目　录

1 综合说明.....1
1.1 项目简况.....1
1.2 编制依据.....6
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.....9
1.6 项目水土保持评价结论.....1
1.7 水土流失预测结果.....10
1.8 水土保持措施布设成果.....13
1.10 水土保持投资及效益分析成果.....16
1.11 结论.....17
2 项目概况.....20
2.1 项目组成及工程布置.....20
2.2 施工组织.....60
2.3 工程占地.....72
2.4 土石方平衡.....75
2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建.....83
2.6 施工进度.....84
2.7 自然概况.....84
3 项目水土保持评价.....90
3.1 主体工程选址（线）水土保持评价.....90
3.2 建设方案与布局水土保持评价.....91
3.3 主体工程设计中水土保持设施界定.....102
4 水土流失分析与预测.....105
4.1 水土流失现状.....105
4.2 水土流失影响因素分析.....107

4.3 土壤流失量预测.....108
4.4 水土流失危害分析.....120
4.5 指导性意见.....121
5 水土保持措施.....105
5.1 防治区划分.....122
5.2 措施总体布局.....123
5.3 分区措施布设.....130
5.4 施工要求.....147
6 水土保持监测.....105
6.1 范围和时段.....160
6.2 内容和方法.....160
6.3 点位布设.....165
6.4 实施条件和成果.....166
7 水土保持投资估算及效益分析.....105
7.1 投资估算.....171
7.2 效益分析.....190
8 水土保持管理.....193
8.1 组织管理.....193
8.2 后续设计.....193
8.3 水土保持监测.....194
8.4 水土保持监理.....195
8.5 水土保持施工.....196
8.6 水土保持设施验收.....197
附　表：水土保持投资估算单价分析表
附　件
附件 1：委托函
附件 2：项目用地预审与选址意见书
附件 3：占用大鹤森林公园用地相关文件

附件 4：福建省重点项目建设领导小组办公室专题会议纪要

附件 5：项目建议书批复

附件 6：可研批复

附件 7：飞行区初步设计批复

附件 8：外借土石方说明

附　图

附图 1 项目地理位置图

附图 2 项目区水系图

附图 3 项目区土壤侵蚀强度分布图

附图 4 项目总体布置图

附图 5 水土保持防治措施总体布局图

附图 6-1 飞行区水土流失防治措施及监测点位布局图

附图 6-2 航站及附属工程区水土流失防治措施及监测点位布设图

附图 6-3 货运区水土流失防治措施及监测点位布设图

附图 6-4 供油工程区水土流失防治措施及监测点位布设图

附图 6-5-1 场内空管工程区水土流失防治措施及监测点位布设图

附图 6-5-2 场外空管工程区水土流失防治措施及监测点位布设图

附图 6-6 施工生产生活区水土流失防治措施及监测点位布设图

附图 7-1 飞行区排水沟典型设计图

附图 7-2 场外空管工程区排水沟典型设计图

附图 7-3 临时排水沟典型设计图

附图 7-4 临时沉沙池典型设计图

附图 7-5 临时堆土防护措施典型设计图

附图 7-6 边坡防护措施典型设计图

1 综合说明

1.1 项目简况

1.1.1 项目基本情况

（1）项目建设必要性

福州是华东重要的交通枢纽、商贸旅游服务中心，也是福建省的政治、经济、文化、科教和交通中心。近年来，随着我国社会和经济的快速发展，以及海西经济开发区战略的深入实施，长乐机场的业务量一直稳步增长。预计“十四五”期间，随着福建省经济发展水平的提升、旅游强省建设的推进以及各级政府对福建省航空运输业发展的日益重视，长乐机场业务量将大幅增加。新时代民航强国建设要求高质量发展，因此新的形势对机场基础设施设备保障能力提出了更高的要求。虽然长乐机场改扩建项目在逐步进行，容量不足的现象得到一定程度的缓解，但是仍不能满足机场未来发展的需求。为进一步提高福州市乃至福建省航空与运输保障能力，促进区域经济的平稳、快速发展，应适时启动长乐机场二期扩建工程。

福州长乐国际机场二期扩建工程的建设是区域经济社会发展的必然选择和要求，是完善福建省综合交通体系的需要，是适应省会城市建设发达空中交通的需要，是实现航空运输业与旅游业互动协同发展的需要，是满足福州地区航空业务量快速发展的需要。机场扩建对于福建省融入“一带一路”、“海西经济圈”战略实施也有着重要意义。

本项目符合国家《“十三五”现代综合交通运输体系发展规划》、《中国民用航空发展第十三个五年规划》、《福建省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》和《国务院关于支持福建省加快建设海峡西岸经济区的若干意见》。机场是国家重要的公共基础设施，实施福州长乐国际机场二期扩建工程，是贯彻落实党中央、国务院关于加强基础设施领域补短板战略部署的重要举措。

（2）项目情况概述

地理位置：本项目建设地点位于福州市长乐区及福清市，其中机场工程、供油工程和空管工程场内部分位于福州市长乐区漳港街道和湖南镇，距福州市中心约47.5km，距福清市约37.2km。机场中心点地理坐标为东经119°40′29.28″，北纬25°55′28.56″。空管工程场外部分位于福州市福清市三山镇，距离机场工程约35.2km，中心点地理坐标为东经119° 35′ 5.9″，北纬25° 34′ 49.0″。

建设性质：扩建建设类项目。

规模与等级：本期扩建工程设计目标年为2030年，至设计目标年，年旅客吞吐量达到3600万人次，年货邮吞吐量达到45万吨，年飞机起降达到27.7万架次，飞行区等级为4F。

项目组成与建设内容：本工程项目组成包含机场工程、空管工程、供油工程、施工生产生活区、临时堆土区。本项目建设内容由机场工程、空管工程和供油工程3个部分组成。

①机场工程。**增建1条跑道**，在现有跑道东侧1920m处新建1条长3600m、宽45m的第二跑道，飞行区等级为4F，并配套建设快速滑行道、垂直联络滑行道及平行滑行道等跑滑系统，新建各类机位60个，新建服务车道、围界及围场路，改建现有第二平行滑行道，对现有跑道部分道面进行无害化整治。**增建航站楼1座及配套交通设施**，在T1航站楼东侧新建T2航站楼，并增建综合交通中心、停车楼、航空食品中心、员工培训中心等其他附属工程。**增建货运设施**，新建国内货运站、跨境电商库及综合业务楼，改建即有机场货运站。**增（改）建相应的给排水、供电、通信等公用设施**。

②空管工程。包含长乐区场内部分及福清市三山镇场外部分。场内空管工程建设内容包括新建空管小区、本场二次雷达站、场监雷达站和工作区间道路，拆除长乐机场原有二次雷达站（即魁身头二次雷达站）并异址更新（魁身头雷达异址新建已纳入前期扩能改造工程，不属于本项目建设内容）；场外空管工程建设内容为新建福清北大山VOR/DME台及进台道路。

③供油工程。在新建T2航站楼南侧新建第二航空加油站，建设内容包括新建1座生产值班用房、1座管线车棚以及1座油车棚，新建机坪加油管线9.2km（机坪加油管线位于机场工程区内，占地面积及土石方量计入机场工程区），在现有机场油库内增加1台300m³/h机坪加油泵（仅增加设备，不涉及土建施工）。

施工组织：本项目共布置2处施工生产生活区，分别布置在飞行区东、西两侧土面区内，占地面积共计4.60hm²；在机场内布置5条施工道路，总长度9.56km，其中新建便道3.58km、改扩建便道5.98km，不设场外施工道路，北大山导航台施工便道采取永临结合方式，先行修建进台道路（长2.43km，路基宽4.5m），导航台建设过程中作为施工便道使用；本项目共设置4处临时堆土场和1处淤泥干化场，分别在航站区停车楼北侧、飞行区南侧土面区、飞行区北侧土面区及北大山导航台内

空地各设置 1 处（共计 4 处）临时堆土场，用作表土及基础开挖土方临时堆存场地，在飞行区东南侧滨海路西侧低洼区域设置淤泥干化场 1 处，用于机场占地范围清淤淤泥分批固化处理；本工程所需水泥、沙石等建筑材料均就近外购，建材生产过程中的水土流失防治责任由供应方承担；施工用水及用电直接从机场已有供水及供电系统引接，施工通信采用无线通信。

拆迁（移民）安置及专项设施改（迁）建：本项目涉及拆迁房屋 15150m²，海鳗养殖场 21 个。本项目拆迁采用货币补偿方式，由地方政府具体实施。

建设工期：项目计划于 2021 年 7 月开工，2025 年 6 月完工，总工期为 48 个月。

工程投资：项目总投资 214.69 亿元（机场工程投资 204.31 亿元，空管工程投资 9.03 亿元，供油工程 1.35 亿元），其中土建投资 157.32 亿元。

工程占地：本项目总占地面积 592.04hm²，全部为永久占地，其中利用既有机场用地 186.85hm²、新增占地 405.19hm²。本项目施工生产生活区和临时堆土区均布置于征地红线范围内，不新增临时占地。

土石方平衡：本工程土石方挖填总量 1831.82 万 m³，其中挖方 788.25 万 m³（含表土剥离 76.23 万 m³），填方 1043.57 万 m³（含表土回覆 76.23 万 m³），借方 255.32 万 m³，均为外购，无余方。外购方来源于机场地铁 F1 线（弃方量约 498 万 m³）和福建省长乐区成昶置业有限公司所属长乐区罗联乡方厝矿区（开采期 2021~2031 年，产量 100 万 m³/年）（土石方利用协议详见附件 8）。

1.1.2 项目前期工作进展情况

（1）项目立项及工程设计进展情况

2019 年 8 月 23 日，国家发展和改革委员会以《国家发展改革委关于福州长乐国际机场二期扩建工程项目建议书的批复》（发改基础[2019]1389 号）对项目建议书予以批复。根据批复，本项目分为机场工程、空管工程和供油工程，建设单位分别为元翔（福州）国际航空港有限公司、中国民用航空华东地区空中交通管理局福建分局、中国航空油料有限责任公司福建分公司。

2019 年 9 月，民航机场规划设计研究总院有限公司受元翔（福州）国际航空港有限公司委托编制完成《福州长乐国际机场二期扩建工程（机场工程）可行性研究报告》；2020 年 3 月，上海民航新时代机场设计研究院有限公司受中国民用航空华东地区空中交通管理局福建分局委托编制完成《福州长乐国际机场二期扩建空管工

程可行性研究报告》；2020 年 6 月，北京中航油工程建设有限公司受中国航空油料有限责任公司福建分公司委托编制完成《福州长乐国际机场二期扩建项目供油工程可行性研究报告》。2020 年 8 月 20 日，国家发展和改革委员会以《国家发展改革委关于福州长乐国际机场二期扩建工程可行性研究报告的批复》（发改基础[2020]1295 号）批复了本项目可行性研究报告。

2021 年 1 月，民航机场规划设计研究总院有限公司编制完成本项目机场工程飞行区初步设计报告。2021 年 2 月 8 日，民航华东地区管理局和福建省发展和改革委员会以《关于福州长乐国际机场二期扩建工程初步设计（第一批）的批复》（民航华东函[2021]73 号）批复了本项目飞行区初步设计。

（2）机场前期工程水土保持工作开展情况

福州长乐国际机场于 1993 年开工建设，1997 年 6 月通航，未编报水土保持方案，未开展水土保持监理、监测及验收工作。

建设单位于 2010 年开展福州长乐国际机场第一轮扩能工程，2013 年完工，未编报水土保持方案，未开展水土保持监理、监测及验收工作。

建设单位于 2013 年开展福州长乐国际机场第二轮扩能工程，委托黑龙江农垦勘测设计研究院于 2014 年编制完成《福州长乐国际机场第二轮扩能工程水土保持方案报告书》，2014 年 4 月 11 日，福建省水利厅以《福建省水利厅关于福州长乐国际机场第二轮扩建工程水土保持方案的批复》（闽水水保[2014]51 号）予以批复。二轮扩能于 2019 年底完成，目前正处于竣工水保验收阶段。

建设单位于 2019 年开展福州长乐国际机场滑行道及停机坪扩建工程，委托福建省华厦能源设计研究院有限公司于 2019 年 12 月编制完成《福州长乐国际机场滑行道及停机坪改扩建工程水土保持方案报告书》，2020 年 1 月 15 日，福建省水利厅以《福建省水利厅关于福州长乐国际机场滑行道及停机坪改扩建工程水土保持方案报告书的批复》（闽水审批[2020]4 号）予以批复。项目于 2020 年 5 月开工，计划于 2021 年 12 月完工。

根据机场现状调查，目前机场生态环境良好，主要采取水土保持措施包括飞行区排水工程、土面区绿化工程、航站区雨水管网及综合绿化工程等，绿化苗木草种主要为小叶榕、大叶榕、黄锦、盆架木、美人树、秋枫、香樟、桂花、大王椰子、大叶紫薇、刺桐、鸡冠刺桐、碧桃、蒲葵、星光榕、紫叶桃、非洲茉莉球、扶桑、红叶石楠、四季含笑、龙船花、红背桂、春鹃、红继木、花叶假连翘、黄金叶、鸳

鸳茉莉、金叶假连翘、花叶美人蕉、小叶黄杨、三角梅、小叶榄仁、杜鹃、红花继木、黄金榕、金边龙舌兰、南洋杉木麻黄、野牛草等。

本项目可借鉴水土保持经验主要包括:

①依法编报水土保持方案

依法编报水土保持方案是生产建设项目水土保持工作顺利进行，是“三同时”制度得以落实的前提。

②主体设计应充分考虑水土保持措施设计

本方案批复后，主体工程设计应充分考虑涉及拦挡工程、排水工程、绿化工程及其他水土保持相关工程与主体工程的紧密结合，在施工图设计中细化、量化，确保批复水土保持措施顺利实施，在施工组织设计中要考虑水土保持临时防护措施的布局及与主体工程的衔接。

③植物措施经验

绿化不仅要有良好的水土保持效果，还要考虑景观美化要求。施工结束后对占地进行土地整治，要利用原表土覆土绿化，绿化措施可采取乔灌草相结合的形式。福州长乐国际机场现状景观绿化优美、生态效益显著，本工程可借鉴目前机场现状生长良好的苗木林草种类及植物配置模式。

④施工管理经验

土方工程应尽量避开雨季，雨季来临是要对裸露面采取临时苫盖措施进行防护避免因降雨径流冲刷造成水土流失或破坏；施工期间临时堆土超过半年时，可采用撒草籽临时绿化；生产生活区尽量利用已有房屋，以减少扰动范围。

（3）本工程水土保持方案编制情况

2020 年 4 月 13 日，元翔（福州）国际航空港有限公司、中国民用航空华东地区空中交通管理局福建分局和中国航空油料有限责任公司福建分公司共同委托长江水利委员会长江科学院（以下简称“我院”）开展《福州长乐国际机场二期扩建工程水土保持方案报告书》的编制工作。接受委托后，我院选派技术人员进行了实地踏勘，收集了项目区自然概况、社会经济情况、水土流失和水土保持情况等资料，并就有关技术问题与建设单位、当地水行政主管部门及有关专家进行了交流与咨询。在上述工作的基础上，结合主体设计文件及相关资料，于 2021 年 6 月编制完成了《福州长乐国际机场二期扩建工程水土保持方案报告书》。

1.1.3 自然简况

机场工程建设区域地貌类型为滨海平原，北大山导航台项目区地貌类型属于低丘；项目区气候类型属亚热带海洋性季风气候，雨量充沛，全年温暖湿润，季风明显。项目区多年平均气温 19.3~19.8℃，≥10℃积温 6957.8℃，多年平均降雨量 1299.8~1382.3mm，雨季时段为 4 月~7 月，多年平均蒸发量 1366.4~1431.8mm，年平均相对湿度 82%，年日照时数 2023 小时，无霜期 333 天，多年平均主导风向为东北风，多年平均风速为 4.1~6.1m/s；项目区主要土壤类型为红壤、水稻土和风沙土，植被类型属于亚热带常绿阔叶林，项目区林草覆盖率约 38.21%。

根据《中国水土保持区划》，项目区属南方红壤区-浙闽山地丘陵区-闽东南沿海丘陵平原人居环境维护水质维护区，容许土壤流失量为 500t/(km²·a)，土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，项目区背景土壤侵蚀模数 336t/(km²•a)，土壤侵蚀强度为微度。

项目区涉及水土保持敏感区为：①本项目空管工程场外部分所在的福清市三山镇属于福建省水土流失重点治理区；②本项目占用长乐区辖区内的大鹤海滨省级森林公园 3340m²；③位于福清市三山镇的场外导航台占地范围涉及拟划定陆域生态红线 3.6954hm²。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规

（1）《中华人民共和国水土保持法》（1991 年 6 月 29 日第七届全国人大常委会第 20 次会议通过，2010 年 12 月 25 日第十一届全国人大常委会第十八次会议修订）；

（2）《中华人民共和国水土保持法实施条例》（1993 年 8 月 1 日中华人民共和国国务院令第 120 号发布，2011 年 1 月 8 日修订）；

（3）《福建省水土保持条例》（2014 年 5 月 22 日福建省十二届人大常委会第 9 次会议通过）。

1.2.2 规范性文件

（1）《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》（1995 年 5 月 30 日水利部令第 5 号发布，根据 2005 年 7 月 8 日《水利部关于修改部分水利行政许可规章的决定》第一次修改，根据 2017 年 12 月 22 日《水利部关于废止和修改部分规章的决定》第二次修改）；

（2）《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）；

（3）《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）；

（4）《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）；

（5）《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保[2020]161 号）。

1.2.3 技术标准

[国家标准]

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

（4）《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014）；

（5）《水土保持工程调查与勘测标准》（GB/T 51297-2018）；

（6）《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）。

[行业标准]

（1）《土壤侵蚀分类分级标准》（SL 190-2007）；

（2）《水利水电工程制图标准水土保持图》（SL 73.6-2015）；

（3）《水土保持工程质量评定规程》（SL 336-2006）；

（4）《水土保持工程施工监理规范》（SL 523-2011）；

（5）《生产建设项目土壤流失量测算导则》（S L773-2018）；

（6）《民用航空运输机场工程项目建设用地标准》（建标[2011]157 号）。

1.2.4 技术资料

（1）《福州长乐国际机场二期扩建工程可行性研究报告》（民航机场规划设计研究总院有限公司，2020 年 9 月）；

（2）《福州长乐国际机场二期扩建工程供油工程可行性研究报告》（北京中航油工程建设有限公司，2020 年 6 月）；

（3）《福州长乐国际机场二期扩建工程空管工程可行性研究报告》（上海民航新时代机场设计研究院有限公司，2020 年 3 月）；

（4）《福州长乐国际机场二期扩建工程初步设计（第一批）》（民航机场规划设计研究总院有限公司，2021 年 2 月）；

（5）其他与本项目相关的资料。

1.3 设计水平年

本项目为建设类项目，按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）的有关要求，建设类项目的设计水平年为主体工程完工的当年或后一年。本项目拟于 2021 年 7 月正式开工建设，2025 年 6 月完工，总工期 48 个月。本方案取 2025 年作为设计水平年。

1.4 水土流失防治责任范围

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）规定，生产建设项目水土流失防治责任范围指生产建设单位依法应承担水土流失防治义务的区域。本项目防治责任范围共 592.04hm²，全部为永久占地，其中利用既有机场用地 186.85hm²，新增占地 405.19hm²。按行政区划分：长乐区 586.62hm²、福清市 5.42hm²。机场工程四至坐标：N25.91°~25.96°，E119.65°~119.69°。

一期工程征地范围见图 1.4-1，本期工程建设范围见图 1.4-2，本期工程与一期工程征地范围关系见图 1.4-3。

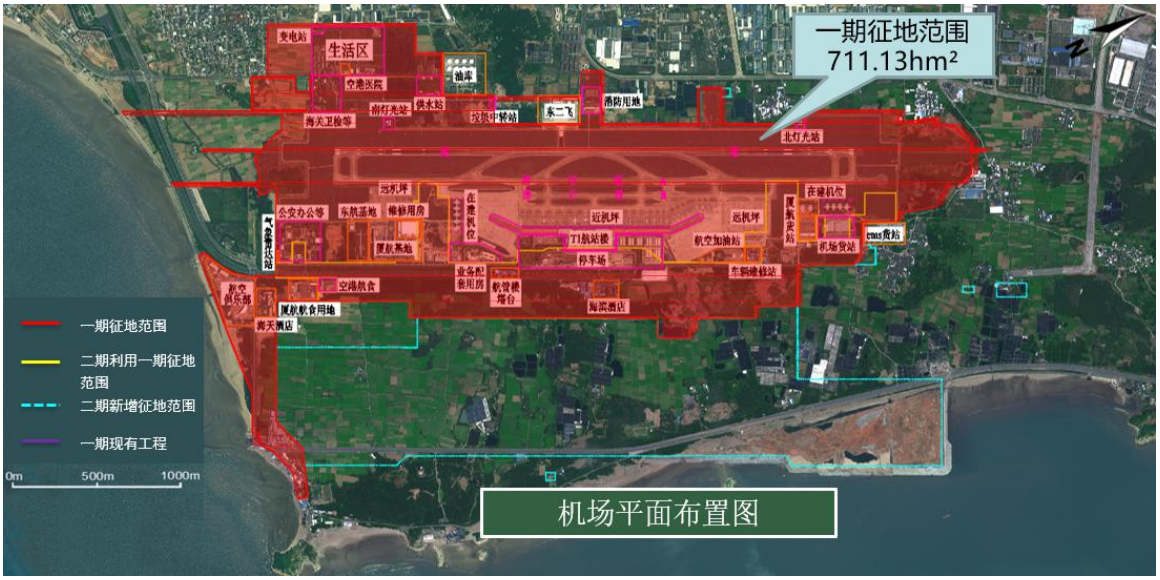


图 1.4-1　一期工程征地范围图

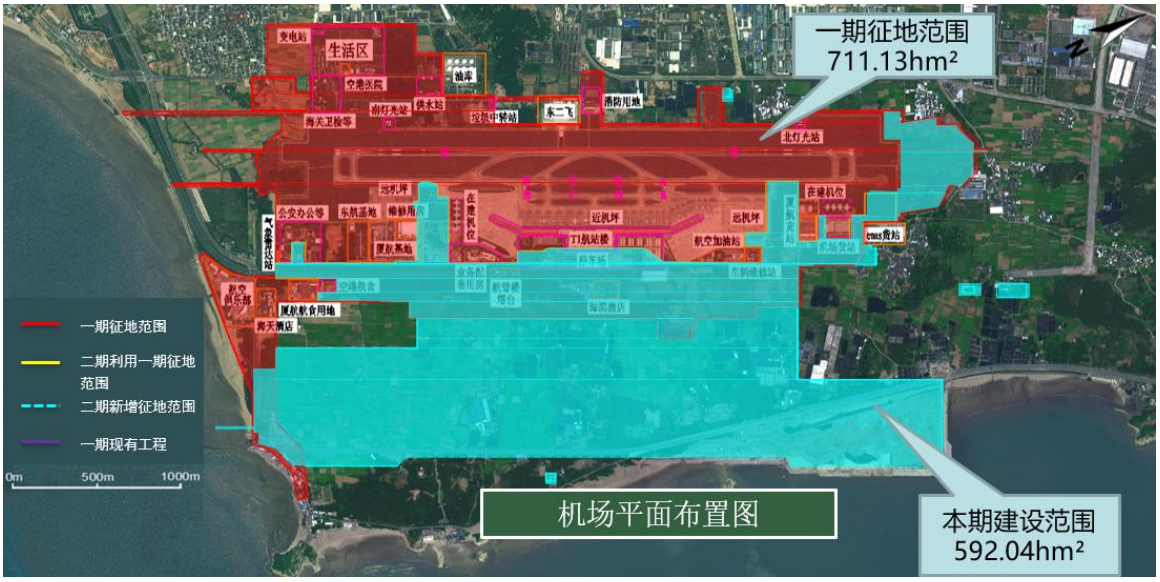


图 1.4-2　本期工程建设范围图

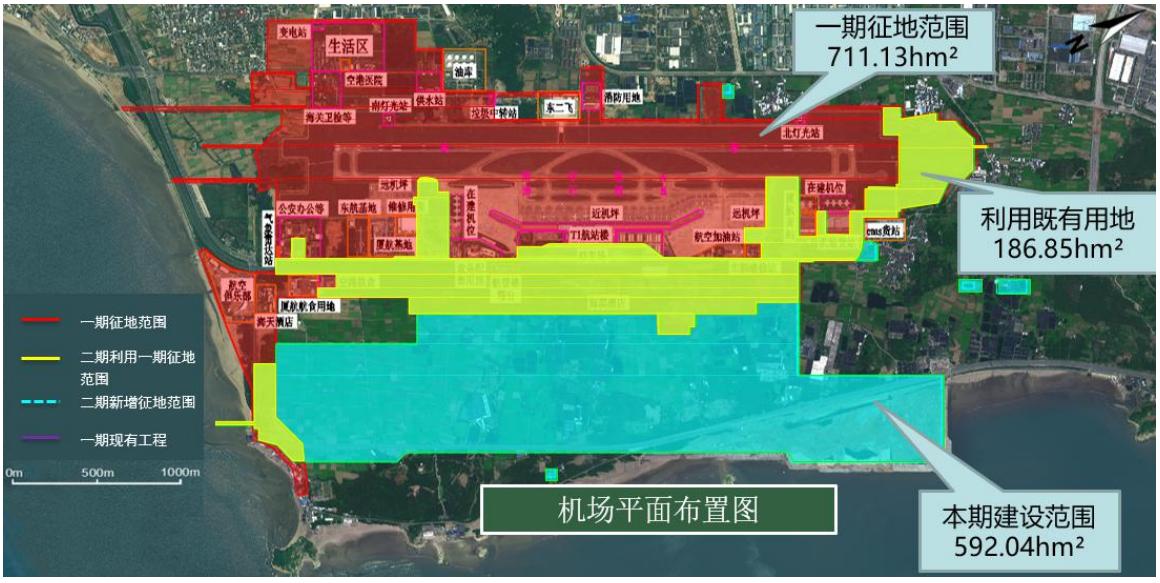


图 1.4-3　本期工程与一期工程征地范围关系图

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）》和《福建省水土保持规划（2016-2030 年）》，本项目机场工程所在的福州市长乐区不在国家级或省级水土流失重点防治区范围内，但位于长乐区城市区域，按照《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018），应执行水土流失防治一级标准，空管工程场外北大山导航台所在的福清市三山镇属于福建省水土流失重点治理区，亦应执行水土流失防治一级标准。因此，本项目执行南方红壤区水土流失防治一级标准。

1.5.2 防治目标

本项目水土流失防治应达到以下基本目标：项目建设范围内的新增水土流失应得到有效控制，原有水土流失得到治理；水土保持设施应安全有效；水土资源、林草植被应得到最大限度的保护与恢复；水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率、林草覆盖率六项指标符合现行国家标准《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）的规定。

本项目执行南方红壤区水土流失防治一级标准，并根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）、《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）的规定对具体防治指标值作如下调整:

①土壤流失控制比在轻度侵蚀为主的区域不应小于1，中度以上侵蚀为主的区域可降低0.1~0.2。项目区原生土壤侵蚀强度为微度，土壤流失控制比增加0.1。

②位于城市区域的项目，渣土防护率和林草覆盖率可提高1%~2%。项目区位于城市区域，渣土防护率提高2%，林草覆盖率提高2%。

③本项目涉及福建省水土流失重点治理区，无法避让，需提高植物措施标准，林草覆盖率应提高1%~2%，本方案将林草覆盖率指标提高2%。

调整后的六项防治指标值为：水土流失治理度98%、土壤流失控制比1.0、渣土防护率99%、表土保护率92%、林草植被恢复率98%、林草覆盖率29%。

表1.5-1 水土流失防治指标值调整情况

项目	一级标准		按土壤侵蚀强度调整	按重点防治区调整	按位于城市区域调整	调整后防治指标值	
	施工期	设计水平年				施工期	设计水平年
水土流失治理度（%）	—	98	—	—	—	—	98
土壤流失控制比	—	0.90	+0.10	—	—	—	1.0
渣土防护率（%）	95	97	—	—	+2	95	99
表土保护率（%）	92	92	—	—	—	92	92
林草植被恢复率（%）	—	98	—	—	—	—	98
林草覆盖率（%）	—	25	—	+2	+2	—	29

1.6 项目水土保持评价结论

1.6.1 主体工程选址（线）评价

本项目不涉及水土流失严重、生态脆弱地区；不涉及崩塌滑坡危险区、泥石流易发区；不涉及河岸、湖泊和水库周边植物保护带；不涉及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；不处

于重要河流、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；本项目场外导航台所在的福清市三山镇属于福建省水土流失重点治理区；本项目不设置取土（石、砂）场，不设置弃土（石、渣、灰、矸石、尾矿）场。因此，从水土保持角度评价认为，在采用南方红壤区水土流失防治一级标准，并提出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、提高水土保持措施标准的要求后，本项目选址基本符合水土保持法律、法规及标准规范要求。

1.6.2 建设方案与布局评价

（1）建设方案评价

本项目为机场扩建工程，不属于公路、铁路工程，且项目区道路不存在填高大于20m，挖深大于30m的情况。项目涉及福州市长乐区城市区域，项目提高了植被建设标准，注重景观效果，设计了排水设施。本项目涉及福建省水土流失重点治理区，无法避让，本方案采用南方红壤区水土流失防治一级标准，提高了截排水及拦挡工程等级，提高了防洪标准，提高了植物措施标准，林草植被覆盖率提高了2%。项目区雨水充沛，方案布设了排水、沉沙设施。方案提出了优化施工工艺、减少地表扰动和植被破坏范围、提高水土保持措施标准的要求。项目建设布局紧凑，扰动范围严格控制在红线范围内，不新增临时占地；工程开挖土石方全部回填利用，无永久性弃渣。

根据主体设计文件及项目相关支撑性材料，本项目占用长乐区辖区内的大鹤省级森林公园3340m²。占用大鹤森林公园的土地性质已于2019年由农用非林地变更为国有建设用地，划拨给福州市长乐区土地发展中心使用，并办理不动产权证，2020年获福建省林业局同意，福建省机关事务管理局批准其土地征收补偿方案（详见附件3）。根据《福州市生态环境局关于福州长乐国际机场二期扩建工程（机场工程）环境影响报告书的审批意见》（榕环评[2021]8号），从环境影响角度分析，项目建设可行，同意按照《福州长乐国际机场二期扩建工程（机场工程）环境影响报告书》所列的建设项目地点、选址、规模以及环境保护对策措施进行建设。

本项目新建北大山导航台位于福清市三山镇北大山，涉及拟划定的陆域生态红线3.6954hm²，但台站建设区域不属于自然保护地核心区，且福建省在2020年生态红线评估中已将其调出（详见附件2、附件4）。根据《福州长乐国际机场二期扩建工程（机场工程）环境影响报告书》和《福州长乐国际机场二期扩建空管工程环境影

响报告书》，“本工程占地不涉及水源涵养、生物多样性维护、水土保持和防风固沙4类生态功能极重要区域，以及水土流失生态环境极敏感区域，符合生态红线保护要求。”

（2）工程占地评价

本项目总占地面积592.04hm²，其中新增占地405.19hm²，利用既有机场用地186.85hm²，新增用地已取得福州市自然资源与规划局的用地预审与选址意见书；项目用地指标符合《民用航空运输机场工程项目建设用地标准》（建标[2011]157号）规定。

本项目施工生产生活区、临时堆土场、施工便道等临时场地均布置在永久占地范围内，不新增临时占地，空管工程场外北大山导航台进台道路采用永临结合的形式，尽可能减少了地表扰动面积，符合水土保持要求。

本项目现有对外交通成熟，主体已设计了排水、供电、工程边坡防护，施工用水、用电可直接利用机场现有供水、供电系统，方案设计了施工生产生活区、施工道路、临时堆土场、淤泥干化场，均布置在永久占地范围内，无临时占地，减少了扰动范围，各项建设内容及施工临时占地考虑充分，满足工程建设要求。

（3）土石方平衡评价

本工程土石方挖填总量1831.82万m³，其中挖方788.25万m³（含表土剥离76.23万m³），填方1043.57万m³（含表土回覆76.23万m³），借方255.32万m³，均为外购，无余方。工程填筑料首先考虑充分利用开挖料，通过平衡调配，实现开挖土方全部综合利用，无余方，符合水土保持要求；本项目场内各分区土石方调运节点适宜、时序可行；本项目外购土石方来源于机场地铁F1线（建设期2020年~2024年，弃方量约498万m³）和福建省长乐区成昶置业有限公司所属长乐区罗联乡方厝矿区（开采期2021年~2031年，产量100万m³/年），机场地铁F1线建设期和方厝矿区开采期均可与本工程建设工期衔接，上述来源土石方量充足，优先考虑利用机场地铁项目弃方，能满足本项目需要。本工程共设4处临时堆土场和1处淤泥干化场，临时堆土场和淤泥干化场结合施工时序均布设在项目永久占地范围内，避免了场外新增占地，减少了扰动地表面积。临时堆土场和淤泥干化场的设置无制约性因素。

（4）取土（石、砂）场设置评价

本工程不设置取土（石、渣、灰、矸石、尾矿）场。

（5）弃土（石、渣、灰、矸石、尾矿）场设置评价

本工程不设弃土（砂、石、土、矸石、尾矿、废渣）场。

（6）施工方法与工艺评价

主体工程设计施工进度按先土建、后安装调试的工序进行安排，处理好各阶段的关系，施工临时场地全部布置在永久占地范围内，避免扩大地表扰动和植被损坏面积，尽可能减少新增水土流失。施工过程中，对剥离的表土采取临时拦挡、覆盖措施，使表土资源得到较好的保护，本工程土石方施工以机械施工为主，人力施工为辅，分片流水作业。土（石、料）方在运输过程中避免装载过满，且用篷布遮盖，防止沿途散溢。挖填施工按不同地基处理工艺要求分片区分层填筑，强夯或机械夯实，挖填施工不全面铺开，以尽量减少裸露面积，减少水土流失量。填筑土方时随挖、随运、随填、随压。在施工时序安排上，尽量避免在雨季进行土石方挖填施工，土石方挖填完成后，及时采取防护措施，减少地表裸露时间。从水土保持角度分析，本工程施工工艺与方法满足水土保持要求。

（7）主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价

主体设计中具有水土保持功能并界定为水土保持工程的措施包括表土剥离、土地整治、表土回覆、排水工程、边坡防护、绿化工程等。以上措施能够较好的起到控制水土流失的作用。但是，施工中仍存在不足之处，需要补充完善施工期间的临时排水沟、临时沉沙池、临时苫盖、临时拦挡、临时撒播草籽等措施。

1.7 水土流失预测结果

本项目扰动地表面积 592.04hm²，损毁植被面积为 226.22hm²。工程建设可能造成的水土流失总量为 12.84 万 t，其中新增水土流失总量为 11.95 万 t。本工程水土流失重点防治时段和区域为施工期的飞行区。

可能产生的水土流失危害包括：对机场环境和正常运行产生影响；损坏水土保持设施，降低水土保持功能；对机场生态环境产生影响；对机场周边水系产生影响；对海洋环境和森林公园产生影响。

1.8 水土保持措施布设成果

根据工程建设、施工特点，通过工程措施、植物措施的有机结合，永久措施与临时措施的相互补充，构建完整的水土流失防治措施体系。本项目划分为机场工程区、供油工程区、空管工程区、施工生产生活区和临时堆土区等 5 个一级防治分

区，其中机场工程区分为飞行区、航站及附属工程区和货运区 3 个二级防治分区。

（1）机场工程区

1）飞行区

施工前，剥离表土并集中堆放在飞行区的临时堆土区；施工过程中，在场地内设临时土质排水沟和临时砖砌沉沙池，裸露地表和坡面设无纺布苫盖，完善场地排水设施，包括钢筋混凝土盖板明、暗沟或双孔箱涵、混凝土梯形铺砌明沟、混凝土预制块 V 形沟等，在飞行区东部边界处实施方格型骨架植草护坡；施工结束后，对飞行区土面区域进行土地整治并回覆表土，植草绿化，对边坡实施植草护坡措施。

飞行区水土保持工程措施包括表土剥离 59.56 万 m^3，土地整治 259.56hm^2，表土回覆 65.04 万 m^3，排水工程 42.915km，方格型骨架护坡 7.21hm^2；植物措施为撒播野牛草草籽 249.25hm^2，植草护坡 5.01hm^2，骨架内植草 5.30hm^2；临时措施包括临时土质排水沟 4000m，临时砖砌沉沙池 50 座，无纺布苫盖 36.15hm^2。

2）航站及附属工程区

施工前，剥离表土并集中堆放在飞行区的临时堆土区；施工过程中使用无纺布对裸露地表进行临时苫盖，沿航站及附属工程区循环路设临时土质排水沟及临时砖砌沉沙池，埋设永久雨水管网。基坑施工过程中，基坑四周外侧设置临时砖砌截水沟，截水沟出口设临时砖砌沉沙池，经沉淀后的地表径流排放至 T1 航站楼市政雨水管网；施工结束后，进行土地整治并回覆表土，植乔灌草绿化美化。

航站及附属工程区水土保持工程措施包括表土剥离 10.89 万 m^3，土地整治 33.6hm^2，表土回覆 10.08 万 m^3，雨水管网 15000m；植物措施包括园林绿化 33.6hm^2，其中种植大叶榕 2080 株、鸡冠刺桐 2354 株、香樟 2559 株、桂花 2150 株、杜鹃 4350 株、四季含笑 3800 株、三角梅 1200 株、红背桂 685 株、小叶榄仁 1368 株、结缕草草皮 33.6hm^2；临时措施包括临时土质排水沟 3000m，临时砖砌截水沟 1600m，临时砖砌沉沙池 12 座，无纺布苫盖 11.4hm^2。

3）货运区

施工前，剥离表土并集中堆放在飞行区的临时堆土区；施工过程中使用无纺布对裸露地表进行临时苫盖，沿货运区道路设临时土质排水沟及临时砖砌沉沙池，埋设永久雨水管网；施工结束后，进行土地整治并回覆表土，植乔灌草绿化美化。

货运区水土保持工程措施包括表土剥离 3.11 万 m^3，土地整治 0.06hm^2，表土回覆 0.02 万 m^3，雨水管网 1200m；植物措施为乔灌草综合绿化 0.06hm^2，其中种植大

王椰子 10 株、大叶紫薇 10 株、龙船花 40 株、红背桂 40 株、结缕草草皮 0.06hm²；临时措施包括临时土质排水沟 1200m，临时砖砌沉沙池 3 座，无纺布苫盖 0.02hm²。

（2）供油工程区

施工前，供油站（管线部分纳入航站及附属工程区）剥离表土并集中堆放在飞行区的临时堆土区；施工过程中使用无纺布对裸露地表进行临时苫盖，沿本区道路设临时土质排水沟及临时砖砌沉沙池，埋设永久雨水管网。

供油工程区水土保持工程措施包括表土剥离 0.40 万 m³，雨水管网 600m；临时措施包括临时土质排水沟 600m，临时砖砌沉沙池 2 座，无纺布苫盖 0.04hm²。

（3）空管工程区

施工前，剥离表土并集中堆放在就近的临时堆土区；施工过程中使用无纺布对裸露地表进行临时苫盖，沿北大山导航台进台道路坡脚布设排水沟，边坡设置人字形骨架喷播植草护坡；施工结束后，进行土地整治并回覆表土，进台道路边坡喷播植草，在空管小区和北大山导航台空地植乔灌草绿化美化。

空管工程区水土保持工程措施包括表土剥离 1.87 万 m³，土地整治 1.85hm²，表土回覆 1.09 万 m³，雨水管网 4000m，混凝土截排水沟 2909m，人字型骨架护坡 0.05hm²；植物措施为园林绿化 1.85hm²，其中种植香樟 220 株、大叶紫薇 396 株、福建山樱花 825 株、结缕草草皮 1.85hm²，喷播植草护坡 1.75hm²，骨架内喷播植草 0.04hm²；临时措施包括临时砖砌沉沙池 6 座，临时土质排水沟 8000m，无纺布苫盖 0.5hm²。

（4）施工生产生活区

施工过程中在施工场地周边布设临时混凝土排水沟并顺接至临时砖砌沉沙池。

施工生产生活区水土保持临时措施为临时混凝土排水沟 800m，临时砖砌沉沙池 2 座。

（5）临时堆土区

施工过程中对临时堆土采取袋装土拦挡、无纺布苫盖、临时土质排水沟和临时砖砌沉沙池等临时防护措施；对淤泥干化场底部铺碎石垫层、周边设临时袋装土拦挡、碎石垫层上及袋装土拦挡表面铺设土工布，周边设临时土质排水沟和临时砖砌沉沙池。本项目施工期较长，临时堆土堆存期较长，堆存期间临时撒播草籽绿化防护。

临时堆土区水土保持临时措施包括临时土质排水沟 5100m，临时砖砌沉沙池 10

座，无纺布苫盖 37.66hm²，袋装土拦挡 2550m³，铺碎石垫层 3.03 万 m³，铺设土工布 6.07hm²，临时撒播草籽 37.66hm²。

1.9 水土保持监测方案

监测内容：包括水土流失影响因素、水土流失状况、水土流失危害、水土流失防治措施实施情况及防治效果。

监测范围：本项目水土流失防治责任范围，共计 592.04hm²。

监测时段：2021 年 6 月~2025 年 12 月。

监测方法：主要采用卫星遥感监测、视频监控、地面定位监测、调查及资料分析等监测方法。

重点监测时段和区域：施工期的飞行区。

监测点位：本方案初步选定 14 个监测点。飞行区布设定位监测点 3 个，分散布设在飞行区临时排水沟出口处或沉沙池处；航站及附属工程区布置监测点位 2 个，分别布设在航站区临时排水沟出口处和沉沙池处；货运区布置监测点位 2 个，分别布设在货运区临时排水沟出口处和沉沙池处；供油工程区布置监测点位 1 个，布设在临时排水沟出口处；空管工程区设置 3 个监测点，分别布设在场内空管小区临时排水沟出口处和沉沙池处及场外导航台进台道路排水沟出口处；施工生产生活区布设定位监测点 1 个，布设在施工生产生活区临时排水沟出口处；临时堆土区布设定位监测点 2 个，分别布设在临时堆土边坡和临时排水沟出口处。

1.10 水土保持投资及效益分析成果

本项目水土保持估算总投资 41941.24 万元（其中主体已列投资 37990.93 万元，方案新增投资 3950.31 万元），其中工程措施投 35655.03 万元（全部为主体已列投资）；植物措施投资 2335.90 万元（全部为主体已列投资）；临时措施投资 1681.46 万元（全部为方案新增投资）；独立费用 1486.72 万元（其中水土保持监测费 300 万元，水土保持监理费 280 万元），基本预备费 190.09 万元，水土保持补偿费 592.04 万元（长乐区 5866230.00 元，福清市 54193.00 元），机场工程应缴纳水土保持补偿费 5803188.00 元，空管工程应缴纳水土保持补偿费 97205.00 元，供油工程应缴纳水土保持补偿费 20030.00 元。

方案实施后，预计土壤流失量达到容许土壤流失量或以下的治理面积为 381.13hm²，其中工程措施面积 381.13hm²，植物措施面积 296.86hm²（与工程措施面

积重合），硬化地表及永久建筑物面积为295.14hm²，扣除措施面积及硬化地表和建筑物面积的重合部分，得到水土流失治理达标面积为591.60hm²，可绿化面积296.86hm²。本项目水土保持措施实施后，水土流失治理度可达到99.93%，土壤流失控制比可达到1.61，渣土防护率可达到99.23%，表土保护率可达到99.99%，林草植被恢复率可达到99.99%，林草覆盖率可达到50.14%，各项防治指标均达标。

1.11 结论

从水土保持角度分析，本工程选址、建设方案、水土流失防治等方面基本符合《中华人民共和国水土保持法》及《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的相关规定。本工程建设过程中，实施本方案确定的各项水土保持措施后，能够达到控制水土流失、保护和恢复生态环境的目的。

本水土保持方案批复后，建设单位应组织主体工程设计单位，将方案确定的水土保持防治措施落实到主体工程初步设计和施工图设计中，与主体工程同时设计。在施工和建设管理方面，水土保持工程应与主体工程同时施工，同时投入使用；水土保持方案实施过程中应实行项目法人制、工程招标投标制和工程监理制，在工程合同条款明确承包商应承担的水土流失防治责任、范围、义务和惩罚措施，以保证水土保持方案的顺利实施，并达到预期的设计目的；同时，在施工过程中，建设单位应经常检查项目建设区水土流失防治情况及对周边的影响，若对周边造成直接影响时应及时处理。

表 1.10-1　水土保持方案特性表

<table>
<tr><td colspan="2">项目名称</td><td colspan="3">福州长乐国际机场二期扩建工程</td><td>流域管理机构</td><td>太湖流域管理局</td></tr>
<tr><td colspan="2">涉及省区</td><td>福建省</td><td>涉及地市或个数</td><td>福州市</td><td>涉及县或个数</td><td>长乐区、福清市</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目规模</td><td>国际机场，至2030年，年旅客吞吐量达到3600万人次，年货邮吞吐量达到45万吨、年飞机起降达到27.7万架次，飞行区等级4F</td><td>总投资(亿元)</td><td>214.69</td><td>土建投资(亿元)</td><td>157.32</td></tr>
<tr><td colspan="2">动工时间</td><td>2021年7月</td><td>完工时间</td><td>2025年6月</td><td>设计水平年</td><td>2025年</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目占地(hm²)</td><td>592.04</td><td>永久占地(hm²)</td><td>592.04</td><td>临时占地(hm²)</td><td>/</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">土石方量（万 m³）</td><td>挖方(万 m³)</td><td>填方(万 m³)</td><td>借方(万 m³)</td><td>余（弃）方(万 m³)</td></tr>
<tr><td>788.25</td><td>1043.57</td><td>255.32</td><td>/</td></tr>
<tr><td colspan="3">重点防治区名称</td><td colspan="4">福建省水土流失重点治理区</td></tr>
<tr><td colspan="3">地貌类型</td><td>低山丘陵和滨海平原</td><td>水土保持区划</td><td colspan="2">南方红壤区-浙闽山地丘陵区-闽东南沿海丘陵平原人居环境维护水质维护区</td></tr>
<tr><td colspan="3">土壤侵蚀类型</td><td>水力侵蚀</td><td>土壤侵蚀强度</td><td colspan="2">微度</td></tr>
<tr><td colspan="3">防治责任范围面积(hm²)</td><td>592.04</td><td>容许土壤流失量[t/(km²·a)]</td><td colspan="2">500</td></tr>
<tr><td colspan="3">水土流失预测总量(万 t)</td><td>12.85</td><td>新增水土流失量(万 t)</td><td colspan="2">11.95</td></tr>
<tr><td colspan="3">水土流失防治标准执行等级</td><td colspan="4">南方红壤区一级标准</td></tr>
<tr><td rowspan="3">防治指标</td><td colspan="2">水土流失治理度(%)</td><td>98</td><td>土壤流失控制比</td><td colspan="2">1.0</td></tr>
<tr><td colspan="2">渣土防护率(%)</td><td>99</td><td>表土保护率(%)</td><td colspan="2">92</td></tr>
<tr><td colspan="2">林草植被恢复率(%)</td><td>98</td><td>林草覆盖率(%)</td><td colspan="2">29</td></tr>
<tr><td rowspan="4">防治措施及工程量</td><td colspan="2">防治分区</td><td colspan="2">工程措施</td><td>植物措施</td><td>临时措施</td></tr>
<tr><td rowspan="3">机场工程区</td><td>飞行区</td><td colspan="2">表土剥离 59.04 万 m³，土地整治 259.56hm²，表土回覆 65.57 万 m³，排水工程 42.915km，方格型骨架护坡 7.21hm²</td><td>撒播野牛草草籽 249.25hm²、植草护坡 5.01hm²、骨架内植草 5.30hm²</td><td>临时土质排水沟 4000m，临时砖砌沉沙池 50 座，无纺布苫盖 36.15hm²</td></tr>
<tr><td>航站及附属工程区</td><td colspan="2">表土剥离 10.89 万 m³，土地整治 33.6hm²，表土回覆 10.08 万 m³，雨水管网 15000m</td><td>园林绿化 33.6hm²，其中种植大叶榕 2080 株、鸡冠刺桐 2354 株、香樟 2559 株、桂花 2150 株、杜鹃 4350 株、四季含笑 3800 株、三角梅 1200 株、红背桂 685 株、小叶榄仁 1368 株、结缕草草皮 33.6hm²</td><td>临时土质排水沟 3000m，临时砖砌截水沟 1600m，临时砖砌沉沙池 12 座，无纺布苫盖 11.4hm²</td></tr>
<tr><td>货运区</td><td colspan="2">表土剥离 3.11 万 m³，土地整治 0.06hm²，表土回覆 0.02 万 m³，雨水管网 1200m</td><td>乔灌草综合绿化 0.06hm²，其中种植大王椰子 10 株、大叶紫薇 10 株、龙船花 40 株、红背桂 40 株、结缕草草皮 0.06hm²</td><td>临时土质排水沟 1200m，临时砖砌沉沙池 3 座，无纺布苫盖 0.02hm²</td></tr>
</table>

	供油工程区	表土剥离 0.40 万 m^3，雨水管网 600m	/	临时土质排水沟 600m，临时砖砌沉沙池 2 座，无纺布苫盖 0.04hm^2
	空管工程区	表土剥离 1.87 万 m^3，土地整治 1.85hm^2，表土回覆 1.09 万 m^3，雨水管网 4000m，混凝土截排水沟 2909m，人字型骨架护坡 0.05hm^2	园林绿化 1.85hm^2，其中种植香樟 220 株、大叶紫薇 396 株、福建山樱花 825 株、结缕草草皮 1.85hm^2，喷播植草护坡 1.75hm^2，骨架内喷播植草 0.04hm^2	临时砖砌沉沙池 6 座，临时土质排水沟 8000m，无纺布苫盖 0.5hm^2
	施工生产生活区	/	/	临时混凝土排水沟 800m，临时砖砌沉沙池 2 座
	临时堆土区	/	/	临时土质排水沟 5100m，临时砖砌沉沙池 10 座，无纺布苫盖 37.66hm^2，袋装土拦挡 2550m^3，铺碎石垫层 3.03 万 m^3，铺设土工布 6.07hm^2，临时撒播草籽 37.66hm^2
投资(万元)		35655.03	2335.90	1681.46
水土保持总投资（万元）		41941.24	独立费用（万元）	1486.72
监理费（万元）		280	监测费（万元）	300	补偿费（万元）	592.04
方案编制单位		长江水利委员会长江科学院	建设单位	元翔（福州）国际航空港有限公司、中国民用航空华东地区空中交通管理局福建分局、中国航空油料有限责任公司福建分公司
法定代表人		卢金友	法定代表人	刘玉海、黄金章、张知诚
地址		武汉市黄浦大街 23 号	地址	福州长乐国际机场元翔福州空港办公楼、福州长乐国际机场内翔汇路 8 号、福州长乐国际机场南进场路 1 号
邮编		430010	邮编	350200（元翔）
联系人/电话		杨贺菲/13517223020	联系人/电话	刘鲤榕/13609561595（元翔）
电子信箱		180389068@qq.com	电子信箱	lrliu@iport.com.cn

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

项目名称：福州长乐国际机场二期扩建工程

建设单位：元翔（福州）国际航空港有限公司、中国民用航空华东地区空中交通管理局福建分局、中国航空油料有限责任公司福建分公司

建设地点：福建省福州市长乐区、福清市

建设性质：扩建建设类项目

施工工期：计划于 2021 年 7 月开工，2025 年 6 月完工，总工期 48 个月。

工程投资：工程总投资 214.69 亿元，其中机场工程投资 204.31 亿元，空管工程投资 9.03 亿元，供油工程 1.35 亿元。工程土建投资 157.32 亿元。

地理位置：本工程建设地点位于福州市长乐区及福清市，其中机场工程、供油工程及空管工程场内部分位于福州市长乐区，距福州市中心约 47.5km，距福清市约 37.2km。机场中心点地理坐标为东经 119° 40′ 29.28″，北纬 25° 55′ 28.56″；空管工程场外部分位于福州市福清市三山镇北大山，距离机场场址约 35.2km，中心点地理坐标为东经 119° 35′ 5.9″，北纬 N25° 34′ 49″。项目区地理位置图见图 2.1-1。

图 2.1-1　项目区地理位置图

建设规模：本期扩建工程设计目标年为2030年，至设计目标年，年旅客吞吐量达到3600万人次，年货邮吞吐量达到45万吨、年飞机起降达到27.7万架次，新建飞行区等级为4F。

建设内容：**增建1条跑道及配套联络道围场路等**，在现跑道东侧1920m处新建1条长3600m、宽45m的第二跑道，飞行区等级为4F，并配套建设快速滑行道、垂直联络道等跑滑系统，新建各类机位60个，新建围界及围场路，改建现有第二平行滑行道，对现有跑道部分道面进行无害化整治。**增建航站楼1座及配套交通设施**，在T1航站楼东侧新建T2航站楼，并增建综合交通中心、停车楼、航空食品中心、员工培训中心等其他附属设施。**增建货运设施**，新建国内货运站、跨境电商库及综合业务楼，改建即有机场货运站。**增建供油工程**，在新建T2航站楼南侧新建第二航空加油站，新建机坪加油管线，在现有机场油库油泵房内新增一台300m^3/h的加油泵。**增（改）建空管工程**，包含场内及场外两部分，场内空管工程为新建空管小区、本场二次雷达站、场监雷达站和工作区间道路，拆除长乐机场原有二次雷达站（即魁身头二次雷达站）并异址更新（魁身头雷达异址新建已纳入前期扩能改造工程，不属于本项目建设内容），场外空管工程包括新建福清北大山VOR/DME台及台站进台道路。**增（改）建相应的给排水、供电、通信等公用工程**。

工程规模及主要技术指标详见表2.1-1。

表2.1-1　项目组成及工程特性表

一、项目基本情况		
1	项目名称	福州长乐国际机场二期扩建工程
2	建设单位	元翔（福州）国际航空港有限公司、中国民用航空华东地区空中交通管理局福建分局、中国航空油料有限责任公司福建分公司
3	建设地点	福建省福州市长乐区、福清市
4	工程性质	扩建建设类项目
5	工程投资	总投资214.69亿元，其中土建投资157.32亿元。
6	建设工期	计划于2021年7月开工，2025年6月完工，总工期48个月。
7	建设规模	本期扩建工程设计目标年为2030年，至设计目标年，年旅客吞吐量达到3600万人次，年货邮吞吐量达到45万吨、年飞机起降达到27.7万架次，新建飞行区等级为4F。
8	水源及供水方式	本项目给水水源为长乐区第二自来水厂和东区水厂，水源地至机场的供水管线已建成，机场内现有一座供水站，目前正在进行扩容改造，本期工程利用已有水源地至机场供水管，在机场内新建一座供水站，场内供水管网环状布置。
9	场区排水	场内排水采用雨污分流制。 本项目雨水排放沿用现有雨水排海出口，在机场内新（改）建雨水排放管网及排水沟（涵），经汇集后通过现有排海出口排入大海。飞行区雨水通过排水沟（涵）排导，航站区、货运区等其他区域雨水通过雨水管网排导。

		本项目在主进场路东侧新建污水管线，收集污水后，汇入航南路与进场路交汇处的污水干管，经漳港环岛4#泵站向西排入长乐滨海污水管网。	
10	供电系统	机场内现有西区110kV中心变电站为机场供电，本期工程拟在第二跑道东北侧新建东区110kV中心变电站。建成后，机场西、东区110kV中心站分别负责为机场一、二期用地范围内的设施提供10kV供电。	
11	施工条件	砂石料来源及防治责任	本项目主要建筑材料均从当地采购，建材生产过程中的水土流失防治责任由建材供应方负责。
		施工运输	本项目周边航空运输、公路交通发达，建材及设备等可通过空运、公路运输送达，无需新修施工便道；场外空管工程施工时，建材及设备等可通过进台道路运输，无需新修施工便道。
		施工用水、用电及通讯	本项目施工用水可直接利用机场现有供水系统。 施工用电可利用现有的供电系统。 项目区通信十分发达，工程施工通讯采用无线通讯方式。
12	拆迁安置	本项目涉及拆迁房屋15150m²，海鳗养殖场21个。采用货币补偿方式，搬迁工作由地方政府具体实施。	

13	工程占地（hm²）				
	项目组成		永久占地	临时占地	合计
	机场工程区	飞行区	484.58	0	484.58
		航站及附属工程区	79.99	0	79.99
		货运区	15.75	0	15.75
	供油工程区		2	0	2
	空管工程区		9.72	0	9.72
	施工生产生活区			(4.60)*	(4.60)*
	临时堆土区			(37.66)*	(37.66)*
	合计		592.04	(42.26)*	592.04

14	土石方（万m³）							
	项目区		挖方	填方	调入	调出	借方	弃方
	机场工程区	飞行区	590.05	884.12	257.59	218.84	255.32	
		航站及附属工程区	184.83	140.19	54.67	99.31		
		货运区	5.87	12.94	10.16	3.09		
	供油工程区		1.66	1.26		0.4		
	空管工程区		5.84	5.06		0.78		
	合计		788.25	1043.57	322.42	322.42	255.32	

*注：()*表示占地为其他区域土地重复利用，不新增占地面积。

2.1.2 机场现状及与本期工程依托关系

2.1.2.1 机场现状

福州长乐国际机场位于福州市长乐区，距福州市中心（五一广场）47.5km，于1993年开工建设，1997年6月23日建成通航，主要建有一条长3600m、宽45m的跑道和一条长3600m、宽23m的平行滑行道、19.6hm²停机坪、13.7hm²航站楼及相

应的航管、导航、通讯、气象助航灯光、供油、货运、消防、供水、供电、污水处理等工程。

福州长乐国际机场一期工程历经多次改扩建后，现飞行区指标为4E，设有1条长3600m、宽45m的跑道，1条长3600m、宽23m的平行滑行道，1条长2342.5m、宽23m的局部第二滑道，跑滑道间设4条快速出口滑行道，4条垂直联络道；现T1航站楼经二轮扩能后总建筑面积达到21.6万m²；现有76个各类停机坪（含14个航空公司机位），另有11个停机位在建（其中2个为厦航在建货机位）。

机场现有工程组成及平面布置见图2.1-2，机场现有工程组成及技术指标见表2.1-2。

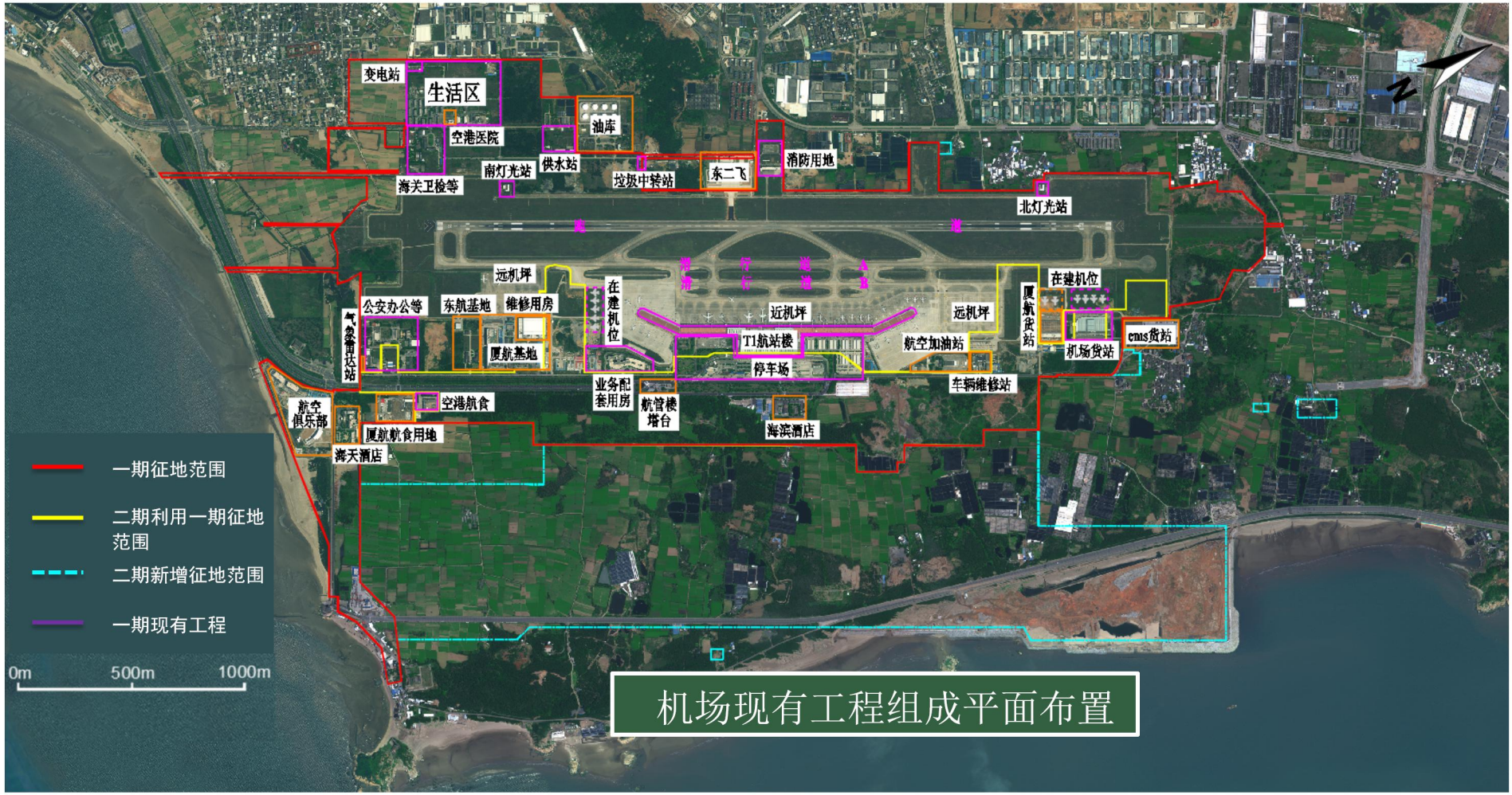


图 2.1-2　福州长乐国际机场现状平面布置图

表 2.1-2 机场现有工程组成及技术指标

序号	工程				规模
一	飞行区工程	飞行区场道工程	道面工程	跑道	现有一条长 3600m 的混凝土跑道，宽度为 45m，跑道两端防吹坪各长 60m，飞行区升降带 3720m×300m。
				平行滑行道 A	平行滑行道 A（主滑行道）长度 3600m，宽 23m。
				平行滑行道 B	平行滑行道 B(调度滑行道)的长度为 2342.5m，宽度为 23m。
				4 条垂直联络道	垂直联络道 A10 和 03 号跑道垂直联络道 A1，长度为 200m，宽度为 28.5m，垂直联络道 A9 和 03 号跑道垂直联络道 A2 的长度为 200m，宽度为 34m。垂直联络道 B8 长度为 105m，宽度为 34m。垂直联络道 B3、B4、B6、B7 长度为 185m，宽度 34m，垂直联络道 B5 长度为 80m。
			飞行区排水工程		设有雨水排水沟（涵）
		助航灯光工程	助航灯光工程		南灯光站(主站)和北灯光站(副站)分别位于跑道西侧两端。站内配有进口（坡度灯）及国产恒流调光器 32 台，540kW 备用柴油发电机组 2 台以及四备一调光器切换柜和高、低压变配电装置等设施。
		站坪照明及机务用电建设工程			设有机坪照明、400Hz 静变电源装置、目视停放停靠引导装置、飞机机位号码标记牌。
		飞行区弱电及通导工程	飞行区安防工程		周界安防系统、飞行区通道口、飞行区安防中心、周界安防自动气象站。
			站坪监控系统		机场设有完善的站坪监控系统
			机坪塔台		航管楼和塔台建筑面积 4358m²，塔台 15 层，高度为 75.6m。
二	航站区工程	航站楼			建筑面积为 13.7 万 m²，其中目前一共启用建筑面积 12.49 万 m²。正在进行二轮扩能，建成后建筑面积为 21.39 万 m²，商业及餐饮面积 8916m²。
		航站区交通工程			中央停车场位于航站楼东侧，面积 25700m²，可停放 95 辆大型车，465 辆小型车。航站楼南侧有职工停车场 9350m²和贵宾停车场 4400m²。航站楼北侧有过夜停车场 41720m²，可停放车辆 999 辆。
		机坪			76 个各类停机坪（含 14 个航空公司机位），另有 11 个在建机位。
三	货运工程				货运站建筑总面积 17513m²，由营业办公场所及口岸联检组、散货库和集装货库组成。货物处理区面积 2000m²，货物储存区面积 8500m²。拥有集装板/箱 515 个。散货库区两端分别设有动物库、查扣物品库、冷冻库和贵重物品库 130m²、危险品库 60m²。设有 7 个汽车装卸站台，总面积 1000m²。
四	机务维修工程				依托厦门航空有限公司机务维修业务部门。

序号	工程			规模
五	航空食品工程			空港航食建筑面积 1.1 万 m²，占地面积 1.2hm²。
六	生产辅助设施			（1）油库容量 8 万 m³，1 座站坪加油站、1 座车辆加油站（油库属于中航油公司供油工程单独立项，另行评价）；（2）车辆维修厂、场内生活区、职工食堂、单身宿舍、办公楼等生产辅助设施。
七	消防救援工程	消防业务用房		消防中心位于候机楼西面，建设有一座消防救援楼。共有业务用房 44 间。
		飞行区消防		（1）沿着跑道两侧平行铺设消防供水管线，管线连成环状，总长 12.1km。消防栓间距 150m。跑道两端采用双栓双井结构。 （2）飞行区消防泵房单独设置，泵房建筑面积 362m²（内装多级离心泵 3 台）；设 600m³消防水池一个。
八	场内公用配套设施工程	供水工程		机场内部供水管网成环状布置，全长 38km。供水站位于机场生活区内，占地面积约 21240m²，目前主要设施有 6 个 2000m³蓄水池、配水泵房、加氯间，办公用房等。
		污水工程		经市政的污水提升泵站与机场污水管网衔接最终进入长乐滨海污水处理厂。
		雨水工程		航站区、飞行区设有雨水管网以及雨水泵房，雨水最终排海。
		供电工程		福州机场现有 110/10kV 中心变电站一座，位于一跑道南端西侧。设有变配电站、供电网络，备用电源等设施。
		供冷、供气工程	供冷	一期航站楼主楼地下一层有 2 座制冷站，仅为一期航站楼提供空调用冷水。
			供气	仅航食加工区有燃气接入。
		垃圾转运站		位于机场西侧，转运站占地面积 500m²，建筑面积 300m²，转运量约为 7.5t/d。

2.1.2.2 本期工程与已有设施依托关系

（1）供电系统

福州长乐国际机场现有西区 110kV 中心变电站，位于第一跑道南端西侧，在 T1 航站楼北侧另有 1 座临时配电站，本工程施工用电从现有临时配电站接引。

本期工程在新建第二跑道东北侧新建一座东区 110kV 变电站，负责本期范围内的 10kV 供电，建设内容纳入航站及附属工程区；东区 110kV 变电站电源采用 2 路外电电源，分别引自场外两座不同的 220kV 变电站，I 段引自沙岭 220kV 变电站，II 段引自旗山 220kV 变电站，由地方电力部门配套建设，不属于本工程建设内容；对场内现有部分电力管线进行拆除改造，总长度约 5.0km，拆除后在航站及附属工程区综合管廊内重新布线，建设内容纳入航站及附属工程区。

（2）供水系统

福州长乐国际机场一期工程现有供水站位于机场西南生活区内，水源来自长乐区第二自来水厂和东区水厂两处，本期工程施工用水从现有供水管网接引。

本期工程在第二跑道北侧的动力能源小区新建第二供水站，另在场内新建 DN500 供水管网 10.5km，对改建的航站区及道路交叉下穿段的给水管线 2.3km 进行更新改造，建设内容纳入航站及附属工程区；新建第二供水站水源与即有第一供水站水源一致，场外水源接引由市政配套建设，不属于本项目建设内容；因机场扩建且部分供水管线老化，既有供水站已不满足用水需要，需对供水站进行扩容，扩容工程已纳入机场前期改扩建工程，不属于本次建设内容。

（3）污水系统

福州长乐国际机场现有污水管网以进场道路为中心线划分为东、西区，在两个区的主要道路上，由北向南敷设，东、西两区的污水管网在航南路与进场路交汇处与主进场路旁的污水干管汇合，向西进入长乐滨海污水管网。本期工程航站及附属工程区污水处理系统依托现有污水管网排放。

本期工程在主进场路东侧新建 10km 污水管线，用于收集 T2 航站楼、交通中心、机场办公区等区域的污水，再接入现有污水干管排放，建设内容纳入航站及附属工程区；本期工程将主进场路及进场辅路部分路段污水管线改造为下穿道，总长度 3.0km，建设内容纳入航站及附属工程区。

（4）雨水系统

福州长乐国际机场现使用 3 处雨水排海口，其中飞行区雨水通过甲线沟和丙线沟排入大海，航站及附属工程区雨水通过雨水排海泵站排入大海。本工程航站及附属工程区雨水排放依托现有雨水排放系统，收集雨水后接入现有雨水干管，通过既有雨水排海口排入大海。

本期工程在飞行区新建排水沟及排水箱涵等 42.915km，收集飞行区雨水，通过既有的南线沟和围堤预留箱涵排入大海，建设内容纳入飞行区；在航站及附属工程区新建雨水管网 10.0km 及 4 座雨水提升泵站，收集航站区及工作区雨水，向南接入现有雨水排海泵站，建设内容纳入航站及附属工程区；对现有雨水排海泵站进行扩建，新增 2 台雨水潜水泵，不涉及土建施工；对现有主进场道路下的雨水管网进行拆改，总长度 5.0km，建设内容纳入航站及附属工程区。

（5）通信系统

福州长乐国际机场现有信息系统包括生产指挥系统、局域网、航班信息显示系统、离港系统、综合布线系统、时钟系统、有线电视系统、广播系统、安全防范系统（包括视频监控系统(CCTV)、门禁系统、紧急报警系统）、安检信息系统、楼宇自控系统、火灾自动报警系统、机场运行指挥（应急指挥）系统、弱电附属配套系统。本期工程依托现有信息系统，在 T2 航站楼及其他区域建设各信息系统，接入现有信息系统，仅涉及硬件安装及软件部署，不涉及土建施工。

2.1.2.3 本项目关联工程情况

（1）福州市长乐区滨海路项目

福州市长乐区滨海路为长乐区市政道路，全长约 24km，于 2018 年建成通车。该道路建设前期，福州市人民政府在《福州市人民政府办公厅文件办理告知单》中明确“长乐市在建的滨海路位于机场控规线一段已被第二跑道列入建设范围，为避免投资浪费，由长乐市政府按简易便道建设，暂时使用二至三年，在长乐国际机场第二跑道建设时要无偿让出”。

现状滨海路部分路段位于本项目占地范围内，施工阶段利用现状滨海路作为施工道路，路面两侧排水系统作为施工临时排水设施，其余与新建跑道重叠路段进行破除处理。本期机场扩建工程不涉及滨海路破除路段的复建。

滨海路与本项目位置关系见图 2.1-3。

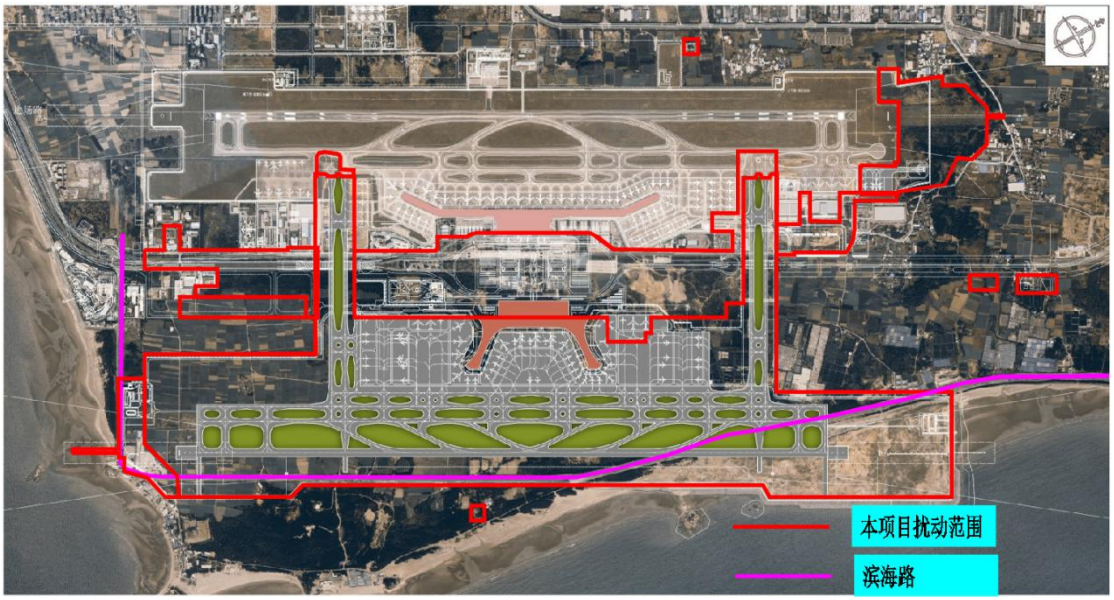


图 2.1-3　滨海路与本项目位置关系图

（2）轨道交通工程

在建滨海快线、规划城际铁路及预留市政轨道线均位于本期综合交通中心地下室以下地层，经福州地铁集团有限公司与元翔（福州）国际航空港有限公司沟通协商，滨海快线机场站段与本项目航站及附属工程区地下室同期施工，施工时，先由本项目开挖第一层大基坑至停车楼地下室底板高程，完成基坑支护及排水后，再由机场地铁项目开挖第二层基坑，进行地铁项目施工，完成后再行实施地下室施工。

轨道交通工程与本项目平面位置关系见图 2.1-4，竖向布置见图 2.1-5。

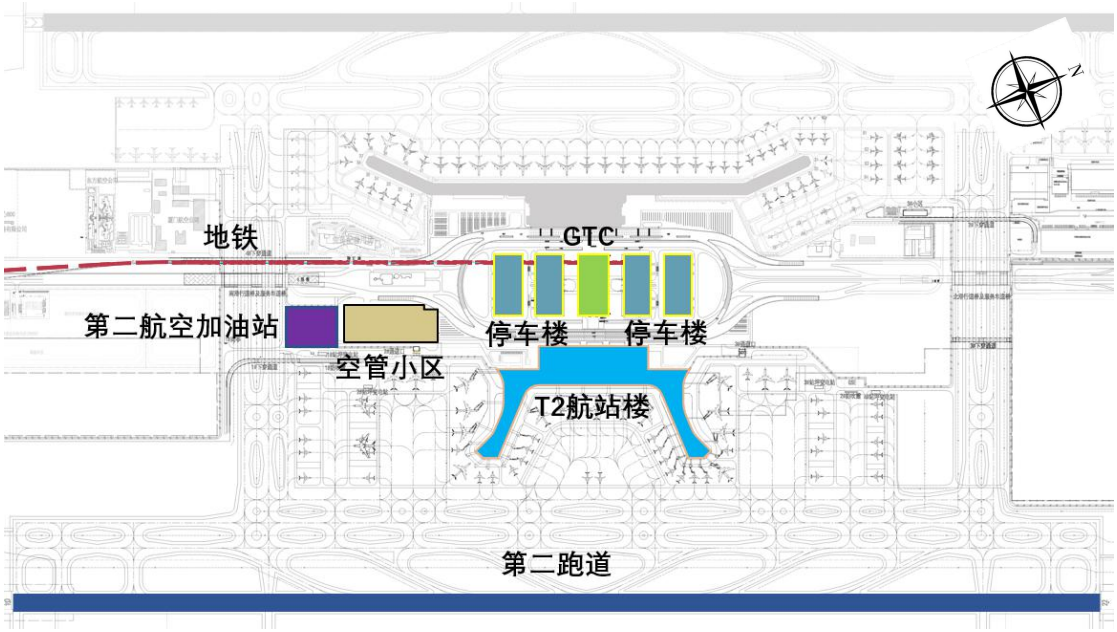


图 2.1-4　F1 线和与本项目位置关系图

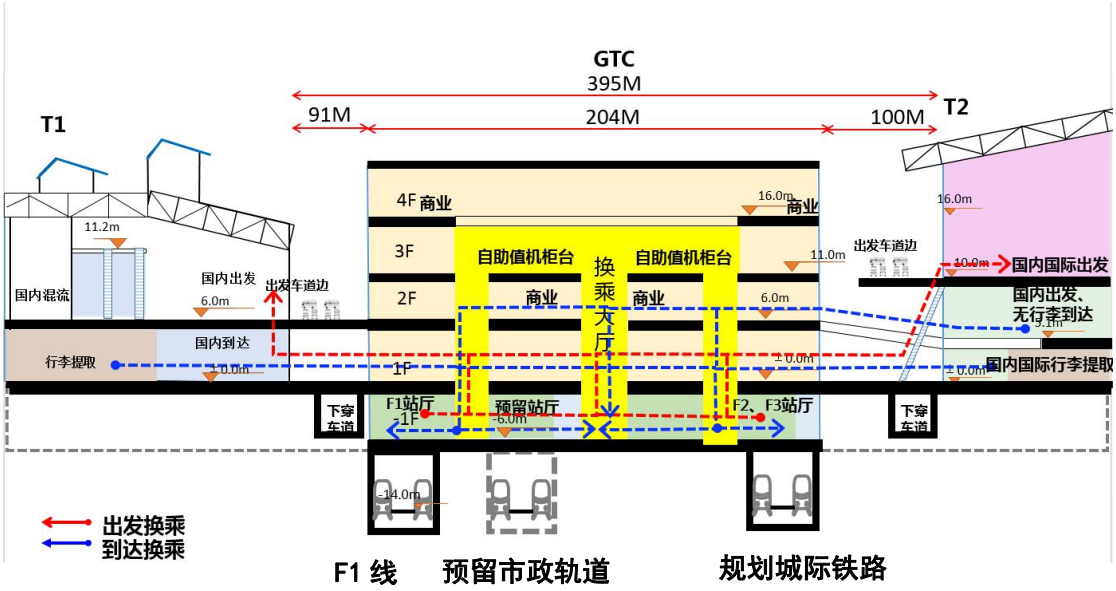


图 2.1-5　轨道交通工程与本项目竖向位置关系图

（3）陆域形成工程

本项目涉及陆域形成区域 690786m²，包括福州万翔快递中心项目（258962m²）和福州临空经济区仓储基地（431824m²）。陆域形成工程已于 2018 年实施完成，不属于本项目建设内容。本项目占用部分陆域形成区域，已于 2019 年 10 月 30 日取得陆域形成区域土地证书。另，陆域形成区域预留了一处雨水排海出口，本项目利用该排海出口作为飞行区雨水系统北出口。

陆域形成区域位置见图 2.1-6。

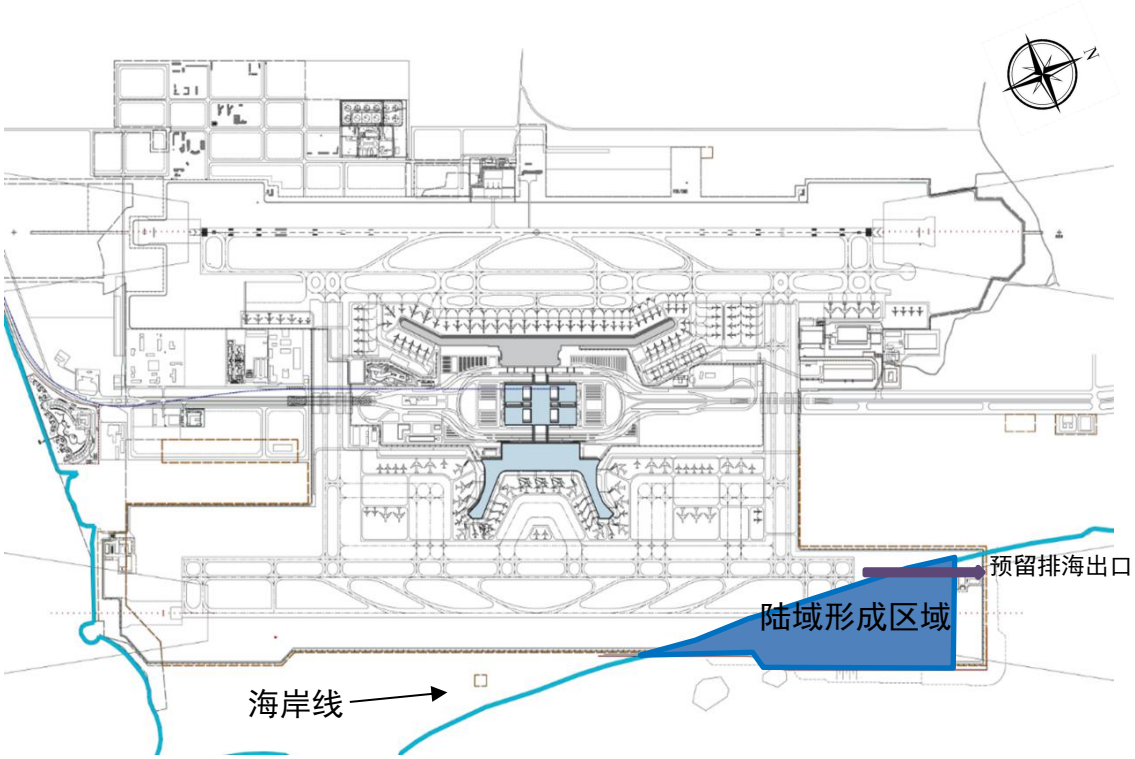


图 2.1-6　陆域形成工程位置图

2.1.3 本期工程项目组成及工程布置

本期工程建设内容包括机场工程、供油工程和空管工程，其中机场工程包括飞行区、航站及附属工程区和货运区，总占地面积 592.04hm²，其中利用机场既有用地 186.85hm²，新增占地 405.19hm²。

本期工程平面布置见图 2.1-7。

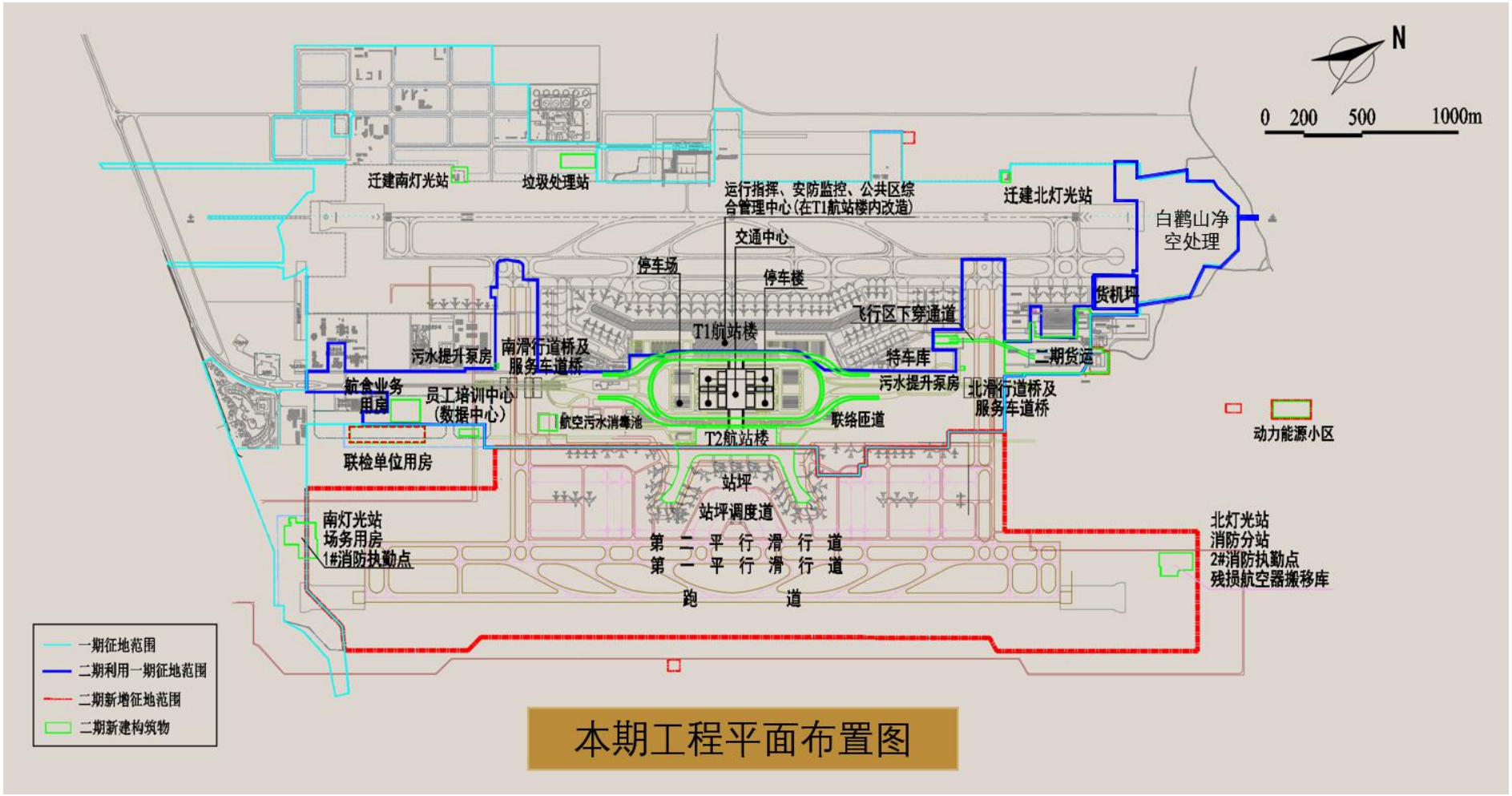


图 2.1-7　本项目平面布置图

2.1.3.1 飞行区

（一）平面布置

飞行区建设内容主要包括在现有飞行区东侧新建第二跑道以及相应的跑滑系统、灯光带、围界等；新建 T2 航站楼空侧站坪；在现有飞行区内改造南、北灯光站；在现有跑道南侧下滑台以及北侧航向台区域增加远期预留用地改造。本期飞行区建设用地面积 484.58hm²，其中新增用地 379.25hm²，利用既有机场土地 105.33hm²。

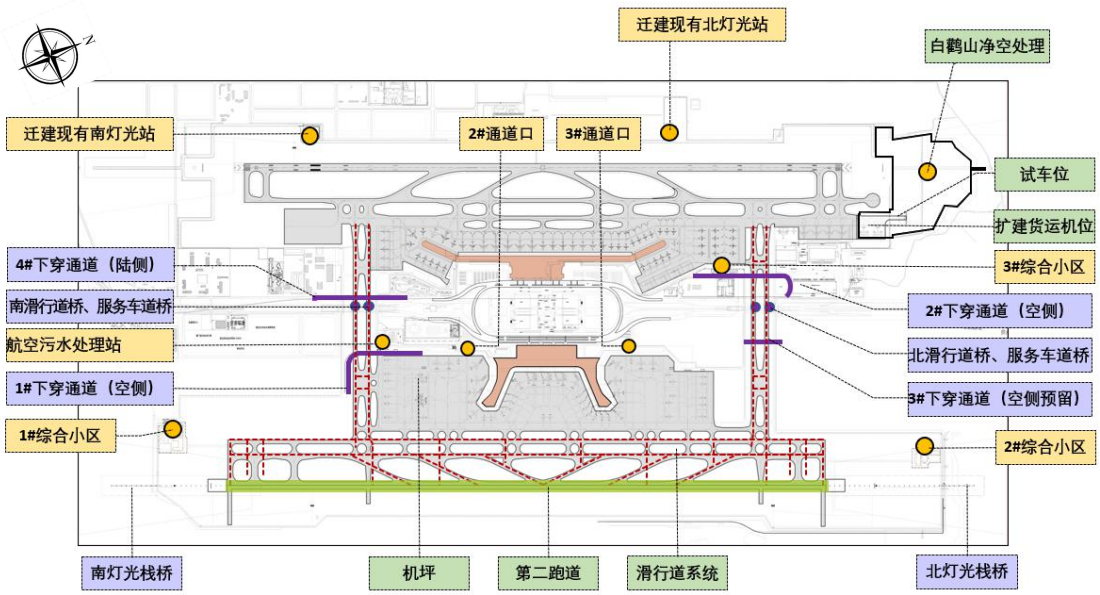


图 2.1-8　飞行区平面布置图

（1）道面工程

本期工程道面工程建设内容包括：新建 1 条长 3600m 的第二跑道、新建 2 条平行滑行道、新建 6 条快速出口滑行道、新建 4 条端联络滑行道、新建 3 条旁通滑行道、新建 2 条跑道穿越滑行道、新建 4 条垂直联络滑行道、新建 1 条机坪滑行道、新建 60 个机坪、新建服务车道、围界及围场路等，改建现有平行滑行道及对现有跑道进行道面病害整治等。

1）新建第二跑道：在现有跑道东侧 1920m 处新建第二跑道，长度 3600m，宽度 45m，飞行区指标 4F。新建跑道与现有跑道向南错开 100m，新建跑道南侧跑道入口内移 200m。

2）新建平行滑行道：在新建第二跑道中心线西侧 180m 处新建第一平行滑行道，长度 3600m，宽度 23m，平行滑行道等级为 F。在第一平行滑行道西侧 83.5m

处新建第二平行滑行道，长度 3600m，宽度 23m，等级为 E。

3）改建现有平行滑行道：将现有跑道东侧第二平行滑行道向北延长 297m，延长部分兼做货机位和试车机位的机坪滑行通道。

4）快速出口滑行道：新建第二跑道西侧主、次降方向各新建 3 条快速出口滑行道，快速出口滑行道与第二跑道夹角 26°，快速出口滑行道定位点距跑道入口分别为 1700m、2100m、2500m，等级分别为 E 类、E 类、F 类。

5）端联络滑行道：在新建第二跑道西侧的南、北两端，分别新建端联络滑行道，长度为 180m。在新建第二跑道东侧的南、北两端，分别预留远期连接第三跑道的端联络滑行道，预留长度 240m，滑行道等级为 F。

6）旁通滑行道：在第二跑道南端新建旁通滑行道 2 条，长度 180m，等级为 F；在第二跑道北端新建旁通滑行道 1 条，长度 180m，等级为 F。

7）跑道穿越滑行道：预留远期由第三跑道穿越第二跑道的跑道穿越滑行道 2 条，长度 290m，等级为 F。

8）垂直联络滑行道：在航站区南北两侧各新建一组垂直联络滑行道，每组由 2 条 E 类滑行道构成，滑行道间距为 80m。垂直联络滑道行按照可运行 B747-8 的标准设置与周边物体的安全距离。

9）机坪滑行道：在新建第二平滑西侧 76m 处，新建一条平行于第二平滑机坪滑行道，机坪滑行道北端至北垂直联络滑行道、南端至南垂直联络滑行道，等级为 E 类。

10）机坪：新建各类机位 60 个，其中近机位 28 个（15C13E）、远机位 27 个（21C5E1F）、货运机位 4 个（4C）、试车机位 1 个（1E）。

11）服务车道：在机位周边设置服务车道，采用双向 2 车道，总体车道宽 8m；沿 T2 航站楼一侧服务车道宽度为 16m。

12）围界及围场路：沿飞行区设置 3m 宽双层围界，距围界内侧 3m 处设置围场路，围场路宽度 4.5m。老跑道南北两端增加用地围墙，围墙的高度不应高于助航灯光的高度。

13）现有跑道整改：待新跑道投入使用后，对现有老跑道及滑行道进行道面病害整治，并结合助航灯光电缆穿越道面位置，对跑道和滑行道的道面全结构厚度进行整改。

道面工程主要工程数量见表 2.1-3，跑滑系统平面布置见图 2.1-9，机坪平面布置

见图 2.1-10。

表 2.1-3　道面工程主要工程量统计表

结构分区	结构分类	面积（㎡）
新建道面	42cm 厚水泥混凝土	1354899
	38cm 厚水泥混凝土	148219
	36cm 厚水泥混凝土	142328
	28cm 厚水泥混凝土	40188
现有道面整改	40cm 厚水泥混凝土	17273
	36cm 厚水泥混凝土	10575
	32cm 厚水泥混凝土	7117
道肩	12cm 厚水泥混凝土	355943
服务车道、防吹坪、巡逻道	25cm 厚水泥混凝土	198135
	20cm 厚水泥混凝土	49922
围界间检修道路	10cm 厚 C15 水泥混凝土	38955

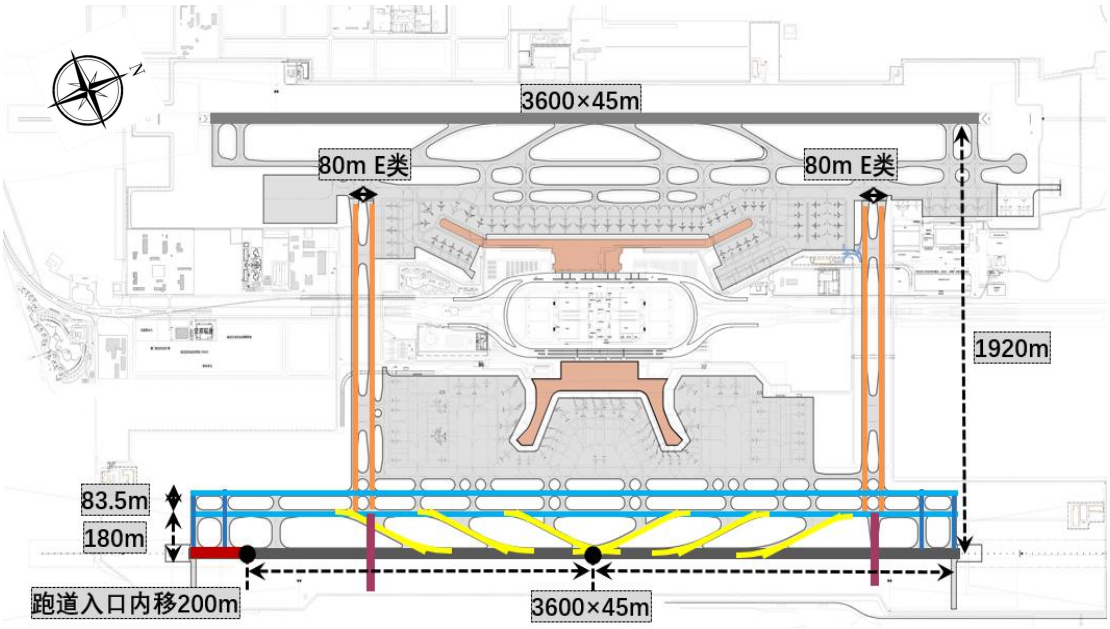


图 2.1-9　跑滑系统平面布置图

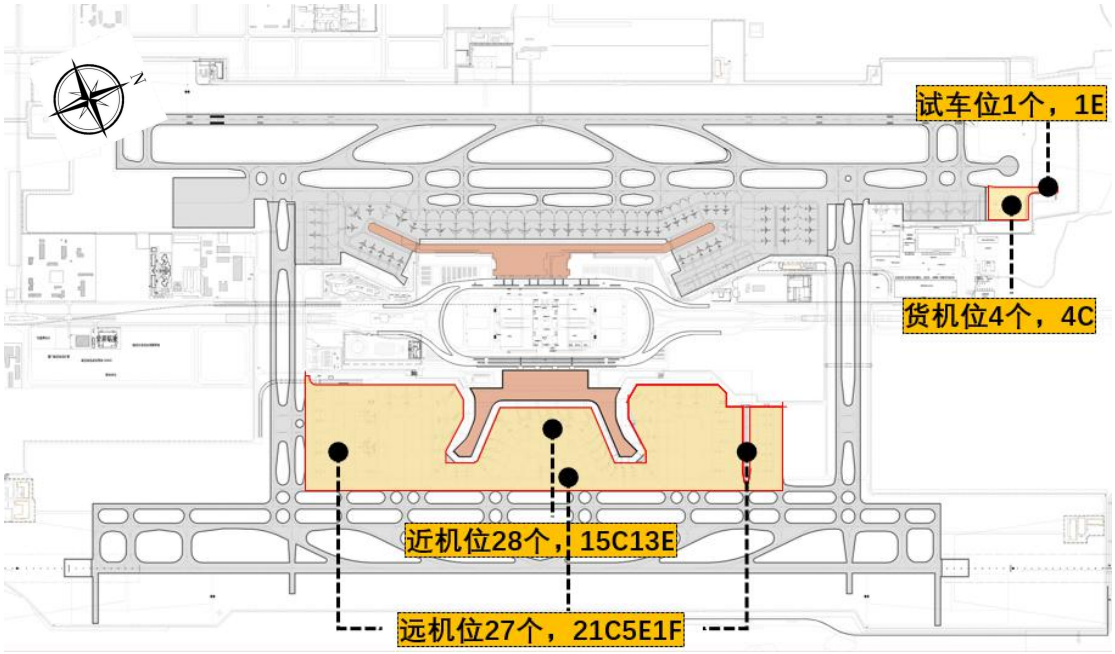


图 2.1-10　机坪平面布置图

（2）道桥工程

本期工程共建设 4 条飞行区下穿通道，其中 1-3#下穿通道为连接空侧道路的下穿通道，4#通道为连接陆侧道路的下穿通道。

在南、北垂滑分别建设 2 座滑行道桥和 2 座服务车道桥。道桥工程布置情况见图 2.1-11。

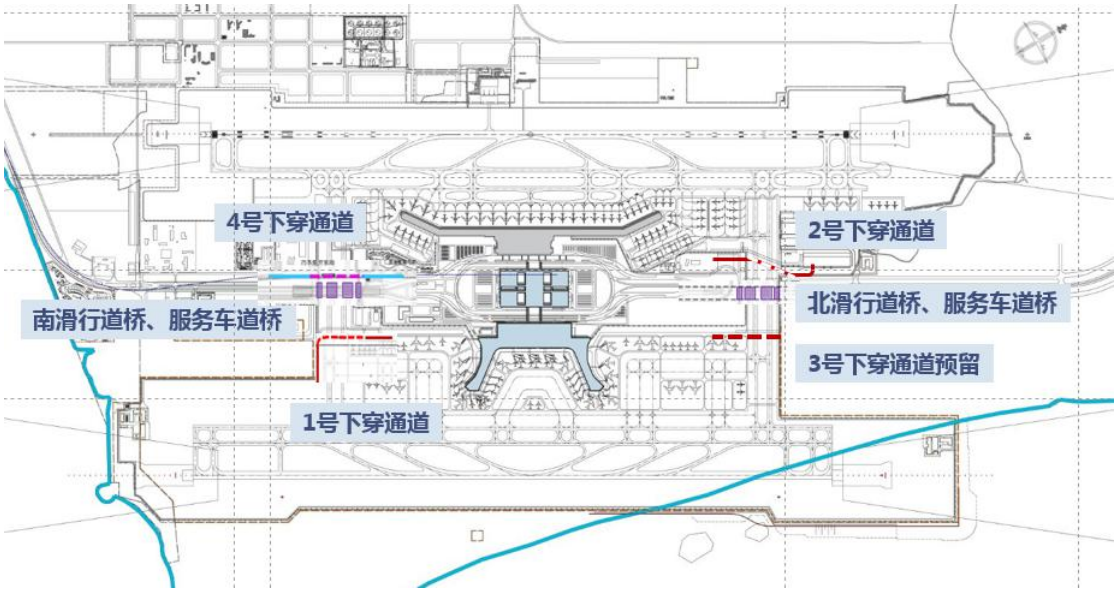


图 2.1-11　道桥工程平面布置图

（3）排水工程

1）排水方案

福州长乐国际机场飞行区现有 5 处雨水排海口，其中甲线沟和丙线沟主要收集

现有飞行区雨水排入大海；雨水排海泵站主要收集航站区雨水管线汇集的雨水排入大海；南线沟主要收集预留用地区域的雨水排入大海；围堤预留箱涵为陆域形成工程预留给机场二期工程使用的排海口。

本期工程根据周围水系现状，结合第二跑道南、东、北三面濒海的有利条件和地势设计坡向，以进场路为界，西侧区域雨水汇入机场现有排水系统，东侧区域雨水进入机场二期雨水系统。由于地势坡向从南往北先升坡后平坡，东侧分为 A、B 两个分区，A 区雨水向南排入南线沟，B 区雨水向东排入围堤预留排海口。

机场现有排海口分布图见图 2.1-12，本期工程排水分区布置见图 2.1-13。

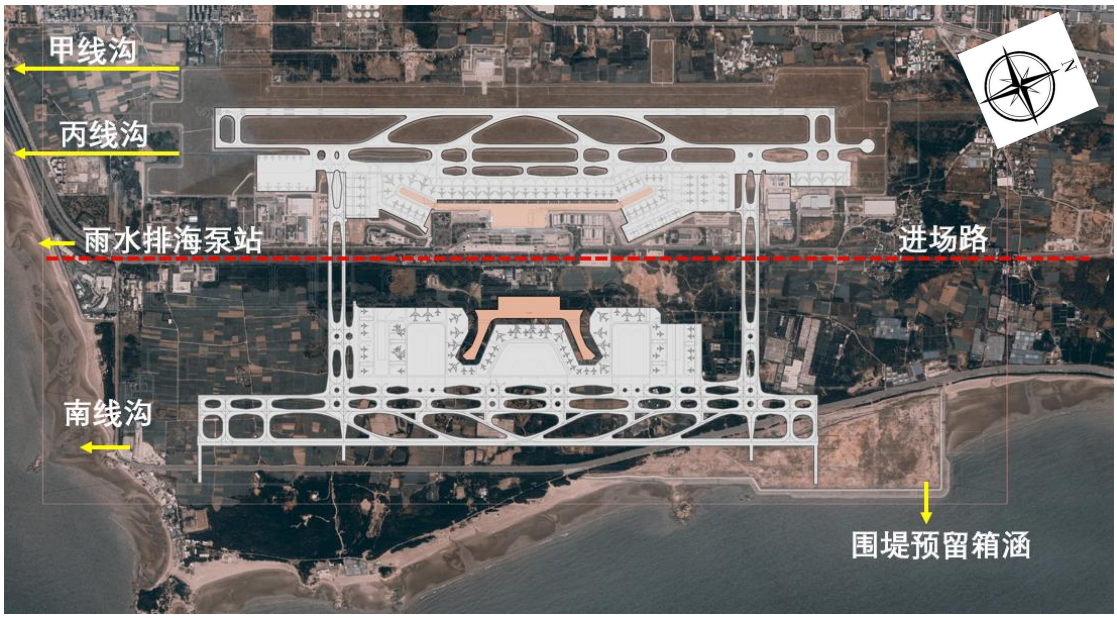


图 2.1-12　机场现有排海口分布图

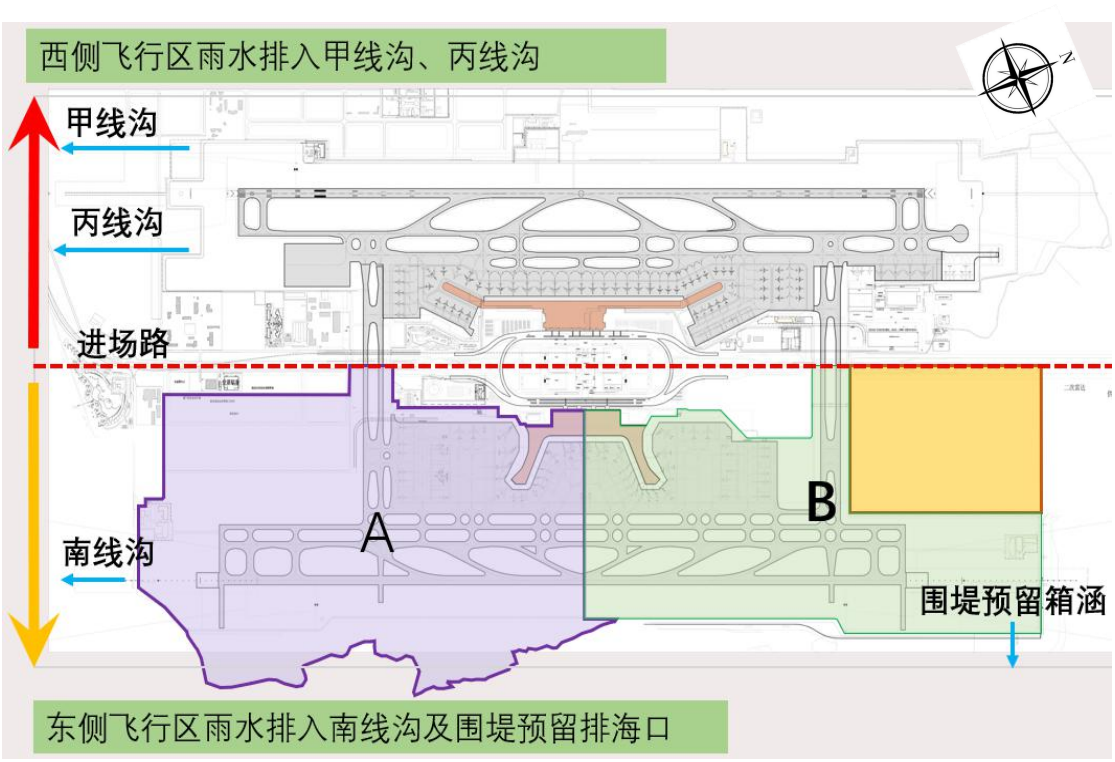


图 2.1-13　出水口及排水分区图

2）排水沟平面布置结构

在机坪上布置飞机荷载 LF 类的整体浇筑的钢筋混凝土铸铁箅子单孔箱涵，土面区一般情况下布置混凝土梯形明沟，靠近道肩处和台站保护区边缘设 LC 类汽车荷载的钢筋混凝土盖板明沟或箱涵。为提高收排水效果在站坪上飞机车辆荷载作用不到的区域设置铸铁箅子沟。跑道外侧梯形沟设在升降带平整范围之外，升降带平整范围内设 V 形沟。穿越道面和道路的地方设相应荷载的 LF 类或 LC 类或 LD 类钢筋混凝土盖板暗沟或双孔箱涵。升降带平整范围内的钢筋混凝土沟和井需消除直立面。

LC 类排水沟，设计使用荷载 20t 汽车，单轮重 6.5t;

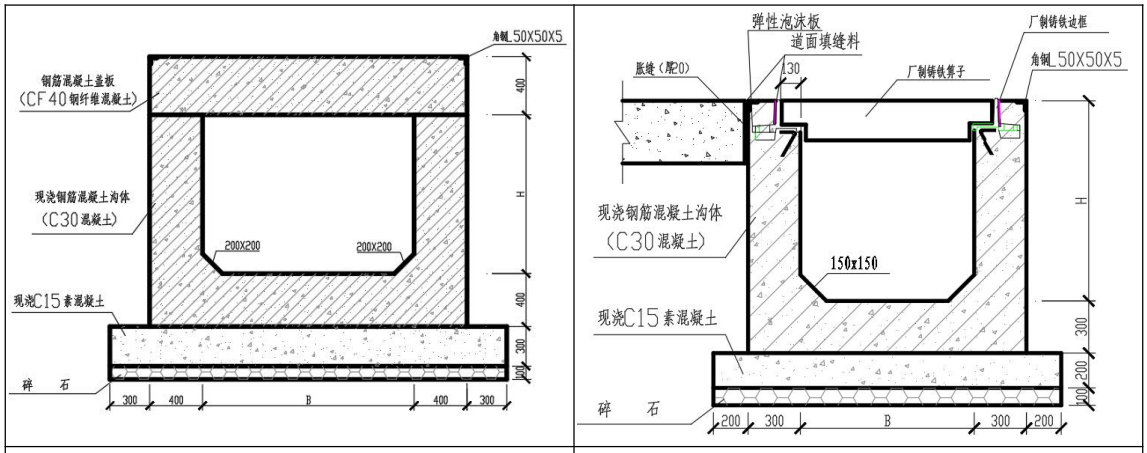
LD 类排水沟，设计使用荷载为特种车辆，代表车为 70t 顶推车，单轮重 17.5t;

LF 类排水沟，设计使用荷载 B747-400、A380、B777-300 型飞机最大滑行重，单轮重 25~28t。

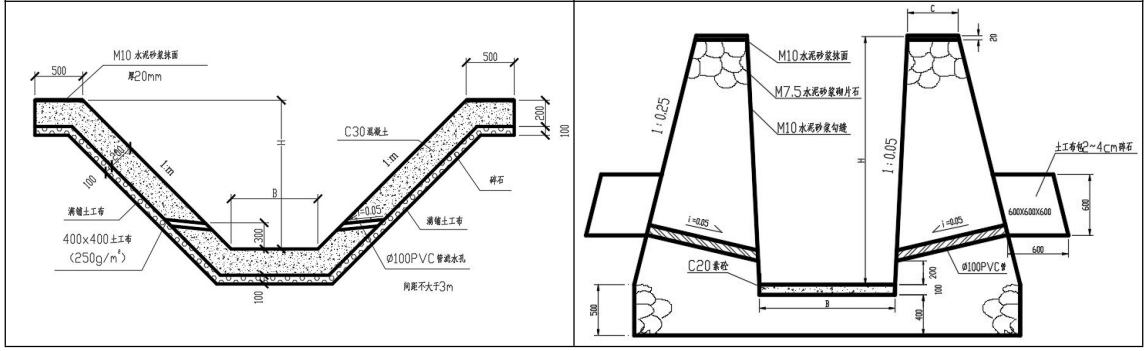
排水沟基槽开挖时，沟槽底部外侧扩出 0.5m，放坡开挖，坡比为 1:0.5。各排水沟工程量详见表 2.1-4，排水沟断面见图 2.1-14。

表 2.1-4　排水沟分类统计表

沟型	长度（m）
LC 类钢筋砼盖板暗沟(CGA)	120.5
LC 类钢筋砼盖板明沟(CGM)	2285.2
LC 类钢筋砼双孔箱涵(C2A)	691.3
LC 类钢筋砼双孔箱涵(设进水孔)(C2M)	365
LD 类钢筋砼单孔箱涵(DXA)	65
LD 类钢筋砼铸铁箅子明沟(DM)	364
LD 类钢筋砼盖板暗沟(DGA)	603
LD 类钢筋砼双孔箱涵(D2A)	30
LF 类钢筋砼单孔箱涵(FXA)	2124
LF 类钢筋砼盖板暗沟(FGA)	4232
LF 类钢筋砼双孔箱涵(F2A)	1116
LF 类铸铁箅子单孔箱涵(FXM)	3992
LF 类钢筋砼钢箅子明沟(FM)	364
LD 类铸铁箅子单孔箱涵(DXM)	602
混凝土梯形明沟（TM）	22069
混凝土梯形明沟（FGM）	152
V 形沟(V)	604
边坡排水沟	3500
总计	42915



LF 类钢筋混凝土盖板明沟　　LD 类铸铁箅子盖板明沟



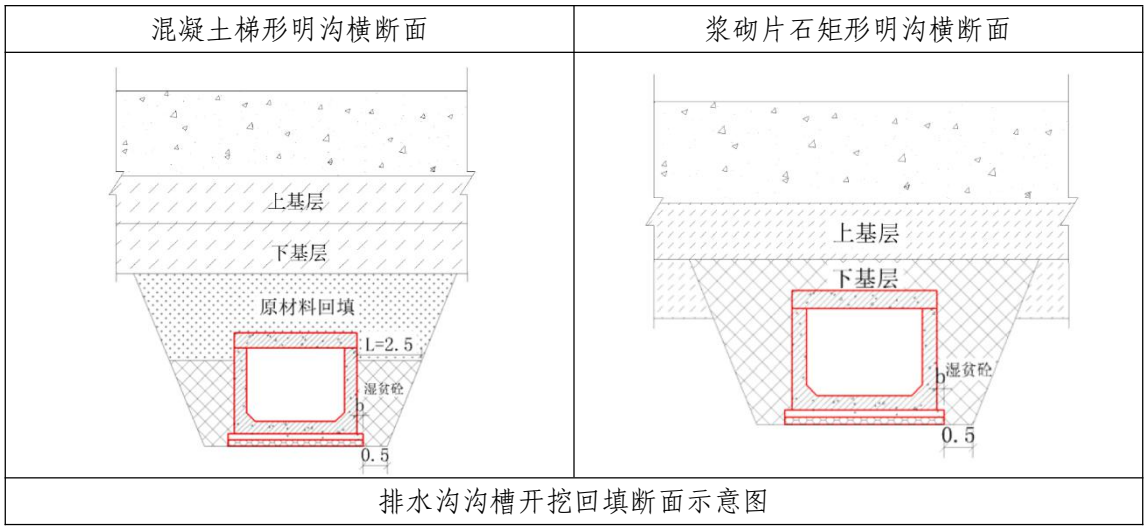


图 2.1-14　排水沟典型断面

（4）安防工程

1）飞行区通道口：本期建设 3 个飞行区通道口，飞行区南侧围界与滨海路交界处建设 1#通道口；在 T2 航站楼南北两侧分别建设 2#通道口和 3#通道口。

2）岗亭：沿飞行区围界设置 4 个岗亭，可满足新建飞行区围界及围场路区域的巡视和瞭望要求。

3）机坪监控系统：配套建设站坪监控系统。

4）防吹篱：本期共建设 3 个防吹篱。在现状第二平滑北端建设 1 座试车机位防吹篱，在 S4 滑行道和 Q4-Q5 滑行道西端分别建设 1 座防吹篱。

（5）助航灯光及站坪照明

1）助航灯光：在第二跑道双向设置 900m 长的 I 类精密进近灯光系统，加装顺序闪光灯。在第二跑道设置跑道边灯、中线灯、入口／末端灯、入口翼排灯、精密进近航道指示系统（PAPI），滑行道设置快速出口滑行道指示灯、滑行道中线灯、滑行道边灯、A 型跑道警戒灯、中间等待位置灯、禁止进入排灯和滑行引导标记牌。改造现有滑行引导标记牌。建设 1 套助航灯光监控系统和 1 套单灯监控系统。新建南、北灯光变电站各 1900m²，建设灯光运行管理中心 1000m²。迁建现有跑道南灯光变电站 2100m²，北灯光变电站 1600m²；更新改造灯光变电站设备和 10kV 进线电缆。

2）站坪照明：新建站坪设置升降式高杆灯和机坪照明监控系统，设置机务配电亭、机位号码标记牌；近机位设置目视停靠引导系统和固定式 400Hz 静变电源，远机位设置移动式 400Hz 静变电源。

3）灯光栈桥：在新建第二跑道南北两端分别建设 1 座入海灯光栈桥。南栈桥上

设置第 21-30 排进近灯光；北栈桥上设置第 23-30 排进近灯光。

（6）其他综合管线

主要包括飞行区灯光电缆排管、飞行区通讯管道、飞行区消防管线、机坪照明及机务用电电缆等。

（7）净空条件

福州长乐国际机场周边有 1 个自然障碍物穿透 OIS 面，经分析，无需处理；1 个人工障碍物（现二次监视雷达站，本次搬迁）穿透 OAS 面、VSS 面、PAOAS 面和 OIS 面，处理后净空条件良好，能够满足 2 条跑道双向运行的要求。

根据主体设计资料，机场 150m 升降带到巡场路之间净空 6.62m，北空陆域形成净空 9.3m，项目区内 4 处位置超过净空限制高度，需进行挖方处理，超高区域面积约 39.89hm²，均位于机场现有用地范围内，共清理净空挖方约 186.31 万 m³，其中白鹤山区域、牛山东侧小山体及南澳礁石净空处理土石方计入飞行区场平工程，T2 东侧小山体净空处理土石方计入航站及附属设施区场平工程。

表 2.1-5　净空区域统计表

编号	名称	占地面积（hm²）	开挖土石方（万 m³）		
			土方	石方	小计
①	白鹤山区域	31.57	61	100	161
②	T2 东侧小山体	6.74	9	9.2	18.2
③	牛山东侧小山体	0.76	1.5	2	3.5
④	南澳礁石	0.82		3.61	3.61
	合计	39.89	71.5	114.81	186.31

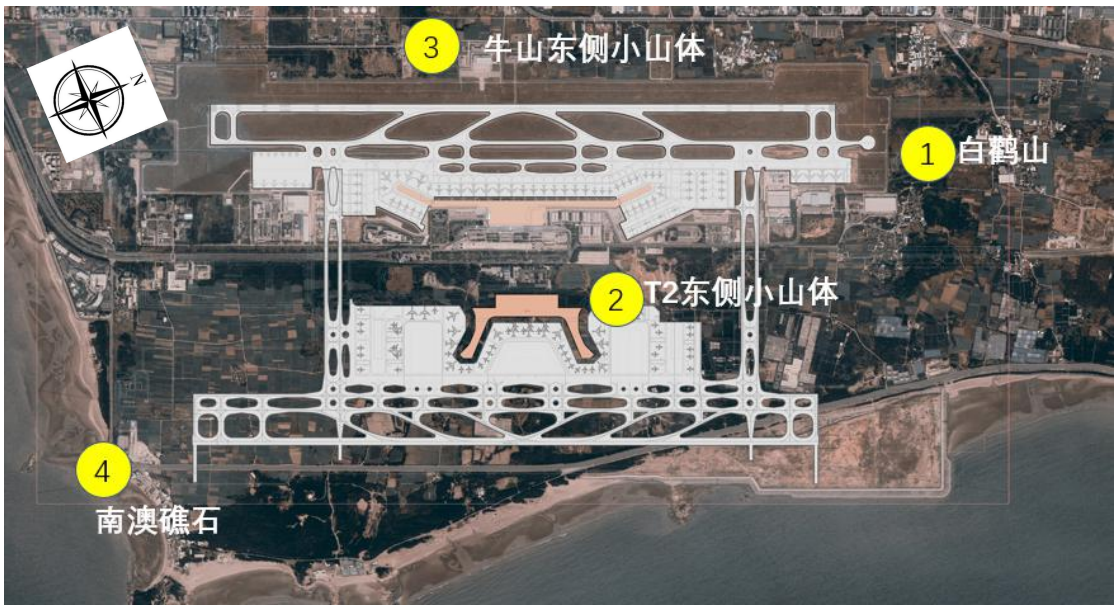


图 2.1-15　净空区域位置图

（8）地基处理

1）沟塘处理

本期工程范围内分布一定数量的鱼塘、鳗鱼养殖场及沟渠，占地面积50.04hm²，底部普遍存在厚度不等的淤泥，未经处理不宜作为基础持力层。主体设计处理方式如下。

①飞行区道面影响区、建筑区、边坡稳定影响区

疏干沟塘内积水并清除底部淤泥，填筑 50cm 厚块碎石（或山皮石）垫层，预制管桩及旋喷桩处理区可填筑 50cm 厚中粗砂，并在侧壁开挖高 50cm、宽 100cm 的台阶式边坡，分层碾压素土至岸边清除表层土后的地面标高，同时不得高于强夯块碎石垫层底标高。

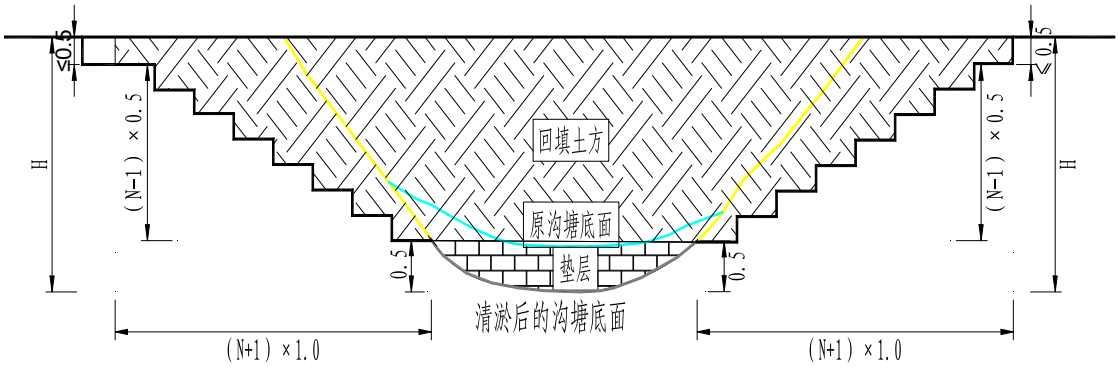


图 2.1-16　沟塘处理断面图 I

②飞行区土面区

疏干积水、晾晒，分层填筑素土至岸边周围清除表层土后的地面标高，同时不得高于地势标高。

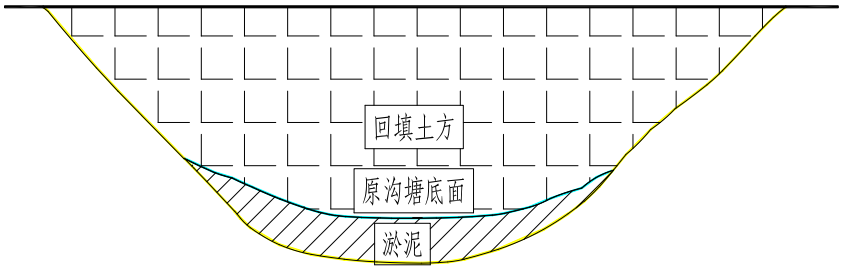


图 2.1-17　沟塘处理断面图 II

2）人工填土处理

项目区表层分布杂填土、填砂、填石等，厚度一般为 1~3m，部分区域 3~5m。这部分土层成分复杂，粒径大小不一、以松散为主，均匀性较差，未经处理不宜作

为基础持力层。

根据人工填土层、浅层砂土分布及土方填筑高度情况，结合场地分区及环境条件，分别采用强夯、换填、冲击碾压、换填+冲击碾压法处理。

①强夯法

用于不受管线、现有道面或净空影响的本期飞行区道面区、建筑区、临近本期道面的远期飞行区道面区地基。

先清除表层土，填、挖土方至道基顶面以下一定深度，铺设 50cm 厚块石，进行强夯。飞行区道面区强夯后地面位于道基顶面以下 50cm，建筑区强夯后地面为地势设计面。

②换填法

用于现状机场内受管线、现有道面或净空影响的本期飞行区道面影响区地基。

先清除表层土，挖方区挖方后，从道基顶面向下挖除 2m 厚地基土；向四周挖设高 50cm、宽 100cm 的台阶式边坡；基槽碾压并分层回填块石至道基顶面以下 50cm。

③冲击碾压法

用于不受管线、现有道面影响且作业面宽度不小于 6m、最短直线距离不小于 100m 的本期服务车道。

填方区在清除表层土后，分层碾压土方至路基顶面以下 30cm，挖方区挖至路基顶面以下 30cm，进行冲击碾压。

④换填+冲击碾压法

用于现状机场内受净空影响、处理深度超过 2m 且作业面宽度不小于 6m、最短直线距离不小于 100m 的本期道面影响区。

从道基顶面以下挖除 1.5m 厚地基土，并向四周挖设高 50cm、宽 100cm 的台阶式边坡，铺设 30cm 厚块石冲击碾压，再分层碾压块石至道基顶面以下 50cm。

（9）边坡防护

项目区边坡主要为填方边坡，根据边坡高度不同，采用不同的边坡防护形式。

填方边坡及高度不超过 2m 的挖方边坡采用植草防护，同时在坡顶、坡脚进行护砌，本区共采取植草护坡 5.01hm²，坡比为 1:2。

对高度超过 2m 的挖方边坡采用方格网骨架护坡，同时在坡顶、坡脚进行护砌，

方格网骨架及护砌采用 C20 混凝土。本区共采取方格型骨架护坡 7.21hm²，坡比为 1:2。

边坡断面形式详见图 2.1-18。

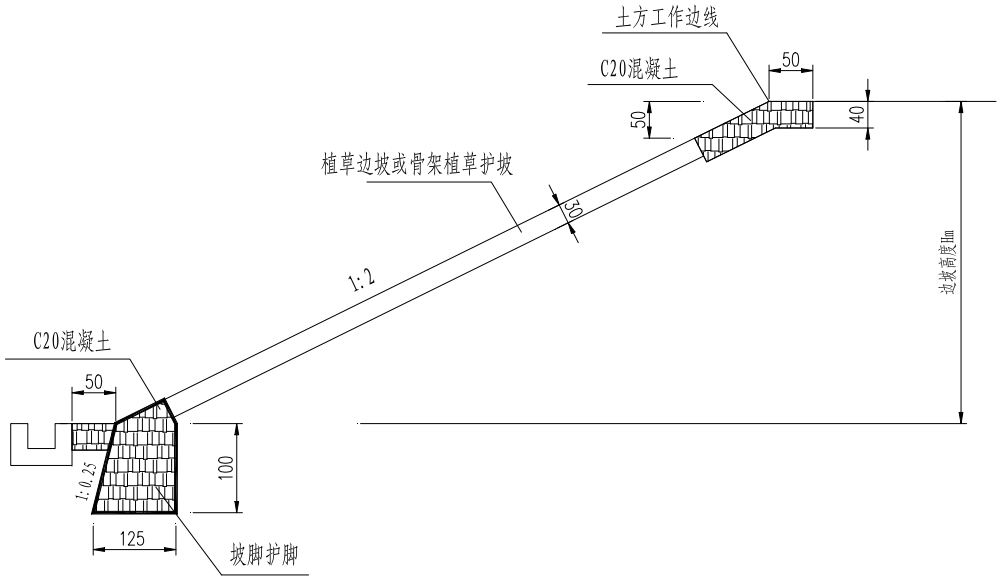


图 2.1-18　边坡防护断面示意图

（二）竖向布置

工程设计原则：满足防洪、净空条件、地基最小填土高度、场内排水综合要求，遵守《民用机场飞行区技术标准》（MH5001-2013）相关规定，按尽量减少土石方工程量、满足地基最小填土高度要求及降水自然排放原则设计飞行区竖向布置方案。

飞行区东北部和南部临海，地势呈北高南低，整体较为平坦，现状地面标高多为 2.83~13.98m，局部残丘地段标高可达 34.0m 不等，现状场地内分布有鱼塘及沟渠等。

长乐机场现有飞行区排水方案为自流排放，本次扩建延续该方案。按海平面多年平均高潮位 3.97m（85 国家高程），在满足雨水自流排放的条件下推算跑道标高。综合本期及远期计划，跑道中线、一平滑中线、二平滑中线处的原地面高程变化，确定跑道南端标高为 6.73m，跑道北端标高为 8.00m。

跑道横坡按照 1.3%控制，滑行道直线段横坡 1.2%，滑行道转弯处横坡 0.6%~1.5%，机坪综合坡度按照 0.6%~0.8%控制，道肩坡度按照 1%~2.5%控制，设计的主要控制点高程如图 2.1-19 所示。

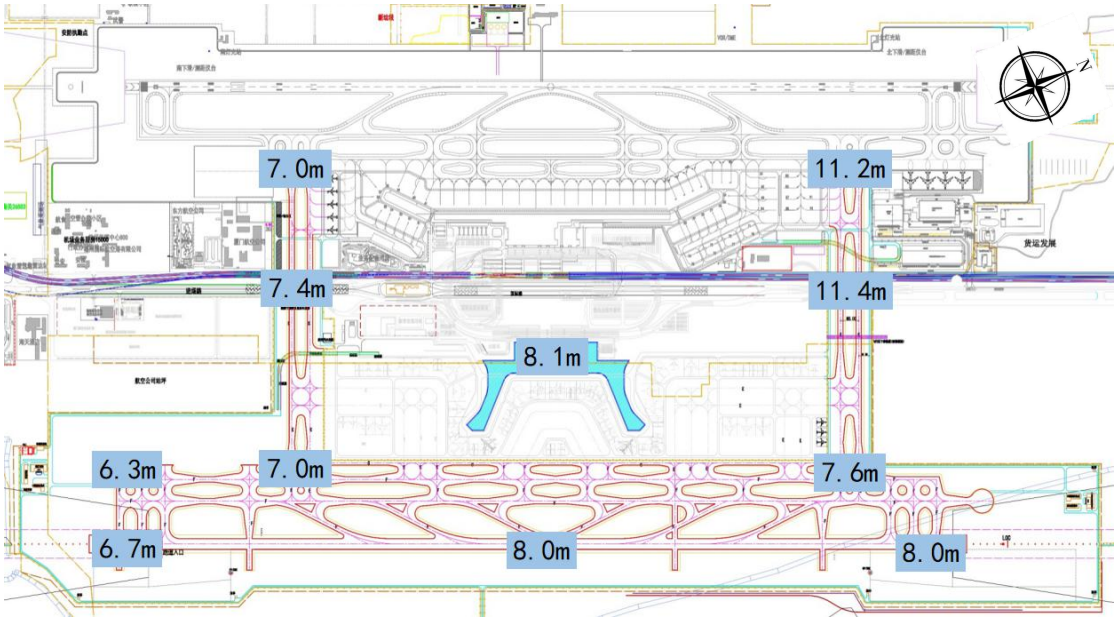


图 2.1-19　控制点标高示意图

2.1.3.2 航站及附属工程区

（一）平面布置

航站及附属工程区建设内容包括新建 T2 航站楼、综合交通中心、停车楼及其他附属工程等。总占地面积 79.99hm²，其中新增占地 18.01hm²，利用既有机场用地 61.98hm²。航站区平面布置见图 2.1-20。

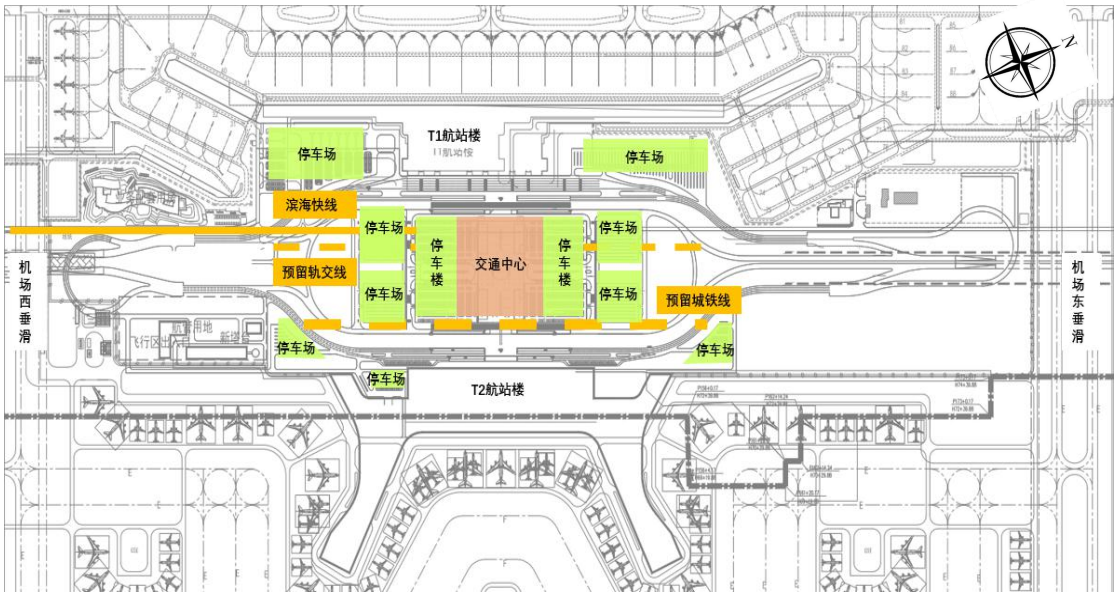


图 2.1-20　航站区平面布置图

（1）T2 航站楼

机场本期目标年旅客吞吐量达到 3600 万人次，其中 T2 航站楼容量按 2000 万人次考虑（国内 1388 万人次，国际 612 万人次，其中 200 万人次国际旅客的候机、出

发行李装载转盘、到达行李转盘投递口设置在 T1 航站楼内）。

本期新建 T2 航站楼采用主楼加 2 条指廊的构型，占地面积 9.02hm²，建筑面积 25.49 万 m²。T2 航站楼国际近机位在南侧指廊，其它为国内近机位。航站楼地上四层地下一层，流程采用四层式布局，总占地面积 9.02hm²。一层~四层楼面标高分别为 ± 0.0m，5.1m，10.0m，16.0m；中央大厅平面长度约为 381m，宽度约 129m；指廊长度约 270~330m。局部设置一层地下室，地下室地面标高-6.0m。

（2）综合交通中心

在 T2 航站楼前建设一座综合交通中心，主要设施包括机场滨海快线、轨道预留线、城际铁路的站厅和站台、大巴站与候车厅、配套商业设施。交通中心+连廊占地面积 2.39hm²，建筑面积 79980m²。改建 T1 航站楼通过综合交通中心与 T2 航站楼相连，改造面积 0.94 万 m²。

GTC 地上四层，地下一层。

地下一层（标高-6.0m）：包括换乘厅、城际铁路的候车厅和商业。

地面层（标高 ± 0.0m）：中心区域为竖向交通及中庭，包括旅客服务用房，两侧分设长途、大巴的候车厅，候车厅内设置商业及餐饮，并设通廊与 T1、T2 航站楼地面层连接。

二层（标高 6.0m）：本层设置商业，可与 T2 航站楼国内出发和无行李的国内到达旅客的通廊直接连接，同时可连接 T1 航站楼出发层（标高 6.0m）。

三层（标高 11.0m）：本层主要设置商业和自助值机柜台。与 T2 出发车道边（标高 10.0m）通过缓坡相连。

四层（标高 16.0m），本层设置商业和中转休息厅。

综合交通中心功能组成见表 2.1-6，竖向布置见图 2.1-21。

表 2.1-6　综合交通中心功能设置及技术指标表

功能	建筑面积（㎡）	占比	所在层
自助值机	2000	2.5%	3F
旅客服务	11600	14.5%	1F
大巴候车	2000	2.5%	1F
商业	18700	23.4%	各层
交通换乘	37200	46.5%	各层
设备/辅助用房	8480	10.6%	各层
共计	79980	100.0%	——

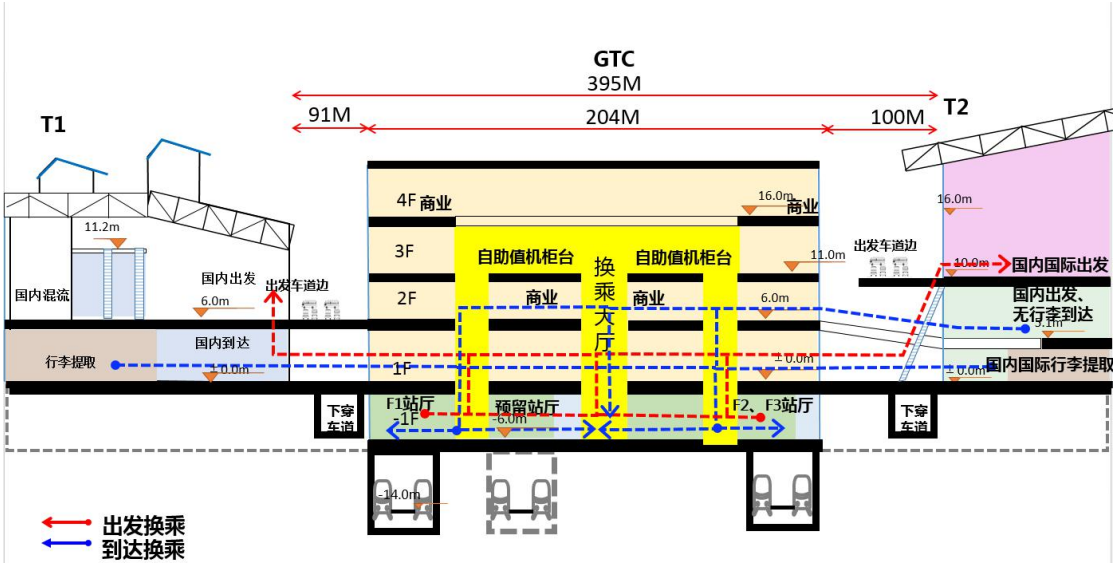


图 2.1-21　综合交通中心剖面图

（3）停车楼

停车楼位于航站区中心，T1 和 T2 航站楼中间位置，与交通中心结合规划设计，分南北两侧设置，四座停车楼环绕交通中心对称布置，旅客通过交通中心实现与航站楼的连接，楼前设置有专门的道路，并与航站区集散道路有机结合。停车楼停放社会车辆，通过连廊与 GTC 各层进行有效的连接。本期停车楼总占地面积 5.75hm²，总建筑面积面积 122000m²，其中地上 79000m²，地下 43000m²，提供 3314 个停车位。

（4）停车场

本期新建 T2 航站楼地面停车场 9.22hm²。改造 2.96 万 m²的 T1 航站楼前停车场。

①巴士停车场

在 GTC 南北两侧的核心区布置大巴停车场，面积约 1.3hm²，满足本期大巴停车的需求。大巴停车场同时服务 T1、T2 航站楼，与地铁、城铁换乘便捷，体现了公交优先的规划策略。

②出租车蓄车场

场内共设出租车蓄车场 8.56hm²，可提供 3424 个出租车蓄车车位。其中核心区新建 6.18hm²蓄车场；改建 T1 楼北侧 1.78 万 m²现状停车场，与 T2 楼南侧新建的 0.6hm²停车场共同作为备用蓄车场，在高峰小时核心区蓄车场不能满足出租车蓄车功能时启用。出租车送客后进入核心区蓄车场，在得到调度信息后再前往 T1、T2 楼前迎客区迎客，灵活满足 T1、T2 航站楼的用车需求。

③政要贵宾停车场

保留 T1 航站楼南侧 0.4 万 m²贵宾停车场，可提供 133 个车位；在 T2 航站楼北侧新建 0.28hm²政务贵宾停车场，可提供 93 个车位。停车场由保安警卫驻守，贵宾专用车可由专用车道进出停车场，另外，停车场的另一端也设有专用出口通往空侧站坪，提高贵宾的保安水平。

④员工停车场

本期在 T2 航站楼东北侧新建员工停车场，考虑来访车辆临时停靠需求及员工班车停放需求，员工停车场面积 0.86 万 m²，可提供 286 个员工停车车位。本期沿用 T1 航站楼西南侧员工停车场，停车场已建设面积 0.78 万 m²，可提供 260 个员工车位。场内员工停车场面积共计 1.64hm²，满足本期规划需求。

（5）进场路交通系统

进场路主要由机场的南北机场路组成，分别与机场第一高速、机场第二高速和下穿南北垂直滑行道连接。

南进场路现状道路为双向 6 车道，在原线位基础上拓宽主路为双向 8 车道，在机场南垂滑位置将现状道路拆改为下穿通道；北进场路为新建道路，规划断面为双向 10 车道，主线双向 6 车道供机场旅客使用，辅路双向 4 车道供机场货运使用，旅客流线与货运流线相互独立，互不干扰。进场路交通系统平面布置见图 2.1-22。

南、北进场路均由市政投资建设，不纳入本项目水土流失防治责任范围，本期工程预留下穿通道。

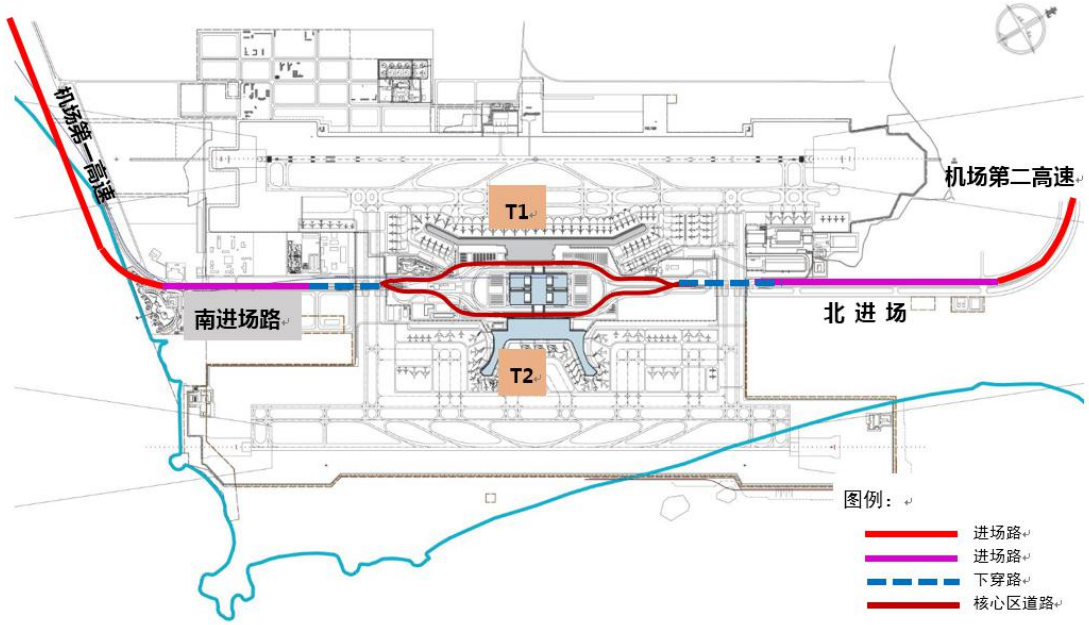


图 2.1-22　进场路交通系统平面布置图

（6）航站区交通系统

按照航站楼规划设计，本项目新建航站区的快速集散道路系统。快速集散道路系统主要由机动车的快速集散道路和出发、到达车道、地面单循环道路、进出场的匝道和连接各种停车场、蓄车场的专用道路组成。交通中心位于 T1 航站楼与 T2 航站楼中央，社会车停车楼位于交通中心南侧，为社会车辆及网约车提供停靠空间。航站楼周围分别布置了出租车蓄车场，巴士蓄车场，员工停车场与贵宾停车场。航站区规划有 3 条轨道线，分别为滨海快线，预留地铁线和预留城铁线。

航站区交通系统平面布置见图 2.1-23。

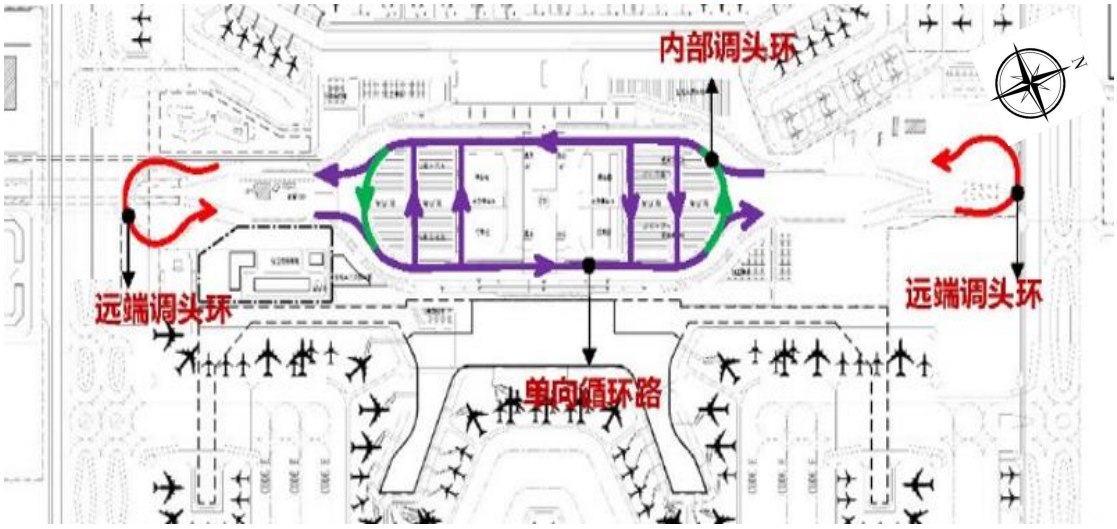


图 2.1-23　航站区交通组织平面布置

（7）生产辅助设施

本期工程新建机场员工培训中心 1hm²和机场数据中心 ITC0.6hm²，场务用房 0.25hm²，应急指挥中心 0.1hm²和海关用房、边检用房及机场公安用房等其他驻场单位办公场所等，建筑面积共计 93694m²。

表 2.1-7　生产辅助设施一览表

序号	名称	面积（㎡）	备注
1	机场员工培训中心	10000	合建
2	数据中心（ITC）	6000	
3	机场运行指挥中心（AOC）、机场安防监控中心（SOC）、公共区综合管理中心(OMC)	0	改造 T1 航站楼后位于 T1 航站楼。其中（AOC）6000、（SOC）1000、 (OMC) 1000。
4	航空食品	20000	社会化投资
5	特种车库及维修用房	8705	
6	场务用房	2544	
7	治安执勤站	100	2 座，机场道路入口处设置
8	垃圾处理站	1500	处理设备及停车场面积 1000 ㎡；垃圾分拣区面积为 500 ㎡
9	海关用房（含检验检疫，宿舍）	15045	
10	边检用房	10000	
11	机场公安	15500	
15	消防执勤点 1	2000	东跑道南端，含东飞行区消防泵房
16	消防执勤点 2	1300	东跑道北端
17	残损航空器搬移库	1000	
	合计	93694	

（8）航站楼前景观及机场绿化

航站楼前景观绿化主要包括高架垂直绿化、屋顶绿化、墙面及栏杆垂直绿化、檐口绿化、建筑物局部的庭院装饰绿化。

在规划用地的非建设区域，结合生物多样性、保留原有自然景观，进行乔灌草综合园林绿化设计。本期工程绿化工程主要包括南侧道路绿化带 0.96hm²，航站区中心区域绿化带 2.11hm²，其他交通系统绿化带 2.05hm²，非建设区域园林景观绿化 28.48hm²。

（9）给排水系统

1）给水系统

航站楼内所有生活用水以机场给水站提供的市政给水作为水源。生活给水管网分别由位于航站楼东侧的生活给水管网接入。本项目生活水泵房集中设置，在地下室生活水泵房内设不锈钢生活储水箱三座及变频供水设备一套。

2）污水系统

航站楼室内卫生间采用污、废水合流制管道系统。楼内地面上各层污、废水采用重力排水的方式排至室外。厨房含油污水经隔油处理后排入室外污水管道，其他生活污水经过化粪池处理后排至机场市政污水管网，卫生室、急救室所排的含有病菌的污水，单独设置污水管道收集，并按当地卫生检疫部门的要求进行消毒处理后排放。

3）雨水系统

机场建筑屋面雨水的设计重现期 P=50 年，并按总排水能力为 100 年重现期设置溢流系统。根据屋面的形态，采用压力流（虹吸）方式排出屋面雨水。屋面雨水由虹吸雨水斗收集，经水平悬吊管、雨水立管及出户管排至室外雨水排水管网。

福州长乐国际机场一期工程使用 3 处排海口，航站及附属工程区雨水通过雨水排海泵站排入大海。本期工程新建航站及附属工程区雨水管网 10km，改造现有雨水管网 5km。航站及附属工程区雨水排放沿用现有雨水系统，通过雨水排海泵站排入大海。

4）综合管廊

综合管廊内布设给水、消防、电力电缆和通讯电缆等市政管线，沿进场路贯穿机场南北，布置在 T2 航站楼前，另在 T1、T2 航站楼之间布设一条东西向综合管廊。

综合管廊布置在绿化带下，南北向综合管廊断面为双舱断面形式，一舱为综合管线舱，一舱为电力舱。其中管线舱净断面尺寸初步确定为 3.9m × 3.4m，主要容纳给水管、通讯管线；电力舱净断面尺寸为 2.0m × 3.4m，主要容纳 10kV 电力电缆。东西向管廊尺寸为 8m × 5m，纳入给水、暖通管线、电力管线。

综合管廊平面位置见图 2.1-24。

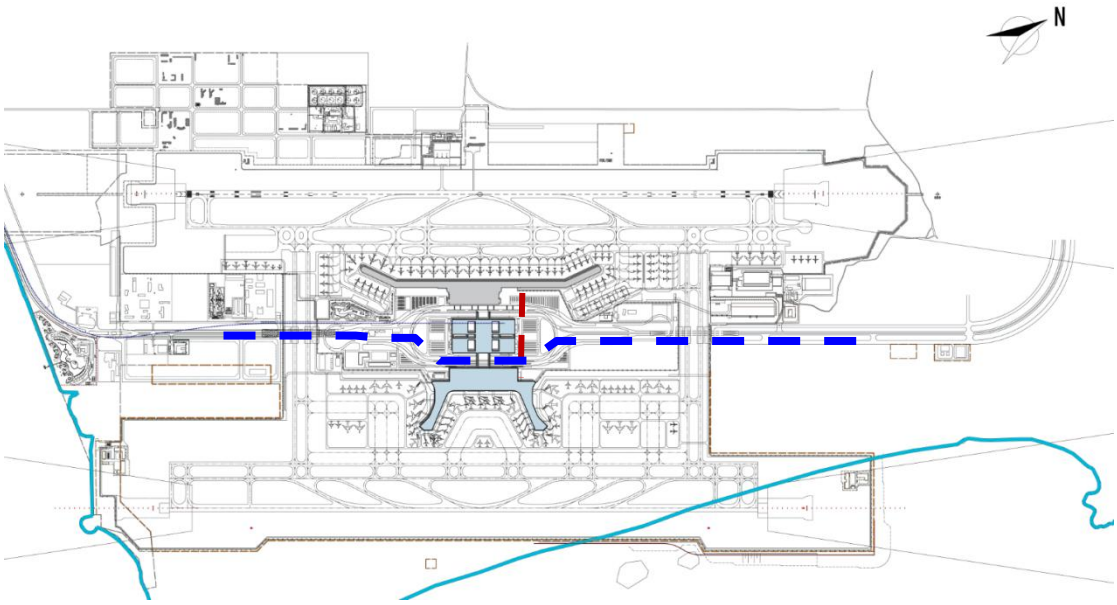


图 2.1-24　综合管廊平面布置图

（二）竖向布置

航站及附属工程区位于 T1 航站楼东侧，紧邻迎宾大道，场地地势北高南低，整体较为平坦，现状地面标高为 3.84~12.4m。T1 航站楼室内标高为 0.0m，本期工程新建 T2 航站楼设计室内标高与 T1 航站楼一致，室内一层标高为 0.0m，地下室标高为-6.0m，出发层标高为 9.5m。

2.1.3.3 货运区

货运区位于现有候机楼北侧、现有货运路西侧、邮件转运站南侧、规划货机坪东侧、厦航新货运站北侧。本项目对既有机场货运站进行扩建，增建国内货运站、跨境电商库及综合业务楼（含业务办公用房、员工宿舍、食堂、货运代理、海关用房等），总占地面积 15.75hm²，其中新增占地 1.46hm²，利用既有机场用地 14.29hm²。

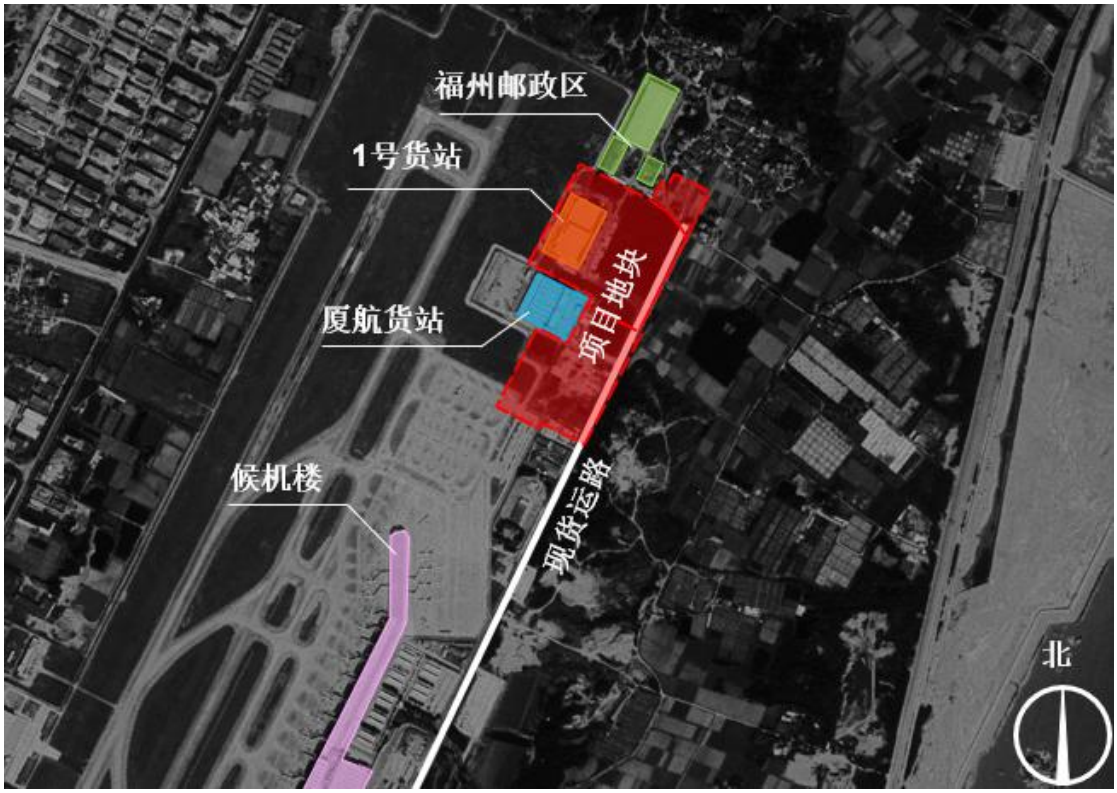


图 2.1-25　货运区位置图

（1）平面布置

本期将新建 2 号货运站紧邻场地东侧的北进场路及南侧的机场联络道布置，充分保证了货运站的通货能力及功能需求。国际快件货运站布置在原 1 号货运站南侧，已建 1 号货运站调整为国际货运站，查验综合楼布置在地块北侧，将 1 号货运站、国际快件货运站、查验综合楼以及已建厦航货运站国际区组成国际货运区，通过海关卡口进入，由海关统一监管。在 2 号货运站和 1 号国际货运站分别设置国内国际特运库，满足货运生产、运输、物流等使用要求。考虑货运站发展需要，在基地北侧设置二级库预留地，在一号货运站北侧预留二期货运站及货运管理用房。

（2）交通组织及道路布置

在基地东侧设置一个集中的出入口开向北进场路，从南往北依次分为 2 号货运站出口、国内货运站出入口（2 号货运站入口/夏航货运站出入口）、国际货运站出入口。地块北侧设置一条单独的邮政区出入口与货运站出入口分开，减少互相干扰，在国内货运站出入口设置 16m 宽道路进入到达 2 号国内货运站东侧场地，分设一条 9m 宽的双车道通往厦航货运站国内区。国际区出入口道路宽 34m，为双向五车道。

（3）绿化布置

与市政环境结合设置绿化带，种植有引导性的遮荫乔木；货运站区为硬质地面，未设置绿化带。查验综合楼北侧绿地以观花小乔木及观叶小灌木相协调，再配以可遮荫的乔木。

（4）竖向设计

货运区现状场地标高为 11.2~12.5m，场地较平整，设计室内标高为 11.5m，室外标高 11.35m，与现有货运站平稳顺接。

2.1.3.4 空管工程

空管工程包括场内空管工程和场外空管工程，总用地面积 9.72hm²，其中新增占地 6.47hm²，利用既有机场用地 3.25hm²。

场内空管工程建设内容包括新建空管小区、本场二次雷达站、场面监视雷达站，占地面积 4.3hm²，其中新增占地 1.05hm²，利用既有机场用地 3.25hm²。

场外空管工程建设内容为新建福清北大山 VOR/DME 导航台、拆除现有魁身头雷达并异址更新（已纳入前期扩能改造，本期工程不涉及魁身头雷达异址更新），占地面积 5.42hm²，均为新增占地。

表 2.1-8　空管工程用地统计表

序号	名称	面积（hm²）	备注
1	空管小区	3.25	包括自动化系统、塔台工作区、航管通信气象通信工作区、管制训练工作区、气象综合探测场和工作区间道路
2	本场二次雷达	0.35	长乐机场范围内，总建筑面积约 460m²
3	场监雷达站 1	0.35	长乐机场范围内，总建筑面积约 130m²
4	场监雷达站 2	0.35	长乐机场范围内，总建筑面积约 130m²
5	北大山 VOR/DME 台	5.42	福清市三山镇，站台占地 0.51hm²，进台道路占地 4.91hm²
	合计	9.72	

（1）空管小区

空管小区本期实际占地总面积 3.25hm²，地上建筑面积总计为 15106m²，地下人防工程为 1744m²。建设内容包括塔台及塔台工作区、职工食堂、管制中心、人防工程等。

表 2.1-9　空管小区主要技术经济指标

序号	名称		单位	数量	备注
1	总建筑面积		m²	23000	
其中	地上建筑面积		m²	15106	
	其中	新建建筑	m²	14653.1	本期建设
		塔台	m²	2644	本期建设
		值班用房	m²	3999.4	已设计
	地下建筑面积		m²	1744	本期建设
2	建筑总占地面积		m²	7810	
3	建筑高度		m	97.2	塔台
4	建筑层数		层	24	塔台估值
5	总用地面积		m²	35706	
6	绿化面积		m²	11496	
7	容积率			0.62	
8	建筑密度		%	21.87%	
9	绿化率		%	32.20%	
10	停车场车位数		辆	184	地上 146、地下 38

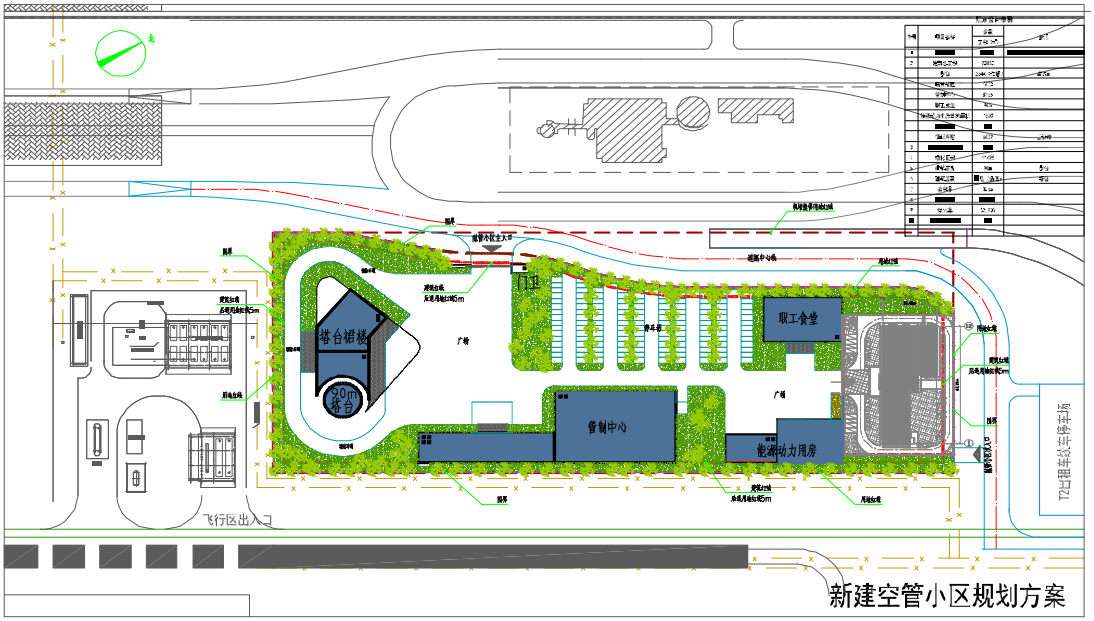


图 2.1-26　空管小区平面位置示意图

（2）本场二次雷达

本期工程拟在新建第二跑道北端西北方向约 970m 处新建本场二次雷达站，占地面积 0.35hm²，总建筑面积 460m²。建筑主要分为雷达辅楼、配电辅房，30m 高雷达塔（室外地面至塔平台）等。

（3）异址更新长乐魁身头雷达

长乐机场原有本场二次雷达站（即魁身头二次雷达站）于2007年正式投产，雷达塔最高点海拔约64m，超过本项目净空限高，本期工程需进行拆除并异址更新。魁身头雷达异址更新已纳入前期扩能改造工程，不属于本项目建设内容。

（4）场面监视雷达

本项目新建东、西场监雷达站，均在长乐机场范围内。雷达站用地面积为0.35hm²，建筑面积130m²，建筑内容主要为雷达辅楼，16m高雷达塔（室外地面至雷达塔平台）等。

（5）着陆系统

本工程在第二跑道双向新建仪表着陆系统各1套（按照机场总规规划04方向、22方向均按CATI标准建设，其中22号方向跑道预留II类），本场旧跑道03号方向由I类升级改造为III类仪表着陆系统。

（6）气象设施

本项目新建二跑道配套自动气象观测系统、更新一跑道自动气象观测系统、新建风温廓线雷达、新建气象观测辅助监视系统、升级气象观测场探测设备等。

（7）北大山VOR/DME台

本项目在福清市三山镇新建北大山DVOR/DME导航台1座。导航台台址占地0.51hm²，进台道路占地4.91hm²，共占地5.42hm²。建设内容包括设备机房、配电用房、值班房及进台道路等。

北大山导航台位于三山镇北部突出的半岛上，距跑道南端约35.2km，东侧为平潭岛，北面5.0km为屿头岛，西侧和东南方向海边约3km左右有一些风电站，风电站相对位置较低，总体高度低于北大山高度。台址所在山顶位置地势较平坦，无其他设施，能满足航路航线及进离场程序的需求。北大山VOR/DME台台址现状见图2.1-27。

北大山远景

台址位置现状

图 2.1-27　北大山导航台台址位置现状地貌

北大山导航台位于该处地块最高处山顶部位，主要建筑包括设备机房、配电用房、值班房，值班房位于场地东北侧，机房位于场地西侧，变电站位于场地东侧，导航台各建筑物平面布置情况见图 2.1-28。

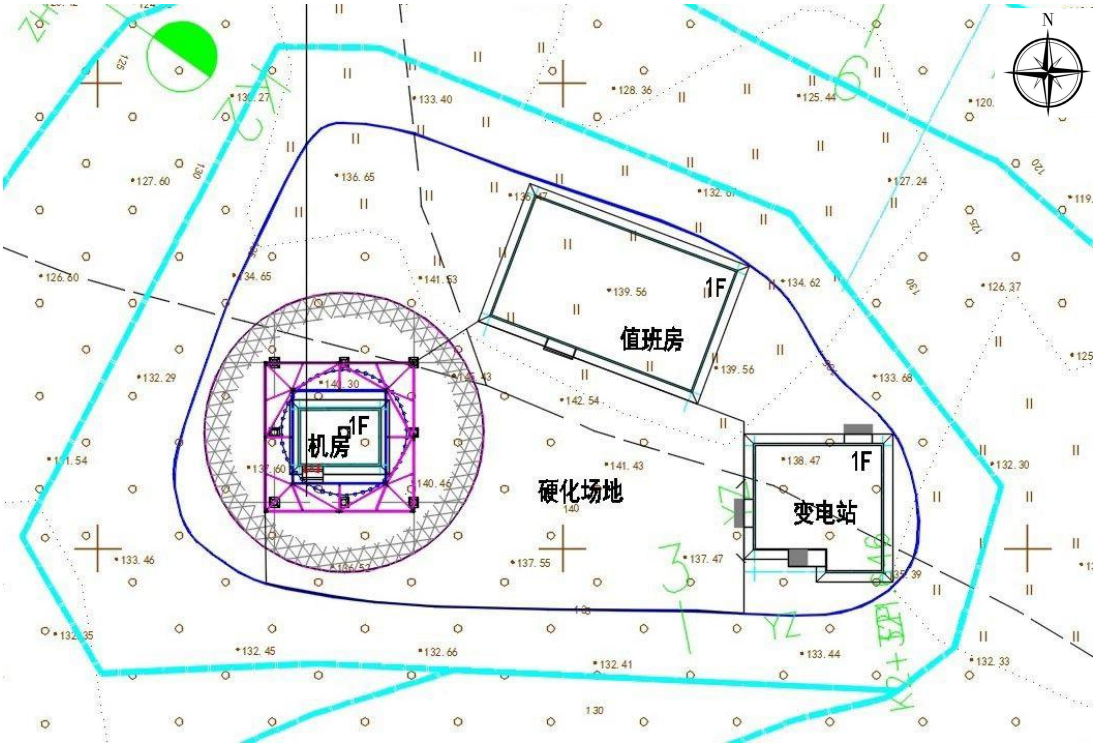


图 2.1-28　北大山导航台台址平面布置图

北大山导航台进台道路全长 2430.699m，路面宽度 4.5m，占地面积 4.91hm²。线路设计起点与山下现状水泥路衔接，起点桩号为 K0+000m，线路沿山体蜿蜒而上，终点位于北大山山顶导航台处，终点桩号为 K2+430.699m，进台道路技术参数见表 2.1-10，线路走向见图 2.1-29。

表 2.1-10　进台道路技术指标表

项目	技术指标
道路等级	四级 II 类公路
设计速度	15km/h
线路长度	2430.699m
宽度	混凝土路面宽 3.5m，两侧路肩各 0.5m，路肩宽 4.5m
路基挖方	挖土方 11086m³，挖石方 17624m³
路基填方	总填方 28710m³
水泥混凝土路面	12144m²
边坡防护	填方边坡及一阶挖方边坡采用喷播植草，植草面积 17535m²；挖方二阶边坡采用人字形骨架植草，人字形骨架护坡面积 358.2m²。

图 2.1-29　北大山 VOR/DME 台平面布置图

北大山导航台新建 2 条 10kV 线路引至导航台配电房，作为双路主用电源，导航台供电线路以架空方式从北大山南侧村庄引接，线路长度约 530m，由当地电力部门负责实施，不属于本项目建设内容。在导航台内配备 2 部 30kW 的自启动柴油发电机为应急电源。设备供电采用冗余配置 UPS 供电，容量为 5kVA。

导航台不设置动力值守人员，故需新建低压监控设施 1 套，通过数据采集器将电气设备工作状态、运行参数、故障信息等信号通过网络接入福建分局动力值班监控室。

通信线路路由当地运营商建设 2 路光缆至三山镇运营商节点机房，再通过运营

商传输网将数据传送至北大山导航台。共需新建 2 路光缆总长 13km，由运营商建设，不纳入本项目水土流失防治责任范围。

2.1.3.5 供油工程

供油工程建设内容包括新建第二航空加油站，占地面积 2.0hm²，为既有机场用地；新建机坪加油管线 9.2km，位于机场工程内，占地面积及土石方工程量计入机场工程内；在现有机场油库内增建 1 台 300m³/h 机坪加油泵，本期工程仅为设备安装，不涉及土建工程施工。

（1）第二航空加油站

第二航空加油站位于新建 T2 航站楼南侧，占地面积 19953m²，总建筑面积 3250m²，车行道路 5600m²，人行道路 200m²。建设内容包括生产值班用房、管线车棚，四面设置 1.2m 和 2.5m 高铁栅栏透空围墙共 920m。

表 2.1-11　第二航空加油站主要建筑物一览表

序号	名称	单位	数量	备注
1	生产值班用房	m²	2000	框架结构，地上三层
2	管线车棚	m²	1250	框架结构
3	铁栅栏透空围墙	m	300	1.2m 高
4	铁栅栏透空围墙	m	620	2.5m 高
5	大门	座	2	电动大门
6	油车行驶道路	m²	5600	C30 水泥混凝土 220mm 厚
7	人行道路	m²	200	预制混凝土方砖
9	土方	m³	12610	场内平衡

（2）机坪加油管线扩建

本工程从机场油库新建 2 条管道为机场供油，管道从现有加油管线接引，到达 T1 航站楼南端后分为两路，第一路两根 DN400 机坪加油管线为 T1 航站楼前机位和 T1 航站及附属工程区远机位供油，第二路两根 DN400 机坪加油管线为 T2 航站楼前机位和 T2 航站及附属工程区远机位供油。

新建 DN500 机坪加油管线 9.2km，DN400 机坪加油管线 8.6km，DN300 机坪加油管线 650m，安装加油栓井 118 套、高点放气井 2 套、低点放水井 41 套、建设阀门井 9 座。

机坪加油管线位于机场工程区内，占地面积及土石方量计入机场工程区，本区不再重复计列。根据主体设计资料，机坪加油管线扩建工程土石方开挖约 4.46 万

m³，开挖土石方临时堆放在管线一侧，施工完成后就地回填，多余土方就地平整。

（3）机场油库加油泵

本项目在机场油库油泵房内增加 1 台机坪加油泵，加油泵流量 300m³/h、扬程 125m、功率 160kW，本期工程增加过滤分离器及电动阀等设备，不涉及土建施工，不新增占地。

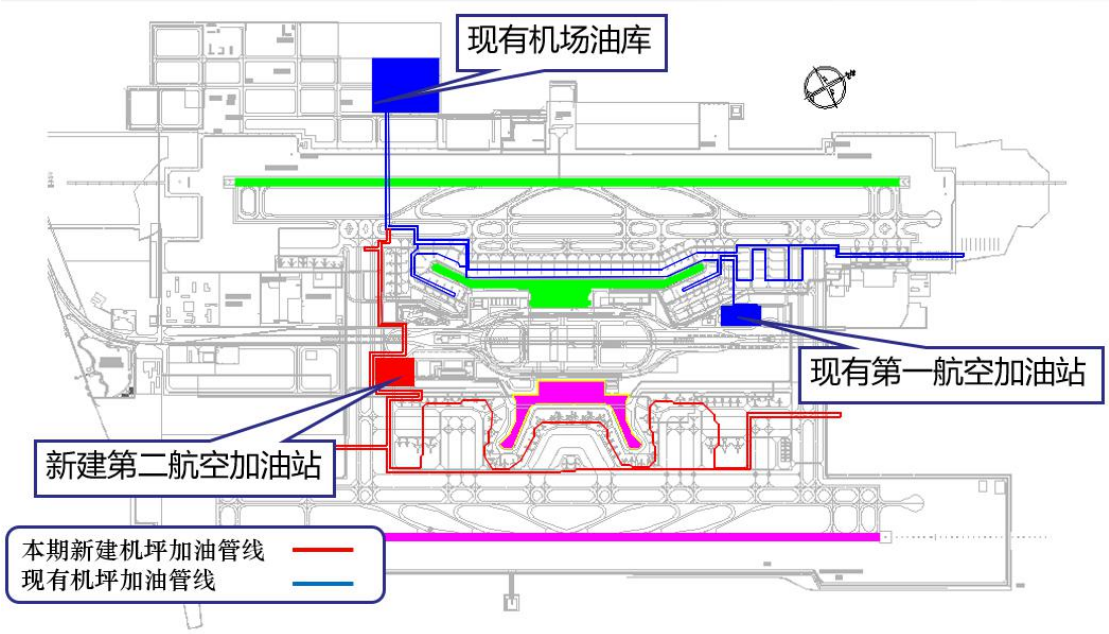


图 2.1-30　供油工程管道路由示意图

2.1.3.6 公用工程

（一）供电系统

福州长乐国际机场现有西区 110kV 中心变电站，位于一跑道南端西侧，在 T1 航站楼北侧另有 1 座临时配电站，本工程施工用电从现有临时配电站接引。

本期工程在新建第二跑道东北侧新建一座东区 110kV 变电站，负责本期范围内的 10kV 供电，建设内容纳入航站及附属工程区；东区 110kV 变电站电源采用 2 路外电电源，分别引自场外两座不同的 220kV 变电站，I 段引自沙岭 220kV 变电站，II 段引自旗山 220kV 变电站，由地方电力部门配套建设，不属于本工程建设内容；对场内现有部分电力管线进行拆除改造，总长度约 5.0km，拆除后在航站及附属工程区综合管廊内重新布线，建设内容纳入航站及附属工程区。

供电系统平面布置图见图 2.1-31。

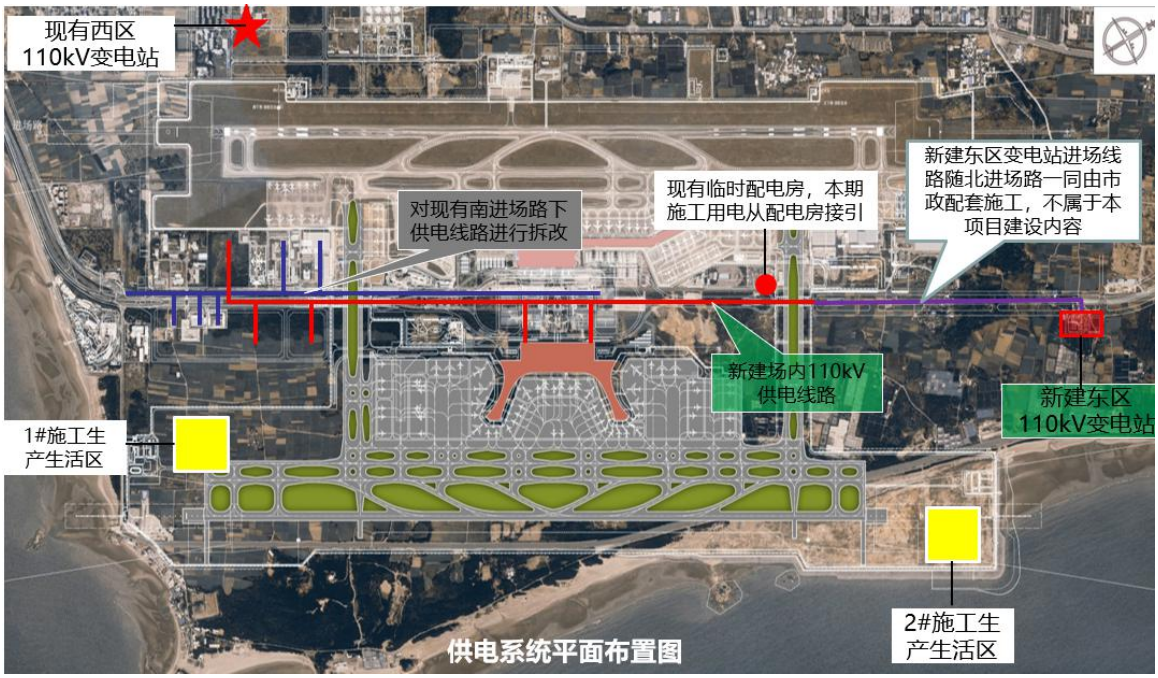


图 2.1-31　供电系统平面布置图

（二）供水系统

福州长乐国际机场一期工程现有供水站位于机场西南生活区内，水源来自长乐区第二自来水厂和东区水厂两处，本期工程施工用水从现有供水管网接引。

本期工程在第二跑道北侧的动力能源小区新建第二供水站，另在场内新建DN500供水管网10.5km，对改建的航站区及道路交叉下穿段的给水管线2.3km进行更新改造，建设内容纳入航站及附属工程区；新建第二供水站水源与即有第一供水站水源一致，场外水源接引由市政配套建设，不属于本项目建设内容；因机场扩建且部分供水管线老化，既有供水站已不满足用水需要，需对供水站进行扩容，扩容工程已纳入机场前期改扩建工程，不属于本次建设内容。

供水工程平面布置见图2.1-32。

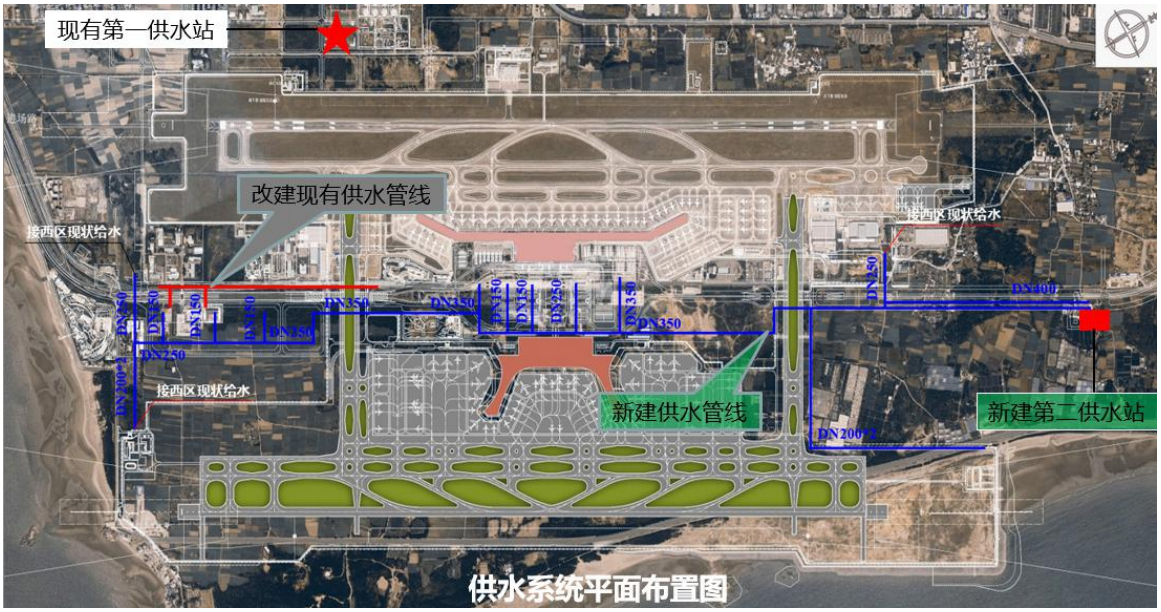


图 2.1-32　二期工程给水管网布置图

（三）污水系统

福州长乐国际机场现有污水管网以进场道路为中心线划分为东、西区，在两个区的主要道路上，由北向南敷设，东、西两区的污水管网在航南路与进场路交汇处与主进场路旁的污水干管汇合，向西进入长乐滨海污水管网。本期工程航站及附属工程区污水处理系统依托现有污水管网排放。

本期工程在主进场路东侧新建 10km 污水管线，用于收集 T2 航站楼、交通中心、机场办公区等区域的污水，再接入现有污水干管排放，建设内容纳入航站及附属工程区；本期工程将主进场路及进场辅路部分路段污水管线改造为下穿道，总长度 3.0km，建设内容纳入航站及附属工程区。

污水处理系统平面布置见图 2.1-33。

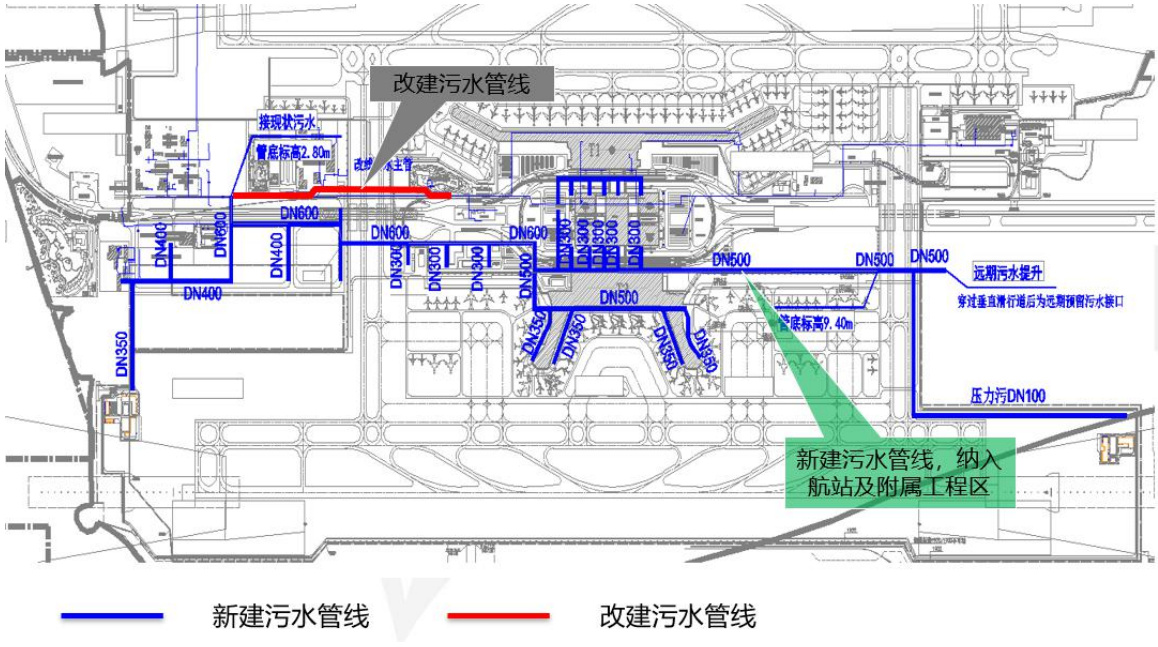


图 2.1-33　二期工程机场污水管网布置图

（四）雨水系统

福州长乐国际机场现使用 3 处雨水排海口，其中飞行区雨水通过甲线沟和丙线沟排入大海，航站及附属工程区雨水通过雨水排海泵站排入大海。本工程航站及附属工程区雨水排放依托现有雨水排放系统，收集雨水后接入现有雨水干管，通过既有雨水排海口排入大海。

本期工程在飞行区新建排水沟及排水箱涵等 42.915km，收集飞行区雨水，通过既有的南线沟和围堤预留箱涵排入大海，建设内容纳入飞行区；在航站及附属工程区新建雨水管网 10.0km 及 4 座雨水提升泵站，收集航站区及工作区雨水，向南接入现有雨水排海泵站，建设内容纳入航站及附属工程区；对现有雨水排海泵站进行扩建，新增 2 台雨水潜水泵，不涉及土建施工；对现有主进场道路下的雨水管网进行拆改，总长度 5.0km，建设内容纳入航站及附属工程区。

福州长乐国际机场雨水排放方案见图 2.1-34，雨水系统平面布置见图 2.1-35。

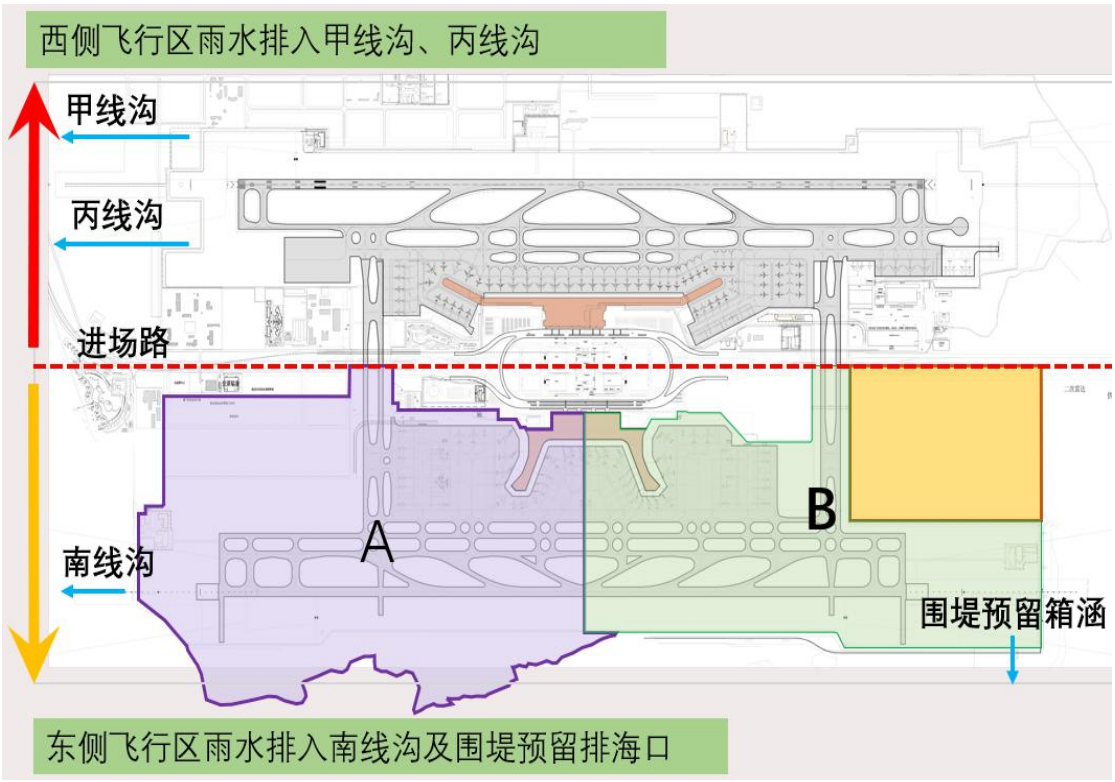


图 2.1-34　机场工程雨水排放方案

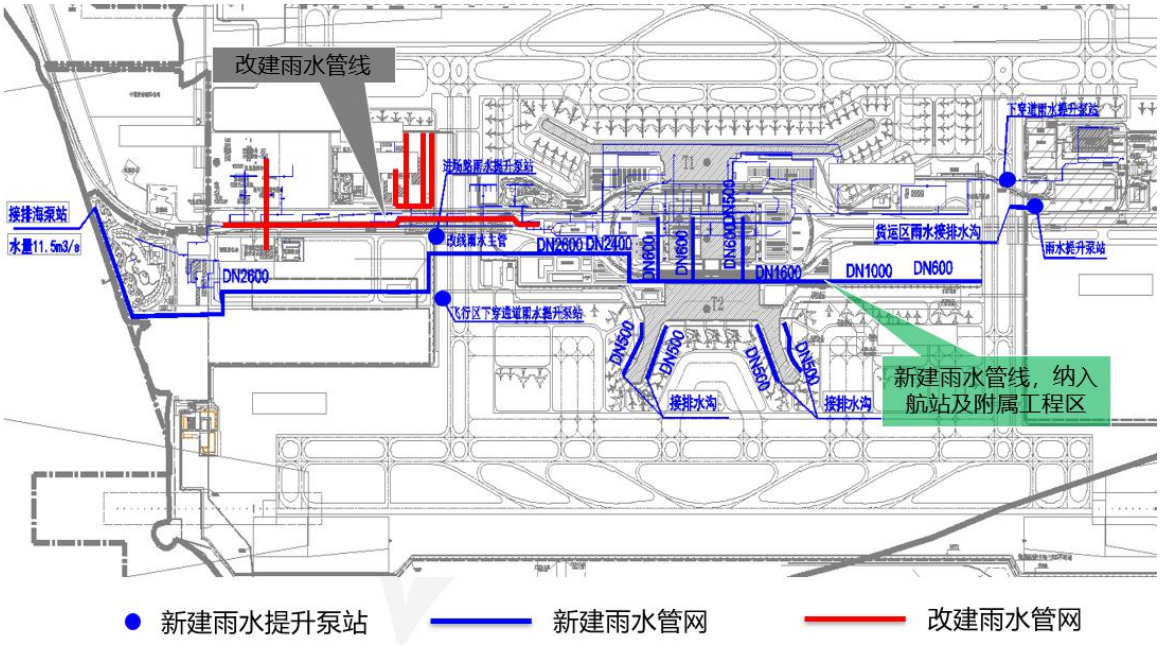


图 2.1-35　本期工程雨水系统平面布置图

（五）通信系统

福州长乐国际机场现有信息系统包括生产指挥系统、局域网、航班信息显示系统、离港系统、综合布线系统、时钟系统、有线电视系统、广播系统、安全防范系统（包括视频监控系统(CCTV)、门禁系统、紧急报警系统）、安检信息系统、楼宇自控系统、火灾自动报警系统、机场运行指挥（应急指挥）系统、弱电附属配套系

统。本期工程依托现有信息系统，在 T2 航站楼及其他区域建设各信息系统，接入现有信息系统，仅涉及硬件安装及软件部署，不涉及土建施工。

本期工程建设信息工程主要主要建设内容为：在航站及附属工程区新建机场员工培训中心，其中包含机场信息中心（数据中心 ITC）、弱点系统测试中心、运营商设备用房和机场通信机房；新建智能云数据中心，由云计算平台及智能数据中心组成；新建生产运行类系统，包括协同运行指挥平台、航班生产运行管理系统、航班查询系统、航班信息显示系统、离港控制系统、地服管理系统、货运物流信息系统等；新建机场安全安防类系统，包括安防运行管理平台、安检信息系统、周界报警系统、视频监控(报警)系统、隐蔽报警系统、音频采集系统、门禁系统及巡更系统等；另建设管理决策类系统、旅客服务类系统、商业经营类系统（商业管理及电子商务）、无线通信系统等。

2.2 施工组织

2.2.1 施工布置

2.2.1.1 施工生产生活区

为了保护土地资源，减少对地表的扰动程度，本工程施工生产生活区布置在机场工程飞行区永久占地内，不再新增场外临时用地。通过与主体设计单位及建设单位沟通，机场征地红线内共布置 2 处施工生产生活区，分别布置在飞行区东、西两侧土面区内，占地面积共计 4.60hm²。施工生产生活区主要作为临时施工场地，布置设备材料库、电气安装场地、设备堆场、中小型构件预制场地以及施工人员办公和生活设施等。施工结束后，按照机场总体建设规划进行拆除和绿化。空管工程的场外部分施工规模小，施工期短，施工生活区采用租用民房形式，施工生产区在占地范围内布设，不新增临时用地。

2.2.1.2 施工道路

（1）对外交通

项目区对外交通十分便捷，周边路网主要有福州长乐国际机场高速公路，规划福州机场第二高速公路，机场周边在建的城市主干道为滨海大通道，福州火车北站至长乐机场轨道交通等。良好的交通环境为本项目提供了便捷的对外交通条件。

（2）场内交通

机场工程范围内共布置 5 条主要施工道路，主要是施工生产生活区、临时堆土

区与施工作业区间的交通道路，尽量采取永临结合的方式，根据机场内规划道路布设，待施工结束后修建为机场内永久道路。场内共设施工便道 9.56km，其中新建便道 3.58km，在已有乡村道路基础上改扩建便道 5.98km，主要施工道路路基平均宽度为 12.0m，占地面积 11.47hm²。

供油工程区可由一期工程既有道路直达施工现场，无需新建施工便道。

空管工程场外部分施工便道采用永临结合的方式，根据进台道路布设，待施工结束后修建为进台道路。共设施工便道总长 2.43km，路基平均宽度为 4.5m，占地面积 4.91hm²。

表 2.2-1　施工便道一栏表

序号	防治分区		备注
1	进场道路		利用机场高速、仙滨路作为进场道路，无需新建进场道路
2	机场工程	飞行区	利用既有滨海路作为施工便道，另外在飞行区内新建、改建 9.56km 施工道路，环状布置，连接白鹤山、各施工生产生活区、各临时堆土场及其他施工区域
3		航站区	利用既有迎宾大道可直接进入施工场地，无需新建施工便道
4		货运区	利用既有迎宾大道可直接进入施工场地，无需新建施工便道
5	供油工程		利用既有迎宾大道可直接进入施工场地，无需新建施工便道
6	空管工程	场内部分	利用既有迎宾大道可直接进入施工场地，无需新建施工便道
7		场外部分	施工过程中先行修建进台道路，作为施工道路，无需新建施工便道

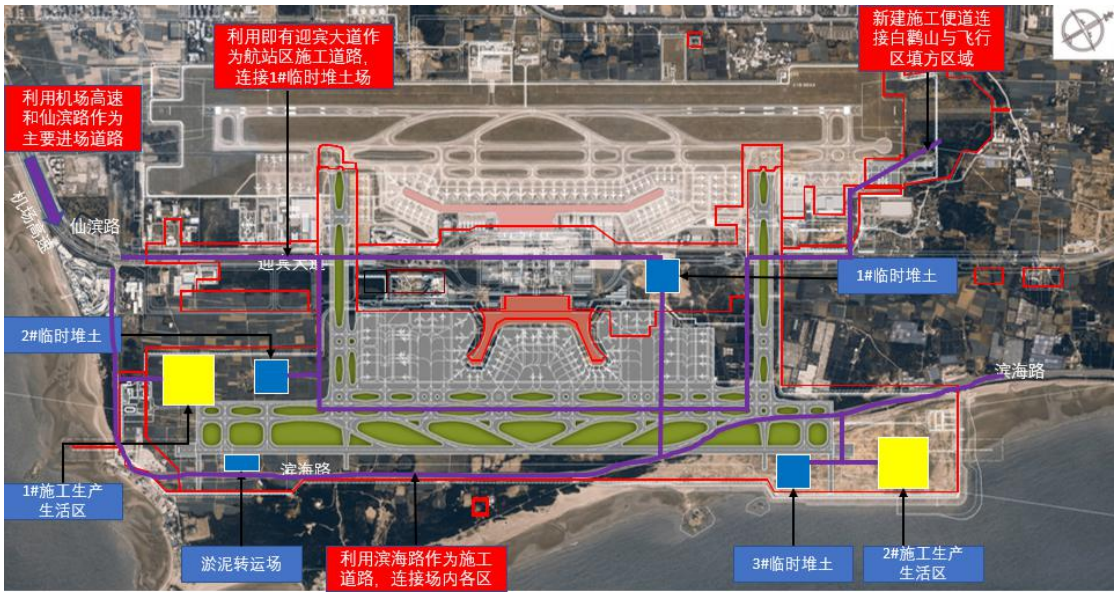


图 2.2-1　施工道路平面布置图

2.2.1.3 临时堆土场

本方案拟设置 4 处临时堆土场和 1 处淤泥干化场，总占地面积 37.66hm²，其

中：

①1#临时堆土场位于航站区停车楼北侧，占地面积 7.23hm²，最大堆高 3.0m，容量 21.69 万 m³，用于堆存航站楼基坑开挖临时堆土，最大运距约 1.2km，平均运距 0.45km。

②2#临时堆土场位于飞行区南侧土面区，占地面积 13.15hm²，最大堆高 3.0m，容量 37.55 万 m³，用于堆存飞行区南侧区域剥离表土，最大运距约 1.5km，平均运距 0.92km。

③3#临时堆土场位于飞行区北侧土面区，占地面积 10.56hm²，最大堆高 3.0m，容量 31.68 万 m³，用于堆存飞行区北侧区域剥离表土，最大运距约 1.3km，平均运距 0.86km。

④4#临时堆土场位于北大山导航台空闲区域，占地面积 0.65hm²，最大堆高 3.0m，容量 1.32 万 m³，用于堆存导航台区剥离表土及基础开挖临时堆土，运距小于 100m。

⑤淤泥干化场位于飞行区东南侧滨海路西侧低洼区域，占地面积 6.07hm²，外侧设 1.2m 高袋装土挡墙，内部设土埂，网格状布置，将淤泥通过排泥管输送至淤泥干化场后，添加水泥类固化剂进行分批固化处理，经晾晒后用于飞行区土面区填方。

表 2.2-2　临时堆土区布置一览表

序号	名称	位置	占地面积（hm²）	容量（万 m³）	临时堆土量（万 m³）	最大堆高（m）	备注
1	1#临时堆土场	航站区内停车楼北侧	7.23	21.69	20.24	3.0	用于堆存航站楼基坑回填土方。
2	2#临时堆土场	飞行区南侧土面区	13.15	39.45	44.95	3.0	用于堆存项目区南边部分剥离表土。本项目飞行区先行施工，飞行区土面区施工完成回覆表土后，可继续利用堆存后续航站区及供油工程和空管工程剥离表土。
3	3#临时堆土场	飞行区北侧土面区	10.56	31.68	30.0	3.0	用于堆存项目区北边部分剥离表土
4	4#临时堆土场	北大山导航台空闲区域	0.65	1.32	1.28	3.0	用于堆存场区剥离表土及基础挖方
5	淤泥干化场	飞行区东南侧滨海路西侧低洼区域	6.07	7.28	13.04	1.2	用作淤泥固化处理场所，场内分区，分批固化处理淤泥。
	合计		37.66	99.52	109.51		

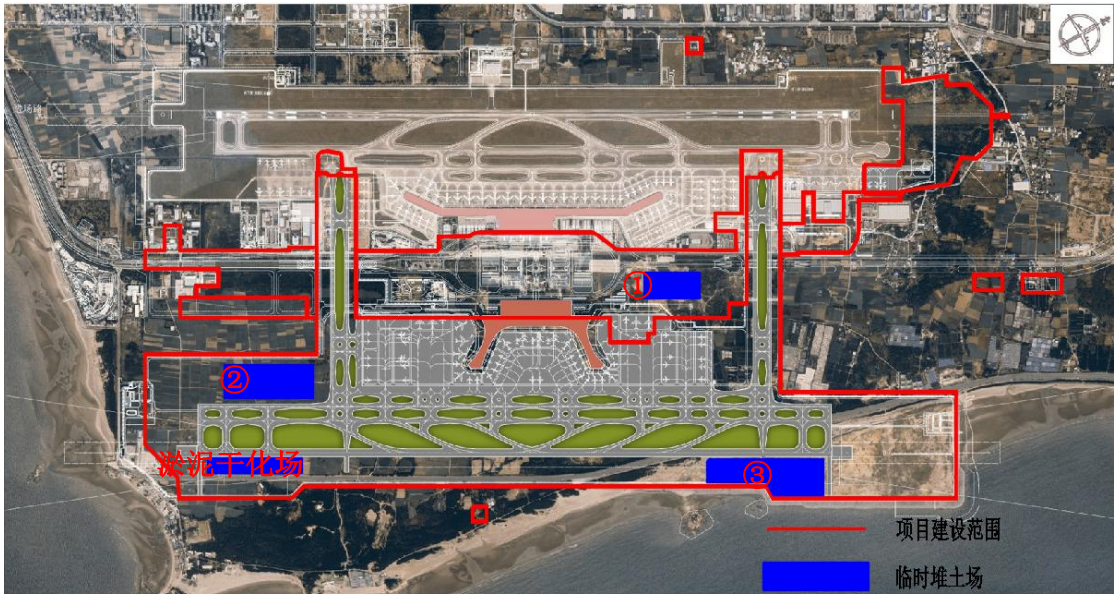


图 2.2-2　机场工程临时堆土场平面布置图

2.2.2 施工供应

（1）建筑材料

本工程建设所需砂、石、石灰、水泥等建筑材料全部就近采购。建设单位有责任要求施工单位采购时要选择具有合法经营手续的材料供应商，采购时在采购合同中明确各自的水土流失防治责任。

（2）施工用水

施工用水主要包括施工场地及临时道路洒水等施工用水和施工人员生活用水。项目区周边已有完善的供水管线，施工用水可直接利用机场现有供水系统。

（3）施工用电

机场现已有较完善的供电系统，机场工程施工用电可利用现有的供电系统。

（4）施工通信

项目区通信十分发达，工程施工通讯采用无线通讯方式。

2.2.3 施工工艺

2.2.3.1 地基处理

（1）沟塘处理

①飞行区道面区、建筑区、边坡稳定影响区沟塘处理

疏干沟塘内积水并清除底部淤泥，填筑 50cm 厚块碎石垫层，预制管桩及旋喷桩处理区可填筑 50cm 厚中粗砂，并在侧壁开挖高 50cm、宽 100cm 的台阶式边坡，分层碾压素土至岸边清除植物土后的地面标高，同时不得高于强夯块碎石垫层底标

高。

淤泥干化场先在底部铺 50cm 厚碎石垫层，之后堆砌外侧土袋拦挡，在池底和土袋上铺一层土工布，可起到透水滤土作用，防止淤泥被带走，在土袋外设排水沟。将淤泥通过排泥管输送至淤泥干化场后，添加水泥类固化剂进行固化处理，处理后，经晾晒处理后用于飞行区土面区填方。

②飞行区土面区沟塘处理

疏干积水、晾晒，分层填筑素土至岸边周围清除植物土后的地面标高，同时不得高于地势标高。

（2）人工填土层及砂土处理

根据人工填土层、浅层砂土分布及土方填筑高度情况，结合场地分区及环境条件，分别采用强夯、换填、冲击碾压、换填+冲击碾压法处理。

①强夯法

用于不受管线、现有道面或净空影响的本期飞行区道面区、建筑区、临近本期道面的远期飞行区道面区地基。

先清除表层土，填、挖土方至道基顶面以下一定深度，铺设 50cm 厚块石，进行强夯。飞行区道面区强夯后地面位于道基顶面以下 50cm，建筑区强夯后地面为地势设计面。

②换填法

用于现状机场内受管线、现有道面或净空影响的本期飞行区道面影响区地基。

先清除表层土，挖方区挖方后，从道基顶面向下挖除 2m 厚地基土；向四周挖设高 50cm、宽 100cm 的台阶式边坡；基槽碾压并分层回填块石至道基顶面以下 50cm。

③冲击碾压法

用于不受管线、现有道面影响且作业面宽度不小于 6m、最短直线距离不小于 100m 的本期服务车道。

填方区在清除表层土后，分层碾压土方至路基顶面以下 30cm，挖方区挖至路基顶面以下 30cm，进行冲击碾压。

④换填+冲击碾压法

用于现状机场内受净空影响、处理深度超过 2m 且作业面宽度不小于 6m、最短直线距离不小于 100m 的本期道面影响区。

从道基顶面以下挖除 1.5m 厚地基土，并向四周挖设高 50cm、宽 100cm 的台阶式边坡，铺设 30cm 厚块石冲击碾压，再分层碾压块石至道基顶面以下 50cm。

2.2.3.2 表土剥离

项目区现状占地类型主要包括耕地、林地、草地、园地、交通运输用地、水域及水利设施用地及其他用地，项目区表土土壤肥力充足，为使表土资源不流失浪费，土石方开挖前进行表土剥离。表土剥离采用以推土机、装载机等施工机械为主、人工为辅的施工形式，对地表以下 20cm 范围内的表层土进行挖除，并去除较大的残根、石块，由自卸卡车运输至场内规划的临时堆土场集中堆放，并采取拦挡、排水措施，表面采用无纺布临时覆盖、撒播草籽等措施，防止由降雨造成的水土流失。

2.2.3.3 预制管桩工程

本项目 3~6 层建筑物基础为预应力混凝土管桩，施工方法为静压法，进场后再进行试打桩施工。压桩工程工艺流程：送桩→验桩→测量定位→记录→喂桩→对桩调直→压桩→送桩→再压桩→接桩。

2.2.3.4 基坑施工

航站楼和停车楼下部设置有 2 层地下室，设计底板标高约-0.50m，场地现状地面标高约 5.20-7.50m，基坑开挖深度约 5.70m-8.00m，基坑开挖深度内地层主要为填土（①$_1$～①$_3$）、风积细砂及海积（含泥）细砂，基坑周边不存在已有建筑物，地表下亦不存在地下管线等设施，具备放坡条件。本项目采用放坡结合坡面素喷开挖形式，放坡坡比为 1:1.5。

基坑开挖时，应做相应支护措施，同时在基础施工时应做好对已建建（构）筑物监测工作。开挖的土方应及时外运，严禁坑边堆载，必要时应进行监测。基槽开挖施工后，应及时组织地基验槽，防止地基土长期曝晒雨淋，基础验槽后，应及时在坑底铺设一层素砼防护，以防雨季基坑积水浸泡或人为扰动破坏，造成基底土层强度降低。

基坑开挖范围内有影响的地下水主要为风积细砂及海积（含泥）细砂层中的孔隙潜水，水位埋深较浅且水量较大，受大气降水及地表径流影响。本项目采用在基坑四周外侧设置截水帷幕截水与在基坑四周及基坑内设置降水井降水相结合的方式，同时做好坡面及支护体顶面近基坑范围内的地面的疏水、截排水工作，确保安全施工。设计降水水位在基坑范围内不宜小于施工作业面以下 0.5m。基坑开挖结束

后，应在基坑底做排水盲沟及集水井，降水措施仍应继续。此外，基坑开挖应尽量避开雨季施工。

2.2.3.5 基础施工

航站及附属工程区各建筑物上部结构采用框架结构，建筑层数约 1-5 层，除特种车库及维修用房区域存在大跨结构，其余区域均不存在大跨结构。

根据《福州长乐国际机场二期扩建工程（陆地部分）初步勘察岩土工程勘察报告》，本区覆盖层主要为填土、风积细砂及海积（含泥）细砂，中部为厚度较大的淤泥质土、粉质粘土、粉质粘土（淤积）、（含泥）粉砂层，表层砂层联合厚度约 10-17m；下部强风化岩层面整体较平缓，埋深多为 26.5-52.2m，局部岩面凸起，埋深约 10.8m，强风化岩层厚不均，场区中微风化岩面埋深约 22.9-60.0m。

考虑各建筑物荷载差别较大，本项目针对不同荷载要求选用不同基础方案:

1-2 层的建筑（无大跨结构）：采用天然地基浅基础，基础形式为条形基础或筏板基础（对应基底均布荷载小于 100kPa），基础埋深约 2.0m，基底位于风积细砂，持力层下多存在较大厚度砂层及软土层。

3-6 层建筑及存在大跨结构的建筑：采用桩基础形式，桩型采用预制管桩（D=0.5-0.6m），桩端持力层选择强风化花岗岩（砂土状），具体桩长由设计计算确定，预计桩长约 35-45m。

2.3.3.6 道面施工

主要为飞行区跑道、机坪、滑行道、围场路、服务车道等道面工程，道面结构类型选用水泥混凝土道面。

水泥稳定碎石基层、底基层施工工艺流程为：试验段→道槽验收→施工测量→备料→拌合→运输→人工摊铺→碾压→检测→养护。底基层施工前按道面分块高程图推算并实测道槽顶面高程，两者相差超过 20.0mm，应将超高部分铲除，并重新碾压平整；高程不足部分用碎石补足，碎石最大粒径≤50mm，同时不得超过加补层厚度的 1/2，铺好碎石后重新碾压平整。水泥碎石基层、底基层全部采用人工摊铺，自行式压路机碾压。碾压合格后立即组织专人进行洒水养生，养生期间除洒水车外，禁止车辆通行。

道面水泥混凝土施工主要工艺流程为：铺筑试验段→立模→混凝土拌合→混凝土运输→砼摊铺→振捣→整平→揉浆→做面→拉毛→养生→切缝、灌缝→传力杆→拆模→道面及道肩胀缝板施工→钢筋混凝土道面板。

浇筑砼道面采用的砼全部由机械拌和，其容量根据工程量和施工进度配置，砼混合料采用自卸汽车运输，当运距较远时，采用搅拌运输车运输，铺筑砼时采用摊铺机以缓慢的速度均匀进行，摊铺工作一旦开始不得中断。

2.2.3.7 管线施工

管道沟槽开挖采用分层开挖、分层堆放、分层回填的方式。根据项目区地形地貌及土地利用类型特点，管沟开挖时，先剥离表层土，堆置在施工作业带一侧地界边缘，距离沟槽开挖线不小于 1.0m，沟槽深层土就地堆置在表层土上层，按照稳定边坡比堆放，堆置高度为 1.5～2.5m。待沟槽施工完毕后，进行土方回填，先回填深层土，表层土摊铺在沟槽上方，为恢复原有土地功能做准备。

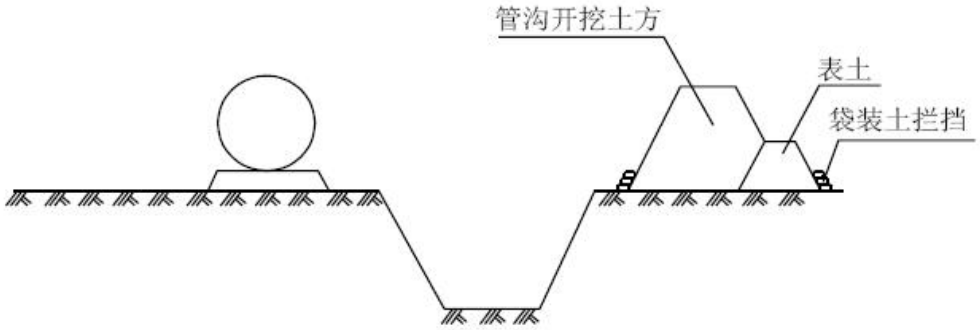


图 2.2-3　管沟施工横断面示意图

2.3 工程占地

（1）机场工程区

①飞行区占地面积 484.58hm²，其中既有机场用地 105.33hm²，新增用地 379.25hm²，占地类型包括旱地 141.37hm²，乔木林地 92.67hm²，其他林地 47.14hm²，其他草地 17.82hm²，果园 0.79hm²，仓储用地 6.91hm²，农村宅基地 0.68hm²，公路用地 26.25hm²，农村道路 19.62hm²，坑塘水面 46.1hm²，沟渠 2.04hm²，设施农用地 47.86hm²，空闲地 35.33hm²。

②航站及附属工程区占地面积 79.99hm²，其中既有机场用地 61.98hm²，新增用地 18.01hm²，占地类型包括旱地 11.73hm²，乔木林地 16.2hm²，其他林地 2.75hm²，其他草地 23.76hm²，农村宅基地 0.84hm²，坑塘水面 3.94hm²，空闲地 20.77hm²。

③货运区占地面积 15.75hm²，其中既有机场用地 14.29hm²，新增用地 1.46hm²，占地类型包括旱地 1.46hm²，其他林地 0.58hm²，其他草地 13.49hm²，公路用地 0.22hm²。

（2）供油工程区占地面积 2.0hm²，均为既有用地，占地类型为乔木林地。

（3）空管工程区占地面积 9.72hm²，其中既有机场用地 3.25hm²，新增用地 6.47hm²，占地类型包括旱地 0.35hm²，乔木林地 5.42hm²，其他林地 0.35hm²，其他草地 3.25hm²，空闲地 0.35hm²。

（4）施工生产生活区占地面积 4.6hm²，为飞行区重复占地、新增占地。

（5）临时堆土区占地面积 37.66hm²，为飞行区、航站及附属工程区和空管工程场外部分重复占地、新增占地。

本项目总占地面积 592.04hm²，全部为永久占地，其中利用既有机场用地 186.85hm²，新增占地 405.19hm²。

工程占地涉及福州市长乐区和福清市三山镇，其中福州市长乐区 586.62hm²，福清市三山镇 5.42hm²。

本项目占地按占地类型情况见表 2.3-1，按行政区划分情况见表 2.3-2。

表 2.3-1　项目占地面积统计表（按土地利用类型，单位：hm²）

项目组成		占地类型													占地性质		合计		
		耕地(01)	林地(03)		草地(04)	园地(02)	工矿仓储用地(06)	住宅用地(07)	交通运输用地(10)		水域及水利设施用地(11)		其他土地(12)		永久占地	临时占地	既有用地	新增用地	小计
		旱地(0103)	乔木林地(0301)	其他林地(0307)	其他草地(0404)	果园(0201)	仓储用地(0604)	农村宅基地(0702)	公路用地(1003)	农村道路(1006)	坑塘水面(1104)	沟渠(1107)	设施农用地(1202)	空闲地(1201)					
机场工程区	飞行区	141.37	92.67	47.14	17.82	0.79	6.91	0.68	26.25	19.62	46.1	2.04	47.86	35.33	484.58		105.33	379.25	484.58
	航站及附属工程区	11.73	16.2	2.75	23.76			0.84			3.94			20.77	79.99		61.98	18.01	79.99
	货运区	1.46		0.58	13.49				0.22						15.75		14.29	1.46	15.75
供油工程区			2												2		2	0	2
空管工程区		0.35	5.42	0.35	3.25									0.35	9.72		3.25	6.47	9.72
施工生产生活区		(0.7)			(3.3)									(0.6)		(4.6)		(4.6)	(4.6)
临时堆土区		(10.74)		(6.15)	(6.64)					(9.76)				(4.37)		(37.66)		(37.66)	(37.66)
合计		154.91	116.29	50.82	58.32	0.79	6.91	1.52	26.47	19.62	50.04	2.04	47.86	56.45	592.04	(42.26)	186.85	405.19	592.04

注：括号内为重复占地，总面积不再计算。

表 2.3-2　项目占地面积统计表（按行政区划分，单位：hm²）

项目组成		行政区划		占地性质		合计
		长乐区	福清市	永久占地	临时占地	
机场工程区	飞行区	484.58		484.58		484.58
	航站及附属工程区	79.99		79.99		79.99
	货运区	15.75		15.75		15.75
供油工程区		2		2		2
空管工程区		4.3	5.42	9.72		9.72
施工生产生活区		（4.1）	（0.5）		(4.60)	(4.60)
临时堆土区		（37.01）	（0.65）		(37.66)	(37.66)
合计		586.62	5.42	592.04	(42.26)	592.04

注：括号内为重复占地，总面积不再计算。

2.4 土石方平衡

（1）表土平衡

根据主体设计资料及现场调查，结合项目区占地类型、土壤条件等情况，施工前，对占地范围内的耕地、林地、部分草地及园地进行表土剥离，根据现场调查情况，本工程场内部分占用耕地区域表层土厚度 0.2~0.4m，林地表层土厚度 0.15~0.25m，草地表层土厚度 0.1~0.15m，园地表层土厚度 0.2m，场外导航台用地类型为林地，表层土厚度 0.15~0.25m，本项目表土剥离厚度平均值约 0.2m，剥离面积 381.13hm²，共剥离表土 76.23 万 m³。场内各区剥离的表土就近集中堆放在机场内设置的临时堆土区，场外导航台及进台道路剥离的表土就近堆置于导航台临时堆土场，施工结束后全部用于后期绿化覆土，共回填表土 76.23 万 m³，其中，场外导航台多余表土运至机场用于飞行区绿化覆土。

表 2.4-1　表土平衡表

防治分区		表土剥离						表土回覆		
		剥离面积（hm²）				剥离厚度（m）	剥离量(万 m³)	回覆面积（hm²）	回覆厚度（m）	回覆量(万 m³)
		耕地	林地	草地	园地					
机场工程区	飞行区	141.37	139.81	17.82	0.79	0.2	59.96	259.56	0.25	65.04
	航站区	11.73	18.95	23.76		0.2	10.89	33.6	0.3	10.08
	货运区	1.46	0.58	13.49		0.2	3.11	0.06	0.3	0.02
供油工程区			2			0.2	0.40			
空管工程区		0.35	5.77	3.25		0.2	1.87	3.64	0.3	1.09
合计		154.91	167.11	58.32	0.79		76.23	296.86		76.23

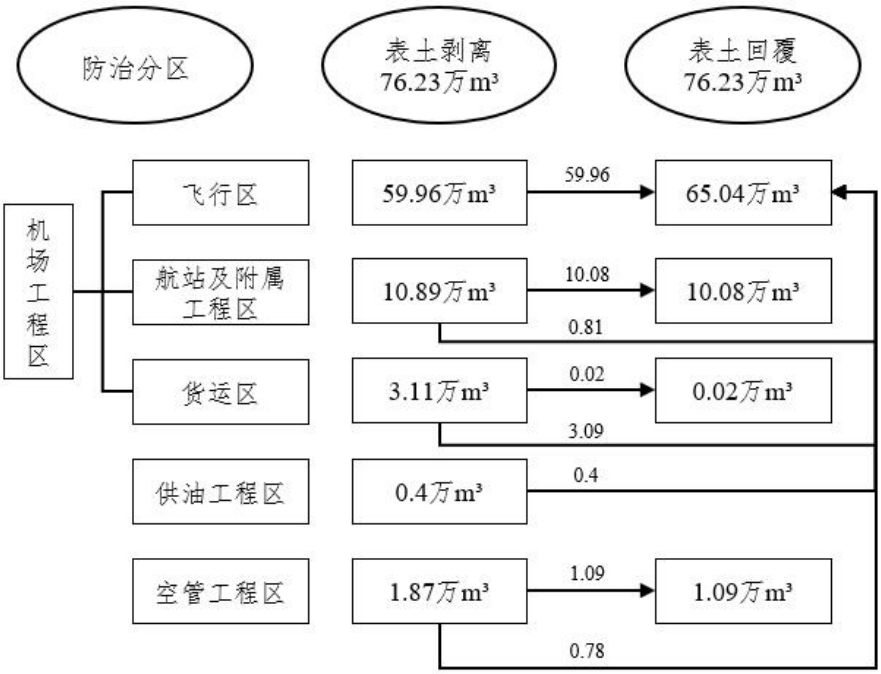


图 2.4-1　表土流向图

（2）沟塘处理

本工程占地涉及坑塘水面 50.04hm²，主体设计对飞行区道面区、建筑区、边坡稳定影响区沟塘采用清淤+填筑块碎石垫层+填土碾压方式处理，清淤平均厚度 0.5m，淤泥总量 13.04 万 m³（其中飞行区 8.69 万 m³、航站及附属工程区 4.35 万 m³）。用水泵将坑塘中的水抽出，之后用泥浆泵将淤泥抽排至飞行区跑道东南侧的淤泥干化场。抽排淤泥前先在淤泥干化场周边设置编织袋装土挡墙，临时堆场内根据情况设置硬土块来尽量隔断淤泥的流动。对淤泥采取固化处理方式，主要采用水泥类固化剂，并用机械设备使得固化剂和淤泥搅拌均匀，可以快速减少淤泥含水率，达到快速充分的固化，避免淤泥天然晾晒受天气影响的缺点。淤泥固化后，直接用于飞行区土面区场地平整。

（3）净空处理

根据主体设计资料，项目区内 4 处位置超过净空限制高度，需进行挖方处理，超高区域面积约 39.89hm²，均位于机场现有用地范围内，共清理净空挖方约 186.31 万 m³。本期工程净空处理土石方情况详见表 2.1-5。

（4）飞行区

1）软基处理

对场地内的人工填土层、砂土层及挖方区软土区域地基进行垫层强夯、冲击碾压、换填、换填+冲击碾压和振冲碎石桩方法处理，共开挖软土 39.55 万 m³，填筑土

石方 341.32 万 m³，来源为机场周边 4 处高地净空处理产生的石方，不足部分从机场地铁 F1 线和长乐区罗联乡方厝矿区外购土石方和块石料，机场地铁 F1 线主要弃方段为大象山隧道，距机场 36km，方厝矿区距离项目区约 30km，材料满足本项目填筑要求，外借土石方说明见附件 8。

2）场平工程

根据主体设计文件，为保证机场不会受到百年一遇以下的海潮侵袭，同时考虑雨水顺畅排放要求，综合考虑，确定本期新建跑道南端标高为 6.73m。

北侧垂滑与现有机坪衔接处标高为 11.4m，考虑滑行道桥西侧雨水要向西排放，则北侧滑行道桥标高选定为 11.4m，由滑行道桥向东推算，按照滑行道局部最大纵坡 0.8%推算，推得平滑及跑道标高分别为 7.6m 和 8m。

跑道北端标高既要考虑与垂滑的衔接、又要尽可能贴近原地面走势以减少土方工程量。该区域原地形整体较为平坦，适宜选取同一标高，跑道及平滑的原地面走势如图 2.4-2 所示，北端 1900m 较为平坦，另外再考虑航站楼与机坪的衔接，选定北端 1900m 为同一标高。

由原地面高程变化可知，8m 标高较为贴合跑道中线、一平滑中线、二平滑中线处的原地面高程变化，经过试算，跑道北端 1900 的标高选定为 8.03m。

机场飞行区原地面标高在 2.83m~13.98m，平均标高在 6.0m 左右，本项目新建第二跑到纵断面及机场内部设计标高情况见图 2.4-2~图 2.4-4。

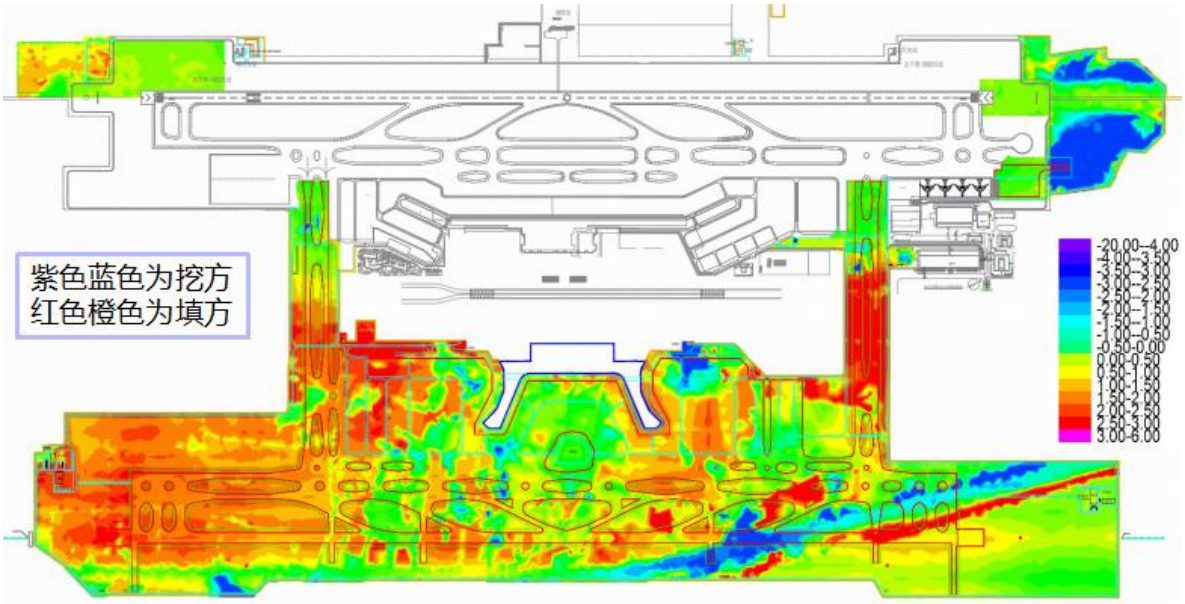


图 2.4-2 地势设计高程梯度分布图

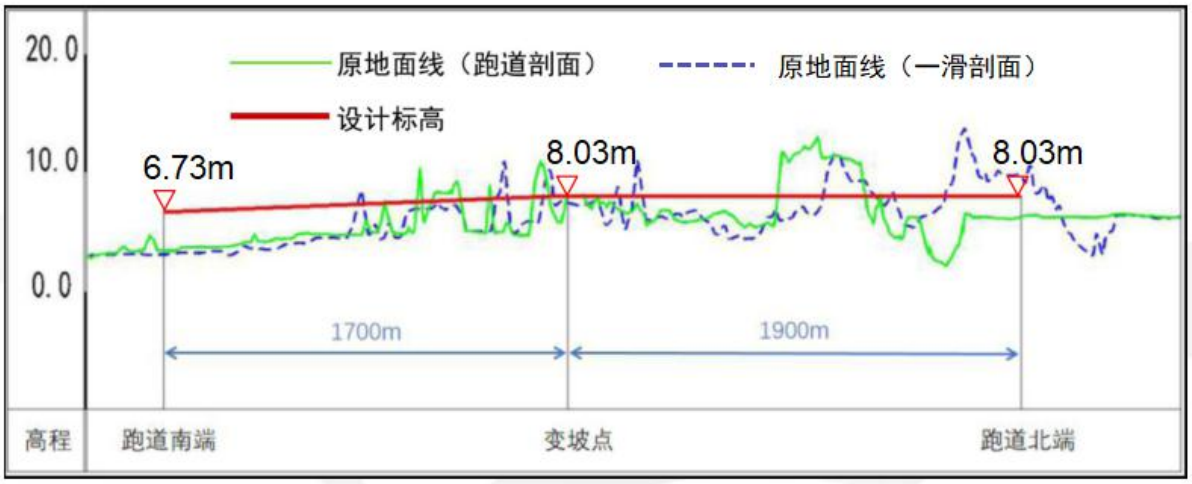


图 2.4-3 跑道纵断面图

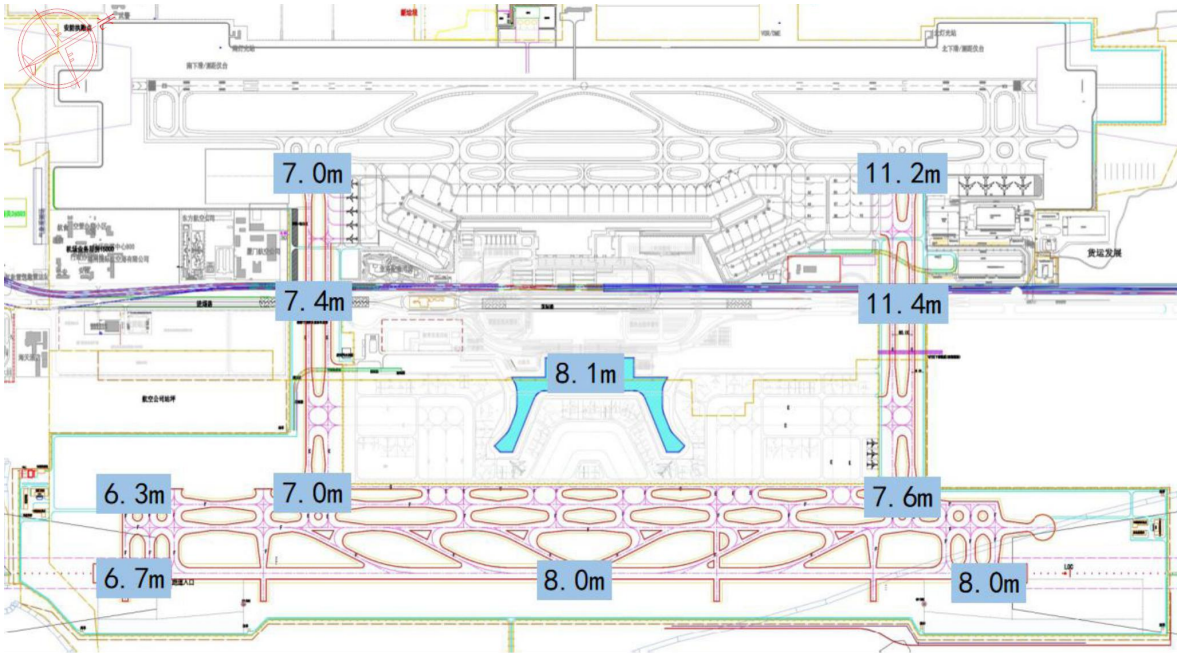


图 2.4-4 机场内控制点标高示意图

对本区按设计标高，采取高挖低填处理，共开挖土石方 259.81 万 m³，回填土石方 465.87 万 m³，填方来源主要为本区净空处理余方、排水工程余方、道路破除余方、航站及附属工程区余方，不足部分拟分别从机场地铁 F1 线和长乐区罗联乡方厝矿区外购土石方和块石料，机场地铁 F1 线主要弃方段为大象山隧道，距机场 36km，方厝矿区距离项目区约 30km，机场地铁 F1 线弃渣和矿区石料产量可满足本项目填方需要。

3）排水工程

根据机场排水工程设计资料，飞行区共新建排水沟 42915m，沟槽开挖土方 49.1 万 m³，沟槽回填土方 11.89 万 m³，余方 37.21 万 m³，余方全部用于飞行区土面区域回填。飞行区土石方挖填情况详见表 2.4-2。

表 2.4-2　飞行区排水沟土石方量分析表（单位：m³）

沟型	长度（m）	断面形式及尺寸	每延米开挖量	每延米回填量	挖方量	回填量	余方量
LC 类钢筋砼盖板暗沟(CGA)	120.5	矩形，宽×深=1.6m×1.2m，壁厚 0.4m	21.73	6.95	2619	838	1781
LC 类钢筋砼盖板明沟(CGM)	2285.2	矩形，宽×深=1.6m×1.2m，壁厚 0.4m	18.11	5.79	41383	13242	28140
LC 类钢筋砼双孔箱涵(C2A)	691.3	矩形，宽×深=1.6m×1.8m，壁厚 0.4m	27.16	8.69	18778	6009	12769
LC 类钢筋砼双孔箱涵(设进水孔)(C2M)	365	矩形，宽×深=1.6m×1.8m，壁厚 0.4m	27.16	8.69	9915	3173	6742
LD 类钢筋砼单孔箱涵(DXA)	65	矩形，宽×深=1.4m×1.6m，壁厚 0.4m	25.35	8.11	1648	527	1121
LD 类钢筋砼盖板暗沟(DGA)	603	矩形，宽×深=1.15m×1.5m，壁厚 0.4m	20.22	6.47	12190	3901	8289
LD 类钢筋砼双孔箱涵(D2A)	30	矩形，宽×深=1.6m×1.8m，壁厚 0.4m	27.16	8.69	815	261	554
LD 类铸铁篦子单孔箱涵(DXM)	602	矩形，宽×深=1.6m×1.2m，壁厚 0.4m	21.73	6.95	13082	4186	8896
LF 类钢筋砼单孔箱涵(FXA)	2124.3	矩形，宽×深=1.4m×1.8m，壁厚 0.4m	25.07	8.02	53265	17045	36220
LF 类钢筋砼盖板暗沟(FGA)	4232	矩形，宽×深=1.6m×1.2m，壁厚 0.4m	21.73	6.95	91965	29429	62536
LF 类钢筋砼双孔箱涵(F2A)	1116	矩形，宽×深=1.6m×1.2m，壁厚 0.4m	21.73	6.95	24252	7761	16491
LF 类铸铁箅子单孔箱涵(FXM)	3992	矩形，宽×深=1.6m×1.2m，壁厚 0.4m	21.73	6.95	86749	27760	58990
LF 类钢筋砼钢箅子明沟(FM)	364	矩形，宽×深=1.6m×1.2m，壁厚 0.4m	16.56	3.78	4303	1076	5379
混凝土梯形明沟（TM）	22069	梯形，底宽 0.8m，深 1.6m，坡比 1:1，壁厚 0.3m	3.61	0	119504	0	119504
混凝土梯形明沟（FGM）	152	梯形，底宽 0.8m，深 1.6m，坡比 1:1，壁厚 0.3m	3.61	0	823	0	823
V 形沟(V)	604	V 形，沟宽 1.5m，沟深 1.5m，坡比 1:0.5，壁厚 0.3m	1.89	0	1712	0	1712
边坡排水沟	3500	矩形，宽×深=0.4m×0.4m，壁厚 0.3m	0.84	0.14	4410	2239	2171
总计	42915				491018	118901	372117

4）道路破拆

本期扩建工程与场地内已有滨海路重叠的路段需破拆，本期工程共需破拆已有道路 3850m，道路路面宽度 25m，路面硬化层厚度按 50cm 计，则路面破拆将产生建筑废料约 4.22 万 m^3，破拆废料经破碎后全部用于飞行区场平回填。

5）房屋拆除

本项目涉及民房拆除 15150m^2，产生建筑垃圾按 0.4m^3/m^2计，则房屋拆除共产生建筑垃圾 0.61 万 m^3，经破碎后用于飞行区场平回填。

（5）航站及附属工程区

1）基坑工程

航站及附属工程区共布设地下室 10.65hm^2，平均开挖深度 6.5m，共开挖土石方 89.92 万 m^3，回填土石方 20.24 万 m^3。

2）场平工程

对本区按设计标高，采取高挖低填处理，共开挖土石方 42.56 万 m^3，回填 90.96 万 m^3，不足土方从本区基坑开挖多余土方调入。

3）管线工程：管线工程包括布设于本区内的输油管线、给水管线及污水管线三部分。①输油管线：新建 DN500 机坪加油管线 9.2km，DN400 机坪加油管线 8.6km，DN300 机坪加油管线 650m；②给水管线：本项目新建 DN500 供水管网 10.5km，改造现有供水管网 2300m；③排水管线：本期工程在航站及附属工程区主进场路东侧新建 10km 污水管线，另改建既有污水管线 3km，管径均为 DN800；在航站及附属工程区新建雨水管网 10km，改造现有雨水管网 5km。根据主设资料并经核算，本项目管线工程开挖土方总量为 18.91 万 m^3，开挖土方就近临时堆存于管沟一侧，待管道敷设完成后用于管沟回填，回填量 12.67 万 m^3，多余土方 6.24 万 m^3 在管道两侧就近平整，计入场平填方。管线工程土石方挖填情况详见表 2.4-3。

表 2.4-3　管线工程土石方统计表（单位：m³）

项目	管网长度及管径			沟槽断面及尺寸	每延米挖方	每延米填方	挖方量	填方量	余方
	新建（m）	改建（m）	管径						
输油管	9200		DN500	梯形，底宽 1.0m，沟深 1.5m，边坡比 1:0.5	2.63	1.76	24150	16181	7970
	8600		DN400	梯形，底宽 0.9m，沟深 1.4m，边坡比 1:0.5	2.24	1.50	19264	12907	6357
	650		DN300	梯形，底宽 0.8m，沟深 1.3m，边坡比 1:0.5	1.89	1.26	1225	821	404
给水管	10500	2300	DN500	梯形，底宽 1.0m，沟深 1.5m，边坡比 1:0.5	2.63	1.76	33600	22512	11088
排水管	20000	8000	DN800	梯形，底宽 1.3m，沟深 1.8m，边坡比 1:0.5	3.96	2.65	110880	74290	36590
合计							189119	126710	62409

（6）货运区

本区场平工程共开挖土方 2.76 万 m³，回填土方 12.92 万 m³，不足部分从场平航站楼基坑开挖多余土方调入。

（7）供油工程区

本区场平工程共开挖土方 1.26 万 m³，回填土方 1.26 万 m³。

（8）空管工程区

本区场内部分共开挖土方 1.1 万 m³，回填 1.1 万 m³，场内平衡；场外部分场平工程开挖土石方 2.87 万 m³，回填土石方 2.87 万 m³。

本工程土石方挖填总量 1831.82 万 m³，其中挖方 788.25 万 m³（含表土剥离 76.23 万 m³），填方 1043.57 万 m³（含表土回覆 76.23 万 m³），借方 255.32 万 m³，均为外购，无余方。本项目外购土石方来源于机场地铁 F1 线（弃方量约 498 万 m³）和福建省长乐区成昶置业有限公司所属长乐区罗联乡方厝矿区（开采年限 2021 年~2031 年，产量 100 万 m³/年）。本方案建议建设单位在后续签订外购土石方合同时，明确外购土石方挖和石料开采过程中的水土流失防治责任由出售方承担。

土石方平衡表见表 2.4-4，土石方流向图见图 2.4-4。

表 2.4-4　土石方平衡情况表（单位：万 m³）

防治分区		工程名称	编号	挖方	填方	调入		调出		外借	余方
						数量	来源	数量	去处		
机场工程区	飞行区	表土	①	59.96	65.04	5.08	⑩ ⑯ ⑱ ⑳				
		淤泥	②	8.69				8.69	⑤		
		软基处理	③	39.55	341.32	70.91	⑧			230.86	
		场平工程	⑤	259.81	465.87	181.6	② ⑥ ⑦ ⑧ ⑪ ⑭			24.46	
		排水工程	⑥	49.10	11.89			37.21	⑤		
		已有道路破拆	⑦	4.22				4.22	⑤		
		净空处理	⑧	168.11				168.11	③ ⑤		
		建筑垃圾	⑨	0.61				0.61	⑤		
		小计		590.05	884.12	257.59		218.84		255.32	
	航站区	表土	⑩	10.89	10.08			0.81	①		
		淤泥	⑪	4.35				4.35	⑤		
		基坑工程	⑫	89.92	20.24			69.68	⑤ ⑬ ⑰		
		场平工程	⑬	42.56	97.23	54.67	⑫⑭				
		管线工程	⑭	18.91	12.64			6.27	⑬		
		净空处理	⑮	18.2				18.2	⑤		
		小计		184.83	140.19	54.67		99.31			
	货运区	表土	⑯	3.11	0.02			3.09	①		
		场平工程	⑰	2.76	12.92	10.16	⑫				
		小计		5.87	12.94	10.16		3.09			
	合计			780.75	1037.25	313.736		312.55		255.32	
供油工程区		表土	⑱	0.4				0.4	①		
		场平工程	⑲	1.26	1.26						
		小计		1.66	1.26			0.4			
空管工程区		表土	⑳	1.87	1.09			0.78	①		
		场平工程	㉑	3.97	3.97						
		小计		5.84	5.06			0.78			
合计				788.25	1043.57	322.42		322.42		255.32	

注：土石方均为自然方。

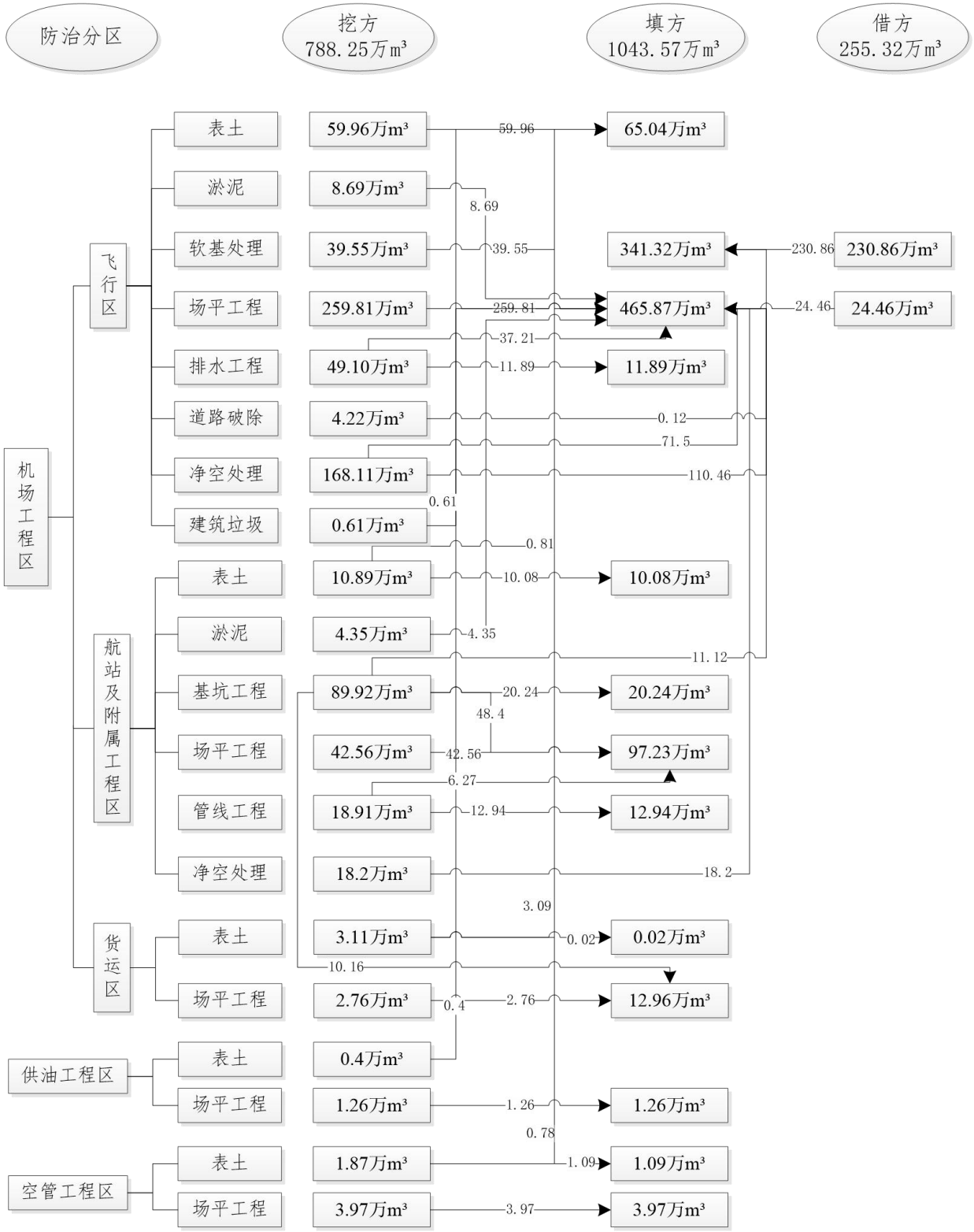


图 2.4-4　土石方流向图

2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建

本项目涉及拆迁房屋 15150m²，海鳗养殖场 21 个。本项目拆迁采用货币补偿方式，搬迁工作由地方政府具体实施。

2.6 施工进度

本项目计划于 2021 年 7 月开工，2025 年 6 月全部建成，总工期为 48 个月。本项目实施进度安排情况见表 2.6-1。

表 2.6-1　施工进度安排表

施工单元	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年
飞行区					
航站及附属工程区					
货运区					
供油工程区					
空管工程区					

2.7 自然概况

2.7.1 地质

福州市位于欧亚大陆板块的东南缘，在大地构造单元上属于闽东火山断坳带，断裂构造极为普遍，北北东向断裂带和北东东向断裂带为区内主干构造。

长乐区位于新华夏构造体系武夷-戴云复式隆起带的东侧与南岭纬向构造复合部位，断裂构造发育。根据《福州长乐国际机场二期扩建工程（陆地部分）初步勘察阶段岩土工程勘察报告》，项目区地层自上而下主要分布为:

①杂填土：灰黑色、黄褐等杂色，松散～稍密，稍湿～湿，主要由粘性土、砂土、碎石等组成，硬杂质含量约占 25%~30%，回填年限约为 20 年。厚 0.3～6.0m，主要分布在与一期工程相接处及现有海堤区域，该土层稳定性较差，均匀性差，属软弱土。

②细砂：灰黄色、褐黄色、易饱和，上部以松散状态为主，下部呈中密状态。成分主要为石英，呈次棱角状，颗分结果显示，粒径 2~0.5mm 颗粒占 0.9%，粒径 0.5~0.25mm 颗粒占 5.3%，粒径 0.25~0.075mm 颗粒占 87.6%，粒径 0.075~0.005mm 颗粒占 2.8%，粒径小于 0.005mm 颗粒占 3.1%。厚 1.1~16.5m，层顶埋深 0.3~4.8m，在场区均有分布。该层具有中等液化、局部严重液化，稳定性较差，均匀性较差，属中软土。

③淤泥质粉质粘土：深灰色、饱和、流塑、以粉/粘粒为主，含少量有机质，夹薄层粉细砂，稍具腥臭味，干强度中等，韧性中等，摇振反应慢，光泽反应稍光

滑，局部相变为粉质粘土。厚 2.6~18.0m，层顶埋深 10.9~18.2m，除个别钻孔缺失外，该层在场区均有分布。该层强度低，属高压缩性土，分布不均，稳定性较差，均匀性差，属软弱土。

④粉质粘土：灰黄、灰褐色，可塑状。以粉、粘粒为主，干强度及韧性中等，无摇振反应，光泽反应稍光滑。厚 2.8~12.4m，层顶埋深 28.7~39.3m，在场区局部区域分布。该层属中压缩性土，工程性能一般，分布不均，稳定性较差，均匀性差，属中软土。

⑤细砂：灰色、灰黄色、饱和、中密。成分主要为石英和长石，石英颗粒呈次棱角状，分选性较好，级配较差，含少量泥质。厚 1.6~12.3m，层顶埋深 16.8~43.8m。该层力学强度较好，工程性一般，稳定性较差，均匀性差，属中软土。

⑥粉质粘土：灰黄、黄褐色、湿、多呈可塑、局部呈硬塑、以粘粉粒为主，干强度及韧性中等，无摇振反应，光泽反应稍光滑，局部相变为粘土。厚 1.7~22.2m，层顶埋深 23.2~46.8m，在场区大部分区域有分布。该层属中压缩性土，工程性能一般，分布不均，稳定性较差，均匀性差，属中软土。

⑦中砂：浅灰色、灰白色、饱和、以中密状态为主，局部为稍密。成分主要为石英和长石，石英颗粒呈次棱角状，分选性较好，级配较差，含少量泥质。厚 2.4~17.9m，层顶埋深 29.4~47.7m，本层在场区局部区域分布。该层工程性能一般，力学强度较好，稳定性较差，均匀性差，属中软土。

⑧残积砂质粘性土：灰白色、灰黄色、湿、可塑~硬塑，主要成分为高岭土及少量石英质中粗砂，粘性低，韧性低，干强度中等，无摇振反应，无光泽反应，岩芯呈砂土状，母岩为花岗岩。厚 3.5~4.5m，层顶埋深 21.6~49.5m。该层工程性质较好，但分布不均，稳定性较差，均匀性差，属中软土。

⑨全风化花岗岩：褐黄色、灰白色，矿物成分主要为长石及石英，长石大部分风化为高岭土，石英含量为 10%~30%，岩芯呈砂土状，手搓易散，浸水易软化，为极软岩，岩体基本质量等级为Ⅴ级。厚 1.5~12.2m，层顶埋深 0~56.8m，局部区域出露。该层工程性质较好，厚度变化较大，稳定性较差，均匀性差，属中硬土。

⑩强风化花岗岩：浅黄色、灰白色、灰绿色，中粗粒花岗结构，散体状构造，主要矿物成分为石英、长石及云母等，长石大部分已风化，岩芯呈砂土~碎屑状，属极软岩，极破碎，岩体基本质量等级为Ⅴ级。厚 0.5~17.0m，层顶埋深 15.7~61.4m，在场区大部分区域有分布。该层工程性质好，稳定性较好，均匀性差，属中硬土。

福清市地质主要受长乐-南澳断裂带控制，以城关-渔溪一线贯穿中部，总地势由西北向东南倾斜。本区中部、西部山丘为株罗纪火山喷出岩，如英安岩、流纹夹安岩、凝灰岩等中性酸岩。东部山地为燕山期侵入岩，有花岗岩、粗晶钟长花岗岩、花岗闪长岩等酸性岩，平原基底为侏罗纪火山喷出岩，其上为第四纪沉积物。

项目区地下水初见水位埋深为 0.50～7.50m，地下水位变化主要受气候的控制，每年 4～7 月份为雨季，大气降水丰沛，是地下水的补给期，其水位会明显上升，而 10 月～次年 3 月为地下水的消耗期，地下水位随之下降，场地地下水年变化幅度受潮汐及周边鱼塘等人工活动影响，一般在 3.0～6.0m 左右，拟建场地地势稍有起伏，海积平原区历史地下水最高水位高程约 5.42m，近 3-5 年最高地下水位高程约为 5.00m。

根据《中国地震动峰值加速度区划图》（GB18306-2015）的有关规定，项目区地震动峰值加速度为 0.10g，抗震设防烈度为 7 度，地震动反应谱特征周期 0.45s。

2.7.2 地貌

福州市长乐区地貌属于低山丘陵区，是东南闽浙低山丘陵的一部分。地势由南部与中部向北部及东部渐次下降。南部、中部低山丘陵蜿蜒起伏。海拔 200~650m，大埔尾部海拔 646.3m，为全境最高点。董凤山、龙腰山横贯境内中部，将全市分隔为东西两大平原，东部为海相沉积的滨海平原，西为闽江的冲积平原。机场工程建设区域为滨海平原地貌，是在沿海岸的残山丘陵地貌基础上，经历第四纪（特别是全新世）以来海积和风积而成。东部和南部毗邻东海。平原地势开阔，沙丘、沙垅发育。机场扩建区域现状地面标高多为 2.83~13.98m，局部残丘地段标高可达 34.0m。

福清市地势由西北向东南倾斜，北大山导航台项目区地貌类型属于低山丘陵，台址区域现状海拔高度为 117.6m，进台道路现状海拔高度为 37.1m~114.3m。

2.7.3 气象

项目区属亚热带海洋性季风气候区，雨量充沛，暖和湿润，夏长少酷暑，冬短少霜雪。根据梅花潮位站（1957 年至今）气象数据，长乐区多年平均气温 19.3℃，≥10℃积温 6957.8℃，多年平均降雨量 1382.3mm，5 年一遇最大 1h 降雨量 0.9mm/min，10 年一遇最大 1h 降雨量 1.053mm/min，多年平均蒸发量 1431.8mm，无霜期 333 天，多年平均风速为 4.1m/s，主导风向为 NNE。雨季时段为 4 月~7 月。福

清市三山镇距离平潭气象站约16.3km，气候条件相似，根据平潭气象站（1953年至今）气象数据，福清市三山镇多年平均气温19.8℃，≥10℃积温6741.2℃，多年平均降雨量1299.8mm，5年一遇最大1h降雨量0.9mm/min，10年一遇最大1h降雨量1.053mm/min，多年平均蒸发量1366.4mm，无霜期348天，多年平均风速为6.1m/s，主导风向为NNE。雨季时段为4月~7月。

表2.7-1　项目区主要气象特征值

序号	项目	单位	长乐区	福清市
1	多年平均气温	℃	19.3	19.8
2	极端最高气温	℃	39.4	41.3
3	极端最低气温	℃	-1.3	-0.8
4	≥10℃的积温	℃	6957.8	6741.2
5	多年平均相对湿度	%	82	83
6	多年平均降雨量	mm	1382.3	1299.8
7	5年一遇最大1h降雨量	mm/min	0.9	0.9
8	10年一遇最大1h降雨量	mm/min	1.053	1.053
9	多年平均蒸发量	mm	1431.8	1366.4
10	无霜期	d	333	348
11	平均风速	m/s	4.1	6.1
12	主导风向		NNE	NNE

2.7.4 水文

机场及其附近区域地表水主要是位于场区东北部的大溜湖，面积0.125km²，场区内还有面积较小的鱼塘，主要用于养殖和农业灌溉。

机场区域及其附近海域的潮汐属于正规半日潮，潮差较大，最大潮差达7.04m，最小潮差1.18m，平均潮差4.46m。潮流均为来复流，最大涨落潮流速可达4节。根据历史潮位资料和梅花潮位站（1957年至今）实测潮位资料统计：历史最高潮位5.09m（出现在1919年8月25日），历史最低潮位-3.62m；历年最高潮位均值3.87m，历年最低潮位均值-3.08m。

福清市主要水系为龙江及其支流，龙江是福清市最大的河流，发源于莆田市的瑞云山，自西向东流经莆田的大洋，至下洲进入福清市境内，继续向东流经福清市的东张、宏路、城关，于海口注入福清湾，流域面积538km²，干流全长62.0km，在福清境内长35.5km，流域面积474km²。龙江上游已建的蓄水工程有东张水库，控制上游流域面积200km²。龙江流域地貌总体呈西北高东南低，西北部位于戴云山脉东

南段，地势较高，海拔一般在 600~1000m；中部为洪积冲积和冲海积小平原；东南部以低山丘陵陵、台地为主，有波状的低山丘陵群分布；东部为滨海丘陵平原区和海域，河谷平坦，河流阶地、漫滩发育，海岛、礁屿星罗棋布，海岸曲折，潮水影响地域较广，高潮水位 6~-7m，低潮水位.1~3m，潮差 3~7m。

2.7.5 土壤

项目区土壤主要为红壤、水稻土和风沙土。地表组成物质主要是砂质黏性土，覆盖层厚度 8-10m，表土层厚度为 20cm 左右，有机质差异较大，风化层较厚，土壤肥沃，土壤抗蚀性较差。项目占地范围内表土可剥离范围包括耕地、园地、林地和草地等，可剥离表土总面积为 381.13hm²。

2.7.6 植被

项目区植被类型属于亚热带常绿阔叶林带，常见的植被种类：乔木有马尾松、大麻黄、银桦、美洲松、榕树、樟树等；灌木有姚金娘、野牡丹、杜鹃、油茶、盐肤木、野漆木、黄端木、竹子等；草木有箕骨、芊毛骨、野枯草、五节芒、山油麻、胡枝子、小果蔷薇、铺地锦；果树有柑橘、桃、枇杷、龙眼、橄榄等。项目区现状林草覆盖率约 38.21%。

2.7.7 水土流失状况

根据《中国水土保持区划》，项目区属南方红壤区-浙闽山地丘陵区-闽东南沿海丘陵平原人居环境维护水质维护区，容许土壤流失量为 500t/(km²·a)，土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，项目区背景土壤侵蚀模数 336t/(km²•a)，土壤侵蚀强度为微度。

2.7.8 水土保持敏感区

根据《全国水土保持规划（2015-2030 年）》和《福建省水土保持规划（2016~2030 年）》，机场工程所在的福州市长乐区不在国家级或省级水土流失重点防治区范围内；北大山导航台所在的福州市福清市三山镇属于福建省水土流失重点治理区。

根据主体设计文件及项目相关支持性材料，本项目占用长乐区辖区内的大鹤省级森林公园 3340m²。2019 年土地性质由农用非林地变更为国有建设用地，划拨给福州市长乐区土地发展中心使用，并办理不动产权证，2020 年获福建省林业局同意，福建省机关事务管理局批准其土地征收补偿方案（详见附件 3）。根据《福州市生态环境局关于福州长乐国际机场二期扩建工程（机场工程）环境影响报告书的审查意

见》（榕环评[2021]8 号），从环境影响角度分析，项目建设可行，同意按照《福州长乐国际机场二期扩建工程（机场工程）环境影响报告书》所列的建设项目地点、选址、规模以及环境保护对策措施进行建设。大鹤森林公园与本工程位置关系见图 2.7-1。

图 2.7-1　大鹤森林公园与本工程位置关系图

本项目新建北大山导航台位于福清市三山镇北大山，涉及拟划定的陆域生态红线 3.6954hm²，不属于自然保护地核心区，福建省在 2020 年生态红线评估中已将其调出（详见附件 2、附件 4）。根据环境影响报告书，该生态红线不涉及水源涵养、生物多样性维护、水土保持和防风固沙 4 类生态功能极重要区域，符合生态红线保护要求。

3 项目水土保持评价

3.1 主体工程选址（线）水土保持评价

根据《中华人民共和国水土保持法》关于生产建设项目相关制约性的规定，本工程选址与《水土保持法》制约因素对照分析与评价结果详见表 3.1-1。

表 3.1-1 与《水土保持法》相符性分析

序号	水土保持限制和约束性规定	本工程情况	分析评价
1	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。	本工程不在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石。	符合规定
2	第十八条：水土流失严重、生态脆弱的地区，应当限制或者禁止可能造成水土流失的生产建设活动，严格保护植物、沙壳、结皮、地衣等	本工程林草植被覆盖率较高，水热条件好，不属于水土流失严重、生态脆弱地区。	符合规定
3	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。	本项目涉及福建省水土流失重点治理区，鉴于无法避让，本方案采用南方红壤区水土流失防治一级标准，提出了优化施工工艺、减少地表扰动和植被破坏范围、提高水土保持措施标准的要求。项目建设布局紧凑，扰动范围严格控制在红线范围内，不新增临时占地；开挖土石方全部回填利用，无永久性弃渣。	符合规定

对照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）规定和要求，本工程选址（线）水土保持评价见表 3.1-2。

表 3.1-2 与《生产建设项目水土保持技术标准》相符性分析

序号	GB50433-2018 的约束性条件	本工程情况	分析评价
1	选址（线）应避让水土流失重点预防区和重点治理区。	本项目涉及福建省水土流失重点治理区，鉴于无法避让，本方案采用南方红壤区水土流失防治一级标准，提出了优化施工工艺、减少地表扰动和植被破坏范围、提高水土保持措施标准的要求。项目建设布局紧凑，扰动范围严格控制在红线范围内，不新增临时占地；开挖土石方全部回填利用，无永久性弃渣。	符合规定
2	选址（线）应避让河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带。	本工程不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带。	符合规定
3	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。	本项目不涉及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。	符合规定

综上，本项目选址基本符合水土保持法律、法规及标准规范要求。

3.2 建设方案与布局水土保持评价

3.2.1 建设方案评价

对照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）对本项目建设方案的水土保持分析评价详见表 3.2-1。

表 3.2-1　工程建设方案分析评价

要求内容	分析评价	结论与建议
1、公路、铁路工程填高大于 20m，挖深大于 30m 的，应进行桥隧替代方案论证；路堤、路堑在保证边坡稳定的基础上，应采用植物防护或工程与植物防护相结合的设计方案。	本项目为机场扩建工程，不属于公路、铁路工程，且项目区道路不存在填高大于 20m，挖深大于 30m 的情况。	符合要求
2、城镇区的建设项目应提高植被建设标准，注重景观效果，配套建设灌溉、排水和雨水利用设施。	本项目涉及福州市长乐区城市区域，雨水充足，项目提高了植被建设标准，注重景观效果，设计了排水设施。	符合要求
3、山丘区输电工程塔基应优先考虑不等高础，经过林区的采用加高杆塔跨越方式。	本项目不涉及。	符合要求
4、对无法避让水土流失重点预防区和治理区的项目，应优化方案，减少工程占地和土石方量；截排水工程、拦挡工程的工程级别和防洪标准应提高一级；宜布设雨洪集蓄、沉沙设施；应提高植物措施标准，提高林草覆盖率 1~2%。	本项目涉及福建省水土流失重点治理区，鉴于无法避让，本方案采用南方红壤区水土流失防治一级标准，提高了截排水工程等级，提高了防洪标准，提高了植物措施标准，林草植被覆盖率提高了 2%。项目区雨水充沛，方案布设了排水、沉沙设施。方案提出了优化施工工艺、减少地表扰动和植被破坏范围、提高水土保持措施标准的要求。项目建设布局紧凑，扰动范围严格控制在红线范围内，不新增临时占地；开挖土石方全部回填利用，无永久性弃渣。	符合要求

根据主体设计文件及项目相关支持性材料，本项目占用长乐区辖区内的大鹤省级森林公园 3340m²。2019 年土地性质由农用非林地变更为国有建设用地，划拨给福州市长乐区土地发展中心使用，并办理不动产权证，2020 年获福建省林业局同意，福建省机关事务管理局批准其土地征收补偿方案（详见附件 3）。根据《福州市生态环境局关于福州长乐国际机场二期扩建工程（机场工程）环境影响报告书的审批意见》（榕环评[2021]8 号），从环境影响角度分析，项目建设可行，同意按照《福州长乐国际机场二期扩建工程（机场工程）环境影响报告书》所列的建设项目地点、选址、规模以及环境保护对策措施进行建设。

本项目新建北大山导航台位于福清市三山镇北大山，涉及拟划定的陆域生态红

线3.6954hm²，但台站建设区域不属于自然保护地核心区，且福建省在2020年生态红线评估中已将其调出（详见附件2、附件4）。根据《福州长乐国际机场二期扩建工程（机场工程）环境影响报告书》和《福州长乐国际机场二期扩建空管工程环境影响报告书》，“本工程占地不涉及水源涵养、生物多样性维护、水土保持和防风固沙4类生态功能极重要区域，以及水土流失生态环境极敏感区域，符合生态红线保护要求。”

综上，工程建设方案与布局较为合理，符合水土保持要求。

3.2.2 工程占地评价

本项目征占土地已取得福州长乐国际机场二期扩建工程用地预审与选址意见书，本工程用地指标符合《民用航空运输机场工程项目建设用地标准》（建标[2011]157号）规定要求。

本项目总占地面积592.04hm²，均为永久占地，其中新增占地405.19hm²，利用既有机场用地186.85hm²。占地类型包括林地167.11hm²、耕地154.91hm²、其他土地104.31hm²、草地58.32hm²、水域及水利设施用地52.08hm²、交通运输用地46.09hm²、工矿仓储用地6.91hm²、住宅用地1.52hm²、园地0.79hm²，已获得福建省用地预审批复文件。

本项目现有对外交通成熟，主体已设计了排水、供电、工程边坡防护。施工用水、用电可直接利用机场现有供水、供电系统。方案设计了生产生活区、施工道路、临时堆土场，均布置在永久占地范围内，无临时占地，减少了扰动范围。

综上所述，本项目工程占地符合节约用地和减少扰动的要求。

3.2.3 土石方平衡评价

土石方平衡：本工程土石方优化后，挖填总量1831.82万m³，其中挖方788.25万m³（含表土剥离76.23万m³），填方1043.57万m³（含表土回覆76.23万m³），借方255.32万m³，均为外购，无余方。工程填筑料首先考虑充分利用开挖料，通过平衡调配，实现开挖土方全部综合利用，符合水土保持要求。

土石方调运：根据主体工程施工工期安排，机场工程、空管工程和供油工程施工工序均可独立平行施工，为区间土方调配提供条件，不存在时间节点和时序不满足土方调配要求的现象。工程土石方调运节点适宜、时序可行，且尽可能减小了运距。

表土保护与利用：表土资源属于宝贵资源，且项目区内有可以利用的表土，所

以工程建设过程中应合理规划利用表土资源。表土剥离范围主要针对占地范围内的耕地、林地、草地及园地，剥离表土面积为 381.13hm²，共剥离表土 76.23 万 m³，剥离的表土集中堆存于临时堆土区。施工过程中，通过采取临时拦挡、覆盖措施，使表土资源得到较好的保护；施工结束后随着植物措施的实施，剥离的表土全部用作绿化覆土，表土资源利用充分。

本工程余方：本工程挖方全部综合利用，无余方。

本工程借方：本项目需外借土石方 255.32 万 m³，外借土石方来源于机场地铁 F1 线（建设期 2020 年~2024 年，弃方量约 498 万 m³）和福建省长乐区成昶置业有限公司所属长乐区罗联乡方厝矿区（开采期 2021~2031 年，产量 100 万 m³/年）（土石方利用协议详见附件 8）。机场地铁 F1 线主要弃方段为大象山隧道，距机场 36km，方厝矿区距离项目区约 30km。机场地铁 F1 线已于 2020 年 1 月开工，地铁全线分段施工，目前大象山隧道暂未施工，其余区段开挖产生的土石方在地铁项目设置的临时转运场地内堆存，本项目可根据需要随时调运。机场地铁 F1 线建设期和方厝矿区开采期均可与本工程建设工期衔接，上述来源土石方量充足，能够满足本项目填方需要。本方案建议建设单位在后续签订外购土石方合同时，明确外购土石方开挖和石料开采过程中的水土流失防治责任由出售方承担。

临时堆土：本工程共设 4 处临时堆土场和 1 处淤泥干化场，总占地面积 37.66hm²。临时堆土场和淤泥干化场结合施工时序均布设在项目永久占地范围内，避免了场外新增占地，减少了扰动地表面积。其中：1#临时堆土场位于航站区停车楼北侧，占地面积 7.23hm²，最大堆高 3.0m，堆存数量 20.24 万 m³，用于堆存航站楼基坑开挖临时堆土，最大运距约 1.2km，平均运距 0.45km。2#临时堆土场位于飞行区南侧土面区，占地面积 13.15hm²，最大堆高 3.0m，堆存数量 44.95 万 m³，用于堆存飞行区南侧区域剥离表土，最大运距约 1.5km，平均运距 0.92km。3#临时堆土场位于飞行区北侧土面区，占地面积 10.56hm²，最大堆高 3.0m，堆存数量 30.0 万 m³，用于堆存飞行区北侧区域剥离表土，最大运距约 1.3km，平均运距 0.86km。4#临时堆土场位于北大山导航台空闲区域，占地面积 0.65hm²，最大堆高 3.0m，堆存数量 1.28 万 m³，用于堆存导航台区剥离表土及基础开挖临时堆土，运距小于 100m。淤泥干化场位于飞行区东南侧滨海路西侧低洼区域，占地面积 6.07hm²，最大堆高 1.2m，堆存数量 13.04 万 m³，外侧设 1.2m 高袋装土挡墙，内部设土埂，网格状布置，将淤泥通过排泥管输送至淤泥干化场后，添加水泥类固化

剂进行分批固化处理，经晾晒后用于飞行区土面区填方。从占地面积、堆放位置、堆放数量和施工管理等方面分析，临时堆土场和淤泥干化场设置无制约性因素。

综合分析，本工程通过统筹调配实现土石方挖、填总量平衡，符合水土保持要求。各区土石方开挖、填筑过程是易于造成水土流失的重要环节，应加强水土流失防护。

3.2.4 取土（石、砂）场设置评价

本工程不设置取土（石、渣、灰、矸石、尾矿）场。

3.2.5 弃土（石、渣、灰、矸石、尾矿）场设置评价

本工程不设弃土（砂、石、土、矸石、尾矿、废渣）场。

3.2.6 施工方法与工艺评价

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）规定，对施工方法与工艺进行逐条分析评价，详见表 3.2-3。

表 3.2-3　施工方法与工艺评价表

序号	标准要求内容	本项目情况	符合性分析
1	应控制施工场地占地，避开植被相对良好的区城和基本农田区。	本项目施工场地均布置在红线内，不新增临时占地。	符合要求
2	应合理安排施工，防止重复开挖和多次倒运，减少裸露时间和范围。	施工准备期先进行施工场地平整；施工建设期，填方缺口优先从基础开挖就近调运。这样既避免重复开挖和多次倒运，又缩短运距，减少裸露时间和范围，减少运输过程中的水土流失。	符合要求
3	在河岸陡坡开挖土石方，以及开挖边坡下方有河渠、公路、铁路、居民点和其他重要基础设施时，宜设计渣石渡槽、溜渣洞等专门设施，将开挖的土石导出。	本工程不涉及河岸陡坡开挖土石方。	符合要求
4	弃土、弃石、弃渣应分类堆放。	本工程不产生弃土、弃石、弃渣。	符合要求
5	外借土石方应优先考虑利用其他工程废弃的土(石、渣)，外购土(石、料)应选择合规的料场。	本工程需要外购碎石 255.32 万 m^3，建设单位已充分考虑其他工程的土石方综合利用，但是项目周边无符合要求的其他工程废弃块石。建设单位已与机场地铁 F1 线和福建省长乐区成昶置业有限公司所属长乐区罗联乡方厝矿区（合规矿区）达成外购土石方意向。后续签订外购土石方合同时，明确外购土石方的水土流失防治责任归销售方。	符合要求
6	大型料场宜分台阶开采，控制开挖深度。爆破开挖应控制装药量和爆破范围	本工程不涉及料场。	符合要求

序号	标准要求内容	本项目情况	符合性分析
7	工程标段划分应考虑合理调配土石方，减少取土(石)方、弃土(石、渣)方和临时占地数量。	主体工程经过竖向设计，较合理的调配土方，开挖土方全部综合利用。无弃方。工程土建施工均在永久占地范围内，不涉及临时占地。	符合要求

（1）施工组织分析评价

主体工程设计施工进度按先土建、后安装调试的工序进行安排，处理好各阶段的关系，布置遵循因地制宜、施工运输方便、易于管理、安全可靠和经济适用的原则，充分考虑工程特点，尽量结合工程区地形条件，力求紧凑、统筹规划。建设单位应委托有经验的施工队伍进行施工，强化施工组织管理，在保证优质工程的同时，尽量减少新增水土流失。

施工道路布置：根据施工布置，本工程施工交通充分利用现有道路，避免由于新建道路而造成的水土流失、土地资源和植被破坏等。

施工场地布置：本工程施工场地布置在工程永久占地范围内，不涉及植被相对良好的区域和基本农田。施工总布置采取分段集中和分散相结合的方式分区布置，施工分区规划及分区布置本着“以建设内容划分片区，各片区根据工程项目特性分施工区进行规划布置，便于实施有效管控”的原则，工区划分根据重大建筑物的分布特点、现有进场交通条件、土石方开挖与利用平衡等多方面综合考虑，分工区进行施工规划后进行本工程的施工总体布置。

表土剥离及临时堆土区布置：本工程施工前，对占地范围内的耕地、林地、部分草地及园地进行表土剥离，工程布设了 4 处临时堆土场和 1 处淤泥干化场，剥离的表土、淤泥以及基坑开挖土方集中堆放在临时堆土场和淤泥干化场，临时堆土区布置在工程永久占地范围内，并采取临时拦挡、苫盖、排水、沉沙等措施。

（2）施工方法分析与评价

本工程土石方施工以机械施工为主，人力施工为辅，分片流水作业。填方按照工程施工及验收规范要求组织，挖填施工按不同地基处理工艺要求分片区分层填筑，强夯或机械夯实，挖填施工不全面铺开，以尽量减少裸露面积，减少水土流失量。填筑土方时应随挖、随运、随填、随压。土（石、料）方在运输过程中避免装载过满，且应用篷布遮盖，防止沿途散溢。

（3）施工时序合理性分析与评价

按照主体工程施工进度安排，基础开挖、土方填筑等要经过雨季，无疑会加剧

施工期的水土流失。建议工程在下阶段设计中，细化施工进度，在不影响工程的前提下，尽量将基础开挖、回填等施工项目安排在侵蚀较轻的季节，避免集中降雨对施工的影响，同时也避免水土流失的加剧，从而确保工程质量与施工安全，加快工程施工进度。根据主体工程施工进度，土石方挖填完成后，应及时采取防护措施，减少地表裸露时间。从水土保持角度分析，本工程施工进度是合理的。

综上所述，本项目施工临时场地均布置于永久占地内，不新增临时占地，施工布置合理；主体工程通过合理安排施工时序，充分利用开挖方，减少外借方；尽量安排交叉施工，以缩短施工工期，有利于减少施工过程中的水土流失，符合水土保持要求。

3.2.7 主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价

本项目在主体工程设计中，已设计了部分具有水土保持功能的工程，这些工程在保护主体工程安全的同时，对防治水土流失起到了积极的作用。但是从贯彻《水土保持法》和有关法律法规的角度出发，主体设计中具有水土保持功能的工程不能够全面有效预防工程建设产生的水土流失，必须进一步全面提出完善的水土流失防治措施体系。下面对各分区具有水土保持功能的工程进行分析评价，并提出补充完善意见。

（1）飞行区

飞行区主体工程设计具有水土保持功能的措施有：表土剥离、土地整治、表土回覆、排水工程、方格型骨架护坡、挡土墙、撒播草籽、护坡植草等。

1）表土剥离

施工前对扰动范围内的耕地、林地、草地及园地进行表土剥离，剥离厚度为0.2m，剥离面积299.79hm²，共剥离表土59.96万m³。

2）土地整治

施工结束后，对飞行区土面绿化区域在表土回覆后进行土地整治。土地整治内容包括场地清理、平整。整地方式采用机械全面整地，平整后表面坡度小于5度，然后对地面进行耙松，耕深为0.2~0.3m，达到撒播草种条件。本区共需进行土地整治259.56hm²。

3）表土回覆

施工结束后，对绿化区域回覆表土，以便恢复绿化，本区回覆表土面积259.56hm²，回覆厚度0.25m，共回覆表土65.04万m³。

4）排水工程

主体工程设计在跑道与平滑道之间设钢筋混凝土盖板明、暗沟或双孔箱涵（穿越道面部分为飞机荷载盖板暗沟或双孔箱涵）；其他土质地区设置混凝土梯形明沟；在下滑台保护区内采用汽车荷载钢筋混凝土盖板明沟。共新建排水工程42.915km。

5）方格型骨架植草护坡

主体设计对高差超过2m的挖方边坡采用方格网骨架护坡，同时在坡顶、坡脚进行护砌，方格网骨架及护砌采用C20混凝土，尺寸为1.5 m×1.5 m，框梁表面与坡体坡面平行，坡比为1:2，网格骨架断面尺寸为0.25 m×0.25 m，网格每隔10 m于肋柱处设置一条伸缩缝。施工完毕后，在框格内回填表土后撒播草籽绿化。本区共采取方格型骨架护坡7.21hm²，共需C20混凝土3.21万m³，撒播草籽面积5.30hm²。

6）植草护坡

主体设计在填方边坡及高度不超过2m的挖方边坡采取坡面植草防护措施，坡比为1:2，本区共设置植草护坡5.01hm²。

7）撒播草籽

根据机场净空和防治鸟害的特殊要求，飞行区不宜种植高大乔木，本方案设计在跑道周边土面区撒播草籽进行绿化。由于飞行区飞机起降温度较高，会对跑道周边草坪产生损害，因此该区要选取耐热、固土效果好、耐盐碱等草籽。该区草籽选取野牛草，播种量100kg/hm²，场地内共计撒播野牛草草籽249.25hm²，播种量24925kg。

8）挡土墙

飞行区第二跑道外侧东南部局部岩质挖方边坡、第二跑道内侧东北部局部土质挖方边坡及北垂滑外侧填方边坡受用地红线控制采用挡墙支护。其中第二跑道外侧岩质挖方边坡采用锚杆格构挡墙支护，支护面积1111m²，第二跑道内侧东北部及北垂滑外侧边坡采用重力式或衡重式挡墙支护，挡墙工程量13946 m³。

水土保持评价：飞行区施工前剥离表土；施工过程中布设场地排水设施，包括钢筋混凝土盖板明、暗沟或双孔箱涵、混凝土梯形铺砌明沟、混凝土预制块V形沟等，在飞行区东部边界处实施方格型骨架植草护坡，在飞行区第二跑道外侧东南部局部岩质挖方边坡、第二跑道内侧东北部局部土质挖方边坡及北垂滑外侧填方边坡受用地红线控制采用挡墙支护；施工结束后，对飞行区土面区域进行土地整治并回

覆表土，植草绿化，对边坡实施植草护坡措施。

从水土保持角度考虑，主体工程设计中的表土剥离、土地整治、表土回覆、排水工程、方格型骨架护坡等工程措施不仅可以保障安全运行，而且可以控制水土流失，具有水土保持功能，满足水土保持要求，界定为水土保持措施；飞行区设撒播草籽、护坡植草等植物措施既满足景观要求，也可控制水土流失，具有水土保持功能，满足水土保持要求，界定为水土保持措施；主体工程设计中挡土墙具有水土保持功能，但不界定为水土保持措施。

（2）航站及附属工程区

航站及附属工程区主体工程设计具有水土保持功能的措施有：表土剥离、土地整治、表土回覆、雨水管网、园林绿化等。

1）表土剥离

施工前对扰动范围内的耕地、林地和草地进行表土剥离，剥离厚度为 0.2m，剥离面积 54.44hm²，共剥离表土 10.89 万 m³。

2）土地整治

施工结束后，对航站及附属工程区绿化区域在表土回覆后进行土地整治。土地整治内容包括场地清理、平整。整地方式采用机械全面整地，平整后表面坡度小于 5 度，然后对地面进行耙松，耕深为 0.2~0.3m，达到撒播草种条件。本区共整治土地 33.6hm²。

3）表土回覆

施工结束后，绿化区域回覆表土，以便恢复绿化，本区回覆表土面积 33.6hm²，回覆厚度 0.3m，共回覆表土 10.08 万 m³。

4）排水工程

航站及附属工程区排水工程为主体设计措施，其雨水排放主要采用雨污分流制，为顺畅排除场区雨水，拟在场区内布设雨水管网系统，采用管道组织排水，地面雨水由雨水口集水，经雨水管道排入场外市政管网，沿航站及附属工程区循环路敷设雨水管网，雨水管管径采用 DN600-DN1200，经统计，本期工程新设雨水管长约 10km，改造雨水管长约 0.5km。

5）园林绿化

主体工程设计的航站及附属工程区需景观绿化面积 33.6hm²，采用标准园林景观绿化效果设计，绿化类型以乔木、灌木和草坪相结合的形式，乔木株距 6m，灌木树

种株距 3m，草皮采用满铺的方式。本方案植物措施布置遵循点、线、面相结合的方式，以满足水土保持要求和机场运行安全为基准，主要采用草本和低矮灌木进行绿化，辅以乔木进行点缀，落叶与常绿交叉、多彩树种与各种开花植被融合，打造机场绿地精品。其中种植大叶榕 2080 株、鸡冠刺桐 2354 株、香樟 2559 株、桂花 2150 株、杜鹃 4350 株、四季含笑 3800 株、三角梅 1200 株、红背桂 685 株、小叶榄仁 1368 株、结缕草草皮 33.6hm²。

水土保持评价：航站及附属工程区施工前剥离表土；施工过程中埋设永久雨水管网；施工结束后，进行土地整治并回覆表土，植乔灌草绿化美化。

从水土保持角度考虑，航站及附属工程区内设表土剥离、土地整治、表土回覆、排水工程等工程措施不仅可以保障安全运行，而且可以控制水土流失，具有水土保持功能，满足水土保持要求，界定为水土保持措施；航站及附属工程区内的园林绿化既满足景观要求，也可控制水土流失，具有水土保持功能，满足水土保持要求，界定为水土保持措施。

（3）货运区

货运区主体工程设计具有水土保持功能的措施有表土剥离、土地整治、表土回覆、雨水管网、园林绿化。

1）表土剥离

施工前对扰动范围内的耕地、林地和草地进行表土剥离，剥离厚度为 0.2m，剥离面积 15.53hm²，共剥离表土 3.11 万 m³。

2）土地整治

施工结束后，对货运区土面绿化区域在表土回覆后进行土地整治。土地整治内容包括场地清理、平整。整地方式采用机械全面整地，平整后表面坡度小于 5 度，然后对地面进行耙松，耕深为 0.2~0.3m，达到撒播草种条件。本区共需进行土地整治 0.06hm²。

3）表土回覆

施工结束后，对绿化区域回覆表土，以便恢复绿化，本区回覆表土面积 0.06hm²，回覆厚度 0.3m，共回覆表土 0.02 万 m³。

4）排水工程

货运区排水为主体设计措施，其雨水排放主要采用雨污分流制，为顺畅排除场区雨水，拟在场区内布设雨水管网系统，采用管道组织排水，地面雨水由雨水口集

水，雨水口收集后经雨水管道排入场外河涌，沿货运区道路敷设雨水管网，雨水管管径采用 DN600-DN2000，经统计，需埋设雨水管长约 1200m。

5）园林绿化

主体工程设计的货运区需景观绿化面积 0.06hm²，采用标准园林景观绿化效果设计，货运区道路两侧红线内绿化带面积 0.06hm²，绿化类型以乔木、灌木和草坪相结合的形式，乔木株距 6m，灌木树种株距 3m，草皮采用满铺的方式，主体设计已计列投资。其中种植大王椰子 10 株、大叶紫薇 10 株、龙船花 40 株、红背桂 40 株、结缕草草皮 0.06hm²。

水土保持评价：货运区施工前剥离表土；施工过程中埋设永久雨水管网；施工结束后，进行土地整治并回覆表土，植乔灌草绿化美化。

从水土保持角度考虑，货运区内设表土剥离、土地整治、表土回覆、排水工程等工程措施不仅可以保障安全运行，而且可以控制水土流失，具有水土保持功能，满足水土保持要求，界定为水土保持措施；货运区内的园林绿化既满足景观要求，也可控制水土流失，具有水土保持功能，满足水土保持要求，界定为水土保持措施。

（4）供油工程区

供油工程区主体工程设计具有水土保持功能的措施有表土剥离和排水工程。

1）表土剥离

为充分利用和保护表土资源，施工前对本区建设占用的林地进行表土剥离，剥离厚度为 0.2m，剥离面积 2.00hm²，共剥离表土 0.40 万 m³。

2）排水工程

供油工程区排水为主体设计措施，其雨水排放主要采用雨污分流制，为顺畅排除场区雨水，拟在场区内布设雨水管网系统，采用管道组织排水，地面雨水由雨水口集水，雨水口收集后经雨水管道排入场外河涌，沿道路敷设雨水管网，雨水管管径采用 DN600-DN2000，经统计，需埋设雨水管长约 600m。

水土保持评价：施工前，供油站（管线部分纳入航站及附属工程区）剥离表土，施工过程中埋设永久雨水管网。

从水土保持角度考虑，供油工程区内设表土剥离、排水措施不仅可以保障安全运行，而且可以控制水土流失，具有水土保持功能，满足水土保持要求，界定为水土保持措施。

（5）空管工程区

空管工程区主体工程设计具有水土保持功能的措施有：表土剥离、土地整治、表土回覆、排水工程、人字型骨架植草护坡、园林绿化、护坡植草等。

1）表土剥离

施工前对施工扰动范围内的可剥离表土进行表土剥离，剥离厚度为 0.2m，剥离面积 9.37hm²，共剥离表土 1.87 万 m³。

2）土地整治

施工结束后，对施工迹地采取清除建筑垃圾及大块石，土地平整等措施，本区共整治土地 1.85m²。

3）表土回覆

施工结束后，对施工迹地回覆表土，以便恢复绿化，本区回覆表土面积 3.64hm²，回覆厚度 0.3m，共回覆表土 1.09 万 m³。

4）排水工程

①场内雨水管网

空管工程区排水工程为主体设计措施，其雨水排放主要采用雨污分流制，为顺畅排除场区雨水，拟在场区内布设雨水管网系统，采用管道组织排水，地面雨水由雨水口集水，经雨水管道排入市政管网，沿道路敷设雨水管网，雨水管管径采用 DN600-DN2000，经统计，需埋设雨水管长约 4000m。

②进台道路排水沟

主体工程在挖方路段、路堤高度小于边沟深度的填方路段、耕地区域填方路段以及傍山段路堤靠山一侧的坡脚处均设置边沟。挖方边沟采用 0.4m × 0.4m 矩形边沟，C20 现浇混凝土厚度 15cm。对于高边坡挖方路段，需在坡顶处设置截水沟，截水沟采用 0.5m × 0.5m 梯形水沟，坡比 1:1，C20 现浇混凝土厚度 20cm。对于填方段占用原有排水沟及填方影响路基两侧排水时设排水沟，排水沟的尺寸采用矩形 0.4m × 0.4m，C20 现浇混凝土厚度 15cm。共新建排水沟 2909m。

③人字形骨架喷播植草护坡

主体工程设计在高差大于 2m 的挖方边坡区域布设人字型骨架植草护坡，竖向肋条间距 2m，人字骨架间距 1.5m，网格骨架断面尺寸为 0.25m × 0.25m，每隔 100m 设置流水槽，框格梁表面与坡体坡面平行，坡比 1:0.5，人字形护坡骨架采用 $M_{7.5}$ 浆砌片石砌筑，护坡骨架施工完毕后，在框格内部土质区域进行喷播植草绿化。共设

置人字形骨架喷播植草护坡 0.05hm²，需 $M_{7.5}$ 浆砌片石 49.7m³，护坡框格内喷播植草 0.04hm²。

④喷播植草

主体工程设计在填方边坡及高差小于 2m 的挖方边坡坡面采取喷播植草护坡措施，挖方边坡坡比 1:0.5，填方边坡坡比 1:1.5，喷播植草面积共计 1.75hm²。

⑤园林绿化

主体工程设计的空管工程区需园林绿化面积 1.85hm²，采用标准园林景观绿化效果和防火树种设计，乔木株距 6m，灌木树种株距 3m，草皮采用满铺的方式。其中种植香樟 220 株、大叶紫薇 396 株、福建山樱花 825 株、结缕草草皮 1.85hm²。

水土保持评价：空管工程区施工前剥离表土；施工过程中沿北大山导航台进台道路坡脚布设排水沟，边坡设置人字形骨架喷播植草护坡；施工结束后，进行土地整治并回覆表土，进台道路边坡喷播植草，在空管小区和北大山导航台空地植乔灌草绿化美化。

从水土保持角度考虑，空管工程区内设表土剥离、土地整治、表土回覆、排水工程、人字形骨架护坡等工程措施不仅可以保障安全运行，而且可以控制水土流失，具有水土保持功能，满足水土保持要求，界定为水土保持措施；空管工程区内的园林绿化和喷播植草既满足景观要求，也可控制水土流失，具有水土保持功能，满足水土保持要求，界定为水土保持措施。

3.3 主体工程设计中水土保持设施界定

3.3.1 水土保持措施界定原则

按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），水土保持方案中水土保持工程的界定应符合下列原则:

（1）主导功能原则

以防治水土流失为目标的工程为水土保持工程；以主体设计功能为主，同时具有水土保持功能的工程，不作为水土保持工程。

（2）责任区分原则

对建设项目临时征、占地范围内的各项防护工程均作为水土保持工程。

（3）试验排除原则

难以区分以主体设计功能为主或以水土保持功能为主的工程，主体设计功能仍

旧可以发挥作用，但会产生较大的水土流失，此类工程应作为水土保持工程。

3.3.2 水土保持措施界定

按照“水土保持界定三原则”对主体工程设计中的水土保持工程进行界定，并将主体工程中具有水土保持功能的工程纳入水土保持措施体系，对不足部分进行补充和提出建议，以形成完整、科学的水土保持措施防治体系。根据水土保持界定原则，主体设计中具有水土保持功能并界定为水土保持工程的措施包括表土剥离、土地整治、表土回覆、排水工程、边坡防护、绿化工程等，本项目主体工程设计的具有水土保持功能的防治措施详见表 3.3-1。主体工程设计中的工程措施和植物措施能够较好的起到控制水土流失的作用，满足水土保持要求，本方案无需新增工程措施和植物措施，仅需补充施工过程中的临时排水沟、临时沉沙池、临时苫盖、临时拦挡、临时撒播草籽等临时措施。

表 3.3-1　主体工程中具有水土保持功能的措施工程量及投资一览表

分区		措施类型	措施名称	单位	数量	投资（万元）
机场工程区	飞行区	工程措施	表土剥离	万 m^3	59.96	558.23
			土地整治	hm^2	259.56	332.24
			表土回覆	万 m^3	65.04	305.69
			LC 类钢筋砼盖板暗沟(CGA)	m	120.5	60.25
			LC 类钢筋砼盖板明沟(CGM)	m	2285.2	959.78
			LC 类钢筋砼双孔箱涵(C2A)	m	691.3	967.82
			LC 类钢筋砼双孔箱涵(设进水孔)(C2M)	m	365	547.5
			LD 类钢筋砼单孔箱涵(DXA)	m	65	29.25
			LD 类钢筋砼盖板暗沟(DGA)	m	603	295.47
			LD 类钢筋砼双孔箱涵(D2A)	m	30	36
			LD 类铸铁箅子单孔箱涵(DXM)	m	602	662.2
			LF 类钢筋砼单孔箱涵(FXA)	m	2124	2761.59
			LF 类钢筋砼盖板暗沟(FGA)	m	4232	2539.2
			LF 类钢筋砼双孔箱涵(F2A)	m	1116	2120.4
			LF 类铸铁篦子单孔箱涵(FXM)	m	3992	6387.2
			LF 类钢筋砼钢篦子明沟(FM)	m	364	509.6
			混凝土梯形明沟（TM）	m	22069	5517.25
			混凝土梯形明沟（FGM）	m	152	34.96
			V 形沟(V)	m	604	48.32

分区		措施类型	措施名称	单位	数量	投资（万元）
			边坡排水沟	m	3500	182.7
			方格型骨架护坡	hm²	7.21	2739.8
		植物措施	撒播野牛草草籽	hm²	249.25	120.22
			植草护坡	hm²	5.01	
			骨架护坡植草	hm²	5.30	
	航站及附属工程区	工程措施	表土剥离	万 m³	10.89	101.39
			土地整治	hm²	33.6	43.01
			表土回覆	万 m³	10.08	47.38
			雨水管网	m	15000	5550.00
		植物措施	园林绿化	hm²	33.6	2031.78
	货运区	工程措施	表土剥离	万 m³	3.11	28.95
			土地整治	hm²	0.06	0.08
			表土回覆	万 m³	0.02	0.09
			雨水管网	m	1200	444
		植物措施	园林绿化	hm²	0.06	3.36
供油工程区		工程措施	表土剥离	万 m³	0.4	3.72
			雨水管网	m	600	222
空管工程区		工程措施	表土剥离	万 m³	1.87	17.41
			土地整治	hm²	1.85	2.37
			表土回覆	万 m³	1.09	5.12
			雨水管网	m	4000	1480.00
			混凝土矩形沟	m	2819	107.35
			混凝土矩形盖板沟	m	65	4.71
			混凝土梯形截水沟	m	25	1.73
			人字型骨架护坡	hm²	0.05	0.28
		植物措施	园林绿化	hm²	1.85	180.54
			喷播植草	hm²	1.75	
			骨架护坡喷播植草	hm²	0.04	
合计						37990.93

4 水土流失分析与预测

4.1 水土流失现状

4.1.1 项目所在区域水土流失现状

本工程建设地点位于福州市长乐区及福清市。根据《福建省2020年度省级水土流失动态监测成果报告》统计，长乐区水土流失总面积21.00km²，福清市水土流失总面积104.68km²。具体见表4.1-1所示。

表4.1-1　水土流失现状表

行政区划	轻度及以上侵蚀面积（km²）						占国土面积比例（%）
	轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈	合计	
长乐区	17.98	2.87	0.13	0.01	0.01	21.00	3.19
福清市	94.54	7.44	1.64	0.92	0.14	104.68	6.90

4.1.2 项目区水土流失现状

根据《中国水土保持区划》，项目区水土保持区划属于南方红壤区-浙闽山地丘陵区-闽东南沿海丘陵平原人居环境水质维护区，土壤侵蚀强度以微度为主，水土流失类型以水力侵蚀为主，主要侵蚀类型为面蚀，容许土壤流失量500t/（km²·a）。

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）及工程占地范围内土地利用、地面坡度、植被覆盖度等情况，确定项目区各土地利用类型原生土壤侵蚀模数取值分别为：耕地450t/（km²·a），园地400t/（km²·a），林地250t/（km²·a），草地200t/（km²·a），工矿仓储用地及交通运输用地350t/（km²·a），农村宅基地150 t/（km²·a），水域及水利设施用地100t/（km²·a），其他土地500t/（km²·a），按占地面积加权计算得到项目占地范围内的背景土壤侵蚀模数为336t/（km²·a）。具体见表4.1-2所示。

表4.1-2　土壤侵蚀模数背景值

项目组成		地类	面积(hm²)	坡度(°)	植被覆盖度(%)	侵蚀强度	侵蚀模数(t/km²·a)
机场工程区	飞行区	耕地	141.37	＜5	20	微度	450
		园地	0.79	＜5	45-60	微度	400
		林地	139.81	＜5	50	微度	250
		草地	17.82	＜5	50	微度	200
		工矿仓储用地	6.91	＜5	0	微度	350
		农村宅基地	0.68	＜5	0	微度	150
		交通运输用地	45.87	＜5	0	微度	350

项目组成		地类	面积(hm²)	坡度(°)	植被覆盖度(%)	侵蚀强度	侵蚀模数(t/km²·a)
		水域及水利设施用地	48.14	<5	0	微度	100
		其他土地	83.19	<5	20	微度	500
		小计	484.58				345
	航站及附属工程区	耕地	11.73	<5	20	微度	450
		林地	18.95	<5	50	微度	250
		草地	23.76	<5	50	微度	200
		农村宅基地	0.84	<5	60	微度	150
		水域及水利设施用地	3.94	<5	0	微度	100
		其他土地	20.77	<5	0	轻度	500
		小计	79.99				320
	货运区	耕地	1.46	<5	50	微度	450
		林地	0.58	<5	50	微度	250
		草地	13.49	<5	50	微度	200
		交通运输用地	0.22	<5	0	微度	350
		小计	15.75				213
供油工程区		林地	2	<5	50	微度	250
		小计	2				250
空管工程区		耕地	0.35	<5	50	微度	450
		林地	5.77	<5	50	微度	250
		草地	3.25	<5	50	微度	200
		其他土地	0.35	<5	0	轻度	500
		小计	9.72				249
施工生产生活区		耕地	0.7	<5	20	微度	450
		草地	3.3	<5	50	微度	200
		其他土地	0.6	<5	0	微度	500
		小计	4.6				277
临时堆土区		耕地	10.74	<5	20	微度	450
		林地	6.15	<5	50	微度	250
		草地	6.64	<5	50	微度	200
		交通运输用地	9.76	<5	0	微度	350
		其他土地	4.37	<5	0	轻度	500
		小计	37.66				353
合计			592.04				336

4.2 水土流失影响因素分析

4.2.1 自然因素分析

（1）地形地貌：项目区地貌类型主要为海岸低山丘陵~平原地貌。地形起伏往往使降雨径流和流速加大，从而增强径流的冲刷能力，易造成水土流失。

（2）土壤：项目区土壤以红壤、风沙土、水稻土为主，扰动后土壤结构松散，抗侵蚀能力减弱，易造成水土流失。

（3）降雨：项目区多年平降雨量1382.3mm，降雨多集中在4~7月，且多以大雨、暴雨形式出现，高强度的降雨易造成水土流失。

4.2.2 工程建设对水土流失的影响

在本工程建设过程中，由于土石方工程以及修筑飞行区、航站楼等施工扰动，损坏和占压植被，造成水土保持设施破坏，抵抗外力侵蚀能力降低，增加土壤侵蚀量。影响项目区水土流失的主要因素有：

侵蚀外营力：项目区土壤侵蚀主要外营力为降雨及其产生的地表径流。

下垫面条件：主要包括地形地貌，地面物质组成，植被类型、结构和覆盖度，在无人为干扰情况下，下垫面抵抗侵蚀能力基本保持不变。在修建过程中，由于地表物质、地形地貌、地表植被等遭受人为破坏和干扰，与原地貌相比，土壤结构松散，地表植被大面积减少，抵抗侵蚀能力减弱，加剧了土壤侵蚀。工程建设土壤侵蚀影响因素分析详见表4.2-1。

表4.2-1　工程建设水土流失影响因素分析表

工程分区		影响因素				水土流失类型
		工程建设	自然因素			
			主要占地类型	结构形式	外营力	
机场工程区	飞行区	土方挖填，场地整治形成裸露面	耕地、林地、草地、园地、工矿仓储用地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地	较松散	降水	水力侵蚀
	航站及附属工程区	基础挖填，形成裸露面	耕地、林地、草地、住宅用地、水域及水利设施用地、其他土地	较松散	降水	水力侵蚀
	货运区	土方挖填，场地整治形成裸露面	耕地、林地、草地、交通运输用地	较松散	降水	水力侵蚀
供油工程区		土方挖填，破坏地表植被，形成裸露面	林地	松散	降水	水力侵蚀

空管工程区	土方挖填，占压和破坏原地貌及自然植被，降低原有水土保持功能	耕地、林地、草地、其他土地	较松散	降水	水力侵蚀
施工生产生活区	占压和破坏原地貌及自然植被，降低原有水土保持功能，车辆机械碾压导致土壤渗透性减弱，径流量增大，土壤侵蚀量增大	耕地、草地、其他土地	较松散	降水	水力侵蚀
临时堆土区	占压和破坏原地貌及自然植被，降低原有水土保持功能	耕地、林地、草地、交通运输用地、其他土地	较松散	降水	水力侵蚀

4.2.3 扰动地表面积、损毁植被面积预测

根据工程设计文件、技术资料，在对工程占地进行复核的基础上结合实地踏勘，工程扰动地表面积为 592.04hm²。

根据占地面积复核情况，损毁植被面积为 226.22hm²，包括林地 167.11hm²、草地 58.32hm²、园地 0.79hm²。

4.2.4 废弃土（渣）量预测

本工程挖方 788.25 万 m³（含表土剥离 76.23 万 m³），填方 1043.57 万 m³（含表土回覆 76.23 万 m³），借方 255.32 万 m³，无废弃土（渣）。

4.3 土壤流失量预测

4.3.1 预测单元

本工程共划分为飞行区、航站及附属工程区、货运区、供油工程区、空管工程区、施工生产生活区和临时堆土区 7 个预测单元。

施工期水土流失面积为各预测单元扰动地表面积；自然恢复期预测面积在各预测单元扰动面积的基础上扣除硬化面积和建（构）筑物占地面积。本工程各预测单元不同时段预测面积详见表 4.3-1。

4.3.2 预测时段

4.3.2.1 预测时段划分

水土流失预测时段分为施工期（含施工准备期）和自然恢复期。

（1）施工期

各预测单元的预测时间根据各区的施工进度安排、雨季长度及各单元土石方工程持续时间，按最不利的情况确定:

①连续 12 个月为 1a 计；不足 12 个月，但达到一个雨季长度的，按 1a 计;

②不足一个雨季长度的，按施工期占雨季长度比例计算。

（2）自然恢复期

项目区属湿润区，确定自然恢复期为2a。

4.3.2.2 预测时段划分成果

（1）施工期

本工程建设期为2021年7月至2025年6月。按最不利情况预测，飞行区和航站及附属工程区施工期按3.5a，货运区和供油工程区施工期按1.5a，空管工程区施工期按2.5a，临时堆土区施工期按4.0a，施工生产生活区场地平整结束后进行硬化，将不再产生水土流失，故施工期按0.5a进行预测。

（2）自然恢复期

根据本项目所处区域自然条件及工程特点，项目区属湿润区，自然恢复期确定为2a。

各预测单元、预测面积及预测时段见表4.3-1。

表4.3-1　各预测单元的预测面积和时段（单位：hm^2）

预测单元		施工期		自然恢复期	
		预测面积	预测时段（a）	预测面积	预测时段（a）
机场工程区	飞行区	450.2	3.5	259.56	2
	航站及附属工程区	72.76	3.5	33.6	2
	货运区	15.75	1.5	0.06	2
供油工程区		2	1.5		
空管工程区		9.07	2.5	3.64	2
施工生产生活区		4.6	0.5		
临时堆土区		37.66	4.0		
合计		592.04		296.86	

注：施工生产生活区与临时堆土区自然恢复期预测面积纳入相应所属区域。

4.3.3 土壤侵蚀模数背景值

扰动前的原地貌土壤侵蚀模数主要采用现场调查法确定。参考土地利用类型侵蚀模数，经分析估判，得到各分区土壤侵蚀模数背景值加权平均值，见表4.1-2。

4.3.4 项目区扰动单元划分

4.3.4.1 土壤流失类型及扰动单元划分

根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018），依据侵蚀外营力、下垫面工程扰动形态、扰动程度、上方有无来水等要素，对项目区内的占地进

行土壤流失类型划分。依照要素划分，项目区土壤侵蚀主要是水力侵蚀，施工期间的施工生产生活区属于地表翻扰型一般扰动地表；施工开挖区域因工程各分区扰动区域不涉及分水岭，划分为上方无来水工程开挖面；临时堆土区域设在平地，不受上方来水冲刷侵蚀，划分为上方无来水工程堆积体。自然恢复期绿化区域经过平整和回覆表土，划分为地表翻扰型一般扰动地表。具体侵蚀类型及扰动单元划分见表4.3-2。

表 4.3-2　施工期扰动单元侵蚀类型

项目组成		区域	类型划分（hm^2）			占地面积（hm^2）
			水力作用下的水土流失			
			一般扰动地表	工程开挖面	工程堆积体	
			地表翻扰型	上方无来水	上方无来水	
机场工程区	飞行区	工程开挖区	116.33	54.75		171.08
		工程回填区			279.12	279.12
		小计	116.33	54.75	279.12	450.20
	航站及附属工程区	工程开挖区		45.11		45.11
		工程回填区			27.65	27.65
		小计		45.11	27.65	72.76
	货运区	工程开挖区		11.18		11.18
		工程回填区			4.57	4.57
		小计		11.18	4.57	15.75
供油工程区		工程开挖区		1.33		1.33
		工程回填区			0.67	0.67
		小计		1.33	0.67	2.00
空管工程区		工程开挖区		5.42		5.42
		工程回填区			3.65	3.65
		小计		5.42	3.65	9.07
施工生产生活区		临时施工区	4.60			4.60
临时堆土区		临时堆土区			37.66	37.66
合计			120.93	117.79	353.32	592.04

根据长乐机场一期工程的植被恢复情况综合分析，本项目自然恢复期的土壤侵蚀模数取值见表4.3-3。

表 4.3-3　自然恢复期各区侵蚀模数及占地面积

预测单元		区域	侵蚀模数背景值（t/km²•a）	自然恢复期土壤侵蚀模数（t/km²•a）		面积（hm²）
				第一年	第二年	
机场工程区	飞行区	绿化区域	345	400	313	259.56
	航站及附属工程区	绿化区域	320	360	296	33.6
	货运区	绿化区域	213	250	202	0.06
空管工程区		绿化区域	249	280	237	3.64
合计						296.86

4.3.4.2 扰动后的土壤侵蚀模数

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）和《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018），扰动后土壤侵蚀模数采用数学模型法确定:

①地表翻扰型一般扰动地表

土壤侵蚀模数按照下式计算:

$$M_{yd} = 100RK_{yd}L_yS_yBET$$

$$K_{yd} = NK$$

式中：M_{yd}－－地表翻扰型一般扰动地表计算单元土壤侵蚀模数，t/(km²·a);

R－－降雨侵蚀力因子，MJ·mm/(hm²·h);

K－－土壤可蚀性因子，t·hm²·h/(hm²·MJ·mm);

K_{yd}－－地表翻扰后土壤可蚀性因子，t·hm²·h/(hm²·MJ·mm);

N－－地表翻扰后土壤可蚀性因子增大系数，无量纲;

L_y－－坡长因子，无量纲;

S_y－－坡度因子，无量纲;

B－－植被覆盖因子，无量纲;

E－－工程措施因子，无量纲;

T－－耕作措施因子，无量纲。

根据上式计算，地表翻扰型一般扰动地表土壤侵蚀模数计算详见表 4.3-4。

②上方无来水工程堆积体

上方无来水工程堆积体，土壤侵蚀模数可按照下式计算:

$$M_{dw} = 100XRG_{dw}L_{dw}S_{dw}$$

式中：M_{dw}－－上方无来水工程堆积体计算单元土壤侵蚀模数，t/(km²·a);

X－－工程堆积体形态因子，无量纲;

R－－降雨侵蚀力因子，MJ·mm/(hm²·h);

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

L_{dw}－－坡长因子，无量纲;

S_{dw}－－坡度因子，无量纲。

根据上式计算，上方无来水工程堆积体土壤侵蚀模数计算详见表 4.3-5。

③上方无来水工程开挖面

上方无来水工程开挖面土壤侵蚀模数公式计算如下:

$$M_{kw} = 100RG_{kw}L_{kw}S_{kw}$$

式中：M_{kw}－－上方无来水工程开挖面计算单元土壤侵蚀模数，(km²·a);

R－－降雨侵蚀力因子，MJ·mm/(hm²·h);

G_{kw}－－上方无来水工程开挖面土石质因子，t·hm²·h/(hm²·MJ·mm);

L_{kw}－－坡长因子，无量纲;

S_{kw}－－坡度因子，无量纲。

根据上式计算，上方无来水工程开挖面土壤侵蚀模数计算详见表 4.3-6。

表 4.3-4　施工期地表翻扰型一般扰动地表土壤侵蚀模数计算表

序号	项目	因子	公式	飞行区	施工生产生活区
1	土壤侵蚀模数[t/(km²·a)]	M_{yd}	$M_{yd}=100RK_{yd}L_yS_yBET$	5943	6536
1.1	降雨侵蚀力因子[MJ·mm/(hm²·h)]	R	$0.067p_d^{1.627}$	6633.5	6633.5
	年均降雨量（mm）	p_d		1382.3	1382.3
1.2	地表翻扰后土壤可蚀性因子[t·hm²·h/(hm²·MJ·mm)]	K_{yd}	$K_{yd}=NK$	0.013	0.013
	可蚀性因子增大系数	N		2.13	2.13
	土壤可蚀性因子[t·hm²·h/(hm²·MJ·mm)]	K		0.0063	0.0063
1.3	坡长因子	L_y	$Ly=（\lambda/20）^m$	1.50	1.22
	坡长（m）	λ		70	30
	坡长指数	m		0.5	0.5
1.4	坡度因子	S_y	$S_y=-1.5+17/[l+e^{(2.3-6.1\sin\theta)}]$	0.56	0.98
	坡度（°）	θ		5	8
1.5	植被覆盖因子	B		0.614	0.614
1.6	工程措施因子	E		1	1
1.7	耕作措施因子	T		1	1

表 4.3-5　施工期上方无来水工程堆积体土壤侵蚀模数计算表

序号	项目	因子	公式	飞行区	航站及附属工程区	货运区	供油工程区	空管工程区	临时堆土区
1	土壤侵蚀模数[t/(km²·a)]	M_{dw}	$M_{dw}=100XRG_{dw}L_{dw}S_{dw}$	6053	6108	6179	6192	6222	6075
1.1	形态因子	X		1	1	1	1	1	1
1.2	降雨侵蚀力因子 [MJ·mm/(hm²·h)]	R	$0.067p_d^{1.627}$	6633.5	6633.5	6633.5	6633.5	6633.5	6633.5
	年降水量（mm）	pd		1382.3	1382.3	1382.3	1382.3	1382.3	1382.3
1.3	土石质因子 [t·hm²·h/(hm²·MJ·mm)]	G_{dw}	$G_{dw}=a_1e^{b1\delta}$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	土石质因子系数	$a1$		0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023
	土石质因子系数	$b1$		-2.297	-2.297	-2.297	-2.297	-2.297	-2.297
	土体砾石含量	δ		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
1.4	坡长因子	L_{dw}	$L_{dw}=(\lambda/5)^{f1}$	2.28	2.28	2.28	2.28	2.28	2.28
	坡长（m）	λ		20	18	15	16	18	10
	坡长因子系数	$f1$		0.596	0.596	0.596	0.596	0.596	0.596
1.5	坡度因子	S_{dw}	$S_{dw}=(\theta/25)^{d1}$	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
	坡度（°）	θ		5	7	6	8	10	8
	坡度因子系数	$d1$		1.259	1.259	1.259	1.259	1.259	1.259

表 4.3-6　施工期上方无来水工程开挖面土壤侵蚀模数计算表

序号	项目	因子	公式	飞行区	航站及附属工程区	货运区	供油工程区	空管工程区
1	土壤侵蚀模数[t/(km²·a)]	M_{kw}	$M_{kw}=100RG_{kw}L_{kw}S_{kw}$	5943	6536	5584	7299	6753
1.1	降雨侵蚀力因子 [MJ·mm/(hm²·h)]	R	$0.067pd1.627$	6633.5	6633.5	6633.5	6633.5	6633.5
	年降水量（mm）	pd		1382.3	1382.3	1382.3	1382.3	1382.3
1.2	土质因子 [t·hm²·h/(hm²·MJ·mm)]	G_{kw}	$G_{kw}=0.004e[4.28SIL(1-CLA)/\rho]$	0.0113	0.0113	0.0113	0.0113	0.0113
	土体密度(g/cm³)	ρ		1.98	1.98	1.98	1.98	1.98
	粉粒含量	SIL		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	黏粒含量	CLA		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
1.3	坡长因子	L_{kw}	$L_{kw}=（\lambda/5）-0.57$	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
	坡长（m）	λ		5	5	4	8	8
1.4	坡度因子	S_{kw}	$S_{kw}=0.80sin\theta+0.38$	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
	坡度（°）	θ		30	40	30	45	10

4.3.5 预测结果

土壤流失量和新增土壤流失量按下列公式计算:

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

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

式中：W——土壤流失量，t;

ΔW——新增水土流失量，t;

F_{ji}——某时段某单元的预测面积，km²;

M_{ji}——某时段某单元的土壤侵蚀模数，t/(km²·a);

ΔM_{ji}——某时段某单元的新增土壤侵蚀模数，t/(km²·a);

T_{ji}——某时段某单元的预测时间，a;

i——预测单元，i=1、2、3、……、n;

j——预测时段，j=1、2，指施工期和自然恢复期。

根据土壤侵蚀量的预测，计算项目区建设过程中在施工期和自然恢复期内不同区域的土壤流失量，计算结果详见表 4.3-7~表 4.3-9。

表 4.3-7　施工期可能造成的土壤流失量

预测单元		扰动单元	侵蚀模数背景值(t/km²·a)	扰动后侵蚀模数(t/km²·a)	侵蚀时间（a）	预测面积（hm²）	背景土壤流失量（t）	扰动后土壤流失量（t）	新增土壤流失量（t）
机场工程区	飞行区	一般扰动地表	345	5943	3.5	116.33	1404	24197	22793
		工程开挖面	345	7368	3.5	54.75	661	14118	13457
		工程堆积体	345	6053	3.5	279.12	3370	59132	55762
		小计					5435	97447	92012
	航站及附属工程区	工程开挖面	320	6739	3.5	45.11	505	10639	10134
		工程堆积体	320	6108	3.5	27.65	309	5911	5602
		小计					814	16550	15736
	货运区	工程开挖面	213	5584	1.5	11.18	35	936	901
		工程堆积体	213	6179	1.5	4.57	14	423	409
		小计					49	1359	1310
供油工程区		工程开挖面	250	7299	1.5	1.33	4	145	141
		工程堆积体	250	6192	1.5	0.67	2	62	60
		小计					6	207	201
空管工程区		工程开挖面	249	6753	2.5	5.42	33	915	882
		工程堆积体	249	6222	2.5	3.65	22	567	545
		小计					55	1482	1427
施工生产生活区		一般扰动地表	277	6536	0.5	4.6	6	150	144
临时堆土区		工程堆积体	353	6075	4	37.66	531	9151	8620
		合计					6896	126346	119450

表 4.3-8　自然恢复期可能造成的土壤流失量

项目组成		区域	侵蚀面积(hm²)	侵蚀时间(a)	土壤侵蚀模数背景值(t/(km²·a))	自然恢复期土壤侵蚀模数（t/km²·a）		背景土壤流失量(t)	自然恢复期土壤流失量(t)		新增土壤流失量(t)
						第一年	第二年		第一年	第二年	
机场工程区	飞行区	绿化区域	259.56	2	345	400	313	1790	1038	812	60
	航站及附属工程区	绿化区域	33.6	2	320	360	296	215	120	99	4
	货运区	绿化区域	0.06	2	213	250	202	0	0	0	0
空管工程区		绿化区域	3.64	2	249	280	237	18	10	8	0
合计			296.86					2023	1168	919	64

表 4.3-9　可能造成土壤流失量汇总分析表

预测单元		背景土壤流失量(t)	扰动后土壤流失量(t)	新增土壤流失量(t)			
				施工期	自然恢复期	小计	比例
机场工程区	飞行区	7225	99297	92012	60	92072	77.04%
	航站及附属工程区	1029	16769	15736	4	15740	13.17%
	货运区	49	1359	1310	0	1310	1.10%
供油工程区		6	207	201		201	0.17%
空管工程区		73	1500	1427	0	1427	1.19%
施工生产生活区		6	150	144		144	0.12%
临时堆土区		531	9151	8620		8620	7.21%
合计		8919	128433	119450	64	119514	100.00%
比例				99.95%	0.05%	100.00%	

从表 4.3-9 可以看出，本工程建设过程中可能产生土壤流失量为 12.84 万 t，其中新增土壤流失量为 11.95 万 t。从水土流失分区时段来看，施工期新增土壤流失量占新增土壤流失总量的 99.95％；从水土流失防治分区来看，飞行区新增土壤流失量最大，占新增土壤流失总量的 77.04％，其次为航站及附属工程区，占 13.17％，临时堆土区占 7.21％，空管工程区占 1.19％，货运区占 1.10％，供油工程区占 0.17%，施工生产生活区占 0.12％。

从上述分析可知，本工程土壤流失重点防治时段和区域为施工期的飞行区，各分区新增土壤流失量饼状图如图 4.3-1 所示。

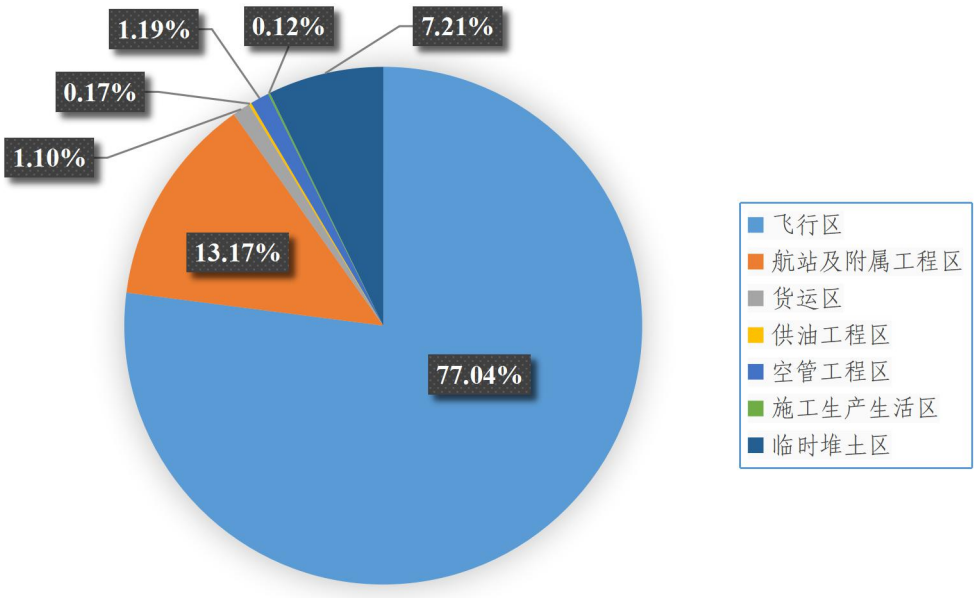


图 4.3-1　各分区新增水土流失量饼状图

4.4 水土流失危害分析

本工程地处海岸低山丘陵~平原地貌，地势开阔平坦，原生土壤侵蚀强度为微度。但因工程建设造成的土壤侵蚀量增加，水土流失防治工作量也加大。若不采取行之有效的防护措施，会对项目区及周边生态环境造成影响。

（1）对机场环境和正常运行产生影响

项目建设过程中，将会破坏地表植被，导致地表裸露，破坏机场景观和环境;施工挖填、碾压可能导致降雨后泥水漫流、排水不畅，进而可能造成机场飞行区积水，从而影响机场正常运行。

（2）损坏水土保持设施，降低水土保持功能

工程施工占用了耕地、林地、草地、园地、工矿仓储用地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地和其他土地，在建设过程中建（构）筑物基础开挖、施工场地占压等将破坏项目区原有地貌，使区域内裸露面增加，降低水土保持功能，增加土壤侵蚀量。

（3）对机场生态环境的影响

工程建设过程中，地表开挖、回填及场地平整等扰动导致土壤结构遭到破坏，打破原有生态系统平衡。裸露面在风力作用下，造成扬尘，对机场及周边地区的生态环境造成一定程度的不良影响。

（4）对机场周边水系的影响

工程建设过程中，如不采取防护措施，开挖土方及临时堆土在暴雨径流作用下，产生的泥沙进入水体，容易造成排水设施淤塞，影响排水能力，对周边河流行洪造成不利影响。

（5）对海洋环境的影响

工程建设过程中，施工期地基处理产生悬浮泥沙对海洋环境及海洋生态造成不良影响。悬浮泥沙进入水体中，形成新的表层沉积物，破坏了原有的海洋沉积环境。施工作业引起水域局部浑浊，对水生生物的生存环境造成不良影响。

（6）对森林公园的影响

本项目占用长乐区辖区内的大鹤省级森林公园 3340m²。2019 年土地性质由农用非林地变更为国有建设用地，划拨给福州市长乐区土地发展中心使用，并办理不动产权证，2020 年获福建省林业局同意，福建省机关事务管理局批准其土地征收补偿方案。根据《福州市生态环境局关于福州长乐国际机场二期扩建工程（机场工程）

环境影响报告书的审查意见》（榕环评[2021]8号），从环境影响角度分析，项目建设可行，同意按照《福州长乐国际机场二期扩建工程（机场工程）环境影响报告书》所列的建设项目地点、选址、规模以及环境保护对策措施进行建设。

工程建设过程中，土方开挖、回填及场地平整，地表碾压，土壤结构均遭到一定程度的破坏，打破原有生态系统形成的相对平衡，原有水土保持功能降低。裸露疏松的表层土，加剧了土壤侵蚀，对周边环境造成不良的影响。

4.5 指导性意见

（1）根据预测结果，施工期为本工程水土流失重点防治时段和水土保持监测重点关注时段。飞行区新增土壤流失量最大，为本方案水土流失重点防治区域和水土保持监测的重点区域。

（2）项目区土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，根据的气候和地形特点，水土保持措施要结合施工特点和工程性质合理布设，最终体现工程措施和植物措施的有机结合，点、线、面治理的有机结合，形成综合防治体系，根据立地条件、周围地形、植被状况进行相应工程措施和植物措施布设。

（3）根据水土流失预测结果，施工期新增水土流失严重，在工程建设过程中施工进度应安排紧凑，缩短强流失时段。如主体工程施工前的场地平整应提早进行，剥离表土产生的临时堆土应及时采取临时挡护措施。基础开挖、大规模土石方挖填等应尽量避开雨季施工，难以避开时加强此时段的苫盖、拦挡、排水和沉沙等临时防护措施；在主体工程施工期间，在其他非施工地段，考虑先期进行植物的种植和抚育。植物措施结合主体工程施工进度的安排，分期、分批实施。另外，考虑主体工程与防治措施同时进行，如基础土方回填后，可随即进行土地整治，同时应加强临时堆土场的排水和拦挡措施。

5 水土保持措施

5.1 防治区划分

（1）分区依据

本方案根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的规定，在确定的防治责任范围内，依据工程布局、施工扰动特点、建设时序、地貌特征、自然属性、水土流失影响等来划分水土流失防治分区。

（2）分区原则

1）各分区之间应具有显著差异性;

2）同一区内造成水土流失的主导因子和防治措施应相近或相似;

3）根据项目的繁简程度和项目区自然情况，防治区可划分为一级或多级;

4）一级区应具有控制性、整体性、全局性。二级区及其以下分区应结合工程布局、项目组成、占地性质和扰动特点进行逐级分区;

5）各级分区应层次分明，具有关联性和系统性。

（3）分区方法：按工程类型分区。

按项目建设时序、造成水土流失特点及项目主体工程布局，本工程水土流失防治区分为：机场工程区、供油工程区、空管工程区、施工生产生活区和临时堆土区 5 个一级分区，其中机场工程区分为飞行区、航站及附属工程区和货运区 3 个二级分区。本项目水土流失防治分区详见表 5.1-1。

表 5.1-1 水土流失防治分区表（单位：hm^2）

序号	防治分区		占地面积	占地性质	水土流失因素与特点
1	机场工程区	飞行区	484.58	永久占地	土石方开挖、道路基础施工、回填覆土等
		航站及附属工程区	79.99	永久占地	场地平整、建筑基础施工、管线及道路修筑等
		货运区	15.75	永久占地	场地平整、建筑物施工
2	供油工程区		2	永久占地	场地平整、建筑基础施工、管线及道路修筑等
3	空管工程区		9.72	永久占地	场地平整、建筑基础施工、管线及道路修筑等
4	施工生产生活区		4.60	重复占地	场地平整、建筑物施工等易造成水土流失
5	临时堆土区		37.66	重复占地	场地平整、临时堆土等易造成水土流失
	合计		592.04		

5.2 措施总体布局

5.2.1 措施布设原则

根据工程建设特点和施工工艺，对各类占地区域按生产建设项目水土保持技术标准和行业相关规程、规范要求提出水土保持治理措施，突出生态优先、绿色发展的理念，确定不同防治区的水土流失防治措施及布局，从而形成完整、有效的水土流失防治措施体系。本项目水土流失防治措施布设原则主要有以下几个方面:

（1）坚持因地制宜，因害设防的设计原则

根据本项目占地面积大等工程特点，结合项目区原生土壤侵蚀强度轻微、地形平坦、林草植被较少等自然现状特点，因地制宜、因害设防，采用工程措施、植物措施、临时措施三大措施，构成完整的水土流失防治措施体系，同时分析确定主体工程已设计的水保措施，避免措施重复造成投资重复计列。

（2）加强临时防护措施

本项目在土方开挖和回填过程中，临时堆土量大、占地面积大，易造成较大水土流失，因此必须加强该区域临时防护措施，减少临时堆土造成的水土流失。特别是跑道道槽、建筑物基础开挖以及剥离表土等需临时堆存，堆土量较大、占地面积大，应加强临时防护措施避免产生较大水土流失。

（3）坚持最大限度的保护“表土”资源的原则

项目征地大部分为耕地，应注重表土的保护和利用，施工前剥离表土为后期机场绿化覆土创造条件。

（4）坚持适地适树的原则

植被恢复设计必须树立人与自然和谐相处的理念，尊重自然规律，注重与周边景观相协调。主体工程区设计部分空地绿化措施及行道树栽植，必须采用当地的土生树种或引进的先锋树种，并且必须和区域现有树种一致。

（5）坚持经济、合理、安全的设计原则

坚持防治措施布设与主体工程密切配合，相互协调，形成整体，科学合理地布置水土保持措施，使水土保持方案技术上可靠、经济上可行。特别是在布设堆土临时防护措施时，要充分考虑施工工艺和时序，做到既能减小水土流失，又不影响主体工程施工。

（6）吸收当地成功的水土保持经验

水土保持措施布设应借鉴前期工程和当地同类项目的水土保持工作经验。

5.2.2 防治措施总体布局

根据机场工程建设、施工特点，通过工程措施、植物措施的有机结合，永久措施与临时措施的相互补充，统筹布置水土流失的防治措施体系。在防治措施具体配置中，以工程措施为先导，充分发挥工程措施的控制作用，同时注重主体工程在施工期的水土保持措施布设，注重发挥植物措施的后续性、长久性及生态效应，把水土流失危害降到最低，恢复植被，改善项目区周边生态环境，营造和谐、优美的环境。各防治分区的水土保持措施体系如下:

（1）飞行区

施工前，剥离表土并集中堆放在飞行区的临时堆土区；施工过程中，在场地内设临时土质排水沟和临时砖砌沉沙池，裸露地表和坡面设无纺布苫盖，完善场地排水设施，包括钢筋混凝土盖板明、暗沟或双孔箱涵、混凝土梯形铺砌明沟、混凝土预制块V形沟等，在飞行区东部边界处实施方格型骨架植草护坡；施工结束后，对飞行区土面区域进行土地整治并回覆表土，植草绿化，对边坡实施植草护坡措施。

（2）航站及附属工程区

施工前，剥离表土并集中堆放在飞行区的临时堆土区；施工过程中使用无纺布对裸露地表进行临时苫盖，沿航站及附属工程区循环路设临时土质排水沟及临时砖砌沉沙池，埋设永久雨水管网。基坑施工过程中，在基坑四周外侧设置临时砖砌截水沟，截水沟出口设临时砖砌沉沙池，经沉淀后的地表径流排放至T1航站楼市政雨水管网；施工结束后，进行土地整治并回覆表土，植乔灌草绿化美化。

（3）货运区

施工前，剥离表土并集中堆放在飞行区的临时堆土区；施工过程中使用无纺布对裸露地表进行临时苫盖，沿货运区道路设临时土质排水沟及临时砖砌沉沙池，埋设永久雨水管网；施工结束后，进行土地整治并回覆表土，植乔灌草绿化美化。

（4）供油工程区

施工前，供油站（管线部分纳入航站及附属工程区）剥离表土并集中堆放在飞行区的临时堆土区；施工过程中使用无纺布对裸露地表进行临时苫盖，沿本区道路设临时土质排水沟及临时砖砌沉沙池，埋设永久雨水管网。

（5）空管工程区

施工前，剥离表土并集中堆放在就近的临时堆土区；施工过程中使用无纺布对

裸露地表进行临时苫盖，沿北大山导航台进台道路坡脚布设排水沟，边坡设置人字形骨架喷播植草护坡；施工结束后，进行土地整治并回覆表土，进台道路边坡喷播植草，在空管小区和北大山导航台空地植乔灌草绿化美化。

（6）施工生产生活区

施工过程中对施工场地周边布设临时混凝土排水沟并顺接至临时砖砌沉沙池。

（7）临时堆土区

施工过程中对临时堆土采取袋装土拦挡、无纺布苫盖、临时土质排水沟和临时砖砌沉沙池等临时防护措施；对淤泥干化场底部铺碎石垫层、周边设临时袋装土拦挡、碎石垫层上及袋装土拦挡表面铺设土工布，周边设临时土质排水沟和临时砖砌沉沙池。本项目施工期较长，临时堆土堆存期较长，堆存期间临时撒播草籽绿化防护。

本方案水土流失防治措施体系见表 5.2-1 和图 5.2-1。

表 5.2-1　水土流失防治措施体系表

分区		工程措施	植物措施	临时措施
机场工程区	飞行区	表土剥离、土地整治、表土回覆、排水工程、方格型骨架护坡	撒播草籽、植草护坡、骨架内植草	临时土质排水沟、临时砖砌沉沙池、无纺布苫盖
	航站及附属工程区	表土剥离、土地整治、表土回覆、雨水管网	园林绿化	临时土质排水沟、临时砖砌截水沟、临时砖砌沉沙池、无纺布苫盖
	货运区	表土剥离、土地整治、表土回覆、雨水管网	园林绿化	临时土质排水沟、临时砖砌沉沙池、无纺布苫盖
供油工程区		表土剥离、雨水管网	/	临时土质排水沟、临时砖砌沉沙池、无纺布苫盖
空管工程区		表土剥离、土地整治、表土回覆、雨水管网、混凝土截排水沟、人字型骨架护坡	园林绿化、喷播植草护坡、骨架内喷播植草	临时土质排水沟、临时砖砌沉沙池、无纺布苫盖
施工生产生活区		/	/	临时混凝土排水沟、临时砖砌沉沙池
临时堆土区		/	/	临时土质排水沟、临时砖砌沉沙池、无纺布苫盖、袋装土拦挡、铺碎石垫层、土工布铺设、临时撒播草籽

注：加下划线的是主体工程已设计的水土保持措施。

注：加下划线的是主体工程已设计的水土保持措施。

图 5.2-1 水土流失防治措施体系图

5.2.3 防治措施设计标准及技术要求

5.2.3.1 设计标准

水土保持工程设计标准按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）、《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）确定。

（一）工程措施级别及设计标准

本方案无新增水土保持工程措施，主体工程水土保持措施高于或等于水土保持工程设计一级标准。

本工程飞行区等级为 4F，防洪标准为 50 年一遇设计洪水频率，雨水系统设计重现期为 10 年，溢流系统和雨水系统总排水能力按设计重现期为 100 年。

（二）植物措施级别及设计标准

（1）绿化设计原则

根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）和《民用机场工程项目建设标准》，机场绿化应与机场建设同步进行，植被恢复在不影响主体工程安全的前提下，应优先满足生态与景观要求。飞行区的绿化必须符合净空限制要求，绿化植物应不利于鸟类生存和栖息，并不得妨碍塔台管制人员的视线。机场其他功能区绿化覆盖率应因地制宜，并执行机场所在地的城镇绿化覆盖率标准。

主体工程考虑在航站及附属工程区、货运区及空管工程区按园林绿化标准执行并估算了投资，但没有对绿化工程做具体设计，本方案补充相关设计。航站及附属工程区、货运区及空管工程区植被恢复与建设工程级别为 1 级，执行园林绿化工程标准；飞行区植被恢复与建设工程级别为 3 级，按生态公益林绿化标准执行。供油工程区主体工程考虑全部硬化，不设置植物措施。

表 5.2-2 植被恢复与建设工程级别表

防治分区	航站及附属工程区	货运区	空管工程区	飞行区
级别	1	1	1	3

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。

（2）植物措施草树种优选及设计标准

1）设计原则

总结多年来本地区水土保持经验和立地条件类型的差异性，结合现有栽培技术和运用先进的造林技术进行设计。植物措施设计应遵循以下原则:

①生态适应性原则。“宜乔则乔，宜灌则灌，宜草则草”，适地适树，因地制宜，以获得稳定持续的环境效益。

②多样性、合理配置原则。充分考虑树种的抗逆性，达到固土、防护功能与环境效益有机结合，考虑栽植区域的具体特点，选择具有相应功能的树草种；常绿树草种应占一定的比例，选择树形美观的树种，同时注意层次上的协调搭配。

③美化绿化与水土流失治理相结合的原则。在绿化布置时，遵循点线面相结合的原则，利用空地布置景观，并与布置在道路两旁的植被有机联系在一起。场地四周的生态保护以保护现有植被为主，适当补植，加强管护。

2）树草种选择

根据本工程的自然环境，结合项目的实际情况，本着“因地制宜、适地适树、适地适草”的原则，选择树种、草种时，既要考虑到水土保持功能，又要兼顾绿化美化要求。考虑到项目建设过程中的开挖、回填及堆置，使土壤结构遭到破坏，土壤肥力趋于贫瘠，因此，在植物措施布设时，树种、草种选择的原则是:

①为提高绿化成功率，乡土的树种、草种或者在当地绿化中已推广使用的树种、草种为首选，选择抗污染能力强，尤其具有较强滞尘能力的树草种，同时要具有较强的固土护坡功能、根系发达、草层紧密、耐践踏、扩展能力强、对土壤气候条件有较强的适应性、病虫危害较轻、栽后容易管理等优点。

②遵循保护环境和美化环境相结合的原则，常绿树草种应占一定的比例；在条件许可的情况下，可适当引进新的优良树草种，以满足生物多样性和美化环境的要求。

③树种选择要做到因地制宜、适地适树，充分考虑树种的抗逆性，达到固土、防护功能与环境效益有机结合；选择树形美观的树种，同时注意层次上的协调搭配。从乔、灌比例来说，以乔木为主，辅以灌木，形成复层绿化；从速生和慢长的比例来说，着眼于慢长树，积极采用速生树合理配置，争取早日取得绿化效果，又能得到稳定的绿化作用。

根据主体设计，本项目选择观赏性较高的本地乡土植物，主要体现生态郊野风情，采用草、灌、乔搭配的景观方式种植，主要选择植物包括香樟、大叶榕、桂花、大王椰子、三角梅、大叶紫薇、福建山樱花、小叶榄仁、杜鹃、鸡冠刺桐、红背桂、四季含笑、龙船花、野牛草、结缕草等。推荐的主要植物种及其生态学特性见表 5.2-3。

表 5.2-3　典型树草种生物、生态学特性及主要用途表

植物种名称		生物特性
乔木和小乔木	香樟	大乔木，高达 15-25m，胸径达 50cm，冠幅广展，适应性强，喜疏松肥沃的酸性土，喜阳光充足、温暖湿润气候，不耐寒。
	大叶榕	乔木状，高 10-15（-20）m，直径 15-35cm，喜疏松、肥沃、富含腐殖质的中性土壤，不耐干旱瘠薄，也不耐水涝。喜温暖，喜湿，耐荫性强。
	桂花	常绿乔木，高 3-5m，最高可达 18m，性喜温暖，湿润，抗逆性强，既耐高温，也较耐寒，对土壤的要求不太严。
	大王椰子	乔木，高 10-20m，抗风力强，能抗 8-10 级热带风暴。幼龄期稍耐阴，成龄树喜光。树干粗大，喜土层深厚肥沃的酸性土。
	三角梅	乔木，喜光，适宜排水良好、土层深厚肥沃的中性土壤。
	大叶紫薇	乔木，喜高温湿润的气候，耐轻霜及短期绝对最低温-2℃，属阳性树种，不耐阴，喜欢疏植或散生，适生于肥沃湿润的酸性土壤。
	福建山樱花	乔木或灌木，高 3-8m，树皮黑褐色。喜光，稍耐阴。不太耐寒。要求土层深厚、肥沃、排水良好的土壤。
	小叶榄仁	属落叶大乔木，株高 10-15m，耐风、耐热、耐湿、耐碱、耐瘠。不拘土质，但以排水良好的肥沃土壤为最佳，性喜高温多湿，生育适温约为 23-32℃。
灌木	杜鹃	常绿或平常绿灌木，喜凉爽、湿润、通风的半阴环境，既怕酷热又怕严寒，喜欢酸性土壤。
	鸡冠刺桐	落叶灌木或小乔木，喜光树种，耐轻度庇荫，适应性强，生性强健。
	红背桂	常绿灌木，高达 1m，喜温暖环境，耐半阴，喜疏松肥沃的酸性腐殖土，不耐旱，忌涝，极不耐碱，要求通风良好的环境。
	四季含笑	常绿小乔木或大灌木，花期长，抗逆性强，适宜南方气候
	龙船花	灌木，高 0.8-2m，适宜高温及日照充足的环境，喜湿润炎热，喜酸性土壤。
地被	野牛草	多年生低矮草本植物。具匍匐茎，抗旱性强，生命力强，在含盐量 1%时仍能生长良好。抗病虫能力强，可减少施药量，从而减轻对环境的污染。管理粗放。野牛草具有抗二氧化硫和氟化氢等气体的性能。
	结缕草	多年生草本。具横走根茎，须根细弱。秆直立，高 15-20cm，基部常有宿存枯萎的叶鞘。结缕草分布在河北、安徽、江苏、浙江、福建、山东、东北、台湾等地，生长于海拔 200m 至 500m 的地区，多生在山坡、平原和海滨草地。

（三）临时措施级别及设计标准

（1）临时排水措施级别及设计标准

本工程临时排水沟属于其他设施的截排水沟，截排水工程级别为 2 级，排水标准为 5 年一遇 1h 短历时暴雨，安全超高取 0.2m。

排水沟设计径流量按公式：$Q_{设}=16.67\Psi qF$。

式中：Ψ——径流系数；

q——设计重现期和降水历时内的平均降水强度（mm/min）；

F——汇水面积(hm^2)；

$Q_{设}$——设计径流量（m^3/s）。

排水沟尺寸及过流能力利用明渠均匀流公式计算：

$$Q=A\cdot\frac{1}{n}R^{2/3}i^{1/2}$$

式中：Q—流量，m^3/s;

A—断面面积，m^2;

n—糙率;

R—水力半径，m;

i—比降。

根据洪峰流量计算公式和明渠均匀流水力计算公式，推算出底宽 b，水深 h 以及坡比 m，验算排水沟的排水能力是否满足排水要求。

本工程临时土质排水沟断面为梯形，底宽 0.4m、高 0.5m、沟坡比为 1:1；临时砖砌截水沟断面为矩形，底宽 0.4m，高 0.4m。安全超高取 0.2m。临时混凝土排水沟断面为矩形，底宽 0.4m，高 0.4m。安全超高取 0.2m。本工程临时截排水沟过流能力计算结果见表 5.2-4，截排水沟的设计尺寸满足排水要求。

表 5.2-4 临时截排水沟过流能力验算表

工程名称	汇流计算				过流能力计算							
	Ψ	q	F	Qb	b	h	m	i	n	A	R	Q 设
临时土质排水沟	0.6	0.9	0.02	0.180	0.4	0.3	1	0.01	0.025	0.21	0.168	0.256
临时砖砌截水沟	0.6	0.9	0.01	0.090	0.4	0.2	0	0.01	0.015	0.08	0.100	0.115
临时混凝土排水沟	0.85	0.9	0.01	0.128	0.4	0.2	0	0.01	0.013	0.08	0.100	0.133

（2）临时措施设计原则

施工建设中，临时堆土（石、渣），必须设置专门堆放地，集中堆放，并应采取拦挡、覆盖等措施。对施工开挖、剥离的地表熟土，应安排场地集中堆放，用于工程施工结束后场地的覆土利用。

①施工中的裸露地，在遇暴雨、大风时应布设防护措施。如裸露时间超过一个生长季节的，应进行临时种草加以防护。

②施工生产生活区、施工便道应统一规划，并采取临时防护措施，如布设临时拦挡、排水沉沙等设施，防止施工期间的水土流失。

5.3 分区措施布设

5.3.1 机场工程区

（一）飞行区

（1）工程措施

①表土剥离

施工前对扰动范围内的耕地、林地和草地进行表土剥离，剥离厚度为 0.2m，剥离面积 299.79hm²，共剥离表土 59.96 万 m³。

②土地整治

施工结束后，对飞行区土面绿化区域在表土回覆后进行土地整治。土地整治内容包括场地清理、平整。整地方式采用机械全面整地，平整后表面坡度小于 5 度，然后对地面进行耙松，耕深为 0.2~0.3m，达到撒播草种条件。本区共需进行土地整治 259.56hm²。

③表土回覆

施工结束后，对绿化区域回覆表土，以便恢复绿化，本区回覆表土面积 259.56hm²，回覆厚度 0.25m，共回覆表土 65.04 万 m³。

④排水工程

主体设计在机坪上布置飞机荷载 LF 类的整体浇筑的钢筋混凝土铸铁箅子单孔箱涵，土面区布置混凝土梯形明沟，靠近道肩处和台站保护区边缘设 LC 类汽车荷载的钢筋混凝土盖板明沟或箱涵。为提高收排水效果在站坪上飞机车辆荷载作用不到的区域设置铸铁箅子沟。跑道外侧梯形沟设在升降带平整范围之外，升降带平整范围内设 V 形沟。穿越道面和道路的地方设相应荷载的 LF 类或 LC 类或 LD 类钢筋混凝土盖板暗沟或双孔箱涵。升降带平整范围内的钢筋混凝土沟和井需消除直立面。共新建排水工程 42.915km，排水工程通过南线沟和围堤预留箱涵排入大海。排水工程工程量见表 5.3-1。

表 5.3-1　飞行区排水工程工程量统计表

序号	种类	单位	数量	规格
1	LC 类钢筋砼盖板暗沟(CGA)	m	120.5	1.6×1.2m
2	LC 类钢筋砼盖板明沟(CGM)	m	2285.2	1.6×1.2m
3	LC 类钢筋砼双孔箱涵(C2A)	m	691.3	1.6×1.8m
4	LC 类钢筋砼双孔箱涵(设进水孔)(C2M)	m	365	1.6×1.8m
5	LD 类钢筋砼单孔箱涵(DXA)	m	65	1.4×1.6m
6	LD 类钢筋砼盖板暗沟(DGA)	m	603	1.15×1.5m
7	LD 类钢筋砼双孔箱涵(D2A)	m	30	1.6×1.8m
8	LD 类铸铁篦子单孔箱涵(DXM)	m	602	1.6×1.2m
9	LF 类钢筋砼单孔箱涵(FXA)	m	2124	1.4×1.8m
10	LF 类钢筋砼盖板暗沟(FGA)	m	4232	1.6×1.2m
11	LF 类钢筋砼双孔箱涵(F2A)	m	1116	1.6×1.2m
12	LF 类铸铁篦子单孔箱涵(FXM)	m	3992	1.6×1.2m
13	LF 类钢筋砼钢篦子明沟(FM)	m	364	1.6×1.2m
14	混凝土梯形明沟（TM）	m	22069	0.8×1.6m 坡比 1:1
15	混凝土梯形明沟（FGM）	m	152	0.8×1.6m 坡比 1:1
16	V 形沟(V)	m	604	1.5×1.5m
17	边坡排水沟	m	3500	0.4×0.4m
合计		m	42915	

⑤方格型骨架护坡

主体设计对高差超过 2m 的挖方边坡采用方格网骨架护坡，同时在坡顶、坡脚进行护砌，方格网骨架及护砌采用 C20 混凝土，尺寸为 1.5 m×1.5 m，框梁表面与坡体坡面平行，坡比为 1:2，网格骨架断面尺寸为 0.25 m×0.25 m，网格每隔 10 m 于肋柱处设置一条伸缩缝。施工完毕后，在框格内回填表土后撒播草籽绿化。本区共采取方格型骨架护坡 7.21hm²，共需 C20 混凝土 3.21 万 m³，撒播草籽面积 5.30hm²。

（2）植物措施

植被恢复与建设工程级别为 3 级，应满足机场工程安全、景观、水土保持和生态保护等多种功能的要求，设计应充分结合景观要求，选用当地园林树种和草种进行配置。

①撒播草籽

根据机场净空和防治鸟害的特殊要求，飞行区不宜种植高大乔木，本方案设计在绿化区撒播草籽进行绿化。由于飞行区飞机起降温度较高，会对跑道周边草坪产

生损害，因此该区要选取耐热、固土效果好、耐盐碱等草籽。该区草籽选取野牛草，播种量100kg/hm²，场地内共计撒播野牛草草籽249.25hm²，播种量24925kg。

②植草护坡

主体设计对高差超过2m的挖方边坡采用方格网骨架植草护坡，在填方边坡及高度不超过2m的挖方边坡采取坡面植草防护措施，坡比1:2，植草护坡和框格内植草面积分别为5.01hm²和5.30hm²，草种选取野牛草，播种量100kg/hm²，共计撒播野牛草草籽10.31hm²，播种量1031kg。

（3）临时措施

①临时土质排水沟

为避免施工期泥沙随雨水流出场外，使场内有序排水，拟沿机场围界内侧，以及在跑道东侧迫降场地、跑道和平行滑行道之间的平地区等区域设临时排水沟，临时排水沟位置结合主体设计的砼排水沟，后期改为永久排水沟。临时排水沟断面为梯形，底宽0.4m、深0.5m、沟坡比为1:1，过流能力验算见5.2.3。经计算，共设临时排水沟约4000m，土方开挖量1800m³。

②临时砖砌沉沙池

本工程施工期间排水所含的泥沙量较大，为了沉降径流泥沙，降低水流流速，减少水土流失，根据地形特点和临时排水沟的布置情况，在临时排水沟出口处布设简易沉沙池，沉沙池采用砖砌结构，尺寸为3.0m×2.0m×1.5m（长×宽×深），设计每500m设置1处临时砖砌沉沙池，共布置临时砖砌沉沙池50座。

③无纺布苫盖

飞行区作业面形成后，土面区地表裸露，遇降雨容易造成冲刷侵蚀，形成侵蚀沟，方案补充土面区的临时苫盖措施，拟使用无纺布对裸露地表进行临时苫盖，本区共采取无纺布苫盖36.15hm²。

（4）工程量

飞行区水土保持工程措施包括表土剥离59.56万m³，土地整治259.56hm²，表土回覆65.04万m³，排水工程42.915km，方格型骨架护坡7.21hm²；植物措施为撒播野牛草草籽249.25hm²，植草护坡5.01hm²，骨架内植草5.30hm²；临时措施包括临时土质排水沟4000m，临时砖砌沉沙池50座，无纺布苫盖36.15hm²。本区水土保持措施工程量详见表5.3-3。

表 5.3-3　飞行区水土保持措施工程量统计表

措施类型	措施名称	计量指标	单位	主体已有	方案新增	合计
工程措施	表土剥离	方量	万 m^3	59.96		59.96
	土地整治	面积	hm^2	259.56		259.56
	表土回覆	方量	万 m^3	65.04		65.04
	LC 类钢筋砼盖板暗沟(CGA)	长度	m	120.5		120.5
	LC 类钢筋砼盖板明沟(CGM)	长度	m	2285.2		2285.2
	LC 类钢筋砼双孔箱涵(C2A)	长度	m	691.3		691.3
	LC 类钢筋砼双孔箱涵(设进水孔)(C2M)	长度	m	365		365
	LD 类钢筋砼单孔箱涵(DXA)	长度	m	65		65
	LD 类钢筋砼盖板暗沟(DGA)	长度	m	603		603
	LD 类钢筋砼双孔箱涵(D2A)	长度	m	30		30
	LD 类铸铁箅子单孔箱涵(DXM)	长度	m	602		602
	LF 类钢筋砼单孔箱涵(FXA)	长度	m	2124		2124
	LF 类钢筋砼盖板暗沟(FGA)	长度	m	4232		4232
	LF 类钢筋砼双孔箱涵(F2A)	长度	m	1116		1116
	LF 类铸铁篦子单孔箱涵(FXM)	长度	m	3992		3992
	LF 类钢筋砼钢篦子明沟(FM)	长度	m	364		364
	混凝土梯形明沟（TM）	长度	m	22069		22069
	混凝土梯形明沟（FGM）	长度	m	152		152
	V 形沟(V)	长度	m	604		604
	边坡排水沟	长度	m	3500		3500
	方格型骨架护坡	面积	hm^2	7.21		7.21
		C20 混凝土	万 m^3	3.21		3.21
植物措施	撒播野牛草草籽	面积	hm^2	249.25		249.25
	植草护坡	面积	hm^2	5.01		5.01
	骨架内植草	面积	hm^2	5.30		5.30
临时措施	临时土质排水沟	长度	m		4000	4000
		开挖土方	m^3		1800	1800
	临时砖砌沉沙池	数量	座		50	50
		砂浆砌砖	m^3		95	95
		开挖土方	m^3		650	650
		砂浆抹面	m^2		1050	1050
	无纺布苫盖	面积	hm^2		36.15	36.15

（二）航站及附属工程区

（1）工程措施

①表土剥离

施工前对扰动范围内的耕地、林地和草地进行表土剥离，剥离厚度为 0.2m，剥离面积 54.44hm²，共剥离表土 10.89 万 m³。

②土地整治

施工结束后，对航站及附属工程区绿化区域在表土回覆后进行土地整治。土地整治内容包括场地清理、平整。整地方式采用机械全面整地，平整后表面坡度小于 5 度，然后对地面进行耙松，耕深为 0.2~0.3m，达到撒播草种条件。本区共整治土地 33.6hm²。

③表土回覆

施工结束后，绿化区域回覆表土，以便恢复绿化，本区回覆表土面积 33.6hm²，回覆厚度 0.3m，共回覆表土 10.08 万 m³。

④雨水管网

航站及附属工程区排水为主体设计措施，其雨水排放主要采用雨污分流制。为顺畅排除场区雨水，拟在场区内布设雨水管网系统，采用管道组织排水，地面雨水由雨水口集水，雨水口收集后经雨水管道通过排海泵站排入大海，沿航站及附属工程区循环路敷设雨水管网，雨水管管径采用 DN600-DN1200。经统计，需埋设雨水管长约 15000m。

（2）植物措施

主体工程设计的航站及附属工程区需景观绿化面积 33.6hm²，采用标准园林景观绿化效果设计，绿化类型以乔木、灌木和草坪相结合的形式，乔木株距 6m，灌木树种株距 3m，草皮采用满铺的方式。本方案植物措施布置遵循点、线、面相结合的方式，以满足水土保持要求和机场运行安全为基准，主要采用草本和低矮灌木进行绿化，辅以乔木进行点缀，落叶与常绿交叉、多彩树种与各种开花植被融合，打造机场绿地精品。其中种植大叶榕 2080 株、鸡冠刺桐 2354 株、香樟 2559 株、桂花 2150 株、杜鹃 4350 株、四季含笑 3800 株、三角梅 1200 株、红背桂 685 株、小叶榄仁 1368 株、结缕草草皮 33.6hm²。

（3）临时措施

①临时土质排水沟

航站及附属工程区场平后形成土面平台，场地裸露面积较大，本方案补充在场地四周布设临时排水沟，临时排水沟位置结合主体设计的永久排水沟位置布设。临时排水沟断面呈梯形，底宽 0.4m、深 0.5m、沟坡比为 1:1，过流能力验算见飞行区的临时排水沟验算过程。经计算，临时排水沟约 3000m，土方开挖量 1350m³。

②临时砖砌截水沟

基坑施工过程中，基坑四周外侧设置临时砖砌截水沟，临时砖砌截水沟断面形式为矩形，尺寸为 40cm×40cm，采用砂浆砌砖砌筑，过流能力验算见 5.2.3。本区需设置临时砖砌截水沟 1600m，总工程量为开挖土方 471m³，砂浆砌砖 63m³，砂浆抹面 1920m²。

③临时沉沙池

本工程施工期间排水所含的泥沙量较大，为了沉降径流泥沙，降低水流流速，减少水土流失，根据地形特点和临时排水沟的布置情况，在临时排水沟出口处布设简易沉沙池，沉沙池采用砖砌结构，尺寸为 3.0m×2.0m×1.5m（长×宽×深），设计每 500m 设置 1 处临时砖砌沉沙池，共布置临时砖砌沉沙池 12 座。

③无纺布苫盖

航站及附属工程区施工过程中产生的裸露地表遇降雨容易造成冲刷侵蚀，形成侵蚀沟，方案补充裸露地表的临时苫盖措施，拟使用无纺布对裸露地表进行临时苫盖，本区共采取无纺布苫盖 11.4hm²。

（4）工程量

航站及附属工程区水土保持工程措施包括表土剥离 10.89 万 m³，土地整治 33.6hm²，表土回覆 10.08 万 m³，雨水管网 15000m；植物措施包括园林绿化 33.6hm²，其中种植大叶榕 2080 株、鸡冠刺桐 2354 株、香樟 2559 株、桂花 2150 株、杜鹃 4350 株、四季含笑 3800 株、三角梅 1200 株、红背桂 685 株、小叶榄仁 1368 株、结缕草草皮 33.6hm²；临时措施包括临时土质排水沟 3000m，临时砖砌截水沟 1600m，临时砖砌沉沙池 12 座，无纺布苫盖 11.4hm²。

本区水土保持措施工程量详见表 5.3-5。

表 5.3-5 航站及附属工程区水土保持措施工程量统计表

措施类型	措施名称	计量指标	单位	主体已有	方案新增	合计
工程措施	表土剥离	方量	万 m^3	10.89		10.89
	土地整治	面积	hm^2	33.6		33.6
	表土回覆	方量	万 m^3	10.08		10.08
	雨水管网	长度	m	15000		15000
植物措施	园林绿化	面积	hm^2	33.6		33.6
	大叶榕	数量	株	2080		2080
	鸡冠刺桐	数量	株	2354		2354
	香樟	数量	株	2559		2559
	桂花	数量	株	2150		2150
	杜鹃	数量	株	4350		4350
	四季含笑	数量	株	3800		3800
	三角梅	数量	株	1200		1200
	红背桂	数量	株	685		685
	小叶榄仁	数量	株	1368		1368
	结缕草草皮	面积	hm^2	33.6		33.6
临时措施	临时土质排水沟	长度	m		3000	3000
		开挖土方	m^3		1350	1350
	临时砖砌截水沟	长度	m		1600	1600
		开挖土方	m^3		471	471
		砂浆砌砖	m^3		63	63
		砂浆抹面	m^2		1920	1920
	临时砖砌沉沙池	数量	座		12	12
		砂浆砌砖	m^3		23	23
		开挖土方	m^3		156	156
		砂浆抹面	m^2		252	252
	无纺布苫盖	面积	hm^2		11.4	11.4

（三）货运区

（1）工程措施

①表土剥离

施工前对扰动范围内的耕地、林地和草地进行表土剥离，剥离厚度为 0.2m，剥离面积 15.53hm^2，共剥离表土 3.11 万 m^3。

②土地整治

施工结束后，对货运区土面绿化区域在表土回覆后进行土地整治。土地整治内容包括场地清理、平整。整地方式采用机械全面整地，平整后表面坡度小于5度，然后对地面进行耙松，耕深为0.2~0.3m，达到撒播草种条件。本区共需进行土地整治0.06hm²。

③表土回覆

施工结束后，对绿化区域回覆表土，以便恢复绿化，本区回覆表土面积0.06hm²，回覆厚度0.3m，共回覆表土0.02万m³。

④雨水管网

货运区排水为主体设计措施，其雨水排放主要采用雨污分流制。为顺畅排除场区雨水，拟在场区内布设雨水管网系统，采用管道组织排水，地面雨水由雨水口集水，雨水口收集后经雨水管道通过排海泵站排入大海，沿货运区道路敷设雨水管网，雨水管管径采用DN600-DN2000。经统计，需埋设雨水管长约1200m。

（2）植物措施

主体工程设计的货运区需景观绿化面积0.06hm²，采用标准园林景观绿化效果设计，货运区道路两侧红线内绿化带面积0.06hm²，绿化类型以乔木、灌木和草坪相结合的形式，乔木株距6m，灌木树种株距3m，草皮采用满铺的方式，主体设计已计列投资。其中种植大王椰子10株、大叶紫薇10株、龙船花40株、红背桂40株、结缕草草皮0.06hm²。

（3）临时措施

①临时土质排水沟

在施工场地平整后应在场地四周布设排水沟，进台道路一侧布设临时排水沟，主要收集场地降雨积水，排入附近排水系统。临时排水沟断面呈梯形，底宽0.4m、深0.5m、沟坡比为1:1，过流能力验算见飞行区的临时排水沟验算过程。经计算，临时排水沟约1200m，土方开挖量540m³。

②临时砖砌沉沙池

本工程施工期间排水所含的泥沙量较大，为了沉降径流泥沙，降低水流流速，减少水土流失，根据地形特点和临时排水沟的布置情况，在临时排水沟出口处布设简易沉沙池，沉沙池采用砖砌结构，尺寸为3.0m×2.0m×1.5m（长×宽×深），设计每500m设置1处临时砖砌沉沙池，共布置临时砖砌沉沙池3座。

③无纺布苫盖

货运区施工过程中产生的裸露地表遇降雨容易造成冲刷侵蚀，形成侵蚀沟，方案补充裸露地表的临时苫盖措施，拟使用无纺布对裸露地表进行临时苫盖，本区共采取无纺布苫盖 0.02hm²。

（4）工程量

货运区水土保持工程措施包括表土剥离 3.11 万 m³，土地整治 0.06hm²，表土回覆 0.02 万 m³，雨水管网 1200m；植物措施为乔灌草综合绿化 0.06hm²，其中种植大王椰子 10 株、大叶紫薇 10 株、龙船花 40 株、红背桂 40 株、结缕草草皮 0.06hm²；临时措施包括临时土质排水沟 1200m，临时砖砌沉沙池 3 座，无纺布苫盖 0.02hm²。

本区水土保持措施工程量详见表 5.3-6。

表 5.3-6　货运区水土保持措施工程量统计表

措施类型	措施名称	计量指标	单位	主体已有	方案新增	合计
工程措施	表土剥离	方量	万 m³	3.11		3.11
	土地整治	面积	hm²	0.06		0.06
	表土回覆	方量	万 m³	0.02		0.02
	雨水管网	长度	m	1200		1200
植物措施	园林绿化	面积	hm²	0.06		0.06
	大王椰子	数量	株	10		10
	大叶紫薇	数量	株	10		10
	龙船花	数量	株	40		40
	红背桂	数量	株	40		40
	结缕草草皮	面积	hm²	0.06		0.06
临时措施	临时土质排水沟	长度	m		1200	1200
		开挖土方	m³		540	540
	临时砖砌沉沙池	数量	座		3	3
		砂浆砌砖	m³		6	6
		土方开挖	m³		39	39
		砂浆抹面	m²		63	63
	无纺布苫盖	面积	hm²		0.02	0.02

5.3.2 供油工程区

（1）工程措施

①表土剥离

为充分利用和保护表土资源，施工前对本区建设占用的林地进行表土剥离，剥离厚度为 0.2m，剥离面积 2.00hm²，共剥离表土 0.40 万 m³。

②雨水管网

供油工程区排水为主体设计措施，其雨水排放主要采用雨污分流制，为顺畅排除场区雨水，拟在场区内布设雨水管网系统，采用管道组织排水，地面雨水由雨水口集水，雨水口收集后经雨水管道通过排海泵站排入大海，沿道路敷设雨水管网，雨水管管径采用 DN600-DN2000，经统计，需埋设雨水管长约 600m。

（2）临时措施

①临时土质排水沟

为避免施工期泥沙随雨水流出场外，使场内有序排水，拟沿本区道路设临时排水沟，临时排水沟位置结合主体设计的雨水管网，后期改为永久雨水管网。临时排水沟断面呈梯形，底宽 0.4m、深 0.5m、沟坡比为 1:1，过流能力验算见表 5.2.3。经统计，本区共设置临时排水沟 600m，土方开挖量 270m³。

②临时砖砌沉沙池

本工程施工期间排水所含的泥沙量较大，为了沉降径流泥沙，降低水流流速，减少水土流失，根据地形特点和临时排水沟的布置情况，在临时排水沟出口处布设简易沉沙池，沉沙池采用砖砌结构，规格为长×宽×高=3.0m×2.0m×1.5m，池壁砖砌 24cm，砂浆抹面 2cm。本区共修建临时沉沙池 2 座。

③无纺布苫盖

供油工程区施工过程中产生的裸露地表遇降雨容易造成冲刷侵蚀，形成侵蚀沟，方案补充裸露地表的临时苫盖措施，拟使用无纺布对裸露地表进行临时苫盖，本区共采取无纺布苫盖 0.04hm²。

（3）工程量

供油工程区水土保持工程措施包括表土剥离 0.40 万 m³，雨水管网 600m；临时措施包括临时土质排水沟 600m，临时砖砌沉沙池 2 座，无纺布苫盖 0.04hm²。本区水土保持措施工程量详见表 5.3-7。

表 5.3-7　供油工程区水土保持措施工程量统计表

措施类型	措施名称	计量指标	单位	主体已有	方案新增	合计
工程措施	表土剥离	方量	万 m³	0.40		0.40
	雨水管网	长度	m	600		600
临时措施	临时土质排水沟	长度	m		600	600
		开挖土方	m³		270	270
	临时砖砌沉沙池	数量	座		2	2
		砂浆砌砖	m³		3.78	3.78
		土方开挖	m³		26.2	26.2
		砂浆抹面	m²		43	43
	无纺布苫盖	面积	hm²		0.04	0.04

5.3.3 空管工程区

（1）工程措施

①表土剥离

施工前对施工扰动范围内的可剥离表土进行表土剥离，剥离厚度为 0.2m，剥离面积 9.37hm²，共剥离表土 1.87 万 m³。

②土地整治

施工结束后，对施工迹地采取清除建筑垃圾及大块石，土地平整等措施，本区共整治土地 1.85m²。

③表土回覆

施工结束后，对施工迹地回覆表土，以便恢复绿化，本区回覆表土面积 3.64hm²，回覆厚度 0.3m，共回覆表土 1.09 万 m³。

④排水工程

1、场内雨水管网

空管工程区排水为主体设计措施，其雨水排放主要采用雨污分流制，为顺畅排除场区雨水，拟在场区内布设雨水管网系统，采用管道组织排水，地面雨水由雨水口集水，雨水口收集后经雨水管道通过排海泵站排入大海，沿道路敷设雨水管网，雨水管管径采用 DN600-DN2000，经统计，需埋设雨水管长约 4000m。

2、进台道路截排水沟

主体工程在挖方路段、路堤高度小于边沟深度的填方路段、耕地区域填方路段以及傍山段路堤靠山一侧的坡脚处均设置边沟。挖方边沟采用 0.4m × 0.4m 矩形边

沟，C20 现浇混凝土厚度 15cm。对于高边坡挖方路段，需在坡顶处设置截水沟，截水沟采用 0.5m × 0.5m 梯形水沟，坡比 1:1，C20 现浇混凝土厚度 20cm。对于填方段占用原有排水沟及填方影响路基两侧排水时设排水沟，排水沟的尺寸采用矩形 0.4m × 0.4m，C20 现浇混凝土厚度 15cm。共新建截排水沟 2909m。工程量见下表。

表 5.3-8　空管工程区排水工程工程量统计表

序号	种类	单位	数量	规格
1	混凝土矩形沟	m	2819	0.4×0.4m
2	混凝土矩形盖板沟	m	65	0.4×0.4m
3	混凝土梯形截水沟	m	25	0.5×0.5m
合计			2909	

⑤人字型骨架喷播植草护坡

主体工程设计在高差大于 2m 的挖方边坡区域布设人字型骨架植草护坡，竖向肋柱间距 2m，人字骨架间距 1.5m，网格骨架断面尺寸为 0.25m × 0.25m，每隔 100m 设置流水槽，框格梁表面与坡体坡面平行，坡比 1:0.5，人字形护坡骨架采用 $M_{7.5}$ 浆砌片石砌筑，护坡骨架施工完毕后，在框格内部土质区域进行喷播植草绿化。共设置人字形骨架喷播植草护坡 0.05hm²，需 $M_{7.5}$ 浆砌片石 49.7m³。

（2）植物措施

①园林绿化

主体工程设计在空管小区和北大山导航台空地采取园林绿化面积 1.85hm²，采用标准园林景观绿化效果和防火树种设计，乔木株距 6m，灌木树种株距 3m，草皮采用满铺的方式。其中种植香樟 220 株、大叶紫薇 396 株、福建山樱花 825 株、结缕草草皮 1.85hm²。

②喷播植草护坡

主体工程设计在高差大于 2m 的挖方边坡区域布设人字型骨架植草护坡，坡比 1:0.5，在填方边坡及高差小于 2m 的挖方边坡坡面采取喷播植草护坡措施，挖方边坡坡比 1:0.5，填方边坡坡比 1:1.5，喷播植草面积共计 1.79hm²，其中人字形骨架内喷播植草 0.04hm²，坡面喷播植草 1.75hm²。草种选取野牛草，播种量 100kg/hm²，共计喷播野牛草草籽 1.79hm²，播种量 179kg。

（3）临时措施

①临时土质排水沟

为避免施工期泥沙随雨水流出场外，使场内有序排水，拟沿本区道路设临时土

质排水沟，临时排水沟位置结合主体设计的雨水管网，后期改为永久雨水管网。临时排水沟断面呈梯形，底宽 0.4m、深 0.5m、沟坡比为 1:1，过流能力验算见表 5.2.3。经统计，本区共设置临时排水沟 8000m，土方开挖量 3600m³。

②临时砖砌沉沙池

本工程施工期间排水所含的泥沙量较大，为了沉降径流泥沙，降低水流流速，减少水土流失，根据地形特点和临时排水沟的布置情况，在临时排水沟出口处布设简易沉沙池，沉沙池采用砖砌结构，尺寸为：3.0m×2.0m×1.5m（长×宽×深）。施工过程中，定期清除沉沙池内淤积泥沙，场地利用结束时，回填沉沙池。本区共设置临时沉沙池 6 座。

③无纺布苫盖

空管工程区施工过程中产生的裸露地表遇降雨容易造成冲刷侵蚀，形成侵蚀沟，方案补充裸露地表的临时苫盖措施，拟使用无纺布对裸露地表进行临时苫盖，无纺布苫盖工程量 0.5hm²。

（4）工程量

空管工程区水土保持工程措施包括表土剥离 1.87 万 m³，土地整治 1.85hm²，表土回覆 1.09 万 m³，雨水管网 4000m，混凝土截排水沟 2909m，人字型骨架护坡 0.05hm²；植物措施为园林绿化 1.85hm²，其中种植香樟 220 株、大叶紫薇 396 株、福建山樱花 825 株、结缕草草皮 1.85hm²，喷播植草护坡 1.75hm²，骨架内喷播植草 0.04hm²；临时措施包括临时砖砌沉沙池 6 座，临时土质排水沟 8000m，无纺布苫盖 0.5hm²。本区水土保持措施工程量详见表 5.3-9。

表 5.3-9　空管工程区水土保持措施工程量统计表

措施类型	措施名称	计量指标	单位	主体已有	方案新增	合计
工程措施	表土剥离	方量	万 m^3	1.87		1.87
	土地整治	面积	hm^2	1.85		1.85
	表土回覆	方量	万 m^3	1.09		1.09
	雨水管网	长度	m	4000		4000
	混凝土矩形沟	长度	m	2819		2819
	混凝土矩形盖板沟	长度	m	65		65
	混凝土梯形截水沟	长度	m	25		25
	人字型骨架护坡	面积	hm^2	0.05		0.05
		M7.5 浆砌片石	m^3	49.7		49.7
植物措施	园林绿化	面积	hm^2	1.85		1.85
	香樟	数量	株	220		220
	大叶紫薇	数量	株	396		396
	福建山樱花	数量	株	825		825
	结缕草草皮	面积	hm^2	1.85		1.85
	喷播植草护坡	面积	hm^2	1.75		1.75
	骨架内喷播植草	面积	hm^2	0.04		0.04
临时措施	临时土质排水沟	长度	m		8000	8000
		开挖土方	m^3		3600	3600
	临时砖砌沉沙池	数量	座		6	6
		砂浆砌砖	m^3		11.34	11.34
		土方开挖	m^3		78.6	78.6
		砂浆抹面	m^2		129	129
	无纺布苫盖	面积	hm^2		0.5	0.5

5.3.4 施工生产生活区

（1）临时措施

①临时混凝土排水沟

为避免施工期泥沙随雨水流出场外，使场内有序排水，拟在施工场地周边设临时排水沟，临时排水沟断面采用 0.4m × 0.4m 矩形边沟，C20 现浇混凝土厚度 15cm，过流能力验算见表 5.2.3。经统计，本区共设置临时排水沟 800m。

②临时砖砌沉沙池

本工程施工期间排水所含的泥沙量较大，为了沉降径流泥沙，降低水流流速，减少水土流失，根据地形特点和临时排水沟的布置情况，在临时排水沟出口处布设

简易沉沙池，沉沙池采用砖砌结构，尺寸为 3.0m×2.0m×1.5m（长×宽×深）。施工过程中，定期清除沉沙池内淤积泥沙，场地利用结束时，回填沉沙池。设计每 500m 设置 1 处临时沉沙池，共布置临时沉沙池 2 座。

（2）工程量汇总

施工生产生活区临时措施为临时混凝土排水沟 800m，临时砖砌沉沙池 2 座。施工生产生活区水土保持措施工程量见表 5.3-10。

表 5.3-10　施工生产生活区水土保持措施工程量表

措施类型	措施名称	计量指标	单位	主体已有	方案新增	合计
临时措施	临时混凝土排水沟	长度	m		800	800
	临时砖砌沉沙池	数量	座		2	2
		开挖土方	m^3		3.78	3.78
		砌砖	m^3		26.2	26.2
		砂浆抹面	m^2		43	43

5.3.5 临时堆土区

（1）临时措施

①临时土质排水沟

为避免施工期泥沙随雨水流出场外，使场内有序排水，拟沿临时堆土区四周设临时排水沟，临时排水沟断面呈梯形，底宽 0.4m、深 0.5m、沟坡比为 1:1，过流能力验算见表 5.2.3。经统计，本区共设置临时排水沟 5100m，土方开挖量 2295m^3。

②临时砖砌沉沙池

本工程施工期间排水所含的泥沙量较大，为了沉降径流泥沙，降低水流流速，减少水土流失，根据地形特点和临时排水沟的布置情况，在临时排水沟出口处布设简易沉沙池，沉沙池采用砖砌结构，尺寸为长 3.0m×2.0m×1.5m（长×宽×深）。施工过程中，定期清除沉沙池内淤积泥沙，场地利用结束时，回填沉沙池。设计每 500m 设置 1 处临时沉沙池，共布置临时沉沙池 10 座。

③无纺布苫盖

临时堆土区临时堆放的表土如遇降雨容易造成冲刷侵蚀，形成侵蚀沟，方案补充裸露地表的临时苫盖措施，拟使用无纺布对裸露地表进行临时苫盖，无纺布苫盖工程量 37.66hm^2。

④袋装土拦挡

对场区的临时堆土采取临时拦挡防护措施，将装填好的编织袋以“品”字形码放于临时堆土四周坡脚处，断面形式为梯形，尺寸为：上底宽0.5m，下底宽1.5m，高0.5m，临时堆土临时拦挡措施工程量为临时拦挡5100m，袋装土填筑及拆除2550m³。

⑤铺碎石垫层

淤泥干化场堆放前底部铺一层碎石垫层，50cm厚，作为排水褥垫，便于淤泥排水干化。共铺设碎石垫层3.03万m³。

⑥土工布铺设

在淤泥干化场底部碎石垫层上方和袋装土拦挡表面铺设土工布，透水滤土，防止淤泥干化过程中产生水土流失。淤泥干化场共铺设土工布面积约6.07hm²。

⑦临时撒播草籽

本项目施工期较长，表土堆存期较长，堆存期间撒播草籽进行临时绿化防护，表土堆放场地撒播草籽临时绿化37.66hm²。

（2）工程量汇总

临时堆土区临时措施为临时土质排水沟5100m，临时砖砌沉沙池10座，无纺布苫盖37.66hm²，袋装土拦挡2550m³，铺碎石垫层3.03万m³，铺设土工布6.07hm²，临时撒播草籽37.66hm²。临时堆土区水土保持措施工程量见表5.3-11。

表5.3-11　临时堆土区水土保持措施工程量表

措施类型	措施名称	计量指标	单位	主体已有	方案新增	合计
临时措施	临时土质排水沟	长度	m		5100	5100
		开挖土方	m³		2295	2295
	临时砖砌沉沙池	数量	座		10	10
		开挖土方	m³		18.9	18.9
		砌砖	m³		131	131
		砂浆抹面	m²		215	215
	无纺布苫盖	面积	hm²		37.66	37.66
	袋装土拦挡	袋装土填筑	m³		2550	2550
		袋装土拆除	m³		2550	2550
	铺碎石垫层	数量	万m³		3.03	3.03
	土工布铺设	面积	hm²		6.07	6.07
	临时撒播草籽	面积	hm²		37.66	37.66

5.3.6 水土保持措施工程量汇总

本工程水土保持措施主要工程量汇总详见表 5.3-12。

表 5.3-12　水土保持措施工程量汇总表

防治分区		措施类型	措施名称	计量指标	单位	主体已有	方案新增	合计
机场工程区	飞行区	工程措施	表土剥离	方量	万 m^3	59.96		59.96
			土地整治	面积	hm^2	259.56		259.56
			表土回覆	方量	万 m^3	65.04		65.04
			LC 类钢筋砼盖板暗沟(CGA)	长度	m	120.5		120.5
			LC 类钢筋砼盖板明沟(CGM)	长度	m	2285.2		2285.2
			LC 类钢筋砼双孔箱涵(C2A)	长度	m	691.3		691.3
			LC 类钢筋砼双孔箱涵(设进水孔)(C2M)	长度	m	365		365
			LD 类钢筋砼单孔箱涵(DXA)	长度	m	65		65
			LD 类钢筋砼盖板暗沟(DGA)	长度	m	603		603
			LD 类钢筋砼双孔箱涵(D2A)	长度	m	30		30
			LD 类铸铁箅子单孔箱涵(DXM)	长度	m	602		602
			LF 类钢筋砼单孔箱涵(FXA)	长度	m	2124.3		2124.3
			LF 类钢筋砼盖板暗沟(FGA)	长度	m	4232		4232
			LF 类钢筋砼双孔箱涵(F2A)	长度	m	1116		1116
			LF 类铸铁篦子单孔箱涵(FXM)	长度	m	3992		3992
			LF 类钢筋砼钢篦子明沟(FM)	长度	m	364		364
			混凝土梯形明沟（TM）	长度	m	22069		22069
			混凝土梯形明沟（FGM）	长度	m	152		152
			V 形沟(V)	长度	m	604		604
			边坡排水沟	长度	m	3500		3500
			方格型骨架护坡	面积	hm^2	7.21		7.21
				C_{20} 混凝土	万 m^3	3.21		3.21
		植物措施	撒播野牛草草籽	面积	hm^2	249.25		249.25
			植草护坡	面积	hm^2	5.01		5.01
			骨架护坡植草	面积	hm^2	5.30		5.30
		临时措施	临时土质排水沟	长度	m		4000	4000
				开挖土方	m^3		1800	1800
			临时砖砌沉沙池	数量	座		50	50
				砂浆砌砖	m^3		95	95
				开挖土方	m^3		650	650
				砂浆抹面	m^2		1050	1050

			无纺布苫盖	面积	hm²		36.15	36.15
	航站及附属工程区	工程措施	表土剥离	方量	万 m³	10.89		10.89
			土地整治	面积	hm²	33.6		33.6
			表土回覆	方量	万 m³	10.08		10.08
			雨水管网	长度	m	15000		15000
		植物措施	园林绿化	面积	hm²	33.6		33.6
			大叶榕	数量	株	2080		2080
			鸡冠刺桐	数量	株	2354		2354
			香樟	数量	株	2559		2559
			桂花	数量	株	2150		2150
			杜鹃	数量	株	4350		4350
			四季含笑	数量	株	3800		3800
			三角梅	数量	株	1200		1200
			红背桂	数量	株	685		685
			小叶榄仁	数量	株	1368		1368
			结缕草草皮	面积	hm²	33.6		33.6
		临时措施	临时土质排水沟	长度	m		3000	3000
				开挖土方	m³		1350	1350
			临时砖砌截水沟	长度	m		1600	1600
				开挖土方	m³		471	471
				砂浆砌砖	m³		63	63
				砂浆抹面	m²		1920	1920
			临时砖砌沉沙池	数量	座		12	12
				砂浆砌砖	m³		23	23
				开挖土方	m³		156	156
				砂浆抹面	m²		252	252
			无纺布苫盖	面积	hm²		11.4	11.4
	货运区	工程措施	表土剥离	方量	万 m³	3.11		3.11
			土地整治	面积	hm²	0.06		0.055
			表土回覆	方量	万 m³	0.02		0.02
			雨水管网	长度	m	1200		1200
		植物措施	园林绿化	面积	hm²	0.06		0.06
			大王椰子	数量	株	10		10
			大叶紫薇	数量	株	10		10
			龙船花	数量	株	40		40
			红背桂	数量	株	40		40

			结缕草草皮	面积	hm^2	0.06		0.06
		临时措施	临时土质排水沟	长度	m		1200	1200
				开挖土方	m^3		540	540
			临时砖砌沉沙池	数量	座		3	3
				砂浆砌砖	m^3		6	6
				开挖土方	m^3		39	39
				砂浆抹面	m^2		63	63
			无纺布苫盖	面积	hm^2		0.02	0.02
供油工程区		工程措施	表土剥离	方量	万 m^3	0.4		0.4
			雨水管网	长度	m	600		600
		临时措施	临时土质排水沟	长度	m		600	600
				开挖土方	m^3		270	270
			临时砖砌沉沙池	数量	座		2	2
				砂浆砌砖	m^3		3.78	3.78
				开挖土方	m^3		26.2	26.2
				砂浆抹面	m^2		43	43
			无纺布苫盖	面积	hm^2		0.04	0.04
空管工程区		工程措施	表土剥离	方量	万 m^3	1.87		1.87
			土地整治	面积	hm^2	1.85		1.85
			表土回覆	方量	万 m^3	1.09		1.09
			雨水管网	长度	m	4000		4000
			混凝土矩形沟	长度	m	2819		2819
			混凝土矩形盖板沟	长度	m	65		65
			混凝土梯形截水沟	长度	m	25		25
			人字型骨架护坡	面积	hm^2	0.05		0.05
				$M_{7.5}$浆砌片石	m^3	49.7		49.7
		植物措施	园林绿化	面积	hm^2	1.85		1.85
			香樟	数量	株	220		220
			大叶紫薇	数量	株	396		396
			福建山樱花	数量	株	825		825
			结缕草草皮	面积	hm^2	1.85		1.85
			喷播植草护坡	面积	hm^2	1.75		1.75
			骨架护坡喷播植草	面积	hm^2	0.04		0.04
		临时措施	临时土质排水沟	长度	m		8000	8000
				开挖土方	m^3		3600	3600
			临时砖砌沉沙池	数量	座		6	6

			砂浆砌砖	m^3		11.34	11.34
			开挖土方	m^3		78.6	78.6
			砂浆抹面	m^2		129	129
		无纺布苫盖	面积	hm^2		0.5	0.5
施工生产生活区	临时措施	临时混凝土排水沟	长度	m		800	800
		临时砖砌沉沙池	数量	座		2	2
			砂浆砌砖	m^3		3.78	3.78
			开挖土方	m^3		26.2	26.2
			砂浆抹面	m^2		43	43
临时堆土区	临时措施	临时土质排水沟	长度	m		5100	5100
			开挖土方	m^3		2295	2295
		临时砖砌沉沙池	数量	座		10	10
			砂浆砌砖	m^3		18.9	18.9
			开挖土方	m^3		131	131
			砂浆抹面	m^2		215	215
		无纺布苫盖	面积	hm^2		37.66	37.66
		袋装土拦挡	袋装土填筑	m^3		2550	2550
			袋装土拆除	m^3		2550	2550
		铺碎石垫层	数量	万 m^3		3.03	3.03
		土工布铺设	面积	hm^2		6.07	6.07
		临时撒播草籽	面积	hm^2		37.66	37.66
汇总	工程措施	表土剥离	方量	万 m^3	76.23		76.23
		土地整治	面积	hm^2	295.07		295.07
		表土回覆	方量	万 m^3	76.23		76.23
		LC 类钢筋砼盖板暗沟(CGA)	长度	m	120.5		120.5
		LC 类钢筋砼盖板明沟(CGM)	长度	m	2285.2		2285.2
		LC 类钢筋砼双孔箱涵(C2A)	长度	m	691.3		691.3
		LC 类钢筋砼双孔箱涵(设进水孔)(C2M)	长度	m	365		365
		LD 类钢筋砼单孔箱涵(DXA)	长度	m	65		65
		LD 类钢筋砼盖板暗沟(DGA)	长度	m	603		603
		LD 类钢筋砼双孔箱涵(D2A)	长度	m	30		30
		LD 类铸铁箅子单孔箱涵(DXM)	长度	m	602		602
		LF 类钢筋砼单孔箱涵(FXA)	长度	m	2124.3		2124.3
		LF 类钢筋砼盖板暗沟(FGA)	长度	m	4232		4232
		LF 类钢筋砼双孔箱涵(F2A)	长度	m	1116		1116
		LF 类铸铁篦子单孔箱涵(FXM)	长度	m	3992		3992

		LF 类钢筋砼钢篦子明沟(FM)	长度	m	364		364
		混凝土梯形明沟（TM）	长度	m	22069		22069
		混凝土梯形明沟（FGM）	长度	m	152		152
		V 形沟(V)	长度	m	604		604
		边坡排水沟	长度	m	3500		3500
		方格型骨架护坡	面积	hm^2	7.21		7.21
			C_{20}混凝土	万 m^3	3.21		3.21
		人字型骨架护坡	面积	hm^2	0.05		0.05
			$M_{7.5}$浆砌片石	m^3	49.7		49.7
		雨水管网	长度	m	20800		20800
		混凝土矩形沟	长度	m	2819		2819
		混凝土矩形盖板沟	长度	m	65		65
		混凝土梯形截水沟	长度	m	25		25
	植物措施	园林绿化	面积	hm^2	35.505		35.505
		撒播野牛草草籽	面积	hm^2	249.25		249.25
		大叶榕	数量	株	2080		2080
		鸡冠刺桐	数量	株	2354		2354
		香樟	数量	株	2779		2779
		桂花	数量	株	2150		2150
		杜鹃	数量	株	4350		4350
		四季含笑	数量	株	3800		3800
		三角梅	数量	株	1200		1200
		红背桂	数量	株	725		725
		小叶榄仁	数量	株	1368		1368
		大王椰子	数量	株	10		10
		大叶紫薇	数量	株	406		406
		龙船花	数量	株	40		40
		福建山樱花	数量	株	825		825
		结缕草草皮	面积	hm^2	35.51		35.51
		植草护坡	面积	hm^2	5.01		5.01
		骨架护坡植草	面积	hm^2	5.30		5.3
		喷播植草护坡	面积	hm^2	1.75		1.75
		骨架护坡喷播植草	面积	hm^2	0.04		0.04
	临时措施	临时土质排水沟	长度	m		21900	21900
			开挖土方	m^3		9855	9855
		临时砖砌截水沟	长度	m		1600	1600

			开挖土方	m^3		471	471
			砂浆砌砖	m^3		63	63
			砂浆抹面	m^2		1920	1920
		临时混凝土排水沟	长度	m		800	800
		临时砖砌沉沙池	数量	座		85	85
			砂浆砌砖	m^3		161.3	161.3
			开挖土方	m^3		1107	1107
			砂浆抹面	m^2		1795	1795
		袋装土拦挡	袋装土填筑	m^3		2550	2550
			袋装土拆除	m^3		2550	2550
		铺碎石垫层	数量	万 m^3		3.03	3.03
		土工布铺设	面积	hm^2		6.07	6.07
		无纺布苫盖	面积	hm^2		85.77	85.77
		临时撒播草籽	面积	hm^2		37.66	37.66

5.4 施工要求

5.4.1 施工管理要求与建议

合理安排施工工序、施工时间，制定周密的施工措施方案和科学的管理方法。

（1）加强水土保持意识，落实水土保持措施，加强场地的临时排水、沉沙、拦挡和覆盖措施，在条件允许的情况下尽快实施场地绿化措施;

（2）挖方区做到一次开挖、装运，避免开挖松土停留和多次开挖装运，尽量避开雨季施工;

（3）填方区域填筑完成后，要尽快实施坡面防护措施，缩短边坡的裸露时间，施工期要尽量避开雨季，以减少水土流失;

（4）工序安排上保持挖填方量的平衡，合理安排施工进度，确保挖方区的土石方能及时回填;

（5）填方边坡坡脚预先设置编织土袋拦挡，坡面进行临时覆盖;

（6）施工期不可预测因素较多，雨季施工要随时关注气象变化，在大雨到来前做好相应水保应急工作，以应付施工中的突发情况。

5.4.2 施工组织安排

5.4.2.1 工程措施

①表土剥离与回填

表土剥离主要采用机械结合人工铲挖方式进行，集中堆置于表土堆放场，施工结束后机械或人工回填。

②排水设施施工

排水沟、沉沙池施工前，要由测量人员进行放线，施工原材料及机具设备必须运至施工现场，才可进行沟槽开挖。浆砌石排水沟采用 M7.5 水泥砂浆片石砌筑。间距 10~30m 设一道伸缩缝，缝宽 2cm 中间填沥青麻絮。施工开挖时采用人工开挖或根据需要使用机械开挖，开挖时要严格控制好宽度及标高，禁止出现超挖，对超挖的部分必须采用粘土回填或采用与水沟相同的材料进行砌补，回填粘土时必须采用打夯机夯实。排水沟施工时应先在底板铺砂卵石垫层，再施工底部的浆砌，砌筑时要严格挂线进行施工。砌筑时要避免出现通缝现象，上下两层缝错开不小于 8cm。

砌筑时墙的厚度及沟底的厚度必须符合设计要求。砌筑时禁止使用风化的片石，片石的大小要均匀，且尺寸不应小于 15cm。砌筑用的砂采用干净的中砂，砌筑

砂浆强度为 M7.5 号，砂浆拌合必须采用机械拌合，堆放拌和好的砂浆禁止直接堆在松散的地面上，下面要铺设铁皮等隔离设施，砂浆应随拌随用，对拌合完堆放时间太久的砂浆应当废弃，禁止用于砌筑施工中。各项截排水设施及消能设施均应按设计要求控制好沟道纵向坡度，确保排水顺畅，防止冲刷和淤积。

5.4.2.2 植物措施

本方案植被恢复包括植草护坡、撒播草籽、种植乔木、灌木等恢复，植草草种推荐选用野牛草、结缕草；乔木可考虑香樟、大叶榕、桂花、大王椰子、小叶榄仁等；灌木可选用杜鹃、刺桐、四季含笑、龙船花等。

（1）整地

整地前进行杂物清理，捡除石块、石砾和建筑垃圾，并进行粗平，填平坑洼，然后将剥离的表土进行覆土回填以改善立地条件、增强土地肥力，对植被建设区域进行土壤翻松、碎土，再进行细平，形成种植面。整平后，按设计要求人工用石灰标出单棵树的位置和片状分布的不同树草的区域分界线，对乔木和带土球的灌木，采用挖穴方式种植，根据树种的类型、根系的大小，确定挖穴的尺寸及间距，穴状采用圆形，乔木穴径一般 0.4~0.5m，穴深 50cm 以上，灌木（如冠幅 0.5m 左右带土球的红背桂等）穴径一般在 0.3~0.4m，穴深 25cm 以上。

（2）种苗选择

乔木采用达到 2 级以上标准 2 年生壮苗；灌木采用 2 年生壮苗；草籽要求种子的纯净度达 90%以上，发芽率达 70%以上，草皮要求生长状态良好，无病虫害，规格为 10cm 的小方块，或 5cm×15cm 大小的长条状草块。

（3）栽植方法

①乔木、灌木采用穴植方法

栽植方法：穴植，主要技术要求是“三填、两踩、一提苗”，即先回填表土于坑底，把苗木放入穴中央，再填一些湿润熟土于根底，用脚踩实一次，将苗木稍向上轻轻提一下，使苗根舒展与土壤密接，再将生土填入踩实，最后覆土保墒。栽植深度一般以超过原根系 5~10cm 为准。

种植工序为：放线定位-挖坑-树坑消毒-回填种植土-栽植-回填-浇水-踩实；苗木定植时苗干要竖直，根系要舒展，深浅要适当；填土一半后需提苗踩实，最后覆上表土。

种苗选择：乔木采用达到 2 级以上标准 2 年生壮苗；灌木采用 2 年生壮苗，需

按设计苗木规格采购种植。

栽植季节：栽植季节根据工程区气候特点、土壤条件和栽植树种的生物学特性确定栽植季节和时间，选择在雨天栽植。

抚育管理：在干旱季节，条件较差区域，需采用洒水车加强灌溉，保证工程管理范围植被恢复生长所需水分；条件较差地区，采取人工提水浇灌。为保持土壤的肥性和改良土壤，在灌溉同时施加一定量的农家肥。

②种草

整地：耕翻 20cm 左右的土层，清除土层中的大块石等杂物。

种子处理：去杂、精选，保证种子质量，在春末夏初或夏季播种前，将精选的草种浸泡 24 小时。

施肥：适当施有机肥或 N、P、K 复合肥，然后用锄、耙和钉齿耙人工精细作业将平台翻耕和平整。

播种：撒播方法即将草籽按设计的撒播密度均匀撒在整好的地上，然后用耙或耱等方法覆土埋压，覆土厚度一般为 0.5~1.0cm，撒播后喷水湿润种植区，否则将影响种子的出苗率。

种子选择：草籽要求种子的纯净度达 90％以上，发芽率达 70％以上，草皮要求生长状态良好，无病虫害。

（4）种植季节

造林季节尽量选在春季或秋季以提高成活率，草籽撒播一般在雨季或墒情较好时进行，不能避免时应考虑高温遮阳。

（5）抚育管理

抚育采用人工进行，抚育内容包括：松土、培土、浇水、施肥、补植树苗及必要的修枝和病虫害防治等，抚育时间一般在杂草丛生、枝叶生长旺盛的 6 月份进行，8 月下旬至 9 月上旬进行第二次抚育。考虑到项目所在地优良的自然环境，抚育管理期限为 1 年，共抚育 2 次。第 1 次定植后应及时浇水，保证苗木成活及正常生长，对缺苗、稀疏或成活率没有达到要求的地方，应在第 2 次及时进行补植或补播，成活率低于 40%的需重新栽植，以后根据其生长情况应及时浇水、松土、除草、追肥、修枝、防治病虫害等。植物措施建植后，应落实好林地的管理和抚育责任。

草皮的抚育管理需要注意以下几点：

清除杂草：播种形成的草坪，难免有杂草的侵入，适时清除杂草，有助于草坪的正常生长发育。

适时浇水：新种植的草坪，根系尚未形成，抗旱能力较弱，适时进行浇水，有助于草坪的生长与定居。

追肥：鉴于草坪种植地的土壤贫瘠、紧实，水肥条件差，不利于草坪的生长，适时追肥对草坪的定居与敷衍有重要作用。

防止践踏：在草坪种植的初期，严防人为活动和牛、羊等的践踏，确保草坪的正常生长。

病虫害防治：注意病虫害发生情况，及时防治。

修补雨淋沟：暴雨后及时修补雨淋沟，并补植草皮。

5.4.2.3 临时措施

临时措施包括临时拦挡、排水、沉沙、覆盖和撒播草籽措施，临时排水、沉沙措施为临时排水沟和临时沉沙池，其施工方法与永久排水设施施工方法基本相同。排水沟、沉沙池施工前，要由测量人员进行放线，施工材料及机具准备完毕后，才可进行沟槽开挖。

临时排水设施应尽可能结合永久排水进行布置，能通过加工改造成永久排水设施的不予拆除，减少二次扰动影响；不能利用的进行拆除或填埋。其余的临时措施在施工完毕后均应拆除，拆除的土石方应运至指定的堆土场堆放。

袋装土拦挡主要为临时堆土防护，采用编织袋装料防护的方法。人工装料，封包并堆筑，料源为现有的堆料；防护结束之后，拆除袋装土并清理场地。袋装土拦挡，码成梯形断面，顶宽 0.5m，下底宽 1.5m，堆高 1m。用于临时堆土四周拦挡。临时覆盖措施需特别注意在施工期雨季边坡的临时苫盖。

5.4.3 施工组织机构

交付给主体施工单位，与主体工程统一施工，统一规范化管理，部分绿化和造林项目可委托有绿化造林施工资质的单位进行实施，根据项目管理规范化运作的需要，工地设立项目经理部，代表公司进驻工地组织施工。公司总部将作为项目经理部的坚强后盾，在人员、设备、资金上给予充分的保证，全力支持项目经理的工作，确保工程如期、优质完成。

5.4.4 施工质量要求

水土保持工程实施后，各项治理措施必须符合有关规范规定的质量要求，并经质量验收合格。应符合《水土保持综合治理验收规范》及《生产建设项目水土保持设施自主验收规程（试行）》等相关规定，水土保持各项治理措施的基本要求为总体布局合理，各项措施位置符合水土保持要求，规格尺寸质量、使用材料、施工方法符合施工和设计标准，经设计暴雨考验后基本完好。

工程措施所使用的材料的规格、质量应符合设计要求，胶合材料（水泥、灰浆等）性能良好，砌石、砌砖牢固、整齐。排水沟要求能有效地控制上部地表径流，排水去处有妥善处理，经设计暴雨考验后基本完好，排水沟的完好率在90%以上。

水土保持种草所选种植地块的立地条件应符合相应草种的要求，种草密度要达到设计要求；采用保土能力强的适生优良草种，当年出苗率与成活率在80%以上，三年保存率在70%以上。

5.4.5 水土保持措施实施进度安排

为充分发挥各种水土保持设施的作用，严格贯彻“三同时”制度，切实做到水土保持设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用，施工中应对水土保持工程的实施进行合理安排。

本工程施工期为2021年6月至2025年5月，总工期48个月，本方案结合水土流失防治分区所采取的水土保持综合措施，按照“三同时”原则，以尽量减少工程期间的新增水土流失为目的，安排本工程的水土流失防治分区的水土保持防治措施实施进度。

水土保持措施进度安排横道图详见表5.4-1。

表 5.4-1　水土保持措施工进度表

防治分区		措施类型	措施名称	年度				
				2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年
机场工程区	飞行区	主体工程						
		工程措施	表土剥离					
			土地整治					
			表土回覆					
			排水工程					
			方格型骨架护坡					
		植物措施	撒播野牛草草籽					
			植草边坡					
			骨架护坡植草					
		临时措施	临时土质排水沟					
			临时砖砌沉沙池					
			无纺布苫盖					
	航站及附属工程区	主体工程						
		工程措施	表土剥离					
			土地整治					
			表土回覆					
			雨水管网					
		植物措施	园林绿化					
		临时措施	临时土质排水沟					
			临时砖砌沉沙池					
			无纺布苫盖					
	货运区	主体工程						
		工程措施	表土剥离					
			土地整治					
			表土回覆					
			雨水管网					
		植物措施	园林绿化					
		临时措施	临时土质排水沟/临时砖砌截水沟					
			临时砖砌沉沙池					
			无纺布苫盖					
供油工程区		主体工程						
		工程措施	表土剥离					
			雨水管网					

防治分区	措施类型	措施名称	年度				
			2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年
	临时措施	临时土质排水沟					
		临时砖砌沉沙池					
		无纺布苫盖					
空管工程区	主体工程						
	工程措施	表土剥离					
		土地整治					
		表土回覆					
		雨水管网					
		浆砌石排水沟					
	植物措施	园林绿化					
	临时措施	临时土质排水沟					
		临时砖砌沉沙池					
		无纺布苫盖					
施工生产生活区	临时措施	临时混凝土排水沟					
		临时砖砌沉沙池					
临时堆土区	临时措施	临时土质排水沟					
		临时砖砌沉沙池					
		无纺布苫盖					
		袋装土拦挡					
		铺碎石垫层					
		土工布铺设					
		临时撒播草籽					

主体工程: ——— 水保措施: ·····

6 水土保持监测

6.1 范围和时段

6.1.1 监测范围

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）规定，生产建设项目水土保持监测范围为水土流失防治责任范围，本项目水土流失防治责任范围共592.04hm²。因此，本项目水土保持监测范围为592.04hm²。

6.1.2 监测时段

根据主体工程建设进度和水土保持措施实施进度安排，为保证监测的实时、快速、准确性，水土保持监测应与主体工程同步进行，从而能及时了解和掌握工程建设中的水土流失状况。本项目监测时段从施工准备期（2021年6月）开始，至设计水平年（2025年12月）结束，共55个月。

6.2 内容和方法

6.2.1 监测内容

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240－2018），以及《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保[2020]161号）等相关规定，本工程监测内容主要包括水土流失影响因素监测、水土流失状况监测、水土流失危害监测、水土保持措施监测等。

水土流失影响因素监测的内容包括：气象水文、地形地貌、地表组成物质、植被等自然影响因素；项目建设对原地表、水土保持设施、植被的占压和损毁情况；项目征占地和水土流失防治责任范围变化情况；项目临时堆土量及堆放方式。

水土流失状况监测的内容包括：水土流失类型、形式、面积、分布及强度；各监测分区及其重点对象的土壤流失量。

水土流失危害监测的内容包括：水土流失对主体工程造成危害的方式、数量和强度；水土流失掩埋冲毁农田、道路等的数量、程度；生产建设项目造成的沙化、崩塌、滑坡等灾害；对周边林地、生态保护区、海洋的危害，有可能直接进入周边水域造成行洪安全和污染的情况。

水土保持措施监测的内容主要包括：工程措施的类型、数量、分布和完好程度；植物措施的种类、面积、分布、生长状况、成活率、保存率和林草覆盖率；临

时措施的类型、数量和分布；主体工程和各项水土保持措施的实施进度情况；水土保持措施对主体工程建设安全和运行发挥的作用；水土保持措施对周边生态环境发挥的作用。

在工程开工建设之前，应对项目区土壤侵蚀背景值进行监测；在大暴雨、特大暴雨等自然灾害后应进行重大水土流失事件监测，事发后一周内上报地方水行政主管部门，监测方法以调查法为主。

6.2.2 监测方法

根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161 号文）和《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）的要求，监测单位应当针对不同监测内容和重点，综合采取卫星遥感、无人机遥感、视频监控、地面定位监测、调查及资料分析等多种方式，实现对生产建设项目水土流失的定量监测和过程监测。本工程根据实地踏勘和综合调查，项目区处于机场禁飞区域，不适合采用无人机遥感监测方法，因此主要采用卫星遥感方法，购买遥感及解译资料，结合地面观测、实地调查方式进行监测。

（1）卫星遥感监测

以地理信息系统为平台，利用卫星影像进行遥感监测。通过遥感监测获取项目区地形、土地利用、植被盖度等基础地理信息，并进行提取和加工，再将地面监测资料与前述基础地理信息进行叠加分析，从而获得项目区土壤侵蚀情况。之后再将项目建设各个不同时期的遥感监测结果进行对比分析，即可得到项目建设过程中水土流失动态监测结果。

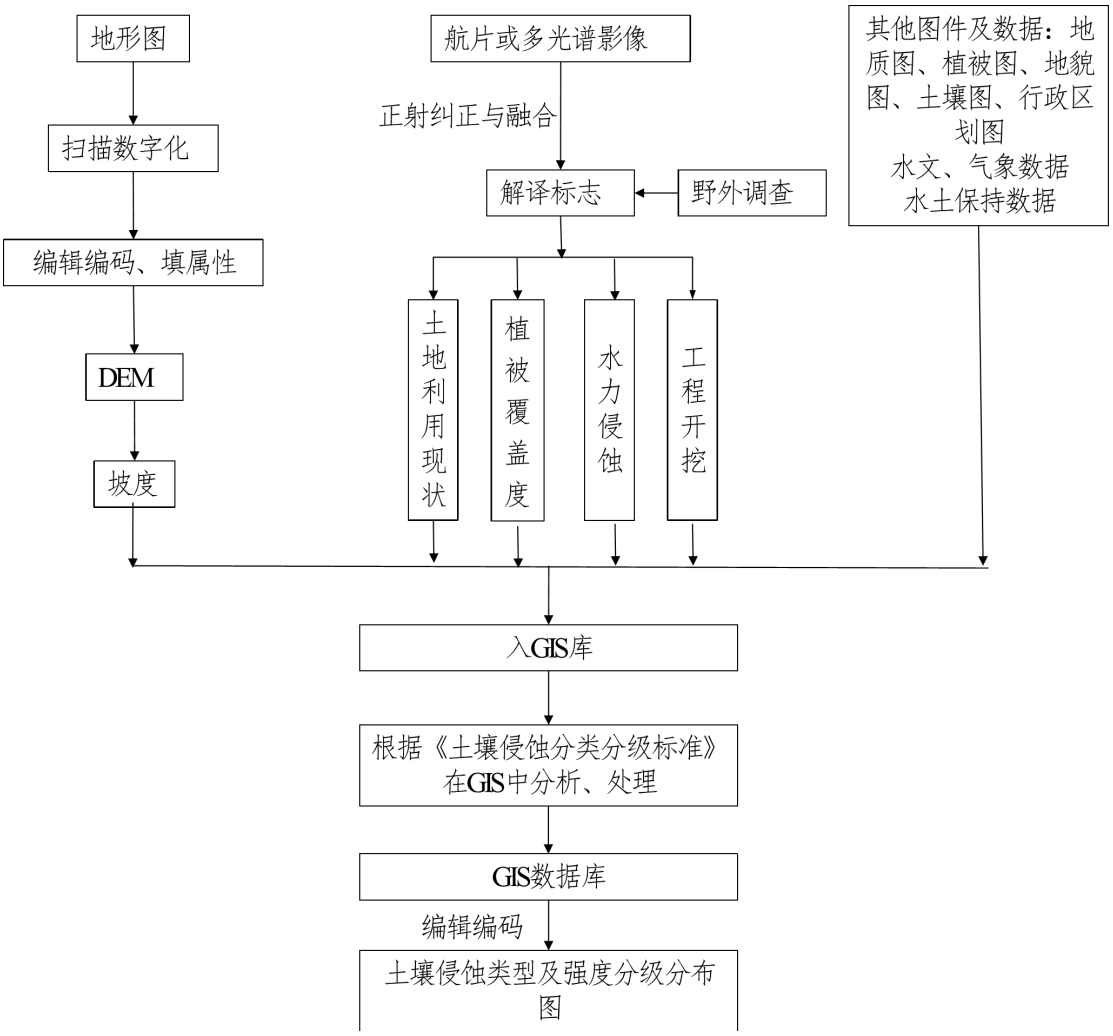


图 6.2-1　遥感监测技术路线图

（2）视频监控

采用先进的视频监控技术、视频图像处理技术、视音频编解码技术、无线网络传输技术、流媒体网络传输技术、集中监控管理平台等构建一套完善的视频监控系统，并结合定期遥感监测数据作为信息采集重要手段。通过在项目区安装高清晰度球机，获取监控区域清晰的实时视频，供管理人员随时查看，了解项目区水土流失实时状况。

（3）地面定位监测

在项目区防治责任范围内，通过布设地面监测点进行定时观测或采样分析，从而获得监测数据资料。

①沉沙池监测

在临时排水系统末端修建临时沉沙池，量测沉沙池内泥沙沉积，同时量测排水沟含沙量和径流量计算泥沙输移量。计算控制区域内的土塘流失量，通过下式计算

侵蚀量:

$$S_T = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} S\gamma_s \left(1 + \frac{X}{T}\right)$$

式中：为排水系统控制区域的侵蚀总量； 为沉沙池四角的泥沙厚度； 为沉沙池底面面积； 为侵蚀土壤密度； 为侵蚀径流泥沙中悬移质与推移质重量之比。

②简易土壤流失观测场观测

简易土壤流失观测场观测方法就是测钎法。将直径 0.6cm、长 30-50cm、类似钉子形状的钢钎相距 1m × 1m 分上中下、左中右纵横各 3 排（共 9 根）沿坡面垂直方向打入坡面或台面，钉帽与坡面或台面齐平，并在钉帽上涂上红漆，编号登记入册。如坡面面积较大时，为提高精度，钢钎密度可加大。每次暴雨后和汛期终了以及时段末，观测钉帽出露地面高度，计算土壤侵蚀深度和土壤侵蚀量。计算公式采用:

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

式中 A－土壤侵蚀量，Z－平均侵蚀深度（mm），S－侵蚀面积（m²），θ－平均坡度值。

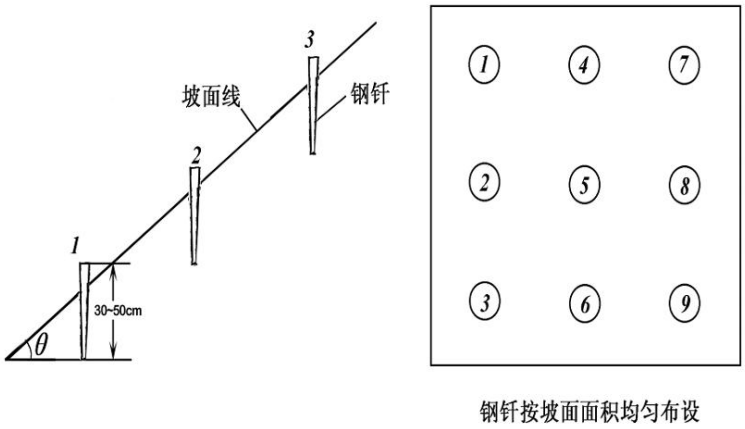


图 6.2-2 简易水土流失观测场示意图

③标准样地法：对于植物措施的监测采用标准样地法，监测植物的生长情况，包括成活率、保存率、植被覆盖度等。一般设立样地数 3 个，必要时增加样地数量；植草监测样地控制在 1~4m²，灌木林监测样地控制在 25~100m²，乔木林样地控制在 400~600m²。

（4）调查监测及资料分析

①场地占用土地面积和扰动地表面积对地形、地貌的变化情况、建设项目占用

土地面积、扰动地表面积情况的监测，由监测人员进行实地调查、量测记录，并结合设计文件资料，进行对比核实，计算场地占用土地面积和扰动地表面积。

②项目挖方、填方数量，弃渣数量及堆放面积

采用查阅设计文件资料，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，计算项目区挖方、填方数量，各个施工阶段所产生的弃土、弃石、弃渣数量及堆放面积。人工开挖与填方边坡坡度、弃渣体高等采用地形测量法。

③项目区林草覆盖度采用抽样调查、测量等方法，选择有代表性的地块，分别确定调查地样方，并进行现场测量和计算。

④水土保持措施的实施面积、数量和质量

采用抽样调查的方式，通过实地调查核实。对于工程措施，主要调查其稳定性、完好程度、质量和运行状况，按照《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）中规定的方法，并参照相关规定进行调查；植物措施主要调查林草的成活率、保存率、生长发育情况及其植物覆盖度的变化。

⑤水土流失防治效果，监测主要通过实地调查和核算的方法进行。

⑥水土保持措施的保土效益，拦渣效益通过量测实际拦渣量进行计算。

6.2.3 监测频次

监测应根据项目建设的特征、主体工程进度、水土保持措施类型、监测内容、监测时段、监测方法等因素综合确定，在确定监测频次时应遵循以下原则:

（1）地形、地貌整个监测期应监测 1 次；地表组成物质在施工准备期前和试运行期各监测 1 次；原生植被情况应于施工准备期前监测 1 次。

（2）地表扰动情况每月监测 1 次。

（3）水土流失状况监测（如水土流失形式及面积的变化情况、水土流失量变化情况、水土流失强度变化情况），每月监测 1 次，遇到降雨产生径流时增加监测频次。

（4）调查的频次为每年 4～9 月每月 1 次，主要针对填方边坡、挖方边坡，每次每种单元抽样调查 2～3 个。

（5）正在实施的水土保持措施建设情况等至少每 10 天监测记录 1 次；扰动地表面积、水土保持工程措施拦挡效果等至少每个月监测记录 1 次；主体工程建设进度、水土流失影响因子、水土保持植物措施生长情况等至少每 3 个月监测记录 1

次，遇暴雨等情况应及时加测，1 周内应完成水土保持设施损毁、水土流失危害等内容监测。水土流失灾害事件发生后 1 周内完成监测。

（6）水土流失防治效果监测的频次应区别对待。对防治措施数量和质量的监测频次应在措施完工后，结合水土保持单项措施验收及时进行；对林草措施成活率、覆盖率及生长状况的监测，每年监测 1 次。遥感监测数据应每 6 个月更新一次。

6.3 点位布设

根据本项目特点、水土流失特征、水土流失防治分区及水土流失防治措施总体布局，确定本项目水土保持监测重点部位为飞行区；监测的重点内容有扰动地表面积的变化和植被面积、成活率、覆盖率、生长情况变化等。

监测点位布设需遵循如下原则:

（1）代表性的原则。不同水土流失类型区均应布设监测点位，对比观测原地貌与扰动后地貌之间应有可比性，不同分区相应部位选择一个即可。

（2）方便监测的原则。尽量做到交通方便，便于管理。

（3）排除干扰的原则。尽量避开人为活动的干扰。

（4）因项目分时段布设的原则。施工期布设临时观测点，运行期布设永久、临时结合的观测点。

根据以上监测原则和要求，本方案初步选定 14 个监测点。飞行区布设定位监测点 3 个，分散布设在飞行区临时排水沟出口处或沉沙池处；航站及附属工程区布置监测点位 2 个，分别布设在航站区临时排水沟出口处和沉沙池处；货运区布置监测点位 2 个，分别布设在货运区临时排水沟出口处和沉沙池处；供油工程区布置监测点位 1 个，布设在临时排水沟出口处；空管工程区设置 3 个监测点，分别布设在场内空管小区临时排水沟出口处和沉沙池处及场外导航台进台道路排水沟出口处；施工生产生活区布设定位监测点 1 个，布设在施工生产生活区临时排水沟出口处；临时堆土区布设定位监测点 2 个，分别布设在临时堆土边坡和临时排水沟出口处。监测点布设情况详见表 6.3-1。

表 6.3-1　水土流失重点监测点布设情况

监测区域		监测点类型	监测地点	监测点数（个）
机场工程区	飞行区	定位监测点	临时排水沟出口或沉沙池处	3
	航站及附属工程区	定位监测点	临时排水沟出口、沉沙池	2
	货运区	定位监测点	临时排水沟出口、沉沙池	2
供油工程区		定位监测点	临时排水沟出口处	1
空管工程区		定位监测点	场内：临时排水沟出口处、沉沙池处 场外：进台道路排水沟出口处	3
施工生产生活区		定位监测点	临时排水沟出口处	1
临时堆土区		定位监测点	临时堆土边坡、临时排水沟出口处	2
合计				14

6.4 实施条件和成果

6.4.1 监测设施设备与耗材

本项目需要配备的水土保持监测设施设备和消耗性材料详见表 6.4-1。

表 6.4-1 水土保持监测设施、设备

序号	名称	单位	数量	备注
水土流失监测设施	沉沙池	个	/	利用已有措施
	测钎小区	组	1	
水土流失监测设备	坡度仪	台	1	折旧设备
	手持式 GPS	套	1	折旧设备
	集流桶	个	3	折旧设备
	导流槽	个	3	折旧设备
	托盘天平	个	2	折旧设备
	罗盘仪	个	1	折旧设备
	干燥箱	台	1	折旧设备
	土样铝盒	个	30	折旧设备
	螺旋取土钻（2m）	台	1	折旧设备
	钢卷尺	个	3	折旧设备
	皮尺	个	3	折旧设备
	数码摄像机	部	1	折旧设备
	数码照相机	部	1	折旧设备
	笔记本电脑	部	2	折旧设备
	视频服务器及处理软件	套	1	折旧设备
	数据传输设备	套	1	折旧设备
耗材	量筒	只	5	消耗品
	三角瓶	个	30	消耗品
	钢钎	根	80	

6.4.2 监测人员

根据《生产建设项目水土保持监测规程》（试行），结合项目实际情况，拟安排监测人员 7 名，包括 1 名总监测工程师、2 名监测工程师和 4 名监测员。总监测工程师是监测单位派驻工程现场的总负责人，全面负责工程水土保持监测工作；监测工程师负责监测数据的采集、整理、汇总、校核，编制监测实施方案、监测季度报告、监测年度报告、监测总结报告等；监测员协助监测工程师完成监测数据的采集和整理，并负责监测原始记录、文档、图件、成果的管理。

根据本工程进展情况和水土保持监测实际情况，本工程拟安排水土保持监测人员具体分工见表 6.4-2，工程水土保持监测计划见表 6.4-3。

表 6.4-2 水土保持监测人员安排表

序号	监测人员	人数	为本项目服务年限（a×人）
1	总监测工程师	1	1.5×1
2	监测工程师	2	2×2
3	监测员	4	4.5×4

表 6.4-3 水土保持监测计划表

监测区域		监测点位	监测因子与内容	监测时段	监测频次	监测方法
机场工程区	飞行区	雨水管网出口处沉沙池、临时排水沟	水土流失量变化、径流含沙量、临时措施的防治效果	施工期和自然恢复期	正在实施的水土保持措施建设情况每 10 天监测记录 1 次；扰动地表面积、水土保持工程措施拦挡效果等至少每 1 个月监测记录 1 次；主体工程建设进度、水土流失影响因子、植物措施生长情况等至少每 3 个月监测记录 1 次。遇暴雨等情况应及时加测，1 周内完成水土保持设施损毁、水土流失危害等内容监测。遥感监测每 6 个月一次。水土流失灾害事件发生后 1 周内完成监测。	地面监测、卫星遥感监测和调查相结合
	航站及附属工程区	雨水管网出口处沉沙池、临时排水沟	水土流失强度、水土流失量、调查该区扰动土地面积、损坏水土保持设施面积			地面监测、卫星遥感监测和调查相结合
	货运区	雨水管网出口处沉沙池、临时排水沟	水土流失量变化、径流含沙量、临时措施的防治效果			地面监测、卫星遥感监测和调查相结合
供油工程区		临时排水沟	水土流失量变化、径流含沙量、临时措施的防治效果			地面监测和调查相结合
空管工程区		临时排水沟、进台道路处	水土流失量变化、径流含沙量、临时措施的防治效果			地面监测和调查相结合
施工生产生活区		临时排水沟	水土流失量变化、径流含沙量、临时措施的防治效果	施工期		地面监测和调查相结合
临时堆土区		临时堆土边坡、临时排水沟	水土流失量变化、径流含沙量、临时措施的防治效果			地面监测、视频监控和调查相结合

6.4.3 监测成果要求

监测成果按《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）和《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保[2020]161 号）的要求编制。生产建设项目水土保持监测成果应按照档案管理相关规定建立档案，主要包括:

（1）水土保持监测实施方案

监测单位在监测工作开展前要制定监测实施方案，协助建设单位报送相关水行政主管部门。监测实施方案主要内容应包括建设项目及项目区概况、水土保持监测的布局、内容、指标和方法、预期成果及形式、工作组织等。监测实施方案应在现

场调查的基础上编制。现场调查主要包括以下内容：施工现场的交通情况、占地面积、水土流失面积与分布、水土保持措施类型和数量、水土保持监测重点区域的位置、数量和监测时段等。

（2）水土保持监测季度报告

在监测期间要做好监测记录和数据整编，按季度编制监测报告（以下简称监测季报），监测季报应如实反映监测过程中该项目水土保持工作情况、水土流失情况、水土保持措施建设情况（质量、进度等），特别是因工程建设造成的水土流失情况及防治措施布设等建议。监测季报中应含扰动土地面积、植被压占面积、水土保持工程进度、水土流失因子及流失量、水土流失危害、硬化面积、存在问题及建议等内容。

监测单位应协助建设单位在每季度第一个月向审批水土保持方案的水行政主管部门（或其他审批机关的同级水行政主管部门）报送上一季度的监测季报。其中水利部审批水土保持方案的生产建设项目，监测季报向项目涉及的流域管理机构报送。

（3）监测专项报告

因降雨、大风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周内完成水土流失重大事件专项报告，并向各级水行政主管部门报送。

（3）水土保持监测年度报告

监测单位应当在每年年初编制上一年度监测年度报告，总结一年来监测工作的开展、执行和现场水土保持监测结果等。监测单位在每年的第一个月内协助建设单位上报上年度《生产建设项目水土保持监测年度报告》至相应的水行政主管部门。

（4）水土保持监测总结报告

在水土保持设施验收前应编制监测总结报告，监测总结报告应包含水土保持监测特性表、防治责任范围表、水土保持措施监测表、土壤流失量统计表、扰动土地整治率等六项指标计算及达标情况表。监测总结报告应内容全面、语言简明、数据真实、重点突出、结论客观。监测总结报告应附照片集。监测点照片应包含施工前、施工期和施工后三个时期同一位置、角度的对比。监测总结报告附图应包含项目区地理位置图、水土保持监测点分布图、防治责任范围图等。附图应按相关制图规范编制。

（5）监测记录

建设期间对项目区全面开展监测，重点对扰动土地、水土流失及水土保持措施等情况进行监测。并根据实际监测填写相关记录表。监测单位每次现场监测后，应向建设单位及时提出水土保持监测意见。

（6）监测影像资料及图件

影像资料包括照片集和影音资料。照片集包含监测项目部和监测点照片。同一监测点每次监测应拍摄同一位置、角度照片不少于三张。照片应标注拍摄时间。图件资料包括工程地理位置图、监测分区与监测点分布图、土壤侵蚀强度图、水土保持措施分布图等，作为监测成果报告的附图。

（7）生产建设项目水土保持监测三色评价

根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号文）的相关要求，生产建设项目水土保持监测应在监测季报和总结报告中明确“绿黄红”三色评价结论。三色评价是指监测单位依据扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等监测结果，对生产建设项目水土流失防治情况进行评价。三色评价以水土保持方案确定的防治目标为基础，以监测获取的实际数据为依据，针对不同的监测内容，采取定量评价和定性分析相结合方式进行量化打分。满分为100分；得分≥80分为“绿”色，60分≤得分<80分的为“黄”色，得分<60分的为“红”色。水行政主管部门对监测评价结论为“红”色的项目，纳入重点监管对象。

生产建设单位要根据水土保持监测成果和三色评价结论，不断优化水土保持设计，加强施工组织管理，对水土保持监测过程中发现的问题建立台账，及时组织有关参建单位采取整改措施，有效控制新增水土流失。对监测总结报告三色评价结论为“红”色的，务必整改到位并发挥效益后，方可通过水土保持设施自主验收。

结合监督性监测工作，水行政主管部门将重点抽取三色评价结论为“绿”色的生产建设项目，对其监测成果的真实性进行检查，核实三色评价结论，为监督执法、责任追究、信用惩戒等提供依据。

对存在未按时报送监测季报、监测季报不符合规定、作出不实三色评价结论以及监测工作未按有关规定开展等情形的生产建设项目，水行政主管部门将根据生产建设项目水土保持问题分类和责任追究标准、水土保持信用监管“两单”制度等规定，依法依规追究生产建设单位、监测单位及相关人员的责任，列入水土保持“重点关注名单”及“黑名单”，纳入全国及省级水利建设市场监管服务平台及信用平台。

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）根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的规定，水土保持投资估算的价格水平年、人工单价、主要材料价格、施工接卸台时费、等与主体工程保持一致。主体工程估算定额中未明确的，应采用水土保持或相关行业的定额、取费项目及费率。

（2）主体工程估算中未明确的，可查当地造价信息或采用水土保持估算定额及参照水利行业标准确定；植物种苗、草籽单价依据当地价格确定。

（3）水土保持投资估算作为主体工程投资估算的组成部分，计入主体工程总投资。

（4）工程水土保持投资按2021年第1季度价格水平年计取。

7.1.1.2 编制依据

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

（2）《民航机场建设工程概算编制办法》（AP-129-CA-2008-01）；

（3）《关于全面推开营业税改增值税试点的通知》（财税[2016]36号）；

（4）《国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（国家发展改革委，发改价格[2015]299号）；

（5）《财政部安全监管总局关于印发<企业安全生产费用提取和使用管理办法>的通知》（财企[2012]16号）；

（6）《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，2016年7月5日）；

（7）《财政部税务总局关于调整增值税税率的通知》(财税[2018]32号);

（8）《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》（办财务函〔2019〕448号）；

（9）《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》（办财务函[2019]448号）；

（10）《国家税务总局关于水土保持补偿费等政府非税收入项目征管职责划转有关事项的公告》（国家税务总局公告2020年第21号）；

（11）水利部办公厅《关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》（办财务函〔2019〕448号）；

（12）《福建省发展和改革委员会 福建省财政厅 关于重新制定我省水土保持补偿费收费标准等有关问题的函》（闽发改服价函[2020]267号）。

（13）《福州长乐国际机场二期扩建工程可行性研究报告》（民航机场规划设计研究总院有限公司，2020年9月）；

（14）《福州长乐国际机场二期扩建工程供油工程可行性研究报告》（北京中航油工程建设有限公司，2020年6月）；

（15）《福州长乐国际机场二期扩建工程空管工程可行性研究报告》（上海民航新时代机场设计研究院有限公司，2020年3月）；

（16）《福州长乐国际机场二期扩建工程初步设计（第一批）》（民航机场规划设计研究总院有限公司，2021年2月）；

7.1.1.3 编制方法

（1）费用构成

根据水土保持工程概（估）算编制规定，生产建设项目水土保持投资估算分为六部分：工程措施费、植物措施费、临时工程费、水土保持独立费用、预备费及水土保持补偿费。

本项目工程措施全部为主体已有的措施，措施单价采用主体工程中的单价计算。植物措施也为主体已有措施，但是主体设计只列出了绿化面积及总金额，没有具体的植物措施设计，因此本项目植物措施单价采用《水土保持工程概（估）算定额》计算措施单价。

（2）定额及采用指标

1）水利部水总［2003］67号文颁发的《水土保持工程概（估）算定额》；

2）采用2021年第一季度市场物价水平。

（3）基础单价

水土保持工程投资估算以主体工程投资估算和《关于颁发<水土保持工程概(估)算编制规定和定额>的通知》(水总[2003]67号)作为编制依据，计算人工、材料、机

械台时等预算价格，按费用构成的规定计算工程项目的单价，由分部工程费用构成总估算。

1）人工预算单价

人工预算单价与主体工程一致，工程措施和植物措施人工预算单价按 13.75 元/工时计。

2）水电价

施工用水：主体工程设计价 3.54 元/m^3;

施工用电：主体工程设计价 0.8 元/kw·h。

3）材料预算单价

水泥、钢筋、木材、柴油、汽油等价格采用工程所在地的不含税的市场调查价；主要设备价格以出厂价为原价，另加运杂费和采购保管费。主体工程设计汽油价格为：6.46 元/kg，柴油价格为：6.05 元/kg。

4）施工机械台班单价

以主体工程使用的施工机械台时费为主，水保措施中需要使用但主体工程未有的施工机械台时费，按照《开发建设项目水土保持工程概算定额》中施工机械台时费定额计算。根据水利部办公厅《关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》（办财务函〔2019〕448 号），施工机械台时费定额的折旧费除以 1.13 调整系数，修理及替换设备费除以 1.09 调整系数。

（4）费用标准

本项目各项水土保持措施取费费率与主体费率一致，主体工程估算直接采用福建省相关行业定额，取费未明确相关费率，方案直接采用水土保持相关费率。

1）其他直接费：其他直接费以基本直接费为计算基价，工程措施取 2.3%，土地整治和植物措施取 1%。

2）现场经费：以直接费为计算基础，其它工程取 5%，土地整治工程取 3%，混凝土工程取 6%。

3）间接费：直接工程费与间接费费率的乘积，取值如下表所示;

序号	工程类别	计算基础	间接费率（%）
1	土石方工程	直接工程费	3.3～5.5
2	混凝土工程	直接工程费	4.3
3	基础处理工程	直接工程费	6.5
4	其他工程	直接工程费	4.4
5	植物措施	直接工程费	3.3

4）企业利润：以直接费与间接费为计算基价，工程措施、植物措施均取 7%。

5）税金：项目税金按照 9%计算。

6）其他临时工程：施工临时工程费包括临时防护工程费和其他临时工程费，前者由设计方案的工程量乘以单价而得，后者按第一部分工程措施和第二部分植物措施的 1%计取。

7）独立费用

独立费用包括建设单位管理费、水土保持监理费、科研勘测设计费、水土保持监测费、水土保持设施验收费。

①建设单位管理费：建设单位管理费按照本方案防治措施投资中的第一、第二、第三部分之和作为计算基价乘相应的费率 1%计算而得，与主体工程的建设单位管理费合并使用。

②水土保持监理费：参照水土保持有关规定，结合实际情况计列。

③科研勘测设计费：科研勘测设计费包括科研实验费和勘测设计费，本方案不计列科研试验费。依据《工程勘察设计收费标准》和《水利、水电、电力建设项目前期工作工程勘察收费暂行规定》内插法进行计算，并根据调整办法进行调整。

④水土保持监测费：水土保持监测费包括监测人工费、监测设施土建工程费、监测设备折旧费、消耗性材料费及监测期观测运行费等内容。消耗性材料费和监测设备折旧费按工程实际所需列支。

⑤水土保持设施验收费：本方案参照《国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格[2015]299 号），结合同类项目实际情况计列。

8）预备费

预备费主要包括基本预备费，基本预备费按一至四部分新增水土保持投资的 6%

计算。

9）水土保持补偿费

根据《福建省发展和改革委员会 福建省财政厅 关于重新制定我省水土保持补偿费收费标准等有关问题的函》（闽发改服价函[2020]267号）的规定，“对一般性生产建设项目，按照征占用土地面积开工前一次性计征，每平方米1.0元（不足1平方米的按1平方米计）”。经核实，机场一期工程项目于1993年开工建设，1997年6月通航，未编报水土保持方案，未开展水土保持监理、监测及验收工作，尚未缴纳水土保持补偿费。本项目水土保持补偿费征收范围应包含涉及到的一期工程占地186.85hm²，因此本项目计征水土保持补偿费的征占用地面积为5920423m²（福州市长乐区5866230m²，福清市三山镇54193m²），应缴纳水土保持补偿费为5920423.00元（福州市长乐区5866230.00元，福清市三山镇54193.00元），其中机场工程应缴纳水土保持补偿费5803188.00元，空管工程应缴纳水土保持补偿费97205.00元，供油工程应缴纳水土保持补偿费20030.00元。

7.1.2 编制说明与估算成果

本项目水土保持估算总投资41941.24万元（其中主体已列投资37990.93万元，方案新增投资3950.31万元），其中工程措施投35655.03万元（全部为主体已列投资）；植物措施投资2335.90万元（全部为主体已列投资）；临时措施投资1681.46万元（全部为方案新增投资）；独立费用1486.72万元（其中水土保持监测费300万元，水土保持监理费280万元），基本预备费190.09万元，水土保持补偿费592.04万元。项目水土保持方案建设期投资估算表详见表7.1-1~表7.1-11。

表 7.1-1　水土保持措施总估算表（单位：万元）

序号	工程或费用名称	建安工程费	林草工程费	独立费用	合计	主体已列投资	方案新增投资
第一部分 工程措施		35655.03			35655.03	35655.03	
一	机场工程区	33810.34			33810.34	33810.34	
1	飞行区	27595.44			27595.44	27595.44	
2	航站及附属工程区	5741.77			5741.77	5741.77	
3	货运区	473.12			473.12	473.12	
二	供油工程区	225.72			225.72	225.72	
三	空管工程区	1618.97			1618.97	1618.97	
第二部分 植物措施			2335.90		2335.90	2335.90	
一	机场工程区		2152.00		2152.00	2152.00	
1	飞行区		120.22		120.22	120.22	
2	航站及附属工程区		2031.78		2031.78	2031.78	
二	空管工程区		180.54		180.54	180.54	
第三部分 临时工程		1681.46			1681.46		1681.46
一	机场工程区	236.09			236.09		236.09
1	飞行区	171.44			171.44		171.44
2	航站及附属工程区	63.70			63.70		63.70
3	货运区	0.95			0.95		0.95
二	供油工程区	0.34			0.34		0.34
三	空管工程区	5.30			5.30		5.30
四	施工生产生活区	30.84			30.84		30.84
五	临时堆土区	1028.97			1028.97		1028.97
六	其他临时措施	379.91			379.91		379.91
第四部分 独立费用				1486.72	1486.72		1486.72
一	建设管理费			396.72	396.72		396.72
二	水土保持监理费			280.00	280.00		280.00
三	科研勘测设计费			360.00	360.00		360.00
四	水土保持监测费			300.00	300.00		300.00
五	水土保持设施验收费			150.00	150.00		150.00
	第一至四部分合计				41159.11	37990.93	3168.18
	基本预备费				190.09		190.09
	水土保持补偿费				592.04		592.04
	水土保持投资				41941.24	37990.93	3950.31

表 7.1-2　水土保持工程措施估算表（全部为主体已列投资）

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
第一部分工程措施					35655.03
一	机场工程区				33810.34
1	飞行区				27595.44
1.1	表土剥离	m^3	599600	9.31	558.23
1.2	土地整治	m^2	2595600	1.28	332.24
1.3	表土回覆	m^3	650400	4.7	305.69
1.4	LC 类钢筋砼盖板暗沟(CGA)	m	120.5	5000	60.25
1.5	LC 类钢筋砼盖板明沟(CGM)	m	2285.2	4200	959.78
1.6	LC 类钢筋砼双孔箱涵(C2A)	m	691.3	14000	967.82
1.7	LC 类钢筋砼双孔箱涵(设进水孔)(C2M)	m	365	15000	547.50
1.8	LD 类钢筋砼单孔箱涵(DXA)	m	65	4500	29.25
1.9	LD 类钢筋砼盖板暗沟(DGA)	m	603	4900	295.47
1.10	LD 类钢筋砼双孔箱涵(D2A)	m	30	12000	36.00
1.11	LD 类铸铁箅子单孔箱涵(DXM)	m	602	11000	662.20
1.12	LF 类钢筋砼单孔箱涵(FXA)	m	2124.3	13000	2761.59
1.13	LF 类钢筋砼盖板暗沟(FGA)	m	4232	6000	2539.20
1.14	LF 类钢筋砼双孔箱涵(F2A)	m	1116	19000	2120.40
1.15	LF 类铸铁篦子单孔箱涵(FXM)	m	3992	16000	6387.20
1.16	LF 类钢筋砼钢篦子明沟(FM)	m	364	14000	509.60
1.17	混凝土梯形明沟（TM）	m	22069	2500	5517.25
1.18	混凝土梯形明沟（FGM）	m	152	2300	34.96
1.19	V 形沟(V)	m	604	800	48.32
1.20	边坡排水沟	m	3500	522	182.70
1.21	方格型骨架护坡	m^2	72100	380	2739.80
2	航站及附属工程区				5741.77
2.1	表土剥离	m^3	108900	9.31	101.39
2.2	土地整治	m^2	336000	1.28	43.01
2.3	表土回覆	m^3	100800	4.7	47.38
2.4	雨水管网	m	15000	3700	5550.00
3	货运区				473.12
3.1	表土剥离	m^3	31100	9.31	28.95
3.2	土地整治	m^2	600	1.28	0.08
3.3	表土回覆	m^3	200	4.7	0.09
3.4	雨水管网	m	1200	3700	444.00
二	供油工程区				225.72
1	表土剥离	m^3	4000	9.31	3.72

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
2	雨水管网	m	600	3700	222.00
三	空管工程区				1618.97
1	表土剥离	m^3	18700	9.31	17.41
2	土地整治	m^2	18500	1.28	2.37
3	表土回覆	m^3	10900	4.7	5.12
4	雨水管网	m	4000	3700	1480.00
5	混凝土矩形沟	m	2819	380.8	107.35
6	混凝土矩形盖板沟	m	65	725.2	4.71
7	混凝土梯形截水沟	m	25	692.2	1.73
8	人字型骨架护坡	hm^2	0.05	55000	0.28

表 7.1-3　水土保持植物措施估算表（全部为主体已列投资）

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
第二部分植物措施					**2335.90**
一	**机场工程区**				**2155.36**
1	**飞行区**				**120.22**
1.1	撒播野牛草草籽	hm^2	259.56	1131.38	29.37
1.2	撒播草籽	kg	25956	35	90.85
2	**航站及附属工程区**				**2031.78**
	园林绿化	hm^2	33.6	350	
2.1	栽植工程				668.81
	大叶榕	株	2080	113.43	23.59
	鸡冠刺桐	株	2354	59.26	13.95
	香樟	株	2559	67.17	17.19
	桂花	株	2150	60.98	13.11
	杜鹃	株	4350	54.1	23.53
	四季含笑	株	3800	23.88	9.07
	三角梅	株	1200	24.36	2.92
	红背桂	株	685	13.39	0.92
	小叶榄仁	株	1368	15.11	2.07
	结缕草草皮	hm^2	33.6	16.74	562.46
2.2	苗木种子价格				1349.89
	大叶榕	株	2121	1800	381.78
	鸡冠刺桐	株	2401	540	129.65
	香樟	株	2610	724	188.96
	桂花	株	2193	580	127.19
	杜鹃	株	4437	420	186.35
	四季含笑	株	3876	364	141.09

	三角梅	株	1224	375	45.9
	红背桂	株	698	120	8.38
	小叶榄仁	株	1395	160	22.32
	结缕草草皮	hm²	37.0	32000	118.27
2.3	植物抚育 1 年	hm²	33.6	3894.06	13.08
3	**货运区**				**3.36**
	园林绿化	hm²	0.06		
3.1	栽植工程				1.17
	大王椰子	株	10	73.87	0.07
	大叶紫薇	株	10	19.54	0.02
	龙船花	株	40	4.72	0.02
	红背桂	株	40	13.39	0.05
	结缕草草皮	hm²	0.06	16.74	1.00
3.2	苗木种子价格				2.17
	大王椰子	株	10	880	0.90
	大叶紫薇	株	10	263	0.27
	龙船花	株	41	45	0.18
	红背桂	株	41	120	0.49
	结缕草草皮	hm²	0.07	5	0.33
3.3	植物抚育 1 年	hm²	0.06	3894.06	0.02
二	**空管工程区**				**180.54**
	园林绿化	hm²	1.85		
1	栽植工程				109.07
	香樟	株	220	67.17	1.48
	大叶紫薇	株	396	19.54	0.77
	福建山樱花	株	825	54.36	4.48
	结缕草草皮	hm²	1.85	16.74	30.97
	喷播植草	hm²	1.79	398731.5614	71.37
2	苗木种子价格				70.75
	香樟	株	224	724	16.22
	大叶紫薇	株	403	263	10.6
	福建山樱花	株	841	426	35.83
	结缕草草皮	hm²	2.04	32000	6.53
	野牛草草籽	kg	447.5	35	1.57
3	植物抚育 1 年	hm²	1.85	3894.06	0.72

表 7.1-4　水土保持临时措施估算表（全部为新增投资）

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
第三部分临时措施					**1681.46**
一	**机场工程区**				**236.09**
1	**飞行区**				**171.439**
1.1	临时土质排水沟	m	4000		0.97
	开挖土方	m^3	1800	5.41	0.97
1.2	临时砖砌沉沙池	座	50		9.24
	开挖土方	m^3	650	5.41	0.35
	砌砖	m^3	95	596.77	5.67
	砂浆抹面	m^2	1050	30.71	3.22
1.3	无纺布苫盖	m^2	361500	4.46	161.229
2	**航站及附属工程区**				**63.70**
2.1	临时土质排水沟	m	3000		0.73
	开挖土方	m^3	1350	5.41	0.73
2.2	临时砖砌截水沟	m	1600		9.91
	开挖土方	m^3	471	5.41	0.25
	砂浆砌砖	m^3	63	596.77	3.76
	砂浆抹面	m^3	1920	30.71	5.90
2.3	临时砖砌沉沙池	座	12		2.22
	开挖土方	m^3	156	5.41	0.08
	砌砖	m^3	23	596.77	1.37
	砂浆抹面	m^2	252	30.71	0.77
2.4	无纺布苫盖	m^2	114000	4.46	50.844
3	**货运区**				**0.95**
3.1	临时土质排水沟	m	1200		0.29
	开挖土方	m^3	540	5.41	0.29
3.2	临时砖砌沉沙池	座	3		0.571
	开挖土方	m^3	39	5.41	0.021
	砌砖	m^3	6	596.77	0.36
	砂浆抹面	m^2	63	30.71	0.19
3.3	无纺布苫盖	m^2	200	4.46	0.0892
二	**供油工程区**	**3615**			**0.34**
1	临时土质排水沟	m	600		0.15
	开挖土方	m^3	270	5.41	0.15
2	临时砖砌沉沙池	座	2		0.374
	开挖土方	m^3	26.2	5.41	0.014
	砌砖	m^3	3.78	596.77	0.23
	砂浆抹面	m^2	43	30.71	0.13

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
3	无纺布苫盖	m^2	400	4.46	0.1784
三	**空管工程区**				**5.30**
1	临时土质排水沟	m	8000		1.95
	开挖土方	m^3	3600	5.41	1.95
2	临时砖砌沉沙池	座	6		1.123
	开挖土方	m^3	78.6	5.41	0.043
	砌砖	m^3	11.34	596.77	0.68
	砂浆抹面	m^2	129	30.71	0.4
3	无纺布苫盖	m^2	5000	4.46	2.23
四	**施工生产生活区**				**30.84**
1	临时混凝土排水沟	m	800	380.8	30.464
2	临时砖砌沉沙池	座	2		0.374
	开挖土方	m^3	26.2	5.41	0.014
	砌砖	m^3	3.78	596.77	0.23
	砂浆抹面	m^2	43	30.71	0.13
五	**临时堆土区**				**1028.97**
1	临时土质排水沟	m	5100		1.24
	开挖土方	m^3	2295	5.41	1.24
2	临时砖砌沉沙池	座	10		1.86
	开挖土方	m^3	131	5.41	0.07
	砌砖	m^3	18.9	596.77	1.13
	砂浆抹面	m^2	215	30.71	0.66
3	袋装土拦挡	m^3	2250	287.1	64.60
4	袋装土拆除	m^3	2250	34.19	7.69
5	无纺布苫盖	m^2	376600	4.46	167.96
6	铺碎石垫层	m^3	30300	239.34	725.20
7	土工布铺设	m^2	60700	7.08	42.98
8	临时撒播草籽				17.44
	撒播草籽	hm^2	37.66	1131.38	4.26
	草籽	kg	3766	35	13.18
六	**其他临时措施**			**1%**	**379.91**

表 7.1-5　独立费用估算表（单位：万元）

编号	项目	计算方法	独立费用
一	建设单位管理费	一至三部分投资之和*1%	396.72
二	科研勘测设计费	方案编制费及后续设计费	360
三	水土保持监理费	根据地区情况，参照同类工程	280
四	水土保持监测费	包括监测人工费、土建设施费、监测设备费、材料费、监测期观测运行费等	300
五	水土保持设施验收费	根据地区情况，参照同类工程	150
六	**合计**		**1486.72**

表 7.1-6　水土保持补偿费计算表

工程名称	占地面积（m^2）	占地面积（m^2）		补偿标准(元/m^2)	水土保持补偿费（元）		
		福州市长乐区	福州市福清市		福州市长乐区	福州市福清市	合计
机场工程	5803188	5803188		1	5803188	0	5803188
空管工程	97205	43012	54193	1	43012	54193	97205
供油工程	20030	20030		1	20030	0	20030
合计	5920423	5866230	54193		5866230	54193	5920423

表 7.1-7　水土保持监测费计算表

序号	水土保持监测费	单位	数量	单价	折旧率	金额（万元）
一	**监测人工及车辆费**					**115.31**
1	高级工程师		1 人*1.5 年	8 万元/人年		12
2	监测工程师		2 人*2 年	6 万元/人年		24
3	监测员		4 人*4.5 年	3 万元/人		54
4	车辆租赁费		96 车天	1000 元/车天		9.6
5	人员差旅费					8.71
6	印刷费					7
二	**监测设施修建及维护费用**					**4.38**
1	监测土建投资					0.18
1.1	沉沙池	个	利用措施已有沉沙池			
1.2	测钎小区	个	1	1800		0.18
2	设施维护费	项	1	6000		1.2
3	其他					3
三	**仪器、设备、材料折旧费**					**19.41**
1	消耗性材料费					16.7
1.1	钢钎	根	80			0.3
1.2	量筒、三角瓶	个	5+30			1.2
1.3	其他材料费	项	1	7500		3.2
1.4	卫星图像及解译	项	1	12		12
2	监测设备或折旧费					2.71
2.1	坡度仪	台	1	300	40%	0.01
2.2	手持式 GPS	套	1	800	40%	0.03
2.3	集流桶	个	3	1000	40%	0.12
2.4	导流槽	个	3	2000	40%	0.24
2.5	托盘天平	个	2	200	40%	0.02
2.6	罗盘仪	个	1	100	40%	0
2.7	干燥箱	台	1	200	40%	0.01
2.8	土样铝盒	个	30	10	30%	0.9
2.9	螺旋取土钻（2m）	台	1	40	40%	0.01
2.1	钢卷尺	个	3	50	40%	0.01
2.11	50m 皮尺	个	3	100	40%	0.01
2.12	数码摄像机	部	1	10000	30%	0.3
2.13	数码照相机	部	1	10000	30%	0.3
2.14	笔记本电脑	部	2	5000	30%	0.3
2.15	视频服务器及处理软件	套	1	10000	30%	0.3
2.16	数据传输设备	套	1	5000	30%	0.15
四	**监测期观测运行费**	**项**				**135.8**
五	**税金及管理费**	**项**				**25.1**
	合计					**300**

表 7.1-8　分年度投资表（单位：万元）

编号	工程或费用名称	合计	分年度投资				
			2021	2022	2023	2024	2025
第一部分　工程措施		35655.03	11142.20	8489.29	9904.17	3289.22	2830.15
第二部分　植物措施		2335.90					2335.90
第三部分　临时措施		1681.46	525.46	400.35	467.07	288.58	
第四部分　独立费用		1486.72	608.01	210.06	214.70	178.90	275.05
1	建设管理费	396.72	105.47	94.46	88.20	65.30	43.29
2	水土保持监理费	280.00	62.54	65.60	66.50	53.60	31.76
3	科研勘测设计费	360.00	360.00				
4	水土保持监测费	300.00	80.00	50.00	60.00	60.00	50.00
5	水土保持设施验收费	150.00					150.00
基本预备费		190.09	40.25	35.60	30.22	25.60	58.42
水土保持补偿费		592.04	592.04				
合计		**41941.24**	**12907.96**	**9135.30**	**10616.16**	**3782.30**	**5499.52**

表 7.1-9　单价汇总表（单位：元）

序号	工程名称	单位	单价	其中								
				人工费	材料费	机械使用费	其它直接费	现场经费	间接费	企业利润	税金	扩大系数
1	LC 类钢筋砼盖板暗沟(CGA)	m	5000	与主体工程单价保持一致								
2	LC 类钢筋砼盖板明沟(CGM)	m	4200									
3	LC 类钢筋砼双孔箱涵(C2A)	m	14000									
4	LC 类钢筋砼双孔箱涵(设进水孔)(C2M)	m	15000									
5	LD 类钢筋砼单孔箱涵(DXA)	m	4500									
6	LD 类钢筋砼盖板暗沟(DGA)	m	4900									
7	LD 类钢筋砼双孔箱涵(D2A)	m	12000									
8	LD 类铸铁箅子单孔箱涵(DXM)	m	11000									
9	LF 类钢筋砼单孔箱涵(FXA)	m	13000									
10	LF 类钢筋砼盖板暗沟(FGA)	m	6000									
11	LF 类钢筋砼双孔箱涵(F2A)	m	19000									
12	LF 类铸铁篦子单孔箱涵(FXM)	m	16000									
13	LF 类钢筋砼钢篦子明沟(FM)	m	14000									
14	混凝土梯形明沟（TM）	m	2500									
15	混凝土梯形明沟（FGM）	m	2300									
16	V 形沟(V)	m	800									
17	边坡排水沟	m	522									
18	方格型骨架边坡	m^2	380									
19	人字形骨架边坡	$1hm^2$	55000									
20	雨水管网	m	3700									
21	混凝土矩形沟	m	380.8									
22	混凝土矩形盖板沟	m	725.2									

序号	工程名称	单位	单价	其中								
				人工费	材料费	机械使用费	其它直接费	现场经费	间接费	企业利润	税金	扩大系数
23	混凝土梯形截水沟	m	692.2									
24	浆砌石排水沟	m	164.3									
25	表土剥离	100m³	931.14									
26	表土回覆	100m³	469.53									
27	土地整治	100m²	127.77									
28	防尘网苫盖	100m²	445.61	137.50	172.57		7.13	15.50	14.64	24.31	33.45	10%
29	袋装土填筑	100m³	28710.17	15977.50	3999.60		459.47	998.86	851.02	1548.86	2130.79	10%
30	袋装土拆除	100m³	3419.42	2310.00	69.30		59.48	95.17	101.36	184.47	253.78	10%
31	开挖土方	100m³	540.60	66.00	58.92	249.08	8.60	18.70	20.07	29.50	40.58	10%
32	砌砖	100m³	59677.45	7950.25	33156.66	417.84	955.07	2076.24	1960.47	3256.16	4479.54	10%
33	砂浆抹面	100m²	3071.22	1179.75	930.14	37.14	38.65	107.35	100.89	167.57	230.53	10%
34	铺碎石垫层	100m³	23934.32	6979.50	6251.00		304.30	661.53	624.64	1037.47	1796.57	10%
35	土工布铺设	100 m²	707.63	220.00	272.38		11.32	24.62	23.25	38.61	53.12	10%
36	撒播草籽	1hm²	1131.38	825.00	180.58		10.06	50.28	28.17	61.73	84.92	10%
37	栽植大叶榕	100 株	11342.57	2557.50	5516.76		80.74	403.71	282.44	618.88	851.40	10%
38	栽植鸡冠刺桐	100 株	5926.29	2557.50	1661.16		42.19	210.93	147.57	323.35	444.84	10%
39	栽植香樟	100 株	6717.25	2557.50	2224.20		47.82	239.09	167.26	366.51	504.21	10%
40	栽植桂花	100 株	6098.25	2557.50	1783.56		43.41	217.05	151.85	332.74	457.75	10%
41	栽植杜鹃	100 株	5410.45	2557.50	1293.96		38.51	192.57	134.72	295.21	406.12	10%
42	栽植四季含笑	100 株	2388.28	577.50	1122.60		17.00	59.47	59.47	130.31	179.27	10%
43	栽植三角梅	100 株	2435.57	577.50	1147.76		17.34	86.69	60.65	132.89	2031.33	10%
44	栽植红背桂	100 株	1339.39	577.50	375.96		9.53	47.67	33.35	73.08	100.54	10%
45	栽植小叶榄仁	100 株	1511.35	577.50	498.36		10.76	53.79	37.63	1178.04	113.45	10%
46	栽植大王椰子	100 株	7387.30	2557.50	2701.18		52.59	262.93	183.95	403.07	554.51	10%

序号	工程名称	单位	单价	其中								
				人工费	材料费	机械使用费	其它直接费	现场经费	间接费	企业利润	税金	扩大系数
47	栽植龙船花	100 株	471.63	151.25	184.48		3.36	16.79	11.74	25.73	35.40	10%
48	栽植九里香	100 株	4120.85	2557.50	375.96		29.33	102.61	102.61	224.84	309.32	10%
49	栽植大叶紫薇	100 株	1954.11	577.50	813.54		13.91	69.55	48.66	106.62	146.68	10%
50	栽植福建山樱花	100 株	5436.27	2557.50	1312.32		38.70	193.49	135.37	296.62	408.06	10%
51	种植结缕草草皮	100m²	1673.69	1155.00	36.43		11.91	59.57	41.68	91.32	125.63	10%
52	喷播植草	100m²	3987.32	85.25	2297.02	267.44	26.50	132.49	99.29	217.56	299.30	10%

表 7.1-10　水保工程施工机械台时费（单位：元）

序号	名称	定额编号	台时费	折旧费	修理及替换设备费	安拆费	人工费	动力燃料费
1	0.4m³ 砂浆搅拌机	2002	78.79	2.91	4.90	1.07	17.88	52.03
2	胶轮车	3059	0.82	0.23	0.59			
3	挖掘机 1.0m³	1002	192.08	25.46	27.18	2.42	37.13	99.90
4	液压喷播植草机≤4000L	1125	82.34	2.46	2.19	0.11	33.00	44.57
5	载重汽车≤6t	3004	78.27	6.88	9.96		17.88	43.56
6	洒水汽车≤5000L	3039	93.00	10.50	12.94		17.88	51.68
7	单级离心清水泵	8034	15.32	0.05	0.31	0.10	13.75	1.10

表 7.1-11　主要材料不含税市场调查价单价汇总表

编号	名称	单位	金额（元）
1	人工	工时	13.75
2	水	m^3	3.54
3	电	kwh	0.8
4	汽油	kg	6.46
5	柴油	kg	6.05
6	碎石	m^3	100.23
7	水泥（42.5）	t	401
8	标准砖（240 × 115 × 53）	千块	456
9	纸浆纤维（绿化用）	kg	63.6
10	保水剂（绿化用）	kg	19.64
11	复合肥料	kg	6.3
12	无纺布 18g	kg	5.6
13	粘合剂（绿化用）	kg	3.5
14	草袋	个	1.2
15	无纺布（苫盖）	m^2	1.5
16	土工布	m^2	2.5
17	M7.5 砂浆	m^3	374.45
18	大叶榕	株	1800
19	鸡冠刺桐	株	540
20	香樟	株	724
21	桂花	株	580
22	杜鹃	株	420
23	四季含笑	株	364
24	三角梅	株	375
25	红背桂	株	120
26	小叶榄仁	株	160
27	大王椰子	株	880
28	龙船花	株	45
29	大叶紫薇	株	263
30	福建山樱花	株	426
31	结缕草草皮	m^2	5
32	野牛草草籽	kg	35

7.2 效益分析

7.2.1 水土流失防治效果

水土流失的防治效果预测，主要是指对照方案采取的水土流失防治措施，预测可能达到的防治效果。具体的量化指标为水土流失治理度、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大指标。设计水平年工程建设和各项指标值如表 7.2-1 所示

表 7.2-1　设计水平年工程建设和各项指标值表（单位：hm^2）

防治分区		防治责任范围	水土流失总面积	水土保持治理面积		硬化地表及永久建筑物面积	可恢复林草植被面积
				工程措施面积	植物措施面积		
机场工程区	飞行区	484.58	484.58	299.79	(259.56)	225.02	259.56
	航站及附属工程区	79.99	79.99	54.44	(33.6)	46.39	33.6
	货运区	15.75	15.75	15.53	(0.06)	15.69	0.06
供油工程区		2	2	2	0	1.96	0.04
空管工程区		9.72	9.72	9.37	(3.64)	6.08	3.64
合计		592.04	592.04	381.13	(296.86)	295.14	296.9

注：上表中植物措施中括号内数据为与工程措施的重复占地面积。

（1）水土流失治理度

施工后期，各开挖面、填筑面均采取工程措施和植物措施进行了治理，由工程建设造成的水土流失得到了有效的治理和改善，临时占地在施工后期进行土地整治，本项目防治责任范围为 592.04hm^2，工程建设造成水土流失面积 592.04hm^2，对水土流失区域采取水土保持措施，预计土壤流失量达到容许土壤流失量或以下的治理面积为 381.13hm^2，其中植物措施面积 296.86hm^2，工程措施面积 381.13hm^2（与工程措施面积重合），硬化地表及永久建筑物面积为 295.14hm^2，扣除措施面积及硬化地表和建筑物面积的重合部分，计算得到水土流失治理达标面积为 591.6 hm^2。计算得到水土流失治理度达到 99.93%。

$$\text{水土流失治理度} = \frac{\text{水土流失治理达标面积}}{\text{水土流失总面积}} \times 100\%$$

$$= \frac{591.6}{592.04} \times 100\% = 99.93\%$$

（2）土壤流失控制比

本工程所在区域的容许土壤流失量为500t/（km²·a），由于项目建设，如不采取水土保持措施，水土流失将成倍增长。通过实施主体工程设计中和本方案所提出的各项水土保持措施后，随着各项措施效益的逐步发挥，施工结束后各防治分区通过水土保持措施的水土保持作用，工程扰动区域的土壤侵蚀模数可降到500t/（km²·a）以下，土壤流失控制比达到1.61。

$$\text{土壤流失控制比}=\frac{\text{容许土壤流失量}}{\text{治理后土壤侵蚀模数}}$$

$$=\frac{500}{310}=1.61$$

（3）渣土防护率

工程施工期间，机场各区建筑物开挖，表土剥离等将产生临时性堆土，本项目共产生临时性堆土788.25万m³，通过本方案采取的临时堆土防护措施，共防护临时性堆土782.18万m³，渣土防护率可达到99.23%。

$$\text{渣土防护率}=\frac{\text{实际挡护的临时堆土数量}}{\text{临时堆土总量}}\times 100\%$$

$$=\frac{782.18}{788.25}\times 100\%=99.23\%$$

（4）表土保护率

本工程表土剥离总量为76.23万m³，项目水土流失防治责任范围内保护的表土数量为76.23万m³，表土保护率达到99.99%。

$$\text{表土保护率}=\frac{\text{保护表土数量}}{\text{可剥离表土总量}}\times 100\%$$

$$=\frac{76.23}{76.23}\times 100\%=99.99\%$$

（5）林草植被恢复率与林草覆盖率

项目防治责任范围为592.04m²，施工后期实施绿化面积296.86hm²，可恢复林草植被面积296.9hm²，林草植被恢复率达到99.98%，林草覆盖率达到50.14%。

$$\text{林草植被恢复率}=\frac{\text{林草类植被面积}}{\text{可恢复林草植被面积}}\times 100\%$$

$$=\frac{296.86}{296.9}\times 100\%=99.99\%$$

$$林草覆盖率=\frac{林草类植被面积}{防治责任范围总面积}\times 100\%$$

$$=\frac{296.86}{592.04}\times 100\% = 50.14\%$$

从以上分析可见，本方案各项措施实施后，随着工程措施逐步到位、建筑物建成、路面硬化和林草植被逐步生长，工程建设所造成的新增水土流失得到有效治理，各防治区域内土壤侵蚀模数明显下降。水土保持措施全面实施后，各项指标均达到并超过了各项水土流失预期的治理目标。防治指标达标值详见表 7.2-2。

表 7.2-2　水土流失防治综合目标实现情况评估表

编号	指标		单位	数量	目标值	实现值	达标情况
1	水土流失治理度	水土流失治理达标面积	hm^2	591.6	98%	99.93%	达标
		水土流失面积	hm^2	592.04			
2	土壤流失控制比	容许土壤流失量	$t/(km^2\cdot a)$	500	1.0	1.61	达标
		治理后侵蚀模数	$t/(km^2\cdot a)$	310			
3	渣土防护率	实际拦挡量	万 m^3	782.18	99%	99.23%	达标
		临时堆土量	万 m^3	788.25			
4	表土保护率	保护表土数量	万 m^3	76.23	92%	99.99%	达标
		可剥离表土数量	万 m^3	76.23			
5	林草植被恢复率	林草植被面积	hm^2	296.86	98%	99.98%	达标
		可恢复林草面积	hm^2	296.9			
6	林草覆盖率	林草植被面积	hm^2	296.86	29%	50.14%	达标
		规划建设用地面积	hm^2	592.04			

7.2.2 水土保持生态效益分析

水土保持方案实施后，因工程建设产生的水土流失得到有效的控制，原有的水土流失状况也得到一定的治理，大大的减少因水土流失造成的环境影响。通过土石方调配利用，最大程度的减少了土方二次搬运数量和临时占地面积，减少地表扰动范围；对于确需占用的区域进行表土剥离、保护及回覆利用，充分保护水土资源和生态环境。施工结束后，裸露表面尽快进行植被恢复，改善生态环境，充分发挥其生态服务功能最终达到绿化美化项目区及周边环境、减少污染、涵养水源的目的，促进了项目区生态环境的改善和良性循环。

8 水土保持管理

为保证本项目水土保持方案顺利实施，工程新增水土流失得到有效控制，工程周边生态环境得到有效改善，工程建设单位应在水土保持工程的组织管理、后续设计、水土保持监测、水土保持监理、水土保持施工、水土保持设施验收、资金来源及使用管理等方面制定切实可行的方案。

8.1 组织管理

为了保证本方案的顺利实施，建设单位必须加强领导和组织管理，成立专职机构，设置专人负责水土保持工作，建立水土保持工程档案；制定本方案实施的目标责任制和实施、检查、验收的具体办法和要求，并从施工招投标入手，落实施工单位防治责任；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；与地方水行政主管部门保持密切联系，接受其监督检查，确保各年度水土保持工程按设计落到实处。

本项目的水土保持工程实施应当做好以下水土保持组织管理工作:

（1）成立水土保持工作领导小组，确保各项水土保持措施的实施

建设单位成立本项目水土保持工作领导小组，该小组直接由建设单位领导牵头负责，小组成员由建设单位、施工单位、设计单位、监理单位等组成，领导小组主要负责本项目建设过程中的水土保持工作的领导、管理和实施；并配合地方水行政主管部门对本项目水土保持措施实施情况进行监督和管理。

（2）加强《水土保持法》学习、宣传，提高工程建设的水土保持意识

建设单位、施工单位、设计单位和监理单位等应加强《水土保持法》等法律法规的学习和宣传工作，增强其法制观念，使项目实施真正依照《水土保持法》等有关法律法规进行。同时加强对施工人员的水土保持宣传教育。

（3）统一组织领导，加强部门间的配合，搞好本工程的水土保持

本水土保持方案由建设单位负责统一组织领导实施，工程施工监理和设计单位大力配合，地方水行政主管部门监督，施工单位应严格按照工程设计的各项水土保持的技术要求进行施工，确保本水土保持方案顺利实施，有效控制工程实施过程中的水土流失。

8.2 后续设计

（1）根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革，全面加强水土保持监管的意

见》（水保〔2019〕160 号）规定：生产建设单位应当依据批准的水土保持方案与主体工程同步开展水土保持初步设计和施工图设计等后续设计，按程序与主体工程设计一并报经有关部门审核，作为水土保持措施落实的依据。

为了切实做好在建工程的水土保持工作，要求主体工程设计单位应该依据批复的水土保持方案，开展水土保持施工图专项设计，确保本方案提出的各项水土流失防治措施特别是新增防治措施落实到项目建设中，切实发挥方案设计的水土保持各项措施的防护效用，并要求主体工程设计单位核定该工程水土保持投资，纳入主体工程总投资中。

（2）水土保持方案经批准后，生产建设项目地点、规模发生重大变化，有下列情形之一的，生产建设单位应当依法补充或者修改水土保持方案，并报原审批机关审批；水土保持方案实施过程中，水土保持措施需要作出重大变更的，应当经原审批机关批准:

①改变生产建设项目地点的;

②征占地面积或者挖填土石方总量超过原批准方案的 30%的;

③公路、铁路以及供电、供气、供油、供排水等线型项目，线路横向变更 200 米以上并且变更超过原批准方案的 30%的;

④水土保持方案实施过程中，水土保持措施的类型、面积或者工程量变更超过原批准方案的 30%的;

⑤其他依法依规需要补充或者修改水土保持方案的。

8.3 水土保持监测

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）和《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保[2020]161 号）的相关要求，开展生产建设项目水土保持监测是建设单位应当履行的一项法定义务，是建设单位及时定量掌握水土流失及防治状况、对项目建设造成的水土流失进行过程控制的重要基础。

（1）编制水土保持方案报告书的项目，应当依法开展水土保持监测工作。本项目需尽快落实好水土保持监测单位，监测单位要严格按照水土保持相关法律法规的要求开展水土保持监测工作，保障项目水土保持措施的顺利实施。建设单位可自行开展水土保持监测工作，也可委托第三方技术服务机构开展水土保持监测。

（2）监测单位应当按照水土保持有关技术标准和水土保持方案的要求，根据不

同生产建设项目的特点，明确监测内容、方法和频次，调查获取项目区水土流失背景值，定量分析评价自项目动土至投产使用过程中的水土流失状况和防治效果，及时向生产建设单位提出控制施工过程中水土流失的意见建议，并按规定向水行政主管部门定期报送监测情况。

（3）实行水土保持监测“绿黄红”三色评价，水土保持监测单位应依据扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等监测结果，对生产建设项目水土流失防治情况进行评价，在监测季报和总结报告中明确“红黄绿”三色评价结论。三色评价以水土流失防治目标为基础，以监测获取的实际数据为依据，针对不同的监测内容，采取定量评价和定性分析相结合方式进行量化打分。监测季报三色评价得分为本季度实施得分，监测总结报告三色评价得分为全部监测季报得分的平均值。

监测成果应当公开，生产建设单位应当在工程建设期间将水土保持监测季报在其官方网站公开，同时在业主项目部和施工项目部公开。水行政主管部门对监测评价结论为“红”色的项目，纳入重点监管对象。

（4）监测单位在监测工作开展前要制定监测实施方案；在监测期间要做好监测记录和数据整编，按季度编制监测报告（以下简称监测季报）；在水土保持设施自主验收前应编制监测总结报告。监测实施方案、日常监测记录和数据、监测意见、监测季报和总结报告，应及时提交生产建设单位。监测单位发现可能发生水土流失危害情况的，应随时向生产建设单位报告。

监测单位应当协助建设单位在每季度第一个月向审批水土保持方案的水行政主管部门（或者其他审批机关的同级水行政主管部门）报送上一季度的监测季报。其中，水利部审批水土保持方案的生产建设项目，监测季报向项目涉及的流城管理机构报送。

8.4 水土保持监理

根据水利部《水利工程建设监理规定》（2006 年 12 月 18 日水利部令第 28 号发布，根据 2017 年 12 月 22 日水利部令第 49 号修改）、《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）的规定：凡主体工程开展监理的项目，应当按照水土保持监理标准和规范开展水土保持施工监理。其中，征占地面积在 20hm²以上或者挖填土石方总量在 20 万 m³以上的项目，应当配备具有水土保持专业监理资格的工程师；征占地面积在 200hm²以上或者挖填土石方总量在 200 万 m³以上的项目，应当由具有水土保持工程施工监理专业资质的单

位承担监理任务。本项目征占地面积在200hm²以上，且挖填土石方总量在200万m³以上，水土保持监理单位应具有水土保持工程施工监理专业资质。

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治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，同时为水土保持竣工验收工作奠定基础。

（1）监理单位及要求

按招投标的方式选定水土保持方案实施的监理单位，对方案实施进行全过程的监理。参加监理的人员必须具有水土保持监理工程师或监理员上岗证书。

（2）监理主要任务

①根据有关法律、法规及工程承包合同中的水土保持要求，对施工单位的水土保持工作采取检查、旁站和指令文件等监理方式进行现场监督检查，监理工程建设的各项施工活动的水土保持措施是否与工程建设同步实施，通过质量控制、进度控制和投资控制，保证水土保持设施如期建设和功能的正常发挥，结合现场巡查，提出要求限期完成有关水土保持工作;

②在施工的各个阶段随时进行质量监督，提交监理日志、监理月报，及时向建设单位汇报施工中出现的问题;

③对施工单位的水土保持季报、年报进行审查，提出审查、修改意见;

④依据有关法律、法规及工程承包合同，协助处理各种水土保持纠纷;

⑤编制水土保持监理工作报告（季报、年报），作为生产建设项目水土保持设施验收的基础和水土保持验收的支撑材料，工作报告主要对水土保持监理工作进行总结，提出存在的重大水土保持问题和解决问题的方法，以及水土保持监理工作计划安排和工作重点，定期归档监理成果;

⑥水土保持竣工验收时需提交水土保持专项监理报告、临时措施的影像资料和质量评定的原始资料;

⑦监理影像资料：主要包括反映项目建设过程中项目区水土流失状况、水土保持措施实施情况等的图片和录像资料。

8.5 水土保持施工

建设单位应实施公众参与制度，接受社会监督，加强对施工技术人员水土保持法律、法规的宣传工作，提高水土保持法律意识，形成全社会支持水土保持生态环境建设的局面。施工单位要接受当地水行政管理部门的监督检查，施工过程中要合

理配备相应专业技术人员，对施工队伍进行技术培训，严格按照有关规范和设计标准的要求，根据水土保持方案中的防护措施（包括临时防护措施）及施工安排，做到精心施工、文明施工。

建设单位将水土保持工程纳入项目招标、投标管理中，按照国家规定的招标、投标程序，选择水土保持工程施工经验丰富、技术力量强的施工单位。

在工程发包标书中提出水土保持要求，将水土保持工程纳入主体工程招标文件一起招标或单独招标。在招标文件中，详细列出水土保持工程内容，明确施工单位和监理单位的责任，明确其防治水土流失的责任范围，并以合同形式明确中标单位应承担的防治水土流失的责任、义务。

8.6 水土保持设施验收

根据《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）与《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）的要求，在主体工程竣工验收前，应进行水土保持设施验收。

（1）依法编制水土保持方案报告书的生产建设项目投产使用前，生产建设单位应当根据水土保持方案及其审批决定等，组织第三方机构编制水土保持设施验收报告。

（2）水土保持设施验收报告编制完成后，生产建设单位应当按照水土保持法律法规、标准规范、水土保持方案及其审批决定、水土保持后续设计等，组织水土保持设施验收工作，形成水土保持设施验收鉴定书，明确水土保持设施验收合格的结论。水土保持设施验收合格后，生产建设项目方可通过竣工验收和投产使用。

（3）生产建设单位应当在水土保持设施验收合格后，通过其官方网站或者其他便于公众知悉的方式向社会公开水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告。对于公众反映的主要问题和意见，生产建设单位应当及时给予处理或者回应。

（4）生产建设单位应在向社会公开水土保持设施验收材料后、生产建设项目投产使用前，向水利部水土保持司报备水土保持设施验收材料。报备材料包括水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告。生产建设单位、水土保持设施验收报告编制的第三方机构和水土保持监测机构分别对水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告等材料的真实性

负责。

（5）水土保持设施验收合格并交付使用后，建设单位或运行管理单位应当加强对水土保持设施的管理和维护，确保水土保持设施安全、有效运行。