

# 建设项目环境影响报告表

(生态影响类)

(送审稿)

项目名称: 安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿矿山生态修复项目

建设单位:

(盖章)

安宁兴浩贸易有限公司

编制日期:

2025年6月

中华人民共和国生态环境部制



# 目录

一、建设项目基本情况 .....	1
二、建设内容 .....	27
三、生态环境现状、保护目标及评价标准 .....	70
四、生态环境影响分析 .....	125
五、主要生态环境保护措施 .....	185
六、生态环境保护措施监督检查清单 .....	201
七、结论 .....	205

## 附件：

附件 1 委托书

附件 2 项目备案证

附件 3 各部门联审联批意见表

附件 4 安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿矿山生态修复项目专家组评审意见

附件 5 关于同意《安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿矿山生态修复项目勘察设计》备案及开展前期相关工作的复函

附件 6.1 客土取土协议

附件 6.2 客土土源检测报告

**附件 7.1 浮选尾渣固废属性鉴别报告**

附件 7.2 无害化处理磷尾矿生态修复材料检测报告（固废、危废属性鉴别）

附件 7.3 无害化处理磷尾矿生态修复材料检测报告（有机质）

附件 8 引用项目现状监测报告（空气、噪声）

附件 9.1 引用环境现状检测报告（地下水、地表水、土壤）第一批

附件 9.2 引用环境现状检测报告（土壤补充监测）

附件 9.3 引用环境现状检测报告（地下水补充监测）

附件 9.4 引用环境现状检测报告（地表水补充监测）

附件 10 昆明市自然资源和规划局关于协助查询矿山生态修复示范工程情况反馈意见的函

附件 11 安宁市水务局关于《商请提供安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿矿山生态修复项目办理环评手续所需资料的函》的回复

附件 12 项目风险评估报告及专家评审意见

附件 13 环评合同

附件 14 关于安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿城镇开发边界范围的情况说明

附件 15 项目内部审核单

附件 16 项目进度跟踪单

附件 17 全文本信息公开

附件 18 安宁市文化和旅游局关于商请提供安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿矿山生态修复项目办理环评手续所需资料的复函

附件 20 关于清水塘村生活用水供水承诺

附件 21 安宁市温泉街道龙山冶金溶剂矿水文地质调查报告

附件 23 修改对照表

**附图：**

附图 1 项目地理位置图

附图 2 项目区域水系图

附图 3 项目评价范围及敏感点分布图

附图 4 项目“三区三线”套合图

附图 5 安宁市龙山冶金溶剂矿矿山生态修复工程平面部署图

附图 6 安宁市龙山冶金溶剂矿矿山生态修复项目回填修复区防渗系统平面部署图

附图 7 安宁市龙山冶金溶剂矿矿山生态修复设计 1-1 \剖面图

附图 8 安宁市龙山冶金溶剂矿矿山生态修复设计 2-2 \剖面图

附图 9 安宁市龙山冶金溶剂矿矿山生态修复设计 3-3 \剖面图

附图 10 安宁市龙山冶金溶剂矿矿山生态修复设计 4-4 \剖面图

附图 11 安宁市龙山冶金溶剂矿矿山生态修复设计 5-5 \剖面图

附图 12 安宁市龙山冶金溶剂矿矿山生态修复项目挡土墙大样图-1

附图 13 安宁市龙山冶金溶剂矿矿山生态修复项目挡土墙大样图-2

附图 14 安宁市龙山冶金溶剂矿矿山生态修复项目挡土墙大样图-3

附图 15 安宁市龙山冶金溶剂矿矿山生态修复项目排水沟大样图

附图 16 安宁市龙山冶金溶剂矿矿山生态修复项目防护网大样图

附图 17 安宁市龙山冶金溶剂矿矿山生态修复项目告知牌大样图

附图 18 安宁市龙山冶金溶剂矿矿山生态修复项目警示牌大样图

附图 19 安宁市龙山冶金溶剂矿矿山生态修复项目沉淀池大样图

- 附图 20 安宁市龙山冶金溶剂矿矿山生态修复项目蓄水池大样图
- 附图 21 安宁市龙山冶金溶剂矿矿山生态修复项目蓄水池大样图-2
- 附图 22 项目评价区土地利用现状图
- 附图 23.1 项目土壤监测点位布设图
- 附图 23.2 项目地下水监测点位布设图
- 附图 23.3 项目噪声和大气监测点位布设图
- 附图 23.4 项目地表水点位布设图
- 附图 24 安宁市龙山冶金溶剂矿矿山生态修复项目实施前影像图
- 附图 25 安宁市龙山冶金溶剂矿矿山生态修复效果图
- 附图 26 项目区域水文地质图
- 附图 27 项目评价区植被类型图
- 附图 28 项目与云南省生物多样性保护优先区域位置关系图
- 附图 29 项目与云南省主体功能区划位置关系图
- 附图 30 项目与云南省生态功能区划位置关系图
- 附图 31 评价区生态系统类型图

## 前言

昆明钢铁集团有限责任公司龙山冶金熔剂矿矿山于 1958 年建成，一直采取露天开采的方式，至 2012 年 12 月 28 日采矿权到期后，停采至今。采矿许可证号 C5300002011066240113934，采矿权人为昆明钢铁集团有限责任公司，开采矿种为熔剂用石灰岩，矿区面积 2.1231km<sup>2</sup>，生产规模 84 万 t/a，开采标高 2100 米~1830 米。矿区范围内无其他探矿权、采矿权设置，不存在矿权重叠。

项目矿山采矿证到期后，矿业权人昆明钢铁集团有限责任公司曾向安宁市人民政府申请对采区进行治理，2019 年 6 月四川省鑫冶岩土工程有限公司编制的《云南昆钢资产经营有限公司龙山冶金熔剂矿白云石采场生态环境修复治理方案》和 2020 年 9 月西南能矿建设工程有限公司编制的《昆明钢铁集团有限责任公司龙山冶金熔剂矿白云岩矿段矿山生态修复治理方案》均评审通过，修复范围包括：昆明钢铁集团有限责任公司龙山冶金熔剂矿矿区主要有 2 个露天采场，白云岩矿露天采场及石灰岩矿露天采场。其中石灰岩矿露天采场将开发为乐石水上乐园项目，白云岩矿段露天采场需开展生态修复。但是昆明钢铁集团有限责任公司在原方案实施期间未严格按设计方案组织实施，未按原方案时间进度完成治理内容，原方案实施期间，仅对白云岩矿段采坑进行了回填和堆场内石料外运，现状采坑已回填至 1925.3~1927.8m，已回填 58 万 m<sup>3</sup> 左右，**回填材料为矿山剥离的废弃土石方，不使用污染场地弃土及其他固废（如生活垃圾、工业固体废物、危险废物、河道污泥等）进行回填，两个堆场内石料已基本运完，仅剩余零星堆料，原大部分设备已经拆除，且在矿山周边修建截排水沟等，矿山周边及内部有部分区域进行了植被补植。**

2021 年 2 月 3 日安宁市人民政府下发《关于同意关停安宁市一六街高岭土矿等 23 座矿山并注销采矿许可证的批复》（安政复〔2021〕10 号）对该矿山实施关停。2021 年 4 月 9 日安宁市人民政府温泉街道办事处与昆明钢铁控股有限公司签订《土地收储补偿协议》（合同编号:KG-控-2021-10-0034），协议中明确白云石开采范围也被列入收储范围内，协议中要求昆明钢铁控股有限公司在 2021 年 10 月 31 日前完成土地登记手续后将地块产权证及评估报告上明确的不可移动的地上建（构）筑物及设备设施等移交给安宁市人民政府温泉街道办事处。2021 年 12 月 16 日安宁市人民政府发布的《关于关闭安宁一六街高岭土矿等 22 座矿山的公告》中已明确“昆明钢铁集团有限责任公司龙山冶金熔剂矿”生态修复责任人为安宁市人民政府。按照《自然资源部办公厅关于开展全国历史遗留矿山核查的通知》（自然资办函〔2021〕1283 号）文件，自然资源部集中下发了矿山历史遗留图斑，其中昆明钢铁集团有限责任公司龙山冶金熔剂矿白云岩矿区涉及 6 个图斑（面积 388.6 亩），经核查认定后其图斑符合“附

件 2”《历史遗留矿山核查技术规程》中明确的历史遗留矿山种类，该矿山属于第“③”类：“因退出保护区或去产能等政策性原因关闭，在政府作出关闭决定时明确由政府承担治理恢复责任的废弃矿山。”且该矿山在原责任主体昆明钢铁集团有限责任公司实施修复过程中涉嫌矿产资源违法行为，为此 2022 年 2 月 16 日安宁市人民政府发布《对历史遗留矿山核查认定的公告》中把“昆明钢铁集团有限责任公司龙山冶金熔剂矿”认定为历史遗留矿山并再次公告确认生态修复责任主体为安宁市人民政府，随后按照文件要求逐级上报认定结果，最终自然资源部予以认定，并纳入“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”。

其中的普渡河流域中低山宽谷区（安宁片区）矿山生态修复项目，根据 2024 年 2 月 6 日取得的《昆明市自然资源和规划局关于普渡河流域中低山宽谷区（安宁片区）矿山生态修复项目（第一批）工程设计及预算的批复》（昆自然资规修复〔2024〕21 号）和 2024 年 3 月 4 日取得《昆明市自然资源和规划局关于普渡河流域中低山宽谷区（安宁片区）矿山生态修复项目（第二批）工程设计及预算的批复》（昆自然资规修复〔2024〕40 号），共涉及历史遗留矿山 15 座，消除图斑 44 个，拟完成矿山生态修复治理面积 190.8145 公顷，分 2 批进行工程设计及预算。15 座矿山中，其中第二批工程里包括“安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿”，按照昆明市人民政府《研究昆钢集团龙山冶金熔剂矿生态修复治理遗留问题有关事宜专题会议纪要》第（74）期的要求，以及昆明市纪委、昆明市自然资源和规划局于 8 月 14 日赴安宁市就龙山冶金熔剂矿存在历史遗留问题开展调研，本次调研工作以实地踏勘和专题座谈相结合的方式开展。昆明市自然资源和规划局对龙山冶金熔剂矿的情况进行实地踏勘，踏勘结束后协同昆明市纪委与安宁市人民政府进行了专题座谈，

昆明市自然资源和规划局在会上进一步明确了龙山冶金熔剂矿下一步可采用引入社会资本主体作为生态修复主体的方式开展生态修复工作，要求安宁市人民政府依法依规开展社会资本主体的引入工作，同步对该矿山的生态设计方案依法上报昆明市自然资源和规划局进行变更，有序推进该矿山的生态修复工作严格按照昆明市历史遗留矿山示范性工程的标准和时限完成并通过验收。昆明市自然资源和规划局还明确对龙山冶金熔剂矿存在历史遗留问题中涉嫌自然资源违法的行为，在该矿山生态修复工作完成后，由其指导安宁市自然资源局依法处置。

为响应以上会议精神，安宁市自然资源局于 2025 年 1 月 15 日发布“安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿矿山生态修复项目社会投资人招标公告”，安宁兴浩贸易有限公司于 2025 年 3 月 17 日成为安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿矿山生态修复项目社会投资人；安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿的设计、水保、环评等前期工作和后续生态修复工程全部由安宁兴浩贸易有

限公司实施，安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿矿山涉及矿山 1 座，消除图斑 6 个，生态修复治理面积 22.3217 公顷，同时，考虑本次矿山需要回填客土较多，周边无满足回填要求的土石方，本项目二次回填材料选用无害化处理磷尾矿。

2025 年 2 月 25 日，《安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿矿山生态修复项目环境风险评估报告》，通过专家组评审会。2025 年 2 月 28 日，《安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿矿山生态修复项目勘查设计方案》（其中各部门联审联批意见表包含矿山 1 片区和 2 片区，修复面积 27.1690hm<sup>2</sup>），通过专家组评审。2025 年 3 月 24 日，项目取得《安宁市自然资源局关于同意〈安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿矿山生态修复项目勘察设计〉备案及开展前期相关工作的复函》。2025 年 3 月 25 日，《安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿矿山生态修复项目》在安宁市发展和改革局备案（备案号：2503-530181-04-05-320829）。根据设计方案，该矿山包含安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿（1 片区、2 片区、3 片区）涉及的 7 个图斑。经调查 1 片区（涉及 1 个图斑）现状为炸药库，属国有建设用地范围，拟进行转型利用和自然修复；3 片区已由安宁市引入社会资本资金开展生态修复工作，并按照省、市关于示范工程项目的相关要求，安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿 3 片区的生态修复工作将与示范工程下发图斑范围、复垦方向进行衔接，因此，根据现场勘查情况，本次环评实施范围主要包含安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿（2 片区）涉及的 5 个图斑，拟修复面积 22.3217hm<sup>2</sup>。

由于本矿山无害化处理磷尾矿生态修复材料用于龙山冶金熔剂矿矿山生态修复项目，符合相关要求。《安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿矿山生态修复项目环境风险评估报告》根据 2020 年新修订的《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020），其中第 8 节对一般工业固废进行充填及回填提出了污染控制要求，规定：第 II 类一般工业固体废物以及不符合第 8.1 条充填或回填途径的第 I 类一般工业固体废物，其充填或回填活动前应开展环境本底调查，并按照《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3—2019）等相关标准进行环境风险评估，重点评估对地下水、地表水及周边土壤的环境污染风险，确保环境风险可以接受。

### （1）评价内容说明

《安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿矿山生态修复项目》主要项目内容为：修复历史遗留矿山 1 座，消除图斑 6 个，修复治理面积 22.3217hm<sup>2</sup>（2 片区），转型利用面积 4.8473hm<sup>2</sup>（1 片区和 2 片区国有建设用地，1 片区面积为 1.77hm<sup>2</sup>）。回填耕植土 7 万 m<sup>3</sup>，黏土衬层回填 7.2 万 m<sup>3</sup>，回填无害化处理磷尾矿约 31.8072 万 m<sup>3</sup>（65.2016 万吨），植被恢复面积 19.1163hm<sup>2</sup>，修复区植被覆盖度增加 85%，种植蓝莓、云南松、冬樱花等。

由于 1 片区不涉及施工，主要进行转型利用，本次评价内容只包含 2 片区，即评价面积

22.3217hm<sup>2</sup>，5个图斑。

由于蓝莓种植部分具体种植、经营、销售等实施方式设计方案还不确定，本次不进行评价。

### (2) 开工、投诉说明

截至2025年6月，本环评送审阶段，项目暂未开工，未收到环保信访和投诉情况。

### (3) 与本项目有关的环评类别分析

2025年3月14日，安宁兴浩贸易有限公司通过招投标方式成为安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿矿山生态修复项目社会投资人，即开展实施的生态修复项目主体；根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》相关规定，本项目应进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021版）有关规定本项目建设内容该项目属于“八、非金属矿采选业、11 土砂石开采 101（不含河道采砂项目）其他”，应编制环境影响报告表。为此，安宁兴浩贸易有限公司委托我单位（云南十诚环保科技有限公司）进行该项目的环境影响评价工作。接受委托后，在收集资料、实地调查和现场踏勘的基础上，按照《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）（试行）》、国家及地方的相关法规条例，编制完成了《安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿矿山生态修复项目环境影响报告表》，供建设单位上报环境主管部门审批，作为项目环境管理的依据。

## 一、建设项目基本情况

建设项目名称	安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿矿山生态修复项目		
项目代码	2503-530181-04-05-320829		
建设单位联系人	蒋**	联系方式	184****8668
建设地点	云南省昆明市安宁市温泉街道羊角社区居委会		
地理坐标	(102度26分5.652秒, 24度56分30.504秒)		
建设项目行业类别	八、非金属矿采选业—11 土砂石开采 101—其他	用地（用海）面积（m <sup>2</sup> ）/长度（km）	223217.00m <sup>2</sup>
建设性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 技术改造	建设项目申报情形	<input checked="" type="checkbox"/> 首次申报项目 <input type="checkbox"/> 批准后再次申报项目 <input type="checkbox"/> 超五年重新审核项目 <input checked="" type="checkbox"/> 重大变动重新报批项目
项目审批（核准/备案）部门（选填）	安宁市发展和改革局（安宁市粮食局）	项目审批（核准/备案）文号（选填）	/
总投资（万元）	1761.40	环保投资（万元）	372.00
环保投资占比（%）	21.12%	施工工期	3 个月
是否开工建设	<input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是		
专项评价设置情况	根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》，项目建设内容属于“八、非金属矿采选业”中“11 土砂石开采 101”的“其他”类型，应编制环境影响报告表。根据建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）（试行），专项		

评价设置原则参照表 1-1。

表 1-1 与专项评价设置原则表的对照分析

专项评价类别	涉及项目类别	本项目符合性	是否设置专项评价
地表水	水力发电：引水式发电、设计调峰发电的项目； 人工湖、人工湿地：全部； 水库：全部（配套的管线工程等除外）； 防洪除涝工程：包括水库在内的项目； 河湖整治：涉及清淤且底泥存在重金属污染的项目	本项目属于矿山修复治理工程，因此不设置地表水专项评价。	否
地下水	陆地石油和天然气开采：全部； 地下水（含矿泉水）开采：全部； 水利、水电、交通等：含穿越可溶岩地层隧道的项目	本项目为矿山修复治理工程，因此不设置地下水专项评价。	否
生态	涉及环境敏感区（不包括饮用水水源保护区，以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公为主要功能的区域，以及文物保护单位）的项目	本项目为矿山修复治理工程，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》，针对土砂石开采中的敏感区为第三条（一）中的全部区域；第三条（二）中除（一）外的生态保护红线范围，基本草原，重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道，沙化土地封禁保护区。 本项目不涉及设置原则规定的环境敏感区，因此本项目不设置生态专项评价。	否
大气	油气、液体化工码头：全部； 干散货（含煤炭、矿石）、件杂、多用途、通用码头：涉及粉尘、挥发性有机物排放的项目	本项目为矿山修复治理工程，运行期不涉及粉尘、挥发性有机物排放，不属于编制指南中规定的涉及大气污染的项目，因此本项目不设置大气专项评价。	否
噪声	公路、铁路、机场等交通运输业涉及环境敏感区（以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公为主要功能的区域）的项目； 城市道路（不含维护，不含支路、人行天桥、人行地道）：全部	本项目属于矿山修复治理工程，不属于需要开展噪声专项评价的项目类型，因此本项目不设置噪声专项评价。	否
环境风险	石油和天然气开采：全部； 油气、液体化工码头：全部；	本项目为矿山修复治理工程，不涉及设置原则规定的情况。因本项目采用	否

	<p>原油、成品油、天然气管线（不含城镇天然气管线、企业厂区内管线），危险化学品输送管线（不含企业厂区内管线）：全部</p>	<p>无害化处理磷尾矿作为矿坑生态修复回填材料，按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）第8条充填及回填利用污染控制要求，根据HJ25.3等相关导则和标准进行环境风险评估，设置环境风险评估报告，项目实施地区环境风险可控，并取得专家评审意见（详见附件12），因此不设置环境风险专项评价。</p>	
<p>注：“涉及环境敏感区”是指建设项目位于、穿（跨）越（无害化通过的除外）环境敏感区，或环境影响范围涵盖环境敏感区。环境敏感区是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中针对该类项目所列的敏感区。</p> <p>根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》中，第三条，本名录所称环境敏感区是指依法设立的各级各类保护区域和对建设项目产生的环境影响特别敏感的区域，主要包括下列区域：</p> <p>（一）国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区；</p> <p>（二）除（一）外的生态保护红线管控范围，永久基本农田，基本草原、自然公园（森林公园、地质公园、海洋公园等）、重要湿地、天然林，重点保护野生动物栖息地，重点保护野生植物生长繁殖地，重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道。天然渔场，水土流失重点预防区和重点治理区、沙化土地封禁保护区、封闭及半封闭海域；</p> <p>（三）以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公为主要功能的区域，以及文物保护单位。</p> <p>综上，本项目不需做专题报告。</p>			
<p>规划情况</p>	<p>无。</p>		
<p>规划环境影响评价情况</p>	<p>无。</p>		
<p>规划及规划环境影响评价符合性分析</p>	<p>无</p>		
<p>其他符合性分析</p>	<p><b>1.产业政策符合性分析</b></p> <p>本项目为矿山生态修复工程，根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号《产业结构调整指导目录》（2024年本），项目属于鼓励类“四十二、环境保护与资源节约综合利用”中“2.生态环境修复和资源利用：矿山生态环境恢复工程，海洋环境保护及科学开发，海洋生态修复”，项目已于2025年3月25日取得安宁市发展和改革委员会（安宁市粮食局）项目备案，项目建设符合国家产业政策。</p>		

## 2.项目与《昆明市生态环境分区管控动态更新方案（2023年）》符合性分析

2024年11月12日，昆明市生态环境局《关于印发〈昆明市生态环境分区管控动态更新方案（2023年）〉的通知》发布，《方案》按“坚守底线，保持稳定。立足实际，分类准入。依法依规，持续优化。”原则进行了更新。更新后，全市环境管控单元数量由原有的129个调整为132个。优先保护单元：更新后，总数为42个，保持不变；面积占比由44.11%更新为44.72%，增加0.61%。重点管控单元：更新后，总数为76个，较原有增加3个；面积占比由19.56%更新为19.06%，减少0.5%。一般管控单元：更新后，总数为14个，保持不变；面积占比由36.33%更新为36.22%，减少0.11%。

本项目与《昆明市生态环境分区管控动态更新方案（2023年）》的符合性分析如下：

### （1）“三线”符合性分析

表 1-2 项目与昆明市“三线”的符合性分析

项目	管控要求	项目情况	符合性
生态保护红线	更新后，生态保护红线全面与《昆明市国土空间总体规划（2021—2035年）》衔接，全市生态保护红线面积4274.70平方公里，占全市国土面积的20.34%，较原有面积占比减少1.85%。全市一般生态空间面积5151.56平方公里，占国土空间面积的24.37%，较原有面积占比增加2.45%。	根据安宁市最新划定的“三区三线”数据中的永久基本农田数据、生态保护红线数据、城镇开发边界数据，通过将项目修复范围线和安宁市永久基本农田数据、生态保护红线数据、城镇开发边界数据叠加分析得到，项目区修复范围均不占用永久基本农田、生态保护红线，安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿（1片区和2片区）占城镇开发边界23.8518hm <sup>2</sup> ，其中本次修复范围的（2片区）5个图斑占用城镇开发边界22.0818hm <sup>2</sup> 。	符合
环境质量底线	到2025年，昆明市地表水国控断面达到或好于Ⅲ类水体比例应达到81.5%，45个省控断面达到或好于Ⅲ类水体比例应达到80%，劣Ⅴ类水体全面消除，县级及以上集中式饮用水水源地水质达标率100%；空气质量优良天数比率达99.1%，细颗粒物（PM <sub>2.5</sub> ）浓度不高于24微克/立方米，重污染天数为0；全市土壤环境质量总体保持稳定，局部稳中向好，受污染耕地安全利用率不低于90%，重点建设用地安全利用得到有效保障。	根据本次引用的监测，项目区上下游水环境质量均能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅳ类标准地表水环境质量底线要求。 本项目矿坑回填采用无害化处理磷尾矿作为回填材料，满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）第8条充填及回填利用污染控制要求，即满足Ⅰ类工业固体废物，且有机物含量不超过5%。淋滤水经收集沉淀后用罐车运输至安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体450万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”作为磨矿及浮选用水，不会	符合

		<p>导致区域环境水环境功能下降。</p> <p>根据环境质量现状调查结果，项目内土壤取样点所有样品中检出的污染物含量均低于《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地筛选值。项目周边土壤环境质量检测结果所监测因子其中两个点存在锌超标、一个点存在镍超标外，其余均满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）标准。周边点位超标原因主要是周边工业污染源较多，可能是大气沉降造成，同时其他监测点位发现该区域锌监测数据普遍较高，区域背景值偏高。本项目为矿山生态修复工程，恢复目标为其他园地、乔木林地、农村道路、其他草地和坑塘水面。回填材料满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）第8条的要求，淋滤水经收集沉淀处理后用罐车运输至安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体450万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”作为磨矿及浮选用水。通过生态恢复后，项目区土壤环境质量满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018），改善了项目区土壤质量。满足土壤环境质量底线的要求。</p>	
资源利用上线	<p>到2025年，按照国家、省、市有关要求和规划，按时完成全市用水总量、用水效率、限制纳污“三条红线”水资源上限控制指标；按时完成耕地保有量、基本农田保护面积、建设用地总规模等土地资源利用上限控制指标；按时完成单位GDP能耗下降率、能源消费总量等能源控制指标；矿产资源开采与保护达到预期目标；河湖岸线资源管控达到相关要求。</p>	<p>本项目为矿山环境污染综合治理及生态修复工程，项目不涉及水资源的开采和耕地保有量、基本农田保护面积和建设用地等土地资源指标的占用，项目也不涉及单位GDP能耗、能源消耗总量等能源控制指标，符合资源利用上线的要求。</p>	符合

综上，项目符合“三线”相关管控要求。

**（2）“一单”符合性分析**

项目选址位于安宁市温泉街道羊角社区居委会境内，根据云南省生态环境分区管控公共服务查询平台查询情况，项目涉及安宁2个管控单元具体涉及管控单元见表1-3。项目与昆明市生态环境分区管控成果动态更新方案符合性分析见表1-4。

**表 1-3 本项目各工程占管控单元情况一览表**

云南省生态环境分区管控公共服务查询平台查询结果
-------------------------

序号	环境管控单元编码	环境管控单元名称	管控单元类型
1	ZH53018120004	安宁市大气环境布局敏感重点管控单元	重点管控单元
2	ZH53018120007	安宁市城区生活污染重点管控单元	重点管控单元



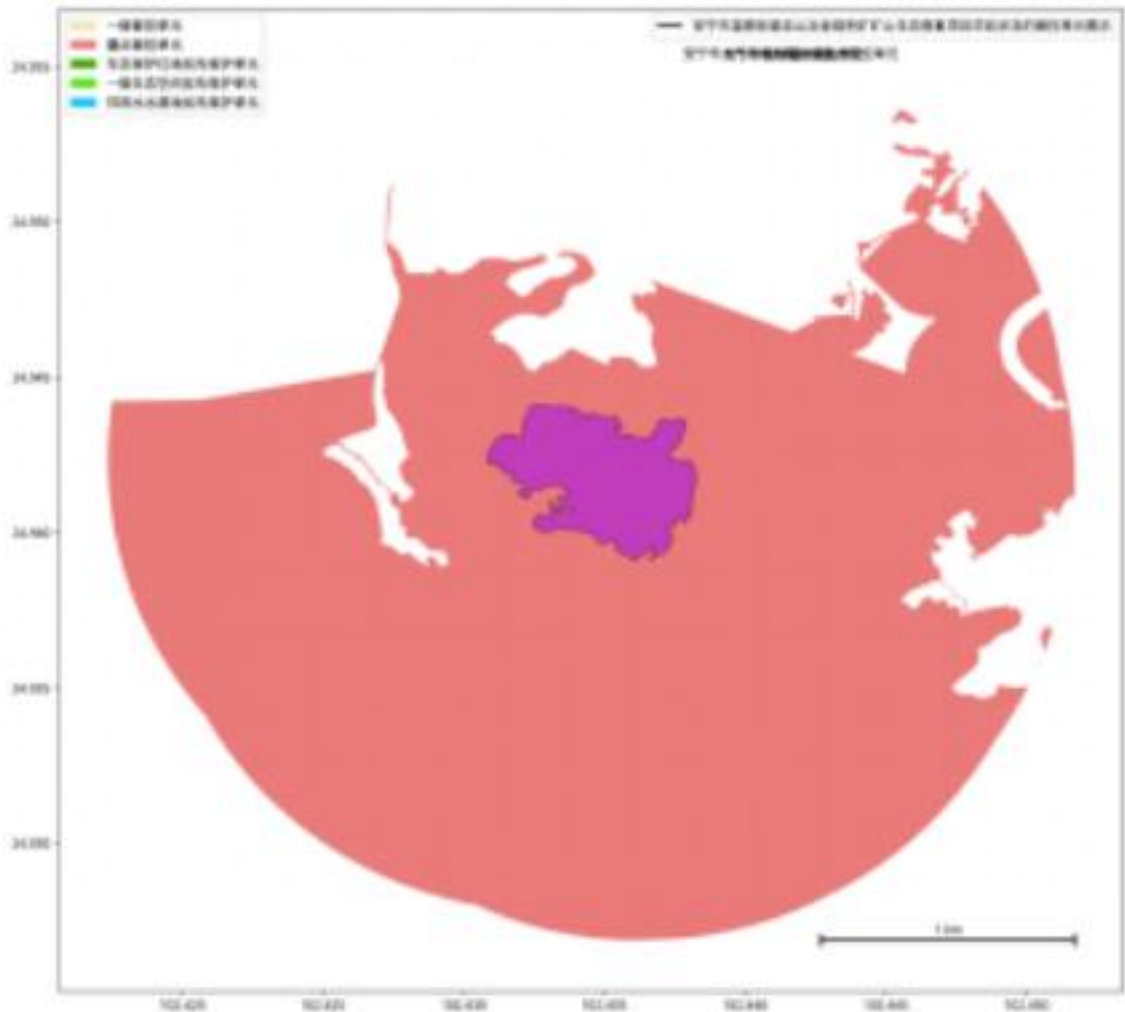


图 1-1 项目管控单元查询截图

表 1-4 本项目与昆明市生态环境准入清单相符性分析

涉及的区域管控要求				
序号	区域	准入要求	本项目情况	符合性
1	昆明市	<p>(一) 空间布局约束</p> <p>1.根据《昆明市国土空间总体规划（2021—2035 年）》进行空间管控。</p> <p>2.牛栏江流域内，严格按照《云南省牛栏江保护条例》相关要求对水环境进行分区管控。</p> <p>3.滇池流域内，严格按照《云南省滇池湖滨生态红线及湖泊生态黄线“两线”划定方案》相关要求进行分区管控。</p> <p>4.阳宗海流域内，严格按照《云南省阳宗海湖滨生态红线及湖泊生态黄线“两线”划定方案》相关要求进行分区管控。</p> <p>(二) 污染物排放管控</p> <p>1.到 2025 年，昆明市地表水国、省控断面达到或好于 III 类水体比例应达到 81.5%；滇池草海水质稳定达</p>	<p>1.1 项目符合《昆明市国土空间总体规划（2021—2035 年）》空间管控要求；</p> <p>1.2~4 项目位于昆明市安宁，属于长江螳螂川流域，不属于牛栏江流域、滇池流域和阳宗海流域；</p> <p>2.1 根据本次引用监测，项目区下游水环境质量均能满</p>	符合

		<p>到Ⅳ类、外海水质达到Ⅳ类（COD≤40mg/L），阳宗海水水质稳定达到Ⅲ类水标准，县级及以上集中式饮用水水源地水质达标率 100%。化学需氧量重点工程减排量 10243t，氨氮重点工程减排量 1009t。</p> <p>2.到 2025 年，昆明市环境空气质量优良天数比例应达到 99.1%，城市细颗粒物（PM2.5）平均浓度应达到 24μg/m<sup>3</sup>；氮氧化物重点工程减排量 2237t，挥发性有机物重点工程减排量 1684t。</p> <p>3.2025 年底前，全面完成钢铁企业超低排放改造。持续开展燃煤锅炉整治，推进每小时 65 蒸吨以上的燃煤锅炉超低排放改造。燃气锅炉推行低氮燃烧，氮氧化物排放浓度不高于 50 毫克/立方米。重点涉气排放企业逐步取消烟气旁路，因安全生产无法取消的，安装在线监管系统。</p> <p>4.建立完善源头、过程和末端的 VOCs 全过程控制体系，实施 VOCs 排放总量控制。</p> <p>5.推进农业废弃物综合利用，2025 年底前综合利用率达 90%以上。</p> <p>6.滇池流域：2025 年底前，完成流域内城镇雨污分流改造，城镇污水收集率达 95%以上，农村生活污水收集处理率达 75%以上，畜禽粪污综合利用率达 90%以上，城市生活垃圾处理率达 97%以上，实现农村生活垃圾分类投放、统一运输、集中处理。</p> <p>7.阳宗海流域：推进农业废弃物综合利用，2025 年底前农作物综合利用率达 90%以上，畜禽粪污综合利用率达 96%以上，农膜回收利用率达 85%以上。2025 年底前，完成流域内城镇雨污分流改造，城镇污水收集率达 95%以上，农村生活污水收集处理率达 75%以上，畜禽粪污综合利用率达 90%以上，城镇生活垃圾处理率达 97%以上，实现农村生活垃圾分类投放、统一运输、集中处理。</p> <p>8.督促指导磷石膏产生企业配套建设（或委托建设）相应能力的磷石膏无害化处理设施，采用水洗、焙烧、浮选、中和等技术对磷石膏进行无害化处理，确保在 2025 年新产生磷石膏实现 100%无害化处理，从根本上降低磷石膏污染隐患。无害化处理后暂时不能利用的磷石膏，应当按生态环境、应急管理要求依法依规安全环保分类存放。</p> <p>9.推动昆明市磷石膏综合利用率 2023 年达到 52%，2024 年达到 64%，2025 年确保达到 73%，力争达到 75%；到 2025 年底，中心城区污泥无害化处置率达到 95%以上，县城污泥无害化处置率达到 90%以上。</p> <p>（三）环境风险防控</p> <p>1.加大放射性物质、电磁辐射、危险废物、医疗废物、尾矿库渣场、危险化学品、重金属等风险要素防控力度，全过程监控风险要素产生、使用、储存、运输、</p>	<p>足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅳ类标准地表水环境质量底线要求。本项目矿坑回填采用无害化处理磷尾矿作为回填材料，满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）第 8 条充填及回填利用污染控制要求，即满足第 I 类工业固体废物，且有机物含量不超过 5%。淋滤水经收集沉淀后用罐车运输至安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体 450 万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”作为磨矿及浮选用水，不会导致区域环境水环境功能下降。</p> <p>2.2 根据《2023 年度昆明市生态环境状况公报》。各县（市、区）环境空气质量总体保持良好，各项污染物平均浓度均达到二级空气质量标准。与 2022 年相比，各县（市、区）环境空气综合污染指数均上升。同时在项目严格工程环保管理、落实各项环保措施、按要求开展环境监测的前提下，项目施工对周边环境的影响是短</p>
--	--	--	--

		<p>处理处置，实现智能化预警与报警，有效降低各类环境风险。</p> <p>2.针对持久性有机污染物、内分泌干扰物等新污染物，制定实施新污染物治理行动方案，开展新污染物筛查与评估，建立清单，开展化学物质生产使用信息调查，实施调查监测和环境风险评估。</p> <p>3.开展重点区域、重点领域环境风险调查评估，加强源头预防、过程管控、末端治理；建设环境应急技术库和物资库，推动各地更新扩充应急物资和防护装备，提升环境应急指挥信息化水平，完善环境应急管理体系。</p> <p>4.开展“千吨万人”农村饮用水水源保护区环境风险排查整治，加强农村水源水质监测。</p> <p>5.以涉危险废物、涉重金属企业为重点，合理布设生产设施，强化应急导流槽、事故调蓄池、雨污总排口应急闸坝等事故排水收集截留设施，以及传输泵、配套管线、应急发电等事故水输送设施等建设，合理设置消防事故水池和雨水监测池。</p> <p>6.严格新（改、扩）建尾矿库环境准入，健全尾矿库环境监管清单，加强尾矿库分类分级环境监管。严格落实《云南省尾矿库专项整治工作实施方案》。</p> <p>（四）资源开发效率要求</p> <p>1.到 2025 年，基本建成与经济社会高质量发展和生态文明建设要求相适应、与由全面建成小康社会向基本实现现代化迈进起步期相协同的水安全保障体系。</p> <p>2.节水型生产和生活方式初步建立，用水效率和效益显著提高，全社会节水意识明显增强，新时代节水型社会基本建成。全市用水总量控制在 35.48 亿 m<sup>3</sup> 以内，万元 GDP 用水量较 2020 年下降 10%，万元工业增加值用水量较 2020 年下降 10%，农田灌溉水有效利用系数提高到 0.55 以上。</p> <p>3.万元工业增加值用水量≤30（立方米/万元）。</p> <p>1.2025 年底前，全市单位地区生产总值能源消耗较 2020 年下降 14%，能源消费总量得到合理控制。</p> <p>2.单位 GDP 能源消耗累计下降 23.6%，不低于省级下达目标。</p> <p>3.对照国家有关高耗能行业重点领域能效标杆水平，实施钢铁、有色金属、冶炼等 17 个高耗能行业节能降碳改造升级，加快提升重点行业、企业能效水平。</p> <p>4.加强节能监察和探索用能预算管理，实施电机、变压器等重点用能设备能效提升三年行动，推广先进节能技术。</p> <p>5.到 2025 年，钢铁行业全面完成超低排放改造。</p> <p>6.加快推进有色、化工、印染、烟草等行业清洁生产和工业废水资源化利用。</p> <p>7.到 2025 年，全市新建大型及以上数据中心绿色低</p>	<p>期的、有限的，从环保角度可接受。</p> <p>本项目不涉及 2.3~2.9 条款。</p> <p>本项目为矿山生态修复项目，项目运营期为植被管护，非生产性项目，不涉及后续条款。</p>
--	--	---	--

			<p>碳等级达到 4A 以上，电源使用效率（PUE）达到 1.3 以下，逐步组织电源使用效率超过 1.5 的数据中心进行节能降碳改造。</p> <p>8.“十四五”期间，全市规模以上工业单位增加值能耗下降 14.5%，万元工业增加值用水量下降 12%。</p> <p>9.到 2025 年，通过实施节能降碳提升工程，钢铁、电解铝、水泥、平板玻璃、炼油、乙烯、合成氨、电石等重点行业产能和数据中心达到能效标杆水平的比例超过 30%。</p> <p>10.公共机构单位建筑面积碳排放量比 2020 年下降 7%。</p> <p>11.非化石能源消费占一次能源消费比重达到 40%以上，完成省级下达目标。</p> <p>12.单位 GDP 二氧化碳排放累计下降 23%，不低于省级下达目标。</p> <p>13.严把新上项目的碳排放关，严格环境影响评价审批，加强固定资产投资项目节能审查，推动新建“两高一低”项目能效水平应提尽提。</p> <p>14.以六大高耗能行业为重点，全面梳理形成拟建、在建、存量“两高一低”项目清单，实行清单管理、分类处置、动态监控。加强“两高一低”项目全过程监管，严肃查处不符合政策要求、违规审批、未批先建、批建不符、超标用能排污的“两高一低”项目。</p> <p>15.加快淘汰落后和低端低效产能退出。</p> <p>16.指导金融机构加强“两高一低”项目贷前审核。</p>		
<b>环境管控单元准入要求</b>					
序号	管控单元编码	管控单元名称	准入要求	本项目情况	符合性
1	ZH53018120004	安宁市大气环境布局敏感重点管控单元	<p>（一）空间布局约束</p> <p>1.严格控制排放二氧化硫和氮氧化物的企业入驻。</p> <p>2.严禁不符合国家和云南省产业政策和环保标准、资源消耗大、排污量大、废物不能处理达标，清洁生产指标低于国内平均水平的企业入驻。</p> <p>（二）污染物排放管控</p> <p>执行二级空气质量标准，强化污染物排放总量控制。</p> <p>（三）环境风险防控</p> <p>加大煤气、液化气及电等清洁能源的普及率。</p> <p>（四）资源开发效率要求</p> <p>——</p>	本项目为矿山生态修复项目，项目运营期为植被管护，非生产性项目，不涉及后续条款	符合
				本项目为矿山生态	符

2	ZH530 181200 07	安宁市城区生活污染重点管控单元	<p>(一) 空间布局约束 控制城镇人口发展规模。</p> <p>(二) 污染物排放管控 1.城市污水管网尚未配套的地区，房地产开发项目应自行建设污水处理设施，做到达标排放。 2.完善生活污水收集处理系统，改造截污干管，杜绝生活污水直接进入城区河道及湖库。 3.城镇生活污水处理率达到 85%以上。 4.按照国家、省、市相关标准要求建设、改造、提升满足实际需求的环卫基础设施。</p> <p>(三) 环境风险防控 禁止向水域及岸线管理范围倾倒工业废渣、城市垃圾、粪便及其他废弃物。</p> <p>(四) 资源开发效率要求</p>	修复项目，项目运营期为植被管护，非生产性项目，不涉及后续条款	合
---	-----------------------	-----------------	--	--------------------------------	---

综上，项目建设与昆明市生态环境准入清单相符。本项目建设符合昆明市生态环境分区管控成果动态更新方案中相关要求。

#### 4.与《云南省国土空间规划（2021—2035 年）》符合性分析

根据云南省自然资源厅于 2024 年 10 月 24 日发布《云南省国土空间规划（2021—2035 年）》。项目所在地位于安宁市，根据主体功能区分布图（附图 29），属于《云南省国土空间规划（2021—2035 年）》中的国家级城市化地区。项目与《云南省国土空间规划（2021—2035 年）》符合性分析见表 1-5。

表 1-5 项目与《云南省国土空间规划（2021—2035 年）》符合性分析

相关内容		本项目情况	符合性
第五章 提升生态系统质量和稳定性，筑牢西南生态安全屏障	<p><b>第四节 实施重要生态系统保护修复</b></p> <p><b>加强矿山生态修复。</b>按照“保障安全、恢复生态、兼顾景观”的要求，以自然恢复为主、工程治理为辅的原则，开展历史遗留矿山综合治理。坚持源头严控、过程严管、末端修复的原则，推动矿产资源开发、地质环境恢复治理与土地复垦统一规划、统一设计、同步实施。到 2025 年，累计修复治理云南省历史遗留矿山面积 1 万 hm<sup>2</sup>，到 2035 年，累计修复治理云南省历史遗留矿山面积 1.39 万 hm<sup>2</sup>。</p>	项目实施后将完成修复治理云南省历史遗留矿山面积 22.3217hm <sup>2</sup> 。	符合

根据表 1-5 分析，项目建设符合《云南省国土空间规划（2021—2035 年）》相关要求。

#### 5.与《云南省主体功能区规划》的符合性分析

根据《云南省人民政府关于印发云南省主体功能区规划的通知》云政发〔2014〕1 号），《云南省主体功能区规划》将云南省国土空间按照开发方式分为重点开发区

域、限制开发区域和禁止开发区域3类主体功能区；按开发内容分为城市化地区、农产品生产区和重点生态功能区；按层级分为国家和省级两个层面。

拟建项目所在的安宁市属于国家层面重点开发区，国家层面重点开发区域是对全国区域经济协调发展有重大意义的城市化地区，是支撑全国经济增长的重要增长极。该区域的功能定位为：我国面向西南开放重要桥头堡建设的核心区，连接东南亚、南亚国家的陆路交通枢纽，面向东南亚、南亚对外开放的重要门户；全国重要的烟草、旅游、文化、能源和商贸物流基地，以化工、有色冶炼加工、生物为重点的区域性资源深加工基地，承接产业转移基地和外向型特色优势产业基地；我国城市化发展格局中特色鲜明的高原生态宜居城市群；全省跨越发展的引擎，我国西南地区重要的经济增长极。

项目属于生态修复项目，项目实施过程有少量废气、废水产生，采取相应措施后，项目环境影响较小，项目完成后，项目区生态环境得以恢复，工程建设有利于改善区域的生态环境条件。

因此项目建设与《云南省主体功能区规划》功能定位不冲突。

#### 6.与《云南省生态功能区划》的符合性分析

根据《云南省生态功能区划》，项目位于昆明安宁市境内，项目与云南省生态功能区划位置关系见附图30，属于III1-6昆明、玉溪高原湖盆城镇建设生态功能区。所在地生态功能区单元及其生态服务功能、主要生态问题及产业发展方向见下表。

表 1-6 本项目所在地的生态功能区划

生态功能分区单元			主要生态特征	主要生态环境问题	生态环境敏感性	主要生态系统服务功能	保护措施与发展方向
生态区	生态亚区	生态功能区					
III高原亚热带北部常绿阔叶林生态区	III1 滇中高原谷盆半湿润常绿阔叶林、暖性针叶林生态亚区	III1-6 昆明、玉溪高原湖盆城镇建设生态功能区	以湖盆和丘状高原地貌为主。滇池、抚仙湖、星云湖、杞麓湖等高原湖泊都分布在本区内，大部分地区的年降雨量在 900~1000 毫米，现存植被以云南松林为主。土壤以红壤、紫色土和水稻土为主	农业面源污染，环境污染、水资源和土地资源短缺	高原湖盆和城乡交错带的生态脆弱性	昆明中心城市建设及维护高原湖泊群及周边地区的生态安全	调整产业结构，发展循环经济，推行清洁生产，治理高原湖泊水体污染和流域的面源污染

本项目属于矿山生态修复项目。项目实施过程不会加剧土地过度垦殖、土地质量

和数量下降的生态问题，且从环境角度分析项目实施过程对生态环境的影响有限；项目施工期尽可能避免生态破坏，施工结束后对生态环境进行恢复。项目实施后对修复区域生态环境质量有直接改善作用，项目实施后增加林地、草地和园地面积，提高土地利用价值，增加小型动物活动范围，增加当地物种多样性，不会造成生境破坏。因此，减少区域水土流失，对减缓土地退化、农业生态环境恶化问题有积极作用。因此，本项目与《云南省生态功能区划》不冲突。

### 7.与《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024—2030年）》的符合性分析

根据《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024—2030年）》，云南省生物多样性保护的战略任务主要是：聚焦生物多样性保护新形势新要求，统筹考虑云南生物多样性现状，抓住重要机遇期，明晰新定位，发展新动能，落实重大决策部署，推动形成生物多样性治理新格局。

本项目与《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024—2030年）》相关条款的符合性分析见下表：

表 1-7 与云南省生物多样性保护战略与行动计划符合性分析

相关条款	本项目情况	符合性	
优先行动 8： 修复重要生态系统	科学开展大规模国土绿化行动，重点绿化迹地、荒滩、荒废和受损山体、退化林地草地等，推进绿美云南建设。加强天然林和公益林管护，开展森林可持续经营，精准提升森林质量。持续推进历史遗留废弃露天矿山生态修复。	本项目为历史遗留废弃矿山生态修复项目，项目实施对采矿迹地、受损山体进行修复整治，对区域生态系统保护和修复总体有正向作用。	符合
专栏 8 修复重要生态系统优先项目	3.利用乡土植物开展生态保护修复。以基于自然的解决方案，充分利用云南丰富的植物资源，开展适宜于石漠化地区、干热河谷地区、高山亚高山地区等生态脆弱地区生态修复的植物选育，并开展生态保护修复应用；探索将修复物种选育与珍稀濒危特有物种的人工扩繁、生物生态产业发展结合，实现生态保护修复、物种保护、产业发展协同增效。	本项目林地修复、草地修复全部选择云南乡土树种及云南乡土草种，园地修复选用经济作物，符合本条相关要求。	符合

同时，根据项目与云南省生物多样性保护优先区叠图，位置关系图详见附图 28。本项目所在区域位于优先保护单元区域外，本项目的建设对云南省生物多样性保护优先区域的影响不大，与《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024—2030年）》不冲突。

### 8.与《云南省生物多样性保护条例》的符合性分析

《云南省生物多样性保护条例》已于 2018 年 9 月 21 日云南省第十三届人民代表大会常务委员会第五次会议通过，自 2019 年 1 月 1 日起施行。本项目与《云南省生物多样性保护条例》相关条款的符合性分析如下：

**表 1-8 本项目与《云南省生物多样性保护条例》相关条款的符合性分析**

	相关内容	本项目情况	符合性
第二十四条	任何单位和个人不得擅自向自然保护区引进外来物种。确需引进的，应当依法办理审批手续，并按照有关技术规范进行试验。	项目不涉及自然保护区，项目植被重构工程选用树种、草种多为《云南省主要乡土草种目录（2022 年）》《云南省主要乡土树种名录（第一批）》中收录的乡土树种、草种。工程种植植被不属于国家、云南省发布的相关外来入侵物种名录中收录的外来入侵物种。	符合
第二十五条	禁止扩散、放生或者丢弃外来入侵物种。任何单位和个人发现疑似外来物种的，应当及时向当地环境保护、林业、农业、卫生等行政主管部门或者相关自然保护地管理机构报告。接到报告的部门或者机构应当立即组织现场勘查，确认为本行政区域内新出现的外来入侵物种的，应当及时处置，向当地人民政府和上一级主管部门报告，并通报相邻地区。接到报告的部门或者机构没有能力认定或者处置的，应当及时将有关情况转报具有认定和处置能力的部门。具有认定和处置能力的部门应当按照前款规定的程序及时处理。	项目植被重构工程选用树种、草种多为《云南省主要乡土草种目录（2022 年）》《云南省主要乡土树种名录（第一批）》中收录的乡土树种、草种。工程设计不引进国家、云南省发布的相关外来入侵物种名录中收录的外来入侵物种。项目生态修复工程施工期，栽植树种、草种购买、引入、栽植、养护过程中，如发现疑似外来物种，发现疑似外来物种的单位、个人应按规定立即报告有关部门，有关部门介入处置后，相关施工、养护单位服从统一安排进行处置。在落实、报告、处置措施的情况下，引入外来物种风险可得到有效控制。	符合
第二十九条	新建、改建、扩建建设项目以及开发自然资源，应当依法开展环境影响评价。对可能造成重要生态系统破坏、损害重要物种及其栖息地和生境的，应当制定专项保护、恢复和补偿方案，纳入环境影响评价。在生物多样性保护优先区域的建设项目以及自然资源开发，应当评价对生物多样性的影响，并作为环境影响评价的重要组成部分。	本项目为新建项目，建设单位已按照《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》等相关法律法规组织委托技术单位进行环境影响评价，本次环评按照现行法律法规、导则、标准进行评价，对照《陆生野生动物重要栖息地名录（第一批）》《云南省候鸟迁徙通道重点区域范围（第一批）》名录，项目工程设计范围距上述需特殊关注的区域较远，项目实施不会对上述需特殊关注的区域造成损害。	符合
第三十条	对已退化或者遭到破坏的具有代表性和重要经济、社会价值以及本省特有的生态系统，县级以上人民政府应当优先制定设计方案，进行	本项目为矿山生态修复项目，安宁市人民政府已组织相关技术单位进行设计方案编制。设计方案包含治理和恢复的内容、方式、期限等相应内容，截至本次环评编制，项目设	符合

治理和恢复。设计方案应当包括治理和恢复的内容、方式、期限，必要时可以在一定范围内采取封闭保护措施。	计于 2025 年 2 月 18 日通过专家评审；本项目符合该条规定。
---	-------------------------------------

综上，项目符合《云南省生物多样性保护条例》相关内容。

### 9.与《中华人民共和国长江保护法》的符合性分析

根据《中华人民共和国长江保护法》第二章 规划与管控中第二十六条 禁止在长江干流岸线三公里范围内和重要支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库。

根据《中华人民共和国长江保护法》第五章 生态环境修复中第五十二条 国家对长江流域生态系统实行自然恢复为主，自然恢复与人工修复相结合的系统治理。第六十二条 长江流域县级以上地方人民政府应当因地制宜采取消除地质灾害隐患、土地复垦、恢复植被、防治污染等措施，加快历史遗留矿山生态环境修复工作，并加强对在建和运行中矿山的监督管理，督促采矿权人切实履行矿山污染防治和生态环境修复责任。

项目为矿山生态修复治理项目，采取“辅助再生”的修复方式对矿山进行生态修复，恢复矿山植被，重构矿山生态环境，修复治理过程采取相应的污染防治措施减少污染排放，综合分析项目符合《中华人民共和国长江保护法》第六十二条的相关要求。

### 10.与《长江经济带生态环境保护规划》符合性分析

根据《长江经济带生态环境保护规划》，主要目标为建设和谐长江、健康长江、清洁长江、优美长江、安全长江。其中长江上游区重点保护区域含云南省。其“专栏 10 水环境保护与治理 03 重污染水体治理”中提出推进府河、釜溪河、京山河、南淝河、派河、螳螂川等劣 V 类河流综合治理项目。

项目位于安宁市温泉街道羊角社区居委会，属于长江流域，项目为历史遗留矿山的生态修复，通过边坡清理、地质灾害治理、防渗工程、回填修复、植被恢复等各项措施的实施，生态修复面积 223217.00m<sup>2</sup>。矿山生态修复后，重构土壤环境及植被，提高土壤肥力，可减少露天矿坑产生的雨季采场淋滤水对地表水、地下水体的污染；减少扬尘排放；在矿坑周围设置截排水沟、修复完成后的平台布置横向截排水沟，并种植林木和撒播草籽，减少水土流失。

项目的实施，能够改善该区域生态环境质量，丰富物种多样性，促进该区域土壤环境质量改善，对该区域环境改善有积极意义。

综上，项目符合《长江经济带生态环境保护规划》。

### 11.与《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行，2022 年版）》符

## 合性分析

项目为生态修复项目，不属于生产性项目，项目与《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行，2022年版）》（云发改基础〔2022〕894号）的符合性分析如下。

表 1-9 与云发改基础〔2022〕894号文符合性分析

序号	云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行，2022年版）	项目情况	符合性
1	禁止新建、改建和扩建不符合《全国内河航道与港口布局规划》等全国港口规划和《昭通市港口码头岸线规划（金沙江段 2019 年—2035 年）》《景洪港总体规划（2019—2035 年）》等州（市）级以上港口布局规划以及港口总体规划的码头项目。	项目为矿山修复治理工程，不属于码头项目。	符合
2	禁止在自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围内投资建设旅游和生产经营项目。禁止建设与自然保护区保护方向不一致的旅游项目。禁止在自然保护区内进行开矿、采石、挖沙等活动。禁止在自然保护区的核心区和缓冲区内建设任何生产设施，禁止在自然保护区的实验区内建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施。	项目为矿山修复治理工程，不属于生产经营项目及设施，根据现场调查，项目选址不涉及自然保护区。	符合
3	禁止在风景名胜区核心景区的岸线和河段范围内投资建设与风景名胜资源保护无关的项目。禁止在风景名胜区内进行开山、采石、开矿、开荒、修坟立碑等破坏景观、植被和地形地貌的活动以及修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施；禁止在风景名胜区内设立开发区和在核心景区内建设宾馆、会所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的投资建设项目。	项目为废弃矿山生态修复项目，根据现场调查，项目选址不涉及风景名胜区。	符合
4	禁止在饮用水水源一级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的投资建设项目，以及网箱养殖、畜禽养殖、旅游等可能污染饮用水水体的投资建设项目。禁止在饮用水水源二级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建排放污染物的投资建设项目。	项目为矿山修复治理工程，项目选址不涉及饮用水源保护区。	符合
5	禁止在水产种质资源保护区的岸线和河段范围内新建围湖造田、围湖造地或围填海等投资建设项目。禁止擅自征收、占用国家湿地公园的土地；禁止在国家湿地公园内挖砂、采矿，以及建设度假村、高尔夫球场等任何不符合主体功能定位的投资建设项目。	项目为矿山修复治理工程，项目选址不涉及水产种质资源保护区，不涉及国家湿地公园。	符合
6	禁止违法利用、占用长江流域河湖岸线。禁止在金沙江岸线保护区和保留区内投资建设除事关公共安全及公众利益的防洪护岸、河道治理、供水、生态环境保护、航道整治、国家重要基础设施以外的项目。禁止	项目为矿山修复治理工程，有利于区域生态环境质量改善；项目不占用长江流域河湖岸线。	符合

	在金沙江干流、九大高原湖泊保护区、保留区内投资建设不利于水资源及自然生态保护的项目。		
7	禁止在金沙江干流、长江一级支流建设除党中央、国务院、国家投资主管部门、省级有关部门批复同意以外的过江基础设施项目；禁止未经许可在金沙江干流、长江一级支流、九大高原湖泊流域新设、改设或扩大排污口。	项目为矿山修复治理工程，生态修复点不在长江干流和一级支流位置，项目修复完成后无废水、废气等污染物产生；项目施工期产生的废水回用，不外排，不设置废水排放口。	符合
8	禁止在金沙江干流、长江一级支流、水生生物保护区和长江流域禁捕水域开展天然渔业资源生产性捕捞。	项目为矿山修复治理工程，不涉及水域工作，不开展生产性捕捞。	符合
9	禁止在金沙江干流，长江一级支流和九大高原湖泊岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。禁止在金沙江干流岸线三公里范围内和长江一级支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库、冶炼渣库和磷石膏库，以提升安全、生态环境保护水平为目的的改建除外。	项目属于矿山修复治理工程，不属于化工项目及尾矿库、冶炼渣库和磷石膏库项目。	符合
10	禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸行业中的高污染项目。	项目属于矿山修复治理工程，不属于禁止建设的高污染项目。	符合
11	禁止新建、扩建不符合国家石化、现代煤化工等产业布局规划的项目。禁止列入《云南省城镇人口密集区危险化学品生产企业搬迁改造名单》的搬迁改造企业在原址新建、扩建危险化学品生产项目。	项目属于矿山修复治理工程，不属于石化、现代煤化工项目。不属于危险化学品生产项目。	符合
12	禁止新建、扩建法律法规和相关政策明令禁止的落后产能项目，依法依规关停退出能耗、环保、质量、安全等不达标产能和技术落后产能。禁止新建、扩建不符合国家产能置换要求的过剩产能行业的项目。禁止新建、扩建不符合要求的高耗能、高排放项目，推动退出重点高耗能行业“限制类”产能。禁止建设高毒高残留以及对环境影响大的农药原药生产装置，严控尿素、磷铵、电石、焦炭、黄磷、烧碱、纯碱、聚氯乙烯等行业新增产能。	项目属于矿山修复治理工程，不属于条款规定的禁止项目类别。	符合

综上，项目与《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则》不冲突。

## 12.与《自然资源部办公厅关于开展长江经济带废弃露天矿山生态修复工作的通知》符合性分析

根据《自然资源部办公厅关于开展长江经济带废弃露天矿山生态修复工作的通知》要求，到2020年底，全面完成长江干流及主要支流两岸各10公里范围内废弃露天矿山治理任务，其中云南、贵州、四川、重庆废弃露天矿山以铁、锰、铝土、稀土、磷等金属、非金属为主，滑坡、泥石流、地裂缝等地质灾害较为发育。该区域矿山生

态修复重点是消除地质灾害隐患，防治水土流失，恢复植被。结合植被恢复和山体修复，最大限度减少裸露地面，增加绿化面积。

项目采用“辅助再生”的方式对矿山进行生态修复，修复完成后即消除了地质灾害、恢复矿山生态环境，又增加林地及园地指标，符合该通知要求。

### 13.与《关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见》的符合性

根据国家发展改革委关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见（发改环资〔2021〕381号），在提高大宗固废资源利用率方面的要求与项目的符合性分析详见下表。

**表 1-10 项目与《关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见》的符合性**

“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见	项目情况	符合性
尾矿（共伴生矿）：稳步推进金属尾矿有色组分高效提取及整体利用，推动采矿废石制备砂石骨料、陶粒、干混砂浆等砂源替代材料和胶凝回填利用，探索尾矿在生态环境治理领域的利用。加快推进黑色金属、有色金属、稀贵金属等共伴生矿产资源综合开发利用和有色组分梯级回收，推动有色金属提取后剩余废渣的规模化利用。依法依规推动已闭库尾矿库生态修复，未经批准不得擅自回采尾矿。	项目为矿山生态修复项目，采用无害化处理磷尾矿作为矿坑回填材料，属于探索尾矿在生态环境治理领域的利用。	符合

### 14.与《关于推进大宗固体废弃物综合利用产业集聚发展的通知》的符合性

根据国家发展改革委办公厅、工业和信息化部办公厅《关于推进大宗固体废弃物综合利用产业集聚发展的通知》（发改办环资〔2019〕44号），在促进大宗固体废弃物综合利用的重要任务：尾矿（共伴生矿）：开展尾矿、共伴生矿、非金属矿、废石有用组分高效分离提高和高值化利用，协同生产建筑材料，实现尾矿有效替代水泥原料。鼓励资源枯竭矿区开展尾矿回填和尾矿库复垦。

项目为矿山生态修复项目，采用无害化处理磷尾矿作为矿坑回填材料，为拓展尾矿综合利用的领域、途径和方式提供一种有效的方案。符合关于推进大宗固体废弃物综合利用产业集聚发展的通知。

### 15.与《尾矿污染环境防治管理办法》的符合性

《尾矿污染环境防治管理办法》（部令 26 号）于 2022 年 3 月 15 日由生态环境部 2022 年第二次部务会议审议通过，关于尾矿污染防治的要求：开展尾矿充填、回填以及利用尾矿生产建筑材料等尾矿综合利用单位，应当按照国家有关规定采取相应措施，防止造成二次环境污染。

项目采用无害化处理磷尾矿作为矿山生态修复中矿坑的回填材料，回填区采用了

防渗（矿坑底部、岸坡、顶部拦挡坝内坡、淋滤水收集沉淀池）、积水及淋滤水导排、地下水跟踪监测、土壤跟踪监测等措施，满足相关规定采取的相应措施，符合尾矿污染环境防治管理辦法的污染防治要求。

### 16.与《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的符合性

根据属性鉴别报告，回填的无害化处理磷尾矿为第 I 类一般工业固体废物，根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中对第 I 类一般工业固体废物回填的规定，对本项目建设与《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）符合性分析如下：

表 1-11 项目与《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的符合性

序号	《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的要求	本项目情况	是否符合要求
4	贮存场和填埋场选址要求		
4.3	贮存场、填埋场不得选在生态保护红线区域、永久基本农田集中区域和其他需要特别保护的区域内。	本项目属于矿山生态修复，采用无害化处理磷尾矿作为矿坑回填材料，不属于贮存场和填埋场，根据用地范围与安宁市国土空间规划“三线”划定成果套合的情况说明及项目风险评估报告，项目不涉及 4.3、4.4 和 4.5 区域。	符合
4.4	贮存场、填埋场应避开活动断层、溶洞区、天然滑坡或泥石流影响区以及湿地等区域。		
4.5	贮存场、填埋场不得选在江河、湖泊、运河、渠道、水库最高水位线以下的滩地和岸坡，以及国家和地方长远规划中的水库等人工蓄水设施的淹没区和保护区之内。		
4.6	上述选址规定不适用于一般工业固体废物的充填和回填。		
8	充填及回填利用污染控制要求		
8.1	第 I 类一般工业固体废物可按下列途径进行充填或回填作业： a) 粉煤灰可在煤炭开采矿区的采空区中充填或回填；b) 煤矸石可在煤炭开采矿井、矿坑等采空区中充填或回填； c) 尾矿、矿山废石等可在原矿开采区的矿井、矿坑等采空区中充填或回填。	根据地表水环境、地下水环境、土壤环境本底调查，并按照 HJ25.3 的要求开展了环境风险评估工作，编制了风险评估报告（附件 12），项目环境风险可接受。并对地下水、地表水和土壤开展跟踪监测，回填期间，地下水监测频次为 3 月/次。回填完成后，地下水监测频次为半年/次。土壤监测频次为 3 年/次。	符合
8.2	第 II 类一般工业固体废物以及不符合 8.1 条充填或回填途径的第 I 类一般工业固体废物，其充填或回填活动前应开展环境本底调查，并按照 HJ25.3 等相关标准进行环境风险评估，重点评估对地下水、地表		

	水及周边土壤的环境污染风险，确保环境风险可以接受。充填或回填活动结束后，应根据风险评估结果对可能受到影响的土壤、地表水及地下水开展长期监测，监测频次至少每年1次。		
8.3	不应在充填物料中掺加除充填作业所需要的添加剂之外的其他固体废物。	项目回填材料为无害化处理磷尾矿，采用符合标准的添改性（主要是石灰），不掺杂其他固体废物。	
8.4	一般工业固体废物回填作业结束后应立即实施土地复垦（回填地下的除外），土地复垦应符合本标准9.9条的规定。	项目已制定设计方案，在回填结束后立即进行覆土，种植植物，并按照9.9条对覆土、土地复垦提出了要求。	
8.5	食品制造业、纺织服装和服饰业、造纸和纸制品业、农副食品加工业等为日常生活提供服务的活动中产生的与生活垃圾性质相近的一般工业固体废物以及其他有机物含量超过5%的一般工业固体废物（煤矸石除外）不得进行充填、回填作业。	本项目使用无害化处理磷尾矿作为矿坑回填材料，不属于与生活垃圾相近的一般工业固体废物，有机物含量不超过5%。	
9	封场及土地复垦要求		
9.1	当贮存场、填埋场服务期满或不再承担新的贮存、填埋任务时，应在2年内启动封场作业，并采取相应的污染防治措施，防止造成环境污染和生态破坏。封场计划可分期实施。尾矿库的封场时间和封场过程还应执行闭库的相关行政法规和管理规定。	本项目矿山生态修复项目，不属于尾矿库项目，采用无害化处理磷尾矿作为生态修复矿坑回填材料，项目也不属于固体废物贮存场和填埋场。根据设计方案，矿坑回填至设计终料标高后，随即进行覆土绿化。	符合
9.2	贮存场、填埋场封场时应控制封场坡度，防止雨水侵蚀。	本项目生态修复项目，不属于尾矿库项目，采用无害化处理磷尾矿作为生态修复矿坑回填材料，项目也不属于固体废物贮存场和填埋场。项目设计对修复区周边设置截洪沟，并对修复区顶部进行平整，控制坡度，防止雨水侵蚀。项目矿坑回填至设计终料标高后，参照II类场要求，先敷设防渗膜进行阻隔，整体防渗层搭建完成后，其中涉及矿区道路的区域进行放坡处理后拟修复为泥结石路面，其他区域则在防渗层之上覆0.4m厚的耕植土，根据项目生态修复适宜性评价结果，回填区拟修复为果园，保留国有建设用地。其中修复为果园的区域待图斑销号完成后进行场地硬化，新建大棚种植蓝莓，种植蓝莓采用无土栽培技术，将较大程度减少了乔木根系对防渗膜的破坏程度。	符合
9.3	I类场封场一般应覆盖土层，其厚度视固体废物的颗粒度大小和拟种植物种类确定。		
9.4	II类场的封场结构应包括阻隔层、雨水导排层、覆盖土层。覆盖土层的厚度视拟种植物种类及其对阻隔层可能产生的损坏确定。		
9.5	封场后，仍需对覆盖层进行维护管理，防	对修复区进行覆土后，后期加强对表	符

	止覆盖层不均匀沉降、开裂。	层防渗层、覆土层和大棚种植的管理工作。	合
9.6	封场后的贮存场、填埋场应设置标志物，注明封场时间以及使用该土地时应注意的事项。	按照标准要求，在修复区设置标识牌，注明封场时间以及使用该土地时应注意的事项。	符合
9.7	封场后淋滤水处理系统、废水排放监测系统应继续正常运行，直到连续3年内没有淋滤水产生或产生的淋滤水未经处理即可稳定达标排放。	本项目淋滤水经收集池收集沉淀后，用罐车运输至安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体450万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”作为磨矿及浮选用水。按照跟踪监测计划，项目实施后，结合淋滤水产生情况，对淋滤水进行跟踪监测，直至没有淋滤水产生。	符合
9.8	封场后如需对一般工业固体废物进行开采再利用，应进行环境影响评价	本项目为矿山生态修复项目，修复工作结束后，不再对矿坑回填材料进行开采再利用	符合
9.9	土地复垦实施过程应满足TD/T1036规定的相关土地复垦质量控制要求。土地复垦后用作建设用地的，还应满足GB36600的要求；用作农用地的，还应满足GB15618的要求。	本项目按照《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036)规定开展土地复垦，根据《实施方案》，项目生态修复矿山生态修复方向为其他园地、乔木林地、农村道路、其他草地和坑塘水面。土地复垦用作农用地，覆土质量按照GB15618的要求进行控制	符合
10	污染物监测要求		
10.1	淋滤水及其处理后排放废水污染物的监测频次，应根据废物特性、覆盖层和降水等条件加以确定，至少每月1次。废水污染物的监测分析方法按照GB8978的规定执行。	本项目淋滤水经收集池收集沉淀后，用罐车运输至安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体450万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”作为磨矿及浮选用水，项目实施过程中对淋滤水水质进行检测，有淋滤水产生时，监测频次为1次/月。	符合
10.3	在地下水流场上游应布置1个监测井，在下游至少应布置1个监测井，在可能出现污染扩散区域至少应布置1个监测井。设置有地下水导排系统的，应在地下水主管出口处至少布置1个监测井，用以监测地下水导排系统排水的水质；当地下水含水层埋藏较深或地下水监测井较难布设的基岩山区，经环境影响评价确认地下水不会受到污染时，可减少地下水监测井的数量； a) 运行期间，企业自行监测频次至少每季度1次，每两次监测之间间隔不少于1个月，国家另有规定的除外；如周边环境敏感区应增加监测频次，具体监测点位	结合区域水文地质情况，设置5口地下水监测井，施工期间，企业自行监测频次至少每季度1次，每两次监测之间间隔不少于1个月；回填完成后，监测频次至少半年1次，直到地下水水质连续3年不超出地下水本底水平。	符合

<p>和频次依据环境影响评价结论确定。当发现地下水水质有被污染的迹象时，应及时查找原因并采取补救措施，防止污染进一步扩散；</p> <p>b) 封场后，地下水监测系统应继续正常运行，监测频次至少每半年 1 次，直到地下水水质连续 2 年不超出地下水本底水平。</p>	
---	--

本项目属于矿山生态修复项目，本项目使用无害化处理磷尾矿作为矿坑回填材料，满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）第 8 条的要求。

项目已开展地表水环境、地下水环境、土壤环境本底调查，并按照 HJ25.3 的要求开展了环境风险评估工作，编制了风险评估报告，根据风险评估结论，项目环境风险可接受。符合《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的要求。

《设计方案》对回填区底部、边坡、回填至标高后顶部均设计采取了防渗措施，防渗技术参数参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》II 类场防渗要求；项目按照《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036）规定开展土地复垦，根据《设计方案》，项目生态修复矿山生态修复方向为其他园地、乔木林地、农村道路、其他草地和坑塘水面。土地复垦用作农用地的，覆土质量按照 GB15618 的要求进行控制；项目已设置 5 口地下水监测井（1 口枯水期无水），按《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）10.3 的要求进行跟踪监测。符合《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的要求。

### 17.与《地下水管理条例》（2021 年 12 月 1 日起施行）符合性分析

项目属于无害化处理磷尾矿综合利用及矿山生态修复项目，不属于地下水取用项目，根据《地下水管理条例》，第五章 第四十条、第四十一条、第四十二条，禁止下列污染或者可能污染地下水的行为，并采取以下地下水污染防治措施：

表 1-12 与《地下水管理条例》符合性分析

《地下水管理条例》相关要求	本项目情况	符合性分析
<p>第四十条 禁止下列污染或者可能污染地下水的行为：</p> <p>（一）利用渗井、渗坑、裂隙、溶洞以及私设暗管等逃避监管的方式排放水污染物；</p> <p>（二）利用岩层孔隙、裂隙、溶洞、废弃矿坑等贮存石化原料及产品、农药、危险废物、城镇污水处理设施产生的污泥和处理后的污泥或者其他有毒有害物质；</p>	<p>本项目属于矿山生态修复项目，项目采用无害化处理磷尾矿生态修复材料作为矿坑回填材料。项目淋滤水经淋滤水收集沉淀</p>	<p>符合</p>

<p>(三) 利用无防渗漏措施的沟渠、坑塘等输送或者贮存含有毒污染物的废水、含病原体的污水和其他废弃物；</p> <p>(四) 法律、法规禁止的其他污染或者可能污染地下水的行为。</p>	<p>后，用罐车运输至安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体450万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”作为磨矿及浮选用水，不外排。</p>	
<p>第四十一条 企业事业单位和其他生产经营者应当采取下列措施，防止地下水污染：</p> <p>(一) 兴建地下工程设施或者进行地下勘探、采矿等活动，依法编制的环境影响评价文件中，应当包括地下水污染防治的内容，并采取防护性措施；</p> <p>(二) 化学品生产企业以及工业集聚区、矿山开采区、尾矿库、危险废物处置场、垃圾填埋场等的运营、管理单位，应当采取防渗漏等措施，并建设地下水水质监测井进行监测；</p> <p>(三) 加油站等的地下油罐应当使用双层罐或者采取建造防渗池等其他有效措施，并进行防渗漏监测；</p> <p>(四) 存放可溶性剧毒废渣的场所，应当采取防水、防渗漏、防流失的措施；</p> <p>(五) 法律、法规规定应当采取的其他防止地下水污染的措施。</p> <p>根据前款第二项规定的企业事业单位和其他生产经营者排放有毒有害物质情况，地方人民政府生态环境主管部门应当按照国务院生态环境主管部门的规定，商有关部门确定并公布地下水污染防治重点排污单位名录。地下水污染防治重点排污单位应当依法安装水污染物排放自动监测设备，与生态环境主管部门的监控设备联网，并保证监测设备正常运行。</p>	<p>《设计方案》对回填区底部、边坡、回填至标高后顶部均设计采取了防渗措施，防渗技术参数参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》II类场防渗要求。项目已设置5口地下水水质跟踪监测井，按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》10.3条要求进行监测。</p>	<p>符合</p>
<p>第四十二条 在泉域保护范围以及岩溶强发育、存在较多落水洞和岩溶漏斗的区域内，不得新建、改建、扩建可能造成地下水污染的建设项目。</p>	<p>根据水文地质报告（附件21），本项目不在泉域保护范围以及岩溶强发育、存在较多落水洞和岩溶漏斗的区域内。</p>	<p>符合</p>
<p>第四十五条 依照《中华人民共和国土壤污染防治法》的有关规定，安全利用类和严格管控类农用地地块的土壤污染影响或者可能影响地下水安全的，制定防治污染的方案时，应当包括地下水污染防治的内容。</p> <p>污染物含量超过土壤污染风险管控标准的建设用地地块，编制土壤污染风险评估报告时，应当包括地下水是否受到污染的内容；列入风险管控和修复名录的建设用地地块，采取的风险管控措施中应当包括地下水污染防治的内容。</p> <p>对需要实施修复的农用地地块，以及列入风险管控和修复名录的建设用地地块，设计方案中应当包括地下水污染防治的内容。</p>	<p>本项目为矿山生态修复项目，根据现状监测，污染物含量未超过土壤污染风险管控标准。</p> <p>项目按照 HJ25.3 开展了风险评估工作。</p>	<p>符合</p>

### 18.与《云南省地下水管理办法》（2024年2月1日起施行）符合性分析

项目属于矿山生态修复项目，不属于地下水取用项目，根据《云南省地下水管理办法》，第四章 第三十条、第三十一条，禁止下列污染或者可能污染地下水的行为，并采取以下地下水污染防治措施：

表 1-13 与《云南省地下水管理办法》符合性分析

《云南省地下水管理办法》相关要求	本项目情况	符合性分析
<p>第三十条 禁止下列污染或者可能污染地下水的行为：</p> <p>（一）利用渗井、渗坑、裂隙、溶洞以及私设暗管等逃避监管的方式排放水污染物；</p> <p>（二）利用岩层孔隙、裂隙、溶洞、废弃矿坑等贮存石化原料及产品、农药、危险废物、城镇污水处理设施产生的污泥和处理后的污泥或者其他有毒有害物质；</p> <p>（三）利用无防渗漏措施的沟渠、坑塘等输送或者贮存含有毒污染物的废水、含病原体的污水和其他废弃物；</p> <p>（四）法律、法规禁止的其他污染或者可能污染地下水的行为。</p>	<p>本项目属于矿山生态修复项目，项目采用无害化处理磷尾矿生态修复材料作为矿坑回填材料。项目淋滤水经收集沉淀后，用罐车运输至安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体450万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”作为磨矿及浮选用水，不外排。</p>	符合
<p>第三十一条 企业事业单位和其他生产经营者应当采取下列措施，防止地下水污染：</p> <p>（一）兴建地下工程设施或者进行地下勘探、采矿等活动，依法编制的环境影响评价文件中，应当包括地下水污染防治的内容，并采取防护性措施；</p> <p>（二）化学品生产企业以及工业集聚区、矿山开采区、尾矿库、危险废物处置场、垃圾填埋场等的运营、管理单位，应当采取防渗漏等措施，并建设地下水水质监测井进行监测；</p> <p>（三）加油站等的地下油罐应当使用双层罐或者采取建造防渗池等其他有效措施，并进行防渗漏监测；</p> <p>（四）存放可溶性剧毒废渣的场所，应当采取防水、防渗漏、防流失的措施；</p> <p>（五）法律、法规规定应当采取的其他防止地下水污染的措施。</p> <p>根据前款第二项规定的企业事业单位和其他生产经营者排放有毒有害物质情况，地方人民政府生态环境主管部门应当按照国务院生态环境主管部门的规定，商有关部门确定并公布地下水污染防治重点排污单位名录。地下水污染防治重点排污单位应当依法安装水污染物排放自动监测设备，与生态环境主管部门的监控设备联网，并保证监测设备正常运行。</p>	<p>《设计方案》对回填区底部、边坡、回填至标高后顶部均设计采取了防渗措施，防渗技术参数参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》II类场防渗要求。项目设置5个地下水水质跟踪监测井，按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》10.3条要求进行监测。</p>	符合

### 19.与《云南省工业固体废物和重金属污染防治“十四五”规划》（2022年8月

### 31 日起施行) 符合性分析

项目属于矿山生态修复项目, 本项目使用无害化处理磷尾矿作为矿坑回填材料, 与《云南省工业固体废物和重金属污染防治“十四五”规划》的符合性分析见下表:

表 1-14 与《云南省工业固体废物和重金属污染防治“十四五”规划》符合性分析

《云南省工业固体废物和重金属污染防治“十四五”规划》相关要求	本项目情况	符合性分析
<b>三、主要任务</b> <b>(二) 推进工业固体废物污染防治</b> <b>2. 强化利用处置</b> 严格落实尾矿、粉煤灰、冶炼渣、工业副产石膏等工业固体废物综合利用技术和产品标准, 规范工业固体废物综合利用行业发展。拓宽磷石膏利用途径, 继续推广磷石膏在生产水泥和新型建筑材料等领域的利用, 在确保环境安全的前提下, 探索磷石膏在土壤改良、生态修复、路基材料等领域的应用。鼓励水泥、制砖等建材企业优先使用磷石膏、钢渣、冶炼渣、赤泥等工业固体废物作为替代原料, 提高工业固体废物综合利用率, 推动企业开展固体废物再生利用产物环境风险影响评价。开展盐津县白水江流域历史遗留石灰渣综合利用。	本项目属于矿山生态修复项目, 项目采用无害化处理磷尾矿生态修复材料作为矿坑回填材料。根据地表水环境、地下水环境、土壤环境本底调查, 并按照 HJ25.3 的要求开展了环境风险评估工作, 编制了风险评估报告(附件 12), 在确保环境安全的前提下, 项目环境风险可接受。属于探索无害化磷尾矿在生态修复领域的应用。并且建设单位已经开展固体废物再生利用产物环境风险影响评价。	符合

### 20.与《安宁市“十四五”时期“无废城市”建设实施方案》(2024 年 1 月 24 日起施行) 符合性分析

安宁市人民政府为认真贯彻落实国家生态优先、绿色发展的重大决策部署, 根据《昆明市“十四五”时期“无废城市”建设方案》、《昆明市“十四五”时期“无废城市”建设三年行动计划(2023—2025 年)》文件要求, 结合安宁实际, 于 2024 年 1 月 24 日制定本实施方案。

项目属于矿山生态修复项目, 本项目使用无害化处理磷尾矿作为矿坑回填材料, 经过监测结果, 回填材料属于第 I 类固体废弃物, 与《安宁市“十四五”时期“无废城市”建设实施方案》的符合性分析见下表:

表 1-15 与《安宁市“十四五”时期“无废城市”建设实施方案》符合性分析

《安宁市“十四五”时期“无废城市”建设实施方案》相关要求	本项目情况	符合性分析
<b>四、主要任务</b> <b>(一) 工业固体废物</b> 加快工业绿色低碳发展, 降低工业固体废物处置压力。以“三线一单”为抓手, 强化高耗能、高排放项目的准入控制。推动钢铁、石化、建材、有色等重点行业清洁低碳改造, 鼓励开展生态、绿色、循环工业园区创建, 积极推进“绿色矿山”建设, 加快工业绿色低碳发展。开展磷石膏污染全链条治理, 构建磷石膏污染防治系统解	本项目属于历史遗留矿山生态修复项目, 项目采用无害化处理磷尾矿生态修复材料作为矿坑回填材料。根据地表	符合

	<p>决方案，支持因地制宜制定磷石膏无害化处理方案、拓展多领域、多途径、多方式资源化利用，鼓励在具备条件的优先采用生态修复等方式加以利用，开展工程试点。建立工业固体废物管理台账，以冶炼渣、化工渣管理为重点，推动建设符合国家有关标准的贮存处置设施。开展历史遗留固体废物排查、分类整治，加快历史遗留问题解决。</p> <p><b>2.资源化利用</b></p> <p><b>指标十四：一般工业固体废物综合利用率</b></p> <p>积极推进一般工业固体废物综合利用，扩宽综合利用方式。重点开展磷石膏综合利用关键共性技术的攻关研究，优化产品结构，延伸产业链。培育壮大龙头企业，推动磷石膏综合利用产业做大做强，加强对磷石膏综合利用项目的服务指导。强化磷矿开采管理。严格源头管控，提升磷资源利用水平，推动磷矿绿色转型升级。研究制定专项政策措施，培育磷石膏建材应用市场。开展磷石膏用于生态修复等多领域工程试点建设。到2023年一般工业固体废物综合利用率为40%、2024年为43%、2025年为45%。市工信局负责推广国家发布的有关磷石膏综合利用技术、工艺、设备和产品导向目录，加强对磷石膏综合利用重点项目的服务指导，培育壮大龙头企业、提升综合利用能力、发挥示范引领作用，支持建设磷石膏规模化综合利用示范工程，推动磷石膏综合利用产业做大做强、聚集发展。市生态环境分局负责对磷石膏综合利用技术指导，参与磷石膏综合利用相关研究。市发改局负责支持磷石膏综合利用项目向上级争取资金。市住建局负责磷石膏建材推广应用。市自然资源局负责一般工业固废的贮存处置或矿山修复利用的土地行政审批工作。</p>	<p>水环境、地下水环境、土壤环境本底调查，并按照HJ25.3的要求开展了环境风险评估工作，编制了风险评估报告（附件12），在确保环境安全的前提下，项目环境风险可接受。属于探索害化磷尾矿在生态修复领域的应用。项目设计、环评、风险评估等方案要求回填台账；在严格按规范进行回填修复工作后，提高了一般工业固体废物综合利用率。</p>	
--	--	---	--

## 二、建设内容

地理位置	<p>安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿行政区划隶属安宁市温泉街道办事处羊角社区居委会。该矿山位于安宁市城区 302° 方向的大龙山山麓下，项目中心地理坐标：东经 102 度 26 分 5.652 秒，北纬 24 度 56 分 30.504 秒。南侧紧邻 320 国道（昆畹公路），区内公路交通网发达并与昆畹公路相通；距安宁市城区公路里程约 5km，距昆明市公路里程约 37km，交通便利。项目地理位置见附图 1。</p>																	
项目组成及规模	<p><b>1.项目概况</b></p> <p>(1) 项目名称：安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿矿山生态修复项目</p> <p>(2) 建设性质：新建</p> <p>(3) 建设单位：安宁兴浩贸易有限公司</p> <p>(4) 建设地点：安宁市温泉街道羊角社区居委会</p> <p>(5)生态修复目标：修复历史遗留矿山 1 座，消除图斑 6 个，修复治理面积 22.3217hm<sup>2</sup> (2 片区)，转型利用面积 4.8473hm<sup>2</sup>(1 片区和 3 片区国有建设用地，1 片区面积为 1.77hm<sup>2</sup>)。回填耕植土 7 万 m<sup>3</sup>，黏土衬层回填 7.2 万 m<sup>3</sup>，回填无害化处理磷尾矿约 31.8072 万 m<sup>3</sup> (65.2016 万吨)，植被恢复面积 19.1163hm<sup>2</sup>，修复区植被覆盖度增加 85%，种植蓝莓、云南松、冬樱花等。</p> <p>(6) 修复方式：辅助再生。</p> <p>(7) 实施年限：项目实施+管护年限共为 3.25 年，其中生态修复实施年限为 0.25 年 (3 个月)，植被养护管理 3 年。</p> <p>(8)投资：项目总投资为 1761.40 万元，其中环保投资 372.00 万元，占总投资的 21.12%。</p> <p><b>2.调（勘）查工作</b></p> <p><b>2.1 图斑核查</b></p> <p>安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿分为 3 个片区，涉及 7 个图斑。图斑面积 52.2846hm<sup>2</sup>。</p> <p style="text-align: center;"><b>表 2-1 安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿图斑情况表</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">片区</th> <th style="width: 55%;">图斑编号</th> <th style="width: 30%;">图斑面积 (hm<sup>2</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1 片区</td> <td>C5300002011066240113934001</td> <td style="text-align: center;">1.77</td> </tr> <tr> <td rowspan="5" style="text-align: center;">2 片区</td> <td>C5300002011066240113934003</td> <td style="text-align: center;">0.2404</td> </tr> <tr> <td>C5300002011066240113934004</td> <td style="text-align: center;">13.3339</td> </tr> <tr> <td>C5300002011066240113934005</td> <td style="text-align: center;">0.9016</td> </tr> <tr> <td>C5300002011066240113934006</td> <td style="text-align: center;">9.2990</td> </tr> <tr> <td>C5300002011066240113934007</td> <td style="text-align: center;">0.3597</td> </tr> </tbody> </table>	片区	图斑编号	图斑面积 (hm <sup>2</sup> )	1 片区	C5300002011066240113934001	1.77	2 片区	C5300002011066240113934003	0.2404	C5300002011066240113934004	13.3339	C5300002011066240113934005	0.9016	C5300002011066240113934006	9.2990	C5300002011066240113934007	0.3597
片区	图斑编号	图斑面积 (hm <sup>2</sup> )																
1 片区	C5300002011066240113934001	1.77																
2 片区	C5300002011066240113934003	0.2404																
	C5300002011066240113934004	13.3339																
	C5300002011066240113934005	0.9016																
	C5300002011066240113934006	9.2990																
	C5300002011066240113934007	0.3597																

3 片区	C5300002011066240113934008	26.38
合计		52.2846

经调查 1 片区现状为炸药库，属国有建设用地范围，拟进行转型利用，后期按照转型利用手续核销图斑。3 片区已由安宁市引入社会资本资金开展生态修复工作，并按照省、市关于示范工程项目的相关要求，安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿 3 片区的生态修复工作将与示范工程下发图斑范围、复垦方向进行衔接，且生态修复面积不低于 26.38hm<sup>2</sup>，计划修复面积 31.1353hm<sup>2</sup>。安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿 3 片区的生态修复计划于 2025 年 6 月 30 日前实施完成并完成安宁市验收；因此本次实施范围主要包含安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿（2 片区）涉及的 5 个图斑，拟修复面积 22.3217hm<sup>2</sup>。

**表 2-2 安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿 2 片区拟修复后地类结构调整表**

地类（编码）		实施前现状	实施后现状	增减变化（+、-）	
一级类	二级类	项目区	项目区	面积	百分比（%）
园地（02）	果园（0201）	0.0000	8.8793	8.8793	32.68%
	其他园地（0204）	0.0000	0.0000	0.0000	0.00%
	小计	0.0000	8.8793	8.8793	32.68%
林地（03）	乔木林地（0301）	0.9140	6.4362	5.5222	20.33%
	灌木林地（0305）	0.1400	0.0000	-0.1400	-0.52%
	其他林地（0307）	0.1865	0.0000	-0.1865	-0.69%
	小计	1.2405	6.4362	5.1957	19.12%
草地（04）	其他草地（0404）	0.1265	3.8007	3.6742	13.52%
	小计	0.1265	3.8007	3.6742	13.52%
工矿仓储用地（06）	工业用地（0601）	0.0000	0.0000	0.0000	0.00%
	采矿用地（0602）	20.6972	0.0000	-20.6972	-76.18%
	小计	20.6972	0.0000	-20.6972	-76.18%
交通运输用地（10）	农村道路（1006）	0.2575	0.4889	0.2314	0.85%
	小计	0.2575	0.4889	0.2314	0.85%
水域及水利设施用地（11）	坑塘水面（1104）	0.0000	0.0248	0.0248	0.09%
	沟渠（1107）	0.0000	0.1951	0.1951	0.72%
	小计	0.0000	0.2199	0.2199	0.81%
其他土地（12）	裸岩石砾地（1207）	0.0000	2.4967	2.4967	9.19%
	小计	0.0000	2.4967	2.4967	9.19%
合计		22.3217	22.3217	0.0000	0.00%

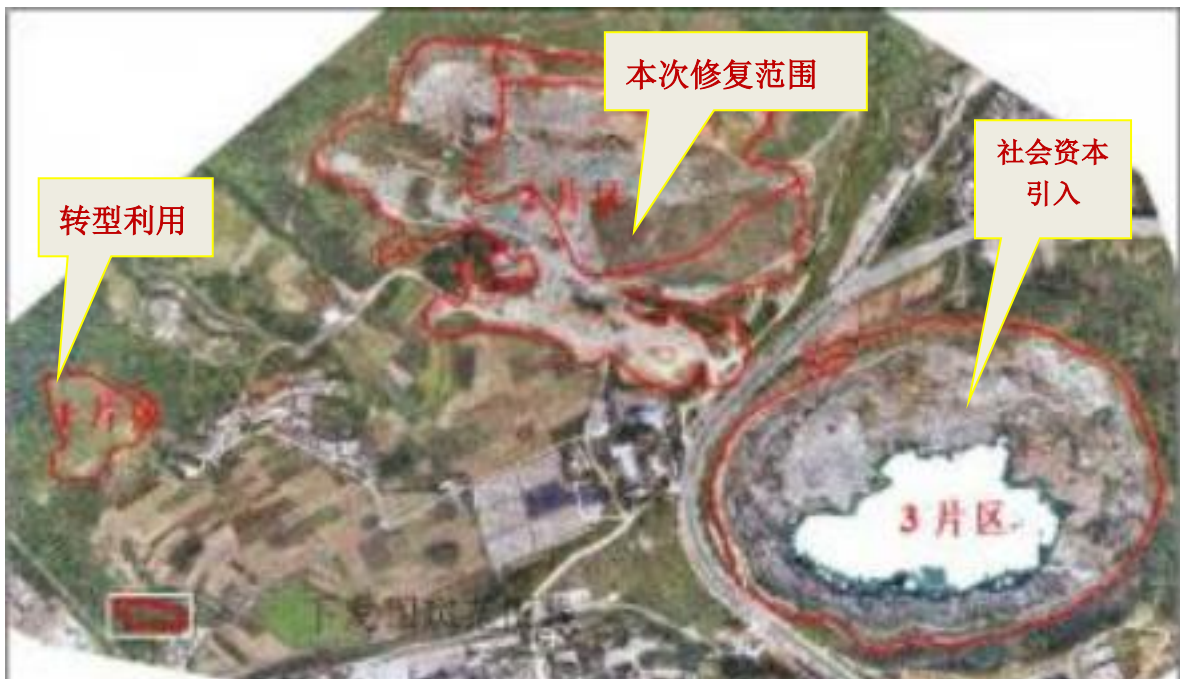


图 2-1 安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿图斑范围内现状

## 2.2 本次生态修复区范围

安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿 1 片区现状为炸药库，部下发图斑面积 1.77hm<sup>2</sup>，该片区于 2019 年 6 月 18 日办理《中华人民共和国不动产权证书》（云〔2019〕安宁市不动产权第 0007173 号），宗地面积 16190.32m<sup>2</sup>，权利类型为国有建设用地使用权，用途为工业用地，图斑范围内除工业用地外均已自然修复，后续该片区按照转型利用+自然修复方式进行图斑销号；3 片区已由安宁市引入社会资本资金开展生态修复，部下发图斑面积 26.38hm<sup>2</sup>，实际修复面积 31.1353hm<sup>2</sup>；本次不包含 1、3 片区的修复工作，工作。2 片区修复范围面积为 22.3217hm<sup>2</sup>；其中包含 3.1040hm<sup>2</sup> 国有建设用地（云〔2022〕安宁市不动产权第 0013829 号），宗地面积 10503.93m<sup>2</sup>，权利类型为国有建设用地使用权，用途为采矿用地；（云〔2022〕安宁市不动产权第 0013831 号），宗地面积 21078.76m<sup>2</sup>，权利类型为国有建设用地使用权，用途为采矿用地。本次设计方案设计对该国有建设用地部分地块进行整平后保留其国有建设用地性质，安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿 2 片区具体情况如下：

表 2-3 安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿图斑调查统计表（2 片区）

序号	图斑编号	部下发图斑表面积 (hm <sup>2</sup> )	拟修复范围 (hm <sup>2</sup> )	部下发图斑实际修复面积 (hm <sup>2</sup> )	图斑范围内国有建设用地面积 (hm <sup>2</sup> )	部下发外拟新增修复面积 (hm <sup>2</sup> )	部下发已自然修复面积 (hm <sup>2</sup> )
1	C5300002011066240113934003	0.2404	22.3217	20.6653	3.1040	1.6564	0.3652
2	C5300002011066240113934004	13.3339					
3	C5300002011066240113934005	0.9016					
4	C5300002011066240113934006	9.2990					

5	C5300002011066240113934007	0.3597					
---	----------------------------	--------	--	--	--	--	--

### 3.修复目标

#### 3.1 总体目标

安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿项目总体目标为：修复历史遗留矿山 1 座，消除图斑 5 个，修复治理面积 22.3217hm<sup>2</sup>。植被恢复面积 19.1430hm<sup>2</sup>，修复区植被覆盖度增加 100%。

表 2-4 项目总绩效目标表

一级指标	二级指标	三级指标	项目总体绩效	
产出指标	数量指标	矿山生态修复面积 (hm <sup>2</sup> )	22.3217	
		修复废弃矿山 (点) 数量 (个)	1	
		地质环境隐患点消除数量 (一个)	1	
		植被恢复与提升面积 (hm <sup>2</sup> )	19.1163	
		恢复林地面积 (hm <sup>2</sup> )	重建林地	4.0511
			低效疏林地改造	2.3851
		恢复草地面积 (hm <sup>2</sup> )	3.8008	
		盘活利用土地面积 (复垦为园地) (hm <sup>2</sup> )	8.8793	
	质量指标	工程质量合格率 (%)	100	
		植被成活率 (%)	>85	
	时效指标	项目按时开工率 (%)	>90	
	成本指标	总体成本控制量 (万元/hm <sup>2</sup> )	≤87.25	
效益指标	生态效益	植被覆盖度增加值 (%)	40	
	经济效益	土地复垦利用率 (%)	85.64	
	可持续影响指标	后续管护时间 (年)	≥3	
满意度	服务对象满意度指标	项目实施满意度 (%)	>90	

#### 3.2 绩效目标

安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿 1 片区涉及的 1 个图斑，权利类型为国有建设用地使用权，用途为工业用地，图斑范围内除工业用地外均已自然修复，该片区按照转型利用+自然修复方式进行图斑销号；3 片区涉及的 1 个图斑，由安宁市级引入社会资本资金开展生态修复工作。本项目主要以 2 片区涉及的 5 个图斑为修复目标，项目实施后表 2-4 中对应的绩效目标均能完成。

#### 4.矿山基本情况

经现场实地调查核实，项目共涉及 1 处历史遗留废弃矿山，5 个图斑，经核实由政府承担治理恢复责任主体的历史遗留矿山，开采矿种为熔剂用石灰岩。开采方式为露天开采。

表 2-5 生态修复项目 5 个图斑历史遗留矿山基本情况一览表

历史遗留矿山名称	历史遗留矿山图斑编号	主要开采矿种	开采方式	矿山位置	废弃原因
安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿	C5300002011066240113934003	熔剂用石灰岩	露天开采	温泉街道办事处	由政府承担治理恢复责任主体的历史遗留
	C5300002011066240113934004	石灰岩	露天开采		

C5300002011066240113934005	露天开采	处羊角	矿山
C5300002011066240113934006	露天开采	社区居	
C5300002011066240113934007	露天开采	委会	

## 5.修复工程概况

### 5.1 总体设计方案

本项目涉及的5个图斑历史遗留矿山开采矿种为熔剂用石灰岩，开采方式均为露天开采，由于无序开采，没有形成安全平台，现状总体面貌为：一侧为高陡边坡，另一侧为底部采坑，原生植被及土壤基本消失殆尽，现状地表为矿业活动产生的碎石土及土夹石。其中一部分已自然修复且植被发育良好。现状主要生态环境问题表现为植被破坏、土地损毁、景观效果差。故本方案的设计思路为：对各矿山进行生态修复适宜性评价，进行修复分区，结合各矿山实际情况，以项目区生态环境问题为导向，对开采边坡区、采场平台区、排土场等功能区，采取石方清运、土地平整、客土覆盖、植被配置及后期管护措施，实现修复目标。将项目区变为以低成本修复与周边环境景观相协调的区域。

安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿采取辅助再生的修复方式，共分为15个修复单元，实际修复面积22.3217hm<sup>2</sup>。本项目按地形地貌及不同修复方法，将矿区划分为回填修复及非回填修复两个部分。项目平面部署图见附图5。

### 5.2 回填修复区

回填修复区由FK03、部分临近FK03的矿区道路、FK04及保留国有建设用地1中拟修复为果园的区域组成，其中FK03现状地势较为平坦，起伏不大；FK04为原矿区遗留工业场地，坑内高程变化于1909m~1911m之间；保留国有建设用地1中拟修复为果园的区域高程变化于1908m~1912m之间。回填区回填规模一览表见下表。

表 2-6 回填区回填规模一览表

序号	回填编号	回填面积 (m <sup>3</sup> )	预估整平标高 (m)	所需无害化处理磷尾矿方量 (万 m <sup>3</sup> )	无害化处理磷尾矿回填标高 (m)	回填厚度 (m)
1	FK03	6.2131	1926.5	22.0490	1930.0	3.5
2	FK04	1.8451	1910.0	9.7582	1913.5	3.5
合计		8.0582	-	31.8072	-	-

根据勘察资料及现场调查结果，回填区地表多由粉质粘土、碎石、块石等松散岩土体覆盖，下伏基岩为二叠系下统茅口栖霞组 (P<sub>1q+m</sub>) 白云质灰岩，回填区持力层为粘土或中~微风化基岩。

设计对回填区场地进行清理、整平、压实后，清除修复区底尖锐石块和碎屑杂物，在底部依次铺设750mm厚粘土层、热粘连两布一膜（聚酯长丝土工布300g/m<sup>2</sup>+1.5mmHDPE

土工膜+聚酯长丝土工布 300g/m<sup>2</sup>)，防渗处理完成后进行无害化处理磷尾矿回填，无害化处理磷尾矿应进行分层回填，且单层回填厚度≤0.5m，压实度不小于 90%，回填至设计标高后再次铺设热粘连两布一膜，并与底部热粘连两布一膜相互搭接、包裹，形成整体防渗层。

整体防渗层搭建完成后，其中涉及矿区道路的区域进行放坡处理后拟修复为泥结石路面，其他区域则在防渗层之上覆盖 0.4m 厚的耕植土。



图 2-1 回填修复区位置图

根据项目生态修复适宜性评价结果，回填区拟修复为果园，待图斑销号完成后进行场地硬化，新建大棚种植蓝莓，种植蓝莓采用无土栽培技术，将较大程度减少了乔木根系对防渗膜的破坏程度。

### 5.3 非回填修复区

非回填修复区为回填修复区以外的区域，主要包括经矿山多年开采形成的高陡边坡、堆场斜坡等地，地形起伏变化较大，经现场调查，该区域经过多年自然恢复，局部地区已生长有植被。该区域修复方式主要以植被恢复为主，根据项目生态修复适宜性评价结果，非回填修复范围主要设计恢复为乔木林地、果园、草地、裸岩石砾地、农村道路等。

### 6.修复工程内容

根据《项目生态修复设计方案》，本项目主要由主体工程、辅助工程、公用工程、环保工程和依托工程组成。项目工程内容见下表。工程总平面布置见附图 5。

表 2-7 安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿修复工程一览表

项目组成	占地面积 (hm <sup>2</sup> )	修复单元	主要建设内容及工程量	对应建设内容编号
回填治理工程	8.0582	FK03、FK04	浆砌石挡墙 4 座，共 1738.16m；	3#挡墙、4#挡墙、5#挡墙、7#挡墙
			拆除建筑物 8 处，共 442.92m <sup>3</sup> ；	FK03
			石渣回填 13003.00m <sup>3</sup> ；	FK03、FK04
			回填土方 290794.40m <sup>3</sup> ；	FK03、FK04
			规划为果园（种植蓝莓）8.0582hm <sup>2</sup> ；	FK03、FK04
			覆耕植土 36002.80m <sup>3</sup> ；	FK03、FK04
			防渗系统（黏土衬层+防渗层+盲沟 2302.30m）	FK03、FK04
截排水沟工程 3 条，共 1348.73m；	1#排水沟、3#排水沟、5#排水沟			
非回填治理工程	13.5547	FK01、FK02、FK06、FK07、FK08、FK09、FK10、FK11、FK12、FK13	浆砌石挡墙 3 座，共 1074.69m；	1#挡墙、2#挡墙、6#挡墙
			拆除建筑物 8 处，共 534.71m <sup>3</sup> ；	FK08、FK13
			石渣开挖 29 处，约 44431.50m <sup>3</sup> ；	FK06、FK08、FK09、FK11、FK13
			石渣回填 31428.50m <sup>3</sup> ；	FK02、FK08
			规划为果园（种植蓝莓）0.8211hm <sup>2</sup> ；	FK02
			砾石裸地 2.4966hm <sup>2</sup> ；	FK06、FK07
			修复为乔木林地 6.4362hm <sup>2</sup> （其中冬樱花 3.087hm <sup>2</sup> 、云南松 3.3492hm <sup>2</sup> ）；	FK01、FK08、FK10
			云南松补植补种 955 株；	FK12
			修复为其他草地 3.8007hm <sup>2</sup> ；	FK09、FK11、FK13
			覆耕植土 35477.20m <sup>3</sup> ；	除 FK03、FK04 外的其他恢复区域
截排水沟工程 2 条，共 1695.75m；	2#排水沟、4#排水沟			
配套	0.7088	FK05、FK14、FK15	雨水收集池及淋滤液收集池；	1#雨水收集池、1#

工程			淋滤液收集池、1# 应急事故池
		沉砂池 3 个;	
		管涵工程 (DN400) 3 座, 共 12m;	
		隔离防护栏网 979.49m;	
		道路工程 1200.88m;	
		告知牌 2 个、警示牌 4 个。	
合计	22.3217		
监测 与管 护	监测	包括土壤、地表水和地下水跟踪监测等内容。	
	管护	植被管护主要为防止人为破坏、牲畜、放羊破坏等。管护面积为 22.3217hm <sup>2</sup> , 19.1163hm <sup>2</sup> 为植被修复面积。管护时间为 3 年。管护期内对幼林、幼苗进行抚育; 主要内容包括除杂草、病虫害防治。	
公用 工程	给水	安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿用水可从矿山南东侧拟建水上乐园项目取水使用, 运距约 0.6~0.8km。征得相关部门同意后, 采用水罐车或桶装从水源地取水, 直接运输至项目区使用。	
	排水	淋滤水经收集池沉淀后, 运输至安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体 450 万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”回用; 车辆冲洗废水经三级沉淀池沉淀后, 返回洗车槽循环使用; 生活污水经临时沉淀池 (10m <sup>3</sup> ) 沉淀后回用于场区内的洒水降尘。	
	供油	施工机械用油由第三方用油罐车拉至生态修复场区, 不设储油罐。	
	供电	项目区用电应考虑施工时间, 采用临时发电。	
	运输工程	本项目回填材料从安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体 450 万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”运输至项目地, 距矿区约 17 公里。	
环保 工程	废气	配备一辆洒水车, 对修复区施工面进行洒水降尘。运输车辆须以篷布遮盖, 密闭运输, 并注意控制车速, 进出厂区对车辆进行冲洗。对未覆膜边坡、材料堆存区采用防尘网覆盖。	
	废水	1.淋滤水: 淋滤水经收集池沉淀后, 运输至安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体 450 万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”回用, 不外排。 2.车辆冲洗废水: 车辆冲洗废水经三级沉淀池 (54m <sup>3</sup> ) 沉淀后, 返回洗车槽循环使用, 不外排。 3.生活污水: 生态修复区内不设施工营地和办公区, 生活污水经临时沉淀池 (10m <sup>3</sup> ) 沉淀后回用于场区内的洒水降尘。	
	固体废物	1.生活垃圾: 施工期生活垃圾集中收集后清运至就近村庄生活垃圾收集点堆存, 定期清运处置。 2.场地清理废弃土石方: 施工期场地清理及边坡整治产生的土石方用于场地平整回填。 3.拆除的建筑统一外运至住建部门指定的集中处置场所进行统一处置。 4.沉淀池沉渣: 袋装晾干后回填于修复区。	
	噪声	选用低噪设备、合理布局、合理施工、加强设备维护。	
	地下水	1.防渗 项目分别在矿坑场区底部、岸坡、拦挡坝内坡、东侧开采边坡、顶部和淋滤水收集池进行防渗。 2.防渗漏监控 设置防渗漏监控系统, 监控防渗衬层的完整性。	

		3.跟踪监测 设置 5 个地下水跟踪监测井，进行地下水环境跟踪监测，对回填区导排地下水进行跟踪监测。
依托工程	无害化处理磷尾矿生态修复材料	依托无害化处理磷尾矿生产线。主要通过添加石灰粉，将尾矿加工成生态修复材料。
	淋滤水回用	依托磷矿浮选用水，建有 3 座高位回水池，每个回水池容积为 3000m <sup>3</sup> 。
	植被恢复表土	土源点位于安宁工业园区大宗工业物资公铁联运物流园配套基础设施（一期）工程项目剥离表土。

## 6.1 地质环境治理工程

### (1) 干砌石挡墙

#### 1) 不稳定边坡

##### ①BW1 不稳定边坡

该边坡非回填区，在进行生态修复时，以清除坡面危岩体及浮石为主，对基岩面局部产生的拉张裂缝采用人工捣实填充封闭，坡脚处设计 1#挡土墙，用以拦挡落石，确保施工安全。

##### ②BW2 不稳定边坡

该边坡位于回填区 FK03 地块北侧，在进行生态修复时，以清除坡面浮石、浮土为主，坡脚处设置 2#挡土墙。实施生态修复期间（即施工期）务必加强监测，保障施工安全。

#### 2) 回填修复区堆填边坡

为防止回填修复区回填土体发生变形破坏，设计于 FK03 南侧、西侧局部、东侧局部；FK04 南侧、西侧、东侧设置 3#、5#、7#挡土墙。此外，于 FK02 南侧、国有建设用地 2 西南侧设置 4#、6#挡土墙，以防水土流失。场区总计新建浆砌石挡墙 7 座，所需石料就地取材，自场区清理收集所得。

### (2) 建筑物拆除

矿区存在历史遗留工业设备及房屋构筑物 16 处，包括废弃房屋 11 处（F1-F11）、废弃混凝土地面 2 处（DM1、DM2）以及废弃平台 3 处（PT1-PT3）。其中：FK03 西部存在 8 处废弃房屋（F4-F11）和 2 处废弃混凝土地面（DM1、DM2）；FK08 南部存在 1 处废弃房屋（F2）和 1 处废弃平台（PT2）；FK12 存在 2 处废弃房屋（F1、F3）、2 处废弃平台（PT1、PT3）。建筑物拆除后，对废渣进行分拣，生活垃圾及其他固废外运，建筑弃渣则破碎处理后作为底层填充料回填到矿坑中，规划拆除、清运废弃建筑 977.63m<sup>3</sup>。

### (3) 场区地形重塑整平

据场区地形资料结合现场勘查，为方便后续客土回覆及防渗工作的展开，设计采取高

挖低填、就地取材、依坡就势的思路，以场区内清理、开挖的石渣石料、建筑弃渣等为原材料，将回填区各地块进行整平。

### 1) 场区地形重塑开挖

石渣清理。场区共涉及 29 处石方、弃渣及危岩清理，其中 FK03 涉及 7 处，FK06 涉及 1 处，FK08 涉及 8 处，FK09 涉及 1 处，FK11 涉及 2 处，FK13 涉及 10 处。该部分可用作场区建筑材料、整平回填料用，开挖总量约为 281659.3190m<sup>3</sup>。

### 2) 场区地形重塑回填

①对场区清理所得的石方、弃渣及危岩进行初步回填及整平。其中 FK02 地块回填料优先使用 FK08 地块清理所得石渣进行回填，回填量约为 13120.5m<sup>3</sup>；其余地块内所得则就地整平或用作建筑料用。FK03 地块回填量约为 11258.6m<sup>3</sup>；FK04 地块及保留国有建设用地 2 中拟修复为果园的区域回填量约 1744.4m<sup>3</sup>；其余地块内石渣清理后优先用作项目区所需的建筑材料，剩余石渣就地整平回填。

②由于现场石渣方量较大，设计拟采用无害化处理磷尾矿作为二次回填土料，经计算，安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿回填修复区共需回填无害化处理磷尾矿 31.8072 万 m<sup>3</sup>、约 65.2016 万吨，在场区整体进行初步整平的基础上，对回填修复区进行二次回填、压实，无害化处理磷尾矿应进行分层回填，且单层回填厚度≤0.5m，压实度不小于 90%。

### 3) 堆填地基承载力验算

#### ①基础持力层

据现场地质测绘及钻孔揭露情况，修复区场地范围内出露地层由新到老可划分为：①第四系人工堆积层(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)、②第四系坡残积层(Q<sub>4</sub><sup>el+dl</sup>)、③二叠系下统栖霞茅口组(P<sub>1q+m</sub>)灰白色灰岩。据工程类比，结合工程场地条件，场区岩土层经压实整平后，地基承载力特征值建议为：100KPa、120KPa，4000KPa。

#### ②回填土体附加压力

回填修复区拟回填约 3.5m 厚的无害化处理磷尾矿，经室内击实试验测得，其最大干密度 ρ<sub>dmax</sub>=2.03g/cm<sup>3</sup>。最优含水率 ω=12.2%，经计算，在保证压实度≥0.9 的条件下，其压实后的湿密度 ρ 约为 2.05g/cm<sup>3</sup>，即其容重 γ<sub>1</sub>=20.5KN/m<sup>3</sup>，则回填土体对部岩土体产生的附加压力 P<sub>01</sub> 约为 66KPa。

#### ③浆砌石挡土墙附加压力

浆砌石挡土墙容重按工程经验取 γ<sub>2</sub>=22.0KN/m<sup>3</sup>，承载力综合容重取 γ<sub>3</sub>=21.0KN/m<sup>3</sup>，以 3#、5#、7#挡土墙为例，其基础埋深 d=0.5m，其自重应力 PK=100.94Kpa，附加应力

$P02=PK-\gamma 3 \times d=90.44Kpa。$

综上，场区主要岩土层均可满足场区回填及挡土墙建设需求，回填无害化处理磷尾矿时必须严格按照设计要求进行分层压实，避免后期发生局部塌陷；场区挡土墙，特别是 3#、5#、7#挡土墙因跨度较大，持力层或涉及多个地层，需注意分段施工及沉降缝布置，避免产生不均匀沉降对墙体造成破坏。

#### (4) 回填材料来源及供给能力分析

本项目无害化处理磷尾矿遵循就近原则，寻找到矿区周边 1 处无害化磷尾矿供应点，优先选用安宁市成杰物资经贸有限公司“**新能源材料前驱体 450 万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目**”提供的无害化处理磷尾矿，运距约 17km，可完全满足本项目回填所需。

磷尾矿无害化处理是在磷尾矿矿浆中添加脱磷剂和调整剂，通过浓密、压滤后，制备成无害化的新型修复材料。

回填所需无害化处理磷尾矿由供料方在其厂区制备后运抵项目场区，出厂前将对其进行抽检，在填料进入项目厂区前将再次抽检。抽检结果需满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）第 8 条充填及回填利用污染控制要求，即需满足第 1 类工业固体废物要求，且有机物含量不超过 5%；不满足要求的材料不得进行回填。

##### 1) 回填材料属性

###### ①磷尾矿固废属性

根据《**新能源材料前驱体 450 万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目**》，项目采用的工艺为“**破碎+磨矿+浮选+浓密**”，其中浮选采用反浮选“**一粗一精一扫**”浮选工艺，脱水流程为一段浓密+一段压滤的二段脱水流程。

为鉴别磷尾矿的固废属性，安宁市成杰物资经贸有限公司（供料方）于 2023 年 3 月 2 日委托云南道达沣环境科技有限公司对选矿 5 个批次的磷尾矿进行鉴别和 2025 年 4 月 30 日委托云南华测检测认证有限公司对选矿 2 个批次的磷尾矿进行鉴别，并出具监测报告（详见附件 7）。

**表 2-8 磷尾矿危险废物浸出毒性和腐蚀性鉴别结果（单位：mg/L）**

检测项目	磷尾矿检测结果					标准限值
	1#	2#	3#	4#	5#	
pH（无量纲）	7.26	7.33	7.27	7.31	7.37	$\geq 2.5$ 或 $\leq 12.5$
氟化物	1.46	1.35	1.40	1.34	1.42	100
六价铬	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	5
镍	0.128	0.131	0.101	0.116	0.119	5

铜	0.029	0.029	0.029	0.025	0.020	100
锌	0.234	0.265	0.266	0.254	0.278	100
铬	0.061	0.055	0.061	0.050	0.055	15
铍	0.0006	0.0005	0.0006	0.0005	0.0005	0.02
镉	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	1
铅	0.170	0.160	0.160	0.208	0.160	5
砷	0.0404	0.0593	0.0322	0.0255	0.0359	5
汞	0.000264	0.0191	0.00213	0.00184	0.00232	0.1
氰化物	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	5

备注：“检出限+L”表示结果低于该方法检出限。  
 固体废物浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法 HJ/T299-2007，pH 用往复式水平振荡器。  
 执行标准《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）及《危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别》（GB5085.1-2007）

表 2-8 续 磷尾矿危险废物浸出毒性和腐蚀性鉴别结果（单位：mg/L）

检测项目	磷尾矿检测结果		标准限值
	无害化处理前磷尾矿 2024.4.23	无害化处理前磷尾矿 2024.4.24	
pH（无量纲）	7.22	7.24	≥2.5 或≤12.5
氟化物	0.30	0.28	100
六价铬	ND	ND	5
镍	ND	ND	5
铜	ND	ND	100
锌	ND	ND	100
铬	ND	ND	15
铍	ND	ND	0.02
镉	ND	ND	1
铅	ND	ND	5
砷	0.0119	0.00880	5
汞	ND	ND	0.1

备注：“ND”表示结果低于该方法检出限。  
 固体废物浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法 HJ/T299-2007，pH 用往复式水平振荡器。  
 执行标准《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）及《危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别》（GB5085.1-2007）  
 “无害化处理前磷尾矿 2024.4.23”为标注错误，实际为 2025 年 4 月 23 日

表 2-9 磷尾矿固废鉴别结果表（单位：mg/L，腐蚀性为无量纲）

检测项目	磷尾矿检测结果					标准限值	结果评价
	1#	2#	3#	4#	5#		
氰化物	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.5	达标
铬	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	1.5	达标
六价铬	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.5	达标
镍	0.096	0.104	0.131	0.140	0.134	1	达标
银	0.0029L	0.0029L	0.0029L	0.0029L	0.0029L	0.5	达标
锌	0.062	0.067	0.072	0.072	0.076	2	达标
锰	1.02	1.31	1.33	1.00	1.38	2	达标

砷	0.0332	0.0488	0.0268	0.0214	0.0316	0.5	达标
汞	0.00236	0.0143	0.00181	0.00154	0.00209	0.05	达标
硒	0.0122	0.0176	0.00929	0.00943	0.00115	0.1	达标
铍	0.0006	0.0005	0.0006	0.0006	0.0005	0.005	达标
镉	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.1	达标
铅	0.090	0.113	0.076	0.085	0.0142	1	达标
铜	0.02L	0.022	0.031	0.020	0.025	0.5	达标
铁	0.10	0.10	0.10	0.008	0.009	/	/
氟化物	1.22	1.18	1.21	1.16	1.266	10	达标
pH (无量纲)	7.26	7.33	7.27	7.31	7.37	6-9	达标

备注：“检出限+L”表示结果低于该方法检出限。

固体废物浸出毒性浸出方法 水平振荡法 HJ 557-2010。

执行标准《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表1和表4一级标准。

**“无害化处理前磷尾矿 2024.4.23”为标注错误，实际为 2025 年 4 月 23 日。**

表 2-9 续 磷尾矿固废鉴别结果表（单位：mg/L，腐蚀性为无量纲）

检测项目	磷尾矿检测结果		标准限值	结果评价
	无害化处理前磷尾矿 2024.4.23	无害化处理前磷尾矿 2024.4.24		
氟化物	ND	ND	0.5	达标
阴离子表面活性剂	ND	ND	5	达标
动植物油	ND	ND	10	达标
石油类	ND	ND	5	达标
磷酸盐（以 P 计）	<b>9.88</b>	<b>9.37</b>	0.5	<b>超标</b>
甲醛	ND	ND	1	达标
铬	ND	ND	1.5	达标
六价铬	ND	ND	0.5	达标
镍	ND	ND	1	达标
银	ND	ND	0.5	达标
锌	ND	ND	2	达标
锰	0.52	0.78	2	达标
砷	0.0104	0.0104	0.5	达标
汞	ND	ND	0.05	达标
硒	ND	ND	0.1	达标
铍	ND	ND	0.005	达标
镉	ND	ND	0.1	达标
铅	ND	ND	1	达标
铜	ND	ND	0.5	达标
氨氮	0.320	0.207	15	达标
挥发酚	0.03	0.024	0.5	达标
氟化物	1.04	0.50	10	达标
硫化物	ND	ND	1	达标
pH (无量纲)	7.2	6.9	6-9	达标
化学需氧量	ND	ND	100	达标
五日生化需氧量	1.2	1.2	20	达标

悬浮物	1	2	70	达标
氨氮	13.4	7.57	15	达标
烷基汞	ND	ND	不得检出	达标
有机质%	0.144	0.126	5%	达标
<p>备注：“ND”表示结果低于该方法检出限。</p> <p>固体废物浸出毒性浸出方法 水平振荡法 HJ 557-2010。</p> <p>执行标准《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1 和表 4 一级标准。</p> <p><b>“无害化处理前磷尾矿 2024.4.23”为标注错误，实际为 2025 年 4 月 23 日。</b></p>				

根据上述检测结果，磷尾矿不属于《危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别》（GB5085.1-2007）中 pH≤2 或 pH≥12.5 的腐蚀性危险废物，不属于《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）浸出毒性特征中的危险废物。所有检测因子有一项磷酸盐超过《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中第二类污染物最高允许排放浓度一级标准限值，故磷尾矿属于第类固体废弃物。

### ②无害化处理磷尾矿生态修复材料

为鉴别无害化处理磷尾矿生态修复材料的固废属性，安宁市成杰物资经贸有限公司（供料方）于 2025 年 4 月 30 日委托云南华测检测认证有限公司对无害化处理磷尾矿生态修复材料 5 个批次进行鉴别，并出具监测报告（详见附件 7）。

表 2-10 无害化处理磷尾矿危险废物浸出毒性和腐蚀性鉴别结果（单位：mg/L）

检测项目	无害化处理磷尾矿检测结果					标准限值
	无害化处理 后磷尾矿 2024.4.25	无害化处理 后磷尾矿 2024.4.26	无害化处理后 磷尾矿 2024.4.27	无害化处理 后磷尾矿 2024.4.28	无害化处理 后磷尾矿 2024.4.29	
pH (无量纲)	8.24	8.91	8.66	8.88	8.64	≥2.5 或 ≤12.5
氟化物	0.42	0.27	0.23	0.33	0.33	100
六价铬	ND	ND	ND	ND	ND	5
镍	ND	ND	ND	ND	ND	5
铜	ND	ND	ND	ND	ND	100
锌	ND	ND	ND	ND	ND	100
铬	ND	ND	ND	ND	ND	15
铍	ND	ND	ND	ND	ND	0.02
镉	ND	ND	ND	ND	ND	1
铅	ND	ND	ND	ND	ND	5
砷	0.00214	0.00208	0.00180	0.00196	0.00208	5
汞	ND	ND	ND	ND	ND	0.1

备注：“ND”表示结果低于该方法检出限。

固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法 HJ/T299-2007，pH 用往复式水平振荡器。

执行标准《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）及《危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别》（GB5085.1-2007）。

**“无害化处理后磷尾矿 2024.4.25”为标注错误，实际为 2025 年 4 月 25 日。**

表 2-11 无害化处理磷尾矿生态修复材料固废鉴别结果表（单位：mg/L）

检测项目	无害化处理磷尾矿生态修复材料检测结果					标准 限值 ①	结果 评价
	无害化处理 后磷尾矿 2024.4.25	无害化处理 后磷尾矿 2024.4.26	无害化处理 后磷尾矿 2024.4.27	无害化处理 后磷尾矿 2024.4.28	无害化处理 后磷尾矿 2024.4.29		
氰化物	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	达标
阴离子表面活性剂	ND	ND	ND	ND	ND	5	达标
动植物油	ND	ND	ND	ND	ND	10	达标
石油类	ND	0.28	0.07	ND	0.11	5	达标
磷酸盐 (以 P 计)	0.09	0.10	0.10	0.11	0.10	0.5	达标
甲醛	ND	ND	ND	ND	ND	1	达标
铬	ND	ND	ND	ND	ND	1.5	达标
六价铬	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	达标
镍	ND	ND	ND	ND	ND	1	达标
银	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	达标
锌	ND	ND	ND	ND	ND	2	达标
锰	ND	ND	ND	ND	ND	2	达标
砷	0.0022	0.0022	0.0023	0.0019	0.0023	0.5	达标
汞	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	达标
硒	ND	ND	ND	ND	ND	0.1	达标
铍	ND	ND	ND	ND	ND	0.005	达标
镉	ND	ND	ND	ND	ND	0.1	达标
铅	ND	ND	ND	ND	ND	1	达标
铜	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	达标
氨氮	5.83	11.3	4.02	2.43	3.75	15	达标
挥发酚	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	达标
氟化物	0.17	0.22	0.23	0.34	0.22	10	达标
硫化物	ND	ND	ND	ND	ND	1	达标
pH（无量纲）	8.4	8.9	8.9	8.9	8.9	6-9	达标
化学需氧量	ND	ND	ND	ND	ND	100	达标
五日生化需氧量	1.3	1.1	1.2	/	/	20	达标
悬浮物	1	1	2	1	1	70	达标
氨氮	5.83	11.3	4.02	2.43	3.75	15	达标
烷基汞	ND	ND	ND	ND	ND	不得检出	达标
有机质%	0.206	0.216	1.56	0.151	0.155	5%	达标

备注：“ND”表示结果低于该方法检出限。

固体废物浸出毒性浸出方法 水平振荡法 HJ 557-2010。

执行标准《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1 和表 4 一级标准。

“无害化处理后磷尾矿 2024.4.25”为标注错误，实际为 2025 年 4 月 25 日。

根据上表检测结果，无害化处理磷尾矿不属于《危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别》（GB5085.1-2007）中  $pH \leq 2$  或  $pH \geq 12.5$  的腐蚀性危险废物。不属于《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）浸出毒性特征中的危险废物。所有检测因子未超过《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中第二类污染物最高允许排放浓度一级标准限值，故无害化处理磷尾矿属于第 I 类固体废物，且有机质低于 5%，满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）第 8 条充填及回填利用污染控制要求。

参考《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T 1269-2024），项目检测因子满足表 2 改性磷石膏浸出液主要指标控制标准；参考《改性磷石膏综合利用 矿山生态修复环境风险评估规范》（DB5301/T98-2023），用于露天矿山生态修复的改性磷石膏应满足 GB 18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求，且有机物含量超过 5%的改性磷石膏不应用于矿山生态修复。根据检测结果，项目使用的无害化处理磷尾矿生态修复材料满足第 I 类一般工业固体废物，且有机物低于 5%。可以达到改性磷石膏用于矿山生态修复的要求。

#### （4）控制指标、控制节点和控制方案

##### 1) 回填控制指标

无害化处理磷尾矿生态修复材料应按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）第 8 条充填及回填利用污染控制要求，即：回填指标满足第 I 类工业固体废物，且有机物含量不超过 5%。

##### 2) 控制节点和控制方案

项目实施期间，无害化处理磷尾矿生态修复材料参照《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）和《改性磷石膏综合利用 矿山生态修复过程环境监管规范》（DB5301/T99-2023），对本项目使用的无害化处理磷尾矿生态修复材料进行分析，确保其质量特性满足入场要求。

表 2-12 回填材料控制节点和控制方案

控制节点		采样要求		控制指标	责任单位
无害化处理磷尾矿生态	生产环节	将生产周期进行等时间划分后采集样品。生产设备稳定运行的 8h 或同一天的一个生产班次为一	①连续生产工艺产生的无害化处理磷尾矿生态修复材料采样规则：在设施运行稳定、原辅材料类别和来源固定的时间段，按照 HJ/T20 的要求，等时	满足 GB18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求，且有机物含量不超	安宁市成杰物资经贸有限公司(供料方)、安宁兴浩贸易有限

修复材料	批次,每批次份样数≥5个,将上述份样制成一个混合样进行分析。	间间隔采集样品。每次采样在设备稳定运行的8小时(或一个生产班次)内完成,采样数不少于5个;	过5%。	公司(建设方)以及相关参建单位
回填环节	以10000T无害化处理磷尾矿生态修复材料为一批次,每批次份样数≥5个,将上述份样制成一个混合样进行分析。	②位于贮存场所内堆存的无害化处理磷尾矿生态修复材料采样规则:采用网格法结合堆积高度确定采样点位数,采样点不少于3个,采样深度原则上应达到堆场底部,且不得破坏底部防渗工程(系统),每个采样点位原则上采样不少于3个深层样品。无法采集深层样品的,采样不少于9个表层样品;		

### 6.3 土壤重构工程

#### (1) 客土回覆

##### 1) 耕植土

根据项目生态修复适宜性评价结果,矿区修复范围主要设计恢复为园地、林地、草地。

①园地:将FK02、FK03、FK04规划修复为园地。

②林地:将FK01、FK08、FK10、FK12规划修复为乔木林地。

③草地:将FK09、FK11、FK13规划修复为其他草地。

经计算,场区内需覆耕植土71480.0m<sup>3</sup>。

表 2-13 覆土量表

序号	复垦单元	复垦方向	覆土厚度(m)	覆土面积(hm <sup>2</sup> )	覆土量(m <sup>3</sup> )
1	FK01	乔木林地(0301)	覆耕植土0.4m,种植冬樱花	0.0176	70.4
2	FK02	果园(0201)	覆耕植土0.4m,果园区域待图斑销号完成后进行场地硬化、新建大棚后种植蓝莓	0.8211	3284.4
3	FK03	果园(0201)	覆耕植土0.4m,果园区域待图斑销号完成后进行场地硬化、新建大棚后种植蓝莓	6.2131	24852.4
4	FK04	果园(0201)	覆耕植土0.4m,果园区域待图斑销号完成后进行场地硬化、新建大棚后种植蓝莓	1.8451	7380.4
5	FK05	坑塘水面(1104)	-	-	-
6	FK06	裸岩石砾地(1207)	-	-	-
7	FK07	裸岩石砾地(1207)	-	-	-
8	FK08	乔木林地(0301)	覆耕植土0.4m,种植冬樱花	3.0694	12277.6
9	FK09	其他草地(0404)	覆耕植土0.3m,播撒草种	1.3577	4073.1

10	FK10	乔木林地 (0301)	覆耕植土 0.4m, 种植云南松	0.9641	3856.4
11	FK11	其他草地 (0404)	覆耕植土 0.3m, 播撒草种	1.8695	5608.5
12	FK12	乔木林地 (0301)	穴状客土 0.4m, 补种云南松	2.3851	891.2
13	FK13	其他草地 (0404)	覆耕植土 0.3m, 播撒草种	0.5736	1720.8
14	FK14	农村道路 (1006)	-	-	-
15	FK15	沟渠 (1107)	-	-	-
16	保留国有建设用地 1 中拟修复为园地区域	-	覆耕植土 0.4m	0.9237	3694.8
17	保留国有建设用地 2 中拟修复为园地区域	-	覆耕植土 0.4m	0.9425	3770
合计				20.9825	71480

### 1) 黏土衬层

本项目回填材料是利用磷尾矿和石灰粉制备而成的无害化处理磷尾矿，制备过程中已进行无害化处置，但由于场区主要地层渗透系数大于  $1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，为避免淋滤液下渗污染地下水，本次回填设计采用柔性结构隔离场地基底与回填材料，对回填区进行全面防渗处置。设计防渗材料采用黏土、“两布一膜”，即铺设 750mm 厚粘土层、（聚酯长丝土工布  $(300\text{g/m}^2)$  + 1.5mmHDPE 土工膜 + 聚酯长丝土工布  $(300\text{g/m}^2)$ ），压实系数按 1.2 取值，经过计算，需粘土约  $72423.80\text{m}^3$ 。

表 2-14 黏土量表

序号	回填区域	厚度 (mm)	粘土层面积 ( $\text{hm}^2$ )	压实系数	覆土量 ( $\text{m}^3$ )
1	FK03	750	6.2131	1.2	55817.90
2	FK04	750	1.8451	1.2	16605.90
合计			8.0582	1.2	72423.80

### (2) 客土来源

土源点位于安宁工业园区大宗工业物资公铁联运物流园配套基础设施（一期）工程项目剥离表土，工程还可提供不少于 15 万  $\text{m}^3$  黏土，运距约 9km；已签订取土协议（附件 6）。



图 2-2 安宁工业园区大宗工业物资公铁联运物流园配套基础设施（一期）工程项目剥离表土

### （3）客土要求

客土须满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中农用地风险筛选值。

表 2-15 客土土壤检测结果 单位：mg/kg，pH 无量纲

检测项目	检测值	标准值	是否达标
pH		/	/
砷		40	达标
镉		0.3	达标
铜		50	达标
锌		200	达标
铅		90	达标
汞		1.8	达标
镍		70	达标
铬		150	达标

根据监测结果，安宁工业园区大宗工业物资公铁联运物流园配套基础设施（一期）工程项目剥离表土土壤检测值均低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中农用地风险筛选值要求。

### 6.4 植被重建工程

## (1) 植物配置

### 1) 穴状整地

矿山多为裸露挖损区，山地陡坡，部分区域土层较厚，但土质较差，对种树功能区进行清理挖坑，根据《造林技术规程》（GB/T15776-2023）进行穴状整地，乔木挖坑坑长、坑宽 0.8m，坑深 0.6m。设计于 FK12 地块开挖穴坑 955 个，进行补植补种。原有土层较厚的区域，将开挖土方对穴坑进行一个围塘。

### 2) 植物的选择

根据设计方案，2024 年 11 月 4 日，我单位设计人员对矿区的修复方向及树种的选择征询了安宁市自然资源局、温泉街道办事处羊角社区居委会代表的意见。根据当地产业发展需求，将其恢复为园地、林地和草地，其中园地区域待图斑销号完成后进行场地硬化、新建大棚，采用无土栽培技术种植蓝莓；林地种植云南松、冬樱花；草地撒播白花三叶草、香根草、狗牙根。由于白花三叶草（白车轴草）属于入侵植物，本环评建议替换其他草种。

### 3) 种植技术

FK02、FK03、FK04 规划修复为果园；FK06、FK07 规划修复为裸岩石砾地；FK01、FK08、FK10、FK12 规划修复为乔木林地；FK09、FK11、FK13 规划修复为其他草地；FK5 规划修复为坑塘水面；FK14 规划修复为农村道路；FK15 规划修复为沟渠。

①园地区：FK02、FK03、FK04 规划修复为果园，该区域待图斑销号完成后进行场地硬化、新建大棚，采用无土栽培技术种植蓝莓。

②乔草区：FK01、FK08 种植冬樱花，株行距 3m×3m，初植密度 1111 株/公顷，共 3430 株；FK10（包含 FK04 南侧排水沟外围区域）种植云南松，株行距 3m×3m（FK04 南侧沿排水沟外围种植一行云南松，株距 3m），初植密度 1111 株/公顷，共 1071 株；FK12 按 0.8m×0.8m×0.6m 规格进行穴状整地，补植补种云南松 955 株；林下均播撒草籽。

③纯草区：FK09、FK11、FK13 播撒草籽。

④草地种植规格：按照每公顷 25kg 狗牙根配 25kg 白花三叶草配 30kg 香根草混合播撒。安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿共计种植冬樱花 3430 株、云南松 2026 株、播撒混合草籽 10.2370 公顷。

## 6.5 配套工程

### (1) 防渗系统工程

#### ①防渗层设置

本项目回填材料是利用磷尾矿和石灰粉制备而成的无害化处理磷尾矿，制备过程中已

进行无害化处置，但由于场区主要地层渗透系数大于  $1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，为避免淋滤液下渗污染地下水，本次回填设计采用柔性结构隔离场地基底与回填材料，对回填区进行全面防渗处置。设计防渗材料采用黏土、“两布一膜”，即铺设 750mm 厚粘土层、（聚酯长丝土工布（ $300\text{g/m}^2$ ）+1.5mmHDPE 土工膜+聚酯长丝土工布（ $300\text{g/m}^2$ ）），该材料具有化学兼容性、耐久性、耐热性、高强度、低渗透率、易维护、无二次污染、适应地基不均匀沉降、具有较好的抗微生物侵蚀和抗化学腐蚀性能。

对回填区场地进行清理、整平、压实后，清除修复区底尖锐石块和碎屑杂物，再依次铺设 750mm 厚粘土层、热粘连的两布一膜。底部防渗处理完成后进行无害化处理磷尾矿回填、压实至设计标高，回填、压实需分层进行，且压实度不小于 90%，其上再次铺设热粘连的两布一膜，并与底部的两布一膜相互包裹，形成整体防渗层；其中涉及矿区道路的区域恢复为泥结石路面，其他区域则在防渗层之上覆 40cm 符合相关规范要求的耕植土。

底部防渗层结构：修复区先进行场区场地平整清基、底部自下而上依次铺设 750mm 厚粘土层、 $300\text{g/m}^2$  土工布、1.5mm 防渗土工膜、 $300\text{g/m}^2$  土工布。

内边坡防渗层结构：对内边坡坡度较缓地段，坡面平整清理压实好后依次铺设 750mm 厚粘土层  $00\text{g/m}^2$  土工布、1.5mm 双糙面防渗土工膜、 $300\text{g/m}^2$  土工布底部。

顶部防渗：回填料回填结束压实后依次铺设  $300\text{g/m}^2$  土工布、1.5mm 的双面糙 HDPE 防渗膜、 $300\text{g/m}^2$  土工布防渗层。



图 2-3 防渗系统大样图

## ②回填区盲沟设置

设计于回填修复区底防渗层下设置 12 条导排盲沟，以排走回填土料淋滤液及雨水季

节的场底渗水，盲沟总长 2302.30m。

盲沟规格为 0.5m×0.5m，整体坡度不小于 2%。在场地平整压实完成后进行盲沟开挖，盲沟底部依次铺设 750mm 厚粘土层、热粘连两布一膜聚酯长丝土工布（300g/m<sup>2</sup>）+1.5mmHDPE 土工膜+聚酯长丝土工布（300g/m<sup>2</sup>）；防渗处理后于盲沟内铺设一层卵石层作为场区内渗水、渗滤液的导排层，卵石层铺设至整平地面标高；卵石之上即盲沟顶部再铺设一层宽 1.0m 的聚酯长丝土工布（300g/m<sup>2</sup>），向两侧各延伸 0.25m，与场底防渗层相连，以阻隔上部回填土体进入导排层；盲沟与拟建排水沟相连接，最终汇入到收集池。最终汇入到淋滤液收集池。盲沟平面布置图详见附图 6。

### （2）截排水沟工程

基于本项目设计方案，结合场区地形地貌及排泄需求，参照《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）相应防洪标准：洪水重现期不应小于 20 年，按 50 年洪水重现期进行防排水设计，于本项目区内布设 5 条排水沟，全长 3044.48m。

设计排水沟净断面为梯形，上底净宽 0.7m，下底净宽 0.4m，净高 0.5m，沟底沟壁厚度均 0.1m，0.02m 砂浆抹面；盖板采用 C20 混凝土，盖板厚 5 厘米，内部钢筋用 8mm，钢筋间距 0.1m 的方格网，盖板搭边为 5 厘米，单个盖板尺寸为 1×0.8m。

### （3）雨水及淋滤液收集工程

本次设计 3 个蓄水池，包括 1 个雨水收集池（10m×20m×3m），2 个淋滤液收集池（5m×5m×2m），用以收集矿区内的雨水和回填修复区，容积 100m<sup>3</sup>，能够满足多年平均降雨年收集要求；但满足不了最大降雨年淋滤水和暴雨情况下的单日淋滤水量，环评要求扩大淋滤水收集池容积，以满足暴雨条件下淋滤水的收集；考虑近年安宁地区干旱少雨，以及间接成本，经与建设单位及设计单位沟通，经与建设单位及设计单位沟通，现有的淋滤水收集沉淀池扩大至 1000m<sup>3</sup>，新增一个容积为 500m<sup>3</sup> 的应急事故池；同时施工期加强监管，如遇特大暴雨，立即启动应急预案，派罐车拉至 17 公里外的浮选厂。以满足暴雨条件下的淋滤水收集，并新增事故池防止淋滤水外溢。其中雨水收集后进行二次利用，用于项目区植被浇灌用水；回填修复区修复后土地将出租用于蓝莓种植、种植模式是将场地硬化后搭建大棚进行无土栽培，场地硬化后可以起到较大防渗作用，减少淋滤水产生的方量，淋滤水收集后由供料方（安宁市成杰物资经贸有限公司）定期监测并回收处理。

### （4）沉砂池工程

在排水沟汇集处设置 3 个沉砂池，进行沟底沉砂进行收集，防止水土流失。

### （5）管涵工程

在道路路边沟由路一侧转到另外一侧与道路相交处设置管涵。管涵埋深为管顶以上0.5m，管涵采用壁厚40mm的DN400混凝土承插口排水管，管涵长为16m，在管道的护坡位置浇筑C20混凝土。

#### **(6) 隔离防护栏**

FK5为蓄水池，为了保证矿区行人安全，故在蓄水池周围设置1#隔离防护栏81.96m；由于FK04、FK12南侧靠近村庄和农田，为了防止牲畜进入，故在FK04、FK12南侧设置2#隔离防护栏775.98m；FK12西南侧边存在高陡边坡，为了保证矿区行人安全，故在FK12南侧边设置3#隔离防护栏101.06m。合计隔离防护栏1438.50m，对基础原地面进行清理，基槽按照坡比1:0.5开挖，开挖基槽并基底夯实；立柱基础采用C20混凝土浇筑，尺寸为40cm×40cm×50cm；隔离防护栏柱长2.0m，埋入C20混凝土为长度0.4m；铁丝网高度1.5m，为勾花铅丝网（丝径4mm，孔径8cm）。

#### **(7) 道路工程**

为改善项目区现有道路状况，对矿区内原有1200.88m道路进行整平和压实。

#### **(8) 标识牌**

安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿规划设立项目告知牌2个、警示牌4个。警示牌采用不锈钢材质，警示牌标明修复地块基本情况，图斑编号、修复范围、修复措施，及注意安全事项等。明确管护单位及管护内容，警示牌对危险区进行警告。

### **6.6 监测与管护**

#### **(1) 监测**

##### **1) 淋滤水跟踪监测**

按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的要求，项目实施过程中，对淋滤水污染物进行检测，监测频次为1次/月。回填完成后淋滤水处理系统、淋滤水污染物监测应继续正常运行，直到连续3年内没有淋滤水产生。

##### **2) 地下水环境跟踪监测**

建立回填区地下水环境监控体系，包括建立地下水污染监控制度和环境管理体系，以便及时发现问题，及时采取预防措施。根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）、《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）的要求，回填区上游设置1个对照井，下游设置≥1个跟踪监测点，在可能出现污染扩散区域设置≥1个扩散监测井，结合项目实际水文地质调查情况，项目设置5口地下水跟踪监测井（5#监测井目前无水，有水时纳入监测），对回填区地下水进行跟踪监测。结合项目特征，监测因

子为：pH、氟化物、总磷、硫酸盐、硝酸盐、氯化物、铜、铜、锌、汞、砷、硒、镉、铬、铅。回填期间，监测点季度监测 1 次，雨季根据实际情况可增加监测次数；修复完成后，地下水监测频次为 1 次/半年，直到地下水水质连续 3 年不超出地下水本底水平。

## **(2) 管护**

植被管护主要为防止人为破坏、牲畜、放羊破坏等。管护面积为 19.1163hm<sup>2</sup>，为植被修复面积。管护时间为 3 年。管护期内对幼林、幼苗进行抚育；主要内容包括除杂草、病虫害防治。

## **6.7 公用工程**

### **(1) 给水**

安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿用水可从矿山南东侧拟建水上乐园项目取水使用，运距约 0.6-0.8km。征得相关部门同意后，采用水罐车或桶装从水源地取水，直接运输至项目区使用。

### **(2) 排水**

淋滤水经收集池沉淀后，运输至安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体 450 万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”回用；车辆冲洗废水经三级沉淀池沉淀后，返回洗车槽循环使用；生活污水经临时沉淀池（10m<sup>3</sup>）沉淀后回用于场区内的洒水降尘。

### **(3) 供油**

施工机械用油由第三方用油罐车拉至生态修复场区，不设储油罐。

### **(4) 供电**

项目区用电应考虑施工时间，采用临时发电。

### **(5) 运输工程**

本项目回填材料从安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体 450 万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”运输至项目地，距矿区约 17 公里。



行抽检，在填料进入项目厂区前将再次抽检。抽检结果需满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）第8条充填及回填埋利用污染控制要求，即需满足第1类工业固体废物要求，且有机物含量不超过5%；不满足要求的材料不得进行回填埋。

**(2) 淋滤水回用依托可行性分析**

新能源材料前驱体450万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目生产磨矿工段需补充水量为18900m<sup>3</sup>/d，浮选工段需补充水量为25820m<sup>3</sup>/d，破碎筛分工段防尘用水量为156m<sup>3</sup>/d等，共计需补充水量为44526m<sup>3</sup>/d。

依托项目厂区回用废水主要由以下2个部分组成：

①尾矿浓密、压滤废水

浮选后尾矿浆通过浓密机进行浓密，浓密过程中产生废水，浓密后尾矿通过板框压滤机进行压滤，压滤过程中产生废水；根据水平衡可知，浓密、压滤过程中废水产生量为13311m<sup>3</sup>/d，废水通过管线泵入厂区循环回用水池（3座，容积均为3000m<sup>3</sup>），回用于生产工序。

②精矿厂内初次浓密废水

精矿需在厂区内进行初步浓密，减少输送量，浓密过程中产生废水；根据水平衡可知，精矿浓密过程中废水产生量为15319m<sup>3</sup>/d，废水通过管线泵入厂区循环回用水池（3座，容积均为3000m<sup>3</sup>），回用于生产工序。本项目厂内需循环回用处理生产废水量为28630m<sup>3</sup>/d，本项目循环回用水池总容积为9000m<sup>3</sup>，设计水力停留时间为5h，则实际处理规模为43200m<sup>3</sup>/d，循环回用水池处理规模能满足需求。

依托项目已建设3个高位回水池，每个容积为3000m<sup>3</sup>，可以满足淋滤水的暂存。根据选矿工艺水平衡核算，考虑了项目淋滤水的前提下，还需要每天补充新鲜水2813m<sup>3</sup>/d，可做到完全回用。

从水质方面，项目选矿废水不设回用标准，项目淋滤水中主要污染物均为原辅料中的成分，运输至选厂后与其他选矿废水采用“中和+沉淀”工艺处理后回用，磨矿及浮选用水量较大，对水质要求不高，不会对工艺和产物造成影响，可直接进入生产工序回用。

**7.工程量汇总**

**表 2-16 安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿总工程量表**

序号	工程或费用名称	单位	依据	备注	工程量
一	地质环境治理工程				
1.1	浆砌石挡墙	m		人机配合	2812.85
1.1.1	土方开挖	m <sup>3</sup>	(III类)		2117.85

1.1.2	土方回填	m <sup>3</sup>			291.41
1.1.3	浆砌块石	m <sup>3</sup>			5848.05
1.1.4	砌筑砂浆	m <sup>3</sup>			1949.35
二	地貌重塑工程				
2.1.1	建筑物拆除砖混结构 2 层以下	m <sup>2</sup>	按建筑面积计算, 机械拆除废弃工矿建构筑物		730.03
2.1.2	泥瓦结构 2 层以下	m <sup>2</sup>	按建筑面积计算, 机械拆除废弃工矿建构筑物		337.1
2.1.3	拆除硬化场地	m <sup>3</sup>	拆除厚度按 10cm 计		2426.04
2.2	场区地形重塑挖填	m <sup>3</sup>			278477.5
2.2.1	石渣开挖	m <sup>3</sup>	矿区内遗留石渣	机械	281659.3 190
2.2.2	石渣回填	m <sup>3</sup>	矿区内遗留石渣	机械	26123.5
2.2.3	无害化处理磷尾矿回填	万 m <sup>3</sup>	外购回填料	机械	31.8072
三	土壤重构工程				
3.1	客土(耕植土)	m <sup>3</sup>			71480.0
3.1.1	客土购买	m <sup>3</sup>			0
3.1.2	客土运输	m <sup>3</sup>	(运距 34km)		0
3.2	覆耕植土	m <sup>3</sup>		人机配合	71480.0
3.2.1	复垦林、园地覆耕植土	m <sup>3</sup>	复垦林、园地全区域覆土按有效土层不低于 40cm 计算。		60077.6
3.2.2	复垦草地覆耕植土	m <sup>3</sup>	复垦草地覆土按有效土层不低于 30cm 计算。		11402.4
3.3	土壤培肥	kg			11037.76
3.3.1	土壤培肥	hm <sup>2</sup>	冬樱花(乔草区域, 2222kg/hm <sup>2</sup> )		3.0870
3.3.2	土壤培肥	hm <sup>2</sup>	(草地, 500kg/公顷)		3.8008
3.3.3	土壤培肥	hm <sup>2</sup>	云南松(乔草区域、2222kg/hm <sup>2</sup> )		1.0252
四	植被重建工程				
4.1	乔木穴状整地	m <sup>3</sup>			891.2
4.2	栽植乔木	株			5456
4.2.1	栽植冬樱花	株	株行距 3*3, 1111 株/公顷		3430
4.2.2	栽植云南松	株	株行距 3*3, 1111 株/公顷		1071
4.2.3	补种云南松	株	补种		955
4.3	撒播草种(混播)	hm <sup>2</sup>	(80kg/hm <sup>2</sup> , 狗牙根 25kg/hm <sup>2</sup> +白花三叶草)		10.2370

			25kg/hm <sup>2</sup> +香根草 30kg/hm <sup>2</sup> )		
五	配套工程				
5.1	防渗工程				
5.1.1	75cm 土壤衬层	万 m <sup>3</sup>			7.2000
5.1.2	聚酯长丝土工布 (300g/m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>			384336.1 0
5.2	1.5mmHDPE 土工膜	m <sup>2</sup>			192168.0 5
5.2.1	盲沟	m	排走回填土料淋滤液		2302.3
5.2.2	土方开挖	m <sup>3</sup>	盲沟横截面按 500mm×500mm		575.58
5.2.3	卵石	m <sup>3</sup>	盲沟开挖后回填卵石 导水层至盲沟顶部, 齐 平整平地面		575.58
5.2.4	聚酯长丝土工布 (300g/m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>	沿盲沟上覆 1m 宽土工 布		2302.3
5.3	隔离护栏网	m			979.49
5.3.1	土方开挖	m <sup>3</sup>	Ⅲ类土	人工	71.83
5.3.2	石方开挖	m <sup>3</sup>	Ⅶ类岩		0
5.3.3	土方回填	m <sup>3</sup>			45.71
5.3.4	C20 混凝土	m <sup>3</sup>			26.12
5.3.5	450×550×20 镀锌方管栏杆	m			645
5.3.6	勾花铅丝网 (丝径 4mm, 孔径 8cm)	m <sup>2</sup>			1469.19
5.4	截排水沟	m			3044.48
5.4.1	土方开挖	m <sup>3</sup>			1400.46
5.4.2	浆砌块石	m <sup>3</sup>			608.89
5.4.3	砂浆抹面	m <sup>3</sup>			91.34
5.4.4	盖板 C20 混凝土	m <sup>3</sup>			121.78
5.4.5	8mm 盖板钢筋	kg			15374.62
5.5	新建水池 (土)	个	5*5*2、5*5*2、10*20*3		3
5.5.1	土方开挖	m <sup>3</sup>			864.84
5.5.2	防渗膜	m <sup>2</sup>			510
5.5.3	浆砌块石	m <sup>3</sup>			164.84
5.5.4	砂浆抹面	m <sup>3</sup>			5.1
5.5.5	盖板镀锌管	m	方形 60mm, 间距横向 1 米, 纵向 2.5 米		300
5.5.6	彩钢瓦	m <sup>2</sup>			281.08
5.6	沉砂池	个	1.2*2.2*1.45		3
5.6.1	土方开挖	m <sup>3</sup>			11.484
5.6.2	浆砌块石	m <sup>3</sup>			5.631
5.6.3	砂浆抹面	m <sup>3</sup>			0.272
5.6.4	盖板 C20 混凝土	m <sup>3</sup>			0.396
5.6.5	8mm 盖板钢筋	kg			44.373

5.6.6	过滤网	m <sup>2</sup>			2.1
5.7	管涵工程 (DN400)	座			3
5.7.1	土方开挖	m <sup>3</sup>		人机配合	17.625
5.7.2	土方回填	m <sup>3</sup>			3.398
5.7.3	C20 砼垫层	m <sup>3</sup>			1.44
5.7.4	C20 砼壁	m <sup>3</sup>			7.95
5.7.5	C20 砼底	m <sup>3</sup>			3.12
5.7.6	DN400 管涵	m			12
5.8	道路工程	m			1200.88
5.8.1	路面整平	m <sup>2</sup>			4803.52
5.8.2	路面压实	m <sup>2</sup>			4803.52
5.8.3	铺设砂砾石 (厚度 20cm)	m <sup>3</sup>			960.70
5.9	项目告知牌	个			2
5.9.1	土方开挖	m <sup>3</sup>		机械	1.79
5.9.2	土方回填	m <sup>3</sup>			1.09
5.9.3	C20 混凝土	m <sup>3</sup>			0.7
5.9.4	热镀锌钢管 dn100 立杆	m			2.5
5.9.5	告知牌 (1.5m*1.0m)	个			2
5.10.1	警示牌	个			4
5.10.1	土方开挖	m <sup>3</sup>		人工	5.37
5.10.2	土方回填	m <sup>3</sup>			3.27
5.10.3	C20 混凝土	m <sup>3</sup>			2.1
5.10.4	热镀锌钢管 dn100 立杆	m			7.5
5.10.5	警示牌 (1.5m*1.0m)	个			4
六	后期管护				
6.1	幼林抚育 3 年 (林地)	hm <sup>2</sup>			6.4362
6.2	幼苗抚育 3 年 (草地)	hm <sup>2</sup>			3.8008
6.3	幼苗抚育 3 年 (园地)	hm <sup>2</sup>			8.8793

## 8.主要设备

项目所用的施工设备见下表。

表 2-17 主要施工设备一览表

序号	设备名称	规格	数量	单位	备注
1	挖掘机	1m <sup>3</sup>	2	台	回填修复区回填、碾压
2	推土机	履带式	5	台	
3	重型运输车	30t	25	台	客土及苗木运输
4	洒水车	20m <sup>3</sup>	1	台	修复区洒水降尘

## 9.劳动定员

	<p>该项目高峰期劳动定员 30 人，负责回填修复区回填及植被种植。每天一班，每班 10 小时。</p>
<p>总 平 面 及 现 场 布 置</p>	<p><b>1.项目区布置</b></p> <p>本次生态修复项目矿区有交通道路（乡道、矿山土路）通过，路宽 3.0—4.0m 治理区向外连接附近农村水泥路，交通便利。各矿山交通条件统计如下表，矿山生态修复治理工程平面布置见附图 5。</p> <p><b>2.施工场地设置</b></p> <p>根据现场踏勘，项目正在进行生态恢复治理工作。根据建设单位提供的资料，本项目施工现场设置情况如下。</p> <p>（1）弃土场：项目对矿山产生的高陡边坡进行治理，规划进行危岩清理，治理过程中产生废弃土石方 281659.3190m<sup>3</sup>，全部用于矿山治理区底部矿坑回填反压。</p> <p>本次矿山生态修复治理工程中碎石、块石用量较大，开挖出来的石方将直接用于土方回填，没有废弃土方石剩余，不涉及遗留土石料对外销售问题。</p> <p>（2）取土场：露天采空区回填结束后，本次矿山均需向外购买土源，不另设取土场，土源点位于安宁工业园区大宗工业物资公铁联运物流园配套基础设施(一期)工程项目剥离表土，还可以对外提供 15 万 m<sup>3</sup> 土源，土壤经取样送检（见附件 6.2）满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）要求。</p> <p>（3）施工营地：本项目施工人员均来自周边的村民，用餐依托周边餐馆，住宿由施工人员自行解决，不设置施工营地。</p> <p>（4）混凝土拌合区：项目外购商品混凝土，不设混凝土拌合站。</p> <p>（5）砂石料场：施工所用砂石料在具有合法手续的砂石料场购买，不单独设置石料场及砂场。</p> <p>项目无临时堆场，施工场地均在项目修复面积内设置，不新增占地，不设弃土场，不设施工营地。</p>
<p>工 方 案</p>	<p><b>1.施工顺序</b></p> <p>本次生态修复工程施工顺序如下：</p>

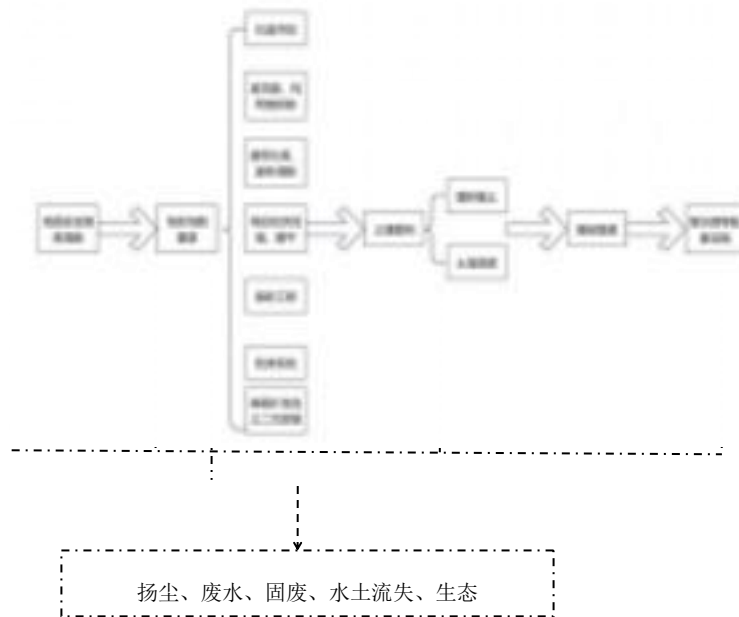


图 2-5 本项目施工顺序

## 2.施工组织设计

### (1) 施工交通

项目区均有交通道路（乡道、矿山土路）通过，路宽 3.0—4.0m 治理区向外连接附近农村水泥路，交通便利。

### (2) 施工用水

项目区施工用水的水源主要来源于周边坑塘以及附近居民区的供水系统。项目用水主要用于植被初期浇灌及洒水降尘，由建设单位洒水车运至施工区域，供水能力能满足项目需要。

### (3) 施工用电

项目区施工用电可采用临时发电设备进行供应。

### (4) 施工排水

施工期施工废水经收集沉淀后回用，回填区内部雨水经收集后排入沉淀池，最终回用于洒水降尘，不外排。

## 2.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可施工。

(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标志，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) 测量工作中尽可能做到“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。

(9) 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。

### **3.建筑物拆除施工方案**

本项目部分修复区涉及废弃建筑物拆除，从实际出发，在确保人身和财产安全的前提下，选择经济、合理的拆除方案，进行科学的组织，以实现安全、经济、速度快的目标。

拆除工程施工流程：周边围护→清拆管线→拆除梁→推倒墙体→回收有价废物→弃物处理。

#### **(1) 搬迁施工组织**

①在当地政府的支持下，做好群众工作，赢得群众的支持，派专人做好周边警戒工作。

②按施工组织设计的程序安排，首先清拆原有管线，采取人工进行拆除，划分区域，逐段、逐根进行拆除。

③拆除建筑时可采用人工+机械的方式拆除，从上至下进行拆除，遇不稳定墙体推倒，需派专人进行监测，发现情况及时联系研究，以确保施工安全。

④施工过程中做好工人安全措施，系好安全绳，避免从屋顶跌落，出现安全事故。施工中可采取湿水除尘，减少声响及飞石。

⑤旧房拆除后，不可利用废物集中堆放，后期深埋或外运。

## **(2) 施工方法**

拆除对象：混凝土建筑（主要结构为墙体、梁，无房顶）拆除顺序：梁→墙体→屋基。

拆除方法：首先采用机械对梁、墙体等砼结构进行推倒或拉倒，然后人工用简单的工具，如撬棍、铁锹、瓦刀等进行修整。采用推倒或拉倒的方法，必须有人统一指挥，待人员全部撤离到安全地方才可进行。

## **(3) 安全措施**

①施工现场必须有技术人员统一指挥，严格遵循拆除方法和拆除程序。

②施工人员进入施工现场，必须戴安全帽，扣紧帽带；高空作业必须系安全带、安全带应高挂低用，挂点牢靠。

③施工现场必须设置醒目的警示标志，采取警戒措施派专人负责。非工作人员不得随意进入施工现场。

④建筑物拆除时，应自上而下，顺序进行，禁止数层同时拆除。当拆除某一部分的时候应防止其他部分倒塌。

⑤拆除物受自然气候、环境影响较大，密切注意，防患于未然。每个工作日结束后，工程技术人员必须去现场检查，确认拆除物是否加固，做到安全无隐患。

⑥拆除区周围应设立拦护，挂警告牌，并派专人监护，严禁无关人员逗留。

⑦施工人员进行拆除工作时，应该站在专门搭设的脚手或者其他稳固的结构部分上进行操作。操作人员要戴安全帽和其他防护用品。

⑧拆下的物料不准在楼板、房梁上乱堆、乱挂、乱放。拆下的物料，不准向下抛掷，散碎材料用溜放槽溜下，清理运走。

⑨用推倒法拆除墙时人员应避至安全地带。拆除建筑物一般不采用推倒方法，遇到特殊情况墙体必须推倒时，必须遵守以下规定：砍切墙根的深度不能超过墙厚的 1/3，墙的厚度小于 2/3 的时候，不许进行掏掘；为防止墙壁向掏掘方向倾倒，在掏掘前，要用支撑撑牢；建筑物推倒前，应发出信号，待所有人员远离建筑物高度 2 倍以上的距离后，方可进行；在建筑推倒倒塌范围内，有其他建筑物时，严禁采用推倒方法。

#### 4.矿山地质安全隐患消除施工方案

##### (1) 干砌石护坡施工工序

干砌石护坡施工：施工准备→技术交底→测量放样→块石选料加工→块石砌筑→压顶→质量检查。

①测量放样。干砌石施工应进行封边处理，应防止砌体发生局部变形或砌体坍塌而危及施工人员安全。施工前对施工段的砂棱体断面进行测量，画出砂棱体、袋装碎石和干砌块石横断面图并且与加高预留沉降 1m 后的设计断面比较，确定砂棱体斜坡面贴坡还是削坡，处理后的坡度符合预留沉降后设计断面的要求。放样断面间隔 20m，放出坡脚和坡顶的特征点，在特征点上树立木桩，在木桩上用塑料绳拉出砂棱体、袋装碎石、干砌块石的外轮廓线，用于指导施工。

②砌筑选材干砌石石块应选用材质坚实新鲜，无风化剥落层或裂纹，石材表面无污垢、水锈等杂质。块石应大致方正，上下面大致平整，无尖角，石料的尖锐边角应凿去。所有垂直于外露的镶面石的表面凹陷深度不得大于 20mm。石料最小尺寸不宜小于 50cm。一般长条形竖向砌筑，不得顺长使用。

③块石砌筑。要求块石大面朝下，即宽面与坡面平行，表面平整，砌筑前先进行试放，不合适的部位用锤加以修凿，修凿程度以石缝能够紧密相接为准，砌石与垫层之间的空隙用二片石填满，砌石表面与样线齐平，砌缝必须相互错开。

干砌块石采用人工砌石，挖机配合翻料的方法进行施工，砌石面采用斜向自下而上分层砌筑或正水平分层砌筑，砌筑时要求略低于样线，以免容易顶线出现鼓腰。

④为保证干砌石护坡结构的稳定性及美观性，采用 C20 混凝土对干砌石护坡进行压顶处理，压实厚度为 5cm。

##### (2) 防离隔护栏施工工序及工艺

防离隔护栏施工工序：施工准备→基础施工→护栏安装→施工验收→后期维护。

###### 1) 施工准备

①材料准备。根据设计图纸和规范，准备合适规格和数量的护栏板、立柱、柱帽、螺栓、膨胀螺栓、防水材料、混凝土等材料，并确保所有材料质量合格；

②工具设备。准备打桩机、电焊机、切割机、测量工具、混凝土搅拌设备、振动器等施工所需工具和设备；

③清理现场。清除施工区域内的障碍物，保持现场平整，确保施工区域无杂物，便于施工操作；

④测量放样。按照图纸要求进行平面位置放样，确定护栏的安装位置和尺寸。同时，按照四等水准测量要求将高程点引上桥面，并用自动精平水准仪对放出的各桩进行高程测量。

## 2) 基础施工

①打桩。在预定的位置使用打桩机进行打桩，确保立柱的稳固性。桩的深度和直径应满足设计要求；

②固定。使用膨胀螺栓将立柱固定在地面上，确保立柱垂直且稳固；

③底座施工。采用槽钢作为底模，按照防撞护栏内外边缘放样点安装加固。底模与梁面之间不密贴处采用砂浆封模；

④清理。底模安装完成后，对模内再次进行清理，清除杂物，确保混凝土浇筑时模内干净无杂质。

## 3) 护栏安装

①模板安装。栏身模板采用预制定型钢模，每节长度一般为 3m，节与节之间用法兰盘螺栓固定连接。模板运抵现场后进行试拼，检查模板安装后的整体效果，模板接缝处是否平顺，有无缝隙和明显错茬；

②除锈刷油。在正式安装前，将模板表面浮清除干净，并用机油将模板表面涂抹均匀，以保证混凝土表面光洁和混凝土不粘模板；

③安装模板。先在原地上每三节拼好为一块，再利用自制平车起重架起吊运输安装。内外模板安装时紧贴混凝土底板并用螺栓拉杆拉紧连结，下部及顶部各设置一道拉杆，间距一般为 50cm。模板底部与底座交接处贴好止水带以防止漏浆；

④混凝土搅拌。按照设计要求搅拌混凝土，确保混凝土质量均匀；

⑤浇注。混凝土由运输车运至现场，人工铲至模内，插入式振捣器振捣。混凝土浇筑时采用分三层的浇筑方法，每层混凝土浇筑时间不小于 1 分钟且不大于 1.5 分钟；

⑥收浆。护栏混凝土浇筑完成后，顶面采用三次收浆。第一次用木抹子抹平，第二次用铁抹子抹平初压测量道路及需要空出的路口距离，第三次待混凝土初凝时用轧子用力轧光；

⑦附件安装。在立柱顶端安装柱帽，以增加美观性和防护性。

## 4) 施工验收

①质量检查。对安装完成的护栏进行全面的质量检查，包括外观检查、尺寸测量、连接质量等。确保护栏稳固、美观、无缺陷；

②功能测试。测试护栏的防撞性能和安全性能，确保护栏能够有效地阻挡人员和物体进入工作区域。

#### 5) 后期维护

①清理现场。施工完成后，及时清理工作区域，保持现场整洁。

②定期检查。定期检查护栏的状态，修复任何损坏或破损的部分，确保护栏的长期使用效果。

通过以上工序的严格执行，可以确保隔离护栏的施工质量和安全，为相关区域提供有效的隔离和保护。

### (3) 排水沟施工工序及工艺

项目区内排水工程主要包括沟基槽土方开挖、土工布铺设等工程项目，具体工序为：施工准备→测量放样→土方开挖→沟壁沟底夯实→石块压边。

①施工放线。首先，根据路基有关参数，用全站仪放出排水沟的位置中轴线，并测出相应标高，在地面上标出里程桩号以及标高，并根据所交底结果，用白灰或线绳拉出沟的相应轮廓线，示出相应的开孔深度。

②开挖。在开挖开始之前通知监理工程师，以便检查、测量平面位置和现有地面标高。在未完成检查测量及监理工程师批准之前不得开挖。为便于开挖后检查校核，基础轴线控制桩延长至河道外加以固定。根据测量组放出的开挖线，清除施工区域内的树木、草皮、树根等杂物、障碍物，然后机械开挖土石方，开挖过程中密切关注边坡稳定性，如发现坑边缘顶面土有裂纹情况出现，及时予以可靠的支撑，并使监理工程师认可。在距设计基础标高 20cm 左右时请监理工程师验基并清底。所有从挖方中挖出的材料，如果监理工程师认为适用，可用作回填或按监理工程师指示的其他方法处理。排水沟挖方始终保持良好地排水，在挖方的整个施工期间都不致遭受水的危害。

③排水沟砌筑。基地施工完成后，按照设计方案进行排水沟沟底与沟壁砌筑、抹面。在排水沟相交处设置沉沙池，收集沟内泥沙，防止排水沟堵塞。

④排水沟回填。排水沟施工结束后，应及时回填，回填前先清除槽底积水及杂物，沟槽两侧应同步回填高度不超过 0.3m，采用电动夯及蛙式打夯机进行压实，回填土密实度按规范要求压实。回填时，应分层进行，分层厚度小于 0.3m。回填材料应符合规范要求。

### 5. 回填无害化处理磷尾矿生态修复材料施工方案

回填采用分层碾压、夯实工艺，具体情况如下：

工艺流程：检验回填材料→分层铺回填材料→分层碾压密实→检验密实度→修整找

平。

### **(1) 检测回填材料**

无害化处理磷尾矿生态修复材料满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)第8条充填及回填利用污染控制要求。

### **(2) 分层铺回填材料**

每层铺无害化处理磷尾矿生态修复材料的厚度应根据密实度要求和机具性能确定,每层厚度为500mm。

### **(3) 分层碾压密实**

采用平碾时,要求回填材料每层压实三遍。应控制行驶速度,一般不应超过2km/h。碾压时,轮(夯)迹应相互搭接,防止漏压或漏夯。长宽比较大时,回填材料应分段进行。每层接缝处应作成斜坡形,碾迹重叠。重叠0.5~1.0m左右,上下层错缝距离不应小于1m。在机械施工碾压不到的填土部位,应配合人工推土填充,用蛙式或柴油打夯机分层夯打密实。

### **(4) 检验密实度**

回填材料每层压实后,应按规范规定进行环刀取样,测出回填材料的质量密度,达到要求后,再进行上一层的回填材料铺填。

### **(5) 修整找平**

填方全部完成后,表面应进行拉线找平,凡超过标准高程的地方,及时依线铲平;凡低于标准高程的地方,应被回填材料找平压实。

## **6.土壤重构施工方案**

施工工艺流程:场地清理→土壤调查与分析土壤回覆→土质培肥。

### **(1) 场地清理**

主要是清除矿山区域内的废渣、废石、垃圾等杂物,为土壤重构创造干净的施工环境。如遇场地内有零星的乔灌木应采取相应的避让措施,如确需采伐的需向当地林草部门征询意见后实施。

### **(2) 土壤调查与分析**

采集矿山不同区域的土壤样本,进行物理、化学和生物学特性分析。了解土壤的质地、肥力、酸碱度、重金属含量等指标

### **(3) 客土外购**

依据工程设计到指定土源点购买足量的表层耕作土。

#### (4) 表土回覆

根据不同规划分区，按不同厚度对规划区域进行土壤回覆。

#### (5) 土质培肥

为保证土壤肥力，按设计要求对表层耕作土播撒肥料，以使土质达到耕作需求。

通过以上施工工艺，可以有效地进行矿山生态修复中的土壤重构，为植被恢复和生态系统的重建创造良好的条件。

### 7.植被重建施工方案

植被重建施工工序：开挖定植坑→回塘→苗木准备→苗木定植→撒播草籽→养护管理。

(1) 定植坑开挖。在需要穴状整地的区域开挖穴坑，位置确定后按设计尺寸乔木长、宽 0.8m 深度 0.6m 开挖定植坑，坡地挖坑深度以下坡面为测量深度，坑的边长以坑底为测量尺寸。开挖土方就近围塘，石块清理到埂边护坡；

(2) 回塘。施商品有机肥时应注意，在树穴挖好后，覆土层与有机肥混合拌均匀后，填到坑中，填入层为 30cm，根据不同的树种施商品有机肥。将苗木放入后，乔木覆土 40cm。

(3) 苗木准备。本次设计的苗木运输到定植地块中集中验收。

苗木堆放方式：选择地埂下或大树下阴凉处，将地表杂草锄干净、整平。苗木卸货后应直立整齐排列，便于验收和计量。

质量检查项目：土球是否破损、叶片有无枯萎现象、地径达标情况、高度达标情况、树皮损伤情况，叶片上有无明显的病虫害痕迹。出现以上情况中的任何一项的苗木，一律按不合格苗处理，其中树皮损伤长度超过 10cm 或宽度超过 1cm，不得使用。

(4) 苗木定植。将苗木放置在坑塘的正中，观察根茎与原始地形的高差，如果根茎低于周围的原始地表，用塘边的细土垫高土球。高差控制好取出容器，用湿细土（土堡直径小于 1cm）将土球围好，再用脚将土球周围的细土踩实，踩实过程不触碰土球，不接触土球，确保土球不散。

(5) 播撒草籽。①林下补植草区：将苗木种植好后，在树木间距之间撒播草籽，按照每  $\text{hm}^2$  25kg 狗牙根配 25kg 白花三叶草配 30kg 香根草混合播撒。场地清理后，展开无纺布并覆盖在整个苗床上，将种子均匀地播撒在苗床上，后覆土，播种后立即喷水保湿。②平地植草区：场地清理后，覆土 30cm，按照每  $\text{hm}^2$  25kg 狗牙根配 25kg 白花三叶草配 30kg 香根草混合后掺入 1500kg 商品有机肥进行人工播撒，播撒后对场地进行耙平处理，播种后立即喷水保湿。③坡地植草区：场地清理后，按照每  $\text{hm}^2$  25kg 狗牙根配 25kg 白花三叶

草配 30kg 香根草混合后掺入 1500kg 商品有机肥及种植土混合后，采用人机配合对混合后土壤均匀摊铺在坡面，铺设椰丝草毯，播种后立即喷水保湿。

(6) 植被种植后，进行养护管理。确保植物的成活率和生长状况。定期浇水、施肥、除草、病虫害防治等，为植物提供良好的生长环境。对生长不良的植物进行及时补植和更换。

## 8. 配套工程施工方案

### (1) 蓄水池、沉沙池施工工艺

1) 施工流程。施工准备→测量放线→基槽土方开挖→基础处理→基础浇筑→浆砌片石→铺设防渗膜→砂浆抹面→养护→蓄水试验。

#### 2) 施工准备

①技术准备。熟悉施工图纸，了解蓄水池的结构、尺寸、标高等技术参数。编制施工方案，明确施工工艺、质量标准、安全措施等。对施工人员进行技术交底，确保施工人员掌握施工要点；

②材料准备。准备水泥、砂、石子、钢筋等原材料，确保材料质量符合要求。准备模板、脚手架等施工周转材料；

③场地准备。平整施工场地，确保场地坚实、平整。做好场地排水工作，防止积水影响施工。

#### 3) 基础施工

①测量放线。根据设计图纸，进行测量放线，确定蓄水池的位置和尺寸；

②土方开挖。采用机械开挖或人工开挖的方式，按照设计要求进行土方开挖。控制土方开挖的深度和坡度，确保基础的稳定性；

③基础处理。对基础进行处理，如夯实、换填等，确保基础的承载力符合要求；

④基础浇筑。按照设计要求，进行基础混凝土浇筑。控制混凝土的配合比、坍落度和浇筑质量，确保基础的强度和耐久性；

⑤待水池基本施工完成后，铺设防渗膜、最后进行砂浆抹面。

#### 4) 养护

①混凝土浇筑完成后，进行养护；

②采用覆盖塑料薄膜、洒水等方式进行养护，确保混凝土的强度和耐久性。

#### 5) 进行蓄水试验

①对蓄水池进行蓄水试验，检查蓄水池的密封性和渗漏情况；

②蓄水试验时间不少于 24 小时，观察蓄水池水位变化情况，如有渗漏及时进行处理。

以上是蓄水池、沉沙池施工工艺的基本步骤，具体施工工艺应根据实际情况进行调整和优化。在施工过程中，应严格按照相关规范和标准进行施工，确保蓄水池的质量和安

## (2) 涵管施工工序及工艺

涵管施工：施工准备→基础施工→管节安装→接口处理→土方回填→通水试验等。

### 1) 施工准备

#### ①技术准备

- a.熟悉施工图纸，了解管涵的位置、尺寸、标高、结构形式等技术参数；
- b.编制施工方案，明确施工工艺、质量标准、安全措施等；
- c.对施工人员进行技术交底，确保施工人员掌握施工要点。

#### ②材料准备

- a.准备管涵管材，一般采用钢筋混凝土管或波纹钢管，确保管材质量符合设计要求；
- b.基础材料，如砂、碎石、水泥等；
- c.准备连接材料，如橡胶密封圈、水泥砂浆等。

#### ③设备准备

- a.设备挖掘机、装载机、起重机等施工机械；
- b.设备测量仪器，如水准仪、全站仪等。

#### ④现场准备

- a.处理施工现场，拆除障碍物，平整场地；
- b.量放线，确定管涵的位置和标高。

### 2) 基础施工

- ①根据设计要求，采用挖掘机进行基坑开挖；
- ②控制基坑的尺寸和深度，确保符合设计要求；
- ③基坑开挖完成后，进行基底检验，如基底承载力不足，应进行处理。

### 3) 管节安装

- ①管节进行检验，确保管节质量符合设计要求；
- ②检查管节的外观质量、尺寸偏差、强度等指标；
- ③采用起重机或装载机将管节吊入基坑内；
- ④管节安装应从下游开始，逐节向上游安装；
- ⑤管节安装时，应确保管节的轴线与设计轴线一致，管节之间的接口应严密。

#### 4) 接口处理

- ①管节之间的接口一般采用橡胶密封圈或水泥砂浆进行处理；
- ②橡胶密封圈接口应确保密封圈安装正确，接口严密；
- ③水泥砂浆接口应确保水泥砂浆的配合比正确，接口处的水泥砂浆应饱满。

#### 5) 回填土施工

- ①在管涵安装完成后，进行回填土施工；
- ②回填土应采用分层回填、分层压实的方法，确保回填土的密实度；
- ③回填土的压实度应符合设计要求。

#### 6) 进行管涵的通水试验，检查管涵的通水能力和密封性。

以上是管涵施工工艺的基本步骤，具体施工工艺应根据实际情况进行调整和优化。在施工过程中，应严格按照相关规范和标准进行施工，确保管涵的质量和安

### (3) 告示牌施工工序

现场准备→基坑开挖→底座浇筑→标志牌制作→标志牌安装→镀锌钢管焊接，标志牌焊接。

#### 1) 现场准备

- ①清理施工现场，确保场地平整、干净，无障碍物；
- ②测量放线，确定标志牌的安装位置和基础尺寸。

2) 基坑开挖。根据设计要求，采用机械或人工方式进行基坑开挖。控制基坑的深度、宽度和长度，确保符合设计尺寸。

#### 3) 基础浇筑

- ①在基坑底部铺设一层碎石或砂砾，进行夯实处理；
- ②安装基础钢筋，确保钢筋的规格、数量和间距符合设计要求；
- ③支设模板，确保模板的牢固性和密封性；
- ④浇筑混凝土，采用分层浇筑、振捣密实的方法；
- ⑤浇筑完成后，进行养护，确保混凝土强度达到设计要求。

#### 4) 标志牌制作

- ①根据设计尺寸，对铝板进行切割、折弯、焊接等加工处理；
- ②确保铝板的表面平整、光滑，无明显划痕和变形；
- ③对铝板表面进行清洁处理，确保无油污、灰尘等杂质；
- ④根据设计要求，将反光膜粘贴在铝板上，确保反光膜的平整度和牢固性；

⑤对反光膜进行拼接和裁剪，确保拼接处无缝隙、无褶皱；

⑥根据设计要求，采用丝网印刷、喷绘等方式制作标志牌上的文字和图案。确保文字和图案的清晰、准确、美观。

5) 标志牌安装。将标志牌安装在基础上，采用螺栓连接或焊接的方式进行固定。确保标志牌的安装位置准确、垂直度符合要求、牢固可靠。

#### (4) 喷灌系统

施工工序：施工前准备→测量定线→沟槽开挖→浇筑水泵基座→管道安装→安装控制阀门及喷头→系统冲洗与试压→回填与试喷。

##### 1) 施工前准备

①设计审查。施工前需对设计图纸进行仔细审查，确保设计方案合理、可行，并符合当地的水文、地质及气候条件；

②物料筹备。根据设计方案，筹备所需的管材、管件、水泵、喷头、过滤器、控制阀门等物料，并确保其质量符合国家标准；

③施工队伍组织。组建专业的施工队伍，包括技术人员、操作人员和管理人员，确保施工队伍具备相应的专业技能和经验。

##### 2) 施工步骤

①测量定线。将设计图纸上的设计方案直接布置到地面上，确定水泵的轴线位置、泵房的基脚位置和开挖深度，以及管道系统的干管轴线位置、弯头、三通、四通及喷点（即竖管）的位置和管槽深度；

②沟槽开挖。在便于施工的前提下，管槽应尽量挖得窄些，只在接头处挖较大的坑，以减少土方量和管子承受的压力。管槽底面需挖平，以减少不均匀沉陷。开挖后应及时浇筑基础铺设管道，避免长期开挖造成塌方和风化底土；

③浇筑水泵基座。严格控制基脚螺钉的位置和深度，常用木框架按水泵基脚尺寸打孔，并按水泵的安装条件将基脚螺钉穿在孔内进行浇筑；

④管道安装。主管与支管均应采用合适的接口方式（如承插接头、胶圈密封等），并检查施工图纸上的尺寸与现场管径是否一致。安装过程中需注意管道的坡向和坡度，确保管内残留的水能顺利排出；

⑤安装控制阀门及喷头。按设计要求安装控制阀门、阀门箱、干球架等部件，并在管道安装好后安装喷头。喷头应与沉降后的绿地表面平齐或略低于地平面，以保证喷洒效果；

⑥系统冲洗与试压。安装完管道后，先不装喷头，开泵冲洗管道，将管中沙石冲出，

以免堵塞喷头。冲洗完毕后进行试压，试压压力应比工作压力大一倍，保持一定时间后检查各接头是否漏水，如有漏水应及时修补；

⑦回填与试喷。隐蔽工程完后进行回填，如管子埋深较大应分层夯实。回填完成后装上喷头进行试喷，检查各喷点处是否达到喷头的工作压力，系统均匀度是否达到设计要求，以及水泵和喷头运转是否正常。

### 9.施工时限

2025年7月进场施工，2025年9月30日前，完成治理工程各项施工工作，施工工期约90天。2025年9月30日前，完成竣工验收，并通过安宁市级验收。

表 2-18 项目工期进度表

工程施工阶段		2025年		
		7月	8月	9月
工程施 工	矿山地质安全隐患消除			
	地形重塑			
	土壤重构			
	植被重建			
	配套工程			
绿化植物养护		管护工程主要针对土地植被管护，该项目植物措施管护期为3年。 管护措施主要为松土、定株、浇水、喷药、防霜冻技术等工作。		

其他

无。

### 三、生态环境现状、保护目标及评价标准

生态环境现状

#### 1.主体功能区规划和生态功能区规划情况

##### (1) 《云南省主体功能区规划》（云政发〔2014〕1号文）

《云南省主体功能区规划》（云政发〔2014〕1号文）将云南省国土空间分为重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域三种区域。安宁市位于云南省主体功能区规划中的国家重点生态功能区。

拟修复项目所在的安宁市属于国家层面重点开发区，国家层面重点开发区域是对全国区域经济协调发展具有重大意义的城市化地区，是支撑全国经济增长的重要增长极。

拟修复项目与《云南省主体功能区规划》的符合性分析见表一。

##### (2) 《云南省生态功能区划》

根据云南省的生态环境敏感性、生态系统服务功能分异规律及存在的主要生态问题，2009年9月云南省人民政府批复的《云南省生态功能区划》将云南生态功能分为5个一级区（生态区）、19个二级区（生态亚区）和65个三级区（生态功能区）。

根据《云南省生态功能区划》，项目位于昆明安宁市境内，属于III1-6昆明、玉溪高原湖盆城镇建设生态功能区和III1-7禄劝、武定河谷盆地农业生态功能区。

拟修复项目与《云南省生态功能区划》的符合性分析见表一。

#### 2.生态环境现状

##### (1) 生态敏感区现状调查

根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）》（试行），需要开展生态专项评价的项目为“涉及环境敏感区的项目”，本项目为历史遗留矿山生态修复项目，选址所在区域不涉及自然保护区、森林公园、国家公园、风景名胜区、自然遗产地、饮用水水源保护区、基本农田、生态红线、濒危物种栖息地等敏感区域，因此不需要开展生态专项评价。

##### (2) 土地利用现状调查

###### 1) 项目区土地利用现状

根据安宁市2023年变更调查数据进行统计，项目拟修复面积为22.3217hm<sup>2</sup>，修复土地类型有林地、草地、工矿仓储用地和交通运输用地，其中工矿仓储用地最多占修复面积92.72%。项目区土地利用现状如表3-1所示。

表3-1 项目区土地利用现状地类面积统计表

地类（编码）		面积（hm <sup>2</sup> ）	占比（%）
林地（03）	乔木林地（0301）	0.9140	4.09%

	灌木林地 (0305)	0.1400	0.63%
	其他林地 (0307)	0.1865	0.84%
	小计	1.2405	5.56%
草地 (04)	其他草地 (0404)	0.1265	0.57%
	小计	0.1265	0.57%
工矿仓储用地 (06)	采矿用地 (0602)	20.6972	92.72%
	小计	20.6972	92.72%
交通运输用地 (10)	农村道路 (1006)	0.2575	1.15%
	小计	0.2575	1.15%
合计		22.3217	100.00%

## 2) 评价区土地利用现状

评价区土地类型有园地、林地、草地、工矿仓储用地、交通运输用地、水域及水利设施用地和其他土地。评价区土地利用现状如表 3-2 所示

表 3-2 评价区土地利用现状统计表

I 级地类编码	I 级地类名称	II 级地类编码	II 级地类名称	面积 (m <sup>2</sup> )	占比 (%)
01	耕地	0102	水浇地	20631.1266	1.70%
		0103	旱地	142140.1738	11.72%
03	林地	0301	乔木林地	360386.4471	29.72%
		0305	灌木林地	131023.5472	10.81%
		0307	其他林地	76145.7407	6.28%
04	草地	0404	其他草地	20240.8761	1.67%
06	工矿用地	0601	工业用地	22094.9962	1.82%
		0602	采矿用地	341654.7984	28.18%
07	住宅用地	0701	城镇住宅用地	1940.5712	0.16%
		0702	农村宅基地	20108.4538	1.66%
10	交通运输用地	1003	公路用地	30914.5536	2.55%
		1004	城镇村道路用地	994.3157	0.08%
		1005	交通服务场站用地	7345.3636	0.61%
		1006	农村道路	16861.0513	1.39%
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	12896.3605	1.06%
12	其他土地	1202	设施农用地	7138.5570	0.59%
总计				1212516.9328	100.00%

## (2) 陆生植物资源现状

### 1) 调查时间和人员

为了调查区域生态环境质量，环评单位于 2025 年 1 月 15 日~2025 年 1 月 21 日组织我公司（云南十诚环保科技有限公司）专业调查小组到（吕涛、王颖文、郑立才）评价现场进行了实地考察，调查了项目区及评价范围内的陆生生物现状。

### 2) 调查范围

项目调查范围取项目红线外延 300m 范围的区域，调查面积 121.2515hm<sup>2</sup>。

### 3) 植被类型

根据《云南植被》（吴征镒，1987）的区划，本项目评价区属于“高原亚热带北部常绿阔叶林地带（IIAii）—滇中、滇东高原半湿润常绿阔叶林、云南松林区（IIAii-1）—滇东北高原山地云南松林、羊茅草甸亚区（IIAii-1d）”。

本亚区处于云南高原的东北部分，与川西南山地隔金沙江相望，地貌以高原和山地为主。本亚区植被因长期人为破坏，森林保存很少。原生的常绿阔叶林已极少见，仅个别寺庙附近有所残留，其主要树种为滇青冈、滇栲、川西栎等。高原山地及盆地边缘尚有保存的森林主要为云南松林，种类组成与滇中一般山地海拔 2000 米以上的云南松相近，主要为云南松，间有滇油杉、麻栎、华山松混生，大多为较稀疏的幼林。大面积的荒山坡地为以野古草及多种禾草组成的草丛，和以火把果、野棠梨、胡颓子、马桑、小檗等组成的有刺灌丛，多见于本亚区海拔 1800~2500 米之间。

亚区内除一些高山外，耕地面积较大，其中又以旱作地所占比例为大，耕垦率较高。粮食作物主要分布在一般山区及平坝，以玉米种植面积最广，次为洋芋和水稻、荞麦、燕麦等，一般山地因气温较低，以洋芋或玉米一年一熟者占有较大比例，冬小麦因农时茬口矛盾等原因而种植较少，或需实行套种。山地草场广阔，有利于放牧，以养羊为主的畜牧业占一定地位。本亚区内温带性的落叶果木如苹果，梨（如昭通大黄梨）等品质较好，种植地较普遍。近年来烤烟种植有所发展。

### 4) 植物资源及分布

根据现场调查及 GIS 统计，评价区总面积 121.2515hm<sup>2</sup>，其中自然植被面积 61.4935hm<sup>2</sup>，占评价区的 50.72%；人工植被面积 24.2411hm<sup>2</sup>，占评价区的 19.99%；非植被面积 35.5169hm<sup>2</sup>，占评价区 29.29%。

表 3-3 评价区植被面积统计表

植被属性	植被型	植被亚型	面积 (hm <sup>2</sup> )	占比
自然植被	暖性针叶林	暖温性针叶林	4.9318	4.07%
	小计		4.9318	4.07%
	常绿阔叶林	半湿润常绿阔叶林	33.4372	27.58%
	小计		33.4372	27.58%
	灌丛	暖温性灌丛	14.8209	12.22%
	小计		14.8209	12.22%
	草丛	禾草草丛	8.3036	6.85%
	小计		8.3036	6.85%
合计			61.4935	50.72%
人工植被	园地	果园植被	9.7143	8.01%

	小计		9.7143	8.01%
	绿化植被	城市绿地	3.0146	2.49%
	小计		3.0146	2.49%
	农田	旱地粮食作物	11.5122	9.49%
	小计		11.5122	9.49%
	合计		24.2411	19.99%
非植被	水域	水库坑塘	1.2026	0.99%
	小计		1.2026	0.99%
	构筑物及工矿交通	工矿交通	29.1019	24.00%
		居住地	5.2124	4.30%
	小计		34.3143	28.30%
合计		35.5169	29.29%	
总计			121.2515	100.00%

### 5) 植被分类系统

在现场调查的基础上,结合《云南植被》(1987)和《云南省自然生态系统名录》(2019)的分类系统,评价区自然植被有4个植被型、3个群系,人工植被主要为城市绿地、耕地和农田等。评价区的植被类型统计表见表3-4。

表3-4 植物群落调查结果统计表

植被型组	植被型	植被亚型	群系	分布情况	工程占用情况	
					占用面积 (hm <sup>2</sup> )	占用比例 (%)
!Undefined Book mark, 1 \. 自然植被	一.常绿阔叶林	(一).半湿润常绿阔叶林	1.桉群落	项目区东北、西侧	1.6353	4.89%
	二.暖性针叶林	(二).暖温性针叶林	2.滇油杉群落	项目区北侧	0	0
	三.灌丛	(三).暖温性灌丛	3.苦刺-火棘灌丛	项目区北侧	1.7372	11.72%
	四.草丛	(四).禾草草丛	4.白茅草丛	项目区平缓地带	7.327	88.2%
!Undefined Book mark, 2 \. 人工植被	五.园地	(五).果园植被	5.核桃、樱桃、桃树等	村庄旁边	0	0
	六.人工林	(六).城市绿地	6.蓝花楹等	珍龙公路旁	0	0
	七.农田	(七).旱地粮食作物	7.玉米、蔬菜等	村庄旁边	0	0
!Undefined Book mark, 3 \. 非	八.水域	水库坑塘	/	项目东南	0	0
	构筑物及工矿交通	工矿交通	/	项目区大部分和珍龙公路和村庄道路	14.277	49.06%
		居住地	/	清水塘村、清水塘村散户、石甸	0	0

植被				口村散户、龙山矿小区、石甸口村、珍泉苑		
----	--	--	--	---------------------	--	--

#### 4) 主要植被类型特点

根据调查，从植被植物种类组成分析，生态修复区存在的分异性不明显。整个修复区介于 2032~1890m 的海拔范围。矿区坡面为林地，原有采空区多为草地，局部出现裸露地表。根据现场调查，生态修复区采场内原生植被已基本被破坏，采场内基本无植被分布，采场周围乔木以人工种植的桉树分布较多，灌木主要为苦刺、火棘，采场北侧山脊一带现状植被发育较好，主要树种为滇油上、桉树、旱冬瓜、云南松等。

#### !Undefined Bookmark, 1 \.自然植被

##### 一.常绿阔叶林

##### (一).半湿润常绿阔叶林

半湿润常绿阔叶林是滇中高原的地带性植被类型，属中国特有的常绿阔叶林类型，其主要的建群种也为中国特有，分布于滇中高原宽谷盆地四周的低山丘陵上，海拔范围约为 1700~2500m，最低可至 1500m 处，垂直跨度近 1000m。分布区为高原季风气候，“冬无严寒，夏无酷暑，四季不明显，干湿季分明”，年均温 15~17℃，≥10℃活动积温 5000~5500℃，年降水量 900~1200mm，集中在雨季的 7~9 三个月内降落，而干季常长达 4~5 月之久。土壤主要为红壤，在成熟的常绿阔叶林下，一般都为富含腐殖质的山地森林红棕壤。

评价区主要分布在东北侧、西侧，该群落乔木分布主要为桉 (*Eucalyptus robusta*)，林木盖度较大，林下主要见菊科鬼针草 (*Bidens pilosa*) 分布。该群落群落简单，主要范围两层，乔木盖度可达 85%，乔木以桉 (*Eucalyptus robusta*) 为优势种。林内乔木树高、胸径相近，龄级相近，无明显分层。

乔木层林分较密，林下鲜有灌木分布，盖度不足 1%，多为乔木幼龄植株，萌生苗灌木树种数量较少、分布稀疏，鲜见其他灌木树种。

该群落草本分布均匀，层盖厚度约 60%，林缘、林窗部分区域可达 80%以上，草本层高度 10-80cm。乔木盖度较高区域以鬼针草 (*Bidens pilosa*) 为主，成片集中分布；在林窗处常见五月艾 (*Artemisia indica*)、紫茎泽兰 (*Ageratina adenophora*)、青蒿 (*Artemisia caruifolia*) 等散生分布，部分区域偶见有粗毛牛膝菊 (*Galinsoga quadriradiata*)、车前 (*Plantago asiatica*)、狗牙根 (*Cynodon dactylon*)、金丝草 (*Pogonatherum crinitum*)、白背枫 (*Buddleja asiatica*)、白车轴草 (*Trifolium repens*)、等散生分布。林缘处可见成

丛分布象草 (*Pennisetum purpureum*)、五月艾 (*Artemisia indica*) 等分布。

## 二.暖性针叶林

### (二).暖温性针叶林

油杉林分布在海拔 1500~2200m; 年均温 11~18℃, 年降雨量 800mm 以上, 年相对湿度 70%~80%, 生境温暖湿润; 土壤为红壤, 土层稍厚而富含有机质。

群落以滇油杉 (*Keteleeria evelyniana*) 为主要建群种, 乔木分布不均匀, 林分较密区域乔木层盖度可达 80%以上, 但部分区域乔木层稀疏或林窗较大。乔木分布不均匀, 林分较密区域乔木层盖度可达 80%以上, 但部分区域乔木层稀疏或林窗较大。优势种为滇油杉 (*Keteleeria evelyniana*)、云南松 (*Pinus yunnanensis*), 混生少量滇青冈 (*Quercus schottkyana*)、桉 (*Eucalyptus robus*), 林内偶见尼泊尔桤木 (*Alnus nepalensis*)、野漆 (*Toxicodendron uccedaneum*) 等。混生桉 (*Eucalyptus robus*) 多见于林缘。

林下灌木层主要苦刺为主, 整体盖度约 30%, 乔木密集处灌木稀疏且多为乔木树种幼树、萌生或匍生苗, 因林内荫蔽度高而生长受限, 林窗及林缘处灌木相对较多。灌木树种以苦刺 (*Solanum deflexicarpum* C. Y. Wu & S. C. Huang) 为主, 鲜见火棘 (*Pyracantha fortuneana*) 等, 单株散生。

该群落草本层分布不均匀, 层盖度 20%-30%左右, 乔木盖度较高的区域地表凋落物厚, 光照不充分, 林下草本层盖度较低; 草本层高度 10cm~150cm。林下偶见紫茎泽兰 (*Ageratina adenophora*)、鬼针草 (*Bidens pilosa*)、等散生分布, 鲜见蕨 (*Pteridium aquilinum*)、井栏边草 (*Pteris multifida*) 等单株散生, 林缘、林窗处偶见五月艾 (*Artemisia indica*)、青蒿 (*Artemisia caruifolia*)、狗牙根 (*Cynodon dactylon*) 等单株散生。

## 三. 灌丛

### (三).暖温性灌丛

暖性石灰岩灌丛主要分布于亚热带气候下的各低山丘陵, 海拔 1400~2500m, 本类灌丛具有一定的次生性。它是滇青冈 (*Cyclobalanopsis glaucoides*) 为主的半湿润常绿阔叶林受到长期人为经济活动的影响后产生的, 目前保留下来的森林已极为少见。广大的石灰岩山地由一些耐干旱的, 特别是一些喜钙植物, 适应性广的植物组成灌丛, 成为石灰岩山地带指示性的类型。组成本类植被的种类成分很多, 评价区内灌丛分布较广, 以火棘、马桑为优势种, 群落结构简单, 可分为两层。

灌木层盖度 40%~50%, 以火棘 (*Pyracantha fortuneana*)、棠梨刺 (*Pyrus pashia*) 为优势种, 常见滇青冈 (*Cyclobalanopsis glaucoides*)、铁仔 (*Myrsine africana*)、清香木

(*Pistacia weinmannifolia*)，马桑亦相对分布较多，偶见华西小石积 (*Osteomeles schwerinae*)、扁核木 (*Prinsepia utilis*)。

草本层物种组成相对简单，盖度较高，立地条件相对干旱区域草本层盖度 40%~50%，立地条件相对湿润区域草本层盖度可达 80%。草本层以五月艾为优势种，混生粗毛牛膝菊 (*Galinsoga quadriradiata*)、青蒿 (*Artemisia caruifolia*)、金丝草 (*Pogonatherum crinitum*) 等。相对湿润区域草本层物种组成相对丰富，见白车轴草 (*Trifolium repens*)、车前 (*Plantago asiatica*)、狗牙根 (*Cynodon dactylon*)，部分区域见小簇丛生的紫茎泽兰 (*Ageratina adenophora*)。偶见小蓬草 (*Erigeron canadensis*)、白背枫 (*Buddleja asiatica*)，多为单株散生。

#### 四. 草丛

##### (四). 禾草草丛

白茅草丛是在项目区矿山停止开采后破坏以后形成而具有次生性质，也是在人为反复干扰下形成的生态系统类型。评价区内主要分布在项目区修复区平缓地带，以白茅为优势种，群落结构简单。乔木层散生桉 (*Eucalyptus robusta*)、银荆 (*Acacia dealbata*)，数量较少。灌木分布不均匀，分布有棠梨刺 (*Pyrus pashia*)、戟叶酸模 (*Rumex hastatus*) 铁仔 (*Myrsine africana*)、马桑 (*Coriaria napalensis*) 等的，数量稀少，盖度小。草本层以茅草为主，盖度 30%~40%。以白茅 (*Imperata cylindrical*) 为优势种，立地条件相对干旱区域多见象草 (*Pennisetum purpureum*)、香根草 (*Chrysopogon zizanioides*)、金丝草 (*Pogonatherum crinitum*) 等禾本科植物。立地条件相对湿润区域紫茎泽兰 (*Ageratina adenophora*) 密集成丛生状，并可见青蒿 (*Artemisia caruifolia*) 车前 (*Plantago asiatica*)、偶见白背枫 (*Buddleja asiatica*) 等，多为单株散生，路边多见鬼针草 (*Bidens pilosa*)。

#### B. 人工植被

评价区农田植被为一年两熟农田植被。评价区农田玉蜀黍 (玉米) (*Zea mays*)、芸薹 (油菜) (*Brassica rapa*) 为主要作物，烟草 (*Nicotiana tabacum*) 等作物，部分区域种植南瓜 (*Cucurbita moschata*)。田埂、田地边缘自然散生象草 (*Saccharum arundinaceum*)、鬼针草 (*Bidens pilosa*) 等，评价区园地多分布于村庄周围，栽植作物以胡桃 (*Juglans regia*)、栗 (*Castanea mollissima*) 等为主，部分区域种植桑 (*Morus alba*)。



桉树林



圣诞树 (*Cupressus duclouxiana*)



火棘 (*Pyracan thafortuneana*)



戟叶酸模 (*Rumex hastatus*)

## 5) 重点保护野生植物和古树名木

### ①重点保护野生植物

依据《国家重点保护野生植物名录》(国家林业和草原局农业农村部公告 2021 年第 15 号), 参考《云南省第一批省级重点保护野生植物名录》(云南省环境保护委员会, 1989 年)、《云南省第一批省级重点保护野生植物名录修订》(周彬, 2010 年)、《云南省国家重点保护野生植物资源的现状与评价》(李玉媛等, 2003 年)、《云南省珍稀濒危植物及国家保护植物区系成分分析》(邹新慧等, 2002 年)及本工程所在区域内关于国家重点保护野生植物的相关资料, 在评价区未见国家级或云南省重点保护野生植物。

### ②《中国生物多样性红色名录》受威胁物种

依据《中国生物多样性红色名录—高等植物卷》(环境保护部、中国科学院, 2013 年), 评价区暂未发现有红色名录内物种分布。

### ③极小种群物种

依据《云南省极小种群野生植物保护名录(2022 年版)》, 根据已有资料记载, 评价区暂未发现有极小种群物种分布。

#### ④古树名木

按照《古树名木保护条例》（中华人民共和国国务院令第 800 号，2025 年 1 月 25 日）和《古树名木鉴定规范》（LY/T2737—2016）对古树名木的界定，古树指树龄在 100 年以上的树木；名木指具有重要历史、文化、景观与科学价值和具有重要纪念意义的树木。

按照这个界定，根据本次现场调查结果，本项目评价区内未见古树名木。

#### 6) 入侵植物

根据现场调查结果，本项目评价区内有外来入侵物种 2 种，为紫茎泽兰（*Ageratina adenophora*）和鬼针草（*Bidens pilosa*），在中国外来入侵物种名单第一批和第三批中。

紫茎泽兰：菊科植物，多年生丛生型半灌木草本植物，喜温喜湿耐旱耐贫瘠等，2003 年被列入我国第一批外来入侵物种。生态适应性很广，能蔓延生长到广大湿润、半湿润亚热带地区；能迅速形成单生优势，严重破坏入侵地的植被生态平衡。紫茎泽兰主要靠种子繁殖，其种子小而轻，容易随风飞扬传播，其根茎也能进行无性分枝繁殖。根状茎发达，可依靠强大的根状茎快速扩展蔓延。紫茎泽兰能分泌化学物质，排挤邻近多种植物。

鬼针草：菊科植物，别名粘人草、鬼针草，原产热带美洲，2014 年被列入我国第三批外来入侵物种。入侵危害：常见的旱田、桑园、茶园和果园的杂草，影响作物产量。该植物是棉蚜等病虫的中间寄主。控制方法：在开花之前人工清除最好，或是氟磺胺草醚水剂喷雾防治，效果较好。鬼针草在评价区内分布较广，常见于道路两侧林缘、灌草丛内。

#### （6）陆生动物资源现状与评价

##### 1) 陆生动物区划

项目位于云南省昆明市安宁市温泉街道。根据《中国动物地理区划》（张荣祖，2011 年），评价范围内动物地理区划属东洋界，一级区划（区）属西南区（V）；二级（亚区）属西南山地亚区（VA）；三级（动物地理省）属云南高原省-高原林灌、农田动物群（VA2）。评价区内动物区系中南北成分混杂的现象明显。

根据查阅相关资料《云南安宁产业园区（安宁片区）总体规划（2021-2035 年）环境影响评价报告书》和对当地林业部门的走访，项目区周边常见的野生动物均为伴人居性强，环境适应范围广，在安宁地区常见的种类。

##### 2) 陆生动物资源

###### ①鸟类

项目区周边的鸟类多为区域常见的广布种，其中以雀形目占优势，常见的有黄臀鹌、棕背伯劳、紫啸鸫、山斑鸠、树麻雀、家燕、灰卷尾、喜鹊等。

## ②兽类

项目区人类活动频繁，兽类主要为啮齿类动物，且种群数量以鼠科占绝对优势，仅在田间村边树木上偶见松鼠科物种。常见种类有褐家鼠、社鼠、珀氏长吻松鼠和赤腹松鼠等。

## ③爬行类

项目区常见的两爬类种类和数量均较少，近年已不多见。其中两栖类以泽蛙、华西雨蛙较为常见；爬行类常见的为石龙子科和游蛇科的种类，如铜蜓蜥、八线游蛇、滑鼠蛇、灰鼠蛇、红脖颈槽蛇等，常以田间昆虫和蛙鼠为食。

### 3) 珍稀濒危保护动物

经对照《国家重点保护野生动物名录》（2021）、《云南省重点保护陆生野生动物名录》（2023）、《云南省各州市分布的国家重点保护野生动植物名录》（2021年）和《中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷（2020）》，评价区分布的野生动物中无《中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷（2020）》极危、濒危、易危物种，国家一、二级和云南省重点保护陆生野生动物及其重要生境。

### 4) 施工区和占地区动物概况

本项目为历史遗留废弃矿山生态修复项目，评价区域跨越的生境类型不多，占地区仅为野生动物的潜在活动区域，不属于某种野生动物的重要栖息地。

## (7) 水生生态调查

根据现场调查及资料搜集比对，项目生态影响评价范围（300m）内无大中型地表水体，评价区东南由于露天开采形成凹陷采坑水体，该水体不在云南省地表水水功能区划范围内。

采坑底部积水形成积水水体，最大水深约 17m，水面面积约 6.96hm<sup>2</sup>，库容约 41 万 m<sup>3</sup>。雨季时大气降雨大部分汇集于地表多以地面蒸发为主，部分沿岩石裂隙或溶隙向下渗透补给地下水，其余大部分沿山坡由四周向场地南侧凹坑积水区径流。采坑水体内有浮萍（*Lemna minor*）、凤眼莲（*Eichhornia crassipes*）等浮水植物，芦苇（*Phragmites australis*）、喜旱莲子草（*Alternanthera philoxeroides*）、水蓼（*Polygonum hydropiper*）等挺水植物；水体内有少量养殖鱼类和小型鱼类，如麦穗鱼（*Pseudorasbora parva*）、鲫（*Carassius auratus*）、泥鳅（*Misgurnus anguillicaudatus*）、鲤（*Cyprinus carpio*）、棒花鱼（*Abbottina rivularis*）。水库内还调查到青鱼（*Mylopharyngodon piceus*）、草鱼（*Ctenopharyngodon idellus*）、马口鱼（*Opsariichthys bidens*）、鲢（*Hypophthalmichthys molitrix*）、鳙鱼（*Aristichthys nobilis*）等常见鱼类。此次对于水生动植物调查，物种种类较少，水生生态一般本项目评

价范围内不涉及国家级珍稀、濒危保护鱼类、云南省重点保护鱼类和洄游性鱼类的分布，不涉及重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道及成规模鱼类养殖场。

### (8) 生态系统类型

结合卫星影像判读及实地核查，根据《全国生态状况调查评估技术规范—生态系统遥感解译与野外核查》（HJ1166-2021）的“附录 A 全国生态系统分类体系表”，将评价区的生态系统细化分类，详情如下表所示：

表 3-5 项目评价区生态系统分类体系

I 级生态系统	II 级生态系统	分布区域	面积 (hm <sup>2</sup> )	占比 (%)
湿地生态系统	湖泊	评价区西南	1.2026	0.99%
	小计		1.2026	0.99%
森林生态系统	阔叶林	评价区西侧和东北侧	33.4372	27.58%
	针叶林	评价区北部	4.9318	4.07%
	小计		38.369	31.64%
农田生态系统	耕地	评价区西南部	11.5122	9.49%
	园地	评价区西南部及村庄旁	9.7143	8.01%
	小计		21.2265	17.51%
灌丛生态系统	稀疏灌丛	项目区北部	14.8209	12.22%
	小计		14.8209	12.22%
城镇生态系统	城市绿地	珍龙公路旁	3.0146	2.49%
	工矿交通	项目区大部分和珍龙公路和村庄道路	29.1019	24.00%
	居住地	清水塘村、清水塘村散户、石甸口村散户、龙山矿小区、石甸口村、珍泉苑	5.2124	4.30%
	小计		37.3289	30.79%
草地生态系统	稀疏草地	项目区矿山停止开采后自然次生	8.3036	6.85%
	小计		8.3036	6.85%
总计			121.2515	100.00%

项目评价区，面积最大为森林，占评价区总面积 31.64%，其次为城镇，占评价区总面积 30.79%。项目评价区生态系统现状稳定。

### 3. 声环境现状

项目位于安宁市温泉街道羊角社区居委会，根据《声环境质量标准》（GB3096-2008）声环境功能区分类的要求项目所在区域可划为 2 类声环境功能区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准。

根据昆明市生态环境局 2024 年 6 月 1 日发布的《2023 年度昆明市生态环境状况公报》，2023 年，昆明市安宁市区域环境昼间等效声级平均值分别为：48.2 分贝，安宁市区域昼间环境噪声总体水平评价为一级（好）。

项目矿山现已停止开采多年，根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南（试行）》，

生态修复范围周边 50m 范围分布有声环境敏感目标。

本次环评引用云南升环检测技术有限公司 2024 年 11 月 23 日在项目周边 50m 范围内的敏感点和矿山厂界进行的声环境现状监测报告（附件 8），具体如下：

- (1) 监测点位：共设 5 个监测点位。
- (2) 监测因子：等效连续 A 声级（Leq）；
- (3) 监测频次：每个点位监测 1 天，为昼间（夜间不施工）1 个时段，监测 1 次；
- (4) 监测结果与评价：见表 3-6。

表 3-6 引用声环境监测结果统计与评价一览表

监测日期 监测点位	2024 年 11 月 23 日	监测时段：昼间
	与项目位置关系	监测结果 dB（A）
43#安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿 N43	矿山北厂界	51
44#安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿 N44	矿山东厂界	49
45#安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿 N45	矿山南厂界	47
46#安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿 N46	矿山西厂界	50
47#安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿 N47	矿山敏感目标清水塘村	49
《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准值		60
达标情况		达标

由监测结果可知，本项目厂界和周围敏感点声环境现状均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准值要求。

#### 4.地表水环境现状

根据现场踏勘，项目位于安宁市温泉街道羊角社区居委会，项目区周边主要地表水包含螳螂川、白龙潭坝水库、瓜地坝水库、张家坝水库、清水河水库，清水河；属于长江流域。

根据《昆明市和滇中产业新区水功能区划（2010—2030 年）》（2014 年）螳螂川昆明-安宁工业、景观用水区：由海口至安宁温青闸，全长 41.5km。流经昆明海口新城、安宁市城区，沿岸有昆明钢铁厂、化工、化肥等主要工业用水；河流穿过海口新城、安宁市主城区、温泉旅游度假区，有较高的景观娱乐价值；两岸也有农田灌溉提引水。由于受工业、城市废污水的影响和接纳经沙河汇入的草海废污水，水质较差，现状水质劣 V 类，规划水平年水质保护目标 IV 类。螳螂川执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准；

鸣矣河安宁工业、农业用水区：由车木河水库坝址至入螳螂川口，河长 45.8km。该段流经安宁市八街、县街街道办事处，有磷矿、化肥、化工等工业取水，沿岸有数十个取

水口，同时该区域也是安宁市车木河灌区所在地，2010年实际灌溉面积2.4万亩。现状水质为劣V类，规划水平年水质保护目标IV类。清水河为鸣矣河一级支流，河流长度约9.2km，发源于滴水箐，由北向南东流经麒麟村一带，于大汉营汇入鸣矣河；根据“支流水环境功能不应低于干流的原则”，清水河执行IV类。本项目周边其余地表水清水河水库、白龙潭坝水库、瓜地坝水库和张家坝水库无水功能区划，其中清水河水库、白龙潭坝水库、瓜地坝水库主要承担周边农业及工业用水功能，张家坝水库主要是景观用水，都为鸣矣河汇水区水库，根据“支流水环境功能不应低于干流的原则”，参照其标准执行，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准。

引用《项目环境风险评估报告》第一批上游监测点位于清水河上游滴水箐水库库头，下游监测点为修复区南东侧露天采坑（龙山矿3片区）和第二批螳螂川上下游、白龙潭水库、瓜地坝水库4个补充水质监测结果，地表水监测点布设图见附图23.4，数据分析详见下表：

表 3-7.1 地表水现状监测点（第一批）统计表

序号	取样编号	位置		采样日期	取样地点	备注
		经度	纬度			
1	SH1	102.414797	24.941142	2025.02.13	滴水箐水库库头	无水利联系
2	SH3	102.439892	24.938008	2025.02.13	修复区南东侧露天采坑	项目下游

表 3-7.2 地表水现状监测点（第二批）统计表

序号	取样编号	位置		采样日期	取样地点	备注
		经度	纬度			
1	白龙潭坝水库	102.426239	24.929996	2025.05.8	白龙潭坝水库	项目下游
2	瓜地坝水库	102.432322	24.924285	2025.05.8	瓜地坝水库	项目下游
3	螳螂川上游	102.461976	24.945647	2025.05.8	螳螂川上游	项目下游
4	螳螂川下游	102.451664	24.948687	2025.05.8	螳螂川下游	项目下游

表 3-8.1 项目区周边地表水环境现状评价表（第一批）

序号	检测项目	单位	采样编号及检测结果		标准限值	评价结果	
			SH1	SH3		SH1	SH3
1	pH 值	无量纲	7.4	7.2	6-9	达标	达标
2	溶解氧	mg/L	5.6	5.8	≥3	达标	达标
3	高锰酸盐指数 (以 O <sub>2</sub> 计)	mg/L	3.23	4.04	≤10	达标	达标
4	化学需氧量 (COD)	mg/L	13	10	≤30	达标	达标
5	五日生化需氧量 (BOD <sub>5</sub> )	mg/L	3.1	2.6	≤6	达标	达标
6	氨氮 (NH <sub>3</sub> -N)	mg/L	0.123	0.113	≤1.5	达标	达标
7	总磷 (以 P 计)	mg/L	0.107	0.076	≤0.3(湖、库 0.1)	超标	达标

8	总氮(以 N 计)	mg/L	<b>2.08</b>	1.02	≤1.5	超标	达标
9	铜	mg/L	0.04L	0.004L	≤1.0	达标	达标
10	锌	mg/L	0.13	0.014	≤2.0	达标	达标
11	氟化物	mg/L	0.31	0.41	≤1.5	达标	达标
12	硒	mg/L	0.0004L	0.0004L	≤0.02	达标	达标
13	砷	mg/L	0.00012	0.00058	≤0.1	达标	达标
14	汞	mg/L	0.00004L	0.00004L	≤0.001	达标	达标
15	镉	mg/L	0.000055	0.00005L	≤0.005	达标	达标
16	铬(六价)	mg/L	0.004L	0.004L	≤0.05	达标	达标
17	铅	mg/L	0.00009L	0.00009L	≤0.05	达标	达标
18	氰化物	mg/L	0.004L	0.004L	≤0.2	达标	达标
19	挥发酚	mg/L	0.0003L	0.0003L	≤0.01	达标	达标
20	石油类	mg/L	0.03	0.02	≤0.5	达标	达标
21	阴离子表面活性剂	mg/L	0.05L	0.05L	≤0.3	达标	达标
22	硫化物	mg/L	0.01L	0.01L	0.5	达标	达标
23	粪大肠菌群	个/L	200	200	≤20000	达标	达标
24	银	mg/L	0.03L	0.03L	/	/	/
25	镍	mg/L	0.000144	0.000164	/	/	/
26	铍	mg/L	0.00002L	0.00002L	/	/	/
27	总铬	mg/L	0.004L	0.004L	/	/	/
备注：检测结果后面带有字母“L”表示检测结果低于该检测方法的检出限							

表 3-8.2 项目区周边地表水环境现状评价表（第二批）

序号	检测项目	单位	采样编号及检测结果		标准限值	评价结果	
			白龙潭水库	瓜地坝水库		白龙潭水库	瓜地坝水库
1	pH 值	无量纲	8.27	8.52	6-9	达标	达标
2	溶解氧	mg/L	7.37	6.60	≥3	达标	达标
3	高锰酸盐指数（以 O <sub>2</sub> 计）	mg/L	8.68	12.7	≤10	达标	达标
4	化学需氧量（COD）	mg/L	<b>40.2</b>	<b>52.2</b>	≤30	超标	超标
5	五日生化需氧量（BOD <sub>5</sub> ）	mg/L	<b>6.50</b>	<b>9.85</b>	≤6	超标	超标
6	氨氮（NH <sub>3</sub> -N）	mg/L	0.0085	0.061	≤1.5	达标	达标
7	总磷（以 P 计）	mg/L	<b>0.167</b>	<b>1.38</b>	≤0.3（湖、库 0.1）	超标	超标
8	总氮（以 N 计）	mg/L	<b>3.22</b>	<b>2.56</b>	≤1.5	超标	超标
9	铜	mg/L	0.00342	0.00041	≤1.0	达标	达标
10	锌	mg/L	0.00128	ND	≤2.0	达标	达标
11	氟化物	mg/L	<b>2.70</b>	<b>2.90</b>	≤1.5	超标	超标
12	硒	mg/L	ND	ND	≤0.02	达标	达标
13	砷	mg/L	0.0082	0.0091	≤0.1	达标	达标
14	汞	mg/L	ND	ND	≤0.001	达标	达标

15	镉	mg/L	0.00048	ND	≤0.005	达标	达标
16	铬（六价）	mg/L	ND	ND	≤0.05	达标	达标
17	铅	mg/L	0.00042	0.00019	≤0.05	达标	达标
18	氰化物	mg/L	ND	ND	≤0.2	达标	达标
19	挥发性酚类	mg/L	0.0009	0.007	≤0.01	达标	达标
20	石油类	mg/L	ND	ND	≤0.5	达标	达标
21	阴离子表面活性剂	mg/L	0.050	0.054	≤0.3	达标	达标
22	硫化物	mg/L	ND	ND	0.5	达标	达标
23	粪大肠菌群	个/L	2400	360	≤20000	达标	达标
24	银	mg/L	ND	ND	/	/	/
25	镍	mg/L	0.00160	0.00112	/	/	/
26	铍	mg/L	ND	ND	/	/	/
27	铬	mg/L	0.00028	0.00011	/	/	/

备注：报告中“ND”表示小于检出限，“\”和“/”表示无相应数据或要求。

表 3-8.2 续 项目区周边地表水环境现状评价表（第二批）

序号	检测项目	单位	采样编号及检测结果		标准限值	评价结果	
			螳螂川上游	螳螂川下游		螳螂川上游	螳螂川下游
1	pH 值	无量纲	8.56	8.61	6-9	达标	达标
2	溶解氧	mg/L	7.30	7.75	≥3	达标	达标
3	高锰酸盐指数（以 O <sub>2</sub> 计）	mg/L	5.80	5.68	≤10	达标	达标
4	化学需氧量（COD）	mg/L	36.1	26.1	≤30	达标	达标
5	五日生化需氧量（BOD <sub>5</sub> ）	mg/L	4.70	4.40	≤6	达标	达标
6	氨氮（NH <sub>3</sub> -N）	mg/L	0.075	0.050	≤1.5	达标	达标
7	总磷（以 P 计）	mg/L	0.080	0.069	≤0.3（湖、库 0.1）	达标	达标
8	总氮（以 N 计）	mg/L	<b>2.87</b>	<b>2.40</b>	≤1.5	<b>超标</b>	<b>超标</b>
9	铜	mg/L	0.00098	0.00099	≤1.0	达标	达标
10	锌	mg/L	0.00149	0.00138	≤2.0	达标	达标
11	氟化物	mg/L	0.434	0.438	≤1.5	达标	达标
12	硒	mg/L	ND	ND	≤0.02	达标	达标
13	砷	mg/L	0.0005	0.004	≤0.1	达标	达标
14	汞	mg/L	ND	ND	≤0.001	达标	达标
15	镉	mg/L	0.00005	ND	≤0.005	达标	达标
16	铬（六价）	mg/L	ND	ND	≤0.05	达标	达标
17	铅	mg/L	0.00114	0.00116	≤0.05	达标	达标
18	氰化物	mg/L	ND	ND	≤0.2	达标	达标
19	挥发性酚类	mg/L	ND	ND	≤0.01	达标	达标
20	石油类	mg/L	ND	ND	≤0.5	达标	达标
21	阴离子表面活性剂	mg/L	ND	ND	≤0.3	达标	达标
22	硫化物	mg/L	ND	ND	0.5	达标	达标

23	粪大肠菌群	个/L	28000	3200	≤20000	超标	达标
24	银	mg/L	ND	ND	/	/	/
25	镍	mg/L	0.00114	0.00116	/	/	/
26	铍	mg/L	ND	ND	/	/	/
27	铬	mg/L	0.00013	ND	/	/	/
备注：报告中“ND”表示小于检出限，“\”和“/”表示无相应数据或要求。							

根据检测结果，第一批项目区周边所监测两个地表水点，除西侧上游滴水箐水库存在监测点存在总氮、总磷超标之外，其余监测项目均满足《地表水环境质量标准》

（GB3838-2002）IV类标准。滴水箐水库存在总氮、总磷超标的原因主要为农业农村面源，水库东侧紧邻滴水箐村，北侧、西侧为农田，生活污水和生活固体废物中的氮、磷含量较高，会对水体造成影响，生活面源污染是造成滴水箐水库总氮、总磷超标的主要原因，同时滴水箐水库与项目无直接水利联系。

第二批项目区周边所监测4个地表水点，白龙潭水库和瓜地坝水库存在化学需氧量（COD）、五日生化需氧量（BOD<sub>5</sub>）、总磷（以P计）、总氮（以N计）和氟化物5个因子超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准，由于周边存在较多工业污染源和农业污染，是造成两个水库水质超标的主要原因；螳螂川上游和螳螂川下游两个监测点位主要是总氮超标，超标原因主要是周边农业污染源和工业污染源较多，是上游粪大肠菌群超标原因。

综上，项目区地表水水环境达不到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准。

## 5.大气环境现状

项目位于安宁市温泉街道羊角社区居委会，属于二类环境空气质量功能区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单（生态环境部公告2018年第29号）中的二级标准。

根据昆明市生态环境局2024年6月1日发布的《2023年度昆明市生态环境状况公报》。昆明市各县（市、区）环境空气质量总体保持良好，各项污染物平均浓度均达到二级空气质量标准。本项目矿山停止开采多年，周边没有大的环境空气污染源，项目区环境空气质量在一定程度上优于安宁市区，能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单（生态环境部公告2018年第29号）中的二级标准要求。项目所在区域属于环境空气质量达标区。

本次环评引用云南升环检测技术有限公司于2024年11月23日至11月25日对项目区环境空气质量（TSP）的监测。监测报告见附件8。

- ①监测点位：修复范围下风向及下风向较近敏感点，共 2 个监测点位；
- ②监测因子：TSP，同时记录监测期间风速风向；
- ③监测频次：连续采样 3 天，TSP 取 24 小时均值；
- ④监测结果统计和评价：见下表。

表 3-9 TSP 日均值监测结果统计表

监测点位	与项目位置关系	监测日期	监测结果	标准值	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		标准值
			TSP ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	占标率	超标率	达标情况	占标率
16#安宁市温泉街道 龙山冶金熔剂矿 TSP16	下风向 50m 处	2024.11.23	61	20.33%	0	达标	6.10%
		2024.11.24	62	20.67%	0	达标	6.20%
		2024.11.25	75	25.00%	0	达标	7.50%
17#安宁市温泉街道 龙山冶金熔剂矿 TSP17	下风向最近敏感点（石甸口村散户）	2024.11.23	71	23.67%	0	达标	7.10%
		2024.11.24	73	24.33%	0	达标	7.30%
		2024.11.25	77	25.67%	0	达标	7.70%

根据引用监测结果统计，项目区 TSP 环境质量达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单（生态环境部公告 2018 年第 29 号）中的二级标准，大气环境质量良好。

### 6.土壤环境质量现状

为了解项目区土壤情况，本次环评引用项目风险评估报告，共布设土壤现状监测点 6 个，均为表层样点，表层样应在 0.0m~0.2m 取样，土壤监测点位布设见附图 23.1。详见下表：

表 3-10 土壤现状监测点统计表

序号	取样编号	位置		取样性质	采样日期	备注
		经度	纬度			
1	T1	102°26'6.91"	24°56'27.25"	表层样	2025.02.13	修复区内
2	T2	102°26'9.81"	24°56'35.51"	表层样	2025.02.13	修复区上游
3	T3	102°26'7.49"	24°56'30.84"	表层样	2025.02.13	修复区内
4	T4	102°26'2.95"	24°56'22.97"	表层样	2025.02.13	修复区下游
5	T5	102°26'2.49"	24°56'34.74"	表层样	2025.02.13	修复区内
6	T6	102°25'56.34"	24°56'26.49"	表层样	2025.02.13	修复区下游

表 3-11.1 修复范围内土壤环境现状评价表

序号	评价项目	采样编号及检测结果			筛选值	管制值	评价结果								
		T1	T3	T5	第二类用地	第二类用地	T1	T3	T5	最大值	最小值	平均值	标准差	超标率	是否达标
1	pH (无量纲)	6.98	7.01	7.21						7.21	6.98	7.07	0.10		
2	总磷	497	539	251						539.00	251.00	429.00	127.03		
重金属															
3	砷	5.68	13.4	4.61	60①	140	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	13.40	4.61	7.90	3.92	0	达标
4	镉	0.046	0.037	0.074	65	172	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	0.07	0.04	0.05	0.02	0	达标
5	铬(六价)	0.5L	0.5L	0.5L	5.7	78	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
6	铜	48	51	7	18000	36000	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	51.00	7.00	35.33	20.07	0	达标
7	铅	64	39	40	800	2500	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	64.00	39.00	47.67	11.56	0	达标
8	汞	0.073	0.076	0.032	38	82	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	0.08	0.03	0.06	0.02	0	达标
9	镍	38	35	10	900	2000	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	38.00	10.00	27.67	12.55	0	达标
10	锌	170	395	105						395.00	105.00	223.33	124.25		
挥发性有机物															
11	四氯化碳	0.00013L	0.00013L	0.00013L	2.8	36	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
12	氯仿	0.00011L	0.00011L	0.00011L	0.9	10	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
13	氯甲烷	0.0001L	0.0001L	0.0001L	37	120	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
14	1, 1-	0.00012L	0.00012L	0.00012L	9	100	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标

	二氯乙烷														
15	1, 2-二氯乙烷	0.00013L	0.00013L	0.00013L	5	21	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
16	1, 1-二氯乙烯	0.0001L	0.0001L	0.0001L	66	200	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
17	顺-1, 2-二氯乙烯	0.00013L	0.00013L	0.00013L	596	2000	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
18	反-1, 2-二氯乙烯	0.00014L	0.00014L	0.00014L	54	163	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
19	二氯甲烷	0.00015L	0.00015L	0.00015L	616	2000	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
20	1, 2-二氯丙烷	0.00011L	0.00011L	0.00011L	5	47	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
21	1, 1, 1, 2-四氯乙烷	0.00012L	0.00012L	0.00012L	10	100	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
22	1, 1, 2, 2-四氯	0.00012L	0.00012L	0.00012L	6.8	50	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标

	乙烷														
23	四氯乙烯	0.00014L	0.00014L	0.00014L	53	183	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
24	1, 1, 1-三氯乙烷	0.00013L	0.00012L	0.00012L	840	840	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
25	1, 1, 2-三氯乙烷	0.00012L	0.00012L	0.00012L	2.8	15	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
26	三氯乙烯	0.00012L	0.00012L	0.00012L	2.8	20	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
27	1, 2, 3-三氯丙烷	0.00012L	0.00012L	0.00012L	0.5	5	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
28	氯乙烯	0.0001L	0.0001L	0.0001L	0.43	4.3	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
29	苯	0.00019L	0.00019L	0.00019L	4	40	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
30	氯苯	0.00012L	0.00012L	0.00012L	270	1000	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
31	1, 2-二氯苯	0.00015L	0.00015L	0.00015L	560	560	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
32	1, 4-二氯苯	0.00015L	0.00015L	0.00015L	20	200	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
33	乙苯	0.00012L	0.00012L	0.00012L	28	280	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标

34	苯乙烯	0.00011L	0.00011L	0.00011L	1290	1290	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
35	甲苯	0.00013L	0.00013L	0.00013L	1200	1200	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
36	间,对-二甲苯	0.00012L	0.00012L	0.00012L	570	570	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
37	邻-二甲苯	0.00012L	0.00012L	0.00012L	640	640	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
38	氟化物	1203	1081	1533	3830	32045				1533.00	1081.00	1272.33	190.93		
半挥发性有机物															
39	硝基苯	0.09L	0.09L	0.09L	76	760	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
40	苯胺	0.03L	0.03L	0.03L	260	663	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
41	2-氯酚	0.06L	0.06L	0.06L	2256	4500	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
42	苯并[a]蒽	0.1L	0.1L	0.1L	15	151	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
43	苯并[a]芘	0.1L	0.1L	0.1L	1.5	15	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
44	苯并[b]荧蒽	0.2L	0.2L	0.2L	15	151	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
45	苯并[k]荧蒽	0.1L	0.1L	0.1L	151	1500	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
46	蒽	0.1L	0.1L	0.1L	1293	12900	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
47	二苯	0.1L	0.1L	0.1L	1.5	15	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标

	并[a, h]蒽														
48	茚并[1, 2, 3-cd]芘	0.1L	0.1L	0.1L	15	151	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
49	萘	0.09L	0.09L	0.09L	70	700	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	未检出	未检出	未检出		0	达标
备注：检测结果后面带有字母“L”表示检测结果低于该检测方法的检出限															

3-11.2 修复范围外土壤环境现状评价表

序号	评价项目	采样编号及检测结果			风险筛选值	评价结果									
		T2	T4	T6		T2	T4	T6	最大值	最小值	平均值	标准差	超标率	是否达标	
1	pH	6.99	6.99	7.2					7.2	6.99	7.06	0.10			
2	总磷	460	5120	4850					5120	460.00	3476.67	2135.95			
3	氟化物	1622	1107	943					1622	943.00	1224.00	289.28			
4	砷	19.3	26.6	29	30	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	29	19.30	24.97	4.12	0	达标	
5	镉	0.076	0.035	0.079	0.3	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	0.079	0.04	0.06	0.02	0	达标	
6	铬	110	89	144	200	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	144	89	114.33	16.51	0	达标	
7	铜	9	43	3	100	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	43	3.00	18.33	17.61	0	达标	
8	铅	131	78	84	120	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	131	78.00	97.67	23.70	0	达标	
9	汞	0.074	0.077	0.058	2.4	低于筛选值	低于筛选值	低于筛选值	0.077	0.06	0.07	0.01	0	达标	
10	镍	40	33	109	100	低于筛选值	低于筛选值	高于筛选值	109	33.00	60.67	34.30	33	T6 超标, T2、T4 达标	

	11	锌	307	104	267	250	高于筛选值	低于筛选值	高于筛选值	307	104.00	226.00	87.80	66	T2、T6 超标, T4 达标
备注: 检测结果后面带有字母“L”表示检测结果低于该检测方法的检出限															

### **(1) 修复范围内土壤环境现状**

根据检测结果，对照《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）规定的第二类建设用地土壤污染风险筛选值与管制值，修复范围内全部监测点位的检测值均低于《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）规定的第二类建设用地土壤污染风险筛选值标准。

根据土壤检测结果，土壤全部监测点位的挥发性有机物和半挥发性有机物检测值均未检出。

### **(2) 修复范围外土壤环境现状**

修复范围外周边 1km 区域为旱地、林地或农村住宅，修复范围外周边共布设土壤现状监测点 3 个，均为表层样点。

根据检测结果，场地外 3 个监测点，所监测因子其中两个点（农用地）存在锌超标、一个点（农用地）存在镍超标外，其余均满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）标准。周边点位超标原因主要是周边工业污染源较多，可能是大气沉降造成，同时其他监测点位发现该区域锌检测数据普遍较高，区域背景值偏高。

项目后期建设时将按要求做好防渗措施，不会造成土壤环境污染现象，使土壤环境质量保持良好。

## **7.地下水环境质量现状**

项目水文地质单元内主要存在清水塘水井，石甸口村清水塘地下水井目前承担着石甸口、清水塘村 33 户 123 人生活用水供水职能。与项目在同一水文地质单元内，距离约 270m，位于修复区地下水流向侧上游，与项目区存在水力联系；珍珠泉距离项目约 892m，根据水文地质调查，与项目不在同一水文地质单元，同时根据文旅局回复意见，珍珠泉不属于独立的文物保护单位，但是出于保守考虑，本次调查也将其列入现状调查范围内；区域地下水执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中类标准。

为了解项目区地下水水质情况，本次环评引用项目风险评估报告结果，第一批共布设地下水采样监测点 2 个，项目区（回填区旁边）内部 1 个（2 号监测井）、项目区周边 1 个（下麒麟村水井）；第二批共布设地下水采样监测点 5 个，项目区内部 3 个（1 号（回填区扩散）、3 号（回填区上游）和 4 号（回填区下游）监测井，5 号监测井（回填区扩散）无水）、项目区周边 2 个（珍珠泉、清水塘水井）。地下水监测点位见附图 23.2，评价详见下表：

表 3-12 地下水现状监测点统计表

序号	取样编号	位置		采样日期	取样地点	备注
		经度	纬度			
第一批						
1	SH2	102.435276	24.940918	2025年2月13日	下麒麟村水井	不在同一水文地质单元
2	SH4	102.427185	24.921475	2025年2月13日	2号监测井	回填区旁边
第二批						
1	3号监测井	102.432336	24.941906	2025年5月8日	3号监测井	回填区上游
2	4号监测井	102.436934	24.939532	2025年5月8日	4号监测井	回填区下游
3	1号监测井	102.433266	24.940299	2025年5月8日	1号监测井	回填区扩散
4	珍珠泉	102.444180	24.949234	2025年5月8日	珍珠泉水	不在水文地质单元，项目区周边
5	清水塘水井	102.430979	24.938265	2025年5月8日	清水塘水井	在同一水文地质单元内，取水井

表 3-13.1 项目区地下水环境现状评价表（第一批）

序号	检测项目	单位	采样编号及检测结果		标准限值	评价结果	
			SH2	SH4		SH2	SH4
1	色度	度	10	30	≤15	达标	超标
2	臭和味	/	等级0强度无	等级0强度无	无异臭、异味	达标	达标
3	浑浊度	NTU	3	7	≤3	达标	超标
4	肉眼可见物	/	摇匀无悬浮物	摇匀可见悬浮物	无	达标	超标
5	pH值	无量纲	7	6.8	6.5-8.5	达标	达标
6	总硬度（以CaCO <sub>3</sub> 计）	mg/L	449	401	≤450	达标	达标
7	溶解性总固体	mg/L	688	490	≤1000	达标	达标
8	硫酸盐	mg/L	51.2	80.7	≤250	达标	达标
9	氯化物	mg/L	106	20.9	≤250	达标	达标
10	铁	mg/L	0.00082L	0.00082L	≤0.3	达标	达标
11	锰	mg/L	0.00012L	0.00012L	≤0.1	达标	达标
12	铜	mg/L	0.04L	0.04L	≤1.0	达标	达标
13	锌	mg/L	0.009L	0.009L	≤1.0	达标	达标
14	铝	mg/L	0.009L	0.009L	≤0.2	达标	达标
15	挥发性酚类（以苯酚计）	mg/L	0.0003L	0.0003L	≤0.002	达标	达标
16	阴离子表面活性剂	mg/L	0.05L	0.05L	≤0.3	达标	达标
17	耗氧量（以O <sub>2</sub> 计）	mg/L	1.33	2.66	≤3.0	达标	达标
18	氨氮（以N计）	mg/L	0.128	0.141	≤0.5	达标	达标
19	硫化物	mg/L	0.003L	0.003L	≤0.02	达标	达标
20	钠	mg/L	0.03L	0.03L	≤200	达标	达标
21	总大肠菌群	MPN/100mL	20L	33	≤3.0	达标	超标

22	菌落总数	CUF/mL	50	63	≤100	达标	达标
23	亚硝酸盐（以 N 计）	mg/L	0.045	0.065	≤1.0	达标	达标
24	硝酸盐（以 N 计）	mg/L	0.534	3.84	≤20	达标	达标
25	氰化物	mg/L	0.002L	0.002L	≤0.05	达标	达标
26	氟化物	mg/L	0.48	0.15	≤1.0	达标	达标
27	碘化物	mg/L	0.002L	0.002L	≤0.08	达标	达标
28	汞	mg/L	0.00004L	0.00004L	≤0.001	达标	达标
29	砷	mg/L	0.0003	0.0003L	≤0.01	达标	达标
30	硒	mg/L	0.0004L	0.0004L	≤0.01	达标	达标
21	镉	mg/L	0.00005L	0.00005L	≤0.005	达标	达标
32	铬（六价）	mg/L	0.004L	0.004L	≤0.05	达标	达标
33	铅	mg/L	0.00009L	0.00009L	≤0.01	达标	达标
34	三氯甲烷	μg/L	0.4L	0.4L	≤60	达标	达标
35	四氯化碳	μg/L	0.4L	0.4L	≤2.0	达标	达标
36	苯	μg/L	0.4L	0.4L	≤10	达标	达标
37	甲苯	μg/L	0.3L	0.3L	≤700	达标	达标
38	铍	mg/L	0.00002L	0.00002L	≤0.002	达标	达标
39	总磷	mg/L	5.24	0.199	/	/	/
40	总铬	mg/L	0.004L	0.004L	/	/	/
41	银	mg/L	0.03L	0.03L	≤0.05	达标	达标
42	镍	mg/L	0.000628	0.000123	≤0.02	达标	达标
43	总砷	mg/L	0.0003	0.0003L	/	/	/

备注：检测结果后面带有字母“L”表示检测结果低于该检测方法的检出限

表 3-13.2 项目区地下水环境现状评价表（第二批）

序号	检测项目	单位	采样编号及检测结果			标准限值	评价结果		
			3号监测井	4号监测井	1号监测井		3号监测井	4号监测井	1号监测井
1	色度	度	ND	5	ND	≤15	达标	达标	达标
2	臭和味	/	0级无	0级无	0级无	无异臭、异味	达标	达标	达标
3	浑浊度	NTU	<b>10.0</b>	<b>3.1</b>	<b>4.0</b>	≤3	超标	超标	超标
4	肉眼可见物	/	少量沉淀物	少量沉淀物	少量沉淀物	无	超标	超标	超标
5	pH值	无量纲	8.26	7.85	8.08	6.5-8.5	达标	达标	达标
6	总硬度（以CaCO <sub>3</sub> 计）	mg/L	357	<b>571</b>	<b>565</b>	≤450	达标	超标	超标
7	溶解性总固体	mg/L	526	604	634	≤1000	达标	达标	达标
8	硫酸盐	mg/L	116	145	107	≤250	达标	达标	达标
9	氯化物	mg/L	17.9	21.5	17.0	≤250	达标	达标	达标

10	铁	mg/L	0.00674	0.262	0.0420	≤0.3	达标	达标	达标
11	锰	mg/L	0.00542	0.148	0.00958	≤0.1	达标	达标	达标
12	铜	mg/L	0.00079	0.00191	0.00038	≤1.0	达标	达标	达标
13	锌	mg/L	0.00101	0.00138	0 .0069	≤1.0	达标	达标	达标
14	铝	mg/L	0.00860	0.00766	ND	≤0.2	达标	达标	达标
15	挥发性酚类	mg/L	ND	ND	ND	≤0.002	达标	达标	达标
16	阴离子表面活性剂	mg/L	0.058	0.061	ND	≤0.3	达标	达标	达标
17	耗氧量(以O <sub>2</sub> 计)	mg/L	1.86	<b>4.36</b>	1.76	≤3.0	达标	<b>超标</b>	达标
18	氨氮(以N计)	mg/L	ND	<b>1.16</b>	0.343	≤0.5	达标	<b>超标</b>	达标
19	硫化物	mg/L	ND	ND	ND	≤0.02	达标	达标	达标
20	钠	mg/L	28.1	17.0	17.7	≤200	达标	达标	达标
21	总大肠菌群	MPN/100 mL	760	<b>31000</b>	1200	≤3.0	达标	<b>超标</b>	达标
22	菌落总数	CUF/mL	<b>288</b>	<b>124</b>	<b>224</b>	≤100	<b>超标</b>	<b>超标</b>	<b>超标</b>
23	亚硝酸盐(以N计)	mg/L	1.97	1.24	0.915	≤1.0	达标	达标	达标
24	硝酸盐(以N计)	mg/L	19.4	3.00	3.90	≤20	达标	达标	达标
25	氰化物	mg/L	ND	ND	ND	≤0.05	达标	达标	达标
26	氟化物	mg/L	0.155	0.217	0.066	≤1.0	达标	达标	达标
27	碘化物	mg/L	ND	ND	ND	≤0.08	达标	达标	达标
28	汞	mg/L	ND	ND	ND	≤0.001	达标	达标	达标
29	砷	mg/L	ND	ND	ND	≤0.01	达标	达标	达标
30	硒	mg/L	ND	ND	ND	≤0.01	达标	达标	达标
31	镉	mg/L	ND	ND	ND	≤0.005	达标	达标	达标
32	铬(六价)	mg/L	ND	ND	ND	≤0.05	达标	达标	达标
33	铅	mg/L	0.00426	0.0105	0.00392	≤0.01	达标	达标	达标
34	三氯甲烷	μg/L	ND	ND	ND	≤60	达标	达标	达标
35	四氯化碳	μg/L	ND	ND	ND	≤2.0	达标	达标	达标
36	苯	μg/L	ND	ND	ND	≤10	达标	达标	达标
37	甲苯	μg/L	ND	ND	ND	≤700	达标	达标	达标

38	铍	mg/L	ND	ND	ND	≤0.002	达标	达标	达标
39	总磷	mg/L	0.041	0.045	0.019	/	/	/	达标
40	铬	mg/L	0.00046	0.00066	0.00022	/	/	/	达标
41	银	mg/L	ND	0.00005	ND	≤0.05	达标	达标	达标
42	镍	mg/L	0.00060	0.00249	0.00087	≤0.02	达标	达标	达标
43	砷	mg/L	ND	ND	ND	/	/	/	/
44	烷基汞	ng/L	ND	ND	ND	/	/	/	/
45	总α放射性	Bq/L	ND	0.085	0.218	≤0.5	达标	达标	达标
46	总β放射性	Bq/L	0.099	0.218	0.210	≤1.0	达标	达标	达标
八大离子									
1	Na <sup>+</sup>	mg/L	28.1	17	18.7	≤200	达标	达标	达标
		meq/L	1.2217	0.7391	0.8130	/	/	/	/
2	K <sup>+</sup>	mg/L	1.18	5.31	2.25	/	/	/	/
		meq/L	0.0303	0.1362	0.0577	/	/	/	/
3	Mg <sup>2+</sup>	mg/L	44.2	45.6	65	/	/	/	/
		meq/L	3.6833	3.8000	5.4167	/	/	/	/
4	Ca <sup>2+</sup>	mg/L	82.8	101	125	/	/	/	/
		meq/L	2.0700	2.5250	3.1250	/	/	/	/
5	Cl <sup>-</sup>	mg/L	17.9	21.5	17	≤250	达标	达标	达标
		meq/L	0.5114	0.6143	0.4857	/	/	/	/
6	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	116	145	107	≤250	达标	达标	达标
		meq/L	2.4167	3.0208	2.2292	/	/	/	/
7	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	257	470	524	/	/	/	/
		meq/L	4.2131	5.7049	7.5902	/	/	/	/
8	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	9.36	6.24	6.24	/	/	/	/
		meq/L	0.3119	0.2079	0.2079	/	/	/	/
/	阳离子	meq/L	7.0053	7.2003	9.4124	/	/	/	/
/	阴离子	meq/L	7.4531	7.5480	10.3030	/	/	/	/
/	E		-3.10%	-2.36%	-4.52%	/	/	/	/
/	水化学类型		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ·SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> —Ca <sup>2+</sup> ·Mg <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ·SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> —Ca <sup>2+</sup> ·Mg <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> — Ca <sup>2+</sup> ·Mg <sup>2+</sup>	/	/	/	/
备注：报告中"ND"表示小于检出限，“\”和“/”表示无相应数据或要求。									

表 3-13.2 续 项目区地下水环境现状评价表（第二批）

序号	检测项目	单位	采样编号及检测结果	
			清水塘水井	珍珠泉泉水
1	色度	度	ND	达标

2	臭和味	/	0级 无	达标
3	浑浊度	NTU	ND	达标
4	肉眼可见物	/	微量沉淀物	超标
5	pH 值	无量纲	8.24	达标
6	总硬度（以 CaCO <sub>3</sub> 计）	mg/L	263	达标
7	溶解性总固体	mg/L	277	达标
8	硫酸盐	mg/L	5.54	达标
9	氯化物	mg/L	4.70	达标
10	铁	mg/L	0.0183	达标

11	锰	mg/L	0.00348	达标
12	铜	mg/L	0.00023	达标
13	锌	mg/L	ND	达标
14	铝	mg/L	0.0168	达标
15	挥发性酚类	mg/L	ND	达标
16	阴离子表面活性剂	mg/L	ND	达标
17	耗氧量 (以 O <sub>2</sub> 计)	mg/L	ND	达标
18	氨氮 (以 N 计)	mg/L	ND	达标
19	硫化物	mg/L	ND	达标

20	钠	mg/L	2.32	达标
21	总大肠菌群	MPN/100mL	<b>29000</b>	达标
22	菌落总数	CUF/mL	<b>320</b>	<b>超标</b>
23	亚硝酸盐（以 N 计）	mg/L	ND	达标
24	硝酸盐（以 N 计）	mg/L	4.46	达标
25	氰化物	mg/L	ND	达标
26	氟化物	mg/L	ND	达标
27	碘化物	mg/L	ND	达标
28	汞	mg/L	ND	达标

29	砷	mg/L	ND	达标
30	硒	mg/L	ND	达标
21	镉	mg/L	ND	达标
32	铬（六价）	mg/L	ND	达标
33	铅	mg/L	0.00034	达标
34	三氯甲烷	μg/L	ND	达标
35	四氯化碳	μg/L	ND	达标
36	苯	μg/L	ND	达标
37	甲苯	μg/L	ND	达标
38	铍	mg/L	ND	达标

39	总磷	mg/L	0.017	/
40	铬	mg/L	0.00134	/
41	银	mg/L	ND	达标
42	镍	mg/L	0.00015	达标
43	砷	mg/L	ND	/
44	烷基汞	ng/L	ND	/
45	总 $\alpha$ 放射性	Bq/L	0.046	达标
46	总 $\beta$ 放射性	Bq/L	0.088	达标
八大离子				
1	Na <sup>+</sup>	mg/L	2.32	达标

		meq/L	0.1009	/
		mg/L	0.5	/
2	K <sup>+</sup>	meq/L	0.0128	/
		mg/L	28.1	/
3	Mg <sup>2+</sup>	meq/L	2.3417	/
		mg/L	63.6	/
4	Ca <sup>2+</sup>	meq/L	1.5900	/
		mg/L	4.7	达标
5	Cl <sup>-</sup>	meq/L	0.1343	/

6	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	5.54	达标
		meq/L	0.1154	/
7	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	257	/
		meq/L	3.7131	/
8	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	9.36	/
		meq/L	0.3119	/
/	阳离子	meq/L	4.0454	/
/	阴离子	meq/L	4.2747	/
/	E		-2.76%	/

/	水化学类型	$\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$	/
备注：报告中"ND"表示小于检出限，“\”和“/”表示无相应数据或要求。			

根据检测结果，本次所监测地下水点，第一批除 SH4（内部 2 号监测井）水样存在色度、浑浊度、肉眼可见物、总大肠杆菌超标之外，其余项目均满足《地下水质量标准》

（GB/T14848-2017）中Ⅲ类水要求。SH4 为新凿钻孔水样，色度、浑浊度、肉眼可见物超标主要原因为钻孔位于斜坡地带，属于地下水的补给—径流区，主要含水层为二叠系下统栖霞茅口组（P<sub>1</sub>q+m）灰岩、白云质灰岩，地下水赋存于灰岩、白云质灰岩裂隙、溶蚀裂隙中，主要依靠上层地下水入渗及大气降水入渗补给，随地下水补给而携带的泥沙部分沉淀于地下裂隙中。新建钻孔抽水时，水力坡度和水动力差增大，钻孔周围岩体内风化裂隙中充填的黏土及风化碎屑物，以及沉淀的岩屑等随水流进入钻孔内，导致短时间内钻孔内地下水出现色度、浑浊度、肉眼可见物超标现象，但随着时间的延续，地下岩体中的沉淀物质将逐渐稳定，色度、浑浊度、肉眼可见物将随着时间推移逐渐消除。总大肠杆菌超标原因是：新凿机井由于周围有人类活动，且抽水时使用了管材，总大肠菌群容易超标。

第二批共送检 5 个批次样品，由于是送样检测，现场感官 5 项不具备参考意义，鉴于“总大肠菌群和粪大肠菌群”指标受样品的时效性、回填周围人居环境等影响，存在较大的不确定性，本次“两菌”不参评；扣除以上指标外，修复区 3 口监测井中 4 号和 1 号监测井总硬度（以 CaCO<sub>3</sub> 计）超标，由于项目区为岩溶水，超标原因可能是背景值较高；4 号井耗氧量（以 O<sub>2</sub> 计）和氨氮（以 N 计）超标，超标原因可能是人为活动造成。总体来说，评价区地下水环境质量一般。

根据舒卡列夫分类法，项目区范围内地下水化学类型为  $\text{HCO}_3^- \cdot \text{SO}_4^{2-} - \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$  型，清水塘水井、珍珠泉地下水化学类型为  $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$  型，符合岩溶地区碳酸盐岩经溶滤作用后，地下水的基本特征。

### 8.周边地下水取水水源情况

根据安宁市水务局（附件 11）提供资料，结合现场调查，工程项目占用地块不涉及安宁市乡镇级以上集中式饮用水水源地，不涉及安宁市服务人口千人以上、千人以下饮用水水源地；项目地块周边 3 公里范围内涉及到的农村饮用水水源地有：草铺麒麟村委会平地哨村深井、草铺麒麟村委会麒麟供水站深井、连然金晖社区清水河地下深井；项目地块周边 3 公里范围内涉及到的企业地下水井有石甸口村清水塘地下水井、云南鑫然晨环保科技有限公司地下水井。供用水情况如下：

（1）平地哨村深井为地下水源，坐标为东经  $102^{\circ} 25' 6.940''E$ ，北纬  $24^{\circ} 5' 50.890''N$ ，供水范围：平地哨，目前承担着约 500 人人饮供水职能，供水量约为 9 万立方米/年。已办理取水许可证。与项目不在同一水文地质单元内。

（2）麒麟供水站深井为地下水源，坐标为东经  $102^{\circ} 25' 12.050''E$ ，北纬  $24^{\circ} 55' 49.753''N$ ，供水范围：下麒麟、滴水箐及 320 国道沿线企业，目前承担着约 3200 人人饮供水职能，供水量约为 12 万立方米/年。已办理取水许可证。与项目不在同一水文地质单元内。

（3）清水河地下深井为地下水源，坐标为东经  $102^{\circ} 26' 26.670''E$ ，北纬  $24^{\circ} 54' 46.512''N$ ，供水范围：清水河村目前该水源已暂停使用。与项目不在同一水文地质单元内。

（4）石甸口村清水塘地下水井坐标为东经  $102^{\circ} 25' 52.1''$ ，北纬  $24^{\circ} 56' 17.6''$ ，取水许可证号 D530181G2025-0010，取水权人为云南交通技师学院（云南交通运输职业学院、云南省交通高级技工学校），该眼水井目前承担着石甸口、清水塘村 33 户 123 人生活用水供水职能。与项目在同一水文地质单元内。

（5）云南鑫然晨环保科技有限公司地下水井，位于石甸口村大龙山南山脚，坐标为东经  $102^{\circ} 25' 40.9''$ ，北纬  $24^{\circ} 56' 17.6''$ ，取水许可证号 D530181G2023-0002，承担着云南鑫然晨环保科技有限公司生活用水、消防用水供水职能。与项目不在同一水文地质单元内。

**本项目属于清水塘次级水文地质单元，水文地质单元边界划定：**东侧以  $F_{11}$  断层、螳螂川为界（区域最低侵蚀基准面），南侧、西侧以三叠系碎屑岩相对隔水地层为界，北部以  $F_{5-1}$  相对隔水断层为界。**含水层为灯影组（Zbdn）、渔户村组（ $\in 1y$ ）、宰格组（D3z）、栖霞茅口组（P1q+m），岩性以白云岩、灰岩为主，属岩溶裂隙水，富水性较强-强，地下水受地层控制，两侧被碳酸盐岩夹持，呈条带状展布、径流，流向东南，于螳螂川附近排泄。**

**根据现场调查和市水务局提供资料（附件 19），项目地块周边同一水文地质单元内**

涉及到的石甸口村清水塘地下水井属于生活用水供水井，未划定保护区范围，承担着石甸口、清水塘村 33 户 123 人生活用水供水职能。该水井每天抽取 2 小时，抽水量为 35m<sup>3</sup>/h，与项目在同一水文地质单元内，距离约 253m，含水层为灯影组(Z<sub>6</sub>dn)、栖霞茅口组(P<sub>1</sub>q+m)岩溶裂隙水，与项目区属于同一含水层，位于项目区地下水流向南侧。

考虑其目前承担生活用水功能，安宁市水务局目前拟将石甸口村清水塘地下水井供水区域纳入《“十五五”供水规划》，计划用市政供水管网供水，待资金落实后实施，暂定于 2025 年下半年实施完成，实施完成后该水井将不再作为生活供水井使用。项目在施工回填开始后清水塘 33 户 123 人的生活用水由建设单位（安宁兴浩贸易有限公司）负责解决直至市政供水管网改造完成。施工回填开始后该水井将不再作为生活供水井使用（附件 20）。



图 3-石甸口村清水塘地下水井现状照片

### 1.一矿一策调查情况

调查点经过多年的开采，改变了当地区内的土地利用格局，共损毁土地面积约26.3463hm<sup>2</sup>。经与三调地类套合，需治理区土地利用现状地类为灌木林地、乔木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、工业用地、农村道路。损毁方式主要为挖损，损毁程度为重度。

### 2.调（勘）查土地损毁现状

据调查访问及周边地类推断，该矿山在开采前为林地和草地，该矿山采用露天开采方式，对土地资源的破坏影响主要有露天开采挖损土地资源、矿渣压占土地资源、矿渣扩散破坏周边林、草地资源，矿区内岩土裸露，水土流失明显，土壤缺乏。

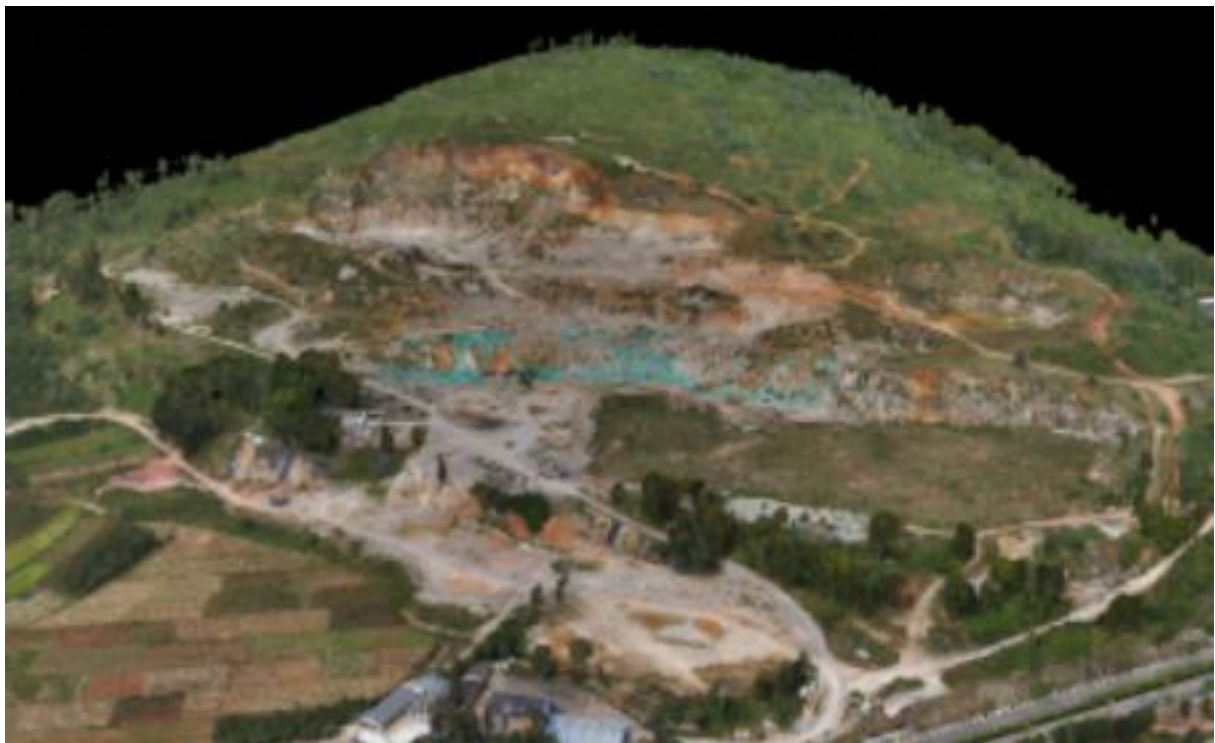


图 3-6 安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿矿区土地挖损、压占损毁现状

### 3. 损毁现状评价

安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿根据本次调查结果，将土地损毁分为 6 处采场边坡和 4 处采场平台等 10 个评价单元进行评价：

表 3-14 安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿土地损毁程度情况表

矿山名称	损毁单元	面积 (hm <sup>2</sup> )	损毁方式	损毁程度	控制性评价因子
龙山冶金熔剂矿	采场边坡 1	1.4235	挖损	重度	挖损坡度>35°，挖损土层厚度>2m
	采场边坡 2	0.3491	挖损	重度	挖损坡度>35°，挖损土层厚度>2m

	采场边坡 3	3.6586	挖损	重度	挖损坡度 >35°, 挖损土层厚度 >2m
	采场边坡 4	0.6230	压占	重度	堆土石高度 >10m
	采场平台 1	4.5410	挖损	重度	挖损土层厚度 >2m
	采场平台 2	11.5770	挖损	重度	损毁面积 >5hm <sup>2</sup> , 挖损土层厚度 >2m
	采场平台 3	3.2523	压占	中等	压占面积 1~5hm <sup>2</sup> , 砾石混入率 10%~30%

采场边坡 1: 本区域损毁面积 1.4235hm<sup>2</sup>, 挖损地面坡度约 40-65°, 挖损深度约 30—66m, 目前无积水深度, 土地损毁严重。

采场边坡 2: 本区域损毁面积 0.3491hm<sup>2</sup>, 挖损地面坡度约 35-45°, 挖损深度约 10—22m, 目前无积水深度, 土地损毁严重。

采场边坡 3: 本区域损毁面积 3.6586hm<sup>2</sup>, 挖损地面坡度约 35-40°, 挖损深度约 24—45m, 目前无积水深度, 土地损毁严重。

采场边坡 4: 为渣土堆积形成的土质边坡, 本区域压占损毁面积 0.6230hm<sup>2</sup>, 堆土石高度约 10—15m, 整体基本稳定, 局部欠稳定, 土壤无污染, 土地损毁严重。

采场平台 1: 本区域损毁面积 4.5410hm<sup>2</sup>, 挖损地面坡度 5-15°, 挖损深度约 30—66m, 无积水, 土地损毁严重。

采场平台 2: 本区域损毁面积 11.5770hm<sup>2</sup>, 挖损或地面坡度 5-10°, 挖损深度约 20—25m, 无积水, 土地损毁严重。

采场平台 3: 本区域为矿料堆积平台, 压占损毁面积 3.2523hm<sup>2</sup>, 堆土石高度约 0.5—3.0m, 整体稳定, 平台上主要为含砾碎石土, 砾石含量约 10%~20%, 土壤无污染, 土地损毁中等。

#### 4. 矿山地质环境现状

本矿山已停采多年, 现状调查未发现崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝等地质灾害分布。受矿山开采影响, 露天采场边坡存在安全隐患, 现状分布 2 处潜在不稳定边坡, 详述如下:

##### (1) 不稳定边坡 BW1

###### ① 分布及特征:

位于露天采场北部开采边坡, 为前期矿山露天开采形成的边坡。坡向 180°, 平面形态呈扇形, 边坡长约 480m、坡高 3-62m, 边坡角 30° -60°, 边坡主要成份为二叠系下统栖霞组 (P<sub>1q</sub>) 较坚硬—坚硬白云岩、灰岩岩组, 坡体岩石节理裂隙较发育, 破碎, 岩石风化作用强烈, 为顺向坡, 现状未分台, 坡顶可见原始植被, 边坡基岩裸露 (见图 6.2-1、6.2-2)。地层产状为 155° ∠26°, 不稳定边坡出露地层为第四系残坡积层 (Q<sup>el+dl</sup>) 砂质

粘土及二叠系下统栖霞组 (P<sub>1q</sub>) 白云岩；第四系厚度厚 0.5~3.0m，稳定性较差，二叠系下统栖霞组 (P<sub>1q</sub>) 地表 3~5m 为全~强风化，全~强风化岩体呈散体状，稳定性差，深部岩体中风化，稳定性较好，地层富水性中等。



图 3-7 不稳定边坡 BW1 远景现状

②形成原因：

为矿山露天开采开挖边坡形成，现状挖方高度较大，坡度大，组成物质表层稳定性差，力学强度低，工程地质条件差，深部岩体稳定性较好，力学强度高，工程地质条件较好，原生岩石彼此咬合，不易发生垮塌。露天采场经不规范开采开挖后，边坡结构较破碎，边坡现状欠稳定，采场边坡高度较大，在自然降雨及机械震动下易小规模崩塌、掉块、散落、滑坡等失稳现象的可能性较大。

③危害分析：

根据赤平投影分析图 3-10，边坡坡向与岩层倾向相同，边坡为顺向坡，J1 与 L1 交点、J2 与 L1 交点位于边坡内侧，易形成楔形体滑坡，现状稳定性较差，边坡局部存在危岩体，现状未诱发崩塌、滑坡，随着雨季的来临，坡体可能发生崩塌、滑坡，由于矿山已停采多年，场地内人类工程活动少，主要对下侧拟修复林草地造成危害，危险性和危害性中等一大。



图 3-8 不稳定边坡 BW1 近景现状

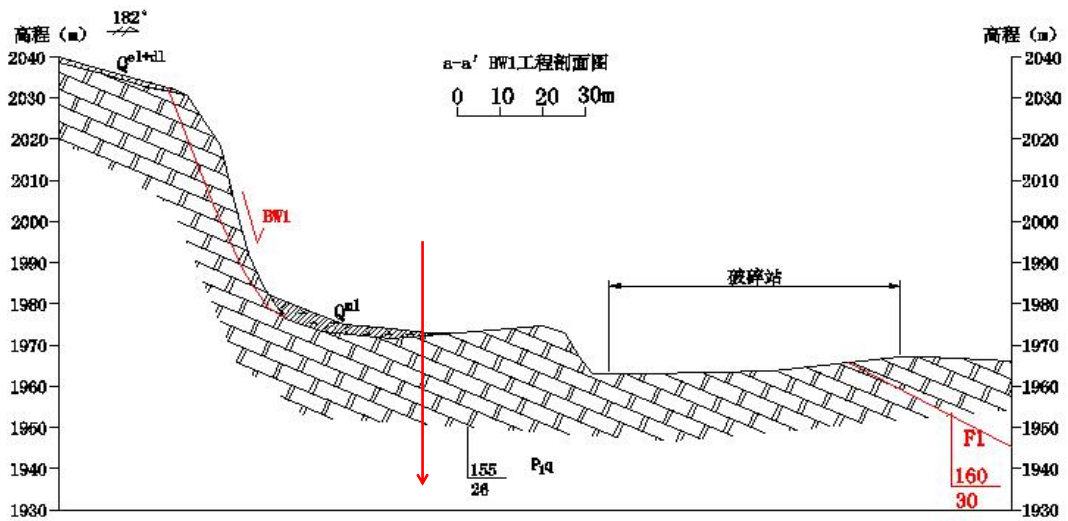


图 3-9 不稳定边坡 BW1 剖面示意图

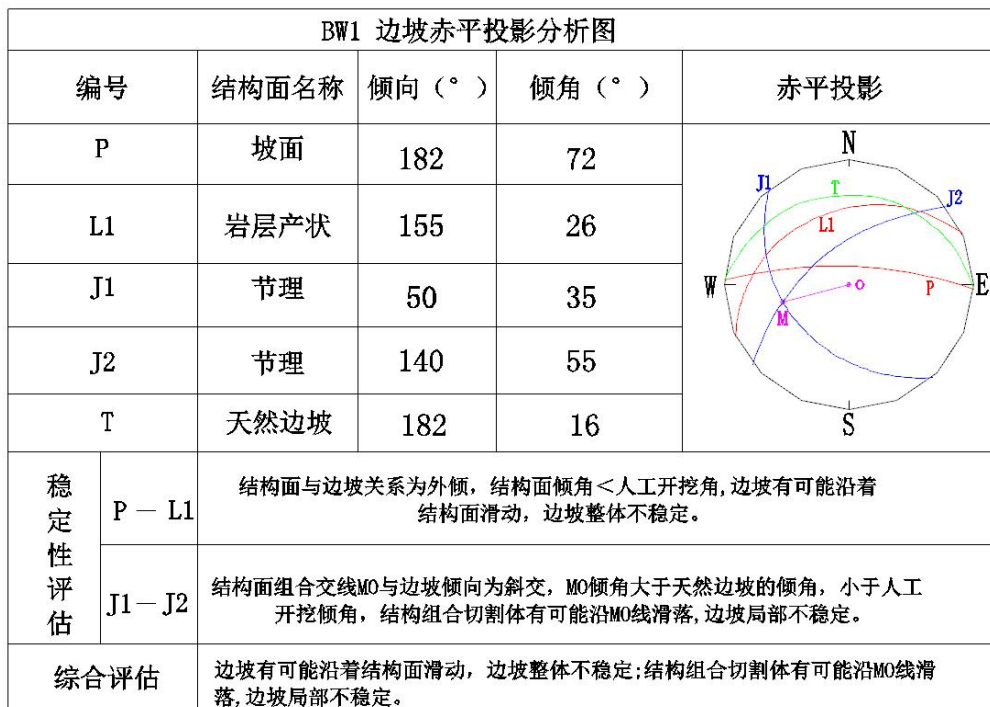


图 3-10 不稳定边坡 BW1 赤平投影分析图

## (2) 不稳定边坡 BW2

### ① 分布及特征：

位于露天采场中部-东部，为前期矿山露天开采形成的边坡。坡向  $180^\circ$ ，平面形态呈扇形，边坡长约 495m、坡高 2-52.5m，边坡角  $50-70^\circ$ ，边坡主要成份为二叠系下统栖霞组 (P1q) 较坚硬—白云岩、灰岩岩组，坡体岩石节理裂隙较发育，破碎，岩石风化作用强烈，为顺向坡，现状未分台，边坡基岩裸露（见图 6.2-5、6.2-6）。地层产状为  $155^\circ \angle 26^\circ$ ，不稳定边坡出露地层为第四系残坡积层 ( $Q^{el+dl}$ ) 砂质粘土及二叠系下统栖霞组 (P1q) 白云岩；第四系厚度厚 0.5~3.0m，稳定性较差，二叠系下统栖霞组 (P1q) 地表 3~5m 为全~强风化，全~强风化岩体呈散体状，受前期爆破影响，稳定性差，深部岩体中风化，稳定性较好，地层富水性中等。

### ② 形成原因：

为矿山露天开采开挖边坡形成，现状挖方高度较大，坡度大，组成物质表层稳定性差，力学强度低，工程地质条件差，深部岩体稳定性较好，力学强度高，工程地质条件较好，原生岩石彼此咬合，不易发生垮塌。露天采场经不规范开采开挖后，边坡结构较破碎，边坡现状欠稳定，采场边坡高度较大，在自然降雨及机械震动下易小规模崩塌、掉块、散落、滑坡等失稳现象的可能性较大。

### ③ 危害分析：

根据赤平投影分析图 3-13，边坡坡向与岩层倾向相同，边坡为顺向坡，J1 与 L1 交点、

J2 与 L1 交点位于边坡内侧，易形成楔形体滑坡，现状稳定性较差，边坡局部存在危岩体，现状未诱发崩塌、滑坡，随着雨季的来临，坡体可能发生崩塌、滑坡，由于矿山已停采多年，场地内人类工程活动少，主要对下侧拟修复园地造成危害，危险性和危害性中等一大。



图 3-11 不稳定边坡 BW2 远景现状

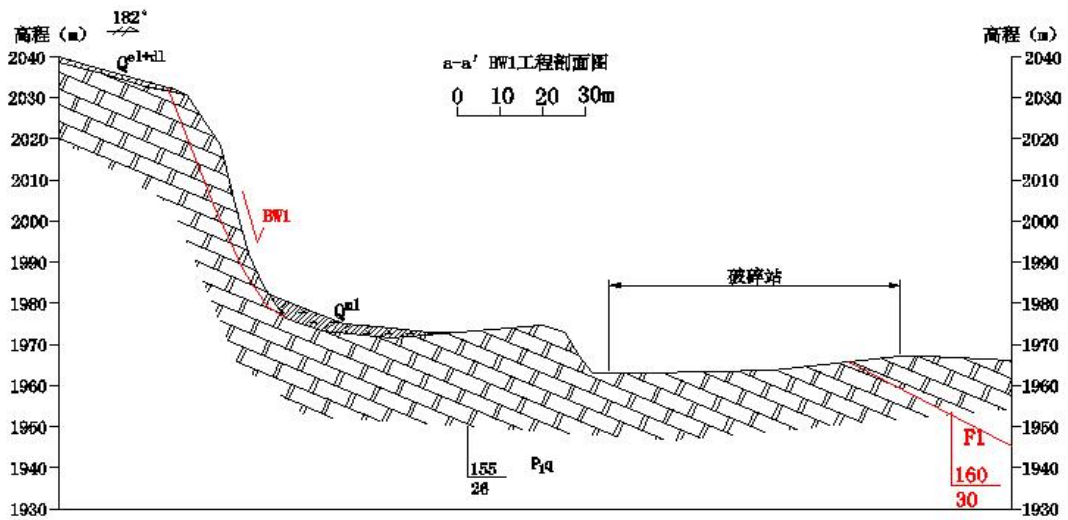


图 3-12 不稳定边坡 BW1 剖面示意图

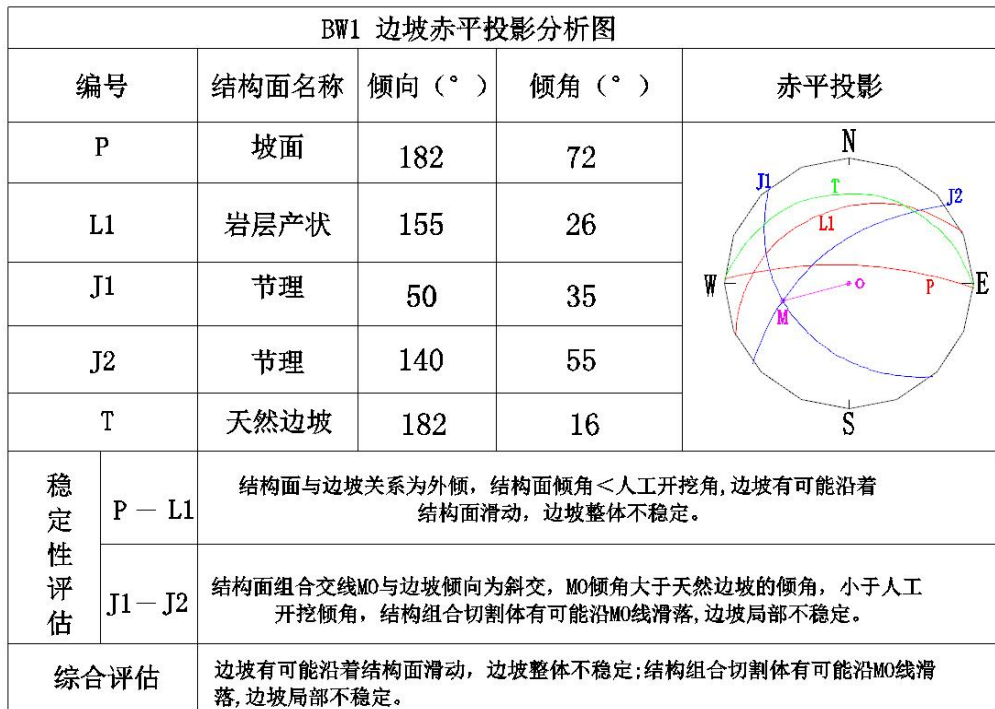


图 3-13 不稳定边坡 BW1 赤平投影分析图



图 3-13 安宁市龙山冶金溶剂矿生态问题现状图

矿山主要历史环境问题总结如下：

- (1) 矿山经前期多年开采，矿界范围内土地遭到大面积破坏、区内植被遭受破坏程度严重、现矿坑仅少量地表植被覆盖、存在水土流失、生态环境差，大风天扬尘对周边环

境空气造成影响；

(2) 矿坑形成一个凹陷露天采坑，坑挖方边坡随处可见，形成了较多的不稳定斜坡、滑坡等地质灾害体，影响周边山体的稳定；

(3) 矿坑耕植土剥离后破坏了土壤结构，土壤环境质量下降；

(4) 矿坑地表开挖长期裸露改变了区域土地利用格局，减少了植被覆盖率，破坏了原有动物栖息环境，破坏了生态景观；

(5) 降雨产生的淋沥水冲刷地表，会增加地表水和地下水的污染；

(6) 矿坑未闭坑，大风天扬尘对周边环境空气造成影响；

(7) 根据现场勘查，由于历史原因，项目区没有耕植土堆存，无法利用原有耕植土进行植被恢复。

根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）（试行）》，“按照环境影响评价相关技术导则要求确定评价范围并识别环境保护目标”。

### （1）生态环境保护目标

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），评价工作范围应依据评价项目对生态因子的影响方式、影响程度和生态因子之间的相互影响和相互依存关系确定，评价范围内没有《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）规定的生态敏感区，矿山评价范围取用地红线外延 300m 范围的区域，将评价区内所有动植物资源列为生态环境保护目标。

表 3-15 生态环境保护目标一览表

要素	保护对象		影响方式	保护要求
生态环境	植物	评价区内所有植物资源	工程占地、工程施工	保持评价区内生态系统的稳定性和完整性，保持评价区内生物多样性不受影响
	动物	评价区内所有动物资源	工程占地、工程施工。受干扰后能主动避让干扰源，影响小	

### （2）地表水环境保护目标

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），水环境保护目标为饮用水水源保护区、饮用水取水口，涉水的自然保护区、风景名胜区，重要湿地、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道，天然渔场等渔业水体，以及水产种质资源保护区等。本工程运营期无废水外排，不设地表水评价范围，考虑施工期废水可能对区域地表水造成影响，将项目区下游附近支流列为地表水环境保护目标。

表 3-16 地表水环境保护目标一览表

所属流域	地表水体	与项目相对位置关系			保护级别
		位置	距离（m）	方位	
长江流域	清水河	下游	1705	南	《地表水环境质量标准》 （GB3838-2002） IV类
	清水河水库	下游	2480	南	
	白龙潭坝	下游	1101	西南	
	瓜地坝水库	下游	1321	南	
	张家坝水库	下游	1321	东南	
	螳螂川	下游	1205	东	

### （3）声环境保护目标

#### 1) 生态修复区

生态环境  
保护目标

本项目运营期不产生噪声，噪声主要为施工期产生的设备噪声，随施工期的结束而消失。声环境保护目标为项目占地范围内 50m 的居民区等保持安静的建筑物。

表 3-17 项目生态修复区声环境保护目标一览表

序号	名称	经度	纬度	与项目相对位置		保护对象	保护级别
				方位	距离 (m)		
1	清水塘村	102.432519	24.938598	南	18	村民 40 户，120 人	《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 2 类标准

2) 运输道路

根据无害化处理磷尾矿生态修复材料的运输路线，50 米范围内的声环境保护目标详见下表。

表 3-18 项目运输道路声环境保护目标一览表

序号	名称	经度	纬度	与道路相对位置		保护对象	保护级别
				高差	距离 (m)		
1	车铺里	102.380626	24.844677	0	13	村民 127 户，402 人	《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 2 类标准
2	县街大村散户	102.391076	24.855279	0	12	村民 10 户，34 人	
3	平地哨村	102.411268	24.928211	0	36	村民 300 户，900 人	
4	清水塘村	102.436202	24.938237	0	16	村民 40 户，76 人	
5	中麒麟村	102.420613	24.930342	0	35	村民 96 户，377 人	

(4) 大气环境保护目标

1) 生态修复区

本项目运营期不产生废气，废气主要为施工期产生的扬尘，但产生时间很短，随施工期的结束而消失。大气环境保护目标为占地范围外 500m 的自然保护区、风景名胜区、居住区、文化区和农村地区中人群较集中的区域。

表 3-19 项目生态修复区大气环境保护目标一览表

序号	名称	经度	纬度	与项目相对位置		保护对象	保护级别
				方位	距离 (m)		
1	清水塘村	102.432519	24.938598	南	18	村民 40 户，120 人	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
2	清水塘村散户	102.431068	24.940300	西南	107	村民 2 户，6 人	

3	石甸口村 散户	102.438694	24.943805	东	75	村民 1 户, 3 人
4	龙山矿小 区	102.442398	24.945071	东	207	居民 120 户, 420 人
5	石甸口村	102.442931	24.939868	东	275	村民 80 户, 220 人
6	珍泉苑	102.447600	24.944393	东	922	居 240 户, 1200 人

## 2) 运输道路

根据无害化处理磷尾矿生态修复材料的运输路线, 运输道路两边 500 米范围内的大气环境保护目标详见下表。

表 3-20 运输道路大气环境保护目标一览表

序号	名称	经度	纬度	与道路相对位置		保护对象	保护级别
				高差	距离 (m)		
1	安宁中学太平学校	102.406483	24.866503	0	56	师生 5330 人	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
2	车铺里	102.380626	24.844677	0	13	村民 127 户, 402 人	
3	县街大村散户	102.391076	24.855279	0	12	村民 10 户, 34 人	
4	平地哨村	102.411268	24.928211	0	36	村民 300 户, 900 人	
5	清水塘村	102.436202	24.938237	0	16	村民 40 户, 76 人	
6	大窑坝村	102.400045	24.905511	0	400	村民 21 户, 63 人	
7	丰收厂老村	102.398865	24.899711	0	402	村民 66 户, 220 人	
8	箐箕凹村	102.409101	24.880207	0	300	村民 60 户, 182 人	
9	梨园村	102.410281	24.863232	0	418	村民 120 户, 350 人	
10	县街大村	102.395239	24.858228	0	80	村民 220 户, 722 人	
11	县街小村	102.397985	24.863913	0	300	村民 50 户, 146 人	
12	中麒麟村	102.420613	24.930342	0	35	村民 96 户, 377 人	
13	下麒麟村	102.429968	24.925925	0	300	村民 186 户, 580 人	

## (5) 地下水环境保护目标

参照《建设项目环境影响报告表编制技术指南(污染影响类)(试行)》, 生态修

复区场界外 500 米范围内无地下水集中式饮用水水源和热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源。根据水文地质调查报告，本次将水文地质单元内清水塘水井（生活用水）列入地下水环境保护目标。

表 3-21 地下水环境保护目标一览表

序号	地下水井（泉）	与项目相对位置关系			保护级别
		位置	距离（m）	方位	
1	清水塘水井	侧上游	270	西南	《地下水质量标准》 (GB/T14848-2017) III类标准

**(6) 土壤环境保护目标**

土壤环境保护目标为项目修复区边界外 1km 范围内的林地和农用地。

**1.环境质量标准**

**(1) 声环境**

项目位于安宁市温泉街道羊角社区居委会，根据《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中声环境功能区分类要求，项目所在区域可划分为 2 类声环境功能区，执行《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准，具体见下表。

表 3-22 声环境质量标准（摘录） 单位：dB（A）

时段	昼间	夜间
2 类声环境功能区	60	50

**(2) 大气环境**

项目位于安宁市温泉街道羊角社区居委会，根据《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 及其修改单（生态环境部公告 2018 年第 29 号）关于环境空气功能区分类，项目区属于二类环境空气功能区，环境空气质量执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 及其修改单二级标准，标准值见下表。

表 3-23 环境空气质量标准（摘录）

序号	污染物项目	平均时间	浓度限值	执行标准
1	二氧化硫（SO <sub>2</sub> ）	年平均	60μg/m <sup>3</sup>	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 及其 修改单（生态环境部公 告 2018 年第 29 号）中 二级标准
		24 小时平均	150μg/m <sup>3</sup>	
		1 小时平局	500μg/m <sup>3</sup>	
2	二氧化氮（NO <sub>2</sub> ）	年平均	40μg/m <sup>3</sup>	
		24 小时平均	80μg/m <sup>3</sup>	
		1 小时平局	200μg/m <sup>3</sup>	
3	一氧化碳（CO）	24 小时平均	4mg/m <sup>3</sup>	
		1 小时平局	10mg/m <sup>3</sup>	
4	臭氧（O <sub>3</sub> ）	日最大 8 小时平均	160μg/m <sup>3</sup>	
		1 小时平局	200μg/m <sup>3</sup>	
5	颗粒物（粒径小于 10μm）	年平均	70μg/m <sup>3</sup>	
		24 小时平均	150μg/m <sup>3</sup>	

评价标准

6	颗粒物（粒径小于 2.5 $\mu\text{m}$ ）	年平均	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		24 小时平均	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
7	总悬浮颗粒物（TSP）	年平均	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		24 小时平均	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

### （3）地表水

项目区地表水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准，具体标准限值见下表。

表 3-24 地表水环境质量IV类标准（摘录）

序号	项目名称	单位	IV类标准值
1	pH	无量纲	6~9
2	溶解氧	mg/L	3
3	高锰酸盐指数	mg/L	10
4	化学需氧量	mg/L	30
5	五日生化需氧量	mg/L	6
6	氨氮	mg/L	1.5
7	总磷	mg/L	0.3（湖、库 0.1）
8	氟化物	mg/L	1.5
9	阴离子表面活性剂	mg/L	0.3
10	硫化物	mg/L	0.5
11	粪大肠菌群	mg/L	20000
12	石油类	mg/L	0.5
13	挥发酚	mg/L	0.01
14	铜	mg/L	1.0
15	锌	mg/L	2.0
16	镉	mg/L	0.005
17	铅	mg/L	0.05
18	六价铬	mg/L	0.05
19	汞	mg/L	0.001
20	铍	mg/L	0.002
21	镍	mg/L	0.02
22	砷	mg/L	0.1

### （4）土壤环境

项目区土壤现状执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地筛选值标准。标准限值见下表。

表 3-25 土壤环境质量标准限值（摘录）单位：mg/kg，pH 为无量纲

序号	项目	筛选值	管制值
		第二类用地	第二类用地
1	砷	60 <sup>①</sup>	140
2	镉	65	172
3	铬（六价）	5.7	78

4	铜	18000	36000
5	铅	800	2500
6	汞	38	82
7	镍	900	2000
8	四氯化碳	2.8	36
9	氯仿	0.9	10
10	氯甲烷	37	120
11	1, 1-二氯乙烷	9	100
12	1, 2-二氯乙烷	5	21
13	1, 1-二氯乙烯	66	200
14	顺-1, 2-二氯乙烯	596	2000
15	反-1, 2-二氯乙烯	54	163
16	二氯甲烷	616	2000
17	1, 2-二氯丙烷	5	47
18	1, 1, 1, 2-四氯乙烷	10	100
19	1, 1, 2, 2-四氯乙烷	6.8	50
20	四氯乙烯	53	183
21	1, 1, 1-三氯乙烷	840	840
22	1, 1, 2-三氯乙烷	2.8	15
23	三氯乙烯	2.8	20
24	1, 2, 3-三氯丙烷	0.5	5
25	氯乙烯	0.43	4.3
26	苯	4	40
27	氯苯	270	1000
28	1, 2-二氯苯	560	560
29	1, 4-二氯苯	20	200
30	乙苯	28	280
31	苯乙烯	1290	1290
32	甲苯	1200	1200
33	间二甲苯+对二甲苯	570	570
34	邻二甲苯	640	640
35	硝基苯	76	760
36	苯胺	260	663
37	2-氯酚	2256	4500
38	苯并[a]蒽	15	151
39	苯并[a]芘	1.5	15
40	苯并[b]荧蒽	15	151
41	苯并[k]荧蒽	151	1500
42	蒽	1293	12900
43	二苯并[a、h]蒽	1.5	15
44	茚并[1, 2, 3-cd]芘	15	151
45	萘	70	700
注：①具体地块土壤中污染物检测含量超过筛选值，但等于或者低于土壤环境背景值（见 3.6）水平的，不纳入污染地块管理。土壤背景值可参见附录 A。			

项目修复覆土（耕植土）和周边农用地执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中农用地风险筛选值，标准限值详见下表。

表 3-26 农用地土壤污染风险筛选值和管制值（摘录） 单位：mg/kg

序号	污染物项目 <sup>①</sup>		风险筛选值	
			pH≤5.5	6.5<pH≤7.5
1	镉	其他	0.3	0.3
2	汞	其他	1.3	2.4
3	砷	其他	40	30
4	铅	其他	70	120
5	铬	其他	150	200
6	铜	其他	50	100
7	镍		60	100
8	锌		200	250

注：①重金属和类金属砷均按元素总量计。

**（5）地下水环境**

项目区地下水环境执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，标准限值见下表。

表 3-27 地下水质量标准（摘录） 单位：mg/L

序号	水质指标	Ⅲ类标准
1	pH 值（无量纲）	6.5~8.5
2	氨氮	≤0.5
3	硝酸盐	≤20
4	亚硝酸盐	≤1.0
5	铁	≤0.3
6	锰	≤0.1
7	溶解性总固体	≤1000
8	铜	≤1.0
9	锌	≤1.0
10	镉	≤0.005
11	铅	≤0.01
12	六价铬	≤0.05
13	总汞	≤0.001
14	铍	≤0.002
15	镍	≤0.02
16	总银	≤0.05
17	总砷	≤0.01
18	氟化物	≤1.0
19	耗氧量	≤3.0
20	总磷	≤0.2
21	石油类	≤0.05

备注：\*总磷和石油类标准限值参考《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水体标准。

## 2. 污染物排放标准

### （1）施工期

#### 1) 大气污染物排放标准

项目施工期大气污染物主要为无组织颗粒物，排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中无组织排放限值，详见下表。

表 3-28 大气污染物综合排放标准（摘录）

序号	污染物	执行标准	监控点
1	颗粒物	1.0mg/m <sup>3</sup>	周界外浓度最高点

#### 2) 噪声排放标准

项目施工期噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中表 1 规定的排放限值，标准限值见下表。

3-29 建筑施工场界环境噪声排放限值（摘录） 单位：dB（A）

昼间	夜间
----	----

70	55
	<p>3) 废水</p> <p>施工期：本项目施工期产生的废水经沉淀池收集沉淀后用于场地洒水降尘不外排，不设排放标准。生态修复回填区降雨形成的淋滤水经盲沟收集至淋滤水收集沉淀池沉淀处理后用罐车运输至浮选磷尾矿项目回用于选矿用水，不外排，不设排放标准。</p> <p>4) 固体废物</p> <p>生活垃圾按照《生活垃圾处理技术指南》遵循无害化、减量化、资源化的原则，在项目区内设置带盖垃圾桶收集垃圾，定期把垃圾清运至附近村庄生活垃圾收集点。</p> <p>项目现场不进行机修，不产生废机油，不设置危废暂存间。</p> <p>建筑垃圾按照《云南省建筑垃圾管理办法（试行）》分类回收利用，不能回收的部分委托有资质的单位进行处置。</p> <p>5) 地下水防渗控制标准</p> <p>项目回填的无害化处理磷尾矿生态修复材料为第 I 类固体废弃物，且有机质低于 5%；项目参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）II 类场对回填区进行防渗。</p> <p><b>（2）运营期</b></p> <p>项目为矿山生态修复，为非生产性项目，运营期无废气、废水、噪声、固废等环境污染物排放，不设排放标准。</p>
其他	<p>总量控制建议：</p> <p>项目运营期无废气排放，无废水排放，不涉及 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、COD、NH<sub>3</sub>-N 排放，固体废物处置率为 100%；故本次环评建议不设总量指标。</p>

## 四、生态环境影响分析

### 1.施工工艺流程简述及产污节点

项目建设期间主要为覆土工程（地质灾害安全隐患消除、地貌重塑等）、种植工程（土壤重构等）和配套工程（警示牌、截排水沟等）施工，施工期工艺流程和污染环节如下：

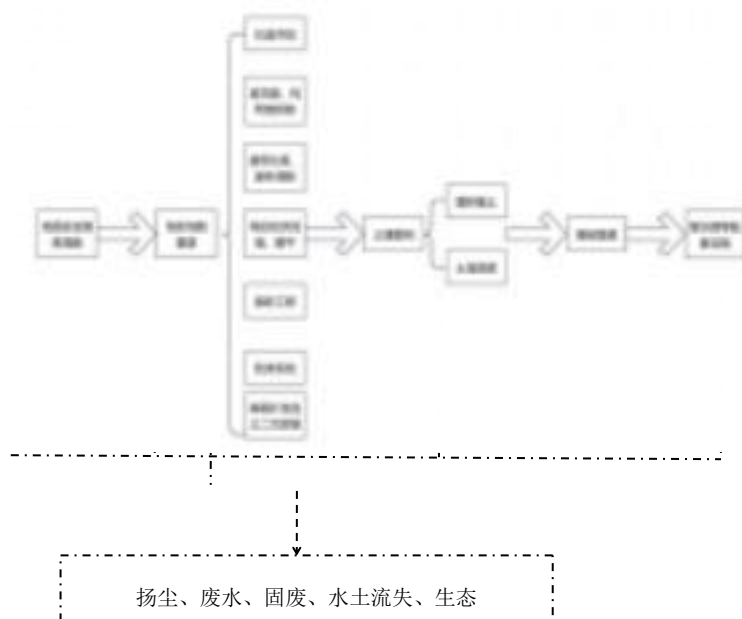


图 4-1 项目施工工艺流程及污染环节图

项目建设期间主要为覆土工程（地质灾害安全隐患消除、地貌重塑等）、种植工程（土壤重构等）和配套工程（警示牌、截排水沟等）施工。

表 4-1 项目施工期主要污染工序一览表

污染类别	污染源	主要污染因子
废气	施工作业	扬尘
	施工机械及运输车辆	CO、NO <sub>2</sub> 、HC 等
废水	施工废水	SS
	生活污水	COD、NH <sub>3</sub> -N、SS
噪声	施工机械	机械噪声
	运输车辆	交通噪声
固废	工程施工	建筑垃圾
	施工人员	生活垃圾
生态	会造成植被破坏，对土地利用、景观的影响和水土流失等	

### 2.施工期生态环境影响分析

根据现场勘查，目前项目区土地利用现状主要为裸露的岩石地表，矿坑经前期多年矿山开采，矿界范围内土地遭到大面积破坏、区内植被遭受破坏程度严重、现矿坑仅少

量地表植被覆盖、水土流失严重、生态环境差；矿坑内挖方边坡、填方边坡随处可见，形成了较多的不稳定斜坡、滑坡等地质灾害体，影响周边山体的稳定；矿坑采空区地质灾害严重发育，存在次生环境风险。

施工期对生态影响为施工活动对水土流失、植被、动物生境质量、景观的影响。

**(1) 水土流失：**项目边坡治理过程中可能会加重区域的水土流失情况，引起地质灾害。在施工过程中严格按照项目生态设计方案进行施工及边坡稳定处理，并在施工过程中采取水土保持措施，以减缓施工过程中的生态影响。

**(2) 植被：**修复区内植被覆盖率很低，因此项目建设对建设区内的植被破坏不大；项目建设的最终目的是对矿区进行生态重建，回填后项目区覆盖 40m 耕植土后进行植被恢复工作，修复后恢复为其他园地、乔木林地、农村道路、其他草地、坑塘水面等。项目覆土厚度 40cm，满足耕作要求（耕作深度一般为 30cm），覆土厚度满足《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）要求，届时因矿区开发建设而造成植被破坏将得到恢复，在较短的时间尺度上来看，因该项目建设而造成的少量植被的破坏是暂时的和可逆的，且恢复后林草覆盖率大大增加，生态系统更为丰富，长远来看，对该区域植被恢复有利。施工期间严格控制施工占地，严禁越界施工等措施控制对周边植被造成破坏。

旱地位于项目生态重建区表层，旱地区域耕植土下面覆防渗膜，因此农作物种植过程需选择根系不发达、种植深度要求不高的农作物，避免根系生长破坏防渗膜；旱地种植过程中避免漫灌，以防水量过大，泡发表层土壤及破坏防渗膜。

**(3) 动物：**项目区内原生生态系统已大面积破坏，野生动物生境完全恶化，不再适宜野生动物生存，项目区内野生动物不得不迁徙至附近生境，现状区内未发现大中型野生动物存在，项目施工期间可能会造成现有动物发生迁徙，但该行为是短暂的，待生态恢复后，届时因采矿而造成植被破坏将得到恢复，动物逐渐回迁。施工期间要求文明施工，严禁非法猎捕鸟类、兽类等野生动物，定期召开环保专题会议，宣传文明施工理念，提高施工人员环保意识。

**(4) 景观：**现在项目充填修复区内主要为裸露的岩石地表，基本没有植被覆盖，呈现一块灰白色的块状，与周边的绿色林地形成鲜明对比，严重影响了这一片区的景观。项目生态修复完成后，可修复土地面积 22.3217hm<sup>2</sup>，植被恢复面积 19.1430hm<sup>2</sup>，其中乔木林地 6.4362hm<sup>2</sup>、草地 3.8007hm<sup>2</sup>、园地 8.8793hm<sup>2</sup>、农村道路 0.2314hm<sup>2</sup>、水利设施 0.1951hm<sup>2</sup>。

表 4-2 生态修复前后对比

	修复前
	值

			复 垦 可 利 复 垦 总 面 积 2 2 . 3 2 1 7 h m 2 , 其 中 复 垦 面 积 1 9 . 1 4 3 0 h m 2 , 其 中 未 林 地 6 . 4
		工矿仓储用地面积 20.6972hm <sup>2</sup>	

			3 6 2 h n 2 、 直 地 3 . 8 0 0 7 h n 2 、 園 地 8 . 8 7 9 3 h n 2 、 石 林 道 距 0 . 2 3 1 4 h n 2 、 乃
--	--	--	--

			禾 草 0 · 1 9 5 1 h n 2 。
		不适宜野生动物生存	里 生 云 生 特 区 海 区 区 区
		生态系统已破坏	生 态 系 统 已 破 坏
		采坑植被分布很少，基本为草本，仅采坑周边分布有 华山松、云南松等植被	禾 草 、 冬 草 、 云 南 松 、 白 花 三 叶 松

直、香木直、象牙木，其力一區其生特多木性，其生周文原在志多絲木也。

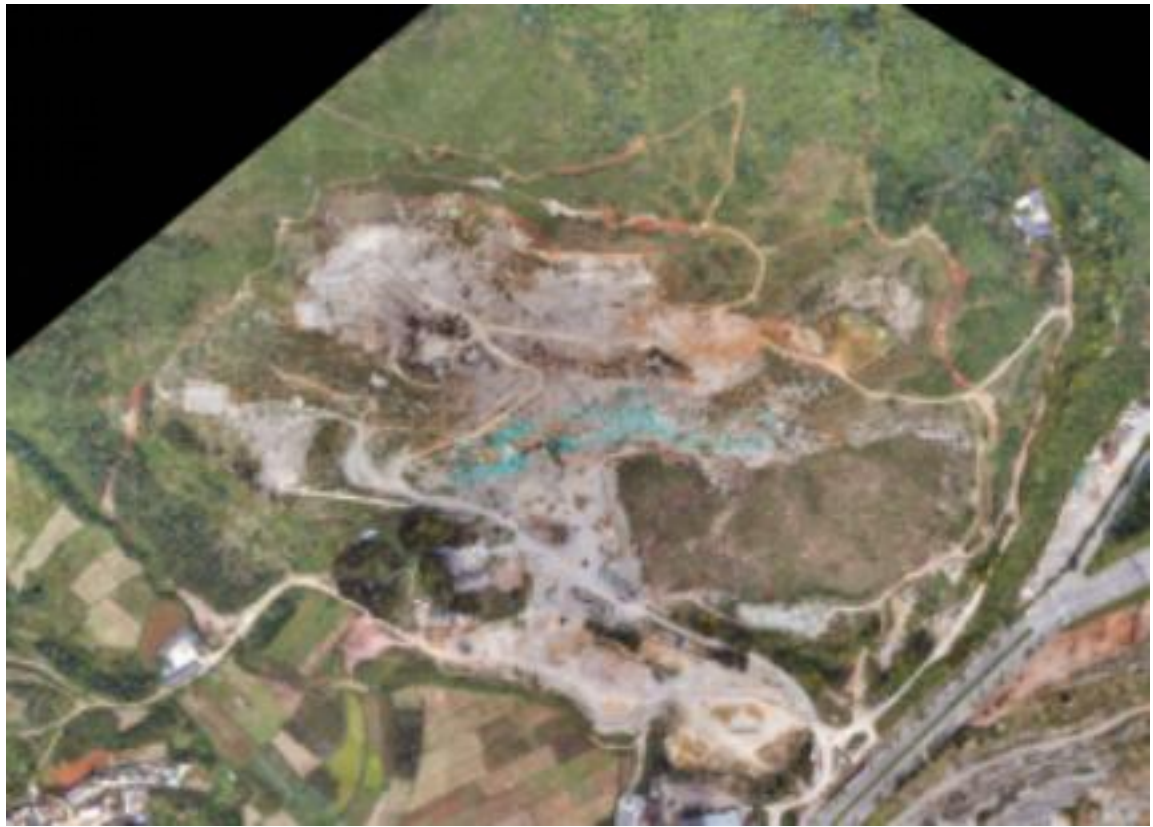


图 4-2 项目修复前现状图



图 4-3 项目修复后效果图

### 3.施工期废气影响分析

项目生态修复区施工过程中产生废气主要为扬尘及运输车辆、施工机械产生尾气。

#### (1) 扬尘

##### ①地表扰动扬尘

地表扰动扬尘主要来源于场地清理、截排水沟开挖、淋滤水收集池的开挖。采用经验公式计算，计算公式如下：

$$Q = 0.009U^{4.1}e^{-0.55W}$$

式中：Q—起尘量，kg/（a·m<sup>2</sup>）；

U—气象平均风速，1.9m/s；

W—含水率，取 18%。

扰动期间平均扬尘产生量约 0.013kg/a.m<sup>2</sup>，项目场地清理平整、拦挡坝建设、矿坑回填区边坡治理、截排水沟开挖、淋滤水收集沉淀池等工程，按照施工扰动最大扰动为场地清理平整，面积约 113217.00m<sup>2</sup>，则采场作业产尘量为 1.47t/a，施工作业时间以每天 8 小时，每年 330 天计，每小时扬尘产生量约 0.56kg/h。采用洒水车洒水降尘，非雨天每天洒水三次。经过洒水措施后，除尘效率为 74%，修复区的粉尘排放量为 0.14kg/h，项目施工工期约 90 天，预计粉尘排放量为 100.8kg，为无组织排放。

##### ②回填作业扬尘

无害化处理磷尾矿具有一定湿度，扬尘产生量很小。场地清理过程中产生的废土石大部分为废石料，扬尘产生量不大。

##### ③运输扬尘

运输道路分为乡村道路和矿山道路。乡村道路主要为柏油和泥结碎石路面，运输物料的车辆均采用密闭式箱车，产尘量相对较小，进行洒水降尘后，对大气环境影响不大。

由于矿山道路为砂石路面，运输扬尘较大。本评价采用秦皇岛码头汽车道路扬尘经验公式进行计算，公式如下：

$$Q_i = 0.0079VW^{0.85}P^{0.72}$$

式中：Q<sub>i</sub>—每辆汽车行驶扬尘量（kg/km·辆）；

V—汽车速度（km/h）；

W—汽车重量（t）；

P—道路表面粉尘量（kg/m<sup>2</sup>）。

项目采用 30t 自卸车对无害化处理磷尾矿原料、粘土及耕植土材料进行运输，平均

时速 10km/h、道路表面粉尘量按 0.1kg/m<sup>2</sup> 计算。土路运距 1km，运输期间每天约 120 车次，在不采取防治措施的情况下，汽车道路扬尘达 17.07kg/d，项目运输 90 天，则施工期间运输扬尘产生量为 1536.30kg。

根据《固体物料堆存颗粒物产排污核算系数手册》，在对道路进行洒水降尘措施后可减少约 74%扬尘，则运输扬尘排放量下降至 4.44kg/d，施工期运输扬尘排放量 399.48kg。

#### (2) 运输车辆、施工机械尾气

施工中运输车辆及施工机械运行产生的废气均是动力燃料柴油和汽油燃烧后所产生，主要成分是烃类、CO 和 NO<sub>x</sub>，属间歇性无组织排放，各类污染物产生量有限，量不大，且随着施工期的结束而消失。进出施工场地的车辆应尽量减速行驶，定期对车辆保养，防止带病作业，以减少汽车尾气对周围大气环境的污染。

项目废气排放情况见下表。

表 4-3 施工期无组织粉尘排放量

产污位置	无组织颗粒物				排放标准		
	产生量 kg/h	处理措施	处理 效率	排放量 t/a	去向	标准名称	浓度 限值
地表扰动	0.56	洒水降 尘、 喷雾降尘	74%	0.14	大气环境	《大气污染物综合 排放标准》	颗粒物： 1.0mg/m <sup>3</sup>
回填作业	少量			少量			
运输扬尘	17.07			4.44			
合计	17.63	/	/	4.58			

#### 4.施工期废水影响分析

项目施工期废水主要为回填修复区淋滤水、施工废水、施工人员的生活污水。

##### (1) 回填修复区淋滤水

根据项目设计方案，项目区分为回填修复区（FK03、FK04）和非回填修复区外排水，非修复区外雨水经截洪沟导排至周边沟渠，不进入场内。修复区内汇水主要分为作业面、未回填区域、已回填完成区域排水三部分。主体设计了淋滤水导排盲沟、坑底平台临时排水沟。

a.正在回填区域：汇水由淋溶水导排盲沟将施工期淋溶水排导至下游淋滤水收集池。

b.未回填区域：坑底平台临时排水沟将未堆填平台汇水连接至施工期临时道路排水沟，最终汇入回填修复区南侧截洪沟。

c.已回填完成区域：主体设计在采场修复区周边设置截洪沟拦截排导周边雨水径流。经顶部防渗后，回填区汇水（清水）经过主体设计的平台排水沟及坡面排水沟，最终接入外围截洪沟外排。堆填区内部淋滤水经过下渗，汇集于淋滤水导排盲沟，最终汇入下

游淋滤水收集池。经罐车运输至安宁市成杰物资经贸有限公司新建安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体 450 万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”回用，不外排。

因此，本次核算淋滤水的产生量为正在回填区域内的受雨面积。根据回填修复区施工时序，考虑季节性施工，进行分区实施，回填区每堆填完成须立即完成该区域的地面硬化工程及区域排水设施，待回填完成后，进行回填区域覆土后待图斑销号完成后进行地面硬化。根据设计方案，回填区面积为 80582.00m<sup>2</sup>。

一年中大气降水在时间上、数量上具有明显的不均匀性，降水持续时间、降水强度及大气蒸发对淋滤水产生量影响均较大，由于大气降水具有季节性，因此淋滤水产生量随季节周期性变化。回填区内淋滤水产生量按下式计算：

$$(W_w + W_j) - (W_y + W_k) = \Delta W$$

式中：

W<sub>w</sub>——无害化处理磷尾矿生态修复材料带入水量

W<sub>j</sub>——回填区内降水量

W<sub>y</sub>——回填区内蒸发量

W<sub>k</sub>——无害化处理磷尾矿生态修复材料饱水量

ΔW——系统盈亏余量

①无害化处理磷尾矿生态修复材料带入水量

根据设计方案，无害化处理磷尾矿生态修复材料堆填量为 65.2016 万吨。含水率为 18%。回填 3 个月，按 90 天计算，则每天回填量为 7244.62 吨。

表 4-4 无害化处理磷尾矿生态修复材料带入水量一览表

月份 \ 项目	回填量 (t)	带入水量 (m <sup>3</sup> )
1	/	/
2	/	/
3	/	/
4	/	/
5	/	/
6	/	/
7	217338.67	39120.84
8	217338.67	39120.84
9	217338.66	39120.84
10	/	/
11	/	/
12	/	/

合计	652016.00	117.362.52
----	-----------	------------

②回填区降水量

降雨量按下式进行计算:

$$Q = F \times H \times 1000$$

式中: Q—降水量, m<sup>3</sup>;

F—汇水面积, km<sup>2</sup>;

H—降水量, mm; 根据《云南省地面气象资料整编-累年各月各要素统计值(1971-2000)》, 采用 1971~2000 多年平均降水量、1971~2000 年最丰年降水量、单点暴雨情况。

多年平均降水量见下表。

表 4-5 多年平均降水量及蒸发量 单位: mm

月份	1	2	3	4	5	6
降雨量	14.1	15.3	18.2	23.1	83.1	154.9
蒸发量	137.2	174.6	263.0	282.8	252.1	177.6
月份	7	8	9	10	11	12
降雨量	187.9	181.3	102.6	67.0	39.1	9.1
蒸发量	144.5	140.8	117.8	113.3	100.8	104.6

最丰年降水量相当于本地区偏水年降水量, 典型代表年为 1997 年, 各月降水量和蒸发量见下表。

表 4-6 1997 年月均降水量及蒸发量 单位: mm

月份	1	2	3	4	5	6
降雨量	15.0	23.4	36.6	49.7	30.6	172.0
蒸发量	120.6	131.9	227.1	219.0	294.7	208.4
月份	7	8	9	10	11	12
降雨量	418.6	201.4	141.1	82.0	3.6	17.0
蒸发量	113.1	163.6	115.1	117.7	132.9	118.7

1971~2000 年最大日降雨量为 153.3mm, 即暴雨情况下日降雨量为 153.3mm, 对应的蒸发量为 4.5mm。

表 4-7 回填区雨水汇入量计算结果一览表 (平均年)

项目 月份	月均降雨量 (H) / (mm)	汇水面积 (F) / (km <sup>2</sup> )	雨水汇入量 (Wj) / (m <sup>3</sup> )
1	/	/	/
2	/	/	/
3	/	/	/
4	/	/	/
5	/	/	/
6	/	/	/

7	187.9	0.081	15219.90
8	181.3	0.081	14685.30
9	102.6	0.081	8310.60
10	/	/	/
11	/	/	/
12	/	/	/
合计	471.8	/	38215.8
项目施工期为 7、8、9 三个月			

表 4-8 回填区雨水汇入量计算结果一览表（最丰年）

月份	项目 月均降雨量 (H) / (mm)	汇水面积 (F) / (km <sup>2</sup> )	雨水汇入量 (Wj) / (m <sup>3</sup> )
1	/	/	/
2	/	/	/
3	/	/	/
4	/	/	/
5	/	/	/
6	/	/	/
7	418.6	0.081	33906.60
8	201.4	0.081	16313.40
9	141.1	0.081	11429.10
10	/	/	/
11	/	/	/
12	/	/	/
合计	761.1	/	61649.1
项目施工期为 7、8、9 三个月			

表 4-9 回填区雨水汇入量计算结果一览表（暴雨条件下）

暴雨量 (H) / (mm)	汇水面积 (F) / (km <sup>2</sup> )	雨水汇入量 (Wj) / (m <sup>3</sup> )
153.3	0.081	12417.30

③回填区蒸发量

蒸发量按云南省生态环境厅规定，结合当地气象局建议把 20mm 蒸发皿实测数据取 0.8 系数折算成蒸发力计算。蒸发量按下式进行计算：

$$Q_y = F_y \times H_y \times y \times 1000$$

式中：Q<sub>y</sub>—蒸发量，m<sup>3</sup>；

F<sub>y</sub>—蒸发面积，km<sup>2</sup>；

H<sub>y</sub>—蒸发量，mm；

y—陆地蒸发系数，0.8。

表 4-10 回填区蒸发量计算结果一览表（平均年）

月份 \ 项目	月均蒸发量 (E) / (mm)	蒸发面积 (A1) / (km <sup>2</sup> )	蒸发水量 (Wy) / (m <sup>3</sup> )
1	/	/	/
2	/	/	/
3	/	/	/
4	/	/	/
5	/	/	/
6	/	/	/
7	144.5	0.081	11704.50
8	140.8	0.081	11404.80
9	117.8	0.081	9541.80
10	/	/	/
11	/	/	/
12	/	/	/
合计	403.1	/	32651.1
项目施工期为 7、8、9 三个月			

表 4-11 回填区蒸发量计算结果一览表（最丰年）

月份 \ 项目	月均蒸发量 (E) / (mm)	蒸发面积 (A1) / (km <sup>2</sup> )	蒸发水量 (Wy) / (m <sup>3</sup> )
1	/	/	/
2	/	/	/
3	/	/	/
4	/	/	/
5	/	/	/
6	/	/	/
7	113.1	0.081	9161.10
8	163.6	0.081	13251.60
9	115.1	0.081	9323.10
10	/	/	/
11	/	/	/
12	/	/	/
合计	391.8	/	31735.8
项目施工期为 7、8、9 三个月			

表 4-11 回填区暴雨条件下蒸发量

蒸发量 (E) / (mm)	蒸发面积 (A1) / (km <sup>2</sup> )	蒸发水量 (Wy) / (m <sup>3</sup> )
4.5	0.081	364.50

④无害化处理磷尾矿生态修复材料饱水量

根据业主提供的资料，无害化处理磷尾矿生态修复材料饱和含水率按 25%计。

表 4-12 无害化处理磷尾矿生态修复材料饱和含水量

月份 \ 项目	回填量 (t)	饱和含水率%	饱和含水量 (m <sup>3</sup> )
---------	---------	--------	-------------------------

1	/	/	/
2	/	/	/
3	/	/	/
4	/	/	/
5	/	/	/
6	/	/	/
7	217338.67	0.25	54334.67
8	217338.67	0.02	54334.67
9	217338.66	0.25	54334.67
10	/	/	/
11	/	/	/
12	/	/	/
合计	652016.00	/	163004.00
项目施工期为 7、8、9 三个月			

综上所述，回填区水量平衡如下：

表 4-13 回填区淋滤水计算结果（平均年）

月份	来水量 W1		损失水量 W2		盈余水量△W	
	降雨：Wj	回填材料带入：Ww	蒸发：Wy	回填材料饱水量：Wk	-	+
1	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/
3	/	/	/	/	/	/
4	/	/	/	/	/	/
5	/	/	/	/	/	/
6	/	/	/	/	/	/
7	15219.9	39120.84	11704.5	54334.67	-11698.43	/
8	14685.3	39120.84	11404.8	54334.67	-11933.33	/
9	8310.6	39120.84	9541.8	54334.67	-16445.03	/
10	/	/	/	/	/	/
11	/	/	/	/	/	/
12	/	/	/	/	/	/
合计	38215.8	117362.52	32651.1	163004.01	-40076.79	/

备注：

①Ww—无害化处理磷尾矿生态修复材料带入水量；Wj—回填区雨水汇入量；Wy—回填区蒸发量；Wk—无害化处理磷尾矿生态修复材料饱和水量；

②“-”代表亏水；“+”代表余水，淋滤水经收集后用罐车运输至安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体 450 万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”作为磨矿及浮选用水。

项目施工期为 7、8、9 三个月

表 4-14 回填区淋滤水计算结果（最丰年）

月份	来水量 W1		损失水量 W2		盈余水量△W	
	降雨：Wj	回填材料带入：Ww	蒸发：Wy	回填材料饱水量：Wk	-	+

1	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/
3	/	/	/	/	/	/
4	/	/	/	/	/	/
5	/	/	/	/	/	/
6	/	/	/	/	/	/
7	33906.6	39120.84	9161.1	54334.67	/	+9531.67
8	16313.4	39120.84	13251.6	54334.67	-12152.03	/
9	11429.1	39120.84	9323.1	54334.67	-13107.83	/
10	/	/	/	/	/	/
11	/	/	/	/	/	/
12	/	/	/	/	/	/
合计	61649.1	117362.52	31735.8	163004.01	-25259.86	+9531.67
备注： ①Ww—无害化处理磷尾矿生态修复材料带入水量；Wj—回填区雨水汇入量；Wy—回填区蒸发量；Wk—无害化处理磷尾矿生态修复材料饱和水量； ②“-”代表亏水；“+”代表余水，淋滤水经收集后用罐车运输至安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体450万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”作为磨矿及浮选用水。 项目施工期为7、8、9三个月						

表 4-15 回填区淋滤水计算结果（暴雨条件下）

单 日	来水量 W1		损失水量 W2		盈余水量 ΔW	
	降雨：Wj	回填材料带 入：Ww	蒸发：Wy	回填材料饱水 量：Wk	-	+
暴雨	12417.30	1304.03	364.50	1811.16	/	+11545.67

由表 4-13 可知，在多年平均降雨年情况下，回填时期是亏水的。

由表 4-14 可知，在最大降雨年情况下，回填时期 8 月和 9 月是亏水的；盈水月出现在 7 月降雨较多的月份，7 月最大淋滤水量 9531.67m<sup>3</sup>，平均每天约 317.72m<sup>3</sup>。

由表 4-15 可知，在暴雨情况下，单日淋滤水量为 11545.67m<sup>3</sup>，每小时淋滤水量为 481.07m<sup>3</sup>。

根据设计方案，项目设 2 个淋滤水收集沉淀池，尺寸分别为 10m×10m×3m、5m×4m×2.5m，项目设 1 个淋滤水收集沉淀池，容积 350m<sup>3</sup>，能够满足多年平均降雨年和最大降雨年淋滤水的收集要求。但满足不了暴雨情况下的单日淋滤水量，环评要求扩大淋滤水收集池容积，以满足暴雨条件下淋滤水的收集；考虑近年安宁地区干旱少雨，以及间接成本，经与建设单位及设计单位沟通，经与建设单位及设计单位沟通，现有的淋滤水收集沉淀池扩大至 1000m<sup>3</sup>，新增一个容积为 500m<sup>3</sup>的应急事故池；同时施工期加强监管，如遇特大暴雨，立即启动应急预案，派罐车拉至 17 公里外的浮选厂。以满足暴雨条件下的淋滤水收集，并新增事故池防止淋滤水外溢。

淋滤水经收集沉淀池收集后用罐车运输至安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体 450 万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”作为磨矿及浮选用水。暴雨情况下，应提前对堆填区采用花油布或塑料膜进行临时覆盖，减少雨水下渗，同时增加罐车运输淋滤水回用的频次，防止淋滤水溢出。为了避免回填完成后，雨水进入回填区持续产生淋滤水，对顶部进行防渗再进行覆土后硬化，正常情况下无淋滤水产生。如后期继续有少量的淋滤水产生，经淋滤水收集沉淀池收集后用罐车运输至安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体 450 万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”作为磨矿及浮选用水。

矿山修复采用无害化处理磷尾矿生态修复材料作为回填材料，根据无害化处理磷尾矿生态修复材料的固废属性鉴别报告，结合安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体 450 万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”选矿废水污染物类型，项目淋滤水特征污染物为 pH、总磷、砷、氟化物。根据固废属性鉴别报告，均满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准。淋滤水经收集沉淀池沉淀后，用罐车运输至 450 万 t/a 的磷矿浮选厂作为磨矿及浮选用水。

### （3）车辆冲洗废水

施工车辆进出施工场地需对车轮进行清洗，清洗定额按 400L/辆计，运输期间每天约 30 车次，车辆冲洗用水量为 12m<sup>3</sup>/d，废水产生量约为 10.8m<sup>3</sup>/d，根据类比调查，车辆冲洗废水中 SS 浓度为 3000mg/L，车辆冲洗废水经三级沉淀池（54m<sup>3</sup>）沉淀后，返回洗车槽循环使用，不外排。对区域地表水体影响不大。

### （4）洒水降尘用水

在进行生态修复过程中，须对扰动地表、运输道路等现状易起尘的裸露地表进行洒水降尘，项目洒水降尘用水由洒水车直接运输至拟用水区进行洒水降尘。

根据《云南省用水定额标准》，洒水降尘用水量取 2L/m<sup>2</sup>·次，根据计算，生态修复区每年需洒水降尘区域及洒水量见下表。根据气象统计资料，项目所在地非雨天约 232 天，每天早、中、晚各洒水一次，每天降尘洒水量约 36m<sup>3</sup>/d，该部分用水自然蒸发损耗。

表 4-16 项目对各作业单元洒水降尘用水量一览表

用水区	洒水面积（m <sup>2</sup> ）	平均洒水频次（次/d）	洒水量（m <sup>3</sup> /d）
作业区（最大）	5000	3	30
运输道路	1000	3	6
合计	/	/	36

### （5）生活污水

项目施工期高峰施工人员约 30 人，项目不设施工营地，施工人员均不在施工场地内

进行食宿，生活污水主要是施工人员产生的洗手废水。施工人员每天生活用水以 20L/人计，总用水量为 0.6m<sup>3</sup>/d，生活污水产生量按 80%计，则项目施工期施工人员生活污水产生量为 0.48m<sup>3</sup>/d。生活污水所含的污染物主要为 SS、BOD<sub>5</sub>、COD 等，经临时沉淀池沉淀后回用于施工场地洒水降尘，不外排，对地表水环境影响不大。

### (6) 绿化用水

根据《云南省地方标准用水定额（2019）》，林木育苗用水量为 1050~1800m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>，项目选取植被为耐干旱植被，项目取值 1200m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>，项目生态修复完成后林地、草地的养护面积（园地不涉及）共 10.2370hm<sup>2</sup>，则用水量为 12284.4m<sup>3</sup>/a、52.95m<sup>3</sup>/d（非雨天 232d），该部分用水自然蒸发损耗。

### (6) 项目水平衡

根据项目用排水情况，根据项目废水产生情况及回用去向，做出项目水平衡详见下表。

表 4-17 项目水平衡表

用水		废水	
用水工序	用水量 (m <sup>3</sup> /d)	产生工序	产生量 (m <sup>3</sup> /d)
车辆冲洗水	12	车辆冲洗水	10.8
生活用水	0.6	生活废水	0.48
洒水降尘	36	淋滤水	317.72（按最丰年降雨量计）
绿化用水	52.95	/	/
合计	101.55	合计	329.00

### (7) 废水不外排的可行性论证

项目废水主要为车辆冲洗废水、生活污水和淋滤水。

#### 1) 施工生活污水和车辆冲洗废水不外排可行性

由于生态修复区内不设施工营地和办公区，生活污水和车辆冲洗废水主要为 SS，在进行生态修复过程中，雨天洒水量为 36m<sup>3</sup>/d。生活污水产生量很小，经沉淀后回用于厂区洒水可行；车辆冲洗废水经三级沉淀池（54m<sup>3</sup>）沉淀后，返回洗车槽循环使用，可节约用水量。

#### 2) 淋滤水不外排可行性

在最大降雨年情况下，回填时期 8 月和 9 月是亏水的；盈水月出现在 7 月降雨较多的月份，7 月最大淋滤水量 9531.67m<sup>3</sup>，平均每天约 317.72m<sup>3</sup>。在暴雨情况下，单日淋滤水量为 11545.67m<sup>3</sup>，每小时淋滤水量为 481.07m<sup>3</sup>。

项目设计设 2 个淋滤水收集沉淀池，容积 100m<sup>3</sup>，能够满足多年平均降雨年的收集要求。但满足不了最大降雨年淋滤水和暴雨情况下的单日淋滤水量，环评要求扩大淋滤

水收集池容积，以满足暴雨条件下淋滤水的收集；考虑近年安宁地区干旱少雨，以及间接成本，经与建设单位及设计单位沟通，经与建设单位及设计单位沟通，现有的淋滤水收集沉淀池扩大至 1000m<sup>3</sup>，新增一个容积为 500m<sup>3</sup> 的应急事故池；同时施工期加强监管，如遇特大暴雨，立即启动应急预案，派罐车拉至 17 公里外的浮选厂。以满足暴雨条件下的淋滤水收集，并新增事故池防止淋滤水外溢。安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体 450 万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”建设 3 个高位回水池，每个容积为 3000m<sup>3</sup>，可以满足淋滤水的暂存。根据选矿工艺水平衡核算，考虑了项目淋滤水的前提下，还需要每天补充新鲜水 2813m<sup>3</sup>/d，可做到完全回用。

为了减少回填过程中降雨下渗形成淋滤水，无害化处理磷尾矿堆排雨季应观测和关注天气情况，在施工开始前做好雨季堆排计划，在雨季来临前平整好整个堆填区，在堆填区表面开挖临时表面排水沟，堆排中做好滩面排水，防止滩面积水；雨天不进行堆排。暴雨情况下，应提前对堆填区采用塑料膜进行临时覆盖，减少雨水下渗。

### 5.施工期噪声影响分析

#### (1) 主要噪声源强

项目施工期间噪声主要是施工现场的各类机械设备噪声、施工作业噪声以及物料运输造成的交通噪声。不同的施工阶段会使用不同的机械设备，所以施工现场会产生强度较高、无规则、不连续的施工噪声。其强度与施工机械的类型、功率、工作状态等因素都有关。

经查阅相关工程监测资料，施工阶段主要噪声源及其声级值见下表：

表 4-18 主要施工设备源强

主要噪声源	1m 处噪声源强 dB (A)
装载机	85~90
挖掘机	85~90
振动压路机	85~90
推土机	85~90
运输车辆	86
洒水车	75
雾炮	65
水泵	80
输送机	75
低压脉冲除尘器	80

#### (2) 声环境影响预测与评价

##### 1) 设备噪声预测

施工期噪声主要是来自施工车辆和施工机械作业，施工期间主要噪声及振动来源于

挖掘机、推土机、装载机、洒水车、雾炮及水泵等设备。

考虑到项目作业机械的种类、台数、具体分布情况随着建设内容变化而变化，因此只能在假设的典型情况进行，即所有施工设备噪声源均看作固定点声源。

采用点源衰减模式，预测声源至受声点的几何发散衰减，不考虑声屏障、空气吸收的衰减。预测公式如下：

$$L_r = L_{r_0} - 20\lg(r/r_0)$$

式中： $L_r$ —声源  $r$  处的 A 声压级，dB (A)；

$L_{r_0}$ —距声源  $r_0$  处的 A 声压级，dB (A)；

$r$ —预测点与声源的距离，m；

$r_0$ —监测设备噪声时的距离，m。

根据上述预测模型，施工阶段所涉及设备同时运用，根据上述预测模型，项目施工阶段厂界噪声预测值如下表所示。

表 4-19 主要施工机械噪声贡献值预测结果 单位：dB (A)

噪声源	源强	施工场界不同距离处噪声贡献值						
		10m	30m	50m	70m	100m	150m	200m
装载机	90	70	60	56	53	50	46	44
挖掘机	90	70	60	56	53	50	46	44
振动压路机	90	70	60	56	53	50	46	44
推土机	90	70	60	56	53	50	46	44
运输车辆	86	66	56	52	49	46	42	40
洒水车	75	55	45	41	38	35	31	29
雾炮	65	45	35	31	28	25	21	19
水泵	80	60	50	46	43	40	36	19
输送机	75	55	45	41	38	35	31	29
低压脉冲除尘器	80	60	50	46	43	40	36	19
噪声贡献值		78	68	64	61	58	54	51

项目施工期单体设备声源最大声级为 90dB (A)，由上表中可以看出，项目施工过程中各阶段施工噪声昼间在场界 30m 以外排放值可以达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 排放限值要求，夜间在场界 150m 以外排放值可以达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 排放限值要求。项目夜间不施工，项目回填施工区 30m 范围内的居民点(清水塘村)影响较大。

## 2) 沿途敏感点噪声预测

项目修复区填充材料采用汽车运输，运输道路选择沿途少村庄分布，但还是不可避免沿途经过村庄，根据运输道路声环境保护目标一览表，离运输道路最近的居民点为 10 米。声环境现状引用《2023 年度昆明市生态环境状况公报》中安宁市的昼间平均噪声。

表 4-20 沿途敏感目标噪声预测一览表

声环境保护 目标名称	距离 (m)	噪声现状值 /dB (A)	噪声标准 /dB (A)	噪声贡献值 /dB (A)	噪声预测值 /dB (A)	达标情况
		昼间	昼间	昼间	昼间	昼间
车铺里	13	48.2	60	68	69	超标
县街大村散 户	12	48.2	60	69	70	超标
平地哨村	36	48.2	60	58	59.5	达标
清水塘村	16	48.2	60	66	67.2	达标
中麒麟村	35	48.2	60	58	59.6	超标

根据上表预测，运输车辆噪声昼间在 35 米外可达到《声环境质量标准（GB3096—2008）》2 类声环境功能区标准。对沿途道路两边距离 36 米内的居民点影响较大，需要采取控制措施。

项目夜间不施工，在采取以下噪声控制措施后，对声环境及沿线声环境保护目标的影响可接受。

### （3）噪声控制措施

为减轻施工期对周围环境影响，项目施工期需注意采取以下措施：

#### 1) 施工噪声

①在符合施工需要的前提下，尽可能选取噪声低、振动小、能耗小的先进设备。加强对施工机械的维护保养，避免由于设备性能差而使机械噪声增大的现象发生，避免偶发噪声发生；

②加快施工进度，合理安排施工时间；

③加强对施工人员的环境宣传和教育，使他们认真落实各项降噪措施，做到文明施工；

④运输施工物资应注意合理安排施工物料运输时间。

⑤加强对施工场地的噪声管理，文明施工，做好区内交通组织，施工场地车辆出入现场时应低速、禁鸣，设立专人负责。

通过采取上述措施，将项目施工期施工机械噪声对周围环境的影响降至最低。随着项目施工结束，施工噪声污染将随之消失，在严格执行上述措施的前提下，项目施工噪声对周边声环境产生的影响是可以接受的。

#### 2) 运输噪声

回填料运输依托现有道路，往来车辆较多，为避免车辆运输噪声对沿途村民的影响，

要求运输车辆经过此处时减速慢行，同时加强途经对途经村庄道路维护；在经过沿线村庄时，应减缓车速、禁止鸣笛；合理安排运输时间，运输尽量安排在昼间；路过村庄点，应避开在 12:00~14:00，夜间 22:00~次日 6:00，减少车辆运输产生的噪声对于周边环境的影响。经采取以上措施后，项目运输噪声对沿途村庄的影响是可以接受的。

## 6.施工期固废影响分析

项目施工期固体废物主要为土石方、施工人员生活垃圾、沉淀池及淋滤水收集池沉渣。

### (1) 土石方影响分析

根据项目修复设计方案，项目矿山产生的高陡边坡进行治理，规划进行危岩清理，治理过程中产生废弃土石方 281659.31900m<sup>3</sup>，全部用于矿山治理区底部矿坑回填反压，不产生弃方；

### (2) 建筑垃圾影响分析

本项目在对矿山遗留的建筑进行拆除清理过程中将会产生一定量的建筑垃圾，产生量约为 977.63m<sup>3</sup>，**建筑垃圾分类回收利用，不能回收的部分委托有资质的单位进行处置。**

### (3) 生活垃圾影响分析

项目工程施工人员约为 30 人，施工人员不在项目区内食宿，生活垃圾产生量较少，垃圾产生量以 0.2kg/人·d 计，则约 6kg/d，施工期为 3 个月，施工期生活垃圾产生量为 0.018t。施工期施工人员生活垃圾经集中收集后，清运至就近的垃圾集中收集点由当地环卫部门统一清运处置。

### (4) 废弃包装料影响分析

项目废弃包装料主要来自防渗膜及绿化植被的包装材料，产生量约 0.1t/a，经收集后能回收利用的回收利用，不能回收的统一收集后与生活垃圾一同处置。

### (5) 沉淀池及淋滤水收集池沉渣影响分析

沉淀池及淋滤水收集池的沉渣，定期进行清理，清理出来的沉渣约 0.6t，装袋沥水晾干后用于回填区回填。

## 7.土壤环境影响分析

### (1) 土壤影响途径

项目为矿山生态修复，对土壤主要影响表现为：

1) 施工期尤其是当回填体不符合回填要求时，回填区淋滤水发生泄漏，将会对土壤造成影响。

2) 覆土绿化使用的耕植土对区域土壤的影响主要表现为土壤类别与区域的差异造成当地原有土壤理化特性的变化。外调耕植土须满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）的要求。

### **(2) 土壤环境影响分析**

1) 淋滤水收集沉淀池采用 C15 混凝土垫层，现浇 C30 钢筋砼结构（混凝土采用防水混凝土），定期检查发现开裂及时修复，淋滤水及时抽排。正常情况下，回填区域淋滤水泄漏的几率很低。环评要求回填的无害化处理磷尾矿生态修复材料需达到回填要求后方可运至回填区回填，不得回填不合格的生态修复材料，确保所有批次无害化处理磷尾矿生态修复材料满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）第 8 条充填及回填利用污染控制要求，即满足第 I 类工业固体废物，且有机物含量不超过 5%。在施工过程中严格按照回填方案进行施工，将淋滤水收集于淋滤水收集沉淀池内，用罐车运输至安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体 450 万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”作为磨矿及浮选用水。在采取以上措施后，淋滤水对土壤环境的影响不大。

2) 根据耕植土土壤检测结果（附件 6），满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）筛选值的要求，回填修复区土地利用规划性质园地，待图斑销号后进行土地硬化后建设，项目建设对修复区土壤环境影响不大。

3) 项目实施后，林草植被覆盖率的增加，能改善土壤物理、化学性状，提高土壤肥力，项目实施对该区域土壤结构改善有积极意义。

### **(3) 土壤环境保护措施**

1) 淋滤水收集沉淀池采用 C15 混凝土垫层，现浇 C30 钢筋砼结构（混凝土采用防水混凝土）。

2) 回填修复区采用按照设计规范进行防渗，避免淋滤水泄漏下渗对土壤环境产生影响。

3) 矿山修复材料应满足回填要求后方可运至回填区回填，不合格不得回填。确保所有批次无害化处理磷尾矿生态修复材料符合《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）第 8 条充填及回填利用污染控制要求，即满足第 I 类工业固体废物，且有机物含量不超过 5%。

4) 在施工过程中严格按照回填方案进行施工，淋滤水收集于淋滤水收集沉淀池内，用罐车运输至安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体 450 万吨/年中、低品位

磷矿综合利用及输送项目”作为磨矿及浮选用水。

5) 对每批次覆土和黏土衬层成分进行监测，确保覆土满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）的要求。

6) 对运输车辆采取覆盖措施，落实洒水抑尘等施工扬尘控制措施，减少回填材料泼洒，沉降进入土壤环境，减缓对土壤环境的影响。

7) 土壤跟踪监测：修复区范围外周边 1km 内布设 3 个表层监测点。监测因子为 pH、氟化物、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、有机质，土壤满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）要求。

## 8.地下水影响分析

项目水文地质条件主要引用《安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿矿山生态修复项目专项水文地质调查报告》（中材地质工程勘察研究院有限公司）相关内容，调查报告见附件 20。

### 8.1 评价区水文地质条件

#### (1) 评价区水文地质单元确定

项目区位于清水塘村附近，龙山山脊南西侧，属于清水塘次级水文地质单元，根据项目区所在位置地形地貌及地层含富水性特征来确定项目区水文地质单元边界。

项目区东侧以 F11 断层、螳螂川为界（区域最低侵蚀基准面），南侧、西侧以三叠系碎屑岩相对隔水地层为界，北部以 F<sub>5-1</sub> 相对隔水断层为界。基本构成一个相对完整的水文地质单元，具有统一的补给、径流和排泄条件。

#### (2) 地下水评价范围确定

项目区地下水评价范围根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）、结合项目区位置、区域水文地质资料，根据区域内的地下水补给、径流、排泄条件及含水层结构特征，本次工作在采用自定义法划定地下水环境影响评价范围。本次地下水评价范围即项目区水文地质单元，评价区面积约 3.32km<sup>2</sup>。详见附图 26 区域综合水文地质图。

#### (3) 评价区地层岩性

表 4-21 评价区地层特征

界	系	统	组	代号	厚度 (m)	主要特征
---	---	---	---	----	--------	------

新生界	第四系	全新统	人工堆积层	Q <sub>4</sub> <sup>ml</sup>	0.2-20.5	主要分布于调查区修复区，岩性成分为块石、碎石、角砾混粉质粘土，干~稍湿，松散~稍密，呈棱角状，大小混杂、分选性、磨圆度差，粒径 2m~20cm 不等，分布极不均匀，厚度变化较大。
			坡残积层	Q <sub>4</sub> <sup>el+dl</sup>	0.2-3	分布于采坑边缘地表、山坡缓坡地带，岩性主要为褐红色、褐黄色粘土、粉质粘土。黏土类物质混少量碎块石组成，碎块石成分主要为灰岩。
中生界	三叠系	中统	上禄丰群	J <sub>2</sub>	41-1638	大面积分布于修复区南侧外围，岩性主要为酒红、暗紫红、棕红色泥岩、钙质泥岩、杂色泥岩、粉砂岩。底为棕红色砂砾岩、砾岩，安宁盆地，顶部为含盐泥灰岩。下部夹中粗粒石英砂岩。该层场地内未见分布。
古生界	二叠系	下统	栖霞茅口组	P <sub>1q+m</sub>	190-598	广泛分布于修复区内，岩性为灰、灰白、灰黑色中厚层块状灰岩、虎斑状白云质灰岩、白云岩。该层为场地内主要出露地层，场地内均匀分布，为修复区主要含水层。
			倒石头组	P <sub>1d</sub>	2-67	分布于修复区北侧外围，东西向展布，岩性为灰、褐黄色豆状、致密状铝土岩、铝土质页岩、黑色页岩、煤砂岩夹灰岩透镜体。
	泥盆系	上统	宰格组	D <sub>3z</sub>	76	分布于项目区北侧。岩性为深灰~肉红色厚层状灰质白云岩夹透镜体状绿色页岩，中部夹角砾状灰质白云岩，顶底部夹灰岩及泥质灰岩。
			海口组	D <sub>2h</sub>	10-170	分布于调查区西南部，岩性为灰白色石英砂岩夹黄、灰绿色石英砂岩及灰绿色页岩。富含沟鳞鱼及古鳞木化石。该层场地内未见分布。
	寒武系	下统	渔户村组	Є <sub>1y</sub>	74-274	第四五段岩性为磷块岩。白云质磷块岩、内碎屑磷块岩、角砾状硅质磷块岩、含磷白云岩夹硅质岩及硅质条带或条纹。二三段岩性为白云岩，粉晶白云岩、硅质白云岩夹含藻白云岩、泥质白云岩、硅质岩。下段岩性为白云岩、泥岩、粉砂岩。
元古生界	震旦系	上统	灯影组	Z <sub>6dn</sub>	460-1202	分布于修复区北侧外围，东西向展布，岩性为浅灰、灰白色薄~厚层状白云质硅质灰岩、硅质灰质白云岩。

#### (4) 评价区地层含富水性特征

##### 1) 评价区松散岩类孔隙水

项目区第四系松散岩类孔隙水主要赋存于第四系人工堆积层 (Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)、坡残积层 (Q<sub>4</sub><sup>el+dl</sup>) 土体颗粒孔隙中，其岩性为块石、碎石、角砾混粉质粘土等。含水层结构较均匀，空隙间互相连通，水利联系密切，主要靠大气降水和地表水入渗补给，地下水水位、

水量随季节变化大。本含水层组一般具有径流距离短、水交替强烈、就近排泄的特点。具有上层滞水性质，泉水流量小于 0.1L/s，该层富水性较弱，透水性中等~强。

## 2) 评价区碎屑岩类裂隙水

评价区基岩裂隙水赋存于 J<sub>2</sub>、P<sub>1d</sub> 碎屑岩类裂隙中。

①侏罗系上禄丰群 (J<sub>2</sub>)：岩性主要为酒红、暗紫红、棕红色泥岩、钙质泥岩、杂色泥岩、粉砂岩。Mo=1.5L/s·km<sup>2</sup>；Qcp=0.5L/s，富水性中等。

②二叠系下统倒石头组 (P<sub>1d</sub>)：分布于评价区北部，岩性为灰、褐黄色豆状、致密状铝土岩、铝土质页岩、黑色页岩、煤砂岩夹灰岩透镜体。qcp=0.04L/s·m；Qep=0.43L/s，富水性弱。

## 3) 评价区碳酸岩类岩溶水

①二叠系下统栖霞茅口组 (P<sub>1q+m</sub>)：分布于评价区北部，岩性为灰、灰白、灰黑色中厚层块状灰岩，虎斑状白云质灰岩、白云岩，广泛分布于项目区，岩溶弱发育，岩溶形态主要有溶痕、溶隙、溶穴，岩溶裂隙主要沿构造裂隙面发育，隙宽小于 2cm，泥或钙化半充填，主要发育方向与裂隙走向一致。大气降水易沿地表裂隙、落水洞、漏斗等渗入地下补给地下水。Mo=15.059L/s·km<sup>2</sup>，qcp=2.84L/s·m，Qsp=46.55L/s，Q=19.2L/s，富水性强。

### ②泥盆系上统宰格组 (D<sub>3z</sub>)

岩性为深灰~肉红色厚层状灰质白云岩夹透镜体状绿色页岩，中部夹角砾状灰质白云岩，顶部夹灰岩及泥质灰岩。含水层呈条带状、块状分布，地表岩溶发育弱，溶隙是地下水的赋存和运移通道，富水性较均一，q=0.22L/s·m，富水性中等。

③寒武系渔户村组 (Є<sub>1y</sub>)：分布于调查区北部，岩性为上部为灰色含磷石英砂质白云岩夹燧石条带、灰色中层状白云岩夹燧石条带。中部为含磷、砂泥质内砂屑、含石英内砂屑至细晶白云岩夹白色硅质条带。下部为断续条纹状构造的泥质粉晶白云岩、磷块岩。层间中厚层状白云岩岩溶裂隙发育，单位涌水量 q=0.0157~0.0186L/s.m，富水性中等。地下水化学类型为：HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>—Ca<sup>2+</sup>·Mg<sup>2+</sup>型及 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>·NO<sub>3</sub><sup>-</sup>—Ca<sup>2+</sup>·Mg<sup>2+</sup>型水，pH 值=5.8~7.0，弱偏酸性。

④震旦系上统灯影组 (Zbdn)：分布于评价区北部，岩性为灰浅灰、灰白色薄~厚层状白云质硅质灰岩、硅质灰质白云岩。局部地区顶部夹薄层粉细砂岩及钙质页岩。碳酸盐岩类岩溶水赋存于震旦系上统灯影组 (Zbdn) 硅质白云岩、灰质白云岩，据区域水文地质资料 (昆明幅)，该含水岩组 Mo=6.869L/s·km<sup>2</sup>；qcp=3.45L/s·m；Qep=8.64L/s，

Qsm=18.8L/s，富水性较强，含水层渗透系数为0.41m/d，渗透性中等。由于该含水岩组岩溶发育不均，沿岩性分界线较发育，因此地下水多呈管流。受大气降水补给，水位埋深随季节变化较大，区内地下水位埋藏深度变化较大。

### (6) 评价区附近断层及导水性

项目区在区域上位于扬子准地台西部，川滇台北背斜南段，属武定—石屏隆断束，处于禄劝断凹区，由昆阳群组成断凹区基底，构造甚为发育，为多期叠加褶皱变形区，古生界海相盖层和中生界凹陷的陆相盖层，在基底构造的制约下，主要发育了近东西向的褶皱和逆冲推覆构造。矿区地处相距35~40km的禄丰—易门南北向断裂带与桃园—昆明南北向断裂的相间挟持部位，受上述两南北断裂带的影响和来自南北地应力的控制，区内构造线以东西向为主，次为南北向和北东、北西向，安宁温泉位于南北与东西向构造交汇，平缓的褶皱和块状断裂是本地区的构造特点

①东西向构造：地应力主要来自北部，多为老一期的逆延断裂。矿区分布的东西向断层主要是F<sub>5-1</sub>、F<sub>5-2</sub>。

F<sub>5-1</sub> 禄脰-庙山-珍珠泉断裂：近东西走向，长20km，倾向北，为推覆断层，地层两盘不连续，中断、缺失，破碎带宽20~40m，北盘地层与南盘地层重复出现，新地层覆于老地层之上。沿断裂破碎带发育构造角砾岩。角砾成分为泥灰岩，次棱角状为主，钙质、泥质胶结，胶结较紧密，局部形成透镜状和片理化带，明显具压扭性断裂活动特征，导水性相对较差。

F<sub>5-2</sub> 断裂：近东西走向，与F<sub>5-1</sub>近乎平行，长约20km，倾向北，为推覆断层，地层两盘不连续，中断、缺失，北盘地层老于南盘，北盘地层呈背斜形态，近断面附近地层倒转，背斜轴与地层大致平行。沿断裂破碎带发育构造角砾岩，构造带角砾成分以灰岩、白云岩为主，呈次棱角状、棱角状，钙质、泥质胶结，胶结较紧密。沿断层破碎带岩溶发育。

②东西向构造：项目区周边分布南北向断裂为：鸣矣河-七街子推测逆断裂（F<sub>2</sub>）、F<sub>10</sub>、F<sub>11</sub>。

鸣矣河—七街子推测逆断裂（F<sub>2</sub>）：位于项目区东部约1.2km处，近南北向发育，发育长度约30.6km，倾向、倾角性质不明，断层两盘地层为Pt<sub>2hs</sub>、P<sub>2β</sub>地层分布，北端被云龙村正断裂错段，南端被小营村-双河营逆断层错段，由东西向应力作用形成，晚近期活动强烈，导水性相对较好。

F<sub>10</sub> 断层：分布于矿区西侧，地表出露大于5km，倾向南西，使矿区P<sub>1q+m</sub>地层俯

冲与中生界侏罗系地层之下，钙质、泥质胶结，胶结较紧密，局部形成透镜状和片理化带，明显具压扭性断裂活动特征，导水性相对较差，是矿区所在水文地质单元西南部的边界。

**F<sub>11</sub> 断层：**分布于矿区东侧，出露长度约 1.4km，错段了 F<sub>5-1</sub>、F<sub>5-2</sub> 断裂，倾向、倾角性质不明，钙质、泥质胶结，胶结较紧密，局部形成透镜状和片理化带，明显具压扭性断裂活动特征，导水性相对较差。

### (7) 评价区地下水补、径、排条件

据现场调查，评价区位于区域水文地质单元的补给径流区，地下水类型有孔隙水、裂隙水、岩溶水，并以岩溶水为主。含水层大多于山脊斜坡区上部出露，中下部多为松散层覆盖，山脊斜坡区为地下水主要补给区，地下水主要接受大气降水补给，大气降水沿地表孔隙、裂隙、岩溶通道补给地下水，项目区地势总体北东高南西低，地下水流向与地表水流向基本一致，流向南，在地形构造有利处径流排泄。评价区最高点位于北西侧龙山山脊，最低点位于东侧螳螂川。地下水流向东南，在构造或者地形有利处以泉点排泄补给地表水或者沿深部向秋木园-温泉富水块段运移补给，最终排泄至螳螂川。

**1) 孔隙含水层组：**场地附近松散岩类型孔隙水主要接受大气降雨入渗补给，补给较为迅速，补给条件较好。安宁市气候属亚热带季风气候，全年雨量丰沛，因此评价区补给条件总体较好，但是需要强调的是大气降雨补给受第四系覆盖层厚度和岩性影响较大，尤其是黏性土覆盖区域，土体透水性较差，大气降雨不易下渗，补给条件较差；反之，在砂砾石层覆盖区，由于地层透水性较好，因此补给条件也较好。松散岩类孔隙水径流主要受地形条件控制，接受大气降雨补给后，松散岩类孔隙水就近往低洼处径流，径流速度较快，具备就近补给就近排泄的特点，在径流过程孔隙水可下渗补给下伏含水层。

**2) 裂隙含水层组：**补给主要为大气降水，场区主要为垂向补给。大气降水后少部分直接由地面流走，大部分沿第四系土层垂向渗入基岩面，并沿节理裂隙所组成的裂隙网络等往地下渗入。水量、径流、排泄受岩体中结构面的分布密度、宽度、充填程度控制。强风化岩体中结构面发育，宽度较大，充填程度一般；中等风化岩体中结构面一般发育，宽度小，充填程度高。因此，从整体上看，地下水的埋藏较深；在强风化岩体中，地下水径流途径较短，在中等风化岩体中径流途径相对长一些。降雨垂直渗入到微透水岩层段后转向水平径流，径流方向为北东向。补给强度主要取决于含水层出露面积、地形坡度及裂隙的发育程度。粉砂岩、灰岩及粘土岩层状裂隙具有裂隙延伸长、闭合性较好、充填胶结物较多、连通性较差的特征，透水性较弱—中等。

**3) 碳酸岩类岩溶含水层:** 补给主要为大气降水补给, 降水沿溶孔、溶隙、溶沟等岩溶形态下渗运移补给地下水, 地下水一般顺构造带和岩溶裂隙带大致沿地层走向顺层径流, 并以叶脉状流和管道流为主, 遇有地形切割或断裂时以大泉集中排泄, 径流方向严格受区域构造和地层走向控制, 矿坑原始地形已全遭受破坏, 现状地形较为零乱, 位于地下水的径流区, 地下水运动以水平位移方向为主, 地下水在地下水流向东南, 向秋木园-温泉富水块段运移补给, 最终排泄至螳螂川。

## 8.2 修复区水文地质条件

### (1) 修复区地层及岩性

为查明修复区水文地质及条件, 本次在修复区范围内及周边共施工 5 个钻孔。钻孔布设考虑到作为后期地下水监测井使用, 分别布设于场地内回填区上游、中部、下游以及回填区两侧, 钻孔布设避开了回填区。根据现场地质测绘及钻孔揭露情况, 修复区场地范围内出露地层由新到老可划分为第四系人工堆积层(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)、第四系坡残积层(Q<sub>4</sub><sup>el+dl</sup>)、二叠系下统栖霞茅口组(P<sub>1q+m</sub>)灰白色灰岩。

表 4-22 钻孔工程量统计表

编号	经纬坐标 (度分秒)		地面高程(m)	孔深 (m)	备注
ZK001	102°26'0.86"	24°56'24.91"	1910.85	55.60	回填区南侧
ZK002	102°26'7.13"	24°56'26.63"	1926.39	60.00	回填区内部, 避开了回填场地
ZK003	102°25'56.20"	24°56'30.30"	1953.64	73.00	回填区上游
ZK004	102°26'13.31"	24°56'22.44"	1908.22	50.00	回填区下游
ZK005	102°26'8.66"	24°56'37.76"	1997.26	49.70	回填区北侧

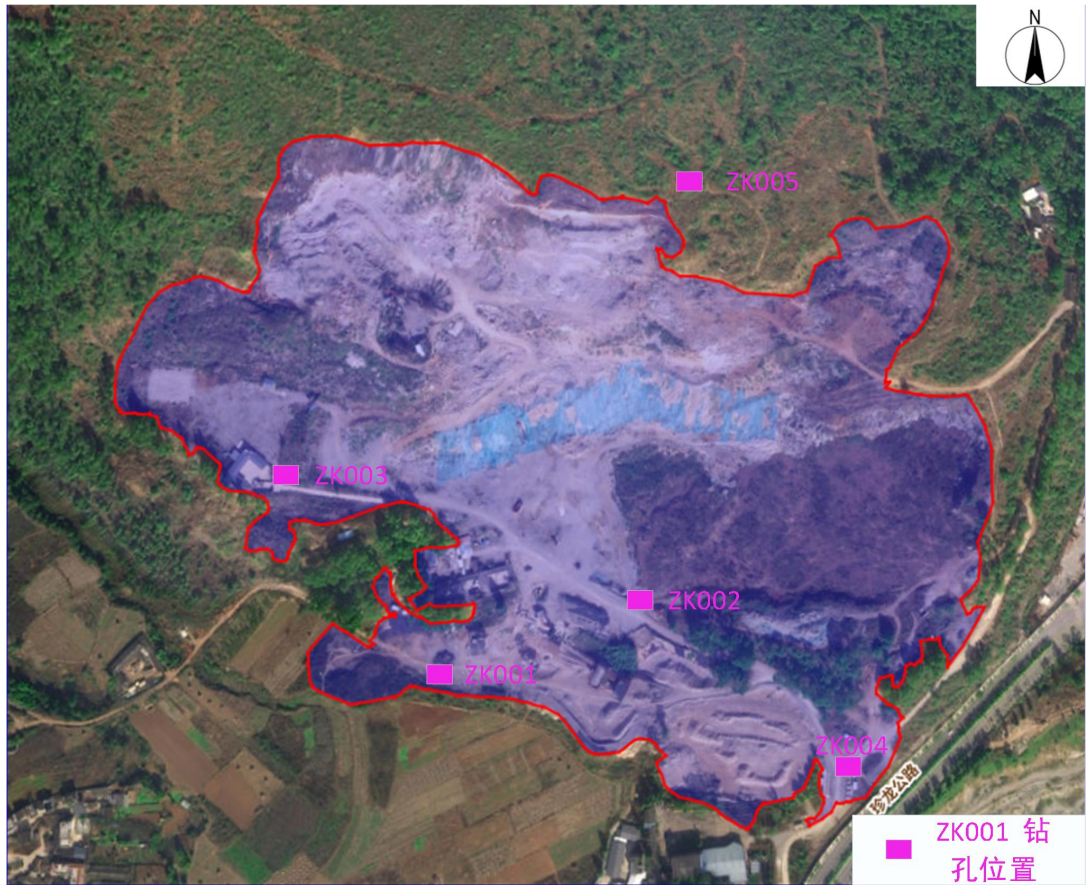


图 4-4 修复区钻孔分布图



图 4-5  
ZK001



图 4-6 ZK02 岩芯照片



图 4-7  
ZK03



图 4-8 ZK04 岩芯照片



图 4-9 ZK05 岩芯照片



### 1) 第四系人工堆积层 (Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)

灰黄、褐黄色，主要由碎块石混黏土类物质组成，碎块石含量约占 65%，块径 0.2~30cm，呈棱角到次棱角状，成分主要为灰岩碎块，堆积层厚度一般 0.1~3m，采场平台

下方边坡及采坑内堆填厚度较大，根据钻探揭露情况，最厚达 20.5m，于场区内不均匀分布，低洼处分布厚度相对较大，堆积松散，未经过分层压实，局部地段基岩裸露，未见分布。

## 2) 第四系坡残积层 ( $Q_4^{el+dl}$ )

分布于地表、山坡缓坡地带，修复区内大部分已经被开挖，仅在采坑边缘有出露，局部被人工堆积层覆盖，岩性主要为褐红色、褐黄色粘土、粉质粘土。黏土类物质混少量碎块石组成，碎块石成分主要为灰岩。厚度约 0.2—3m，分布不均，堆积松散~半紧密。

## 3) 二叠系下统栖霞茅口组 ( $P_1q+m$ )

岩性为灰白色灰岩、白云质灰岩，中厚层~厚层状，分布于整个场地内，大部分地方可见基岩露头，0~2m 风化裂隙发育，岩体较破碎，下部岩体较完整。厚度大于 80m，本次钻孔未揭穿。

### (2) 修复区地层含富水性特征

根据修复区地层岩性，修复区地下水分为：松散岩类孔隙水、碳酸盐岩岩溶水两大类。

#### 1) 松散岩类孔隙水

项目区第四系松散岩类孔隙水主要赋存于第四系人工堆积层 ( $Q_4^{ml}$ )、第四系坡残积层 ( $Q_4^{el+dl}$ ) 孔隙中，其岩性为块石、碎石、角砾混黏土等。含水层结构较均匀，空隙间互相连通，水利联系密切，主要靠大气降水入渗补给，土体堆积松散，孔隙大，含水层透水性强，透水不含水，接受大气降水补给后下渗补给下伏岩溶含水层，该层富水性较弱，透水性中等~强。

#### 2) 碳酸岩类岩溶水

二叠系下统栖霞茅口组 ( $P_1q+m$ )：广泛分布于整个场地内，岩性为灰、灰白中厚层块状灰岩，虎斑状白云质灰岩、白云岩，广泛分布于项目区，岩溶弱发育，岩溶形态主要为溶隙、溶孔，局部偶有小溶洞，岩溶裂隙主要沿构造裂隙面发育，裂隙宽小于 2cm，泥或钙化半充填，主要发育方向与裂隙走向一致。大气降水易沿地表裂隙、岩溶管道等渗入地下补给地下水。 $M_0=15.059L/s \cdot km^2$ ， $q_{cp}=2.84L/s \cdot m$ ， $Q_{sp}=46.55L/s$ ， $Q=19.2L/s$ ，富水性较强。

### (3) 地下水补径排特征

修复区位于评价区水文地质单元的补给径流区，修复区内无地表水，大气降水是唯一

一的补给源，大气降水沿地表孔隙、裂隙、溶蚀裂隙补给地下水，项目区地势总体北东高南西低，地下水流向与地表水流向基本一致，流向南，在地形构造有利处径流排泄。评价区最高点位于北侧、东侧龙山山脊，最低点位于南侧清水河。地下水在清水河一带排泄补给清水河或者继续沿深部径流补给鸣矣河、螳螂川。

#### 1) 松散岩类孔隙水

松散岩类孔隙含水层为第四系人工堆积层，场区内部分区域覆盖有厚度不均的人工堆积层，结构松散。松散岩类孔隙含水层在接受迅速下渗补给下伏岩溶含水层系向冲沟切割处以下降泉的形式排泄于地表。本含水层组一般具有径流距离短、水交替强烈、就近排泄的特点，透水不含水。

#### 2) 碳酸岩类岩溶水

该类地下水主要接受大气降水补给以及上覆第四系含水层下渗补给，地下水的运移、流向主要受岩性、地貌、溶隙、构造裂隙等发育程度的影响。矿坑原始地形已遭受破坏，现状地形较为凌乱。总体位于地下水的补给、径流区，地下水运动以水平运移方向为主，地下水流向为西北至东南，向秋木园-温泉富水块段运移补给，最终排泄至螳螂川。

### (4) 地下水动态特征

调查区孔隙水含水层上部为粘土，下部为粗砂砾类，地下水与地表水联系密切，地下水随河水位涨落而升降，一般枯季时近河床钻孔水位高于远离河床钻孔水位，证实了枯季地表水补给地下水；水位动态变化由地表水调节，变化不大。据民井访问，水位变幅 0.5~1.5m。

孔隙水主要富集于调查区下游鸣矣河、螳螂川两岸，受四周基岩补给、地表水补给，整体水位变幅不大，一般 0.5~1.5m。而其余地势相对较高的区域，孔隙水多直接入渗补给下伏基岩，仅含少量上层滞水，无稳定水位或不含水。

调查区裂隙水赋存于基岩裂隙中，主要依靠大气降雨补给，多为就地补给就地排泄，无明显的集中排泄点，动态变化较大，据调查访问，一般泉点枯雨季流量相差 1~5 倍。

调查区岩溶地下水的动态变化与大气降水密切相关，无滞后或滞后时间短。地下水动态变化大，泉流量起涨、衰减过程与降水同步或滞后一个月，均属于稳态型，地下水衰减过程分两个阶段：8~10 月份主要为大溶隙补给，衰减速度较快，10 月份至次年 1 月份主要为小溶隙水补给。雨季 4~10 月份流量占全年流量的 70%，整个起涨、衰减过程与降雨同步。

项目区内地下水主要赋存于二叠系下统栖霞茅口组 (P<sub>1q+m</sub>) 碳酸岩岩溶裂隙含水层

中，为岩溶水，动态特征与调查区基本一致。根据本次钻孔揭露情况，修复区内地下水埋深介于 32.57~55.20 之间，标高 1875.65~1956.97m 之间。

表 4-23 修复区地下水水位调查统计表

编号	经纬坐标（度分秒）		地面高程（m）
监测井 1	102° 26'0. 86"	24°56'24.91"	1910.85
监测井 2	102° 26'7. 13"	24°56'26.63"	1926.39
监测井 3	102° 25'5 6.20"	24°56'30.30"	1953.64
监测井 4	102°	24°56'22.44"	1908.22

	26'1 3.31"		
监测井 5	102° 26'8. 66"	24°56'37.76"	1997.26



图 4-10 监测井 1



图 4-11 监测井 2



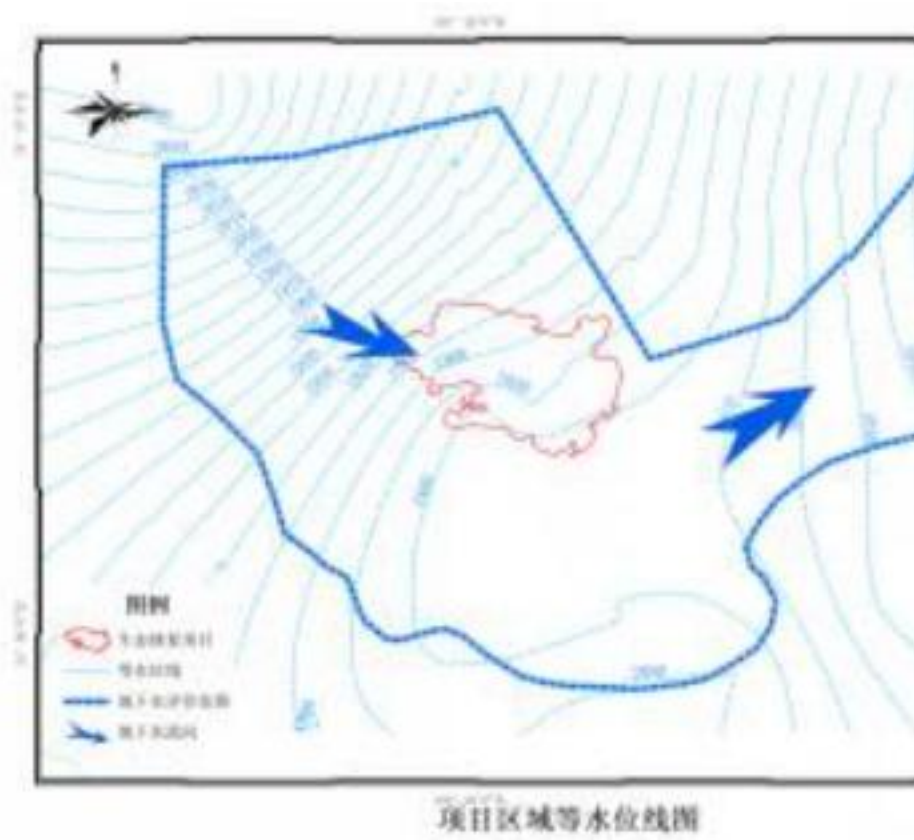
图 4-12 监测井 3



图 4-13 监测井 4



图 4-14 监测井 5（现在无水）



## （5）水文地质试验

### 1) 抽水试验

为了解地层渗透系数，本次水文地质调查选取 ZK002、ZK003 钻孔进行了抽水试验。

#### ① 试验目的

通过水文地质钻孔中揭露含水层岩性进行钻孔压水试验，其目的是从钻孔中抽水，并根据其出水量与降深的关系确定含水层渗透性及了解相关水文地质条件，利用各种地下水流理论公式或图解法分析抽水试验的结果，研究含水层重要水文地质特征，取得含

水层水文地质参数，评价含水层的富水性。本次抽水试验主要为含水地层为二叠系下统栖霞茅口组（P<sub>1</sub>q+m）灰岩的水文地质参数（K、R）。

### ②试验方法

本次抽水试验由于钻孔用水量较小，多次试抽，ZK002、ZK003 钻孔均存在 5~8min 出现掉泵情况，故本次抽水利用恢复水位进行水文地质参数计算。



图 4-15 ZK002 恢复水位观测



图 4-16 ZK003 抽水试验



图 4-17 现场抽水试验



图 4-18 稳定水位观测

### ③计算公式

$$k = \frac{\pi r_w}{4t} \ln \frac{H - h_1}{H - h_2}$$

式中 K——试验岩体层的渗透系数 cm/s；  
H——是底部到静水位的厚度 cm；  
r<sub>w</sub>——钻孔内半径 cm；  
h<sub>1</sub>、h<sub>2</sub>——不同时间孔底到水位深度 cm；  
t——时间间隔 s。

### ④计算结果

a.ZK002 钻孔

表 4-24 ZK002 抽水试验恢复水位成果一览表

抽水试验 钻孔编号	孔底到水 位深度 h1 (m)	孔底到水位 深度 h1 (m)	时间间 隔 (min)	底部到静 水位厚度 H (m)	钻孔半径 r (cm)	渗透系数 K (cm/s)	渗透系 数平均 K (m/d)
ZK002	10	10.63	5	100	6.5	$1.19 \times 10^{-4}$	0.10

$$k = \frac{3.14 \times 6.5}{4 \times 300} \ln \frac{10000 - 1000}{10000 - 1026} = 1.19 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$

b.ZK003 钻孔

表 4-25 ZK003 抽水试验恢复水位成果一览表

抽水试验 钻孔编号	孔底到水位深 度 h1 (m)	孔底到水 位深度 h1 (m)	时间间 隔 (min)	底部到静 水位厚度 H (m)	钻孔半 径 r (cm)	渗透系数 K (cm/s)	渗透系 数平均 K (m/d)
ZK003	11.59	12.11	5	118.75	6.5	$8.29 \times 10^{-5}$	0.07

$$k = \frac{3.14 \times 6.5}{4 \times 300} \ln \frac{11875 - 1159}{11875 - 1211} = 1.44 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$

根据试验结果计算，修复区内二叠系下统栖霞茅口组 (P<sub>1</sub>q+m) 灰岩地层渗透系数为  $8.29 \times 10^{-5} \text{ cm/s} \sim 1.19 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ ，平均  $1.01 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ ， $0.09 \text{ m/d}$ ，根据《GB80487-2008 水利水电工程地质勘察规范》附录 F，岩土体渗透性分级标准，属于中等透水。

## 2) 注水试验

### ① 试验目的

钻孔注水试验是野外测定岩土层渗透性的一种比较简单的方法。其原理同抽水试验，以注水代替抽水，通过钻孔向试段注水，保持固定水头高度量测岩土层的注入水量或量测水头高度与试验随时间的变化率，以确定岩土层的渗透系数。可分为钻孔常水头注水试验和钻孔降水头注水试验，通过注水试验，定性地了解岩土层的相对透水性和裂隙发育的相对程度，评价岩土层的透水性，本试验层位为第四系人工堆积层。

### ② 试验方法

本次注水试验执行《水电工程钻孔注水试验规程》(NB/T35104-2017)，采用钻孔定水头简易注水试验方法。流量观测和记录：测试开始时，每隔 5min 量测一次，连续量测 5 次；以后每隔 20min 量测一次，且至少连续量测 6 次。当连续两次注入流量之差不大于最后一次注入流量的 10%，且无连续增减趋势时，可结束试验，取最后一次注入流量为计算值。

### ③ 注水试验结果

本次试段位于地下水位之上，当试段位于地下水位以上，且  $50 < H/r < 200$ 、 $H \leq t$  时，采

用如下公式计算试验岩土层的透水系数：

$$K = \frac{7.05Q}{lH} \lg \frac{2l}{r}$$

式中 K——试验岩体层的渗透系数 cm/s；

Q——注水流量 L/min；

H——试验水头 cm；

r——钻孔内半径 cm；

l——试段长度 cm；

本次利用 ZK001 钻孔进行了一次（段）注水试验，结果如下表。

表 4-26 ZK001 钻孔注水试验成果表

试验层位 (m)	试验段长度 (m)	水头高度 (m)	注水日期 (年/月/日/时/分)		注水延续时间 (时：分)	
			自	至	总计	稳定
Q <sub>4</sub> <sup>ml</sup>	3.5	3.5	2025/2/21/16/30	2025/2/21/19/40	3:10	1:00
l/r	稳定流量 Q (L/min)	半径 (r/m)	渗透系数 K			
			(cm/s)			(m/d)
53.85	0.41	0.065	4.80×10 <sup>-5</sup>		0.041	



图 4-19 ZK001 钻孔注水试验

根据《GB80487-2008 水利水电工程地质勘察规范》附录 F，岩土体渗透性分级标准，第四系人工堆积层（Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>）属于弱透水。

### 3) 示踪试验

引用水文地质调查报告示踪试验结论如下：

#### ①示踪试验结果

本次地下水示踪试验以 ZK002 监测井为投样点，于 2025 年 4 月 28 日投放 500g 荧光素钠示踪剂，对珍珠泉、3 采区露天采坑、监测井 ZK001、ZK004 共 4 个取样点开展为期 32 天（至 5 月 30 日）的跟踪监测。结果如下：

a 各取样点均未检测到显著示踪信号：

ZK004 监测井：背景值为 2.521ppb，监测期内浓度波动范围 2.062~2.482ppb，多数数据接近或低于背景值，未出现浓度跃升。

ZK001 监测井：背景值为 0.998ppb，浓度波动范围 0.802~0.937ppb，均在背景值±20%范围内，无示踪剂响应特征。

露天采坑水体：背景值为 0.753ppb，监测浓度 0.603~0.730ppb，整体低于背景值，无上升趋势。

珍珠泉：背景值为 4.5ppb，浓度波动 3.709~4.292ppb，波动受自然水文过程影响，与投样时间无相关性。

b 示踪剂回收率为 0%：

基于各取样点浓度未超出背景值波动范围，计算得出示踪剂有效回收量为 0g，回收率  $\eta=0\%$ ，表明示踪剂未在监测周期内运移至采样点，或运移路径存在阻隔，水力联系微弱。

#### ②水力联系分析

a.区域水文地质背景下的水力联系分析

项目区地下水类型以碳酸盐岩岩溶水为主，主要赋存于二叠系下统栖霞茅口组（P<sub>1</sub>q+m）灰岩、白云质灰岩地层中。该含水层浅层岩溶弱发育，以裂隙渗流为主要运移方式，局部存在小型溶孔或裂隙网络，但整体连通性较差。根据前期抽水试验及参数计算：

渗透系数  $K=0.09\text{m/d}$ ，水力梯度  $I=0.09$ ，地下水流速缓慢（计算值  $V=0.027\text{m/d}$ ）。

以 ZK002 至 ZK004（直线距离约 200m）为例，示踪剂理论运移时间约需 7407 天（近 20 年），远超本次监测周期。

b.评价区水力联系分析

直接水力联系缺失：示踪试验结果表明，投样点 ZK002 与各采样点（ZK001、ZK004、

3 片区露天采坑、珍珠泉)之间可能未建立有效水力联系,未检测到示踪剂运移迹象,推测为监测周期不够。

水流速与连通性限制:岩溶弱发育特征导致地下水系统封闭性较强,水流以局部裂隙渗流为主,水平运移能力极弱。

安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿修复区地下水以碳酸盐岩岩溶水(浅部弱岩溶型)为主,地下水径流缓慢,本次示踪试验持续周期 32 天,观测时间内所观测点位均未检测到示踪剂,示踪试验未揭示投样点与周边水体的水力联系。ZK004、3 片区露天采坑未揭示示踪剂主要原因为区内地下水流速缓慢,水平运移能力极弱等原因。珍珠泉与修复区不属于同一次级水文地质单元,水利联系微弱。

### (6) 岩溶发育评述

评价区内岩溶发育特征评价区内岩溶发育主要受地层岩性,地质构造、地下水径流、地貌及新构造运动等因素控制,其中又以岩性占首要地位,评价区内主要地层岩性北侧为碳酸岩地层、南侧为碎屑岩地层,多呈带状展布,地貌特征构造侵蚀地貌,地形上总体北东高南西低。场地内地层为二叠系下统栖霞茅口组( $P_{1q+m}$ )碳酸盐岩。

根据现状调查评价区地表未发现岩溶洼地、落水洞、天窗等较大的岩溶发育形态;钻探过程场地内二叠系下统栖霞茅口组( $P_{1q+m}$ )灰岩岩溶地层局部岩体偶见小型钙华、溶孔、溶隙等岩溶迹象,未发现大型暗河、管道流、溶洞等强发育岩溶现象;总体修复区内碳酸盐岩地层岩溶弱发育,但是受岩溶发育不均一性影响,不排除地下局部位置可能会存在岩溶管道发育。根据《龙山冶金熔剂矿水文地质报告》(云南地质工程第二勘察院 2009 年)钻探揭露岩溶发育如下图所示,调查内的溶洞多分布于标高为 1830m 之下。

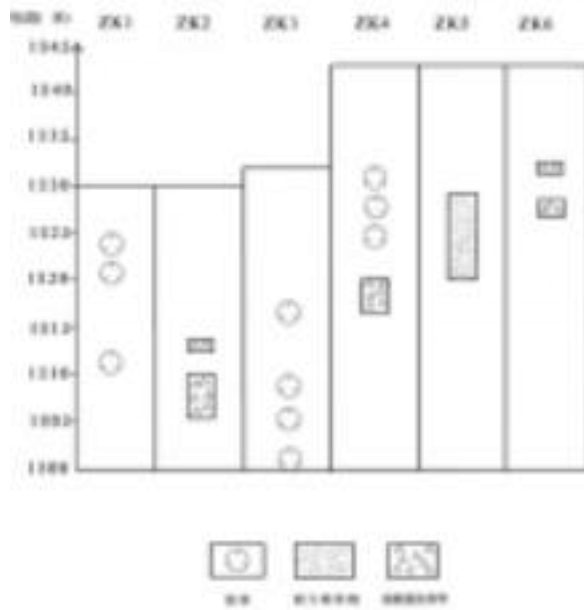


图 4-20 钻井揭示岩溶发育图

本场地整体地势北高南低，采场最高标高为矿区北侧约 2032m，最低标高为矿区东南侧约 1903m，回填区标高 1909.69~1933.68m，本次生态修复工程整平标高为 1910~1965.5m，回填厚度 3.5m，距离岩溶发育段最小垂向距离约 75m。

### (7) 水文地质参数

#### 1) 渗透系数

根据钻孔抽水试验结果，第四系人工堆积层 ( $Q_4^{ml}$ ) 渗透系数为  $4.80 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ， $0.041 \text{m/d}$ ；修复区内二叠系下统栖霞茅口组 ( $P_{1q+m}$ ) 灰岩、白云质灰岩地层渗透系数为  $8.29 \times 10^{-5} \text{cm/s} \sim 1.19 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，平均  $1.01 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ， $0.09 \text{m/d}$ 。

#### 2) 水力坡度

水力梯度，又称水力坡度，是指沿渗透途径水头损失与渗透途径长度的比值；可以理解为水流通过单位长度渗透途径为克服摩擦阻力所耗失的机械能；或为克服摩擦力而使水以一定流速流动的驱动力。本次在计算水力梯度时，采用收集钻孔 ZK002、ZK003 钻孔水位进行计算，计算方法如下：

$$I = \frac{h_1 - h_2}{L} = \frac{1898.44 - 1889.94}{100} = 0.09$$

#### 3) 有效孔隙度

由于地下水主要赋存在岩石孔隙、溶蚀裂隙中，而岩石的节理、裂隙、岩溶发育不均，说明含水岩组为非均质介质，空间上表现为各向异性，难以精确测量出含水层的有效孔隙度。参考项目区周边相近、同类地层取  $n=0.30$ 。

#### 4) 地下水流速

地下水流速是指地下水在含水层中的运动速度，因为项目场地所处完整地下水流域主要地下水类型为碳酸盐岩岩溶水，含水层为二叠系下统栖霞茅口组（P<sub>1</sub>q+m）灰岩，因此在计算地下水流速时渗透系数采用二叠系下统栖霞茅口组（P<sub>1</sub>q+m）灰岩渗透系数。

$$V = K/n = 0.09 \times 0.09 / 0.3 = 0.027 \text{m/d}$$

#### 5) 地下水弥散系数计算

对于裂隙型岩溶含水层，弥散系数可通过经验公式估算：

$$D = \alpha \cdot V$$

式中： $\alpha$  为弥散度，参考《水文地质手册》，裂隙介质区  $\alpha = 10\text{m}$ （中等裂隙发育程度）； $V = 0.027\text{m/d}$ （地下水流速）；

带入数据计算得出：

$$D = \alpha \cdot V = 10 \times 0.027 = 0.27 \text{m}^2/\text{d}$$

#### (9) 修复区包气带及包气带防污能力调查

本次调查工作对项目场地内进行了水文地质钻探工作，根据本次水文地质调查，项目区包气带地层为第四系人工堆积层（Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>）、第四系坡残积层（Q<sub>4</sub><sup>el+dl</sup>）、二叠系下统栖霞茅口组（P<sub>1</sub>q+m）灰岩。矿山开采过程中对采矿区域进行了大面积开挖，大部分地方基岩裸露，第四系坡残积层已经大部分被开挖，仅在采坑边缘有出露，局部被人工堆积层覆盖，人工堆积层于场区内不均匀分布。修复区内地下水位埋深较大，根据钻探揭露情况，修复区中部开挖平台地下水位埋深 36.45m，水位标高 1889.94m，所测稳定水位均在二叠系下统栖霞茅口组（P<sub>1</sub>q+m）灰岩地层中。修复区内包气带地层主要为二叠系下统栖霞茅口组（P<sub>1</sub>q+m）灰岩。

第四系人工堆积层（Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>）厚度一般 0.1~20.5m，采场平台下方边坡及采坑内堆填厚度较大，根据钻探揭露情况，最厚达 20.5m，透水性中等。

第四系坡残积层（Q<sub>4</sub><sup>el+dl</sup>）岩性主要为褐红色、褐黄色粘土、粉质粘土，透水性中等。

二叠系下统栖霞茅口组（P<sub>1</sub>q+m）灰岩广泛分布于整个场地内，岩性为灰、灰白中厚层块状灰岩，虎斑状白云质灰岩、白云岩，广泛分布于项目区，岩溶弱发育，该层厚度较大，大于 80m，本次勘查钻孔均未揭穿，含水层与上覆地层水力关系紧密。根据水文地质调查试验结果计算，修复区内二叠系下统栖霞茅口组（P<sub>1</sub>q+m）灰岩地层渗透系数为  $1.01 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ， $0.09 \text{m/d}$ ，根据《GB80487-2008 水利水电工程地质勘察规范》附录 F，岩土体渗透性分级标准，属于中等透水。

根据《环境影响评价技术导则—地下水环境》（HJ610-2016）中包气带防污性能分级，修复区内包气带防污性能现状总体为“弱”。

表 4-27 天然包气带防污性能分级参照表

分级	主要特征	项目场地包气带防污性能
强	岩（土）层单层厚度 $Mb \geq 1.0m$ ，渗透系数 $K \leq 1 \times 10^{-6} cm/s$ ，且分布连续稳定。	场地 $Q_4^{ml}$ 人工堆积层防污性能中等，二叠系下统栖霞茅口组（ $P_{1q+m}$ ）灰岩、白云岩防污性能弱。结合场区地层分布情况，项目区包气带防污性能总体为弱。
中	岩土层单层厚度 $0.5m \leq Mb < 1.0m$ ，渗透系数 $K \leq 1 \times 10^{-6} cm/s$ ，且分布连续稳定。岩土层单层厚度 $Mb \geq 1.0m$ ，渗透系数 $1 \times 10^{-6} cm/s < K \leq 1 \times 10^{-4} cm/s$ ，且分布连续稳定。	
弱	岩（土）层不满足上述“强”和“中”条件	

#### 8.4 区域污染源调查情况

本次调查工作，通过走访调查和资料收集的形式，调查了周边可能对地下水造成污染的因素。项目区周边存在的主要污染源为工业污染、农业面源污染、生活面源污染。

##### （1）工业污染源

生产运营过程或非正常工况下可能对地下水造成污染。

##### 1) 云南弘祥化工有限公司

成立于 2003 年，主要经营项目为：肥料生产；危险化学品生产；危险化学品仓储；危险化学品经营；危险废物经营；非煤矿山矿产资源开采。一般项目：化肥销售；肥料销售；第三类非药品类易制毒化学品生产；第三类非药品类易制毒化学品经营；化工产品生产；化工产品销售；选矿；石灰和石膏制造；石灰和石膏销售。

生产过程中产生的含氟废气、热风干燥窑废气，均设置有废气处理设施，处理后排放；废水主要为萃取过程中产生的含氟废水、中和产生的含磷废水，均进行回收利用；固废主要为磷石膏废渣、生产废水沉淀渣、煤渣，磷石膏废渣对于渣场，生产废水沉淀渣回用，不外排，煤渣外售。

##### 2) 安宁嘉亿建材有限公司

公司成立 2014 年 7 月 2 日，经营范围包括免烧蒸汽砖的生产及销售等。

项目无生产废水外排，锅炉蒸汽冷凝水和锅炉软化废水通过蓄水池储存后回用于生产搅拌，其它废水经处理达标后排入沉淀池处理后回用降尘，不外排。

##### 3) 云南昆钢嘉华水泥建材有限公司

公司成立于 2004 年，主要经营项目为：水泥生产；非煤矿山矿产资源开采；城市生活垃圾经营性服务；道路货物运输（不含危险货物）。一般项目：固体废物治理；轻质建筑材料制造；轻质建筑材料销售；建筑用石加工；建筑材料销售；水泥制品制造；水

泥制品销售；非金属矿物制品制造；非金属矿及制品销售；砼结构构件制造；砼结构构件销售；石灰和石膏制造；石灰和石膏销售；住房租赁；非居住房地产租赁；金属废料和碎屑加工处理；非金属废料和碎屑加工处理；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广。

项目采取雨污分流排水方式，雨水通过区内雨水沟收集后排入昆钢新区排洪沟；生产废水经过排水沟收集至废水沉淀池沉淀后排入昆钢新区草钢公司污水处理站处理；生活污水通过污水管网进入项目区内中水处理站处理后回用，不外排。项目生活污水经处理规模为 72m<sup>3</sup>/d 中水处理站处理后回用于厂区绿化及洒水降尘。根据验收监测结果表明项目废水满足 GB/T18920-2002《城市污水再生利用 城市杂用水水质》中的绿化标准限值后回用，不外排。项目冷却水经 1 座 100m<sup>3</sup> 的循环水池冷却后循环使用，清净水直接用于道路洒水，不外排。

项目产生的固体废物主要为项目运行中产生的生活垃圾，中水处理站和化粪池污泥，输送、堆存和装卸等环节产生的扬尘，职工食用后的残汤剩饭及厨房的残汤剩饭等；中水处理站和化粪池污泥委托昆明快通管道疏通服务有限公司清掏；生活垃圾、输送、堆存和装卸等环节产生的扬尘、收集后委托环卫部门清运处置；职工食用后的残汤剩饭及厨房的残汤剩饭收集后运回云南昆钢嘉华水泥建材有限公司总部统一处置。项目机修车间对设备检修维护产生少量废机油等危废，对其进行收集，委托云南新昊环保科技有限公司进行处理。通过以上措施，项目固废得到妥善处置，处置率 100%。

#### 4) 云南安宁力立化工有限公司

云南安宁力立化工有限公司是一家从事复混肥料制造，化肥销售，对外贸易经营等业务的公司，成立于 1999 年 8 月 11 日。

厂区建设有完善“雨污分流”排水系统，区域排水系统相协调。项目原软水制备下水和锅炉排污水经沉淀池+地埋式污水处理器处理后进入烘干炉废气水膜除尘设施循环水补水，不外排。炉渣、除尘器收集粉尘经收集后，外售用于制作复合肥。

#### 5) 云南安宁隆昌化工公司

云南安宁隆昌化工有限公司成立于 1998 年，主营业务为：普通过磷酸钙、复合肥、氢钙、氟硅酸钠、磷化工制品，矿产品、钢材、化肥的零售。无生产废水、废气、固废产生，生活废水经自建污水处理设施处理达到城市绿化用水标准后，全部回用于厂区绿化，不外排。

#### 6) 安宁复合肥厂

目前已经注销，无生产废水、废气、固废产生。

## 2) 农业污染

调查区内有农田分布，在农作物耕作过程中施加的化肥、农药等残留物伴随着大气降水地表下渗运移渗透污染地下水。农业面源污染主污染物主要有  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、有机氯、有机磷等。

## 3) 生活面源污染

项目区周边分布有石甸口、滴水箐、清水塘、麒麟村等村落，村庄未建专门的生活污水及生活垃圾处理设施。农户大部分设有水冲厕和化粪池，部分未改厕农户使用旱厕，旱厕粪污多用于还田，水冲厕污水经化粪池预处理后部分还田，但是仍然存在污水随意散排现象。项目区周边垃圾乱堆乱放的情况较为普遍，居民的生活垃圾多随意丢弃在路边空地或河道的边坡。

生活污水和生活固体废物中的氮、磷含量较高，对地下水环境会造成不利影响。

## 8.5 修复作业对评价区地下水的影响分析

### (1) 回填修复区采取防渗措施后正常修复作业对地下水的影响

项目生态修复使用修复回填材料按照要求进行了毒性浸出试验，采用《固体废物腐蚀性测定玻璃电极法》(GB/T15555.12-1995)对无害化处理磷尾矿样品的 pH 进行测定，待试无害化处理磷尾矿的腐蚀性并未超过《危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别》

(GB5085.1-2007)中的限值，因此从腐蚀性判断无害化处理磷尾矿生态修复材料不是危险废物。无害化处理磷尾矿按照 HJ557 制备的浸出液中各特征指标未超过《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》(GB 5085.3-2007)中的限值，因此从浸出毒性判断无害化处理磷尾矿不是危险废物。综合腐蚀性和浸出毒性鉴别结果，判断无害化处理磷尾矿不属于危险废物，

本项目使用无害化处理磷尾矿生态修复材料作为矿坑生态修复回填材料，《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)第 8 条充填及回填利用污染控制要求，即：满足第 I 类工业固体废物，且有机物含量不超过 5%。并对回填区的底部、岸坡、顶部、拦挡坝内坡进行防渗。

采取上述防渗措施后，淋滤水发生渗漏污染地下水的可能性较小，对地下水的影响较小。

### (2) 回填修复区采取防渗措施后非正常情况对地下水的影响

回填修复区采取防渗措施后非正常情况下，考虑回填修复区防渗层或淋滤水收集池

破损淋滤水下渗对地下水的影响。修复区回填作业过程中降雨会形成少量淋滤水，淋滤水集中汇至下游收集池，修复区防渗层破损、淋滤水收集池破损淋滤水下渗，按照《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）导则要求采用解析法对非正常下渗淋滤水进入地下水进行预测分析。

根据项目区水文地质条件，修复区防渗层破损、淋滤水收集池破损淋滤水下渗主要影响地层为二叠系下统栖霞茅口组（P<sub>1q+m</sub>）碳酸岩岩溶含水层。

### 1) 预测模式

根据《环境影响评价技术导则—地下水环境》（HJ610-2016），项目参考污染场地修复治理工程，为III类项目，地下水评价等级参考三级评价进行分析，根据导则评价可采用解析法。本次预测选择一维半无限长多孔介质柱体——一端为定浓度边界，不考虑介质的吸附，污染源以固定的浓度不断渗入到含水层中。模拟情景为回填修复区淋滤水收集池防渗层破损淋滤水持续渗漏情况下的污染物迁移情况。公式如下：

$$\frac{C}{C_0} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}\left(\frac{x-ut}{2\sqrt{D_L t}}\right) + \frac{1}{2} e^{\frac{ux}{D_L}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x+ut}{2\sqrt{D_L t}}\right)$$

式中：

x—距注入点的距离；m；

t—时间，d；

C—t时刻x处的示踪剂浓度，mg/L；

C<sub>0</sub>—注入的示踪剂浓度，mg/L；

u—水渗流速度，m/d；

D<sub>L</sub>—纵向弥散系数，m<sup>2</sup>/d；

erfc—余误差函数（可查《水文地质手册》获得）。

### 2) 污染源强

#### ①预测时间 t

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），以及渗漏液的产生周期，地下水预测时段为回填淋滤水持续渗漏 100d、365d 和 1185d 的情景进行预测分析。

#### ②评价因子及污染源强

矿山修复采用无害化处理磷尾矿生态修复材料作为回填材料，结合磷尾矿浸出毒性，项目特征污染物为 pH、总磷、砷、氟化物。当发生防渗膜破损淋滤水下渗时，基于保守考虑，淋滤水总磷、砷、氟化物浓度按第 I 类一般工业固体废物浸出最大浓度考虑，本次

选择总磷、砷和氟化物作为评价因子。

表 4-28 地下水预测因子

污染源	污染物	浓度 (mg/L)	地下水Ⅲ类水标准限值 (mg/L)	检出限 (mg/L)	备注
淋滤水	砷	0.5	0.01	0.0001	无害化处理磷尾矿
	氟化物	10	1.0	0.05	
	总磷	0.5	0.2	0.01	

总磷标准限值参考《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅲ类水体标准。

### 3) 预测参数

根据本次水文地质勘查以及区域水文地质参数，溶质运移模型参数见下表：

表 4-29 溶质运移模型参数表

参数	取值	备注 (数据来源)
渗透系数均值	$1.01 \times 10^{-4} \text{cm/s}$	数据来源于本次水文地质勘查及区域水文地质综合经验数据及周边同类地层参数
地下水流速度平均值	0.027m/d	
含水层平均厚度	>100m	
纵向弥散系数	0.8631 (m <sup>2</sup> /d)	
横向弥散系数	0.0798 (m <sup>2</sup> /d)	
有效孔隙度	0.30	
水力坡度	0.09	

### 4) 修复区淋滤水非正常排放预测结果分析

根据 HJ610-2016 要求，地下水环境影响评价预测时段应包括项目建设、生产运行和服务期满后三个阶段。预测时段应选取可能产生地下水污染的关键时刻，至少包括污染发生后 100 天、1000 天、服务年限或能反映特征因子迁移规律的其他重要的时间节点。

本项目施工期 3 个月，管护期 3 年。根据《环境影响评价技术导则—地下水环境》(HJ610-2016)，本次评价预测时段为回填淋滤水连续下渗后的第 100d、365d、管护期满 (1185d) 情景进行预测分析。修复后作业完成后无淋滤水产生。

#### ①砷预测

修复区防渗层或淋滤水收集池破损淋滤水下渗后地下水中砷运移情况预测结果见下表，预测图见下图。

表 4-30 淋滤水持续下渗不同时间条件下下游地下水中砷浓度变化预测结果

距离 (m)	不同时间预测浓度 c (mg/l)		
	100 天	365 天	1185 天
0	0.500	0.500	0.500
5	0.378	0.450	0.483
10	0.259	0.395	0.464
15	0.158	0.338	0.443
20	0.086	0.281	0.419

25	0.042	0.227	0.394
30	0.018	0.177	0.368
35	0.007	0.134	0.340
40	0.002	0.099	0.312
45	0.001	0.070	0.284
50	0.000	0.048	0.256
55	0.000	0.032	0.229
60	0.000	0.020	0.202
65	0.000	0.013	0.177
70	0.000	0.007	0.154
75	0.000	0.004	0.132
80	0.000	0.002	0.113
85	0.000	0.001	0.095
90	0.000	0.001	0.079
95	0.000	0.000	0.065
100	0.000	0.000	0.053
105	0.000	0.000	0.043
110	0.000	0.000	0.034
115	0.000	0.000	0.027
120	0.000	0.000	0.021
125	0.000	0.000	0.016
130	0.000	0.000	0.013
135	0.000	0.000	0.009
140	0.000	0.000	0.007
145	0.000	0.000	0.005
150	0.000	0.000	0.004
155	0.000	0.000	0.003
160	0.000	0.000	0.002
165	0.000	0.000	0.001
170	0.000	0.000	0.001
175	0.000	0.000	0.001
180	0.000	0.000	0.000
185	0.000	0.000	0.000
190	0.000	0.000	0.000
195	0.000	0.000	0.000
200	0.000	0.000	0.000

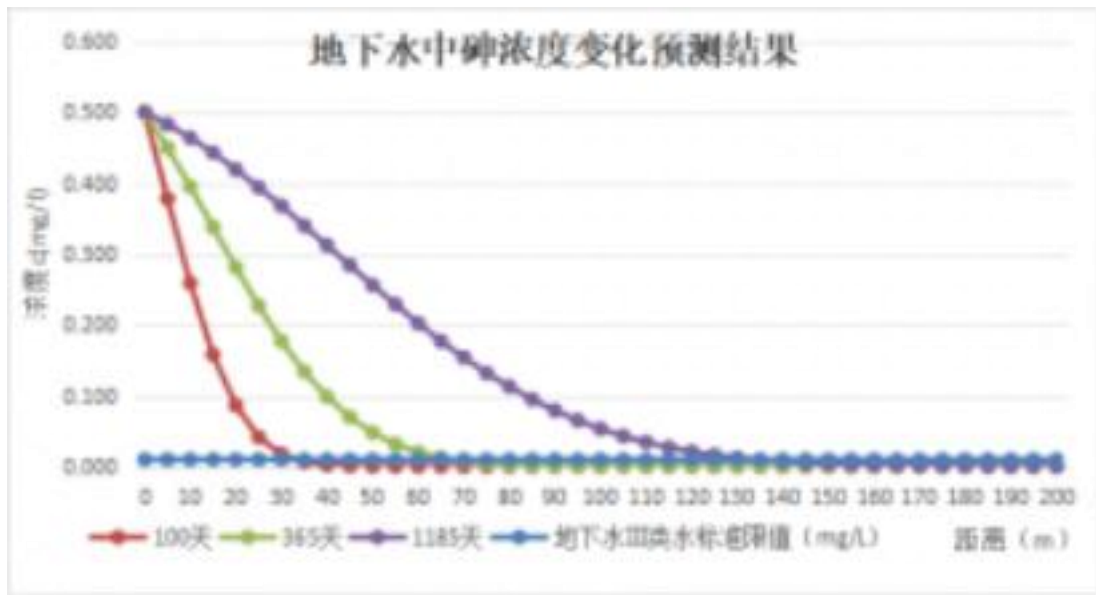


图 4-21 淋滤水持续下渗不同时间条件下下游地下水中砷浓度变化曲线

从上表及图中可以看出模拟修复区防渗层或淋滤水收集池破损淋滤水下渗后，连续渗入 100d 情况下，地下水中砷超标距离为渗漏点下游 32m，影响距离为渗漏点下游 51m；连续渗入 365d 情况下，地下水中砷超标距离为渗漏点下游 67m，影响距离为渗漏点下游 102m；连续渗入 1185d 情况下，地下水中砷超标距离为渗漏点下游 134m，影响距离为渗漏点下游 198m。

### ②氟化物预测

修复区防渗层或淋滤水收集池破损淋滤水下渗后地下水中氟化物运移情况预测结果见下表，预测图见下图。

表 4-31 淋滤水持续下渗不同时间条件下下游地下水中氟化物浓度变化预测结果

距离 (m)	不同时间预测浓度 c (mg/l)		
	100 天	365 天	1185 天
0	10.000	10.000	10.000
5	7.570	9.010	9.660
10	5.170	7.910	9.280
15	3.170	6.760	8.850
20	1.730	5.620	8.390
25	0.831	4.530	7.880
30	0.352	3.550	7.350
35	0.131	2.690	6.810
40	0.043	1.970	6.240
45	0.012	1.400	5.680
50	0.003	0.957	5.120
55	0.001	0.634	4.580
60	0.000	0.405	4.050
65	0.000	0.249	3.550

70	0.000	0.148	3.080
75	0.000	0.085	2.650
80	0.000	0.047	2.250
85	0.000	0.025	1.900
90	0.000	0.013	1.580
95	0.000	0.006	1.300
100	0.000	0.003	1.070
105	0.000	0.001	0.860
110	0.000	0.001	0.687
115	0.000	0.000	0.543
120	0.000	0.000	0.424
125	0.000	0.000	0.328
130	0.000	0.000	0.251
135	0.000	0.000	0.190
140	0.000	0.000	0.142
145	0.000	0.000	0.105
150	0.000	0.000	0.077
155	0.000	0.000	0.055
160	0.000	0.000	0.040
165	0.000	0.000	0.028
170	0.000	0.000	0.020
175	0.000	0.000	0.014
180	0.000	0.000	0.009
185	0.000	0.000	0.006
190	0.000	0.000	0.004
195	0.000	0.000	0.003
200	0.000	0.000	0.002

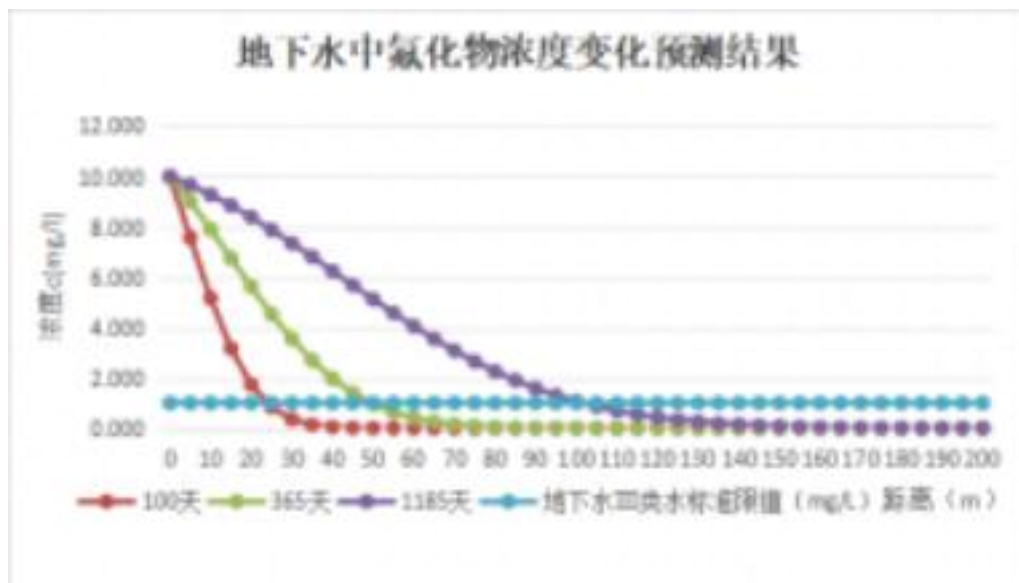


图 4-22 淋滤水持续下渗不同时间条件下下游地下水中氟化物浓度变化曲线

从上表及图中可以看出模拟修复区防渗层或淋滤水收集池破损淋滤水下渗后，连续

渗入 100d 情况下，地下水中氟化物超标距离为渗漏点下游 23m，影响距离为渗漏点下游 39m；连续渗入 365d 情况下，地下水中氟化物超标距离为渗漏点下游 49m，影响距离为渗漏点下游 79m；连续渗入 1185d 情况下，地下水中氟化物超标距离为渗漏点下游 101m，影响距离为渗漏点下游 156m。

③总磷预测

修复区防渗层或淋滤水收集池破损淋滤水下渗后地下水中总磷运移情况预测结果见下表，预测图见下图。

表 4-32 淋滤水持续下渗不同时间条件下下游地下水中总磷浓度变化预测结果

距离 (m)	不同时间预测浓度 c (mg/l)		
	100 天	365 天	1185 天
0	0.500	0.500	0.500
5	0.378	0.450	0.483
10	0.259	0.395	0.464
15	0.158	0.338	0.443
20	0.086	0.281	0.419
25	0.042	0.227	0.394
30	0.018	0.177	0.368
35	0.007	0.134	0.340
40	0.002	0.099	0.312
45	0.001	0.070	0.284
50	0.000	0.048	0.256
55	0.000	0.032	0.229
60	0.000	0.020	0.202
65	0.000	0.013	0.177
70	0.000	0.007	0.154
75	0.000	0.004	0.132
80	0.000	0.002	0.113
85	0.000	0.001	0.095
90	0.000	0.001	0.079
95	0.000	0.000	0.065
100	0.000	0.000	0.053
105	0.000	0.000	0.043
110	0.000	0.000	0.034
115	0.000	0.000	0.027
120	0.000	0.000	0.021
125	0.000	0.000	0.016
130	0.000	0.000	0.013
135	0.000	0.000	0.009
140	0.000	0.000	0.007
145	0.000	0.000	0.005

150	0.000	0.000	0.004
155	0.000	0.000	0.003
160	0.000	0.000	0.002
165	0.000	0.000	0.001
170	0.000	0.000	0.001
175	0.000	0.000	0.001
180	0.000	0.000	0.000
185	0.000	0.000	0.000
190	0.000	0.000	0.000
195	0.000	0.000	0.000
200	0.000	0.000	0.000

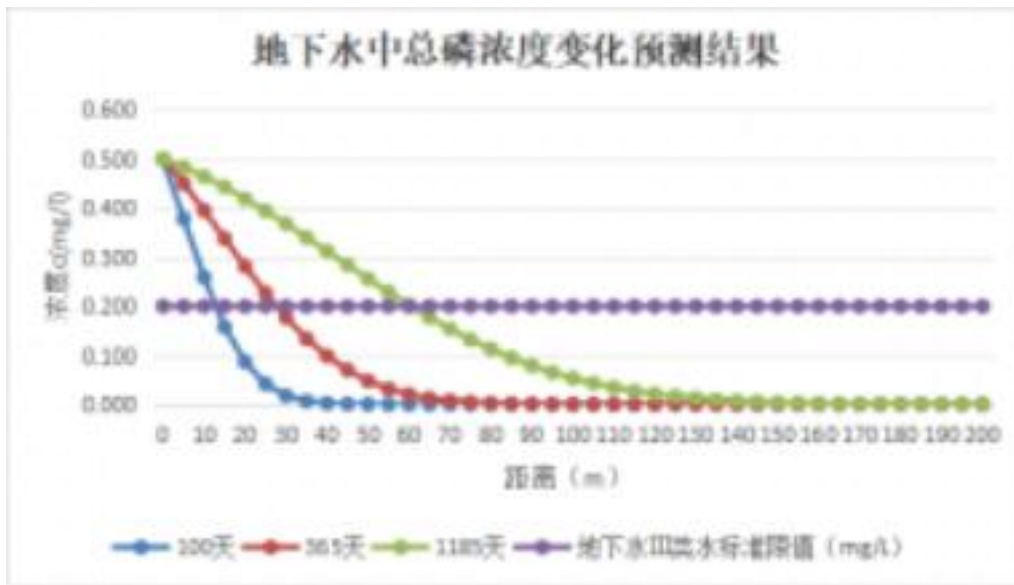


图 4-23 淋滤水持续下渗不同时间条件下下游地下水中总磷浓度变化曲线

从上表及图中可以看出模拟修复区防渗层或淋滤水收集池破损淋滤水下渗后，连续渗入 100d 情况下，地下水中总磷超标距离为渗漏点下游 12m，影响距离为渗漏点下游 32m；连续渗入 365d 情况下，地下水中总磷超标距离为渗漏点下游 27m，影响距离为渗漏点下游 67m；连续渗入 1185d 情况下，地下水中总磷超标距离为渗漏点下游 101m，影响距离为渗漏点下游 134m。

项目生态修复对回填区进行了全防渗处理，渗透系数 $\leq 1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，淋滤水收集池建防渗系数达到  $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，能够有效阻止渗滤液淋滤水下渗。即使发生渗漏，入渗地下水含水层中的评价因子随着时间推移，经过吸附和地下水中自然稀释，地下水中评价因子会逐渐降低，对地下水水质影响很小。根据调查，预测评价因子超标、影响范围内没有泉点（珍珠泉距离项目 892m，且位于区域地下水）和居民取用地下水。

但为了避免非正常情况发生，要求建设单位施工期间认真落实各项防渗措施，严格按照设计及相关规范建设，并定期巡检淋滤水收集池、回填区防渗措施及拦挡设施，避

免淋滤水长时间下渗进入地下水环境，同时定期对下游污染监控井开展水质监测，发现水质异常及时上报，采取应急措施进行处置。

## 8.7 地下水污染防治措施

### (1) 源头控制

- 1) 落实堆场防渗、积水及淋滤水导排措施，淋滤水回用，不外排。
- 2) 无害化处理磷尾矿生态修复材料满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）第8条充填及回填利用污染控制要求，即满足第I类工业固体废物，且有机物含量不超过5%；
- 3) 对每批次回填无害化处理磷尾矿生态修复材料按照 HJ/T20 采样要求进行采样分析。
- 4) 做好回填材料台账记录，记录成分分析结果等。
- 5) 从源头起进行严格控制，加大监督力度，生态修复作业点必须设置检验点，做到不允许“严禁回填固废”进入回填修复区；
- 6) 防止生活垃圾混入，在回填、推平过程中也要检查，一旦发现生活垃圾混入，应立即停止回填，确保生活垃圾不得进入填充场。
- 7) 回填修复区修复为果树的区域待图斑销号完成后进行场地硬化，新建大棚种植蓝莓，种植蓝莓采用无土栽培技术，将较大程度减少了乔木根系对防渗膜的破坏程度。

### (2) 过程控制

#### 1) 防渗措施

①矿坑回填区底部防渗层结构：先进行场区场地平整清基压实好后依次铺设 750mm 厚土壤衬层、300g/m<sup>2</sup> 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗膜、300g/m<sup>2</sup> 土工布防渗层。

②岸坡防渗层结构：对岸坡坡度较缓地段，坡面平整清理压实好后依次铺设 300g/m<sup>2</sup> 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗膜、300g/m<sup>2</sup> 土工布防渗层。采用锚固钉、链固定。

③拦挡坝内坡防渗结构：由于防渗层下为堆石拦挡坝体，为有效保护防渗层的安全，拦挡坝内坡面碾压平整压实好后铺设 750 土壤衬层过渡层后，再铺设 300g/m<sup>2</sup> 土工布、1.5mm 的 HDPE 双糙面防渗土工膜、300g/m<sup>2</sup> 土工布防渗层，并与场底防渗膜相连。

④顶部防渗层结构：堆填坡面平整清理压实好后依次铺设复合土工膜（300g/m<sup>2</sup> 短丝针刺无纺布+1.5mmHDPE 土工膜+300g/m<sup>2</sup> 短丝针刺无纺布）防水层、400mm 厚土壤覆盖层，并与防渗膜搭接。

⑤应急事故池防渗：铺设 750mm 厚粘土层、300g/m<sup>2</sup> 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗

膜、300g/m<sup>2</sup>土工布防渗层。

⑥淋滤水收集沉淀池：采用 C15 混凝土垫层，现浇 C30 钢筋砼结构（混凝土采用防水混凝土）。

⑦回填修复区外围截排水沟：填充修复区矿坑外部修建截排水沟。有效降低雨季施工期间雨水汇入回填修复区雨水，降低由于降雨形成的淋滤水水量；

### （3）末端监管

#### 1) 防渗漏监控

设置防渗漏监控系统，监控防渗衬层的完整性。

#### 2) 防渗工程施工监理

开展施工期环境监理，重点对防渗工程质量、防渗漏监控系统设置情况、积水及淋滤水导排、收集池建设情况等进行监理，并形成监理报告，作为项目验收的依据。

#### 3) 淋滤水跟踪监测

按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的要求，项目实施过程中，对淋滤水污染物进行检测，监测频次为 1 次/月。回填完成后淋滤水处理系统、淋滤水污染物监测应继续正常运行，直到连续 3 年内没有淋滤水产生。

#### 4) 地下水环境跟踪监测

建立填充场地下水环境监控体系，包括建立地下水污染监控制度和环境管理体系，制定监测计划、配备先进的检测仪器和设备，以便及时发现问题，及时采取预防措施。根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）、《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的要求，在回填区域地下水流场上游应布置 1 个监测井，在下游至少应布置 1 个监测井，在可能出现污染扩散区域至少应布置 1 个监测井。设置有地下水导排系统的，应在地下水主管出口处至少布置 1 个监测井，用以监测地下水导排系统排水的水质。

结合项目实际水文地质调查情况，设置 4 个地下水跟踪监测井，《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的要求，结合项目回填材料特征，监测因子为：pH、氟化物、总磷、石油类、硫酸盐、硝酸盐、氯化物、铜、锌、汞、砷、硒、镉、铬、铅。回填期间，监测点 1 次/季度监测，雨季根据实际情况可增加监测次数；修复完成后，地下水监测频次为 1 次/半年，直到地下水水质连续 3 年不超出地下水本底水平。

## 8.8 小结

(1) 本项目为矿山生态修复项目，淋滤水收集沉淀处理后用罐车运输至安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体 450 万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”作为磨矿及浮选用水。正常情况下，落实各项防渗措施后，回填淋滤水基本不会对地下水环境产生影响。

(2) 当发生非正常情况时，淋滤水下渗对地下水环境会有一些影响，项目实施过程中主要从源头防控、过程控制、末端监管方面落实环评和设计提出的防渗措施，根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）、《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的要求做好全过程环境监管、跟踪监测和评估工作。

综上，落实地下水污染防治措施，并做好防渗监控系统管理和地下水跟踪监测工作，项目对地下水环境的影响可控。

## 9.环境风险分析

环境风险是指突发性事故对环境（或健康）的危害程度。环境风险评价目的是分析和预测建设项目存在的潜在危险、有害因素，对建设项目施工和运行期间可能发生的突发性事件或事故引起有毒有害、易燃易爆等物质泄漏，或突发事件产生新的有毒有害物质，所造成的对人身安全与环境的影响和损害程度，提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使项目事故率、损失和环境影响达到可接受水平。

### 9.1 环境风险源调查

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中 7.1 条的规定，风险调查重点关注内容包括物质风险、生产系统风险和危险物质向环境转移的途径。

物质风险:主要原辅材料、燃料、中间产品、副产品、最终产品、污染物、火灾和爆炸伴生/次生物等。

生产系统风险:包括主要生产装置、储运设施、公用工程和辅助生产设施以及环保设施等。

危险物质向环境转移的途径风险:包括分析危险物质特性及可能的环境风险类型，识别危险物质影响环境的途径，分析可能影响的环境敏感目标。

根据调查，项目不涉及《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B 所列风险物质。

项目环境风险主要表现为以下几方面:

(1) 项目施工期回填修复区雨天产生淋滤水，因此项目施工期可能由于工程质量问题或回填过程中操作不当造成回填修复区底层防渗层破损事故，对周边的地表水、地下

水、土壤环境产生影响。

(2) 项目回填体雨天冲刷会导致滑坡、垮塌，因此项目可能由于工程质量问题或回填过程中操作不当造成滑坡、垮塌，对周边的环境产生风险，回填体发生滑坡，从而影响下游生态。

### 9.2 风险受体情况

根据调查，项目不涉及、饮用水源保护区、风景名胜区、自然保护区等环境敏感目标。土壤风险受体主要为施工人员及周边的林地、耕地和村庄；地表水风险受体为渗滤液漫流随着雨水形成地表径流，进入露天采坑和螳螂川等下游地表水。本次地下水评价范围内主要存在珍珠泉和清水塘水井，根据水文地质调查，项目场区内地下水流向地下水流向为西北至东南，向秋木园-温泉富水块段运移补给，最终排泄至螳螂川。

表 4-33 风险受体一览表

污染途径	风险受体名称	相对范围及距离	保护要求
土壤	施工人员	生态修复区内	人体健康
	周边村庄、林地和耕地	/	《土壤环境质量标准 农用地土壤污染风险管控标准(试行)(GB15618-2018)》 土壤污染风险筛选值和管制值
地表水	清水河	南, 1750m	《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002)类
	清水河水库	南, 2480m	
	白龙潭坝	西南, 1101m	
	瓜地坝水库	南, 1321m	
	张家坝水库	东南, 2321m	
	螳螂川	东, 1205m	
地下水	清水塘水井	西南, 270m	《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III类标准

### 9.3 环境风险分析

(1) 根据《安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿矿山生态修复项目勘查设计报告》6.2.3 回填区挡土墙稳定性验算和 6.2.3 地基承载力验算，主要结论如下：

场区主要岩土层均可满足场区回填及挡土墙建设需求，回填磷尾矿改性基质土时必须严格按照设计要求进行分层压实，避免后期发生局部塌陷；场区挡土墙，特别是 3#、5#、7#挡土墙因跨度较大，持力层或涉及多个地层，需注意分段施工及沉降缝布置，避免产生不均匀沉降对墙体造成破坏。

(2) 按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)第8条充填及回填利用污染控制要求,根据HJ25.3进行环境风险评估,项目编制了环境风险评估报告,并取得专家评审意见(详见附件12)。根据风险评估结论和专家评审意见,主要结论如下:

项目属于废弃矿坑生态修复项目,项目实施后对区域生态环境恢复以及对提高区域磷尾矿综合利用率具有积极作用。项目选址符合环境保护法律法规及相关法定规划的要求,与该区域生态环境保护、矿山生态修复计划、水土资源保持目标相一致。建设单位严格按照本次评估报告环境风险防范措施执行后,对周边区域土壤、地表水、地下水影响较小。根据环境风险预测可知,该项目实施对项目区土壤、地下水、地表水环境和风险受体存在的风险可接受,项目实施可行,

综上,项目属于生态修复项目,采用满足第I类工业固体废物,且有机物含量不超过5%的无害化处理磷尾矿生态修复材料作为回填材料,根据现状监测,修复区土壤环境、地下水环境均能满足相应的环境功能,调查地块不属于污染地块。通过项目实施对地下水、地表水及周边土壤的环境污染风险评估,土壤环境风险可接受,地表水和地下水存在一定的风险,应严格采取管理措施,禁止渗滤液外排。

项目为矿山生态修复，运营期主要工作内容为绿化养护和人工补植等抚育工作。通过采取相应的生态修复措施，矿山生态修复总面积 223217.00m<sup>2</sup>，植被恢复面积 19.1163hm<sup>2</sup>，修复区植被覆盖度增加 85.84%。

项目为矿山生态修复，运营期无废气、噪声、固废产生；回填区底部、边坡、顶部均进行防渗，回填完成后覆土进行土地复垦，运营期回填体淋滤水产生量逐渐减少。项目实施后，通过矿坑清理、矿坑回填、土地整治、植被恢复等各项措施的实施，产生以下正效益：

(1) 项目实施后，通过矿坑清理、基础处理、回填治理及地形重塑、土壤重构、植被重建等各项措施的实施，①使矿坑林草植被覆盖、恢复，能改善土壤物理、化学性状，提高土壤肥力、减少水土流失；②消除矿坑地质灾害、安全、环保等各类隐患，改善生态环境；③削弱矿坑扬尘对周边空气的影响、矿坑积水对附近地表水体及区域地下水环境的影响；④增加项目区内动植物种类，并且随着项目区植被的大面积恢复，使得项目区的生态功能得到提高，动、植物的生存环境得到改善，生物多样性得到丰富；⑤改善项目区周边小气候，调节周边温度、湿度和风力，还能削减洪峰，增加长流水，净化空气，有效的改善因前期采矿活动对生态环境带来的负面影响，改变项目区景观。

并且项目使用无害化处理磷尾矿生态修复材料回填，不仅减少了土石方的开挖、大量资金的投入、生态环境的破坏，而且在参考一般工业固废填埋场要求对矿坑进行防渗隔离，环境风险得到控制，同时使磷尾矿得到有效利用。项目实施对区域生态环境提升有积极意义。

(2) 项目实施后，生态修复面积将修复采矿用地 19.8413hm<sup>2</sup>，通过对矿山环境恢复治理，恢复植被面积 19.1163hm<sup>2</sup>；可减少矿坑淋滤水对地表水、地下水体污染。通过本方案的实施，方案实施后将能有效改变原露天采场的地形地貌景观，使弃渣得到有效利用，同时恢复乔木林地 6.4362hm<sup>2</sup>、其他草地 3.8008hm<sup>2</sup>和园地 8.8793hm<sup>2</sup>。林草植被覆盖率的增加，净化空气，有效的改善因采矿活动对生态环境带来到负面影响。

综上，该项目具有生态正效益。

本项目工程建设场地唯一，不存在比选。本项目是针对矿山采空区及扰动区域进行生态修复。由于矿山已停采多年，采区岩石裸露，边坡高陡，且坡面岩体较破碎，可能成为崩塌、滑坡等矿山地质灾害隐患点。因此对矿山采空区及扰动区域进行土地平整和危岩清理后种植植被，可以减少地质灾害的发生，还可以美化环境。根据 安宁市水务局关于《商请提供安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿矿山生态修复项目办理环评手续所需资料的函》的回复（附件 11）和实际调查，项目西南 72° 方向 270m 处（清水塘村）有一眼地下水井（坐标：102° 25′ 52.1″ ， 24° 56′ 17.6″ ）。该地下水井承担着温泉街道羊角社区石甸口村、温泉社区清水塘村共 33 户 123 人的生活用水供水功能，且与项目在同一水文地质单元内，考虑其与项目存在水利联系，安宁市水务局目前拟将上述区域（清水塘村）纳入《“十五五”供水规划》，计划用市政供水管网供水，待资金落实后实施，暂定于 2025 年下半年实施完成，实施完成后该水井将不再作为生活供水井使用。建设单位（安宁兴浩贸易有限公司）承诺在项目施工回填开始后清水塘 33 户 123 人的生活用水由其负责解决直至市政供水管网改造完成。施工回填开始后该水井将不再作为生活供水井使用（附件 19）；根据安宁市文化和旅游局关于商请提供安宁市温泉街道龙山冶金熔剂矿矿山生态修复项目办理环评手续所需资料的复函（附件 18）：项目周边珍珠泉（距离项目区 897m）不属于独立的文物保护单位。曹溪寺（距离项目区 1126m）于 2006 年被国务院公布为全国重点文物保护单位，其整体的历史文化价值涵盖了寺内建筑、周边自然景观等多个要素。珍珠泉不属于曹溪寺全国重点文物保护单位的直接组成部分，但珍珠泉与曹溪寺在地理位置上紧密相连，作为曹溪寺文物构成中自然景观和文化景观方面的重要元素，它与寺内建筑、历史环境共同构成了曹溪寺整体文化景观的完整性，对体现曹溪寺的完整性和历史文化价值有着重要作用，珍珠泉和曹溪寺均与项目区均不属于同一水文地质单元内。本项目 500m 范围内不涉及饮用水源保护地、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、地质公园、森林公园、重要湿地和文物保护单位等环境敏感目标。符合《地下水管理条例》《云南省地下水管理办法》《一般工业固体废物暂存和填埋污染控制标准》等有关规定。

根据《实施方案》及风险评估报告，生态修复区地质结构条件满足生态修复后承载力的要求。生态修复区不存在活动断层、溶洞区、天然滑坡或泥石流影响区以及湿地等区域。不涉及江河、湖泊、运河、渠道、水库最高水位线以下的滩地和岸坡，项目不在昆明市乡镇级及以上集中式饮用水水源保护区范围内。项目不涉及饮用水源地管理范围内。

项目实施后，项目区的植被综合盖度明显增强，涵养水源、净化水质、保持水土和抵御自然灾害的能力明显提高，大气污染程度得到有效缓解，对周边环境的影响主要表现为正面影响。项目选址合理。

## 五、主要生态环境保护措施

施工期生态环境保护措施

### 1.大气环境保护措施

项目施工过程中产生的废气主要为扬尘，运输车辆和施工机械产生的尾气。

#### (1) 运输扬尘

①项目使用的回填材料为无害化处理磷尾矿，来源于《新能源材料前驱体 450 万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目》，距离回填区距离约 17km。运输车辆采用密闭式箱车，全程对车辆进行密闭覆盖，避免运输过程中物料泼洒。对场区进出的车辆进行冲洗。沿途控制车速严禁超载。

②进入施工现场的运输车辆应低速、限速行驶，减少扬尘产生量。

#### (2) 施工扬尘

合理安排施工工序、施工进度，尽量避免在大风气象条件下施工。在回填施工过程中采取洒水喷雾降尘，洒水喷雾次数根据天气状况而定，非雨天每日洒水次数不少于 3 次；若遇到大风或干燥天气应增加洒水喷雾次数；

(3) 对土壤临时堆放场采用土工布临时覆盖，未覆膜边坡、材料堆存区采用防尘网覆盖。

(4) 运输车辆和施工机械定期维护保养，使用符合国家标准的汽油燃料，减少车辆和施工机械尾气对环境的影响。大气环境保护措施

### 2.地表水环境保护措施

(1) 回填施工过程中降雨时，雨水进入回填修复区会产生淋沥水，回填过程中，无害化处理磷尾矿堆排雨季应观测和关注天气情况，做好雨季堆排计划，在雨季来临前平整好整个堆填区，在堆填区表面开挖临时表面排水沟，堆排中做好滩面排水，防止滩面积水；雨天不进行堆排，不堆填区域尽量采用塑料膜进行临时覆盖，减少雨水下渗。产生的淋滤水经淋滤水收集沉淀池收集后，用罐车运输至安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体 450 万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”作为磨矿及浮选用水。

(2) 施工车辆冲洗废水。项目施工车辆冲洗废水产生量约为 10.08m<sup>3</sup>/d，废水主要为 SS。根据类比调查，施工生产废水中 SS 浓度为 3000mg/L，车辆冲洗废水经三级沉淀池（54m<sup>3</sup>）沉淀后，返回洗车槽循环使用，不外排。

(3) 项目施工期生活污水主要为施工人员施工区内洗手废水，生活污水产生量约 0.48m<sup>3</sup>/d，经临时沉淀池沉淀处理后回用于施工场地洒水降尘，不外排。

### 3.声环境保护措施

施工期间噪声主要是施工现场的各类机械设备噪声、施工作业噪声以及物料运输造成的交通噪声。

#### (1) 施工噪声

项目周边 50m 范围内存在清水塘村保护目标。为减轻施工期对周围环境影响，项目施工期需注意采取以下措施：

①在符合施工需要的前提下，尽可能选取噪声低、振动小、能耗小的先进设备。加强对施工机械的维护保养，避免由于设备性能差而使机械噪声增大的现象发生，避免偶发噪声发生；

②加快施工进度，合理安排施工时间；

③加强对施工人员的环境宣传和教育，使他们认真落实各项降噪措施，做到文明施工；

④运输施工物资应注意合理安排施工物料运输时间。

⑤禁止夜间 22:00~次日 06:00 时间段施工，避免对周边村庄造成影响。

⑥加强对施工场地的噪声管理，文明施工，做好区内交通组织，施工场地车辆出入现场时应低速、禁鸣，设立专人负责。

⑦施工期在靠近水塘村居民住户一侧施工时，应该布设隔音围栏，避免设备集中同时施工，禁止夜间进行产生噪声的建筑施工作业。因特殊需要必须连续施工作业的，应当取得地方人民政府住房和城乡建设、生态环境主管部门或者地方人民政府指定的部门的证明，并在施工现场显著位置公示或者以其他方式公告附近居民。

通过采取上述措施，将项目施工期施工机械噪声对周围环境的影响降至最低。随着项目施工结束，施工噪声污染将随之消失，在严格执行上述措施的前提下，项目施工噪声对周边环境产生的影响是可以接受的。

#### 2) 运输噪声

回填料运输依托现有道路，往来车辆较多，为避免车辆运输噪声对沿途村民的影响，要求运输车辆经过此处时减速慢行，同时加强对途经村庄的道路的维护；在经过沿线村庄时，应减缓车速、禁止鸣笛；合理安排运输时间，运输尽量安排在昼间；路过村庄点，应避开在 12:00~14:00，夜间 22:00~次日 6:00，减少车辆运输产生的噪声对周边环境的影响。经采取以上措施后，项目运输噪声对沿途村庄的影响是可以接受的。

施工期间噪声主要是施工现场的各类机械设备噪声、施工作业噪声以及物料运输造

成的交通噪声。

#### 4.固体废物处置措施

项目施工期固体废物主要为废土石方、施工人员生活垃圾和回收沉淀池的污泥。项目区不涉及机修，机修全部外委。

##### (1) 废土石方

根据工程分析，项目施工期产生土方全部用于坑底防渗土壤衬层，石方用于拦挡坝、截排水沟、导排盲沟等修筑。土石方处置率 100%，对周边环境影响小。

##### (2) 沉淀池及淋滤水收集沉淀池沉渣

沉淀池及淋滤水收集沉淀池的沉渣，定期进行清理，清理出来的污泥装袋沥水晾干后用于回填区回填。

##### (3) 施工人员生活垃圾

施工期生活垃圾集中收集后生活垃圾收集点堆存，定期清运至环卫部门指定地点，交由环卫部门处置。

##### (4) 建筑垃圾

建筑垃圾分类回收利用，不能回收的部分委托有资质的单位进行处置。

#### 5.地下水环境保护措施

##### (1) 源头管控

项目施工期使用无害化处理磷尾矿作为回填材料回填矿坑，回填修复区铺设绿化植被覆土前，回填体为裸露堆放，降雨时，回填场产生淋滤水，淋滤水含有一定量污染物。项目使用的回填物料若不采取防渗措施，淋滤水将会随雨水渗入地下，污染地下水。为防止回填场渗水渗漏对地下水造成污染，对回填区的底部和内边坡进行防渗。

1) 落实回填区顶部防渗和积水及淋滤水导排措施，淋滤水收集后回用，不外排。

2) 对每批次无害化处理磷尾矿按照 HJ/T20 采样要求进行采样分析。

3) 无害化处理磷尾矿满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020) 第 8 条充填及回填利用污染控制要求，即满足第 I 类工业固体废物，且有机物含量不超过 5%；

4) 做好回填材料台账记录，记录回填量、成分分析结果等。

##### (2) 过程控制

##### 1) 防渗措施

①矿坑回填区底部防渗层结构：先进行场区场地平整清基压实好后依次铺设 750mm

厚土壤衬层、300g/m<sup>2</sup>土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗膜、300g/m<sup>2</sup> 土工布防渗层。

②岸坡防渗层结构：对岸坡坡度较缓地段，坡面平整清理压实好后依次铺设 300g/m<sup>2</sup> 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗膜、300g/m<sup>2</sup> 土工布防渗层。采用锚固钉、链固定。

③拦挡坝内坡防渗结构：由于防渗层下为堆石拦挡坝体，为有效保护防渗层的安全，拦挡坝内坡面碾压平整压实好后铺设 750 土壤衬层过渡层后，再铺设 300g/m<sup>2</sup> 土工布、1.5mm 的 HDPE 双糙面防渗土工膜、300g/m<sup>2</sup> 土工布防渗层，并与场底防渗膜相连。

④顶部防渗层结构：堆填坡面平整清理压实好后依次铺设复合土工膜（300g/m<sup>2</sup> 短丝针刺无纺布+1.5mmHDPE 土工膜+300g/m<sup>2</sup> 短丝针刺无纺布）防水层、400mm 厚土壤覆盖层，并与防渗膜搭接。

⑤应急事故池防渗：铺设 750mm 厚粘土层、300g/m<sup>2</sup> 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗膜、300g/m<sup>2</sup> 土工布防渗层。

⑥淋滤水收集沉淀池：采用 C20 混凝土垫层，现浇 C30 钢筋砼结构（混凝土采用防水混凝土）。

⑦回填修复区外围截排水沟：填充修复区矿坑外部修建截排水沟。有效降低雨季施工期间雨水汇入回填修复区雨水，降低由于降雨形成的淋滤水水量。

### **(3) 末端监管**

#### **1) 防渗漏监控**

设置防渗漏监控系统，监控防渗衬层的完整性。

#### **2) 防渗工程施工监理**

开展施工期环境监理，重点对防渗工程质量、防渗漏监控系统设置情况、积水及淋滤水导排、收集池建设情况等进行监理，并形成监理报告，作为项目验收的依据。

#### **3) 淋滤水跟踪监测**

按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的要求，项目实施过程中，对淋滤水污染物进行检测，监测频次为 1 次/月。回填完成后淋滤水处理系统、淋滤水污染物监测应继续正常运行，直到连续 3 年内没有淋滤水产生。

#### **4) 地下水环境跟踪监测**

建立回填区地下水环境监控体系，包括建立地下水污染监控制度和环境管理体系，以便及时发现问题，及时采取预防措施。根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）、《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）的要求，回填区上游设置 1 个对照井，下游设置≥1 个跟踪监测点，在可能出现污染扩散区

域设置 $\geq 1$ 个扩散监测井，结合项目实际水文地质调查情况，项目设置4口地下水跟踪监测井（5#监测井目前无水，有水时纳入监测），对回填区地下水进行跟踪监测。结合项目特征，监测因子为：pH、氟化物、总磷、硫酸盐、硝酸盐、氯化物、铜、铜、锌、汞、砷、硒、镉、铬、铅。回填期间，监测点季度监测1次，雨季根据实际情况可增加监测次数；修复完成后，地下水监测频次为1次/半年，直到地下水水质连续3年不超出地下水本底水平。地下水跟踪监测井设置情况见下表。

表 5-1 项目区地下水监测井布置表

编号	性质	位置经纬坐标		备注
1	内部污染监控井	102.435276	24.940918	利用已有监测井 2
2	上游对照点	102.432336	24.941906	利用已有监测井 3
3	下游污染监控井	102.436934	24.939532	利用已有监测井 4
4	扩散监控井	102.436208	24.943190	利用已有监测井 5（目前无水）
5	敏感点 1/扩散监控井	102.430979	24.938265	利用清水塘水井



图 5-1 项目区地下水监测井布置图

## 6.生态保护措施

(1) 施工过程中须严格控制施工作业面，采取水土保持措施，可有效改善开采区的水土流失问题；

(2) 合理布局施工总图，分片区施工；

(3) 施工期间要求文明施工，严禁非法猎捕鸟类、兽类等野生动物；

(4) 回填结束后，进行覆土，栽种植被。

## 7.风险防范措施

### (1) 落实源头控制

1) 落实堆场防渗、积水及淋滤水导排措施，淋滤水回用，不外排。

2) 无害化处理磷尾矿生态修复材料满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制

标准》(GB18599-2020)第8条充填及回填利用污染控制要求,即满足第I类工业固体废物,且有机物含量不超过5%;

3)对每批次回填无害化处理磷尾矿生态修复材料按照HJ/T20采样要求进行采样分析。

4)做好回填材料台账记录,记录成分分析结果等。

5)从源头起进行严格控制,加大监督力度,生态修复作业点必须设置检验点,做到不允许“严禁回填固废”进入回填修复区;

6)防止生活垃圾混入,在回填、推平过程中也要检查,一旦发现生活垃圾混入,应立即停止回填,确保生活垃圾不得进入填充场。

7)回填修复区修复为果园的区域待图斑销号完成后进行场地硬化,新建大棚种植蓝莓,种植蓝莓采用无土栽培技术,将较大程度减少了乔木根系对防渗膜的破坏程度。

## (2) 工程控制措施

### 1) 落实矿坑回填区域防渗措施

①底部防渗:先进行场区场地平整清基压实好后依次铺设750mm厚黏土层、300g/m<sup>2</sup>土工布、1.5mm的HDPE防渗膜、300g/m<sup>2</sup>土工布防渗层。

②岸坡防渗:对岸坡坡度较缓地段,坡面平整清理压实好后依次铺设300g/m<sup>2</sup>土工布、1.5mm的HDPE防渗膜、300g/m<sup>2</sup>土工布防渗层。采用锚固钉、链固定。

③顶部防渗:堆填坡面平整清理压实好后依次铺设复合土工膜(300g/m<sup>2</sup>短丝针刺无纺布+1.5mmHDPE土工膜+300g/m<sup>2</sup>短丝针刺无纺布)防水层、500mm厚土壤覆盖层,并与矿坑防渗膜搭接。

### 2) 淋滤水收集池防渗

采用C15混凝土垫层,现浇C30钢筋砼结构(混凝土采用防水混凝土)。

### 3) 拦挡坝内坡防渗

由于防渗层下为堆石拦挡坝体,为有效保护防渗层的安全,拦挡坝内坡面碾压平整压实好后铺设750mm黏土过渡层后,再铺设300g/m<sup>2</sup>土工布、1.5mm的HDPE双糙面防渗土工膜、300g/m<sup>2</sup>土工布防渗层,并与场底防渗膜相连。

### 4) 淋滤水不外排

①回填过程中,无害化处理磷尾矿堆排按旱季与雨季进行堆排。旱季直接进行堆排,雨季应观测和关注天气情况,在施工开始前做好雨季堆排计划,在雨季来临前平整好整个堆填区,在堆填区表面开挖临时表面排水沟,堆排中做好滩面排水,防止滩面积水;

雨天不进行堆排，不堆填区域尽量采用塑料膜进行临时覆盖，减少雨水下渗。

②产生的渗滤液经渗滤液收集沉淀池收集后，用罐车运输至安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体 450 万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”作为磨矿及浮选用水。暴雨条件下增加罐车运输渗滤液回用的频次，防止渗滤液溢出。

### (3) 末端监管

#### 1) 开展施工期环境监理

开展施工期环境监理，重点对防渗工程质量、防渗漏监控系统设置情况、积水及淋滤水导排、收集池建设情况等进行监理，并形成监理报告，作为项目验收的依据。加强施工及运营过程中对防渗层的保护，防止回填施工破坏防渗层。

#### 2) 加强过程监管和跟踪评估

根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的要求开展全过程监管和跟踪评估工作。

#### 3) 保障堆填稳定性措施

①落实和完善应急管理机制，有效防范汛期和极端气候引起的事故灾害，应急救援预案内容应包括：应急机构的组成和职责；应急通信保障；抢险救援的人员、资金、物资准备；应急行动等。防灾预案的具体内容应根据无害化处理磷尾矿质土体堆填具体情况及周围环境制定，避免盲目效仿其他矿山的预案，且应急预案的实施和演练，要把每次的情况记录在案，及时修改和完善应急救援方案。

②汛期前应对排洪设施进行检查、维修和疏浚，确保排洪设施畅通。洪水过后应对挡体和排洪构筑物进行全面认真的检查与清理，发现问题及时修复，同时，采取有效的排水措施，防止连续降雨后发生无害化处理磷尾矿积水导致失稳事故。

③建立在线监测系统及视频监控，及时收集和掌握场区降雨量、无害化处理磷尾矿堆填体水位及挡体位移情况，通过有效监测可以为管理方争取时间，及早采取相应措施防止失稳事故的发生或应对失稳产生的危害。

④严格落实无害化处理磷尾矿堆填的安全检查制度。完善日常巡视制度，日常巡视应包括安全设施的运营状况，坝坡的维护和异常变形，挡体有无纵、横向裂低，堆排区水位的变化、管涌现象。

## 8.土壤污染防治措施

(1) 淋滤水收集沉淀池采用 C15 混凝土垫层，现浇 C30 钢筋砼结构（混凝土采用防水混凝土）。

(2) 回填修复区采用按照设计规范进行防渗，避免淋滤水泄漏下渗对土壤环境产生影响。

(3) 矿山修复材料应满足回填要求后方可运至回填区回填，不合格不得回填。确保所有批次无害化处理磷尾矿生态修复材料符合《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）第 8 条充填及回填利用污染控制要求，即满足第 I 类工业固体废物，且有机物含量不超过 5%。

(4) 在施工过程中严格按照回填方案进行施工，淋滤水收集于淋滤水收集沉淀池内，用罐车运输至安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体 450 万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”作为磨矿及浮选用水。

(5) 对每批次覆土和黏土衬层成分进行监测，确保覆土满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）的要求。

(6) 对运输车辆采取覆盖措施，落实洒水抑尘等施工扬尘控制措施，减少回填材料泼洒，沉降进入土壤环境，减缓对土壤环境的影响。

(7) 土壤跟踪监测：修复区范围外周边 1km 内布设 3 个表层监测点。监测因子为 pH、氟化物、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、有机质，土壤满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）要求。

## **9.施工期环境监理计划**

### **(1) 实施施工监理等管理措施**

采取适当的管理措施对施工期生态保护具有事半功倍的效用，施工监理是施工期最好的管理措施。在整个施工期内，采用巡检监理的方式，检查生态保护措施的落实及施工人员的生态保护行为。

回填区施工方案中应包括施工质量保证和施工质量控制内容，明确环保条款和责任，可作为建设环境监理的主要内容。回填区在施工完毕后应保存施工报告、全套竣工图、所有材料的现场及实验室检测报告。采用高密度聚乙烯膜作为人工合成材料衬层的贮存场及填埋场还应提交人工防渗衬层完整性检测报告。在施工中实行全线环境保护监理制度。

#### **a 施工前期招标**

建设单位对工程施工实施招投标。在招标文件的编制过程中，应将各项环保要求与措施纳入相应的条款中；承包商投标文件中应包含环保工程（含环保措施）的落实及实施计划；在评标过程中应注意对投标文件的环保部分进行评估讨论，对中标方的不足之

处提出完善要求。

**b 实施环境监理计划**

将环境监理工作纳入工程监理之中，每个标段应至少配备一名专职的现场环境监理人员，以便及时发现施工中可能出现的特有鱼类的破坏和生态环境的污染问题。具体工作如下：施工开始前，认真检查施工计划中是否包含有环境保护措施；根据施工日程安排，定期检查监督施工过程“三废”排放是否符合环保要求；检查监督施工过程中的特有鱼类及其生态环境保护措施；施工期具体监理内容及阶段性验收要求情况详见下表。

**表 5-2 项目施工期监理内容**

时期	项目	处理措施	监理标准	执行单位
施工准备阶段	/	施工单位资质，施工期环保责任书，施工期环保方案。	建设单位与施工单位签订环保合同，施工单位应具有相应资质，施工单位制定了详细的可操作的各项环保措施方案。	建设单位
施工期阶段	废气	(1) 项目拟设洒水车，对修复区施工面进行洒水降尘，在大风天、干燥天气，适当增加洒水频次； (2) 运输车辆须以篷布遮盖，密闭运输，并注意控制车速；	每季度对场界进行监测，监测指标颗粒物，监测结果满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 无组织排放监控浓度限值	
	废水	回填修复区外围设置截排水沟，把回填修复区外围雨水排出修复区外。	通过设置外围截洪沟，将回填修复区外部洪水排出回填场外。	
		回填过程中，无害化处理磷尾矿生态修复材料堆排按旱季与雨季进行堆排。旱季直接进行堆排，雨季应观测和关注天气情况，在施工开始前做好雨季堆排计划，在雨季来临前平整好整个堆填区，在堆填区表面开挖临时表面排水沟，堆排中做好滩面排水，防止滩面积水；雨天不进行堆排，不堆填区域尽量采用花油布或塑料膜进行临时覆盖，减少雨水下渗。	关注天气情况，雨天不进行回填，提前采用花油布或塑料膜进行临时覆盖，减少雨天尤其是暴雨条件下的淋滤水。	
		回填修复区导排盲沟，收集回填修复区雨水及淋滤水后排向下游的淋滤水收集沉淀池。为满足暴雨条件下淋滤水的收集，环评要求扩大淋滤水收集池容积，现有的淋滤水收集沉淀池扩大至 1000m <sup>3</sup> ，同时新增一个容积为 500m <sup>3</sup> 的应急池事故池。暴雨条件下	淋滤水收集沉淀后，用罐车运输至安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体 450 万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”作为磨矿及浮选用水，不得外排。每月对淋滤水进行检测，检测指标 pH、氟化物、氨氮、石油类、总磷、铜、铅、锌、镉、砷、汞、铬、	

		将淋滤水通过泵至应急池暂存，并增加罐车运输渗滤液回用的频次，防止渗滤液溢出。	六价铬、铍、银。	
		防渗工程	(1) 防渗膜购买原生膜，防渗施工影像资料，施工记录，防渗膜购买合同，每批次的检验合格证。保存相关资料，作为竣工环保验收的依据。 (2) 对防渗工程质量、防渗漏监控系统设置情况、积水及淋滤水导排、收集池建设情况等进行监理，并形成监理报告，作为项目验收的依据。	
		1 个洗车槽，1 个 54m <sup>3</sup> 车辆冲洗三级沉淀池（分为 3 个，每个 3m*3m*2m）	车辆冲洗废水经三级沉淀池沉淀后返回洗车槽循环使用，不外排。	
	无害化处理磷尾矿	设专人管理无害化处理磷尾矿生态修复材料运输过程，委托专业检测机构对无害化处理磷尾矿生态修复材料进行检测，确保回填材料满足回填要求，禁止回填不合格材料。	无害化处理磷尾矿生态修复材料满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）第 8 条充填及回填利用污染控制要求，即满足第 I 类工业固体废物，且有机物含量不超过 5%。	
	噪声	使用低噪声设备、分时段、夜间禁止施工、施工现场周围加围护、距离衰减等。	每季度对施工场界周边进行监测，监测结果满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求	
	固废	废土石方	项目施工期产生的废土石方全部用于坑底回填底部平整及拦挡坝。	
		施工人员生活垃圾及早厕粪便	委托环卫部门处置。	
		车辆冲洗沉淀池及淋滤水收集池沉渣	定期进行清理，清理出来的污泥装袋沥水晾干后用于回填区回填。	
		建筑垃圾		
	生态	土壤重构	植被恢复土壤来源、方量、入场检测记录，根据恢复类型，土壤满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）要求。生态修复面积 18.7427hm <sup>2</sup> ，并定期养护、扶植，确保存活率。	
		植被重建		

### 10.环境监测计划

根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020），结合项目特点，项目具体监测计划见表 5-3。监测结果建议向社会公开查询。

表 5-3 施工期环境监测计划一览表

监测对象	监测点	监测内容	监测频率	执行标准
------	-----	------	------	------

	大气	修复区场界四周	颗粒物	每季度一次	《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表2无组织排放浓度限值
	噪声	修复区场界四周	噪声	每季度一次	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）
	淋滤水	淋滤水收集沉淀池	pH、氟化物、总磷、石油类、氨氮、铜、铅、锌、镉、砷、汞、铬、六价铬、铍、银。	每月一次	/
	地下水	项目区5口地下水监控井及周边1口井作为矿坑回填区地下水监测点。	pH、氟化物、总磷、石油类、硫酸盐、硝酸盐、氯化物、铜、锌、汞、砷、硒、镉、铬、铅。	回填期间，监测点每季度监测1次，雨季根据实际情况可增加监测次数	《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准，其中总磷参考《地表水环境质量标准》Ⅲ类标准执行
	土壤	修复区范围外周边1km内布设3个表层监测点。	pH、氟化物、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、有机质	监测频次不少于每年1次。	建设用地限值执行GB36600；农用地限值执行GB15618，氟化物对照本底值。
	地表水	露天矿坑	pH、氟化物、总磷、石油类、铜、铅、锌、镉、砷、汞。	每季度1次	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）类标准

运营期生态环境保护措施	<p><b>1.水环境保护措施</b></p> <p>(1) 定期对淋滤水进行监测，记录水质情况，直到连续3年内没有淋滤水产生。期间产生的淋滤水经淋滤水收集沉淀池收集后，用罐车运输至安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体450万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”作为磨矿及浮选用水。</p> <p>(2) 加强防渗工程监控管理，发现破损隐患，及时修复。</p>				
	<p><b>2.生态环境保护措施</b></p> <p><b>(1) 养护方案</b></p> <p>①保苗浇水</p> <p>方案设计种植冬樱花、云南松、白花三叶草、香根草、狗牙根等，植播季节选在雨季阴天或小雨天。</p> <p>树苗要发育良好，根系完整，无病虫害和机械损伤，起苗后应尽快栽植。按一般种树方法种植。树木栽种后，及时浇水灌溉，特别是在幼苗的保苗期和干旱、高温季节，注意多浇水，一般春季5—7次，秋季4—5次。复垦责任范围夏季降水较多，可适当减少</p>				

浇水，主要是保证苗木或草种不受损；浇水后 1~2 天必须检查是否有裂缝，沉陷现象，一旦发现应及时培土压实。

### ②养分管理

复垦地面积很大，主要靠种植绿肥作物和固氮植物以及植物的枯枝落叶，动物的粪便等来增加土壤营养物质，少量的无机肥也可适当使用。

### ③植株补种

复垦的林地栽种完成后，要做好管护工作和抚育工作，精细管理，以保证栽种的成活率。对未成活的苗木，应及时补栽。针对乔木，栽植当年应注意苗木扶正，适当培土。对生长状况不好的区域，进行施肥、浇水、除草等。

### ④林木病虫害防治：

对于林带中出现各类树木的病、虫、害等要及时的进行管护。对于病株要及时地砍伐防止扩散，对于虫害要及时地施用药品等控制灾害的发生。

土地复垦项目工程完成后，矿山应确定管护主体，建立严格的管护责任制，落实到具体管理人员，明确管护内容，并实行轮流巡查制度，掌握管护动态，发现问题及时处理。

## (2) 用水保障

根据计算绿化用水量为 2618.05m<sup>3</sup>/a，约 11.88m<sup>3</sup>/d，植被恢复用水从项目南侧矿坑运输灌溉，运输距离 0.6—0.8km。属于!Undefined Bookmark, 3 \类水，满足项目植被恢复用水的水量和水质的要求。

## 3.环境质量跟踪监测

根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的要求，结合项目特点，矿山生态修复后，开展地表水、地下水和土壤跟踪监测，监测要求及质量标准见表 5-4。

表 5-4 管护期跟踪监测要求及执行标准

监测内容	监测点位	监测指标	最低监测频次	执行标准
地表水	南部矿坑地表水	pH、氟化物、总磷、石油类、铜、铅、锌、镉、砷、汞。	每 6 个月一次	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）类标准

地下水	5个监测点位	pH、氟化物、总磷、石油类、硫酸盐、硝酸盐、氯化物、铜、锌、汞、砷、硒、镉、铬、铅	每6个月一次	《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III类标准。总磷和石油类执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准限值要求。
土壤	修复区范围外周边1km内布设3个表层监测点。	pH、氟化物、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、有机质。	每3年一次	建设用地限值执行GB36600；农用地限值执行GB15618，氟化物对照本底值。

#### 4.建设项目环境保护“三同时”验收

项目“三同时”验收一览表见下表。

表 5-5 项目“三同时”竣工验收一览表

时期	项目	环保设施/措施	验收标准及内容	
施工期	矿坑回填料	回填材料无害化处理磷尾矿的合格情况	1.无害化处理磷尾矿回填记录台账； 2.对每批次回填无害化处理磷尾矿按照 HJ/T20 采样要求进行采样分析。 3.回填的无害化处理磷尾矿质量满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020) 第8条充填及回填利用污染控制要求，即：满足第 I 类工业固体废物，且有机物含量不超过 5%。	
	废气	洒水车辆，对修复区施工面进行洒水降尘。	1.回填施工期洒水记录台账。 2.运输车辆篷布覆盖情况照片。 3.洒水记录台账及洒水现场照片。 4.回填施工期监测报告，颗粒物满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 无组织排放监控浓度限值标准。	
		运输车辆须以篷布遮盖，密闭运输，限载、限速。		
		开展例行监测，每季度一次，	监测颗粒物。	
	废水	1个洗车槽，1个54m <sup>3</sup> 车辆冲洗三级沉淀池（分为3个，每个3m*3m*2m）		车辆冲洗废水经三级沉淀池沉淀后返回洗车槽循环使用，不外排。
		1个10m <sup>3</sup> 临时沉淀池		施工人员生活污水经临时沉淀池沉淀后回用于场地洒水降尘。
1) 积水及淋滤水导排系统、淋滤水收集池。 2) 回填施工期对淋滤水处理站出水进行检测，每月1次。 3) 进行6个地下水跟进监测井，回填施工期对地下水进行跟踪监测，回填期间监测频次为季度/1次。			1.积水及淋滤水导排系统设计及施工监理报告。 2.淋滤水收集沉淀池设计及施工监理报告。 3.回填施工期淋滤水检测报告。产生的淋滤水经淋滤水收集沉淀池收集后，用罐车运输至安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体450万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”作为磨矿及浮选用水； 4.淋滤水处理情况、回用记录台账。 5.地下水跟踪监测报告，执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III类标准，其中总磷参考《地	

			表水环境质量标准》III类标准执行，发现异常，及时启动应急预案。
		选取低噪声设备，对设备进行维护，对噪声进行监测	回填施工期噪声监测报告，应满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。
		废土石方全部回用于场地平整。	处置率 100%。
		车辆冲洗沉淀池及淋滤水收集池沉渣	定期进行清理，清理出来的污泥装袋沥水晾干后用于回填区回填。
		施工人员生活垃圾：集中收集后送至生活垃圾收集点堆存，定期清运至环卫部门指定地点，交由环卫部门处置。	清运记录或者委托清运协议，处置率 100%。
		雨水导排系统	截排水沟建设情况、设计及施工监理报告。
		积水及淋滤水导排系统	积水及淋滤水导排系统建设情况、设计及施工监理报告。
		生态修复区防渗工程	防渗施工影像资料，施工记录，防渗膜购买合同，每批次的检验合格证。
		淋滤水收集沉淀池	重点对防渗工程质量、防渗漏监控系统设置情况、积水及淋滤水导排、收集池建设情况等。
		防渗监控系统	设置防渗漏监控系统，监控防渗衬层的完整性。
运营期	土地复垦	恢复乔木林地 17.0781hm <sup>2</sup> 、其他草地 0.3806hm <sup>2</sup> 。	
	淋滤水	每月 1 次对淋滤水收集池淋滤水进行监测，直到连续 3 年内没有淋滤水产生。	1.每次检测报告，产生的淋滤水经淋滤水收集沉淀后，用罐车运输安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体 450 万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”作为磨矿及浮选用水； 2.淋滤水产生、回用记录台账。
	地下水跟踪监测井	利用 5 个地下水跟进监测井，作为跟踪监测点。覆土绿化后，6 个月 1 次进行地下水监测，出具检测报告。	执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，总磷参考《地表水环境质量标准》III类标准执行。
	其他	监理报告详细内容。 编制相关应急预案。	提供月报、季报、总结报告。 进行备案。

其他

无

环保投资

项目环保设施投资主要用于施工期废气治理、废水治理、噪声防治、固废治理和运营期的植被养护等，项目总投资 1761.40 万元，其中环保投资 372.00 万元，占总投资的 21.12%，环保投资明细见下表 5-6。

表 5-6 环保工程设施投资估算表

时段	类别	环保治理措施	投资（万元）
施工期	废气	洒水降尘、篷布遮盖、控制车速、洒水车 1 辆	5
		每季度对项目区大气环境进行监测	3

		土壤临时堆放场采用土工布临时覆盖，未覆膜边坡、材料堆存区采用防尘网覆盖	3
	废水	积水及淋滤水导排、淋滤水收集沉淀池	13
		设置截排水沟	17
		定期对淋滤水进行监测，每月1次	4
		雨季对堆填区域采用塑料膜进行临时覆盖	3
		临时沉淀池和车辆冲洗沉淀池	5
		地表水跟踪监测	2
	地下水	防渗系统	139
		设置5个地下水监测井，每季度监测1次	35
		防渗漏监控系统工程	13
	噪声	选用低噪设备、合理布局、合理施工、加强设备维护	4
		每季度进行噪声监测	2
	固废	施工期生活垃圾集中收集后送生活垃圾收集点堆存，定期清运至环卫部门指定地点，交由环卫部门处置。	5
	土壤	周边土壤环境质量监测	3
	其他	对每批次无害化处理后的无害化处理磷尾矿进行检测	24
	生态	植被恢复（本次设计不涉及蓝莓种植）	4
	环境监理	委托有资质的单位对施工进行环境监理	15
运营期	环境监测管理	项目区附近地下水跟踪监测点5口地下水环境跟踪监测、淋滤水收集沉淀池开展跟踪监测、土壤环境跟踪监测、地表水环境跟踪监测	40
	植被管护	植被管理、维护：定期浇灌、基肥及追肥；连续抚3年，适时补植，种植后人工巡护	5
其他	环评	环境影响评价报告	18
	验收	竣工环境保护验收	5
	应急预案	突发环境事件应急预案	5
合计			372.00

## 六、生态环境保护措施监督检查清单

内容要素	施工期		运营期	
	环境保护措施	验收要求	环境保护措施	验收要求
陆生生态	/	/	/	/
水生生态	/	/	/	/
地表水环境	<p>①设置三级沉淀池，车辆冲洗废水经三级沉淀池沉淀后，返回洗车槽循环使用，不外排；</p> <p>②设置临时沉淀池，施工人员洗手水经收集后全部回用于施工场地降尘，不外排；</p> <p>③为满足暴雨条件下淋滤水的收集，环评要求扩大淋滤水收集池容积，现有的淋滤水收集沉淀池扩大至1000m<sup>3</sup>，同时新增一个容积为500m<sup>3</sup>的应急事故池。回填区淋滤水经淋滤水收集池沉淀处理后，用罐车运输至450万t/a的磷矿浮选厂作为磨矿及浮选用水。暴雨条件下将淋滤水通过泵至应急池暂存，并增加罐车运输渗滤液回用的频次，防止渗滤液溢出。</p> <p>④设置事故池和应急池</p>	<p>①设置一个54m<sup>3</sup>的三级沉淀池（分三个小沉淀池，每个长3m，宽3m，深2m）；</p> <p>②设置一个10m<sup>3</sup>的临时沉淀池；</p> <p>③设置1个1000m<sup>3</sup>淋滤水收集池，每月对淋滤水进行检测1次，出具检测报告。检测指标pH、氨氮、氟化物、总磷、石油类、铜、铅、锌、镉、砷、汞、铬、六价铬、铍、银。</p> <p>④设置1个500m<sup>3</sup>的应急池事故池。</p>	淋滤水跟踪监测，每月1次，直至连续3年无淋滤水产生。	淋滤水经沉淀池收集后用罐车运输至安宁市成杰物资经贸有限公司“新能源材料前驱体450万吨/年中、低品位磷矿综合利用及输送项目”作为磨矿及浮选用水。
地下水及土壤环境	<p>1.防渗工程</p> <p>2.防渗漏监控系统</p> <p>3.地下水跟踪监测井：拟利用5口地下水跟踪监测井。</p>	<p>①防渗膜防渗系数不大于10<sup>-7</sup>cm/s，提供防渗膜购买记录，施工记录，检验合格证。</p> <p>②防渗漏监控系统设置情况。</p> <p>③施工期防渗工程监理报告。</p>	地下水跟踪监测，直到地下水水质连续3年不超地下水本底水平。	地下水质量满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准，总磷和石油类参考《地表水环境质量标准》Ⅲ类标准执行。
声环境	<p>①在符合施工需要的前提下，尽可能选取噪声低、振动小、能耗小的先进设备。加强对施工机械的维护保养，避免由于设备性能差而使机械噪声增大的现象发生；</p> <p>②加快施工进度，合理安排施工时间；</p> <p>③加强对施工人员的环境宣</p>	每季度对施工场界噪声进行监测，场界噪声达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求。	/	/

	<p>传和教育，使他们认真落实各项降噪措施，做到文明施工；</p> <p>④运输施工物资应注意合理安排施工物料运输时间。</p>			
振动	/	/	/	/
大气环境	<p>①合理安排施工工序、施工进度，尽量避免在大风气象条件下施工。施工场地安排专员对施工场地洒水以减少扬尘量，洒水次数根据天气状况而定；非雨天每日洒水次数不少于3次；若遇到大风或干燥天气应增加洒水次数；</p> <p>②对土壤临时堆放场采用土工布临时覆盖，未覆膜边坡、材料堆存区采用防尘网覆盖。</p> <p>③运输车辆采用密闭式箱车，全程对车辆进行密闭覆盖，避免运输过程中物料泼洒。对场区进出的车辆进行冲洗。沿途控制车速严禁超载。进入施工现场的运输车辆应低速、限速行驶，减少扬尘产生量；</p> <p>④运输车辆和施工机械定期维护保养，使用符合国家标准汽油燃料，减少车辆和施工机械尾气对环境的影响。</p>	<p>每季度对项目区场界颗粒物进行检测，检测结果满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）无组织排放监控浓度限值<math>\leq 1\text{mg}/\text{m}^3</math>。</p>	/	/
固体废物	<p>（1）项目施工期产生的废土石方全部用于坑底回填底部平整。</p> <p>（2）车辆冲洗沉淀池及淋滤水收集沉淀池的沉渣，定期进行清理，清理出来的污泥装袋沥水晾干后用于回填区回填。</p> <p>（3）施工人员施工期生活垃圾集中收集后送至生活垃圾收集点堆存，定期清运至环卫部门指定地点，交由环卫部门处置。</p>	100%合理处置。	/	/
电磁环境	/	/	/	/

环境风险	<p>1.落实源头控制； 2.工程控制措施； 3.末端监管。</p>	<p>1.无害化处理磷尾矿生态修复材料回填物料检测报告； 2.防渗工程和淋滤水收集沉淀池和事故应急池； ①防渗膜防渗系数不大于 <math>10^{-7}</math>cm/s，提供防渗膜购买记录，施工记录，检验合格证； ②防渗漏监控系统设置情况； ③为满足暴雨条件下淋滤水的收集，环评要求扩大淋滤水收集池容积，现有的淋滤水收集沉淀池扩大至 <math>1000\text{m}^3</math>，同时新增一个容积为 <math>500\text{m}^3</math> 的应急池事故池。暴雨条件下将淋滤水通过泵至应急池暂存，并增加罐车运输渗滤液回用的频次，防止渗滤液溢出； ④施工期防渗工程监理报告； 3.环境监理、应急预案编制、备案和演练情况。</p>	/	备案和演练记录。
环境监测	<p>大气环境监测，监测因子：颗粒物，监测频次：每季度 1 次；</p>	<p>执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）无组织排放监控浓度限值标准</p>	/	/
	<p>施工期噪声监测，每季度 1 次</p>	<p>《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）</p>	/	/
	<p>地表水环境，监测因子：pH、氟化物、总磷、石油类、铜、铅、锌、镉、砷、汞。监测频次，每季度 1 次。</p>	<p>《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）类标准</p>	<p>地表水环境，监测因子：pH、氟化物、总磷、石油类、铜、铅、锌、镉、砷、汞。监测频次，每 6 个月 1 次。</p>	<p>《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）类标准</p>

	地下水环境监测因子：pH、氟化物、总磷、石油类、硫酸盐、硝酸盐、氯化物、铜、锌、汞、砷、硒、镉、铬、铅。监测频次，每季度1次。	《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，总磷、石油类参考《地表水环境质量标准》III类标准执行。	地下水环境，监测因子：pH、氟化物、总磷、石油类、硫酸盐、硝酸盐、氯化物、铜、锌、汞、砷、硒、镉、铬、铅。地下水监测频次为1次/半年，直到地下水水质连续3年不超出地下水本底水平。	《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，总磷、石油类参考《地表水环境质量标准》III类标准执行。
	土壤环境，监测因子：pH、氟化物、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、有机质。监测频次：每年1次	建设用地限值执行GB36600；农用地限值执行GB15618，氟化物对照本底值。	土壤环境，监测因子：pH、氟化物、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、有机质监测频次：每3年1次。	建设用地限值执行GB36600；农用地限值执行GB15618，氟化物对照本底值。
	对每批次无害化处理磷尾矿生态修复材料按照HJ/T20进行采样分析。	无害化处理磷尾矿生态修复材料满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）第8条充填及回填利用污染控制要求，即满足第I类工业固体废物，且有机物含量不超过5%。	/	/
其他	无			

## 七、结论

项目属于生态修复工程，项目选址不在生态保护红线区域，避开集中式饮用水源保护区及汇水范围、活动断层、溶洞区、天然滑坡或泥石流影响区域，不涉及饮用水源保护地、自然保护区、风景名胜区、基本农田保护区和文物保护单位等特殊需要保护的单位等环境敏感目标。

本项目为生态修复工程，项目实施后对重构采空区生态环境具有明显的生态效益，建设单位在项目实施过程中认真落实各项污染防治措施，项目实施对环境影响在可接受范围内。经环境风险评估，项目建设对地表水和地下水水质存在一定的污染风险，项目实施期间，应严格落实污染防治和风险防控措施，并按照环评提出的要求开展全过程监管和跟踪评估工作，从环境影响的角度分析，项目建设是可行的。