

新建山东枣庄民用机场工程

水土保持方案报告书

建设单位：枣庄机场建设投资有限公司

中国航空油料有限责任公司山东分公司

编制单位：水发规划设计有限公司

2022年07月

目 录

1 综合说明	1
1.1 项目简况.....	1
1.2 编制依据.....	5
1.3 设计水平年.....	7
1.4 水土流失防治责任范围.....	7
1.5 水土流失防治目标.....	7
1.6 项目水土保持评价结论.....	8
1.7 水土流失预测结果.....	9
1.8 水土保持措施布设成果.....	10
1.9 水土保持监测方案.....	13
1.10 水土保持投资及效益分析成果.....	13
1.11 结论.....	14
2 项目概况	16
2.1 项目组成及工程布置.....	16
2.2 施工组织.....	73
2.3 工程占地.....	97
2.4 土石方平衡.....	89
2.5 拆迁安置与专项设施改（迁）建.....	104
2.6 施工进度.....	105
2.7 自然概况.....	107
3 项目水土保持评价	120
3.1 主体工程选址水土保持评价.....	120

3.2 建设方案与布局水土保持评价	122
3.3 主体工程设计中水土保持措施界定	139
4 水土流失分析与预测	141
4.1 水土流失现状	141
4.2 水土流失影响因素分析	141
4.3 土壤流失量预测	144
4.4 水土流失危害分析	157
4.5 指导性意见	158
5 水土保持措施	161
5.1 防治区划分	161
5.2 措施总体布局	161
5.3 分区措施布设	170
5.4 施工要求	194
6 水土保持监测	204
6.1 范围和时段	204
6.2 内容和方法	205
6.3 点位布设	209
6.4 实施条件和成果	211
7 水土保持投资估算及效益分析	214
7.1 投资估算	214
7.2 效益分析	229
8 水土保持管理	232

8.1 组织管理	232
8.2 后续设计	233
8.3 水土保持监测	233
8.4 水土保持监理	235
8.5 水土保持施工	236
8.6 水土保持设施验收	236

附表：

- 附表 1 单价分析表
- 附表 2 工程水土流失防治责任范围表
- 附表 3 设计水平年水土流失防治目标计算表

附件：

- 附件 1、中国民用航空局《关于山东枣庄民用机场场址的批复》（民航函〔2017〕1001 号）
- 附件 2、 枣庄市行政审批服务局《关于新建山东枣庄民用机场工程洪水影响评价类审批准予水行政许可决定书》（枣行审建〔2021〕53 号）
- 附件 3、 枣庄市生态环境局《关于新建山东枣庄民用机场工程环境影响评价报告书的批复》（枣环许可字〔2022〕72 号）
- 附件 4、 专项转授权委托书
- 附件 5、 关于枣庄机场可研阶段土石方工程量相关说明的函
- 附件 6、 国网山东省电力公司枣庄供电公司关于枣庄机场供电方案的说明
- 附件 7、 中国联合网络通信有限公司枣庄市山亭区分公司关于枣庄机场西集场址通信方案的说明
- 附件 8、 枣庄市山亭区住房和城乡建设局关于枣庄机场自来水厂有关情况的汇报
- 附件 9、 枣庄机场天然气供应方案
- 附件 10、 枣庄中科环保电力有限公司关于同意接收枣庄机场生活垃圾的证明
- 附件 11、 关于新建山东枣庄民用机场场外配套工程建设的承诺函
- 附件 12、《枣庄市山亭区城乡水务局关于同意西集镇凤凰水库报废的批复》（山水字〔2020〕38 号）
- 附件 13、 枣庄机场土方供应意向书
- 附件 14、 项目区遥感影像
- 附件 15、 现场照片

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 项目总平面布置图
- 附图 5 水土流失防治责任范围图
- 附图 6 水土保持措施及监测点布设图
- 附图 7-1 飞行区水土保持措施及监测点位布设图
- 附图 7-2 航站区水土保持措施及监测点位布设图
- 附图 7-3 供油工程区水土保持措施及监测点位布设图
- 附图 7-4 边坡防护区水土保持措施及监测点位布设图
- 附图 7-5 净空处理区水土保持措施及监测点位布设图
- 附图 7-6 场外台站区水土保持措施及监测点位布设图
- 附图 7-7 施工生产生活区水土保持措施及监测点位布设图
- 附图 7-8 临时堆土区水土保持措施及监测点位布设图
- 附图 7-9 施工道路区水土保持措施及监测点位布设图
- 附图 8 飞行区排水沟典型布设图
- 附图 9 临时排水沟、沉沙池典型布设图
- 附图 10-1 边坡防护典型布设图 ($H \leq 4m$)
- 附图 10-2 边坡防护典型布设图 ($4m < H \leq 10m$)
- 附图 10-3 边坡防护典型布设图 (挖方边坡, $H > 10m$)
- 附图 10-4 边坡防护典型布设图 (填方边坡, $H > 10m$)
- 附图 11 临时堆土防护典型布设图
- 附图 12 透水砖断面结构图
- 附图 13 边坡防护区坡脚排水渠平面布置图
- 附图 14 坡脚排水渠典型断面图
- 附图 15 消力池典型布设图
- 附图 16 沉沙池典型布设图
- 附图 17 场外排水工程总平面布置图

1 综合说明

1.1 项目简况

1.1.1 项目基本情况

(1) 项目建设的必要性

枣庄民用机场的建设将有利于形成山东省立体交通网络，拉动相关行业的消费需求，实现山东南部地区经济更快更好地发展；可以改善投资环境，提高对外开放水平，提升城市服务功能，加强落后地区与经济发达地区的联系和沟通，方便人民出行，有利于枣庄对外交流和经济发展；可为进一步落实山东省“鲁南经济圈”战略，提供高品质的客货运输服务。

本工程符合 2017 年 2 月 13 日经国务院批准印发的《全国民用运输机场布局规划》（发改基础〔2017〕290 号）及民航局、国家发展改革委和交通运输部联合印发的《“十四五”民用航空发展规划》（民航发〔2021〕56 号），已列入《山东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》和《山东省民航业中长期发展规划（2014-2030 年）》。

综上，枣庄民用机场的建设将完善山东省民用机场的布局和立体交通网络，符合国家、行业和地方相关规划，其建设是十分必要的。

(2) 项目情况概述

地理位置：新建山东枣庄民用机场工程场址位于山东省枣庄市山亭区西集镇凤凰庄东南侧，行政区划上涉及枣庄市山亭区西集镇、滕州市羊庄镇、薛城区邹坞镇和陶庄镇。机场基准点地理坐标为 E117°23'59.95"，N34°54'20.85"（WGS-84 坐标），跑道方位角为真向 90°~270°，磁差 5.9°W。

建设性质、规模与等级：枣庄民用机场为新建项目，本期目标年为 2030 年，定位为民用航空支线机场、小型机场，兼顾通用航空发展，飞行区指标为 4C，年旅客

吞吐量为 120 万人次，货邮吞吐量 7000 吨，飞机起降量 1.3 万架次。

项目组成及建设内容：本工程由飞行区、航站区、供油工程、边坡防护区、净空处理区、场外台站区、供水供电等附属设施及场外配套工程组成。

①飞行区新建 1 条 2600m×45m 的跑道、11 个 C 类机位站坪、2 条垂直联络道，跑道主降方向设 I 类精密进近仪表着陆系统和助航灯光系统，同时配套建设飞行区围界、巡场路等；

②航站区新建 1 座 14000m² 航站楼、1 座高 35m 的塔台和 1 座 1200m² 航管楼，同时建设机务场务用房与特种车库、货运区、综合业务楼、停车场、加油站等；

③供油工程区新建 3 座 1000m³ 的储油罐，同时建设各类生产生活用房等；

④边坡防护区为机场围界和征地红线之间的挖、填方边坡区域，面积 48.76hm²；

⑤净空处理区对机场周边 9 座超高山体进行处理，面积 37.64hm²；

⑥场外台站区位于跑道西端外撤 1500m 处，需建设 1.7km 进台路；

⑦配套附属工程，包括给水工程、排水工程、供电工程、供冷供热和燃气工程、通信工程、空管工程等；

⑧场外配套工程：包含场外供电、通信、供水、供气、场外道路工程和场外排水系统治理工程；其中场外供电工程由 110kV 西集变电站和 110kV 邹坞变电站各出一回 10kV 线路为机场供电；场外通信工程通过机场机房沿 S245、S345、S244 方向铺设光缆至西集支局机房和凫城支局机房；场外供水工程以庄里水库为水源地，并建设配套供水管线、加压站和水处理厂；场外供气工程气源为山亭区西集镇中压燃气管道，沿现有道路敷设至项目区；进场道路从 S245 省道接入，一级公路，全长约 3058m，双向 6 车道；场外排水系统治理工程对机场下游山洪沟进行疏挖、岸坡衬砌、河道建筑物改建，修建排水箱涵。场外配套工程均由枣庄机场实业发展有限公司统一规划建设，并承担相应的水土流失防治责任，详见附件 11。

施工组织：工程共布设 4 处施工生产生活区，其中 3 处位于飞行区土面区内，1 处位于场外台站区，占地面积共计 4.10hm²，全部位于机场征占地红线范围内；临时

道路需新建长度约 400m, 涉及新增占地 2200m²; 临时堆土区均位于飞行区土面区内, 含 3 处表土堆放场和 3 处其他土石方堆放场, 总占地 13.5hm², 不涉及新增占地。

拆迁安置与专项设施改(迁)建: 工程建设需拆除农村居民用房 0.17hm², 采用货币补偿方式, 由当地政府统一组织实施, 并承担相应的水土流失防治责任。工程建设需拆除 220kV 输电线建夏线 6 基铁塔、2 座风电测试竿和 2 座养殖场, 该部分采用货币补偿方式, 由其主管单位负责选址复建并承担相应的水土流失防治责任。

建设工期: 本工程拟于 2022 年 12 月开工建设, 计划 2025 年 11 月完工, 总工期 36 个月。

工程投资: 新建山东枣庄民用机场工程总投资 20.8624 亿元 (其中土建投资 16.3875 亿元), 含机场工程与供油工程, 其中机场工程投资为 20.3203 亿元 (其中土建投资 16.0613 亿元), 供油工程投资为 0.5421 亿元 (其中土建投资 0.3262 亿元)。机场工程投资为全额资本金, 其中民航局安排民航发展基金 7.9 亿元, 山东省政府安排财政资金承担 10%, 山东省机场管理集团有限公司承担 10%, 其余由枣庄市政府安排财政资金解决; 供油工程资金由中国航空油料有限责任公司自筹解决。

工程占地: 工程占地总面积为 234.91hm², 其中永久占地 197.05hm², 临时占地 37.86hm², 占地类型包括耕地、园地、林地、草地、住宅用地、工矿仓储用地、交通运输用地、水域及水利设施用地和其他土地。

土石方量: 本工程土石方挖填总量为 3495.76 万 m³, 其中开挖总量 1735.38 万 m³ (含表土 14.15 万 m³), 填方总量 1760.38 万 m³ (含表土 14.15 万 m³), 借方 25.0 万 m³, 全部从枣庄市岩马水库增容工程外购 (土方供应协议详见附件 13), 无弃方。

1.1.2 项目前期工作进展情况

(1) 工程设计情况

2015 年 11 月, 枣庄市交通运输局委托上海民航新时代机场设计研究院有限公司和上海华东民航飞行程序设计院承担枣庄民用机场选址工作。2017 年 9 月, 《山东

枣庄机场选址报告》获批，中国民用航空局同意将西集场址作为推荐场址（民航函〔2017〕1001号），详见附件1。

2018年5月，《山东枣庄机场预可行性研究报告》（送审稿）编制完成；2018年6月，中国民航咨询公司组织召开了预可行性研究报告的第一轮行业评审会；2020年4月，中国国际工程咨询有限公司组织召开了预可行性研究报告的第二轮立项评审会；2021年2月，国务院中央军委以（国函〔2021〕19号）同意新建枣庄民用机场预可研报告批复。

2021年5月14日，本工程占用生态红线不可避免性论证报告通过了山东省自然资源厅在济南组织的专家评审。

2021年9月13日，山东省自然资源厅以用地字370000202100028号出具了本工程《建设项目用地预审与选址意见书》。

2021年10月14日，枣庄市行政审批服务局以《关于新建山东枣庄民用机场工程洪水影响评价类审批准予水行政许可决定书》（枣行审建〔2021〕53号）对本工程洪水影响评价报告予以批复，见附件2。

2022年4月29日，国家发展和改革委员会以发改委基国〔2022〕678号对《新建山东枣庄民用机场项目可行性研究报告》进行了批复。

2022年6月22日，枣庄市生态环境局以枣环许可字〔2022〕72号对本工程环境影响评价报告书予以批复，见附件3。

本工程不压覆矿产资源、不涉及已登记的文物保护单位。

场外排水系统治理工程设计单位为水发规划设计有限公司。目前机场外部排水系统治理报告已编制完成，场外排水方案经与主体设计单位多番沟通、咨询专家后已经形成。场外排水系统治理工程需经枣庄市发展和改革委员会立项，后续工程实施由枣庄机场实业发展有限公司负责落实，并承担相应的水土流失防治责任（详见附件11）。

（2）水土保持方案编制情况

按照《中华人民共和国水土保持法》等相关法律法规的要求，2021年7月，建

设单位委托水发规划设计有限公司编制《新建山东枣庄民用机场工程水土保持方案报告书》。

2021年8月，水发规划设计有限公司组织专业水保人员对现场进行了多次踏勘和资料收集，并征询地方水行政主管部门及相关单位意见和要求，结合工程设计文件，于2022年7月编制完成了《新建山东枣庄民用机场工程水土保持方案报告书》。

1.1.3 自然简况

项目区地貌单元属低山丘陵，气候类型属暖温带半湿润大陆性季风气候，年平均气温 14.6°C ， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 4749.5°C ，年平均蒸发量 1567.9mm ，年平均降水量 825.5mm ，降水主要集中在7、8月，年平均无霜期 196d ，年平均风速为 1.7m/s ，主导风向为ENE、E，最大冻土深度为 0.29m 。项目区土壤类型以褐土为主；植被类型为暖温带落叶阔叶林，林草覆盖率约为67%。

项目区地处北方土石山区，土壤侵蚀以轻度水力侵蚀为主，土壤侵蚀模数背景值约为 $600\sim 800\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，容许土壤流失量为 $200\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

项目区涉及枣庄市山亭区、滕州市和薛城区，其中山亭区属于沂蒙山泰山国家级水土流失重点治理区，滕州市和薛城区属于尼山南麓省级水土流失重点治理区；场外台站区涉及山东省省级生态保护红线SD-04-B1-06薛河水源涵养、生物多样性维护生态保护红线区，该生态保护红线区在山亭区、滕州市和薛城区均有分布。

1.2 编制依据

(1) 《中华人民共和国水土保持法》（1991年6月29日第7届全国人大常委会第20次会议通过，2010年12月25日第11届全国人大常委会第18次会议修订，2011年3月1日实施）；

(2) 《山东省水土保持条例》（2014年5月30日山东省第十二届人大常委会第八次会议通过，2017年9月30日山东省第十二届人民代表大会常务委员会第三十二次会议修正）；

(3) 《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）；

(4) 《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）；

(5) 《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）；

(6) 《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）；

(7) 《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）；

(8) 《水利水电工程制图标准-水土保持图》（SL73.6-2015）；

(9) 《山东枣庄民用机场工程选址报告》（报批稿）（2017年3月，上海民航新时代机场设计研究院有限公司）；

(10) 《枣庄新建机场飞行区岩土工程勘察报告》（2017年8月，山东省物化探勘查院）；

(11) 《山东枣庄民用机场工程可行性研究报告》（报批稿）（2022年4月，上海民航新时代机场设计研究院有限公司）；

(12) 《新建枣庄民用机场项目供油工程项目可行性研究报告》（2021年7月，北京中航工程建设有限公司）；

(13) 《山东枣庄民用机场外部排水系统治理初步设计报告》（2022年4月，水发规划设计有限公司）；

(14) 《新建山东枣庄民用机场洪水影响评价报告》（2021年8月，水发规划设计有限公司）；

(15) 《新建山东枣庄民用机场项目环境影响报告书》（2022年5月，北京国寰环境技术有限公司）；

(16) 《关于新建山东枣庄民用机场项目（可行性研究报告）的咨询评估报告》

(中国国际工程咨询有限公司 咨交通〔2022〕413号)；

(17)《新建山东枣庄民用机场土地用途调整方案暨永久基本农田补划方案》(山东省自然资源厅 2021年7月)。

1.3 设计水平年

本工程拟于2022年12月开工建设,计划2025年11月完工。根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)的有关规定,方案确定本工程设计水平年为主体工程完工后一年,即2026年。

1.4 水土流失防治责任范围

本工程永久征地197.05hm²,临时占地37.86hm²。根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)的有关规定,本工程水土流失防治责任范围为234.91hm²,其中山亭区水土流失防治责任范围215.00hm²,滕州市水土流失防治责任范围6.41hm²,薛城区水土流失防治责任范围13.50hm²。工程水土流失防治责任范围表见附表2。

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 执行标准等级

本工程涉及沂蒙山泰山国家级水土流失重点治理区和尼山南麓省级水土流失重点治理区。根据《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018),方案确定本工程水土流失防治标准执行北方土石山区一级标准。

1.5.2 防治目标

(1) 基本目标

生产建设项目水土流失防治应达到下列基本目标:

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

(2) 定量目标

考虑本工程和基准值的差异，对基准值作如下调整：项目区土壤侵蚀强度以轻度侵蚀为主，土壤流失控制比调整为 1.0；项目区无法避让国家级和省级水土流失重点治理区，林草覆盖率提高 2%。

修正后本方案确定的六项防治目标值分别为：水土流失治理度应达到 95%，土壤流失控制比应达到 1.0，渣土防护率应达到 97%，表土保护率应达到 95%，林草植被恢复率应达到 97%，林草覆盖率应达到 27%。修正后本方案确定的工程各阶段目标值见附表 3。

1.6 项目水土保持评价结论

1.6.1 主体工程选址评价

工程选址不涉及河流两岸、湖泊、水库周边的植物保护带以及水土保持监测站点、重点试验区和定位观测站，但无法避让沂蒙山泰山国家级水土流失重点治理区、尼山南麓省级水土流失重点治理区和山东省省级生态保护红线。主体设计项目区永久截排水工程执行 1 级设计标准，在航站区布设雨水收集池；方案按照水土保持相关要求，水土流失防治标准执行北方土石山区一级防治标准，同时提高土壤流失控制比和植被覆盖率目标值。方案建议主体设计进一步优化施工时序、施工布置和施工工艺，采取工程、植物和临时措施相结合的水土流失防治措施体系，减少地表扰动和植被损坏范围。因此，工程选址是可行的。

1.6.2 建设方案与布局评价

本工程无填高大于 20m 的路堤和挖深大于 30m 路堑；工程边坡在稳定前提下，均采用工程措施和植物措施相结合的形式进行防护。航站区植被恢复和建设工程执行 1 级标准，并配备排水和雨水收集装置；场外台站区涉及生态保护红线，提高植被恢复和建设工程至 1 级，其他区域均执行 2 级，可满足水土保持要求；无法避让重点治理区，采取提高部分防治目标值、优化施工时序、施工工艺等方式；主体工程竖向设

计综合考虑了土石方平衡、雨水自流排放、和远期规划衔接等因素，竖向设计合理；工程建设无法避让山东省省级生态保护红线，目前已通过山东省自然资源厅评审，方案建议施工期间应严格控制施工范围，加强临时防护。综上，工程建设方案满足水土保持要求。

本工程永久占地符合国家土地利用政策和机场建设标准，临时占地能够满足施工要求，工程占地考虑全面，不存在漏项；工程建设不可避免的占用少量基本农田，目前已获得山东省自然资源厅出具的《建设项目用地预审与选址意见书》。

经方案补充后，各分区土石方挖填数量合理，不存在漏项；土石方调运节点适宜、时序可行和运距合理；表土资源设置专门堆存场地保存，得到较好的保护和利用；借方优先考虑了其它工程弃土，余量充足，且借土来源及购土投资已纳入主体设计，符合水土保持要求。

施工方法及工艺有利于水土保持工作的顺利开展，可以最大限度地控制水土流失，符合水土保持要求。

主体设计中的表土剥离、排水沟、急流槽和消力池、雨水管网、PP雨水收集池、雨水明沟、盖板沟及雨水暗管、C30钢筋混凝土格构护坡、坡面截排水沟、坡脚排水渠、景观绿化工程等具有水土保持功能，纳入水土流失防治措施体系；尚需补充边坡植生袋护坡及绿化，飞行区土面区绿化，表土回覆和土地整治，部分边坡格构护坡及坡脚排水沟，截水沟、排水顺接工程，施工期间临时防护措施等。

1.7 水土流失预测结果

工程建设可能造成水土流失总量为 43165t，新增水土流失总量为 36946t。

工程施工期（含施工准备期）是水土流失的重点发生时段，飞行区、边坡防护区、净空处理区和临时堆土区是水土流失的重点部位，应进行重点监测。

工程建设水土流失危害主要表现在影响周边的生态环境，破坏地表和植被；截断原有水系，对周边山洪沟造成一定淤积，导致排水不畅；加剧原有水土流失，降低原

有的水土保持功能；危及工程安全、人民生命财产等；对生态保护红线区造成不利影响。

1.8 水土保持措施布设成果

本工程可划分为飞行区、航站区、供油工程区、边坡防护区、净空处理区、场外台站区、施工生产生活区、临时堆土区和施工道路区九个防治分区。

1.8.1 飞行区

施工前先剥离表土，集中堆放至临时堆土区。施工期间，对施工裸地进行临时苫盖，并结合规划永久排水沟布设临时排水沟，后期改造为雨水排水沟、急流槽和消力池等，临时排水沟末端布设临时沉沙池；对灯光带维修路边坡布设 C30 钢筋混凝土格构护坡，下方布设坡脚排水沟。施工结束后，对绿化区域进行表土回覆和土地整治，并撒播草籽进行绿化。

工程措施：表土剥离 8.90 万 m^3 ，表土回覆 8.9 万 m^3 ，土地整治 91.43 hm^2 ，雨水排水沟、急流槽和消力池等 9640m，C30 钢筋混凝土格构护坡 0.55 hm^2 和浆砌块石排水沟 2000m。

植物措施：撒播草籽 91.43 hm^2 。

临时措施：临时苫盖 1200000 m^2 ，临时沉沙池 7 座。

1.8.2 航站区

施工前先剥离表土，集中堆放至临时堆土区。施工期间对施工裸地采用密目网进行苫盖，并在场地周边布设临时排水沟和临时沉沙池；沿道路铺设雨水管网，在停车场北侧下方绿化带布设 PP 雨水收集池，对人行道铺设透水砖。施工结束后，对绿化区进行表土回覆和土地整治，并栽植乔灌草进行景观绿化。

工程措施：表土剥离 0.55 万 m^3 ，表土回覆 0.55 万 m^3 ，土地整治 6.30 hm^2 ，雨水管线 2840m，PP 雨水收集池 1 套，透水砖铺装 0.93 hm^2 。

植物措施：景观绿化 6.30 hm^2 。

临时措施：临时苫盖 174500m²，临时排水沟 2600m，临时沉沙池 1 座。

1.8.3 供油工程区

施工期间，对施工裸地采用防尘网进行苫盖，并永临结合在场地内布设临时排水沟和沉沙池，后期改造为永久雨水明沟、盖板沟，并埋设雨水暗管等；施工结束后对绿化区进行土地整治并铺设草皮。

工程措施：雨水明沟 400m，盖板沟 400m，雨水暗管 100m，土地整治 2500m²。

植物措施：铺植草皮 2500m²。

临时措施：防尘网苫盖 20000m²，临时沉沙池 1 座。

1.8.4 边坡防护区

施工前先剥离表土，集中堆放至临时堆土区。施工期间，对开挖裸露边坡进行临时苫盖，并结合规划永久排水沟布设临时排水沟，临时沉沙池结合排水顺接工程中永久沉沙池布设；对挖填方边坡布设 C30 钢筋混凝土格构护坡、截排水沟，坡脚开挖排水渠，格构护坡内部填充植生袋，植生袋下部铺设一层碎石；排水渠与场外山洪沟连接处布设排水顺接工程。施工结束后，对绿化区进行表土回覆和土地整治并绿化。

工程措施：表土剥离 3.48 万 m³，表土回覆 3.48 万 m³，土地整治 39.51hm²，C30 钢筋混凝土格构护坡 443244.33m²，混凝土截排水沟 17798m，浆砌块石排水渠 9205m，植生袋护坡 30.40hm²，碎石 1.52 万 m³，排水顺接工程 5 处。

植物措施：植生袋绿化 30.4hm²，撒播草籽 9.11hm²，扦插紫穗槐插穗 775.2 万株。

临时措施：彩条布苫盖 480000m²。

1.8.5 净空处理区

施工前先剥离表土，集中堆放至临时堆土区。施工期间，对开挖裸露边坡进行临时苫盖，并结合规划永久排水沟布设临时排水沟，临时沉沙池结合边坡防护区布设；对挖方边坡布设 C30 钢筋混凝土格构护坡、截排水沟，格构护坡内部填充植生袋，植生袋下部铺设一层碎石。施工结束后，对绿化区进行表土回覆和土地整治并绿化。

工程措施：表土剥离及回覆 1.21 万 m³，土地整治 30.58hm²，C30 钢筋混凝土护坡 338755.67m²，混凝土截排水沟 13602m，植生袋护坡 23.24hm²，碎石 1.16 万 m³。

植物措施：植生袋绿化 23.24hm²，撒播草籽 7.34hm²。

临时措施：彩条布苫盖 350000m²。

1.8.6 场外台站区

施工前先剥离表土，集中堆放至临时堆土区。施工期间，对施工裸地进行临时苫盖，并结合规划永久排水沟布设临时排水沟，末端布设临时沉沙池；对进台路边坡布设 C30 钢筋混凝土格构护坡，坡脚布设排水沟；路基挖方段布设截水沟，通过竖向排水沟接入路基坡脚排水沟；平台四周布设排水沟，平台坡面布设竖向排水沟、马道排水沟和平台坡脚排水沟。施工结束后，对绿化区进行表土回覆、土地整治并绿化。

工程措施：表土剥离 0.01 万 m³，表土回覆 0.01 万 m³，土地整治 5.96hm²，C30 钢筋混凝土格构护坡 1.05hm²，坡脚浆砌块石排水沟 3905m，截水沟、坡面竖向排水沟和马道排水沟 1300m。

植物措施：撒播草籽 5.96hm²，栽植大叶黄杨 850 株，小叶黄杨 850 株。

临时措施：密目网苫盖 80000m²，临时沉沙池 1 座。

1.8.7 施工生产生活区

施工期间，对本区施工裸地等采用防尘网进行覆盖，场地边界布设临时排水沟，末端布设临时沉沙池。

临时措施：防尘网苫盖 40000m²，临时排水沟 1400m，临时沉沙池 4 座。

1.8.8 临时堆土区

施工期间，在临时堆土周边布设装土编织袋进行拦挡，上部覆盖彩条布，周边开挖排水沟，末端连接沉沙池。

临时措施：装土编织袋拦挡 1480m，彩条布苫盖 50000m²，临时排水沟 1480m，临时沉沙池 3 座。

1.8.9 施工道路区

施工前对路面铺设碎石。施工期间，在道路一侧开挖临时排水沟。施工结束后清除碎石进行土地整治并绿化。

工程措施：土地整治 0.22hm²。

植物措施：撒播草籽 0.22hm²。

临时措施：铺设碎石 110m³，临时排水沟 400m。

1.9 水土保持监测方案

本工程水土保持监测范围为整个水土流失防治责任范围，面积 234.91hm²。水土保持监测时段为 2022 年 12 月至 2026 年 12 月。

监测内容主要包括水土流失影响因素、水土流失状况、水土流失危害、水土保持措施等。重点监测对象为边坡防护区、净空处理区等大型开挖填筑面、施工道路和临时堆土等。

该项目监测采用实地调查、实地量测、地面观测、无人机监测、资料分析和遥感监测等相结合的方法。

本工程共设置 14 个固定监测点，其中飞行区 3 个，航站区 1 个，供油工程区 1 个，边坡防护区 2 个，净空处理区 2 个，场外台站区 1 个，施工生产生活区 1 个，临时堆土区 2 个，施工道路区 1 个。

1.10 水土保持投资及效益分析成果

本工程建设期水土保持工程总投资 40345.56 万元，其中工程措施费 30950.03 万元，植物措施费 4028.22 万元，临时措施费 1663.23 万元，独立费用 1154.43 万元（含水土保持监理费 80.00 万元，水土保持监测费 156.60 万元），基本预备费 2267.75 万元，水土保持补偿费 2818920.00 元。

方案实施后至设计水平年，水土流失治理面积达到 230.53hm²，林草植被建设面积 169.98hm²，可减少水土流失量 35000t，渣土挡护量 1683.32 万 m³，表土剥离及保

护量 13.73 万 m³；六项防治目标中，水土流失治理度达到 98%，土壤流失控制比为 1.0，渣土防护率达到 97%，表土保护率达到 97%，林草植被恢复率达到 98%，林草覆盖率达到 72%，均能达到设计目标值。

1.11 结论

工程选址不涉及崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区，不涉及生态脆弱区，河流两岸、湖泊、水库周边的植物保护带以及水土保持监测站点、重点试验区和定位观测站，但无法避让沂蒙山泰山国家级水土流失重点治理区、尼山南麓省级水土流失重点治理区和山东省省级生态保护红线 SD-04-B1-06 薛河水源涵养、生物多样性维护生态保护红线区，存在水土保持制约因素。根据水土保持相关要求，工程建设过程中水土流失防治标准执行一级标准，提高土壤流失控制比和林草覆盖率目标值，并布设雨水收集装置。方案建议主体工程在下一阶段进一步优化施工时序、施工布置和施工工艺，并采取工程、植物和临时措施对扰动区进行治理，同时严格控制施工范围，加强施工期临时防护。综上，通过严格落实水土保持防治标准、措施和施工管理的基础上，工程建设是可行的。

水土保持方案经水行政主管部门批复后，建议主体设计在项目建设过程中，落实水土保持“三同时”制度，把批准的水土保持方案纳入其设计内容，做到同时设计。建设单位在开展招投标时应把水土保持内容纳入招投标合同，同时实施；落实土石方调配利用方案，减少借方及土石方二次调运；实施水土保持监理和监测；若工程发生重大变更，应根据相关规定重新编报水保方案；本工程完成后应自行开展水土保持设施验收，报水行政主管部门备案。施工单位严格按照施工方案规定的施工时序进行施工，合理安排施工组织，力求各施工点顺利进行，同时建设单位和监理单位要加强现场组织管理，切实做到文明施工。建设单位要与水行政主管部门密切配合，认真听取水行政主管部门对水土保持工作的建议和要求，及时修改、完善设计施工中的水土保持措施。

新建山东枣庄民用机场工程水土保持方案特性表

项目名称		新建山东枣庄民用机场工程			流域管理机构		水利部淮河水利委员会	
涉及省(市、区)		山东省	涉及地市	枣庄市	涉及县		山亭区、滕州市、薛城区	
项目规模		小型机场		总投资(亿元)	20.8624	土建投资(亿元)		16.3875
动工时间		2022年12月		完工时间	2025年11月	设计水平年		2026年
工程占地(hm ²)		234.91		永久占地(hm ²)	197.05	临时占地(hm ²)		37.86
土石方量(万m ³)			挖方(万m ³)		填方(万m ³)		借方(万m ³)	
			1735.38		1760.38		25.0	
重点防治区名称			沂蒙山泰山国家级水土流失重点治理区、尼山南麓省级水土流失重点治理区					
地貌类型			低山丘陵		水土保持区划		北方土石山区	
土壤侵蚀类型			水力侵蚀		土壤侵蚀强度		轻度	
防治责任范围面积(hm ²)			234.91		容许土壤流失量(t/km ² ·a)		200	
土壤流失预测总量(t)			43165		新增土壤流失量(t)		36946	
水土流失防治标准执行等级			北方土石山区一级防治标准					
防治指标	水土流失治理度(%)		95		土壤流失控制比		1.0	
	渣土防护率(%)		97		表土保护率(%)		95	
	林草植被恢复率(%)		97		林草覆盖率(%)		27	
防治措施及工程量	分区	工程措施			植物措施		临时措施	
	飞行区	表土剥离8.90万m ³ ,表土回覆8.9万m ³ ,土地整治91.43hm ² ,雨水排水沟9640m,C30钢筋混凝土格构护坡0.55hm ² ,浆砌块石排水沟2000m。			撒播草籽91.43hm ² 。		防尘网苫盖1200000m ² ,临时沉沙池7座。	
	航站区	表土剥离0.55万m ³ ,表土回覆0.55万m ³ ,土地整治6.30hm ² ,雨水管线2840m,PP雨水收集池1套,透水铺装0.93hm ² 。			乔灌木绿化6.30hm ² 。		防尘网苫盖174500m ² ,临时排水沟2600m,临时沉沙池1座。	
	供油工程区	雨水明沟400m,盖板沟400m,雨水暗管100m,土地整治2500m ² 。			铺植草皮0.25hm ² 。		防尘网苫盖20000m ² ,临时沉沙池1座。	
	边坡防护区	表土剥离3.48万m ³ ,表土回覆3.48万m ³ ,土地整治39.51hm ² ,C30钢筋混凝土格构护坡443244.33m ² ,混凝土截排水沟17798m,排水渠9205m,植生袋护坡30.40hm ² ,碎石1.52万m ³ ,排水顺接工程5处。			植生袋绿化30.4hm ² ,撒播草籽9.11hm ² ,扦插紫穗槐插穗775.2万株。		彩条布苫盖480000m ² 。	
	净空处理区	表土剥离1.16万m ³ ,表土回覆1.21万m ³ ,土地整治30.58hm ² ,C30钢筋混凝土格构护坡338755.67m ² ,混凝土截排水沟13602m,植生袋护坡23.24hm ² ,碎石1.16万m ³ 。			植生袋绿化23.24hm ² ,撒播草籽7.34hm ² 。		彩条布苫盖350000m ² 。	
	场外台站区	表土剥离0.01万m ³ ,表土回覆0.01万m ³ ,土地整治5.96hm ² ,C30钢筋混凝土格构护坡1.05hm ² ,坡脚浆砌块石排水沟3905m,截水沟、坡面竖向排水沟和马道排水沟1300m。			撒播草籽5.96hm ² ,栽植大叶黄杨850株,小叶黄杨850株。		密目网苫盖80000m ² ,临时沉沙池1座。	
	施工生产生活区						防尘网苫盖40000m ² ,临时排水沟1400m,临时沉沙池4座。	
	临时堆土区						装土编织袋拦挡1480m,彩条布苫盖50000m ² ,临时排水沟1480m,临时沉沙池3座。	
	施工道路区	土地整治0.22hm ²			撒播草籽0.22hm ²		碎石路面110m ³ ,临时排水沟400m。	
投资(万元)		30950.03			4028.22		1663.23	
水土保持总投资(万元)		40345.56			独立费用(万元)		1154.43	
监理费(万元)		80.00	监测费(万元)		156.60	补偿费(万元)		281.892
方案编制单位	水发规划设计有限公司			建设单位		枣庄机场建设投资有限公司 中国航空油料有限责任公司山东分公司		
法定代表人	吴泽广			法定代表人		甘宜宝 沈军		
地址	济南市历下区华阳路30号			地址		枣庄市薛城区黄山路东侧 济南市高新区临港街道济南国际机场内		
邮编	250100			邮编		277000、250101		
联系人及电话	杨晓娟 17615816804			联系人及电话		刘林潇 13963275831		
传真	/			传真		/		
电子信箱	1175454751@qq.com			电子信箱		zzjcygl@163.com		

条垂直联络道，跑道主降方向设 I 类精密进近仪表着陆系统和助航灯光系统，同时配套建设飞行区围界、巡场路等；②航站区新建 1 座 14000m² 航站楼、1 座高 35m 的塔台和 1 座 1200m² 航管楼，同时建设机务场务用房与特种车库、货运区、综合业务楼、停车场、加油站等；③供油工程区新建 3 座 1000m³ 的储油罐，同时建设各类生产生活用房等；④边坡防护区为机场围界和征地红线之间的挖、填方边坡区域，面积 48.76hm²；⑤净空处理区对机场周边 9 座超高山体进行处理，面积 37.64hm²；⑥场外台站区位于跑道西端外撤 1500m 处，需建设 1.7km 进台路；⑦附属设施，包括给水工程、排水工程、供电工程、供冷供热和燃气工程、通信工程、空管工程等。

(7) 工程投资：新建山东枣庄民用机场工程总投资 20.8624 亿元（其中土建投资 16.3875 亿元），含机场工程与供油工程，其中机场工程投资为 20.3203 亿元（其中土建投资 16.0613 亿元），供油工程投资为 0.5421 亿元（其中土建投资 0.3262 亿元）。机场工程投资为全额资本金，其中民航局安排民航发展基金 7.9 亿元，山东省政府安排财政资金承担 10%，山东省机场管理集团有限公司承担 10%，其余由枣庄市政府安排财政资金解决；供油工程资金由中国航空油料有限责任公司自筹解决。

(8) 建设工期：本工程拟于 2022 年 12 月开工建设，计划 2025 年 11 月完工，总工期 36 个月。

新建山东枣庄民用机场工程组成及主要技术指标见表 2.1-1。

表 2.1-1 新建山东枣庄民用机场工程组成及主要技术指标表

一、项目基本情况			
项目名称	新建山东枣庄民用机场工程		
建设地点	枣庄市山亭区西集镇、滕州市羊庄镇、薛城区邹坞镇和陶庄镇	所在流域	淮河流域
机场性质	民用航空支线机场、小型机场	工程性质	新建建设类
建设单位	枣庄机场建设投资有限公司、中国航空油料有限责任公司山东分公司		
工程投资	工程总投资 20.8624 亿元（其中土建投资 16.3875 亿元），含机场工程与供油工程，其中机场工程投资为 20.3203 亿元（其中土建投资 16.0613 亿元），供油工程投资为 0.5421 亿元（其中土建投资 0.3262 亿元）		
建设工期	本工程拟于 2022 年 12 月开工建设，计划 2025 年 11 月完工，总工期 36 个月		
建设规模	本期目标年为 2030 年，预计至设计目标年，年旅客吞吐量为 120 万人次，货邮吞吐量 7000 吨，飞机起降量 1.3 万架次		

2 项目概况

项目组成	飞行区	新建一条 2600m×45m 的跑道		航站区	航站楼位于站坪北侧，建筑面积 14000m ²							
		跑道两端设置 60m×48m 的防吹坪和 240m×140m 的端安全区			航管楼位于航站楼西侧，建设面积 1200m ² ；塔台高 35m							
		跑道两端设置 60m×48m 的防吹坪			综合业务楼位于航管楼北侧，建筑面积 5150m ²							
		站坪与跑道间设置 2 条垂直联络道			机务场务用房与特种车库位于航管楼西侧，建筑面积 3150m ²							
		跑道西端设置 I 类精密进近灯光系统			货运区位于航站区西侧，货运站 1500m ² 、货运堆场 1500m ² 、货运停车场 1500m ²							
		设置 11 个 C 类机位			消防站位于货运站东侧，建筑面积 2700m ²							
		主降端设置一套 I 类仪表着陆系统			动力区含中心变电站、制冷供热站、供水站与蓄水池、污水站和垃圾中转站							
	场外台站区	机房 30m ² 、配套配电用房 40m ² 、看守生活用房 60m ²		净空处理区	停车场 12000m ² ，下设人防工程 2305m ² ；汽车加油站 0.37hm ²							
		进台路 1.7km			JK01-JK09 区域 9 座超高山体处理，占地 37.64hm ²							
	边坡防护区	场地四周挖、填方边坡 48.76hm ²		供油工程	新建 3 座 1000m ³ 的储油罐，同时建设各类生产生活用房等							
场外配套工程	供电工程	由 110kV 西集变电站和 110kV 邹坞变电站各出一回 10kV 线路为机场供电				由枣庄机场实业发展有限公司负责统一规划，统筹建设，并承担相应水土流失防治责任，详见附件 11						
	通信工程	机场机房沿 S245、S345、S244 方向铺设光缆至西集支局机房和兔城支局机房										
	供水工程	以庄里水库为水源地，并建设配套供水管线、加压站和水处理厂										
	供气工程	气源为山亭区西集镇中压燃气管道，沿店韩路东侧向南敷设管线至凤凰北路，再沿凤凰北路敷设管线至西集镇伏里村										
	场外排水系统治理工程	对机场下游河道疏挖、岸坡衬砌、河道建筑物改建，治理长度 6.06km；机场飞行区下部修建排水箱涵 406m										
	进场道路	从 S245 省道（店韩路）接入，部分利用现有村道加宽改建，全长约 3058m，按双向 6 车道的一级公路标准建设，预计 2022 年 10 月底建成										
施工组织	施工生产生活区	施工生活区拟租用民房，施工工区共布设 4 处，均位于红线范围内										
	施工道路区	新建便道 400m，路基宽 5.5m，碎石路面，涉及新增占地 2200m ²										
	临时堆土区	共布设 3 处表土堆放场地和 3 处其他土石方堆放场，均位于红线范围内										
	施工用水、用电	结合永久供水、供电方案，永临结合，从场外配套工程接入，不涉及新增占地										
二、占地面积 (hm²)												
项目区	总面积	占地性质		占地类型								
		永久占地	临时占地	耕地	园地	林地	草地	住宅用地	工矿仓储用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地
飞行区	120.39	120.39		17.31	18.59	5.26	71.18	0.17	0.10	0.05	2.60	5.14
航站区	17.45	17.45		0.70	1.63		13.73					1.39
供油工程区	2.0	2.0					1.83					0.17
边坡防护区	48.76	48.76		3.99	9.31	2.36	29.01					4.09
场外台站区	8.45	8.45				0.05	0.60					7.80
净空处理区	37.64		37.64			7.70	26.02					3.92
施工生产生活区	(4.10)		(4.10)	(0.37)	(2.01)		(1.33)					(0.39)

2 项目概况

临时堆土区	(13.50)		(13.50)	(1.92)			(11.58)					
施工道路区	0.22		0.22				0.13					0.09
合计	234.91	197.05	37.86	22.00	29.53	15.37	142.50	0.17	0.10	0.05	2.60	22.60
三、工程土石方 (万 m³)												
序号	项目组成	挖方	填方	调出	调入	借方		余方				
						数量	来源	数量	去向			
①	飞行区	1160.30	1045.21	144.04	11.05	17.90	外购					
②	航站区	56.55	294.78		235.63	2.60	外购					
③	边坡防护区	3.48	331.00		323.10	4.42	外购					
④	净空处理区	471.71	12.02	470.50	10.81							
⑤	场外台区	0.21	16.10		15.89							
⑥	供油工程区		53.89		53.81	0.08	外购					
⑦	坡脚排水渠	13.19	1.92	11.27								
⑧	岩溶清爆	0.25		0.25								
⑨	冲沟清淤	24.00		24.00								
⑩	施工便道	0.08	0.06	0.02								
⑪	施工生产生活区	0.21		0.21								
⑫	管线工程	5.40	5.40									
合计		1735.38	1760.38	650.29	650.29	25.00	外购					

注：（）内的数字代表其占地位于永久征地红线范围内，面积不再重复计列。

2.1.1 项目组成及工程布置

本工程由飞行区、航站区、供油工程、边坡防护区、净空处理区、场外台区、供水供电等附属设施及场外配套工程组成。项目区总体上呈倒 T 型布置，北侧为航站区，南侧为飞行区，供油工程区位于航站区西北方向；场外台区位于跑道西端外撤 1500m 处；边坡防护区和净空处理区位于飞行区和航站区周边。

2.1.1.1 飞行区

(1) 飞行区平面布置

①本期飞行区设置一条 2600m×45m 的跑道，两侧各设置 1.5m 的道肩，总宽 48m。机场基准点地理坐标为 E117°23'59.95"，N34°54'20.85"，跑道方位角为真向 90°~270°，磁差 5.9°W，跑道标高 191.5m。

②跑道两端及距西端 800m 处设置三处掉头坪，主体尺寸为 45m×36m。

③跑道两端设置 60m×48m 的防吹坪和 240m×140m 的端安全区，跑道南侧西端

设置 1 座 16m×16m 的气象观测场，内设气象观测楼 1 栋，建筑面积 260m²。

④跑道西端 1437m 和 1850m 处各设 1 条 353m×15m 的垂直联络道，两条联络道中线间距为 413m，两侧道肩各宽 5m，总宽 25m。

⑤站坪东西长 436m，南北宽 92.5m，共设置 10 个滑进推出 C 类机位，西侧垂直联络道上设置 1 个 C 类除冰兼隔离机位。

⑥站坪与航站楼之间设置约 30~40m 宽的连接带道路，主要供各类后勤保障车辆运行和放置各种机务设备。站坪周边设置服务车道，路面宽 8m；消防站与跑道之间设置消防车道，路面宽 5m；飞行区围界内侧设置路面宽度为 3.5m 的巡场路，主要供较小的巡逻车辆使用，巡场路每隔 400m 左右设置宽 5.5m 的错车道。

⑦机场主降方向为西向东，在主降端设置一套 I 类仪表着陆系统，次降端暂不设置仪表着陆系统。东航向台位于跑道中心延长线上，距跑道东端外 315m 处，西下滑台位于跑道西端内撤约 300m，跑道中线南侧 120m 处。

⑧跑道西端设置 I 类精密进近灯光系统，东端设置简易进近灯光系统。另设跑道灯光系统、滑行道灯光系统、坡度灯系统、滑行道引导标记牌和风向指示标灯。

(2) 飞行区竖向设计

根据图 2.1-2 和图 2.1-3，飞行区现状地面高程最大值 247.47m，最小值 138.86m，地表相对高差 108.61m，场地原地貌起伏较大，跑道纵向沿线存在 3 处较大的山头 and 2 处较小的山头，其间为相应的谷地。主体设计基于对原地面标高的分析，通过多方案比选，确定了项目区的土石方平衡标高。竖向设计综合考虑了土石方平衡、雨水自流排放、和远期规划衔接等因素。

根据设计成果，跑道土石方平衡标高为 191.5m，现状地面高程为 165.4m~234.1m，最大挖深 42.6m，最大填 26.1m。跑道部位现状地面纵断面见图 2.1-4；跑道部位设计标高纵断面见图 2.1-5。

线半径大多为 30m~40m，全线路面宽 6m（考虑圆曲线加宽），平均纵坡 3.97%，最大纵坡 5.00%，最大挖方 9.29m，最大填方 6.53m，挖方边坡按 1:1.5 坡率放坡，填方边坡按 1:2 坡率放坡。灯光带维修路涉及永久占地 3.46hm²，其中挖、填方边坡面积约 2.76hm²，方案设计对高度 H≤4m 的边坡，采用植草防护，对 H>4m 的采用 C30 钢筋混凝土格构护坡+植草的方式进行防护，其中 C30 钢筋混凝土格构护坡面积约 0.55hm²，植草护坡面积约 2.21hm²；路基边坡坡脚布设排水沟，最终排入 S245 省道道路排水沟。

（5）飞行区附属设施工程

①巡场路

为了满足飞行区场务、灯光、导航、消防等部门的维护、值勤、巡逻、应急救援等工作的需要，在飞行区围界内侧设置路面宽度为 3.5m 的巡场路，长约 7700m，巡场路每隔 400m 左右设置宽 5.5m 的错车道，道面结构为 18cm 厚水泥混凝土面层+18cm 厚水泥稳定碎石基层。

②围界和大门

飞行区围界应当坚固耐久，防攀（钻）越，使人员、车辆及牲畜等不能随意进入飞行区。跑道两侧挖方区范围内的飞行区围界设置于平整边线内侧，填方区范围内的飞行区围界设置于填方边坡的第一级马道上，机坪区域的飞行区围界设置于平整边线内侧。大部分围界形式考虑采用通视、美观的钢筋网结构，钢筋网片网格尺寸为 10cm×5cm（横向间距×纵向间距），高度 2.5m，总长 11500m，上部设置具备防攀爬功能的斧形刺刀圈。飞行区两端设置两座围界应急救援大门。

位于下滑台场地保护区范围的飞行区围界采用砖墙结构形式，飞行区砖围界高度为 2.5m、厚度为 24cm，相邻砖柱间距为 2.0m、砖柱尺寸为 37cm×37cm，墙面采用 1:2 水泥砂浆抹面，墙顶用水泥砂浆封顶，总长 800m，上嵌碎玻璃作为防攀爬措施。

序号	名称	面积 (m ²)	备注
6	会议室	80	
7	技术讲评室	80	
8	业务办公用房	120	
9	值班用房	100	
10	辅助用房	320	含配电、空调、消防、楼梯、卫生间等
	合计	1200	

③综合业务楼

综合业务楼建筑面积 5150m²，内设机场当局业务用房、医疗急救中心、公安业务用房、安检业务用房、综合物资仓库、职工活动中心、职工餐厅用房等。

④机务场务用房和特种车库

机务场务用房与特种车库合建建筑面积 3150m²，含机务用房、场务用房、特种车库和车辆维修用房。

⑤货运区

货运区新建货运站（含货运仓库和综合用房）共 1500m²（其中货运库 1200m²，综合用房 300m²，配置货物安检机、电子磅秤、地磅、爆炸物探测等设备）、货运堆场 1500m²、货运停车场 1500m²。

⑥消防站

消防站建筑面积 2700m²，其中消防车库 900m²（含备用车库 1 个），新建消防训练场地 3000m²，并设专门的消防通道与跑道相接，以满足消防应答驰救时间。

表 2.1-5 消防站建筑面积表

序号	房间名称	数量	单间面积 (m ²)	建筑面积 (m ²)
1	车库	9	90	810
2	备用车库	1	90	90
3	接处警值班室	1	40	40
4	干部办公室	10	14	140
5	干部宿舍	10	10	100
6	消防员及勤务人员宿舍	62	7	434
7	综合体能训练室	1	80	80
8	教室、会议室	1	100	100
9	修理间	1	30	30
10	器材间	1	60	60
11	救援战术研讨室	1	40	40

序号	房间名称	数量	单间面积 (m ²)	建筑面积 (m ²)
12	药剂储存间	1	120	120
13	浴室、更衣室	1	60	60
14	被装库	1	20	20
15	备餐室	1	40	40
16	餐厅	1	80	80
17	公用面积 (20%)			449
合计				2693 (取 2700)

⑦动力区

动力区含中心变电站、制冷供热站、供水站与蓄水池、污水站和垃圾中转站。

10kV 中心变电站（灯光变电站与中心变电站合建）总建筑面积约 1200m²。中心变电站内设置高压配电室、低压配电室、柴油发电机房、二次设备室、值班室、办公室等，为整个机场提供电源。

制冷供热站建筑面积 1200m²，为本期集中空调系统和集中采暖系统提供冷、热源。

制冷供热站北侧拟新建一座供水站（建筑面积约 350m²）、400 吨生活蓄水池及 1000 吨消防蓄水池，以满足本期航站区生活、消防用水要求。同时预留新建一座 1000 吨生活蓄水池建设用地，以满足远期发展要求。

供水站东侧拟新建污水处理站一座，将机场中水处理设施与机场污水处理站合并建设，设计处理能力为 400 吨/天，建筑面积约 400m²，清水池约 400m³，同时留有远期发展余地。

机场固体垃圾包括航空垃圾和生活垃圾，因近期机场航空垃圾量较少，因此不考虑设置垃圾焚烧站，仅考虑设置一个小型的垃圾中转站，建筑面积 100m²，将机场垃圾集中临时存放，由垃圾运输车运送到就近的城市垃圾处理中心集中处理。目前枣庄中科环保电力有限公司已承诺接收枣庄机场运营后产生的生活垃圾，相关协议详见附件 10。

⑧停车场和汽车加油站

停车场供接送旅客的大小车辆停放，面积约 12000m²。停车场采用水泥混凝土道

面，其结构从上往下依次为 22cm 水泥混凝土、40cm 水泥稳定碎石基层，路基结构形式为 40cm 山皮石。主体设计在社会停车场下方布设人防工程 2305m²。

在机场出场路一侧新建汽车加油站，占地约 0.37hm²，建筑面积 380m²，建设内容包含 230m² 加油棚、150m² 的营业及值班用房，配置 4 座 25m³ 卧式埋地油罐（2 汽 2 柴），2 台电脑加油机。

表 2.1-6 航站区规划建筑一览表

序号	项目名称	建筑面积 (m ²)	备注	
1	航站楼	14000		
2	航管楼	1200		
3	综合业务楼	机场当局业务用房	1400	合建
		医疗急救中心	300	
		公安业务用房	800	
		安检业务用房	700	
		综合物资仓库	500	
		职工活动中心	300	
		值班宿舍	650	
		职工餐厅	500	
	合计	5150		
4	机务场务用房与特种车库	机务用房	300	合建
		特种车辆停车库	1700	
		场务用房	500	
		车辆维修用房	650	
		合计	3150	
5	货运站	货运仓库	1200	
		业务用房	300	
		合计	1500	
6	消防站	2700		
7	油料用房	2190		
8	中心变电站	1200	与灯光变电站合建	
9	制冷、供热站	1200		
10	给水泵房	350		
11	垃圾中转站	100		
12	污水站	400		

⑨附属设施

围界和陆空隔离设施: 航站区围界和陆空隔离设施均采用通透性较高的喷塑钢筋网围界, 本期新建航站区围界 1600m, 高 1.9m, 新建陆空隔离设施 700m, 高 2.5m。

大门: 在机务场务用房西侧设安检道口, 道口设置电动门和门卫值班室, 对通过的人员、物品、车辆进行安全检查, 并在道口设置阻车装置。

在机场进场路入口处设机场大门, 大门采用电动伸缩门, 门体高度 1.8m。

车辆治安检查站: 在旅客进场路入口处设置车辆治安检查站, 对可疑人员和车辆做进一步检查。

(4) 道路及绿化

航站区道路按城市次干路标准设计, 设计车速 40km/h, 单条车道宽 3.5m, 路缘带宽 0.25m; 航站区道路分为主干道和次干道, 航站楼前车道为主干道, 红线宽度 40m, 长度约 260m; 其余道路为次干路, 红线宽度 20~30m, 长约 2340m; 机动车道两侧设人行道, 人行道宽 1.5m, 长 6200m。航站区硬化道路面积约 33000m², 路面形式为沥青混凝土, 路面结构为 4cm AC-13 细粒式沥青混凝土+8cm AC-25 粗粒式沥青混凝土+40cm 水泥稳定碎石。

主体设计航站区绿化的平面布局上应保证道路行车视线、建筑物前场的视野开阔以及交通便利, 突出主体建筑的气势, 在道路转弯及进入建筑入口段不宜设任何高大乔木; 在规划停车场内, 可铺筑观赏草坪及建筑小品、雕塑等。本期航站区绿化面积约 63000m²。选择的机场绿化树种既要能起到美化环境的效果, 还要能吸收有毒气体、吸附粉尘、降低机场的噪音。

(5) 航站区排水

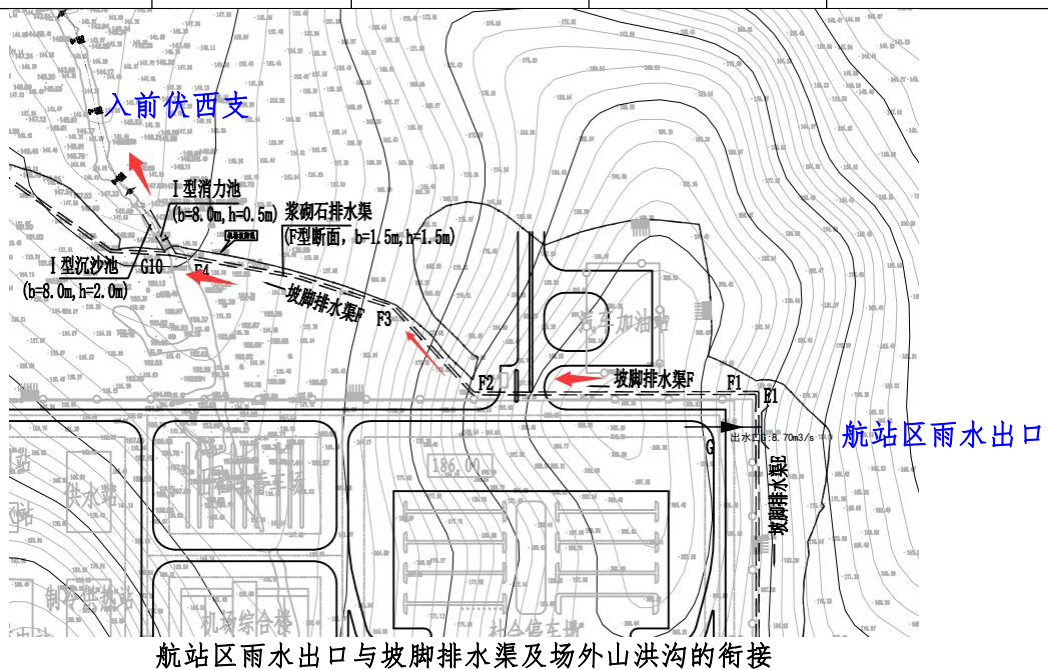
主体设计航站区建筑物屋面雨水采用虹吸雨水排水系统。雨水经雨水管收集后排至室外散水。

航站区雨水管线布置在道路红线范围内, 沿路布置雨水口, 收集道路雨水。航站区降雨重现期标准为 5 年, 雨水由雨水管网收集后由雨水出口排至机场边坡坡脚排水

渠，边坡上布设急流槽；汇水按照设计渠底比降，经汽车加油站南侧向西北方向，最终排入场外山洪沟—前伏西支；坡脚排水渠和场外山洪沟连接处布设有排水顺接工程，可起到消能、沉沙的作用。航站区雨水出口位于社会停车场东北角，设计流量为 $8.7\text{m}^3/\text{s}$ 。

表 2.1-7 航站区雨水设计流量表

项目	汇水面积 (hm^2)	综合径流系数	总雨水量 (m^3/s)	最大管径
航站区	25.0	0.60	8.70	DN2200



航站区雨水出口与坡脚排水渠及场外山洪沟的衔接

雨水检查井采用塑料排水检查井，新敷雨水管选用埋地排水用高密度聚乙烯 (HDPE) 缠绕增强管 (B 型管)，同时预留远期接口，管径为 DN1000~DN2200，总长 2840m。

表 2.1-8 航站区雨水管网工程量表

序号	名称	单位	数量
1	雨水管网 DN2200HDPE 缠绕增强	m	120
2	雨水管网 DN2000HDPE 缠绕增强	m	370
3	雨水管网 DN1900HDPE 缠绕增强	m	220
4	雨水管网 DN1800HDPE 缠绕增强	m	500
5	雨水管网 DN1500HDPE 缠绕增强	m	300
6	雨水管网 DN1400HDPE 缠绕增强	m	480
7	雨水管网 DN1200HDPE 缠绕增强	m	350
8	雨水管网 DN1000HDPE 缠绕增强	m	500
	合计	m	2840

(6) 雨水收集利用

主体设计在航站区内布设 1 套雨水收集池，位于社会停车场北侧的绿化带中，拟采用装配式 pp 雨水模块，材质为聚丙烯塑料，模块外部包裹防渗不透水土工布保水。在水池前端设置初期雨水分流井，经弃流后雨水进入雨水收集池，后经全自动自清洗过滤器和紫外线消毒器在线杀菌后，由变频供水泵组送入场区绿化系统和道路冲洗系统。弃流、溢流雨水排入雨水管道。

根据批复的《枣庄市海绵城市专项规划》及《山东省海绵城市设计规程》(DB37/T 5060-2016) 的规定，场地雨水应实行径流总量控制，年径流总量控制率不低于 75%，故应根据年径流总量控制率确定水池容积。枣庄市年径流总量控制率 75% 时，对应的控制降雨量厚度为 29.8mm，估算雨水收集池容积约为 5500m³。由于枣庄降水量的季节分配，降水主要集中于夏季，降雨具有时空不均匀性，并考虑雨水储水池兼顾部分雨水调蓄、回渗以及雨水回用的功能，主体设计设置一座有效容积不小于 6000m³ 的雨水收集池，收集下垫面雨水。

2.1.1.3 供油工程区

机场供油工程区位于航站区的西北侧，其南侧为机场货运站，东侧为机场垃圾站、机场污水站，占地面积 20043m²，油源考虑自济南炼油厂公路运输，采用罐式加油车为飞机加油。

根据《关于新建山东枣庄民用机场项目(可行性研究报告)的咨询评估报告》(中国国际工程咨询有限公司 咨交通〔2022〕413 号)，供油工程项目法人为中国航空油料有限责任公司。根据附件 4“专项转授权委托书”，2022 年 5 月 11 日，中国航空油料有限责任公司已授权其山东分公司—中国航空油料有限责任公司负责山东分公司负责供油工程建设过程中合同签订及工程管理等事宜，故供油工程现建设单位为中国航空油料有限责任公司山东分公司。

供油工程计划与机场工程同步实施，由枣庄机场建设投资有限公司负责本区场平，后期场地内各类构建筑物的建设由中国航空油料有限责任公司山东分公司负责。

(1) 平面布置

供油工程区内部按照规范要求及风向进行分区布置，具体分为储罐区、公路装卸区、辅助作业区和行政管理区等。

其中储罐区布置在本区西侧，由北至南竖向布设 3 座 1000m³ 立式内浮顶锥底油罐，油罐组东侧预留 4 座 2000m³ 内浮顶储罐及 1 座 1000m³ 内浮顶储罐安装位置；10m³ 地上卧式回收罐位于本区西南角，其东侧分别布设 1 座 5m³ 埋地污油罐和油气回收装置 1 套。

结合风向及对外道路连接形式，将行政管理区布置在本区东北侧，新建 1 座 1200m² 生产值班用房。

公路装卸区设在本区东南侧，主要布设有油车行驶道路等，同时布设 330m² 油车棚 1 座、150m² 装卸油泵棚 1 座及 350m³ 隔油及事故污水收集池 1 座。

辅助作业区位于生产值班用房东侧，主要布设 1000m³ 消防水罐 1 座、450m² 消防泵房及配电间 1 座、60m² 的危废品暂存间及器材间 1 座。

供油工程区平面布置见图 2.1-15。

(2) 竖向设计

本区场平由枣庄机场建设投资有限公司统一处理。

本区现状地面高程最大值 177.0m，最小值 161.6m（图 2.1-16），采用平坡式竖向设计，标高在 188.4m~188.8m 之间；本区填高在 11.8m~26.8m 之间。竖向设计在满足机场控制性规划的前提下，尽量与机场道路处于统一标高水平及坡向，便于库内雨水、给水、污水管线与机场管网的相接。

暂存间及器材间、1座 350m³ 隔油及事故污水收集池等、1座 1000m³ 消防水罐，以及配套的消防、给排水、供配电、空调工程等。

①1000m³储油罐采用钢筋混凝土环墙加筏板基础；10m³回收罐采用钢筋混凝土独立基础；5m³污油罐采用钢筋混凝土筏板基础；1000m³消防水罐基础采用钢筋混凝土桩基加筏板基础；350m³隔油及事故污水收集池采用钢筋混凝土水池结构；设备基础和管墩采用钢筋混凝土或素混凝土块式基础。

②生产值班用房，为地上三层，建筑面积 1200m²，钢结构，其功能用房包括：办公室、厨房、餐厅、会议室、值班室、配电间、倒班休息室、卫生间、淋浴间等。

③油车棚，地上一层，钢筋混凝土框架结构，建筑面积 330m²，使用功能包含油车棚、检修间，可满足 3 辆 35000L 罐式加油车同时停放，并具备检修功能。

④装卸泵油棚：地上一层，钢结构，建筑面积 150m²，可满足 2 台罐式加油车同时作业。

⑤消防泵房及变配电间：地上一层，钢筋混凝土框架结构，建筑面积 450m²，使用功能包含消防泵房、值班室、器材间、变配电间等。

⑥危废品暂存间及器材间：地上一层，钢筋混凝土框架结构，建筑面积 60m²。功能房间包括：含油废物暂存间、器材间。

⑦其他：油库周边设置 2.5m 高实体围墙，并在实体围墙上设置滚网。油库内的储油罐区、辅助生产区、公路装卸区与行政管理区之间设置 1.8m 高实体围墙。公路装卸区与储罐区、辅助作业区之间设置 1.5m 高铁栅栏围墙。在人员、车辆进出较为集中的地方设置电动伸缩大门、防冲撞装置，在消防通道及人行道路处设置平开钢大门，并在人员进出油库处设置门禁系统。罐区周边设置钢筋混凝土防火堤。

表 2.1-9 供油工程主要工程量及经济技术指标

序号	项目名称	数量	单位	备注
1	用地面积	20043	m ²	约 30.06 亩
2	立式内浮顶锥底油罐	3	座	1000m ³
3	卧式回收罐	1	座	10m ³
4	埋地污油罐	1	座	5m ³

序号	项目名称	数量	单位	备注
5	生产值班用房	1200	m ²	三层
6	装卸油泵棚	150	m ²	
7	油车棚	330	m ²	
8	危废品暂存间及器材间	60	m ²	
9	消防泵房及变配电间	450	m ²	
10	1000m ³ 消防水罐	1	座	
11	油气回收装置	1	座	
12	隔油及事故污水收集池	1	座	350m ³

(4) 库区道路

库区道路主要满足运输、消防及管理要求，本次新铺砌道路形式可分为 4 种：油车行驶道路、消防道路、库区人行道路及罐区地坪，其中油车行驶道路、消防道路、罐区地坪为水泥混凝土路面结构。

油车行驶道路路面结构为：220mm 厚 C30 水泥混凝土+200mm 厚 6%水泥稳定碎石+200mm 厚碎石垫层+素土夯实（压实系数不小于 0.94），路面宽 6m，硬化面积共计 3500m²。

消防道路路面结构为：180mm 厚 C30 水泥混凝土+200mm 厚 6%水泥稳定碎石垫层+200mm 厚碎石垫层+素土夯实（压实系数不小于 0.94），路面宽 6m，硬化面积共计 3500m²。

罐区地坪结构做法为：150mm 厚 C30 抗渗混凝土层(抗折强度不小于 4.0MPa,抗渗等级不小于 P6)+150mm 厚 6%水泥稳定碎石垫层+素土夯实（压实系数不小于 0.94），硬化面积共计 1500m²。

库区人行道：60mm 厚水泥预制方砖面层+30mm 厚水泥砂浆+150mm 厚 6%水泥稳定碎石垫层+素土夯实（压实系数不小于 0.94），路面宽 1.5m，硬化面积共计 800m²。

(5) 库区绿化

本区对库区道路两侧进行绿化，以不影响消防操作为原则，共计绿化 2500m²。

(6) 库区排水

主体设计库区雨水重现期设计标准为 5 年。

主体设计在油罐区周边布设雨水明沟，地面雨水散排至油罐区内明沟，经收集后排至油罐区，在出防火堤外设水封井、转换阀门，阀门平时均关闭，以防止事故时油品流出防火堤外。平时的清净雨水排至雨水系统，事故状态时的事故水和事故漏油经转换阀排至事故污水收集池内。油罐区共布设雨水明沟 400m，为混凝土矩形结构，底宽 0.4m，深 0.4m。

库区其他区域雨水可利用明沟收集后排至机场雨水管网，排出库区时采用暗管连接，其他区域共设置盖板沟 400m，为混凝土矩形结构，底宽 0.4m，深 0.4m；暗管为焊接钢管，管径 DN600 长 50m，DN200 长 50m。

表 2.1-10 供油工程区雨水设计流量表

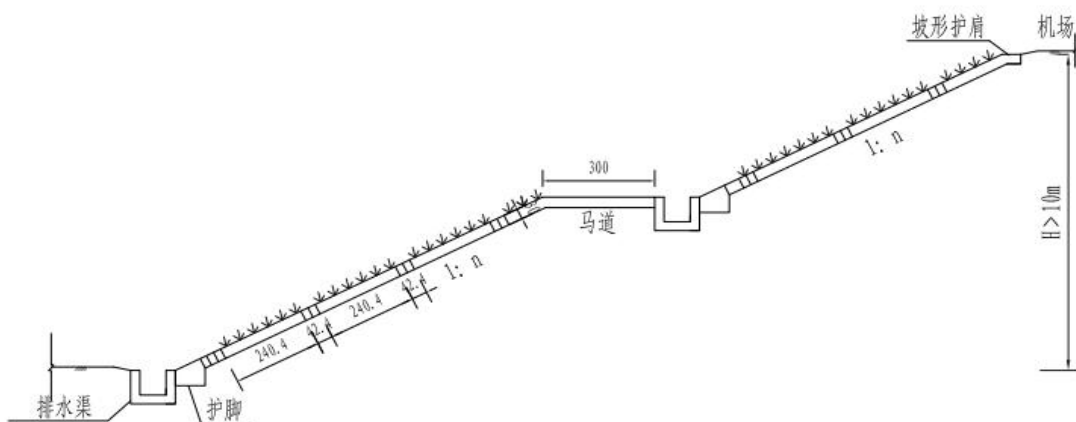
项目区	汇水面积 (m ²)	综合径流系数	降雨历时 (min)	总雨水量 (m ³ /s)
供油工程区	20043	0.65	20	0.32

2.1.1.4 边坡防护区

根据主体设计资料，项目区场地平整后，在场地四周将形成挖方边坡和填方边坡，共计 48.76hm²。根据挖方、填方边坡高度及分布位置，进行分段介绍：

(1) 填方边坡

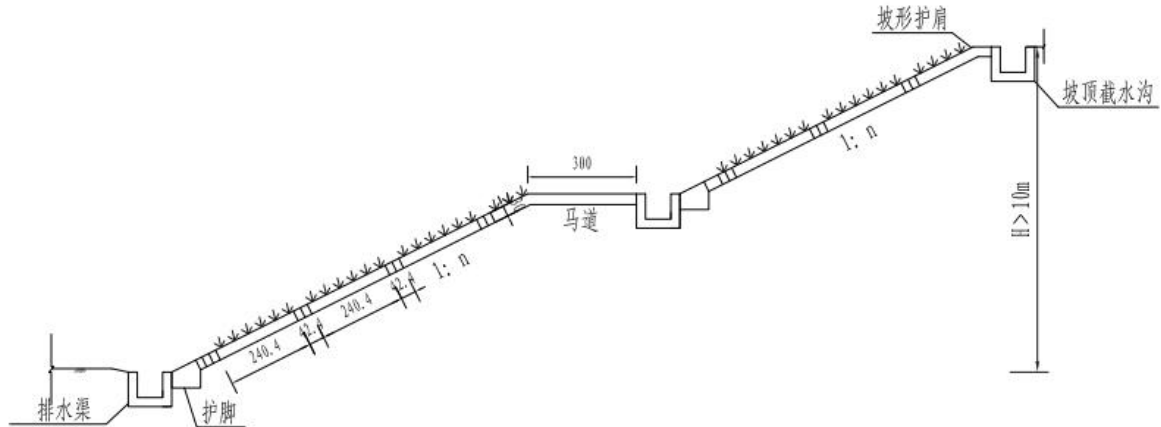
填方边坡平均高度约 25m。边坡防护考虑按 1:2 坡率放坡，每级边坡高 10m，中间马道宽 3m，马道设置排水沟，坡脚设置排水渠，坡面每隔 60m 左右设置竖向排水沟，采用落水台阶形式，坡面采用 C30 钢筋混凝土格构绿化护坡。



边坡防护区填方边坡典型断面图

(2) 挖方边坡

挖方边坡平均高度约23m。挖方边坡防护考虑按1:1.5坡率放坡，每级边坡高10m，中间马道宽3m；坡顶设置截水沟，马道设置排水沟，坡脚设置排水渠，坡面每隔60m左右设置竖向排水沟，采用落水台阶形式，坡面采用C30钢筋混凝土格构绿化护坡。



边坡防护区挖方边坡典型断面图

边坡截水沟、马道排水沟和竖向排水沟采用混凝土预制块护砌形式，规格为70cm×70cm；坡脚排水渠采用浆砌块石结构，梯形断面，边坡比1:1.5，规格为底宽2m和底宽1.5m两种；截排水沟全长约17798m，排水渠长度约为9205m；C30钢筋混凝土格构绿化护坡共443244.33m²（非垂直投影面积），换算为垂直投影面积后格构绿化护坡面积为396492.78m²（其中护坡面积92455.51m²，格构护坡内部绿化304037.27m²），格构护坡外部绿化面积9.11hm²。综上本区绿化面积共计39.51hm²。

坡面形成后大部分坡面为石质，缺乏植物生长的基质，方案设计在格构护坡内部填充植生袋，将配合好的草籽、土壤、复合肥等均匀混合后填充于植生袋内，并整齐码放在格构护坡内部，下部铺设一层碎石以排除坡面与植生袋之间的积水；植生袋外部可扦插紫穗槐；格构护坡外部经回覆土壤后可撒播草籽进行绿化。草籽推荐采用攀援性植物。

项目区周边挖、填方边坡分布情况详见图2.1-17。

(3) 场内排水与场外排水的衔接

机场周边的各类挖填方边坡通过所设置的截水沟、马道排水沟、竖向排水沟，排入坡脚排水渠；飞行区、航站区、供油工程区内部雨水通过 7 处雨水出口，经过坡面急流槽，进入坡脚排水渠；机场外部来水通过天然汇流进入坡脚排水渠；坡脚排水渠和场外山洪沟相连接处均布设排水顺接工程，含消力池和沉沙池，经消力、沉沙后，进入场外山洪沟。

1) 坡脚排水渠设计

根据《水土保持工程设计规范》及飞行区排水要求，坡脚排水渠设计采用 10 年设计暴雨重现期，符合《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）中 1 级排水标准“5 年一遇~10 年一遇短历时暴雨”的要求。

坡脚排水渠承接流量包括场内排水系统设置出水口流量及场外汇水流域产生的流量。场内排水系统出水口流量采用出水口设计流量（见表 2.1-2 和表 2.1-7）；场外汇水流域产生的流量采用《山东省水文图集》、《山东省中小河流治理工程初步设计设计洪水计算指导意见》及《山东省小型水库洪水核算办法》进行计算。

机场建成后，边坡坡脚设置坡脚排水渠，原凤凰西支、凤凰干流、前伏西支、前伏东支控制流域面积部分区域被机场占用，机场南部剩余天然汇流区域产生水量进入机场外侧坡脚排水渠，经坡脚排水渠排入凤凰西支、凤凰干流、前伏西支、前伏东支，原墓山村支流部分汇流区域被机场占用，剩余天然汇流区域产生水量排入坡脚排水渠，经坡脚排水渠排入墓山村支流。本方案将排水渠需承接的汇流范围分为 9 个区域，具体分区见排水渠承接的天然汇流范围图 2.1-18。

①流域特征参数的计算

根据量算求得各区控制流域面积、干流长度及干流比降，采用流域特征参数计算公式：

$$K=L/(J^{1/3} \cdot F^{2/5})$$

式中：

L——干流长度；

F——控制流域面积；

J——干流比降。

经计算，得到各区流域特征综合参数见表 2.1-11。

表 2.1-11 各区域流域特征综合参数

汇流区域	汇水面积 (km ²)	河道长度 (km)	平均比降	综合参数 K
1	0.27	0.54	0.02	3.32
2	0.21	0.64	0.02	4.39
3	0.16	0.43	0.02	3.34
4	0.22	0.47	0.01	4.34
5	0.28	0.52	0.01	3.78
6	0.12	0.34	0.02	3.16
7	0.18	0.45	0.02	3.63
8	0.02	0.17	0.01	3.24
9	0.06	0.14	0.01	1.80

②24 小时降雨量的推求

1) 工程地处泰沂山南区，按照《山东省水文图集》中山东省多年平均年最大 24 小时降水量等值线图，查得工程地点以上流域中心多年最大 24h 降雨量为 $\bar{H}_{24}=115\text{mm}$ 。

2) 按照《山东省水文图集》中山东省年最大 24 小时降水量变差系数 (Cv) 等值线图，查得变差系数 Cv=0.61，采用 Cs=3.5Cv。

3) 应用皮尔逊 III 型频率曲线 Kp 值表查得 10 年一遇的 Kp 值为 1.78。则设计标准最大 24h 降雨量：

$$H_{24P\%} = \bar{H}_{24} \cdot K_p$$

式中：

\bar{H}_{24} ——多年平均最大 24h 降雨量，mm；

K_p ——皮尔逊 III 型曲线的模比系数。

经计算可得：

$P=10\%$ ， $H_{24P}=204.70\text{mm}$ ；

③ 洪峰流量的推求

由流域特征综合参数 K 值、 H_{24P} 值查泰沂山南区山区 $q_m \sim H_{24} \sim k$ 关系曲线得到单位面积最大洪峰流量模数 q_m ，采用最大洪峰流量计算公式：

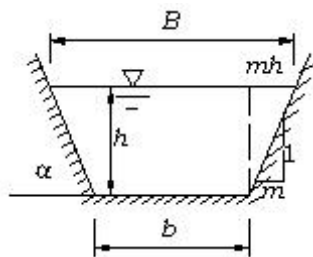
$$Q_m = q_m \times F$$

经计算，得到各区域设计洪峰流量见表 2.1-12：

表 2.1-12 各区域流域设计洪峰流量

汇流区域	汇水面积 (km ²)	单位面积 q_m (m ³ /s)	Q_m (m ³ /s) (1/10)
1	0.27	27.5	7.49
2	0.21	23	4.87
3	0.16	27.5	4.27
4	0.22	23	4.96
5	0.28	27	7.57
6	0.12	28	3.49
7	0.18	25	4.49
8	0.02	28	0.65
9	0.06	30.4	1.87

依据洪峰流量、现场查勘及工程经验，初步确定排水渠尺寸为底宽为 1.5m，边坡 1:1.5 及底宽为 2.0m，边坡 1:1.5 的浆砌石梯形明渠。



$$Q = W \cdot C \cdot \sqrt{R} \cdot i$$

计算公式中各符号表示为；

$$Q = \text{流量} = m^3 / s$$

$$W = \text{过水断面} = W^2$$

$$C = \text{谢才系数} = C = \frac{1}{n} R^g$$

$$R = \text{水力半径} = R \frac{W}{x}$$

$$i = \text{渠道纵坡}$$

$$n = \text{糙率}$$

(1) 底宽为 2.0m, 边坡 1:1.5 的浆砌石梯形明渠:

过水断面计算:

$$W = (b + m \cdot h) \cdot h = (2 + 1.5 \times 2) \times 2 = 10.00 m^2$$

湿周计算:

$$x = b + 2h\sqrt{1 + m^2} = 2 + 2 \times 2 \cdot \sqrt{1 + 1.5^2} = 9.21$$

水力半径计算:

$$R = \frac{(b + mh)h}{2 + 2h\sqrt{1 + m^2}} = \frac{(2 + 1.5 \times 2) \times 2}{2 + 2 \times 2 \times \sqrt{1 + 1.5^2}} = \frac{10.00}{9.21} = 1.086$$

谢才系数计算:

$$C = \frac{1}{n} R^g = \frac{1}{0.030} \times 1.086^{0.822} = 33.793$$

$$R^g = 1.086^{0.822}$$

$$g = 1.5\sqrt{n} = 1.5 \times 0.55 = 0.822$$

流量计算:

$$Q = W \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 10.00 \times 33.793 \times \sqrt{1.086 \times 0.01} = 35.21 m^3 / s$$

该渠道设计的过水断面可通过 $35.21 m^3 / s$ 。

经计算, 采用底宽为 2.0m, 边坡 1:1.5 的浆砌石梯形明渠是合适的, 采用该断面尺寸的排水渠可以满足 A-A ($18.93 m^3 / s$)、B-B ($19.22 m^3 / s$)、G-G ($16.69 m^3 / s$) 断面排水渠最大洪峰时的排水量需要。

(2) 底宽为 1.5m, 边坡 1:1.5 的浆砌石梯形明渠:

过水断面计算:

$$W = (b + m \cdot h) \cdot h = (1.5 + 1.5 \times 1.5) \times 1.5 = 5.625 m^2$$

湿周计算：

$$x = b + 2h\sqrt{1+m^2} = 1.5 + 2 \times 1.5 \cdot \sqrt{1+1.5^2} = 6.908$$

水力半径计算：

$$R = \frac{(b+mh)h}{2+2h\sqrt{1+m^2}} = \frac{(1.5+1.5 \times 1.5) \times 1.5}{1.5+2 \times 1.5 \times \sqrt{1+1.5^2}} = \frac{5.625}{6.908} = 0.814$$

谢才系数计算：

$$C = \frac{1}{n} R^g = \frac{1}{0.030} \times 0.814^{0.822} = 32.211$$

$$R^g = 0.814^{0.822}$$

$$g = 1.5\sqrt{n} = 1.5 \times 0.55 = 0.822$$

流量计算：

$$Q = W \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i} = 5.625 \times 32.211 \times \sqrt{0.814 \times 0.01} = 16.349 m^3 / s$$

该渠道设计的过水断面可通过 $16.349 m^3 / s$ 。

经计算，采用底宽为 1.5m，边坡 1:1.5 的浆砌石梯形明渠是合适的，采用该断面尺寸的排水渠可以满足 C-C ($6.49 m^3/s$)、D-D ($6.39 m^3/s$)、E-E ($11.25 m^3/s$)、F-F ($8.70 m^3/s$)、H-H ($6.37 m^3/s$)、I-I ($4.50 m^3/s$)、J-J ($5.40 m^3/s$) 断面排水渠最大洪峰时的排水量需要。排水渠工程量详见下表：

表 2.1-13 排水渠工程量表

序号	排水渠规格	长度 (m)	项目	单位	工程量	备注
1	2m 排水渠	7392	土石方开挖	m ³	116393.68	
2			土石方回填	m ³	16006.54	
3			M10 浆砌石护坡	m ³	28627.07	厚 0.3m
4			人工铺筑碎石垫层 (坡面铺筑)	m ³	6464.18	厚 0.1m
5			人工铺筑碎石垫层 (平面铺筑)	m ³	1539.09	厚 0.1m
6			C30 混凝土压顶	m ³	1154.32	厚 0.15m
1	1.5m 排水渠	1876	土石方开挖	m ³	15512.18	
2			土石方回填	m ³	3191.08	
3			M10 浆砌石护坡	m ³	6263.96	厚 0.3m
4			人工铺筑碎石垫层 (坡面铺筑)	m ³	1300.07	厚 0.1m
5			人工铺筑碎石垫层 (平面铺筑)	m ³	295.47	厚 0.1m
6			C30 混凝土压顶	m ³	295.47	厚 0.15m

消力池可消除排水渠末端水流的余能，防止河床被淘刷，进一步保护排水渠正常运行。

消力池共 5 座，分别位于坡脚排水渠与凤凰西支、凤凰干流、前伏西支、前伏东支和墓山村支流相接处，设两种宽度尺寸 I（8.0m）和 II（6.0m），均采用底流消能方式，下沉式消力池，M10 浆砌石结构。池深 0.5m，总长 8.0m，其中进口长 1.0m，斜坡段长 2.0m，底坡 1:4，水平段长 5.0m，底板厚 0.5m，下别铺设碎石垫层厚 150mm、10KN/m 土工布一层、中粗砂垫层 150mm。

其中 I 型消力池共 1 座，位于航站区北部坡脚排水渠与前伏西支相接处，II 型消力池共 4 座，分别位于坡脚排水渠与凤凰西支、凤凰干流、前伏东支和墓山村支流相接处。消力池出口顺接沉沙池。

表 2.1-14 消力池工程量

序号	项目	单位	工程量	阶段系数	乘以阶段系数	备注
1	土方开挖	m ³	707.44	1.05	742.81	
2	土方回填	m ³	80.85	1.05	84.89	
3	M10 浆砌石消力池	m ³	241.59	1.05	253.67	厚 0.5m
4	碎石垫层	m ³	23.82	1.05	25.01	厚 0.15m
5	中粗砂垫层	m ³	15.88	1.05	16.68	厚 0.1m
6	土工布（10KN/m）	m ³	158.81	1.05	166.75	
7	编织袋一层	m ³	158.81	1.05	166.75	
8	PVC 排水管（50mm）	m	27.72	1.05	29.11	

②沉沙池设计

沉沙池的设计标准参考《水利水电工程沉沙池设计规范》（SL269-2019）、《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）、《水土保持综合治理技术规范小型蓄排引水工程》（GB/T 16453.4-2008）确定，沉沙池容量根据地形地质、降雨时泥沙径流量，位置选在排水渠出口处，利于清淤。

沉沙池共 5 座，采用矩形断面，宽度为排水渠宽度的两倍，并有适当深度。本次设计有两种型式沉沙池 I（8.0m×8.0m×2.0m）和沉沙池 II（6.0m×6.0m×1.5m），均采用 M10 浆砌石结构，池壁厚 0.5m，池底厚 0.5m，下部铺设 0.1m 厚中粗砂垫层。

其中 I 型沉沙池共 1 座，位于航站区北部坡脚排水渠与前伏西支相接处，II 型沉

沙池共 4 座，分别位于坡脚排水渠与凤凰西支、凤凰干流、前伏东支和墓山村支流相接处。

表 2.1-15 沉沙池工程量

序号	项目	单位	工程量	阶段系数	乘以阶段系数	备注
1	土方开挖	m ³	862.40	1.05	905.52	
2	土方回填	m ³	101.06	1.05	106.12	
3	M10 浆砌石沉沙池	m ³	296.45	1.05	311.27	厚 0.5m
4	中粗砂垫层	m ³	37.73	1.05	39.62	厚 0.1m

2.1.1.5 净空处理区

根据主体设计，机场周边有八座超高山体需要进行净空处理，编号为 JK01-JK08；机场全向信标台东南侧有一处山体 JK09 位于全向信标台的保护区内，需对山体 JK09 进行处理，占地面积共计 37.64hm²。

主体设计按照边坡防护区的防护形式，对净空后的山体坡顶设置截水沟，马道设置排水沟，坡面每隔 60m 左右设置竖向排水沟，采用落水台阶形式，坡面采用 C30 钢筋混凝土格构绿化护坡。

JK01~JK03、JK05~JK06、JK08 紧邻机场征地红线，净空后利用边坡马道排水沟、竖向排水沟、截水沟等汇入边坡防护区坡脚排水渠，经排水顺接工程最终导入场外山洪沟；JK04、JK07 位于机场场外汇流范围内，坡面排水通过天然汇流进入边坡防护区坡脚排水渠内；JK09 汇水可汇入场外台站区进台路道路排水沟内。

边坡截水沟和排水沟采用混凝土预制块护砌形式，机场内侧净空山体边坡排水沟与边坡防护区排水沟顺接，规格为 70cm×70cm，全长 13602m，C30 钢筋混凝土格构绿化护坡共 338755.67m²（非垂直投影面积），换算为垂直投影面积后格构绿化护坡面积为 303002.22m²（其中护坡面积 70637.49m²，格构护坡内部绿化 232364.73m²），格构护坡外部绿化 7.34hm²。综上本区绿化面积共计 30.58hm²。

净空处理区削坡后，坡面主要为石质，缺乏植物生长的基质，方案设计在格构护坡内部填充植生袋，将配合好的草种、土壤、复合肥等均匀混合后填充于植生袋内，并整齐码放在格构护坡内部，下部铺设一层碎石以排除坡面与植生袋之间的积水。格

构护坡外部经回覆土壤后可撒播草籽进行绿化。受净空高度要求，本区绿化物种以草本为主，推荐采用攀援性植物。机场净空处理区分布见图 2.1-17。

2.1.1.6 场外台站区

主体设计在跑道西端外撤 1500m 处设立一处全向信标/测距仪台，位于机场围界外，并配套建设进台路 1.7km。本区占地规模约为 8.45hm²（含边坡 2.16hm²，平台 0.25hm²，进台路 6.04hm²）。

平台内部设置机房 30m²、配套配电用房 40m²和看守生活用房 60m²，台站内设置安防监控以及激光对射系统，防止外来人员攀爬进入台站，台站周边安装高 6m 直径 30m 的反射网。

台站位置现状标高 162~184m，设计标高为 187.5m。台站周边填方边坡在安全稳定的前提下以 1:2 坡率放坡，边坡布设 C30 钢筋混凝土格构护坡，内部撒播草籽进行绿化；平台周边布设排水沟，内部雨水通过预留的排水出口，汇入边坡竖向排水沟内，竖向排水沟采用落水台阶的形式，经边坡坡脚排水沟，最终汇入周边自然沟渠；平台边坡考虑按 1:2 坡率放坡，每级边坡高 10m，中间马道宽 3m，设置马道排水沟。

进台路与 S245 省道连通，设计车速 20km/h，长约 1.7km，圆曲线半径大多为 30m~40m，全线路面宽 6m（考虑圆曲线加宽），平均纵坡 3.35%，最大纵坡 4.39%，最大挖方 9.89m，最大填方 10.41m，挖方边坡按 1:1.5 坡率放坡，填方边坡按 1:2 坡率放坡。进台路涉及永久占地 6.04hm²，其中挖、填方边坡面积约 4.85hm²。山体处理后，绿化高度应不超过 0.5m，因此方案设计对高度 $H \leq 4m$ 的路基边坡，采用植草防护，对 $H > 4m$ 的采用 C30 钢筋混凝土格构护坡+植草的方式进行防护，其中护坡面积约 1.05hm²，植草护坡面积约 5.96hm²；本区涉及山东省省级生态保护红线 SD-04-B1-06 薛河水源涵养、生物多样性维护生态保护红线区，可提高植被恢复和建设工程标准，在道路两侧栽植低矮灌木进行绿化美化；挖方段和填方段路基边坡下方布设坡脚布设排水沟，挖方段边坡顶部及坡面分别布设截水沟和竖向排水沟，接入坡脚排水沟后，最终排入 S245 省道（店韩路）道路排水沟。

表 2.1-14 净空处理区山体统计表

体编号	现状标高 (m)	设计标高或限制面高 (m)	超高 (m)	坡率	占地面积 (hm ²)	土石方开挖量 (万 m ³)	占地类型
JK01	高点: 206.8 低点: 196.6	高点: 200.8 低点: 196.6	最大 10.2	纵向 0, 横向 1:7	0.39	1.86	草地
JK02	高点: 212.6 低点: 194.1	高点: 209.9 低点: 194.1	最大 8.1	分区: 纵向 0, 横向 1:7 纵向 1:25, 横向 0 纵向 50.43:1, 横向 1:4.27	1.59	6.19	林地、草地
JK03	高点: 218.1 低点: 196.6	高点: 208.6 低点: 196.6	最大 21.5	纵向 0, 横向 1:7	1.92	18.69	林地、草地
JK04	高点: 249.5 低点: 204.4	高点: 243.3 低点: 204.4	最大 7.6	纵向 1:50, 横向 1:7	3.31	12.87	草地
JK05	高点: 221.5 低点: 195.9	高点: 207.4 低点: 195.9	最大 19.7	分区: 纵向 1:62.5, 横向 0 纵向 1:50, 横向 0 纵向 1:50, 横向 1:7	10.60	93.22	林地、草地、 其他土地
JK06	高点: 246.9 低点: 196.6	高点: 237.9 低点: 196.6	最大 35.6	分区: 纵向 0, 横向 1:7 纵向 1:25, 横向 0 纵向 50.43:1, 横向 1:4.27	10.72	195.95	林地、草地
JK07	高点: 249.2 低点: 192.8	高点: 244.6 低点: 192.8	最大 6.5	分区: 纵向 1:25, 横向 0 纵向 50.43:1, 横向 1:4.27 纵向 0, 横向 1:7	3.55	9.94	草地
JK08	高点: 249.7 低点: 191	高点: 232.7 低点: 191	最大 55.4	分区: 纵向 50.43:1, 横向 1:4.27 纵向 0, 横向 1:7	5.03	130.2	草地、其他土地
JK09	高点: 195.9 低点: 190.3	高点: 191 低点: 190.3	最大 4.9	中心向四周 1:100	0.53	1.58	林地、草地
合计					37.64	470.50	

注: 本区占地类型依据项目区土地利用现状图 (图 2.3-1~图 2.3-3)、最新的遥感影像图 (2022 年 3 月 7 日)、无人机正射影像 (附件 14), 结合现场踏勘等方式确定。

2.1.1.7 附属设施

机场附属设施包括给水工程、排水工程、供电工程、供冷供热和燃气工程、通信工程、空管工程等。

(1) 给水工程

水源：根据枣庄市山亭区住建局关于新建机场供水方案的说明（附件 8），枣庄民用机场拟定以庄里水库为水源地，日供水量为 5000 吨。拟由庄里水库铺设 DN400 供水管道至机场（约 14.6km），同时在机场外设置一座二次加压泵站，泵站供水流量不小于 100m³/h，扬程不小于 100m，沿进场路铺设两路 DN200 供水管道至机场红线处，以满足机场用水要求。场外供水工程属于场外配套工程（详见 2.1.1.8 节），由枣庄机场实业发展有限公司负责统一规划，统筹建设，并承担相应水土流失防治责任，不属于本工程防治责任范围（详见附件 11）。

用水量：机场用水主要包括生活、生产用水以及消防用水等。考虑雨水利用（含中水回用）时，机场生活、生产用水最大日用水量 390 吨/日，消防补水量 1008 吨/日；消防供水分为航站区消防供水、飞行区消防供水和供油工程区消防供水，飞行区消防供水又包括机坪消防供水及跑道消防供水，其中航站区最大设计消防流量为 140L/s，机坪最大设计消防流量为 30L/s，跑道最大设计消防流量为 100L/s，供油工程区设计消防流量为 48.5L/s。

供水站：在航站区动力区新建一座供水站（建筑面积约 350 m²）、400 吨生活蓄水池及 1000 吨消防蓄水池，以满足本期航站区生活、消防用水要求。同时在小区内预留新建一座 1000 吨生活蓄水池建设用地，以满足远期发展要求。

给水管线和消防管线：本工程采用生活、消防独立管线，随路敷设，分别建立多个环状给水管网。机场环状生活给水系统供应本期机场所有生产、生活用水，主干管管径 DN350，供水压力约 0.45MPa，由航站区新建供水站内生活供水系统及生活蓄水池供水。

机场环状消火栓给水系统供应机场内所有建筑单体的室内外消火栓用水，以及飞

行区消防用水，主管管径 DN300，供水压力 0.75~0.80MPa，由航站区新建供水站内消火栓加压供水系统及消防蓄水池供水。

供油工程区给水从机场给水干管上接入 2 路管径 DN150 的给水管进入油库，总管入围墙后设水表计量，供油库日常生活、生产和消防水罐补水使用，要求管网供水压力 $\geq 0.30\text{MPa}$ ，供水量不小于 $28\text{m}^3/\text{h}$ 。

经统计，机场共铺设给水管网 15700m，管材为丙烯酸共聚聚氯乙烯管（AGR），其中 DN350 管长 4800m，DN250 管长 3800m，DN100 管长 2800m，DN200 管长 4300m；飞行区共铺设消防管网 10900m，其中站坪消防管线 DN300 共 2300m，跑道消防管线（含支管）共 8600m；供油工程区共铺设给水管网 400m，其中钢骨架塑料复合管 DN150 长 300m，内外涂塑复合钢管 DN50 长 100m，共铺设消防管网 1800m，其中 $\Phi 165.1 \times 4.5$ 焊接钢管 450m， $\Phi 406.4 \times 7.1$ 焊接钢管 100m， $\Phi 114.3 \times 4.0$ 焊接钢管 250m， $\Phi 273.1 \times 7.1$ 焊接钢管 500m， $\Phi 114.3 \times 4.0$ 内外镀锌无缝钢管 350m， $\Phi 373.1 \times 7.1$ 焊接钢管 100m， $\Phi 323.9 \times 7.1$ 焊接钢管 50m。

（2）排水工程

①污水排水系统

排放方案：机场排水实行严格的雨污分流制。机场污水（不含供油工程区）主要是生活污水，占总污水量的 95%以上，还有部分含油废水，含油废水经油水分离后通过管道进入机场污水管网。污水经管网收集后排入污水站进行处理，达标后回用。

供油工程区污水主要是生活污水、含油污水和事故水，采用分流制排放。生活污水通过管道收集进入化粪池初步处理后，排至库内生活污水管网；厨房排放的生活废水，通过管道收集进入厨用隔油池初步处理后，排至库内污水管网，库内污水最终排入机场污水管网，由机场污水处理站统一处理。含油污水主要是油罐清洗废水、装卸油区域清洗废水、冲洗地面产生的废水。库内含油污水集中收集至新建隔油池内，处理达标后排放至库内生活污水管网。事故污水收集池平时保持空容，事故状态下的事故污水可通过含油污水系统进入事故污水收集池，若进水指标超出设备允许最大含油

量时，则外运处理。

除冰污水：根据机场《环境影响评价报告书》，本工程除冰坪进行除冰作业会产生除冰废液（有害物质为乙二醇等），属于高浓度有机废水，可利用室外排水阀门井对除冰废液的排放进行控制。平时下雨时，排水阀门井阀门关闭，机坪排水直接排至周边排水沟；飞机除冰时，排水阀门井阀门打开，经排水沟收集的除冰废液通过阀门井及管道排至除冰废液收集池。本期可在除冰机位东侧土面区设置一座除冰废液收集池，尺寸为 $8\text{m}\times 8\text{m}\times 2.5\text{m}$ ，有效容积为 54.4m^3 ，除冰废液收集池内衬玻璃钢衬里。废液收集后委托专业机构或供应商进行外运回收处理，不外排，不会对地表水环境产生影响。

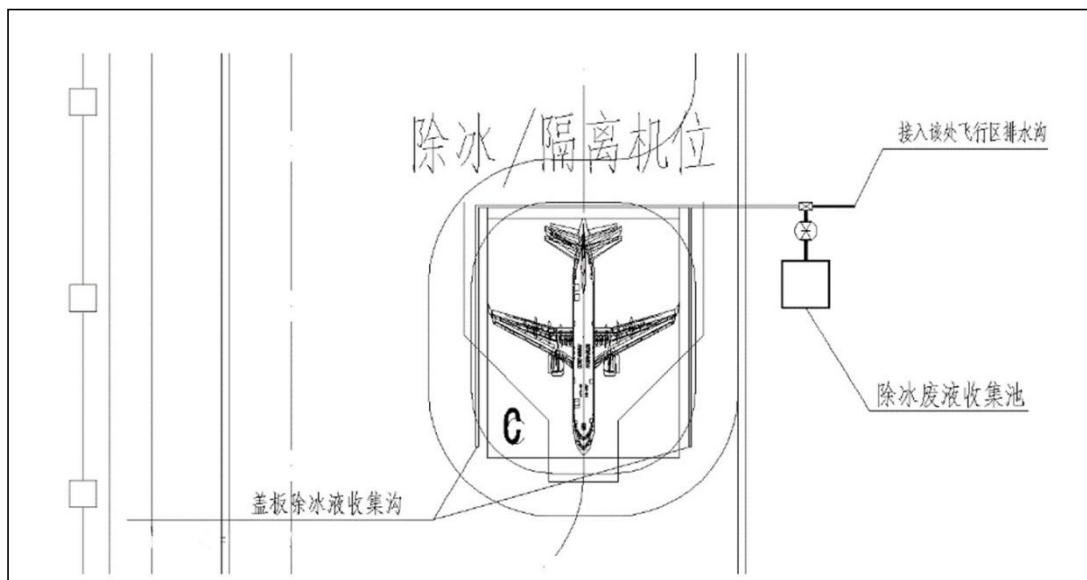


图 2.1-24 除冰废液收集系统布置图

污水站：本期新建污水处理站一座，将机场中水处理设施与机场污水处理站合并建设。机场最大日污水处理量为 350m^3 ，设计处理能力为 $400\text{m}^3/\text{天}$ ，同时留有发展余地。机场污水处理达标后，可用做道路清扫、绿化浇灌、喷洒抑尘等，不足部分由航站区雨水回用系统补充。

污水管网：本期污水管网沿机场场内道路铺设，管材为高密度聚乙烯（HDPE）管，承插式或电熔连接，其中 DN400 管长约 2300m，DN200 管长约 200m，同时设置钢筋混凝土污水检查井。

中水回用水管网：中水回用水管网与雨水回用水管网合并建设，分别由污水站内中水加压供水系统及航站区雨水回用水系统内加压供水系统向机场航站区回用水管网供水，形成双水源供水的模式。中水回用水管网沿机场场内道路铺设，管材同生活给水管，长约 3300m。

②雨水排水工程

项目区来水可以划分为机场内部来水及机场外部来水两部分。

1) 机场内部来水

机场内部来水包含飞行区、航站区、供油工程区、边坡防护区、净空处理区和场外台站区六部分来水，其中：

飞行区：通过飞行区排水明沟、暗沟等将雨水汇入飞行区 6 处排水出口处，雨水出口处边坡设置急流槽，汇入坡脚排水渠，排水渠与场外山洪沟连接处设置排水顺接工程，包含消力池和沉沙池等，经消能和沉沙后汇入场外山洪沟。飞行区排水系统采用 5 年一遇设计暴雨重现期，六个出水口的汇水面积及流量见表 2.1-2；飞行区排水明沟的基本尺寸为 $B=1.0m$ 、 $B=1.4m$ 和 $B=1.8m$ 等，排水暗沟的基本尺寸为 $B\times H=1.0m\times 1.0m$ ， $B\times H=1.4m\times 1.5m$ 和 $B\times H=1.8m\times 1.4m$ 等，工程量可见表 2.1-3。

航站区：通过航站区雨水管网，将本区汇水排入航站区排水出口处，雨水出口处边坡设置急流槽，汇入坡脚排水渠，排水渠与场外山洪沟连接处设置排水顺接工程，含消力池和沉沙池，经消能和沉沙后汇入前伏西支。航站区降雨重现期标准为 5 年，汇水面积、雨水量及雨水管网管径见表 2.1-7。

供油工程区：通过库区内部明沟、暗管等将雨水接入航站区雨水管网。供油工程区雨水重现期设计标准为 5 年。汇水面积、雨水量等见表 2.1-10。

边坡防护区：挖方边坡通过山体顶部截水沟、坡面竖向排水沟、马道排水沟等将坡面汇水排入边坡坡脚排水渠内；填方边坡通过坡面竖向排水沟、马道排水沟等将坡面汇水排入边坡坡脚排水渠内；其中坡面竖向排水沟采用落水台阶的形式，以起到消能作用；排水渠与场外山洪沟连接处设置排水顺接工程，含消力池和沉沙池，消能和

泥沙后汇入场外山洪沟。本区雨水排水设计标准采用 5 年一遇，边坡截水沟、马道排水沟和竖向排水沟采用混凝土预制块护砌形式，规格为 70cm×70cm。

净空处理区：JK01~JK03、JK05~JK06、JK08 紧邻机场征地红线，净空后利用边坡马道排水沟、竖向排水沟、截水沟等汇入边坡防护区坡脚排水渠；JK04、JK07 位于机场场外汇流范围内，坡面排水通过天然汇流进入边坡防护区坡脚排水渠内；JK09 汇水可汇入场外台站区进台路道路排水沟内。本区雨水排水设计标准采用 5 年一遇，边坡截水沟、马道排水沟和竖向排水沟采用混凝土预制块护砌形式，规格为 70cm×70cm。

场外台站区：通过边坡截排水沟、进台路路边排水沟，最终汇入 S245 省道排水沟内。本区雨水排水设计标准采用 5 年一遇。

2) 机场外部来水

机场外部来水：通过天然汇流进入坡脚排水渠，排水渠与场外山洪沟连接处设置排水顺接工程，含消力池和沉沙池，消能和泥沙后汇入场外山洪沟。机场外部来水量计算采用 10 年一遇最大 24 小时降雨量设计，方案将排水渠承接的汇流范围划分为 9 个区域（图 2.1-18），各来水分区的汇水面积及流量见表 2.1-12；通过场内和场外来水量计算，推算坡脚排水渠断面尺寸。工程雨水排放路径图如下：

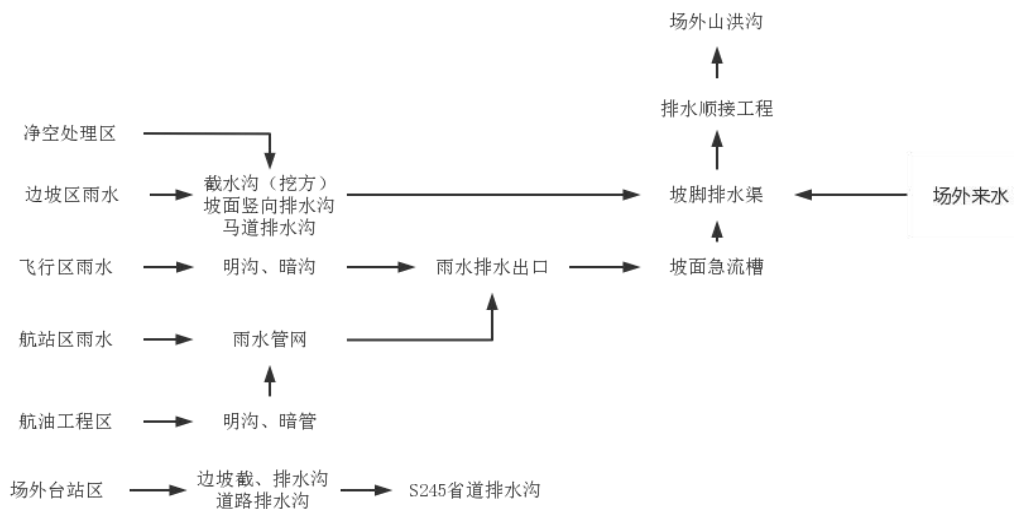


图 2.1-25 工程雨水排放路径图

综上，机场周边的各类边坡通过所设置的截水沟、马道排水沟、竖向排水沟，排入坡脚排水渠；飞行区、航站区、供油工程区内部雨水通过 7 处雨水出口，经过坡面急流槽，进入坡脚排水渠；机场外部来水通过天然汇流进入坡脚排水渠；坡脚排水渠和场外山洪沟相连接处，均布设排水顺接工程，含消力池和沉沙池，经消力、沉沙后，进入场外山洪沟。各来水分区汇流路径详见图 2.1~19~2.1-23。

3) 防洪评价结论

根据批复的《新建山东枣庄民用机场洪水影响评价报告》结论可知：

①建设项目防御洪涝措施基本适当

枣庄机场规划机场区域排水利用场地地势条件，采用自排方案，机场跑道标高为 191.50m，根据机场土面区横坡、道面区横坡及机场排水沟内水面水力降坡，推出排水沟出口处水位高于排水口处河道水位。机场飞行区雨水经场内排水沟收集后，可利用周边凤凰干流、凤凰西支、前伏西支、前伏东支及墓山支流河道作为出口自流排出场外，同时可实现涝水自排。故建设项目防御洪涝的设防措施基本适当。

②建设项目防御洪水淹没的措施基本适当

枣庄机场地处低山丘陵区，机场采用平整垫高场区的方式建设，场区雨水通过内部排水沟等收集后排入机场设置的排水渠，通过排水渠进入周边山洪沟，区域防洪体系主要由山洪沟组成。本次机场防洪标准洪水位采用凤凰干流排水箱涵 100 年一遇水位，100 年一遇洪水时箱涵水位为 173.33m，箱涵设计过流能力满足断面处 100 年一遇洪峰流量，故机场防御洪水淹没的措施基本合适。

③机场周边水系经疏挖调整后，建设项目对山洪沟泄洪及区域防洪排涝基本无影响

由于机场建设占压凤凰西支、前伏西支、前伏东支及墓山支流，填平了凤凰庄水库，对机场周边原有排水系统造成一定影响。为保持和改善机场区域周边山洪沟排水功能，规划对机场周边水系进行调整，对千山洪沟分别按照 50 年一遇、10 年一遇防洪标准进行疏挖治理。经进行水系调整后，区域洪涝水可安全下泄，且经山洪沟疏浚

治理后，机场周边山洪沟防洪标准得到提高，增加了区域的防洪排涝能力，因此在机场周边水系经疏挖后，机场建设基本对区域防洪排涝无影响。

4) 场内排水工程与场外排水系统治理工程的防治责任界限划分

本工程场内排水系统中的边坡坡脚排水渠与场外山洪沟通过排水顺接工程相接，经与场外排水系统治理工程建设单位及设计人员沟通，场内排水工程与场外排水系统治理工程的防治责任界限以机场征地红线为界，红线内为机场工程占地，红线外为场外排水系统治理工程占地。机场排水箱涵埋设于出水口 A 和出水口 D 之间，其实施先于机场工程，根据《场外排水治理报告》，箱涵施工扰动占地已计入场外排水系统治理工程临时占地中；但机场工程后期场平需在排水箱涵上部进行施工扰动，因此该部分占地计入机场工程永久占地中。

(3) 供电工程

供电电源：根据国网山东省电力公司枣庄供电公司提供的供电方案说明（附件 6），场址周边建成在运的 110kV 西集变电站和 110kV 邹坞变电站，由这两个变电站各出一回 10kV 线路为机场供电。场外供电线路属于场外配套工程（详见 2.1.1.8 节），由枣庄机场实业发展有限公司负责统一规划，统筹建设，并承担相应水土流失防治责任，不属于本工程防治责任范围（详见附件 11）。

在航站区动力区新建一座机场专用 10kV 中心变电站（含灯光变电站），站内设置 2 台 2000kV 变压器、1 台 240kW 柴油发电机；航站楼设 1 座 10kV/0.4kV 变电站，内设 2 台 2000kV 变压器、1 台 720kW 柴油发电机；飞行区配置 450kW 的充电设施，停车场内按不低于车位数的 30%配置充电桩。机场共铺设 10kV 电缆 5.5km，低压电缆 29.5km。

(4) 供冷、供热和燃气工程

冷热源：本工程冷热源为电制冷+燃气锅炉，夏季水冷冷水机组供冷，冬季燃气热水锅炉供热。

制冷供热站：本工程拟新建一处 1200m² 制冷供热站，为本期集中空调系统和集

中采暖系统提供冷、热源。制冷供热站内设 3 台制冷量为 1300kW 的冷水机组、2 台供热量为 3100kW 的燃气热水锅炉。

供冷供热管网：场内供冷供热管网包括空调水管网和采暖水管网。空调水管网夏季从制冷站向集中空调系统输送空调冷水，冬季从锅炉房向集中空调系统用户输送空调热水；采暖供热管网冬季从锅炉房向集中采暖系统用户输送采暖热水。供冷供热管网的管道全部采用直埋保温管、直埋无补偿敷设，管径为 DN40~DN350，总管长约 4800m。

燃气：本工程燃气用户主要为燃气热水锅炉和食堂，机场最大日生活用气量为 650m³，引自市政管网，场内需敷设 DN200 中压 PE 管 4.8km。目前城市燃气规划已经覆盖了枣庄机场区域，供气量能力可满足机场的用气需求。燃气供应方案详见场外配套工程 2.1.1.8 节。

(5) 通信工程

根据中国联合网络通信有限公司枣庄市山亭区分公司提供的说明（附件 7），机场通信外线规划从西集支局、东凫山支局（付庄支局）两路接入，共需铺设光缆 27km。该部分属于场外配套工程（详见 2.1.1.8 节），由枣庄机场实业发展有限公司负责统一规划，统筹建设，并承担相应水土流失防治责任，不属于本工程防治责任范围（详见附件 11）。

通信管道：航站区通信管道拟定为覆盖航站区的网状路由，在靠近远期规划用地处适当预留管井，本期共计敷设通信管道约 25 孔·km。飞行区通信管道拟定为穿越跑道的双环形路由，在靠近远期规划用地处适当预留管井，本期共计敷设通信管道约 35 孔·km。

通信线路：航站区通信线路拟定为星形路由，以航管楼为中心，连接至航站区内各功能建筑，共计敷设通信线缆约 200 芯·km。飞行区通信线路拟定为环形路由，以航管楼为中心，连接至飞行区内各导航台站、功能建筑，共计敷设通信线缆约 100 芯·km。

(6) 空管工程

本工程空管工程为塔台管制，采用程序管制方式，包含航管工程、导航工程，通信工程和气象工程。

①航管工程包含 1 座 1200m² 的航管楼、1 个高 35m 的塔台（与航管楼合建），管制室面积 50m²，设 1 个塔台管制席和 1 个通报协调席，同时配置各类航管设施设备。

②导航工程：在跑道主降方向设 I 类精密进近仪表着陆系统，包括航向台和下滑台/测距仪台（该部分占地计入飞行区）；在跑道西端延长线上、距跑道西端外撤 1500m 处建 1 座全向信标/测距仪台（该部分占地计入场外台站区）；配套建设供电、消防、通信等设施。

③通信工程：有线通信配置 1 套 200 门程控交换机及配套设备，建设民航数据通信网节点系统和小型集群通信系统各 1 套；敷设通信机房至航站区各建筑单体、飞行区各导航台站及气象设备的通信管道 60 孔·公里、通信线缆 300 芯·公里；无线通信设置 1 套 4 信道 VHF 天线共用系统、1 部应急 VHF 电台、2 部便携式 VHF 电台及场内移动通信系统。

④气象工程：在跑道南侧 207m、距跑道西端内撤 332m 处，建 1 座 16m×16m 的气象观测场，配置常规气象观测设备，内设建筑面积 260 m² 气象观测楼 1 座，设置气象信息系统 1 套。该部分占地计入飞行区。

2.1.1.8 场外配套工程

本工程场外配套工程包括场外供电工程、场外通信工程、场外供水工程、场外供气工程、场外道路工程和场外排水系统治理工程六部分。场外配套工程由枣庄机场实业发展有限公司负责统一规划，统筹建设，并承担相应水土流失防治责任；枣庄机场实业发展有限公司已承诺待完成各场外工程立项及设计方案后，将按照法律法规等规定编报水土保持方案，并及时报送水行政主管部门审批，同时做好施工中的水土流失防治工作并承担相应的水土流失防治责任（详见附件 11）。

(1) 场外供电工程

根据国网山东省电力公司枣庄供电公司提供的说明,场址周边有国网枣庄供电公司建成在运的 110kV 西集变电站和 110kV 邹坞变电站,由这两个变电站各出一回 10kV 线路为机场供电。

从西集变电站新建 10kV 专线一回,供电容量 9000kVA,新建架空线路 6.47km,新建电缆线路 1.3km。从邹坞变电站新建 10kV 专线一回,供电容量 9000kVA,新建架空线路 5.08km,新建电缆线路 1.7km。详见附件 6。

(2) 场外通信工程

根据中国联合网络通信有限公司枣庄市山亭区分公司提供的说明,拟通过西集支局机场、凫城支局机房将机场通信业务上联至 881 局。根据现状情况,需从 881 局新布设 48 芯光缆至西集支局机房。

具体光缆路由为:(1)机场机房沿 S245、S345 方向至西集支局机房,全长 11km;
(2)机场机房沿 S345、S244 方向至凫城支局机房,全长 16km。详见附件 7。

(3) 场外供水工程

根据枣庄市山亭区住建局提供的说明,枣庄民用机场计划以庄里水库为水源地,并建设配套供水管线、加压站和水处理厂。

主管道管径为 DN400,线路长度约 14.6km;加压站拟建于机场进水口前适当位置,占地 2~3 亩,设两组水泵(一备一用);建设水处理厂一座,日处理能力 5000 吨,采用反渗透制水工艺。详见附件 8。

(4) 场外供气工程

根据枣庄奥通新能源有限公司提供的说明,枣庄民用机场供气方案的起源来自山亭区西集镇中压燃气管道,管线路由从镇驻地已建中压管线开口,沿店韩路东侧向南敷设中压燃气管线至凤凰北路,再沿凤凰北路敷设中压燃气管线至西集镇伏里村。

供气工程预计铺设 DN315 中压 PE 管线 4km, DN250 中压 PE 管线 1.8km,合计 5.8km。详见附件 9。

(5) 场外道路工程

机场进场路作为连接枣庄机场的配套基础设施,是连接周边区域与枣庄机场的交通主干路。机场进场路将 S238 店韩线、S321 枣梁线与枣庄机场连接贯通,其实施对枣庄机场的建设和未来机场运营都将起到重要的交通保障作用。

机场进场路从 S245 省道(店韩路)接入,部分利用现有村道加宽改建,全长约 3058m,拟采用城市道路(主道)双向 6 车道,主干道标准修建,设计速度 60km/h,路基宽度 48m,设置快车道、慢车道、人行道、绿化带,项目总占地约 1064.9 亩,估算投资约 3.65 亿元。

经调查,机场进场路隶属于枣庄市西集空港物流园项目,建设单位为枣庄机场实业发展有限公司,已取得山东省建设项目备案证明,项目代码为 2107-370406-04-01-490610。进场道路已于 2021 年 10 月开工,目前已完成 700m 路基、路床回填,已完成投资 0.26 亿元;剩余路段路基正在加速推进,预计 2022 年 10 月底建成,届时可作为机场施工进场道路使用。

机场外部公用设置总体布置详见图 2.1-26。

①河道清淤疏浚

河道工程治理范围内的河道治理总长度 6.06km，采取分段治理，河道上游段采用设计洪水标准 50 年一遇，下游段设计洪水标准 10 年一遇，具体治理标准如下所示：

凤凰西支中泓桩号 0+000 至中泓桩号 0+200 段设计防洪标准取 50 年一遇，中泓桩号 0+200 至中泓桩号 0+748 段设计防洪标准取 10 年一遇，治理长度 0.748km；

凤凰干流中泓桩号 0+000 至中泓桩号 0+331 段设计防洪标准取 50 年一遇，中泓桩号 0+331 至中泓桩号 2+110 段设计防洪标准取 10 年一遇，治理长度 2110km；

前伏西支中泓桩号 0+000 至中泓桩号 0+252 段设计防洪标准取 50 年一遇，中泓桩号 0+252 至中泓桩号 1+080 段设计防洪标准取 10 年一遇，治理长度 1080km；

前伏东支中泓桩号 0+000 至中泓桩号 1+180 段设计防洪标准取 50 年一遇，中泓桩号 1+477 至中泓桩号 1+919 段设计防洪标准取 10 年一遇，治理长度 1.622km；

墓山村支流中泓桩号 0+000 至中泓桩号 0+500 段设计防洪标准取 50 年一遇，治理长度 0.5km。

场外排水工程总平面布置详见附图 16。

(2) 岸坡整治工程

对治理范围内主河槽进行岸坡整治，岸坡整治的主要型式为 M15 浆砌石护坡，护砌长度 12.12km。

(3) 河道建筑物改建

改建农桥 11 座、改建溢流堰 4 座，其中农桥按照 10 年一遇防洪标准设计，溢流堰设计洪水标准与所在河道洪水标准一致，为 10 年一遇。

(4) 新建排水箱涵

机场飞行区和机场航站区排水系统分别设置 6 个和 1 个出水口，分别对应于场外的河道位置。其中出水口 D 排水进入凤凰干流，由于地形限制，无法利用机场坡脚排水渠将凤凰干流上游来水导入下游。《场外排水治理报告》设计采用在机场下部埋设钢筋混凝土排水箱涵的方式将凤凰干流上游来水引至下游，箱涵走向与原凤凰干流走向基本一致。箱涵按照 100 年一遇防洪流量设计，采用单孔钢筋混凝土箱涵结构，

箱涵长度 406m，净断面尺寸 3.0×2.5m（宽×高），厚 0.6m。箱涵进口处采取截渗处理措施，下游出口设消力池及海漫与下游凤凰干流顺接。

（6）结论

根据批复的《新建山东枣庄民用机场洪水影响评价报告》，机场的建设造成了机场外部汇水区域有局部调整，致使调整后的汇水面积发生了一定的变化。通过对凤凰西支、前伏西支、前伏东支及墓山村支流进行疏挖、护砌和建筑物修筑，凤凰干流修建排水箱涵，可以提高机场周边山洪沟防洪标准，增加区域防洪排涝能力，区域洪水可安全下泄，工程实施后对区域防洪排涝无影响。

2.2 施工组织

2.2.1 施工条件

施工生产生活区：为减少工程建设的破坏，结合工程的总平面布置及施工时序情况，经与建设单位和设计单位沟通，施工生活区中工程项目部拟就近租用民房，不再新增占地；施工工区、施工临时办公生活用房拟布设 4 处，其中飞行区东、西两侧各布设 1 处，位于土面区内，占地面积各按照 1.50hm²暂列；航站区布设 1 处，位于机坪南侧飞行区土面区内，面积按照 1.0hm²暂列。场外全向信标/测距仪台布设 1 处，由于其施工规模小，施工期短，施工生活区采用租用民房形式，施工工区、临时办公生活用房等布设在台站平台之内，占地面积按照 1000m²暂列。

施工工区拟布置设备材料库、电气安装场地、设备堆场、中小型构件预制场地、钢筋加工厂、拌合站以及施工人员办公设施等，施工结束后，按照机场总体建设规划进行拆除和绿化。拆除后的建筑垃圾拟采用人工和机械粉碎后，填埋于飞行区土面区内，上部覆土后绿化，总量约 0.21 万 m³。

表 2.2-1 施工生产生活区设置一览表

序号	位置	数量 (个)	面积 (hm ²)	建筑垃圾拆除量 (万 m ³)	备注
1	飞行区东侧土面区	1	1.5	0.08	不涉及新增占地
2	飞行区西侧土面区	1	1.5	0.08	不涉及新增占地
3	机坪南侧土面区	1	1.0	0.05	不涉及新增占地
4	场外台站平台内	1	0.1	0.01	不涉及新增占地
合计		4	4.10	0.21	

施工道路：工程区对外交通道路便利，可利用周边 S245 省道（店韩路）通过机场进场路进入机场施工场地内。机场进场路属于场外配套工程建设范畴，从 S245 省道（店韩路）接入，部分利用现有村道加宽改建，全长约 3058m，双向 6 车道，设计速度 60km/h，路基宽度 48m，预计 2022 年 10 月底建成，届时可作为机场施工进场道路使用。

机场内部施工道路，采用永临结合的方式，根据机场规划道路布设，待施工完毕后恢复为永久道路。

全向信标/测距仪台和跑道西端升降灯塔施工，可采用永临结合的方式，分别利用进台路和灯光带维修路进场。

JK01~JK03、JK05~JK06、JK08 均可利用机场内部施工道路进行净空处理，JK09 可利用全向信标/测距仪台进台路进行净空处理；JK04 可利用机场东侧，老古泉村东南侧水泥路进场，同时新建部分施工道路，新建道路路基宽 5.5m，采用碎石路面，长约 250m，占地面积 1375m²，占地类型为裸土地和其他草地；JK07 可利用 S245 省道（店韩路）、机场进场路、进场内部施工道路进场，同时需新建部分施工便道，长度约为 150m，路基宽 5.5m，采用碎石路面，位于山亭区内，占地面积 825m²，占地类型为其他草地。

施工结束后清除碎石，进行土地整治并恢复为草地，清理的碎石约 220m³，可运至飞行区土面区回填，上部覆土后绿化。综上，施工便道涉及新增临时占地 2200m²。

表 2.2-2 施工道路设置一览表

序号	防治分区	长度 (m)	路宽 (m)	面积 (m ²)	备注
1	飞行区	/	/	/	永临结合, 利用规划道路布设, 施工完毕后恢复为永久道路
2	航站区	/	/	/	
3	供油工程区	/	/	/	
4	边坡防护区	/	/	/	利用飞行区、航站区和供油工程区施工道路
5	净空处理区	400	5.50	2200	部分利用现有道路和场内施工道路, 需新建 400m 通向 JK04、JK07
6	场外台站区	/	/	/	利用进台路
合计		400	5.50	2200	

施工用水和用电: 工程建设前, 拟按照枣庄市山亭区住建局提供新建机场供水方案和国网山东省电力公司枣庄供电公司提供的供电方案先行建设场外供水和供电工程, 从而为工程建设期间提供用水和用电。机场内施工用水管线和用电线路采用永临结合的形式, 就近从场外配套工程接入, 后续作为永久用水管线和用电线路使用, 不涉及新增占地。场外供水和供电工程均属于场外配套工程, 不属于本工程防治责任范围。

临时堆土区: ①**表土堆放场:** 根据机场内耕地、林地和园地的分布情况, 方案规划 3 处表土堆放场, 用于临时堆放、中转剥离的表土, 其中跑道东、西两侧土面区各 1 处, 面积分别为 1.50hm²和 2.0hm²; 除冰/隔离机位东侧土面区 1 处, 面积 1.0hm²。场外台站表土剥离量较少, 拟堆放在施工生产区一角, 与施工堆料等分开堆放。

表土设计堆高 3.5m, 边坡比 1: 2。表土剥离后, 可经表土堆放场暂存, 并布设临时拦挡、苫盖、排水和沉沙等措施; 为减少表土堆置时间和地表裸露时间, 场平完毕后应及时将表土回覆于绿化区域, 同时尽快进行绿化。表土堆放场后期按照规划要求恢复为土面区, 并进行绿化。

②**其他土石方堆放场:** 考虑到场地平整阶段, 场内土石方挖填、倒运活动较多, 方案规划 3 处其他土石方堆放场, 用于临时堆放、中转其他土石方和岩溶清爆渣体, 以及淤泥的晾晒和堆放等, 其中跑道东、西两侧土面区各 1 处, 面积分别为 0.5hm²和 2.8hm²; 跑道基准点、两条垂直联络道南侧布设 1 处, 面积 5.7hm²。设计堆高按 3.5m, 边坡比 1: 2 考虑, 可堆放土石方约 30 万 m³。

③**堆放要求**：表土和其他土石方应分开堆放，设计堆高 3.5m，边坡比 1: 2；其他土石方应区分土方和石方，并分开堆放。在表土和其他土石方堆放场周边应布设完善的临时排水、沉沙和拦挡措施，对堆放的表土和其他土方应采用防雨彩条布进行全面苫盖；对堆放的石方可不再苫盖，但需在堆放之前布设好临时拦挡、排水、沉沙等措施。

综上，方案共规划临时堆土区面积为 13.5hm²，均位于永久征地红线范围内。

临时堆土区特性表如下：

表 2.2-1 表土堆放场特性表

序号	位置	数量 (个)	堆土面积 (hm ²)	堆土量 (m ³)	平均 堆高 (m)	堆土来源	恢复方向
1	飞行区西侧防吹坪外	1	1.50	4.9	3.5	跑道中点以西飞行区、边坡及净空处理区剥离的表土	占用飞行区土面区，后期覆土绿化
2	飞行区东侧防吹坪外	1	2.00	6.54	3.5	跑道中点以东飞行区、边坡及净空处理区剥离的表土	占用飞行区土面区，后期覆土绿化
3	除冰/隔离机位东侧土面区	1	1.00	2.70	3.5	航站区及周边坡、净空处理区及部分飞行区剥离的表土	占用飞行区土面区，后期覆土绿化
合计		3	4.50	14.14			

注:以上堆土量中未包含场外台站区表土堆放量。

表 2.2-2 其他土石方堆放场特性表

序号	位置	数量 (个)	堆土面积 (hm ²)	堆土量 (m ³)	平均 堆高 (m)	堆土来源	恢复方向
1	飞行区西侧防吹坪外	1	2.8	9	3.5	场平产生的其他土石方，岩溶清爆渣体等	占用飞行区土面区，后期覆土绿化
2	飞行区东侧防吹坪外	1	0.5	1.5	3.5	场平产生的其他土石方，岩溶清爆渣体等	占用飞行区土面区和部分防吹坪，场平完成后本区可恢复为绿地和硬化场地
3	跑道基准点、两条垂直联络道南侧	1	5.7	19.5	3.5	场平产生的其他土石方，淤泥等	占用飞行区土面区和部分跑道，场平完成后本区可恢复为绿地和跑道
合计		3	9.0	30			

注：场平完成后，其他土石方堆放场将拆除，不影响后期防吹坪和跑道的硬化。

2.2.2 施工方法与工艺

(1) 场平工程

1) 冲沟处理

场区冲沟淤泥土埋藏浅、厚度不大，工程性质差。主体设计厚度小于 3m，采取挖除换填的处理方式；厚度大于 3m 的区域采用强夯置换。对需挖除的部分，采用疏干沟塘内积水，彻底清除淤泥。对于飞行区道面区、建筑物和边坡等稳定影响区域，按照设计要求填筑块碎石或素土，并在侧壁开挖高度 0.5m，宽度约 1.0m 的台阶式边坡，分层碾压至设计标高附近；对土面区等无承重区域，清淤疏干水分后，可分层填筑块碎石或素土并夯实，预留足够厚度回填绿化土，用于后期绿化。

2) 场地平整

①清基：场内施工前，需要对机场红线范围内区域进行清基，清除作业区内的种植土、腐殖土、树丛、根系等。按照设计要求，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，对地表耕植土进行挖除，并去除较大的残根、石块，由自卸卡车运输至场内规划的表土堆存场集中堆放，并采取临时防护措施，后期用于机场内绿化。

②地基处理：根据主体设计，对于高填方地区，土石方填筑可采取强夯法或冲击碾压法进行处理，岩溶位置可采用清爆换填法、强夯法、灌注充填法处理。根据勘察资料，拟建场地土石体积比例约 0.014，石料多采用爆破法开挖，石料粒径较大，为保证填筑体的均匀，场区土石方填筑主要采用强夯法进行压实；填挖搭接区域采用强夯处理。岩溶处理采用清爆换填法、强夯法、灌注充填法相结合的方式处理。

③地基排水：场区内分布有若干条山洪沟，将进行填埋。为有利于地下水排出，保证填筑体稳定，主体设计于天然沟底流水线处设置排水盲沟。排水盲沟系统应根据原有水系情况设置，结合地形具体情况，以不改变或破坏原有水系为原则。盲沟出水口应延伸至边坡以外，并与坡脚外排水渠相连接。应结合原地基处理设置排水盲沟，当与地基处理不相互影响时，可同时或提前进行；与地基处理相冲突时，应在地基处理完成后进行。

④原地基软弱土处理：场区内软弱土埋藏浅、厚度不大，工程性质差，后期危害

大。根据其他山区机场的工程经验，软土厚度小于3m，采取挖除换填的处理方式最为有效且经济合理；软土厚度大于3m的区域采用强夯置换。

⑤土石方填筑：土石方主要采用强夯法进行填筑，其主要技术要求如下：

填料：石料粒径不大于80cm，含泥量为5%~10%，不均匀系数 $Cu \geq 5$ ，如存在粒径超过80cm的大块石料，应进行人工或机械解小。填筑顺序，应先填筑大块石料，放置平稳，用小石块、石渣或石屑嵌缝找平；

进料及虚铺厚度控制：采用后退堆填法分压层进行试验用料的进料摊铺，每亚层堆填厚度不超1.0m，推土机找平。强夯单层厚度为4m，虚铺系数约为1.1。

夯锤锤底静压力：25~40kPa。

点夯时，单点击数一次完成，推平后进行满夯。

点夯停夯标准：满足击数要求的同时，最后一击夯沉量不大于5cm。

⑥填挖交接搭接设计

在填挖交接处，应结合台阶开挖，沿竖向每填筑约4m厚，在台阶交接面附近采用强夯的方法进行补压处理，搭接范围不小于10m。填挖交接处台阶开挖：土基设计顶面以下0~4m原地面坡度大于1:5时，应超挖成1:5；土基设计顶面以下4~8m原地面坡度大于1:2时，应超挖成1:2；土基设计顶面8m以下原地面坡度大于1:1时，应超挖成1:1。若搭接处遇基岩出露，不利于台阶的开挖，则进行凿毛处理，台阶面应保持向内倾斜。

⑦岩溶处理

对于开挖出露的岩溶区域根据充填物厚度的不同，进行不同能级的强夯处理。

对岩溶顶板埋藏深度不大于2m的洞体，采用清爆换填法进行处理。首先清除洞体覆盖层，采用爆破方法对洞体顶板进行破碎，清除顶板破碎物和洞体内充填物，分层强夯回填块碎石。

对岩溶顶板埋藏深度2m~5m的洞体，在查明其顶板厚度、洞体高度、洞径以及充填物等情况的基础上，采取以下处理方法：对于未充填或半充填类型的洞体，采用

地面搅拌后高压灌注低标号混凝土处理方法；对于充填类型的洞体，采用较低能级的垫层强夯法进行处理。

对埋藏大于 5m 的洞体，在查明其顶板厚度、洞体高度、洞径以及充填物等情况的基础上，采取以下处理方法：对于未充填或半充填类型的洞体，采用地面搅拌后高压灌注低标号混凝土的处理方法；对于充填类型的洞体，采用较高能级的垫层强夯法进行处理。

(2) 道面工程

采用全机械化施工，在初步整平达到设计标高后，依据设计材料和相应的厚度进行基层、面层铺填。对道路工程先要按照设计坡度进行整治，在整平时及时苫盖，防止水蚀，对填筑的地段压实系数达到规范要求。

道面工程主要为飞行区跑道、联络道、机坪、连接带、服务车道、消防车道、防吹坪、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 $\leq 50\text{mm}$ ，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、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护，养护期间除洒水车外，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。

(3) 净空处理

净空处理前，应先剥离表土，然后采用自上而下的台阶式爆破开挖，控制台阶高度；根据爆破环境选择爆破方案，优化布孔，严格控制装药量和爆破范围，控制飞石的方向和距离，保证山体开挖边坡的稳定安全；爆破后以挖掘机挖至设计标高，采用推土机去高补低，整平、碾压至设计高程；在临近公路、建构物等区域，应在下层作业面设置防护栅栏，以防止石块滚落。

(4) 构建筑物

1) 基础开挖

按照设计图纸进行场地平整→测量放线→定位→槽、坑挖土→运输→边坡加固→清理基坑→问题坑处理→验槽，使其建筑物工程基线相对于邻近基本控制点，平面位置和高程应符合相关规范的规定，基坑开挖避免长时间暴露，需采取临时防护措施，回填土按要求堆置在基坑边且不影响基坑的施工，对回填土堆置期要采取临时防护措施。

2) 基础回填

按照设计图纸的要求分层进行回填压实，压实系数要符合设计要求。在回填的过程中，为了控制工程质量、保护环境和文明施工，适当洒水降尘，间隔一定时间后进行碾压。

3) 砼浇筑

对单项工程检查验收合格后方可进行混凝土浇筑工作。混凝土施工要保证其配合比、水灰比和坍落度等技术性能指标满足规范及设计要求，墙体砼宜分层浇筑，分层振捣，一次浇筑高度不宜超过 1m，浇筑到预定标高时，应将表面抹平。模板应结构合理，保证足够刚度，牢固耐用，易于安拆，砼拆模时，应做到不粘模，不掉角，不出现裂缝；墙体砌筑砂浆要按设计要求配置，在砌筑前，对砖石和砌块根据砂浆类别和气候条件适当浇水湿润，砌筑时必须采用坐浆法错缝砌筑，浆体要饱满，砂浆厚度 1cm 左右，上下层竖缝错开距离不小 10cm，要求砌体表面平整，要为勾缝预留

2~3cm 深的缝槽，砌筑完成后，将砌体顶面用水泥砂浆抹平。

4) 浇水养护

砼浇筑完工后要对其进行浇水养护，增强砼砌体的强度。

(5) 管网工程

管道沟槽开挖采用分层开挖、分层堆放、分层回填的方式。管沟开挖时采用机械与人工相结合的方法，沟槽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，按照稳定边坡比堆放。管沟的开挖宽度要符合管道工程设计规范要求，管槽底部开挖宽度要按设计规范留出工作面，槽壁要平整，边坡坡度要符合施工要求的规定。管道应在沟槽地基、管基质量检验合格后安装，安装宜从下游开始，承口朝向施工前进的方向。管道安装前，宜将管、管件按施工设计规定摆放，便于起吊及运输，还要随时清扫管道中的杂物，暂停安装时两端应临时封堵。管道安装完毕后进行土方回填，先回填深层土，剩余土方摊铺在沟槽上方，为恢复原有土地功能做准备。还应注意避让，管线避让优先关系为：通讯--避让--电力--避让--消防/给水--避让--排水（污水、雨水）。

2.3 工程占地

(1) 主体设计的工程占地

① 占地面积

根据山东省自然资源厅出具的《建设项目用地预审与选址意见书》，机场永久用地面积为 197.05hm²；根据批复的《山东枣庄民用机场工程可行性研究报告》，净空处理涉及临时占地 37.64hm²，因此主体设计的工程用地总面积为 234.69hm²。

② 占地类型

根据《建设项目用地预审与选址意见书》，工程永久占地共 197.05hm²，其中农用地 63.93hm²(含耕地 51.53hm²)，建设用地 0.32hm²，未利用地 132.8hm²。根据《新建山东枣庄民用机场土地用途调整方案暨永久基本农田补划方案》，农用地 63.93hm²中包含旱地 51.53hm²，有林地 6.28hm²，其他林地 1.39hm²，设施农用地 2.14hm²，坑

塘水面 2.60hm²；建设用地 0.32hm²中含采矿用地 0.10hm²，公路用地 0.05hm²，农村住宅 0.17hm²；未利用地 132.8hm²中含草地 116.35hm²，裸土地 16.45hm²。

主体设计的永久占地情况详见表 2.3-1。

(2) 方案复核后的工程占地

① 占地面积

经方案分析，施工生产生活区和临时堆土区均位于机场征地红线范围内，不涉及新增占地；施工道路除利用既有道路外，尚需修建 400m 碎石道路，涉及新增临时占地 0.22hm²。因此方案核增后工程占地总面积为 234.91hm²，其中永久占地 197.05hm²，临时占地 37.86hm²。

② 占地类型

根据《新建山东枣庄民用机场土地用途调整方案暨永久基本农田补划方案》，本工程占地类型包括耕地、林地、草地、住宅用地、工矿仓储用地、交通运输用地、水域及水利设施用地和其他土地。根据《建设项目用地预审与选址意见书》，本工程占用耕地 51.53hm²。经现场调查，项目区园地占比较高，该部分占地面积在《新建山东枣庄民用机场土地用途调整方案暨永久基本农田补划方案》中均计入耕地占地面积中。从水土保持的角度，根据项目区最新的遥感影像（2022 年 3 月 7 日）及土地利用现状图（图 2.3-1~图 2.3-3），方案补充完善园地该占地类型。经方案完善后，本工程占地类型包括耕地、园地、林地、草地、住宅用地、工矿仓储用地、交通运输用地、水域及水利设施用地和其他土地。

净空处理区占地类型依据项目区土地利用现状图（图 2.3-1~图 2.3-3）、最新的遥感影像图（2022 年 3 月 7 日）、无人机正射影像（附件 14），结合现场踏勘，确定占地类型主要为林地（含乔木林地和其他林地）、草地（其他草地）和其他土地（裸土地）三类；各地类占地面积通过无人机正射影像导入 Arcmap 中勾绘获取。经量算，净空处理区占用林地 7.70hm²，草地 26.02hm²，其他土地 3.92hm²。

综上，按照占地类型统计，工程共占用耕地 22.00hm²，园地 29.53hm²，林地

15.37hm²，草地 142.50hm²，住宅用地 0.17hm²，工矿仓储用地 0.10hm²，交通运输用地 0.05hm²，水域及水利设施用地 2.60hm²，其他土地 22.60hm²。

按照防治分区统计，飞行区占地面积 120.39hm²（含跑道西侧灯光带及维修路占地），航站区占地面积 17.45hm²，供油工程区占地面积 2.0hm²，边坡防护区占地面积 48.76hm²，净空处理区占地面积 37.64hm²，场外台站区占地面积 8.45hm²，施工生产生活区占地面积 4.10hm²，临时堆土区占地面积 13.50hm²，施工道路区占地面积 0.22hm²。

按照行政区统计，其中山亭区占地总面积 215.00hm²，滕州市占地总面积 6.41hm²，薛城区占地总面积 13.50hm²。方案完善后的项目占地情况详见表 2.3-2。

表 2.3-1 主体设计的永久占地情况 单位：hm²

行政区	农用地						建设用地				未利用地			总计
	小计	耕地	林地		其他土地	水域及水利设施用地	小计	城镇村及工矿用地		交通运输用地	小计	草地	其他土地	
		旱地	乔木林地	其他林地	设施农用地	坑塘水面		采矿用地	农村宅基地	公路用地		其他草地	裸土地	
山亭区	63.06	51.53	5.47	1.33	2.14	2.60	0.21		0.17	0.04	124.97	116.35	8.61	188.23
滕州市											5.16		5.16	5.16
薛城区	0.87		0.81	0.06			0.11	0.10		0.01	2.68		2.68	3.66
总计	63.93	51.53	6.28	1.39	2.14	2.60	0.32	0.10	0.17	0.05	132.80	116.35	16.45	197.05

注：以上占地面积和占地类型来源于《新建山东枣庄民用机场土地用途调整方案暨永久基本农田补划方案》，其数据来源为 2021 枣庄市土地利用数据，由枣庄市山亭区自然资源局、薛城区自然资源局和滕州市自然资源局提供。

表 2.3-2 方案完善后的项目占地情况 单位: hm²

用地项目		总面积	占地性质		占地类型														
			永久占地	临时占地	耕地	园地			林地			草地	住宅用地	工矿仓储用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地		
					旱地	果园	其他园地	小计	乔木林地	其他林地	小计	其他草地	农村宅基地	采矿用地	公路用地	坑塘水面	设施农用地	裸土地	小计
飞行区	山亭区	119.88	119.88		17.31	6.51	12.08	18.59	3.98	1.08	5.06	71.18	0.17		0.04	2.60	2.14	2.80	4.94
	薛城区	0.51	0.51						0.20		0.20			0.10	0.01			0.20	0.20
	小计	120.39	120.39		17.31	6.51	12.08	18.59	4.18	1.08	5.26	71.18	0.17	0.10	0.05	2.60	2.14	3.00	5.14
航站区	山亭区	17.45	17.45		0.70	0.57	1.06	1.63				13.73						1.39	1.39
供油工程区	山亭区	2.0	2.0									1.83						0.17	0.17
边坡防护区	山亭区	46.61	46.61		3.99	3.26	6.05	9.31	1.49	0.25	1.74	29.01						2.56	2.56
	薛城区	2.15	2.15						0.61	0.01	0.62							1.53	1.53
	小计	48.76	48.76		3.99	3.26	6.05	9.31	2.10	0.26	2.36	29.01						4.09	4.09
场外台站区	山亭区	2.29	2.29									0.60						1.69	1.69
	薛城区	1.00	1.00							0.05	0.05							0.95	0.95
	滕州市	5.16	5.16															5.16	5.16
	小计	8.45	8.45							0.05	0.05	0.60						7.80	7.80
净空处理区	山亭区	26.55		26.55					0.03	1.94	1.97	22.12						2.46	2.46
	薛城区	9.84		9.84					5.73		5.73	3.90						0.21	0.21
	滕州市	1.25		1.25														1.25	1.25
	小计	37.64		37.64					5.76	1.94	7.70	26.02						3.92	3.92
施工生产生活区	山亭区	(4.10)		(4.10)	(0.37)		(2.01)	(2.01)				(1.33)						(0.39)	(0.39)
临时堆土区	山亭区	(13.50)		(13.50)	(1.92)							(11.58)							
施工道路区	山亭区	0.22		0.22								0.13						0.09	0.09
合计	山亭区	215.00	188.23	26.77	22.00	10.34	19.19	29.53	5.50	3.27	8.77	138.60	0.17		0.04	2.60	2.14	11.16	13.30
	滕州市	6.41	5.16	1.25														6.41	6.41
	薛城区	13.50	3.66	9.84					6.54	0.06	6.60	3.90		0.10	0.01			2.89	2.89
	总计	234.91	197.05	37.86	22.00	10.34	19.19	29.53	12.04	3.33	15.37	142.50	0.17	0.10	0.05	2.60	2.14	20.46	22.60

注：（）内的数字代表其占地位于永久征地红线范围内，面积不再重复计列。

一块，场平一块，剥离后的表土可暂存于尚未场平区域的表土堆放场内；待该区域场平至设计标高后，将剥离的表土随即回填，整平；再开挖下一区块，剥离的表土可堆置于已整平的上一区块，待回填至设计标高后及时回填表土，再进行下一区块的开挖。施工过程中根据堆土区容量、场地平整等实际情况，可对表土进行必要的中转。场平结束后及时回覆表土于绿化区域，并及时进行绿化，以减少表土堆存和场地裸露时间。

③表土利用情况

根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），生产建设项目土地整治应根据土源、恢复地自然条件、利用方向等因素分析确定覆土的必要性及覆土厚度。

本工程飞行区土面区、边坡防护区、净空处理区、场外台站区及场外灯光带维修路边坡等绿化均以恢复草地为主，航站区绿化区需栽植乔灌草进行绿化，供油工程区以铺设草皮为主。方案设计航站区覆土厚度根据 GB51018-2014 中北方土石山区林地覆土厚度应 $\geq 40\text{cm}$ 的要求，按照平均覆土 50cm 设计，绿化面积 6.30hm^2 ，共需回覆绿化土 3.15 万 m^3 。

根据 GB51018-2014 中北方土石山区草地（不含草坪）覆土厚度应 $\geq 30\text{cm}$ ，飞行区绿化面积共计 91.43hm^2 （其中土面区绿化面积 89.22hm^2 ，灯光带维修路边坡绿化面积 2.21hm^2 ），从场区土石方平衡角度出发，覆土 37.37 万 m^3 ，平均覆土厚度约 40cm。

机场周边挖、填方边坡形成后，方案设计对框格内填充植生袋，用配合好的草籽、土壤、复合肥等填充于植生袋内，从下到上均匀、紧密的码放在坡面上，下部可铺设一层 5cm 厚的碎石，以利用坡面排除积水。经计算本区绿化面积 39.51hm^2 ，换算为非垂直投影面积后，绿化面积约为 43.10hm^2 ，平均覆土厚度按 35cm 设计，需覆土 15.09 万 m^3 。

净空处理区削坡后，坡面主要为石质，缺乏植物生长的基质，方案设计在格构护坡内部填充植生袋，与边坡防护区防护形式相同，将配合好的草籽、土壤、复合肥等填充于植生袋内，从下到上均匀、紧密的码放在坡面上，下部可铺设一层 5cm 厚的碎石，以利用坡面排除积水。经计算本区绿化面积 30.58hm^2 ，换算为非垂直投影面积

后，绿化面积约为 34.19hm²，需覆土 12.02 万 m³，平均覆土厚度按 35cm。

场外台站区及进台路边坡绿化面积共计 5.96hm²，覆土 2.10 万 m³，平均覆土厚度约 30cm。

供油工程区绿化面积 0.25hm²，本区绿化以铺设草皮为主，平均覆土按 30cm 设计，需覆土 750m³。

综上，工程绿化区域需回填绿化用土共计约 69.81 万 m³，其中 14.15 万 m³来源于前期剥离的表土，30.66 万 m³可利用场内冲沟清淤土方、坡脚排水渠开挖土方等，经过土壤改良（翻晒、晾干、耙碎后增施有机肥）的方式，用于场内绿化，剩余 25 万 m³从枣庄市岩马水库增容工程外购。工程表土剥离平衡表见表 2.4-3。工程绿化用土计算表见表 2.4-4。

根据可行性研究报告，主体设计考虑了 25 万 m³外购土方用于后期机场绿化；2022 年 2 月 28 日，国家发展改革委委托中国国际工程咨询有限公司对本工程进行评估，评估意见要求落实项目区绿化土源。评估会后，建设单位经枣庄市岩马水库增容工程建设指挥部处了解到，枣庄市岩马水库增容工程正在施工中，有充足的闲置土方可用于机场绿化用土，距离机场项目区约 43km。本着互利互惠，同时支持机场建设的原则，建设单位与枣庄市岩马水库增容工程建设单位枣庄市岩马水库增容工程建设管理处确定了购土意向。2022 年 3 月 28 日，《关于新建山东枣庄民用机场项目（可行性研究报告）的咨询评估报告》（中国国际工程咨询有限公司 咨交通（2022）413 号）形成，评估报告中提出按照 43km 运距量化细化工程投资。据此，外购绿化土土源及投资均纳入了主体设计中。

枣庄市岩马水库增容工程位于枣庄市山亭区冯卯镇岩马村，工程主要建设内容为库盆扩挖 1000 万 m³，抬田工程 970.98 亩，居民防护段长度 2468.6m，排水涵 6 处，改造现有视频监控平台和水库调度中心设备配置等。该工程已于 2021 年 10 月开工，2022 年 6 月完工；工程建设产生土方 1000 万 m³，其中土方 550 万 m³，泥沙 450 万 m³，项目已取得立项文件（“鲁发改项审（2020）81”号），水土保持方案编制单位为

表 2.4-1 项目区表土剥离计算表

防治分区	耕地			果园			其他园地			乔木林地			其他林地			剥离总面积 (hm ²)	剥离量 (万 m ³)
	剥离面积 (hm ²)	剥离厚度 (cm)	剥离量 (万 m ³)	剥离面积 (hm ²)	剥离厚度 (cm)	剥离量 (万 m ³)	剥离面积 (hm ²)	剥离厚度 (cm)	剥离量 (万 m ³)	剥离面积 (hm ²)	剥离厚度 (cm)	剥离量 (万 m ³)	剥离面积 (hm ²)	剥离厚度 (cm)	剥离量 (万 m ³)		
飞行区	17.31	15~24	3.71	6.51	26	1.69	12.08	22	2.66	4.18	17	0.71	1.08	12	0.13	41.16	8.90
航站区	0.70	15~24	0.17	0.57	26	0.15	1.06	22	0.23		17	0.00	0.00	12	0.00	2.33	0.55
供油工程区	0.00	15~24	0.00	0.00	26	0.00	0.00	22	0.00		17	0.00	0.00	12	0.00	0.00	0.00
边坡防护区	3.99	15~24	0.92	3.26	26	0.85	6.05	22	1.33	2.10	17	0.36	0.26	12	0.03	15.66	3.48
场外台站区	0.00	15~24	0.00	0.00	26	0.00	0.00	22	0.00		17	0.00	0.05	12	0.01	0.05	0.01
净空处理区	0.00	15~24	0.00	0.00	26	0.00	0.00	22	0.00	5.76	17	0.98	1.94	12	0.23	7.70	1.21
施工道路区	0.00	15~24	0.00	0.00	26	0.00	0.00	22	0.00		17	0.00	0.00	12	0.00	0.00	0.00
合计	22.00		4.80	10.34		2.69	19.19		4.22	12.04		2.05	3.33		0.40	66.90	14.15

表 2.4-2 工程表土堆存情况统计表

用地项目	剥离总面积 (hm ²)	剥离总量 (万 m ³)	临时堆存土方 (万 m ³)	堆存位置	堆放高度 (m)	边坡比	堆放面积 (hm ²)
飞行区	41.16	8.90	8.90	就近堆存于 3 处临时堆土区	3.5	1:2	2.50
航站区	2.33	0.55	0.55	堆放在除冰/隔离机位东侧土面区内的临时堆土区内	3.5	1:2	0.20
边坡防护区	15.66	3.48	3.48	就近堆存于 3 处临时堆土区	3.5	1:2	1.30
场外台站区	0.05	0.01	0.01	堆放在本区施工生产生活区内	3.5	1:2	/
净空处理区	7.70	1.21	1.21	就近堆存于 3 处临时堆土区	3.5	1:2	0.50
小计	66.90	14.15	14.15				4.50

表 2.4-3

工程表土剥离平衡表

单位: 万 m³

序号	项目组成	挖方	填方	调入		调出		借方		弃方	
				数量	去向	数量	来源	数量	来源	数量	去向
①	飞行区	8.90	8.90								
②	航站区	0.55	0.55								
③	边坡防护区	3.48	3.48								
④	场外台站区	0.01	0.01								
⑤	净空处理区	1.21	1.21								
	小计	14.15	14.15								

表 2.4-4

工程绿化用土计算表

单位: 万 m³

序号	项目组成	绿化用土总量				
		表土	冲沟清淤土	坡脚排水渠开挖土方	外购	小计
①	飞行区	8.90	3.91	6.66	17.90	37.37
②	航站区	0.55			2.6	3.15
③	边坡防护区	3.48	7.19		4.42	15.09
④	场外台站区	0.01	2.09			2.10
⑤	净空处理区	1.21	10.81			12.02
⑥	供油工程区				0.08	0.08
	小计	14.15	24.00	6.66	25.00	69.81

2.4.2 主体工程土石方

(1) 场地平整

项目区地形起伏较大，地面高程最大值 249.70m，最小值 115.44m，地表相对高差 134.26m。主体土石方计算根据设计标高，采取高挖低填处理。根据工程可行性研究报告，本工程场地平整共开挖土方 23.2 万 m^3 ，石方 1654.9 万 m^3 ，总挖方 1678.10 万 m^3 ；回填土石方总量共计 1851.0 万 m^3 ，其中填土方 25.87 万 m^3 ，填石方 1825.13 万 m^3 （可研阶段主体设计土石方综合填挖比按 1.1 考虑，即挖方 1 方可填方 1.1 方），换算为自然方后，回填土石方总量为 1682.73 万 m^3 ，其中填土方 23.52 万 m^3 ，填石方 1659.21 万 m^3 。主体设计中各防治分区土石方挖填量详见附件 5。

主体设计的土石方计算范围包含飞行区及灯光带道路、航站区、周边挖填方边坡、场外台站区及进台路、供油工程区和净空处理区。经咨询设计单位，场内开挖石方主要为 V 类，经人工、机械分解后可作为基础填料使用，且成本可控。

方案在主体设计基础上，核增场内岩溶清爆、冲沟清淤、施工便道路基填筑、坡脚排水渠、施工生产生活区硬化场地拆除、各类管沟开挖等土石方后，本工程土石方挖填情况如下：

① 飞行区

飞行区开挖土方 15.90 万 m^3 ，开挖石方 1135.50 万 m^3 ，土方回填 41.84 万 m^3 （含场地平整土方 13.37 万 m^3 ，土面区覆土 28.47 万 m^3 ），石方回填 994.24 万 m^3 ，计算范围包括飞行区本场、飞行区西侧灯光带及维修路等。

本区需调出石方 141.51 万 m^3 ，全部用于边坡防护区填筑；调出土方 2.53 万 m^3 ，其中航站区 2.2 万 m^3 ，供油工程区 0.33 万 m^3 。

本区需调入土方 10.57 万 m^3 用于土面区绿化，其中调入冲沟清淤土 3.91 万 m^3 ，坡脚排水渠开挖土方 6.66 万 m^3 ；外购土方 17.90 万 m^3 ，用于土面区绿化，来源于枣庄市岩马水库增容工程余方；调入岩溶清爆渣体 0.25 万 m^3 和拆除的建筑垃圾 0.23 万 m^3 （埋于土面区下层，上层覆土）。

②航站区

航站区开挖土方 0.80 万 m³，开挖石方 55.20 万 m³，土方回填 5.60 万 m³，石方回填 288.63 万 m³，计算方案包含本区场平、人防工程等。

本区需调入土方 2.2 万 m³，来源于飞行区，用于场地平整；外购土方 2.6 万 m³用于绿化区域回填，来源于枣庄市岩马水库增容工程余方；需调入石方 233.43 万 m³用于场地平整，来源于净空处理区。

③边坡防护区

边坡防护区土方回填 18.06 万 m³，石方回填 309.46 万 m³，计算范围包括机场周边填方边坡。挖方边坡与净空处理区域紧密相连，主体设计在计算挖方边坡土方量时，统一建模，将挖方边坡土方量全部计入净空处理区。

本区需调入土方 13.64 万 m³，其中净空处理区调入 6.45 万 m³用于边坡填筑，场内清淤土方需调入 7.19 万 m³用于绿化区植生袋填土；外购 4.42 万 m³作为绿化用土，来源于枣庄市岩马水库增容工程余方；本区需调入石方 309.46 万 m³用于边坡填筑，其中净空处理区调入 167.95 万 m³，飞行区调入 141.51 万 m³。

④净空处理区

净空处理区计算范围包含净空区 9 座超高山体及机场周边挖方边坡。

净空处理区削坡开挖土方 6.50 万 m³，石方 464 万 m³，本区后期绿化需回覆土方 10.81 万 m³。

因绿化工期滞后，前期开挖土方先行调入边坡防护区 6.45 万 m³，供油工程区 0.05 万 m³，用于场地填筑；后期绿化时，利用冲沟清淤土改良后回填 10.81 万 m³；石方调出至航站区 233.43 万 m³、边坡防护区 167.95 万 m³，供油工程区 53.26 万 m³，场外台站区 9.36 万 m³。

⑤场外台站区

场外台站区位于跑道西端外撤 1.5km 处，施工期将有机场进场路、店韩路和进台路连接，运距短，交通方便，合理安排施工时序后，可以满足调运要求。

场外台站区石方开挖 0.20 万 m³，土方回填 2.23 万 m³，石方回填 13.86 万 m³，

计算范围包括场外台站及进台路等。

本区需调入石方 13.66 万 m³，其中净空处理区 9.36 万 m³，坡脚排水渠 4.3 万 m³；调入土方 2.23 万 m³，其中 0.14 万 m³来源于坡脚排水渠用于场地填筑，2.09 万 m³来源于场内清淤土方，用于绿化区域回填。

⑥供油工程区

本区场平需土方回填 0.63 万 m³，石方回填 53.26 万 m³。

本区需调入土方 0.55 万 m³，其中飞行区 0.33 万 m³，净空处理区 0.05 万 m³，坡脚排水渠 0.17 万 m³，用于场地平整；需外购土方 0.08 万 m³用于绿化区回填，来源于枣庄市岩马水库增容工程余方；需调入石方 53.26 万 m³用于场地平整，来源于净空处理区。

(2) 坡脚排水渠

坡脚排水渠土方开挖 6.97 万 m³，石方开挖 6.22 万 m³，回填石方 1.92 万 m³。坡脚排水渠开挖需调出土方 6.97 万 m³，其中场外台站 0.14 万 m³，供油工程区 0.17 万 m³，飞行区 6.66 万 m³；需调出场外台站区石方 4.3 万 m³。

(3) 岩溶清爆

根据主体设计，场地内大部分基岩较破碎，岩溶裂隙发育，虽然该岩溶地基较稳定，但考虑岩体破碎程度、软弱夹层、岩溶发育情况在空间分布上较复杂，拟建物荷载较大，极易造成建筑地基的不均匀沉降，因此主体设计采用清爆换填的方式，对破碎岩溶进行清理后，分层强夯回填块碎石，共清理渣体 2500m³（该部分回填土石方量已包含在场平工程中），清理的岩溶渣体主体设计用于飞行区土面区非承重区域表层回填，后期上层覆土绿化。

(4) 冲沟清淤

本工程场地内现有凤凰西支、凤凰干流、前伏西支流、前伏东支及墓山村支流，已报废的凤凰水库等 5 条山洪沟及 1 座水库。本次工程需将上述冲沟在场内回填。根据工程可行性研究报告，清淤土质主要为第四系棕红色黏土，需进行挖除，共开挖土方 24.0 万 m³（该部分回填土石方量已包含在场平工程中），挖出后可就近运至飞行

区土面区平摊、翻晒、耙碎，作为绿化土方使用。作为绿化土方使用时，可增施有机肥，以提高土壤肥力，经计算作为飞行区土面区绿化用土共 3.91 万 m³，作为边坡防护区和净空处理区植生袋装土分别为 7.19 万 m³和 10.81 万 m³，场外台站区绿化覆土 2.09 万 m³。

(5) 施工便道路基填筑

施工便道长约 400m，路基填筑约需开挖土方 0.01 万 m³，开挖石方 0.05 万 m³，全部用于路基回填；后期施工道路表面拆除产生碎石 220m³，可运至飞行区土面区回填，上部覆土绿化。

(6) 施工生产生活区

施工生产生活区硬化场地施工结束后需进行拆除，拆除的废弃混凝土等经人工、机械粉碎后，可填埋于土面区内，上部覆土后绿化，总量约 0.21 万 m³。

(7) 管线工程

本工程飞行区、航站区、供油工程区需铺设各类供水、排水等管线，管沟开挖土石方约为 5.4 万 m³，开挖土石方堆放在管沟一侧，施工结束后就地回填，多余土石方就地平整。

2.4.3 工程土石方

综上，本工程土石方挖填总量为 3495.76 万 m³，其中开挖总量 1735.38 万 m³（含表土 14.15 万 m³），填方总量 1760.38 万 m³（含表土 14.15 万 m³），借方 25.0 万 m³，全部从枣庄市岩马水库增容工程外购（土方供应协议详见附件 13），无弃方。

工程土石方平衡表见表 2.4-4，土石方流向框图见图 2.4-3。

表 2.4-4

主体工程土石方平衡表

单位: 万 m³

序号	项目组成		挖方	填方	调出		调入		借方		余方		
					数量	去向	数量	来源	数量	来源	数量	去向	
①	飞行区	一般土方	场地平整	15.90	13.37	2.53	航站区 2.2 供油工程区 0.33						
			土面区		28.47			10.57	冲沟清淤 3.91 坡脚排水渠 6.66	17.90	外购		
		石方	场地平整	1135.50	994.24	141.51	边坡防护区 141.51	0.25	岩溶清爆 0.25				
			表土	8.9	8.9								
		建筑垃圾	土面区		0.23			0.23	施工生产生活区 0.21 施工道路区 0.02				
	小计		1160.30	1045.21	144.04		11.05		17.90	外购			
②	航站区	一般土方	场地平整	0.80	3.00			2.20	飞行区 2.2				
			绿化区		2.60					2.60	外购		
		石方	场地平整	55.20	288.63			233.43	净空处理区 233.43				
			表土	0.55	0.55								
	小计		56.55	294.78		235.63		2.60	外购				
③	边坡防护区	一般土方	场地平整		6.45			6.45	净空处理区 6.45				
			绿化区		11.61			7.19	场内清淤土方 7.19	4.42	外购		
		石方	场地平整		309.46			309.46	净空处理区 167.95 飞行区 141.51				
			表土	3.48	3.48								
	小计	3.48	331.00			323.10		4.42	外购				
④	净空处理区	一般土方	场地平整	6.5		6.50	边坡防护区 6.45 供油工程区 0.05						
			绿化区		10.81			10.81	场内清淤土方 10.81				
		石方	场地平整	464		464.00	航站区 233.43 边坡防护区 167.95 供油工程区 53.26 场外台站区 9.36						
			表土	1.21	1.21								
	小计	471.71	12.02	470.50		10.81							
⑤	场外台站区	一般土方	场地平整	0	0.14			0.14	坡脚排水渠 0.14				
			绿化区		2.09			2.09	场内清淤土方 2.09				
		石方	场地平整	0.20	13.86			13.66	净空处理区 9.36 坡脚排水渠 4.3				
			表土	0.01	0.01								
	小计	0.21	16.10			15.89							
⑥	供油工程区	一般土方	场地平整		0.55			0.55	飞行区 0.33 净空处理区 0.05 坡脚排水渠 0.17				
			绿化区		0.08					0.08	外购		
		石方	场地平整		53.26			53.26	净空处理区 53.26				
			表土										
	小计		53.89			53.81		0.08	外购				
⑦	坡脚排水渠	一般土方		6.97		6.97	场外台站 0.14 供油工程区 0.17 飞行区 6.66						
			石方		6.22	1.92	4.30	场外台站区 4.3					
				小计	13.19	1.92	11.27						
⑧	岩溶清爆	石方	0.25		0.25	飞行区 0.25							
⑨	冲沟清淤		24.00		24.00	边坡防护区 7.19 净空处理区 10.81 场外台站区 2.09 飞行区 3.91							
⑩	施工便道	一般土方		0.01	0.01								
			石方	0.05	0.05								
			建筑垃圾	0.02	0.02	0.02	飞行区 0.02						
			小计	0.08	0.06	0.02							
⑪	施工生产生活区	建筑垃圾	0.21		0.21	飞行区 0.21							
⑫	管线工程	一般土方		1.62	1.62								
			石方	3.78	3.78								

序号	项目组成	挖方	填方	调出		调入		借方		余方	
				数量	去向	数量	来源	数量	来源	数量	去向
	小计	5.40	5.40								
总计	一般土方	55.80	80.80	40.00		40.00		25.00	外购		
	石方	1665.20	1665.20	610.06		610.06					
	表土	14.15	14.15								
	建筑垃圾	0.23	0.23	0.23		0.23					
	合计	1735.38	1760.38	650.29		650.29		25.00	外购		

2.5 拆迁安置与专项设施改（迁）建

（1）拆迁安置

跑道西侧现有一处农村居民用房，占地面积约 1725.4m²，主要为砖瓦房、围墙等。拆迁部分由项目建设单位一次性货币补偿，当地政府统一组织实施，并承担相应的水土流失防治责任。

根据批复的环境影响评价报告书，距离机场较近的村庄为西侧的凤凰庄和东北侧的老古泉村，距离场界分别为 270m 和 240m，运营期设备机械噪声经过距离衰减对保护对象影响较小；且本期工程周边没有敏感点超过标准限值，飞机噪声基本可以接受。因此本期工程无需对场外现有村庄进行搬迁。

（2）专项设施改（迁）建

根据中国民用航空局《关于山东枣庄民用机场场址的批复》（民航函〔2017〕1001号），预可行性研究阶段需对场址内的 1 座通信铁塔、1 条 10kV 高压线、1 条 220kV 高压线及 1 条 550kV 高压线进行处理。

至可行性研究阶段，经主体设计进一步分析论证，预可研阶段涉及的 550kV 高压线、10kV 高压线未进入机场障碍物限制面，对机场建设无影响；且原涉及的 1 座通信铁塔已拆除。

根据《国网山东省电力公司枣庄供电公司关于枣庄机场供电方案的说明》（附件 6），场址北侧有一条现状 220kV 输电线建夏线，最近处距离跑道东端约 725m，该线需要拆除 6 基铁塔，改造方案需新建铁塔 13 基，新建单回 220kV 架空线路长度约 3.1km。

场址西南方向有 2 座风电测试竿超高，需要拆除。另在跑道东侧和中点南侧有 2 处养殖场需要拆除，拆除面积约 2.14hm²。

专项设施改（迁）建补偿费由建设单位根据后续签订的迁建协议（合同）支付给其主管单位，由其主管单位负责选址复建并承担相应的水土流失防治责任。

2.6 施工进度

本工程拟于 2022 年 12 月开工建设，计划 2025 年 11 月完工，总工期 36 个月。

项目施工进度见表 2.6-1。

表 2.6-1 项目施工进度表

项目	2022 年	2023 年				2024 年				2025 年			
	12 月	1~3 月	4~6 月	7~9 月	10~12 月	1~3 月	4~6 月	7~9 月	10~12 月	1~3 月	4~6 月	7~9 月	10~11 月
施工准备	■												
场地平整	净空		■	■	■								
	机场本场		■	■	■	■							
	边坡填筑		■	■	■	■							
飞行区	道面工程					■	■						
	附属工程					■	■	■	■	■	■		
航站区	土建		■	■	■	■	■	■	■				
	设备安装								■	■	■	■	■
供油工程区	土建			■	■	■	■						
	设备安装						■	■	■	■	■	■	
场外台站区	进台路				■	■	■						
	土建施工							■	■	■	■		
	设备安装										■	■	■
管线工程								■	■	■	■		
排水工程		■	■	■	■						■	■	
通航运营												■	

2.7 自然概况

2.7.1 地质

1、地质构造

根据《枣庄新建机场飞行区岩土工程勘察报告》（山东省物化探勘查院 2017年8月），项目区地质构造如下：

项目区所处大地构造位置为鲁中南-鲁东上升山地区，区域性大断裂主要有四条，即文祖断裂、铜冶店—孙祖断裂、禹王山断裂、淄河断裂。

文祖断裂：长度约70km，走向为340°，倾向SW，倾角80°，活动段为全段，长度70km，活动时代为Q。

铜冶店—孙祖断裂：长度约120km，走向为290°~325°，倾向SW，倾角60°~80°，活动段为龙庭—铜冶店段，长度50km，活动时代为Q3末。

禹王山断裂：长度约70km，走向为SN，活动段为北段，长度30km，活动时代为Q。

淄河断裂：长度约70km，走向为20°~30°，倾向SE，倾角70°，活动段为北段，长度35km，活动时代为Q3。

该区所处位置位于华北板块、鲁西地块、鲁中隆起区、枣庄-韩庄拗陷，跨峰山凸起和韩庄（-底阁）凹陷，地貌上属丘陵区。工程区内主要分布峰城断裂、金陵寺断层、峨山断层、苏埠-阎庄断层、韩庄-四户断裂、马山套断层及底阁-郭楼断层。工程区断裂构造发育弱，场地内未发现全新活动断裂。

2、地层岩性

根据《枣庄新建机场飞行区岩土工程勘察报告》（山东省物化探勘查院 2017年8月），项目区地层结构如下：

①层素填土（Q₄^{ml}）：

褐黄色，松散，稍湿；土质较均匀，以黏性土为主，含少量碎石等。该填土主要

为当地百姓为种植作物从周边残坡积的粘性土人工堆填形成的梯田及种植土，主要分布于山坡梯田及山底农林地中，厚度：0.10~3.00m，平均 0.65m。

②层粉质黏土 (Q_3^{el+dl})：黄褐~棕黄色，主要分布于凤凰庄村南部等地形相对较低洼地区，地表多被农田覆盖，厚度：0.70~8.10m，平均 2.67m。

③层白云岩 ($\in jS^C$)：青灰色，主要矿物成分为白云石，该层仅分布于山体顶部，厚度：1.80~3.50m，平均 2.74m。

④层豹斑灰岩 ($\in jC^{10}$)：青灰色-灰白色，主要矿物成分为方解石，该层岩石分布于项目区西部较高山体之上。厚度：1.50~16.00m，平均 10.06m。

⑤层叠层石灰岩 ($\in jC^9$)：青灰色-灰白色，主要矿物成分为方解石，该层主要分布于项目区西部的山上。岩层分布相对较稳定。厚度：2.30~14.70m，平均 8.34m。

⑥层豹斑灰岩 ($\in jC^8$)：青灰色-灰白色，主要矿物成分为方解石，该层多分布于项目区中西部的山体的上部。厚度：0.50~24.40m，平均 9.43m。

⑦层叠层石灰岩 ($\in jC^7$)：青灰色-灰白色，主要矿物成分为方解石，该层分布于项目区山体的中上部。厚度：0.60~8.60m，平均 4.86m。

⑧层豹斑灰岩 ($\in jC^6$)：青灰色-灰白色，主要矿物成分为方解石，该层多分布于项目区山体的中部。厚度：1.20~22.80m，平均 8.97m。

⑧-1 层鲕粒灰岩 ($\in jC^6$)：

青灰色-灰白色，主要矿物成分为方解石，该层多分布于项目区山体的中部。厚度：0.50~7.40m，平均 3.24m。

⑧-2 层条带灰岩 ($\in jC^6$)：青灰色-灰白色，主要矿物成分为方解石，该层多分布于项目区山体的中部。厚度：1.10~7.70m，平均 3.15m。

⑨层叠层石灰岩 ($\in jC^5$)：

青灰色-灰白色，夹有鲕粒灰岩及竹叶灰岩薄层，该层构成项目区的主体，场地分布普遍。厚度：1.30~18.20m，平均 7.20m。

⑩层豹斑灰岩 ($\in jC^4$)：青灰色~灰白色，该层构成项目区的主体。场地分布

普遍。厚度：1.00~8.60m，平均 3.67m。

⑩-1 层豹斑灰岩 ($\in jC^4$) :

青灰色~灰白色，主要矿物成分为方解石，该层普遍分布，厚度：1.30~17.90m，平均 7.06m。

⑩-2 层条带灰岩 ($\in jC^4$) : 青灰色~灰白色，主要矿物成分为方解石，场区普遍分布，厚度：2.20~14.20m，平均 8.17m。

(11)层叠层石灰岩 ($\in jC^3$) : 青灰色~灰白色，主要矿物成分为方解石，该套地层多见于项目区的中东部相对较低洼地区。厚度：0.20~15.70m，平均 6.25m。

(12)层条带灰岩 ($\in jC^2$) : 青灰色~灰白色，主要矿物成分为方解石，该地层分布普遍。厚度：1.80~14.00m，平均 8.15m。

(13)层叠层石灰岩 ($\in jC^1$) :

青灰色~灰白色，充填泥质及方解石，该层主要分布于老古泉村南部采石场北侧。厚度：4.30~8.60m，平均 7.04m。

(14)层泥质灰岩 ($\in jG^3$) :

灰黄色，泥质结构，主要矿物成分为钙泥质，岩石坚硬程度为较硬岩~坚硬岩，岩体完整程度为破碎~较破碎，岩体基本质量等级为 IV~III 级。

(15)层叠层石灰岩 ($\in jG^2$) :

青灰色~灰白色，主要矿物成分为方解石，岩石坚硬程度为较硬岩~坚硬岩，岩体完整程度为较完整~完整，局部破碎，岩体基本质量等级为 II~I。

(16)层泥质灰岩 ($\in jG^1$) :

黄绿色，泥质结构，层状构造，主要由方解石，黏土矿物组成，粒度极细。岩石坚硬程度为较硬岩，岩体完整程度为破碎~较破碎，岩体基本质量等级为 IV~III 级。

(17)层豹斑灰岩 ($\in jZ^u$) :

青灰色，隐晶结构，层状构造，主要由方解石组成。岩石坚硬程度为坚硬岩，岩体完整程度为较完整~完整，局部破碎，岩体基本质量等级为 II~I。

3、水文地质

根据《枣庄新建机场飞行区岩土工程勘察报告》（山东省物化探勘查院 2017年8月），场址位于低山丘陵区，位于地下石灰岩裂隙水的迳流补给区，地下水类型为碳酸盐岩裂隙岩溶水，地下水埋藏较深，根据区域水文地质资料，地下水埋藏深度大于50m。

4、地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015），拟建场址属Ⅶ度地震烈度区，地震动峰值加速度为0.074g~0.10g，属基本稳定区。

5、不良工程地质情况

根据枣庄市国土资源局《关于新建枣庄运输机场西集选址区内地质灾害有关情况的说明》（2017.7.12），场址范围处于《枣庄市地质灾害防治规划（2013年-2015年）》划定的崩塌、滑坡地质灾害易发区内。根据历年地质灾害隐患排查情况，选址范围内未发现崩塌、滑坡地质灾害，历史上也未曾发生过崩塌、滑坡地质灾害，场址内地质灾害危险性现状评估为危险性小。

根据《枣庄新建机场飞行区岩土工程勘察报告》（山东省物化探勘查院 2017.8），场地局部发育节理、裂隙，充填黏性土，未发现岩溶、裂隙成片发育地段，溶蚀的节理、裂隙对工程建设的影响微弱，对场地稳定性影响甚小；区域内沟道土质主要为第四系棕红色黏土，需要挖除。

2.7.2 地貌

场址位于枣庄市山亭区西集镇南部，地貌单元属低山丘陵地貌，地形起伏较大，地面高程最大值249.70m，最小值115.44m，地表相对高差134.26m。区内地形在各种作用下形成低山丘陵和沟谷。各丘陵山体均匀分布在拟建机场飞行区，在低洼地带形成沟谷。丘陵山体高差较大，最高山体高程249.70m，最低山体高程183.73m，高差65.79m。丘陵由于受长期的雨水冲刷及剥蚀作用，大多表现为浑圆状的山顶，基岩裸露，山体两侧斜坡坡度6°~26°。构成山体的基岩主要为寒武系灰岩、泥质灰岩

等，部分地段表层为坡积物所覆盖，植被发育较好，主要为草地和灌木丛。

2.7.3 气象

项目区气候类型属暖温带半湿润大陆性季风气候，四季分明，雨热同季。根据《关于枣庄机场场址所需气象资料的说明》（枣庄市气象局，2020.12）和《枣庄机场气象条件分析报告补充内容》（枣庄市气象局，2021.5），枣庄气象站（海拔标高 77.7m，经纬度 34°52'N，117°35'E）（2001 年~2019 年）气象统计资料显示，项目区年平均气温 14.6℃，年极端最高气温 39.1℃（2009 年、2014 年），年极端最低气温-13.3℃（2011 年），≥10℃积温 4749.5℃，年平均蒸发量 1567.9mm，年平均降水量 825.5mm，降水主要集中在 7、8 月；年平均无霜期 196d，年平均雾日数 18.4 天，年平均雷暴日数 22.0 天；年平均风速为 1.7m/s，主导风向为 ENE、E，大风日数（≥7 级）1.8 天；年平均相对湿度 65%，最大冻土深度为 0.29m。

表 2.7-1 枣庄市基本气象要素年值统计表（2005 年~2014 年）

序号	项目	单位	数值	备注
1	年平均气温	℃	14.6	
2	年极端最高气温	℃	39.1	2009年、2014年
3	年极端最低气温	℃	-13.3	2011年
4	≥10℃积温	℃	4749.5	
5	年平均蒸发量	mm	1567.9	
6	年平均降水量	mm	825.5	
7	年平均雾日数	d	18.4	
8	年平均雷暴日数	d	22	
9	年均无霜期	d	196	
10	年平均风速	m/s	1.7	
11	年平均相对湿度	%	65	
12	最大冻土深度	m	0.29	

2.7.4 水文

根据《新建山东枣庄民用机场洪水影响评价报告》及《场外排水治理报告》，枣庄机场场区范围内涉及河道主要是 5 条山洪沟，分别为凤凰西支、凤凰干流、前伏西

(8) 新薛河

新薛河上游为东江、西江两支。西江源于山亭区水泉乡，南流过石咀子水库至幸福庄转西南流经山亭（区驻地）至南海子村，与源于山亭区徐庄乡全崮山的东江相汇。两江相汇后西流 1km 转西南流经庄里至南宿村北，沿途有张庄河、大计河、羊庄河汇入。自此，新薛河即由山丘区进入平原，西有薛水故道，西南有 1958 年新开挖的新薛河，两岸筑有堤防。新薛河继续西南行，沿途有小泥河（滕州境内称小魏河）汇入，继续西南流至南庄村东入微山湖。本工程场内不涉及新薛河河道。

2.7.5 土壤

项目区土壤类型以褐土为主，主要分布在山坡梯田及山底农林地中，以粘性土为主，含少量碎石，质地均匀，土层厚度在 0.10~3.00m。

根据项目区土地利用现状图（图 2.3-1~图 2.3~3）、最新的遥感影像图（2022 年 3 月 7 日）、无人机正射影像（附件 14），结合现场踏勘，项目区表土资源主要分布在山前平地及缓坡梯田内，现状土地利用类型主要为耕地（旱地）和园地（果园和其他园地）；林地主要位于山体的中上部和山顶，现状土地利用类型主要为乔木林地和其他林地。

根据项目区现场土壤剖面调查结果（图 2.4-1），项目区耕地（旱地）表土厚度约为 15~24cm；果园平均表土厚度为 26cm，其他园地平均表土厚度为 22cm；乔木林地平均表土厚度为 17cm，其他林地平均表土厚度为 12cm；草地地表现状为碎石，土壤瘠薄，无剥离价值。

项目区可剥离表土的范围、面积和厚度等见表 2.7-2。项目区表土资源分布图见图 2.4-2。

表 2.7-2 项目区表土分布范围、面积及厚度统计表

防治分区	耕地		果园		其他园地		乔木林地		其他林地		剥离总面积 (hm ²)
	剥离面积 (hm ²)	剥离厚度 (cm)	剥离面积 (hm ²)	剥离厚度 (cm)	剥离面积 (hm ²)	剥离厚度 (cm)	剥离面积 (hm ²)	剥离厚度 (cm)	剥离面积 (hm ²)	剥离厚度 (cm)	
飞行区	17.31	15~24	6.51	26	12.08	22	4.18	17	1.08	12	41.16
航站区	0.70	15~24	0.57	26	1.06	22		17	0.00	12	2.33
供油工程区	0.00	15~24	0.00	26	0.00	22		17	0.00	12	0.00
边坡防护区	3.99	15~24	3.26	26	6.05	22	2.10	17	0.26	12	15.66
场外台站区	0.00	15~24	0.00	26	0.00	22		17	0.05	12	0.05
净空处理区	0.00	15~24	0.00	26	0.00	22	5.76	17	1.94	12	7.70
施工道路区	0.00	15~24	0.00	26	0.00	22		17	0.00	12	0.00
合计	22.00		10.34		19.19		12.04		3.33		66.90

2.7.6 植被

项目区植被类型为暖温带落叶阔叶林，由于长期的人为生产开发建设活动，典型的原始植被已不复存在，一般为自然次生植物，代表树种有马尾松、油松、侧柏、刺槐、黄栌、杨、柳、泡桐等；经济林主要为核桃、桃、石榴等。项目区林草覆盖率约为 67%。

2.7.7 其他

本工程涉及枣庄市山亭区、滕州市和薛城区，其中山亭区涉及沂蒙山泰山国家级水土流失重点治理区，滕州市和薛城区涉及尼山南麓省级水土流失重点治理区；除此之外，项目区不涉及饮用水源区，不在水功能一级区的保护区和保留区的范围内，也不涉及历史文化遗产、自然遗产，不在风景名胜区、地质公园、森林公园、重要湿地等范围内。

本工程涉及山东省省级生态保护红线 SD-04-B1-06 薛河水源涵养、生物多样性维护生态保护红线区，占用方式是建设配套全向信标台和道路，占用面积 8.98hm²，其中场外台站区占用面积 8.45hm²，净空处理区 JK09 占用面积 0.53hm²。

2021 年 5 月 14 日，山东省自然资源厅在济南组织专家对本工程占用生态红线不可避让性论证报告进行了评审，评审意见中同意报告通过评审。项目区与省级保护红线的位置关系见图 2.7-7。

3 项目水土保持评价

3.1 主体工程选址水土保持评价

根据《中华人民共和国水土保持法》、《山东省水土保持条例》、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）对主体工程的约束性规定，与本工程有关的条款分析结果见表 3.1-1。

表 3.1-1 主体工程选址水土保持分析评价表

依据	限制性因素条款	本工程情况	评价结果
《中华人民共和国水土保持法》	第十七条规定：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。	项目区不涉及崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区。	满足要求
	第十八条规定：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、地衣等。	项目区不属于水土流失严重、生态脆弱的地区。	满足要求
	第二十四条规定：生产建设项目选址、选线应当避让水土流失重点预防区和重点治理区；无法避让的，应当提高防治标准，优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围，有效控制可能造成的水土流失。	本工程涉及的枣庄市山亭区属于沂蒙山泰山国家级水土流失重点治理区、枣庄市薛城区及滕州市属于尼山南麓省级水土流失重点治理区，无法避让。	1、截排水工程执行 1 级排水标准； 2、工程建设执行北方土石山区一级防治标准，提高土壤流失控制比和植被覆盖率目标值； 3、布设雨水收集池； 4、严格限制施工范围，临时设施尽量采用永临结合的方式，优化施工工艺、控制和减少对原地表和植被的破坏、保护表土资源，提高土方综合利用效率。
	第二十八条规定：依法应当编制水土保持方案的生产建设项目，其生产建设活动中排弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等应当综合利用；不能综合利用，确需废弃的，应当堆放在水土保持方案确定的专门存放地，并采取措施保证不产生新的危害。	本工程无弃方。	满足要求

《山东省水土保持条例》	第二十一条规定：各类生产建设项目选址、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，加强施工管理，优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围，缩短地表裸露时间，有效控制可能造成水土流失。	本工程涉及的枣庄市山亭区属于沂蒙山泰山国家级水土流失重点治理区、枣庄市薛城区及滕州市属于尼山南麓省级水土流失重点治理区，无法避让。	1、截排水工程执行1级排水标准； 2、工程建设执行北方土石山区一级防治标准，提高土壤流失控制比和植被覆盖率目标值； 3、布设雨水收集池； 4、严格限制施工范围，临时设施尽量采用永临结合的方式，优化施工工艺、控制和减少对原地表和植被的破坏、保护表土资源，提高土方综合利用效率。
《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）	主体工程选址应避开水土流失重点预防区和重点治理区。	本工程涉及的枣庄市山亭区属于沂蒙山泰山国家级水土流失重点治理区、枣庄市薛城区及滕州市属于尼山南麓省级水土流失重点治理区，无法避让。	1、截排水工程执行1级排水标准； 2、工程建设执行北方土石山区一级防治标准，提高土壤流失控制比和植被覆盖率目标值； 3、布设雨水收集池； 4、严格限制施工范围，临时设施尽量采用永临结合的方式，优化施工工艺、控制和减少对原地表和植被的破坏、保护表土资源，提高土方综合利用效率。
	主体工程选址应避开河流两岸、湖泊、水库周边的植物保护带。	本工程涉及5条山洪沟及1座报废的水库，山洪沟两岸及水库周边以耕地、园地为主，分布有少量乔灌木，因此工程选址不涉及河流两岸、湖泊、水库周边的植物保护带。	满足要求
	主体工程选址应避开全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。	工程选址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。	满足要求

对照《中华人民共和国水土保持法》、《山东省水土保持条例》、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的评价结果可知，工程选址不涉及河流两岸、湖泊、水库周边的植物保护带以及水土保持监测站点、重点试验区和定位观测

站,但项目区无法避让沂蒙山泰山国家级水土流失重点治理区和尼山南麓省级水土流失重点治理区,且场外台站区涉及山东省省级生态保护红线 SD-04-B1-06 薛河水源涵养、生物多样性维护生态保护红线区(已通过山东省自然资源厅评审)。针对存在的水土保持制约因素,方案根据《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018)的相关要求,水土流失防治标准执行北方土石山区一级防治标准,同时根据项目区土壤侵蚀现状,提高土壤流失控制比目标值,植被覆盖率目标值提高 2 个百分点;主体设计项目区永久截排水工程执行 1 级设计标准,并在航站区布设雨水收集池;在施工方法和工艺方面,对场内淤泥土厚度大于 3m 的区域采用强夯置换,对深度大于 2m 的岩溶洞体采取灌浆和强夯处理,该类施工工艺和方法可减少新增开挖裸露面和临时堆场的布设,减少地表扰动和植被损坏范围约 6.95hm²;施工期间应严格控制施工范围,施工前布设施工围界、警示牌、宣传牌等,严禁扩大地表扰动和植被损坏范围;在措施设计上,采取工程措施、植物措施和临时措施对扰动区进行治理,可有效控制可能造成水土流失。因此,在严格落实水土保持防治标准和措施的基础上,工程选址是可行的。

3.2 建设方案与布局水土保持评价

3.2.1 建设方案评价

1、高填深挖边坡评价

本工程属于新建机场工程,原地貌属于低山丘陵,项目建设将产生大量挖填方边坡。机场周边填方边坡平均高度约 25m,按 1:2 坡率放坡,每级边坡高 10m,中间马道宽 3m,坡面采用 C30 钢筋混凝土格构绿化护坡;挖方边坡平均高度约 23m,按 1:1.5 坡率放坡,每级边坡高 10m,中间马道宽 3m,坡面采用 C30 钢筋混凝土格构绿化护坡。机场周边净空区域边坡采用分级布设,各级坡率根据边坡稳定分析计算结果确定,其边坡防护亦是采用工程与植物防护相结合的设计方案,可满足水土保持要求。

本工程灯光带维修路最大挖方 9.29m,最大填方 6.53m;场外台站区进台路最大

挖方 9.89m，最大填方 10.41m；因此工程建设不涉及填高大于 20m 的路堤和挖深超过 30m 的路堑。对高度 $H \leq 4\text{m}$ 的路基边坡，采用植草防护，对 $H > 4\text{m}$ 的采用 C30 钢筋混凝土格构护坡+植草的方式进行防护，满足水土保持要求。

目前受设计深度限制，主体可行性研究报告尚未明确灯光带维修路和进台路逐桩号的竖向设计情况。方案建议在下阶段设计中，主体设计应明确道路挖方、填方或半挖半填路基设计情况，控制路基挖深和填高，减少工程挖填土石方量，将对原地貌的不利影响降至最低程度。

2、景观协调性评价

本工程靠近城镇区域，方案确定航站区植被恢复和建设工程执行 1 级标准，采用乔灌草相结合的方式，既能美化环境，还能吸收有毒气体、吸附粉尘、降低机场的噪音。整个航站区布设雨水排水管网，停车场北侧设置 PP 雨水收集池。

飞行区、供油工程区、净空处理区、边坡防护区等植被恢复和建设工程执行 2 级标准，以恢复草地为主，与周边的自然景观相协调；由于场外台站区涉及山东省省级生态保护红线 SD-04-B1-06 薛河水源涵养、生物多样性维护生态保护红线区，因此方案确定场外台站区植被恢复和建设工程提高 1 级，执行 1 级标准，符合水土保持要求。

3、重点防治区评价

本工程涉及枣庄市山亭区、滕州市和薛城区，其中山亭区涉及沂蒙山泰山国家级水土流失重点治理区，滕州市和薛城区涉及尼山南麓省级水土流失重点治理区。

鉴于工程建设无法避让沂蒙山泰山国家级水土流失重点治理区和尼山南麓省级水土流失重点治理区，主体设计在航站区设置 PP 雨水收集池，方案根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）相关要求，水土流失防治标准执行北方土石山区一级防治标准；同时根据项目区土壤侵蚀现状，提高土壤流失控制比目标值；植被覆盖率目标值提高 2 个百分点。方案建议主体工程进一步优化场地平整的施工时

序及施工场地、便道等的布置，优化施工工艺，减少土方的临时中转，做到随挖随填，严格控制施工扰动范围，最大限度减少对原地貌和植被的破坏。

此外，由于受项目区地形地貌和设计标高影响，项目区场平和净空处理土石方量较大，且净空处理产生较多临时占地，建议主体工程在下阶段设计中，进一步优化机场设计方案，减少土石方量和工程临时占地。

4、竖向标高设计合理性评价

根据批复的可行性研究报告，主体工程竖向设计综合考虑了土石方平衡、雨水自流排放、和远期规划衔接等因素。

从土石方平衡方面，根据《关于新建山东枣庄民用机场项目（可行性研究报告）的咨询评估报告》（中国国际工程咨询有限公司 咨交通〔2022〕413号），为实现全场土石方挖填平衡，将净空处理的土石方量纳入土石方填筑，使机场跑道标高从预可研阶段的 189m 调整为 191.5m 是合适的。

从雨水自流排放的角度，根据批复的洪水影响评价报告，机场内部排水利用场地地势条件，采用自排方案，根据机场土面区横坡、道面区横坡及排水渠内比降，出水口处水位高于出水口处场外山洪沟水位，可实现自流排放。

从与远期规划符合性的角度，机场本期防洪标准采用 50 年一遇，远期防洪标准采用 100 年一遇，根据批复的洪水影响评价报告，机场整个场地标高满足周边山洪沟 100 年一遇防洪要求，机场标高均高于山洪沟 100 年一遇防洪水位。因此远期机场向东延伸无需再抬高整个场地标高，避免了再次扰动和场地内设施的破坏。

综上，方案认为工程竖向标高设计是合理的。

5、水土保持敏感区评价

本工程场外台站区涉及山东省省级生态保护红线 SD-04-B1-06 薛河水源涵养、生物多样性维护生态保护红线区。

根据《山东省环境保护厅关于印发〈山东省环境保护厅建设项目环境影响评价审批监管办法〉的通知》（鲁环发〔2018〕190号）的第十一条相关规定，“对受自然条

件限制、确实无法避让生态保护红线区的公路、铁路、输油输气、轨道交通和调水等重大基础设施、民生保障项目，建设单位应当在可行性研究阶段尽早开展环境影响评价工作，及时就穿越生态保护红线的保护区类型、地理位置坐标和占用范围，与相关主管部门和技术单位沟通、衔接，编制穿越生态保护红线环境影响专章，纳入环境影响报告书。对需要穿越地质公园、风景名胜区、世界文化自然遗产、湿地公园、森林公园等生态保护红线的项目，由建设单位依法依规分别报省国土资源厅、省住房城乡建设厅、省林业厅等主管部门出具同意穿越的文件，作为报告书附件。对需要穿越自然保护区、饮用水源地保护区及其他生态保护红线的，随报告书一并审查。”

2021年5月14日，山东省自然资源厅在济南组织专家对本工程占用生态红线不可避免性论证报告进行了评审，评审意见中同意报告通过评审，建议完善生态保护措施，增加鸟类影响分析，提出防火、虫害措施。2022年6月22日，枣庄市生态环境局以枣环许可字〔2022〕72号对本工程环境影响评价报告书予以批复。

由于场外台站区涉及山东省省级生态保护红线 SD-04-B1-06 薛河水源涵养、生物多样性维护生态保护红线区，方案确定该区永久截排水工程执行 1 级排水标准，同时提高植被恢复和建设工程级别，执行 1 级标准。施工方面，方案建议施工前应明确施工范围，将施工区域处使用临时界桩圈定，树立警示牌和宣传牌，减少施工人员对施工区外生态保护红线的破坏，尽量减少在生态保护红线范围内设置施工场地、道路等；施工期严禁随意排放各类施工废水，及时清理各类废油、废沥青及其他施工废弃物；各类施工废水应设置完善的收集与处理系统，防治直接进入水体；下阶段优化进台路设计方案，尽量少占生态保护红线；施工结束后应尽快进行植被恢复，改善生态功能。

3.2.2 工程占地评价

(1) 工程占地

主体设计综合考虑了飞行区、航站区、供油工程区、边坡防护区、站场台站区、

净空处理区的占地；场外配套工程中，场外供电工程、场外通信工程、场外供水工程、场外供气工程、场外道路工程和场外排水系统治理工程均由枣庄机场实业发展有限公司负责统一规划，统筹建设，并承担相应水土流失防治责任，不属于本工程防治责任范围。工程建设形成的边坡、净空区已纳入占地范围；施工用水管线和用电线路采用永临结合的形式，就近从场外配套工程接入，后续作为永久用水管线和用电线路使用，不涉及新增占地。施工生产生活区、临时堆土区布设在永久占地范围内，项目建设需布设少量施工便道，已考虑临时占地。工程建设不布设取土场、弃土场，工程占地不存在缺项、漏项。

(2) 永久占地

项目建设属于规划的机场用地，永久占地 197.05hm²。根据《民用航空运输机场工程项目建设用地指标》（建标〔2011〕157号），本工程用地规模未超出指标要求，符合行业用地指标规定。占地指标情况详见表 3.2-1。

表 3.2-1 项目永久占地指标情况

序号	项目	用地面积 (hm ²)	用地指标 (hm ²)	备注
一	飞行区	120.39	126.525	节约集约用地
1	升降带及其附属设施	120.39	105.4	
2	助航灯光		2.9	
3	下滑台用地		2.8	
4	航向台用地		1.925	
5	空侧机坪区		13.5	
二	航站区	17.45	20.992	节约集约用地
1	陆侧航站楼区	17.45	7.915	
2	陆侧综合保障设施区		8.837	
3	货运区		2.94	
4	机务维修区		1.3	
三	供油工程区	2.00	3.16	节约集约用地
四	其他设施用地	48.76		
1	边坡用地	48.76		
五	场外设施用地	8.45		
	全向信标及便道	8.45	0.515	台站本场用地 0.25hm ²
总计		197.05		

此外，工程建设不可避免的占用少量基本农田，约 1.58hm²，目前已获得山东省自然资源厅出具的《建设项目用地预审与选址意见书》。

(3) 临时占地

机场围界范围内施工工区拟布设 3 处，其中飞行区东、西两侧、航站区南侧土面区各布设 1 处，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、钢筋加工厂、拌合站以及施工人员办公设施等，施工生活区拟就近租用民房。施工工区均布设在土面区，该区域范围大，满足施工工区布设的要求，后期施工工区进行拆除和绿化，不新增临时占地。场外台站平台内布设 1 处，其施工规模小，施工期短，施工生活区采用租用民房形式，施工工区布设在台站平台之内，可满足施工要求，不涉及新增占地。

跑道东、西两侧防吹坪、除冰/隔离机位东侧土面区、跑道基准点东侧共设置 3 处表土临时堆放场地和 3 处其他土石方堆放场，用于临时堆放、中转剥离的表土和其他土石方。表土、其他土方和石方均应分开堆放，该区域范围大，满足临时堆土的要求，后期土方回填后进行绿化，不新增临时占地。

项目区周边交通便利，机场进场路目前已开工建设，预计 2022 年 10 月建成，可作为机场施工道路使用。机场内部、全向信标/测距仪台、跑道西端升降灯塔、净空处理区（JK01~JK03、JK05~JK06、JK08、JK09）均可利用永临结合的方式到达项目现场，但净空处理区 JK04、JK07 需新建部分施工道路，长度约 400m，新增临时占地 0.22hm²，可满足施工要求。

工程建设期间，施工用水管线和用电线路采用永临结合的形式，就近从场外配套工程接入，后续作为永久用水管线和用电线路使用，可满足施工要求。

综合分析，本工程主体设计永久占地符合国家土地利用政策和机场建设标准，临时占地基本上能够满足本工程施工材料运输、堆放和用水用电以及临时土方堆放等施工环节的用地需求，工程占地基本上合理。

3.2.3 土石方平衡评价

(1) 主体工程土石方平衡分析

主体工程土石方计算范围包括飞行区及灯光带道路、航站区、周边挖填方边坡、场外台站区及进台路、供油工程区和净空处理区，但未考虑场内岩溶清爆、冲沟清淤、施工便道路基填筑、坡脚排水渠、施工生产生活区硬化场地拆除、各类管沟开挖等施工土石方。

项目区土石方开挖以石方为主，经咨询设计单位，场内开挖石方主要为 V 类，场地料源较好，通过合理填筑工艺的选择，本场开挖的填料完全可以满足机场承载力和沉降要求。主体工程根据竖向设计、平面布置等计算土石方量，方案核增场内岩溶清爆、冲沟清淤、施工便道路基填筑、坡脚排水渠、施工生产生活区硬化场地拆除、各类管沟开挖等土石方后，各工程区的土石方量基本合理，挖方可全部用于回填，后期绿化尚需外购土方 25 万 m^3 ，不存在缺项、漏项。

(2) 表土剥离、保护与利用分析与评价

①**表土剥离**：表土属于宝贵资源，根据现场调查结果，项目区表土资源主要分布在山前平地及缓坡梯田内，现状土地利用类型主要为耕地（旱地）和园地（果园和其他园地）；林地主要位于山体的中上部和山顶，现状土地利用类型主要为乔木林地和其他林地；草地地表现状为碎石，土壤瘠薄，无剥离价值。本工程拟在施工前对占用旱地、果园、其他园地、乔木林地和其他林地的区域进行表土剥离，共计可剥离表土面积 66.90 hm^2 ，可剥离量 14.15 万 m^3 。

②**表土保护**：剥离的表土集中堆存在表土堆放场。临时堆土区均布设在永久占地范围内，避免了场外新增占地，减少扰动地表面积。从运距、占地面积和施工管理等方面分析，表土堆放场设置无制约性因素。施工过程中，通过采取临时拦挡、覆盖、排水、沉沙等措施，使表土资源得到较好的保护。

③**表土利用**：方案设计航站区平均覆土 50cm，需回覆绿化土 3.15 万 m^3 ；飞行区覆土 37.37 万 m^3 ，平均覆土厚度约 40cm；边坡防护区平均覆土厚度 35cm，需覆土

15.09 万 m³；净空处理区平均覆土厚度 35cm，需覆土 12.02 万 m³；场外台站区及进台路边坡覆土 2.10 万 m³，平均覆土厚度 30cm；供油工程区平均覆土 30cm，需覆土 750m³。综上，本工程绿化用土约为 69.81 万 m³，剥离的表土共 14.15 万 m³，可全部回填利用；绿化土不足的部分，利用场内冲沟清淤土方、坡脚排水渠开挖土方及外购土方解决。

(3) 土石方调运

在土石方调运上，净空处理、机场本场基本同时开工，可以保证净空处理的土石方用于航站区、边坡防护区、供油工程区等回填，飞行区多余石方可运至边坡防护区用于边坡填筑；因此土石方调运的节点和时序是合理的；场外台站区平台及周边边坡修筑需填方较大，其施工时序晚于净空处理区和边坡防护区排水渠施工，净空处理区开挖土石方可先于机场临时堆土场暂存，排水渠开挖土方可暂存于排水渠一侧，待场外台站进台路平整完毕后，通过机场进场路、店韩路和进台路，将机场土石方运至场外台站内进行回填，运距约 1.5km，运距短，交通方便，合理安排施工时序后，可以满足调运要求；项目区周边道路以及场区内的道路满足土石方调运，项目属于“点”型，不存在长距离调运。因此，工程土石方调运符合水土保持要求。

(4) 临时堆土情况

方案规划 3 处表土堆放场和 3 处其他土石方堆放场，用于临时堆放、中转剥离的表土和其他土石方，其中跑道东、西两侧防吹坪处各 2 处，除冰/隔离机位东侧土面区 1 处，跑道基准点东侧 1 处。表土、其他土方和石方应分开堆放，设计堆高 3.5m，边坡比 1:2。土方堆放后，可经临时堆放场地暂存，并布设临时拦挡、苫盖、排水和沉沙等措施；为减少土方堆置时间和地表裸露时间，应及时进行土方回填，且场平完毕后应及时将表土回覆于绿化区域，同时尽快进行绿化。

(5) 借方可行性分析

主体设计考虑了 25 万 m³外购土方用于后期机场绿化；2022 年 2 月 28 日，国家发展改革委委托中国国际工程咨询有限公司对本工程进行评估，评估意见要求落实项目区绿化土源。评估会后，建设单位由枣庄市岩马水库增容工程建设指挥部了解到，

枣庄市岩马水库增容工程正在施工中，有充足的闲置土方可用于机场绿化用土，距离机场项目区约 43km。本着互利互惠，同时支持机场建设的原则，建设单位与枣庄市岩马水库增容工程建设单位枣庄市岩马水库增容工程建设管理处确定了购土意向。2022 年 3 月 28 日，《关于新建山东枣庄民用机场项目（可行性研究报告）的咨询评估报告》（中国国际工程咨询有限公司 咨交通〔2022〕413 号）形成，评估报告中提出按照 43km 运距量化细化工程投资。据此，外购绿化土土源及投资均纳入了主体设计中。

枣庄市岩马水库增容工程于 2021 年 10 月开工，2022 年 6 月完工；工程建设产生土方 1000 万 m³，其中土方 550 万 m³，泥沙 450 万 m³，项目已取得立项文件（鲁发改项审〔2020〕81 号），水土保持方案已由山东省水利厅鲁水许可字〔2022〕34 号文批复。根据批复的《枣庄市岩马水库增容工程水土保持方案报告书》，枣庄市岩马水库增容工程建设管理处已与山东高速建设管理集团有限公司签订土方借用协议，出售 461 万 m³土方用于临滕高速路基填筑。经友好协商，机场工程拟外购 25 万 m³土方用于机场后期绿化区域回填，水库增容工程剩余土方量充足，可满足机场用土需求。

经调查，枣庄机场距离水库增容工程运距约 43km，且水库增容工程完工时间早于机场开工时间。为支持机场工程建设，枣庄市岩马水库增容工程建设管理处已承诺可将土方暂存于水库增容工程临时堆土场地内，直至机场用土运出，堆存期间由其负责土方的管护及其水土流失防治责任；土方运出后，由机场建设单位负责土方的防护工作，并承担相关的水土流失防治责任。土方供应协议详见附件 13。

2022 年 7 月初，经现场调查，目前岩马水库增容工程尚存土方约 100 万 m³，堆放于其项目区南侧临时堆土区内，土方充足，近期枣庄市岩马水库增容工程建设管理处拟对临时堆土表面进行绿化，后期用于相关工程进行综合利用。本工程场平工作预计于 2023 年 1 月开始，场平期间可根据施工进度，场平完一块，随即将外购的岩马水库增容工程土方运回至项目区，随运随填，并根据季节进行苫盖或绿化；预计在

2023 年上半年，场地内临时堆土区处可完成场平，可一次性将外购土方运回，并做好运输和堆放期间的临时防护。

综上，本工程借方优先考虑其它工程弃土，符合水土保持要求；同时土源及购土投资均已纳入主体工程可行性研究报告，且双方建设单位已确定购土意向，因此本工程外购土方是可行的。

3.2.4 施工方法与工艺评价

(1) 根据工程的建设特点、地形地貌、地层岩性、土壤、植被及水文气象等自然环境特征，确定工程建设过程中可能导致水土流失的主要环节为场平工程、净空处理、构建筑物基础施工、管网工程及排水工程施工。

场平工程中，对土方及松动爆破后的岩石，以挖土机或推土机作业，配以装载机 and 自卸翻斗车运至回填区域，严禁在路上滞留；土石方完成后，及时进行边坡的整修及防护。

净空处理前，应先剥离表土，然后采用自上而下的台阶式爆破开挖，控制台阶高度；根据爆破环境选择爆破方案，优化布孔，严格控制装药量和爆破范围，控制飞石的方向和距离，保证山体开挖边坡的稳定安全；爆破后以挖掘机挖至设计标高，采用推土机去高补低，整平、碾压至设计高程；在临近公路、建构筑物等区域，应在下层作业面设置防护栅栏，以防止石块滚落。

在挖方工程中，核实建构筑物长度、岩土成分，基坑一次成型；统一规划管沟，一次建成，避免二次扰动；场内淤泥土厚度大于 3m 的区域采用强夯置换，深度大于 2m 的岩溶洞体采取灌浆和强夯处理，可减少新增开挖裸露面和临时堆场的布设；施工过程中暂不扰动的裸露地表，应及时采取防护措施。

(2) 施工生活区就近租用民房，施工工区拟布设 4 处，其中飞行区东、西两侧土面区各 1 处，航站区南侧土面区 1 处，场外台站平台内 1 处；临时堆土区布设在跑道东、西两侧防吹坪处、除冰/隔离机位和跑道基准点东侧土面区，其中 3 处表土堆放场和 3 处其他土石方堆放场，均布设在永久占地范围内，均不涉及植被良好区域和

基本农田；施工道路主要利用既有的道路，场地内的道路主要采用永临结合的方式，净空处理区需新建施工便道 400m，最大程度的控制工程临时占地，不涉及植被良好区域和基本农田。

(3) 本工程不存在河岸陡坡开挖土石方的情况，存在部分挖方边坡，但挖方边坡下游无公路、铁路、居民点和其它重要基础设施。方案要求边坡开挖前布设截排水措施，边坡整修完毕后及时布设护坡和绿化措施。

(4) 本工程土石方存在区间调运，且存在借方运输。方案要求在土石方运输过程中，要做好遮蔽措施，防治沿途散逸。

(5) 工程施工前，主体设计考虑了占地范围内的表土剥离措施，但未考虑临时堆存及其防护。方案拟定 3 处表土堆放场和 3 处其他土石方堆放场，集中堆放土方，新增临时拦挡、临时排水、临时苫盖及临时沉沙等防护措施。

(6) 方案补充设计了裸露地表临时苫盖措施，对填筑土方应随挖、随运、随填、随压，减少临时堆存时间。

(7) 施工期间应加强场地内临时排水，施工前先行修筑排水渠，并做好与场外山洪沟的顺接；施工场地内，对飞行区、供油工程区、场外台站区可永临结合，结合永久排水系统布置临时排水系统；对净空处理区，净空处理后应尽快建立排水体系，根据实际可永临结合；边坡防护区中挖方边坡在开挖前应布设好截水沟，填方边坡填筑过程中，应依据施工进度尽快布设坡面排水沟和平台排水沟；航站区在场地平整过程中，应及时布设周边的排水体系。

(8) 工程施工过程中不涉及泥浆、施工围堰，不设取土场、弃渣场。

综上所述，本工程采取的施工方法与工艺基本符合水土保持要求。

3.2.5 主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价

根据分区，对主体工程设计中具有水土保持功能的措施进行分析评价：

(1) 飞行区

本区主体设计中具有水土保持功能的措施为飞行区占用耕地和园地范围内的表土剥离和飞行区排水沟、急流槽和消力池等。

①表土剥离

主体设计施工前对占地耕地、园地部分进行表土剥离，其中耕地剥离厚度15~24cm，果园平均剥离厚度为26cm，其他园地平均剥离厚度为22cm，剥离量为8.11万m³。

②飞行区排水沟、急流槽和消力池

为了保障机场新建跑道、联络道、站坪的雨水能够及时、顺畅、有组织的排出场外，主体设计在飞行区内设置排水沟。排水设计采用5年设计暴雨重现期，符合《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）中1级排水标准“5年一遇~10年一遇短历时暴雨”的要求。

其中，跑道两侧排水沟布置于跑道中线以外107m处，主要采用钢筋混凝土U形明沟；位于下滑台和航向台保护区之内的采用一般汽车荷载盖板明沟，穿越联络道处设置飞机荷载暗沟。

站坪南侧土面区中建设一条排水沟，联络道纵向建设排水沟，其结构形式采用钢筋混凝土U形明沟，通过消防车道部位设置消防车荷载盖板明沟。

出水口处穿越巡场路设置一般汽车荷载暗沟；机坪与除冰/隔离机位之间设置东西向飞机荷载钢筋混凝土盖板明沟；雨水出水口处的填方边坡上设置急流槽，末端设置消力池，以达到边坡汇水消能和与场外山洪沟消力衔接需求。

排水沟、急流槽和消力池等总长9640m，飞行区排水明沟的基本尺寸为B=1.0m、B=1.4m和B=1.8m等，排水暗沟的基本尺寸为B×H=1.0m×1.0m，B×H=1.4m×1.5m和B×H=1.8m×1.4m等。

主体设计的表土剥离可有效保护表土资源，飞行区排水沟不仅可以保障机场安全运行，而且可以控制水土流失；但本区水土流失防治措施体系尚不完善，还需补充占用林地部分的表土剥离、表土回覆、土地整治、西侧灯光带边坡防护和排水沟、土面

区和边坡绿化及施工过程中的临时苫盖、排水和沉沙措施。

(2) 航站区

本区主体设计中具有水土保持功能的措施主要为占用耕地、园地范围的表土剥离、雨水管网、PP雨水收集池、景观绿化等。

①表土剥离

主体设计施工前对航站区占地耕地、园地部分进行表土剥离，其中耕地剥离厚度15~24cm，果园平均剥离厚度为26cm，其他园地平均剥离厚度为22cm，剥离量为0.55万m³。

②雨水管网

航站区雨水管线布置在道路红线范围内，沿路布置雨水口，收集道路雨水，总长2840m。航站区降雨重现期标准为5年，雨水由航站区雨水管网收集后由雨水出口排至机场边坡坡脚排水渠，最终排入场外山洪沟—前伏西支。

③PP雨水收集池

主体设计在航站区内布设1套雨水收集池，位于社会停车场北侧的绿化带中，容积不小于6000m³，拟采用装配式pp雨水模块。

④景观绿化

主体设计对航站区绿化区域进行景观绿化，面积6.30hm²。

本区主体设计的表土剥离、雨水管网、PP雨水收集池和景观绿化等均具有较好的水土保持效果；但本区水土流失防治措施体系尚不完善，还需补充表土回覆、土地整治、人行道透水铺装以及施工过程中临时苫盖、排水和沉沙措施。

(3) 供油工程区

本区主体设计中具有水土保持功能的措施为雨水明沟、盖板沟及雨水暗管等措施。

主体设计在油罐区周边布设雨水明沟，地面雨水散排至油罐区内明沟，经收集后排出油罐区，共布设雨水明沟400m，为混凝土矩形结构，底宽0.4m，深0.4m。

库区其他区域雨水可利用明沟收集后排至机场雨水管网，排出库区时采用暗管连接，其他区域共设置盖板沟 400m，为混凝土矩形结构，底宽 0.4m，深 0.4m；暗管为焊接钢管，管径 DN600 长 50m，DN200 长 50m。

本区主体设计的雨水明沟、盖板沟和雨水暗管等均具有较好的水土保持功能；但本区水土流失防治措施体系尚不完善，还需补充施工结束后的土地整治、绿化及施工期间的临时苫盖及排水、沉沙措施。

(4) 边坡防护区

本区主体设计中具有水土保持功能的措施为表土剥离、C30 钢筋混凝土格构护坡、坡面截排水沟、坡脚排水渠等措施。

①表土剥离

主体设计施工前对本区占地耕地、园地部分进行表土剥离，其中耕地剥离厚度 15~24cm，果园平均剥离厚度为 26cm，其他园地平均剥离厚度为 22cm，剥离量为 3.13 万 m³。

②C30 钢筋混凝土格构护坡

主体设计对挖填方边坡采用 C30 钢筋混凝土格构护坡进行防护，共 443244.33m²（非垂直投影面积）。

③截排水沟及坡脚排水渠

主体设计填方边坡马道设置排水沟，坡面设置竖向排水沟；挖方边坡坡顶设置截水沟，马道设置排水沟，坡面竖向排水沟；边坡坡脚设置排水渠；边坡截水沟和排水沟采用混凝土预制块护砌，全长 17798m，排水渠采用浆砌块石砌筑，全长 9205m。

本区主体设计的表土剥离、C30 钢筋混凝土格构护坡、坡面截排水沟、坡脚排水渠等均具有水土保持功能；但本区水土流失防治措施体系尚需补充占用林地部分的表土剥离、表土回覆、土地整治、植生袋护坡及绿化、坡脚排水渠与场外山洪沟连接处的排水顺接工程、施工期间的临时苫盖、临时排水沟和临时沉沙池。

(4) 净空处理区

本区主体设计中具有水土保持功能的措施为 C30 钢筋混凝土格构护坡、坡面截排水沟等。

①C30 钢筋混凝土格构护坡

主体设计对削坡后的坡面采用 C30 钢筋混凝土格构绿化护坡,共 338755.67m²(非垂直投影面积)。

②坡面截排水沟

主体设计对削坡后的边坡坡顶设置截水沟,坡脚和马道设置排水沟,坡面设置竖向排水沟。边坡截水沟和排水沟采用混凝土预制块护砌,全长 13602m。

本区主体设计的 C30 钢筋混凝土格构护坡、坡面截排水沟等均具有水土保持功能;但本区水土流失防治措施体系尚需补充占用林地部分的表土剥离、表土回覆、土地整治、植生袋护坡及绿化、施工期间的临时苫盖、临时排水沟和临时沉沙池。

(5) 场外台站区

场外台站区位于跑道西端外撤 1500m 处,本区主体设计无具有水土保持功能的措施。方案设计时补充施工前表土剥离、表土回覆、土地整治、路基和平台边坡 C30 钢筋混凝土护坡及坡脚排水沟、路基挖方段截水沟和竖向排水沟、平台边坡竖向排水沟和马道排水沟、道路两侧绿化、路基边坡绿化和施工期间的临时排水、沉沙和苫盖措施等。

(6) 施工生产生活区

本区施工人员、机械和车辆扰动频繁,施工过程中对施工场地地面可进行硬化,减少地表扰动和裸露。本区施工过程中需补充临时苫盖、排水和沉沙等措施。

(7) 临时堆土区

本区主要用于表土和其他土石方的临时堆放和中转,施工过程中需补充临时拦挡、苫盖、排水和沉沙等措施。

(8) 施工道路区

方案补充设计 400m 通往净空处理的临时施工道路,采用碎石路面,宽 5.5m,可满足施工需要。施工期间在道路一侧应补充临时排水沟;施工结束后拆除碎石路面,

土地整治后撒播草籽进行绿化。

综上所述,本方案评价认为主体设计中具有水土保持功能的各项措施布设位置合理,工程数量充足,设计标准即可满足主体工程建设及运营安全的需要,又能部分满足项目建设水土保持的要求,水土保持作用明显。但是,还不能完全满足项目建设区水土流失防治的需要,需补充和完善,形成完善的水土流失防治措施体系,减少建设过程中的水土流失。主体设计具有水土保持功能的措施及方案完善后的防治措施详见表 3.2-2。

表 3.2-2 主体设计中具有水土保持功能的措施和方案新增水土保持措施统计表

防治分区	工程措施		植物措施		临时措施	
	主体设计中具有水土保持功能的措施	方案新增的水土保持措施	主体设计中具有水土保持功能的措施	方案新增的水土保持措施	主体设计中具有水土保持功能的措施	方案新增的水土保持措施
飞行区	表土剥离（占用耕地和园地部分）	表土剥离（占用林地部分）		撒播草籽		临时苫盖
	飞行区排水沟、急流槽和消力池	表土回覆和土地整治				临时排水沟
		C30 钢筋混凝土格构护坡、坡脚排水沟				临时沉沙池
航站区	表土剥离（占用耕地和园地部分）	表土回覆和土地整治	景观绿化			临时苫盖
	雨水管网	透水铺装				临时排水沟
	PP 雨水收集池					临时沉沙池
供油工程区	雨水明沟、盖板沟及雨水暗管	土地整治		铺设草皮		临时苫盖
						临时排水
						临时沉沙
边坡防护区	表土剥离（占用耕地和园地部分）	表土剥离（占用林地部分）		植生袋绿化		临时苫盖
	C30 钢筋混凝土格构护坡	表土回覆和土地整治		撒播草籽		临时排水沟
	截排水沟	植生袋护坡				临时沉沙池
	坡脚排水渠	排水顺接工程				
净空处理区	C30 钢筋混凝土格构护坡	表土剥离（林地部分）		植生袋绿化		临时苫盖
	截排水沟	表土回覆和土地整治		撒播草籽		临时排水沟
		植生袋护坡				临时沉沙池
场外台站区		表土剥离		边坡绿化		临时苫盖
		表土回覆和土地整治		路基两侧绿化		临时排水沟
		C30 钢筋混凝土格构护坡				临时沉沙池
施工生产生活区		截水沟、竖向排水沟、马道和坡脚排水沟				
						临时苫盖
						临时排水沟
临时堆土区						临时沉沙池
						临时苫盖
						临时排水沟
施工道路区						临时沉沙池
		土地整治		撒播草籽		临时拦挡
						碎石路面
					临时排水沟	

3.3 主体工程设计中水土保持措施界定

通过对主体设计中具有水土保持功能工程的分析评价，按《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）中的界定原则，将以水土保持功能为主的工程界定为水土保持措施，以主体工程设计功能为主、同时兼有水土保持功能的工程，不纳入水土流失防治措施体系。纳入水土流失防治措施体系的措施有：表土剥离、排水沟、急流槽和消力池、雨水管网、PP雨水收集池、雨水明沟、盖板沟及雨水暗管、C30钢筋混凝土格构护坡、坡面截排水沟、坡脚排水渠、景观绿化工程等。本方案纳入到水土保持的工程量及投资详见表 3.3-1。

（1）飞行区

工程措施：表土剥离 8.11 万 m³，排水沟、急流槽和消力池 9640m。

（2）航站区

工程措施：表土剥离 0.55 万 m³，雨水管网 2840m，PP雨水收集池 1 座。

植物措施：景观绿化 6.30hm²。

（3）供油工程区

工程措施：雨水明沟 400m，盖板沟 400m，雨水暗管 100m。

（4）边坡防护区

工程措施：表土剥离 3.13 万 m³，C30 钢筋混凝土格构护坡 443244.33m²，坡面截排水沟 17798m，排水渠 9205m。

（5）净空处理区

工程措施：C30 钢筋混凝土格构护坡 338755.67m²，坡面截排水沟 13602m。

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

序号	措施名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)
第一部分 工程措施					21589.77
一	飞行区				5222.82
1	表土剥离 (耕地和园地部分)	万 m ³	8.11	120000	97.32
2	飞行区排水沟、急流槽及消力池	m	9640		5125.5
2.1	U 形明沟	m	7150	4500	3217.5
2.2	一般汽车荷载盖板明沟	m	1240	5500	682
2.3	一般汽车荷载暗沟	m	150	5000	75
2.4	消防车荷载盖板明沟	m	260	6500	169
2.5	飞机荷载盖板明沟	m	80	12000	96
2.6	飞机荷载暗沟	m	130	10000	130
2.7	急流槽及消力池	m	630	12000	756
二	航站区				3231.6
1	表土剥离 (耕地和园地部分)	万 m ³	0.55	120000	6.6
2	PP 雨水收集池	个	1	1300000	1300
3	雨水管网	m	2840		1925
3.1	雨水管网 DN2200HDPE 缠绕增强	m	120	10000	120
3.2	雨水管网 DN2000HDPE 缠绕增强	m	370	9500	351.5
3.3	雨水管网 DN1900HDPE 缠绕增强	m	220	9000	198
3.4	雨水管网 DN1800HDPE 缠绕增强	m	500	8800	440
3.5	雨水管网 DN1500HDPE 缠绕增强	m	300	6500	195
3.6	雨水管网 DN1400HDPE 缠绕增强	m	480	6000	288
3.7	雨水管网 DN1200HDPE 缠绕增强	m	350	4500	157.5
3.8	雨水管网 DN1000HDPE 缠绕增强	m	500	3500	175
三	边坡防护区				9097.74
1	表土剥离 (耕地和园地部分)	万 m ³	3.13	120000	37.56
2	C30 钢筋混凝土格构护坡	m ²	443244.33	100	4432.44
3	坡面截排水沟	m	17798	450	800.91
4	排水渠	m	9205		3826.83
4.1	1.5m 排水渠	m	1876	3600	675.36
4.2	2.0m 排水渠	m	7329	4300	3151.47
四	净空处理区				3999.65
1	C30 钢筋混凝土格构护坡	m ²	338755.67	100	3387.56
2	坡面截排水沟	m	13602	450	612.09
五	供油工程区				37.96
1	土地整治	hm ²	0.25	1457.68	0.04
2	雨水明沟	m	400	350.00	14
3	盖板沟	m	400	400.00	16
4	焊接钢管 DN600	m	50	1300.00	6.5
5	焊接钢管 DN200	m	50	285.00	1.43
第二部分 植物措施					630
一	航站区				630
1	景观绿化	hm ²	6.3	1000000	630
合计					22219.77

4 水土流失分析与预测

4.1 水土流失现状

本工程涉及枣庄市山亭区、滕州市和薛城区。根据《全国水土保持规划》(2015-2030年),枣庄市山亭区、滕州市和薛城区地处北方土石山区(北方山地丘陵区—泰沂及胶东山地丘陵区—鲁中南低山丘陵土壤保持区)。

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)、《枣庄市水土保持规划》(2016~2030年)以及枣庄市2020年土壤侵蚀图,项目区属于北方土石山区,处于水力侵蚀类型区,侵蚀强度以轻度为主,容许土壤流失量为 $200t/(km^2 \cdot a)$ 。通过调查项目区地形地貌、土壤、植被、地面组成物质等,同时结合项目区土壤侵蚀强度图,确定本工程区原地貌土壤侵蚀模数为 $600 \sim 800t/(km^2 \cdot a)$ 。

4.2 水土流失影响因素分析

工程建设过程中,表土剥离、场地平整、土方临时堆置、建构筑物基础开挖及回填和管沟开挖等施工活动,损坏了原地表土壤结构、植被,从而导致原地表抗侵蚀能力降低,造成新的水土流失。

4.2.1 水土流失成因分析

项目建设过程中,造成水土流失的原因可以分为人为因素和自然因素,本工程建设造成水土流失的主要成因是人为因素。

本工程建设过程中,飞行区跑道、道路建设,航站区建构筑物基础开挖回填,供油工程区的场地平整,净空处理区削坡,边坡防护区的边坡开挖和回填,施工便道和施工生产生活区占压原地表等建设活动,都会改变原有地形地貌、损毁原有植被和土壤结构,同时形成大量新的裸露开挖面,使原地貌抗蚀能力降低。另外,自然因素中降水因子可以形成地表径流,冲刷裸露地表,加剧水土流失。

工程建设过程中,主要水土流失影响因素见表4.2-1。

表 4.2-1 工程建设水土流失主要影响因素分析表

防治分区	水土流失主要影响因素	水土流失类型
飞行区	前期场平工程及跑道、联络道路的路基开挖、回填，破坏原地貌	水力侵蚀
航站区	前期场平工程及建构筑物基础和管沟开挖、回填，破坏原地貌	水力侵蚀
供油工程区	前期场平工程	水力侵蚀
边坡防护区	边坡开挖、回填，破坏原有边坡及地表	水力侵蚀
场外台站区	前期场平工程及路基开挖填筑，破坏原有边坡及地表	水力侵蚀
净空处理区	山体的削坡开挖，破坏原有边坡及地表	水力侵蚀
施工生产生活区	占压和破坏原地表及松散材料的堆存	水力侵蚀
临时堆土区	临时堆土形成松散的堆土边坡，造成水土流失	水力侵蚀
施工道路区	车辆碾压造成地表结构破损、破坏原地貌	水力侵蚀

4.2.2 扰动地表面积

项目建设过程中，对征占地范围内的原地貌、土壤和植被产生很大的改变和破坏，土壤裸露，松散土方遇外力易产生水土流失。经实地调查和分析计算，工程建设不可避免扰动地表的面积为 234.91hm²，其中永久占地 197.05hm²，临时占地 37.86hm²。本工程扰动地表面积详见表 4.2-2。

4.2.3 损毁植被面积

工程建设期间损毁植被面积共计 187.4hm²，其中，损毁园地面积 29.53hm²，损毁林地面积 15.37hm²，损毁草地面积 142.50hm²。本工程损毁植被面积详见表 4.2-3。

4.2.4 弃土（渣）量

本工程土石方挖填总量为 3495.76 万 m³，其中开挖总量 1735.38 万 m³（含表土 14.15 万 m³），填方总量 1760.38 万 m³（含表土 14.15 万 m³），借方 25.0 万 m³，全部从枣庄市岩马水库增容工程外购，无弃方。

表 4.2-2 本工程扰动地表面积表 单位: hm²

序号	行政区划	占地性质			占地类型								
		永久占地	临时占地	小计	耕地	园地	林地	草地	住宅用地	工矿仓储用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地
1	山亭区	188.23	26.77	215.00	22	29.53	8.77	138.60	0.17		0.04	2.60	13.30
2	滕州市	5.16	1.25	6.41	0	0	0	0	0	0	0	0	6.41
3	薛城区	3.66	9.84	13.50	0	0	6.60	3.90	0	0.10	0.01	0	2.89
合计		197.05	37.86	234.91	22	29.53	15.37	142.50	0.17	0.10	0.05	2.60	22.60

表 4.2-3 本工程损毁植被面积表 单位: hm²

序号	行政区划	园地	林地	草地	小计
1	山亭区	29.53	8.77	138.60	176.9
2	滕州市	0	0	0	0
3	薛城区	0	6.60	3.90	10.5
合计		29.53	15.37	142.50	187.4

4.3 土壤流失量预测

4.3.1 预测单元

按照《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018),本次水土流失预测范围为山东枣庄民用机场工程的防治责任范围。水土流失预测单元根据各建设区地形地貌、扰动方式、扰动后地表的物质组成、气象特征等相近的原则,将工程划分为飞行区、航站区、供油工程区、边坡防护区、场外台站区、净空处理区、施工生产生活区、临时堆土区和施工道路区9个预测单元。预测单元划分及预测面积详见表4.3-1。

表 4.3-1 预测单元划分及预测面积表 单位: hm²

预测分区	预测总面积	预测面积		土壤流失类型
		施工期	自然恢复期	
飞行区	102.89	102.89	91.43	地表翻扰型一般扰动地表
航站区	17.45	17.45	6.30	地表翻扰型一般扰动地表
供油工程区	2	2	0.25	地表翻扰型一般扰动地表
边坡防护区	48.76	7.77	6.30	上方无来水工程开挖面
		40.99	33.21	上方无来水工程堆积体
场外台站区	8.35	1.34	0	地表翻扰型一般扰动地表
		7.01	5.96	上方无来水工程堆积体
净空处理区	37.64	37.64	30.58	上方无来水工程开挖面
施工生产生活区	4.1	4.1	0	地表翻扰型一般扰动地表
临时堆土区	13.5	13.5	0	上方无来水工程堆积体
施工道路区	0.22	0.22	0.22	地表翻扰型一般扰动地表
合计	234.91	234.91	174.25	

注:施工生产生活区临时占用飞行区和场外台站区占地,临时堆土区临时占用飞行区用地,施工期预测对飞行区和场外台站区预测面积进行了扣减。场外台站区平台主要建设建构物及硬

化地表，无绿化，自然恢复期预测面积为 0；边坡防护区分为挖方边坡、填方边坡两部分；场外台站区分为平台及填方边坡两部分。

4.3.2 预测时段

依据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），生产建设项目可能产生的水土流失按施工期（包括施工准备期）和自然恢复期进行预测。

施工期预测时间应按连续 12 个月为一年计；不足 12 个月，但达到一个雨（风）季长度的，按一年计；不足一个雨（风）季长度的，按占雨（风）季长度的比例计算。

1、施工期（含施工准备期）

本工程拟于 2022 年 12 月开工建设，计划 2025 年 11 月完工，总工期 36 个月。

飞行区土建施工时段是 2023 年 1 月至 2025 年 6 月，航站区土建施工时段是 2023 年 1 月至 2024 年 9 月，供油工程区土建施工时段是 2023 年 4 月至 2024 年 3 月，边坡防护区施工时段是 2023 年 1 月至 2023 年 12 月，场外台站区施工时段是 2023 年 10 月至 2025 年 3 月，净空处理区施工时段是 2023 年 1 月至 2023 年 9 月，施工生产生活区预测时段是 2022 年 12 月至 2025 年 11 月，临时堆土区预测时段是 2023 年 1 月至 2025 年 6 月，施工道路区预测时段是 2022 年 12 月至 2025 年 11 月。

2、自然恢复期

项目区属于半湿润区，根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），自然恢复期预测时段确定为 3 年。各预测单元水土流失预测时段详见表 4.3-2。

表 4.3-2 水土流失预测时段表

预测单元	扰动时间	预测时间 (a)	
		施工期（含施工准备期）	自然恢复期
飞行区	2023 年 1 月至 2025 年 6 月	3	3
航站区	2023 年 1 月至 2024 年 9 月	2	3
供油工程区	2023 年 4 月至 2024 年 3 月	1	3
边坡防护区	2023 年 1 月至 2023 年 12 月	1	3
场外台站区	2023 年 10 月至 2025 年 3 月	2	3
净空处理区	2023 年 1 月至 2023 年 9 月	1	3
施工生产生活区	2022 年 12 月至 2025 年 11 月	3	3
临时堆土区	2023 年 1 月至 2025 年 6 月	3	3
施工道路区	2022 年 12 月至 2025 年 11 月	3	3

4.3.3 土壤侵蚀模数

1、土壤侵蚀背景值的确定

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)、《枣庄市水土保持规划》(2016~2030年)以及枣庄市2020年土壤侵蚀图,结合对项目区现场调查,项目区属于北方土石山区,土壤侵蚀以水力侵蚀为主,侵蚀强度以轻度为主,综合分析确定项目区土壤侵蚀模数背景值约为600~800t/(km²·a)。

2、扰动后侵蚀模数的确定

本方案预测的主要范围在飞行区、航站区、供油工程区、边坡防护区、场外台站区、净空处理区、施工生产生活区、临时堆土区和施工道路区9个预测单元。扰动后侵蚀模数与降雨、土壤、植被、工程措施及施工工艺等因素有关,根据《生产建设项目土壤流失测算导则》(SL773-2018),本工程扰动后的侵蚀模数值通过数学模型方法来确定。计算过程如下:

(1) 一般扰动地表

1) 地表翻扰型一般扰动地表,计算单元土壤流失量计算公式如下:

$$M_{yd}=R \quad K_{yd}L_yS_yBETA \textcircled{1}$$

式中:

M_{yd} : 地表翻扰型一般扰动地表计算单元土壤流失量, t;

R: 降雨侵蚀力因子, MJ·mm/(hm²·h);

K_{yd} : 地表翻扰后土壤可侵蚀因子, t·hm²·h/(hm²·MJ·mm);

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;

A 计算单元的水平投影面积, hm²。

2) 降雨侵蚀力因子 R 可通过查表获得。

3) 土壤可侵蚀因子 K_{yd} 计算公式

地表翻扰后土壤可侵蚀因子 K_{yd} 计算公式如下:

$$K_{yd} = NK \text{ ②}$$

式中:

N : 地表翻扰后土壤可侵蚀因子增大系数, 无量纲;

K : 土壤可侵蚀因子, $t \cdot \text{hm}^2 \cdot \text{h} / (\text{hm}^2 \cdot \text{MJ} \cdot \text{mm})$ 。

4) 坡长因子 L_y 计算公式

坡长因子 L_y 计算公式如下:

$$L_y = (\lambda/20)^m \text{ ③}$$

$$\lambda = \lambda_x \cos \theta \text{ ④}$$

式中:

λ : 计算单元水平投影坡长度, m , 对一般扰动地表, 水平投影坡长 $\leq 100\text{m}$ 时按实际值计算, 水平投影坡长 $> 100\text{m}$ 按 100m 计算;

θ : 计算单元坡度, ($^\circ$), 取值范围 $0^\circ \sim 90^\circ$ (使用 office、WPS 等软件计算时, 需将角度转化为弧度);

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

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

λ_x : 计算单元斜坡长度, m 。

5) 坡度因子 S_y 计算公式

坡度因子 S_y 的计算公式如下:

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

式中:

e : 自然对数的底, 可取 2.72。

表 4.3-3 地表翻扰型一般扰动地表各预测单元侵蚀模数计算表

序号	名称	代码	计算公式	预测单元					
				飞行区	航站区	供油工程区	场外台站区	施工生产生活区	施工道路区
1	土壤流失量	M	$M=RKLSBETA$	5169	5538	5538	5907	3358	3736
2	降雨侵蚀力因子	R	查表	4502.60	4502.60	4502.60	4502.60	4502.60	4502.60
3	地表翻动后土壤可侵蚀因子	K_{yd}	$K_{yd}=NK$	0.0199	0.0213	0.0213	0.0227	0.0170	0.0213
3.1	增大系数	N		1.40	1.5	1.5	1.6	1.2	1.5
3.2	土壤可侵蚀因子	K		0.0142	0.0142	0.0142	0.0142	0.0142	0.0142
4	坡长因子	L	$L=(\lambda/20)^m$	1.90	1.90	1.90	1.90	1.44	1.00
4.1	水平投影坡长度	λ	$\lambda=\lambda_x \cos \theta$	99.76	99.76	99.76	99.76	49.88	19.92
4.2	计算单元坡度	θ		4	4	4	4	4	5
4.3	坡长指数	m		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
4.4	斜坡长度	λ_x		100	100	100	100	50	20
5	坡度因子	S	$S=-1.5+17/(1+e^{(2.3-6.1\sin\theta)})$	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.98
5.1	自然对数的底	e		2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72
6	植被覆盖因子	B		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
7	工程措施因子	E		1	1	1	1	1	1
8	耕作措施因子	T		1	1	1	1	1	1
9	水平投影面积	A		100	100	100	100	100	100

(2) 工程开挖面

1) 上方无来水工程开挖面, 计算单元土壤流失量计算公式如下:

$$M_{kw} = R \cdot G_{kw} \cdot L_{kw} \cdot S_{kw} \cdot A \quad (1)$$

式中:

M_{kw} : 上方无来水工程开挖面表计算单元土壤流失量, t;

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质因子, t·hm²·h/(hm²·MJ·mm);

L_{kw} : 上方无来水工程开挖面坡长因子, 无量纲;

S_{kw} : 上方无来水工程开挖面坡度因子, 无量纲;

A 计算单元的水平投影面积, hm²。

2) 降雨侵蚀力因子 R 可通过查表获得。

3) 土质因子计算公式

$$G_{kw} = 0.004e^{\frac{4.28SIL(1-CLA)}{\rho}} \quad (2)$$

式中:

ρ : 土体密度, g/cm³;

SIL: 粉粒 (0.002-0.05mm) 含量, 取小数;

CLA: 黏粒 (<0.002mm) 含量, 取小数。

4) 坡长因子 L_{kw} 计算公式

坡长因子 L_{kw} 计算公式如下:

$$L_{kw} = (\lambda/5)^{-0.57} \quad (3)$$

式中:

λ : 计算单元水平投影坡长度, m, 对一般扰动地表, 水平投影坡长 ≤ 100m 时按实际值计算, 水平投影坡长 > 100m 按 100m 计算。

5) 坡度因子 S_{kw} 计算公式

坡度因子 S_{kw} 的计算公式如下：

$$S_{kw} = 0.80 \sin\theta + 0.38 \text{④}$$

式中：

θ ：计算单元坡度，（ $^{\circ}$ ），取值范围 $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ （使用 office、WPS 等软件计算时，需将角度转化为弧度）。

表 4.3-4 工程开挖面各预测单元侵蚀模数计算表

序号	名称	代码	计算公式	预测单元	
				边坡防护区	净空处理区
1	土壤流失量	M	$M=RGLSA$	8471	8100
2	降雨侵蚀力因子	R	查表	4502.60	4502.60
3	土质因子	G	$G=0.004e^{\frac{4.285IL(1-CLA)}{\rho}}$	0.023	0.023
3.1	土体密度	ρ		1.32	1.32
3.2	粉粒 (0.002-0.05mm) 含量	SIL	查表	0.6	0.6
3.3	黏粒 (<0.002mm) 含量	CLA	查表	0.1	0.1
3.4	自然对数的底	e		2.72	2.72
4	坡长因子	L	$L=(\lambda/5)^{-0.57}$	1.00	1.00
4.1	坡长	λ		5	5
5	坡度因子	S	$S=0.80\sin\theta+0.38$	0.82	0.78
5.1	坡度	θ		33	30
6	水平投影面积	A		100	100

(3) 工程堆积体

1) 上方无来水工程堆积体，计算单元土壤流失量计算公式如下：

$$M_{dw} = XR \quad G_{dw} L_{dw} S_{dw} A \text{①}$$

式中：

M_{dw} ：上方无来水工程堆积体计算单元土壤流失量，t；

X：工程堆积体形态因子，无量纲；

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} : 上方无来水工程堆积体坡长因子, 无量纲;

S_{dw} : 上方无来水工程堆积体坡度因子, 无量纲;

A 计算单元的水平投影面积, hm²。

2) 锥形堆积体形态因子取 0.92, 侵蚀面为倾斜平面的堆积体形态因子取 1。

3) 降雨侵蚀力因子 R 可通过查表获得。

4) 土石质因子计算公式

$$G_{dw} = a_1 e^{b_1 \delta} \quad \textcircled{2}$$

式中:

δ : 计算单元侵蚀面土体砾石含量, 重量百分数, 取小数;

a_1 、 b_1 : 上方无来水工程堆积体土石质因子系数, 按表取值。

5) 坡长因子 L_{dw} 计算公式

坡长因子 L_{dw} 计算公式如下:

$$L_{dw} = (\lambda/5)^{f_1} \quad \textcircled{3}$$

式中:

λ : 计算单元水平投影坡长度, m, 对一般扰动地表, 水平投影坡长 ≤ 100 m 时按实际值计算, 水平投影坡长 > 100 m 按 100m 计算;

f_1 : 上方无来水工程堆积体坡长因子系数, 按表取值。

5) 坡度因子 S_{dw} 计算公式

坡度因子 S_{dw} 的计算公式如下:

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

式中:

d_1 : 上方无来水工程堆积体坡度因子系数, 按表取值。

θ : 计算单元坡度, ($^{\circ}$), 取值范围 $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ (使用 office、WPS 等软件计算时, 需将角度转化为弧度)。

表 4.3-5 工程堆积体各预测单元侵蚀模数计算表

序号	名称	代码	计算公式	预测单元		
				边坡防护区	场外台站区	临时堆土区
1	土壤流失量	M	$M=XRGLSA$	15509	15509	13759
2	形态因子	X		1	1	1
3	降雨侵蚀力因子	R	查表	4502.60	4502.60	4502.60
4	土石质因子	G	$G = a_1 e^{b_1 \delta}$	0.032803	0.032803	0.046
	土体砾石含量	δ		0.1	0.1	0
	土石质因子系数	a	查表	0.046	0.046	0.046
	土石质因子系数	b	查表	-3.379	-3.379	-3.379
	自然对数的底	e		2.72	2.72	2.72
5	坡长因子	L	$L = (\lambda/5)^f$	1	1	1
	坡长	λ		5	5	5
	坡长因子系数	f	查表	0.632	0.632	0.632
6	坡度因子	S	$S = (\theta/25)^d$	1.05	1.05	0.66
	坡度	θ		26	26	18
	坡度因子系数	d	查表	1.245	1.245	1.245
7	水平投影面积	A		100	100	100

表 4.3-6 自然恢复期地表翻扰型一般扰动地表各预测单元侵蚀模数计算表

序号	名称	代码	计算公式	预测单元						
				飞行区	航站区	供油工程区	边坡防护区	场外台站区	净空处理区	施工道路区
1	土壤流失量	M	$M=RKLSBETA$	1015	1015	828	1559	1559	1794	685
2	降雨侵蚀力因子	R	查表	4502.60	4502.60	4503.60	4502.60	4502.60	4502.60	4502.60
3	土壤可侵蚀因子	K_{yd}	$K_{yd}=NK$	0.0142	0.0142	0.0142	0.0142	0.0142	0.0142	0.0142
3.1	增大系数	N		1	1	1	1	1	1	1
3.2		K		0.0142	0.0142	0.0142	0.0142	0.0142	0.0142	0.0142
4	坡长因子	L	$L=(\lambda/20)^m$	1.90	1.90	1.55	0.47	0.47	0.47	1.00
4.1	水平投影坡长度	λ	$\lambda=\lambda_x \cos \theta$	99.76	99.76	59.85	4.49	4.49	4.33	19.92
4.2	计算单元坡度	θ		4	4	4	26	26	30	5
4.3	坡长指数	m		0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4
4.4	斜坡长度	λ_x		100	100	60	5	5	5	20
5	坡度因子	S	$S=-1.5+17/(1+e^{(2.3-6.1\sin\theta)})$	0.76	0.76	0.76	8.57	8.57	10.05	0.98
5.1	自然对数的底	e		2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72
6	植被覆盖因子	B		0.11	0.11	0.11	0.06	0.06	0.06	0.11
7	工程措施因子	E		1	1	1	1	1	1	1
8	耕作措施因子	T		1	1	1	1	1	1	1
9	水平投影面积	A		100	100	100	100	100	100	100

各预测分区水土流失预测土壤侵蚀模数见表 4.3-7。

表 4.3-7 预测单元土壤侵蚀模数取值一览表

预测分区	土壤流失类型	土壤侵蚀背景值 (t/(km ² ·a))	扰动后土壤侵蚀模数 (t/(km ² ·a))	自然恢复期土壤侵蚀模数 (t/(km ² ·a))
飞行区	地表翻扰型一般扰动地表	600	5169	1015
航站区	地表翻扰型一般扰动地表	600	5538	1015
供油工程区	地表翻扰型一般扰动地表	600	5538	828
边坡防护区	上方无来水工程开挖面	600	8471	1559
	上方无来水工程堆积体	600	15509	1559
场外台站区	地表翻扰型一般扰动地表	800	5907	1559
	上方无来水工程堆积体	800	15509	1559
净空处理区	上方无来水工程开挖面	600	8100	1794
施工生产生活区	地表翻扰型一般扰动地表	600	3358	-
临时堆土区	上方无来水工程堆积体	600	13759	-
施工道路区	地表翻扰型一般扰动地表	600	3736	685

4.3.4 预测结果

一、计算方法

水土流失量预测通过调查分析当地地貌、气候、自然坡度情况，土壤侵蚀模数通过《生产建设项目土壤流失测算导则》(SL773-2018)中数学模型方法来确定，用下列公式计算：

(1) 扰动前原生水土流失量（水土流失背景）的预测公式

$$W_0 = \sum_{i=1}^n (M_0 F_i T_i)$$

式中： W_0 ——水土流失量背景值 (t)；

M_0 ——原地貌侵蚀模数 (t/(km²·a))；

F_i ——第 i 预测单元的面积 (km²)；

T_i ——第 i 预测单元的预测时长 (a)；

i —预测单元编号 ($i=1, 2, 3, \dots, n-1, n$)。

(2) 工程建设扰动地表造成的水土流失量预测公式:

$$W_1 = \sum_{i=1}^n (M_i F_i T_i)$$

式中: W_1 ——建设期扰动地表流失量 (t);

M_i ——扰动后地貌侵蚀模数 (t/(km²·a));

F_i ——第 i 预测单元的面积 (km²);

T_i ——第 i 预测单元的预测时长 (a);

i —预测单元编号 ($i=1, 2, 3, \dots, n-1, n$)。

(3) 新增水土流失量预测公式: $W = W_1 - W_0$

二、预测结果

根据各预测单元在项目施工期(含施工准备期)扰动地貌植被面积、施工扰动前后土壤侵蚀模数、预测时段,在不采取措施的情况下,水土流失预测结果见表 4.3-8。

(1) 项目建设水土流失总量预测

分析计算结果表明,工程建设可能造成水土流失总量为 43165t,原地貌水土流失量为 6219t,新增水土流失总量为 36946t。施工期(含施工准备期)可能造成水土流失总量为 36405t,自然恢复期可能造成水土流失总量为 6760t。

(2) 项目建设新增水土流失预测

扣除原地貌水土流失背景值,项目建设可能产生的新增水土流失总量为 36946t,其中飞行区新增水土流失量为 15241t,航站区新增水土流失量为 1802t,供油工程区新增水土流失量为 100t,边坡防护区新增水土流失量为 7859t,场外台站区新增水土流失量为 2335t,净空处理区新增水土流失量为 3919t,施工生产生活区新增水土流失量为 339t,临时堆土区新增水土流失量为 5329t,施工道路区新增水土流失量为 22t。

表 4.3-8 工程土壤流失量预测表

预测分区	土壤流失类型	土壤侵蚀背景值 (t/(km ² •a))	扰动后土壤侵蚀模数 (t/(km ² •a))	自然恢复期土壤侵蚀模数 (t/(km ² •a))	土壤流失总量						背景值水土流失量 (t)	新增水土流失量 (t)	
					施工期水土流失量 (t)			自然恢复期水土流失量 (t)					小计 (t)
					预测面积 (hm ²)	预测时间 (a)	水土流失量 (t)	预测面积 (hm ²)	预测时间 (a)	水土流失量 (t)			
飞行区	一般扰动地表	600	5169	1015	102.89	3	15955	91.43	3	2784	18739	3498	15241
航站区	一般扰动地表	600	5538	1015	17.45	2	1933	6.3	3	192	2125	323	1802
供油工程区	一般扰动地表	600	5538	828	2.00	1	111	0.25	3	6	117	17	100
边坡防护区	工程开挖面	600	8471	1559	7.77	1	658	6.3	3	295	953	160	793
	工程堆积体	600	15509	1559	40.99	1	6357	33.21	3	1553	7910	844	7066
场外台站区	一般扰动地表	800	5907	1559	1.34	2	158	0	3		158	21	137
	工程堆积体	800	15509	1559	7.01	2	2174	5.96	3	279	2453	255	2198
净空处理区	工程开挖面	600	8100	1794	37.64	1	3049	30.58	3	1646	4695	776	3919
施工生产生活区	一般扰动地表	600	3358	-	4.10	3	413	0	3		413	74	339
临时堆土区	工程堆积体	600	13759	-	13.50	3	5572	0	3		5572	243	5329
施工道路区	一般扰动地表	600	3736	685	0.22	3	25	0.22	3	5	30	8	22
合计	飞行区						15955			2784	18739	3498	15241
	航站区						1933			192	2125	323	1802
	供油工程区						111			6	117	17	100
	边坡防护区						7015			1848	8863	1004	7859
	场外台站区						2332			279	2611	276	2335
	净空处理区						3049			1646	4695	776	3919
	施工生产生活区						413			0	413	74	339
	临时堆土区						5572			0	5572	243	5329
	施工道路区						25			5	30	8	22
	总计							36405			6760	43165	6219

4.4 水土流失危害分析

工程在施工中，地表植被可能遭到不同程度的破坏，导致水土保持功能降低。根据工程现场调查及设计资料情况，现将本工程建设可能造成水土流失危害概括如下：

(1) 对生态环境的影响

该项目的建设使土地格局发生了较大变化，耕地、林地、草地、水域及水利设施用地等转变成建筑物、道路、飞机跑道等硬化地，使自然体系生产能力受到一定程度的影响。净空处理区削坡开挖山体，对植被有一定破坏。项目的建设活动使自然体系生产能力降低，地表的破坏及产生的水土流失将影响周边的生态环境。

(2) 对河流水域的危害

本工程的建设阻断了凤凰西支、凤凰干流、前伏西支流、前伏东支及墓山村支流，填平了凤凰水库，对河势稳定、河道行洪排涝及区域防洪体系均产生了不利影响。同时由于工程的土石方开挖回填，占地扰动，如不采取必要的措施必然使土壤流失对机场周边凤凰西支、凤凰干流、前伏西支流、前伏东支及墓山村支流及其他沟渠造成一定的淤积，增加雨季水体的含沙量，有必要对项目建设区布设水土保持措施，以减少对河流的危害。

(3) 加剧原有的水土流失

工程施工期，场地开挖和填筑、施工机械、运输车辆的碾压，土石料临时堆放扰动原地形地貌，特别是项目区的场地平整、净空区的山坡开挖，使得区内土壤侵蚀模数急剧上升，轻度流失变为强烈甚至剧烈流失，如不进行防护，松散土方受雨水冲刷四处流溢冲淘，造成场地内外原有水土保持设施的损坏，使其截留降水、涵蓄水分、滞缓径流、固土拦泥的作用降低，使其原有的水土保持功能降低或丧失。

(4) 对工程本身的影响

本工程建设内包含多种类型的建筑内容，且施工期不可避免跨雨季。施工期内如遇暴雨，裸露地表及坡面在降雨因子的作用下，极易发生水土流失；同时本工程的建

设阻断了凤凰西支、凤凰干流、前伏西支、前伏东支及墓山村支流；如采取措施不到位，可能造成排水不畅等，将直接影响工程安全，并影响工程工期。

(5) 对生态红线的影响

本工程场外台站区涉及山东省省级生态保护红线 SD-04-B1-06 薛河水源涵养、生物多样性维护生态保护红线区。如果工程建设过程中，不采取相关措施进行防护，因工程产生的水土流失会对生态保护区产生一定不利影响。

综上，在工程施工过程中如果不进行防护，工程建设将对周边环境带来一些不利影响。但是由于工程的水土流失主要发生在防治责任范围内，因此，只要按照主体工程施工设计的施工时序组织，以及本报告中的水土保持设计进行施工，加强施工期的水土保持管理工作，工程建设造成的水土流失危害可以得到减轻或避免。

4.5 指导性意见

(1) 水土流失防治的重点时段与区域

工程施工期（含施工准备期）由于进行场地平整、基础开挖回填、山体削坡等工程建设活动，破坏了原地表，使地表抗蚀能力降低，极易造成水土流失。自然恢复期由于工程已建设完成，项目区内已全部被建构物、硬化道路、绿化等覆盖，地表抗蚀能力增强，水土流失强度降低；结合水土流失预测结果，施工期（含施工准备期）水土流失量占整个项目水土流失量总量的 84%，自然恢复期水土流失量占整个项目水土流失量总量的 16%，故工程施工期（含施工准备期）是水土流失防治的重点时段，应重点防治；飞行区的新增水土流失量占新增水土流失总量的 41.3%，边坡防护区的新增水土流失量占新增水土流失总量的 21.3%，净空处理区的新增水土流失量占新增水土流失总量的 10.6%，临时堆土区的新增水土流失量占新增水土流失总量的 14.4%，航站区的新增水土流失量占新增水土流失总量的 4.9%，场外台站区的新增水土流失量占新增水土流失总量的 6.3%，施工生产生活区的新增水土流失量占新增水土流失总量的 0.9%，供油工程区的新增水土流失量占新增水土流失总量的 0.3%，施工道路

区的新增水土流失量占新增水土流失总量的 0.06%，故飞行区、边坡防护区、净空处理区和临时堆土区是水土流失防治的重点区域；因此，在工程建设水土流失防治措施的布局设计中，应加强施工期及飞行区、边坡防护区、净空处理区和临时堆土区水土流失的防治工作。

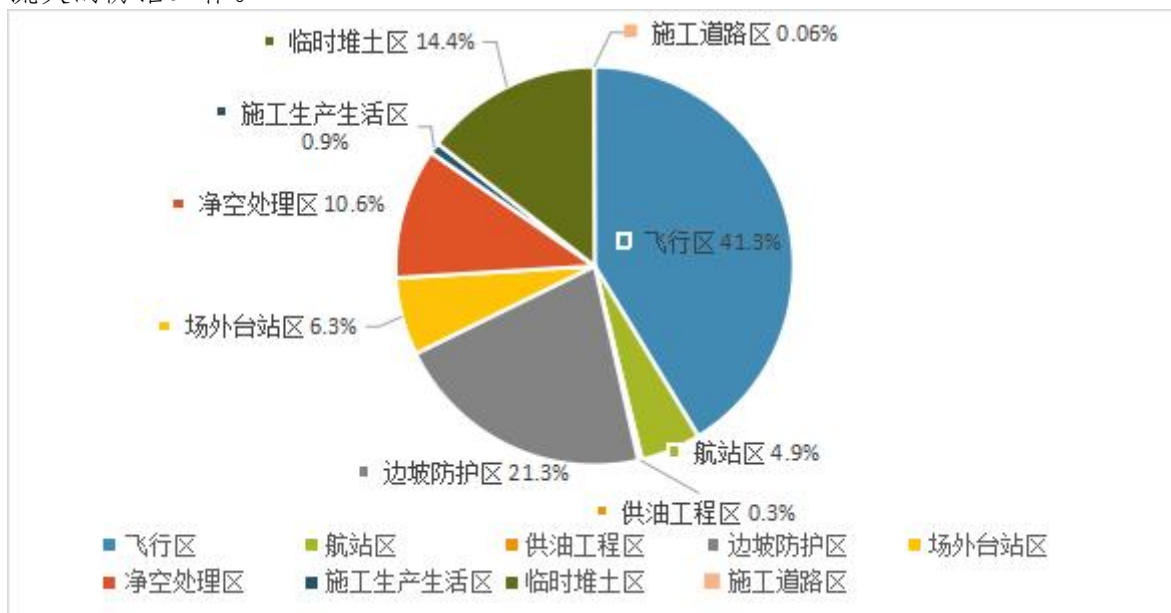


图 4.5-1 新增土壤流失量比例图

(2) 水土流失防治措施

工程建设内容较多，影响土壤侵蚀的因素较多，其中地面坡度、地表物质组成与结构及降雨强度和降雨量是影响水力侵蚀的主要因素。根据以往经验，防治水蚀最有效的手段是以工程措施为基础结合植物措施，并附以必要的临时措施。在具体实施时，应针对工程施工区域、地段，不同的施工工艺、施工特点与施工季节，因地制宜，因害设防，制定行之有效的防治方案，遏制新增水土流失的发生与发展。特别是在工程施工期，应重点加强飞行区、边坡防护区、净空处理区和临时堆土区水土流失的防治工作，同时对于其他水土流失相对不突出的侵蚀区域，也应制定针对性的防治措施，以减少施工过程中的水土流失。

(3) 施工进度安排

根据预测结果，工程施工期（含施工准备期）是新增水土流失最严重的时期，建议在施工中严格按照主体工程施工进度安排。先修筑水土保持工程防护措施或临时防

护措施，再进行施工。对基础开挖施工应尽量避免大雨、大风天气，难以避开时加强此时段的防止水蚀的临时防护措施；在各施工区，水土保持防治措施结合主体工程施工进度安排，及时分期、分批实施。

（4）水土保持监测

根据预测结果，工程施工期（含施工准备期）的新增水土流失较为突出，是水土流失的重点发生时段，飞行区、边坡防护区、净空处理区和临时堆土区是水土流失的重点发生区域。因此，在施工期（含施工准备期）应对飞行区、边坡防护区、净空处理区和临时堆土区土石方开挖、回填区域、堆放等进行重点监测。

5 水土保持措施

5.1 防治区划分

5.1.1 分区原则

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，依据机场工程布局、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保持防治区。

- ①各分区之间具有显著差异性；
- ②相同分区内造成水土流失的主要因子相近或相似；
- ③一级分区具有控制性、整体性、全局性；
- ④各级分区应层次分明，具有关联性和系统性。

5.1.2 防治分区划分结果

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），结合项目建设特点和工程布局，将本工程划分为飞行区、航站区、供油工程区、边坡防护区、净空处理区、场外台站区、施工生产生活区、临时堆土区和施工道路区九个防治分区。防治分区结果见表 5.1-1。

表 5.1-1 防治分区划分

防治分区	面积 (hm ²)	占地性质	水土流失因素
飞行区	120.39	永久占地	土石方开挖、场地平整、土石方回填、道路修筑等
航站区	17.45	永久占地	土石方开挖、场地平整、土石方回填、建筑物基坑开挖、管线及道路修筑等
供油工程区	2.0	永久占地	土石方开挖、场地平整等
边坡防护区	48.76	永久占地	土石方开挖、边坡开挖与修筑等
净空处理区	37.64	临时占地	土石方开挖等
场外台站区	8.45	永久占地	土石方开挖、场地平整、道路修筑等
施工生产生活区	(4.10)	临时占地	材料堆放等
临时堆土区	(13.50)	临时占地	表土、其他土石方堆放，表面裸露、松散等
施工道路区	0.22	临时占地	道路修整等

注：施工生产生活区和临时堆土区采用永临结合方式，布设在征地红线范围内，施工结束后拆除。

5.2 措施总体布局

5.2.1 总体布局

针对该工程施工建设活动引发水土流失的特点和造成危害的程度,采取有效的水土流失防治措施,把水土保持工程措施与植物措施、永久措施与临时措施有机结合起来,并把主体工程中具有水土保持功能的工程纳入水土流失防治措施体系中,合理确定水土保持措施的总体布局,以形成完整、科学的水土保持措施防治体系。

(1) 飞行区

工程措施: 主体设计对飞行区占用耕地和园地的部分进行表土剥离,方案补充设计将飞行区占用林地范围内的表土在施工前进行剥离;方案设计施工结束后,对飞行区土面区和场外灯光带维修路边坡进行翻松、平整,回覆表土进行土地整治;为了保证机场新建跑道、联络道、站坪的雨水能够及时、顺畅、有组织的排出场外,主体设计在飞行区内设置排水沟,在雨水出水口处的填方边坡上设置急流槽,末端设置消力池;方案新增灯光带维修路边坡 C30 钢筋混凝土格构护坡及坡脚排水沟等。

植物措施: 方案新增对飞行区土面区和场外灯光带维修路边坡撒播草籽进行绿化。

临时措施: 方案新增施工期对本区施工裸地采用防尘网进行全面苫盖;在飞行区和场外灯光带维修路平整区域内,结合规划永久排水沟,布设施工期临时排水沟;临时排水沟出口布设临时沉沙池。

(2) 航站区

工程措施: 主体设计对航站区占用耕地和园地的部分进行表土剥离;方案设计施工结束后,对航站区绿化区回覆表土进行土地整治,以备后期绿化;主体设计在航站区埋设雨水管网,以排除本区雨水;主体设计在社会停车场北侧的绿化带中布设 1 套 PP 雨水收集池;方案新增对本区人行道铺设透水砖。

植物措施: 主体设计土地整治结束后对本区栽植乔灌草行绿化;

临时措施: 方案新增施工期对本区施工裸地采用防尘网进行全面苫盖;在航站区

平整边界，布设施工期临时排水沟；临时排水沟出口布设临时沉沙池。

(3) 供油工程区

工程措施：主体设计在本区内布设雨水明沟、盖板沟及雨水暗管等；方案补充设计施工结束后本区绿化区域的土地整治；

植物措施：方案设计施工结束后对本区道路两侧铺设草皮进行绿化；

临时措施：方案新增本区施工期间施工裸地临时苫盖；采用“永临结合”方式，布设本区施工期间排水系统，末端布设沉沙池后接入航站区施工区临时排水系统中。

(4) 边坡防护区

工程措施：主体设计对本区占用耕地和园地的部分进行表土剥离，方案补充设计将本区占用林地范围内的表土在施工前进行剥离；方案设计施工结束后，对边坡进行平整，清理多余的碎石、杂物等，回覆表土进行土地整治，以备后期绿化；主体设计对挖、填方边坡布设 C30 钢筋混凝土格构护坡，同时设置坡顶截水沟、马道排水沟和坡脚排水渠、坡面竖向排水沟等；方案设计在格构护坡内部码放植生袋，内部填充绿化土、种子等；方案新增在坡脚排水渠与场外山洪沟连接处，布设排水顺接工程，主要为消力池及沉沙池，将场外及机场内部来水平稳排至下游山洪沟内。

植物措施：方案设计在植生袋内部装填草籽，外部扦插紫穗槐；对格构护坡外部绿化区域撒播草籽。

临时措施：方案设计施工期间对本区开挖裸露边坡采用防雨彩条布进行覆盖；在本区规划范围内，结合规划永久排水系统，布设施工期临时排水系统，以排除施工期坡面汇水和机场外围汇水；排水系统出口设置临时沉沙池，临时沉沙池结合排水顺接工程采用永临结合的方式布设。

(5) 净空处理区

工程措施：方案设计对本区占用林地范围内的表土在施工前进行剥离；施工结束后，对边坡进行平整，清理多余的碎石、杂物等，回覆表土进行土地整治，以备后期绿化；主体设计对挖方边坡布设 C30 钢筋混凝土格构护坡，同时设置坡顶截水沟、马道排水沟、坡面竖向排水沟等；方案设计在格构护坡内部码放植生袋，内部填充土

壤、种子等。

植物措施：方案设计在植生袋内部装填草籽，对格构护坡外部绿化区域撒播草籽。

临时措施：方案设计施工期间对本区开挖裸露边坡采用防雨彩条布进行覆盖；在本区规划范围内，结合规划永久排水沟，布设施工期临时排水沟，以排除施工期坡面汇水；临时沉沙池结合边坡防护区使用，不再新增。

（6）场外台站区

工程措施：方案新增对本区占用林地的部分在施工前进行表土剥离；方案设计施工结束后对挖填方边坡（含 C30 钢筋混凝土格构护坡内）回填土壤、增施有机肥、翻松、平整，回覆表土进行土地整治，以备后期绿化；方案新增在台站平台四周布设排水沟，预留出水口接入坡面竖向排水沟内，坡面设置马道排水沟，最终汇入平台坡脚排水沟；在道路路基边坡布设坡脚排水沟，与平台周边坡脚排水沟相接；路基挖方段边坡布设截水沟，通过坡面竖向排水沟接入坡脚排水沟；对平台边坡和路基边坡均采用 C30 钢筋混凝土格构护坡进行防护。

植物措施：方案设计对本区挖填方边坡（含 C30 钢筋混凝土格构护坡内）撒播草籽进行绿化，在进台路两侧栽植灌木进行绿化。

临时措施：方案新增施工期对本区施工裸地采用防尘网进行全面苫盖；在台站平台和进台路平整区域内，结合规划永久排水沟，布设施工期临时排水沟；临时排水沟出口布设临时沉沙池。

（7）施工生产生活区

临时措施：方案新增施工期对本区施工裸地、临时堆料等采用防尘网进行全面苫盖；在本区边界，布设施工期临时排水沟；临时排水沟出口布设临时沉沙池。

（8）临时堆土区

临时措施：方案新增施工期在本区临时堆放的表土和其他土方周边采用装土编织袋进行拦挡，表面采用防雨彩条布进行全面苫盖；在堆土区周边布设临时排水沟，临时排水沟出口布设临时沉沙池。

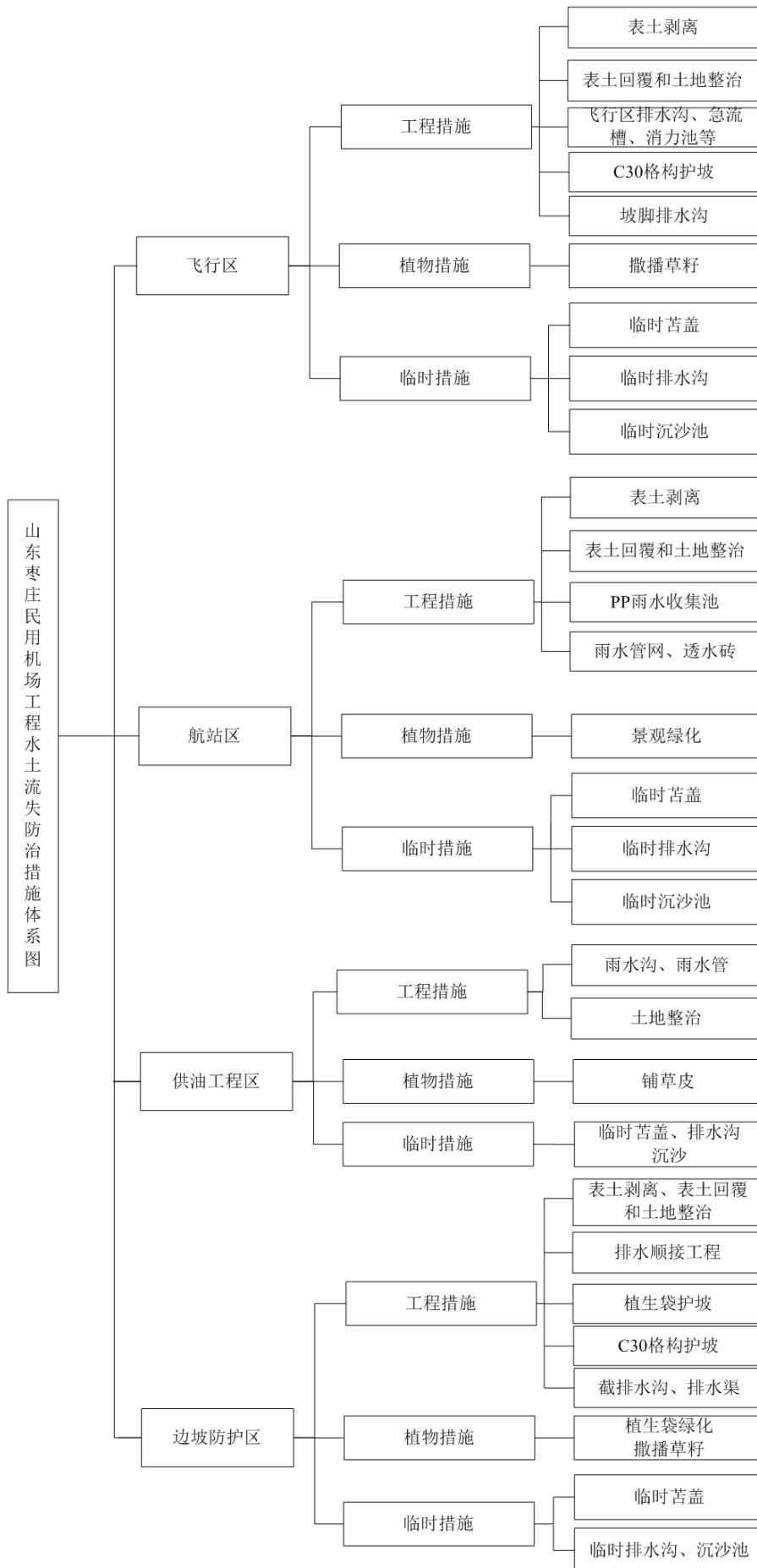
（9）施工道路区

工程措施：方案新增施工结束后清理碎石进行土地整治。

植物措施：方案新增土地整治后对本区撒播草籽进行绿化。

临时措施：方案新增施工前对路面铺设碎石；施工过程中在施工道路一侧临时排水沟。

工程水土保持措施体系框图见图 5.2-1。



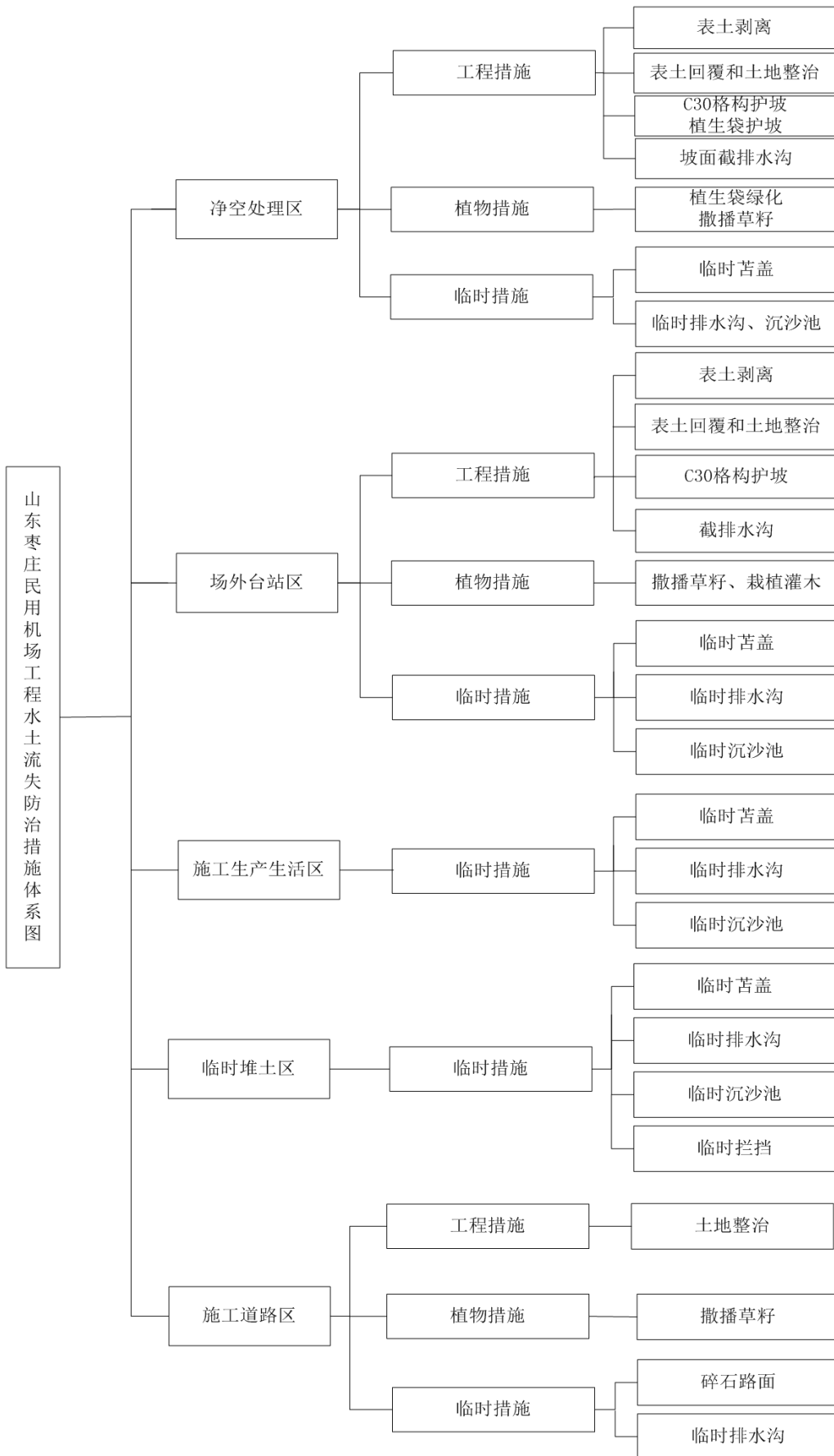


图 5.2-1 工程水土保持措施体系框图

5.2.2 工程级别及设计标准

5.2.2.1 工程措施设计标准

1) 表土剥离: 应根据施工扰动范围内的土层结构、土地利用现状和施工方法, 确定剥离范围和厚度。根据项目区土壤剖面调查结果(图 2.4-1), 项目区耕地(旱地)表土厚度约为 15~24cm; 果园平均表土厚度为 26cm, 其他园地平均表土厚度为 22cm; 乔木林地平均表土厚度为 17cm, 其他林地平均表土厚度为 12cm; 草地地表现状为碎石, 土壤瘠薄, 无剥离价值。

2) 土地整治: 根据《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014), 生产建设项目土地整治应根据土源、恢复地自然条件、利用方向等因素分析确定覆土的必要性及覆土厚度。航站区覆土厚度根据 GB51018-2014 中北方土石山区林地覆土厚度应 $\geq 40\text{cm}$ 的要求, 按照平均覆土 50cm 设计; 其他防治区根据 GB51018-2014 中北方土石山区草地(不含草坪)覆土厚度应 $\geq 30\text{cm}$ 的要求, 其中净空处理区和边坡防护区覆土厚度按 35cm 设计, 供油工程区和场外台站区按 30cm 设计, 飞行区覆土厚度按 40cm 设计。

3) 截排水工程: 根据主体设计, 飞行区、航站区和供油工程区排水设计采用 5 年设计暴雨重现期, 符合《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014)中 1 级排水标准“5 年一遇~10 年一遇短历时暴雨”的要求; 边坡防护区坡脚排水渠采用 10 年一遇 24 小时降水量设计; 边坡防护区和净空处理区坡面截排水沟、场外台站区和灯光带维修路排水沟采用 5 年一遇 60min 降雨量, 超高 0.3m。根据《山东省水文图集》, 项目区 5 年一遇多年平均 60min 降水量为 50mm, $C_v=0.50$, $C_s=3.5C_v$, 5 年一遇 60min 设计降水量为 66.3mm; 项目区 10 年一遇多年平均 24 降水量为 115mm, $C_v=0.61$, $C_s=3.5C_v$, 10 年一遇 24h 设计降水量为 204.70mm。

5.2.2.2 植物措施设计标准

(1) 设计标准

根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），本工程航站区植被恢复和建设工程执行 1 级标准；飞行区、供油工程区、净空处理区、边坡防护区、场外台站区等植被恢复和建设工程执行 2 级标准；由于场外台站区涉及山东省省级生态保护红线 SD-04-B1-06 薛河水源涵养、生物多样性维护生态保护红线区，因此方案确定场外台站区植被恢复和建设工程提高 1 级，执行 1 级标准。

（2）立地条件分析

项目区属于暖温带半湿润大陆性季风气候，年平均气温 14.6℃，年平均降水量为 825.5mm；土壤类型以褐土为主。

（3）树草种选择的原则

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

①飞行区绿化需充分考虑飞机的起降和视线，选择不易招致虫鸟的草坪草；其他区域绿化应选择具有防风、降噪、滞尘、杀菌和不易招致鸟类的植物。

②为提高植被成活率，首选乡土树种、草种或者在当地绿化中已推广使用的树种、草种，选用品种应具有固土功能较强、根系发达、草层紧密、耐践踏、扩展能力强、对土壤气候条件适应性较强、病虫害危害较轻、栽后容易管理等优点。

③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，可根据立地条件引进一些在全国较为普及的园林绿化树种，实现树种的多样化；

④选择树形美观、卫生的树种，同时注意层次上的协调搭配。根据机场净空要求和防治鸟害的特殊要求，草树种选择以草本和低矮灌木为主，辅以乔木进行点缀，形成复层绿化；从速生和慢长的比例来说，着眼于慢生树，积极采用速生树种合理配置，争取早日取得绿化效果，又能得到稳定的绿化作用。

(4) 推荐树草种

根据以上原则,通过分析项目区立地条件,根据树草种的生物学和生态学特性,选择树草种为紫穗槐、樱花、丁香、海棠、大叶黄杨、小叶女贞等,禾本科草本可根据《机场飞行区草地建植技术要求》(MH/T5102-2004)选择,以充分发挥生态潜力,达到改善生态环境的要求;净空处理区、边坡防护区等以岩质边坡为主,推荐选用攀援性草种,如爬山虎、五叶地锦等。

5.2.2.3 临时措施设计标准

(1) 施工建设中,临时堆土(石),必须设置专门堆放地,集中堆放,并应采取拦挡、覆盖、排水和沉沙等措施。

(2) 对施工开挖、剥离的地表熟土,应安排场地集中堆放,用于工程施工结束绿化区的覆土利用。

(3) 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。

(4) 施工生产生活区应统一规划,并采取临时性的防护措施,如设临时拦挡、苫盖、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 飞行区

(1) 工程措施

①表土剥离

主体设计施工前对本区占用耕地和园地的部分进行表土剥离,剥离后堆放于表土堆放场,剥离面积 35.90hm²,剥离量为 8.11 万 m³。

方案补充设计将本区占用林地范围内的表土在施工前进行剥离,剥离面积 5.26hm²,剥离量为 0.79 万 m³。

②表土回覆和土地整治

方案设计施工结束后，对飞行区土面区和场外灯光带维修路边坡回覆表土，增施有机肥、翻松、平整，进行土地整治，整治面积约 91.43hm²，表土回覆量为 8.90 万 m³。

③飞行区排水沟、急流槽及消力池

为了保障机场新建跑道、联络道、站坪的雨水能够及时、顺畅、有组织的排出场外，主体设计在飞行区布设排水沟、急流槽及消力池。

其中，跑道两侧排水沟布置于跑道中线以外 107m 处，主要采用钢筋混凝土 U 形明沟，位于下滑台和航向台保护区之内的采用一般汽车荷载盖板明沟，穿越联络道处设置飞机荷载暗沟。

本期跑道与站坪之间距离较远，紧邻站坪南侧的土面区中需建设一条排水沟，沿联络道纵向也需建设排水沟，其结构形式采用钢筋混凝土 U 形明沟，通过消防车道部位设置消防车荷载盖板明沟。

出水口处穿越巡场路设置一般汽车荷载暗沟；机坪与除冰/隔离机位之间设置东西向飞机荷载钢筋混凝土盖板明沟。

雨水出水口处的填方边坡上设置急流槽，末端设置消力池，以达到边坡汇水消能和与场外山洪沟消力衔接需求。消力池与边坡坡脚排水渠相连，最终排入对应的场外山洪沟内。

飞行区排水明沟的基本尺寸为 B=1.0m、B=1.4m 和 B=1.8m 等，排水暗沟的基本尺寸为 B×H=1.0m×1.0m，B×H=1.4m×1.5m 和 B×H=1.8m×1.4m 等。

排水沟、急流槽和消力池等总长 9640m，其中 U 形明沟长 7150m，一般汽车荷载盖板明沟长 1240m，一般汽车荷载暗沟长 150m，消防车荷载盖板明沟长 260m，飞机荷载盖板明沟长 80m，飞机荷载暗沟长 130m，急流槽及消力池长 630m。

消力池尺寸为 II 型消力池，池深 0.5m，总长 8.0m，宽 6.0m，其中进口长 1.0m，斜坡段长 2.0m，底坡 1:4，水平段长 5.0m，底板厚 0.5m，下别铺设碎石垫层厚 150mm、10KN/m 土工布一层、中粗砂垫层 150mm。

④灯光带维修路护坡

方案设计对灯光带维修路边坡高度 $H \leq 4\text{m}$ 的边坡，采用植草防护，对 $H > 4\text{m}$ 的采用 C30 钢筋混凝土格构护坡+植草的方式进行防护，其中格构护坡面积 0.55hm^2 ，规格尺寸可参照主体设计的边坡防护区和净空处理区 C30 钢筋混凝土格构护坡。

⑤灯光带维修路排水沟

方案新增对灯光带维修路挖、填方边坡坡脚布设排水沟。设计洪峰流量根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），采用以下公式：

$$Q_m = 16.67\phi qF \quad (5.3-1)$$

其中： q —设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度（mm/min），项目区 5 年一遇 60min 设计降水量为 66.3mm；

ϕ —径流系数，沥青混凝土路面取 0.95，草地取 0.50。

表 5.3-1 设计洪峰流量计算表

计算分区	ϕ	q (mm/min)	F (km ²)	Q_m (m ³ /s)
沥青混凝土路面	0.95	1.105	0.006	0.10
植草边坡	0.5	1.105	0.0138	0.13
合计				0.23

根据计算出的设计洪峰流量，按明渠均匀流公式计算排水沟的断面尺寸：

$$A = \frac{Q}{C\sqrt{Ri}} \quad (5.3-2)$$

式中： A —排水沟过水断面面积；

C —谢才系数；

R —水力半径；

Q —设计洪峰流量，m³/s；

i —排水沟沟底比降。

计算结果如下：

表 5.3-2 设计排水沟断面设计参数表

底宽 (m)	过水深度 (m)	边坡系数 (m)	过水断面面积 (m ²)	糙率(n)	沟底比降 (i)	湿周 (X)	过水能力 (Q)	安全加高 (m)
0.50	0.20	1.00	0.14	0.025	0.02	1.07	0.23	0.30

经计算，设计排水沟过流能力可以满足设计洪峰流量排泄的要求。因此，推荐排水沟采用梯形断面，底宽 0.5m，过水深度 0.20m，考虑 0.30m 安全超高，深度取 0.50m，边坡系数为 1.0，采用 M7.5 浆砌块石砌筑，厚 30cm，M10 水泥砂浆勾缝，排水沟总长约 2000m，土方开挖量为 2477.6m³，M7.5 浆砌块石 1477.6m³。

(2) 植物措施

①土面区绿化

机场运营期间，容易受到周边鸟类袭扰，可能对飞机飞行安全造成潜在的威胁。飞行区绿化时，不采用乔木和灌木绿化，而是尽量选择低矮和结籽量相对较少的草种，可降低鸟类的隐蔽条件，同时减少鸟类可采食的草籽，减少鸟类聚集，提高飞行安全性。

根据《机场飞行区草地建植技术要求》(MH/T5102-2004)，飞行区无铺筑的地面应按民用机场飞行区管理基本要求建植牢固的草被覆盖层，宜采用适宜机场所在地环境条件、抗逆性强及耐碾压、易于粗放管护的草种；草地应能承受经常碾压并保持草地平整，升降带内草地盖度≥80%，高度≤30cm，升降带外草地盖度≥70%，高度≤30cm，站坪草地盖度≥85%，高度≤20cm；选择植株自然生长高度不利于鸟类栖息、活动或觅食的草种或组合草种。升降带内草地纵坡坡度应不低于 1.5%，横坡坡度应不低于 2.5%。升降带外草地应平整，平视无明显高低起伏。

本工程飞行区土面区绿化面积 89.22hm²。根据主体工程安全要求及当地气候特点，飞行区绿化在考虑水土保持及美化同时，还考虑机场净空和防治鸟害的要求，方案推荐选用矮小的草种，如野牛草，播种量 20g/m²。

②灯光带维修路边坡绿化

方案设计对灯光带维修路边坡高度 $H \leq 4\text{m}$ 的边坡，采用植草防护，对 $H > 4\text{m}$ 的采用 C30 钢筋混凝土格构护坡+植草的方式进行防护，草种方案推荐选用无芒雀麦和中华结缕草混合草籽，混合比例 2:1，其中无芒雀麦播种量 $30\text{g}/\text{m}^2$ ，中华结缕草播种量 $15\text{g}/\text{m}^2$ ，撒播总面积 2.21hm^2 。

(3) 临时措施

①临时苫盖

方案设计施工期对本区施工裸地采用防尘网进行全面苫盖，约需密目网 1200000m^2 。

②临时排水沟

为避免施工期泥沙随雨水流出场外，造成水土流失，拟沿机场平整边界和灯光带维修路一侧布设临时排水沟。临时排水沟位置可结合主体设计的永久排水沟规划布设，排水沟内壁应夯实，后期改为永久排水沟。该部分工程量计入永久排水沟内，此处不再重复计列。

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，临时排水沟出口处布设简易沉沙池。临时沉沙池采用砖砌结构，池壁和池底厚 24cm ，尺寸为长 $3\text{m} \times$ 宽 $1.5\text{m} \times$ 深 1.0m ，进水口和出水口尺寸与临时排水沟断面尺寸相同，池壁和池底采用 M10 水泥砂浆抹面。沉沙池开挖土方就近堆放在池边，并拍实；施工过程中，及时清淤沉淀的泥沙；施工结束后回填沉沙池。本区共布设临时沉沙池 7 座，其中 6 处位于飞行区六处排水出口处，灯光带维修路排水沟出口处布设 1 座。

表 5.3-3 飞行区水土保持措施统计表

序号	措施名称	单位	数量	备注
第一部分 工程措施				
1	表土剥离（耕地和园地部分）	万 m^3	8.11	主体设计
2	表土剥离（林地部分）	万 m^3	0.79	方案新增
3	土地整治	hm^2	91.43	方案新增

序号	措施名称	单位	数量	备注
4	飞行区排水沟	m	9640	主体设计
4.1	U形明沟	m	7150	主体设计
4.2	一般汽车荷载盖板明沟	m	1240	主体设计
4.3	一般汽车荷载暗沟	m	150	主体设计
4.4	消防车荷载盖板明沟	m	260	主体设计
4.5	飞机荷载盖板明沟	m	80	主体设计
4.6	飞机荷载暗沟	m	130	主体设计
4.7	急流槽及消力池	m	630	主体设计
5	灯光带维修路 C30 钢筋混凝土护坡	hm ²	0.55	方案新增
6	灯光带维修路排水沟	m	2000	方案新增
6.1	土方开挖	m ³	2477.6	方案新增
6.2	M7.5 浆砌块石	m ³	1477.6	方案新增
7	表土回覆	万 m ³	8.90	方案新增
第二部分 植物措施				
1	撒播草籽 (土面区)	hm ²	89.22	方案新增
1.1	野牛草种子	kg	18200.88	方案新增
1.2	撒播野牛草	hm ²	89.22	方案新增
2	撒播草籽 (灯光带维修路)	hm ²	2.21	方案新增
2.1	无芒雀麦种子	kg	449.82	方案新增
2.2	撒播无芒雀麦	hm ²	1.47	方案新增
2.3	中华结缕草种子	kg	113.22	方案新增
2.4	撒播中华结缕草	hm ²	0.74	方案新增
第三部分 临时措施				
1	密目网苫盖	m ²	1200000	方案新增
2	沉沙池	座	7	方案新增

5.3.2 航站区

(1) 工程措施

①表土剥离

主体设计施工前对本区占用耕地和园地的部分进行表土剥离，剥离后堆放于表土堆放场，剥离面积 2.33hm²，剥离表土量为 0.55 万 m³。

②表土回覆和土地整治

方案设计施工结束后对航站区绿化区域回覆表土，整平、翻松后以备绿化，整治面积约 6.30hm²，表土回覆 0.55 万 m³。

③雨水管网

主体设计沿道路红线范围布置雨水管线，沿路布置雨水口，收集道路雨水。航

站区降雨重现期标准为 5 年，雨水由航站区雨水管网收集后由雨水出口排至机场边坡坡脚排水渠，最终排入场外山洪沟—前伏西支。雨水检查井采用塑料排水检查井，新敷雨水管选用埋地排水用高密度聚乙烯（HDPE）缠绕增强管（B 型管）和焊接钢管，同时预留远期接口，管径为 DN200~DN2200，总长 2840m，其中 DN2200 雨水管长 120m，DN2000 雨水管长 370m，DN1900 雨水管长 220m，DN1800 雨水管长 500m，DN1500 雨水管长 300m，DN1400 雨水管长 480m，DN1200 雨水管长 350m，DN1000 雨水管长 500m，管道埋深 1.2~1.5m。

④PP 雨水收集池

主体设计在社会停车场北侧的绿化带中布设 1 套 PP 雨水收集池，容积不小于 6000m³，拟采用装配式 pp 雨水模块。航站区雨水经雨水管道收集后，经分流井、截污挂篮、弃流过滤装置，进入雨水收集池。PP 雨水收集池是目前流行的水池建造方式，具有运输方便、组装便利、储水率高的特点，而且施工快捷，可以大大提高工作效率。方案建议该雨水收集池在后续设计中委托专业厂家来定制，尽量使用可清洗型蓄水模块，以解决模块吸附垃圾及底部沉淀物排放问题，保证渗水池的有效渗水性和避免土工布孔隙堵塞；同时应设置多处溢流管道，在雨量特别大的暴雨情况下，瞬间来水量大，蓄满后可溢流至下游的市政雨水管道；考虑安装自动控制装置，配置雨水系统控制器，配显示屏，可以做到对各蓄水渗水、液位的监控，水泵的工作，净化设备的控制，同时监控供水、排水、补水等情况。

⑤透水铺装

方案设计对航站区人行道铺设彩色透水砖，面积共 0.93hm²。透水铺装地面结构由面层、找平层、基层和过滤层组成。其中面层厚 60mm，铺筑透水砖；找平层厚 50mm，为石灰岩砂浆；基层选择强度高，透水性好级配碎石，厚 80mm；过滤层采用透水性能较好的粗砂，厚度为 250mm，透水砖尺寸（240×240×60）。

（2）植物措施

根据可行性研究报告，航站区需景观绿化面积 6.30hm²，采用标准园林景观绿化效果布设，且主体设计已计列投资。航站区绿化按各功能分区进行绿化的有：航站楼、机场综合楼、航管楼周边景观绿化、停车场绿化、主次道路绿化带、动力区绿化等。其中航站楼、综合楼周边及道路两侧规划的绿化用地，是整个机场景观绿化的重点。

航站楼、综合楼周边采取乔灌草立体配置，乔木以中小乔木为主，如樱花，灌木选择丁香、海棠、连翘等树种，靠近路边栽植大叶黄杨绿化带，打造多彩景观效果，林下铺植无芒雀麦草皮进行绿化，苗木推荐选用带土球苗木；停车场周边绿化带选择低矮灌木，如小叶女贞形成绿篱，下方铺设耐践踏的禾本科植物草皮，如狗牙根进行绿化；道路两侧采取能防尘降噪又不威胁行车安全的乔灌混交配置，乔木可以选择樱花作为行道树，灌木选择大叶黄杨作为绿篱；动力区等绿化主要以草坪为地被，可选择无芒雀麦，点缀乔、灌木等，如连翘、丁香等进行绿化美化。

表 5.3-4 航站区绿化措施布设技术指标表

绿化区域	绿化树种	配置方式	苗木规格	苗木种类
航站楼、综合楼周边	樱花	草坪内单植或双植乔木、丛植或散植灌木点缀。	胸径 8cm	带土球实生苗
	丁香		丛高 1.5m	带土球实生苗
	海棠		丛高 1.5m	带土球实生苗
	连翘		丛高 1.5m	带土球实生苗
	大叶黄杨		丛高 1.5m	带土球实生苗
	无芒雀麦		草皮	-
停车场	小叶女贞	周边配置绿篱，下方撒播草籽。	丛高 1.5m	带土球实生苗
	紫羊茅		草皮	-
	狗牙根		草皮	-
道路两侧	樱花	大叶黄杨作为绿篱，内部每隔 3m 种植樱花	胸径 8cm	带土球实生苗
	大叶黄杨		丛高 1.5m	带土球实生苗
动力区等	无芒雀麦	草坪内孤植、丛植点缀灌木	草皮	-
	连翘		丛高 1.5m	带土球实生苗
	丁香		丛高 1.5m	带土球实生苗

(3) 临时措施

①临时苫盖

方案设计施工期对本区施工裸地采用防尘网进行全面苫盖，约需密目网 174500m²。

②临时排水沟

方案设计在航站区平整边界布设临时排水沟。临时排水沟可沿航站区规划主、次道路一侧布设，采用土质结构，底宽 0.3m，深 0.3m，边坡系数 0.5，长约 2600m，土方开挖 351m³，排水沟底部应夯实，开挖土方就近堆放在一侧，施工完毕后回填。

③临时沉沙池

根据航站区地形特点及临时排水沟出水口位置，在社会停车场东北角布设 1 处临时沉沙池，位于航站区雨水出口处。沉沙池结构尺寸与飞行区相同。

表 5.3-5 航站区水土保持措施统计表

序号	措施名称	单位	数量	备注
第一部分 工程措施				
1	表土剥离（耕地和园地部分）	万 m ³	0.55	主体设计
2	土地整治	hm ²	6.30	方案新增
3	表土回覆	万 m ³	0.55	方案新增
4	雨水管网	m	2840	主体设计
4.1	雨水管网 DN2200HDPE 缠绕增强	m	120	主体设计
4.2	雨水管网 DN2000HDPE 缠绕增强	m	370	主体设计
4.3	雨水管网 DN1900HDPE 缠绕增强	m	220	主体设计
4.4	雨水管网 DN1800HDPE 缠绕增强	m	500	主体设计
4.5	雨水管网 DN1500HDPE 缠绕增强	m	300	主体设计
4.6	雨水管网 DN1400HDPE 缠绕增强	m	480	主体设计
4.7	雨水管网 DN1200HDPE 缠绕增强	m	350	主体设计
4.8	雨水管网 DN1000HDPE 缠绕增强	m	500	主体设计
5	透水铺装	hm ²	0.93	方案新增
6	PP 雨水收集池	个	1	主体设计
第二部分 植物措施				
1	景观绿化	hm ²	6.30	主体设计
第三部分 临时措施				
1	密目网苫盖	m ²	174500	方案新增
2	临时排水沟	m	2600	方案新增
2.1	土方开挖	m ³	351	方案新增
3	沉沙池	座	1	方案新增

5.3.3 供油工程区

①雨水明沟、盖板沟和雨水暗管

主体设计在油罐区周边布设雨水明沟，地面雨水散排至油罐区内明沟，经收集后排出油罐区，共布设雨水明沟 400m，为混凝土矩形结构，底宽 0.4m，深 0.4m。

库区其他区域雨水可利用明沟收集后排至机场雨水管网，排出库区时采用暗管连接，其他区域共设置盖板沟 400m，为混凝土矩形结构，底宽 0.4m，深 0.4m；暗管为焊接钢管，管径 DN600 长 50m，DN200 长 50m。

②土地整治

方案设计施工结束后对本区道路两侧绿化区域，整平、翻松进行土地整治，面积 2500m²。

(2) 植物措施

方案设计土地整治结束后，对道路两侧绿化区域铺设草皮进行绿化，面积 2500m²。

(3) 临时措施

方案新增施工期间，对本区施工裸地采用密目网进行全面覆盖，面积约 20000m²。

方案设计施工期间，结合规划的永久排水系统，采用“永临结合”方式，布设本区施工期间临时排水沟，排水沟末端布设 1 座沉沙池，沉沙后接入航站区施工区临时排水系统中。沉沙池结构尺寸与飞行区相同。

表 5.3-6 供油工程区水土保持措施统计表

序号	措施名称	单位	数量	备注
第一部分 工程措施				
1	土地整治	hm ²	0.25	方案新增
2	雨水明沟	m	400	主体设计
3	盖板沟	m	400	主体设计
4	焊接钢管 DN600	m	50	主体设计
5	焊接钢管 DN200	m	50	主体设计
第二部分 植物措施				
1	铺设草皮	hm ²	0.25	方案新增
第三部分 临时措施				
1	密目网苫盖	m ²	20000	方案新增
2	沉沙池	座	1	方案新增

5.3.4 边坡防护区

(1) 工程措施

①表土剥离

主体设计施工前对本区占用耕地和园地的部分进行表土剥离，剥离后堆放于表土堆放场，剥离面积 13.30hm²，剥离量为 3.13 万 m³。

方案补充设计将本区占用林地范围内的表土在施工前进行剥离，剥离面积 2.36hm²，剥离量为 0.35 万 m³。

②表土回覆和土地整治

方案设计施工结束后，对边坡进行平整，清理多余的碎石、杂物等，回覆表土、进行土地整治，以备后期绿化，表土回覆量 3.48 万 m³，整治面积约 39.51hm²。

③C30 钢筋混凝土格构护坡、坡面截排水沟和排水渠

主体设计对填方边坡马道设置排水沟，坡面每隔 60m 左右设置竖向排水沟，采用落水台阶形式，坡面采用 C30 钢筋混凝土格构护坡；对挖方边坡坡顶设置截水沟，马道设置排水沟，坡面每隔 60m 左右设置竖向排水沟，采用落水台阶形式，坡面采用 C30 钢筋混凝土格构绿化护坡；坡脚设置排水渠，承接机场、边坡及场外汇流范围内的雨水。

边坡截水沟、马道排水沟和竖向排水沟采用混凝土预制块护砌形式，规格为 70cm×70cm，全长 17798m。

坡脚排水渠采用浆砌块石结构，梯形断面，边坡比 1:1.5，分底宽 1.5m 和 2m 两种形式，其中底宽 1.5m 排水渠长 1876m，底部为厚 0.6m 的 M10 浆砌块石护底，两侧边坡为厚 30cm 的 M10 浆砌块石护坡，下部为 10cm 厚碎石垫层，护坡顶部设置 15cm 厚 C30 素混凝土压顶，深 1.5m；底宽 2m 排水渠全长 7329m，深 2.0m，结构形式与 1.5m 排水渠相同。坡脚排水渠全长 9205m。

C30 钢筋混凝土格构绿化护坡共 443244.33m²（非垂直投影面积，其中护坡面积为 103331.48m²），换算为垂直投影面积后格构绿化护坡面积为 396492.78m²（其中

护坡面积 92455.51m²)。

④植生袋护坡

坡面清理、整平后，方案设计在 C30 钢筋混凝土格构内部，整齐码放植生袋。植生袋底层先铺一层 5cm 厚的碎石，便于坡面积水排出。植生袋内装填配合好的草籽、土壤和肥料等。植生袋可采用 pp 材料制成的双面烫熨针刺无纺布材料，尺寸可向专业生产厂家定制。经计算，本区植生袋护坡共计 30.40hm²，复合肥可按照 500g/m³ 配合。

⑤排水顺接工程

本区排水顺接工程布设在坡脚排水渠与场外山洪沟连接处，包括消力池、沉沙池及两侧山洪沟岸坡防护措施，其中主体设计已考虑飞行区消力池，该部分工程量已计入飞行区，但未明确其规格尺寸；山洪沟两岸护坡由《场外排水治理报告》设计，护坡形式为 M15 浆砌石护坡，工程量纳入场外排水系统治理工程中；因此方案补充设计消力池规格尺寸及沉沙池。

消力池共 5 座，分别位于坡脚排水渠与凤凰西支、凤凰干流、前伏西支、前伏东支和墓山村支流相接处，设两种宽度尺寸 I (8.0m) 和 II (6.0m)，均采用底流消能方式，下沉式消力池，M10 浆砌石结构，池深 0.5m，总长 8.0m，其中进口长 1.0m，斜坡段长 2.0m，底坡 1:4，水平段长 5.0m，底板厚 0.5m，下别铺设碎石垫层厚 150mm、10KN/m 土工布一层、中粗砂垫层 150mm。消力池出口顺接沉沙池。

沉沙池断面型式有两种沉沙池 I (8.0m×8.0m×2.0m) 和沉沙池 II (6.0m×6.0m×1.5m)，均采用 M10 浆砌石结构，池壁厚 0.5m，池底厚 0.5m，下部铺设 0.1m 厚中粗砂垫层。

(2) 植物措施

方案设计对植生袋内部装填土壤、草籽和复合肥等，植生袋外部扦插紫穗槐，格构护坡外部区域撒播草籽进行绿化。草籽方案推荐选用爬山虎、中华结缕草混合

草籽，混合比例 2:1，其中爬山虎播种量 30g/m²，中华结缕草播种量 15g/m²，绿化总面积 39.51hm²（含格构护坡内部绿化 30.40hm²，格构护坡外部绿化面积 9.11hm²），共需爬山虎 8060.04kg，中华结缕草种子 2015.01kg。

方案设计在植生袋外部扦插紫穗槐插穗，长 15~20cm，株行距 20cm×20cm，约需扦插紫穗槐 760 万株，需紫穗槐插穗 775.2 万株。

（3）临时措施

①临时苫盖

方案设计施工期间对本区开挖裸露边坡采用防雨彩条布进行覆盖，面积约为 480000m²。

②临时排水沟和临时沉沙池

在本区范围内，布设施工期临时排水沟，以排除施工期坡面汇水。

临时排水沟位置可结合主体设计的永久排水沟规划布设，排水沟内壁应夯实，后期改为永久排水沟。该部分工程量计入永久排水沟内，此处不再重复计列。

排水沟出口应设置临时沉沙池，临时沉沙池可结合本区排水顺接工程中永久沉沙池布设，采用永临结合的方式，避免二次开挖扰动，工程量不再重复计算。

表 5.3-7 边坡防护区水土保持措施统计表

序号	措施名称	单位	数量	备注
第一部分 工程措施				
1	表土剥离（耕地和园地部分）	万 m ³	3.13	主体设计
2	表土剥离（林地部分）	万 m ³	0.35	方案新增
3	土地整治	hm ²	39.51	方案新增
4	植生袋护坡	hm ²	30.40	方案新增
5	C30 钢筋混凝土格构护坡	m ²	443244.33	主体设计
6	坡面截排水沟	m	17798	主体设计
7	碎石铺设	万 m ³	1.52	方案新增
8	排水渠	m	9205	主体设计
9	排水顺接工程			方案新增
9.1	消力池			方案新增，共 5 座，本区计列 1 座
	土方开挖	m ³	106.12	
	土方回填	m ³	12.13	

序号	措施名称	单位	数量	备注
	M10 浆砌石消力池	m ³	36.24	
	碎石垫层	m ³	3.57	
	中粗砂垫层	m ³	2.38	
	土工布 (10KN/m)	m ³	23.82	
	编织袋一层	m ³	23.82	
	PVC 排水管 (50mm)	m	4.16	
9.2	沉沙池	座	5	方案新增
	土方开挖	m ³	905.52	
	土方回填	m ³	106.12	
	M10 浆砌石沉沙池	m ³	311.27	
	中粗砂垫层	m ³	39.62	
10	表土回覆	万 m ³	3.48	方案新增
第二部分 植物措施				
1	边坡绿化			方案新增
1.1	爬山虎种子	kg	8060.04	方案新增
1.2	爬山虎	hm ²	6.07	方案新增
1.3	中华结缕草种子	kg	2015.01	方案新增
1.4	中华结缕草	hm ²	3.04	方案新增
1.5	紫穗槐插穗	万株	775.20	方案新增
1.6	扦插紫穗槐	万株	760.00	方案新增
第三部分 临时措施				
1	彩条布苫盖	m ²	480000	方案新增

5.3.5 净空处理区

(1) 工程措施

①表土剥离

方案补充设计将本区占用林地范围内的表土在施工前进行剥离，剥离后堆放于表土堆放场，剥离面积 7.70hm²，剥离量为 1.21 万 m³。

②表土回覆和土地整治

方案设计施工结束后，对边坡进行平整，清理多余的碎石、杂物等，回覆表土并进行土地整治，以备后期绿化，表土回覆量 1.21 万 m³，整治面积约 30.58hm²。

③C30 钢筋混凝土格构护坡和截排水沟

主体设计对削坡后的边坡坡顶设置截水沟，马道设置排水沟，坡面每隔 60m 左右设置竖向排水沟，采用落水台阶形式，坡面采用 C30 钢筋混凝土格构绿化护坡。

边坡截水沟和排水沟采用混凝土预制块护砌形式，规格为 70cm×70cm，全长 13602m，C30 钢筋混凝土格构绿化护坡共 338755.67m²（非垂直投影面积，其中护坡面积为 78972.52m²），换算为垂直投影面积后格构绿化护坡面积为 303002.22m²（其中护坡面积 70637.49m²）。

④植生袋护坡

坡面清理、整平后，方案设计在 C30 钢筋混凝土格构内部，整齐码放植生袋。植生袋底层先铺一层 5cm 厚的碎石，便于坡面积水排出。植生袋内装填配合好的草籽、复合肥和土壤等。植生袋可采用 pp 材料制成的双面烫熨针刺无纺布材料，尺寸可向专业生产厂家定制。经计算，本区植生袋护坡共计 23.24hm²，复合肥可按照 500g/m³配合。

（2）植物措施

方案设计对植生袋内部装填草籽、复合肥和土壤等，对格构护坡外部区域撒播草籽进行绿化。草种方案推荐选用爬山虎和中华结缕草混合草籽，混合比例 2:1，其中爬山虎播种量 30g/m²，中华结缕草播种量 15g/m²，绿化总面积 30.58hm²，其中格构护坡内部绿化 23.24hm²，格构护坡外部绿化 7.34hm²，共需爬山虎种子 6239.34kg，中华结缕草种子 1559.07kg，撒播草籽面积为 7.34hm²。

（4）临时措施

①临时苫盖

方案设计施工期间对本区开挖裸露边坡采用彩条布进行覆盖，面积约为 350000m²。

②临时排水沟和临时沉沙池

在本区范围内，布设施工期临时排水沟，以排除施工期坡面汇水。临时排水沟位置可结合主体设计的永久排水沟规划布设，排水沟内壁应夯实，后期改为永久排

水沟。该部分工程量计入永久排水沟内，此处不再重复计列。排水沟出口应设置临时沉沙池，可结合净空处理区下方边坡防护区的临时沉沙池使用，不再新设。

表 5.3-8 净空处理区水土保持措施统计表

序号	措施名称	单位	数量	备注
第一部分 工程措施				
1	表土剥离（林地部分）	万 m ³	1.21	方案新增
2	土地整治	hm ²	30.58	方案新增
3	C30 钢筋混凝土格构护坡	m ²	338755.67	主体设计
4	坡面截排水沟	m	13602	主体设计
5	植生袋护坡	hm ²	23.24	方案新增
6	碎石铺设	万 m ³	1.16	方案新增
7	表土回覆	万 m ³	1.21	方案新增
第二部分 植物措施				
1	边坡绿化			方案新增
1.1	爬山虎种子	kg	6239.34	方案新增
1.2	爬山虎	hm ²	4.89	方案新增
1.3	中华结缕草种子	kg	1559.07	方案新增
1.4	中华结缕草	hm ²	2.45	方案新增
第三部分 临时措施				
1	彩条布	m ²	350000	方案新增

5.3.6 场外台站区

(1) 工程措施

①表土剥离

方案补充设计将本区占用林地范围内的表土在施工前进行剥离，剥离后堆放于表土堆放场，剥离面积 0.05hm²，剥离量为 0.01 万 m³。

②表土回覆和土地整治

方案设计施工结束后对挖填方边坡（含 C30 钢筋混凝土格构护坡内）回填表土、增施有机肥、翻松、平整，进行土地整治，以备后期绿化，表土回覆量 0.01 万 m³，整治面积约 5.96hm²。

③C30 钢筋混凝土格构护坡

方案设计对进台路边坡高度 $H \leq 4\text{m}$ 的边坡，采用植草防护，对 $H > 4\text{m}$ 的采用 C30 钢筋混凝土格构护坡+植草的方式进行防护，其中格构护坡面积 1.05hm^2 ，规格尺寸可参照主体设计的边坡防护区和净空处理区 C30 钢筋混凝土格构护坡。

④平台排水沟和坡脚排水沟

方案新增对台站平台四周、平台边坡及进台路周边边坡坡脚布设排水沟。设计洪峰流量计算公式与公式 5.3-1 相同。

表 5.3-9 设计洪峰流量计算表

计算分区	ϕ	q (mm/min)	F (km ²)	Q _m (m ³ /s)
沥青混凝土路面	0.95	1.105	0.0102	0.18
植草边坡	0.5	1.105	0.0459	0.42
混凝土平台	0.9	1.105	0.0025	0.04
合计				0.64

根据计算出的设计洪峰流量，按明渠均匀流公式计算排水沟的断面尺寸，计算结果如下：

表 5.3-10 设计排水沟断面设计参数表

底宽 (m)	过水深度 (m)	边坡系数 (m)	过水断面面积 (m ²)	糙率 (n)	沟底比降 (i)	湿周 (X)	过水能力 (Q)	安全加高 (m)
0.50	0.30	1.00	0.24	0.025	0.02	1.35	0.82	0.30

经计算，设计排水沟过流能力可以满足设计洪峰流量排泄的要求。因此，推荐排水沟采用梯形断面，底宽 0.5m，过水深度 0.30m，考虑 0.30m 安全超高，深度取 0.60m，边坡系数为 1.0，采用 M7.5 浆砌块石砌筑，厚 30cm，M10 水泥砂浆勾缝，排水沟总长约 3905m，土方开挖量为 5793.85m³，M7.5 浆砌块石 3216.55m³。

⑤截水沟、竖向排水沟和马道排水沟

方案设计在路基挖方段边坡上部 5m 范围布设截水沟，截水沟平行等高线布设，通过竖向排水沟顺接至路基坡脚排水沟内，竖向排水沟采用落水台阶的形式；对平台马道内部设置马道排水沟，竖向设置台阶式的竖向排水沟，接入平台边坡坡脚排水沟内。截水沟、竖向排水沟和马道排水沟均采用混凝土预制块护砌形式，规格为 70cm×70cm，总长约为 1300m。

(2) 植物措施

方案设计对本区挖、填方边坡（含 C30 钢筋混凝土格构护坡内）撒播草籽进行绿化。草种方案推荐选用无芒雀麦和中华结缕草混合草籽，混合比例 2:1，其中无芒雀麦播种量 $30\text{g}/\text{m}^2$ ，中华结缕草播种量 $15\text{g}/\text{m}^2$ ，撒播总面积 5.96hm^2 。

考虑到本区净空要求及提高绿化标准，方案设计在道路两侧栽植低矮灌木进行绿化，植物种推荐选用大叶黄杨和小叶女贞，丛高 60cm，带土球实生苗，采用株间混交，株距 2m，共需栽植大叶黄杨 850 株，小叶女贞 850 株。

(3) 临时措施

①临时苫盖

方案新增施工期对本区施工裸地采用密目网进行全面苫盖，苫盖面积约 80000m^2 。

②临时排水沟

在台站平台和进台路平整区域内布设施工期临时排水沟。临时排水沟位置可结合永久排水沟规划布设，排水沟内壁应夯实，后期改为永久排水沟。该部分工程量计入永久排水沟内，此处不再重复计列。

③临时沉沙池

临时排水沟出口布设 1 座临时沉沙池，沉沙池末端接入店韩路道路排水沟。沉沙池结构尺寸与飞行区相同。

表 5.3-11 场外台站区水土保持措施统计表

序号	措施名称	单位	数量	备注
第一部分 工程措施				
1	表土剥离	万 m^3	0.01	方案新增
2	土地整治	hm^2	5.96	方案新增
3	C30 钢筋混凝土格构护坡	hm^2	1.05	方案新增
4	平台排水沟和坡脚排水沟	m	3905	方案新增
4.1	土方开挖	m^3	5793.85	方案新增
4.2	M7.5 浆砌块石	m^3	3216.55	方案新增
5	表土回覆	万 m^3	0.01	方案新增

序号	措施名称	单位	数量	备注
6	截水沟、竖向排水沟和马道排水沟	m	1300	方案新增
第二部分 植物措施				
1	撒播草籽	hm ²	5.96	方案新增
1.1	无芒雀麦种子	kg	1215.84	方案新增
1.2	撒播无芒雀麦	hm ²	3.97	方案新增
1.3	中华结缕草种子	kg	303.96	方案新增
1.4	撒播中华结缕草	hm ²	1.99	方案新增
2	进台路绿化	km	3.4	方案新增
2.1	栽植大叶黄杨	株	850	方案新增
2.2	栽植小叶女贞	株	850	方案新增
第三部分 临时措施				
1	密目网	m ²	80000	方案新增
2	临时沉沙池	座	1	方案新增

5.3.7 施工生产生活区

本区占用飞行区和场外台站区用地，施工结束后拆除施工用房和硬化场地，按照主体设计恢复用地功能，相应的工程措施和植物措施工程量均计入飞行区内。

(1) 临时措施

①临时苫盖

方案设计施工期对本区施工裸地、临时堆料采用防尘网进行全面苫盖，约需密目网 40000m²。

②临时排水沟

方案设计在施工生产生活区平整边界布设临时排水沟，总长 1400m。排水沟断面尺寸为：底宽 0.3m，高 0.3m，边坡比 1:0.5，土方开 189m³，排水沟内壁应夯实，开挖土方堆放在排水沟一侧，施工结束后回填。

③临时沉沙池

根据施工生产生活区地形特点，在本区四处排水沟出口各设置 4 处临时沉沙池，末端接入飞行区排水沟内。沉沙池结构尺寸与飞行区相同。

表 5.3-12 施工生产生活区水土保持措施统计表

序号	措施名称	单位	数量	备注
第一部分 临时措施				
1	密目网苫盖	m ²	40000	方案新增
2	临时排水沟	m	1400	方案新增
2.1	土方开挖	m ³	189	方案新增
3	沉沙池	座	4	方案新增

5.3.8 临时堆土区

本区占用飞行区用地，施工结束后按照主体设计恢复用地功能，相应的工程措施和植物措施工程量均计入飞行区内。

(1) 临时措施

①临时拦挡及苫盖

方案设计将施工期剥离的表土和其他土石方集中堆放在临时堆土区，设计堆高 3.5m，边坡比 1: 2，堆土周边采用装土编织袋挡墙进行临时拦挡，采用“品”字形紧密排列的堆砌方式，装土后编织袋尺寸：长 80cm，宽 50cm，高 30cm，装土编织袋挡墙堆高为 1.0m，两侧坡比 1: 0.5。表土、其他土方和石方要分开堆放。堆土高出装土编织袋挡墙部分应进行放坡，坡比 1: 2，堆土表面应采用防雨彩条布对堆土进行全部覆盖。经统计，需编织袋临时拦挡长度为 1480m，编织袋填筑工程量为 444m³，施工后进行拆除，需防雨彩条布约 50000m²。

②临时排水沟

方案设计在临时堆土区边界布设临时排水沟，总长 1480m。排水沟断面尺寸为：底宽 0.3m，高 0.3m，边坡比 1:0.5，土方开 199.8m³，排水沟内壁应夯实，开挖土方堆放在排水沟一侧，施工结束后回填。

③临时沉沙池

根据临时堆土区地形特点置，在三处排水沟出口处各布设 1 处临时沉沙池。沉沙池结构尺寸与飞行区相同。

表 5.3-13 临时堆土区水土保持措施统计表

序号	措施名称	单位	数量	备注
第一部分 临时措施				
1	彩条布苫盖	m ²	50000	方案新增
2	临时排水沟	m	1480	方案新增
2.1	土方开挖	m ³	199.8	方案新增
3	沉沙池	座	3	方案新增
4	编织袋拦挡	m	1480	方案新增
4.1	编织袋填筑	m ³	444	方案新增
4.2	编织袋拆除	m ³	444	方案新增

5.3.9 施工道路区

(1) 工程措施

土地整治：方案设计施工结束后清理地表碎石，翻松、整平对本区进行土地整治，面积 0.22hm²。

(2) 植物措施

方案新增施工结束后对本区撒播草籽进行绿化，草种方案推荐选用无芒雀麦，无芒雀麦播种量 30g/m²，撒播总面积 0.22hm²。

(3) 临时措施

①碎石路面

方案设计施工前对施工道路路面铺设碎石，铺设厚度 5cm，铺设面积 0.22hm²，需碎石 110m³。

②临时排水沟

方案设计施工期间在新建施工道路一侧布设临时排水沟。临时排水沟采用土质结构，底宽 0.3m，深 0.3m，边坡系数 0.5，长约 400m，土方开挖 72m³，排水沟底部应夯实，开挖土方就近堆放在一侧，施工完毕后回填。

表 5.3-14 施工道路区水土保持措施统计表

序号	措施名称	单位	数量	备注
第一部分 工程措施				
1	土地整治	hm ²	0.22	方案新增
第二部分 植物措施				
1	撒播草籽	hm ²	0.22	方案新增
1.1	无芒雀麦种子	kg	67.32	方案新增
1.2	撒播无芒雀麦	hm ²	0.22	方案新增
第三部分 临时措施				
1	碎石铺设	m ³	110	方案新增
2	临时排水沟	m	400	方案新增
2.1	土方开挖	m ³	72	方案新增

5.3.10 措施工程量汇总

水土流失防治措施分区工程量详见表 5.3-15。

表 5.3-15 水土保持措施工程量统计表

序号	措施名称	单位	数量	备注
第一部分 工程措施				
飞行区				
1	表土剥离（耕地和园地部分）	万 m ³	8.11	主体设计
2	表土剥离（林地部分）	万 m ³	0.79	方案新增
3	土地整治	hm ²	91.43	方案新增
4	飞行区排水沟、急流槽及消力池	m	9640	主体设计
4.1	U形明沟	m	7150	主体设计
4.2	一般汽车荷载盖板明沟	m	1240	主体设计
4.3	一般汽车荷载暗沟	m	150	主体设计
4.4	消防车荷载盖板明沟	m	260	主体设计
4.5	飞机荷载盖板明沟	m	80	主体设计
4.6	飞机荷载暗沟	m	130	主体设计
4.7	急流槽及消力池	m	630	主体设计
5	灯光带维修路 C30 钢筋混凝土护坡	hm ²	0.55	方案新增
6	灯光带维修路排水沟	m	2000	方案新增
6.1	土方开挖	m ³	2477.6	方案新增
6.2	M7.5 浆砌块石	m ³	1477.6	方案新增
7	表土回覆	万 m ³	8.90	方案新增
航站区				
1	表土剥离（耕地和园地部分）	万 m ³	0.55	主体设计
2	土地整治	hm ²	6.30	方案新增
3	PP 雨水收集池	个	1	主体设计
3	表土回覆	万 m ³	0.55	方案新增
4.1	雨水管网 DN2200HDPE 缠绕增强	m	120	主体设计
4.2	雨水管网 DN2000HDPE 缠绕增强	m	370	主体设计
4.3	雨水管网 DN1900HDPE 缠绕增强	m	220	主体设计
4.4	雨水管网 DN1800HDPE 缠绕增强	m	500	主体设计

序号	措施名称	单位	数量	备注
4.5	雨水管网 DN1500HDPE 缠绕增强	m	300	主体设计
4.6	雨水管网 DN1400HDPE 缠绕增强	m	480	主体设计
4.7	雨水管网 DN1200HDPE 缠绕增强	m	350	主体设计
4.8	雨水管网 DN1000HDPE 缠绕增强	m	500	主体设计
5	透水铺装	hm ²	0.93	方案新增
6	PP 雨水收集池	个	1	主体设计
供油工程区				
1	土地整治	hm ²	0.25	方案新增
2	雨水明沟	m	400	主体设计
3	盖板沟	m	400	主体设计
4	焊接钢管 DN600	m	50	主体设计
5	焊接钢管 DN200	m	50	主体设计
边坡防护区				
1	表土剥离（耕地和园地部分）	万 m ³	3.13	主体设计
2	表土剥离（林地部分）	万 m ³	0.35	方案新增
3	土地整治	hm ²	39.51	方案新增
4	植生袋护坡	hm ²	30.40	方案新增
5	C30 钢筋混凝土格构护坡	m ²	443244.33	主体设计
6	坡面截排水沟	m	17798	主体设计
7	碎石铺设	万 m ³	1.52	方案新增
8	排水渠	m	9205	主体设计
9	排水顺接工程			方案新增
9.1	消力池			方案新增,共 5 座, 本区计列 1 座
	土方开挖	m ³	106.12	
	土方回填	m ³	12.13	
	M10 浆砌石消力池	m ³	36.24	
	碎石垫层	m ³	3.57	
	中粗砂垫层	m ³	2.38	
	土工布（10KN/m）	m ³	23.82	
	编织袋一层	m ³	23.82	
	PVC 排水管（50mm）	m	4.16	
9.2	沉沙池	座	5	方案新增
	土方开挖	m ³	905.52	
	土方回填	m ³	106.12	
	M10 浆砌石沉沙池	m ³	311.27	
	中粗砂垫层	m ³	39.62	
10	表土回覆	万 m ³	3.48	方案新增
净空处理区				
1	表土剥离（林地部分）	万 m ³	1.21	方案新增
2	土地整治	hm ²	30.58	方案新增
3	C30 钢筋混凝土格构护坡	m ²	338755.67	主体设计
4	坡面截排水沟	m	13602	主体设计
5	植生袋护坡	hm ²	23.24	方案新增
6	碎石铺设	万 m ³	1.16	方案新增
7	表土回覆	万 m ³	1.21	方案新增
场外台站区				
1	表土剥离	万 m ³	0.01	方案新增
2	土地整治	hm ²	5.96	方案新增
3	C30 钢筋混凝土格构护坡	hm ²	1.05	方案新增

序号	措施名称	单位	数量	备注
4	排水沟	m	3905	方案新增
4.1	土方开挖	m ³	5793.85	方案新增
4.2	M7.5 浆砌块石	m ³	3216.55	方案新增
5	表土回覆	万 m ³	0.01	方案新增
6	截水沟、竖向排水沟和马道排水沟	m	1300	方案新增
施工道路区				
1	土地整治	hm ²	0.22	方案新增
第二部分 植物措施				
飞行区				
1	撒播草籽（土面区）	hm ²	89.22	方案新增
1.1	野牛草种子	kg	18200.88	方案新增
1.2	撒播野牛草	hm ²	89.22	方案新增
2	撒播草籽（灯光带维修路）	hm ²	2.21	方案新增
2.1	无芒雀麦种子	kg	449.82	方案新增
2.2	撒播无芒雀麦	hm ²	1.47	方案新增
2.3	中华结缕草种子	kg	113.22	方案新增
2.4	撒播中华结缕草	hm ²	0.74	方案新增
航站区				
1	景观绿化	hm ²	6.30	主体设计
供油工程区				
1	铺设草皮	hm ²	0.25	方案新增
边坡防护区				
1	边坡绿化			
1.1	爬山虎种子	kg	8060.04	方案新增
1.2	爬山虎	hm ²	6.07	方案新增
1.3	中华结缕草种子	kg	2015.01	方案新增
1.4	中华结缕草	hm ²	3.04	方案新增
1.5	紫穗槐插穗	万株	775.20	方案新增
1.6	扦插紫穗槐	万株	760.00	方案新增
净空处理区				
1	边坡绿化			
1.1	爬山虎种子	kg	6239.34	方案新增
1.2	爬山虎	hm ²	4.89	方案新增
1.3	中华结缕草种子	kg	1559.07	方案新增
1.4	中华结缕草	hm ²	2.45	方案新增
场外台站区				
1	撒播草籽	hm ²	5.96	方案新增
1.1	无芒雀麦种子	kg	1215.84	方案新增
1.2	撒播无芒雀麦	hm ²	3.97	方案新增
1.3	中华结缕草种子	kg	303.96	方案新增
1.4	撒播中华结缕草	hm ²	1.99	方案新增
2	进台路绿化	km	3.4	方案新增
2.1	栽植大叶黄杨	株	850	方案新增
2.2	栽植小叶女贞	株	850	方案新增
施工道路区				
1	撒播草籽	hm ²	0.22	方案新增
1.1	无芒雀麦种子	kg	67.32	方案新增
1.2	撒播无芒雀麦	hm ²	0.22	方案新增
第三部分 临时措施				
飞行区				

序号	措施名称	单位	数量	备注
1	密目网苫盖	m ²	120000	方案新增
2	沉沙池	座	7	方案新增
航站区				
1	密目网苫盖	m ²	174500	方案新增
2	临时排水沟	m	2600	方案新增
2.1	土方开挖	m ³	351	方案新增
3	沉沙池	座	1	方案新增
供油工程区				
1	密目网苫盖	m ²	20000	方案新增
2	沉沙池	座	1	方案新增
边坡防护区				
1	彩条布苫盖	m ²	480000	方案新增
净空处理区				
1	彩条布	m ²	350000	方案新增
场外台站区				
1	密目网苫盖	m ²	80000	方案新增
2	临时沉沙池	座	1	方案新增
施工生产生活区				
1	密目网苫盖	m ²	40000	方案新增
2	临时排水沟	m	1400	方案新增
2.1	土方开挖	m ³	189	
3	沉沙池	座	4	方案新增
临时堆土区				
1	彩条布苫盖	m ²	50000	方案新增
2	临时排水沟	m	1480	方案新增
2.1	土方开挖	m ³	199.8	方案新增
3	沉沙池	座	3	方案新增
4	编织袋拦挡	m	1480	方案新增
4.1	编织袋填筑	m ³	444	方案新增
4.2	编织袋拆除	m ³	444	方案新增
施工道路区				
1	碎石铺设	m ³	110	方案新增
2	临时排水沟	m	400	方案新增
2.1	土方开挖	m ³	72	方案新增

5.4 施工要求

5.4.1 施工方法

本工程水土保持措施主要包括工程措施、植物措施和临时措施。工程措施主要包括表土剥离、土地整治、浆砌块石排水沟（渠）、浆砌石消力池和沉沙池、植生袋护坡、C30钢筋混凝土护坡、PP雨水收集池、透水铺装地面等；植物措施包括植树、种草、铺草皮、扦插紫穗槐等；临时措施包括临时排水、沉沙、拦挡和苫盖措施。主要施工方法如下：

(1) 工程措施

①表土剥离

为了合理地利用表土资源，工程施工前，对占地范围内的耕地、园地和林地地表进行表层土的剥离。即在人工清理完地面杂物后，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，对地表以下一定深度范围内耕植土进行挖除，并去除较大的残根、石块，由自卸卡车运输至表土堆放场等堆放点集中堆放，施工后期进行植被恢复。

场地表土剥离施工前，应在熟悉设计文件的基础上，进行现场调查、统计、核实施工范围内的障碍物及一切需拆迁的附着物，并与相关部门及时联系解决。然后进行施工测量工作，放样出清表段的逐桩边桩，并沿边线洒石灰线，同时全面复测纵横断面高程。根据施工段的工程量的实际情况、土地类型及剥离表土厚度，选择合适的施工机械（人工配合挖掘机、推土机）施工形式并去除较大的残根、石块，由自卸卡车运输至表土堆放场等堆放点集中堆放，施工后期用于机场绿化。

②土地整治

本工程土地整治是指项目施工完成后，对本期建设扰动的施工迹地及时进行清理，清除地表垃圾，进行坑洼回填，增施有机肥等，主要采用 75KW 推土机平整土地表面，范围较窄的区域可采用人工平整；土面硬实的区域，通过人工或机械翻耕进行疏松。平整后的场地可布置植物措施。

③浆砌块石排水沟（渠）

1) 基土清理

基础面清理范围包括坡面及阶面，顶部其边界应在设计基面边线外 30cm~50cm，避免对已清理的基土造成人为破坏，基础表层不合格土、杂物等必须清除，基础范围内的坑、槽、沟等，应按要求进行回填处理。

基面清理平整后，应及时报验。基面验收后应抓紧施工，若不能立即施工时，

应做好基面保护，复工前应再检验，必要时须重新清理。

2) 基土碾压

护坡放坡比例按设计，采用碾压设备进行施工，在回填过程中填筑一律分层平铺倒土，水平分层由低处开始逐层填筑，坡脚处预留一米左右工作面，作业面用碾压设备整平各层压实厚度控制在 25-30 公分左右，厚度均匀，铺料过程中随时检查铺土厚度发现超厚部分立即处理，每层碾压 4-5 遍，碾压机械行走方向平行轴线。

对于填筑完的渠前边坡必须整坡。迎水坡坡面在护坡施工前必须清除直面上松散、不密实的填料，直至设计坡面，使衬砌施工坡面平整、密实，局部不密实的铺以人工夯实处理。

3) 浆砌石砌筑

石料应选用结构密实、质地均匀、不易风化且无裂缝的硬质石料。石料的抗压强度不低于 30Mpa，并应具有耐冻和抗侵蚀性能。尽量选用较大的石料砌筑。块石应大致方正、上下面大致平整，厚度不小于 20cm，宽度和长度约为厚度的 1~1.5 倍和 1.5~3 倍。砌筑前，应在砌体外将石料上的泥垢冲洗干净，砌筑时保持砌石表面湿润；应采用坐浆法分层砌筑，铺浆厚宜 3cm~5cm，随铺浆随砌石，砌缝需用砂浆填充饱满，不得无浆直接贴靠，砌缝内砂浆应采用扁铁插捣密实；严禁先堆砌石块再用砂浆灌缝；上下层砌石应错缝砌筑；砌体外露面应平整美观，外露面上的砌缝应预留约 4cm 深的空隙，以备勾缝处理；水平缝宽应不大于 2.5cm，竖缝宽应不大于 4cm；砌筑因故停顿，砂浆已超过初凝时间，应待砂浆强度达到 2.5MPa 后方可继续施工；在继续砌筑前，应将原砌体表面的浮渣清除；砌筑时应避免振动下层砌体；勾缝前必须清缝，用水冲净并保持缝槽内湿润，砂浆应分次向缝内填塞密实；勾缝砂浆标号应高于砌体砂浆；应按实有砌缝勾平缝，严禁勾假缝、凸缝；砌筑完毕后应保持砌体表面湿润做好养护。

浆砌石消力池和沉沙池施工方法参照浆砌石排水沟（渠）。

④植生袋护坡

先将边坡框格护坡内多余的碎石、泥土等杂物清除并整平，要求保证清理后的坡面比框格面低 25~30cm 以上，在植生袋底层先铺一层 5cm 厚碎石，便于坡面积水排出。按照设计比例，配好草籽、土壤及复合肥、保水剂等，填充到植生袋内部，复合肥可按照 500g/m³ 来配合。将装填好的植生袋由上而下均匀码放在框格内，每码好一排后用脚踩实压紧再往上继续码放，植生袋应与坡面密贴，固定牢固。装填完毕后，应加强养护，及时喷水湿润，促进种子发芽。

⑤C30 钢筋混凝土护坡

测量放样：根据设计要求在边坡上放出格构梁，压顶及镶边的平面位置及高程。测量定位后，使用施工绳对网格位置进行最终控制。

格构凿槽：采用人工开挖的方法进行开槽，人工凿沟槽的断面尺寸要达到设计要求。

模板加工及钢筋绑扎：模板采用木模板，在制作场地加工和拼装好后运至现场安装；钢筋在制作场地制作好后运至现场绑扎，钢筋入模前需将锈蚀、污泥等清理干净。钢筋绑扎完成后需进行隐蔽工程验收，合格后方可进行格构施工。

伸缩缝：按设计要求，设置一道伸缩缝。

混凝土植被和浇筑：混凝土按 C30 配合比在拌合场地集中拌和后，运至施工现场，人工浇筑，振捣。

养护：砼养护在砼浇筑后 12~24 小时后进行洒水养护，养护时间不少于 7 天。

⑥PP 雨水收集池

基坑回填：土方开挖前，应将施工区域内的地上地下障碍物处理完毕。在机械施工无法作业的部位，应配备人工进行。基坑底部的开挖长度、宽度和坡度、除考虑结构尺寸要求外，应根据施工需要增加工作面宽度，以保证排水设施、支撑结构等所需的宽度。基坑上面四周采用安全防护措施。

地基处理：一般在基坑清槽完成后浇筑 100mm 厚度的 C15 混凝土垫层，然后浇筑 200mm 的 C25 钢筋混凝土地板，地板采用 12@200 双层双向塔筋。然后在上面铺 30~50mm 厚中砂找平层。

防渗处理：铺设防渗土工布前，混凝土地板和基坑边坡需要彻底清理尖锐物、石块、铁丝等，保证不对土工膜造成损坏。铺设完成后，要对土工膜进行检查，如有损坏，要及时进行修补。

模块安装：底部防渗土工布上铺设 PVC 防护板后，安装模块。模块的连接过程中，要尽量避免垂直链接，上下层之间应该交叉式连接。

包裹防渗土工布：将事先焊接好的防渗膜及土工布紧紧围裹在已铺装好的塑料模块组合水池的骨架周围，并按折痕将其折好。并将进、出水管和连通管路 with 防渗膜的接口做好密封处理。

土方回填：包裹好防渗土工布后，必须尽快进行土方回填。

设备装置安装：施工现场具备条件后，查明设备装置位置及标高，进行设备装置的安装。

⑦ 透水铺装

首先按照设计要求进行人行道定位和高程标定，对地面进行修整；按标高及中、边的纵横挂线，以挂线为依据铺砌；铺砌透水砖时，先铺一层厚度为 250mm、透水性能较好的粗砂作为过滤层；往上，选择度高，透水性好级配碎石，厚 80mm，作为基层；找平层厚 50mm，为石灰岩砂浆；面层为厚 60mm 的透水砖，铺设前，按照方位、角度对透水砖进行试拼。

(2) 植物措施

① 施工准备

现场踏勘，了解施工部位或现场环境条件，包括土壤、水源、运输和天然肥源等，熟悉各施工场地施工状况，按部就班进入施工作业面。对工程中使用的各类苗

木，应进行实地考察，了解苗木数量、质量和运输条件，做好挖掘、包装和运输的最佳方案。落实苗木种植过程中所需的土基、绑扎材料以及劳动力、设备和材料的工作。种植前，对土壤肥力、pH 值等指标进行监测，以指导土壤改良，确保植物生长。

②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。表土不足时，可增施有机肥从而增强土地肥力；对绿化区域需进行土壤翻松、碎土，再进行细平。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，对带土球的乔灌木，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，乔木穴径一般为胸径的 10 倍，穴深一般大于土球高度 10~15cm 左右，灌木穴径一般在 0.3~0.4m，穴深 25cm 左右。

3) 种苗选择

乔木选用胸径 8~15cm 生长健壮的带土球乔木；灌木选用丛高 1.5m 冠型圆满密实的苗木；草籽要求种子的纯净度达 90%以上，发芽率达 85%以上，草皮要求生长状态良好，无病虫害。

4) 栽植方法

乔木、灌木采用穴植方法，在栽植时应注意其栽植的技术要点，即“三填、两踩、一提苗”，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。草本采用人工撒播或铺植草皮的方法。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，然后用耙或耧等方法覆土埋压，覆土厚度一般为 1.0~2.0cm，撒播后喷水湿润种植区。

草皮运输过程中，遇晴天应直接向草皮洒水，避免根系脱水，草皮采用满膛或满坡铺设，边铺设边压实，确保草皮附着土壤，铺设完毕后浇水、踏实。

5) 草皮铺设

根据立地条件和当地气候，选择适合的草皮，铺草要均匀，草皮厚度不应小于3cm。

施工顺序：清理场地—整地—铺设草皮—养护管理

清理场地：按照设计要求，对种植区进行初步清理，清除障碍物；

整地：将种植区整平，回覆改良后的土壤，翻松15cm以上，并浇水，使地面充分湿润；

铺设草皮：将草皮铺设在种植区，分缝处对齐；

养护管理：草皮铺设完毕后，定期洒水养护。

6) 紫穗槐扦插

紫穗槐的枝条插穗含有大量营养物质，扦插成活率非常高。穗条选取时应以当年生半木质化的枝条为佳，生长过于老化的枝条或成熟度不足的嫩枝条用于扦插时成活率较低。插条剪取15~20cm，剪口底为马蹄形，上为圆形，扦插前可蘸生根粉提高成活率。插穗准备好后，将插条插入植生袋中7~8cm，株行距20cm×20cm，采用孔植，扦插后要保持植生袋湿润，当插条长有3~4片新叶时，及时对叶面喷施浓度0.3%的磷酸二氢钾叶面肥。

7) 撒播草籽

①整地：播种前进行土地翻松平整，清除场地中的石砾、杂草等，得到一个透气、平整、排水良好、适于草生长的环境。

②种植：草种在播种前应去杂、精选，保证种籽质量。播种前适当施部分有机肥或N、P、K复合肥作底肥，然后用锄、耙、钉齿耙人工精细作业，将土地翻耕。采用播种器将草籽均匀散播，再用覆土耙覆土，最后用镇压器压平，以保证种子与土壤能够充分接触。

8) 种植季节

种植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。

9) 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。抚育管理分2年进行，第一年抚育2次，第二年抚育1次。第一年定植后应及时浇水，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，应在第二年春季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。

(3) 临时措施

本工程临时措施包括临时排水沟、临时沉沙池、编织袋装土拦挡、密目网和彩条布覆盖等。

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。

编织袋直接或分层顺次平铺在堆土外侧即可。施工完毕编织袋拆除后，编织袋能重复利用的，回收利用；不能重复利用的，集中处理。

密目网和彩条布覆盖应避免大风，平铺后，周边用砖头或块石压实，避免吹飞。

5.4.2 施工进度安排

(1) 合理安排水土保持施工进度，保证水土保持工程施工的组织性、计划性、有序性以及资金、材料和机械设备等资源的有效配置，确保工程按期完成。

(2) 结合气候和工程建设特点，先工程措施再植物措施，土方工程避开汛期。

水土保持工程实施进度横道图见图 5.4-1。

5 水土保持措施

防治分区	防治措施		2022年	2023年					2024年				2025年						
			12月	1~3月	4~6月	7~9月	10~12月	1~3月	4~6月	7~9月	10~12月	1~3月	4~6月	7~9月	10~11月				
飞行区	主体工程																		
	工程措施	表土剥离																	
		土地整治																	
		格构护坡																	
		排水沟等																	
	植物措施	撒播草籽																	
	临时措施	临时苫盖																	
		临时排水沟																	
		临时沉沙池																	
航站区	主体工程																		
	工程措施	表土剥离																	
		土地整治																	
		雨水管网																	
		PP雨水收集池																	
		透水砖铺装																	
	植物措施	景观绿化																	
	临时措施	临时苫盖																	
		临时排水沟																	
临时沉沙池																			
供油工程区	主体工程																		
	工程措施	雨水系统																	
		土地整治																	
	植物措施	铺设草皮																	
	临时措施	临时苫盖																	
临时沉沙池																			
边坡防护区	主体工程																		
	工程措施	表土剥离																	
		土地整治																	
		格构护坡																	
		排水顺接																	
		植生袋护坡																	
		排水系统																	
	植物措施	撒播草籽																	
		植生袋绿化																	
临时苫盖																			
临时措施	临时排水沟																		
	临时沉沙池																		
	临时苫盖																		
净空处理区	主体工程																		
	工程措施	表土剥离																	
		土地整治																	
		格构护坡																	
		植生袋护坡																	
		排水沟																	
	植物措施	撒播草籽																	
		植生袋绿化																	
临时措施	临时苫盖																		

防治分区	防治措施		2022年	2023年				2024年				2025年				
			12月	1~3月	4~6月	7~9月	10~12月	1~3月	4~6月	7~9月	10~12月	1~3月	4~6月	7~9月	10~11月	
		临时排水沟														
		临时沉沙池														
场外台区	主体工程															
	工程措施	表土剥离														
		土地整治														
		格构护坡														
		截排水沟														
	植物措施	撒播草籽														
	临时措施	临时苫盖														
		临时排水沟														
临时沉沙池																
施工生产区	临时措施	临时苫盖														
		临时排水沟														
		临时沉沙池														
临时堆土区	临时措施	临时苫盖														
		临时排水沟														
		临时沉沙池														
		编织袋拦挡														
施工道路区	工程措施	土地整治														
	植物措施	撒播草籽														
	临时措施	碎石铺盖														
		临时排水沟														

图 5.4-1 水土保持工程实施进度图

6 水土保持监测

本工程水土保持监测应按照《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（办水保〔2015〕139号）、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）、《水利部关于进一步加强“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号）、《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）等相关文件的要求开展。

本工程水土保持监测的主要目的是：通过开展水土保持监测，督促落实水土保持方案中的防治措施，及时发现施工过程中存在的水土流失问题及隐患，及时采取相关措施进行防治，以达到水土保持方案的目标要求；同时，通过施工全过程的动态监测，能为监管部门提供基础数据，便于监管部门监管；通过水土保持监测过程中发现的问题，督促建设单位及时整改，可有效减少水土流失，保护项目区周边生态环境。

6.1 范围和时段

6.1.1 监测范围

本工程水土保持监测范围为工程建设的水土流失防治责任范围。监测分区与水土流失防治分区一致，共划分为飞行区、航站区、供油工程区、边坡防护区、场外台站区、净空处理区、施工生产生活区、临时堆土区和施工道路区 9 个监测分区，水土保持监测范围面积为 234.91hm²。

6.1.2 监测时段

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）等规范要求，结合本工程建设特点，确定本工程监测时段从施工准备期开始至设计水平年结束，即 2022 年 12 月至 2026 年 12 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/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），结合本工程水土流失与防治特点，本工程水土保持监测主要内容包括水土流失影响因素、水土流失状况、水土流失危害和水土保持措施等。水土保持监测的重点包括：实际发生的永久和临时占地、扰动地表植被面积等；实际造成的水土流失面积、分布、土壤流失量及变化情况等；实际采取水土保持工程、植物和临时措施的位置、数量，以及实施水土保持措施前后的防治效果对比情况等；水土流失对主体工程、周边重要设施等造成的影响及危害等。

表 6.2-1 工程水土保持监测内容表

监测内容	监测要素	
水土流失影响因素	地形地貌	大地貌类型、微地貌组成、地面坡度组成
	气象	气候类型区、平均风速、大风日数、起沙风速、多年平均降水量、降水变化极值、年均气温、湿度
	水文	主要河流水系、水量
	植被	植被类型区、植被类型、植物种类组成、林草覆盖率
	土壤	土壤类型及面积、土层厚度、土壤含水率、土壤有机质含量、土壤抗蚀性
水土流失状况	扰动地表情况	扰动原地表、水土保持设施、植被的面积和分布
	防治责任范围的变化	项目建设区面积变化
	水土流失情况	水土流失的类型、形式、面积、分布、强度、土壤流失量
	土石方量	土石方开挖、回填量
水土流失危害	对主体工程的影响	对主体工程造成危害的方式、数量和程度
	对周边基础设施的影响	对周边居民点、道路和农田的影响
	对周边河流水系的影响	对周边河流水系的影响
水土保持措施	工程措施	措施的类型、数量、分布和完好程度
	植物措施	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	措施的类型、数量和分布
	措施进展	各项水土保持措施的实施进展
	措施成效	水土保持措施的运行情况，对主体工程安全运行和周边生态环境发挥的作用，六项指标的达标情况
重点监测对象	大型开挖（填筑）区	开挖（填筑）面积、坡度、土壤流失量和水土保持措施实施情况；施工结束后重点监测水土保持措施情况

监测内容	监测要素	
施工道路	扰动地表面积、水土流失及其危害、排水等水土保持措施的情况；施工结束后监测扰动区域恢复情况及水土保持措施情况	
临时堆土区	临时堆场的数量、面积和采取的临时防护措施、土料去向及场地恢复情况	

6.2.2 监测方法

根据项目所在地环境特点及《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）、《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号）规定，本工程针对不同监测内容和重点，采取实地调查、实地量测、地面观测、无人机监测、资料分析和遥感监测等相结合的方法。

（1）水土流失影响因素

水土流失影响因素拟采用实地调查，结合查阅资料的形式进行获取，详见下表：

表 6.2-2 水土流失影响因素监测方法

监测内容	监测要素		监测方法
水土流失影响因素	地形地貌	大地貌类型、微地貌组成、地面坡度组成	实地调查、查阅地勘等资料
	气象	气候类型区、平均风速、大风日数、起沙风速、多年平均降水量、降水变化极值、年均气温、湿度	枣庄市气象局提供的气象资料
	水文	主要河流水系、水量	查阅洪评、场外排水工程报告等
	植被	植被类型区、植被类型、植物种类组成、林草覆盖率	实地调查
	土壤	土壤类型及面积、土层厚度、土壤含水率、土壤有机质含量、土壤抗蚀性	实地调查

（2）水土流失状况

水土流失状况主要采用无人机监测、遥感监测、地面观测、实地调查和资料分析的方法。对于扰动地表情况、防治责任范围变化、水土流失面积和分布情况等可通过无人机监测合成正射影像和遥感监测获取；对于水土流失类型、形式可通过实地调查获取；对土壤流失量可通过设置地面定位观测点获取；对土石方量可通过施工日志、监理日志、监理月报等资料分析获得。

表 6.2-3 水土流失状况监测方法

监测内容	监测要素		监测方法
水土流失状况	扰动地表情况	扰动原地表、水土保持设施、植被的面积和分布	无人机监测、遥感监测
	防治责任范围的变化	项目建设区面积变化	无人机监测、遥感监测
	水土流失情况	水土流失的类型、形式、面积、分布、强度、土壤流失量	无人机监测、实地调查、地面观测、遥感监测
	土石方量	土石方开挖、回填量	资料分析

①无人机监测

无人机监测可以对整个项目全区的扰动情况、水土流失情况进行全面的监测，数据更准确，效果更直观。

无人机监测流程如下：

- 1) 前期设计和准备阶段，包括范围选取，经度要求、设备准备、线路规划等；
- 2) 飞行实施，按规划航线实施无人机飞行和拍摄，获取原始影像数据；
- 3) 后期处理，利用 Pix4Dmapper 或 Agisoft PhotoScan 专业软件，实施原始影像数据的处理和加工，制作正射影像。
- 4) 获得正射影像后，可导入 ArcGis 中，进行距离测量和面积测量。

②遥感监测

通过购买高分辨率卫星遥感影像，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的方法。之后再将项目建设各个不同时期的遥感监测结果进行对比分析，即可得到项目建设过程中水土保持动态监测结果。

③地面观测

本工程飞行区、航站区、供油工程区、场外台站区、施工生产生活区和临时堆土区土壤流失量观测主要采用集沙池法，利用场地周边设置的临时沉沙池测量泥沙厚度，测算方法可参照《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）执行；边坡防护区、净空处理区主要为石质坡面，对部分土质、土与粒径较小的石砾

组成的坡面，可利用侵蚀沟量测法结合边坡防护区设置的沉沙池进行测定；施工道路较短，可利用侵蚀沟量测法测定土壤流失量。

(3) 水土流失危害

水土流失危害主要采用无人机监测、实地调查、量测、询问等方法。

表 6.2-4 水土流失危害监测方法

监测内容	监测要素		监测方法
水土流失危害	对主体工程的影响	对主体工程造成危害的方式、数量和程度	实地调查、无人机监测
	对周边基础设施的影响	对周边居民点、道路和农田的影响	实地调查、实地量测、询问
	对周边河流水系的影响	对周边河流水系的影响	实地调查、实地量测

(4) 水土保持措施

水土保持措施主要采用实地调查、资料分析、实地量测、抽样调查、巡查和无人机监测相结合方法。

表 6.2-5 水土保持措施监测方法

监测内容	监测要素		监测方法
水土保持措施	工程措施	措施的类型、数量、分布和完好程度	实地调查、资料分析、无人机监测、实地量测
	植物措施	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	实地调查、抽样调查、无人机监测、资料分析、实地量测
	临时措施	措施的类型、数量和分布	实地调查、资料分析
	措施进展	各项水土保持措施的实施进展	实地调查、资料分析
	措施成效	水土保持措施的运行情况，对主体工程安全运行和周边生态环境发挥的作用，六项指标的达标情况	实地调查、巡查

(5) 重点对象监测

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018），本工程重点监测对象主要为边坡防护区、净空处理区等大型开挖（填筑）区、施工道路和临时堆土区，主要采用实地调查、无人机监测、遥感监测、地面观测、实地量测和资料分析相结合方法。

表 6.2-6 重点对象监测方法

监测内容	监测要素		监测方法
重点对象	大型开挖（填筑）区	开挖（填筑）面积、坡度、土壤流失量和水土保持措施实施情况；施工结束后重点监测水土保持措施情况	实地调查、无人机监测、遥感监测、地面观测、实地量测和资料分析
	施工道路	扰动地表面积、水土流失及其危害、排水等水土保持措施的情况；施工结束后监测扰动区域恢复情况及水土保持措施情况	实地调查、无人机监测、遥感监测、地面观测、实地量测和资料分析
	临时堆土区	临时堆场的数量、面积和采取的临时防护措施、土料去向及场地恢复情况	实地调查、无人机监测、遥感监测、资料分析等

6.2.3 监测频次

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018），监测单位应当针对不同监测内容和重点，综合采取无人机监测、遥感监测、地面观测、实地调查、量测等多种方式，实现对生产建设项目水土流失的定量监测和过程控制。本工程水土保持监测频率见表 6.2-7。

6.3 点位布设

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018），监测点位可分为植被措施监测点、工程措施监测点和土壤流失量监测点。其中，每个有植物的监测分区和县级行政区应至少布设 1 个监测点；点型项目，大型开挖（填筑区）应至少布设 1 个工程措施监测点；每个分区至少布设 1 个土壤流失量监测点；应尽量布设综合监测点。

表 6.2-7 水土保持监测内容、频次表

监测内容	监测要素		监测频次
水土流失影响因素	地形地貌	大地貌类型、微地貌组成、地面坡度组成	整个监测期 1 次
	气象	气候类型区、平均风速、大风日数、起沙风速、多年平均降水量、降水变化极值、年均气温、湿度	每月 1 次
	水文	主要河流水系、水量	整个监测期 1 次
	植被	植被类型区、植被类型、植物种类组成、林草覆盖率	施工准备期前测定 1 次
	土壤	土壤类型及面积、土层厚度、土壤含水率、土壤有机质含量、土壤抗蚀性	施工准备期和设计水平年各监测 1 次
水土流失状况	扰动地表情况	扰动原地表、水土保持设施、植被的面积和分布	每月 1 次
	防治责任范围的变化	项目建设区面积变化	每月 1 次
	水土流失情况	水土流失的类型、形式、面积、分布、强度、土壤流失量	每月 1 次，发生强降水等情况后及时加测
	土石方量	土石方开挖、回填量	每月 1 次
水土流失危害	对主体工程的影响	对主体工程造成危害的方式、数量和程度	每月 1 次
	对周边基础设施的影响	对周边居民点、道路和农田的影响	每月 1 次
	对周边河流水系的影响	对周边河流水系的影响	每月 1 次
水土保持措施	工程措施	措施的类型、数量、分布和完好程度	每季度 1 次
	植物措施	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	每季度 1 次
	临时措施	措施的类型、数量和分布	每月 1 次
	措施进展	各项水土保持措施的实施进展	每季度 1 次
	措施成效	水土保持措施的运行情况，对主体工程安全运行和周边生态环境发挥的作用，六项指标的达标情况	每季度 1 次

综上，本工程共设置 14 个固定监测点（含 4 个土壤流失量监测点、10 个综合监测点），其中飞行区 3 个，航站区 1 个，供油工程区 1 个，边坡防护区 2 个，净空处理区 2 个，场外台站区 1 个，施工生产生活区 1 个，临时堆土区 2 个，施工道路区 1 个。本工程水土保持监测点位、监测内容及监测方法见表 6.3-1。

表 6.3-1 水土保持监测点位表

序号	监测分区	点位位置	数量(个)	监测点类型	备注
1	飞行区	沉沙池处	3	土壤流失量监测点和植物措施监测点	位于山亭区，植物措施监测点可布设在沉沙池周边土面区
2	航站区	沉沙池处	1	土壤流失量监测点和植物措施监测点	位于山亭区，植物措施监测点可布设在沉沙池周边绿化区
3	供油工程区	沉沙池处	1	土壤流失量监测点和植物措施监测点	位于山亭区，植物措施监测点可布设在沉沙池周边绿化区
4	边坡防护区	填方边坡	2	工程和植物措施监测点	土壤流失量结合侵蚀沟量测法进行
5	净空处理区	挖方边坡	2	工程和植物措施监测点	土壤流失量结合侵蚀沟量测法进行
6	场外台站区	沉沙池处	1	土壤流失量监测点和植物措施监测点	位于滕州市，植物措施监测点可布设在沉沙池周边绿化区
7	施工生产生活区	沉沙池处	1	土壤流失量监测点	
8	临时堆土区	沉沙池处	2	土壤流失量监测点	
9	施工道路区	施工道路一侧边坡	1	土壤流失量监测点	

6.4 实施条件和成果

6.4.1 监测设备

本工程采用的主要水土保持监测设备详见表 6.4-1。

表 6.4-1 水土保持主要监测设备一览表

序号	名称	单位	数量	备注
一	土建设施			
1	集沙池	个	9	利用临时沉沙池
二	消耗性材料			
1	100m 皮尺	个	2	
2	5m 钢卷尺	个	2	
3	1.5m 标桩	根	20	
4	记录本	个	5	
5	标志牌	个	5	
三	监测设备			
1	坡度仪	个	2	

2	植被测量（测绳、剪刀等）	批	2	
3	手持式 GPS 定位	个	2	
4	计算机	台	2	
5	数码照相机	台	2	
6	无人机	套	2	
7	越野车	辆	2	

6.4.2 人员配备

本方案初步确定该项目水土保持监测人员 6 名，其中总监测工程师 1 名、监测工程师 1 名、监测员 4 名。总监测工程师负责项目监测工作的组织、协调、实施和监测成果质量；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。

6.4.3 监测成果

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018），监测成果主要包括水土保持监测实施方案、监测报告、图件、数据表（册）、影像资料等。

（1）水土保持监测实施方案

在施工准备前应进行现场查勘和调查，并应根据相关技术标准和水土保持方案编制《生产建设项目水土保持监测实施方案》，监测实施方案需要建设单位在主体工程开工 1 个月内向水行政主管部门报送。

（2）监测报告

水土保持监测报告包括季度报告表、专项报告和总结报告。监测期间，应编制《生产建设项目水土保持监测季度报告表》，建设单位应每季度第一个月底前报送上一季度水土保持监测季度报告。发生严重水土流失灾害事件时，应于事件发生后一周内完成专项报告。监测工作完成后 3 个月内，应编制《生产建设项目水土保持监测总结报告》。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），水土保持监测单位根据监测情况，在监测季报和总结报告等监测成果中提出“绿黄红”三色评价结论。

3、图件、数据表（册）、影像资料

图件应包括项目区地理位置图、扰动地表分布图、监测分区及监测点分布图、土壤侵蚀强度图、水土保持措施分布图等。

数据表（册）应包括原始记录表和汇总分析表。

影像资料应包括监测过程中拍摄的反映水土流失动态变化及其治理措施实施情况的照片和录像等。

监测成果应采用纸质和电子版形式保存，做好数据备份，并按要求及时向水行政主管部门报送。

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

(1) 编制原则

1) 根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)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、施工机械台时费、估算定额、取费项目及费率应与主体工程一致;

2) 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;

3) 本工程价格水平年为 2022 年第 2 季度。

(2) 编制依据

1) 《开发建设项目水土保持工程概(估)算编制规定》(水利部水总〔2003〕67号);

2) 《关于降低水土保持补偿费收费标准的通知》(山东省财政厅山东省物价局山东省水利厅鲁价费发〔2017〕58号);

3) 《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);

4) 《住房和城乡建设部办公厅关于重新调整建设工程计价依据增值税税率的通知》(中华人民共和国住房和城乡建设部办公厅 2019年3月26日);

5) 《民航建设工程概算编制办法》(中国民用航空局机场司 2008年4月21日发布,文件编号:AP-129-CA-2008-01);

6) 《山东省财政厅 山东省发展和改革委员会山东省水利厅 中国人民银行济南分行关于印发<山东省水土保持补偿费征收使用管理办法>的通知》(鲁财税〔2020〕

17号)；

7) 《山东省住房和城乡建设厅<山关于调整建设工程定额人工单价及各专业定额价目表>的通知》(鲁建标字〔2020〕24号)；

8) 《山东省建设工程施工机械台班费用编制规则》(鲁建标字〔2021〕39号)。

7.1.2 编制说明与估算成果

7.1.2.1 费用构成

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)，生产建设项目水土保持投资估算分为工程措施费、植物措施费、临时措施费、独立费用、基本预备费和水土保持补偿费等。

水土保持独立费用包括建设管理费、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五部分。

7.1.2.2 基础单价

(1) 人工预算单价：根据鲁建标字〔2020〕24号、鲁建标字〔2021〕39号，工程措施128元/工日，绿化工程117元/工日，机械台班费中人工单价为130元/工日计列。

(2) 施工用电、水价：与主体工程保持一致。

(3) 主要材料预算价格：主体工程已有的材料预算单价，直接采用。主体工程中没的，按照当地2022年第2季度市场调查确定。

(4) 机械使用费：施工机械台时费结合主体工程分析计取。不足部分按《水土保持工程估算定额》中所规定的施工机械台时费计算，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，安装拆卸费不变。

7.1.2.3 工程单价

工程、植物措施单价主要按照水利部《水土保持工程概算定额》及《开发建设项目水土保持工程概(估)算编制规定》计算，并参照主体工程已有单价。工程费

由直接工程费、间接费、企业利润和税金组成。

1) 直接工程费

直接工程费=直接费+其他直接费+现场经费

直接费=人工费+材料费+机械使用费

其他直接费=直接费×其他直接费率

现场经费=直接费×现场经费费率

其他直接费、现场经费费率详见表 7.1-1。

表 7.1-1 基本费率表 单位:%

项 目	其他直接费	现场经费	间接费	企业利润	税金
土石方工程	2.3	5	4.4	7	9
混凝土工程	2.3	6	4.3	7	9
植物措施	1.0	4	3.3	5	9
其他工程	2.3	5	4.4	7	9

2) 间接费

间接费=直接工程费×间接费率。

3) 企业利润

企业利润=(直接工程费+间接费)×企业利润率

工程措施按直接工程费与间接费之和的 7%计算,植物措施按直接工程费与间接费之和的 5%计算。

4) 税金

税金=(直接工程费+间接费+企业利润)×税率,税率取 9%。

7.1.2.4 水土保持工程估算编制

第一部分 工程措施

工程措施估算按设计工程量乘以工程单价进行编制。

第二部分 植物措施

植物措施由苗木、种子等材料费及种植费组成。

植物措施材料费由苗木、种子的预算价格乘以数量进行编制。

栽（种）植费按《开发建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》进行编制。

第三部分 临时措施

临时防护工程：按照临时措施工程量乘以临时措施单价编制。

其他临时工程：根据规定，费用计算按照工程措施和植物措施投资的 1.50%。

第四部分 独立费用

建设管理费：按一至三部分之和的 2.0% 计列。

水土保持监理费：结合工程实际和市场价格，水土保持监理费暂列 80.00 万元。

科研勘测设计费：本工程科研勘测设计费结合工程实际和市场价格计列，共计 105 万元。

水土保持监测费：包括监测土建设施费、消耗性材料费、监测设备折旧费和监测人工费，其中监测人工费按照总监测工程师 10 万元/年、监测工程师 8 万元/年、监测员 5 万元/年取值。经计算，本工程水土保持监测费按照 156.60 万元计列。

表 7.1-2 水土保持监测费计算表

序号	工程名称	单位	数量	单价 (元)	折旧率 (%)	成本(元)	备注
一	监测土建设施费						
1	集沙池	个	9				利用临时沉沙池
二	消耗性材料费					865	
1	100m 皮尺	个	2	120		240	
2	5m 钢卷尺	个	2	20		40	
3	1.5m 标桩	根	20	25		500	
4	记录本	个	5	2		10	
5	标志牌	个	5	15		75	
三	监测设备折旧费					45110	
1	坡度仪	个	2	100	5	10	
2	植被测量（测绳、剪刀等）	批	2	500	5	50	
3	手持式 GPS 定位	个	2	500	5	50	
4	计算机	台	2	4000	15	1200	
5	数码照相机	台	2	3000	10	600	
6	无人机	套	2	8000	20	3200	

7 水土保持投资估算及效益分析

序号	工程名称	单位	数量	单价 (元)	折旧率 (%)	成本(元)	备注
7	越野车	辆	2	200000	10	40000	
四	监测人工费					1520000	
	合计					1565975	

水土保持设施验收费：根据工程实际和市场价格，本工程水土保持设施验收费暂列 80.0 万元。

(7) 基本预备费：按一至四部分合计的 6% 计取。

(8) 水土保持补偿费：根据《关于降低水土保持补偿费收费标准的通知》（鲁价费发〔2017〕58 号）等规定：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 1.2 元（不足 1 平方米的按 1 平方米计）。经分析计算，本工程总占地面积 2349100.00m²，水土保持补偿费按占地面积 1.20 元/m²计取，经计算，本工程共需缴纳水土保持补偿费 2818920.00 元。

表 7.1-3 水土保持补偿费计算表

市	县名	占地面积 (m ²)	补偿费标准 (元/m ²)	补偿费 (元)
枣庄市	山亭区	2150000.00	1.2	2580000.00
	滕州市	64100.00	1.2	76920.00
	薛城区	135000.00	1.2	162000.00
	小计	2349100.00		2818920.00

7.1.2.5 投资估算

本工程建设期水土保持工程总投资 40345.56 万元，其中工程措施费 30950.03 万元，植物措施费 4028.22 万元，临时措施费 1663.23 万元，独立费用 1154.43 万元（含水土保持监理费 80.00 万元，水土保持监测费 156.60 万元），基本预备费 2267.75 万元，水土保持补偿费 2818920.00 元。

项目建设期投资估算表详见表 7.1-4~7.1-7。

主要材料价格表、主体工程单价汇总表、方案新增单价汇总表、施工机械台时费汇总表、水泥砂浆单价计算表分别见表 7.1-8~表 7.1-14。

表 7.1-4 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	植物措施			独立费 用	合计
			合计	栽(种) 植费(包 括整地)	苗木及 种子费		
	第一部分工程措施	30950.03					30950.03
一	飞行区	5464.71					5464.71
二	航站区	3315.48					3315.48
三	供油工程区	37.96					37.96
四	边坡防护区	14090.65					14090.65
五	净空处理区	7584.63					7584.63
六	场外台站区	456.56					456.56
七	施工道路区	0.03					0.03
	第二部分植物措施		4028.22	4028.22			4028.22
一	飞行区		1818.62	1597.96	220.66		1818.62
二	航站区		630.00	630.00			630.00
三	供油工程区		2.61	2.61			2.61
四	边坡防护区		1281.60	1086.26	195.34		1281.60
五	净空处理区		169.26	138.07	31.19		169.26
六	场外台站区		121.43	112.55	8.88		121.43
七	施工道路区		4.71	4.44	0.27		4.71
	第三部分临时工程	1663.23					1663.23
一	临时防护工程	1138.56					1138.56
(一)	飞行区	573.29					573.29
(二)	航站区	84.14					84.14
(三)	供油工程区	9.82					9.82
(四)	边坡防护区	212.72					212.72
(五)	净空处理区	155.11					155.11
(六)	场外台站区	38.38					38.38
(七)	施工生产生活区	20.67					20.67
(八)	临时堆土区	40.33					40.33
(九)	施工道路区	4.08					4.08
二	其他临时工程	524.67					524.67
	前三部分之和						36641.48
	第四部分独立费用					1154.43	1154.43
一	建设管理费					732.83	732.83
二	水土保持监理费					80.00	80.00
三	科研勘测设计费					105.00	105.00
四	水土保持监测费					156.60	156.60
五	水土保持设施验收费					80.00	80.00
	一至四部分合计						37795.91
	基本预备费						2267.75
	静态总投资						40063.66
	水土保持补偿费						281.892
	工程总投资						40345.56

表 7.1-5 工程措施投资估算表

序号	措施名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)
	第一部分 工程措施				30950.03
一	飞行区				5464.71
1	表土剥离 (耕地和园地部分)	万 m ³	8.11	120000.00	97.32
2	表土剥离 (林地部分)	万 m ³	0.79	120000.00	9.48
3	土地整治	hm ²	91.43	1457.68	13.33
4	飞行区排水沟	m	9640		5125.5
4.1	U 形明沟	m	7150	4500.00	3217.5
4.2	一般汽车荷载盖板明沟	m	1240	5500.00	682
4.3	一般汽车荷载暗沟	m	150	5000.00	75
4.4	消防车荷载盖板明沟	m	260	6500.00	169
4.5	飞机荷载盖板明沟	m	80	12000.00	96
4.6	飞机荷载暗沟	m	130	10000.00	130
4.7	急流槽及消力池	m	630	12000.00	756
5	灯光带维修路 C30 钢筋混凝土护坡	m ²	5500	100.00	55
6	灯光带维修路排水沟	m	2000		133.74
6.1	土方开挖	m ³	2477.6	22.29	5.52
6.2	M7.5 浆砌块石	m ³	1477.6	867.78	128.22
7	表土回覆	万 m ³	8.9	34091.84	30.34
二	航站区				3315.48
1	表土剥离 (耕地和园地部分)	万 m ³	0.55	120000.00	6.60
2	土地整治	hm ²	6.3	1457.68	0.92
3	PP 雨水收集池	个	1	1300000.00	1300.00
4	雨水管网	m	2840		1925.00
4.1	雨水管网 DN2200HDPE 缠绕增强	m	120	10000.00	120.00
4.2	雨水管网 DN2000HDPE 缠绕增强	m	370	9500.00	351.50
4.3	雨水管网 DN1900HDPE 缠绕增强	m	220	9000.00	198.00
4.4	雨水管网 DN1800HDPE 缠绕增强	m	500	8800.00	440.00
4.5	雨水管网 DN1500HDPE 缠绕增强	m	300	6500.00	195.00
4.6	雨水管网 DN1400HDPE 缠绕增强	m	480	6000.00	288.00
4.7	雨水管网 DN1200HDPE 缠绕增强	m	350	4500.00	157.50
4.8	雨水管网 DN1000HDPE 缠绕增强	m	500	3500.00	175.00
5	透水铺装	hm ²	0.93	871851.13	81.08
6	表土回覆	万 m ³	0.55	34091.84	1.88
三	供油工程区				37.96
1	土地整治	hm ²	0.25	1457.68	0.04
2	雨水明沟	m	400	350.00	14.00
3	盖板沟	m	400	400.00	16.00
4	焊接钢管 DN600	m	50	1300.00	6.50
5	焊接钢管 DN200	m	50	285.00	1.43
四	边坡防护区				14090.65
1	表土剥离 (耕地和园地部分)	万 m ³	3.13	120000.00	37.56
2	表土剥离 (林地部分)	万 m ³	0.35	120000.00	4.20
3	植生袋护坡	万 m ³	15.09	2912909.11	4395.58

序号	措施名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)
4	土地整治	hm ²	39.51	1457.68	5.76
5	C30 钢筋混凝土格构护坡	m ²	443244.33	100.00	4432.44
6	坡面截排水沟	m	17798	450.00	800.91
7	碎石铺设	万 m ³	1.52	3560582.82	541.21
8	排水渠	m	9205		3826.83
8.1	1.5m 排水渠	m	1876	3600.00	675.36
8.2	2.0m 排水渠	m	7329	4300.00	3151.47
9	排水顺接工程				34.30
9.1	消力池				4.40
	土方开挖	m ³	106.12	22.29	0.24
	土方回填	m ³	12.13	3.88	0.005
	M10 浆砌石消力池	m ³	36.24	872.57	3.16
	碎石垫层	m ³	3.57	356.06	0.13
	中粗砂垫层	m ³	2.38	169.27	0.04
	土工布 (10KN/m)	m ³	23.82	9.95	0.02
	编织袋一层	m ³	23.82	339.05	0.81
	PVC 排水管 (50mm)	m	4.16	6.17	0.00
9.2	沉沙池	座	5		29.89
	土方开挖	m ³	905.52	22.29	2.02
	土方回填	m ³	106.12	3.88	0.04
	M10 浆砌石沉沙池	m ³	311.27	872.57	27.16
	中粗砂垫层	m ³	39.62	169.27	0.67
10	表土回覆	万 m ³	3.48	34091.84	11.86
四	净空处理区				7584.63
1	表土剥离 (林地部分)	万 m ³	1.21	120000.00	14.52
2	土地整治	hm ²	30.58	1457.68	4.46
3	C30 钢筋混凝土格构护坡	m ²	338755.67	100.00	3387.56
4	坡面截排水沟	m	13602	450.00	612.09
5	植生袋护坡	万 m ³	10.81	2912909.11	3148.85
6	碎石铺设	万 m ³	1.16	3560582.82	413.03
7	表土回覆	万 m ³	1.21	34091.84	4.13
五	场外台站区				456.56
1	表土剥离	万 m ³	0.01	120000.00	0.12
2	土地整治	hm ²	5.96	1457.68	0.87
3	C30 钢筋混凝土格构护坡	m ²	10500	100.00	105.00
4	排水沟	m	3905		292.04
4.1	土方开挖	m ³	5793.85	22.29	12.91
4.2	M7.5 浆砌块石	m ³	3216.55	867.78	279.13
5	表土回覆	万 m ³	0.01	34091.84	0.03
6	截水沟、竖向排水沟和马道排水沟	m	1300	450.00	58.50
六	施工道路区				0.03
1	土地整治	hm ²	0.22	1457.68	0.03

表 7.1-6 植物措施投资估算表

序号	措施名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)
第二部分 植物措施					4028.22
一	飞行区				1818.62
1	撒播草籽 (土面区)	hm ²	89.22		1774.81
1.1	野牛草种子	kg	18200.88	120.00	218.41
1.2	撒播野牛草	hm ²	89.22	174445.20	1556.40
2	撒播草籽 (灯光带维修路)	hm ²	2.21		43.81
2.1	无芒雀麦种子	kg	449.82	40.00	1.80
2.2	撒播无芒雀麦	hm ²	1.47	201755.60	29.66
2.3	中华结缕草种子	kg	113.22	40.00	0.45
2.4	撒播中华结缕草	hm ²	0.74	160789.99	11.90
二	航站区				630.00
1	景观绿化	hm ²	6.3	1000000.00	630.00
三	供油工程区				2.61
1	铺设草皮	hm ²	0.25	104268.39	2.61
四	边坡防护区				1281.60
1	边坡绿化				1281.60
1.1	爬山虎种子	kg	8060.04	40.00	32.24
1.2	爬山虎	hm ²	6.07	201755.60	122.53
1.3	中华结缕草种子	kg	2015.01	40.00	8.06
1.4	中华结缕草	hm ²	3.04	160789.99	48.83
1.5	紫穗槐插穗	万株	775.20	2000.00	155.04
1.6	扦插紫穗槐	万株	760.00	12038.15	914.90
五	净空处理区				169.26
1	边坡绿化				169.26
1.1	爬山虎种子	kg	6239.34	40.00	24.96
1.2	爬山虎	hm ²	4.89	201755.60	98.73
1.3	中华结缕草种子	kg	1559.07	40.00	6.24
1.4	中华结缕草	hm ²	2.45	160789.99	39.34
六	场外台站区				121.43
1	撒播草籽	hm ²	5.96		118.17
1.1	无芒雀麦种子	kg	1215.84	40.00	4.86
1.2	撒播无芒雀麦	hm ²	3.97	201755.60	80.10
1.3	中华结缕草种子	kg	303.96	40.00	1.22
1.4	撒播中华结缕草	hm ²	1.99	160789.99	32.00
2	进台路绿化	km	3.4		3.26
2.1	栽植大叶黄杨	株	850	2.68	0.23
	大叶黄杨苗木	株	867	15.80	1.37
2.2	栽植小叶女贞	株	850	2.70	0.23
	小叶女贞苗木	株	867	16.50	1.43
七	施工道路区				4.71
1	撒播草籽	hm ²	0.22		4.71
1.1	无芒雀麦种子	kg	67.32	40.00	0.27
1.2	撒播无芒雀麦	hm ²	0.22	201755.60	4.44

表 7.1-7 临时措施投资估算表

序号	措施名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)
第三部分 临时措施					1663.23
一	飞行区				573.29
1	密目网苫盖	m ²	1200000	4.76	571.17
2	沉沙池	座	7	3028.35	2.12
二	航站区				84.14
1	密目网苫盖	m ²	174500	4.76	83.06
2	临时排水沟	m	2600		0.78
2.1	土方开挖	m ³	351	22.29	0.78
3	沉沙池	座	1	3028.35	0.30
三	供油工程区				9.82
1	密目网苫盖	m ²	20000	4.76	9.52
2	沉沙池	座	1	3028.35	0.30
四	边坡防护区				212.72
1	彩条布苫盖	m ²	480000	4.43	212.72
五	净空处理区				155.11
1	彩条布苫盖	m ²	350000	4.43	155.11
六	场外台区				38.38
1	密目网苫盖	m ²	80000	4.76	38.08
2	临时沉沙池	座	1	3028.35	0.30
七	施工生产生活区				20.67
1	密目网苫盖	m ²	40000	4.76	19.04
2	临时排水沟	m	1400		0.42
2.1	土方开挖	m ³	189	22.29	0.42
3	沉沙池	座	4	3028.35	1.21
八	临时堆土区				40.33
1	彩条布苫盖	m ²	50000	4.43	22.16
2	临时排水沟	m	1480		0.45
2.1	土方开挖	m ³	199.8	22.29	0.45
3	沉沙池	座	3	3028.35	0.91
4	编织袋拦挡	m	1480		16.82
4.1	编织袋填筑	m ³	444	339.05	15.05
4.2	编织袋拆除	m ³	444	39.79	1.77
九	施工道路区				4.08
1	碎石铺设	m ³	110	356.06	3.92
2	临时排水沟	m	400		0.16
2.1	土方开挖	m ³	72	22.29	0.16
十	其他临时工程	%	1.5		524.67

表 7.1-8 独立费用计算表

序号	费用名称	编制依据	金额(万元)
一	建设管理费	(工程措施费+植物措施费+临时工程费)×2.0%	732.83
二	水土保持监理费	参考市场价	80.00
三	科研勘测设计费	根据实际合同额计列	105.00
四	水土保持监测费	参考市场价	156.60
五	水土保持设施验收费	参考市场价	80.00
	合 计		1154.43

表 7.1-9

分年度投资估算表

单位：万元

序号	工程或费用名称	合计	建设工期（年）				
			2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年
	第一部分工程措施	30950.03		8759.08	19597.90	2593.04	
一	飞行区	5464.71		137.14	2737.32	2590.25	
二	航站区	3315.48		6.60	3306.08	2.79	
三	供油工程区	37.96		37.93	0.04		
四	边坡防护区	14090.65		6920.02	7170.63		
五	净空处理区	7584.63		1642.88	5941.75		
六	场外台站区	456.56		14.52	442.04		
七	施工道路区	0.03			0.03		
	第二部分植物措施	4028.22			3354.41	673.81	
一	飞行区	1818.62			1774.81	43.81	
二	航站区	630.00				630.00	
三	供油工程区	2.61			2.61		
四	边坡防护区	1281.60			1281.60		
五	净空处理区	169.26			169.26		
六	场外台站区	121.43			121.43		
七	施工道路区	4.71			4.71		
	第三部分临时工程	1663.23		1168.87	428.88	65.48	
一	临时防护工程	1138.56		1037.48	84.59	16.48	
(一)	飞行区	573.29		573.29			
(二)	航站区	84.14		42.61	41.53		
(三)	边坡防护区	212.72		212.72			
(四)	供油工程区	9.82		9.82			
(五)	净空处理区	155.11		155.11			
(六)	场外台站区	38.38		7.68	30.70		
(七)	施工生产生活区	20.67		7.34	5.71	7.62	
(八)	临时堆土区	40.33		24.82	6.65	8.86	
(九)	施工道路区	4.08		4.08			
二	其他临时工程	524.67		131.39	344.28	49.00	
	前三部分之和	36641.48		9927.95	23381.20	3332.33	
	第四部分独立费用	1154.43	52.66	459.77	356.45	174.23	111.32
一	建设管理费	732.83	14.66	293.13	293.13	131.91	
二	水土保持监理费	80.00	5.00	32.00	32.00	11.00	
三	科研勘测设计费	105.00	33.00	72.00			
四	水土保持监测费	156.60		62.64	31.32	31.32	31.32
五	水土保持设施验收费	80.00					80.00
	一至四部分合计	37795.91	52.66	10387.72	23737.65	3506.56	111.32
	基本预备费	2267.75	3.16	623.26	1424.26	217.07	
	静态总投资	40063.66	55.82	11010.99	25161.91	3723.64	111.32
	水土保持补偿费	281.892	281.892				
	工程总投资	40345.56	337.71	11010.99	25161.91	3723.64	111.32

表 7.1-10 主要材料价格表

序号	名称及规格	单位	预算价格 (元)	基价 (元)
1	水泥 32.5MP	t	425.00	255.00
2	砂	m ³	215.00	60.00
3	水	m ³	4.20	
4	电	kWh	1.2	
5	编织袋	个	1.50	
6	农家土杂肥	m ³	150	
7	野牛草种子	kg	120.00	
8	无芒雀麦种子	kg	40.00	
9	中华结缕草种子	kg	40.00	
10	爬山虎种子	kg	40.00	
11	紫穗槐插穗	株	0.2	
12	植生袋	个	0.5	
13	复合肥	kg	20	
14	密目网	m ²	1.50	
15	柴油	kg	6.91	3
16	块石	m ³	446.6	60
17	碎石	m ³	194.14	60
18	普通砖	千块	520	
19	土工布 (10KN/m)	m ²	4	
20	PVC 排水管 (50mm)	m	6.17	
21	中粗砂	m ³	215	60
22	透水砖	块	1.6	
23	大叶黄杨 (丛高 60cm)	株	15.8	
24	小叶女贞 (丛高 60cm)	株	16.5	
25	彩条布	m ²	1.3	

表 7.1-11 主体工程已有单价汇总表

序号	措施名称	单位	单价 (元)
1	表土剥离 (耕地和园地部分)	万 m ³	120000
2	飞行区 U 形明沟	m	4500
3	飞行区一般汽车荷载盖板明沟	m	5500
4	飞行区一般汽车荷载暗沟	m	5000
5	飞行区消防车荷载盖板明沟	m	6500
6	飞行区飞机荷载盖板明沟	m	12000
7	飞行区飞机荷载暗沟	m	10000
8	急流槽及消力池	m	12000
9	C30 钢筋混凝土护坡	m ²	100
10	PP 雨水收集池	个	13000000
11	雨水管网 DN2200HDPE 缠绕增强	m	10000
12	雨水管网 DN2000HDPE 缠绕增强	m	9500
13	雨水管网 DN1900HDPE 缠绕增强	m	9000
14	雨水管网 DN1800HDPE 缠绕增强	m	8800
15	雨水管网 DN1500HDPE 缠绕增强	m	6500
16	雨水管网 DN1400HDPE 缠绕增强	m	6000
17	雨水管网 DN1200HDPE 缠绕增强	m	4500
18	雨水管网 DN1000HDPE 缠绕增强	m	3500
19	坡面截排水沟	m	450
20	景观绿化	hm ²	1000000
21	1.5m 排水渠	m	3600
22	2.0m 排水渠	m	4300
23	雨水明沟	m	350.00
24	盖板沟	m	400.00
25	焊接钢管 DN600	m	1300.00
26	焊接钢管 DN200	m	285.00

表 7.1-12 方案新增单价汇总表 单位：元

序号	工程名称	单位	估算 单价	其中									
				人工费	材料费	机械使用 费	其他直接 费	现场 经费	间接费	企业 利润	税金	价差	扩大系数
1	人工挖排水沟、截水沟	100m ³ 自然方	2228.69	1505.60	45.17		35.67	77.54	73.21	121.60	167.29		202.61
2	植生袋	100m ³ 堰体方	29129.09	18592.00	1676.60		466.18	1013.43	956.92	1589.36	2186.50		2648.10
3	全面整地（机械施工）	hm ²	1457.68	277.88	169.50	494.13	9.42	37.66	32.62	51.06	96.50	156.40	132.52
4	编织袋砂砾料填筑	100m ³ 堰体方	33904.61	18592.00	4999.50		542.60	1179.58	1113.80	1849.92	2544.97		3082.24
5	编织袋拆除	100m ³ 堰体方	3978.96	2688.00	80.64		63.68	138.43	130.71	217.10	298.67		361.72
6	M7.5 浆砌石	100 m ³	86777.99	10950.40	11373.90	330.70	521.06	1132.75	1069.59	1776.49	2443.94	49290.26	7888.91
7	碎石垫层	100 m ³	35605.83	8121.60	6181.20		328.96	715.14	675.26	1121.55	1542.93	13682.28	3236.89
8	沉沙池（4.5m ³ ）	座	3028.35	1441.60	557.29		45.97	99.94	94.37	150.14	193.03	170.70	275.30
9	密目网苫盖	100m ²	475.98	432.71	160.00	171.20		7.62	16.56	15.64	25.97	35.73	
10	撒播野牛草	100m ²	1744.45	877.50	400.00		12.78	51.10	44.27	69.28	130.94		158.59
11	紫穗槐分殖造林	100 株	120.38	87.75	0.41		0.88	3.53	3.05	4.78	9.04		10.94
12	撒播无芒雀麦	100 m ³	2017.56	877.50	600.00		14.78	59.10	51.20	80.13	151.44		183.41
13	撒播中华结缕草	100m ²	1607.90	877.50	300.00		11.78	47.10	40.80	63.86	120.69		146.17
14	撒播爬山虎	hm ²	2017.56	877.50	600.00	0.00	14.78	59.10	51.20	80.13	151.44		183.41
15	透水砖铺装	100m ²	871.85	48.64	518.15		13.04	28.34	26.76	44.44	61.14	52.08	79.26
16	74kW 推土机推土	100 m ³	387.92	24.00	18.87	147.55	4.38	9.74	9.00	14.95	20.56	103.60	35.27
17	M10 浆砌石	100 m ³	87257.20	10950.40	11673.51	330.70	527.96	1147.73	1083.73	1799.98	2476.26	49334.46	7932.47
18	铺土工布	100m ²	995.32	256.00	436.56		15.93	34.63	32.70	54.31	74.71		90.48
19	中粗砂垫层	100m ³ 实方	16926.85	8121.60	1236.24		215.23	467.89	441.80	733.79	1009.49	3162.00	1538.80
20	铺草皮	100m ²	1042.68	643.50	120.08		7.64	30.54	26.46	41.41	78.27		94.79
21	彩条布苫盖	100m ²	443.17	160.00	148.37		7.09	15.42	14.56	24.18	33.27		40.29
22	栽植大叶黄杨	100 株	267.79	160.88	35.23		1.96	7.84	6.80	10.64	20.10		24.34
23	栽植小叶女贞	100 株	269.74	160.88	36.66		1.98	7.90	6.84	10.71	20.25		24.52
24	表土回填	100m ³ 自然方	340.92	24.00	18.87	147.55	4.38	9.52	8.99	14.93	25.59	56.10	30.99

表 7.1-13 施工机械台时费汇总表 单位：元

序号	编号	名称及规格	台时费	其中				
				折旧费	修理及替换设备费	安装拆卸费	人工费	动力燃料费
1	6021	砂浆搅拌机 0.4m ³	31.71	0.73	2.09	0.20	21.13	7.56
2	3059	胶轮车	0.82	0.23	0.59			
3	1031	推土机 74kw	109.29	16.81	20.93	0.86	39.00	31.69
4	1044	拖拉机 37KW	61.77	3.36	4.18	0.22	39.00	15.00

表 7.1-14 水泥砂浆单价计算表

名称	级配	预算量					单价 (元)	价差 (元)	
		水泥 (kg)	掺合料 (kg)	砂 (m ³)	石子 (m ³)	外加剂 (kg)			水 (m ³)
M7.5 砂浆	中砂	292		1.11			0.289	142.27	221.69
M10 砂浆	中砂	327.00		1.08			0.29	151.04	222.99

7.2 效益分析

根据方案设计的水土保持工程措施、植物措施和临时防护措施的布局与数量，对照方案确定的水土流失防治目标，列表定量计算六项防治目标。水土流失防治六项综合目标值实现情况评估表见表 7.2-1、7.2-2。

(1) 水土流失治理度

水土流失治理度为项目水土流失防治责任范围内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比。本工程产生水土流失的面积 234.91hm²，水土流失治理达标面积 230.53hm²，水土流失治理度达到 98%，达到防治目标要求。

(2) 土壤流失控制比

土壤流失控制比为项目水土流失防治责任范围内容许土壤流失量与治理后的平均土壤流失量之比。项目区容许土壤流失量为 200t/km²·a，治理后项目区将被硬化地面、绿地、建构筑物等覆盖，土壤侵蚀模数较施工期大大降低，平均土壤流失量约为 200t/km²·a，土壤流失控制比为 1.0，达到防治目标要求。

(3) 渣土防护率

渣土防护率为项目水土流失防治责任范围内采取措施实际挡护的永久弃渣、临时

堆土的数量占永久弃渣和临时堆土总量的百分比。本工程无弃渣，临时堆土主要为施工前剥离的表土和工程建设开挖的其他土石方，共计 1735.38 万 m³，方案设计采取了临时苫盖、临时拦挡、临时排水和临时尘沙等防护措施，实际挡护的临时堆土数量约为 1683.32 万 m³，渣土防护率可达到 97%。

(4) 表土保护率

项目区表土保有量为 14.15 万 m³，全部实施剥离。方案设计对剥离的表土周边采用编织袋进行拦挡，同时布设临时苫盖、排水和沉沙措施，项目区内保护的表土数量为 13.73 万 m³，表土保护率约 97%。

(5) 林草植被恢复率

项目区内可绿化面积为 174.25hm²，考虑到苗木质量、栽植方法、光热水气、后期管理等影响苗木成活率的因素，林草植物措施面积在设计水平年约为 169.98hm²，林草植被恢复率为 98%。

(6) 林草覆盖率

林草覆盖率 (%) = 林草植被面积 / 项目建设区总面积 × 100%。经统计分析，至设计水平年，项目区林草总面积约为 169.98hm²，林草覆盖率为 72%。

表 7.2-1 水土保持方案各项面积指标计算表 单位：hm²

防治分区	项目区面积	造成水土流失面积	水土流失治理面积			建构筑物及永久硬化面积	可绿化面积
			工程措施	植物措施	小计		
飞行区	120.39	120.39	0.55	89.60	90.15	28.70	91.43
航站区	17.45	17.45	0.93	6.00	6.93	10.22	6.30
供油工程区	2.00	2.00		0.23		1.75	0.25
边坡防护区	48.76	48.76	9.25	39.00	48.25		39.51
净空处理区	37.64	37.64	7.06	29.50	36.56		30.58
场外台站区	8.45	8.45	1.05	5.50	6.55	1.27	5.96
施工道路区	0.22	0.22		0.15	0.15		0.22
合计	234.91	234.91	18.84	169.98	188.59	41.94	174.25

表 7.2-2 水土流失防治综合目标实现情况评估表

评估指标		评估依据	单位	数量	设计达到值	防治目标值	评估结果
水土流失防治标准	水土流失治理度	水土流失治理达标面积	hm ²	230.53	98%	95%	达标
		水土流失总面积	hm ²	234.91			
	土壤流失控制比	侵蚀模数容许值	t/km ² ·a	200	1.0	1.0	达标
		治理后侵蚀模数达到值	t/km ² ·a	200			
	渣土防护率	实际挡护的弃渣、临时堆土量	万 m ³	1683.32	97%	97%	达标
		永久弃渣和临时堆土总量	万 m ³	1735.38			
	表土保护率	保护的表土数量	万 m ³	13.73	97%	95%	达标
		可剥离的表土总量	万 m ³	14.15			
	林草植被恢复率	林草植被面积	hm ²	169.98	98%	97%	达标
		可恢复林草面积	hm ²	174.25			
	林草覆盖率	林草植被面积	hm ²	169.98	72%	27%	达标
		建设区总面积	hm ²	234.91			

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；对可剥离表土的区域实施了表土剥离，并予以保护及利用，充分保护水土资源。施工结束后，裸露表面尽快进行植被恢复，生态环境得以保护，并充分发挥其生态服务功能，促进了项目区生态环境的改善和良性循环。经计算，方案实施后至设计水平年，水土流失治理面积达到 230.53hm²，林草植被建设面积 169.98hm²，可减少水土流失量 35000t，渣土挡护量 1683.32 万 m³，表土剥离及保护量 13.73 万 m³；六项防治目标中，水土流失治理度达到 98%，土壤流失控制比为 1.0，渣土防护率达到 97%，表土保护率达到 97%，林草植被恢复率达到 98%，林草覆盖率达到 72%，均能达到设计目标值。

8 水土保持管理

为贯彻《中华人民共和国水土保持法》，确保该工程水土保持方案能够得到顺利实施，进而切实发挥其水土保持防护作用，有效控制工程建设造成的水土流失，保证工程建设地区生态环境的良性发展，将水土保持工作列入主体工程建设总体规划中，根据总体安排和年度计划，按照水土保持方案设计有计划、有组织地实施，加强管理，保质、按期完成防治任务。

8.1 组织管理

本工程水土保持方案由建设单位组织实施。为保证该工程水土保持方案能够得到顺利实施，建设单位首先建立健全工程项目的水土保持组织领导体系，成立水土保持项目领导小组，配置专职人员，专职人员至少 1-2 名，负责工程建设中的水土保持管理和实施工作。按照水土保持方案的治理措施、进度安排、技术标准等，严格要求施工单位保质保量地完成水土保持各项措施。在施工过程中应配备水土保持专业人员，以解决措施实施过程中的技术问题，并接受当地水行政主管部门的监督检查。同时对施工单位组织《中华人民共和国水土保持法》学习、宣传工作，提高工程建设者的水土保持自觉行动意识。

具体实施措施如下：

(1) 建立防治目标责任制。将水土流失防治目标按年度分解，纳入项目建设单位负责人的年度责任目标考核中，落实奖惩措施，限期治理。

(2) 完善现场监督检查制度。水保监督检查实行定员定责，监督人员应按照本工程建设进度，定时前往现场检查各项水保措施的落实情况，发现问题，及时纠正。

(3) 完善水保方案年检制度。建立水保方案年检制度，检查落实当年完成的水土流失治理工程量和投资总额，若发现未完成当年的治理任务，要提出整改意见，追加下一年度的治理任务。

(4) 加强对施工队伍的管理。建设单位在施工期间要定期向施工人员进行《中华人民共和国水土保持法》的宣传工作；施工期划定施工活动范围，严格控制和管理运输机械的运行范围，不得随意行驶，任意碾压，并在出入口竖立保护地表及植被的警示牌，提醒作业人员；施工单位不得随意占地，防止扩大对地表的扰动范围，并注意施工及生活用火安全，防止因火灾烧毁地表植被。水土保持列入工程招标合同条例中，施工中推行施工工程单位法人责任制。

(5) 自觉接受水行政主管部门的监督检查。积极配合水行政主管部门的工作，认真落实水行政主管部门提出的监督检查意见。

8.2 后续设计

根据《中华人民共和国水土保持法》有关要求，依法应当编制水土保持方案的生产建设项目中的水土保持设施，应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。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）文件，本工程水土保持方案批准后，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，编制单册或专章，按程序与主体工程设计一并报经有关部门审核，并报当地水行政主管部门备案。无设计的水土保持措施，不得通过水土保持设施自主验收。

根据《中华人民共和国水土保持法》第二十五条，水土保持方案经批准后，生产建设项目的地点、规模发生重大变化的，应当补充或者修改水土保持方案并报原审批机关批准。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。根据《水利部办公厅关于印发〈水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）〉的通知》（办水保〔2016〕65号），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，生产建设单位应当补充或者修改水土保持方案，报原审批部门审批。

(一) 涉及国家级和省级水土流失重点预防区或者重点治理区；

(二) 水土流失防治责任范围增加 30%以上的;

(三) 开挖填筑土石方总量增加 30%以上的。

水土保持方案实施过程中,水土保持措施发生下列重大变更之一的,生产建设单位应当补充或者修改水土保持方案,报原审批部门审批:

(一) 表土剥离量减少 30%以上的;

(二) 植物措施总面积减少 30%以上的;

(三) 水土保持重要单位工程措施体系发生变化,可能导致水土保持功能显著降低或丧失的。

8.3 水土保持监测

建设单位应当自行或者委托具备相应技术条件的机构开展水土保持监测工作。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),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。实行水土保持监测“绿黄红”三色评价,水土保持监测单位根据监测情况,在监测季报和总结报告等监测成果中提出“绿黄红”三色评价结论。监测成果应当公开,生产建设单位应当在工程建设期间将水土保持监测季报在其官方网站公开,同时在业主项目部和施工项目部公开。水行政主管部门要将监测评价结论为“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,对监测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,务必整改措施到位并发挥效益后,方可通过水土保持设施自主验收。水土保持竣工验收时需提交水土保持监测报告、监测的数据和影像资料。

对监测单位,在施工准备前应进行现场查勘和调查,并应根据相关技术标准和水土保持方案编制《生产建设项目水土保持监测实施方案》,监测实施方案需要建设单

位在主体工程开工 1 个月内向水行政主管部门报送；监测期间，应编制《生产建设项目水土保持监测季度报告表》，建设单位应每季度第一个月底前报送上一季度水土保持监测季度报告；发生严重水土流失灾害事件时，应于事件发生后一周内完成专项报告；监测工作完成后 3 个月内，应编制《生产建设项目水土保持监测总结报告》。

8.4 水土保持监理

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）文件，凡主体工程开展监理工作的项目，应当按照水土保持监理标准和规范开展水土保持工程施工监理。其中，征占地面积在 20 公顷以上或者挖填土石方总量在 20 万立方米以上的项目，应当配备具有水土保持专业监理资格的工程师；征占地面积在 200 公顷以上或者挖填土石方总量在 200 万立方米以上的项目，应当由具有水土保持工程施工监理专业资质的单位承担监理任务。按照上述文件要求，本工程征占地面积在 200 公顷以上，挖填土石方总量在 200 万立方米以上，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。

在施工过程中，监理单位应建立工程材料检验和复验制度，建立工序质量检查和技术复核制度。对施工组织实施情况，监理工程师以监理日志、月报的形式进行记录，说明施工进度、施工质量、资金使用以及存在的问题、处理意见、有价值的经验等，全面控制水土保持工程的实施。

监理过程中，现场水土保持监理人员按照国家和地方政府有关水土保持法规，受业主委托监督、检查工程及影响区域的各项水土保持工作；以旁站式监理定期对各施工区域的各项水土保持措施的落实情况，存在的水土保持问题和解决情况进行检查，并填写监理日志和巡视记录，对巡视过程中发现的水土保持问题，应以通知单的形式要求施工单位在限期内处理，并在处理过程中进行检查，完工后进行验收；每季度主持一次有建设单位、设计单位、施工单位参加的水土保持协调会，对上一季度水土保持工作进行回顾总结，对水土保持状况进行评价，并提出存在的问题及相应的整改要

求，在建设单位授权范围内发布有关指令，签认所监理的水土保持工程项目有关支付凭证。日常工作中及时整理、归档有关水土保持资料，定期向水土保持监理单位和业主报告现场水土保持工作情况，负责编写季度、年度水土保持监理报告。

8.5 水土保持施工

本工程的施工管理主要是合同管理。在建设单位与施工单位签订的合同中，要有水土保持设施施工的要求，并将水土保持的责、权、利列入施工合同中。

(1) 各施工单位，应按照建设单位要求组建水土保持组织领导体系，及时建立健全各级工程项目的水土保持组织领导机构，责成专人负责施工中的水土保持方案实施和管理工作，并配合地方水土保持行政主管部门对水土保持措施实施情况进行监督和管理，组织学习、宣传《中华人民共和国水土保持法》等工作，加强工程建设者的水土保持意识。

(2) 合同中要明确施工单位防治水土流失的范围、措施、工期。

(3) 施工单位在施工过程中要控制扰动的范围、落实设计的水土保持措施。

①应划定施工活动范围，严格控制和管理车辆机械的运行范围，不得随意行使，任意碾压。施工单位不得随意占地，防止扩大对地表的扰动范围。

②设立保护地表及植被的警示牌。教育施工人员保护植被，保护地表，施工过程中需清除地表植被时，应尽量保留树木，尽量移栽使用。

③对防洪排水设施进行经常性检查维护，保证其防洪效果和通畅。

④注意施工及生活用火安全，防止火灾烧毁地表植被。

⑤建成的水土保持工程应有明确的管理维护要求。

8.6 水土保持设施验收

该项目建成运行前，必须开展水土保持设施的验收工作，验收的内容、程序等按照《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（水保〔2017〕365号）、《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）和《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）执行。

生产建设项目竣工验收，应当验收水土保持设施。水土保持设施未经验收或者验收不合格的，生产建设项目不得投产使用。

根据《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持监督管理办法的通知》（办水保〔2019〕172号），生产建设单位应当在水土保持设施验收合格后，及时在其官方网站或者其他公众知悉的网站公示水土保持设施验收材料，公示时间不得少于20个工作日。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。

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，向水土保持方案审批机关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、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。

水土保持验收合格手续作为生产建设项目竣工验收的重要依据之一。根据相关法律法规规定，对验收不合格的项目，主体工程不得投入运行。