

目 录

1 综合说明.....	1
1.1 项目简况.....	1
1.2 编制依据.....	3
1.3 设计水平年.....	5
1.4 水土流失防治责任范围.....	5
1.5 水土流失防治目标.....	5
1.6 项目水土保持评价结论.....	6
1.7 水土流失预测结果.....	9
1.8 水土保持措施布设成果.....	9
1.9 水土保持监测方案.....	11
1.10 水土保持投资及效益分析成果	12
1.11 结论.....	12
2 项目概况.....	15
2.1 项目组成及工程布置.....	15
2.2 施工组织.....	51
2.3 工程占地.....	60
2.4 土石方平衡.....	63
2.5 拆迁安置与专项设施改建.....	67
2.6 施工进度.....	67
2.7 自然概况.....	69
3 项目水土保持评价	78
3.1 主体工程选址水土保持评价	78
3.2 建设方案与布局水土保持评价	79
3.3 主体工程设计中水土保持措施界定	100
4 水土流失分析与预测	104

4.1 水土流失现状.....	104
4.2 水土流失影响因素分析.....	104
4.3 土壤流失量预测.....	105
4.4 水土流失危害分析.....	129
4.5 指导性意见.....	130
5 水土保持措施.....	132
5.1 防治区划分.....	132
5.2 措施总体布局.....	132
5.3 分区措施布设.....	136
5.4 施工要求.....	166
6 水土保持监测.....	170
6.1 监测范围和时段.....	170
6.2 监测内容和方法.....	171
6.3 监测点位布设.....	183
6.4 实施条件和成果.....	186
7 水土保持投资估算及效益分析.....	189
7.1 投资估算.....	189
7.2 水土保持效益分析.....	217
8 水土保持管理.....	221
8.1 组织管理.....	221
8.2 后续设计.....	221
8.3 水土保持监测.....	222
8.4 水土保持监理.....	222
8.5 水土保持施工.....	222
8.6 水土保持设施验收.....	223
附表：单价分析表.....	224
附件：相关文件.....	250

- (1) 水土保持方案编制委托书（合同）；
- (2) 关于山东省荣成市石岛湾核电扩建项目前期工作专家座谈会的会议纪要（国能综纪核电〔2021〕4号）；
- (3) 山东省国土资源厅山东石岛湾核电厂扩建工程地质灾害危险性评估成果备案证明（鲁国土资灾评备字[2009]145号）；
- (4) 山东省国土资源厅关于华能山东石岛湾核电厂扩建工程建设用地压覆矿产资源情况的函（鲁国土资字[2009]748号）及矿业权设置情况查询说明（2021年10月）；
- (5) 威海市行政审批局关于华能山东石岛湾核电厂扩建工程建设项目用地预审和选址意见的初审意见（威审服投〔2021〕25号）；
- (6) 土石方综合利用相关材料；
- (7) 其他相关资料。

附图

1 综合说明

1.1 项目简况

1.1.1 项目基本情况

华能山东石岛湾核电站扩建一期工程（简称扩建一期工程，下同）位于山东省威海市所辖荣成市宁津街道办事处境内。本项目将合理开发利用核能，是解决山东一次能源缺乏的战略措施。项目建设将有效缓解山东能源供应紧张状况，满足山东电力需求发展的需要，满足低碳减排战略，进一步提高供电可靠性。同时，发展核电符合国家的能源战略，对改善山东地区的电源结构、促进能源多元化、减少运输压力、保护生态环境有十分重要的意义。因此，建设华能山东石岛湾核电站扩建一期工程是必要的。工程建设符合《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年（2021-2025年）规划和2035年远景目标纲要》，已列入《山东省能源发展“十四五”规划》。2020年3月，国家能源局将本工程列入《国家核电中长期发展规划（征求意见稿）》“十四五”规划开工备选项目。

华能山东石岛湾核电站扩建一期工程（以下简称：扩建一期工程）与华能山东石岛湾核电站高温气冷堆核电示范工程（以下简称：高温气冷堆工程）、国核压水堆（CAP1400）示范工程（以下简称：国核压水堆工程）同属石岛湾厂址。环境实验室、消防训练站、应急指挥中心等辅助设施、开关站、海水取排水工程（共用部分）、厂外淡水工程、进厂道路、施工道路、施工办公区、施工力能区、混凝土搅拌站、砂石料加工场等依托于高温气冷堆工程、国核压水堆工程（依托关系详见2.1.2节）。高温气冷堆工程位于扩建一期工程厂区东北侧，紧邻本项目，装机容量 $1\times 200\text{MW}$ 。2008年1月，水利部以“水保函〔2008〕24号”文批复了高温气冷堆工程水土保持方案。建设单位华能山东石岛湾核电有限公司已依法依规缴纳了水土保持补偿费，委托山东省水利科学研究院开展了水土保持监测工作，山东省科源工程建设监理中心开展了水土保持监理工作，目前正在组织水土保持设施验收。国核压水堆工程位于扩建一期工程厂区西南侧。目前该工程正处于施工建设中。2013年4月，水利部以“水保函〔2013〕118号”文批复了国核压水堆工程水土保持方案。建设单位国核示范电站有限责任公司已依法依规缴纳了水土保持补偿费，委托开展了水土保持监测、监理工作。

华能山东石岛湾核电站扩建一期工程位于山东省威海市所辖荣成市宁津街道办事处东南，本期工程拟建设2台华龙一号核电机组，装机容量为 $2\times 1220\text{Mwe}$ 。本工程建设包括厂区、海水取排水工程区、厂外施工管线工程区、厂外道路区、

施工生产区等。厂区包括一期厂区、现场服务及其他辅助设施区、厂区外边坡及防排洪设施等，一期厂区主要建设内容包括核岛主厂房、常规岛主厂房及辅助设施等，占地 49.41hm²；现场服务及其他辅助设施区主要建设内容包括综合办公楼/行政仓库/档案馆/岩芯库、模拟机培训中心、技能培训楼、接待展览中心等，占地 5.53hm²；新建厂区排洪沟 2069m、排水暗涵 756m。海水取排水工程需新建取水建（构）物包括：北取西护岸二期（210.5m）、直立翼墙（203.2m）、内护岸二期（313.9m）；新建排水建（构）物包括：中隔堤一段（262.1m）、中隔堤三段（二期）（110.9m）、排水暗涵及排水头部构筑物（916.6m）、排水北堤三段（200.6m）、排水南堤五段（200.4m）等。厂外道路为改建应急道路 915m。施工供水管线引自高温气冷堆工程淡水管，需新建施工水处理厂和厂外 DN200 供水管线 1097m、DN300 消防水管线 1097m；施工用电引自高温气冷堆工程施工供电线路，需新建厂外 6kV 电缆长 2400m；施工供暖引自国核压水堆工程厂区，需新建厂外 2×DN200 供热管道 3000m。工程施工设施工生产区 4 处，包括施工临建区、施工堆放场、施工办公区、力能区，施工临建区位于高温气冷堆工程厂区北侧，占地 54.50hm²，施工堆放场利用二期预留厂区（本期进行场平），位于一期厂区西南侧，占地 44.77hm²，施工办公区、力能区已由高温气冷堆工程建成，本项目续用。本工程厂区排水采用雨污分流方式，污水在厂内集中处理后，大部分中水回收利用，其余经排水管排入南侧海域；厂区雨水经管道收集后排至厂区周边排洪沟、排水暗涵，最后排入大海。

厂外进厂道路、大件运输道路、厂外生产生活淡水管线及泵站、施工生活区等由高温气冷堆工程立项建成，本工程利用，不纳入本项目防治责任范围。大件码头单独立项并已建成，本项目利用，不纳入本项目防治责任范围。环境实验室、消防训练站、应急指挥中心、气象站、武警营房、医疗中心等辅助设施由高温堆工程立项建成，本工程利用，不纳入本项目防治责任范围。开关站由国核压水堆工程立项建设，本工程只安装设备不进行土建施工，不纳入本项目防治责任范围。

送出线路工程由国网山东省电力公司建设公司负责建设，水土流失防治责任由国网山东省电力公司建设公司承担。本项目需拆除农用设施 17.71 万 m²，不涉及专项设施改建，本项目非居住区范围内无民用居住用房，不涉及民房拆迁。

工程总占地 220.02hm²，其中永久占地 97.75hm²，临时占地 122.27hm²；土石方挖方总量 423.95 万 m³（含表土），填方总量 211.72 万 m³（含表土），余方总量 206.45 万 m³（由宁津甲子山土地平整项目综合利用），作为本工程骨料等

建材的利用方 5.78 万 m³；工程估算总投资 500.03 亿元，其中土建投资 94.92 亿元。建设单位为华能石岛湾核电开发有限公司。工程计划于 2022 年 6 月开工，2028 年 9 月完工，总工期 76 个月。

1.1.2 项目前期工作进展情况

2021 年 2 月，华能石岛湾核电开发有限公司委托深圳中广核工程设计有限公司完成石岛湾核电厂扩建工程项目建议书编制，并上报国家能源局。2021 年 5 月，国家能源局在山东省荣成市组织召开项目前期工作专家座谈会，与会专家认为“本项目规划建设 4 台百万千瓦级压水堆机组，现阶段采用‘华龙一号’（包络 CAP1000）技术路线开展前期论证工作是适宜的”。2021 年 12 月，深圳中广核工程设计有限公司编制完成《华能山东石岛湾核电厂扩建一期工程可行性研究报告》。目前，本项目地质灾害危险性评估、压覆矿产资源调查报告已获得备案或批复，环境影响评价报告、土地预审已编制完成。

2021 年 2 月，中国水利水电科学研究院受华能石岛湾核电开发有限公司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，项目组查阅主体工程可行性研究报告等报告，并收集项目区土壤、植被、气象、水文等相关资料，对项目区现场进行了查勘，调研余方综合利用方案，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，于 2022 年 2 月编制完成了《华能山东石岛湾核电厂扩建一期工程水土保持方案报告书》。

1.1.3 自然简况

项目区地貌类型属沿海丘陵；气候类型属暖温带半湿润季风气候，多年平均气温 13℃，年降水量 787.8mm，年蒸发量 1444.4mm，年均风速 4.1m/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，林草覆盖率约 20%；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，项目所在的荣成市属于山东省昆嵛山省级水土流失重点治理区。

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》（1991 年 6 月 29 日第七届全国人民代表大会常务委员会第二十次会议通过，2010 年 12 月 25 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十八次会议修订）；

(2) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》（1993 年 8 月 1 日中华人民共和国国务院令 120 号发布；根据 2011 年 1 月 8 日《国务院关于废止和修改部

分行政法规的决定》修订)；

(3) 《中华人民共和国防洪法》，全国人大，2015年4月24日；

(4) 《山东省水土保持条例》（2014年5月30日山东省第十二届人民代表大会常务委员会第八次会议通过，自2014年10月1日起施行）。

1.2.2 部委规章

(1) 《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》(水利部令第5号)，1995年5月30日；水利部第24号令修改，2005年7月8日；水利部第49号令修改，2017年12月22日；

(2) 《水土保持生态环境监测网络管理办法》(水利部令第12号)，2000年1月31日。

1.2.3 规范性文件

(1) 《关于全国水土保持规划(2015—2030年)的批复》(国函[2015]160号)，国务院，2015年10月4日；

(2) 《水利部 国家发展改革委 财政部 国土资源部 环境保护部 农业部 国家林业局关于印发<全国水土保持规划(2015-2030年)>的通知》(水规计[2015]507号)，2015年12月15日；

(3) 《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)，水利部办公厅，2020年7月28日；

(4) 《水利部办公厅关于印发<生产建设项目水土保持监测规程(试行)>的通知》(办水保[2015]139号)，水利部办公厅，2015年6月23日；

(5) 《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)，水利部办公厅，2013年8月12日；

(6) 《水利部办公厅关于印发<全国水土保持区划(试行)>的通知》(办水保[2012]512号)，水利部办公厅，2012年11月15日；

(7) 《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)，水利部办公厅，2018年7月12日。

1.2.4 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) 《土壤侵蚀分类分级标准》（SL 190-2007）；
- (5) 《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）；
- (6) 《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）；
- (7) 《水土保持监测技术规程》（SL 277-2002）；
- (8) 《水利水电工程制图标准 水土保持图》（SL 73. 6-2015）；
- (9) 《防洪标准》（GB 50201-2014）。

1.2.5 技术资料

- (1) 《华能山东石岛湾核电站扩建一期工程可行性研究报告》，深圳中广核工程设计有限公司，2021年12月；
- (2) 《华能山东石岛湾核电站扩建一期工程总体规划与总平面布置专题研究报告》，深圳中广核工程设计有限公司，2021年11月；
- (3) 《华能山东石岛湾核电站扩建一期工程选址安全分析报告》，深圳中广核工程设计有限公司，2021年12月；
- (4) 《华能山东石岛湾核电站扩建一期工程可行性研究阶段（华龙一号方案）岩土工程勘察报告》，核工业南京工程勘察院，2022年1月；
- (5) 山东荣成市有关部门提供的气象、水文及水土保持相关资料；
- (6) 现场查勘所得的有关资料。

1.3 设计水平年

主体工程总工期 76 个月，工程计划于 2022 年 6 月开工，2028 年 9 月完工，因此水土保持工程设计水平年为工程完工后一年，即 2029 年。

1.4 水土流失防治责任范围

华能山东石岛湾核电站扩建一期工程水土流失防治责任范围的面积为 220.02hm²，其中建设区面积为 220.02hm²。

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 执行标准等级

根据《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》（办水保〔2013〕188号），项目区不涉及国家级水土流失重点预防区和重点治理区；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崮山省级水土流失重点治理区。根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018），本项

目水土流失防治标准执行北方土石山区一级标准。

1.5.2 防治目标

水土流失防治目标为本项目水土流失防治责任范围内扰动土地得到全面整治，新增水土流失得到有效控制，原有水土流失得到治理；水土保持设施安全有效；水土资源、林草植被得到最大限度的保护与恢复。项目所在的荣成市属于山东省昆嵛山省级水土流失重点治理区，根据《生产建设项目水土流失防治标准》，本项目水土流失防治应执行北方土石山区一级标准。在此基础上，结合本工程施工特点，涉及水土流失重点治理区，并考虑项目区土壤侵蚀强度对土壤流失控制比、林草覆盖率目标值进行修正，确定本工程水土流失定量防治目标。

项目区地貌类型属沿海丘陵；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，容许土壤流失量为 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。项目区为微度、轻度侵蚀区，根据《生产建设项目水土流失防治标准》，土壤流失控制比应大于或等于 1.0，同时项目涉及水土流失重点治理区，适当提高林草覆盖率防治目标值。

综上，经综合分析确定本工程的水土流失综合防治目标，见表 1.1。

表 1.1 水土流失综合防治目标

防治指标	一级标准		按土壤侵蚀强度修正		按地形修正	根据生产建设项目水土流失防治标准适当调高	采用标准	
	施工期	设计水平年	施工期	设计水平年			施工期	设计水平年
水土流失治理度 (%)	—	95	—	—	—		—	95
土壤流失控制比	—	0.90	—	+0.10	—		—	1.0
渣土防护率 (%)	95	97	—	—	—		95	97
表土保护率 (%)	95	95	—	—	—		95	95
林草植被恢复率 (%)	—	97	—	—	—		—	97
林草覆盖率 (%)	—	25	—	—	—	+1.0	—	26

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 26%。

1.6 项目水土保持评价结论

1.6.1 主体工程选址评价

按照《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）和相关规范性文件的规定要求，对主体工程水土保持制约性因素一一对照进行了分析与评价，分析评价可知：本工程存在无法避让水土流失重点治理区的制约性因素，通过厂区防洪、排水按照千年一遇设计、PMP 校核，其他厂区排水按照百年一遇，提高了截（排）水工程级别和防洪标准；厂区植物措施采用园林绿化标准；水土流失防治采用北方土石山区一级标

准并提高林草覆盖率目标值 1 个百分点等提高防治目标值和工程防护等级。施工临建区采取平坡结合台阶式布置,减少了土石方量。施工便道利用已有进厂道路、施工道路,施工生活区利用高温堆工程已建成施工生活区,最大限度地缩减了临时占地,利用高温堆已建成施工办公区、力能区,减少了二次建设扰动及土石方量。通过采取分区施工方式,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、定向钻穿越,海工工程方驳配挖掘机水上抛填等,优化施工工艺,减少了工程占地和土石方量,减少植被损坏范围、加强补偿措施。排水沟、碎石压盖、海工工程堤心石利用开挖石方,余方全部综合利用,可剥离表土资源全部保护回填利用,避免了弃方。补充完善水土保持措施。在此基础上,符合水土保持要求,项目建设可行。

1.6.2 建设方案与布局评价

1.6.2.1 关于工程建设方案、占地、土石方平衡以及施工工艺与方法等的分析与评价结论

(1) 本项目属于扩建工程,由于选址限制,无法避让山东省水土流失重点治理区。厂区防洪、排水按照千年一遇设计、PMP 校核,其他厂区排水按照百年一遇,提高了截(排)水工程级别和防洪标准;厂区植物措施采用园林绿化标准;林草覆盖率目标值较北方土石山区一级防治标准提高了 1 个百分点。施工临建区采取平坡结合台阶式布置,减少了土石方量。施工便道利用已有进厂道路、施工道路,施工生活区利用高温堆工程已建成施工生活区,最大限度地缩减了临时占地,利用高温堆已建成施工办公区、力能区,减少了二次建设扰动及土石方量。通过分块开挖、基坑边坡防护、优化各功能区布局等先进施工工艺和组织,减少了工程占地和土石方量。本项目在建设方案和布局上符合水土保持要求。

(2) 工程总占地 220.02hm^2 ,其中永久占地 97.75hm^2 (占 44.43%)、临时占地 122.27hm^2 (占 55.57%)。厂区一期工程占地 49.41hm^2 ,单位容量占地为 $0.2\text{m}^2/\text{kW}$,符合《电力工程项目建设用地指标》(建标[2010]78号)的规定。依据荣成市自然资源局土地利用现状数据,工程原占地类型以住宅用地(农村宅基地)为主,占 54.10%,其次是其他用地、水域、草地(其他草地)、耕地、林地、园地、交通运输用地等。根据现场调查,厂区已初始场平,现状占地类型主要为其他用地(占 60.02%)、草地(其他草地)(占 13.69%),其次为工矿仓储用地、水域、交通运输用地、林地、园地等。限于工程选址,工程无可避免占用原

占地类型中的基本农田 4.64hm²，项目已按要求补划永久基本农田，并且满足补划面积清晰准确(按照自然资源部净面积进行申报)、补划地类准确、补划数量未减少、补划质量未降低；已按需要编制土地用途调整方案暨永久基本农田补划方案，充分论证占用永久基本农田的必要性、合理性。限于工程选址，无可避免的占用了林地、草地、耕地、园地等生产力高的土地，施工结束后需对临时占用的土地应采取平整恢复措施，永久占地范围采取绿化措施，发挥水土保持功能。

(3) 本工程开挖土石方总量为 423.95 万 m³，填方总量 211.72 万 m³，作为本工程骨料等建材的利用方 5.78 万 m³，根据岩土工程勘察报告，扩建一期工程基底标高以上大部分为中风化、强风化岩石，难以满足混凝土骨料强度需求，还需余方总量 206.45 万 m³（由宁津甲子山土地平整项目综合利用）。主体工程土石方调配遵循“移挖作填”的原则，通过内部调运，充分利用土石方。宁津甲子山土地平整项目工期为 2022 年至 2029 年，与本项目工期大部分重合，因此本项目余方用于该项目建设在运距、工期、土石方用量等方面均可行，满足土石方综合利用的要求，减少了弃土弃渣，符合水土保持要求。本工程可剥离表土量为 10.10 万 m³，共剥离表土 10.10 万 m³，并全部回填利用，表土保护率达到 100%，有效保护了表土资源。调运土方减少了工程弃土，减少了运距和扰动地表。工程的合理布局最大限度减少了土石方开挖量，在利用现有场地基础上，就地回填利用开挖土方，优化了土石方流向，余方全部综合利用，土石方利用率 100%，满足水土保持要求。

(4) 本工程施工过程中加强施工组织管理，采取采取分区施工方式，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、定向钻穿越，海工工程方驳配挖掘机水上抛填等，施工期建裸露地表采取临时硬化、苫盖等措施，减少大雨、大风天气大规模土石方开挖、堆填等施工方法与工艺，减少了土石方开挖、回填量，有利于水土保持。主体工程施工组织、施工工艺合理注意了水土保持的要求，减少了地表扰动范围。

工程占地、土石方、施工组织、施工方法与工艺合理，主体设计及施工中注意了水土保持的要求。

1.6.2.2 对主体设计中具有水土保持功能工程的评价和界定

主体工程设计中的以防治水土流失为主要目标的工程主要包括厂区布设了截排洪沟、截排水沟、护坡、碎石压盖、绿化、临时苫盖，厂外道路区布设了截

排洪沟、截排水沟、护坡等措施，施工生产区布设了排水沟、护坡、绿化等措施，能够较好的起到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、道路硬化措施。但是，主体设计及施工中仍存在不足之处，需补充完善施工前表土剥离，排水沟，施工结束后土地整治、复垦，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、洒水防尘等措施。补充了各项水土保持措施后，本工程的实施是可行的。

1.7 水土流失预测结果

工程扰动地表面积 220.02hm^2 ，损坏水土保持设施面积 218.42hm^2 （不含海域），工程扰动地貌土壤侵蚀总量 89034.60t ，新增土壤流失总量 68041.20t 。

产生水土流失的重点部位是厂区、施工生产区、海水取排水工程区，因此厂区、施工生产区、海水取排水工程区是水土保持监测重点，这3个区域也是水土流失防治的重点区域；水土保持监测的重点时段在施工期。产生水土流失的重点时段为施工建设期。

可能产生的水土流失危害有：该项目的建设可能导致土地生产力的降低；破坏植被、加速土壤侵蚀、对生态环境造成一定影响。在工程施工过程中损坏了防治责任范围内林草植被。雨季、风季在项目建设区内水土流失面积和强度将会增加，并对周边环境可能造成一定的影响。工程建设过程中的开挖和临时堆土如不采取防治措施，在遇到大雨、大风时将造成一定程度的水土流失。部分泥沙将会随径流进入附近的钱家河等，可能造成河流泥沙的增加。

1.8 水土保持措施布设成果

1.8.1 水土流失防治分区

本项目位于沿海丘陵区，水土流失防治区按主体工程各区分部分项工程的特点，划分为厂区、海水取排水工程区、厂外施工管线工程区、厂外道路区、施工生产区5个防治区。

1.8.2 措施总体布局

(1) 厂区防治区

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，表土堆土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，施工道路洒水降尘，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洪沟、排水暗涵、雨水排

水沟（管），并顺接至高温气冷堆排水系统或顺接至海边，排水最终排入大海；边坡采取混凝土格构植草防护；厂区控制区内空地采取碎石压盖措施。施工结束后对现场服务区及其他辅助设施区进行土地整治、回覆表土、绿化美化。

工程措施量：表土剥离及回覆 2.05 万 m^3 ，浆砌石排水沟 2206.5m、混凝土截排洪沟 2069m、排水暗涵 756m、排水管 12450m、混凝土格构植草护坡 8172 m^2 、碎石压盖 12.70 hm^2 、土地整治 15.70 hm^2 。植物措施量：园林绿化 3.97 hm^2 （栽植乔木 666 株、灌木 40000 株、种草 2.47 hm^2 ）。临时措施量：防尘网苫盖 21.33 万 m^2 、编织袋装土拦挡 2761 m^3 、临时排水沟 7203m、沉沙池 15 座、泥浆沉淀池 11 座、洒水降尘 2.13 万 m^3 、临时种草 1.05 hm^2 。

（2）海水取排水工程防治区

施工过程中对临时堆放的土石方采取临时拦挡、苫盖及排水、沉沙措施，裸露边坡临时苫盖，沿道路布设临时排水沟、沉沙池，施工道路洒水防尘。

临时措施量：防尘网苫盖 9.07 万 m^2 、编织袋装土拦挡 1709 m^3 、临时排水沟 1620m、沉沙池 9 座、洒水降尘 0.29 万 m^3 。

（3）厂外施工管线工程区

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、苫盖及排水、沉沙措施，定向钻场地设泥浆沉淀池；施工结束后进行土地整治、回覆表土，恢复植被。

工程措施量：表土剥离及回覆 0.38 万 m^3 ，土地整治 3.00 hm^2 ；植物措施量：绿化 3.00 hm^2 （栽植灌木 39600 株、种草 2.01 hm^2 ）；临时措施量：防尘网苫盖 3.55 万 m^2 、编织袋装土拦挡 8275 m^3 、临时排水沟 6500m、泥浆沉淀池 10 座。

（4）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，道路洒水降尘。应急道路路堑边坡采取混凝土格构植草防护，坡顶设截排水沟，整修破损路基排水边沟，坡脚设混凝土截排洪沟，并顺接至厂区排洪系统。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。

工程措施量：表土剥离及回覆 0.30 万 m^3 、浆砌石排水沟 525.9m、混凝土截排洪沟 405m、混凝土格构植草护坡 3337 m^2 、土地整治 1.15 hm^2 ；植物措施量：绿化 1.15 hm^2 （栽植乔木 200 株、灌木 4000 株、种草 0.95 hm^2 ）；临时措施量：防尘网苫盖 1.14 万 m^2 、编织袋装土拦挡 490 m^3 、临时排水沟 500m、沉沙池 6 座、

洒水降尘 3460m³。

(5) 施工生产区防治区

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、种草及排水、沉沙措施；施工过程中沿道路布设临时排水沟、沉沙池，裸露边坡临时苫盖，施工道路洒水降尘。边坡采取混凝土格构植草护坡或植草防护，坡脚设浆砌石排水沟，场内设浆砌石排水沟并顺接至厂区排洪沟或附近河流，排水最终排入大海。施工结束后进行土地整治、回覆表土，恢复植被或复垦。

工程措施量：表土剥离及回覆 7.38 万 m³、浆砌石排水沟 1704m、混凝土格构植草护坡 9011m²、土地整治 105.68hm²、复垦 11.40hm²；植物措施量：绿化 108.14hm²（栽植乔木 4444 株、灌木 120000 株、种草 101.14hm²）；临时措施量：防尘网苫盖 47.80 万 m²、编织袋装土拦挡 7779m³、临时排水沟 11616m、沉沙池 17 座、临时种草 12.80hm²、洒水降尘 5.23 万 m³。

1.9 水土保持监测方案

(1) 监测内容。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。

(2) 监测时段。水土保持监测从 2022 年 6 月开始至设计水平年末（2029 年）结束。

(3) 监测方法。采用实地调查量测、地面观测、遥感、查阅资料相结合的方法。具体方法主要包括：遥感、沉沙池法、简易水土流失观测场法、测钎法、实地调查量测法。

(4) 定位监测点位。选取不同工程水土流失及施工特点设定位监点 16 处，其中厂区 4 处、海水取排水工程区 2 处、厂外施工管线工程区 3 处、厂外道路区 3 处、施工生产区 4 处。

(5) 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：每月监测 1 次，“四通一平”阶段每两周监测 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。

1.10 水土保持投资及效益分析成果

华能山东石岛湾核电站扩建一期工程水土保持工程估算总投资为 22209.67 万元。其中工程措施 16673.30 万元, 植物措施 593.41 万元, 临时措施 3684.09 万元, 独立费用 876.87 万元 (含水土保持监理费 322.83 万元, 水土保持监测费 320.82 万元), 基本预备费 161.58 万元, 水土保持补偿费 220.43 万元。

本方案实施后, 设计水平年可治理水土流失面积 219.97hm²、整治扰动土地面积 219.97hm²、林草植被建设面积 115.53hm², 可减少水土流失量 85229.95t。水土流失治理度达到 99.98%, 土壤流失控制比达到 1.03, 表土保护率达到 100%, 渣土防护率达到 99.00%, 林草覆盖率达到 52.51%, 林草植被恢复率达到 99.24%。

1.11 结论

本工程符合国家、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、洒水防尘等措施, 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, 不会形成大的水土流失危害和对周边区域造成的影响不大, 工程建设是可行的。

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。

水土保持方案特性表

项目名称	华能山东石岛湾核电站扩建一期工程		流域管理机构	淮水利委员会	
涉及省(市、区)	山东	涉及地市或个数	威海市	涉及县或个数	荣成市
项目规模	装机容量 2×1220MWe	总投资(亿元)	500.03	土建投资(亿元)	94.92
动工时间	2022年6月	完工时间	2028年9月	设计水平年	2029年
工程占地(hm ²)	220.02	永久占地(hm ²)	97.75	临时占地(hm ²)	122.27
土石方量(万m ³)		挖方	填方	借方	余(弃)方
		423.95	211.72		206.45
重点防治区名称	山东省水土流失重点治理区				
地貌类型	沿海丘陵	水土保持区划		北方土石山区	
土壤侵蚀类型	水力侵蚀	土壤侵蚀强度		微度、轻度	
防治责任范围面积(hm ²)	220.02	容许土壤流失量[t/(km ² ·a)]		200	
土壤流失预测总量(t)	89034.60	新增土壤流失量(t)		68041.20	
水土流失防治标准执行等级	北方土石山区一级标准				
防治指标	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(%)		26
防治措施及工程量	防治分区	工程措施		植物措施	临时措施
	厂区	表土剥离及回覆 2.05 万 m ³ 、浆砌石排水沟 2206.5m、混凝土截排洪沟 2069m、排水暗涵 756m、排水管 12450m、混凝土格构植草护坡 8172m ² 、碎石压盖 12.70hm ² 、土地整治 15.70hm ²		园林绿化 3.97hm ² (栽植乔木 666 株、灌木 40000 株、种草 2.47hm ²)	防尘网苫盖 21.33 万 m ² 、编织袋装土拦挡 2761m ³ 、临时排水沟 7203m、沉沙池 15 座、泥浆沉淀池 11 座、洒水降尘 2.13 万 m ³ 、临时种草 1.05hm ²
	海水取排水工程区				防尘网苫盖 9.07 万 m ² 、编织袋装土拦挡 1709m ³ 、临时排水沟 1620m、沉沙池 9 座、洒水降尘 0.29 万 m ³
	厂外施工管线工程区	表土剥离及回覆 0.38 万 m ³ ，土地整治 3.00hm ²		绿化 3.00hm ² (栽植灌木 39600 株、种草 2.01hm ²)	防尘网苫盖 3.55 万 m ² 、编织袋装土拦挡 8275m ³ 、临时排水沟 6500m、泥浆沉淀池 10 座
	厂外道路区	表土剥离及回覆 0.30 万 m ³ 、浆砌石排水沟 525.9m、混凝土截排洪沟 405m、混凝土格构植草护坡 3337m ² 、土地整治 1.15hm ²		绿化 1.15hm ² (栽植乔木 200 株、灌木 4000 株、种草 0.95hm ²)	防尘网苫盖 1.14 万 m ² 、编织袋装土拦挡 490m ³ 、临时排水沟 500m、沉沙池 6 座、洒水降尘 3460m ³
	施工生产区	表土剥离及回覆 7.38 万 m ³ 、浆砌石排水沟 1704m、混凝土格构植草护坡 9011m ² 、土地整治 105.68hm ² 、复垦 11.40hm ²		绿化 108.14hm ² (栽植乔木 4444 株、灌木 120000 株、种草 101.14hm ²)	防尘网苫盖 47.80 万 m ² 、编织袋装土拦挡 7779m ³ 、临时排水沟 11616m、沉沙池 17 座、临时种草 12.80hm ² 、洒水降尘 5.23 万 m ³
投资(万元)	16673.30		593.41	3684.09	
水土保持总投资(万元)	22209.67	独立费用(万元)		876.87	
监理费(万元)	322.83	监测费(万元)	320.82	补偿费(万元)	220.43
分省措施费(万元)	/		分省补偿费(万元)	/	
方案编制单位	中国水利水电科学研究院		建设单位	华能石岛湾核电开发有限公司	
法定代表人	匡尚富		法定代表人	张涛	
地址	北京市海淀区车公庄西路 20 号		地址	山东省荣成市石核路 9 号	
邮编	100048		邮编	264312	
联系人及电话	解刚(010) 68786623/13552831320		联系人及电话	刘鹏(0631) 7357572/18763129720	
传真	(010) 68416371		传真	(0631) 7357000	
电子信箱	sfsge@163.com		电子信箱	liupeng2@sdwgs.chng.com.cn	

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: 华能山东石岛湾核电厂扩建一期工程。

(2) 建设单位: 华能石岛湾核电开发有限公司。

(3) 建设性质: 扩建、建设类工程。

(4) 项目类别: 核电工程。

(5) 工程等级与规模:

建设 2 台华龙一号压水堆核电机组, 装机容量 $2 \times 1220\text{MWe}$ 。

(6) 地理位置

石岛湾厂址位于山东省威海市所辖荣成市南偏东 23km 处, 北面 2.5km 处为宁津街道, 西北距威海市约 68km, 距烟台市约 120km, 厂址以南为废弃盐田, 南面 4km 处为镆铳岛, 西南及西面分别与东墩、所前王家相望, 西南距山东海阳核电厂址约 105km, 东部面向黄海。厂址中心位置的地理坐标为东经 $122^{\circ}30'$, 北纬 $36^{\circ}58'$ 。华能山东石岛湾核电厂扩建一期工程(以下简称: 扩建一期工程)与华能山东石岛湾核电厂高温气冷堆核电示范工程(以下简称: 高温气冷堆工程)、国核压水堆(CAP1400)示范工程(以下简称国核压水堆工程)同属石岛湾厂址。扩建一期工程东北侧的 $1 \times 200\text{MW}$ 高温气冷堆示范工程工程已首次并网发电。扩建一期工程西南侧的国核压水堆 $2 \times \text{CAP1400}$ 示范工程正处于施工建设中。华能山东石岛湾核电厂扩建工程规划建设 4 台华龙一号核电机组, 一次规划, 分期建设。一期工程为靠近高温气冷堆示范工程的 2 台机组。

华能山东石岛湾核电厂扩建一期工程地理位置详见下图 2-1 及附图 1。

(7) 工程估算总投资 5000279 万元, 其中土建投资 949200 万元。

(8) 建设工期: 工程计划于 2022 年 6 月开始施工准备, 2028 年 9 月完工。

华能山东石岛湾核电厂扩建一期工程项目组成及主要技术指标见表 2.1。

2 项目概况

表 2.1 项目组成及主要技术指标表

一、项目的基本情况												
1	项目名称	华能山东石岛湾核电站扩建一期工程										
2	建设地点	山东省威海市所辖荣成市宁津街道办事处										
3	工程等级	大型	4			工程性质	扩建工程					
5	建设单位	华能石岛湾核电开发有限公司										
6	投资单位	华能石岛湾核电开发有限公司										
7	建设规模	建设 2 台华龙一号压水堆核电机组，装机容量 2 × 1220MWe										
8	防洪等级	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										
9	投资	总投资 500.03 亿元，其中土建投资 94.92 亿元										
10	建设期	76 个月（2022 年 6 月至 2028 年 9 月）										
二、项目组成及占地				三、主要技术指标								
项目组成	占地面积(hm ²)			项目名称	规模	备注						
	合计	永久占地	临时占地									
厂区	60.55	60.55		2 台华龙一号核电机组	装机容量 2 × 1220MWe							
海水取排水工程区	34.15	34.15										
厂外道路区	3.05	3.05		应急道路	长 915m							
厂外施工管线工程区	3.00		3.00	施工供水管线	长 1097m							
				施工供电线路	长 2400m							
				施工供热管线	长 3000m							
施工生产区	119.27		119.27	施工生产区	4 处		其中 1 处为二期预留场地					
合计	220.02	97.75	122.27									
四、项目土石方挖填工程量(万 m ³)												
项目组成	挖方	填方	调入		调出		借方		余方		作为骨料等建材的利用方	
			数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向	数量	利用方向
厂区	232.02	73.95			86.87	海水取排水工程、施工生产区			65.60	综合利用	5.60	厂区浆砌石排水沟、场地碎石；施工生产区浆砌石排水沟
海水取排水工程区	137.05	45.23	44.28	厂区					136.10	综合利用		
厂外道路区	1.83	1.00							0.83	综合利用		
厂外施工管线工程区	1.78	1.78										
施工生产区	51.27	89.76	42.59	厂区					3.92	综合利用	0.18	浆砌石排水沟
合计	423.95	211.72	86.87		86.87				206.45		5.78	

国核压水堆（CAP1400）示范工程位于扩建一期工程厂区西南侧，建设内容包括：厂区（含开关站）、施工临建工程区、道路工程、取排水工程、施工管线工程、弃土（石）场等。工程于 2010 年 3 月开工建设，目前该工程正处于施工过程中。

2013 年 4 月，水利部以“水保函〔2013〕118 号”文批复了该项目水土保持方案。建设单位国核示范电站有限责任公司已依法依规缴纳了水土保持补偿费，委托山东省水利科学研究院开展了水土保持监测工作，上海睦诚工程监理有限公司开展水土保持监理工作。

（3）扩建一期工程（本项目）

华能山东石岛湾核电厂扩建工程规划建设 4 台华龙一号核电机组，一次规划，一次场平、分期建设。本项目为扩建一期工程，一期工程主要建设 2 台华龙一号核电机组，装机容量 $2 \times 1220\text{MWe}$ 。建设内容包括：厂区、海水取排水工程、厂外道路、施工管线工程、施工生产区等。

1) 依托工程

初始场平：厂区、施工堆放场（预留二期场地）初始场平于 2009 年、2014 年施工，土石方挖填平衡，场地用于高温气冷堆工程施工场地，存放海工工程建筑材料及作为临时堆土场，初始场平纳入高温气冷堆工程水土流失防治责任范围，施工期采取了临时苫盖 32.5hm^2 、临时排水沟 2300m 等防护措施。高温气冷堆工程水土保持方案于 2008 年 1 月获得水利部批复，建设单位委托山东省水利科学研究院开展了水土保持监测工作，山东省科源工程建设监理中心开展了水土保持监理工作，目前正在组织水土保持设施自主验收工作。

环境实验室、消防训练站、应急指挥中心、气象站、武警营房、医疗中心等已由高温气冷堆工程建成，本项目利用。占地面积 3.50hm^2 ，属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围。根据现场调查及水土保持监测、监理报告，采取的水土保持措施包括：表土剥离 3.50hm^2 、土地整治 0.70hm^2 、雨水排水管 320m、绿化 0.70hm^2 ，防尘网苫盖 0.35hm^2 、临时排水沟 450m。

开关站：土建设施由国核压水堆工程立项建设，本工程只安装设备，不进行土建施工，占地 6.20hm^2 ，属于国核压水堆工程水土流失防治责任范围，不纳入

本项目水土流失防治责任范围。国核压水堆工程水土保持方案于 2013 年 4 月获得水利部批复，目前正在施工建设中，建设单位委托开展了水土保持监测、监理工作。根据现场调查，开关站采取的水土保持措施包括：浆砌石截排水沟 600m、防尘网苫盖 1.60hm²。

厂外淡水工程：淡水取自八河水库，取水泵站及供水管线由高温气冷堆工程立项建设，扩建一期、二期、高温气冷堆工程共用。淡水管线长 13km，临时占地 25.20hm²，属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围。根据现场调查，采取的水土保持措施包括：土地整治 13.2hm²、恢复植被 12.0hm²。

大件码头：单独立项并已建成，荣成市发展和改革局核准。工程包括：5000DWT 级码头长 215m、引堤长 184m 等。扩建一期、二期、高温气冷堆、国核压水堆工程共用，属于大件码头工程水土流失防治责任范围，建设单位为华能石岛湾核电开发有限公司，不属于本项目防治责任范围。

大件运输道路：由高温气冷堆工程立项建设，扩建一期、二期、高温气冷堆、国核压水堆工程共用，总长 881m，属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围。根据现场调查，采取的水土保持措施主要为排水沟 350m。

水下疏浚：由高温气冷堆工程立项完成，属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围。水下疏浚淤泥抛至生态环境部指定海域。

厂外施工管线工程：施工供水：施工水源八河水库至施工用水处理厂管线由高温气冷堆工程立项建成，长约 14.7km，属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围；本期建设施工用水处理厂至厂区、施工生产区管线及施工用水处理厂。施工供电：力能区施工变电站由高温气冷堆工程立项建成，占地 0.50hm²，属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围；本期建设施工变电站至厂区、施工生产区供电线路及施工变电站内新增设备安装。根据现场调查，高温气冷堆工程已建成的施工供水管线、施工供电线路采取了土地整治 5.6hm²、植被恢复 4.7hm² 等措施。施工供热：供热热源由国核压水堆工程提供，本项目新建由国核压水堆工程厂区围墙外 1m 至施工临建区供热管线，供热管线属于本项目防治责任范围。

进厂道路（石核路）：由高温气冷堆工程立项建成，并承担水土流失防治责任，扩建一期、二期、高温气冷堆工程共用。道路长 4700m、占地约 12.7hm²，不属于本项目防治责任范围。根据现场调查，采取的水土保持措施包括：道路两侧排水沟约 9400m、绿化 4.7hm²。

施工道路：由高温气冷堆工程立项建设，扩建一期、二期、高温气冷堆工程共用。为永久工程，长 419m、占地 1.37hm²，属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围。根据现场调查，采取的水土保持措施包括：路两侧排水沟 838m、绿化 0.40hm²。

施工生活区：由高温气冷堆工程立项建成，扩建一期、二期工程续用。为永久设施，占地 10.3hm²，属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围。根据现场调查，采取的水土保持措施包括：雨水排水管 650m、绿化 1.68hm²。

2) 共用工程

海水取排水工程：取水工程由扩建一期、二期、高温气冷堆工程共用（北侧取水口及明渠），分期建设；高温气冷堆工程建设取水明渠北取东堤（2130.7m）、北取西堤（931.8m）、北取西护岸一期（636m）、高温堆取水暗涵（48.41m）及闸门井、取水头部构筑物和高温堆排水暗涵及渡槽（535.8m，含跌水井），属于高温气冷堆工程防治责任范围，不纳入本项目防治责任范围；本项目建设本期工程扩建段，从高温气冷堆取水工程引接。排水工程由扩建一期、二期、高温气冷堆、国核压水堆工程共用，分期建设；高温气冷堆工程建设排水明渠排水南堤一段（部分）到四段、排水北堤一~二段和四~五段（总长 1625.7m）、排水中隔堤二段（322.4m）、分流堤 2、高温堆排水头部构筑物，属于高温气冷堆工程防治责任范围，不纳入本项目防治责任范围；国核压水堆工程建设排水明渠排水起始防波堤一期（105m）、排水南堤一段（部分，长度 200m）、分流堤 1、排水暗涵及闸门井（80m）以及排水头部构筑物，属于国核压水堆工程防治责任范围，不纳入本项目防治责任范围；本项目建设本期工程扩建段，从高温气冷堆排水工程引接。

3) 续用工程

应急道路：作为高温气冷堆工程临时施工道路由高温气冷堆工程建设，高温

气冷堆工程施工及使用期属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围，本项目需进行征地、改建，纳入本项目防治责任范围。道路长 915m，占地 3.05hm²，本方案中列入本项目防治责任范围。根据现场调查已采取的水土保持措施包括：道路两侧浆砌石截排水沟 1470.4m、边坡绿化 1.10hm²。现有水土保持措施由高温气冷堆工程建设，不纳入本项目防治措施。

施工办公区：由高温气冷堆工程立项建成，扩建一期、二期工程续用。高温气冷堆工程建设和使用期属于高温气冷堆工程防治责任范围，移交本项目使用后属于本项目防治责任范围，占地面积 7.50hm²，本方案中列入本项目防治责任范围。根据现场调查，已采取的水土保持措施包括：临时排水管（DN200）1449m，临时绿化 1.50hm²，由高温堆项目建成，不纳入为本项目水土保持措施。

施工力能区（含混凝土搅拌站、砂石料加工场）：由高温气冷堆工程立项建成，扩建一期、二期工程续用。高温气冷堆工程建设和使用期属于高温气冷堆工程防治责任范围，移交本项目使用后属于本项目防治责任范围。占地面积 12.50hm²，本方案中列入本项目防治责任范围。根据现场调查，已采取的水土保持措施包括：浆砌石护坡 650m²，临时排水管（DN200）1200m、排水沟 620m，临时绿化 0.70hm²，苫盖 3.60hm²，由高温堆项目建成，不纳入本项目水土保持措施。

扩建一期工程与扩建二期工程、高温气冷堆工程、国核压水堆工程依托关系如见下表 2.2。

表 2.2 扩建一期与扩建二期、高温气冷堆、国核压水堆工程依托关系

项目组成		本项目 (扩建一期工程)	扩建二期工程	高温气冷堆工程	国核压水堆工程
厂区	场平	本期建设，属于本项目水土流失防治责任范围。		高温气冷堆工程立项单独建设，属于高温堆气冷堆工程水土流失防治责任范围，水土保持方案于2008年1月获得水利部批复，不属于本项目防治责任范围。	国核压水堆工程立项单独建设，属于国核压水堆工程水土流失防治责任范围，水土保持方案于2013年4月获得水利部批复，不属于本项目防治责任范围。
	厂房建筑	本期建设一期厂区，属于本项目水土流失防治责任范围。	尚未建设，扩建二期立项时建设二期厂区，计划单独编报水土保持方案，不属于本项目防治责任范围。	高温气冷堆工程立项单独建设，属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围。	国核压水堆工程立项单独建设，属于国核压水堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围。
厂外辅助设施、现场服务区（环境实验室、消		由高温气冷堆工程立项建设，扩建一期、二期、高温气冷堆工程共用，为永久工程，属于高温气冷堆工程水土流失防治责任			国核压水堆工程立项单独建设，属于国核压水

2 项目概况

项目组成		本项目 (扩建一期工程)	扩建二期工程	高温气冷堆工程	国核压水堆工程
防训练站、应急指挥中心、气象站、武警营房、医疗中心等)		范围, 不属于本项目防治责任范围。			堆工程水土流失防治责任范围, 不属于本项目防治责任范围。
开关站		土建设施由国核压水堆工程立项建设, 本期工程只安装设备, 不进行土建施工。属于国核压水堆工程水土流失防治责任范围, 不属于本项目防治责任范围。	土建设施由国核压水堆工程立项建设, 扩建二期工程只安装设备。属于国核压水堆工程水土流失防治责任范围, 不属于本项目防治责任范围。	高温气冷堆工程立项单独建设, 属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围, 不属于本项目防治责任范围。	土建设施由国核压水堆工程立项建设, 并安装本工程设备, 属于国核压水堆工程水土流失防治责任范围, 不属于本项目防治责任范围。
海水取排水工程	取水工程	由扩建一期、二期、高温气冷堆工程共用(北侧取水口及明渠), 分期建设, 本期建设一期扩建段, 从高温气冷堆取水工程引接。本项目建设段属于本项目水土流失防治责任范围。	由扩建一期、二期、高温气冷堆工程共用(北侧取水口及明渠), 分期建设, 二期立项时建设二期扩建段, 二期扩建段属于扩建二期工程水土流失防治责任范围, 不属于本项目防治责任范围。	由扩建一期、二期、高温气冷堆工程共用(北侧取水口及明渠), 分期建设, 高温气冷堆工程立项建设高温气冷堆取水工程段。高温气冷堆建设取水工程段属于高温气冷堆工程防治责任范围, 不属于本项目防治责任范围。	国核压水堆工程立项单独建设。属于国核压水堆工程水土流失防治责任范围, 不属于本项目防治责任范围。
	排水工程	由扩建一期、二期、高温气冷堆、国核压水堆工程共用, 分期建设, 本期建设一期扩建段, 从高温气冷堆排水工程引接。本项目建设段属于本项目水土流失防治责任范围。	由扩建一期、二期、高温气冷堆、国核压水堆工程共用, 分期建设, 二期立项时建设二期扩建段。扩建二期工程建设段属于扩建二期工程水土流失防治责任范围, 不属于本项目防治责任范围。	由扩建一期、二期、高温气冷堆、国核压水堆工程共用, 分期建设, 高温气冷堆工程立项建设高温气冷堆排水工程段。高温气冷堆工程建设排水工程段属于高温气冷堆防治责任范围, 不属于本项目防治责任范围。	由扩建一期、二期、高温气冷堆、国核压水堆工程共用, 分期建设, 国核压水堆工程立项建设国核压水堆工程排水工程段。国核压水堆工程立项建设。国核压水堆工程建设排水工程段属于国核压水堆工程水土流失防治责任范围, 不属于本项目防治责任范围。
	水下疏浚	由高温气冷堆工程立项完成, 属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围, 不属于本项目防治责任范围。			国核压水堆工程立项单独施工。属于国核压水堆工程水土流失防治责任范围, 不属于本项目防治责任范围。
大件码头		单独立项并已完成, 扩建一期、二期、高温气冷堆、国核压水堆工程共用, 属于大件码头工程水土流失防治责任范围, 建设单位为华能石岛湾核电开发有限公司, 不属于本项目防治责任范围。			
大件运输道路		由高温气冷堆工程立项建设, 扩建一期、二期、高温气冷堆、国核压水堆工程共用, 属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围, 不属于本项目防治责任范围。			
厂外淡水工程(生产用水工程)	取水泵站	淡水取自八河水库, 取水泵站由高温气冷堆工程立项建设, 扩建一期、二期、高温气冷堆工程共用。属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围, 不属于本项目防治责任范围。			国核压水堆工程立项单独建设。属于国核压水堆工程水土流失防治责任范围, 不属于本项目防治责任范围。
	供水管线	由高温气冷堆工程立项建设, 扩建一期、二期、高温气冷堆工程共用。属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围, 不属于本项目防治责任范围。			国核压水堆工程立项单独建设。属于国核压水堆工程水土流失防治责任范围, 不属于本项目防治责任范围。

2 项目概况

项目组成		本项目 (扩建一期工程)	扩建二期工程	高温气冷堆工程	国核压水堆工程
					任范围，不属于本项目防治责任范围。
厂外施工管线工程	施工供水	施工水源八河水库至施工用水处理厂管线由高温气冷堆工程立项建成，本期利用，属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围；本期建设施工用水处理厂至厂区、施工生产区管线（给水、消防水）及施工用水处理厂，属于本项目防治责任范围。	施工水源八河水库至施工用水处理厂管线由高温气冷堆工程立项建成，扩建二期利用，属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围；扩建二期工程立项时建设施工供水管线，属于扩建二期工程防治责任范围。	施工水源八河水库至施工用水处理厂管线由高温气冷堆工程立项建成，单独建设施工用水处理厂及供水管线，属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围。	国核压水堆工程立项单独建设。属于国核压水堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围。
	施工供电	力能区施工变电站由高温气冷堆工程立项建成，属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围；本期建设施工变电站至厂区、施工生产区供电线路及施工变电站内新增设备安装，属于本项目防治责任范围。	力能区施工变电站由高温气冷堆工程立项建成，属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围；扩建二期工程立项时建设施工供电线路，属于扩建二期工程防治责任范围。	力能区施工变电站由高温气冷堆工程立项建成，属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围。	国核压水堆工程立项单独建设。属于国核压水堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围。
	施工供热	供热热源由国核压水堆工程提供，新建由国核压水堆工程厂区围墙外1m至施工临建区供热管线，供热管线属于本项目防治责任范围。	扩建二期工程立项新建，属于扩建二期工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围。	高温气冷堆工程立项单独建设，属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围。	国核压水堆工程立项单独建设。属于国核压水堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围。
厂外道路	进厂道路	由高温气冷堆工程立项建设，扩建一期、二期、高温气冷堆工程共用。为永久道路，属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围。			国核压水堆工程立项单独建设，属于国核压水堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围。
	应急道路	扩建一期工程改建，属于本项目水土流失防治责任范围。		作为临时施工道路建设，高温气冷堆工程施工及使用期属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围，移交本项目后，属于本项目水土流失防治责任范围。	作为施工道路。高温气冷堆工程施工及使用期属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围，移交本项目后，属于本项目水土流失防治责任范围。
	施工道路	由高温气冷堆工程立项建设，扩建一期、二期、高温气冷堆工程共用。为永久工程，属于高温气冷堆工程水土流失防治责任			国核压水堆工程立项单独建设。属于国核压水

2 项目概况

项目组成		本项目 (扩建一期工程)	扩建二期工程	高温气冷堆工程	国核压水堆工程
		范围，不属于本项目防治责任范围。			堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围。
施工生产生活区	施工临建区	本期建设，属于本项目水土流失防治责任范围。	扩建二期工程立项时建设。属于扩建二期工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围。	高温气冷堆工程立项建设。属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围。	国核压水堆工程立项单独建设。属于国核压水堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围。
	施工办公区	由高温气冷堆工程立项建成，扩建一期、二期工程续用，高温气冷堆工程建设和使用期属于高温气冷堆工程防治责任范围，移交本项目使用后属于本项目防治责任范围。			国核压水堆工程立项单独建设。属于国核压水堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围。
	施工生活区	由高温气冷堆工程立项建成，扩建一期、二期工程续用。为永久工程，属于高温气冷堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围。			国核压水堆工程立项单独建设。属于国核压水堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围。
	施工力能区、混凝土搅拌站、砂石料加工场	由高温气冷堆工程立项建成，扩建一期、二期工程续用。高温气冷堆工程建设和使用期属于高温气冷堆工程防治责任范围，移交本项目使用后属于本项目防治责任范围。			国核压水堆工程立项单独建设。属于国核压水堆工程水土流失防治责任范围，不属于本项目防治责任范围。

2.1.3 项目组成及布置

华能山东石岛湾核电站扩建一期工程项目组成主要涉及厂区、海水取排水工程区、厂外道路区、厂外施工管线工程区、施工生产区等。见附图 3-1。项目组成及布置概述如下：

2.1.3.1 厂区

厂区占地面积 60.55hm²，包括一期厂区、现场服务区及其他辅助设施区、厂外边坡及防排洪工程等。见附图 3-2。

2.1.3.1.1 平面布置

2.1.3.1.1.1 一期厂区

一期厂区布置在国核压水堆工程、高温气冷堆工程及开关站围合形成的场地，包括核岛主厂房、常规岛主厂房及辅助设施等。扩建一期工程 2 台机组主厂房由东北至西南依次排列在离海岸线约 700m 的缓坡地带，2 台机组并列式布置。核岛朝向西北布置、常规岛朝向东南布置，固定端在东北侧，扩建方向为由东北向西南。

(1) 核岛主厂房布置

核岛主厂房包括反应堆厂房、安全厂房、燃料厂房、核辅助厂房和应急柴油

发电机厂房、SBO 柴油发电机厂房。主厂房布置在高温气冷堆示范工程西南侧，1、2 号机组平行布置，核岛中心直线间距为 257.2m，1 号机组核岛与高温气冷示范工程核岛最小净距约 221.3m。

a) 反应堆厂房布置

核岛厂房采用单堆布置方案，反应堆厂房位于核岛厂房的中心，与三个安全厂房及燃料厂房相邻，且与安全厂房及燃料厂房共用筏基。

反应堆厂房内壳的内直径为 45m，内壳厚 1.2m；外壳的外直径为 54m，外壳厚 1.5m；筏基顶标高为-8.24m，外壳顶标高为+63.40m，占地面积约为 2290m²；反应堆厂房主要有 9 个楼层，其中地下 2 层，地上 7 层。

b) 安全厂房布置

安全厂房 A、B 长 79m，宽 21m，高 43.8m，地下 2 层，地上 7 层；安全厂房 C 长 40m，宽 33m，高 41.2m，地下 2 层，地上 7 层。

c) 燃料厂房

燃料厂房全长 59.80m，宽度 23.80m（至外安全壳边界），总高约 48.20m，共有 9 个楼层，其中地下 2 层，地上 7 层。

d) 核辅助厂房

核辅助厂房位于反应堆厂房 45° 角方位，分别与燃料厂房和安全厂房 B 相连，临近但不与反应堆厂房相连。

e) 柴油发电机厂房

应急柴油发电机厂房、SBO 柴油发电机厂房在核岛建筑群周边布置。应急柴油发电机厂房分别放置三台应急柴油发电机组，厂房的内部净尺寸（不包括外墙厚度）均为：长度 24.4m，宽度 15.05m。SBO 柴油发电机厂房放置一台 SBO 柴油发电机组，厂房的内部净尺寸（不包括外墙厚度）为：长度 24.4m，宽度 11.45m。

(2) 常规岛主厂房布置

常规岛厂房在核岛厂房的东南侧布置，包括：汽轮发电机厂房、辅助变压器平台、润滑油传送间、凝结水精处理间、汽机事故排油坑、常规岛电气厂房、主变压器及厂变平台、备用变压器平台。

汽轮发电机厂房和辅助间的总跨度分别为 52m 和 15m。汽轮发电机厂房和辅助间沿南北方向共布置了 11 排柱，全长为 112m。厂房的柱距为 10m、12m 和

13m 三种。

润滑油传送间、凝结水精处理间等；辅助设备厂房均为单层单跨厂房；厂房屋面为坡向外侧的单坡屋面。

常规岛电气厂房独立布置，长 33m，宽 23m，分 3 层布置。

主变压器及辅助变压器区为露天构筑物；变压器之间用钢筋砼防火墙隔开，并在周边设电镀钢栅栏。

(3) 一期厂区辅助设施

辅助设施主要包括：冷机修车间/非放射性机电仪仓库及办公室/性能试验室、蓄电池充电维修间/BOP 负荷配电室、热机修车间与仓库、车库/洗衣房、厂区实验室、水泥石灰仓库、生产维修办公楼、辐射计量实验室/职业医疗室、辅助给水厂房、运行值班楼、危险品库、额外冷却水厂房、潜在放射性含油废水处理站、非放射性含油废水处理站、环境监测站（厂内）、冷机修仓库/材料库、油脂库、联合泵房、核岛废液贮存罐厂房、常规岛废液贮存罐厂房、放射性废油储存库、废物辅助厂房/废物暂存库、放射性废溶剂储存库、安保楼、辅助锅炉房、空压机房、放射性废物处理厂房、除盐水生产车间/除盐水贮存罐、海水淡化站、厂用气体贮存区、供氢站、制氯站等。

辅助设施是除核岛、常规岛建筑以外的建（构）筑物，围绕主厂房区域布置，布置在主厂房区域的东、北侧。与生产和运行联系密切的大部分新建 BOP 设施主要围绕主厂房区布置，其中运行值班楼、辅助给水厂房、安保楼、厂用气体贮存区、辅助锅炉房及空压机房利用主厂房区空地进行布置。

放射性废物处理厂房与 1 号机组核辅助厂房贴邻建设，核岛废液贮存罐厂房与常规岛废液贮存罐厂房合建于 1 号常规岛东侧，热机修车间及仓库与厂区实验室、辐射计量实验室/职业医疗室布置于 2 号核岛西南侧，废物辅助厂房/废物暂存库/水泥石灰仓库布置在 1 号核岛东北侧，放射性废溶剂储存库、放射性污染油储存库合建于 1 号常规岛东侧。

一期、二期工程共用设施（本期立项建设）尽量布置在 2 号机西南侧，非放射性机修、维修办公等规划在两期工程交接区域、保护区出入口附近，便于人、货流出入。两台机组共用一个联合泵房，在主厂房区东南侧临海布置。海水淡化/除盐水设施位于 2 号机的东侧，靠近联合泵房布置，管线短捷。制氯站、供氢

站、危险品库等火灾危险类别较高设施布置在厂区东北部边缘且不窝风地段。

应急设施存贮与燃油补给中心布置于控制区出入口附近，离安全重要厂房距离不小于 100m。

2.1.3.1.1.2 现场服务区及其他辅助设施

现场服务区及其他辅助设施主要位于高温气冷堆工程厂区东南侧，少量建筑物布置在高温气冷堆工程厂前区内。

现场服务区及其他辅助设施主要建筑物包括：综合办公楼/行政仓库/档案馆/岩芯库、模拟机培训中心、技能培训楼、接待展览中心、现场服务区餐厅、值班宿舍等，其中综合办公楼/行政仓库/档案馆/岩芯库、模拟机培训中心位于高温气冷堆工程厂前区内。

2.1.3.1.1.3 厂内道路

厂区道路分为主干道、次干道、支道、车间引道和人行道，根据设备运输要求，路面结构又分为轻型路和重型路两种，运输大型设备必须走重型路。厂区内

围绕主厂房设厂区主干道路，各生产车间四周设环形通道。

厂区道路型式为城市型道路，主要技术指标详见表 2.3，满足运输及消防相关要求。

表 2.3 厂区道路主要技术指标

类别 指标	主干道	次干道	支路
路面宽度	10m、9m	7m	4m
转弯内半径	20m（重型路为 25m）	9m	6m

2.1.3.1.1.4 管廊布置

各种管线采用地下敷设的方法。根据管线的种类、规模及地质、地形条件，选择以廊道为主，直埋为辅的布置方式。

地下管线应根据管线性质，敷设方法和施工维修等因素，尽量采用综合廊道型式集中布置。管沟、廊道的附属构筑物，如出入口、通风口等、应避开路面及道路转弯地点，并为检修提供方便。管线走向应尽量顺直，并与所在通道内的道路、主要建筑物及相邻管线平行。廊道与廊道、管线与管线之间应尽量减少交叉。

管廊统计见下表 2.4。

表 2.4 管廊统计表

序号	项目	单位	数量
1	综合管廊	m	4000
2	循环水进水管沟	m	1570
3	循环水出水管沟	m	1180
4	重要厂用水进水廊道	m	3230
5	重要厂用水出水廊道	m	185
6	重要厂用水排水管沟	m	2490
7	高压电气廊道	m	1280
8	220kV 电缆沟	m	1220
9	废液输送廊道	m	1560
10	废液排放廊道	m	500
11	核能供暖抽汽管道	m	1950
12	核能供暖热水管道	m	860

2.1.3.1.2 主要建筑物及基础型式

(1) 核岛厂房建筑物

核岛建筑群由反应堆厂房、安全厂房、燃料厂房、核辅助厂房、进出厂房、应急柴油发电机厂房、SBO 柴油发电机厂房等组成。

反应堆厂房包括安全壳、内部结构，为抗震 1 类构筑物。安全壳为双层安全壳结构，坐落在钢筋混凝土共用筏基上。

安全厂房 A、B、C 在平面上与燃料厂房一起，围绕反应堆厂房布置，整体呈方形排布。安全厂房为钢筋混凝土墙板结构，局部采用框架结构。燃料厂房为钢筋混凝土墙板结构。

核辅助厂房与燃料厂房、安全厂房及进出厂房相邻，坐落于独立筏基上，在各楼层包括基础均设置结构缝与各厂房分离。核辅助厂房为钢筋混凝土墙板结构。

进出厂房位于反应堆厂房的角部，与安全厂房与核辅助厂房相邻。进出厂房为钢筋混凝土框架剪力墙结构。基础型式为筏板基础。

柴油机发电机厂房为钢筋混凝土墙板结构。

反应堆厂房龙门架厂房为钢筋混凝土剪力墙结构，整体外形布置成方形，有独立的筏基。

放射性废物处理厂房贴靠核辅助厂房布置。为钢筋混凝土墙板结构。

反应堆厂房、燃料厂房和安全厂房均位于同一块钢筋混凝土公共筏板基础上。核岛其它厂房基础为筏板基础，与共用筏基分开。

(2) 常规岛厂房建筑物

常规岛主厂房包括：汽轮机厂房（汽轮机主厂房、辅助间）、毗屋（润滑油传送间、凝结水精处理间）。

主厂房及辅助间基础：根据岩土勘察资料及厂房工艺布置要求，地基如为微风化岩，拟采用钢筋混凝土独立基础方案；地基如为强风化岩，则采用桩基方案。

汽轮发电机基础：汽轮发电机基础采用支承在平板式钢筋混凝土底板上的弹簧隔振基础，基础底板放置在稳定的微风化或中风化岩层上。

辅助设备厂房为单层/多层框架厂房，其主体结构与汽轮机厂房结构脱开。结构形式采用现浇钢筋混凝土框架结构，基础拟采用柱下扩展基础。

常规岛电气厂房采用现浇钢筋混凝土框架结构，采用筏板基础。

主变压器及辅助变压器区的变压器基础、构架和防火墙均为露天构筑物，为现浇钢筋混凝土结构；变压器之间用钢筋混凝土防火墙隔开，并在周边设电镀钢栅栏。变压器区域建、构筑物基础拟采用现浇钢筋混凝土筏板基础。

(3) 一期厂区辅助设施建筑物

主要建筑物包括：冷机修车间/非放射性机电仪仓库及办公室/性能试验室、热机修车间与仓库、生产办公楼、蓄电池充电维修间/全厂公用负荷配电室、车库/洗衣房、厂区实验室、辐射计量实验室/职业医疗室、水泥石灰仓库、危险品库、额外冷却水厂房、放射源库、放射性含油废水处理站、非放射性含油废水处理站、冷机修仓库/材料库、油脂库、联合泵房、核岛废液贮存罐厂房、常规岛废液贮存罐厂房、放射性废油储存库、放射性废溶剂储存库、安保楼、辅助锅炉房、空压机房、放射性废物处理厂房、海水淡化厂房、制氯站、模拟机培训中心、技能培训楼、厂区污水处理站、工业废物暂存库、应急设施存贮与燃油补给中心、接待展览中心、现场服务区餐厅、辅助给水厂房、运行值班楼等。

采用现浇钢筋混凝土框架结构、排架结构、框排架结构、砖混结构或钢结构；楼面采用现浇钢筋混凝土板或用镀锌压型钢板作底模的钢筋混凝土板；墙体可采用砌体或复合金属墙板，对于地下室墙体或有防辐射要求的墙体采用钢筋混凝土墙；屋面视具体情况可采用现浇钢筋混凝土梁板结构，跨度较大的厂房屋面，可采用钢屋架、钢桁架结构，型钢檩条，上铺带保温隔热层的彩钢板；对于双向跨

度均较大的厂房，也可采用钢网架结构。

根据各建、构筑物的特点和所在位置的地质条件，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、构筑物基础必要时采用桩基础，对于地下构筑物如管廊等采用现浇钢筋混凝土结构。

(4) 现场服务区及其他辅助设施主要建筑物

现场服务区及其他辅助设施主要建筑物包括：综合办公楼/行政仓库/档案馆/岩芯库、模拟机培训中心、技能培训楼、接待展览中心、现场服务区餐厅、值班宿舍等。

根据各建、构筑物的特点和所在位置的地质条件，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、构筑物基础必要时采用桩基础，对于地下构筑物如管廊等采用现浇钢筋混凝土结构。

厂区主要建筑物见下表 2.5。

表 2.5 厂区主要建筑物统计表

序号	主要建筑物	尺寸 (m) / 建筑面积 / (m ²)	结构	基础型式
(一)	核岛厂房			
1	应急柴油发电机厂房 A	长: 33.8m, 宽: 28.9m	钢筋混凝土墙版	筏板基础
2	应急柴油发电机厂房 B	长: 33.8m, 宽: 32.5m	钢筋混凝土墙版	筏板基础
3	应急柴油发电机厂房 C	长: 33.8m, 宽: 32.5m	钢筋混凝土墙版	筏板基础
4	SBO 柴油发电机厂房	长: 33.8m, 宽: 28.9m	钢筋混凝土墙版	筏板基础
5	燃料厂房	长: 59.8m, 宽: 23.8m	钢筋混凝土墙板	筏板基础
6	核辅助厂房	长: 50.2m, 宽: 64.2m	钢筋混凝土墙版	筏板基础
7	反应堆厂房龙门架		钢筋混凝土墙版	筏板基础
8	反应堆厂房	外径: 54m, 壁厚: 1.5m	预应力混凝土结构、钢筋混凝土墙板	筏板基础
9	安全厂房 A	长: 79m, 宽: 21m	钢筋混凝土墙版、局部框架	筏板基础
10	安全厂房 B	长: 79m, 宽: 21m	钢筋混凝土墙版、局部框架	筏板基础
11	安全厂房 C	长: 40.2m, 宽: 33m	钢筋混凝土墙版、局部框架	筏板基础

2 项目概况

序号	主要建筑物	尺寸(m)/建筑面积/(m ²)	结构	基础型式
12	核岛烟囱		钢筋混凝土	筏板基础
(二)	常规岛厂房			
1	汽轮发电机厂房	长度 113m, 跨度 (A-E) 52m	框架结构、排架结构、钢架屋面结构	独立基础、桩基础
2	常规岛电气厂房	长 33m, 宽 23m	框架剪力墙	筏板基础
3	润滑油传送间	长度 29.00m, 宽度 15.00m	框架	独立基础
4	凝结水精处理间	长度 53m, 宽度 16.6m	框架	桩基础
5	汽机事故排油坑		油池	筏板基础
6	辅助变压器平台		设备基础	桩基础、筏板基础
7	主变压器及厂变平台		设备基础	桩基础、筏板基础
8	备用变压器平台		设备基础	桩基础、筏板基础
(三)	一期厂区辅助设施			
1	冷机修车间/非放射性机电仪仓库及办公室/性能试验室	17000	框架结构	桩基础
2	蓄电池充电维修间/BOP 负荷配电室	700	框架结构	桩基础
3	热机修车间与仓库	19800	框排架结构	筏板基础
4	车库/洗衣房	1600	框架结构	桩基础
5	厂区实验室	3200	框架结构	独立基础
6	水泥石灰仓库	440	框架结构	桩基础
7	生产维修办公楼	13000	框架结构	桩基础
8	辐射计量实验室/职业医疗室	2000	框架结构	桩基础
9	辅助给水厂房	540	框架结构	桩基础
10	运行值班楼	1400	框架结构	桩基础
11	危险品库	1600	框架结构	桩基础
12	冷机修仓库/材料库	11000	框架结构	桩基础
13	油脂库	1000	框架结构	桩基础
14	联合泵房	12000	框架结构	桩基础
15	核岛废液贮存罐厂房	1030	地下滞留池, 地上钢框架	桩基础
16	常规岛废液贮存罐厂房	1030	地下滞留池, 地上钢框架	桩基础
17	放射性废油储存库	110	地下滞留池, 地上框架	筏板基础 (局部地下独立基础)
18	废物辅助厂房/废物暂存库	4420	框架结构, 框排架	独立基础或条形基础或桩基础
19	放射性废溶剂储存库	120	地下滞留池, 地上框架	筏板基础 (局部地下独立基础)

2 项目概况

序号	主要建筑物	尺寸(m)/建筑面积/(m ²)	结构	基础型式
20	安保楼	1700	框架结构	桩基础
21	辅助锅炉房	470	框架结构	桩基础
22	空压机房	500	框架结构	桩基础
23	放射性废物处理厂房	9800	框架结构	桩基础
24	除盐水生产车间/除盐水贮存罐	1980	框架结构	桩基础
25	海水淡化站	6230	框架结构	桩基础
26	厂用气体贮存区	270	框架结构	桩基础
27	供氢站	---	无建筑物, 仅有雨棚及围墙	-
28	制氯站	900	框架结构	桩基础
29	污水处理站	910	框架结构	桩基础
30	工业废物暂存库	700	框架结构	桩基础
31	应急设施存贮与燃油补给中心	2210	框架结构	桩基础
32	非放生产废水处理站	1320	框架结构	桩基础
33	厂内供暖厂房	490	框架结构	桩基础
(四)	现场服务区及其他辅助设施			
1	综合办公楼/行政仓库/档案馆/岩芯库	8440	框架结构	桩基础
2	模拟机培训中心	5000	框架结构	独立基础
3	技能培训楼	14100	框架结构	独立基础
4	接待展览中心	1600	框架结构	独立基础
5	现场服务区餐厅	5400	框架结构	独立基础
6	值班宿舍	9000	框架结构	独立基础

2.1.3.1.3 综合特性表

表 2.6 厂区技术经济指标表

序号	项目	单位	数量	备注
1	厂区用地	hm ²	49.41	一期厂区(控制区围栏内)
2	单位容量用地	m ² /kW	0.2	按 2 × 1220MW 计
3	建(构)筑物用地	m ²	172000	
4	建筑系数	%	34.81	---
5	厂区道路及广场地坪面积			
1)	重型道路	m ²	36000	---
2)	轻型道路	m ²	68200	---
6	道路广场系数	%	21.1	---

2.1.3.1.4 竖向布置

现状标高及设计高程如下表 2.7。

表 2.7 厂区设计高程统计表

序号	区域	原始高程 (m)	室外地坪设计高程 (m)
(一)	一期厂区		
1	核岛厂房区	7.03~21.7	10.0
2	常规岛厂房区	7.2~9.7	9.7~10.0
3	辅助设施区	3.25~10.29	9.5~10.0
(二)	现场服务区及其他辅助设施区		
1	现场服务区	1.6~5.2	6.3~9.5
2	其他辅助设施区	9.7	9.7

厂址设计基准洪水位为 3.39m，根据扩建工程厂址特性，综合考虑岩土地质条件、核电运行成本、厂址防洪、海工工程及土石方平衡等因素，扩建一期工程厂坪标高为 6.3~10.0m，以在满足安全的基础上实现寿期内经济性综合较优。

厂区竖向布置采用平坡式布置，场地西北高东南低，根据现状地形，一期工程主厂区室外地坪标高为 6.3~10.0m。

依据厂址总平面布置图及厂区边界位置，开挖到厂坪标高后，将在厂区西北侧形成挖方边坡；厂区东北侧与高温气冷堆工程厂区形成填方边坡。厂区边坡及防护型式统计见下表 2.8。

表 2.8 厂区边坡及防护型式统计表

边坡位置	边坡类型	坡段	总体走向 (°)	倾向 (°)	最大坡高 (m)	边坡长度 (m)	分级	坡比	防护型式
厂区西北侧	挖方边坡	A2~D2	34°	124°	11.7	236.1	两级	1:1.5	锚杆+格构梁+喷混植生绿化
		D2~F2	34°	124°	8	265.9	一级	1:1.5	
厂区东北侧与高温气冷堆交界处边坡	填方边坡	G2~J2	304°	34°	2.8	617.8	一级	1:1.5	挂钢筋网，喷射植生绿化

2.1.3.2 海水取排水工程区

(1) 平面布置

本期扩建工程核电机组冷却水系统均采用以海水为水源的直流冷却供水系统。华能山东石岛湾核电厂扩建工程的取排水方案与高温气冷堆工程、国核压水堆工程统一规划，采用南北明渠分取（扩建工程、高温气冷堆工程采用北侧明渠

2.1.3.3 厂外道路区

应急道路现状为水泥路面，作为施工道路由高温气冷堆工程建成（含西侧边坡防护、绿化及截排水工程、东侧边坡绿化及排水沟）。本期工程需改建应急道路由一期工程厂区出入口至石核路，位于厂区西南侧。道路长 915m，路面宽度为 9m，按三级道路标准修建。

（1）道路现状

道路为水泥路面，宽 9m。西侧边坡坡比 1:1.5，已建成混凝土挡土墙、截排水工程、边坡种草绿化等措施；东侧坡脚已建成排水沟，边坡采取种草绿化措施。其中，西侧挡土墙长 241.5m、高 0~6m；西侧坡顶浆砌石截水沟、坡脚浆砌石排水沟共计长 930.4m，50×50cm 矩形断面；东侧坡脚排水沟长 540m，60×60cm 梯形断面。

（2）本项目改建工程

原道路西侧边坡保留不动，西侧混凝土挡土墙、浆砌石护坡及截排水工程、边坡绿化等措施继续保留利用。与石核路连接点向南 132m 道路东侧边坡及排水沟保留利用，新建以南部分的东侧边坡护坡、截水沟及排洪沟。改建全路段路基、路面，并新建厂区出入口至现状应急道路路基、路面。

表 2.10 改建及利用工程量统计

序号	路段	位置	工程	建设/保留
一	路基、路面			
1	石核路口至施工堆放场段 (现状为水泥道路)	全路段	路基、路面	改建
2	施工堆放场入口至厂区出入口段 (现状为其他草地)	全段	路基、路面	新建
二	边坡防护、截排水沟			
1	石核路口至施工堆放场段 (现状为水泥道路)	全路段西侧边坡	挡土墙、截排水沟、 边坡绿化	保留
2	石核路口向南 132m 段	东侧边坡	排水沟、边坡绿化	保留
3	中部至施工堆放场段	东侧边坡	排水沟、排洪沟、边坡 混凝土格构植草绿化	新建
4	施工堆放场入口至厂区出入口段 (现状为其他草地)	全段	排水沟	利用厂区新建 排洪沟

1) 路基、路面

需对原路基、路面进行改建，改建后路基路面结构见下表 2.11。

表 2.11 道路路面结构

路基情况	路面结构	材料类型	厚度 (mm)	技术要求
岩石路基	面层	水泥混凝土	220	弯拉强度 $\geq 4.5\text{MPa}$ ，强度等级 $\geq \text{C35}$ ，配筋 2kg/m^2 设为两层
	整平层	素混凝土	100	同土质路基基层
土质路基	面层	水泥混凝土	220	弯拉强度 $\geq 4.5\text{MPa}$ ，强度等级 $\geq \text{C35}$ ，配筋 2kg/m^2 设为两层
	基层	素混凝土	150	弯拉强度 $\geq 2.5\text{MPa}$ ，强度等级 $\geq \text{C15}$
	底基层	5%水泥稳定碎石	150	---
	垫层	级配碎石	150	---

2) 排水工程

新建应急道路东侧截洪沟长 405m，起始截洪沟断面净尺寸宽 2m、深 1.5m，坡度选用 0.3%，并顺接至厂区北侧排洪沟。

新建边坡坡顶浆砌石排水沟长 325.9m，宽 50cm、深 60cm，矩形断面。

3) 边坡防护工程

新建应急道路东侧挖方边坡（A1~D1 段）混凝土格构植草护坡。最大坡高 8.7m，边坡比 1: 1.5，坡面混凝土格构植草护坡面积 3337m²。

2.1.3.4 厂外施工管线工程区

本期工程施工需新建厂外供水工程、供电线路工程、供热管线工程。

(1) 施工供水工程

新建供水工程包括厂外施工水处理厂、施工给水管线、施工消防水管线。供水水源为八河水库，取水泵房、八河水库至施工水处理厂供水管线已由高温气冷堆工程立项建成，本期利用此取水泵房及管线，本期工程施工需新建施工水处理厂及水处理厂至厂区、施工生产区供水管线，新建施工水处理厂至厂区、施工生产区消防水管线。施工供水工程布局见下图 2-4。

1) 施工水处理厂

施工用水最高日用水量为 3088m³/d。施工水处理厂位于厂区外西南侧的施工力能区，占地 12.50hm²，施工力能区由高温气冷堆工程立项建成，留有施工水、电等力能扩建用地。本期工程在施工力能区内西北侧建设施工水处理厂，占地 6000m²，处理规模 4000m³/d。净水工艺采取混凝→沉淀→过滤工艺，对于生产用

水利用已有搅拌站反渗透装置去除氯离子后，满足混凝土搅拌要求，对于厂区及施工临建区施工生活用水再经过反渗透装置（增设）去除氯离子，满足施工期间生活水水质要求。新建施工水处理厂蓄水池有效容积为消防用水有效容积和施工生活给水、施工生产给水的有效容积之和为 1000m³。施工生活、生产给水水泵采用变频恒压供水成套设备，设置在新建施工水处理厂泵房内。消防水泵设置在新建施工净水厂泵房内，消防泵有 2 台，一用一备。施工水处理厂占地位于施工力能区，占地计入力能区。

2) 施工给水管线

新建给水管道采用 PE（聚乙烯，PN10）给水管，管径为 DN200。新建施工水处理厂至厂区 1 根 DN200 给水管线长 480m，沿应急道路北侧敷设；新建厂区至施工临建区 1 根 DN200 给水管线长 617m，在高温气冷堆工程厂区外南侧敷设。厂外施工给水管线长共计 1097m，其中位于应急道路占地范围内 424m。位于应急道路占地内的给水管线占地面积计入应急道路占地面积。

3) 施工消防水管线

新建施工消防水管线采用钢管（PN16）给水管，管径为 DN300。新建施工水处理厂至厂区 2 根 DN300 消防水管线路径长 480m，沿应急道路北侧与施工给水管线同沟敷设；新建厂区至施工临建区 2 根 DN300 消防水管线路径长 617m，在高温气冷堆工程厂区外南侧与施工给水管线同沟敷设。厂外施工消防水管线路径长共计 1097m，其中位于应急道路占地范围内 424m。位于应急道路占地内的消防水管线占地面积计入应急道路占地面积。

4) 管线穿越

管线穿越应急道路 2 次，采用定向钻穿越，穿越长度 20m。

表 2.12 施工供水管线穿越统计

序号	穿越工程	穿越次数 (次)	穿越长度 (m)	穿越方式
1	应急道路	2	20	定向钻

5) 敷设方式

施工给水管线 1 根 DN200、施工消防水管线 2 根 DN300 管道采用同沟敷设方式，管顶埋深 1m，管线间距 0.5m。

管线明挖段在沟顶一侧设 3.5m 宽区域，作为施工道路、场地和管材堆放区域，施工作业带宽度为 7m。

2.1.3.5 施工生产区

(1) 施工临建区

施工临建区位于高温气冷堆工程厂区北侧，总占地 54.50hm²。共分为核岛土建、核岛安装、常规岛土建、常规岛安装、BOP 土建、BOP 安装、甲供仓库、物资仓库、扭王块预制场、危险品库及放射源库、垃圾中转场、防渗施工临建区、排水隧洞临建区等场地。竖向布置采用平坡结合台阶式布置。

表 2.15 施工临建区设计高程统计表

序号	区域	原地表高程 (m)	地坪设计高程 (m)	设计台阶高差 (m)	防护型式	长度 (m)
①	垃圾中转场	2.8~6.0	4.0	①②间台阶高差 0~7.2	锚杆+格构梁+喷混植生绿化	155.7
②	BOP 土建	4.3~11.4	6.0~11.2			
③	BOP 安装	3.0~6.5	4.0~6.0			
④	防渗施工临建区、核岛土建、核岛安装、常规岛土建、常规岛安装、甲供仓库、物资仓库、扭王块预制场、危险品库及放射源库、防渗施工临建区、排水隧洞临建区	0.92~14.7	4.0~12.2			

(2) 施工堆放场

同时在方便设备运输、贮存的基础上，利用本期统一场平的扩建二期工程场地作为本期表土堆放场、土石方临时堆放场、设备堆场。

(3) 施工办公区

施工办公区位于高温气冷堆工程西北侧，占地约 7.50hm²，已由高温气冷堆工程建成，本项目续用。

(4) 施工力能区

施工力能及砂石场、搅拌站位于本扩建工程厂区与国核压水堆工程厂区相接端的西北侧，占地约 12.50hm²，已由高温气冷堆工程建成，本项目续用。

表 2.16 新建施工生产区统计表

项目	施工场地分类	规划面积 (hm ²)	位置
施工临建区	核岛土建	6.70	高温气冷堆工程厂区北侧
	核岛安装	5.50	
	常规岛土建	2.50	
	常规岛安装	3.10	
	BOP 土建	4.90	
	BOP 安装	5.00	
	甲供仓库	2.00	

根据《可研报告》，按照《核电厂工程水文技术规范》（GB/T 50663-2011）的相关要求，核电厂小流域暴雨洪水设计可采用地区经验公式、推理公式和单位线等方法开展计算。本次石岛湾核电厂址小流域计算时采用了水科院推理公式法和林平一法。考虑到本项目与国核压水堆工程（现命名为：国和一号示范工程）同时位于石岛湾核电厂址，可能最大暴雨参数参考了《国和一号示范工程可能最大暴雨复核专题》（水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院，2021年12月）的有关成果，该报告通过了行业专家的评审。采用 EHP 软件进行计算。小流域洪水计算的过程和成果见下，小流域分块位置见图 2-7，主要参数见表 2.17-1、表 2.17-2。经对比，采用偏保守的水科院法洪水计算成果。

（1）流域基本参数

表 2.17-1 小流域基本参数表

区域	面积 (km ²)	流长 (km)	比降 (%)
A 2 小流域	0.06	0.32	8.8%
A 1 小流域	0.17	0.47	4.9%

（2）暴雨与损失参数

表 2.17-2 暴雨与损失参数表

频率 (%)	H24(mm)	水科院法 μ (mm/h)	林平一法 μ (mm/min)	N1	N2
PMP	1100	2	0.12	0.18	0.64
0.1	731.9	2	0.12	0.38	0.56

注：H24—24 小时降水 (mm)

μ —损失参数 (mm/h)

N—暴雨衰减指数

（3）成果

水科院推理公式法和林平一法计算成果见表 2.17-3、表 2.17-4。

表 2.17-3 水科院推理公式法小流域洪水计算成果表

区域	频率 (%)	洪峰流量 (m ³ /s)
A 2 小流域	PMP	8.9
	0.1	7.1
A 1 小流域	PMP	23.7
	0.1	17.4

表 2.17-4 林平一法小流域洪水计算成果表

区域	频率 (%)	洪峰流量 (m ³ /s)
A 2 小流域	PMP	7.8
	0.1	5.3
A 1 小流域	PMP	21
	0.1	13.4

根据《可研报告》，厂址的千年一遇 10min 点雨量为 59.6mm，暴雨强度：

$$q=0.278H(10\text{min}\%)=99.4\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$$

根据雨水量计算公式如下来计算厂区内的雨水量

$$Q=\frac{\phi \times F \times h}{3.6}$$

其中： ϕ 为径流系数， F 为流域面积 (m^2)， h 为设计暴雨强度 (mm/h)。

表 2.17-5 排水分区及洪峰流量

汇流区	面积 (km^2)	降雨频率	洪峰流量 (m^3/s)
A1	0.17	千年一遇	17.4
		PMP	23.7
A2	0.06	千年一遇	7.1
		PMP	8.9
A3	0.1288	千年一遇	9.0
		PMP	12.2
B1	0.1092	千年一遇	9.6
		PMP	12.9
B2	0.3398	千年一遇	26.6
		PMP	35.2
B3	0.2304	千年一遇	18.5
		PMP	23.8
B4	0.1654	千年一遇	13.5
		PMP	17.6
B5	0.0527	千年一遇	4.7
		PMP	6.0

为防止厂址西北侧山体和边坡汇水对厂区造成威胁，沿厂区西北侧山坡坡底设置截洪沟，并向西侧排放，最终排向大海；厂区内排水通过排水设施排入两侧永久排洪沟后排入大海。

厂区防排洪方案已在《总体规划与总平面布置专题研究报告》中进行了论述，并通过了电力规划设计总院的评审，满足核电厂防洪排水要求（详见附件）。

2.1.5 给排水

(1) 给水

本期工程淡水用水主要有生活用水、生产用水、除盐水生产系统补水、施工用水、消防用水及浇洒道路、场地、绿地用水等。运行期所需淡水采用海水淡化设备供应，施工期淡水由八河水库供应。原有高温气冷堆示范工程八河水库供水管线已经具备同时向本期工程施工期间供水的能力。核电机组冷却水系统均采用以海水为水源的直流冷却供水系统。

生产生活用水最高日取水 $4000\text{m}^3/\text{d}$ ，由于八河水库存在氯离子超标问题，本扩建净水厂设置反渗透旁路，当氯离子超标时，净水厂进水分流通过反渗透装置

去除氯离子后再混合向管网供水。氯离子超标时，考虑反渗透回收率 75%，最高日取水量为 4800m³/d。

本扩建工程运行期采用海水淡化供应生产生活用水。2 台机组生产用水年用水量约 85.39 × 10⁴m³/a（包含除盐水水量），2 台机组运行期生活用水年用水量约为 14.95 × 10⁴m³/a。

厂外供热管线由地方政府配套建设至厂区围墙外，由地方政府建设单位承担相应水土流失防治责任，不纳入本项目防治责任范围。

1) 循环水系统

本期工程海水直流供水系统分别向循环冷却水系统（CRF）、重要厂用水系统（SEC）、辅助冷却水系统（SEN）、循环水处理系统（CTE）、海水淡化系统（SWD）以及循环水过滤系统（CFI）提供冷却和生产用海水。

主要工艺流程如下：

黄海→取水明渠→明渠拦污设施→泵房前池→粗格栅→钢闸门/加氯框→细格栅/清污机→旋转滤网→循环水泵→循环水压力进水管→二次滤网→凝汽器→循环水压力排水管沟→虹吸井→排水暗涵→排水明渠→厂区东侧排水口。

本项目需扩建厂外海水取水建（构）物包括：北取西护岸二期（210.5m）、直立翼墙（203.2m）、内护岸二期（313.9m）。

扩建排水建（构）物包括：中隔堤一段（262.1m）、中隔堤三段（二期）（110.9m）、排水暗涵及排水头部构筑物（916.6m）、排水北堤三段（200.4m）、排水南堤五段（200.6m），排水堤堤头设置堤头灯。

2) 淡水

本工程淡水用水主要有生活用水、生产用水、除盐水生产系统补水、施工用水、消防用水及浇洒道路、场地、绿地用水等。

淡水水源包括海水淡化、八河水库供水，其中海水淡化供给除盐水生产系统补水和生产用水，八河水库供给施工期生活用水（设置净水厂）和生产用水。

本期工程 2 台机组生产用水年用水量 85.39 × 10⁴m³/a（包含除盐水水量），2 台机组运行期生活用水年用水量约为 14.95 × 10⁴m³/a。

厂外淡水管线已由高温气冷堆工程立项建成，本工程淡水管线从高温气冷堆工程淡水处理厂引接。

3) 施工期供水

施工期生产、生活用水由八河水库供水，主要包括混凝土养护和施工杂用水、施工现场生活用水、办公用水、绿化及道路洒水。

施工期生产、生活用水由八河水库供水，生产生活用水最高日取水 2100m³/d。

新建供水工程包括厂外施工水处理厂、施工给水管线。供水水源为八河水库，取水泵房、八河水库至施工水处理厂供水管线已由高温气冷堆工程立项建成，本期利用此取水泵房及管线，本期工程施工需新建施工水处理厂及水处理厂至厂区、施工生产区供水管线。

新建给水管道采用 PE（聚乙烯，PN10）给水管，管径为 DN200。新建施工水处理厂至厂区 1 根 DN200 给水管线长 480m，沿应急道路北侧敷设；新建厂区至施工临建区 1 根 DN200 给水管线长 617m，在高温气冷堆工程厂区外南侧敷设。厂外施工给水管线长共计 1097m。

（2） 雨水排放

各汇流区雨水经雨水管网、排水沟收集后，排入周边排洪沟，最终排入大海。

截洪沟、排洪沟和排水暗涵断面为矩形断面，采用钢筋混凝土结构。A1-A3 和 B3-B5 区域的雨水通过西侧截、排洪沟排放；B1 区域的雨水通过厂区规划设置的雨水管道排入高温气冷堆厂址西侧的预留排水管道；B2 区域的雨水通过东侧排水暗涵排入高温气冷堆厂址预留的排水设施。

厂区向西侧排放的截、排洪沟长度约 2069m，起始截洪沟断面净尺寸宽 4m、高 4m，排水口排洪沟净尺寸宽 6m、高 6.5m，坡度选用 0.1%和 0.15%。向东侧排放的排水暗涵长 756m，断面净尺寸为单孔 4.0m×4.0m、两根 3.0m×3.0m，纵向坡度分别为 0.1%和 0.3%。

沿厂区西北侧山坡坡顶、马道平台设截排水沟，坡面设跌水踏步及泄水孔，顺接至坡脚排洪沟（上述排洪沟），截排水沟长 970.9m，浆砌石结构，宽 50cm、深 60cm，矩形断面；东北侧边坡坡顶、坡脚设截排水沟，顺接至高温气冷堆工程厂区排水管，截排水沟长 1235.6m，浆砌块石结构，宽 50cm、深 60cm，矩形断面。

根据总平面布置，在厂区内设置 13 个排出口，将雨水排入北侧、西侧和东侧的排洪沟，管材统一采用 HDPE 缠绕增强管，管径 DN300~DN2500，设雨水管网 12450m。

应急道路东侧截洪沟长度约 405m，起始截洪沟断面净尺寸宽 2m、高 1.5m，坡度选用 0.3%。

(3) 污废水

核电厂各厂房、实验室、办公楼等设施内的卫生设备排水，以及洗衣房、食堂等生活设施的排水等，由生活污水管网收集，排入污水处理站，通过生物处理工艺进行集中处理，达到相关的排放标准后，部分回用于厂区绿化、道路浇洒等，其余经排水管排入南侧海域。

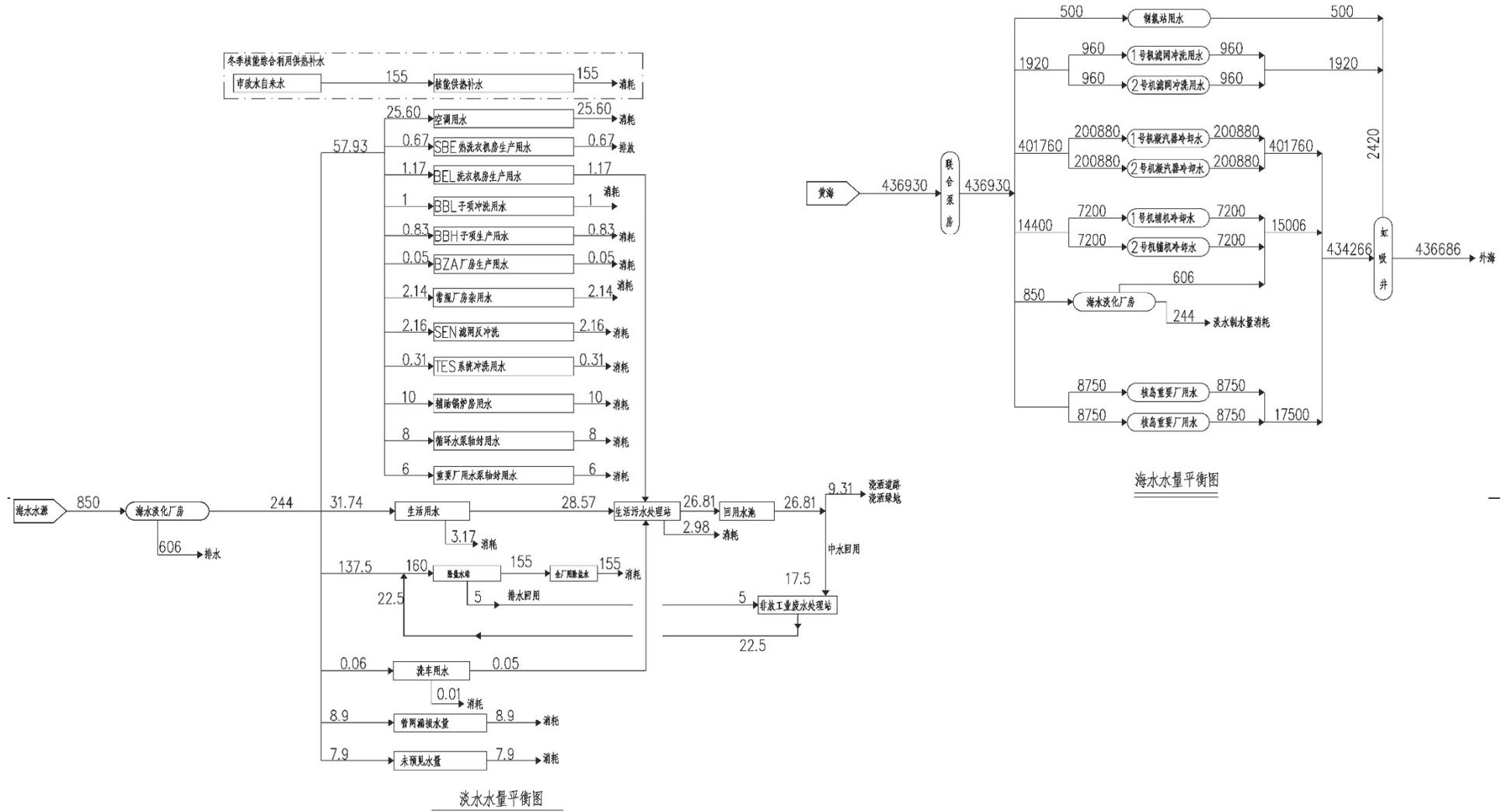
各操作区存在被碳氢化合物污染的水，这类废水汇集到专门的管网后进入含油废水处理系统，经过贮存、油水分离处理，分离出的油脂收集后装入油桶运送到厂外；分离出的水通过单独的排水口排入相关海域。

设置非放生产废水处理系统，针对核电厂正常生产过程中的淡水类非放射性废水进行收集、处理后达标排放。

2.1.6 建筑垃圾处置

本项目产生建筑垃圾约 4.42 万 m³，按照《固体废物污染环境防治法》的规定，对工程建设中的建筑垃圾，建设单位组织施工单位编制建筑垃圾处理方案，采取污染防治措施，并报威海市生态环境局荣成分局备案，组织施工单位及时清运工程施工过程中产生的建筑垃圾等固体废物，并按照威海市生态环境局荣成分局的规定进行利用或者处置。施工单位不得擅自倾倒、抛撒或者堆放工程施工过程中产生的建筑垃圾。

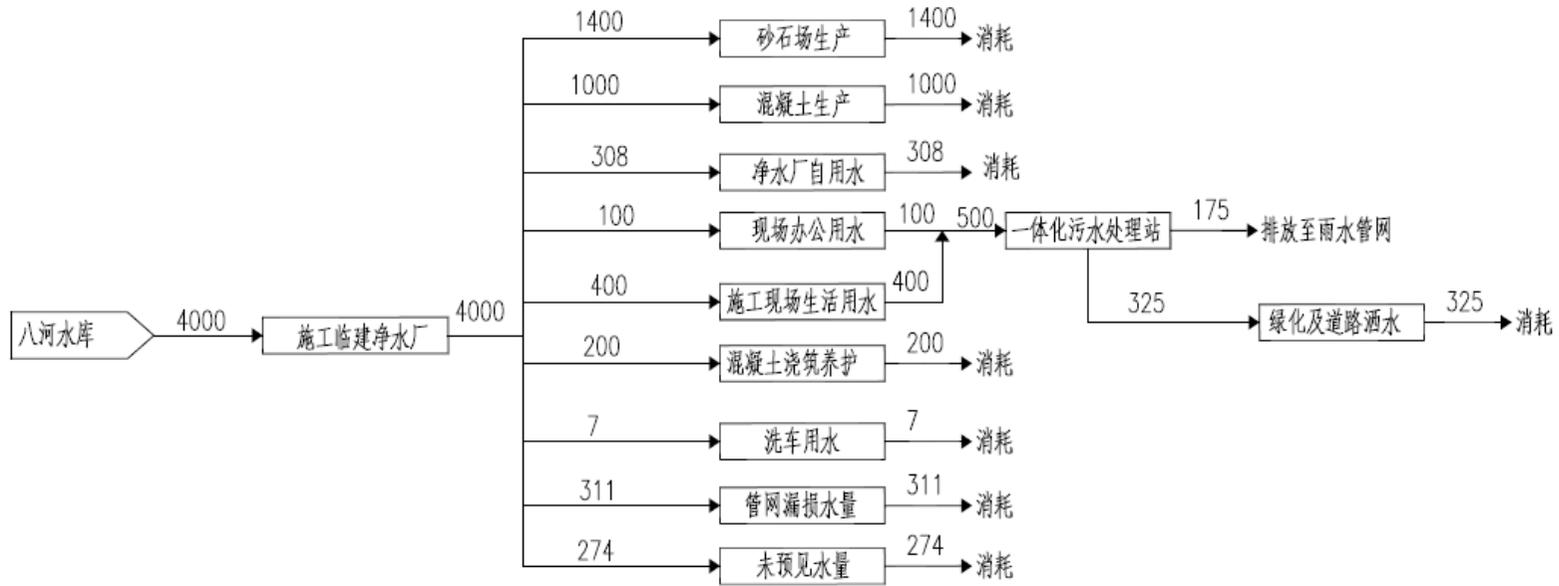
2 项目概况



说明:

1. $\langle \quad \rangle$ 代表海水处理或用水设施; \square 代表淡水处理或用水设施。
2. 图中水量值取机组正常运行期的平均小时用水量, 单位为 m^3/h 。
3. 1、2号机组额定功率为1220MW。
4. 1、2号机组的非供热季淡水平均耗水率为: $0.028\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{GW})$, 供热季淡水平均耗水率为: $0.045\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{GW})$ 。

图 2-8 水量平衡图 (运行期)



说明:

1. 图中水量为施工期日最大用水量，单位为 m^3/d 。
2. 管网漏损及未预见水量按照10%及8%计算。
3. 净水厂自用水量按照8%计算。

图 2-9 淡水水量平衡图（施工期）

2.1.7 送出线路工程

国核压水堆工程和华能山东石岛湾核电厂扩建工程采用电力联合送出方案。电厂终期时 500kV 出线按 6 回线路考虑, 2 回至昆嵛、1 回至牟平、1 回至栖霞、1 回至光州、1 回至莱阳。新建 500kV 线路均采用 $4 \times \text{JL/G1A-630}$ 导线。接入系统将在后续单独立项, 由国网山东省电力公司建设公司负责建设, 水土流失防治责任由国网山东省电力公司建设公司负责, 不纳入本项目防治责任范围。

2.2 施工组织

2.2.1 施工工艺

2.2.1.1 厂区

施工工序为: 场地平整 → 负挖施工 → 建筑基础施工 → 建筑物施工、硬化施工 → 绿化 → 设备安装、调试、投产。

(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小于 0.5%, 困难情况下不应小于 0.3%, 最大坡度不宜大于 6%。

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厂区内存土场。

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

首先将整个开挖区域按核岛的设计标高进行爆破开挖, 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。在整个开挖区开挖到核岛区的设计标高后, 再进行常规岛区域余下部分的开挖, 直至常规岛开挖到设计标高, 之后进行整个开挖区域的基底清理。

边坡上的石碴及松动岩块必须随基坑深度增加从上往下采用机械及人工的方法清除, 直至原岩(或原地层)全部出露, 最终达到可浇筑混凝土的要求。

(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砼基础或桩基础。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。

2.2.1.2 海水取排水工程区

(1) 北取西护岸、内护岸

护岸工程主要施工工序：

施工准备→基床开挖→回填石渣→铺设土工织物垫层→填筑二片石垫层→填筑 10~100kg 块石→填筑二片石垫层→抛理护底块石→水上抛理垫层块石→陆上抛理垫层块石→现浇混凝土挡块→护面块体安装→现浇钢筋混凝土挡浪墙→不锈钢栏杆安装。

北取西护岸基槽开挖采用陆上挖掘机开挖的施工方法，部分岩层做浅空爆破破碎后开挖，基槽开挖完成后进行陆上推填石渣施工，二片石垫层及块石垫层均采用水陆相结合的施工方式。

(2) 排水南堤五段、排水北堤三段、中隔堤一段、中隔堤三段（二期）

主要施工时序：

施工准备→抛填中粗沙垫层→打设塑料排水板→铺设土工护垫→抛填二片石垫层→堤心石一级加载→堤心石二级加载→水上抛理垫层块石→陆上抛理垫层块石→扭王块安装→抛理护脚块石。

(3) 排水暗涵

主要施工时序：

施工准备→基坑开挖→现浇混凝土至墩→现浇钢筋混凝土暗涵→排水口施工。

(4) 主要施工工艺

二片石垫层、垫层块石、护底块石：水下部分：采用方驳配挖掘机水上抛填，水砣辅助控制标高。陆上部分：采用自卸车运输、挖掘机抛填理坡。

陆上土方开挖：陆上土方开挖以挖掘机挖土，自卸车运输的机械施工工艺施工。施工时结合土质和结构施工段安排，分段分期进行，根据基坑具体情况分层开挖，每层开挖厚度不超过 3m。

堤心石：水下部分：采用方驳配挖掘机水上抛填，水砣辅助控制标高。运输采用自航方驳直接从海上运输。陆上部分：采用自卸车运输、倾倒，推土机或装载机推填工艺，挖掘机理坡。

块体安装采用陆上安装与水上安装相结合的施工工艺。陆上安装采用履带吊吊装，水上安装采用履带吊配方驳。块体陆上运输用平板车运输，水上运输使用方驳。

回填石渣：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。

排水暗涵基坑开挖采用挖掘机，基坑周围留有汇水槽，通过集水井降水。基坑开挖完成后进行素混凝土垫层施工，混凝土垫层采用组合钢模板，混凝土直接倾倒入模，插入式振捣棒振捣。垫层施工完成后，测量放样暗涵施工边线。暗涵采用组合钢模板，模板采用钢管通过对拉螺栓进行加固，暗涵内部搭设满堂支架作为暗涵顶板的施工平台。

2.2.1.3 厂外施工管线工程区

(1) 施工供水工程

施工给水管线、消防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。施工给水管线 1 根 DN200、施工消防水管线 2 根 DN300 管道采用同沟敷设方式,管顶埋深 1m,管线间距 0.5m。场区施工终期前,进行土地整治、覆土进行绿化。

管线明挖段在沟顶一侧设 4m 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 7m。

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,第一段管道开挖的土方临时堆放至第二段管线施工作业带地表,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。

定向钻施工:管线采用定向钻穿越道路,其施工流程为:施工准备—钻导向孔—扩孔—回拖铺管。

(2) 施工供电线路

施工供电线路采用电缆沟加盖板敷设。

电缆沟沿应急道路、石核路,可以作为施工道路,施工作业宽度为 4m。

根据电缆沟沿线地形情况,为节约用地,减少占用草地,电缆采用分段开挖、敷设的方式,第一段电缆沟开挖的土方临时堆放至第二段地表,电缆安装完成将土方平铺于沟顶;第二段电缆沟开挖土方临时堆放至已敷设完成的第一段电缆沟地表,用作电缆沟土方回填,以此方式累进施工,电缆沟施工临时堆土不另占地。

定向钻施工:电缆采用定向钻穿越道路,其施工流程为:施工准备—钻导向孔—扩孔—回拖铺管。

(3) 施工供热管线

施工供热管线 2 根 DN200 管道采用同沟敷设方式,管顶埋深 1.3m,管线间距 0.5m。

根据供热管沟沿线地形情况,为节约用地,减少占用草地,管线采用分段开挖、敷设的方式,第一段管沟开挖的土方临时堆放至第二段地表,管道安装完成

将土方平铺于沟顶；第二段管沟开挖土方临时堆放至已敷设完成的第一段管沟地表，用作管沟土方回填，以此方式累进施工，管沟施工临时堆土不另占地。

管线穿越道路采用非大开挖定向钻穿越施工工艺，工艺与施工供水管线定向钻穿越相同。

2.2.1.4 厂外道路区

道路：路基土方采用机械化，并按照“三阶段、四区段、八流程”施工工艺进行施工，路基填方采用挖掘机、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。

路基施工采用机械化，大型机械作业。在路基全宽范围内分层填筑、分层碾压。

2.2.2 施工组织

(1) 工程管理

1) 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。

2) 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、保护生态环境的原则，采用购买商品混凝土，临时排水设施和排洪设施应先期施工。

(2) 施工生产生活区

1) 新建施工生产区

① 施工临建区

施工临建区位于高温气冷堆工程厂区北侧，总占地 54.50hm²。共分为核岛土建、核岛安装、常规岛土建、常规岛安装、BOP 土建、BOP 安装、甲供仓库、物资仓库、扭王块预制场、危险品库及放射源库、垃圾中转场、防渗施工临建区、排水隧洞临建区等场地。

② 施工堆放场

同时在方便设备运输、贮存的基础上，利用本期统一场平的扩建二期工程场地作为本期表土堆放场、土石方临时堆放场、设备堆场。

新建施工生产区布置详见 2.1.3.5 节。

2) 利用现有施工场地

利用现有施工场地、施工生活区均为高温气冷堆工程立项建成，本项目利用。

①施工办公区位于高温气冷堆工程西北侧，占地约 7.50hm²，计入本项目防治责任范围；

②施工力能及砂石场、搅拌站位于本扩建工程厂区与国核压水堆工程厂区相接端的西北侧，占地约 12.50hm²，计入本项目防治责任范围。

3) 利用现有施工生活区

施工生活区位于国核压水堆工程西北侧，占地约 10.3hm²，由高温气冷堆工程建成，按永久设施建设，本期工程利用，无土建设施，不纳入本项目防治责任范围。

(3) 表土、土石方堆放场

表土堆放场、基坑土石方临时周转场设置在施工生产区的施工堆放场（预留二期厂区临时堆土场）；厂外施工管线工程区表土、管沟土石方在管线施工作业带内堆存；厂外道路表土在道路红线内堆存。以上表土、土石方堆放场不新增占地。

表 2.18 表土、土石方堆放场

序号	名称	位置	面积 (hm ²)	堆土容量 (万 m ³)	本工程堆土量 (万 m ³)
1	表土堆放场	施工堆场区（预留二期场地）	6.40	16.00	9.42（松方 12.53）
2	土石方临时堆放场		38.37	150.00	90.61（松方 120.51）
3	厂外施工管线堆放场	厂外施工管线施工作业带内	3.00	4.50	表土 0.38、土石方 1.40（松方 2.37）
4	厂外道路堆放场	厂外道路区路基外侧红线内	0.50	1.00	表土 0.30（松方 0.40）
合计			48.27	171.50	

(4) 施工道路

本期工程施工期利用应急道路、进厂公路（石核路）、码头及大件运输道路、高温堆施工道路作为施工道路，其中进厂公路、码头及大件运输道路、高温堆施工道路已由高温气冷堆工程立项建成，本期工程利用，不需新建，不纳入本项目防治责任范围。现状应急道路由高温气冷堆工程施工期建设，作为高温气冷堆工程、国核压水堆工程施工道路，本期工程需改建应急道路作为永久应急道路。

1) 应急道路

从厂区应急出入口连接到进厂公路道路（石核路），长 915m，路面宽度为 9m，按三级道路标准修建。施工期作为本期工程施工道路，本期工程需改建应急道路作为永久应急道路，纳入本项目防治责任范围。

2) 进厂公路（石核路）

目前高温气冷堆工程已经建成完善的对外交通通道。主要进厂公路从厂址北侧向西北接入东山至楮岛的县级公路，为四车道公路；次要进厂公路从厂址北侧向西接入县道 X035，并与进厂公路联通。

3) 码头及大件运输道路

大件码头单独立项并已建成，高温气冷堆工程立项建成大件运输道路，本期工程利用，无需新建。

4) 高温堆施工道路（高温堆工程建设，高温堆施工办公区西侧）

高温堆施工道路自进厂公路至高温堆厂区西北角，高温堆施工办公区西侧，本项目厂区与高温堆厂区相邻，该道路途径本期工程厂区西北侧，由高温气冷堆工程立项建成，本期工程利用，作为施工道路，无土建施工及扰动，不纳入本项目水土流失防治责任范围。

（5）施工用水、用电、供热

1) 施工用水

施工期淡水由八河水库供应。原有高温气冷堆八河水库供水管线已经具备同时向扩建工程施工期间供水的能力，设计取水保证率 90%。

新建供水工程包括厂外施工水处理厂、施工给水管线、施工消防水管线。供水水源为八河水库，取水泵房、八河水库至施工水处理厂供水管线已由高温气冷堆工程立项建成，本期利用此取水泵房及管线，本期工程施工需新建施工水处理厂及水处理厂至厂区、施工生产区供水管线、消防水管线。

施工最高日用水量为 $3088\text{m}^3/\text{d}$ 。施工水处理厂位于厂区外西南侧的施工力能区，施工力能区由高温气冷堆工程立项建成，留有施工水、电等力能扩建用地。本期工程在施工力能区内西北侧建设施工水处理厂。新建施工水处理厂蓄水池有效容积为消防用水有效容积和施工生活给水、施工生产给水的有效容积之和为 1000m^3 。施工生活、生产给水水泵采用变频恒压供水成套设备，设置在新建施工

水处理厂泵房内。消防水泵设置在新建施工净水厂泵房内，消防泵有 2 台，一用一备。

新建给水管道采用 PE（聚乙烯，PN10）给水管，管径为 DN200。新建施工水处理厂至厂区 1 根 DN200 给水管线长 480m，沿应急道路北侧敷设；新建厂区至施工临建区 1 根 DN200 给水管线长 617m，在高温气冷堆工程厂区外南侧敷设。厂外施工给水管线长共计 1097m。

新建施工消防水管线采用钢管（PN16）给水管，管径为 DN300。新建施工水处理厂至厂区 2 根 DN300 消防水管线路径长 480m，沿应急道路北侧与施工给水管线同沟敷设；新建厂区至施工临建区 2 根 DN300 消防水管线路径长 617m，在高温气冷堆工程厂区外南侧与施工给水管线同沟敷设。厂外施工消防水管线路径长共计 1097m。

2) 施工用电

本期工程的施工电源引自厂区外西南侧的力能区 35kV 施工变电站。该 35kV 施工变电站是为高温气冷堆工程立项建成的施工电源，目前高温气冷堆已实现并网，35kV 施工变电站可以作为扩建一期工程的施工电源。厂外施工供电线路工程建设内容包括：力能区施工变电站内设备安装、2 条厂外输电线路（电缆路径总长 2400m）。本期工程利用该 35kV 施工变电站，并新增设备不需土建施工，设备包括：新增扩建 1 台 35/6.3kV 的 10000kVA 施工变压器，以及相应的 35kV 和 6kV 配电间隔。

本期工程需新建 6kV 厂外施工电缆 2 条。一条为施工变电站至厂区的 6kV 电缆 2 回，电缆沿应急道路的路边电缆沟敷设，电缆路径长 700m。另一条由施工变电站引出，沿石核路，接入施工临建区，新建 2 回 6kV 电缆路径长 1700m。总计新建施工用电 6kV 电缆路径长 2400m。

3) 施工供热

施工热源由国核压水堆工程提供，采用水暖，一次采暖热水从国核压水堆工程项目引出沿进厂公路敷设，接入施工临建区，采用 2×DN200 高密度聚乙烯外护管聚氨酯钢管复合管，厂外路径总长 3000m。

(6) 材料供应

本项目所需钢材、砂、石料、构造物用高标号水泥、大型浇筑采用商品混凝

土等采用公开招标的形式选择合格的供应商,通过公路运输从山东省威海市等临近市、县购入,汽油、柴油由沿线加油站供应。石料拟从荣成市宁津街道办事处境内的甲子山石料场购买,料场距本工程直线距离约 5km。建筑用砂拟从位于威海市的文登市小观镇的黄垒河砂场购买,料场距本工程约 68km。

(7) 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对施工承包商进场的主要施工设备提出具体要求。

2.3 工程占地

华能山东石岛湾核电厂扩建一期工程总占地面积 220.02hm²,其中永久占地 97.75hm²,临时占地 122.27hm²。占地全部位于山东省威海市的荣成市。工程总占地面积按原占地类型及现状调查占地类型统计见下表 2.19。按原占地类型占地面积统计为依据荣成市自然资源局土地利用现状数据(2021 年数据),详见表 2.19-1。根据现场调查,建设区现有土地利用现状详见表 2.19-2。

表 2.19-1 工程占地面积汇总表（原占地类型）（单位：hm²）

项目组成		占地属性	占地类型									合计
			林地	草地（其他草地）	耕地	园地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他	海域*	
厂区	一期厂区	永久	0.26	0.23	2.26		45.56	0.05	1.05			49.41
	现场服务区	永久		1.10			0.91					2.01
	厂区外边坡及防排洪设施	永久			0.94		4.67					5.61
	其他辅助设施	永久	0.57	0.98			1.66		0.31			3.52
海水取排水工程区	海水取排水工程	永久	2.03	0.49	0.17		16.32	0.02	4.72	8.80	1.60	34.15
厂外道路区	应急道路	永久			2.24		0.80	0.01				3.05
厂外施工管线工程区	施工用水管线	临时		0.49								0.49
	施工供电线路	临时		0.71								0.71
	施工供热管线	临时		1.80								1.80
施工生产区	施工临建区	临时	6.50	8.87		4.47		1.15	13.05	20.46		54.50
	施工堆放场	临时		0.27	1.60		36.29	0.08	2.19	4.34		44.77
	施工办公区	临时		0.04	1.74		5.72					7.50
	力能区	临时			5.19		7.10	0.21				12.50
永久占地小计			2.86	2.80	5.61		69.92	0.08	6.08	8.80	1.60	97.75
临时占地小计			6.50	12.18	8.53	4.47	49.11	1.44	15.24	24.80		122.27
合计			9.36	14.98	14.14	4.47	119.03	1.52	21.32	33.60	1.60	220.02

*备注：海域为位于海域的海水取排水工程出露海面面积。

表 2.19-2 工程占地面积汇总表（现状占地类型，根据现场调查）（单位：hm²）

项目组成		占地属性	占地类型								
			林地	草地（其他草地）	园地	工矿仓储用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他	海域*	合计
厂区	一期厂区	永久		9.50			3.50	0.01	36.40		49.41
	现场服务区	永久							2.01		2.01
	厂区外边坡及防排洪设施	永久	1.20	2.46					1.95		5.61
	其他辅助设施	永久							3.52		3.52
海水取排水工程区	海水取排水工程	永久				1.50			31.05	1.60	34.15
厂外道路区	应急道路	永久		1.00		2.05					3.05
厂外施工管线工程区	施工用水管线	临时		0.49							0.49
	施工供电线路	临时		0.71							0.71
	施工供热管线	临时		1.80							1.80
施工生产区	施工临建区	临时	6.50	8.87	4.47		1.15	13.05	20.46		54.50
	施工堆放场	临时		5.30			2.80		36.67		44.77
	施工办公区	临时				7.50					7.50
	力能区	临时				12.50					12.50
永久占地小计			1.20	12.96			7.05	0.01	74.93	1.60	97.75
临时占地小计			6.50	17.17	4.47	20.00	3.95	13.05	57.13		122.27
合计			7.70	30.13	4.47	20.00	11.00	13.06	132.06	1.60	220.02

*备注：海域为位于海域的海水取排水工程出露海面面积。

2.4 土石方平衡

项目区属沿海丘陵区,根据竖向布置及各建筑区域标高设计、工程施工工艺、工程占地及以上分析可知,本项目挖方总量 423.95 万 m^3 (其中表土剥离 10.10 万 m^3 、土石方挖方 413.85 万 m^3),填方总量 211.72 万 m^3 (其中表土回填 10.10 万 m^3 、土石方回填 201.62 万 m^3),余方总量 206.45 万 m^3 (由宁津甲子山土地平整项目综合利用),作为本工程骨料等建材的利用方 5.78 万 m^3 。各工程区挖填方情况如下:

①厂区挖方总量 232.02 万 m^3 (其中表土剥离 2.05 万 m^3 、土石方挖方 229.97 万 m^3),填方总量 73.95 万 m^3 (其中表土回填 2.05 万 m^3 、土石方回填 71.90 万 m^3),调出方总量 86.87 万 m^3 (去向施工生产区 42.59 万 m^3 、海水取排水工程区 44.28 万 m^3),余方总量 65.60 万 m^3 (由宁津甲子山土地平整项目综合利用),作为本工程骨料等建材的利用方 5.60 万 m^3 (一期厂区浆砌石排水沟利用 2.60 万 m^3 、场地碎石 1.06 万 m^3 ;施工生产区浆砌石排水沟利用 1.94 万 m^3)。

②海水取排水工程区挖方总量 137.05 万 m^3 (其中土石方挖方 137.05 万 m^3),填方总量 45.23 万 m^3 (其中土石方回填 45.23 万 m^3),调入石方 44.28 万 m^3 (调自厂区),余方 136.10 万 m^3 (由宁津甲子山土地平整项目综合利用)。

③厂外施工管线工程区挖方总量 1.78 万 m^3 (其中表土 0.38 万 m^3 、土石方 1.40 万 m^3),填方总量 1.78 万 m^3 (其中表土 0.38 万 m^3 、土石方 1.40 万 m^3)。

④厂外道路区挖方总量 1.83 万 m^3 (其中表土 0.30 万 m^3 、土石方 1.53 万 m^3),填方总量 1.00 万 m^3 (其中表土 0.30 万 m^3 、土石方 0.70 万 m^3),余方 0.83 万 m^3 (由宁津甲子山土地平整项目综合利用)。

⑤施工生产区挖方总量 51.27 万 m^3 (其中表土 7.38 万 m^3 、土石方 39.97 万 m^3 、淤泥 3.92 万 m^3),填方总量 89.76 万 m^3 (其中表土 7.38 万 m^3 、土石方 82.38 万 m^3),调入 42.59 万 m^3 (调自厂区),余方 3.92 万 m^3 (由宁津甲子山土地平整项目综合利用),作为骨料等建材利用方 0.18 万 m^3 。

综上,各分区土石方按照就近原则进行调配,土石方本项目回填及作为骨料利用合计 217.50 万 m^3 ,余方总量 206.45 万 m^3 ,余方由宁津甲子山土地平整项目综合利用,综合利用率 100%。华能山东石岛湾核电厂扩建一期工程土石方平衡汇总见表 2.20,表土平衡表见 2.21,土石方流向框图见图 2-10。

表 2.20 土石方平衡估算汇总表 (单位: 万 m³ (自然方))

序号	项目组成		挖方					填方				调入方						调出方						余方					作为骨料等建材的利用方						
			表土	土方	石方	淤泥	合计	表土	土方	石方	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	土方	石方	淤泥	合计	去向	石方	利用方向					
①	厂区	一期厂区	0.95	85.63	123.60		210.18		12.23	55.00	67.22							0.95	④	39.93	⑩	49.27	②0.84 ④1.48 ⑤44.28 ⑩2.66	33.48	13.73		47.21	综合利用*	5.60	一期厂区浆砌石排水沟 2.60、场地碎石 1.06; 施工生产区浆砌石排水沟 1.94					
②		现场服务区		4.82			4.82	0.12	0.53	0.84	1.49	0.12	③			0.84	①									4.29		4.29	综合利用*						
③		厂区外边坡及防排洪设施	1.10	4.05	3.43		8.57	0.32	0.90		1.22							0.78	② ④							3.15	3.43		6.58	综合利用*					
④		其他辅助设施		8.45			8.45	1.61	0.93	1.48	4.02	1.61	①③			1.48	①										7.52		7.52	综合利用*					
⑤	海水取排水工程区	海水取排水工程		137.05			137.05		0.95	44.28	45.23					44.28	①									136.10		136.10	综合利用*						
⑥	厂外施工管线工程区	施工用水管线	0.06	0.29			0.35	0.06	0.29		0.35																								
⑦		施工供电线路	0.12	0.49			0.61	0.12	0.49		0.61																								
⑧		施工供热管线	0.19	0.63			0.82	0.19	0.63		0.82																								
⑨	厂外道路区	应急道路	0.30	0.80	0.73		1.83	0.30	0.70		1.00															0.10	0.73		0.83	综合利用*					
⑩	施工生产区	施工临建区	6.85	13.97		3.92	24.74	6.85	57.84	2.66	67.34			43.86	① 39.93 ⑪3.93	2.66	①											3.92	3.92	综合利用*					
⑪		施工堆放场	0.53	15.21	10.49		26.23	0.53	11.27	10.31	22.12																				0.18	浆砌石排水沟利用			
⑫		施工办公区																															综合利用*		
⑬		力能区		0.30			0.30		0.30		0.30																						综合利用*		
合计			10.10	271.68	138.25	3.92	423.95	10.10	87.05	114.57	211.72	1.73		43.86		49.27		1.73		43.86		49.27				184.63	17.90	3.92	206.45		5.78				

*备注: 本项目余方全部由宁津甲子山土地平整项目综合利用。

2 项目概况

表 2.21 表土平衡表 (单位: 万 m³ (自然方))

序号	项目组成		挖方	填方	调入方		调出方	
			表土	表土	表土	来源	表土	去向
①	厂区	一期厂区	0.95				0.95	④
②		现场服务区		0.12	0.12	③		
③		厂区外边坡及防排洪设施	1.10	0.32			0.78	②④
④		其他辅助设施		1.61	1.61	①③		
⑤	海水取排水工程区							
⑥	厂外施工管线工程区	施工用水管线	0.06	0.06				
⑦		施工供电线路	0.12	0.12				
⑧		施工供热管线	0.19	0.19				
⑨	厂外道路区	应急道路	0.30	0.30				
⑩	施工生产区	施工临建区	6.85	6.85				
⑪		施工堆放场	0.53	0.53				
⑫		施工办公区						
⑬		力能区						
合计			10.10	10.10	1.73		1.73	

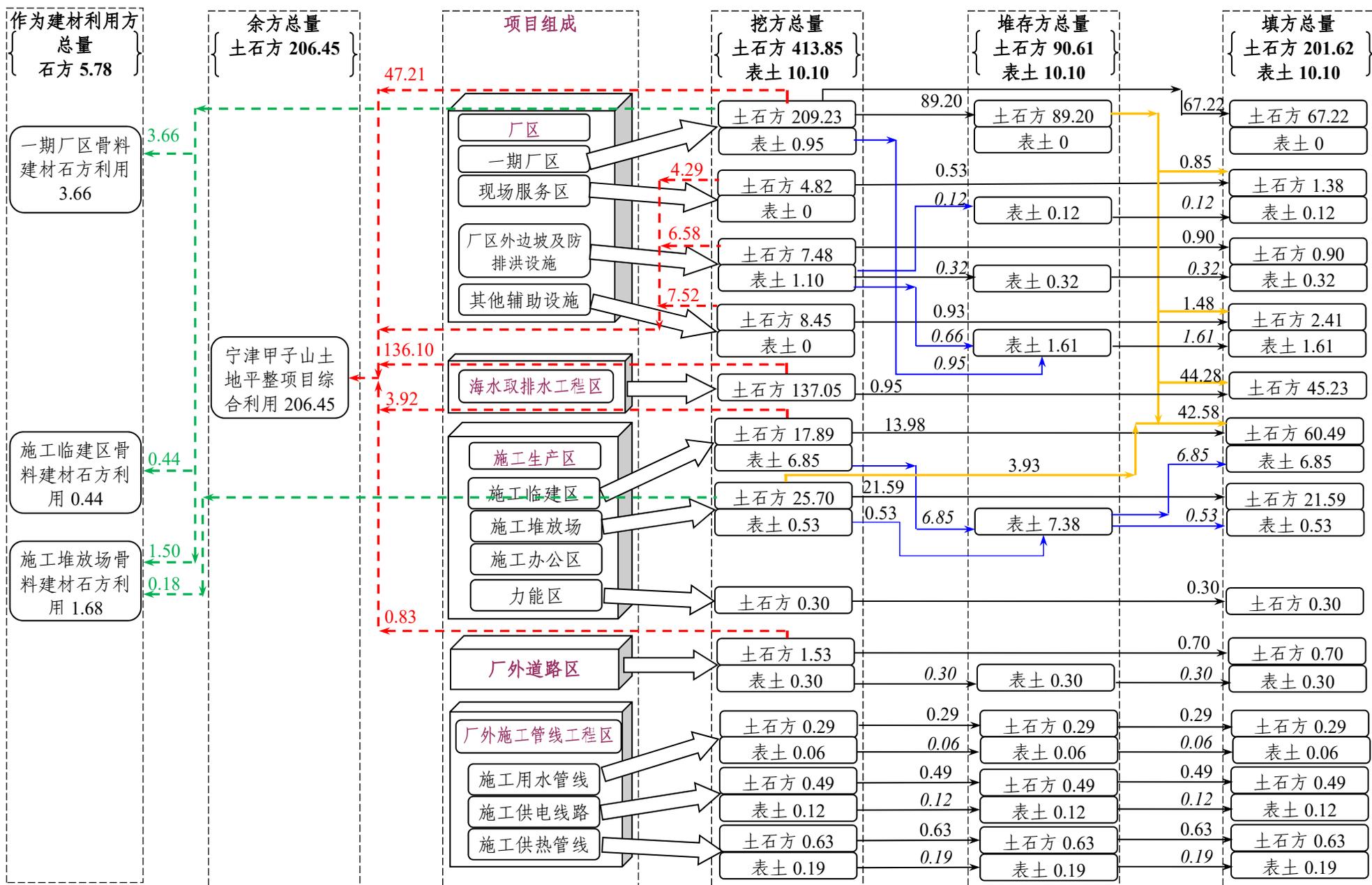


图 2-10 华能山东石岛湾核电站扩建一期工程土石方流向框图

(单位: 万 m³ (自然方))

2.5 拆迁安置与专项设施改建

本项目需拆除农用设施 17.71 万 m²，不涉及专项设施改建。根据《工程可行性研究报告》，项目非居住区边界距反应堆中心 500m，本项目在此范围内无民用居住用房，不涉及民房拆迁。

2.6 施工进度

华能山东石岛湾核电厂扩建一期工程本期工程建设总工期 76 个月，建设总体施工进度安排如下：

工程计划于 2022 年 6 月开始施工准备，计划于 2028 年 9 月完工。

工程施工进度见下图 2-11。

2 项目概况

年度		2022				2023				2024				2025				2026				2027				2028			
项目	季度	I	II	III	IV																								
		施工准备			—																								
材料及运输			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
厂区	一期厂区		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	厂区外边坡及防排洪设施			—	—	—	—																						
	现场服务区			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—												
	其他辅助设施			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—												
海水取排水工程区				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—												
厂外施工管线工程区			—																										
厂外道路区				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—												
施工生产区				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

图 2-11 主体工程进度单线横道图

2.7 自然概况

2.7.1 自然条件

2.7.1.1 地质

厂址区域在大地构造上属于苏鲁造山带。在新构造分区上,近区域大部分位于鲁东隆起区东部胶东半岛掀斜隆起上,小部分位于连云港-千里岩斜坡带和南黄海北部拗陷北部边缘。厂址附近范围内陆域断裂不发育,仅有3条断裂,均为前第四纪断裂。厂址地震基本烈度为VI度。

根据岩土工程勘察结果,场地范围内未发现滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷、岩溶、采空区等影响工程建设的不良地质作用。厂址区不存在第四纪火山活动、诱发地震、断层错动地表破裂、砂土液化、地震滑坡、软土震陷、海啸及湖涌等地震地质灾害。厂区基底标高以上大部分为中风化、强风化岩石。

2.7.1.2 地貌

荣成市地处胶东半岛低山丘陵区的东端,海拔多在200m左右,地形复杂,群山连绵、沟壑纵横,地势起伏和缓。有山地、丘陵、平原三种地貌类型,其中山地占全市土地总面积的33.5%,丘陵占50.4%,平原占16.1%。

厂址地貌类型为胶东低山与丘陵,地势总体上西北高,东南低,向海倾斜。拟建场地地貌分为剥蚀残丘地貌和海积平原地貌。剥蚀残丘地貌表现为低丘缓坡,为拟建场地陆域部分的主要地貌形态,地形起伏较小,地面标高一般为1.6~33.00m(1985国家高程基准,下同),自西北向东南地形逐渐降低,地形坡度约在2%~4%之间,表层多被第四系坡残积土层覆盖,下伏基岩主要为花岗片麻岩变质岩体及少量侵入岩岩脉,现地表多为荒地、裸地。海积平原地貌分布于拟建场地东南部靠近海岸一带,呈近南北向及东西向带状展布,地面标高一般小于2.5m,地势平坦,向海面微倾,表层多为粉质粘土、粉砂、砾砂,含较多贝壳,底部见坡残积层及全风化-强风化基岩,现为海岸滩地。

现状地形地貌见图2-12。

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80%以上,枯水季节河床暴露,往往干涸。流域面积大于20km²的有沽河、小落河、车道河等10条。其中沽河为最大,河流流域面积208.8km²,干流长度30.7km。水系图见附图2-1。

厂址附近区域无大的河流,厂址西北约10km有八河水库(大II型),北偏西约5km建有龙门水库(小I型),北约4km有林家流水库(小I型)。

1) 八河水库

八河水库为大型水库,系拦海筑坝,总库容1.04亿m³,兴利库容0.71亿m³。该水库座落于小落河、王连河下游入海口。八河水库控制流域面积256km²,水库大坝为土石坝,坝长2380.0m,坝顶高程4.5m,最大坝高8.55m。溢洪闸有2座,分别位于大坝南、北两侧,两闸最大泄量为1848m³/s。工程防洪标准为五十年一遇洪水设计,三百年一遇洪水校核。八河水库上游流域内建有部分拦蓄工程,其中湾头水库是一座中型水库,其他皆为一些小型水利工程,多为塘坝。湾头水库控制流域面积28.0km²,设计标准为百年一遇洪水设计,千年一遇洪水校核,设计库容1735万m³,防洪库容725万m³,调节库容930万m³,死库容80万m³。八河水库发生超标准洪水时可按溃坝考虑,溃坝洪水将直接泄入黄海,其东南侧的崮山、青山、高子山以及龙山等山体限制了该水库及上游河道超标准洪水向厂址方向漫溢。另外,厂址西北约5km的浪虎山、牛岭山、甲子山、二登山及朝阳洞山连绵而成的东北~西南向山岭,完全将厂址区域的外界洪水阻挡,故可初步定性排除八河水库洪水对厂址的影响。

2) 龙门水库和林家流水库

龙门水库位于东山镇,座落于崮山河上,控制流域面积17km²,总库容465万m³,竣工时间1970年9月,坝型为均质坝,坝高7m,设计最大泄量115m³/s,校核洪水重现期为五百年一遇。安全等级为I级。为截留港湾形成,属淡化海水,不能饮用。

3) 林家流水库位于宁津街道办事处,座落于林家流河上,控制流域面积10km²,总库容620万m³,于1971年9月竣工,大坝为均质坝,坝高8m,设计最大泄量26m³/s,校核洪水重现期为五百年一遇。安全分类等级为I级。为截留港湾形成,属淡化海水,不能饮用。

林家流水库、龙门水库均为滨海拦海筑坝水库,溃坝洪水将直接汇入黄海,其上游与厂址区域被虎狼山一带山坡地相隔,可排除两水库洪水对厂址的影响。

4) 钱家河

距离厂址最近的河流为钱家河。钱家河位于宁津街道的中部，自西向东流，起点在桥上村西牛岭山，流经桥上村，卢家庄村，小岔河村，项家庄村，杜家村，西钱家村，东钱家等村，在东钱家村东汇入大海，全长 5.64km，流域面积 6.35km²，河道平均宽 5m。河流径流量较小，随季节性断流。

(2) 海洋水文

a) 潮汐

厂址位于荣成市宁津所镇东南的滨海，北、东、南三面濒临黄海，东南与镆铘岛毗邻，海域条件较好。厂址海域北面有老炕石、井口石、老铁石和黑石岛等岛屿，从西北向东南方向断续排列，长约 3km，构成深度浅于 5m 的浅滩，成为天然的东北风浪的屏障。

依据厂址专用站潮位观测资料，统计得到厂址潮位特征值，如表 2.23 所示。

表 2.23-1 厂址潮位特征

项目	潮位特征值
最高潮位 (cm)	144
平均潮位 (cm)	-3.62
最低潮位 (cm)	-201
最大潮差 (cm)	233
平均潮差 (cm)	128
最小潮差 (cm)	22
平均高潮位 (cm)	70
平均低潮位 (cm)	-59
平均涨潮历时	6 小时 20 分
平均落潮历时	6 小时 3 分

表 2.23-2 厂址潮位特征

潮位	出现频率	重现期	潮位值
重现期高水位 (cm)	0.10%	1000 年	204
	1%	100 年	172
	2%	50 年	163
重现期低水位 (cm)	0.10%	1000 年	-280
	1%	100 年	-241
	2%	50 年	-230
	3%	33 年	-223
计算 (历时 1%) 高潮位 (cm)			96
计算 (历时 98%) 低潮位 (cm)			-111
最高天文潮潮位 (cm)			117
最低天文潮潮位 (cm)			-149
平均海平面 (cm)			1.30
10%超越概率天文潮高潮位 (HAT) 10%			108
10%超越概率天文潮低潮位 (LAT) 10%			-136

2 项目概况

项目组成		林地		草地(其他草地)		园地		合计 (hm ²)	铺垫保护 面积	表土可剥离数量	
		面积 (hm ²)	表土平均 厚度 (cm)	面积 (hm ²)	表土平均 厚度 (cm)	面积 (hm ²)	表土平均 厚度 (cm)		(扰动深度 小于 20cm 面 积) (hm ²)	可剥离面 积 (hm ²)	可剥离 量(万 m ³)
厂外施工 管线工程 区	施工供电线 路			0.71	30			0.71	0.30	0.41	0.12
	施工供热管 线			1.80	30			1.80	1.16	0.65	0.19
施工生产 区	施工临建区	6.50	30	8.87	30	4.47	50	19.84		19.84	6.85
	施工堆放场			5.30	10			5.30		5.30	0.53
合计		7.70		30.13		4.47		42.30	1.74	40.56	10.10

2.7.1.6 植被

荣成市植被属暖温带落叶阔叶林，植被主要有乔、灌、草和农作物。全市木本植物有 70 科 457 种，其中乔木 315 种，如黑松、赤松、落叶松、毛白杨、旱柳、刺槐、麻栎、蜀桧、法桐、苹果、梨、桃、银杏、板栗等；灌木 112 种，如紫穗槐、柽柳、荆条、胡枝子等；藤本 30 种，如葛藤、紫藤、蔓荆、爬墙虎等。草本植物主要有 43 科、211 种，主要为饲草资源，如马唐、菅草、茅草、野古草、白羊草、野谷草、知风草等。粮食作物主要有小麦、玉米等，经济作物主要有花生、大豆等。

项目区植被主要为农业植被。经实地调查，植被主要有苹果、刺槐、酸枣、百里香、沙莲、苇茅、狗尾草、羊胡子等。农作物主要有玉米、花生、大豆等。项目区域林草覆盖率约为 20%。

2.7.1.7 其他

项目区不涉及饮用水水源保护区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜、地质公园、森林公园、重要湿地等敏感区。

2.7.2 项目区水土流失和水土保持敏感区

2.7.2.1 水土流失现状

根据近年水土流失动态调查结果，项目区土壤侵蚀以微度、轻度水力侵蚀为主。土壤侵蚀现状见附图 2-2，项目区土壤侵蚀强度见表 2.25。

表 2.25 项目区土壤侵蚀强度表

不同侵蚀强度面积及比例		水力侵蚀	
微度侵蚀	面积 (km ²)	1194.1	
	占土地总面积比例 (%)	78.25	
水土流失面积及比例	面积 (km ²)	331.9	
	占土地总面积比例 (%)	21.75	
各级土壤	轻度	面积 (km ²)	327.31

2 项目概况

不同侵蚀强度面积及比例		水力侵蚀	
侵蚀强度 面积及比 例		占水土流失总面积比例 (%)	98.61
	中度	面积 (km ²)	3.98
		占水土流失总面积比例 (%)	1.2
	强烈	面积 (km ²)	0.55
		占水土流失总面积比例 (%)	0.17
	极强烈	面积 (km ²)	0.06
		占水土流失总面积比例 (%)	0.02
	剧烈	面积 (km ²)	0
		占水土流失总面积比例 (%)	0

2.7.2.2 水土保持敏感区

根据《全国水土保持规划（2015-2030年）》（国函〔2015〕160号，国务院），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。容许土壤流失量为200t/km².a。

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崙山省级水土流失重点治理区。

项目不涉及其他敏感区。

3 项目水土保持评价

3.1 主体工程选址水土保持评价

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，涉及山东省水土流失重点治理区，但由于工程属于扩建工程，选址无法避让，应提高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并提高林草覆盖率目标值1个百分点，施工工艺采取土方梯段开挖、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、定向钻穿越，海工工程方驳配挖掘机水上抛填等，及时回填、平整，封闭运输，减少大雨、大风天气施工等优化了施工工艺，减少植被损坏范围，符合水土保持要求。工程应加强补偿措施。

（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(自治区、直辖市)的其他江河、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、湖泊和水库周边的植物保护带，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，以及对水功能二级区的饮用水源区。但本项目属于扩建工程，存在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，在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并提高林草覆盖率防治目标值、优化施工工艺与方法、加强施工组织管理、减少了地表扰动范围、土地开挖面积和裸露时间，补充完善水土保持措施的基础上，

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

本项目由于选址限制，无法避让山东省水土流失重点治理区。施工生活区、办公区、混凝土搅拌站、砂石场利用已有设施，施工便道利用已有进场道路、周边道路，最大限度地缩减了临时占地；施工生产区竖向布置根据现状地形采取平坡结合台阶式，减少土石方开挖、回填量；通过分块开挖、基坑边坡防护、优化各功能区布局等先进施工工艺和组织，减少了工程占地和土石方量。同时余方充分用于本项目排水沟、厂区碎石压盖等建材石方利用，共计利用石方 5.78 万 m^3 ，减少了弃方。

本项目厂址设计基准洪水位为 3.39m，扩建一期工程厂坪标高为 6.3~10.0m，其中一期厂区为 9.5~10.0m，现场服务及其他辅助设施区为 6.3~9.7m。厂区竖向布置基于现有地形采用平坡式布置，场地西北高东南低，根据现状地形，一期工程主厂区室外地坪标高为+10.00m，其他区域依据地形相应降低高程。本项目厂区竖向布置满足设计洪水位要求，同时按地形呈平坡式布置，基本符合水土保持要求。

林草覆盖率较北方土石山区一级防治标准提高 1 个百分点。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

本工程总占地面积 220.02 hm^2 ，其中永久占地 97.75 hm^2 ，临时用地 122.27 hm^2 。根据《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）原占地类型为林地、草地（其他草地）、耕地、园地、住宅用地（农村宅基地）、交通运输用地、水域用地、其他等，其中占用林地 9.36 hm^2 （4.25%）、草地（其他草地）14.98 hm^2 （6.81%）、耕地 14.14 hm^2 （6.43%）、园地 4.47 hm^2 （2.03%）、住宅用地 119.03 hm^2 （54.10%）、交通运输用地 1.52 hm^2 （0.69%）、水域用地 21.32 hm^2 （9.69%）、其他 33.60 hm^2 （15.27%）、海域 1.60 hm^2 （0.73%）。

（1）占地面积评价

从占地面积来看，本工程切实贯彻了科学用地、合理用地和节约、集约用地的原则。本项目建设 2 台华龙一号核电机组，装机容量为 2400MW，一期工程永久占地（不含海域）总计 96.15 hm^2 ，占地指标对比见表 3.1。《电力工程项目建

设用地指标》（建标[2010]78号）颁布于2010年，指标中主厂房区用地指标推荐值采用AP1000堆型布置的计算值，本项目采用华龙一号机组，设计理念与AP1000机组存在差异，故主厂房指标略大于用地指标值；总体上厂区及其他设施用地面积小于用地指标值。总体上本项目永久用地未超过《电力工程项目建设用地指标》（建标[2010]78号）的规定，符合节约用地和减少扰动的要求。施工临时用地122.27hm²，其中新建施工临建区54.50hm²、施工堆放场利用二期场地44.77hm²，利用高温堆已建施工办公区7.50hm²、力能区12.50hm²，满足施工要求，同时充分利用高温堆已建施工办公区、力能区，减少了新增扰动面积。厂外施工管线工程区由于管线开挖敷设需临时占地，占地充分考虑了节约用地理念，充分利用管道沿线道路作为施工道路，同时管线采用分段开挖、敷设的方式，第一段管沟开挖的土方临时堆放至第二段地表，管道安装完成将土方平铺于沟顶，第二段管沟开挖土方临时堆放至已敷设完成的第一段管沟地表，用作管沟土方回填，以此方式累进施工，管沟施工临时堆土不另占地，在满足施工要求的前提下，减少临时占地面积。按照“能占劣地、不占好地”的原则进行方案设计，严格树立少占或不占好地的观念，充分利用废弃地、劣质地，尽量利用了区内用地。

表 3.1 用地占地指标对比表

序号	项目		指标 (hm ²)	实际 (hm ²)	差值 (hm ²)	备注
一	厂区		51.02	49.41	-1.61	
1	主厂房区		14.00	14.58	0.58	
2	运行值班楼		0.28	0.28	0.00	指标未列项
3	辅助给水厂房		0.33	0.33	0.00	指标未列项
4	放射性 辅助生 产设施	废物处理辅助厂房、废液贮罐厂房、废物暂存库	2.60	1.88	-0.72	
		放射性机修及去污车间	0.90	1.56	0.66	实际按四机规模配置
		其他放射性厂房	0.60	0.70	0.10	
		放射性污染油储存库/放射性废溶剂储存库	0.21	0.21	0.00	指标未列项
		厂区实验室	0.54	0.54	0.00	指标未列项
		辐射计量实验室/职业医疗室	0.80	0.80	0.00	指标未列项
5	蓄电池充电维修间/全厂公用负荷配电室		0.61	0.61	0.00	指标未列项
6	除盐水、海水淡化设施		2.36	2.36	0.00	
7	循环冷却水		1.90	2.09	0.19	
8	供氢站		0.50	0.35	-0.15	实际按四机

3 项目水土保持评价

序号	项目	指标 (hm ²)	实际 (hm ²)	差值 (hm ²)	备注	
					规模配置	
9	气体贮存和分配	0.45	0.41	-0.04		
10	辅助锅炉房	0.30	0.24	-0.06		
11	废、污水处理设施	0.60	0.90	0.30	实际按四机 规模配置	
12	非放废水处理站	1.02	1.02	0.00	指标未列项	
13	维修设施与仓库区	6.00	4.52	-1.48	实际按四机 规模配置	
14	水泥石灰仓库	0.25	0.25	0.00	指标未列项	
15	工业废物暂存库	0.50	0.50	0.00	指标未列项	
16	大修技术支持用房+部分厂前区建筑 (生产办公)	2.29	1.30	-0.99	实际按四机 规模配置	
17	大修准备区	0.78	0.78	0.00	指标未列项	
18	实物保护区	指标内	4.17	4.17	0.00	
		调整指标	5.23	5.23	0.00	
19	应急设施存贮与燃油补给中心	1.08	1.08	0.00	指标未列项	
20	核能综合利用	1.26	1.26	0.00	指标未列项	
21	虹吸井	1.46	1.46	0.00	指标未列项	
二	其他设施	47.11	46.74	-0.37		
22	厂前停车场	1.20	1.45	0.25	实际按四机 规模配置	
23	技能培训模拟机中心	0.40	0.40	0.00		
24	技能培训中心	0.76	0.76	0.00	指标未列项	
25	现场服务区	2.64	2.01	-0.63	实际按四机 规模配置	
26	宣传和科普	0.50	0.50	0.00		
27	厂外道路、边坡及防排洪措施	8.66	8.66	0.00		
29	取排水构筑物	32.55	32.55	0.00		
30	其它厂前区建筑(行政办公+档案馆)	0.41	0.41	0.00		
合计		98.13	96.15	-1.98		

(2) 占地性质评价

工程占地性质方面,永久占地包括厂区、海水取排水工程区、厂外道路区等,占 44.43%,这部分均为工程后期运行所必须的用地;临时占地包括厂外施工管线工程、施工生产区等,占 55.57%,施工结束后恢复原用地功能。工程占地性质合理。

(3) 占地类型评价

工程占地类型方面,根据荣成市自然资源局土地利用现状,工程占地以住宅用地(农村宅基地)为主,占 54.10%,其次是其他用地、水域、草地(其他草

地)、耕地、林地、园地、交通运输用地等。

厂区、海水取排水工程区、厂外道路区、施工生产区均不可避免地占用了耕地, 占用耕地 14.14hm^2 , 占总面积的 6.43% , 按照“占一补一”的原则计列了土地开垦费, 对于临时占用耕地的计列了土地复垦资金, 以备后期土地开垦和复垦所用。永久占用基本农田 4.64hm^2 , 不含城市周边基本农田。项目部分用地不符合荣成市土地利用总体规划, 且涉及占用荣成市境内永久基本农田 4.64hm^2 , 根据《威海市行政审批服务局关于华能山东石岛湾核电厂扩建工程建设项目用地预审和选址意见的初审意见》(威审服投〔2021〕25号), 威海市已按规定编制土地用途调整方案暨永久基本农田补划方案。该《初审意见》中明确: 经威海市自然资源和规划局组织开展踏勘论证, 共补划永久基本农田 4.68hm^2 , 涉及4个地块; 补划的永久基本农田地类准确, 数量未减少, 质量未降低。经论证, 项目占用永久基本农田必要、合理, 项目建设方案符合供地政策和保护耕地、节约集约用地的要求, 用地选址和用地规模比较合理, 土地用途调整方案暨永久基本农田补划方案切实可行。项目已按要求补划永久基本农田, 并且满足补划面积清晰准确(按照自然资源部净面积进行申报)、补划地类准确、补划数量未减少、补划质量未降低; 已按需要编制土地用途调整方案暨永久基本农田补划方案, 充分论证占用永久基本农田的必要性、合理性。

同时根据现场调查, 厂区已有高温气冷堆工程初始平整, 现场用地主要为其他用地(占 60.02%)、草地(其他草地)(占 13.69%), 其次为工矿仓储用地、水域、交通运输用地、林地、园地等。

由于选址无法避让, 本工程不可避免的占用林地、耕地、园地、草地等生产力较高的土地, 施工中破坏地表植被。其他占地均有建筑物覆盖, 具有一定的水土保持功能。因此, 从水土保持角度分析, 工程占地都具有一定的水土保持功能。对于永久占地, 在施工结束后改变了原有土地使用功能, 永久占地中的土地主要被建筑物、构筑物、道路等占地, 这些用地经过地面硬化、绿化等处理后, 基本上不再新增水土流失。

(4) 后期可恢复性评价

后期恢复方面, 永久占地均以实施地面硬化为主, 水土流失量较小, 现场服务及其他辅助设施区、厂外道路两侧可实施绿化措施恢复植被, 水土保持功能逐步恢复, 水土流失量可得到有效控制。工程所在区域自然条件较好, 工程完工后, 临时用地按照原土地利用进行复耕或恢复林草植被, 能够恢复水土保持功能。

由以上分析可知，项目区为沿海丘陵区，地形起伏不大，多为住宅用地、其他用地、水域、草地（其他草地）、耕地、林地、园地、交通运输用地等，应加强对现有林地、园地、草地的保护，减少扰动和植被损坏范围，提高防治标准。在项目建设同时，及时采取水土流失防治措施，可以有效控制水土流失，恢复原有用地水土保持功能。

工程占地范围通过周全的工程措施、植物措施、临时措施会大大减少水土的流失，对生态环境影响较小。但工程实施过程中开挖回填、扰动原地貌，若不采取有力的综合防治措施，将会加剧建设区的水土流失。

3.2.3 土石方平衡评价

本工程开挖土石方总量为 423.95 万 m^3 （含表土剥离 10.10 万 m^3 ），填方总量 211.72 万 m^3 （其中表土回填 10.10 万 m^3 、土石方回填 201.62 万 m^3 ），作为骨料等建材的利用方 5.78 万 m^3 ，根据《华能山东石岛湾核电厂扩建一期工程可行性研究阶段（华龙一号方案）岩土工程勘察报告》，扩建一期工程基底标高以上大部分为中风化、强风化岩石，难以满足混凝土骨料强度需求，还需余方总量 206.45 万 m^3 （由宁津甲子山土地平整项目综合利用）。

（1）各分区土石方评价

厂区土石方挖方总量 229.97 万 m^3 （不含表土），填方总量 71.90 万 m^3 （不含表土），作为骨料等建材的利用方 5.60 万 m^3 （一期厂区浆砌石排水沟 2.60 万 m^3 、场地碎石 1.06 万 m^3 ；施工生产区浆砌石排水沟 1.94 万 m^3 ），充分利用余方减少了弃土弃渣，调出方总量 86.87 万 m^3 （去向施工生产区 42.59 万 m^3 、海水取排水工程区 44.28 万 m^3 ），余方总量 65.60 万 m^3 （由宁津甲子山土地平整项目综合利用）。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 2.05 万 m^3 ，单独集中堆放并防护，施工结束后回填绿化用地。在此基础上做到了厂区土石方平衡，符合水土保持要求。

海水取排水工程区挖方总量 137.05 万 m^3 ，填方总量 45.23 万 m^3 （其中土石方回填 45.23 万 m^3 ），调入石方 45.23 万 m^3 （调自厂区），余方 136.10 万 m^3 （由宁津甲子山土地平整项目综合利用），余方均综合利用，满足水土保持要求。

厂外施工管线工程区土石方挖方总量 1.40 万 m^3 （不含表土），施工结束后全部回填。但缺少表土剥离措施，本方案补充该措施：施工前对占用草地表土实施剥离，剥离厚度 30cm，剥离表土 0.38 万 m^3 ，单独集中堆放于管线作业带内，并加以防护，施工结束后表土全部回填利用。在此基础上做到了厂外施工管线工

程区土石方平衡，符合水土保持要求。

厂外道路区土石方挖方量 1.53 万 m^3 (不含表土)，填方总量 0.70 万 m^3 (不含表土)，余方 0.83 万 m^3 (由宁津甲子山土地平整项目综合利用)。但缺少表土剥离措施，本方案补充该措施：施工前对占用草地表土实施剥离，剥离厚度 30cm，剥离表土 0.30 万 m^3 ，单独集中堆放于道路红线内，并加以防护，施工结束后表土全部回填利用。在此基础上做到了厂外道路工程区土石方平衡，符合水土保持要求。

施工生产区土石方挖方总量 39.97 万 m^3 (不含表土)、淤泥 3.92 万 m^3 ，土石方填方量 82.38 万 m^3 (不含表土)，调入 42.59 万 m^3 (调自厂区)，作为骨料等建材的利用方 0.18 万 m^3 ，余方 3.92 万 m^3 (由宁津甲子山土地平整项目综合利用)。但缺少表土剥离措施，本方案补充该措施：施工前对占用林地、园地、草地表土实施剥离，剥离厚度 10~50cm，剥离表土 7.38 万 m^3 ，单独集中堆放于施工堆放场(位于二期预留场地)，并加以防护，施工结束后表土全部回填利用。在此基础上做到了施工生产区土石方平衡，符合水土保持要求。

(2) 土石方调运评价

本项目做到内部土石方充分调运，调运方总量为 94.86 万 m^3 ，占挖填方总量的 14.92%，运距小于 3km，各区域土方调运采用就近原则，就近调运相邻区域的多余土方，减少土石方开挖、回填量、运距和扰动地表，减少水土流失环节。

(3) 挖方余方作为建筑骨料的可行性分析

同时开挖石方充分用于本项目排水沟、厂区碎石压盖等骨料建材石方利用，共计利用石方 5.78 万 m^3 ，减少了余方。

1) 厂址岩石加工骨料的可行性

根据《华能石岛湾核电厂扩建一期工程可行性研究阶段(华龙一号方案)岩土工程勘察报告》，厂址区域以中风化岩石为主，岩石节理裂隙发育，岩体较破碎，且中风化岩石单轴抗压强度低，因此中风化岩石的强度不满足作为骨料的强度要求，且中风化岩石作为原料石储量极为有限。具体原因如下：

① 厂址区岩土条件

根据《华能石岛湾核电厂扩建一期工程可行性研究阶段(华龙一号方案)岩土工程勘察报告》，现阶段厂坪以上基本为土方为主，核岛区、常规岛区基底大部分为中风化岩石，局部为微风化和强风化，核岛区、常规岛区基底以上土石比分别约 68:32、88:12；泵房区则大部分为强风化，基底以上基本以强风化为主。

剥离的表土进行集中堆放和防护，施工结束后全部回填利用，有利于植被的快速恢复。

(6) 表土、土石方临时堆放评价

表土堆放场、基坑土石方临时周转场设置在施工生产区的施工堆放场（预留二期厂区临时堆土场）；厂外施工管线工程区表土、管沟土石方在管线施工作业带内堆存；厂外道路表土在道路红线内堆存。以上表土、土石方堆放场不新增占地。

表土、土石方堆放场堆土容量 171.50 万 m^3 ，堆放表土、土石方松方 135.81 万 m^3 ，满足堆放要求。

厂外施工管线工程区管线采用分段开挖、敷设的方式，第一段管沟开挖的土方临时堆放至第二段地表，管道安装完成将土方平铺于沟顶；第二段管沟开挖土方临时堆放至已敷设完成的第一段管沟地表，用作管沟土方回填，以此方式累进施工，管沟施工临时堆土不另占地。

(7) 综合评价

综上，本工程挖方总量 423.95 万 m^3 ，填方总量 211.72 万 m^3 ，余方总量 206.45 万 m^3 （由宁津甲子山土地平整项目综合利用），作为本工程骨料等建材的利用方 5.78 万 m^3 ，土石方综合利用率 100%。项目区范围大、工程多，做到土石方内部充分调运，调运合理，余方总量 206.45 万 m^3 ，由宁津甲子山土地平整项目综合利用。总体上，本工程结合地形设计工程标高，控制了土石方量，挖方大部分原工程区回填，并充分调配利用土石方，调配合理，充分利用开挖石方作为本工程骨料等建材利用，表土利用率 100%，余方全部综合利用，土石方综合利用率为 100%，符合水土保持要求。

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

厂区场平整施工时，土方开挖采用梯段法施工，按从上往下分层分段依次进行，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。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) 海水取排水工程

片块石水下抛填采用方驳配挖掘机水上抛填，水砣辅助控制标高。陆上部分：采用自卸车运输、挖掘机抛填埋坡。

陆上土方开挖：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，挖掘机配合埋坡、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，减少占用草地，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，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地表，用作管道土方回填，以此方式开挖敷设，管线施工临时堆土不另占地，有利于水土保持。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。剥离的表土全部装袋，作为管道开挖土方堆放的护脚，避免表土堆放新增占地。

管线、电缆穿越道路时，采用定向钻非开挖穿越方式，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、供热管线均采用分段开挖、敷设的方

式，充分利用沿线现有道路，管线、电缆穿越道路时，采用定向钻非开挖穿越方式，这些工艺均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，本方案将予以补充。

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、定向钻穿越，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、定向钻穿越，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，施工生活区利用高温气冷堆工程已建施工生活区，新建施工生产生活区设置在高温气冷堆工程北侧；施工用水从现有施工用水管线引接，施工用电从现有施工用电线路引接，施工道路利用现有进场道路及应急道路、高温气冷堆工程施工道路，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

3.2.5.1.1 厂区

(1) 工程措施

主体设计考虑了厂区排水工程、边坡防护工程。

1) 排水工程

排水系统包括:厂区周边截排洪沟、排水暗涵、边坡截排水沟、厂内雨水管。排洪沟自西北向南布置,出口接入大海;排水暗涵沿扩建一期工程厂区东侧布置,并接入高温气冷堆工程排水暗涵,最终排入大海;边坡截排水沟、厂内雨水管接入排洪沟、排水暗涵。

① 厂区周边截排洪沟、排水暗涵

主体设计中,厂区北侧、西侧设截、排洪沟;厂区东侧设排水暗涵,并顺接至高温气冷堆工程厂区排水暗涵,最终排入大海。

截洪沟、排洪沟和排水暗涵断面为矩形,采用钢筋混凝土结构。向西侧排放的截、排洪沟长 2069m,起始截洪沟断面净尺寸宽 4m、深 4m,排水口排洪沟净尺寸宽 6m、高 6.5m,坡度选用 0.1%和 0.15%。向东侧排放的排水暗涵长 756m,断面净尺寸为单孔 4.0m×4.0m、双孔 2×3.0m×3.0m,纵向坡度 0.3%。

② 边坡截排水沟

沿厂区西北侧山坡坡顶、马道平台设截排水沟,坡面设跌水踏步及泄水孔,顺接至坡脚排洪沟(排洪沟同①排洪沟),截排水沟长 970.9m,浆砌石结构,宽 50cm、深 60cm,矩形断面;东北侧边坡坡顶、坡脚设截排水沟,顺接至高温气冷堆工程厂区排水管,截排水沟长 1235.6m,浆砌块石结构,宽 50cm、深 60cm,矩形断面。

③ 厂区内雨水管

厂区内设雨水管道,并顺接至截排洪沟或排水暗涵,最终雨水排入大海。

根据总平面布置,在厂区内设置 13 个排出口,将雨水排入北侧、西侧的排

洪沟和东侧排水暗涵,管材统一采用 HDPE 缠绕增强管,管径 DN300~DN2500,设雨水管网 12450m。

综上,排水措施较为完善。

2) 边坡防护工程

厂区西北侧挖方边坡(A2~F2段)采取锚杆+格构梁+喷混植生防护。坡高 8.0~11.7m,边坡比 1: 1.5, 8m 以上边坡按两级放坡,一级边坡 8m,马道平台宽 2.5m。坡面混凝土格构植草护坡以防治水土流失为主,界定为水土保持措施,混凝土格构植草护坡面积 8172m²(斜面积),混凝土格构梁 556.6m³。厂区东北侧与高温气冷堆交界处边坡采取挂网喷混植生护坡。边坡防护措施较为完善。

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 12.70hm²。

为进一步防治水土流失,厂区需补充土地整治措施。

(2) 植物措施

厂区西北侧挖方边坡(A2~F2段)采取混凝土格构植草护坡,植草面积 6868.1m²;厂区东北侧与高温气冷堆交界处边坡采取挂网喷混植生绿化,植草面积 2786.0m²。

厂区的现场服务区及其他辅助设施区道路两侧、建筑物周边采取园林绿化,绿化面积 30000m²。

3.2.5.1.2 厂外道路区

(1) 工程措施

主体设计工程措施主要有:排水工程、边坡防护工程。

1) 排水工程

应急道路东侧边坡坡脚设截洪沟长 405m,起始截洪沟断面净尺寸宽 2m、深 1.5m,坡度选用 0.3%,并顺接至厂区北侧排洪沟。

边坡坡顶设浆砌石排水沟长 325.9m,宽 50cm、深 60cm,矩形断面。坡面设跌水踏步及泄水孔,顺接至坡脚排洪沟。

排水措施较为完善。

2) 边坡防护工程

应急道路挖方边坡(A1~D1段)采取混凝土格构植草护坡。最大坡高 8.7m,边坡比 1: 1.5,坡面混凝土格构植草护坡面积 3337m²(斜面积)。边坡防护措施

较为完善。

(2) 植物措施

主体设计应急道路挖方边坡 (A1~D1 段) 采取混凝土格构植草护坡, 格构梁内植草绿化面积 2669.6m² (斜面积)。

3.2.5.1.3 施工生产区

主体设计工程措施主要有: 边坡防护措施。

(1) 工程措施

1) 边坡防护工程

主体设计中施工临建区 A3~E3、R3~U3 段边坡采取锚杆+格构梁+喷混植生绿化综合护坡措施, 边坡比 1: 1.5, 坡面混凝土格构护坡措施以防治水土流失为主, 界定为水土保持措施, 混凝土格构植草护坡面积 9011m² (斜面积), 混凝土格构 613.7m³。

表 3.3 施工生产区边坡防护措施

边坡位置	边坡类型	坡段	总体走向 (°)	倾向 (°)	最大坡高/m	边坡长度/m	分级	坡比	防护型式
施工生产区 (施工临建区)	挖方边坡	A3~D3	333	63	7.2	72.3	一级	1:1.5	锚杆+格构梁+喷混植生绿化
		D3~E3	55	325	7.2	155.7	一级	1:1.5	锚杆+格构梁+喷混植生绿化
	填方边坡	F3~G3	70	340	3	101	一级	1:1.5	挂网喷混植生绿化防护
		G3~H3	15	285	3	262	一级	1:1.5	挂网喷混植生绿化防护
		H3~J3	343	253	3	210.2	一级	1:1.5	挂网喷混植生绿化防护
		J3~K3	0	270	3	209.4	一级	1:1.5	挂网喷混植生绿化防护
		K3~L3	71	341	3	360.9	一级	1:1.5	挂网喷混植生绿化防护
		M3~Q3	341	71	3	346.4	一级	1:1.5	挂网喷混植生, 并且在坡脚设置防冲刷结构
		Q3~R3	341	71	3	84.8	一级	1:1.5	挂网喷混植生绿化
		R3~U3	357~351	87~81	7.5	447.6	一级	1:1.5	锚杆+格构梁+喷混植生绿化
		U3~V3	295	205	1.5	64.8	一级	1:1.5	挂网喷混植生绿化
		挖方边坡	V3~W3	293	23	2	110.8	一级	1:1.5
	W3~X3		35	305	2	122.5	一级	1:1.5	挂网喷混植生绿化防护

(2) 临时措施

1) 排水工程

主体设计中, 施工生产区内设主干排水沟, 排水为 50 年一遇排水标准。

施工临建区内设浆砌石排水沟, 并顺接至施工临建区北侧河流, 排水最终排入大海。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、深 1.0m, 宽 1.5m、深 1.5m 和宽 2.0m、深 1.5m。排水沟累计长 2954m, 其中断面宽 1.5m、深 1.0m 的排水沟长 1601m, 断面宽 1.5m、深 1.5m 的排水沟长 678m, 断面宽 2.0m、深 1.5m 的排水沟长 675m。

施工堆放场内设浆砌石排水沟, 并顺接至厂区排洪沟、排水暗涵, 排水最终排入大海。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、深 1.5m 和宽 2.5m、深 1.5m。排水沟累计长 3422m, 其中断面宽 1.5m、深 1.5m 的排水沟长 2272m, 断面宽 2.5m、深 1.5m 的排水沟长 1160m。

3.2.5.2 以主体工程设计功能为主、同时兼有水土保持功能的工程

3.2.5.2.1 厂区

厂区建筑物、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, 总面积约为 41.58hm², 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。厂区西北侧挖方边坡 (A2~F2 段) 采取锚杆+格构梁+喷混植生防护, 坡高 8.0~11.7m, 边坡比 1: 1.5, 8m 以上边坡按两级放坡, 一级边坡 8m, 马道平台宽 2.5m, 坡面锚杆防护以主体设计功能为主。厂区东北侧与高温气冷堆交界处边坡 (G2~J2 段) 采取挂网喷混植生护坡, 坡面挂钢筋网防护以主体设计功能为主。这些措施以主体设计功能为主, 不界定为水土保持措施。

3.2.5.2.2 海水取排水工程区

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, 总面积为 34.15hm², 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。取排水明渠边坡采取抛石护岸。这些措施以主体设计功能为主, 不界定为水土保持措施。

3.2.5.2.3 厂外道路区

厂外道路(应急道路)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 8235m², 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。

3.2.5.2.4 施工生产区

施工临建区临海侧边坡（L3~U3 段）采取钢筋混凝土挡墙+坡脚块石防护、挂网喷混植生+坡脚块石防冲刷防护、挂网喷混植生防护、锚杆+格构梁+梁间喷混植生防护，其他非临海段（A3~E3）边坡采取锚杆+格构梁+喷混植生防护，F3~L3 段、U3~X3 段边坡采取坡面挂网喷混植生防护。钢筋混凝土挡墙+坡脚块石防护、坡脚块石防冲刷防护、挂钢筋网防护、锚杆防护兼有水土保持功能，建成后覆盖地表，能有效控制土壤侵蚀，工程护坡面积 1255m²（斜面积），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 3.4。对主体工程中水土保持措施评价如下：

（1）厂区

①工程措施：主体设计中布设了排水沟、排水箱涵、边坡防护措施，措施较为完善，符合水土保持要求，方案中需进一步补充表土剥离及回覆，土地整治、排水顺接措施。

②植物措施：主体设计中在边坡上采取格构喷混植生绿化、挂网喷混植生绿化措施，现场服务区及其他辅助设施区采取园林绿化措施，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：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、拦挡及临时排水沟、沉沙池、泥浆沉淀池，表土堆放场临时种草，施工道路洒水降尘等措施。

（2）海水取排水工程区

①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，临时排水沟、沉沙池及施工道路洒水降尘等措施。

（3）厂外施工管线工程区

①工程措施：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，临时排水沟、泥浆沉淀池等措施。

（4）厂外道路区

①工程措施：主体设计中布设了排水沟、边坡防护措施，措施较为完善。应急道路目前为高温堆工程立项建设作为施工道路，道路两侧现有排水沟，根据现场调查存在破损，本方案需整修破损排水沟。此外，方案中需进一步补充表土剥离及回覆、土地整治、排水顺接措施。

②植物措施：主体设计主体设计中在边坡上采取格构喷混植生绿化措施，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。另外，本方案补充道路外侧绿化措施。

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) 施工生产区

1) 本工程新建的施工生产区包括施工临建区、施工堆放场，水土保持措施分析评价如下：

①工程措施：主体设计中布设了边坡防护，措施较为完善，符合水土保持要求，方案中需进一步补充表土剥离及回覆、土地整治，边坡坡脚排水沟措施。

②植物措施：主体设计中在边坡上采取喷混植生绿化措施，符合水土保持要求。本方案需补充施工结束后植被恢复措施。

③临时措施：主体设计中，在施工临建区、施工堆放场内布设了主干排水沟措施。本方案补充裸露边坡苫盖，表土及临时堆土苫盖、拦挡及临时排水沟、沉沙，表土堆土场种草临时绿化，施工道路洒水降尘等措施。

2) 本工程续用的由高温气冷堆建设的施工生产区包括施工办公区、力能区，水土保持措施分析评价如下：

①施工办公区

施工办公区已由高温气冷堆项目建成，本工程续用，现状采取的水土保持措施包括：临时排水管、临时绿化。其中临时排水管（DN200）共计 1449m，临时绿化 1.50hm²，水土保持措施较为完善，由高温堆项目建成，不界定为本工程水土保持措施。但仍存在少量地表裸露，本工程续用需要补充临时苫盖措施及场内道路洒水降尘措施。

表 3.4 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	
厂区	工程措施	房屋建筑硬化、道路硬化、挂钢筋网喷射混凝土护坡。	浆砌石截排水沟、钢筋混凝土截排洪沟、排水暗涵、雨水管，混凝土格构植草护坡，碎石压盖。	表土剥离及回覆，土地整治、排水顺接措施。
	植物措施		边坡绿化、现场服务区及其他辅助设施区绿化美化。	
	临时措施		临时排水沟。	
海水取排水工程区	工程措施	建（构）筑物、道路硬化、抛石护岸。		裸露边坡苫盖，临时堆土进行苫盖、拦挡，临时排水沟、沉沙池及施工道路洒水降尘。
	临时措施			
厂外施工管线工程区	工程措施			表土剥离及回覆、土地整治。
	植物措施			植被恢复。
	临时措施			表土及临时堆土进行苫盖、拦挡，临时排水沟、泥浆沉淀池。
厂外道路区	工程措施	道路硬化。	浆砌石截排水沟、钢筋混凝土截排洪沟，混凝土格构植草护坡。	表土剥离及回覆、土地整治、整修排水沟、排水顺接措施。
	植物措施			道路两侧绿化措施及施工道路植被恢复
	临时措施			表土及临时堆土进行苫盖、拦挡，临时排水沟。
施工生产区	工程措施	抛石护岸防护、边坡锚杆防护。	混凝土格构植草护坡。	表土剥离及回覆，土地整治，坡脚浆砌石排水沟。
	植物措施		边坡绿化。	施工结束后植被恢复。
	临时措施		场内浆砌石排水沟。	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，表土堆土场种草临时绿化，施工道路洒水降尘

综上所述，主体工程中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，在本水保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、洒水防尘、临时绿化等水土保持措施。

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

根据主体工程可研报告及以上项目划分，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 3.5。

表 3.5 主体工程设计中界定为水土保持工程的措施及数量

编号	项目	单位	数量	断面尺寸 (m) (底宽×深)	结构	投资(元)
一	厂区					92771584.16
(一)	工程措施					78232398.90
1	一期厂区					25349395.36
1.1	雨水管网	m	11950			21756400.00
(1)	DN300 雨水管	m	3100	DN300	HDPE 缠绕增强管 B 型	288300.00
(2)	DN400 雨水管	m	900	DN400	HDPE 缠绕增强管 B 型	128700.00
(3)	DN500 雨水管	m	1500	DN500	HDPE 缠绕增强管 B 型	327000.00
(4)	DN600 雨水管	m	1500	DN600	HDPE 缠绕增强管 B 型	439500.00
(5)	DN700 雨水管	m	300	DN700	HDPE 缠绕增强管 B 型	230700.00
(6)	DN900 雨水管	m	300	DN900	HDPE 缠绕增强管 B 型	463800.00
(7)	DN1000 雨水管	m	600	DN1000	HDPE 缠绕增强管 B 型	1188600.00
(8)	DN1100 雨水管	m	200	DN1100	HDPE 缠绕增强管 B 型	443800.00
(9)	DN1200 雨水管	m	400	DN1200	HDPE 缠绕增强管 B 型	988800.00
(10)	DN1300 雨水管	m	400	DN1300	HDPE 缠绕增强管 B 型	1073200.00
(11)	DN1500 雨水管	m	800	DN1500	HDPE 缠绕增强管 B 型	2619200.00
(12)	DN1600 雨水管	m	700	DN1600	HDPE 缠绕增强管 B 型	2793700.00
(13)	DN1800 雨水管	m	200	DN1800	HDPE 缠绕增强管 B 型	1200800.00
(14)	DN1900 雨水管	m	300	DN1900	HDPE 缠绕增强管 B 型	2160300.00
(15)	DN2500 雨水管	m	750	DN2500	HDPE 缠绕增强管 B 型	7410000.00

3 项目水土保持评价

编号	项目	单位	数量	断面尺寸 (m) (底宽×深)	结构	投资(元)
1.2	碎石压盖	m ²	127000		碎石压盖 10cm 厚	3592995.36
2	现场服务及其他辅助设施区					51500.00
2.1	雨水管网	m	500			51500.00
(1)	DN300 雨水管	m	400	DN300	HDPE 缠绕增强管 B 型	37200.00
(2)	DN400 雨水管	m	100	DN400	HDPE 缠绕增强管 B 型	14300.00
3	厂区外边坡及防洪设施区					52831503.54
3.1	浆砌石排水沟	m	2206.5	0.5m×0.6m	浆砌石	1181003.60
3.1.1	北侧边坡排水沟	m	970.9			519641.80
(1)	开挖土方	m ³	1858			38987.17
(2)	夯填土方	m ³	531			30879.05
(3)	浆砌块石	m ³	682			329081.22
(4)	铺筑垫层	m ³	130			38598.55
(5)	水泥砂浆抹面	m ²	2272			59729.36
(6)	沥青麻絮	m ²	72			22366.45
3.1.2	东侧边坡排水沟	m	1235.6	0.5m×0.6m	浆砌石	661361.80
(1)	开挖土方	m ³	2364			49616.42
(2)	夯填土方	m ³	676			39296.91
(3)	浆砌块石	m ³	867			418786.75
(4)	铺筑垫层	m ³	166			49130.82
(5)	水泥砂浆抹面	m ²	2891			76013.68
(6)	沥青麻絮	m ²	92			28517.22
3.2	混凝土排洪沟	m	2069	4.0m×4.0m	C40 钢筋混凝土	43501002.74
(1)	混凝土	m ³	48128			43501002.74
3.3	排水暗涵	m	756	单孔 4.0m×4.0m、 双孔 2×3.0m×3.0m	C40 钢筋混凝土	7605986.91
(1)	混凝土	m ³	8415			7605986.91
3.4	混凝土格构植草护坡	m ²	8172			543510.29
(1)	混凝土格构梁	m ³	556.6			543510.29
(二)	植物措施					1899051.67
1	现场服务及其他辅助设施区					
1.1	园林绿化	m ²	30000			1691142.14
2	厂区外边坡及防洪设施区					
2.1	边坡种草绿化	m ²	9654.1		格构内喷混植生绿化、挂网喷混植生绿化	207909.53
(三)	临时措施					12640133.59
1	一期厂区					

3 项目水土保持评价

编号	项目	单位	数量	断面尺寸 (m) (底宽×深)	结构	投资(元)
1.1	浆砌石排水沟	m	5323	1.5m×1.5m、 2.5m×1.5m	浆砌石	12640133.59
(1)	开挖土方	m ³	33814.4			709617.78
(2)	夯填土方	m ³	3381.6			196723.08
(3)	浆砌石	m ³	20821			10052427.04
(4)	铺筑垫层	m ³	5667.2			1681365.69
二	厂外道路区					23834919.05
1	工程措施					23778867.15
1.1	浆砌石排水沟	m	325.9	0.5m×0.6m	浆砌石	174296.09
(1)	开挖土方	m ³	623.6			13086.66
(2)	夯填土方	m ³	178.2			10366.71
(3)	浆砌块石	m ³	228.8			110466.23
(4)	铺筑垫层	m ³	43.7			12965.08
(5)	水泥砂浆抹面	m ²	762.6			20049.12
(6)	沥青麻絮	m ²	23.7			7362.29
1.2	截排洪沟	m	405	2.0m×1.5m	钢筋混凝土	1409118.67
(1)	钢筋混凝土	m ³	1559			1409118.67
1.3	混凝土格构植草护坡	m ²	3337		混凝土格构	22195452.39
(1)	混凝土格构梁	m ³	227.3			22195452.39
2	植物措施					56051.90
2.1	边坡种草绿化	m ²	2669.6		格构内喷混植 生绿化	56051.90
三	施工生产区					74740718.77
(一)	施工临建区					66222055.77
1	工程措施					59926744.98
1.1	混凝土格构植草护坡	m ²	9011		混凝土格构	59926744.98
(1)	混凝土格构梁	m ³	613.7		混凝土格构	59926744.98
2	植物措施					515672.32
2.1	边坡种草绿化	m ²	24569.1		混凝土格构、 挂网喷混植生 绿化	515672.32
3	临时措施					5779638.47
1.1	浆砌石排水沟	m	2954	1.5m×1.0m、 1.5m×1.5m、 2.0m×1.5m	浆砌石	5779638.47
(1)	开挖土方	m ³	14400			302193.62
(2)	夯填土方	m ³	1584			92148.50
(3)	浆砌块石	m ³	8640			4171452.09
(4)	铺筑垫层	m ³	3019			895747.33
(5)	水泥砂浆抹面	m ²	1890			49699.54
(6)	沥青麻絮	m ²	864			268397.39
(二)	施工堆放场					8518663.00
1	临时措施					8518663.00
1.1	浆砌石排水沟	m	3432	1.5m×1.5m、 2.5m×1.5m	浆砌石	8518663.00
(1)	开挖土方	m ³	21798.4			457453.99
(2)	夯填土方	m ³	2180			126820.53

3 项目水土保持评价

编号	项目	单位	数量	断面尺寸 (m) (底宽×深)	结构	投资(元)
(3)	浆砌块石	m ³	13422.4			6480428.07
(4)	铺筑垫层	m ³	3568			1058567.33
(5)	水泥砂浆抹面	m ²	137000			61824.83
(6)	沥青麻絮	m ²	527			333568.25
	合计					191347221.98

4 水土流失分析与预测

通过对项目区地形地貌、土壤植被、地表物质及水土流失现状等因素进行全面调查分析,结合在建工程特点,确定厂区、海水取排水工程区、施工生产区为水土流失预测的重点区域。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依据。

4.1 水土流失现状

根据《全国水土保持区划(试行)》(办水保〔2012〕512号),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,容许土壤流失量 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。项目区以微度、轻度水力侵蚀为主,土壤侵蚀模数为 $180\sim 1500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

4.2 水土流失影响因素分析

建设中大规模的土石方开挖和地表扰动,会影响甚至破坏项目区内土壤、植被及地形条件,造成新的水土流失。在自然恢复期随着植物措施的防护,人为活动对地表的扰动很小,项目建设区内水土流失量将大大减小,水土流失因素将以自然因素为主。

4.2.1 施工建设期水土流失的影响因素分析

(1) 厂区

施工准备期:场地平整,开挖回填,表土剥离,表土临时堆放、挡护与苫盖,使地面裸露,破坏原地貌。

施工期:基础开挖、回填,形成开挖、堆填边坡,临时堆放弃土,使地面裸露,表土破损,破坏原地貌。

(2) 海水取排水工程区

施工准备期:场地平整活动扰动地表,破坏原有植被,使地面裸露。

施工期:渠道开挖回填、渣土外运,形成开挖边坡,扰动地表,产生水土流失。破坏原有植被,使地面裸露。

(3) 厂外施工管线工程区

施工准备期:场地平整活动扰动地表,破坏原有植被,使地面裸露。

施工期：管道、电缆开挖回填，扰动地表，产生水土流失。破坏原有植被，使地面裸露。

(4) 厂外道路区

施工准备期：厂外道路在施工准备期主要是对场地进行平整，因此地表及植被将被损坏，使地表裸露，易产生水土流失。

施工期：施工中不可避免的要进行开挖、回填等施工，形成开挖边坡，原地貌遭受破坏，土层裸露，容易造成水土流失。

(5) 施工生产区

施工准备期：在此期间场地的平整等施工活动扰动地表，开挖、回填施工，形成开挖、堆填边坡，破坏原有植被，使地面裸露，易引起水土流失。

施工期：主要是堆放土方、建筑材料及修筑临时建筑工程，易产生水土流失。

4.2.2 自然恢复期水土流失因素分析

本工程建成后，大部分区域被建筑物、道路所占压，绿化区植被逐渐丰富，松散裸露地面逐渐趋于稳定，土壤侵蚀强度减弱。自然恢复期人为活动对地表扰动很小，工程建设区域范围内水土流失将大大减小，水土流失因素将以自然因素为主。本项目施工建设期及自然恢复期可能产生的水土流失影响因素详见表 4.1。

4.2.3 扰动地表面积

扰动地表面积采用设计资料进行预测扰动地表面积。根据预测，本项目扰动原地貌面积共计 220.02hm²。

4.2.4 损坏植被面积

根据现状占地类型调查，本项目建设共计将损坏林地、草地、园地面积 42.30hm²。

4.2.5 弃土、弃石、弃渣量预测

本项目挖方总量 423.95 万 m³，填方总量 211.72 万 m³，作为本工程骨料等建材的利用方 5.78 万 m³，余方总量 206.45 万 m³（由宁津甲子山土地平整项目综合利用），不产生弃土弃渣。

4.3 土壤流失量预测

4.3.1 预测单元

根据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，将项目区水土流失预测单元划分为①厂区；②海水取排水工程区；③厂外施工管线工程区；④厂外道路区；⑤施工生产区。根据每个预测单元在工程

施工准备期、施工期和自然恢复期土壤侵蚀模数的变化情况，分别预测施工准备期、施工期和自然恢复期的土壤侵蚀总量。各单元工程预测单元划分见表 4.1 所示。

表 4.1 可能产生水土流失因素分析表

预测单元	时期	产生水土流失因素分析
施工准备期与施工期		
厂区	施工准备期	场地平整，开挖回填，表土剥离，表土临时堆放、挡护与苫盖，使地面裸露，破坏原地貌。
	施工期	基础开挖、回填，形成开挖、堆填边坡，临时堆土，使地面裸露，表土破损，破坏原地貌。
海水取排水工程区	施工准备期	场地平整活动扰动地表，破坏原有植被，使地面裸露。
	施工期	渠道开挖回填、渣土外运，形成开挖边坡，扰动地表，产生水土流失。破坏原有植被，使地面裸露。
厂外施工管线工程区	施工准备期	场地平整活动扰动地表，破坏原有植被，使地面裸露。
	施工期	管道、电缆沟开挖回填，扰动地表，产生水土流失。破坏原有植被，使地面裸露。
厂外道路区	施工准备期	厂外道路在施工准备期主要是对场地进行平整，因此地表及植被将被损坏，使地表裸露，易产生水土流失
	施工期	施工中不可避免的要进行开挖、回填等施工，形成开挖边坡，原地貌遭受破坏，土层裸露，容易造成水土流失。
施工生产区	施工准备期	在此期间场地的平整等施工活动扰动地表，开挖、回填施工，形成开挖、堆填边坡，破坏原有植被，使地面裸露，易引起水土流失
	施工期	期间主要是堆放建筑材料及修筑临时建筑工程，易产生水土流失。
自然恢复期		
运行后	自然恢复期	自然因素（施工结束后，植被逐渐恢复）。

4.3.2 预测时段

华能山东石岛湾核电厂扩建一期工程属建设类项目，根据各单项工程的施工进度安排，各个时期水土流失的不同特点，选定各单项工程的预测时段。预测时段包括施工期（含施工准备期）和自然恢复期两个阶段。主体工程计划于 2022 年 6 月开工，2028 年 9 月完工。在施工期（含施工准备期）地表扰动强度大，破坏了原有地表结构，使原生地面土壤抗蚀力急剧下降，一遇大雨，将造成严重的水土流失。进入自然恢复期后，随着天然植被的逐渐恢复，水土流失将有所降低，项目区属于暖温带半湿润季风气候，植被恢复较容易，自然恢复期水土流失预测时段可确定为 3 年。各单元工程预测时段划分见表 4.2。

表 4.2 各单元工程预测时段划分

预测期	预测单元		预测时段(年)	
			起迄时间	预测时段
施工期 (含施 工准 备期)	厂区	一期厂区	2022.6-2028.9	6.33
		现场服务区	2022.6-2025.9	3.33
		厂区外边坡及防排 洪设施	2022.6-2022.5	1.00
		其它辅助设施	2022.6-2025.9	3.33
	海水取排水工 程区		2022.6-2026.12	4.58
	厂外施工管线 工程区	施工供水管线	2022.6-2022.8	0.25
		施工供电线路	2022.6-2022.8	0.25
		施工供热管线	2022.6-2022.8	0.25
	厂外道路区	应急道路	2022.6-2026.5	4.00
	施工生产区	施工临建区	2022.6-2028.9	6.33
		施工堆放场	2022.6-2028.9	6.33
		施工办公区	2022.6-2022.8 2028.7-2028.9	0.50
		力能区	2028.7-2028.9	0.25
	自然恢 复期	厂区	一期厂区	
现场服务区				3
厂区外边坡及防排 洪设施				3
其它辅助设施				3
海水取排水工 程区				3
厂外施工管线 工程区		施工用水管线		3
		施工供电线路		3
		施工供热管线		3
厂外道路区		应急道路		3
施工生产区		施工临建区		3
		施工堆放场		3
		施工办公区		3
		力能区		3

4.3.3 土壤侵蚀模数

(1) 原地貌土壤侵蚀模数

根据现状调查,项目区土地利用类型有林地、草地、园地、工矿仓储用地、交通运输用地、水域等。根据土壤侵蚀现状图、山东省水土保持规划资料等,结合项目区地形图,分析土地利用现状、地形地貌、水土流失成因和水土流失强度及分布规律,结合项目区人为活动因素,并经过专家咨询,确定各侵蚀单元的土壤侵蚀背景值,见表 4.3。

表 4.3 不同土地利用类型土壤侵蚀模数背景值

项目分区		地类	原地貌土壤侵蚀模数(t/km ² .a)	水土流失强度
厂区	一期厂区	林地	500	轻度
		草地	600	轻度
		园地	180	微度
		工矿仓储用地	1500	轻度
		交通运输用地	800	轻度
		水域	0	微度
		其他	1500	轻度
		海域	0	微度
	现场服务区	林地	500	轻度
		草地	600	轻度
		园地	180	微度
		工矿仓储用地	1500	轻度
		交通运输用地	800	轻度
		水域	0	微度
		其他	1500	轻度
		海域	0	微度
	厂区外边坡及防排洪设施	林地	500	轻度
		草地	600	轻度
		园地	180	微度
		工矿仓储用地	1500	轻度
		交通运输用地	800	轻度
		水域	0	微度
		其他	1500	轻度
		海域	0	微度
	其他辅助设施	林地	500	轻度
		草地	600	轻度
		园地	180	微度
		工矿仓储用地	1500	轻度
交通运输用地		800	轻度	
水域		0	微度	
其他		1500	轻度	
海域		0	微度	
海水取排水工程区	林地	500	轻度	
	草地	600	轻度	
	园地	180	微度	
	工矿仓储用地	1500	轻度	
	交通运输用地	800	轻度	
	水域	0	微度	
	其他	1500	轻度	
	海域	0	微度	
厂外施工管线工程区	施工用水管线	林地	500	轻度
		草地	600	轻度
		园地	180	微度
		工矿仓储用地	1500	轻度
		交通运输用地	800	轻度
		水域	0	微度

4 水土流失分析与预测

项目分区		地类	原地貌土壤侵蚀模数(t/km ² .a)	水土流失强度	
		其他	1500	轻度	
		海域	0	微度	
	施工供电线路	林地	500	轻度	
		草地	600	轻度	
		园地	180	微度	
		工矿仓储用地	1500	轻度	
		交通运输用地	800	轻度	
		水域	0	微度	
		其他	1500	轻度	
		海域	0	微度	
		施工供热管线	林地	500	轻度
	草地		600	轻度	
	园地		180	微度	
	工矿仓储用地		1500	轻度	
	交通运输用地		800	轻度	
	水域		0	微度	
	其他		1500	轻度	
	厂外道路区	应急道路	林地	500	轻度
草地			600	轻度	
园地			180	微度	
工矿仓储用地			1500	轻度	
交通运输用地			800	轻度	
水域			0	微度	
其他			1500	轻度	
海域			0	微度	
施工生产区	施工临建区	林地	500	轻度	
		草地	600	轻度	
		园地	180	微度	
		工矿仓储用地	1500	轻度	
		交通运输用地	800	轻度	
		水域	0	微度	
		其他	1500	轻度	
		海域	0	微度	
	施工堆放场	林地	500	轻度	
		草地	600	轻度	
		园地	180	微度	
		工矿仓储用地	1500	轻度	
		交通运输用地	800	轻度	
		水域	0	微度	
		其他	1500	轻度	
	施工办公区		林地	500	轻度
			草地	600	轻度
			园地	180	微度
工矿仓储用地			1500	轻度	
交通运输用地			800	轻度	
水域			0	微度	

项目分区		地类	原地貌土壤侵蚀模数(t/km ² ·a)	水土流失强度
		其他	1500	轻度
		海域	0	微度
	力能区	林地	500	轻度
		草地	600	轻度
		园地	180	微度
		工矿仓储用地	1500	轻度
		交通运输用地	800	轻度
		水域	0	微度
		其他	1500	轻度
		海域	0	微度

(2) 扰动后土壤侵蚀模数

根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL773-2018)的计算方法进行测算。扰动类型划分为水力侵蚀一般扰动地表、工程开挖面、工程堆积体三种。

① 植被破坏型一般扰动地表土壤流失量按以下公式计算:

$$M_{yz} = RKL_y S_y BETA \dots\dots\dots (4-1)$$

式中: M_{yz} —— 植被破坏型一般扰动计算单元土壤流失量, t;

R —— 降雨侵蚀力因子, MJ·mm/(hm²·h), 根据年均降雨量计算;

K —— 土壤可蚀性因子, 查表选取荣成市 K 值;

L_y —— 坡长因子, 无量纲;

S_y —— 坡度因子, 无量纲;

B —— 植被覆盖因子, 无量纲, 本项目扰动后地表无植被, $B=1$;

E —— 工程措施因子, 无量纲, 取 1;

T —— 耕作措施因子, 无量纲, 取 1;

A —— 计算单元的水平投影面积, hm²。

a) 降雨侵蚀力因子采用多年平均降雨侵蚀力因子, 计算公式如下:

$$R_d = 0.067 p_d^{1.627} \dots\dots\dots (4-2)$$

式中: R_d —— 多年平均降雨侵蚀力因子, MJ·mm/(hm²·h);

p_d —— 多年平均降雨量, mm, 选取荣成市气象站平均降雨量;

b) 坡长因子按以下公式计算:

$$L_y = (\lambda / 20)^m \dots\dots\dots (4-3)$$

$$\lambda = \lambda_x \cos \theta \dots\dots\dots (4-4)$$

式中: λ —— 计算单元水平投影坡长度, m, 对一般扰动地表, 水平投影

坡长 $\leq 100\text{m}$ 时按实际值计算, 水平投影坡长 $> 100\text{m}$ 按 100m 计算;

θ —— 计算单元坡度, ($^\circ$), 取值范围为 $0^\circ \sim 90^\circ$;

m —— 坡长指数, 其中 $\theta \leq 1^\circ$ 时, $m=0.2$; $1^\circ < \theta \leq 3^\circ$ 时, $m=0.3$;

$3^\circ < \theta \leq 5^\circ$ 时, $m=0.4$; $\theta > 5^\circ$ 时, $m=0.5$;

λ_x —— 计算单元斜坡长度, m 。

c) 坡度因子按以下公式计算:

$$S_y = -1.5 + 17 / [1 + e^{(2.3 - 6.1 \sin \theta)}] \dots\dots\dots (4-5)$$

式中: e —— 自然对数的底, 取 2.72 。

② 地表翻扰型一般扰动地表土壤流失量按以下公式计算:

$$M_{yd} = RK_{yd} L_y S_y BETA \dots\dots\dots (4-6)$$

$$K_{yd} = NK \dots\dots\dots (4-7)$$

式中: M_{yd} —— 地表翻扰型一般扰动计算单元土壤流失量, t ;

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

N —— 地表翻扰后土壤可蚀性因子增大系数, 无量纲, 取 2.13 。

③ 上方无来水工程开挖面土壤流失量计算公式如下:

$$M_{kw} = RG_{kw} L_{kw} S_{kw} A \dots\dots\dots (4-8)$$

式中: M_{kw} —— 上方无来水工程开挖面计算单元土壤流失量, t 。

G_{kw} —— 上方无来水工程开挖面土质因子, $\text{t} \cdot \text{hm}^2 \cdot \text{h} / (\text{hm}^2 \cdot \text{MJ} \cdot \text{mm})$;

L_{kw} —— 上方无来水工程开挖面坡长因子, 无量纲;

S_{kw} —— 上方无来水工程开挖面坡度因子, 无量纲。

a) 上方无来水工程开挖面土质因子按下列公式计算:

$$G_{kw} = 0.004 e^{\frac{4.28 SIL(1-CLA)}{\rho}} \dots\dots\dots (4-9)$$

式中: ρ —— 土体密度, g/cm^3 , 取 $1.58 \sim 1.80 \text{g}/\text{cm}^3$ 。

SIL —— 粉粒 ($0.002 \sim 0.05\text{mm}$) 含量, 取小数, 根据项目区土壤选取, 取 $0.25 \sim 0.40$;

CLA —— 黏粒 ($< 0.002\text{mm}$) 含量, 取小数, 根据项目区土壤选取, 取 $0.10 \sim 0.35$ 。

b) 上方无来水工程开挖面坡长因子按下式计算:

$$L_{kw} = (\lambda/5)^{-0.57} \dots\dots\dots (4-10)$$

c) 上方无来水工程开挖面坡度因子按下式计算:

$$S_{kw} = 0.80\sin\theta + 0.38 \quad \dots\dots\dots (4-11)$$

④ 上方有来水工程开挖面土壤流失量计算公式如下:

$$M_{ky} = F_{ky} G_{ky} L_{ky} S_{ky} A + M_{kw} \quad \dots\dots\dots (4-12)$$

式中: M_{ky} ——上方有来水工程开挖面计算单元土壤流失量, t。

F_{ky} ——上方有来水工程开挖面径流冲蚀力因子, MJ/hm²;

G_{ky} ——上方有来水工程开挖面土质因子, t·hm²/(hm²·MJ);

L_{ky} ——上方有来水工程开挖面坡长因子, 无量纲;

S_{ky} ——上方有来水工程开挖面坡度因子, 无量纲。

a) 上方有来水工程开挖面径流冲蚀力因子按下列公式计算:

$$F_{ky} = 10000W^{0.95} \quad \dots\dots\dots (4-13)$$

式中: W ——上方单宽次来水总量, m³/m。

b) 上方有来水工程开挖面土质因子按下列公式计算:

$$G_{ky} = 0.004e^{\frac{1.86SIL(1-CLA)}{\rho}} \quad \dots\dots\dots (4-14)$$

式中: ρ ——土体密度, g/cm³, 取 1.58~1.80g/cm³。

SIL ——粉粒(0.002~0.05mm)含量, 取小数;

CAL ——黏粒(<0.002mm)含量, 取小数。

c) 上方有来水工程开挖面坡长因子按下式计算:

$$L_{ky} = (\lambda/5)^{-0.73} \quad \dots\dots\dots (4-15)$$

d) 上方有来水工程开挖面坡度因子按下式计算:

$$S_{ky} = 1.18\sin\theta + 0.10 \quad \dots\dots\dots (4-16)$$

⑤ 上方无来水工程堆积体土壤流失量计算公式如下:

$$M_{dw} = XRG_{dw}L_{dw}S_{dw}A \quad \dots\dots\dots (4-17)$$

式中: M_{dw} ——上方无来水工程堆积体计算单元土壤流失量, t;

X ——工程堆积体形态因子, 无量纲, 取 0.92;

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

L_{dw} ——上方无来水工程堆积体坡长因子, 无量纲;

S_{dw} ——上方无来水工程堆积体坡度因子, 无量纲。

a) 工程堆积体土石质因子 G_{dw} 按下式计算:

$$G_{dw} = a_1 e^{b_1 \delta} \dots\dots\dots (4-18)$$

式中： δ —— 计算单元侵蚀面土体砾石含量，取 0~0.5；

a_1, b_1 —— 上方无来水工程堆积体土石质因子系数，根据不同土质类型选取；

b) 上方无来水工程堆积体坡长因子 L_{dw} 按下式计算：

$$L_{dw} = (\lambda/5)^{f_1} \dots\dots\dots (4-19)$$

式中： f_1 —— 上方无来水工程堆积体坡长因子系数，根据不同土质类型选取。

c) 上方无来水工程堆积体坡度因子 S_{dw} 按下式计算：

$$S_{dw} = (\theta/25)^{d_1} \dots\dots\dots (4-20)$$

式中： d_1 —— 上方无来水工程堆积体坡度因子系数，根据不同土质类型选取。

⑥ 上方有来水工程堆积体土壤流失量计算公式如下：

$$M_{dy} = F_{dy} G_{dy} L_{dy} S_{dy} A + M_{dw} \dots\dots\dots (4-21)$$

式中： M_{dy} —— 上方有来水工程堆积体计算单元土壤流失量，t；

F_{dy} —— 上方有来水工程堆积体径流冲蚀力因子，MJ/hm²；

G_{dy} —— 上方有来水工程堆积体土石质因子，t·hm²/(hm²·MJ)；

L_{dy} —— 上方有来水工程堆积体坡长因子，无量纲；

S_{dy} —— 上方有来水工程堆积体坡度因子，无量纲。

a) 径流冲蚀力因子按下列公式计算：

$$F_{dy} = 10000 W^{0.95} \dots\dots\dots (4-22)$$

式中： W —— 上方单宽次来水总量，m³/m。

b) 工程堆积体土石质因子 G_{dy} 按下式计算：

$$G_{dy} = a_2 e^{b_2 \delta} \dots\dots\dots (4-23)$$

式中： δ —— 计算单元侵蚀面土体砾石含量；

a_2, b_2 —— 上方有来水工程堆积体土石质因子系数，根据不同土质类型选取；

c) 上方有来水工程堆积体坡长因子 L_{dy} 按下式计算：

$$L_{dy} = (\lambda/5)^{f_2} \dots\dots\dots (4-24)$$

式中： f_2 —— 上方有来水工程堆积体坡长因子系数，根据不同土质类型选取。

d) 上方有来水工程堆积体坡度因子 S_{dy} 按下式计算:

$$S_{dy} = (\theta/25)^{d_2} \dots\dots\dots (4-25)$$

式中: d_2 —— 上方有来水工程堆积体坡度因子系数, 根据不同土质类型选取。

③ 计算单元及结果

根据扰动区域气象条件、土质、地表覆盖、扰动面、扰动方式等划分计算单元及计算结果见表 4.4。

表 4.4 典型计算单元

预测期	位置		类型		斜坡长 (m)	斜坡宽 (m)	坡度 (°)	计算单元年土壤流失量(t)	土壤侵蚀模数 (t/km ² .a)	取值
施工期 (含施工准备期)	厂区	一期厂区	一般扰动地表	地表翻扰型一般扰动地表	50	10	3	3.32	6657	5648
					15	9	3	0.63	4639	
			工程开挖面	上方无来水工程开挖面	7	220	53.1	3.08	3332	2954
					11	50	53.1	0.85	2575	
			工程堆积体	上方无来水工程堆积体	5.41	15	33.7	1.05	15488	15488
					5.41	20	33.7	1.39	15488	
		现场服务区	一般扰动地表	地表翻扰型一般扰动地表	50	10	3	3.32	6657	5382
					10	8	3	0.33	4108	
			工程开挖面	上方无来水工程开挖面	7	30	53.1	0.42	3332	3026
					10	20	53.1	0.33	2719	
			工程堆积体	上方无来水工程堆积体	5.41	20	33.7	1.39	15488	15488
					5.41	15	33.7	1.05	15488	
		厂区外边坡及防排洪设施	工程开挖面	上方无来水工程开挖面	5.05	617.8	33.7	6.99	2693	2693
				上方有来水工程开挖面	5.51	502	53.1	12.03	7242	7242
		其他辅助设施	一般扰动地表	地表翻扰型一般扰动地表	40	10	3	2.49	6226	5432
					15	9	3	0.63	4639	
			工程开挖面	上方无来水工程开挖面	7	30	53.1	0.42	3332	3026
					10	20	53.1	0.33	2719	
	工程堆积体		上方无来水工程堆积体	5.41	10	33.7	0.70	15488	15488	
				5.41	8	33.7	0.56	15488		
海水取排水工程区	海水取排水工程区	一般扰动地表	地表翻扰型一般扰动地表	45	15	3	4.35	6450	6365	
				16	20	4	2.00	6280		

4 水土流失分析与预测

预测期	位置		类型		斜坡长 (m)	斜坡宽 (m)	坡度 (°)	计算单元年土壤流失量(t)	土壤侵蚀模数 (t/km ² .a)	取值	
			工程开挖面	上方无来水工程开挖面	12	50	53.1	0.88	2451	2304	
				上方有来水工程开挖面	15	100	53.1	1.94	2158		
			工程堆积体	上方无来水工程堆积体	5.41	10	33.7	0.70	15488	15488	
				上方有来水工程堆积体	5.41	15	33.7	1.05	15488		
	厂外施工管线工程区	施工供水管线	一般扰动地表	地表翻扰型一般扰动地表	7	10	4	0.32	4511	4511	
				地表翻扰型一般扰动地表	7	10	4	0.32	4511		
			工程开挖面	上方无来水工程开挖面	10	10	53.1	0.16	2719	2439	
				上方有来水工程开挖面	15	10	53.1	0.19	2158		
			工程堆积体	上方无来水工程堆积体	2.88	10	33.7	0.23	9646	9797	
				上方有来水工程堆积体	3	10	33.7	0.25	9947		
			施工供电线路	一般扰动地表	地表翻扰型一般扰动地表	4	10	4	0.14	3607	3364
					地表翻扰型一般扰动地表	4	10	3	0.12	3120	
		工程开挖面		上方无来水工程开挖面	12	10	53.1	0.18	2451	2230	
				上方有来水工程开挖面	17	10	53.1	0.21	2010		
		工程堆积体		上方无来水工程堆积体	2.34	10	33.7	0.16	8254	7795	
				上方有来水工程堆积体	2	10	33.7	0.12	7336		
		施工供热管线		一般扰动地表	地表翻扰型一般扰动地表	7.2	10	4	0.33	4563	4563
					地表翻扰型一般扰动地表	7.2	10	4	0.33	4563	
			工程开挖面	上方无来水工程开挖面	12	10	53.1	0.18	2451	2266	
				上方有来水工程开挖面	16	10	53.1	0.20	2080		
	工程堆积体		上方无来水工程堆积体	2.7	10	33.7	0.21	9190	9317		
			上方有来水工程堆积体	2.8	10	33.7	0.22	9444			
	厂外道路区		厂外道路区	一般扰动地表	地表翻扰型一般扰动地表	30	9	3	1.54	5711	6289
					地表翻扰型一般扰动地表	20	7	4	0.96	6866	
工程开挖面		上方无来水工程开挖面		9	5	33.7	0.07	1937	2086		
		上方有来水工程开挖面		7	10	33.7	0.13	2235			
		上方有来水工程开挖面		5.51	10	53.1	0.15	4612			

4 水土流失分析与预测

预测期	位置		类型		斜坡长 (m)	斜坡宽 (m)	坡度 (°)	计算单元年土壤流失量(t)	土壤侵蚀模数 (t/km ² .a)	取值
自然恢复期				水工程开挖面						
			工程堆积体	上方无来水工程堆积体	3.61	10	33.7	0.34	11430	10538
			2.88	5	33.7	0.12	9646			
	施工生产区	施工临建区	一般扰动地表	地表翻扰型一般扰动地表	40	50	3	12.43	6226	5817
					25	20	3	2.70	5407	
			工程开挖面	上方无来水工程开挖面	8	6	33.7	0.08	2072	2256
					6	12	33.7	0.15	2441	
			工程堆积体	上方无来水工程堆积体	5.41	20	33.7	1.39	15488	13459
					3.61	30	33.7	1.03	11430	
		施工堆放场	一般扰动地表	地表翻扰型一般扰动地表	32	50	3	9.30	5823	5513
					22	20	3	2.29	5204	
			工程开挖面	上方无来水工程开挖面	6	8	45	0.10	3074	2715
					8	15	40	0.22	2357	
			工程堆积体	上方无来水工程堆积体	5.41	20	33.7	1.39	15488	13459
					3.61	30	33.7	1.03	11430	
		施工办公区	一般扰动地表	地表翻扰型一般扰动地表	25	50	2.5	5.61	4495	4776
					20	20	3	2.02	5057	
	力能区	一般扰动地表	地表翻扰型一般扰动地表	30	50	2.5	7.11	4748	4902	
				20	20	3	2.02	5057		
	厂区	一期厂区	一般扰动地表	植被破坏型一般扰动地表	160	10	1.1	1.51	1515	1466
				80	10	1.1	1.13	1417		
现场服务区		一般扰动地表	植被破坏型一般扰动地表	60	30	1.1	2.34	1300	1312	
				40	100	1.3	5.30	1325		
厂区外边坡及防排洪设施		一般扰动地表	植被破坏型一般扰动地表	5.05	617.8	33.7	56.67	1750	1935	
				14.42	502	33.7	222.19	2120		
其他辅助设施		一般扰动地表	植被破坏型一般扰动地表	60	7	1.1	0.55	1300	1312	
				40	10	1.3	0.53	1325		
厂外施工管线工程区		施工供水管线	一般扰动地表	植被破坏型一般扰动地表	15	10	1.8	0.20	1320	1270
					20	10	1.5	0.24	1219	
		施工供电线路	一般扰动地表	植被破坏型一般扰动地表	10	10	1.8	0.12	1169	1210
					18	10	1.6	0.23	1252	
施工供	一般扰动	植被破坏	13	10	1.8	0.16	1265	1258		

4 水土流失分析与预测

预测期	位置		类型		斜坡长 (m)	斜坡宽 (m)	坡度 (°)	计算单元年土壤流失量(t)	土壤侵蚀模数 (t/km ² .a)	取值
		热管线	地表	型一般扰动地表	18	10	1.6	0.23	1252	
	厂外道路区	厂外道路区	一般扰动地表	植被破坏型一般扰动地表	10	9	2	0.12	1290	1820
					15.68	325.4	33.7	163.31	2350	
	施工生产区	施工临建区	一般扰动地表	植被破坏型一般扰动地表	60	50	1.5	5.08	1695	1663
					80	20	1.3	2.61	1631	
		施工堆放场	一般扰动地表	植被破坏型一般扰动地表	60	50	1.3	4.49	1496	1510
					80	20	1.2	2.44	1523	
		施工办公区	一般扰动地表	植被破坏型一般扰动地表	50	50	1.5	4.01	1605	1551
					60	20	1.3	1.79	1496	
	力能区	一般扰动地表	植被破坏型一般扰动地表	50	50	1.5	4.01	1605	1586	
				70	20	1.3	2.19	1567		

根据上表，确定扰动后土壤侵蚀模数见表 4.6。

4.3.4 预测结果

4.3.4.1 土壤流失量预测方法

根据现场调查、工程设计资料，了解工程施工对地表、植被的扰动情况，废弃物的组成、结构及其堆放位置和形式，根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），对工程施工造成的土壤流失量，采取数学公式计算与有关水保部门提供的观测资料分析相结合的方法进行计算。根据各年新增的侵蚀量，求得项目施工期（含施工准备期）和自然恢复期的土壤流失总量。对项目区建设过程中一次性扰动的地表，在工程措施、植被未恢复前，计算新增土壤流失量，工程措施、植被覆盖后，不再计算施工过程中造成的新增土壤流失量。

土壤流失量按以下公式计算：

$$W = \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^n F_{ji} \times M_{ji} \times T_{ji} \dots\dots\dots (4-26)$$

式中：W——土壤流失量（t）；

j——预测时段，j=1，2，即指施工期（含施工准备期）和自然恢复期两个时段；

i——预测单元，i=1，2，3，……n-1，n；

F_{ji} ——第j预测时段、第i预测单元的面积（km²）；

M_{ji} —— 第 j 预测时段、第 i 预测单元的土壤侵蚀模数[t/(km²·a)];

T_{ji} —— 第 j 预测时段、第 i 预测单元的预测时段长 (a)。

4.3.4.2 原地貌造成的水土流失量的预测

按项目组成、占地类型预测项目区原生地面土壤侵蚀量,预测结果见表 4.5。

由表 4.5 可知,预测期项目区原生地面土壤侵蚀总量为 20993.41t,其中施工期(含施工准备期)13173.23t,自然恢复期 7820.18t。

表 4.5 项目区原生地面土壤侵蚀量预测结果

项目组成		土地类型	预测时段 (a)		占地面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² .a)	年侵蚀量(t)	侵蚀总量(t)		
			施工期(含施工 准备期)	自然恢复 期				施工期(含施 工准备期)	自然恢复期	合计
厂区	一期厂区	林地	6.33	3		500				
		草地	6.33	3	9.50	600	57.00	360.81	171.00	531.81
		园地	6.33	3		180				
		工矿仓储 用地	6.33	3		1500				
		交通运输 用地	6.33	3	3.50	800	28.00	177.24	84.00	261.24
		水域	6.33	3	0.01					
		其他	6.33	3	36.40	1500	546.00	3456.18	1638.00	5094.18
		海域	6.33	3						
	现场服务区	林地	3.33	3		500				
		草地	3.33	3		600				
		园地	3.33	3		180				
		工矿仓储 用地	3.33	3		1500				
		交通运输 用地	3.33	3		800				
		水域	3.33	3						
		其他	3.33	3	2.01	1500	30.15	100.40	90.45	190.85
		海域	3.33	3						
	厂区外边坡 及防排洪设 施	林地	1	3	1.20	500	6.00	6.00	18.00	24.00
		草地	1	3	2.46	600	14.76	14.76	44.28	59.04
		园地	1	3		180				
		工矿仓储 用地	1	3		1500				
		交通运输 用地	1	3		800				
水域		1	3							
其他		1	3	1.95	1500	29.25	29.25	87.75	117.00	

4 水土流失分析与预测

项目组成	土地类型	预测时段 (a)		占地面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² .a)	年侵蚀量(t)	侵蚀总量(t)		
		施工期 (含施工准备期)	自然恢复期				施工期 (含施工准备期)	自然恢复期	合计
其他辅助设施	海域	1	3						
	林地	3.33	3		500				
	草地	3.33	3		600				
	园地	3.33	3		180				
	工矿仓储用地	3.33	3		1500				
	交通运输用地	3.33	3		800				
	水域	3.33	3						
	其他	3.33	3	3.52	1500	52.80	175.82	158.40	334.22
海水取排水工程区	海域	3.33	3						
	林地	4.58	3		500				
	草地	4.58	3		600				
	园地	4.58	3		180				
	工矿仓储用地	4.58	3	32.55	1500	488.25	2236.19	1464.75	3700.94
	交通运输用地	4.58	3		800				
	水域	4.58	3						
厂外施工管线工程区	其他	4.58	3		1500				
	海域	4.58	3	1.60					
	林地	0.25	3		500				
	草地	0.25	3	0.49	600	2.94	0.74	8.82	9.56
	园地	0.25	3		180				
	工矿仓储用地	0.25	3		1500				
	交通运输用地	0.25	3		800				
	水域	0.25	3						
施工用水管线	其他	0.25	3		1500				
	海域	0.25	3						

4 水土流失分析与预测

项目组成	土地类型	预测时段 (a)		占地面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² .a)	年侵蚀量(t)	侵蚀总量(t)		
		施工期 (含施工准备期)	自然恢复期				施工期 (含施工准备期)	自然恢复期	合计
施工供电线路	林地	0.25	3		500				
	草地	0.25	3	0.71	600	4.26	1.07	12.78	13.85
	园地	0.25	3		180				
	工矿仓储用地	0.25	3		1500				
	交通运输用地	0.25	3		800				
	水域	0.25	3						
	其他	0.25	3		1500				
	海域	0.25	3						
	林地	0.25	3		500				
	草地	0.25	3	1.80	600	10.80	2.70	32.40	35.10
	园地	0.25	3		180				
	工矿仓储用地	0.25	3		1500				
	交通运输用地	0.25	3		800				
	水域	0.25	3						
其他	0.25	3		1500					
海域	0.25	3							
厂外道路区	林地	4	3		500				
	草地	4	3	1.00	600	6.00	24.00	18.00	42.00
	园地	4	3		180				
	工矿仓储用地	4	3		1500				
	交通运输用地	4	3	2.05	800	16.40	65.60	49.20	114.80
	水域	4	3						
	其他	4	3		1500				
	海域	4	3						
施工临建区	林地	6.33	3	6.50	500	32.50	205.73	97.50	303.23

4 水土流失分析与预测

项目组成	土地类型	预测时段 (a)		占地面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² .a)	年侵蚀量(t)	侵蚀总量(t)			
		施工期 (含施工准备期)	自然恢复期				施工期 (含施工准备期)	自然恢复期	合计	
施工生产区	草地	6.33	3	8.87	600	53.22	336.88	159.66	496.54	
	园地	6.33	3	4.47	180	8.05	50.93	24.14	75.07	
	工矿仓储用地	6.33	3		1500					
	交通运输用地	6.33	3	1.15	800	9.20	58.24	27.60	85.84	
	水域	6.33	3	13.05						
	其他	6.33	3	20.46	1500	306.90	1942.68	920.70	2863.38	
	海域	6.33	3							
	施工堆放场	林地	6.33	3		500				
		草地	6.33	3	5.30	600	31.80	201.29	95.40	296.69
		园地	6.33	3		180				
		工矿仓储用地	6.33	3		1500				
		交通运输用地	6.33	3	2.80	800	22.40	141.79	67.20	208.99
		水域	6.33	3						
		其他	6.33	3	36.67	1500	550.05	3481.82	1650.15	5131.97
		海域	6.33	3						
	施工办公区	林地	0.5	3		500				
		草地	0.5	3		600				
		园地	0.5	3		180				
		工矿仓储用地	0.5	3	7.50	1500	112.50	56.25	337.50	393.75
		交通运输用地	0.5	3		800				
		水域	0.5	3						
		其他	0.5	3		1500				
		海域	0.5	3						
	力能区	林地	0.25	3		500				
		草地	0.25	3		600				

4 水土流失分析与预测

项目组成	土地类型	预测时段 (a)		占地面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² .a)	年侵蚀量(t)	侵蚀总量(t)		
		施工期 (含施工 准备期)	自然恢复 期				施工期 (含施 工准备期)	自然恢复期	合计
	园地	0.25	3		180				
	工矿仓储 用地	0.25	3	12.50	1500	187.50	46.88	562.50	609.38
	交通运输 用地	0.25	3		800				
	水域	0.25	3						
	其他	0.25	3		1500				
	海域	0.25	3						
合计				220.02		2606.73	13173.23	7820.18	20993.41

4.3.4.3 扰动后造成的水土流失量预测

本工程扰动后造成的水土流失量采用数学模型测算的方法计算。项目区扰动地面侵蚀量见表 4.6。

根据各预测单元施工期(含施工准备期)、自然恢复期各扰动面的侵蚀模数,应用公式 4-26,计算扰动地表土壤侵蚀量,结果见表 4.6,扰动地面土壤侵蚀总量为 89034.60t,其中施工期(含施工准备期)82508.67t,自然恢复期为 6525.93t。

4.3.4.4 新增土壤流失总量的计算结果

根据以上对原生地表土壤流失量预测、扰动地表土壤流失量预测,计算新增土壤流失量。按预测单元计算新增土壤流失量,计算结果汇总于表 4.7。

在水土流失预测期内,项目区原地貌土壤流失总量为 20993.41t,扰动地表土壤流失总量为 89034.60t,新增土壤流失总量 68041.20t。

根据表 4.8,在水土流失预测期内,新增土壤流失量由高到低顺序为施工生产区、厂区、海水取排水工程区、厂外道路区、厂外施工管线工程区。

表 4.6 项目区扰动地面土壤侵蚀量

预测期	预测单元		类型	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² .a)	预测时段 (a)	年侵蚀量 (t)	扰动土壤侵蚀量 (t)	
施工期 (含施工 准备期)	厂区	一期厂区	一般扰动地表	27.18	5648	6.33	1534.88	9715.77	
			上方无来水工程开挖面	17.29	2954	6.33	510.83	3233.54	
			上方有来水工程开挖面			6.33			
			上方无来水工程堆积体	4.94	15488	6.33	765.26	4844.09	
			上方有来水工程堆积体			6.33			
		现场服务区	一般扰动地表	1.17	5382	3.33	62.75	208.95	
			上方无来水工程开挖面	0.64	3026	3.33	19.46	64.81	
			上方有来水工程开挖面			3.33			
			上方无来水工程堆积体	0.20	15488	3.33	31.13	103.67	
			上方有来水工程堆积体			3.33			
		厂区外边坡及 防排洪设施	一般扰动地表			1			
			上方无来水工程开挖面	2.78	2693	1	74.87	74.87	
			上方有来水工程开挖面	2.83	7242	1	204.96	204.96	
			上方无来水工程堆积体			1			
			上方有来水工程堆积体			1			
		其他辅助设施	一般扰动地表	2.11	5432	3.33	114.73	382.06	
			上方无来水工程开挖面	1.06	3026	3.33	31.95	106.40	
			上方有来水工程开挖面			3.33			
			上方无来水工程堆积体	0.35	15488	3.33	54.52	181.54	
			上方有来水工程堆积体			3.33			
		海水取排水工程区	一般扰动地表	3.26	6365	4.58	207.17	948.85	
			上方无来水工程开挖面	26.04	2304	4.58	600.09	2748.40	
			上方有来水工程开挖面			4.58			
			上方无来水工程堆积体	3.26	15488	4.58	504.13	2308.93	
			上方有来水工程堆积体			4.58			
		厂外施工管 线工程区	施工供水管线	一般扰动地表	0.14	4511	0.25	6.32	1.58
				上方无来水工程开挖面	0.12	2439	0.25	2.93	0.73
				上方有来水工程开挖面	0.05	4063	0.25	2.03	0.51
上方无来水工程堆积体	0.18			9797	0.25	17.63	4.41		
上方有来水工程堆积体					0.25				

4 水土流失分析与预测

预测期	预测单元		类型	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² .a)	预测时段 (a)	年侵蚀量 (t)	扰动土壤侵蚀量 (t)
	厂外道路区	施工供电线路	一般扰动地表	0.07	3364	0.25	2.35	0.59
			上方无来水工程开挖面	0.23	2230	0.25	5.13	1.28
			上方有来水工程开挖面	0.08	4063	0.25	3.25	0.81
			上方无来水工程堆积体	0.33	7795	0.25	25.72	6.43
			上方有来水工程堆积体			0.25		
		施工供热管线	一般扰动地表	0.52	4563	0.25	23.73	5.93
			上方无来水工程开挖面	0.43	2266	0.25	9.74	2.44
			上方有来水工程开挖面	0.20	4063	0.25	8.13	2.03
			上方无来水工程堆积体	0.65	9317	0.25	60.56	15.14
			上方有来水工程堆积体			0.25		
	厂外道路区	应急道路	一般扰动地表	1.47	6289	4	92.44	369.76
			上方无来水工程开挖面	0.92	2086	4	19.09	76.36
			上方有来水工程开挖面	0.31	4612	4	14.07	56.27
			上方无来水工程堆积体	0.31	10538	4	32.14	128.57
			上方有来水工程堆积体			4		
	施工生产区	施工临建区	一般扰动地表	38.15	5817	6.33	2219.04	14046.54
			上方无来水工程开挖面	10.90	2256	6.33	245.93	1556.73
			上方有来水工程开挖面			6.33		
			上方无来水工程堆积体	5.45	13459	6.33	733.52	4643.16
			上方有来水工程堆积体			6.33		
		施工堆放场	一般扰动地表	4.00	5513	6.33	220.53	1395.98
			上方无来水工程开挖面		2715	6.33		
			上方有来水工程开挖面			6.33		
			上方无来水工程堆积体	40.77	13459	6.33	5487.25	34734.28
			上方有来水工程堆积体			6.33		
		施工办公区	一般扰动地表	7.50	4776	0.50	358.20	179.10
	力能区		一般扰动地表	12.50	4902	0.25	612.79	153.20
施工期合计				218.37			14919.24	82508.67
自然恢复期	厂区	一期厂区	植被破坏型一般扰动地表	12.70	1466	3	186.16	558.49
		现场服务区	植被破坏型一般扰动地表	0.60	1312	3	7.91	23.74
		厂区外边坡及防排洪设施	植被破坏型一般扰动地表	0.23	1935	3	4.45	13.35

4 水土流失分析与预测

预测期	预测单元		类型	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² .a)	预测时段 (a)	年侵蚀量 (t)	扰动土壤侵蚀量 (t)	
	厂外施工管 线工程区	其他辅助设施	植被破坏型一般扰动地表	2.40	1312	3	31.49	94.47	
		施工供水管线	植被破坏型一般扰动地表	0.49	1270	3	6.22	18.67	
		施工供电线路	植被破坏型一般扰动地表	0.71	1210	3	8.59	25.78	
		施工供热管线	植被破坏型一般扰动地表	1.80	1258	3	22.65	67.95	
	厂外道路区	应急道路	植被破坏型一般扰动地表	0.61	1820	3	11.10	33.31	
	施工生产区	施工临建区	植被破坏型一般扰动地表	54.50	1663	3	906.36	2719.09	
		施工堆放场	植被破坏型一般扰动地表	44.77	1510	3	675.83	2027.50	
		施工办公区	植被破坏型一般扰动地表	7.50	1551	3	116.29	348.87	
		力能区	植被破坏型一般扰动地表	12.50	1586	3	198.24	594.72	
	自然恢复期合计				138.81			2175.31	6525.93
	总计							17094.55	89034.60

表 4.7 不同预测单元新增土壤流失量汇总

预测期	预测单元		面积	原生土壤侵蚀量	扰动土壤侵蚀量	新增土壤侵蚀量
			hm ²	(t)	(t)	(t)
施工期 (含施工 准备期)	厂区	一期厂区	49.41	3994.23	17793.41	13799.18
		现场服务区	2.01	100.40	377.42	277.02
		厂区外边坡及防排洪设施	5.61	50.01	279.82	229.81
		其它辅助设施	3.52	175.82	670.01	494.18
	海水取排水工程区	海水取排水工程	34.15	2236.19	6006.18	3769.99
	厂外施工管线工程区	施工供水管线	0.49	0.74	7.23	6.49
		施工供电线路	0.71	1.07	9.11	8.05
		施工供热管线	1.80	2.70	25.54	22.84
	厂外道路区	应急道路	3.05	89.60	630.96	541.36
	施工生产区	施工临建区	54.50	2594.45	20246.44	17651.99
		施工堆放场	44.77	3824.90	36130.26	32305.35
		施工办公区	7.50	56.25	179.10	122.85
		力能区	12.50	46.88	153.20	106.32
合计		220.02	13173.23	82508.67	69335.44	
自然恢复 期	厂区	一期厂区	12.70	1893.00	558.49	0
		现场服务区	0.60	90.45	23.74	0

4 水土流失分析与预测

预测期	预测单元	面积	原生土壤侵蚀量	扰动土壤侵蚀量	新增土壤侵蚀量
		hm ²	(t)	(t)	(t)
	厂区外边坡及防排洪设施	0.23	150.03	13.35	0
	其他辅助设施	2.40	158.40	94.47	0
海水取排水工程区	海水取排水工程	0.00	1464.75	0.00	0
厂外施工管线工程区	施工供水管线	0.49	8.82	18.67	9.85
	施工供电线路	0.71	12.78	25.78	13.00
	施工供热管线	1.80	32.40	67.95	35.55
厂外道路区	应急道路	0.61	67.20	33.31	0
施工生产区	施工临建区	54.50	1229.60	2719.09	1489.49
	施工堆放场	44.77	1812.75	2027.50	214.75
	施工办公区	7.50	337.50	348.87	11.37
	力能区	12.50	562.50	594.72	32.22
	合计	138.81	7820.18	6525.93	0
	总计		20993.41	89034.60	68041.20

表 4.8 各预测单元土壤流失量预测汇总表

预测单元	预测时段	面积 (hm ²)	侵蚀时间 (a)	原生土壤侵蚀量 (t)	扰动土壤侵蚀量 (t)	新增土壤侵蚀量 (t)
厂区	施工期	60.55	6.33	4320.46	19120.66	14800.20
	自然恢复期	15.93	3.00	2291.88	690.05	0
	小计			6612.34	19810.71	13198.36
海水取排水工程区	施工期	34.15	4.58	2236.19	6006.18	3769.99
	自然恢复期	0.00	3.00	1464.75	0.00	0
	小计			3700.94	6006.18	2305.24
厂外施工管线工程区	施工期	3.00	0.25	4.50	41.88	37.38
	自然恢复期	3.00	3.00	54.00	112.39	58.39
	小计			58.50	154.27	95.77
厂外道路区	施工期	3.05	4.00	89.60	630.96	541.36
	自然恢复期	0.61	3.00	67.20	33.31	0
	小计			156.80	664.27	507.47
施工生产区	施工期	119.27	6.33	6522.48	56708.99	50186.51
	自然恢复期	119.27	3.00	3942.35	5690.18	1747.83
	小计			10464.83	62399.17	51934.34
合计				20993.41	89034.60	68041.20

4.4 水土流失危害分析

项目工程在施工中，地表植被可能遭到不同程度的破坏，导致水土保持功能降低。因此，施工期（含施工准备期）地表扰动、压埋植被，造成新的水土流失。根据本工程现场调查及设计资料情况，现将本工程建设可能造成水土流失危害概括如下：

（1）项目建设导致土地生产力的降低

本工程建设将扰动林地、草地、园地共计 42.30hm²。施工中由于扰动地表，不同程度地改变原有地貌形态及土壤结构，本项目属于点面型工程，建筑物、道路及管线工程等建设中形成的扰动面是造成水土流失的主要因素。扰动面的位置、形式不同，流失程度有较大差异，所造成的危害也有所不同。经过水力作用将形成土壤流失，压埋地表植被，破坏土壤母质，威胁工程安全。

（2）破坏植被，加速土壤侵蚀

本项目占地面积较大，不同工程区的建设难免要破坏现有稳定的植被群，林地、草地 37.83hm²。植被防止水土流失的作用主要表现在覆盖地表、截持降雨、减小流速、分散流量以及固定土壤和改良土壤等方面。据预测，本项目水土流失特别是强度以上流失几乎都发生在地表原生植被遭破坏的地方。植被的好与坏，直接影响土壤侵蚀的形成和侵蚀量的大小。

（3）对生态环境的影响

该项目的建设使土地格局发生变化,将使 7.70hm² 林地、4.47hm² 园地、30.13hm² 草地转变成了建筑物、道路等硬化地和被施工扰动,植被遭到破坏,使自然体系生产能力受到一定程度的影响,自然体系的生产能力降低,地表的破坏及产生的水土流失将影响周边的生态环境,加大周边的扬尘。

(4) 对河流水域的危害

由于工程的土石方开挖回填,占地扰动,如不采取必要的措施必然使土壤流失对附近的钱家河等造成一定的淤积,增加水体的含沙量,有必要对项目建设区布设水土保持措施,以减少对河流的危害。

(5) 破坏水土保持设施造成的影响

工程施工将损坏园地、林地、草地总面积 42.30hm²,占总扰动面积的 19.23%。工程施工将降低原地表水土保持设施的抗蚀能力,单位面积的土壤侵蚀量直线上升。因此在项目施工过程中要尽量减少水土保持设施的损毁,保护当地生态环境。

4.5 指导性意见

(1) 合理安排施工时序

根据项目施工时序的特点,在施工初期以工程防护措施和临时防护措施为主,到主体工程的土石方工程完成后进行土地整治,并布设植物防护措施。

该项目新增侵蚀量主要发生在施工期,见图 4-1,历时较长、侵蚀强度大,因此施工过程中的临时防护措施就显得尤为重要。在施工过程中,应结合各施工标段的地形地貌情况,采取苫盖、拦挡、排水、沉沙等临时防护措施,例如对表土的处理包括剥离、集中堆放、临时拦挡及苫盖等。

(2) 分区重点防治

根据本项目土壤侵蚀量调查及预测结果,按侵蚀量所占比例由大到小依次是:施工生产区、厂区、海水取排水工程区、厂外道路区、厂外施工管线工程区,因此厂区、施工生产区是防治重点。

(3) 恢复林草植被

在立地条件允许的地方及时恢复破坏的林草植被。在植物配置方面应注重选用乡土型树草种,尽可能地恢复自然生态植被,使施工造成对当地生态环境的破坏影响降至最低。

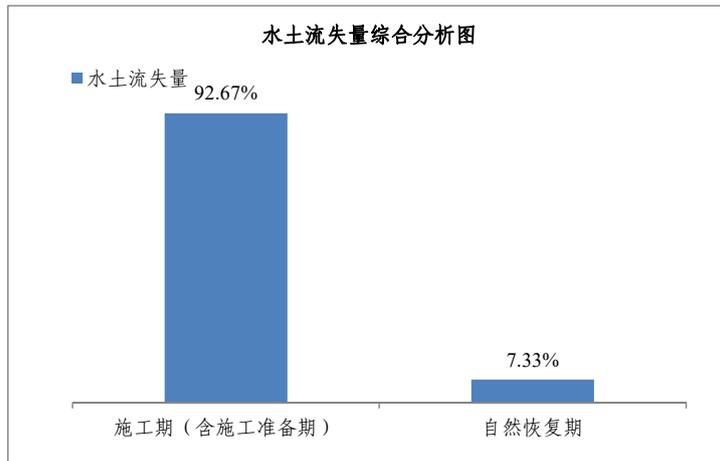
(4) 水土保持监测重点

根据前面对本项目建设产生的土壤侵蚀预测计算结果,按工程分区计列汇总于表 4.9。由表 4.9 及图 4-1 可以看出,按侵蚀量所占比例由大到小依次是:施工

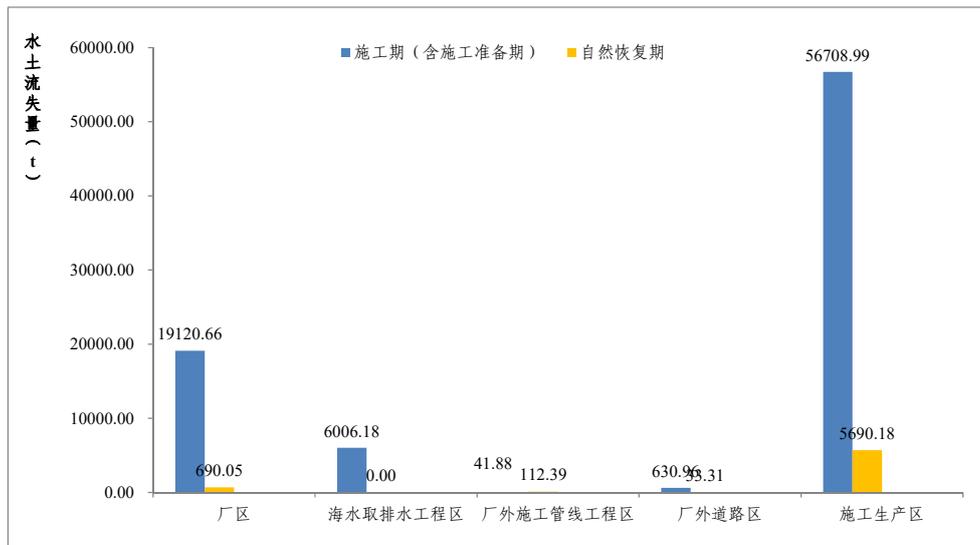
生产区、厂区、海水取排水工程区、厂外道路区、厂外施工管线工程区。因此，厂区、施工生产区是防治重点。

表 4.9 各分区土壤侵蚀量预测汇总表

项目分区	面积 hm ²	原生土壤 侵蚀量 (t)	扰动土壤侵蚀量		新增土壤侵蚀量	
			土壤侵蚀 量 (t)	比例	土壤侵蚀 量 (t)	比例
			厂区	60.55	6612.34	19810.71
海水取排水工程区	34.15	3700.94	6006.18	6.75%	2305.24	3.39%
厂外施工管线工程区	3.00	58.50	154.27	0.17%	95.77	0.14%
厂外道路区	3.05	156.80	664.27	0.75%	507.47	0.75%
施工生产区	119.27	10464.83	62399.17	70.08%	51934.34	76.33%
合计	220.02	20993.41	89034.60		68041.20	



(a) 水土流失量综合分析图



(b) 不同时期水土流失量分析图

图 4-1 不同时期水土流失总量分析 (t)

5 水土保持措施

5.1 防治区划分

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进行划分；

(2) 分区结果应对防治措施的总体布局有分类指导作用，有利于分类实施防治措施；

(3) 防治分区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 水土流失防治分区结果

根据上述分区原则与依据，结合本项目的特点，本方案将水土流失防治区分为5个防治分区，即厂区防治区、海水取排水工程防治区、厂外施工管线工程防治区、厂外道路防治区、施工生产区防治区。水土流失防治分区及重点防治项目见下表5.1，水土流失防治分区及防治责任范围见附图4。

表 5.1 水土流失防治分区及重点防治项目

序号	防治分区	包括的主要工程区域	重点防治项目
1	厂区	一期厂区、现场服务区及其他辅助设施区、厂区外边坡及防排洪设施区	建筑基坑及建筑周边扰动区域、临时堆土区
2	海水取排水工程区	取水工程、排水工程	明渠开挖区、临时堆土区
3	厂外施工管线工程区	施工用水管线、施工供电线路、施工供热管线	管沟开挖区、临时堆土区
4	厂外道路区	应急道路	开挖边坡、临时堆土区
5	施工生产区	施工临建区、施工堆放场、施工办公区、力能区	裸露地表、临时堆土区

5.2 措施总体布局

5.2.1 水土流失防治措施布设原则

(1) 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。

(2) 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。

(3) 综合治理

在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。

(4) 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。

(5) 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。

(6) 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。

(7) 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

水土流失防治措施按照厂区防治区、海水取排水工程防治区、厂外施工管线工程防治区、厂外道路防治区、施工生产区防治区 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~附图 5-4。

5.2.2.1 分区防治措施总体布局

(1) 厂区

施工前对表土进行剥离，并集中堆存，临时堆放的表土及土石方采取临时拦挡、苫盖及排水、沉沙措施，表土堆土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，施工道路洒水降尘，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洪沟、排水暗涵、雨水排

水沟（管），并顺接至高温气冷堆排水系统或顺接至海边，排水最终排入大海；边坡采取混凝土格构植草防护；厂区控制区内空地采取碎石压盖措施。施工结束后对现场服务区及其他辅助设施区进行土地整治、回覆表土、绿化美化。

（2）海水取排水工程区

施工过程中对临时堆放的土石方采取临时拦挡、苫盖及排水、沉沙措施，裸露边坡临时苫盖，沿道路布设临时排水沟、沉沙池，施工道路洒水降尘。

（3）厂外施工管线工程区

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；施工结束后进行土地整治、回覆表土，恢复植被。

（4）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，道路洒水降尘。应急道路路堑边坡采取混凝土格构植草防护，坡顶设截排水沟，整修破损路基排水边沟，坡脚设混凝土截排洪沟，并顺接至厂区排洪系统。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。

（5）施工生产区

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，表土堆土场采取临时种草措施；施工过程中沿道路布设临时排水沟、沉沙池，裸露边坡临时苫盖，施工道路洒水降尘。边坡采取混凝土格构植草护坡或植草防护，坡脚设浆砌石排水沟，场内设浆砌石排水沟并顺接至厂区排洪沟或附近河流，排水最终排入大海。施工结束后进行土地整治、回覆表土，恢复植被或复垦。

5.2.2.2 水土流失防治措施体系

根据水土保持法对生产建设项目水土流失防治任务的规定，排水工程、土地整治、植被恢复等工程，以防止水土流失、改善项目区生态环境为主要目的的措施应作为该建设项目的水土保持工程。在本方案中水土保持工程由工程措施、植物措施和临时防护措施三大部分组成，其中工程措施包括排水工程、护坡工程、土地整治等设施；植物措施包括植树种草等绿化措施；临时防护措施包括临时苫盖、拦挡及排水、沉沙、洒水降尘等措施。

水土保持措施体系框图见图 5-1。

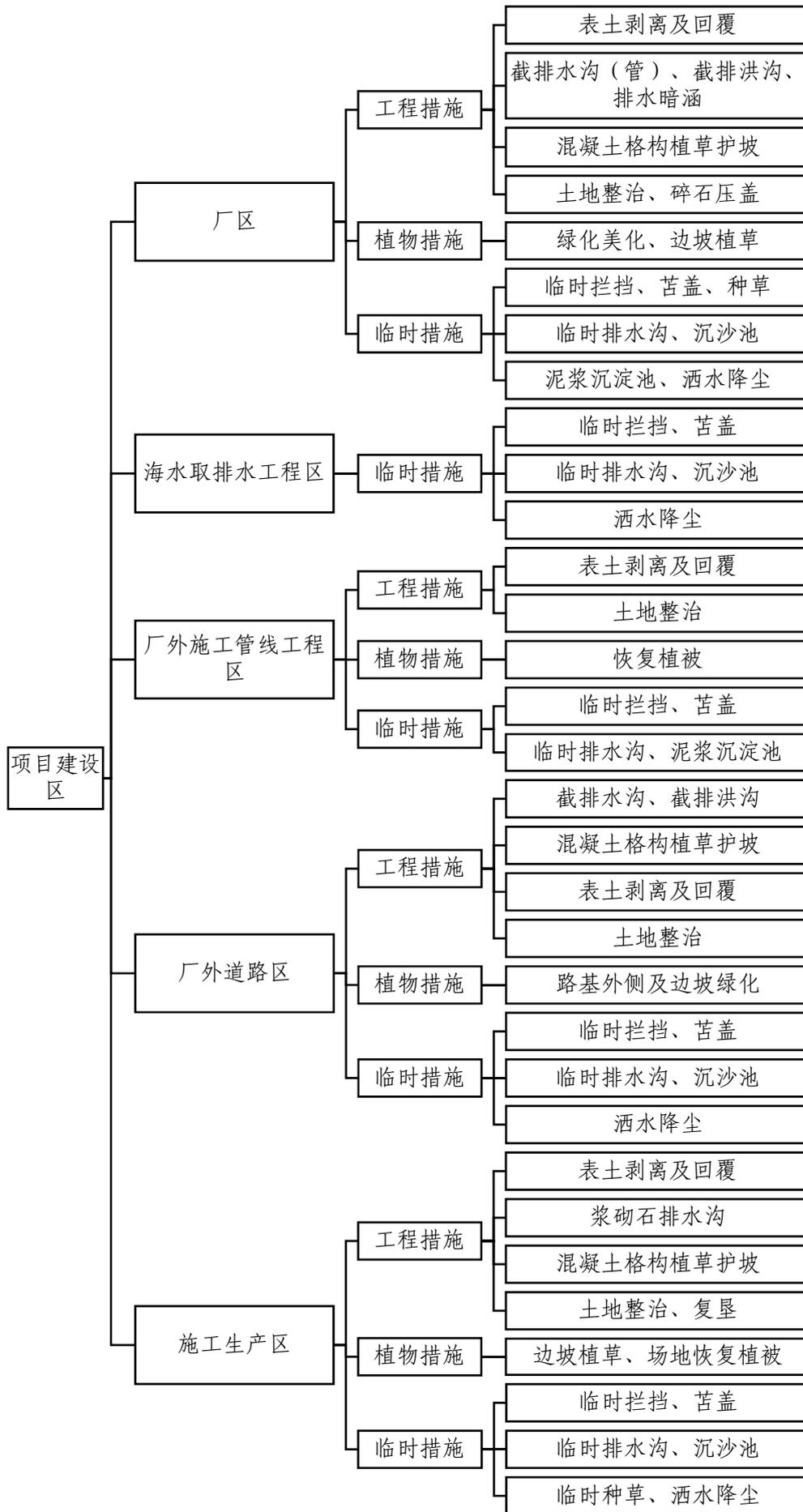


图 5-1 华能山东石岛湾核电站扩建一期工程水土保持措施体系框图

5.3 分区措施布设

本项目建设应及时进行土地平整、改造和修复，重新塑造土体，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共划分为厂区、海水取排水工程区、厂外施工管线工程区、厂外道路区、施工生产区 5 个防治区。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 防治措施总体设计

5.3.1.1 工程措施设计原则及标准

5.3.1.1.1 工程措施设计原则

- ①以控制水力侵蚀为重点，构建或恢复护坡、拦挡、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。

5.3.1.1.2 工程措施设计标准

根据可行性研究报告，厂区的主厂区、厂外道路排雨水按照千年一遇 10min 短历时暴雨设计、PMP 校核，其他厂区排雨水按照百年一遇 10min 短历时暴雨设计；施工生产区排水沟按照 50 年一遇 10min 短历时暴雨设计，与主体工程一致。

5.3.1.2 植物措施总体设计

厂区植物措施级别为 1 级，采用园林绿化工程标准；厂外道路区绿化执行 2 级标准；厂外施工管线工程区、施工生产区植被恢复执行 3 级标准。

项目区植物措施的布局是在服从运行、保障安全、保持水土、改善环境的基础上，力求全面规划、因地制宜、因害设防、突出重点，确定合理布局形式，点、线、面结合，组成较完整的植物防护体系，以减少华能山东石岛湾核电厂扩建一期工程对周围环境的影响。

植物种类主要以适应性强的当地树（草）种为主，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，采用乔木和灌木相结合、耐粗放管理的草本和灌木相结合。

5.3.1.2.1 立地条件类型划分

依据地形、地貌、土壤、植被等条件，项目区为丘陵区 1 个立地类型组。详见表 5.2。

表 5.2 立地条件划分及特征

立地类型组	造林地	代号	立地条件特征
沿海丘陵区	厂区	I ₁	高程约 1~25m，属丘陵地貌，但地形起伏不大，土壤主要有棕壤土和潮土等。
	海水取排水工程区	I ₂	
	厂外施工管线工程区	I ₃	
	厂外道路区	I ₄	
	施工生产区	I ₅	

5.3.1.2.2 适生树（草）种的选择

根据项目区自然条件及各绿化部位的具体立地条件，按“适地适树，适地适草”的原则，选择优良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，同时考虑树种的绿化美化效果。所选树种的生态学特性、栽植技术等列于表 5.3，种苗规格见表 5.3。

表 5.3 适生树种生态学特性及营造技术一览表

序号	树种	栽植位置	生态学特性、栽植技术及抗污染性能
1	白蜡 (<i>Fraxinus chinensis.</i>)	I ₁	木犀科，白蜡属。落叶乔木，树冠卵圆形，树皮黄褐色。小枝光滑无毛。喜光，稍耐荫，颇耐寒，耐干旱。对土壤要求不严，碱性、中性、酸性土壤上均能生长。抗烟尘，对二氧化硫、氯气、氟化氢有较强抗性。是重要的行道树种，又是固沙树种。
2	黑松 (<i>Pinus thunbergii Parl.</i>)	I ₁ 、I ₅	松科，松属。喜光，耐干旱瘠薄，不耐水涝，不耐寒。适生于温暖湿润的海洋性气候区域，最宜在土层深厚、土质疏松，且含有腐殖质的砂质土壤处生长。因其耐海雾，抗海风，也可在海滩盐土地方生长。
3	侧柏 (<i>Platycladus orientalis</i>)	I ₁	常绿乔木，树形美观，阳性树种，喜光抗寒，耐旱性强，耐盐碱，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。

5 水土保持措施

序号	树种	栽植位置	生态学特性、栽植技术及抗污染性能
4	国槐 (<i>Sophora japonica</i> Linn.)	I ₁ I ₄	落叶乔木，性耐寒，喜阳光，稍耐阴，不耐阴湿而抗旱，在低洼积水处生长不良，深根，对土壤要求不严，较耐瘠薄，石灰及轻度盐碱地(含盐量0.15%左右)上也能正常生长。但在湿润、肥沃、深厚、排水良好的沙质土壤上生长最佳。耐烟尘，能适应城市街道环境。病虫害不多。寿命长，耐烟毒能力强。
5	栾树 (<i>Koelreuteria paniculata</i>)	I ₁	落叶乔木，高达20m。喜光，稍耐半荫的植物；耐寒；但是不耐水淹，栽植注意土地，耐干旱和瘠薄，对环境的适应性强，喜欢生长于石灰质土壤中，耐盐渍及短期水涝。栾树具有深根性，萌蘖力强。适于行道树。
6	柽柳 (<i>Tamarix chinensis</i> Lour.)	I ₁	喜生于河流冲积平原，海滨、滩头、潮湿盐碱地和沙荒地。其耐高温和严寒；为喜光树种，不耐遮荫。能耐烈日曝晒，耐干又耐水湿，抗风又耐碱土，能在含盐量1%的重盐碱地上生长。
7	麻栎 (<i>Quercus acutissima</i> Carruth)	I ₅	落叶乔木，喜欢在光线充足，土壤深厚的山坡地上生长，形成麻栎树林或与松树组成混合树林。抗风能力强。能在干旱瘠薄的山地生长，抗污染、抗尘土、抗风能力强。
8	臭椿 (<i>Ailanthus altissima</i>)	I ₅	喜光，不耐阴。适应性强，适生于深厚、肥沃、湿润的砂质土壤。耐寒，耐旱。
9	紫穗槐 (<i>Amorpha fruticosa</i> L.)	I ₃ ~I ₅	落叶灌木，喜光，根株萌生力强，耐寒、耐旱、耐瘠薄、抗盐碱，对土壤要求不严。
10	胡枝子 (<i>Lespedeza bicolor</i> Turcz)	I ₃ 、I ₅	落叶灌木，耐阴、耐寒、耐干旱、耐瘠薄。根系发达，适应性强，对土壤要求不严格。生境通常在暖温带落叶阔叶林区及亚热带的山地和丘陵地带，是这一带地区的优势种。
11	大叶黄杨 (<i>Buxus megistophylla</i> Levl.)	I ₁	常绿灌木或小乔木，高0.6-2m，胸径5cm；小枝四棱形，光滑、无毛。喜光，但亦耐阴。喜肥沃，湿润的土壤。对肥料要求不严。生长快，寿命长。萌芽力强，耐修剪，须根多，移栽容易。
12	小叶黄杨 (<i>Buxus sinica</i> (Rehd. et Wils.) Cheng subsp. <i>sinica</i> var. <i>parvifolia</i> M. Cheng)	I ₁	常绿灌木，性喜温暖、半阴、湿润气候，耐旱、耐寒、耐修剪，而且抗污染。能吸收空气中的二氧化硫等有毒气体，对大气有净化作用。

5 水土保持措施

序号	树种	栽植位置	生态学特性、栽植技术及抗污染性能
13	紫叶小檗 (<i>Berberisthunbergiicv.a tropurpurea</i>)	I ₁	小檗科、小檗属。落叶灌木。枝丛生，幼枝紫红色或暗红色，老枝灰棕色或紫褐色；叶小全缘，菱形或倒卵形，紫红到鲜红，叶背色稍淡；4月开花，花黄色；果期9-11月，果实椭圆形，鲜红色。紫叶小檗的适应性强。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。
14	冬青 (<i>I.Purpurea Hassk.</i>)	I ₁	常绿灌木。性喜温暖湿润气候。对二氧化硫有一定的抗性。移栽时带土球，时间以春季为宜。
15	早熟禾 (<i>PoaannuaL.</i>)	I ₁ 、I ₂ ~I ₅	冷地型禾草，喜光，耐阴性也强，可耐50%-70%郁闭度，耐旱性较强，在-20℃低温下能顺利越冬，-9℃下仍保持绿色，抗热性较差，在气温达到25℃左右时，逐渐枯萎，对土壤要求不严，耐瘠薄，但不耐水湿。
16	黑麦草 (<i>Lolium perenne L.</i>)	I ₁	喜温暖湿润气候，适于夏季凉爽、冬季不太寒冷的地区生长。耐霜而不耐热，耐湿而不耐旱。撒播后用细齿耙轻轻拉平，苗期注意保持土壤湿润。

表 5.4 主要树（草）种苗木种子规格表

序号	树种	苗木种类	种苗规格
1	白蜡	移植苗	I级苗，苗高>4m，顶芽饱满，无损伤，无多头，带土秋栽植。
2	黑松	移植苗	I级苗，苗高>2m，顶芽饱满，无损伤，无多头，带土秋栽植。
3	侧柏	移植苗	I级苗，苗高>2m，顶芽饱满，无损伤，无多头，带土秋栽植。
4	国槐	移植苗	I级苗，苗高>2m，顶芽饱满，无损伤，无多头，带土秋栽植。
5	栾树	移植苗	I级苗，蓬径60~80cm，顶芽饱满，无损伤，无多头，带土秋栽植。
6	桤柳	移植苗	I级苗，米径2~3cm，顶芽饱满，无损伤，无多头，裸根栽植。
7	麻栎	移植苗	I级苗，苗高>1.5m，顶芽饱满，无损伤，无多头，带土秋栽植。
8	臭椿	移植苗	I级苗，苗高>1.5m，顶芽饱满，无损伤，无多头，裸根栽植。
9	紫穗槐	移植苗	2-3,I级苗,苗高>25cm,根系长度>25cm,5枝以上/丛,顶芽饱满,无损伤,无多头。

5 水土保持措施

序号	树种	苗木种类	种苗规格
10	胡枝子	移植苗	2-3,I级苗,苗高>25cm,根系长度>25cm,5枝以上/丛,顶芽饱满,无损伤,无多头。
11	大叶黄杨	移植苗	2-3,I级苗,苗高>25cm,根系长度>25cm,5枝以上/丛,顶芽饱满,无损伤,无多头。
12	小叶黄杨	移植苗	2-3,I级苗,苗高>25cm,根系长度>25cm,5枝以上/丛,顶芽饱满,无损伤,无多头。
13	紫叶小檗	移植苗	2-3,I级苗,苗高>25cm,根系长度>25cm,5枝以上/丛,顶芽饱满,无损伤,无多头。
14	冬青	移植苗	2-3,I级苗,苗高>25cm,根系长度>25cm,5枝以上/丛,顶芽饱满,无损伤,无多头。
15	早熟禾	一级草籽	种籽要求新鲜饱满、纯度95%以上、发芽率85%以上。
16	黑麦草	一级草籽	种籽要求新鲜饱满、纯度95%以上、发芽率85%以上。

5.3.1.2.2 整地方式与栽植技术

对于立地条件较差区域,定植乔灌木要穴状整地、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为 $0.6\text{m} \times 0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$,灌木为 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ 。

所用苗木宜选择树形好、抗性强、无病害,根系完整的当地苗木,常绿树种移植时须带土球。栽植前需覆剥离的表土 $10\sim 15\text{cm}$,播前需仔细整地、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。

5.3.1.3 临时防护措施设计原则

①构建临时苫盖、排水措施体系。

②与主体工程紧密配合,以防治施工期的水土流失为重点。

③厂区、施工生产区临时主干排水沟排水标准为50年一遇 10min 短历时暴雨,其他区域防治标准为10年一遇短历时降雨。

5.3.2 各分区防治措施典型设计

5.3.2.1 厂区

5.3.2.1.1 工程措施

厂区防治区工程措施主要包括:(1)一期厂区:表土剥离、雨水排水管、

土地整治、碎石压盖措施；（2）现场服务及其他辅助设施区：表土剥离及回覆、雨水排水管、土地整治；（3）厂区外边坡及防排洪设施区：表土剥离及回覆，混凝土截排洪沟、排水暗涵、浆砌石截排水沟，混凝土格构护坡。典型设计见附图 6。

（1）表土保护

施工前首先应对占用的林地、草地 10~30cm 厚表层土进行剥离，并堆存于现场服务及其他辅助设施区内。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，由于表土存放期较长，防尘网容易破损，对堆放的表土采取撒播草籽绿化措施。施工结束后，及时将表土回填（二次搬运）用于现场服务及其他辅助设施区、厂区外边坡绿化。

（2）排水系统

排水系统包括：厂区周边截排洪沟、排水暗涵、边坡截排水沟、厂内雨水管。排洪沟自西北向南布置，出口接入大海；排水暗涵沿扩建一期工程厂区东侧布置，并接入高温气冷堆工程排水暗涵，最终排入大海；边坡截排水沟、厂内雨水管接入排洪沟、排水暗涵。见附图 6-2-1。

① 厂区周边截排洪沟、排水暗涵

主体设计中，厂区北侧、西侧设截、排洪沟；厂区东侧设排水暗涵，并顺接至高温气冷堆工程厂区排水暗涵，最终排入大海。

截洪沟、排洪沟和排水暗涵断面为矩形，采用钢筋混凝土结构。向西侧排放的截、排洪沟长 2069m，起始截洪沟断面净尺寸宽 4m、深 4m，排水口排洪沟净尺寸宽 6m、高 6.5m，坡度选用 0.1%和 0.15%。向东侧排放的排水暗涵长 756m，断面净尺寸为单孔 4.0m×4.0m、双孔 2×3.0m×3.0m，纵向坡度 0.3%。

② 边坡截排水沟

沿厂区西北侧山坡坡顶、马道平台设截排水沟，坡面设跌水踏步及泄水孔，顺接至坡脚排洪沟（排洪沟同①排洪沟），截排水沟长 970.9m，浆砌石结构，宽 50cm、深 60cm，矩形断面；东北侧边坡坡顶、坡脚设截排水沟，顺接至高温气冷堆工程厂区排水管，截排水沟长 1235.6m，浆砌块石结构，宽 50cm、深 60cm，矩形断面。

③ 厂区内雨水管

长，防尘网容易破损，对表土采取临时种草措施，种草面积 1.05hm^2 。待施工结束，及时将表土回填用于绿化。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。见附图 6-4-1。

(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，采用编织袋装土围埂在四周挡护，防止水力侵蚀。堆土体表面用防尘网苫盖，防尘网四边用围挡压盖。见附图 6-4-1。

(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。

(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 50 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，最终排入大海。

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 和宽 2.5m、高 1.5m。排水沟累计长 5323m，其中断面宽 1.5m、高 1.5m 的排水沟长 1873m，断面宽 2.5m、高 1.5m 的排水沟长 3450m。见附图 6-5-1。

2) 土质排水沟

本方案补充厂区内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。

A 计算公式：

$$Q_m = 16.67\varphi q F \dots\dots\dots(5-3)$$

式中： Q_m —设计排水流量， m^3/s ；

φ —径流系数，取 0.3；

q —10 年一遇 5min 降雨强度， mm/min ；

F —集水面积， km^2 。

$$q = C_p C_t q_{5,10} \dots\dots\dots(5-4)$$

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)，取 0.5mm/min。

排水沟断面试算：

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

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，设计流量加 20% 计算，试算结果见表 5.5-3。

表 5.5-3 厂区临时排水沟断面设计试算结果表

工程名称	Q_m (m^3/s)	$Q_{\text{设}}$ (m^3/s)	b (m)	h (m)	m	i	ω (m^2)	R (m)	n	C	F (km^2)
临时排水沟	0.50	0.51	0.50	0.50	0.4	0.01	0.35	0.22	0.025	31.12	0.09

根据试算结果，临时排水沟断面尺寸为：

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 1.0%，简易开挖夯实而成。见附图 6-5-2。

(5) 临时沉沙池

临时沉沙池设于临时排水沟末端，共计 12 座。断面尺寸计算见下表。

表 5.5-4 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。见附图 6-6-1。

(6) 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。典型设计详见附图6-6-2。

(7) 洒水降尘

施工期,一般天气洒水车辆必须洒水3~4次,风速超过四级以上天气和炎热干燥天气应加强洒水降尘工作,确保现场无扬尘,每次每平方米路面平均洒水约0.5L/(m²·次)。

(8) 工程量统计

临时措施工程量统计见下表。

表 5.5-5 厂区临时防护措施工程量表

序号	工程项目	单位	数量
(一)	一期厂区		
1	临时堆土防护		
(1)	防尘网苫盖	100m ²	1890.50
(2)	编织袋装土拦挡	100m ³	25.11
2	挖填边坡防尘网苫盖	100m ²	10.20
3	临时排水沟	m	6993
3.1	浆砌石排水沟	m	5323
(1)	开挖土方	100m ³	338.14
(2)	夯填土方	100m ³	33.82
(3)	浆砌石	100m ³	208.21
(4)	铺筑垫层	100m ³	56.67
3.2	土质排水沟	m	1670
(1)	人工开挖土方	100m ³	6.43
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.58
4	沉沙池	座	12
(1)	人工开挖土方	100m ³	1.00
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.22
(3)	土工膜	100m ²	5.39
5	泥浆沉淀池	座	9
(1)	人工开挖土方	100m ³	54.00
(2)	人工夯填土方	100m ³	10.80

5 水土保持措施

序号	工程项目	单位	数量
(3)	土工膜	100m ²	56.16
6	洒水降尘		
(1)	洒水量	100m ³	191.50
(二)	现场服务及其他辅助设施区		
1	临时堆土防护		
(1)	防尘网苫盖	100m ²	220.00
(2)	编织袋装土拦挡	100m ³	2.50
2	挖填边坡防尘网苫盖	100m ²	4.20
3	临时排水沟	m	210
3.1	土质排水沟	m	210
(1)	人工开挖土方	100m ³	0.81
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.07
4	沉沙池	座	3
(1)	人工开挖土方	100m ³	0.25
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.05
(3)	土工膜	100m ²	1.35
5	泥浆沉淀池	座	2
(1)	人工开挖土方	100m ³	12.00
(2)	人工夯填土方	100m ³	2.40
(3)	土工膜	100m ²	12.48
6	临时种草	hm ²	1.05
(1)	撒播草籽	hm ²	1.05
7	洒水降尘		
(1)	洒水量	100m ³	21.65
(三)	厂区外边坡及防排洪设施区		
1	挖填边坡防尘网苫盖	100m ²	8.10

5.3.2.2 海水取排水工程区

5.3.2.2.1 临时措施

海水取排水工程区临时防护措施包括：（1）取水工程区：土石方堆存临时拦挡、苫盖，临时排水沟、沉沙池，挖填边坡临时苫盖，施工道路临时排水沟、沉沙池、洒水降尘等；（2）排水工程区：土石方堆存临时拦挡、苫盖，临时排水沟、沉沙池，挖填边坡临时苫盖，施工道路临时排水沟、沉沙池、洒水降尘等。

（1）临时堆土防护

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 1:1.5 边坡堆放，堆放高度不超过 3m，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

施工期在临时堆土坡脚外侧、施工道路外侧布设临时排水沟共计 1620m,排除施工期雨水,控制水土流失。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。见附图 6-5-2。

(3) 挖填边坡临时苫盖

施工期对挖填的裸露边坡采取防尘网临时苫盖。

(4) 施工道路洒水防尘

施工期,一般天气洒水车辆洒水 3~4 次,风速超过四级以上天气和炎热干燥天气加强洒水降尘工作,每次每平方米路面平均洒水约 0.5L/(m²·次)。

(5) 沉沙池

临时沉沙池设于临时排水沟末端,共计 9 座。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。

(6) 工程量汇总

临时措施工程量详表见表 5.6-1。

表 5.6-1 海水取排水工程区临时防护措施数量表

序号	工程项目	单位	数量
(一)	取水工程区		
1	临时堆土防护		
(1)	防尘网苫盖	100m ²	637.94
(2)	编织袋装土拦挡	100m ³	12.82
2	挖填边坡防尘网苫盖	100m ²	42.00
3	临时排水沟	m	1215
(1)	人工开挖土方	100m ³	4.68
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.43
4	沉沙池	座	7
(1)	人工开挖土方	100m ³	0.58
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.12
(3)	土工膜	100m ²	3.14
5	洒水降尘		
(1)	洒水量	100m ³	22.05
(二)	排水工程区		
1	临时堆土防护		
(1)	防尘网苫盖	100m ²	212.65
(2)	编织袋装土拦挡	100m ³	4.27
2	挖填边坡防尘网苫盖	100m ²	14.00

5 水土保持措施

序号	工程项目	单位	数量
3	临时排水沟	m	405
(1)	人工开挖土方	100m ³	1.56
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.14
4	沉沙池	座	2
(1)	人工开挖土方	100m ³	0.17
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.04
(3)	土工膜	100m ²	0.90
5	洒水降尘		
(1)	洒水量	100m ³	7.35

5.3.2.3 厂外施工管线工程区

5.3.2.3.1 工程措施

主要的工程措施包括：（1）施工用水管线区：表土剥离及回覆，施工结束后土地整治；（2）施工供电线路区：表土剥离及回覆，施工结束后土地整治；（3）施工供热管线区：表土剥离及回覆，施工结束后土地整治。

（1）表土保护

施工前首先应对占用的草地 30cm 厚表层土进行剥离，并堆存于管线施工作业带内。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；第二段管道剥离表土临时堆放至已敷设完成的第一段管道施工作业带地表，以此方式累进施工，管线施工临时堆土不另占地。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，及时将表土回填（二次搬运）用于绿化。

（2）土地整治

施工结束后对管线施工作业带区域进行土地整治，采用推土机或人工进行覆土、土地平整、全面整地，达到适于绿化的土壤要求。覆土厚度 30~60cm。土地整治面积 3.00hm²。

（3）工程量统计

厂外施工管线工程区工程措施工程量统计见下表 5.7-1。

表 5.7-1 厂外施工管线工程区工程措施数量表

序号	工程项目	单位	数量
(一)	施工用水管线		
1	表土剥离及回覆		
(1)	表土剥离	100m ³	6.20

5 水土保持措施

序号	工程项目	单位	数量
(2)	表土回覆	100m ³	6.20
2	土地整治	hm ²	0.49
(1)	推土机平整场地	hm ²	0.49
(二)	施工供电线路		
1	表土剥离及回覆		
(1)	表土剥离	100m ³	12.25
(2)	表土回覆	100m ³	12.25
2	土地整治	hm ²	0.71
(1)	推土机平整场地	hm ²	0.71
(三)	施工供热管线		
1	表土剥离及回覆		
(1)	表土剥离	100m ³	19.35
(2)	表土回覆	100m ³	19.35
2	土地整治	hm ²	1.80
(1)	推土机平整场地	hm ²	1.80

5.3.2.3.2 植物措施

植物措施级别为3级。施工结束后对厂外施工管线工程区绿化恢复植被，选择当地适生的树(草)种，主要有紫穗槐、胡枝子、早熟禾等。植物措施技术指标及栽植量统计见下表5.7-2。

表 5.7-2 厂外施工管线工程区植物措施技术指标表

序号	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)	面积(hm ²)	需苗量(株、kg、hm ²)
(一)	施工用水管线						
1	紫穗槐	H=140	春、雨	0.5×0.5	40000	0.19	3800
2	胡枝子	H=30~60	春、雨	0.5×0.5	40000		3800
3	早熟禾	一级种	春、雨		200	0.30	60
(二)	施工供电线路						
1	紫穗槐	H=140	春、雨	0.5×0.5	40000	0.20	4000
2	胡枝子	H=30~60	春、雨	0.5×0.5	40000		4000
3	早熟禾	一级种	春、雨		200	0.51	102
(三)	施工供热管线						
1	紫穗槐	H=140	春、雨	0.5×0.5	40000	0.60	12000
2	胡枝子	H=30~60	春、雨	0.5×0.5	40000		12000
3	早熟禾	一级种	春、雨		200	1.20	240
合计						3.00	

5.3.2.3.3 临时措施

厂外施工管线工程区临时防护措施主要包括：(1)施工用水管线区：临时

堆土苫盖及拦挡，临时排水沟、泥浆沉淀池等防护措施；（2）施工供电线路区：临时堆土苫盖及拦挡，临时排水沟、泥浆沉淀池等防护措施；（3）施工供热管线区：临时堆土苫盖及拦挡，临时排水沟、泥浆沉淀池等防护措施。

（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 1:1.5 边坡堆放，堆放高度不超过 3m，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。典型设计见附图 6-7-1~附图 6-7-2。

（2）临时排水沟

临时堆土坡脚外侧设临时排水沟，共计 6500m。

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 1.0%，简易开挖夯实而成。典型设计见附图 6-5-2。

（3）沉沙池

临时沉沙池设于临时排水沟末端，共计 6 座。断面尺寸计算见下表。

表 5.7-3 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

管线定向钻穿越道路施工将产生较多的泥浆，需要采取临时防护措施，以防止泥浆直接进入河道。在定向钻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。

(5) 工程量统计

厂外施工管线工程区临时防护措施工程量统计见下表 5.7-4。

表 5.7-4 厂外施工管线工程区临时防护措施工程量统计表

序号	工程项目	单位	数量
(一)	施工用水管线		
1	临时堆土防护		
(1)	防尘网苫盖	100m ²	86.80
(2)	编织袋装土拦挡	100m ³	17.55
2	临时排水沟	m	1200
(1)	人工开挖土方	100m ³	4.62
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.42
3	泥浆沉淀池	座	2
(1)	人工开挖土方	100m ³	12.00
(2)	人工夯填土方	100m ³	2.40
(3)	土工膜	100m ²	12.48
(二)	施工供电线路		
1	临时堆土防护		
(1)	防尘网苫盖	100m ²	88.00
(2)	编织袋装土拦挡	100m ³	35.20
2	临时排水沟	m	2300
(1)	人工开挖土方	100m ³	8.86
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.81
3	泥浆沉淀池	座	4
(1)	人工开挖土方	100m ³	24.00
(2)	人工夯填土方	100m ³	4.80
(3)	土工膜	100m ²	24.96
(三)	施工供热管线		
1	临时堆土防护		
(1)	防尘网苫盖	100m ²	180.00
(2)	编织袋装土拦挡	100m ³	30.00
2	临时排水沟	m	3000
(1)	人工开挖土方	100m ³	11.55
(2)	人工夯填土方	100m ³	1.05
3	泥浆沉淀池	座	4
(1)	人工开挖土方	100m ³	24.00
(2)	人工夯填土方	100m ³	4.80
(3)	土工膜	100m ²	24.96

5.3.2.4 厂外道路区

5.3.2.4.1 工程措施

厂外道路为应急道路，工程措施包括：表土保护，截排洪沟、截排水沟，混凝土格构护坡，施工结束后进行土地整治。

(1) 表土保护

施工前首先应对占用的草地 30cm 厚表层土进行剥离，并堆存于道路用地红线内。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）用于绿化。

(2) 截排洪沟、截排水沟

主体设计布设了截排洪沟、截排水沟。

应急道路东侧截洪沟长 405m，起始截洪沟断面净尺寸宽 2m、深 1.5m，坡度选用 0.3%，并顺接至厂区北侧排洪沟。见附图 6-2-1。

边坡坡顶设浆砌石排水沟长 325.9m，宽 50cm、深 60cm，矩形断面。

现状应急道路为高温气冷堆工程建设作为施工道路，本期工程需修整边坡、路面，现状排水沟有破损，本方案补充整修排水沟措施，需整修长度 200m，浆砌石排水沟断面与现状排水沟一致，底宽 0.6m、深 0.6m，边坡比 0.3，梯形断面。

(3) 混凝土格构护坡

主体设计中，应急道路挖方边坡（A1~D1 段）采取混凝土格构植草护坡。最大坡高 8.7m，边坡比 1: 1.5，坡面混凝土格构植草护坡面积 3337m²（斜面积）。见附图 6-1-4、附图 6-1-7。

(4) 土地整治

施工结束后对道路两侧绿化区域进行平整场地、土地整治，土地整治总面积 1.15hm²。

(5) 工程量统计

厂外道路区工程措施量统计见表 5.8-1。

表 5.8-1 厂外道路区工程措施数量统计表

序号	工程项目	单位	数量
1	表土剥离及回覆		
(1)	表土剥离	100m ³	30.00
(2)	表土回覆	100m ³	30.00
2	坡顶浆砌石排水沟	m	325.9
(1)	开挖土方	100m ³	6.24

5 水土保持措施

序号	工程项目	单位	数量
(2)	夯填土方	100m ³	1.78
(3)	浆砌块石	100m ³	2.29
(4)	铺筑垫层	100m ³	0.44
(5)	水泥砂浆抹面	100m ²	7.63
(6)	沥青麻絮	100m ²	0.24
3	整修浆砌石排水沟	m	200
(1)	开挖土方	100m ³	4.37
(2)	夯填土方	100m ³	1.25
(3)	浆砌块石	100m ³	1.45
(4)	铺筑垫层	100m ³	0.25
(5)	水泥砂浆抹面	100m ²	5.04
(6)	沥青麻絮	100m ²	0.15
4	混凝土截排洪沟	m	405
(1)	开挖土方	100m ³	17.01
(2)	夯填土方	100m ³	6.80
(3)	钢筋混凝土	100m ³	15.59
5	混凝土格构植草护坡	m ²	3337
(1)	混凝土格构梁	m ³	227.3
6	土地整治	hm ²	1.15
(1)	推土机平整场地	hm ²	1.15

5.3.2.4.2 植物措施

施工结束后，对应急道路两侧进行绿化，混凝土格构内种草防护，选择当地适生的树（草）种，主要有国槐、紫穗槐、早熟禾等。植物措施技术指标及栽植量统计见下表 5.8-2。

表 5.8-2 厂外道路区植物措施技术指标表

序号	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)	面积(hm ²)	需苗量(株、kg)	备注
(一)	路基两侧							
1	国槐	H=200~300	春、雨	3×3	1111	0.20	200	
2	紫穗槐	H=140	春、雨	0.5×0.5	40000		4000	
3	早熟禾	一级种	春、雨		200	0.68	136	
(二)	边坡绿化							
1	早熟禾	一级种	春、雨		200	0.27	54	0.27hm ² 为斜面积，占地面积为0.22hm ²
合计						1.15		绿化占地面积为1.10hm ²

5.3.2.4.3 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，施工道路洒水降尘。

(1) 临时堆土防护

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 1:1.5 边坡堆放，堆放高度不超过 3m，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。典型设计见附图 6-4-1。

(2) 临时排水沟

临时堆土坡脚外侧设临时排水沟，共计 500m。

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。典型设计见附图 6-5-2。

(3) 沉沙池

临时沉沙池设于临时排水沟末端，共计 6 座。断面尺寸计算见下表。

表 5.8-3 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) 施工道路洒水降尘

施工期，一般天气洒水车辆必须洒水 3~4 次，风速超过四级以上天气和炎热干燥天气应加强洒水降尘工作，确保现场无扬尘，每次每平方米路面平均洒水约 0.5L/(m²·次)。

(5) 工程量统计

厂外道路区临时措施数量统计见表 5.8-4。

表 5.8-4 厂外道路区临时措施数量统计表

序号	工程项目	单位	数量
1	临时堆土防护		
(1)	防尘网苫盖	100m ²	27.00
(2)	编织袋装土拦挡	100m ³	4.90
2	挖填边坡防尘网苫盖	100m ²	86.50
3	临时排水沟	m	500

5 水土保持措施

序号	工程项目	单位	数量
(1)	人工开挖土方	100m ³	1.925
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.175
4	沉沙池	座	6
(1)	人工开挖土方	100m ³	0.50
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.11
(3)	土工膜	100m ²	2.69
5	洒水降尘		
(1)	洒水量	100m ³	34.60

5.3.2.5 施工生产区

5.3.2.5.1 工程措施

施工生产区工程措施主要包括：（1）施工临建区：表土保护，边坡坡脚浆砌石排水沟，混凝土格构护坡，施工结束后土地整治、复垦；（2）施工堆放场：表土保护，施工结束后土地整治；（3）施工办公区：施工结束后土地整治、复垦；（4）力能区：施工结束后土地整治、复垦。

（1）表土保护

施工前首先应对占用的林地、草地 10~30cm 厚表层土及园地 50cm 厚表土进行剥离，并堆存于施工堆放场表土存土场内。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，由于表土存放期较长，防尘网容易破损，对堆放的表土采取撒播草籽绿化措施。施工结束后，及时将表土回填（二次搬运）用于绿化。

（2）坡脚浆砌石排水沟

施工临建区背海侧边坡坡脚设浆砌石排水沟，并顺接至周边河流，排水最终排入大海。排水沟宽 0.5m、深 0.6m，矩形断面，浆砌石砌筑，排水沟共计 1704m。见附图 6-1-5~附图 6-1-6、附图 6-2-1。

（3）混凝土格构护坡

主体设计中施工临建区 A3~E3、R3~U3 段边坡采取锚杆+格构梁+喷混植生绿化综合护坡措施，边坡比 1: 1.5，混凝土格构植草护坡面积 9011m²（斜面积），混凝土格构 613.7m³。典型设计见附图 6-1-5~附图 6-1-7。

（4）土地整治、复垦

应遵循“挖填平衡”的设计原则进行坑凹回填、平整场地，坡度一般不超过 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%。

(5) 工程量统计

工程措施数量统计见表5.9-1。

表 5.9-1 施工生产区工程措施数量统计表

序号	工程项目	单位	数量
(一)	施工临建区		
1	表土剥离及回覆		
(1)	表土剥离	100m ³	684.60
(2)	表土回覆	100m ³	684.60
2	坡脚浆砌石排水沟	m	1704
(1)	开挖土方	100m ³	32.61
(2)	夯填土方	100m ³	9.32
(3)	浆砌块石	100m ³	11.96
(4)	铺筑垫层	100m ³	2.28
(5)	水泥砂浆抹面	100m ²	39.87
(6)	沥青麻絮	100m ²	1.27
3	混凝土格构植草护坡	m ²	9011
(1)	混凝土格构梁	m ³	613.7
4	土地整治	hm ²	52.31
4.1	土地整治	hm ²	47.84
(1)	推土机平整场地	hm ²	47.84
4.2	复垦	hm ²	4.47
(1)	推土机平整场地	hm ²	4.47
(2)	全面整地	hm ²	4.47
(二)	施工堆放场		
1	表土剥离及回覆		
(1)	表土剥离	100m ³	53.00
(2)	表土回覆	100m ³	53.00
2	土地整治	hm ²	44.77
(1)	推土机平整场地	hm ²	44.77
(三)	施工办公区		
1	土地整治	hm ²	7.50
1.1	土地整治	hm ²	5.76
(1)	推土机平整场地	hm ²	5.76
1.2	复垦	hm ²	1.74
(1)	推土机平整场地	hm ²	1.74
(2)	全面整地	hm ²	1.74

5 水土保持措施

序号	工程项目	单位	数量
(四)	力能区		
1	土地整治	hm ²	12.50
1.1	土地整治	hm ²	7.31
(1)	推土机平整场地	hm ²	7.31
1.2	复垦	hm ²	5.19
(1)	推土机平整场地	hm ²	5.19
(2)	全面整地	hm ²	5.19

5.3.2.5.2 植物措施

植物措施设计标准为3级。施工结束后对原占用的林地恢复为林地，原占地类型为草地的恢复为草地，其他原占地类型为非耕地及园地的恢复植被。选择当地适生的树(草)种，主要有黑松、麻栎、白蜡、臭椿、紫穗槐、胡枝子、早熟禾等。植物措施技术指标及栽植量统计见下表5.9-2。

表 5.9-2 施工生产区植物措施技术指标表

序号	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)	面积(hm ²)	需苗量(株、kg)	备注
(一)	施工临建区							
1	黑松	H>200	春、雨	3×3	1111	7.00	1111	
2	麻栎	H>150	春、雨	3×3	1111		1111	
3	白蜡	H=400~500	春、雨	3×3	1111		1111	
4	臭椿	米径4	春、雨	3×3	1111		1111	
5	紫穗槐	H=140	春、雨	0.5×0.5	40000		60000	
6	胡枝子	H=30~60	春、雨	0.5×0.5	40000		60000	
7	早熟禾	一级种	春、雨		200	40.84	8168	
	边坡绿化							
8	早熟禾	一级种	春、雨		200	2.46	492	2.46hm ² 为斜面积，占地面积为1.97hm ²
(二)	施工堆放场							
1	早熟禾	一级种	春、雨		200	44.77	8954	
(三)	施工办公区							
1	早熟禾	一级种	春、雨		200	5.76	1152	
(四)	力能区							
1	早熟禾	一级种	春、雨		200	7.31	1462	
合计						108.14		绿化占地面积为107.65hm ²

5.3.2.5.3 临时措施

施工生产区临时措施主要包括：(1)施工临建区：土石方堆存临时拦挡、苫盖，临时种草绿化，临时排水沟、临时沉沙池措施，挖填边坡临时苫盖，施工

道路洒水降尘等；（2）施工堆放场：表土及土石方堆存临时拦挡、苫盖，表土堆放场临时种草，临时排水沟、临时沉沙池措施，挖填边坡临时苫盖，施工道路洒水降尘等；（3）施工办公区：临时苫盖、施工道路洒水降尘等；（4）力能区：土石方堆存临时拦挡、苫盖，临时排水沟、临时沉沙池措施，施工道路洒水降尘等。

（1）表土临时堆存防护

表土堆放时按照“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。将部分表层熟土装入土袋，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，对剥离的表土按 1:1.5 边坡堆放，堆放高度不超过 3m，1.5m 以上用防尘网覆盖挡护。表土堆存时间较长，防尘网容易破损，对表土采取临时种草措施，种草面积 6.50hm²。待施工结束，及时将表土回填用于绿化。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

1) 主干排水沟

主体设计中，施工生产区内主干排水沟按照 50 年一遇排水标准设计。施工临建区主干排水沟顺接至北侧河流，排水最终排入大海；施工堆放场主干排水沟顺接至厂区排洪沟、排水暗涵，排水最终排入大海。见附图 6-5-1。

施工临建区内设浆砌石主干排水沟，并顺接至施工临建区北侧河流，排水最终排入大海。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、深 1.0m，宽 1.5m、深 1.5m 和宽 2.0m、深 1.5m。排水沟累计长 2954m，其中断面宽 1.5m、深 1.0m 的排水沟长 1601m，断面宽 1.5m、深 1.5m 的排水沟长 678m，断面宽 2.0m、深 1.5m 的排水沟长 675m。

施工堆放场内设浆砌石主干排水沟，并顺接至厂区排洪沟、排水暗涵，排水最终排入大海。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、深 1.5m 和宽 2.5m、深 1.5m。排水沟累计长 3422m，其中断面宽 1.5m、深 1.5m 的排水沟长 2272m，断面宽 2.5m、深 1.5m 的排水沟长 1160m。

2) 临时排水土沟

临时堆土坡脚外侧、施工道路两侧设临时排水沟，并顺接至主干排水沟，共

计 3730m，其中施工临建区 2360m、施工堆放场 1370m。施工办公区、力能区已由高温气冷堆工程建成，临时硬化，并布设了临时排水沟措施，本方案补充在施工水处理厂周边临时排水沟措施，排水沟长 1500m。

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。典型设计见附图 6-5-2。

(3) 沉沙池

临时沉沙池设于临时排水沟末端，共计 17 座。断面尺寸计算见下表。

表 5.9-3 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) 临时种草

施工临建区空地种草绿化，种草面积 6.30hm²；表土堆存时间较长，防尘网容易破损，对表土采取临时种草措施，种草面积 6.50hm²。

(5) 施工道路洒水降尘

施工期，一般天气洒水车辆洒水 3~4 次，风速超过四级以上天气和炎热干燥天气加强洒水降尘工作，确保现场无扬尘，每次每平方米路面平均洒水约 0.5L/(m²·次)。

(6) 工程量统计

表 5.9-4 施工生产区临时措施量统计表

序号	工程项目	单位	数量
(一)	施工临建区		
1	临时堆土防护		
(1)	防尘网苫盖	100m ²	420.39
(2)	编织袋装土拦挡	100m ³	12.29
2	临时排水沟	m	5314
2.1	浆砌石排水沟	m	2954
(1)	开挖土方	100m ³	144.00
(2)	夯填土方	100m ³	15.84
(3)	浆砌块石	100m ³	86.40
(4)	铺筑垫层	100m ³	30.19
(5)	水泥砂浆抹面	100m ²	18.90

5 水土保持措施

序号	工程项目	单位	数量
(6)	沥青麻絮	100m ²	8.64
2.2	土质排水沟	m	2360
(1)	人工开挖土方	100m ³	9.09
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.83
3	沉沙池	座	9
(1)	人工开挖土方	100m ³	0.75
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.16
(3)	土工膜	100m ²	4.04
4	临时种草	hm ²	6.30
(1)	撒播草籽	hm ²	6.30
5	洒水降尘		
(1)	洒水量	100m ³	169.05
(二)	施工堆放场		
1	临时堆土防护		
(1)	防尘网苫盖	100m ²	4090.00
(2)	编织袋装土拦挡	100m ³	65.50
2	临时排水沟	m	4802
2.1	浆砌石排水沟	m	3432
(1)	开挖土方	100m ³	217.98
(2)	夯填土方	100m ³	21.80
(3)	浆砌石	100m ³	134.22
(4)	铺筑垫层	100m ³	35.68
(5)	水泥砂浆抹面	100m ²	23.52
(6)	沥青麻絮	100m ²	10.74
2.2	土质排水沟	m	1370
(1)	人工开挖土方	100m ³	5.27
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.48
3	沉沙池	座	6
(1)	人工开挖土方	100m ³	0.50
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.11
(3)	土工膜	100m ²	2.69
4	临时种草	hm ²	6.50
(1)	撒播草籽	hm ²	6.50
5	洒水降尘		
(1)	洒水量	100m ³	154.35
(三)	施工办公区		
1	临时堆土防护		
(1)	防尘网苫盖	100m ²	150.00
2	洒水降尘		
(1)	洒水量	100m ³	15.75
(四)	力能区		
1	临时堆土防护		

5 水土保持措施

序号	工程项目	单位	数量
(1)	防尘网苫盖	100m ²	120.00
2	临时排水沟	m	1500
(1)	人工开挖土方	100m ³	5.78
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.53
3	沉沙池	座	2
(1)	人工开挖土方	100m ³	0.17
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.04
(3)	土工膜	100m ²	0.90
4	洒水降尘		
(1)	洒水量	100m ³	183.75

5.3.2.7 工程量汇总

各防治区水土保持措施工程量统计见表 5.10。

表 5.10 各防治分区水土保持措施工程量汇总表

序号	工程项目	单位	数量					合计
			厂区	海水取排水工程区	厂外施工管线工程区	厂外道路区	施工生产区	
一	工程措施							
1	表土剥离及回覆							
(1)	表土剥离	100m ³	204.80		37.80	30.00	737.60	1010.20
(2)	表土回覆	100m ³	204.80		37.80	30.00	737.60	1010.20
2	浆砌石排水沟	m	2206.5			525.9	1704.0	4436.4
(1)	开挖土方	100m ³	42.22			10.61	32.61	85.44
(2)	夯填土方	100m ³	12.06			3.03	9.32	24.41
(3)	浆砌块石	100m ³	15.49			3.74	11.96	31.19
(4)	铺筑垫层	100m ³	2.96			0.69	2.28	5.93
(5)	水泥砂浆抹面	100m ²	51.63			12.67	39.87	104.17
(6)	沥青麻絮	100m ²	1.64			0.38	1.27	3.29
3	混凝土排洪沟	m	2069.0			405.0		2474.0
(1)	钢筋混凝土	100m ³	481.28			15.59		496.87
4	排水暗涵	m	756.0					756.0
(1)	钢筋混凝土	100m ³	84.15					84.15
5	雨水管网	m	12450					12450
(1)	DN300 雨水管	m	3500					3500
(2)	DN400 雨水管	m	1000					1000
(3)	DN500 雨水管	m	1500					1500
(4)	DN600 雨水管	m	1500					1500
(5)	DN700 雨水管	m	300					300
(6)	DN900 雨水管	m	300					300
(7)	DN1000 雨水管	m	600					600
(8)	DN1100 雨水管	m	200					200
(9)	DN1200 雨水管	m	400					400
(10)	DN1300 雨水管	m	400					400
(11)	DN1500 雨水管	m	800					800

5 水土保持措施

序号	工程项目	单位	数量					合计
			厂区	海水取排水工程区	厂外施工管线工程区	厂外道路区	施工生产区	
(12)	DN1600 雨水管	m	700					700
(13)	DN1800 雨水管	m	200					200
(14)	DN1900 雨水管	m	300					300
(15)	DN2500 雨水管	m	750					750
6	混凝土格构植草护坡	m ²	8172			3337.0	9011	20520.0
(1)	混凝土格构梁	m ³	556.6			227.3	613.7	1397.6
7	土地整治	hm ²	15.70		3.00	1.15	117.08	136.93
7.1	土地整治	hm ²	15.70		3.00	1.15	105.68	125.53
(1)	推土机平整场地	hm ²	15.70		3.00	1.15	105.68	125.53
7.2	复垦	hm ²					11.40	11.40
(1)	推土机平整场地	hm ²					11.40	11.40
(2)	全面整地	hm ²					11.40	11.40
8	碎石压盖	m ²	127000					127000
二	植物措施							
	绿化面积(含斜面积)	hm ²	3.97		3.00	1.15	108.14	116.26
	换算为绿化占地面积	hm ²	3.78		3.00	1.10	107.65	115.53
(1)	栽植乔木	株	666		0	200	4444	5310
(2)	栽植灌木	株	40000		39600	4000	120000	203600
(3)	种草	hm ²	2.47		2.01	0.95	101.14	106.57
三	临时措施							
1	临时堆土防护							
(1)	防尘网苫盖	100m ²	2110.50	850.59	354.80	27.00	4780.39	8123.28
(2)	编织袋装土拦挡	100m ³	27.61	17.09	82.75	4.90	77.79	210.14
2	挖填边坡防尘网苫盖	100m ²	22.50	56.00		86.50		165.00
3	临时排水沟	m	7203.0	1620.0	6500.0	500.0	11616.0	27439.0
3.1	浆砌石排水沟	m	5323.0				6386.0	11709.0
(1)	开挖土方	100m ³	338.14				361.98	700.13
(2)	夯填土方	100m ³	33.82				37.64	71.46
(3)	浆砌块石	100m ³	208.21				220.62	428.83
(4)	铺筑垫层	100m ³	56.67				65.87	122.54
(5)	水泥砂浆抹面	100m ²					42.42	42.42
(6)	沥青麻絮	100m ²					19.38	19.38
3.2	土质排水沟	m	1880.0	1620.0	6500.0	500.0	5230.0	15730.0
(1)	人工开挖土方	100m ³	7.24	6.24	25.03	1.93	20.14	60.56
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.65	0.57	2.28	0.18	1.84	5.50
4	沉沙池	座	15	9		6	17	47
(1)	人工开挖土方	100m ³	1.25	0.75		0.50	1.42	3.92
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.27	0.16		0.11	0.31	0.85
(3)	土工膜	100m ²	6.74	4.04		2.69	7.63	21.10
5	泥浆沉淀池	座	11		10			21
(1)	人工开挖土方	100m ³	66.00		60.00			126.00
(2)	人工夯填土方	100m ³	13.20		12.00			25.20
(3)	土工膜	100m ²	68.64		62.40			131.04
6	洒水降尘							
(1)	洒水量	100m ³	213.15	29.40		34.60	522.90	800.05

5 水土保持措施

序号	工程项目	单位	数量					合计
			厂区	海水取排水工程区	厂外施工管线工程区	厂外道路区	施工生产区	
7	临时种草	hm ²	1.05				12.80	13.85
(1)	撒播草籽	hm ²	1.05				12.80	13.85

5.4 施工要求

5.4.1 组织原则

(1) 与主体工程相结合、协调，在不影响主体工程施工的前提下，尽可能利用主体工程创造的水、电、交通等施工条件，减少施工辅助设施工程量。

(2) 按照“三同时”的原则，水土保持措施实施进度与主体工程建设进度相适应，及时防治新增水土流失。

(3) 施工进度安排坚持“保护优先、先挡后弃、及时跟进”的原则，临时堆土先采取拦挡措施，临建工程施工区完毕后，按原占地类型及时进行恢复，植物措施在整地的基础上在春、雨季节尽快实施。

5.4.2 施工方法及组织

(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

土地整治应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。采用挖掘机 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。站场阀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 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ ，灌木为 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ 。

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。

洒水降尘：施工期，一般天气洒水车辆必须洒水 3~4 次，风速超过四级以上天气和炎热干燥天气应加强洒水降尘工作，确保现场无扬尘，每次每平方米路面平均洒水约 $0.5\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{次})$ 。

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。

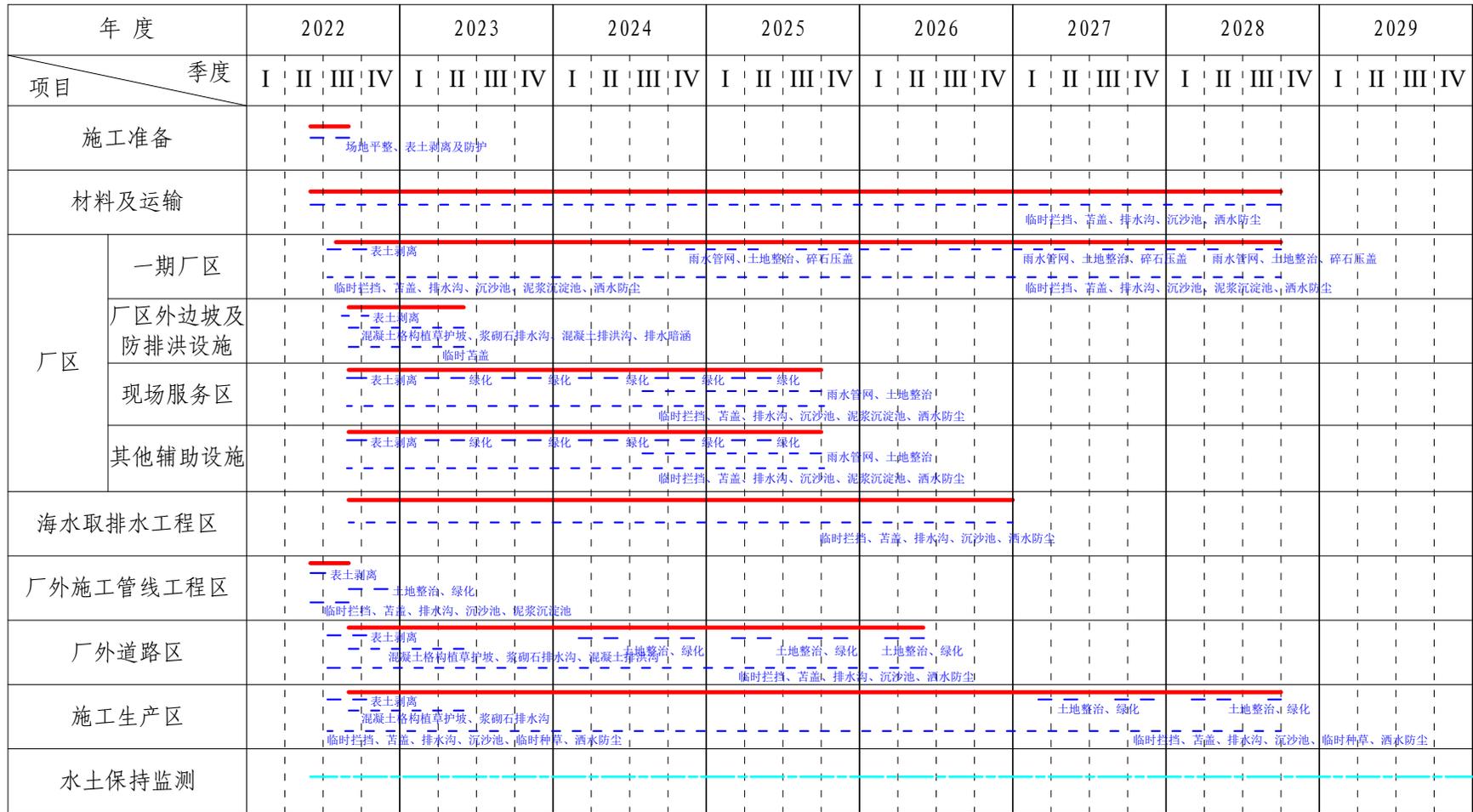
排水沟能有效地控制地表径流，排水去处要妥善处理。在经设计频率的暴雨考验后，排水沟的完好率在 90% 以上。

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。主体工程计划于 2022 年 6 月开工，2028 年 9 月完工，总工期 76 个月，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 5-3）。

5 水土保持措施



备注：—— 主体工程实施进度；- - - 水保工程实施进度；- - - 水土保持监测。

图 5-3 水土保持措施实施进度双线横道图

6 水土保持监测

6.1 监测范围和时段

6.1.1 监测范围

本建设项目的监测范围为水土流失防治责任范围。水土保持监测分区与水土流失防治范围分区一致，分为 5 个区，即 1) 厂区；2) 海水取排水工程区；3) 厂外施工管线工程区；4) 厂外道路区；5) 施工生产区。各监测分区的监测单元区域和监测面积总计 220.02hm²，如表 6.1 所示。

表 6.1 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	重点监测位置
1	厂区	60.55	施工期	开挖及临时堆土区、大面积裸露地表区域
2	海水取排水工程区	34.15		
3	厂外施工管线工程区	3.00		管沟开挖、临时堆土区
4	厂外道路区	3.05		开挖边坡
5	施工生产区	119.27		施工场地
合计		220.02		

6.1.2 监测时段

监测时段自 2022 年 6 月至设计水平年末（2029 年 12 月）。

6.1.2.1 施工准备期监测

施工准备期为 2022 年 6 月至 2022 年 7 月，在本时段主要是制定监测实施方案、土壤侵蚀背景值调查，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。

施工准备期应对监测范围的地形地貌、地面组成物质、植被、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，实施全区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、植被、水系变化情况，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“四通一平情况”；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。

6.1.2.1 施工期监测

施工建设期为 2022 年 8 月至 2028 年 9 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。

6.1.2.2 施工结束至设计水平年末

本时段的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 监测内容和方法

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) 扰动土地

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

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、周边核电厂、水库、公路等重要设施造成的影响及危害等。主要包括:

- ①水土流失对华能山东石岛湾核电厂扩建一期工程造成危害的方式、数量和程度。
- ②水土流失掩埋冲毁农田、道路、居民点的数量、程度。
- ③对周边公路、输变电等重大工程造成的危害。
- ④工程建设造成的沙化、崩塌、滑坡、泥石流等灾害。
- ⑤对水源地、生态保护区,附近的钱家河、八河水库、龙门水库、林家流水库,航道等的危害,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。

监测机构应实行驻点监测。

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,设置观测点要基本反映本工程建设区的降雨特性。在工程中心位置布设降雨特征值观测点,结合建立临时降雨观测站。降雨特征值通过本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。重点监测厂区、施工生产区、海水取排水工程区。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区域的实地调查，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、临时堆土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，作为水土保持设施验收的依据。

(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、地貌变化等扰动情况。首先对调查区按扰动类型进行分区（如堆土、开挖面等）、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：

植被类型及面积应在综合分析相关资料的基础上，实地调查确定。每季度调

查 1 次。

成活率、保存率及生长状况宜采用抽样调查的方法确定。应在栽植 6 个月后进行调查成活率，且每年调查 1 次保存率及生长状况。乔木的成活率与保存率应采用样地或样线调查法。灌木的成活率与保存率应采用样地调查法。林地郁闭度可采用样线法和照相法确定。灌草地盖度可采用针刺法、网格法和照相法确定。郁闭度、盖度应每年在植被生长最茂盛的季节监测 1 次。林草覆盖率应在统计林草地面积的基础上分析计算获得。

在绿化区域选择代表性的地块作为监测点，在每个监测点内选择 3 个不同生长状况的样地进行监测。监测样地面积为投影面积，要求乔木林 10m×10m~30m×30m、灌木林 2m×2m~5m×5m、草地 1m×1m~2m×2m，绿篱、行道树、防护林带等植物措施样地长度不应小于 20m。林地郁闭度、灌草地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 ）。

（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比对分析，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) 数据分析和管理的

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。

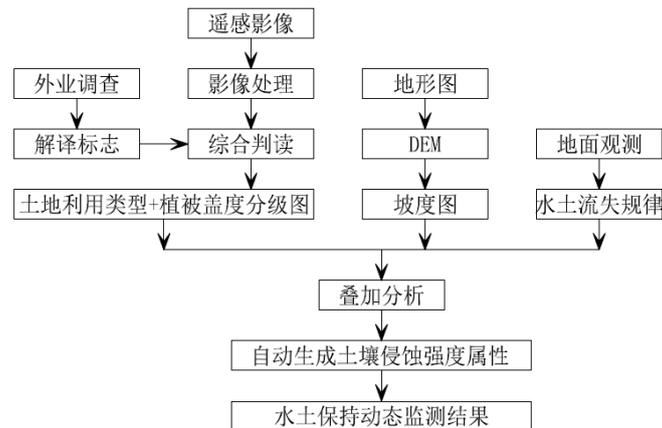


图6-1 遥感监测技术路线图

6.2.2.3 定位观测

定位观测法主要包括沉沙池法、径流小区法等。

本方案共设置 16 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) 简易水土流失观测场法

宜采用全坡面径流小区或简易小区，开挖或临时堆土形成的、以土质为主的稳定坡面土壤流失量监测可采用该方法。全坡面径流小区长度应为整个坡面长度，宽度不应小于 5m；简易小区面积不应小于 10m²，形状宜采用矩形。用木板、铁皮或其它隔湿材料围成矩形小区，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。厂区、海水取排水工程区、厂外道路区、施工生产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 各监测分区监测

(1) 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) 海水取排水工程区

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、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。

(3) 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。

(4) 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。

(5) 施工生产区

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。

6.2.5 监测技术路线

本项目水土保持监测可按下图 6-2 所示的技术路线实施。

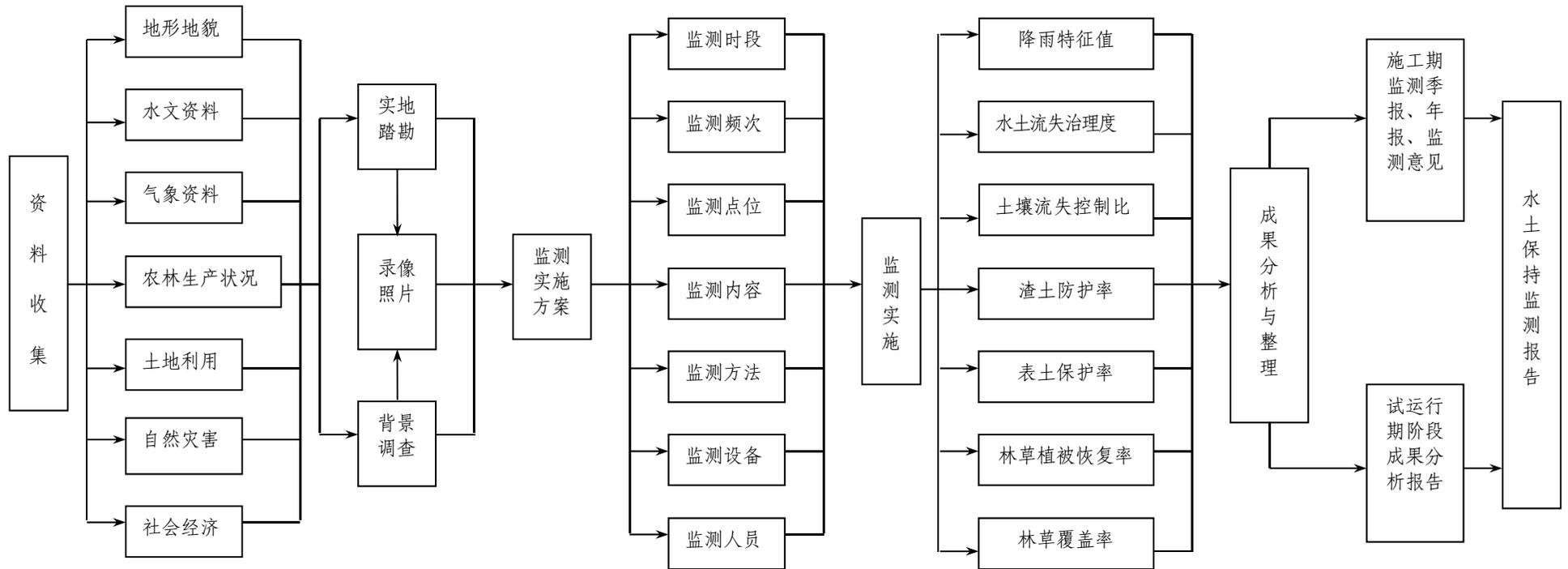


图 6-2 水土保持监测技术路线图

6.3 监测点位布设

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16个监测点位,见表6.2。监测点位布设见附图5-1。

表6.2 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	厂区	厂区工程防护措施、植物措施、挖方边坡、排水出口。共4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2处	测1~测4	在本时段主要是地形地貌、地面组成物质、植被、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。
	海水取排水工程区	取水工程边坡、排水工程边坡。共2处。	土壤流失量监测点2处	测5~测6	
	厂外施工管线工程区	施工用水管线、供电线路、供热管线。共3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1处	测7~测9	
	厂外道路区	工程防护措施、植物措施、挖方边坡。共3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1处	测10~测12	
	施工生产区	力能区、施工临建区边坡、施工堆放场堆土区、植物措施。共4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2处	测13~测16	
	合计	16处			
施工期	厂区	厂区工程防护措施、植物措施、挖方边坡、排水出口。共4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2处	测1~测4	(1)降雨量、降雨强度、风力风向等; (2)扰动土地、临时堆土场等; (3)水土流失分布、面积及侵蚀量; (4)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)水土流失危害监测。
	海水取排水工程区	取水工程边坡、排水工程边坡。共2处。	土壤流失量监测点2处	测5~测6	
	厂外施工管线工程区	施工用水管线、供电线路、供热管线。共3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1处	测7~测9	
	厂外道路区	工程防护措施、植物措施、挖方边坡。共3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1处	测10~测12	
	施工生产区	力能区、施工临建区边坡、施工堆放场堆土区、植物措施。共4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2处	测13~测16	
	合计	16处			
施工结束至设	厂区	厂区工程防护措施、植物措施、挖方边坡、排水出口。共4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2处	测1~测4	(1)降雨量、降雨强度、风力风向等; (2)扰动土地、临时堆土场等; (3)水土流失分布、面积及侵蚀量;
	海水取排水工程区	取水工程边坡、排水工程边坡。共2处。	土壤流失量监测点2处	测5~测6	

6 水土保持监测

监测分区		监测点位	监测点类型	监测点编号	监测内容
计 水 平 年 末	厂外施工 管线工程 区	施工用水管线、供电线 路、供热管线。共 3 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 1 处	测 7~测 9	(4)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)水土流失危害监测。
	厂外道路 区	工程防护措施、植物措 施、挖方边坡。共 3 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 1 处	测 10~测 12	
	施工生产 区	力能区、施工临建区边 坡、施工堆放场堆土 区、植物措施。共 4 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 2 处	测 13~测 16	
	合计	16 处			

表 6.3 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(2022年6月~2029年12月)			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	水文站实测、自记雨量计法、雨量筒法	每月监测1次,产生地表径流的降雨,另加测1次。			每月监测1次,产生地表径流的降雨,另加测1次。	当地气象部门收集、自测
	背景值调查,地形地貌、土地利用、植被状况、扰动地表面积遥感调查	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。		
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1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。	4处	
海水取排水工程区	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	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(“四通一平”阶段每两周监测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,发生强降水等情况后及时加测。 (3)水土流失防治成效:①临时措施每月监测记录1次。②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	
厂外施工管线工程区	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(“四通一平”阶段每两周监测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。	3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(2022年6月~2029年12月)			监测点
			施工准备期	施工期	施工结束至设计水平年末	
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(“四通一平”阶段每两周监测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。	3处
施工生产区	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(“四通一平”阶段每两周监测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。	4处
合计						16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

采用GPS定位仪、自记雨量计、雨量筒、风向风速仪、数码照相机、数码摄影相机、水平仪、经纬仪、标杆、计算机等工具进行监测。所需监测仪器设备名称及数量见表6.4。在进行估算时，该部分仪器设备只计列仪器使用费。

表 6.4 水土保持监测所需仪器名称及数量统计表

仪器名称	单位	数量	仪器名称	单位	数量
GPS	台	3	标杆	支	5
自记雨量计	套	1	计算机	台	2
雨量筒	套	1	烘箱	台	1
风向风速仪	台	1	天平	台	2
数码照相机	台	2			

6 水土保持监测

仪器名称	单位	数量	仪器名称	单位	数量
数码照相机	台	2			
经纬仪	台	1			

6.4.1.2 办公监测仪器设施

该部分仪器设施为损耗品，主要有径流瓶、蒸发皿、烘干机、量杯、烧杯、集流桶、尺子等。办公仪器名称及数量见表 6.5。

表 6.5 水土保持监测办公仪器名称及数量统计表

仪器名称	单位	数量	仪器名称	单位	数量
径流瓶	个	80	集流桶	个	30
蒸发皿	个	10	尺子	把	10
烘干机	个	10	环刀	个	50
量杯	个	100	烧杯	个	30
测钎	个	100			

6.4.1.3 监测机构及人员配备

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 3 人，共计 4 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《华能山东石岛湾核电厂扩建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。工程验收时提交该生产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，同时在业主项目部和施工项目部公开。

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) 《山东财政厅 山东发展和改革委员会 山东省物价局 山东水利厅 中国人民银行济南分行关于印发<山东省水土保持补偿费征收使用管理办法>的通知》(鲁财综〔2014〕74号),2014年12月31日;

(10) 《省物价局 省财政厅 省水利厅关于降低水土保持补偿费收费标准的通

知》(鲁价费发〔2017〕58号),山东省物价局 山东省财政厅 山东省水利厅,2017年7月12日;

(11)《华能山东石岛湾核电站扩建一期工程可行性研究报告》,深圳中广核工程设计有限公司,2021年12月;

(12) 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2021年第3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,工程措施工资为每日98元,每工时12.25元,植物措施工资均为每日98元,每工时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6.8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。

措施单价由直接工程费、间接费、企业利润和税金组成，相关费率按主体工程设计费率取值，不足部分费率依据《水土保持工程概算定额》及相关定额确定。

(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。

表 7.1 其他直接费费率表

工程类别	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需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 7.2。

表 7.2 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	机械固沙工程	直接费	3
5	其他工程	直接费	5
(二)	植物措施	直接费	4

(2) 间接费

间接费包括企业管理费、财务费用和其他费用。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。间接费费率见下表 7.3。

表 7.3 间接费费率表

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	机械固沙工程	直接工程费	4.4
5	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、水土保持设施竣工验收费 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。

(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,共计 97.27 万元。

(3) 水土保持监理费:按 4 人计,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,共监理 6.33 年。本项目水土保持监理共计 322.83 万元。

(4) 水土保持监测费:按 4 人计,1 名项目负责人 11 万元/人.年,3 名监测工程师 9 万元/人.年,共监测 7.58 年,共计 288.04 万元;遥感卫片及解译、监测仪器设备及土建设施费 32.78 万元。总计 320.82 万元。

(5) 水土保持设施竣工验收费:参考同类工程,本项目水土保持设施竣工验收收费为 100.00 万元。

7.1.2.5 预备费用

(1) 基本预备费:按一至四部分之和的 6%计取,为 161.58 万元。

(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《省物价局 省财政厅 省水利厅关于降低水土保持补偿费收费标准的通知》(鲁价费发〔2017〕58 号)计列。见下表 7.4。

表 7.4 水土保持补偿费计算表 (单位:万元)

省	市	县 (市、区)	项目组成	本项目占地(不含海域)面积	与高温气冷堆工程水土保持方案水土保持补偿费计征面积重复区域		本项目需缴纳水土保持补偿费面积	补偿标准	本项目需缴纳水土保持补偿费用	
				①	②		③=①-②			
				面积(hm ²)	面积(hm ²)	备注	面积(hm ²)	元/m ²	万元	
山东省	威海市	荣成市	厂区	60.55	23.73	作为高温堆气冷堆工程施工生产区	36.82	1.2	44.184	
			海水取排水工程区	32.55			32.55	1.2	39.060	
			厂外施工管线工程区	3.00			3.00	1.2	3.600	
			厂外道路区	3.05			3.05	1.2	3.660	
			施工生产区	施工临建区	54.50			54.50	1.2	65.400
				施工堆放场	44.77			44.77	1.2	53.724
				施工办公区	7.50	7.50	位于高温气冷堆工程非居住区内	0.00	1.2	0.000
				力能区	12.50	3.50	作为高温气冷堆工程力能区	9.00	1.2	10.800
合计			218.42	34.73		183.69		220.43		

备注:占地面积不含占用海域面积。

7.1.2.7 水土保持措施总投资估算

华能山东石岛湾核电站扩建一期工程水土保持工程估算总投资为 22209.67 万元。其中工程措施 16673.30 万元,植物措施 593.41 万元,临时措施 3684.09 万元,独立费用 876.87 万元(含水土保持监理费 322.83 万元,水土保持监测费 320.82 万元),基本预备费 161.58 万元,水土保持补偿费 220.43 万元。

投资估算总表见表 7.5,工程措施、植物措施、施工临时工程、独立费用估算表、水土保持监测费、分年度投资、工程单价汇总表、施工机械台时费汇总表、主要材料单价汇总表见表 7.6-表 7.15。

表 7.5 水土保持工程投资估算总表 (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
			栽(种)植费	苗木、草、种子费			
第一部分 工程措施							16673.30
1	厂区	7880.41					7880.41
2	海水取排水工程区	0.00					0.00
3	厂外施工管线工程区	9.40					9.40
4	厂外道路区	2395.60					2395.60
5	施工生产区	6387.88					6387.88
第二部分 植物措施							593.41
1	厂区		70.86	119.05			189.91
2	海水取排水工程区						0.00
3	厂外施工管线工程区		21.13	20.62			41.74
4	厂外道路区		9.13	18.92			28.05
5	施工生产区		192.94	140.76			333.70
第三部分 临时措施							3684.09
1	厂区	1465.01					1465.01
2	海水取排水工程区	81.87					81.87
3	厂外施工管线工程区	254.54					254.54
4	厂外道路区	20.00					20.00
5	施工生产区	1854.58					1854.58
6	其他临时工程	8.07					8.07
第四部分 独立费用						876.87	876.87
1	建设管理费					35.95	35.95
2	科研勘测设计费					97.27	97.27
3	水土保持监理费					322.83	322.83
4	水土保持监测费					320.82	320.82
5	水土保持设施竣工验收收费					100.00	100.00
一至四部分合计							21827.66
基本预备费							161.58
水土保持补偿费							220.43
水土保持工程总投资							22209.67

表 7.6 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				
一	厂区				78804095.12
(一)	一期厂区				25610014.10
1	表土剥离及回覆				58050.73
(1)	表土剥离	100m ³	95.00	611.06	58050.73
2	雨水管网	m	11950		21756400.00
(1)	DN300 雨水管	m	3100	93.00	288300.00
(2)	DN400 雨水管	m	900	143.00	128700.00
(3)	DN500 雨水管	m	1500	218.00	327000.00
(4)	DN600 雨水管	m	1500	293.00	439500.00
(5)	DN700 雨水管	m	300	769.00	230700.00
(6)	DN900 雨水管	m	300	1546.00	463800.00
(7)	DN1000 雨水管	m	600	1981.00	1188600.00
(8)	DN1100 雨水管	m	200	2219.00	443800.00
(9)	DN1200 雨水管	m	400	2472.00	988800.00
(10)	DN1300 雨水管	m	400	2683.00	1073200.00
(11)	DN1500 雨水管	m	800	3274.00	2619200.00
(12)	DN1600 雨水管	m	700	3991.00	2793700.00
(13)	DN1800 雨水管	m	200	6004.00	1200800.00
(14)	DN1900 雨水管	m	300	7201.00	2160300.00
(15)	DN2500 雨水管	m	750	9880.00	7410000.00
3	土地整治	hm ²	12.70		202568.01
(1)	推土机平整场地	hm ²	12.70	15950.24	202568.01
4	碎石压盖	m ²	127000	28.29	3592995.36
(二)	现场服务及其他辅助设施区				264837.38
1	表土剥离及回覆				165486.67
(1)	表土回覆	100m ³	172.80	957.68	165486.67
2	雨水管网	m	500		51500.00
(1)	DN300 雨水管	m	400	93.00	37200.00
(2)	DN400 雨水管	m	100	143.00	14300.00
3	土地整治	hm ²	3.00		47850.71
(1)	推土机平整场地	hm ²	3.00	15950.24	47850.71
(三)	厂区外边坡及防排洪设施区				52929243.64
1	表土剥离及回覆				97740.10
(1)	表土剥离	100m ³	109.80	611.06	67094.42
(2)	表土回覆	100m ³	32.00	957.68	30645.68
2	浆砌石排水沟	m	2206.5		1181003.60
2.1	北侧边坡排水沟	m	970.9		519641.80
(1)	开挖土方	100m ³	18.58	2098.57	38987.17
(2)	夯填土方	100m ³	5.31	5817.46	30879.05
(3)	浆砌块石	100m ³	6.82	48280.70	329081.22

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)	铺筑垫层	100m ³	1.30	29668.37	38598.55
(5)	水泥砂浆抹面	100m ²	22.72	2629.05	59729.36
(6)	沥青麻絮	100m ²	0.72	31064.51	22366.45
2.2	东侧边坡排水沟	m	1235.6		661361.80
(1)	开挖土方	100m ³	23.64	2098.57	49616.42
(2)	夯填土方	100m ³	6.76	5817.46	39296.91
(3)	浆砌块石	100m ³	8.67	48280.70	418786.75
(4)	铺筑垫层	100m ³	1.66	29668.37	49130.82
(5)	水泥砂浆抹面	100m ²	28.91	2629.05	76013.68
(6)	沥青麻絮	100m ²	0.92	31064.51	28517.22
3	混凝土排洪沟	m	2069		43501002.74
(1)	混凝土	100m ³	481.28	90386.06	43501002.74
4	排水暗涵	m	756		7605986.91
(1)	混凝土	100m ³	84.15	90386.06	7605986.91
5	混凝土格构植草护坡	m ²	8172		543510.29
(1)	混凝土格构梁	m ³	556.6	976.48	543510.29
二	海水取排水工程区				
三	厂外施工管线工程区				94046.87
(一)	施工用水管线				15392.76
1	表土剥离及回覆				7577.15
(1)	表土剥离	100m ³	6.20	611.06	3788.57
(2)	表土回覆	100m ³	6.20	611.06	3788.57
2	土地整治	hm ²	0.49		7815.62
(1)	推土机平整场地	hm ²	0.49	15950.24	7815.62
(二)	施工供电线路				26295.65
1	表土剥离及回覆				14970.98
(1)	表土剥离	100m ³	12.25	611.06	7485.49
(2)	表土回覆	100m ³	12.25	611.06	7485.49
2	土地整治	hm ²	0.71		11324.67
(1)	推土机平整场地	hm ²	0.71	15950.24	11324.67
(三)	施工供热管线				52358.46
1	表土剥离及回覆				23648.03
(1)	表土剥离	100m ³	19.35	611.06	11824.02
(2)	表土回覆	100m ³	19.35	611.06	11824.02
2	土地整治	hm ²	1.80		28710.43
(1)	推土机平整场地	hm ²	1.80	15950.24	28710.43
四	厂外道路区				23956037.19
1	表土剥离及回覆				47062.13
(1)	表土剥离	100m ³	30.00	611.06	18331.81
(2)	表土回覆	100m ³	30.00	957.68	28730.32
2	坡顶浆砌石排水沟	m	325.9		174296.09
(1)	开挖土方	100m ³	6.24	2098.57	13086.66

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)	夯填土方	100m ³	1.78	5817.46	10366.71
(3)	浆砌块石	100m ³	2.29	48280.70	110466.23
(4)	铺筑垫层	100m ³	0.44	29668.37	12965.08
(5)	水泥砂浆抹面	100m ²	7.63	2629.05	20049.12
(6)	沥青麻絮	100m ²	0.24	31064.51	7362.29
3	整修浆砌石排水沟	m	200		111765.13
(1)	开挖土方	100m ³	4.37	2098.57	9174.93
(2)	夯填土方	100m ³	1.25	5817.46	7266.00
(3)	浆砌块石	100m ³	1.45	48280.70	70055.29
(4)	铺筑垫层	100m ³	0.25	29668.37	7446.76
(5)	水泥砂浆抹面	100m ²	5.04	2629.05	13255.66
(6)	沥青麻絮	100m ²	0.15	31064.51	4566.48
4	混凝土截排洪沟	m	405		1409118.67
(1)	混凝土	100m ³	15.59	90386.06	1409118.67
5	混凝土格构植草护坡	m ²	3337		22195452.39
(1)	混凝土格构梁	m ³	227.3	97648.27	22195452.39
6	土地整治	hm ²	1.15		18342.77
(1)	推土机平整场地	hm ²	1.15	15950.24	18342.77
五	施工生产区				63878847.54
(一)	施工临建区				62753222.01
1	表土剥离及回覆				1073957.90
(1)	表土剥离	100m ³	684.60	611.06	418331.90
(2)	表土回覆	100m ³	684.60	957.68	655626.00
2	坡脚浆砌石排水沟	m	1704		912108.33
(1)	开挖土方	100m ³	32.61	2098.57	68425.87
(2)	夯填土方	100m ³	9.32	5817.46	54195.42
(3)	浆砌块石	100m ³	11.96	48280.70	577533.68
(4)	铺筑垫层	100m ³	2.28	29668.37	67732.88
(5)	水泥砂浆抹面	100m ²	39.87	2629.05	104830.69
(6)	沥青麻絮	100m ²	1.27	31064.51	39389.80
3	混凝土格构植草护坡	m ²	9011		59926744.98
(1)	混凝土格构梁	m ³	613.7	97648.27	59926744.98
4	土地整治	hm ²	52.31		840410.79
4.1	土地整治	hm ²	47.84		
(1)	推土机平整场地	hm ²	47.84	15950.24	763059.33
4.2	复垦	hm ²	4.47		
(1)	推土机平整场地	hm ²	4.47	15950.24	71297.56
(2)	全面整地	hm ²	4.47	1354.34	6053.90
(二)	施工堆放场				797235.21
1	表土剥离及回覆				83143.10
(1)	表土剥离	100m ³	53.00	611.06	32386.20
(2)	表土回覆	100m ³	53.00	957.68	50756.91
2	土地整治	hm ²	44.77		714092.11

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)
(1)	推土机平整场地	hm ²	44.77	15950.24	714092.11
(三)	施工办公区				121983.33
1	土地整治	hm ²	7.50		121983.33
1.1	土地整治	hm ²	5.76		
(1)	推土机平整场地	hm ²	5.76	15950.24	91873.36
1.2	复垦	hm ²	1.74		
(1)	推土机平整场地	hm ²	1.74	15950.24	27753.41
(2)	全面整地	hm ²	1.74	1354.34	2356.55
(四)	力能区				206406.99
1	土地整治	hm ²	12.50		206406.99
1.1	土地整治	hm ²	7.31		
(1)	推土机平整场地	hm ²	7.31	15950.24	116596.23
1.2	复垦	hm ²	5.19		
(1)	推土机平整场地	hm ²	5.19	15950.24	82781.73
(2)	全面整地	hm ²	5.19	1354.34	7029.03
合 计					166733026.72

表 7.7 植物措施投资估算表

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				
一	厂区				1899051.67
(一)	现场服务及其他辅助设施区				1691142.14
1	绿化整地(全面整地)	hm ²	3.00	1354.34	4063.02
2	穴状整地	100个	6.66	587.60	3913.38
3	栽植黑松(带土球)	100株	1.11	2492.53	2766.70
4	栽植白蜡(带土球)	100株	1.11	6646.61	7377.74
5	栽植侧柏(带土球)	100株	1.11	2271.56	2521.44
6	栽植国槐(带土球)	100株	1.11	4878.92	5415.60
7	栽植柾柳(带土球)	100株	1.11	1918.02	2129.01
8	栽植栾树(带土球)	100株	1.11	1697.06	1883.74
9	栽植紫叶小檠	100株	100.00	489.72	48971.82
10	栽植大叶黄杨	100株	100.00	501.50	50150.29
11	栽植小叶黄杨	100株	100.00	498.56	49855.67
12	栽植冬青	100株	100.00	519.18	51917.98
13	铺草皮(早熟禾)	100m ²	75.00	1709.69	128226.74
14	铺草皮(黑麦草)	100m ²	75.00	1749.41	131205.39
15	黑松	100株	1.11	26780.00	29725.80
16	白蜡	100株	1.11	123600.00	137196.00
17	侧柏	100株	1.11	21630.00	24009.30
18	国槐	100株	1.11	82400.00	91464.00
19	柾柳	100株	1.11	13390.00	14862.90
20	栾树	100株	1.11	8240.00	9146.40
21	紫叶小檠	100株	100.00	721.00	72100.00
22	大叶黄杨	100株	100.00	927.00	92700.00
23	小叶黄杨	100株	100.00	875.50	87550.00
24	冬青	100株	100.00	1236.00	123600.00
25	草皮(早熟禾)	100m ²	75.00	3090.00	231750.00
26	草皮(黑麦草)	100m ²	75.00	3605.00	270375.00
27	幼林抚育(第一年)	hm ²	3.00	3147.91	9443.74
28	幼林抚育(第二年)	hm ²	3.00	2273.49	6820.48
(二)	厂区外边坡及防排洪设施区				207909.53
1	绿化整地(全面整地)	hm ²	0.97	1354.34	1313.71
2	喷混植生	100m ²	96.54	2023.44	195342.45
3	草籽	kg	194	30.90	5994.60
4	幼林抚育(第一年)	hm ²	0.97	3147.91	3053.48
5	幼林抚育(第二年)	hm ²	0.97	2273.49	2205.29
二	厂外施工管线工程区				417427.63
(一)	施工供水管线				78905.02
1	绿化整地(全面整地)	hm ²	0.49	1354.34	663.63
2	栽植紫穗槐	100株	38.00	474.99	18049.52
3	栽植胡枝子	100株	38.00	477.93	18161.48

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	直播种草(早熟禾)	hm ²	0.30	1123.00	336.90
5	紫穗槐	100株	38.00	463.50	17613.00
6	胡枝子	100株	38.00	515.00	19570.00
7	草籽(早熟禾)	kg	60	30.90	1854.00
8	幼林抚育(第一年)	hm ²	0.49	3147.91	1542.48
9	幼林抚育(第二年)	hm ²	0.49	2273.49	1114.01
(二)	施工供电线路				85792.15
1	绿化整地(全面整地)	hm ²	0.71	1354.34	961.58
2	栽植紫穗槐	100株	40.00	474.99	18999.50
3	栽植胡枝子	100株	40.00	477.93	19117.34
4	直播种草(早熟禾)	hm ²	0.51	1123.00	572.73
5	紫穗槐	100株	40.00	463.50	18540.00
6	胡枝子	100株	40.00	515.00	20600.00
7	草籽(早熟禾)	kg	102	30.90	3151.80
8	幼林抚育(第一年)	hm ²	0.71	3147.91	2235.02
9	幼林抚育(第二年)	hm ²	0.71	2273.49	1614.18
(三)	施工供热管线				252730.46
1	绿化整地(全面整地)	hm ²	1.80	1354.34	2437.81
2	栽植紫穗槐	100株	120.00	474.99	56998.49
3	栽植胡枝子	100株	120.00	477.93	57352.03
4	直播种草(早熟禾)	hm ²	1.20	1123.00	1347.59
5	紫穗槐	100株	120.00	463.50	55620.00
6	胡枝子	100株	120.00	515.00	61800.00
7	草籽(早熟禾)	kg	240	30.90	7416.00
8	幼林抚育(第一年)	hm ²	1.80	3147.91	5666.25
9	幼林抚育(第二年)	hm ²	1.80	2273.49	4092.29
三	厂外道路区				280541.71
1	绿化整地(全面整地)	hm ²	1.15	1354.34	1557.49
2	栽植国槐(带土球)	100株	2.00	4878.92	9757.83
3	栽植紫穗槐	100株	40.00	474.99	18999.50
4	直播种草(早熟禾)	hm ²	0.68	1123.00	763.64
5	喷混植生	100m ²	26.70	2023.44	54017.63
6	国槐	100株	2.00	82400.00	164800.00
7	紫穗槐	100株	40.00	463.50	18540.00
8	草籽(早熟禾)	kg	190	30.90	5871.00
9	幼林抚育(第一年)	hm ²	1.15	3147.91	3620.10
10	幼林抚育(第二年)	hm ²	1.15	2273.49	2614.52
四	施工生产区				3337048.89
(一)	施工临建区				2522734.33
1	绿化整地(全面整地)	hm ²	50.30	1354.34	68123.33
2	穴状整地	100个	4.44	587.60	2608.92
3	栽植黑松(带土球)	100株	1.11	2492.53	2766.70
4	栽植麻栎(带土球)	100株	1.11	1785.45	1981.85
5	栽植白蜡(带土球)	100株	1.11	6646.61	7377.74

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)
6	栽植臭椿(带土球)	100株	1.11	2006.41	2227.11
7	栽植紫穗槐	100株	600.00	474.99	284992.45
8	栽植胡枝子	100株	600.00	477.93	286760.14
9	喷混植生	100m ²	245.69	2023.44	497137.84
10	直播种草(早熟禾)	hm ²	40.84	1123.00	45863.14
11	黑松	100株	1.11	26780.00	29725.80
12	麻栎	100株	1.11	10300.00	11433.00
13	白蜡	100株	1.11	123600.00	137196.00
14	臭椿	100株	1.11	15450.00	17149.50
15	紫穗槐	100株	600.00	463.50	278100.00
16	胡枝子	100株	600.00	515.00	309000.00
17	草籽(早熟禾)	kg	8660	30.90	267594.00
18	幼林抚育(第一年)	hm ²	50.30	3147.91	158340.08
19	幼林抚育(第二年)	hm ²	50.30	2273.49	114356.73
(二)	施工堆放场				630305.37
1	绿化整地(全面整地)	hm ²	44.77	1354.34	60633.82
2	直播种草(早熟禾)	hm ²	44.77	1123.00	50276.52
3	草籽(早熟禾)	kg	8954	30.90	276678.60
4	幼林抚育(第一年)	hm ²	44.77	3147.91	140932.12
5	幼林抚育(第二年)	hm ²	44.77	2273.49	101784.31
(三)	施工办公区				81093.57
1	绿化整地(全面整地)	hm ²	5.76	1354.34	7801.00
2	直播种草(早熟禾)	hm ²	5.76	1123.00	6468.46
3	草籽(早熟禾)	kg	1152	30.90	35596.80
4	幼林抚育(第一年)	hm ²	5.76	3147.91	18131.99
5	幼林抚育(第二年)	hm ²	5.76	2273.49	13095.32
(四)	力能区				102915.62
1	绿化整地(全面整地)	hm ²	7.31	1354.34	9900.23
2	直播种草(早熟禾)	hm ²	7.31	1123.00	8209.10
3	草籽(早熟禾)	kg	1462	30.90	45175.80
4	幼林抚育(第一年)	hm ²	7.31	3147.91	23011.25
5	幼林抚育(第二年)	hm ²	7.31	2273.49	16619.24
	合 计				5934069.90

表 7.8 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(元)
	第三部分 临时措施				
一	厂区				14650105.94
(一)	一期厂区				14416893.97
1	临时堆土防护				1351565.93
(1)	防尘网苫盖	100m ²	1890.50	385.37	728532.59
(2)	编织袋装土拦挡	100m ³	25.11	21777.99	546888.83
(3)	编织袋土拆除	100m ³	25.11	3032.20	76144.51
2	挖填边坡防尘网苫盖	100m ²	10.20	385.37	3930.72
3	临时排水沟	m	6993		12657001.49
3.1	浆砌石排水沟	m	5323		12640133.59
(1)	开挖土方	100m ³	338.14	2098.57	709617.78
(2)	夯填土方	100m ³	33.82	5817.46	196723.08
(3)	浆砌石	100m ³	208.21	48280.70	10052427.04
(4)	铺筑垫层	100m ³	56.67	29668.37	1681365.69
3.2	土质排水沟	m	1670		16867.90
(1)	人工开挖土方	100m ³	6.43	2098.57	13493.78
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.58	5817.46	3374.12
4	沉沙池	座	12		11724.19
(1)	人工开挖土方	100m ³	1.00	2048.60	2048.60
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.22	5817.46	1279.84
(3)	土工膜	100m ²	5.39	1557.65	8395.75
5	泥浆沉淀池	座	9		260930.76
(1)	人工开挖土方	100m ³	54.00	2048.60	110624.45
(2)	人工夯填土方	100m ³	10.80	5817.46	62828.52
(3)	土工膜	100m ²	56.16	1557.65	87477.79
6	洒水降尘				131740.88
(1)	洒水量	100m ³	191.50	680.00	130220.00
(2)	洒水车	台时	15.96	95.31	1520.88
(二)	现场服务及其他辅助设施区				230090.51
1	临时堆土防护				146805.77
(1)	防尘网苫盖	100m ²	220.00	385.37	84780.31
(2)	编织袋装土拦挡	100m ³	2.50	21777.99	54444.97
(3)	编织袋土拆除	100m ³	2.50	3032.20	7580.49
2	挖填边坡防尘网苫盖	100m ²	4.20	385.37	1618.53
3	临时排水沟	m	210		2107.06
(1)	人工开挖土方	100m ³	0.81	2098.57	1699.84
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.07	5817.46	407.22
4	沉沙池	座	3		2905.85
(1)	人工开挖土方	100m ³	0.25	2048.60	512.15
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.05	5817.46	290.87
(3)	土工膜	100m ²	1.35	1557.65	2102.83

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)
5	泥浆沉淀池	座	2		57984.61
(1)	人工开挖土方	100m ³	12.00	2048.60	24583.21
(2)	人工夯填土方	100m ³	2.40	5817.46	13961.89
(3)	土工膜	100m ²	12.48	1557.65	19439.51
6	临时种草	hm ²	1.05		3774.75
(1)	撒播草籽	hm ²	1.05	1123.00	1179.15
(2)	草籽	kg	84.0	30.90	2595.60
7	洒水降尘				14893.94
(1)	洒水量	100m ³	21.65	680.00	14722.00
(2)	洒水车	台时	1.80	95.31	171.94
(三)	厂区外边坡及防排洪设施区				3121.46
1	挖填边坡防尘网苫盖	100m ²	8.10	385.37	3121.46
二	海水取排水工程区				818747.03
(一)	取水工程区				614337.14
1	临时堆土防护				563906.33
(1)	防尘网苫盖	100m ²	637.94	385.37	245839.77
(2)	编织袋装土拦挡	100m ³	12.82	21777.99	279193.80
(3)	编织袋土拆除	100m ³	12.82	3032.20	38872.76
2	挖填边坡防尘网苫盖	100m ²	42.00	385.37	16185.33
3	临时排水沟	m	1215		12299.05
(1)	人工开挖土方	100m ³	4.68	2098.57	9815.00
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.43	5817.46	2484.05
4	沉沙池	座	7		6777.31
(1)	人工开挖土方	100m ³	0.58	2048.60	1188.19
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.12	5817.46	698.09
(3)	土工膜	100m ²	3.14	1557.65	4891.03
5	洒水降尘				15169.12
(1)	洒水量	100m ³	22.05	680.00	14994.00
(2)	洒水车	台时	1.84	95.31	175.12
(二)	排水工程区				204409.89
1	临时堆土防护				187887.36
(1)	防尘网苫盖	100m ²	212.65	385.37	81947.87
(2)	编织袋装土拦挡	100m ³	4.27	21777.99	92992.01
(3)	编织袋土拆除	100m ³	4.27	3032.20	12947.48
2	挖填边坡防尘网苫盖	100m ²	14.00	385.37	5395.11
3	临时排水沟	m	405		4088.20
(1)	人工开挖土方	100m ³	1.56	2098.57	3273.76
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.14	5817.46	814.44
4	沉沙池	座	2		1982.85
(1)	人工开挖土方	100m ³	0.17	2048.60	348.26
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.04	5817.46	232.70
(3)	土工膜	100m ²	0.90	1557.65	1401.89
5	洒水降尘				5056.37
(1)	洒水量	100m ³	7.35	680.00	4998.00

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)	洒水车	台时	0.61	95.31	58.37
三	厂外施工管线工程区				2545444.66
(一)	施工用水工程				538991.73
1	临时堆土防护				468868.41
(1)	防尘网苫盖	100m ²	86.80	385.37	33449.68
(2)	编织袋装土拦挡	100m ³	17.55	21777.99	382203.69
(3)	编织袋土拆除	100m ³	17.55	3032.20	53215.04
2	临时排水沟	m	1200		12138.71
(1)	人工开挖土方	100m ³	4.62	2098.57	9695.38
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.42	5817.46	2443.33
3	泥浆沉淀池	座	2		57984.61
(1)	人工开挖土方	100m ³	12.00	2048.60	24583.21
(2)	人工夯填土方	100m ³	2.40	5817.46	13961.89
(3)	土工膜	100m ²	12.48	1557.65	19439.51
(二)	施工供电线路				1046465.69
1	临时堆土防护				907230.60
(1)	防尘网苫盖	100m ²	88.00	385.37	33912.12
(2)	编织袋装土拦挡	100m ³	35.20	21777.99	766585.17
(3)	编织袋土拆除	100m ³	35.20	3032.20	106733.31
2	临时排水沟	m	2300		23265.86
(1)	人工开挖土方	100m ³	8.86	2098.57	18582.81
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.81	5817.46	4683.05
3	泥浆沉淀池	座	4		115969.23
(1)	人工开挖土方	100m ³	24.00	2048.60	49166.42
(2)	人工夯填土方	100m ³	4.80	5817.46	27923.79
(3)	土工膜	100m ²	24.96	1557.65	38879.02
(三)	施工供热管线				959987.24
1	临时堆土防护				813671.23
(1)	防尘网苫盖	100m ²	180.00	385.37	69365.71
(2)	编织袋装土拦挡	100m ³	30.00	21777.99	653339.63
(3)	编织袋土拆除	100m ³	30.00	3032.20	90965.89
2	临时排水沟	m	3000		30346.78
(1)	人工开挖土方	100m ³	11.55	2098.57	24238.45
(2)	人工夯填土方	100m ³	1.05	5817.46	6108.33
3	泥浆沉淀池	座	4		115969.23
(1)	人工开挖土方	100m ³	24.00	2048.60	49166.42
(2)	人工夯填土方	100m ³	4.80	5817.46	27923.79
(3)	土工膜	100m ²	24.96	1557.65	38879.02
四	厂外道路区				200023.73
1	临时堆土防护				131974.76
(1)	防尘网苫盖	100m ²	27.00	385.37	10404.86
(2)	编织袋装土拦挡	100m ³	4.90	21777.99	106712.14
(3)	编织袋土拆除	100m ³	4.90	3032.20	14857.76
2	挖填边坡防尘网苫盖	100m ²	86.50	385.37	33334.08

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	临时排水沟	m	500		5057.79
(1)	人工开挖土方	100m ³	1.93	2098.57	4039.74
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.18	5817.46	1018.05
4	沉沙池	座	6		5854.31
(1)	人工开挖土方	100m ³	0.50	2048.60	1024.30
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.11	5817.46	639.92
(3)	土工膜	100m ²	2.69	1557.65	4190.09
5	洒水降尘				23802.79
(1)	洒水量	100m ³	34.60	680.00	23528.00
(2)	洒水车	台时	2.88	95.31	274.79
五	施工生产区				18545788.17
(一)	施工临建区				6418168.91
1	临时堆土防护				466920.77
(1)	防尘网苫盖	100m ²	420.39	385.37	162003.61
(2)	编织袋装土拦挡	100m ³	12.29	21777.99	267651.47
(3)	编织袋土拆除	100m ³	12.29	3032.20	37265.69
2	临时排水沟	m	5314		5803542.93
2.1	浆砌石排水沟	m	2954		5779638.47
(1)	开挖土方	100m ³	144.00	2098.57	302193.62
(2)	夯填土方	100m ³	15.84	5817.46	92148.50
(3)	浆砌块石	100m ³	86.40	48280.70	4171452.09
(4)	铺筑垫层	100m ³	30.19	29668.37	895747.33
(5)	水泥砂浆抹面	100m ²	18.90	2629.05	49699.54
(6)	沥青麻絮	100m ²	8.64	31064.51	268397.39
2.2	土质排水沟	m	2360		23904.46
(1)	人工开挖土方	100m ³	9.09	2098.57	19075.97
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.83	5817.46	4828.49
3	沉沙池	座	9		8760.16
(1)	人工开挖土方	100m ³	0.75	2048.60	1536.45
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.16	5817.46	930.79
(3)	土工膜	100m ²	4.04	1557.65	6292.92
4	临时种草	hm²	6.30		22648.47
(1)	直播种草	hm ²	6.30	1123.00	7074.87
(2)	草籽	kg	504.0	30.90	15573.60
5	洒水降尘				116296.58
(1)	洒水量	100m ³	169.05	680.00	114954.00
(2)	洒水车	台时	14.09	95.31	1342.58
(二)	施工堆放场				11869130.47
1	临时堆土防护				3201210.03
(1)	防尘网苫盖	100m ²	4090.00	385.37	1576142.98
(2)	编织袋装土拦挡	100m ³	65.50	21777.99	1426458.20
(3)	编织袋土拆除	100m ³	65.50	3032.20	198608.85
2	临时排水沟	m	4802		8532514.83
2.1	浆砌石排水沟	m	3432		8518663.00

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)
(1)	开挖土方	100m ³	217.98	2098.57	457453.99
(2)	夯填土方	100m ³	21.80	5817.46	126820.53
(3)	浆砌石	100m ³	134.22	48280.70	6480428.07
(4)	铺筑垫层	100m ³	35.68	29668.37	1058567.33
(5)	水泥砂浆抹面	100m ²	23.52	2629.05	61824.83
(6)	沥青麻絮	100m ²	10.74	31064.51	333568.25
2.2	土质排水沟	m	1370		13851.83
(1)	人工开挖土方	100m ³	5.27	2098.57	11059.45
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.48	5817.46	2792.38
3	沉沙池	座	6		5854.31
(1)	人工开挖土方	100m ³	0.50	2048.60	1024.30
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.11	5817.46	639.92
(3)	土工膜	100m ²	2.69	1557.65	4190.09
4	临时种草	hm²	6.50		23367.47
(1)	直播种草	hm ²	6.50	1123.00	7299.47
(2)	草籽	kg	520.0	30.90	16068.00
5	洒水降尘				106183.83
(1)	洒水量	100m ³	154.35	680.00	104958.00
(2)	洒水车	台时	12.86	95.31	1225.83
(三)	施工办公区				68639.84
1	临时堆土防护				57804.75
(1)	防尘网苫盖	100m ²	150.00	385.37	57804.75
2	洒水降尘				10835.09
(1)	洒水量	100m ³	15.75	680.00	10710.00
(2)	洒水车	台时	1.31	95.31	125.09
(四)	力能区				189848.95
1	临时堆土防护				46243.80
(1)	防尘网苫盖	100m ²	120.00	385.37	46243.80
2	临时排水沟	m	1500		15212.97
(1)	人工开挖土方	100m ³	5.78	2098.57	12129.72
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.53	5817.46	3083.25
3	沉沙池	座	2		1982.85
(1)	人工开挖土方	100m ³	0.17	2048.60	348.26
(2)	人工夯填土方	100m ³	0.04	5817.46	232.70
(3)	土工膜	100m ²	0.90	1557.65	1401.89
4	洒水降尘				126409.33
(1)	洒水量	100m ³	183.75	680.00	124950.00
(2)	洒水车	台时	15.31	95.31	1459.33
五	其他临时工程	%	8074300.51	1.00	80743.01
	合 计				36840852.54

表 7.9 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	1797.67	35.95	取一至三部分新增投资之和的 2%
2	科研勘测设计费		97.27	
2.1	勘察费		33.33	参考《工程勘察设计收费标准》计列
2.2	设计费		63.94	参考《工程勘察设计收费标准》计列
3	水土保持监理费		322.83	按 4 人计, 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, 共监理 6.33 年。
4	水土保持监测费		320.82	按 4 人计, 1 名监测负责人 11 万元/年. 人, 3 名监测工程师 9 万元/年. 人, 共监测 7.58 年; 监测设备费、设备折旧费按第 6 章设备数量估算。
5	水土保持设施竣工验收收费		100.00	参考同类项目计列。
	合计		876.87	

表 7.10 水土保持监测费

一、监测人员费用						
人员	单位	数量	费用标准(元/年·人)	工作年限(年)		合计(元)
监测负责人	人	1	110000	7.58		833800
监测工程师	人	3	90000	7.58		2046600
合计						2880400
二、监测仪器使用折旧费						
仪器名称	单位	数量	单价(元)	使用年限(年)	折旧率	合计(元)
无人机	台	1	15000	7.58	20%	22740
GPS	台	3	3000	7.58	20%	13644
自记雨量计	套	1	5000	7.58	20%	7580
雨量筒	套	1	1000	7.58	20%	1516
415 简易风速仪	台	1	3000	7.58	20%	4548
数码照相机	台	2	3000	7.58	20%	9096
数码摄像机	台	2	7000	7.58	20%	21224
FDT5-1 欧波经纬仪	台	1	6600	7.58	20%	10005.6
标杆	支	5	100	7.58	10%	379
计算机	台	2	7000	7.58	20%	21224
烘箱	台	1	15000	7.58	10%	11370
天平	台	2	7000	7.58	20%	21224
合计						144551
三、监测仪器设施费						
仪器名称	单位	数量	单价(元)	使用年限(年)		合计(元)
径流瓶	个	80	20	7.58		1600
蒸发皿	个	10	500	7.58		5000
烘干机	个	10	30	7.58		300
量杯	个	100	100	7.58		10000
烧杯	个	100	30	7.58		3000
集流桶	个	30	100	7.58		3000
尺子	把	10	30	7.58		300
环刀	个	50	60	7.58		3000
钢钎	根	100	50	7.58		5000
合计						31200
四、监测土建设施费						
项目	单位	数量	单价(元)			合计(元)
观测小区	个	8	3000			24000
五、遥感监测费用						
项目	单位	数量	单价(元)			合计(元)
遥感图片	hm ²	200hm ² /期 (共计 8 期)	30			48000
遥感图片解译处理费	期	8	10000			80000
合计						128000
总计						3208151

表 7.11 分年度投资表（单位：万元）

序号	工程或费用名称	合计	建设工期						
			2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年	2027 年	2028 年
一	工程措施	16673.30	1672.95	2851.79	2851.79	2851.79	2502.43	2252.89	1689.67
1	厂区	7880.41	725.83	1244.28	1244.28	1244.28	1244.28	1244.28	933.21
2	海水取排水工程区								
3	厂外施工管线工程区	9.40	9.40						
4	厂外道路区	2395.60	349.36	598.90	598.90	598.90	249.54		
5	施工生产区	6387.88	588.36	1008.61	1008.61	1008.61	1008.61	1008.61	756.46
二	植物措施	593.41	62.43	89.82	44.84	71.19	79.90	67.68	177.54
1	厂区	189.91		59.97	14.99	14.99	14.99	14.99	69.97
2	海水取排水工程区								
3	厂外施工管线工程区	41.74	41.74						
4	厂外道路区	28.05	5.32	3.51	3.51	3.51	12.22		
5	施工生产区	333.70	15.37	26.35	26.35	52.69	52.69	52.69	107.58
三	临时措施	3684.09	574.38	548.28	548.28	548.28	545.37	525.42	394.07
1	厂区	1465.01	134.94	231.32	231.32	231.32	231.32	231.32	173.49
2	海水取排水工程区	81.87	10.42	17.86	17.86	17.86	17.86		
3	厂外施工管线工程区	254.54	254.54						
4	厂外道路区	20.00	2.92	5.00	5.00	5.00	2.08		
5	施工生产区	1854.58	170.82	292.83	292.83	292.83	292.83	292.83	219.62
6	其他临时工程	8.07	0.74	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	0.96
四	独立费用	876.87	159.86	107.30	107.30	107.30	107.30	107.30	180.48
1	建设管理费	35.95	3.31	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	4.26
2	科研勘测设计费	97.27	97.27						
3	水土保持监理费	322.83	29.73	50.97	50.97	50.97	50.97	50.97	38.23
4	水土保持监测费	320.82	29.55	50.66	50.66	50.66	50.66	50.66	37.99

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	合计	建设工期						
			2022年	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年
5	水土保持设施竣工验收费	100.00							100.00
	一至四部分合计	21827.66	2469.62	3597.20	3552.22	3578.57	3235.00	2953.30	2441.75
	基本预备费	161.58	14.88	25.51	25.51	25.51	25.51	25.51	19.13
	水土保持补偿费	220.43	220.43						
	合计	22209.67	2704.93	3622.71	3577.74	3604.08	3260.51	2978.81	2460.89

表 7.12 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	现场经费	间接费	企业利润	税金	扩大10%
1	人工挖排水沟、截水沟	01006	100m ³	2098.57	1440.60	43.22		29.68	59.35	62.91	114.50	157.52	190.78
2	人工挖沟槽	01010	100m ³	1859.44	1276.45	38.29		26.29	52.59	55.75	101.46	139.57	169.04
3	人工挖沟槽	01011	100m ³	2048.60	1406.30	42.19		28.97	57.94	61.42	111.78	153.77	186.24
4	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
5	人工夯实	01093	100m ³	5817.46	3993.50	119.81		82.27	164.53	174.40	317.42	436.67	528.86
6	人工装、手扶拖拉机运土	01116	100m ³	3146.38	1457.75	43.62	723.32	44.49	88.99	94.33	171.67	236.18	286.03
7	人工装、机动翻斗车运土	01132	100m ³	3623.41	1262.98	50.23	1248.76	51.24	102.48	108.63	197.70	271.98	329.40
8	推土机平整场地	01147	100m ²	159.50	8.58	16.39	87.82	2.26	4.51	4.78	8.70	11.97	14.50
9	推土机推土	01152	100m ³	611.06	37.98	42.82	351.27	8.64	17.28	18.32	33.34	45.87	55.55
10	推土机推土	01155	100m ³	957.68	60.03	67.10	550.01	13.54	27.09	28.71	52.25	71.89	87.06
11	挖掘机挖土	01192	100m ³	152.09	58.80	58.80		1.45	2.89	3.07	5.58	7.68	13.83
12	3m ³ 装载机装土自卸汽车运输	01276	100m ³	1338.23	53.90	36.39	855.92	18.92	37.85	40.12	73.02	100.45	121.66
13	蛙夯夯实	01295	100m ³	2601.25	1076.78	151.86	610.60	36.78	73.57	77.98	141.93	195.26	236.48
14	铺筑垫层	03001	100m ³	29668.37	6218.10	14522.39		373.33	1037.02	974.64	1618.78	2226.98	2697.12
15	铺土工膜	03004	100m ²	1557.65	441.00	647.92		19.60	54.45	51.17	84.99	116.92	141.60
16	密目网苫盖	03005	100m ²	385.37	122.50	146.90		4.85	13.47	12.66	21.03	28.93	35.03
17	砌砖	03007	100m ³	73044.44	10892.70	39970.08	200.94	919.15	2553.19	2399.59	3985.49	5482.90	6640.40
18	浆砌块石工程	03028	100m ³	48280.70	10223.85	23173.46	354.64	607.54	1687.60	1586.07	2634.32	3624.07	4389.15
19	编织袋土填筑	03053	100m ³	21777.99	14234.50	990.00		274.04	761.23	715.43	1188.26	1634.71	1979.82
20	编织袋土拆除	03054	100m ³	3032.20	2058.00	61.74		38.16	105.99	99.61	165.44	227.60	275.65
21	水泥砂浆抹面	03079	100m ²	2629.05	1051.05	768.17	18.68	33.08	91.90	86.37	143.45	197.34	239.00
22	沥青麻絮伸缩缝		m ²	310.65	49.00	168.17		3.91	10.86	10.21	16.95	23.32	28.24
23	混凝土护坡框格	04008	100m ³	97648.27	11478.25	42201.33	14015.72	1218.52	4061.72	3137.95	5327.94	7329.73	8877.12
24	混凝土明渠	04015	100m ³	90386.06	7762.83	41776.84	13121.06	1127.89	3759.64	2904.58	4931.70	6784.61	8216.91

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	现场经费	间接费	企业利润	税金	扩大10%
25	预制混凝土构件	04024	100m ³	100316.19	20352.15	36505.78	12686.93	1251.81	4172.69	3223.68	5473.51	7529.99	9119.65
26	拌和机拌制混凝土	04027	100m ³	6643.68	3515.75	281.26	808.76	82.90	276.35	213.50	362.50	498.69	603.97
27	搅拌车运混凝土	04047	100m ³	5375.36	273.18	7.38	3445.95	67.08	223.59	172.74	293.29	403.49	488.67
28	碎石压盖	07016	100m ²	2829.13	333.20	1664.23	18.09	36.28	60.47	92.94	154.36	212.36	257.19
29	全面整地(机械施工)	08046	hm ²	1354.34	232.75	118.65	614.52	17.39	38.64	33.72	73.90	101.66	123.12
30	穴状(圆形)整地	08029	100个	587.60	380.98	38.10		7.54	16.76	14.63	32.06	44.11	53.42
31	栽植带土球乔木(黑松)	08115	100株	2492.53	931.00	846.67		32.00	71.11	62.07	136.00	187.10	226.59
32	栽植带土球乔木(白蜡)	08115	100株	6646.61	931.00	3809.36		85.33	189.61	165.50	362.66	498.91	604.24
33	栽植带土球乔木(侧柏)	08115	100株	2271.56	931.00	689.08		29.16	64.80	56.56	123.94	170.51	206.51
34	栽植带土球乔木(国槐)	08115	100株	4878.92	931.00	2548.64		62.63	139.19	121.49	266.21	366.22	443.54
35	栽植带土球乔木(怪柳)	08115	100株	1918.02	931.00	436.93		24.62	54.72	47.76	104.65	143.97	174.37
36	栽植带土球乔木(栾树)	08115	100株	1697.06	931.00	279.34		21.79	48.41	42.26	92.60	127.39	154.28
37	栽植带土球乔木(麻栎)	08115	100株	1785.45	931.00	342.38		22.92	50.94	44.46	97.42	134.02	162.31
38	栽植带土球乔木(臭椿)	08115	100株	2006.41	931.00	499.97		25.76	57.24	49.96	109.47	150.61	182.40
39	植苗造林(紫叶小檗)	08094	100株	489.72	306.25	43.02		6.29	13.97	12.19	26.72	36.76	44.52
40	植苗造林(大叶黄杨)	08094	100株	501.50	306.25	51.42		6.44	14.31	12.49	27.36	37.64	45.59
41	植苗造林(小叶黄杨)	08094	100株	498.56	306.25	49.32		6.40	14.22	12.41	27.20	37.42	45.32
42	植苗造林(冬青)	08094	100株	519.18	306.25	64.03		6.67	14.81	12.93	28.33	38.97	47.20
43	植苗造林(紫穗槐)	08094	100株	474.99	306.25	32.51		6.10	13.55	11.83	25.92	35.65	43.18
44	植苗造林(胡枝子)	08094	100株	477.93	306.25	34.61		6.14	13.63	11.90	26.08	35.87	43.45
45	直播种草(早熟禾)	08057	hm ²	1123.00	735.00	65.92		14.42	32.04	27.96	61.27	84.29	102.09
46	园林草皮铺种(早熟禾)	08059	100m ²	1709.69	1029.00	190.35		21.95	48.77	42.57	93.29	128.33	155.43
47	园林草皮铺种(黑麦草)	08059	100m ²	1749.41	1029.00	218.68		22.46	49.91	43.56	95.45	131.31	159.04
48	喷播植草	08066	100m ²	2023.44	90.65	1015.56	336.90	25.98	57.72	50.38	110.40	151.88	183.95
49	幼林抚育(第一年)	08136	hm ² /年	3147.91	1764.00	705.60		44.45	98.78	86.22	188.93	259.92	
50	幼林抚育(第二年)	08137	hm ² /年	2273.49	1372.00	411.60		32.10	71.34	62.27	136.45	187.72	

表 7.13 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								
				折旧费	修换设备费	安拆费	人工费	汽油	柴油	电	风	水
1	1001	打夯机 0.5m ³	159.76	21.97	20.47	1.48	33.08		82.77			
2	1002	打夯机 1.0m ³	203.74	28.77	29.63	2.42	33.08		109.84			
3	1008	单斗挖掘机	336.63	89.06	54.68	3.56	33.08		156.25			
4	1023	轮胎式装载机 3m ³	288.77	51.15	38.37		15.93		183.33			
5	1030	推土机 59kw	118.69	10.80	13.02	0.49	29.40		64.98			
6	1031	推土机 74kW	154.06	19.00	22.81	0.86	29.40		81.99			
7	1043	拖拉机 37kW	61.45	3.04	3.65	0.16	15.93		38.68			
8	1051	手扶拖拉机 11kW	28.41	0.81	2.12	0.08	12.25		13.15			
9	1072	内燃压路机 8-10t	82.23	5.85	10.18		29.40	36.80				
10	1077	蛙式夯实机	27.78	0.17	1.01		24.50			2.10		
11	1125	液压喷播植草机 JDZ-4V 4000L	82.11	2.78	2.39	0.11	29.40	47.43				
12	2002	混凝土搅拌机 0.4m ³	32.85	3.29	5.34	1.07	15.93			7.22		
13	2030	插入式振动器 1.1kw	2.21	0.32	1.22					0.67		
14	2012	轮胎式混凝土搅拌机 3m ³	177.90	27.64	53.03	3.18	15.93		78.13			
15	2050	风(砂)水枪	60.94	0.24	0.42						32.40	27.88
16	3004	载重汽车 5t	93.44	7.77	10.86		15.93	58.88				
17	3013	自卸汽车 8t	130.97	22.59	13.55		15.93		78.90			
18	3038	洒水车 4m ³	95.31	11.29	12.48		15.93	55.61				
19	3039	洒水车 4.8m ³	107.32	11.86	14.11		15.93	65.43				
20	3059	胶轮架子车	0.90	0.26	0.64							
21	3060	机动翻斗车 1t	29.97	1.22	1.22		15.93		11.60			
22	8024	电焊机(25kVA)	12.90	0.33	0.30	0.09				12.18		

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								
				折旧费	修换设备费	安拆费	人工费	汽油	柴油	电	风	水
23	8026	钢筋弯曲机	23.19	0.53	1.45	0.24	15.93			5.04		
24	8029	钢筋切断机 20kw	33.54	1.18	1.71	0.28	15.93			14.45		
25	8030	钢筋调直机	26.70	1.60	2.69	0.44	15.93			6.05		
26	8034	单级离心清水泵 12.5m ³ /h 20m	13.91	0.06	0.34	0.10	12.25			1.16		

表 7.14 主要材料估算价格 (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	块石	m ³	10-500kg	115.00			
3	碎石	m ³	5-10mm	130.00			
4	级配碎石	m ³		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	571.65	555.00	3.89	12.77
9	砂(天然)	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	红机砖	千块	240×115×53mm	600.00			
14	客土	m ³		50.00			
15	汽油	t	93 [#]	8178.20	7940.00	55.58	182.62
16	柴油	t		7735.30	7510.00	52.57	172.73
17	土工布	m ²		10.00			
18	土工膜	m ²		6.40			
19	钢模板	t		5200.00			
20	板枋材	m ³		60.77	59.00	0.41	1.36
21	铁件	kg		8.76	8.50	0.06	0.20
22	黑松	株	H=200cm	267.80	260.00	1.82	5.98
23	白蜡	株	H=400~500cm	1236.00	1200.00	8.40	27.60
24	侧柏	株	H=200cm	216.30	210.00	1.47	4.83
25	国槐	株	H=200~300cm	824.00	800.00	5.60	18.40
26	怪柳	株	米径 2~3cm	133.90	130.00	0.91	2.99
27	栾树	株	蓬径 60~80cm	82.40	80.00	0.56	1.84
28	麻栎	株	H>100cm	103.00	100.00	0.70	2.30
29	臭椿	株	米径 4cm	154.50	150.00	1.05	3.45
30	紫叶小檗	株	高 50,冠幅 25	7.21	7.00	0.05	0.16
31	大叶黄杨	株	高 40~60	9.27	9.00	0.06	0.21
32	小叶黄杨	株	高 40~60	8.76	8.50	0.06	0.20
33	冬青	株	冠幅 25	12.36	12.00	0.08	0.28
34	紫穗槐	株	H=140	4.64	4.50	0.03	0.10
35	胡枝子	株	H=30~60	5.15	5.00	0.04	0.12
36	早熟禾	m ²	铺草皮	30.90	30.00	0.21	0.69
37	黑麦草	m ²	铺草皮	36.05	35.00	0.25	0.81
38	早熟禾	kg	一级种	30.90	30.00	0.21	0.69

表 7.15-1 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	M10	32.5	327	1.08	0.291	323.27

表 7.15-2 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 水土保持效益分析

7.2.1 原则和方法

水土保持效益分析以社会效益、生态效益为主，因此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量效益、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

本水土保持方案共布设林草措施面积 115.53hm²，林草措施发挥效益后，减蚀率达 90%，通过计算，林草措施总减蚀量 25857.14t。

据调查，土地整治措施（不包括林草措施）发挥效益后，减蚀量达 80%，通过土地整治措施发挥效益后，土地整治措施总减蚀量 25306.79t。

(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 1000t/km².a）。至设计水平年临时防护措施总减蚀量为 19966.74t。

(3) 硬化措施的效益

主体工程建成后房屋建筑、道路、停车场、海工取排水明渠等设施硬化措施面积 77.45hm²，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 14099.28t。

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为 85229.95t，水土流失预测总量为 89034.60t，因此方案控制率为 95.73%。项目建设区防治责任范围内侵蚀总量 3804.65t，平均土壤侵蚀模数将降到 193.40t/km².a。不仅使新增水土流失得到有效控制，而且比原地貌侵蚀模数 1072.18t/km².a，减少了 81.96%。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 1.03，达到目标值 1.0。

表 7.16 各防治分区减蚀量统计表

分项措施	厂区	海水取排水工程区	厂外施工管线工程区	厂外道路区	施工生产区	综合
林草措施发挥效益的减蚀量 (t)	881.49	0.00	121.76	195.08	24658.81	25857.14
地面整治的减蚀量 (t)	3661.22	0.00	9.02	124.85	21511.70	25306.79
永久建筑物的减蚀量 (t)	9186.06	4673.46	0.00	207.37	32.40	14099.28
临时防护措施的减蚀量(t)	5036.05	831.77	4.37	95.26	13999.30	19966.74
总减蚀量 (t)	18764.82	5505.22	135.14	622.56	60202.21	85229.95
水土流失预测总量 (t)	19810.71	6006.18	154.27	664.27	62399.17	89034.60
经治理后的侵蚀量 (t)	1045.89	500.96	19.13	41.71	2196.96	3804.65
经治理后的侵蚀模数 (t/km ² .a)	185.14	193.53	196.20	195.36	197.43	193.40

7.2.3 水土流失防治效益

在项目区扰动地表面积 220.02hm² 中, 水土流失防治措施面积 142.52hm², 主体工程硬化面积 77.45hm²; 水土流失治理度 99.98%。

7.2.4 生态效益

在项目建设区面积 220.02hm² 中, 扣除主体工程中房屋建筑、道路、停车场、取排水明渠硬化等, 可恢复植被面积为 116.42hm²。实施植物措施后, 绿化面积达到 115.53hm², 占可绿化面积的 99.24%; 而且林草覆盖面积占项目区面积的 52.51% (见表 7.17)。

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, 适合于华能山东石岛湾核电厂扩建一期工程运行管理, 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, 改善项目区生态环境。

表 7.17 各防治分区水土保持措施面积统计表

项目建设区	厂区	海水取排水工程区	厂外施工管线工程区	厂外道路区	施工生产区	综合
扰动面积(hm ²)	60.55	34.15	3.00	3.05	119.27	220.02
流失面积(hm ²)	18.97	0.00	3.00	1.39	119.21	142.57
水保措施(hm ²)	18.94	0.00	3.00	1.38	119.20	142.52
可绿化(hm ²)	3.81	0.00	3.00	1.11	108.50	116.42
绿化面积(hm ²)	3.78	0.00	3.00	1.10	107.65	115.53
林草植被恢复率(%)	99.21		100.00	99.10	99.22	99.24
林草覆盖率(%)	6.24	0.00	100.00	36.07	90.26	52.51

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,林草植被恢复率达到 99.24%,临时占地得到整治,减轻了因项目的实施对周边环境造成的影响,减少了输入周边河流等的泥沙,恢复并改善了项目区周边生态环境,对保障工程的正常运行、协调管理部门与项目区周边居民的关系具有积极作用。

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,同时项目区周边苗圃、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,并进行了效益分析。本水土保持方案实施后,可治理水土流失面积 219.97hm²、整治扰动土地面积 219.97hm²、林草植被建设面积 115.53hm²,可减少水土流失量 85229.95t。方案指标均达到目标值,详见表 7.18。

表 7.18 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	219.97	①/② × 100 %	99.98	达标																																																		
			②水土流失总面积	hm ²	220.02				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	1.03	达标	④治理后预测模数	t/(km ² ·a)	193.40	渣土防护率	97	⑤采取挡护措施的临时堆土总量	t	1794653	⑤/⑥ × 100 %	99.00	达标	⑥临时堆土总量	t	1812780	表土保护率	95	⑦采取措施保护的表土数量	m ³	101020	⑦/⑧ × 100 %	100.00	达标	⑧可剥离的表土总量	m ³	101020	林草植被恢复率	97	⑨林草植被覆盖面积	hm ²	115.53	⑨/⑩ × 100 %	99.24	达标	⑩建设区可绿化面积	hm ²	116.42	林草覆盖率	26	⑨林草植被覆盖面积	hm ²	115.53	⑨/⑩ × 100 %
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	1.03	达标																																																		
			④治理后预测模数	t/(km ² ·a)	193.40				渣土防护率	97	⑤采取挡护措施的临时堆土总量	t	1794653	⑤/⑥ × 100 %	99.00	达标	⑥临时堆土总量	t	1812780	表土保护率	95	⑦采取措施保护的表土数量	m ³	101020	⑦/⑧ × 100 %	100.00	达标	⑧可剥离的表土总量	m ³	101020	林草植被恢复率	97	⑨林草植被覆盖面积	hm ²	115.53	⑨/⑩ × 100 %	99.24	达标	⑩建设区可绿化面积	hm ²	116.42	林草覆盖率	26	⑨林草植被覆盖面积	hm ²	115.53	⑨/⑩ × 100 %	52.51	达标	⑩建设区面积	hm ²	220.02						
渣土防护率		97	⑤采取挡护措施的临时堆土总量	t	1794653	⑤/⑥ × 100 %	99.00	达标																																																		
			⑥临时堆土总量	t	1812780				表土保护率	95	⑦采取措施保护的表土数量	m ³	101020	⑦/⑧ × 100 %	100.00	达标	⑧可剥离的表土总量	m ³	101020	林草植被恢复率	97	⑨林草植被覆盖面积	hm ²	115.53	⑨/⑩ × 100 %	99.24	达标	⑩建设区可绿化面积	hm ²	116.42	林草覆盖率	26	⑨林草植被覆盖面积	hm ²	115.53	⑨/⑩ × 100 %	52.51	达标	⑩建设区面积	hm ²	220.02																	
表土保护率		95	⑦采取措施保护的表土数量	m ³	101020	⑦/⑧ × 100 %	100.00	达标																																																		
			⑧可剥离的表土总量	m ³	101020				林草植被恢复率	97	⑨林草植被覆盖面积	hm ²	115.53	⑨/⑩ × 100 %	99.24	达标	⑩建设区可绿化面积	hm ²	116.42	林草覆盖率	26	⑨林草植被覆盖面积	hm ²	115.53	⑨/⑩ × 100 %	52.51	达标	⑩建设区面积	hm ²	220.02																												
林草植被恢复率		97	⑨林草植被覆盖面积	hm ²	115.53	⑨/⑩ × 100 %	99.24	达标																																																		
			⑩建设区可绿化面积	hm ²	116.42				林草覆盖率	26	⑨林草植被覆盖面积	hm ²	115.53	⑨/⑩ × 100 %	52.51	达标	⑩建设区面积	hm ²	220.02																																							
林草覆盖率	26	⑨林草植被覆盖面积	hm ²	115.53	⑨/⑩ × 100 %	52.51	达标																																																			
		⑩建设区面积	hm ²	220.02																																																						

8 水土保持管理

为践行保护优先、生态发展的理念，保证本项目水土保持方案顺利实施，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，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方案，使本水土保持方案能够顺利实施，依法依规做好华能山东石岛湾核电站扩建一期工程水土保持工作。

8.1 组织管理

(1) 本方案由华能石岛湾核电开发有限公司统一组织实施，设计、施工、监理、监测单位密切配合，以确保本方案的顺利落实，有效地控制因本工程建设所造成的水土流失。华能石岛湾核电开发有限公司在工程管理部门设置水土保持方案实施管理机构，并配备专职工作人员，负责协调组织开展各项水土保持工作，切实落实水土保持方案，负责经水行政主管部门审批的水土保持方案实施管理。

(2) 该管理机构负责建立、健全水土保持管理的规章制度，建立水土保持工程档案。

(3) 该管理机构代表建设单位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) 该管理机构代表建设单位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) 该管理机构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、投产使用前，及时组织水土保持设施验收并完成报备。

(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，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) 在主体工程投产使用前，组织水土保持设施验收，并向水土保持方案批准机关备案。

8.2 后续设计

经批复后的水土保持方案，由具有资质的设计单位将方案确定的水土保持措

施落实到水土保持初步设计、施工图设计中，并报华能石岛湾核电开发有限公司审批，与主体工程同时实施。

(1) 根据初步设计、施工图设计资料，本方案中将主体设计中界定为水土保持措施内容已纳入主体初步设计、施工图设计中。本方案增加的防治措施应进一步进行后续设计，并报华能石岛湾核电开发有限公司审批。应将初步设计专章报当地各级水行政主管部门备案。

(2) 水保方案和工程设计的变更按规定报批。限于设计深度，水土保持措施的位置及数量等在后续设计及实施中会有变化，应及时向当地水行政主管部门备案并进行变更设计。

8.3 水土保持监测

华能石岛湾核电开发有限公司下一步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，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的依据之一。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

(1) 华能石岛湾核电开发有限公司下一步及时委托具有水土保持工程施工监理专业资质的单位开展水土保持监理工作。

(2) 华能石岛湾核电开发有限公司组织水土保持监理单位对水土保持方案报告中的水土保持各项工程进行专项监理，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。要求监理单位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) 水土保持设施验收时，华能石岛湾核电开发有限公司组织水土保持监理单位及时提交水土保持监理总结报告、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

华能石岛湾核电开发有限公司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。

8.6 水土保持设施验收

华能石岛湾核电开发有限公司在项目投产使用前及时组织水土保持设施验收并完成报备。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。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，在华能石岛湾核电开发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。

水土保持设施验收合格后，组织运行管理部门对水土流失防治责任范围内的水土保持设施进行后续运行管理和维护，确保水土保持工程安全、水土流失防治效果。