目 录

1 综合说明 1
1.1 项目简况 1
1.2 编制依据 5
1.3 设计水平年 8
1.4 水土流失防治责任范围 8
1.5 水土流失防治目标 8
1.6 项目水土保持评价结论 9
1.7 水土流失预测结果 10
1.8 水土保持措施布设成果 11
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 14
2.1 项目组成及工程布置 14
2.2 施工组织 27
2.3 工程占地 28
2.4 土石方及其平衡情况 29
2.5 拆迁安置与专项设施改建 31
2.6 施工进度 31
2.7 自然概况 33
3 项目水土保持评价 38
3.1 主体工程选址（线）水土保持评价 38
3.2 建设方案与布局水土保持分析评价 41
3.3 主体工程设计中水土保持措施界定 46
4 防治责任范围及防治分区 48
4.1 责任范围确定依据 48
4.2 防治责任范围 48
4.3 水土流失防治分区 48
5 水土流失分析与预测 50
5.1 水土流失现状 50
5.2 水土流失影响因素分析 50
5.3 土壤流失量预测 51

5.4 水土流失危害分析 55
5.5 指导性意见 56
6 水土保持措施 57
6.1 防治区划分 57
6.2 防治目标 57
6.3 措施总体布局 58
6.4 分区措施布设 64
6.5 施工要求 78
7 水土保持监测 81
7.1 监测范围和时段 81
7.2 监测内容、方法、监测频次 81
7.3 监测点布设 89
7.4 实施条件和成果 90
8 水土保持投资估算及效益分析 93
8.1 投资估算 93
8.2 水土保持效益分析 107
9 水土保持管理 111
9.1 组织管理 111
9.2 后续设计 111
9.3 水土保持监测 111
9.4 水土保持监理 111
9.5 水土保持施工 112
9.6 水土保持设施验收 112

附件：

1.投资估算表

2.关于说明海南昌江小型示范堆和 3、4 号机组的建设情况的函

3.昌江核电厂弃土及建筑垃圾移交确认书

4.海南昌江核电厂 1、2 号弃土场清运情况说明

附图：

附图一　　项目地理位置图

附图二　　项目水系图

附图三　　项目区土壤侵蚀强度分布图

HNCJ -HD-04　　项目总体布置图

HNCJ -HD-05　　分区防治措施总体布设图

HNCJ -HD-06　　弃渣场措施布局示意图

主体设计图　　厂区排洪沟设计图

HNCJ -HD-07　　厂区临时排水沟设计图

HNCJ -HD-08　　厂区沉砂池设计图

主体设计图　　施工场地设计图

HNCJ -HD-09　　弃渣场挡墙设计图

HNCJ -HD-10　　弃渣场坡脚排水沟设计图

HNCJ -HD-11　　弃渣场坡面排水沟设计图

HNCJ -HD-12　　弃渣场临时拦挡设计图

1 综合说明

1.1 项目简况

1.1.1 项目基本情况

海南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程（以下简称“示范工程”）的建设充分体现了国家能源政策所提倡的“安全、高效、低碳”的发展方向。示范工程及其后续项目将有利于改善我国的能源结构，提高能源利用效率，提升能源安全利用水平，符合国家能源政策。

模块式小型堆利用现有压水堆许多成熟的设备和系统的技术，同时采用了一系列更先进的设计、制造、建造和运行技术，例如，一体化的反应堆、内置直流蒸汽发生器、模块的工厂制造和现场组装、完全非能动的安全设施，以及相应的检修运行问题、设备运行的可靠性和安全性问题等，都必须通过示范工程的验证才能进入商业运行和推广应用。此外，通过模块式小型堆的批量化建设，并进行商业化的设计和改造，能够有效降低造价，获得良好的经济性。因此，示范工程的建设是模块式小型堆市场推广应用和产业化发展的必要手段和措施。

示范工程位于海南省昌江县海尾镇塘兴村，濒临北部湾。海南昌江核电厂西北侧、2 号弃土场东侧，其厂区与海南昌江核电厂共用同一厂址，南距最近的居民点马地村约 1.2km。东北距海口市约 160km，东南距三亚市约 150km，西南距东方市约 48km，东距儋州市约 71.9km；东南距昌江县城约 27km；东北距海头镇约 8.8km，西南西距海尾镇约 8.9km。

示范工程规划建设一台 ACP100 核电机组，规划容量 125MW，配套辅助设施尽量与海南昌江核电厂一期工程（以下简称“1、2 号机组”）和二期工程（3、4 号机组）共用。项目组成包括厂区、施工场地、厂外道路工程、取排水工程和弃渣场等。厂外道路与 1、2 号机组（已建）共用，取排水工程由 3、4 号机组（未建）建设。

示范工程拟征地及非居住区范围内的各项设施在 1、2 号机组工程建设时均已完成了搬迁和补偿。因此，本工程无拆迁问题。

示范工程拟于 2019 年 7 月进入施工准备期，12 月 31 日开工浇筑第一罐混凝土，

建设周期为 65 个月，2025 年 5 月 31 日建成投产。

示范工程总投资 61.46 亿元，其中土建投资 18.44 亿元。资金筹措通过项目资本金及融资贷款取得。

根据对项目区土地利用现状的调查，结合主体工程的设计资料及可研报告分析，厂区面积为 17.75hm^2，其中现场服务区、安全保障区和气象站，共计 6.5hm^2 为共用 1、2 号机组已建成建筑，不纳入本次方案工程占地面积。施工场地面积为 10hm^2，弃渣场区面积为 7hm^2，因此，本工程总占地面积为 28.25hm^2，其中厂区占地 11.25hm^2，为永久占地，占地类型为建设用地；施工场地占地 10hm^2，为临时占地，占地类型为林草地；弃渣场区占地 7hm^2，为临时占地，占地类型为荒地。

示范工程挖方总量为 59.48 万 m^3，其中厂区挖土方 47.47 万 m^3，挖石方 10.01 万 m^3，施工场地挖土方 2.00 万 m^3。填方总量为 3.34 万 m^3，其中厂区填土方 2.24 万 m^3，施工场地填土方 1.10 万 m^3。厂区负挖产生的石方量可作为工程所需的混凝土骨料，提高资源利用率，降低工程造价。因此，厂区石方 10.01 万 m^3 全部用于骨料加工。弃方 48.43 万 m^3（松方，松散系数 1.05），堆置于示范工程西侧的 2#弃渣场内。剥离的表土 2.54 万 m^3，最后用于绿化覆土。

1.1.2 项目前期工作开展情况

为贯彻落实国家电力工业的产业政策，实现电力工业的可持续发展，根据国家核电发展规划目标，满足海南省核电规划建设需要，在 1、2 号机组工程工作的基础上，进一步开展示范工程初步可行性研究工作。通过本阶段研究，论证该工程的适宜性，以便为申报项目规划等后续工作提供依据。

2016 年 1 月 27 日，中核集团正式发函商请海南省向国家能源局联合上报示范工程项目建议书。

2016 年 3 月，海南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程厂址初步可行性研究阶段岩土工程勘察工作完成。

2016 年 4 月，中国核电工程有限公司和广东省电力设计研究院有限公司共同编制完成《海南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程初步可行性研究报告》。

2016 年 9 月 1 日至 3 日，中国国际工程咨询公司在海南省海口市主持召开了《海

南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程初步可行性研究报告》审查会，原则同意设计单位提出的《初可研报告》。

2016年11月，中国核电工程有限公司根据“海南昌江小型堆工程项目初步可行性研究报告专家审查意见”，组织专业技术人员进行认真细致的分析研究后，最终形成《海南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程厂址方案比较论证报告》。

2016年12月，中国核电工程有限公司编制完成《海南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程厂址安全分析报告（A版）》和《海南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程环境影响报告书（选址阶段）（A版）》。

2016年12月，中国核电工程有限公司与广东省电力设计研究院有限公司共同编制完成《海南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程可行性研究报告（A版）》。

2016年12月，中国核电工程有限公司编制完成《海南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程初步可行性研究收口报告》。

2017年3月，中国国际工程咨询公司在海南昌江核电厂主持召开了《海南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程初步可行性研究报告》收口会。

2017年4月10日，中国国际工程咨询公司正式发布了《中国国际工程咨询公司关于海南昌江小型堆工程项目初步可行性研究报告的审查意见》（咨核电〔2017〕474号）。意见表明，根据本阶段的现有资料，本项目厂址在厂址场地、地震地质和工程地质、水文气象、环境影响、外部人为事件（军事设施除外）等方面，未发现影响厂址成立的颠覆性问题。

2018年11月，海南核电有限公司根据海南昌江核电厂总体规划及厂址条件,考虑原小堆厂址位置预留海南昌江 5、6 号机组建设规划，将本项目平面位置调整至海南3、4 号机组西北侧，地基条件良好，并可充分与海南昌江核电厂 BOP 子项共用共建，进一步降低工程造价，提高项目经济性。

计划于2019年9月30日，中国核电工程有限公司编制完成《海南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程可行性研究收口报告》。

建设单位海南核电有限公司于2009年3月委托水利部水土保持植物开发管理中心编制了海南昌江核电厂一期工程水土保持方案，2009年5月10日至11日水利部水土保持监测中心在海南省三亚市主持召开了《海南昌江核电厂一期工程水土保持方案

报告书（送审稿）》审查会。2009 年 9 月，水利部以水保函〔2009〕330 号文批复了项目水土保持方案。2009 年 9 月，建设单位委托水利部水土保持监测中心开展海南昌江核电厂 1、2 号机组的水土保持监测工作，同期委托北京水保生态工程咨询有限公司开展水土保持监理工作。2019 年 4 月 10 日，建设单位主持召开了一期工程 1、2 号机组水土保持设施验收会议。会议同意一期工程通过验收，目前正在进行验收意见修改完善，补充单位工程竣工见证书和签证，后续将挂网公示。

2016 年 10 月，建设单位委托方案编制单位开展水土保持方案编制工作，二期 3、4 号机组两台百万千瓦级压水堆核电机组正在规划建设。

1.1.3 自然简况

厂址位于海南岛中部的琼中南隆起中低山地区，属滨海台地地貌，自然地面高程约为 19.0～32.0m（85 国家高程基准，下同），地形平缓。依据地形特征及成因类型，可分为两个地貌单元：台地地貌和海成地貌，另外零星发育一些微地貌。地势西南部高，东北部低，向大海倾斜。

项目区属热带海洋性季风性气候。多年平均降雨量为 970mm，每年 5~10 月份为雨季及台风季节，降雨量占年降雨量的 90%；11 月份至翌年 4 月份干旱少雨。多年平均气温为 28.1℃，极端最低气温 4℃，极端最高气温 41.5℃，多年平均大风日数 8.9d，年平均风速 4.2m/s。

昌江县土壤类型呈带状有规律地分布，沿海一线为滨海砂土，阶地为浅海沉积物发育的燥红土，丘陵地带则为褐色砖红壤。厂址区域地基岩土层主要为第四纪全新统烟墩组地层，地表以滨海砂土为主。项目区其他区域的土壤以褐色砖红壤为主。

项目区植被类型为热带雨林和热带季雨林，常见的乔木有杉、松、桉、红椎林、荷木、木麻黄、台湾相思、大叶相思、樟、柳等；灌木品种主要有桃金娘、马樱丹等。适宜草种主要有狗牙根、鸡血藤、蟛蜞菊、画眉草、百喜草、假俭草、结缕草、龙爪茅等。植被覆盖率 22%。

项目区内为南方红壤区，侵蚀类型以水力侵蚀为主，土壤侵蚀强度为微度侵蚀，根据《全国水土保持规划（2015-2030 年）》（国函〔2015〕160 号）和《海南省水土保持规划（2016－2030 年）》（琼府办函〔2017〕375 号），项目区属于海南省

水土流失重点预防区，容许土壤流失量为 500t/km^2·a。

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》（第十一届全国人大常委会第十八次会议修订，中华人民共和国主席令 39 号，2010 年 12 月 25 日）；

（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第 120 号修正）；

（3）《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日修订通过，自 2015 年 1 月 1 日起施行）；

（4）《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月修订）；

（5）《中华人民共和国防洪法》（2016 年 7 月 2 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议修订通过，自 2016 年 9 月 1 日起试行）；

（6）《中华人民共和国土地管理法》（2004 年 8 月 28 日第十届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过第二次修订，2004 年 10 月 21 日实施）；

（7）《海南省实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》（2002 年 9 月 28 日海南省二届人大常委会第 29 次会议通过，2017 年 11 月 30 日海南省第五届人民代表大会常务委员会第三十三次会议修正）；

（8）《海南省财政厅等关于印发海南省水土保持补偿费征收使用管理办法的通知》（海南省财政厅、海南省物价局、海南省水务厅、中国人民银行海口中心支行，琼财非税〔2014〕1540 号）；

（9）《海南省物价局海南省财政厅海南省水务厅关于重新核定水土保持补偿费收费标准及有关问题的通知》（琼价费管〔2017〕487 号，2017 年 8 月 29 日）。

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 49 号第二次修改，2017 年 12 月 22 日）；

（2）《水土保持生态环境监测网络管理办法》（2000 年 1 月 31 日水利部令第 12 号公布，2014 年 8 月 19 日修改）；

（3）《水利工程建设监理规定》（水利部令第 28 号，2006 年 12 月 18 日，2017 年 12 月 22 日水利部令第 49 号修改）；

（4）《水利工程建设项目验收管理规定（2017 年修改）》（水利部令 30 号，2007 年 4 月 1 日执行，2017 年 12 月 22 日水利部令第 49 号修改）。

1.2.3 规范性文件

（1）《全国水土保持规划（2015-2030 年）》（国函〔2015〕160 号）；

（2）《关于加强水土保持方案审批后续工作的通知》（水利部办函〔2002〕154 号，2002 年 5 月 10 日）；

（3）《关于加强大中型开发建设项目水土保持监理工作的通知》（水保〔2003〕89 号）；

（4）《关于开发建设项目水土保持方案审查审批工作的通知》（水保〔2007〕184 号文）；

（5）《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》（水保〔2009〕187 号）；

（6）水利部水土保持司关于《印发生产建设项目水土保持监测工作检查要点（试行）》的通知（水保监便字〔2015〕72 号）；

（7）水利部办公厅关于印发《水利部流域管理机构生产建设项目水土保持监督检查办法（试行）》的通知（办水保〔2015〕132 号）；

（8）《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）；

（9）水利部水土保持司关于印发《水利部水土保持设施验收技术评估工作要点》的通知（水保监便字〔2016〕20 号）；

（10）《水利部办公厅关于强化依法行政进一步规范生产建设项目水土保持监督管理工作的通知》（办水保〔2016〕21 号）；

（11）《水利部办公厅关于进一步加强流域机构水土保持监督检查工作的通知》（办水保〔2016〕211 号）；

（12）《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持方案审批信息公开工作的通知》（办水保〔2016〕59 号）；

（13）《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持设施验收工作的通知》（办水保〔2016〕227 号）；

（14）《水利部关于下放部分生产建设项目水土保持方案审批和水土保持设施验收审批权限的通知》（水保〔2016〕310 号）；

（15）《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持方案技术评审工作的通知》（办水保〔2016〕123 号）；

（16）《水利部关于加强水土保持监测工作的通知》（水保〔2017〕36 号）；

（17）《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）；

（18）《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持信息化监管技术规定（试行）的通知》（办水保〔2018〕17 号）；

（19）《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持设施自主验收规程（试行）的通知》（办水保〔2018〕133 号）；

（20）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）。

1.2.4 技术标准

（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》（GB51018-2014）；

（4）《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）；

（5）《水利水电工程制图标准--水土保持图》（SL73.6-2015）；

（6）《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）；

（7）《水土保持综合治理技术规范》（GB/T16453.1-6-2008）；

（8）《水土保持综合治理效益计算方法》（GB/T15774-2008）；

（9）《防洪标准》（GB50201-2014）；

（10）《造林技术规程》（GB/T15776-2016）；

（11）《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；

（12）《水土流失危害程度分级标准》（SL718-2015）;

（13）《开发建设项目水土保持设施验收技术规程》（GB/T22490-2008）。

1.2.5 技术资料

《海南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程可行性研究报告》（中国核电工程有限公司，2019 年 4 月）。

1.3 设计水平年

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB-50433-2018）规定，建设类项目的方案设计水平年为主体工程完工后的当年或后一年。本工程于 2019 年 7 月进入施工准备期，12 月开工建设，2025 年 5 月建成投产。本工程设计水平年为工程完工后一年，即 2026 年。

1.4 水土流失防治责任范围

依照“谁开发谁保护，谁造成水土流失、谁负责治理”的原则和《生产建设项目水土保持方案技术标准》中的有关规定，项目水土流失防治责任范围面积为 28.25hm^2，防治责任人为海南核电有限公司。

根据项目区的地貌特征、电厂总体布局、设计和功能区划，确定本工程水土保持分区分为厂区、施工场地区、弃渣场区 3 个水土流失防治区。

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（2015-2030 年）》（国函〔2015〕160 号）和《海南省水土保持规划（2016－2030 年）》（琼府办函〔2017〕375 号），项目区属于海南省水土流失重点预防区。按照《生产建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018）的规定，本工程执行南方红壤区一级标准。

1.5.2 防治目标

本项目所在地为南方红壤区，侵蚀强度为微度侵蚀。根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018）4.0.7 条款规定，本工程应达到的防治目标为:

（1）施工期

①表土保护率达到 92%。

②渣土防护率应达到 95%。

（2）本工程设计水平年应达到的防治目标为:

①水土流失治理度达到 98%;

②土壤流失控制比达到 1.0;

③渣土防护率达到 97%;

④表土保护率达到 92%;

⑤林草植被恢复率达到 98%;

⑥林草覆盖率达到 25%。由于本项目无法避让省级水土流失重点预防区，林草覆盖率提高 2 个百分点，即为 27%。

1.6 项目水土保持评价结论

1.6.1 主体工程选址（线）评价

根据《生产建设项目水土保持技术标准（GB50433-2018）》对主体工程的约束性规定，建设项目应尽量避开水土流失重点预防区和重点治理区、河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带、全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。

工程选址（线）所经区域不在河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带；工程建设范围避开了全国水土保持监测网络中的监测站点、重点试验区、长期定位观测站。同时，工程建设符合海南省规划，项目区无压覆矿床、文物保护区和军事设施。

针对工程选址（线）无法避让省级水土流失重点预防区的情况，主体设计已对各类重要建筑物提高了设计标准，本方案将进一步设计，提高防治标准，优化施工工艺，最大限度减少工程建设造成的水土流失。

项目区域稳定，无不良地质现象，本工程占地内无重要的限制性因素和明显的敏感区域。本项目设置了专门的弃渣场，对弃土（石、渣）集中堆放，并设计了拦挡、排水等措施，施工结束后及时进行表土回填。

1.6.2 建设方案与布局评价

本方案从水土保持和生态环境保护的角度对该项目的主体工程制约因素、主体工程比选、工程建设方案与布局、工程占地、土石方平衡和施工方法等进行了分析和评价，认为本工程基本满足《生产建设项目水土保持技术标准》中的约束性规定，总体布局兼顾水土保持要求，布局合理。

主体工程在设计过程中重视生态环境保护，结合项目及所在区域特点尽量减少土石方工程量，注重土石方的调配。主体工程土石方平衡设计基本合理，满足工程本身以及水土保持的要求。项目施工期将加强施工组织管理，采用较为先进及合理的施工方法与工艺，有利于水土保持。

通过对主体工程各项具有水土保持功能措施的界定认为：排水工程和综合护坡等在满足主体设计需要的同时，可以有效减少工程的水土流失，应纳入水土保持防治措施体系，计入水土保持投资。主体设计中采用了一些有利于水土保持的施工工艺和措施，能有效防治因开发建设带来的水土流失。但主体设计对部分区域水土保持措施设计不完善，本方案将进一步完善各分区水土保持措施，加强工程水土流失的防治。

1.7 水土流失预测结果

通过水土流失预测，本工程扰动地表、损毁植被面积面积为 28.25hm²，施工期水土流失预测面积为 28.25hm²，自然恢复期为 16.9hm²。预测时段内，本工程建设过程中可能产生土壤流失量为 12779t，其中施工准备期产生土壤流失量为 1474t，施工期产生土壤流失量为 11002t，自然恢复期产生水土流失量为 303t；新增土壤流失量 12000t，其中施工准备期新增土壤流失量为 1403t，施工期新增土壤流失量为 10463t，自然恢复期新增土壤流失量为 134t。施工期是水土流失防治的重要时段，施工场地区和弃渣场区是水土流失防治的重点区域。

本工程在其建设和运行中可能造成的水土流失危害主要表现在以下方面：

（1）对土地资源的破坏和影响

在建设过程中，场平挖填施工、核岛建设、施工场地占压，施工用水、用电建设等活动将破坏项目区原有的部分地表，基础开挖回填造成地面裸露，破坏原有地貌，损坏地表植被，从而使区域内裸露地面积增加，降低土壤的抗蚀性，增大水土

流失量。

（2）对周边环境的影响

本工程的渣场常年堆渣，而且项目区降雨量和风力较大，如不及时采取措施，对周边农田、林木和植被都有不利的影响，影响整个项目区的生态景观。

1.8 水土保持措施布设成果

本工程在厂区布设表土剥离及回覆、排洪沟、雨水管道、景观绿化、临时排水、沉沙池、苫盖。施工场地区布设综合护坡工程、表土剥离及回覆、土地整治、植被恢复、临时排水、沉沙池。弃渣场区布设表土回覆、挡土墙、土地整治、排水沟、栽植灌木、撒播草籽、临时拦挡、临时苫盖。

厂区：表土剥离 1.04 万 m^3，回覆 0.075 万 m^3，排洪沟 540m（主体已有），雨水管道 3090m（主体已有），栽植乔灌木 625 株，铺草皮 0.5hm^2，临时排水沟 215m，沉沙池 1 座，临时苫盖 413m^2。

施工场地区：浆砌片石骨架植草护坡 5442m^2（主体已有），表土剥离与回覆 1.5 万 m^3，土地整治 10hm^2，种植乔灌木 15000 株，撒播植草 10hm^2，临时排水沟 100m，沉沙池 1 座。

弃渣场区：表土回覆 0.96 万 m^3，浆砌石挡墙 1053m^3，浆砌石排水沟 1926m^3，土地整治 6.4hm^2，栽植灌木 4000 株，撒播草籽 6.4hm^2，临时土袋拦挡 635m^3，临时苫盖 15986m^2。

1.9 水土保持监测方案

水土保持监测的主要内容包括：工程建设扰动土地面积、水土流失及造成的危害、水土保持措施实施情况及效果、弃土（石、渣）情况等方面的情况。

根据《生产建设项目水土保持技术标准》监测时段应从施工准备期开始，至设计水平年结束。根据主体工程建设进度安排，结合水土保持措施特点，本工程水土保持监测时段应从施工期开始，至投产后当年，即 2019 年 7 月至 2025 年 12 月。

本工程水土保持监测采取地面定位观测、调查监测法和场地巡查相结合的方法。在防治责任范围内，对弃渣场进行无人机结合地面观测；水土流失影响较小的区域，采用调查监测和地面巡查。

根据监测点布设原则，本方案初步选定 4 个监测点，在厂区挖填边坡、厂区排水

沟的出口处各设置 1 个监测点，施场地区临时堆土处设置 1 个监测点，弃渣场区弃土边坡设置 1 监测点。

1.10 水土保持投资及效益分析成果

本项目水土保持总投资 1444.83 万元，其中工程措施投资 799.22 万元（其中，排洪沟 36 万元，雨水管道 500 万元和浆砌石骨架植草护坡 161.33 万元为主体已有投资），植物措施投资 175.55 万元，临时措施投资 50.56 万元，独立费用 292.41 万元，基本预备费 79.06 万元，水土保持补偿费 48.03 万元。

本工程各项水土保持措施实施后，可以有效控制新增水土流失量、减少入河泥沙量，提高植被覆盖度，也可以改善工程区及其周边生态环境，6 项防治指标均能达到方案预定目标值，其中水土流失治理度达到 99.18%，土壤流失控制比达到 1.00，渣土防护率达到 98%，表土保护率达到 97%，林草植被恢复率达到 99.06%以上，林草覆盖率达到 59.82%，减少水土流失量 10329t，满足生产建设项目水土流失防治要求。

1.11 结论

通过对主体资料分析、对主体工程的水土保持评价，本方案认为示范工程在选址选线、建设方案和水土流失防治等方面符合水土保持法律法规、技术标准的规定，项目建设符合区域总体规划要求。各项水土保持措施有效实施后，各项防治目标均能达到要求，因生产建设引起的水土流失及其危害可得到有效地防治，从水土保持的角度分析工程建设是可行的。

表 1 水土保持方案特性表

<table>
<tr><td>项目名称</td><td colspan="2">海南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程</td><td colspan="2">流域管理机构</td><td colspan="2">珠江水利委员会</td></tr>
<tr><td>涉及省（市、区）</td><td>海南省</td><td>涉及地市或个数</td><td>/</td><td>涉及县或个数</td><td colspan="2">昌江县</td></tr>
<tr><td>项目规模</td><td>一台 ACP100 核电机组</td><td>总投资（亿元）</td><td>61.46</td><td>土建投资（亿元）</td><td colspan="2">18.44</td></tr>
<tr><td>动工时间</td><td>2019.7</td><td>完工时间</td><td>2025.5</td><td>设计水平年</td><td colspan="2">2026</td></tr>
<tr><td>工程占地（hm^2）</td><td>28.25</td><td>永久占地（hm^2）</td><td>11.25</td><td>临时占地（hm^2）</td><td colspan="2">17</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">土石方量（万 m^3）</td><td>挖方</td><td>填方</td><td>借方</td><td>利用方</td><td>弃方（松方）</td></tr>
<tr><td>59.48</td><td>3.34</td><td>0</td><td>10.01</td><td>48.43</td></tr>
<tr><td colspan="2">重点防治区名称</td><td colspan="5">海南省水土流失重点预防区</td></tr>
<tr><td colspan="2">地貌类型</td><td>滨海台地</td><td colspan="2">水土保持区划</td><td colspan="2">南方红壤区</td></tr>
<tr><td colspan="2">土壤侵蚀类型</td><td>水力侵蚀</td><td colspan="2">土壤侵蚀强度</td><td colspan="2">微度侵蚀</td></tr>
<tr><td colspan="2">防治责任范围面积（hm^2）</td><td>28.25</td><td colspan="2">容许土壤流失量（$t/km^2 \cdot a$）</td><td colspan="2">500</td></tr>
<tr><td colspan="2">土壤流失预测总量（t）</td><td>12779</td><td colspan="2">新增土壤流失量（t）</td><td colspan="2">12000</td></tr>
<tr><td colspan="2">水土流失防治标准执行等级</td><td colspan="5">南方红壤区一级标准</td></tr>
<tr><td rowspan="3">防治目标</td><td>水土流失治理度(%)</td><td>98</td><td colspan="2">土壤流失控制比</td><td colspan="2">1.0</td></tr>
<tr><td>渣土防护率(%)</td><td>97</td><td colspan="2">表土保护率(%)</td><td colspan="2">92</td></tr>
<tr><td>林草植被恢复率(%)</td><td>98</td><td colspan="2">林草覆盖率(%)</td><td colspan="2">27</td></tr>
<tr><td rowspan="2">防治措施及工程量</td><td colspan="2">工程措施</td><td colspan="2">植物措施</td><td colspan="2">临时措施</td></tr>
<tr><td colspan="2">厂区：表土剥离 1.04 万 m^3，表土回覆 0.075 万 m^3，排洪沟 540m（主体已有），雨水管道 3090m（主体已有）；
施工场地区：表土剥离与回覆 1.5 万 m^3，土地整治 10hm^2，浆砌片石骨架植草护坡 5442m^2（主体已有）；
弃渣场区：浆砌石挡墙 1053m^3，浆砌石排水沟 1926m^3，表土回覆 0.96 万 m^3，土地整治 6.4hm^2</td><td colspan="2">厂区：栽植乔木 315 株，栽植灌木 310 株，铺草皮 0.5hm^2；
施工场地区：栽植乔木 10000 株，栽植灌木 5000 株，撒播草籽 10hm^2；
弃渣场区：栽植灌木 4000 株，撒播草籽 6.4hm^2</td><td colspan="2">厂区：临时排水沟 215m，沉沙池 1 座，临时苫盖 413m^2；
施工场地区：临时排水沟 100m，沉沙池 1 座；
弃渣场区：临时土袋挡墙 635m^3，临时苫盖 15986m^2</td></tr>
<tr><td>投资（万元）</td><td colspan="2">799.22
（排洪沟 36 万元，雨水管道 500 万元和浆砌石骨架植草护坡 161.33 万元为主体已有投资）</td><td colspan="2">175.55</td><td colspan="2">50.56</td></tr>
<tr><td colspan="2">水土保持总投资（万元）</td><td colspan="2">1444.83</td><td colspan="2">独立费（万元）</td><td>292.41</td></tr>
<tr><td colspan="2">监理费（万元）</td><td>70</td><td>监测费（万元）</td><td>73.9</td><td>补偿费（万元）</td><td>48.03</td></tr>
<tr><td colspan="2">分省措施费（万元）</td><td colspan="2">1025.33</td><td colspan="2">分省补偿费（万元）</td><td>48.03</td></tr>
<tr><td colspan="2">方案编制单位</td><td colspan="2">北京水保生态工程咨询有限公司</td><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="2">海南核电有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法定代表人</td><td colspan="2">曹文华</td><td colspan="2">法定代表人</td><td colspan="2">魏国良</td></tr>
<tr><td colspan="2">地址</td><td colspan="2">北京西城南滨河路 27 号</td><td colspan="2">地址</td><td colspan="2">海南省昌江县 1208 信箱</td></tr>
<tr><td colspan="2">邮编</td><td colspan="2">100055</td><td colspan="2">邮编</td><td colspan="2">570125</td></tr>
<tr><td colspan="2">联系人及电话</td><td colspan="2">张红丽/010-63207133</td><td colspan="2">联系人及电话</td><td colspan="2">张伟波/0898-26925956</td></tr>
<tr><td colspan="2">传真</td><td colspan="2">010-63207155</td><td colspan="2">传真</td><td colspan="2">0898-26927001</td></tr>
<tr><td colspan="2">电子信箱</td><td colspan="2">105960291@qq.com</td><td colspan="2">电子信箱</td><td colspan="2">zhangwb01@cnnp.com.cn</td></tr>
</table>

北京水保生态工程咨询有限公司

2 项目概况

2.1 项目组成及工程布置

2.1.1 项目基本情况

工程名称：海南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程（以下简称“示范工程”）

建设性质：新建

建设单位：海南核电有限公司

建设地点：海南省昌江县海尾镇塘兴村

工程规模：一台 ACP100 核电机组，规划容量 125MW

工程投资：61.46 亿元，其中土建投资 18.44 亿元，资金筹措通过项目资本金及融资贷款取得。

2.1.1.1 地理位置

示范工程与海南昌江核电厂毗邻，位于海南省昌江县海尾镇塘兴村，濒临北部湾。

厂址东北距海口市约 160km，东南距三亚市约 150km，西南距东方市约 48km，东距儋州市约 71.9km；东南距昌江县城约 27km；东北距海头镇约 8.8km，西南西距海尾镇约 8.9km。

示范工程位于海南昌江核电厂西北侧、2 号弃渣场东侧，其厂区与海南昌江核电厂共用同一厂址，南距最近的居民点马地村约 1.2km。

示范工程核岛反应堆厂房中心地理坐标为：东经 108°53′20″、北纬 19°27′36″，测量坐标为：X= 2152831.688，Y= 593334.179（1980 西安坐标系统，下同）。工程地理位置见图 3.1-1 及附图 1。

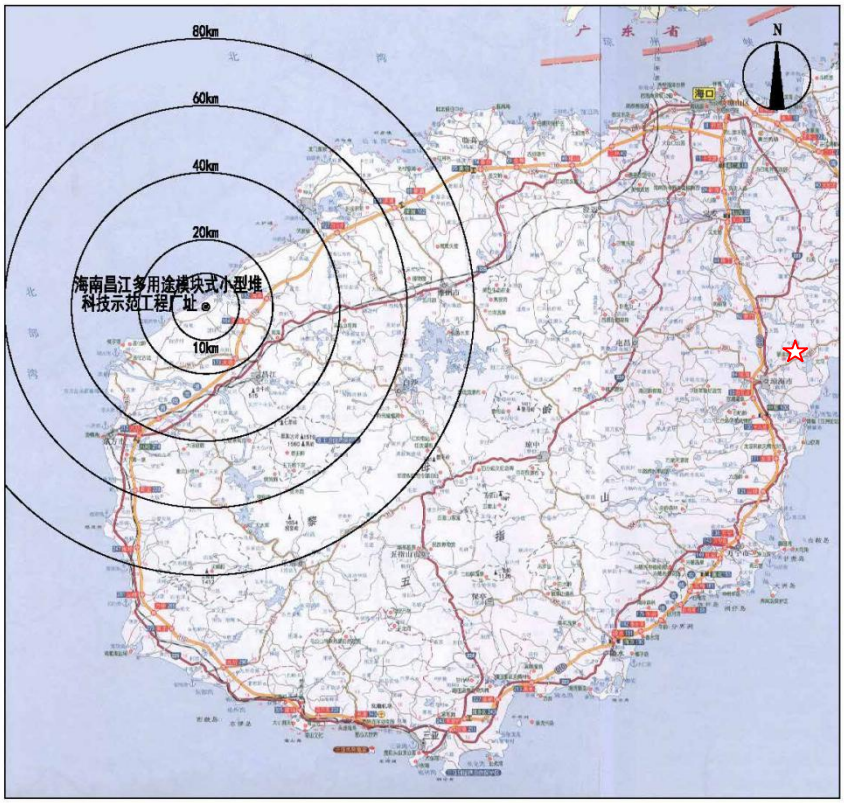


图 2-1　　厂址地理位置图

2.1.1.2 交通条件

厂址区域范围内现有海南西环快速铁路、海南西环铁路、西线高速公路、海榆西线国道、省道等经过，交通便利。海南西环快速铁路从厂址东南约 3km 处经过，海头站西距厂址约 6km。海南西环铁路从厂址东南经过，距厂址最近的车站为昌江站，该站距厂址的直线距离约为 25.5km。西线高速公路 G98 从厂址东南经过，距厂址的直线距离约为 15.5km。省道 S311 从厂址南侧经过，距厂址的直线距离约为 15.0km。

厂址半径 15km 范围除西环快速铁路外，还涉及县级和乡级公路，县道 X701 从厂址东南经过，距厂址最近的距离约为 1.5km。

厂址现已形成三条主要的对外交通运输道路：主要进厂道路接至西线高速公路 G98 邦溪立交，二级公路，长度约 16.5km；次要进厂道路接至县道 X701，三级公路，长度约 1.7km；大件运输道路连接大件码头和海南昌江核电厂厂区，示范工程距大件码头约 1.6km。

厂址西南 53km 处为八所港，3 万吨级船舶满载可乘潮进出港口。厂址东北 40km 处的洋浦港是海南省自然条件最好的深水港区，乘潮可通航 5 万吨级船舶。厂址已建

成 3000 吨级自备大件码头一座，初步判断能够满足示范工程的大件运输要求。

厂址东北距海口美兰国际机场约 167km，东南距三亚凤凰国际机场约 138km。厂址东距西庆机场约 58km，西南距东方机场约 40km。

2.1.1.3 工程建设规模及主要技术标准

示范工程规划建设一台 ACP100 核电机组，规划容量 125MW，配套辅助设施尽量与 1、2 号机组共用，并考虑与 3、4 号机组共建。

本项目从功能上分为厂区、施工场地区、道路工程区、取排水工程区和弃渣场区等五部分。本工程基本情况见表 2.1-1。

表 2.1-1　工程特性表

一、总体概况			
项目名称	海南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程		
建设单位	海南核电有限公司		
建设规模	机组容量	台数	总容量
	125MW	1	125MW
建设地点	海南省昌江县海尾镇塘兴村		
工程性质	新建核电工程		
工程投资	工程总投资 61.46 亿元，其中土建总投资 18.44 亿元		
总工期	工期 65 个月，2019 年 7 月进入施工准备期，12 月 31 日开工浇筑第一罐混凝土，2025 年 5 月建成投产		

二、项目组成及占地情况			
区域	占地性质	占地面积（hm^2）	备注
厂区	永久	11.25	主厂房、压空氮气站（1AM）、氢气供应站（1AT）、海水淡化厂房（1OZ）等，其它设施与 1、2 号机组或 3、4 号机组共用。
施工场地区	临时	10	在示范工程厂区西南侧
取排水工程区	永久	——	海水取水明渠与 1、2 号机组共用，海水排水采用隧洞排水方式，拟接入 3、4 号机组虹吸井，与 3、4 号机组共用陆域和海域排水隧道及排出口。淡水用水由 1、2 号机组已建的淡水厂提供，清洁生产废水就近排至厂区雨水系统；含油生产废水进行除油处理达标后也就近排至厂区雨水系统，最终排至大海；生活污水经生化处理达标后用于道路浇洒和洗车等，回用剩余水量排入厂区雨水管网，最终排入大海。该区工程量及投资已纳入 3、4 号机组，本次项目不新增用地。
厂外道路区	永久	——	主要进厂道路、次要进厂道路与 1、2 号机组共用，都已建成，本次项目不新增用地。
弃渣场区	临时	7	
合计	永久	11.25	厂区用地类型主要为林草地和荒地
	临时	17	
	合计	**28.25**	

三、土石方工程量（万 m^3）							
项目	挖方	填方	调入	调出	借方	弃方	备注
厂区	57.48	2.24		10.01		47.49	10.01 为骨料利用
施工场地区	2.00	1.10				0.94	
合计	**59.48**	**3.34**		**10.01**		**48.43**	全部为松方

2.1.1.4 本工程与 1、2 号机组的依托关系

海南昌江核电厂位于海南省昌江县海尾镇塘兴村，濒临北部湾，原规划建设 4 台压水堆核电机组。

2008 年 12 月，中国核电工程有限公司编制完成《海南昌江核电厂可行性研究报告》，对初可研阶段推荐的优先候选厂址新港厂址的适宜性作进一步评价，论证了其在安全可靠、环境相容、技术可行及经济合理等方面的可行性。

2009 年 11 月 27 日，电力规划设计总院以“电规发电〔2009〕364 号”文批复了海南昌江核电厂可行性研究报告。2010 年 4 月 20 日，国家核安全局向海南核电有限公司颁发了《海南昌江核电厂一、二号机组建造许可证》（国核安发〔2010〕52 号）。

1、2 号机组分别于 2010 年 4 月 25 日和 2010 年 11 月 21 日开工建设，首台机组于 2015 年 12 月 25 日投入商业运行，2 号机组于 2016 年 8 月 12 日具备商业运行条件。2019 年 4 月 10 日，1、2 号机组通过水土保持设施验收。本期工程可利用 1、2 号机组的内容有:

（1）厂区

示范工程充分利用 1、2 号机组已经建成的相关辅助设施（BOP），如环境实验室（EC1）、气象站（EC3）、保卫楼（UF）、消防站（FA）、武警营房（EY）和应急指挥中心（EM）等。

（2）取排水工程

示范工程施工期淡水用水由 1、2 号机组已建的淡水厂提供，淡水厂的原水取自石碌水库。

示范工程清洁生产废水就近排至厂区雨水系统；含油生产废水进行除油处理达标后也就近排至厂区雨水系统，最终排至大海；生活污水经生化处理达标后用于道路浇洒和洗车等，回用剩余水量排入厂区雨水管网，最终排入大海。

（3）厂外交通

示范工程与海南昌江核电厂属同一厂址，统筹考虑对外交通规划，充分利用厂址已建成的主要进厂道路、次要进厂道路、大件运输道路及大件码头。

示范工程与 1、2 号机组共用工程见表 2.1-2。

表 2.1-2　　示范工程与 1、2 号机组共用工程

序号	共用工程名称
1	放射性固体废物处理辅助厂房
2	放射性固体废物暂存库
3	厂区实验楼
4	放射性洗衣房
5	特种车库
6	放射源库
7	生活污水处理站
8	润滑油及油脂库
9	机加工车间
10	机修车间
11	备用钢材库
12	化学试剂库
13	电仪修车间
14	辅助开关站
15	施工变电站
16	培训中心
17	信息文档中心
18	淡水厂
19	淡水输水管线
20	淡水取水泵房
21	淡水取水口附属用房
22	取水明渠
23	闸门井厂房
24	应急指挥中心
25	保卫楼
26	消防站
27	海运大件码头
28	大件运输道路
29	环境实验室
30	新燃料组件运输中转贮存场地
31	进厂道路
32	应急道路
33	控制区出入口
34	辅助锅炉房

（4）弃渣场

1、2号机组共设置2处弃渣场，分别为1＃弃渣场和2＃弃渣场，实际占地53.76hm^2，实际弃渣量805.94万m^3。

根据2018年11月16日，昌江城市建设投资有限公司和海南昌澜投资有限公司联合发布的“昌江核电厂弃土及建筑垃圾移交确认书”，海南昌澜投资有限公司竞拍成功，对昌江核电厂弃土及建筑垃圾的所有权、收益权、处分权履行义务。

根据2019年3月5日，海南核电工程项目部《关于海南昌江多用途模块式小型堆项目弃土地点确认的函》，示范工程弃土地点确认为2#弃渣场西侧。目前2#弃渣场有4.5hm^{2}空地，其余土方正在进行搬迁工作。根据搬迁单位提供的《昌江核电厂1、2#机组弃土处置运输工程施工组织方案》中的进度计划，2019年12月完成1、2#弃渣场的搬迁工作。结合现场的实际搬迁进度估算，每天搬迁1.5万m^3，2019年7月底2#弃渣场西侧能搬迁出2.5hm^{2}空地，与原有4.5hm^{2}空地共同构成本项目弃渣场，占地7hm^2。

（5）电力出线

示范工程考虑直接接入海南昌江核电厂220kV母线，与1、2号机组一起送出。

（6）施工场地

示范工程建设将充分利用位于海南昌江核电厂的东侧、南侧和西侧的现有施工场地，包括施工临建区和施工生产区（含土建施工场地、安装施工场地、混凝土搅拌站和砂石料堆场等）。

（7）施工用水、用电

施工用水、施工用电均考虑就近接自海南昌江核电厂厂区现有供水管、电缆沟。

（8）1、2 号机组水土保持工作开展情况

建设单位海南核电有限公司于 2009 年 3 月委托水利部水土保持植物开发管理中心编制了海南昌江核电厂一期工程水土保持方案，2009 年 5 月 10 日至 11 日水利部水土保持监测中心在海南省三亚市主持召开了《海南昌江核电厂一期工程水土保持方案报告书（送审稿）》审查会。2009 年 9 月，水利部以水保函〔2009〕330 号文批复了项目水土保持方案。2009 年 9 月，建设单位委托北京水保生态工程咨询有限公司开展 1、2 号机组的水土保持监测和监理工作。项目建设前按规定缴纳了水土保持补偿费，建设过程中基本按照水土保持方案批复的水土流失防治体系进行措施布设，实施的工程措施主要包括排水、沉沙、护坡、挡墙工程；植物措施主要包括撒播草籽，并对长势不好的绿地进行补植；临时措施包括碎石压盖、临时排水、沉沙工程等。

2.1.1.5 本工程与 3、4 号机组的依托关系

2016 年 10 月，建设单位委托方案编制单位开展 3、4 号机组水土保持方案编制工作，3、4 号机组两台百万千瓦级压水堆核电机组正在规划建设。

（1）厂区

值班宿舍（FL）、公共食堂（SA1）检修宿舍（BH）检修食堂（BC）等考虑与 3、4 号机组共建。

（2）取排水工程

在海南昌江核电厂 1、2 号机组建设期间，已按 2 台 65 万千瓦机组及 2 台百万千瓦机组的取水需求建设了取水明渠，并在取水闸门井后方预留了 3、4 号机组取水隧洞的接口。

本工程拟将小堆接入 3、4 号机组虹吸井，与 3、4 号机组共用陆域和海域排水隧道及排出口。

示范工程与 3、4 号机组共建工程见表 2.1-3。

表 2.1-3　　示范工程与 3、4 号机组共建工程

序号	子项名称
1	联合泵房
2	虹吸井
3	除盐水厂房
4	主开关站
5	网控楼
6	厂址附加电源柴油发电机厂房
7	保卫控制中心
8	保护区大门
9	围栏
10	移动电源车库
11	放射性机修及去污车间
12	综合仓库
13	大件仓库
14	气体库
15	机具库
16	专用工具库
17	主泵、循泵电机存放库
18	综合技术廊道
19	冷却水和重要厂用水输水隧道
20	陆域排水隧道及闸门井
21	室外工程
22	值班宿舍

序号	子项名称
23	公共食堂
24	检修宿舍
25	检修食堂
26	排洪渠
27	气象站

2.1.2 项目组成及布置

示范工程项目组成内容包括厂区、施工场地、厂外道路工程、取排水工程、电力出线、弃渣场等。具体布置见附图 HNCJ-HD-04。

2.1.2.1 厂区

厂区是核电厂建设的核心部分，包含有主厂房区（核岛和常规岛）、循环水设施区、配电装置区、辅助生产设施区、厂前建筑区等，其它各区均服务于该区，面积为 11.25hm^2。

（1）平面布置

1）主厂房区

示范工程建设一台单堆机组，主厂房以核岛西向（建北方向，下同）、常规岛东向布置在厂区中部。根据主厂区岩土工程详勘报告成果资料，核岛基础主要坐落在微风化岩体上，地基均匀稳定。微风化岩体地基承载力特征值为 7.5MPa，剪切波速为 2758m/s，岩体基本质量等级为Ⅰ~Ⅱ级，可以满足核岛对地基强度的要求，有足够的安全裕度。

2）循环水设施区

示范工程共用 3、4 号机组冷却水设施，主要包括循环冷却水设施，采用北取北排方案，明渠与隧道结合取水，隧道排水的方式。

冷却水设施主要包括联合泵房（8PM）、制氯站（8PH）以及取水明渠（CA）、虹吸井（8CC）等水工设施，明渠共用 1、2 号机组已建成设施，其余子项与 3、4 号机组共建。联合泵房与制氯站布置在 1、2 号机组已建仓库区北侧，联合泵房为核安全物项，基础底埋深约-9m，基础位于中风化-微风化基岩上，地基条件较好；虹吸井布置在联合泵房西侧。联合泵房与汽轮发电机厂房之间以循环冷却水进水管道连接；汽轮发电机厂房与虹吸井之间以循环冷却水排水管道连接。

3）配电装置区

示范工程配电装置利用 1、2 号机组已建子项，规划电力出线方向为南向，包括 220kV 开关站（送出）（TB）、网控楼（TC）、辅助开关站（220kV）（TD）。配电装置区布置在 1、2 号机组主厂房区西南侧。

4）辅助生产设施区

示范工程辅助生产设施尽量利用 1、2 号机组已建子项或与 3、4 号机组共建。如除盐水生产厂房（8YA）和除盐水贮存罐（8YB）、厂区附加电源柴油发电机厂房（8DY）、保卫控制中心（8UG）、综合仓库（8AE）、大件仓库（8AG）、气体库（8AK）、机具库（0AJ）、专用工具库（8AW）、主泵循泵电机库（0AU）等考虑与 3、4 号机组共建；放射性固体废物处理辅助厂房（QS）、放射性固体废物暂存库（QT）及厂区实验楼（AL）等放射性辅助生产设施和辅助锅炉房（VA）、机加工车间（AA）及电仪修车间（AF）等非放射性辅助生产设施考虑与 1、2 号机组共用。

示范工程新建辅助生产设施主要为非放射性厂房，包括压空氮气站（1AM）、氢气供应站（1AT）、海水淡化厂房（1OZ）等设施，根据工艺流程、用户需求和安全防护等条件布置在主厂房周围。

压空氮气站（1AM）位于汽轮机厂房南侧；海水淡化厂房（1OZ）位于虹吸井北侧，联合泵房西侧，便于取排水。

易燃易爆的氢气供应站（1AT）单独设置围栏，布置在厂区南侧边缘，距离周围厂房间距满足防火规范要求，距离最近的 4 号核岛厂房的最小距离超 300m。

5）厂前建筑区

信息文档中心（BD）、培训中心（EA）等利用 1、2 号机组已建设施；值班宿舍（FL*）、公共食堂（SA1）检修宿舍（BH）检修食堂（BC）等考虑与 3、4 号机组共建。

（2）竖向布置

厂区竖向布置遵循以下基本原则：

·与总平面布置统一考虑，与厂外道路、周围地形等相适应；

·结合地形、地质条件确定竖向布置方式和设计标高；

·尽可能减小并平衡土石方，降低工程投资；

·确保厂区的防洪及地表水的顺利排出；

·满足生产、运输与装卸、工程管线布置等要求。

厂区竖向采用平坡式布置，厂坪标高暂定为 11.00m，核岛厂房和常规岛厂房室内±0.00 设计标高暂定为 11.30m。厂区内地表水采用有组织的排放方式，通过雨水收集系统最终排至大海。

（3）厂内交通

厂内运输主要是新燃料、乏燃料、固体废物、后勤供应（如备品配件、劳保用品、设备仪表维修等）等的运输，均采用道路运输方式。

为适应厂外运输和满足厂内厂房（车间）与厂房（车间）之间的货流及人行需求，厂区设主干道、次干道、车间引道和人行道。

厂内道路分为重型路和轻型路：重型路为主厂房四周及与主要出入口连接的道路，宽 9m；其余道路均为轻型路，宽 7m 或 4m。

厂内道路部分兼作消防道路。保护区内侧、要害区外侧道路兼作实物保护巡逻通道，控制区与保护区之间设人行道作实物保护巡逻通道。

示范工程与 3、4 号机组共用实物保护出入口。主要出入口用于人员交通及一般物流运输；次要出入口用于大件设备、新燃料、乏燃料及放射性固体废物的运输和必要时的厂区应急等特殊情况。

（4）厂区防洪

1）海洋洪水的防护

厂址对海洪的防护是按照《滨海核电厂厂址设计基准洪水的确定》（HAD101/09）进行考虑的，设计基准洪水位的组合如下：

10%超越概率天文高潮：　2.71m

可能最大台风增水：　3.71m

海平面上升：　0.18m

设计基准洪水位：　6.60m

厂坪标高暂定为 11.00m，高于不考虑波浪影响的设计基准洪水位。厂址与岸边距离约 500m，之间分布有防风林带，波浪的作用通过天然地形屏障防护，确保在设计基准洪水位及相应台风浪作用下不会对核岛的安全产生影响。

2）陆域洪水的防护

厂址濒临海洋，所在区域无较大的江、河，因此不存在陆域洪水的影响问题。

3）塘兴水库下泄洪水的防护

示范工程厂址位于海南岛中部的琼中南隆起中低山地区，塘兴水库北侧的山脊上。塘兴水库位于海南昌江核电厂厂区西南侧，为小（二）型水库，其天然泄洪通道沿厂区东南侧至其东侧，最终沿北侧的天然泄洪通道入海。

塘兴水库在 PMF 工况下的洪水流量（可包络溃坝洪水量）通过海南昌江核电厂厂区外围的防、排洪工程排出。防、排洪工程的设计标准为按照 PMF 设计，自塘兴水库溢洪道开始，沿海南昌江核电厂厂区外围边界自南侧～东南侧～东侧～东北侧的排洪沟排入北侧的原有塘兴水库泄洪通道，经开挖整修后的天然通道将洪水排至海南昌江核电厂厂区西北侧的天然排洪通道，最终排入大海。

示范工程厂址位于排洪沟的北侧，经过分析计算，在天然泄洪通道清淤维护的前提下，PMF 工况厂址处沟内最高洪水位为 10.60m，低于暂定的厂坪标高 11.00m，故塘兴水库下泄 PMF 洪水不会影响到厂址防洪安全。

4）厂址排水系统

厂址的厂区雨水排水系统，按千年一遇降雨量设计，PMP 进行校核，并且满足《福岛核事故后核电厂改进行动通用技术要求（试行）》的规定，即在超设计基准水淹场景（设计基准洪水位叠加千年一遇降雨）时保证厂区的防洪安全。

2.1.2.2 施工场地区

示范工程建设将充分利用位于海南昌江核电厂的东侧、南侧和西侧的现有施工场地，包括施工临建区和施工生产区（含土建施工场地、安装施工场地、混凝土搅拌站和砂石料堆场等），并在示范工程厂区西南侧规划新的施工场地约 10.00hm^2。

2.1.2.3 取排水工程区

（1）海水水源及供排水条件

示范工程拟采用海水直流冷却方式，海水取自北部湾，水量充足可靠。海南昌江核电厂已建成的取水明渠是按照 2 台 65 万千瓦机组及 2 台 100 万千瓦机组取水设计的，经初步核算，能够满足 1~4 号机组及小堆的取水需求。因此，小堆示范工程可与海南昌江核电厂 1～4 号机组共用取水明渠。本工程与 3、4 号机组共用取水隧洞，通过 2 条 DN6500 冷却水和重要厂用水输水隧道将海水引致联合泵房前池。

示范工程排水拟采用隧洞排水方式，本工程拟将小堆接入 3、4 号机组虹吸井，与 3、4 号机组共用陆域和海域排水隧道及排出口。

（2）淡水水源及供排水条件

示范工程施工期淡水用水由 1、2 号机组已建的淡水厂提供；运行期间除盐水用水由 3、4 号机组核岛除盐水分配系统提供，人员生活用水和生产用水等由 1、2 号机组已建的淡水厂提供，浇洒、洗车等用水由中水系统提供。淡水厂的原水取自石碌水库。

示范工程非放污废水主要包括生产废水、生活污水和厂区雨水三大类。清洁生产废水就近排至厂区雨水系统；含油生产废水进行除油处理达标后也就近排至厂区雨水系统，最终排至大海；生活污水经生化处理达标后用于道路浇洒和洗车等，回用剩余水量排入厂区雨水管网，最终排入大海。

示范工程的取排水设施全部与 1、2 号机组或 3、4 机组共用，本次不新增用地。

2.1.2.4 厂外道路区

（1）主要连接道路（已建成）

主要进厂道路起点位于核电厂北侧边界，转向东南方向接至西线高速公路 G98 邦溪立交，为二级公路标准，路面为水泥混凝土路面，路基宽度 12.0m，路面宽度 9.0m，长度约 16.5km。

（2）次要进厂道路（已建成）

次要进厂道路起点位于核电厂南侧边界，为三级公路标准，路基宽度 8.5m，路面宽度 7.0m，接至县道 X701，长度约 1.7km。从次要进厂道路进入县道 X701 约 700m 后，转入县道 X706，向东南方向约 14.0km 到达十月田镇，再向东经过省道 S311 约 3.5km 后即可从太坡立交进入西线高速公路 G98。

（3）大件码头及大件运输道路

1、2 号机组已建成核电厂 3000 吨级大件码头一座，位于取水明渠西导堤外侧，自备大件码头设置有一台额定起重量为 550 吨的固定旋转式起重机。

示范工程主要大件设备中最重单件为约 327 吨重的压力容器，而 1、2 号机组最重单件为约 526 吨重的发电机定子，故初步判断现有自备大件码头及起重机能够满足示范工程的大件运输要求。

示范工程厂区至 1、2 号机组大件运输道路（已建成）路段，需新建约 550m 大件运输道路，用于示范工程通往大件码头使用。本道路占地在 3、4 号机组永久征地范围内，工程量及投资已纳入 3、4 号机组，本次项目不新增用地。

2.1.2.5 弃渣场区

按照工程总布置，结合实际情况，本项目弃渣场占地面积约 7hm^2，可容纳弃渣约 60 万 m^3，本次弃方量约 48.43 万 m^3（松方），弃土堆高约 8-10m。弃渣场下游无重要设施及居民点等。

2.2 施工组织

2.2.1 施工布置

（1）施工场地

包含施工临建区和施工生产区（含土建施工场地、安装施工场地、混凝土搅拌站和砂石料堆场等）。施工场地布置在厂区西南侧，本区域地势略有起伏、较宽阔，建设基础、施工条件较好，作适当平整即可作施工场地。示范工程不单独设置施工生活区，与 3、4 号机组共用。

（2）施工道路

本工程依托 1、2 号机组建设完毕的主要及次要进厂道路作为施工道路，交通方便，不需另行布设施工便道。

（3）施工用电

施工用电就近接自 1、2 号机组厂区现有电缆沟，可以满足工程施工期间的用电要求。

（4）施工用水

施工用水利用 1、2 号机组已建成的水源和管线、调节水池，可以满足工程施工期间的用水要求。

（5）弃渣场

按照工程总布置，结合实际情况，本项目弃渣场占地面积约 7hm^2，可容纳弃渣约 60 万 m^3，本次弃方量约 48.43 万 m^3（松方），弃土堆高约 8-10m。

2.2.2 施工方法与工艺

（1）剥离表层土工程

剥离表层土采用机械配合人工方式进行。清基厚度约 15cm，剥离的表层土集中堆放于厂区西侧设置的表土临时堆存场内，后期用于工程绿化覆土。

（2）厂区施工

厂区平整采用推土机推土，挖掘机挖装，自卸汽车运输。

主厂房等建筑基坑开挖采用机械化大开挖，挖掘机挖土，自卸汽车运土，推土机配合下进行联合作业。

回填采用机械和人工相结合的施工方法，土方由挖掘机装土，自卸汽车运土，推土机铺土、摊平，用振动碾压机碾压，边缘压实辅以人工和电动冲击夯实。

2.2.3 施工交通

厂区对外运输主要包括建设期间及运行期间两部分运输及应急计划要求。

（1）建设期间的运输

主要包括设备运输及建筑材料的运输，其特点是运量大、品种多，有少量超大件、超重件运输，运输装卸要求严格，并需确保设备运输的安全可靠。

（2）运行期间的运输

包括生产运输和生活运输两部分。其中生产运输主要包括新乏燃料、放射性废物、材料及备品备件的运输，需采取相应安全措施，确保运输安全；生活运输包括员工上下班及应急疏散，需对外交通方便快捷，方便职工通勤。以上运输需求均采用陆路运输方式。

2.2.4 施工力能

（1）施工通讯

本期施工通讯利用一期引接的线路，现中国移动、联通基站较多，覆盖范围广，便利的通讯资源可满足施工期间对外联络需要。

（2）建筑材料

工程建筑所需土、石灰、砂、钢材、石、水泥等市场供应充足，可在市场购买。

采石、采砂过程中的水土流失防治责任由采石场、采砂场负责，应在购销合同中予以明确，并在当地水行政主管部门备案，并由供货方承担相应的水土流失防治责任。

2.3 工程占地

由于取排水管线、电力出线与 1、2 号机组或 3、4 号机组共用，厂外道路在 3、4

号机组征地范围内，本次不新增占地。根据对项目区土地利用现状的调查，结合可研报告分析，厂区面积为 17.75hm^2，其中现场服务区、安全保障区和气象站，共计 6.5hm^2 为共用 1、2 号机组已建成建筑，不纳入本次方案工程占地面积。施工场地面积为 10hm^2，弃渣场区面积为 7hm^2，因此本工程总占地面积为 28.25hm^2，其中永久占地 11.25hm^2，临时占地 17hm^2。占地类型为林草地及荒地。项目占地情况见表 2.3-1。

表 2.3-1　　工程占地情况　　单位：hm^2

项目分区	占地性质		占地类型	合计
	永久占地	临时占地		
厂区	11.25		林草地	11.25
施工场地区		10	林草地	10
弃渣场区		7	荒地	7
合计	**11.25**	**17**		**28.25**

2.4 土石方及其平衡情况

2.4.1 土石方平衡原则

（1）就近调运的原则。工程填筑时，优先考虑利用本段开挖量，段内不能满足时，进行路段间调运。

（2）合理安排施工时序，满足自身利用的原则。工程开挖土石方满足本工程的填筑和后续利用，以减少工程弃渣量和外购量。

（3）防护堆弃、合法购料的原则。对不能利用的弃渣，集中运至指定的合法弃渣场进行堆放。对外借填筑料的，须从附近合法料场商购。

2.4.2 土石方总平衡

（1）厂区开挖

厂区采用水平型平坡布置，场地平整标高为 11.00m。考虑到场地绿化时减少外调土的熟化费用和时间，有效保护地表熟土资源不流失、不浪费，因此在局部开挖前先对开挖地段表土进行剥离，并对剥离后的表土集中堆放，以用于厂区内绿化用覆土。由于弃渣场后期需覆表土进行绿化，该部分表土需在厂区内剥离。根据场地实际情况，以及主体设计的绿化面积，厂区表土剥离 6.9hm^2，剥离厚度为 15cm，表土剥离量为 1.04 万 m^3。施工结束后，将剥离的表土回覆至绿化用地，厂区回覆面积为 0.5hm^2，弃渣场区回覆面积为 6.4hm^2。可研阶段厂区挖土方 47.47 万 m^3，挖石方 10.01 万 m^3，

挖出的石方全部用于骨料加工。填土方 2.24 万 m^3，弃方 47.49 万 m^3（松方，松散系数 1.05）。

（2）施工场地开挖

施工场地区占地以草地为主，施工前进行表土剥离，剥离厚度 15cm，表土剥离 1.5 万 m^3，挖土方 2.00 万 m^3，填土方 1.10 万 m^3，弃方 0.94 万 m^3（松方，松散系数 1.05）。

（3）土石方平衡

示范工程挖方总量为 59.48 万 m^3，其中厂区挖土方 47.47 万 m^3，挖石方 10.01 万 m^3，施工场地挖土方 2.00 万 m^3。填方总量为 3.34 万 m^3，其中厂区填土方 2.24 万 m^3，施工场地填土方 1.10 万 m^3。厂区挖出的石方全部用于骨料加工。弃方 48.43 万 m^3（松方，松散系数 1.05），堆置于示范工程西侧的 2#弃渣场内。剥离的表土 2.54 万 m^3，最后用于绿化覆土。

土石方平衡情况及流向情况见表 2.4-1-2.4-2 及图 2-2。

表 2.4-1　　土石方平衡表　　单位：万 m^3

序号	项目组成	挖方量		填方量		借方量	调入		调出		弃渣量	备注
		土方	石方	土方	石方		数量	来源	数量	去向		
①	厂区	47.47	10.01	2.24					10.01	①②	47.49	10.01 为骨料利用
②	施工场地区	2.00		1.10							0.94	
	合计	**49.47**	**10.01**	**3.34**					**10.01**		**48.43**	**（松方）**

表 2.4-2　　表土剥离平衡表

分区	剥离面积（hm^2）	剥离厚度（m）	方量（万 m^3）	回覆方向	回覆量（万 m^3）
厂区	6.9	0.15	1.04	厂区	0.075
				弃渣场	0.96
施工场地区	10	0.15	1.50	施工场地	1.50
合计	**16.9**		**2.54**		**2.54**

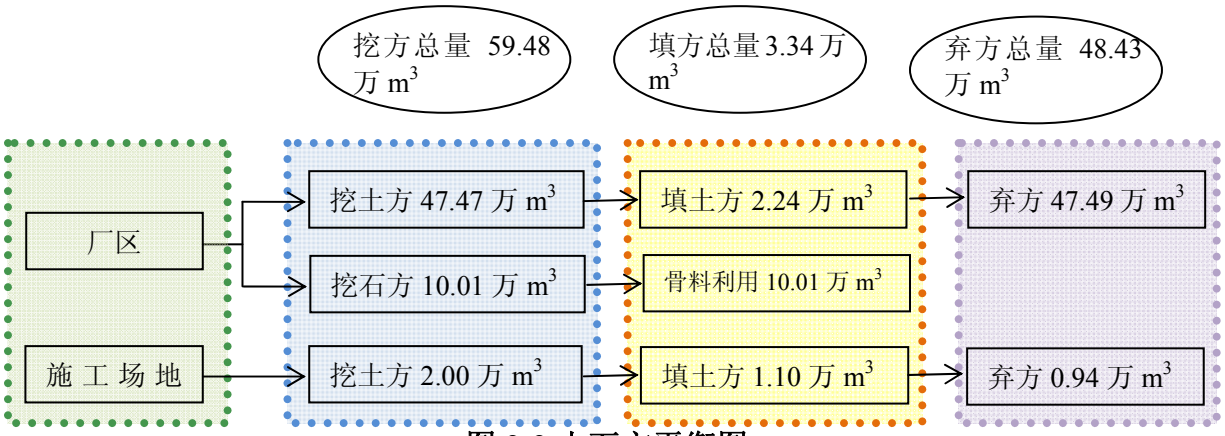


图 2-2 土石方平衡图

2.5 拆迁安置与专项设施改建

示范工程拟征地及非居住区范围内的各项设施在 1、2 号机组建设时均已完成了搬迁和补偿。因此，本工程无拆迁问题。

2.6 施工进度

示范工程拟于2019年7月进入施工准备期，2019年12月31日开工浇筑第一罐混凝土，建设周期为65个月，2025年5月31日建成投产。

表 3.7-1　　工程进度流向表

分区	项目	2019				2020				2021				2022				2023				2024				2025			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
施工场地																													
主厂区	场地平整																												
	主厂房土建施工																												
	安装至机组投产																												
弃渣场区																													

2.7 自然概况

2.7.1 地质

（一）地震地质

厂址所在区域在大地构造位置上大部分位于华南褶皱系的南部五指山断坳带内，新构造上属于比较稳定的琼中南断块隆起区。区域内断裂分为北东向、北东东向、北西向和近东西向四组断裂。厂址所在琼中南地区，断裂构造较为简单，以北东向、东西向为主，北西向断裂其次，第四纪以来活动微弱。厂址近区域分布的 5 条断裂，均为前第四纪断裂。

区域地震活动总体呈现出北强南弱的特征。区域内绝大多数破坏性地震分布在近东西向王五-文教断裂以北，以南地区仅发生个别 5 级左右的中强地震，现代微震显示类似分布特征。区域范围内自 1509 年至 2008 年共记录到 Ms≥4.7 级地震 22 次，其中 7.0～7.9 级地震 1 次（1605 年 7 月 13 日琼山 7½级地震）；6.0～6.9 级地震 5 次；5.0～5.9 级地震 12 次。厂址近区域内地震活动较弱，没有记录到 3 级以上地震，现代微震分布零散。厂址附近范围内地震活动较弱，没有地震记录。厂址所遭受的历史地震影响较弱，最大影响烈度为Ⅵ度，由 1605 年琼山 7½级地震造成。

区域范围鉴定出多条发震构造，其中震级最高的发震构造为马袅-铺前断裂（F16）东段和铺前清澜断裂（F38）北段，震级为 7.5 级。区域内发震构造主要分布在王五-文教断裂以北。距离厂址最近的发震构造为王五-文教断裂（F25）西段，最大潜在地震为 5.5 级，距厂址 37km；对厂址地震动影响最大的发震构造为马袅-铺前断裂（F16）东段，距厂址 168km；厂址近区域范围内不存在发震构造。厂址所在地震构造区为琼中南西部地震构造区（Ⅴ），最大弥散地震为 5 级。

厂址附近范围内不存在能动断层，厂区无断裂及断裂活动形迹。

厂址区不存在影响厂址合格性的潜在地震地质灾害。厂址区不受第四纪火山活动的影响。

厂址地震基本烈度为Ⅵ度，厂址 SL-2 级设计基准基岩水平向峰值加速度为 0.15g。

（二）工程地质

厂址位于海积平原区，地形平缓，自然地面高程约 10.70～15.80m。厂址区上覆第四系，包括填土、中砂层、珊瑚礁混砂层、淤泥层、残积层等，其下为燕山晚期侵入岩，主要岩性为黑云母花岗岩和石英闪长岩。

厂址区不存在断裂构造，无岩溶、滑坡、危岩体、崩塌体、泥石流、采空区、地裂缝以及地面塌陷等地质灾害，不存在可供开采的矿藏，也不存在地下采空区和影响地基稳定的人为工程活动。

根据可研阶段岩土工程勘察中间成果，核岛区位于中等风化～微风化岩体上。中等风化岩体剪切波速大于1200m/s，岩体基本质量等级为Ⅳ级，地基承载力特征值为2MPa；微风化岩体地基承载力特征值为 5MPa，可以满足核岛对地基强度的要求，有足够的安全裕度。核岛地基岩体不存在软弱夹层，无临空面，地基均匀稳定。

根据《海南昌江核电厂 3、4 号机组 1、2#弃土场岩土工程勘察》成果，1 号弃渣场边坡坡率约为 1:3.0，按照工程类比法和定量计算分析结果，边坡整体处于稳定状态，局部发育冲沟。

厂址所在地区位于地震动峰值加速度 0.05g 区，地震基本烈度为Ⅵ度。建筑场地类别为Ⅱ类，属于对建筑抗震一般地段。与核安全相关的建（构）筑物基础均位于基岩上，地基不存在地震液化问题。

（三）水文地质

厂址区地下水水位埋深浅，富含地下水，第四系海积层及强风化岩层透水性强，在基坑负挖时需采取基坑降水、防渗和排水措施。

厂址地下水对混凝土结构具弱腐蚀性；对钢筋混凝土结构中的钢筋在长期浸水情况下具微腐蚀性，干湿交替情况下具中等腐蚀性。

2.7.2 地貌

厂址所在区域位于海南岛琼中南隆起中低山地区，属滨海台地，海拔最高约为 44m（1985 国家高程基准，下同），整体地势东南部高，西北部低，地势平坦，坡度 2°～5°。坡度 2°～5°。示范工程场地主要位于台地（Ⅱ）地貌单元，仅东侧部分地段位于人工地貌（Ⅲ）单元。

厂址自然地形地貌见图 2-3。

图 4-1　厂址自然地形地貌图

2.7.3 气象

厂址区域为北热带海洋季风型气候，厂址位于琼西中部沿海，由于地处海南中南部高大山体的背风坡，下沉作用致当地雨日和雨量较琼中、琼东地区偏少，大致位于半湿润和半干旱气候区的交界。无寒潮现象，也少有冷空气强降温。

根据厂址代表性气象站多年气象统计资料，当地年平均气温为 25.0℃，最热月 6 月的平均气温为 29.5℃，最冷月 1 月的平均气温 18.8℃，极端最高气温 38.8℃，极端最低气温 1.4℃；年均相对湿度为 79%；年平均风速为 4.2m/s，最大风速极值为 34.0m/s，极大风速达 39.3m/s；最多风向为 NE，风频为 21.9%，次多风向为 S，风频为 13.8%，多年静风频率为 6%。年平均降水量为 970mm，一日最大降雨量为 423.1mm。年平均蒸发量为 2489.5mm。

根据厂址地面气象站 2016 年一整年的气象要素统计结果，厂址区域年平均风速为 2.7m/s，年最多风向为 NNE，风频为 12.83%，次多风向,为 NE，风频为 12.48%，年静风频率为 1.35%。观测期间最大风速为 19.9m/s。年平均气温为 24.6℃，极端最高气温 40.1℃，极端最低气温 4.4℃；年平均气压为 1009.6hPa；年平均相对湿度为 81.2%，年降水量为 1563.2mm，一日最大降水量为 319.3mm。

1949～2015 年进入以厂址为中心 400km 半径区域的有影响的热带气旋共有 275 例，

平均每年 4.1 例。其中登陆海南本岛的有 101 例（如果包括产生大范围强降水的 3 个热带低压总共 104 例），多年平均 1.51 个/年。厂址可能最大热带气旋百年一遇最低中心气压为 900.2hPa，10m 高度百年一遇最大风速为 47.2m/s，极大风速为 66.1m/s。

1960～2015 年出现在海南本岛及广东的湛江和茂名两市的龙卷风共有 228 例，调查区域内共有 22 个龙卷风达到 F2 级，91 个样本达到 F1 级，F0 级共有 115 个样本。采用核安全导则推荐的龙卷风风险度评价方法，以 10-7 概率水平为基准，确定龙卷风设计基准为 F3 级，设计基准龙卷风风速为 72m/s。

根据东方和儋州气象站 1971~2015 年，昌江和临高气象站 1980~2015 年的极端气象资料，得到 10m 高度百年一遇最大风速为 38.7m/s，极大风速为 54.2m/s。

根据东方和儋州气象站 1963~2015 年，昌江和临高气象站自建站~2015 年的极端气象资料，百年一遇极端最高温度为 41.9℃，极端最低温度为-0.5℃。

根据东方、儋州、昌江和临高四个气象站的历年极端最高和最低温度，得到厂址百年一遇极端最高温度为 41.9℃，极端最低温度为-0.5℃。

海南省是全国著名的暴雨中心之一，8～10 月为海南省暴雨的集中期，暴雨日占全年的 69%，对厂址附近东方、儋州和昌江 3 个气象站建站以来累年各月和年的极大降雨量进行统计，可见厂址一带发生暴雨的机会虽不及海岛东部和中部，但极端特大暴雨的雨量相当可观。3 个气象站的最高日雨量依次为：昌江 644.6mm，东方 423.1mm，儋州 403.1mm，均由热带气旋影响所致。

东方和昌江累年平均雷暴日数分别为约 76 天和约 85 天，属于海南雷暴相对少的地域。儋州靠近高值中心，年雷暴日数约有 112 天。每年 5~10 月是厂址附近雷暴的高发期。

厂址区域少雹少雾，东方和昌江每年雾日数平均分别为 3.5 天和 3.2 天，儋州气象站所在地稍靠山区，雾日显著多于东方和昌江，平均为 25.5 天。

东方及附近是海南干旱的重区，冬旱、春旱和夏旱几乎每年都出现。核电厂厂址与东方同处在岛西岸，干旱虽不及东方严重，但也是较严重的。

总之，根据厂址区域气象调查结果，厂址区域极端气象条件均能满足工程机型的设计要求，对核电厂安全运行无影响。

2.7.4 水文

厂址地处海南省昌江县海尾镇塘兴村，濒临北部湾，位于海南昌江核电厂北侧取排

水管之间，在海南昌江核电厂周围附近区域内。工程海域水深条件较好，海域地形等深线基本与岸线平行，-6m 等深线距离岸边约 600m，-10m 等深线距离岸边约 1000m。

厂址海域的潮汐性质属于规则日潮，潮差较小，潮流类型基本属不规则全日潮流性质，潮流运动形式基本属往复流。厂址工程海域最高天文潮位为 2.97m，最低天文潮位为-1.41m；10%超越概率天文高潮位 2.71m，10%超越概率天文低潮位-1.18m；厂址工程海域的最大增、减水主要由台风造成，可能最大台风增水为 3.71m，可能最大台风减水为 2.06m；厂址设计基准洪水位为 6.60m；设计基准低水位-3.24m。厂坪标高暂定为 11.00m，高于不考虑波浪影响的设计基准洪水位。波浪的作用通过天然地形屏障防护，确保在设计基准洪水位及相应台风浪作用下不会对核岛的安全产生影响。工程海域常浪向为 N～NE 和 W 向，强浪向为 N 和 NNW 向。工程海域终年水温较高，不存在冰情影响问题。本海区泥沙含量低，海岸地貌基本上是稳定的。

陆域径流对厂址不构成威胁，塘兴水库位于厂区西南侧，为小（二）型水库，通过在厂区外围设置截、排洪沟，将塘兴水库泄洪水量及厂区外围冲沟汇入水量排至大海，确保厂址安全。项目区水系图见附图 2。

2.7.5 土壤

昌江县土壤类型多样，有 10 个土类、19 个亚类、46 个土属、122 个土种。土类主要有山地黄壤、砖红壤性红壤（亦红壤）、砖红壤、沉积燥红土、滨海砂土、水稻土、盐渍土等。

本工程区土壤类型以滨海砂土为主。

2.7.6 植被

昌江县自然植被群落以森林植被为主，人工植被为补。但原始森林已经不多，现存多为次生天然林，森林植被群落有：热带雨林、季雨林、灌木丛、草原等。森林面积 37.41 万公顷，森林覆盖率 67%。

本工程所在地多为木麻黄防风林和野菠萝等。

3 项目水土保持评价

3.1 主体工程选址（线）水土保持评价

工程属于点式建设类项目，涉及海南省昌江黎族自治县。项目区地貌单元主要为滨海台地为主。根据《全国水土保持区划（试行）》，项目区属于南方红壤区（南方山地丘陵区）的海南及南海诸岛丘陵台地区琼中山地水源涵养区。

工程不属于《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》确定的禁止开发区域内不符合主体功能定位的开发建设项目。不属于《促进产业结构调整暂行规定》（国发〔2005〕40号）、国家发展和改革委员会发布的《产业结构调整指导目录（2015年本）》中限制类和淘汰类产业的生产建设项目。

根据《中华人民共和国水土保持法》、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）、《水利部关于严格开发建设项目水土保持方案审查审批工作的通知》（水保〔2007〕184号），对工程水土保持制约性因素进行逐条分析和评价，对照评价结果见表3.1-1~表3.1-3。

（1）《水土保持法》相符性分析

本工程的建设与《水土保持法》的限制性因素的比较分析详见表3.1-1。

表3.1-1　　项目执行《中华人民共和国水土保持法》有关条款情况表

条款	要求内容	项目情况	评价
第十七条	禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。	主体工程选址不在上述敏感区域。	符合要求
第二十四条	生产建设项目选址、选线应当避让水土流失重点预防区和重点治理区；无法避让的，应当提高防治标准，优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围，有效控制可能造成的水土流失。	本工程选址无法避让省级水土流失重点预防区，方案采用一级防治标准并提高防护措施标准，尽可能降低或者减免影响。	基本符合要求
第二十六条	依法编制水土保持方案的生产建设项目，未编制水土保持方案或者水土保持方案未经水行政主管部门批准的，生产建设项目不得开工建设。	本项目依法编制水土保持方案，遵守未审批不开工建设。	符合要求

条款	要求内容	项目情况	评价
第二十七条	依法应当编制水土保持方案的生产建设项目中的水土保持设施，应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用；生产建设项目竣工验收，应当验收水土保持设施；水土保持设施未经验收或者验收不合格的，生产建设项目不得投产使用。	本方案建议建设单位在建设过程中，将批复的本项目水土保持方案中的水土保持措施纳入主体工程设计中，并落实“三同时”制度。	符合要求
第二十八条	依法应当编制水土保持方案的生产建设项目，其生产建设活动中排弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等应当综合利用；不能综合利用，确需废弃的，应当堆放在水土保持方案确定的专门存放地，并采取措施保证不产生新的危害。	本项目弃渣除考虑了综合利用外，同时确定了专门存放场地。	基本符合要求
第三十八条	对生产建设活动所占用土地的地表土应当进行分层剥离、保存和利用，做到土石方挖填平衡，减少地表扰动范围；对废弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等存放地，应当采取拦挡、坡面防护、防洪排导等措施。生产建设活动结束后，应当及时在取土场、开挖面和存放地的裸露土地上植树种草、恢复植被，对闭库的尾矿库进行复垦。	主体设计中对占用土地的地表土进行分层剥离、保存和利用；对弃土（石、渣）集中堆放，并设计了拦挡、排水等措施。施工结束后及时进行表土回填。	符合要求

（2）《生产建设项目水土保持技术标准》的约束性分析

本工程的建设与《生产建设项目水土保持技术标准（GB50433-2018）》的限制性因素的比较分析详见表 3.1-2。

表 3.1-2　　项目执行《生产建设项目水土保持技术标准》有关条款情况表

序号	约束性规定	项目情况	符合性
3.2.1 第 1 款	主体工程选址（线）应避让水土流失重点预防区和重点治理区。	本工程选址无法避让省级水土流失重点预防区，方案采用一级防治标准并提高防护措施标准，尽可能降低或者减免影响。	基本符合
3.2.1 第 2 款	主体工程选址（线）应避让河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带。	主体工程选址不在上述敏感区域。	符合
3.2.1 第 3 款	主体工程选址（线）应避让全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。	均不占用。	符合

（3）水保〔2007〕184 号文相符性分析

本工程的建设与《关于严格开发建设项目水土保持方案审查审批工作的通知》(水保〔2007〕184 号）的限制性因素的比较分析见表 3.1-3。

表 3.1-3　　主体工程的制约性因素分析（水保〔2007〕184 号）

序号	约束性条件	制约性因素分析	评价结果
1	水土保持方案中没有主体工程的比选方案，比选方案水土保持评价缺乏水土保持有关量化指标的。	本项目场址唯一，不存在比选方案。	符合要求
2	工程的土石方平衡、废弃土石渣利用达不到规范要求的。	本项目设置了专门的弃渣场，对弃土（石、渣）集中堆放，并设计了拦挡、排水等措施。施工结束后及时进行表土回填。	符合要求
3	《促进产业结构调整暂行规定》（国发〔2005〕40 号）、国家发展和改革委员会发布的《产业结构调整指导目录》中限制类和淘汰类产业的开发建设项目。	不属于此类项目	符合要求
4	《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》确定的禁止开发区域内不符合主体功能定位的开发建设项目。	不属于此类项目	符合要求
5	在 25 度以上陡坡地实施的农林开发项目。	不涉及	符合要求
6	在县级以上地方人民政府公告的崩塌滑坡危险区和泥石流易发区内取土、挖砂、取石的开发建设项目。	不涉及	符合要求
7	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内可能严重影响水质的开发建设项目，以及对水功能二级区的饮用水源区水质有影响的开发建设项目。	不涉及饮用水源保护区。	符合要求
8	根据国家产业结构调整的有关规定精神，国家发展和改革主管部门同意后方可开展前期工作，但未能提供相应文件依据的开发建设项目。	国家发展改革委同意开展前期工作。	符合要求
9	分期建设的开发建设项目，其前期工程存在未编报水土保持方案、水土保持方案未落实和水土保持设施未按期验收的。	本项目前期工程 1、2 号机组水土保持方案已于 2009 年 9 月获得批复；2019 年 4 月 10 日召开了水土保持设施验收会议。	符合要求

序号	约束性条件	制约性因素分析	评价结果
10	同一投资主体所属的开发建设项目，在建及生产运行的工程中存在未编报水土保持方案、水土保持方案未落实和水土保持设施未按期验收的。	不涉及	符合要求

根据《生产建设项目水土保持技术标准（GB50433-2018）》对主体工程的约束性规定，建设项目应尽量避开水土流失重点预防区和重点治理区、河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带、全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。

通过资料查阅，工程选址（线）所经区域不在河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带；工程建设范围避开了全国水土保持监测网络中的监测站点、重点试验区、长期定位观测站。同时，工程建设符合海南省规划，项目区无压覆矿床、文物保护区和军事设施。

针对工程选址（线）无法避让省级水土流失重点预防区的情况，主体设计已对各类重要建筑物提高了设计标准，本方案将进一步设计，提高防治标准，优化施工工艺，最大限度减少工程建设造成的水土流失。

本项目设置了专门的弃渣场，对弃土（石、渣）集中堆放，并设计了拦挡、排水等措施，施工结束后及时进行表土回填。主体工程设计分别在厂区西侧和南侧设置钢筋混凝土矩形排洪沟，其中厂区西侧设置排洪沟296m，沟内宽度2.5m，厂区南侧设置排洪沟244m，沟内宽度2.5m。主体工程设计在施工场地北侧边坡设置浆砌片石骨架植草护坡，防护面积为5442m^2。

综上所述，本工程虽存在一定的水土保持限制性因素，但在采取减少地表扰动，提高防治标准、加强管理、严格控制扰动地表和植被损坏范围、减少施工占地范围、缩短施工工期、优化施工工艺、加强治理与补偿措施的前提下，项目建设可行。

3.2 建设方案与布局水土保持分析评价

3.2.1 建设方案评价

（1）项目所在区域未曾发生过泥石流、地裂缝、地面沉降、地面塌陷等地质灾害。在现状条件下，地质灾害弱发育，其危害性小。项目区域遭受崩塌、滑坡、泥石

流等地质灾害危害的可能性小，其危害程度小，危险性小。项目区域在河流阶地地区遭受崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害危害的可能较小。

项目主体工程应做好导水及边坡防护等工程措施，避免引发崩塌地质灾害。本工程建设应贯彻以“预防为主，治理为辅，防治结合”的原则，尽量减少破坏地质环境的行为，加强项目区地质环境管理，严格规划、规范人类工程活动，把地质灾害的防治与社区发展建设协调统一起来，使建设、地质环境保护及人类工程活动三者达到动态平衡。在施工中加强地质研究工作，如遇未了解的地质问题应及时上报相关部门，并及时采取相应的措施。建议合理规划地面设计标高，合理规划挖填方，填方边坡失稳等地质灾害针对性地采取经济合理的防治措施。

（2）项目所在区域为海南省级水土保持重点预防区，本方案通过提高防治标准、工程等级，严格控制扰动地表和植被损坏范围、减少工程占地、加强工程管理、优化施工工艺，控制水土流失。采取相应防护措施后，合理避让减少占压现有土地和植被，项目建设方案可行。

3.2.2 工程占地评价

本工程总占地面积为28.25hm^2，其中永久占地11.25hm^2，临时占地17hm^2。其中建设用地占 11.25hm^2，林草地占 10hm^2，荒地占 7hm^2。

表 3.2-1　　工程征占地一览表

分区	面积（hm^2）	占地性质	占地类型	占地比例（%）
厂区	11.25	永久占地	建设用地	39.82
施工场地区	10	临时用地	林草地	35.40
弃渣场区	7	临时用地	荒地	24.78

由上表可以看出，本工程临时占地比例较高。主体设计在保证工程正常施工用地的前提下，集约利用土地和施工工作面，尽量减少临时占用土地数量，少扰动原地貌，可在一定程度上减少水土流失。在施工结束后，对临时占用的土地及时采取植被恢复等措施，将工程建设对地表的扰动降到最低。因此，在占地性质上主体工程设计是基本合理的。

工程建设会在工程附近局部范围内造成水土保持林草措施面积减小，使土地资源量、土地利用现状、土地生产力等都发生变化，造成了不利影响；但由于主体工

程临时占地较大，施工结束后对临时占地区域进行植被恢复，以最大限度地恢复工程区原有的生态系统。另外，本工程不占用住宅用地，不涉及集中移民安置问题。因此在占地类型上，主体工程设计是基本合理的。

因此，从水土保持角度分析，主体占地类型及占地性质是基本合理的。

3.2.3 土石方平衡评价

根据工程土石方分析，工程开挖主要来自场地平整工程、核岛及常规岛基础开挖等。示范工程挖方总量为 59.48 万 m^3，其中厂区挖土方 47.47 万 m^3，挖石方 10.01 万 m^3，施工场地挖土方 2.00 万 m^3。填方总量为 3.34 万 m^3，其中厂区填土方 2.24 万 m^3，施工场地填土方 1.10 万 m^3。厂区挖出的石方全部用于骨料加工。弃方 48.43 万 m^3（松方，松散系数 1.05），堆置于示范工程西侧的 2#弃渣场内。剥离的表土 2.54 万 m^3，最后用于绿化覆土。

整个工程挖填的土石方都是在项目区内进行调配利用，一方面运输距离短，另一方面对项目区以外的区域没有扰动和影响。经土石方平衡，工程建设产生的开挖方在工程施工的同时即得到了合理的内部调配利用，减少了弃方量，同时也减少了施工过程中临时防护工程的数量，经济合理，符合水土保持的要求。

本工程各施工区清基表土全部得到利用，施工过程当中对开挖土方采取拦挡、苫盖等临时防护措施进行防护，以减少施工过程中的水土流失。建议建设单位可以采取弃渣拍卖的方式，加强弃渣的综合利用。

3.2.4 取土（石、砂）场设置评价

根据本项目土石方计算，无需外借方，因此不设置取土（石、砂）场。

3.2.5 弃土（石、渣、灰、矸石、尾矿砂）场设置评价

示范工程弃方量约 48.43 万 m^3（松方），在 2#弃渣场西侧设置弃渣场，现状为荒地，面积约 7hm^2，弃土堆高约 8-10m。堆弃结束后恢复植被。

弃渣场不在河道范围内，下游无重要设施及居民点等。周边无风景名胜区、自然保护区，满足当地的城镇规划等要求，并尽量与周边景观相互协调，已避开交通要道的可视范围，由于项目区降水丰富、光热条件好，植被恢复较易，可恢复程度高，能够保持弃渣场与周边景观的协调性。

综上，从水土保持的角度分析，工程规划的弃渣场地形地质条件稳定，不占用基本农田、周边无敏感点、后期可恢复程度高，弃渣场选址基本合理。

3.2.6 施工方法与工艺评价

3.2.6.1 施工时序

本项目计划于2019年7月进入施工准备期，12月31日开工浇筑第一罐混凝土，建设周期为65个月，2025年5月31日建成投产。根据初步拟定的施工进度计划，项目开工后首先进行施工准备工作，场地整平等。这些工作都会扰动地表，产生新的裸露坡面，并造成一定量的水土流失。这部分工作安排在2019年10月至12月进行，避免了雨季，可以有效防止水土流失。

主体工程施工时遵照先难后易，先重点工程，后一般工程的原则，首先开工建设工期长、技术复杂、工程投资大的工程，但仍不可避免主体工程要跨越雨季，因此，要在雨季加强水土保持防治措施的设置。

3.2.6.2 施工布置

（1）材料

项目在施工期间所需混凝土、钢材等材料等均计划从昌江市购买；砂石料可从附近具有合法开采手续的料场购买，料场开采期间造成的水土流失由砂石料开采单位组织治理。

（2）施工场地区

根据施工需要，本工程设置施工场地1处，占地类型为林草地。施工场地在进场前期均进行了表土剥离，施工过程中采取排水、拦挡、苫盖等防护措施，施工结束后对占地范围回铺表土进行复绿，以最大限度的减少临时占地造成的水土流失。因此，施工场地的设置基本上是合理的。

3.2.6.3 施工工艺

主体工程设计施工工艺从水土保持角度分析，基本满足要求，由于施工工艺与水土保持关系较大，本方案对施工工艺进行分析和评价，详见表 3.2-2。工程施工工艺成熟可靠，无特殊施工技术要求，施工期需加强各项临时防护措施，防止造成水土流失危害。

表 3.2-2 施工工艺水土保持分析与评价

项 目		施工工艺	水土保持分析与评价
厂区	场地平整	场平采用机械施工方式进行平整，清基表土单独堆放，用做施工结束扰动区绿化用土。	基本符合要求，需要增加表土临时堆放区的防护措施，如拦挡和苫盖措施。
	地面建筑	基础施工采取机械配合人工施工方式，回填土集中堆放。	常规施工工艺，满足水土保持的要求，回填土集中堆放点需采取临时防护措施。
	排洪沟	基础人工开挖，人工砌筑施工。	满足水保要求。
施工场地	场地平整	场平采用机械施工方式进行平整，清基表土单独堆放，用做施工结束扰动区绿化用土。	基本符合要求，需要增加表土临时堆放区的防护措施，如拦挡和苫盖措施。
弃渣场		分区分块的原则进行碾压堆放，分层碾压填筑；同时，碾压后的渣面保持平整，定时洒水，保持渣面湿润、平整，最后对渣面进行绿化。	基本符合要求，需要增加临时防护措施，如拦挡和苫盖措施。

3.2.7 主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价

在主体工程设计中，由于主体工程安全的需要，已考虑一部分防护措施，其中在满足主体工程需要的同时，也具有水土保持效果。在水土保持方案设计工作中，需要对主体设计中拟采取的防护措施进行分析与评价，论证措施的防治能力，以进一步完善工程水土保持防治措施体系。主体工程采取了一些具有水土保持功能防护措施的设计，其中，水工保护措施包含浆砌片石骨架植草护坡、钢筋混凝土排洪沟、地下排水管，详见表 3.2-3。具体为:

（1）厂区

主体设计的场内排水工程，可以有效地收集地表径流，使项目内汇水以有序的、安全的方式流出，减少雨水对地表的冲刷，具有一定水土保持功能。

场地平整后厂区的西、南侧修筑排洪沟，材质为钢筋混凝土，规格为矩形。其中西侧设置排洪沟 296m，沟内宽度 2.5m，南侧设置排洪沟 244m，沟内宽度 2.5m。

本项目共布设聚乙烯地下排水管共 1800m，其中 DN300 为 470m，DN400 为 70m，DN600 为 130m，DN800 为 270m，DN1000 为 160m，DN1200 为 300m，DN1800 为 20m，DN2200 为 10m，DN2400 为 250m，DN2500 为 120m。布设铸铁地下排水管共 1290m。

本项目采用雨污分流制，雨水、径流等经雨水管道汇集后，接入项目周边规划

路的市政雨水井中。

本方案补充完善表土剥离及回覆、土地整治、非保护区绿化措施和临时防护措施，有效利用表土资源，减少后期绿化投入，并避免和减少水土流失。

（2）施工场地区

施工场地目前厂坪设计标高为 20.00m-25.00m，高于厂区厂坪设计标高，场地平整后在北侧新形成 0~14m 高的边坡，长约 300m，场地边坡坡率 1:1.75，护坡采用浆砌片石骨架植草护坡形式，护坡面积约为 5442m^2。该措施能有效防治雨水对边坡的冲刷，保护边坡并有效减少水土流失量，具有水土保持功能。由于施工场地标高高于厂区设计标高，建议施工场地向西、北方向设置一定坡度，避免雨水汇水影响到主厂区。

本方案补充完善表土剥离及回覆、土地整治工程、植物措施和临时防护措施，施工结束后采取植被恢复措施，避免和减少水土流失。

（3）弃渣场区

本工程弃渣场为 1、2 号机组的 2#弃渣场搬迁腾出的空地，在搬迁时破坏了原有的拦挡和排水措施。本方案补充完善拦挡工程、排水工程、土地整治工程、植物措施和临时防护措施，避免和减少水土流失。

3.3 主体工程设计中水土保持措施界定

（1）水土保持措施界定的原则

1）主导功能原则

以防治水土流失为主要目标的工程，其设计、工程量、投资应纳入水土保持方案中。

2）责任分区原则

对建设过程中的临时征地、临时占地，因施工结束后将归还当地群众或政府，该范围内的各项防护措施算作水土保持工程，计入水土保持方案。

3）试验排除原则

遵照生产建设项目拦挡和排水工程水土保持界定原则和本工程特性，对主体设计的工程防护进行评价。

（2）水土保持措施界定

根据前面的分析，本项目施工场地边坡所采用的浆砌片石骨架植草护坡为工程与植物措施相结合的综合护坡，能有效防治雨水对边坡的冲刷，保护边坡并有效减少水土流失量，具有水土保持功能。厂区西侧和南侧的排洪沟，不仅是主体工程的重要组成部分，同时也可以有效防止水蚀，对厂区内的水土流失、保障主体工程安全稳定运行起到重要的作用。因此，将厂区排水工程、施工场地边坡防护工程等纳入水土保持防治措施体系，计入水土保持投资。

根据水土保持界定原则和《关于印发<生产建设项目水土保持方案技术审查要点>的通知》（水利部水土保持监测中心水保监〔2014〕58 号）中附录关于水土保持措施界定参考意见，主体工程中具有水土保持功能且纳入本方案水土保持防治措施体系的防治措施及其工程量见表 3.2-3。

表 3.2-3　　主体工程中具有水保功能工程的工程量

序号	工程名称及费用	单位	数量	投资（万元）
一	厂　区			
1	钢筋混凝土排洪沟	m	540	36
2	雨水管道	m	3090	500
二	**施工场地区**			
1	浆砌片石骨架植草护坡	m^2	5442	161.33

4 防治责任范围及防治分区

4.1 责任范围确定依据

根据“谁开发谁保护”、“谁造成水土流失谁治理”的原则以及《生产建设项目水土保持技术标准》的规定，防治责任范围是指建设单位由于工程建设可能造成的水土流失范围。

4.2 防治责任范围

由于取排水管线、电力出线与 1、2 号机组或 3、4 号机组共用，厂外道路在 3、4 号机组征地范围内，本次不新增占地。厂区面积为 17.75hm^2，其中现场服务区、安全保障区和气象站，共计 6.5hm^2 为共用 1、2 号机组已建成建筑，不纳入本次方案防治责任范围。施工场地面积为 10hm^2，弃渣场区面积为 7hm^2，本工程防治责任范围为 28.25hm^2，其中永久占地 11.25hm^2，临时占地 17hm^2。

表 4.2-1　　防治责任范围

项目分区	占地性质		防治责任范围
	永久占地	临时占地	
厂区	11.25		11.25
施工场地区		10	10
弃渣场区		7	7
合计	**11.25**	**17**	**28.25**

4.3 水土流失防治分区

4.3.1 防治分区依据

依据项目区水土保持区划及主体工程布局、建设内容、施工扰动特点、建设时序和水土流失特点等因素进行分区。

4.3.2 防治分区划分的原则

1.区内地形地貌相似、立地条件基本相同。

2.区内扰动特点和扰动后的地表物质形态具有同一性。

3.区内主体工程建设类别、性质、建设时序和水土流失特点相似。

4.分区以自然界线为主，适当兼顾行政区域的完整性和地域的连续性。

4.3.3 防治分区结果

本工程项目区地貌类型单一，按照水土流失防治分区的原则，以全国土壤侵蚀类型区划为基础，根据项目区自然环境特点、工程情况及对主体工程中具有水土保持功能工程的评价结果，考虑工程特点、单项工程的施工工艺、水土保持措施布设的针对性，本方案水土流失防治分区划分为厂区、施工场地区、弃渣场区等 3 个分区。

5 水土流失分析与预测

5.1 水土流失现状

根据全国第二次土壤侵蚀遥感调查可知，昌江县微度侵蚀占土地总面积的99.93%，轻度侵蚀占总面积的0.07%，因此，项目区水土流失以微度水力侵蚀为主。依据主体工程可研报告，在收集本工程所在地区的土地利用现状、水土流失状况、气象水文资料及邻近地区类似工程的水土流失监测等资料，在此基础上开展了外业调查工作，水土流失背景值确定为500t/km^2.a。

5.2 水土流失影响因素分析

5.2.1 水土流失成因分析

本工程水土流失的主要影响因素包括植被、土壤、降雨以及土方挖填、占压地表等人为活动等。本项目施工准备期间，项目区内场地平整，容易造成水土流失。施工过程中，建构筑物基础开挖和土方回填，施工生产区建筑材料堆放等，由于地表植被遭到破坏或损毁，土壤抗侵蚀能力下降，在降雨、径流等作用下容易产生水土流失，并可能造成水土流失危害。

工程施工结束后，由于施工引起的各项因素将逐渐减弱或消失，地表扰动基本停止，地表硬化或植物绿化基本完成，水土流失逐步得到控制，生态环境逐步恢复。

5.2.2 扰动地表面积

本项目在建设过程中扰动地表原地貌和植被主要是由厂区、施工场地区和弃渣场的土建工程建设造成的。根据实地调查，本项目扰动地表面积 28.25hm^2，其中厂区扰动地表面积 11.25hm^2，施工场地区扰动地表面积 10hm^2，弃渣场扰动地表面积7hm^2。

5.2.3 损毁植被面积

该项目建设施工过程中，由于基坑开挖、路基填筑、弃土堆渣等活动影响，使原有植被受到不同程度的破坏，导致原地表降低或丧失水土保持功能。根据实地调查及查阅相关技术资料，工程建设损毁植被面积为28.25hm^2。

5.2.4 废弃土（石、渣）量

根据土石方平衡分析，工程施工建设过程中产生的废弃方主要为厂区和施工场地区在场地平整、基坑开挖过程中产生的多余渣土和建筑垃圾，最终产生 48.43 万 m^3（松方）弃方，全部弃于弃渣场内。

5.3 土壤流失量预测

5.3.1 预测单元

本项目水土流失预测范围为项目建设扰动范围，根据扰动方式、扰动后地表的物质组成、气象特征等水土流失特点，将预测范围划分为厂区、施工场地区和弃渣场区 3 个预测单元。

5.3.2 预测时段

工程建设前需要对场地进行平整，施工准备期场地平整土石方挖填量大，扰动面积广，水土流失的强度和危害也比较大，根据工程施工进度安排，结合项目区雨季的长度，施工准备期为 0.5 年。

根据主体设计各单元工程的施工进度安排，按最不利时段预测，厂区、施工场地区和弃渣场区的预测时段分别为 2.5 年、5.5 年和 3 年。

自然恢复期则根据项目区的自然条件而定，项目区为湿润区，根据规范确定为 2 年。各区预测时段见表 5-1。

表 5.3-1　预测时段表

序号	预测单元	预测时段（a）		
		施工准备期	土建施工期	自然恢复期
1	厂区	0.5	2.5	2
2	施工场地区	0.5	5.5	2
3	弃渣场区	0.5	3	2

5.3.3 土壤侵蚀模数

土壤侵蚀模数采用类比法，选取和本工程相邻的海南昌江核电厂 1、2 号机组的监测成果进行类比确定，两个项目地形地貌、降雨、土壤、植被等自然条件相同，详见表 5.3-2。

表 5.3-2　本项目与海南昌江核电厂 1、2 号机组可比性分析对照表

项目	本项目	昌江核电厂 1、2 号机组
地理位置	海南省昌江县海尾镇原塘兴村	同左
气候	北热带海洋季风型气候	同左
地形地貌	琼中南隆起中低山地区，属滨海台地地貌	同左
土壤类型	以滨海砂土为主	同左
植被类型	项目区植被以森林植被为主，工程所在地多为木麻黄防风林和野菠萝等	同左
施工工艺与方法	包括场地平整、土方回填、基坑开挖等	同左
工程占地类型	主要为建设用地及荒地	同左
水土流失类型和强度	以微度水力侵蚀为主	同左
水土流失现状	微度侵蚀，土壤侵蚀模数背景值为 500t/km^2.a	同左

海南昌江核电厂 1、2 号机组水土保持监测由我公司承担，监测时段为 2009 年 9 月至 2018 年 9 月，包括施工准备期、工程建设期和自然恢复期，其中，2009 年 9 月~2010 年 3 月为施工准备期，2010 年 4 月~2016 年 9 月为工程建设期，2016 年 10 月~2018 年 9 月为自然恢复期。因海南昌江核电厂 1、2 号机组施工周期比较长，因此本项目施工期土壤侵蚀模数采用工程施工期第一年 2010 年的侵蚀模数，海南昌江核电厂 1、2 号机组监测成果见表 5.3-3。本工程土壤侵蚀模数预测值见表 5.3-4。

表 5.3-3　海南昌江核电 1、2 号机组土壤侵蚀模数监测成果（单位：t/km^2·a）

监测分区	施工准备期	施工期							自然恢复期
	2009.9～2010.3	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2016.10～2018.9
厂区	10500	9500	7200	5500	4000	2500	1300	1000	800
施工生产生活区	11000	9800	7500	5600	4300	2700	1400	1200	900
弃渣场区	9500	12000	10000	3500	2500	2100	1500	1200	900

表 5.3-4　本工程土壤侵蚀模数取值

序号	项目区	背景值（t/km^2.a）	施工准备期（t/km^2.a）	土建施工期（t/km^2.a）	自然恢复期（t/km^2.a）
1	厂区	500	10500	9500	800
2	施工场地区	500	11000	9800	900
3	弃渣场区	500	9500	12000	900

5.3.4 预测结果

（1）各时段预测面积

施工准备期预测面积为场地平整的面积，施工期预测面积为各分区实际扰动面积；自然恢复期预测面积为各分区可绿化面积。经计算，本工程施工准备期预测面积 28.25hm^2，土建施工期为 28.25hm^2，自然恢复期为 16.9hm^2。各时段预测面积见表 5.3-5。

表 5.3-5　各分区不同时段的水土流失预测面积统计表

序号	预测单元	预测面积（hm^2）		
		施工准备期	土建施工期	自然恢复期
1	厂区	11.25	11.25	0.5
2	施工场地区	10	10	10
3	弃渣场区	7	7	6.4
合计		**28.25**	**28.25**	**16.9**

（2）各时段土壤流失量

土壤流失量预测按下列公式计算。

$$W = \sum_{j=1}^{2} \sum_{i=1}^{n} F_{ji} M_{ji} T_{ji}$$

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（km^2）；

M_{ji}—— 第 j 预测时段、第 i 预测单元的土壤侵蚀模数(t/(km^2·a));

T_{ji}—— 第 j 预测时段、第 i 预测单元的预测时段长（a）

工程施工准备期、土建施工期和自然恢复期土壤流失量预测情况见表 5.3-6、5.3-7、5.3-8 所示。项目区预测时段土壤流失量汇总表见表 5.3-9，项目区各分区土壤流失量汇总表见表 5.3-10。

表 5.3-6 施工准备期土壤流失量计算表

序号	分区	预测面积（hm^2）	预测时段（a）	侵蚀模数 t/km^2·a		土壤流失量（t）		
				背景值	施工准备期	背景流失量	扰动后流失量	新增流失量
1	厂区	11.25	0.5	500	10500	28	591	563
2	施工场地区	10	0.5	500	11000	25	550	525
3	弃渣场区	7	0.5	500	9500	18	333	315
合　计		**28.25**				**71**	**1474**	**1403**

表 5.3-7　施工期土壤流失量计算表

序号	分区	预测面积（hm^2）	预测时段（a）	侵蚀模数 t/km^2·a		土壤流失量（t）		
				背景值	施工期	背景流失量	扰动后流失量	新增流失量
1	厂区	11.25	2.5	500	9500	141	2672	2531
2	施工场地区	10	5.5	500	9800	275	5390	5115
3	弃渣场区	7	3.5	500	12000	123	2940	2817
合　计		**28.25**				**539**	**11002**	**10463**

表 5.3-8　自然恢复期土壤流失量计算表

序号	分区	预测面积（hm^2）	预测时段（a）	侵蚀模数 t/km^2·a		土壤流失量（t）		
				背景值	自然恢复期	背景流失量	扰动后流失量	新增流失量
1	厂区	0.5	2	500	800	5	8	3
2	施工场地区	10	2	500	900	100	180	80
3	弃渣场区	6.4	2	500	900	64	115	51
合　计		**16.90**				**169**	**303**	**134**

表 5.3-9　项目区各时段土壤流失量汇总表

序号	预测时段	土壤流失量（t）		
		背景流失量	扰动后流失量	新增流失量
1	施工准备期	71	1474	1403
2	施工期	539	11002	10463
3	自然恢复期	169	303	134
合　计		**779**	**12779**	**12000**

表 5.3-10　项目区各时段各分区土壤流失量汇总表

序号	预测单元	新增土壤流失量（t）			合计
		施工准备期	施工期	自然恢复期	
1	厂区	563	2531	3	**3097**
2	施工场地区	525	5115	80	**5720**
3	弃渣场区	315	2818	51	**3184**
合计		**1403**	**10464**	**134**	

经预测，本工程建设过程中可能产生土壤流失量为 12779t，其中施工准备期产生土壤流失量为 1474t，施工期产生土壤流失量为 11002t，自然恢复期产生水土流失量为 303t；新增土壤流失量 12000t，其中施工准备期新增土壤流失量为 1403t，施工期新增土壤流失量为 10463t，自然恢复期产生土壤流失量为 134t。

5.4 水土流失危害分析

本工程在其建设和运行中可能造成的水土流失危害主要表现在以下方面:

（1）对土地资源的破坏和影响

在建设过程中，场平挖填施工、核岛建设、施工场地占压，施工用水、用电建设等活动将破坏剥离项目区原有的部分地表，基础开挖回填造成地面裸露，破坏原有地貌，损坏地表植被，从而使区域内裸露地面积增加，降低土壤的抗蚀性，增大水土流失量。

（2）对周边环境的影响

本工程的渣场常年堆渣，而且项目区降雨量和风力较大，如不及时采取措施，对周边农田、林木和植被都有不利的影响，影响整个项目区的生态景观。

5.5 指导性意见

（1）合理安排施工时序

根据预测结果，该项目新增土壤侵蚀量主要发生在施工期（含施工准备期），见表 5.3-9，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，及时采取临时防护措施，例如对表土的剥离、集中堆放以及临时拦挡和苫盖等措施。

（2）分区防治重点

根据预测结果表5.3-10可见，弃渣场区和施工场地区为水土流失防治重点区域。

（3）水土保持监测重点

根据预测结果表5.3-10可知，水土保持监测的重点时段应在施工期，重点区域为弃渣场区和施工场地区，自然恢复期过后对方案实施效果进行动态监测。

6 水土保持措施

6.1 防治区划分

本水土保持方案在确定水土流失防治责任范围的基础上进行水土流失防治分区，目的是为了科学合理地布设防治措施，同一分区内造成水土流失的影响因素基本相同，水土流失防治措施基本相同，可以典型设计来代表分区具体各地点的设计，进而可以用典型设计的工程量推算整个分区的工程量；其次还可为水土流失预测和水土保持监测奠定基础。

6.1.1 划分原则

（1）各分区之间具有显着差异性;

（2）相同分区内造成水土流失的主导因子相近或相似;

（3）同一个区地形地貌基本相同，扰动的地表物质组成相近，降水特征值基本一致；工程建设扰动地表的方式相似，土地利用基本相同;

（4）分区应结合工程布局和水土流失特点，应具有控制性、整体性、全局性。

6.1.2 分区方法

采用实地调查、资料收集与数据分析相结合的方法进行水土流失分区。依据主体工程布局、施工扰动特点、施工时序、地貌特征、自然属性、水土流失影响等，本方案水土流失防治分区划分为厂区、施工场地区、弃渣场区等 3 个防治区。

表 6.1-1 防治分区表 单位：hm^2

防治分区	防治范围	占地性质
厂区	11.25	永久占地
施工场地区	10	临时租地
弃渣场区	7	临时用地
合计	**28.25**	

6.2 防治目标

6.2.1 执行标准等级

根据《全国水土保持规划（2015-2030 年）》（国函〔2015〕160 号）和《海南省水土保持规划（2016－2030 年）》（琼府办函〔2017〕375 号），项目区属于海南

省水土流失重点预防区。按照《生产建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018）的规定，本工程执行南方红壤区一级标准。

6.2.2 防治目标

本项目所在地为南方红壤区，侵蚀强度为微度侵蚀。根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018）4.0.7 条款规定，本工程应达到的防治目标为:

（1）施工期

①表土保护率达到 92%。

②渣土防护率应达到 95%。

（2）本工程设计水平年应达到的防治目标为:

①水土流失治理度，即项目水土流失防治责任范围内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比，达到 98%;

②土壤流失控制比，即项目水土流失防治责任范围内容许土壤流失量与治理后每平方公里年平均土壤流失量之比达到 1.0;

③渣土防护率，即项目水土流失防治责任范围内采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量占永久弃渣和临时堆土总量的百分比，达到 97%;

④表土保护率，即项目水土流失防治责任范围内保护的表土数量占可剥离表土总量的百分比，达到 92%;

⑤林草植被恢复率，即项目水土流失防治责任范围内林草类植被面积占可恢复林草植被面积的百分比，达到 98%;

⑥林草覆盖率，即项目水土流失防治责任范围内林草类植被面积占总面积的百分比，达到 25%。由于本项目无法避让省级水土流失重点预防区，林草覆盖率提高 2 个百分点，即为 27%。

6.3 措施总体布局

6.3.1 总体布局

为了使因工程建设引起的水土流失降到最低程度，按照确定的“因地制宜、因害设防、防治结合、全面布局、科学配置”的防治思路，根据水土流失防治分区，在水土流失预测及分析评价主体工程中具有水土保持功能工程的基础上，把施工场地区和弃渣场区作为水土流失防治的重点区域。针对该项目施工建设活动引发水土流失

的特点和造成危害的程度，采取有效的水土流失防治措施，把水土保持工程措施与植物措施、永久措施和临时措施有机结合起来，并把主体工程中具有水土保持功能的工程纳入水土流失防治措施体系中，合理确定水土保持措施的总体布局，以形成完整、科学的水土保持防治措施体系。运用多种手段形成水土流失综合防治体系，最大限度地防治水土流失。水土流失防治措施体系具体见图 6-1。

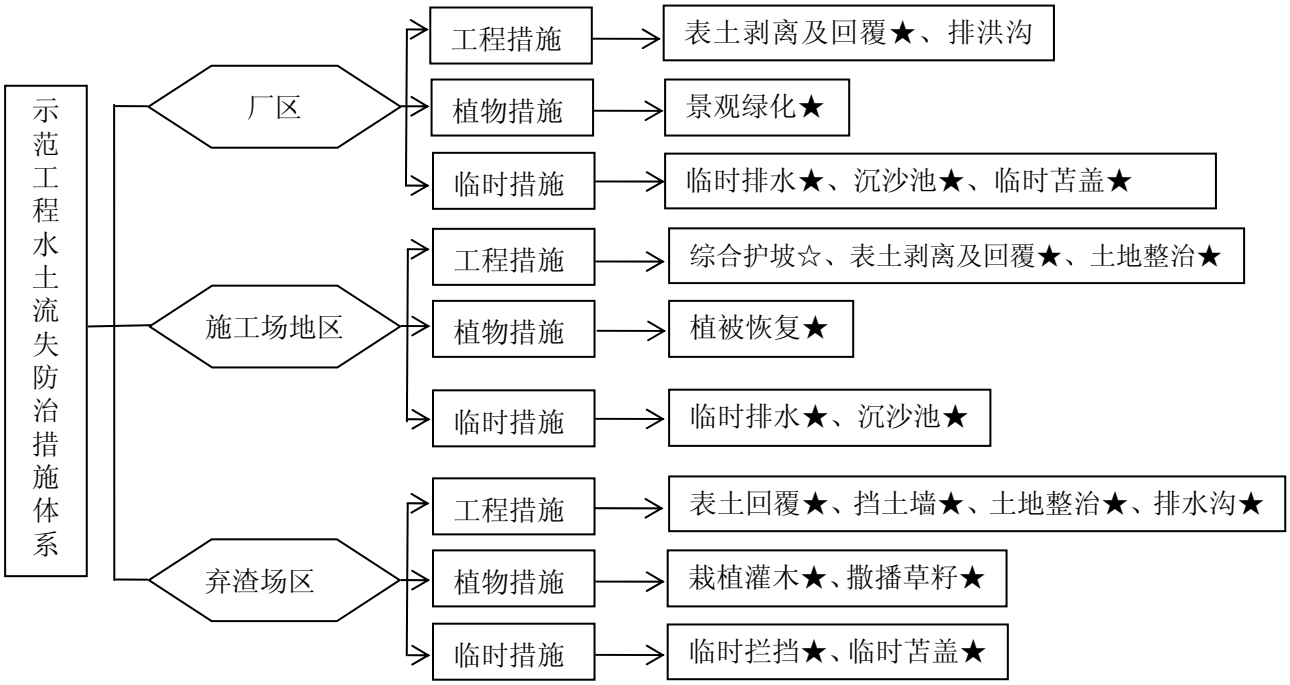
防治措施总体布局，要结合工程实际和项目区水土流失现状，在项目建设过程中注重生态环境保护，设置临时性水土保持措施，尽量减少施工过程中造成的人为扰动及产生的废弃物。按照“先拦后弃”的思路，对临时堆土优先布设编织土袋挡墙、排水设施等措施，利用这些工程措施的控制性和速效性，保证建设期弃土不流失，并且得到集中治理，有效控制水土流失；其次对各分区容易产生水土流失的部位，布设临时防护措施，并结合水土保持预防监督，加强对水土流失过程的控制。整个工程水土保持措施总体布局情况见表 6.2-1。分区防治措施总体布设图见附图 HNCJ -HD-05。

表 6.2-1 水土保持措施总体布局情况表

防治分区	措施类型	措施名称
厂区	工程措施	表土剥离及回覆★、排洪沟☆
	植物措施	景观绿化★
	临时措施	临时排水★、沉沙池★、临时苫盖★
施工场地区	工程措施	综合护坡☆、表土剥离及回覆★土地整治★
	植物措施	植被恢复★

防治分区	措施类型	措施名称
	临时措施	临时排水★、沉沙池★
弃渣场区	工程措施	表土回覆★、挡土墙★、土地整治★、排水沟★
	植物措施	栽植灌木★、撒播草籽★
	临时措施	临时拦挡★、临时苫盖★

注：☆为主体设计已有措施，★为方案新增措施



6-1 水土流失防治措施体系图

6.3.2 设计原则及标准

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）和《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）的规定和要求，本工程水土保持措施设计采用以下标准及要求:

（1）工程措施设计标准

本工程厂区截排水措施防洪标准为百年一遇设计洪水频率，排水措施采用 5 年暴雨重现期。

（2）植物措施草树种优选及设计标准

1）立地条件分析

项目地处北热带海洋季风型气候，年平均气温 25℃，年平均降水量为 970mm; 土壤类型以滨海砂土为主。项目建设区大部分地表多为扰动后再塑地貌，下垫面结构松散，地表裸露。

2）草树种优选

根据当地自然条件和植被恢复的目标，同时考虑到核电工程建设特点，选择树种、草种时，既要考虑树草种的水土保持功能，又要兼顾绿化美化要求。因此在植物措施布设时，草树种的选择将遵循以下原则:

①水土保持植物措施设计贯彻“适地适树、适地适草、对位配置”的原则，提倡

种植当地乡土树种。

②植物措施设计既要考虑水土保持功能，还要考虑美化环境的功能，并将二者有机的结合。

③工程措施与植物措施互补性原则。对重点区域在工程措施的基础上辅以植物措施，以尽快恢复植被，达到以植物护工程，改善生态环境，提高植被覆盖度的目的。

④植物措施的配置要在符合核电厂要求上贯彻乔灌草结合的原则。

根据以上原则，通过分析项目区立地条件，根据树草种的生物学和生态学特性，选择植物种类为加勒比松、木麻黄、厚藤、狗牙根等，以充分发挥生态潜力，达到改善生态环境的要求。

3）植物措施设计标准

植物措施采用苗木和草种均选择Ⅰ、Ⅱ级标准，应具备生长健壮、枝叶繁茂、冠型完整、株型端正、色泽正常、根系发达完整、无病虫害、土球包装完整，无破裂或松散、无机械损伤等质量要求。其中乔木胸径达 8cm 以上，土球直径不小于 60cm，修剪定干培养 4 个生长周期以上，原生冠幅 1.5m 以上，具有 3 级以上分枝的苗木；灌木冠型圆满密实，苗高 1m 以上，冠径 0.6m 以上；草种纯度 90%，发芽率 85%以上。厂区植被恢复与建设工程级别为 1 级。其余防治区为 3 级。

（3）临时措施设计标准

临时措施主要包括临时拦挡、排水、沉沙等措施。临时措施的设计标准主要根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）及《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012），依照各个防治分区的建设内容，系统分析和研究各施工区临时措施的一般规定、使用条件、设计标准和要求。

（4）弃渣场等级及设计标准

本工程弃方量约 48.43 万 m^3（松方），共设置渣场 1 处，类型为平地型渣场，现状为荒地，面积约 7hm^2。

根据水土保持工程设计规范（GB 51018-2014），按照弃渣场堆渣量、堆渣最大高度以及弃渣场失事对主体工程或环境造成的危害程度，将本工程弃渣场等级确定为 5 级。由于本工程在海南省重点预防区内，拦挡工程和排洪工程防治标准提高一级。因此，拦渣工程为 4 级，排洪工程为 4 级，斜坡防护工程为 4 级。坡面截排水标准均采用 5 年一遇 10min 短历时设计暴雨。本工程弃渣场设计标准详见表 6.3-1。

表 6.3-1 弃渣场设计标准表

弃渣场名称	弃渣场类型	占地面积（hm^2）	弃渣量(万 m^3)		堆渣最大高度(m)	弃渣场失事对主体工程或环境造成的危害程度	渣场等级	挡渣墙级别	排洪工程级别	设计防洪标准[重现期（年）]		斜坡防护工程
			松方	自然方						设计	校核	
2#弃渣场	平地型	7	48.43	46.13	10	无危害	5	4	4	20~10	30~20	4

6.4 分区措施布设

本项目主体工程设计中对部分可能产生水土流失的部位进行了一些水土保持措施设计，设计标准基本可以满足水土保持要求。本方案根据各水土流失区域的特点以及各防治分区的具体情况，对水土保持措施进行补充设计，避免及减少施工过程中产生的水土流失。

6.4.1 厂区

（1）工程措施

1）表土剥离及回覆

考虑到场地绿化恢复植被时减少外调土的熟化费用和时间，有效保护地表熟土资源不流失、不浪费，因此在局部开挖前先对开挖地段表土进行剥离，并对剥离后的表土集中堆放于施工场地区，以用于厂区内绿化用覆土。由于弃渣场堆渣结束后，要对渣面进行整治覆土，所需覆土来源厂区剥离的表土。根据场地实际情况，以及主体设计的绿化面积，对厂区进行表土剥离，剥离厚度为 15cm，剥离面积为 6.9hm^2，表土剥离量为 1.04 万 m^3。其中厂区绿化回覆 0.5hm^2，回覆土方 0.075 万 m^3。其余为渣场回覆量。

2）排洪沟

主体工程设计了场内排水工程，可以有效地收集地表径流，使项目内汇水以有序的、安全的方式流出，减少雨水对地表的冲刷，具有一定水土保持功能。

场地平整后，在厂区的西、南侧修筑排洪沟，排洪沟按照百年一遇降雨设计，根据《海南昌江核电长可能最大降水研究计算报告》（广东省水利水电科学研究院，2008 年 8 月），厂址百年一遇 10min 历时设计暴雨为 56.7mm。

排洪沟材质为钢筋混凝土，规格为矩形。其中西侧设置排洪沟 296m，沟内宽度 2.5m，沟深 2.5m，南侧设置排洪沟 244m，沟内宽度 2.5m，沟深 2.5m。主体工程设计已满足厂区排水及水土保持要求，本方案不在另行设计。具体设计图见主体工程附图 14188001ZHS01-001~14188001ZHS01-002。

依据《室外排水设计规范（2016 年版）》GB 50014-2006，设计流量计算公式如下：

$$Q_m = 16.67\phi qF$$

式中：

Q_m——设计洪峰流量，m^3/s;

□——径流系数（取 0.90）;

q——设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度，mm/min，取 5.67mm/min;

F——坡面汇水面积，km^2。

根据下列公式进行过水能力计算:

$$Q = AC\sqrt{Ri}$$

$$C = \frac{1}{n}R^{1/6}$$

$$R = \frac{A}{\chi}$$

$$A = (b + mh)h$$

$$\chi = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

式中:

Q——渠道设计流量，m^3/s;

A——渠道过水断面面积，m^2;

C——谢才系数;

R——水力半径，m;

i——水力比降;

n——渠床糙率;

χ——湿周，m;

b——渠底宽，m;

h——水深，m;

m——边坡比。

排水沟计算结果见表 6.4-1。

表 6.4-1 排水沟设计参数表

项目	长度	集雨面积	径流系数	设计降雨强度	设计流量	过水能力	排水沟相关参数								
							底宽	深	边坡比	湿周	过水面积	水力半径	糙率	底坡	谢才系数
	（m）	F(km^2)	k	I（mm/h）	Q（m^3/s）	Qs（m^3/s）	b（m）	h（m）	m	x（m）	ω(m^2)	R	n	i	c
DE 段	244	0.65	0.9	340.2	0.55	7.60	2.500	1.980	0.200	6.838	5.734	0.839	0.015	0.0005	64.739
EF 段	296	0.65	0.9	340.2	0.55	7.60	2.500	1.980	0.200	6.838	5.734	0.839	0.015	0.0005	64.739

从上表可知，各出水口的过流均大于设计流量，排水沟设计尺寸符合排水要求。

（2）植物措施

本工程在主体工程设计时，已充分考虑了主厂区的安全因素，按照辐射防护、卫生、防火和安全保卫等方面的特殊要求，厂区划分为非绿化区和可绿化区。

保护区内为非绿化区，除道路、广场外，其余均采用碎石铺地。保护区外为可绿化区，可以栽种行道树、花木及加铺草坪等，以充分运用和发挥绿化功能，为职工提供良好的工作环境。为利于花草树木的成长，需在绿化地段的地表填筑 15cm 厚的耕植土壤。绿化面积为 0.5hm^2。

按照适地适树的原则，结合项目区的气候条件，选择合适的乔灌草中对可绿化区进行绿化。

乔木选择耐旱、抗风的加勒比松和木麻黄，灌木选择厚藤，草种选择狗牙根。乔木、灌木行间混交，乔木株距 2m，行距 4m，灌木株行距与乔木相同，对裸露地表满铺草皮。

按照先灌木、乔木后植草的顺序进行。乔灌木选择 2-3 年生带土球苗，雨季种植，整地规格 50cm×50cm×50cm，栽植时压实覆土，并浇透定根水。撒播草籽前耕翻土地，稍微耙细，撒播后覆细土 2-3cm，雨季播种。乔灌木用苗数量为 625 株，铺草皮面积 0.5hm^2。

（3）临时措施

1）临时排水沟

施工建设期，由于核岛和常规岛进行大规模土石方开挖，为了防止降雨冲刷临时渣土，对工程施工造成影响，拟在施工区周边布设临时排水沟，排水沟长度 215m，临时排水沟采用 M7.5 浆砌片石，并且用砂浆抹面，设计断面为梯形，断面尺寸为 0.7m×0.3m×0.4m（上口宽×底宽×深）。具体设计见附图 HNCJ -HD-07。

2）沉沙池

在临时排水出口处拟修建沉沙池进行泥沙沉淀处理，沉沙池要及时进行清淤。临时沉沙池和临时排水沟配合使用，共同防治厂区内的水土流失。本方案设计了 1 个沉沙池，建材采用砖块，规格为 4m×3m×2m（长×宽×高）。沉沙池底部沙砾垫层厚 0.2m，其进水口和出水口采用梯形断面。工程结束后，对沉沙池进行拆除，并回填夯实。经计算，沉沙池开挖土方 24m^3，回填土方 24m^3，砖块衬砌 11m^3，铺沙砾垫层 2.4m^3。沉沙池进水口和出水口采用矩形断面。具体设计见附图 HNCJ

-HD-08。

3）临时苫盖

对在厂区内临时堆放的绿化用土采用彩条布覆盖，防止降雨淋溶和大风吹扬，影响周边的环境，共需彩条布覆盖面积为 413m^2。

厂区水土保持工程量具体见表 6.4-2。

表 6.4-2 厂区水土保持工程量表

序号	工程名称	单位	数量	备注
	工程措施			
1	**表土剥离**	万 m^3	1.04	
2	表土回覆	万 m^3	0.075	
3	混凝土排洪沟	m	540	主体已有
4	雨水管道	m	3090	主体已有
	植物措施			
1	栽植乔木	株	315	
2	种植灌木	株	310	
3	铺草皮	hm^2	0.5	
	临时措施			
1	临时排水沟			
（1）	排水沟土方开挖	m^3	43	
（2）	M7.5 浆砌片石	m^3	239	
（3）	M7.5 砂浆抹面	m^2	797	
（4）	排水沟土方回填	m^3	43	
2	沉砂池			
（1）	沉砂池土方开挖	m^3	24	
（2）	沙砾垫层	m^3	2.4	
（3）	砌砖	m^3	11	
（4）	沉砂池土方回填	m^3	24	
3	临时苫盖	m^2	413	

6.4.2 施工场地区

（1）工程措施

1）浆砌片石骨架植草护坡

主体设计边坡防护措施主要布设在厂区南侧新增施工场地。施工场地目前厂坪设计标高为 20.00m-25.00m，高于厂区厂坪设计标高，场地平整后在北侧新形成 0~14m 高的边坡，长约 300m，场地边坡坡率 1:1.75，护坡采用浆砌片石骨架植草护坡形式，护坡面积约为 5442m^2。该措施能有效防治雨水对边坡的冲刷，保护边坡并

有效减少水土流失量，满足水土保持要求，本方案不再新增设计。见附图14188001GDS02-002-004。

2）表土剥离及回覆

施工场地原地貌为林草地，为了有效保护地表熟土资源不流失、不浪费，因此在开挖前先对开挖地段表土进行剥离，并对剥离后的表土集中堆放，以用于施工结束后绿化覆土。根据场地实际情况，表土剥离厚度为 15cm，剥离面积为 10hm^2，表土剥离量为 1.5 万 m^3。施工结束后，将剥离的表土回覆至绿化用地，回覆面积为 10hm^2。

3）土地整治

工程完工后，施工单位撤走后，施工场地需要恢复土地原有功能，该区域占地基本为林草地，应该首先进行土地整治，然后恢复植被。土地整治面积为 10hm^2。

（2）植物措施

按照适地适树的原则，结合项目区的气候条件，选择合适的乔灌草中对施工生产生活区进行绿化。

乔木选择耐旱、抗风的木麻黄、加勒比松，灌木选择厚藤，草种选择狗牙根混播。乔木、灌木行间混交，乔木株距 2m，行距 4m，灌木株行距与乔木相同，对裸露地表全面撒播植草。

按照先灌木、乔木后植草的顺序进行。乔灌木选择 2-3 年生带土球苗，雨季种植，整地规格 50cm×50cm×50cm，栽植时压实覆土，并浇透定根水。撒播草籽前耕翻土地，稍微耙细，撒播后覆细土 2-3cm，雨季播种。乔灌木用苗数量为 15 株/100m^2，草种用量为 80kg/hm^2。

施工场地区共种植加勒比松 5000 株，木麻黄 5000 株，厚藤 5000 株，种草面积 10hm^2，需要草籽 800kg。

（3）临时措施

1）临时排水

为了减轻地表径流对施工区的冲刷影响，尽快将雨水排走，不影响正常的施工准备，在施工区混凝土搅拌站的两侧开挖排水沟，将雨水全部顺畅地引入旁边的沟渠。排水渠采用断面尺寸为 0.7×0.3×0.3m（上口宽×底宽×深）的梯形渠；施工简单且易于后期恢复。排水沟长度约 100m。

2）沉沙池

布设临时沉沙池 1 个，断面尺寸和厂区的一致。

施工场地区水土保持工程量具体见表 6.4-3。

表 6.4-3 施工场地区水土保持工程量表

序号	工程名称	单位	数量	备注
	工程措施			
1	浆砌片石骨架植草护	m^2	5442	主体已有
2	表土剥离与回覆	万 m^3	1.5	
3	土地整治	hm^2	10	
	植物措施			
1	种植加勒比松	株	5000	
2	种植木麻黄	株	5000	
3	种植灌木	株	5000	
4	撒播植草	hm^2	10	
	临时措施			
1	临时排水沟			
（1）	排水沟土方开挖	m^3	15	
（2）	排水沟土方回填	m^3	15	
2	沉砂池			
（1）	沉砂池土方开挖	m^3	24	
（2）	沙砾垫层	m^3	2.4	
（3）	砌砖	m^3	11	
（4）	沉砂池土方回填	m^3	24	

6.4.3 弃渣场区

按照“先拦后弃”的原则，挡渣墙工程和渣场周边排水工程必须在弃渣开始前修筑完成。堆渣超过挡渣墙墙顶及达到每阶堆放平台的设计堆高高度后，尽快对堆渣坡面进行清理，满足设计堆渣坡度要求，并及时对渣堆坡面进行平整，完善排水措施，进行植物护坡等。

1.弃渣场稳定性分析

（1）渣体特性分析

渣体在堆积过程中主要通过运输汽车和推土机械的初步碾压，不同于水工结构中经过层层碾压的土石坝，所以渣体的密实性低，孔隙率高，对维持渣体稳定不利；堆渣过程中，弃渣从上向下倾倒，弃渣对挡渣墙具有一定的冲击力，对挡渣墙稳定不利。但随着时间推移，在自重及渗透水作用下会逐渐固结沉降，密实性会有所提高，这对渣体的稳定有利。

随着主体工程进度，在施工过程中逐层逐级弃渣，渣体会呈现不同的形象面貌。在施工期间，为保证安全弃渣和施工安全，必须保证渣体稳定，不发生滑坡和泥石流。主体工程开挖完工后，通过对渣体进行修整，使其最终体型满足设计要求。

（2）允许安全系数

由前面介绍可知，本工程弃渣场及弃渣场防护工程建筑物级别为 5 级，基础为土质地基，其抗滑、抗倾、地基承载力允许值按土质地基选取。根据《水土保持工程设计规范》等规定，弃渣场相关稳定安全系数允许值详见表 6.4-4。

表 6.4-4　弃渣场挡墙相关稳定安全系数允许值表

序号	工况	挡渣墙			渣体
		抗滑	抗倾覆	地基承载力	
渣场	正常运用工况	≥1.15	≥1.20	≥1.4	≤1.2
	非常运用工况	≥1.05	≥1.05	≥1.3	≤1.2

（3）稳定计算方法

①弃渣场稳定计算方法

弃渣场抗滑稳定计算采用不计条块间作用力的瑞典圆弧滑动法，计算公式如下：

$$K=\frac{\sum\{[(W\pm V)\sec a-ub\sec a-Q\sin a]\tan\varphi'+c'b\sec a\}}{\sum[(W\pm V)\sin a+Mc/R]}$$

式中：b——条块宽度，m;

W——条块重力，kN;

Q、V——水平和垂直地震惯性力，（向上为负，向下为正）；

u——作用于土条底面的孔隙压力，kPa;

a——条块的重力线与通过此条块底面中点的半径之间的夹角，（°）；

c'、ψ'——土条底面的有效应力抗剪强度指标;

Mc——水平地震惯性力对圆心的力矩;

R——圆弧

根据上述公式计算得到弃渣场正常运用工况和非常运用工况下的抗滑稳定安全系数 K 值分别为 1.452 和 1.129，满足要求。

（4）措施布设

1）工程措施

①挡渣墙

沿弃渣场坡西、南、北坡脚布设浆砌石重力式挡渣墙，顶宽为 30cm，底宽 90cm，基础埋深 30cm，坡比 1:0.4，高 150cm，长度为 900m。共需要浆砌块石 1053m^3。具体设计见附图 HNCJ -HD-09。

②坡脚排水沟

沿弃渣场坡东、南、北坡脚布设浆砌石排水沟，排出口与自然沟道顺接。排水沟断面为矩形，断面尺寸为 100cm×100cm（深×底宽），长度为 900m，共需要浆砌石 972m^3。具体设计见附图 HNCJ -HD-10。

③坡面排水沟

弃渣场分两级堆置弃渣，坡比为 1:1.75，第一级平台高 5m，第二级平台高 2.25m，平台之间设有马道，马道宽 2.5m。在马道内圈处设置浆砌石矩形排水沟，排水口顺接至坡脚排水沟。断面尺寸为 100cm×90cm（深×底宽），长度为 1060m，共需要浆砌石 954m^3。具体设计见附图 HNCJ -HD-11。

④土地整治

弃渣场堆渣结束以后，应该首先对坡面和渣顶进行整治，为绿化提供良好的基础，在渣面覆绿化客土 0.96 万 m^3，覆土来源于厂区剥离的表土。整治面积 6.4hm^2。

⑤坡脚挡渣墙稳定计算方法

A.挡渣墙（拦渣坝）抗滑稳定计算

抗滑稳定安全系数 Kc 算公式:

$$K_c = f \times \sum G / \sum H$$

式中: K_c——挡土墙沿基底面的抗滑稳定安全系数;

f——挡土墙基底面与地基之间的摩擦系数;

$\sum G$——作用在挡土墙上全部垂直于水平面的荷载（kN）;

$\sum H$——作用在挡土墙上全部平行于基底面的荷载（kN）。

B.挡渣墙抗倾稳定计算

抗倾稳定安全系数 K_0 计算公式:

$$K_o = \sum M_V / \sum M_H$$

式中：K_o——挡土墙抗倾覆稳定安全系数系数;

$\sum M_V$ ——对挡土墙基地前趾的抗倾覆力矩（KN-m）;

$\sum M_H$ ——对挡土墙基地前趾的倾覆力矩（KN-m）。

C.地基应力计算

地基应力的计算公式为:

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\sum M}{\sum G}$$

$$\sigma_{\min}^{\max} = \frac{\sum G}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)$$

式中：e——墙底用力的偏心距，m，e<B/6。

B——墙底宽度，m。

$\sum G$——作用在计算截面上的全部荷载的铅直分力之和，kN;

$\sigma_{\max}$、$\sigma_{\min}$——地基最大、最小应力，kN/m^2。

地基平均应力计算:

$$\sigma_{cp} = \frac{1}{2}\left(\sigma_{\max} + \sigma_{\min}\right) < [R]$$

式中：*[R]* ——地基允许承载力，取*[R]* =150KPa。

D.挡渣墙稳定计算方法

渣体坡脚挡土墙稳定计算方法采用北京理正软件设计研究院软件包—理正岩土计算软件，堆渣体防护设计参数采用综合内摩擦角，破裂面采用直线计算而得。

E.挡渣墙稳定计算成果

根据各渣场地形及堆渣特性，采用理正岩土计算软件计算渣场稳定系数见表6.4-5。

表 6.4-5 渣场挡渣墙稳定系数计算值表

拦挡工程	计算工况	挡渣墙				
		抗滑稳定	抗倾稳定	基底最小应力（Kpa）	基底最大应力（Kpa）	基底应力比
挡渣墙	正常工况	1.975	4.756	27.025	36.542	1.305
	非常工况	1.468	3.749	28.967	38.021	1.124

由计算可知，方案设计的挡渣墙能够满足拦挡需要。

⑥弃渣场排水沟过水能力验算

A.清水洪峰流量和排水沟过水能力计算详见 6.4.1 厂区排水沟计算公式。

B.计算结果

计算结果详见下表 6.4-6，设计的截排水沟能够满足排水需要。

表 6.4-6 渣场排水沟水力计算表

项目	长度	集雨面积	径流系数	设计降雨强度	设计流量	过水能力	排水沟相关参数								
							底宽	深	边坡比	湿周	过水面积	水力半径	糙率	底坡	谢才系数
	（m）	F(km^2)	k	I（mm/h）	Q（m^3/s）	Qs（m^3/s）	b（m）	h（m）	m	x（m）	ω(m^2)	R	n	i	c
坡脚排水沟	900	0.31	0.9	340.2	0.26	3.68	1.000	1.000	0.100	3.098	1.100	0.355	0.015	0.01	56.101
坡面排水沟	1060	0.21	0.9	340.2	0.18	3.21	0.900	1.000	0.100	2.998	1.000	0.334	0.015	0.01	55.520

2）植物措施

由于渣场区域降雨和风力较大，仅靠栽植乔木很难达到保持水土的目的，因此本方案拟在渣面撒播植草、栽植灌木，形成立体的防护体系，尽可能防止渣场水土流失。弃渣场植草护坡面积为 6.4hm^2，草种选择狗牙根绿化，播种量 80g/hm^2，共需要草籽 512kg。灌木选择厚藤，株行距 4.0m×4.0m，渣面共需栽植厚藤 4000 株。

3）临时措施

从施工场地区剥离的表土以及渣场渣面绿化需要的表土，临时堆放在弃渣场，用于后期施工场地复绿和渣面后期绿化使用，共 2.46 万 m^3，平均堆高 4m，堆放边坡为 1:1.5，四周用临时土袋挡墙拦挡，临时土袋挡墙断面采用梯形，高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1：1，砌筑土袋挡墙约 635m^3。具体设计见附图 HNCJ -HD-12。

对形成的坡面采用彩条布覆盖，防止降雨淋溶和大风吹扬，影响周边的环境，共需彩条布覆盖面积为 15986m^2。

弃渣场区水土保持工程量具体见表 6.4-7。

表 6.4-7 弃渣场区水土保持工程量

序号	工程名称	单位	数量
	工程措施		
1	浆砌石挡墙	m^3	1053
2	浆砌石排水沟	m^3	1926
3	表土回覆	m^3	0.96
4	土地整治	hm^2	6.40
	植物措施		
1	栽植灌木	株	4000
2	撒播草籽	hm^2	6.40
	临时措施		
1	临时土袋挡墙	m^3	635
2	彩条布覆盖	m^2	15986

（5）弃渣场地质勘查情况

2#弃渣场堆填前附近原始地貌主要为台地地貌，地面标高约 9～12m，主要为中砂出露，下伏地层主要为中砂、砾砂、黑云母花岗岩及石英闪长岩。岩土层自上而下层厚分别为：中砂层均有分布，厚约 5～7m，砾砂层分布在部分位置，厚约 2～3m，全风化岩层分布于部分位置，厚约 2～3m，强风化岩层均有分布，厚约 1～5m。目前，2#弃渣场堆填后顶部高程约为 28～37m，坡顶与坡脚高差约 19～27m，坡角:19～26°（坡率约 1:3.0～1：2.0）。

2#弃渣场南、北两侧为稻田和水沟，无居民居住点，顶部种植有松树（图 4.2-3），植被较为发育，根系深度一般不超过 1.0m；弃渣场边缘大部分地段由雨水冲刷形成较多沟槽，深度一般 0.2～0.5m，部分地段超过 1.0m，沟槽最大宽度超过 4.0m。砌筑挡土墙高度一般 1.0～1.50m，由于大气降水对上部弃土的冲刷影响，部分地段挡墙已被填土掩埋。

弃渣场地下水主要为松散岩类孔隙水，赋存于填土及第四系地层中，勘察期间测得稳定水位埋深 1.60～28.70m（标高-1.80～18.72m）。

6.4.4 水土保持工程量汇总

厂区：表土剥离 1.04m^3，回覆 0.075 万 m^3，排洪沟 540m（主体已有），雨水管道 3090m（主体已有），栽植乔灌木 625 株，铺草皮 0.5hm^2，临时排水沟 215m，沉沙池 1 座，临时苫盖 413m^2。

施工场地区：浆砌片石骨架植草护坡 5442m^2（主体已有），表土剥离与回覆 1.5 万 m^3，土地整治 10hm^2，种植乔灌木 15000 株，撒播植草 10hm^2，临时排水沟 100m，沉沙池 1 座。

弃渣场区：浆砌石挡墙 1053m^3，浆砌石排水沟 1926m^3，表土回覆 0.96 万 m^3，土地整治 6.4hm^2，栽植灌木 4000 株，撒播草籽 6.4hm^2，临时土袋拦挡 635m^3，临时苫盖 15986m^2。

表 6.4-8 水土保持工程量汇总表

防治分区	措施种类	措施名称	单位	工程量	备注
厂区	工程措施	表土剥离	万 m^3	1.04	
		表土回覆	万 m^3	0.075	
		排洪沟	m	540	主体已有
		雨水管道	m	3090	主体已有
	植物措施	栽植乔木	株	315	
		种植灌木	株	310	
		铺草皮	hm^2	0.5	
	临时措施	临时排水沟	m	215	
		沉沙池	座	1	
		临时苫盖	m^2	413	
施工场地区	工程措施	表土剥离与回覆	万 m^3	1.5	
		土地整治	hm^2	10	
		浆砌石骨架植草护坡	m^2	5442	主体已有
	植物措施	栽植乔木	株	10000	

防治分区	措施种类	措施名称	单位	工程量	备注
		种植灌木	株	5000	
		撒播草籽	hm^2	10	
	临时措施	临时排水沟	m	100	
		沉沙池	座	1	
弃渣场区	工程措施	浆砌石挡墙	m^3	1053	
		浆砌石排水沟	m^3	1926	
		表土回覆	m^3	0.96	
		土地整治	hm^2	6.4	
	植物措施	种植灌木	株	4000	
		撒播草籽	hm^2	6.4	
	临时措施	临时土袋挡墙	m^3	635	
		彩条布临时苫盖	m^2	15986	

6.5 施工要求

6.5.1 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。

浆砌石、混凝土截排水沟、跌水消能：施工先后步骤为施工放样、沟槽开挖、浆砌石砌筑或浇筑混凝土、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。

浆砌石骨架护坡、挡土墙：施工前应修整好坡面，清除浮土，填补坑凹，使坡面大致平整。砌筑前应按设计型式、尺寸挂线放样，开挖沟槽。护坡施工采用机械及人工挖基，人工刷坡，砌筑前，将基底平整夯实，检查合格后方可进行砌筑。如基坑内有水，先将水排走或挖集水井抽水，确保基槽在无水条件下进行砌筑。用挤浆法分层分段进行砌筑。先砌外圈定位砌块，并与里层砌块交错连成一体。定位砌块用表面较平整尺寸较大的石料，定位砌缝满铺砂浆，不得镶嵌小石块。定位砌块砌完后，先在圈内底部铺一层砂浆，其厚度应使石料在挤压安砌时能紧密连接，且砌缝砂浆密实饱满。浆砌片石嵌入边坡内 0.2m，以防表水灌入。护坡沿线路方向每隔 10～20m 设伸缩缝一道，缝宽 0.02m，缝内堵塞沥青麻筋，深度不小于 0.2m。勾

缝采用平缝压槽工艺。

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。

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

表土剥离：施工前定线划定区域。采用推土机剥离耕地园地表层 30cm 厚表土、人工开挖林草地 15cm 厚表土，并由汽车运输至指定区域集中存放。

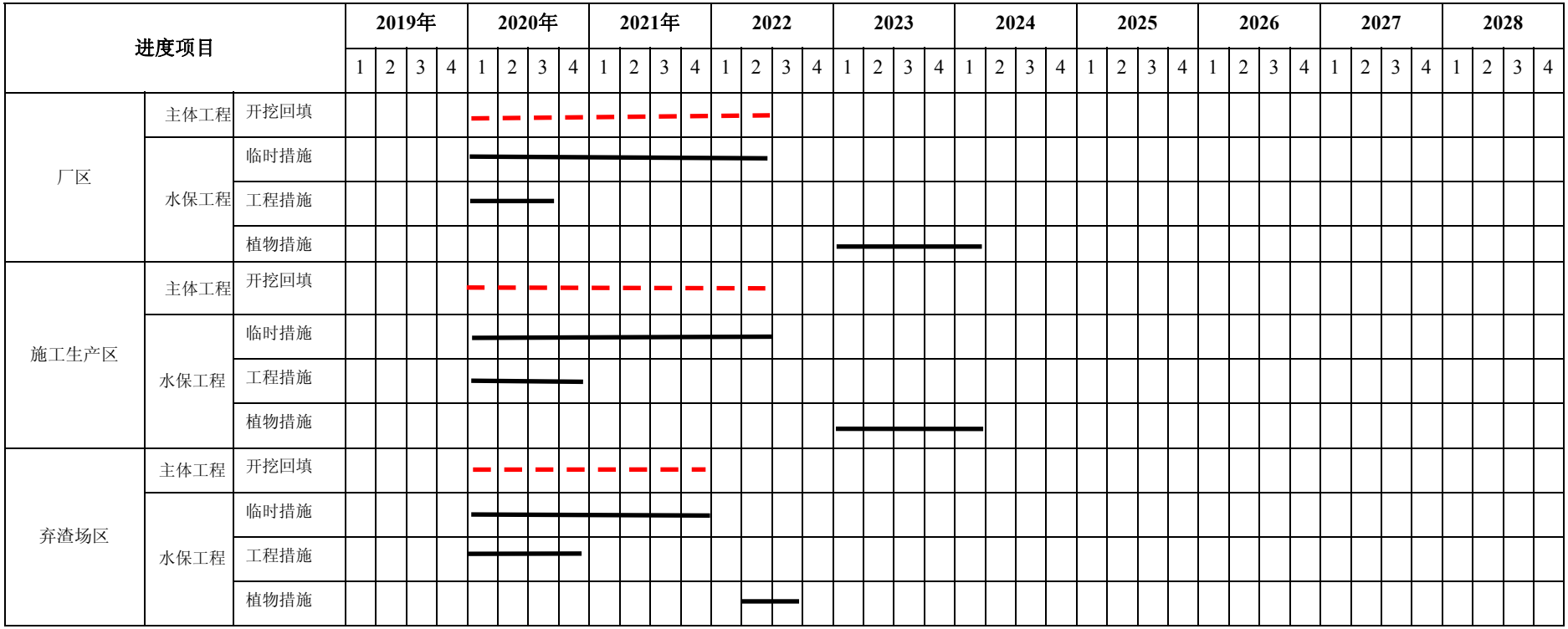
临时排水沟：施工前进行沟底定线，沟槽采用人工开挖，并对边坡、坡底拍实，确保边坡稳定、平实。

临时沉沙池（泥浆池）：施工前定位、定线，采用人工开挖，并对边坡、坡底拍实，确保边坡稳定、平实。沉沙池池内覆盖土工膜，压实，防止渗漏。

对临时堆放的砂石料、土方应及时采取拦挡、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。

6.5.2 施工进度

本项目水土保持措施实施进度与主体工程建设相适应，根据主体工程施工进度及水土保持工程特点，确定完成全部防治工程的期限和年度计划。具体安排时，一是要在可能产生水土流失的地段采取防治措施；二是部分工程在主体工程建设前就要预先布设水土保持措施；三是主体工程完工后要采取水土保持植物措施；四是水土保持措施在安排时序上一般先采取临时措施，其次为工程措施，最后是植物措施。



注：　表示主体工程进度　　表示水保工程进度

图5-2　水土保持工程施工进度双线横道图

7 水土保持监测

7.1 监测范围和时段

7.1.1 监测范围与分区

本工程水土保持监测范围是以该工程的水土流失防治责任范围为准，根据工程建设的实际情况，至设计水平年本工程的水土流失防治责任范围。

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240－2018）的规定，结合水土流失防治责任范围，分析确定监测范围及其分区。本项目监测范围为本工程水土流失责任范围 28.25hm^2。水土保持监测范围见表 7.1-1。

表 7.1-1　　水土保持监测范围

工程分区	
防治责任范围分区	厂区防治区
	施工场地防治区
	弃渣场防治区

7.1.2 监测时段

根据《生产建设项目水土保持技术标准》监测时段应从施工准备期开始，至设计水平年结束。为了及时了解和掌握工程建设中水土流失状况和水土保持措施实施效果，水土保持监测必须与主体工程同步实施。根据主体工程建设进度安排，结合水土保持措施特点，本工程水土保持监测时段应从施工期开始，至投产后当年，即 2019 年 7 月至 2025 年 12 月。

7.2 监测内容、方法、监测频次

7.2.1 监测内容及监测重点

1、监测内容

水土保持监测的主要内容包括: 工程建设扰动、损坏土地面积、水土流失灾害隐患、水土流失及造成的危害、水土保持工程建设情况、水土保持措施实施情况及效果、弃渣场水土流失情况、建设单位水土保持管理等方面的情况。

（1）施工准备与施工期

在工程施工之前，结合项目区的实际情况，对水土保持监测范围的地形地貌、地面组成物质、植被、气象、水文、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，掌握项目建设前水土流失背景状况。

工程建设中水土保持监测采取定点地面观测以及实地调查等方法，对工程建设区开展水土保持监测。以定点监测为主，项目有面蚀、沟蚀等，通过布设雨量站、水土流失观测小区、标准地等措施，监测水土流失状况和水土保持效益，分析掌握各项目分区水土流失状况、林草生长状况以及水土保持措施实施效果。宏观调查监测的内容主要有施工区的水土流失状况、水土保持设施的运行情况以及水土保持措施的生态环境效益，出现问题，及时采取补救措施。

工程监测的主要内容具体为:

1）水土流失防治责任范围、扰动面积监测

建设项目的防治责任范围包括项目建设区和直接影响区。项目建设区分为永久征占地和临时占地，永久征占地面积在项目建设前已经确定，施工阶段及项目运行阶段保持不变，临时占地面积及直接影响区的面积则随着工程进展有一定变化，防治责任范围动态监测主要是通过监测临时占地和直接影响区的面积，确定施工期防治责任范围面积。

2）项目区与水土流失相关的气象、水文因子的监测

①降雨量;

②气温、风、水位、流量、泥沙量等，不单独监测，可参照当地气象监测资料。

3）项目区水土流失因子的监测

①地形、地貌、植被扰动面积的变化;

②复核建设项目占地面积、扰动地表面积;

③复核项目挖方、填方数量、面积和各施工阶段产生的存弃渣量及堆放面积;

④项目区林草覆盖度。

4）弃土水土流失状况的监测

①弃渣场的水土流失面积、流失量及程度的变化情况;

②堆渣坡面的水土流失面积、流失量及程度的变化情况;

③水土流失对周边和下游地区造成的危害及其变化趋势。

5）水土流失防治效果的监测

①水土保持防治措施（工程措施和植物措施）的数量和质量;

②林草的生长发育情况（树高、乔木胸径、乔灌冠幅）、成活率、保存率、抗性及植被覆盖率;

③工程防护措施的稳定性、完好程度和运行情况;

④已实施的水土保持措施效益（保土效果）监测，包括控制水土流失量、提高拦渣率、改善生态环境的作用等。

（2）自然恢复期

主要监测包括拦渣工程、护坡工程、土地整治工程、临时防护工程、植被建设等措施的数量和质量、林草的生长发育状况等。

2、水土保持监测的重点

水土保持监测的重点包括：水土保持方案落实情况，扰动土地及植被占压情况，水土流失动态监测，水土保持措施实施情况，水土流失防治效果、弃土弃渣情况和防治责任范围，水土保持责任制度落实情况等。

根据水土流失预测结果，结合项目建设和重点防治区域的划分以及水土流失特点，确定该项目水土保持监测的重点地段为：厂区防治区、施工场地防治区、弃渣场防治区。

（1）厂区防治区：施工过程中，水土流失状况、表土剥离实施情况、水土保持临时措施实施情况及恢复期的水土保持效果;

（2）施工场地防治区：重点监测水土流失状况及恢复后水土保持生态效益;

（3）弃渣场防治区：渣体的稳定性，渣面、坡面水土流失量。

7.2.2 监测方法

1、监测方法概况

本工程水土保持监测采用地面定位观测、调查监测法和场地巡查、无人机监测相结合的方法。在防治责任范围内，对水土流失较大的区域进行无人机结合地面观测；水土流失影响较小的区域，采用调查监测和地面巡查。

（1）地面定位观测：主要是监测水土流失量，对于扰动面、弃土弃渣等形成的水土流失坡面。在项目区防治责任范围内，水土流失影响较大的区域，通过布设观测点进行定时观测或采样分析，从而获得监测数据资料。根据实地勘察，确定在厂区防治区、施工场地防治区、弃渣场防治区布设简易的水土流失监测点。对水土流失量变化情况，水土流失程度变化情况和各项防治措施的拦渣保土效果采用地面观测法。

（2）调查监测法：主要是由监测人员进行实地调查、量测记录。在项目区防治责任范围内，水土流失影响较小的区域，可以采用调查监测法。一般经过询问调查、收集资料、典型调查、普查、抽样调查、数据处理和资料整理汇编等过程。

（3）巡查监测：对于施工中临时堆土变化比较快，定位困难的线形分部工程区采用现场巡查监测，可以及时采取措施，控制可能发生的水土流失。

（4）无人机监测

定期用无人机对防治责任范围内水土流失状况进行监测，利用影像资料详细分析施工期间工程对土地扰动情况、植被破坏情况、水土流失状况。

2、具体监测方法实施

（1）气象水文监测

1）降雨量的监测，以收集工程区内或临近区域已有气象站的气象观测资料数据为主;

2）水位、流量、泥沙量等，以收集工程或临近区域观测资料数据为主;

3）气温（采用专用温度计）、风速（采用专用风速仪）、湿度（采用干湿球法）等，参照当地气象监测资料。

（2）水土流失因子的监测

项目建设区水土流失因子采用 SL277－2002《水土保持监测技术规程》中 7.4 规定的调查和量测的监测的方法。

1）地形、地貌、植被的扰动面积、扰动强度的变化

采用实地勘测、线路调查、地形测量等方法，结合 GIS 和 GPS 技术的应用，对地形、地貌、植被的扰动变化进行监测。

2）复核建设项目占地面积、扰动地表面积

采用查阅业主征地文件资料，结合高精度 GPS 和 GIS 技术，沿扰动边际进行跟踪作业，结合实地情况调查、地形测量分析，进行对比核实，计算场地占用土地面积、扰动地表面积。

3）复核项目挖方、填方数量及面积和各施工阶段产生的弃土、弃石、弃渣量及堆放面积

采用查阅设计文件资料，结合实地情况调查、地形测量分析，进行对比核实，计算项目挖方、填方数量及面积和各施工阶段产生的弃土、弃石、弃渣量及堆放面积。人工开挖与填方边坡坡度、存弃渣体高度等采用地形测量法。

4）项目区林草覆盖度

采用抽样统计和调查、测量等方法，并结合 GIS 和 GPS 技术的应用进行监测，即

选择有代表性的地块，分别确定调查地样方，并进行观测和计算。

项目区林草覆盖度利用高精度 GPS 定位，结合 GIS 分析技术，采用抽样调查和测量等方法进行监测。即选择有代表性的地块，确定调查地样方，先现场量测、计算郁闭度（或盖度），再计算出场地的林草覆盖度。具体方法为:

①林地郁闭度的监测采用树冠投影法。在典型地块内选定 20m×20m 的标准地，用皮尺将标准地划分为 5m×5m 的方格，测量每株立木在方格中的位置，用皮尺和罗盘测定每株树冠东西、南北方向的投影长度，再按实际形状在方格纸上按一定比例尺勾绘出树冠投影，在图上求出林冠投影面积和标准地面积，即可计算林地郁闭度。

②灌木盖度的监测采用线段法。用测绳或皮尺在所选定样方灌木上方水平拉过，垂直观察灌丛在测绳上的投影长度，并用卷尺测量。灌木总投影长度与测绳或样方总长度之比，即为灌木盖度。用此法在样方不同位置取三条线段求取平均值，即为样方灌木盖度。

③草地盖度的监测采用针刺法。用所选定样方内，选取 2m×2m 的小样方，测绳每 20cm 处用细针（φ=2mm）做标记，顺次在小样方内的上、下、左、右间隔 20cm 的点上，从草的上方垂直插下，针与草相接触即算有，不接触则算无。针与草相接触点数占总点数的比值，即为草地盖度。用此法在样方内不同位置取三个小样方求取平均值，即为样方草地的盖度。

④林地的郁闭度或灌草地的盖度计算公式为:

$$D=\sum_{i=1}^{n}\frac{Fi}{Fe}$$

式中：D－－林地的郁闭度（或草地的盖度），%;

F_i－－样方面积，m^2;

F_e－－样方内树冠（或草冠）的垂直投影面积，m^2。

⑤项目建设区内各种类型场地的林草植被覆盖度（C）计算公式为:

$$C=\frac{f}{F}$$

式中：C－－林木（或灌草）植被的覆盖度，%;

F－－类型区总面积，km^2;

f－－类型区内林地（或灌草地）的垂直投影面积，km^2。

本次纳入计算的林地（或草地）面积，其林地的郁闭度或草地的盖度取大于 20%。

样方规格乔木林为 60m×20m，灌木林为 10m×10m，草地为 2m×2m。本次监测采用的 GPS 定位和 GIS 技术，具有对监测对象的位置、边界准确定位的高精度特性，可在实地调查基础上，结合对地形图件和施工图件的综合分析，提取建设项目占地面积、地表位置及变化情况的数据信息准确可靠。

（3）水土流失状况的监测

水土流失状况的监测包括存弃渣场、土石料场及其它人工挖填方坡面的水土流失面积、流失量、程度的变化情况（包括坡面水土流失、重力侵蚀等）及对周边和下游地区造成的危害及其趋势。通过对《方案报告书》预测的重点流失区的典型调查和抽样调查，获得现状监测资料，并进行各次监测成果的对比分析，以及与原预测成果的对比。

1）水蚀量监测

工程建设区扰动地表、弃渣等施工活动引起的水土流失量，以及变化情况，可通过典型调查、小区观测法、简易水土流失观测场法，以及简易坡面量测法等地面观测方法进行监测。本次坡面水蚀量监测主要采用简易水土流失观测场法或简易坡面量测法进行监测。

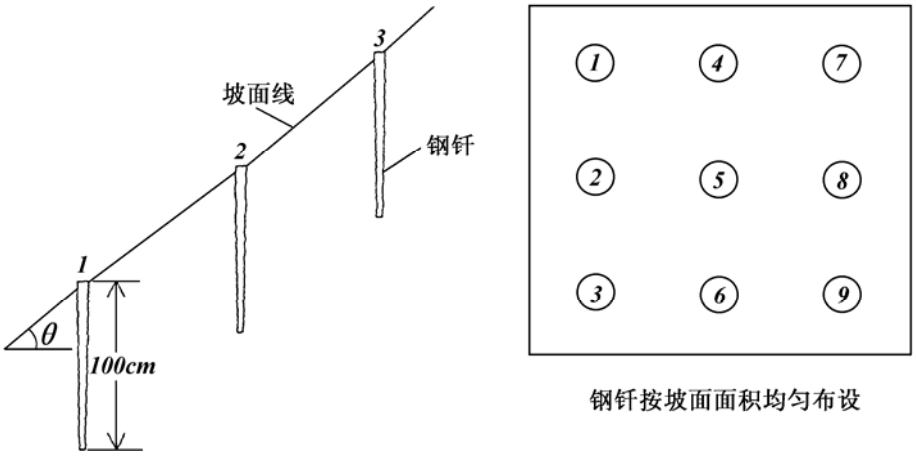


图 7－1 水土流失观测场示意图

①简易水土流失观测场法：主要适用于弃渣场等分散堆积场地及边坡。布设样地规格为 5m×20m。将直径 0.5－1cm、长 50－100cm 的钢钎，在选定的坡面样方小区按照 1m×5m 的间距分纵横方向共计 20 支钢钎垂直打入地下，使钢钎钉帽与坡面齐平，并在钉帽上涂上油漆，编写编号（图 6-1）。以后，在每次暴雨后和汛期结束，观测钉帽距地面的高度，以此计算土壤侵蚀厚度和总的水土流失数量。计算公式为：

$$A=ZS/1000\cos\theta$$

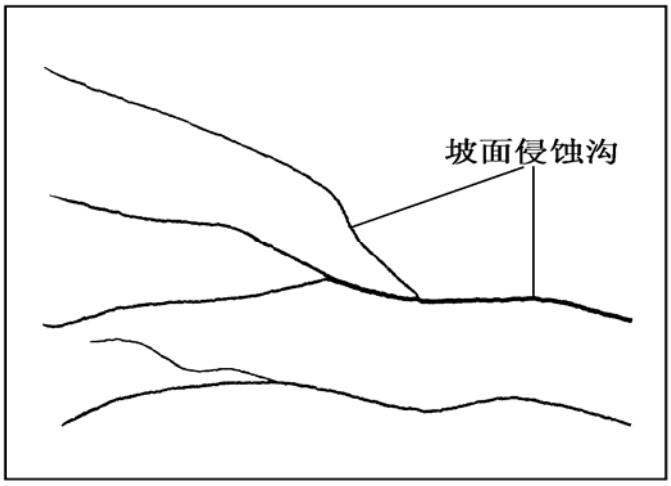
式中：A－－土壤侵蚀数量（m^3）；

Z－－侵蚀厚度（mm）；

S－－水平投影面积（m^2）；

θ－－斜坡坡度。

②简易坡面量测法：主要适用于公路边坡土质开挖面、土或土石混合或粒径较小的石砾堆等坡面的水土流失量的测定。在选定的坡面，量测坡面形成初的坡度、坡长、坡面组成物质、容重等，并记录造成侵蚀沟的每次降雨。在每次降雨或多次降雨后，量测侵蚀沟的体积，得出沟蚀量，并通过沟蚀占水蚀的比例（50%～70%），计算水土流失量（图 6－2）。当观测坡面能保存一年以上时，应量测至少一年的流失量。



通过量测坡面侵蚀沟的体积，按沟蚀占水蚀的比例（50—70%）计算坡面水土流失量

图 7－2 水土流失简易坡面量测场示意图

③沉沙池法：为了防止径流将冲刷的坡面泥沙携带出设定的监控范围，坡面下设置蓄水池、在堆渣体的坡脚周边设置沉砂池、在排水上建设沉沙池等，这些收集径流和泥沙的设施就是泥沙收集。

2）土壤性质指标量测

涉及的土壤性质指标（容重、含水量、抗蚀性等）观测方法采用土壤理化分析手册和国家有关技术规范规定的标准方法。

（4）水土保持设施效果的监测

水土保持措施实施效果监测，采用抽样调查的方式进行。对于工程防治措施，主要调查其稳定性、完好程度、质量和运行状况，按照 SL277－2002《水土保持监测技术规程》中 7.4.3 规定的方法，并参照 GB/T15772－2008《水土保持综合治理 规划通则》、GB/T16453.1～16453.6－2008《水土保持综合治理 技术规范》的规定；植物措施主要

调查其林草的存活率、生长发育情况（林木的树高、胸径、冠幅）、抗冻性及其植被覆盖度的变化，采用 SL277－2002《水土保持监测技术规程》中 6.5.1~6.5.4 和 7.4.4 规定的方法，参照 SL 419-2007 中规定的方法。

水土流失防治效果监测主要通过实地调查、抽样调查和核算的方法进行。

水土保持措施的保土效益按照 GBT15774-2008《水土保持综合治理　效益计算方法》进行；拦渣效益通过量测实际拦渣量进行计算。

1）水土保持防治措施效果监测

全面调查水土流失防治措施，监测项目区水土流失防治措施的数量和质量，如植物措施成活率、保存率和生长情况及覆盖度；工程措施的稳定性、完好程度、运行情况和拦渣蓄水保土效果；开挖、填方边坡的防护情况及稳定情况；耕地恢复面积和恢复质量情况等。

2）水土流失防治六项指标

为项目的水土保持专项验收提供数据支持和科学依据，监测结果应计算出工程的水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率和林草覆盖率等六项防治指标值。

① 水土流失治理度

根据实地调查及资料分析，统计水土流失面积，用水土保持防治措施面积相除，得出水土流失治理度。

② 土壤流失控制比

根据定位监测的流失量，分析计算各类型区的土壤侵蚀量，计算各区域的土壤流失控制比，采用加权平均方法，计算该工程项目的土壤流失控制比。

③ 渣土防护率

根据调查、量测及统计分析，计算出项目水土流失防治责任范围内采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量占永久弃渣和临时堆土总量的百分比。

④ 表土保护率

根据调查、量测及统计分析，计算出项目水土流失防治责任范围内保护的表土数量占可剥离表土总量的百分比。

⑤ 林草植被恢复率

根据调查、量测等方法统计出实施植物措施面积，计算林草植被恢复率。

⑥ 林草覆盖率

用已实施的植物措施面积与防治责任范围面积相除，计算林草植被恢复率。

（5）无人机监测

定期用无人机对项目水土流失状况进行监测，利用影像资料详细分析施工期间工程项目水土流失防治责任范围、扰动地表面积、弃渣场的设置、植被破坏情况、水土保持措施实施等情况。

7.2.3 监测频次

调查监测应根据监测内容和工程进度确定监测频次。弃土面积、正在实施的水土保持措施建设情况、扰动地表面积等至少每月调查记录 1 次；施工进度、水土保持植物措施生长情况至少每季度调查记录 1 次；水土流失灾害事件发生后 1 周内完成监测。水土保持监测情况和实施计划表见表 7.2-1。

表 7.2-1　　水土保持监测实施计划表

监测区域	监测内容	监测方法	监测频次
厂区	水土流失量变化	定位监测/沉砂池法	4-9 月 1 次/月，其余两个月 1 次
	扰动地表面积、林草覆盖度、水土流失面积变化	采用普查调查	每季度 1 次
	对周边地区造成的危害情况	选取大暴雨后进行，采用调查和量测	4-9 月 1 次/月
	防护工程的稳定性、完好程度和运行情况	详细普查	每季度 1 次
施工场地区	水土流失量变化	定位监测/沉砂池法	4-9 月 1 次/月，其余两个月 1 次
	扰动地表面积、林草覆盖度、水土流失面积变化	采用普查调查	每季度 1 次
	对周边地区造成的危害情况	选取大暴雨后进行，采用调查和量测	4-9 月 1 次/月
	防护工程的稳定性、完好程度和运行情况	详细普查	每季度 1 次
弃渣场区	弃渣量及堆放面积	实地量测	4-9 月 1 次/月
	水土流失量变化、水土流失程度变化	定位监测/简易小区	4-9 月 1 次/月
	防治措施的拦渣保土效果	选取大暴雨后进行，采用调查和量测	每季度 1 次

7.3 监测点布设

按照《生产建设项目水土保持技术标准》的要求，选择的监测点要符合国家水土保持监测网络布局的要求，在 3 个二级防治分区合理布设固定监测点。

（1）布设原则

①根据工程总体布置情况和各水土流失防治区内的水土保持重点监测内容，分区分时段布设水土保持监测点；

②在整个项目区内监测点布设统一规划，选取预测新增水土流失量较大，具有代表性的项目和区域;

③根据水土流失防治重点区的类型、监测的具体目标，合理确定监测点。监测点应布设在水土流失危害较大的工程单元。

（2）监测点布设

根据监测点布设原则，本方案初步选定 4 个监测点，固定监测点详见表 7.3-1。具体设计见附图 HNCJ -HD-05。

表 7.3-1　　监测点分区布设汇总表

监测区域	监测地点	监测点数（个）
厂区	厂区挖填边坡、厂区排水沟的出口处	2
施工场地区	临时堆土	1
弃渣场区	弃土边坡	1
合计		**4**

7.4 实施条件和成果

7.4.1 监测设备、设施及监测人员

1 监测设备

为准确获取各项地面观测及调查数据，水土保持监测必须采用现代技术与传统手段相结合的方法，借助先进仪器设备，使监测方法更科学，监测结论更合理。如利用全球定位系统（GPS）、全站仪对渣场形态变化进行动态监测，用地理信息系统（GIS）建立动态监测数据库，无人机影像资料，用水样、土样分析仪器分析典型区沙量以及土壤养分等。监测仪器设备主要由有监测资质单位提供，主要监测仪器设备见表7.4-1。

表 7.4-1　　工程水土保持监测设备仪器汇总览表

序 号	设备名称	单　位	数 量	备　注
1	全站仪	套	1	定位、测量
2	手持式 GPS	套	2	
3	数码相机	台	1	记录影像资料
4	数码摄像机	台	1	
5	无人机	台	1	记录影像资料
6	自记雨量计	个	4	记录降水过程及雨量变化
7	雨量筒	个	8	
8	土壤水分快速测定仪	台	2	测不同深度土壤水分
9	皮尺或钢卷尺	个	4	测量距离和面积
10	烘箱	台	2	监测用具
11	机械天平	台	2	

序 号	设备名称	单　位	数 量	备　注
12	泥沙取样器	个	12	
13	量筒（1000mg）	个	6	
14	取样瓶（1000mg，紧口瓶）	个	20	
15	边界材料	M	2000	
16	钢钎	根	80	
17	抽式标杆	支	20	
18	易耗品			化学试剂等
19	监测车辆	部	1	租用往返于各监测点

2 监测设施

本项目水土保持监测共在厂区、施工场地区、弃渣场布设3个径流小区。主要监测设施工程量见表7.4-2。

表7.4-2　　地面监测设施工程量汇总表

监测点位	急流沟（槽）			径流池（沉沙池）			边墙			备注
	开挖	衬砌	水泥抹面	数量	开挖	衬砌	水泥抹面	长度	衬砌	
	m^3	m^3	m^2	个	m^3	m^3	m^2	m	m^3	
厂区	3	4	17	1	9	9.4	18	6	2.4	1 个测区
施工场地区	2	3	16	1	7	9.2	17	5	2	1 个测区
弃渣场区	2	3	16	1	7	9.2	17	5	2	1 个测区
合计	6	10	49	3	23	27.8	52	16	6.4	3 个测区

3 监测人员

按照有关要求，凡水利部批准的水土保持方案，在其实施过程中必须进行水土保持监测，监测人员必须是经过上岗培训的合格人员。

根据工程的实际监测工作量应配备2名监测人员，其中高级工程师1人，工程师1人。

7.4.2 监测成果

监测单位进场前编制监测实施方案，野外现状调查（项目区水土保持流失状况、背景值、土壤类型、土层深度、植被类型及覆盖度）。收集相关资料（地形图、土地利用现状图、社会经济状况等资料）。购买仪器设备，布设监测小区，并向水行政主管部门报送《生产建设项目水土保持监测实施方案》。

监测单位现场监测，采集各类数据并填写监测表格，同时对监测数据进行处理、分析。建设期因大风、暴雨或人为原因发生严重水土流失及危害事件的，应于事件发生后1周内报告有关情况。

该项目属于大型建设类项目，每次监测结束后，需对监测结果和原始调查资料数据

进行统计对比分析，做出简要评价，编写监测阶段分析报告、数据记录册、附图附件等及时报送业主与当地水土保持主管部门。进行一次资料整理及归档，编制监测简报，内容包括监测时间、地点、监测项目和方法、监测成果以及存在的问题和下一步水土流失防治的建议等，并报送工程建设单位、当地水土保持主管部门和上级水土保持监测管理机构备案。

1、水土保持监测报告

该项目水土保持报告包括以下内容:

1）综合说明：任务来源情况（包括合同签订），组织领导，监测计划确定，监测任务的组织实施（监测布点、现场监测），监督管理（监测资料的检查核定），监测结果分析，监测阶段报告，上级检查。

2）项目及项目区概况：叙述建设项目概况、项目区自然与社会经济情况、项目区水土流失及其防治情况等。

3）水土保持监测：监测原则、监测内容、监测方法、监测时段划分与监测点布设。

4）不同侵蚀单元土壤侵蚀模数的分析确定：原地貌不同土地类型土壤模数、不同扰动类型土壤侵蚀模数、不同防治措施土壤侵蚀模数的确定。

5）水土流失动态监测结果与分析：防治责任范围动态监测结果、弃土弃渣动态监测结果、地表扰动面积动态监测结果、土壤流失量动态监测结果、各地表扰动类型土壤流失量、水土流失防治动态监测结果。

6）防治达标情况：水土流失、防治综合评价和6项目标值达标情况，以及监测工作中的经验与问题。

2、有关监测表格

作为监测成果报告的附表，并对成果整编，形成成果整编册。

3、有关监测图件

主要包括：工程地理位置图、水土流失防治责任范围图、工程建设前期项目区水土流失现状图、水土保持措施布局图、工程竣工后项目区水土流失现状图等，作为监测成果报告的附图。

8 水土保持投资估算及效益分析

8.1 投资估算

8.1.1 编制原则及依据

8.1.1.1 编制原则

（1）本方案投资估算价格水平年以 2019 第一季度为准。

（2）人工单价、主要材料价格、施工机械台时费、估算定额、取费项目及费率应与主体工程一致。主体工程估算定额中未明确的，参照水利部《开发建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》、《水土保持工程概算定额》和当地现行价格。

（3）水土保持工程为主体工程的配套工程，主要由工程措施、植物措施和临时措施组成。

（4）编制深度与主体工程一致，按照可行性研究深度编制投资估（概）算。

8.1.1.2 编制依据

本工程水土保持方案费用估算编制的主要依据有:

（1）《海南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程可行性研究报告》中投资概算及经济效益章节;

（2）《核电厂建设项目投资估算和概算编制规定》中国核工业集团公司 2009 年;

（3）《水土保持工程概（估）算编制规定和定额》（水利部水总〔2003〕67 号文）;

①《开发建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》

②《水土保持工程概算定额》

③《施工机械台时费定额》

（4）水利部办公厅关于印发《水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法》的通知（办水总〔2016〕132 号）;

（5）《海南省物价局海南省财政厅海南省水务厅关于重新核定水土保持补偿费收费标准及有关问题的通知》（琼价费管〔2017〕487 号，2017 年 8 月 29 日）。

8.1.2 编制说明与估算结果

8.1.2.1 编制方法

本方案水土保持工程投资估算以《海南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程可行性研究报告》投资概算为主要依据，并根据国家有关水土保持的规程、规范、相关标准，结合本工程的具体情况进行编制。水土保持工程总投资分为工程静态投资和水土保持补偿费两大部分。其中，工程静态投资分为水土保持工程投资和基本预备费。水土保持工程投资由工程措施、植物措施、施工临时工程和独立费用四部分组成。

工程措施估算按方案设计工程量乘以工程单价进行编制。植物措施估算按方案设计苗木、草、种子等植物措施量乘植物措施单价进行编制。施工临时工程由临时防护工程和其他临时工程两部分组成，其中临时防护工程按方案设计的工程量乘以单价编制，其他临时工程按工程措施费与植物措施费合计的 2%编制。独立费用按照国家、行业相关规定、标准计列。

采用主体工程定额的标准（不足部分采用水保定额），计算人工、材料、机械台时费等基础单价，按费用构成的规定计算工程项目的单价。

8.1.2.2 费用构成

1 基础单价

1、人工预算单价

人工预算单价与主体工程保持一致。人工预算单价由基本工资、辅助工资和工资附加费三部分组成，人工费日预算单价为 75.84 元/工日，人工工时预算单价为 9.48 元/工时。

2、主要材料预算单价

工程措施和临时措施的主要和次要材料采用主体工程材料预算价格; 植物措施价格由当地市场价格加运杂费、采购及保管费组成。

计算公式：材料预算单价=（材料原价+包装费+运杂费）×（1+采购及保管费）

材料原价、包装费、运杂费按照当地价格计列。

材料采购及保管费按材料运到工地仓库价格的 5%（运输费）、2.3%（工程措施保管费）、1.1%（植物措施保管费）计算。

3、施工机械台时费

采用《水土保持施工程概算定额》附录中的施工机械台时费定额计算。

2 费用组成及费率

一、费用构成

水土保持工程投资费用构成如下:

建设项目
- 工程费
  - 工程措施
  - 植物措施
  - 临时防护措施
- 独立费用
- 预备费　（基本预备费）

（1）建筑工程、植物工程、临时工程的工程费由直接工程费（包括直接费、其他直接费和现场经费）、间接费、利润和税金组成;

（2）独立费用由建设管理费、科研勘测设计费、水土保持监测费、水土保持监理费、水土保持设施竣工验收费;

（3）预备费由基本预备费构成。

二、费率

水土保持工程措施单价由直接工程费、间接费、企业利润和税金组成、扩大费。其中直接工程费包括基本直接费（人工费、材料费、机械使用费）、其他直接费、现场经费。

（1）其他直接费：按基本直接费的百分率计算，本方案工程措施取 4%。

（2）现场经费：按基本直接费的百分率计算，本方案取 5% 。

（3）间接费：按直接工程费的百分率计算，土石方工程 5.5%。

（4）企业利润：按直接工程费和间接费之和的百分率计算，本方案工程措施取 7%。

（5）税金：按直接费、间接费、企业利润之和的百分率计算，本方案取本方案取 9%。

（6）扩大费：（直接工程费+间接工程费+企业利润+税金）×扩大费率。本方案扩大费率为 10%。

2、植物措施

水土保持工程措施单价由直接工程费、间接费、企业利润、税金和扩大费组成。

（1）其他直接费：按基本直接费的百分率计算，本方案植物措施取 2%。

（2）现场经费：按基本直接费的百分率计算，本方案取 4% 。

（3）间接费：按直接费的百分率计算，本方案取 3%。

（4）企业利润：按直接费和间接费之和的百分率计算，本方案植物措施取 5%。

（5）税金：按直接费、间接费、企业利润之和的百分率计算，本方案取 9%。

（6）扩大费：（直接工程费+间接工程费+企业利润+税金）×扩大费率。本方案扩大费率为 10%。

3、临时工程

临时工程包括施工场地拦挡、苫盖等措施，计算方法同工程措施。

其他临时工程按工程措施与植物措施投资之和的 2%计列。

4、独立费用

独立费用由建设管理费、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五项组成。

（1）建设管理费

按工程措施、植物措施、临时措施三部分之和的 2%计算。

（2）科研勘测设计费

水土保持方案编制费按照合同价计列；水土保持后续设计费按照实际工作量并参考同类地区同类项目计列。

（3）水土保持监理费

按照实际工作量并参考同类地区同类项目市场价格计列。

（4）水土保持监测费

施工期间水土保持监测费由人工费、监测土建设施费、消耗材料费、设备折旧费组成。

水土保持监测费=人工费+消耗材料费+折旧费

（5）水土保持设施竣工验收报告编制费

按照实际工作量并参考同类地区同类项目市场价格计列。

5、预备费

预备费按工程措施费、植物措施费、临时工程费、独立费用四部分合计的 6%计取。

6、水土保持补偿费

本阶段水土保持补偿费计征面积及标准按《海南省物价局海南省财政厅海南省水务厅关于重新核定水土保持补偿费收费标准及有关问题的通知》（琼价费管〔2017〕487 号，2017 年 8 月 29 日）计算。

8.1.3 估算成果

本项目水土保持总投资 1444.83 万元，其中工程措施投资 799.22 万元（其中，排洪沟 36 万元，雨水管道 500 万元和浆砌石骨架植草护坡 161.33 万元为主体已有投资），植物措施投资 175.55 万元，临时措施投资 50.56 万元，独立费用 292.41 万元，基本预备费 79.06 万元，水土保持补偿费 48.03 万元。

建设期各项水土保持工程费用均由工程基建投资中列支。

水土保持投资概算详见表 8.1-1 至表 8.1-15 及投资附表。

水土保持投资总概算详见表 8.1-1。

工程措施投资概算详见表 8.1-2。

植物措施投资概算详见表 8.1-3。

临时防护措施工程投资概算详见表 8.1-4。

独立费用概算详见表 8.1-5。

水土保持监测费用计算表 8.1-6。

水土保持补偿费概算详见表 8.1-7。

水土保持工程分年度投资概算详见表 8.1-8。

主要材料单价预算表详见表 8.1-9。

主要苗木单价预算表详见表 8.1-10。

机械台时费汇总详见表 8.1-11。

主要工程量汇总详见表 8.1-12。

主要材料用量汇总详见表 8.1-13。

主要工时汇总详见表 8.1-14。

水土保持工程单价汇总详见表 8.1-15。

附件 1：水土保持投资概算书。

表 8.1-1　　水土保持投资概估算总表　　单位：万元

序号	工程或费用名称	建安工程费	植物措施费		独立费用	合计	备注
			栽、种费	苗木种子费			
一	**第一部分　工程措施**					**799.22**	
1	厂区	541.82				541.82	排洪沟 36 万元，雨水管道 500 万元为主体已有投资
2	施工场地区	170.08				170.08	浆砌石骨架植草护坡 161.33 万元为主体已有投资
3	弃渣场区	87.32				87.32	
二	**第二部分　植物措施**					**175.55**	
1	厂区		1.76	9.99		11.76	
2	施工场地区		21.79	123.47		145.26	
3	弃渣场区		2.78	15.75		18.53	
三	**第三部分　临时措施**					**50.56**	
1	厂区	1.94				1.94	
2	施工场地区	0.23				0.23	
3	弃渣场区	28.90				28.90	
4	其他临时工程费	19.50				19.50	
	一～三部分合计					**1025.33**	
四	**第四部分　独立费用**					**292.41**	
1	建设管理费				20.51	20.51	
2	科研勘测设计费				68.00	68.00	
3	水土保持工程建设监理费				70.00	70.00	
4	水土保持监测费				73.90	73.90	
5	水保设施验竣工验收费				60.00	60.00	
	一～四部分合计					**1317.74**	
五	**基本预备费**					**79.06**	
六	**静态总投资**					**1396.80**	
七	**水土保持补偿费**					**48.03**	
	水土保持总投资					**1444.83**	

表 8.1-2　　工程措施投资估算表

	工程名称及费用	单位	工程量	单价（元）	合计（元）	备注
	第一部分　工程措施				**7992168.87**	
一	厂区				**5418160.72**	
1	表土剥离	m^3	10400	5.22	54248.56	
	表土回覆	m^3	750	5.22	3912.16	
2	排洪沟	m	540		360000.00	主体已有
3	雨水管道	m	3090		5000000.00	主体已有
二	**施工场地区**				**1700807.22**	
1	浆砌片石骨架植草护坡				1613263.41	主体已有
1.1	种草	m^2	3537	10.09	35675.36	
1.2	浆砌石护坡	m^3	5442	289.89	1577588.05	
2	表土剥离与回覆	m^3	15000	5.22	78243.12	
3	土地整治	hm^2	10	930.07	9300.70	
三	**弃渣场区**				**873200.93**	
1	浆砌石挡墙	m^3	1053	283.64	298676.03	
2	浆砌石排水沟	m^3	1926	269.19	518460.45	
3	土地整治	hm^2	6.4	930.07	5952.45	
4	表土回覆	m^3	9600	5.22	50112	

表 8.1-3　　植物措施投资估算表

序号	工程名称及费用	单位	工程量	单价（元）	合计（元）
	第二部分　植物措施				**1755514.05**
1	厂区				**117577.00**
1.1	灌木栽植费	株	310	14.27	4423.53
	灌木苗木费（厚藤）	株	310	9.95	3085.18
1.2	铺草坪栽植费	hm^2	0.5	100863.33	50431.67
	铺草坪苗木费	hm^2	0.5	43375.50	21687.75
1.3	乔木苗木费（加勒比松）	株	200	77.45	15490.60
	乔木苗木费（木麻黄）	株	115	68.97	7930.98
	乔木栽植费	株	315	42.07	13250.77
	穴状整地	个	315	4.05	1276.53
2	**施工场地区**				**1452594.65**
2.1	乔木苗木费（加勒比松）	株	5000	77.45	387265.00
	乔木苗木费（大麻黄）	株	5000	68.97	344825.00
	乔木栽植费	株	10000	42.07	420659.47
	穴状整地	个	10000	4.05	40524.75
2.2	撒播草籽栽植费	hm^2	10	6966.83	69668.25

序号	工程名称及费用	单位	工程量	单价（元）	合计（元）
	草籽苗木费	kg	800	85.68	68544.00
2.3	灌木栽植费	株	5000	14.27	71347.29
	苗木费（厚藤）	株	5000	9.95	49760.90
3	**弃渣场区**				**185342.39**
3.1	灌木苗木费（厚藤）	株	4000	9.95	39808.72
	灌木栽植费	株	4000	14.27	57077.83
3.2	撒播草籽栽植费	hm^2	6.4	6966.83	44587.68
	撒播草籽苗木费	kg	512	85.68	43868.16

表 8.1-4　　临时措施投估算表

序号	工程名称及费用	单位	工程量	单价（元）	合计（元）
	第三部分　　临时措施				**430731.61**
1	**厂区**				**19362.14**
1.1	临时排水沟				15635.79
	土方开挖	m^3	43	15.40	662.23
	土方回填	m^3	43	42.69	1835.78
	浆砌石	m^3	239	54.97	13137.78
1.2	沉砂池	座	1		1394.24
	土方开挖	m^3	24	15.40	369.62
	土方回填	m^3	24	42.69	1024.62
1.3	临时苫盖	m^2	413	5.65	2332.11
2	**施工场地区**				**2265.64**
2.1	临时排水沟				871.40
	土方开挖	m^3	15	15.40	231.01
	土方回填	m^3	15	42.69	640.39
2.2	沉砂池	座	1		1394.24
	土方开挖	m^3	24	15.40	369.62
	土方回填	m^3	24	42.69	1024.62
3	**弃渣场区**				**289018.29**
3.1	临时苫盖	m^2	15986	5.65	90268.99
3.2	临时拦挡	m^3	635	291.63	185185.53
	拦挡拆除	m^3	635	21.36	13563.78
4	**其他临时措施**				**194953.66**

表 8.1-5　　独立费用估算表

序号	工程名称及费用	计算、取费方法	合计（元）
	第四部分　独立费用		**2924104.06**
1	建设管理费	按照水保措施 1-3 部分的 2%	205065.65
2	科研勘测设计费		680000.00
2.1	水土保持方案编制费	水土保持方案编制费参考同类地区同类项目，并按实际合同价格调整	500000.00
2.2	水土保持后续设计费	参考同类地区同类项目	180000.00
3	水土保持工程建设监理费	参考同类地区同类项目	700000.00
4	水土保持监测费	人工费+土建设施费+消耗材料费+折旧费	739038.41
5	水保设施验竣工验收费	参考同类地区同类项目	600000.00

表 8.1-6　　水土保持监测费计算表

序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
(一)	人工费	年	6.5		63.00
1	高级工程师	人年	1	40000	4.00
2	工程师	人年	1	30000	3.00
(二)	土建设施费				0.96
1	急流沟(槽)				0.26
	开挖	m^3	6	43.08	0.03
	衬砌	m^3	10	148.33	0.15
	砂浆抹面	m^2	49	18.14	0.09
2	径流池(沉沙池)				0.61
	开挖	m^3	23	43.08	0.10
	衬砌	m^3	27.8	148.33	0.41
	砂浆抹面	m^2	52	18.14	0.09
3	边墙				0.09
	衬砌	m^3	6.4	148.33	0.09
(三)	消耗性材料费				0.96
1	雨量筒	个	8	58	0.05
2	皮尺或钢卷尺	个	4	20	0.01
3	泥沙取样器	个	12	25	0.01
4	量筒(1000mg)	个	6	20	0.01
5	取样瓶(1000mg,紧口瓶)	个	20	15	0.03
6	边界材料	m	2000	5	0.30
7	钢钎(测针 φ10mm 长 50cm)	根	80	30	0.50
8	抽式标杆	支	20	10	0.05

序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
(四)	设备费				8.98
1	全站仪	套	1	16000	1.60
2	手持式 GPS	套	2	4000	0.80
3	数码相机	台	1	4000	0.40
4	数码摄像机	台	1	5000	0.50
5	自记雨量计	个	4	672	0.27
6	土壤水分快速测定仪	台	2	1080	0.22
7	烘箱	台	2	6000	1.20
8	机械天平	台	2	1500	0.30
9	监测车辆	部	1	32000	3.20
10	无人机	台	1	5000	0.50
水土保持监测费					73.90

表 8.1-7　　水土保持补偿费概算表

行政区			损坏水土保持设施面积(hm^2)	补偿费征收标准（元/m^2)	水土保持补偿费（万元）
省	市（区）	区县			
海南		昌江县	28.25	1.7	48.03

表 8.1-8　　水土保持工程分年度投资表　　单位：万元

工程或费用名称	合计	投资年度					
		2020	2021	2022	2023	2024	2025
第一部分　工程措施	**799.22**	**119.88**	**159.84**	**159.84**	**159.84**	**199.80**	
厂区	541.82	81.27	108.36	108.36	108.36	135.45	
施工场地区	170.08	25.51	34.02	34.02	34.02	42.52	
弃渣场区	87.32	13.10	17.46	17.46	17.46	21.83	
第二部分　植物措施	**175.55**				**70.22**	**70.22**	**35.11**
厂区	11.76				4.70	4.70	2.35
施工场地区	145.26				58.10	58.10	29.05
弃渣场区	18.53				7.41	7.41	3.71
第三部分　临时措施	**50.56**	**15.17**	**20.22**	**15.17**			
厂区	1.94	0.58	0.77	0.58			
施工场地区	0.23	0.07	0.09	0.07			
弃渣场区	28.90	8.67	11.56	8.67			
其他临时工程费	19.50	5.85	7.80	5.85			
第四部分　独立费用	**292.41**	**43.86**	**58.48**	**58.48**	**58.48**	**58.48**	**14.62**

工程或费用名称	合计	投资年度					
		2020	2021	2022	2023	2024	2025
建设管理费	20.51	3.08	4.10	4.10	4.10	4.10	1.03
科研勘测设计费	68.00	10.20	13.60	13.60	13.60	13.60	3.40
水土保持工程建设监理费	70.00	10.50	14.00	14.00	14.00	14.00	3.50
水土保持监测费	73.90	11.09	14.78	14.78	14.78	14.78	3.70
水保设施验竣工验收费	60.00	9.00	12.00	12.00	12.00	12.00	3.00
基本预备费	**79.06**	**11.86**	**15.81**	**15.81**	**15.81**	**15.81**	**3.95**
水土保持补偿费	**48.03**	**48.03**					
总投资	**1444.83**	**238.80**	**254.36**	**249.31**	**304.36**	**344.32**	**53.68**

表 8.1-9　　主要材料单价估算表　　单位：元

编号	名称	单位	预算单价	原价	运杂费 5%	采购及保管费 2.3%
1	水	m^3	3.15			
2	0#柴油	kg	6.41	5.97	0.30	0.14
3	90#汽油	kg	6.79	6.33	0.32	0.15
4	水泥	t	472.12	440.00	22.00	10.12
5	砂子	m^3	52.58	49.00	2.45	1.13
6	块石	m^3	54.97	51.23	2.56	1.18
7	碎石	m^3	56.87	53.00	2.65	1.22
8	砖	块	1.02	0.95	0.05	0.02
9	钢筋砼管	m	665.26	620.00	31.00	14.26
10	施工用电	Kw.h	1.18			
11	农家肥	m^3	27.69	25.81	1.29	0.59
12	彩条布	m^2	2.47	2.30	0.12	0.05
13	编织袋	个	2.68	2.50	0.13	0.06

表 8.1-10　　主要苗木估算单价表

序号	名称	规格	预算单价（元）	原价（元）	运杂费（元）5%	采购及保管费（元）1.1%
1	加勒比松（土球直径 50cm)	株	77.45	73.00	3.65	0.80
2	大麻黄（土球直径 50cm)	株	68.97	65.00	3.25	0.72
3	灌木（厚藤）	株	9.95	9.38	0.47	0.10
4	草籽	kg	85.68	80.00	4.80	0.88
5	草皮	m^2	4.34	4.05	0.24	0.04

表 8.1-11　　机械台式费汇总表　　单位：元

序号	名称及规格	台时费	其　中				
			折旧费	修理及替换设备费	安拆费	人工费	动力燃料费
1	胶轮车	0.90	0.26	0.64			
2	推土机 74kw	115.92	19.00	22.81	0.86	5.35	67.90
3	砂浆搅拌机 0.35m³	48.59	3.99	6.18	1.55	12.32	24.54
4	37kw 轮式拖拉机	51.20	3.04	3.65	0.16	12.32	32.03
5	振捣器	2.48	0.32	1.22	0.00	0.00	0.94

表 8.1-12　　主要工程措施工程量汇总表

序号	工程名称	单位	工程量		
			工程措施	植物措施	临时防护工程
1	土地整治	hm^2	16.40		
2	表土剥离	m^3	25400		
2	土方开挖	m^3			58
3	土方回填	m^3			58
4	浆砌石挡墙	m^3	6495		
5	浆砌石排水沟	m^3	2466		
6	植草、种草	hm^2		16.90	
7	栽植乔木	株		10200	
8	栽植灌木	株		9310	
9	临时苫盖	m^2			16010
10	临时拦挡	m^3			635

表 8.1-13　　主要材料用量汇总表

序号	材料名称	单位	材料量
1	水泥	kg	405913.46
2	砂子	m^3	870.498
3	石块	m^3	2663.28
4	乔木	株	10200
5	灌木	株	9310
6	草皮	hm^2	16.9
7	彩条布	m^2	16010
9	农家土杂肥	m^3	5.16

表 8.1-14　　主要工程工时汇总表

序号	工程项目	单位	数量	备注
1	土地平整及整地	工时	1148.00	
2	砼钢筋管排水沟	工时	1005.33	
3	土方开挖	工时	20581.24	
4	栽植工程	工时	8541.35	
5	临时防护工程	工时	18921.97	
	合计	工时	**50197.89**	

表 8.1-15 **水土保持工程单价汇总表** **单位：元**

序号	名称	单位	预算单价（扩大 10%）	其中							
				人工费	材料费	机械使用费	其他直接费用	现场经费	间接费	企业利润	税金
一	工程措施										
1	表土剥离	$100m^3$ 自然方	521.62	35.08	38.54	315.31	15.56	19.45	23.32	31.31	43.07
2	土方回填夯实	$100m^3$ 自然方	4269.26	3090.48	92.71		127.33	159.16	190.83	256.24	352.51
3	土方开挖	$100m^3$ 自然方	1540.08	1114.85	33.45		45.93	57.41	68.84	92.43	127.16
4	土地整治	hm^2	930.07	180.12	56.99	512.03	29.97	37.46	44.91	60.30	8.30
5	浆砌石护坡	$100m^3$ 砌体方	28989.12	8189.77	12959.90	464.86	864.58	1080.73	1295.79	1739.89	2393.60
6	浆砌石挡墙	$100m^3$ 砌体方	28364.30	7254.10	12959.90	464.86	475.61	827.15	1099.08	1615.65	2222.67
7	浆砌石排水沟	$100m^3$ 砌体方	26919.03	7254.10	12959.90	464.86	475.61	827.15	1099.08	1615.65	2222.67
	植物措施										
1	乔木（土球直径 50cm）	100 株	4206.59	720.48	2645.97		67.33	134.66	107.05	183.77	347.33
2	铺种草坪	$100m^2$	1008.63	796.32	10.87		16.14	32.29	25.67	44.06	83.28
3	撒播草籽	hm^2	6966.83	142.20	5433.20		111.51	223.02	177.30	304.36	575.24
4	灌木栽植	100 株	1426.95	104.28	1037.67		22.84	45.68	36.31	62.34	117.82
5	穴状整地单价表 （60×60)	100 个	405.25	294.83	29.48		29.48	12.97	10.31	17.70	33.46
	临时措施										
1	编织袋防护填筑	$100m^3$ 堰体方	29163.08	11015.76	10728.47		869.77	1087.21	1303.57	1750.33	2407.96
2	编织袋防护拆除	$100m^3$ 堰体方	2136.03	1592.64			63.71	79.63	95.48	128.20	176.37
3	彩条布苫盖	$100m^2$	564.68	94.80	281.66		8.66	15.06	20.01	29.41	49.46

8.2 水土保持效益分析

8.2.1 防治目标达到情况分析

本方案中的各项水土流失防治措施相辅相成，实施后将大大降低因开发建设引起的新增水土流失量，根据本工程的实际情况，通过查漏补缺，提出主体工程设计中的不足之处，从实际出发，提出防治水土流失的重点场所，加强防治措施，完善防治体系，通过积极治理，将会很大程度上改善工程建设过程中造成的水土流失加速侵蚀条件。

1、水土流失防治效益:

① 水土流失治理度

通过本方案治理措施，水土流失治理面积为 21.74hm^2。

治理度=水保措施防治面积/造成水土流失面积（不含永久建筑物及水面等面积）。经计算知，本项目扰动土地治理度可达 99.18 %。详见表 8.2-1。

表 8.2-1　　水土流失治理度计算表

序号	项目	扰动土地面积（hm^2）	水保措施防治面积			建筑物占压面积（hm^2）	水土流失治理度（%）
			工程措施（hm^2）	植物措施（hm^2）	合计（hm^2）		
1	厂区	11.25	4.35	0.50	4.85	6.33	98.58
2	施工场地区	10.00		10.00	10.00		100.00
3	弃渣场区	7.00	0.49	6.40	6.89		98.43
	合计	**28.25**	**4.84**	**16.90**	**21.74**	**6.33**	**99.18**

②土壤流失控制比

该指标是验证项目建设水土保持工程方案合理性的一个重要指标，也是衡量水土保持工程是否可行的主要指标。该项目建设过程中，在不进行任何防护的条件下，新增土壤流失量约为 6869t。由于本方案对工程建设中采取的工程、植物等一系列措施，采取措施后，可基本控制新增水土流失量。对于主体工程和临时工程占地本方案都采取了比较完善的临时措施，可有效减少施工期新增水土流失量。总之，通过实施本方案，不仅新增水土流失量得到有效控制，进而可以使原有的水土流失状况得到一定程度的改善，使其水土保持情况优于原地貌，土壤流失控制比可以控制在 1.0。

③ 土壤流失控制比

本方案中临时弃渣得到了有效的防护，拦渣率可以达到 98.00%。

④ 表土保护率

表土剥离量为 2.54 万 m^3，保护量 2.46 万 m^3，表土保护率为 97.00%。

⑤ 林草植被恢复率及林草覆盖率

通过水土保持工程的实施，防治责任范围内林草植被建设面积 16.90hm^2。植被恢复率将达到 99.06 %，林草覆盖率为 59.82%。详见表 8.2-2。

表 8.2-2　　林草植被恢复率、林草覆盖率

序号	项目	建设区面积	植物措施面积	可绿化面积	林草植被恢复率	林草覆盖率
		hm^2			%	%
1	厂区	11.25	0.50	0.51	98.04	4.44
2	施工场地区	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00
3	弃渣场区	7.00	6.40	6.55	97.71	91.43
	合计	**28.25**	**16.90**	**17.06**	**99.06**	**59.82**

2、水土流失防治效果

本工程水土流失防治措施实施后，水土保持防治效果除林草覆盖率外均达到了防治目标的要求。详见防治效果汇总见表 8.2-3。

表 8.2-3　　水土流失防治效果汇总表

项　目	内　　容	方案目标值（%）	效益值（%）
水土流失治理度	水保措施防治面积/造成水土流失面积（不含永久建筑物及水面等面积）	98	99.18
土壤流失控制比	容许土壤流失量/治理后的平均土壤流失量	1.00	1.00
渣土防护率	实际拦挡弃土量/弃土总量	97	98.00
表土保护率	表土保护量/可剥离表土总量	92	97.00
林草植被恢复率	植物措施面积/可绿化面积	98	99.06
林草覆盖率	林草总面积/责任范围面积	25	59.82

8.2.2 效益分析的原则与依据

（1）水土保持是一项社会公益事业，方案着重分析水土保持措施实施后在控制人为水土流失方面所产生的保水、保土、改善生态环境、保障工程安全运行方面的作用和效益。

（2）效益分析根据中华人民共和国国家标准《水土保持综合治理效益计算方法》（GB/T15774-2008）及国家建设部、水利部等有关建设项目效益评估的规定。

（3）效益分析针对水土流失防治责任范围内的水土保持措施所产生的效益进行分析。

8.2.3 效益分析与评价

在工程建设期实施水土保持工程措施、植物措施及临时防护措施的目的是控制工程建设过程中造成的水土流失，防治扰动面的土壤大量流失，维护工程的安全运行，绿化、美化环境，恢复改善工程占地区因占压、挖损、扰动破坏的土地及植被资源，其效益主要体现在生态效益、安全效益和社会效益上。

（1）蓄水保土效益

本水土保持方案实施后，建设期水土流失基本得到控制，运行期由于水保措施持续发挥效益各区域水土流失很小，各项水保措施的实施可有效防止因工程建设造成的水土流失，防止土壤被雨水、径流冲刷，保护水土资源，使工程占地区域内的水土流失得到有效控制。可减少水土流失 10329t。

项目区植被覆盖率的提高，将有效遏制当地生态环境的恶化，有利于改善生态环境和局地小气候，减小风力，提高土壤需水保土能力，有利于自然植被恢复、治理荒地，促进当地的生态环境建设和工农牧业生产的发展。

（2）生态环境效益

本方案实施后，随着建筑物、道路等硬化面积的加大，以及建设区植被覆盖率的增加，原地貌的风蚀和水蚀将得到很大程度上的缓解，各区域土壤侵蚀模数均有所下降；建设期土石方工程统筹调配，可基本不产生流失；通过落实各项水土保持措施，各项水土流失防治目标将得以实现，最终本工程建设区域的水土流失将得到有效治理，土壤侵蚀模数较原生地貌大大减少。项目业主在水土保持方面的投入将给生产和工作人员提供良好的环境，局地小环境的改善还将带动周边地区的生态环境建设，有利地区整体生态环境的改善。

（3）社会效益

实施水土保持方案后，对确保工程安全生产、提高当地土地利用率、改善建矿地区生态环境将起到积极重要的作用。另外，项目建设区的绿化创造了良好的生态环境，有利于职工和周边群众的身心健康，提高劳动生产率，促进地区经济的可持续发展，为提高地区招商引资奠定一定基础。

（4）经济效益

本方案实施后，由于项目建设过程中采取了有效的水土保持措施，并有可靠的资金作保证，可有效减少建设区域内的水土流失，相对减少当地治理水土流失的投资，可以

使节省的这部分投资用于其他较为紧迫的治理区域。除此以外，方案的实施还具有潜在的间接经济效益，各项植物措施的实施可有效改善项目建设区生态环境和局地小气候，减少空气中扬尘含量，净化空气，从而减少了机械设备的维修养护，延长使用年限方面的间接经济效益。

9 水土保持管理

9.1 组织管理

为保证该项目的水土保持方案顺利实施，有效的控制工程建设新增水土流失，改善项目区及周边生态环境，建设单位应组织成立水土保持方案实施管理机构，并设专人负责水土保持工作，协调水土保持方案与主体工程的关系，负责水土保持工程的组织实施和检查指导工作，全力保证该项目的水土保持工作按年度、按计划进行，并主动与当地水行政主管部门密切配合，自觉接受地方水行政主管部门的监督检查。

9.2 后续设计

水土保持方案经水行政主管部门批复后，项目建设单位应委托设计单位做好后续设计工作，在初步设计和施工图设计中应有专门的水土保持章节，并与水土保持方案相衔接，对设计变更实施严格的管理审批制度，在制定本工程的施工技术要求和操作规范时，应有专门的水土保持内容。

9.3 水土保持监测

建设单位在招标、投标书中应有水土保持监测的内容，可委托有水土保持监测资质的单位，实施水土保持监测。监测人员应根据有关法律法规以及水土保持方案中有关水土保持监测的计划，制定详细的水土保持监测方案与实施细则，并定期向上级水行政主管部门和建设单位汇报，及时提出有关水土保持的整改意见，以便有效控制施工过程中的水土流失。工程竣工时提交监测专项报告。

9.4 水土保持监理

水土保持监理是落实水土保持方案的重要措施，通过水土保持监理可为有效防止水土流失提供质量保障，确保达到水土保持方案提出的防治目标和水土保持资金的使用效益，同时为水土保持验收奠定基础。

为执行水土保持工程与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度，建设单位应通过招标投标选择监理资质单位，必须有持有水土保持工程监理资质的监理人员，以便对项目施工的全过程进行全方位的把关，使工程始终处于严格的

质量保证体系控制之下，直至项目完全通过国家及地方有关质量标准进行的竣工验收。

9.5 水土保持施工

项目水土保持工程应与主体工程同时施工，并严格按照本方案提出的各项水土保持措施和建议，以及施工规范，根据主体工程施工进度，合理安排各项水土保持措施的施工，确保各项水土保持工程能长期、高效地发挥作用。

9.6 水土保持设施验收

在主体工程竣工验收前，应完成水土保持设施的专项验收工作，验收内容、程序应按《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》执行。施工单位和建设单位应根据有关规定，做好各阶段的自查自验，为竣工验收做好准备。严格按照《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验收的通知》（水保〔2017〕365 号）的规定，水土保持设施专项验收后，建设单位还应注重水土保持设施的管护和修复工作，确保水土保持设施的安全运行。

附　件

附件 1 投资估算表

台时费、工程、植物、临时措施单价计算表

砂浆搅拌机 **0.4m^3**

定额编号： 2006 定额单位：台时

序号	名称及规格	单 位	定额	单价(元)	合价(元)	备注
一	第一类费用				11.72	
1	折旧费	元	3.99		3.99	
2	修理及替换设备费	元	6.18		6.18	
3	安装拆卸费	元	1.55		1.55	
二	第二类费用				36.87	
1	人工	工时	1.3	9.48	12.32	
2	汽油	kg				
3	柴油	kg				
4	电	kW·h	20.8	1.18	24.54	
5	风	m^3				
6	水	m^3				
7	煤	kg				
	预算单价	元			48.59	

全面整地（机械）

定额依据：08046 定额单位: hm^2

工程简要内容：人工施肥、拖拉机牵引铧犁耕翻地

编号	费用名称	单位	数 量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				816.56
（一）	直接费				749.14
1	人工费	工时	19	9.48	180.12
2	材料费				56.99
	农家肥	m^3	1	50.43	50.43
	其他材料费	%	13		6.56
3	机械使用费				512.03
	拖拉机 37kW	台时	10	51.20	512.03
（二）	其他直接费(直接费的 4%)	%	4		29.97
（三）	现场经费(直接费的 5%)	%	5		37.46
二	间接工程费(直接工程费的 5.5%)	%	5.5		44.91
三	企业利润(一～二项之和的 7%)	%	7		60.30
四	税金(一～三项之和的 9%)	%	9		8.30
合计					930.07

74KW 推土机推土（表土剥离）

(Ⅱ类土、推土距离 60m)

定额依据：**01153** 定额单位: 100m^3 自然方

工程简要内容: 推松、运送、卸除、推平、空回

编号	费用名称	单位	数 量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				423.93
（一）	直接费				388.92
1	人工费	工时	3.7	9.48	35.08
2	零星材料费	%	11		38.54
3	机械使用费				315.31
	74kw 推土机	台时	2.72	115.92	315.31
（二）	其他直接费(直接费的 4%)	%	4		15.56
（三）	现场经费(直接费的 5%)	%	5		19.45
二	间接工程费(直接工程费的 5.5%)	%	5.5		23.32
三	企业利润(一～二项之和的 7%)	%	7		31.31
四	税金(一～三项之和的 9%)	%	9		43.07
合计					521.62

土方开挖单价（排水沟）

(Ⅱ类土)

定额依据：**01006** 定额单位: 100m^3 自然方

工程简要内容: 挂线、使用镐锹开挖

编号	费用名称	单位	数 量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				1251.64
（一）	直接费				1148.29
1	人工费	工时	117.6	9.48	1114.85
2	零星材料费	%	3		33.45
（二）	其他直接费(直接费的 4%)	%	4		45.93
（三）	现场经费(直接费的 5%)	%	5		57.41
二	间接工程费(直接工程费的 5.5%)	%	5.5		68.84
三	企业利润(一～二项之和的 7%)	%	7		92.43
四	税金(一～三项之和的 9%)	%	9		127.16
合计					1540.08

人工夯实土方单价

(Ⅱ类土)

定额依据：**01093** 定额单位: 100m^3 自然方

工程简要内容: 平土、刨毛、分层夯实和清理杂物

编号	费用名称	单位	数 量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				3469.68
（一）	直接费				3183.19
1	人工费	工时	326	9.48	3090.48
2	零星材料费	%	3		92.71
（二）	其他直接费(直接费的 4%)	%	4		127.33
（三）	现场经费(直接费的 5%)	%	5		159.16
二	间接工程费(直接工程费的 5.5%)	%	5.5		190.83
三	企业利润(一～二项之和的 7%)	%	7		256.24
四	税金(一～三项之和的 9%)	%	9		352.51
合计					4269.26

浆砌石挡墙单价表

定额依据：03028 定额单位: 100m^3 砌体方

工程简要内容: 选石、找平、修石、砌筑、填缝

编号	费用名称	单位	数 量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				23052.04
（一）	直接费				21148.66
1	人工费	工时	834.6	9.48	7912.01
2	材料费				12781.59
	块石	m^3	108	54.97	5936.74
	M75 砂浆	m^3	34.4	197.13	6781.27
	其他材料费	%	0.5		63.59
3	机械使用费				455.05
	砂浆搅拌机	台时	6.38	48.59	309.99
	胶轮架子车	台时	161.18	0.90	145.06
（二）	其他直接费(直接费的 4%)	%	4		845.95
（三）	现场经费(直接费的 5%)	%	5		1057.43
二	间接工程费(直接工程费的 5。5%)	%	5.5		1267.86
三	企业利润(一～二项之和的 7%)	%	7		1702.39
四	税金(一～三项之和的 9%)	%	9		2342.01
合计					28364.30

浆砌石排水沟单价表

定额依据：03026 定额单位: 100m^3 砌体方

工程简要内容: 选石、找平、修石、拌浆、砌筑、勾缝

编号	费用名称	单位	数 量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				21981.62
（一）	直接费				20678.86
1	人工费	工时	765.2	9.48	7254.10
2	材料费				12959.90
	块石	m^3	108	54.97	5936.74
	M75 砂浆	m^3	35.3	197.13	6958.68
	其他材料费	%	0.5		64.48
3	机械使用费				464.86
	砂浆搅拌机	台时	6.54	48.59	317.77
	胶轮架子车	台时	163.44	0.90	147.10
（二）	其他直接费(直接费的 2.3%)	%	2.3		475.61
（三）	现场经费(直接费的 4%)	%	4		827.15
二	间接工程费(直接工程费的 5%)	%	5		1099.08
三	企业利润(一～二项之和的 7%)	%	7		1615.65
四	税金(一～三项之和的 9%)	%	9		2222.67
合计					26919.03

浆砌石护坡单价表

定额依据：03024 定额单位: 100m^3 砌体方

工程简要内容: 选石、找平、修石、拌浆、砌筑、勾缝

编号	费用名称	单位	数 量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				23559.84
（一）	直接费				21614.53
1	人工费	工时	863.9	9.48	8189.77
2	材料费				12959.90
	块石	m^3	108	54.97	5936.74
	M75 砂浆	m^3	35.3	197.13	6958.68
	其他材料费	%	0.5		64.48
3	机械使用费				464.86
	砂浆搅拌机	台时	6.54	48.59	317.77
	胶轮架子车	台时	163.44	0.90	147.10
（二）	其他直接费(直接费的 4%)	%	4		864.58
（三）	现场经费(直接费的 5%)	%	5		1080.73
二	间接工程费(直接工程费的 5.5%)	%	5.5		1295.79
三	企业利润(一～二项之和的 7%)	%	7		1739.89
四	税金(一～三项之和的 9%)	%	9		2393.60
合计					28989.12

穴状整地单价表（60×60)

定额依据：08029 定额单位: 100 个

工程简要内容: 人工挖土、翻土、碎土

编号	费用名称	单位	数 量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				343.77
（一）	直接费				324.31
1	人工费	工时	31.1	9.48	294.83
2	材料费				29.48
	其他材料费	%	10		29.48
（二）	其他直接费(直接费的 2%)	%	2		6.49
（三）	现场经费(直接费的 4%)	%	4		12.97
二	间接工程费(直接工程费的 3%)	%	3		10.31
三	企业利润(一～二项之和的 5%)	%	5		17.70
四	税金(一～三项之和的 9%)	%	9		33.46
合计					405.25

乔木栽植单价表

定额依据：08116 定额单位: 100 株

工程简要内容: 挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、整形、清理 （土球直径 40cm)

编号	费用名称	单位	数 量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				3568.43
（一）	直接费				3366.45
1	人工费	工时	76	9.48	720.48
2	材料费				2645.97
	乔木	株	102	25.00	2550.00
	水	m^3	6	3.15	18.90
	其他材料费	%	3		77.07
（二）	其他直接费(直接费的 2%)	%	2		67.33
（三）	现场经费(直接费的 4%)	%	4		134.66
二	间接工程费(直接工程费的 3%)	%	3		107.05
三	企业利润(一～二项之和的 5%)	%	5		183.77
四	税金(一～三项之和的 9%)	%	9		347.33
合计					4206.59

灌木栽植单价表

定额依据：08092 定额单位: 100 株

工程简要内容: 挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理

编号	费用名称	单位	数 量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				1210.47
（一）	直接费				1141.95
1	人工费	工时	11	9.48	104.28
2	材料费				1037.67
	灌木	株	102	9.95	1015.12
	水	m^3	0.7	3.15	2.21
	其他材料费	%	2		20.35
（二）	其他直接费(直接费的 2%)	%	2		22.84
（三）	现场经费(直接费的 4%)	%	4		45.68
二	间接工程费(直接工程费的 3%)	%	3		36.31
三	企业利润(一～二项之和的 5%)	%	5		62.34
四	税金(一～三项之和的 9%)	%	9		117.82
合计					1426.95

草皮铺种单价表

定额依据：08059 定额单位: 100m^2

工程简要内容: 翻土、搬运草皮、清楚杂物、铺草皮、拍紧、浇水、清理

编号	费用名称	单位	数 量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				855.62
（一）	直接费				807.19
1	人工费	工时	84	9.48	796.32
2	材料费				10.87
	草皮	m^2	110		
	水	m^3	3	3.15	9.45
	其他材料费	%	5		1.42
（二）	其他直接费(直接费的 2%)	%	2		16.14
（三）	现场经费(直接费的 4%)	%	4		32.29
二	间接工程费(直接工程费的 3%)	%	3		25.67
三	企业利润(一～二项之和的 5%)	%	5		44.06
四	税金(一～三项之和的 9%)	%	9		83.28
合计					1008.63

撒播草籽单价表

定额依据：08056 定额单位:hm^2

工程简要内容: 种子处理、人工撒播草籽

编号	费用名称	单位	数 量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				5909.92
（一）	直接费				5575.40
1	人工费	工时	15	9.48	142.20
2	材料费				5433.20
	草籽	kg	55	85.68	4712.40
	其他材料费	%	3		720.80
（二）	其他直接费(直接费的 2%)	%	2		111.51
（三）	现场经费(直接费的 4%)	%	4		223.02
二	间接工程费(直接工程费的 3%)	%	3		177.30
三	企业利润(一～二项之和的 5%)	%	5		304.36
四	税金(一～三项之和的 9%)	%	9		575.24
合计					6966.83

编织袋土填筑单价表

定额依据：03053 定额单位: 100m^3 堰体方

工程简要内容: 装土、封包、堆筑

编号	费用名称	单位	数 量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				23701.21
（一）	直接费				21744.23
1	人工费	工时	1162	9.48	11015.76
2	材料费				10728.47
	装袋材料	m^3	118	15.00	1770.00
	草袋	个	3300	2.68	8852.25
	其他材料费	%	1		106.22
（二）	其他直接费(直接费的 4%)	%	4		869.77
（三）	现场经费(直接费的 5%)	%	5		1087.21
二	间接工程费(直接工程费的 5.5%)	%	5.5		1303.57
三	企业利润(一～二项之和的 7%)	%	7		1750.33
四	税金(一～三项之和的 9%)	%	9		2407.96
合计					29163.08

编织袋土拆除单价表

定额依据：03054 定额单位: 100m^3 堰体方

工程简要内容: 、拆除、清理

编号	费用名称	单位	数 量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				1735.98
（一）	直接费				1592.64
1	人工费	工时	168	9.48	1592.64
2	材料费				0.00
	装袋材料	m^3			0.00
	草袋	个			0.00
	其他材料费	%	3		0.00
（二）	其他直接费(直接费的 4%)	%	4		63.71
（三）	现场经费(直接费的 5%)	%	5		79.63
二	间接工程费(直接工程费的 5.5%)	%	5.5		95.48
三	企业利润(一～二项之和的 7%)	%	7		128.20
四	税金(一～三项之和的 9%)	%	9		176.37
合计					2136.03

彩条布单价表

定额依据：03003 定额单位: 100m^2

工程简要内容: 场内运输、铺设

编号	费用名称	单位	数 量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				458.92
（一）	直接费				421.03
1	人工费	工时	16	9.48	151.68
2	材料费				269.35
	彩条布	m^2	107	2.47	264.07
	其他材料费	%	2		5.28
（二）	其他直接费(直接费的 4%)	%	4		16.84
（三）	现场经费(直接费的 5%)	%	5		21.05
二	间接工程费(直接工程费的 5.5%)	%	5.5		25.24
三	企业利润(一～二项之和的 7%)	%	7		33.89
四	税金(一～三项之和的 9%)	%	9		46.62
合计					564.68

沉砂池

定额依据：10073 定额单位: 座

工程简要内容: 池体开挖、池体砌（浇）筑、土方回填、池底及池壁抹面

编号	费用名称	单位	数 量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				1836.48
（一）	直接费				1684.85
1	人工费	工时	132.5	9.48	1256.10
2	材料费				428.75
	砂浆		2.07	107.00	221.49
	水泥	t	0.38	350.00	133.00
	砂子	m^3	2.09	30.00	62.70
	水	m^3	1	3.15	3.15
	片石	m^3	5.14	54.97	282.54
	其他材料费	%	2		8.41
（二）	其他直接费(直接费的 4%)	%	4		67.39
（三）	现场经费(直接费的 5%)	%	5		84.24
二	间接工程费(直接工程费的 5.5%)	%	5.5		101.01
三	企业利润(一～二项之和的 7%)	%	7		135.62
四	税金(一～三项之和的 9%)	%	9		186.58
合计					2259.69