

目 录

1 综合说明	5
1.1 项目简况	5
1.2 编制依据	7
1.3 设计水平年	9
1.4 水土流失防治责任范围	9
1.5 水土流失防治目标	9
1.6 项目水土保持评价结论	11
1.7 水土流失调查与预测	14
1.8 水土保持措施布设成果	14
1.9 水土保持监测方案	17
1.10 水土保持投资及效益分析	17
1.11 结论	17
2 项目概况	21
2.1 项目组成及工程布置	21
2.2 施工组织	53
2.3 工程占地	74
2.4 土石方平衡	77
2.5 拆迁安置与专项设施改建	94
2.6 施工进度	94
2.7 自然概况	96
3 项目水土保持评价	106
3.1 主体工程选址（线）水土保持评价	106
3.2 建设方案与布局水土保持评价	108
3.3 主体工程设计中水土保持措施界定	143
4 水土流失分析与预测	145
4.1 水土流失现状	145
4.2 水土流失影响因素分析	146
4.3 土壤流失量预测	147
4.4 水土流失危害分析	158

5 水土保持措施	160
5.1 防治分区划分	160
5.2 措施总体布局	161
5.3 分区措施布设	164
5.4 施工要求	207
6 水土保持监测	211
6.1 监测范围和时段	211
6.2 内容和方法	212
6.3 点位布设	221
6.4 实施条件和成果	226
7 水土保持投资估算及效益分析	228
7.1 投资估算	228
7.2 效益分析	256
8 水土保持管理	259
8.1 组织领导与管理	259
8.2 后续设计	260
8.3 水土保持监测	261
8.4 水土保持监理	261
8.5 水土保持施工	262
8.6 水土保持设施验收	263

附表:	264
1.防治责任范围表	
2.防治标准指标计算表	
3.单价分析表	
附件:	284
1.水土保持方案编制委托合同;	
2.山东莱阳核电项目前期工作座谈会会议纪要(国能综纪核电〔2022〕13号);	
3.关于国家电投山东莱阳核电项目总体规划方案设计专题的评审意见;	
4.关于征求山东莱阳核电项目厂区雨水排放意见的复函;	
5.关于山东莱阳核能项目取水支持意见的函;	
6.莱阳团旺镇政府-国电投莱阳核能有限公司项目临建用地合作框架协议;	
7.关于公布2021年的全国可继续使用倾倒区和暂停使用倾倒名录的公告;	
8.《山东莱阳核电项目土石方转运与临时堆存等施工组织的设计说明》;	
9.《山东莱阳核电项目土石方资源化利用论证方案》;	
10.关于成立土石方转运沟通协调工作组的承诺。	
附图:	
附图1 项目地理位置图	
附图2 项目区水系图	
附图3 莱阳市土壤侵蚀强度现状图	
附图4 莱阳市土地利用现状图	
附图5 项目总体布置图	
附图5-1-1 核电厂区总体布局图	
附图5-1-2 厂区总平面布置图	
附图5-1-3 本期工程(1、2号机组)与3~6号机组位置关系图	
附图5-2-1-1 第一进厂道路平面布置图(K0+000-K0+700)	
附图5-2-1-2 第一进厂道路平面布置图(K0+700-K1+058.200)	
附图5-2-1-3 第一进厂道路平纵面缩图(一)	
附图5-2-1-4 第一进厂道路平纵面缩图(二)	
附图5-2-2-1 第二进厂道路平面布置图	
附图5-2-2-2 第二进厂道路平纵面缩图(一)	
附图5-2-2-3 第二进厂道路平纵面缩图(二)	
附图5-2-3-1 连接道路(大件道路)平面布置图(K0+000-K3+600)	
附图5-2-3-2 连接道路(大件道路)平面布置图(K3+600-K7+100)	
附图5-2-3-3 连接道路(大件道路)平面布置图(K7+100-K8+794)	

附图 5-2-3-4 连接道路（大件道路）平纵断面图
附图 5-2-4-1 第一进厂道路路基标准横断面图（一）
附图 5-2-4-2 第一进厂道路路基标准横断面图（二）
附图 5-2-4-3 第二进厂道路路基标准横断面图
附图 5-3-1 陆域取排水管线总平面布置图
附图 5-3-2 厂外取排水工程标准横断面图
附图 5-4 海水淡化厂总平面布置图
附图 5-5-1 施工用水管线平面布置
附图 5-5-2 施工用水管线典型断面图
附图 5-6-1 施工用电线路平面布置图
附图 5-6-2 施工用电线路杆塔型图
附图 6-1-1 核电厂分区防治措施总体布局图（含监测点位）
附图 6-2 厂外附属设施区分区防治措施总体布局图（含监测点位）
附图 6-3-1 厂外道路分区防治措施总体布局图（含监测点位）
附图 6-4-1 海水淡化厂分区防治措施总体布局图（含监测点位）
附图 6-4-2 陆域取排水管线分区防治措施总体布置图（含监测点位）
附图 6-5-1 施工用水管线分区防治措施总体布局图（含监测点位）
附图 6-5-2 施工用电分区防治措施总体布局图（含监测点位）
附图 7-1 水土流失防治责任范围图
附图 7-2 水土保持监测点位布设图
附图 8-1-1 核电厂排水系统布置图
附图 8-1-2 核电厂坡脚处截洪沟典型断面图
附图 8-1-3 核电厂区水泥砼框格骨架护坡设计图
附图 8-1-4 核电厂地面停车场工字型植草砖铺装设计图
附图 8-2-1 厂外道路梯形排水沟典型设计图
附图 8-2-2 厂外道路矩形排水沟典型设计图
附图 8-2-3 厂外道路植草护坡典型设计图
附图 8-2-4 厂外道路拱形骨架护坡典型设计图
附图 8-2-5 厂外道路桥头路段六棱花饰护坡典型设计图
附图 8-3-1 核电厂区基坑槽土周转堆存场、表土堆存场防护措施典型设计图
附图 8-3-2 核电厂区临时沉沙池、排水沟典型设计图
附图 8-3-3 核电厂区厂外附属设施区、海水淡化厂临时堆土场防护措施典型设计图
附图 8-4-1 临时泥浆沉淀池典型设计图
附图 8-4-2 核电厂区、海水淡化厂洗车沉淀池典型设计图

1 综合说明

1.1 项目简况

1.1.1 项目基本情况

山东莱阳核电项目是以核能为基础的千万千瓦级重大清洁能源枢纽工程，是碳达峰碳中和背景下的国家重大能源工程，是山东省新旧动能转换的标志性工程。工程建设可解决北方地区清洁取暖和半岛地方淡水供应民生问题，是构建清洁低碳、安全高效的能源体系，助力山东省新旧动能转换、服务胶东经济圈一体化发展的有效举措，能够持续推进我国核能技术科技创新和高端装备制造产业升级，对山东省和我国未来能源和经济社会高质量发展具有重大意义。

本工程已列入《山东省核能中长期发展规划》和国家《“十四五”现代能源体系规划》，并于 2022 年 6 月正式取得国家同意开展前期工作许可。工程建设是对《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》《国家能源安全保障实施方案》等我国未来核电发展相关要求的具体响应，符合我国能源安全战略和安全高效发展核电方针，工程建设十分必要。

本工程属新建、建设类项目（其中连接道路为改扩建工程），所属行业为核电工程，规划建设 6 台国和一号（CAP1400）先进三代压水堆核电机组，本期建设 2 台机组，本期装机容量 $2 \times 1515\text{MW}$ ，本期工程建设内容包括核电厂、厂外附属设施、厂外道路和厂外取排水工程，其中厂外附属设施主要包括气象观测站、消防站和武警营房等，厂外道路包括第一进厂道路、第二进厂道路和连接道路（大件道路），厂外取排水工程包括陆域和海域取排水管线、海水淡化厂及取排水口。

核电厂厂址位于烟台市莱阳市团旺镇，海水淡化厂和取排水口均莱阳市羊郡镇，取排水管线位于莱阳市团旺镇、高格庄镇、穴坊镇和羊郡镇，连接道路（大件道路）位于莱阳市团旺镇和高格庄镇。新建海水淡化厂为核电厂供应生产生活所需淡水，处理规模 57.6 万吨/日；新建陆域取排水管线，管线全长 20.7km，管线中间布设中继泵站 1 座、阀门井 3 座、联络阀门井 4 座、排气井 8 座、放水井 7 座、集液井 18 座；新建海域引水暗涵长约 3.9km 和排水暗涵长约 5.43km。

本工程拟布设的主要施工生产生活区 9 处，其中核电厂 4 处，1 处布设在永久占地范围内的模块拼装场地，1 处位于永久占地范围内规划消防站附近，1 处位于团旺镇东团旺村东侧（2 个地块，占地类型为城镇用地，离核电厂区约 5km），1 处位于西团旺后

村西侧（2 个地块，占地类型为城镇用地，离核电厂区约 6km）；海水淡化厂施工生产区 1 处，结合施工时序，布设在厂区南侧综合楼附近空地（永久占地内）；第一进厂道路和第二进厂道路施工生产区征地红线范围内，连接道路（大件道路）新增施工生产区 4 处；取排水管线和施工用水管线充分运用管线施工作业面，不单独设置施工生产区。核电厂施工用水取自五龙河地表水，取水口设在胡城拦河闸上游约 190m 处，新建取水泵站 1 座，管线全长约 5.4km；海水淡化厂施工用水采用汽车运输进厂区。核电厂区施工用电（110kV）接自 220kV 五龙站，新建单回架空线路 9.5km，新建电缆线路 1.05km，新建单回路角钢塔 36 基；海水淡化厂施工用电从附近变电站引接。核电厂周边路网发达，施工充分利用省道 S209 和乡道 Y025 等既有公路，以及新建第一进厂道路和第二进厂道路，不新增临时道路；取排水管线、海水淡化厂、厂外道路等周边路网发达，施工时充分利用国道、省道和乡村道路等既有道路，不新增临时道路。施工用电施工道路充分利用现有县道、乡道和农村机耕道路，局部特殊地段需布设临时施工便道，总计 1.50hm²。本工程骨料加工场地位于东梁子口矿区（成品机制砂和碎石购买地），未新增占地。核电厂区需拆除养猪场 4.96 万 m²，连接道路涉及部分大棚、牲口棚等拆迁 0.51 万 m²，管线穿越河流和道路均采用顶管穿越方式，不涉及拆迁和专项设施改建。

本工程总占地面积 301.11hm²，其中永久占地 169.55hm²，临时占地 131.56hm²。本工程土石方挖方量 465.13 万 m³，填方量 459.33 万 m³，5.80 万 m³ 用于本工程骨料建材，土石方总体平衡；工程估算总投资 1280 亿元，其中本期工程总投资 528 亿（含土建投资 108 亿元），建设单位为国电投莱阳核能有限公司。工程计划于 2023 年 11 月开工，2030 年 12 月完工，总工期 85 个月。

1.1.2 项目前期工作进展情况

2021 年 12 月，国核电力规划设计研究院完成本项目建议书编制，国电投莱阳核能有限公司联合省市县三级政府上报国家能源局。2022 年 6 月，国家能源局组织项目前期工作专家座谈会，会议同意本项目建设 6 台国和一号机组，一次规划、分期实施，同意开展项目前期工作。2023 年 8 月，山东通达路桥规划设计有限公司完成《山东清洁能源项目厂外道路（第一进厂道路、第二道路）工程可行性研究报告》，2023 年 6 月，《山东清洁能源项目厂外道路（连接线）工程可行性研究报告》升版；2023 年 4 月，山东电力工程咨询院有限公司完成《山东莱阳核电项目一期工程厂外淡水工程可行性研究报告》升版；2023 年 4 月，国核电力规划设计研究院有限公司编制完成《山东莱阳核电项目一期工程配套海水淡化设施可行性研究专题报告》和《山东莱阳核电项目一期工程取排水

工程可行性研究专题》；2023 年 8 月，上海核工程研究设计院股份有限公司完成《山东莱阳核电项目一期工程可行性研究报告》升版。

目前，本项目地质灾害危险性评估已取得专家审查意见，结论为项目区崩塌、不稳定斜坡地质灾害危险性小，评估区全区为地质灾害危险性小区；压覆矿产资源调查报告意见为拟建项目压覆范围内无有效矿产权，不压覆已查明的重要矿产资源；环境影响评价报告正在同步编制，土地预审已报至自然资源部。

2022 年 3 月，中国水利水电科学研究院受上海核工程研究设计院股份有限公司（本工程的设计总承包单位）委托承担本项目水土保持方案报告书编制工作。接受任务后，项目组查阅了主体工程可行性研究等报告，收集项目区土壤、植被、气象、水文等相关资料，并于 2022 年 9 月、2023 年 3 月、2023 年 5 月等数次查勘项目现场，在水土流失调查及预测的基础上，制定了相应的水土流失防治措施，2023 年 9 月编制完成了《山东莱阳核电项目一期工程水土保持方案报告书》。

1.1.3 自然简况

项目区地貌类型属低山丘陵地貌；气候类型属暖温带半湿润季风气候，多年平均气温 11.8℃，年平均降水量 694.5mm，多年平均蒸发量 1484.5mm，年平均风速 2.6m/s；土壤类型以棕壤土和潮土为主；植被类型为暖温带落叶阔叶林，森林覆盖率约 19.5%；土壤侵蚀以微度、轻度水力侵蚀为主，容许土壤流失量 200t/km².a，项目所在的莱阳市属于山东省昆嵛山省级水土流失重点治理区。项目区不涉及饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园、重要湿地等水土保持敏感区域。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国水土保持法》（2011 年 3 月 1 日修订施行）；
- (2) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》（2011 年 1 月 8 日修订施行）；
- (3) 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017 年 11 月 4 日修正施行）；
- (4) 《山东省水土保持条例》（2017 年 9 月 30 日修正施行）。

1.2.2 部委规章

- (1) 《生产建设项目水土保持方案管理办法》（水利部令第 53 号）；
- (2) 《水土保持生态环境监测网络管理办法》（水利部令第 12 号）。

1.2.3规范性文件

(1)《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持技术文件编写和印制格式规定(试行)的通知》(办水保〔2018〕135号);

(2)《水利部关于印发〈生产建设项目水土保持方案技术审查要点〉的通知》(办水保〔2023〕177号);

(3)《关于印发〈生产建设项目水土保持方案技术审查要点〉的通知》(水保监〔2020〕63号);

(4)《山东省水利厅关于发布省级水土流失重点预防区和重点治理区的通告》(鲁水保字〔2016〕1号);

(5)《山东省发展和改革委员会 山东省财政厅 山东省水利厅关于水土保持补偿费收费标准的通知》(鲁发改成本〔2022〕757号)。

1.2.4技术规范、标准

(1)《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018);

(2)《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434-2018);

(3)《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014);

(4)《水土保持工程调查与勘测标准》(GB/T 51297-2018);

(5)《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190-2007);

(6)《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL773-2018);

(7)《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T 51240-2018);

(8)《水土保持监测技术规程》(SL 277-2002);

(9)《水利水电工程制图标准 水土保持图》(SL 73.6-2001);

(10)《防洪标准》(GB/T 50201-94);

(11)《主要造林树种苗木质量分级》(GB 6000-1999);

(12)《主要造林树种苗木质量分级》(DB37/T 3410-2018);

(13)《土地利用现状分类》(GB/T 21010-2017)。

1.2.5有关技术文件及资料

(1)《全国水土保持规划(2015~2030年)》;

(2)《山东省水土保持规划(2016~2030年)》;

(3)《烟台市水土保持规划(2017~2030年)》;

(4)《山东莱阳核电项目一期工程可行性研究报告》(上海核工程研究设计院股份有限公司, 2023 年 8 月);

(5)《山东清洁能源项目厂外道路(第一、第二进厂道路)工程可行性研究报告》, (山东通达路桥规划设计有限公司, 2023 年 8 月);

(6)《山东清洁能源项目厂外道路(连接线)工程可行性研究报告》(山东通达路桥规划设计有限公司, 2023 年 6 月);

(7)《山东莱阳核电项目一期工程厂外淡水工程可行性研究报告》(山东电力工程咨询院有限公司, 2023 年 4 月);

(8)《山东莱阳核电项目一期配套工程海水淡化设施可行性研究专题报告》(国核电力规划设计研究院有限公司, 2023 年 4 月);

(9)《山东莱阳核电项目一期工程取排水工程可行性研究专题》(国核电力规划设计研究院有限公司, 2023 年 4 月);

(10) 山东莱阳市有关部门提供的气象、水文及水土保持相关资料;

(11) 工程地勘及现场查勘所得的有关资料。

1.3 设计水平年

工程于 2023 年 11 月开始施工准备, 施工准备 2 个月, 计划于 2030 年 12 月底完工, 总工期 85 个月。方案设计水平年为工程完工后一年, 即 2031 年。

1.4 水土流失防治责任范围

(1) 永久占地

工程永久占地包括核电厂主体工程、边坡和防洪工程、海水淡化厂和厂外道路等, 占地面积总计 169.55hm^2 。

(2) 临时占地

工程临时占地主要包括陆域取排水管线、施工用水用电、部分施工生产区等, 占地 131.56hm^2 。

经统计, 本工程水土流失防治责任范围的面积 301.11hm^2 , 其中建设区面积 301.11hm^2 , 全部位于山东省烟台市莱阳市。

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 执行标准等级

根据《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434-2018), 生产建设项目水土流

失防治标准等级按项目所处地区水土保持敏感程度和水土流失影响程度确定。

根据《全国水土保持规划（2015~2030年）》（国函〔2015〕160号）、《山东省水土保持规划》（2016~2030年）（鲁政字〔2016〕270号）以及《烟台市水土保持规划》（2017~2030年）（烟政办字〔2018〕4号）等，项目所在地属于山东省昆嵛山省级水土流失重点治理区；项目区不涉及饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园、重要湿地或县级以上城市区域，本工程水土流失防治标准等级执行北方土石山区一级标准。

1.5.2 防治目标

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），生产建设项目应达到的水土流失基本目标：

- （1）项目建设范围内的新增水土流失应得到有效控制，原有水土流失得到治理；
- （2）水土保持设施应安全有效；
- （3）水土资源、林草植被应得到最大限度的保护与恢复；

（4）水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率、林草覆盖率六项指标应符合现行国家标准《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）和行业规定的规定。

本工程水土流失防治责任范围内扰动土地应全面整治，新增水土流失应得到有效控制，原有水土流失应得到治理，预防和治理因工程建设导致的新的水土流失，在确保工程建设安全运行的前提下，保护和合理利用水土资源，提高土地生产力，重建良好的生态环境，最大限度的发挥水土保持工程的功能与效益。

根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018），项目水土流失防治标准执行北方土石山区一级标准。在此基础上，结合工程施工特点，位于水土流失重点治理区，并考虑项目区土壤侵蚀强度，对林草覆盖率和土壤流失控制比目标值进行修正，确定工程水土流失定量防治目标。项目区地貌类型为低山丘陵；气候类型属暖温带半湿润季风气候，土壤侵蚀以微度、轻度水力侵蚀为主，容许土壤流失量 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。项目区为微度、轻度侵蚀区，土壤流失控制比应大于或等于 1.0。根据《核电厂总平面及运输设计规范》（GB/T50294-2014），核电厂绿地率宜控制在 5~10%，由于本工程占用部分耕地，且工程组成不仅有核电厂区，还包含厂外取排水工程、海水淡化厂、厂外道路等诸多子项，因此结合工程实际，本项目林草覆盖率调整至 20.0%。

设计水平年水土流失综合防治目标为：水土流失治理度 95%，土壤流失控制比 1.0，渣土防护率 97%、表土保护率 95%、林草植被恢复率 97%、林草覆盖率 20.0%。

1.6 项目水土保持评价结论

1.6.1 主体工程选址（线）评价

1. 本项目不涉及水土流失严重、生态脆弱的区域，不涉及国家级水土流失重点防治区，但涉及山东省昆嵛山省级水土流失重点治理区，主体工程通过提高防治标准和工程防护等级，优化建设方案、施工工艺等方法，尽量减小了地面扰动和土石方量。

（1）提高了防治标准和工程防护等级。主体设计中采取主厂区防洪标准为千年一遇，PMP 校核，其他区防洪标准按照 100 年一遇，水土流失防治采用北方土石山区一级标准，方案新增的排水工程等级和防洪标准按照 GB 50433-2018、GB 51018-2014 提高 1 级；方案提高了核电厂厂前区、海水淡化厂综合楼四周等植被恢复与建设工程标准至 GB 51018-2014 要求的 1 级标准，厂外道路（二级公路）边坡防护与路基两侧绿化提高至 2 级标准；施工期临时排水沟排水标准提高至 10 年一遇标准；临时堆场挡墙级别提高至 4 级，且采用浆砌石挡墙，符合水土保持要求。

（2）建设方案采取的优化措施。1）在充分保证核电厂主体安全的前提下，充分采取了植物护坡和生态护坡设计形式，总计采取方格型浆砌块石植草护坡 112089m²，空心六棱砖植草护坡 11000m²；2）充分利用核电厂区余方，用于厂外道路路基填筑，总计减少借方 47.83 万 m³；3）优化了海水淡化厂设备布置，减少永久占地约 5.0hm²；优化了连接道路路线设置，充分利用了现状道路，减少新增永久占地 2.12hm²；优化了管道工程作业宽度，减少临时占地 8.28hm²；4）在工程内部布设雨水管、雨水口、雨水井等雨水设施组成的雨水管网，雨水井兼雨洪集蓄与沉沙功能，收集雨水后通过雨水管网连接厂区四周截排水沟，管道穿边坡后设置台阶式消能措施。本方案考虑施工期在厂区、施工生产区、临时堆场区等雨水排水口处布设沉沙池，可作为雨洪集蓄设施，提高雨水循环利用率，同时设置沉沙池有利于沉降汇水中泥沙。

（3）施工工艺与施工组织的优化。施工工艺采取土方梯段开挖、分层开挖、石方爆破、分台阶负挖施工；建筑物基础以天然地基、筏板基础、独立基础、环形基础；管线分段敷设，穿越尽量使用顶管穿越，海域取排水管线采用盾构施工等方式，避免大风和雨天进行土建施工，减小了地表扰动和植被损坏范围，符合水土保持要求。

2. 本项目避让了泥石流易发区、崩塌滑坡危险区。

3.本项目避让了河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带。

4.本项目避让了全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区，未占用国家确定的水土保持长期定位观测站。

5.本项目未处于重要江河、湖泊以及跨省其他江河、湖泊的水功能一级区的保护区和保留区，以及对水功能二级区的饮用水源区。

综上所述，从水土保持角度考虑，主体设计选址选线符《中华人民共和国水土保持法》《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）、《山东省水土保持条例》等相关法律法规要求。

1.6.2 建设方案与布局评价

1.建设方案与布局评价

（1）参考办水保〔2023〕177号文要求，对核电厂两个总平面布置从水土保持的角度进行了比选。方案一厂前区位置优劣、厂内交通组织、造成开挖和回填土石方量、可能造成的水土流失影响、环境影响等方面都要优于方案二。因此，从水土保持的角度考虑，本方案同意主体设计推荐的方案一。

（2）在考虑主体安全的前提下，核电厂区、厂外道路和海水淡化厂边坡防护工程采取了方格型浆砌块石植草护坡、空心六棱砖植草护坡、拱形骨架植草护坡等多种生态护坡形式，满足 GB 50433-2018 要求。

（3）本项目无法避让山东省昆嵛山省级水土流失重点治理区，根据 GB 50433-2018 和水保监〔2020〕63号文等要求，建设方案进行了如下优化：

1）优化方案，减少工程占地和土石方量

①统筹核电厂区及其他子项土石方调配，充分利用核电厂区余方，用于厂外道路路基填筑，减少借方 47.83 万 m^3 。②优化了海水淡化厂、连接道路等布设，减少永久占地约 7.12 hm^2 ；③优化管道工程作业宽度，减少临时占地 8.28 hm^2 。

2）提高了截排水工程和防洪标准

主体设计核电厂主厂区防洪标准为千年一遇，PMP 校核，其他区防洪标准 100 年一遇。方案新增的排水工程的工程等级和防洪标准按照 GB 50433-2018 和 GB 51018-2014 提高 1 级，临时排水设施设计标准提高至 10 年一遇标准，符合水土保持要求。

3）集雨与沉沙设施布设

主体设计工程内部布设雨水管、雨水口、雨水井等雨水设施组成的雨水管网，雨水

井兼雨洪集蓄与沉沙功能，收集雨水后通过周边截排水沟，经台阶式消能措施后排入厂址周边自然冲沟。施工期在厂区、施工生产区、临时堆场区等雨水排水口处布设临时沉沙池，可作为雨洪集蓄设施，厂前区地面停车场铺设嵌草砖。

4) 提高了植物措施设计标准

核电厂厂前区、海水淡化厂综合楼四周植物措施提高至《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014)要求的1级标准，厂外道路(二级公路)边坡防护与路基两侧绿化提高至2级标准。

本工程不涉及饮用水水源地等水土保持敏感区。

2. 工程占地评价

主体工程充分考虑了给排水、供电、对外交通、边坡及防排洪工程、施工生产区、施工道路、施工用水用电、临时堆土场等占地，不存在漏项。工程占地符合《电力工程项目建设用地指标》(建标〔2010〕78号)和《山东省建设用地控制指标(2019年版)》指标要求。工程占地方面，合理利用施工时序将部分专项表土堆存在核电厂区、取排水管线施工采用分段开挖分段敷设的方式等方式减少占地，施工生产区数量和管线作业带宽度满足施工要求，从水土保持角度分析，工程占地合理。

3. 土石方平衡评价

本方案以最大化的提高水土资源的利用效率为原则，细化了表土资源的调查、分析与平衡，优化了主体工程土石方设计思路和施工时序，将核电厂区、进厂道路、连接道路、海水淡化厂等子项土方统筹设计，充分利用了核电厂区余方，部分挖方用于碎石铺盖、浆砌石排水沟等建筑材料，实现了项目整体土石方平衡。土石方内部调运节点适宜、时序可行、运距合理，符合水土保持要求。

本项目不涉及取土场和弃渣场。

4. 施工方法与工艺评价

本工程施工过程中加强组织管理，施工尽量避免占用农田和植被良好区域，采取土方梯段开挖、分层开挖，分期分段进行，石方爆破、负挖分台阶施工，建筑筏板基础、独立基础、灌注桩基础，管线分段敷设、顶管穿越等优化了施工工艺，有利于减少地表扰动的面积和裸露时间，符合水土保持要求，但主体设计对施工期间的临时防护考虑不足，包括临时排水、沉沙、苫盖、拦挡等措施，本方案予以补充完善。

5. 具有水土保持功能工程的界定和评价结论

主体工程设计中以防治水土流失为主要目标的工程包括截排水沟、排水管网、综合

护坡、碎石压盖、六棱砖护坡、绿化等措施，能够较好的控制水土流失的作用。以主体设计功能为主，同时具有水土保持功能的工程包括房屋建筑、道路、广场硬化等措施。但主体设计及施工中仍存在不足，需补充完善施工前表土剥离，施工结束后土地整治，施工期临时堆表土及土石方临时防护措施，包括临时苫盖、临时排水沟、沉沙池、泥浆沉淀池、表土堆放场临时种草、挖填边坡临时苫盖等措施。补充了各项水土保持措施后，工程可行。

1.7 水土流失预测结果

经预测，本项目建设可能造成土壤流失总量 50148t，其中施工期 49049t，自然恢复期 1098t；新增土壤流失总量为 42355t，均发生在施工期。从预测结果看，新增土壤流失区域主要集中在核电厂区、厂外取排水区和厂外道路区，以上区域是重点防治区域。水土流失危害主要表现为对工程、周边生态环境及当地生产生活造成影响。

1.8 水土保持措施布设成果

1.8.1 水土流失防治分区

根据主体工程各区特点，本方案将水土流失防治区分为核电厂区、厂外附属设施区、厂外道路区、厂外取排水区和厂外施工力能区 5 个水土流失防治分区，其中核电厂区主要包括主体工程、边坡及防洪工程和施工生产区，厂外附属设施区主要包括气象观测站、消防站和武警营房等，厂外道路包括第一进厂道路、第二进厂道路、连接道路（大件道路）和施工生产区，厂外取排水区包括海水淡化厂、取排水管线和施工生产区，厂外施工力能区主要包括厂外用水管线、施工供电线路和施工生产区。

1.8.2 水土保持措施分区布局

1. 核电厂区

施工前对表土进行剥离，并集中堆存，临时堆放的表土及其他土石方采取临时拦挡、苫盖及排水、沉沙措施，表土堆存场采取临时种草措施；施工过程中，厂区沿道路设临时排水沟、沉沙池，裸露边坡临时覆盖，钻孔灌注桩施工场地设泥浆沉淀池，厂区出入口设置洗车沉淀池。厂区周边及厂内布设截排水沟、雨水管网、沉沙井、雨水井，顺接至厂区雨水排水系统，最终排入周边现状沟道；厂区挖填边坡采取里层肋式浆砌片石护坡和方格型浆砌块石植草护坡（第二级）；厂区控制区内空地采取碎石压盖措施，停车场采取嵌草砖铺装。施工结束后对厂前区绿化区域进行土地整治、回覆表土、绿化美化。

工程措施量：表土剥离 16.01 万 m^3 、钢筋混凝土截排水沟 6483m、马道截排水沟

1230m、厂区雨水管 9261m、雨水井 125 个、沉沙井 3 个、方格型浆砌石植草护坡 112089m²、碎石压盖 10.79hm²、嵌草砖铺装 8395m²、土地整治 9.86hm²、表土回覆 12.59 万 m³。

植物措施量：厂区园林绿化 9.86hm²、边坡防护植物措施 2.35hm²，具体包括种植乔木 9500 株、灌木 236370 株、铺草皮 1.20hm²、撒播草籽 448.40kg。

临时措施量：编织袋装土拦挡与拆除 5305m³、浆砌石挡土墙 350m、临时排水沟 13600m、沉沙池 29 座、泥浆沉淀池 18 座、洗车沉淀池 4 座、防尘网苫盖 111.22hm²、临时绿化撒播草籽 348.00kg。

2. 厂外附属设施区

施工前对表土进行剥离，并集中堆存，临时堆放的表土及土石方采取临时拦挡、苫盖、排水措施；施工过程中，沿道路设临时排水沟和沉沙池，裸露地表临时覆盖。厂内布设雨水管网和雨水井。施工结束后进行土地整治、回覆表土，绿化美化。

工程措施量：表土剥离与回覆 1.22 万 m³，雨水管网 1100m，雨水井 10 个，土地整治 0.61hm²。

植物措施量：绿化面积 0.61hm²，包括栽植冬青 350 株，撒播草籽 72kg。

临时措施量：编织袋装土拦挡与拆除 30.0m³、临时排水沟 480m、沉沙池 4 座、防尘网苫盖 0.22hm²。

3. 厂外道路区

施工前剥离表土，并集中堆存，临时堆放的表土及土石方采取临时拦挡、苫盖及排水、沉沙措施；施工过程中裸露边坡临时苫盖。道路边坡采取植草防护、拱形骨架植草护坡和空心六棱砖护坡，路基路面设梯形、矩形排水沟和急流槽，并顺接至现状沟道。施工结束后，对路基外侧绿化区域进行土地整治、回覆表土，绿化美化。

工程措施量：表土剥离 3.36 万 m³，浆砌石梯形排水沟 10611m、浆砌石矩形排水沟 11311m、急流槽 9204m、植草护坡 101298.64m²、拱形骨架护坡 74959.0m²、空心六棱砖护坡 167.15m²、表土回覆 5.77 万 m³、土地整治 15.72hm²、复耕 3.00hm²。

植物措施量：绿化面积 15.72hm²，包括栽植乔木 6366 株，灌木 300720 株，撒播草籽 1754.60kg。

临时措施量：编织袋装土拦挡与拆除 100m³、临时排水沟 10508m、防尘网苫盖 9.03hm²、沉沙池 39 座。

4. 厂外取排水区

(1) 陆域取排水管线

施工前对管沟开挖区等表土进行剥离，并集中堆存，临时堆放的表土及土石方采取临时拦挡和苫盖措施，土方堆存区和材料堆放区覆盖土工布；施工结束后进行土地整治，对占用的耕地和园地进行复耕，对占用的林地、草地等恢复原有状态。

工程措施量：表土剥离 7.43 万 m^3 ，土地整治 23.01 hm^2 ，表土回覆 10.40 万 m^3 ，复耕 59.80 hm^2 。

植物措施量：植物措施 23.01 hm^2 ，包括栽植灌木 388700 株、撒播草籽 1554.80kg。

临时措施量：防尘网苫盖 62.64 hm^2 、编织袋装土拦挡与拆除 6900 m^3 、土工布覆盖 45.02 hm^2 。

（2）海水淡化厂

施工前对表土进行剥离，并集中堆存，临时堆放的表土及土石方采取临时拦挡、苫盖及排水、沉沙措施，表土堆存场采取临时种草措施；施工过程中，沿道路设临时排水沟、沉沙池，裸露地表临时覆盖，钻孔灌注桩施工场地设泥浆沉淀池，厂区出入口设置洗车沉淀池，厂区内沿道路一侧布设雨水管道，厂区边坡采取混凝土格构植草防护，进厂道路两侧布设梯形浆砌石排水沟，雨水汇集后排入周边现状沟道；施工结束后对厂区绿化区域进行土地整治、回覆表土、绿化美化。

工程措施量：表土剥离 2.87 万 m^3 ，浆砌石梯形排水沟 590m、排水管网 1320m、空心六棱砖护坡 11000 m^2 ，土地整治 0.52 hm^2 、表土回覆 0.92 万 m^3 。

植物措施量：园林绿化 0.52 hm^2 ，其他绿化 1.10 hm^2 ，包括乔木 404 株，灌木 7650 株，撒播草籽 66.00kg。

临时措施量：编织袋装土拦挡与拆除 240 m^3 、临时排水沟 1053m、沉沙池 10 座、泥浆沉淀池 80 座、洗车沉淀池 2 座、防尘网苫盖 34.04 hm^2 。

5. 厂外施工力能区

施工前对表土进行剥离，并集中堆存，临时堆放的表土及土石方采取临时拦挡、苫盖、排水措施；施工过程中钻孔灌注桩施工场地设泥浆沉淀池、牵张场地采取土工布铺垫；施工结束后进行土地整治、回覆表土，对占用的耕地和园地进行复耕，占用的林地和草地原有使用状态。

工程措施量：表土剥离与回覆 1.55 万 m^3 ，土地整治 2.08 hm^2 、复耕 5.27 hm^2 。

植物措施量：植物措施 2.08 hm^2 ，栽植灌木 17250 株、撒播草籽 166.20kg。

临时措施量：编织袋装土拦挡与拆除 45.58 m^3 、临时排水沟 730m、沉沙池 4 座、泥浆沉淀池 41 座、土工布 3.73 hm^2 、防尘网苫盖 0.42 hm^2 。

1.9 水土保持监测方案

(1) 监测内容。包括：主体工程建设进度、工程建设扰动土地面积、水土流失灾害隐患、水土流失及造成的危害、重大水土流失事件、水土保持工程建设情况、水土流失防治效果、水土保持工程设计及变更情况、水土保持管理情况等。

(2) 监测方法。采用调查、巡查和定位观测相结合的方法。具体方法主要包括：简易水土流失观测场法、沉沙池法、调查巡测法。

(3) 监测时段。从 2023 年 11 月开始至设计水平年末（2031 年）结束。

(4) 监测频次。在工程施工前的准备阶段对每一个典型地段进行一次水土流失背景值调查，提供水土流失原状的基础资料；扰动地表面积、水土保持工程措施拦挡效果等每月监测记录 1 次；主体工程建设进度、水土流失影响因子、水土保持植物措施生长情况等每 3 个月监测记录 1 次；遇产生地表径流的降雨时，应及时加测；水土流失灾害事件发生后 1 周内完成监测。

(5) 定位监测点位。选取不同的地貌类型、工程水土流失及施工特点设定位监点 15 处，其中核电厂区 5 处、厂外附属设施区 1 处、厂外道路区 2 处、厂外取排水区 5 处、厂外施工力能区 2 处。

1.10 水土保持投资及效益分析

本工程水土保持工程估算总投资 20258.01 万元。其中工程措施 14111.78 万元，植物措施 1506.96 万元，临时措施 2914.47 元，独立费用 1047.96 万元（含水土保持监理费 357.00 万元，水土保持监测费 344.62 万元），基本预备费用 313.71 万元。

本方案实施后，设计水平年可治理水土流失面积 283.14hm^2 、林草植被建设面积 60.29hm^2 ，可减少水土流失量 47071.34t，水土流失治理度达到 97.30%，土壤流失控制比 1.27，表土保护率达到 100%，渣土防护率达到 99.00%，林草覆盖率达到 20.72%，林草植被恢复率 97.92%。

1.11 结论

本工程符合国家和地方经济发展的要求，符合水土保持、水土资源管理等法律法规的要求，然而主体工程选址存在一定的制约性因素，无法避让山东省水土流失重点治理区的水土保持制约性因素，通过提高防治标准值和工程防护等级，优化施工工艺，减少扰动和植被损坏范围，加强补偿措施，补充完善主体工程措施。工程占地、土石方调配，施工组织、施工工艺基本合理。在此基础上，符合水土保持要求，项目建设可行。

主体工程设计中充分考虑了主体工程安全问题，进行了主体工程区截排洪、排水、护坡、碎石压盖、绿化等一系列防护措施的设计，这些防护措施既能够保障主体工程的安全运行，又具有水土保持的功能，在方案编制中给予充分的肯定。针对水土保持分区补充完善的水土保持措施主要有表土保护、土地整治、排水沟，施工期临时堆土及裸露地表的临时防护措施，包括临时苫盖、拦挡、临时排水沟、沉沙池、临时种草等措施，落实水土保持方案可以收到较好的保土保水效益和社会效益。

方案的实施可以防治工程建设造成的人为水土流失。在工程建设过程中按本方案的要求落实各项水土保持措施防治水土流失，可有效控制因项目建设引发的新增水土流失，不会形成严重水土流失危害，工程建设可行。

建议进一步做好下列工作：

- (1) 设计单位进一步深化、细化本方案中的水土保持措施。
- (2) 在施工过程中坚决贯彻防治结合，以防为主的方针，落实“三同时”制度，施工单位在施工过程中应文明施工，避免随意扩大扰动面积。
- (3) 施工期做好各区域雨水排放、利用规划，排水沟做到永临结合，避免积水及径流对地表冲刷。
- (4) 进一步优化施工组织，减少土石方重复挖填，避免大雨和大风天气施工，明确施工界限，减少扰动地表范围。施工过程中应当加强临时防护措施，并且在施工中加强管理。
- (5) 水土保持监测单位加强现场监测，及时提出现场存在的问题及建议，协助做好水土流失防治工作，开展水土保持监测三色评价，及时报送水土保持监测报告。
- (6) 水土保持监理单位加强现场监理，协助做好现场水土保持措施落实工作，做好现场记录，及时提交水土保持监理报告。

2 项目概况

2.1 项目组成及工程布置

2.1.1 基本情况

(1) 项目名称：山东莱阳核电项目一期工程。

(2) 项目组成：本期工程主要由核电厂、厂外附属设施、厂外道路（第一进厂道路、第二进厂道路和连接道路）、厂外取排水工程（含取排水管线和海水淡化厂）等单项工程组成。

(3) 地理位置：均位于烟台市莱阳市，见图 2.1-1。

核电厂：厂址位于烟台市莱阳市团旺镇东马家泊村北侧，厂址中心（6 台机组核岛中心连线中点）坐标 $N36^{\circ}43'27''$ ， $E120^{\circ}41'17''$ ，厂址西南距青岛市约 78km（距政府驻地距离，下同），距海阳核电厂址约 61km；东北距烟台市约 106km。

海水淡化厂：位于烟台市莱阳市羊郡镇，紧邻丁字湾，厂址中心点坐标 $N36^{\circ}39'2''$ ， $E120^{\circ}50'31''$ 。

取、排水口：位于烟台市莱阳市羊郡镇，取水口位于海淡厂南侧养殖区南丁字湾 9m 深槽内；排水口位于养殖区东南 6m 深槽内，取排水口直线距离约 2km。

取排水管线：陆域取排水管线全部位于莱阳市，出核电厂区后向东南穿越五龙河至胡城村南，向东南穿过威青高速，依次穿越团旺镇、高格庄镇、穴坊镇和羊郡镇接入海水淡化厂，取排水管线并排布置，管线全长 20.7km。海域引水暗涵和排水暗涵自泵房前池（位于海水淡化厂）向取水头处掘进，引水暗涵单线长 3.90km，排水暗涵单线长 5.43km，采用盾构法施工。

(4) 建设单位：国电投莱阳核能有限公司。

(5) 建设性质：新建、建设类工程（连接道路部分涉及改扩建）。

(6) 工程等级与规模：本工程规划建设 6 台国和一号（CAP1400）先进三代压水堆核电机组，一次规划分期建设，一期工程计划建设 2 台。

(7) 总投资与土建投资：工程总投资 1280 亿元，其中一期工程总投资 528 亿（含土建投资 108 亿元）元，由国家电投集团控股开发。

(8) 建设工期：2023 年 11 月开始施工准备，2030 年 12 月建成，总工期 85 个月：

核电厂区：2024 年 6 月开始施工准备，2030 年 12 月底建成；

海水淡化厂：2024 年 6 月开始施工准备，2027 年 1 月建成；

取排水管线：2024 年 1 月开始施工准备，2027 年 1 月建成；

厂外道路：2024 年 7 月开始施工准备，2025 年 5 月建成；

施工用电：2023 年 11 月开始施工准备，2024 年 3 月建成；

施工用水：2023 年 11 月开始施工准备，2024 年 5 月建成；

山东莱阳核电项目一期工程组成及主要技术指标见表 2.1。

表 2.1-1

项目组成及主要技术指标表

一、基本情况					
1	项目名称	山东莱阳核电项目一期工程			
2	建设地点	山东省烟台市莱阳市	所在流域	淮河流域	
3	工程性质	新建工程			
4	建设单位	国电投莱阳核能有限公司			
5	建设规模	规划建设 6 台国和一号（CAP1400）先进三代压水堆核电机组，本期建设 2 台。CAP1400 机组单机额定发电功率 1515MW，全部建成后，总容量 9090MWe。			
6	行业类别	核电工程			
7	总投资	1280 亿元，其中本期工程总投资 528 亿元（含土建投资 108 亿元）			
8	建设期	2023 年 11 月开始施工准备，2030 年 12 月建成，总工期 85 个月			
二、项目组成及占地情况					
项目组成	占地面积（hm ² ）			主要建设内容	
	合计	永久占地	临时占地		
核电厂区	131.84	121.71	10.13	主厂房	东西向并列布置。核岛厂房朝南，常规岛厂房布置在核岛厂房北侧；固定端布置在厂区西侧；1、2 号机组核岛中心距离 250m。
				开关站	1000kV 开关站、220kV 开关站和网控楼均布置在厂区北侧，采用 GIS 屋内配电形式。主变压器与 1000kV 开关站的连接拟采用 GIL 厂区架空的方式，辅助变与 220kV 开关站的连接采用电缆沟的方式。1000kV 开关站和 220kV 开关站统一规划，全厂共用
				冷却塔	每台机组配一座自然通风冷却塔，共设 2 座，呈“一”字型布置在主厂房北侧。
				放射性废物处理设施区	主厂房区南侧，与机械通风冷却塔处于同一区域
				辅助生产设施区	与生产有关、工艺关系密切的靠近主厂房布置，减少管线长度。除盐水泵房、综合水泵房、废水近零排放厂房和非放射性生产废水处理厂房等辅助设施布置在厂区北侧，构成相对集中、独立水处理设施区。
				厂前区及附属建筑区	厂前办公区布置在 1 号机组西侧，规划综合办公楼、培训中心、档案楼、调试检修楼、医疗中心、食堂以及厂前停车场。
				厂内道路	分为主干道、次干道、支道、车间引道和人行道。
厂外附属设施	4.07	4.07		气象观测站、消防站和武警营房等。	

2 项目概况

厂外道路	36.95	30.45	6.50	第一进厂道路	新建道路，二级公路标准，路线起点位于 S209，向东延伸，终止于核电厂厂区西门，路线全长为 1.113km。
				第二进厂道路	新建道路，二级公路标准，起点位于 Y025，路线向北延伸，终点止于核电厂厂区南门，全长 0.758km。
				连接道路（大件道路）	二级公路标准，起点位于 S209，路线向东延伸，在西薛村西侧与 X072 相交，路线全长 8.794km，其中改建部分 2.300km，新建部分为 6.494km。
厂外取排水工程	118.53	13.33	105.20	陆域取排水管线	取排水管线并排布置，出核电厂区后向东南至海边接入海水淡化厂，全长约 20.7km。
				海水淡化厂	规划建设规模 57.6 万吨/日，一次规划分期建设，一期建设 19.2 万 t/d，新建构筑物包括化学建筑物、水工建筑物、机务建筑物、辅助附属建筑物等。
				海域取排水管线	海域取水管道布设 2 条，单根长 3900m，盾构外径 3.1m，管片壁厚 0.25m，盾构法施工；排水管道 1 条，长 5430m，管内径 2.6m。
厂外施工力能	9.73		9.73	施工用水管线	以五龙河地表水作为施工水源，取水口设在胡城拦河闸上游约 190m 处，新建取水泵站 1 座，管线长 5400m。
				施工用电管线	核电厂区施工用电（110kV）接自 220kV 五龙站，新建单回架空线路 9.5km，新建电缆线路 1.05km。
合计	301.11	169.55	131.56		
三、项目土石方挖填工程量（自然方，万 m ³ ）					
项目组成	挖方	填方	借方	作为建材利用量	备注
核电厂	335.53	279.06		5.80	1.土方各分区充分调运和利用，厂外道路以填方为主，所需土方调自核电厂区挖方； 2.厂外道路区绿化表土部分调自海水淡化厂剥离表土； 3.海域取排水管线采用盾构法施工，产生淤泥等约 12.02 万 m ³ ，由运泥船全部倾倒入至青岛崂山疏浚物临时海洋倾倒区。
厂外附属设施	1.92	1.92			
厂外道路	7.65	57.31			
厂外取排水工程	116.27	117.28			
厂外施工力能	3.76	3.76			
合 计	465.13	459.33		5.80	

2.1.2项目组成及工程布置

本工程主要由核电厂区、厂外附属设施（气象站、环境监测站、武警营房等）、厂外道路（含第一进厂道路、第二进厂道路、连接道路）、厂外取排水（含陆域取排水管线、海域取排水管线和海水淡化厂）等单项工程组成，工程项目组成见表 2.1-2。

表 2.1-2 工程组成一览表

序号	项目组成		主要建设内容
1	核电厂	主厂房	东西向并列布置。核岛厂房朝南，常规岛厂房布置在核岛厂房北侧；固定端布置在厂区西侧；1、2 号机组间的核岛中心距离 250m
		开关站	1000kV 开关站、220kV 开关站和网控楼均布置在厂区北侧，采用 GIS 屋内配电形式。主变压器与 1000kV 开关站的连接拟采用 GIL 厂区架空的方式，辅助变与 220kV 开关站的连接采用电缆沟的方式。1000kV 开关站和 220kV 开关站统一规划，全厂共用
		冷却塔	每台机组配一座自然通风冷却塔，共设 2 座，“一”字型布置在主厂房北侧
		放射性废物处理设施区	主厂房区南侧，与机械通风冷却塔处于同一保护区
		辅助生产设施区	与生产有关、工艺关系密切的靠近主厂房布置，减少管线长度，方便运行管理。除盐水泵房、综合水泵房、废水近零排放厂房和非放射性生产废水处理厂房等辅助设施布置在厂区北侧，构成相对集中、独立的水处理设施区
		厂前区及附属建筑区	厂前办公区布置在 1 号机组西侧，规划综合办公楼、培训中心、档案楼、调试检修楼、医疗中心、食堂以及厂前停车场
		厂内道路	分为主干道、次干道、支道、车间引道和人行道
2	厂外附属设施	气象站、环境监测站、武警营房等	警卫营房、消防站等其他非核配套设施布置在进厂道路东侧；其他非核配套设施包括气象站和环境实验室等布设在厂区北侧
3	厂外道路	第一进厂道路	二级公路标准，位于核电厂西侧，东西走向
		第二进厂道路	二级公路标准，位于核电厂南侧，南北走向
		连接道路（大件道路）	二级公路标准，大、重件设备优先通过水路运输至海阳核电大件码头（已建成），大件设备上岸后，通过连接道路运送至核电厂区
4	厂外取排水工程	陆域取排水管线	取排水管线并排布置，出核电厂区后向东南穿越五龙河至胡城村南，向东南穿过威青高速至海边接入海水淡化厂，管线全长约 20.7km
		海域取排水管线	海域取水管 道：管道 2 条，单根长 3900m，盾构外径 3.1m，管片壁厚 0.25m，盾构法施工，盾构内径 2.6m，内衬玻璃钢管，玻璃钢管内径 2.2m；取水管自陆域泵房前池处（位于海水淡化厂内）向取水头处掘进； 海域排水 管道：管道 1 条，长 5430m，盾构外径 3.5m，管片壁厚 0.25m，盾构内径 3.0m，内衬玻璃钢管，玻璃钢管内径 2.6m
		海水淡化厂	包括化学建筑物、水工建筑物、机务建筑物、辅助附属建筑物等
		取排水口	取水口位于海水淡化厂南侧养殖区南丁字湾 9m 深槽内，排水口位于养殖区东南 6m 深槽内，取排水口直线距离约 2km

2.1.2.1核电厂区

核电厂厂址位于莱阳市团旺镇东马家泊村北侧，厂址中心坐标北纬 36°43'27"，东经 120°41'17"。规划建设 6 台国和一号（CAP1400）先进三代压水堆核电机组，一次规划，分期实施。本项目为一期工程，建设 2 台机组，本期工程核电厂区占地 131.84hm²，其中永久占地 121.71hm²，临时占地 10.13hm²。

1.平面布置

(1) 主厂房

主厂房建筑群规划布置在厂区中部，近东西向并列布置。核岛厂房朝南，常规岛厂房布置在核岛厂房北侧。固定端布置在厂区西侧，向东扩建。1、2号机组核岛中心距离250m，主厂房区核岛等主要建（构）筑物基础主要坐落于中~微风化基岩上，核岛地基稳定，其强度和变形均满足核电建设要求。

(2) 开关站

1000kV 开关站、220kV 开关站和网控楼均布置在厂区北侧，采用 GIS 屋内配电形式。主变压器与 1000kV 开关站的连接拟采用 GIL 厂区架空的方式，辅助变与 220kV 开关站的连接采用电缆沟的方式。1000kV 开关站和 220kV 开关站统一规划，全厂共用。

(3) 冷却塔

常规岛循环水系统采用带冷却塔的二次循环冷却方式，每台机组配置一座自然通风冷却塔和一座循环水泵房，共建设 2 座，呈“一”字型布置在主厂房北侧，尽量靠近与其相对应的汽机房，以便循环水管线的布置短捷。核岛厂用水拟采用带机械通风冷却塔的二次循环供水系统，补充水源来自海水淡化水。

(4) 放射性废物处理设施区

放射性废物处理设施区位于 2 号机组主厂房区南侧，与本期工程厂用水泵房和机械通风冷却塔处于同一保护区，一次规划，全厂共用。

(5) 辅助生产设施区

与生产有关、工艺关系密切的厂房靠近主厂房布置，减少管线长度，方便运行管理。除盐水厂房、废水近零排放厂房、综合水泵房和清水池、非放射性生产废水处理厂房等辅助设施布置在厂区西北侧，靠近厂区边界和冷却塔区域，构成相对集中、独立的水处理设施区。在厂区西南侧布置永久仓库、综合检修厂房、模拟体厂房等辅助厂房，集中形成仓储检修区。仓储检修区紧靠主厂房区布置，利于管线衔接短捷、运输方便。

(6) 厂前区及附属建筑区

为满足核电厂生产运行要求，厂前区拟规划综合办公楼、培训中心（含模拟机厂房）、食堂、宣传和接待中心及停车场。厂前区靠近第一进厂道路布置，对外联系方便；同时，通过厂区主干道与主厂房区及辅助设施区相连，便于生产管理。运行和维修技术支持大楼布置在厂前区南侧，与办公区及主厂房之间的联系方便。警卫营房及消防站布置在第二进厂道路东侧。应急指挥中心位于厂区西南侧，环境监测站位于厂区外。

(7) 施工力能

施工变电站布置在开关站区东北角,施工用水处理厂和施工供热站布置在厂区东南侧,位于模块拼装场地南侧;施工力能设施均靠近厂区边缘布置,全厂共用。

(8) 厂内道路

厂内道路根据使用要求分为主干道、次干道、支道、车间引道和人行道。根据设备运输要求,路面结构分为重型路和轻型路两种,运输大型设备必须走重型路。

主干道为连接厂区主要出入口的道路,或交通运输繁忙的全厂性主要道路及大件设备运输的道路。主厂房四周环形道路、连接控制区和保护区出入口的道路、各功能区之间的连接道路为主干道。主干道宽度 7~9m,总长度约 10590m。

次干道为连接厂区次要出入口的道路,或厂内车间、仓库、码头等之间运输较繁忙或有特殊需要的道路。各功能区内部的道路、连接应急出入口的道路均按次干道标准设置。次干道宽度 6~7m,总长度约 6320m。

支道为车辆和人行都较少的道路以及消防道路等。在行车和行人较少的区域设置支道,大部分按环形道路设置。支道宽度 3.5~4m,总长度约 850m。

车间引道为车间、仓库等出入口与主、次干道或支道相连接的道路。

厂内道路主要技术标准见表 2.1-3,工程总平面布置图见附图 5-1-2。

表 2.1-3 厂内道路主要技术标准表

路面宽度（m）		主干道	7~9
		次干道	6~7
		支道	3.5~4.0
		车间引道	与车间大门宽度相适应
		人行道	1.5~2.0
转弯半径（m）	最小圆曲线半径	行驶单辆汽车时	不宜小于 15
		行驶拖挂车时	不宜小于 20
	交叉口路面内边缘最小转弯半径	主干道	12
		次干道	9
		支道	6
最大纵坡(%)		主干道	4
		次干道	6
		支道	8
		车间引道	9
计算行车速度(km/h)		主干道、次干道	15
最小视距(m)		停车视距	15
		会车视距	30
		交叉口停车视距	20

(8) 管沟规划布置

根据管线的种类和总平面布置,性质相近、不相互影响的管线采用共沟敷设。

围绕机组主厂房布置了“日”字形地下综合管廊,集中布置大量管线,减少占地。

(9) 厂区绿化

核电厂厂区由于有剂量防护、卫生防火、安全保卫等方面的特殊要求,对厂区绿化的要求不同于一般的电厂,在厂区保护区内一般不进行绿化,在厂前办公区空地及场内主要道路两侧进行绿化,工程绿化面积 9.86hm²。

2.主要建筑物及基础形式

(1) 主厂房区

本区主要建筑物包括反应堆厂房、辅助厂房、附属厂房、放射性废物厂房、柴油发电机厂房、燃油罐区、氮气储气站、高压氢气站、柴油驱动消防泵、厂址废物处理设施、特种汽车库、去污热检修车间、放射源库和电离辐射计量实验室、流出物和放化实验室、保卫控制中心等,其中反应堆厂房、辅助厂房、附属厂房、放射性废物厂房、柴油发电机厂房采用天然地基和筏板基础;氮气储气站、高压氢气站、柴油驱动消防泵、特种汽车库、保卫控制中心等采用天然地基、独立基础;厂址废物处理设施、去污热检修车间、放射源库和电离辐射计量实验室、流出物和放化实验室采用筏板+桩基础形式。

(2) 冷却塔区

本区主要建筑物包括大型冷却塔、循环水泵房、循环水药品储存区、厂用水泵房、机械通风冷却塔及水池,其中大型冷却塔采用环基+天然地基+桩基的基础形式,循环水泵房部分采用天然地基(筏板基础)、部分采用桩基,循环水药品储存区采用天然地基、筏板基础,厂用水泵房、机械通风冷却塔及水池采用天然地基、筏板基础。

(3) 辅助设施区

本区主要建筑物包括氢气升压站、运行和维修技术支持大楼、永久仓库 A\B 级库、永久仓库 C 级库、综合检修厂房、模拟体厂房等,均采用天然地基、独立基础。

(4) 厂前办公区

本区建筑物包括综合办公楼、培训中心、食堂、移动泵和移动电源储存间、公安保卫楼等,其中办公楼、培训中心和应急中心采用桩基础,其余采用天然地基、独立基础。

(5) 电气设施

本区包括 1000kV 开关站、220kV 开关站、变压器区域构筑物等,均采用天然地基。本项目主要建、构筑物子项组成详见表 2.1-4。

表 2.1-4 主要建筑物基础形式一览表

子项代码	名称	基础形式	配置
01	开关站和变电所		-
015	变压器区域构筑物	钢筋混凝土条形基础、钢筋混凝土箱型基础	单堆设置
03	化学、燃料、气体处理和贮存		-
031	化学品库	/	全厂共用
033	制氢站及氢气升压站	钢筋混凝土独立基础	全厂共用
034	事故放油池	钢筋混凝土箱型结构	单堆设置
036	高压氢气储气站	柱下独立基础	单堆设置
039	气体厂房	柱下独立基础	单堆设置
04	不同规格的电缆沟/架空线		-
05	保卫控制中心	柱下独立基础 钢筋混凝土条形基础	全厂共用
09	办证中心、出入口、警卫室		-
091	控制区出入口及办证中心	柱下独立基础	全厂共用
092	主厂区保护区出入口	柱下独立基础	全厂共用
093	厂用水泵房保护区出入口	柱下独立基础	双堆共用
10	核岛		-
11	反应堆厂房	钢筋混凝土筏板基础	单堆设置
12	辅助厂房	钢筋混凝土筏板基础	单堆设置
13	除盐水储存箱	钢筋混凝土环形基础	单堆设置
14	硼酸贮存箱	钢筋混凝土环形基础	单堆设置
15	非能动安全壳冷却辅助水箱	钢筋混凝土环形基础	单堆设置
16	凝结水贮箱	钢筋混凝土环形基础	单堆设置
20	汽轮机厂房	钢筋混凝土箱型基础	单堆设置
21	汽轮机厂房第一跨	钢筋混凝土大块式基础	单堆设置
24	汽机厂房辅助跨	钢筋混凝土独立基础	单堆设置
25	辅助锅炉房		全厂共用
26	柴油驱动消防泵房	钢筋混凝土筏板	单堆设置
27	第一消防水箱	钢筋混凝土环形基础	单堆设置
271	消防稳压罐	/	单堆设置
28	第二消防水箱	钢筋混凝土环形基础	单堆设置
29	汽机事故油池	/	单堆设置
30	综合水泵房和清水池	/	双堆共用
31	海水淡化设施（厂外设置）	/	全厂共用
32	除盐水厂房	钢筋混凝土独立基础	双堆共用
36	废水近零排放厂房	/	双堆共用
37	生活污水处理设施	/	双堆共用
38	非放射性生产废水处理厂房	现浇混凝土箱型基础	双堆共用
40	附属厂房	钢筋混凝土筏板基础	单堆设置
41	运行和维修技术支持大楼	/	全厂共用
50	放射性废物厂房	钢筋混凝土筏板基础	单堆设置
51	厂址废物处理设施	/	全厂共用
516	液态流出物储罐区	/	全厂共用
53	去污和热检修车间及特种汽车库	/	全厂共用
56	综合实验室和放射源库	/	全厂共用
60	柴油发电机厂房	钢筋混凝土筏板基础	单堆设置
61	燃油贮存罐	/	单堆设置

2 项目概况

子项代码	名称	基础形式	配置
611	轻水泡沫站	钢筋混凝土独立基础	单堆设置
65	综合办公楼	/	全厂共用
651	培训中心	/	全厂共用
653	食堂	/	全厂共用
655	宣传和接待中心	/	全厂共用
66	永久仓库		-
661	永久仓库 A、B 级库	/	全厂共用
662	永久仓库 C 级库	/	全厂共用
664	一般固体废物库	/	全厂共用
665	非放危险废物库	/	全厂共用
67	检修厂房（永久）		-
671	综合检修厂房	/	全厂共用
673	模拟体厂房	/	全厂共用
69	其他永久性服务设施		-
694	警卫营房	/	全厂共用
695	消防站	/	全厂共用
696	环境监测站	/	全厂共用（厂外设置）
697	气象观测站	/	全厂共用
71	循环水泵房	现浇混凝土箱型基础	单堆设置
72	循环水管	现浇混凝土箱型基础	单堆设置
73	循环水回水沟	现浇混凝土箱型基础	单堆设置
74	循环水加药厂房	钢筋混凝土独立基础	双堆共用
75	厂用水泵房	/	单堆设置
78	机械通风冷却塔及水池	/	单堆设置
79	大型自然通风冷却塔	/	单堆设置
791	溢流池	/	双堆共用

21312.41m²), 具体规格等见表 2.1-5, 平面布置见图 2.1-3。

(2) 厂区内台阶间边坡

厂区竖向采用台阶式布置, 分两个台阶, 其中主厂房区与核安全有关的区域、重件道路及模块拼装场地室外地坪设计标高 40.0m, 其他区域室外地面设计标高为 34.0m, 两个台阶间通过边坡衔接, 坡高 0~6m, 坡率 1:2, 采用里层肋式浆砌片石护坡。具体位置见图 2.1-3。

表 2.1-5 边坡布设位置与特性一览表

边坡位置		最大坡高 (m)	坡率	马道 宽(m)	岩性特征	备注(分 级情况)
挖方边 坡	W3 北侧	0.5	1:1	—	中风化泥质砂岩、强风化石英砂岩	一级
	W2 北侧	5.7	1:1	—	中~微风化石英砂岩	一级
	W2 东侧	13.1	1:1	3	中风化砾岩、中~微风化石英砂岩	分两级
	W2 南侧	4.6	1:1	—	为中~微风化石英砂岩	一级
	W1 北侧	17.9	1:1	3	中风化砾岩、中~微风化石英砂岩	分两级
	W1 东侧	17.0	1:1	3	中~微风化砾岩、中~微风化石英砂岩	分两级
	W1 南侧	11.5	1:1	3	中风化砾岩, 中风化石英砂岩, 微风化安山玢岩, 微风化石英砂岩	分两级
	W4 南侧	5.1	1:1	—	~中风化石英砂岩, 微风化石英砂岩, 微风化泥质砂岩	一级
填方边 坡	T1 南侧	2.3	1:1.75	—	—	一级
	T1 西侧	16.2	1:1.75	3	—	分二级
	T1 北侧	15.5	1:1.75	3	—	分二级
	T1 东侧	8.0	1:1.75	—	—	一级
	T2 南侧	6.7	1:1.75	—	—	一级
厂区内 部台阶 间边坡	厂区内 部 34m 与 40m 高程 衔接处	6	1:2.0	—	—	一级

2.1.2.2 厂外附属设施

厂外附属设施主要包括气象观测站、消防站和武警营房等，总占地 4.07hm²。核电厂辐射环境现场监督站布置在厂址烟羽应急计划区边界外；现场服务区依托厂区附近的高格庄镇布置，职工生活区位于莱阳市市区；警卫营房、消防站等布置在第二进厂道路东侧；气象站和环境实验室等布设在厂区北侧。

2.1.2.3 厂外道路

本工程建设的厂外道路包括第一进厂道路、第二进厂道路、连接道路（大件道路）。第一进厂道路位于核电厂西侧，东西走向，是核电厂进出的重要通道。第二进厂道路位于核电厂南侧，南北走向，是核电厂进出的重要备用通道。大、重件设备优先通过水路运输至海阳核电大件码头（已建成），大件设备通过水路运至大件码头上岸后，通过连接道路（大件道路）运送至项目核电厂区。

1. 第一进厂道路

第一进厂道路位于厂区西侧，为新建公路，路线起点位于 S209，起点桩号 K0+000，路线向东延伸，终点止于核电厂厂区西门，终点桩号 K1+113.146，路线全长为 1.113km。路堤坡脚或排水沟外缘 1m、桥梁上部构造水平投影线以内为用地范围，占地 5.41hm²。道路采用沥青混凝土路面，全线共设钢筋混凝土盖板涵 5 道，钢筋混凝土圆管涵 3 道。

（1）设计标准

采用设计速度 60km/h 的双向四车道二级公路标准，路面设计荷载（标准轴载 KN）为 BZZ-100，路拱横坡为 2%。

（2）路线平纵线型设计

参照二级公路的技术标准，道路平、纵面线形指标如下：

1) 平面线型：与 S209 一致。

2) 纵面线型：为了使厂区道路与 S209 连接，道路纵坡 2.67%。

（3）路基路面设计

第一进厂道路采用二级公路标准，路基全宽 35.5m，设计速度 60Km/h，双向四车道。路基横断面：5.0m（绿化带）+2.0m（人行道）+3.5m（硬路肩兼停车位）+3.5m（行车道）+3.5m（行车道）+0.5m（双黄线）+3.5m（行车道）+3.5m（行车道）+3.5m（硬路肩兼停车位）+2.0m（人行道）+5.0m（绿化带）=35.5m。路拱横坡不设超高路段路面横坡采用 2.0%，土路肩横坡采用 3.0%，超高值按 60km/h 的设计速度计算取值，最大超高按 4%控制。

+3.5m（行车道）+3.5m（行车道）+1.0m（硬路肩）+1.5m（土路肩）=12.0m。路面横坡 2%，路肩横坡 3%，超高值按 60km/h 的设计速度计算取值，最大超高按 4%控制。

（4）排水设计

1）路基排水

路基排水包括边沟、排水沟和急流槽等，全线路堤设梯形排水沟，挖方路段设置矩形边沟。排水沟与边沟坡度设置与路线纵坡一致，路堑边沟汇集路面水、上边坡的边坡流水，其汇水经急流槽流至排水沟、涵洞或人工、自然沟渠。地下水位较高、裂隙水发育或土基含水量较大的挖方路段，需在边沟下设置碎石盲沟。碎石盲沟汇集路面或上边坡渗水，然后纵向排入路堑边沟与路堤边沟连接的急流槽。

2）路面排水

填方路段及超高路段曲线内侧采用集中排水方式，硬路肩外侧设置立缘石，纵向每隔 25m 设一处开口，通过急流槽将路面水排至路侧排水沟内，在凹曲线底部需加密急流槽。当纵坡小于等于 0.3%时，采用分散排水方式，硬路肩外侧设置平缘石，土路肩采用硬化加固处理。挖方段采用分散排水方式，硬路肩外侧设置平缘石，土路肩采用硬化加固处理。路面水通过硬路肩漫流至边沟。

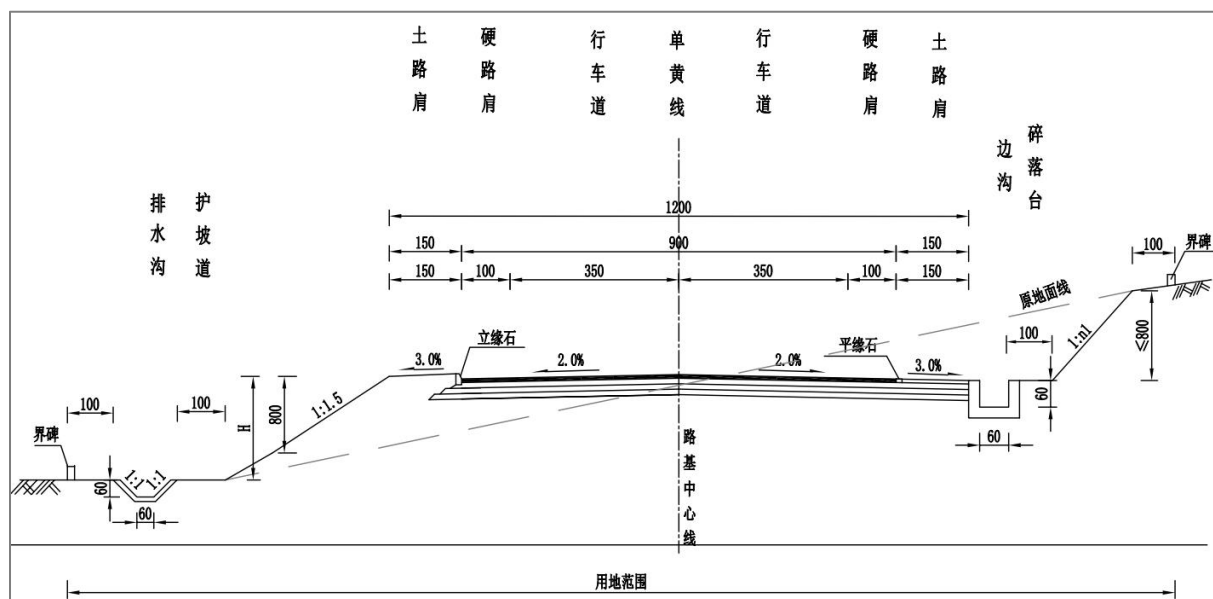


图 2.1-5 第二进厂道路横断面布置图

表 2.1-6-2

第二进厂道路主要技术指标表

公路等级	二级公路
设计速度 (Km/h)	60
车道数	2
路基宽度 (m)	12.0
行车道宽度 (m)	3.5
极限最小平曲线半径 (m)	135
不设超高平曲线半径 (m)	1500
回旋线最小长度 (m)	50
最大纵坡 (%)	5
最小坡长 (m)	150
停车视距 (m)	75
路基防洪频率	1/100
载荷等级	公路-I 级
桥涵设计洪水频率	1/100
地表动峰值加速度	0.05g
地震烈度	VI 度
交通工程及沿线设施等级	B

3.连接道路（大件道路）

连接道路与第二进厂道路衔接，承担大件设备运输。工程建设和运营期间，不定期由海阳电厂运送大件设备至莱阳核电厂，运输线路为 S202-S209—连接道路—进厂道路。

连接道路（大件道路）采用二级公路标准，设计速度 60km/h，双向两车道，路基宽度 12m。路线起点位于 S209，起点桩号 K0+000。路线向东延伸，在西薛村西侧与 X072 相交，终点桩号 K6+793.930，路线全长 8.794km，其中改建部分 2.300km，新建部分为 6.494km，总占地 22.34hm²。全线新建大中桥 2 座（322m），小桥 4 座（92m），钢筋混凝土盖板涵 18 道，钢筋混凝土圆管涵 1 道。

（1）改建部分道路现状

连接道路（大件道路）利用 Y025 段落为 S209~东马家泊村段，长度约 2.3km，连接道路改扩建部分现状见图 2.1-6。

连接道路（大件道路）采用二级公路标准。

表 2.1-7 厂外道路主要技术指标表

公路等级	二级公路
设计速度 (Km/h)	60
车道数	2
路基宽度 (m)	24.3/12
行车道宽度 (m)	3.5
极限最小平曲线半径 (m)	135
不设超高平曲线半径 (m)	1500
回旋线最小长度 (m)	50
最大纵坡 (%)	6
最小坡长 (m)	150
停车视距 (m)	75
路基防洪频率	1/100
载荷等级	公路-I 级 (考虑特殊荷载)
桥涵设计洪水频率	1/100
地表动峰值加速度	0.05g
地震烈度	VI 度
交通工程及沿线设施等级	B

(3) 路基路面设计

连接道路（大件道路）路基全宽 12m，设计速度 60Km/h，双向两车道。路基横断面：0.5m（土路肩）+2.0m（硬路肩）+3.5m（行车道）+3.5m（行车道）+2.0m（硬路肩）+0.5m（土路肩）=12.0m。路拱横坡不设超高路段路面横坡采用 2.0%，土路肩横坡采用 3.0%，超高值按 60km/h 的设计速度计算取值，最大超高按 4%控制。护坡道宽度 1.0 m，路堤坡脚或排水沟外缘 1m。

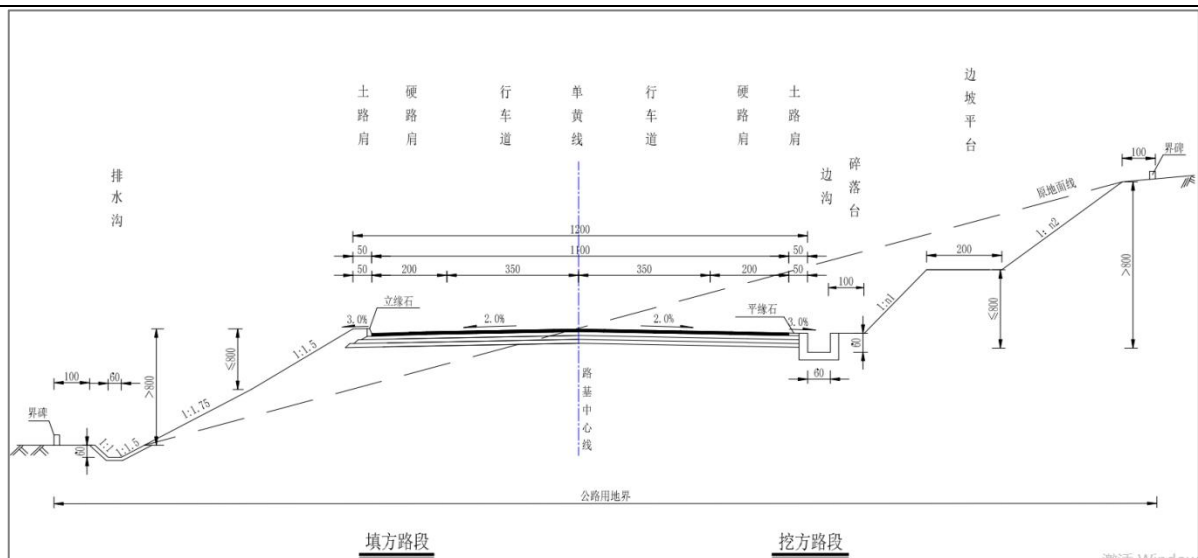


图 2.1-7 新建路段横断面布置图

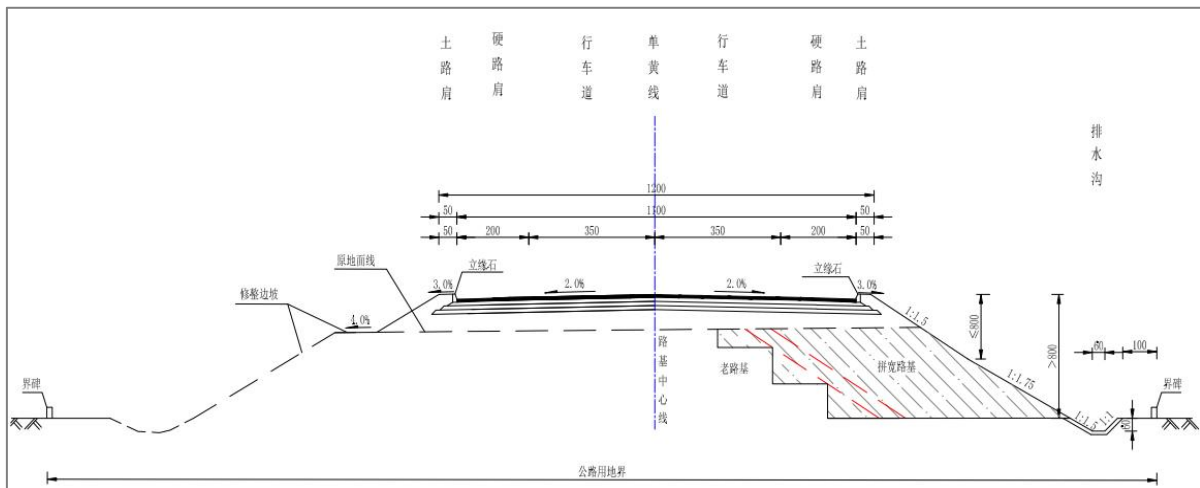


图 2.1-8 利用老路路基拼宽路段横断面布置图

(4) 路基、路面排水

1) 路基排水

路基排水包括边沟、排水沟和急流槽等，全线路堤设梯形排水沟。排水沟与边沟坡度设置与路线纵坡一致。路堑边沟汇集路面水、上边坡的边坡流水，其汇水经急流槽流至排水沟、涵洞或人工、自然沟渠内。对于地下水位较高、裂隙水发育或土基含水量较大的挖方路段，需在边沟下设置碎石盲沟。碎石盲沟汇集路面或上边坡渗水，然后纵向排入路堑边沟与路堤边沟连接的急流槽中。

2) 路面排水

填方路段及超高路段曲线内侧采用集中排水方式，硬路肩外侧设置立缘石，纵向每隔 25m 设开口，通过急流槽将路面水排至路侧排水沟内，在凹曲线底部需加密急流槽。当纵坡小于等于 0.3% 时，采用分散排水方式，硬路肩外侧设置平缘石，土路肩采用硬化加固处理。挖方段采用分散排水方式，硬路肩外侧设置平缘石，土路肩采用硬化加固

处理，路面水通过硬路肩漫流至边沟。

(5) 桥梁、涵洞

全线大桥共计 1 座，中桥 1 座，小桥共计 4 座，涵洞共计 19 道。

1) 五龙河大桥

道路跨越五龙河，桥位河水断面宽约 150m。拟建 $9 \times 30\text{m}$ 大桥 1 座，桥长 277m，桥宽 12.0m，上部结构采用装配式预应力混凝土小箱梁；下部结构桥墩采用柱式墩、桩基础，桥台采用肋板台，桩基础。

2) 金水河中桥

道路跨越金水河，桥位处河道断面宽约 22m，河道与路线右侧交角为 130° ，河道内常年流水，水深约 2.0m。拟建为 3-13m 中桥，桥长 45m，桥宽 12.0m，上部结构采用装配式预应力混凝土空心板；下部结构桥墩采用柱式墩、桩基础，桥台采用柱式台。

3) 小桥

新建小桥 4 座。小桥结构形式上部构造采用预应力混凝土空心板，预制安装施工，下部结构采用柱式墩、桩柱式台、肋板式台或者 U 台、基础根据地质资料采用扩大基础。

(6) 防洪影响处理工程

连接道路（大件道路）防洪影响工程包括大桥 1 座、中桥 1 座、小桥 4 座，其中大桥和中桥桥墩采用双壁钢围堰的施工工艺；小桥桥台基础采用扩大基础的施工工艺，涉及挖方 0.04 万 m^3 ，主要用于自身桥台基槽和路基回填。

表 2.1-8 小桥布设一览表

序号	中心桩号	新建桥梁结构					
		孔数×跨径	桥长 (m)	桥宽 (m)	类型	桥台	桥台基础
1	K0+403.000	1×10	20	12	预应力混凝土空心板	U 台	扩大基础
2	K1+415.000	1×10	20	12	预应力混凝土空心板	U 台	扩大基础
3	K6+860.000	1×16	26	12	预应力混凝土空心板	U 台	扩大基础
4	K7+687.000	1×16	26	12	预应力混凝土空心板	U 台	扩大基础

4) 涵洞

根据路线地质、泄洪排水及排灌要求，选用钢筋混凝土盖板涵和圆管涵两种涵洞形式，部分涵洞兼作通道及保护涵，全线共设涵洞 19 道。

(6) 路线交叉

全线共设置平面交叉 89 处，其中与二级公路交叉 2 处，三级公路交叉 2 处，其余均为等外路。

2.1.2.4 厂外取排水工程

厂外取排水工程包括海水淡化厂、取排水口、陆域取排水管线和海域取排水管线等。其中，陆域取排水管线和海域取排水管线建成后为 6 台机组共用。

1. 海水淡化厂

核电厂所需生产生活淡水均由新建海水淡化厂提供。海水淡化厂位于莱阳市羊郡镇，五龙河北岸，紧邻丁字湾，规划建设规模 57.6 万吨/日，一次规划分期建设，一期建设 19.2 万吨/日，占地 11.67hm²，总建筑面积约 99220m²，一期绿化面积 5200m²。

(1) 工艺与设备

本工程海水淡化工艺采用膜法海淡工艺，主要设备主要包括浮滤一体化装置，超滤装置，海水反渗透装置、淡水反渗透装置等。

(2) 平面布置

海水淡化厂新建建构物包括化学建筑物、水工建筑物、机务建筑物、辅助附属建筑物等。其中，化学建筑物包括海水淡化厂房、超滤间、超滤水泵间、杀菌加药厂房、脱水机楼、气浮过滤一体化装置楼，水工建筑物主要为取水泵间，机务建筑物包括中继泵站、海水加热厂房，电气建筑物包括网控楼、110kV GIS 配电装置室，辅助附属建筑物主要是综合服务楼等。

海水淡化设施区自西向东依次布置海水淡化厂房、超滤水箱、废水收集池、超滤间、清水池、污泥池等设施。海水淡化设施采用南北向并联布置方式，一期海水淡化设施布置在厂区南部，向北扩建。取水泵房、变压器区域及厂前区由西向东依次布置在海水淡化设施区南侧。厂内设置环形消防通道，道路宽度为 6m，满足海水淡化运输需求。

厂区设有 2 个出入口，主出入口布置在厂区南侧，向西引接至现有低等级道路，再通过改建现有道路向北引接至西北侧 X064；货运出入口布置在厂区西北侧，向东引接至现有低等级道路，再通过改建现有道路向北引接至市政道路。

(3) 地基与基础形式

本工程主要建（构）筑物持力层可采用中风化砂岩，采用天然地基，主要建（构）筑物基础形式采用钢筋混凝土独立基础或条形基础。

表 2.1-9

海水淡化厂主要技术指标

项目组成		主要技术指标	
		建设项目	占地面积 (hm ²)
海水淡化厂	海水淡化装置	厂区北部, 由西向东依次布置海水淡化厂房、超滤水箱、废水收集池、超滤间、清水池、污泥池等设施	6.24
	配电装置区	厂区南部, 包含 110kV GIS 配电装置室、网控楼、变压器及区域围栅等	1.00
	取水泵房	厂区西南部, 设置取水泵房一座, 共配置 8 台混流泵 (六用二备), 流道上依次布置钢闸门、拦污栅清污机、旋转滤网等设施	0.92
	厂前区	厂区东南部, 设置综合楼一座及停车场	0.88
	加热厂房区	取水泵房西北侧、海水淡化装置区西南侧, 设置海水原水加热厂房一座	0.61
	厂内其他配套设施	包含调节水池及生活污水处理设施	0.70
	其他设施	边坡、挡墙及防洪等设施	1.32

(4) 竖向布置

海水淡化厂厂址场地较平坦, 自然地面标高 5~25m。厂区采用平坡式布置, 建(构)筑物设计标高 13.2~13.54m, 厂内道路设计标高 13.0m。

(5) 运行期用电线路

海淡厂区内设 110kV 变电站一座, 110kV 电源由核电厂内引接双路, 每路电源容量为远期 6 台机海淡全部负荷容量。核电厂至海淡厂房之间采用 110kV 架空线连接, 线路长度 20.05km, 新建铁塔 80 基, 工程总占地约 9.54hm², 其中铁塔塔基占地 0.59hm² (铁塔塔基), 牵张场、泥浆沉淀池等施工生产区等占地 8.95hm²。塔基施工采取灌注桩基础钻孔灌注桩基础施工工艺, 每组塔基设泥浆沉淀池 1 处 (5m × 5m × 1m)。

2. 取排水管线

(1) 陆域取水管线

陆域取排水管线全部位于莱阳市, 取排水管线并排布置, 出核电厂区后向东南穿越五龙河至胡城村南, 向东南穿过威青高速至海边接入海水淡化厂, 管线全长约 20.7km, 管线中间布设中继泵站 1 座、阀门井 3 座、联络阀门井 4 座、排气井 8 座、放水井 7 座、集液井 18 座, 管线跨越五龙河 1 处 (管桥), 威青高速 1 处 (顶管), 省道 1 处 (顶管), 总占地 97.32hm², 其中永久占地 1.07hm²。

陆域取水管道为两根 DN1200 涂塑钢管, 排水管道采用 2 × DN200 的管中管, 取排水管道同槽直埋敷设, 管顶最小覆土 1.5m, 内管玻璃钢材质, 外管球墨铸铁, 内外管间设渗漏监测, 外管设集液井。施工时管槽顶宽 17.75m, 堆土宽度 17.75m, 施工道路宽度 7m, 道路与堆土间预留 4m 间隙, 管线开挖时临时作业宽度 46.5m。中继泵站内设补

水二级升压泵站 1 座，海淡加热管道中继泵站 1 座，总占地宽度约 120m，长度约 70m，面积约 8400m²，位于西薛村西南侧。取排水管线布置图见图 2.1-10，管线断面图见图 2.1-11，管线开挖作业见图 2.1-12，中继泵站平面布置图见图 2.1-13。

（2）海域取排水管线

1）取排水口

取水口位于海水淡化厂南侧养殖区南丁字湾 9m 深槽内，排水口位于养殖区东南 6m 深槽内，取排水口直线距离约 2km。取排水管线沿养殖区中间通道敷设，宽度约 60m。

取水口采用取水头部+引水暗涵方案。引水暗涵采用 2 根直径为 2.20m 的钢筋混凝土管（玻璃钢内衬），单根引水暗涵长度约 3.9km，正常运行引水流速 2.21m/s（一期工程流速 0.74 m/s）。一次建设 2 个取水头部和 2 根引水暗涵，每个取水头部及暗涵过流能力按 11.75m³/s 设计。在 -9 ~ -10m 等深线处设 2 只直径 12.00m 的圆形取水头部，采用淹没式侧面进水窗四周进水形式，进水口上槛标高 -5.30m，在 P=99% 低潮位 -3.36m 以下 2.37m，底槛标高 -6.80m 在海底 -9 ~ -10mm 以上 -2.2-3.2m，取水头部进水口格栅采用双相不锈钢拦污栅，栅条间距为 200mm。

排水暗涵采用 1 根直径 2.6m 的钢筋混凝土管（玻璃钢内衬），长度约 5.43km。正常运行排水流速 2.04m/s（一期工程流速 0.68 m/s）。为便于浓盐水稀释扩散，采用多点排水方式，每根排水暗涵末端设置 6 个排水头，排水窗口直径 2.0m，头部连接管直径 1.2m，排水口正常运行流速 0.32m/s（一期工程流速 0.11m/s）。排水头布置在海域 -5.5 ~ -6.0m 等深线处，采用淹没式侧面出水窗四周出水形式，排水口上槛标高 -3.30m，在平均低潮位 -1.23m 以下 2.07m，底槛标高 -4.50m，在海底 -5.5 ~ -6.0m 以上 1.0 ~ 1.5m，排水头部出水口格栅采用双相不锈钢拦污栅，栅条间距为 200mm。

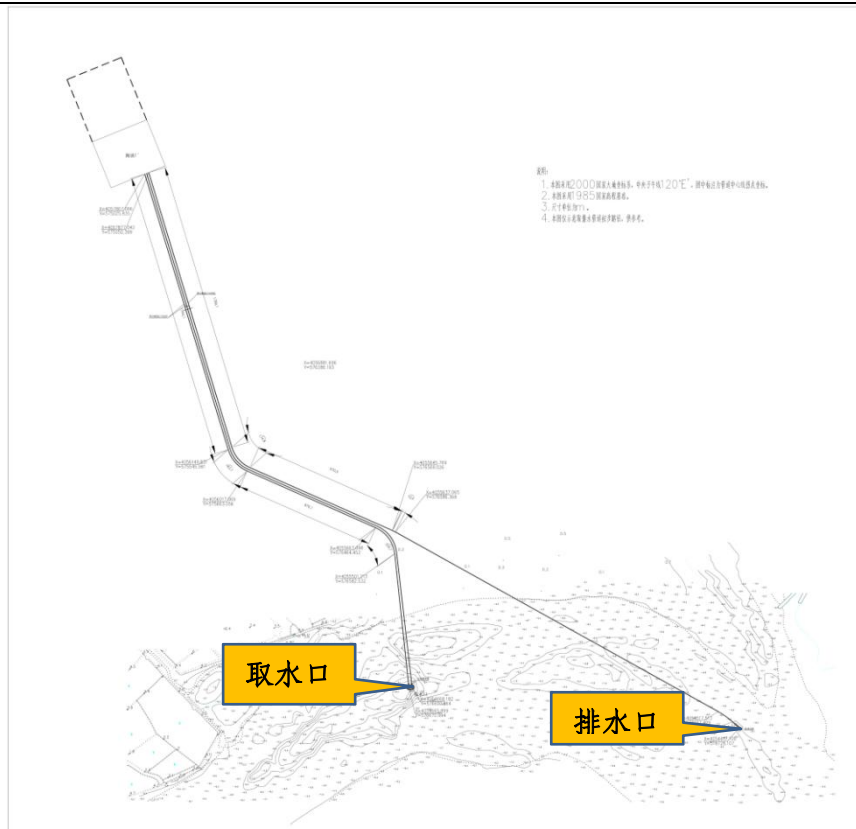


图 2.1-9 取排水口平面布置图

2) 海域取排水管线

① 海域取水管道

海域取水管道布设 2 条，单根长 3900m，盾构外径 3.1m，管片壁厚 0.25m，盾构法施工，盾构内径 2.6m，内衬玻璃钢管，玻璃钢管内径 2.2m，玻璃钢与管片之间缝隙采用细石混凝土灌浆填充，玻璃钢管通过轨道，电瓶小车配合台车洞内运输及安装。

取水管道采用 2 台复合式泥水平衡盾构，自陆域泵房前池处（位于海水淡化厂内）依次始发向取水头处掘进，掘进至取水头部施工围堰内吊出盾构机，玻璃钢管通过轨道，电瓶小车配合台车洞内运输及安装，玻璃钢与管片之间缝隙采用细石混凝土灌浆填充。

② 海域排水管道

海域布置 1 条排水管道，长 5430m，盾构外径 3.5m，管片壁厚 0.25m，盾构内径 3.0m，内衬玻璃钢管，玻璃钢管内径 2.6m，玻璃钢内衬与盾构管片之间采用细石混凝土灌浆填充。

2.1.2.5 厂区防洪与给排水

1. 核电厂区

(1) 厂区防洪

厂址设计基准洪水位 25.93m，在满足厂址防洪、核岛安全地基要求的条件下，结合土石方平衡等，主厂房区与核安全有关的区域、重件道路及模块拼装场地室外地坪设计标高 40.0m，其他区域室外地面设计标高 34.0m。

厂址区域地势东高西低，沿场地四周边坡上下部设置截排洪沟，雨洪排出口采用阶梯式消能、喇叭口和消力池结合消力墩和尾坎的消能方式，使雨洪排水口尽可能均流，然后与现状排水沟衔接，雨水最终排入五龙河。目前已取得莱阳市水务局出具的具体同意该雨水排放方式的函，见附件 4。

1) 防洪标准

核电厂区主厂房区域防洪标准采用 1000 年一遇，生产区域 100 年一遇，厂前区、其它非生产区域 10 年一遇标准。

2) 设计参数

各区域雨水排水工程洪峰流量公式：

$$Q = 0.278i_k F \psi \text{ (m}^3/\text{s)}$$

式中，0.278—系数；

i_k —降雨历时对应的强度 (mm/h)；

F —汇流面积 (km²)；

ψ —综合径流系数。

结合上述设计标准，将厂址区域划分为 5 个汇水区域，厂区雨水排放规划见图 2.1-14-1。汇水区域设计雨水排放资料表见表 2.1-10。

表 2.1-10 设计雨水排放资料表

汇水区域编号	汇水区域	汇水面积 (km ²)	设计重现期	设计流量 (m ³ /s)
A	主厂区	0.20	千年一遇	21.3
B	水处理设施区及仓储区域	0.32	百年一遇	24.9
C	开关站区 2#冷却塔区	0.27	百年一遇	20.3
D	1#冷却塔区	0.06	百年一遇	4.3
E	CV 拼装场地	0.33	百年一遇	21.8

3) 排水方案设计

厂址周边按千年一遇设计标准设置截排水沟，其它区域设置管涵收集雨水。结合场

地内部永久雨水管网系统规划，场平期在靠近边坡区域预留接口用于后续永久管线排水及施工期临时排水接入。场平后，场地雨水通过设置的临时排水沟排向厂区周边预留接口及截水沟，或依靠地面坡度自然排向厂区截排水沟，雨洪排出口采用阶梯式消能、喇叭口和消力池结合消力墩和尾坎的消能方式，使雨洪排水口尽可能均流，同时降低雨洪排出口流速至 1.00m/s 以下，然后与现状排水沟衔接。厂址高边坡坡脚设置永久排水沟收集坡面汇水排向最终排放口，坡顶设置临时排水沟，用于收集场地内汇水排向最终排放口，穿边坡后设置台阶式效能措施，末端设置消力池和沉沙设施，顺接至现状沟道，雨水收集与排放示意图见图 2.1-14-1，设计图见附图 8-1-1。场地排水出口排放能力设计兼顾厂址建成后永久雨水排放系统，排放口示意图见图 3.1-11，排放口资料见表 3.1-8。

一期工程建成后，其内部主要通过沿道路布设的雨水管涵和雨水井组成的排水系统排水。雨水汇集到雨水井后，通过 DN1000~DN3000 的雨水管涵穿边坡后分别汇集到厂区四周排水沟。穿厂区高边坡时采用阶梯式消能，排出口采用喇叭口和消力池并结合消力墩和尾坎的消能方式，使雨洪排水口尽可能均流，同时减低雨洪排水口流速，流速控制在 1.00m/s 以下与地方排水沟平顺衔接。

P1 和 P2 排水口接入厂区北侧自然排水沟，该两个自然排水沟沿自然地形向北流入五龙河，P3 排水口接入厂区南侧自然排水沟，该自然排水沟沿自然地形向南侧最终流入五龙河。3 个自然排水沟断面与厂区雨洪排水口衔接处根据排水口断面做适应性调整，以减少大流量雨水对自然排水沟的冲击。

表 2.1-11 雨水排放资料表

排放点	排放口编号	汇水区域	汇水面积 (km^2)	设计流量 (m^3/s)	断面尺寸
西北角自然冲沟	P1	主厂区、水处理设施区、仓储区域、1#冷却塔区	0.58	50.5	10.0m (宽) × 2.0m (深)
北侧自然冲沟	P2	2#冷却塔区、开关站区	0.27	20.3	10.0m (宽) × 2.0m (深)
南侧自然冲沟	P3	CV 拼装场地	0.33	21.8	6.0(宽) × 2.0m(深)

海水淡化水，一机配一座自然通风冷却塔和一座循环水泵房，丁字湾内海水经海水淡化厂处理后通过取水管道至厂区，管道长 20.7km。核岛厂用水拟采用带机械通风冷却塔的淡水二次循环供水系统，其补给水采用海水淡化水。为保证厂用水安全，常规岛循环水蓄水池满足核岛厂用水系统 15 天的补水需求。供排水流程详见图 2.1.5-1。

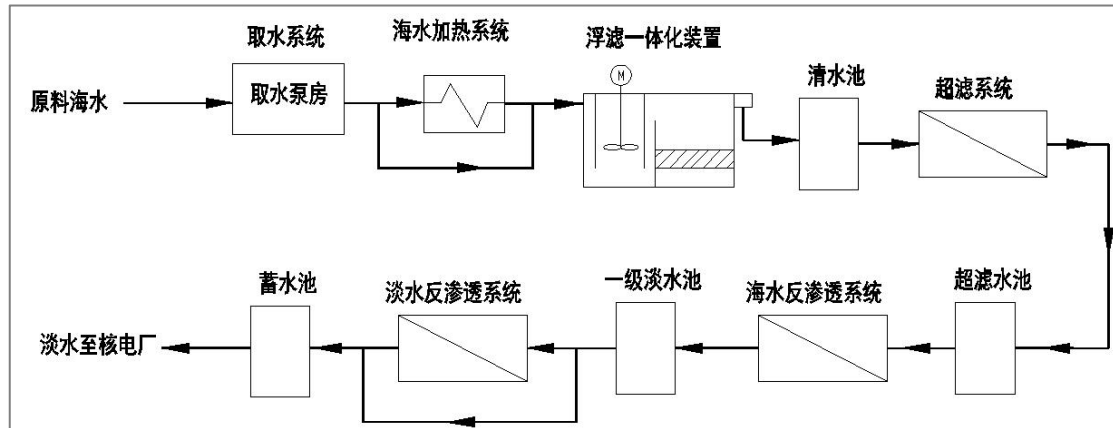


图 2.1-14-2 供排流程图

(3) 污水及雨水排水系统

1) 污水排水及处理

核电厂污水排水包括施工期污水排水和运行期的污水排水。

① 施工期排水方案

施工期排水主要包括生活污水、生产废水。

施工生产用水主要用于消耗和重复利用。石料加工场及冲洗机具排水经过沟渠进入沉淀池，经过二级沉淀后复用。施工期生活污水最大日产量为 $1557\text{m}^3/\text{d}$ 。施工期间生活污水通过相应污水管网汇集至生活污水处理站，经生化处理和深度处理达标后，用于施工场地降尘和洗车等。

② 运行期排水方案

生活污水主要为主厂房、集中控制楼及辅助、附属建筑物等卫生间排水和厂区食堂的生活污水排水，正常运行期生活污水最大日产量为 $437\text{m}^3/\text{d}$ 。运行期间生活污水通过污水管网汇集至厂区生活污水处理站，经处理达标后回用于车辆冲洗、绿化、道路清扫。生活污水处理站设计规模 $1500\text{m}^3/\text{d}$ 。

2) 雨水排水、清洁工业排水处理

运行期间厂区雨水经管网和雨水井收集，然后汇集于截排洪沟。

2. 海水淡化厂

1) 厂区防洪与排水

厂区内场地较平坦、开阔，自然地面标高在海拔高度 5~25m，厂区采用平坡式布置方式，场地平整标高为海拔 14m。雨水通过道路汇集后排入厂区雨水管网，最终通过管线排入市政雨水管网。

2) 污水收集与排放

海水淡化厂采用分流制排水系统，按照“清污分流”、“一水多用”的原则对污废水分类收集、处理并回用。生活污水主要是各建筑物内卫生间冲洗水、食堂等处的排水。生活污水、经过隔油池简单处理后的厨房污水，经厂内生活污水管网收集至生活污水处理设施，处理达标后回用于厂区绿地和道路浇洒。本工程设置 2 座 2000m³ 的废水收集池，收集海淡系统浓盐水，包括海水反渗透浓水和超滤的化学清洗水，并设置了酸碱中和系统，中和达标后通过海域排水暗涵排入海洋。除盐分外，无其它明显的化学污染物，不会对海域的水质造成明显的影响。

2.1.2.6 通信系统

厂区通信系统由厂内通信系统和厂外通信系统组成。

厂外通信系统在应急状态下，必须保证主控室操作员、远程停堆站操作员或其他特定人员与外界应急机构的通信。

厂内通信系统设置以下系统：行政电话系统、安全电话系统、电力调度电话系统、对讲电话系统、声力电话系统、广播扩声系统、时钟系统、综合布线系统、无线通信网络系统、通信设备监控系统、卫星电话系统、视频会议系统及工业电视系统。以上各系统均可满足今后核电厂的扩容需求。

2.1.2.7 项目内外交通

核电厂址半径 15km 范围内有乡道、县道以及省道、国道、高速公路等各级公路。其中威青高速从厂址 SSE 方位约 11km 处穿过、龙青高速公路从厂址 W 侧约 13km 处穿过。威青高速在穴坊镇设有上下口，龙青高速公路在团旺镇设有上下口。厂址西侧有南北向的省道 S209（二级公路）通过，厂址南北两侧有东西向的乡道 Y025 通过（北侧的乡道 Y025 规划扩建为二级公路）。

海水淡化厂厂内设置环形通道，各建筑物之间设置行车道及人行道，厂内主干道路面宽为 6m，次要道路面宽为 4m。进厂道路向西引接至现有低等级道路，再向北接入西北侧 X064。

3. 厂外取排水管线

(1) 陆域取排水管线

陆域取排水管线全长 20.7km，施工时管槽顶宽 17.75m，堆土宽度 17.75m，施工道路宽度 7.0m，道路与堆土间预留 4m 间隙，管线开挖时作业宽度 46.5m，施工机具、管材堆放、开挖土方堆存等沿管线布置，完全满足工程施工需要，不单独设置施工生产区。

(2) 海水淡化厂

充分结合海水淡化厂施工时序，将施工生产区布设在工程南侧永久占地范围内，不新增临时占地，面积 2.37hm²。施工生活区与主体工程统一考虑，不单独设置。

4. 施工用水和用电管线

(1) 施工用水

本工程以五龙河地表水作为施工水源，取水口附近新建补充水泵站 1 座（尺寸：13.5m×7.4m），河水加压后经 2 条 DN250 钢骨架复合管输送至电厂。在取水泵站附近新设一处施工生产区，作为施工材料和机具堆放场地，面积 0.5hm²；管线沟槽底部的开挖宽度 1300mm，施工时在开挖面两侧各外延 3m 作为开挖土方堆存、施工道路、机具堆存等使用，完全满足需求，不另设施工生产区。

(2) 施工用电

施工用电（110kV）接自 220kV 五龙站，新建单回路角钢塔 36 基，牵张场 3 处。牵张场施工采用彩条布结合钢板防护，跨越施工区主要以搭建脚手架作业为主，上述区域对地表扰动较轻。牵张场、塔基泥浆沉淀池等施工生产区等占地 3.73hm²。

5. 骨料加工场地

本项目可研阶段开展了天然建筑材料勘察专题，拟从东梁子口矿区购买成品机制砂和碎石作为建筑用混凝土骨料，原岩破碎成骨料由矿区负责，骨料运送至厂区后在厂区永久用地范围内制备混凝土。矿区位于莱阳市姜疃镇东梁子口村东北 1km 处，开采矿种为建筑用大理岩，矿区距离厂址约 12.6km，预计储量约 430 万 m³。

表 2.2-1 施工生产区布设情况表

名称	布设位置	占地面积 (hm^2)	占地 性质	备注
核电厂区 施工生产区	厂区内模块拼装场地	9.34	永久	已含在用地预审范围内
	东团旺村东侧	5.73	临时	城镇用地
	西团旺后村西侧	4.40	临时	城镇用地
	场平施工准备区	4.07	永久	已含在用地预审范围内
第一进厂道路 施工生产区	红线内	(1.50)	临时	设计路基宽度 33.5m, 占地红线宽度 33.5~137.1m, 满足需要
第二进厂道路 施工生产区	红线内	(1.0)	临时	设计路基宽度 12.0m, 占地红线宽度 73.0m, 满足需要
连接道路 施工生产区	新建五龙河大桥和金水河桥附近, 各 2 处	6.50	临时	施工机具、材料等放置场所
海水淡化厂 施工生产区	红线内	2.37	永久	施工机具、材料等放置场所
陆域取排水管线 施工区	沿线管线沿线	(59.51)	临时	充分利用沿线管线开挖作业带, 满足需要, 不额外新增
海域取排水管线 施工生产区	一期空地	(2.37)	临时	结合施工时序, 布设于海淡厂南侧, 不额外新增
施工用水 施工生产区	取水泵站附近	0.5	临时	管线施工依托开挖作业区, 不额外新增
施工用电 施工生产区	塔基四周及牵张场	3.73	临时	除泥浆沉淀池, 塔基四周及牵张场充分利用彩条布结合钢板防护, 对地表扰动较轻微

2.2.1.2 临时堆土设置

本项目涉及临时堆土区主要包括核电厂区、厂外道路区、厂外区排水管线和海水淡化厂所涉及的临时堆土存放区域。核电厂区与海水淡化厂土方转运与堆堆存示意图见图 2.1-15-4, 设计图见附图 6-1 和 6-4-1。

1. 核电厂区

(1) 表土临时转运场

场平前, 首先对厂址范围内和厂外道路等可剥离表土进行剥离, 其中厂址区表土剥离量 16.01 万 m^3 、厂外道路表土剥离量 3.36 万 m^3 、厂外附属设施区表土剥离量 1.22 万 m^3 , 上述表土总计 20.59 万 m^3 , 堆存至厂区西南侧 T2 和 T3 区域 (即 T2 和 T3 填方区域, 见图 2.1-15-4, 具体参数 2.4 土方平衡章节), 堆土采用棱台式堆存, 堆放边坡比 1:1.8, 堆存高度 5.0m, 该临时转运场占地约 6.0 hm^2 。

(2) 表土堆存场

场平结束后, 1.88 万 m^3 表土用于围墙外侧方格型浆砌块石植草护坡绿化; 结合进厂道路施工时序, 5.77 万 m^3 用于厂外道路绿化; 剩余表土 12.94 万 m^3 暂存在开关站区域 (见图 2.1-15-4), 该堆土采用棱台式堆存, 堆放边坡比 1:1.8, 堆存高度 5.0m, 堆存

占地约 4.0hm²。

需要说明的是，本项目表土存在两种类型，一种是占地范围内耕地、草地等常规表土（约 14.76 万 m³），另一种是工程现场数量众多的鸡粪晾晒场地表土（约 1.25 万 m³），该部分表土板结现象严重，且可能存在 Cu、Zn 等重金属（其处理方式见 3.2.3 土石方评价章节）。上述两种表土在表土堆放场地中采取单独堆存的方式。

（3）基坑开挖土方

根据主体工程设计资料，主厂区范围内建构筑物包括核岛、常规岛、BOP、泵房、廊道等均涉及负挖土方量 110.00 万 m³（自然方，具体见 2.4 土方平衡章节），该部分土方除参与场平外，剩余 16.75 万 m³（自然方）用于后期基坑回填等，该部分土方暂时堆存在厂区西北角规划排水泵房区域（见图 2.1-15-4），该堆土采用棱台式堆存，堆放边坡比 1:2.0，堆存高度 5.0m，占地约 4.00hm²。基坑回填土方临时堆放期间拟采取临时防护措施，减少水土流失。

2.海水淡化厂

（1）表土临时转运场地

场平前，首先剥离厂址范围内涉及的可剥离表土，暂时堆存至厂址西侧规划生活污水处理设施区域（见图 2.1-15-4），总计表土剥离量 2.87 万 m³，堆存占地约 1.20hm²。

（2）表土堆存场

场平结束后，表土中 0.66 万 m³表土用于植草护坡绿化，1.96 万 m³结合连接道路施工时序，用于道路绿化；剩余表土 0.27 万 m³暂存在西北侧空地（见图 2.1-15-4），后期用于海水淡化厂绿化，该堆土采用棱台式堆存，堆放边坡比 1:1.8，堆存高度 3.0m，堆存占地约 0.11hm²。

为稳定堆土体坡脚将部分表土装入土袋，码放至临时堆土坡脚外侧，临时土袋宽 0.5m、高 0.5m，然后进行堆土作业，由于表土存放期较长，堆土体表面需采取撒播草籽（早熟禾）临时绿化措施。需编织袋装土拦挡约 15m³，防尘网苫盖约 0.10 万 m²。

（3）基坑开挖土方

根据海水淡化厂设计资料，建（构）筑物基坑涉及基槽等余土 6.64 万 m³，其中 5.54 万 m³参与整体场平，剩余 1.10 万 m³为基坑回填土，该部分土方暂时堆存在厂区西北侧空地（见图 2.1-15-4），紧邻表土堆存场，占地约 0.45hm²。基坑回填土方临时堆放期间拟采取临时防护措施，减少水土流失。

本项目海域取排水管线采取盾构的形式，淤泥等不上岸，不参与土方平衡；陆域取

2.2.2 施工道路

1. 核电厂区

核电厂周边路网发达，工程施工充分利用省道 S209（二级公路）和乡道 Y025 等既有公路。在主厂区与既有道路衔接处，充分利用新建进厂道路，其中第一进厂道路路线全长 1.113km，路基宽 33.5m，征地范围至路堤坡脚或排水沟外缘 1m，占地 5.41hm²；第二进厂路线全长 0.758km，路基宽度 12.0m，征地范围至路堤坡脚或排水沟外缘 1m，占地 2.70hm²。第一进厂道路和第二进厂道路建成后满足施工需要，不新增临时道路。

2. 厂外道路及取排水管线等

陆域取排水管线、海水淡化厂、连接道路（大件道路）等周边路网发达，施工时充分利用既有国道、省道和乡村道路等既有道路，不额外新增临时道路。

3. 施工用电与用水

核电厂区施工用电（110kV）接自 220kV 五龙站，新建单回架空线路 9.5km，新建电缆线路 1.05km。施工用电施工充分利用现有县道、乡道和农村机耕道路，局部特殊地段需布设临时施工便道，总计 1.50hm²。

施工用水管线采用地埋方式敷设，管沟采用机械与人工相结合的开挖方式，管线铺设完后进行土方回填、压实。管线明挖段在沟顶一侧设 3m 宽的施工道路，施工便道占地 1.62hm²，完全满足需要。

2.2.3 施工用水

2.2.3.1 核电厂区

1 施工用水种类与数量

施工用水主要包括施工生产用水、施工人员的生活用水和消防用水等。其中施工期生活用水、生产用水和消防用水原水均来自五龙河，经厂区水处理厂处理后供应。消防用水补充水由施工生产用水补充。

1) 施工期生活用水

本工程施工高峰期人员 8703 人，除办公用水还包括洗漱用水等，员工用水定额为 40~60L/人·班，本次核定生活用水量标准取 40L/人·d。考虑反渗透回收率 85%，生活用新鲜水量为 409.6m³/d，实际生活用水量 348.1m³/d，反渗透排水为 61.5m³/d。生活污水经处理达到或高于 GB/T 18920《城市污水再生利用城市杂用水水质》中的绿化、车辆冲洗用水标准和 GB18918-2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》中的一级 A 排放标准，

出水回用。

2) 施工期生产用水

施工期生产用水主要包括砂石料生产冲洗用水、混凝土生产用水和混凝土养护及杂用水等，最高日施工生产用水量（取新鲜水量） $2416.7\text{m}^3/\text{d}$ 。

3) 安装期和调试期生产用水

根据本期工程机组进度安排，安装期最高日用水量为 $150\text{m}^3/\text{d}$ ，调试期最高日用水量为 $1998\text{m}^3/\text{d}$ 。

4) 施工期采暖用水

施工期暖通用水， $9.0\text{m}^3/\text{h}$ ，则日用水量 $216\text{m}^3/\text{d}$ 。

5) 施工期消防用水

本工程施工期消防水池补水量 $75\text{m}^3/\text{h}$ ，消防水池补水量不计入日总水量中。施工排水量 $357.3\text{m}^3/\text{d}$ 。污水处理站中水回用率 95%，施工高峰期可利用再生水量 $339.5\text{m}^3/\text{d}$ 。

6) 施工期日用水量

施工期末预见水量、厂内管网漏损量、厂外管网漏损量以及淡水厂自耗量 10%、7%、1%和 5%。施工期阶段，施工期用水最大日用水量为 $4021.4\text{m}^3/\text{d}$ ，施工期用水最大日平均时用水量为 $167.6\text{m}^3/\text{h}$ 。施工期用水最大日水量平衡计算见表 2.2-3。

表 2.2-3 施工期用水最大日水量平衡计算表 (m^3/d)

项 目	取新鲜水量	取回用水量	用水量	耗水量	回收水量
施工人员生活用水	407.9	0	407.9	69.8	338.1
砂石料生产冲洗	666.7	1333.3	2000	666.7	1333.3
混凝土生产用水	1250	0	1250	1250	0
混凝土养护及杂用	500	0	500	500	0
降尘和洗车用水	5.1	338.1	343.2	343.2	0
采暖用水	216	0	216	216	0
安装用水	120	0	120	120	0
未预见水量	351.7	0	351.7	351.7	0
厂内管网漏失水量	264.7	0	264.7	264.7	0
净水厂自用水量	199.1	0	199.1	199.1	0
厂外管网漏失水量	40.2	0	40.2	40.2	0
合计	4021.4	1671.4	5692.8	4021.4	1671.4

2.施工用水来源

本工程以五龙河地表水作为施工水源，取水口设在胡城拦河闸上游约 190m 处，取水头部拟采用蘑菇式取水头部，取水头部后接 1 根 DN300 自流引水管至新建取水泵站，引水管长 200m。目前项目已取得莱阳市水务局出具的《关于山东莱阳核能项目取水支持意见的函》（莱水字〔2022〕135 号），见附件 5。

新建取水泵站 1 座（尺寸：13.5m×7.4m，地下部分深 7.0m，地上部分高 4m），位于团旺镇光山村东五龙河西岸，泵站占地 0.36hm²。水泵房内设补充水泵 3 台，2 用 1 备，补充水加压后经 2 条 DN250 钢骨架复合管输送至电厂，管线沿光山村东侧，五龙河西岸向南布置到电厂规划路后，沿电厂规划路南侧敷设至厂区第二进厂道路，沿厂区该道路东侧向北敷设至水处理用水点，管线全长约 5.4km。施工用水管线采用地埋方式敷设，管沟采用机械与人工相结合的开挖方式，管线铺设完后进行土方回填、压实。管线明挖段在沟顶一侧设 3m 宽区域，作为施工道路、场地和管材堆放区域，管道作业宽度为 7.3m，施工用水工程占地 5.76hm²。

2.2.3.2海水淡化厂

海水淡化厂施工用水考虑采用汽车运输进厂区，总用水量约 10 万 m³。

2.2.4施工用电

2.2.4.1核电厂区

核电厂区施工用电（110kV）接自 220kV 五龙站，新建单回架空线路 9.5km，新建电缆线路 1.05km，新建单回路角钢塔 33 基；为考虑远期 220kV 线路跨越莱荣铁路，把 220kV 线路跨越铁路耐张段提前架设，新建单回架空线路共计 0.5km，新建单回路角钢塔 3 基。塔基施工采取灌注桩基础钻孔灌注桩基础施工工艺，每组塔基设泥浆沉淀池 1 处（5m×5m×1m）。

施工用电总计新建铁塔 36 基，工程总占地约 3.97hm²，其中铁塔塔基占地 0.24hm²，牵张场、泥浆沉淀池等占地 2.23hm²，施工便道占地 1.50hm²。

2.2.4.2海水淡化厂

海水淡化厂施工用电从附近变电站引接，无新建塔基。

2.2.5施工通信

工程地处经济发达地区，有线通信网络已十分完善，施工通讯可与当地电信、电讯部门协商，从当地通信网络就近接入。同时，工程沿线有移动通信信号覆盖，工程建设

可利用现有的移动通信资源，作为有线通信的补充。

2.2.6 施工方法与工艺

2.2.6.1 核电厂区

1. 场地平整

施工工艺为：厂区地形复核→表土剥离→回填区分区域场地平整→正挖区土方开挖→回填区施工→边坡防护施工。

场地平整表面最小坡度不宜大于 0.3%，困难情况下不应大于 0.5%。

(1) 表土剥离

挖掘机与推土机相互配合，剥离表土并单独堆存于表土地地。

(2) 土方开挖运输

土方开挖采用梯段法施工，按从上往下分层分段依次进行，随时做成一定的坡势。在接近设计坑底标高或边坡边界时预留 200~300mm 厚的土层，用机械开挖和修整，边挖边修坡，以保证不扰动土和标高符合设计要求。

(3) 石方施工

本工程爆破主要包括深孔爆破、预裂爆破、浅孔爆破和掏槽爆破，预裂爆破主要实施在爆破开挖边线，以形成完整的爆破开挖面；浅孔爆破主要实施在保护层的开挖；掏槽爆破实施在每一层不具备临空面的区域，为后续施工创造临空面。深孔爆破应用在除开挖边界线及保护层以外具备条件的区域，以尽可能的加快施工进度。

(4) 土方回填

填方地段应分层压实或采取强夯措施。回填层处理后的地基承载力应达到 150kPa，回填层变形模量 10MPa，回填层压实度不小于 0.90，场地回填及地基处理的工后沉降不超过 30cm。

采用自卸汽车连续运送土石方。土方运输至填方区后，从里面往外面填，然后用履带式推土机配合，边填边推。堆放场回填分层进行：第一层填 0.5m 厚，并每 0.5m 碾压 2-4 遍，以防止回填土层太松散。边填边压实，整个场地填完后，再进行第二层回填。

(5) 施工排水

施工过程中厂内主要道路两侧布设临时排水沟，排水沟转角及出口设临时沉沙池，厂外排水沟先行开挖，施工期用作临时排水沟，后期衬砌。

2. 负挖施工

核岛反应堆厂房、燃料厂房、安全厂房等大部分厂房建筑物采用筏板基础，其他建

筑物采用柱下扩展基础; BOP 建筑物基础采用现浇钢筋混凝土扩展基础或条形基础或筏板基础。筏板及扩展基础施工顺序: 定位放线→土方开挖(降水与排水)→基槽验收→垫层施工→承台施工→验收→土方回填。

1) 土方开挖

工艺流程: 放线→挖土、挖基坑周边地面截(排)水沟→修边坡→维护坡面→挖土至坑底面设计标高并验槽→挖基底周边排水沟、基底找平。

采用反铲式液压挖掘机进行大开挖, 人工配合修整边坡、清挖桩间土、基(槽)底排水沟, 对于机械不便开挖部分, 采用人工开挖。由于基础开挖面积较大, 应根据每台挖土机的挖土范围、交通流量, 布置挖土作业面和相应数量的运输车辆。为防止机械挖土扰动原土, 挖至设计标高上方 30cm 时停止机械挖土, 采用人工进行基槽清理。按规范及计算确定边坡坡度或坑壁支护。

土方开挖边坡按照设计坡率从上至下分级分层削坡, 每级分段施工, 每段边坡分段长度不超过 30m。挖土方时, 土方应随挖随运, 弃土不得堆放在坡顶、坡面或者长时间堆放在平台上, 应寻找合适的场地弃土, 避免产生新的地质灾害。土方开挖时必须做好坡顶的变形监测, 若变形值接近预警值, 应立即停止开挖, 回填反压坡脚并通知相关单位。雨季施工时, 应采取用彩条布遮盖坡面和平台等临时措施避免雨水和地表径流直接冲刷坡面。

2) 土方回填

基础工程完成, 强度达到要求后进行土方回填。

工艺流程: 基坑(槽)底地坪上清理→检验土质→分层铺土、耙平→夯打密实→检验密实度→修整找平。

填土前应将基坑(槽)底或地坪上的垃圾等杂物清理干净; 回填前, 必须清理到基础底面标高, 将回落的松散垃圾、砂浆、石子等杂物清除干净。

检验回填土的质量有无杂物, 粒径是否符合规定, 以及回填土的含水量是否在控制的范围内; 如含水量偏高, 可采用翻松、晾晒或均匀掺入干土等措施; 如遇回填土的含水量偏低, 可采用预先洒水润湿等措施。

回填土应分层铺摊。每层铺土厚度应根据土质、密实度要求和机具性能确定。一般蛙式打夯机每层铺土厚度为 200~250mm; 人工打夯不大于 200mm。每层铺摊后, 随之耙平。

回填土每层至少夯打三遍。打夯应一夯压半夯, 穷夯相接, 行行相连, 纵横交叉。

并且严禁采用水浇使土下沉的所谓“水夯”法。深浅两基坑（槽）相连时，应先填夯深基础；填至浅基坑相同的标高时，再与浅基础一起填夯。如必须分段填夯时，交接处应填成阶梯形，梯形的高宽比一般为 1:2。上下层错缝距离不小于 1.0m。回填土每层填土夯实后，应按规范规定进行环刀取样，测出干土的质量密度；达到要求后，再进行上一层的铺土。填土全部完成后，应进行表面拉线找平，凡超过标准高程的地方，及时依线铲平；凡低于标准高程的地方，应补土夯实。

3) 土石方运输防护

土石方采用自卸汽车运输，运输路线应严格按照规划路线行驶，运输过程中，应注意控制超载，严防土石方沿途洒落，在土石方表面宜采用彩条布进行苫盖。

4) 临时堆土防护

临时堆土区域施工前应在堆场四周设置截排水沟，并设置好场内排水系统。在堆土边缘位置设置拦挡或者利用袋装土进行挡护，堆土高度一般不得超过 5m，应采取临时苫盖避免堆土遭雨水冲刷造成水土流失。

3. 厂区地基与基础

核岛建构筑物基础采用现浇钢筋混凝土筏板基础，常规岛建构筑物基础采用现浇钢筋混凝土桩基础或桩基础。BOP 建、构筑物基础拟采用放置在天然地基或经处理后的人工地基上的现浇钢筋混凝土扩展基础或条形基础或筏板基础，个别建、构筑物基础采用桩基础。

(1) 筏板及扩展基础施工

① 土方开挖

采用反铲式液压挖掘机开挖，人工配合修整边坡、清挖桩间土、基（槽）底排水沟，对于机械不便开挖部分，采用人工开挖。为防止机械挖土扰动原土，挖至设计标高上方 30cm 时停止机械挖土，采用人工进行基槽清理。

② 土方回填

回填土应分层铺摊。每层铺土厚度应根据土质、密实度要求和机具性能确定。

一般蛙式打夯机每层铺土厚度为 200~250mm；人工打夯不大于 200mm。每层铺摊后，随之耙平。回填土每层至少夯打三遍。

③ 降水与排水

基坑顶排水：先在基坑顶四周设临时排水沟或截水沟，排水沟截面为 300~400mm（宽）× 400mm（深），纵向坡度为 0.5%。临时排水沟与厂区道路两侧临时排水沟接顺，最终排出厂外。基坑底排水：在地下水位较低和土质较好的情况下，基坑底四周设

置排水沟、集水井。基坑底地下水由排水沟流入集水井，然后用高扬程潜水泵排走。

基坑降水：选择钻孔集水井降水或轻型井点降水。

(2) 桩基施工

钻孔灌注桩采用回旋钻机钻进，泥浆护壁，导管法灌注水下混凝土的施工工艺。工艺流程：测量放线→埋设护筒→钻机就位、泥浆制作→冲击(或冲抓机、旋转、潜水钻)成孔→抽渣→补浆→检孔→清孔→检查沉渣→安放钢筋笼→下导管→灌注水下混凝土→验收。

桩基础钻孔前应挖好泥浆池和沉淀池，钻进过程中经泥浆循环固壁，并在循环过程中将土石带入泥浆池和沉淀池进行土石的沉淀，沉淀后的泥浆循环利用。

钻机就位后，进行桩位校核。造浆完毕后在孔内倒入泥浆，即可冲击钻进。破碎的钻渣和部分泥浆一起被挤进孔壁，大部分需清出孔外，每进尺 0.5m 掏渣一次，掏出的钻渣倒入泥浆池沉淀后捞出运走。

4. 边坡工程

本工程主体设计在核电厂挖方区域布设了 8 段边坡防护措施(分一至两级，第一级为里层肋式浆砌片石护坡，第二级采取方格型浆砌块石植草护坡)；在填方区域布设 5 段坡防护措施(分一至两级，第一级为里层肋式浆砌片石护坡，第二级采取方格型浆砌块石植草护坡。另外，核电厂区竖向采用台阶式布置，两个台阶之间通过设置边坡进行衔接，坡高为 0~6m，坡率 1:2，采用里层肋式浆砌片石护坡。

土方开挖须从上到下分层、分段依次进行，随时做成一定的坡势以利于泄水，并不得在影响边坡稳定的范围内积水，施工期间就应采取措施防止滑坡。设计中需采用支护措施的边坡，应按设计要求进行分层开挖、分层支护，上一层支护措施施工完成且达到设计要求后，方可进行下一层的土石方开挖。边坡面揭露后应及时施工坡面防护，若揭露后一周内不能立即施工坡面防护，应采用防雨措施对坡面进行覆盖，以防止雨水冲刷破坏坡面，短期防雨措施可采用厚层彩条布，长期防雨措施采用喷素喷凝土防护。

边坡按照设计坡率从上至下分段削坡支护，每段边坡分段长度不超过 30m。各段开挖后立即支护，减少边坡暴露时间，待锚杆注浆体强度达到 70%后，进行下一段边坡的削方和支护。挖土方时，土方随挖随运。雨季施工时，采取用彩条布遮盖坡面等临时措施避免雨水和地表径流直接冲刷坡面。按设计坡率削坡后，若发现坡面仍有裂缝，应采用 M7.5 的水泥砂浆抹平封闭，防止雨水等下渗。

边坡分级削坡后根据计算需要采用格构梁进行支护或自然放坡。坡顶设置截水沟、

沉沙池、坡面设置排水沟、跌水踏步、沉沙池，排除地表水。边坡坡面根据地层条件采用方格型浆砌块石植草护坡；马道平台种植槽种植灌木绿化。

2.2.6.2 厂外道路区

1. 路基施工

路基施工以机械施工为主，适当配合人工施工，路基压实度应满足相应规范要求。

2. 路面施工

路面施工应优先使用全机械化施工方案，严格控制材料质量、用料配合比、压实厚度和压实度。

3. 结构物施工

拟建项目结构物主要采用预制、现浇两种施工方案。预制构件的吊运、安装需按照合理工序进行；现浇构件需位置、尺寸准确，并确保施工质量。

2.2.6.3 厂外取排水区

取排水工程主要包括取水头部、排水头部、取水隧洞、取水泵站（位于海水淡化厂内）、陆域取排水管线、海域排水管线、海水淡化厂等，其施工方法分别介绍如下：

1. 取水头部施工

取水头采用 2 个集中式圆形箱体结构，直径 12.0m，取水头间距 20m，取水头（C40）壁厚 800mm，底板厚 500mm。取水头处设双壁钢围堰作为盾构接收井，围堰底板及钢箱内抗浮采用 $\phi 1000\text{mm}$ 钢套筒灌注桩，桩长 15.0m，间距 $5\text{m} \times 5.0\text{m}$ ，共 40 根。封底混凝土厚 2.0m（C40），取水头底板采用植入式锚杆与封底混凝土固定。

取水头围堰外 3m 处设防撞桩，防撞桩采用 $\phi 800\text{mm}$ 钢管桩，桩基壁厚 20mm，桩顶标高 3.5m，桩长 31.5m，桩间距约 5.0m，共 26 根，防撞桩外侧挂拦污网至泥面，桩顶设监测摄像及声光报警系统。

取水头位置设置双壁钢-混复合围堰，围堰平面净尺寸为 $39\text{m} \times 19\text{m}$ ，两端半圈的圆环型结构，双层壁板厚度为 2.0m，围堰顶高约 5.0m，高度约 28m，钢围堰盾构掘进高程位置采用玻璃纤维筋混凝土结构，预留盾构直接切削条件。施工工序为先开挖沉放钢围堰（钢围堰内用抓斗挖泥+吸泥泵挖泥下沉），筒壁内填砂（填料采用桶内挖砂），施工围堰外防撞桩兼做施工平台临时支撑，围堰顶部搭设钢平台，施工钢围堰内钢套筒混凝土灌注桩，水下浇筑封底混凝土，围堰内抽水形成干施工空间。在围堰外侧洞口位置施工水下旋喷桩端头加固，加固范围为隧洞两侧各 3m，上下范围各 3m，纵向长度 15m。

在围堰内设置钢套筒，盾构直接切削混凝土后进入套筒内，随后采用洞内注浆方式封堵洞门间隙，拆卸钢套筒后，盾构吊拆。利用前池始发井与取水头围堰作为通道安装内衬玻璃钢管，围堰内浇筑 2 个圆形取水头部（ $\Phi 12\text{m}$ ），施工连接管道，随后围堰内回填碎石、充水，挖出围堰两壁内砂，水下切割出露泥面的双壁钢围堰，吊上船运走回收。

取水头部施工平台围堰外的支撑采用取水头的防撞桩，施工平台围堰内采用 $\phi 600 \times \delta 10\text{mm}$ 钢管桩作为平台竖向受力杆件，钢管桩上架设 I45a 作为平台的承重横梁，I36a 作荷载分配梁，铺以 [20 和木板或钢板形成桩基工作平台。钢管桩按每根摆放一台冲机来验算其单桩承载力，其长度要综合考虑桩位处水深、洪水冲刷及平台钢管桩和桩钢护筒阻水引起局部冲刷的影响，其桩底标高进入覆盖层 8.0m。

搭设工作平台时，用经纬仪定位，使用振动锤沉桩至设计标高。要求钢管中心偏位不大于 10cm，垂直度不小于 1%。钢管桩每天施打完毕后，马上用 [14a 焊接钢管桩纵、横向联系，以防水流冲击倾斜，保证平台的抗扭能力。平台钢管全部施工完毕后，架设水准仪放出标高，割平钢管桩，在其顶部焊接 $\delta 12\text{mm}$ 钢板作为承重横梁 I45a 的支撑点，然后利用船吊配合进行平台上部结构的铺设，最后铺设平台工作面，加设安全栏杆。平台施工开始时即设置航标，悬挂夜间红灯示警等通航导向标志，以策安全。

钢围堰泥面以上的拆除作业，首先在切割线位置先焊接一圈钢筋，便于切割定位，潜水员在围堰内进行围堰切割，在切割线的上下各焊接一个连接件，其间以倒插螺杆连接，围堰起吊时，拔出围堰内侧连接螺杆，同时采用方木将切割的围堰支撑在已施工完取水头上，围堰分段起吊装船运走。

2. 排水头部施工

多点式排水竖管在排水管内采用垂直顶升方式施工，待排水管道内衬施工完毕后水下安装排水蘑菇头，最后在排水竖管周边铺设土工垫，然后进行抛石防护。

排水头外围两侧 5m 处设防撞桩，防撞桩采用 $\phi 800\text{mm}$ 钢管桩，桩顶标高 3.5m，桩长 20m，桩间距约 5.0m，共 21 根，防撞桩外侧挂拦污网至泥面，桩顶设监测摄像及声光报警系统。

3. 取水隧洞施工

海域取水隧洞采用泥水平衡盾构机施工。盾构隧洞主要施工内容及工序包括：盾构始发、盾构掘进、管片拼装及盾构端头封堵。盾构机在初始掘进前须完成盾构机调试、地面设备材料准备、监测点布置等工作。始发技术包括洞门端头处理、洞门凿除、盾构始发基座的设计加工、就位；支撑系统、洞门环的安设、盾构组装、盾构始发方案、其

他保证盾构推进选用设备、人员、技术准备等，直到始发推进。

海域取水管道采用盾构法施工，共 2 条取水管，单根长 3900m，盾构外径 3.1m，管片壁厚 0.25m，盾构内径 2.6m，内衬玻璃钢管，玻璃钢管内径 2.2m。

取水管道采用 2 台复合式泥水平衡盾构机，自陆域泵房前池处依次始发向取水头处掘进，掘进至取水头部施工围堰内吊出盾构机，玻璃钢管通过轨道、电瓶小车配合台车洞内运输及安装，玻璃钢与管片之间缝隙采用细石混凝土灌浆填充。

取水隧洞施工场地处理无土石方挖填。

3. 海域排水管线施工

海域布置 1 条排水管道，长 5430m，盾构外径 3.5m，管片壁厚 0.25m，盾构内径 3.0m，内衬玻璃钢管，玻璃钢管内径 2.6m，玻璃钢内衬与盾构管片之间采用细石混凝土灌浆填充。

排水管道施工采用 1 台复合式泥水平衡盾构机，自排水井始发向排水头方向掘进。掘进至终点后盾构弃壳，封堵后在洞内采用垂直顶升方式施工多点式排水竖管，安装玻璃钢内衬。

4. 陆域取排水管线

陆域取排水管线主要施工方法为大开挖，管线穿越主要采用顶管施工。

为节约用地，管线采用分段开挖与敷设的方式，土方堆存区域与材料堆放区和机械及人工作业区布设于管线开挖区两侧，剥离表土堆存在底层土外侧，作为管道开挖土方堆放的护脚，尽量减少了新增临时占地。管线完工后，对地表土地整治、覆土绿化。沟槽不允许挖到沟底设计标高以下，如个别超挖时，应用与其基本相同的材料填补，并夯实到设计要求的密实度。

本工程取水管道为两根 DN1200 涂塑钢管，排水管道采用 $2 \times \text{DN}200$ 的管中管，取排水管道同槽直埋敷设，管顶最小覆土 1.5m。施工时管槽顶宽 17.75m，堆土宽度 17.75m，施工道路宽度 7.0m，道路与堆土之间预留 4.0m 间隙，开挖深度 3.0m 管线开挖时临时作业宽度 46.5m，边坡可根据水文地质条件由现场决定。管基原土应夯实，管底标高应符合设计要求，并应保护原土不被扰动。

如管基为粉质粘土，粉土、粉、细、中、粗砂等，以及粉质粘土，粉土混姜石，圆粒及角砾等，则管基原土（即土基或砂基）可采用弧形土基，要求在管底原状土上挖出弧形槽，槽的弧度与管底弧度应完全吻合，弧形中心角采用 120° ，如弧形槽不能满足上述要求，则需回填细颗粒，以适合管底外形。

回填土必须分层仔细夯实，管道周围的填土中不得掺有碎石或硬土块，管道两侧回填土应同时进行，回填时，严禁损坏防腐层。

2.2.6.4 厂外施工力能区

1. 施工用水管线施工

本工程以五龙河地表水作为施工水源。在五龙河橡胶坝上游设取水口，取水口附近新建补充水泵站 1 座，五龙河水通过 1 条 DN300 的钢管自取水口引至取水泵房进水间，引水管长约 200m，补充水加压后经 2 条 DN250 钢骨架复合管输送至电厂，单条管线长约 5.4km，管道采用同沟敷设方式，管顶埋深 1m，管线间距 0.5m。

施工用水管线采用地埋方式敷设，管沟采用机械与人工相结合的开挖方式，管线铺设完后进行土方回填、压实。管线明挖段在沟顶一侧设 3m 宽区域作为施工道路，另外一侧作为场地和管材堆放区域，管道作业宽度为 7.3m。

(1) 沟槽开挖、回填及管基施工

根据管线沿线地形情况，为节约用地，减少占用草地，管线采用分段开挖、敷设的方式，土方堆存区域与材料堆放区和机械及人工作业区布设于管线开挖区两侧，剥离的表土堆存在底层土的外侧，作为管道开挖土方堆放的护脚，尽量减少了新增临时占地。场区施工终期前，进行土地整治、复耕或恢复植被。

沟槽不允许挖到沟底设计标高以下，如个别超挖时，应用与其基本相同的材料填补，并夯实到设计要求的密实度。本工程设计管线沟槽底部的开挖宽度 1300mm，边坡可根据水文地质条件由现场决定。管基原土应夯实，管底标高应符合设计要求，并应保护原土不被扰动。

如管基为粉质粘土，粉土、粉、细、中、粗砂等，以及粉质粘土，粉土混姜石，圆粒及角砾等，则管基原土（即土基或砂基）可采用弧形土基，要求在管底原状土上挖出弧形槽，槽的弧度与管底弧度应完全吻合，弧形中心角采用 120° ，如果挖出的弧形槽不能满足上述要求时，则需回填细颗粒，以适合管底外形。

回填土必须分层仔细夯实，管道周围的填土中不得掺有碎石或硬土块，管道两侧回填土应同时进行，回填时，严禁损坏防腐层。

(2) 管道沿线穿越障碍物施工

管道穿越护河大堤或重要公路时，采用顶管方式施工。操作程序：1) 开挖工作坑，处理基础，支设后背、导轨与顶进设备。2) 启动千斤顶，将管子徐徐顶进；3) 千斤顶行程終了，将千斤顶复位，在垫块空余部分再加塞垫块；4) 再次启动千斤顶，继续将

管子顶进，往复启动、复位千斤顶，加塞垫块，最终将管道顶过公路，进入对面工作坑。

2. 施工供电线路

塔基灌注桩基础钻孔灌注桩基础施工工艺：平整场地→泥浆制备→埋设护筒→铺设工作平台→安装钻机并定位→钻进成孔→清孔并检查成孔质量→下方钢筋笼→灌注水下混凝土→拔出护筒→检查质量→如合格进行下一个灌注桩，每组塔基设泥浆沉淀池 1 处（3m×3m×1.5m），具体见图 2.2-1。

基础开挖先采用机械开挖，再采用人力清坑方式，以保护好基坑墙。在开挖基坑时，应先平整场地，基坑开挖应按规定的尺寸合理确定开挖顺序和分层开挖深度，防止出现超挖现象，连续进行施工，在保证不塌方的情况下尽快完成。当基坑开挖深度超过 1.5m 时应对坑壁进行支撑，挖出的土就近堆放，后期用于基坑回填，基坑周围 0.8m 内不得堆放开挖土方。土方回填时，事先抽掉积水，清除淤泥杂物，回填土利用开挖的原土，并清除掺入的有机质和过大的石粒，回填土的含水率控制 15%~25%。回填应逐层水平填筑，逐层碾压。场地平整时宜避开雨季施工，严禁大雨期间进行回填施工，并应做好防雨及排水措施。

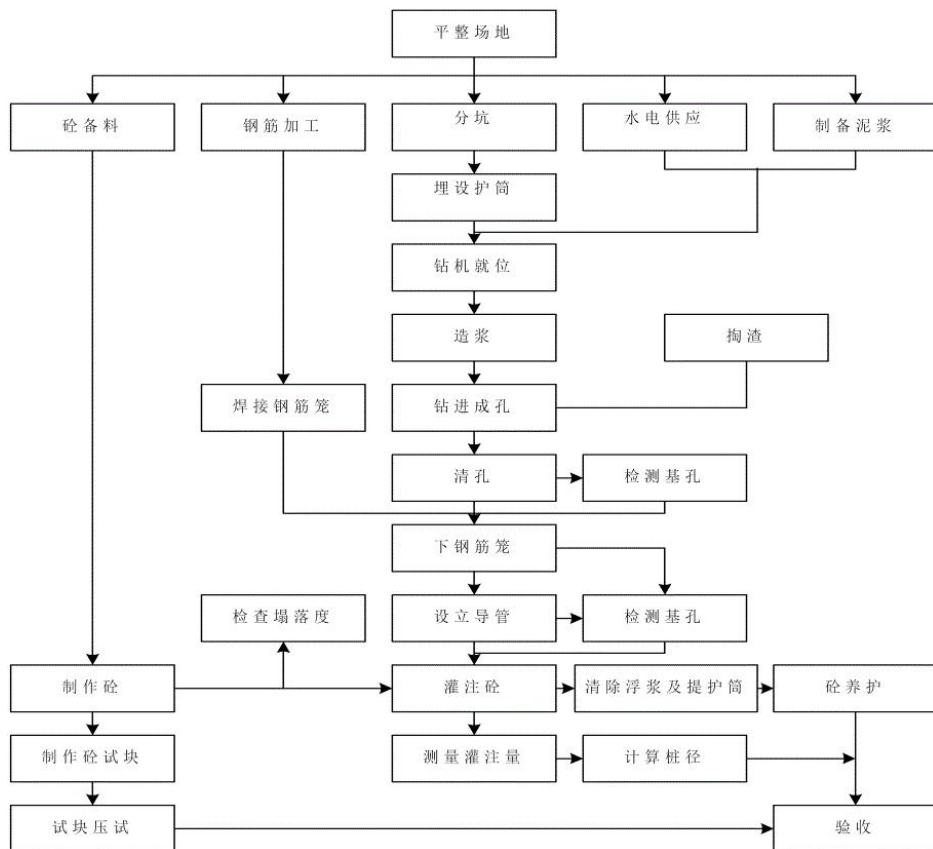


图 2.2-1 钻孔灌注桩施工流程

2.2.6.5 施工道路

(1) 路基工程

路基施工采用机械施工为主，适当辅助人工施工。

路基施工前先清除路基范围内的草皮、树根、淤泥、积水，并翻松，平整，压实地基。表层松散土清除厚度约 5cm ~ 25cm，采用推土机或挖掘机推铲，并结合人工清理。

施工时，根据设计资料精确测放路基坡脚线，严格控制本工程施工扰动范围。随后按照“基地处理—摊铺平整—洒水晾晒—碾压夯实—路基修整”的顺序进行路基施工。路基挖填、碾压均采用机械化施工，以中、小型施工机械为主。

路基边沟、截水沟和排水沟开挖均采用人工配合小型机械。

(2) 边坡

边坡严格实行自上而下逐级开挖、逐级支护的分层开挖防护加固的施工工艺。土质边坡 开挖不宜爆破，应采用机械开挖，并辅以人工修整坡面，使其平整。岩质边坡开挖要求慎用爆破方式，严禁使用大爆破，应选用预裂爆破、光面爆破等控制爆破技术，特别是临近设计坡面 2 ~ 3m 范围岩层开挖，应采用浅孔、小药量爆破，以保证边坡岩体的完整和坡面平整光滑。

2.2.6.6 施工管理

(1) 工程管理

本项目成立现场工程指挥部，统一协调管理施工。施工和工程管理人员要严格管理制度，确保完全满足工程质量和进度的要求。施工组织见下图 2.2-2。

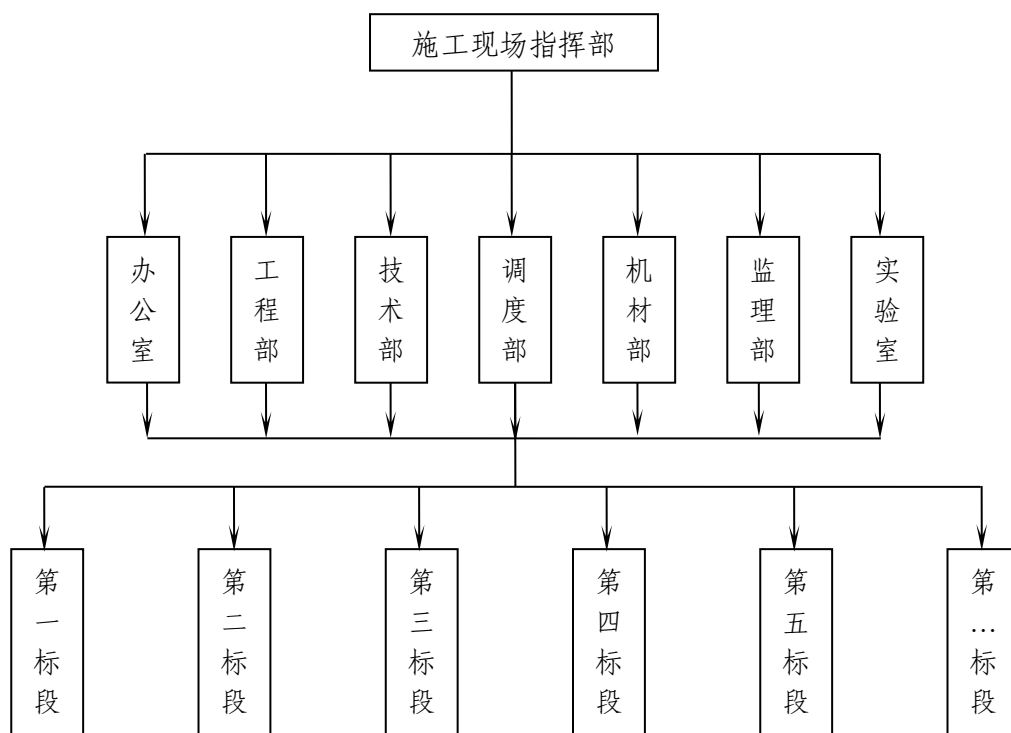


图 2.2-2 施工组织

(2) 工程施工招标时，应选择具有相应施工资质、机械化水平较高、实力雄厚的专业化施工单位，确保工程质量和进度，且业主应在合同中与施工单位明确水土保持防治范围及责任。

(3) 工程施工前，业主应要求施工单位根据工程建设特点和水土保持方案对防治水土流失的要求，编制《施工组织措施》，确定最佳施工工序和施工方法（如道面及建筑物土建工程中砼用量较大，采用统一规划拌合站，场地整治开挖时尽量减少扰动），以减少工程建设造成的水土流失。

(4) 施工时，应严格遵守《施工组织措施》中的施工工序和施工方法，本着便于施工、缩短工期、预防水土流失、保护生态环境的原则，对于各种砼预制构建，应统一集中预制，临时排水设施和排洪设施应先期施工。

(5) 主要机械设备

为保证项目的实施进度及施工质量，在项目招投标及实际施工过程中宜对施工承包商进场的主要施工设备提出具体要求。

(6) 施工测量

施工中必须重视控制点、基准点、水准点的测量和复核，并通过三角网和精密导线网对各点校核，确保施工精度。

2.3 工程占地

根据主体设计阶段成果，工程总占地 345.96hm^2 ，其中永久占地 169.55hm^2 ，临时占地 176.41hm^2 。主体设计考虑了核电厂区、施工生产区、厂外道路、取排水管线等占地，但未考虑临时堆土周转与临时堆存、施工准备区等占地。

本方案以尽量减少地表扰动和植被破坏为原则，通过在核电厂区设置表土周转场地，场平施工准备区充分利用厂外附属设施占地（永久占地，进厂道路东侧消防站与武警营房位置），合理调整施工组织，减少陆域取排水管线作业带宽度等方式，总计减少临时占地 44.85hm^2 。该优化方式被设计单位采纳，并通过分析论证后，设计单位编制了《山东莱阳核电项目土石方转运与临时堆存等施工组织的设计说明》（见附件 8），论证了优化建议的可行性。

经水土保持方案优化后，工程总占地 301.11hm^2 ，其中永久占地 169.55hm^2 ，临时占地 131.56hm^2 ，全部位于山东省烟台市莱阳市。工程占地类型涉及耕地、园地、林地、草地、工矿仓储用地、水域及水利设施用地、交通运输用地、其他土地（设施农业用地、裸土地、裸岩石砾地等）等，详见表 2.3-1。

表2.3-1

工程占地面积表

单位: hm^2

项目组成			占地属性	占地类型							合计(hm²)		
				耕地	园地	林地	草地	工矿仓储用地	交通运输用地	水域及水利设施用地		其他土地（设施农用地、晾晒场地等）	
核电厂区	主体工程		永久	58.06			2.11		3.65	1.23	19.90	84.95	
	边坡及防洪工程区		永久	24.49			0.65		0.16	0.61	1.51	27.42	
	施工生产区	厂内模块拼装场地	永久	9.34								9.34	
		东团旺村施工生产区	临时					5.73				5.73	
		西团旺后村施工生产区	临时					4.40				4.40	
		小计			9.34				10.13				19.47
	合计			91.89			2.76	10.13	3.81	1.84	21.41	131.84	
厂外附属设施区			永久	4.07							4.07		
厂外道路区	第一进厂道路		永久	5.41								5.41	
	第二进厂道路		永久	2.70								2.70	
	连接道路（大件道路）		永久	20.60					1.16	0.53	0.05	22.34	
	施工生产区		临时		3.00	3.50						6.50	
	小计			28.71	3.00	3.50			1.16	0.53	0.05	36.95	
厂外取排水区	取排水管线工程	取排水管线	永久	1.07								1.07	
			临时	15.38	1.24	14.10	0.85	0.58	1.25	1.78	1.56	36.74	
		施工生产区（含施工便道）		临时	25.33	1.98	22.56	1.36	0.93	2.00	2.85	2.50	59.51
		小计			41.79	3.22	36.66	2.21	1.51	3.25	4.63	4.06	97.32
	海水淡化厂工程区	主体工程区		永久	9.12					0.18			9.30
		施工生产区		永久	2.37								2.37
		小计			11.49					0.18			11.67
		供电线路	永久		0.25	0.34							0.59
			临时		3.15	3.20	2.60					0.10	8.95
		小计			11.49	3.40	3.54	2.60		0.18		0.10	21.21
合计				53.28	6.62	40.20	4.81	1.51	3.43	4.63	4.16	118.53	

项目组成			占地属性	占地类型								合计(hm ²)
				耕地	园地	林地	草地	工矿仓储用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地(设施农用地、晾晒场地等)	
厂外施工力能区	施工用水管线	用水管线	临时	0.10	0.20	0.28			0.13	0.15	0.20	1.06
		施工生产区	临时	1.08	0.20	0.55	0.15		0.80	0.30		3.08
		施工便道	临时		0.33	0.25	0.24		0.35		0.45	1.62
		小计		1.18	0.73	1.08	0.39		1.28	0.45	0.65	5.76
	施工供电线路	塔基区	临时	0.05	0.08	0.06	0.05					0.24
		施工生产区 (牵张场、泥浆沉淀池等)	临时	1.58	0.25	0.40						2.23
		施工便道	临时	1.10	0.30	0.10						1.50
		小计		2.73	0.63	0.56	0.05					3.97
	合计			3.91	1.36	1.64	0.44		1.28	0.45	0.65	9.73
	总计			181.85	10.98	45.34	8.01	11.63	9.68	7.45	26.27	301.11

2.4 土石方平衡

主体阶段设计考虑了核电厂场平、负挖，厂外道路、海水淡化厂等的土石方开挖与回填量的平衡，但对表土部分未做深入细致的分析，且主体设计土方平衡是基于各专题的计算，未按项目整体考虑。本方案以最大化的提高水土资源的利用效率为原则，细化了表土资源的调查、分析与平衡，优化了主体工程土石方设计思路 and 施工时序，将核电厂区、进厂道路、连接道路、海水淡化厂等子项土方统筹设计，充分利用了核电厂区和海水淡化厂挖方，实现了项目整体土石方平衡。该优化设计思路得到设计院认可，并在详细的地勘和岩性分析基础上，证明了挖方材料的可利用性，具体见《山东莱阳核电项目土石方资源化利用论证方案》（附件9）。

以下部分将按主体设计、方案优化设计与最终土石方平衡方案3部分展开介绍。

2.4.1 主体工程设计土石方平衡

2.4.1.1 核电厂区

依据工程可行性研究报告、场地平整工程初步设计资料，核电厂区场平阶段土石方挖方量 266.19 万 m^3 ，填方量 335.69 万 m^3 ，本工程负挖 132.00 万 m^3 ，余方约 57.0 万 m^3 ，主体设计资料都是以松散方量计算（松散系数 1.07-1.15）。具体计算过程如下：

1. 场平土石方

（1）土方开挖

厂区用地区域自然标高约 18.2m~58.0m，场平标高 33.70~39.70m，土石方开挖量总计 266.19 万 m^3 ，其中土方和强风化石方 43.01 万 m^3 、微风化和中风化石方 223.18 万 m^3 。具体计算如下：场地开挖分场平和边坡两个部分，共五个区域，即场平 W1~W4 区和边坡 WP 区。W1 区主要布置 1~2 号机组主厂房区、重件运输道路、废物处理设施区、模块拼装场地、部分永久仓库和检修厂房等，自然地面标高 33.7~58.0m，场平标高 33.7m~39.7m，土方开挖量 187.37 万 m^3 。W2 区位于开关站区域东部，自然地面标高为 33.7m~47.0m，开挖至场平 33.7m，开挖工程量 32.17 万 m^3 。W3 区占据一号冷却塔区域，自然地面标高为 33.7m~37.5m，开挖至场平 33.7~37.5m，开挖工程量 5.97 万 m^3 。W4 区位于 1 号机组主厂房区西侧，自然地面标高为 33.7m~34.9m，开挖至场平 33.7~34.9m，开挖工程量 0.02 万 m^3 。WP 区为所有开挖场平临界的边坡，按 1:1 分级（含马道）至自然标高，开挖工程量 8.74 万 m^3 。

（2）土方回填

场地回填分场平和边坡两个部分，共七个区域，即场平 T1~T6 区和边坡 TP 区。T1

区与核安全有关的区域、重件道路及模块拼装场地室外地坪设计标高 40.0m，建构筑物室内地坪标高为 40.3m；其他区域室外地坪设计标高为 34.0m，建构筑物室内地坪标高为 34.3m。根据主体工程设计资料，主厂区范围内所有建构筑物包括核岛、常规岛、BOP、泵房、廊道等均涉及负挖及基坑回填，总计挖方 132.00 万 m^3 ，回填方 20.10 万 m^3 。

2.4.1.2 厂外附属设施区

厂外附属设施主要包括气象观测站，环境监测站、辐射环境现场监督站、消防站和武警营房等。根据主体设计资料，该区域挖方 1.92 万 m^3 ，填方 1.92 万 m^3 。

2.4.1.3 厂外道区

根据《山东清洁能源项目厂外道路（第一、第二进厂道路）工程可行性研究报告》《山东清洁能源项目厂外道路（连接线）工程可行性研究报告》等设计资料，厂外道路主要包括第一进厂道路、第二进厂道路和连接道路，厂外道路以填方为主，总计挖方土石方 3.71 万 m^3 ，拆迁及旧路面等建筑垃圾 0.58 万 m^3 ，填方土石方 51.54 万 m^3 。设计土方未对表土进行深入分析，土方量没有包含表土数量，且填方来源未做进一步说明，本方案对上述情况予以补充。

2.4.1.4 厂外取排水区

1. 海水淡化厂

根据主体设计资料，海水淡化厂自然地面标高 5~25m，采用平坡式布置，建（构）筑物设计标高 13.2~13.54m，厂内道路设计标高 13.0m。海水淡化厂总计挖方 27.8 万 m^3 ，填方 25.84 万 m^3 ，基槽等余土 6.64 万 m^3 。主体设计未对表土做深入分析，本方案予以补充，并对土方平衡进行进一步优化。

2. 海域取排水管线

根据主体设计资料，海域取排水管线采用盾构施工，海域取排水管线盾构出渣 12.02 万 m^3 （其中盾构取水管道出渣量 6.33 万 m^3 ，盾构排水管道弃土量 5.69 万 m^3 ）。盾渣经处理后，最终由运泥船全部倾倒至青岛崂山疏浚物临时海洋倾倒区，不参与土方平衡。

根据莱阳核电岩土工程勘察资料，在站址区 M61、M43、N43 钻孔中各采取地下水进行水质腐蚀性分析试验，依据《岩土工程勘察规范》（2009 年版）（GB 50021-2001）有关规定与说明，海域的泥面以下土体对混凝土结构、钢筋等具有腐蚀性。为减少盾渣对周边环境的不利影响，拟将盾构出渣抛至青岛崂山疏浚物临时性海洋倾倒区。

（1）海抛倾倒区介绍

青岛崂山倾倒区（坐标范围为 121°0′55.86"E，36°14′58.68"N；121°0′55.86"E，36°13′54.78"N；121°2′27.43"E，36°13′54.78"N；121°2′27.43"E，36°14′58.68"N）位于青岛崂山湾东侧，即墨女岛港南侧，在《关于公布 2021 年的全国可继续使用倾倒区和暂停使用倾倒名录的公告》（见附件 7）名录中，2017 年获批后主要用于处置青岛北部区域符合相关标准和要求的疏浚物。2021 年倾倒区测量平均水深约 22m，面积为 4.5km²。项目建设单位已向主管部门生态环境部海河流域北海海域生态环境监督管理局对该抛泥区提出倾倒和扩容申请，以满足工程施工抛泥的需求。

（2）盾渣处理与转运

根据主体工程设计，盾构施工期间产生的泥水混合物通过泥浆泵排至始发井附近的泥水处理系统，经过泥沙分离、晾晒（晾晒场地位于海水淡化厂施工生产区晾晒池）后，弃渣采用挖机装车（全封闭渣土运输车）运往南邵家村码头，陆上运输全长 34km，运输路线为：出渣场-恒大大道-202 省道-育行线-岚丁线-南邵家村码头，详见图 2.4-2。在南邵家村码头停靠后，自卸车可直接装船（见图 2.4-3），运至海上抛泥点，抛泥点与南邵家村渔港码头的海上运输距离约 50km（见图 2.4-4）。施工作业船只安装海洋倾废记录仪，加强倾倒区使用的跟踪监测，发现不良环境影响，立即停止，经重新评价后，方能重新启动。

2.4.2 方案优化的土石方平衡

本方案以最大化的提高水土资源的利用效率为原则，细化了表土资源的调查、分析与平衡，优化了主体工程土石方设计思路和施工时序，将核电厂区、进厂道路、连接道路、海水淡化厂等子项土方统筹设计，充分利用了核电厂区余方和海水淡化厂绿化表土，实现了项目整体土石方平衡，该优化设计思路得到设计院认可，具体见《山东莱阳核电项目土石方减量化和资源化利用论证方案》（附件9）。

2.4.2.1 核电厂区

经优化后，核电厂区开挖土石方总量 335.53 万 m^3 （其中表土 16.01 万 m^3 ，其他土石方 319.52 万 m^3 ，拆迁建筑垃圾 0.62 万 m^3 ），填方 279.06 万 m^3 （其中表土 12.59 万 m^3 ，其他土石方 266.47 万 m^3 ）。其中，核电厂区挖方土方 47.83 万 m^3 运至厂外道路区用于路基填筑，石方 5.80 万 m^3 作为浆砌石排水沟、碎石压盖等骨料建材，表土 7.30 万 m^3 参与厂外取排水管线土地复耕使用，拆迁建筑垃圾主要为养猪场，以砖石废料为主，参与场平回填。

1. 表土剥离

2022 年 9 月、2023 年 3 月、2023 年 5 月，水土保持方案编制组会同建设单位、主体设计单位等到项目现场就土地利用现状、表土厚度等进行了详细的实地调查。经调查，项目区现状大部分为耕地和荒草地，以及数量众多的鸡粪晾晒场地，种植作物主要为玉米和花生。由于所处低山丘陵，表土土层厚度不一，总体较贫瘠，其中玉米地表土层最厚，最厚处约 30cm，花生地表土厚度相对较薄约 20~28cm，鸡粪晾晒场地土壤板结现象严重，厚度约 10cm，且存在大面积的裸露岩石和表土层厚度极薄（小于 10cm）的荒草地，见图 2.4-5。

经遥感影像判读结合现场调查，项目区鸡粪晾晒场地约 12.50 hm^2 ，经开挖土壤剖面测量，其表层土厚度约 10cm，土方量约 1.25 万 m^3 。晾晒场地表层土壤板结严重，且鸡粪本身可能含有 Cu、Zn 等重金属，项目组多次赴现场采集环刀、铝盒等样本，并送北京林业大学分析测试中心化验。根据化验结果，表层土 Cu、Zn 等重金属含量不超标，有机质含量高，但容重过大，板结现象严重，不宜直接使用。本方案将该部分土壤单独堆存，并提出了后续建议改良方案（见 3.2 土石方评价章节），后期用于绿化和植被恢复。

总计，核电厂区表土可剥离面积 112.40 hm^2 （主要为耕地、园地、草地，含晾晒场地），剥离厚度 5cm~30cm，表土剥离量 16.01 万 m^3 。剥离表土主要用于核电厂区后期绿化、框格护坡植草绿化及参与厂外取排水管线土地复耕，表土回填量为 12.59 万 m^3 。

2.建筑垃圾

核电厂区需拆除养猪场 4.96 万 m^2 ，拆除后砖石等约 0.62 万 m^3 ，用于场平回填。

3.骨料利用方

根据《山东莱阳核电项目土石方资源化利用论证方案》知，厂区挖中微风化岩石经加工成砂石料等作为部分浆砌石排水沟、碎石覆盖等使用，总计约 5.80 万 m^3 。

2.4.2.2 厂外附属设施区

厂外附属设施主要包括气象观测站，环境监测站、消防站和武警营房等。根据主体设计资料，该区域挖方 1.92 万 m^3 ，填方 1.92 万 m^3 。本方案在通过现场查勘的基础上，对表土做了详细分析，增加表土的平衡，经优化后，本区域该区域挖方 1.92 万 m^3 （其中表土 1.22 万 m^3 ，其他土方 0.70 万 m^3 ），填方 1.92 万 m^3 （其中表土 1.22 万 m^3 ，其他土方 0.70 万 m^3 ）。

2.4.2.3 厂外道路区

厂外道路主要包括第一进厂道路、第二进厂道路和连接道路（大件道路）。厂外道路以填方为主，总计挖方 7.65 万 m^3 （其中表土 3.36 万 m^3 ，其他土石方 3.71 万 m^3 ，拆迁及旧路面等建筑垃圾 0.58 万 m^3 ），填方 57.31 万 m^3 （其中表土 5.77 万 m^3 ，其他土石方 51.54 万 m^3 ）。其中拆迁及旧路面等建筑垃圾以砖块和旧有混凝土路面为主，运至核电厂区参与场平回填；填方所需土石方运自核电厂挖方，连接道路部分绿化用土运自海水淡化厂。

1.第一进厂道路

第一进厂挖方总量 2.21 万 m^3 （其中表土 1.08 万 m^3 ，其他土石方 1.13 万 m^3 ），填方总量 27.27 万 m^3 （其中表土 1.40 万 m^3 ，其他土方 25.84 万 m^3 ，填方调运自核电厂区。

2.第二进厂道路

第二进厂道路挖方总量 0.66 万 m^3 （其中表土 0.54 万 m^3 ，其他土石方 0.12 万 m^3 ），填方总量 6.63 万 m^3 （其中表土 0.67，其他土方 5.96 万 m^3 ），填方调运自核电厂区。

3.连接道路（大件道路）

连接道路（大件道路）挖方总量 4.78 万 m^3 ，其中表土 1.74 万 m^3 ，其他土石方 2.46 万 m^3 （含小桥扩大基础施工土方 0.04 万 m^3 ），拆迁及旧路面等建筑垃圾 0.58 万 m^3 ，填方总量 23.44 万 m^3 （其中表土 3.70 万 m^3 ，其他土方 19.74 万 m^3 （含桥台桥台基槽回填土），部分绿化表土调运自海水淡化厂。连接道路（大件道路）防洪影响工程包括大桥 1

座、中桥 1 座、小桥 4 座，其中大桥和中桥桥墩采用双壁钢围堰的施工工艺；小桥桥台基础采用扩大基础的施工工艺，涉及挖方 0.04 万 m^3 ，主要用于自身桥台基槽和路基回填。建筑垃圾以砖块和混凝土旧路面等为主，运至核电厂区参与场平，借方均调运自核电厂区。

2.4.2.4 厂外取排水区

1. 海水淡化厂

海水淡化厂厂址场地较平坦，北高南低，自然地面标高 $5\sim 25\text{m}$ ，采用平坡式布置，建（构）筑物设计标高 $13.2\sim 13.54\text{m}$ ，厂内道路设计标高 13.0m 。海水淡化厂总计挖方 27.8 万 m^3 （其中表土 2.87 万 m^3 ，其他土石方 24.93 万 m^3 ），填方 25.84 万 m^3 （其中表土 0.92 万 m^3 ，其他土石方 24.93 万 m^3 ），表土 0.92 万 m^3 用于工程绿化，其余表土 1.96 万 m^3 调至连接道路绿化用土。

2. 陆域取排水管线

陆域取排水管线全长 20.7km ，临时堆土、施工道路和开挖面（ 17.75m ）宽度 46.5m ，管线开挖断面为梯形（上底 17.75m ，下底 8.35m ），深度 3.00m 。经现场勘查，涉及表土的地段（管线开挖作业面及施工便道）表土厚度 $10\sim 30\text{cm}$ ，加上中继泵站等基础开挖，总计挖方 88.47 万 m^3 （其中表土 7.43 万 m^3 ，其他土石方 81.04 万 m^3 ），填方 91.44 万 m^3 （其中表土 10.40 万 m^3 ，其他土石方 81.04 万 m^3 ），回覆表土 2.97 万 m^3 调运自核电厂区剥离表土。施工结束后，按照表土和其他土方的顺序分别回覆管道上方，便于植被恢复或复耕。

3. 海域取排水管线

根据主体设计资料，海域取排水管线盾构出渣 12.02 万 m^3 （其中盾构取水管道出渣量 6.33 万 m^3 ，盾构排水管道弃土量 5.69 万 m^3 ），盾渣最终由运泥船全部倾倒至青岛崂山疏浚物临时海洋倾倒区，不参与土方平衡。

2.4.2.5 厂外施工力能区

1. 施工用电

施工用电（ 110kV ）接自 220kV 五龙站，新建单回路角钢塔 33 基，新建单回路角钢塔 3 基，总计新建 36 基铁塔，牵张场 3 处。经现场勘查，塔基区涉及表土地段表土厚度 $20\sim 30\text{cm}$ ，塔基基础及泥浆沉淀池等总计挖方 2.29 万 m^3 （其中表土 0.79 万 m^3 ，其他土石方 1.50 万 m^3 ），填方 2.29 万 m^3 （其中表土 0.79 万 m^3 ，其他土石方 1.50 万 m^3 ）。

施工结束后，余方堆放塔基占地范围内，自然沉降，表土回覆于塔基四周用于植被恢复。

牵张场施工中采用彩条布结合钢板防护，跨越施工区主要以搭建脚手架作业为主，施工便道充分利用既有道路，上述区域对地表扰动较轻，不涉及土方问题。

2.施工用水

施工供水工程管线埋地布置，埋深约为 1.2m，施工采用大开挖方式，最大开挖面 1.3m，加上取水泵站等基础开挖，总计挖方 1.47 万 m^3 （其中表土 0.76 万 m^3 ，其他土石方 0.71 万 m^3 ），填方 1.47 万 m^3 （其中表土 0.76 万 m^3 ，其他土石方 0.71 万 m^3 ）。管道铺设完成后先将其他土方回填，待施工结束后再将表土回覆，便于植被恢复或复耕。

2.4.3项目最终土石方平衡设计

根据主体设计，结合项目特点、组成和施工工艺，经本方案优化后的项目挖方总量 465.13 万 m^3 （其中表土剥离 32.44 m^3 、土方 245.50 万 m^3 、石方 185.98 万 m^3 、建筑垃圾 1.20 万 m^3 ），填方总量 459.33 万 m^3 （其中表土回填 32.44 万 m^3 、土方 245.50 万 m^3 、石方 180.18 万 m^3 ），作为本工程浆砌石排水沟、碎石压盖等建材利用方 5.80 万 m^3 ，上述涉及土方均为自然方，松实系数 1.20。

综上，各分区土石方按照就近原则进行调配，海水淡化厂表土 1.96 万 m^3 调运至连接道路（大件道路）用于绿化，进厂道路和连接道路（大件道路）填方用土 47.83 万 m^3 ，调运自核电厂区余土，本项目石方作为建筑材料利用量 5.80 万 m^3 ，土石方总体平衡。土石方平衡汇总见表 2.4-2，土石方流向框图见图 2.4-6。

表 2.4-2

工程土石方调配表

单位: 万 m³ (自然方)

序号	项目组成		挖方（万 m³）					填方（万 m³）					调入方（万 m³）						调出方（万 m³）						作为骨料等建材利用量(万 m³)	
			表土	土方	石方	建筑垃圾	合计	表土	土方	石方	建筑垃圾	合计	表土	来源	土方	来源	石方	来源	表土	去向	土方	去向	石方	去向	石方	利用方向
①	核电厂区	主体工程	11.51	128.73	179.80	0.62	320.66	10.71	76.40	168.03	1.20	256.35							0.80	⑧	52.33	②⑤⑥⑦	5.97	②	5.80	厂区碎石铺设、边坡防护工程、截洪沟、浆砌石排水沟等用料
②		边坡及防洪工程区	4.50	1.10	6.18		11.78	1.88	5.60	12.15		19.63			4.50	①	5.97	①	2.62	⑤⑥⑧						
③		施工生产区		3.08				3.08		3.08			3.08													
④	厂外附属设施区		1.22	0.70			1.92	1.22	0.70			1.92														
⑤	厂外道路区	第一进厂道路	1.08	1.13			2.21	1.40	25.84			27.24	0.32	②	24.71	①										
⑥		第二进厂道路	0.54	0.12			0.66	0.67	5.96			6.63	0.13	②	5.84	①										
⑦		连接道路（大件道路）	1.74	2.46		0.58	4.78	3.70	19.74			23.44	1.96	⑨	17.28	①										
⑧	取排水管线区	取排水管线工程区	7.43	81.04			88.47	10.40	81.04			91.44	2.97	①②												
⑨		海水淡化厂区	2.87	24.93			27.80	0.92	24.93			25.84						1.96	⑦							
⑩	厂外施工管线区	施工用水管线	0.76	0.71			1.47	0.76	0.71			1.47														
		施工供电线路	0.79	1.50			2.29	0.79	1.50			2.29														
合计			32.44	245.50	185.98	1.20	465.13	32.44	245.50	180.18	1.20	459.33	5.38		52.33		5.97		5.38		52.33		5.97		5.80	

备注：

1.为实现土石方资源的资源化利用的最大化，根据项目地勘资料及骨料试验结果，经充分论证，本项目利用厂址微风化岩石经加工成砂石料等作为部分浆砌石排水沟、碎石覆盖等使用，总计约 5.80 万 m³。

2.项目土方各分区充分调运和利用，第一进厂道路、第二进厂道路和连接道路（大件道路）以填方为主，所需土方约 47.83 万 m³调自核电厂区挖方。

3.连接道路（大件道路）建成后道路绿化共需表土 3.70 万 m³，其中 1.74 万 m³为自身表土剥离，其余 1.96 万 m³调运自海水淡化厂表土。

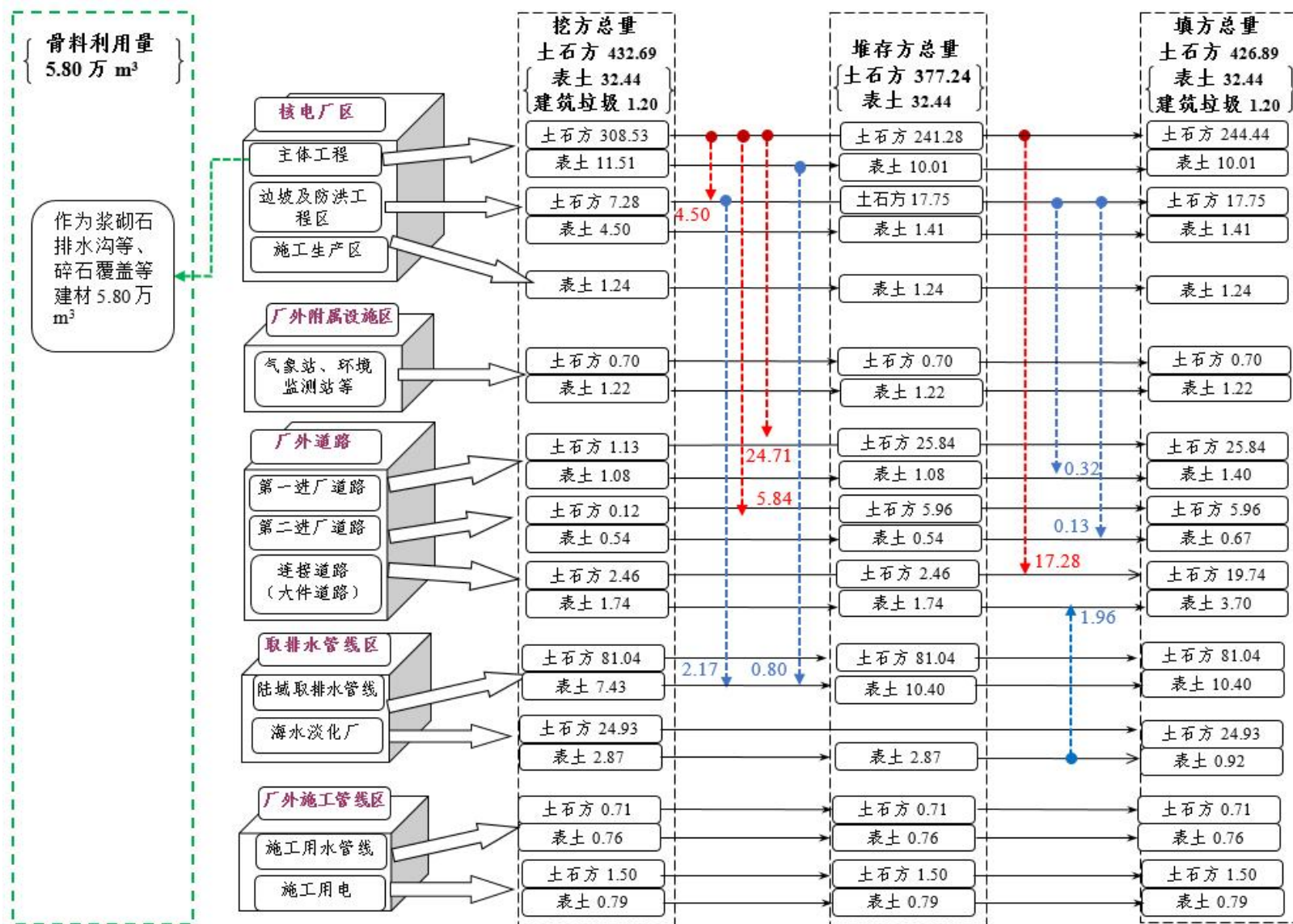
4.海域取排水管线采用盾构法施工，产生淤泥等共 12.02 万 m³，由运泥船全部倾倒至青岛崂山疏浚物临时海洋倾倒区，不参与土方平衡。

表 2.4-3

表土平衡表

单位: 万 m³ (自然方)

序号	项目组成		挖方（万 m³）	填方（万 m³）	调入方（万 m³）		调出方（万 m³）	
			表土	表土	表土	来源	表土	去向
①	核电厂区	主体工程	11.51	10.71			0.80	⑧
②		边坡及防洪工程区	4.50	1.88			2.62	⑤⑥⑧
③		施工生产区						
④	厂外附属设施区		1.22	1.22				
⑤	厂外道路区	第一进厂道路	1.08	1.40	0.32	①		
⑥		第二进厂道路	0.54	0.67	0.13	①		
⑦		大件道路（连接道路）	1.74	3.70	1.96	⑨		①
⑧	取排水管线区	陆域取排水管线工程区	7.43	10.40	2.97	①②		
⑨		海水淡化厂区	2.87	0.92			1.96	⑦
⑩	厂外施工力能区	施工用水管线	0.76	0.76				
⑪		施工供电线路	0.79	0.79				
合计			32.44	32.44	5.38		5.38	

图 2.4-6 土石方流向框图 (单位: 万 m³)

2.5 拆迁安置与专项设施改建

本项目核电厂区需拆除养猪场 4.96 万 m²，连接道路（大件道路）涉及部分大棚、简易板房、牲口棚等 0.51 万 m²，取排水管线穿越沟渠和道路均采用顶管施工，不涉及拆迁，不涉及专项设施改建。根据工程可研资料，项目非居住区边界距反应堆中心 800m，此范围内无民用居住用房，不涉及民房拆迁。

2.6 施工进度

本工程于 2023 年 11 月开始施工准备，2030 年 12 月建成，总工期 85 个月，其中：

核电厂区：2024 年 6 月开始施工准备，2030 年 12 月底建成；

海水淡化厂：2024 年 6 月开始施工准备，2027 年 1 月建成；

取排水管线：2024 年 1 月开始施工准备，2027 年 1 月建成；

厂外道路：2024 年 7 月开始施工准备，2025 年 5 月建成；

施工用电：2023 年 11 月开始施工准备，2024 年 3 月建成；

施工用水：2023 年 11 月开始施工准备，2024 年 5 月建成。

工程施工计划进度如表 2.6-1。

2.7 自然概况

2.7.1 自然条件

2.7.1.1 地质

项目区在大地构造上跨中朝准地台、大别—苏鲁造山带和扬子准地台。区域新构造运动主要表现为间歇性升降运动。区域内发育有北北东向、北东向、北西西向等多组断裂构造。以北北东、北东向断裂构造最为发育。郯庐断裂带是区域范围内规模最大的断裂带，断裂活动性和地震活动性均较强，区域内晚更新世至全新世活动断裂主要分布在郯庐断裂带上。胶东半岛上走向北北东—北东向的断裂为主，东部主要有牟平—即墨断裂带，西部主要有蓬莱—栖霞断裂带，它们的活动时代主要在早、中更新世，仅有局部段落有晚更新世活动迹象。

厂址区域主要发育马家泊断裂和郭城断裂，马家泊断裂为前第四纪，郭城断裂为早—中更新世断裂。厂址附近范围地震活动较弱。近区域地震分布总体较为弥散，东北部相对较为集中，与近区域内断裂构造没有明显联系。

项目区主要发震构造有 24 条段，其中震级最高的发震构造为郯庐断裂带沂沭断裂（F1-1）莒县—郯城段，最大潜在地震为 8.5 级，距离候选厂址超过 200km。7.5 级以上的高震级发震构造均位于郯庐断裂带上。

厂址区域未鉴定出发震构造。距离厂址最近的发震构造是海阳断裂（F3-4）东石兰沟段，最大潜在地震判定为 6.0 级，最近距离为 46km；其次为沧口断裂青岛段（NE 向），最大潜在地震判定为 6.0 级，最近距离为 47km。厂址附近范围未发现能动断层，SL-2 级基岩水平向和竖直向地震动峰值加速度高值为 0.20g。地震基本烈度为 VI 度。

厂址区不存在地震导致的影响厂址适宜性的地表断层破裂、软土震陷、地面塌陷、地震滑坡、崩塌、砂土液化等地震地质灾害，也不存在诱发地震、湖涌等地震次生灾害。厂址近区域范围不存在第四纪火山活动。

2.7.1.2 地貌

莱阳市山丘起伏和缓，沟壑纵横交错，因受胶东脊背地形影响，地势由北向南倾斜。北部、东部、中部、东南部、西南部均有互不连接的低山丘陵群，属低山丘陵地貌。

项目区为低山丘陵区，主要地貌类型有剥蚀丘陵、河流阶地和人工地貌，丘体坡度较缓，此外还发育冲沟、水塘等微地貌。核电厂区地面标高 20.0~75.0m，中间高、四周低，最高点位于厂址区东部，地面高程约 75.0m，最低点位于厂址区西北角嵯阳河河谷，

2.7.1.3 气象

项目区地处暖温带大陆性季风气候，光照充足，四季分明。冬季低温小湿，寒冷干燥；春季大地回暖，风多易旱；夏季温高湿大，雨水充足；秋季温湿骤降，天高气爽。多年平均气温 11.8℃，极端最高气温 40.0℃（2005 年 6 月 24 日），极端最低气温 -24.0℃（1951 年 1 月 18 日），多年平均大于或等于 10℃ 积温为 3919.9℃，年平均日照时数 2439h；年平均相对湿度 71%；年平均降水量 694.5mm，降水集中于夏季，冬季降水最少，累年 8 月平均降水量最大；多年平均蒸发量 1484.5mm；年平均日照时数 2556.8h；年平均风速 2.6m/s，夏季主导风向为偏南风，冬季主导风向为偏西北风；最大冻土深 45.0cm；年平均无霜期 183d。

表 2.7-1 气象要素年值统计表

序号	项目	单位	数值
1	多年平均气温	℃	11.8
2	极端最高气温		40.0
3	极端最低气温		-24.0
4	≥10 积温		3919.9
5	年平均降水量	mm	694.5
6	年最大降水量（1964 年）		1450.8
7	年最小降少量（1999 年）		430.8
8	年蒸发量		1484.5
9	平均风速	m/s	2.6
10	最大风速		3.1
11	主导风向		夏季为偏南风，冬季偏西北风
12	最大冻土深度	cm	45.0
13	无霜期	d	183

注：以上数据来自莱阳气象站观，建站日期 1949 年 1 月 1 日。

2.7.1.4 水文

1. 陆域水文

项目区内无水系发育，只有用于灌溉和养殖的零星人工池塘，附近的主要水系有五龙河及其支流嵯阳河，核电厂区施工生产生活用于取自于五龙河；陆域取排水管线横跨五龙河；海水淡化厂位于五龙河入海河口处。

项目区所在流域为淮河流域，河流多属季风雨源性河流，春秋降水量少，经常断流，

夏季雨量大且集中。莱阳市境内河流遍布成网，大小水库星罗棋布，因地势北高南低，多为北源南流，属季风雨源型河流，径流量受季节影响差异甚大，汛期径流量占全年径流量的 70%以上。500m 以上的河流、沟溪共 187 条，其中流长 15km（境内流长 9km）以上的河流 13 条，内有 11 条归为五龙河水系；西部有渚河、七星河 2 条归为莱西境的大沽河水系。五龙河水系中的五龙河，为胶东第一大河流，上游有白龙河、蛄河、清水河、墨水河、富水河五大支流，于照旺庄镇五龙村附近的峡口汇聚后始称五龙河，其南下又纳嵯阳河、玉带河、金水河，流经照旺庄、古柳、吕格庄、团旺、姜疃、高格庄、穴坊、羊郡 8 个镇街，后流入黄海丁字湾，境内长 63km，河床宽 100~400m，流域面积 393.3km²，上游的沐浴、小平、焦家店 3 个水库，总库容量 2 亿 m³。海域总面积 3635hm²，已开发利用滩涂面积 2546hm²，其中海水池塘 1800hm²，滩涂贝类 746hm²，近岸沿海累年盐度年平均值为 30.49。

2.海洋水文

根据本工程海洋水文专题报告，主要潮位特征参数（1985 高程基准）见表 2.7-2。

表 2.7-2 潮位特征参数比较 单位（cm）

历时累积频率 1%高水位	192
历时累积频率 98%低水位	-161
10%超越频率天文高潮位	198
10%超越频率天文低潮位	-219
万年一遇高水位	363
千年一遇高水位	328
百年一遇高水位	292
五十年一遇高水位	281
五十年一遇低水位	-263
百年一遇低水位	-271
千年一遇低水位	-300
万年一遇低水位	-328

2.7.1.5土壤

经调查，项目区现状大部分为耕地和荒草地，以及数量众多的鸡粪晾晒场地，种植作物主要为玉米和花生。由于所处低山丘陵，表土土层厚度不一，总体较贫瘠，其中玉米地表土层最厚，最厚处约 30cm，花生地表土厚度相对较薄约 20~30cm，鸡粪晾晒场地土壤板结现象严重，厚度 10cm 左右，且存在大面积的裸露岩石和表土层厚度极薄（小于 10cm）的荒草地，见图 2.7-2。

项目区所属莱阳市土壤划分为棕壤、褐土、潮土、砂姜黑土、盐土、风砂土 6 个土

2.7.2 水土流失现状

根据《全国水土保持规划（2015-2030 年）》（国函〔2015〕160 号，国务院）及《山东省水土保持规划（2015-2030 年）》，项目区水土保持区划一级区属于北方土石山区（北方山地丘陵区），二级区属泰沂及胶东山地丘陵区，三级区属胶东半岛丘陵蓄水保土区。根据《烟台市水土保持规划（2017-2030 年）》，项目区属南部低山丘陵土壤保持区。

根据《烟台市水土保持规划（2017-2030 年）》，莱阳市土壤侵蚀以微度、轻度水力侵蚀为主，容许土壤流失量为 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。土壤侵蚀现状见附图 3。

2.7.3 水土保持敏感区

根据《水利部办公厅关于印发〈全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果〉的通知》（办水保〔2013〕188 号），项目区不属于国家水土流失重点防治区；根据《山东省水利厅关于发布省级水土流失重点预防区和重点治理区的通告》（鲁水保字〔2016〕1 号），项目区属于山东省昆嵛山省级水土流失重点治理区。

项目区不涉及饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园、重要湿地等水土保持敏感区域。

3项目水土保持评价

3.1 主体工程选址（线）水土保持评价

对照《中华人民共和国水土保持法》（2010年修订）、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）和相关规范性文件关于主体工程选址（线）水土保持限制和约束性规定，逐条进行了分析，对主体工程存在水土保持制约性因素又无法避让的，提出了相应要求，具体如下：

（1）本项目存在一定的水土保持制约性因素，涉及山东省昆嵛山省级水土流失重点治理区，主体工程通过提高防治标准和工程防护等级，优化建设方案、施工工艺等方法，尽量减小了地面扰动和土石方量。

1）提高了防治标准和工程防护等级

主体设计中采取主厂区防洪标准为千年一遇，PMP校核，其他区防洪标准按照100年一遇，水土流失防治采用北方土石山区一级标准，方案新增的排水工程的工程等级和防洪标准按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）、《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014）提高1级；方案提高了核电厂厂前区、海水淡化厂绿化区等植被恢复与建设工程标准至GB 51018-2014要求的1级标准，厂外道路（二级公路）边坡防护与路基两侧绿化提高至2级标准；施工期临时排水沟排水标准提高至10年一遇标准；临时堆场的挡墙级别提高至4级，采用浆砌石挡墙进行防护，符合水土保持要求。

2）建设方案采取的优化措施

①在充分保证核电厂主体安全的前提下，充分采取了植物护坡和生态护坡设计形式。核电厂区二、三级边坡采取方格型浆砌块石植草护坡形式，总面积112089m²；厂外道路边坡防护采取了植草护坡、拱形骨架植草护坡等多种形式生态护坡；在海水淡化厂厂址周边边坡采用了空心六棱砖植草护坡，总面积11000m²。

②本方案以最大化的提高水土资源的利用效率为前提，统筹优化了核电厂区、进厂道路、海水淡化厂等子项土方设计，将核电厂区余方用于厂外道路路基填筑，经设计单位论证，挖方能够满足核电厂区自身回填及厂外道路回填土石方材料要求（见附件9），总计减少借方土石方约47.83万m³，且将海水淡化厂表土1.96万m³调至连接道路绿化使用，实现了土石方资源的最大化利用。

③采用联合建筑、将性质和功能相同或相近的建构筑物合并等方式，优化了海水淡化厂设备布置，减少永久占地约5.0hm²；优化了连接道路（大件道路）路线设置，充分

利用了现状道路，部分路段为对既有道路的改扩建，减少新增永久占地 2.76hm^2 ；优化了管道工程作业宽度，优化减少施工机具、材料堆放宽度 1m ，减少施工便道宽度 3m ，减少临时占地 8.28hm^2 。

④在工程内部布设雨水管、雨水口、雨水井等雨水设施组成的雨水管网，雨水井兼雨洪集蓄与沉沙功能，厂区雨水经收集后通过雨水管排入边坡下排水沟，边坡下排水沟汇集接入排水明渠，通过八字排放口与地方自然排水沟衔接。本方案考虑施工期在厂区、施工生产区、临时堆场区等雨水排水口处布设沉沙池，可作为雨洪集蓄设施，提高雨水循环利用率，同时设置沉沙池有利于沉降汇水中泥沙。

3) 施工工艺与施工组织的优化

施工工艺采取土方梯段开挖、分层开挖、石方爆破、分台阶负挖施工；建筑物基础以天然地基、筏板基础、独立基础、环形基础；管线分段敷设，穿越尽量使用顶管穿越，海域取排水管线采用盾构施工等方式，避免大风和雨天进行土建施工，减小了地表扰动和植被损坏范围，符合水土保持要求。

施工组织方面，本方案以最大程度减少地表扰动和植被损坏为原则，在充分优化施工时序的基础上，将土方转运场好堆存场布设、海水淡化厂施工生产区均在永久占地范围内，减少新增临时占地约 30.45hm^2 ；施工便道充分利用新修进厂道路，其余施工便道充分利用周边现状道路，减少新增临时用地 11.89hm^2 。

(2) 本项目避让了泥石流易发区、崩塌滑坡危险区。

(3) 本项目避让了河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带。

(4) 本项目避让了全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区，未占用国家确定的水土保持长期定位观测站。

(5) 本项目未处于重要江河、湖泊以及跨省其他江河、湖泊的水功能一级区的保护区和保留区，以及对水功能二级区的饮用水源区。

综上，本项目避开了泥石流易发区、崩塌滑坡危险区，避让了河流两岸、湖泊和水库周边植物保护带，避开了全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区，未占用国家确定的水土保持长期定位观测站，未处于重要江河、湖泊以及跨省的其他江河、湖泊的水功能一级区的保护区和保留区，以及水功能二级区的饮用水源区。但本项目存在无法避让山东省昆嵛山省级水土流失重点治理区水土保持制约性因素，通过提高防治标准和工程防护等级、优化建设方案、优化施工工艺与施工组织、加强组织管理等方式，总计减少地表扰动 44.85hm^2 ，减少土石方 49.79 万 m^3 。因此，在补充完善水土保

持措施基础上，可有效控制可能造成水土流失，符合水土保持要求，项目建设可行。

3.2 建设方案与布局水土保持评价

3.2.1 建设方案评价

本方案对照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）中的基本规定，对项目建设方案逐条分析与评价，并提出了相应的优化意见，具体如下：

1. 建设方案比选

2023年7月20日，电力规划设计总院组织召开总体规划方案设计专题专家评审（电规发电〔2023〕435号），评审意见建议“进一步研究厂区竖向采用阶梯式布置方案的合理性和经济性，减少土石方挖填工程量”。结合用地预审等要求，本项目基于上阶段方案进行优化布置，并充分考虑工程竖向布置的优化，形成两个总平面方案比选（见图3.1-1~3.1-2）。

本方案参考办水保〔2023〕177号文要求，对上述两个总平面布置从水土保持的角度进行了比选。由表3.1知，两个方案在主厂房区、取排水设施区、水处理设施区、开关站区、重件道路及模块拼装场地等方面基本相同，主要区别是三废区、厂前区及辅助生产设施区的布置，由此方案一厂前区位置优劣、厂内交通组织、造成开挖和回填土石方量、可能造成水土流失影响、环境影响等方面都要优于方案二。因此，从水土保持的角度考虑，本方案同意主体设计推荐的方案一。

表 3.1 核电厂区平面布置方案比选分析评价表

序号	项目	方案一	方案二	单项优选
1	主厂房布置	主厂房采用近东西向并列的布置方式。核岛厂房朝南，常规岛厂房布置在核岛厂房的北侧。固定端在西，向东扩建。	同方案一	相同
2	循环水泵房、冷却塔与主厂房区关系	循环水泵房靠近汽机房布置，每座循环水泵房、自然通风冷却塔与主厂房区基本做到单元式布置。	同方案一	相同
3	水处理设施区的布置	构成相对集中、独立水处理设施区	同方案一	相同
4	模块拼装场地与重件道路的布置	模块拼装场地位于扩建端，后续基本没有施工交叉；重件道路顺直。	同方案一	相同
5	厂前区位置	布置在厂区西侧，与第一进厂道路衔接便捷，方便与外界联系	布置于厂区西南侧，靠近厂区主环路，与进厂道路距离相对较远	方案一
6	厂内交通组织	厂内工作人员交通流线可基本避免与放射性废物运输路线交叉，符合规范相关要求	工作人员交通流线相对迂回，路线较长	方案一
7	竖向设计	台阶式布置，主厂区、重件道路及模块拼装场地的室外地坪设计标高暂定为 40.0m；其他区域的室外地坪设计标高暂定为 34.0m。	同方案一	相同
8	占地面积	工程总占地 301.11hm ² ，其中永久占地 169.55hm ² ，临时占地 131.56hm ²	同方案一	相同
9	土石方工程量（松散方量）	工程挖方 266.19 万 m ³ ，填方 335.69 万 m ³ ，厂区负挖量 132 万 m ³	工程挖方 300.55 万 m ³ ，填方 390.16 万 m ³ ，厂区负挖量约 140 万 m ³	方案一
10	水土流失影响	产生水土流失量 50148t	工期略长，约产生水土流失量约 55000 t	方案一
11	环境影响程度	全厂主导风向的下风向为三废区，对厂前区及仓储检修区等无影响。	厂前区位于全年主导风向的下风向，环境相对较差	方案一
12	水土保持综合评价	推荐		

2.充分采取了植物护坡和生态护坡设计形式，满足 GB 50433-2018 要求

(1) 主体工程在充分保证核电厂主体安全的前提下，在核电厂区挖填方区域的边坡防护工程设计过程中尽可能采取了综合护坡的形式。主体设计挖方边坡分为两级，每 10m 一级，每级坡率 1:1，第一级边坡采用里层肋式浆砌片石护坡，二级边坡采用方格型浆砌块石植草护坡，总计方格型浆砌块石护坡 2174.34m²；填方边坡分为两级，按每 10m 一级，每级坡率 1:1.75，第一级边坡采用里层肋式浆砌片石护坡，第二级边坡采用方格型浆砌块石植草护坡，护坡采用 M7.5 水泥砂浆和 MU30 块石砌筑，总计方格型浆砌块石护坡 21312.41m²。

(2) 主体设计在厂外道路路堤和路堑在保证边坡稳定的基础上，边坡防护采取了植草护坡、拱形骨架植草护坡等多种形式生态护坡。

(3) 在海水淡化厂厂址挖填边坡防护工程的设计上，主体设计单位充分吸收了我院提出来的尽量采取植物护坡或综合护坡的优化建议，采用了空心六棱砖植草护坡形式，总面积 11000m²。

3.本项目无法避让山东省昆嵛山省级水土流失重点治理区，根据 GB 50433-2018 和水保监〔2020〕63 号文等要求，建设方案进行了如下优化：

(1) 优化方案，减少工程占地和土石方量

1) 本方案以最大化的提高水土资源的利用效率为前提，树立项目整体观，统筹优化了核电厂区、厂外道路、海水淡化厂等子项土方设计，充分利用核电厂余方用于厂外道路路基填筑，设计单位进行了土石方资源的相关论证工作，具体见《山东莱阳核电项目土石方资源化利用论证方案》。通过上述优化措施，总计减少借方土石方约 49.79 万 m³，实现了项目整体土石方平衡。

2) 主体工程通过尽量采用联合建筑、将性质和功能相同或相近的建构筑物合并等方式，优化了海水淡化厂设备布置，减少永久占地约 5.0hm²；优化了连接道路（大件道路）路线设置，充分利用了现状道路，减少新增永久占地 2.76hm²。

3) 本方案优化了管道工程作业宽度，在与设计单位充分沟通的基础上将管道开挖临时堆土堆放区与施工便道分散到两侧，优化减少施工机具、材料堆放宽度 1m，减少施工便道宽度 3m，优化完后堆放区宽度 4.00m，施工便道宽度 7m，见图 3.2-2，减少临时占地 8.28hm²。管道穿越沟渠全部使用顶管穿越方式，尽量减少大开挖造成地表扰动。

(2) 提高了截排水工程和防洪标准

主体设计核电厂主厂区防洪标准为千年一遇，PMP 校核，其他区防洪标准 100 年一

遇。方案新增的排水工程的工程等级和防洪标准按照 GB 50433-2018、GB 51018-2014 提高 1 级，临时排水设施设计标准提高至 10 年一遇标准，符合水土保持要求。

(3) 集雨与沉沙设施布设

主体设计在工程内部布设雨水管、雨水口、雨水井等雨水设施组成的雨水管网，雨水井兼雨洪集蓄与沉沙功能，厂区雨水经收集后通过雨水管排入边坡下排水沟，边坡下排水沟汇集接入排水明渠，通过八字排放口与地方自然排水沟衔接。本方案施工期在厂区、施工生产区、临时堆场区等雨水排水口处布设沉沙池，可作为雨洪集蓄设施，提高雨水循环利用率，同时设置沉沙池有利于沉降汇水中泥沙，厂前区及非危险品废物库区域地面停车场铺设嵌草砖，有利于水土保持。

(4) 提高了植物措施设计标准

本项目无法避让山东省昆嵛山省级水土流失重点治理区，提高本工程植被恢复与建设工程标准，其中核电厂厂前区、海水淡化厂绿化等均提高至《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014）要求的 1 级标准，厂外道路（二级公路）边坡防护与路基两侧绿化提高至 2 级标准。

本工程不涉及自然保护区、世界文化和自然遗产地等水土保持敏感区。

综上，经优化后，本项目在建设方案和布局上符合水土保持要求。

3.2.2 工程占地评价

根据 GB 50433-2018、办水保〔2023〕177 号文和水保监〔2020〕63 号文等要求，工程占地评价主要从是否存在漏项、行业指标、临时占地是否合理等三个方面展开评价，从水土保持角度分析，工程占地符合节约用地和减少扰动要求，临时占地满足施工要求，具体分析如下：

1. 是否存在漏项评价

根据主体设计阶段成果，工程总占地 345.96hm^2 ，其中永久占地 169.55hm^2 ，临时占地 176.41hm^2 。主体设计考虑了核电厂区、施工生产区、厂外道路、取排水管线等占地，但未考虑临时堆土周转与临时堆存、施工准备区等占地。

本方案以尽量减少地表扰动和植被破坏为原则，提出了设置临时堆土周转与临时堆存场地、合理调整施工组织、施工准备区充分利用厂外附属设施区（第二进厂道路东侧消防站与武警营房位置）、减少管线作业带宽度等减少临时占地的优化建议。设计单位通过分析论证后采纳，具体见《山东莱阳核电项目土石方转运与临时堆存等施工组织的

设计说明》(附件 8), 总计减少临时占地 44.85hm^2 。

优化后, 本工程总占地 301.11hm^2 , 其中永久占地 169.55hm^2 , 临时占地 131.56hm^2 。工程占地性质方面, 永久占地包括核电厂区、海水淡化厂、厂外道路等, 临时占地包括施工生产区、陆域取排水管线、施工用电、施工用水管线等, 其中取排水管线(96.25hm^2)占总临时占地的 73.16%。从占地类型上看主要为耕地(水浇地)、园地(果园)、林地(其他林地)、草地(其他草地)、水域及水利设施用地(坑塘水面)、交通运输用地(农村道路)和其他土地(设施农业用地、裸土地、裸岩石砾地等)等, 其中占用耕地(水浇地) 189.45hm^2 (62.92%)、林地(其他林地) 43.24hm^2 (14.36%)、草地(其他草地) 5.41hm^2 (1.80%)、园地(果园) 7.98hm^2 (2.65%)、交通运输用地(农村道路) 9.68hm^2 (3.22%)、水域及水利设施用地(坑塘水面) 7.45hm^2 (2.47%)、其他用地(设施农业用地、裸土地、裸岩石砾地等) 26.27hm^2 (8.72%)。

(1) 给排水

根据主体设计, 运行期核电机组常规岛循环水和核岛厂用水均采用海水淡化水, 施工期用水取自五龙河水, 工程占地已涵盖了陆域取排水管线、海水淡化厂与施工用水管线等内容, 总占地 124.29hm^2 , 不存在漏项。

(2) 对外交通

核电厂通过进厂道路和连接道路与外接交通系统相连, 工程占地中已包含第一进厂道路、第二进厂道路和连接道路, 总占地 30.45hm^2 。

(3) 工程边坡

主体工程在核电厂厂区挖填边坡分别设计了 1:1 和 1:1.75 的边坡防护工程, 按每 10m 一级, 每级之间 3m 马道, 边坡第一级边坡采用里层肋式浆砌片石护坡, 第二级采用方格型浆砌块石植草护坡, 工程占地已包含该内容, 边坡占地 27.42hm^2 。

(4) 施工用水用电

施工用水水源来自五龙河, 取水口设在胡城拦河闸上游约 190m 处, 引水管长 200m, 新建取水泵站 1 座, 泵站占地 0.36hm^2 , 施工用时管线全长约 5.4km, 施工用水工程占地 5.76hm^2 ; 施工用电引接自 220kv 五龙站, 施工用电总计新建铁塔 36 基, 工程总占地约 3.97hm^2 , 其中铁塔塔基占地 0.24hm^2 (铁塔塔基), 牵张场、泥浆沉淀池等施工生产区等占地 3.73hm^2 。上述占地均已包含在工程占地中。

(5) 施工道路

核电厂周边路网发达, 工程施工充分利用省道 S209 (二级公路) 和乡道 Y025 等既

有的公路。在主厂区与既有道路衔接处，充分利用新建的进厂道路，其中第一进厂道路路线全长为 1.113km，路基宽 33.5m，占地 5.41hm²；第二进厂路线全长 0.758km，路基宽度 12m，占地 2.70hm²。进厂道路完全满足施工需要，不额外新增临时道路。陆域排水管线、海水淡化厂等周边路网发达，施工时充分利用既有国道、省道和乡村道路等既有道路，不额外新增临时道路。

（6）施工生产区

本项目施工生产区总计布设 9 处，其中核电厂区施工生产区 4 处，占地面积 19.47hm²；连接道路（大件道路）在新建五龙河大桥和金水河桥附近布设施工生产区 4 处，总占地 6.50hm²，作为施工机具、材料等放置场所，新建小桥施工生产区充分利用两侧道路路基，不额外新增；海水淡化厂施工生产区 1 处，结合施工时序布设在永久占地内，占地 2.37hm²，不额外新增临时占地；施工用电牵张场施工采用土工布防护，跨越施工区主要以搭建脚手架作业为主，牵张场、塔基泥浆沉淀池等施工生产区等占地 3.73hm²。上述占地均已包含在工程占地中。

（7）临时堆土场

本项目涉及的临时堆土区主要包括核电厂区、厂外道路区、厂外区排水管线、海水淡化厂及施工用水用电所涉及的临时堆土的存放区域，本方案提出了优化建议并被设计单位采纳，具体见《山东莱阳核电项目土石方转运与临时堆存等施工组织的设计说明》（附件 8）。临时堆土场占地均已包含在工程占地中，其中核电厂区表土临时堆放场地分为两种，即临时转运场地和临时堆放场地，临时转运场地位于在 T1 和 T2 区域（即 T1 和 T2 填方区域，具体见 2.4 土方平衡章节）（红线内），占地约 6.0hm²，表土临时堆存场地位于厂区北侧规划开关站位置，与厂外道路表土堆存共用，占地约 4.0hm²，场平后基坑回填土暂时堆存在厂区西南角规划仓库区域，占地约 4.0hm²；厂外道路紧邻核电厂区，将表土暂时堆存于核电厂表土临时堆土场；海水淡化厂表土临时堆放场地分为两种，即临时转运场地和临时堆放场地，临时转运场地位于在厂区西侧填方区域，占地约 1.20hm²。表土临时堆放场地位于厂区西北角空地，占地 0.11hm²。场平之后的基坑回填土暂时堆存在厂区西北角空地紧邻表土堆存场地，占地约 0.45hm²。

综上，上述工程组成与占地涵盖了本项目全部建设内容，不存在漏项。

2.用地预审与行业用地指标评价

（1）用地预审评价

本项目永久性占用了耕地，按照“占一补一”的原则计列了土地开垦费，以备后期

土地开垦和复垦所用。烟台市自然资源和规划局完成了项目用地预审的审查,出具了《关于山东莱阳核电项目一期工程项目用地预审的初审意见》(烟自然规审字〔2023〕4号)(长期机密),烟台自然资源和规划局同意项目用地。目前项目用地预审已报自然资源部。

(2) 行业用地指标评价

《电力工程项目建设用地指标》(建标〔2010〕78号)颁布于2010年,其中核电项目用地指标主要适用于单机容量600MW级和1000MW级的新建或按规划扩容的电厂,且指标中主厂房区等用地指标推荐值采用AP1000堆型布置的计算值,本工程使用的是国和一号(CAP1400)先进三代压水堆核电机组,单台每台机组额定发电功率1515MW,因此主厂房区、配电装置等略大于该指标值,其余指标基本满足要求,总体上本项目永久占地满足《电力工程项目建设用地指标》(建标〔2010〕78号)要求。

《山东省建设用地控制指标(2019年版)》中核电项目用地指标主要适用于单机容量600MW级和1000MW级的新建或按规划扩容的电厂。本工程使用国和一号(CAP1400)先进三代压水堆核电机组,单台每台机组额定发电功率1515MW,与指标设计不完全一致,参照执行,本工程生产区(除冷却塔和机组)和厂前建筑区均按6台规划布设,占地73.44hm²,单位容量占地0.24m²/kW,也满足《山东省建设用地控制指标(2019年版)》对核电占地限制要求。

因此,工程占地符合《电力工程项目建设用地指标》(建标〔2010〕78号)和《山东省建设用地控制指标(2019年版)》指标要求,占地指标对比见表3.2-1。

表 3.2-1

核电厂区一期用地占地指标对比表

序号	功能分区	用地指标 (公顷)	用地规模 (公顷)	指标对比情况	是否进行指标调整	备注
1	主厂房区	16.1538	16.0201	小于	否	
2	放射性辅助生产设施	3.8000	3.800	小于	否	
3	配电装置区	-	8.8891			《用地指标》不适用，据实计列
4	除盐水设施	3.0000	2.9085	小于	否	
5	自然通风冷却塔	11.5850	13.3670	大于	否	
6	重要厂用水泵房	0.6000	0.5389	小于	否	
7	机械通风冷却塔	3.5000	3.4763	小于	否	
8	制(供)氢站	0.4500	0.4469	小于	否	
9	气体贮存和分配设施	0.4500	0.4500	小于	否	
10	辅助锅炉房	0.3000	0.2647	小于	否	
11	维修设施与仓库区	6.5000	6.5000	小于	否	
12	废、污水处理设施区	0.9000	0.9000	小于	否	
13	实物保护区	4.5000	5.2069	大于	是	
14	架空进线	2.6360	2.6360	等于	否	
15	供热联合泵房	-	0.4531			据实计列
16	油脂库、一般固体废物库、非放危险废物库	-	1.6452			据实计列
17	重件道路(厂区部分)	-	3.0420			据实计列
18	厂前建筑区	2.9000	2.900	大于	否	6 台机组规划
合计		-	73.4447			

3.临时占地评价

(1) 施工生产区数量和占地评价

本项目施工生产区主要布设 9 处，其中核电厂区 4 处，厂外道路 4 处，海水淡化厂 1 处，总占地 36.64hm²。施工生产区充分利用了永久占地，尽量布设在红线范围内，新增临时用地布设在建设用地上，减少了项目建设对基本农田、耕地等占用和破坏，最大程度减少了临时占地，能够满足施工需要，且符合水土保持要求。

1.核电厂区

为尽量减少项目建设对基本农田、耕地等的占用和破坏，对核电厂大型施工临建选址进行了充分论证，做到了最大程度的避让。其中，核电厂大型施工临建（现场物资仓库、核岛土建、核岛安装及常规岛生产临建用地）主要有三部分组成，另设一处施工准备区。

(1) 模块拼装场地

2. 厂外道路

第一进厂道路和第二进厂道路布设在道路施工红线内，完全满足要求，不额外新增临时占地。连接道路（大件道路）为改扩建工程，路线全长 8.794km，其中改建部分 2.300km，新建部分 6.494km。拟在新建五龙河大桥和金水河桥附近布设施工生产区 4 处，总占地 6.50hm²，作为施工机具、材料等放置场所。新建小桥施工生产区充分利用两侧道路路基，不新增占地。

3. 厂外取排水管线

（1）陆域取排水管线

陆域取排水管线全长约 20.7km，施工时管槽顶宽 17.75m，堆土宽度 17.75m，施工道路宽度 7.0m，道路与堆土间预留 4m 间隙，管线开挖时临时作业宽度 46.5m，施工机具、管材堆放、开挖土方堆存等沿管线布设，完全满足工程施工需要，不单独设置施工生产区。

（2）海水淡化厂

海水淡化厂施工生产区的布设充分结合施工时序，布设在工程南侧永久占地范围内，不额外新增临时占地，面积 2.37hm²。施工生活区与主体工程莱阳核能项目统一考虑，不单独设置。

4. 施工用水和用电管线

（1）施工用水

本工程以五龙河地表水作为施工水源，取水口附近新建补充水泵站 1 座（尺寸：13.5m×7.4m），河水加压后经 2 条 DN250 钢骨架复合管输送至电厂。在取水泵站附近新设一处施工生产区，作为施工材料和机具堆放场地，面积 0.5hm²；管线沟槽底部的开挖宽度 1300mm，施工时在开挖面两侧各外延 3m 作为开挖土方堆存、施工道路、机具堆存等使用，完全满足需求，不另设施工生产区。

（2）施工用电

施工用电（110kV）接自 220kV 五龙站，新建单回路角钢塔 36 基，牵张场 3 处。牵张场施工采用彩条布结合钢板防护，跨越施工区主要以搭建脚手架作业为主，上述区域对地表扰动较轻。牵张场、塔基泥浆沉淀池等施工生产区等占地 3.73hm²。

表 3.2-2

施工生产区布设情况表

名称	布设位置	占地面积 (hm ²)	占地性质	备注
核电厂区 施工生产区	厂区内模块拼装场地	9.34	永久	已含在用地预审范围内
	东团旺村东侧	5.73	临时	城镇用地
	西团旺后村西侧	4.40	临时	城镇用地
	场平施工准备区	4.07	永久	已含在用地预审范围内
第一进厂道路施工生产区	红线内	(1.50)	临时	设计路基宽度 33.5m, 占地红线宽度 33.5~137.1m, 满足需要
第二进厂道路施工生产区	红线内	(1.0)	临时	设计路基宽度 12.0m, 占地红线宽度 73.0m, 满足需要
连接道路施工生产区	新建五龙河大桥和金水河桥附近, 各 2 处	6.50	临时	施工机具、材料等放置场所
海水淡化厂施工生产区	红线内	2.37	临时	施工机具、材料等放置场所
陆域取排水管线施工区	沿线管线沿线	(59.51)	临时	充分利用沿线管线开挖作业带, 满足需要, 不额外新增
海域取排水管线施工生产区	厂区南侧取水泵房周边	(2.37)	临时	结合施工时序, 布设于海淡厂南侧, 不额外新增
施工用水施工生产区	取水泵站附近	0.5	临时	管线施工依托开挖作业区, 不额外新增
施工用电施工生产区	塔基四周及牵张场	3.73	临时	除泥浆沉淀池, 塔基四周及牵张场充分利用彩条布结合钢板防护, 对地表扰动较轻微

(2) 管线作业带评价

本项目涉及的管线作业带主要包括陆域取排水管线和施工用水管线。

1) 陆域取排水管线

根据主体设计，陆域取排水管线全长约 20.7km，施工时管槽顶宽 17.75m，堆土宽度 17.75m，施工道路宽度 10m，道路与堆土间预留 5m 间隙，管线开挖时临时作业宽度 50.5m，见图 3.2-2。为尽量减少临时占地，本方案结合既有管道工程施工经验，在与设计单位充分沟通的基础上提出了优化建议，即将临时堆土堆放区与施工便道分散到两侧，减少施工机具、材料堆放宽度 1m，减少施工便道宽度 3m，优化完后堆放区宽度 4.00m，施工便道宽度 7m，见图 3.2-3，总计减少临时占地 8.28hm²。

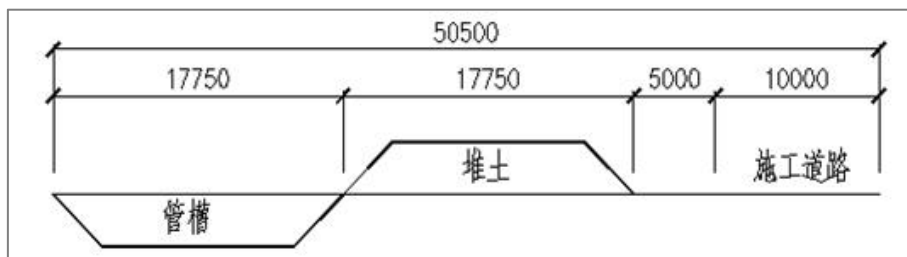


图 3.2-2 管线开挖作业宽度示意图 (单位 mm) (优化前)

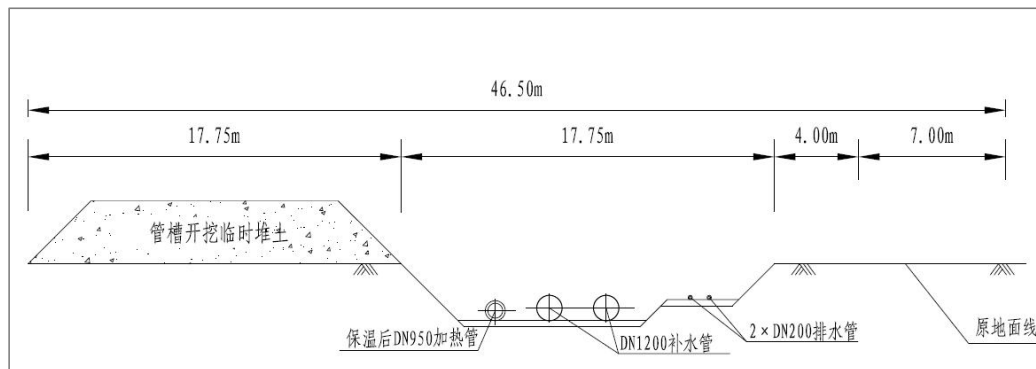


图 3.2-3 管线开挖作业宽度示意图 (单位 mm) (优化后)

2) 海域取排水管线

海域取排水管线自海水淡化厂泵房前池至取排水口均采用盾构的施工工艺，减少地表扰动约 18.0hm²，符合水土保持要求。

3) 施工用水

本工程以五龙河地表水作为施工水源，取水口附近新建补充水泵站 1 座，河水加压后经 2 条 DN250 钢骨架复合管输送至电厂。在取水泵站附近新设一处施工生产区，作为施工材料和机具堆放场地，面积 0.5hm²；管线沟槽底部的开挖宽度 1300mm，施工时在开挖面两侧各外延 3m 作为开挖土方堆存、施工道路、机具堆存等使用，完全满足需求，不另设施工生产区，尽量减少了新增临时占地。

总体上,本项目占地切实贯彻了科学用地、合理用地和节约、集约用地的原则,采取了施工临建区租赁现状建设用地、施工准备区利用厂外附属设施区、设置土方周转和临时堆存场地、优化取排水管线作业带宽度、管线施工分段开挖分段敷设、施工道路充分利用现状道路等方式,同时占地也符合电力行业用地标准规定,对不可避免的占用耕地和基本农田等问题也采取了占补平衡和政府调整土地利用规划,工程占地不存在漏项、符合行业指标、临时占地合理,从水土保持角度分析,本项目工程占地合理。

3.2.3 土石方平衡评价

主体设计考虑了核电厂场平、负挖,厂外道路、海水淡化厂等土石方开挖与回填量平衡,但对表土部分未做深入细致的分析,且主体设计土方平衡是基于各专题的计算,未按项目整体考虑。本方案以最大化的提高水土资源的利用效率为原则,细化了表土资源的调查、分析与平衡,优化了主体工程土石方设计思路 and 施工时序,将核电厂区、进厂道路、连接道路、海水淡化厂等子项土方统筹设计,充分利用了核电厂区余方,部分石方用于浆砌石排水沟、碎石铺盖等建筑材料,实现了项目整体土石方平衡,且土石方内部调运节点适宜、时序可行、运距合理,符合水土保持要求。

为充分实现土方资源化利用,确保优化方案的可行性,设计单位对本项目土石方减量化与资源化利用进行了充分论证,编制了《山东莱阳核电项目土石方资源化利用论证方案》,该论证方案包括土石方减量化论证、核电厂区和海水淡化厂挖方能够用于土方回填及路基填筑的技术论证、石方满足部分骨料利用论证等内容,详见附件 9。

本工程开挖土石方总量 465.13 万 m^3 (其中表土剥离 32.44 万 m^3 、土方 245.50 万 m^3 、石方 185.98 万 m^3 、建筑垃圾 1.20 万 m^3),填方总量 459.33 万 m^3 (其中表土回填 32.44 万 m^3 、土方 245.50 万 m^3 、石方 180.18 万 m^3 、建筑垃圾 1.20 万 m^3),作为本工程骨料等建材的利用方 5.80 万 m^3 。

1. 各分区土石方评价

(1) 核电厂区

核电厂区开挖土石方总量 319.52 万 m^3 (不含表土),填方 266.47 万 m^3 (不含表土),土石方做了内部充分调运,其中核电厂区挖方土方 47.83 万 m^3 运至厂外道路区用于路基填筑,石方 5.80 万 m^3 作为本工程浆砌石排水沟、碎石压盖等的骨料建材,拆迁建筑垃圾主要为养猪场,以砖石废料为参与场平回填。但厂区缺少表土剥离措施,本方案补充该措施:施工前剥离表土 16.01 万 m^3 ,单独集中堆放并防护,绿化余土 2.97 万 m^3 调运

至取排水管线复耕使用。在此基础上做到了核电厂区土石方平衡，符合水土保持要求。

(2) 厂外道路区

厂外道路主要包括第一进厂道路、第二进厂道路和连接道路（大件道路）。厂外道路以填方为主，总计开挖方 3.71 万 m^3 （不含表土），填方 51.54 万 m^3 （不含表土）。其中，连接道路（大件道路）涉及改扩建，拆迁及旧路面等建筑垃圾以砖块和旧有混凝土路面等建筑垃圾 0.58 万 m^3 ，运至核电厂区参与场平回填，涉及大桥 1 座、中桥 1 座、小桥 4 座；道路路基填筑土方 47.83 万 m^3 来自核电厂区。本方案补充施工前表土剥离措施，总计剥离表土 3.36 万 m^3 ，单独集中堆放并防护，表土中 1.96 万 m^3 调运自海水淡化厂表土。在此基础上做到了厂外道路土石方平衡，符合水土保持要求。

(3) 海水淡化厂

海水淡化厂总计挖方 27.80 万 m^3 （其中表土 2.87 万 m^3 ，其他土石方 24.93 万 m^3 ），填方 25.84 万 m^3 （其中表土 0.92 万 m^3 ，其他土石方 24.93 万 m^3 ），表土中 0.92 万 m^3 用于本工程绿化，其余 1.96 万 m^3 运至连接道路绿化使用，在此基础上做到了海水淡化厂土石方平衡，符合水土保持要求。

(4) 取排水管线

陆域取排水管线挖方 81.04 万 m^3 （不含表土），填方 81.04 万 m^3 （不含表土）。本方案补充了施工前的表土剥离措施，总计剥离表土 7.43 万 m^3 ，单独集中堆放并采取临时拦挡、苫盖和排水防护措施。管道铺设完成后先将其他土方回填，待施工结束后再将表土回覆，恢复原有土地使用状态，土石方平衡，符合水土保持要求。

根据主体设计资料，海域取排水管线采用盾构法施工，海域取排水管线盾构出渣 12.02 万 m^3 （其中取水管道出渣量 6.33 万 m^3 ，排水管道弃土量 5.69 万 m^3 ）。根据莱阳核电岩土工程勘察资料，在站址区 M61、M43、N43 钻孔中各采取地下水进行水质腐蚀性分析试验，依据《岩土工程勘察规范》（2009 年版）（GB 50021-2001）有关规定与说明，海域的泥面以下土体对混凝土结构、钢筋等具有腐蚀性。为减少盾渣对周边环境的不利影响，拟将盾构出渣抛至青岛崂山疏浚物临时性海洋倾倒区。运输过程中采用全封闭渣土运输车，施工作业船只应安装海洋倾废记录仪，加强倾倒区使用的跟踪监测，一旦发现不良环境影响，应立即停止，经重新评价后，方能重新启动，符合水土保持要求。

(5) 厂外施工力能区

1) 施工用电

施工用电塔基 36 基，塔基基础及泥浆沉淀池等总计挖方 2.29 万 m^3 （其中表土 0.79

万 m^3 , 其他土石方 1.50 万 m^3), 填方 2.29 万 m^3 (其中表土 0.79 万 m^3 , 其他土石方 1.50 万 m^3)。施工结束后, 余方堆放在塔基占地范围内, 自然沉降, 表土回覆于塔基四周用于植被恢复。牵张场施工中采用彩条布结合钢板防护, 跨越施工区主要以搭建脚手架作业为主, 施工便道充分利用既有道路, 上述区域对地表扰动较轻, 不涉及土方问题。土石方基本平衡, 符合水土保持要求。

2) 施工用水

施工供水工程管线施工采用大开挖方式, 总计挖方 1.47 万 m^3 (其中表土 0.76 万 m^3 , 其他土石方 0.71 万 m^3), 填方 1.47 万 m^3 (其中表土 0.76 万 m^3 , 其他土石方 0.71 万 m^3)。管道铺设完成后先将其他土方回填, 待施工结束后再将表土回覆, 恢复原有土地使用状态, 土石方平衡, 符合水土保持要求。

2.各分区土石方调运评价

本项目内部土石方充分调运, 调运方总量为 63.68 万 m^3 , 占挖填方总量的 6.89%, 其中核电厂区挖方土方 47.83 万 m^3 运至厂外道路区用于路基填筑, 海水淡化厂表土 1.96 万 m^3 运至连接道路用于绿化。为确保山东莱阳核电项目一期工程土方调运和临时堆存等按设计执行, 确保项目土石方资源利用的最大化, 确保土石方资源在各分项工程间调运和转运的畅通、有序和高效, 建设单位承诺开工前将专门成立土石方联合调运管理工作组, 负责协调各分项工程间调运和转运问题, 并将土方来源、转运等相关内容写入招标文件和施工方案, 并纳入后续施工管理, 具体见附件 10。工程内部土石方节点适宜、时序可行、运距合理, 减少水土流失环节。

3.余方作为其他建筑材料等使用的可行性分析

根据《山东莱阳核电项目土石方资源化利用论证方案》(附件 9) 及地勘资料、骨料试验结果等, 厂区岩性主要为安山玢岩、石英砂岩、砾岩、泥质砂岩, 安山玢岩存在碱-硅酸反应危害, 厂区石英砂岩与砾岩及泥质砂岩存在互层的状态, 岩性交杂, 筛分使用风险较高, 且厂区泥质砂岩饱和抗压强度较低, 仅为 19.38MPa, 难以满足《核电厂混凝土用建筑骨料调查技术规程》(NB/T20503-2018) 中骨料原岩的饱和抗压强度至少应为所配置的混凝土强度的 1.2 倍的配合比要求 (本工程采用 C35 及以上标号混凝土)。因此, 基于主体工程安全考虑, 项目余方不能满足核电厂混凝土使用要求, 本工程所需建筑骨料将采用外购的方式。本项目可研阶段开展了天然建筑材料勘察专题, 初步考虑从莱阳东梁子口矿区外购骨料, 矿区位于莱阳市姜疃镇东梁子口村东北 1km 处, 开采矿种为建筑用大理岩, 矿区距离厂址约 12.6km, 预计储量约 430 万 m^3 。

基于对土石方资源化综合利用考虑,根据该《山东莱阳核电项目土石方资源化利用论证方案》,本项目可利用厂址微风化岩石经加工成砂石料等作为部分浆砌石排水沟、碎石覆盖等使用,总计约 5.80 万 m^3 。

4.表土剥离与利用评价

(1) 普通表土剥离与利用

经调查,项目区现状大部分为耕地,种植作物主要为玉米和花生,但由于所处低山丘陵地貌,表土现状较为贫瘠,玉米地表土层最厚,最厚处约 30cm,花生地表土厚度相对较薄约 20~30cm,且存在大面积的裸露岩石和表土层厚度极薄(小于 10cm)的荒草地,具体见 2.4 土方平衡章节。施工前首先要进行表土剥离并集中堆存与防护,施工完成后用于核电厂区和管线的绿化、复耕与植被恢复等。

(2) 鸡粪晾晒场地表土剥离与利用

经调查,项目区现状存在大面积鸡粪晾晒场地,约 12.50hm^2 ,经现场开挖土壤剖面测量(见 2.4 土石方平衡章节),其厚度约 10.0cm,土方量 1.25 万 m^3 。由于晾晒场地表层土壤板结严重,且鸡粪本身可能含有 Cu、Zn 等重金属,经雨水淋溶等有可能进入土壤。项目组多次赴现场采集环刀、铝盒等样本,并送北京林业大学分析测试中心化验,根据化验结果,表层土 Cu、Zn 等重金属含量不超标,有机质含量高,但容重过大,板结现象严重,宜进一步改良后使用。

表 3.2-3 鸡粪晾晒场地表土分析情况表

样品号	重金属类型	质量分数 (mg/kg)	国家标准 (mg/kg)	结果分析
1	Cu	12.5	≤ 100	未超标
2	Cu	3.75		未超标
3	Cu	13.75		未超标
4	Cu	10.55		未超标
5	Cu	9.78		未超标
1	Zn	118.75	≤ 300	未超标
2	Zn	15		未超标
3	Zn	87.5		未超标
4	Zn	65.24		未超标
5	Zn	25.65		未超标
1	Pb	18.75	≤ 35	未超标
2	Pb	1.25		未超标
3	Pb	12.5		未超标
4	Pb	6.75		未超标
5	Pb	15.50		未超标

本方案将该部分土壤单独堆存,并提出了后续建议改良方案,即对堆存土采用加入拟康氏木霉和枯草芽孢杆菌共生菌群的方式,通过有益菌的竞争作用抑制病原菌的生长和

5.临时堆土堆放评价

本项目涉及的临时堆土区主要包括核电厂区、厂外道路区、厂外区排水管线、海水淡化厂及施工用水用电所涉及的临时堆土的存放区域。本方案提出了优化建议并被设计单位采纳，具体见《山东莱阳核电项目土石方转运与临时堆存等施工组织的设计说明》（附件8），其中核电厂、海水淡化厂、厂外道路临时堆土场设置充分考虑了场平时间和施工时序，设置了表土转运场和临时堆存场地，均位于永久占地，减少了临时占地，且采取了拦挡、排水、苫盖等防护措施，对于存放时间较长的临时堆土场均按4级渣场的标准设置了永久性拦挡措施，并开展了稳定性分析，具体见第5章分区措施布设章节，符合水土保持要求。核电厂区与海水淡化厂土方转运与堆存示意图见图3.2-5，设计图见附图6-1和6-4-1。

（1）核电厂区

1）表土临时堆放场地

表土临时堆放场分为场平初期表土堆存区（临时转运场地）和场平末期至主体完工表土堆存区（临时堆放场地）。

场平前，首先对核电厂区范围内占用的耕地、草地等表层土进行剥离，剥离量16.01万 m^3 ，按施工时序首先临时堆存在厂址西南侧T1和T2区域（即T1和T2填方区域，具体见2.4土方平衡章节）红线内，与厂外道路表土堆存共用（厂外道路剥离量3.36万 m^3 ），最大堆高5.0m，该转运场占地约6.0 hm^2 。

场平结束后至主体完工前，表土除用于边坡方格型浆砌块石护坡植草和厂外道路绿化使用外，剩余12.94万 m^3 转存到厂区北侧规划开关站位置，最大堆高3.0m占地约4.0 hm^2 ，用于核电厂厂前区四周绿化使用。

2）基坑开挖土方

根据主体工程设计资料，主厂区范围内所有建构筑物包括核岛、常规岛、BOP、泵房、廊道等均涉及负挖及基坑回填，该部分土方除参与场平的土方，剩余回填土20.10万 m^3 （松方），暂时厂区西北角规划排水泵房区域，用于后期肥槽回填，最大堆高3.0m占地约8.0 hm^2 。

（2）海水淡化厂

1）表土临时堆放场地

表土临时堆放场地分为场平初期表土堆存区（临时转运场地）和场平末期至主体完工表土堆存区（临时堆放场地）。

场平前首先对占地范围内表层土进行剥离，剥离量 2.87 万 m^3 ，按施工时序暂时堆存在厂区南侧临近厂区大门的填方区域，为临时转运场地，最大堆高 3.0m，占地约 1.20 hm^2 。

场平结束后，0.27 万 m^3 表土转存至厂区西北角空地，最大堆高 3.0m，占地约 0.11 hm^2 ，用于工程绿化。

2) 基坑开挖土方

根据海水淡化厂设计资料，建（构）筑物基坑涉及基槽等余土 6.64 万 m^3 ，其中 5.54 万 m^3 参与场平，剩余 1.10 万 m^3 为基坑回填土，该部分土方暂时堆存在厂区西北侧空地，紧邻表土堆存场，占地约 0.45 hm^2 。基坑回填土方临时堆放期间拟采取临时防护措施，减少水土流失。

（3）土石方堆置方案方面

1) 核电厂区常规表土转运堆存场：首先四周布设临时拦挡措施，然后自下而上堆放土石方，每堆放 1m 厚度进行压实，土石方堆放边坡比为 1:1.8，最大堆高 5m。堆放场占地面积、容量已考虑了土石方松方堆存要求；最大堆高、土石方堆放边坡比符合《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014）的要求。

2) 核电厂区常规表土堆存场：首先四周布设临时拦挡措施，然后自下而上堆放表土，堆土边坡比为 1:1.8，最大堆高 5.0m，最大堆高、土方堆放边坡比符合《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014）的要求。

3) 核电厂区晾晒场地表土转运堆存场：首先四周布设临时拦挡措施，然后自下而上堆放土石方，每堆放 1m 厚度进行压实，土石方堆放边坡比为 1:1.8，最大堆高 3.0m。堆放场占地面积、容量已考虑了土石方松方堆存要求；最大堆高、土石方堆放边坡比符合《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014）的要求。

4) 核电厂区晾晒场地表土堆存场：首先四周布设临时拦挡措施，然后自下而上堆放改良土，堆土边坡比为 1:1.8，最大堆高 3.0m，最大堆高、土方堆放边坡比符合《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014）的要求。

5) 核电厂区基槽余方堆存场：首先四周布设临时拦挡措施，然后自下而上堆放改良土，堆土边坡比为 1:2.0，最大堆高 5.0m，最大堆高、土方堆放边坡比符合《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014）的要求。

6) 海水淡化厂常规表土转运堆存场：首先四周布设临时拦挡措施，然后自下而上堆放土石方，每堆放 1m 厚度进行压实，土石方堆放边坡比为 1:1.8，最大堆高 3.0m。

表 3.2-4 本项目临时堆土场布设情况表

分区	名称	位置	占地面积 (hm ²)	堆土边坡 比	最大堆土 高度 (m)	设计堆放量 (万 m ³)	实际堆放量 (自然方, 万 m ³)	堆放时间	备注
核电厂区	常规表土转运堆 存场	堆存至厂区西南侧 T2 和 T3 区域, 与厂外道 路表土堆存共用	6.50	1:1.8	5.0	26.0	20.59	2024.06~2024.12	占地面积按松方 量计算
	常规表土堆存场	厂区北侧规划开关站 位置, 与厂外道路表土 堆存共用	5.0	1:1.8	5.0	18.0	12.94	2025.01~2026.03	1.堆存时间长, 布 设永久性拦挡措 施, 并按 4 级渣场 标准开展稳定性 分析; 2.占地面积 按松方量计算
	晾晒场地表土转 运堆存场	紧邻常规表土转运场 地	(0.6)	1:1.8	3.0	1.30	1.25	2024.06~2024.12	占地面积按松方 量计算
	晾晒场地表土堆 存场	紧邻常规表土堆存场 地	(0.6)	1:1.8	3.0	1.30	1.25	2025.01~2026.05	1.堆存时间长, 布 设永久性拦挡措 施, 并按 4 级渣场 标准开展稳定性 分析; 2.占地面积 按松方量计算
	基槽余方堆存场	厂区西北角规划排水 泵房区域	5.20	1:2.0	5.0	21.0	20.10	2025.04~2026.04	1.堆存时间长, 布 设永久性拦挡措 施, 并按 4 级渣场 标准开展稳定性 分析; 2.占地面积 按松方量计算
海水淡化 厂	表土转运堆存场	海淡厂区南侧临近厂 区大门的填方区域	1.40	1:1.8	3.0	3.5	2.87	2024.01~2024.04	占地面积按松方 量计算
	表土堆存场	海淡厂西北角空地	0.14	1:1.8	3.0	1.0	0.27	2024.05~2025.04	占地面积按松方 量计算
	基槽余方堆存场	海淡厂西北角空地	0.50	1:2.0	3.0	2.0	1.10	2024.06~2025.05	兼做盾构出渣转 运场地

3.2.4 施工方法与工艺评价

3.2.4.1 施工工艺分析与评价

1. 厂区

(1) 场地平整

厂区场平施工时，土方开挖采用梯段法施工，按从上往下分层分段依次进行。在接近设计坑底标高或边坡边界时预留 200~300mm 厚的土层，用机械开挖和修整，边挖边修坡，以保证不扰动土和标高符合设计要求。

石方开挖采用爆破施工，以尽可能的加快施工进度。场平时土方开挖采用梯段法，避免因大规模无层次开挖造成大规模地表裸露，可有效减轻水土流失；石方开挖采用爆破施工，加快施工进度，减少地表裸露时间。

(2) 负挖

负挖时将整个开挖区域按核岛的设计标高进行爆破开挖，采用台阶式，爆破开挖分层高度为：核岛区分为一层，常规岛区域分为两层。台阶式开挖方式有利于减少地表裸露的时间，有利于水土保持。

(3) 建筑基础

本工程建筑主要采用筏板基础、独立基础、钻孔灌注桩基础等，钻孔灌注桩基础施工有效减小了开挖面，利于水土保持，同时主体设计针对灌注桩施工设置泥浆沉淀池，采取了泥浆固化和循环使用等措施，避免工程施工过程中泥浆漫流，造成对周边环境的不利影响。

综上，核电厂区采用了先进的施工工艺，有效减少了地表裸露的时间，并加快了施工进度，有利于水土保持；但施工期间临时排水、沉沙、拦挡及苫盖措施考虑不足，本方案将予以补充。

2. 陆域取排水管线工程

采用自卸车运输、挖掘机抛填埋坡。土方开挖：陆上土方开挖以挖掘机挖土，自卸车运输，分段分期进行，分层开挖，减少了地表裸露时间和范围，有利于水土保持。回填施工：采用自卸车运送石料至施工现场，挖掘机配合理坡、整平，振动压路机压实，施工连续，减少裸露时间，有利于水土保持。

3. 厂外施工管线工程

为节约用地，管线采用分段开挖、敷设的方式，土方堆存区域与材料堆放区和机械

及人工作业区布设于管线开挖区两侧，剥离的表土堆存在底层土的外侧，作为管道开挖土方堆放的护脚，尽量减少了新增临时占地。同时充分利用沿线道路作为施工通行道路，减少了新增占地。管线、电缆穿越道路时，采用非开挖穿越方式，减少了扰动面积和土石方量，有利于水土保持。

综上，厂外施工供水管线、供电电缆均采用分段开挖、敷设的方式，充分利用沿线现有道路，管线、电缆穿越道路时，采用顶管穿越方式，有利于减少扰动面积，符合水土保持要求。但管线、电缆施工时，主体设计未考虑临时防护措施，包括临时堆土苫盖和拦挡，本方案对此进行了补充。

4. 厂外道路

路基施工采用采用挖掘机、装载机挖装，自卸汽车运输，推土机摊铺，平地机平整，振动压路机碾压的方法施工。在路基全宽范围内分层填筑、分层碾压。施工连贯，步骤紧凑，减少地表裸露时间，符合水土保持要求。

综上所述，本项目通过采取土方梯段开挖、分层开挖，分期分段进行，石方爆破、负挖分台阶施工，建筑筏板基础、独立基础、灌注桩基础，管线分段敷设、顶管穿越，方驳配挖掘机水上抛填等优化了施工工艺，均有利于减少地表扰动的面积和裸露的时间，符合水土保持要求，但主体设计对施工期间的临时防护考虑不足，包括临时排水、沉沙、苫盖、拦挡等措施，本方案将予以补充完善。

3.2.4.2 施工组织设计评价

工程施工范围大，采取分区施工方式，施工工艺包括土方梯段开挖、分层开挖，分期分段进行，石方爆破、负挖分台阶施工，建筑筏板基础、独立基础、灌注桩基础，管线分段敷设、顶管穿越，方驳配挖掘机水上抛填等，具有施工范围大、施工期长、施工工艺多样、土石方开挖和填筑量较大等特点。主体工程设计从施工进度与时序安排、施工布置等方面进行了水土保持的考虑。

施工进度方面，工程本着坚持基本建设程序，加快建设速度的原则，本工程采取分区施工的方式，开设多个标段，减少各区域范围，确保工程建设进度。

施工时序方面，合理安排施工时间和施工顺序。按照先表土剥离、清表、场平、负挖、建筑、安装调试的顺序进行，厂区场平先期开工，同步实施边坡防护、防洪排水工程，海水取排水工程后续进行；尽量缩短松散土体裸露堆放的时间，同时避免在暴雨大风天气施工，减少水土流失量。

施工布置方面,施工生产区结合施工时序,充分利用永久占地,并租用部分建设用地;施工用水从五龙河取水并通过管道引接,施工用电从现有施工用电线路引接,施工道路利用进厂道路,尽量将施工扰动控制在工程建设范围内,减少占地和对周边环境的影响。

建筑材料方面,砂石料来源采取就近采购的方式解决,并明确所购买砂石料的水土流失防治责由卖方承担,签订防治责任书或合同。

综上,主体工程在进度控制、工期选择、施工顺序、施工布置及建筑材料购置等施工组织方面的设计基本合理,符合水土保持要求。建议主体设计单位在下一阶段设计过程中,进一步优化土石方开挖、回填施工工艺,施工场地布置,尽量减少地表裸露时间,减少占地及土石方量;建设单位从合法料场采购砂、石料,并在供料合同中明确水土流失防治责任由采购方负责。

3.2.5 主体设计中具有水土保持功能工程的评价

3.2.5.1 以防治水土流失为主要目标的防护工程

1. 核电厂区

(1) 工程措施

主体设计了较为完善的厂区排水工程和边坡防护工程。

1) 排水系统

排水系统包括:厂区周边截排水沟、厂内雨水管和雨水井。截排水沟沿厂区四周布设,位于边坡外侧,雨水管网汇集雨水后,经沉沙井沉沙后,采用阶梯式消能,排出口采用喇叭口和消力池并结合消力墩和尾坎的消能方式,使雨洪排水口尽可能均流,同时减低雨洪排水口流速,流速控制在 1.00m/s 以下与地方排水沟平顺衔接。P1 和 P2 排水口接入厂区北侧自然排水沟,该两个自然排水沟沿自然地形向北流入五龙河,P3 排水口接入厂区南侧自然排水沟,该自然排水沟沿自然地形向南侧最终流入五龙河。目前已取得莱阳市水务局出具的同意山东莱阳核电项目厂区雨水排放意见的函,见附件 4;工程内部沿厂内道路布设雨水管和雨水井组成的雨水管网系统,并通过雨水暗涵接入截排水沟。见附图 8-1-1。

① 厂区边坡截排水沟

截排水沟为矩形钢筋混凝土结构,总长度 6483m 。其中,断面尺寸为 10m (宽) $\times 2\text{m}$ (深) 的截排水沟长 32m ,断面尺寸为 10m (宽) $\times 1.5\text{m}$ (深) 截排水沟长 95m ,断面

尺寸为 8m（宽）×2.0m（深）截排水沟长 423m，断面尺寸为 8m（宽）×1.5m（深）截排水沟长 350m，断面尺寸为 6m（宽）×1.5m（深）截排水沟长 244m，断面尺寸为 6m（宽）×2.0m（深）截排水沟长 33m，断面尺寸为 5m（宽）×1.5m（深）截排水沟长 1103m，断面尺寸为 4m（宽）×3m（深）截排水沟长 1247m，断面尺寸为 1.5m（宽）×1.5m（深）截排水沟长 1558m，断面尺寸为 2m（宽）×1.5m（深）截排水沟长 505m，断面尺寸为 1m（宽）×1m（深）截排水沟长 893m。各雨水排放口长 1m，穿边坡后设置台阶式消能措施，顺接至现状沟道。截洪沟典型设计图见附图 8-1-2。

②厂区内雨水管

厂区内设雨水管道、雨水井和沉沙井，组成雨水管网，厂内雨水管网布设图见附图 8-1-1。厂区雨水管道为混凝土管，管径 DN1000~DN3000，总长度 9261m，雨水井 125 个，沉沙井 3 个。

2) 边坡防护工程

①挖方边坡防护工程

根据主体设计，核电厂区挖方区设置 8 段边坡防护工程，布设位置、坡率等特性见表 3.2-5，位置图见图 3.2-4。边坡 W3 北侧段最大坡高 0.5m，以中风化泥质砂岩、强风化石英砂岩为主。拟自厂坪标高向上放坡至原始地表处，坡率 1:1。边坡 W2 北侧段最大坡高 5.7m，拟自厂坪标高向上放坡至原始地表处，坡率暂定 1:1。边坡 W2 东侧段最大坡高 13.1m，拟自厂坪标高向上放坡，第一级坡坡高 10m，坡率 1:1，第二级坡放至原始地表，坡率暂定 1:1，两段坡之间设置 3m 宽马道。边坡 W2 南侧段最大坡高 4.6m，以为中风化砾岩、中~微风化石英砂岩主。自厂坪标高向上放坡至原始地表处，坡率暂定 1:1。边坡 W1 北侧段最大坡高 17.9m，以中风化砾岩、中~微风化石英砂岩为主。自厂坪标高向上放坡，第一级坡坡高 10m，坡率 1:1，第二级坡放至原始地表，坡率暂定 1:1，两段坡间设置 3m 宽马道。边坡 W1 东侧段最大坡高 17.0m，以中~微风化砾岩、中~微风化石英砂岩为主。拟自厂坪标高向上放坡，第一级坡坡高 10m，坡率 1:1，第二级坡放至原始地表，坡率暂定 1:1，两段坡之间设置 3m 宽马道。边坡 W1 南侧段最大坡高 11.5m，以中风化砾岩，中风化石英砂岩，微风化安山玢岩，微风化石英砂岩为主。拟自厂坪标高向上放坡，第一级坡坡高 10m，坡率 1:1，第二级坡放至原始地表，坡率 1:1，两段坡之间设置 3m 宽马道。边坡 W4 南侧段最大坡高 5.1m，以强~中风化石英砂岩，微风化石英砂岩，微风化泥质砂岩为主。拟自厂坪标高向上放坡至原始地表处，坡率 1:1。

边坡第一级边坡采用里层肋式浆砌片石护坡，二级边坡采用方格型浆砌块石植草护坡，护坡采用 M7.5 水泥砂浆和 MU30 块石砌筑，总计方格型浆砌块石护坡 2174.34m²。

②填方边坡防护工程

根据主体设计，核电厂区填方区设置 5 段边坡防护工程，布设位置、坡率等特性见表 3.2-5，位置图见图 3.2-4。T1 南侧填方区边坡最大坡高 2.3m，拟自场平标高向下放坡至原始地表，坡率暂定 1:1.75。T1 西侧填方区边坡最大坡高 16.2m，拟自场平标高向下放坡至原始地表，分为二级，按每 10m 一级，每级坡率 1:1.75，每级之间 3m 马道。T1 北侧填方区边坡最大坡高 15.5m，拟自场平标高向下放坡至原始地表，分为二级，按每 10m 一级，每级坡率 1:1.75，每级之间 3m 马道。T1 东侧填方区边坡最大坡高 8.0m，拟自场平标高向下放坡至原始地表，坡率暂定 1:1.75。T2 南侧填方区边坡最大坡高 6.7m，拟自场平标高向下放坡至原始地表，坡率 1:1.75。T1 西北侧回填边坡坡高较大，回填边坡后续将进行专项设计，回填应逐层水平填筑压实，不得局部超高堆载。护坡设置泄水孔，间距 2~3m，上下错开分布；泄水孔周围设置反滤层。挖方边坡特性见表 3.2-5，边坡防护工程位置见图 3.2-5。

第一级边坡采用里层肋式浆砌片石护坡，第二级边坡采用方格型浆砌块石植草护坡，护坡采用 M7.5 水泥砂浆和 MU30 块石砌筑，总计方格型浆砌块石护坡 21312.41m²。

③厂区内部分台阶间边坡

厂区竖向采用台阶式布置，分为两个台阶，其中主厂房区与核安全有关的区域、重件道路及模块拼装场地室外地坪设计标高 40.0m，其他区域室外地面设计标高为 34.0m，两个台阶间通过边坡衔接，坡高 0~6m，坡率 1:2，采用里层肋式浆砌片石护坡。具体位置见图 3.2-5。

表 3.2-5

边坡布设位置与特性一览表

边坡位置		最大坡高 (m)	坡率	马 道 宽(m)	岩性特征	备注(分 级情况)
挖方边 坡	W3 北侧	0.5	1:1	—	中风化泥质砂岩、强风化石英砂岩	一级
	W2 北侧	5.7	1:1	—	中~微风化石英砂岩	一级
	W2 东侧	13.1	1:1	3	中风化砾岩、中~微风化石英砂岩	分两级
	W2 南侧	4.6	1:1	—	为中~微风化石英砂岩	一级
	W1 北侧	17.9	1:1	3	中风化砾岩、中~微风化石英砂岩	分两级
	W1 东侧	17.0	1:1	3	中~微风化砾岩、中~微风化石英砂岩	分两级
	W1 南侧	11.5	1:1	3	中风化砾岩，中风化石英砂岩，微风 化安山玢岩，微风化石英砂岩	分两级
	W4 南侧	5.1	1:1	—	~中风化石英砂岩，微风化石英砂岩， 微风化泥质砂岩	一级
填方边 坡	T1 南侧	2.3	1:1.75	—	—	一级
	T1 西侧	16.2	1:1.75	3	—	分二级
	T1 北侧	15.5	1:1.75	3	—	分二级
	T1 东侧	8.0	1:1.75	—	—	一级
	T2 南侧	6.7	1:1.75	—	—	一级
厂区内 部台阶 间边坡	厂区内 部 34m 与 40m 高程 衔接处	6	1:2.0	—	—	一级

③边坡截排水沟

沿马道平台设截排水沟，坡面设跌水踏步及泄水孔，顺接至坡脚排水沟，截排水沟长 1230m，浆砌石结构，宽 50cm、深 60cm，矩形断面。

3) 碎石压盖

主体设计中厂区控制区内除道路、广场外，其余均采用碎石压盖，碎石粒径 30~60mm，厚 100mm 左右，铺设面积 10.79hm²。

4) 嵌草铺装

厂前区及非危险品废物库区域设置 2 处地面停车场，停车位铺设嵌草砖面积分别为 5755 m² 和 2640m²，总面积 8395m²。

(2) 植物措施

厂前建筑区等空地和建筑物周边采取园林绿化，绿化面积 9.86hm²。

厂区挖方区设置边坡防护工程，第二级边坡采用方格型浆砌块石植草护坡，总计植草面积 2174.34m²；厂区北侧、西侧和南侧的填方区边坡防护工程，第二级边坡表面护坡采用方格型浆砌块石植草护坡，总计植草面积 21312.41m²。

2. 厂外附属设施区

主体设计了雨水管网 1100m，其中 DN300 雨水管网 650m、DN600 雨水管网 450m，雨水井 10 个。

3. 厂外道路区

(1) 工程措施

厂外道路为第一进厂道路、第二进厂道路和连接道路（大件道路），主体设计的工程措施包括路基路面梯形排水沟，植草护坡、拱形骨架护坡和空心六棱砖护坡。

1) 路基路面截排水沟与急流槽

① 第一进厂道路

主体设计在进厂道路填方边坡一侧布设梯形排水沟，边坡比分别为 1:1 和 1:1.75，浆砌石结构，下底沟宽 60cm，沟深 60cm，总长度 1058m；在挖方路基一侧布设矩形排水沟，浆砌石结构，宽 60cm、深 60cm，长度 1058m；路基边坡布设急流槽 650m。

② 第二进厂道路

主体设计在进厂道路填方边坡一侧布设梯形排水沟，边坡比分别为 1:1 和 1:1.75，浆砌石结构，下底沟宽 60cm，沟深 60cm，总长度 759m；在挖方路基一侧布设矩形排水沟，浆砌石结构，宽 60cm、深 60cm，长度 759m；路基边坡布设急流槽 2567m。

③连接道路（大件道路）

主体设计在进厂道路新建路段的填方边坡一侧布设梯形排水沟，边坡比分别为 1:1 和 1:1.75，浆砌石结构，下底沟宽 60cm，沟深 60cm，总长度 6494m；在新建路段挖方路基一侧布设矩形排水沟，浆砌石结构，宽 60cm、深 60cm，长度 9494m。

主体设计在进厂道路改扩建路段拼宽路基边坡一侧布设梯形排水沟，边坡比分别为 1:1 和 1:1.75，浆砌石结构，下底沟宽 60cm，沟深 60cm，总长度 2300m，在另一侧利用现状排水沟；路基边坡布设急流槽 5987m。

2) 边坡防护工程

①第一进厂道路

路基填方边坡采用 1:1.5 直线坡，当边坡高度大于 8m 时，8m 以下采用 1:1.75 折线型边坡。边坡防护形式采用植草护坡、拱形骨架植草护坡和浆砌片石护坡等多种防护形式，其中：填方高度 $H \leq 4\text{m}$ 路堤段和挖方高度不大于 4m 的土质路堑边坡采取植草护坡，草灌混植，总面积 3170m²；填土高度大于 4m 的路堤边坡采取拱形骨架护坡，总面积 43396m²；冲刷严重的桥头路段或临沟渠水浸淹的路段路基采取浆砌片石护坡。

②第二进厂道路

路基填方边坡采用 1:1.5 直线坡，当边坡高度大于 8m 时，8m 以下采用 1:1.75 折线型边坡。边坡防护形式采用植草护坡、拱形骨架植草护坡和浆砌片石护坡等多种防护形式，其中：填方高度 $H \leq 4\text{m}$ 路堤段和挖方高度不大于 4m 的土质路堑边坡采取植草护坡，草灌混植，总面积 2528m²；填土高度大于 4m 的路堤边坡采取拱形骨架护坡，总面积 18711m²；冲刷严重的桥头路段或临沟渠水浸淹的路段路基采取浆砌片石护坡。

③连接道路（大件道路）

路基填方边坡采用 1:1.5 直线坡，当边坡高度大于 8m 时，8m 以下采用 1:1.75 折线型边坡。边坡防护形式采用植草护坡、拱形骨架植草护坡和空心六棱砖护坡等多种防护形式，其中：填方高度 $H \leq 4\text{m}$ 路堤段和挖方高度不大于 4m 的土质路堑边坡采取植草护坡，草灌混植，总面积 95599m²；填土高度大于 4m 的路堤边坡采取拱形骨架护坡，总面积 12852m²；部分桥头路段空心六棱砖防护，总面积 167.15m²。

（2）植物措施

主体工程在第一进厂道路和连接道路（大件道路）两侧树池设计了种植龙柏和法桐为行道树，对厂外道路两侧植草边坡、拱形骨架边坡进行绿化。但未做具体设计，本方案进行了详细补充。

3.海水淡化厂

主体工程设计了雨水管网、梯形排水边沟、空心六棱砖植草护坡等措施。

(1) 工程措施

1) 厂区雨水管网

厂区内沿厂内道路一侧布设雨水管道，最终雨水汇入周边现状排水沟道，厂区雨水管道为混凝土管，管径 DN300（长 980m）和 DN600（长 340m），总长度 1320m；进厂道路两侧布设梯形排水沟，边坡比分别为 1:1，浆砌石结构，下底沟宽 60cm，沟深 60cm，长度 590m。

2) 边坡防护工程

厂址东北部为挖方段，护坡高宽比为 1:1，厂址西北部为填方段，护坡高宽比为 1:1.25，厂外设置空心六棱砖植草护坡，总面积 11000m²，

(2) 植物措施

主体设计绿化 0.52hm²，但未作具体设计，本方案将细化补充。

3.2.5.2 主体工程设计中具有水土保持功能的工程

1. 核电厂区

厂区建筑物、道路等永久设施的硬化措施覆盖地表，有效控制了土壤侵蚀，兼有水土保持功能，然而硬化地表也使降水不能在原地表入渗，增加了地表径流。厂区挖方边坡和填方第一级边坡采用浆砌片石护坡，以主体设计功能为主，不界定为水土保持措施。

2. 海水淡化厂

海水淡化厂取排水建（构）筑物、道路等为永久设施的硬化，硬化措施覆盖地表，有效控制了土壤侵蚀，兼有水土保持功能，然而硬化地表也使降水不能在原地表入渗，增加了地表径流。这些措施以主体设计功能为主，不界定为水土保持措施。

3. 厂外道路区

厂外道路（进厂道路、第一进厂道路、连接道路）硬化地表，兼有水土保持功能，建成后覆盖地表，能有效控制土壤侵蚀，总面积 10.01m²，然而不透水性硬化地表也使降水不能在原地表入渗，增加了地表径流。这些措施以主体设计功能为主，不界定为水土保持措施。

3.2.5.3 水土保持措施分析与评价

从水土保持的角度评价主体工程设计中的防护措施，这些措施在保障主体工程安全

和改善环境的同时，也具备一定的水土保持功能，但有些也存在不足之处，需要新增一些水土保持措施，见表 3.2-5。对主体工程中水土保持措施评价如下：

1.核电厂区

(1) 工程措施：主体设计中布设了截排水沟、排水管网、雨水井、沉沙井、嵌草铺装、方格型浆砌块石护坡等措施，措施较为完善，符合水土保持要求，方案建议在充分满足核电厂运行安全的前提下，尽量采取生态护坡形式，并进一步补充表土剥离及回覆，土地整治等措施。

(2) 植物措施：主体设计中在核电厂厂前主建筑区设计了园林绿化 9.86hm^2 ，但未给出具体绿化苗木种类及数量，本方案补充树草种细化设计。

(3) 临时措施：主体设计了临时排水沟措施，但不够完善。本方案补充裸露边坡苫盖，表土及临时堆土苫盖、拦挡、临时绿化及临时排水沟、沉沙池、泥浆沉淀池等措施。

2.厂外附属设施区

(1) 工程措施：主体设计了雨水管网、雨水井等措施，本方案需补充表土剥离及回覆、土地整治等措施。

(2) 植物措施：本方案补充绿化措施。

(3) 临时措施：本方案补充表土及临时堆土进行苫盖、拦挡、排水和沉沙措施。

3.厂外取排水区

(1) 工程措施：主体工程在海水淡化厂设计了雨水管网、排水沟、边坡防护等措施，对占用的耕地布设了复耕措施，措施较为完善，符合水土保持要求，方案建议在充分满足运行安全的前提下，尽量采取生态护坡形式，并进一步补充表土剥离及回覆，土地整治等措施。

(1) 植物措施：主体设计中在海水淡化厂设计了绿化 0.52hm^2 ，但未给出具体绿化苗木种类及数量，本方案补充树草种细化设计。另外，本方案补充对工程占用的林地、草地等的栽植灌草措施。

(2) 临时措施：本方案补充裸露边坡苫盖，临时堆土进行苫盖、拦挡、临时绿化，以及临时排水沟、沉沙池、泥浆沉淀池、土方堆存区和材料堆放区覆盖土工布等等措施。

4.厂外道路区

(1) 工程措施：主体设计中布设了排水沟、植草护坡、拱形骨架护坡、空心六棱砖护坡等措施，措施较为完善。此外，方案中需进一步补充表土剥离及回覆、土地整治

等措施。

(2) 植物措施：主体设计在边坡上采取植草绿化措施，但未给出具体绿化苗木种类及数量，本方案补充树草种进行细化设计。

(3) 临时措施：对表土及临时堆土进行苫盖、拦挡，临时排水沟等措施。

5. 厂外施工力能区

(1) 工程措施：主体设计对占用的耕地布设了复耕措施，本方案需补充表土剥离及回覆、土地整治等措施。

(2) 植物措施：本方案补充植被恢复措施。

(3) 临时措施：本方案补充对表土及临时堆土进行苫盖、拦挡、排水、沉沙、泥浆沉淀池等措施。

综上分析，主体工程设计的以防治水土流失为主要目标的工程措施基本具备较好的水土流失防治作用，在本方案中不再赘述和重复设计。但对主体工程设计中不完善和缺漏的措施，进行补充、完善和新增设计，补充完善表土剥离及回覆、土地整治、截排水沟、临时苫盖、临时拦挡、临时排水沟、沉沙池、泥浆沉淀池、临时绿化等水土保持措施。

表 3.2-6

主体设计中具有水土保持功能的措施及方案补充措施汇总表

防治区	措施类型	主体设计中具有水土保持功能的措施		本方案补充的措施
		不纳入水土保持方案的措施	纳入水土保持方案的措施	
核电厂区	工程措施	房屋建筑硬化、道路硬化、浆砌片石护坡	钢筋混凝土截排洪沟、雨水管网，雨水井、沉沙井、方格型浆砌块石植草护坡，碎石压盖、嵌草铺装	表土剥离与回覆，土地整治等措施
	植物措施		厂前区等绿化	树草种细化设计
	临时措施		泥浆沉淀池等	临时苫盖，表土及临时堆土苫盖、拦挡、临时绿化及临时排水沟、沉沙池
厂外附属设施区	工程措施		雨水管网、雨水井	表土剥离与回覆、土地整治
	植物措施			绿化美化
	临时措施		泥浆沉淀池等	表土及临时堆土苫盖、拦挡及临时排水沟、沉沙池
厂外道路区	工程措施	道路硬化	梯形排水沟、植草护坡和拱形骨架护坡	表土剥离，土地整治、排水顺接措施
	植物措施		边坡植草与道路两侧行道树绿化	树草种细化设计
	临时措施		泥浆沉淀池等	裸露边坡苫盖，表土及临时堆土苫盖、拦挡及临时排水沟、沉沙池
厂外取排水区	工程措施	取排水建（构）筑物、道路等硬化	雨水管网、边坡防护工程等	表土剥离与回覆，复耕、土地整治
	植物措施			海水淡化厂绿化树草种细化设计；管线占用林、草地恢复原有使用状态
	临时措施		泥浆沉淀池等	海水淡化厂：裸露边坡苫盖，表土及临时堆土苫盖、拦挡及临时排水沟、沉沙池 管线：表土及临时堆土苫盖、土方堆存区和材料堆放区覆盖土工布等
施工力能区	工程措施			表土剥离与回覆，复耕、土地整治
	植物措施			占用的林、草地恢复原有使用状态
	临时措施		泥浆沉淀池等	裸露边坡苫盖，表土及临时堆土苫盖、拦挡及临时排水沟、沉沙池、土工布铺垫

3.3 主体工程设计中水土保持措施界定

3.3.1 主体工程设计中界定为水土保持工程的措施及数量

依据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)附录 D,将主体设计中以水土保持功能为主的工程界定为水土保持措施。对界定为水土保持工程的工程及数量按分区、措施类别进行统计,结果见表 3.3-1。

表 3.3-1 主体设计中界定为水土保持措施的工程及数量

序号	工程或费用名称	单 位	数 量	单价(元)	主体已列(元)
	第一部分 工程措施				128644468.83
一	核电厂区				98098740.80
2	雨水管网	m	9261		66070583.00
2.1	DN1000	m	3644	3510.00	12790440.00
2.2	DN1500	m	2040	7625.00	15555000.00
2.3	DN1600	m	1103	8916.00	9834348.00
2.4	DN1650	m	50	9000.00	450000.00
2.5	DN1800	m	489	11183.00	5468487.00
2.6	DN2000	m	499	15060.00	7514940.00
2.7	DN2200	m	126	18414.00	2320164.00
2.8	DN2400	m	631	7350.00	4637850.00
2.9	DN2600	m	253	9218.00	2332154.00
2.10	DN2800	m	56	11100.00	621600.00
2.11	DN3000	m	370	11880.00	4395600.00
2.12	雨水井	个	125	1200.00	150000.00
3	边坡排水沟	m	6483		23946700.00
3.1	钢筋混凝土截排水沟(10m×2m)	m	32	7800.00	249600.00
3.2	钢筋混凝土截排水沟(10m×1.5m)	m	95	6000.00	570000.00
3.3	钢筋混凝土截排水沟(8m×2m)	m	423	5150.00	2178450.00
3.4	钢筋混凝土截排水沟(8m×1.5m)	m	350	4700.00	1645000.00
3.5	钢筋混凝土截排水沟(6m×1.5m)	m	244	6400.00	1561600.00
3.6	钢筋混凝土截排水沟(6m×2m)	m	33	4900.00	161700.00
3.7	钢筋混凝土截排水沟(5m×1.5m)	m	1103	3900.00	4301700.00
3.8	钢筋混凝土截排水沟(4m×3m)	m	1247	3500.00	4364500.00
3.9	钢筋混凝土截排水沟(1.5m×1.5m)	m	1558	3300.00	5141400.00
3.10	钢筋混凝土截排水沟(2m×1.5m)	m	505	3050.00	1540250.00
3.11	钢筋混凝土截排水沟(1m×1m)	m	893	2500.00	2232500.00
4	马道截排水沟(0.5m×0.6m)	m	1230	520.00	639600.00
5	沉沙井	个	3	2500.00	7500
6	综合护坡	m²	23486.75		4249358.40
6.1	方格型浆砌块石护坡(1:1)	m ²	2174.34	190.00	413124.60
6.2	方格型浆砌块石护坡(1:1.75)	m ²	21312.41	180.00	3836233.80
7	嵌草铺装	m²	8395.00	220.00	1846900.00
9	碎石压盖	m²	107860.00	12.29	1325599.40
二	厂外附属设施区				456528.55

3 项目水土保持评价

序号	工程或费用名称	单 位	数 量	单价(元)	主体已列(元)
2	雨水管网	m			315250.00
2.1	DN300	m	450.00	175.00	78750.00
2.2	DN600	m	650.00	290.00	188500.00
2.3	雨水井	个	10.00	1200.00	12000.00
3	土地整治	hm²	1.20		141278.55
3.1	推土机平整场地	hm ²	1.20	17058.74	20470.49
3.2	表土回覆	100m ³	122.00	990.23	120808.06
三	厂外道路区				27322592.48
(一)	第一进厂道路				8427753.43
2	排水沟	m	1058.00		2697992.00
2.1	梯形排水沟	m	1058.00	260.50	1072696.80
2.2	矩形排水沟	m	1058.00	450.21	1609045.20
2.3	边坡急流槽	m	650.00	25.00	16250.00
3	植草护坡	m²	3170.00	12.95	41055.00
4	拱形骨架护坡	m²	43396.00	127.34	5526192.00
5	土地整治	hm²	1.40		162514.43
5.1	全面整地	hm ²	1.40	17058.74	23882.23
5.2	表土回覆	100m ³	140.00	990.23	138632.20
(二)	第二进厂道路				8106157.31
2	截排水沟	m	1518.00	3142.06	4769640.31
2.1	梯形排水沟	m	759.00	260.50	2786270.40
2.2	边坡急流槽	m	2567.00	25.00	125856.31
2.3	矩形排水沟	m	759	450.21	1857513.60
3	植草护坡	m²	2528	12.95	32744.00
4	拱形骨架护坡	m²	18711.00	176.57	3303773.00
(三)	连接道路(大件道路)				10788681.74
1	表土剥离	100m ³	174.00	246.01	
2	截排水沟	m	6494.00		6714805.74
2.1	梯形排水沟	m	8794.00	260.50	2290837.00
2.2	边坡急流槽	m	5987.00	25.00	149675.00
2.3	矩形排水沟	m	9494.00	450.21	4274293.74
3	植草护坡	m²	95599.00	12.95	1238205.00
4	拱形骨架护坡	m²	12852.00	183.35	2356369.00
5	桥头空心六棱砖防护	m²	167.15	2867.50	479302.00
四	厂外取排水工程区				2766607.00
(二)	海水淡化厂工程区				2766607.00
2	六棱砖空心护坡	m²	11000.00	117.59	1293497.00
3	厂区雨水管道	m	1320.00		270100.00
3.1	DN300	m	980.00	175.00	171500.00
3.2	DN600	m	340.00	290.00	98600.00
4	进厂道路梯形排水边沟	m	590.00	2039.00	1203010.00
合 计					128644468.83

4水土流失分析与预测

通过对项目区地形地貌、土壤植被、地表组成物质及水土流失现状等因素进行全面调查分析，结合拟建工程特点，确定核电厂区、厂外道路区为水土流失预测的重点部位。同时根据工程具体布局，着重对工程施工过程中可能造成的地表扰动、破坏植被及损坏水土保持设施情况，以及各施工单元的新增水土流失量及其危害进行预测和评价，并掌握工程施工建设过程中新增水土流失发生的重点时段和重点部位，为制定水土流失防治总体布局和单项防治措施设计提供可靠的理论依据。

4.1 水土流失现状

4.1.1水土保持区划

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)、《全国水土保持区划》(2015-2030年)项目区属北方山地丘陵区-泰沂及胶东山地丘陵区-胶东半岛丘陵蓄水保土区，水土保持主导功能为蓄水保土。根据《烟台市水土保持规划》(2017-2030年)本项目位于南部低山丘陵土壤保持区，地貌类型主要是低山丘陵，沟谷众多，植被率低，垦植指数高，该区土壤侵蚀模数一般为2000~3500t/(km²·a)，以轻度和中度侵蚀为主。

4.1.2区域水土流失类型及强度

根据《2022年莱阳市水土流失动态监测数据》，莱阳市水土流失面积493.48km²，占土地总面积的28.49%，水土流失类型主要为水力侵蚀；水土流失强度以轻度为主，占水土流失面积的97.18%。

表4.1-1 项目区水土流失面积统计表

项目	土地总面积	微度及以下侵蚀	水土流失面积（水力侵蚀）					
			小计	轻度侵蚀	中度侵蚀	强烈侵蚀	极强烈侵蚀	剧烈侵蚀
土地总面积（km ² ）	1732	1238.52	493.48	479.6	12.82	0.93	0.10	0.03
占土地总面积比例（%）	100	71.51	28.49	27.69	0.74	0.05	0.01	0.002
占土壤侵蚀面积比例（%）			100	97.18	2.60	0.19	0.02	0.01

本项目属于北方土石山区，根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)容许土壤流失量为200t/(km²·a)，水土流失类型主要为水力侵蚀，侵蚀形式以坡面面蚀为主，并伴有一定沟蚀。

4.1.3项目区土壤侵蚀模数背景值

项目区土壤类型主要为棕壤、褐土、潮土、砂姜黑土、盐土、风砂土，地表主要为

耕地（玉米、大豆和花生）、零星林地、荒草地和晾晒场地。根据项目区植被、土壤类型、气象、地形等现状条件，结合莱阳市土壤侵蚀图，采用定性和定量分析相结合的手段，确定项目原地貌土壤侵蚀强度平均 $236\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

表4.1-2 本工程土壤侵蚀模数背景值

预测单元		场地现状	坡度	背景值 $\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$	扰动地表面积 (hm^2)	土壤流失量 (t)
核电厂区	主体工程区	耕地为主，涉及部分草地、交通及其他土地，非耕地地表植被盖度 $0\sim 50\%$	$3^\circ\sim 15^\circ$	300	84.95	254.84
	边坡及防洪工程区			300	27.42	82.26
	施工生产区			300	19.47	58.41
	厂外附属设施区			300	4.07	12.21
厂外道路区	第一进厂道路	以耕地为主，耕地防护措施完整	$0^\circ\sim 2^\circ$	180	5.41	9.74
	第二进厂道路			180	2.70	4.86
	连接道路（大件道路）			180	22.34	40.21
	施工生产区			180	6.50	11.70
	厂外取排水区			180	97.32	175.18
厂外施工管线区	海水淡化厂工程区	以耕地为主，园地、林地、草地均涉及	$3^\circ\sim 10^\circ$	200	21.21	42.42
	施工用水管线			220	5.76	12.67
	施工供电线路			220	3.97	8.73
合计				/	301.12	713.23
背景值均值				/	236	

4.2 水土流失影响因素分析

4.2.1 施工期水土流失影响分析

项目建设对水土流失的影响主要在建设期和植被恢复期。建设期损坏原地貌及植被，使工程用地范围内原地貌植被所具有的水土保持功能迅速降低或丧失，大量松散堆积物易被冲刷造成流失；植被恢复期由于植被恢复是一个缓慢的过程，水土流失强度仍高于工程未建设前的水平。

项目建设伴随着场地平整、管线开挖、负挖、表土堆存等都将占压土地、改变原有地貌、毁坏植被或原有水土保持设施，降低植被覆盖率，造成地表裸露，增加水土流失发生的可能性和危害程度。

（1）核电厂区及附属设施区

场地平整前表土剥离、活动中扰动地表、破坏原有植被地面裸露、土石方开挖形成边坡及土石方堆存问题，土石方填筑形成边坡，在施工期水土流失影响加大。

（2）厂外道路区、厂外取排水区及厂外施工力能区

施工过程中的表土剥离及土石方开挖，造成地表裸露，扰动地表，产生水土流失。使用过程中机械的碾压对裸露地表的扰动，在雨水冲刷下容易造成水土流失。

4.2.2 自然恢复期水土流失影响分析

本项目建成后，大部分区域被建（构）筑物所占压，边坡为稳定边坡，同时对空地等进行绿化，随着植被逐渐恢复，土壤侵蚀强度减弱。自然恢复期人为活动对地表扰动很小，水土流失极大减小，水土流失因素将以自然因素为主。

4.2.3 扰动地表、损毁植被面积预测

根据主体工程设计资料及实地查勘，结合征地范围，对项目建设期开挖扰动地表、占压土地和破坏林草植被面积测算统计，经统计，本项目将扰动地表 301.11hm²、损毁植被面积 59.39hm²，具体见表 4.2-1。

表4.2-1 扰动地表及损毁植被面积表

项目组成		扰动地表面积 (hm ²)	损毁植被面积 (hm ²)			
			园地	林地	草地	小计
核电厂区	主体工程区	84.95			2.11	2.11
	边坡及防洪工程区	27.42			0.65	0.65
	施工生产区	19.47			2.76	2.76
厂外附属设施区		4.07				
厂外道路区	第一进厂道路	5.41				
	第二进厂道路	2.70				
	连接道路(大件道路)	22.34				
	施工生产区	6.50	3.00	3.50		6.50
厂外取排水区	取排水管线工程	97.32	3.22	36.66	2.21	39.88
	海水淡化厂工程区	21.21	0.40	1.44		1.84
厂外施工管线区	施工用水管线	5.76	0.73	1.08	0.39	2.20
	施工供电线路	3.97	0.63	0.56	0.05	1.24
总计		301.11	7.98	43.24	8.17	59.39

4.2.4 土方量

本工程建设未产生弃方，未单独设置弃渣场。

4.3 土壤流失量预测

4.3.1 预测单元

预测单元为工程建设扰动地表的时段、扰动形式总体相同、扰动强度和特点大体一

致的区域。根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL773-2018)规定,结合点型施工建设项目的特点,结合规范的相关规定,按各单元工程及占地利用情况,本项目共划分5个一级水土流失预测单元:核电厂区、厂外附属设施区、厂外道路区、厂外取排水区、厂外施工力能区,根据各预测单元不同的扰动特点等将各单元分区块进行详细预测。本工程各预测单元不同时段预测面积详见表4.3-1。

表 4.3-1 水土流失扰动单元划分表

预测单元		预测范围	
		施工期	自然恢复期
核电厂区	主体工程区	84.95	9.86
	边坡及防洪工程区	27.42	7.20
	施工生产区	19.47	2.11
厂外附属设施区		4.07	1.20
厂外道路区	第一进厂道路	5.41	1.87
	第二进厂道路	2.71	4.34
	连接道路(大件道路)	22.34	10.84
	施工生产区	6.50	6.50
厂外取排水区	取排水管线工程	97.32	96.25
	海水淡化厂工程区	21.21	15.86
厂外施工力能区	施工用水管线	1.06	1.06
	施工供电线路	0.24	0.24
	施工生产区	8.43	8.43
总计		301.11	140.35

4.3.2 预测时段

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018),水土流失预测应按施工期(含施工准备期)和自然恢复期两个时段进行。结合工程特点,将施工准备期并入施工期进行预测。施工准备期和施工期的预测时段根据各施工单元的施工进度安排,结合产生水土流失的季节,按照最不利条件确定,施工时段超过雨季长度的按照全年计算,不超过雨季的按所在雨季长度的比例计算,项目区雨季为6~9月份。根据施工进度确定各预测单元施工期时间。

自然恢复期为项目区在消除人为干扰后地表植被自然生长恢复到初步发挥水土保持功效所需的时间,根据本项目区气候特点和植物生长特性,确定自然恢复期为3年。各单元水土流失预测计算时段见表4.3-2。

表 4.3-2 水土流失预测时段及预测范围表

预测期	预测单元		施工时段	预测时段(年)
施工期(含施工准备期)	核电厂区	主体工程	2024.6-2030.12	7
		边坡及防洪工程区	2024.6-2026.12	3
		施工生产区	2024.6-2026.12	7

4 水土流失分析与预测

	厂外附属设施区		2024.6-2026.12	3
	厂外道路区	第一进厂道路	2024.7-2024.5	1
		第二进厂道路	2027.7-2024.5	1
		连接道路（大件道路）	2024.7-2024.5	1
		施工生产区	2024.7-2024.7	2
	厂外取排水区	陆域取排水管线工程	2024.1-2027.1	3.25
		海水淡化厂工程区	2024.1-2027.1	3.25
	厂外施工力能区	施工用水管线	2023.11-2024.3	1
		施工供电线路	2023.11-2024.3	1
		施工生产区	2023.11-2024.5	1
自然恢复期	核电厂区	主体工程		3
		边坡及防洪工程区		3
		施工生产区		3
	厂外附属设施区			3
	厂外道路区	第一进厂道路		3
		第二进厂道路		3
		连接道路（大件道路）		3
		施工生产生活区		3
	厂外取排水区	陆域取排水管线工程		3
		海水淡化厂工程区		3
	厂外施工力能区	施工用水管线		3
		施工供电线路		3
		施工生产区		3

4.3.3土壤侵蚀模数

4.3.3.1土壤侵蚀模数背景值确定

工程区原地貌水土流失类型以水力侵蚀为主，主要由降雨和地表径流冲刷的形成，侵蚀程度以沟蚀、面蚀为主，根据对项目区水土流失背景值的调查和分析，经加权平均计算，确定项目占地范围内水土流失背景值，具体见表 4.1-2。

4.3.4.2扰动后土壤侵蚀模数选取

根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018），结合工程实际情况，针对不同扰动单元、不同预测时段分别划分成三级土壤流失类型，用于水土流失量计算。

本项目所有预测单元均属于水力作用下的土壤流失；其中一级分类包括主要扰动地表类型部位，二级分类包括一般扰动地表和工程开挖面，三级分类包括植被破坏型一般扰动地表、地表翻扰型一般扰动地表和上方无来水工程开挖面，划分结果详见下表所示。自然恢复期，工程开挖、占压导致原有林草植被遭受破坏，地表植被覆盖减少或裸露的区域，工程已实施植物措施，但尚未发挥保持水土的全部功能，可按照植被破坏型一般扰动地表土壤流失量计算公式来计算植被破坏型一般扰动地表土壤侵蚀模数。

表 4.3-3 土壤流失单元类型划分表

预测时	预测单元	计算单元	一级分	二级分类	三级分类	面积
-----	------	------	-----	------	------	----

4 水土流失分析与预测

段				类			(hm ²)
施工期	核电厂区	主体工程	临时堆土场	水力作用下的土壤流失	工程堆积体	上方无来水	15.00
			其他场平区		一般扰动地表	地表翻扰型	69.95
		边坡及防洪工程区	填方边坡		工程堆积体	上方无来水	7.20
			防洪工程区		一般扰动地表	地表翻扰型	20.22
		施工生产区	场平区域		一般扰动地表	地表翻扰型	19.74
	厂外附属设施区		场平区域		一般扰动地表	地表翻扰型	4.07
	厂外道路区	第一进厂道路	填方边坡		工程堆积体	上方无来水	5.41
			挖方边坡		工程开挖面	上方有来水	2.70
		第二进厂道路	填方边坡		工程堆积体	上方无来水	22.34
			挖方边坡		工程开挖面	上方有来水	1.10
		连接道路(大件道路)	填方边坡		工程堆积体	上方无来水	21.24
			挖方边坡		工程开挖面	上方有来水	2.10
		施工生产区	场平区域		一般扰动地表	地表翻扰型	6.50
	厂外取排水区	取排水管线工程	管线建设		一般扰动地表	地表翻扰型	109.01
		海水淡化厂工程区	临时堆土场		工程堆积体	上方无来水	1.00
			其他场平区		一般扰动地表	地表翻扰型	33.64
	厂外施工力能区	施工用水管线	管线建设		一般扰动地表	地表翻扰型	1.06
		施工供电线路	线塔建设		一般扰动地表	地表翻扰型	0.24
		施工生产区	场平区域		一般扰动地表	地表翻扰型	8.43
	施工期合计						301.11
自然恢复期	预测自然恢复区域		植被恢复区	水力作用下土壤流失	一般扰动地表	植被破坏型	140.35

各单元的计算如下:

(1) 一般扰动地表区地表翻扰型

本项目施工期前场地清理、表土剥离后进行土方填筑,形成未经夯实的工程回填面,人为活动导致地表土方翻动,原有植被覆盖明显减少或裸露,水土流失类型属于一般扰动地表区地表翻扰型,土壤侵蚀模数可按照下式计算:

$$M_{yd}=100 \cdot R \cdot K_{yd} \cdot L_y \cdot S_y \cdot B \cdot E \cdot T \quad (4-1)$$

$$K_{yd}=N \cdot K, \quad L_y=(\lambda/20)^m, \quad \lambda=\lambda_x \cos \theta \quad (4-2)$$

$$S_y=-1.5+17/[1+e^{(2.3-6.1 \sin \theta)}] \quad (4-3)$$

式中:

M_{yd} —地表翻扰型一般扰动地表测算单元土壤侵蚀模数, $t/(km^2 \cdot a)$;

R —降雨侵蚀力因子, $MJ \cdot mm/(hm^2 \cdot h)$;

按照年降水量公式计算 $R=0.053p_n^{1.655}$;

K_{yd} —地表翻扰后土壤可蚀性因子, $t \cdot hm^2 \cdot h/(hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$;

N —地表翻扰后可蚀性因子增大系数;

K —土壤可蚀性因子;

L_y —坡长因子，无量纲；

λ —坡长（m）；

λ_x —水平投影坡长（m）；

θ —坡度；

m —坡长指数；

S_y —坡度因子，无量纲；

B —植被覆盖因子，无量纲；

E —工程措施因子，无量纲；

T —耕作措施因子，无量纲。

（2）工程堆积体上方无来水

本项目工程施工有部分开挖土石方临时堆放及表土临时堆放，工程区周边布设有截排水工程，临时堆土区周边布设有临时排水沟，水土流失类型属于工程堆积体上方无来水。土壤侵蚀模数可按照下式计算：

$$M_{dw}=100 \cdot X \cdot R \cdot G_{dw} \cdot L_{dw} \cdot S_{dw} \quad (4-4)$$

$$G_{dw}=a_1 e^{b_1 \delta} \quad (4-5)$$

$$L_{dw}=(\lambda/5)^{f_1} \quad (4-6)$$

$$S_{dw}=(\theta/25)^{d_1} \quad (4-7)$$

式中：

M_{dw} —上方无来水工程堆积体测算单元土壤侵蚀模数，t/（km²·a）；

X —工程堆积体形态因子，无量纲；

G_{dw} —上方无来水工程堆积体土石质因子，t·hm²·h/（hm²·MJ·mm）；

δ —侵蚀面土体砾石含量，取小数；

a_1 、 b_1 —土石质因子系数；

L_{dw} —上方无来水工程堆积体坡长因子，无量纲；

λ —坡长（m）；

f_1 —坡长因子系数；

S_{dw} —上方无来水工程堆积体坡度因子，无量纲；

θ —坡度；

d_1 —坡度因子系数。

（3）一般扰动地表区植被破坏型

本项目施工结束后绿化区域进入自然恢复期，人为活动导致原有林草植被遭受破坏，

地表植被覆盖减少或裸露，未扰动地表土壤，水土流失类型属于一般扰动地表区植被破坏型，土壤侵蚀模数可按照下式计算：

$$M_{yz}=100 \cdot R \cdot K \cdot L_y \cdot S_y \cdot B \cdot E \cdot T \quad (4-8)$$

$$L_y = (\lambda/20)^m, \lambda = \lambda_x \cos \theta \quad (4-9)$$

$$S_y = -1.5 + 17/[1 + e^{(2.3 - 6.1 \sin \theta)}] \quad (4-10)$$

式中：

M_{yz} —植被破坏型一般扰动地表测算单元土壤侵蚀模数， $t/(km^2 \cdot a)$ ；

R —降雨侵蚀力因子， $MJ \cdot mm/(hm^2 \cdot h)$ ；

按照年降水量公式计算 $R = 0.053 p_n^{1.655}$ ；

K —地表翻扰后土壤可蚀性因子， $t \cdot hm^2 \cdot h/(hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$ ；

N —地表翻扰后可蚀性因子增大系数；

K —土壤可蚀性因子， $t \cdot hm^2 \cdot h/(hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$ ；

L_y —坡长因子，无量纲；

λ —坡长（m）；

λ_x —水平投影坡长（m）；

θ —坡度；

m —坡长指数；

S_y —坡度因子，无量纲；

B —植被覆盖因子，无量纲；

E —工程措施因子，无量纲；

T —耕作措施因子，无量纲。

按上述公式，计算本工程各扰动单元土壤侵蚀模数，见表 4.3-4 至 4.4.3-7。

表 4.3-4

一般扰动地表-地表翻扰型土壤侵蚀模数计算（施工期）

单位（t/km²·a）

因子	代号	公式	核电厂区			厂外附属 设施区	厂外道路 区	厂外取排水区		厂外施工力能区		
			主体工程	边坡及防洪 工程区	施工生产 区	厂外附属 设施区	施工生产 区	取排水管 线工程	海水淡化 厂工程	施工用 水管线	施工供 电线路	施工生 产区
			其他场平 区域	防洪工程区	场平区域	场平区域	场平区域	管线建设	其他场平 区域	管线建 设	线塔建 设	场平区 域
侵蚀模 数	M	$M=100 \cdot R K_{yd} L_y S_y B E T$	4316	5473	4433	3208	1900	2586	1963	1461	1593	1963
降雨侵 蚀力因 子	R	$0.053 p_n^{1.655}$	2674.51	2674.51	2674.51	2674.51	2674.51	2674.51	2674.51	2674.5 1	2674.5 1	2674.5 1
地表翻 扰后土 壤可蚀 性因子	K_{yd}	$K_{yd}=NK$	0.0264	0.0264	0.0264	0.0264	0.0264	0.0264	0.0264	0.0264	0.0264	0.0264
坡长因 子	L_y	$L_y = (\lambda/20)^m$	1.62	0.89	1.62	1.39	1.34	1.32	1.38	1.38	0.75	0.81
坡度因 子	S_y	$S_y = -1.5 + 17 / [1 + e^{(2.3 - 6.1 \sin \theta)}]$	0.38	0.86	0.38	0.33	0.20	0.28	0.20	0.204	0.28	0.28
植被覆 盖因子	B		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
工程措 施因子	E		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
耕作措 施因子	T		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

表 4.3-5

一般扰动地表-植被破坏型土壤侵蚀模数计算表（自然恢复期）

单位 (t/km²·a)

因子	代号	公式	自然恢复期（第一年）					自然恢复期（第二年）				
			核电厂区	厂外附属设施区	厂外道路区	厂外取排水区	厂外施工力能区	核电厂区	厂外附属设施区	厂外道路区	厂外取排水区	厂外施工力能区
植被破坏型	M	$M=100 \cdot R K L_y S_y B E T$	344	301	271	206	149	162	122	196	102	118
降雨侵蚀力因子	R	$0.053 p_n^{1.655}$	2674.51	2674.51	2674.51	2674.51	2674.51	2674.51	2674.51	2674.51	2674.51	2674.51
土壤可蚀性因子	K		0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124
坡长因子	L_y	$L_y = (\lambda/20)^m$	1.62	1.39	0.31	1.32	1.62	1.62	1.39	0.31	1.32	1.58
坡度因子	S_y	$S_y = -1.5 + 17/[1 + e^{(2.3 - 6.1 \sin \theta)}]$	0.38	0.33	3.80	0.28	0.28	0.38	0.33	3.80	0.28	0.28
植被覆盖因子	B		0.17	0.2	0.069	0.17	0.1	0.08	0.081	0.05	0.084	0.081
工程措施因子	E		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
耕作措施因子	T		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

表 4.3-6

工程堆积体-上方无来水土壤侵蚀模数计算表

单位 (t/km²·a)

因子	代号	公式	核电厂区		厂外道路区			厂外取排水区
			主体工程	边坡及防洪工程区	第一进厂道路	第二进厂道路	连接道路(大件道路)	海水淡化厂工程
			临时堆土	填方边坡	填方边坡	填方边坡	填方边坡	临时堆土
工程堆积体	M	$M=100 \cdot X R G_{dw} L_{dw} S_{dw}$	5687	5398	2064	2064	3198	5687
工程堆积体形态因子	X		1	1	1	1	1	1
降雨侵蚀力因子	R	$R=0.053 p_n^{1.655}$	2674.51	2674.51	2674.51	2674.51	2674.51	2674.51
工程堆积体土石质因子	G_{dw}	$G_{dw} = a_1 e^{b_1 \delta}$	0.023	0.005	0.008	0.008	0.008	0.023
堆积体坡长因子	L_{dw}	$L_{dw} = (\lambda/5)^{f_1}$	0.72	2.51	0.72	0.72	1.12	0.72
堆积体坡度因子	S_{dw}	$S_{dw} = (\theta/25)^{d_1}$	1.25	1.57	1.25	1.25	1.25	1.25

表 4.3-7

土壤侵蚀模数统计表

单位 (t/km²·a)

预测区域		扰动单元	施工期	自然恢复期第一年	自然恢复期第二年	原地貌侵蚀模数
核电厂区	主体工程	临时堆土场	5687	344	162	300
		其他区域	4316			300
	边坡及防洪工程区	填方边坡	5398			300
		厂外排水区	5413			300
	施工生产区	场平区域	4316			2800
厂外附属设施区		场平区域	3208	301	122	2850
厂外道路区	第一进厂道路	填方边坡	2064	271	196	180
	第二进厂道路	填方边坡	2064			180
	连接道路(大件道路)	填方边坡	3198			180
	施工生产区	场平区域	1900			180
厂外取排水区	陆域取排水管线工程	管线开挖	2586	206	102	180
	海水淡化厂工程区	临时堆土场	5687			200
		其他区域	1963			200
厂外施工力能区	施工用水管线	管线开挖	1461	149	118	220
	施工供电线路	管线开挖	1593			220
	施工生产区	场平区域	1930			220

表 4.3-8

水土流失量预测表

预测时段	预测单元		计算单元	一级分类	二级分类	三级分类	预测流失面积 (hm ²)	预测时长 (a)	侵蚀模数 (t/km ² ·a)			原地貌侵蚀模数 (t/km ² ·a)	水土流失量 (t)	原地貌流失量 (t)	新增流失量 (t)
									施工期	自然恢复	自然恢复				
施工期	核电厂区	主体工程	临时堆土场	水力作用下的土壤流失	工程堆积	上方无来水	15.00	7	5687	/	/	300	5971.27	315.00	5656.27
			其他场平区域		一般扰动	地表翻扰型	69.95	7	4316	/	/	300	21131.42	1468.85	19662.5
		边坡及防洪工程区	填方边坡		工程堆积	上方无来水	7.20	3	5398	/	/	300	1166.00	64.80	1101.20
			防洪工程区		一般扰动	地表翻扰型	20.22	3	5413	/	/	300	3283.71	181.98	3101.73
		施工生产区	场平区域		一般扰动	地表翻扰型	19.47	7	4316	/	/	2800	5882.18	3816.12	2066.06
自然恢复期			主体工程土面绿化区		一般扰动地表	植被破坏型	17.37	2	344	344	162	236	590.35	550.43	39.92
施工期	厂外附属设施区		场平区域		一般扰动	地表翻扰型	4.07	3	3208	/	/	300	391.73	36.63	355.10
自然恢复期			绿化区域		一般扰动地表	植被破坏型	1.20	1.2	301	301	301	122	236	5.08	5.67
施工期	厂外道路区	第一进厂道路	填方边坡		工程堆积	上方无来水	5.41	1	2064	/	/	180	76.56	6.68	69.88
		第二进厂道路	填方边坡		工程堆积	上方无来水	2.70	1	2064	/	/	180	168.86	14.73	154.13
		连接道路	填方边坡		工程堆积	上方无来水	22.34	1	3198	/	/	180	714.31	40.20	674.11
		施工生产生活区	场平区域		一般扰动	地表翻扰型	6.50	2	1900	/	/	180	247.02	23.40	223.62
					厂外道路绿化区	一般扰动地表	植被破坏型	26.55	2	271	271	196	236	110.04	111.23
施工期	厂外取排水区	取排水管线工程	管线建设		一般扰动	地表翻扰型	97.32	3.25	2586	/	/	180	8178.06	569.33	7608.72
		海水淡化厂工程	临时堆土场		工程堆积	上方无来水	1.00	3.25	5687	/	/	200	184.82	6.50	178.32
					其他场平区域	一般扰动地表	地表翻扰型	20.21	3.25	1963	/	/	200	1289.33	131.37
自然恢复期			植被绿化区		一般扰动地表	植被破坏型	85.5	2	206	206	102	236	366.75	561.82	0.00
施工期	厂外施工力能区	施工用水管线	管线建设		一般扰动	地表翻扰型	5.76	2	1461	/	/	220	168.29	25.34	142.94
		施工供电线路	线塔建设		一般扰动	地表翻扰型	3.97	2	1593	/	/	220	126.45	17.47	108.98
自然恢复期			植被恢复		一般扰动地表	植被破坏型	9.73	2		149	118	236	29.98	53.0	0
施工期小计							301.11	/	/	/	/	49049	6733	42316	
自然恢复期小计							140.35	/	/	/	/	1098	1279	38	
合计								/	/	/	/	50148	8012	42355	

4.4 水土流失危害分析

4.4.1 综合分析

本项目若不注意施工过程中的水土保持工作，也可能造成一定的水土流失危害。具体表现：

（1）影响耕地生产力

本工程周边分布地类主要为耕地，若施工过程中不加强水土流失防护和落实“三同时”制度，导致水土流失防护滞后，出现无组织排水、堆土超界、占地超界行为，会造成田地土方掩埋和流失泥土冲淤，影响土方肥力，耕作措施毁坏，造成农作物减产。

（2）影响周边河道水系及灌溉设施

工程附近的主要水系有五龙河及其支流嵯阳河，若施工期不加强临时防护，会使泥沙进入河道，影响河道生态环境和行洪。厂址周边分布有农业灌溉沟渠或池塘，建设过程中若扰动地表控制不严格、堆土拦挡不当或无组织排水等均有可能淤积或损毁周边农业灌溉设施，造成灌溉水源功能丧失。

（3）影响本工程建设

本工程为分期建设一次规划场平，地表扰动量巨大，造成地貌土体自身抗侵蚀能力较弱，堆场、辅助生产建筑物等施工会加剧扰动破坏，更容易产生水土流失。本工程土石方开挖量大，土石方若不能及时利用、转运将影响施工进度。同时，流失的水土进入工区，将会直接影响工程施工的正常进行。另外其中五龙河为施工期淡水水源，大量泥沙入河也会影响工程建设用水。

（4）影响周边人居环境

本工程厂区一定范围内村庄较多，若不注意施工过程中大面积扰动地表、堆土及土方倒运的临时排水、拦挡、苫盖防护，易产生因水土流失导致的道路泥水乱流和尘土飞扬，影响村民出行和生产生活。

4.4.2 指导性意见

4.4.2.1 对水土流失防治的指导性意见

（1）加强水土流失管理

建设单位作为水土流失防治第一责任人，应注重水土保持工作，建设过程中建议成立水土保持专责班组，制定相关水土保持管理制度，并在设计及施工招标中对承包商提出水土保持工作要求。

(2) 水土流失重点防护对象和时段

从水土流失预测结果可以看出,本工程建设期对当地的影响主要表现为施工过程中对地面的扰动,不同程度地破坏、损坏原有地貌、土体结构和植被,使之丧失或降低原具有的保持水土功能,在遇到不利气象条件的情况下,将加剧地面水蚀。施工准备及施工期是造成水土流失的主要时段,项目区建筑工程区是水土流失重点防治区域。工程建设期须开展水土保持监理、水土保持监测工作,随着主体工程的进展情况,适时落实临时防护措施,工程措施、植物措施及时跟进,有效控制施工造成的水土流失,及时恢复和改善建设区生态环境。

(3) 重点水土流失防治措施

无防护措施情况下的水土流失预测凸显了工程建设过程中防治水土流失的重要,根据气候和地形特点,本项目建设期大部分区域土壤侵蚀以水蚀为主,水土保持措施设计及布设应以防治水蚀为主。另外在施工过程中要严格控制施工临时占地面积,施工活动严格限制在施工作业面内部进行,尽量减少施工活动对地表的扰动和占压。

4.4.2.2对水土保持监测及措施布设的指导性意见

本项目为新建建设类项目,在项目建成及植被恢复后,整个工程区均由建筑物、地表硬化、绿化所覆盖,土壤流失在容许值范围内。水土流失主要发生在项目的建设过程中,指导意见如下:

(1) 重点区域

本工程水土流失重点区域为核电厂区和厂外取排水区。

(2) 重点时段

本工程水土流失重点时段是施工期,对建设中产生的临时堆土,要进行事先防护。

(3) 措施布设

采取工程措施和临时措施相结合,植物措施宜结合季节及时实施。

工程措施包括边坡防护、截排水等设施,临时措施包括临时拦挡、苫盖、排水、沉沙、临时绿化等措施,施工结束后再采取整地、植树种草、迹地恢复等措施。

(4) 对施工进度安排的意见

加强主体工程施工进度的紧凑安排,尽量避免大风和暴雨天气施工,可以有效地缩短强度流失时段。根据预测结果,施工期是新增水土流失较严重的时期,建议在施工中加速主体工程施工进度,有效缩短强度流失时段。主体工程施工期间,在其非施工的空地段,考虑先期进行植物措施的种植和抚育。植物措施结合主体工程施工进度的安排,分期、分批地实施。

5水土保持措施

5.1 防治分区划分

5.1.1 防治分区的依据

依据主体工程布局、建设内容、施工扰动特点、建设时序和项目区地形地貌、水土流失特点等因素进行分区。

5.1.2 防治分区的原则

- (1) 按“区内相同、区间差异”的原则分区。本项目按施工区域及防治措施划分；
- (2) 分区结果应对防治措施总体布局有分类指导作用，有利于分类实施防治措施；
- (3) 充分考虑主体工程施工的类别、性质、施工时序和不同功能单元的工艺流程；
- (4) 分区结果应有利于水土流失预测及对方案实施效果的客观评价。

5.1.3 防治分区结果

根据上述分区原则与依据，结合本项目特点，本方案将水土流失防治区分为 5 个防治分区，即核电厂区、厂外附属设施区、厂外道路区、厂外取排水区和厂外施工力能区。水土流失防治分区及重点防治项目见 5.1-1，水土流失防治责任范围见附表 1、附图 7-1。

表 5.1-1 水土流失防治分区及重点防治项目

序号	防治分区			主要工程区域	重点防治项目
1	核电厂区	主体工程		包括主厂房区、厂前区、冷却塔区、水处理设施区、开关站区、仓储检修区等（含施工生产区和临时堆土区）	建筑基坑及建筑周边扰动区域、临时堆土区
		边坡及防洪工程区			
		施工生产区			
2	厂外附属设施区			包括气象观测站、环境监测站和辐射环境现场监督站、武警营房等	建筑基坑及建筑周边扰动区域
3	厂外道路区	第一进厂道路		主要包括第一进厂道路、第二进厂道路、连接道路（大件道路）、施工生产区	开挖边坡、临时堆土区
		第二进厂道路			
		连接道路（大件道路）			
		施工生产区			
4	厂外取排水区	取排水管线工程	取排水管线	包括陆域取排水管线（含中继泵站、施工生产区）和海水淡化厂	管沟开挖区、临时堆土区、建筑基坑及建筑周边扰动区域
			施工生产区		
		海水淡化厂	主体工程区		
			供电线路		
			施工生产区		
5	厂外施工力能区	施工用水管线	用水管线	包括施工用水管线、施工供电线路、施工生产区等	管沟开挖区、临时堆土区
			施工生产区		
			施工便道		
		施工供电线路	塔基区		
			施工生产区（牵张场、泥浆沉淀池等）		
			施工便道		

5.2 措施总体布局

5.2.1 水土流失防治措施布设原则

1. 生态优先、绿色发展

水土流失防治措施布设应在满足主体工程安全的前提下，牢固树立生态优先、绿色发展的理念，尽量采取生态防护或综合防护的形式。

2. 贯彻落实“三同时”制度

水土保持设施的设计与主体工程设计相协调，设计深度与主体工程相一致，并与主体工程同时实施、同时投产使用。

3. 预防为主、保护优先

施工前剥离表土，加以防护措施，布设临时防护措施，减少对地表的扰动破坏。

4. 综合治理

项目建设区全面规划布设水土保持工程措施、植物措施、临时措施，进行综合治理。

5. 与主体工程相衔接的原则

在充分论证主体设计中已布设的具有水土保持功能措施基础上，与主体工程设计相协调，避免重复，同时合理地安排主体工程和水土保持工程的实施进度和施工工序。并将主体工程设计中已有水土保持工程与本方案新增的水土保持措施一并纳入水土保持措施总体布局中，统一协调施工。

6. 分区防治、因地制宜

根据水土流失防治区的划分，各防治区布设相应的防治措施。按照工程施工时序、工程布局，因地制宜、因害设防，全面合理地配置各项防治措施。

7. 突出重点

对施工建设期水土流失严重的厂区、施工生产区等重点区域，进行重点治理。

8. 经济合理

通过对主体工程中已有水土保持功能的措施进行比选分析和评价，确定补充完善或新增的水土保持措施项目，提出经济及合理减少水土流失的设计方案。

5.2.2 水土流失防治措施总体布局和防治措施体系

5.2.2.1 水土流失防治措施总体布局

水土保持防治措施按核电厂区、厂外附属设施区、厂外道路区、厂外取排水区和厂外施工力能区 5 个防治分区进行布局。水土保持措施总体布置见附图 5。

1.核电厂区

施工前对普通表土和晾晒场地表土进行剥离，并分别集中堆存于临时堆土场，临时堆放的表土及土石方采取临时拦挡、苫盖及排水、沉沙、临时种草等措施；施工过程中，厂区沿道路设临时排水沟、沉沙池，裸露边坡临时覆盖，钻孔灌注桩施工场地设泥浆沉淀池。厂区周边及厂内布设截排水沟、排水管、排水井，沉沙井、并顺接至厂区雨水排水系统，末端设八字排放口与地方自然排水沟衔接，最终排入五龙河；厂址周边边坡第一级采用里层肋式浆砌片石护坡，第二级采用方格型浆砌块石植草护坡，厂区停车场采用嵌草砖铺装；厂区控制区内空地采取碎石压盖措施。施工结束后对厂前区及其他辅助设施区进行土地整治、回覆表土、绿化美化。

2.厂外附属设施区

施工前对表土进行剥离，并集中堆存，临时堆放的表土及土石方采取临时拦挡、苫盖、排水措施；施工结束后进行土地整治、回覆表土，绿化美化。

3.厂外道路区

施工前对表土进行剥离，并集中堆存，临时堆放的表土及土石方采取临时拦挡、苫盖及排水、沉沙措施；施工过程中裸露边坡临时苫盖。道路边坡采取植草防护和拱形骨架植草护坡和混凝土护坡，路基路面设梯形和矩形排水沟，并顺接至现状沟道。施工结束后，对路基外侧绿化区域进行土地整治、回覆表土、绿化美化。

4.取排水工程区

（1）陆域取排水管线

施工前对表土进行剥离，并集中堆存，临时堆放的表土及土石方采取临时拦挡、苫盖、排水措施，沿道路布设临时排水沟、沉沙池；施工结束后进行土地整治、回覆表土，对占用的耕地和园地进行复垦，占用的林地、草地等恢复原有使用状态。

（2）海水淡化厂

施工前对表土进行剥离，并集中堆存，临时堆放的表土及土石方采取临时拦挡、苫盖及排水、沉沙、临时种草等措施；施工过程中，厂区沿道路设临时排水沟、沉沙池，裸露边坡临时覆盖；厂区沿道路一侧布设雨水排水管，边坡采取混凝土格构植草防护，进厂道路两侧布设梯形浆砌石排水沟，雨水汇集后排入周边现状沟道。施工结束后对厂前区进行土地整治，绿化美化。

5.厂外施工力能工程区

施工前对表土进行剥离，并集中堆存，临时堆放的表土及土石方采取临时拦挡、苫

盖、排水措施；定向钻场地设泥浆沉淀池；部分场地采取土工布铺垫措施，施工结束后进行土地整治、回覆表土，对占用的耕地和园地进行复垦，占用的林地、草地等恢复原有使用状态。

5.2.2.2 水土流失防治措施体系

在本方案水土保持工程由工程措施、植物措施和临时防护措施三部分组成，其中工程措施包括排水工程、护坡工程、土地整治等；植物措施包括植树种草等绿化措施；临时措施包括临时苫盖、拦挡及排水、沉沙等措施。水土保持措施体系框图见图 5.2-1。

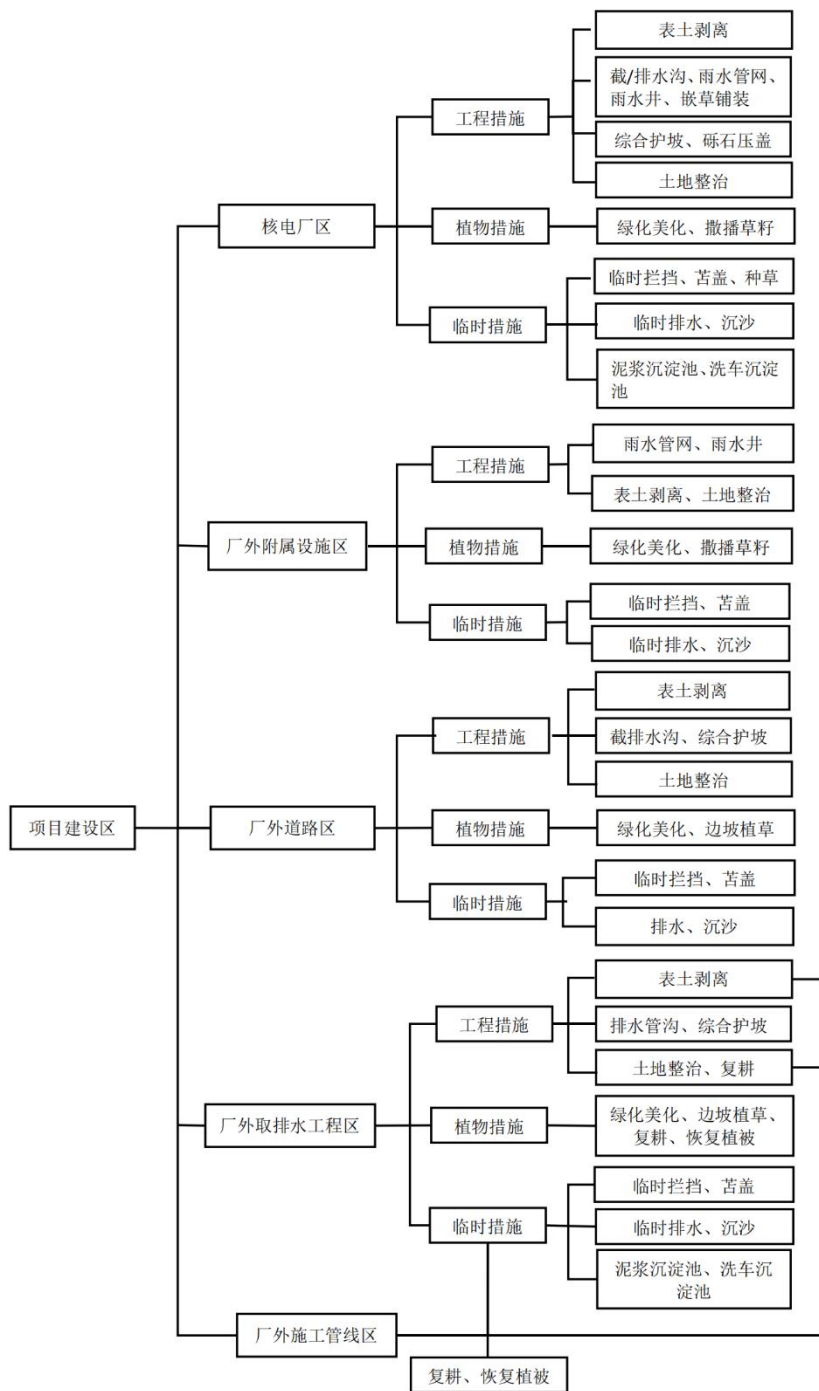


图 5.2-1 水土保持防治措施体系框图

5.3 分区措施布设

本项目建设应及时土地平整，采用林草植被建设与工程措施相结合的方法，重视施工过程中的临时防护措施，对本项目建设扰动地表造成的水土流失进行全面有效的防治。

本方案水土流失防治区划分为核电厂区、厂外附属设施区、厂外道路区、厂外取排水区和厂外施工力能区。下面按各防治分区分工程措施、植物措施和临时防护措施的具体防治措施体系内容，分别进行新增水土保持工程典型设计。

5.3.1 防治措施设计标准

5.3.1.1 工程措施

1. 工程措施设计原则

- (1) 以控制水力侵蚀为重点，构建或恢复排水体系；
- (2) 与植物措施相结合；
- (3) 设计标准与主体工程相一致。

2. 工程措施设计标准

(1) 表土剥离

2022年9月、2023年3月、2023年5月，水土保持方案编制组会同建设单位、主体设计单位等到项目现场就土地利用现状、表土厚度等进行了详细的实地调查。经调查，项目区现状大部分为耕地和荒草地，以及数量众多的鸡粪晾晒场地，表土厚度0~30cm。方案考虑将核电厂区、进厂道路表土集中堆放于表土周转场地和临时堆土场，并对表土采取临时防护措施（鸡粪晾晒场地表土单独堆存，并采取改良措施），后期作为工程绿化覆土土源使用。

(2) 排水标准

根据主体设计，核电厂主厂区防洪标准为千年一遇10min短历时暴雨设计，PMP校核，其他区防洪标准按照100年一遇10min短历时暴雨设计，在设计基准洪水位叠加千年一遇降雨条件下，厂区排洪能力满足要求。

(3) 边坡工程

核电厂区不存在核安全相关边坡，四周挖填边坡安全等级为二级。

(4) 土地整治

① 场地平整

根据《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014），工程后期绿化区域在绿化前，

对凹凸不平的地面应削凸填凹，进行平整，本工程措施设计时，绿化区域实施场地平整。

②覆土

根据《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014)，采用栽植带土球乔灌木可视情况降低覆土厚度，同时参考绿化经验，本工程景观绿化与林地恢复覆土厚度按 0.3m~0.5m 考虑，乔木与大灌木采用挖穴、带土球栽植。

(5) 碎石压盖

主体设计中厂区控制区内除道路、广场外，其余均采用碎石压盖，碎石粒径 30 ~ 60mm，厚 150mm 左右。

5.3.1.2植物措施

工程位于山东省昆崙山省级水土流失重点治理区，水土流失防治采用北方土石山区一级标准；参照《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014)，提高植物措施等级，其中核电厂厂前区、海水淡化厂综合楼四周等采用 1 级标准，即采用园林绿化工程标准，厂外道路（二级公路）边坡防护与路基两侧绿化提高至 2 级标准。

植物种类主要以适应性强的当地树（草）种、优良的禾草等水土保持型混生群落为主，增加物种的多样性，保证植物群落的稳定性；在物种选择上，首选适生的乡土树种，采用耐粗放管理的草本和灌木相结合。

1.适生树（草）种的选择

项目区位于低山丘陵区，按“适地适树，适地适草”的原则，选择耐盐碱的乡土树种和经多年种植已适应环境的树种和草种，同时所选树种有较强的抗污染性能，水土保持功能，适生品种。

水土保持植物措施设计在选择树种时，不仅考虑树种的生物、生态学特征，同时考虑树草种绿化美化效果。所选树种的生态学特性、栽植技术、规格等列于表 5.3-1。

表 5.3-1 适生树种生态学特性及营造技术一览表

序号	植物名称	生物学特性	栽植技术			规格 (cm)	备 注
			整地方式	种植方法	株行距 (m)		
1	油松	松科、松属，常绿乔木。适应干冷气候，喜中性土，耐瘠薄。最喜光，深根性，抗风。多用于荫树、风景林、防护林、行道树。	穴状整地 0.6m×0.6m	植苗	4×4	H≥250	注意使表土归坑，栽后踏实，灌溉。
2	白皮松	常绿乔木，树形美观，阳性树种，喜光抗寒，耐旱性强，抗大气污染。据苗木大小挖掘坑穴，最好带土球移植，取剥离的表土回填。	穴状整地 0.6m×0.6m	植苗	3×4	H≥250	注意使表土归坑，栽后踏实，灌溉。
3	侧柏	常绿乔木，树形美观，阳性树种，喜光抗寒，耐旱性强，抗大气污染。据苗木大小挖掘坑穴，最好带土球移植，取剥离的表土回填。	穴状整地 0.6m×0.6m	植苗	3×3	H≥150	注意使表土归坑，栽后踏实，灌溉。
4	龙柏	圆柏属，常绿乔木。喜光树种，较耐荫。喜凉爽温暖气候，忌积水，耐修剪，易整形。耐寒、耐热，对土壤要求不严。	穴状整地 0.6m×0.6m	植苗	3×3	H≥150	注意使表土归坑，栽后踏实，灌溉。
5	银杏	落叶大乔木，胸径可达4米。喜光树种，应选择坡度不大的阳坡为造林地。对土壤条件要求不严。	穴状整地 0.6m×0.6m	植苗	3×4	H≥150	注意使表土归坑，栽后踏实，灌溉。
6	国槐	落叶乔木，喜光，耐寒，稍耐阴，不耐阴湿而抗旱，深根，对土壤要求不严，较耐瘠薄，耐烟尘。	穴状整地 0.6m×0.6m	植苗	3×4	2年生成品苗，地径>2cm，苗高>250cm	注意使表土归坑，栽后踏实，灌溉。
7	刺槐	落叶乔木，高10~20m。刺槐系喜光树种，不耐蔽荫。喜温暖湿润气候，不耐寒冷。	穴状整地 0.6m×0.6m	植苗	3×4	H≥150	注意使表土归坑，栽后踏实，灌溉。
8	法桐	落叶乔木。喜光、耐寒、耐水湿也耐干旱，对土壤要求严格，对城市环境适应性强，生长快，根浅，发叶晚而落叶早。对城市环境适应性强，常用作行道树及防护林。	穴状整地 0.6m×0.6m	植苗	3×3	H≥150	注意使表土归坑，栽后踏实，灌溉。
9	白玉兰	木兰科落叶乔木。喜温暖、向阳、湿润而排水良好的地方，要求土壤肥沃、不积水。	穴状整地 0.6m×0.6m	植苗	3×3	H≥150	注意使表土归坑，栽后踏实，灌溉。
10	元宝枫	落叶乔木，高8~10m。耐阴，喜温凉湿润气候，耐寒性强，对土壤要求不严，在酸性土、中性土及石灰性土中均能生长，但以湿润、肥沃、土层深厚的土中生长最好。	穴状整地 0.6m×0.6m	植苗	3×3	H≥150	注意使表土归坑，栽后踏实，灌溉。
11	小叶黄杨	黄杨科，黄杨属。常绿灌木或小乔木。中性，生长慢，耐修剪，抗污染。主要用于庭植观赏、绿篱、阴地植物。	穴状整地 0.4m×0.4m	植苗	0.5×0.5	H≥100	注意使表土归坑，栽后踏实，灌溉。
12	紫叶小檗	檗科、小檗属。落叶灌木。喜阳，耐半阴，但在光线稍差或密度过大时部分叶片会返绿。适生于肥沃、排水良好的土壤。耐寒，但不畏炎热高温。萌蘖性强，耐修剪。	全面整地	植苗	0.5×0.5	H≥100	注意使表土归坑，栽后踏实，灌溉。
13	大花月季	常绿或半常绿低矮灌木。适应性强，耐寒、耐旱，对土壤要求不严格，但以富含有机质、排水良好的微带酸性土壤土最好。	穴状整地 0.4m×0.4m	植草皮	12株/m ²	3年	注意使表土归坑，栽后踏实，灌溉。
14	紫薇	落叶灌木或小乔木。耐旱、怕涝，喜温暖湿润，喜光，喜肥，对二氧化硫、氟化氢及氯气的抗性强，能吸入有害气体，中性土或偏酸性土较好。	穴状整地 0.4m×0.4m	植苗	1.5×1.5	冠幅80	注意使表土归坑，栽后踏实，灌溉。
15	鸢尾	多年生宿根性直立草本，高约30~50cm。耐寒性较强，喜阳光充足，气候凉爽，耐寒力强，亦耐半阴环境。	全面整地	植草皮/撒播草籽	180kg/hm ²	一级种	春播或秋播，播种前施底肥覆土宜浅不宜深，撒播后用细齿耙轻轻拉平，播种深度1.5cm左右。
16	早熟禾	百合科，沿阶草属。对土壤的适应性极强，但以富含有机质的沙质土壤或腐殖质土为佳；当年秋季新生分蘖，整个冬季保持绿色。	全面整地	植草皮/撒播草籽	200kg/hm ²	一级种	春播或秋播，播种前施底肥覆土宜浅不宜深，撒播后用细齿耙轻轻拉平，播种深度1.5cm左右。

2.栽植、抚育管理技术措施及施肥量

(1) 整地方式与栽植技术

1) 大穴整地

项目区易受盐碱影响，定植乔灌木要大穴整地、带土球栽植，浇定植水。整地时间在春季、秋季。定植穴大小依树种、树苗规格、土质优劣而定。一般栽植穴规格乔木 $1.0\text{m} \times 1.0\text{m} \times 1.0\text{m}$ ，灌木 $0.6\text{m} \times 0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$ 。

2) 栽植技术

所用苗木宜选择树形好、耐盐碱、无病害，根系完整的当地苗木，常绿树种移植时须带土球。栽植前需仔细整地、平坡，保持良好土壤水分。播种后及时喷水，注意水量细、雾状为好，同时定期修剪，加强抚育管理，喷施氮肥。在栽植树种时，在坑穴底铺 10cm 的厩肥，常绿树种带土球。按照“三埋二踩一提苗”技术方法进行栽植，树穴底部施入有机肥以利于根系发育。

(2) 抚育管护技术

绿化管护的主要内容为：补植、土、肥、水管理、防治病、虫、杂草、修剪及保护管理更新复壮等。

绿化管理工作分为重点管护和一般管护两个阶段。重点管护阶段是指栽植验收之后至 3~5 年，草地为 1 年之内，其管护目标应以保证成活、恢复生长为主。一般管护是指重点管护之后，成活生长已经稳定后的长时间管护阶段。主要工作是整形修剪、土、肥、水管理及病、虫、杂草防治等。

根据管护期的不同，进行月份检查、季度检查和年度检查。月份检查和季度检查的重点是浇水、整形修剪、扶正、踏实以及病、虫、杂草防治等；年度检查的内容是保存率、覆盖率等。

补植：重点管护期的缺株，必须及时补植；草地覆盖率低于 95%或有秃斑的，必须及时补植。补植季节可根据当地气候及树种生态习性确定，应选择相同品种、规格较大的苗木。

整形与修剪：修剪在休眠期进行。

土壤管理：松土、培土宜结合施肥、浇水同时进行，还可采用表土、掺沙等土壤改良方法。每年第一次松土应在杂草旺盛生长之前进行，以后各次视部位不同分别在生长中、后期进行。松土方式可采用全面松土、带状或块状松土等。松土深度一般为 5~10cm 为宜。

施肥：重点管护期应根据植物的生物学特性、生长情况、土壤贫瘠程度，以及气候等因素，合理确定施肥量和施肥次数。乔、灌木在 3 年内每年追施 1 次。施肥应多采用有机肥和无机肥，多施有机肥。施肥方式为穴状、环状、辐射状和叶面施肥等。

浇水：根据实情况，制定详细的计划，如浇水的水量、次数、间隔时间等。乔、灌木在重点管护期内，适时浇水。夏季浇水宜清晨和傍晚进行。施肥后及时浇水，以利于肥料溶解和吸收。不能采用含盐量或矿化度较高的水源进行浇灌。

预防病、虫害和各种病害的发生：病、虫、杂草防治要根据植物生长的不同季节，及时打药、施肥、除杂草。

5.3.1.3 临时措施

（1）临时排水沟

参考《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014)，考虑本工程位于山东省昆崙山省级水土流失重点治理区，且工程工期较长，临时排水沟排水标准提高至 10 年一遇 10min 短历时暴雨设计。

（2）沉沙池

为更好沉淀临时排水沟中泥沙，在临时排水沟末端设置沉沙池，方案设计沉沙池采用矩形结构，砖砌形式，池体长度 3.0m，宽度 1.5m，满足规范中池体长度为池体宽度 2 倍的要求，临时排水沟流量较小，沉沙池池深取 1.5m 设计。

（3）临时拦挡

临时堆场周边设置临时拦挡防护，考虑本工程位于山东省昆崙山省级水土流失重点治理区且部分基坑回填土堆存时间较长，挡墙级别提高至 4 级，并采用浆砌石挡墙拦挡防护。

（4）临时苫盖

为减少施工裸露面及场内临时堆置的中转料受降雨冲刷造成水土流失，对裸露面、临时堆场需要进行苫盖防护，苫盖材料边脚采用石块压脚，防尘网可多次重复利用，若有破损需要及时替换。

（5）临时拦挡

考虑到基坑回填土堆存时间较长，其临时堆场的挡墙级别提高至 4 级，采用浆砌石挡墙进行防护。

5.3.2 分区防治措施设计

5.3.2.1 核电厂区

1. 工程措施

核电厂区工程措施主要包括：表土剥离、钢筋混凝土截排水沟、雨水排水管、雨水井、方格型浆砌块植草石护坡、嵌草砖铺设、土地整治、碎石压盖等，见附图 6-1-1。

(1) 表土剥离

场平施工前首先剥离核电厂区范围内占用的耕地、草地等 5~30cm 厚表层土，并堆存于厂址西南侧填方区域(T1 和 T2)红线范围内表土临时转运场，总计表土剥离量 16.01 万 m^3 (剥离位置、厚度等见表 5.3-2、图 5.3-1，表土厚度调查等见 2.4 土石方平衡章节)。

本项目表土存在两种类型，一种是占地范围内耕地、草地等常规表土 (约 14.76 万 m^3)，另一种是项目现场存在数量较多的鸡粪晾晒场地 (约 1.25 万 m^3)，该部分表土由于板结现象严重，且可能存在 Cu、Zn 等重金属 (其处理方式见 3.2.3 土石方评价章节)。上述两种表土在表土堆放场地中采取单独堆存的方式。

施工结束后，及时将剩余表土用于厂前区、其他辅助设施区绿化与植被恢复。

表5.3-2 表土剥离量计算表

序号	可剥离面积 (hm^2)	剥离厚度 (cm)	剥离量 (万 m^3)	备注
A	6.33	30	1.90	绿色区域，现状为耕地，表土层略厚
B	3.4	30	1.02	
C	9.48	20	1.90	
D	0.62	25	0.16	蓝色区域，现状为荒草地，存在表土，较瘠薄
E	1.08	25	0.27	
F	1.12	20	0.22	
G	1.1	20	0.22	
H	20.31	15	3.05	浅蓝色区域，现状为耕地，存在表土，较瘠薄
I	7.9	15	1.19	
J	11.14	15	1.67	
K	7.74	15	1.16	
L	2.06	15	0.31	
M	1.12	15	0.17	
N	2.09	15	0.31	
晾晒场地	12.5	10	1.25	红色区域，现状为鸡粪晾晒场地，长期晒粪使得地表土壤板结，气味较重，该部分土壤单独剥离堆存，并进行发酵灭菌处理，后期用于绿化
其他区域	24.41	5	1.22	现状是荒草地、裸岩石砾地等表土极为贫瘠区域
合计	112.40		16.01	

1:1.75，每级之间 3m 马道。T1 东侧填方区边坡最大坡高 8.0m，拟自场平标高向下放坡至原始地表，坡率暂定 1:1.75。T2 南侧填方区边坡最大坡高 6.7m，拟自场平标高向下放坡至原始地表，坡率暂定 1:1.75。

T1 西北侧回填边坡坡高较大，回填边坡后续将进行专项设计，回填应逐层水平填筑压实，不得局部超高堆载。护坡设置泄水孔，间距 2~3m，上下错开分布；泄水孔周围设置反滤层。第一级边坡采用浆砌片石护坡，第二级边坡采用方格型浆砌块石植草护坡，护坡采用 M7.5 水泥砂浆和 MU30 块石砌筑，总计方格型浆砌块石护坡 21312.41m²，典型设计图见附图 8-1-3。

表 5.3.2-1 边坡布设位置与特性一览表

边坡位置		最大坡高 (m)	坡率	马道 宽(m)	岩性特征	备注(分 级情况)
挖方边坡	W3 北侧	0.5	1:1	—	中风化泥质砂岩、强风化石英砂岩	一级
	W2 北侧	5.7	1:1	—	中~微风化石英砂岩	一级
	W2 东侧	13.1	1:1	3	中风化砾岩、中~微风化石英砂岩	分两级
	W2 南侧	4.6	1:1	—	为中~微风化石英砂岩	一级
	W1 北侧	17.9	1:1	3	中风化砾岩、中~微风化石英砂岩	分两级
	W1 东侧	17.0	1:1	3	中~微风化砾岩、中~微风化石英砂岩	分两级
	W1 南侧	11.5	1:1	3	中风化砾岩，中风化石英砂岩，微风化安山玢岩，微风化石英砂岩	分两级
	W4 南侧	5.1	1:1	—	~中风化石英砂岩，微风化石英砂岩，微风化泥质砂岩	一级
填方边坡	T1 南侧	2.3	1:1.75	—	—	一级
	T1 西侧	16.2	1:1.75	3	—	分二级
	T1 北侧	15.5	1:1.75	3	—	分二级
	T1 东侧	8.0	1:1.75	—	—	一级
	T2 南侧	6.7	1:1.75	—	—	一级

3) 马道截排水沟

沿马道平台设截排水沟，坡面设跌水踏步及泄水孔，顺接至坡脚排水沟，截排水沟长 1230m，浆砌石结构，宽 50cm、深 60cm，矩形断面。

(4) 碎石压盖

主体设计中厂区控制区内除道路、广场外，其余均采用碎石压盖，碎石粒径 30 ~ 60mm，厚 150mm 左右，铺设面积 10.79hm²。

(5) 嵌草铺装

厂前区及非危险品废物库区域设置 2 处地面停车场，停车位铺设嵌草砖面积分别为 5755 m² 和 2640m²，总面积 8395m²，见附图 8-1-4。

(6) 土地整治

土地整治标准参考《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014)。施工结束后对厂前区等绿化场地进行土地整治，总面积 9.86hm²。

(7) 表土回覆

随各子项工程施工推进，核电厂区剥离表土 0.45 万 m³ 调运至厂外道路绿化使用，2.97 万 m³ 用于陆域取排水管线复耕，剩余表土 12.59 万 m³ 用于核电厂区园林绿化和方格型浆砌块石植草护坡绿化使用，核电厂表土回覆总量为 12.59 万 m³。

核电厂区表土回覆 12.59，

工程量汇总见表 5.3-3。

表 5.3-3

核电厂区工程措施工程量表

序号	工程或费用名称	单 位	数 量
	第一部分 工程措施		
一	核电厂区		
1	表土剥离	100m ³	1601
2	雨水管网	m	9261
2.1	DN1000	m	3644
2.2	DN1500	m	2040
2.3	DN1600	m	1103
2.4	DN1650	m	50
2.5	DN1800	m	489
2.6	DN2000	m	499
2.7	DN2200	m	126
2.8	DN2400	m	631
2.9	DN2600	m	253
2.10	DN2800	m	56
2.11	DN3000	m	370
2.12	雨水井	个	125
3	边坡排水沟	m	6483
3.1	钢筋混凝土截排水沟（10m×2m）	m	32
3.2	钢筋混凝土截排水沟（10m×1.5m）	m	95
3.3	钢筋混凝土截排水沟（8m×2m）	m	423
3.4	钢筋混凝土截排水沟（8m×1.5m）	m	350
3.5	钢筋混凝土截排水沟（6m×1.5m）	m	244
3.6	钢筋混凝土截排水沟（6m×2m）	m	33
3.7	钢筋混凝土截排水沟（5m×1.5m）	m	1103
3.8	钢筋混凝土截排水沟（4m×3m）	m	1247
3.9	钢筋混凝土截排水沟（1.5m×1.5m）	m	1558
3.10	钢筋混凝土截排水沟（2m×1.5m）	m	505
3.11	钢筋混凝土截排水沟（1m×1m）	m	893
4	马道截排水沟（0.5m×0.6m）	m	1230
5	沉沙井	个	3
6	综合护坡	m ²	23486.75
6.1	方格型浆砌块石护坡（1:1）	m ²	2174.34
6.2	方格型浆砌块石护坡（1:1.75）	m ²	21312.41
7	嵌草铺装	m ²	8395.00
8	土地整治	hm ²	9.86
8.1	推土机平整场地	hm ²	9.86
8.2	表土回覆	100m ³	1259
9	碎石压盖	m ²	107860.00

2.植物措施

工程位于山东省昆嵛山省级水土流失重点治理区，提高植物措施等级，参照《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014），核电厂厂前区采用 1 级标准，即采用园林绿化工程标准。主体设计在厂前区、仓储检修等区域区域植树种草，绿化美化，但主体未做具体设计。本方案按林绿化工程标准，补充了树草种的选择、栽植密度、面积等进行具体设计。植物措施平面布局见附图 6-1。

项目区可选取的乔木有：银杏、国槐、白玉兰、悬铃木、白蜡、油松、元宝枫等；灌木有：黄栌、小叶黄杨、紫叶小檗、红瑞木、紫薇、迎春、珍珠梅等；草种有：鸢尾、早熟禾、早熟禾等适生品种，植物措施工程量见表 5.3-4。

（1）主体工程绿化

该区域植物措施标准为 1 级，厂前区、仓储检修等道路两侧种植乔木、灌木组成的绿化带。考虑在道路内层种植一行绿篱，外层为乔木，乔木间空地为草坪。乔木选择银杏、国槐等，种植株距 $3\text{m}\times 5\text{m}$ ；绿篱选择大叶黄杨、紫叶小檗等，双排绿篱，密植；草坪选择早熟禾和狗牙根，按 1:1 混播。

厂前区建筑物和广场采取乔灌草搭配，植物配置采取丛植、群植、孤植，达到美观目的，乔木可选择银杏、白玉兰、元宝枫，灌木可选择红瑞木、紫薇、紫叶小檗、迎春等，部分空地和灌草绿化间隙铺草皮（早熟禾）。主体工程园林绿化面积 9.86hm^2 。

（2）厂址边坡绿化

厂区方格型浆砌块石护坡内部采取灌草结合植草防护，灌木选紫穗槐，草本选择早熟禾和狗牙根，按 1:1 混播，边坡格构种草面积 2.35hm^2 。

（3）嵌草砖绿化

厂前区及非危险品废物库区域设置 2 处地面停车场，停车位铺设嵌草砖面积分别为 5755m^2 和 2640m^2 ，总面积 8395m^2 。草本选择早熟禾和狗牙根，按 1:1 混播。

表 5.3-4

核电厂区植物措施设计技术指标表

树(草)种	苗木(草种) 规格(cm)	造林季节	株行距 (m×m)	栽植密度(株 /hm ² 、kg/hm ²)	需苗量(株、 kg)
银杏	D = 10 ~ 12cm	春、雨	3×4	834	2100
侧柏	H = 200 ~ 250cm	春、雨	3×3	1111	1800
国槐	D = 8 ~ 10cm	春、雨	3×4	834	2600
白玉兰	D = 8 ~ 12cm	春、雨	3×3	1111	1600
元宝枫	H = 150 ~ 200cm	春、雨	3×3	1111	1400
紫穗槐		春、雨		15000	216000
小叶黄杨(裸根)	篷径 20~30cm	春、雨	0.5×0.5	40000	12000
紫叶小檗(裸根)	篷径 20~30cm	春、雨	0.5×0.5	40000	8000
紫薇	H = 80 ~ 100cm	春、雨	1.5×1.5	4444	120
大叶黄杨	H = 70cm	春、雨	0.5×0.5	40000	250
早熟禾草籽	一级种	春、雨		200	127.60
狗牙根草籽	一级种	春、雨		200	127.60

3.临时措施

(1) 主体工程区

1) 表土转运场地堆存与防护

场平前首先剥离厂址范围内的耕地、草地 5~30cm 厚表层土，堆存至厂址西南侧表土临时堆存区，总计表土剥离量 16.01 万 m³，采用棱台式堆存，堆放边坡比 1:1.8，堆存高度 5.0m，堆存占地约 8.0hm²。按“先挡后弃”的原则，先为稳定堆土体坡脚将部分表土装入土袋，码放至临时堆土坡脚外侧，临时土袋宽 0.5m、高 0.5m，然后进行堆土作业，堆置结束后堆土体表面用防尘网覆盖。该阶段总计需要编织袋装土拦挡约 1500m³，防尘网苫盖约 13.92 万 m²。临时堆土防护措施典型设计图见附图 8-3-1。

2) 表土及基坑余土堆存场防护

由于该部分表土和基坑余土堆存时间较长，临时堆土场、挡土墙级别参照《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014) 确定，根据该规范弃渣场级别为 4 级，则挡土墙为 5 级，本项目位于山东省水土流失重点治理区，应提高工程防护等级，因此将挡土墙级别提高到 4 级。该阶段总计需要编织袋装土拦挡约 3323m³，防尘网苫盖约 56.45 万 m²，撒播草籽 348kg，用于临时绿化。

① 常规表土堆存场

场平结束后，1.88 万 m³ 表土回覆至围墙外侧方格型浆砌块石植草护坡内嵌表土，

5.77 万 m^3 用于厂外道路绿化, 剩余表土 12.94 万 m^3 (松方 15.53 万 m^3) 暂存在厂区西北侧规划开关站区域 (平地型堆场), 占地面积 6.50 hm^2 , 最大堆放高度 5.0m。表土堆放时按照“先挡后弃”的原则, 在堆放前, 应首先在堆放场四周 (沿临时堆土坡脚外侧) 设置浆砌石挡土墙, 长度 350m, 挡墙高 1m, 确保挡墙顶高程比堆料高出 20cm, 顶宽 0.25m, 背坡坡比 1:0.5, 面坡坡垂为直面, 并采用宽 0.5m、高 0.5m 土袋挡墙与相邻的基坑余土堆放场、晾晒场地表土堆放场隔开, 底部铺垫土工布。然后自下而上堆放表土, 需编织袋装土拦挡约 1329.2 m^3 。根据《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014), 堆土边坡比为 1:1.8。堆土场表面采用防尘网覆盖, 防尘网苫盖约 22.58 万 m^2 。表土堆存时间较长, 防尘网容易破损, 对表土同时采取临时种草措施, 撒播草籽 120kg。表土堆放场四周布设临时排水沟, 并与周边排水沟顺接。待施工结束, 及时将表土回填用于工程绿化和取排水管线区复耕。

②晾晒场地表土堆存场

晾晒场地表土堆存场与常规表土堆存场相邻, 属平地型堆场, 占地面积 0.60 hm^2 , 临时堆放改良土 1.25 万 m^3 (松方 1.50 万 m^3), 最大堆放高度 3.0m。按“先挡后弃”的原则, 在堆放前, 应首先在堆放场四周 (沿临时堆土坡脚外侧) 设置浆砌石挡土墙、高 1m, 并采用宽 0.5m、高 0.5m 土袋挡墙与相邻的基坑余土堆放场、表土堆放场隔开, 然后自下而上堆放晾晒场地表土, 需编织袋装土拦挡约 332.3 m^3 。根据《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014), 堆土边坡比为 1:1.8, 最大堆高 3.0m。堆土场表面采用防尘网覆盖, 防尘网苫盖约 5.65 万 m^2 。表土堆存时间较长, 防尘网容易破损, 对表土同时采取临时种草措施, 撒播草籽 78kg。堆放场四周布设临时排水沟。施工结束后, 经改良后, 及时用于绿化。

③基坑余土堆存场

主体工程建构筑物基坑负挖, 及需调运至边坡和道路的工程槽土临时堆存于厂区西南侧规划排水泵房区域 (平地型堆场), 占地面积 5.20 hm^2 , 临时堆放土石方量 20.1 万 m^3 (松方 24.12 万 m^3), 最大堆放高度 5m。土石方堆放时按照“先挡后弃”的原则, 在堆放土石方前, 应首先在堆放场四周 (沿临时堆土坡脚外侧) 设置浆砌石挡土墙、高 1m, 并采用宽 0.5m、高 0.5m 土袋挡墙与相邻的常规表土堆放场、晾晒场地表土堆放场隔开。然后自下而上堆放土石方, 每堆放 1m 厚度进行压实, 需编织袋装土拦挡约 1661.5 m^3 , 土石方为碎石土, 根据《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014), 堆土边坡比为 1:2.0, 最大堆高 5.0m。堆土场表面采用防尘网覆盖, 防尘网苫盖约 28.22 万 m^2 。表土堆存时

间较长，防尘网容易破损，对表土同时采取临时种草措施，撒播草籽 150kg。堆放场四周布设临时排水沟、沉沙池，并顺接至厂区排水沟。

④土体物理性质

根据设计资料，临时堆土体主要为砂质壤土。堆积体物理力学参数通过工程地质类比法、参数反演法及经验值综合考虑选取，基底地层物理力学参数值依据厂址的工程地质勘察报告中土工试验成果以及类似工程经验值综合选取。

本评估点采用的堆积体与地层物理力学指标见表 5.3-5。

表 5.3-5 临时堆土体及基底地层物理力学指标表

岩土体	坡高 (m)	坡比	重度 γ (kN/m ³)		粘聚力 C(kPa)		安息角 $\Phi(^{\circ})$	
			天然	饱和	天然	饱和	天然	饱和
弃渣体	5	1:2	18.3	19.2	10	8.5	23.5	18.5
晾晒场地表土 堆存场	3	1:2	20	21	12	10	33	26
基坑余土堆土	5	1:2	18.2	19.1	15.7	12	29.4	21.2
重力式挡渣墙	/	/	22	/	/	/	/	/

⑤计算工况

根据区域调查查明的工程地质环境条件，综合确定其弃土稳定性及其边坡破坏的主要影响因素，对稳定性和变形破坏起主要作用的影响因素主要受弃土本身性质以及大暴雨的影响。故选取以下两种工况进行弃土（渣）场的稳定性分析，工况说明见表 3.3-1:

I.正常工况（即天然工况）

分析弃土场边坡能否维持自稳，以弃土场勘察时所处的状态为现时状态，亦指弃土场内无水的情况，当弃土场堆土体堆土不均匀时，容易在弃土场内部发生滑坡的工况。采用天然状态下土体容重、黏聚力、内摩擦角值进行分析计算。

II.非正常工况

结合核电厂址勘察成果及堆存时长，只考虑暴雨工况。

⑤控制标准

弃渣场抗滑稳定安全系数不应小于《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）中 5.7 节要求，并参考行业相关规范、规程，综合确定该弃渣体在不同工况条件下稳定安全系数控制标准。

⑦边坡稳定性分析

采用瑞典圆弧法分 10 条块进行计算，计算结果参见表 5.9-6，计算公式如下：

$$K_h = \frac{\sum [(W \pm V) \cos \alpha - ub \sec \alpha - Q \sin \alpha] \tan \varphi' + c' b \sec \alpha}{\sum [(W \pm V) \sin \alpha + M_c / R]} \dots\dots\dots (5-1)$$

式中: K_h —边坡安全系数;

b —条块宽度 (m);

W —条块重力 (kN);

W_1 —在边坡外水位以上的条块重力 (kN);

W_2 —在边坡外水位以下的条块重力 (kN);

Q 、 V —水平和垂直地震惯性力 (向上为负, 向下为正) 重力 (kN);

u —作用于土条底面的空隙压力 (kPa);

α —条块的重力线与通过此条块底面中点的半径之间的夹角 ($^{\circ}$);

c' 、 φ' —土条底面的有效应力抗剪强度指标;

M_c —水平地震惯性力对圆心的力矩 (kN·m);

R —圆弧半径 (m)。

表 5.3-6 临时堆土场区边坡稳定安全系数计算表

名称	规范安全系数 K_{hc} (4 级弃渣场)*		边坡安全系数 K_h (计算值)		结论
	正常运用	非常运用	正常运用	非常运用	
常规表土堆存场	1.15	1.05	2.25	1.72	$K_h > K_{hc}$
晾晒场地表土堆存场	1.15	1.05	1.47	1.26	$K_h > K_{hc}$
基坑余土堆土场	1.15	1.05	1.44	1.23	$K_h > K_{hc}$

*备注: 参照《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014) 4 级弃渣场抗滑稳定安全系数。

本项目临时堆土场级别已提高至 4 级, 安全系数采用 4 级标准评价。根据《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014), 4 级弃渣场抗滑稳定最小安全系数为 1.15 (正常运用)、1.05 (非常运用)。试算结果表明, 本方案设计的临时堆土场边坡稳定。

⑧浆砌石挡土墙

在堆土坡脚设浆砌石挡土墙拦挡土石方。

I. 断面设计

依据《水土保持工程设计规范》, 确定挡土墙墙高 H_1 ; 根据该规范, 冻结深度不大于 1m 时, 基底应位于冻结线以下不小于 0.25m 且不小于 1m, 本项目区最大冻结深度为 49cm, 因此确定挡土墙基底埋深 0.5m。设计说明如下:

砌体材料: 石材采用质地均匀、耐风化、耐侵蚀、强度等级不低于 Mu30 且冲洗干净的毛石, 毛石厚度 $\geq 20\text{cm}$; 砂浆采用不低于 M7.5 的水泥砂浆。地基土无草根、树皮等杂物, 并满足地基承载力的要求; 墙底与地基间的土基或岩基铺填厚度为 $> 10\text{cm}$ 的碎石或 M5 水泥砂浆;

顺墙方向地面坡比陡于 1:5、基础埋深 $\geq 70\text{cm}$ 时, 基础须做成长度 $\geq 100\text{cm}$ 且高度

≤50cm 的台阶。墙身每隔 6~15m 设置一道沉降缝，缝宽 2~3cm，缝中用沥青麻筋沿墙内、外、顶三个方向填塞，深度 ≥15cm；墙面用 1:2 水泥砂浆勾缝；墙顶用 1:3 水泥砂浆抹成 5% 的外斜横坡；

设置间排距均为 200cm、梅花形布置的排水孔，孔径 ≥10cm；反滤织物为 400g/m² 非织造型土工布，其平均抗拉强度 >500g/5cm，且纵横向强度比值在 2/3 ~ 3/2 之间，变异系数 <12%；

墙后回填待强身砌体达到 70% 设计强度后方可进行；回填料为无草根、树皮等杂物的砂性土或碎石土，分层碾压，压实度 ≥95%。砌体外路面在砌筑后 12~18 小时内及时养护保持湿润，养护期 14 天；

墙体施工采取铺浆法分层卧砌且上下错缝、内外搭接，石块间的竖向缝隙必须灌浆饱满，灰缝厚度为 2~3cm，严禁采用外面侧立石块、中间填心的砌法。

临时堆土场平均堆高为 3~6m，挡土墙设计高度为 1m。

II. 稳定性计算

挡土墙的计算条件：墙体材料浆砌石容重 22kN/m³，堆渣体容重 19kN/m³，基底对地基的摩擦系数取 0.5，渣体内摩擦角 35°；地基承载力容许值取[0.5MPa]。

计算公式如下：

A. 抗滑稳定计算公式：

$$K_c = \frac{f \times \sum N}{\sum P} \dots\dots\dots (5-2)$$

其中：K_c—— 抗滑稳定安全系数；

N—— 墙体受到的铅直向力（向下为正，向上为负，kN）；

P—— 墙体受到的水平向力（向下游为正，向上游为负，kN）；

f—— 墙体基础摩擦系数。

B. 抗倾覆稳定计算公式：

$$K_o = \frac{M(+)}{M(-)} \dots\dots\dots (5-3)$$

其中：K_o—— 抗倾覆稳定安全系数；

M(+)—— 作用于墙体的稳定力矩（kN/m）；

M(-)—— 作用于墙体的倾覆力矩（kN/m）；

C. 基底应力计算公式：

$$\sigma_{\min}^{\max} = \frac{\sum N}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right) \dots\dots\dots(5-4)$$

其中: σ_{\max} —— 地基最大应力 (kPa);

σ_{\min} —— 地基最小应力 (kPa);

e —— 偏心距 (m);

B —— 墙底宽度 (m)。

D. 计算结果

挡土墙稳定及基底应力成果见表 5.3-7。

表 5.3-7 (1) 挡土墙稳定性计算表

挡土墙位置	挡土墙高 H1(m)	工 况	抗滑稳定验算		抗倾覆稳定验算	
			安全系数 Kc	规范允许值*	安全系数 Ko	规范允许值*
常规表土堆放场	1	正常运用	4.89	1.20	7.05	1.40
		非常运用	3.56	1.05	5.46	1.30
晾晒场地表土堆放场	1	正常运用	4.96	1.20	7.38	1.40
		非常运用	3.82	1.05	5.67	1.30
基槽余土堆放场	1	正常运用	4.96	1.20	7.38	1.40
		非常运用	3.82	1.05	5.67	1.30

*备注: 参照《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014) 弃渣场 4 级挡渣墙抗滑稳定安全系数、抗倾覆安全系数。

表 5.3-7 (2) 挡土墙基底应力计算表

挡土墙高 H1(m)	平均基底应力 (kpa)	基底最大压应力 (kpa)	基底最小压应力 (kpa)	地基允许承载力 (kpa)	安全系数 (应力大小比) 计算值
1	36.12	43.99	28.24	500	1.56

由上表知, 挡土墙基底应力平均值、最大基底应力均小于地基允许承载力, 基底应力最大值与最小值之比小于 2.0, 满足《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014) 要求。

由上可知, 挡土墙设计满足稳定性要求。

3) 裸露地表临时苫盖

施工期挖填边坡、厂内绿化、施工生产区等区域裸露, 采取防尘网苫盖措施, 考虑破损和重复使用等因素, 核电厂主体工程区需防尘网约 34.34 万 m²。

4) 临时排水沟

①主干排水沟

主体设计中, 场平期间厂区内临时主干排水沟按照 10 年一遇排水标准设计。

临时主干排水沟排向厂区永久截排洪沟, 经消能、沉沙后最终排入周边现状沟道。

主干排水沟断面为矩形明沟, 采用浆砌块石结构, 坡度选用 0.3%。断面净尺寸宽 1.5m、高 1.5m, 主体工程区排水沟累计长 8600m, 施工生产区排水沟长 1500m。典型

设计图见附图 8-1-2。

②土质排水沟

主要指连接主干临时排水沟的临时排水土沟。

排水沟排水流量根据《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014)计算,临时土质排水沟长度 3500m。

排水沟计算如下:

计算公式:

$$Q_m = 16.67 \phi q F \quad (5-5)$$

式中: Q_m —设计洪峰流量, m^3/s ;

ϕ —径流系数, 取 0.3;

q —10 年 1 遇 5min 降雨强度, mm/h ;

F —集水面积, km^2 。

$$q = C_p C_t q_{5,10} \quad (5-6)$$

式中: C_p —重现期转换系数;

C_t —降雨历时转换系数;

$q_{5,10}$ —5 年重现期和 10min 降雨历时的标准降雨强度 (mm/min), $2.0mm/min$ 。

排水沟断面试算:

$$Q_{\text{设}} = \omega C (Ri)^{1/2} \quad (5-7)$$

式中: $Q_{\text{设}}$ —设计流量, m^3/s ;

ω —过水断面面积, $\omega = (b + mh)h$, m^2 ;

C —谢才系数, $C = (1/n)R^{1/6}$;

R —水力半径, $R = \omega/x$, m ;

i —坡降;

n —糙率系数;

b —槽底宽, m ;

h —槽深, m ;

x —湿周, m 。

B 计算结果: 排水沟断面尺寸试算结果见表 5.3-8。

表 5.3-8 核电厂区临时截(排)水沟断面设计试算结果表

工程名称	$Q_{\text{洪}}$	$Q_{\text{设}}$	b	h	m	i	ω	R	n	C	F
	(m^3/s)	(m^3/s)	(m)	(m)			(m^2)	(m)			(km^2)
临时排水沟	0.50	0.65	0.50	0.50	0.4	0.01	0.35	0.22	0.025	31.12	0.09

根据试算结果，排水沟断面尺寸为：

临时排水沟：底宽×深度：0.50m×0.50m，边坡比 1:0.4，梯形断面，纵向底坡为 2.0‰。

临时排水沟均为简易开挖夯实而成，典型设计图见附图 8-3-2。

3) 临时沉沙池

临时沉沙池布设于临时排水沟末端，起到消力、沉沙作用，以免对排水沟出口附近造成冲刷破坏，主体工程区临时沉沙池共 24 座，施工生产区临时沉沙池 5 座。

表 5.3-9 核电厂区临时沉沙池断面尺寸计算表

项 目	Q_p (m ³ /s)	H (m)	H_p (m)	\bar{V} (m/s)	B_p (m)	ζ	ω (mm/s)	L_p (m)
临时沉沙池	0.51	1.5	1.05	0.2	1.5	1.2	172	2.0

根据计算结果，沉沙池尺寸为：

沉沙池池厢尺寸：矩形，池厢长 3.0m，宽 1.5m，深 1.5m，砖砌形式，池内采用土工膜覆盖，防止渗漏破坏。典型设计见附图 8-3-2。

4) 泥浆沉淀池

施工期厂区部分建筑基础采用钻孔灌注桩，在钻孔过程中将产生较多的泥浆，需要采取临时防护措施，以防止泥浆直接进入河道。在钻孔灌注桩施工场地设二级沉淀池，每级池开挖的长、宽、深分别为 5m、5m、1.0m，池外缘以袋装填料作围堰，袋装填料高度和宽度均为 0.60m×0.60m，施工结束，待沉淀池的泥浆干涸后将土袋中的土方回填，破损的编织袋运至城市垃圾收集站处理。沉淀池开挖的土方，部分装入袋装填料挡土，其余堆放于沉淀池周边，待竣工后用于回填平整。典型设计见附图 8-4-1。

5) 洗车沉淀池

为防止施工车辆出场区时随车轮带出泥浆，引起土壤流失，影响道路交通，需在厂区出入口各设置沉淀池 2 座，总计 4 座。典型设计见附图 8-4-2。

(2) 施工生产区

核电厂区施工生产区共 4 处，2 处位于核电厂区内部，2 处位于厂区外部。位于核电厂区内部的施工生产区水土保持临时措施按核电厂区整体规划布设，工程量统计计入核电厂主体工程临时措施；厂区外部 2 处（4 个地块）施工生产区临时防护措施主要包括临时堆土苫盖及拦挡，临时排水沟、沉沙池、临时苫盖等防护措施，具体措施种类和数量如下：

1) 土石方临时堆存防护

施工期的管沟开挖等临时堆存土石方采取临时防护措施，堆放场地应尽量少占地，

减少扰动破坏。堆放时按照“先挡后弃”的原则，在堆放临时堆土前对临时堆土周边设置临时挡土设施，将部分土方装入土袋，先在堆土坡脚码放宽 0.5m、高 0.5m 临时土袋，防止水力侵蚀造成土壤流失，然后再堆放表土，土方按 1:2.0 边坡堆放，堆放高度不超过 3m，1.5m 以上用防尘网覆盖。其他土方总计需编织袋装土拦挡 482m³，防尘网苫盖约 35185m²。

2) 临时排水沟

厂区四周设临时排水沟，共计 1500m。

临时排水沟：底宽×深度：0.50m×0.50m，边坡比 1:4，梯形断面，纵向底坡为 1‰，简易开挖夯实而成。

3) 沉沙池

临时沉沙池设于临时排水沟末端，共计 8 座。

(3) 临时措施量汇总。

临时措施工程量统计见下表。

表 5.3-10 核电厂区临时措施工程量表

序号	工程或费用名称	单 位	数 量
	第三部分 施工临时工程		
一	核电厂区		
(一)	主体工程区		
1	临时堆土防护		
1.1	编织袋装土拦挡	100m ³	48.23
1.2	编织袋装土拆除	100m ³	48.23
1.3	防尘网苫盖	100m ²	7037.00
1.4	临时撒播草籽	hm ²	6.96
1.5	草籽	kg	348.00
2	浆砌石挡土墙	m	350
2.1	开挖土方	100m ³	10.9
2.2	夯填土方	100m ³	1.09
2.3	浆砌石	100m ³	16.56
2.4	铺筑垫层	100m ³	0.99
3	临时排水沟	m	12100
3.1	浆砌石排水沟	m	8600
3.1.1	开挖土方	100m ³	446.35
3.1.2	夯填土方	100m ³	44.64
3.1.3	浆砌石	100m ³	274.84
3.1.4	铺筑垫层	100m ³	74.80
3.2	土质排水沟		3500
3.2.1	人工开挖土方	100m ³	13.50

5 水土保持措施

序号	工程或费用名称	单 位	数 量
3.2.2	人工夯填土方	100m ³	1.22
4	沉沙池	座	24.00
4.1	人工开挖土方	100m ³	1.44
4.2	人工夯填土方	100m ³	0.72
4.3	土工膜	100m ²	4.56
5	泥浆沉淀池	座	18.00
5.1	人工开挖土方	100m ³	1.08
5.2	人工夯填土方	100m ³	0.54
5.3	土工膜	100m ²	3.42
6	洗车沉淀池	座	4.00
6.1	人工挖土方	100m ³	3.20
6.2	人工夯填土方	100m ³	0.90
6.3	混凝土浇注	100m ³	1.00
6.4	钢筋制作安装	t	1.40
7	裸露地表防尘网苫盖	100m²	3734.00
(二)	施工生产区		
1	临时堆土防护		
1.1	编织袋装土拦挡	100m ³	4.82
1.2	编织袋装土拆除	100m ³	4.82
1.3	防尘网苫盖	100m ²	351.85
2	临时排水沟	m	1500
2.1	开挖土方	100m ³	10.80
2.2	夯填土方	100m ³	0.98
2.3	浆砌石	100m ³	19.20
2.4	铺筑垫层	100m ³	1.15
3	沉沙池	座	8.00
3.1	人工开挖土方	100m ³	0.72
3.2	人工夯填土方	100m ³	0.36
3.3	土工膜	100m ²	2.20

5.3.2.2 厂外附属设施区

1. 工程措施

厂外附属设施主要包括气象观测站、环境监测站、武警营房、训练场等，总占地 4.07hm^2 。

(1) 表土剥离与保护

本防治区主要的工程措施为表土剥离及回覆，施工前首先应对占用的耕地约 30cm 厚表层土进行剥离，表土剥离量 1.22万 m^3 ，就地堆存于站点周边红线内空地。按照“先挡后弃”的原则，在堆放表土前在临时堆土坡脚外侧设置临时挡护措施，施工结束后，及时回覆。

(2) 雨水管网

主体设计了雨水管网 1100m ，其中 $\text{DN}300$ 雨水管网 650m 、 $\text{DN}600$ 雨水管网 450m ，雨水井 10 个。

(3) 土地整治

施工结束后对气象站空地、武警营房空地等进行土地整治，然后种植灌草绿化美化，土地整治面积 0.61m^2 。

2. 植物措施

厂外附属设施区如气象站围栏内撒播草籽，武警营房等空地采取灌草结合的方式绿化美化，绿化面积 0.61hm^2 。灌木选择冬青，株距为 3m ，总计 350 株；撒播草籽 72kg ，草种选早熟禾。

3. 临时措施

厂外附属设施区临时防护措施主要包括临时堆土苫盖及拦挡，临时排水沟、沉沙池、临时苫盖等防护措施，临时措施工程量见表 5.3-12。

(1) 表土堆存与防护

按“先挡后弃”的原则，对剥离的表土进行堆存与防护。在堆放表土前在临时堆土坡脚外侧设置临时挡护措施，将部分土方装入土袋，先在堆土坡脚码放宽 0.5m 、高 0.5m 临时土袋，防止水力侵蚀造成土壤流失，然后再堆放表土，土方按 $1:1.8$ 边坡堆放，堆放高度不超过 3m ， 1.5m 以上用防尘网覆盖。表土总计需要编织袋装土拦挡约 20m^3 ，防尘网苫盖约 1200m^2 。

(2) 土石方临时堆存防护

施工期的临时堆存土石方采取临时防护措施，堆放场地应尽量少占地，减少扰动破坏。堆放时按照“先挡后弃”的原则，在堆放临时堆土前对临时堆土周边设置临时挡土设施，将部分土方装入土袋，先在堆土坡脚码放宽 0.5m、高 0.5m 临时土袋，防止水力侵蚀造成土壤流失，然后再堆放表土，土方按 1:2.0 边坡堆放，堆放高度不超过 3m，1.5m 以上用防尘网覆盖。其他土方总计需编织袋装土拦挡约 10m³，防尘网苫盖约 1000m²。

(3) 临时排水沟

厂外附属设施区四周和临时堆土坡脚外侧设临时排水沟，共计 480m。

临时排水沟：底宽×深度：0.50m×0.50m，边坡比 1:4，梯形断面，纵向底坡为 1‰，简易开挖夯实而成。

(5) 沉沙池

临时沉沙池设于临时排水沟末端，共计 4 座。断面尺寸计算见下表。

表 5.3-11 厂外附属设施区临时沉沙池断面尺寸计算表

项 目	Q_p (m ³ /s)	H (m)	H_p (m)	\bar{V} (m/s)	B_p (m)	ζ	ω (mm/s)	L_p (m)
临时沉沙池	0.51	1.5	1.05	0.2	1.5	1.2	172	2.0

(6) 临时措施量汇总

临时措施工程量统计见下表。

表 5.3-12 厂外附属设施区临时措施工程量表

序号	工程或费用名称	单 位	数 量
	第三部分 施工临时工程		
二	厂外附属设施区		
1	临时堆土防护		
1.1	编织袋装土拦挡	100m ³	0.300
1.2	编织袋装土拆除	100m ³	0.300
1.3	防尘网苫盖	100m ²	22.00
2	临时排水沟	m	480
2.1	人工开挖土方	100m ³	2.04
2.2	人工夯填土方	100m ³	0.18
3	沉沙池	座	4.00
3.1	人工开挖土方	100m ³	0.24
3.2	人工夯填土方	100m ³	0.61
3.3	土工膜	100m ²	0.76

5.3.2.3 厂外道路区

1. 工程措施

厂外道路为进厂道路、第一进厂道路和连接道路（大件道路），工程措施包括：表土剥离与保护，路基路面梯形排水沟，植草护坡、拱形骨架护坡，施工结束后对植草边坡进行土地整治，绿化美化；对施工生产区进行土地整治，恢复原有使用状态。

（1）表土剥离与保护

施工前首先对道路占地范围内占用的耕地、草地 10~30cm 厚表层土进行剥离，本着尽量减少临时占地的原则，将表土暂时对存于核电厂红线内填方区域内，总计表土剥离量 3.36 万 m^3 ，按梯形断面堆存，堆放边坡比 1:1.8，堆存高度 5.0m，堆存占地约 1.00 hm^2 。按“先挡后弃”的原则，在堆放表土前在临时堆土坡脚外侧设置临时挡护措施，将部分土方装入土袋，先在堆土坡脚码放宽 0.5m、高 0.5m 临时土袋，防止水力侵蚀造成土壤流失，然后再堆放土方，土方按 1:1.8 边坡堆放，堆放高度不超过 5.0m，由于进厂道路和第一进厂道路施工时间较短，1.5m 以上用防尘网覆盖即可。施工结束后，及时将表土回填用于厂外道路边坡、树池及施工生产区绿化。

（2）路基路面截排水沟

1) 第一进厂道路

主体设计在进厂道路填方边坡一侧布设梯形排水沟，边坡比分别为 1:1 和 1:1.75，浆砌石结构，下底沟宽 60cm，沟深 60cm，总长度 1058m；在挖方路基一侧布设矩形排水沟，浆砌石结构，宽 60cm、深 60cm，长度 1058m；边坡急流槽 650m。

2) 第二进厂道路

主体设计在进厂道路填方边坡一侧布设梯形排水沟，边坡比分别为 1:1 和 1:1.75，浆砌石结构，下底沟宽 60cm，沟深 60cm，总长度 759m；在挖方路基一侧布设矩形排水沟，浆砌石结构，宽 60cm、深 60cm，长度 759m；边坡急流槽 2567m。典型设计图见附图 8-2-1 和附图 8-2-2。

3) 连接道路（大件道路）

主体设计在进厂道路新建路段的填方边坡一侧布设梯形排水沟，边坡比分别为 1:1 和 1:1.75，浆砌石结构，下底沟宽 60cm，沟深 60cm，总长度 6494m；在新建路段挖方路基一侧布设矩形排水沟，浆砌石结构，宽 60cm、深 60cm，长度 9494m；边坡急流槽 5987m。

主体设计在连接道路改扩建路段拼宽路基边坡一侧布设梯形排水沟，边坡比分别为 1:1 和 1:1.75，浆砌石结构，下底沟宽 60cm，沟深 60cm，总长度 2300m，在另一侧利用现状排水沟。

（3）边坡防护工程

1）第一进厂道路

路基填方边坡采用 1:1.5 直线坡，当边坡高度大于 8m 时，8m 以下采用 1:1.75 的折线型边坡。边坡防护形式采用植草护坡、拱形骨架植草护坡和浆砌片石护坡等多种防护形式，其中：填方高度 $H \leq 4\text{m}$ 路堤段和挖方高度不大于 4m 的土质路堑边坡采取植草护坡，草灌混植，总面积 3170m^2 ；填土高度大于 4m 的路堤边坡采取拱形骨架护坡，总面积 43396m^2 。植草护坡典型设计图见附图 8-2-3。

2）第二进厂道路

路基填方边坡采用 1:1.5 直线坡，当边坡高度大于 8m 时，8m 以下采用 1:1.75 折线型边坡。边坡防护形式采用植草护坡、拱形骨架植草护坡和浆砌片石护坡等多种防护形式，其中：填方高度 $H \leq 4\text{m}$ 路堤段和挖方高度不大于 4m 的土质路堑边坡采取植草护坡，草灌混植，总面积 2528m^2 ；填土高度大于 4m 的路堤边坡采取拱形骨架护坡，总面积 18711m^2 ；冲刷严重的桥头路段或临沟渠水浸淹的路段路基采取浆砌片石护坡。拱形骨架护坡典型设计图见附图 8-2-4。

3）连接道路（大件道路）

路基填方边坡采用 1:1.5 直线坡，当边坡高度大于 8m 时，8m 以下采用 1:1.75 的折线型边坡。边坡防护形式采用植草护坡、拱形骨架植草护坡和浆砌片石护坡等多种防护形式，其中：填方高度 $H \leq 4\text{m}$ 路堤段和挖方高度不大于 4m 的土质路堑边坡采取植草护坡，草灌混植，总面积 95599m^2 ；填土高度大于 4m 的路堤边坡采取拱形骨架护坡，总面积 12852m^2 ；部分桥头路段空心六棱砖防护，总面积 167.15m^2 。

（4）土地整治

施工结束后对道路两侧边坡、施工生产区（占用的林地）等进行土地整治，然后进行绿化美化，土地整治面积 15.72hm^2 。

（5）表土回覆

工程完工后，厂外道路边坡、树池等绿化总计需回覆表土 5.77 万 m^3 ，其中 0.45 万 m^3 调运自核电厂区，1.96 万 m^3 调自海水淡化厂。

（6）复耕

桥梁等施工时布设了施工生产区,完工后对占用的园地进行复耕,复耕面积 3.00hm²。

(7) 工程量统计

厂外道路区工程措施量统计见表 5.3-13。

表 5.3-13 厂外道路区工程措施工程量表

序号	工程或费用名称	单 位	数 量
	第一部分 工程措施		
三	厂外道路区		
(二)	第一进厂道路		
1	表土剥离	100m ³	108
2	排水沟	m	1058.00
2.1	梯形排水沟	m	1058.00
2.2	矩形排水沟	m	1058.00
2.3	边坡急流槽	m	650.00
3	植草护坡	m ²	3170.00
4	拱形骨架护坡	m ²	43396.00
5	土地整治	hm ²	6.0
5.1	全面整地	hm ²	6.0
5.2	表土回覆	100m ³	140
(一)	第二进厂道路		
1	表土剥离	100m ³	54.00
2	截排水沟	m	1518.00
2.1	梯形排水沟	m	759.00
2.2	边坡急流槽	m	2567.00
2.3	矩形排水沟	m	759
3	植草护坡	m ²	2528
4	拱形骨架护坡	m ²	18711.00
5	土地整治	hm ²	6.22
5.1	全面整地	hm ²	6.22
5.2	表土回覆	100m ³	67.00
(三)	连接道路(大件道路)		
1	表土剥离	100m ³	174.00
2	截排水沟	m	6494.00
2.1	路基路面梯形排水沟	m	8794.00
2.2	边坡急流槽	m	5987.00
2.3	矩形排水沟	m	9494.00
3	植草护坡	m ²	95599.00
4	拱形骨架护坡	m ²	12852.00
5	桥头空心六棱砖防护	m ²	167.15
6	土地整治		
6.1	全面整地	hm ²	3.50
6.2	表土回覆	100m ³	370
7	复耕	hm ²	3.00

2.植物措施

工程位于山东省昆嵛山省级水土流失重点治理区，提高植物措施等级，参照《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014），厂外道路（二级公路）边坡防护与路基两侧绿化提高至2级标准。施工结束后，对进厂道路、第一进厂道路和连接道路（大件道路）两侧树池、两侧边坡、拱形骨架植草护坡进行绿化，选择当地适生的树（草）种，主要有法桐、龙柏、紫穗槐、大叶黄杨和早熟禾等。施工结束后，对施工生产区进行土地整治，然后撒播草籽，恢复原有土地使用状态。该区域总绿化面积 15.72m^2 ，包括树池绿化 1.43hm^2 （乔木6366株，树池规格 $1.5\text{m}\times 1.5\text{m}$ ）、边坡绿化 10.79hm^2 （投影面积）、施工生产区灌草绿化 3.50hm^2 （占用的林地），植物措施技术指标及栽植量统计见下表5.3-10。

（1）第一进厂道路

第一进厂道路路面两侧树池分别栽植法桐和龙柏为行道树，两种树种间植，两行法桐中间夹一行龙柏，法桐株间距6m，龙柏间距3m，总计需法桐406株、龙柏253株，树池规格 $1.5\text{m}\times 1.5\text{m}$ 。植草护坡采取灌草混植，草种为早熟禾，灌木为大叶黄杨球，总面积 2528m^2 ，按每球30株，共需大叶黄杨75840株；拱形骨架植草护坡采取紫穗槐和早熟禾草混种的形式，紫穗槐密度15000株/ hm^2 ，草籽 $60\text{kg}/\text{hm}^2$ ，总面积 18711m^2 ，总计需紫穗槐28050株，撒播草籽583.2kg。

（2）第二进厂道路

第二进厂道路路面两侧未设计行道树，对植草护坡和拱形骨架护坡分别植草绿化，其中植草护坡采取灌草混植，草种为早熟禾，灌木为大叶黄杨球，总面积 3170m^2 ，大叶黄杨95100株；拱形骨架植草护坡采取紫穗槐和早熟禾草混种的形式，紫穗槐密度15000株/ hm^2 ，草籽 $60\text{kg}/\text{hm}^2$ ，总面积 43396m^2 ，总计需紫穗槐64500株，撒播草籽812.4kg。

（3）连接道路（大件道路）

连接道路（大件道路）路面两侧树池分别栽植法桐和龙柏，两种树种间植，株间距3m，总计需法桐2930株，龙柏2930株，树池规格 $1.5\text{m}\times 1.5\text{m}$ 。植草护坡采取种植早熟禾，间种大叶黄杨球形式，总面积 95599m^2 ，按每球30株，大叶黄杨286797株；拱形骨架植草护坡采取紫穗槐和早熟禾草混种的形式，紫穗槐密度15000株/ hm^2 ，草籽 $60\text{kg}/\text{hm}^2$ ，总面积 12850m^2 ，总计需紫穗槐19350株，撒播草籽219.0kg。

（4）施工生产区

施工生产区占用了园地和林地，完工后对占用的园地进行复耕，对占用的林地进行土地整治，然后恢复原有土地状态，绿化面积 3.50hm^2 ，总计需栽植紫穗槐25650株、

撒播早熟禾草籽 140kg。

表 5.3-14 厂外道路区植物措施工程量表

序号	工程或费用名称	单 位	数 量
	第二部分 植物措施		
三	厂外道路区		
(一)	第二进厂道路		
1	法桐	100 株	4.06
2	龙柏	100 株	2.53
3	紫穗槐（裸根）	100 株	280.5
4	大叶黄杨	100 株	758.4
5	早熟禾草籽	kg	583.2
(二)	第一进厂道路		
1	紫穗槐（裸根）	100 株	645
2	大叶黄杨	100 株	95100
3	早熟禾草籽	kg	812.4
(三)	连接道路（大件道路）		
1	法桐	100 株	29.3
2	龙柏	100 株	29.3
3	紫穗槐（裸根）	100 株	193.5
4	大叶黄杨	100 株	286.8
5	早熟禾草籽	kg	219
(四)	施工生产区		
1	紫穗槐（裸根）	100 株	256.5
2	早熟禾草籽	kg	140

3.临时措施

临时措施包括临时堆土苫盖及拦挡，临时排水沟、沉沙池等防护措施。

(1) 表土临时堆土防护

施工前首先对厂外道路范围内占用的耕地、草地 5~30cm 厚表层土进行剥离，并堆存于填方区域（T1）靠近进厂道路一侧红线范围内表土临时堆存区内，总计表土剥离量 3.36 万 m³，按梯形断面堆存，堆放边坡比 1:1.8，堆存高度 3m，堆存占地约 0.65hm²。按“先挡后弃”的原则，在堆放表土前在临时堆土坡脚外侧设置临时挡护措施，将部分土方装入土袋，先在堆土坡脚码放宽 0.5m、高 0.5m 临时土袋，防止水力侵蚀造成土壤流失，然后再堆放土方，对土方按 1:1.8 边坡堆放，堆放高度不超过 5.0m，1.5m 以上用防尘网覆盖。

(2) 临时堆土防护

临时堆土堆放时按“先挡后弃”的原则，在堆放土方前在临时堆土坡脚外侧设置临时挡护措施，将部分土方装入土袋，先在堆土坡脚码放宽 0.5m、高 0.5m 临时土袋，防

止水力侵蚀造成土壤流失，然后再堆放土方，对土方按 1:2.0 边坡堆放，堆放高度不超过 5.0m，1.5m 以上用防尘网覆盖。对于水流汇流较多，地势较陡的堆放场，还应在堆放场外围设置截、排水沟等排水设施，以防止水土流失。

该阶段总计需要编织袋装土拦挡约 100m^3 ，临时堆土防尘网苫盖约 90280m^2 。

(3) 挖填边坡临时苫盖

施工期挖填边坡裸露，采取防尘网苫盖措施，考虑破损和重复使用等因素，总计需防尘网约 8.1hm^2 。

(4) 临时排水沟

道路施工时两侧设临时排水沟，共计 10508m。

临时排水沟：底宽×深度：0.50m×0.50m，边坡比 1:0.4，梯形断面，纵向底坡为 1.0%，简易开挖夯实而成。

(5) 沉沙池

临时沉沙池设于临时排水沟末端，共计 39 座。断面尺寸计算见下表。

表 5.3-15 厂外道路区临时沉沙池断面尺寸计算表

项 目	Q_p (m^3/s)	H (m)	H_p (m)	\bar{V} (m/s)	B_p (m)	ζ	ω (mm/s)	L_p (m)
临时沉沙池	0.51	1.5	1.05	0.2	1.5	1.2	172	2.0

(6) 工程量统计

厂外道路区临时措施数量统计见表 5.3-16。

表 5.3-16 厂外道路区临时工程量表

序号	工程或费用名称	单 位	数 量
	第三部分 施工临时工程		
三	厂外道路区		
(一)	第一进厂道路		
1	临时堆土防护		
1.1	编织袋装土拦挡	100m^3	0.10
1.2	编织袋装土拆除	100m^3	0.10
1.3	防尘网苫盖	100m^2	9.25
2	临时排水沟	m	1058
2.1	人工开挖土方	100m^3	4.25
2.2	人工夯填土方	100m^3	0.37
3	沉沙池	座	5.00
3.1	人工开挖土方	100m^3	0.36
3.2	人工夯填土方	100m^3	0.18
3.3	土工膜	100m^2	1.14

5 水土保持措施

序号	工程或费用名称	单 位	数 量
4	挖填边坡防尘网苫盖	100m ²	210.00
(二)	第二进厂道路		
1	临时堆土防护		
1.1	编织袋装土拦挡	100m ³	0.07
1.2	编织袋装土拆除	100m ³	0.07
1.3	防尘网苫盖	100m ²	6.64
2	临时排水沟	m	750
2.1	人工开挖土方	100m ³	3.19
2.2	人工夯填土方	100m ³	0.29
3	沉沙池	座	4.00
3.1	人工开挖土方	100m ³	0.24
3.2	人工夯填土方	100m ³	0.12
3.3	土工膜	100m ²	0.76
4	挖填边坡防尘网苫盖	100m ²	100.00
(三)	连接道路（大件道路）		
1	临时堆土防护		
1.1	编织袋装土拦挡	100m ³	0.83
1.2	编织袋装土拆除	100m ³	0.83
1.3	防尘网苫盖	100m ²	76.91
2	临时排水沟	m	8700
2.1	人工开挖土方	100m ³	25.52
2.2	人工夯填土方	100m ³	2.32
3	沉沙池	座	30.00
3.1	人工开挖土方	100m ³	1.44
3.2	人工夯填土方	100m ³	0.72
3.3	土工膜	100m ²	4.56
4	挖填边坡防尘网苫盖	100m ²	500.00

5.3.2.4 厂外取排水区

1. 工程措施

厂外取排水区主要包括陆域取排水管线、海水淡化厂和海域取排水管线，工程措施包括：表土剥离与保护，雨水管网、空心六棱砖植草护坡及施工结束后的土地整治等。

(1) 陆域取排水管线

1) 表土保护

施工前首先对管线占地范围内占用的耕地、草地 10~30cm 厚表层土进行剥离，本着尽量减少临时占地的原则，施工道路和临时堆土区紧邻开外面布设，具体为管线开挖作业面宽度 46.5m，管线开挖作业面为 17.75m，一侧为施工道路（宽度 7m）和机具堆放区（4m），另一侧为开挖土方堆放区，土方堆存区和机具堆放区采取土工布铺垫措施，其余部分进行表土剥离，总计剥离量 7.43 万 m^3 。按梯形断面堆存，堆放边坡比 1:1.8，堆存高度 4.0m，堆存占地约 1.00 hm^2 。按“先挡后弃”的原则，在堆放表土前在临时堆土坡脚外侧设置临时挡护措施，将部分土方装入土袋，先在堆土坡脚码放宽 0.5m、高 0.5m 临时土袋，防止水力侵蚀造成土壤流失，然后再堆放土方，对土方按 1:1.8 边坡堆放，堆放高度不超过 4.0m，1.5m 以上用防尘网覆盖。管道布设完成后先将其他土方回填，然后再回覆表土，回覆原有土地使用状态。

2) 土地整治及复耕

施工结束后对管道施工区域（含开挖区域、材料堆放、施工道路等）占用林地和草地进行土地整治，恢复原有使用状态，总计土地整治面积 23.01 hm^2 。

施工结束后对管道及施工区域占用的耕地和园地进行复耕，土地整治标准参考《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014），总计复耕面积 59.80 hm^2 。土地复耕应遵循“挖填平衡”的设计原则进行坑凹回填、平整场地，坡度不超过 15 度。土地整治应当与生态环境建设相协调，根据地形、土壤、降水等立地条件，采取以“坡度越小、地块越大”为原则的土地整治工程。复垦整地要求：土地平整，地面坡度一般不超过 5 度。耕植土回填厚度大于 50cm，去除石块，无大于 5cm 石子，翻松深度大于 40cm。覆土土壤 PH 值范围，一般为 5.5~8.5，含盐量不大于 0.3%。

3) 表土回覆

管道铺设完成后，复耕及植被恢复总计需回覆表土 10.40 万 m^3 ，其中 2.97 万 m^3 调运自核电厂区。

(2) 海水淡化厂

1) 表土保护

场平前首先对海水淡化厂占地范围内表层土进行剥离，剥离量 2.87 万 m^3 ，按施工时序暂时堆存在厂区南侧临近厂区大门的填方区域，占地约 2.00 hm^2 。其余区域场平结束后，将表土转存至表土堆存场。场平结束后，0.66 万 m^3 表土用于围墙外侧植草护坡内绿化；1.96 万 m^3 表土结合连接道路施工时序，用于连接道路道路绿化；剩余表土 0.27 万 m^3 暂存在西北侧空地，后期用于海水淡化厂绿化，该堆土采用棱台式堆存，堆放边坡比 1:1.8，堆存高度 3.0m，堆存占地约 0.11 hm^2 。表土临时堆放期间拟采取临时防护措施，减少水土流失。表土存放期较长时，对堆放的表土采取撒播草籽绿化措施。

2) 厂区雨水管网

厂区内沿厂内道路一侧布设雨水管道，最终雨水汇入周边现状排水沟道，厂区雨水管道为混凝土管，管径 DN300（长度 980m）和 DN600（长度 340m），总长度 1320m；进厂道路两侧布设梯形排水沟，边坡比分别为 1:1，浆砌石结构，下底沟宽 60cm，沟深 60cm，长度 590m。

3) 边坡防护工程

厂址东北部为挖方段，护坡高宽比为 1:1，厂址西北部为填方段，护坡高宽比为 1:1.25，厂外设置空心六棱砖植草护坡，总面积 11000 m^2 。

4) 土地整治

施工结束后对绿化场地进行土地整治，然后绿化美化，土地整治总面积 0.52 hm^2 。

5) 表土回覆

完工后，厂区绿化总计需回覆表土 0.92 万 m^3 。

(3) 海域取排水管线

海域取排水管道采用盾构法施工，总计产生淤泥等总计 12.02 万 m^3 ，全部用抛泥船倾倒至青岛崂山疏浚物临时海洋倾倒区(121°0′55.86″ E, 36°14′58.68″ N; 121°0′55.86″ E, 36°13′54.78″ N; 121°2′27.43″ E, 36°13′54.78″ N; 121°2′27.43″ E, 36°14′58.68″ N)。故该区域不涉及水土保持措施。

(4) 工程量统计

厂外取排水区工程措施量统计见表 5.3-17。

表 5.3-17 厂外取排水区工程措施工程量表

5 水土保持措施

序号	工程或费用名称	单 位	数 量
	第一部分 工程措施		
四	厂外取排水工程区		
(一)	陆域取排水管线工程		
1	表土剥离	100m ³	743.00
2	土地整治	hm ²	
2.1	推土机平整场地	hm ²	23.01
2.2	表土回覆	100m ³	8104
2.3	土地复耕	hm ²	59.80
(二)	海水淡化厂工程区		
1	表土剥离	100m ³	287
2	六棱砖空心护坡	m ²	11000.00
3	厂区雨水管道	m	1320.00
3.1	DN300	m	980.00
3.2	DN600	m	340.00
4	进厂道路梯形排水边沟	m	590.00
5	土地整治	hm ²	
5.1	推土机平整场地	hm ²	0.52
5.2	表土回覆	100m ³	92.0

2.植物措施

本区绿化措施主要包括施工结束后,对陆域取排水管线占用的耕地、园地等进行复垦,对占用的林地、草地等恢复原有土地状态,以及海水淡化厂空闲地的绿化美化。主体未做具体设计,本方案将海水淡化绿化标准提高到1级,即园林绿化工程标准,并对树草种的选择、栽植密度、面积等进行具体设计。

(1) 海水淡化

项目区可选取的乔木有银杏、国槐、白玉兰、悬铃木、白蜡、油松、元宝枫等;灌木有:黄栌、小叶黄杨、紫叶小檗、红瑞木、紫薇、迎春、珍珠梅等;草种有:鸢尾、早熟禾、早熟禾等适生品种,绿化面积5200m²,植物措施工程量见表5.3-17。

1) 厂区绿化

厂内道路两侧种植乔木、灌木组成的绿化带。考虑在道路内层种植一行绿篱,外层为乔木,乔木间空地为草地。乔木选择国槐等,种植株距为3m;绿篱选择大叶黄杨、紫叶小檗等,双排绿篱,密植;草坪选择早熟禾。

综合楼、取水泵房、网控楼四周空地采取高标准的园林绿化,乔灌木搭配,植物配置采取丛植、群植、孤植,达到美观目的,乔木可选择白玉兰、元宝枫,灌木可选择紫薇、紫叶小檗等,草本可选择早熟禾。

2) 边坡防护工程

厂区六棱砖护坡内部采取植草防护,草种早熟禾,种草面积 11000m²,撒播草籽 66kg。

(2) 陆域取排水管线

施工结束后对管道施工区域(含开挖区域、施工道路等)占用耕地、园地进行土地整治,为复耕做准备;对占用的林地和草地土地整治后,栽植灌木和撒播草籽,恢复原有使用状态,总面积 23.01hm²,总计栽植紫穗槐 388700 株、撒播草籽 1554.80kg。

植物措施技术指标及栽植量统计见下表 5.3-18。

表 5.3-18 厂外取排水区植物措施设计技术指标表

树(草)种	苗木(草种)规格(cm)	造林季节	株行距(m×m)	栽植密度(株/hm ² 、kg/hm ²)	需苗量(株、kg)
国槐	D = 8 ~ 10cm	春、雨	3×3	1260	264
白玉兰	D = 8 ~ 12cm	春、雨	3×3	1260	20
元宝枫	H = 150 ~ 200cm	春、雨	1×1	10450	50
侧柏	H = 200 ~ 250cm	春、雨	3×3	1260	70
小叶黄杨(裸根)	篷径 20~30cm	春、雨	0.5×0.5	40915	2500
紫叶小檗(裸根)	篷径 20~30cm	春、雨	0.5×0.5	40915	5000
紫薇	H = 80 ~ 100cm	春、雨	1×1	40915	40
冬青	H = 70cm	春、雨	0.5×0.5	200	110
紫穗槐		春、雨		10000	388700
早熟禾草籽	一级种	春、雨		200	1620.80

3.临时措施

临时措施包括临时堆土苫盖及拦挡,临时排水沟、沉沙池等防护措施等。

(1) 陆域取排水管线

1) 表土防护

施工前首先对管线占地范围内占用的耕地、草地 10~30cm 厚表层土进行剥离,本着尽量减少临时占地的原则,施工道路和临时堆土区紧邻开外面布设,具体为管线开挖作业面宽度 46.5m,对管线开挖作业面(17.75m)和施工道路(宽度 7m),进行表土剥离,表土剥离量 7.43 万 m³;管线开挖作业面(17.75m)挖方的其他土方 81.04 万 m³。

表土与其他土方分开堆放,里侧为其他土方,外侧为表土,土方均按梯形断面堆存,堆放边坡比 1:1.8,堆存高度 4.0m。在临时堆土坡脚外侧设置临时挡护措施,将部分土方装入土袋,先在堆土坡脚码放宽 0.5m、高 0.5m 临时土袋,防止水力侵蚀造成土壤流失,然后再堆放土方,对土方按 1:1.8 边坡堆放,堆放高度不超过 4.0m,1.5m 以上用防尘网覆盖,总计编织袋装土拦挡 6900m³,需防尘网 62.64hm²。管道布设完成后先将其他土方回填,然后再回覆表土,回覆原有土地使用状态。典型设计见附图 6-4-2。

2) 土工布覆盖

施工前对管道土方堆存区和材料堆放区采取覆盖土工布措施,总计土工布 45.02hm²

等。

(2) 海水淡化厂

1) 表土堆存与防护

表土临时转运场：场平前施工前首先剥离厂址范围内可剥离的表层土，堆存至厂址西南侧表土临时堆存区，总计表土剥离量 2.87 万 m^3 ，采用棱台式堆存，堆放边坡比 1:1.8，堆存高度 3.0m，堆存占地约 2.0 hm^2 。

按“先挡后弃”的原则，先为稳定堆土体坡脚将部分表土装入土袋，码放至临时堆土坡脚外侧，临时土袋宽 0.5m、高 0.5m，然后进行堆土作业，土方按 1:1.8 边坡堆放，堆放高度不超过 3.0m，堆置结束后堆土体表面用防尘网覆盖。

表土堆存场：场平结束后，0.66 万 m^3 表土用于围墙外侧植草护坡内绿化；1.96 万 m^3 表土结合连接道路施工时序，用于连接道路道路绿化；剩余表土 0.27 万 m^3 暂存在西北侧空地，后期用于海水淡化厂绿化，该堆土采用棱台式堆存，堆放边坡比 1:1.8，堆存高度 3.0m，堆存占地约 0.11 hm^2 。

为稳定堆土体坡脚将部分表土装入土袋，码放至临时堆土坡脚外侧，临时土袋宽 0.5m、高 0.5m，然后进行堆土作业，由于表土存放期较长，堆土体表面需采取撒播草籽（早熟禾）临时绿化措施。需编织袋装土拦挡约 15 m^3 ，防尘网苫盖约 0.10 万 m^2 。

2) 基坑余土临时堆存防护

主体工程建构筑物基坑负挖需调运至厂外边坡及道路的工程槽土设临时周转场地位于工程与施工场地间的空地，采用棱台式堆存，堆放边坡比 1:2.0，堆存高度 3.0m，堆存占地约 1.0 hm^2 。

为稳定堆土体坡脚将部分土方装入土袋，码放至临时堆土坡脚外侧，临时土袋宽 0.5m、高 0.5m，然后进行堆土作业，堆置结束后堆土体表面用防尘网覆盖。典型设计见附图 8-3-3。

该阶段总计需要编织袋装土拦挡约 240 m^3 ，临时堆土防尘网苫盖约 1.94 hm^2 。

3) 裸露地表临时苫盖

施工期挖填边坡等裸露，采取防尘网苫盖措施，考虑破损和重复使用等因素，总计需防尘网约 32.0 hm^2 。

4) 沉沙池

堆土四周布设沉沙池 1 座，共计 10 座。

5) 泥浆沉淀池

运行期电源塔基施工采取灌注桩基础钻孔灌注桩基础施工工艺，每组塔基设泥浆沉淀池 1 处（5m×5m×1m），总计泥浆沉淀池 80 座。

6) 洗车沉淀池

为防止施工车辆出场区时随车轮带出泥浆，引起土壤流失，影响道路交通，需在厂区出入口各设置沉淀池 2 座。

(3) 工程量统计

厂外取排水区临时措施数量统计见表 5.3-19。

表 5.3-19 厂外取排水区临时措施工程量表

序号	工程或费用名称	单 位	数 量
	第三部分 施工临时工程		
四	厂外取排水区		
(一)	陆域取排水管线工程		
1	临时堆土防护		
1.1	编织袋装土拦挡	100m ³	69.00
1.2	编织袋装土拆除	100m ³	69.00
1.3	防尘网苫盖	100m ²	6264.00
2	土工布铺设	100m ²	4502.25
(二)	海水淡化厂工程区		
1	临时堆土防护		
1.1	编织袋装土拦挡	100m ³	2.40
1.2	编织袋装土拆除	100m ³	2.40
1.3	防尘网苫盖	100m ²	204.00
2	临时排水沟	m	1053
2.1	人工开挖土方	100m ³	4.25
2.2	人工夯填土方	100m ³	0.37
3	沉沙池	座	4.00
3.1	人工开挖土方	100m ³	0.36
3.2	人工夯填土方	100m ³	0.18
3.3	土工膜	100m ²	1.14
4	泥浆沉淀池	座	80.00
4.1	人工开挖土方	100m ³	50.40
4.2	人工夯填土方	100m ³	25.20
4.3	土工膜	100m ²	159.60
5	洗车沉淀池	座	2.00
5.1	人工挖土方	100m ³	1.60
5.2	人工夯填土方	100m ³	0.45
5.3	混凝土浇注	100m ³	0.50
5.4	钢筋制作安装	t	0.70
6	挖填边坡防尘网苫盖	100m²	3200.00

5.3.2.5 厂外施工力能区

1. 工程措施

厂外施工管线工程区主要包括施工用水管线和施工用电，工程措施包括表土剥离和施工结束后的土地整治。

(1) 表土剥离

施工前首先应对占用的草地 10~30cm 厚表层土进行剥离，并堆存于施工作业带一侧，表土剥离量 1.55 万 m^3 。按照“先挡后弃”的原则，在堆放表土前在临时堆土坡脚外侧设置临时挡护措施。施工结束后，及时将表土回填（二次搬运）用于植被恢复。

(2) 土地整治

施工结束后对管线和塔基四周施工作业带区域占用的林地和草地进行土地整治，恢复原有使用状态，土地整治面积 2.08hm^2 。

(3) 复耕

施工结束后对占用的耕地、园地进行土地整治，然后复耕，复耕面积 5.27hm^2 。

(4) 工程量统计

厂外施工力能区工程措施量统计见表 5.3-20。

表 5.3-20 厂外施工力能区工程措施工程量表

序号	工程或费用名称	单 位	数 量
第一部分 工程措施			
五	厂外施工力能区		
(一)	施工用水管线		
1	表土剥离	100m^3	76.00
2	土地整治		
2.1	推土机平整场地	hm^2	1.47
2.2	表土回覆	100m^3	76.00
2.2	土地复耕	hm^2	1.91
(二)	施工供电线路		
1	表土剥离	100m^3	79.00
2	土地整治		
2.1	推土机平整场地	hm^2	0.61
2.2	表土回覆	100m^3	79.00
2.3	土地复耕	hm^2	3.36

2. 植物措施

本区绿化措施主要包括施工结束后对占用的林地和草地等进行土地整治，恢复原有土地状态，总面积 2.08hm^2 ，总计需栽植紫穗槐 17250 株、撒播早熟禾草籽 166.20kg 。

表 5.3-21 厂外施工力能区植物措施工程量表

序号	工程或费用名称	单 位	数 量
	第二部分 植物措施		
五	厂外施工力能区		
(一)	施工用水管线		
1	紫穗槐	株	9750
2	早熟禾草籽	kg	98.4
(二)	施工供电线路		
1	紫穗槐	株	7500
2	早熟禾草籽	kg	67.8

3.临时措施

厂外施工管线工程区临时防护措施主要包括：临时堆土苫盖及拦挡，临时排水沟、泥浆沉淀池等防护措施等。

(1) 临时堆土防护

管线采用分段开挖、敷设的方式，第一段管道开挖的土方临时堆放至第二段地表，管道安装完成，将土方回填管沟；第二段管道开挖土方临时堆放至已敷设完成的第一段管道施工作业带地表，用作管道土方回填，以此方式累进施工，管线施工临时堆土不另占地。临时堆土堆放时按照“先挡后弃”的原则，在堆放土方前在临时堆土坡脚外侧设置临时挡护措施，将部分土方装入土袋，先在堆土坡脚码放宽 0.5m、高 0.5m 临时土袋，防止水力侵蚀造成土壤流失，然后再堆放土方，对土方按 1:1.8 边坡堆放，堆放高度不超过 4.0m，1.5m 以上用防尘网覆盖。对于水流汇流较多，地势较陡的堆放场，还应在堆放场外围设置截、排水沟等排水设施，以防止水土流失。

(2) 临时排水沟

临时堆土坡脚外侧设临时排水沟，共计 730m。

临时排水沟：底宽×深度：0.50m×0.50m，边坡比 1:0.4，梯形断面，纵向底坡为 1.0‰，简易开挖夯实而成。

(3) 沉沙池

临时沉沙池设于临时排水沟末端，共计 4 座。断面尺寸计算见下表。

表 5.3-22 临时沉沙池断面尺寸计算表

项目	Q_p (m ³ /s)	H (m)	H_p (m)	\bar{V} (m/s)	B_p (m)	ζ	ω (mm/s)	L_p (m)
临时沉沙池	0.51	1.5	1.05	0.2	1.5	1.2	172	2.0

根据计算，临时沉沙池池厢长 2.0m、宽 1.5m、深 1.5m，简易开挖夯实而成，池内采用土工膜覆盖，防止渗漏破坏。

(4) 泥浆沉淀池

塔基施工采取灌注桩基础钻孔灌注桩基础施工工艺，每组塔基设泥浆沉淀池 1 处 (5m×5m×1m)，总计泥浆沉淀池 36 座。

(5) 土工布

施工过程中牵张场地采取土工布补铺垫，总计 3.73hm²。

(6) 工程量统计

厂外道路区临时措施数量统计见表 5.3-23。

表 5.3-23 厂外施工力能区临时措施工程量表

序 号	工程或费用名称	单 位	数 量
	第三部分 施工临时工程		
五	厂外施工管线区		
(一)	施工用水管线		
1	临时堆土防护		
1.1	编织袋装土拦挡	100m ³	0.41
1.2	编织袋装土拆除	100m ³	0.41
1.3	防尘网苫盖	100m ²	38.45
2	临时排水沟	m	370
2.1	人工开挖土方	100m ³	1.28
2.2	人工夯填土方	100m ³	0.12
3	沉沙池	座	2.00
3.1	人工开挖土方	100m ³	0.12
3.2	人工夯填土方	100m ³	0.06
3.3	土工膜	100m ²	0.38
4	泥浆沉淀池	座	5.00
4.1	人工开挖土方	100m ³	0.36
4.2	人工夯填土方	100m ³	0.18
4.3	土工膜	100m ²	1.14
(二)	施工供电线路		
1	临时堆土防护		
1.1	编织袋装土拦挡	100m ³	0.04
1.2	编织袋装土拆除	100m ³	0.04
1.3	防尘网苫盖	100m ²	3.85
2	临时排水沟	m	360
2.1	人工开挖土方	100m ³	1.28
2.2	人工夯填土方	100m ³	0.12
3	沉沙池	座	2.00
3.1	人工开挖土方	100m ³	0.12
3.2	人工夯填土方	100m ³	0.06
3.3	土工膜	100m ²	0.38
4	泥浆沉淀池	座	36.00
4.1	人工开挖土方	100m ³	2.52
4.2	人工夯填土方	100m ³	1.26
4.3	土工膜	100m ²	7.98
5	土工布	100m ²	373.00

5.4 施工要求

5.4.1 组织原则

- 1.工程措施与主体工程同步安排，排水系统优先布设。
- 2.植物措施待地面整理完成后及时布设，避免裸露区超过一年。
- 3.临时防护措施在施工前和施工过程中布置安排。
- 4.建设期的监测随工程开工同步进行，运行期的监测随运行期进行。
- 5.水土保持施工可依托主体工程的交通、水电、道路、机械等施工条件，实施建设应避开大风集中期。
- 6.建筑材料纳入主体工程材料供应体系，苗木、种子在当地采购。
- 7.水土保持实施工程措施与植物措施应与主体工程同时进行，协调发展。工程措施应避开主汛期，植物措施应以春秋季节为主。
- 8.临时堆土场必须先实施拦挡措施后，才能堆土石方，即先挡后弃。

5.4.2 施工组织与方法

1. 施工组织

(1) 施工交通条件

水土保持工程交通与主体工程交通保持一致，利用主体工程的交通条件，主要利用现有的周边道路。

(2) 施工材料

水土保持工程措施建设所需材料来源与主体工程保持一致。植物措施苗木主要来源于当地，采用购买的方式获取。

(3) 施工用水、用电

与主体工程一致。

2. 施工方法

本方案防治措施主要有工程措施、植物措施和临时防护措施，不同的措施其施工组织形式不同，应区别对待。

施工时应根据各防治区域具体的工程措施合理安排各施工工序，减少或避免各工序间的相互干扰，与主体工程施工一并进行。

(1) 工程措施

1) 土地整治

土地整治标准参考《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014)。按各品种种植的要求对地形进行整理。注意将埋在土壤内的杂物等清除。整地时可同时施入基肥,同时要注意增施氮肥,酌施钾肥。施基肥应混入 10cm 土层中,整地施肥时注意土地整平,耕松表土,用滚轴压平,使其紧实,坑洼处填平。

2) 绿化覆土

表土回覆、绿化覆土应根据绿化措施种类进行,覆土需平整或结合绿地地形,土壤疏松符合绿化要求。采用挖掘 1.0m³ 挖土,自卸汽车 10t 装运,59kW 推土机推平,回填厚度为 30cm。

3) 排水沟

浆砌石截排水沟、护坡、挡土墙:施工先后步骤为施工放样、沟槽开挖、浆砌石砌筑、回填。沟槽开挖采取采用机械开挖为主,人工配合为辅进行。砌体结构所用片石选用厚度不小于 15cm 具有一定长度和宽度的片状石料,石料质地强韧、密实,无风化剥落、裂纹和结构缺陷,表面清洁无污染,由运输车运至施工区域,采用浆砌施工工艺。混凝土排洪沟施工工序:包括定位放线、基础土方开挖、垫层施工、模板施工、混凝土施工、土方回填。混凝土浇筑工序:槽底或模板内清理、混凝土浇筑、混凝土振捣、混凝土找平、混凝土养护。混凝土浇筑应连续浇筑。

4) 护坡

施工前进行定线,沟槽采用人工开挖,并对边坡、坡底拍实,确保边坡稳定、平实,浆砌石采用坐浆法砌筑,砌缝间砂浆采用扁铁插捣密实,块石不得无浆直接贴靠。混凝土格构施工工序:包括定位放线、基础土方开挖、垫层施工、模板施工、混凝土施工、土方回填。混凝土浇筑工序:槽底或模板内清理、混凝土浇筑、混凝土振捣、混凝土找平、混凝土养护。混凝土浇筑应连续浇筑。

(2) 植物措施

植物措施设计以经济实用、方便施工和美观大方为原则。站场阅室区等结合主体工程进行乔、灌绿化措施。植物措施应在主体工程各单项工程完工后选择雨季或雨季来临之前及早进行,防恶劣天气造成的不必要的损失,保证存活率。施工前进行全面整地,一般栽植穴规格乔木为 0.5m × 0.5m × 0.5m,灌木为 0.4m × 0.4m × 0.4m。

(3) 临时措施

临时排水沟、沉沙池、泥浆沉淀池:施工前进行沟底定线,沟槽采用人工开挖,并对边坡、坡底拍实,确保边坡稳定、平实。

临时苫盖：对临时堆放的砂石料、土方应及时采取覆盖等临时防护措施。干燥、起风天气还应对施工道路及时洒水以减少扬尘。

5.4.3 施工质量要求

水土保持工程实施后，各项治理措施必须符合规定的质量要求，并经规定的质量测定方法确定后，才能作为治理成果进行数量统计。

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)、《水土保持工程质量评定规程》(SL 336-2006)、《开发建设项目水土保持设施验收技术规程》(GB/T 22490-2008)等和其他相关行业的相关规定：水土保持各项治理措施的基本要求是总体布局合理，各项措施位置符合规划要求，规格、尺寸、质量使用材料、施工方法符合施工和设计标准，经大风、降雨考验后基本完好。排水沟能有效地控制地表径流，排水去处要妥善处理。在经设计频率的暴雨考验后，排水沟的完好率在 90% 以上。水土保持植树的位置应符合各类品种所需要的立地条件，种植密度达到设计要求。当年出苗率与成活率在 80% 以上，2 年后保存率在 70% 以上。

5.4.4 水土保持工程施工进度安排

根据“三同时”制度的要求，水土保持工程应与主体工程同时实施。在制定具体计划时，首先要在可能产生水土流失的区域采取防治措施；其次，部分工程在主体工程建设前就要布设水土保持措施，植物措施按完工季节穿插适时进行。主体工程投产使用前，对水土保持工程完成验收并报备。

本工程计划 2023 年 11 月开始施工准备，2030 年 12 月建成，总工期 85 个月：

核电厂区：2024 年 6 月开始施工准备，2030 年 12 月底建成；

海水淡化厂：2024 年 6 月开始施工准备，2027 年 1 月建成；

取排水管线：2024 年 1 月开始施工准备，2027 年 1 月建成；

厂外道路：2024 年 7 月开始施工准备，2025 年 5 月建成；

施工用电：2023 年 11 月开始施工准备，2024 年 3 月建成；

施工用水：2023 年 11 月开始施工准备，2024 年 5 月建成。

根据主体工程的总体工期计划，对本方案布设的各项防治措施实施进度安排见双线横道图（图 5.4-1）。

6水土保持监测

6.1 监测范围和时段

6.1.1监测范围

本项目监测范围为水土流失防治责任范围。水土保持监测分区与防治范围分区一致，分为 5 个区，即核电厂区、厂外附属设施区、厂外道路区、厂外取排水区和厂外施工力能区。各监测分区的监测单元区域和监测面积总计 301.11hm²，如表 6.1-1 所示。

表 6.1-1 水土保持监测分区表 单位：hm²

序号	监测分区	监测范围	重点监测时段	重点监测部位
1	核电厂区	131.84	施工期	开挖及临时堆土区、大面积裸露地表区域
2	厂外附属设施区	4.07		
3	厂外道路区	36.95		开挖边坡
4	厂外取排水区	118.53		建构筑物与管沟开挖、临时堆土区
5	厂外施工力能区	9.73		管沟开挖、临时堆土区
合计		301.11		

6.1.2监测时段

监测时段自 2023 年 11 月至设计水平年末（2031 年 12 月）。

6.1.2.1施工准备期监测

施工准备期为 2023 年 11 月至 2024 年 2 月，在本时段主要是监测方案制定，土壤侵蚀背景值和重大水土流失事件调查。

施工准备期应对监测范围的地形地貌、地面组成物质、水文气象、土地利用现状、水土保持措施与质量、水土流失状况等基本情况进行调查，分析掌握建设前项目区的土壤侵蚀背景值；制定监测方案并细化，实施全线调查和各重点区域监测，部分扰动类型侵蚀强度监测及监测设施布设；重点进行基本扰动类型侵蚀强度监测，同时进行各重点区域监测及防治措施调查；完善侵蚀强度监测、各重点区域监测及防治措施调查。

调查项目区地形地貌、地面组成物质、水系变化情况，对水土流失及其影响因子，包括工程损坏水土保持设施面积，建设区“五通一平”情况；扰动土地面积、降水、水土流失（类型、形式、流失量）情况，完成施工准备期水土保持监测报告。

6.1.2.2施工期监测

施工建设期为 2024 年 3 月至 2030 年 12 月，本时段的监测内容主要包括以下 5 方

面的内容：1）水土流失自然影响因素（气象因子）；2）项目施工全过程各阶段扰动土地情况：包括项目建设对原地表、植被的占压和损毁情况，项目征占地和水土流失防治责任范围变化情况等。临时堆土场的数量、位置、占地面积、堆存量、堆放方式及变化情况等；3）水土流失状况：包括水土流失面积、分布、土壤流失量及变化情况等；4）水土流失防治成效：包括采取水土保持工程、植物和临时措施的位置、数量，以及实施水土保持措施前后的防治效果对比情况等；5）水土流失危害等。重点监测扰动地表面积、土壤流失量和水土保持措施实施情况。

6.1.2.3 施工结束至设计水平年末

本时段监测工作主要包括以下4方面的内容：（1）水土流失自然影响因素：地表物质组成、气象因子；（2）水土流失状况；（3）水土流失防治成效；（4）水土流失危害。重点监测植被措施恢复、工程措施运行及其防治效果。

6.2 内容和方法

6.2.1 监测内容

根据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）和《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号）等的要求，结合本项目的水土流失与防治特点，本项目监测内容主要包括水土流失自然影响因素、项目施工全过程各阶段扰动土地情况、水土流失状况、水土流失防治成效、水土流失危害等。

（1）水土流失自然影响因素

主要包括气象水文、地形地貌、地表物质组成、植被等自然影响因素。

（2）项目施工全过程各阶段扰动土地情况

包括项目建设对原地表、植被占压和损毁情况，项目征占地和水土流失防治责任范围变化情况等。临时堆土场的数量、位置、占地面积、堆存量、堆放方式及变化情况等。本项目应重点监测实际发生的永久和临时占地（尤其是厂外道路、厂外取排水、厂外施工管线等线型工程）、扰动地表植被面积变化情况等。

（3）水土流失状况

重点监测水土流失面积、分布、土壤流失量及变化情况等。

（4）水土流失防治成效

重点监测采取水土保持工程、植物和临时措施的位置、数量，以及实施水土保持措

施前后的防治效果对比情况等。计算水土流失 6 项防治目标（水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率、林草覆盖率）。主要包括：

- ①植物措施的种类、面积、分布、生长状况、成活率、保存率和林草覆盖率。
- ②工程措施的类型、数量、分布和完好程度。
- ③临时措施的类型、数量和分布。
- ④主体工程和各项水土保持措施的实施进展情况。
- ⑤水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用。
- ⑥水土保持措施对周边生态环境发挥的作用。

（5）水土流失危害

重点监测水土流失对核电厂主体工程、周边水库、公路等重要设施造成的影响及危害等。主要包括：

- ①水土流失对工程造成危害的方式、数量和程度。
- ②对周边公路、输变电等重大工程造成的危害。
- ③对五龙河等的危害，有可能直接进入江河湖泊或产生行洪安全影响的弃渣情况等。

6.2.2 监测方法

选择不同类型区有代表性的站点进行定位监测和对比，调查扰动地表面积和水土保持措施实施情况。根据本工程施工区域“点、面、线”的特点和可能造成水土流失的实际情况，本方案结合工程实际，采取实地调查量测、地面观测、查阅资料、遥感（卫星遥感、无人机遥感）监测、视频监控等相结合的方法，选取点面各监测分区不同监测点进行水土保持定位监测，并对全部区域采用遥感调查，实现对生产建设项目水土流失的定量监测和过程控制。

6.2.2.1 水土流失影响因素监测

（1）气象监测

本工程建设区范围较大，将充分利用厂址气象站，结合建设过程中建立的临时降雨观测站。降雨特征值通过气象站观测值与当地气象站、水文站实测资料对比分析综合确定。利用自记雨量计、雨量筒、风速风向仪、蒸发皿等测得基本信息，分析整理获得降雨量、降雨强度、降雨历时、降雨类型、蒸发量、风速风向等。降雨径流量可用径流系数法计算。通过收集当地气象站、水文站实测资料来分析计算本工程建设区的暴雨量、降雨强度、降雨历时以及产生的径流量。资料收集可在降雨后进行，并与现场观测值对

比, 综合分析降雨特征值的合理性。

统计每月的降水量、平均风速和风向。日降水量超过 25mm 或 1h 降水量超过 8mm 的降水应统计降水量和历时, 风速大于 5m/s 时应统计风速、风向、出现的次数或频率。

(2) 地形地貌状况

采用实地调查和查阅资料等方法获取。

(3) 地表物质组成

采用实地调查的方法获取。

(4) 植被状况

采用实地调查的方法获取, 主要确定植被类型和优势种。应按植被类型选择 3~5 个有代表性的样地, 测定林地郁闭度和灌草地盖度。

6.2.2.2 调查巡视监测

包括地面调查和遥感调查。地面调查巡视监测采取每年 4~5 次巡查为宜。

重点监测核电厂区、施工生产区、厂外取排水区。采用遥感(卫星、无人机)对全部区域进行调查, 施工前 1 次; 施工期每年 1 次或根据实际情况增加次数; 施工结束后 1 次。

根据不同类型区典型地段的实地调查, 监测项目工程在施工期及自然恢复期水土流失程度和强度的变化, 同时收集当地有关部门资料与之进行对比。调查内容主要有: 植物措施成活率和保存率、扰动地表对周边造成的危害以及影响因素等。结合定位监测和典型监测, 得出 6 项量化的防治目标值, 作为水土保持验收的依据。

(1) 地形地貌、土地利用变化监测、施工前后地形地貌。

(2) 扰动地表面积监测: 采用 GPS 定位仪结合实地测量进行, 利用遥感监测项目进展、地形变化等扰动情况。首先对调查区按扰动类型进行分区(如表土覆盖、填方等)、同时记录调查点的名称、工程类型、扰动类型和监测数据编号等。实地量测每个监测点的占地面积、扰动地面面积。

(3) 植被监测: 每年夏季进行一次植被生长发育及覆盖率状况调查, 主要调查树高、胸径、地径、郁闭度及密闭度等, 同时调查植被成活率、密度等生长情况。

在绿化区设置标准地, 以便抽样调查造林成活率, 未满足成活率标准的应补植。标准地面积为投影面积, 要求乔木林 20×20m、灌木林 5×5m、草地 2×2m。采用标准地法进行观测并计算林地郁闭度、草地覆盖度和类型区林草植被覆盖度。计算公式如下:

$$D = f_d / f_c \dots\dots\dots (6-1)$$

$$C = f / F \dots\dots\dots (6-2)$$

式中: D - 林地郁闭度 (或草地的盖度);

C - 林 (或草) 植被覆盖度 (%);

f_c - 样方面积 (m^2);

f_d - 样方内树冠 (或草冠) 垂直投影面积 (m^2);

f - 林地 (或草地) 面积 (m^2);

F - 类型区面积 (m^2)。

植物措施实施当年秋季 (9 月) 调查造林成活率, 未满足成活率标准的应补植。保存率于每年春季 (5 月)、秋季 (9 月) 调查 2 次, 连续调查二年。

林木生长发育状况于每年春季、秋季调查 2 次, 主要调查标准地内树高、胸径、地径、郁闭度及密度等。

(4) 侵蚀沟量测法: 可适用于暂不扰动的土质开挖面、土质或土与粒径较小的石砾混合物堆垫坡面的土壤流失量监测。通过量测小区中冲沟的长度、断面、深度等指标来计算小区土壤侵蚀量的方法。一般来说, 侵蚀沟的冲切体积即为土壤侵蚀的体积, 按照土壤相应的容重转换计算为侵蚀量, 然后根据小区面积可计算单位面积的土壤侵蚀模数。侵蚀沟量测法应用时最好配合插钎法同时使用, 以免忽略小区上游产生的面蚀和小区下游产生的淤积, 从而保障监测结果的准确性。

(5) 土石方开挖与回填量监测、表土保护利用量监测。

(6) 防治措施监测: 各项防治措施的面积、数量质量, 工程措施的稳定性、完好程度和运行情况

(7) 水土流失危害、生态环境变化监测: 施工期、运行期对周边水质、植被等带来的不利影响。

(8) 遥感监测:

包括卫星遥感监测和无人机监测。遥感监测频次为施工前一次, 施工期每年不少于一次, 施工结束后一次。

1) 工作程序

根据《水土保持遥感监测技术规范》(SL592-2012) 的要求, 卫星遥感监测以卫星为空中平台, 以地理信息系统为手段, 通过对项目区地形、土地利用、植被盖度等基础地理信息进行提取和加工, 再将地面监测资料与前述基础地理信息进行叠加分析, 从而

获得项目区土壤侵蚀情况的方法。之后再将项目建设各个不同时期的遥感监测结果进行对比分析,即可得到项目建设过程中水土保持动态监测结果。卫星遥感监测工作包括资料准备、遥感影像选择与预处理、解译标志建立、信息提取、野外验证、分析评价和成果资料管理等程序。

无人机监测以无人机为空中平台,通过遥感传感器获取信息,用计算机对图像信息进行处理,并按照一定精度要求制作成图像。

2) 技术要求

①遥感影像选择:调查对象为土地利用及植物措施宜选择3月上旬至4月上旬或10月下旬至11月上旬的影像;调查对象为水土保持工程措施宜选择2月上旬或11月下旬的影像。

②开展各比例尺水土保持遥感监测的大地基准应按《国家大地测量基本技术规定》(GB/T 22021-2008)中3.1的要求,采用CGCS 2000国家大地坐标系统;高程基准应按GB/T 22021-2008中5.1的要求,采用1985国家高程基准。

③开展各比例尺水土保持遥感监测投影应按《数字地形图产品基本要求》(GB/T 17278-2009)中10.1的要求执行。

④时间基准采用公元纪年。

⑤水土保持遥感监测成果比例尺参照《国家基本比例尺地形图分幅和编号》(GB/T 13989)规定的国家基本比例尺地形图系列执行,比例尺不小于1:10000。

⑥遥感影像空间分辨率应不低于2.5m。

3) 数据分析和处理

①应结合实地调查量测、地面观测、水土流失防治等资料,对水土保持遥感监测结果进行合理性分析。

②监测成果的面积量算与汇总应以图幅理论面积作为控制面积,并进行面积量算。

③理论面积与实际面积误差范围不得大于理论面积的1/400。面积应平差到每个图斑,平差后差值应赋予图中面积最大的图斑。

④在遥感解译、野外验证工作完成后,应进行资料的整理和综合分析,并按对应的工作阶段形成文字报告。

⑤原始数据、中间成果和最终成果均应有元数据;中间资料和成果资料应分类整理,并及时归档;最终成果应为数字化产品,并按有关规定进行编码。

⑥遥感影像与解译的成果或专题图宜采用地理信息系统技术进行分层管理,符合

《水土保持信息管理技术规程》(SL341-2006)要求,满足水土保持信息化管理的需要。

⑦影像成果整饰应符合《遥感影像平面图制作规范》(GB/T 15968-2008),线划成果整饰应符合《水利水电工程制图标准水土保持图》(SL73.6-2015)的要求。

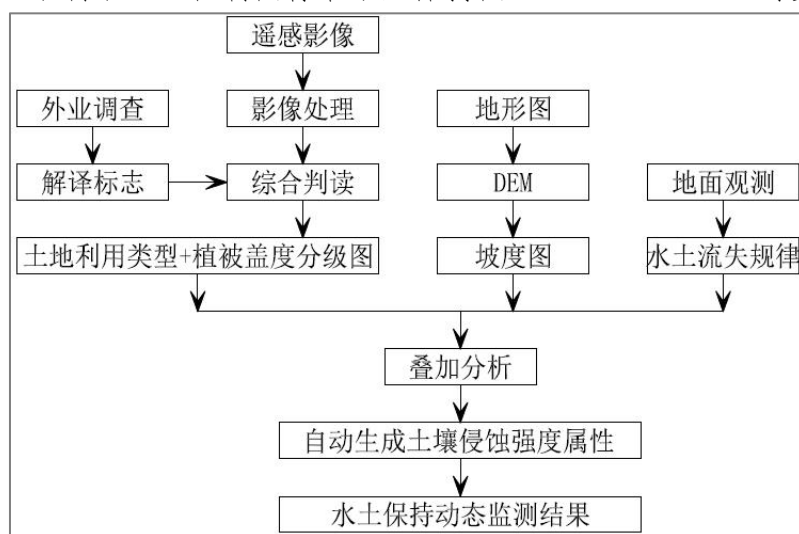


图 6.2-1 遥感监测技术路线图

6.2.2.3 定位观测

定位观测法主要包括沉沙池法、简易水土流失观测场法等。

本方案共设置 15 个定位观测点,其监测分区、监测内容、监测方法、监测时段及频次、监测点布设等情况见表 6.3-1。

(1) 简易水土流失观测场法

用木板、铁皮或其它隔湿材料围成矩型小区,木板、铁皮或其它隔湿材料高出地面 10~20cm,入地下 30cm,在较低的一端安装收集槽和测量设备,以确定每次降雨的径流量和土壤流失量。简易径流小区设置依据监测点实际地形,通过简单布置形成简易径流场,测定径流、泥沙。简易径流场分固定式和临时式两种。

(2) 测钎法

测钎法可适用于开挖、填筑和临时堆土形成的、以土质为主的稳定坡面土壤流失量简易监测。选择有代表性的坡面布设测钎,选址应避免周边来水的影响。应将直径小于 0.5cm、长 50cm~100cm 类似钉子形状的测钎,根据坡面面积,按网格状等间距设置。测钎间距宜为 1m~3m,数量不应少于 9 根。测钎应铅锤方向打入坡面,编号登记入册。

(3) 沉沙池法

利用排水沟末端设置的沉沙池进行水土流失量观测。核电厂区、取排水工程区、厂外道路区、厂外施工力能区均设有临时沉沙池,可以用于观测各防治区的水土流失量,

测算土壤侵蚀模数。

6.2.3 监测频次

(1) 水土流失自然影响因素

地形地貌状况：整个监测期监测 1 次；地表物质：施工准备期和设计水平年各监测 1 次；植被状况：施工准备期前测定 1 次；气象因子：每月 1 次。

(2) 扰动土地

地表扰动情况：“四通一平”阶段每两周监测 1 次，其他时段每月监测 1 次。
正在使用的临时堆土场每 10 天监测 1 次。

遥感监测应在施工期每年不少于 1 次。

(3) 水土流失状况

水土流失状况至少每月监测 1 次，“四通一平”阶段每两周监测 1 次，发生强降水等情况后及时加测。

(4) 水土流失防治成效

①工程措施及防治成效每月监测记录 1 次。②植物措施生长情况每季度监测记录 1 次。③临时措施每月监测记录 1 次。④主体工程实施进展情况、水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用、水土保持措施对周边生态环境发挥的作用至少每季度监测 1 次。

(5) 水土流失危害

结合上述监测内容与水土流失状况一并开展，灾害事件发生后 1 周内完成监测

6.2.4 分区监测

(1) 核电厂区

采取现场调查、巡查、地面观测、遥感的方法开展水土保持监测。

①水土流失量观测

主要采用施工期遥感解译、调查、简易水土流失观测场、测钎法、沉沙池的方法进行观测。

数据用于计算土壤流失控制比、工程建设新增水土流失量等。

②工程措施防治效果观测

监测表土保护利用情况，排水沟、排洪沟、排水管、护坡等运行效果等。

对于工程设施应开展完好率调查：编制调查表，在每年汛期前后对临时苫盖措施的

运行情况进行巡查监测，若有损坏情况，应及时提出修补或重建的监测意见。

数据用于计算水土流失治理度、土壤流失控制比、表土保护率、渣土防护率。

③林草生长发育状况

采用遥感、标准地调查的方法监测。

数据用于计算水土流失治理度、林草植被恢复率、林草覆盖率。

④扰动地表面积、土石方量、水土保持措施面积、工程进度采用遥感、现场调查、巡查结合工程图件量测等方法。

数据用于计算水土流失治理度、土壤流失控制比。

(2) 厂外附属设施区

采取调查、巡查、地面观测、遥感的方法开展水土保持监测。

①水土流失量观测

主要采用施工期遥感解译、调查、简易水土流失观测场、测钎法、沉沙池的方法进行观测。

数据用于计算土壤流失控制比、工程建设新增水土流失量等。

②工程措施防治效果观测

监测表土保护利用情况，排水沟、排洪沟、护坡等运行效果等。

对于工程设施应开展完好率调查：编制调查表，在每年汛期前后对临时苫盖措施的运行情况进行巡查监测，若有损坏情况，应及时提出修补或重建的监测意见。

数据用于计算水土流失治理度、土壤流失控制比、表土保护率。

③林草生长发育状况

采用遥感、标准地调查的方法监测。

数据用于计算水土流失治理度、林草植被恢复率、林草覆盖率。

④扰动地表面积、土石方量、水土保持措施面积、工程进度

采用遥感、现场调查、巡查结合工程图件量测等方法。

数据用于计算水土流失治理度、土壤流失控制比

(3) 厂外道路区

采取调查、巡查、地面观测、遥感的方法开展水土保持监测。

①水土流失量观测

主要采用遥感解译、调查、简易水土流失观测场、沉沙池进行观测。

数据用于计算土壤流失控制比、工程建设新增水土流失等。

②工程措施防治效果观测

监测表土保护利用情况，排水沟、排洪沟、护坡等水土保持措施的建设情况，观测排水沟、排洪沟、护坡等水土保持工程措施的稳定性及运行效果，临时覆盖措施的运行效果等。

对于工程设施应开展完好率调查：编制调查表，在每年汛期前后对排水工程、透水砖、植草砖的质量和运行情况进行巡查监测，若有损坏情况，应及时提出修补或重建的监测意见。

数据用于计算水土流失治理度、土壤流失控制比、表土保护率。

③林草生长发育状况

采用遥感、标准地调查的方法监测。

数据用于计算水土流失治理度、林草植被恢复率、林草覆盖率。

④扰动地表面积、土石方量、水土保持措施面积、工程进度

采用遥感、现场调查、巡查结合工程图件量测等方法。

数据用于计算水土流失总治理度、土壤流失控制比。

（4）取排水工程区

采用调查、巡查、地面观测、遥感相结合的方法。

①水土流失量观测

主要采用遥感解译、调查、测钎法、沉沙池等定位观测和调查相结合的方法观测。

数据用于计算土壤流失控制比、工程建设新增水土流失等。

②工程措施防治效果观测

监测临时挡护措施等水土保持措施的建设情况，稳定性及运行效果，临时拦挡和覆盖措施运行效果等。

对于工程设施应开展完好率调查：编制调查表，在每年汛期前后对排水措施、沉沙措施的质量和运行情况巡查监测，若有损坏情况，应及时提出修补或重建的监测意见。

数据用于计算水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率。

③扰动地表面积、土石方量、水土保持措施面积、工程进度采用遥感、现场调查、巡查结合工程图件量测等方法。

数据用于计算水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率。

（5）厂外施工管线工程区

采取调查、巡查、地面观测、遥感的方法开展水土保持监测。

①水土流失量观测

主要采用遥感解译、调查、沉沙池进行观测。

数据用于计算土壤流失控制比、工程建设新增水土流失等。

②工程措施防治效果观测

监测表土保护利用情况，排水沟、沉沙池等水土保持措施的建设情况，观测排水沟、沉沙池等水土保持工程措施的稳定性及运行效果，临时覆盖措施的运行效果等。

对于工程设施应开展完好率调查：编制调查表，在每年汛期前后对排水工程、透水砖、植草砖的质量和运行情况进行巡查监测，若有损坏情况，应及时提出修补或重建的监测意见。

数据用于计算水土流失治理度、土壤流失控制比、表土保护率、渣土防护率。

③林草生长发育状况

采用遥感、标准地调查的方法监测。

数据用于计算水土流失治理度、林草植被恢复率、林草覆盖率。

④扰动地表面积、土石方量、水土保持措施面积、工程进度

采用遥感、现场调查、巡查结合工程图件量测等方法。

数据用于计算水土流失治理度、土壤流失控制比。

6.2.5 监测技术路线

本项目水土保持监测可按图 6.2-2 所示的技术路线实施。

6.3 点位布设

结合本工程开发建设中的点型特点，选取不同分区的定位监测点，共布设了 15 个监测点位，见表 6.3-1。点位布设见附图 7-2。

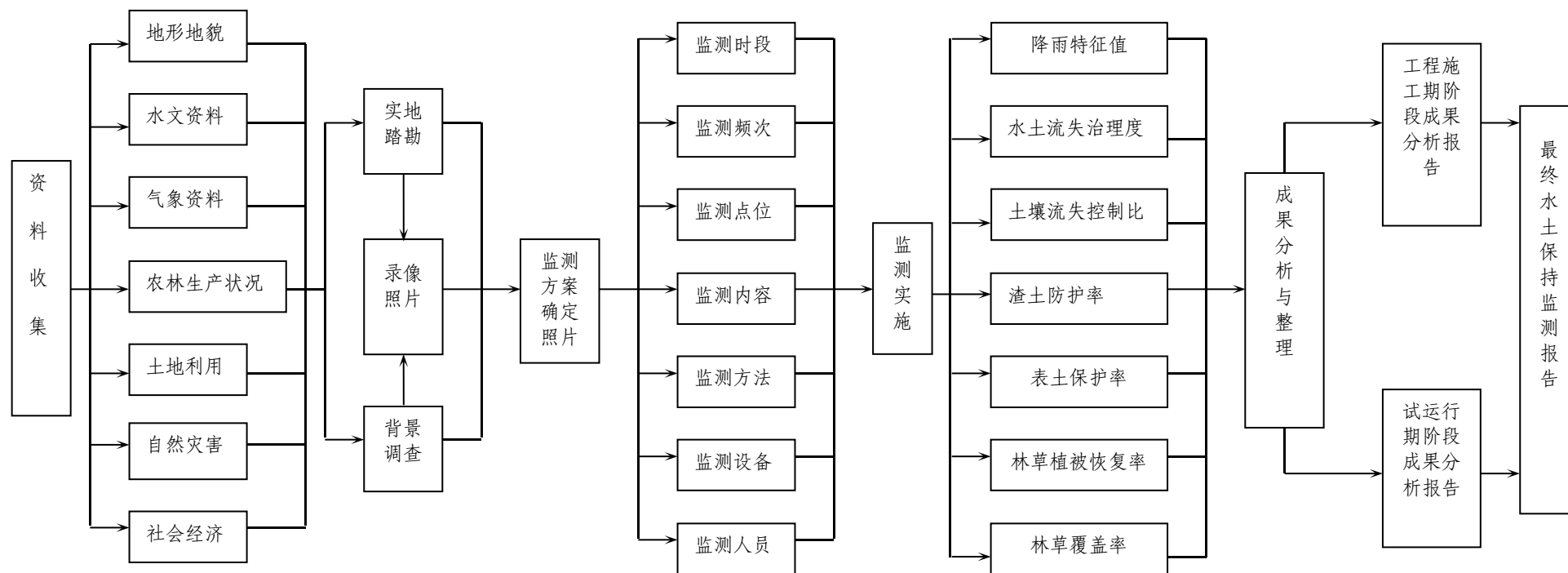


图 6.2-2 水土保持监测技术路线图

表 6.3-1

监测点位布设及监测内容情况表

监测分区		监测点位	监测点类型	监测点编号	监测内容
施工准备期	核电厂区	挖填方边坡、植物措施、排水出口、表土堆存场。共 5 处。	工程措施监测点 2 处, 植物措施监测点 1 处, 土壤流失量监测点 2 处	测 1~测 5	在本时段主要是地面组成物质、水文气象、土地利用现状、水土保持措施与质量、水土流失状况等基本情况进行调查, 分析掌握建设前项目区的土壤侵蚀背景值。
	厂外附属设施区	表土堆存场, 共 1 处。	土壤流失量监测点 1 处	测 6	
	厂外道路区	填方边坡、植物措施。共 2 处。	工程措施监测点 1 处, 植物措施监测点 1 处	测 7~测 8	
	厂外取排水区	取水工程边坡、排水工程边坡海水淡化厂填方边坡、表土堆存场、排水出口, 管沟开挖临时堆土区边坡、作业带植被恢复区。共 5 处。	工程措施监测点 1 处, 植物措施监测点 1 处, 土壤流失量监测点 3 处	测 9~测 13	
	厂外施工力能区	施工用水管线临时堆土区边坡、供电线路临时堆土区。共 2 处。	土壤流失量监测点 2 处	测 14~测 15	
	合计	15 处			
施工期	核电厂区	挖填方边坡、植物措施、排水出口、表土堆存场。共 5 处。	工程措施监测点 2 处, 植物措施监测点 1 处, 土壤流失量监测点 2 处	测 1~测 5	(1) 降雨量、降雨强度、风力风向等; (2) 扰动土地面积、破坏水土保持措施面积、永久建筑面积; (3) 水土流失分布、面积及侵蚀量; (4) 填方量; (5) 临时防护措施实施情况及运行效果; (6) 重大水土流失灾害及隐患监测。
	厂外附属设施区	表土堆存场, 共 1 处。	土壤流失量监测点 1 处	测 6	
	厂外道路区	填方边坡、植物措施。共 2 处。	工程措施监测点 1 处, 植物措施监测点 1 处	测 7~测 8	
	厂外取排水区	取水工程边坡、排水工程边坡海水淡化厂填方边坡、表土堆存场、排水出口, 管沟开挖临时堆土区边坡、作业带植被恢复区。共 5 处。	工程措施监测点 1 处, 植物措施监测点 1 处, 土壤流失量监测点 3 处	测 9~测 13	
	厂外施工力能区	施工用水管线临时堆土区边坡、供电线路临时堆土区。共 2 处。	土壤流失量监测点 2 处	测 14~测 15	
	合计	15 处			
施工结束至设计水平年	核电厂区	挖填方边坡、植物措施、排水出口、表土堆存场。共 5 处。	工程措施监测点 2 处, 植物措施监测点 1 处, 土壤流失量监测点 2 处	测 1~测 5	(1) 降雨量、降雨强度、风力风向等; (2) 水土流失量及变化; (3) 林草生长、成活率、覆盖面积及防治水土流失效果; (4) 防治措施运行效果、水保措施种类及面积。
	厂外附属设施区	表土堆存场, 共 1 处。	土壤流失量监测点 1 处	测 6	
	厂外道路区	填方边坡、植物措施。共 2 处。	工程措施监测点 1 处, 植物措施监测点 1 处	测 7~测 8	
	厂外取排水区	取水工程边坡、排水工程边坡海水淡化厂填方边坡、表土堆存场、排水出口, 管沟开挖临时堆土区边坡、作业带植被恢复区。共 5 处。	工程措施监测点 1 处, 植物措施监测点 1 处, 土壤流失量监测点 3 处	测 9~测 13	
	厂外施工力能区	施工用水管线临时堆土区边坡、供电线路临时堆土区。共 2 处。	土壤流失量监测点 2 处	测 14~测 15	
	合计	15 处			

表 6.3-2 水土保持监测内容、方法、频次与点位布设一览表

监测 分区	监测内容	监测方法	监测时期及频次(2024.6-2030.12)			监测点
			施工准备期	施工期	施工结束 至设计水平年末	
全区	风速、降雨量、暴雨特征值等水土流失影响因子、重大水土流失事件调查	水文站实测、自记雨量计法、雨量筒法	汛期 6~8 月每月监测 1 次，其他时段每 3 个月监测 1 次，产生地表径流的降雨，另加测 1 次。			充分利用厂址气象观测站
	背景值监测	调查法、资料分析、遥感	地表物质组成 1 次，植被状况准备期前监测 1 次。	调查：地形地貌状况监测 1 次。地表扰动情况、水土流失防治责任范围实地量测监测每季度 1 次，典型地段应每月监测 1 次。遥感：施工期每年 1 次，或根据实际情况增加次数。	调查：地表物质组成 1 次遥感：每年 1 次。	
核电厂区	扰动土地情况、水土流失状况、水土流失防治成效、水土流失危害	简易水土流失观测场法、测钎法、沉沙池法、调查、巡测法、遥感	地表扰动情况：每月监测 1 次（“四通一平”阶段每两周监测 1 次）；水土流失状况每两周监测 1 次，发生强降雨等情况后及时加测。	（1）扰动土地：地表扰动情况：每月监测 1 次。正在使用的临时堆土场每 10 天监测 1 次。遥感监测应在施工期每年不少于 1 次。 （2）水土流失状况：水土流失状况至少每月监测 1 次，“四通一平”阶段每两周监测 1 次，发生强降雨等情况后及时加测。 （3）水土流失防治成效：①工程措施及防治成效每月监测记录 1 次。②植物措施生长情况每季度监测 记录 1 次。③临时措施每月监测记录 1 次。④主体工程实施进展情况、水土保持措施对主体工程安 全建设和运行发挥的作用、水土保持措施对周边生态环境发挥的作用至少每季度监测 1 次。 （4）水土流失危害：结合上述监测内容与水土流失状况一并开展，灾害事件发生后 1 周内完成监测。	土壤侵蚀强度监测期末 1 次。其他每季度监测 1 次。	5 处
厂外附属设施区	扰动土地情况、水土流失状况、水土流失防治成效、水土流失危害	沉沙池法、调查巡测法、遥感	地表扰动情况：每月监测 1 次（“四通一平”阶段每两周监测 1 次）；水土流失状况每两周监测 1 次，发生强降雨等情况后及时加测。	（1）扰动土地：地表扰动情况：每月监测 1 次。正在使用的临时堆土场每 10 天监测 1 次。遥感监测应在施工期每年不少于 1 次。 （2）水土流失状况：水土流失状况至少每月监测 1 次，“四通一平”阶段每两周监测 1 次，发生强降雨等情况后及时加测。 （3）水土流失防治成效：①工程措施及防治成效每月监测记录 1 次。②植物措施生长情况每季度监测 记录 1 次。③临时措施每月监测记录 1 次。④主体工程实施进展情况、水土保持措施对主体工程安 全建设和运行发挥的作用、水土保持措施对周边生态环境发挥的作用至少每季度监测 1 次。 （4）水土流失危害：结合上述监测内容与水土流失状况一并开展，灾害事件发生后 1 周内完成监测。	土壤侵蚀强度监测期末 1 次。其他每季度监测 1 次。	1 处
厂外道路区	扰动土地情况、水土流失状况、水土流失防治成效、水土流失危害	简易水土流失观测场法、沉沙池法、调查巡测法、遥感	地表扰动情况：每月监测 1 次（“四通一平”阶段每两周监测 1 次）；水土流失状况每两周监测 1 次，发生强降雨等情况后及时加测。	（1）扰动土地：地表扰动情况：每月监测 1 次。正在使用的临时堆土场每 10 天监测 1 次。遥感监测应在施工期每年不少于 1 次。 （2）水土流失状况：水土流失状况至少每月监测 1 次，“四通一平”阶段每两周监测 1 次，发生强降雨等情况后及时加测。 （3）水土流失防治成效：①工程措施及防治成效每月监测记录 1 次。②植物措施生长情况每季度监测 记录 1 次。③临时措施每月监测记录 1 次。④主体工程实施进展情况、水土保持措施对主体工程安 全建设和运行发挥的作用、水土保持措施对周边生态环境发挥的作用至少每季度监测 1 次。 （4）水土流失危害：结合上述监测内容与水土流失状况一并开展，灾害事件发生后 1 周内完成监测。	土壤侵蚀强度监测期末 1 次。其他每季度监测 1 次。	2 处
厂外排水区	扰动土地情况、水土流失状况、水土流失防治成效、水土流失危害	沉沙池法、调查巡测法、遥感	地表扰动情况：每月监测 1 次（“四通一平”阶段每两周监测 1 次）；水土流失状况每两周监测 1 次，发生强降雨等情况后及时加测。	（1）扰动土地：地表扰动情况：每月监测 1 次。正在使用的临时堆土场每 10 天监测 1 次。遥感监测应在施工期每年不少于 1 次。 （2）水土流失状况：水土流失状况至少每月监测 1 次，“四通一平”阶段每两周监测 1 次，发生强降雨等情况后及时加测。 （3）水土流失防治成效：①工程措施及防治成效每月监测记录 1 次。②植	土壤侵蚀强度监测期末 1 次。其他每季度监测 1 次。	5 处

6 水土保持监测

监测 分区	监测内容	监测方法	监测时期及频次(2024.6-2030.12)			监测点
			施工准备期	施工期	施工结束 至设计水平年末	
			加测。	物措施生长情况每季度监测 记录 1 次。③临时措施每月监测记录 1 次。④主体工程实施进展情况、水土保持措施对主体工程安 全建设和运行发挥的作用、水土保持措施对周边环境发挥的作用至少每季度监测 1 次。 (4) 水土流失危害: 结合上述监测内容与水土流失状况一并开展, 灾害事件发生后 1 周内完成监测。		
厂外施工力能区	扰动土地情况、水土流失状况、水土流失防治成效、水土流失危害	沉沙池法、调查巡测法、遥感	地表扰动情 况: 每月监测 1 次 (“四通一平”阶段每两周监测 1 次); 水土流失状况每两周监测 1 次, 发生强降水等情况后及时加测。	(1) 扰动土地: 地表扰动情况: 每月监测 1 次。正在使用的临时堆土场每 10 天监测 1 次。遥感监测应在施工期每年不少于 1 次。 (2) 水土流失状况: 水土流失状况至少每月监测 1 次, “四通一平”阶段每两周监测 次, 发生强降水等情况后及时加测。 (3) 水土流失防治成效: ①工程措施及防治成效每月监测记录 1 次。②植物措施生长情况每季度监测 记录 1 次。③临时措施每月监测记录 1 次。④主体工程实施进展情况、水土保持措施对主体工程安 全建设和运行发挥的作用、水土保持措施对周边环境发挥的作用至少每季度监测 1 次。 (4) 水土流失危害: 结合上述监测内容与水土流失状况一并开展, 灾害事件发生后 1 周内完成监测。	土壤侵蚀强度监测期末 1 次。其他每季度监测 1 次。	2 处
合计						15 处
备注	上述监测频次中, 若遇产生地表径流的降雨, 另加测 1 次。					

6.4 实施条件和成果

6.4.1 监测设施、设备及人员配备

6.4.1.1 监测仪器设施、设备

为准确获取各项地面观测及调查数据，水土保持监测必须采用现代技术与传统手段相结合的方法，借助一定的先进仪器设备，使监测方法更科学，监测结论更合理。根据监测方法采用适当的监测设施保证监测结果的科学性和可信度，除使用通用的监测设备外，还可购买遥感影像资料并借以，对临时堆土场形态变化做动态监测；对扰动土地面积、扰动土地整治面积等进行现场量测；现场布设简易径流小区，并做好围栏和警示牌，定点监测施工过程中的水土流失变化。水土保持监测设施见表 6.4-1。

表 6.4-1 水土保持监测所需仪器名称及数量统计表

序号	类别	名称	单位	数量
1	监测设施	简易径流小区	个	8
2		围栏	m	320
3		警示牌	块	8
4	遥感监测	遥感影像	hm ²	301.11hm ² /期
5		遥感解译	期	7

6.4.1.2 监测人员安排

水土保持监测应由建设单位自行监测或委托具有相应监测水平的专门机构进行。在工程水土保持监测工作开展前，监测单位应根据工程实际情况按《水土保持监测技术规程》（SL 277-2002）编制较为详细的监测实施计划，对上述问题进一步明确。

依据前述监测内容和点位布设，对监测人员进行以下安排：

承担委托的监测机构应实行驻点监测，设监测负责人 1 人、监测工程师 4 人，共计 5 人。

6.4.2 监测成果

按照《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）、《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161 号）要求，需提交水土保持监测实施方案、监测季度报告表、监测总结报告、观测及调查数据、图件、录像资料等监测成果，并进行水土保持监测三色评价。建设单位应向所属流域管理机构（水利部淮河水利委员会）报送《山东莱阳核电项目一期工程水土保持监测实施方案》，同时抄送山东省水利厅。

在监测过程中，定期整理监测资料并汇编成册，编制监测季度报告表，并按期将水土保持监测季度报告表、中期监测成果和发生严重水土流失时的监测报告分别报送所在流域管理机构（水利部淮河水利委员会），同时抄送山东省水利厅等水行政主管部门、工程建设单位、工程设计单位，自觉接受水土保持监督管理机构的业务指导和管理。工程验收时提交该工程建设项目水土保持监测总结报告（含监测季报、监测原始记录等）。

监测报告中对防治目标计算表格的要求：应包括 6 项防治目标的计算表格和详细计算方法。按照各防治分区详细列出建设区总占地、扰动地表面积、永久建筑物和硬化面积、水土流失面积、水土保持措施面积（包括水土保持工程措施面积、植物措施面积）、可绿化面积、临时堆土量及防护率、表土保护及利用量、土壤侵蚀模数背景值、扰动后土壤侵蚀模数等，列表计算 6 项防治目标。

监测季度报告、年度报告、总结报告应进行水土保持监测“绿黄红”三色评价。水土保持监测单位根据监测情况，在监测季报、年报和总结报告等监测成果中提出“绿黄红”三色评价结论。监测成果应当公开，生产建设单位应当在工程建设期间将水土保持监测季报在其官方网站公开，同时在建设单位和施工项目部公开。

6.4.3 监测经费

根据本项目的监测内容及有关定额要求，估算监测经费，详见第 7 章。

7 水土保持投资估算及效益分析

7.1 投资估算

7.1.1 编制原则及依据

7.1.1.1 编制原则

(1) 估算编制的项目划分、费用构成、编制方法、概算表格等应依据水利部《开发建设项目水土保持工程概(估)算编制规定》编写。

(2) 估算的编制依据、价格水平年、工程主要材料价格、机械台时费、主要工程单价及单价中的有关费率应与主体工程相一致(计算标准同主体工程)。主体工程估算中未明确的,可查当地造价信息确定,或参照相关行业标准。

7.1.1.2 编制依据

(1)《开发建设项目水土保持工程概算(估)算编制规定》《水土保持工程概算定额》《开发建设项目水土保持工程施工机械台时费定额》(水利部水总〔2003〕67号);

(2)《关于加强基本建设大中型项目概算中“价差预备费”管理有关问题的通知》(国家计委,计投资〔1999〕1340号);

(3)《水土保持综合治理效益计算方法》(GB/T 15774-2008);

(4)《全国性及中央部门和单位涉企行政事业性收费目录清单》,财政部、国家发展和改革委员会,2017年4月1日;

(5)《国家发展改革委 财政部关于降低电信网码号资源占用费等部分行政事业性收费标准的通知》(发改价格〔2017〕1186号,国家发展改革委、财政部,2017年6月22日);

(6)《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》(办财务函〔2019〕448号),水利部办公厅,2019年4月4日;

(7)《关于印发<水土保持补偿费征收使用管理办法>的通知》(财综〔2014〕8号),财政部、国家发展改革委、水利部、中国人民银行,2014年1月29日;

(8)《关于水土保持补偿费收费标准(试行)的通知》(发改价格〔2014〕886号),国家发展改革委、财政部、水利部,2014年5月7日;

(9)《山东省发展和改革委员会 山东省财政厅 山东省水利厅关于水土保持补偿费收费标准的通知》(鲁发改成本〔2022〕757号);

- (10)《核电厂建设项目费用性质及项目划分导则》(NB/T 20023-2010);
- (11)《核电厂建设项目建设预算编制方法》(国家能源局, 2010 年)。
- (12)《核电厂建设项目工程其他费用编制规定》(国家能源局, 2010 年)。
- (13)《山东莱阳核电项目一期工程工程可行性研究报告》, 上海核工院工程设计有限公司, 2023 年 8 月;
- (14)《山东清洁能源项目厂外道路(第一进厂道路、第二进厂道路)工程可行性研究报告》, 山东通达路桥规划设计有限公司, 2023 年 8 月;
- (15)《山东清洁能源项目厂外道路(连接线)工程可行性研究报告》, 山东通达路桥规划设计有限公司, 2023 年 6 月;
- (16)《山东莱阳核电项目一期工程厂外淡水工程可行性研究报告》, 山东电力工程咨询院有限公司, 2023 年 4 月;
- (17)《山东莱阳核电项目一期配套工程海水淡化设施可行性研究专题报告》, 国核电力规划设计研究院有限公司, 2023 年 4 月;
- (18)《山东莱阳核电项目一期工程取排水工程可行性研究专题》, 国核电力规划设计研究院有限公司, 2023 年 4 月;
- (19) 经过调查后的当地植物苗木种子价格。

7.1.1.3 价格水平年

本方案投资估算价格水平年与主体工程一致, 为 2022 年第 4 季度。

7.1.2 编制说明与估算成果

7.1.2.1 基础单价

(1) 人工工资

人工工资标准与主体工程一致, 工程措施、植物措施工资均为 98 元/工日, 每工日 12.25 元。

(2) 材料预算价格

材料价格中主要包括材料原价、材料运杂费、材料采购保险费等。主要工程材料如水泥、砂子就近从市场购买, 主要材料预算价格即为当地市场价。其他次要材料预算价格参考市场价确定, 材料、苗木等参照当地现行价格计算。

(3) 水、电价格

水、电的单价与主体工程一致, 分别为 6.80 元/m³, 0.84 元/(kW·h)。

(4) 运杂费

运杂费：运杂费指材料自供应地点至工地仓库的运杂费用，包括装卸费用、运费，如果发生不应计囤存费及其他杂费（如过磅、标签、支撑加固、路桥通行等费用）。采用主体工程费率 5.5%。

(5) 材料采购及保管费

材料采购及保管费、以材料的原价加运杂费及场外运输损耗的合计数为基数，乘以采购保管费率计算。材料的采购及保管费费率为 2.5%。

(6) 施工机械的台班费

施工机械使用费采用主体工程机械台时费，不足部分参照《水土保持概算定额》附录中的施工机械台时费定额计算。

7.1.2.2 工程与植物措施单价的编制

与主体工程一致，未明确规定的按水利部〔2003〕67 号文《开发建设项目水土保持工程投资概(估)算编制规定》《水土保持工程概算定额》或相关行业、地方标准计算。可研阶段投资估算根据相关规定单价扩大 10%。

单价由直接工程费、间接费、企业利润和税金组成，相关费率按按主体工程设计费率取值。

(1) 直接工程费

直接工程费由直接费、其他直接费及现场经费三部分组成。

① 直接费

直接费由人工费、材料费和机械使用费组成。

② 其他直接费

其他直接费包括冬季雨季施工增加费及其他费，费率见表 7.1-1。

表 7.1-1 其他直接费费率表

项目	计算基数	费率 (%)
工程措施	直接费	2.0
植物措施	直接费	1.8
临时工程	直接费	1.8

③ 现场经费

现场管理费包括临时设施费和现场管理费 2 部分。临时设施费是施工企业为进行施工所必须的生活和生产用临时设施费用，包括：临时宿舍、文化福利公用事业房屋、构

筑物、仓库、办公室等设施所采取的必要措施。现场管理费指施工企业的项目经理部组织施工过程中所发生的费用，包括：工作人员工资、办公费、差旅交通费、低值易耗品摊销费、劳动保护费、检验试验费、工程定位复测点交及竣工清理费和其它费用。相关费率见下表 7.1-2。

表 7.1-2 现场经费费率表

序号	项目	计算基数	费率 (%)
一	工程措施		
1	土石方工程	直接费	4
2	混凝土工程	直接费	6
3	基础处理工程	直接费	6
4	其他工程	直接费	5
二	植物措施	直接费	4

(2) 间接费

包括企业管理费、财务费用、施工机具购置费。企业管理费指施工企业行政管理部门为管理和组织经营活动而发生的各项费用。包括干勤人员工资及工资附加费、职工教育经费、办公费、差旅交通费、固定资产折旧、修理费、工具、用具摊销费、劳动保护费、财务费用、业务招待费、劳动保险费、税金、社会保障等费用和其它费用。间接费率见下表 7.1-3。

表 7.1-3 间接费率表

序号	项目	计算基数	费率 (%)
一	工程措施		
1	土石方工程	直接工程费	4
2	混凝土工程	直接工程费	4.3
3	基础处理工程	直接工程费	6.5
4	其他工程	直接工程费	4.4
二	植物措施	直接工程费	3.3

(3) 企业利润

企业利润按直接工程费与间接工程费之和的 7% 计算。

(4) 税金

税金 = (直接工程费 + 间接费 + 企业利润) × 9%。

7.1.2.3 投资估算编制

(1) 工程措施

工程措施估算按设计工程量乘以工程单价进行编制。

(2) 植物措施

植物措施费由苗木、草、种子等材料费及种植费组成。

①植物措施材料费由苗木、草、种子的估算价格乘以数量进行编制。

②栽(种)植费按《水土保持工程概算定额》进行编制。

(3) 临时工程防护措施

①临时防护工程

指施工期为防止水土流失采取的临时防护措施,按设计方案的工程量乘以单价编制。

②其他临时防护措施:按第一部分工程措施和第二部分植物措施投资的1.0%~2.0%编制,由于本工程为大型工程,故取下限1.0%。

7.1.2.4 独立费用

独立费用包括建设管理费、科研勘测设计费、水土保持监理费、水土保持监测费、水土保持设施验收费等5项费用:

(1)建设管理费:根据水总〔2003〕67号《水土保持工程概(估)算编制规定》,按第一部分至第三部分新增投资之和的2%计列,共计84.23万元。

(2)科研勘测设计费:由勘察、设计费和水土保持方案编制费组成,112.80万元。

(3)水土保持监理费:按4人计,监理7年,其中1名总监理工程师,15万元/人·年,3名监理工程师,12万元/人·年。本项目监理费人工费共计357.00万元。

(4)水土保持监测费:本项目共有监测人员5人,1名项目负责人10万元/人·年,监测工程师9万元/人·年,监测7年,总计325.68万。遥感卫片及解译、监测仪器设备、土建设施费等8.00万元。水土保持监测费用总计344.62万元。

(5)水土保持设施验收技术报告编制费:参照同类项目费计取,本项目水土保持设施验收费150万元。

7.1.2.5 预备费用

(1)基本预备费:313.71万元,按一至四部分之和的6%计取。

(2)价差预备费:本方案中不计取。

7.1.2.6 水土保持补偿费

水土保持补偿费计算标准依据《山东省发展和改革委员会 山东省财政厅 山东省水利厅关于水土保持补偿费收费标准的通知》（鲁发改成本〔2022〕757号）计列。

表 7.1-4 水土保持补偿费估算表 单位:万元

省	市	县/市	项目组成	面积（hm ² ）	补偿标准(元/m ²)	水土保持补偿费 （万元）
山东省	烟台市	莱阳市	核电厂区	131.84	1.20	158.20
			厂外附属设施区	4.07	1.20	4.88
			厂外道路区	36.95	1.20	44.34
			厂外取排水管线区	118.53	1.20	146.44
			厂外施工力能区	9.73	1.20	11.68
	总计			301.11		361.34

7.1.2.7 水土保持措施总投资估算

本项目水土保持工程估算总投资 20258.01 万元。其中工程措施 14111.78 万元, 植物措施 1506.96 万元, 临时措施 2914.47 万元, 独立费用 1047.96 万元 (含水土保持监理费 357 万元, 水土保持监测费 344.62 万元), 基本预备费用 313.71 万元。

表 7.1-5

水土保持投资估算总表

单位: 万元

序号	工程或费用名称	建安工程费	植物措施费		设备费	独立费用	合 计	主体已列	方案新增
			栽(种)植费	苗木、草、种子费					
第一部分 工程措施							14111.78	12864.45	1247.33
1	核电厂区	9972.13					9972.13	9809.87	162.26
2	厂外附属设施区	48.65					48.65	45.65	3.00
3	厂外道路区	2821.07					2821.07	2732.26	88.81
4	厂外取排水区	1230.52					1230.52	276.66	953.86
5	厂外施工力能区	39.40					39.40		39.40
第二部分 植物措施							1508.96	1492.40	16.56
1	核电厂区		237.12	397.04			634.15	634.15	
2	厂外附属设施区		0.67	0.93			1.60	1.60	
3	厂外道路区		194.29	420.15			614.44	614.44	
4	厂外取排水区		200.10	42.11			242.21	242.21	
5	厂外施工力能区		16.31	0.25			16.56		16.56
第三部分 施工临时工程							2914.47	1.16	2913.31
1	核电厂区	2336.24					2336.24	1.16	2335.08
2	厂外附属设施区	2.87					2.87		2.87
3	厂外道路区	38.50					38.50		38.50
4	厂外取排水区	522.89					522.89		522.89
5	厂外施工力能区	13.79					13.79		13.79
6	其他临时工程	0.17					0.17		0.17
第四部分 独立费用							1047.96		1047.96
1	建设管理费					83.54	83.54		83.54
2	科研勘测设计费					112.80	112.80		112.80
3	水土保持监理费					357.00	357.00		357.00
4	水土保持监测费					344.62	344.62		344.62
5	水土保持设施验收费					150.00	150.00		150.00
一至四部分合计							19583.17	14358.01	5225.16
基本预备费							313.51		313.51
水土保持补偿费							361.34		361.34
水土保持工程总投资							20258.01	14358.01	5900.01

表 7.1-6

工程措施估算表

序号	工程或费用名称	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
	第一部分 工程措施				141117795.26
一	核电厂区				99721338.30
1	表土剥离	100m ³	1601	246.01	393862.01
2	雨水管网	m	9261		66070583.00
2.1	DN1000	m	3644	3510.00	12790440.00
2.2	DN1500	m	2040	7625.00	15555000.00
2.3	DN1600	m	1103	8916.00	9834348.00
2.4	DN1650	m	50	9000.00	450000.00
2.5	DN1800	m	489	11183.00	5468487.00
2.6	DN2000	m	499	15060.00	7514940.00
2.7	DN2200	m	126	18414.00	2320164.00
2.8	DN2400	m	631	7350.00	4637850.00
2.9	DN2600	m	253	9218.00	2332154.00
2.10	DN2800	m	56	11100.00	621600.00
2.11	DN3000	m	370	11880.00	4395600.00
2.12	雨水井	个	125	1200.00	150000.00
3	边坡排水沟	m	6483		23946700.00
3.1	钢筋混凝土截排水沟 (10m×2m)	m	32	7800.00	249600.00
3.2	钢筋混凝土截排水沟 (10m×1.5m)	m	95	6000.00	570000.00
3.3	钢筋混凝土截排水沟 (8m×2m)	m	423	5150.00	2178450.00
3.4	钢筋混凝土截排水沟 (8m×1.5m)	m	350	4700.00	1645000.00
3.5	钢筋混凝土截排水沟 (6m×1.5m)	m	244	6400.00	1561600.00
3.6	钢筋混凝土截排水沟 (6m×2m)	m	33	4900.00	161700.00
3.7	钢筋混凝土截排水沟 (5m×1.5m)	m	1103	3900.00	4301700.00
3.8	钢筋混凝土截排水沟 (4m×3m)	m	1247	3500.00	4364500.00
3.9	钢筋混凝土截排水沟 (1.5m×1.5m)	m	1558	3300.00	5141400.00
3.10	钢筋混凝土截排水沟 (2m×1.5m)	m	505	3050.00	1540250.00
3.11	钢筋混凝土截排水沟 (1m×1m)	m	893	2500.00	2232500.00
4	马道截排水沟 (0.5m×0.6m)	m	1230	520.00	639600.00
5	沉沙井	个	3	2500.00	20000.00
6	综合护坡	m ²	23486.75		4249358.40
6.1	方格型浆砌块石护坡 (1:1)	m ²	2174.34	190.00	413124.60
6.2	方格型浆砌块石护坡 (1:1.75)	m ²	21312.41	180.00	3836233.80
7	嵌草铺装	m ²	8395.00	220.00	1846900.00
8	土地整治	hm ²	9.86		1228735.49
8.1	推土机平整场地	hm ²	9.86	17058.74	168199.16
8.2	表土回覆	100m ³	1259.00	990.23	1060536.33
9	碎石压盖	m ²	107860.00	12.29	1325599.40
二	厂外附属设施区				486541.77
1	表土剥离	100m ³	122.00	246.01	30013.22
2	雨水管网	m			315250.00
2.1	DN300	m	450.00	175.00	78750.00
2.2	DN600	m	650.00	290.00	188500.00

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
2.3	雨水井	个	10.00	1200.00	12000.00
3	土地整治	hm²	1.20		141278.55
3.1	推土机平整场地	hm ²	1.20	17058.74	20470.49
3.2	表土回覆	100m³	122.00	990.23	120808.06
三	厂外道路区				28210701.60
(一)	第一进厂道路				8454322.51
1	表土剥离	100m ³	108.00	246.01	26569.08
2	排水沟	m	1058.00		2697992.00
2.1	梯形排水沟	m	1058.00	260.50	1072696.80
2.2	矩形排水沟	m	1058.00	450.21	1609045.20
2.3	边坡急流槽	m	650.00	25.00	16250.00
3	植草护坡	m²	3170.00	12.95	41055.00
4	拱形骨架护坡	m²	43396.00	127.34	5526192.00
5	土地整治	hm²	6.00		162514.43
5.1	全面整地	hm ²	6.00	17058.74	23882.23
5.2	表土回覆	100m ³	140.00	990.23	138632.20
(二)	第二进厂道路				8197216.61
1	表土剥离	100m ³	54.00	246.01	13284.54
2	截排水沟	m	1518.00	3142.06	4769640.31
2.1	梯形排水沟	m	759.00	260.50	2786270.40
2.2	边坡急流槽	m	2567.00	25.00	125856.31
2.3	矩形排水沟	m	759	450.21	1857513.60
3	植草护坡	m²	2528	12.95	32744.00
4	拱形骨架护坡	m²	18711.00	176.57	3303773.00
5	土地整治	hm²	6.22		77774.76
5.1	全面整地	hm ²	6.22	17058.74	11429.35
5.2	表土回覆	100m ³	67.00	990.23	66345.41
(三)	连接道路(大件道路)				11255185.82
1	表土剥离	100m ³	174.00	246.01	42805.74
2	截排水沟	m	6494.00		6714805.74
2.1	梯形排水沟	m	8794.00	260.50	2290837.00
2.2	边坡急流槽	m	5987.00	25.00	149675.00
2.3	矩形排水沟	m	9494.00	450.21	4274293.74
3	植草护坡	m²	95599.00	12.95	1238205.00
4	拱形骨架护坡	m²	12852.00	183.35	2356369.00
5	桥头空心六棱砖防护	m²	167.15	2867.50	479302.00
6	土地整治	hm²	3.65		423698.34
6.1	全面整地	hm ²	3.65	17058.74	62264.39
6.2	表土回覆	100m ³	365.00	990.23	361433.95
(四)	施工生产区				303976.65
1	土地整治	hm²			303976.65
1.1	推土机平整场地	hm ²	3.50	17058.74	59705.58
1.2	表土回覆	100m ³	195.00	990.23	193094.85
1.3	土地复耕	hm ²	3.00	17058.74	51176.21

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
四	厂外取排水区				12305181.22
(一)	陆域取排水管线工程				9367997.64
1	表土剥离	100m ³	743.00	246.01	182785.43
2	土地整治	hm²			9185212.21
2.1	推土机平整场地	hm ²	23.01	17058.74	392521.57
2.2	表土回覆	100m ³	8104.05	990.23	8024873.43
2.3	土地复耕	hm ²	59.80	17058.74	767817.22
(二)	海水淡化厂工程区				2937183.57
1	表土剥离	100m ³	287.00	246.01	70604.87
2	六棱砖空心护坡	m²	11000.00	117.59	1293497.00
3	厂区雨水管道	m	1320.00		270100.00
3.1	DN300	m	980.00	175.00	171500.00
3.2	DN600	m	340.00	290.00	98600.00
4	进厂道路梯形排水边沟	m	590.00	2039.00	1203010.00
5	土地整治	hm²	0.52		99971.70
5.1	推土机平整场地	hm ²	0.52	17058.74	8870.54
5.2	表土回覆	100m ³	92.00	990.23	91101.16
五	厂外施工力能区				394032.38
(一)	施工用水管线				189384.02
1	表土剥离	100m ³	76.00	743.00	56468.00
2	土地整治	hm²	3.38		132916.02
2.1	推土机平整场地	hm ²	1.47	17058.74	25076.35
2.2	表土回覆	100m ³	76.00	990.23	75257.48
2.2	土地复耕	hm ²	1.91	17058.74	32582.19
(二)	施工供电线路				204648.36
1	表土剥离	100m ³	79.00	743.00	58697.00
2	土地整治	hm²	3.97		145951.36
2.1	推土机平整场地	hm ²	0.61	17058.74	10405.83
2.2	表土回覆	100m ³	79.00	990.23	78228.17
2.3	土地复耕	hm ²	3.36	17058.74	57317.36
合 计					141117795.26

表 7.1-7 植物措施估算表

序号	工程或费用名称	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
	第二部分 植物措施				15089612.92
一	核电厂区				6341514.96
1	绿化整地（全面整地）	hm ²	14.18	1240.50	17590.25
2	穴状整地	100 个	81	587.60	47595.60
3	栽植费				2305965.51
3.1	栽植银杏（带土球）	100 株	21	1342.40	28190.39
3.2	栽植侧柏（带土球）	100 株	18	1339.62	24113.18
3.3	栽植白玉兰（带土球）	100 株	16	1342.40	21478.39
3.5	栽植国槐（带土球）	100 株	26	2622.61	68187.76
3.6	栽植元宝枫	100 株	14	1991.92	27886.93
3.7	栽植紫穗槐（裸根）	100 株	2160	820.13	1771476.56
3.8	栽植小叶黄杨（裸根）	100 株	120	778.74	93448.22
3.9	栽植紫叶小檗（裸根）	100 株	80	820.13	65610.24
3.10	栽植紫薇	100 株	1.2	747.82	897.39
3.11	栽植冬青	100 株	2.5	378.39	945.97
3.12	边坡格构植草	100m ²	720	96.54	69508.80
3.13	直播种草	hm ²	3.19	3200.00	10208.00
3.14	铺草皮	hm ²	1.2	103344.72	124013.66
4	苗木费				3970363.60
4.1	银杏	100 株	21	33501.00	703521.00
4.2	侧柏	101 株	18	19609.00	352962.00
4.3	白玉兰	102 株	16	46087.00	737392.00
4.4	国槐	103 株	26	42400.00	1102400.00
4.5	元宝枫	104 株	14	28000.00	392000.00
4.6	紫穗槐	100 株	2160	90.00	194400.00
4.7	小叶黄杨（裸根）	100 株	120	300.00	36000.00
4.8	紫叶小檗（裸根）	100 株	80	721.00	57680.00
4.9	紫薇	100 株	1.2	8000.00	9600.00
4.10	冬青	100 株	2.5	2330.00	5825.00
4.11	早熟禾	kg	127.60	16.00	2041.60
4.12	狗牙根	kg	127.60	45.00	5742.00
4.14	草皮	100m ²	120	3090.00	370800.00
二	厂外附属设施区				15959.96
1	绿化整地（全面整地）	hm ²	1.2	1240.50	1488.60
2	栽植费				5164.36
2.1	栽植冬青	100 株	3.5	378.39	1324.36
2.2	直播种草（早熟禾）	hm ²	1.2	3200.00	3840.00
3	苗木费				9307.00
3.1	冬青	株	350	23.30	8155.00

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
3.2	早熟禾草籽	kg	72	16.00	1152.00
三	厂外道路区				6144427.21
(一)	第一进厂道路				1959798.28
1	绿化整地(全面整地)	hm ²	1.4	1240.50	1736.70
2	栽植费				974053.18
2.1	栽植大叶黄杨	100 株	951	378.39	359848.10
2.2	栽植紫穗槐(裸根)	100 株	645	820.13	528982.58
2.3	边坡格构植草(灌草混合)	100m ²	433.96	96.54	41894.50
2.4	直播种草(早熟禾)	hm ²	13.54	3200.00	43328.00
3	苗木费				984008.40
3.1	紫穗槐(裸根)	100 株	645	90.00	58050.00
3.2	大叶黄杨	100 株	951	960.00	912960.00
3.3	早熟禾草籽	kg	812.4	16.00	12998.40
(二)	第二进厂道路				1490022.33
1	绿化整地(全面整地)	hm ²	0.67	1240.50	831.13
2	穴状整地	100 个	5.06	587.60	2973.26
3	栽植费				572969.37
3.1	栽植法桐(带土球)	100 株	2.53	1342.40	3396.27
3.2	栽植龙柏(带土球)	100 株	2.53	1339.62	3389.24
3.3	栽植大叶黄杨	100 株	758.4	378.39	286970.35
3.4	栽植紫穗槐(裸根)	100 株	280.5	820.13	230045.91
3.5	边坡格构植草(灌草混合)	100m ²	187.11	96.54	18063.60
3.6	直播种草(早熟禾)	hm ²	9.72	3200.00	31104.00
4	苗木费				913248.57
4.1	法桐	100 株	2.53	33285.00	84211.05
4.2	龙柏	100 株	2.53	26244.00	66397.32
4.3	紫穗槐(裸根)	100 株	280.5	90.00	25245.00
4.4	大叶黄杨	100 株	758.4	960.00	728064.00
4.5	早熟禾草籽	kg	583.2	16.00	9331.20
(三)	连接道路(大件道路)				2449293.26
1	绿化整地(全面整地)	hm ²	3.65	1240.50	4527.82
2	穴状整地	100 个	58.6	587.60	34433.36
3	栽植费				369885.39
3.1	栽植法桐(带土球)	100 株	29.3	1342.40	39332.30
3.2	栽植龙柏(带土球)	100 株	29.3	1339.62	39250.90
3.3	栽植大叶黄杨	100 株	286.8	378.39	108522.01
3.4	栽植紫穗槐(裸根)	100 株	193.5	820.13	158694.78
3.5	边坡格构植草	100m ²	128.5	96.54	12405.39
3.6	直播种草(早熟禾)	hm ²	3.65	3200.00	11680.00
4	苗木费				2040446.70
4.1	法桐	100 株	29.3	33285.00	975250.50
4.2	龙柏	100 株	29.3	26244.00	768949.20

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
4.3	紫穗槐（裸根）	100 株	193.5	90.00	17415.00
4.4	大叶黄杨	100 株	286.8	960.00	275328.00
4.5	早熟禾草籽	kg	219	16.00	3504.00
(四)	施工生产区				245313.33
1	绿化整地（全面整地）	hm ²	3.5	1240.50	4341.74
2	栽植费				213722.84
2.1	栽植紫穗槐（裸根）	100 株	256.50	820.13	210362.84
2.2	直播种草（早熟禾）	hm ²	3.5	960.00	3360.00
3	苗木费				27248.75
3.1	栽植紫穗槐（裸根）	100 株	256.50	97.50	25008.75
3.2	早熟禾草籽	kg	140	16.00	2240.00
四	厂外取排水区				2422105.07
(一)	海水淡化厂工程区				272791.56
1	绿化整地（全面整地）	hm ²	1.62	1240.50	2009.61
2	穴状整地	100 个	4.04	587.60	2373.90
3	栽植费				69159.36
3.1	栽植侧柏（带土球）	100 株	0.7	1339.62	937.73
3.2	栽植白玉兰（带土球）	100 株	0.2	1342.40	268.48
3.3	栽植国槐（带土球）	100 株	2.64	2622.61	6923.68
3.4	栽植元宝枫	100 株	0.5	1991.92	995.96
3.5	栽植小叶黄杨（裸根）	100 株	25	778.74	19468.38
3.6	栽植紫叶小檗（裸根）	100 株	50	778.74	38936.76
3.7	栽植紫薇	100 株	0.4	514.50	205.80
3.8	栽植冬青	100 株	1.1	778.74	856.61
3.9	直播种草（早熟禾）	hm ²	1.1	514.50	565.95
4	苗木费				199248.70
4.1	国槐	100 株	2.64	42400.00	111936.00
4.2	白玉兰	100 株	0.2	46087.00	9217.40
4.3	侧柏	100 株	0.7	19609.00	13726.30
4.4	元宝枫	100 株	0.5	28000.00	14000.00
4.5	小叶黄杨（裸根）	100 株	25	300.00	7500.00
4.6	紫叶小檗（裸根）	100 株	50	721.00	36050.00
4.7	紫薇	100 株	0.4	8000.00	3200.00
4.8	冬青	100 株	1.1	2330.00	2563.00
4.9	早熟禾草籽	kg	66	16.00	1056.00
(二)	陆域取排水管线				2149313.51
1	绿化整地（全面整地）	hm ²	23.01	1240.50	28543.84
2	栽植费				1898953.26
2.1	栽植紫穗槐（裸根）	100 株	2301.00	820.13	1887114.62
2.2	直播种草（早熟禾）	hm ²	23.01	514.50	11838.65
3	苗木费				221816.40

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
3.1	栽植紫穗槐（裸根）	100 株	2301.00	90.00	207090.00
3.2	早熟禾草籽	kg	920.40	16.00	14726.40
五	厂外施工管线区				165605.73
(一)	施工用水管线				94172.88
1	绿化整地（全面整地）	hm ²	2.2	1240.50	2729.09
2	栽植费				81094.38
2.1	栽植紫穗槐（裸根）	100 株	97.50	820.13	79962.48
2.2	直播种草（早熟禾）	hm ²	2.2	514.50	1131.90
3	苗木费				10349.40
3.1	栽植紫穗槐（裸根）	100 株	97.50	90.00	8775.00
3.1	早熟禾草籽	kg	98.4	16.00	1574.40
(二)	施工供电线路				71432.85
1	绿化整地（全面整地）	hm ²	1.19	1240.50	1476.19
2	栽植费				62121.86
2.1	栽植紫穗槐（裸根）	100 株	75.00	820.13	61509.60
2.2	直播种草（早熟禾）	hm ²	1.19	514.50	612.26
3	苗木费				7834.80
3.1	栽植紫穗槐（裸根）	100 株	75.00	90.00	6750.00
3.2	早熟禾草籽	kg	67.8	16.00	1084.80
合 计					15089612.92

表 7.1-8

临时措施估算表

序号	工程或费用名称	单 位	数 量	单价(元)	合计 (万元)
	第三部分 施工临时工程				2914.469
一	核电厂区				2336.243
(一)	主体工程区				2213.039
1	临时堆土防护				328.527
1.1	编织袋装土拦挡	100m ³	48.23	24799.08	119.606
1.2	编织袋装土拆除	100m ³	48.23	2997.95	14.459
1.3	防尘网苫盖	100m ²	7037.00	274.31	193.032
1.4	临时撒播草籽	hm ²	6.96	1254.91	0.873
1.5	草籽	kg	348.00	16.00	0.557
2	浆砌石挡土墙	m	350		92.484
2.1	开挖土方	100m ³	10.9	2306.11	2.514
2.2	夯填土方	100m ³	1.09	6548.71	0.714
2.3	浆砌石	100m ³	16.56	52058.58	86.209
2.4	铺筑垫层	100m ³	0.99	30786.43	3.048
3	临时排水沟	m	12100		1679.718
3.1	浆砌石排水沟	m	8600		1676.128
3.1.1	开挖土方	100m ³	446.35	2126.51	94.917
3.1.2	夯填土方	100m ³	44.64	5894.92	26.315
3.1.3	浆砌石	100m ³	274.84	48484.97	1332.561
3.1.4	铺筑垫层	100m ³	74.80	29723.93	222.335
3.2	土质排水沟		3500		3.590
3.2.1	人工开挖土方	100m ³	13.50	2126.51	2.871
3.2.2	人工夯填土方	100m ³	1.22	5894.92	0.719
4	沉沙池	座	24.00		1.546
4.1	人工开挖土方	100m ³	1.44	2126.51	0.306
4.2	人工夯填土方	100m ³	0.72	5894.92	0.424
4.3	土工膜	100m ²	4.56	1788.79	0.816
5	泥浆沉淀池	座	18.00		1.160
5.1	人工开挖土方	100m ³	1.08	2126.51	0.230
5.2	人工夯填土方	100m ³	0.54	5894.92	0.318
5.3	土工膜	100m ²	3.42	1788.79	0.612
6	洗车沉淀池	座	4.00		7.177
6.1	人工挖土方	100m ³	3.20	2126.51	0.680
6.2	人工夯填土方	100m ³	0.90	5894.92	0.531
6.3	混凝土浇注	100m ³	1.00	47755.87	4.776
6.4	钢筋制作安装	t	1.40	8499.32	1.190
7	裸露地表防尘网苫盖	100m²	3734.00	274.31	102.427
(二)	施工生产区(厂外部分)				123.204
1	临时堆土防护				23.058
1.1	编织袋装土拦挡	100m ³	4.82	24799.08	11.961
1.2	编织袋装土拆除	100m ³	4.82	2997.95	1.446

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单 位	数 量	单价(元)	合计(万元)
1.3	防尘网苫盖	100m ²	351.85	274.31	9.652
2	临时排水沟	m	1500		99.387
2.1	开挖土方	100m ³	10.80	2126.51	2.297
2.2	夯填土方	100m ³	0.98	5894.92	0.575
2.3	浆砌石	100m ³	19.20	48484.97	93.091
2.4	铺筑垫层	100m ³	1.15	29723.93	3.424
3	沉沙池	座	8		0.759
3.1	人工开挖土方	100m ³	0.72	2126.51	0.153
3.2	人工夯填土方	100m ³	0.36	5894.92	0.212
3.3	土工膜	100m ²	2.20	1788.79	0.394
二	厂外附属设施区				2.872
1	临时堆土防护				1.437
1.1	编织袋装土拦挡	100m ³	0.300	24799.08	0.744
1.2	编织袋装土拆除	100m ³	0.300	2997.95	0.090
1.3	防尘网苫盖	100m ²	22.00	274.31	0.603
2	临时排水沟	m	480		0.540
2.1	人工开挖土方	100m ³	2.04	2126.51	0.434
2.2	人工夯填土方	100m ³	0.18	5894.92	0.106
3	沉沙池	座	4.00		0.894
3.1	人工开挖土方	100m ³	0.24	2126.51	0.051
3.2	人工夯填土方	100m ³	1.20	5894.92	0.707
3.3	土工膜	100m ²	0.76	1788.79	0.136
三	厂外道路区				38.501
(一)	第一进厂道路				7.800
1	临时堆土防护				0.531
1.1	编织袋装土拦挡	100m ³	0.10	24799.08	0.247
1.2	编织袋装土拆除	100m ³	0.10	2997.95	0.030
1.3	防尘网苫盖	100m ²	9.25	274.31	0.254
2	临时排水沟	m	1058		1.122
2.1	人工开挖土方	100m ³	4.25	2126.51	0.904
2.2	人工夯填土方	100m ³	0.37	5894.92	0.218
3	沉沙池	座	5.00		0.387
3.1	人工开挖土方	100m ³	0.36	2126.51	0.077
3.2	人工夯填土方	100m ³	0.18	5894.92	0.106
3.3	土工膜	100m ²	1.14	1788.79	0.204
4	挖填边坡防尘网苫盖	100m²	210.00	274.31	5.761
(二)	第二进厂道路				4.231
1	临时堆土防护				0.381
1.1	编织袋装土拦挡	100m ³	0.07	24799.08	0.177
1.2	编织袋装土拆除	100m ³	0.07	2997.95	0.021
1.3	防尘网苫盖	100m ²	6.64	274.31	0.182

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单 位	数 量	单价(元)	合计(万元)
2	临时排水沟	m	750		0.849
2.1	人工开挖土方	100m ³	3.19	2126.51	0.678
2.2	人工夯填土方	100m ³	0.29	5894.92	0.171
3	沉沙池	座	4.00		0.258
3.1	人工开挖土方	100m ³	0.24	2126.51	0.051
3.2	人工夯填土方	100m ³	0.12	5894.92	0.071
3.3	土工膜	100m ²	0.76	1788.79	0.136
4	挖填边坡防尘网苫盖	100m²	100.00	274.31	2.743
(三)	连接道路(大件道路)				26.470
1	临时堆土防护				4.413
1.1	编织袋装土拦挡	100m ³	0.83	24799.08	2.055
1.2	编织袋装土拆除	100m ³	0.83	2997.95	0.248
1.3	防尘网苫盖	100m ²	76.91	274.31	2.110
2	临时排水沟	m	8700		6.795
2.1	人工开挖土方	100m ³	25.52	2126.51	5.427
2.2	人工夯填土方	100m ³	2.32	5894.92	1.368
3	沉沙池	座	30.00		1.546
3.1	人工开挖土方	100m ³	1.44	2126.51	0.306
3.2	人工夯填土方	100m ³	0.72	5894.92	0.424
3.3	土工膜	100m ²	4.56	1788.79	0.816
4	挖填边坡防尘网苫盖	100m²	500.00	274.31	13.716
四	厂外取排水区				522.892
(一)	陆域取排水管线工程				453.677
1	临时堆土防护				363.627
1.1	编织袋装土拦挡	100m ³	69.00	24799.08	171.114
1.2	编织袋装土拆除	100m ³	69.00	2997.95	20.686
1.3	防尘网苫盖	100m ²	6264.00	274.31	171.828
2	土工布铺设	100m ²	4502.25	200	90.05
(二)	海水淡化厂工程区				159.265
1	临时堆土防护				12.267
1.1	编织袋装土拦挡	100m ³	2.40	24799.08	5.952
1.2	编织袋装土拆除	100m ³	2.40	2997.95	0.720
1.3	防尘网苫盖	100m ²	204.00	274.31	5.596
2	临时排水沟	m	1053		1.122
2.1	人工开挖土方	100m ³	4.25	2126.51	0.904
2.2	人工夯填土方	100m ³	0.37	5894.92	0.218
3	沉沙池	座	4.00		0.387
3.1	人工开挖土方	100m ³	0.36	2126.51	0.077
3.2	人工夯填土方	100m ³	0.18	5894.92	0.106
3.3	土工膜	100m ²	1.14	1788.79	0.204
4	泥浆沉淀池	座	80.00		54.122

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单 位	数 量	单价(元)	合计(万元)
4.1	人工开挖土方	100m ³	50.40	2126.51	10.718
4.2	人工夯填土方	100m ³	25.20	5894.92	14.855
4.3	土工膜	100m ²	159.60	1788.79	28.549
5	洗车沉淀池	座	2.00		3.588
5.1	人工挖土方	100m ³	1.60	2126.51	0.340
5.2	人工夯填土方	100m ³	0.45	5894.92	0.265
5.3	混凝土浇注	100m ³	0.50	47755.87	2.388
5.4	钢筋制作安装	t	0.70	8499.32	0.595
6	挖填边坡防尘网苫盖	100m²	3200.00	274.31	87.779
五	厂外施工管线区				13.795
(一)	施工用水管线				2.936
1	临时堆土防护				2.207
1.1	编织袋装土拦挡	100m ³	0.41	24799.08	1.028
1.2	编织袋装土拆除	100m ³	0.41	2997.95	0.124
1.3	防尘网苫盖	100m ²	38.45	274.31	1.055
2	临时排水沟	m	370		0.343
2.1	人工开挖土方	100m ³	1.28	2126.51	0.272
2.2	人工夯填土方	100m ³	0.12	5894.92	0.071
3	沉沙池	座	2.00		0.129
3.1	人工开挖土方	100m ³	0.12	2126.51	0.026
3.2	人工夯填土方	100m ³	0.06	5894.92	0.035
3.3	土工膜	100m ²	0.38	1788.79	0.068
4	泥浆沉淀池	座	5.00		0.387
4.1	人工开挖土方	100m ³	0.36	2126.51	0.077
4.2	人工夯填土方	100m ³	0.18	5894.92	0.106
4.3	土工膜	100m ²	1.14	1788.79	0.204
(二)	施工供电线路				10.859
1	临时堆土防护				0.221
1.1	编织袋装土拦挡	100m ³	0.04	24799.08	0.103
1.2	编织袋装土拆除	100m ³	0.04	2997.95	0.012
1.3	防尘网苫盖	100m ²	3.85	274.31	0.105
2	临时排水沟	m	360		0.343
2.1	人工开挖土方	100m ³	1.28	2126.51	0.272
2.2	人工夯填土方	100m ³	0.12	5894.92	0.071
3	沉沙池	座	2.00		0.129
3.1	人工开挖土方	100m ³	0.12	2126.51	0.026
3.2	人工夯填土方	100m ³	0.06	5894.92	0.035
3.3	土工膜	100m ²	0.38	1788.79	0.068
4	泥浆沉淀池	座	36.00		2.706
4.1	人工开挖土方	100m ³	2.52	2126.51	0.536
4.2	人工夯填土方	100m ³	1.26	5894.92	0.743

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单 位	数 量	单价(元)	合计 (万元)
4.3	土工膜	100m ²	7.98	1788.79	1.427
5	土工布	100m ²	373.00	200.00	7.460
小 计					
五	其他临时工程	%	165605.73	1.00	2914.469
合 计					

表 7.1-9 独立费用估算表

序号	独立费用名称	一至三部分之和 (万元)	投资(万元)	备 注
	第四部分 独立费用			
1	建设管理费	4177.20	83.54	取一至三部分新增投资之和的 2%
2	科研勘测设计费		112.80	
2.1	勘察费		64.10	参考《工程勘察设计收费标准》
2.2	设计费		48.70	参考《工程勘察设计收费标准》
3	水土保持监理费		357.00	按 4 人计, 监理 7 年, 其中 1 名总监理工程师, 15 万元/人·年, 3 名监理工程师, 12 万元/人·年
4	水土保持监测费		344.62	本项目共有监测人员 5 人, 1 名项目负责人 10 万元/人·年, 监测工程师 9 万元/人·年, 监测 7 年, 遥感卫片及解译、监测仪器设备、土建设施费等 8.00 万元。
5	水土保持设施验收费		150.00	参照同类项目计列。
合 计			1047.96	

表 7.1-10 水土保持监测费 单位：元

一、监测人员费用					
人员	单位	数量	费用标准（元/年.人）	工作时间（年）	合计（元）
监测负责人	人	1	100000	7.08	708000.00
监测工程师	人	4	90000	7.08	2548800.00
二、监测土建设施费					
项目	单位	数量	单价(元)	合计（元）	
径流小区	个	8	9000	72000	
围栏	m	320	20	6400	
警示牌	块	8	200	1600	
三、遥感监测费					
项目	单位	数量	单价(元)	合计（元）	
遥感影像	hm²	301.11hm²/期 (共计7期)	20	57869	
遥感解译	期	7	8500	59500	
小计（元）				117369	
合计（元）				3446169.00	

表 7.1-11

分年度投资估算表

单位: 万元

序号	工程或费用名称	合计	建设工期							
			2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
一	工程措施	14111.78	12.45	4052.65	2862.02	1079.50	2244.02	1347.00	2347.00	167.13
1	核电厂区	9972.13		2694.00	1120.00	950.00	1347.00	1347.00	2347.00	167.13
2	厂外附属设施区	48.65		1.20	47.45					
3	厂外道路区	2821.07		1256.00	1565.07					
4	厂外取排水区	1230.52		74.50	129.50	129.50	897.02			
5	厂外施工力能区	39.40	12.45	26.95						
二	植物措施	1508.96		18.16	614.44		242.21			634.15
1	核电厂区	634.15								634.15
2	厂外附属设施区	1.60		1.60						
3	厂外道路区	614.44			614.44					
	厂外取排水区	242.21					242.21			
4	厂外施工力能区	16.56		16.56						
三	施工临时工程	2914.47	4.51	955.69	533.01	360.02	312.91	310.02	150.02	288.28
1	核电厂区	2336.24		718.00	350.00	210.00	310.00	310.00	150.00	288.24
2	厂外附属设施区	2.87		0.80	2.07					
3	厂外道路区	38.50		7.58	30.92					
4	厂外取排水区	522.89		220.00	150.00	150.00	2.89			
5	厂外施工力能区	13.79	4.50	9.29						
6	其他临时工程	0.17	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04
四	独立费用	1047.96	268.24	101.44	86.44	101.44	101.44	101.44	101.44	186.06
1	建设管理费	83.54	10.44	10.44	10.44	10.44	10.44	10.44	10.44	10.44
2	科研勘测设计费	112.80	112.80							
3	水土保持监理费	357.00	85.00	45.00	30.00	45.00	45.00	45.00	45.00	17.00
4	水土保持监测费	344.62	60.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	8.62
5	水土保持设施验收费	150.00								150.00
一至四部分合计		19583.17	285.20	5127.95	4095.92	1540.96	2900.58	1758.46	2598.46	1275.62
基本预备费		313.51	48.00	56.00	45.00	20.00	20.00	40.00	50.00	34.51
水土保持设施补偿费		361.34	361.34							
合计		20258.01	694.54	5183.95	4140.92	1560.96	2920.58	1798.46	2648.46	1310.13

表 7.1-12

水土保持工程单价汇总表

单位: 元

序号	工程名称	定额编号	单位	单价	其中								
					人工费	材料费	机械使用费	其它直接费	现场管理费	间接费用	企业利润	税金	扩大 10%
1	人工挖排水沟（截水沟）工程	01007	100m ³	2126.51	1440.60	43.22		29.68	74.19	69.86	116.03	159.62	193.32
2	人工清理表层土	01004	100m ²	246.01	133.50	13.35		8.01	22.70	25.37	13.35	7.37	22.36
3	人工倒运土方	01094	100m ³	2266.66	1526.35	76.32		32.05	64.11	67.95	123.67	170.14	206.06
4	推土机推土	01152	100m ³	653.20	37.98	45.17	372.64	9.12	22.79	21.46	35.64	49.03	59.38
5	编织袋土填筑	03053	100m ³	24799.08	14234.50	3300.00		350.69	701.38	743.46	1353.10	1861.48	2254.46
6	编织袋土拆除	03054	100m ³	2997.95	2058.00	61.74		42.39	84.79	89.88	163.58	225.03	272.54
7	防尘网苫盖	03005	100m ²	274.31	55.63	146.90		4.05	10.13	8.67	15.78	8.22	24.94
8	铺土工膜	03004	100m ²	1148.79	200.25	647.92		16.96	42.41	36.30	66.07	34.44	104.44
9	浆砌块石工程	03024	100m ³	49273.72	10582.78	24011.96	310.73	628.30	1396.22	1477.20	2688.50	3698.61	4479.43
10	干砌块石工程	03017	100m ³	28904.29	6929.83	13473.40	72.55	368.56	819.03	866.53	1577.09	2169.63	2627.66
11	沥青麻絮伸缩缝		m ²	313.83	49.00	168.17		4.34	13.03	10.09	17.12	23.56	28.53
12	水泥砂浆抹面	03079	100m ³	2707.90	1051.05	807.30	15.44	37.48	112.43	87.02	147.75	203.26	246.17
13	铺筑垫层	03001	100m ³	29723.93	6218.10	14522.39	0.00	414.81	1037.02	976.46	1621.81	2231.15	2702.18
14	人工挖土	01088	100m ³	741.52	490.00	34.30		10.49	20.97	22.23	40.46	55.66	67.41
15	推土机平整场地	01147	100m ²	170.59	8.58	17.30	93.16	2.38	5.95	5.60	9.31	12.80	15.51
16	人工装、手扶拖拉机运土	01116	100m ³	3167.70	1457.75	43.34	709.24	44.21	110.52	104.06	172.84	237.78	287.97

7 水土保持投资概算及效益分析

序号	工程名称	定额编号	单位	单价	其中								
					人工费	材料费	机械使用费	其它直接费	现场管理费	间接费用	企业利润	税金	扩大 10%
17	3m³装载机装土自卸汽车运输	01276	100m³	1378.00	53.90	36.98	870.65	19.23	48.08	45.27	75.19	103.44	125.27
18	人工夯实	01093	100m³	5894.92	3993.50	119.81		82.27	205.67	193.65	321.64	442.49	535.90
19	蛙夯夯实	01295	100m³	2792.70	1076.78	156.27	659.51	37.85	113.55	132.86	152.38	209.63	253.88
20	人工挖沟槽	01010	100m³	1859.44	1276.45	38.29		26.29	52.59	55.75	101.46	139.57	169.04
21	挖掘机挖土	01192	100m³	453.79	58.80	58.80	202.06	6.42	12.83	13.60	24.76	34.06	41.25
22	人工装、机动翻斗车运土	01132	100m³	3628.53	1262.98	49.64	1219.26	50.64	126.59	119.20	197.98	272.37	329.87
23	全面整地	08046	hm²	1240.50	232.75	62.15	571.80	34.67	34.67	30.89	67.68	93.11	112.77
24	混凝土浇注	04015	100m³	47755.87	7762.83	25282.94	6065.55	660.92	1982.75	1534.65	2605.68	3584.68	4341.44
25	钢筋制作安装	04068	t	8499.32	1274.00	4846.77	693.71	122.42	226.47	155.27	463.74	637.98	772.67
26	栽植带土球乔木	08115	株	17.26	11.86	0.51		0.22	0.47	0.39	0.94	1.30	1.57
27	灌木栽植（裸根）	08108	株	8.20	5.39	0.34		0.23	0.23	0.20	0.45	0.62	0.75
28	栽植草本花卉	050102008	m²	36.70	9.70	15.94		1.03	1.03	0.91	2.00	2.75	3.34
29	人工整理绿化地	1-1	m²	11.99	8.33		0.03		0.67	0.42	0.61	0.85	1.09

表 7.1-13 施工机械台时费汇总表 (单位: 元)

序号	定额编号	名称及规格	台时费	其 中									人工	汽油	柴油	电	风	水	煤
				折旧费	修换设备费	安拆费	人工费	汽油	柴油	电	风	水	工时	kg	kg	kw.h	m³	m³	kg
1	2002	砂浆搅拌机 0.4m³	25.02	3.29	5.34	1.07	15.93		0.00	12.90	0.00	0.00	1.3			8.6			
2	3059	胶轮架子车	0.90	0.26	0.64		0.00		0.00	0.00	0.00	0.00							
3	1043	拖拉机 37kW	57.18	3.04	3.65	0.16	15.93		37.05	0.00	0.00	0.00	1.3		5.0				
4	1051	手扶拖拉机 11kW	27.86	0.81	2.12	0.08	12.25		12.60	0.00	0.00	0.00	1.0		1.7				
5	3013	自卸汽车 8t	131.30	22.59	13.55		15.93		87.92	0.00	0.00	0.00	1.3	0.0	10.2				
6	1023	轮胎式装载机 3m³	301.05	51.15	38.37		15.93		204.29	0.00	0.00	0.00	1.3	0.0	23.7				
7	1001	打夯机 0.5m³	151.17	21.97	20.47	1.48	33.08		92.23	0.00	0.00	0.00	2.7		10.7				
8	1002	打夯机 1.0m³	216.30	28.77	29.63	2.42	33.08		122.40	0.00	0.00	0.00	2.7		14.2				
9	1031	推土机 74kW	163.44	19.00	22.81	0.86	29.40		91.37	0.00	0.00	0.00	2.4		10.6				
10	1030	推土机 59kw	126.12	10.80	13.02	0.49	29.40		72.41	0.00	0.00	0.00	2.4		8.4				
11	1077	蛙式夯实机	30.01	0.17	1.01		15.93		0.00	12.90	0.00	0.00	1.3			8.6			
12	2030	插入式振动器 1.1kw	92.31	0.32	1.22		15.93		74.84	0.00	0.00	0.00	1.3		10.1				
13	2050	风(砂)水枪	27.39	0.24	0.42		15.93		0.00	10.80	0.00	0.00	1.3			7.2			

7 水土保持投资概算及效益分析

序号	定额编号	名称及规格	台时费	其 中									人工	汽油	柴油	电	风	水	煤
				折旧费	修换设备费	安拆费	人工费	汽油	柴油	电	风	水	工时	kg	kg	kw.h	m ³	m ³	kg
14	2002	混凝土搅拌机 0.4m ³	51.43	3.29	5.34	1.07	15.93		0.00	25.80	0.00	0.00	1.3			17.2			
15	2012	轮胎式混凝土搅拌机 3m ³	195.84	27.64	53.03	3.18	15.93		87.06	9.00	0.00	0.00	1.3			6.0			
16	8030	钢筋调直机	26.48	1.60	2.69	0.44			0.00	21.75	0.00	0.00				14.5			
17	8029	钢筋切断机 20kw	185.93	1.18	1.71	0.28	33.08		149.68	0.00	0.00	0.00	2.7		20.2				
18	8026	钢筋弯曲机	29.26	0.53	1.45	0.24	15.93		11.12	0.00	0.00	0.00	1.3		1.5				
19	8024	电焊机(25kVA)	39.15	0.33	0.30	0.09	15.93		0.00	22.50	0.00	0.00	1.3	6.8		15			
20	1008	单斗挖掘机	354.50	89.06	54.68	3.56	33.08		174.12	0.00	0.00	0.00							
21	3060	机动翻斗车 1t	18.37	1.22	1.22		15.93		0.00	0.00	0.00	0.00							
22	3038	洒水车 4m ³	132.91	11.29	12.48		15.93	93.21											

表 7.1-14

主要材料估算价格表

(单位: 元)

序 号	名 称	单 位	规 格	预算价格	其中		
					原 价	运杂费	采购及保管费
1	水	m ³		6.80			
2	电	kw.h		0.84			
3	块石	m ³		115.00			
4	碎石	m ³	5-10mm	130.00			
5	植物措施人工	日		98.00			
6	工程措施人工	日		98.00			
7	水泥	t	32.5	520.15	505.00	3.54	11.62
8	水泥	t	42.5	520.15	555.00	3.89	12.77
9	砂	m ³		140.00			
10	生石灰	t		565.00			
11	沥青	t		5550.00			
12	改性沥青	t		6150.00			
13	客土	m ³		50.00			
14	汽油	升	93 [#]	7.76	7.67		
15	柴油	升		7.41	7.41		
16	土工布	m ²		2.00			
17	土工膜	m ²		6.40			
18	编织袋	株		1.00			
19	银杏	株	D=15~20cm	335.01	320.00	5.36	9.65
20	法桐	株	D=10~20cm	332.85	310.00	12.60	10.25
21	侧柏	株	H=200~250cm	196.09	180.00	1.26	14.83
22	龙柏	株	H=150~180cm	262.44	250.00	9.80	2.64
23	国槐	株	H=200~300cm	424.00	380.00	5.60	38.40
24	白玉兰	株	D=8~12cm	460.87	450.00	2.31	8.56
25	元宝枫	株	D=8~12cm	280.00	280.00	5.68	6.54
26	红瑞木	株	H=50cm	1.60			
27	紫穗槐	株		0.90	0.60	0.10	0.20
28	大叶黄杨	株		9.60	9.00	0.40	0.20
29	小叶黄杨	株	篷径 20~30cm	3.00	2.50	0.20	0.30
30	紫叶小檗	株	篷径 20~30cm	7.21	7.00	0.11	0.10
31	冬青	株	H=70cm	23.30	20.00	1.20	2.10
32	紫薇	株	H=80~100cm	80.00	80.00	2.50	4.30
33	鸢尾	m ²		12.00			
34	丹麦草	kg	一级种	16.00			
35	早熟禾	kg	一级种	45.00			
36	草皮	m ²		30.90			
37	有机肥	m ³		1200.00			

表 7.1-15-1 水泥砂浆价格估算表

序号	砂浆强度等级	水泥标号	1m ³ 砂浆材料用量			单价(元)
			水泥(kg)	砂(m ³)	水(m ³)	
1	M7.5	32.5	292	1.11	0.289	309.25
2	M15	32.5	327	1.08	0.334	323.27

表 7.1-15-2 混凝土价格估算表

序号	混凝土强度等级	水泥标号	1m ³ 砂浆材料用量				单价(元)
			水泥(kg)	粗砂(m ³)	卵石(m ³)	水(m ³)	
1	C15	32.5	236	0.53	0.85	0.15	308.48
2	C20	32.5	270	0.49	0.86	0.15	321.86
3	C25	32.5	314	0.48	0.84	0.15	340.75
4	C30	42.5	299	0.5	0.84	0.15	351.14
5	C35	42.5	335	0.47	0.83	0.15	366.22
6	C40	42.5	362	0.47	0.82	0.15	380.36

7.2 效益分析

7.2.1 原则和方法

水土保持效益分析以社会效益和生态效益为主,生产建设项目水土保持效益主要评价各种水土保持措施对控制人为因素引起的水土流失产生的保水保土、改善生态环境等方面的作用和效益。本方案效益评价的主要内容包括:水土保持工程措施、植物措施、临时措施实施后的减少水土流失效益、水土流失防治效益及 6 项目标值实现情况等。

7.2.2 减蚀效益

(1) 林草措施及土地整治减蚀效益

本水土保持方案共设计林草措施面积 60.29hm^2 ,林草措施发挥效益后,减蚀率达 40%,通过计算,林草措施总减蚀量 20031.36t (见表 7.2-1)。

据调查,土地整治措施(不包括林草措施)发挥效益后,减蚀率达 20%,通过土地整治措施发挥效益后,土地整治措施总减蚀量 10015.68t 。

(2) 临时堆土防护措施的减蚀量

本水土保持方案设计的水土保持措施都具有减轻土壤侵蚀的作用,在各种措施中减蚀效果最明显的是临时堆土防护措施。对各防治区的临时堆土采取拦挡和覆盖防护措施,其侵蚀量相当于林草措施发挥效益后的侵蚀量(土壤侵蚀模数 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)。至设计水平年临时防护措施总减蚀量为 500.78t 。

(3) 硬化措施的效益

主体工程建成后房屋建筑、排水沟、路面等设施硬化措施 119.21hm^2 ,该部分已完全硬化而无土壤侵蚀。经计算,硬化措施发挥效益后总减蚀量为 16523.52t (见表 7.2-1)。

综上所述,通过采用工程及植物相结合的综合防治措施,在水土流失防治责任范围内,根据本方案的设计进行有效治理后,可减少的水土流失量 47071.34t ,水土流失预测总量 50148t ,因此方案控制率为 91.00%。项目建设区防治责任范围内侵蚀总量 2987.06t ,平均土壤侵蚀模数将降到 $157.93\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。因此,方案实施后到各项措施正常发挥效益时,项目建设区防治责任范围内土壤侵蚀模数控制比为 1.27,大于目标值 1.0。

表 7.2-1 各防治分区减蚀量统计表

分项措施	核电厂区	厂外附属设施区	厂外道路区	厂外取排水区	厂外施工管线区
林草措施发挥效益的减蚀量(t)	15209.97	158.80	526.72	4007.58	128.29
地面整治的减蚀量(t)	7604.99	79.40	263.36	2003.79	64.14
永久建筑物的减蚀量(t)	12907.48	119.10	395.04	3005.69	96.22
临时防护措施减蚀量(t)	380.25	3.97	13.17	100.19	3.21
总减蚀量(t)	36102.69	381.27	1198.28	9117.25	291.86
水土流失预测总量(t)	38024.93	397.00	1316.79	10018.96	320.72
经治理后的侵蚀量(t)	1922.24	15.73	118.51	901.71	28.86
经治理后的侵蚀模数(t/km ² ·a)	199.93	128.83	106.92	190.18	118.66

7.2.3 水土流失防治效益

在项目区扰动地表面积 301.11hm² 中, 水土流失防治面积 283.14hm², 主体工程硬化面积 119.21hm², 水土流失总治理度 97.30%。

7.2.4 生态效益

在项目建设区 301.11hm² 中, 扣除主体工程中房屋建筑、道路硬化、耕地及租用的施工生产区等, 可恢复植被 61.57hm²。实施植物措施后, 绿化面积 60.29hm², 占可绿化面积的 97.92%, 林草覆盖 20.72%。本项目建成后, 核电厂区永久占地 121.71hm², 绿化面积 12.21hm² (含边坡绿化 2.35hm²), 则林草覆盖率 10.03%, 符合《核电厂总平面及运输设计规范》(GB/T50294-2014) 中核电厂绿化率规定 (见表 7.2-2)。

项目区植物措施的布局是在服从工程施工、保障安全、保持水土、改善环境的基础上, 将点、线、面结合布置, 采用乔、灌、草相结合的立体配置方案, 既能起到绿化美化的效果, 又可增加物种的多样性, 保证植物群落的稳定性, 组成完整的绿色防护体系, 改善核电厂区、海水淡化厂及厂外道路沿线生态环境。

表 7.2-2 各防治分区水土保持措施面积统计表

项目区	核电厂区	厂外附属设施区	厂外道路区	厂外取排水区	厂外施工力能区
扰动面积 (hm ²)	121.71	4.07	36.95	118.53	9.73
水土流失面积 (hm ²)	33.52	4.02	16.95	107.56	9.73
水土保持措施 (hm ²)	44.63	0.05	16.54	18.60	2.08
可绿化面积 (hm ²)	12.55	0.62	16.10	30.20	2.10
绿化面积 (hm ²)	12.21	0.61	15.72	29.67	2.08
林草植被恢复率 (%)	97.29	98.47	97.64	98.25	99.05
林草覆盖率 (%)	10.03	15.00	42.55	25.03	21.38

7.2.5社会效益

通过本方案的实施,使主体工程建设被破坏的水土保持设施得到最大限度地恢复,宜林(草)地植被恢复系数达到 97.92%。临时占用的耕地、园地等也得到复耕,减少了因工程实施造成的土地资源减少,减轻了对周边环境造成的影响,恢复并改善了项目区周边生态环境,对核电厂正常运行、协调与周边居民关系具有积极作用。

本方案的实施,一方面使新增的水土流失得到有效治理,另一方面也会增加项目区周边居民的经济收入,同时项目区周边种苗种植、流通环节各部门、农资供应各部门等相关行业,均会不同程度地受益,对增加地方财政收入、维护社会稳定具有积极作用。

7.2.6防治目标计算值

根据水土保持有关法律法规,在野外调查的基础上,结合项目区地形地貌、气候特征,以及水土流失特点,确定了本方案总体防治目标,并进而根据《核电厂总平面及运输设计规范》(GB/T50294-2014)和工程实际,将林草覆盖率调整至 20.0%。本水土保持方案实施后,6 项方案指标均达到目标值,详见表 7.2-3。

表 7.2-3 六项防治目标计算值与达标情况

分析指标	防治标准	目标值	评估依据	单位	数量	计算公式	目标达到值	评估结果
水土流失治理度	北方土石山区一级标准	95	①水土流失治理达标面积	hm ²	283.14	①/② × 100 %	97.30	达标
			②水土流失总面积	hm ²	290.98			
土壤流失控制比		1.0	③容许土壤侵蚀模数	t/(km ² •a)	200	③/④	1.27	达标
			④治理后预测模数	t/(km ² •a)	157.93			
渣土防护率		98	⑤采取拦挡措施的临时堆土总量	万 m ³	227.82	⑤/⑥ × 100 %	99.00	达标
			⑥临时堆土总量	万 m ³	230.12			
表土保护率		96	⑦采取措施保护的表土数量	万 m ³	32.44	⑦/⑧ × 100 %	100	达标
			⑧可剥离的表土总量	万 m ³	32.44			
林草植被恢复率		97	⑨林草植被覆盖面积	hm ²	60.29	⑨/⑩ × 100 %	97.92	达标
			⑩项目区可绿化面积	hm ²	61.57			
林草覆盖率		20	⑨林草植被覆盖面积	hm ²	60.29	⑨/⑪ × 100 %	20.72	达标
			⑪项目区面积	hm ²	290.98			

备注:项目区面积扣除核电厂区租赁的东团旺村东侧和西团旺后村西侧施工生产区面积。该施工生产区土地性质为城镇用地,施工结束后归还当地政府。

8水土保持管理

为保证本水土保持方案的顺利实施，工程建设造成的水土流失得到有效控制、施工建设区及周边生态环境能够良性发展，建设单位应该根据《中华人民共和国水土保持法》《生产建设项目水土保持方案管理办法》（水利部令第 53 号）等要求，在组织领导、技术力量、资金来源以及监督验收等方面制定切实可行的管理措施。

8.1 组织领导与管理

国电投莱阳核能有限公司是本项目水土流失防治的责任主体，应当加强全过程水土保持管理，优化施工工艺和时序，提高水土资源利用效率，减少地表扰动和植被损坏，及时采取水土保持措施，有效控制可能造成水土流失，因此建设单位应设立水土保持管理机构、落实人员、制定管理制度、建立水土保持档案等。

（1）本方案由国电投莱阳核能有限公司统一组织实施，当地各级水行政主管部门进行指导和监督，设计、施工、监理、监测单位配合。建设单位在工程管理部门设置水土保持方案实施管理机构，配备专职工作人员，负责协调组织开展各项水土保持工作，确保落实水土保持方案。工程开工前应向当地各级水行政主管部门备案。限于设计深度，本方案中的水土保持措施在初步设计和施工中会发生变化，应及时将变更情况向当地各级水行政主管部门备案，请有资质的后续设计单位进行水保措施变更设计。

（2）该管理机构应负责建立健全水土保持管理规章制度，建立水土保持工程档案。

（3）建设单位要接受各级水行政主管部门的监督和检查，与当地各级水行政主管部门密切配合，对工程建设过程中的水土保持设施建设进行监督与技术指导，保证水土保持方案高标准、高质量、高效率地按进度计划落实。

（4）定期向当地水行政主管部门报告水土保持工程的实施进展情况、存在的问题，结合工程进度提出具体的改进和补救措施，确保水土保持工程的全面完成，把“三同时”制度落实到实处。

（5）与水土保持方案实施管理机构合作，对水土保持方案实施进行定期检查和不定期抽查，施工结束后，报请有关部门，组织相关管理人员和工程技术人员对完工的水土保持设施进行检查验收。

（6）邀请当地水行政主管部门的有关人员和项目部人员一同对水土保持方案报告书的执行情况进行常规检查和验收，督促施工承包商按计划完成各项水土保持措施，对没有完成水土保持设施的要采取行政和经济的办法督促其完成，如水土保持工程不完整，

主体工程将不得验收、不得投入使用。

(7) 在主体工程竣工验收前(即设计水平年),建设单位应以书面形式向水土保持方案批准机关提出对水土保持设施进行专项验收申请。

8.2 后续设计

经批复后的水土保持方案,由主体工程设计单位,将方案确定的水土保持防治措施落实到主体工程初步设计中,与主体工程同时实施。

(1) 根据《生产建设项目水土保持方案管理办法》(2023年1月水利部令第53号发布)第十九条,建设单位国电投莱阳核能有限公司应当按照经批准的水土保持方案,采取水土流失预防和治理措施,初步设计应当包括水土保持篇章,明确水土流失防治措施、标准和水土保持投资,施工图设计应当细化水土保持措施设计。

(2) 水土保持方案和工程设计变更按规定报批。限于设计深度,水土保持措施的位置及数量等在初步设计中会有变化,应及时向当地水行政主管部门备案并进行变更设计。

(3) 根据《生产建设项目水土保持方案管理办法》(2023年1月水利部令第53号发布)第十六条,水土保持方案经批准后存在下列情形之一的,建设单位应当补充或者修改水土保持方案,报原审批部门审批:

- 1) 工程扰动新涉及水土流失重点预防区或者重点治理区的;
- 2) 水土流失防治责任范围或者开挖填筑土石方总量增加30%以上的;
- 3) 线型工程山区、丘陵区部分线路横向位移超过300米的长度累计达到该部分线路长度30%以上的;
- 4) 表土剥离量或者植物措施总面积减少30%以上的;
- 5) 水土保持重要单位工程措施发生变化,可能导致水土保持功能显著降低或者丧失的。

因工程扰动范围减少,相应表土剥离和植物措施数量减少的,不需要补充或者修改水土保持方案。

根据《生产建设项目水土保持方案管理办法》第十七条,在水土保持方案确定的弃渣场以外新设弃渣场的,或者因弃渣量增加导致弃渣场等级提高的,建设还应当开展弃渣减量化、资源化论证,并在弃渣前编制水土保持方案补充报告,报原审批部门审批。根据《生产建设项目水土保持方案管理办法》第十八条,水土保持方案自批准之日起满

3 年，工程方开工建设，水土保持方案应当报原审批部门重新审核。

8.3 水土保持监测

根据《生产建设项目水土保持方案管理办法》（2023 年 1 月水利部令第 53 号发布）第二十条国电投莱阳核能有限公司应当组织对生产建设活动造成的水土流失进行监测，及时定量掌握水土流失及防治状况，科学评价防治成效，按照有关规定向水行政主管部门报送监测情况。

建设单位下一步应及时委托具有相应技术水平的水土保持监测单位按《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）、《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161 号）等要求开展水土保持监测工作，编制水土保持监测实施方案、水土保持监测季度报告、年度报告和监测总结报告，进行水土保持监测三色评价，在监测季报和总结报告中明确“绿黄红”三色评价结论，并及时公开监测成果、报送水行政主管部门，作为监督检查和水土保持设施竣工验收依据之一。水土保持设施验收时，组织监测单位及时提交水土保持监测总结报告（含监测季报、监测原始记录等）和影像资料等。

8.4 水土保持监理

国电投莱阳核能有限公司应当及时委托开展水土保持专项监理工作，本项目水土保持监理，应当按照水利工程建设监理的规定和水土保持监理规范执行。

根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160 号）要求，凡主体工程开展监理工作的项目，应当按照水土保持监理标准和规范开展水土保持工程施工监理。其中，征占地面积在 20 公顷以上或者挖填土石方总量在 20 万立方米以上的项目，应当配备水土保持专业监理 资格的工程师；征占地面积在 200 公顷以上或者挖填土石方总量在 200 万立方米以上的项目，应当由具有水土保持施工监理专业资质的单位承担监理任务。本项目占地 301.11hm²，建设单位国电投莱阳核能有限公司应委托具有水土保持施工监理专业资质的单位开展水土保持监理工作，对水土保持工程的质量、进度及投资等进行控制，对水土保持工程实施信息管理和合同管理，确保工程如期完成。

（1）委托具有相应水土保持监理资质的单位承担施工监理任务，其监理人员须持有水土保持监理上岗证。

（2）水土保持专职监理人员对水土保持方案报告中的水土保持各项工程进行专职

监理,各工程施工结束后,水土保持监理工程师要对水土保持方案的落实情况进行验收,确保水土保持各项措施的数量和质量。应建立施工过程中临时措施影像等档案资料,编写监理报告作为水土保持设施竣工验收的依据。

(3) 水土保持竣工验收时需提交水土保持专项监理报告、临时措施的影像资料和质量评定的原始资料。

8.5 水土保持施工

根据《生产建设项目水土保持方案管理办法》(2023年1月水利部令第53号发布)第十九条,国电投莱阳核能有限公司应当将水土保持工作任务和内容纳入施工合同,落实施工单位水土保持责任,在建设过程中同步实施水土保持方案提出的水土保持措施,保证水土保持措施的质量、实施进度和资金投入。在建设中加强施工管理,要求施工单位做好未完工的水土保持措施施工组织,明确施工界限,减少扰动地表面积和重复土石方挖填量。按照本方案确定的水土保持措施数量及进度安排与主体工程同时施工,并注意加强施工期临时防护措施,控制水土流失。要求施工单位配备专人进行水土保持工程施工管理,建立施工记录、影像资料、施工总结等施工档案(包含临时防护措施)。在施工管理中明确水土保持要求。

在方案实施过程中,建设单位应经常检查项目区水土流失防治情况及对周边的影响,若对周边造成直接影响时应及时处理。建设单位应自觉接受各级水行政主管部门,对项目水土保持方案落实情况 and 水土保持设施运行情况的跟踪检查。建设单位对水行政主管部门在监督检查中发现的问题应及时处理,遇重大突发事件,及时上报。建设单位应严格要求施工单位在水土流失防治责任范围内进行施工活动,严格控制施工扰动范围,禁止随意占压破坏地表植被。建设单位应当加强对施工单位的管理,在招标文件和施工合同中明确施工单位的水土保持责任,强化奖惩制度,规范施工行为。施工单位要严格按照水土保持方案将施工期的各项防护措施落实到位,如果施工单位对水土保持工程、植物、临时措施落实到位不足50%的;未按照监督检查、监测、监理意见要求对未批先弃、乱弃乱倒、顺坡溜渣、随意开挖等问题进行整改的或者存在弄虚作假等违法行为;按照《水利部办公厅关于实施生产建设项目水土保持信用监管“两单”制度的通知》(办水保〔2020〕157号)相关要求,如果施工单位违反上述文件的规定,视情节严重情况应当将施工单位列入水土保持“重点关注名单”或者“黑名单”。

8.6 水土保持设施验收

本项目投产使用前，国电投莱阳核能有限公司应当按照水利部规定的标准和要求，开展水土保持设施自主验收，验收结果向社会公开并报审批水土保持方案的水行政主管部门备案。具体的，建设单位需根据水土保持方案及水行政主管部门批复文件，并按“水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知”（水保〔2017〕365号）、《生产建设项目水土保持设施自主验收规程（试行）》（办水保〔2018〕133号）、《开发建设项目水土保持设施验收技术规程》等相关文件和标准的要求，及时组织第三方机构编制水土保持设施验收报告，且根据《生产建设项目水土保持方案管理办法》（水利部令第53号）承担生产建设项目水土保持方案技术评审、水土保持监测、水土保持监理工作的单位不得作为该生产建设项目水土保持设施验收报告编制的第三方机构。水土保持设施验收报告编制完成后，及时组织水土保持设施验收工作，形成水土保持设施验收鉴定书，确保本项目投产使用前，水土保持设施验收合格。在水土保持设施验收合格后，在国电投莱阳核能有限公司官方网站或者其他便于公众知悉的方式向社会公开水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告。在向社会公开水土保持设施验收材料后、项目投产使用前，向水土保持方案审批机关报备水土保持设施验收材料。

生产建设项目水土保持设施验收合格后，生产建设单位或者运行管理单位应当依法防治生产运行过程中发生的水土流失，加强对水土保持设施的管理维护，确保水土保持设施长期发挥效益。

附表 1

防治责任范围表

项目组成			项目建设区（hm ² ）	防治责任范围（hm ² ）	备注
核电厂区	主体工程		84.95	84.95	山东省烟台市莱阳市境内
	边坡及防洪工程区		27.42	27.42	
	施工生产区等		19.47	19.47	
	小计		131.84	131.84	
厂外附属设施区			4.07	4.07	
厂外道路区	第一进厂道路		3.71	2.70	
	第二进厂道路		5.41	5.41	
	连接道路（大件道路）		22.34	22.34	
	施工生产区		6.50	6.50	
	小计		36.95	36.95	
厂外取排水区	取排水管线工程	取排水管线	37.81	37.81	
		施工生产区（含施工便道）	59.51	59.51	
		小计	97.32	97.32	
	海水淡化厂工程区	主体工程区	10.40	10.40	
		供电线路	9.54	9.54	
		施工生产区	14.70	14.70	
		小计	34.64	34.64	
	合计		118.53	118.53	
	厂外施工力能区	施工用水管线	用水管线	1.06	
施工生产区			3.08	3.08	
施工便道			1.62	1.62	
小计			5.76	5.76	
施工供电线路		塔基区	0.24	0.24	
		施工生产区（泥浆沉淀池等）	2.23	2.23	
		施工便道	1.50	1.50	
		小计	3.97	3.97	
合计		9.73	9.73		
总计			301.11	301.11	

附表 2

防治标准指标计算表

分析 指标	防治 标准	目标值	评估依据	单位	数量	计算公式	目标 达到值	评估 结果
水土流失 治理度	北方土石山区一级标准	95	①水土流失治理达标面积	hm ²	283.14	①/②×100 %	97.30	达标
			②水土流失总面积	hm ²	290.98			
土壤流失 控制比		1.0	③容许土壤侵蚀模数	t/（km ² •a）	200	③/④	1.27	达标
			④治理后预测模数	t/（km ² •a）	157.93			
渣土防护率		98	⑤采取拦挡措施的临时堆土总量	万 m ³	227.82	⑤/⑥×100 %	99.00	达标
			⑥临时堆土总量	万 m ³	230.12			
表土保护率		96	⑦采取措施保护的表土数量	万 m ³	32.44	⑦/⑧×100 %	100	达标
			⑧可剥离的表土总量	万 m ³	32.44			
林草植被 恢复率		97	⑨林草植被覆盖面积	hm ²	60.29	⑨/⑩×100 %	97.92	达标
			⑩项目区可绿化面积	hm ²	61.57			
林草 覆盖率		20	⑨林草植被覆盖面积	hm ²	60.29	⑨/⑪×100 %	20.72	达标
			⑪项目区面积	hm ²	290.98			

附表 3

单价分析表

估算附表1 工程措施单价分析计算表

工程名称: 人工挖排水沟(截水沟)工程

定额编号: 01007

定额单位: 100m³

工作内容: 挂线、使用镐锹开挖。

序 号	项目名称	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计(元)
一	直接工程费				1587.69
(一)	直接费				1483.82
1	人工费				1440.60
	人 工	工时	117.60	12.25	1440.60
2	材料费				43.22
	零星材料费	%	3		43.22
(二)	其他直接费	%	2		29.68
(三)	现场经费	%	5		74.19
二	间接费	%	4.4		69.86
三	企业利润	%	7		116.03
四	税 金	%	9		159.62
	小 计				1933.19
	估算扩大	%	10		193.32
	合 计				2126.51

估算附表2 工程措施单价分析计算表

工程名称: 人工倒运土方

定额编号: 01094

定额单位: 100m³

工作内容: 人工装挑抬运土

序 号	项目名称	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计(元)
一	直接工程费				1698.83
(一)	直接费				1602.67
1	人工费				1526.35
	人 工	工时	124.60	12.25	1526.35
2	材料费				76.32
	零星材料费	%	5		76.32
(二)	其他直接费	%	2		32.05
(三)	现场经费	%	4		64.11
二	间接费	%	4		67.95
三	企业利润	%	7		123.67
四	税 金	%	9		170.14
	小 计				2060.60
	估算扩大	%	10		206.06
	合 计				2266.66

估算附表3 工程措施单价分析计算表

工程名称: 编织袋土填筑

定额编号: 03053

定额单位: 100m³

工作内容: 装土、封包、堆筑。

序 号	项目名称	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计(元)
一	直接工程费				18586.57
(一)	直接费				17534.50
1	人工费				14234.50
	人 工	工时	1162.00	12.25	14234.50
2	材料费				3300.00
	袋装材料: 粘土	m ³	118		0.00
	编织袋	个	3300	1.00	3300.00
	其他材料费	%	1		33.00
(二)	其他直接费	%	2		350.69
(三)	现场经费	%	4		701.38
二	间接费	%	4		743.46
三	企业利润	%	7		1353.10
四	税 金	%	9		1861.48
	小 计				22544.62
	估算扩大	%	10		2254.46
	合 计				24799.08

估算附表4 工程措施单价分析计算表

工程名称: 编织袋土拆除

定额编号: 03054

定额单位: 100m³

工作内容: 拆除、清理。

序 号	项目名称	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计(元)
一	直接工程费				2246.92
(一)	直接费				2119.74
1	人工费				2058.00
	人 工	工时	168.00	12.25	2058.00
2	材料费				61.74
	零星材料费	%	3		61.74
(二)	其他直接费	%	2		42.39
(三)	现场经费	%	4		84.79
二	间接费	%	4		89.88
三	企业利润	%	7		163.58
四	税 金	%	9		225.03
	小 计				2725.41
	估算扩大	%	10		272.54
	合 计				2997.95

估算附表5 工程措施单价分析计算表

工程名称：浆砌块石工程

定额编号：03024

定额单位：100m³

工作内容：选石、修石、冲洗、拌浆、砌筑、勾缝。

序 号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				36338.82
(一)	直接费				34346.71
1	人工费				10582.78
	人 工	工时	863.90	12.25	10582.78
2	材料费				23453.21
	块 石	m ³	108	115.00	12420.00
	砂 浆	m ³	35.3	309.25	10916.53
	其他材料费	%	0.5		116.68
3	机械使用费				310.73
	砂浆搅拌机 0.4m ³	台时	6.54	25.02	163.63
	胶轮架子车	台时	163.44	0.90	147.10
(二)	其他直接费	%	1.8		618.24
(三)	现场经费	%	4		1373.87
二	间接费	%	4		1453.55
三	企业利润	%	7		2645.47
四	税 金	%	9		3639.41
	小 计				44077.24
	估算扩大	%	10		4407.72
	合 计				48484.97

估算附表6 工程措施单价分析计算表

工程名称：干砌块石工程

定额编号：03017

定额单位：100m³

工作内容：选石、修石、砌筑、填缝、找平。

序 号	项目名称	单 位	数量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				21663.37
(一)	直接费				20475.77
1	人工费				6929.83
	人 工	工时	565.70	12.25	6929.83
2	材料费				13473.40
	块 石	m ³	116	115.00	13340.00
	其他材料费	%	1		133.40
3	机械使用费				72.55
	胶轮架子车	台时	80.61	0.90	72.55
(二)	其他直接费	%	1.8		368.56
(三)	现场经费	%	4		819.03
二	间接费	%	4		866.53
三	企业利润	%	7		1577.09
四	税 金	%	9		2169.63
	小 计				26276.63
	估算扩大	%	10		2627.66
	合 计				28904.29

估算附表7 工程措施单价分析计算表

工程名称: 人工清理表层土

定额编号: 01004

定额单位: 100m²

工作内容: 清除表层土及杂草。

序 号	项目名称	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计 (元)
一	直接工程费				346.04
(一)	直接费				323.40
1	人工费				294.00
	人 工	工时	24.00	12.25	294.00
2	材料费				29.40
	零星材料费	%	10		29.40
(二)	其他直接费	%	2		6.47
(三)	现场经费	%	5		16.17
二	间接费	%	4.4		15.23
三	企业利润	%	7		25.29
四	税 金	%	9		34.79
	小 计				421.34
	估算扩大	%	10		42.13
	合 计				463.48

估算附表8 工程措施单价分析计算表

工程名称: 推土机平整场地

定额编号: 01147

定额单位: 100m²

工作内容: 推平

序 号	项目名称	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计 (元)
一	直接工程费				127.36
(一)	直接费				119.03
1	人工费				8.58
	人 工	工时	0.70	12.25	8.58
2	材料费				17.30
	零星材料费	%	17		17.30
3	机械使用费				93.16
	推土机 74kW	台时	0.57	163.44	93.16
(二)	其他直接费	%	2		2.38
(三)	现场经费	%	5		5.95
二	间接费	%	4.4		5.60
三	企业利润	%	7		9.31
四	税 金	%	9		12.80
	小 计				155.08
	估算扩大	%	10		15.51
	合 计				170.59

估算附表 9 工程措施单价分析计算表

工程名称: 推土机推土

定额编号: 01152

定额单位: 100m³

工作内容: 推松、运送、卸除、空回, 推土距离 50m。

序 号	项目名称	单 位	数量	单价 (元)	合计 (元)
一	直接工程费				487.69
(一)	直接费				455.79
1	人工费				37.98
	人 工	工时	3.10	12.25	37.98
2	材料费				45.17
	零星材料费	%	11		45.17
3	机械使用费				372.64
	推土机 74kW	台时	2.28	163.44	372.64
(二)	其他直接费	%	2		9.12
(三)	现场经费	%	5		22.79
二	间接费	%	4.4		21.46
三	企业利润	%	7		35.64
四	税 金	%	9		49.03
	小 计				593.82
	估算扩大	%	10		59.38
	合 计				653.20

估算附表 10 工程措施单价分析计算表

工程名称: 人工装、手扶拖拉机运土

定额编号: 01116

定额单位: 100m³

工作内容: 装、运、卸、空回。

序 号	项目名称	单 位	数量	单价 (元)	合计 (元)
一	直接工程费				2365.05
(一)	直接费				2210.33
1	人工费				1457.75
	人 工	工时	119.00	12.25	1457.75
2	材料费				43.34
	零星材料费	%	2		43.34
3	机械使用费				709.24
	拖拉机 11kW	台时	25.46	27.86	709.24
(二)	其他直接费	%	2		44.21
(三)	现场经费	%	5		110.52
二	间接费	%	4.4		104.06
三	企业利润	%	7		172.84
四	税 金	%	9		237.78
	小 计				2879.73
	估算扩大	%	10		287.97
	合 计				3167.70

估算附表 11 工程措施单价分析计算表

工程名称: 3m³装载机装土自卸汽车运输

定额编号: 01276

定额单位: 100m³

工作内容: 装、运、卸、空回、运距 0.5km。

序 号	项目名称	单 位	数量	单价 (元)	合计 (元)
一	直接工程费				1028.83
(一)	直接费				961.53
1	人工费				53.90
	人 工	工时	4.40	12.25	53.90
2	材料费				36.98
	零星材料费	%	4		36.98
3	机械使用费				870.65
	轮胎式装载机 3m ³	台时	0.87	301.05	261.91
	推土机 59kw	台时	0.35	126.12	44.14
	自卸汽车 8t	台时	4.3	131.30	564.59
(二)	其他直接费	%	2		19.23
(三)	现场经费	%	5		48.08
二	间接费	%	4.4		45.27
三	企业利润	%	7		75.19
四	税 金	%	9		103.44
	小 计				1252.73
	估算扩大	%	10		125.27
	合 计				1378.00

估算附表 12 工程措施单价分析计算表

工程名称: 沥青麻絮伸缩缝

定额依据: 公路工程预算补充定额

定额单位: 1m²

序 号	项目名称	单 位	数量	单价 (元)	合计 (元)
一	直接工程费				234.54
(一)	直接费				217.17
1	人工费				49.00
	人 工	工日	0.5	98.00	49.00
2	材料费				168.17
	石油沥青	t	0.03	5550.00	166.50
	其他材料费	%	1		1.67
3	机械使用费				
(二)	其他直接费	%	2		4.34
(三)	现场经费	%	6		13.03
二	间 接 费	%	4.3		10.09
三	企业利润	%	7		17.12
四	税 金	%	9		23.56
	小 计				285.30
	估算扩大	%	10		28.53
	合 计				313.83

估算附表 13 工程措施单价分析计算表

工程名称: 水泥砂浆抹面

定额编号: 03079

定额单位: 100m²

工作内容: 冲洗、制浆、抹粉、压光。

序 号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (元)
一	直接工程费				1981.44
(一)	直接费				1834.67
1	人工费				1051.05
	人 工	工时	85.80	12.25	1051.05
2	材料费				768.18
	砂 浆	m ³	2.30	309.25	711.28
	其他材料费	%	8.00		56.90
3	机械使用费				15.44
	砂浆搅拌机 0.4m ³	台时	0.41	25.02	10.26
	胶轮架子车	台时	5.59	0.90	5.03
	其他机械费	%	1		0.15
(二)	其他直接费	%	2		36.69
(三)	现场经费	%	6		110.08
二	间接费	%	4.3		85.20
三	企业利润	%	7		144.67
四	税 金	%	9		199.02
	小 计				2410.33
	估算扩大	%	10		241.03
	合 计				2651.36

估算附表 14 工程措施单价分析计算表

工程名称: 铺筑垫层

定额编号: 03001

定额单位: 100m³

工作内容: 摊铺、找平、压实。

编 号	项 目 名 称	单 位	数量	单价 (元)	合计 (元)
一	直接工程费				22192.32
(一)	直接费				20740.49
1	人工费				6218.10
	人 工	工日	507.6	12.25	6218.10
2	材料费				14522.39
	素混凝土	m ³	34	50.00	1700.00
	生石灰	t	22.44	565.00	12678.60
	土	m ³	47.6		0.00
	其他材料费	%	1		143.79
3	机械使用费				0.00
	蛙式打夯机	台时		30.01	0.00
(二)	其他直接费	%	2		414.81
(三)	现场经费	%	5		1037.02
二	间接费	%	4.4		976.46
三	企业利润	%	7		1621.81
四	税 金	%	9		2231.15
	小 计				27021.75
	估算扩大	%	10		2702.18
	合 计				29723.93

估算附表 15 工程措施单价分析计算表

工程名称: 人工夯实

定额编号: 01093

定额单位: 100m³ 实方

施工方法: 平土、刨毛、分层夯实和清理杂物等。

编号	项 目 名 称	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计 (元)
一	直接工程费				4401.24
(一)	直接费				4113.31
1	人工费				3993.50
	人工	工时	326	12.25	3993.50
2	材料费				119.81
	零星材料费	%	3		119.81
3	机械使用费				0.00
					0.00
(二)	其他直接费	%	2		82.27
(三)	现场经费	%	5		205.67
二	间接费	%	4.4		193.65
三	企业利润	%	7		321.64
四	税 金	%	9		442.49
	小 计				5359.02
	估算扩大	%	10		535.90
	合 计				5894.92

估算附表 16 工程措施单价分析计算表

工程名称: 蛙夯夯实

定额编号: 01295

定额单位: 100m³

施工方法: 人工平土、刨毛、洒水、蛙夯夯实。

编号	项 目 名 称	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计 (元)
一	直接工程费				2043.95
(一)	直接费				1892.55
1	人工费				1076.78
	人工	工时	87.9	12.25	1076.78
2	材料费				156.27
	零星材料费	%	9		156.27
3	机械使用费				659.51
		台时	21.98	30.01	659.51
(二)	其他直接费	%	2		37.85
(三)	现场经费	%	6		113.55
二	间接费	%	6.5		132.86
三	企业利润	%	7		152.38
四	税 金	%	9		209.63
	小 计				2538.82
	估算扩大	%	10		253.88
	合 计				2792.70

估算附表 17 工程措施单价分析计算表

工程名称: 人工挖土

定额编号: 01088

定额单位:100m³

工作内容: 挖松、就近堆放。

编 号	项 目 名 称	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计 (元)
一	直接工程费				555.76
(一)	直接费				524.30
1	人工费				490.00
	人 工	工时	40.00	12.25	490.00
2	材料费				34.30
	零星材料费	%	7		34.30
(二)	其他直接费	%	2		10.49
(三)	现场经费	%	4		20.97
二	间接费	%	4		22.23
三	企业利润	%	7		40.46
四	税 金	%	9		55.66
	小 计				674.11
	估算扩大	%	10		67.41
	合 计				741.52

估算附表 18 工程措施单价分析计算表

工程名称: 人工挖沟槽

定额编号: 01010

定额单位: 100m³

工作内容: 挖槽、抛土并到槽边两侧 0.5 米以外, 修整底、边。

序 号	项 目 名 称	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计 (元)
一	直接工程费				1393.63
(一)	直接费				1314.74
1	人工费				1276.45
	人 工	工时	104.20	12.25	1276.45
2	材料费				38.29
	零星材料费	%	3		38.29
(二)	其他直接费	%	2		26.29
(三)	现场经费	%	4		52.59
二	间接费	%	4		55.75
三	企业利润	%	7		101.46
四	税 金	%	9		139.57
	小 计				1690.40
	估算扩大	%	10		169.04
	合 计				1859.44

估算附表 19 工程措施单价分析计算表

工程名称: 挖掘机挖土

定额编号: 01192

定额单位: 100m³

工作内容: 挖松、堆放。

序 号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (元)
一	直接工程费				340.11
(一)	直接费				320.86
1	人工费				58.80
	人 工	工时	4.80	12.25	58.80
2	材料费				60.00
	零星材料费	%	23		60.00
3	机械使用费				202.06
	挖掘机 2.0m ³	台时	0.57	354.50	202.06
(二)	其他直接费	%	2		6.42
(三)	现场经费	%	4		12.83
二	间接费	%	4		13.60
三	企业利润	%	7		24.76
四	税 金	%	9		34.06
	小 计				412.54
	估算扩大	%	10		41.25
	合 计				453.79

估算附表 20 工程措施单价分析计算表

工程名称: 人工装、机动翻斗车运土

定额编号: 01132

定额单位: 100m³

工作内容: 装、运、卸、空回。

序 号	项目名称	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计 (元)
一	直接工程费				2709.12
(一)	直接费				2531.88
1	人工费				1262.98
	人 工	工时	103.10	12.25	1262.98
2	材料费				49.64
	零星材料费	%	2		49.64
3	机械使用费				1219.26
	机动翻斗车 0.5m ³	台时	41.67	29	1219.26
(二)	其他直接费	%	2		50.64
(三)	现场经费	%	5		126.59
二	间接费	%	4.4		119.20
三	企业利润	%	7		197.98
四	税 金	%	9		272.37
	小 计				3298.67
	估算扩大	%	10		329.87
	合 计				3628.53

估算附表 21 工程措施单价分析计算表

工程名称: 人工挖沟槽

定额编号: 01011

定额单位: 100m³

工作内容: 挖槽、抛土并到槽边两侧 0.5 米以外, 修整底、边。

序 号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (元)
一	直接工程费				1535.40
(一)	直接费				1448.49
1	人工费				1406.30
	人 工	工时	114.80	12.25	1406.30
2	材料费				42.19
	零星材料费	%	3		42.19
(二)	其他直接费	%	2		28.97
(三)	现场经费	%	4		57.94
二	间接费	%	4		61.42
三	企业利润	%	7		111.78
四	税 金	%	9		153.77
	小 计				1862.36
	估算扩大	%	10		186.24
	合 计				2048.60

估算附表 22 工程措施单价分析计算表

工程名称: 混凝土浇注

定额编号: 04015

定额单位: 100m³

工作内容: 混凝土拌制、运输、浇注。

序 号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (元)
一	直接工程费				35689.42
(一)	直接费				33045.76
1	人工费				7762.83
	人 工	工时	633.70	12.25	7762.83
2	材料费				25282.94
	板枋材	m ³	0.57	1335.28	761.11
	钢模板	kg	90.34	5.75	519.46
	铁件	kg	52.1	5.34	278.21
	商品混凝土	m ³	109	214	23326.00
	其它材料费	%	1.6		398.16
3	机械使用费				6065.55
	插入式振动器 1.1kw	台时	49.13	92.31	4534.99
	风(砂)水枪	台时	27	27.39	739.40
	其它机械费	%	15		791.16
(二)	其他直接费	%	2		660.92
(三)	现场经费	%	6		1982.75
二	间接费	%	4.3		1534.65
三	企业利润	%	7		2605.68
四	税 金	%	9		3584.68
	小 计				43414.43
	估算扩大	%	10		4341.44
	合 计				47755.87

估算附表 23 工程措施单价分析计算表

工程名称: 拌和机拌制混凝土

定额编号: 04027

定额单位: 100m³

工作内容: 混凝土拌制。

序 号	项目名称	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计 (元)
一	直接工程费				4906.35
(一)	直接费				4542.92
1	人工费				3515.75
	人 工	工时	287.00	12.25	3515.75
	零星材料费	%	8		281.26
3	机械使用费				745.91
	混凝土搅拌机 0.4m ³	台时	22.1	30.01	663.11
	胶轮车	台时	92	0.90	82.80
(二)	其他直接费	%	2		90.86
(三)	现场经费	%	6		272.58
二	间接费	%	4.3		210.97
三	企业利润	%	7		358.21
四	税 金	%	9		492.80
	小 计				5968.34
	估算扩大	%	10		596.83
	合 计				6565.17

估算附表 24 工程措施单价分析计算表

工程名称: 搅拌车运混凝土

定额编号: 04047

定额单位: 100m³

工作内容: 搅拌车运混凝土。

序 号	项目名称	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计 (元)
一	直接工程费				4399.78
(一)	直接费				4073.87
1	人工费				273.18
	人 工	工时	22.30	12.25	273.18
	零星材料费	%	2.7		7.38
3	机械使用费				3793.32
	轮胎式混凝土搅拌机 3m ³	台时	19.37	195.84	3793.32
(二)	其他直接费	%	2		81.48
(三)	现场经费	%	6		244.43
二	间接费	%	4.3		189.19
三	企业利润	%	7		321.23
四	税 金	%	9		441.92
	小 计				5352.12
	估算扩大	%	10		535.21
	合 计				5887.33

估算附表 25 工程措施单价分析计算表

工程名称: 钢筋制作安装

定额编号: 04068

定额单位: t

工作内容: 回直、除锈、切断、弯直、焊接、绑扎、及加工场至施工场地运输。

序 号	项目名称	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计 (元)
一	直接工程费				6469.65
(一)	直接费				6120.77
1	人工费				1274.00
	人 工	工时	104.00	12.25	1274.00
2	材料费				4846.77
	钢筋	t	1.06	4460	4727.60
	铁丝	kg	4	4.01	16.04
	焊条	kg	7.22	6.98	50.40
	其它材料费	%	1.1		52.73
3	机械使用费				693.71
	钢筋调直机	台时	0.66	27.39	18.07
	风砂水枪	台时	1.71	27.39	46.83
	钢筋切断机 20kw	台时	0.44	51.43	0.29
	钢筋弯曲机	台时	1.21	195.84	236.96
	电焊机(25kw)	台时	11.37	26.48	301.08
	其它机械费	%	15		90.48
(二)	其他直接费	%	2		122.42
(三)	现场经费				226.47
	临时设施费	%	1.7		104.05
	现场管理费	%	2.0		122.42
二	间接费	%	2.4		155.27
三	企业利润	%	7		463.74
四	税 金	%	9		637.98
	小 计				7726.65
	估算扩大	%	10		772.67
	合 计				8499.32

估算附表 26 工程措施单价分析计算表

工程名称: 直播种草(丹麦草)

定额编号: 08057

单位: hm^2

工作内容: 种子处理、人工播草籽、覆土。

序 号	项目名称	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计 (元)
一	直接工程费				862.27
(一)	直接费				815.00
1	人工费				735.00
	人 工	工时	60.00	12.25	735.00
2	材料费				80.00
	草 籽	kg	200.0	8.00	
	其他材料费	%	5.00		80.00
(二)	其他直接费	%	2		14.67
(三)	现场经费	%	4.0		32.60
二	间 接 费	%	3.3		28.45
三	企业利润	%	7		62.35
四	税 金	%	9		85.78
	小 计				1038.85
	估算扩大	%	10		103.89
	合 计				1142.74
	草籽(丹麦草)	kg	200	8.00	1600.00

估算附表 27 植物措施单价分析计算表

工程名称: 植苗造林(元宝枫)

定额编号: 08087

单位: 100 株

工作内容: 挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理。

序 号	项目名称	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计 (元)
一	直接工程费				1172.56
(一)	直接费				1085.70
1	人工费				514.50
	人 工	工时	42.00	12.25	514.50
2	材料费				571.20
	乔 木	株	102	180.00	
	水	m^3	3.00	6.80	20.40
	其他材料费	%	3.00		550.80
(二)	其他直接费	%	4		43.43
(三)	现场经费	%	4		43.43
二	间 接 费	%	3.3		38.69
三	企业利润	%	7		84.79
四	税 金	%	9		116.64
	小 计				1412.68
	估算扩大	%	10		141.27
	合 计				1553.95
	树种(元宝枫)	株	102	180.00	18360.00

估算附表 28 植物措施单价分析计算表

工程名称: 植苗造林(黄杨)

定额编号: 08087

单位: 100 株

工作内容: 挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理。

序 号	项目名称	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计 (元)
一	直接工程费				582.65
(一)	直接费				539.49
1	人工费				514.50
	人 工	工时	42.00	12.25	514.50
2	材料费				24.99
	乔 木	株	102	1.50	
	水	m ³	3.00	6.80	20.40
	其他材料费	%	3.00		4.59
(二)	其他直接费	%	4		21.58
(三)	现场经费	%	4		21.58
二	间 接 费	%	3.3		19.23
三	企业利润	%	7		42.13
四	税 金	%	9		57.96
	小 计				701.97
	估算扩大	%	10		70.20
	合 计				772.17
	树种(黄杨)	株	102	1.50	153.00

估算附表 29 植物措施单价分析计算表

工程名称: 灌木栽植(紫叶小檗)

定额编号: 050102004

单位: 株

工作内容: 栽植、扶正、回土、筑水围、浇水、覆土封坑、清理。

序 号	项目名称	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计 (元)
一	直接工程费				6.19
(一)	直接费				5.73
1	人工费				5.39
	人 工	工日	0.06	98.00	5.39
2	材料费				0.34
	灌木	株	1		
	水	m ³	0.05	6.80	0.34
	其他材料费	%	3.00		
(二)	其他直接费	%	4		0.23
(三)	现场经费	%	4		0.23
二	间 接 费	%	3.3		0.20
三	企业利润	%	7		0.45
四	税 金	%	9.00		0.62
	小 计				7.46
	估算扩大	%	10		0.75
	合 计				8.20

估算附表 30 植物措施单价分析计算表

工程名称：植苗造林(国槐)

定额编号：08087

单位：100 株

工作内容：挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理。

序 号	项目名称	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计 (元)
一	直接工程费				3300.85
(一)	直接费				3056.34
1	人工费				514.50
	人 工	工时	42.00	12.25	514.50
2	材料费				2541.84
	乔 木	株	102	824.00	
	水	m ³	3.00	6.80	20.40
	其他材料费	%	3.00		2521.44
(二)	其他直接费	%	4		122.25
(三)	现场经费	%	4		122.25
二	间 接 费	%	3.3		108.93
三	企业利润	%	7		238.68
四	税 金	%	9.00		328.36
	小 计				3976.82
	估算扩大	%	10		397.68
	合 计				4374.50
	树种(国槐)	株	102	824.00	84048.00

估算附表 31 植物措施单价分析计算表

工程名称：栽植带土球乔木(侧柏)

定额编号：08115

单位：100 株

工作内容：挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理。

序 号	项目名称	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计 (元)
一	直接工程费				1013.78
(一)	直接费				958.20
1	人工费				931.00
	人 工	工时	76.00	12.25	931.00
2	材料费				27.20
	乔 木	株	102	216.30	
	水	m ³	4.00	6.80	27.20
(二)	其他直接费	%	2		17.25
(三)	现场经费	%	4		38.33
二	间 接 费	%	3		30.41
三	企业利润	%	7		73.09
四	税 金	%	9.00		100.56
	小 计				1217.84
	估算扩大	%	10		121.78
	合 计				1339.62
	树种(侧柏)	株	102	216.30	22062.60

估算附表 32 植物措施单价分析计算表

工程名称: 植苗造林(紫薇)

定额编号: 08087

单位: 100 株

工作内容: 挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理。

序 号	项目名称	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计 (元)
一	直接工程费				565.92
(一)	直接费				534.90
1	人工费				514.50
	人 工	工时	42.00	12.25	514.50
2	材料费				20.40
	乔 木	株	102	80.00	
	水	m ³	3.00	6.80	20.40
	其他材料费	%	3.00		244.80
(二)	其他直接费	%	2		9.63
(三)	现场经费	%	4		21.40
二	间 接 费	%	3		16.98
三	企业利润	%	7		40.80
四	税 金	%	9.00		56.13
	小 计				679.84
	估算扩大	%	10		67.98
	合 计				747.82
	树种(紫薇)	株	102	80.00	8160.00

估算附表 33 植物措施单价分析计算表

工程名称: 植苗造林(冬青)

定额编号: 08093

单位: 100 株

工作内容: 挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理。

序 号	项目名称	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计 (元)
一	直接工程费				286.35
(一)	直接费				270.65
1	人工费				245.00
	人 工	工时	20.00	12.25	245.00
2	材料费				25.65
	灌 木	株	102	5.05	
	水	m ³	1.50	6.80	10.20
	其他材料费	%	3.00		15.45
(二)	其他直接费	%	2		4.87
(三)	现场经费	%	4		10.83
二	间 接 费	%	3		8.59
三	企业利润	%	7		20.65
四	税 金	%	9.00		28.40
	小 计				343.99
	估算扩大	%	10		34.40
	合 计				378.39
	灌木树种(冬青)	株	102	5.05	515.10