131 亩，其余配套生产辅助设施占地约 256 亩。基本实现风机基础总装、核心部件制造和运维服务三大功能。

24.1.2 建设范围

华东深远海风电母港项目核心区位于浙江省温州港状元岙港区 8#、9#多用途泊位及其后方核心腹地，地处瓯江口外南水道南岸洞头县元觉乡。状元岙岛地处浙南沿海的洞头列岛中部，东临大海；西隔瓯江河口与温州市瓯海区的永强、灵昆相望，其概略位置为：121° 07′ 00″ E，27° 53′ 48″ N。拟改建状元岙一期工程（#8、#9 泊位），作为华东深远海风电母港作业泊位。



图 24.1-1 工程地理位置图

24.1.3 主要工程内容

陆域西半部从左至右依次布置原材料堆场 1 跨，加工车间 4 跨。原材料堆场净宽 36m，设置高 15m、起重能力 60t 电磁吊两台。4 跨加工车间宽度设置为 39.6m~53.6m 区间，加工车间内部设置行车，高度 21m~29m，起重能力在 20t~400t 区间。车间东南角设置维修车间、焊材库、变电站及现场版办公区等。厂房车间南向设置涂装车间 6 间。

陆域东半部依次布置成品堆场及导管架的组装区和总装区，导管架总组装区域配置净高 130m，轨距宽 107m，起重能力 3600t 龙门吊 1 台，负责导管架总装合拢及吊装发运；相邻配置净高 108m，轨距宽 105m，起重能力 1500t 龙门吊 1 台，负责导管架合拢。龙门吊后方轨道尾部腹地区域和靠近西侧车间区域，布置导管架临时堆场。

陆域东侧不规则区域分散布置消防水池、水泵房、变电站、危废库及仓库。

陆域南侧布置生产辅助区，利用原邮轮大厅布置综合办公楼。

陆域西北侧布置公用动力设施，主要包括变配电、空压机等设施。

场区大门设置两座，主入口设置在厂区南侧，相邻主干道布置，次入口设置东南侧临近外部干道处。

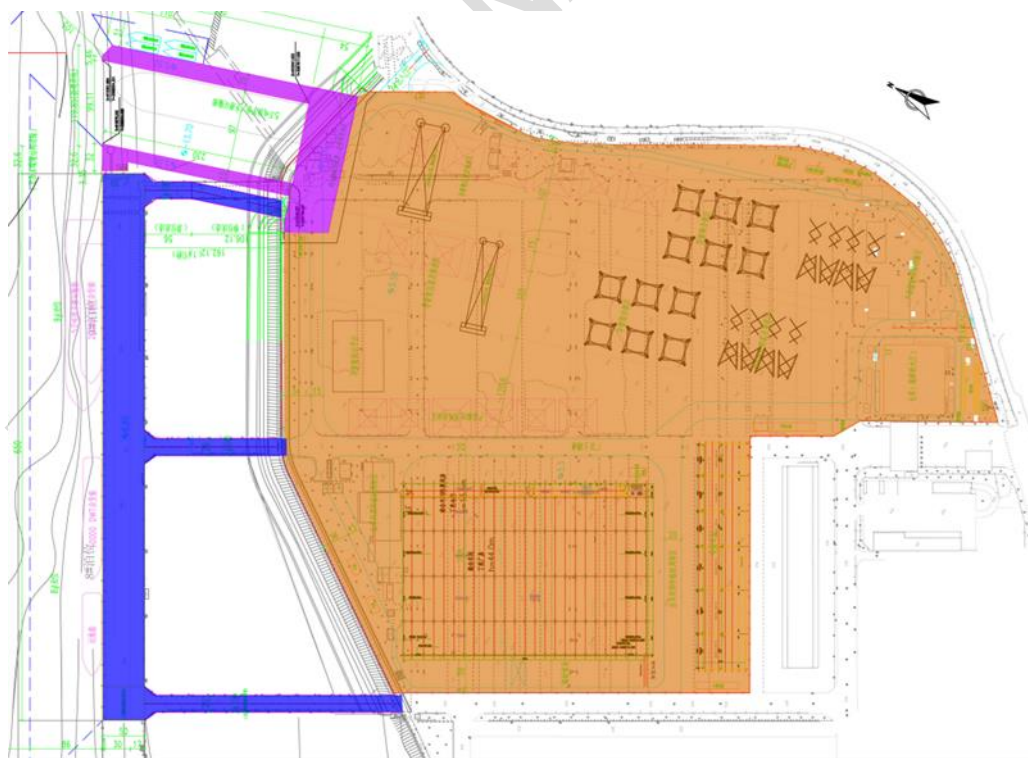


图 24.1-2 工程平面布置图

24.1.4 主要工程数量表

表 24.1-1 主要工程数量表

序号	项目		单位	数量	备注
1	导管架总装及堆存区路面	C40 钢筋砼面层厚 90cm	m ³	44651.25	
2		钢筋	t	4018	
3		C20 素砼垫层厚 10cm	m ³	4961.25	
4		碎石垫层厚 150cm	m ³	7441.875	
5		C40 素砼面层厚 40cm	m ³	53807.88	
6		水泥碎石稳定层厚 40cm	m ³	53807.88	
7	其他区域	C40 钢筋砼面层厚 30cm	m ³	9098.46	
8		钢筋	t	818.86	
9		水泥碎石稳定层厚 30cm	m ³	9098.46	
10	道路及材料区域	C40 钢筋砼面层厚 40cm	m ³	54258.54	
11		钢筋	t	3898.11	
12		水泥碎石稳定层厚 40cm	m ³	54258.54	
13	导管架总装及堆存区	600PHC 桩长度	m	164528	平均桩长 36m
14		600PHC 桩引孔	m	2280	
15		C40 钢筋砼桩帽	m ³	2156.54	1.2m*1.2m*0.4m
16		桩帽钢筋	t	258.785	
17		钢桩靴	t	332.397	
18		5cm 厚卵榉型土工格室	m ²	49665	
19		碎石褥垫层	m ³	24832.5	厚度 0.5m
20		C35 钢筋砼钻孔灌注桩	m ³	31878.9	桩径 0.6m
21		桩基钢筋	m	5738.21	含钢量 0.18
22		桩基钢护筒	t	2814.37	5m 钢护筒
23	龙门吊轨道	C40 龙门吊轨道梁	m ³	15321.6	C40 钢筋砼，总长 2432m
24		龙门吊轨道梁钢筋	t	3064.32	含钢量 0.2
25		龙门吊钢轨	m	1281	QU120
26		龙门吊钢轨	m	1209	A150

序号	项目		单位	数量	备注
27		PC-AB800（110）预应力管桩	m	20632	直径 800
28		PHC 桩引孔	m	3700	靠海侧根数*砂层厚度 10m
29		钢桩靴	t	45.98	
30		管桩截桩	根	370	
31		C35 钢筋砼 钻孔灌注桩	m ³	16913.2	0.8m 桩径
32		桩基钢筋	m	3044.3	含钢量 0.18
33		桩基钢护筒	t	364.99	420
34		素砼垫层	m ³	1532.16	
35	综合车间	C35 钢筋砼钻孔灌注桩 （0.8m）	根	1114.00	有效桩长 60~70m
36		承台 C35 混凝土	m ³	20501.12	
37		钢结构立柱	根	214	
38	喷涂车间	C35 钢筋砼钻孔灌注桩 （0.8m）	根	305	有效桩长 60~70m
39		承台 C35 混凝土	m ³	3019.04	
40		钢结构立柱	根	116	
41	甲类仓库厂房	C35 钢筋砼钻孔灌注桩 （0.8m）	根	22	有效桩长 60~70m
42		承台 C35 混凝土	m ³	67.584	
43		钢结构立柱	根	22	
44	工程用房	C35 钢筋砼钻孔灌注桩 （0.8m）	根	16	有效桩长 60~70m
45		承台 C35 混凝土	m ³	49.152	

24.2 施工依托条件

24.2.1 施工条件

24.2.1.1 施工环境条件

本工程桩基数量多，要求施工单位具备较强的施工能力和设备，包括打桩机械、起重机械、灌注桩嵌岩桩施工机具等。由于本工程桩基工程量大，而桩基对于本工程的工期和造价起到比较关键的作用。目前国内有多家大型施工企业拥有这些设备和条件，并具有相当丰富的施工经验，为工程的进度和质量提供了强有力的保证。

24.2.1.2 水陆交通条件

本工程位于温州港状元岙港区 8#、9#多用途泊位及其后方核心腹地，地处瓯江口外南水道南岸，行政区划属于洞头县元觉乡。目前状元岙港区通过状元岙到霓屿接线公路、灵霓海堤、灵昆岛接线公路灵昆大桥与 S77 省道机场路、甬台温高速公路连接，道路等级满足工程建设需要。此外场地位于状元岙港区 8#、9#码头，水运条件成熟，可满足大型工程构件的海运条件和大中型水上作业船机的通达。

24.2.1.3 场地条件

本工程所利用陆域为温州港状元岙港区已建成的堆场陆域，整体面积开阔，并已联通市政水电。整体施工场地、水电接通条件良好。

24.2.1.4 各类主要建筑材料供应条件

本工程建设物资包括商品混凝土、钢筋、模板、水泥、碎石、型钢构件等，商品混凝土本地供应充足，商品混凝土站主要分布在灵昆岛，距本工程 20km 左右，能满足本工程的需求，采用混凝土灌车运输，泵送至结构段浇筑。其它材料 PHC 桩、钢筋、水泥、碎石及型钢构件按采购地区可采用船运或车运。

24.2.1.5 施工水、电、通信等供应条件

项目位于温州市洞头县元觉乡，紧邻建成集镇，施工供水条件较好。本工程施工期间考虑利用原状元岙港区码头供水点提供施工用水。

根据工程施工需要以及外部 10kV 外部电源情况，原码头建有中心变电所、1#、2#配电房（容量分别为 400kVA、2000kVA、1000kVA），本工程施工前期利用原码头 1#、2#配电房作为施工电源，后期永久电源和配电房完成后，采用永久电源。

本工程外部通讯条件较好，可满足项目建设所需。

24.2.2 自然条件

本工程位于瓯江口外南水道南岸状元岙岛北侧，东侧于已建的状元岙港区一期工程相接。港区水深条件较好。本地区全年平均风速 3.8m/s，最大风速为 32m/s，多年平均≥7 级风日数为 8.5d。多年平均降雨≥25mm 日数为 13.3d。多年平均雾日数 37.8d。潮汐主要受东海前进潮波控制，属正规半日浅海潮型。本工程海区潮差较大，涨潮历时大于落潮历时，是我国显著的强潮海区之一，最大潮差 6.79m，平均潮差 4.48m，平均涨潮历时 6 小时 37 分，平均落潮历时 6 小时 07 分。从水文气象条件可知，状元岙地区一年内因气象、风浪等因素影响水上施工的天数不多，一般天气都能进行水上沉桩、混凝土的浇筑和预制构件的安装。

24.2.2.1 水文条件

(1) 设计水位

根据洞头水文站 1992～1994 年潮位资料按《港口与航道水文规范》(JTJ 145)要求，推算得到工程区设计高、低水位。根据洞头水文站 1986～2006 年极值高、低潮位，按《港口与航道水文规范》(JTJ 145) 要求，采用极值 I 型分布曲线推算 50 年一遇重现期高、低水位。

设计高水位：2.87m（高潮累积频率 10%）

设计低水位：-2.83m（低潮累积频率 90%）

极端高水位：4.63m（重现期 50 年一遇）

极端低水位：-3.75m（重现期 50 年一遇）

(2) 乘潮水位

根据黄大岙一年的潮位资料，乘潮历时为 2 小时不同保证率乘潮水位（乘潮水位基面为理论最低潮面）见下表。

表 24.2-1 乘潮历时 2 小时不同保证率潮位

保证率（%）	50	60	70	80	90	95
乘潮水位（m）	5.40	5.24	5.07	4.87	4.67	4.45

24.2.2.2 气象条件

本地区的大风天数主要集中在夏、冬两季，其中夏季 6 月~9 月份受台风影响。经洞头多年风速资料统计，本地区>6 级风的天数为 8.5d。根据调查资料，洞头地区日雨

量>25mm 的大雨日数年平均为 13.3d，雷暴平均日数为 27.7d。本地区每年冬春季节的早晨多发雾，大多日出即散，但雾的生消时间长短不经统计，能见度小于 1000m 的多年平均雾日数为 37.8d，延时持续 3 小时占 76.7%。

本工程所在地区的大风、大雨及雷暴、大雾等不利气象因素对施工作业的影响均在可控的范围内。

24.2.2.3 地质条件

根据《华东深远海风电母港工程地质勘察报告》资料，场地自上而下可分为 9 个工程地质层、5 个工程地质亚层，即①淤泥、②淤泥、③粘土夹砂、③-1 含粘土碎石、④粘土、④-1 含粘土圆砾、⑤粘土、⑤-1 含粘土圆砾、⑥含粘土圆砾、⑦粘土、⑧含粘土卵石、⑧-1 粘土、⑨-1 强风化花岗岩、⑨-2 中风化花岗岩。

全场以及岸线周边均发现软弱淤泥层分布，层顶标高 -10.26~-29.33m，厚度 7.40~23.60m，呈青灰色，承载力低，含水率高，高压缩性，对重型施工设备运输、设备起重吊装作业、土方开挖及基坑施工带来一定的安全风险，需要在实施前做好评估、专项方案编审、施工换填等技术处理以及过程监测等必要的处置。

码头、引桥等桩基搭设需克服欠固结淤泥、黏土夹砂等软弱土层，以及潮汐流对桩定位、初始入泥稳定性影响。此外，地勘揭示的中风化花岗岩地层块料强度大，对大直径钢桩嵌岩成孔将带来一定的困难，需要通过现场试桩解决。此外本工程主要持力层，特别是强分化花岗岩、中风化花岗岩地层分布区域层面起伏较大，对预制钢桩的预加工尺寸控制、终止沉桩控制均带来一定的困难。

24.2.3 利旧情况

结合项目实际条件，原码头场区内可利旧可以分为：永久利用、施工期临时利用、永临结合、残值回收四大类。

陆域利旧说明：

永久利用：原邮轮大厅经检测如满足结构安全，拟改造为仓库（综合办公大厅）永久利用。施工期临时利用：原中心变电房、1#变电房、2#变电房及 10kV 进线线缆在永久配电设施建成前作为临时施工用电设施；场内照明、供水管道、污水管道和排水管道在永久管网建成前作为施工临时利用；陆域场内道路可作为临时道路使用。残值回收：

场地内砼路面、铺装块、砼框架结构、砖砼结构及轻钢结构等拆除物具有一定的残值，可有条件的进行利用。

24.3 主要工程项目的施工方法

24.3.1 施工特点

(1) 本工程施工范围为温州港状元岙港区的堆场陆域，可利旧内容较多，如 1#引桥、系缆墩、拖轮码头拆除后砼结构碎石可利用为场地回填料，现有堆场地面开槽后可利用为厂区地面底基层，原 1#变电及 10kV 进线线缆可作为施工用电。充分利用现状码头建构筑物及设施可有效节约施工工期及成本。

(2) 本工程在状元港码头 8#、9#改建提升，施工前对现状地下管线和设施进行摸排和理顺，避免施工过程造成现状港口设施的损坏。同时状元港码头还在正常运营，海上施工组织必须确保安全。

24.3.2 施工工艺及方法

24.3.2.1 陆域基础工程

(1) PHC 桩

1) 施工工艺流程：测量放线→桩机就位→PHC 桩起吊、对中→稳桩→打桩→接桩（如有）→继续打桩→送桩→桩头处理

2) 测量放线：依据设计图纸和已建立的测量控制网，使用全站仪精确测放出每根 PHC 桩的桩位，并设置明显的标志，如钢筋桩或石灰点。测量放线完成后，进行复核，确保桩位偏差在允许范围内。

3) 桩机就位：将打桩机移动至指定桩位，调整桩机的水平度和垂直度，确保桩机稳定且桩锤、桩帽和桩身中心线在同一条垂直线上。在桩机就位过程中，可采用垫木、楔木等对桩机进行调平。

4) PHC 桩起吊、对中：采用起重机将 PHC 桩垂直吊起，缓慢移动至桩位上方，对准桩位中心。在桩身下端距地面一定高度时，停止下放，再次检查桩位和桩身垂直度，如有偏差及时调整。

5) 稳桩：将桩缓慢下放至地面，在桩顶放置桩帽和缓冲垫，如草帘、纸垫等，以

保护桩头。然后，使用两台经纬仪在相互垂直的方向上对桩身垂直度进行观测，通过调整桩机的位置和桩身的角度，使桩身垂直度偏差控制在 0.5% 以内。在稳桩过程中，桩身应保持稳定，不得发生位移和倾斜。

6) 打桩：稳桩完成后，启动打桩机进行打桩作业。开始时，应采用小冲程轻打，待桩入土一定深度且桩身稳定后，再逐渐加大冲程至正常打桩参数。在打桩过程中，应密切观察桩身的入土情况、桩锤的回弹情况以及桩身的垂直度变化，如发现异常应立即停止打桩，查明原因并采取相应措施。同时，做好打桩记录，记录每阵锤击的贯入度、桩顶标高、锤击数等数据。

7) 送桩：当桩顶设计标高低于自然地面时，需要进行送桩作业。送桩采用专用的送桩器，送桩器的中心线应与桩身中心线一致。在送桩过程中，应随时观测送桩深度和桩身垂直度，确保送桩质量。送桩深度达到设计要求后，及时将送桩器拔出。

8) 桩头处理：打桩完成后，对桩头进行处理。将桩顶多余的混凝土凿除，保证桩顶平整，桩顶标高符合设计要求。对于需要与承台连接的桩，应将桩顶的钢筋进行整理和调直，使其满足设计的锚固长度要求。

(2) 钻孔灌注桩

1) 施工工艺流程：测量放线→埋设护筒→钻机就位→钻进成孔→清孔→钢筋笼制作与安装→二次清孔→混凝土浇筑→桩头处理

2) 测量放线：根据设计图纸和已建立的测量控制网，使用全站仪精确测放出每根灌注桩的桩位，并设置明显的标志桩。测量放线完成后，进行复核，确保桩位偏差在允许范围内。

3) 埋设护筒：护筒采用钢护筒。在桩位处采用人工或机械挖孔的方式埋设护筒，护筒埋设应垂直、稳固，护筒中心与桩位中心偏差不大于 50mm，护筒周围用黏土分层回填夯实，防止漏水。护筒埋设完成后，测量护筒顶标高，以控制钻孔深度和钢筋笼、混凝土的灌注高度。

4) 钻机就位：将旋挖钻机移动至桩位处，调整钻机的水平度和垂直度，确保钻杆垂直对准桩位中心。在钻机就位过程中，可采用垫木、楔木等对钻机进行调平。同时，检查钻机的各项性能指标，确保设备正常运行。

5) 钻进成孔：根据地质条件和设计要求，选择合适的钻头和钻进参数。在钻进过

程中，应遵循“慢进尺、勤观察”的原则，密切观察钻机的运行情况、孔内泥浆的变化以及地质情况。当遇到砂层、岩层等特殊地质时，应适当调整钻进参数，防止塌孔、缩径等问题。每钻进一定深度，应对钻孔的垂直度进行检测，如发现偏差及时进行调整。同时，做好钻进记录，记录钻进深度、地层变化、钻进时间等数据。

6) 清孔：当钻孔达到设计深度后，进行第一次清孔。清孔采用换浆法，即向孔内注入优质泥浆，置换孔内的钻渣和泥浆，使孔内泥浆的比重、黏度、含砂率等指标符合设计要求。清孔后，测量孔深、孔径和垂直度，确保符合要求。

7) 钢筋笼制作与安装：钢筋笼在钢筋加工场集中制作，按照设计要求进行钢筋的下料、弯曲、焊接等加工。钢筋笼的主筋采用焊接连接，螺旋箍筋与主筋采用绑扎连接。钢筋笼制作完成后，进行质量检查，确保钢筋的规格、数量、间距、焊接质量等符合设计要求。采用起重机将钢筋笼吊运至孔口，对准孔位缓慢下放，下放过程中应防止钢筋笼碰撞孔壁。钢筋笼下放至设计标高后，进行固定，防止上浮或下沉。

8) 二次清孔：钢筋笼安装完成后，进行二次清孔，以清除钢筋笼安装过程中产生的沉渣。清孔后再次测量孔底沉渣厚度、泥浆指标等，确保符合设计要求。

9) 混凝土浇筑：混凝土采用商品混凝土，混凝土的坍落度应控制在 180-220mm 之间。混凝土浇筑采用导管法。在浇筑前，先在导管内放置隔水球，然后连续浇筑混凝土，随着混凝土的浇筑，逐步提升导管，但导管埋入混凝土的深度应保持在 2-6 米之间。在浇筑过程中，应密切观察混凝土的浇筑情况，确保混凝土浇筑密实，防止出现断桩、夹泥等质量问题。同时，做好混凝土试块的留置工作，以便检测混凝土的强度。

10) 桩头处理：混凝土浇筑完成后，对桩头进行处理。在混凝土终凝后，将桩顶多余的混凝土凿除，保证桩顶平整，桩顶标高符合设计要求。同时，对桩顶的钢筋进行整理和调直，使其满足后续施工的要求。

(3) 龙门吊基础地梁

1) 施工工艺流程：测量放线→土方开挖→垫层施工→钢筋绑扎→模板安装→混凝土浇筑→混凝土养护→模板拆除

2) 测量放线：根据龙门吊轨道的设计位置，使用全站仪在施工现场精确测放出基础地梁的中心线和边线，并设置龙门桩或控制桩，标注出地梁的开挖边界和高程控制点。测量过程中，严格遵循测量规范，确保测量精度，测量结果需进行复核，确保无误。

4) 垫层施工：在基底验收合格后，立即进行垫层混凝土施工。垫层混凝土采用 C20 素混凝土，厚度为 100mm。混凝土浇筑前，对基底进行洒水湿润，但不得有积水。采用平板振捣器振捣混凝土，确保混凝土振捣密实，表面平整。混凝土初凝后，进行拉毛处理，以增强与基础地梁混凝土的粘结力。

5) 钢筋绑扎：根据设计图纸要求，在钢筋加工场对钢筋进行下料、弯曲等加工。加工好的钢筋运输至施工现场后，按照设计的钢筋布置图进行绑扎。先绑扎地梁底部主筋，再绑扎箍筋，最后绑扎顶部主筋。钢筋的连接方式根据设计要求可采用焊接、机械连接或绑扎连接。在钢筋绑扎过程中，设置足够数量的保护层垫块，确保钢筋的保护层厚度符合设计要求。同时，注意钢筋的间距、位置准确，绑扎牢固，避免出现松动、移位等情况。

6) 模板安装：钢筋绑扎完成并经检验合格后，进行模板安装。模板应具有足够的强度、刚度和稳定性，采用钢模板。模板安装前，对其进行清理、打磨，并涂刷脱模剂。按照基础地梁的尺寸进行模板拼装，确保模板拼接严密，不漏浆。模板安装过程中，通过支撑和拉杆固定模板，保证模板的垂直度和位置准确。模板安装完成后，对其进行检查和验收，确保符合要求。

7) 混凝土浇筑：混凝土浇筑前，对模板、钢筋进行隐蔽工程验收，检查模板的密封性、钢筋的布置等是否符合要求。基础地梁混凝土采用分层浇筑的方式，每层浇筑厚度控制在 30-50cm，使用插入式振捣棒振捣密实，振捣棒应快插慢拔，插点均匀布置，移动间距不宜大于振捣棒作用半径的 1.5 倍，振捣时间以混凝土表面不再出现气泡、泛浆为准。在浇筑过程中，注意观察模板和钢筋的情况，如有变形、移位等情况，及时进行处理。混凝土浇筑完成后，对表面进行抹平、压实，确保表面平整。

8) 混凝土养护：混凝土浇筑完成后，及时进行养护。采用覆盖洒水养护的方式，在混凝土表面覆盖草帘或土工布等保湿材料，定期洒水保持混凝土表面湿润。养护时间根据水泥品种和混凝土设计要求确定，一般不少于 7 天。对于大体积混凝土，还需进行温度监测，控制混凝土内外温差，防止出现裂缝。

9) 模板拆除：当混凝土强度达到设计要求的拆模强度后，方可拆除模板。拆模时，遵循先支后拆、后支先拆的原则，小心操作，避免损伤混凝土结构。拆除后的模板及时清理、维修，以便重复使用。

24.3.2.2 钢结构工程

(1) 施工工艺流程及方法

1) 施工工艺流程：基础施工→钢柱安装→钢梁安装→支撑系统安装→檩条安装→屋面系统安装→墙面系统安装→门窗安装→验收

2) 基础施工：根据设计图纸进行测量放线，确定基础位置。采用机械开挖与人工配合的方式进行基坑开挖，注意控制开挖深度和坡度，防止超挖和塌方。在基坑底部铺设 50mm 厚的 C15 素混凝土垫层，垫层混凝土初凝后，进行钢筋绑扎和模板安装。钢筋绑扎严格按设计要求进行，确保钢筋间距、数量及锚固长度符合标准。模板安装牢固，拼缝严密，防止漏浆。然后浇筑 C30 钢筋混凝土基础，浇筑过程中使用插入式振捣棒振捣密实，确保混凝土浇筑质量。基础混凝土浇筑完成后，进行养护，待混凝土强度达到设计要求的 75%以上时，方可进行钢柱安装。

3) 钢柱安装：钢柱安装前，对基础进行验收，检查基础的轴线位置、标高、平整度及地脚螺栓的位置、长度、螺纹质量等是否符合要求。使用汽车吊将钢柱吊起，缓缓插入地脚螺栓，调整钢柱的垂直度和标高，使其符合设计要求。垂直度偏差控制在 $H/1000$ （ H 为钢柱高度）且不大于 10mm，标高偏差控制在 $\pm 5\text{mm}$ 以内。调整完成后，拧紧地脚螺栓的螺母，进行临时固定。钢柱安装完成后，及时进行柱间支撑安装，增强结构的稳定性。

4) 钢梁安装：钢梁在地面进行拼装，拼装时根据设计要求设置好起拱度。采用两点或多点吊装方式，使用汽车吊将钢梁吊升至安装位置，与钢柱进行连接。钢梁与钢柱的连接采用高强螺栓连接和焊接相结合的方式，先安装临时螺栓，调整钢梁的位置和垂直度，然后安装高强螺栓并按规定的扭矩值进行紧固。高强螺栓紧固完成后，进行焊接施工，焊接质量应符合设计及相关规范要求。钢梁安装过程中，及时安装水平支撑和檩条，形成稳定的结构体系。

5) 支撑系统安装：支撑系统包括柱间支撑和屋面支撑，按照先柱间支撑后屋面支撑的顺序进行安装。支撑安装前，检查支撑的型号、尺寸是否符合设计要求，对变形的支撑进行矫正。安装时，将支撑与钢柱、钢梁的连接部位清理干净，确保连接牢固。支撑的安装角度和位置应符合设计要求，以有效发挥支撑作用，增强结构的整体稳定性。

6) 檩条安装：檩条采用镀锌 C 型或 Z 型钢，在钢梁安装完成后进行安装。檩条安

装前，在钢梁上弹出檩条的安装位置线，确保檩条安装整齐。使用电动自攻枪将檩条与钢梁固定，自攻螺钉应拧紧，不得有松动现象。檩条之间的连接采用螺栓连接，确保连接可靠。在檩条安装过程中，注意调整檩条的平整度和垂直度，偏差控制在允许范围内。

7) 屋面系统安装：屋面系统安装顺序为：铺设保温棉→安装底层压型钢板→安装屋面采光板（如有）→安装上层压型钢板→打密封胶。保温棉铺设时，注意保温棉的搭接长度和固定方式，确保保温效果。底层压型钢板安装从一侧开始，逐块铺设，板与板之间采用咬口连接，咬口应紧密、牢固。采光板安装位置应准确，与压型钢板的连接应密封、防水。上层压型钢板安装方法与底层相同，安装完成后，在板缝处、屋脊、檐口等部位打密封胶，确保屋面防水性能。

8) 墙面系统安装：墙面系统安装顺序为：安装墙面檩条→安装保温棉→安装内层压型钢板→安装门窗框→安装外层压型钢板→打密封胶。墙面檩条安装与屋面檩条类似，安装完成后铺设保温棉。内层压型钢板安装从底部开始，向上逐块安装，板与板之间采用自攻螺钉连接，螺钉间距应符合设计要求。门窗框安装位置应准确，固定牢固。外层压型钢板安装时，注意与内层板的错缝安装，安装完成后，在板缝、墙角、门窗洞口等部位打密封胶，确保墙面防水、防风性能。

9) 门窗安装：门窗安装在墙面压型钢板安装完成后进行。根据门窗的尺寸和位置，在墙面上预留洞口。门窗框采用连接件与墙面檩条固定，固定应牢固可靠。门窗扇安装后，应开关灵活，密封良好。门窗玻璃安装时，注意玻璃的固定和密封，防止漏水、漏气。

10) 验收：钢结构厂房施工完成后，按照相关规范和标准进行验收。验收内容包括钢结构的主体结构、屋面系统、墙面系统、门窗安装等。对钢结构的焊接质量、螺栓连接质量、涂装质量、构件的尺寸偏差、垂直度等进行检测；对屋面和墙面的防水性能、保温性能进行检验；对门窗的安装质量、开启性能进行检查。验收合格后，交付使用。

24.3.2.3 建筑工程

（一）砖混结构施工

1) 施工工艺流程：基础施工→主体结构施工（砌墙、钢筋混凝土楼板施工交替进行）→屋面施工→内外装修施工→门窗安装→室外工程施工

2) 基础施工：根据设计图纸进行测量放线，确定基础位置。采用机械开挖与人工配合的方式进行基坑开挖，注意控制开挖深度和坡度，防止超挖和塌方。在基坑底部铺

设 100mm 厚的 C15 素混凝土垫层，垫层混凝土初凝后，进行钢筋绑扎和模板安装。钢筋绑扎严格按照设计要求进行，确保钢筋间距、数量及锚固长度符合标准。模板安装牢固，拼缝严密，防止漏浆。然后浇筑基础混凝土，根据基础类型（如条形基础、筏板基础）确定浇筑方法，使用插入式振捣棒振捣密实，确保混凝土浇筑质量。基础混凝土浇筑完成后，进行养护，待混凝土强度达到设计要求的 75% 以上时，方可进行基础回填。回填土应分层夯实，每层厚度不超过 300mm，压实系数符合设计要求。

3) 主体结构施工

① 砌墙：在基础验收合格后，进行墙体砌筑。砌筑前，砖应提前 1-2 天浇水湿润，含水率控制在 10%-15%。根据设计要求设置皮数杆，皮数杆间距不超过 15m，在皮数杆上标明砖的皮数、灰缝厚度以及门窗洞口、过梁等位置。墙体采用“三一”砌筑法，即一铲灰、一块砖、一挤揉，确保灰缝饱满，水平灰缝厚度和竖向灰缝宽度控制在 10mm 左右，且不应小于 8mm，也不应大于 12mm。墙体转角处和交接处应同时砌筑，严禁无可靠措施的内外墙分砌施工。对不能同时砌筑而又必须留置的临时间断处应砌成斜槎，斜槎水平投影长度不应小于高度的 2/3。构造柱与墙体连接处应砌成马牙槎，马牙槎应先退后进，预留的拉结钢筋应位置正确，施工中不得任意弯折。

② 钢筋混凝土楼板施工：在墙体砌筑到一定高度后，进行楼板模板安装。模板采用[具体模板类型，如木模板、钢模板]，模板安装应牢固、平整，拼缝严密，起拱高度符合设计要求（当板跨度大于等于 4m 时，起拱高度宜为跨度的 1/1000 - 3/1000）。模板安装完成后，进行钢筋绑扎。钢筋应按照设计要求进行布置，板底钢筋短跨方向在下，长跨方向在上；板面钢筋短跨方向在上，长跨方向在下。钢筋的锚固长度、搭接长度应符合规范要求，在钢筋交叉点处用铁丝扎牢。钢筋绑扎完成后，进行隐蔽工程验收，合格后方可浇筑混凝土。混凝土采用商品混凝土或现场搅拌混凝土，通过塔吊或混凝土输送泵输送至模板内。使用插入式振捣棒和平板振捣器振捣密实，振捣过程中避免振捣棒触碰钢筋和模板。混凝土浇筑完成后，进行表面抹平、压实，并覆盖洒水养护，养护时间不少于 7 天。

③ 屋面施工：屋面施工在主体结构封顶后进行。首先进行屋面基层处理，将屋面清扫干净，确保基层平整、干燥。然后铺设保温层，保温层材料根据设计要求选用，如聚苯乙烯泡沫板、聚氨酯泡沫板等，保温层铺设应平整、密实，拼缝严密。保温层铺设

完成后，进行找平层施工，找平层采用 1:3 水泥砂浆，厚度为 20mm，表面应平整、压实，无起砂、裂缝等缺陷。找平层干燥后，进行防水层施工，防水层采用防水涂料，施工时应严格按照产品说明书进行操作，确保防水效果。防水层施工完成后，进行闭水试验，闭水时间不少于 24 小时，观察无渗漏现象后方可进行下一道工序。最后进行屋面保护层施工，保护层可采用细石混凝土、水泥砂浆等材料，施工时注意保护防水层不受破坏。

4) 内外装修施工

① 内装修：内装修施工顺序一般为：墙面抹灰→地面基层处理→地面面层施工→顶棚抹灰。墙面抹灰前，应先对基层进行清理、湿润，然后进行甩浆处理，增强基层与抹灰层的粘结力。抹灰时，应分层进行，一般分为底层、中层和面层，每层厚度控制在 7-9mm，总厚度不超过 20mm。抹灰表面应平整、光滑，阴阳角方正、顺直。地面基层处理应将地面清扫干净，洒水湿润，然后进行地面基层混凝土浇筑或水泥砂浆找平，待基层达到一定强度后，进行地面面层施工，如铺设地砖、木地板等。顶棚抹灰与墙面抹灰类似，应注意控制平整度和垂直度。

② 外装修：外装修施工顺序一般为：外墙抹灰→外墙保温（如有）→外墙饰面施工。外墙抹灰前，对基层进行处理，挂钢丝网（当墙体材料不同时），然后进行分层抹灰，要求与内墙面抹灰相同。如设计有外墙保温，在抹灰完成后进行保温板粘贴，保温板应粘贴牢固，拼缝严密，锚固件数量和位置符合设计要求。最后进行外墙饰面施工，可采用外墙涂料、面砖等材料，施工时应注意色彩均匀、排版整齐，确保装饰效果。

5) 门窗安装：门窗安装在内外装修基本完成后进行。根据门窗的尺寸和位置，在墙面上预留洞口。门窗框采用连接件与墙体固定，固定应牢固可靠。门窗扇安装后，应开关灵活，密封良好。门窗玻璃安装时，注意玻璃的固定和密封，防止漏水、漏气。

6) 室外工程施工：室外工程包括散水、台阶、室外管网等施工。散水应在基础回填土完成后进行，采用混凝土浇筑，散水宽度和坡度符合设计要求，表面应平整、无裂缝。台阶施工与散水类似，注意踏步的高度和宽度均匀一致。室外管网施工应按照先地下后地上的顺序进行，包括给排水管道、电气管道等，管道的铺设应符合设计要求，接口严密，坡度正确，施工完成后进行打压试验和通水、通电试验。

（二）机电安装工程

(1) 工程概况

本次机电安装工程包括但不限于以下内容：电气系统的高低压配电柜、变压器、配电箱、电缆桥架、电线电缆敷设、照明及插座安装等；给排水系统的生活给水管道、消防给水管道、排水管道、卫生器具安装等；暖通空调系统的通风管道制作与安装、空调机组安装、风机盘管安装、制冷管道安装等。此外，还涉及到电梯安装、智能化系统布线等相关工作。

(2) 施工工艺流程及方法

1) 电气安装工程

① 施工工艺流程：施工准备→基础型钢制作与安装→配电柜（箱）安装→电缆桥架安装→电线电缆敷设→配电箱及开关插座安装→照明灯具安装→电气系统调试→竣工验收

② 基础型钢制作与安装：根据配电柜的尺寸和设计要求，选用合适的型钢进行制作。制作完成后，将基础型钢安装在配电室的地面上，采用水平仪和经纬仪进行找平、找正，确保基础型钢的水平度和垂直度符合要求。基础型钢与接地系统可靠连接。

③ 配电柜（箱）安装：采用起重机或叉车将配电柜（箱）吊运至基础型钢上，调整配电柜（箱）的位置和垂直度，使其符合设计要求。配电柜（箱）之间采用螺栓连接，连接紧密。配电柜（箱）的接地应牢固可靠，与接地干线连接良好。

④ 电缆桥架安装：根据设计图纸确定电缆桥架的走向和安装位置，进行弹线定位。安装桥架的支吊架，支吊架应安装牢固，间距符合规范要求。将桥架分段组装，连接牢固，确保桥架的平整度和直线度。桥架穿越楼板和墙壁时，应设置防火封堵。

⑤ 电线电缆敷设：在敷设电线电缆前，检查电缆的型号、规格、绝缘性能等是否符合要求。电缆敷设时，采用机械牵引或人工敷设的方式，注意电缆的弯曲半径应符合规范要求，避免电缆受到损伤。电缆在桥架内敷设应排列整齐，每隔一定距离进行固定。电缆的接头应采用专用的接线端子，连接牢固，绝缘良好。

⑥ 配电箱及开关插座安装：配电箱安装应位置准确，安装牢固，箱内接线应整齐、规范。开关插座安装高度应符合设计要求，面板应平整、清洁，紧贴墙面。开关插座的接线应正确，相线、零线和接地线应严格区分。

⑦ 照明灯具安装：根据设计要求安装各类照明灯具，灯具的安装应牢固可靠，位

置准确。对于大型灯具，应进行吊点过载试验。灯具的接线应正确，绝缘良好，确保照明系统正常运行。

⑧ 电气系统调试：在电气安装工程完成后，进行电气系统调试。调试内容包括绝缘电阻测试、接地电阻测试、开关电器动作试验、照明系统试亮、动力系统试运行等。调试过程中，应严格按照调试方案进行操作，记录调试数据，对发现的问题及时整改。

2) 给排水安装工程

① 施工工艺流程：施工准备→管道预制加工→生活给水管道安装→消防给水管道安装→排水管道安装→卫生器具安装→管道系统试压、冲洗、消毒→竣工验收

② 管道预制加工：根据设计图纸和现场实际测量尺寸，对管道进行预制加工。预制加工应在专门的加工场地进行，采用机械加工和手工加工相结合的方式，确保管道的加工质量。管道的切割、坡口加工、套丝等应符合规范要求。

③ 生活给水管道安装：生活给水管道一般采用 PP-R 管或镀锌钢管。安装时，先安装主管，后安装支管。管道穿越楼板和墙壁时，应设置套管，套管管径比管道大 1-2 号，套管与管道之间应填充防火、防水、密封材料。管道安装应横平竖直，坡度符合设计要求。管道的连接方式应根据管材的不同选择合适的连接方法，如 PP-R 管采用热熔连接，镀锌钢管采用丝扣连接或沟槽连接。

④ 消防给水管道安装：消防给水管道一般采用热镀锌钢管，连接方式采用沟槽连接或焊接（需二次镀锌处理）。安装时，应严格按照消防设计要求进行施工，确保消防管道的压力和流量满足消防要求。消防管道的阀门应选择符合消防标准的产品，安装位置应便于操作和维护。

⑤ 排水管道安装：排水管道一般采用 UPVC 管或铸铁管。安装时，先安装立管，后安装横管。排水管道应设置坡度，确保排水畅通。管道的连接方式根据管材不同选择，UPVC 管采用粘接，铸铁管采用柔性接口连接。排水管道穿越楼板和墙壁时，应设置防水套管，套管与管道之间填充防水密封材料。

⑥ 卫生器具安装：卫生器具安装应在管道安装完成后进行。安装前，检查卫生器具的型号、规格是否符合设计要求，外观是否有损坏。卫生器具的安装应平整、牢固，位置准确，与管道的连接应严密、无渗漏。安装完成后，进行卫生器具的调试，确保其

使用功能正常。

⑦ 管道系统试压、冲洗、消毒：在管道安装完成后，进行管道系统试压、冲洗和消毒。生活给水管道应进行水压试验，试验压力符合设计要求，稳压时间和压力降应符合规范要求。消防给水管道应进行强度试验和严密性试验。排水管道应进行通球试验和灌水试验，确保排水畅通，无渗漏。生活给水管道在试压合格后，进行冲洗和消毒，冲洗水应符合饮用水标准，消毒后应进行水质检测，合格后方可交付使用。

3) 暖通空调安装工程

① 施工工艺流程：施工准备→通风管道制作与安装→空调机组安装→风机盘管安装→制冷管道安装→系统调试→竣工验收

② 通风管道制作与安装：通风管道一般采用镀锌钢板或无机玻璃钢风管。根据设计图纸和现场实际尺寸，在加工厂进行风管的制作。风管的制作应符合规范要求，风管的咬口应严密，尺寸准确。风管安装时，先安装主管，后安装支管，风管的支吊架应安装牢固，间距符合规范要求。风管穿越楼板和墙壁时，应设置防火封堵。风管与设备的连接应采用柔性连接，确保连接严密，无漏风现象。

③ 空调机组安装：空调机组安装前，检查设备的型号、规格是否符合设计要求，设备的外观是否有损坏。根据设备的重量和安装位置，选择合适的吊装设备，将空调机组吊运至安装位置，调整设备的水平度和垂直度，使其符合设计要求。空调机组的进出口管道连接应正确，严密无渗漏。

④ 风机盘管安装：风机盘管安装在吊顶内或靠墙安装，安装位置应符合设计要求。风机盘管的支吊架应安装牢固，确保风机盘管运行平稳。风机盘管与管道的连接应采用柔性连接，连接严密，无渗漏。风机盘管的电气接线应正确，绝缘良好。

⑤ 制冷管道安装：制冷管道一般采用无缝钢管，连接方式采用焊接或法兰连接。安装前，对管道进行除锈、防腐处理。制冷管道安装应横平竖直，坡度符合设计要求。管道的焊接应符合规范要求，焊接完成后进行无损检测。制冷管道与设备的连接应严密，无渗漏。

⑥ 系统调试：在暖通空调系统安装完成后，进行系统调试。调试内容包括通风系统调试、空调系统调试、制冷系统调试等。调试过程中，应检查设备的运行情况，测量系统的风量、风压、温度、湿度等参数，确保系统运行正常，各项参数符合设计要求

24.3.2.4 设备安装工程

龙门吊安装工艺：安装场地准备→设备进场→主梁拼接、上下小车及维修吊安装至主梁→提升塔架拼接、安装、缆风拉设→具备提升条件、主梁拎空、试提升→主梁提升合适高度安装柔性腿 A 头、刚性腿直段及铰链→继续提升一定高度安装司机室平台→主梁提升至标高→刚腿下横梁对位、吊装柔腿管、刚（柔）腿对位焊接（或法兰）→整机吊装完成，塔架拆除。

采用双塔架液压同步提升的方法和工艺进行 1500t 和 3600t 龙门吊的安装。场地平台、锚固点准备完成后，主梁运输至现场拼接，将上、下小车和维修吊吊装上主梁。安装提升塔架，用履带吊把提升塔架竖立好，拉好缆风绳，采用液压同步提升技术提升主梁。

刚性腿安装：主梁提升至合适高度，在刚腿轨道内侧、主梁底部安装刚性腿直段的连接铰链；然后主梁继续提升，刚腿直段从刚腿内侧进行拖带、跟随主梁提升至垂直竖立状态；刚性腿下横梁则是提前用履带吊翻身并与行走机构连接，临时固定在轨道上；主梁提升到标高后，推进刚性腿下横梁与行走机构至刚腿直段底部，与刚腿直段对位焊接，完成刚性腿的吊装。

柔性腿安装：主梁提升到一定高度，滑移安装柔腿 A 字头；当主梁吊装到标高后，用履带吊分别将 2 根柔腿管吊装到位，并完成柔性腿管上部与 A 字头的法兰连接以及下部与柔性腿下横梁的法兰连接。

24.3.2.5 室内配套工程

（一）消防工程

（1）消防水系统安装

1) 消防系统组成

消防系统安装包括：自动喷淋系统、消火栓系统。

2) 材料要求及安装准备

管道安装前必须清扫内部污物及杂质，安装中断或完毕的管道敞口处应及时封堵或临时封闭。

镀锌钢管，丝扣、沟槽连接。被破坏的镀锌及表面螺纹应做防腐处理，管道安装的坡度应当严格按照设计要求施工，管道安装躲梁翻身采用下翻身，以防止系统窝气，同

时注意加装排气和泻水装置。

3) 消火栓（箱）安装

室内消火栓箱箱体的安装分为暗装形式和明装形式。暗装是把箱体装在墙壁内，箱表面与墙体表面平齐；明装是把箱体外挂在建筑结构表面。

4) 消防管道安装

① 干管安装：从总入口开始安装，总进口端头加好临时封堵试压用，管道埋地部分做沥青玻璃丝布加强防腐。

② 立管安装：立管暗装在竖井内时，在管井内预埋铁件上安装卡件固定，立管底部的支吊架要牢固，防止立管下坠。

③ 支吊架的位置以不妨碍喷头的喷洒效果为原则，一般吊架距喷头应大于 300mm，对圆钢吊架可以小到 70mm；干管、立管、支管都应当设置防晃固定支架。

5) 喷淋头安装

喷洒头安装，喷洒头的规格、类型、动作温度符合设计要求，喷头间距及距墙、柱距离应符合规范要求。喷头安装应整齐美观，横成行竖成线。

6) 湿式报警阀组及其余部件安装

湿式报警阀、水流指示器、其他阀门安装要严格按图纸进行，种类、规格、型号必须符合规范及设计要求。

(2) 消防水泵安装

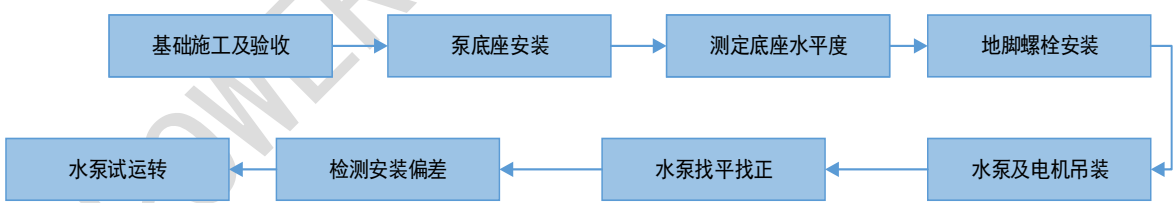


图 24.3-1 消防水泵安装

(3) 气体灭火系统安装

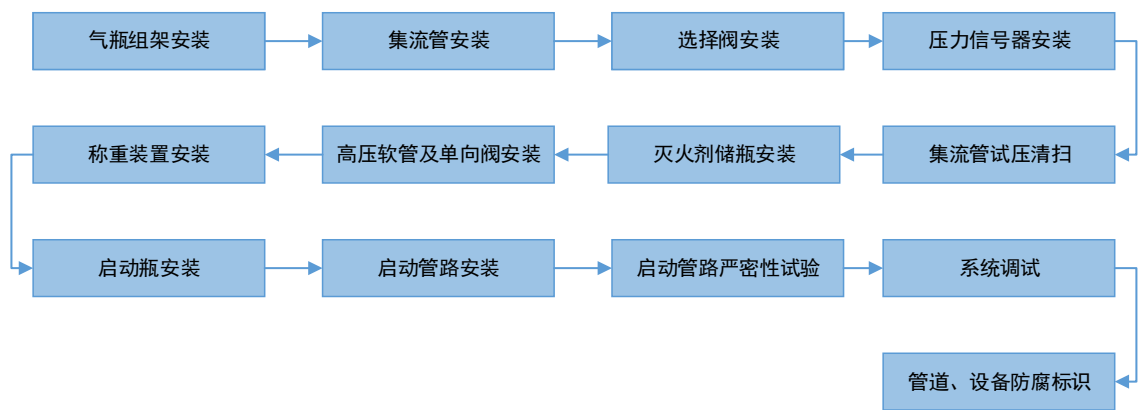


图 24.3-2 气体灭火系统安装

(4) 火灾自动报警系统安装

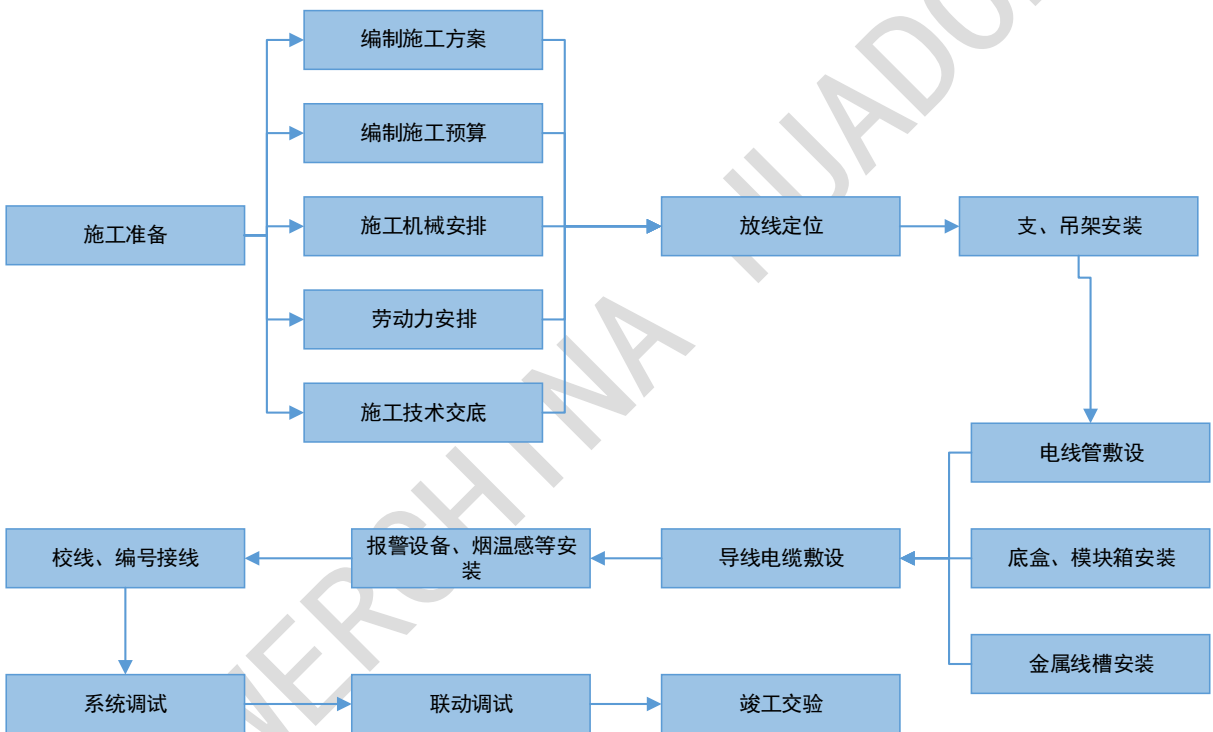


图 24.3-3 施工工艺流程

（二）给排水

给排水管道的施工主要依据建筑整体施工进度，合理的安排施工工序，在结构施工段主要为预留槽洞、预埋件；主体初装阶段为各种给水、排水主立管道的安装以及给排水设备的就位安装；精装阶段主要是各种管路端阀配件及器具的连接直至各种检验试验调试竣工交验。施工工艺总流程详见下图。

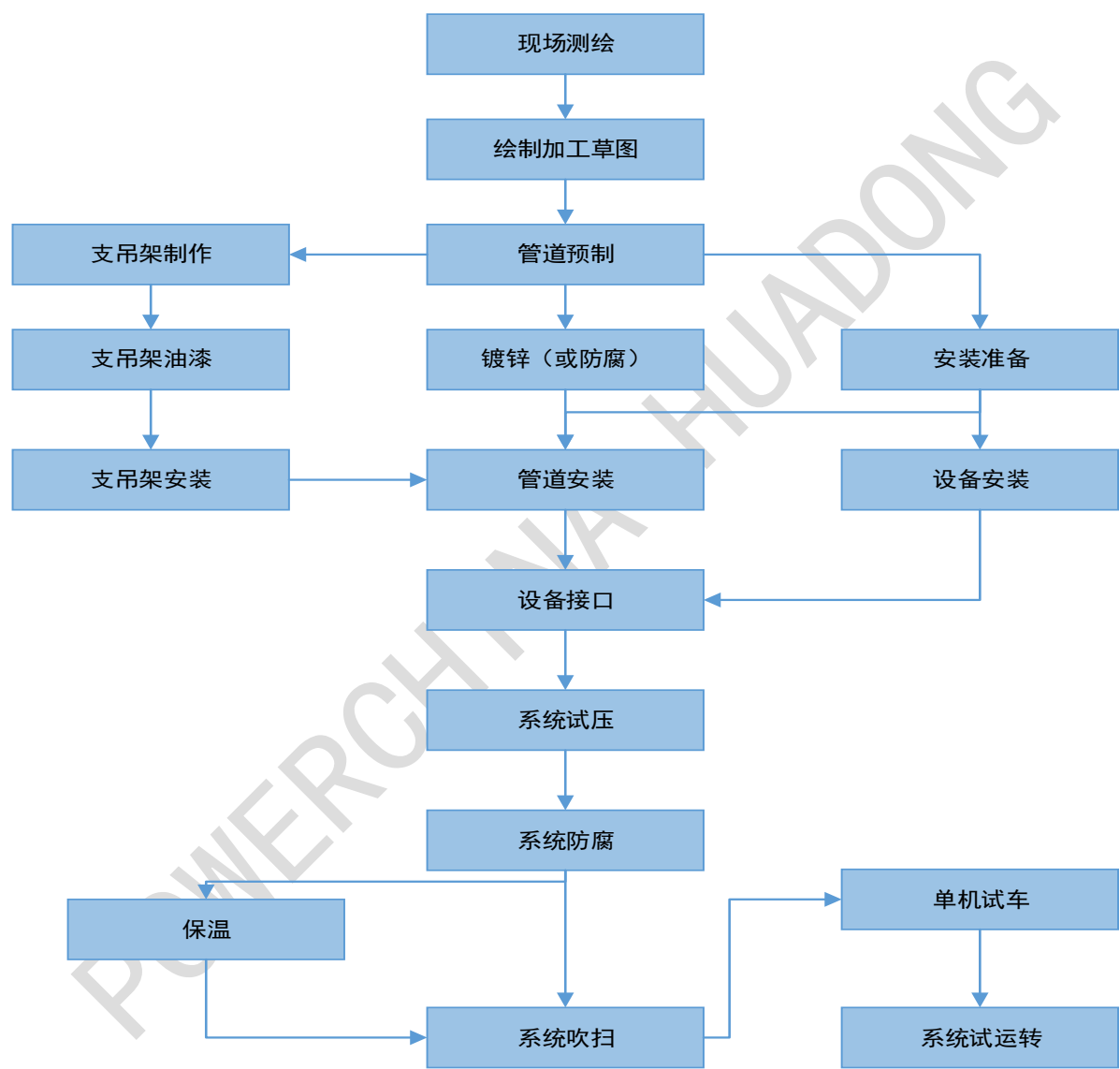


图 24.3-4 施工工艺总流程

（三）供配电工程

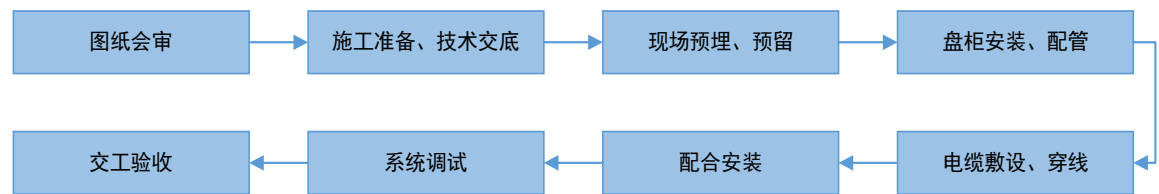


图 24.3-5 主要施工程序

① 照明系统调试

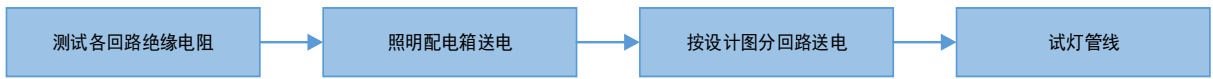


图 24.3-6 照明系统调试

② 动力系统调试

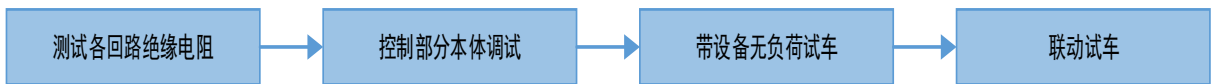


图 24.3-7 动力系统调试

3) 配电箱（柜）安装

① 工艺流程

A 配电箱安装流程如下

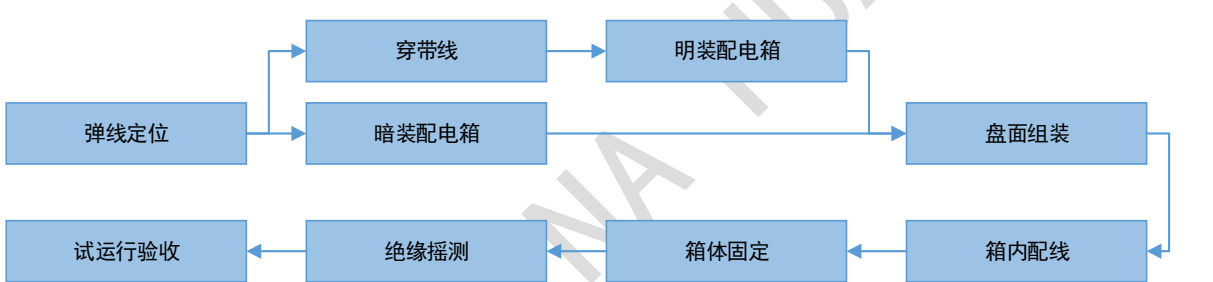


图 24.3-8 配电箱安装流程

B 配电柜安装流程如下

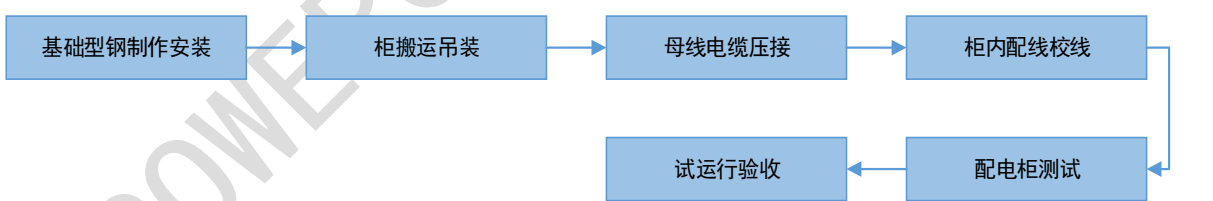


图 24.3-9 配电柜安装流程

24.3.2.6 室外配套工程

（一）地面道路

(1) 混凝土路面施工方案

1) 施工放样

施工放样是路面工程施工的一项重要工作，采用全站仪进行测量放线、水准仪进行测量标高，以确保线形平顺、标高准确。

① 现场放样出道路中心线及边桩，直线段每 15~20m 设一桩，平曲线段每 10~15m（路面 5~10m）设一桩，并在两侧路肩边缘外设指示桩；放样中，把缓和曲线、圆曲线及平交路口作为重点，做到“计算精确无误，放线一丝不苟”，确保放样质量。

② 水泥混凝土面层施工前，放好的中心线及边线，在现场根据施工图纸对混凝土进行分块划线。为了保证曲线地段中线内外侧行车道混凝土块有效合理的划分，必须保持横向分块线与线路中心线切线垂直。水泥混凝土面层受行车荷载的重复作用及环境因素（温度和湿度）的影响较大，其施工质量的好坏将直接关系道路的正常运营和使用寿命。

2) 钢模板安装

安装钢模板是保证线形、平整度、路拱度，纵缝顺直度，板厚度宽度等各项技术指标的重要环节。

钢模板采用标准槽钢加工而成，槽钢高度与混凝土板厚一致，长度 5m，接头处用专用配件牢固固定，接头要紧密，不能有离缝、前后错茬和高低不平现象。模板就位后用“T”型道钉嵌入基层进行固定。将固定好的模板底部用砂浆填塞密实，保证钢模稳固。

保持钢模顶部标高的准确，用水准仪检查顶面标高平度误差控制在 mm 以内。检查无误后，在钢模内侧面均匀涂刷一薄层机油。

3) 运输、卸料、摊铺混凝土

混凝土拌合物采用砼运输车运送到铺筑地点进行摊铺、振捣、搓面。

混凝土拌合物摊铺前，要对模板的间隔、高度、润滑、支撑稳定情况和基层的平整、润湿情况、以及钢筋的位置和传力杆装置等进行全面检查。

砼运输车抵达铺筑现场后，采用侧向或纵向方式将砼混合料直接卸在安装好侧模的路槽内。卸料时，尽可能均匀，如发现有个别离析现象，立即翻拌均匀。

摊铺时，将倾卸在路槽内的混凝土按摊铺厚度均匀地充满在模板范围内。在模板附近摊铺时，用铁锹插捣几下，使灰浆捣出，以免发生蜂窝。

4) 砼捣固与成型

首先，采用插入式振动器按顺序插振一次。插入式振捣器的移动间距不宜大于其作用半径的 1.5 倍，其至模板的距离也不应大于振捣器作用半径的 0.5 倍，插点间距要均

匀，防止漏振，在振捣时要避免与钢模和钢筋碰撞。振捣时间以拌和物停止下沉、不再冒气泡并泛出水泥浆为准，不宜过振。

其次，采用功率不小于 2.2kW 的平板振捣器全面振捣。振捣时应重叠 10-20cm，同一位置不宜少于 15 秒，以不再冒气泡并泛出水泥浆为准。

最后，采用振动梁进一步拖拉、振实，并初步整平。振动往返拖拉 2~3 遍，使表面泛浆，并赶出气泡，振动梁移动的速度要缓慢而均匀，前进速度控制在每分钟 1.5m 左右。对不平之处辅以人工补填找平，补填时用较细的混合料原浆，严禁用纯砂浆填补。振动梁行进时，不允许中途停留。牵引绳不可过短，以减少振动梁底部的倾斜。振动梁底缘应经常校正，保持设计线形。

5) 机械抹光

混凝土面采用圆盘抹光机对其进行全面粗抹。抹光时尽量顺路方向进行，这样易保证纵向的平整；抹光过程中，将混凝土表面的高处多磨、低处补浆（原浆）的方式进行边抹边找平，同时采用直尺配合进行纵横检测。

6) 人工精修

精修是保证路面平整度的把关工序。为达到要求的平整度，采取“量”、“抹”结合的人工精修方法。

“量”即用具有标准线且不易变形的铝合金直尺，紧贴模板顶面进行拉锯式搓刮，一边横向搓、一边纵向刮移，作最后一次检测砼顶面的平整度。一旦发现误差较大，立即进行修补。搓刮前，将模板顶面清理干净。搓刮后即可用直尺于两侧边部及中间三处紧贴浆面各轻按一下，低凹处不出现压痕或印痕不明显，较高处印痕较深，据此进行找补精平。

“抹”即人工用抹子将表面抹平。分两次进行，先找补精平，等砼表面收浆无泌水时，再作第二次精抹，以达到规范要求的路面平整度要求。

7) 抗滑构造制作

抗滑构造是提高水泥混凝土路面行车安全性的重要措施之一。其制作采用拉毛方式进行。我们采用压纹机进行拉毛，拉毛时保持纹理均匀，顺直、深度适宜；并控制纹理走向与路面前进方向垂直，相邻板的纹理要相互衔接，横向邻板的纹理要沟通以利于排水。拉毛以混凝土表面无波纹水迹、砼初凝前较为合适。过早和过晚都会影响制作质量。

8) 养护

混凝土板抗滑构造制作完毕待砼凝固后应立即养护，拟采用覆盖旧麻袋、草袋等洒水湿养护方式。每天一般洒水 4~6 次，但必须保证在任何气候条件下，覆盖物底部在养生期间始终处于潮湿状态，以此确定每天洒水遍数。养生时间根据混凝土强度增长情况而定，一般宜为 14~21 天。

养护期满后后方可将覆盖物清除，板面不留有痕迹。

9) 接缝施工

填缝采用聚氯乙烯胶泥填缝。填缝前，采用压缩水和压缩空气彻底清除接缝中砂石及其它污染物，确保缝壁及内部清洁、干燥。灌注在缝槽口干燥清洁状态下进行，缝壁检验以擦不出灰尘为可灌标准。聚氯乙烯胶泥的灌注高度，夏天宜与板面齐平，冬天宜低于板面 1-2mm；填缝要求饱满、均匀、连续贯通。施工完毕后，仔细检查填缝料与缝壁粘结情况，在有脱开处，用喷灯小火烘烤，使其粘结紧密。施工前对进场站卧石进行半成品检查，不合要求的不得使用，施工时根据设计要求放出施工控制点，放样清理地基，铺设基层并挂线排砌站卧石，缝间采用砂浆嵌实并勾成凹缝，覆盖洒水养护。施工中随时进行检查，保证线型圆顺，缝宽均匀。

10) 切缝

掌握好切缝时机是防止初期断板的重要措施。根据施工经验，当混凝土达到强度 6.0~12.0MPa 时是进行切缝的最佳时机，但气温突变时，我们将适当提早切缝时间，以防止混凝土面板产生不规则裂缝。

11) 填缝

填缝采用聚氯乙烯胶泥填缝。填缝前，采用压缩水和压缩空气彻底清除接缝中砂石及其它污染物，确保缝壁及内部清洁、干燥。灌注在缝槽口干燥清洁状态下进行，缝壁检验以擦不出灰尘为可灌标准。聚氯乙烯胶泥的灌注高度，夏天宜与板面齐平，冬天宜低于板面 1-2mm；填缝要求饱满、均匀、连续贯通。施工完毕后，仔细检查填缝料与缝壁粘结情况，在有脱开处，用喷灯小火烘烤，使其粘结紧密。施工前对进场站卧石进行半成品检查，不合要求的不得使用，施工时根据设计要求放出施工控制点，放样清理地基，铺设基层并挂线排砌站卧石，缝间采用砂浆嵌实并勾成凹缝，覆盖洒水养护。施工中随时进行检查，保证线型圆顺，缝宽均匀。

(2) 水稳层施工

水泥稳定碎石层施工工艺流程图详见下图。

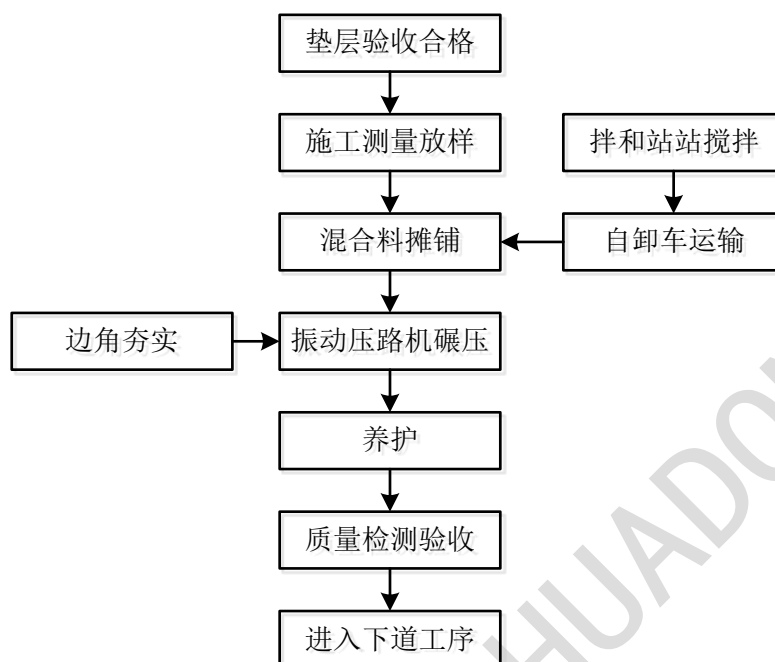


图 24.3-10 水泥稳定碎石层施工工艺流程

1) 材料要求

水泥稳定层所用的材料满足规范或规程的要求。稳定层采用的碎石应洁净、坚硬、有菱角、级配连续。最大粒径不大于 31.5mm，碎石压碎值应 $\leq 30\%$ ，含泥量 $< 1\%$ ，针片状颗粒含量 $< 15\%$ ，拌制稳定层的水泥采用 32.5#普通硅酸盐水泥。

2) 拌和、运输

水泥稳定碎石采用商品水泥稳定碎石，运输采用自卸车。

3) 摊铺和碾压

水泥稳定层在摊铺前对基层的质量进行复验，符合分项工程质量要求后，进行水泥稳定层的摊铺。

摊铺采用机械摊铺，分两层摊铺碾压成型。摊铺时抛高度根据试验路段试验进行确定，严禁贴层施工，摊铺时掌握“宁高勿低，宁铲勿补”的原则，严禁用齿耙拉平或抛撒。

摊铺后的混合料在 2 小时内碾压完毕，采用振动压路机压实，模板边缘及井周围用小型震动碾压或人工夯实。碾压时先静后振，先边后中，轮迹应重叠三分之一轮宽以上。碾压遍数根据现场试验路段确定，严禁在刚压实或正在碾压的路段上进行压路机或送料

车的转弯、调头、急刹车等，保证基层质量。混合料的碾压时间掌握在接近最佳含水量时进行，天气炎热、蒸发快时，摊铺时间避开中午时间。

4) 养护

水泥稳定层碾压成型后，注意早期养护，以利强度得到正常发展，特别是在施工后1周内，稳定层表面保持湿润，拟采用覆盖麻袋湿治养护方式，每天至少洒水2次，不得使表面发白，养护期间严禁一切车辆通行。

（二）雨、污水管线工程

本工程管线工程涉及通信、雨水和污水排水管等管线工程施工，各管线均采用明挖管沟、铺设管道施工。排水管施工要求从下游向上游施工，先深后浅。

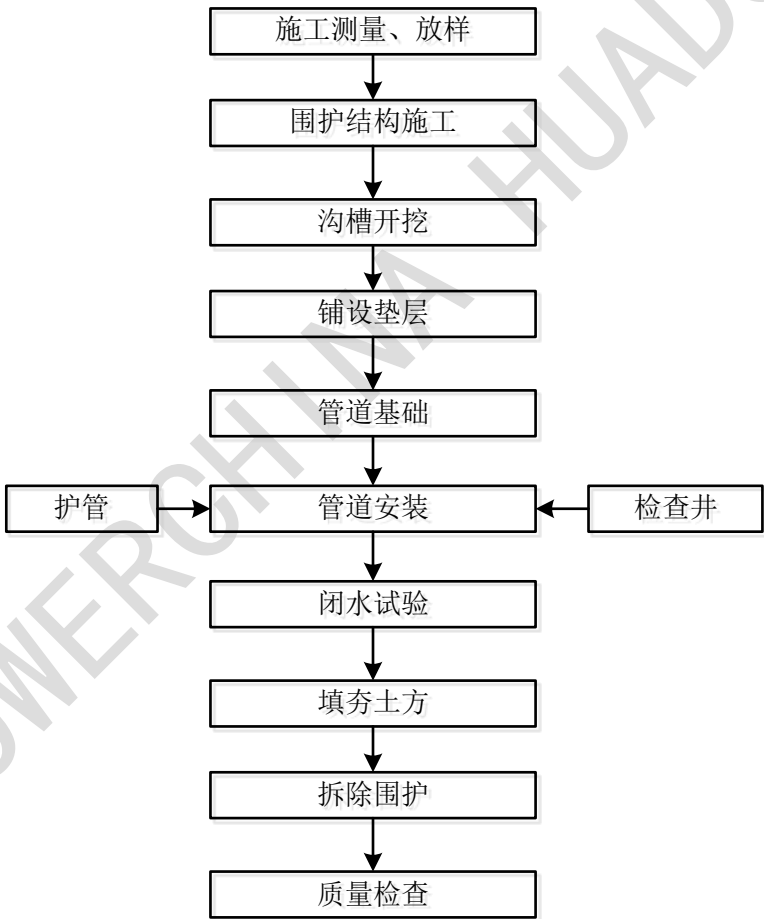


图 24.3-11 排水管道施工工艺流程图

(1) 测量放样

排水工程施工前需先进行管位放样测量。

(2) 围护结构

雨、污水管道沟槽开挖时沟槽深度和场地放坡开挖条件，分别采用放坡开挖、打钢

板桩支护。沟槽深度小于 3m 时，可采用单级放坡开挖；沟槽深度大于 3m 时，采用双排拉森钢板桩密打围护。拉森钢板桩施工工艺如下所示。

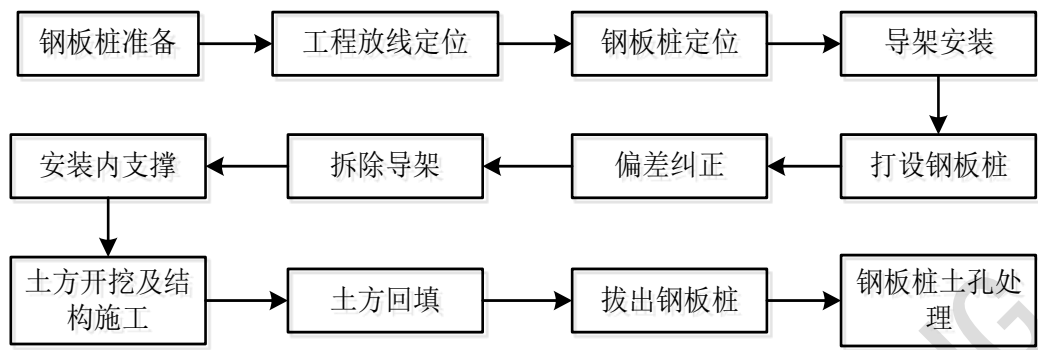


图 24.3-12 拉森钢板桩施工工艺流程图

- (3) 沟槽开挖
- 1) 开挖沟槽采用 1.0m³ 液压挖掘机挖土，应根据沟槽的深底适当设置水平型钢支撑。在挖土至离槽底砼基础 1.00m 处加设一道临时支撑，排管前拆除临时支撑。
- 2) 为防止超挖或扰动槽底土层，机械挖土控制在距槽底标高 20cm，预留底层土，再用人工挖出、修整槽底、边挖边修，并立即进行砂基础施工。如发现超挖，及时进行处理，绝不用土回填。人工清底清除的松散土、淤泥、大块石等集中后，由起吊机械吊出沟槽外处置，操作人员不准站在臂杆回转半径以内。
- 3) 要随时注意槽内水的排放，在修整槽底同时做好明水的排除，在槽的两侧近窰井处设集水坑以便排水。集水坑在未安管期间，进行 24 小时昼夜值班。
- 4) 沟槽的一侧堆放回填土所需的土方，堆土高度不超过 1.5m，距基坑不得少于 2m。有机具停放时，每节管道长度（两井之间）范围内留不少于 3.5m 宽度的出入口，以便出入。施工机具的停放距离基坑不得少于 2m。
- 5) 在开槽埋管施工过程中，采用液压挖掘机进行挖土方、吊管、填土等施工时，需达到随挖土、随支撑、随排管、随填土的开槽埋管施工要求，有利于快速、安全、文明施工。

- (4) 管道基础
- 污水管：主管管径为 D600 采用钢筋砼Ⅲ级管，0.4MPa，承插式橡胶圈接口，覆土 ≤4.0m 时管道基础为 135°，覆土大于 4.0m 时管道基础为 180°。
- 雨水管：主管管径 D300~D1800 采用钢筋砼Ⅲ级管，承插式橡胶圈接口，覆土 ≤4.0m 时管道基础为 135°，覆土大于 4.0m 时管道基础为 180°。

基础均采用：C30 钢筋砼基础（抗渗等级 $\geq$ P6）；

基础的底层土保证无淤泥和碎土，如有超挖用粗砂填实，绝不用土回填，槽底做到无积水。基础施工前复核高程样板的标高，在沟槽底部每隔 15m 左右钉一只样板，并用样尺检查桩顶标高，以控制挖土面、垫层面和基础面。

(5) 管道铺设

管道运至施工现场，按照产品标准进行逐节检验，不符合标准的绝不使用，并做好标志及时处理。运至沟槽边待用的管节垂直槽边放置并垫稳。卸管时有专人指挥，操作人员集中思想，听从指挥，并应遵循安全操作规程。

排管时先清除基础表面污泥、杂物、积水，复核好高程样板（龙门板）的中心位置和标高。管节在沟槽内移动，操作人员密切配合，防止碰撞。

排管时，以管内底标高为准。在窨井处排管时，控制好窨井的内净尺寸。橡胶密封圈的物理性能、外观要求和堆放要求均保证符合有关规定。

(6) 管道接口

管道柔性接口采用橡胶密封圈止水，管节的承口和插口的几何尺寸与光洁度，以及橡胶密封圈的几何尺寸、物理力学性能和操作环境要求均保证符合有关质量标准。橡胶密封圈放在阴凉、清洁环境下，保证不在阳光下曝晒堆放。

(7) 护管

本工程钢筋砼管采用 C30 钢筋混凝土管座。

管座立模前将管壁、基础表面上沉积的污泥、杂清除干净，砼基础面层无积水。模板沿砼基础边线垂直支立，砼的材料、拌和、运输、浇筑和养护均符合有关规定。

管座表面保证拍平抹光，管座砼用插入式振捣器振捣密实，与管壁紧密结合，坚固稳定。

(8) 钢筋砼检查井及阀门井

排水管在支、主管交汇处须设置阀门井，管线间隔设置一定数量检查井。

1) 井底板基础

① 底板垫层为 10cm C20 素砼，模板支撑牢固，浇注时用平板式砼振动器振动，浇注完毕后，人工抹平、拉毛，进行湿治养护。

② 待垫层具有一定强度后，立模，进行底板基础砼施工，基础为 C30 砼，浇注时

用插入式、平板式振动器相结合，人工抹平、拉毛，进行湿治养护。

2) 基础经养护具有一定强度后，进行内模（盖板底模）钢管支架搭设，钢管间距1.0m，搭设支架应由具备上岗证书的熟练架子工进行作业，支架搭设应稳固，斜撑、剪刀撑与横竖钢管连接应牢固，使整个钢管支架形成一框架整体。

3) 模板采用钢模板，立内模时，模板应与钢管支架连接牢固，模板平面由横竖钢管进行加固（横钢管采用一道双根），与外模用对拉螺杆对拉，用“老鹰”钳夹住钢管，螺丝紧固。对拉螺杆采用 $\Phi 10$ 圆钢，两端较螺纹，螺纹内侧两端焊一铁片，起固定内、外模板间距作用，螺杆中间焊一铁片，起止水作用。

4) 钢筋安装时，应先安装内层钢筋，钢筋制作、安装应符合规范进行施工，钢筋种类、根数、间距、绑扎搭接长度等都应符合质量验收要求。钢筋骨架绑扎、焊接应稳定、牢固，不滑移、不变形。预留孔洞应按设计要求进行预留，孔洞钢筋安装符合质量验收要求，孔洞模板采用自制木模芯，与钢模板连接固定。

5) 外模安装时与内模安装要求相同，模板穿一直径为10mm圆孔，设对拉螺杆，浇注砼时采用一次浇注，因此，在浇注过程中，下端模板受力较大，需特别加固，可采用钢管四面围圈加固。

6) 井壁砼采用商品砼，用泵送浇注，浇注时，基础底面应清理干净，砼应绕圈逐层阶梯形进行浇注，用插入式振捣器振捣，振捣时插入棒应尽量避免与钢筋骨架，预留孔洞模板接触，使其产生移位，振捣第二层时，插入棒应插入第一层层面进行振捣，使上下层不产生砼界面，形成整体。

7) 盖板底模采用木模板，模板安装后应平整，无凹凸现象，钢筋制作安装时，预留孔洞，模板用木制芯模，砼振捣用平板式振动器，人工抹平、压光。

8) 待盖板砼具有足够强度时，方可进行钢管支架与底模、内模拆除，拆除时，自上而下。对拉螺杆多余部分用气焊割除，割除时，应将拉杆周围砼向内凿1—2cm，螺杆割除与砼面平，再用高强度水泥砂浆抹平，井内壁及底，均用1:2水泥砂浆加5%防水剂抹面厚20mm，外表面涂冷底子油一道，再刷热沥青两道，井筒为砖砌井筒。

(9) 闭水试验

管道的施工质量是闭水能否成功的决定因素，所以管道施工的各道工序确保一环紧扣一环。根据规范要求，雨、污水管每节（指二个窨井之间的距离）需进行闭水试验。

试验利用管节两端窰井作为闭水水头，要求水头在上游管道内顶 2m 以上，闭水试验前应先灌水 24 小时，使管道充分浸透。加水至标准高度，观察水位下降值，若在 30 分钟内水位下降在规范规定值以内，则闭水试验合格。

闭水试验合格后，及时抽干管内水，拆除管内封堵。

(10) 沟槽回填

管道经隐蔽工程验收合格后，进行沟槽回填。

1) 沟槽回填

沟槽回填，对于不同的部位有不同的要求，以达到既保护管道安全，又满足上部承受动、静荷载；既要保证施工过程中管道安全又要保证上部修路、交通放行后的安全。

2) 沟槽回填的技术要求和质量保证措施

沟槽回填在管道隐蔽过程验收合格后进行，回填时沟槽内保证积水排除干净，严禁带水作业。

为了保证工程质量，严格按照《市政工程施工及验收技术规程》进行施工。当管道铺设好之后，立即进行中粗砂回填，回填至管顶以上 50cm，夯实后再在上面进行上部的回填、碾压。

沟槽回填顺序按沟槽排水方向由高到低分层进行；沟槽两侧同时回填夯实，以防管道位移；回填土保证不将土直接砸在抹带接口上；窰井等附属构造物回填土保证四周同时进行；在与其它管道交叉的地方，回填土时，进行妥善处理。

胸腔以上回填时，分层整平和夯实，每层厚度根据采用的夯实工具和密实度要求而定。在使用压路机碾压时，管顶以上的填料厚度不小于 70cm。

(11) 出水口施工

1) 出水口围堰

在出水口施工前，先筑坝围堰，围堰采用拉森钢板桩围堰，长 12m，以每米 2 根（单侧）打入河床中，内外两侧加横围檩并用 $\Phi 16$ 钢筋对拉，单侧加横围檩并用 $\Phi 12$ 钢筋编在一起，沿内侧先垫一层毛竹脚手片，再用编织袋装粘土叠起，土袋中间用粘土填满形成围堰。

2) 出水口施工

出水口施工包括砼底板和浆砌块石墙身。

浆砌块石墙身砌筑：块石在使用前进行浇水湿润，表面如有泥土等及时清洗干净，砌筑采用座浆法，即先座浆再安放砌块，砌体分层砌筑，各砌层先砌外围定位行列，然后砌筑里圈，外圈与里圈砌块交错连成一体。石块间均用砂浆粘结，不直接挨靠，座浆饱满。竖缝砂浆先在已砌块石侧面铺放一部分，然后在相邻石块放好后仔细填满捣实，无空隙和立缝贯通现象。

（三）园林绿化

（1）土方工程施工

种植土改良：检测原场地土壤的酸碱度、肥力等指标，根据检测结果与植物生长需求，对种植土进行改良。对于酸性土壤，适量添加石灰粉调节土壤酸碱度；对于贫瘠土壤，添加有机肥、腐叶土、泥炭土等，提高土壤肥力与保水保肥能力。改良后的种植土应疏松、肥沃、排水良好，符合植物生长的要求。

（2）植物种植施工

1) 乔木种植

① 挖种植穴：根据乔本土球大小或根系情况，确定种植穴的规格。种植穴应比土球直径大[X]厘米，深度比土球高度深[X]厘米。在挖种植穴时，将表土与底土分别放置，以便后续回填。

② 苗木修剪：在乔木栽植前，对苗木进行适当修剪。修剪掉病枝、枯枝、过密枝及徒长枝，保持树形美观，减少水分蒸发，提高苗木成活率。对于较大的乔木，可根据实际情况进行疏叶处理。

③ 苗木栽植：将乔木放入种植穴中央，使其树干垂直，然后解开土球包扎物，向种植穴内回填表土，填土至一半时，轻轻提苗，使根系舒展，再继续填土并分层夯实。填土完成后，在树穴周围筑围堰，围堰高度为[X]厘米左右，便于浇水保墒。

④ 浇水支撑：栽植完毕后，立即浇足定根水，浇水量要充足，确保土壤与根系充分接触。待水渗下后，对乔木进行支撑固定，可采用三角支撑或四角支撑的方式，支撑材料选用坚固耐用的木杆或钢管，确保乔木稳固，防止倒伏。

2) 灌木种植

① 种植穴准备：根据灌木的冠幅与土球大小，确定种植穴的规格。将表土与底土分别放置。

② 苗木修剪：对灌木进行适当修剪，去除病枝、枯枝及过密枝，保持灌木的形态美观。对于一些开花灌木，可根据开花习性进行合理修剪，促进花芽分化。

③ 栽植：将灌木放入种植穴内，调整好位置，使植株之间的间距符合设计要求。然后回填表土，分层夯实，填土高度略高于土球顶部。栽植完成后，浇足定根水，水渗下后，可在树穴表面覆盖一层薄土，减少水分蒸发。

3) 花卉与地被植物种植

① 整理种植床：对种植花卉与地被植物的区域进行精细整理，将土壤耙细、耙平，去除杂物与石块。根据设计图案与要求，划分种植区域。

② 种植：花卉与地被植物可采用撒播、条播或穴播的方式进行种植。对于撒播，将种子均匀撒在种植床上，然后轻轻覆盖一层薄土，厚度以刚好覆盖种子为宜；条播则按照一定的行距开沟，将种子播入沟内并覆土；穴播适用于较大粒种子或球根花卉，按照一定的株行距挖穴，将种子或球根放入穴内，覆土后浇水。

③ 养护管理：花卉与地被植物种植后，要保持土壤湿润，及时浇水，但避免积水。出苗后，根据生长情况进行间苗、补苗，确保植株分布均匀。定期施肥，促进花卉与地被植物的生长与开花。

4) 灌溉系统施工

① 管道铺设：根据厂区绿化布局与植物需水情况，设计合理的灌溉管网。采用 PE 管或 PVC 管作为灌溉管道，按照设计图纸进行管道铺设。在铺设过程中，注意管道的坡度，确保排水顺畅，避免积水。管道连接采用热熔连接或胶粘连接，确保连接紧密，无渗漏现象。

② 喷头安装：根据灌溉区域的大小与形状，选择合适的喷头类型，如旋转喷头、散射喷头等。喷头的安装高度应适宜，确保喷水范围能够覆盖整个灌溉区域，且不影响行人与车辆通行。喷头安装完成后，进行调试，调整喷头的喷水角度与射程，使其达到最佳的灌溉效果。

③ 控制系统安装：安装灌溉控制系统，可采用自动控制系统或手动控制系统。自动控制系统通过传感器监测土壤湿度、气象条件等信息，根据预设的程序自动控制灌溉时间与水量，实现智能化灌溉。手动控制系统则通过人工操作阀门，控制灌溉的开启与关闭。安装完成后，对控制系统进行调试，确保其运行正常。

5) 景观小品施工

① 景观小品基础施工：根据景观小品的设计要求，进行基础施工。对于较重的景观小品，如雕塑、假山等，需进行钢筋混凝土基础浇筑，确保基础的承载能力与稳定性。基础施工过程中，严格按照设计尺寸与施工规范进行操作，确保基础的质量。

② 景观小品安装：在基础达到设计强度后，进行景观小品的安装。对于雕塑，采用吊车将其吊运至指定位置，调整好角度与位置后，进行固定；对于假山，根据设计造型，选用合适的石材，由专业人员进行堆叠与安装，确保假山的造型美观、稳固。景观小品安装完成后，进行表面处理与装饰，使其达到设计效果。

24.3.2.7 门吊大件运输方案

本项目建设 3600t、1500t 龙门吊各一座，3600T 龙门吊总重约 6130T,其中主梁约 1913T、刚性支腿 1125T、柔性支腿 709T、上小车 615T、下小车 576T、行走机构 978T、维修起重机 75T;1500t 龙门吊总重约 3534T,其中主梁约 1227T、刚性支腿 770T、柔性支腿 474T、上小车 260T、下小车 206T、行走机构 552T、维修起重机 45T；属于超大超重超限部件。运输的原则：按照现在状元岙 8#、9#泊位承载力每平方米不大于 30KN，2#引桥承载力每平方米不大于 20KN，门座式起重机为 60T。1) 部件须分段建造，其中梁、支腿分段为单件不超过 225T,长度不大于 40 米的构件，上、下小车和行走机构、维修起重机分解为不超 60T；2) 采用甲板驳进行海上运输，甲板驳拟采用 35000DWT；3) 轴线车（SPMT）滚装上下甲板驳。

具体的运输工艺如下：

- ①工厂分段制作龙门吊部件；
- ②按运输方案编组的 SPMT 运输部件滚装上工厂所在地港口甲板驳；
- ③各部件按要求固定；
- ④甲板驳由拖轮拖带至洞头状元岙 8#、9#泊位；
- ⑤通过 SPMT 运输部件滚装上码头，通过 2#引桥运输至龙门吊安装位置；
- ⑥SPMT 卸下部件，采用履带吊进行拼装。

主要的保证措施：编制大件运输方案，并须经专家及相关部门评审及审核；加强与海事、港航、港口的沟通协调，办理好大件运输许可；办理相关保险和做好应急预案。

24.3.2.8 施工所需的机械设备情况

表 24.3-1 施工所需机械设备表

序号	设备名称	规格型号	数量	主要工作内容	备注
一、拆除工程所需的主要设备					
1	汽车吊	120T	1	混凝土结构物拆除	
2	汽车吊	50T	1	混凝土结构物拆除	
3	平板车		3	陆上运输	
4	逆变直流电焊机		2	水下切割钢管桩	
5	金刚石串珠绳锯		4	混凝土切割	
6	破碎机		2	混凝土拆除	
7	风镐		8	混凝土拆除	
二、陆域基础施工所需的主要设备					
8	振动打桩机	DZ90 型振动锤	12 台	通过高频振动将 PHC 管桩压入土层，控制垂直度	
9	履带式起重机	QUY100 (100 吨级)	12 台	吊装 PHC 管桩、配合振动锤施工	
10	电焊机	BX1-500 交流 弧焊机	24 台	桩节间焊接	
11	送桩器	定制钢板送桩器 (11m)	12 套	将管桩送至设计标高	
12	旋挖钻机	SR150 型	20 台	厂房桩基础	
13	汽车式起重机	QY25K5 (25 吨级)	20 台	吊放钢筋笼、导管及辅助作业	
14	泥浆泵	3PNL 型	20 台	循环泥浆护壁，防止塌孔	
三、厂房及生活建筑施工所需的主要设备					
15	汽车吊（主吊）	徐工 QAY200 (200t)	5 台	主梁、钢柱等重型构件吊装	
16	汽车吊（辅助吊）	中联 ZTC800V (80t)	5 台	次梁、檩条等中型构件吊装；钢筋、模板等吊装	
17	汽车吊（轻型）	三一 STC250T (25t)	4 台	小型构件搬运、拼装辅助	
18	塔吊	TC6010-6	1 台	材料垂直与水平运输	
19	平板运输车	陕汽德龙 X3000 (载重 50t)	10 辆	大型钢构件运输	

序号	设备名称	规格型号	数量	主要工作内容	备注
20	焊接设备	逆变焊机 (ZX7-500)	35 台	钢柱对接焊、梁柱节点焊接，配备自动埋弧焊机用于长焊缝	
21	自行式高空作业平台	捷尔杰 1500S (45m)	8 台	屋面檩条、围护系统安装	
四、道路施工所需的主要设备					
22	滑模摊铺机	SP500	3 台	面层混凝土摊铺	
23	插入式振动器	ZN50	若干	混凝土振捣密实	
24	抹光机	HM-800	6 台	表面抹平，提高平整度	
25	刻纹机	KT-300	3 台	面层防滑纹理施工	
26	切缝机	HQF-180	3 台	混凝土面层切缝，防止开裂	
27	摊铺机	ABG8620（摊铺宽度≤10m）	4 台	基层混合料摊铺	
28	振动压路机	XS262 (30t 以上)	6 台	初压、复压	
29	轮胎压路机	XP301 (25t 以上)	2 台	终压	
30	双钢轮压路机	DD130	2 台	终压辅助	
31	自卸汽车	20t 以上	15 辆	运输混合料，数量需匹配拌和站与摊铺速度	
五、龙门吊安装所需的主要设备					
32	履带式起重机	中联重科 QUY800 (800 吨级)	1 台	主梁、支腿吊装	
33	汽车吊	QAY300 (300 吨级)	1 台	支腿辅助吊装、行走机构安装	
34	超高压液压扳手	扭矩 0-10000N·m	2 套	主梁连接螺栓紧固	
35	500 吨液压千斤顶	行程 200mm	4 个	主梁对接微调	
36	专用平衡梁吊具	承载 100 吨	2 套	行走机构、小车吊装	
六、钢筋加工场内主要设备					
37	智能钢筋套丝打磨机	HSJQ-450	2 套		
38	智能钢筋弯曲机	HSWQ12 32B	2 套		

序号	设备名称	规格型号	数量	主要工作内容	备注
39	智能钢筋弯箍机	HSG-12	2 套		
40	钢筋切断机	/	2 台		
41	钢筋焊接机	/	2 台		
42	龙门吊	10T	1 台		

24.3.3 危大工程的判别和应对措施

序号	工程名称	涉及危大的情况	程度判别	应对措施	备注
危大工程判别（依据《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住房和城乡建设部令第 37 号））					
1	甲类仓库、污水处理用房等结构施工	搭设高度 5m 及以上，或搭设跨度 10m 及以上，或施工总荷载 10kN/m ² 及以上，或集中线荷载 15kN/m 及以上的混凝土模板支撑工程	危大工程	①编制专项施工方案，明确施工工艺、安全技术措施和应急处置流程； ②作业前对施工人员进行书面安全技术交底，并由双方签字确认 ③监理工程师需全程监督，专职安全员旁站检查。	
2	工程用房	混凝土模板支撑工程：搭设高度 8m 及以上，或搭设跨度 18m 及以上，或施工总荷载 15kN/m ² 及以上，或集中线荷载 20kN/m 及以上	超危大工程	①编制专项施工方案并组织专家论证，明确施工工艺、安全技术措施和应急处置流程；	
3	钢结构车间施工	采用起重机械进行安装的工程；跨度 36m 及以上的钢结构安装工程	超危大工程	②作业前对施工人员进行书面安全技术交底，并由双方签字确认	
4	3600t、1500t 龙门吊安装（含塔架搭设）	起重量 300kN 及以上的起重机械安装和拆卸工程；搭设高度 50m 及以上的落地式钢管脚手架工程	超危大工程	③项目经理和总监理工程师需全程监督，专职安全员旁站检查。	

24.4 施工总体布置

24.4.1 主要项目的施工程序

(1) 龙门吊安装：安装场地准备→设备进场→主梁拼接、上下小车及维修吊安装至主梁→提升塔架拼接、安装、缆风拉设→具备提升条件、主梁拎空、试提升→主梁提升合适高度安装柔性腿 A 头、刚性腿直段及铰链→继续提升一定高度安装司机室平台→主梁提升至标高→刚腿下横梁对位、吊装柔腿管、刚（柔）腿对位焊接（或法兰）→整机吊装完成，塔架拆除。

(2) 钢结构厂房施工：基础施工→钢柱安装→钢梁安装→支撑系统安装→檩条安装→屋面系统安装→墙面系统安装→门窗安装→验收。

(3) 建筑施工：基础施工→主体结构施工（砌墙、钢筋混凝土楼板施工交替进行）→屋面施工→内外装修施工→门窗安装→室外工程施工。

24.4.2 大型临时设施布置

(1) 项目出入口和场内施工道路原则上尽可能利用状元岙码头 8[#]、9[#]泊位及陆域堆场道路。沿 G330 设置三处出入口（一处人员出入口、两处物流口），由西至东分别位于原国际邮轮联检大厅出口（人员出入），原南二门（物流主入口），原万大利公司（物流次入口），8[#]、9[#]泊位作为海上大宗材料及超限设备上岸码头。场内临时主干路设置宽 15m，主要服务导管架总装区、厂房、办公生活房及附属房等物流需求，次入口主要服务海工驳泊位。

(2) 本工程与状元岙港区采用建设永久围墙进行隔离，沿 G330 原有围墙利旧使用。

(3) 保留场地上中心配电房、1[#]、2[#]配电房（中心配电房负荷 400KVA、1[#]负荷 2000KVA、2[#]负荷 1000KVA）作为先期施工用电，待永久配电设施投产后进行转换。

(4) 场内建有完善的给排水设施，基本满足施工需求，进场后需摸排物探，施工期间尽量保留使用。

(5) 导管架总装及堆放区、厂房及生产生活用户等应分区平行施工，设置绿格网进行隔离，确保材料堆放、运输、施工有序。

(6) 材料堆放及现场加工区设置在厂房和导管架场地之间，8[#]、9[#]泊位可作为临时材料堆放，但荷载不超过 30kN/m²。

(7) 拟在陆域材料临时堆放区域新建一座钢筋加工场，占地约 3000m²。



图 24.4-1 施工平面布置图

24.5 施工进度安排

24.5.1 项目总工期、目标工期

项目总工期预估为 18 个月，其中前期准备及试桩工作 1 个月，陆域龙门吊场地 11 个月，加工车间 14 个月，原国际邮轮大厅改造工期为 4 个月，3600T 龙门吊建造和安装 12 个月，调试及交工验收 1 个月。

24.5.2 关键项目及保障措施

影响工期的关键项目包括陆域导管架总装及转运区 PHC 桩加固、轨道梁桩、基础；钢结构厂房及 1500T、3600T 龙门吊建造安装。

保障工期的措施：

- (1) 建立和健全项目管理体系，配备高水平项目管理团队，确保项目高效运行；
- (2) 正确分解工作内容，合理编制施工组织设计，防止怠工和窝工现象；

（3）合理选配施工机械，提高工效。PHC 桩宜采用静压桩机，减小对地基的扰动；1500T、3600T 龙门吊体量大，安装难度高，应提前制定相关安装方案；

（4）加强原材料、半成品的采购和管理，本工程砼、PHC 桩和钢管桩用量大，须提前谋划，确保及时供应；

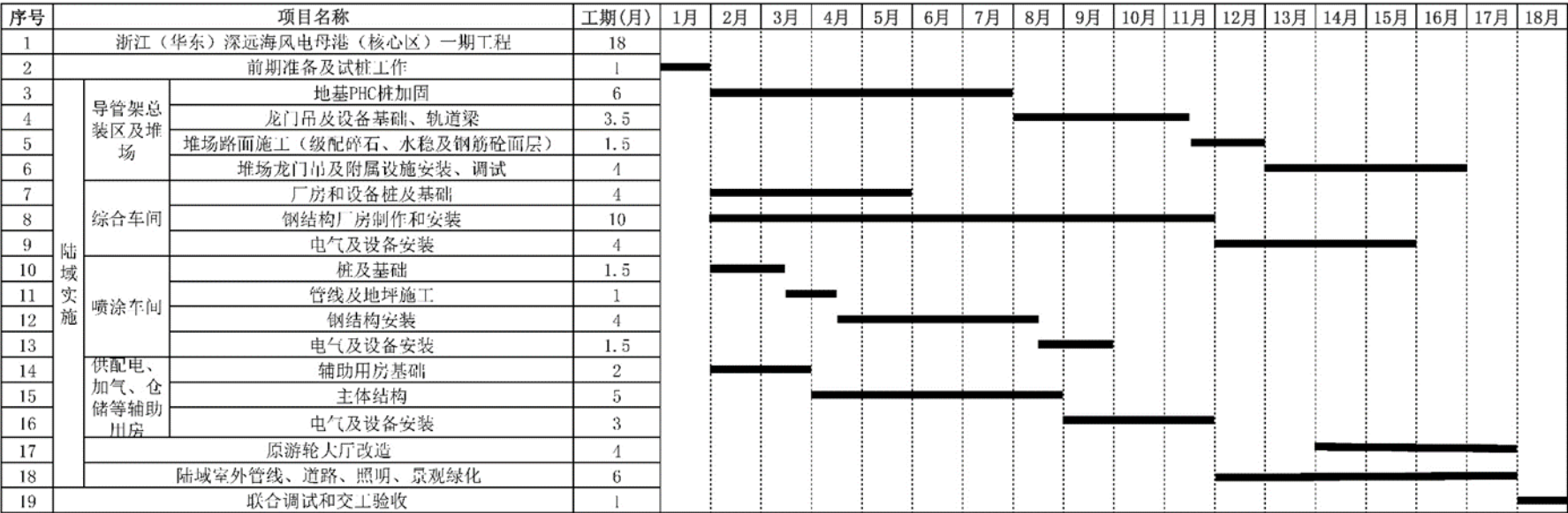
（5）加强设备的采购和监造，本工程有大量的设备需要安装，特别是 1500T、3600T 龙门吊体量大，难度高须提早启动采购和建造；

（6）熟悉和掌握潮汐和气象情况。本工程温州洞头状元岙码头地处瓯江口，潮汐涨落幅度大，施工作业应充分利用：根据气象本地区春季多雾潮湿，夏季多台风和急变气象，须合理安排吊装和砼浇筑作业。

24.5.3 分期投产安排的建议

根据施工进度计划，原邮轮大厅改造为 4 个月，车间厂房工期为 14 个月，导管架总装及堆放场和设备安装工期为 15 个月。分期投产安排的建议：1）加快永久变配电房的建设，在开工后 6 个月内具备送电条件，以便替换施工临时变电所和配电房；2）车间厂房均采用钢结构，选择满足产能要求的厂家进行制造安装，确保土建和钢结构开工后 10 个月建成，4 个月内完成电气及设备调试并投产；3）导管架总装区工期仅次于海工驳泊位，该处岩面变化大，桩基数量多，需加强试桩，选择合适施工机械和施工工艺，地基、轨道梁及道堆开工后 11 个月完成；1500T 和 3600T 龙门吊制造、安装及调试难度大，时间长，需加强专业队伍协调，8 个月完成制造，4 个月内完成安装、调试、验收并投产。

24.5.4 施工进度表



第 25 章 经济效益分析

经济评价是项目研究的重要内容之一，其目的是根据项目所在地区国民经济和社会发展现状及未来对运输的需求，结合产业发展、运量预测和工程方案的研究结果，计算拟建项目在评价期内可能发生的国民经济及财务费用和效益，分析项目的经济合理性和财务可行性。

本项目的经济评价的范围包括母港码头及陆域部分工程费用、后方核心腹地征地拆迁费用及 8#、9#多用途泊位及后方腹地收购费用等。

25.1 评价基础和依据

(1) 经济评价主要依据 2006 年国家发改委和建设部发布的《建设项目经济评价方法与参数（第三版）》、《水运建设项目经济评价方法与参数（2009 年修订）》以及码头运营单位提供实际运营资料、相关风电产业企业调研成果等进行分析计算。

(2) 项目推荐方案工程总投资 417276.97 万元，其中工程费用 238076.56 万元，工程建设其他费用 37118.33 万元，预留费用 9631.82 万元，资产收购费用 125300.00 万元，建设期利息 7150.26 万元。

(3) 项目建设期为 2 年。考虑项目服务浙江、上海、福建等地风电市场，整体母港使用期按照 25 年考虑。项目计算期取 27 年。

(4) 项目投资按照工程进度计划进行投入。

(5) 设计产能：整体考虑 8~9#泊位及后方腹地以实现母港总装、核心部件制造、两大核心功能，按照生产纲领基地设计产能为每年出产 80 台导管架。

(6) 测算产能：按照 72 台导管架计算。考虑产能爬坡，运营期首年产能利用率 60%，第二年 80%，第三年至运营期末满负荷。

(7) 根据《建设项目经济评价方法与参数》现行的规定，国民经济评价折现率采用 8%，经济评价折现率采用 3%。

25.2 经济分析

国民经济评价是建设项目评价的重要组成部分。它是在合理配置国家资源的前提下，从国家整体的角度分析计算项目对国民经济的净贡献，以考察项目的经济合理性。

针对母港可采用“有~无”对比法，即有项目情况下发生的费用和效益，与无项目情况下发生的费用与效益进行对比。

(1) 费用调整

根据国民经济评价要求，项目的总投资按影子价格和换算系数进行调整。由于目前价格均已根据市场调节，不存在价格扭曲现象，8#、9#多用途泊位转让费用、建筑安装工程费用中的税金和建设期利息是属于国民经济内部转移支付，故国民经济投资调整需剔除。

项目总投资 417276.97 万元，扣除建设期利息、资产收购费用 125300.00 万元及建安工程增值税（税率 9%）、设备购置增值税（税率 13%）、工程其他费用增值税率（税率 6%）后，固定资产原值为 267,688.51 万元。

(2) 营运费用

按有、无本项目在营运期发生的费用之差计算，增加了人员工资及福利、能耗费、修理费等营运费用。

1) 职工薪酬及管理费用

职工薪酬包括工程管理运行过程中运行管理人员及基地生产、制造、销售人员的基本工资、福利费，参照当地现行行业平均人员工资拟定。结合本项目的设备配置情况和营运要求，项目配备工程管理运行及生产制造管理人员 120 人，管理人员工资（含社保、职工福利）按照 51 万元/人计。每年需支出职工薪酬约 6,120 万元/年。管理费按职工薪酬的 50%计提，约 3,060 万元/年。

另外生产场地需配置技术管理人员 50 人，人均薪酬 50 万元；技术操作人员 30 人，人均薪酬 40 万元；加工人员 2200 人，人均薪酬 30 万；检测人员 40，人均薪酬 35 万元；其他人工成本支出 8413 万元/年。

合计每年人员薪酬 88693 万元/年。

2) 能耗费

燃料及动力费以货物吞吐量为准，本次按 0.4 元/吨计提。单台风机导管架基础 3100 吨，单台风机导管架基础配套材料按照 30000 吨考虑。所有材料按照周转 30 次考虑，每年燃料及动力费 2,791 万元。

3) 运行、修理和维护费

运行维护费包括工程各类建筑物和设备的日常性运行、各建筑物、管路养护、维护、事故处理及大修理分摊在各年的费用。

修理费按本次新增固定资产投资的 0.5% 计提，每年修理费约 1,338 万元。

4) 总费用

综合以上，本工程正常运行期年运行费为 92,822 万元，约占固定资产投资的 34.68%。

(3) 原有码头业务损失

状元岙港区一期 8#、9# 两个 5 万吨级（兼靠 10 万吨级）多用途泊位，设计年吞吐能力为集装箱 20 万 TEU，件散杂货 70 万吨，2023 年港口货物吞吐量完成 947.66 万吨，集装箱吞吐量完成 67.93 万 TEU，实现营业收入 1.58 亿元，利润总额 193.87 万元。

状元岙港区二期在建三个 5 万吨级（兼靠 10 万吨级）集装箱专用泊位，目前 7# 泊位已建成投产兼靠邮轮，5#、6# 泊位及后方腹地计划于 2025 年竣工，设计年通过能力 150 万标箱。

项目建设完成后，原有 8#、9# 两个多用途泊位吞吐能力集装箱货运量转移至 5#、6#、7# 泊位，考虑项目建设期内，原有码头业务损失按照 5000 万元/年估计。

(4) 效益计算

按照“有~无对比原则”，无本项目的假定：若不建设华东深远海海上风电母港，则浙江省深远海海上风电总装产能无法满足需求。在风电抢装潮条件下，周边省份浮体基础生产、总装产能将优先支持本省深海风电装机需求，需要根据周边省份的母港服务能力盈余来决定浙江省的风电项目开发进度。深远海海上风电项目的设备物流时间、施工周期等受海上天气影响较大，依赖周边省份母港进行总装，浙江省深远海海上风电项目开发产生较大不确定性，导致整体施工周期延长。

有本项目的假定：若建设华东深远海海上风电母港，将充分保障浙江省深远海海上风电项目的规模化生产、风机一体化组装及深远海海上风电项目的高效施工。同时，母港建成后，也可为码头所在地及周边地基提供风电产业其他货物的装卸、运输服务。

效益计算如下：

1) 促进浙江省深远海海上风电项目建设期降本

经初步测算，母港及配套设施的建设可推动深远海海上风电技术联合攻关、产业链上下游资源整合、政策创新加快供给，从而实现深远海海上风电项目开发综合成本下降，

建设母港后仅从装置制造、运输、安装等角度，每年促使风电场建成成本降低 50000 万元/年。

2) 促进深远海海上风电项目运营期降本

考虑浙江深远海受台风等不利因素影响，漂浮式风电场运维采取“母港+运维母船”形式，对风场进行定期巡检，节省运维距离，提升设备周转率，运维费按照经验估算（含材料费和其他费用）。建母港情况下，单位运维成本为 453 元/千瓦/年，较不建母港情况节省 35 元/千瓦/年，约下降 7.73%。按 1500 万千瓦运营维护规模测算，首年运维 200 万千瓦，可节约 7000 万元/年，此后每年增加运维 300 万千瓦至满运营负荷。

3) 促进母港所在地旅游经济发展，增加旅游收入

有项目时，到母港旅游的旅客数量及其消费相比无项目时均会有增加，暂估每年增加游客量为 20 万人，消费增加按平均 30 元/人计算。促进旅游效益 30 元/人次*20 万人次/年=600 万元/年。

4) 促进母港所在风电产业发展，带动产业税收

风电母港建成后，可吸引海上风电骨干企业落地，补齐浙江省海上风电叶片、塔筒、机舱罩等产业环节缺失短板，强化齿轮箱、铸件、轴承、变流器及海缆等优势产业环节竞争力，形成浙江省海上风电全产业链和补齐加强，推动海上风电多产业融合发展，打造千亿级风电产业集群，形成区域风电产业与专业化风电码头联动发展趋势。以海上风电母港为标志，推动区域风电产业与专业化风电码头联动发展。按照母港后方产业用地 1500 亩考虑，亩均税收可额外增加 20 万元/亩，每年可多获得产业发展效益 30000 万元/年。

(5) 国民经济评价成果

将各年的效益、费用列于国民经济效益费用流量表。

经济内部收益率 $EIRR = 8.89\%$;

经济净现值 $ENPV (i=8\%) = 26104$ 元;

经济效益费用比 (BCR) $BCR = 1.08$ 。

(6) 国民经济评价小节

本项目经分析和计算，经济内部收益率 $EIRR$ 为 $8.89\% (>8\%)$ ，经济净现值 $ENPV (i=8\%)$ 为 26104 万元 (>0)，效益费用比 BCR 为 $1.08 (>1)$ 均符合要求。说明本项目

在经济上能承受各因素在一定范围内变化的影响，从宏观上分析本项目基本可行。

表 19.2-1 项目国民经济评价表

序号	项目	计算期	1	2	3	4	5	6	7~26	27
		合计								
1	效益	3219636	0	0	87600	98100	108600	119100	……	147736
1.1	海上风电降本效益	1250000			50000	50000	50000	50000	……	50000
1.2	促进旅游效益	15000			600	600	600	600	……	600
1.3	产业发展效益	750000			30000	30000	30000	30000	……	30000
1.4	降低海上风电场运营成本	1190000			7000	17500	28000	38500	……	52500
1.5	回收固定资产余值	5354								5354
1.6	回收流动资金	9282								9282
2	费用	2607521	138844	138844	102104	92822	92822	92822	……	92822
2.1	固定资产投资	267689	133844	133844					……	
2.2	流动资金	9282			9282				……	
2.3	原有码头业务损失	10000	5000	5000						
2.4	经营成本	2320550			92822	92822	92822	92822	……	92822
2.5	更新改造投资	0								
3	净现金流量	612115	-138844	-138844	-14504	5278	15778	26278	……	54914
	累计净现金流量		-138844	-277689	-292193	-286915	-271137	-244859	……	612115
	1. 经济内部收益率 EIRR	8.89%								
	2.经济净现值 ENPV (ic=6%)	26104								
	3. 效益费用比 EBCR	1.08								

25.3 市场分析

25.3.1 海上风电发展现状及趋势

海上风电具有发电利用效率高、不占用土地资源、适宜大规模开发等优势，逐渐成为可再生能源的重要领域之一。截止2023年，全球海上风电装机累计容量达到75.1GW，较2022年64.3GW提升16.8%。2018年我国实现新增装机全球第一，并于2021年首次超越英国成为全球海上风电累计装机规模最大的国家。英国是世界海上风电装机第二大国，占全球总规模的21.6%，随后为德国、荷兰和丹麦，排名依次为第三、第四和第五位。世界排名前五位的国家，占据了全球风电市场的九成以上。近年来亚洲其他国家地区逐渐推动海上风电建设，新增装机占比逐渐提升。

我国海上风电起步较晚，但近年来发展迅猛。我国经过对欧洲先进企业的长期学习与追赶，海上风电行业已经由技术引进、联合设计、消化吸收逐步过渡到自主研发阶段。我国通过“乘风计划”、国家科技攻关计划、“863”计划等，支持风电制造业的技术引进、吸收和再创新，大力发展风电市场并培育了国内装备制造业，初步形成具有竞争力的海上风电装备全产业链。截至2023年底，我国海上风电累计并网装机量为3650万千瓦，同比增长19.8%，占全国风力发电总装机量的8.5%。

据全球风能理事会（GWEC）最新分析预测，未来3年，全球海上风电的年新增装机容量预计将实现31%的复合增长。特别是亚太地区中国、台湾、韩国和日本等国家，将成为海上风电快速发展的主要推动力。与此同时，欧美市场，尤其是英国、德国、荷兰和美国等国家，也将加大海上风电投资力度。展望未来，全球海上风电市场增长动力强劲，将持续保持稳健增长态势，展现出广阔的发展潜力和市场需求。未来，海上风电将向风机大型化、风电场规模化、深远海、漂浮式和海洋经济综合开发的方向持续快速发展。

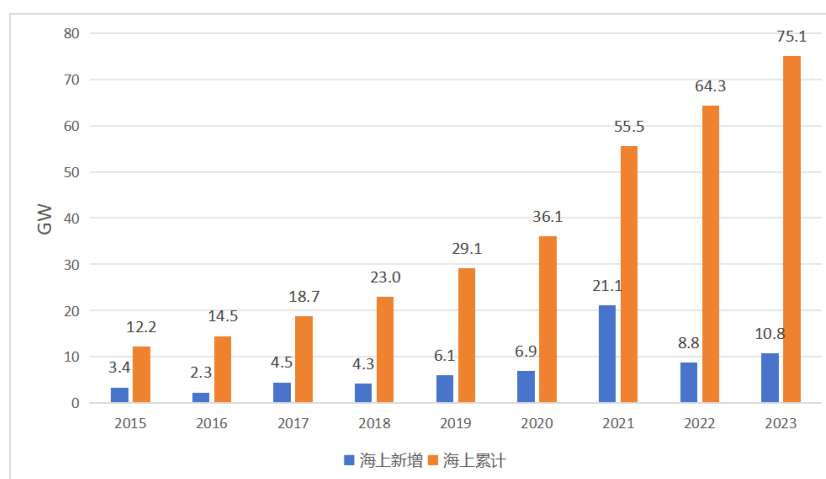


图 25.1-1 全球海上风电新增和累计装机容量（数据来源 GWEC）

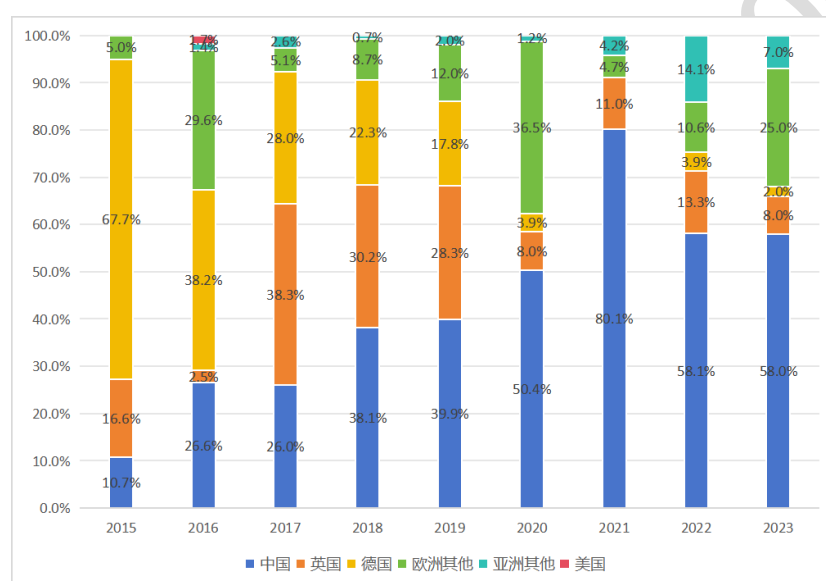


图 25.1-2 全球海上风电新增装机主要国家占比（数据来源 GWEC）

25.3.2 深远海风电资源规划情况

(1) 浙江省海上风电规划情况

根据《浙江省海上风电发展规划（2021-2035 年）》，浙江省规划海上风电场 24 个，规划总装机容量 3650 万千瓦。其中，省管海域 18 个，规划总装机容量为 850 万千瓦；国管海域 6 个，规划总装机容量为 2800 万千瓦。

省管海域新规划 18 个海上风电场，分布于舟山、宁波、台州和温州海域，规划场址总面积 1080 平方公里，规划总装机容量为 850 万千瓦，场址离岸直线距离约 23~74 公里，水深约 15~48 米。舟山市共规划有 1 个海上风电场，规划场址总面积 49 平方公里，规划总装机容量为 40 万千瓦，规划场址离岸直线距离约 42 公里，水深约 15~20 米。

宁波市共规划有 4 个海上风电场，规划场址总面积 252 平方公里，规划总装机容量为 210 万千瓦，规划场址离岸直线距离约 45~55 公里，水深约 34~48 米。台州市共规划有 4 个海上风电场，规划场址总面积 281 平方公里，规划总装机容量为 200 万千瓦，规划场址离岸直线距离约 34~52 公里，水深约 24~39 米。温州市共规划有 9 个海上风电场，规划场址总面积 498 平方公里，规划总装机容量为 400 万千瓦，规划场址离岸直线距离约 23~74 公里，水深约 16~40 米。

国管海域规划 6 个海上风电场，分布于浙北、浙中和浙南海域，规划场址总面积 4424 平方公里，规划总装机容量为 2800 万千瓦，规划场址离岸直线距离约 59~150 公里，水深约 52~101 米。浙北国管海域共规划有 1 个海上风电场，规划场址总面积 948 平方公里，规划总装机容量为 600 万千瓦，规划场址离岸直线距离约 136 公里，水深约 55~67 米。浙中国管海域共规划有 1 个海上风电场，规划场址总面积 799 平方公里，规划总装机容量为 500 万千瓦，规划场址离岸直线距离约 130 公里，水深约 63~72 米。浙南国管海域共规划有 4 个海上风电场，规划场址总面积 2677 平方公里，规划总装机容量为 1700 万千瓦，规划场址离岸直线距离约 59~150 公里，水深约 52~101 米。

规划开发时序为，计划“十四五”期间主要推进省管海域风资源条件好、限制因素少、接入条件优、前期工作深的项目，规划开工规模 900 万千瓦以上。国管海域项目以试验、示范项目为主，规划开工规模 200~400 万千瓦。“十五五”期间主要推进省管海域风资源条件较好、限制因素较少、目前接入条件一般的项目，规划开工规模 400 万千瓦以上。国管海域实现项目商业化开发，规划开工规模 600 万千瓦以上。“十六五”期间主要推进省管海域目前接入条件较差、建设条件一般的剩余项目，规划开工规模 100 万千瓦以上。国管海域全面实现项目规模化开发，规划开工规模 1000 万千瓦以上。

表 25.1-1 国管海域海上风电规划场址表

地级市	海上风电场	离岸距离 （公里）	水深条件 （米）	装机容量 （万千瓦）	规划海域面积 （平方公里）
国管海域	Z1	136	55~67	600	948
	Z2	130	63~72	500	799
	Z3	59	57~70	600	960
	Z4	105	56~74	200	304
	Z5	150	82~101	700	1119
	Z15	91	52~63	200	294
合计				2800	4424

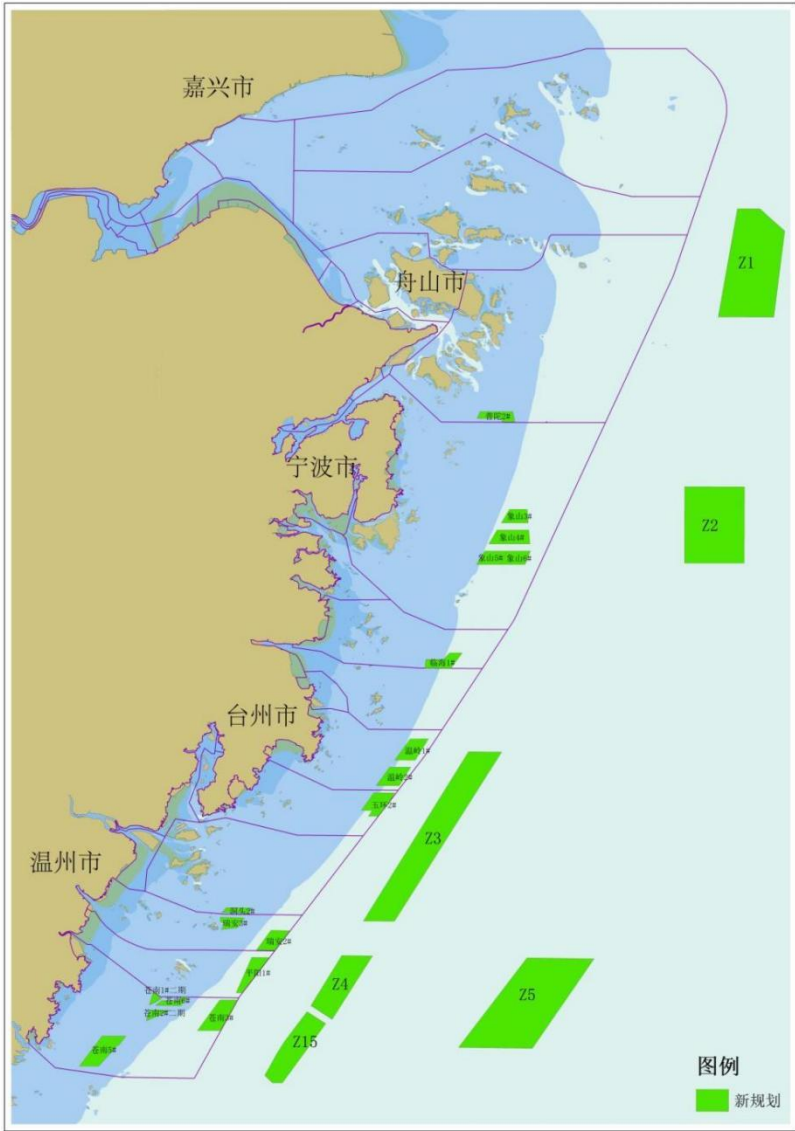


图 25.1-3 浙江省海上风电规划场址布局图

(2) 其他省份海上风电规划情况

我国海风资源储量丰富，国管海域和专属经济区的面积达 200 多万平方公里，150 米高度、离岸 200 公里以内，且水深小于 100 米的“近海+深远海”风能可开发量约 27.8 亿千瓦，目前已开发项目的利用率还不足 1.1%（目前开发项目基本集中在近海），深远海市场潜力巨大。

从规划端来看，全国各地均在积极布局深海风电示范项目。2022 年 9 月份上海推出了 4.3GW+首批深远海海风示范项目；海南万宁漂浮式海上风电 1GW 试验项目一期工程正在进行可行性研究。另外，从已规划项目离岸距离来看，以广东海风项目为例，部分海上风电项目离岸距离已达到 95km。随着深远海释放项目的逐步推出，未来海风项目平均离岸距离将进一步增加，海上风电建设空间预计进一步打开。

根据各省最新一轮海上风电规划成果，全国国管海域规划海上风电总装机容量为 2.3 亿千瓦，其中华东区域浙江、江苏、上海和福建的规划总装机容量分别为 2800 万千瓦、3450 万千瓦、2160 万千瓦和 2020 万千瓦，合计约 1.04 亿千瓦，占全国规划总装机容量的近 50%。此外，我国深远海的风电资源储量极为丰富，约为 26.6 亿千瓦，而华东区域的深远海风电储量约占全国总储量的三分之一。

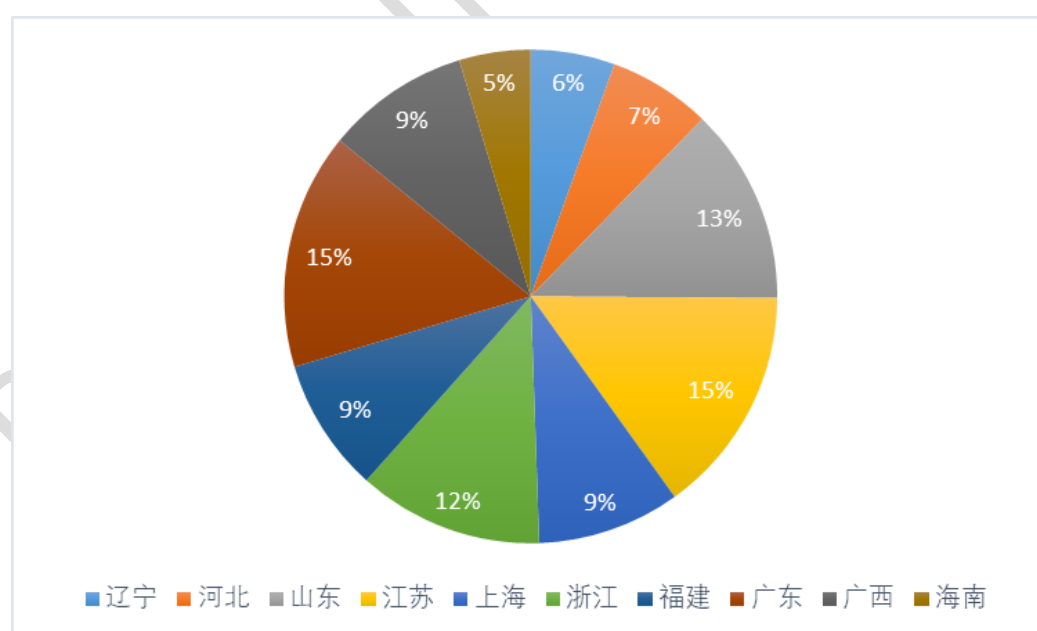


图 25.1-4 各沿海省国管海域海上风电规划容量占比图

表 25.1-2 全国各沿海省海上风电规划容量汇总表

序号	省份	国管海域已规划风电场容量 (万千瓦)				国管海域风电储量 (万千瓦)
		水深<50 米	50~70 米	水深>70 米	合计	水深>50 米
1	辽宁	1030	240	0	1270	0
2	河北	1550	0	0	1550	0
3	山东	1260	1700	0	2960	10000
4	江苏	3450	0	0	3450	0
5	上海	2060	100	0	2160	0
6	浙江	0	1850	950	2800	50000
7	福建	2020	0	0	2020	21000
8	广东	3070	500	0	3570	100000
9	广西	2170	0	0	2170	0
10	海南	980	0	100	1080	85000
合计		17590	4390	1050	23030	266000

(3) 海外风电资源规划情况

海外主要国家都制定了积极的长期目标：英国计划在 2030 年达到 50GW 海上风电装机；法国承诺在 2050 年之前部署 40GW 的海上风电装机；德国计划在 2030 年海上风电装机量达到 30GW，到 2045 年至少达到 70GW；荷兰政府规划到 2040 年安装 50GW 海风，2050 年海风装机达到 70GW；美国计划到 2030、2050 年海上风电累计装机规模将达 30GW、110GW；日本规划到 2030 年海上风电实现累计装机量 10GW、到 2040 年实现累计装机量 30-45GW；印度宣布该国计划到 2030 年可再生能源装机量达到 450GW，其中海上风电装机为 30GW；韩国到 2030 年规划 18GW 海上风电规模；越南计划到 2030 年海上风电装机规模可达到 6GW，到 2050 年至少达到 70GW。

25.3.3 基础模块制造市场分析

根据与海床固定的方式，海上风机基础可归为固定式和漂浮式两大类。在浅海区域（小于 30m 水深）主要采用固定式基础安装，随着水深增加，固定式基础建造安装费用

将急剧增加。水深大于 80 米以后，建议采用漂浮式基础作为风机的支撑平台。

海上风机的结构基础除了自身结构自重和风荷载外，还受到波浪力、流力等因素的影响。同时，根据风机大小、塔架大小、离岸距离、水深等不同建设条件，开发了不同类型的基础设施。目前海上风机基础结构形式主要有单桩基础、群桩承台基础、桩式导管架基础、吸力式导管架基础、漂浮式基础、重力式基础、三（多）脚架基础系和桩桶复合式基础等 8 种基础形式，其中单桩基础、群桩承合基础、导管架基础应用较多。

(1) 单桩基础结构形式。目前全球海上风机 70%~80%的基础都是采用单桩形式。单桩基础由一根钢管桩支撑上部风机结构，其结构形式简单，受力明确。随着水深的增加，桩基的自由长度会随之增大，为满足基础的刚度和稳定性要求，钢管桩的直径和质量会迅速增大，导致单桩基础的施工难度增大，总体成本提高。根据基础形式特点及工程实际经验，单桩基础一般适用于水深不超过 40m 的水域，浅水及中等水深且具有深厚覆盖层的海域尤为适用。

(2) 导管架基础。导管架基础下部结构采用桁架式结构，钢管相互连接形成的空间四边形棱柱结构，基础结构的主导管端部下设套筒与桩基础部分通过灌浆方式连接。适用水深为 10~80m，最适用于水深为 20~50m 的海域，当水深超过 30m 时，相对于单桩基础和三脚架基础，导管架基础的结构用钢材量更少。

(3) 半潜式基础。半潜式基础主要由中央短立柱、边缘短立柱、横梁、斜撑、压水板和系泊系统等组成，立柱之间通过横梁和斜撑连接形成整体平台，平台由系泊链固定；立住内通常分隐成众多舱室，通过压载形成合理的浮力、重力分布，以此维持平衡；底部一般安装有大直径的垂荡板以减缓基础的垂荡运动。半潜式基础适用水深范围广（50m 及以上），吃水小，水线面较大，稳性好，可移动和重复利用。一般，当水深超过 80m 时，因导管架基础结构设计难度增大，且无施工船舶等原因，推荐使用半潜式基础。

综合来看，基础模块的制造具有技术复杂、规模化和定制化、高质量标准等特点，为了确保海上风电项目的规模化建设和高效推进，建立专业的模块制造生产基地至关重要。目前浙江省范围内尚无深水导管架基础模块大型制造生产基地。随着全球对可再生能源的需求不断增长，以及海上风电技术的成熟和成本的降低，未来全球范围内对海上风电基础模块制造大型生产基地的需求将变得更加迫切。浙江（华东）深远海风电母港具有较好的市场前景及先发优势。

25.3.4 风机及基础总装市场分析

风机及基础总装是海上风电场施工建设的关键环节，对于保障项目高效建设和推动项目施工组织进度具有决定性意义。该环节主要涵盖了漂浮式风机的整体组装以及导管架的精确装配。目前，浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期工程仅涉及导管架的精确装配。

导管架组装是海上风电基础的重要组成部分，其主要作用是支撑风机塔筒并固定于海底。浙江深远海项目导管架基础高度基本超过 80m，重量超过 2000 吨，部分海域导管架高度将超出 100m，重量超过 3000 吨，组装过程需要充足的场地和较高的起吊能力。可以说，大型导管架基础的生产主要受限于导管架整体总装阶段加工厂龙门吊机设备的起吊能力，目前国内最高吊高龙门吊位于上海长兴岛的江南造船厂，吊高仅 95m，无法满足深远海导管架起吊高度，国内各海上风电装备制造码头、海上风电施工码头都没有足够起吊能力。母港建成后在深远海导管架组装市场方面，将弥补浙江省生产基地对应能力的起重机械的空白，并在国内具有强劲的市场竞争优势。

25.3.5 海上风电运维服务市场分析

海上风电运维服务是指为确保海上风电场的平稳、高效运行所提供的一系列服务。通常包括对风电场的日常监测、维护、修理和其他相关的管理工作，目标是确保风电场的可靠性和高效运行，减少停机时间，提高发电效率，从而为风电运营商提供价值。

由于海上环境的特殊性，如风浪、海水腐蚀等，海上风电运维通常需要专业的运维团队、先进的船舶和设备，以及高效的管理体系。相比于近海风电，深远海风电的运输距离更远、气候条件更恶劣、物流挑战更严峻，运维高且运维成本将会大幅增加。

浙江省建设风电母港后，利用 20 亩腹地，布局风电备品备件仓储、机械保养、维修车间、运维船只调度、数字基地化管理等功能，通过母港的集聚效应，为省内的海风项目提供专业化、及时性的运维服务，显著提升运维效率，降低停机损失，提供风电机组维护服务、备件管理与供应、运维母船停靠与补给等服务。

按照我国海事管理法规，专门用于海上风电场运维的交通艇类船只，其航行区域必须限制在各省行政区划内的海域，不得越省界航行。根据浙江省的海上风电发展规划，预计海上风电的装机容量将超过 3000 万千瓦。鉴于此，母港运维服务市场规模将逐步

扩展，以满足每年至少 3000 万千瓦装机容量的运维需求。

25.4 财务分析（投资+建设+运营一体化模式）

财务评价是在国家现行价格和财税制度条件下，从项目范围内财务角度分析，计算项目的财务盈利能力和清偿能力，据以判别项目在财务方面的可行性。

依据《国有建设用地划拨权益书（洞头土字 2016075 号）》规定，洞头 8#、9#码头用地由温州市洞头区人民政府划拨至温州状元岙国际码头有限公司，按照规定划拨建设用地使用权未经批准不得擅自转让、出租。需转让、出租的，划拨建设用地使用权人应当持本决定书等资料向市、县国土资源行政主管部门提出申请，报有批准权的人民政府批准。财务分析应按照“费用与效益计算口径一致”原则进行，因此将收购费用 125300.00 万元纳入项目整体财务分析范畴。

假定由浙江海风温州母港发展有限公司为主体，利用母港基地进行导管架生产，财务分析如下。

(1) 资金筹措

推荐方案工程总投资 417276.97 万元，其中工程费用 238076.56 万元，工程建设其他费用 37118.33 万元，预留费用 9631.82 万元，资产收购费用 125300.00 万元，建设期利息 7150.26 万元。

根据国家规定和贷款条件，在项目建设时必须注入一定量的资本金。项目资金比例暂定 30%计，预计项目资本金为 125,183 万元，由建设单位自筹解决，保证足额到位。

除项目资本金外，建设单位作为项目法人进行融资，需融资金额为 292,094 万元。长期贷款期限按照 15 年（含建设期 2 年）考虑，采用等额本金法，利率 3%。

表 25.2-1 项目资金筹措表

序号	项 目	合计	2025 年	2026 年
			第 1 年	第 2 年
1	工程总投资	417,277	218,658	198,619
1.1	建设投资	410,127	217,120	193,006
1.2	建设期利息	7,150	1,538	5,612
2	资金筹措	417,277	218,658	198,619
2.1	项目资本金	125,183	65,597	59,586

序号	项 目	合计	2025 年	2026 年
			第 1 年	第 2 年
2.2	银行长期借款	292,094	153,061	139,033
	借款本金	284,944	151,523	133,421
	建设期利息	7,150	1,538	5,612
2.3	流动资金	0	0	0

(2) 运营收入分析

1) 母港制造收入

为实现风电产业区域集聚，链式带动聚合提升，促进浙江省风电产业降成本、提效率，浙江省海洋风电发展有限公司通过技术引进、骨干人才引进、合作招商等形式，积极发展海风装备，建设高端海风装备产业集群。

经市场询价，当前市场环境下，导管架基础重量约 3100 吨，市场采购报价约 13000 元/吨。

测算产能按照 72 台导管架计算。考虑产能爬坡，运营期首年产能利用率 60%，第二年 80%，第三年至运营期末满负荷。平均每年可获得制造收入 283,196 万元/年。

2) 港口服务收入

母港可满足大型设备运输船、安装船舶靠泊、通航需要，提供包括对原材料、导管架基础、风机配套设备下水，设备运输船、施工安装船舶调度服务。此部分服务作为母港基础配套服务功能，暂不计收入。

另外，母港基地可为运维船舶提供调度服务，为风电运维船舶提供停靠泊位，通过码头装卸设备，高效完成备件、工具等物资的转运，并收取停泊费。参考《港口收费计费办法（2019 年第 20 号国务院公报）》规定，停泊在港口码头的船舶，由提供停泊服务的港口经营人向船方或其代理人计收停泊费。停泊费计收标准如表 19.3-4 所示。

表 25.2-2 航行国内航线船舶港口收费基准费率表

编号	项目	计费单位	费率（元）		说明
1	停泊费	计费吨·日	A	0.08	
			B	0.12	

参考“丰华 23”号（MW913-1）多功能运维母船作为运维母船计算依据。该船型长 98 米，型宽 22.8 米，型深 9 米，设计排水量约 9497 吨，续航力超过 10000 海里。经过特别设计的后作业甲板，可根据不同作业需求搭载多样化的技术装备，能够执行深远海风电运维、海缆铺设及检修等工程服务，还配置的海上风电智能运维系统、铺缆作业系统及埋设犁等核心装备，是深远海风电开发及其他海洋工程作业的保障利器。

根据规定港口停泊费收集基本费率为 0.08 元/计费吨·日。运维船舶排水量按照 10000 吨计算，2 艘运维母船每年合计平均停泊时间按照 150 日/年计算。则停泊费为：0.08 元/吨·日×1 万吨×150 日=12 万元。

3) 场地租赁收入

邮轮大厅进行改造，主要解决生产性人员办公、吃饭等，其余用作普通仓库。此部分作为生产配套，不计收入。

4) 其他社会货种装卸收入

项目场地预留风电主机、叶片堆场及运输通道，未来可充分利用 8#、9#泊位的装卸其他社会货种获取收益，本阶段暂不考虑。

综上，运营期平均每年可运营收入合计约 283,208 万元/年

(3) 运营成本分析

1) 导管架基础、核心部件制造费用成本

经市场询价，当前市场环境下，3100 吨重导管架基础，材料及动力成本合计 7200 元/吨，具体如下：

运营期平均每年消耗 217,843 吨钢材，每吨钢材价格 4800 元/吨，每吨钢材消耗焊材、油漆及其他材料价格 1410 元/吨，每吨钢消耗电、水、燃气、氧气、二氧化碳、其他燃料等 990 元/吨。平均每年消耗的材料及动力成本 156847 万元/年。

另外生产场地需配置技术管理人员 50 人，人均薪酬 50 万元；技术操作人员 30 人，人均薪酬 40 万元；加工人员 2200 人，人均薪酬 30 万；检测人员 40，人均薪酬 35 万元；其他人工成本支出 8413 万元/年。合计每年生产制造人员薪酬 79513 万元/年。

其他成本如差旅、办公、项目服务等，按照 3,268 万元/年计算。

综上，平均每年导管架基础制造成本 239,628 万元/年。

表 25.2-3 3100 吨深水导管架生产材料及动力成本组成表（含税）

序号		项目		导管架制造成本 (元/吨)	备注
1	1.1	原材料 费用	钢材	4,800	
	1.2		焊材	270	
	1.3		油漆	540	
	1.4		其他	600	封隔器, 阳极, 外加电 流、护舷、设备等
2	2.1	动力消 耗成本	电	150	
	2.2		水	10	
	2.3		燃气	60	
	2.4		氧气	60	
	2.5		二氧化碳	110	
	2.6		其他	600	燃油、低值易耗、工装材 料、脚手架材料、 NDT
合计				7200	

2) 码头燃料及动力费: 燃料及动力费以货物吞吐量为基准, 本次按 0.4 元/吨计提。按照测算产能, 单台风机导管架基础 3100 吨, 单台风机导管架基础配套材料按照 30000 吨考虑。所有材料按照周转 30 次考虑, 每年燃料及动力费 2791 万元。

3) 修理费: 修理费按本次新增固定资产投资的 0.5% 计提, 每年修理费约 1,338 万元。

4) 职工薪酬: 考虑综合管理、场地运行及技术研发人员为 120 人, 年均员工薪酬 (含社保、职工福利) 按 51 万元/人计算, 每年需支出职工薪酬约 6,120 万元/年。

5) 管理费: 管理费按职工薪酬的 50% 计提, 约 3,060 万元/年。

6) 劳务人员薪酬: 现场加工、制造、生产人员考虑采用劳务外包形式, 劳务人员薪酬已包含在制造成本中。

6) 其他费用: 其他费用按燃料及动力费、修理费和职工薪酬费用之和的 5% 计提, 约 639 万元/年。

7) 固定资产保险费: 固定资产保险费按本次新增固定资产价值的 0.15% 计提, 约

402 万元/年。

8) 港池疏浚费用

考虑运营期每年对港池进行疏浚，疏浚费用按照 200 万元/年考虑。

9) 海域使用费

依据《调整海域无居民海岛使用金征收标准（〔2018〕15 号）》、《浙江省人民政府办公厅印发关于加强海域使用金、无居民海岛使用金征收管理意见的通知（浙政办发〔2020〕33 号）》及《浙江省财政厅浙江省自然资源厅关于调整海域无居民海岛使用金征收标准的通知（浙财综〔2019〕21 号）》，对应浙江省海域使用金征收标准如下表所示。

依据项目设计方案，项目对应海域等别为五等；海域级别为Ⅱ类；用海方式为：透水构筑物用海 170001m2，港池用海 251768m2。对应每年海域使用金：

透水建筑物 170001/10000 公顷*1.95 万元/（公顷·年）+港池用海 251768/10000 公顷*0.34 万元/（公顷·年），合计 41.71 万元/每年。

表 25.2-4 浙江省海域使用金征收标准

海域等别 海域级别 用海方式			二等		三等			四等			五等			六等			征收 方式
			I	II	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
填海造地用海	建设填海造地	工业、交通运输、渔业基础设施等填海	260	250	205	198	190	151	148	140	108	106	100	65	63	60	一次 性征 收
	填海造地	城镇建设填海	2392	2300	2052	1976	1900	1512	1484	1400	972	954	900	648	636	600	
	填海造地	农业填海造地	114	110	97	94	90	81	79	75	65	63	60	49	47	45	
构筑物用海	非透水构筑物用海		208	200	162	156	150	108	106	100	81	79	75	54	53	50	按年 度征 收
	跨海桥梁、海底隧道用海		18														
	透水构筑物用海		4.09	3.93	3.49	3.36	3.23	2.73	2.68	2.53	1.99	1.95	1.84	1.25	1.21	1.16	
围海用海	港池、蓄水用海		0.97	0.93	0.75	0.72	0.69	0.50	0.48	0.46	0.35	0.34	0.32	0.25	0.24	0.23	按年 度征 收
	盐田用海		0.27	0.26	0.22	0.21	0.20	0.16	0.155	0.15	0.12	0.115	0.11	0.09	0.085	0.08	
	围海养殖用海	池塘养殖用海	0.12	0.12	0.098	0.098	0.098	0.075	0.075	0.075	0.053	0.053	0.053	0.03	0.03	0.03	
	围海式游乐场用海		4.05	3.89	3.50	3.37	3.24	2.88	2.78	2.67	2.42	2.37	2.24	2.08	2.01	1.93	
	其他围海用海		0.97	0.93	0.72	0.70	0.69	0.48	0.47	0.46	0.33	0.325	0.32	0.235	0.232	0.23	
	开放式养殖用海	海上网箱养殖用海	0.225	0.188			0.15			0.113			0.075				
开放式用海	开放式养殖用海	浅海底播养殖用海、滩涂海水养殖和浅海浮筏式养殖用海、网栏围海	0.075	0.063			0.052			0.041			0.03				
		深远海智能化养殖用海	0.038	0.032			0.026			0.021			0.015				
		浴场用海	0.55	0.53	0.45	0.44	0.42	0.34	0.32	0.31	0.22	0.21	0.20	0.11	0.10	0.10	
	开放式游乐场用海	2.49	2.39	1.88	1.81	1.74	1.26	1.22	1.17	0.80	0.78	0.74	0.46	0.45	0.43		
	专用航道、锚地用海	0.24	0.23	0.18	0.175	0.17	0.14	0.135	0.13	0.10	0.095	0.09	0.054	0.053	0.05		
	其他开放式用海	0.24	0.23	0.18	0.175	0.17	0.135	0.133	0.13	0.094	0.092	0.09	0.051	0.05	0.05		
	人工岛式油气开采用海		13.52														

综上，每年平均运营成本为 254,220 万元/年。

(4) 税 费

增值税：母港提供加工制造服务税率为 13%；附加税率包括城市建设维护费、教育费附加和地方教育费附加，按照增值税率的 12%计。

所得税：按 25%税率缴纳企业所得税。

土地使用税：依据温州市洞头区人民政府关于印发《温州市洞头区调整城镇土地使用税差别化优惠政策促进土地集约节约利用实施方案》，项目所处元觉街道按照三级土地范围,年税额标准 2 元/m²征收城镇土地使用税。预计企业未来亩均税收超过 30 万元/亩，可享受城镇土地使用税 100%的减免优惠。

(5) 折旧及摊销

折旧费=固定资产价值×综合折旧率。

新建工程固定资产原值按照 213,242 万元，综合折旧率采用 4%，折旧年限按照 25 年，每年折旧费用为 8,530 万元/年。

新建生产设备固定资产原值按照 54,446 万元，综合折旧率采用 8.33%，折旧年限按照 12 年，每年折旧费用为 4,537 万元/年。

对原有 8#、9#泊位资产的资产收购费用 125300.00 万元，综合折旧率采用 2.5%，，折旧年限按照 40 年，每年折旧费用为 3,133 万元/年。

平均每年折旧摊销费用为 13,840 万元/年。

(6) 财务分析成果

在“投资+建设+运营一体化”模式下，项目每年平均运营收入约 283,208 万元/年，每年平均运营成本约 254,220 万元/年。贷款存续期内，每年需偿还本金 22,469 万元/年并支付贷款利息。从项目整体来看，项目整体投资 417,277 万元，25 年运营期内经营收入合计 7,080,204 万元，经营成本合计 6,355,490 万元，贷款存续期利息约 61,384 万元，各项税费支出约 123,468 万元。项目计算期内整体盈利约 122,585 万元。

在“投资+建设+运营一体化”模式下，项目全投资财务内部收益率为 2.86%（税后），资本金内部收益率为 3.13%（税后），财务净现值为 3,547 万元（ic=3%），动态投资回收期 26.65 年(含建设期)，具体见下表。

25.2-5 项目技术经济指标

序号	指标名称	单 位	指 标
1	总投资	万元	417,277
2	资本金	万元	125,183
3	年均运营收入（含税）	万元/年	283,208
4	年均总成本（含税）	万元/年	270,515
4.1	年均经营成本（含税）	万元/年	254,220
5	年均税费总额	万元	4,939
5.1	年均增值税及附加	万元	2,678
5.2	年均企业所得税	万元	2,261
6	年均息税前利润	万元	11,499
6.1	年均税后利润	万元	6,783
7	盈利能力指标		
7.1	全投资利税率		2.76%
7.2	资本金净利润率		5.42%
7.3	全投资内部收益率（税前）		3.80%
7.4	全投资内部收益率（税后）		2.86%
	全投资内部收益率（融资税后）		3.13%
7.5	资本金内部收益率（税前）		4.23%
7.6	资本金内部收益率（税后）		3.13%
7.7	财务净现值（Ic=3%）	万元	3,547
7.8	动态投资回收期	年	26.65
8	清偿能力指标		
8.1	借款偿还期 Pt	年	15
8.2	资产负债率 DSCR（最大值）	%	70

(7) 敏感性分析

对工程投资、产品价格、生产产能等因素进行敏感性分析，测算全投资财务内部收益率和资本金财务内部收益率的变化，具体如下表所示。经敏感性分析可知，工程投资、

导管架生产产能、导管架产品价格对资本金内部收益率是较为敏感指标，项目进入实施阶段后，应合理节省工程投资，并最大程度保障导管架基础生产，提升项目经济性。。

表 25.2-6 项目敏感性分析表

方案	内部收益率（%）	
	全投资（税后）	资本金（税后）
基准方案	2.86%	3.13%
投资变化		
投资上升 10%	2.20%	1.94%
投资上升 5%	2.52%	2.54%
投资下降 5%	3.23%	3.76%
投资下降 10%	3.63%	4.44%
导管架产品价格变化		
导管架产品价格升高 10%	8.49%	13.56%
导管架产品价格升高 5%	5.91%	8.51%
导管架产品价格降低 5%	亏损	亏损
导管架产品价格降低 10%	亏损	亏损
导管架生产产能变化		
导管架生产产能升高 10%	3.80%	4.73%
导管架生产产能升高 5%	3.34%	3.94%
导管架生产产能降低 5%	2.37%	2.27%
导管架生产产能降低 10%	1.86%	1.35%

附表 1：总成本估算表

序号	项目	合计	2025 年	2026 年	2027 年	2028 年	2029 年	2030 年	2031 年	2032 年	2033 年	2034 年	2035 年	2036 年	2037 年
			第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	第 7 年	第 8 年	第 9 年	第 10 年	第 11 年	第 12 年	第 13 年
1	经营成本	5,625,022	0	0	142,330	186,316	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277
2	折旧和摊销	346,001	0	0	16,199	16,235	16,199	16,199	16,199	16,235	16,199	16,199	16,199	16,235	16,199
3	财务费用	61,384	0	0	8,763	8,111	7,415	6,741	6,067	5,407	4,718	4,044	3,370	2,704	2,022
3.1	长期借款利息	61,384	0	0	8,763	8,111	7,415	6,741	6,067	5,407	4,718	4,044	3,370	2,704	2,022
3.2	短期借款利息	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.3	流动资金借款利息	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	总成本	6,032,407	0	0	167,292	210,662	253,891	253,217	252,543	251,920	251,195	250,521	249,847	249,216	248,499
5	含税经营成本	6,355,490	0	0	160,801	210,506	260,182	260,182	260,182	260,182	260,182	260,182	260,182	260,182	260,182
	其中：增值税进项税	730,467	0	0	18,471	24,190	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905

序号	项 目	合计	2038 年	2039 年	2040 年	2041 年	2042 年	2043 年	2044 年	2045 年	2046 年	2047 年	2048 年	2049 年	2050 年	2051 年
			第 14 年	第 15 年	第 16 年	第 17 年	第 18 年	第 19 年	第 20 年	第 21 年	第 22 年	第 23 年	第 24 年	第 25 年	第 26 年	第 27 年
1	经营成本	5,625,022	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277
2	折旧和摊销	346,001	16,162	11,662	11,686	11,662	11,662	11,662	11,686	11,662	11,662	11,662	11,686	11,662	11,662	11,522
3	财务费用	61,384	1,348	674	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.1	长期借款利息	61,384	1,348	674	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.2	短期借款利息	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.3	流动资金借款利息	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	总成本	6,032,407	247,787	242,613	241,963	241,939	241,939	241,939	241,963	241,939	241,939	241,939	241,963	241,939	241,939	241,799
5	含税经营成本	6,355,490	260,182	260,182	260,182	260,182	260,182	260,182	260,182	260,182	260,182	260,182	260,182	260,182	260,182	260,182
	其中：增值税进项税	730,467	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905

附表 2：利润及利润分配表

序号	项 目	合计	2025 年	2026 年	2027 年	2028 年	2029 年	2030 年	2031 年	2032 年	2033 年	2034 年	2035 年	2036 年	2037 年
			第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	第 7 年	第 8 年	第 9 年	第 10 年	第 11 年	第 12 年	第 13 年
1	项目公司总营业收入	6,265,677	0	0	154,078	205,434	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790
1.1	主营业务收入	6,265,677	0	0	154,078	205,434	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790
2	营业税金及附加	7,173	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	417	417	417
2.1	增值税附加	7,173	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	417	417	417
3	总成本费用	6,032,407	0	0	167,292	210,662	253,891	253,217	252,543	251,920	251,195	250,521	249,847	249,216	248,499
4	利润总额	226,097	0	0	-13,214	-5,228	2,898	3,573	4,247	4,870	5,595	6,191	6,526	7,156	7,874
5	弥补以前年度亏损	18,442	0	0	0	0	2,898	3,573	4,247	4,870	2,854	0	0	0	0
6	应纳税所得额	226,097	0	0	0	0	0	0	0	0	2,740	6,191	6,526	7,156	7,874
7	企业所得税	56,524	0	0	0	0	0	0	0	0	685	1,548	1,631	1,789	1,968
8	税后利润	169,573	0	0	-13,214	-5,228	2,898	3,573	4,247	4,870	4,910	4,643	4,894	5,367	5,905

序号	项目	合计	2038 年	2039 年	2040 年	2041 年	2042 年	2043 年	2044 年	2045 年	2046 年	2047 年	2048 年	2049 年	2050 年	2051 年
			第 14 年	第 15 年	第 16 年	第 17 年	第 18 年	第 19 年	第 20 年	第 21 年	第 22 年	第 23 年	第 24 年	第 25 年	第 26 年	第 27 年
1	项目公司总营业收入	6,265,677	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790
1.1	主营业务收入	6,265,677	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790
2	营业税金及附加	7,173	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417
2.1	增值税附加	7,173	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417
3	总成本费用	6,032,407	247,787	242,613	241,963	241,939	241,939	241,939	241,963	241,939	241,939	241,939	241,963	241,939	241,939	241,799
4	利润总额	226,097	8,585	13,759	14,410	14,433	14,433	14,433	14,410	14,433	14,433	14,433	14,410	14,433	14,433	14,573
5	弥补以前年度亏损	18,442	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	应纳税所得额	226,097	8,585	13,759	14,410	14,433	14,433	14,433	14,410	14,433	14,433	14,433	14,410	14,433	14,433	14,573
7	企业所得税	56,524	2,146	3,440	3,602	3,608	3,608	3,608	3,602	3,608	3,608	3,608	3,602	3,608	3,608	3,643
8	税后利润	169,573	6,439	10,319	10,807	10,825	10,825	10,825	10,807	10,825	10,825	10,825	10,807	10,825	10,825	10,930

附表 3：还本付息表

序号	项目	合计	2025 年	2026 年	2027 年	2028 年	2029 年	2030 年	2031 年	2032 年	2033 年	2034 年	2035 年	2036 年	2037 年	2038 年	2039 年
			第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	第 7 年	第 8 年	第 9 年	第 10 年	第 11 年	第 12 年	第 13 年	第 14 年	第 15 年
1.1	期初借款本息		0	153,061	292,094	269,625	247,156	224,688	202,219	179,750	157,281	134,813	112,344	89,875	67,406	44,938	22,469
1.2	本期新增借款	284,944	151,523	133,421	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.3	本期应计利息	68,534	1,538	5,612	8,763	8,111	7,415	6,741	6,067	5,407	4,718	4,044	3,370	2,704	2,022	1,348	674
	其中：建设期利息	7,150	1,538	5,612	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.4	本期还本付息	353,478	0	0	31,232	30,580	29,883	29,209	28,535	27,876	27,187	26,513	25,839	25,172	24,491	23,817	23,143
	偿还本金	292,094	0	0	22,469	22,469	22,469	22,469	22,469	22,469	22,469	22,469	22,469	22,469	22,469	22,469	22,469
	支付利息	61,384	0	0	8,763	8,111	7,415	6,741	6,067	5,407	4,718	4,044	3,370	2,704	2,022	1,348	674
1.5	其他融资费用	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.6	期末本息累计		153,061	292,094	269,625	247,156	224,688	202,219	179,750	157,281	134,813	112,344	89,875	67,406	44,938	22,469	0

附表 4：项目全投资现金流量表

序号	项 目	合计	2025 年 第 1 年	2026 年 第 2 年	2027 年 第 3 年	2028 年 第 4 年	2029 年 第 5 年	2030 年 第 6 年	2031 年 第 7 年	2032 年 第 8 年	2033 年 第 9 年	2034 年 第 10 年	2035 年 第 11 年	2036 年 第 12 年	2037 年 第 13 年
1	现金流入	7,080,204	0	0	174,108	232,140	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172
1.1	主营业务收入	6,265,677	0	0	154,078	205,434	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790
1.2	增值税销项税	814,527	0	0	20,030	26,706	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382
2	现金流出	6,832,560	217,120	193,006	160,801	210,506	260,182	260,182	260,182	260,182	260,182	260,912	264,077	264,077	264,077
2.1	建设投资	410,127	217,120	193,006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2	维持运营投资	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.3	经营成本	5,625,022	0	0	142,330	186,316	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277
2.4	销售税金及附加	7,173	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	417	417	417
2.5	增值税进项税	730,467	0	0	18,471	24,190	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905
2.6	实缴增值税	59,771	0	0	0	0	0	0	0	0	0	652	3,478	3,478	3,478
3	所得税前净现金流	247,644	-217,120	-193,006	13,307	21,634	29,990	29,990	29,990	29,990	29,990	29,260	26,095	26,095	26,095
4	所得税前累积净现金流量	0	-217,120	-410,127	-396,820	-375,186	-345,196	-315,206	-285,215	-255,225	-225,235	-195,975	-169,880	-143,784	-117,689
5	调整所得税	71,870	0	0	-1,113	721	2,578	2,578	2,578	2,569	2,578	2,559	2,474	2,465	2,474
6	所得税后净现金流量	175,774	-217,120	-193,006	14,419	20,913	27,412	27,412	27,412	27,421	27,412	26,701	23,621	23,630	23,621
7	所得税后累积净现金流量		-217,120	-410,127	-395,707	-374,794	-347,382	-319,970	-292,558	-265,137	-237,726	-211,024	-187,403	-163,773	-140,151
8	税后净现值	-6,099	-210,796	-181,927	13,196	18,581	23,646	22,957	22,288	21,646	21,009	19,868	17,065	16,574	16,085
9	税后累计净现值		-210,796	-392,723	-379,528	-360,946	-337,301	-314,344	-292,055	-270,409	-249,400	-229,532	-212,467	-195,893	-179,808
计算指标				所得税前			调整所得税后								
	财务内部收益率 FIRR			3.80%			2.86%								
	财务净现值 FNPV			39,164	Ic=3.00%		-6,377	Ic=3.00%							
	静态投资回收期（年）			17.51			19.18								
	动态投资回收期（年）						/								

序号	项 目	合计	2038 年 第 14 年	2039 年 第 15 年	2040 年 第 16 年	2041 年 第 17 年	2042 年 第 18 年	2043 年 第 19 年	2044 年 第 20 年	2045 年 第 21 年	2046 年 第 22 年	2047 年 第 23 年	2048 年 第 24 年	2049 年 第 25 年	2050 年 第 26 年	2051 年 第 27 年
1	现金流入	7,080,204	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172
1.1	主营业务收入	6,265,677	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790
1.2	增值税销项税	814,527	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382
2	现金流出	6,832,560	264,077	264,077	264,077	264,077	264,077	264,077	264,077	264,077	264,077	264,077	264,077	264,077	264,077	264,077
2.1	建设投资	410,127	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2	维持运营投资	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.3	经营成本	5,625,022	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277
2.4	销售税金及附加	7,173	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417
2.5	增值税进项税	730,467	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905
2.6	实缴增值税	59,771	3,478	3,478	3,478	3,478	3,478	3,478	3,478	3,478	3,478	3,478	3,478	3,478	3,478	3,478
3	所得税前净现金流	247,644	26,095	26,095	26,095	26,095	26,095	26,095	26,095	26,095	26,095	26,095	26,095	26,095	26,095	26,095
4	所得税前累积净现金流量	0	-91,594	-65,499	-39,404	-13,308	12,787	38,882	64,977	91,073	117,168	143,263	169,358	195,454	221,549	247,644
5	调整所得税	71,870	2,483	3,608	3,602	3,608	3,608	3,608	3,602	3,608	3,608	3,608	3,602	3,608	3,608	3,643
6	所得税后净现金流量	175,774	23,612	22,487	22,493	22,487	22,487	22,487	22,493	22,487	22,487	22,487	22,493	22,487	22,487	22,452
7	所得税后累积净现金流量		-116,539	-94,052	-71,560	-49,073	-26,586	-4,099	18,394	40,881	63,368	85,855	108,348	130,835	153,322	175,774
8	税后净现值	-6,099	15,610	14,434	14,017	13,605	13,209	12,824	12,454	12,088	11,736	11,394	11,065	10,740	10,427	10,108
9	税后累计净现值		-164,198	-149,765	-135,748	-122,143	-108,934	-96,110	-83,656	-71,569	-59,833	-48,439	-37,374	-26,634	-16,207	-6,099

附表 5：项目资本金现金流量表

序号	项 目	合计	2025 年	2026 年	2027 年	2028 年	2029 年	2030 年	2031 年	2032 年	2033 年	2034 年	2035 年	2036 年	2037 年
			第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	第 7 年	第 8 年	第 9 年	第 10 年	第 11 年	第 12 年	第 13 年
1	现金流入	7,080,204	0	0	174,108	232,140	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172
1.1	主营业务收入	6,265,677	0	0	154,078	205,434	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790
1.2	增值税销项税	814,527	0	0	20,030	26,706	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382
2	现金流出	6,901,094	65,597	59,586	192,033	241,086	290,065	289,391	288,717	288,058	287,369	287,425	289,916	289,249	288,568
2.1	项目资本金	125,183	65,597	59,586	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2	维持运营投资	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.3	经营成本	5,625,022	0	0	142,330	186,316	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277
2.4	销售税金及附加	7,173	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	417	417	417
2.5	增值税进项税	730,467	0	0	18,471	24,190	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905
2.6	实缴增值税	59,771	0	0	0	0	0	0	0	0	0	652	3,478	3,478	3,478
2.7	长期借款还本付息	353,478	0	0	31,232	30,580	29,883	29,209	28,535	27,876	27,187	26,513	25,839	25,172	24,491
3	税前净现金流	179,110	-65,597	-59,586	-17,925	-8,946	107	781	1,455	2,114	2,803	2,747	256	923	1,604
4	税前累计净现金流	0	-65,597	-125,183	-143,108	-152,054	-151,947	-151,166	-149,711	-147,597	-144,794	-142,047	-141,791	-140,868	-139,264
5	企业所得税	56,524	0	0	0	0	0	0	0	0	685	1,548	1,631	1,789	1,968
6	税后净现金流量	122,585	-65,597	-59,586	-17,925	-8,946	107	781	1,455	2,114	2,118	1,199	-1,375	-866	-364
7	税后累积净现金流量		-65,597	-125,183	-143,108	-152,054	-151,947	-151,166	-149,711	-147,597	-145,479	-144,280	-145,655	-146,521	-146,885
8	税后净现值	3,500	-63,687	-56,165	-16,404	-7,948	92	654	1,183	1,669	1,623	892	-993	-608	-248
9	税后累计净现值		-63,687	-119,852	-136,256	-144,204	-144,112	-143,458	-142,275	-140,606	-138,983	-138,090	-139,084	-139,692	-139,939
计算 指标				所得税 前			所得税 后								
	财务内部收益率 FIRR			4.23%			3.13%								
	财务净现值 FNPV			36,636	Ic=3.0%		3,547	Ic=3.0%							
	静态投资回收期 (年)			20.14			21.55								
	动态投资回收期 (年)						26.65								

序号	项 目	合计	2038 年 第 14 年	2039 年 第 15 年	2040 年 第 16 年	2041 年 第 17 年	2042 年 第 18 年	2043 年 第 19 年	2044 年 第 20 年	2045 年 第 21 年	2046 年 第 22 年	2047 年 第 23 年	2048 年 第 24 年	2049 年 第 25 年	2050 年 第 26 年	2051 年 第 27 年
1	现金流入	7,080,204	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172	290,172
1.1	主营业务收入	6,265,677	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790	256,790
1.2	增值税销项税	814,527	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382
2	现金流出	6,901,094	287,894	287,220	264,077	264,077	264,077	264,077	264,077	264,077	264,077	264,077	264,077	264,077	264,077	264,077
2.1	项目资本金	125,183	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2	维持运营投资	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.3	经营成本	5,625,022	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277	230,277
2.4	销售税金及附加	7,173	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417
2.5	增值税进项税	730,467	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905	29,905
2.6	实缴增值税	59,771	3,478	3,478	3,478	3,478	3,478	3,478	3,478	3,478	3,478	3,478	3,478	3,478	3,478	3,478
2.7	长期借款还本付息	353,478	23,817	23,143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	税前净现金流	179,110	2,278	2,952	26,095	26,095	26,095	26,095	26,095	26,095	26,095	26,095	26,095	26,095	26,095	26,095
4	税前累计净现金流	0	-136,985	-134,033	-107,938	-81,843	-55,747	-29,652	-3,557	22,538	48,634	74,729	100,824	126,919	153,014	179,110
5	企业所得税	56,524	2,146	3,440	3,602	3,608	3,608	3,608	3,602	3,608	3,608	3,608	3,602	3,608	3,608	3,643
6	税后净现金流量	122,585	132	-487	22,493	22,487	22,487	22,487	22,493	22,487	22,487	22,487	22,493	22,487	22,487	22,452
7	税后累积净现金流量		-146,753	-147,241	-124,748	-102,261	-79,774	-57,287	-34,794	-12,307	10,180	32,667	55,160	77,647	100,133	122,585
8	税后净现值	3,500	87	-313	14,017	13,605	13,209	12,824	12,454	12,088	11,736	11,394	11,065	10,740	10,427	10,108
9	税后累计净现值		-139,852	-140,165	-126,148	-112,543	-99,334	-86,510	-74,057	-61,969	-50,233	-38,839	-27,774	-17,034	-6,607	3,500

25.5 财务分析（合作建设+协同运营模式）

25.5.1 风电产业链拓展

浙江海风温州母港发展有限公司将根据浙江省风电母港总体规划，将持续完善港区配套设施，支撑港区生产、服务功能并引进更多风电产业链链主企业，补足浙江风电产业链，不断完善丰富母港核心部件制造、风电机组工程总装、运维等功能。企业招引方式包括不限于：（1）股权合作模式；（2）合作建设+协同运营模式；（3）整体租赁模式；（4）委托运营模式及其他合作模式等。

25.5.2 海工装备制造厂商招引进展

目前，浙江海风温州母港发展有限公司正在考虑针对浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期工程招引选择海工装备制造厂商，目前正在深入摸排调研海工装备制造行业主要参与者，并与相关企业就不同合作模式展开多轮商谈。

自 2024 年 10 月起，浙江海风温州母港发展有限公司就海工装备（主要包括导管架、换流站等）制造厂商分布、数量、规模、类型及主要产品服务领域，特别是与深远海风电产业相关的装备制造能力开展走访调研工作，并与相关政府部门、科研机构及上下游合作企业等多渠道收集资料。

2024 年 12 月 19 日，浙江海风温州母港发展有限公司共向蓬莱巨涛海洋工程重工有限公司、江苏海力风电设备科技股份有限公司、江苏蓝水海洋工程有限公司、广东泰胜风能设备有限公司等 7 家潜在意向合作企业发送母港核心区一期项目海工装备制造合作意向征集函，就风电母港总体规划、产品性能参数（导管架）、需求数量、出运节点等进行了介绍，并提出了多种合作模式。截止 2024 年 12 月 29 日，蓬莱巨涛海洋工程重工有限公司、江苏海力风电设备科技股份有限公司均回函表示希望参与合作。

截止 2025 年 4 月 16 日，浙江海风温州母港发展有限公司正在开展第二轮招商竞谈工作筹备。

25.5.3 “合作建设+协同运营”模式

2025 年 1 月 21 日-22 日，浙江海风温州母港发展有限公司分别与两家意向合作企业就合作意向、合作模式、厂区总平布置、工艺流程、产能规划、制造成本等进行了全

面了解和商谈。两家企业均接受“合作建设+协同运营”模式，合作模式介绍如下：

(1) 投资界面

1、码头、厂房及其配套设施由海风温州母港出资建设，包括：生产车间、总装场地；相关的附属配电设备、工业电气、线路到配电箱；关键生产设备，如码头区龙门吊设备等。

2、合作企业可对项目总平、设备性能参数、建设进度等提出合理建议，或作为管理方之一参与建设管理。

3、厂区生产设备，包括厂内生产设备、检测设备、总装设备、车间内行车设备等由合作企业投资建设。

(2) 营收方式

在“合作建设+协同运营”模式下，温州母港公司是母港基础设施的建设主体，统筹园区整体规划、建设和总体运营管理；合作企业是生产主体，主要负责海工装备生产制造和销售，包含原料采购、生产组织、产品销售管理。

温州母港公司营收采用“固定+浮动”的方式，其中：（1）固定部分为保底费用，无论产能高低合作企业都需支付；（2）浮动分成部分将根据产能情况差异化计收，具体规则为：综合考虑合作双方的投资占比及合作企业技术、管理、品牌等要素，确定分成比例，当达到一定产能后，以产品利润为计算基数，温州母港公司按照确认的分成比例获取相应收益。从税收筹划角度，拟将利润分成费用以租金、园区服务管理费、库场使用费、码头装卸费用等形式收取。

因目前项目合作模式尚未最终确定，需温州母港公司招商洽谈后最终确定。

25.5.4 财务分析

(1) 资金筹措

推荐方案工程总投资 417276.97 万元，其中工程费用 238076.56 万元，工程建设其他费用 37118.33 万元，预留费用 9631.82 万元，资产收购费用 125300.00 万元，建设期利息 7150.26 万元。

依据厂区工艺设备购置清单表，厂内生产设备、检测设备、总装设备、车间内行车设备购置费 15041.16 万元，安装费 601.22 万元，由合作企业投资。

即推荐方案工程总投资 417276.97 万元扣除，由合作企业投资的投资 15642.38 万元

后，需要由浙江海风温州母港发展有限公司投资金额为 401,635 万元。

根据国家规定和贷款条件，在项目建设时必须注入一定量的资本金。项目资金比例暂定 30%计，预计项目资本金为 120,490 万元，由建设单位自筹解决，保证足额到位。除项目资本金外，建设单位作为项目法人进行融资，需融资金额为 281,144 万元。长期贷款期限按照 15 年（含建设期 2 年）考虑，采用等额本金法，利率 3%。

(2) 运营收入

按照目前与合作企业洽谈情况，按照“合作建设+协同运营”模式，预计每年可获取经营收入约 29000 万元。

(3) 运营成本分析

1) 导管架基础、核心部件制造费用成本

此部分成本由合作企业承担。

2) 码头燃料及动力费：燃料及动力费以货物吞吐量为基准，本次按 0.4 元/t 计提。按照保底产能，单台风机导管架基础 3100 吨，单台风机导管架基础配套材料按照 30000 吨考虑。所有材料按照周转 5 次考虑，每年燃料及动力费 465 万元。

3) 修理费：“合作建设+协同运营”模式下，除码头的修理费外，其余各项修理费均由合作企业承担。修理费按新增固定资产投资的 0.5%计提，每年修理费约 426 万元。

4) 职工薪酬：考虑码头生产、管理、运行人员为 30 人，年均员工薪酬（含社保、职工福利等）按 51 万元/人计算，每年支出职工薪酬约 1,530 万元/年。

5) 管理费：管理费按职工薪酬的 50%计提，约 765 万元/年。

6) 其他费用按燃料及动力费、修理费和职工薪酬费用之和的 5%计提，约 155 万元/年。

7) 固定资产保险费：固定资产保险费按本次新增固定资产价值的 0.15%计提，约 381 万元/年。

8) 港池疏浚费用

考虑运营期每年对港池进行疏浚，疏浚费用按照 200 万元/年考虑。

9) 海域使用费

依据《调整海域无居民海岛使用金征收标准（〔2018〕15 号）》、《浙江省人民政府办公厅印发关于加强海域使用金、无居民海岛使用金征收管理意见的通知（浙政办发〔2020〕

33 号》及《浙江省财政厅浙江省自然资源厅关于调整海域无居民海岛使用金征收标准的通知（浙财综〔2019〕21 号）》，每年海域使用金合计 41.71 万元/每年。

综上，按照“合作建设+协同运营”模式，每年合计运营成本为 3,964 万元/年。

(4) 税 费

增值税：按照相关规定，码头作业费属于物流辅助服务，增值税税率为 6%；园区服务费属于现代服务业，增值税税率为 6%；出租厂房等不动产，按照一般计税方法，增值税税率为 9%。

附加税率包括城市建设维护费、教育费附加和地方教育费附加，按照增值税率的 12% 计。

所得税：按 25% 税率缴纳企业所得税。

土地使用税：依据温州市洞头区人民政府关于印发《温州市洞头区调整城镇土地使用税差别化优惠政策促进土地集约节约利用实施方案》，项目所处元觉街道按照三级土地范围，年税额标准 2 元/m² 征收城镇土地使用税。预计企业未来亩均税收超过 30 万元/亩，可享受城镇土地使用税 100% 的减免优惠。

房产税：企业出租房屋，按照租金收入的 12% 计算。

(5) 折旧及摊销

折旧费 = 固定资产价值 × 综合折旧率。

新建工程固定资产原值按照 215,528 万元，综合折旧率采用 4%，折旧年限按照 25 年，每年折旧费用为 8,621 万元/年。

新建生产设备固定资产原值按照 38,335 万元，综合折旧率采用 8.33%，折旧年限按照 12 年，每年折旧费用为 3,195 万元/年。

对原有 8#、9# 泊位资产的资产收购费用 125300.00 万元，综合折旧率采用 2.5%，，折旧年限按照 40 年，每年折旧费用为 3,133 万元/年。

平均每年折旧摊销费用为 13,287 万元/年。

(6) 财务分析成果

在“合作建设+协同运营”模式下，项目每年运营收入约 29,000 万元/年，每年运营成本约 3,964 万元/年。贷款存续期内，每年需偿还本金 21,626 万元/年并支付贷款利息。从项目整体来看，项目整体投资 401,635 万元，25 年运营期内经营收入合计 725,000 万

元，经营成本合计 99,099 万元，贷款存续期利息约 59,083 万元，各项税费支出约 70,032 万元，项目整体盈利约 95,152 万元。

在“合作建设+协同运营”模式下，项目全投资财务内部收益率为 2.51%（税后），资本金内部收益率为 2.55%（税后），财务净现值为-11,793 万元（ic=3%），动态投资回收期超过 27 年。

表 25.5-1 项目技术经济指标

序号	指标名称	单 位	指 标
1	总投资	万元	401,635
2	资本金	万元	120,490
3	年均运营收入（含税）	万元/年	29,000
4	年均总成本（含税）	万元/年	19,614
4.1	年均经营成本（含税）	万元/年	3,964
5	年均税费总额	万元	2,552
5.1	年均增值税及附加	万元	656
5.2	年均企业所得税	万元	1,895
6	年均息税前利润	万元	9,944
6.1	年均税后利润	万元	5,686
7	盈利能力指标		
7.1	全投资利税率		2.48%
7.2	资本金净利润率		4.72%
7.3	全投资内部收益率（税前）		3.41%
7.4	全投资内部收益率（税后）		2.51%
	全投资内部收益率（融资税后）		2.79%
7.5	资本金内部收益率（税前）		3.58%
7.6	资本金内部收益率（税后）		2.55%
7.7	财务净现值（Ic=3%）	万元	-11,793
7.8	动态投资回收期	年	/
8	清偿能力指标		
8.1	借款偿还期 Pt	年	15

8.2	资产负债率 DSCR（最大值）	%	70
-----	-----------------	---	----

(7) 敏感性分析

对工程投资、经营收入、经营成本等因素进行敏感性分析，测算全投资财务内部收益率和资本金财务内部收益率的变化，具体如下表所示。

表 25. 5-2 项目敏感性分析表

方案	内部收益率（%）	
	全投资（税后）	资本金（税后）
基准方案	2.51%	2.55%
投资变化		
投资上升 10%	1.89%	1.49%
投资上升 5%	2.19%	2.01%
投资下降 5%	2.86%	3.14%
投资下降 10%	3.24%	3.78%
经营收入变化		
经营收入升高 10%	3.29%	3.86%
经营收入升高 5%	2.91%	3.21%
经营收入降低 5%	2.11%	1.88%
经营收入降低 10%	1.69%	1.15%
经营成本变化		
经营成本升高 10%	2.40%	2.37%
经营成本升高 5%	2.46%	2.46%
经营成本降低 5%	2.57%	2.64%
经营成本降低 10%	2.62%	2.73%

25.6 经济评价结论

假定由浙江海风温州母港发展有限公司为主体，按照“投资+建设+运营一体化模式”，利用母港基地进行导管架生产，按照项目投资 417,277 万元，考虑 30%项目资本金，项目资本金为 125,183 万元，由建设单位自筹解决，另外需申请融资金额为 292,094 万元。25 年运营期内经营收入合计 7,080,204 万元，经营成本合计 6,355,490 万元，贷款存续期利息约 61,384 万元，各项税费支出约 123,468 万元。项目计算期内整体盈利约 122,585

万元。项目全投资财务内部收益率为 2.86%(税后),资本金内部收益率为 3.13%(税后),财务净现值为 3,547 万元 (ic=3%),动态投资回收期 26.65 年(含建设期)。

假定浙江海风温州母港发展有限公司按照“合作建设+协同运营”模式,招引合作海工装备制造厂商,按照项目投资 401,635 万元,考虑 30%项目资本金,项目资本金为 120,490 万元,由建设单位自筹解决,另外需申请融资金额为 281,144 万元。25 年运营期内经营收入合计 725,000 万元,经营成本合计 99,099 万元,贷款存续期利息约 59,083 万元,各项税费支出约 70,032 万元,项目整体盈利约 95,152 万元。项目全投资财务内部收益率为 2.51% (税后),资本金内部收益率为 2.55% (税后),财务净现值为-11,793 万元 (ic=3%),动态投资回收期超过 27 年。

综合来看,两种经营模式各有利弊。“投资+建设+运营一体化”模式需要浙江海风温州母港发展有限公司进入海工制造装备领域,有利于掌握项目推进的主动权,有利于保障生产产品品质,有利于构建浙江海上风电产业链品牌,但同时需要承担较大的经营风险。“合作建设+协同运营”模式可通过引入合作单位,借助合作企业技术及经验,合理控制项目总体投资,还有利于补足浙江海风温州母港发展有限公司缺乏运营经验的短板,直接规避了海工装备制造的经营风险。

建议浙江海风温州母港发展有限公司综合考虑,选择符合企业战略及自身发展方向的经营模式。

第 26 章 存在问题及建议

- （1）结合专题加快与当地政府沟通协调，协助项目尽快落实环评等前置专题批复和工程用海用地要素保障工作。
- （2）本工程供电容量较大，建议与供电部门落实项目用电。
- （3）尽快推进场地腾退移交，加快勘察工作，完成地质勘察。

附件：

附件 1：洞头区发展和改革局关于“浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期装备制造及运维基地工程项目备案（赋码）信息表”

浙江省企业投资项目备案（赋码）信息表								
备案机关：洞头区发展和改革局				备案日期：2024年11月27日				
项目基本情况	项目代码	2411-330305-04-01-394478						
	项目名称	浙江（华东）深远海风电母港（核心区）一期装备制造及运维基地工程						
	项目类型	备案类（内资基本建设项目）						
	建设性质	新建	建设地点		浙江省温州市洞头区			
	详细地址	状元岙8、9号码头后方腹地						
	国标行业	其他未列明制造业（4190）	所属行业		其他			
	产业结构调整指导项目	风力发电技术与应用：15MW等级及以上海上风电机组技术开发与设备制造，漂浮式海上风电技术，高原、山区风电场建设与设备生产制造，海上风电场建设与设备及海底电缆制造，稀土永磁材料在风力发电机中应用						
	拟开工时间	2024年12月		拟建成时间		2026年01月		
	是否包含新增建设用地	是						
	其中：新增建设用地（亩）	652		土地出让合同电子监管号				
	总用地面积（亩）	652		新增建筑面积（平方米）		135870		
	总建筑面积（平方米）	135870		其中：地上建筑面积（平方米）		135470		
	建设规模与建设内容（生产能力）	工程场区范围为洞头状元岙A港区8、9号码头后方腹地，占地约652亩，规划布置导管架、塔筒、钢管桩生产、总组车间、成品堆场以及水电生产生活配套设施。后方厂区年生产导管架、塔筒和钢管桩各60套。						
项目联系人姓名	郑亚君		项目联系人手机		15358586153			
接收批文邮寄地址	浙江省温州市洞头区北岙街道霞光大道345号218室							
项目投资情况	总投资（万元）							
	合计	固定资产投资383596.4000万元					建设期利息	铺底流动资金
		土建工程	设备购置费	安装工程	工程建设其他费用	预备费		
	387666.9000	144071.8800	73701.5600	7370.1500	145424.4100	13028.4000	4070.5000	0.0000
	资金来源（万元）							
	合计	财政性资金		自有资金（非财政性资金）		银行贷款	其它	
387666.9000	0.0000		271366.8300		116300.0700	0.0000		
项目单	项目（法人）单位	浙江海风温州母港发展有限公司		法人类型		股份合作		
	项目法人证照类型	统一社会信用代码		项目法人证照号码		91330322MAE6CB5PX3		