

目 录

1 综合说明	1
1.1 项目简况	1
1.2 编制依据	3
1.3 设计水平年	5
1.4 水土流失防治责任范围	5
1.5 水土流失防治目标	5
1.6 项目水土保持评价结论	6
1.7 水土流失预测结果	7
1.8 水土保持措施布设成果	7
1.9 水土保持监测方案	8
1.10 水土保持投资及效益分析成果	9
1.11 结论	9
2 项目概况	12
2.1 项目组成及工程布置	12
2.2 施工组织	16
2.3 工程占地	18
2.4 土石方平衡	19
2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建	20
2.6 工期安排	20
2.7 自然概况	22
3 项目水土保持评价	25

3.1 主体工程选址水土保持评价	25
3.2 建设方案与布局水土保持分析评价	28
3.3 主体工程设计中水土保持措施界定	33
4 水土流失分析与预测	35
4.1 水土流失现状	35
4.2 水土流失影响因素分析	35
4.3 土壤流失量预测	36
4.4 水土流失危害分析	40
4.5 指导性意见	41
5 水土保持措施	42
5.1 防治区划分	42
5.2 措施总体布局	44
5.3 分区措施布设	45
5.4 施工要求	61
6 水土保持监测	65
6.1 范围和时段	65
6.2 内容和方法	65
6.3 点位布设	75
6.4 实施条件和成果	76
7 水土保持投资估算及效益分析	80
7.1 投资估算	80
7.2 效益分析	95

8 水土保持管理	99
8.1 组织管理	99
8.2 后续设计	99
8.3 水土保持监测	99
8.4 水土保持监理	99
8.5 水土保持施工	100
8.6 水土保持设施验收	100
附件:	101
附表: 单价分析表	159

附件：

- 1.海南昌江核电厂 1、2 号弃土堆场清运情况说明
- 2.研究昌江核电厂 1.2 号机组弃土堆置相关事宜(昌江黎族自治县专题会议纪要〔2018〕52 号文)
- 3.研究昌江核电厂二期项目和昌江小型堆示范项目建设弃土处置相关事宜(昌江黎族自治县人民政府专题会议纪要〔2019〕51号文)
- 4.昌江黎族自治县工业和信息化局关于核电二期和小堆项目弃土处置工作进展情况说明
- 5.海南昌江核电厂3、4号机组1、2#弃土场岩土工程勘察报告

附表：

单价分析表

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 项目总平面布置图

HNCJ -HD-05 各分区防治措施总体布设图

HNCJ -HD-06 弃渣场水土措施布置图

14188001GDS02-004 (主体设计) 浆砌石截水骨架植草护坡

14188001ZHS01-001 (主体设计) 混凝土排洪沟

HNCJ -HD-07 厂区临时排水沟典型设计图

HNCJ -HD-08 厂区沉沙池典型设计图

HNCJ -HD-09 施工场地临时土袋拦挡典型设计图

HNCJ -HD-10 弃渣场挡渣墙典型设计图

HNCJ -HD-11 弃渣场坡脚排水沟典型设计图

HNCJ -HD-12 弃渣场坡面排水沟典型设计图

1 综合说明

1.1 项目简况

1.1.1 项目基本情况

海南昌江核电厂 3、4 号机组的建设可以进一步优化海南电源结构，并大大减小岛内煤炭增长需求（按发电利用小时数 7000 小时估算，昌江核电 3、4 号机组年发电量可节省标煤约 493 万吨），适应海南能源资源实际情况，符合国家能源战略；3、4 号机组两台百万千瓦级核电机组容量大，可较大程度填补海南电力缺口，对保障海南中长期的电力供应有重要作用；核电在减少污染物和温室气体排放、保护自然环境等方面有着显著的优势，可以满足海南在环保方面的高标准和严要求。

海南昌江核电厂 3、4 号机组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。本工程在昌江核电厂预留场地内建设，建设 2×1200MW 压水堆核电机组及其配套辅助设施，紧临 1、2 号机组工程。西北侧规划建设海南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程（简称小堆示范工程）。

项目组成主要包括厂区、取排水工程、弃渣场、对外交通工程和施工场地，无搬迁安置及专项设施迁建工程。厂区由主厂房区、冷却水设施区、配电装置区和辅助生产设施区组成，采用台阶式竖向布置，办公区域利用 1、2 号机组的办公区域（已建成）。取排水工程包括 2 条取水隧洞和 2 条排水隧洞，海域部分取水利用 1、2 号机组工程已经建好的取水明渠，本期工程新建两条取水隧洞，每条隧洞长 1570m，每台机组设置一条排水隧洞，其中陆域部分隧洞长 1070m，海域部分管线长 3860m。本工程和小堆示范工程共用 1、2 号机组的 2#弃渣场，占地为 27.04hm²，小堆示范项目占用弃渣场西侧 7hm²，本工程利用剩余的 20.04hm²。本工程对外交通工程全部利用 1、2 号机组已建成的进厂道路和码头。施工场地利用 1、2 号机组的施工场地，并在 1、2 号机组西侧施工场地外新增施工场地 37.33hm²。

项目总占地 107.45hm²，其中永久占地 50.08hm²，临时占地 57.37hm²，占地

类型主要为林草地和建设用地。本项目建设期土石方总量 620.84 万 m^3 ，其中挖方量 581.84 万 m^3 (含剥离表土 7.47 万 m^3)，填方量 39.00 万 m^3 (含回覆表土 7.47 万 m^3)，综合利用 82 万 m^3 (作为混凝土骨料)，产生弃方 460.84 万 m^3 （弃于弃渣场）。项目建设总工期为 78 个月，计划于 2019 年 11 月正式开工，3 号机组计划 FCD 时间为 2020 年 6 月 30 日，两台机组间隔 10 个月，2026 年 4 月完工。工程总投资 377.74 亿元，其中土建投资 71.22 亿元。

1.1.2 项目前期工作进展情况

2015 年 5 月 15 日，国家能源局综合司印发文件《关于海南省人民政府领导来局商谈工作需办事项有关情况的复函》，拟同意将昌江核电 3、4 机组列入核电发展规划。

2015 年 11 月 30 日，电力规划设计总院在北京组织召开了海南昌江核电厂初步可行性研究补充报告审查会。厂址结论意见为：经对厂址场地、交通运输、地质与地震、工程水文、取排水条件、环境与安全等方面初步分析，本期工程厂址初步具备扩建 2 台“华龙一号”堆型核电机组的自然条件。

2017 年 11 月 30 日，中国核电工程有限公司完成《海南昌江核电厂 3、4 号机组可行性研究报告》。

2018 年 4 月 18 日至 20 日，海南核电有限公司在海南省海口市主持召开了海南昌江核电厂 3、4 号机组可行性研究报告审查会。

建设单位于 2016 年 9 月委托我公司承担该项目水土保持方案的编制工作，编制组多次深入项目区，对工程现场进行了查勘，收集了有关图件和资料，于 2019 年 8 月编写完成《海南昌江核电厂 3、4 号机组水土保持方案报告书》。

1.1.3 自然简况

项目区属滨海台地，气候类型为北热带海洋季风型气候，年平均气温为 28.1℃；年平均降雨量为 970.0mm；年平均风速 4.2m/s。项目区土壤以滨海砂土为主，植被类型属热带雨林和热带季雨林，林草覆盖率 22%。土壤侵蚀以微度水力侵蚀为主，容许土壤流失量为 500t/km²·a。项目区属海南省水土流失重点预防保护区，不涉及其他水土保持敏感区。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规

(1) 《中华人民共和国水土保持法》（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 120 号修正）；

(3) 《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）；

(4) 《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）。

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) 《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》（水利部，2002 年 10 月 14 日水利部令第 16 号公布，2005 年 7 月 8 日水利部令第 24 号公布修改并施行）；

(4) 《水利部关于修改或者废止部分规章的决定》（水利部令第 49 号，2017 年 12 月 22 日）；

(5) 《水利工程建设监理单位资质管理办法》（水利部令第 29 号，2017 年 12 月 22 日水利部令第 49 号第三次修改）。

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)《海南省人民政府办公厅关于海南省水土保持规划(2016-2030年)的复函》(琼府办函〔2017〕375号)

(6)《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》(水保办〔2013〕188号,2013年8月12日)；

(7)《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)；

(8)《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)；

(9)水利部办公厅关于印发《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定(试行)》的通知(办水保〔2016〕65号)；

(10)《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)；

(11)《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)；

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

(13)《国家发展改革委财政部关于降低电信网码号资源占用费等部分行政事业性收费标准的通知》(发改价格〔2017〕1186)；

(14)《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)；

(15)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)；

(16)《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持自主验收规程(试行)的通知》(办水保〔2018〕133号,2018年7月)；

(17)水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见(水保〔2019〕160号)。

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) 《防洪标准》（GB50201-2014）；
- (9) 《造林技术规程》（GB/T15776-2016）；
- (10) 《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）。

1.2.5 技术资料

《海南昌江核电厂 3、4 号机组可行性研究报告》（中国核电工程有限公司，2019 年 3 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，方案设计水平年为主体工程完工后的当年或后一年。本工程计划于 2019 年 11 月进入施工准备期，2026 年 4 月建成投产。本工程设计水平年为工程完工当年，即 2026 年。

1.4 水土流失防治责任范围

本工程在建设过程中实际扰动面积为 107.45hm^2 ，由此确定本工程的水土流失防治责任范围为 107.45hm^2 。

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 执行标准等级

根据《全国水土保持区划(2015-2030 年)》，项目区属南方红壤区，根据《海南省人民政府办公厅关于海南省水土保持规划（2016-2030 年）的复函》（琼

府办函〔2017〕375号），项目区属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》（GB/T50434-2018）的规定，本工程执行建设类项目南方红壤区一级标准。

1.5.2 防治目标

通过实施水土保持措施，使项目防治范围内的原有水土流失得到治理，新增水土流失得到有效控制。水土保持设施安全有效。水土资源、林草植被得到最大限度的保护与恢复。

南方红壤区水土流失一级标准防治指标值：

施工期防治目标为：渣土防护率 95%，表土保护率 92%。

设计水平年防治目标值为：水土流失治理度 98%，土壤流失控制比 0.9，因项目区以微度水力侵蚀为主，因此土壤流失控制比调整为 1；渣土防护率 97%，表土保护率 92%，林草植被恢复率 98%，林草覆盖率 25%。因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%，调整为 27%。

1.6 项目水土保持评价结论

1.6.1 主体工程选址评价

本工程是能源类项目，同时为扩建工程，因此选址无法避让海南省水土流失重点预防区，项目通过优化工程建设方案、提高植物措施标准及林草覆盖率，减少地表扰动和植被损坏范围等措施，满足水土保持要求。同意主体设计推荐的选址方案。

1.6.2 建设方案与布局评价

项目区工程建设方案和布局较为合理，鉴于项目所在区域属海南省水土保持重点预防区，本方案通过提高防护标准，严格控制扰动地表和植被损坏范围，加强工程管理、优化施工工艺等措施控制水土流失。从水土保持的角度分析，工程建设方案可行。

本项目占地符合当地经济及社会发展要求；工程施工本着保护原则，充分利用已有道路和设施，减少了项目扰动；工程各项用地可以满足施工要求，项目占地基本合理。

项目土石方挖填总量 620.84 万 m^3 ，其中挖方 581.84 万 m^3 （含剥离表土 7.47 万 m^3 ），填方 39.00 万 m^3 （绿化回覆表土 7.47 万 m^3 ），综合利用石方 82 万 m^3 ，产生弃方 460.84 万 m^3 （弃于弃渣场）。

经方案复核后，补充了开挖石方的综合利用，大大减少了弃渣数量，核增了剥离表土量，很大程度上保护了表土。从水土保持角度分析，土石方平衡和调运时序可行、运距合理。

弃渣场利用 1、2 号机组工程的弃渣场，不再新增占地。弃渣场不在河道范围内，下游无重要设施及居民点等。从水土保持角度分析，弃渣场设置可行。

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，有利于水土流失的防治。

主体工程设计的边坡防护和排洪沟等工程在满足主体需要的同时，同时具备水土保持功能，能有效的减少工程建设中产生的水土流失。从水土保持角度分析，主体设计的防护工程尚不完善，不能满足水土流失防治的要求。本方案借鉴 1、2 号机组工程水土保持措施，在厂区补充了绿化措施，同时补充了施工前的剥离表土措施及施工过程中的苫盖、排水、沉沙等临时防护措施，进一步完善了各分区水土保持措施，形成了完整的防护体系。

1.7 水土流失预测结果

项目建设可能造成土壤流失总量 2.10 万 t，其中新增土壤流失量 1.82 万 t。产生水土流失的重点区段为弃渣场和施工场地。水土流失重点时段是施工期。本工程建设造成的水土流失主要发生在地平整及厂区建设阶段，新增土壤流失具有强度大、影响时段集中的特点，如不采取相应的有效措施，将在一定程度上加剧项目区水土流失。

1.8 水土保持措施布设成果

本工程划分为厂区、施工场地区和弃渣场区 3 个水土流失防治区，各区水土

保持措施布设情况如下:

(1) 厂区

施工过程中, 场地四周布设临时排水沟, 末端设沉沙池。施工后期, 场地沿四周和道路两侧铺设雨水管网, 厂区西侧和南侧边坡采取浆砌石框格植草防护, 坡脚设混凝土排洪沟。厂区空地进行土地整治, 绿化区域回覆表土, 栽植乔灌草绿化。

主要工程量: 临时排水沟 3150 m, 沉沙池 4 个; 边坡防护 3.02hm², 混凝土排洪沟长 1176m, 雨水排水管 3.98km, 土地整治 1.46hm², 回覆表土 0.64 万 m³; 栽植乔木 65 株, 灌木 220 株, 撒播草籽 13.6kg/3.19 hm²。

(2) 施工场地区

施工前, 剥离表土, 集中堆放, 并采取临时拦挡、苫盖、排水和沉沙等临时防护措施。施工过程中, 施工场地四周布设临时排水沟, 末端设沉沙池, 场地内边坡采取浆砌石框格植草防护, 场地沿道路布设雨水管网。施工结束后, 进行土地整治, 栽植乔木和撒播草籽恢复植被。

主要工程量: 临时土质排水沟 865m, 浆砌石排水沟 1160m, 沉沙池 2 个, 编织袋装土 1965 m³, 彩条布 37275m², 撒播草籽 298kg; 剥离表土 7.47 万 m³, 边坡防护 5.12hm², 雨水排水管 2.52km, 土地整治 37.33hm², 回覆表土 6.83 万 m³; 栽植乔木 55995 株, 撒播草籽 3396kg/42.45hm²。

(3) 弃渣场区

弃渣前, 沿弃渣场南侧、西侧和北侧布设浆砌石挡渣墙, 挡渣墙外围布设浆砌石排水沟。堆渣分级堆放, 在堆渣坡面和马道内沿布设浆砌石排水沟。堆渣达到设计标高后, 堆渣坡面进行土地整治, 栽植灌木和撒播草籽绿化, 堆渣平台栽植乔灌草绿化。

主要工程量: 浆砌石挡渣墙 6708m³, 浆砌石排水沟 6631m³, 土地整治 18.28hm²; 栽植乔木 13200 株, 灌木 26424 株, 撒播草籽 1462.4kg。

1.9 水土保持监测方案

水土保持监测内容主要包括扰动土地情况、弃土(石、渣)情况、水土流失

及危害情况、水土保持措施及效果等。监测时段为 2019 年 11 月至 2026 年 12 月，监测方法采取定位监测、调查监测和遥感监测相结合，在厂区沉沙池、边坡、施工场地临时堆土场和弃渣场区共布设 7 处监测点。

1.10 水土保持投资及效益分析成果

项目建设期水土保持估算总投资为 1997.01 万元，其中工程措施投资 1048.48 万元，植物措施投资 168.23 万元，临时措施投资 95.33 万元。独立费用 399.61 万元（其中含水土保持监测费 67.47 万元，水土保持监理费 101.22 万元），水土保持补偿费 182.67 万元。

水土保持措施实施后，可治理水土流失面积 61.21hm^2 ，林草植被建设面积 58.40hm^2 ，到设计水平年减少水土流失量 1.78 万 t。预计水土流失治理度为 98.84%，水土流失控制比为 1.0，渣土防护率大于 98%，表土保护率为 98%，林草植被恢复率为 98.78%，林草覆盖率为 54.35%。

1.11 结论

项目建设从选址、建设方案和水土流失防治等方面符合法律法规和技术标准的规定，本方案实施后能达到了控制水土流失、保护生态环境目的。

下阶段工程设计、施工和建设管理中水土保持要求如下：

（1）主体设计单位应进一步优化建设方案，减少土石方开挖填筑量，提高土石方利用率，减少工程弃渣量。

（2）主体设计单位进一步加强挡渣和排水设计，确保弃渣场安全、稳定、持久、有效运行。

生产建设项目水土保持方案特性表见下表。

表 1 海南昌江核电厂 3、4 号机组水土保持方案特性表

项目名称	海南昌江核电厂 3、4 号机组		流域管理机构		珠江水利委员会	
涉及省（市、区）	海南省	涉及地市或个数	1	涉及县或个数	昌江县	
项目规模	2×1200MW	总投资（亿元）	377.74	土建投资（亿元）	71.22	
动工时间	2019.11	完工时间	2026.4	设计水平年	2026	
工程占地（hm ² ）	107.45	永久占地（hm ² ）	50.08	临时占地（hm ² ）	57.37	
土石方量（万 m ³ ）		挖方	填方	借方	利用方	弃方（松方）
		581.84	39.00	0	82	460.84
重点防治区名称		海南省水土流失重点预防区				
地貌类型		滨海台地	水土保持区划		南方红壤区	
土壤侵蚀类型		水力侵蚀	土壤侵蚀强度		微度	
防治责任范围面积（hm ² ）		107.45	容许土壤流失（t/km ² ·a）		500	
土壤流失预测总量（万 t）		2.1	新增土壤流失量（万 t）		1.82	
水土流失防治标准执行等级		南方红壤区一级标准				
防治目标	水土流失治理度(%)	98	土壤流失控制比		1.0	
	渣土挡护率(%)	97	表土保护率(%)		92	
	林草植被恢复率(%)	98	林草覆盖率(%)		27	
防治措施及工程量	措施类型	工程措施	植物措施		临时措施	
	厂区	边坡防护 3.02hm ² ，混凝土排洪沟长 1176m，土地整治 1.46hm ² ，回覆表土 0.64 万 m ³	栽植乔木 65 株，灌木 220 株，撒播草籽 3.19hm ²		临时排水沟 3150m，沉沙池 4 个	
	施工场地	剥离表土 7.47 万 m ³ ，边坡防护 5.12hm ² ，雨水管网 2.52km，土地整治 37.33hm ² ，回覆表土 6.83 万 m ³ 。	栽植乔木 55995 株，撒播草籽 42.45hm ² 。		临时土质排水沟 1160m，沉沙池 2 个，编织袋装土 1280m ³ ，彩条布 24230m ² ，临时撒播草籽 192Kg。	
	弃渣场	浆砌石挡渣墙 6708m ³ ，浆砌石排水沟 6631m ³ ，土地整治 18.28hm ²	栽植乔木 13200 乔木，灌木 26424 株，撒播草籽 18.28hm ²			
投资（万元）	1048.48		168.23		95.33	

水土保持总投资 (万元)	1997.01		独立费 (万元)	399.61	
监理费 (万元)	101.22	监测费 (万元)	67.47	补偿费 (万元)	182.67
方案编制单位	北京水保生态工程咨询有限公司		建设单位	海南核电有限公司	
法定代表人	曹文华		法定代表人	魏国良	
地址	北京西城区南滨河路 27 号 贵都国际中心 A 座 10 层		地址	海南省昌江县 1208 信箱	
邮编	100055		邮编	570125	
联系人及电话	孔东莲/13811993652		联系人及电话	张伟波/0898-26925956	
传真	010-63207155		传真	0898-26927001	
电子信箱	59798766@qq.com		电子信箱	zhangwb01@cnp.com.cn	

2 项目概况

2.1 项目组成及工程布置

海南昌江核电厂 3、4 号机组位于海南省昌江县海尾镇塘兴村，濒临北部湾，在昌江核电厂预留场地内建设 2×1200MW 压水堆核电机组及其配套辅助设施，紧临 1、2 号机组，西北侧规划建设海南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程（简称小堆示范工程）。厂址东北距海口市约 160km，东南距三亚市约 150km。

地理位置详见附图 1。

建设内容：项目工程主要包括厂区、取排水工程、施工场地和弃渣场等。

2.1.1 厂区

（1）平面布置

厂区由主厂房区、冷却水设施区、配电装置区、辅助生产设施区和厂前建筑区组成。

①主厂房区

主厂房区主要包括核岛、常规岛及其附属设施等。根据冷却水取排水条件、电力出线条件及地形条件，确定核岛北向（建北，下同）、常规岛南向布置。3、4 号机组主厂房建筑群并列式布置，两台机组反应堆厂房中心距离为 230m，3 号反应堆厂房中心与 1 号反应堆厂房中心东西向及南北方向轴线间距分别为 358.50m、45.60m。

②冷却水设施区

冷却水设施主要包括联合泵房（8PM）、制氯站（8PH）及虹吸井（8CC）等水工设施。联合泵房（8PM）与制氯站（8PH）布置 3、4 号厂区的北侧，联合泵房（8PM）为核安全物项，基础底埋深约-17.20m，基础位于中风化-微风化基岩上，地基条件较好；虹吸井（8CC）布置在联合泵房（8PM）西侧。联合泵房（8PM）与汽轮发电机厂房（MX）之间以循环冷却水进水管连接；重要厂用水进水廊道由联合泵房（8PM）进入核辅助厂房（NH）；燃料厂房（KA）与虹吸井（8CC）之间以重要厂用水排水管道连接；汽轮发电机厂房（MX）与虹

吸井（8CC）之间以循环冷却水排水管道连接。

③ 配电装置区

3、4号机组规划电力出线方向为东南向，包括500kV开关站（8TB）、网控楼（8TC）、辅助开关站（220kV）（TD）和辅助变压器区域及公用中压配电间（8TG），除辅助开关站已建成外，其余子项需新建。辅助变压器区域及公用中压配电间（8TG）布置在3号汽轮发电机厂房的东南侧，其它配电装置区子项布置在主厂房区南侧25m平台。主变压器和降压变压器平台（3/4TA）与500kV开关站（8TB）之间以500kV主电源GIL通道连接；辅助变压器区域及公用中压配电间（8TG）与辅助开关站（220kV）（TD）之间以220kV辅助电源电缆沟连接。

④ 辅助生产区

辅助生产设施包括放射性辅助生产设施和非放射性辅助生产设施。

⑤ 厂前区及其他设施区

厂前建筑区包括综合办公楼（BA）、餐厅（SA）和信息文档中心（BD）已经建成，布置在厂区东北侧，靠近主要进厂道路，方便管理及交通联系。

（2）竖向布置

场地现状标高为10.50~20.00m，场地设计标高分别为11.00m和25.00m，因此竖向布置采用台阶式。其中，主厂房区、冷却水设施区和部分辅助生产设施布置在3、4号机组建设场地中部和北侧，场地标高为11.00m；配电装置区和部分辅助生产设施布置在厂区南侧，场地标高为25m。（设计标高高于3、4号机组北侧排洪渠PMF工况下最高洪水位为10.58m）

2.1.2 边坡、防洪工程

2.1.2.1 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 6.60m。

(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

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。塘兴水库位于厂区西南侧，为小（二）型水库。塘兴水库在 PMF 工况下的洪水流量（可包络溃坝洪水量）通过 1、2 号机组工程厂区外围的防、排洪工程排出。防、排洪工程的设计标准按照 PMF 设计，自塘兴水库溢洪道开始，沿 1、2 号机组工程厂区外围边界自南侧～东南侧～东侧～东北侧的排洪渠排入北侧原有塘兴水库泄洪通道，最终排入大海。

经过分析计算，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。厂区核岛防洪标准为 1000 年一遇，其余区域防洪标准为 100 年一遇。

2.1.2.2 边坡、排洪沟

场地平整后在厂区南侧和西侧形成 0~14m 高的挖方边坡，长 1050m，边坡坡底设置排洪沟，长 1176m。

施工场地平整后，各台阶间由挖、填方边坡衔接，长 3200m，最大坡高 14m。

2.1.3 取排水工程

(1) 海水取排水规划

冷却水系统采用海水直流供水冷却方式，取自北部湾的海水。

取水隧洞：海域部分采用明渠取水，利用 1、2 号机组工程已经建好的取水明渠。本工程新建两条取水隧洞，连接取水明渠和联合泵房，断面为圆形，直径为 6.5m，每条隧洞长 1570m，总长约 3140m。

排水隧洞：参照 1、2 号机组，采用全隧洞的方式排水，3、4 号机组排水沉管位于 1、2 号机组沉管东侧，平行于 1、2 号机组沉管轴线布置，排水口位于海域约-19.7m 水深处。每台机组设置一条排水隧洞，长 4650m，其中陆域部分隧洞长 1070m，断面为圆形，直径为 6.8m，海域部分采用沉管排水方式，单孔断

面尺寸为 5.8m×5.8m，管线长 3860m，两台机组排水隧洞总长约 9300m。

(2) 淡水取排水规划

取水：本工程施工期和运行期所需的淡水主要由 1、2 号机组工程已建的淡水厂提供，淡水厂的原水取自石碌水库。绿化、洗车、浇洒用水采用再生水，来自生活污水处理站。

排水：施工期排水主要为生活污水，施工生产用水除混凝土浇筑和养护、砌砖、降尘等损耗外，冲洗砂石排水沉淀后复用。运行期间的排水主要来自厂区雨水、生活污水和生产废水。厂区雨水、清洁生产废水和经处理达标后的生产废水最终排入大海；生活污水经生化处理达标后用于道路浇洒和洗车等，回用剩余水量最终排入大海。

2.1.4 依托 1、2 号机组工程情况

2.1.4.1 交通工程

本工程对外交通全部利用 1、2 号机组工程已建成的进厂道路和码头。

(1) 主要进厂道路

主要进厂道路起点位于核电厂北侧边界，接至西线高速公路 G98 邦溪立交，为二级公路标准，长 16.5km。

(2) 次要进厂道路

次要进厂道路起点位于核电厂南侧边界，为三级公路标准，接至县道 X701，长 1.7km。

(3) 大件码头

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。

2.1.4.2 行政办公区

本工程直接利用 1、2 号机组工程的行政办公、培训宣教、安全保障、停车场区，位于一期厂区内。

2.1.4.3 弃渣场

本工程和小堆示范工程共用 1、2 号机组工程已有的 2# 弃渣场，2# 弃渣场位于厂区西北约 500m 处，实际占地 27.04hm²。

2.1.4.4 施工场地

施工生产生活区充分利用 1、2 号机组工程的施工场地，包括 1、2 号机组工程主厂房区东侧施工场地和本工程西侧、南侧施工场地，共计 18.15hm²。

2.1.4.5 施工道路

本期施工道路利用一期已有施工道路，不新建施工便道。

本工程与 1、2 号机组工程以及小堆示范工程的依托情况见表 2.1-1。

表 2.1-1 本工程与 1、2 号机组工程、小堆示范工程相互依托情况表

序号	依托区域	1、2 号机组工程	本工程	小堆示范工程
1	行政办公区	行政办公、培训宣教、安全保障、停车场区	利用	
2	道路工程	进场道路、大件码头、施工道路	利用	
3	施工场地	主厂房区东侧和工程西侧、南侧施工场地	利用已有施工场地 18.15hm ² ，新增 37.33hm ² 。	
4	弃渣场	2#弃渣场	和小堆示范工程共用	和本工程共用
5	取排水工程		新建	利用本工程

项目总平面布置图见附图 HNCJ-HD-04。

2.2 施工组织

2.2.1 施工场地

(1) 平面布置

施工场地充分利用 1、2 号机组工程的施工场地，并在 1、2 号机组西侧施工场地外新增施工场地。新增施工场地位于现状核岛、常规岛土建及安装施工场地的西侧，用地面积为 37.33hm²。

(2) 竖向布置

施工场地采用台阶式竖向布置，场地设计标高分别为 18.5m~20m、23.5m~25m、25m、25~31.5m。

2.2.2 施工道路

施工道路利用 1、2 号机组工程已有的施工道路，本工程不再新建。

2.2.3 施工用水、用电

施工用水利用 1、2 号机组已建的淡水厂；施工用电利用 1、2 号机组已建的施工变电站。

2.2.4 弃渣场

本工程和小堆示范工程共用 1、2 号机组工程的 2# 弃渣场，占地 27.04hm²，为平地型弃渣场，小堆示范工程占用西侧空地 7hm²；本工程利用剩余的 20.04hm²，从东侧空地开始堆弃。因小堆示范工程和 3、4 号机组工程为同一个建设单位，在堆弃过程中对弃渣统一管理。2# 弃渣场已堆弃渣 235 万 m³，堆高 20m，边坡坡比大于 1:2，堆土呈东西向的条带状，堆土长度 1100m。边坡分级堆放，每级边坡中间布设宽 2.5m 马道；场地四周布设浆砌石挡土墙，高 1m，宽度 0.5m。

目前弃渣由海南昌澜有限公司搬迁，清运单位从弃渣场东、西两侧和中间位置进行搬迁，本工程计划于 2019 年 11 月开工，工程建设过程中共产生弃方 460.84 万 m³，根据清运单位提供的进度计划（详见附件 1 海南昌江核电厂 1、2 号弃土堆场清运情况说明），截止 2019 年 11 月底清运公司可清运弃渣 161 万 m³，同时，建设单位和昌江县政府承诺对本工程产生的弃渣进行拍卖，及时处置。（详见附件 2、附件 3 和附件 4），由此可见，2# 弃渣场可满足本工程的建设进度需求。

2.2.5 施工工艺与方法

（1）场地平整

厂址自然地面高程约为 10.50~20.00m，整体地势呈西南-东北走向，向大海倾斜。

主要包括各类建（构）筑物基础开挖和建造。

基础开挖过程中视各类建（构）筑物基础大小、深浅和相邻间距，采用机械施工与人工施工相结合的方法，人工主要配合机械对零星场地或边角区进行平整。基坑开挖采用挖掘机挖土，自卸汽车运土。开挖土方暂时堆放在基坑四周，在其四周底部设置临时拦挡措施防止水土流失，土方采取临时苫盖预防大风天气引起的尘土飞扬。开挖土方暂时堆放在基坑四周，基础回填后使用。地下设施、管道、

厂区道路分区、分片、分段施工，不宜全面铺开。

土建工程施工阶段施工工艺为：挖掘机或人工开挖基础→临时堆土拦挡→地基处理→基础回填压实→平整场地→建造建（构）筑物。

（2）道路工程施工工艺

道路工程施工程序一般为：先放线，后清理地表，然后修筑排水工程，之后填筑路基、修防护工程、铺面层。工程施工采用挖掘机和人工开挖，推土机铺平，压路机压实的施工方法。路基填筑以机械施工为主，人力施工为辅，采用水平分层全断面填筑方法施工，逐段逐层向上筑。路基填筑采取挖、装、运、摊、平、压路机压实的机械化流水作业，每层填压的土方均要平行于最终的路基表面。

道路工程施工工艺：平整→路基填筑→压实整平。

（3）取排水工程

陆域排水隧洞采用钻爆施工方案，海域排水隧洞采用预制混凝土沉管排水方式。

2.3 工程占地

根据对项目区的现场调查，结合主体工程的设计资料，经本方案复核：

(1)陆域排水隧洞采用钻爆施工方案，海域排水隧洞采用预制混凝土沉管排水方式，没有地面上的扰动，因此不单独计列面积。

(2)本工程利用 1、2 号机组工程的行政办公、培训宣教、安全保障、停车场区(已建成)，位于一期厂区内，占地 8.26hm^2 ，不计入本工程占地。

(3)本工程施工生产生活区部分利用 1、2 号机组工程的施工场地，包括主厂房区东侧施工场地和本工程西侧、南侧施工场地，共计 18.15hm^2 (已建成)，不计入本工程占地。

因此，本工程总占地面积为 107.45hm^2 ，其中永久占地 50.08hm^2 ，临时占地 57.37hm^2 。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

分区	占地面积	占地性质	占地类型
厂区	50.08	永久	建设用地
施工场地区	37.33	临时	林草地
弃渣场区	20.04	临时	荒地
合计	107.45		

2.4 土石方平衡

项目建设期主体工程计列的土石方总量为 263.62 万 m^3 。其中,挖方为 231.66 万 m^3 ,填方量为 31.96 万 m^3 ,产生弃方 199.92 万 m^3 。

经方案复核,主体工程计列的土石方量仅为场地平整开、挖量,经本方案复核后,核增核岛开挖等负挖土方 12.81 万 m^3 ,石方 187.86 万 m^3 (数据由主体设计提供);取排水隧洞的管线采取基岩钻爆方式,产生石方 18.19 万 m^3 。

主体工程计列的土石方均为实方,在本方案中换算为松方,根据《核电厂总平面及运输设计规范》(GB/T50294-2014)规定,本工程按照土方 1.2、负挖石方 1.4 松散系数考虑。

因本工程产生的弃方量较大,方案编制单位建议对产生的弃方进行综合利用,经主体设计单位复核,石方破碎后可作为混凝土骨料利用,可利用 82 万 m^3 。

主体工程土石方量中未单独计列剥离表土量,厂区在 1、2 号机组工程建设过程中进行了粗略的平整,对地表产生了扰动,不能剥离表土,因此可剥离表土范围为施工场地,面积为 37.33 hm^2 ,可剥离表土厚度 20cm,共计剥离表土 7.47 万 m^3 ,集中堆放于施工场地,后期用于厂区和施工场地区的绿化覆土。

综上,项目土石方总量 620.84 万 m^3 ,其中挖方 581.84 万 m^3 (含剥离表土 7.47 万 m^3),填方 39.00 万 m^3 (绿化回覆表土 7.47 万 m^3),综合利用石方 82 万 m^3 ,产生弃方 460.84 万 m^3 。

工程土石方平衡情况详见表 2.4-1,剥离表土平衡情况见表 2.4-2。

表 2.4-1 土石方平衡表 单位: 万 m³

分区	挖方		填方	利用方	弃方	
					数量	去向
厂区	土方	251.51	3.348		248.16	2#弃渣场
	石方	288.47		82	206.47	
	小计	539.98	3.348	82	454.63	
施工场地区	土方	41.86	35.65		6.20	
合计		581.84	39.00	82	460.84	

表 2.4-2 表土剥离平衡表 单位: 万 m³

分区	剥离量	覆土量	调入		调出	
			数量	来源	数量	去向
厂区	0	0.64	0.64	施工场地区		
施工场地区	7.47	6.83			0.64	厂区
合计	7.47	7.47	0.64		0.64	

2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建

本工程用地及各项设施在二期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 工期安排

工程总投资 377.74 亿元，其中土建投资 71.22 亿元，其资金筹措将通过项目资本金及融资贷款取得。

工程计划于 2019 年 11 月进入施工准备期，3 号机组计划于 2020 年 6 月 30 日开工浇筑第一罐混凝土，两台机组开工日期间隔 10 个月，计划分别在 2025 年 6 月 30 日和 2026 年 4 月 30 日建成投产，总工期为 78 个月。工程施工进度安排见表 2.6-1。

表 2.6-1 工程施工进度安排表

分区	项目	2019	2020				2021				2022				2023				2024				2025						
		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		[Progress bar spanning from Q4 2019 to Q2 2025]																											
主厂区	场地平整	[Progress bar spanning from Q4 2019 to Q3 2020]																											
	主厂房土建施工	[Progress bar spanning from Q3 2020 to Q4 2022]																											
	安装至机组投产	[Progress bar spanning from Q4 2022 to Q2 2025]																											
弃渣场区		[Progress bar spanning from Q4 2019 to Q4 2022]																											

2.7 自然概况

2.7.1 项目区自然概况

2.7.1.1 地形地貌

厂址所在区域位于海南岛中部的琼中南隆起中低山地区的山脊上，属滨海台地，地形平缓。

2.7.1.2 工程地质

项目区地层岩性主要为第四系地层和侵入岩。第四系地层主要为素填土层、海积层和残积层，其中素填土层多为砂石料；海积层为中砂、珊瑚礁混砂和砾砂层；残积层为粉质粘土层。侵入岩主要以燕山晚期白垩纪黑云母花岗岩和石英闪长岩为主。

项目区地下水类型有第四系孔隙水、基岩裂隙水，补给来源主要为大气降水，沿地形由高向低径流，最终排泄入海。厂区内地下水对建筑物地基的安全没有影响。

项目区不存在滑坡、泥石流、崩塌、岩溶、地面塌陷和沉降、砂土液化等不良地质作用与地质灾害，厂区及附近没有危及地基安全的人类活动。

2.7.1.3 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。

2.7.1.4 水文

昌江黎族自治县境内主要河流有昌化江和珠碧江两大河流，其沿境界注入北部湾，其他主要河流有南绕河、七差河、石碌河、青山河、纳风河等，总长 244.35km，集雨面积 1625.7km²，年径流量为 9.16 亿 m³，全境海岸线长度为 43km，12 海里范围内的海域面积 366.74km²。

项目区地处海南省昌江县海尾镇塘兴村，濒临北部湾，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。

2.7.1.5 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。

2.7.1.6 植被

昌江县自然植被群落以森林植被为主，现存多为次生天然林，植被多为木麻黄防风林和野菠萝，林草覆盖率为 22%。

2.7.2 项目区水土流失现状

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。依据主体工程相关资料，在调查和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 1、2 号机组工程水土流失监测等资料，确定水土流失背景值为 500t/km².a。

项目区土壤侵蚀分布图见附图 3。

2.7.3 水土保持敏感区

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》，项目涉及的昌江县不属于国家级水土流失重点防治区；根据《海南省人民政府办公厅关于海南省水土保持规划（2016-2030 年）的复函》（琼府办函〔2017〕375 号），昌江县属海南省水土流失重点预防保护区。

3 项目水土保持评价

3.1 主体工程选址水土保持评价

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。

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规范》（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保护区，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。	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保护区，方案采用一级防治标准。	一级防治标准
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,国家发展和改革委员会同意后开展前期工作,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

序号	约束性条件	制约性因素分析	评价结果
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
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

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。

针对工程选址无法避让省级水土流失重点预防保护区的情况,本方案提高了防治目标值,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。

综上所述,本工程存在一定的水土保持限制性因素,在本方案中提出了优化施工工艺、提高防治标准、减少地表扰动和植被损坏范围的措施,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 107.45hm²，其中永久占地 50.08hm²，临时占地 57.37hm²。其中林草地 87.41hm²，荒地 20.04hm²。

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	50.08	永久占地	建设用地	46.61
施工场地区	37.33	临时用地	林草地	34.74
弃渣场区	20.04	临时用地	荒地	18.74

由表 3.2-1 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。

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。项目土石方总量 620.84 万 m³，其中挖方 581.84 万 m³（含剥离表土 7.47 万 m³），填方 39.00 万 m³（绿化回覆表土 7.47 万 m³），综合利用石方 82 万 m³，产

生弃方 460.84 万 m^3 。

经本方案复核，增加了施工场地的表土剥离，共计 7.47 万 m^3 ，后期用于本工程的绿化覆土，对表土资源进行了保护和合理利用。因本工程产生的弃方量较大，方案编制单位建议对产生的弃方进行综合利用，经主体设计单位复核，石方破碎后可作为混凝土骨料利用，可利用 82 万 m^3 ，大大减少了弃方。

建议建设单位在建设过程中进一步加大土石方的综合利用，减少弃方量。

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

本项目共产生弃渣 460.84 万 m^3 ，弃渣场和小堆示范工程共用 1、2 号机组 2# 弃渣场，小堆示范工程占地 7 hm^2 ，利用西侧空地，本工程利用剩余占地 20.04 hm^2 ，从东侧空地开始堆弃。目前弃渣场的堆渣由海南昌澜有限公司搬迁，清运单位从弃渣场东、西两侧和中间位置进行搬迁，本工程计划于 2019 年 11 月开工，工程建设过程中共产生弃方 460.84 万 m^3 ，根据清运单位提供的进度计划，截止 2019 年 11 月底清运公司可清运弃渣 161 万 m^3 ，同时，建设单位和昌江县政府承诺对本工程产生的弃渣进行拍卖，及时处置，由此可见，2# 弃渣场可满足本工程的建设进度需求，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 11 月进入施工准备期，3 号机组计划于 2020 年 6 月 30 日开工浇筑第一罐混凝土，两台机组开工日期间隔 10 个月，计划分别在 2025 年 6 月 30 日和 2026 年 4 月 30 日建成投产，建设周期为 78 个月。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 11 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

施工场地占地类型为林草地。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, 水土保持措施包括综合护坡、排洪沟, 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。

场地平整后在厂区南侧和西侧形成 0-14m 高的挖方边坡, 长 1050m, 采取浆砌石截水骨架植草护坡, 护坡面积为 3.02hm²。

厂区南侧和西侧边坡坡底修筑长 1176m 排洪沟, 采用矩形断面, 沟宽为 2.5m。

厂区雨水管网沿道路场内道路布设, 长约 3.98km。

本方案补充完善表土剥离及回覆、土地整治、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

施工场地采用台阶式竖向布置, 场地标高分别为 18.5m-20m、23.5m-25m、25m、

25m-31.5m。施工场地平整后，各台阶间由挖、填方边坡衔接，长约 3200m，最大坡高 14m，护坡采用浆砌片石骨架植草护坡形式，护坡面积约为 5.12hm²。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。

施工场地沿场内施工道路布设雨水管网，长 2.52km。

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。本方案补充了临时防护措施、拦挡工程、排水工程和植被恢复措施，减少了水土流失。

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，本项目厂区和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 3.3-1。

表 3.3-1 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	浆砌石骨架植草护坡	hm ²	3.02	102.2
2	钢筋混凝土排洪沟	m	1176	104
3	雨水排水管	km	3.98	75.62
二	施工场地区			
1	浆砌片石骨架植草护坡	hm ²	5.12	173.6
2	雨水排水管	km	2.52	38.30

4 水土流失分析与预测

4.1 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。根据《全国水土保持规划》规定，项目区属于南方红壤丘陵区，容许土壤流失量确定为 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。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 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

4.2 水土流失影响因素分析

4.2.1 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。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。

4.2.2 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区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 107.45hm^2 ，其中厂区扰动地表面积 50.08hm^2 ，施工场地区扰动地表面积 37.33hm^2 ，弃土场区扰动地表面积 20.04hm^2 。

4.2.3 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 107.45hm²。

4.2.4 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 460.84 万 m³（松方）弃方，全部弃于 2#弃渣场内。

4.3 土壤流失量预测

4.3.1 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。

4.3.2 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 0.75 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，故本次厂区、施工场地区和弃渣场区施工期预测时段分别为 2 年、6 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 4-1。

表 4.3-1 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	0.75	2.0	2
2	施工场地区	0.75	6.0	2
3	弃渣场区	0.75	2.0	2

4.3.3 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 4.3-2。

表 4.3-2 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	以轻度水力侵蚀为主	同左
水土流失现状	轻度侵蚀，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。本项目采用海南昌江核电厂 1、2 号机组的监测成果，不进行修正，监测成果见表 4.3-3。

表 4.3-3 海南昌江核电 1、2 号机组土壤侵蚀模数监测成果（单位：t/km²·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	7900	5200	3000	2500	2000	1300	1000	7900	5200
施工生产生活区	8000	5300	3200	2800	2200	1500	1200	8000	5300
弃渣场区	12000	11000	9500	8900	6900	4500	2500	1200	1100

4.3.4 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 107.45hm²，土建施工期为 107.45hm²，自然恢复期为 53.96hm²。各时段预测面积见表 4.3-4。

表 4.3-4 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	50.08	50.08	0.17
2	施工场地区	37.33	37.33	37.33
3	弃渣场区	20.04	20.04	18.28
合计		107.45	107.45	55.78

(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, $i=1, 2, 3, \dots, n-1, n$ ；

F_{ji} ——第 j 预测时段、第 i 预测单元的面积 (km²)；

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

T_{ji} ——第 j 预测时段、第 i 预测单元的预测时段长 (a)

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 4.3-5、4.3-6、4.3-7 所示。项目区预测时段土壤流失量汇总表见表 4.3-8，项目区各分区土壤流失量汇总表见表 4.3-9。

表 4.3-5 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 $\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$		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	50.08	0.75	500	5500	188	2066	1878
2	施工场地区	37.33	0.75	500	7900	140	2212	2072
3	弃土场区	20.04	0.75	600	16000	90	2405	2315
合计		107.45				418	6682	6264

表 4.3-6 施工期水土流失量计算表

序号	分区	预测面积 (hm^2)	预测时段 (a)	侵蚀模数 $\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$		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	50.08	2	500	2400	501	2404	1903
2	施工场地区	37.33	6	500	3460	1120	7750	6630
3	弃土场区	20.04	2	600	7900	240	3166	2926
合计		107.45				1861	13320	11459

表 4.3-7 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 $\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$		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	0.17	2	500	800	2	3	1
2	施工场地区	37.33	2	500	900	373	672	299
3	弃渣场区	18.28	2	500	900	190	342	152
合计		55.78				565	1016	452

表 4.3-8 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	418	6682	6264
2	施工期	1861	13320	11459
3	自然恢复期	565	1016	452
合计		2844	21019	18175

表 4.3-9 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	1878	1903	1	3782
2	施工场地区	2072	6630	299	9000
3	弃渣场区	2315	2926	152	5392
合计		6264	11459	452	

经预测，本工程建设过程中可能产生土壤流失量为 21019t，其中施工准备期产生土壤流失量为 6682t，施工期产生土壤流失量为 13320t，自然恢复期产生水土流失量为 1016t；新增土壤流失量 18175 t，其中施工准备期新增土壤流失量为 6264 t，施工期新增土壤流失量为 11459 t，自然恢复期产生土壤流失量为 452t。

4.4 水土流失危害分析

本工程在其建设和运行中可能造成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、常规岛建设、施工场地占压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。

4.5 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），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 4.3-9 可知，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 4.3-9 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。

5 水土保持措施

5.1 防治区划分

5.1.1 防治分区

防治区划分的目的是合理布设防治措施。根据项目所在地水土流失特征、施工扰动特点、建设时序、场地布置等，确定本工程水土保持防治分区为 3 个区，即厂区、施工场地区和弃渣场区。

水土流失防治分区情况见表 5.1-1。

表 5.1-1 防治分区一览表

序号	防治分区	水土流失特征
1	厂区防治区	施工准备期场地开挖整平形成裸露地表，地面设施地基开挖临时堆土易造成水土流失。
2	施工场地防治区	施工过程中临时堆土、堆料易产生水土流失。
3	弃渣场防治区	弃渣过程中扰动地表、植被破坏，堆渣坡面在雨季易产生水土流失。

5.1.2 防治责任范围

本工程利用 1、2 号机组工程办公区、施工单位项目部和安装施工场地，场地均已硬化，对现有水土保持措施不造成破坏，因此，不纳入本工程防治责任范围；本工程利用 1、2 号机组工程弃渣场，搬迁现有堆渣和堆弃本工程产生的弃渣，对现有水土保持措施造成了扰动和破坏，因此，弃渣场纳入本工程防治责任范围，由此确定本工程的水土流失防治责任范围为 107.45hm²，详见防治责任范围表 5.1-2。

表 5.1-2 防治责任范围表 单位：hm²

分区	防治责任范围	新增区域	利用 1、2 号机组工程		
			区域	面积	备注
厂区	50.08	50.08		8.26	已建成，且场地内均已硬化，不纳入本次防治责任
施工场地区	37.33	37.33		18.15	

弃渣场区	20.04		20.04		对现有弃渣进行搬迁，且堆弃本工程弃渣，进行二次扰动，纳入本次防治责任范围
合计	107.45	87.41	20.04	26.41	

5.1.3 水土流失防治标准

5.1.3.1 执行标准等级

根据《海南省人民政府办公厅关于海南省水土保持规划（2016-2030年）的复函》（琼府办函〔2017〕375号），项目区属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》（GB/T50434-2018）的规定，本工程执行建设类南方红壤区一级标准。

5.1.3.2 防治目标

通过实施水土保持措施，使项目防治范围内的原有水土流失得到治理，新增水土流失得到有效控制。水土保持设施安全有效。水土资源、林草植被得到最大限度的保护与恢复。

南方红壤区水土流失一级标准防治指标值：

施工期防治目标为：渣土防护率 95%，表土保护率 92%。

设计水平年防治目标值为：水土流失治理度 98%，土壤流失控制比 0.9，渣土防护率 97%，表土保护率 92%，林草植被恢复率 98%，林草覆盖率 25%。因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%，调整为 27%。该项目水土流失防治目标指标值见表 5.1-3。

表 5.1-3 水土流失防治目标指标值

防治指标	施工期	设计水平年	调整	调整后目标值
水土流失治理度(%)		98%		98%
土壤流失控制比		0.9	项目区以微度水力侵蚀为主，调整为 1。	1
渣土防护率(%)	95%	97%		97%
表土保护率(%)	92%	92%		92%
林草植被恢复率(%)		98%		98%
林草覆盖率(%)		25%	无法避让省级水土流失重点预防区，提高 2%。	27%

5.2 措施总体布局

为了使工程建设引起的水土流失降到最低程度，按照“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，在水土流失预测及主体工程中具有水土保持功能工程分析评价的基础上，把厂区和施工场地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见图 5.2-1。各分区防治措施总体布局图见 HNCJ-HD-05。

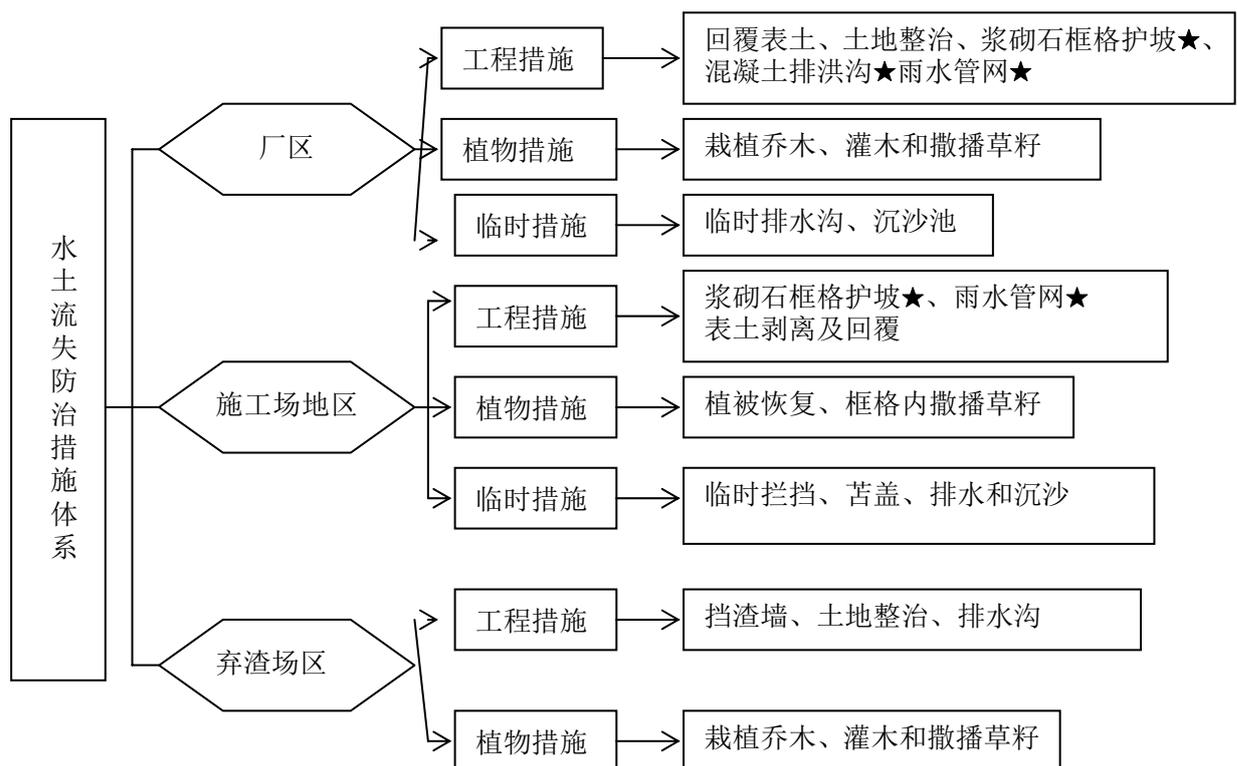


图 5.2-1 水土流失防治措施体系图 (★为主体设计)

5.3 分区措施布设

5.3.1 厂区

(1) 工程措施

① 回覆表土

厂区绿化面积 0.17hm^2 ，浆砌石框格植草面积 3.02hm^2 ，绿化之前需回覆表土，覆土厚度为 20cm ，需回覆土 0.64万 m^3 。

② 土地整治

厂区内绿化区域和铺碎石区域需要进行土地整治，绿化面积为 0.17hm^2 ，铺碎石区域为 1.29hm^2 ，因此厂区土地整治面积为 1.46hm^2 。

③ 雨水排水管

厂区内雨水管网沿厂区围墙和场内道路布设，长约 3.98公里 。

④ 边坡防护

场地平整后在厂区南侧和西侧形成约 14m 高的挖方边坡，坡比 $1:1.75$ ，分两级布置，上级边坡坡高 7米 ，下级边坡坡高 7.3米 ，中间设马道，宽 2米 ，长 1050m ，采取浆砌石截水骨架植草护坡，护坡面积为 3.02hm^2 。

浆砌石骨架植草护坡用浆砌石在坡面做成网格状，网格边长为 0.3m ，浆砌石部分宽 0.05m ，需浆砌片石 3205m^3 。断面尺寸见附图 14188001GDS02-004。

⑤ 排洪沟

场地平整后，在厂区南侧、西侧边坡坡脚设置排洪沟，与 1、2 号机组工程厂区排洪沟相接，排洪沟按照 PMP 降雨设计，根据《海南昌江核电厂可能最大降水（PMP）研究计算报告》，厂址 PMP、 10min 历时设计暴雨为 56.7mm 。

排洪沟为钢筋混凝土结构，规格为矩形，沟内宽 $2.0\sim 2.5\text{m}$ ，长 1176米 。断面尺寸见附图 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 ；

ϕ ——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，km²。

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，m³/s；

A ——渠道过水断面面积，m²；

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 5.3-1。

从下表可知，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

表 5.3-1 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	mm/min	Q (m ³ /s)	Q _s (m ³ /s)	b (m)	h (m)	m
AB 段	593	0.59	0.9	5.67	0.50	2.36	2.000	1.190	0.000	4.380	2.380	0.543	0.015	0.00050	60.223
BC 段	220	0.59	0.9	5.67	0.50	3.78	2.000	1.310	0.000	4.620	2.620	0.567	0.015	0.00100	60.653
CC1 段	30	0.59	0.9	5.67	0.50	3.78	2.000	1.310	0.000	4.620	2.620	0.567	0.015	0.00100	60.653
CC2 段	25	0.59	0.9	5.67	0.50	3.78	2.000	1.310	0.000	4.620	2.620	0.567	0.015	0.00100	60.653
C2D 段	218	0.65	0.9	5.67	0.55	6.36	2.000	1.980	0.000	5.960	3.960	0.664	0.015	0.00100	62.275
DE 段	244	0.65	0.9	5.67	0.55	6.18	2.500	1.980	0.000	6.460	4.950	0.766	0.015	0.00050	63.773
EF 段	296	0.65	0.9	5.67	0.55	6.18	2.500	1.980	0.000	6.460	4.950	0.766	0.015	0.00050	63.773
FG 段	90	0.65	0.9	5.67	0.55	6.18	2.500	1.980	0.000	6.460	4.950	0.766	0.015	0.00050	63.773

(2) 植物措施

厂区绿化采取园林绿化工程标准，为 1 级。

①保护区外绿化

主体工程设计时，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，主要在配电装置区和附属设施区内进行绿化，绿化面积为 0.17hm^2 。

按照适地适树的原则，参照 1、2 号机组工程的绿化树种，选择优良的乡土树种和草种，应选择耐盐碱、抗风力、固土能力强、易管理的乔灌木，采取乔灌草相结合进行绿化。

乔木选相思树，灌木选小叶黄杨，草种选马尼拉草。乔木、灌木行间混交，因绿化区域面积较小，因此在绿化区域四周栽植一行乔木，株距 2m；灌木株距 2m，行距 4m；裸露地全面撒播植草。

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 $50\text{cm}\times 50\text{cm}\times 50\text{cm}$ ，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。

共需栽植乔木 65 株，灌木 220 株，植草面积 0.17hm^2 ，草种用量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，共需草籽 13.6kg。

②边坡绿化

厂区西侧和南侧护坡面积为 3.02hm^2 ，边坡采取浆砌石骨架植草护坡，采用狗牙根、龙爪茅和白三叶混播，草种用量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，共需草籽 241.6kg。

(3) 临时措施

①临时排水沟

场地平整初期，区域排水体系尚未建成，由于对地表扰动较大，临时堆土结构较为松散，在降雨的冲刷下，容易造成水土流失，对周边环境造成淤积和污染。主要沿厂区四周进行设置，防治厂区积水和开挖的松散土石方在雨水的冲刷下流失。

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），布设临时排水沟 1650m。

施工过程中，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堆土，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 1500m，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）。

经计算，排水沟土方开挖 1408m³，M7.5 浆砌片石 756m³，M7.5 砂浆抹面 3622m²，土方回填 1408m³。

典型设计图见附图 HNCJ-HD-07。

②临时沉沙池

在临时排水出口处布设沉沙池，要及时进行清淤，共布设 4 个沉沙池，采用砖砌，规格为 2m×1.5m×1.5m（长×宽×高），底部沙砾垫层厚 0.2m。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 40m³，回填土方 40m³，砖块衬砌 22m³，铺沙砾垫层 2.4m³。

典型设计图见附图 HNCJ-HD-08。

厂区水土保持措施工程量详见表 5.3-2。

表 5.3-2 厂区水土保持措施工程量汇总表

序号	工程名称	单位	数量
一	工程措施		
1	回覆表土	万 m ³	0.64
2	土地整治	hm ²	1.46
3	雨水排水管	Km	3.98
4	边坡	m	1050
①	护坡面积	hm ²	3.02
②	浆砌石	m ³	3205
5	混凝土排洪沟	m	1176
二	植物措施		
1	栽植乔木	株	65
2	栽植灌木	株	220

3	撒播草籽	Kg/ hm ²	255.2/3.19
三	临时措施		
1	临时排水沟	m	3150
①	排水沟土方开挖	m ³	1408
②	M7.5 浆砌片石	m ³	756
③	M7.5 砂浆抹面	m ²	3622
④	排水沟土方回填	m ³	1408
2	临时沉沙池	个	4
①	沉砂池土方开挖	m ³	40
②	沙砾垫层	m ³	2.4
③	砌砖	m ³	22
④	沉砂池土方回填	m ³	40

5.3.2 施工场地区

(1) 工程措施

①剥离表土

为了有效的保护表土资源不流失、不浪费，施工场地占用林地，因此在场地平整前对厂区表层土进行剥离，剥离厚度为 20cm，可剥离面积为 37.33hm²，表土剥离量为 7.47 万 m³。施工过程中，集中堆放于施工场地东侧的临时堆土场。

②土地整治、回覆表土

施工结束后，施工场地进行土地整治，面积为 37.33hm²。

施工场地边坡和场地植被恢复前，需要回覆表土，边坡回覆表土厚度 20cm，场地回覆表土 15cm，回覆表土量为 6.83 万 m³。

③边坡

施工场地平整后，场内各台阶间形成填方和挖方边坡，长 3200 米，最大坡高 14.3m，采取浆砌石截水骨架植草护坡，场地内约 1200 米边坡分两级布设，上级边坡坡高 7 米，下级边坡坡高 7.3 米，中间设马道；剩余 2000 米一级布设。护坡面积为 5.12hm²，浆砌石网格植草护坡用浆砌石在坡面做成网格状，规格尺寸同厂区，需浆砌片石 5444m³。

④雨水排水管

施工场地沿场内道路布设雨水管网，长 2.52km。

(2) 植物措施

施工场地绿化采取标准为 3 级。

① 边坡绿化

施工场地护坡面积为 5.12hm^2 ，边坡采取浆砌石骨架植草护坡，采用狗牙根、龙爪茅和白三叶混播，草种用量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，共需草籽 409.6kg 。

② 植被恢复

施工结束后，施工场地需恢复土地原有土地类型，恢复为林草地，栽植乔木并撒播草籽，面积为 37.33hm^2 。乔木选用木麻黄，草种采用狗牙根。

乔木选择 2-3 年生带土球苗，雨季种植，整地规格 $50\text{cm}\times 50\text{cm}\times 50\text{cm}$ ，栽植时压实覆土，并浇透定根水。乔木用苗数量为 15 株/ 100m^2 ，55995 株；草种用量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，共计 2986.4kg 。

(3) 临时措施

① 临时排水沟和沉沙池

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，在施工区四周及道路两侧布设临时排水沟。

断面尺寸为 $0.7\times 0.3\times 0.4\text{m}$ （上口宽×底宽×深）的，施工简单且易于后期恢复，排水沟长 1160m ，经计算，排水沟土方开挖 510m^3 ，M7.5 浆砌片石 278m^3 ，M7.5 砂浆抹面 1334m^2 ，排水沟土方回填 510m^3 。

场地内布设临时沉沙池 2 个，断面尺寸同厂区。经计算，沉沙池开挖土方 20m^3 ，回填土方 20m^3 ，砖块衬砌 11m^3 ，铺沙砾垫层 1.2m^3 。

② 剥离表土临时防护措施

施工场地堆放剥离表土 12.16万 m^3 ，施工过程中集中堆放于施工场地西侧临时堆土场。堆土高度为 3m ，边坡比 1: 1.5，采用编织袋（ $1\text{m}\times 0.4\text{m}\times 0.3\text{m}$ ）装土对坡脚进行拦挡，呈品子型堆放，土袋用量 1280m^3 。为防止大风扬尘和降水冲刷，表土需采取临时苫盖措施，需彩条布 24230m^2 。四周布设土质排水沟，排水沟总长 560m ，开挖土方 140m^3 ；因剥离的表土堆放时间比较长，需撒播草籽进行防护，选用狗牙根，播量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，共计 192kg 。典型设计见附图 HNCJ-HD-09。

施工场地水土保持措施工程量详见表 5.3-2。

表 5.3-2 施工场地水土保持措施工程量汇总表

序号	工程名称	单位	数量
一	工程措施		
1	剥离表土	万 m ³	7.47
2	回覆表土	万 m ³	6.83
3	土地整治	hm ²	37.33
4	边 坡	m	3200
(1)	护坡面积	hm ²	5.12
(2)	浆砌石	m ³	5444
5	雨水排水管	km	2.52
二	植物措施		
1	框格植草护坡	Kg	409.6
2	植被恢复	hm ²	37.33
(1)	栽植乔木	株	55995
(2)	撒播草籽	Kg/	3396/42.45
三	临时措施		
1	临时排水沟	m	1160
(1)	排水沟土方开挖	m ³	510
(2)	M7.5 浆砌片石	m ³	278
(3)	M7.5 砂浆抹面	m ²	1334
(4)	排水沟土方回填	m ³	510
2	临时沉沙池		
(1)	沉砂池土方开挖	m ³	20
(2)	沙砾垫层	m ³	1.2
(3)	砌砖	m ³	11
(4)	沉砂池土方回填	m ³	20
3	剥离表土临时防护		
(1)	编织袋装土临时拦挡	m ³	1280
(2)	彩条布苫盖	m ²	24230
(3)	土质排水沟	m	560
(4)	撒播草籽	Kg	192

5.3.3 弃渣场区

本工程产生弃方 460.84 万 m^3 ，弃渣场为平地型渣场，占地面积 20.04 hm^2 ，从弃渣场东侧空地开始堆弃。按照“先拦后弃”的原则，弃渣前在弃渣场四周设置浆砌石挡渣墙，在挡渣墙坡脚布设浆砌石排水沟，与小堆示范工程布设的挡渣墙和排水沟相连。堆渣过程中，弃渣采取分层压实、分级堆放，渣体平台布设浆砌石排水沟，坡面布设纵向排水沟；堆渣达到设计标高后，对坡顶和坡面进行土地整治，栽植灌木和撒播草籽恢复植被。

1. 弃渣场级别、拦挡、排水工程级别及设计标准

根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）规定，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，本工程弃渣场级别为 3 级。浆砌石挡渣墙根据弃渣场级别确定为 4 级，采用 30 年一遇防洪标准。采用 5 年一遇 10min 短历时设计暴雨。见表 5.3-3。

表 5.3-3 弃渣场拦挡工程和排水工程设计标准表

弃渣场级别	挡渣墙工程级别	防洪标准[重现期(年)]		设计标准	植被恢复
		设计	校核		
3	4	20	30	5 年一遇	3 级

2. 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，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。

在施工过程中，应逐层逐级弃渣，并分层碾压。为保证弃渣和施工的安全，必须保证渣体稳定，不发生滑坡和泥石流。工程开挖结束后，通过对渣体坡面和平台进行平整，使其最终满足设计要求。

(2) 允许安全系数

本工程弃渣场及弃渣场防护工程建筑物级别为 3 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》规定，弃渣场相关稳定安全系数允许值详见表 5.3-4。

表 5.3-4 弃渣场相关稳定安全系数允许值表

序号	工况	抗滑	抗倾覆
渣场	正常运用工况	≥ 1.20	≥ 1.45
	非常运用工况	≥ 1.05	≥ 1.35

(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：

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

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分别为 1.452 和 1.129，大于规范值，满足要求。

3. 弃渣场地质勘查情况

根据核工业南京工程勘察院关于海南昌江核电厂 3、4 号机组 1、2#弃土场岩土工程勘察报告可知（2016 年 10 月），弃土场南、北两侧为稻田和水沟，无居民点，整体由海南昌江核电厂正挖、负挖时产生的弃料堆置而成，成分为中砂、残积土和呈碎屑、碎块状的全~微风化岩石，未采取任何压实处理的措施，上部多呈松散状，下部呈稍密~中密状，整体胶结性差，雨水冲刷易流失；经现场注水试验成果显示，渗透系数为 $1.289 \times 10^{-3} \sim 6.972 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$ ，属中等~强透水土体。

(1)现场剪切试验

本次对 2#弃土场浅部填土进行了现场剪切试验,根据 6 个点各阶段的剪应力和法向应力的关系曲线,按库伦表达式确定相应的抗剪强度参数如下:

天然状态: $\tau = c + \sigma \operatorname{tg} \varphi$, $c=2.28 \text{ kPa}, \varphi=26.3^\circ$

饱和状态: $\tau = c + \sigma \operatorname{tg} \varphi$, $c=1.70 \text{ kPa}, \varphi=24.4^\circ$

(2)岩土参数建议值

岩土物理力学参数建议值以室内试验和原位测试成果为依据,根据规范、工程经验及前期勘察成果,在合理的基础上选取。提供场地各岩土层承载力建议特征值见下表 5.3-5、5.3-6。

表 5.3-5 土(砂)层地基承载力特征值表

地层年代		Q_4^{ml}	Q_4^m			Q^{el}	全风化层
地层层号及名称		0 层填土	① ₁ 中砂	① ₂ 中砂	① ₃ 珊瑚礁混砂	③ 残积土	-
重度(kN/m ³)		19.7	10.8	/	19.1	19.2	19.1
饱和度(%)		69.4	62.4	/	46.7	88.5	82.2
孔隙比 e		0.554	0.563	/	0.527	0.861	0.754
渗透系数 (cm/s)	垂直 k_v	6.12×10^{-3}	1.54×10^{-2}	/	/	6.50×10^{-3}	/
	水平 k_h	6.12×10^{-3}	1.54×10^{-2}	/	/	6.50×10^{-3}	/
压缩性	压缩系数	0.282	0.134	/	0.22	0.33	0.401
	压缩模量	7.95	12.12	/	6.94	7.38	4.76
直剪指标	内聚力 C_q (kPa)	5.8	4.2	/	6.8	13.5	9.6
	内摩擦角 φ_q (°)	27.3	31.3	/	28.3	16.4	11.3
自然休止角(°)	水上	36.02	37.46	/	/	/	/
	水下	31.88	32.46	/	/	/	/
承载力特征值建议值 f_{ak} (kPa)		/	150	180	160	200	240

注: 填土层属新近回填, 故不考虑其承载力。

表 5.3-6 岩体地基承载力特征值表

岩性名称	黑云母花岗岩			石英闪长岩	石英闪长玢岩
	强风化	中等风化	微风化	微风化	微风化
层号	④ ₂	④ ₃	④ ₄	⑤ ₄	⑤ ₄
承载力特征值计算值 (MPa)	/	1.9	9.3	8.2	/
承载力特征值建议值 (MPa)	0.5	1.8	7.5	7.0	7.0

(3)弃土场稳定性分析评价

①弃土场现状

2#弃土场堆填后顶部高程约为 28~37m，坡顶与坡脚高差约 19~27m，坡度一般 19~26°（坡率约 1: 3.0~1: 2.0）。经现场实地踏勘，弃土场顶部及坡体在大气降水影响下，形成了较多沟壑，最大深度超过 1.0m，最宽超过 4.0m，多处出现了小规模坍塌情况；填土经地表径流搬运至坡脚处堆积，部分地段挡墙已被填土掩埋；弃土场上部种植的松树等植被根系发育较浅，深度一般不超过 1.0m，且部分植被在前期强降水作用影响下已出现倾倒情况。

②定性分析

根据《建筑地基处理技术规范》（JGJ 79-2012）6.2 节相关规定，压实填土边坡高度为 8~15m 时，坡率允许建议值按 1: 1.50~1: 1.75（坡角 29.7~33.7°）考虑，当填土厚度 H 大于 15m 时，应设计成台阶状或者采用土工格栅加筋等措施进行支护。

根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）相关规定，土质边坡对于充填物为砂土的碎石土，边坡坡率允许值应按砂土自然休止角确定。本次室内试验成果提供的各岩土层自然休止角见表 5.3-7。

表 5.3-7 场地土层自然休止角

土层编号	土层名称	自然休止角	最大值	最小值	平均值	标准值
0	填土	水上	39.00	34.00	36.58	36.02
		水下	35.00	30.00	32.42	31.88
① ₁	中砂	水上	40.00	37.00	38.29	37.46
		水下	35.00	32.00	33.29	32.46

现阶段 1#弃土场坡角约 18~22°（坡率约 1: 3.0），分为两~三级台阶状回填；

2#弃土场坡角约 $19 \sim 26^\circ$ (坡率约 1:3.0 ~ 1:2.0), 大致分为两级台阶状回填, 初步判定 1、2#弃土场现阶段处于稳定状态。

③定量分析

根据本次勘察结果, 弃土场主体以稍密~中密状填土为主, 填土成分其中填土层填龄约 6~8 年, 属新近填土。局部地段下部分布有①₁层稍密~中密状中砂, 因此本次勘察的弃土场整体作为是土质边坡来进行分析。对于土质边坡, 一般情况下, 无粘性土的破坏面基本为直线形, 粘性土的破坏面基本为圆弧形。综合考虑填土层成分较为复杂, 因此 1、2#弃土场同时按照直线破坏及圆弧形破坏两种模式来分析。

根据现场情况, 综合考虑弃土场边坡工程安全等级为二级, 边坡稳定安全系数 $F_{st}=1.30$ 。本次选取 1#弃土场剖面 6-6' 及 2#弃土场剖面 14-14', 破坏模式按照直线型及圆弧形计算, 工况按一般工况及暴雨工况分别进行稳定性分析。

2#弃土场在当前坡率为 1:2.0 情况下, 一般工况时直线型破坏模式下的边坡稳定安全系数为 1.416, 大于边坡稳定安全系数 1.3; 圆弧形破坏模式下的安全系数分别为 1.178 (简易 Bishop 法) 和 1.150 (瑞典条分法); 暴雨工况时边坡稳定安全系数分别为 1.237、1.178 和 1.028。根据《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2013) 第 5 节相关内容判定, 一般工况下 2#弃土场属于基本稳定状态。

4.措施布设

(1) 工程措施

①挡渣墙

沿弃渣场东、北、南侧布设浆砌石挡渣墙, 顶宽为 60cm, 底宽 120cm, 基础埋深 50cm, 坡比 1:0.4, 高 2m, 长 3440m, 共计浆砌石 6708m^3 。典型设计图见附图 HNCJ-HD-10。

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 K_c 计算公式:

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

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:

$$K_0 = \sum M_V / \sum M_H$$

式中: K_0 ——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;

σ_{\max} 、 σ_{\min} ——地基最大、最小应力, kN/m²。

地基平均应力计算:

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

式中: $[R]$ ——地基允许承载力, 取 $[R] = 150\text{KPa}$ 。

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 5.3-8。

表 5.3-8 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。

②坡脚排水沟和坡面排水沟

沿弃渣场挡渣墙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)，边墙及底板衬砌厚 0.3m，长 3440m，共计浆砌石 3715m³。

弃渣场分三级堆置弃渣，坡比为 1:2.5，第一台阶和第二台阶堆渣平台高 10 米，第三台阶高 3 米，平台之间设有马道，马道宽 4m。在马道内沿处布设浆砌石矩形排水沟，堆渣坡面每隔 200 米布设纵向排水沟。断面尺寸为 70cm×50cm(深×底宽)，长度为 3240m，共需要浆砌石 1134m³。典型设计图见附图 HNCJ-HD-11、HNCJ-HD-12。

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 5.3-1 厂区排水沟计算公式。

B. 计算结果

计算结果详见下表 5.3-9，设计的截排水沟能够满足排水需要。

表 5.3-9 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	3440	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	3240	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

③土地整治

弃渣结束后,堆渣坡面和平台需进行土地整治,坡面土地整治面积 9.48 hm²,平台土地整治面积 8.8hm²,共计 18.28hm²。

(2) 植物措施

堆渣坡面进行土地整治后,栽植灌木和撒播草籽,堆渣平台栽植乔灌木,形成立体的防护体系,尽可能防止渣场水土流失。草种选择狗牙根,播种量 80g/hm²,共需要草籽 1462.4kg,灌木选择马占相思,共计 26424 株,乔木选择木麻黄,乔木用苗数量为 15 株/100m², 13200 株。

弃渣场水土措施布置图见附图HNCJ-HD-06。弃渣场区水土保持工程量具体见表5.3-10。

表 5.3-10 弃渣场区水土保持工程量

序号	工程名称	单位	数量
一	工程措施		
1	浆砌石挡墙	m ³	6708
2	浆砌石排水沟	m ³	6631
3	土地整治	hm ²	18.28
二	植物措施		
1	栽植灌木	株	26424
2	撒播草籽	Kg/hm ²	1462.4
3	栽植乔木	15 株/100m ²	13200

各分区防治措施总体布局图(含监测点位)见图HNCJ-HD-05。

5.4 施工要求

5.4.1 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。

①土石方工程

开挖土石方应集中堆放,严禁凌乱堆弃,并做好土石方的临时防护,土石方回填时应分层夯实回填。土石方外运时,应采用专用车辆运输,严禁超载,并做好遮盖防护工作,避免因散落造成二次污染。

②砌体工程

砌体基础宜坐落于坚硬岩石上，当岩石埋深较深时，砌体应布置于老土下不小于 0.5m，并对地基进行夯实处理，使地基满足承载要求；砌筑材料应符合强度要求，严格材料资料；砌筑砂浆应符合设计要求，严格按挤浆法施工，确保砂浆饱满，严禁清浆灌缝；砌块应交错布置，严禁出现垂直通缝，避免通长的水平通缝。做好砌体的伸缩缝、泄水孔的施工。

③混凝土工程

混凝土应满足设计强度要求，混凝土浇筑应震动密实，严禁出现大面积麻蜂；钢筋制作安装应规范，钢筋保护层厚度应符合设计要求；预制构件应满足运输强度后方可运输；构件安装时应小心轻放、避免造成砌体损坏。

④林草工程

林草工程的整地应符合设计要求，开挖种植穴大小应上下大小一致，严禁出现上大下小的坑穴；用于种植的苗木及种子必须符合设计要求，要有苗木的质量合格证和植物检疫证，以保证苗木及种植的成活率；苗木运输时，应轻提轻放，避免苗木损伤；林草措施布置后，应浇透生根水，并做好蓄水保墒工作。

⑤临时工程

临时工程的布设，应按照措施布局结合主体工程施工进度提前或同时布置，在主体工程施工前应优先布置拦挡、截排水及沉砂措施；主体工程施工期间应结合布置遮盖防护措施；主体工程完工后应拆除临时工程并恢复临时工程占用的原地貌。

⑥其它

各项措施的实施，必须严格实施布局和施工方法。工程施工除应符合上述要求外，还应符合现行法律规范的要求，以保证工程质量。同时，应做好施工记录，及时整理施工数据，为工程的验收提供有效数据。

5.4.2 施工进度

(1) 安排原则

根据水土保持措施与主体工程“三同时”的原则，组织安排施工。

- ①应与主体工程施工进度相协调，明确与主体单项工程施工相对应的进度安排。
- ②临时措施应与主体工程施工同步实施。

- ③施工裸露场地应及时采取防护措施，减少裸露时间。
- ④弃渣（土、石）场应按“先拦后弃”原则安排拦挡措施。
- ⑥植物措施应根据生物学特性和气候条件合理安排。

（2）进度安排

本工程建设期为 2019 年 11 月~2026 年 4 月，主体工程中的各项水土保持措施施工进度安排：厂区和施工场地边坡防护和排水措施等与主体工程同步实施，弃渣场要在弃渣前，完成初步防护工程（排水沟和挡渣墙），待弃渣结束后尽快完成其余防护工程（植被恢复）。措施安排上先实施临时措施，然后工程措施，植物措施可考虑稍后安排。参照主体工程施工进度安排，水土保持措施施工进度安排见图 5.4-1。

6 水土保持监测

6.1 范围和时段

6.1.1 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《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)的规定,结合开发建设项目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防治责任范围 107.45hm²。水土保持监测范围见表 6.1-1。

表 6.1-1 水土保持监测范围

项目防治责任范围	工程分区
	厂区防治区
	施工场地防治区
	弃渣场防治区

6.1.2 监测时段

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 2019 年 11 月至 2026 年 12 月。

6.2 内容和方法

6.2.1 监测内容及监测重点

1、监测内容

水土保持监测内容主要包括扰动土地情况、弃土(石、渣)情况、水土流失及危害情况、水土保持措施及效果等

(1) 施工准备与施工期

重点监测扰动地表面积、土壤流失量和水土保持措施实施情况。

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，通过布设水土流失观测小区、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。

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弃土场的水土流失面积、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）试运行期

重点监测植被措施恢复、工程措施运行及防治效果。

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、弃土场防治区。

（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，坡面水土流失量。

6.2.2 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、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) 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，沿扰动边缘进行跟踪作业，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（ $\phi=2\text{mm}$ ）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：

$$D = \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{F_e}$$

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 $60\text{m}\times 20\text{m}$ ，灌木林为 $10\text{m}\times 10\text{m}$ ，草地为 $2\text{m}\times 2\text{m}$ 。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弃渣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。

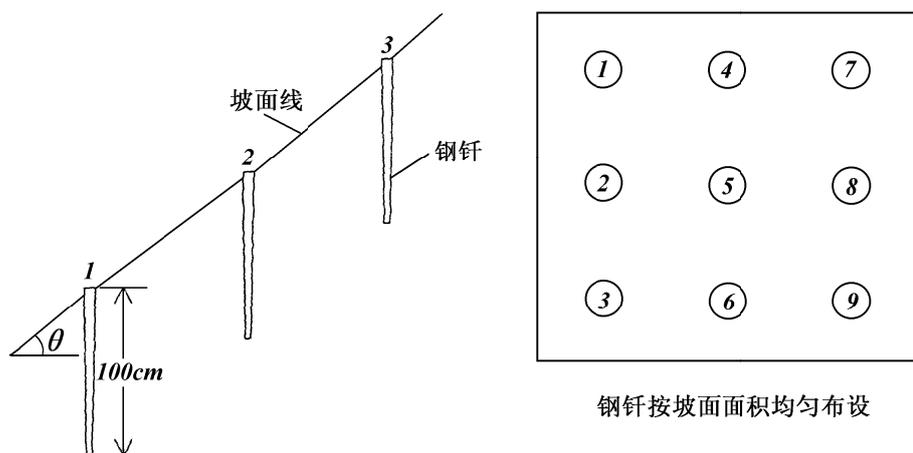


图 6-1 水土流失观测场示意图

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 $5\text{m}\times 20\text{m}$ 。将直径 $0.5 - 1\text{cm}$ 、长 $50 - 100\text{cm}$ 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。

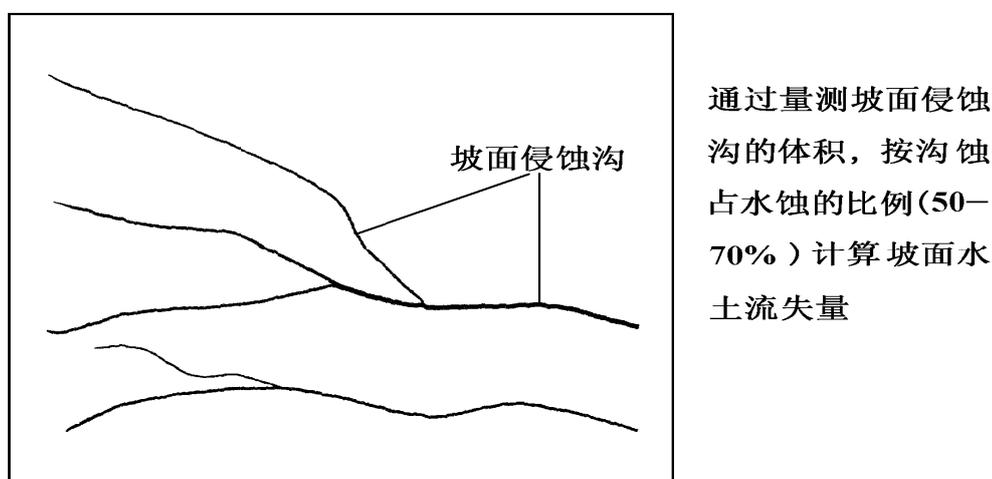


图 6-2 水土流失简易坡面量测场示意图

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《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)中 7.4.3 规定的方法，并参照《水土保持综合治理 规划通则》（GB/T15772-2008）、《水土保持综合治理 技术规范》(GB/T16453.1~16453.6-2008)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《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）中 6.5.1~6.5.4 和 7.4.4 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《水土保持综合治理 效益计算方法》(GBT15774-2008)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) 遥感监测

采取遥感监测方法，能节省人力、缩短工作周期、提高成果精度，并且可实现对项目区进行全面的水土流失动态监测。对 1/5 万的数字化地形图进行解译，得出监测所需因子数据，对照地面监测相互印证。

以高分辨率的遥感影像（QUICK BIRD、IKONOS、SPOT 中根据卫星情况选择一种）为主要数据源，结合相关资料和地面调查、第一次建立的“数字管道”获得的监测区在施工前各水土流失类型区和土壤侵蚀等级的分布、面积和空间特性数据，第二次通过遥感影像解译获得施工期监测重点监测点的水土流失数据和防护措施实施情况，将遥感监测成果进行数据前后对比、空间分析等，可实现对项目区的水土流失进行动态监测。

在项目施工期，采用高分辨率遥感影像，对照 1:5 万地形图，进行土地利用、植被覆盖度的遥感解译，利用项目区已经生成的 DEM 和坡度空间数据，根据中华人民共和国行业标准《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)，通过水土流失影响较大的坡度、土地利用、植被覆盖度等因子综合分析，进行空间分析，生成项目区土壤侵蚀类型和强度图层，与该工程第一次本底水土流失数据进行对比，可以得出工程开发建设过程中造成水土流失的分布、面积和强度等信息。

6.2.3 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。施工进度、弃土面积、正在

实施的水土保持措施建设情况等每月调查记录 1 次；扰动地表面积、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 6.2-1。

表 6.2-1 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
弃土场区	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

6.3 点位布设

按照《开发建设项目水土保持技术规范》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 7 个监测点，固定监测点详见表 6.3-1。监测点位布置图见附图 HNCJ-HD-05。

表 6.3-1 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	厂区挖方边坡、厂区排水沟的出口处	3
施工场地区	临时堆土场、边坡、排水口出口	3
弃渣场区	弃渣场边坡	1
合计		7

6.4 实施条件和成果

6.4.1 监测条件

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6.4-1。

表 6.4-1 工程水土保持监测设备仪器汇总表

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	土壤水份快速测定仪	台	2	测不同深度土壤水份
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	
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6.4-2。

表6.4-2 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	7	10	49	3	23	27.8	52	16	6.4	3个测区

3 监测人员

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

6.4.2 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行政主管部门。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以及水行政主管部门。

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。

7 水土保持投资估算及效益分析

7.1 投资估算

7.1.1 编制原则及依据

7.1.1.1 编制原则

(1) 本方案投资估算价格水平年以 2019 第二季度为准。

(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。

7.1.1.2 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) 《海南昌江核电厂 3、4 号机组可行性研究报告》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、海南省水务厅联合印发《关于水土保持补偿费收费标准的通知》（2015 年 7 月 23 日）。

7.1.2 编制说明与估算结果

7.1.2.1 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。

7.1.2.2 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。

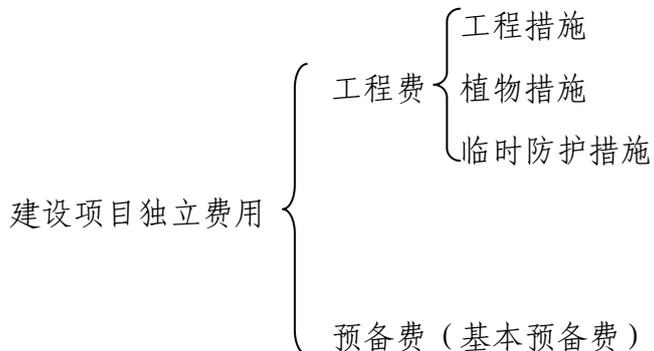
3、施工机械台时费

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：



（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

按照合同价计列。

(4) 水土保持监测费

按照合同价计列

(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。

7.1.3 估算成果

本项目水土保持总投资 1997.01 元，其中工程措施投资 1048.48 万元，植物措施投资 168.23 万元，临时措施投资 95.33 万元，独立费用 399.61 万元，基本预备费 102.70 万元，水土保持补偿费 182.67 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。

水土保持投资估算详见表 7.1-1 至表 7.1-15 及投资附表。

水土保持投资总估算详见表 7.1-1。

工程措施投资估算详见表 7.1-2。

植物措施投资估算详见表 7.1-3。

临时防护措施工程投资估算详见表 7.1-4。

独立费用估算详见表 7.1-5。

水土保持监测费用计算表 7.1-6。

水土保持补偿费计算表详见表 7.1-7。

水土保持工程分年度投资估算详见表 7.1-8。

主要材料单价预算表详见表 7.1-9。

主要苗木单价预算表详见表 7.1-10。

机械台时费汇总详见表 7.1-11。

主要工程量汇总详见表 7.1-12。

主要材料用量汇总详见表 7.1-13。

主要工时汇总详见表 7.1-14。

水土保持工程单价汇总详见表 7.1-15。

水土保持工程单价分析表见附表。

表 7.1-1 水土保持投资估算总表单位：万元

序号	工程或费用名称	建安 工程覆盖	植物措施费		独立 费用	合计
			栽、种 费	苗 木 种子费		
一	第一部分 工程措施					1048.48
1	厂区	283.38				283.38
2	施工场地区	333.93				333.93
3	弃渣场区	431.17				431.17
二	第二部分 植物措施					168.23
1	厂区		0.51	2.77		3.28
2	施工场地区		82.55	54.67		137.22
3	弃渣场区		12.57	15.17		27.74
三	第三部分 临时措施					95.33
1	厂区	21.37				21.37
2	施工场地区	49.62				49.62
4	其他临时工程费	24.33				24.33
	一~三部分合计					1312.04
四	第四部分 独立费用					399.61
1	建设管理费				26.24	26.24
2	科研勘测设计费				84.68	84.68
3	水土保持工程建设监理费				101.22	101.22
4	水土保持监测费				67.47	67.47
5	水保设施竣工验收收费				120.00	120.00
	一~四部分合计					1711.65
五	基本预备费					102.70
六	静态总投资					1814.35
七	水土保持补偿费					182.67
	水土保持总投资					1997.01

表 7.1-2 工程措施投资估算表单位：元

序号	工程名称及费用	单位	工程量	单价(元)	合计(元)
	第一部分 工程措施				10484780.29
一	厂区				2833849.38
1	回覆表土	m ³	0.64	5.74	3.67
2	钢筋混凝土排水沟	m	1176		1040000
3	土地整治	hm ²	1.46	10708	15634.19
4	雨水管道	m	3980		756200.00
5	浆砌片石骨架护坡	m ³	3205	319	1022011.51
二	施工场地区				3339276.85
1	浆砌石护坡	m ³	5444	319	1735984.61
2	表土剥离	m ³	74700	5.74	428615.79
3	回覆表土	m ³	68300	5.74	391893.69
4	土地整治	hm ²	37.33	10708	399742.75
5	雨水管道	m	2520		383040.00
三	弃渣场区				4311654.06
1	浆砌石挡墙	m ³	6708	312	2092944.66
2	浆砌石排水沟	m ³	6631	305	2022960.74
3	土地整治	hm ²	18.28	10708	195748.66

表 7.1-3 植物措施投资估算表单位：元

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				1682340.37
厂区				32800.10
灌木栽植费	株	220	12.77	2809.19
灌木苗木费（小叶黄杨）	株	220	2.97	653.58
穴地整地（土球直径 50cm）	个	220	2.58	567.61
撒播草籽栽植费	hm ²	3.19	230.46	735.16
撒播草籽坪苗木费（马尼拉草）	kg	13.6	40.32	548.32
撒播草籽苗木费（狗牙根）	kg	241.6	84.88	20507.01
乔木苗木费（相思树）	株	65	92.81	6032.37
乔木栽植费	株	65	11.99	779.17
穴地整地（土球直径 50cm）	个	65	2.58	167.70
施工场地区				1372164.26
乔木苗木费（木麻黄）	株	55995	4.62	258436.52
乔木栽植费	株	55995	11.99	671223.43
穴地整地（土球直径 50cm）	个	55995	2.58	144468.89
撒播草籽栽植费	hm ²	42.45	230.46	9782.93
草籽苗木费	kg	3396	84.88	288252.48
弃渣场区				277376.00
灌木苗木费（马占相思）	株	18424	1.50	27562.49
灌木栽植费	株	18424	1.46	26977.63
撒播草籽栽植费	hm ²	18.28	230.46	4212.77
撒播草籽苗木费	kg	1462.4	84.88	124128.51
乔木苗木费（木麻黄）	株	13200	4.62	60922.62
乔木栽植费	株	13200	2.54	33571.99

表 7.1-4 临时措施投估算表单位:元

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				953256.08
厂区				213712.85
临时排水沟				190141.68
土方开挖	m ³	1408	16.94	23852.70
土方回填	m ³	1408	46.96	66122.27
浆砌石	m ³	756	54.97	41557.16
M7.5 砂浆抹面	m ²	3622	16.18	58609.56
沉砂池				23571.16
沉砂池土方开挖	m ³	40	16.94	677.63
沙砾垫层	m ³	2.4	142.45	341.88
砌砖	m ³	22	939.69	20673.18
沉砂池土方回填	m ³	40	46.96	1878.47
施工场地区				496200.82
临时排水沟				69458.15
土方开挖	m ³	510	16.94	8639.83
土方回填	m ³	510	46.96	23950.54
浆砌石	m ³	278	54.97	15281.60
M7.5 砂浆抹面	m ²	1334	16.18	21586.18
沉砂池				11785.58
沉砂池土方开挖	m ³	20	16.94	338.82
沙砾垫层	m ³	1.2	142.45	170.94
砌砖	m ³	11	939.69	10336.59
沉砂池土方回填	m ³	20	46.96	939.24
剥离表土				414957.09
彩布条苫盖	m ²	24230	6.21	150502.90
编织袋临时拦挡	m ³	1280	186.03	238117.26
土质排水沟	m	560	16.94	9486.87
撒播草籽栽植费	hm ²	2.4	230.46	553.10
撒播草籽苗木费	kg	192	84.88	16296.96
其他临时措施				243342.41

表 7.1-5 独立费用估算表 单位：元

序号	工程名称及费用	计算、取费方法	合价
	第四部分 独立费用		3996107.53
1	建设管理费	按照水保措施 1-3 部分的 2%	262407.53
2	科研勘测设计费		846800.00
2.1	水土保持方案编制费	实际合同价格	450800.00
2.2	水土保持后续设计费	参考同类地区同类项目	396000.00
3	水土保持工程建设监理费	实际合同价格	1012200.00
4	水土保持监测费	实际合同价格	674700.00
5	水保设施竣工验收收费	参考同类地区同类项目	1200000.00

表 7.1-6 水土保持补偿费计算表

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	东方	昌江县	107.45	1.7	182.67

表 7.1-7

水土保持工程分年度投资表

单位：万元

序号	工程或费用名称	合计	投资年度							
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
一	第一部分 工程措施	1048.48	52.42	419.39	209.70	157.27	104.85	52.42	52.42	
1	厂区	283.38	14.17	113.35	56.68	42.51	28.34	14.17	14.17	
2	施工场地区	333.93	16.70	133.57	66.79	50.09	33.39	16.70	16.70	
3	弃渣场区	431.17	21.56	172.47	86.23	64.67	43.12	21.56	21.56	
二	第二部分 植物措施	168.23						33.65	50.47	84.12
1	厂区	3.28						0.66	0.98	1.64
2	施工场地区	137.22						27.44	41.16	68.61
3	弃渣场区	27.74						5.55	8.32	13.87
三	第三部分 临时措施	95.33	9.53	38.13	28.60	9.53	9.53			
1	厂区	21.37	2.14	8.55	6.41	2.14	2.14			
2	施工场地区	49.62	4.96	19.85	14.89	4.96	4.96			
4	其他临时工程费	24.33	2.43	9.73	7.30	2.43	2.43			
四	第四部分 独立费用	399.61	27.96	27.96	41.94	41.94	41.94	41.94	41.94	133.98
1	建设管理费	26.24	2.62	2.62	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	1.31
2	科研勘测设计费	84.68	8.47	8.47	12.70	12.70	12.70	12.70	12.70	4.23
3	水土保持工程建设监理费	101.22	10.12	10.12	15.18	15.18	15.18	15.18	15.18	5.06
4	水土保持监测费	67.47	6.75	6.75	10.12	10.12	10.12	10.12	10.12	3.37
5	水保设施竣工验收收费	120.00								120.00
五	基本预备费	102.70	10.27	20.54	15.40	15.40	10.27	10.27	10.27	10.27
六	水土保持补偿费	182.67	182.67							
	总投资	1997.01	282.85	506.02	295.64	224.15	166.59	138.28	155.11	228.37

表 7.1-8 主要材料单价估算表单位：元

编号	名称	单位	预算单价 (元)	原价(元)	运杂费(元) 5%	采购及保管费 (元) 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 7.1-9 主要苗木估算单价表单位：元

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	相思树	株	92.81	87.47	4.37	0.96
2	木麻黄	株	4.62	4.35	0.22	0.05
3	灌木(马占相思)	株	1.50	1.41	0.07	0.02
4	灌木(小叶黄杨)	株	2.97	2.80	0.14	0.03
5	草籽(狗牙根混播)	kg	84.88	80	4.00	0.88
6	草籽(马尼拉草)	kg	40.32	38	1.90	0.42

表 7.1-10

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 0.35m ³	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 7.1-11

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	57.07		
2	土方开挖	m ³			2538
3	土方回填	m ³			617
4	浆砌石	m ³	21988		
5	混凝土排水沟	m ³	1176		
6	植草、种草	hm ²		63.92	
7	栽植乔木	株		69260	
8	栽植灌木	株		18644	
9	临时苫盖	m ²			24230
10	临时拦挡	m ³			1280

表 7.1-12 主要材料用量汇总表

序号	材料名称	单位	材料量
1	水泥	kg	193574.30
2	砂子	m ³	7563.872
3	石块	m ³	23747.04
4	乔木	株	69260
5	灌木	株	18644
6	草	hm ²	63.92
7	彩条布	m ²	24230

表 7.1-13 主要工程工时汇总表

序号	工程项目	单位	数量
1	土地平整及整地	工时	3995
2	砼钢筋管排水沟	工时	10684
3	浆砌石	工时	183512
4	土方开挖	工时	2985
5	栽植工程	工时	64385
6	临时防护工程	工时	8830
	合计	工时	274391

表 7.1-14

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	土地平整	100m ²	107.08	5.24	10.55	56.80	2.90	3.63	4.35	5.84	8.04	
2	表土剥离	100m ³ 自然方	573.78	35.08	38.54	315.31	15.56	19.45	23.32	31.31	43.07	
3	土方回填夯实	100m ³ 自然方	4696.18	3090.48	92.71		127.33	159.16	190.83	256.24	352.51	
4	土方开挖	100m ³ 自然方	1694.08	1114.85	33.45		45.93	57.41	68.84	92.43	127.16	
5	浆砌石护坡	100m ³ 砌体方	31888.03	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	31200.73	7912.01	12781.59	455.05	845.95	1057.43	1267.86	1702.39	2342.01	
7	浆砌石排水沟	100m ³	30507.63	7254.10	12959.90	464.86	827.15	1033.94	1239.70	1664.58	2289.98	
8	砂砾垫层	100m ³	14244.80	3796.85	5858.64		386.22	482.77	578.85	777.23	1069.25	
9	水泥砂浆抹面	100m ²	1618.15	641.78	434.58	25.20	44.06	55.08	60.59	88.29	121.46	
10	砖砌	100m ³	93969.01	4324.94	59362.41	282.63	2558.80	3198.50	3518.35	5127.19	7053.55	
	植物措施											
1	乔木(土球直径 50cm)	100 株	1198.72	853.20	18.90		17.44	34.88	27.73	47.61	89.98	
2	乔木栽植	100 株	254.33	180.12	4.91		3.70	7.40	5.88	10.10	19.09	
3	撒播草籽	hm ²	230.46	142.20	25.46		3.35	6.71	5.33	9.15	17.30	
4	灌木栽植	100 株	146.43	104.28	2.25		2.13	4.26	3.39	5.82	10.99	
5	灌木栽植(土球直径 50cm)	100 株	1276.90	910.08	18.90		18.58	37.16	29.54	50.71	95.85	
6	穴状整地单价表 (50×50)	100 个	258.00	170.64	17.06		17.06	7.51	5.97	10.25	19.37	
	临时措施											
1	编织袋防护填筑	100m ³ 堰体方	18602.91	3668.76	8940.77		504.38	630.48	755.94	1015.02	1396.38	
2	彩条布苫盖	100m ²	621.14	94.80	281.66		8.66	15.06	20.01	29.41	49.46	

7.2 效益分析

7.2.1 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 61.21hm²。

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)。经计算知,本项目扰动土地治理度可达 98.84%。详见表 7.2-1。

表 7.2-1 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	植物措施	合计		
			(hm ²)	(hm ²)	(hm ²)		
1	厂区	50.08	1.72	2.79	4.51	45.52	98.90
2	施工场地区	37.33		37.33	37.33		100.00
3	弃渣场区	20.04	1.09	18.28	19.37		96.66
	合计	107.45	2.81	58.40	61.21	45.52	98.84

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。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 and 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渣土防护率

本方案中临时弃渣得到了有效的防护，渣土防护率可以达到 98.00%。

④表土保护率

表土可剥离为 7.47 万 m³，在施工过程中采取了临时防护措施，施工结束后用于绿化覆土，表土保护率为 98%。

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 58.40hm²。植被恢复率将达到 98.78%，林草覆盖率为 54.35%。详见表 7.2-2。

表 7.2-2 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	50.08	2.79	2.84	98.24	5.57
2	施工场地区	37.33	37.33	37.33	100.00	100.00
3	弃渣场区	20.04	18.28	18.95	96.47	91.22
	合计	107.45	58.40	59.12	98.78	54.35

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 7.2-3。

表 7.2-3 水土流失防治效果汇总表

项目	内容	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	98.84
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	100
林草植被恢复率	植物措施面积/可绿化面积	98	98.78
林草覆盖率	林草总面积/责任范围面积	27	54.35

7.2.2 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。

7.2.3 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。

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、提高当地土地利用效率、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。

8 水土保持管理

8.1 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。

8.2 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。

8.3 水土保持监测

建设单位应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。

8.4 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。

8.5 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。

8.6 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。

附表：单价分析表

胶轮车

定额编号： 3059

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				0.90	
1	折旧费	元	0.26		0.26	
2	修理及替换设备 费	元	0.64		0.64	
3	安装拆卸费	元				
二	第二类费用					
1	人工	工时				
2	汽油	kg				
3	柴油	kg				
4	电	kW·h				
5	风	m ³				
6	水	m ³				
7	煤	kg				
	预算单价	元			0.90	

74kw 推土机

定额编号: 1031

定额单位: 台时

序号	名称及规格	单位	定额	单价(元)	单价	备注
一	第一类费用				42.67	
1	折旧费	元	19		19.00	
2	修理及替换设备费	元	22.81		22.81	
3	安装拆卸费	元	0.86		0.86	
二	第二类费用	元			73.25	
1	人工	工时	2.4	9.48	5.35	
2	汽油	kg				
3	柴油	kg	10.6	6.41	67.90	
4	电	kW·h				
5	风	m ³				
6	水	m ³				
7	煤	kg				
	预算单价	元			115.92	

砂浆搅拌机

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	

振捣器

定额编号：2036

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				1.54	
1	折旧费	元			0.32	
2	修理及替换设备费	元			1.22	
3	安装拆卸费	元				
二	第二类费用	元			0.94	
1	人工	工时				
2	汽油	kg				
3	柴油	kg				
4	电	kW·h	0.8	1.18	0.94	
5	风	m ³				
6	水	m ³				
7	煤	kg				
	预算单价	元			2.48	

土地平整单价

(II类土)

定额依据: 01146

定额单位: 100m²

工程简要内容: 推平

编号	费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)
一	直接工程费				79.12
(一)	直接费				72.58
1	人工费	工时	0.7	7.48	5.24
2	零星材料费	%	17		10.55
3	机械使用费				56.80
	74kw 推土机	台时	0.49	115.92	56.80
(二)	其他直接费(直接费的4%)	%	4		2.90
(三)	现场经费(直接费的5%)	%	5		3.63
二	间接工程费(直接工程费的5.5%)	%	5.5		4.35
三	企业利润(一~二项之和的7%)	%	7		5.84
四	税金(一~三项之和的9%)	%	9		8.04
合计 (扩大10%)					107.08

土方开挖单价（排水沟）

(II类土)

定额依据: 01006

定额单位: 100m³ 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 (扩大10%)					1694.08

人工夯实土方单价

(II类土)

定额依据: 01093

定额单位: 100m³ 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(扩大10%)					4696.18

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: 100m³ 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 (扩大 10%)				573.78

砂砾垫层单价表

定额依据: 03001

定额单位: 100m³ 实方

工程简要内容: 铺摊、找平、压实、修坡

编号	费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)
一	直接工程费				10524.49
(一)	直接费				9655.49
1	人工费	工时	507.6	7.48	3796.85
2	材料费				5858.64
	碎石	m ³	102	56.87	5800.64
	其他材料费	%	1		58.01
(二)	其他直接费(直接费的4%)	%	4		386.22
(三)	现场经费(直接费的5%)	%	5		482.77
二	间接工程费(直接工程费的5.5%)	%	5.5		578.85
三	企业利润(一~二项之和的7%)	%	7		777.23
四	税金(一~三项之和的9%)	%	9		1069.25
合计 (扩大10%)					14244.80

浆砌石护坡单价表

定额依据: 03024

定额单位: 100m³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 (扩大 10%)					31888.03

浆砌石挡墙单价表

定额依据: 03028

定额单位: 100m³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 (扩大 10%)				31200.73

浆砌石排水沟单价表

定额依据: 03026

定额单位: 100m³ 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				22539.95
(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 4%)	%	4		827.15
(三)	现场经费(直接费的 5%)	%	5		1033.94
二	间接工程费(直接工程费的 5.5%)	%	5.5		1239.70
三	企业利润(一~二项之和的 7%)	%	7		1664.58
四	税金(一~三项之和的 9%)	%	9		2289.98
	合计 (扩大 10%)				30507.63

砌砖单价表

定额依据: 03006

定额单位: 100m³砌体方

工程简要内容: 拌浆、洒水、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				69727.27
(一)	直接费				63969.98
1	人工费	工时	578.2	7.48	4324.94
2	材料费				59362.41
	砖	千块	51	1019.35	51986.85
	砂浆	m ³	26	174.95	4548.78
	其他材料费	%	0.5		2826.78
3	机械使用费				282.63
	混凝土搅拌机 0.4m ³	台时	4.68	48.59	227.39
	胶轮车	台时	61.38	0.90	55.24
(二)	其他直接费(直接费的4%)	%	4		2558.80
(三)	现场经费(直接费的5%)	%	5		3198.50
二	间接工程费(直接工程费的5.5%)	%	5.5		3518.35
三	企业利润(一~二项之和的7%)	%	7		5127.19
四	税金(一~三项之和的9%)	%	9		7053.55
	合计(扩大10%)				93969.01

水泥砂浆抹面单价表

定额依据: 03079

定额单位: 100m²

工程简要内容: 基础

编号	费用名称	单位	数量	单价 (元)	合计(元)
一	直接工程费				1200.71
(一)	直接费				1101.57
1	人工费	工时	85.8	7.48	641.78
2	材料费				434.58
	砂浆	m ³	2.3	174.95	402.39
	其他材料费	%	8	0.00	32.19
3	机械使用费				25.20
	混凝土搅拌机 0.4m ³	台时	0.41	48.59	19.92
	胶轮车	台时	5.59	0.90	5.03
	其他机械费	%	1		0.25
(二)	其他直接费(直接费的4%)	%	4		44.06
(三)	现场经费(直接费的5%)	%	5		55.08
二	间接工程费(直接工程费的5.5%)	%	5.5		60.59
三	企业利润(一~二项之和的7%)	%	7		88.29
四	税金(一~三项之和的9%)	%	9		121.46
	合计(扩大10%)				1618.15

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 50cm)

编号	费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)
一	直接工程费				924.43
(一)	直接费				872.10
1	人工费	工时	90	9.48	853.20
2	材料费				18.90
	乔木	株	102		0.00
	水	m ³	6	3.15	18.90
(二)	其他直接费(直接费的 2%)	%	2		17.44
(三)	现场经费(直接费的 4%)	%	4		34.88
二	间接工程费(直接工程费的 3%)	%	3		27.73
三	企业利润(一~二项之和的 5%)	%	5		47.61
四	税金(一~三项之和的 9%)	%	9		89.98
	合计 (扩大 10%)				1198.72

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				112.92
(一)	直接费				106.53
1	人工费	工时	11	9.48	104.28
2	材料费				2.25
	灌木	株	102		
	水	m ³	0.7	3.15	2.21
	其他材料费	%	2		0.04
(二)	其他直接费(直接费的2%)	%	2		2.13
(三)	现场经费(直接费的4%)	%	4		4.26
二	间接工程费(直接工程费的3%)	%	3		3.39
三	企业利润(一~二项之和的5%)	%	5		5.82
四	税金(一~三项之和的9%)	%	9		10.99
	合计(扩大10%)				146.43

乔木栽植单价表

定额依据: 08085

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

编号	费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)
一	直接工程费				196.14
(一)	直接费				185.03
1	人工费	工时	19	9.48	180.12
2	材料费				4.91
	乔木	株	102		0.00
	水	m ³	1.5	3.15	4.73
	其他材料费	%	4		0.19
(二)	其他直接费(直接费的2%)	%	2		3.70
(三)	现场经费(直接费的4%)	%	4		7.40
二	间接工程费(直接工程费的3%)	%	3		5.88
三	企业利润(一~二项之和的5%)	%	5		10.10
四	税金(一~三项之和的9%)	%	9		19.09
合计 (扩大10%)					254.33

灌木栽植单价表

定额依据: 08111

定额单位: 100 株

工程简要内容: 挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理(土球直径 50cm)

编号	费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)
一	直接工程费				984.72
(一)	直接费				928.98
1	人工费	工时	96	9.48	910.08
2	材料费				18.90
	灌木	株	102		
	水	m ³	6	3.15	18.90
(二)	其他直接费(直接费的 2%)	%	2		18.58
(三)	现场经费(直接费的 4%)	%	4		37.16
二	间接工程费(直接工程费的 3%)	%	3		29.54
三	企业利润(一~二项之和的 5%)	%	5		50.71
四	税金(一~三项之和的 9%)	%	9		95.85
	合计 (扩大 10%)				1276.90

编织袋土填筑单价表

定额依据: 03053

定额单位: 100m³ 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				13744.39
(一)	直接费				12609.53
1	人工费	工时	387	9.48	3668.76
2	材料费				8940.77
	装袋材料	m ³	118		0.00
	草袋	个	3300	2.68	8852.25
	其他材料费	%	1		88.52
(二)	其他直接费(直接费的4%)	%	4		504.38
(三)	现场经费(直接费的5%)	%	5		630.48
二	间接工程费(直接工程费的5.5%)	%	5.5		755.94
三	企业利润(一~二项之和的7%)	%	7		1015.02
四	税金(一~三项之和的9%)	%	9		1396.38
	合计(扩大10%)				18602.91

彩条布单价表

定额依据: 03003

定额单位: 100m²

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(扩大10%)				621.14