

野毛冲矿山生态修复项目

生态修复优化方案

实施单位：云南航都综合开发有限公司

编制单位：中冶地集团西北岩土工程有限公司

编制日期：2025年07月

提交日期：2025年07月

野毛冲矿山生态修复项目

生态修复优化方案

项目负责：马 鹏

技术负责：李浩儒

编写人员：张 骊

预算编制人员：胡 婧

审 核：马小雷

审 定：师华强

总 工 程 师：马小雷

法 人 代 表：祁正红

实施单位：云南航都综合开发有限公司

编制单位：中冶地集团西北岩土工程有限公司

编制日期：2025 年 07 月

提交日期：2025 年 07 月



地质灾害防治单位资质证书

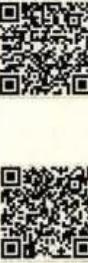
单位名称：中冶地集团西北岩土工程有限公司

资质类别：地质灾害评估和治理
工程勘查设计

资质等级：甲级

住 所：陕西省西安市雁塔区长安南路 491 号

证书编号：610020241110070



有效期至：2029 年 03 月 14 日



发证机关：陕西省自然资源厅

发证日期：2024 年 03 月 14 日

目 录

| | |
|----------------------------|-----|
| 前 言 | 1 |
| 第一章 总论 | 2 |
| 1.1 指导思想与编制原则 | 2 |
| 1.2 项目简介 | 3 |
| 1.3 编制依据 | 7 |
| 1.4 项目的必要性和意义 | 11 |
| 第二章 治理区域概况 | 13 |
| 2.1 地理位置 | 13 |
| 2.2 地理环境 | 15 |
| 2.3 地质背景 | 22 |
| 2.4 社会经济情况 | 39 |
| 第三章 项目现状建设条件分析 | 40 |
| 3.1 治理区土地利用现状 | 40 |
| 3.2 治理区现状分析 | 41 |
| 第四章 项目区地质环境影响现状 | 51 |
| 4.1 地质灾害影响现状与预测 | 51 |
| 4.2 含水层影响现状与预测 | 59 |
| 4.3 地形地貌影响现状与预测 | 60 |
| 4.4 土地资源影响现状 | 61 |
| 4.5 现状总结 | 63 |
| 4.6 矿山地质及生态环境现状分级及评价 | 64 |
| 4.7 国土空间管控情况 | 64 |
| 4.8 适宜性评价 | 72 |
| 4.9 水资源平衡分析 | 84 |
| 4.10 土石方平衡分析 | 85 |
| 4.11 项目建设条件综合评价 | 88 |
| 第五章 生态环境保护目标与指标 | 90 |
| 5.1 生态环境保护总体目标 | 90 |
| 5.2 生态环境保护分期目标 | 90 |
| 第六章 工程方案设计 | 92 |
| 6.1 优化前已完成工程评述 | 92 |
| 6.2 原方案简述 | 92 |
| 6.3 方案优化的原因 | 95 |
| 6.3 总体方案设计 | 96 |
| 6.4 优化方案设计 | 97 |
| 6.5 监测与管护工程 | 119 |
| 6.5 主要建设工程量 | 124 |

| | |
|-------------------------------|------------|
| 第七章 设计工程预算 | 126 |
| 7.1 编制说明 | 126 |
| 7.2 投资预算 | 131 |
| 7.3 资金筹措 | 132 |
| 第八章 效益评价 | 133 |
| 8.1 生态环境效益 | 133 |
| 8.2 社会效益 | 133 |
| 8.3 经济效益 | 134 |
| 第九章 施工组织设计 | 135 |
| 9.1 项目施工方案 | 135 |
| 9.2 项目实施进度计划 | 146 |
| 9.3 施工安全措施 | 148 |
| 9.4 环境保护措施 | 150 |
| 9.5 文明施工措施 | 152 |
| 第十章 组织机构和项目管理 | 154 |
| 10.1 项目组织机构设置原则 | 154 |
| 10.2 组织机构 | 154 |
| 10.3 项目组织管理和保障措施 | 155 |
| 第十一章 劳动安全卫生及安全防护 | 158 |
| 11.1 劳动安全卫生 | 158 |
| 11.2 安全防护 | 162 |
| 第十二章 项目实施建议 | 163 |

前 言

为贯彻落实习近平生态文明思想，践行“绿水青山就是金山银山”的理念，切实做好《自然资源部关于探索利用市场化方式推进矿山生态修复的意见》（自然资规[2019]6号）的贯彻落实工作，云南省委省政府及省自然资源厅高度重视矿山生态修复工作，为加快推进全省历史遗留矿山生态修复工作，云南省自然资源厅发布了《云南省自然资源厅关于快推进历史遗留矿山生态修复工作的通知》（云自然资[2020]60号）文件。根据文件要求，昆明市共下达历史遗留矿山任务数据713座，生态修复工作原则上于2025年底前完成。本项目为自然资源部下发的历史遗留矿山核查图斑，经核查认定的空港经济区内4个纳入治理范围的历史遗留矿山之一。

2022年9月22日经过公开招投标，中冶地集团西北岩土工程有限公司作为野毛冲矿山生态修复项目勘察设计施工总承包(EPC)的中标人，于2023年4月24日通过了昆明市生态修复处组织的《野毛冲矿山生态修复项目生态修复方案》评审，并取得云南滇中新区自然资源规划局备案表。

项目2023年7月25日开始进行施工准备工作，8月25日在获得环境影响批复、安全影响专家意见、水土保持行政许可决定书、林地临时占用批复、地质灾害评估专家意见、洪水影响批复、失稳影响评价报告专家意见后正式开始动工。由于租地协议及进场道路下穿沪昆高铁的手续影响，项目正式正常施工在2024年4月。根据原设计“本工程施工拟定2022年11月开始施工准备工作，2023年5月开工，2025年11月竣工，总工期36个月”，项目实际完工日期预计在2026年12月。

根据云南滇中新区自然资源规划局《关于进一步加强野毛冲历史遗留废弃矿山生态修复项目实施监管的函》，本项目已入选确定为“金沙江流域昆明片区历史遗留废弃矿山生态修复示范工程”。按照生态修复方案确定的工作时限，生态修复工作须于2025年10月底前完成。现场情况无法满足政策要求，2025年2月业主单位云南航都综合开发有限公司委托中冶地集团西北岩土工程有限公司编制《野毛冲矿山生态修复项目生态修复优化方案》，确保本修复项目按时按质完成。

第一章 总论

1.1 指导思想与编制原则

1.1.1 指导思想

全面贯彻习近平生态文明建想，遵循创新、协调、绿色、开放、共享五大发展理念，以体制机制创新为动力，加大自然环境保护力度，整合资金政策、打破行政格局，系统推进矿山生态修复工程，着力扩大和优化生态空间，夯实生态文明建设的牢固基础，创建科学发展的良好环境。

昆明市深入贯彻落实习近平生态文明思想，坚持“保护优先，发展优化，治污有效”的工作思路，在保护好昆明市良好自然生态环境的基础上，坚定不移的走出一条绿水青山就是金山银山的绿色发展之路。

1.1.2 编制原则

一、坚持因地制宜、因矿施策的原则。

聚焦昆明市历史遗留矿山环境破坏问题，结合生态保护修复定位，充分考虑区域生态特点和条件，合理确定生态修复目标，按照国土空间规划和用途管制要求，因地制宜、因矿施策，采取符合自然规律的生态修复措施。

二、坚持突出重点、注重实效的原则。

突出生态功能，坚持整体性保护、系统性修复，以消除地质灾害隐患、防止水土流失、植被重建为重点，统筹开展自然修复、绿化修复、工程治理，使区内历史遗留矿山生态保护修复工作成效明显。

三、坚持“宜林则林、宜耕则耕、宜建则建、宜草则草”的原则。

根据治理区矿山地质环境问题，结合不同治理区的立地条件、矿山地质环境问题及规划、矿山安全生产等，因地制宜，尊重客观，遵循“宜林则林、宜耕则耕、宜建则建、宜草则草”的治理原则，逐矿进行规划，确保修复工程实施后，不仅能消除矿山地质灾害，又对矿山地质环境进行了有效的治理，恢复矿区生态环境，同时充分挖掘低效、废弃工矿用地的潜力，在探索保护耕地、保障发展，促进“两型社会”建设方面具有明显的示范作用。

四、坚持以人为本的原则。

矿山生态修复治理，应以消除危及社会与人民生命财产安全的环境地质问题

或灾害隐患作为首要任务。

1.2 项目简介

1.2.1 项目由来

本项目为自然资源部下发的历史遗留矿山核查图斑，经核查认定的空港经济区内 4 个纳入治理范围的历史遗留矿山之一，金沙江流域昆明片区历史遗留废弃矿山生态修复示范工程。具体信息如下：

项目名称：野毛冲矿山生态修复项目

图斑编号：5301110730042000

图斑面积：98266.739 m²

图斑类型：无法确认治理恢复责任主体的无主废弃矿山

采矿证号：无

矿 种：露天石灰岩

关闭年度：2008 年以前

恢复治理：正在治理

修复时间段：2025 年 10 月 31 日之前

1.2.2 与示范工程项目关系简述

本项目属于“金沙江流域昆明片区历史遗留废弃矿山生态修复示范工程子项目（滇中新区直管区）”四个子项目之一，为社会资本完成绩效，其余三个为政府修复绩效。滇中新区直管区总的修复绩效面积为 11.78hm²，其中本项目完成绩效面积为 9.8267hm²。

1.2.3 建设单位

根据云南省昆明空港经济区管理委员会主任办公会议纪要第五期，确定野毛冲矿山生态修复工作建设单位为云南航都综合开发有限公司，EPC 总包单位为中冶地集团西北岩土工程有限公司。

1.2.4 建设地点

建设地点：项目位于昆明市官渡区大板桥街道沙井社区西部，交通条件较好。该区为历史遗留的昆明中天宏能商品混凝土有限公司野毛冲石灰岩矿露天开采形成的废弃地。项目区位于东经 102° 59' 13.47" ~102° 59' 52.87"，北纬

$25^{\circ} 5' 20.50'' \sim 25^{\circ} 6' 6.49''$ ，中心点坐标为：东经 $102^{\circ} 59' 43.41''$ ，北纬 $25^{\circ} 5' 27.57''$ 。

1.2.5 项目现状及原方案完成情况

野毛冲矿山生态修复项目场地内具有坡陡、岩高、危石林立、地形变化复杂、植被严重毁坏、水土流失、边坡开裂变形等地质环境问题。采坑人工开采边坡过高过陡，并形成巨大深坑（采空区），垂直深度 80 多米，开采坡面角达 65° 以上；其它开采边坡高数米至十数米，开采坡面角 $35\sim60^{\circ}$ 。具有较大的地质灾害隐患。并对地形地貌、水资源产生破坏。

项目区生态修复工作 2024 年 4 月开始正式实施动工，截止 2025 年 2 月 25 日，主要完成工作内容为项目区采坑东侧、东北侧边坡的削坡排危工作，目前已经完成东侧+2300~+2360m 台阶的削坡分台工作。

项目区现状急需对剩余边坡消除地质灾害隐患，对整个场地修复地形地貌，保护地下水资源、恢复损毁土地及进行植被恢复等工作。



照片 1.2-1 项目区现状照片一



照片 1.2-2 项目区现状照片二

1.2.6 原方案存在问题

1、西侧、西北侧边坡大体量挖方不合理

项目西侧和西北侧未实施削坡分台区域，业主单位组织勘察设计、施工、监理、安全评价等单位及专家组到现场核实并结合现场已实施情况进行论证，结合 2022 年 3 月至 2025 年 3 月近三年的观测情况，边坡目前处于基本稳定状态，无需再爆破分台，继续分台，可能对边坡产生扰动，引发新的地质灾害。同时会增大投资和拖延工期。

2、施工进度缓慢，无法按时限完成生态修复示范工程项目验收

原方案分台排危工期剩余约 5 个月，填土反压工期约 12 个月，覆土及植被恢复，截排水系统工期 3 个月，预计在 2026 年 12 月底基本完工，比要求的 2025 年 10 月 31 日延迟 14 个月，无法满足金沙江流域昆明片区历史遗留废弃矿山生态修复示范工程验收时间节点。

1.2.7 方案优化的必要性

1、安全性：项目西侧和西北侧未实施削坡分台区域，经过安全评价单位复核、生态修复设计单位分析、地质灾害专家现场论证，目前处于基本稳定状态，无需再爆破分台，继续分台，可能对边坡产生扰动，引发新的地质灾害。

2、施工工期：按照原方案实施，原方案分台阶危工期剩余约 5 个月，填土反压工期约 12 个月，覆土及植被恢复，截排水系统工期 3 个月，预计在 2026 年 12 月底基本完工，比要求的 2025 年 10 月 31 日延迟 14 个月，无法满足昆明市 2025 年历史遗留矿山生态修复整体验收时间节点。

3、经济性：原方案建筑工程费用 1801.67 万元，优化方案后，项目工程投资变为 1274.25 万元，节省施工成本 527.42 万元。

4、昆明市自然资源和规划局、云南滇中新区领导现场调研要求：现场有一平台无安全隐患，无需再爆破、再破坏。项目要避免大规模开挖和扰动，要进一步测算项目区域内土石料开挖量，优化覆土方案，合理测算覆土量，按照集约管理、降低成本、尽快复绿的原则，优化完善生态修复方案，减少削坡面，确保项目按质按期完成验收。

综合以上分析，提出本次方案优化。

1.2.8 修复区范围及面积

根据项目现状分析和土地损毁分析，以及结合治理区实地地形测绘成果划定，项目损毁面积为 18.3446 公顷，包括红线范围 15.7432 公顷（包括核查图斑范围 9.8267 公顷），红线外临时道路占地 2.6014 公顷，治理面积总计 18.3446 公顷。

1.2.9 治理内容及目标

项目主要设计内容包括治理区土壤重构工程、植被重建工程、截排水工程、拦挡工程、及监测管护工程等。优化后方案主要在完工日期及恢复耕地面积等指标放生变化，结合“金沙江流域昆明片区历史遗留废弃矿山生态修复示范工程子项目绩效目标（滇中新区直管区）”提出本项目的绩效目标：

表 1.2-1 野毛冲矿山生态修复项目编制目标

| 绩效指标 | 一级指标 | 二级指标 | 三级指标 | 新区总体指标值 | 本项目指标值 |
|------|-----------|---------|---------------------|-----------------|--------------|
| | 产出指标 | 数量指标 | 矿山生态修复面积(公顷) | 13.45 | 18.3446 |
| | | | 修复废弃矿山(点)数量(个) | 4 | 1 |
| | | | 地质环境隐患点消除数量(个) | 2 | 1 |
| | | | 植被恢复与提升面积(公顷) | 11.78 | 9.8267 |
| | | | 恢复林地面积 (公顷) | 重建林地 低效疏林地改造 | 7.41 1.36 |
| | | | 恢复草地面积(公顷) | 3.01 | 3.222 |
| | | | 盘活利用土地面积(复垦为耕地)(公顷) | 2.23 | 0 |
| | | 质量指标 | 工程质量合格率(%) | 100 | 100 |
| | | | 植被成活率(%) | >80 | >80 |
| | | 时效指标 | 项目按时开工率(%) | >90 | >90 |
| | | 成本指标 | 总体成本控制量(万元/公顷) | ≤65 | ≤65 |
| | 效益指标 | 社会效益 | 人居环境改善(万人) | 3.83 | 1.25 |
| | | 生态效益 | 植被覆盖度增加值(%) | | |
| | | | 水土流失总治理度(%) | 100 | 100 |
| | | 经济效益 | 土地复垦利用率(%) | | |
| | | 可持续影响指标 | 后续管护时间(年) | 3 | 3 |
| 满意度 | 服务对象满意度指标 | 满 | 项目实施满意度(%) | >90 | >90 |

1.2.7 项目投资

本项目原方案设计总投资 2300.71 万元，其中建筑工程费用 1801.67 万元，其他费用 432.02 万元，不可预见费 67.01 万元。

优化后，根据现状情况及优化设计，本项目总投资 2025.41 万元，其中建筑工程费用 1274.25 万元，其他费用 692.15 万元，不可预见费 58.99 万元。

1.3 编制依据

1.3.1 相关法律法规

- (1) 《中华人民共和国矿产资源法》（2024 年 11 月 8 日修订）；
- (2) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日）；
- (3) 《中华人民共和国土地管理法》（2019 年 8 月 26 日修正）；
- (4) 《草原法》（2021 年 4 月 29 日）；

- (5) 《中华人民共和国土地复垦规定》(1988年11月8日);
- (6) 《矿山地质环境保护规定》(国土资源部令第44号,2011年)
- (7) 《土地复垦条例》(国务院令第592号,2011年3月5日);
- (8) 《中华人民共和国水土保持法》(2010年12月25日);
- (9) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》(国务院令第120号,1993年8月1日)
- (10) 《地质灾害防治条例》(2004年3月1日)
- (11) 《云南省地质灾害防治管理办法》(2015年1月15日);
- (12) 《云南省地质环境保护条例》(2001-07-28);
- (13) 《中华人民共和国森林法》(2019年12月28日修订);
- (14) 《云南省林地管理条例》(2010年10月1日);
- (15) 《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》(2015年5月5日);
- (16) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2014年12月29日);
- (17) 《云南省矿山地质环境保护规定》(云南省人民政府令[第71号],1998年09月11日)
- (18) 《云南省恢复植被和林业生产条件及树木补种标准的实施意见》(云自然规〔2021〕151号)。

1.3.2 政策及规范性文件

- (1) 财政部 国土资源部 环境保护部关于推进山水林田湖生态保护修复工作的通知(财建〔2016〕725号);
- (2) 财政部 国土资源部 环境保护部关于印发《重点生态保护修复治理专项资金管理办法》的通知(财建〔2016〕876号);
- (3) 依据1999年3月2日,国土资源部第4号《地质灾害管理办法》,2004年3月国务院令第394号《地质灾害防制条例》;
- (4) 《全国矿山地质环境保护与治理规划(2009-2015年)》;
- (5) 中华人民共和国财政部办公厅、中华人民共和国国土资源部办公厅《关于组织2012年矿山地质环境治理示范工程有关事项的通知》(财办建〔2011〕168

号}文;

(6)《自然资源部关于探索利用市场化方式推进矿山生态修复的意见》(自然资规[2019]6号)；

(7)《云南省矿山地质环境恢复和综合治理规划(2018-2025年)》；

(8)《云南省城乡建设用地增减挂钩工作管理办法(试行)》(云自然资[2019]74号)；

(9)《云南省国土资源厅 云南省工业和信息化委员会 云南省财政厅 云南省环境保护厅 云南省煤炭工业管理局 关于进一步加强矿山地质环境恢复和综合治理工作的实施意见》(云国土资[2018]56号)；

(10)《云南省自然资源厅关于加快推进关停矿山生态修复工作的通知》(云自然资[2020]60号)；

(11)《云南省新增耕地核定实施细则(试行)》(云自然资耕保[2019]404号)

(12)《国土资源部 工业和信息化部 财政部 环境保护部 国家能源局关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见》

(13)《自然资源部关于探索利用市场化方式推进矿山生态修复的意见》(自然资规[2019]6号)；

(14)国土空间生态修复司关于公开征求《关于建立激励机制加快推进矿山生态修复的意见(征求意见稿)》意见的通知(自然资生态修复函〔2019〕10号)；

(15)《国务院办公厅关于鼓励和支持社会资本参与生态保护修复的意见》(国务院办公厅[2021]40号文)。

(16)自然资源部关于开展全国关停矿山核查工作的通知；

(17)云南省自然资源厅关于印发云南省历史矿山核查工作方案的通知；

(18)云南省自然资源厅关于印发云南省重点区域关停矿山生态修复项目验收工作方案(试行)的通知(云自然资修复[2021]36号)；

(19)《矿山生态修复技术规范》(2022年04月18日)。

1.3.3 主要采用的规范、标准、规定等

- (1) 《滑坡防治工程设计与施工技术规范》(DZ/T0219-2006)；
- (2) 《滑坡防治工程勘查规范》(GB/T 32864-2016)；
- (3) 《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2013)；
- (4) 《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2001)(2009年版)；
- (5) 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)；
- (6) 《地下水监测规范》(SL/T183-2005)；
- (7) 《水污染治理工程技术导则》(HJ 2015-2012)；
- (8) 《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434-2018)；
- (9) 《建设用地土地污染调查技术导则》(HJ25.1-2019)；
- (10) 《建设用地土壤污染调查技术导则》(HJ 25.1-2019)；
- (11) 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ25.2-2019)；
- (12) 《建设用地土壤修复技术导则》(HJ25.4-2019)；
- (13) 《污染地块风险管控与土地修复效果评估技术导则》(HJ25.5-2018)；
- (14) 《污染场地土壤修复技术导则》(HJ 25.4-2014)；
- (15) 《建设用地土壤污染风险管控和修复术语》(HJ 682-2019)；
- (16) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599- 2020)；
- (17) 《矿山生态环境保护与恢复治理技术规范(试行)》(HJ 651-2013)；
- (18) 《矿山废弃地植被恢复技术规范》(LY/T 2356-2014)；
- (19) 《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T 0223-2011)；
- (20) 《土地复垦方案编制规程》(TD/T 1031.1~4-2011)；
- (21) 《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013)；
- (22) 《矿山土地复垦基础信息调查规程》(TD/T 1049-2016)；
- (23) 《灌溉与排水工程设计规范》(GB50288-2018)；
- (24) 《人工草地建设技术规程》(NY/T 1342-2007)；
- (25) 《造林技术规程》(GB/T 15776-2024)；
- (26) 《矿山植被恢复技术规程》(DB53/T 662-2014)；
- (27) 《造林作业设计规程》(LY/T 1607-2003)；
- (28) 《生态公益林建设技术规程》(GB/T 18337.3-2001)。

1.3.4 相关资料文件

- (1) 《昆明市 2024 年土地优化调查数据库》；
- (2) 《昆明市土地利用总体规划数据库（2021—2035 年）》；
- (3) 《昆明市第三次全国土地调查数据库》；
- (4) 昆明市生态保护红线划定成果；
- (5) 昆明市林地保护利用规划 2024 年；
- (6) 《云南省昆明市历史遗留矿山生态修复实施方案（2021-2025 年）》。
- (7)《云南省昆明空港经济区矿山地质环境保护与恢复治理规划(2018-2020 年)》。
- (8) 云南滇中新区自然资源规划局：《关于进一步加强野毛冲历史遗留废弃矿山生态修复项目实施监管的函》；
- (9) 云南滇中新区管理委员会：《金沙江流域昆明片区历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目公告》。

1.4 项目的必要性和意义

通过对治理区治理工程的实施，逐步治理矿区地质灾害、土地资源的占用或破坏、地形地貌景观破坏、植被恢复、水土流失、消减污染源负荷等矿山环境问题，基本消除地质灾害的危害，使矿山生态环境得到有效恢复，充分挖掘低效、废弃工矿用地的潜力。

通过治理区治理工程的实施，实现矿山毁损土地资源得到有效利用发挥土地资源的最大经济效益、社会效益、环境效益、生态效益。对裸露岩体进行大面积复绿工程，真正实现“绿水青山就是金山银山”。裸岩边坡实现复绿尽量达到 80%以上。对今后云南省昆明市的矿业发展与保护耕地、保障发展，促进“两型社会”建设起到明显的示范作用。具体目标如下：

1、防治和消除矿山地质灾害隐患，保护生命财产安全

本次治理区内由于历史采矿活动遗留的高陡开挖边坡、采石坑，在强降雨的作用下容易诱发崩塌、不稳定斜坡等地质灾害，采矿废弃地地质灾害严重威胁着周边居民的生命财产安全。通过矿山地质环境治理恢复工程的实施，消除本次治理区内的地质灾害隐患，减少地质灾害对当地人民群众生命财产的威胁，保障周

边居民的生命财产安全，为采矿废弃地土地恢复利用提供基础保障，促进人与自然的和谐发展。

2、改善和恢复治理区矿山环境，消除对环境的不利影响

治理区内历史采矿活动导致地形地貌景观、生态植被、土地资源以及含水层遭受极大破坏，通过矿山地质环境治理恢复工程的实施，大幅提高治理区内植被恢复面积，提高地下水补给涵养量，对矿山周边的地貌景观进行修复，对生态植被实施恢复，对径流区内矿区污染源进行清除，减轻对地下水资源的污染。

3、恢复和扩大土地资源，有效提高土地利用价值

结合《昆明市第三次全国土地现状调查数据库（2023年更新数据）》和《昆明市土地利用总体规划数据库（2010-2020年）》对本次治理的矿山废弃地进行土地整理，整理为林地、草地及仓储用地等，提高土地开发利用资源，有效提高土地利用价值，促进资源开发与环境保护协调发展、使矿区及周边地区人民群众的生产生活环境得到明显改善。

第二章 治理区域概况

2.1 地理位置

治理区位于昆明市官渡区大板桥街道沙井社区西部，交通条件较好。该区为历史遗留的昆明中天宏能商品混凝土有限公司野毛冲石灰岩矿山露天开采形成的废弃地，项目区位于东经 $102^{\circ} 59' 13.47'' \sim 102^{\circ} 59' 52.87''$ ，北纬 $25^{\circ} 5' 20.50'' \sim 25^{\circ} 6' 6.49''$ ，中心点坐标为：东经 $102^{\circ} 59' 43.41''$ ，北纬 $25^{\circ} 5' 27.57''$ 。矿区距昆明市区 36km，距离国道 324 线 5km，矿区有简易公路与外界相通，交通较为方便。具体位置见图 2-1。

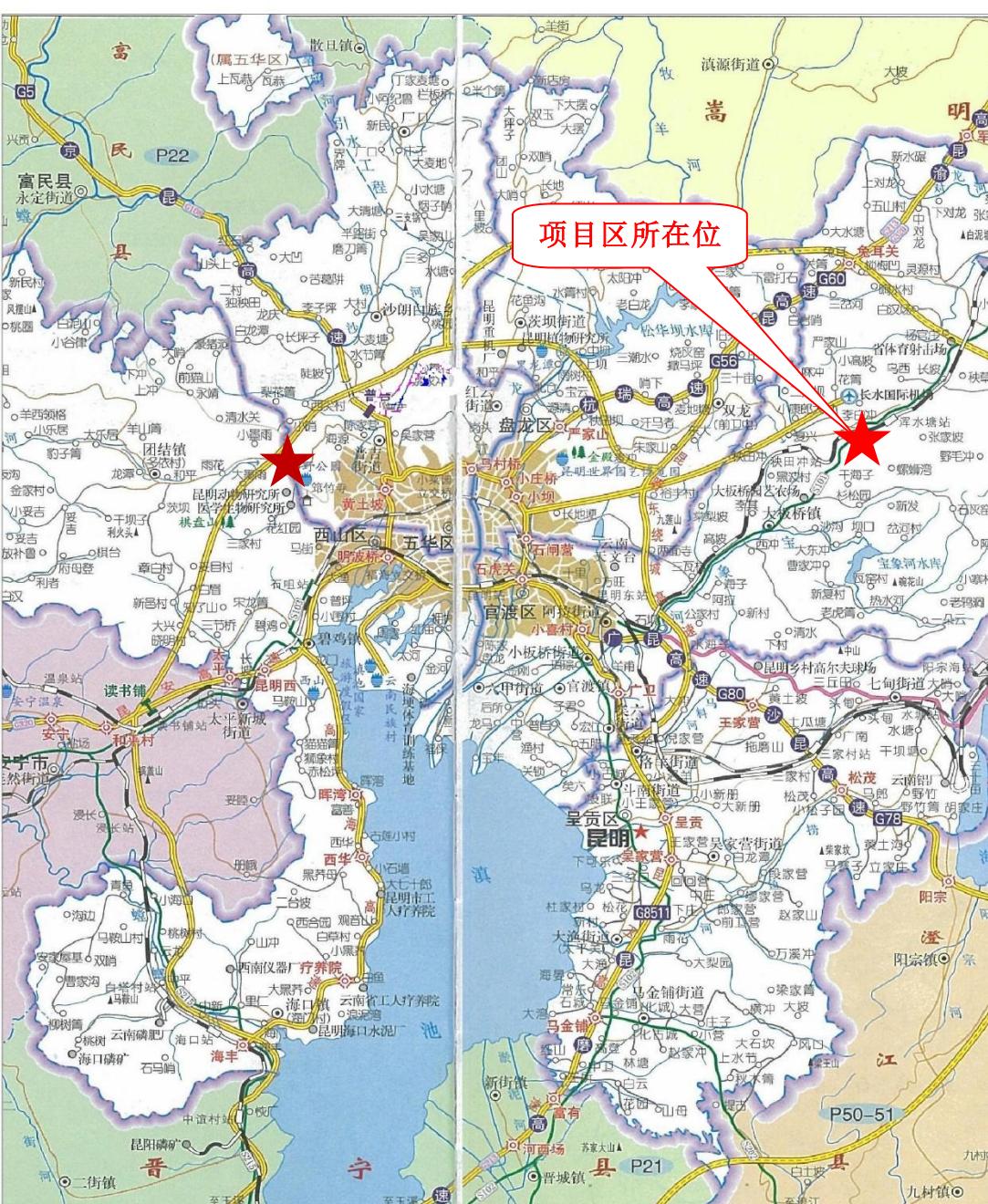


图2-1 交通位置图

- | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|---|-----|---|---|---|---|
| 1 | ★ | 2 | ● | 3 | ○ | 4 | — | 5 | — | 6 | —·— | 7 | —·— | 8 | — | 9 | ★ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|---|-----|---|---|---|---|

1. 省级行政中心
2. 乡镇府所在地
3. 乡镇居民地
4. 国道
5. 省级公路
6. 乡道
7. 国境线
8. 县界线
9. 主要河流及湖泊
10. 评估区位置

图 2-1-1 治理区域位置图

2.2 地理环境

2.2.1 地形地貌

1、区域地形地貌

官渡区地势为高原盆地，丘陵和中、低山所构成，地势是北东高。向南西呈阶梯状逐渐降低，成为自北东向南西倾斜，倾斜方位角 203 度左右，切出剖面两条观其高程之变化由高山岭走到平坝接连滇池。中山区在北部、东部和东南部，低山丘陵区分布在中部。全区海拔在 1886.6-2731m 之间，平坝地区海拔为 1900-2000m，属低纬度高海拔地区。标准高程 1891m。

中山地区：宝象河上游东南部，盘龙江中游西北部，山势陡峻，相对高差较大，地势起伏亦大。低山丘陵区：它处于盘龙江与宝象河之间，又介于中山区与盆地之内山势平缓，相对高程不大。盆地坝区：为昆明倾斜地形态，背靠群山，面临滇池，原田广衍，穗浪千重，堪称黄金宝地。主要河流流向多数依地势总的倾向，从北东向南西注入滇池。全区土壤共分五个土类：红壤、紫色土、石灰岩土、水稻土、沼泽土。

官渡区境内山多河多，60%的中山浅切割地貌，15%的高原丘陵平坝，25%的高原盆地，构成阶梯状倾斜的东北高、西南低的地势，山脉属梁王山系，海拔 1925~2630m 的大小山脉 318 座。

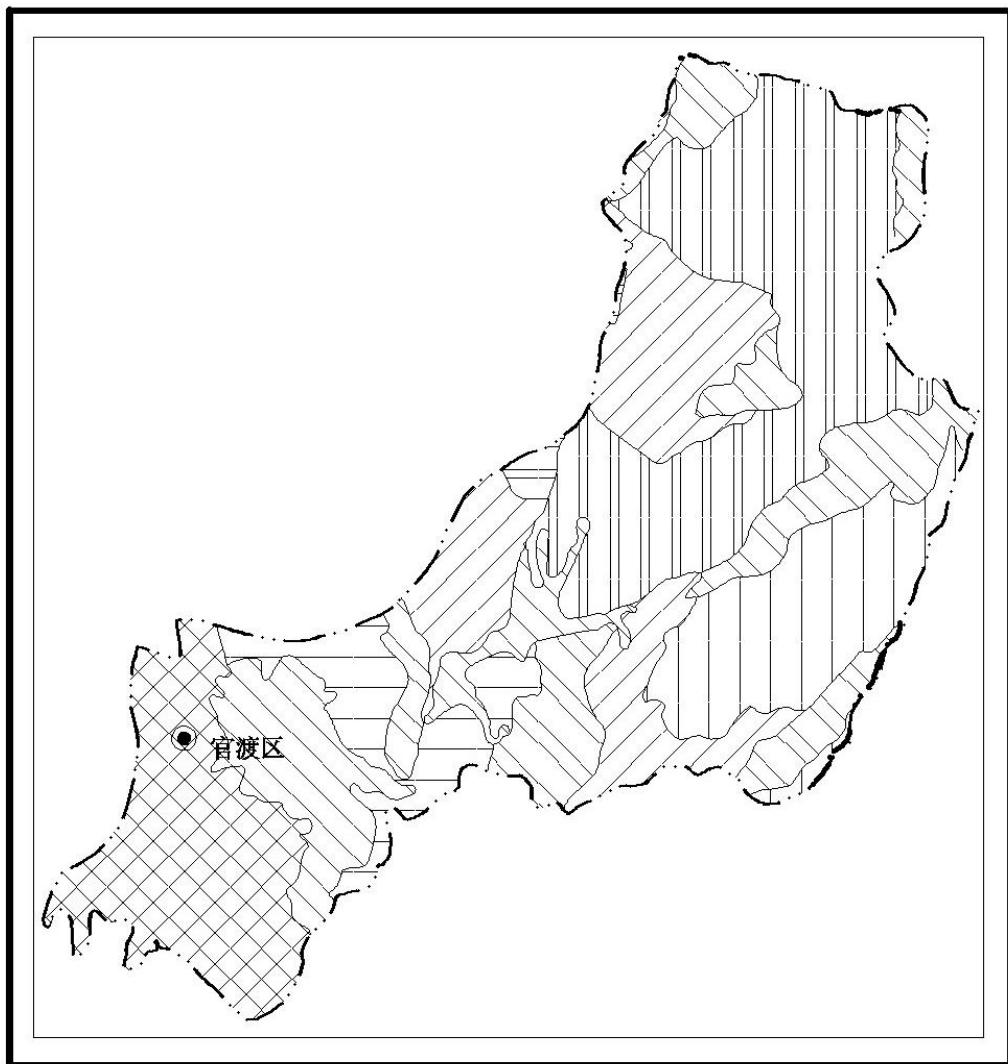


图2—1 官渡区地貌图

0 5 10km

| | | | | | | | |
|--|----------|--|-------------|--|--------|--|-----------|
| | 中等侵蚀中山地形 | | 中-弱侵蚀中-低山地形 | | 剥蚀丘陵地形 | | 冲(洪)积盆地地形 |
| | 冲湖积平原地形 | | 岩溶山地 | | 峰丛洼地 | | 石丘洼地 |

大板桥街道地处云贵高原中部滇池盆地东北，地势东北高、西南低，由东向西倾斜；地形分为高原盆地和丘陵中低山，坝区约占总面积的30%，丘陵低山约占总面积的70%；山脉属梁王山系余脉；最低点滚水坝位于西南面与阿拉街道交界处，海拔1891m。

2、项目区地形地貌

根据地貌成因及形态组合特征，项目区总体地貌类型为中低山丘陵地貌，微

地貌属岩溶地貌，总地势东北高，西南低，西南部为开采形成的洼地，地形坡度 $5\sim20^\circ$ ，局部 $65\sim80^\circ$ ，主要为开采形成的边坡。生态修复场地现状钻孔地面标高在 $2276.28m\sim2377.86m$ ，最大相对高差为 $101.58m$ 。



照片 2.2-1 治理区地形地貌照片



图 2-2-2 治理区地形地貌卫星投影图

2.2.2 气象

项目区位于滇中新区，其地处云贵高原中部，属低纬度高原型气候区，北部和东北部的大凉山和乌蒙山，形成一道天然屏障，冬春季节挡住北方南下的冷空气，夏秋季节受孟加拉湾西南潮湿气流影响，加之滇池的湖泊效应，使滇中新区具有“四季如春，日炙为夏，稍阴即秋，一雨成冬，昼暖夜凉，干湿分明，冬春恒阳，夏秋多雨和一年中冷热月温差小，一日内温差大”的特点。

气温和其他：根据多年监测资料，滇中新区年平均气温为 14.7℃，最冷的 1 月份平均气温 5~9℃，极端最低气温为 1982 年 12 月 27 日零下 6.8℃，最热 7 月份平均气温为 16~22℃，极端最高气温为 1951 年 5 月 15 日 31.5℃。滇中新区年平均日照为 2470.3 小时，较为充足，年平均无霜期为 270 天，多集中在 3 月下旬至 11 月中旬，年平均蒸发量在 1800~1900mm 之间，4 月份最高，达 276mm，11 月份最低，仅 66mm。

降水：滇中新区常年降雨量在 800~1200mm 之间，多年平均降雨量为 980mm，根据多年监测资料，平均 3 年中有一年为丰水年，丰水年可达 1500mm，干旱年最少为 500mm。降雨分布极不均匀，5~10 月为雨季，降水量平均为 912.1mm，占全年的 88.7%，其中又多集中在 6~8 月，平均降水 614.9mm，占全年降雨量的 59.8%，2008 年 6 月 14 日~15 日 6 小时内降雨达 100.4mm，为 50 年一遇暴雨。

表 2.2-1 昆明气候历年平均值数据（数据来源：中国气象局）

| 月份 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | 十 | 十一 | 十二 |
|--------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|-------|------|------|------|
| 平均气温℃ | 8.1 | 9.9 | 13.2 | 16.6 | 19 | 19.9 | 19.8 | 19.4 | 17.8 | 15.4 | 11.6 | 8.2 |
| 平均最高℃ | 15.3 | 17.2 | 20.7 | 23.8 | 24.4 | 24.1 | 23.9 | 24.1 | 22.7 | 20.4 | 17.4 | 15.1 |
| 平均最低℃ | 2.2 | 3.6 | 6.4 | 10 | 14.3 | 16.6 | 16.9 | 16.2 | 14.6 | 11.8 | 7.3 | 3.1 |
| 极端最高℃ | 22.4 | 25.5 | 27 | 30.4 | 31.2 | 29.8 | 29.3 | 28.1 | 28.5 | 27.4 | 24.5 | 25.1 |
| 极端最低℃ | -5.4 | -2.9 | -5.2 | 1 | 5.5 | 9.9 | 11.6 | 9.9 | 6.2 | 2.4 | -2.9 | -7.8 |
| 降水量 mm | 15.8 | 15.8 | 19.6 | 23.5 | 97.4 | 180.9 | 202.2 | 204 | 119.2 | 79.1 | 42.4 | 11.3 |

2.2.3 水文

1、区域水系

项目区所在的官渡区境内有大小河流 35 条，分属金沙江水系和珠江水系。河流有属长江水系的普渡河与属牛栏江支流的盘龙江、宝象河，分别由东北向西南注入滇池。盘龙江和宝象河是区内 2 条主要河流，流域面积达 809.8 平方公里，

占全区土地面积的 79%。盘龙江主河道 46.4km，官渡区境内 41.1km，总径流面积 847 平方公里。属牛栏江支流的花江河、双龙河则由境内东部、北部向北流向嵩明县。其它如金汁河、马料河、白沙河等以及源于市区并纳泄城市污水的明通河、大清河、枧槽河等河流均由东北流向西南，注入滇池。

大板桥街道境内河道属长江流域，主要河流有宝象河、花庄河、对龙河等 3 条，总长 57.8km；境内最大的河流为花庄河，发源于乌撒庄，经乌西社区白汉场社区、省种蓄场、花庄河水库、矣纳社区，流至嵩明县，境内长 27.4km。

2、项目区水系

据现场调查及资料查阅评估区内无河流、地表水体分布。场地区内未修建截排水沟，排水设施尚不完善，对雨季地表水未能够做到有效的疏排，雨季中及雨季后场地坡体后缘地表水多沿现有路面、地坪散流。



(比例: 1:1250000)

图例

| | | | | | |
|--|---------|--|--------|--|------------|
| | 县界 | | 河流 | | 评估区位置 |
| | 省界 | | 湖泊、水库 | | 地、州、市政府所在地 |
| | 地、州、市界线 | | 省政府所在地 | | 县政府所在地 |

图 2.2-2 项目区区域水系分布图

2.2.4 土地资源

官渡区国土面积 632.96 平方公里，依据官渡区 2019 年第三次全国国土调查数据库统计，官渡区行政辖区范围内土地总面积为 63296.0414 公顷。

其中农用地面积 36037.2013 公顷，占土地总面积的 56.93 %；建设用地面积 21198.2303 公顷，占土地总面积的 33.49%；未利用地面积 6060.6098 公顷，占土地总面积的 9.58 %。

农用地中，耕地 6051.6089 公顷，占土地总面积的 9.56%；园地 3220.3494 公顷，占土地总面积的 5.09%；林地 23714.6428 公顷，占土地总面积 37.47%；牧草地 423.8016 公顷，占土地总面积的 0.67%；其他农用地 2626.7985 公顷，占土地总面积的 4.15%。

建设用地中，城乡建设用地 14191.4172 公顷，占土地总面积的 22.42%；交通水利用地 6196.7047 公顷，占土地总面积的 9.79%；其他建设用地 810.1084 公顷，占土地总面积的 1.28%。

其他土地中，水域 3288.0395 公顷，占土地总面积的 5.19%；自然保留地 2772.5703 公顷，占土地总面积的 4.38%。土地利用情况见表 2.2.4-1。

表 2.2.4-1 官渡区现状面积统计表 单位：公顷

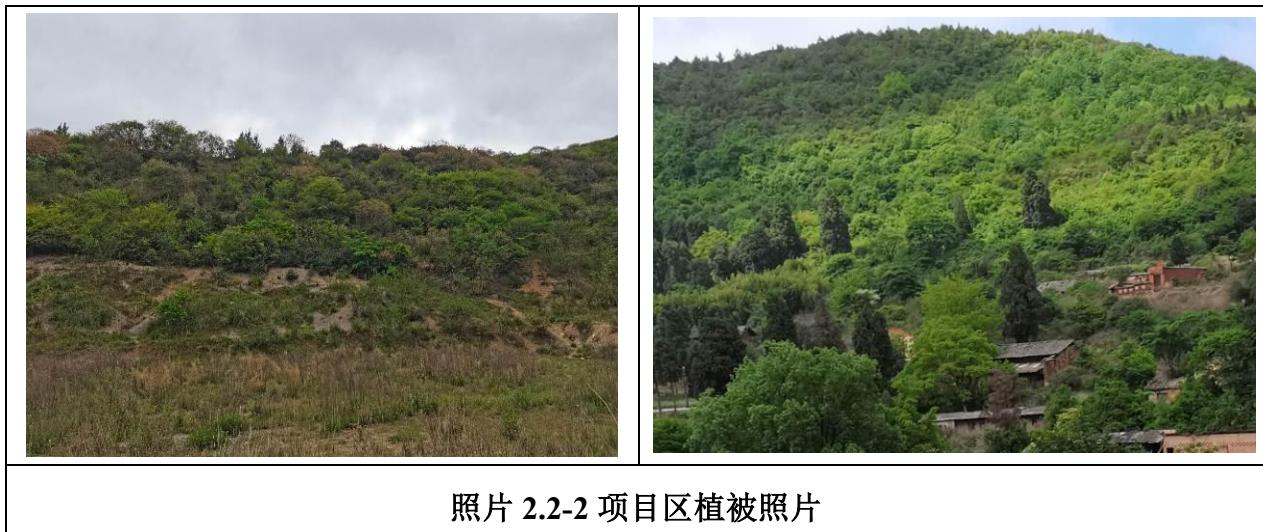
| 土地利用现状分类 | | 面积 | 比例 |
|----------|----------|------------|---------|
| 一级类 | 二级类 | | |
| 农用地 | 耕地 | 6051.6089 | 9.56% |
| | 园地 | 3220.3494 | 5.09% |
| | 林地 | 23714.6428 | 37.47% |
| | 草地 | 423.8016 | 0.67% |
| | 其它农用地 | 2626.7985 | 4.15% |
| | 小计 | 36037.2013 | 56.93% |
| 建设用地 | 城乡建设用地 | 14191.4172 | 22.42% |
| | 其它建设用地 | 810.1084 | 1.28% |
| | 交通水利建设用地 | 6196.7047 | 9.79% |
| | 小计 | 21198.2303 | 33.49% |
| 未利用地 | 水域 | 3288.0395 | 5.19% |
| | 自然保留地 | 2772.5703 | 4.38% |
| | 小计 | 6060.6098 | 9.58% |
| 合计 | | 63296.0414 | 100.00% |

2.2.5 植被

从植物区系来看，项目区周边地区是热带和温带结合区系。官渡区的区域森林植被类型为半湿性常绿阔叶林，由于区内多属中山地形，相对高差悬殊不大，植被的水平和垂直分布差异亦不明显，但因小地域和小气候的差异，树种名类较

多。

本治理区及附近周边植被以耕地和林地为主，项目区林地植被多为高大的常绿阔叶林、桤木及云南松，同时分布有少量灌木和草本植物。



照片 2.2-2 项目区植被照片

2.3 地质背景

2.3.1 地质构造

1、区域构造

昆明盆地位于扬子准地台康滇背斜东部。南北向构造是盆地的控制性构造，断裂构造发育。昆明盆地是第三纪以来沿南北向主干断裂形成的断陷河湖型沉积盆地，评估区位于宝象河断裂⑦南部、白邑～横冲断裂⑥北东部，区域基底构造复杂，见（图 2.3-1 构造纲要图），各断裂特征见（表 2.3-1）。

表 2.3-1 昆明盆地主要基底断裂特征表

| 编号 | 名称 | 断层线 | | 断层产状 | | 断层性质 | | 挽近期活动性 |
|----|--------------|-----|-----|---------|-----------|------------|----------|----------|
| ① | 普渡河断裂 | 方向 | 方向 | 倾向 向 | 倾角 (°) | 类别 | 力学 性质 | 活动强 烈 |
| ② | 大观楼断裂 | 近南北 | 近南北 | 东 | | 逆断裂 | 压扭 性 | 有活动 |
| ③ | 蛇山断裂 | 近南北 | 近南北 | 西 | | | 张扭 性 | 有活动 |
| ④ | 铁峰庵断裂 | 近南北 | 近南北 | 东 | 37~75 | 逆冲断裂 | 压扭 性 | 有活动 |
| ⑤ | 黑龙潭~官 渡断裂 | 近南北 | 近南北 | 东 | 60 | | 压扭 性 | 有活动 |
| ⑥ | 白邑~横冲 断层 | 近南北 | 近南北 | 东 | 30~70 | 逆断裂 | 压扭 性 | 有活动 |
| ⑦ | 宝象河断裂 | 近东西 | 近东西 | 南 | | 不明性质 断裂 | | |

(1) 普渡河断裂①(西山断裂): 位于项目区东部, 近南北走向, 延伸长 65km, 断裂倾向东, 倾角 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$, 为压扭性逆断裂。破碎带宽约 100m~500m, 断裂破碎带以圆砾岩为主, 为普渡河~西山主干断裂, 由东西向压应力形成, 活动强烈。

(2) 大观楼断裂②: 近南北走向, 长 25km, 倾向西, 张扭性, 属普渡河断裂之次级断裂, 与普渡河断裂同期形成, 属基底断裂。

(3) 蛇山断裂③: 近南北走向, 长 23km, 倾向东, 倾角 $37\sim75^{\circ}$, 压扭性逆冲断裂, 属西山断裂带, 与其同期同应力形成, 为基底断裂。

(4) 铁峰庵断裂④: 近南北走向, 长 42km, 倾向东, 倾角 60° , 张扭性, 属普渡河断裂之次级断裂, 为黑龙潭断裂西支, 为基底断裂。

(5) 黑龙潭~官渡断裂⑤: 距项目区西约 4.8km, 倾向东, 断裂倾角 $30^{\circ} \sim 70^{\circ}$, 断裂破碎带以圆砾岩为主, 宽约 30m。断裂在石关山以南分两支延伸, 东支为主干断裂, 沿黑龙潭、关上南延至官渡后进入滇池, 为基底断裂, 属西山断裂带, 为黑龙潭断裂东支。

(6) 白邑~横冲断裂⑥: 南北走向, 长 73km, 倾向东, 断裂倾角 $60^{\circ} \sim 85^{\circ}$, 逆冲断层, 压扭性。断裂破碎带以圆砾岩为主, 破碎带宽度 10m~50m, 属普渡河断裂的边缘断裂, 受东西向压应力而形成, 同时伴生一些与之斜交或平

行的小构造，是昆明盆地地下更新世湖盆的东部边界，为基底断裂。

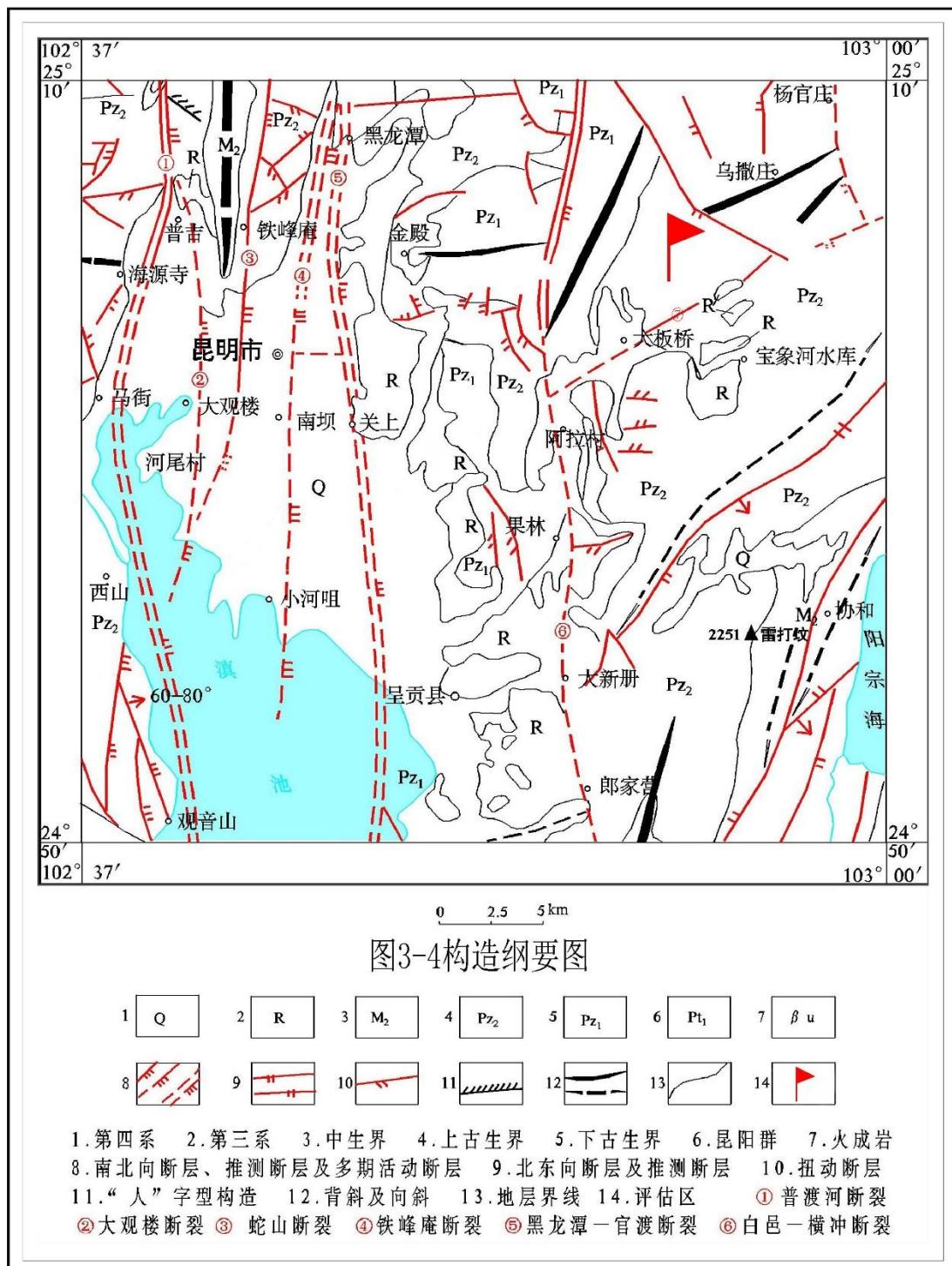


图 2.3-1 项目区区域构造纲要图

2、项目区构造

项目区处于白邑～横冲断裂⑥北东部，距离该断层 2.5km，附近外围有与主干断裂斜交或平行的小构造（次级扭动断层）发育。内地层呈缓倾角单斜产出，

区内除小型节理及裂隙发育外，未见其它构造痕迹。项目区构造简单。

2.3.2 地层岩性

1、区域地层岩性

根据区域资料和现场实地调查，项目区周边主要出露新生界第四系至元古界地层，区域地层岩性见表 2.3-2。

表 2.3-2 项目区区域地层简表

| 界 | 系 | 统 | 组 | 地层代号 | 厚度(m) | 岩性描述 |
|-----|-----|------|---------|--------------------------------|-----------|--|
| 新生界 | 第四系 | 全新统 | | Q _h | 254 | 以冲积、湖积为主，其次为洪积、洞穴堆积以及残坡积 冲积层：粘土，砾石，砂，砾石夹粉、细砂层，钙质粘土，粘土及泥炭。 |
| | | 更新统 | | Q _p | 6~632 | 粘土夹细砂、砾石和煤； 砂砾层夹粘土和煤。 |
| | 第三系 | 上第三系 | | N ₂ | 189~>1000 | 粘土、粘土夹粉、细砂和煤层。 |
| | | 下第三系 | | E | 440~>800 | 上部位厚层状砾岩；下部为泥岩、灰岩夹粉砂岩。 |
| 中生界 | 侏罗系 | 中统 | 上禄丰群 | J ₂ | 41~1638 | 暗紫红、棕红色泥岩、钙质泥岩、杂色泥岩、粉砂岩。 |
| | | 下统 | | J ₁ | 62~841 | 暗红、暗棕红、暗紫色泥岩、泥质粉砂岩夹泥岩。 |
| | | | 下禄丰群 | T ₃ -J ₁ | 62~841 | 暗红、暗棕红、暗紫色泥岩、泥质粉砂岩夹泥岩。 |
| 古生界 | 二叠系 | 上统 | 峨眉山玄武岩组 | P ₂ β | 140~1221 | 灰绿、黄绿色杏仁状、气孔状、块状隐晶质玄武岩夹紫色凝灰岩。 |
| | | 下统 | 茅口组 | P _{1m} | 303 | 厚层灰岩、虎斑状白云岩及虎斑状灰岩。 |
| | | | 栖霞-茅口组 | P _{1q+m} | 231 | 灰、灰白、灰黑色中厚层状灰岩。 |
| | | | 倒石头组 | P _{1d} | 23 | 灰、褐黄色页岩。 |
| | 石炭系 | 上-中统 | | C ₂₊₃ | 26~105 | 浅灰、灰白色厚层、块状纯灰岩、鲕状灰岩。 |
| | | 中统 | 威宁组 | C _{2w} | 26~105 | 浅灰、灰白色厚层、块状纯灰岩、鲕状灰岩。 |
| | | 下统 | 大坪阶 | C _{1d} | 12~80 | 浅灰、紫色厚层-块状角砾状灰岩、白云岩夹灰岩。 |
| | 泥盆系 | 上-中统 | | D ₂₋₃ | 415 | 白云岩、灰岩。 |
| | | 中统 | | D _{2q} | >350 | 厚层块状白云岩、灰岩局部夹页岩。 |
| | | | | D _{2h} | 0~89 | 页岩、中-厚层状砂岩。 |

| 界 | 系 | 统 | 组 | 地层代号 | 厚度(m) | 岩性描述 |
|-----|-----|----|------|-----------------------------|---------|------------------------|
| | 志留系 | 中统 | 上段 | S _{2m^c} | 81~238 | 中、厚层灰岩、白云岩、瘤状灰岩。 |
| | | | 中段 | S _{2m^b} | 162~382 | 页岩、钙质砂岩、泥灰岩。 |
| | | | 下段 | S _{2m^a} | 104 | 页岩、瘤状灰岩、泥质白云岩、泥灰岩。 |
| | 寒武系 | 下统 | 龙王庙组 | ∈ _{1l} | 71~161 | 白云岩、泥质白云岩夹粉砂岩、页岩。 |
| | | | 沧浪铺组 | ∈ _{1c} | 209~352 | 页岩、粉砂岩夹石英砂岩。 |
| | | | 筇竹寺组 | ∈ _{1q} | 272 | 页岩、粉砂质页岩夹薄层细砂岩。 |
| | | | 渔户村组 | ∈ _{1y} | 49~142 | 粉砂岩、硅质岩、含磷粉砂岩。 |
| 元古界 | 震旦系 | 上统 | 灯影组 | Z _b dn | 395 | 白云岩夹灰岩和硅质条带。 |
| | | | 南沱组 | Z _b n | 16~252 | 上部粉砂质页岩夹细、粉砂岩；下部为冰碛砾岩。 |

2、项目区地层岩性

项目区内出露地层主要为第四系人工填土 (Q_{4ml}) 、第四系残坡积层(Q_{4el+dl})

含碎石粉质粘土、二叠系下统栖霞茅口组 (P_{1q+m}) 灰岩，现简述如下：

(1) 第四系人工填土层 (Q_{4ml})

①层杂填土，呈褐灰、灰、褐黄色，以粉质粘土为主，多含碎石、角砾，弃渣多为碎石、角砾，成分杂乱，结构松散，为矿山开采、道路修筑形成，勘查区揭露厚 0.6~8m，承载力特征值 fak=80KPa，结构松散。

(2) 第四系残坡积层(Q_{4el+dl})

②层岩性为混角砾、碎石粉质粘土，主要分布于勘查区目北东侧，厚度 1.0~5.0m，一般斜坡上部坡度较大部位较薄，厚度约 2~4.0m，在坡脚平缓地带厚度较大，厚度约 5.0~8.0m；呈黄褐色，干燥，结构松散，孔隙率较大，表层植物根系发育；角砾粒径 2~20mm 不等，碎石粒径 20~50mm 不等，局部见 5~10cm 的块石，含量约占 20~30%，呈现棱角、次棱角状。

(3) 二叠系下统栖霞茅口组 (P_{1q+m})

③岩性为灰~深灰色中至厚层状灰岩，偶含燧石团块。主要分布于项目区中部，按风化程度分为两层：

强风化灰岩：岩性为灰~深灰色中至厚层状灰岩，偶含燧石团块。强风化，节理裂隙发育，节理裂隙发育，裂隙面平直、光滑，充填粉质粘土，岩体破碎，

岩芯多呈碎块状。本层厚度约 1~2 米。

中风化灰岩，节理裂隙较发育，切割深度 2-5cm，节理延伸 30-50cm，岩体呈层状结构，岩层产状 $87\angle 5^\circ$ ，主要发育两组节理裂隙，节理 J1 产状： $160^\circ \angle 68^\circ$ ，节理 J2 产状： $65^\circ \angle 83^\circ$ ，裂隙宽度 1~3mm，间距 0.2~0.6m，延伸长度 0.5~1.6m，结合程度很差，节理面的类型为软弱结构面；部分受强烈挤压，产生较小的扭性结构面群体。

2.3.3 工程地质条件

1、工程地质岩组划分

根据项目区地层岩性及力学特征，将项目区岩土体划分为 2 个工程地质岩组，即粘土、粉质粘土、红粘土多层土体（I）；坚硬中-厚层状岩溶化灰岩岩组（II）。各岩组特征详见表 2.3-3。

表 2.3-3 岩土体类型特征一览表

| 岩土体类型 | 地层代号 | 主要岩性组合 | 主要分布地段 | 结构面特征 | 结构特征 | 工程地质性特征 |
|--------------------|---------------|-------------|---------|---------------|---------------|--|
| 粘土、粉质粘土、红粘土多层土体（I） | Q_4^{el+dl} | 粘土、粉质粘土、红粘土 | 斜坡、山脊地带 | 土岩界面为软弱结构面。 | 结构松散，粉质粘土可达硬塑 | (1) 土体结构松散，欠固结，工程开挖边坡自稳能力差，易发生边坡坍塌、滑塌； (2) 工程建设开挖扰动土体结构，易引发松散层滑坡危害。 |
| 坚硬中-厚层状岩溶化灰岩岩组（II） | P_{1q+m} | 灰岩 | 工程区 | 有层理、裂隙、溶蚀裂隙发育 | 中-厚层状结构 | (1) 工程加载、扰动产生岩溶塌陷危害； (2) 受地形地貌及地下水条件影响，工程扰动可能引发采坑四周垮塌对设备人员造成危害。 |

2、软弱结构面分布

1)、节理裂隙

经调查统计，项目区岩体主要发育两组节理裂隙，节理 J1 产状： $160^\circ \angle 68^\circ$ ，节理 J2 产状： $65^\circ \angle 83^\circ$ ，裂隙宽度 1~3mm，间距 0.2~0.6m，延伸长度 0.5~1.6m，结合程度很差，节理面的类型为软弱结构面。

2)、岩层层面

根据场地揭露的边坡地质情况，岩层为二叠系下统栖霞茅口组（ P_{1q+m} ）灰岩，灰岩岩层面间有分离，层面起伏程度为平直光滑，泥质充填部分附泥膜，层

面结合程度结合很差，为软弱结构面。

3、不良地质作用

不良地质现象有岩溶、红粘土、岩体风化、软弱结构面三类，分述如下：

(1) 岩溶

①形态特征

项目场地内碳酸盐岩广泛分布，场地内施工钻孔中仅有钻孔 ZK55 揭露深 1.70m 的空洞，岩溶弱发育，以微晶灰岩、生物碎屑灰岩为主，岩体岩溶裂隙较发育，根据现场调查，区内地表岩溶形态以溶沟、溶槽、石芽及洼地为主，地表无溶洞分布，但有溶蚀裂隙发育，溶蚀裂隙部分溶蚀宽达 50cm 以上，有粘土充填，溶沟深一般 0.2-1.0m，宽一般 0.3-0.7m，石芽高 1-3m 左右，均沿岩层层面分布。

②发育规律

通过调查和收集资料对评估区岩溶发育规律分析，该区岩溶发育一般受地层岩性、地质构造、地形、地貌、地下水的活动因素的影响。归纳区内外岩溶发育规律如下：

岩溶发育主方向与地层构造关系密切。主要表现在以下两点：其一是溶洞和岩溶管道发育的主方向与地层走向、断裂走向基本一致，区域溶隙、溶洞和岩溶管基本是顺层或沿断裂方向发育和延伸的。其二是区域上泉水有的沿断裂分布，有的则在同一时代但岩性不同的接触带出露。

岩溶的发育受侵蚀基准制约。由于碳酸盐岩富水性强，地下水活动强烈，岩溶较发育。区域岩溶发育的方向及强度受隔水层的控制，在接触带附近，正是地下水富集的地方，致使岩溶在接触带碳酸盐岩一侧发育强烈。由于区内地壳的间歇性上升，在地壳上升阶段，岩溶发育以垂直方向发育。

(2) 红粘土

①、红粘土结构分类：②层粘土属近地表的次生红粘土，竖向裂隙相对不发育，属致密状结构。

②、地基均匀性：项目场地土层空间分布稳定，连续性较好，地基压缩层范围内地基土主要由粘土和灰岩组成，故地基按不均匀地基考虑。

③、红粘土复浸水特性分类

按土工试验成果进行分析计算，场地内②层粘土复浸水特性分类为Ⅱ类，即收缩后复浸水膨胀，土体不能恢复到原位。粘土层复浸水特性分类见下表 2.8-2：

表 2.3-4 红粘土复浸水特性分类计算成果表

| 土层 编号 | 土层 名称 | 状态指标 | | | 界限液塑比 范围值 平均值($I' r$) | 复浸水 特性类 (类别) |
|----------|----------|------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------|
| | | 含水比范围值 平均值(a_w) | 液限范围值 平均值(w_l) | 液塑比范围值 平均值($I r$) | | |
| ② | 粘土 | 0.68~0.75 | 46.3~74.5 | 1.54~1.85 | 1.65~1.77 | II |
| | | 0.76 | 58.80 | 1.72 | 1.69 | |

备注： $I' r=1.4+0.0066 w_l$ $I r \geq I' r$ ，收缩后复浸水膨胀，土体能恢复到原位，Ⅰ类；
 $I r < I' r$ ，收缩后复浸水膨胀，土体不能恢复到原位，Ⅱ类。

④、红粘土膨胀性

项目场地地层地质成因为第四系坡残积层，勘察期间对于场内及场地周边进行了地面地质调查，调查点主要集中在开挖路堑、自然陡坎、低层轻荷建筑分布等地段，新开挖的路堑、边坡未出现坍塌及严重开裂等现象，场区地基土无明显胀缩变形现象。并结合场地土工试验成果，自由膨胀率 $\delta_{ef}=22.0\% \sim 33.0\%$ ，平均为 27.5%，无膨胀潜势，本项目可不考虑膨胀土对工程建设的影响。

(3) 岩体风化

区内风化残积层与基岩直接接触，其风化程度可分为三带：

①强风化带：分布于基岩的表斜坡及山顶部位较深，沟谷地带较浅，深度一般 0.5~3.8m。基岩表面在自然应力的作用下，岩石中有矿物质淋滤分解，岩体的完整性被破坏，呈现出层状碎裂结构的特点。在地表的局部地带出现小规模的滑塌。

②中风化带：一般厚 0.8~3.5m，岩石表面和裂隙面的部分矿物的结构发生蚀变，岩石块体中仍保持母岩的特征。风化裂隙较发育，且多为开裂隙，地下水活动强烈，岩体的完整性和稳定性较差，在卸荷、临空面和优势结构面等因素的影响时，可出现崩塌现象。

③弱风化带：厚度一般 0.5~7.00m。岩石颜色、结构等保持了母岩的特征。裂隙多呈闭合状，地下水活动弱，其工程地质特征与母岩基本一致。

此外，评估区内风化土层的厚度和风化程度除受岩石性控制外，还受地形地貌和构造的制约和影响，在山脊部位和地形平缓部位较厚，沟谷两侧及地形陡峻地段，风化层较薄，风化物质以松散砂土、粉质粘土夹碎石为主，内聚力低，自

身稳定性弱，发生楔形掉块及局部垮塌的可能性。

（4）软弱结构面

项目区内控制地质灾害发育的软弱结构主要为地层中发育的节理、裂隙面、上覆土体与下伏基岩分界面（土石界面）以及层间软弱结构面等，其发育特征如下：

①节理裂隙面：评估区风化、卸荷作用较强烈，加之受地质构造影响，岩体节理裂隙较发育，裂隙的发育加剧岩体风化进程，降低岩体完整性，当裂隙密集发育成带时，易受浸润软化形成软弱结构面，在外力及重力作用下，岩体沿节理裂隙结构面易产生滑坡、崩塌、危岩体等危害。

②土石结构面：评估区沟谷岸坡缓坡大多为第四系地层覆盖，且分布岩浆岩、碳酸盐岩区风化层厚度较大，松散土体与下伏基岩分界面（土石界面）在降雨时斜坡地表水下渗沿土石界面运移，在土石界面形成软弱结构面，当土石界面上覆松散土体前缘形成卸荷剪切口作用时，这些松散土体的抗剪强度降低，就沿土石界面形成的软弱滑动面产生滑动和下座，从而形成滑坡危害。

③风化界面：评估区地层受风化强烈，存在强、中、微风化岩体，岩体强风化后，岩体结构遭到强烈破坏，力学强度特征明显降低，易遭风化剥蚀，地表水侵蚀，地形不利地带常出现浅表层坡面失稳现象。

工程建设边坡开挖过程中，有可能沿上述软弱结构面产生滑坡、崩塌等危害。

4、工程地质条件类型

将评估区整体划分为2个工程地质岩组，区内主要矿山工程设施数量多，地质条件中等，区内不良地质作用主要表现为岩体风化及岩溶问题，对项目施工及相关设施有一定影响。现矿山开采边坡基本稳定，区内无崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害分布，但露天边坡高度较陡，边坡岩体发育较多不良结构面，它们与边坡岩石的不同组合将形成不同结构岩体，其岩体稳定状态有不同的表现，未来有引发采区地质灾害的危险，威胁矿山人员及生产、生活设施的安全。项目区工程地质条件属中等类型。

2.3.4 水文地质条件

1、地下水类型及特征

根据含水层介质、地下水赋存空间类型的不同，项目区地下含水层类型分为孔隙水、岩溶水两个类型。

1) 、孔隙水

第四系残坡积层(Q_4^{el+dl})孔隙水含水层：含水层由粉质粘土含碎石组成，为孔隙水。主要受大气降水补给，以顺山坡向低凹地段径流排泄，地形起伏较大，地下水具就地补给，径流途径短，就地排泄的特点，地下水受降雨季节影响较大，动态特征明显。工程场地位于山顶地带，整平工程开挖无地下水分布，对工程建设影响较小。

2) 、岩溶水

项目区主要含水层为可溶的碳酸盐岩，其岩溶发育特征和依存的岩溶水动力条件、富水性、均匀性及规律，均受岩性、构造、地貌等因素及发展阶段的制约。碳酸盐岩类可溶地层，项目区内广泛分布，主要岩性为灰岩及白云岩，各组成了水量丰缺程度不同的含水层组。

主要为二迭系下统栖霞-茅口组 (P_{1q+m}) 含水层，主要岩性为灰岩组成，岩石裸露，岩溶多呈倒桩展布，具层间式岩溶形态，岩溶发育中等-强烈，发育形态以溶洞、溶孔、溶隙为特征。地表水系罕见，大部分降雨入渗地下，是项目区内含水最丰富的含水层组，富水不均， Mc 值 $2.74\text{-}3.88L/s \cdot km^2$ ，旱季也有 $0.27m^3/s$ 。

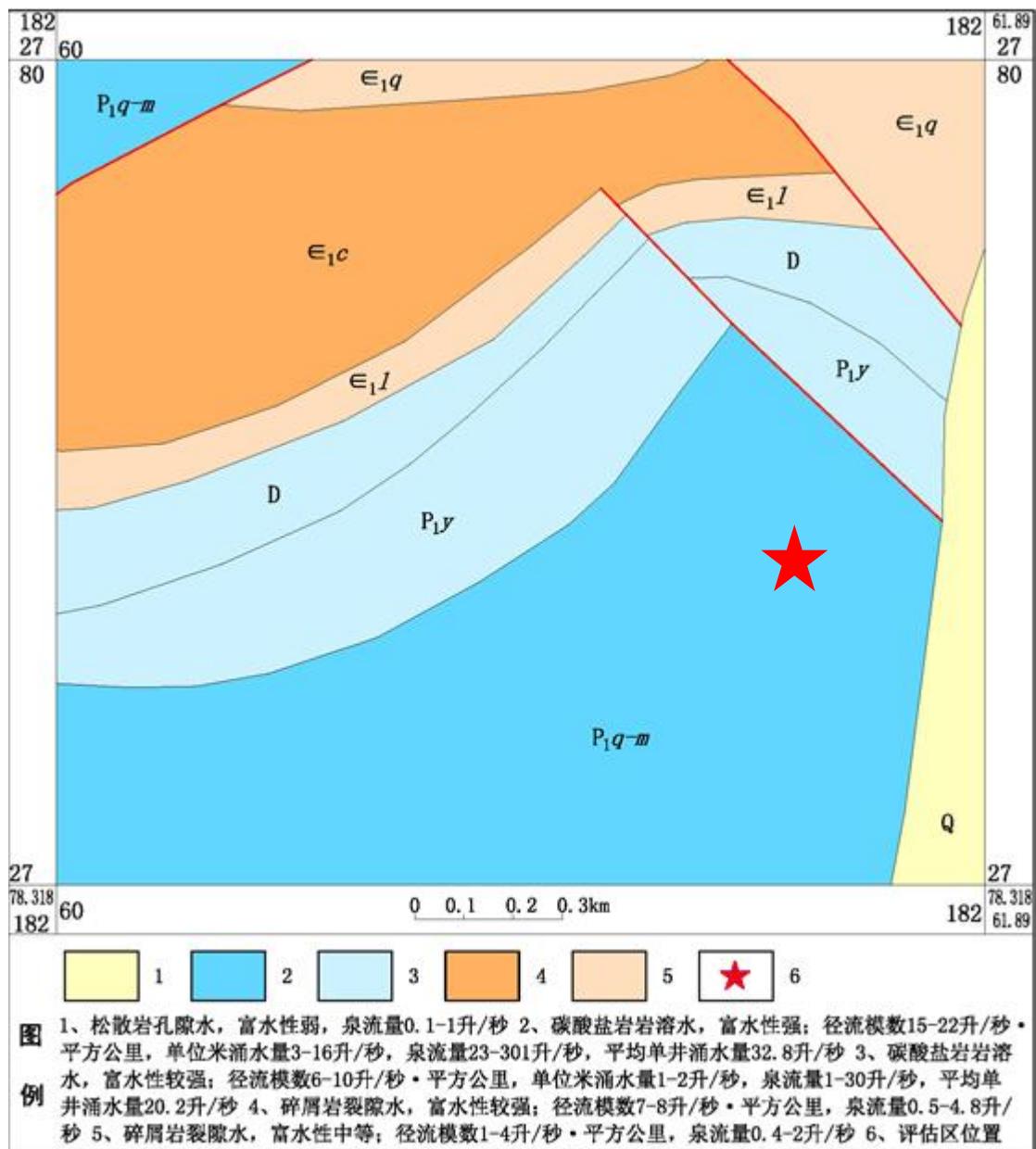


图 2.9-1 区域水文地质图

2、地下水补给、迳流、排泄特征

1)、区域地下水补、径、排

区域地下水以大气降雨补给为主, 局部接受地表水补给, 其补给量与降雨量多少、地形地貌、构造、岩性条件密切相关。高山区降雨量大, 植被发育, 地下水获得补给量大, 地下水相对丰富; 地形平缓和岩石裂隙、岩溶发育地段, 地下水获得补给量大。

地下水的动态受降雨制约明显, 雨季水量增大, 水位上升。旱雨季流量变小, 水位变幅在 1-4m。由于构造复杂, 地形切割强烈, 沟谷密布, 地下水径流途径

短，排泄分散，水力坡度大。各类地下水的分布，埋藏条件不同，其补给、径流和排泄条件不尽相同。

孔隙水：孔隙水主要补给源是大气降水、沟水，其次为农田灌溉、基岩裂隙水、岩溶水补给。冲积潜水、承压水，埋藏浅易受地表水补给，且含水均一丰富。斜坡地区地下水位、水量随季节变化较明显，雨季水量约增大 2 倍。其补给区与径流区一致，地下水由洪积扇后缘向前缘以层流形式运移，水力坡度 1-4%，渗流速度较快；其排泄区多在洪积扇前缘以泉、散流、片状形式排泄，局部具承压性。

岩溶水：主要靠大气降水补给，个别地段由地表水的补给。大气降水主要通过溶蚀裂隙、洼地、漏斗、落水洞渗入或潜入地下，直接补给岩溶水，由于岩溶发育程度不同，其补给量有变化，大面积碳酸盐岩分布区，地下水位变化与降雨量密切相关，旱雨季水量变幅 20 倍左右；碎屑岩与碳酸盐岩互层段，地下水位变幅 7 倍左右。岩溶水主要径流方式以管道为主，地下水的补给、径流、排泄大致可分。补给区处于山脊山原地带，洼地、漏斗接受大气降雨垂直补给地下水；径流区为山脊到沟谷的斜坡地带，地下水沿倾斜的岩溶裂隙、管道运移，径流迅速，水力坡度大；排泄区处于最低侵蚀基准面河谷地带，地下水排泄集中，以股状集中流出地表或补给河水。

2)、项目区地下水补、径、排

孔隙水：地下水主要接受大气降雨补给，其次为地表水侧向补给，地下水位、水量与降雨量密切相关，补给区、径流区基本一致，由高向低径流，以泉、散流、片状形式排泄，局部具承压性。

岩溶水：为项目区出露灰岩，岩溶发育中等-强烈，地表洼地、漏斗、落水洞等为降雨入渗通道，快速补给地下水，地下水位变幅与降雨量相关；地下水沿溶蚀裂隙、管道运移，径流迅速；侵蚀溶蚀山区为碎屑岩与碳酸盐岩互层区，受断裂破坏，岩层被切割成块体，补给区与径流区不明显，接受大气降雨补给后，地下水沿岩溶裂隙或导水断裂带向局部相对低凹地运移，径流途径短。地下水流向由北东向南西方向。

3、地下水脆弱性

项目区地下水主要为孔隙水、岩溶水两大类，地表为第四系松散层覆盖，厚

度变化大，且不连续，防护作用有限，因此地下水具脆弱性，脆弱性高，易遭受污染。项目区分布孔隙水、岩溶水。孔隙水埋藏浅，易于受污染；岩溶水埋藏深，与孔隙水、裂隙水、地表水互有水力联系，会因上部孔隙水、裂隙水、地表水污染而受到污染，特别是岩溶水含水系统一般开敞，含水层间水力联系密切，当上游受到污染势必向下游扩散，一个含水层受到污染，其他含水层亦难独善其身。地下水脆弱性高。

4、水文地质结构特征

项目区地表为厚度不大的第四系粘性土覆盖，透水性弱，含一定量的上层滞水，其下均为碳酸盐岩地层分布，岩溶水是区内主要地下水类型。岩溶水的径流条件好坏取决于补排区的高差和含水层透水性等，岩溶水沿溶隙运移为主，具有径流较长、流速快、动态变化大的特点。岩溶水的排泄受地形、地貌、构造和侵蚀基准面的控制，滇池为项目区迳流运移排泄主要场所。蒸发、地下迳流运移排泄是区内地下水的主要排泄方式。总体项目区水文地质条件中等复杂。

2.3.5 环境地质

据调查，矿区内主要人类工程活动为建筑石料的开采，开采形成采坑、采场边坡以及废渣的堆积，对地表形态造成破坏的同时对地质环境形成潜在威胁。

（1）、引发地质灾害

矿山的开采活动形成大量的高危边坡，现状边坡较稳定，未诱发崩塌、滑坡灾害，边坡稳定性较好。随着时间发展，高陡边坡在暴雨、地震等因素的诱发下可能引发地质灾害。威胁周边村民的生命财产安全，危险性中等。

（2）水资源及地下含水层的破坏

矿山已开采多年，矿山作业人员少，生产生活污水排放量少，矿石化学成分稳定，有害有毒物质较少，矿山开采出来的矿石经加工后在堆矿场进行临时堆放，后由车辆运输到区外销售，无需对矿体进行洗选，加工期间基本无污水排放，所以矿山现阶段活动总体对水质影响较轻。

采石活动中不合理的开采，包括开挖山体，砍伐树木、表土剥离、以及矿山开采和建设活动过程中产生的废土、废石等松散物质的不合理堆积，采矿后未实施相应的植被恢复，造成地表水土流失。

(3)、地形地貌景观破坏

矿山建设生产过程中，表土层剥离，开挖山体，破坏原有的山体景观。由于新的生态系统难以在短期内形成，裸露岩体和采坑星罗棋布，影响自然景观，同时直接影响区域生态价值观，并导致后续综合利用难度高。

(4) 土地、植被、生态的破坏

①土地压占

矿山开发利用过程中占用和破坏大量的土地，如采矿的生产、生活设施及开发占用大量土地，而露天采场、土方填埋等大量破坏土地。

②植被破坏

矿山开采剥离地表覆盖层，对原有地貌条件下的植被破坏，造成岩石裸露，植被覆盖率低，导致区域内的生态涵养功能减弱，生态环境恶化。

③生态破坏

矿区开采破坏原有的生态系统，动植物食物链遭受破坏，由于植被破坏，植被覆盖率低，植物生产能力降低，该区域动物种类较少，甚至导致某一个物种在这一区域内的消失，生物多样性降低，从而导致环境功能下降。

人类工程活动现状对地质环境条件的破坏强烈，采矿活动为区内破坏地质环境的人类活动的首要因素

2.3.6 新构造运动及地震

1、新构造运动

项目区所处区域新构造运动的总体特点是大幅度抬升，受南北向主干断裂的复活与控制作用，各地上升的方式和强度有较大差异，各个时期的运动情况也有所不同。上新世初期地壳有一次不均匀的上升，使原来准平面抬升并遭到一定的破坏。上新世中、晚期逐渐平静，只是非常缓慢的升降，盆地的沉降速度与堆积速度大体一致。早更新世早期地壳发生了抬升，其特点是继承南北向基底断裂而有不均匀性，使其前期地形高差加大，滇池盆地在上新世基础上继续下陷，滇池范围逐渐扩大；中后期地壳又变得较稳定，处于相对宁静状态，后期较大盆（谷）地两岸又有一期剥蚀的平缓地形，后来被抬升破坏。中更新世时期地壳运动又显著加强，南北向构造各主干断裂活动加剧，地壳剧烈大幅度的上升，该次运动升

幅达数千米，使准平原抬升为现今的高原。晚更新世时期地壳运动小幅度的振荡式升降，属相对宁静期，滇池在中更新世范围的基础上局部有所扩展，继续沉积河湖相地层，滇池北部相对掀起，南部相对下降，但幅度较小。全新世时期出现普遍上升加剧的趋势，滇池盆地湖面逐渐缩小，多数河流侵蚀下切，晚更新世阶地形成数米高的陡坎，山区河流向源侵蚀强烈，高原面进一步遭受破坏，部分山前出现洪积扇，断裂活动还相伴产生地震和地热活动。

2、地震

本区处于昆明盆地东北部盆地边缘区，尽管断块活动在新生代中频繁，但就总体而言，昆明盆地尚属稳定地带，在历史上未发生6级以上地震，仅在1969年7月7日朱街一带发生了5.7级地震；1938年11月29日盆地南部松茂水库一带发生了5级地震；西部的滇池断裂带1943年12月13日也发生过5级地震，区内地震一般属浅源地震，该区地震活动具有明显周期性和阶段性。普渡河断裂、黑龙潭断裂、白邑～横冲断裂为活动性断裂，历史上地震沿该断裂南北向分布，具南北两端强，中部弱的特征，沿南北向断裂发生的主要地震见表2.3-3。

表2.3-3 邻区地震一览表

| 日期 | 地点 | 地震级数 | 断裂名称 |
|----------------------------------|------|------|-------------|
| 1939.9 | 玉溪 | 5.5 | 普渡河断裂 |
| 1940.4 | 玉溪 | 5.0 | 普渡河断裂 |
| 1943.12 | 海源寺 | 5.0 | 普渡河断裂 |
| 1943.12 | 岗头村 | 5.0 | 黑龙潭断裂 |
| 1332.6 | 雨磁雾 | 5.5 | 黑龙潭断裂 |
| 1972.7 | 马金铺 | 4.75 | 黑龙潭断裂 |
| 1507.11 | 大新册 | 5.5 | 白邑～横冲断裂 |
| 1750.9 | 大新册 | 5.5 | 白邑～横冲断裂 |
| 1725.1 | 楞口北边 | 6.0 | 小江断裂的分支楞口断裂 |
| 收集云南省昆明地区滇池流域水文地质及工程地质普查报告（1：5万） | | | |

3、区域地壳稳定性

区域构造具有继承性，多期活动的特点，地质构造复杂，项目区附近有活动断裂分布，地貌属溶蚀侵蚀中山及盆地地貌，受地震波及影响区，区域地壳稳定性差。据《中华人民共和国国家标准·中国地震动参数区划图1:400万》(GB18306—2015)及《建筑抗震设计规范(GB50011-2010)》有关规定，滇中新区地震

动峰值加速度为 0.30g，相对应地震基本烈度为Ⅷ度。地震对工程场地存在潜在的威胁，所以，工程运营中应充分考虑地震的潜在影响，在附属建（构）筑物建设中作好对地震的防范工作。根据《云南国土资源遥感综合调查》，本项目通过区域处于次不稳定区。见图 2.3-2。

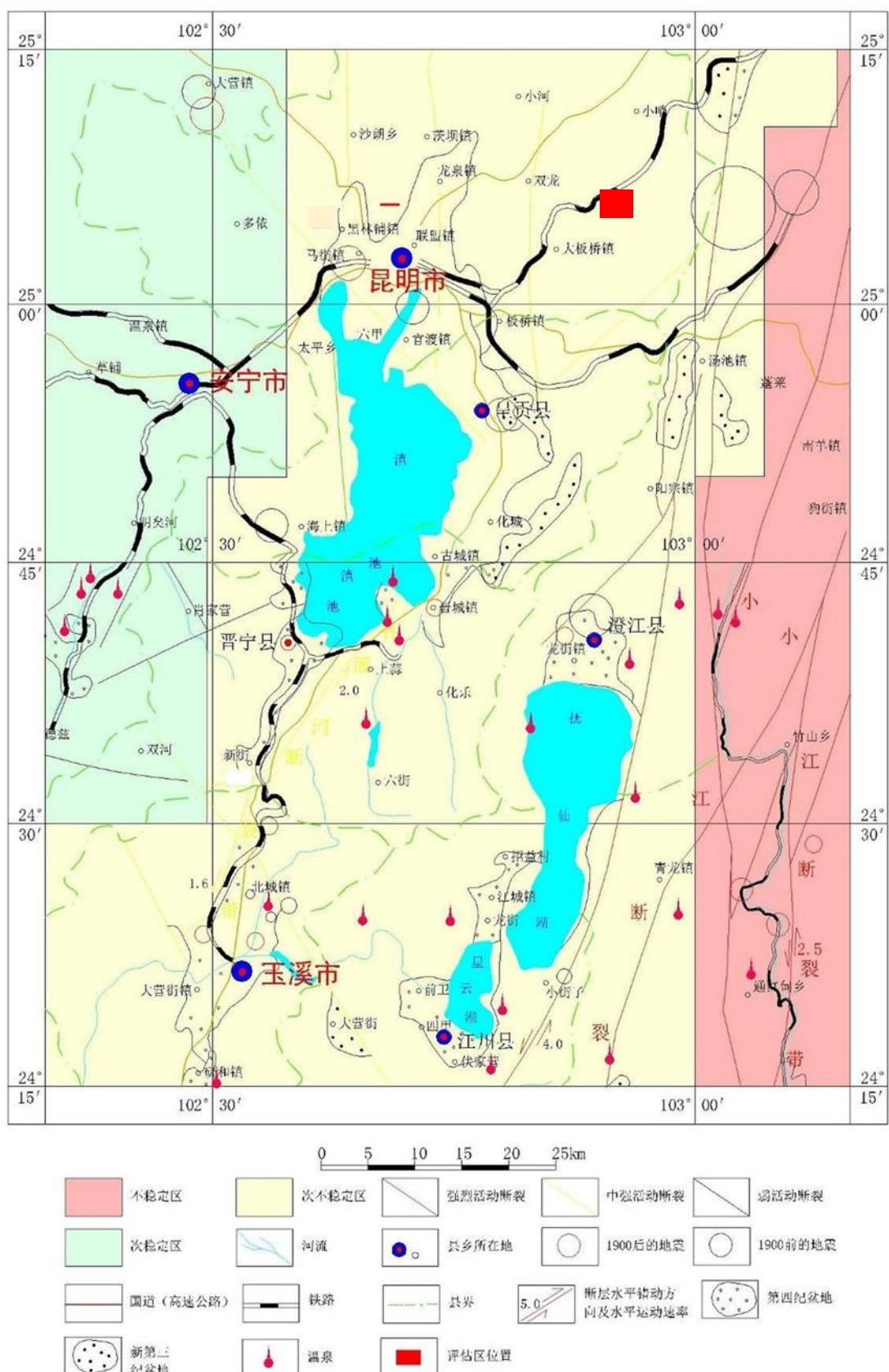


图 2.3-1 区域地壳稳定性分区图

2.3.7 区域矿产

昆明空港经济区主要矿种有石灰岩矿、粘土矿等为非金属矿，区内矿山总数为 63 个。根据《滇池保护条例》、云南省昆明市人民政府关于贯彻落实《昆明市人大常委会关于在滇池流域及其他重点区域禁止挖砂采石取土的决定》的实施意见（昆政发[2007]46 号）、昆明市政府办公厅《关于滇池流域和西山重点保护区域采石采砂点关停和治理修复的通知》以及昆明空港经济区主要发展定位等要求，截止 2018 年，辖区内所有矿山均已全部关停，矿产资源已停止开发。

2.4 社会经济情况

2020 年，昆明市地区生产总值 6733.79 亿元，增长 2.3%；固定资产投资（不含农户）增长 8.1%，欠计划目标 1.9 个百分点；一般公共预算收入 650.5 亿元，增长 3.2%，超计划目标 0.7 个百分点；一般公共预算支出增长 6.6%，超计划目标 3.6 个百分点；主要污染物排放量削减完成省下达任务；居民消费价格总水平上涨 3.1%，低于控价目标 0.4 个百分点。2021 年，昆明实现地区生产总值 7222.5 亿元。

大板桥街道，大板桥街道全镇国土面积 394 平方公里，辖 19 个村委会 98 个村民小组及 2 个居民委员会，全镇总户数 12408 户，其中农业户 10604 户，农业人口 37077 人，年末耕地面积 2924.4 公顷，其中水田 474.7 公顷，旱地 2449.7 公顷。2017 年农村经济总收入 100116 万元，农业产业总产出 26283 万元，农业增加值 11280.6 万元，农民人均纯收入 2897.2 元。

沙井社区（村改居）：成立于 2012 年，总面积约 34.74 平方公里，与长水社区、云瑞社区、阿底社区接壤，下设 4 个居民小组，包括沙井居民小组、野毛冲居民小组、楞口居民小组、獐子沟居民小组。截至 2024 年 4 月，辖区共有居民户 521 户，户籍人口 1887 人。海拔 1770.00 米，年平均气温 15.00℃，年降水量 1000.00 毫米，适宜种植等农作物。有耕地 1978.50 亩，其中人均耕地 1.10 亩；有林地 1095.00 亩。2022 年全村经济总收入 1745.00 万元，农民人均纯收入 5371.00 元。农民收入主要以种养殖为主。

评估区周边有居民点分布，为野毛冲居民小组，居民约 185 户，467 人。农民人均纯收入 5371.00 元。农民收入主要以种养殖为主。

第三章 项目现状建设条件分析

3.1 治理区土地利用现状

3.1.1 土地权属

治理区土地权属为昆明市官渡区大板桥街道沙井社区集体所有，界线清晰无争议，治理区内土地权属状况详见表 3-1。

3.1.2 土地利用结构

根据昆明市第三次全国土地调查数据，通过将项目治理区范围与昆明市第三次全国土地调查数据中“DLTB”层叠加分析，项目治理区总面积为 18.3446 公顷，土地利用现状地类主要为其他草地、乔木林地、灌木林地、旱地、裸土地和公路用地等。

治理区第三次全国土地调查土地利用现状面积统计详见下表 3-1：

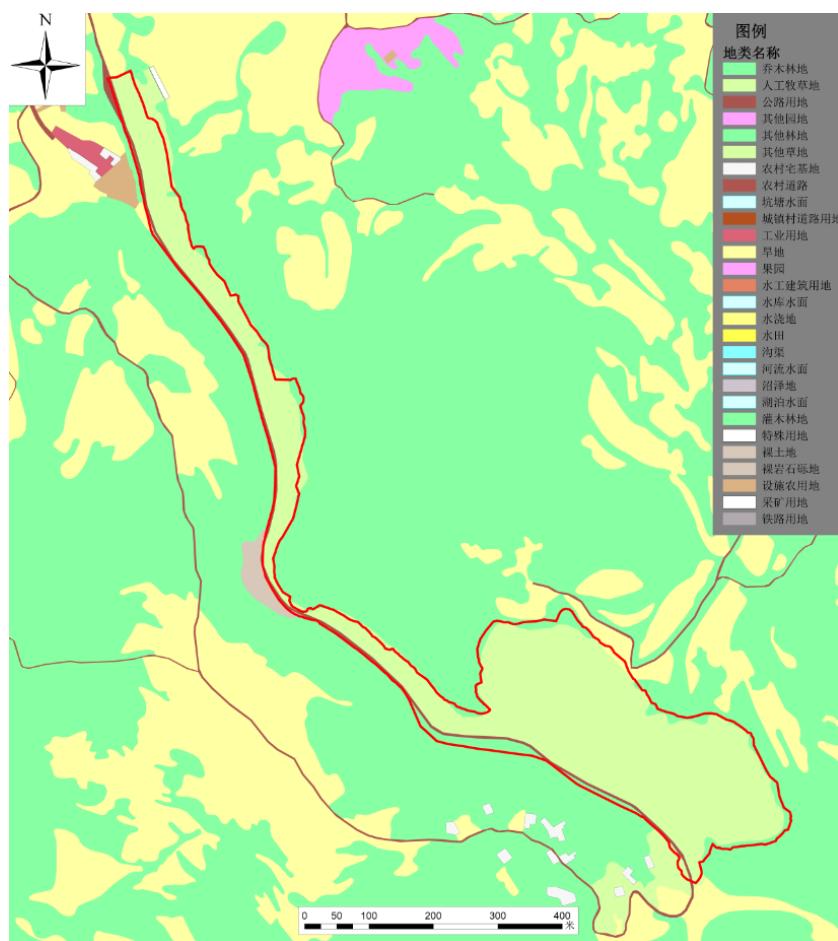


图 3-1-1 治理区土地利用现状图（三调）

表 3.1-1 项目区红线内土地利用现状表 (单位:公顷)

| 地类 | | | | | 合计 | 权属 |
|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------|------|
| 林地(03) | | 草地(04) | 交通运输用地10) | 其他土地(12) | | |
| 乔木林地 (0301) | 灌木林地 (0305) | 其他草地 (0404) | 公路用地 (1003) | 裸土地 (1206) | | |
| 1.7064 | 0.1785 | 12.8969 | 0.7371 | 0.2243 | 15.7432 | 沙井社区 |

表 3.1-2 红线外临时道路土地利用现状表 (单位:公顷)

| 地类 | | | | 合计 | 权属 |
|------------|------------|------------|----------------|--------|------|
| 林地(03) | 草地(04) | 交通运输用地10) | | | |
| 乔木林地(0301) | 其他草地(0404) | 铁路用地(1001) | 公路用地 (1003) | | |
| 1.658 | 0.1748 | 0.0239 | 0.7447 | 2.6014 | 沙井社区 |

表 3.1-3 项目区土地利用现状汇总表 (单位:公顷)

| 损毁单元 | 地类 | | | | | 合计 | 权属 | |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|---------|--|
| | 林地(03) | | 草地(04) | 交通运输用地(10) | | | | |
| | 乔木林地 0301 | 灌木林地 0305 | 其他草地 0404 | 铁路用地 1001 | 公路用地 1003 | 裸土地 1206 | | |
| 红线范围 | 1.7064 | 0.1785 | 12.8969 | | 0.7371 | 0.2243 | 15.7432 | |
| 临时道路 | 1.658 | | 0.1748 | 0.0239 | 0.7447 | | 2.6014 | |
| 合计 | 3.3644 | 0.1785 | 13.0717 | 0.0239 | 1.4818 | 0.2243 | 18.3446 | |

3.2 治理区现状分析

3.2.1 治理区现状

本项目治理区为昆明市历史遗留的昆明中天宏能商品混凝土有限公司野毛冲石灰岩矿露天开采形成的废弃采矿用地，现状已关停，整体地势北低南高；矿山采场以矿山损毁范围林地边界为界。矿山历史遗留采场边坡高陡，边坡最高约80m，现状边坡角度约55-85°，现状矿山地形地貌景观损毁、土地损毁较为严重，现状危害、危险性较大，土地利用率低，急需尽快进行治理。



图 3-2-1 野毛冲矿区生态修复施工前照片

项目区生态修复工作 2024 年 4 月开始正式实施动工，主要完成工作内容为项目区采坑东侧、东北侧边坡的削坡排危工作，目前已经完成东侧+2300~+2360m 台阶的削坡分台工作。

根据业主单位委托云南迅测科技有限公司测算成果，采用方格网法计算，截止 2025 年 5 月 15 日现场总挖方约 41.34 万方，总填方 16.97 万方。其中修建进场道路及场内道路已使用土夹石 1.79 万方，已经外运拍卖石方 22.58 万方。现场堆放的多余土夹石用于场地平整。



图 3-2-2 野毛冲矿区生态修复施工现状照片

野毛冲矿区现状情况较为复杂，矿区范围内现状存在由不规范开采造成的高陡边坡、采坑，以及残留于矿区场地中的废弃设备、厂房和砖房。野毛冲采石场开采的矿种均为石灰岩。人工边坡揭露的地层较整齐，局部可观察到水平层理，测得多组岩层产状分别为 $177^{\circ} \angle 15^{\circ}$ 。边坡坡顶第四系覆盖较薄，厚约 0.5m，成分主要为碎块状灰岩碎石。



图 3-2-2 地层产状测量位置示意图



图 3-2-3 治理区现状损毁影像

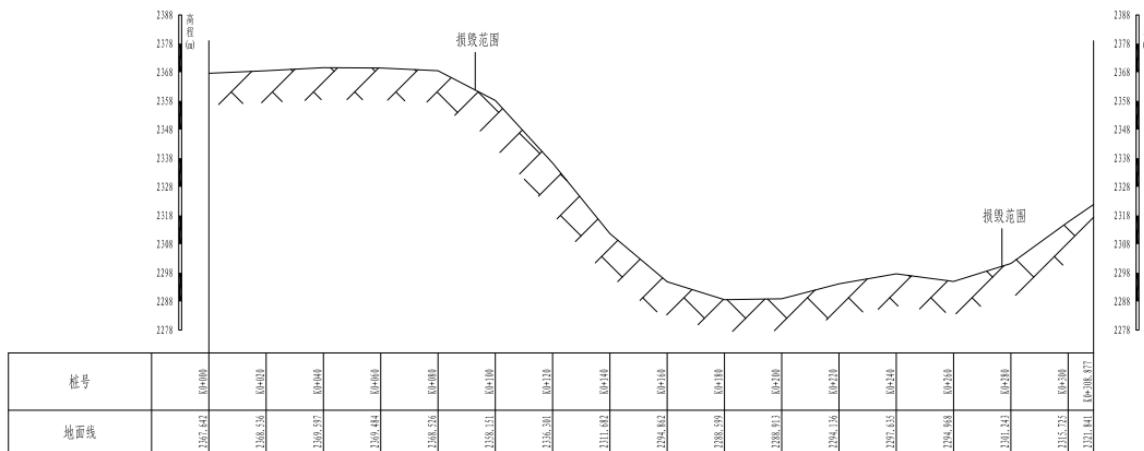


图 3-2-4 野毛冲矿区三个矿山 A-A' 现状地形剖面图

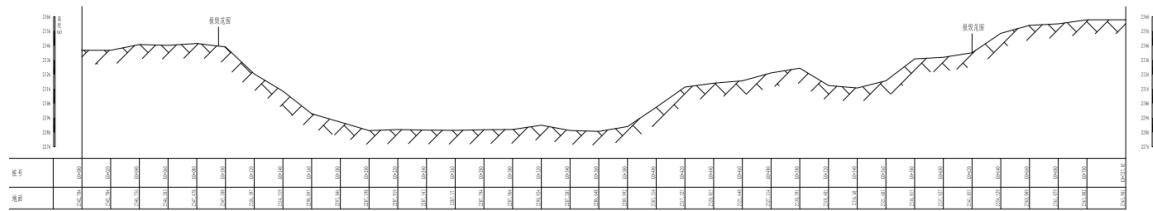


图 3-2-5 野毛冲矿区三个矿山 B-B' 现状地形剖面图

3.2.2 土地损毁分析

1、土地损毁面积

通过将项目治理区范围与昆明市第三次全国土地调查数据中“DLTB”层叠加分析，项目治理区总面积为 18.3446 公顷，土地利用现状地类主要为其他草地、乔木林地、灌木林地、旱地、裸土地和公路用地等。主要由以下单元组成：

(1) 采坑区

位于红线东南部，场地呈椭圆形，目前已开采结束多年，形成一个半环状的露天采坑，采坑开挖深度最大达到 40m，边坡角 40~65°，局部地区达到 70-80°，采场内表层物质主要为裸露的岩石、砂砾石、矿渣等，占地面积为 10.4208hm²，损毁地类主要为其他草地和少量乔木林地、灌木林地，损毁方式为挖损损毁。目前尚未进行复垦，恢复治理设计对其进行废渣回填。根据当地土地利用总体规划，该部分土地规划为其他草地，没有涉及基本农田。



照片 3.2-1 项目区采坑照片合集

(2) 废弃工业场地

工业场地位于采坑北部，损毁土地面积 1.4158hm^2 ，主要为原办公生活区、破碎站。对土地的损毁方式为机械、附属设施及废渣地表对土地的压占损毁土地。由于场地建设改变了原地貌特征，土地表层有机质含量丰富的壤土层被破坏，原地表植被完全损毁，原土地结构已损毁，区内土地长期经建设物压占，损毁方式为压占。根据当地土地利用总体规划，该部分土地规划为林地、草地，没有涉及基本农田。



照片 3.2-2 项目区废弃工业场地照片合集

(3) 矿山道路及周边损毁区

根据现状调查，项目区矿山道路长约 1130m，路面宽约 8-10m，其建设过程中对自然边坡的开挖、场地的平整，作为工业场地与采坑的运输道路，与当地农村公路相连，同时道路北侧为当地居民晾晒鸡毛、鸭毛损毁土地，矿山道路及周边损毁区共计占地面积约 3.9066hm^2 。公路建设期间进行过一定量的开挖填土工作，开挖边坡多形成高约 1-3m 的边坡，局部为填方段，填方厚度约 0.5~2m。土地利用类型为公路用地和其他草地。对土地的损毁方式为挖损和压占损毁土地。根据当地土地利用总体规划，该部分土地规划为林地、农村道路，没有涉及基本农田。



照片 3.2-3 项目区矿山道路及周边损毁照片合集

(4) 新建临时道路区

由于项目区原有进场道路需经过沙井社区，与当地村委会沟通后，原有道路在施工过程中会存在较大的安全隐患，项目新建一条临时道路与空港大道连接，长度 2.8km，铺设面积 26014m^2 ，路床采用土夹石压实。主要延原有道路进行扩建，部分区域占用乔木林地和其他草地。

2、土地损毁程度分析

(1) 分析标准

根据《中华人民共和国土地管理法》、《土地复垦条例》、《耕地后备资源调查及评价技术规程》（TD/T1007—2003）、《土地复垦方案编制规程 第1部分：通则》（TD/T1031.1-2011）和实地调查情况，把土地损毁程度分析等级数确定为3级标准，分别定为：一级（轻度损毁）、二级（中度损毁）和三级（重度损毁）。评价因素的具体等级标准目前国内外尚无精确地划分值，本方案是根据类似工程的土地损毁因素调查情况，参考各相关学科的实际经验数据，采用主导因素法进行评价及划分等级，具体标准见表3.2-1、3.2-2。

表3.2-1 压占土地损毁程度分析指标体系

| 评价因子 | 评价等级 | | |
|-------|------|-------|------|
| | 轻度毁坏 | 中度毁坏 | 重度毁坏 |
| 压占面积 | <1公顷 | 1—5公顷 | >5公顷 |
| 堆积物高度 | 1-5m | 5—10m | >10m |

表3.2-2 挖损土地损毁程度分级标准表

| 评价因子 | 评价因子 | 评价等级 | | |
|------|------|------|--------|-------|
| | | 轻度损毁 | 中度损毁 | 重度损毁 |
| 地表变形 | 挖掘深度 | <2m | 2-5m | >5m |
| | 挖掘面积 | <1公顷 | 1-10公顷 | >10公顷 |

(2) 损毁土地分析

采坑区：采坑开挖深度最大达到40m，边坡角40~65°，局部地区达到70-80°，采场内表层物质主要为裸露的岩石、砂砾石、矿渣等，占地面积为10.4208hm²。表层土壤全部破坏，丧失土地原有功能，没有适合植物生长的土壤条件，这部分土地没有直接进行农作物种植的可能，同时坡度60°以上的边坡区域复垦难度极大，因此本方案视其为重度挖损损毁区。

废弃工业场地：地表压占物为废石、矿渣等，表层砾石含量高、有机质含量极低，造成损毁土地植被，改变土地用途，造成水土流失，冲沟，影响自然景观。原土壤表面已被砂砾石、矿渣覆盖，没有适合植物生长的土壤条件，这部分土地没有直接进行农作物种植的可能，损毁面积大于1hm²，堆积物高度1-5m，本方案视其为中度压占损毁区。

道路及周边损毁区：道路地表覆盖物主要为砂砾石、废渣土，原土壤表面已被砂砾石、矿渣覆盖，没有适合植物生长的土壤条件，这部分土地没有直接进行

农作物种植的可能。矿山道路修建时开挖深度 0~3m，填土厚度 2~7m。损毁面积大于 1hm²，堆积物高度小于 10m，开挖深度小于 6m，本方案视其为中度压占损毁区。

新建临时道路区：矿山道路修建时开挖深度 0~3m，填土厚度 2~7m。损毁面积大于 1hm²，堆积物高度小于 10m，开挖深度小于 5m，本方案视其为中度挖损损毁区。

3、损毁土地分析结果

综合以上评价分析，项目损毁土地面积为 18.3446 公顷，主要损毁类型为挖损和压占，全部为已损毁，土地损毁程度为中度~重度。项目损毁土地分析结果详见下表。

表 3.2-3 损毁土地预测分析结果表 单位：公顷

| 损毁单元 | 损毁方式 | 合计 | 损毁土地利用现状表单位：公顷 | | | | | | | 损毁程度 | |
|----------|------|----------------|----------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------|------|--|
| | | | 地类 | | | | | | | | |
| | | | 林地（03） | | 草地（04） | 交通运输用地（10） | | | 其它土地(12) | | |
| | | | 乔木林地(0301) | 灌木林地(0305) | 其他草地(0404) | 铁路用地(1001) | 公路用地(1003) | 裸土地(1206) | | | |
| 采空区 | 挖损 | 10.4208 | 1.3888 | 0.1111 | 8.7591 | | 0.1618 | | | 严重 | |
| 废弃工业场地 | 压占 | 1.4158 | 0.153 | 0.0674 | 1.0297 | | 0.1657 | | | 中等 | |
| 道路及周边损毁区 | 压占 | 3.9066 | 0.1646 | | 3.1081 | | 0.4096 | 0.2243 | | 中等 | |
| 新建道路 | 挖损 | 2.6014 | 1.658 | | 0.1748 | 0.0239 | 0.7447 | | | 中等 | |
| 合计 | | 18.3446 | 3.3644 | 0.1785 | 13.0717 | 0.0239 | 1.4818 | 0.2243 | | | |

第四章 项目区地质环境影响现状

4.1 地质灾害影响现状与预测

4.1.1 地质灾害特征

1、现状地质灾害评价

根据现场调查，项目区地质灾害较发育，共发育有潜在不稳定斜坡 2 处（BW₂~BW₃），东北侧的 BW₁ 已经进行分台处理，现将现状各地质灾害基本特征描述如下：

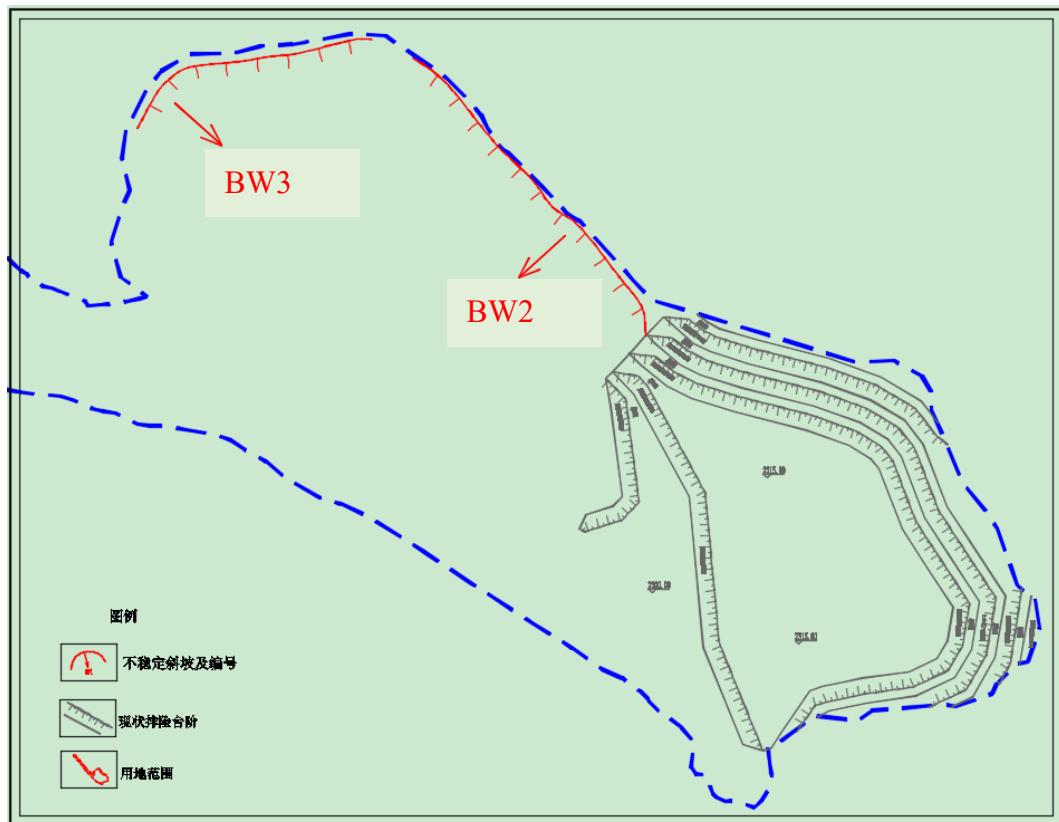


图 4.1-1 项目区现状地质灾害分布示意图

1)、潜在不稳定斜坡 (BW₃) 治理前情况

形成原因及特征：采矿活动形成凹陷坑，潜在不稳定边坡 (BW₃) 位于采坑西北面，坡向 193°，斜坡长约 151m，宽约 190m，边坡高约 84m，面积约 12291m²，边坡角 34~66°，坡度较陡，边坡体主要由开采矿体二叠系下统茅口组、栖霞组灰岩组成，为原石场爆破后在边坡余留下大量松散碎石。岩体风化较强烈，节理裂隙发育，岩石较为破碎，岩体完整性较差，边坡岩体岩溶特征不明显，见照片 4.1-1。

稳定性：地层产状为 177° / 15°，经野外调查可见两组主要节理，节理 J1

产状: $114^\circ \angle 43^\circ$, 节理 J2 产状: $38^\circ \angle 45^\circ$, 裂隙宽度 1~3mm, 间距 0.2~1.0m, 延伸长度 0.5~2.4m。根据赤平投影分析, 地层产状与坡向相同, 为顺向坡, 属不稳定结构; 且边坡高陡较高, 岩体风化较强烈, 节理裂隙发育, 岩石较为破碎, 目前边坡坡体未发生明显变形, 但已发生小规模掉块、落石, 现状条件下边坡欠稳定~基本稳定。

危害性: 根据现场调查, 现边坡高度较高, 现状条件下危险性、危害性中等, 主要威胁附近过往人员及监测施工人员的安全



照片 4.1-1 BW₃ 不稳定斜坡照片

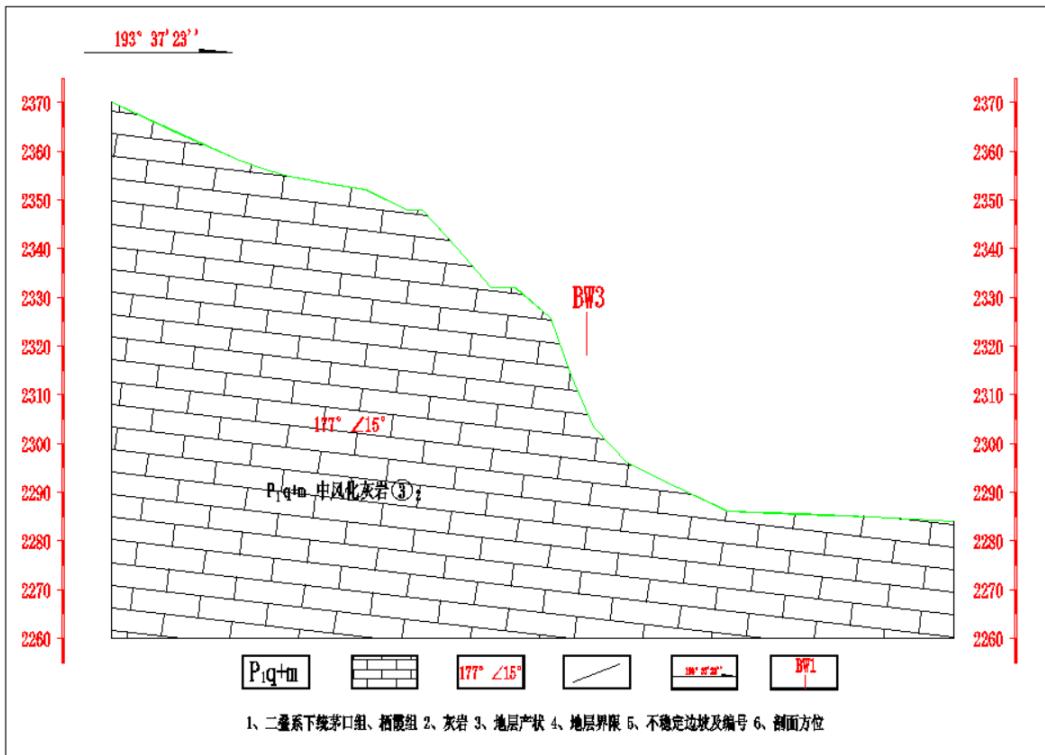


图 4.1-2 BW₃ 工程地质剖面图

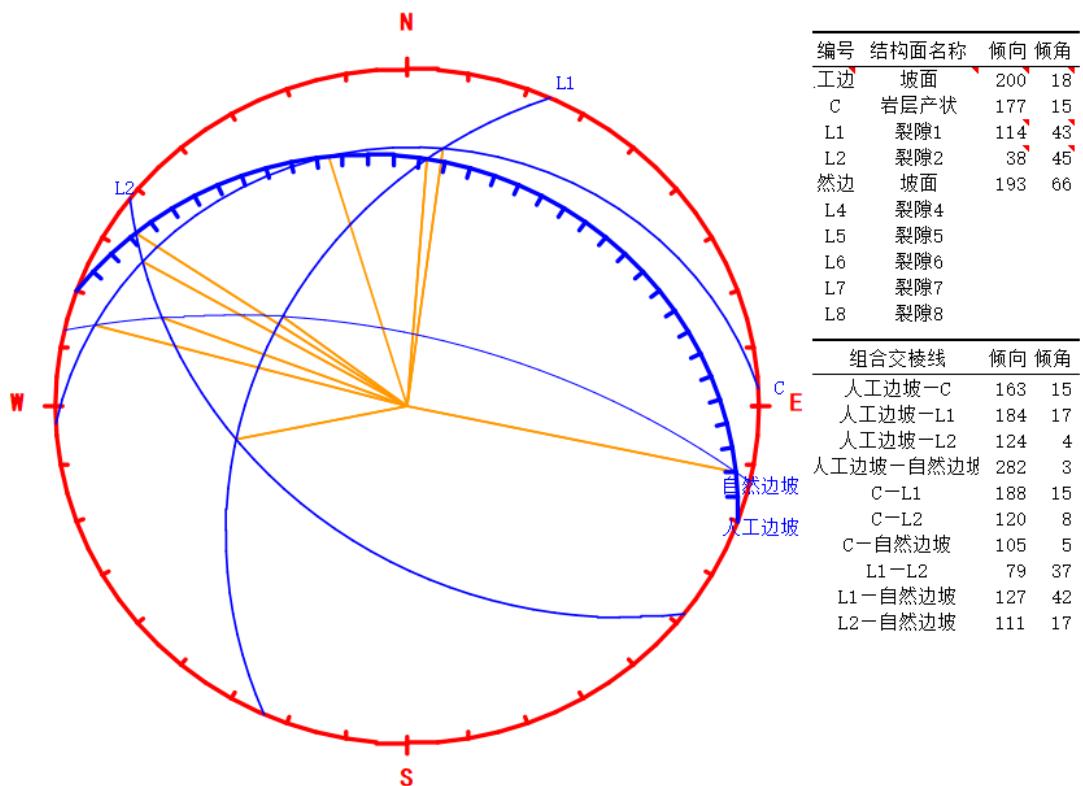


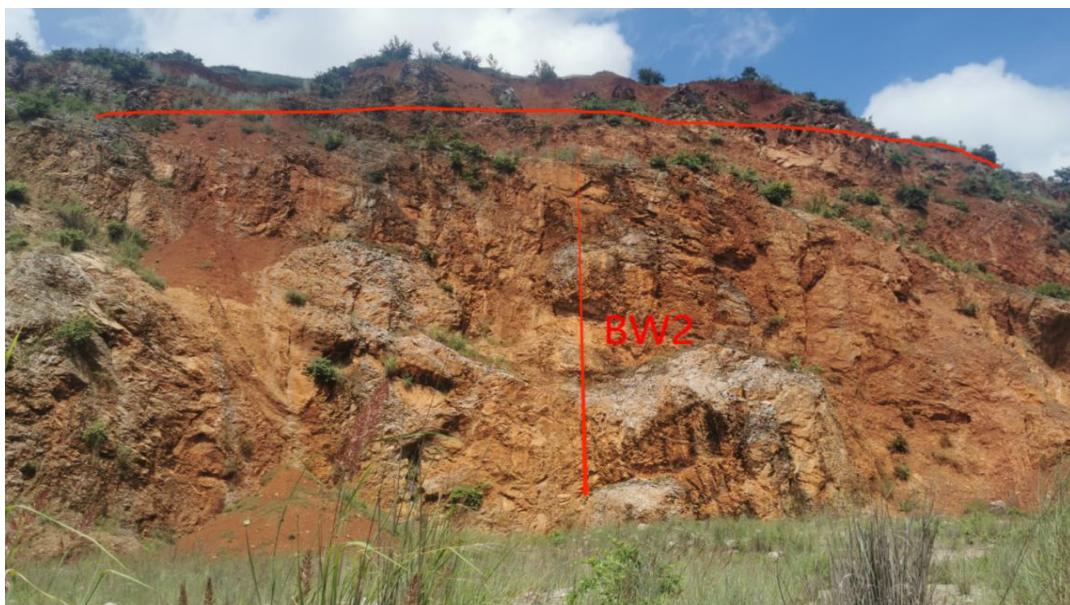
图 4.1-3 BW₃ 边坡赤平投影分析图

2)、潜在不稳定斜坡 (BW₂)

形成原因及特征：采矿活动形成凹陷坑，潜在不稳定边坡 (BW₂) 位于采坑北面，坡向 213°，斜坡长约 100m，宽约 180m，边坡高约 81m，面积约 11577m²，边坡角 54~70°，坡度较陡，边坡体主要由开采矿体二叠系下统茅口组、栖霞组灰岩组成，为原石场爆破后在边坡余留下大量松散碎石。岩体风化较强烈，节理裂隙发育，岩石较为破碎，岩体完整性较差，边坡岩体岩溶特征不明显，见照片 4.1-2。

稳定性：地层产状为 177°∠15°，经野外调查可见两组主要节理，节理 J1 产状：160°∠68°，节理 J2 产状：65°∠83°，裂隙宽度 1~3mm，间距 0.2~0.6m，延伸长度 0.5~1.6m。根据赤平投影分析，地层产状与坡向相切，为切向坡，属较稳定结构；但边坡高陡较高，岩体风化较强烈，节理裂隙发育，岩石较为破碎，目前边坡坡体未发生明显变形，但已发生小规模掉块、落石，现状条件下边坡基本稳定。

危害性：根据现场调查，现边坡高度较高，现状条件下危险性、危害性中等，主要威胁附近过往人员及项目施工人员的安全。



照片 4.1-2 潜在不稳定斜坡 BW₂ 照片

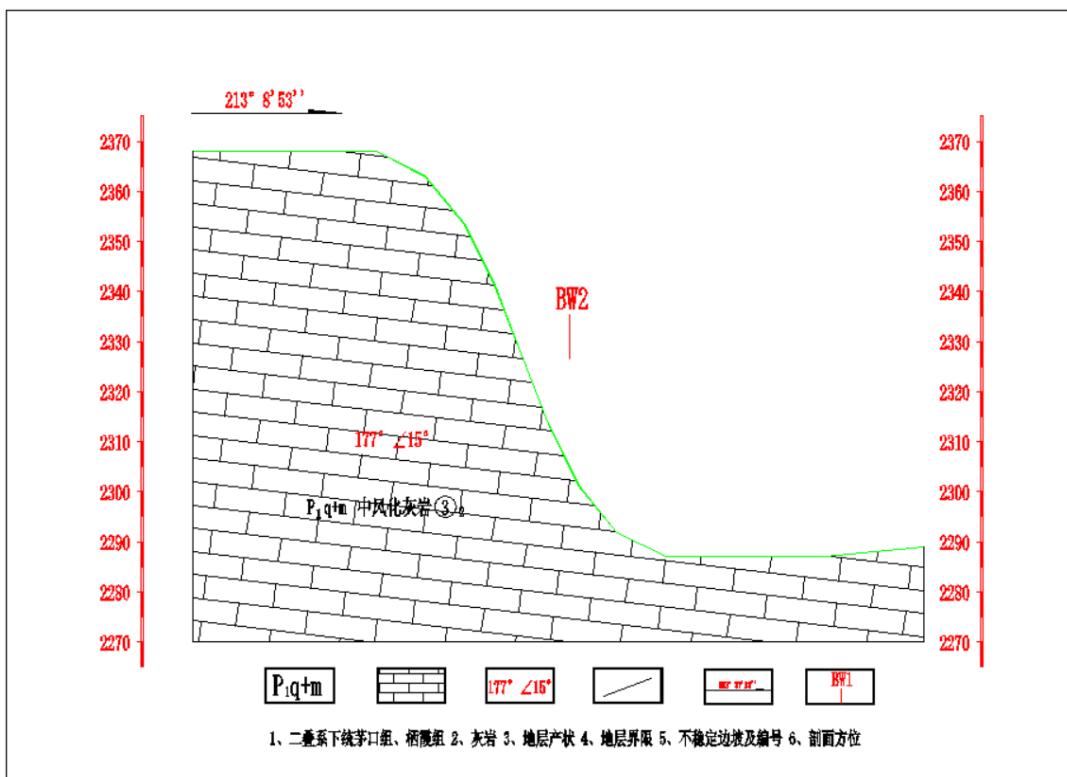


图 4.1-4 BW₂ 工程地质剖面图

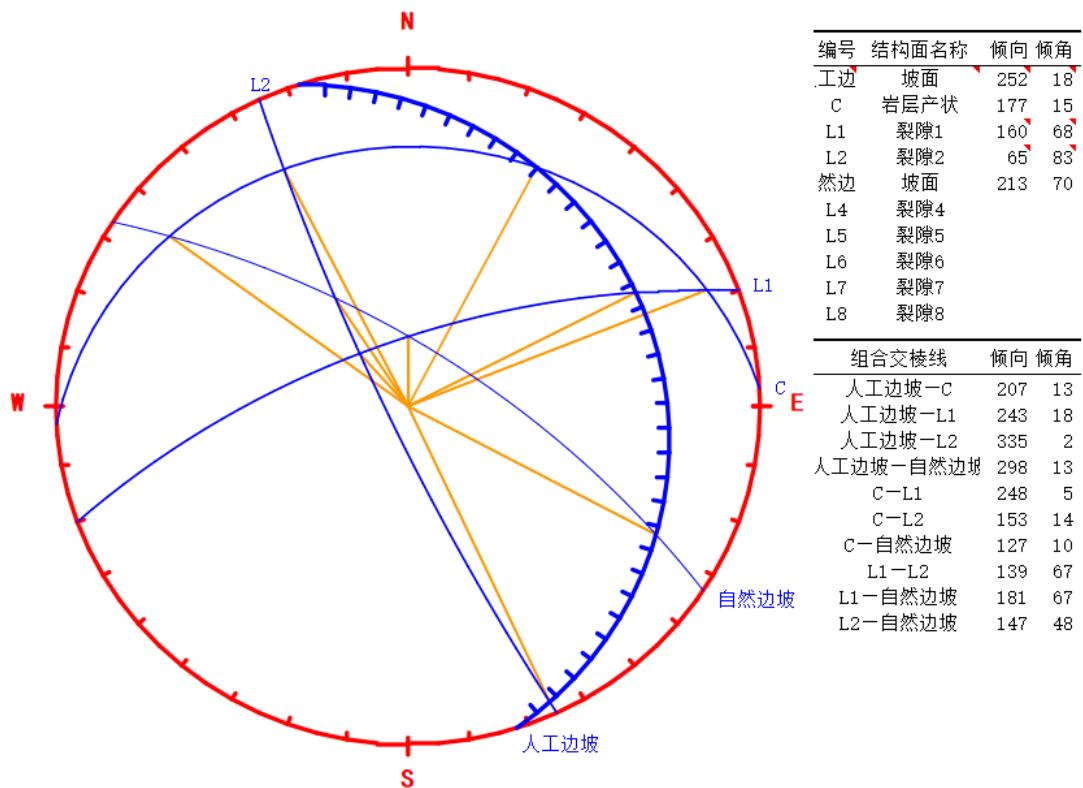


图 4.1-5 BW₂ 边坡赤平投影分析图

2、已治理的地质灾害评价

1)、潜在不稳定斜坡 (BW₁)

形成原因及特征：采矿活动形成凹陷坑，潜在不稳定边坡 (BW₁) 位于采坑东北面，坡向 241°，斜坡长约 95m，宽约 200m，边坡高约 60m，面积约 9500m²，边坡角 39~48°，坡度较陡，边坡体主要由开采矿体二叠系下统茅口组、栖霞组灰岩组成，为原石场爆破后在边坡余留下大量松散碎石。岩体风化较强烈，节理裂隙发育，岩石较为破碎，岩体完整性较差，边坡岩体岩溶特征不明显（见照片 4.1-3）。

稳定性：地层产状为 177°∠15°，经野外调查可见两组主要节理，节理 J1 产状：135°∠48°，节理 J2 产状：76°∠29°，裂隙宽度 1~3mm，间距 0.2~0.8m，延伸长度 0.4~1.7m。根据赤平投影分析，地层产状与坡向相切，为切向坡，属较稳定结构；但边坡高陡较高，岩体风化较强烈，节理裂隙发育，岩石较为破碎，目前边坡坡体未发生明显变形，但已发生小规模掉块、落石，现状条件下边坡欠稳定~基本稳定。

危害性：根据现场调查，现边坡高度较高，现状条件下危险性、危害性中等，主要威胁附近过往人员及项目施工人员的安全。



照片 4.1-3 BW₁ 不稳定斜坡照片

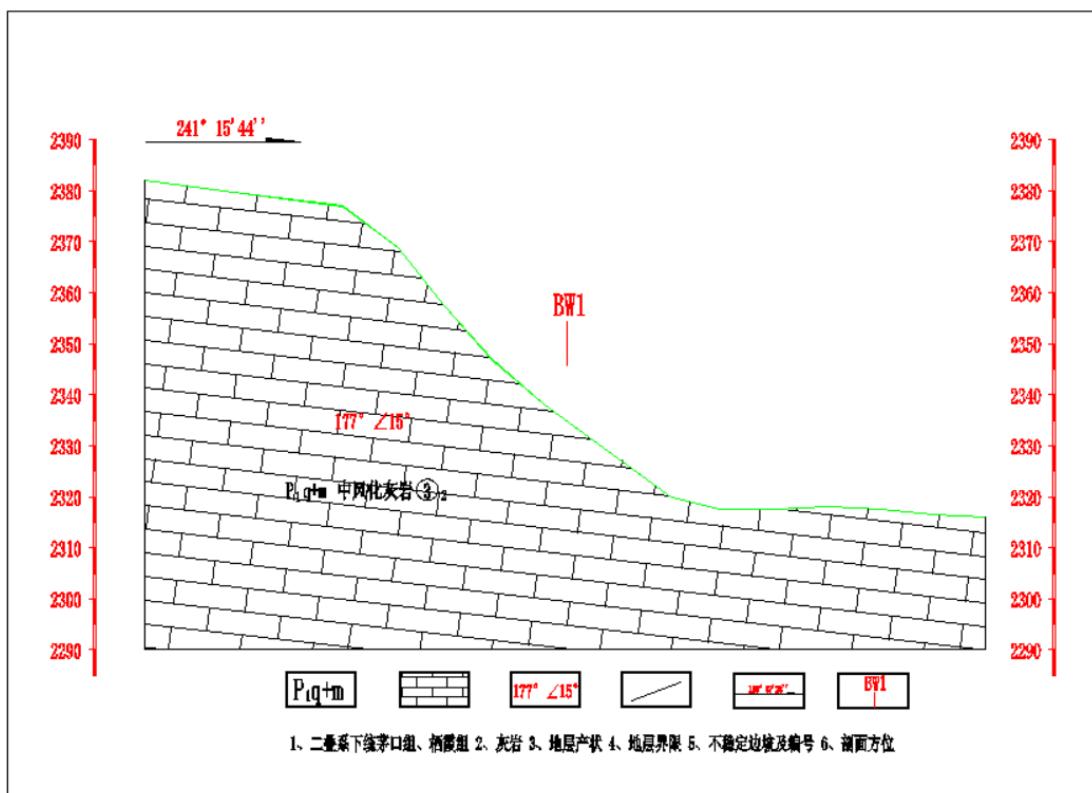


图 4.1-5 BW₁ 工程地质剖面图

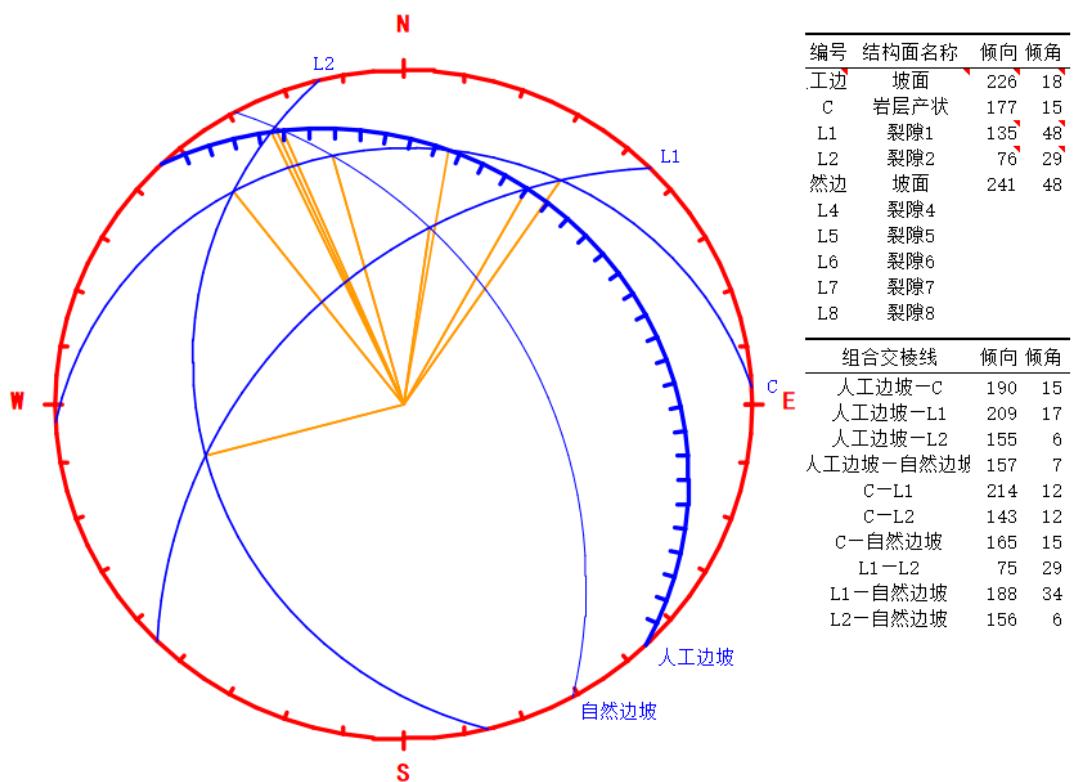


图 4.1-6 BW₁ 边坡赤平投影分析图

2)、潜在不稳定斜坡（BW₁）现状评价

根据原设计报告及现场实际测量，潜在不稳定斜坡（BW₁）目前共分为个台阶，标高分别为+2330m、+2345m、+2360m；形成两个平台+2300m、+2315m。目前分台区域岩石呈层状，矿层层位稳定，连续性较好，岩石致密坚硬，性脆。最终边坡排险台阶高度：15m；边坡排险台阶坡面角：60°；边坡排险安全平台宽度：5.0m；下部平台宽度 50~100m。

根据边坡排危边坡稳定性验算，分台区域在正常工况下稳定系数为 3.795；地震工况下稳定系数为 2.033。边坡处于稳定状态，不会发生大范围垮塌，但应对台阶边坡进行清坡修整，防止浮石、碎石发生滚落。稳定性验算详见报告附件《稳定性计算书》。



图 4.1-8 BW₁ 现状分台照片

4.1.2 预测评估

1)、项目施工可能加剧现状地质灾害的危险性预测：

BW₁ 分布在采坑东北面，现状欠稳定~基本稳定，主要威胁过往行人及矿山留守、监测、施工人员，危害及危险性中等；未来设计对采坑进行清理危岩，未来发生滑坡及崩塌的可能性小~中等，边坡下部修复成有林地及其他草地，少有

人类活动，危害及危险性小。

BW₂位于采坑北面，现状基本稳定，主要威胁过往行人及矿山留守、监测、施工人员，危害及危险性中等；未来设计对采坑进行清理危岩，未来发生滑坡及崩塌的可能性小~中等，边坡下部修复成有林地及其他草地，少有人类活动，危害及危险性小。

2) 地灾隐患预测评估

(1) 治理过程中诱发地质灾害的危害性预测

项目区有 2 个岩组，红粘土、人工填土、碎石多层岩（土）体组（I）和中等岩溶化碳酸盐岩组（II）两个类型，现状下地表岩体风化较强烈，风化带一般厚 0.5~2m，属于碎裂结构，节理裂隙发育，其节理面多张开，力学强度低，稳定性差，在强降雨和地震等情况下，可能引发浅层土体或土岩体滑坡和崩塌，引发地质灾害的可能性大，危害及危险性中等。

(2) 治理后的诱发地质灾害危害性预测

潜在不稳定边坡：项目采区治理后，对边坡表层危岩、碎石进行清理，边坡地层表层岩体风化强~中等，节理裂隙发育，表层分布有红色黏土。下伏基岩岩石坚硬，力学性质较高，为坚硬岩组，岩体较为稳定。边坡主要由灰岩构成，稳定性总体较好，引发大规模崩塌、滑坡的可能性较小，引发上部风化破碎岩体产生小规模坍塌、滑坡的可能性较大。坡体结构破碎部位在临空张力作用、高陡坡和降雨等多种因素的综合影响下，可能会造成边坡局部失稳。东北部及北部未分台区域场地边坡引发崩塌、滑坡可能性小~中等，主要威胁下部有林地、其他草地等，危害及危险性小；东侧、东北侧分台区域场地边坡引发崩塌、滑坡可能性小，主要威胁下部耕地及耕作村民等，危害及危险性小；项目采区进行恢复治理后，发生地质灾害的可能性小~中等，危害及危险性小。

4.2 含水层影响现状与预测

4.2.1 含水层影响现状

1) 对含水层的破坏

现矿山开采形成了较大面积的露采坑，主要位于二迭系下统栖霞-茅口组（P₁q+m）岩溶水含水层分布区。

依据采场实地调查，采坑现已大部分开采，在场地开挖地带，未分布泉水，边坡未出现涌水点。采场内自然排水后无长期积水现象。露采坑面积较大，深度较深，改变原有的地下水补给、迳流、排泄条件，对地表径流影响较大。综上所述，综上所述矿山采空区对项目区含水层破坏较严重。

2)、对周边水体及村庄用水的影响

由于矿山存在的采空区通过基岩裂隙、岩溶管道疏排地表水，对地表水形成一定的疏干影响。项目区开采形成采空区面积较小，对河水流量未造成明显变化，影响较轻；

村民饮用水：评估区周边无村庄分布，原有个别村户已经搬走，无村民饮用水水源。

综合上述，矿山开采对对周边地表水体及村庄用水的影响较轻。

3)、项目区污、废水对地表水的影响

项目区废弃土石堆放于东部工业场地中，废弃土石中对地下水有影响的 Fe、Pb、Zn、As、Sn 等含量低，不会造成水质污染。现状条件下项目区对污、废水对地表水的影响轻。

综上所述，项目区开采现状对含水层及地表水影响较严重，需修建相应的截排水措施进行治理。

4.2.2 含水层影响预测

矿山已关停，未来不设计开采，对含水层破坏较轻。后期由云南航空大都市发展投资有限公司招标的施工方对采坑进行削坡后回填，回填的弃渣主要为其他工程开挖的土石方，无有毒有害成分，未来填土对含水层破坏较轻。

4.3 地形地貌影响现状与预测

4.3.1 地形地貌影响现状

1)、地形地貌景观现状

根据地貌成因及形态组合特征，项目区地处大板桥街道沙井社区东部，区域构造环境位于昆明山字型构造前弧东翼。矿区高程 2276-2369m，地形属地势相对平缓的石灰岩岩溶山地貌，北高南低，海拔高程 2276-2369m，相对高差 93m。

区内无自然保护区、名胜古迹、风景旅游区、生态保护区及重要地质地貌景

观和地质遗迹。

2) 地形地貌景观破坏影响现状评估

项目区为老矿井，建矿多年，现状下对地形地貌景观的破坏和影响主要为现有矿部的修建、废石的堆放、露采场的开挖、矿山道路的修建。

该矿矿部建成并营运多年，各种地面设施较完善，场地内建构筑物对原生地形地貌的影响主要是地面建筑，对原始地形地貌景观扰动较严重。

项目区工业场地，堆放有部分废石，形成斜坡，对原始地形地貌景观扰动严重。

露天采场现已形成1个采空区，目前已经开采形成一个椭圆形露采坑，采坑深约40m。对原始地形地貌景观扰动较严重。项目区内矿山公路均为土路，宽约6m，依山势修建而成，多为挖方段，局部为填方段，填方厚度0.5~2.0m，开挖边坡多形成高约1.0~5.0m的边坡，沿线的原始地形地貌景观遭受一定程度的影响和破坏，同时存在垮塌、滑坡等地质灾害隐患。

综上所述，项目区现状对区内原生地形地貌景观影响和破坏程度较严重。需修建相应的工程措施对地形地貌进行恢复。

4.3.1 地形地貌影响预测

矿山已关停，后期不在进行开采，不会增加新地面设施，设计对已形成的采坑进行一定的回填，修复地貌。未来生态修复工程对地形地貌景观破坏较轻。

4.4 土地资源影响现状

野毛冲矿区生态修复项目红线范围18.3446公顷。

综合以上评价分析，项目损毁土地面积为18.3446公顷，主要损毁类型为挖损，全部为已损毁土地，土地损毁程度为中等~重度。

项目损毁土地分析结果详见下表。

表 4-3 损毁土地预测分析结果表 单位：公顷

| 损毁单元 | 损毁方式 | 合计 | 损毁土地利用现状表单位：公顷 | | | | | | 损毁程度 | |
|----------|------|----------------|----------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|-----------|----|
| | | | 地类 | | 草地 (04) | 交通运输用地 (10) | 其它土地(12) | | | |
| | | | 林地 (03) | 乔木林地(0301) | 灌木林地(0305) | 其他草地(0404) | 铁路用地(1001) | 公路用地(1003) | 裸土地(1206) | |
| 采空区 | 挖损 | 10.4208 | 1.3888 | 0.1111 | 8.7591 | | 0.1618 | | | 严重 |
| 废弃工业场地 | 压占 | 1.4158 | 0.153 | 0.0674 | 1.0297 | | 0.1657 | | | 中等 |
| 道路及周边损毁区 | 压占 | 3.9066 | 0.1646 | | 3.1081 | | 0.4096 | 0.2243 | | 中等 |
| 新建道路 | 挖损 | 2.6014 | 1.658 | | 0.1748 | 0.0239 | 0.7447 | | | 中等 |
| 合计 | | 18.3446 | 3.3644 | 0.1785 | 13.0717 | 0.0239 | 1.4818 | 0.2243 | | |

综上所述，项目区现状对区内土地资源影响和破坏程度中等~严重。需修建相应的植物、工程措施对项目区进行植被恢复。

4.5 现状总结

(1) 项目区现状存在 2 个潜在不稳定斜坡，BW₁、BW₂潜在不稳定斜坡均为岩质边坡，结构面组合属稳定结构，发生中风化石灰岩沿结构面滑动的可能性较小。但因本场地曾为采石矿场，前期开采过程中进行的爆破工作会导致岩体稳定结构遭受破坏，同时考虑到各段边坡坡面均存在孤石或松散堆积体，可能发生堆积体垮塌、孤石崩落等地质灾害，需要进行坡面清理工作并进行适当支护处理工程。现状条件下危险性、危害性中等。

(2) 项目区采矿活动对含水层结构的影响较严重，影响地下水位降深影响较轻，对区域地表水梳干排水影响，易产生汇水危害。总体上，对含水层破坏较严重。治理工程中对含水层破坏较轻。后期治理后对含水层破坏较轻。

(3) 项目区采矿活动对地形地貌影响主要表现为露天采坑活动、工业场地建设及道路等的建设，破坏了地表的连续性，破坏了原始地形地貌景观，且修复难度大，对地形地貌影响较严重。治理工程中对地形地貌景观破坏较轻。后期治理后对地形地貌景观破坏较轻。

(4) 项目区对土地的损毁主要表现为露天采矿活动对地表的挖损、工业场地对土地的破坏及道路对土地的占用，项目损毁土地面积为 18.3446 公顷，主要损毁类型为挖损和压占，全部为已损毁土地，土地损毁程度为中度~重度。

综上分析，项目区地质环境主要表现为：

(1) 采区边坡易诱发滑坡、崩塌灾害，对场地农村道路及坡上植被造成危害，危险性中等。

(2) 项目区采坑面积大，采坑深度达，易诱发汇水危害，汇水易沿裂隙下渗，对采区下游区域造成涌水危害，水资源影响较严重。

(3) 露天采区的存在破坏了区域地形地貌的连续性，且难以恢复，对区域及城市面山景观影响较大，地形地貌影响较严重。

(4) 大面积的土地破坏，对土地损毁程度严重。

总体上，项目区采坑活动对地质环境影响程度严重，治理难度大。

推荐岩土力学参数：根据《野毛冲矿山生态修复项目岩土工程勘察报告》设计时推荐岩土力学参数如下：

表 4.5-1 各岩土层的主要物理力学性质设计参数一览表

| 岩土名称 | 重度 γ (kN/m ³) | 承载力特征值 | | 内聚力 c | 内摩擦角 ϕ (°) | 锚固体极限粘结强度标准值 f_{rbk} (kPa) |
|------|-------------------------------------|----------------|-------------|-------|-----------------|------------------------------|
| | | f_{ak} (kPa) | f_a (kPa) | | | |
| 素填土 | 18.0 | - | - | 5.0 | 8.0 | - |
| 红粘土 | 18.3 | 180 | - | 44.1 | 10.3 | - |
| 石灰岩 | 27.0 | - | 3000 | 200.0 | 40.0 | 242 |

4.6 矿山地质及生态环境现状分级及评价

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/0223—2011)附录E矿山地质环境影响程度分级表(表3-7),进行矿山地质环境现状评价分级。

表 4.6-1 矿山地质环境现状评价分级表

| 矿山地质及 生态环境 评价分区 | 位置与 范围 | 评价 类别 | 地质环境预测评估 | 影响程度 分级 | 小结 |
|---|-------------------------|----------------------|--|------------|--------|
| 地质环境影 响程度 严重区 18.3446 公 顷 (I) | 为废弃 矿山现 状破坏 区域 | 地质 灾害 | 现状范围内暂无滑坡、崩塌、泥石流、岩溶、地面塌陷等地质灾害，仅有局部边坡有松散物垮塌的现象，但后期若遇强降雨或其他人类工程活动，则会有引发地质灾害的隐患 | 较严重 | 严 重 |
| | | 土地资 源影响 和破坏 | 治理区现状损毁面积为 18.3446 公顷多为荒草地，部分为林地。 | 严重 | |
| | | 植物资 源破坏 | 矿山开采影响的都是区域常见的植物种类，矿山开采使植物物种群个体数量减少，但未导致这些物种群结构的明显改变，更不会导致物种的灭绝 | 较轻 | |
| | | 地形地 貌景观 破坏 | 露天采场现已形成 1 个采空区，目前已经开采形成一个椭圆形露采坑，采坑深约 80m。对原始地形地貌景观扰动严重。 | 严重 | |
| | | 水资 源破 坏与 污染 | 高陡人工边坡加剧水土流失的发生创造了条件，以往矿山开采过程，污染程度及范围较小 | 较轻 | |

4.7 国土空间管控情况

4.7.1 土地利用总体规划

根据《昆明市全域永久基本农田划定》和《昆明市土地利用总体规划

(2010-2020 年)》调整完善的成果，通过将项目治理范围线和永久基本农田图层叠加分析得到，项目治理范围未占用永久基本农田。

治理区基本农田分布情况见下图：

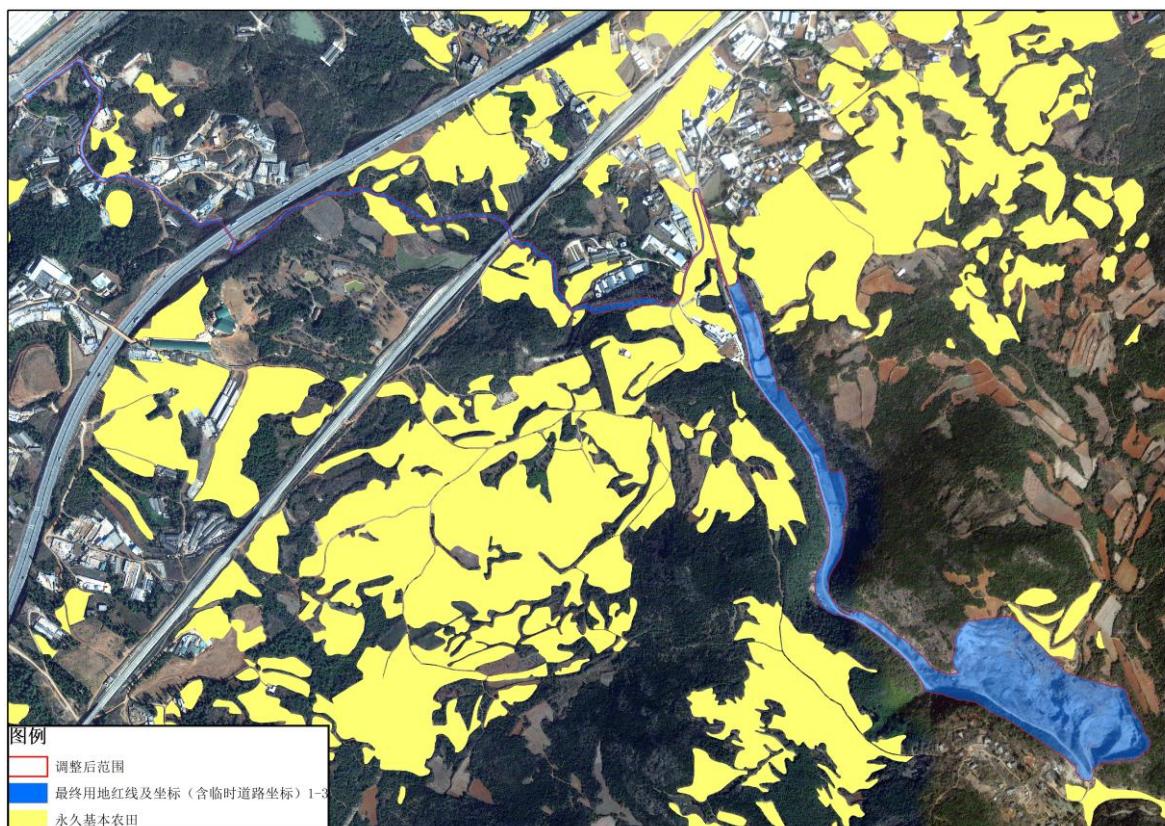


图 4-7-1 治理区与基本农田分布关系图

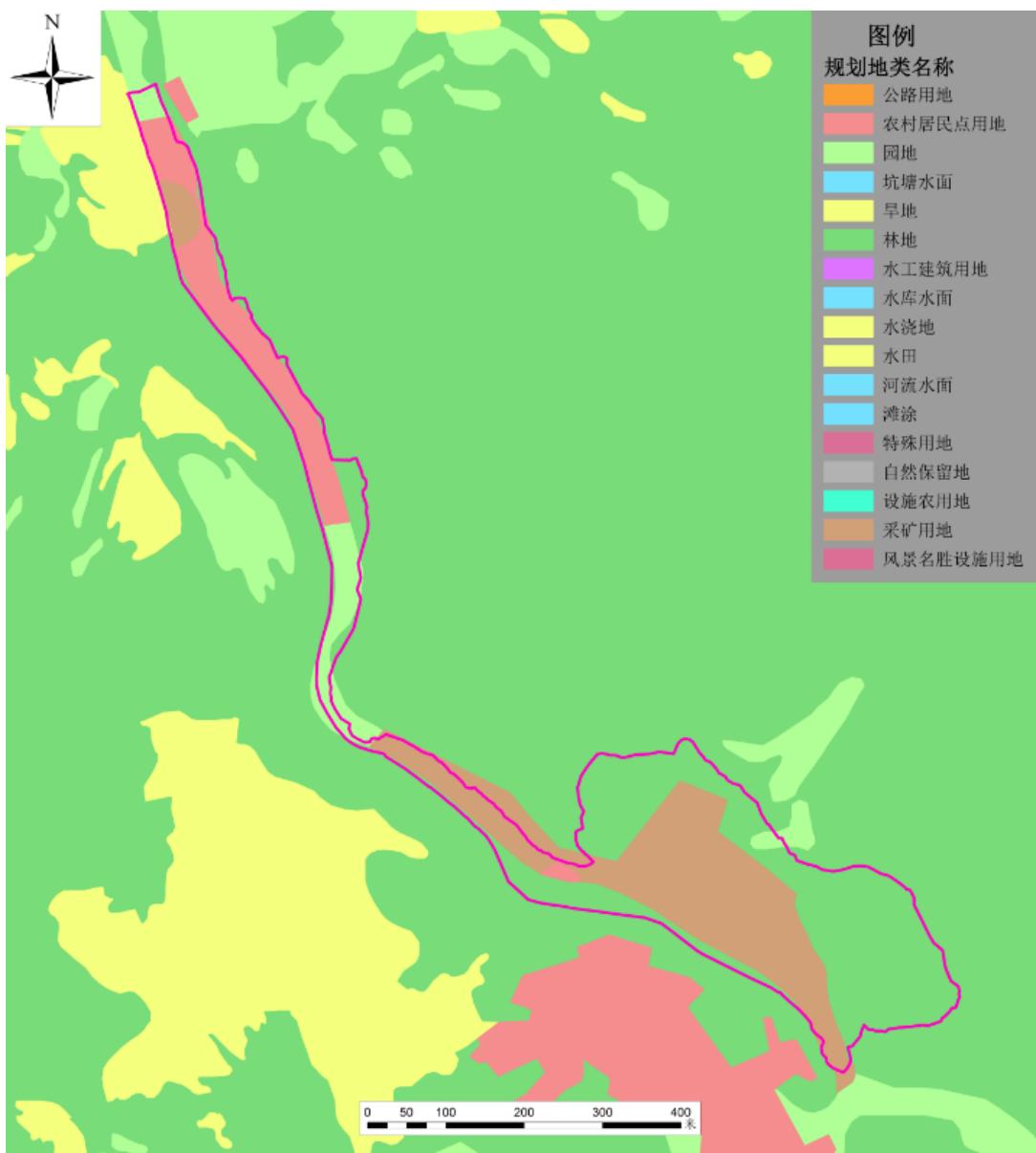


图 4-7-2 治理区土地利用总体规划图

4.7.2 林业保护规划

通过将项目治理区与昆明市林业保护规划数据图层叠加分析，治理范围共占用林地保护范围 1.1353 公顷。其中 2 级保护林地 0.1178 公顷、4 级保护林地 1.0175 公顷。

其中，占用省级公益林 0.1178 公顷，均为现状损毁范围内占损。治理过程中未占用保护林地。

项目治理范围占用林地保护数据统计见下表：

表 2.13-1 项目治理范围占用林地保护数据统计表 单位：公顷

| 治理区 | 保护等级 | | 汇总 |
|--------|--------|--------|--------|
| | 2 | 4 | |
| 野毛冲治理区 | 0.1178 | 1.0175 | 1.1353 |

项目占用部分公益林，现状为已损毁区域，施工过程中业主按照林业部门相关要求进行修复。由于项目区治理过程中要对高陡边坡进行边坡排险，需要在边坡上部边沿修建 4 米宽施工临时便道，占用一定的林地，同时填土反压时，由于安全问题会临时利用项目区东南侧边坡进行拦挡，占用一定的林地。两块占地均为必要的临时占用，且均在项目区红线范围内，未破坏红线范围外的林地。

施工道路和部分施工临时用地超出红线范围的区域，如有破坏林地的，需先完善林业相关手续才能进行占用。目前业主单位委托昆明林青科技有限公司进行林业相关手续的办理，并已经取得临时占用林地的行政许可。

关于林权证的说明：根据滇中新区林业和草原局关于野毛冲生态修复项目生态修复方案意见建议的回函（见附件），项目区红线范围内有 12.6877hm²，位于《大板桥镇沙井村委会野毛冲村民小组“官林证字（2008）第 1101000106 号”》（见附件）内，同时根据官渡区自然资源局关于核实野毛冲生态修复项目地块办理林地审批手续的复函，范围内未办理过征占林地手续，林权证范围内修复方向确定为林草地。

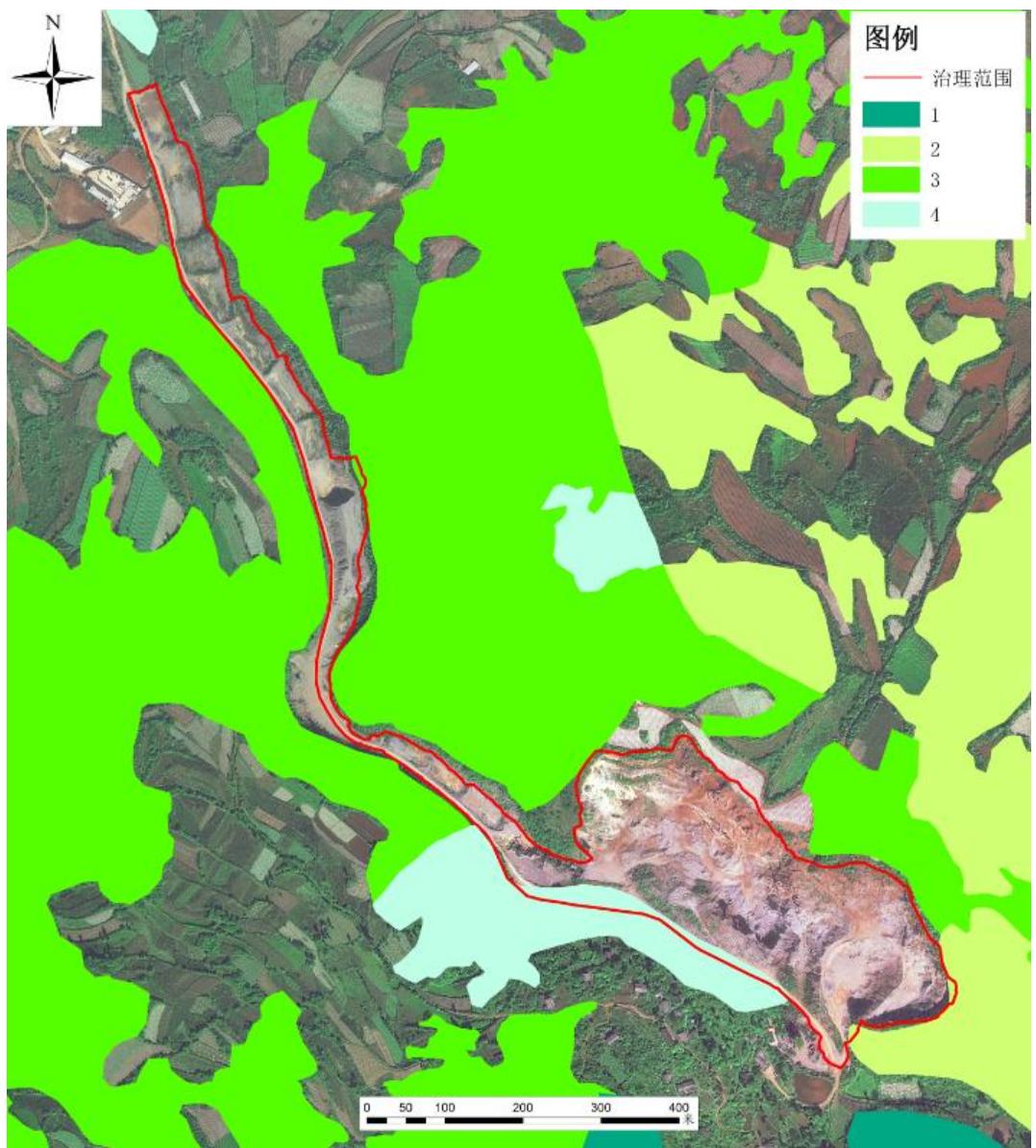


图 4-7-3 治理区与林业规划分布关系图

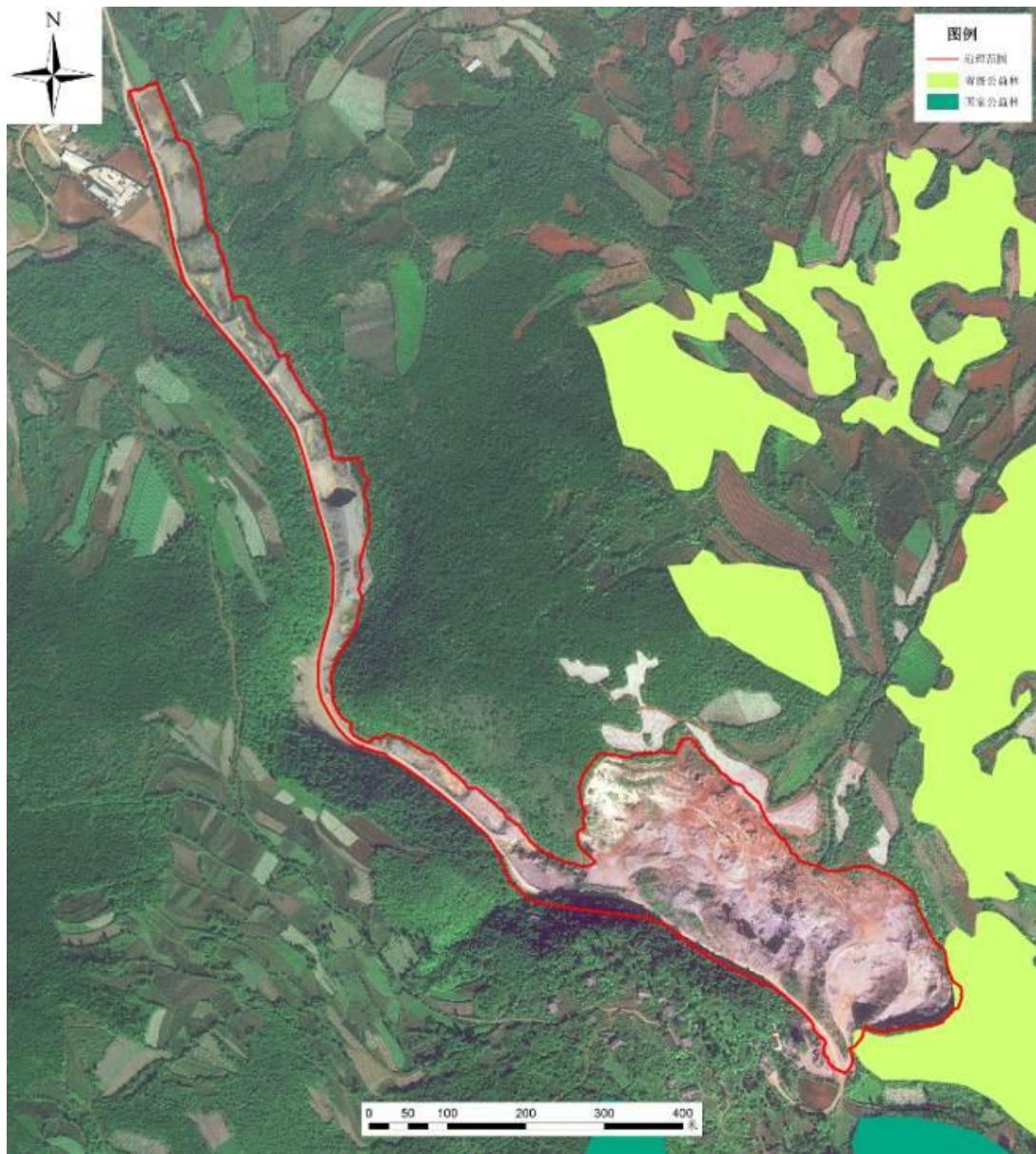


图 4-7-4 治理区与昆明市公益林分布关系图

4.7.3 生态保护红线

通过将项目治理范围与昆明市生态保护红线范围数据叠加分析，项目治理范围未占用生态保护红线范围。

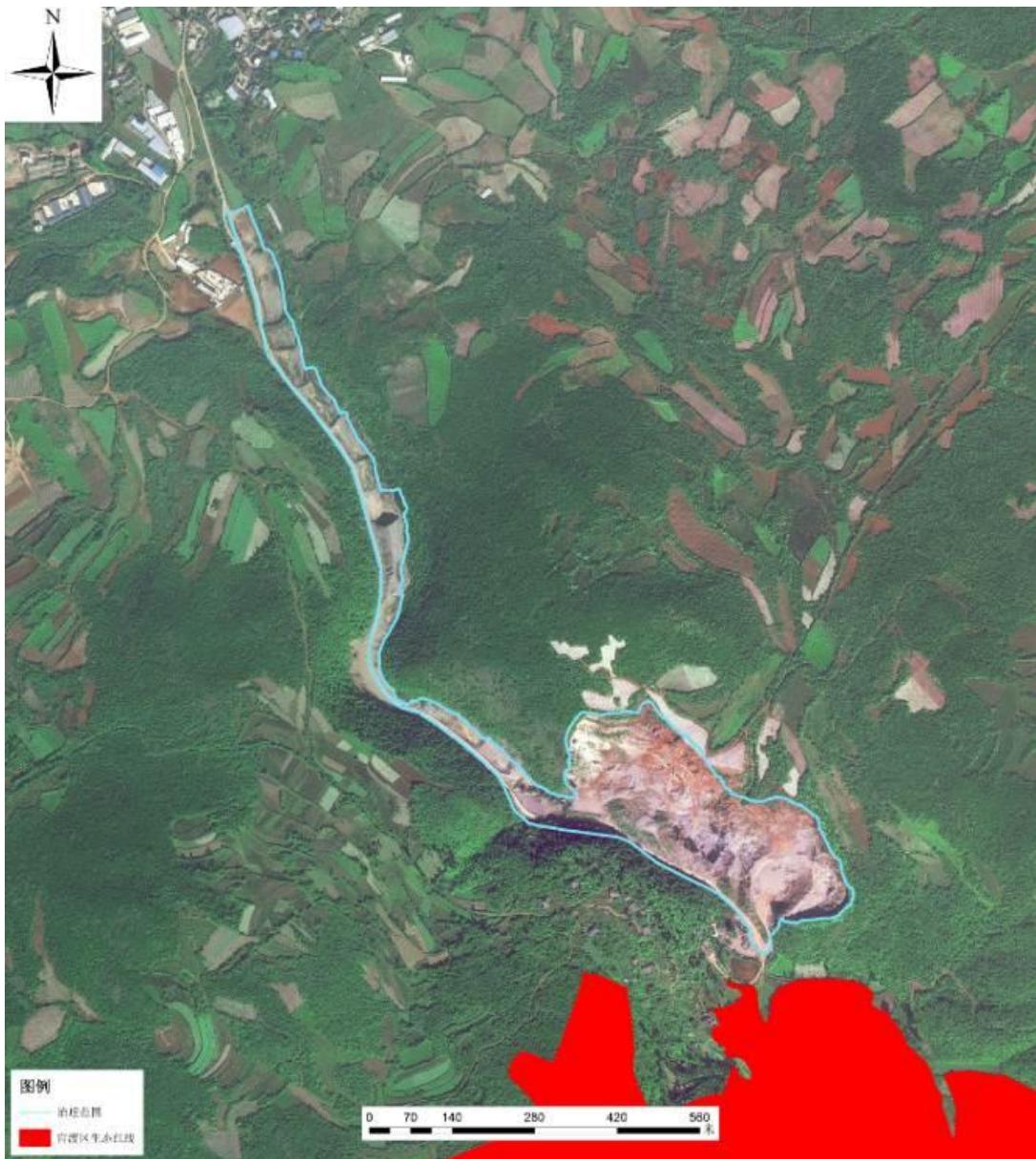


图 4-7-5 治理区与生态红线分布关系图

4.7.4 水源保护区

通过将项目治理范围与昆明市滇池流域分级保护区范围数据叠加分析，项目治理范围未占用滇池流域分级保护区范围。

与滇池流域分级保护区位置示意图

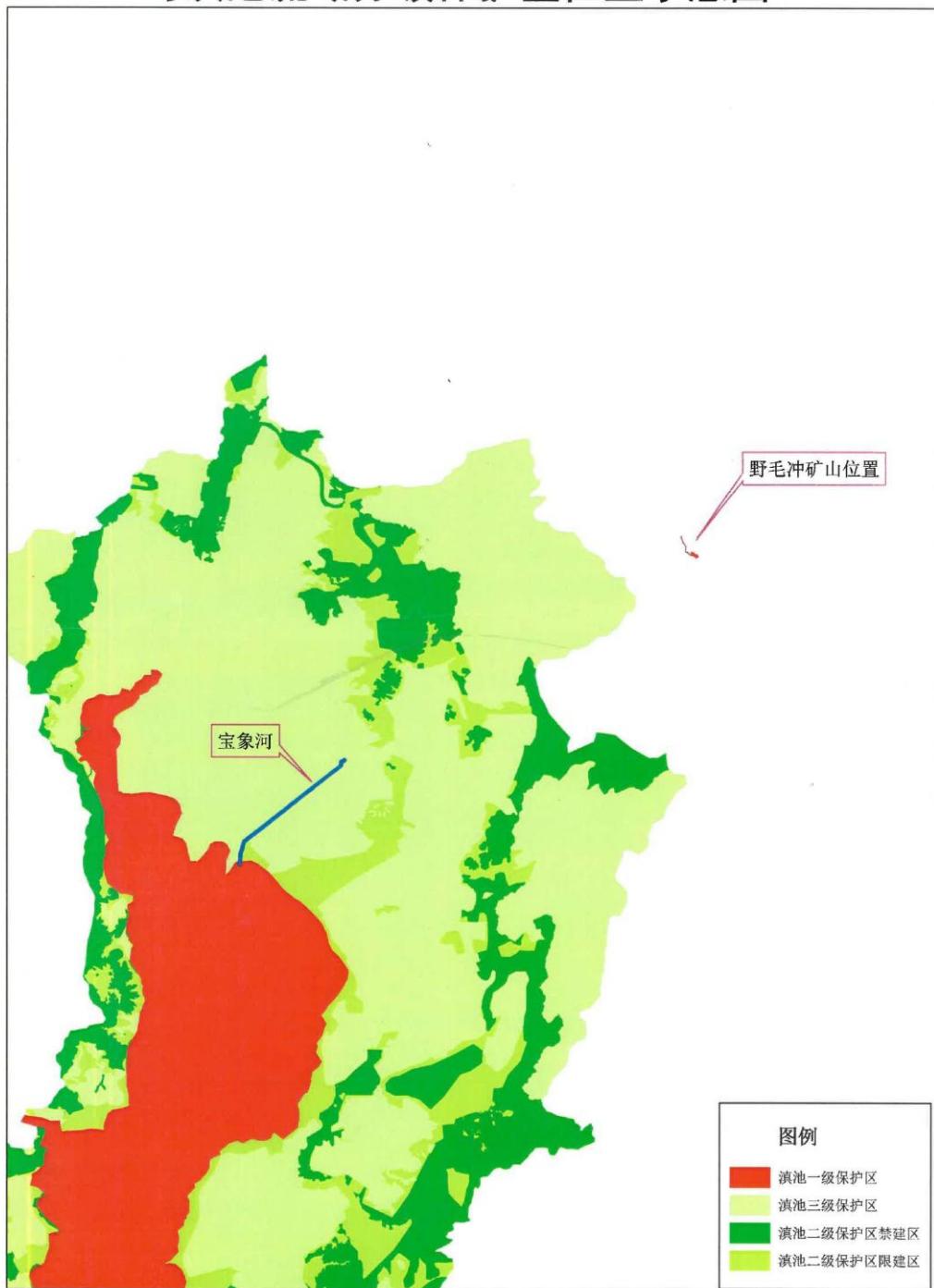


图 4-7-6 治理区与滇池流域分级保护区分布关系图

4.7.5 项目区敏感因子分析

项目区周边主要存在重要工程为，银昆高速及沪昆高铁，场外道路下穿两条主干线，其中银昆高速利用原有下穿道路，沪昆高铁下穿，已经根据主管部门要求编制了专项铁路下穿设计并按照设计进行了改造施工，并取得主管部门的同意，除此之外不存在其他重要工程。

本项目本身属于“金沙江流域昆明片区历史遗留废弃矿山生态修复示范工程（滇中新区直管区）”四个子项目之一，为社会资本完成绩效，其余三个为政府修复绩效。滇中新区直管区总的修复绩效面积为 11.78hm²，其中本项目完成绩效面积为 9.8267hm²。

4.8 适宜性评价

4.8.1 评价原则

- 1) 符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调的原则。要充分考虑当地的土地利用总体规划，同时考虑林业规划以及生态规划等相关规划。使生态修复设计更合理，与当地规划更协调。占用基本农田保护区的矿山，在条件允许的情况下，尽量恢复为耕地，恢复为耕地的矿区要做好后期管护工作，要确保有人种植，不出现撂荒现象，不出现后期改变土地用途的情况。
- 2) 因地制宜的原则。在确定生态修复用地方向时，应根据评价单元的自然条件、区位和损毁状况等因地制宜确定其适宜性，不能强求一致；要重点保护、恢复当地的生态环境。
- 3) 主导性因素与综合平衡原则。影响生态修复用地方向的因素很多，包括自然条件、土壤性质、原来的利用类型、损毁状况和社会需求等多方面，但各种因素对土地复垦利用的影响程度不同，应选择其中的主导因素作为评价的主要依据。
- 4) 生态修复后土地可持续利用原则。生态修复时应考虑其持续利用性。
- 5) 经济可行、技术合理性原则。要考虑经济和技术的可行性，费用不能太高也不能达不到要求，工程设计时应考虑当地能达到的技术条件。
- 6) 社会因素和经济因素相结合原则。一方面要考虑其自然属性（土地质量），同时也要考虑社会属性，如社会需要、资金来源等。在评价时应以自然属性为主来确定复垦方向，但也必须顾及社会属性的许可。

4.8.2 评价方法及评价因子

本实施方案适宜性评价采用指数法、极限条件法相结合的方法进行可行性评价。

首先，在确定各参评因子权重的基础上，将每个单元针对各个不同参评因子

等级指数分别乘以各自的权重值，然后进行累加，分别得到每个单元适宜类型的总分，最后根据总分的高低确定每个单元对各土地适宜类的可行性等级。

其计算公式为：

$$R_j = \sum_{i=1}^n a_i b_i$$

其中： R_j 表示第 j 个评价单元最后所得到的评价分数；

a_i 表示该评价单元在第 i 个评价因素的等级指数；

b_i 表示第 i 个评价因素所占的权重；

n 为参评因子的个数。

当某一因子受到很强烈的限制时，会严重影响这一评价单元对于所定用途的可行性。因此，还需要结合极限条件法进行评定，即只要评价单元的某一参评因子指标值为不适宜时，不论综合得分多高，都定为不适宜土地等级。

根据项目实际情况结合周边区域环境状况，本次方案选出 9 项参评因子，分别为：土壤质地、地形坡度、土壤有机质含量、土地利用现状、pH 值、灌溉条件、排水条件、离居民点距离、有效土层厚度等组成。

4.8.3 评价因子指标和等级标准

根据矿山损毁土地后的实际情况和生态修复后的土地用途，确定选择土壤质地、地形坡度、土壤有机质含量、土地利用现状、pH 值、灌溉条件、排水条件、离居民点距离、有效土层厚度等作为宜性评价的因子，评价本项目生态修复后的用地方向。

由于历史遗留矿山多为岩质平台、岩质边坡，边坡上几乎没有可供植物生长的土壤，除自然恢复的除外，涉及辅助再生、生态重建的矿山考虑进行客土回填，所以评价表内土壤质地、土壤有机质含量、pH 值以客土土源数据为准。

90 分以上为宜水田类，70-90 分为宜旱地类，50-70 分为宜林、宜园类，≤50 分为宜草类（分值标准参考《耕地后备资源调查与评价技术规程》制定，参见下表）。

表 4-8-1 各类参评单元适宜性评价一览表

| 一级指标 | 权重 | 二级指标 | 得分 |
|------|-----|------|-----|
| 土壤质地 | 0.1 | 壤土 | 100 |

| | | | |
|-------------|------|-----------|-----|
| | | 粘土、砂壤土 | 80 |
| | | 重粘土、砂土 | 50 |
| | | 砂质土、砾质 | 20 |
| | | 石质 | 0 |
| 地形坡度 (°) | 0.12 | <2 | 100 |
| | | 2-5 | 80 |
| | | 5-8 | 70 |
| | | 8-15 | 50 |
| | | 15-25 | 40 |
| | | >25 | 0 |
| 土壤有机质含量 (%) | 0.15 | >4% | 100 |
| | | 4%-3% | 80 |
| | | 3%-2% | 60 |
| | | 2%-1% | 50 |
| | | 0.6-1% | 40 |
| | | <0.6% | 0 |
| 土地利用现状 | 0.15 | 平田 | 100 |
| | | 梯田、平地、菜地 | 90 |
| | | 梯地 | 80 |
| | | 坡地、望天田 | 70 |
| | | 园地 | 60 |
| | | 林地 | 50 |
| | | 牧草地、灌木林地 | 40 |
| | | 裸土地、裸岩石砾地 | 0 |
| pH 值 | 0.08 | 5月8日 | 100 |
| | | 4.5、8-9 | 80 |
| | | 3.4、9-10 | 40 |
| | | <3 或>10 | 0 |
| 灌溉条件 | 0.1 | 有稳定灌溉条件 | 100 |
| | | 灌溉水源保证一般 | 80 |
| | | 灌溉水源保证差 | 50 |
| | | 无灌溉水源保证 | 0 |
| 排水条件 | 0.1 | 排水较好 | 100 |
| | | 排水一般 | 80 |
| | | 排水差 | 50 |
| | | 无 | 0 |
| 离居民点距离 | 0.1 | <1km | 100 |
| | | 1km-5km | 80 |
| | | 5km-10km | 50 |
| | | >10km | 0 |

| | | | |
|-------------|-----|---------|-----|
| 有效土层厚度 (cm) | 0.1 | >150 | 100 |
| | | 100-150 | 80 |
| | | 60-100 | 60 |
| | | 30-60 | 40 |
| | | <30 | 0 |
| | | | |

4.8.4 修复方向适宜性评价结果

根据前述土地适宜性评价原则、评价方法、评价标准，对因矿区建设与开采破坏的土地进行适宜性评价，自然修复的矿山部进行适宜性评价。待修复土地适宜性评价结果见下表。

表 4-8-2 土地适宜性评价结果见表

| 序号 | 评价单元 | 影响因子 | | | | | | | | 分值 | 适宜性 | | | 规划复垦地类 | |
|----|------------------|------|------|------------|----------------|---------|---------|------|--------|-------|------|----|----|--------|----------|
| | | 土壤质地 | 地形坡度 | 土壤有机质含量 | 土地利用现状 | pH值 | 灌溉条件 | 排水条件 | 离居民点距离 | | 宜耕 | 宜林 | 宜草 | | |
| 1 | 2300、 2315 平台 | 壤土 | 2-5 | 0.28-2.8 % | 其他草地 | 8.9-9.1 | 灌溉水源保证差 | 排水一般 | <1km | 100cm | 76.2 | 否 | 是 | 是 | 耕地 林地 |
| 2 | 回填区平台 | 壤土 | 2-7 | 0.28-2.8 % | 其他草地 | 8.9-9.1 | 灌溉水源保证差 | 排水一般 | <1km | 100cm | 76.2 | 否 | 是 | 是 | 耕地 林地 |
| 3 | 其他平台及缓坡 | 壤土 | 2-25 | 0.28-2.8 % | 其他草地、乔木林地 | 8.9-9.1 | 灌溉水源保证差 | 排水一般 | <1km | 100cm | 61.7 | 否 | 是 | 是 | 林地 草地 |
| 4 | 边坡区域 | 壤土 | 70 | 0.28-2.8 % | 其他草地、乔木林地、灌木林地 | 8.9-9.1 | 灌溉水源保证差 | 排水一般 | <1km | 0cm | 38.2 | 否 | 否 | 是 | 草地 |
| 5 | 道路及周边损毁区 | 壤土 | 2-5 | 0.28-2.8 % | 其他草地 | 8.9-9.1 | 灌溉水源保证差 | 排水一般 | <1km | >150 | 76.2 | 是 | 是 | 是 | 耕地 林地 |
| 6 | 红线外临时道路 | 壤土 | 2-15 | 0.28-2.8 % | 其他草地 | 8.9-9.1 | 灌溉水源保证差 | 排水一般 | <1km | 100cm | 61.7 | 否 | 是 | 是 | 林地 草地 |

4.8.5 修复方式的适宜性分析

1、采坑区

(1) 单元现状

该区目前已开采结束多年，形成一个椭圆状的露采坑，采坑开挖深度最大达到 40m，边坡角 40~65°，局部地区达到 70-80°，采场内表层物质主要为裸露的岩石、砂砾石、矿渣等。

现状发育 2 个潜在不稳定斜坡，在工程施工扰动或雨水冲刷作用下，边坡易发生中风化石灰岩沿结构面滑动，形成崩塌或滑坡地质灾害，现状条件下危险性、危害性中等，主要威胁附近过往人员及监测施工人员的安全。采坑的形成，改变地表径流，对含水层破坏较严重。开采形成巨大的露天采坑，破坏了地表的连续性，破坏了原始地形地貌景观，对地形地貌破坏严重，对土地的损毁主要表现为露天采矿活动对地表的挖损，损毁程度为重度。

(2) 治理方式分析

采坑区具有坡陡、岩高、坑深、危石林立等特点，地质灾害发育、水资源破坏较严重、地形地貌破坏严重、土地损毁严重，方案需要从四个方面对该单元进行生态修复工作。

针对地质灾害发育问题，方案推荐采用“边坡排危”的形式进行治理，边坡排危一方面对坡面的危石、破碎的岩体进行清除，减少崩塌的发生，同时排除施工过程中可能遇到的落石、垮塌等，为施工安全的必要措施，而且减少边坡上部荷载，减少滑坡的发生；施工后，可以有效地解决现状地质灾害问题，该方案具有必要性、可行性、可靠性。

水资源破坏问题，方案推荐采用“地表整平+截排系统”的形式进行治理，地表整平恢复项目区原有地表径流和水资源，配合截排水沟和沉砂池，形成统一的截排水系统，可以有效地解决现状水资源破坏问题，该方案具有必要性、可行性、可靠性。

地形地貌破坏问题，方案推荐采用“地表整平+拦挡措施”的形式进行治理，地表整平将现状的采坑恢复成缓坡，同时结合少量的拦挡措施即可有效地

解决现状的地形地貌破坏问题，该方案具有必要性、可行性、可靠性。

对土地损毁的问题，方案推荐采用“植被重建”的形式进行治理，采坑区修复方向为耕地+林地和草地，方案设计下部平台恢复成耕地，缓坡区域种植乔木和灌木，恢复为林地，排险边坡由于坡度较陡，种植爬藤植物、喷播草籽等，恢复为草地。经过植被重建可以有效地解决土地损毁问题，该方案具有必要性、可行性、可靠性。

2、废弃工业场地

(1) 单元现状

主要为原办公生活区、破碎站，表层物质主要为裸露的岩石、砂砾石、矿渣等。由于场地建设改变了原地貌特征，对土地的损毁方式为机械、附属设施及废渣地表对土地的压占损毁土地。

(2) 治理方式分析

针对废弃工业场地由于场地建设改变了原地貌特征和对土地的损毁问题，方案推荐采用“场地平整+植被重建+截排水工程”进行治理，场地平整拆除单元内废弃的工棚和机械，植被重建工程对场地进行覆土，缓坡区域恢复成林地，平地区域恢复成旱地，并配套截排水沟和蓄水池保证灌溉。通过以上措施可以有效地解决地形地貌破坏和土地损毁问题，该方案具有必要性、可行性、可靠性。

3、道路及附近损毁区

(1) 单元现状

项目区矿山道路长约 1130m，路面宽约 8-10m，原修建过程中进行一定开挖和场地的平整，道路北侧为当地居民晾晒鸡毛、鸭毛损毁土地，对土地的损毁方式为废渣地表对土地的压占损毁土地。

(2) 治理方式分析

针对道路及附近损毁区对土地的损毁问题，方案推荐采用“植被重建+截排水工程+道路工程”进行治理，植被重建工程对场地进行覆土，恢复成旱地，并配套截排水沟和蓄水池保证灌溉，原有道路进行修整留给当地村民使用，通

过以上措施可以有效地解决土地损毁问题，该方案具有必要性、可行性、可靠性。

4、新建临时道路

(1) 单元现状

由于项目区原有进场道路需经过沙井社区，与当地村委会沟通后，原有道路在施工过程中会存在较大的安全隐患，项目新建一条临时道路与空港大道连接，路床采用土夹石压实。对土地的损毁方式为废渣地表对土地的压占损毁土地。

(2) 治理方式分析

针对道路及附近损毁区对土地的损毁问题，方案推荐采用“植被重建”进行治理，植被重建工程对场地进行覆土，恢复成林地，原有道路进行修整留给当地村民使用，通过以上措施可以有效地解决土地损毁问题，该方案具有必要性、可行性、可靠性。

4.8.6 评价结果分析

根据矿山损毁土地单元的类型、损毁前土地基本特征及复垦后土地恢复的情况，在征求当地政府意见的基础上，结合昆明市土地利用总体规划，依据适宜性评价，从地形重塑、土源保证、生态恢复、安全生产的角度分析，确定各矿山的用地方向。

通过分析，野毛冲采石场采矿过程中挖除了原状土壤，现场为岩质平台、岩质边坡，几乎没有可供植物生长的土壤，进行复垦的矿区需要通过表土回填，解决土源问题后才能利用。

土源问题得到解决后，矿区复垦的主要限制性因素是灌溉条件的距离，直接制约复垦后的地类方向，关系到复垦后种植问题。考虑到复垦后的地块的后期耕作及管理问题，避免复垦后出现耕地无人种植而出现撂荒现象，本次方案生态修复用地方向主要以耕地、林地、草地为主。

4.8.7 场地修复方案评价

治理区位于昆明市官渡区大板桥街道沙井社区西部，交通条件较好。项目

区中心点坐标为：东经 $102^{\circ} 59' 43.41''$ ，北纬 $25^{\circ} 5' 27.57''$ 。矿区距昆明市区 36km，距离国道 324 线 5km，矿区有简易公路与外界相通，交通较为方便。并且本项目设计一条施工便道，坐标见项目区红线范围及推荐进场路线坐标图。



图 3-7-1 治理区交通位置图

结合对自然资源部 2019 年 6 号文《自然资源部关于探索利用市场化方式推进矿山生态修复的意见》以及国务院办公厅 2021 第 40 号文《国务院办公厅关于鼓励和支持社会资本参与生态保护修复的意见》其中政策的解读，同时确定本次修复中，将野毛冲采石场除去边坡外的场地经过平整后修复为林地和耕地，排险边坡修复为草地，原为公路用地区域为野毛冲小组村民常用的农村道路，修整后仍作为农村道路使用，原为铁路用地区域用地性质不变。

4.8.8 修复及优化前后土地利用结构变化

通过以上适宜性评价，生态修复总面积为 18.3446hm^2 ，确定优化后修复为

旱地的面积 1.4673hm^2 , 修复为乔木林地的面积 11.8618hm^2 , 修复为其他草地的面积为 3.5098 hm^2 , 保留为铁路用地的面积为 0.0239 hm^2 , 修复为公路用地的面积为 1.4818 hm^2 。土地复垦率为 99.78%。

野毛冲采石场生态修复方案优化前后土地利用结构变化情况见下表 4-8-1:

野毛冲采石场生态修复原设计前后土地利用结构变化情况见下表 4-8-2:

野毛冲采石场生态修复优化后前后土地利用结构变化情况见下表 4-8-3:

表 4-8-2 野毛冲采石场生态修复方案优化前后土地利用结构变化情况表

| 治理区 | 地类 | 耕地 01 | 林地 03 | 草地 04 | 交通运输用地 10 | 合计 |
|------|-----|---------|-----------|-----------|---------------|----------------|
| | | 旱地 0103 | 乔木林地 0301 | 其他草地 0404 | 铁路用地 1001 | |
| 红线范围 | 优化前 | 4.9202 | 9.1267 | 0.7876 | | 0.7371 15.5716 |
| | 优化后 | 1.4673 | 10.029 | 3.5098 | | 0.7371 15.7432 |
| | 变化量 | -3.4529 | 0.9023 | 2.7222 | | 0.1716 |
| 临时道路 | 优化前 | | 1.8328 | | 0.0239 0.7447 | 2.6014 |
| | 优化后 | | 1.8328 | | 0.0239 0.7447 | 2.6014 |
| | 变化量 | | | | | 0.00 |
| 合计 | 优化前 | 4.9202 | 10.9595 | 0.7876 | 0.0239 1.4818 | 18.1730 |
| | 优化后 | 1.4673 | 11.8618 | 3.5098 | 0.0239 1.4818 | 18.3446 |
| | 变化量 | -3.4529 | 0.9023 | 2.7222 | 0 0 | 0.17 |

表 4-8-2 野毛冲采石场生态修复原设计前后土地利用结构变化情况表

| 治理区 | 地类 | 耕地 01 | 林地 03 | | 草地 04 | 交通运输用地 10 | | 其他土地 12 | 合计 |
|------|-----|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|---------|
| | | 旱地 0103 | 乔木林地 0301 | 灌木林地 0305 | 其他草地 0404 | 铁路用地 1001 | 公路用地 1003 | 裸土地 1206 | |
| 红线范围 | 修复前 | | 1.5996 | 0.1535 | 12.8571 | | 0.7371 | 0.2243 | 15.5716 |
| | 修复后 | 4.9202 | 9.1267 | | 0.7876 | | 0.7371 | | 15.5716 |
| | 变化量 | 4.9202 | 7.5271 | -0.1535 | -12.0695 | 0 | 0 | -0.2243 | 0 |
| 临时道路 | 修复前 | | 1.658 | | 0.1748 | 0.0239 | 0.7447 | | 2.6014 |
| | 修复后 | | 1.8328 | | | 0.0239 | 0.7447 | | 2.6014 |
| | 变化量 | | 0.1748 | | -0.1748 | 0 | 0 | | 0 |
| 合计 | 修复前 | | 3.2576 | 0.1535 | 13.0319 | 0.0239 | 1.4818 | 0.2243 | 18.173 |
| | 修复后 | 4.9202 | 10.9595 | 0 | 0.7876 | 0.0239 | 1.4818 | 0 | 18.173 |
| | 变化量 | 4.9202 | 7.7019 | -0.1535 | -12.2443 | 0 | 0 | -0.2243 | 0 |

表 4-8-3 野毛冲采石场生态修复优化方案修复前后土地利用结构变化情况表

| 治理区 | 地类 | 耕地 01 | 林地 03 | | 草地 04 | 交通运输用地 10 | | 其他土地 12 | 合计 |
|------|-----|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|---------|
| | | 旱地 0103 | 乔木林地 0301 | 灌木林地 0305 | 其他草地 0404 | 铁路用地 1001 | 公路用地 1003 | 裸土地 1206 | |
| 红线范围 | 修复前 | | 1.7064 | 0.1785 | 12.8969 | | 0.7371 | 0.2243 | 15.7432 |
| | 修复后 | 1.4673 | 10.029 | | 3.5098 | | 0.7371 | | 15.7432 |
| | 变化量 | 1.4673 | 8.3226 | -0.1785 | -9.3871 | | | -0.2243 | 0.00 |
| 临时道路 | 修复前 | | 1.658 | | 0.1748 | 0.0239 | 0.7447 | | 2.6014 |
| | 修复后 | | 1.8328 | | | 0.0239 | 0.7447 | | 2.6014 |
| | 变化量 | | 0.1748 | | -0.1748 | | | | 0.00 |
| 合计 | 修复前 | | 3.3644 | 0.1785 | 13.0717 | 0.0239 | 1.4818 | 0.2243 | 18.3446 |
| | 修复后 | 1.4673 | 11.8618 | | 3.5098 | 0.0239 | 1.4818 | | 18.3446 |
| | 变化量 | 1.4673 | 8.4974 | -0.1785 | -9.5619 | | | -0.2243 | 0.00 |

表 4-8-4 野毛冲生态修复项目核查图斑范围修复前后土地利用结构变化情况表

| 治理区 | 地类 | 地类及面积 | | | | | 合计 |
|------|---------------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|
| | | 耕地 (01) | | 林地 (03) | | 草地 (04) | |
| | | 旱地 | 乔木林地 | 灌木林地 | 其他草地 | 公路用地 | |
| | | (103) | (301) | (305) | (404) | (1003) | |
| 图斑范围 | 修复前面积 | 0 | 0.7601 | 0.0429 | 8.7657 | 0.258 | 9.8267 |
| | 修复后面积 | 0 | 6.3467 | 0 | 3.222 | 0.258 | 9.8267 |
| | 变化量 (后减前+、 -) | 0 | 5.5866 | -0.0429 | -5.5437 | 0 | 0 |

4.9 水资源平衡分析

1、供水量分析

①地表水

矿区内地表水系不发育，矿区周围无常年河流等地表水体分布。

②大气降雨

项目区年平均降雨量为 1094.1mm，在一次连续降水，土壤水饱和后，可以形成地表径流，根据集流面积、降水量、集流效率可推算出年可集雨量。项目区雨季集中在 6~10 月份，占全年降雨量的 80%以上，从 11 月至次年 5 月为旱季。项目区年平均径流量计算公式如下：

$$W=K \times F \times Y$$

式中：F—径流面积（ m^2 ，本方案取 $636178m^2$ ）

K—径流系数（自然土坡，植被茂密，可取值 0.25-0.84，本项目取值 0.65）

Y—多年平均降雨量（mm，本方案取 1094.1mm）

W—多年平均径流量（万 m^3 ）

排除特殊年份，扣除地表径流损失，通过计算项目区径流量约为 45.24 万 m^3 ，降雨的年有效利用率为 20%计取，经计算年有效利用降雨量约为 9.05 万 m^3 。

(2) 需水量计算

项目区复垦耕地全部为旱地，依据当地气候和种植习惯，旱地主要种植模式为：玉米—马铃薯，大春主要种植玉米，小春主要种植马铃薯。

根据当地群众种植经验，雨季降雨完全能够满足旱作物生长期需水要求，但旱季保苗用水无法保证，分析原因主要是灌溉设施简陋，无集雨设施。因此可根据雨水集蓄作物种植时间降水分配、灌溉供水量要求，修建水窖为补充灌溉水源。林地栽植选择在雨季栽植，大气降雨可满足幼苗用水需求。

复垦区水源保证主要考虑作物保苗期的灌水需要。根据作物的生理特点参考《雨水集蓄利用工程技术规范》不同作物集水灌溉次数和灌水定额，以及当地的种植习惯，保苗期每亩需水量为 $5.0m^3/亩$ 。作物成活后即进入雨季，无需进行浇灌。

项目实施完成后，可复垦耕地面积为 1.4673hm^2 ，通过计算复垦区耕地保苗用水补充灌溉总需水量为 110m^3 。

（3）水资源平衡分析

综上计算，项目区可汇集雨水总量约 9.05 万 m^3 ，林地栽植及撒播草籽选择在雨季，大气降雨可满足幼苗用水需求。水源供需平衡。

恢复为耕地区域按照 $5\text{m}^3/\text{亩}$ 进行补充灌溉，方案设计修建 1 个 100 m^3 的蓄水池结合 2 个沉砂池，配套截排水沟，可以满足耕地区的灌溉用水。

4.10 土石方平衡分析

一、土方量平衡分析

1、原方案设计

原设计本项目的治理费政府不出资，由社会资本和处置石料组成，在采坑内进行回填部分基坑土来获取部分收益，填土量约为 180.32 万 m^3 。在治理过程中对恢复区域进行覆红土，覆土厚度 1.0m ，共计覆土量为 166673m^3 。（保留道路用地、铁路用地不设计覆土），整个治理区回填土差值为 1969873m^3 。

由于项目工期要求及市场变化，不再进行回填基坑土来获取部分收益。仅对地表覆优质红土并熟化培肥来保证修复工作。

2、优化方案设计

根据上文确定的修复方向，修复后方向为铁路用地和公路用地清理填补路面，不设计覆土。修复为其他草地的区域为 25 度以上边坡或为 60° 及以上的高陡岩质边坡，采用播撒草籽或种植爬藤。其中播撒草籽面积 0.4056 hm^2 ，覆土量为 405.6m^3 。

修复为旱地区域，面积 1.4673hm^2 ，要求有效土层厚度 $\geq 0.6\text{m}$ ，由于现场均为裸露基岩，为了保证修复后土地质量，设计覆土厚度 0.8m ，覆土量为 11738.4m^3 ，土质要求为红壤，性质为粘壤土~壤土~沙壤土，砾石含量小于 20% ，土壤有几率 $\geq 2\%$ 。

修复为乔木林地区域，面积 11.8618hm^2 ，要求有效土层厚度 $\geq 0.8\text{m}$ ，设计覆土厚度 0.8m ，覆土量为 94894.4 m^3 ，土质要求为红壤，性质为粘壤土~壤土~

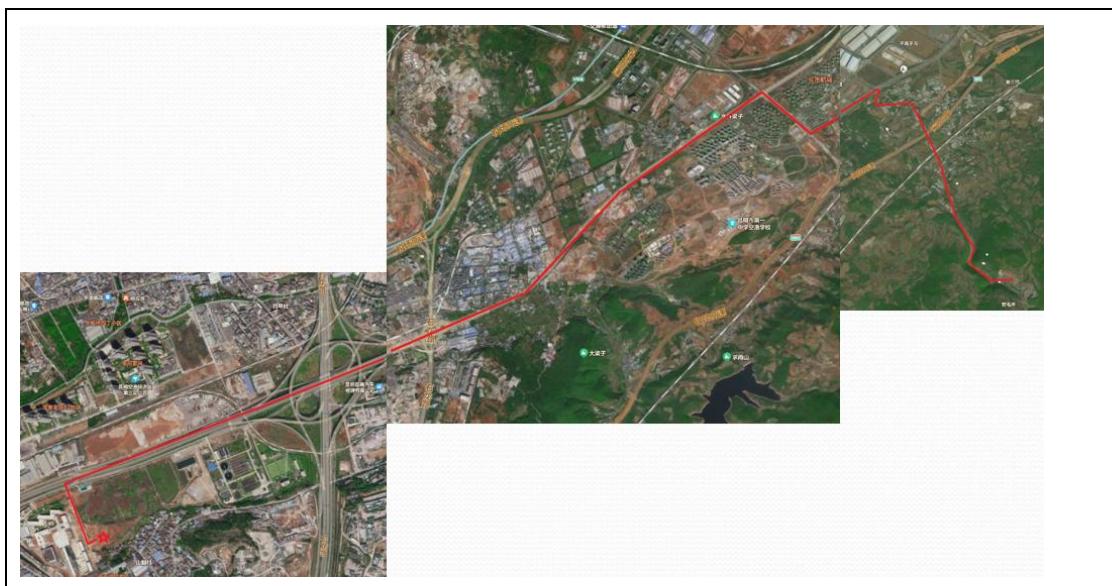
沙壤土，砾石含量小于 20%，土壤有几率 $\geq 2\%$ 。

综合上述，优化后本项目供需覆土量为 10.7038 万 m³。设计土源为西冲小学及东侧道路临时堆土场的表土、DTCKG2023-015 项目剥离的表土、秧草凹污水处理厂项目剥离的表土。

西冲小学项目剩余土方约 5 万方，东侧道路剩余土方约 1.4 万方，共计 6.4 万方，项目位于官渡区西冲小学东 100m 处，由项目地出土至 320 国道，沿国道至凌翔街，由凌翔街至空港大道，由空港大道进入沙井段，沿乡道进入项目现场，运距约为 18 公里。DTCKG2023-015 项目现场有表土 3.5 万方，项目位于滇中新区临空产业园，由项目地出土至向贤路，至空港大道，由空港大道进入沙井段，沿乡道进入项目现场，运距约为 5.4 公里。

秧草凹污水处理厂项目：滇中新区直管区秧草凹污水处理厂尾水排放建设项目(一期)有表土 0.5 万方，滇中新区雨污分流三年改造提升建设项目（二期）有表土 1.5 万方，项目位于滇中新区临空产业园，由项目地出土至同康路，由同康路至向贤路，至空港大道，由空港大道进入沙井段，沿乡道进入项目现场。

土质为红壤，性质为粘壤土，砾石含量小于 20%，覆土后播撒培肥，达到土地复垦及生态修复要求。目前该项目已经完成表土剥离工作，表土堆放于场地内，随时可以外运，满足这次生态修复工作的时间要求。





照片 4.10-1 西冲小学及东侧道路临时堆土场的表土现场照片及运送路线



照片 4.10-2 DTCKG2023-015 项目临时堆土场的表土现场照片及运送路线



照片 4.10-3 秧草凹污水处理厂项目临时堆土场的表土现场照片及运送路线

二、石方平衡分析

1、原方案设计

原设计对采矿产生的高陡边坡进行治理，项目排险和地表清理共产生土石料 420767m^3 （包括边坡排险 326700m^3 ，地表清理原有土石料 94067m^3 ）。根据《自然资源部关于探索利用市场化方式推进矿山生态修复的意见》（自然资规[2019年6号]）文件第6条“对地方政府组织实施的历史遗留露天开采类矿山的修复，因削坡减荷、消除地质灾害隐患等修复工程新产生的土石料及原地遗留的土石料，可以无偿用于本修复工程；剩余部分，根据工程进度及实际产生的石料方量适时报当地政府部门处置，产生的收益全部用于本地区生态修复，涉及社会投资主体承担修复工程的，应保障其合理收益。

2、优化方案设计

2024年1月22日通过公开拍卖，云南潺玖矿业有限公司以 $30.15\text{元}/\text{m}^3$ 、总价 1070.02万 拍得本项目的砂石料，并以缴纳所有款项及税费。

根据业主单位委托云南迅测科技有限公司测算成果，采用方格网法计算，截止2025年5月15日现场总挖方约41.34万方，总填方16.97万方。其中修建进场道路及场内道路已使用土夹石1.79万方，已经外运拍卖石方22.58万方。现场堆放的多余土夹石用于场地平整。

利用场地堆放的土夹石回填矿坑，回填高度2285~2300m，采用1:14逐级放坡到进场道路处，整体坡度约 $4\text{-}7^\circ$ ，经计算场地平整开挖量为1.22万方，回填量为10.41万方，需土夹石量为9.19万方。现场剩余土夹石量约为9.25万方，可以满足回填要求。方案优化后产生的土石方应作为回填土石方，不得外运。

4.11 项目建设条件综合评价

本项目场地具备以下几点主要的优势条件，为项目建设提供了很好的场地建设支撑条件：

- (1) 本项目建设是相关国家及地方政策、规定的重要体现；
- (2) 《云南省矿山地质环境恢复治理标准》为本项目提供了很好的规划

支撑，明确了本项目的建设方向及标准；

- (3) 项目场地交通、用水、排水、用电较为方便，适宜项目建设；
- (4) 治理区域内除边坡表面有局部坍塌、开裂、岩体比较破碎局部滑落外，无其他明显不良地质作用，便于建设；
- (5) 治理区域生态环境遭到了严重破坏，急需本项目的建设，以修复生态环境。

综上，项目地质条件好；离市区较近，场地交通通达条件良好，区位优势较好。从工程实施的难度看，按本项目提出的建设方案，施工方法和施工条件是可行的，故本工程建设条件良好，适宜建设。

但矿山生态环境方面，需急待恢复治理、山体不稳定边坡防护需待稳固修复、采石场及周边的环境需待改善，矿区所占用的林地急需修复。

第五章 生态环境保护目标与指标

5.1 生态环境保护总体目标

通过生态修复治理后的场地应满足以下要求：

- (1) 安全稳定，对人类及动植物不造成威胁；
- (2) 对周边环境不产生污染；
- (3) 与周边自然环境和景观相协调；
- (4) 以适生性和抗逆性强的乡土植物种恢复植被；
- (5) 恢复土地基本功能，因地制宜实现土地可持续利用；
- (6) 区域整体生态功能得到保护和恢复。

总体目标如下：

- (1) 通过对治理区内废弃矿山生态修复方案的实施，减少或消除生态修复治理区存在的威胁矿山及工作人员生命财产安全，矿山设施安全的各种地质环境问题和隐患，保护生态修复治理区地下水资源和周围水环境。
- (2) 逐步恢复因采矿造成破坏的地形地貌景观及周边生态环境，恢复生态修复治理区土地资源，提高土地利用价值，为当地经济建设和社会发展多作贡献。
- (3) 为彻底改善矿山生态环境，保证治理工程长期、有效运营，治理工程施工合格率应达 100%，项目实施满意度 90%；生物工程治理合格率达 100%，其中植树造林成活率达 80%以上。

5.2 生态环境保护分期目标

在矿山生态修复治理过程中尽量减轻对矿山地质环境的影响，预防地质灾害和减少地质灾害造成的损失，消除地质灾害隐患；减轻矿山对含水层的影响和破坏，保护矿山水环境；在矿山后对地质环境问题进行治理，对破坏的地质地貌景观进行修复和土地复垦。本生态修复治理方案设计矿山生态修复治理工程分生态修复治理施工和工程养护两个时段进行。

各分期具体目标如下：

一、生态修复治理施工期目标

1、对矿业活动引发的地质灾害及地质灾害隐患采取针对性的工程措施，避免造成不必要的人员伤亡和经济损失。采取保护方案保护好生态修复治理区范围内矿山工程区外围的生态环境。

2、矿业活动压占或破坏的土地、植被资源进行植被恢复措施，减少水土流失造成的危害，改善生态修复治理区生态、景观环境，实现区域生态环境的协调发展。

3、对矿山工程区加强管理措施，做好生态修复治理区生产、生活废水处理，防治生态修复治理区水资源破坏及污染。

4、建立矿山地质环境监测系统，对矿山露天边坡进行监测和及时预警。

二、工程养护期目标

对治理工程和种植草木进行日常养护管理，包括喷水养护、追施肥料、病虫害防治、防除有害草种与培土补植；进行矿山生态修复治理工程的验收。

第六章 工程方案设计

6.1 优化前已完成工程评述

目前完成原设计的项目区生态修复工作 2024 年 4 月开始正式实施动工，截止 2025 年 5 月 15 日，主要完成作品内容为项目区采坑东侧、东北侧边坡的削坡排危工作，现状已经按照原修复方案完成东侧标高+2300~+2360m 台阶的削坡分台工作及台阶边坡进行修整，现场已完成台阶基本成型，具备覆土条件。

根据业主单位委托云南迅测科技有限公司测算成果，采用方格网法计算，截止 2025 年 5 月 15 日现场总挖方约 41.34 万方，总填方 16.97 万方。其中修建进场道路及场内道路已使用土夹石 1.79 万方，已经外运拍卖石方 22.58 万方。现场堆放的多余土夹石用于场地平整。

6.2 原方案简述

6.2.1 原方案土壤重构工程

1、分台削坡

对治理区标高为 2285m-2360m 的边坡进行分台削坡，主要采用边坡危岩分台清除，整个采坑西侧分为 6 个台阶，东侧分为 4 个台阶，台阶高度 15m，坡面角 60°，规划进行削坡排险，治理过程中产生废弃石方 326700m³（自然方）。对场内原有石料进行清理，预计产生石料 94067m³。危岩分台清理费用 964.4 万元。

2、填土反压工程

填土反压采用土方回填工程，填土标高 2285-2360m，每个台阶（5m）均以 1:3 的坡比放坡，分台宽度 5m、马道平台宽度 20m，最终填土区总坡比为 1:4.7（边坡角为 12°），最终填土区总填土 180.32 万方。

设计采用基坑土作为回填土，严禁淤泥、城市生活垃圾、工业垃圾、泥炭质土、腐殖土、污染土进入场内。原方案未明确土源来源。

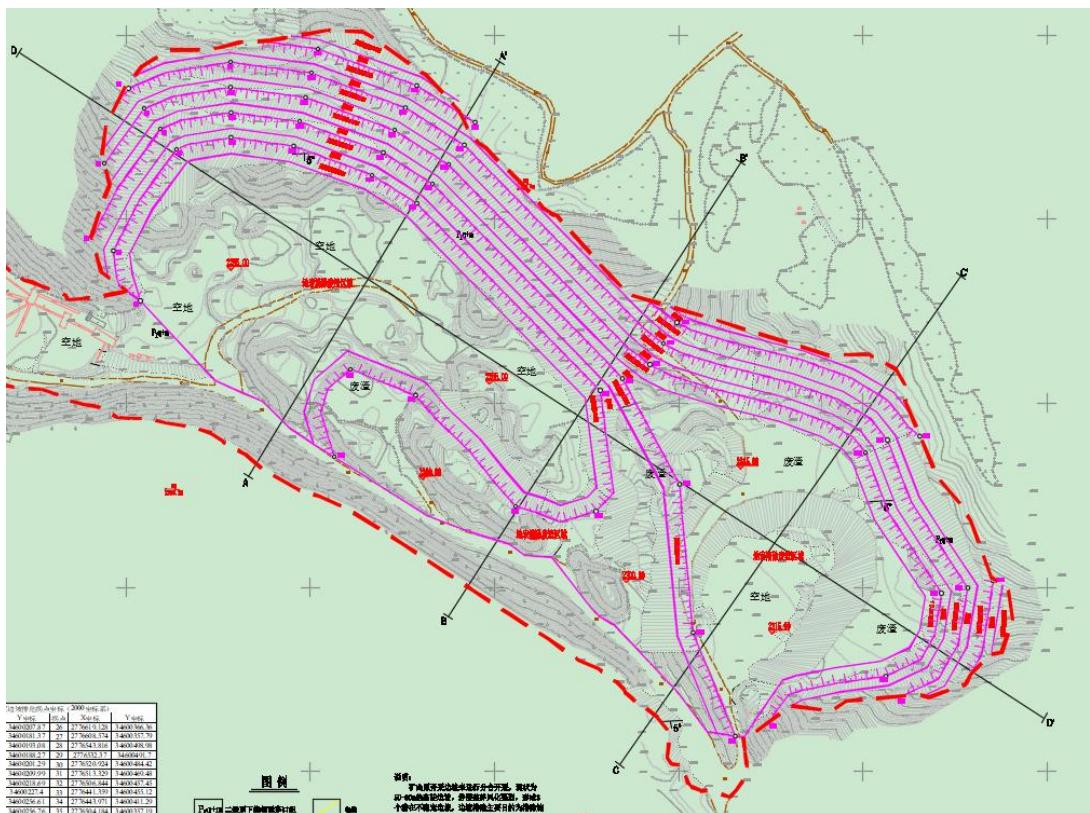


图 6.1-1 原方案分台削坡设计图

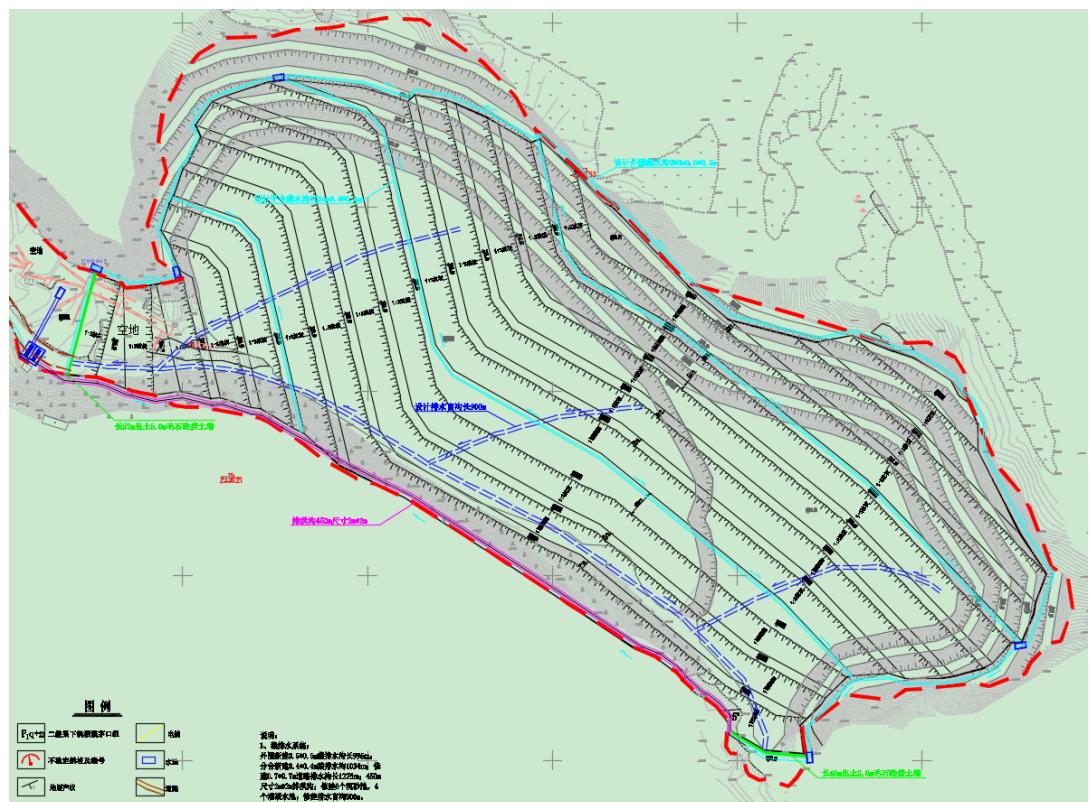


图 6.1-2 原方案填土反压设计图

6.2.2 原方案植被重建工程

1、覆土工程

项目场地进行植被恢复，需对场地进行覆土，设计覆红土 1.0m，覆土面积 16.6673hm²（公路用地、铁路用地不设计覆土），红土覆土量为 166673m³。

2、植被重建工程

治理规模 15.5716 公顷(233.574 亩)，治理后复垦为旱地 4.9202 公顷(73.8 亩)、乔木林地 10.9595 公顷 (164.39 亩) 、草地 0.7876 公顷 (11.81 亩) 等。种植藏柏 590 株、雪松 5330 株、云南樱花 5318 株、球花石楠 4675 株、红叶石楠 11250 株、红花檵木 4663 株、常春藤 1520 株、油麻藤 1520 株，播撒草籽 9.9143 公顷。总投资 147.82 万。乔木采用胸径 3cm、高度 1.5 米的苗木。

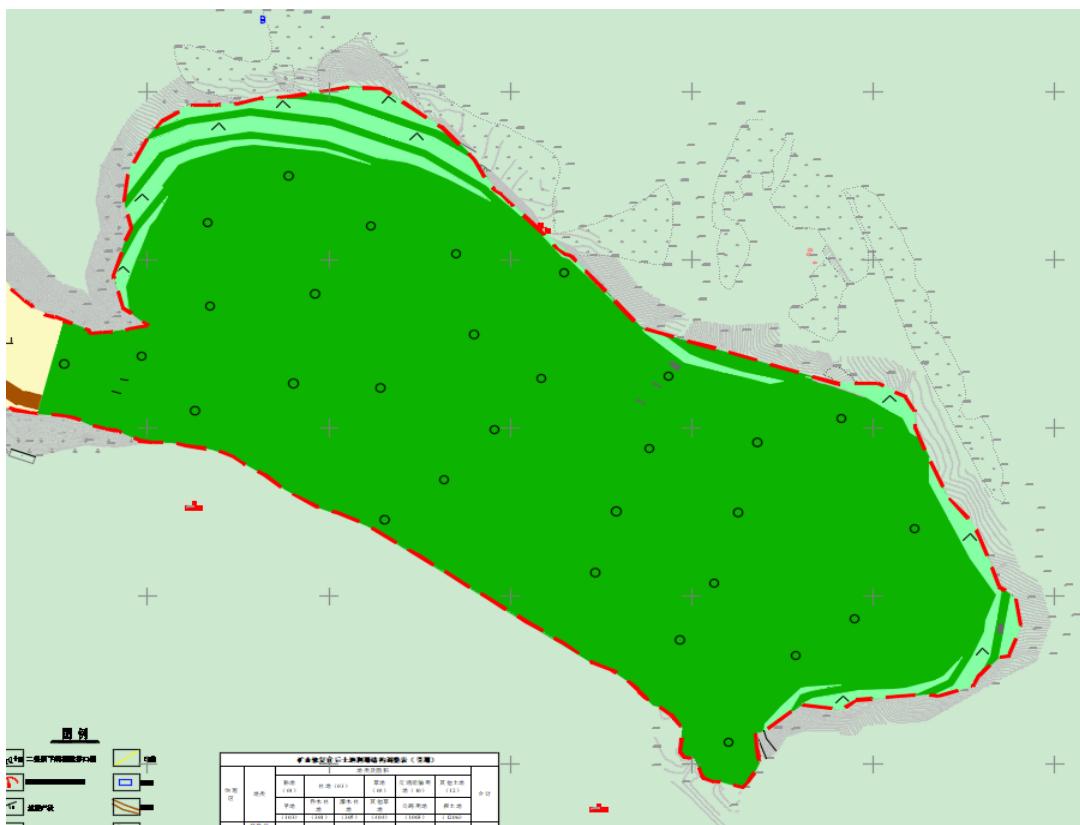


图 6.1-3 原方案植被修复设计图

6.2.3 原方案截排水拦挡工程

设计新建(1)外围新建 0.5 截排水沟 996m(2)台阶新建 0.4 截排水沟 1034m

(3) 道路新建 0.7 截排水沟 1275m (4) 填土下方新建 2m 排洪沟 450m (5) 设计 6 个消力池, 4 个灌溉水池 (6) 排水盲沟 900m (7) 西部缺口新建出土 5m 挡墙 57m, 东部缺口新建出土 2m 挡墙 40m。总投资 406.67 万。(见图 6.1-2)

6.3 方案优化的原因

6.2.1 方案优化的必要性

1、安全性：项目西侧和西北侧未实施削坡分台区域，经过安全评价单位复核、生态修复设计单位分析、地质灾害专家现场论证，目前处于基本稳定状态，无需再爆破分台，继续分台，可能对边坡产生扰动，引发新的地质灾害。

2、施工工期：按照原方案实施，原方案分台排危工期剩余约 5 个月，填土反压工期约 12 个月，覆土及植被恢复，截排水系统工期 3 个月，预计在 2026 年 12 月底基本完工，比要求的 2025 年 10 月 31 日延迟 14 个月，无法满足昆明市 2025 年历史遗留矿山生态修复整体验收时间节点。

3、经济性：原方案建筑工程费用 1801.67 万元，优化方案后，项目工程投资大量减少，节省施工成本。

4、昆明市自然资源和规划局、云南滇中新区领导现场调研要求：现场有一平台无安全隐患，无需再爆破、再破坏。项目要避免大规模开挖和扰动，要进一步测算项目区域内土石料开挖量，优化覆土方案，合理测算覆土量，按照集约管理、降低成本、尽快复绿的原则，优化完善生态修复方案，减少削坡面，确保项目按质按期完成验收。

综合以上分析，提出本次方案优化。

6.2.2 方案优化的合理性

1、安全性：未分台区域岩体结构较完整，未出现连贯性裂缝，地层产状与坡向相切，属较稳定结构；现状处于基本稳定状态无需再爆破分台，原设计继续分台，可能对环境产生扰动。方案优化后对地表危岩清理，对边坡扰动小，也保证了边坡的安全性。

2、经济性：原方案投资过大且无法实现自平衡，危岩分台清理费用 964.4 万元，截排水及拦挡工程施工费用总投资 406.67 万，工程投资过大，方案优化

后未实施区域不进行削坡分台可节省约 350 万元，截排水及拦挡工程施工费用可节省约 150 万元，比原方案具有较好的经济性。

3、施工工期：方案优化后，马上可以对场地平整后进行覆土及植被恢复，截排水系统等，工期缩短至 4 个月，计划在 2025 年 11 月完工，满足工期要求。

6.3 总体方案设计

6.3.1 主要任务

- (1) 废旧矿坑生态修复任务；
- (2) 不稳定边坡治理任务；
- (3) 治理过程中产生的收益，能覆盖项目区治理费用；
- (4) 削坡造台、平台及边坡种植爬藤，坡地、场地平整、客土等边坡防护任务；
- (5) 场地截排水任务；
- (6) 损毁林地植被重建任务。

6.3.2 总体方案概述

本项目针对昆明市历史遗留矿山现状关停的野毛冲采石场进行生态修复治理。本次生态修复治理面积 18.3446 公顷，主要修复及优化措施如下：

- 1、对于露天采场治理区高陡边坡的治理措施由原设计的“削坡排险+填土反压”的方式，优化为“清除边坡危岩体+场地整平”。
- 2、针对地形地貌破坏的修复方式，由原设计的“对采坑进行填土反压”优化为“利用场地内已有的土夹石对场地进行整平”。
- 3、在场内修建截排水沟，修复对水资源的破坏。
- 4、对矿区内的场地进行平整，根据相关政策对矿山场地进行转型利用，后期修复后用地性质为乔木林地、灌木林地、其他草地和旱地。修复对土地资源和生物资源的破坏。

根据矿山历史开采、堆积现状及周围地质环境破坏情况与现状，对存在采坑、采场边坡等破坏地质环境现象的不同区域，采取不同的治理措施，开采边

坡治理措施主要有：边坡排危工程+植物措施+后期管护监测工程等；平台治理措施主要有：场地平整+截排水工程+植物措施+后期管护监测工程；采坑的治理措施主要为：土夹石回填整平。

本项目工程内容主要包括土壤重构工程、植被重建工程、水源工程、配套工程、建筑物拆除、封禁工程和管护工程等。

本次修复工程设计治理工程部署措施见下表，矿山治理工程总体布置见下图：

表 6-1 防治措施一览表

| 区块 | 存在问题 | 措施 |
|---------|--|----------------------------|
| 露天采场边坡 | 陡立边坡裸露、水土流失、土地利用程度低 | 对危岩清理+种植爬藤+种植抗旱植物 |
| 露天采场平台 | 现状平台边缘及内部堆积许多土石料，由边坡坡脚向平台呈三角形堆积 | 废料清理+土地平整覆土+配套工程+种植植被 |
| 露天 采坑 | 现状采坑内部堆积许多土石料，地面存在多个小型采坑 | 废料清理+土石方回填+土地平整+配套工程+种植植被 |
| 道路北侧堆料场 | 水土流失、土地利用程度低、场地上目前有生产设备、砖房。路边生产加工区残留了部分土石料 | 土石料清除+建筑物拆除+土地平整+配套工程+种植植被 |

6.4 优化方案设计

6.4.1 设计原则

(一) 坚持以人为本的原则。

矿山地质环境的恢复治理，应以消除危及社会与人民生命财产安全的环境地质问题或灾害隐患作为首要任务。

(二) 与区域自然环境相协调的原则。

矿山地质环境的恢复治理，应尽可能保持当地自然的基本特征，并与周边生态环境相协调。

(三) 符合当地相关规划的原则。

矿山地质环境的恢复治理，应与当地社会、经济、环境发展相适应，与当地的城市建设、生态建设、土地利用等规划相结合，因地制宜。

(四) 兼顾相关现行技术标准的原则。

治理工程除应符合本标准要求外，还应符合国家及本省现行的相关行业规

范和技术标准的规定。

6.4.2 总体策略

保护优先、修复并行，就地取材，功能提升，变废为宝。

- ★强化生态本底，保护自然山水格局，恢复物种多样性；
- ★修复片区内的生态要素，消除地质灾害隐患，全面改善生态品质；
- ★修复山体，保护水源，生态多样，持续发展，功能提升。

★生境恢复策略：受损山体的生态恢复与重建的核心在于恢复其生态系统的结构和功能，进而提高生态系统生产力和稳定性，使之恢复到可以再利用的状态。

★系统重构策略：受损山体的景观设计，需要综合考虑土地利用、基础设施、视觉效果、交通及周边环境等多种因素，合理配置“斑块”、“廊道”、“基质”等生态要素，建立集经济效益、生态效益、景观效益于一体的山体生态环境。

★功能提升策略：受损山体的景观资源再利用与建筑学、城市规划、环境艺术、市政工程等学科密切联系。通过多种技术手段，达到综合利用的目的。

6.4.3 土壤重构工程

1、边坡危岩清除

1) 现状已经项目区采坑东侧、东北侧边坡的削坡排危工作，原设计采用石方开挖 42.08 万方，目前已经完成石方开挖 22.58 万方；根据现状情况优化方案调整为坡面石方开挖 22.58 万方、地表清理废渣 18.76 万方。

2) 地质灾害治理工程方案的必要性、可实施性、经济性论证

西部及中部未分台施工区域现状处于基本稳定状态，但原石场采用爆破法取石，爆破后在边坡余留下大量松散碎石，需把边坡上的废渣和松动的危石彻底清除干净，才能保证施工人员的施工安全和作业程序的正常开展。因此边坡清理危岩是必要的；方案设计施工人员采取悬吊作业具有可行性，清理方量较小，满足经济性要求

3) 边坡危岩清设计

优化后方案，西部及中部未分台施工区域，不再进行分台削坡。方案设计将在1、2号不稳定边坡存在的危岩体进行清除，清理危岩量为3721m²。清理危岩可通过设置安装安全绳，施工人员采取悬吊作业，从上至下清理松散层和危岩。安全措施详见9.3节。

2、场地平整工程

1)、砌体拆除工程

项目治理区在整个范围内都有简易砖房，在进行生态修复治理前，需要将地块上的建筑物、构筑物、建筑垃圾等进行拆除与清运。建筑物为简易砖房。

工程量为拆除简易砖房65m²、建筑垃圾清运65m³，拆除后建构筑物垃圾运至本矿区的底部采坑填埋。填埋采用自卸卡车运输，倾倒于采坑底部，计划填埋至2286.2m高程，后续设计上部回填土夹石至2300m，所以在矿山场地的废弃物填埋后，对该项目后期治理过程没有影响，也不会对周围不稳定边坡造成威胁。

2)、场内回填

根据现场情况，项目区中部为一低洼区域，高差约为8-12米，同时在项目进口处堆放着大量土夹石过机料，存在一定的安全隐患，通过计算利用场地堆放的土夹石回填矿坑，回填高度2285-2300m，采用1:14逐渐放坡到进场道路处，整体坡度约4-7°，经计算场地平整开挖量为1.22万方，回填量为10.41万方，需土夹石量为9.19万方。现场剩余土夹石量约为9.25万方，可以满足回填要求。坑内回填时应分层回填并压实，分层厚度1.5m，反向坡比5%碾压，压实度宜大于0.85。同时恢土夹石压占的复原有农村道路。

3)、地表整平

项目场地，现状地表凹凸不平，方案设计植被恢复之前进行地表平整工作，采用机械配合人工的方式，地表整平工作量为13.3291hm²。

6.4.4 植被重建工程

6.3.4.1 植被恢复设计

1、覆土工程

项目场地进行植被恢复，需对场地进行覆土，修复耕地及林地区域设计覆红土 0.8m，其他草地区域设计覆红土 0.1m。总的红土覆土量为 11.1718 万 m³。

2、耕地整地工程

覆土后，恢复为耕地区域采用人工平土进行平整并播撒绿肥，播撒面积 1.4673hm²，修建顶宽 0.5m 出土 1m 高干砌石堡坎 90m。

3、植被重建工程

（1）林分结构分析

根据本项目的具体要求，项目区植物措施的布局应根据当地立地条件及地形地貌特征，设计中考虑到治理工作对植物措施功能的要求，按场区绿化美化的原则设计植物组合，采用草、灌、乔相结合的立体绿化配置，注重恢复自然植被。因此，在树种、草种选择方面，以适应性强的植物为主；此外，所选植物品种应具有较强的耐旱性、耐污染性、适宜贫瘠土壤和粗放型管理，以利于措施的实施。通过合理植物配置及切实可行的植物措施，建成适合当地立地条件、较为完整的植物防护体系，尽可能减小矿井建设对周围生态环境造成的影响，以获得矿井开发建设与生态环境保护双赢之目的。

（2）立地条件分析

官渡区属北纬低纬度亚热带-高原山地季风气候，由于受印度洋西南暖湿气流的影响，日照长、霜期短、年平均气温 15℃，年均日照 2200 小时左右，无霜期 240 天以上。气候温和，夏无酷暑，冬无严寒，四季如春，气候宜人，年降水量 1035mm，具有典型的温带气候特点。常年主导风向为西南，风力一般为 2~3 级。

本次生态修复任务中，需要大量平台覆土以及穴状覆土，由于取土点土壤为强碱性土壤，PH 值为 8.9-9.1，所以在本次项目中使用的商品有机肥应选用生理酸性肥料，如硝酸钾、硝酸铵、硫酸铵、氯化铵、过磷酸钙等，来中和覆土的酸碱性。

（3）树种选择

植被应该选择乡土草籽、树种。乡土植物在当地自然环境条件下，经过无

数年的优胜劣汰考验，是经过长期选择的结果，对当地的病虫害和灾害性气候等恶劣环境具有较强的适应能力和抵御能力，在简单、粗放的管理条件下仍然生命力顽强，长势好。乡土植物取材方便，育苗容易，成活率高，管理方便，成本低。由于生长旺盛，容易达到预期的绿化效果，也能最大限度的发挥生态效益。

植被配置模式要适应当地的自然条件和立地条件，符合林业要求，选择当地优势树种进行林草恢复。要求管理简单易行，投资少，见效快，遵循植被生长的自然演替规律，保证植被的稳定和可持续发展等要求。乔灌藤木可选择藏柏、湿地松、云南樱花、滇朴、旱冬瓜、戟叶酸模、常春油麻藤、爬山虎、常春藤、炮仗花等；草本植物可选择狗牙根、斑茅、类芦等。

原方案植被工程乔木选择藏柏、雪松、球花石楠、云南樱花；灌木选择红叶石楠、红花檵木；藤木选择常春藤、爬山虎；草本植物选择紫羊茅、狗牙根、黑麦草混合的混播草种。为了节省资金及加快修复效果，优化后选择生长快速、效果好的树种进行种植，主要为常绿乔木藏柏、备选湿地松，落叶乔木旱冬瓜、备选滇朴，藤木选择油麻藤、常春藤；草灌选戟叶酸模、混播草种。边坡区域采用种植爬藤播撒草籽等方式进行绿化。

各造林树种主要生物学特性详见下表。

(4) 生态学特性

| | |
|--|---|
| 藏柏  | <p>正名为：高山柏 <i>Sabina squamata</i>, 产于藏东南，不丹和尼泊尔也有分布。在四川，云南等地引种栽培，经过培育驯化，在极寒冷和盐碱地也能很好生长，适于温带地区，是优良的造林绿化树种。微酸性和钙质土上均能生长，以在湿润，深厚，富含钙质的土壤上生长最快。</p> |
|--|---|

| | |
|--|--|
| <p>旱冬瓜</p>  | <p>旱冬瓜: 尼泊尔桤木 (<i>Alnus nepalensis</i> D. Don) 是桦木科, 桤木属, 桤木组乔木, 高可达 15 米; 树皮平滑; 分布于中国西藏、云南、贵州、四川西南部、广西。生于海拔 700-3600 米的山坡林中、河岸阶地及村落中。尼泊尔桤木适应性强, 林木生长迅速, 是云南省分布较为广泛的重要乡土多用途树种。</p> |
| <p>狗牙根</p>  | <p>狗牙根 (<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers): 禾本科 (Gramineae) 多年生草本, 又名绊根草、行仪芝, 有根茎及匍匐茎, 后者坚韧而节上生根, 蔓延甚长, 形成大片草地。秆直立, 高 10—40cm, 纤细, 稍扁压, 秆壁厚而稍硬, 光滑毛。叶鞘疏松, 稍扁压而有脊, 无毛或疏生柔毛, 鞘口常有白色髯毛。</p> |
| <p>戟叶酸模</p>  | <p>戟叶酸模 (<i>Rumex hastatus</i> D. Don), 是蓼科酸模属的灌木植物。戟叶酸模分布在中国云南、四川及西藏东南部, 在印度、尼泊尔等国家也有分布。戟叶酸模多生于沙质荒坡、山坡阳处, 适应性强, 特别耐干旱、耐强光照、耐热、耐贫瘠。戟叶酸模的繁殖方式为种子繁殖。也有观赏价值, 其花果鲜紫红色, 颇为美丽, 是较有开发价值的护坡绿化植物。</p> |
| <p>油麻藤</p>  | <p>油麻藤 (学名: <i>Mucuna sempervirens</i> Hemsl.) 是豆科、黧豆属常绿木质藤本植物。它的藤茎可长达 25m, 其叶四季常青, 色泽光亮, 羽状复叶具 3 小叶; 总状花序生于老茎, 花大, 下垂; 花萼密被绒毛, 花冠深紫色或紫红色; 下垂花序上的花朵, 盛开时形如成串的小雀。常春油麻藤喜光, 喜温暖湿润气候, 主要分布于亚热带、温带地区。</p> |

| | |
|---|--|
| 常春藤  | 常春藤,(拉丁学名: <i>Hedera nepalensis var. sinensis (Tobl.) Rehd</i>) 五加科, 属多年生常绿攀援灌木, 气生根, 茎灰棕色或黑棕色, 光滑, 单叶互生; 阴性藤本植物, 也能生长在全光照的环境中, 在温暖湿润的气候条件下生长良好, 不耐寒。对土壤要求不严, 喜湿润、疏松、肥沃的土壤, 不耐盐碱。 |
|---|--|

(5) 造林技术设计

①、场地整理

场地整理, 修复范围均为红线范围, 经土方堆填后地势相对平缓, 在已形成的堆体上进行种植土铺设。覆土高度不得小于 80cm, 覆土土壤为红壤, 覆土后进行定植坑开挖。根据树种及规格确定整地规格, 整地方式采用穴状整地。

②、保水措施

新造林地必须采取抗旱保水措施以保证果树成活率, 造林后在表面覆塑料薄膜, 造林后第二年雨季来临前须进行浇水。造林时浇足定根水, 放入保水剂, 抑制土壤水分的过快蒸发, 提高土壤饱和含水量, 降低土壤的饱和导水率, 从而减缓土壤释放水的速度, 减少土壤水分的渗透和流失, 还可刺激苗木根系的生长发育。保水剂使用 0.05kg/塘, 并采用黑薄膜覆盖; 造林后第二年 2-5 月浇水, 3 次/月, 每塘 5kg/次。在项目区修筑六个 100m³ 储水池, 以便旱季浇水, 确保造林成活率。

③、初植密度及株行距

初植密度是形成一定林分结构的基础, 初植密度大小不但影响林分形成的速度和状态, 而且通过和后期林分密度的延续关系影响林分的生长和稳定。因此初植密度确定时不仅要考虑如何及时形成稳定林分的需要, 还要考虑幼林郁闭后的林木分化及密度调节进程。初植密度应根据经营目的、树种、立地条件而确定。同时初植密度的大小与造林的劳动力、资金和种苗的投入量等有直接影响。根据造林地块的立地条件, 本着快速复绿的原则, 本设计人工造林的初植密度为每亩 107 株 (株行距 2.5*2.5m), 两种以上树种混合种植, 草籽为紫

羊茅、狗牙根、黑麦草混播，混播比例为 1:1:1，播种形式为撒播，撒播量为 50g/m²，撒播前浸泡 1-2 天，撒播完后覆盖 1 层无纺布（100g）。

④、配置方式

通过采用良好的配置方式，能够充分利用空间，增强森林的防护能力。本次设计的人工造林均采用混交配置。造林类型种植点配置详细情况详见造林典型设计表。

⑤、定植方法

造林时，先挖好定植坑，然后把塑料袋全部撕去，注意不要弄散袋土。将苗端正放入定植坑内，一手扶苗，一手回填细土，再踏实、填平，塘土回填后需稍高于原土面，以防止积水。浇足定根水。

⑥、造林时间

选择温度适宜，湿度较大，受自然灾害较小，符合树种生物学特性，栽植省工、省力、省投资的季节进行造林。根据项目区气候特点及以往的造林经验，造林时间为每年雨季。根据任务完成时间要求，1 年内完成。

⑦、施 肥

确定该项目基肥、追肥施复合肥。基肥在栽植前施放，施入定植塘底部。基肥用量为 0.2kg/穴，追肥用量为 0.05kg/塘，连续施三年。

（6）幼林管护

对造林不合格的造林地，应及时进行补植补播或重新造林。植苗造林的补苗应用同龄大苗。

幼林管护对具有萌芽能力的树种，因干旱、冻害、机械损伤及病虫兽等危害造成生长不良的树种应及时平茬复壮。保证树木的正常生长。

具体抚育方法因树种、林种及立地条件不同而有所差异，各树种抚育措施：造林后应避免人为破坏，以促进幼树的生长发育；一年抚育一次，连续三年。造林模式图详见单体图。

（7）造林类型表的编制

根据造林小班立地条件和培育目标，按照造林树种生物学特性，制定相应

的造林技术措施，指导造林施工作业。本项目共设计了 1 个造林类型，造林类型详见造林模型表：表 5.3-1。

表 5.3-1 人工造林模型设计表

| | | | | |
|----------|-------|---|-------|--------|
| 造林类型号 | | 1 | | |
| 适宜的地块类型号 | | DK4 号地块类型 | | |
| 适宜的立地条件 | | 海拔：2315-2360m | | |
| | | 土壤：红壤 | | |
| 造林技术措施 | 种植类型 | 纯林，片状混交 | 种植密度 | 单位 |
| | 种类 | 藏柏（湿地松） | 53 | 株/亩 |
| | 乔木 | 旱冬瓜（滇朴） | 53 | 株/亩 |
| | 灌木 | 戟叶酸模 | 13.34 | kg/亩 |
| | 配置方式 | 藏柏（湿地松），株行距 2.5m*2.5m | | |
| | 乔木 | 旱冬瓜（滇朴），株行距 2.5m*2.5m | | |
| | 灌木 | 播撒种子繁殖 | | |
| | 回填种植土 | 概况 | 用工量 | 单位 |
| | 规格 | 红壤种植土，厚度：1.0m | 3.5 | 工日/亩 |
| | 数量 | 107 | | |
| | 时间 | 冬春季节 | | |
| | 整地 | 穴状整地 | 3.5 | 工日/亩 |
| | 规格 | 50cm×50cm×50cm | | |
| | 时间 | 冬春季节 | | |
| | 造林 | 植苗 | 5.5 | 工日/亩 |
| | 方法 | 雨季造林 | | |
| 种苗规格 | 乔木 | 藏柏 D=2-3 cm, H=1.2-1.5m, P=0.2-0.5, 全冠苗。 | | |
| | 乔木 | 旱冬瓜 D=2-3 cm, H=1.2-1.5m, P=0.2-0.5, 全冠苗。 | | |
| 覆膜 | | 1.5m ² /塘，一塘一株，0.5 元/株， | 1.5 | 工日/亩 |
| 浇水 | | 视天气情况，每年浇水不低于 20 次。 | 10 | 工日/亩·年 |
| 基肥种类及数量 | | 复合肥，11kg/亩，0.2kg/穴 | 10 | 工日/亩·年 |

(8) 种苗工程设计

1)、种苗生产现状

项目实施单位无苗木生产，本项目所需苗木全部由实施单位外购供应。为保证苗木质量，所购苗木由当地主管部门进行把关，均需提供苗木检疫证，苗木运输许可证。苗木必须具备“三证一签”，对上山造林苗木实行全检制度。

2)、项目建设所需用苗（种）量

项目修复林地面积 11.8618hm²（红线内面积 10.029 公顷，临时道路 1.8328 公顷），苗木需求量按造林密度（乔木株行距 2.5m×2.5m，每亩 107 穴每穴 1

株，二树种乔木交叉种植；藤本按照间距 0.5m 种植；戟叶酸模 20g/m²；草籽撒播 50g/m²。

表 5.3-5 项目场地主要树种（草种）种植技术指标

| 序号 | 名称 | 编号 | 规格 | | | 种植区域 |
|------------------|------|------|-----------|----------|---------|------------|
| | | | 地径(cm) | H(m) | P(m) | |
| 1 | 藏柏 | TB | 2-3 | 1. 2-1.5 | 0.2-0.5 | 11.8618 公顷 |
| 2 | 旱冬瓜 | YNYH | 2-3 | 1. 2-1.5 | 0.2-0.5 | 10.029 公顷 |
| 7 | 常春藤 | CCT | ≥0.5 | ≥0.65 | | 1928m |
| 8 | 油麻藤 | YMT | ≥0.5 | ≥0.65 | | 1861m |
| 3 | 戟叶酸模 | JY | 撒播:戟叶酸模 | | | 11.8618 公顷 |
| 4 | 草籽混播 | | 混播草，耐寒耐旱型 | | | 11.8618 公顷 |
| 5 | 播撒绿肥 | | 撒播:苕子、紫云英 | | | 1.4673 公顷 |
| 树种 | | | 净度 (%) | 发芽率 (%) | 含水率 (%) | 千粒重 (g) |
| 戟叶酸模 | | | ≥92 | ≥65 | ≤10 | 10-15 |
| 混播草(高羊茅、紫熟禾、狗牙根) | | | ≥92 | ≥65 | ≤10 | 10-15 |

3）、种苗采购及运输

项目所需树木，混播草籽苗木全部由实施单位外购供应。外购地点以宜良县为主，针对目前苗木生产现状，对项目所需苗木特提出如下管理措施：

(1) 为确保项目建设成效，购苗时必须对苗木进行检验，苗木出圃前要做好苗木分级工作，严把苗木出圃质量关，种子应采用 I 级包衣种子，苗木应尽量采用 I 级全冠苗；

(2) 苗木检验后的“三证一签”及所产生的档案，均要保存完好，以备后查。

(3) 避免长距离调苗，在购买苗木时距离造林地很远时要注意苗木保水，防止苗木在运输过程受损。

4）、种苗标准

苗木在外购调运时应做好各项品质检验，达到国家重点工程造林项目使用种苗的标准，必须具备“三证一签”，并对上山造林苗木实行全检制度。既确保苗木质量，又可以有效防止病虫害的传播，为项目建设顺利完成提供保障。种子购买必须符合相关的法律、法规、条例的规定，种子的使用须经相关部门检验合格后方可使用。

4、植被重建工程量

项目治理规模 18.3446 公顷，治理后复垦为旱地 1.4673 公顷、乔木林地 11.8618 公顷、草地 3.5098 公顷、铁路用地 0.0239 公顷、公路用地 1.4818 公顷。通过计算，共需种植藏柏 10955 株、旱冬瓜 8023 株，播撒戟叶酸模 3.1042 公顷，播撒草籽 12.2674 公顷。

6.3.4.2 绿化栽植要求

(一) 技术要点说明

必须严格按照设计图纸进行施工，方案有变动时，必须接到书面设计优化通知书后，方可进行优化施工。苗木栽植应符合现行标准《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014）及《造林技术规范》（GB/T15776-2023）等的规定，若在非植树季节进行栽植工程，需对上述规范作相应的调整，做好反季节施工防护措施，以提高成活率。

绿化工程必须按照批准的绿化工程设计及有关文件施工，施工人员应掌握设计意图，进行工程准备。施工前应先由设计单位进行设计交底，施工人员应按设计图进行现场核对。

根据绿化设计要求，项目实施单位无苗木生产，本项目所需苗木全部由实施单位外购供应。为保证苗木质量，所购苗木由空港经济区自然资源局进行把关，均需提供苗木检疫证，苗木运输许可证，严把出圃关，避免长距离调苗。苗木必须具备“三证一签”，并对上山造林苗木实行全检制度。

(二) 场地平整

(1) 栽植或播种前对绿化场地进行整理：

1) 一般原则

应根据立地条件、树种、造林方法等选择整地方式和整地规格，并遵循以下原则：

- a) 保存水土、采取集水、节水、保土、保墒、保肥等整地方式。
- b) 保护已有植被、山地不应采取全面整地、炼山等破坏已有植被和野生动物栖息地的整地方式。
- c) 利用已有植被、利用已有林木、幼苗幼树，创造有利于造林苗木健康

生长发育和现有山林形成的生境。

- d) 经济实用。采用小规格、低成本的整地方式，减少地表的破土面积。
- e) 限制全面清林。除杂草灌从生、采伐剩余物堆积、林业有害生物发生严重及不进行清理就无法整地造林的区域外，不应进行林地全面清理。

2) 整地方式

穴状整地适用于各类林种、树种和立地条件，尤其山地陡坡、水蚀和风蚀严重的地带的造林地整地。穴状整地采用圆形或方形坑穴，大小因树种、苗木规格和立地条件而异。

(四) 种植土及覆土要求

栽植前对土壤理化性质进行化验分析，采取相应的消毒、施肥、客土等措施。树穴内种植土，达到《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036—2013）等规范中对土壤的要求。

(五) 种植穴定点及开挖要求

(1) 本次种植方式应根据方格网定位种植点的中心点位置，部分不规则区域可采用自然式种植。

(2) 树木定点遇有障碍物影响，应及时与设计单位取得联系，进行适当调整。

(3) 种植穴大小应根据设计单位要求而定，种植穴必须垂直下挖，上口下底相等。

(4) 土壤干燥时应于种植前浸穴。

(六) 施肥要求

(1) 一般要求

a) 根据植物品种、生长发育阶段，选择施用有机肥、无机肥以及专用肥，平衡土壤中各种矿质营养元素，保持土壤肥力和合理结构；

b) 乔、灌、草满栽地块每年施肥应不少于2次，果树不少于4次；

c) 开花灌木在生长发育阶段及花后及时进行施肥，以追施磷、钾肥为主；

d) 宿根花卉在施足基肥的前提下，应在春、秋季重点施肥2次-3次，并

根据生长情况适当进行叶面施肥；

e) 根据地被植物品种的开花特性、生长发育阶段，适时进行施肥。开花地被植物应在花芽形成前施肥，以追施磷、钾肥为主。

（2）施肥方法

a) 有机肥应充分腐熟，无机肥要粉碎，追氮肥应根据含量和树龄大小适量合理施用。乔木施有机肥不应浅于地表 40cm，无机肥不应浅于地表 10cm，酸性与碱性无机肥不应混用；

b) 乔木可采用环施、穴施或沟施。环施应在树冠正投影线外缘，深度和宽度一般为 30cm-40cm，沟（穴）施应避免伤根；

c) 阔叶类乔木叶面喷肥，浓度（尿素）应控制在 0.2%-0.3%。针叶树种宜施菌根肥；

d) 藤本植物的施肥可以参考乔木的施肥要求，结合不同品种和发育阶段，选择施用有机肥、无机肥和专用肥；

e) 地被植物可在植物生长期进行，以增施稀薄的硫酸铵、尿素、过磷酸钙、氯化钾等无机肥为主。亦可在早春和秋末或植物休眠期前后进行施肥。

（七）苗木栽植

1、苗木准备

所有苗木需经植物检疫，无病虫害，根据设计提出的苗木规格和树形的要求对所需苗木进行采购，同时还注意以下选择：

树干通直、分叉均匀、长势健旺、树冠开展、树形端正、根系发达的苗木，土球无破裂或松散，枝叶匀称，枝条分布合理，高度、冠幅、胸径不得低于设计要求，且无病虫害、无机械损伤，不使用老、残、劣等苗木。

2、乔木类栽植

（1）栽植树木时，在将树木放入坑内后应使用其根系舒展，不得窝根，树要立直并使它好的一面朝主要方向；对准栽植位置以后，用锹挖植穴先填入挖出的表土或换上的种植土填到植穴的 1/2 处，要将树干轻提几下，树穴内泥土与根系密接，随后再填挖到植穴时挖出的底土或稍次的土，并应随填土随用

脚踏实，但不要踩坏树根。

(2) 雨天种植时务必将树穴内雨水抽干、回填稍干泥土再行种植。

(八) 病虫害防治

1、一般要求

防治植物病虫害应遵循“预防为主、综合防治”方针和贯彻“防重并治”的原则，有针对性地科学进行，通过科学地养护，形成生长健壮的植株，增强抗病虫害的能力。防治时应采用园艺防治和生物防治为主，多使用生物农药和低毒低残留等无公害农药，遵循《农药使用环境安全技术导则》(HJ556-2010)的要求。

2、定期普查植物生长状况制度，根据制度拟定相应预测和防治计划，制定用药安全应急处置预案和救援方法。

3、总结病虫害防治经验，推广和采用防治新技术。

4、农药使用应按照《农药安全使用规定》(农字 1982 第 4 号)规定，区别农药分类，确定安全使用范围，规范农药的采购、领用、贮存保管和药物保装器处置等工作、行为。

5、严格按照相应药剂的说明书要求进行农药配制，避免产生植物药害；要保护天敌、减少用药、科学用药。

6、配制农药时，配制容器下必须要有保护物衬垫，防止药液外溅。

7、农药要当天配制，当天使用。

8、风大时不宜喷药，喷药工作中严禁吸烟和吃零食，严禁在不穿戴防护设施时进行喷药工作，严禁小孩到工作场地，孕妇不应参加喷药工作，用药后必须划出保护范围，设置安全告示和警示牌。

9、喷药工作结束后，工作人员应及时更换干净衣物和洗澡，及时清洗用药工具，且严禁在自然水源中清洗，或向排水系统中倾倒清洗液。

10、倡导人工防治，采用人工刮除虫体、摘除越冬蛹（茧）和树干刷白等手段，清除越冬虫源，切断病虫生活周期链，减轻和控制来年为害程度。

11、倡导生物防治，注意保护天敌，利用或引进天敌，控制病虫害发生。

12、倡导物理防治，利用光、热、电、湿度和放射能、声波等措施，减轻植物病虫害的危害程度。

（九）树木浇水

乔灌木等复绿植被灌溉水质满足《城市污水杂用水标准》（GB/T 18920-2002）等标准，部分果树需满足《无公害 热带水果产环境地条件》（NY5023-2002）要求。

无论天气如何，任何植物均应栽植完成后即灌一次足量定根水。灌定根水时，水压不宜过大，避免直接冲刷土球造成根系外露，并注意保护和修复集水圈，可分多次浇水，要求土球及土壤吸足水分，并适量喷洒树干及枝叶，一般隔1天浇第二次水，再隔2天浇第三次水。

根据场地实际情况，方案在治理区在项目区修筑两个100m³蓄水池，以便旱季浇水，储水不足时采用水车运水浇灌，确保造林成活率。

（十）植物常规修剪要求（养护期）

1、一般要求

a) 常绿植物可在生长期进行修剪，落叶植物应在11月-12月修剪；更新修剪应在休眠期进行，其中开花植物应在花凋谢后两周内修剪；绿篱、片植、树球等修剪应在每年的5月上旬至8月底进行；适时进行寄生植物的修剪；

b) 抗寒性差的、易抽条的树种宜于早春进行修剪；有严重伤流和易流胶的树种，修剪应避开生长季和落叶后伤流严重期；植物在发芽萌动后除特殊情况下不应重修剪；

c) 在主干上修剪不留叉，剪口平滑，不应撕裂表皮，截除干径在2cm以上的枝干应及时涂抹绿色保护剂；

d) 幼龄树应逐年修剪主干下部的侧枝，提高分枝点，达到规定的分枝点高度；

e) 不以观果为目的的树木结果后可适量疏枝、疏果；

f) 存在安全隐患需要截顶的乔木，修剪部分不应超过自身高度的1/3。

2、常绿阔叶乔木修剪要求如下：

- a) 凡主干强的树种（如：银桦、香樟等），应促进主干生长。早春及时抹芽，不同季节及时剪除交叉枝、并生枝和枯死枝；
- b) 凡主干不强或不明显的树种，可按定干高度选留 3-5 个健壮、分布均衡、斜向生长的枝条为主枝，在保持自然树型、冠型条件下，及时剪除树木的徒长枝、交叉枝、并生枝、下垂枝、萌孽枝、病虫枝及枯死枝；
- c) 进行枝条短截时，保留剪口芽应向所需方向生长，剪口位置应在剪口芽上 1cm 处；
- d) 因特殊原因必须对树木进行强剪时，修剪部位应控制在主干分枝点以上；
- e) 行道树初植第一分枝点高度为 250cm，通过逐年修剪提升并控制在 300 cm 左右；
- f) 树木修剪时一般应保持自然树形，多主尖时应选留理想主尖，其余竞争枝、向内向上侧枝应予短截。主尖如已损坏，则应选最上轮一健壮主枝扶直，将顶轮其余枝条重剪，其下一轮枝轻剪。偏冠树应将侧向生长太强的主枝及侧枝去大留小，或截去太强的领导枝。一面枝条缺少，可用绳索牵引两侧枝条，补其枝条空档。

3、常绿针叶乔木修剪要求如下：

- a) 主轴生长优势的松柏类、杉类等针叶树（如：云南松），应保持自然树形，保护中央领导枝，只剪除病虫枝、枯死枝；
- b) 修剪簇生或轮生枝，应先修剪部分枝条，待修剪枝条剪口愈合后方可修剪其余部分；
- c) 塔柏等针叶树一般不剪侧枝，保持自然树型；
- d) 针叶树整形修剪应错开春梢和秋梢生长旺盛期。

4、落叶乔木修剪要求如下：

- a) 有明显主干的树种（如：滇朴、香樟等）应保持中央领导枝，若原中央主干受损、折断，应利用顶端侧枝重新培养新的主干，及时清理交叉枝、轮生枝、枯死枝等；

- b) 无明显主干、枝条茂密的落叶乔木，可对主干的侧枝进行适当短截或疏枝，保持自然树形；
- c) 孤植、丛植或群落种植的树木，应根据树木习性和形成自然的景观效果进行整形修剪。

6.4.5 截排水工程

1、截排水沟设计

设计在项目场地内设置截排水系统，将项目场地内水体引入进场公路排水沟中。外围新建截排水沟采用底宽 0.5m，高度 0.5m 矩形结构断面，整个场地共修建外围截排水沟长 670m。

(1) 截排水沟设计依据

地表排水工程设计最首要的设计标准是降雨标准（包括暴雨重现期和降雨历时标准）、排水沟的超高标准。

降雨标准

根据气象统计资料，设计考虑 20 年一遇的暴雨强度作为设计标准，本次设计降雨标准为：设计暴雨（20 年一遇暴雨）强度为 58mm/h，校核暴雨（50 年一遇暴雨）强度为 100.4mm/h。为减少雨水对地表的冲刷，方案进行地表截排水工程设计。

超高标准

截排水沟超高标准定为：设计和校核情况下均不低于 0.2m。

(2) 地表截排水工程布置

防止地表流水对场地的侵蚀及地表水下渗填土区，设计在场地内设置截排水系统，将场地内水体引入进场公路排水沟中。设计截排水明沟长 670m，具体布置见工程平面布置图。

(3) 地表截排水沟水力设计

①产流分析

项目场地主要成分为含碎石粉质粘土，当降雨落在坡面上时，大部分的降雨并不立即产生表面径流，主要消耗于下渗和蒸发。但考虑到该场地后部汇水

坡度较陡，降雨强度大、历时短等特征都使下渗强度减小。在设计暴雨强度为38mm/h，必然超过下渗强度，可以形成一定量的地表径流。在设计确定场地排水流量时，仅考虑少量的地表水下渗和蒸发。

②地表汇流量计算

地表截排水工程设计频率，地表汇水流量计算，采用小汇流面积设计流量公式和渠道过流量计算。

$$\text{当 } F < 3 \text{ km}^2 \text{ 时} \quad Q_p = 0.278 \phi S_p F$$

式中：Q_p--设计频率地表水汇流量（m³/s）

φ--径流系数（取 0.6）

S_p--设计降雨强度（mm/h）

F--汇水面积（km²）（汇水面积 0.03km²）

表 6-8 截水沟流量表

| 沟名 | 径流系数 φ | 20 年暴雨强度 S _p (mm/h) | 50 年校核暴雨强度 S _p (mm/h) | 汇水面积 F(km ²) | 设计流量 Q _p (m ³ /s) | 校核流量 Q(m ³ /s) |
|------|--------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------|---|---------------------------|
| 截排水沟 | 0.6 | 58 | 100.4 | 0.03 | 0.290 | 0.502 |

③截排水沟水力设计计算

根据沟渠的沟底纵坡率及设计排水量，进行了水利计算和沟渠的水利设计。由于坡面坡降较大，沟渠水流均为急速，在进行渠道水力设计时，消能和跌水控制是首要考虑的因素。由于截水沟渠的修筑材料根据实际施工条件采用浆砌块石，而对于浆砌石渠道，其最大抗冲能力为 10m/s，本设计中截水沟渠的流速设计标准取为 8m/s。

采用匀速流公式计算各项水力要素：

I . 流量

$$Q = \omega v$$

式中：Q——沟渠所通过的流量，m³/s；

ω——沟渠的过水断面积，m²；

v——平均流速，m/s；

II . 过水断面积

$$\omega = bh + mh^2$$

式中：b——端面宽度，m；

h ——水流深度, m;

m ——截水沟侧沟壁坡率(矩形时 $m=0$) ;

III. 湿周

$$P = b + kh$$

式中: k ——系数, $k = 2\sqrt{1+m^2}$;

IV. 水力半径

$$R = \frac{\omega}{P}$$

V. 等速流的流速

$$v = c\sqrt{Ri}$$

式中: i ——沟底纵坡率, 以小数表示;

c ——流速系数, $c = \frac{1}{n}R^{\frac{1}{6}}$, n 为糙度系数。

根据以上截排水沟的水力计算, 结合最佳水力断面时的宽深比要求得出如表 5.2-2 所示的沟渠段水利计算及端面设计结果。

表 6-8 截排水沟尺寸设计

| 粗糙系数 n(m) | 沟底纵坡率 i | 设计沟底宽 b(m) | 选定流量的正常水深 h(m) | 过水断面 W(m ²) | 湿周 P | 水力半径 R | 水流流速 V(m/s) | 设计排水沟流量 Q _o (m ³ /s) | 超高水深 | 设计沟深 H(m) | 设计结果 | 校核设计结果 |
|-----------|---------|------------|----------------|-------------------------|------|--------|-------------|--|------|-----------|------|--------|
| 0.019 | 0.06 | 0.5 | 0.3 | 0.15 | 1.10 | 0.14 | 3.64 | 0.51 | 0.2 | 0.5 | 满足 | 满足 |

2、道路排水沟设计

由于场地面积较大, 方案设计将截水沟汇集至道路排水沟, 排出场地, 新建道路排水沟用底宽 0.7m, 高度 0.7m 矩形结构断面, 项目场地修建排水沟长 1770m, 考虑到场地现状, 沟壁采用 C20 砼浇筑, 沟壁厚 0.3m, 沟底厚 0.3m。

道路排水沟过水能力验算与场地截排水沟过水能力验算方法一致, 不再重复描述, 验算结果详见下表。

表 6-9 道路排水沟流量表

| 沟名 | 径流系数 ϕ | 20 年暴雨强度 $Sp(\text{mm}/\text{h})$ | 50 年校核暴雨强度 $Sp(\text{mm}/\text{h})$ | 汇水面积 $F(\text{km}^2)$ | 设计流量 $Q_p(\text{m}^3/\text{s})$ | 校核流量 $Q(\text{m}^3/\text{s})$ |
|------|-------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| 截排水沟 | 0.6 | 58 | 100.4 | 0.08 | 0.774 | 1.34 |

表 6-10 道路排水沟尺寸设计

| 粗糙系数 n(m) | 沟底纵坡率 i | 设计沟底宽 b(m) | 选定流量的正常水深 h(m) | 过水断面积 W(m ²) | 湿周 P | 水力半径 R | 水流流速 V(m/s) | 设计排水沟流量 Q _o (m ³ /s) | 超高水深 | 设计沟深 H(m) | 设计结果 | 校核设计结果 |
|-----------|---------|------------|----------------|--------------------------|------|--------|-------------|--|------|-----------|------|--------|
| 0.019 | 0.06 | 0.7 | 0.5 | 0.35 | 1.70 | 0.21 | 3.64 | 1.61 | 0.2 | 0.7 | 满足 | 满足 |

3、消力池过滤池灌溉水池设计

由于截排水沟沟底坡度在局部地段较大，在此地段需设置消力池（兼沉砂池），共设置 2 个消力池。消力池尺寸为 1.5*1.5m 深 1.2m。采用 C20 混凝土修筑。

在项目区北侧标高+2362m 处设计 100m³ 养护水池 1 个，用于养护高处林地及其他草地尺寸为 5*10m 深 2m。采用 C20 混凝土修筑。

本项目部分土地恢复为旱地，按照 5m³/亩进行补充灌溉，设计修建 100m³ 灌溉水池 1 座，灌溉池尺寸为 5*10m 深 2m。采用 C20 混凝土修筑。

5、排水土沟设计

在废弃工业场地北侧设计开挖 0.5*0.5m 排水土沟 900m 用于截排北部的汇水。

6、排水盲沟设计

为了保证填土台阶的排水，方案设计在 2280m~2300m 标高修建人字形排水盲沟，并与道路排水沟连接，尺寸为上口 2m，下底 0.8m，高 0.8m，采用土工布包围，内部充填 10-20cm 毛石，盲沟中部为直径 150mm 软式透水管，全长 287m。

6.4.6 拦挡及其他工程

1、挡墙工程

(1)、挡墙布置

场地回填区，整平后后西部存在一个高差 1.5m 的缺口，长度约 25m，方案设计在西部缺口处修建共计 25m 长，出土 2.0m 的护脚墙一座。

(2)、挡墙设计

护脚墙身高 3m，为仰斜式挡墙，基础开挖深度为 1.00m，出土 2.00m，墙顶宽 1.00m，面坡坡比 1:0.3，背坡坡比 1:0.1，墙趾台阶为 0.3m，墙底倾斜坡率: 0.5:1。设计长度共计 25m。挡墙采用 C25 混凝土浇筑，每 10.0m 布设沉降缝，缝宽 2cm，以墙底为基准孔高于墙底 20cm 按 2.0m 间距设置一排泄水孔，泄水孔截面为泄水孔采用 Φ 100PVC 水管，坡率为 5%，墙后铺设 20cm 宽的碎石反滤层，反滤层底部铺设 20×50cm 的粘土隔水层。

采用北京理正公司岩土系列软件 5.6 版中挡土墙设计模块计算，其计算参数及结果详见“计算书”。

表 6-13 拦渣挡墙断面尺寸

| 挡墙名称 | 高度(m) | 出土(m) | 顶宽(m) | 长(m) | 背坡 | 面坡 |
|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| 护脚墙 | 3 | 2 | 1.0 | 18 | 1:0.3 | 1:0.1 |

(3)、挡墙的稳定性验算

由于挡墙主要作为拦挡填土使用，挡土墙采用 1.30 倍主动土压力作为设计推力进行设计计算。

①重力式挡墙的抗滑移稳定性应按下式验算:

$$\frac{(G_n + T_{an})\mu}{T_{at} - G_t} \geq k$$

式中: $G_n = G \cos \alpha_0$ 垂直于墙基面每延米的自重、扬压力和浮力值(kN/m);

$G_t = G \sin \alpha_0$ 平行于墙基面每延米的自重、扬压力和浮力值(kN/m);

T 设计推力值 (本段挡墙验算采用 $1.10 \vec{E}_a$ 作为设计推力)

$T_{at} = T_a \sin(\alpha - \alpha_0 - \delta)$ 垂直于墙基面每延米的设计推力值(kN/m);

$T_{an} = T_a \cos(\alpha - \alpha_0 - \delta)$ 平行于墙基面每延米的设计推力值(kN/m);

α_0 ——挡墙基底倾角(°);

α ——挡墙墙背倾角(°);

δ ——岩土对挡墙墙背摩擦角(°)，本段挡墙验算取饱和状态下粉质粘土内摩擦角 16°。

μ ——岩土对挡墙基底的摩擦系数，本段挡墙验算取 0.5。

k 一般取为 1.3。

式中未列入被动土压力。

② 重力式挡墙的抗倾覆稳定性应按下式验算。

作用于墙背推力按 $1.30 \bar{E}_a$ 确定，其计算表达式如下：

$$k_c \geq \frac{\sum M_y}{\sum M_0}$$

式中： $\sum M_y$ 稳定力系对墙趾的总力矩 (kN.m)；

$\sum M_0$ 倾复力系对墙趾的总力矩 (kN.m)；

k_c 抗倾覆稳定安全系数，一般 1.5。

③ 挡墙验算结果

挡墙挡墙滑移验算满足： $K_c > 1.300$ ；倾覆验算满足： $K_0 > 1.400$ ，设计的挡墙达到规范的要求；设计的挡墙达到规范的要求。计算过程详见《治理工程设计计算书》

2、封禁工程（警示牌）

在治理区采石坑采坑附近，设置警示牌，对欲进入该区域的行人起到警示作用，共计设置 50 块警示牌，711m 长 1.8m 绿色铁丝围栏。

3、道路系统

项目区主干道道路宽 8m，设计长度为 1440m，铺设面积 $11520m^2$ 。项目新建一条临时道路与空港大道连接，长度 2.8km，铺设面积 $26014m^2$ ，优化后路床采用 60cm 碎石压实，路面铺筑 20cm 厚砂石路面。新建临时道路剥离表土延道路两侧堆放。



警示牌意向图

6.5 监测与管护工程

6.5.1 边坡稳定性监测

项目边坡变形监测主要包括施工安全监测和防治效果监测，施工安全监测应在边坡施工过程中进行实时监测，以了解由于施工扰动等因素对边坡的影响，并及时指导工程实施，调整工程部署，安排施工进度等。边坡治理效果监测应将结合施工安全和长期监测进行，以了解边坡治理后的变化特征，时间长度不小于1个水文年，数据采取时间间隔为7d-10d，在暴雨季节应加密观测次数。

6.5.2 生态修复工程监测

对生态修复工作采取的工程措施及生物措施效果进行监测。包括林地及边坡植物生长状态、保证其成活率监测等。

6.5.3 监测点的布置

为及时了解整个矿山生态修复的变化情况，根据区内项目分布情况，确定项目重点监测为边坡稳定性、植物生长状态监测。根据矿山主要工程设施、存在的主要地质环境问题及治理工程的分布情况，监测点做以下布置：

1、施工期间监测点布置：

施工期间监测点主要为边坡变形监测及裂缝监测，其中设置18个监测点。

植物生长状态监测在施工期间主要以巡视为主，主要统计植被生长及存活情况。

2、长期监测点（竣工后 2 个水文年）

矿山管理人员兼职监测人员 2 人，对监测点进行监测。

表 6-15 监测点统计及费用计算

| 序号 | 工程项目 | | 单位 | 工程量 | 单价(元) | 合价(元) |
|----|------------|-------------------|-----------------|--------|-------|--------|
| 一 | 变形监测费 | | | | | 142200 |
| 1 | 修复效果监测 | 后期植被生产情况及地表位移变形监测 | 点 | 20*3 年 | 1200 | 72000 |
| 2 | 简易监测 | 项目地表位移、变形 | 点.次 | 30*3 年 | 300 | 27000 |
| 3 | 施工安全监测 | 施工过程中变形测量 | 点.次 | 18*3 年 | 800 | 43200 |
| 二 | 一般监测点 | | | | | 18000 |
| 1 | 一般监测点巡视及记录 | | 点.次 | 30*3 年 | 200 | 18000 |
| 三 | 税金 | | 按以上总费用的 6.77% 计 | | | 10846 |
| 合计 | | | | | | 171046 |

6.5.4 植被管护与监测

本方案设计植物措施管护期为 3 年，管护措施为培垄、定株、施肥、水罐车拉水、浇水、喷药等工作。管护面积总计 10.309 公顷。

一、施工期的养护

在植物栽植前到工程竣工验收前，为施工期间的植物养护时期，应对各自植物精心养护管理。绿化栽植工程应编制养护管理计划，并按计划认真组织实施，养护计划应包括下列内容：

- 1、根据植物习性和墒情及时用水罐车拉水、浇水。
- 2、结合中耕除草，平整树台。
- 3、加强病虫害观测，控制突发性病虫害发生，主要病虫害防止应及时。
- 4、根据植物生长情况及时追肥、施肥。
- 5、树木应及时剥芽、去蘖、梳枝整形。草坪应适时进行修剪。
- 6、绿地应保持整洁；做好维护管理工作，及时清理枯枝、落叶、杂草、垃圾。
- 7、树木应加强支撑等措施，做好防强风、干热、洪涝、越冬防寒等工作。

8、植物病虫害防治，应采用生物防治方法和生物农药及高效低毒农药，严禁使用剧毒农药、

9、对生长不良、枯死、损坏、缺株的植物应及时更换或补植，用于更换及补植的植物材料及规格应与原植物种类、规格一致。

二、竣工后的养护

1、在栽植工程结束后开始进入绿化养护工作期，养护等级为二级养护标准。在养护期间建立养护班组，在整个保养期间将根据合同和实际情况进行淋水、松土、除草、修剪、防治病虫害、施肥、防止人为损害及绿化保养措施，对死苗、枯叶，及时清理与补种。

2、确保树木生长旺盛，枝叶健壮、树形美观。无死树、无枯叶残枝。保养中对树木进行修剪时，注意修剪时间，一般在叶芽分化前进行，整形效果要与周围环境协调。根据乔灌木的年龄、品种、生育期及草地的生长状况进行施肥。枝叶生长期以氮为主，磷钾肥为辅，开花结果期以磷钾肥为主，氮肥为辅，肥料切忌肥料裸露。植苗造林的补植应用同龄大苗，补植时间应安排在能够满足造林合同工期和成活率（保存率）要求的期限内。确保植物生长良好，充分体现绿化设计效果。

3、冬季防护措施：

(1) 加强栽培管理，增植树木抗寒能力。在生长期适量施肥、灌水，促进树木健壮生长，使树木内积累较多的营养物质与糖分，可以增强树木的抗寒能力。但秋季须尽早停止施肥，以免徒长，枝梢来不及木质化，反受冻害。

(2) 保护树杆

包裹：入冬前用稻草或草绳将不耐寒树木的主干包起来，由树根起，包裹高度 1.5m 或包至分枝处。

涂白：用石灰水加盐或石硫合剂对主干涂白，可反射阳光，减少树干对太阳辐射的吸收，降低树体昼夜温差，避免树干冻裂。还可以杀死树皮内过冬的害虫。涂白要均匀，不可漏，一条干道树木或成片树木，涂白高度要一致。

4、病虫害防治：

坚持“综合防治，预防为主”的方针和贯彻“防重并治”的原则。做到因病（虫）施治，对症下药。采用生物、化学和物理方法进行综合防治，十分注意保护天敌。正确选用化学药剂，防止给植物造成药害。在有效范围内，使用低浓度农药，注意配用不同农药，以免病虫害产生抗药性。不使用高污染、高残毒和彼此干扰的农药，提高防治效果。严格遵守农药使用技术规程，正确配制药液，控制喷药时间（露水不干不打药，气温过高不打药），顺风喷洒，由远而近，由下而上，不留死角。

5、森林防火

加强看管，严防火源上山是最有效的措施；结合灌溉系统，预留相应的人工取水阀、配备柴油泵，有效预防火灾发生；每年春节、清明两大节是森林火灾的高发期，需要特别注意增加看护人员，防患于未然。

6、浇灌

(1) 植物的浇灌应根据植物对水的生态习性，结合植物的生长季节和气候因素考虑。

(2) 土壤质地轻、保水保肥力差和盐碱偏重的土壤，应少浇勤浇，避免土壤营养物质随动水流失和防止返碱或返盐现象。

(3) 新植树木应在连续 3 年内充足浇灌，土壤保水性差、地被浅根性树种、根系生长缓慢树种，可适当延长充足灌水年限。

(4) 乔木浇灌应筑围树堰，高度不低于 10 cm，直径应在树干胸径 10 倍左右为宜，并做到不跑水、不漏水；乔木周围为铺装的，树堰直径以预留池（槽）为界。

(5) 浇水时，应遵循小水浇灌，重复 2-3 次的原则，避免大水冲刷地表，保持土壤良好结构。

(6) 乔木浇水深度不低于 80 cm，灌木地被浇水深度不低于 40 cm，草本花卉和草坪浇水深度不低于 20 cm。

(7) 人工浇灌时，必须保证浇水管道，水阀和水管不跑水和漏水，浇完后必须关紧关严水阀。

(8) 用水罐车浇灌树木时，应采用缓流往复浇灌，严禁用高压水流冲灌，免冲倒树木、冲毁树堰、冲刷表土、破坏土壤良好结构。

(9) 根据云南的气候特点，冬季雨雪天气期间，原则上不提倡浇灌“防冻水”的方法，确需采用时，应判明天气，在极端温度来临前当天进行，尽量采取浸泡的方法，浇足浇透。融冻天气时，若遇天气突然转晴升温，可适当采用雾状喷水，避免快速升温造成植物组织蛋白对叶面进行伤害，但应少量多次。

(10) 冬季时节，应结合植物喜水性，进行“扣水”的浇灌原则，避免冬季植物根系活力相对微弱的情况，导致根系阴冷潮湿而出现“窒息”的伤害和植物死亡现象。

7、排涝

(1) 在雨季，应重视植物的排涝工作，避免植物因涝而死。

(2) 绿地排涝可采用开沟、埋盲管或盲沟、侧旁挖坑或打孔等措施；针对排水不畅通的树木，必要时可采用侧旁挖集水坑，配合人工或机械抽水的措施。

(3) 较大阵雨或暴雨后，要及时进行深翻松土，促进水分挥发，增加土壤透气性，避免树木出现根涝或根烂现象。

(4) 植物养护中，应根据土壤酸碱度及时采用肥料，土壤调节剂进行土壤的改良。

8、监测

在养护周期内选取适当样方，对样方内的树木进行监测，主要监测植被的生长情况，包括成活率、郁闭度、胸径、高度等参数，每季度监测一次并记录数据。

6.5 主要建设工程量

本项目位于昆明市官渡区大板桥街道沙井社区，为历史遗留的昆明中天宏能商品混凝土有限公司野毛冲石灰岩矿露天开采形成的废弃地，针对治理区进行生态功能修复。主要设计内容包括治理区土壤重构工程、植被重建工程、灌溉水源工程、配套截排水沟修建工程、及监测管护工程等。

具体工程量汇总见下表：

表 6-16 矿山生态修复工程量汇总表

| 野毛冲生态修复项目优化方案工作量汇总表 | | | |
|---------------------|----------------|-----------------|--------|
| 序号 | 工程或费用名称 | 单位 | 数量 |
| 1 | 排险+清渣工程 | | |
| 1.1 | 坡面石方开挖（机械配合人工） | m ³ | 225800 |
| 1.2 | 地表清理废渣（机械配合人工） | m ³ | 187607 |
| 1.3 | 清理危岩体 | m ³ | 3721 |
| 2 | 覆土回填工程 | | |
| 2.1 | 土夹石压实 | m ³ | 91826 |
| 2.2 | 机械回填土方 | m ³ | 107038 |
| 3 | 土地平整工程 | | |
| 3.1 | 砌体拆除工程 | | |
| 3.1.1 | 拆除水泥浆砌石 | m ³ | 65 |
| 3.1.2 | 自卸汽车运送石渣 1km | m ³ | 65 |
| 3.2 | 地表整平（机械配合人工） | m ² | 133291 |
| 3.4 | 播撒绿肥 | hm ² | 1.4673 |
| 4 | 截排水工程 | | |
| 4.1 | 截排水沟 | | |
| 4.1.1 | 土方开挖 | m ³ | 2948.1 |
| 4.1.2 | C20 混凝土壁 | m ³ | 877.4 |
| 4.1.3 | C20 混凝土底 | m ³ | 810.9 |
| 4.1.3 | 伸缩缝 | m ² | 168.83 |
| 4.1.4 | 模板 | m ² | 4722 |
| 4.2 | 沉砂池灌溉水池养护水池 | | |
| 4.2.1 | 土方开挖 | m ³ | 283.58 |
| 4.2.2 | 石方开挖 | m ³ | 77.3 |
| 4.2.3 | 土方回填 | m ³ | 66.62 |
| 4.2.4 | C20 混凝土壁 | m ³ | 160.09 |
| 4.2.4 | C20 混凝土底 | m ³ | 70.41 |
| 4.2.5 | 模板 | m ² | 124.32 |
| 4.3 | 排水盲沟 | | |

| | | | |
|-------|----------------------------|-----------------|---------|
| 4.3.1 | 挖掘机挖土(一、二类土) | m ³ | 322 |
| 4.3.2 | 土工布 (400g/m ²) | m ² | 1378 |
| 4.3.3 | 碎石回填 (1-5cm) | m ³ | 322 |
| 4.3.4 | Φ150 软式透水管 | m | 287 |
| 5 | 拦挡工程 (含挡墙及堡坎) | | |
| 5.1 | 土方开挖 | m ³ | 130.87 |
| 5.2 | C25 毛石混凝土 (1:3) | m ³ | 115 |
| 5.3 | 模板 | m ² | 140 |
| 5.4 | 土方回填 | m ³ | 20 |
| 5.5 | 伸缩缝 | m ² | 11.5 |
| 5.6 | Φ100PVC 水管 | m | 62.5 |
| 5.7 | 碎石反滤层 | m ³ | 10.25 |
| 5.8 | 干砌石 | m ³ | 242.52 |
| 6 | 植被恢复工程 | | |
| 6.2 | 种植藏柏 (胸径 2-3cm 土球≥30cm) | 株 | 10955 |
| 6.3 | 种植旱冬瓜 (胸径 2-3cm 土球≥30cm) | 株 | 8023 |
| 6.4 | 种植油麻藤 | 株 | 3722 |
| 6.5 | 种植常春藤 | 株 | 3856 |
| 6.6 | 播撒戟叶酸模 20g/m ² | hm ² | 3.1042 |
| 6.7 | 播撒草籽 12g/m ² | hm ² | 12.2674 |
| 6.8 | 护育管理 | hm ² | 12.2674 |
| 7 | 其他工程 | | |
| 7.1 | 警示牌 | 个 | 50 |
| 7.2 | 1.8m 绿色铁质拦网 | m | 711 |
| 8 | 道路系统 | | |
| 8.3 | 路床压实 | m ² | 37534 |
| 8.4 | 60cm 碎石路基 | m ² | 37534 |
| 8.5 | 20cm 砂石路面 | m ² | 37534 |

第七章 设计工程预算

7.1 编制说明

7.1.1 预算编制原则和依据

- 1、中华人民共和国财政部、中华人民共和国自然资源部，财建[2001]330号《新增建设用地土地有偿使用费财务管理暂行办法》；
- 2、中华人民共和国自然资源部，国资发[2000]282号《土地开发整理项目资金管理暂行办法》；
- 3、《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1012-2000）；
- 4、云南省自然资源厅、云南省财政厅《土地开发整理项目预算编制暂行规定云南省补充编制规定》（2016），以下简称《编规》；
- 5、云南省自然资源厅、云南省财政厅《土地开发整理项目预算定额云南省补充定额》（2016），以下简称《补充预算定额》；
- 6、云南省自然资源厅、云南省财政厅《土地开发整理项目施工机械台班费定额云南省补充定额》（2016），以下简称《机械台班补充预算定额》；
- 7、全国各地区工资区类别表；
- 8、《住房公积金管理条例》；
- 9、《云南省劳动和社会保障厅文件》云劳社办[2005]231号；
- 10、《云南省建设工程材料及设备价格信息》（2021年03月）；
- 11、《云南省国土资源厅、云南省财政厅关于土地整治工程营业税改增值税计价依据调整过度实施方案的通知》云国土资[2017]232号；
- 12、财政部 国土资源部 环境保护部关于推进山水林田湖生态保护修复工作的通知（财建[2016]725号）；
- 13、财政部 国土资源部 环境保护部关于印发《重点生态保护修复治理专项资金管理办法》的通知（财建[2016]876号）；
- 14、《国土资源部 工业和信息化部 财政部 环境保护部 国家能源局关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见》
- 15、《自然资源部关于探索利用市场化方式推进矿山生态修复的意见》（自

然资规[2019]6号)；

16、《云南省自然资源厅关于加快推进历史遗留矿山生态修复工作的通知》(云自然资[2020]60号)；

17、《云南省财政厅 云南省自然资源厅关于提前下达2021年重点生态保护修复治理资金预算(第二批)的通知》(云财资环[2020]112号)；

18、《云南省住房和城乡建设厅关于重新调整云南省建设工程造价计价依据中税金综合税率的通知》云建科函[2019]62号。

7.1.2 人工单价、材料单价、机械台班单价的计算依据

1、本项目人工单价按全国各地区工资区类别表划分为六类工资区，养老保险甲类工按《云南省劳动和社会保障厅文件》云劳社办[2005]231号相关规定，取费费率为20%，住房公积金按《住房公积金管理条例》规定，取费费率为5%。经计算分别为52.05元/工日和39.61元/工日。

2、本项目材料预算价格参照《云南省建设工程材料及设备价格信息》(2025年7月)及当地物价计列。根据规划设计报告中“建筑材料”章节的描述，主要材料的预算价格见后附表(已含运杂费、保险费、采购及保管费)。

3、施工机械台班单价

本项目执行土地开发整理项目施工机械台班费定额(2016)按一、二类费用分别计算。二类费用中：人工按甲类工计取；

施工用电：0.72元/度；

施工用水：3.81元/m³；

风 价：0.14元/m³。

7.1.3 指标、定额、费用计算标准及依据

根据《编规》的规定，项目预算由工程施工费、设备费、其他费用(包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费、拆迁补偿费)和不可预见费组成。在计算中，以元为单位，取小数点后两位计到分。

1、工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。

1)、直接费

包括直接工程费和措施费

(1) 直接工程费

直接工程费由人工费、材料费和施工机械使用费组成。

人工费=定额劳动量(工日)×人工预算单价(元/工日)

材料费=定额材料用量×材料预算单价

施工机械使用费=定额机械使用量(台班)×施工机械台班费(元/台班)

人工费定额：依据《编规》的有关要求，人工费按技术等级分甲类工、乙类工共两类计取。

材料费定额：材料消耗量依据《预算定额》计取。

施工机械使用费定额：依据《机械台班定额》标准计取。

(2) 措施费

包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费（该费用本项目不涉及）、施工辅助费和特殊地区施工增加费（该费用本项目不涉及）。

依据《编规》规定，措施费取费标准以直接工程费为基数，取费费率详见表 6-1。

表 6-1 项目措施费取费费率表

| 序号 | 工程类别 | 计算基础 | 临时设 施费费 率 (%) | 冬雨季施 工增加费 费率 (%) | 施工辅 助费 (%) | 安全施 工措施 费 (%) | 措施费率 (%) |
|----|-------|-------|---------------------|------------------------|---------------|---------------------|---------------------|
| | | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5)=(1)+(2)+(3)+(4) |
| 1 | 土方工程 | 直接工程费 | 2 | 1.1 | 0.7 | 0.2 | 4 |
| 2 | 石方工程 | 直接工程费 | 2 | 1.1 | 0.7 | 0.2 | 4 |
| 3 | 砌体工程 | 直接工程费 | 2 | 1.1 | 0.7 | 0.2 | 4 |
| 4 | 混凝土工程 | 直接工程费 | 3 | 1.1 | 0.7 | 0.2 | 5 |
| 5 | 农用井工程 | 直接工程费 | 3 | 1.1 | 0.7 | 0.2 | 5 |
| 6 | 其他工程 | 直接工程费 | 2 | 1.1 | 0.7 | 0.2 | 4 |
| 7 | 安装工程 | 直接工程费 | 3 | 1.1 | 1 | 0.3 | 5.4 |

注：1) 冬雨季施工增加费以直接工程费为计费基数，费率为 0.7~1.5%，本项目有部分工程在冬雨季施工，因此，费率取中值，为 1.1%；2) 施工辅助费以直接工程费为计费基数，其中，安装工程的费率为 1.0%，建筑工程的费率为 0.7%；3) 安全施工措施费以

直接工程费为计费基数，其中，安装工程的费率为 0.3%，建筑工程的费率为 0.2%。

2)、间接费

依据《编规》规定，按工程类别不同，其取费基数和费率如表 7-2 所示：

表 7-2 项目间接费取费费率表

| 序号 | 工程类别 | 计算基础 | 间接费费率 (%) |
|----|-------|------|-----------|
| 1 | 土方工程 | 直接费 | 5.45 |
| 2 | 石方工程 | 直接费 | 6.45 |
| 3 | 砌体工程 | 直接费 | 5.45 |
| 4 | 混凝土工程 | 直接费 | 6.45 |
| 5 | 农用井工程 | 直接费 | 8.45 |
| 6 | 其他工程 | 直接费 | 5.45 |
| 7 | 安装工程 | 人工费 | 65 |

3)、利润

利润是指施工企业完成所承包工程获得的盈利，依据《编规》规定，费率取 3%，其计费基数为直接费和间接费之和。

$$\text{利润} = (\text{直接费} + \text{间接费}) \times 3\%$$

4)、税金

依据云南省住房和城乡建设厅云建科函[2019]62 号计取。

$$\text{税金} = (\text{直接费} + \text{间接费} + \text{利润} + \text{材料价差}) \times \text{税率 } 9\%.$$

本项目不存在设备购置，因此不计取此项费用。

2、其它费用

其它费用由前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费、竣工验收费和业主管理费组成。

1)、前期工作费

前期工作费指项目在工程施工前所发生的各项支出，包括专项报告编制费、勘察费、方案设计费、优化设计费等。

2)、工程监理费

工程监理费是指项目承担单位委托具有工程监理资质的单位，按国家有关规定对工程质量、进度、安全和投资进行全过程监督与管理所发生的费用。依据《编规》规定，工程监理费以工程施工费和设备购置费之和为计费基数，采

用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

3)、拆迁补偿费

拆迁补偿费是指土地开发整理项目实施过程中，针对零星房屋拆迁、林木及青苗损毁等所发生的补偿费用，本项目共租地 272.6 亩，依据《云南省昆明空港经济区管理委员会关于印发云南省昆明空港经济区(大板桥街道)集体土地征收和房屋拆迁安置工作指导意见试行)的通知》云空港管通(2022)22 号文，项目共租三年，5000 元/亩/年，共产生租地费 408.89 万元，目前该费用已经全额支付给土地所在村委会。

4)、竣工验收费

竣工验收费是指土地开发整理项目工程完工后，因项目竣工验收、决算、成果的管理等发生的各项支出。包括工程复核费、工程验收费、项目决算编制与审计费、整理后土地重估与登记费、标识设定费。

按《编规》相关规定，各项费用计算说明如下：

(1) 工程复核费

本项目不计项目工程复核费。

(2) 工程验收费

工程验收费以工程施工费和设备购置费之和为计费基数，采用差额定率累进法计算。计算公式为：工程验收费=（工程施工费+设备购置费）×费率。

(3) 项目决算编制与审计费

项目决算编制与审计费以工程施工费和设备购置费之和为计费基数，采用差额定率累进法计算。计算公式为：项目决算编制与审计费=（工程施工费+设备购置费）×费率。

(4) 整理后土地重估与登记费

本项目不计项目土地重估与登记费。

(5) 标识设定费

标识设定费以工程施工费和设备购置费之和为计费基数，采用差额定率累进法计算。计算公式为：标识设定费=1+（工程施工费+设备购置费）×费率。

5)、业主管理费

业主管理费是指项目承担单位为项目的立项、筹建、建设等工作发生的费用，业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费和竣工验收费之和为计费基数，采用差额定率累进法计算。计算公式为：
业主管理费= (工程施工费+设备购置费+前期工作费+工程监理费+拆迁补偿费+竣工验收费)×费率。

4、不可预见费

不可预见费是指在施工过程中因自然灾害、设计优化及其他不可预见因素的变化而增加的费用。

5、管护费

本方案设计植物措施管护期为3年，管护措施为补植、培壅、定株、施肥、浇水、喷药等工作。本项目由施工单位进行管护，计入工程施工费。

7.2 投资预算

本项目总投资2025.41万元，其中建筑工程费用1274.25万元，其他费用692.15万元，不可预见费58.99万元。详见《预算书》

表 7-1 工程预算总表

单位：万元

项目名称:野毛冲矿山生态修复项目 项目规模(公顷):18.3446 金额单位:万元

| 序号 | 工程或费用名称 | 预算金额 | 各项费用占总费用的比例(%) |
|----|---------|---------|----------------|
| | | | (3) |
| 一 | 工程施工费 | 1274.25 | 62.91 |
| 二 | 设备购置费 | 0.00 | 0.00 |
| 三 | 其它费用 | 692.15 | 34.17 |
| 四 | 不可预见费 | 58.99 | 2.91 |
| 总计 | 总投资 | 2025.41 | 100.00 |

7.3 资金筹措

项目预算总投资 2025.41 万元，资金筹措方式为云南航都综合开发有限公司自筹，筹措方式主要为优化后可销售得到 684.68 万元、下发图斑内增加耕地指标 1.4673 公顷，按每亩 15 万元的价格，可销售得到 330.14 万元，其余 1010.59 万元通过其他途径筹措。项目修复区面积为 18.3446 公顷，除去收益部分，本项目实际投资金额 1010.59 万元，修复成本为 3.67 万元/亩（55.09 万元/公顷），满足新区总体指标值要求。

第八章 效益评价

8.1 生态环境效益

本次矿山环境治理工程实施后产生的生态环境效益是最主要的效益，也是最直接的效益。通过实施，实现了矿区周围水土保持、生态系统的保护和改善，对污染物排放产生削减等，全面改善了矿区及周边的生态环境；在区域内实现了生态文明，为区域内社会经济长期稳定可持续发展创造了条件。

优化后本区矿山环境治理工程治理面积约 18.3446hm^2 ，比原设计 18.173 hm^2 增加 0.1716hm^2 ，通过治理，可将采矿产生的裸露岩质边坡进行大面积复绿，恢复林草地约 11.8618hm^2 ，比原设计 10.9595hm^2 增加了 0.9023hm^2 ，且采用植物工程措施后，可确保植被成果率高于 80%，可大幅减少地表水径流量，减少地表水对地表的直接冲刷带来的水土流失；增加地表水体的下渗量和土壤的水体涵养量，对地下水的补给也将随之增加，很大程度上改变脆弱的生态系统，对区域生态修复具有重要作用，整体上改善矿山周围的生态环境。

8.2 社会效益

本次昆明市历史遗留矿山野毛冲采石场矿山环境治理恢复工程的实施将消除对应矿山开采带来的各类环境问题，如不稳定斜坡、滑坡、弃渣边坡等地质灾害带来的危害；可以使该区域生态植被得到全面恢复，昆明市生态环境将会得到进一步改善。

(1) 治理工程的实施矿区水土流失和固体废弃物污染将得到遏制，景观环境全面提升。

(2) 治理工程的实施可减少地质灾害对当地居民生产生活的威胁，避免了当地居民遭受地质灾害的危害，使恶劣的矿山环境条件得到改善。

(3) 项目的实施可消除城市建设与矿山开发之矛盾，彻底解决由于矿山恶化的环境问题及地质灾害给城市发展建设带来的影响。

(4) 项目实施将能改善矿区居民的生活环境条件，为当地居民的生活、生产提供了有利的安全保障，解决了矿山开发与居民生产生活之间的矛盾。

8.3 经济效益

治理工程实施以后，减小了地质灾害、矿山灾害发生带来的损失；通过治理工程的实施将大幅提高治理区内植被覆盖面积，提高地下水补给涵养量，改善昆明市城市和宾南高速面山区域的地貌景观；清除区域内矿区污染源，减轻地下水资源与土壤的污染，进而改善矿山周围水域水体质量；治理工程同时有效提高土地利用价值，促进资源开发与环境保护协调发展、使矿区及周边地区人民群众的生产生活环境得到明显改善。

治理工程实施后，可以大大增加矿区地表植被覆盖率，利于保护和逐步恢复矿区及周围的自然生态环境，使矿山减少“疮疤”，有效的防止水土流失，减轻地表径流的破坏作用，减少地质灾害的发生，环境效益显著。治理工程的实施将促进人与自然的和谐发展，真正实现“绿水青山就是金山银山”的发展理念。

根据《自然资源部关于探索利用市场化方式推进矿山生态修复的意见》（自然资规[2019年6号]）文件第6条“对地方政府组织实施的历史遗留露天开采类矿山的修复，因削坡减荷、消除地质灾害隐患等修复工程新产生的土石料及原地遗留的土石料，可以无偿用于本修复工程；确有剩余的，可对外进行销售，由县级人民政府纳入公共资源交易平台，销售收益全部用于本地区生态修复，涉及社会投资主体承担修复工程的，应保障其合理收益。”

项目对历史遗留矿山压占、挖损的土地进行修复，对其边坡进行复绿，并考虑治理区的交通位置条件，将边坡以外区域进行平整、覆土后修复为耕地，面积1.4673公顷，新增耕地1.4673公顷比原设计减少3.4529公顷。

原设计治理过程中危岩清理+原有土石料清理共产生废弃石方420767m³（自然方）。可销售得到1070.02万元。优化后可销售得到684.68万元，减少收入385.34万元。

项目回填180.32万m³基坑土，按照7.0元/m³的预估销售价格进行估算可销售得到1262.24万元。优化后无该部分收入。

第九章 施工组织设计

9.1 项目施工方案

9.1.1 施工条件

1、工程用建材及运输条件

砂、石料：

本项目建设区域内砂、石材料储量丰富，完全可就地取材，满足项目建设的要求。

黏土：

可利用矿坑边坡顶部未损毁土地开挖前表土剥离产生的黏土，不足的外购土方作为平台及坡地覆土，整体满足项目建设的要求。

其它主材：

均可在滇中新区或昆明市城区直接购买，汽车运输到工地（运距 36km）。

2、施工条件

交通条件：

空港大道从项目治理区西侧穿过，距治理区约 2km，现状有农村道路通往治理区，并且本项目设计一条施工便道，坐标见项目区红线范围及推荐进场路线坐标图，项目施工交通便利。

用水、用电条件：

本项目离昆明市区较近，周边主路网已建设完成，工程用水、用电可保证供应充足。

9.1.2 施工准备

9.1.2.1 施工准备说明

施工准备的过程，是对整个工程战略全局的把握过程，施工前期准备工作
的量化、细化、条理化和系统化，可为今后的施工生产带来事半功倍的效果。

9.1.2.2 施工组织准备

为实现本工程建设的优质、高速、安全、文明、低耗的目标而奋斗，本工
程采用项目部法施工的管理体制。本着高效精干、业务系统化管理和弹性、流
动的原则选聘懂业务、懂技术、会管理的人员组建项目部。

1、施工管理体制的设置原则

- (1) 形成有一定权威性的统一指挥，协调各方面的关系，确保工程按要求顺利完成。
- (2) 根据本工程规模、技术复杂程度等因素建立管理组织。
- (3) 采用项目管理体制的同时，经济合同手段辅助部分行政手段，明确各方面责、权、利。

2、项目部法施工

在本工程施工中实施项目部法施工的管理模式，组建本工程的项目部，对工程施工全过程的进度、质量、安全、成本及文明施工等负全责。

项目部要以工程项目管理为核心，以优质、高速、安全、文明为主轴，加强动态、科学管理，优化生产要素，精心施工，大力推广先进施工技术，在创质量优良的同时，力争提前完成施工任务。在推行项目法施工的同时，从文件控制、材料采购到产品标识、过程控制等过程中，切实执行工 S09002 标准和公司质量保证体系文件，达到创优质高效的目标。

3、组建项目部

本工程拟实行项目部法施工管理，项目经理由符合本工程招标要求的本企业员工担任，由项目经理选聘符合本工程招标要求的技术、管理水平高的技术人员、管理人员、专业工长组建项目部。

项目经理对工程项目行使计划、组织、协调、控制、监督、指挥职能、全权处理项目事务，其下设施工部、技术部、材料设备部、质检部、安全部、经营部和后勤部。

4、项目部任务

项目管理层由项目经理、项目总工、技术负责人、安全主管、质量主管、材料主管、保卫主管、机械主管和后勤主管等成员组成，在建设单位、监理单位和公司的指导下，负责对本工程的工期、质量、安全、成本等实施计划。组织、协调、控制和决策，对各生产施工要素实施全过程的动态管理。

项目部对工程项目进行计划管理。计划管理主要体现在工程项目综合进度

计划和经济计划。

进度计划包括：施工总进度计划，分部分项工程进度计划，施工进度控制计划，设备供应进度计划，竣工验收和试生产计划。

经济计划包括：劳动力需用量及工资计划，材料计划，构件及加工半成品需用量计划，施工机具需用量计划，工程项目降低成本措施及降低成本计划，资金使用计划，利润计划等。

项目部对公司实行经济责任承包。项目内部工程技术管理人员通过岗位目标责任制和行为准则来约束，共同为优质、安全、高速、低耗完成项目任务而努力工作。

9.1.2.3 施工技术准备

工程技术准备阶段包括收集工程资料，详细研究工程项目、工程数量、工艺流程、工艺特点、质量标准、进度要求、图纸文件、设备订货、材料供应等基本情况，为编制施工方案，施工计划提供资料数据。

1、治理区现场准备情况查看

- (1) 熟悉边坡环境、场区地形、工程地质与水文地质特点和施工条件；
- (2) 根据设计图纸在短期内对原地形进行一次全面测量，复核设计图纸上的工程数据（高程、位置）。

2、组织专业人员熟悉图纸

- (1) 对图纸进行自审，熟悉和掌握施工图纸的全部内容和设计意图，形成对工程整体的全面的印象，解决好图纸及现场存在的问题，若发现问题，提前与建设单位、设计单位协商；
- (2) 根据工程内容选派相应的管理和专业技术人员；
- (3) 参加由建设单位、设计单位组织的设计交底和图纸综合会审。

3、做好技术交底准备

本工程每一道工序开工前，均需进行技术交底，技术交底是施工企业技术管理的一个重要制度，是保证工程质量的重要因素。因此，技术部需要提前了解并掌握每道工序的技术要求，通过技术交底使参加施工的所有人员对工程技术要求做到心中有数，以便科学地组织施工和按合理的工序、工艺进行施工。

4、编制施工预算

根据施工图纸，计算分部分项工程量，按规定套用施工定额，计算所需要材料的详细数量、人工数量、大型机械台班数，以便做出进度计划和供应计划，更好地控制成本，减少消耗。

5、编制施工方案

根据设计图纸的内容，确定应收集的技术资料、标准、国家规范、试验规程等内容，做好技术保障工作，编制施工方案，送总工审批，并送交建设单位审核，确认方案的可行性。

9.1.2.4 施工现场准备

(1) 施工便道

施工便道因地制宜，合理修筑，充分利用原采石场道路，以降低成本。合理组织场内交通运输，最大限度的减少场内二次搬运，避免各工种各单位之间的相互干扰；施工道路是保证施工顺利进行的必要条件。

(2) 做好水电配置工作

保证场地“三通一平”，自附近电源引入配电室，供施工用。

(3) 搭设临建

在施工前按照建设单位要求及施工需要搭建办公与生活临时用房及设施。根据该工程的特点，布置施工总平面图，按照总平面图进行定位，进行施工场地清理，修建临时道路、临时用水、用电接到现场。

在满足施工需要和文明施工“双标准化”的前提下尽可能利用原有设施，减少临时设施的建设的投资。

在满足安全文明生产、文明施工场地的要求，生活区与生产区分离布置，生活区可以租用附近民房。

9.1.2.5 施工机械准备

根据工程需要配备足够的施工机械、工具、测量器具和通讯工具是提高施工效率，确保工程质量的重要保证。

9.1.2.6 施工材料准备

1、对招标书要求采购的材料，由项目部采购人员与材料供应商紧密配合，

同建设单位、监理单位共同确定有关主材设备的供应商（厂家）和价格，及时组织订货，对数量多或大型设备，提前与供商定货，组织进场材料时间应注意施工进度计划中材料安装时间及材料生产周期。对甲方供应设备或材料，由项目部列出设备材料的数量、规范要求及到货时间，提供给建设单位，供建设单位组织采购时参考。

2、对本工程中需要使用的测量设备、实验设备和检测设备等，由项目部自行组织，安排好进场时间，同时确保各设备能正常使用。

3、拟配备本工程的试验和检测仪器设备表

9.1.2.7 施工劳动力准备

施工人员均挑选有丰富施工经验和劳动技能的正式工和合同工，分工种组成作业班组，挑选技术过硬、思想素质好的正式职工带班。

1、不同分项工程在不同施工部位，有不同用工情况，分阶段制定有效劳动力需用量计划，保障生产顺利进行。

2、确保施工队伍整体技能与素质，确保特殊工种持证上岗。签定劳务用工合同。

3、为落实施工计划和安全技术责任制，按管理系统逐级进行交底。其中包括：工程施工进度计划和月、旬、周作业计划，各项安全技术措施、降低成本措施和质量保证措施；质量标准和验收规范要求；树立参加该工程建设的使命感和责任感。

9.1.2.8 协调工作的准备

对施工现场及水系进行调查，调查重点为设计阶段尚未发现并在图纸上尚未示现地上地下构筑物、水系、道路。工程占地范围内尚未拆迁的建筑物及其他障碍物，施工中可能危及安全或造成损坏的房屋及其设施，可能危及工程安全的自然灾害及地质灾害，施工用地红线的征收情况等其他问题。

9.1.3 施工测量

1、本工程施工前，先由测量工程师与业主及监理工程师进行测量控制点（包括导线点及水准点）的移交。

2、进入本工程的所有测量技术人员都具备相应的资质与同类工程测量工

作经验，测量工作由主管测量工程师负责，组建测量组，测量组人员由测量工程师、测量技术员、放线工、跑尺员等组成。测量工作开始前将测量方案及测量人员表、测量设备清单交监理工程师认可后方能施工。

3、做好各坐标控制点、标高控制点的测量放线（控制点坐标参照设计方案），按照设计要求进行施工测量放样。

4、在施工允许范围内清表工作完工后，进行原始地形测图工作，经监理工程师认可后作为土石方结算工作的依据，原始地形测量需记录所有开挖区和回填区原状地形图。

5、测量工程师组织测量技术人员用全站仪及水准仪分别将甲方提供的导线点与水准点进行复测，复核后将有关资料及成果报监理工程师认证后才能使用。并做好导线桩的栓桩和水准点的保护。复测原地面纵横断面与设计图进行比较并核实土方量。各控制水准点设在固定坚实不下沉、不被碰动的地物上，使用过程中做到定期复核并规范要求完成闭合差。保证施工质量。

6、用全站仪测出地块控制中线桩，边桩转角桩，构造物控制桩等重要桩志，对永久性标桩加以保护。

7、土石方开挖过程中，中间测量以每半月一次，中间测量以间隔为 1.0m 的等高线间距绘出地形图。中间测量完成后应请监理工程师在场认可。

8、地形图导线桩的控制方法

导线的控制采用全站仪、GPS，进行测量操作。

由于本工程面积比较大，按照设计要求使用大地 2000 坐标系，在此基础上要建立一个方格网，在建立方格网的过程中，点位布置要考虑便于方格网测量和施工定线需要，布设在通道边或空隙处，这样能长期保存。

标桩的制作如下，在标桩的顶点安装一块 10×10cm 的钢板，钢板下面焊有锚固钩，然后将其埋固于桩身混凝土之中，标板上最后标定点位时，在钢板上钻一个直径为 1-2mm 的小孔，通过中心区一个十字线。小孔周围用红漆画一圆圈，使点位醒目。

施工中，在标桩四周打入保护桩，在上面围绕铁丝，对测量标桩加以保护，

防止受毁坏。

9、地形图高程传递及控制

(1) 高程控制方法

在施工场地四周建立水准网，水准网的绝对高程应从建设方提供的水准点进行引测，引用的水准点应经过检查，联系于网中一点，作为推算高程的依据。

为了保证水准网能得到可靠的起算依据，为了检查水准点的稳定性，将建立一个水准基点组，此水准基点分布于场地四周部位，时间或发现有变动的可能时，将全区水准网与水准基点组进行联测，以查明水准点高程是否变动。

(2) 在高程测量施工时，高程的传递采用如下所示方法，架设一吊杆从杆顶向下挂一根钢尺，在钢尺下端吊重锤，重锤的重量应与检定钢尺时所用拉力相同，为了将地面水准点 A 的高程 HA 传递到临时水准点 B 上，在地面水准点和钢尺之间安置水准仪，先在 A 点立尺，测出后视读数 a，然后前视钢尺，测出前视读数 B，接着将仪器搬到坑内，测出钢尺上后视读数 c 和 B 点前视读数 d，则临时水准点 B 之高程按下式计算：

$$H_b = H_a + a - (b - c) - d$$

在传递高程过程中，为了保证精度，可测三次，每次错动钢尺 3cm - 5cm，共测三次，当高差误差不大于 3mm 时，取平均值使用。

(a) 先用水准仪根据固定水准点水平线，在各向上引测处准确地测出相同的起始标高线。

(b) 用钢尺沿竖直方向，向上量至施工层，并划的水平线，各层的标高线由各处的起始标高线向上直接量取，高差超过一整钢尺长时，应在该层精确测定第二条起始标高线，做为再向上引测的依据。

(c) 将水准仪安置到施工层，校测由下面传递补上来的各水平线，误差应在 5mm 以内，在各层抄平时，应后视两条水平线以作校核，为了提高精度，可采用以下几种方法：

(d) 测设水平线时，采用直接调整水准仪的仪器高度，使后视的视线正好对准水平线，前视时直接用红铅笔标出现线视线标点。这样能提高精度 1-2mm。

(e) 测设标高或水平线时，尽量做到前后视距等长。

(f) 水平线向下或向上量高差时，所用钢尺应经过检定，量高差时尺身应直并用标准拉力，同时要进行尺长和温度改正。

(g) 为防止标高（高程）偏差积累数使总高度偏差超限，要严格控制各层标高，不得超限。均应以原起始点传距，尺身保持垂直，整尺传递，绝不能逐层传递，避免积累误差。

(h) 标高施测时，前后视距尽量作到等长，钢尺采用前必须经过计量部门检验合格，在阳光强烈气温比较高时不宜找平，仪器严禁高温，暴晒下工作。

(3) 要求：

(a) 首次观测必须认真仔细，并以同期两次观测决定每个观测点的首次高程；

(b) 观测应在成像清晰气温稳定的气象条件下进行；

(c) 尽量作到前后视距相等、若受环境条件限制无法做到前后视距相等，但前后视距不等差不得大于 10m；

(d) 用于观测的水准仪必须定期检查水准管与视准轴平行的条件是否满足。

10、测量工作中尽可能作到“四定”，即固定人员观测和整理成资料，使用固定的水准仪、水准尺，使用固定的水准点和按固定测点位置转点，按规定日期、方法及路线进行观测。

11、做好观测点布置图及观测记录，工程竣工前将观测值绘成数字地形图。测量资料采用标准测量记录及各种记录表格，保证资料的完整以及内业、外业资料齐全。施工中认真注意收集整理资料，确保竣工后交工资料准确无误。

9.1.4 施工方案

根据工程的特点，现采取下面原则进行施工，工程遵循先地下后地上，先主体后围护，先结构后装饰的原则，划分各个施工阶段：

9.1.4.1 截排水施工方案

(一) 截、排水沟施工技术要求

1、施工工艺

测量放样→基坑开挖→报检→立模→报检→砼施工→拆模→养护

2、施工方法

(1) 测量放样

班组施工某段前通知现场技术人员对平台截水沟的里程段落、结构尺寸、平面位置进行放样，施工班组需要提前准备好木桩、施工线等其他施工用具。放样后班组人员必须对所放桩点做好保护措施。

(2) 基坑开挖

施工班组必须按测量放线进行基坑开挖，保证水沟线形美观、排水顺畅。

(3) 立模

立模前要求施工班组对模板表面进行磨光处理，并涂刷脱模剂，立模时要保证水沟砼厚度符合设计要求。

(4) 混凝土施工

混凝土的坍落度、和易性必须符合设计要求，在混凝土浇筑过程中必须采用小型振捣棒设备对砼进行振捣，混凝土强度为 C20，防渗等级 P6。

(5) 养护

素混凝土的强度达到 85% 后进行拆模，同时采用草袋覆盖洒水养生，并进行回填土。

3、施工技术要求

(1) 截水沟按照设计坡率放线、开挖和浇筑，开挖时防止出现超欠挖，对超挖部分要夯填密实，欠挖部分清挖至设计断面。

(2) 现浇截水沟每间隔 15m 及截、排水沟竖向相对高点（避开竖向相对低点）设一道 2cm 宽的沉降缝，采用沥青麻絮伸缩缝（沥青:水泥:砂子比为 1:1:4）填塞或沥青木板填塞。

(3) 截水沟要随地形合理布置，且尽量设在地形较缓处，出水口要远离路基。

(4) 截水沟纵坡不应小于 0.3%。

(5) 自然山体陡于 1:5 时，必须挖 0.5-1.0m 宽的台阶，回填夯实后方可

修筑截水沟。

(6) 现浇混凝土排水构造物在伸缩缝处铺设 1m 复合土工膜。

(7) 浇筑截水沟处，经人工夯实沟底后方能进行施工。

(8) 侧模内壁模板采用 18mm 胶合板，模板接缝处用细海绵胶条填实，防止漏浆。

(9) 现浇混凝土应分层连续浇筑，采用插入式振捣棒振捣密实，每层浇筑厚度不大于 50cm。

(10) 浇筑完之后应及时进行养护，达到强度后方可拆模。

截水沟位置、断面、尺寸、坡度、材料、复合设计图纸要求，沟渠边坡必须平整、稳定，严禁贴坡，纵坡顺适，沟底平整，排水畅通，无冲刷和阻水现象。不同类型或尺寸的沟渠相接时，应设不小于 4m 的渐变段。

4、安全保护措施

(1) 地表排水工程的施工，首先要按设计要求选定位置，确定轴线，然后按设计图纸尺寸、高程确定基础范围，准确放出基脚大样尺寸，开挖地基，进行修建。

(2) 排水工程施工应遵循先纵后横、自上而下、分段推进的程序，沟道开挖、基础处理、沟道砌筑、回填、夯实等工序应在同一施工段连续完成。开挖土方基坑必须留够稳定边坡，以防滑塌，陡坡地基用夯压加固处理，填方基础必须按规定尺寸分层夯实。

(3) 施工过程中，运料及浇筑人员，一定要高度集中精力，安排专人指挥，防止山上落石伤及自己或他人。

(4) 雨天施工时，应设专人观察，防止山洪爆发造成意外事故。

(5) 挖沟土方不得随意乱弃，必须集中堆放或回填利用。

9.1.4.2 植被措施施工方案

(一) 施工准备

施工单位应熟悉图纸，掌握设计意图与要求，应参加设计交底。

施工单位对施工图中出现的差错、疑问，应提出书面建议，如需优化设计，应按照相应程序报审，经相关单位签证后实施。

施工单位应编制施工组织设计（施工方案），应在工程开工前完成并与开工申请报告一并报予建设单位和监理单位。

施工单位进场后，应组织施工人员熟悉工程合同及与工程项目有关的技术标准。了解现场的地上地下障碍物、管网、地形地貌、土质、控制桩点设置、红线范围、周边情况及现场水源、水质、电源、交通情况。

植物的品种、数量、规格严格按照图纸执行。

（二）苗木的运输及假植

苗木运输量应根据种植量确定，苗木运到现场后应及时栽植。

裸根苗木运输时，应进行覆盖，保持根部湿润。装车运输、卸车时不得损伤苗木。

带土球苗木装车和运输时排列顺序应合理，捆绑稳固，卸车时应轻取轻放，不得损伤苗木及散球。

苗木运到现场，当天不能栽植的应及时进行假植。

珍贵树种和非种植季节所需苗木应在合适的季节起苗并用容器假植。

（三）种植穴、槽挖掘要求

树木与地下管线外缘及树木与其他设施的最小水平距离，应符合相应的绿化规划与设计规范的规定。

栽植穴、槽定点放线应符合设计图纸要求，位置应准确，标记明显。

栽植穴、槽的直径应大于土球或裸根苗根系展幅 40cm-60cm，穴深宜为穴径的 3/4-4/5。穴、槽应垂直下挖，上口下底应相等。

土壤干燥时应于栽植前灌水浸穴、槽。

（四）植物栽植

树木栽植应根据树木品种的习性和当地气候条件，选择最适宜的栽植期进行栽植。

种植的时间选择，一般应选择在蒸腾量小和有利根系及时恢复的时期，落叶树以冬末春初为宜；常绿树以雨季种植为宜。

栽植的树木品种、规格、位置应符合设计规定。

带土球树木栽植前应去除土球不易降解的包装物。
栽植时应注意观赏面的合理朝向，树木栽植深度应与原种植线持平。
栽植树木回填的栽植土应分层踏实。
除特殊景观树外，树木栽植应保持直立，不得倾斜。
树木栽植后应及时绑扎、支撑、浇透水。
草坪地被、花卉及其他植物的栽植均遵照《园林绿化工程施工及验收规范》
CJJ/82 - 2012。

植物与设施管线间的距离严格按照相关国家规范进行施工。

（五）养护管理

根据植物习性和墒情及时浇水。
结合中耕除草，平整树台。
加强病虫害观测，控制突发性病虫害发生，主要病虫害防治应及时。
根据植物生长情况应及时追肥、施肥。
树木应及时剥芽、去蘖、疏枝整形。草坪应适时进行修剪。
绿地应保持整洁；做好维护管理工作，及时清理枯枝、落叶、杂草、垃圾。
对树木应加强支撑、绑扎及裹干措施，做好防强风、干热、洪涝、越冬防寒等工作。
植物（尤其是开花灌木）病虫害防治，应采用生物防治方法和生物农药及高效低毒农药，严禁使用剧毒农药。

对生长不良、枯死、损坏、缺株的园林植物应及时更换或补栽，用于更换及补栽的植物材料应和原植株的种类、规格一致。

9.2 项目实施进度计划

9.2.1 进度安排原则、目标及体系

一、工程总进度安排的原则
1、根据本工程施工现场的自然条件，合理配置生产要素，科学计划安排，精心组织施工，在确保安全、质量的前提下，满足业主对工期的要求。
2、实事求是，量力而行，最大限度的发挥我公司的优势，采取先进、成

熟的技术措施，在提前完工的情况下，保证该工程达到优良水平。

3、统筹兼顾，合理安排工期，组织均衡生产，提高设备、器材利用率，做到少投入，多产出，确保整个工程顺利进行。必要时交叉施工要为下一工序做好准备工作，将各工序之间地相互影响降到最小限度。

二、工程进度计划

方案调整后工程施工拟定 2025 年 7 月开始施工准备工作，2025 年 7 月开工，2025 年 11 月竣工，总工期 120 天。

为确保本工程按要求的工期竣工，我方针对组织实施的各环节、各方面给予高度重视，分别从前期准备、施工过程以及资金、技术、人员、组织管理、材料供应、机械设备等方面着手制订详细的资源供应保障计划与措施，并按工程项目排定工期，实行严格的计划控制，做到预控预测到位、资源配置合理，保障工程供给；做到项目安排合理，穿插有序，以确保整个施工计划的顺利完成。

三、建立完善计划保证体系

建立完善的计划保证体系是掌握施工管理主动权、控制施工生产局面，保证工程进度的关键一环。本项目计划体系将以日、周、月、年和总控计划构成的工期计划为主线，并由此派生出一系列技术保障计划、商务保障计划、物资保障计划、质量检验与控制计划、安全防护计划及后勤保障计划，在各项工作巾作到计划先行，使各项工作管理形成有条不紊、层次分明、深入全面、贯彻始终的特色。

9.2.2 实施进度

按照国家关于加强工程质量的有关规定，本项目要严格执行建设程序，确保前期工作质量，同时对设计、施工以及相关设备、材料采购进行合理安排，做到精心设计，强化施工管理，并对工程实现全面的社会监理，以确保工程质量和安全。结合实际情况，项目的建设严格按照国家基本建设程序进行。

9.2.3 施工顺序及进度计划

为了使治理工程更快、更好、更省的完成，对施工进度的合理安排是相当

必要的。本次施工组织方式采用流水施工，该施工组织方式的最大特点是可以合理利用空间，争取时间，有效地利用资源，从而可达到缩短工期、确保工程质量、降低工程成本、提高施工技术水平和管理水平的目的。

治理工程推荐方案主要措施为“坡面排险+填土工程+土地平整+截排水工程+拦挡工程+植被恢复工程+其他工程”；

确定总工期 120 天（不含养护期），由于部分工程在施工时的相互交叉影响很小，因此可以同时启动这几项工程，初步拟定施工进度如下表 9.2-1：

表 9.2-1 施工进度计划安排表

| 治理工程类型 | 5 日 | 25 日 | 30 日 | 20 日 | 20 日 | 20 日 |
|--------|-----|------|------|------|------|------|
| 进场准备 | — | | | | | |
| 坡面治理 | | — | | | | |
| 土地平整 | | | — | | | |
| 截排水工程 | | | — | — | | |
| 拦挡工程 | | | | — | | |
| 植被恢复工程 | | — | — | — | — | — |
| 其他工程 | | — | — | — | — | — |
| 监测工程 | — | — | — | — | — | — |

9.3 施工安全措施

(1) 施工机械

进入现场的各类施工机械确保完好。大型施工机械组装完毕并由专业人员组织验收通过后，方能挂牌投入使用；机械上的各种保险、限位必须齐全、灵活、可靠。使用电力设备必须有可靠接地和漏电保护装置；机械操作和起重指挥必须由持证上岗人员操作；施工机械、车辆在运行中除应注意自身和机械的安全外，也应注意其它车辆和人、畜的安全；施工机械设备要经常进行检修保养，严禁带病运行。

(2) 排险施工

高边坡清理施工人员必须佩戴好安全帽，系好安全带，绑挂安全带的绳索牢固地拴在可靠的安全桩上，绳索应拉直，不得在同一个安全桩 2 根及以上安全绳拴 2 人以上。高边坡清理施工应设置安全通道；清理边坡突出的块石和整修边坡时，应从上而下顺序进行，坡面上的松动土、石块必须及时清除。严

禁在危石下方作业、休息和存放机具。清理石料工作面应与装运作业面相互错开，严禁上、下交叉作业。施工中如发现山体滑动、崩塌迹象危及施工安全时，应立即停止施工，撤出人员和机具，并报告项目部处理。施工生产区域主要进出口处应设有明显的施工警示标志和安全文明生产规定、禁令。与施工无关人员、设备不得进入施工区。遇雨天、雾天，均停止清理作业，清理作业全过程，下部基础施工暂停。清理工作全过程应在项目部安全员的监督下进行。

（3）施工机具

进入现场的各类施工机具应确保完好，机具上的护罩应齐全、完好，用电机具罩壳和接电线应完好无损，具有有效接地和接零保护，需要由持证人员操作的机具，其它人员严禁动用。

（4）施工用电

按照建设部颁布的《施工现场临时用电安全技术规范》（JG465-88）要求安装线路，采用 TN-S 系统（三相五线制），做到三级漏电保护。施工现场的一切电气作业必须由持证电工操作，所有电器设备必须有可靠的漏电保护装置，孔内照明应采用 36V 以下的安全电压和防水安全矿灯；严禁同一个开关电器直接控制 2 台及 2 台以上用电设备（含插座），严格实行一机一闸制度；所有穿越施工道路的电缆，均采用埋设的方式。

根据不同工程特点，可选择采用绝缘架空的方法规范地架设电线，线路架设必须离地 2.5m 以上。开关、电器、配电箱等装置必须完好无损。带电导线与导线间接头必须绝缘包扎并进行防水处理，带电导线严禁搭、挂、压其它物体，并有漏电保护器。

施工用电架设安全作业要求如下：

- ①线路及接头不许有裸露，应经常检查，发现裸露应立即包扎。
- ②各种过电流保护装置不应加大其容量，不能用任何金属丝代替熔断丝。
- ③电工人员操作时必须戴绝缘手套和穿绝缘胶靴。
- ④在需要接触导电部分时，必须先用测电器检查，确认无误后，才能开始工作，并事先将有关的开关切断封锁，以防误合闸。

⑤一切电器设备的金属外壳或构架都必须进行妥善接地。

（5）防灾

施工现场应注意防火、防毒、防雨、防污，要切实落实防火安全措施，严格执行审批制度，不允许无证用火。焊接作业必须严格遵守“十不烧”规定，必要作业场所配备现场防火监护员。施工现场配备足够的消防器材，并定期检查、维护、更换，以确保其有效性。重点防火部位（如危险品仓库、木工房等），必须要有防火制度牌和明显的严禁烟火标志。定期进行消防安全活动和防火检查，并作好记录，查出问题，落实专人限期整改。

（6）标牌

在每个作业区的显著位置挂设工程概况牌、管理人员名单及监督电话牌、消防保卫牌、安全生产牌、文明施工牌、平面布置图等“五牌一图”，主要施工部位、作业点、危险区主要通道都必须挂有相应的安全禁令牌或告示牌。

9.4 环境保护措施

认真贯彻落实国家有关环境保护的法律、法规和规章及本合同的有关规定，做好施工区域的环境保护工作。工程开工前，编制详细的施工区和生活区的环境保护措施计划。根据具体的施工计划制定出与工程同步的防止施工环境污染的措施，认真做好施工区和生活营地的环境保护工作，防止工程施工造成施工区附近地区的环境污染和破坏。

并专人负责施工区及生活区的环境监测和保护工作，接受监理工程师的指导。积极配合当地环境保护行政主管部门对施工区和生活营地进行的定期或不定期的专项环境监督监测。每月按监理工程师指定的报表内容、格式报送环境月报，报告本月的环境保护工作及环境监测结果。

（1）防止扰民与污染

1) 工程开工前，编制详细的施工区和生活区的环境保护措施计划。施工方案尽可能减少对环境产生不利影响。

2) 与施工区域附近的居民和团体建立良好的关系。对受噪音污染的，事前通知，随时通报施工进展。

- 3) 采取合理的预防措施避免扰民施工作业。
- 4) 采取一切必要的手段防止运输的渣料进入场区道路和河道，并安排专人及时清理。
- 5) 由于施工活动引起的污染，采取有效的措施加以控制。
 - (2) 搞好空气质量的保护
 - 1) 机械车辆使用过程中，加强维修和保养，防止汽油、柴油、机油的泄露，保证进气、排气系统畅通。
 - 2) 运输车辆及施工机械，使用 0#柴油和无铅汽油等优质燃料，减少有毒、有害气体的排放量。
 - 3) 运输车辆必要时在车厢两侧和尾部配备挡板，控制物料的堆高不超过挡板，并用干净的雨布覆盖，尽可能防止运输车辆将水泥、碴料等撒落在施工道路及工区场地上，安排专人及时进行清扫。场内施工道路保持路面平整，排水畅通，并经常检查、维护及保养。根据情况，适当安排晴天洒水除尘。
 - 4) 不在施工区内焚烧会产生有毒或恶臭气体的物质。因工作需要时，报请当地环境行政主管部门同意，采取防治措施，在监理工程师监督下实施。
 - (3) 加强水质保护
 - 1) 施工场地修建截、排水沟、沉沙池，减少泥砂和废渣进入河道。施工前制定施工措施，做到有组织的排水。
 - 2) 施工机械、车辆定时集中清洗。污水经集水池沉淀处理后再向外排放。
 - 3) 生产、生活污水采取治理措施，对生产污水按要求设置水沟塞、挡板、沉砂池等净化设施，保证排水达标。
 - (4) 水土保持
 - 1) 按设计要求合理利用土地。不得因堆料、运输或临时建筑而占用设计以外的土地，如情况特殊，需向监理工程师提出申请，批准后方可使用。施工作业时表面土壤妥善保存，临时施工完成后，恢复原来地表面貌或覆土。
 - 2) 施工活动中严格按设计要求采取设置截排水沟和完善排水系统等措施，防止水土流失，防止破坏植被和其它环境资源。按设计要求合理砍伐树木，清

除地表余土或其它地物，不乱砍、滥伐林木，不破坏草灌等植被；做好弃渣场的治理措施，按照监理工程师批准的弃渣规划有序地堆放和利用弃渣，防止弃渣阻塞河、沟等水道，降低水道的行洪能力。

（5）生态保护

- 1) 尽量避免在工地内造成不必要的生态环境破坏或砍伐树木，严禁在工地以外砍伐树木。
- 2) 在施工过程中，对施工人员加强保护动植物和生态环境的认识，注意保护动植物资源，尽量减轻对现有生态环境的破坏，创造一个新的良性循环的生态环境。
- 3) 在工程完工后，按要求拆除施工临时设施，清除施工区和生活区及其附近的施工废弃物，并按环境保护措施计划完成环境恢复。

9.5 文明施工措施

- (1) 对参与施工的队伍签定文明施工协议书，建立健全岗位责任制，把文明施工落到实处，提高全体施工人员文明施工的自觉性和责任感。
- (2) 创建美好环境。在施工现场和生活区设置足够的临时卫生设施，每天清扫处理；在生活区开辟宣传园地，宣传国家政策、施工技术和规程规范；开展积极健康的文体活动。
- (3) 加强对施工人员的全面管理，所有施工人员均要办理暂住证。严禁接受三无盲流人员。落实防范措施，做好防盗工作，及时制止各类违法行为和暴力行为，并报告公安部门，确保施工区域内无违法违纪现象发生。尊重当地行政管理部门的意见和建议，积极主动争取当地政府支持，自觉遵守各项行政管理制度和规定，搞好文明共建工作。
- (4) 施工现场内所有临时设施按施工总平面布置图进行布置管理，使施工现场处于有序状态。
- (5) 工区内设置醒目的施工标识牌，标明工程项目名称、范围、开竣工时间、工地负责人；并设立监督电话，接受社会监督，提高全体施工人员的文明施工意识。

(6) 合理安排施工顺序避免工序相互干扰，凡下道工序对上道工序会产生损伤或污染的，要对上道工序采取保护或覆盖措施。

(7) 现场的水泥等材料能入库的尽量入库，不能入库的进行上遮下垫、防雨淋、防日晒等处理措施。

(8) 重要施工场地应设有操作规程、值班制度和安全标志。

(9) 工程完工后，按要求及时拆除所有工地围墙、安全防护设施和其它临时设施，并将工地及周围环境清理整洁，做到“工完、料清、场地净”。

(10) 遵守当地政府的各种规定，尊重当地居民的习俗，与当地政府和居民友好相处，建立良好的社会关系。

第十章 组织机构和项目管理

10.1 项目组织机构设置原则

项目建设组织根据国家计委、建设部的有关规定，建立项目建设组织管理机构，实行项目法人责任制。设置原则如下：

1、高效精干。项目管理组织在保证履行必要职能的前提下，应尽量简化其规模及层次，做到管理人员识广精干、一专多能、以责授权、尽职尽责，管理工作适应于工程建设的变化。

2、管理跨度。建设管理机构各层次设置是否合理，关键是确定的管理跨度是否科学，即应使每一管理层次都保持适当的工作幅度，以便各层次管理人员在职责范围内实施有效的控制与管理。

3、系统化管理。建设项目作为一个一级系统，它是由众多子系统组成的有机整体，各子系统内部存在着大量的“结合部”，要求各层次管理职能之间要形成一个相互制约、相互联系的完整组织机构。

10.2 组织机构

项目实施成立项目筹建工作领导小组。在机构配置的基础上，制定项目管理的相关规章制度，把该项目建成优质工程，阳光工程。项目实施项目法人制，在组织内部成立项目领导小组，具体负责项目的组织实施。筹建领导组下设办公室、工程建设部、程序审批服务部、资金筹措部。工程建设部主要负责项目前期筹划、工程招标、工程建设组织等具体工作。

在组织实施中，加强廉政建设。从项目启动到整个建设项目完成，采取规范管理，接受监察审计部门的监督。在签订工程项目承包合同的同时签订建设工程廉政合同。从工程质量和财务等多方面加强管理。

建立项目法人责任制、工程招投标制度、项目咨询评估制和建设监理制等内容，融合体现在项目建设程序中，使项目建设程序更加完善。

严格执行《建筑法》，并按照基建程序实行工程建设项目监理制，严格控制质量，优化工期、合理配置资源。严格工程建设项目竣工验收制度和工程建设建设项目质量终身责任制。

工程设计、勘测、施工、采购各个建设环节均须按照国家有关招投标法律法规进行公开招标发标，择优选定承包方，并签订工程廉政合同。

10.3 项目组织管理和保障措施

1.质量 管理

项目批准后，承建单位应严格按照国家对工程项目建设管理的有关规定和程序，开展施工建设。对项目建设工程质量负主要责任的领导、参建单位的领导人和直接责任人，实行工程质量终身追究制度。

同时，根据工程特点，项目应从建筑材料、设备安装以及施工质量等方面加强质量控制，坚持高质量高标准，质量控制规范化，建立和健全质量保证体系，使质量管理工作制度化。要实行工程监理制。项目建设过程中，招投标选定有资格的监理单位，对项目建设进行监理，抓好工程进度，提高工程质量，降低成本。把主材料、设备选用关和开箱检验关，要将主要材料、设备的产地、品牌、性能列成表格，纳入合同，对有疑问的材料还要做理化、力学试验，用科学的方法处理，严把工程质量关。

项目在建设过程中，工程建设领导小组要结合建设条件及项目资金情况，充分发挥施工单位和监理单位的优势，节省投资，加快进度，争取早开工、早建成、早见效益。

一是实行工程质量终身负责制。对项目建设工程质量负主要责任的领导、对参建单位和领导人和直接责任人，实行工程质量终身追究制度。

二是项目建设要求专业的施工队和技术人员严格按照国家标准进行施工，施工人员需获得必要的国家职业资格证书。

三是应将项目的情况建立档案，做到统一组织、统一工程设计、统一技术标准等。

四是严格按照基本建设程序办事，建设过程中，接受发改、建设（房管）、财政、审计等部门和社会舆论的监督，项目建成后，按照有关规定进行严格的竣工验收。

2.监督 管理

项目管理监督：建设资金实行统一管理，由财务单独立帐、核算、并加强财务审计。资金使用严格按计划进行，并接受上级有关部门的监督和检查。严格执行财务规章制度，严防违规违纪行为发生。作好事先预防、事中监督和事后审核。

(1) 落实组织机构及职责：本项目建设组织根据国家发改委、建设部的有关规定，建立项目建设组织管理机构，实行项目法人责任制。项目法人内部实行项目负责人负责制、项目具体工作分工负责制和质量监督责任制，以确保项目成功实施。

(2) 加强廉政建设。从项目启动到整个建设项目完成，采取规范管理，接受监察设计部门的监督。在签订工程项目承包合同的同时签订建设工程廉政合同。从工程质量和财务等多方面加强管理。

(3) 建立项目法人责任制、资本金制度、工程招标制度、项目咨询评估制和建设监理制等内容，融合体现在项目建设程序之中，使项目建设程序更加完善。

(4) 严格执行《建筑法》，并按照基建程序实行工程建设项目监督制，严格控制质量，优化工作、合理配置资源。

(5) 严格工程建设项目竣工验收制度和工程建设项目质量终身责任制。为了确保项目建设按期完成，保证质量，高效使用资金，实行以公司主要负责人全面实施和管理的项目法人责任制。

(6) 工程设计、勘察、施工、采购各个建设环节均须控照国家有关招投标法律法规进行公开招标发标，择优选定承包方，并签订工程廉正合同。

3. 合同管理

合同管理贯穿于合同谈判签定、履行、合同期满直至归档全过程。工程要体现合同公平、程序公开、公平竞争和机会均等性。实行全过程合同管理，每个合同都有专人管理，使得每个分项工程都处于有效的控制之下，以确保整个工程的顺利完成。

4. 资金管理

为了提高资金使用率，更好的发挥投资效益，建立资金的动态管理制度。根据工程建设进度，编制年度资金使用计划、季度资金使用计划和月资金使用计划，按照计划拨付款项。在项目实施过程中，政府补助资金严格按照国家财政专项资金管理制度进行管理，建立由发改委、财政、监察、审计等部门参与的项目资金管理小组，对项目资金必须设立专账，由专人负责管理，专款专用，严格资金的划拨制度。在建设过程中要及时支付工程款，防止承包商以此为由拖延工期，对项目资金实行分阶段收报帐管理，对不达进度、不合质量标准的工程坚决不予验收和拨付资金。注重投资效益，加强财务核算，做到一个项目一笔资金，一个责任人，并做到帐表相符、帐实相符，严格审计制度，加强审计、监察工作。确保国家建设资金落实到位和资金使用安全。

5.现场管理

工程建设期间，要确保施工现场有条不紊、文明施工。要以系统、合理、可行原则，加强现场管理，组织科学文明施工。根据不同施工阶段制定不同的总平面图，以总平面图为依据检查各分包商文明施工的落实情况。结合施工现场周边情况，对出入施工现场的人员要制定相应的管理制度作为基本行为准则，以保证施工现场人员的管理得到有效的控制。

第十一章 劳动安全卫生及安全防护

11.1 劳动安全卫生

工程的建设和运营要贯彻“安全第一、预防为主”的方针，要确保建设项目符合国家规定的劳动安全卫生标准，保障工作人员和顾客的安全与健康。

11.1.1 编制依据

- 1、《中华人民共和国劳动保护法》；
- 2、《中华人民共和国安全生产法》；
- 3、《建筑安全生产监督管理规定》；
- 4、《建设项目（工程）劳动安全卫生监察规定》；
- 5、《建设工程劳动卫生监察规定》中华人民共和国劳动部令第3号。

11.1.2 主要危害因素分析

本工程的劳动安全主要危害因素可分为两类，其一为自然因素形成的危害和不利影响，一般包括地震、不良地质、雷击、暴雨等因素；其二为生产过程中产生的危害，包括有害尘土、火灾爆炸事故、机械伤害、噪声振动、触电事故、坠落及碰撞等各种因素。

11.1.2.1 自然危害因素

1、地震

地震是一种能产生巨大破坏的自然现象，尤其对构筑物的破坏作用更为明显，作用范围大，威胁设备和人员的安全。

2、暴雨和洪水

暴雨和洪水威胁项目安全，其作用范围大。

3、不良地质

不良地质对建构筑物的破坏作用较大，甚至影响人员安全。同一地区不良地质对建构筑物的破坏作用往往只有一次，作用时间不长。

4、风向

风向对有害物质的输送作用明显，若人员处于危害源的下风向，则极为不利。自然危害因素的发生基本是不可避免的，因为它是自然形成的，但可以采

取相应的防范措施，以减轻人员、设备等可能受到的伤害或损坏。

11.1.2.2 生产危害因素

1、高温辐射

当工作场所的高温辐射强度大于 $4.2\text{J}/(\text{cm}^2\cdot\text{min})$ 时，可使人体过热，产生一系列生理功能变化，使人体体温调节失去平衡，水盐代谢出现紊乱，消化及神经系统受到影响，表现为注意力不集中，动作协调性、准确性差，极易发生事故。

2、振动与噪声

动能能使人体患振动病，主要表现在头晕、乏力、睡眠障碍、心悸、出冷汗等。噪声除损害听觉器官外，对神经系统、心血管系统亦有不良影响。长时间接触，能使人头痛头晕，易疲劳，记忆力减退，使冠心病患者发病率增多。

3、机械伤害

机械伤害主要有挤压，碰撞和撞击，接触（包括夹断、剪切、割伤和擦伤、卡住或缠住）等。在建筑施工安装及设备使用过程中，由于使用不当或意外故障可能导致对机械安装使用人员的伤害。

4、坠落

在建筑施工过程中，因设备安装在不同平面上，有不同高度的操作平台、地沟、升降口、坑洞及护坎，如果没有防护措施或防护措施有缺陷，工人随时都有坠落摔伤的危险。

5、电气伤害

电气事故可分为触电事故、静电危害事故和电气系统故障危害事故等几种。触电事故又可分为电击和电伤两种情况，若强电源出现意外，可能引发人员电击或电伤。建筑设备系统管路可能存在着静电伤害。电气系统故障危害主要表现有：线路、开关、熔断器、插座插头、照明器具、电器等均可能成为引起火灾的火源；原本不带电的物体，因电气系统发生故障而异常带电，可导致触电事故的发生，如电气设备的金属外壳由于内部绝缘不良而带电等造成触电事故。

6、火灾爆炸

火灾是一种剧烈燃烧现象，当燃烧失去控制时，便形成火灾事故，火灾事故能造成较大的人员及财产损失。爆炸同火灾一样，能造成较大的人员伤亡及财产损失。

11.1.3 采取的安全措施

1、施工期劳动安全

根据项目建设的相关法律、法规，在施工过程中，建筑安装工程安全生产管理必须坚持安全第一、预防为主的方针，建立健全安全生产的责任制度和群防群治制度。

施工现场的安全管理人员、特种作业人员及其施工作业人员进行安全生产培训；建筑施工企业在编制施工组织设计时，应当根据建筑工程的特点制定相应安全技术措施；对专业性较强的工程项目，应当编制专项安全施工组织设计，并采取安全技术措施。专项安全施工组织设计，必须经企业上级管理部门批准后实施，并报市建筑安全生产监督机构备案。施工现场使用的安全防护用品、电气产品、安全设施、架设机具，以及机械设备等，必须符合规定的安全技术指标，达到安全性能要求。建筑安全生产监督机构应当对其进行检查，不符合安全标准的，不得投入使用。在电梯采购过程中，电梯生产企业按国家规定已办理过注册手续；所选电梯产品必须符合国家有关标准；生产企业负责电梯的安装、调试，安装后进行质量自检，待合格后由建设行政主管部门按有关标准组织验收。

2、运营期劳动安全

- (1) 机电设备和器材安全性能指标要符合国家标准。
- (2) 机电设备的选型、安装施工、验收必须严格按有关规范进行。电力配电线路采用三相四线制，用电设备全部装有接零系统，移动电器需加漏电保护器。
- (3) 对风机、水泵采取减震、消音措施，设置风机间和水泵间。
- (4) 加强对职工、服务人员的技能培训和安全教育，建立安全操作规程和安全管理制度，并按有关规定配齐安全防护用品。

11.1.4 采取的消防措施

1、山林防火宣传

森林火灾会给森林带来严重危害，是破坏森林的三大自然灾害（病害、虫害、火灾）之首。它不仅给人类的经济建设造成巨大损失，破坏生态环境，而且还会威胁到人民生命财产安全，因此，森林防火的预防和宣传就显得尤为重要。森林防火“十不要”不要携带火种进山，不要在林区吸烟、打火把照明，不要在山上野炊、烧烤食物，不要在林区内上香、烧纸、燃放烟花爆竹，不要炼山、烧荒、烧田埂草、堆烧等，不要让特殊人群和未成年人在林区内玩火，不要在野外烧火取暖，不要乘车时向外扔烟头，不要在林区内狩猎、放火驱兽，不要让老、幼、弱、病、残者参加扑火抢险。

2、消防控制室

城市森林公园应有消防控制室。消防控制室应有下列功能：接受火灾报警，发出火灾的声、光信号，事故广播和安全疏散指令等；控制消防水泵、固定灭火装置；显示电源运行情况等。森林公园内所有防火系统和消火栓、储水池增压设备，必须有自动启动功能，且与消防控制中心有效连接，消防控制中心有控制森林公园区内消防设备的功能。森林公园消防控制中心内应有值班人员值班，保证 24 小时在岗。（消防水源借用灌溉系统）

3、消防供水管网

森林消防供水管网应结合园内原有供水管网设计，有天然水源的应充分利用天然水源，当天然水源有冻结情况的，设计中应考虑有防冻措施。森林公园消防供水可以与公园内灌溉给水或生活用水同时使用，但必须满足消防供水需要，在发生火灾时，应能迅速启动供水加压设备，保证灭火用水。当灭火采用消防装备时，供水管网必须能满足火场供水的需要。森林公园内消火栓与消防车供水距离不应大于 400m。当消防炮作为灭火工具时，消防炮与水压增压装置之间的直线距离不得大于 100m。

4、消防用水量

可设置消防储水池作为消防水源，储水池可在山顶隐蔽设置，按照保护该

山体整体灭火水量的需要确定储水量。

11.1.5 劳动卫生

(一) 工程装修和设备安装均按国家卫生防疫标准进行施工，并通过有关管理部门验收合格后投入运营。

(二) 工程建筑通风量较大，进风口应远离污染源。

(三) 工程内应保持清洁、整齐，清扫时应采取湿式作业，垃圾日产日清。

(四) 工程内应有良好的通风排气装置，做到清洁无异味。

(五) 工程公共场所禁止吸烟。

(六) 加强卫生管理，建立完善的公共卫生管理制度。

11.2 安全防护

11.2.1 工程安全防护

本次设计严格按照设计规范进行结构计算和设计，按设计烈度 VI 度进行抗震验算，提高结构的整体抗震能力。

11.2.2 设备安全防护

设置有效的接地装置，保证电气设备的安全。所有带电设备的金属外壳、地下金属管线均设接地装置。接地装置均接入综合接地系统。强弱电系统分设接地引出线，每组接地引出线为两条。

11.2.3 操作人员安全培训计划

对本工程运营后从事特种作业工种的工作人员，包括电气设备操作管理人员、金属焊接切割作业操作人员应送至相应培训班进行安全生产专门训练，经考试合格取得特种作业工种安全操作证后方准上岗操作。

第十二章 项目实施建议

- 1、工程施工时应对坡体进行必要的监测工作，并做好安全保障工作，注意防范边坡失稳、危岩坠落等，时刻将安全放在第一位。
- 2、严格按照方案设计进行施工，在施工过程中，自然资源主管部门和监理单位应加强监督，防止施工方以生态修复治理的名义非法采矿。
- 3、治理工程应按照“动态化设计、信息化施工”的思路进行施工，在施工过程中随时根据实际情况对设计进行调整，以期达到最优化治理效果。
- 4、废弃矿山地质灾害及生态环境恢复治理是一个动态的过程，工程竣工后，建议做好边坡的日常管理，要保障边坡的完整性。
- 5、治理及管护期内，应加强矿山地质环境监测，及时掌握矿区地质环境动态变化，发现问题及时采取相应防治措施。
- 6、治理项目建议尽早进行，避免雨季施工，确保生命安全。
- 7、以矿区生态系统健康与环境安全为目标，多技术综合恢复治理，打造示范性工程。
- 8、治理区生态恢复前提是建设项目安全和地质安全，地质灾害的治理一定要到位，危岩的清理，务必要彻底，不稳定边坡的治理要严格按照设计要求实行，达到设计要求。这也是植物措施实施的基础，通过工程防护与植物措施的综合利用，才能最有效地防护水土流失，并起到绿化美化的生态效果。
- 9、施工的过程中应实施信息化施工方法，即在施工中出现与设计不符或有必要改进的情况时应及时进行上报，以确保项目的实施。
- 10、加强生态环境的管理工作，专门组织人员及时对林木进行灌溉，确保林木成活率高于 80%，出现苗木枯死需及时补植，确保达到预期的绿化效果。
- 11、按照拟实施方案，最大化减少工程量，充分利用自然自我修复功能，无法完善的再利用工程措施，全面杜绝采矿区治理范围局部依然会发生地质灾害的可能。故面山植被修复施工完成后，需要进行长期的封山育林恢复生态，拟建议由辖区林业部门负责对封育植被区域进行严格监管，避免人身安全事故的发生。

12、进行植被修复时应尽量选用耐寒、耐旱适宜当地气候环境的植物，以期尽快形成自我生态恢复系统，达到很好的固土和涵蓄水源的作用，与周边自然生态系统合理相容。生态修复工程维护、管护期不应少于3年，加强管护和抚育工作，确保修复工程质量。

附件 1:

生态修复方案评审备案表

编号:

| | | | | | | |
|---------------------------------|-----|---------------------|----------------------------|---------------------|--------------|------------------|
| 项目名称 | | 野毛冲矿山生态修复项目生态修复优化方案 | | | | |
| 建设单位 | | 云南航都综合开发有限公司 | | | 法人代表 | 丁宏伟 |
| 编制单位名称 | | 中冶地集团西北岩土工程有限公司 | | | 法人代表 | 黄启彬 |
| 开采矿种 | | 石灰岩 | 开采方式 | 露天开采 | 开采方法 | 爆破开采 |
| 开采规模 | | / | 矿山类型 | 无法确认治理恢复责任主体的无主废弃矿山 | 东 经 | 102.994720458984 |
| 开采年限 | | / | 治理标高 | 2285m-2360m | 北 纬 | 25.0911655426025 |
| 审批机关 | | 滇中新区自然资源规划局 | 历史遗留 矿山图斑 面积 (公顷) | 9.8267 | 修复面积 (公顷) | 18.3446 |
| 方案适用年限 | | 150 天+养护期 3 年 | | | 修复率 (%) | 99.78% |
| 矿山地质环境影响评估级别 | | 严重 | | | | |
| 方 案 | 名 称 | 野毛冲矿山生态修复项目生态修复优化方案 | | | | |
| | 主 编 | 魏宝利 | | 电话及传真 | 15388880006 | |
| 评 审 专 家 组 名 单 | 姓 名 | 单 位 | 职务职称 | 专业 | 电 话 | 签 名 |
| | 曹国献 | 昆明煤炭设计研究院有限公司 | 正高工 | 土地整理 | 13888112558 | 曹国献 |
| | 闫晓波 | 云南省地质工程勘察有限公司 | 正高工 | 水工环 | 13987143087 | 闫晓波 |
| | 杨福卿 | 昆明煤炭设计研究院有限公司 | 正高工 | 水工环 | 13888158636 | 杨福卿 |
| | 杨家伟 | 云南省林业调查规划院 | 正高工 | 林业生态 | 13888188285 | 杨家伟 |
| | 吕 春 | 西南有色昆明勘测设计(院)股份有限公司 | 高 工 | 工程造价 | 13099967959 | 吕春 |

| 专家评审意见 | <h1 style="text-align: center;">野毛冲生态修复项目生态修复优化方案</h1> <h2 style="text-align: center;">评审专家组意见</h2> <p>2025年6月2日，云南滇中新区自然资源规划局组织地质环境、土地复垦、林业生态、工程造价等专家组成专家组，对《野毛冲矿山生态修复项目生态修复优化方案》(以下简称“方案)进行了评审。与会专家会前审阅了方案，并在会上听取了编制单位对方案现场工作及成果介绍，就有关问题与编报单位进行了交流、质询，编报单位对相关问题作了澄清、说明和解释。专家组经认真审议和商议，原则同意通过方案评审，提出主要修改意见如下：</p> <h3>一、方案基本情况</h3> <p>1、本项目为自然资源部下发的历史遗留矿山核查图斑，金沙江流域昆明片区历史遗留废弃矿山生态修复示范工程，本次历史遗留矿山核查图斑面积9.8267 hm²，生态修复面积18.3446 hm²。</p> <p>2、项目区现状的地质环境问题主要为：</p> <ul style="list-style-type: none">(1) 采区边坡易诱发滑坡、崩塌灾害，对场地农村道路、过往行人及坡上植被造成危害，危险性小~中等。(2) 现状条件下矿业活动未揭露地下水水位，未造成了地下水水位下降。水资源影响较轻。(3) 项目区露天采坑活动、道路等的建设，破坏了地表的连续性，破坏了原始地形地貌景观，地形地貌影响严重。(4) 治理区现状损毁面积为18.3446公顷。对土地损毁程度严重。 <p>3、生态修复方案设计采用“边坡排危+土地整平覆土+植物措施+截排水工程+拦挡工程+后期管护监测工程等”生态修复方案方案工程手段选择可行，布局和工期安排较合理，措施有一定针对性</p> <p>4、本项目总投资2025.41万元，其中建筑工程费用1274.25万元，其他费用692.15万元，不可预见费58.99万元。定额使用符合规范，投资造价合理，</p> |
|--------|--|
|--------|--|

有指导性。

5、方案内容齐全，任务明确、工作部署与安排基本可行，基本满足生态修复实施方案编制的相关要求，经主管部门批准后可以作为项目备案（或立项）使用。

二、主要修改意见

1、明确工作目的任务，完善工程实施概述。

2、复核修复范围的完整性和系统性，明确金沙江流域昆明片区历史遗留废弃矿山生态修复示范工程范围和野毛冲矿山生态修复项目（EPC）实施范围。

3、优化土地利用结构，合理构建生态修复工程强度，选择适宜的可参照生态系统。

4、优化工程方案，深化措施设计。

5、按优化后的方案，完善工程概算。

6、其余参照专家个人意见修改。

7、废弃矿山地质灾害及生态环境恢复治理是一个动态的过程，工程竣工后，建议做好边坡的日常管理，要保障边坡的完整性。

三、评审结论：同意通过评审。

专家组组长签字：

周汉南

日期：2025年9月7日