

建设项目生态环境影响报告表

(生态影响类)

项目名称：安宁宝源石场矿坑生态修复项目

建设单位（盖章）：安宁宝源石场

编制日期：二零二六年九月

中华人民共和国生态环境部制

目录

目录	I
一、建设项目基本情况	1
二、建设内容	29
三、生态环境现状、保护目标及评价标准	71
四、生态环境影响分析	101
五、主要生态环境保护措施	143
六、生态环境保护措施监督检查清单	155
七、结论	157
附表：建设项目污染物排放量汇总表	
附件：	
附件 1 委托书	
附件 2 委托合同	
附件 3 云南省固定资产投资项目备案证	
附件 4 采矿许可证	
附件 5 安宁宝源石场矿坑生态修复项目与安宁市国土空间规划“三区三线”划定成果套合的情况说明	
附件 6 项目涉及生态环境分区管控情况的查询结果	
附件 7 联审联批表（环保+执法+工信+应急+文旅+林草+交运+水务+街道）	
附件 8 项目生态修复方案的备案	
附件 9 公众参与调查表（村委会+小组+群众）	
附件 10 无害化磷尾矿生态修复利用意向合作框架协议	
附件 11 磷尾矿改性检测报告（3 样品）	
附件 12 表层无污染种植土采购简易协议	
附件 13 营业执照	
附件 14 法人身份证复印件	
附件 15 信息公开承诺书	
附件 16 企业确认书	
附图：	
附图 1 地理位置示意图	
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 项目实施前影像图	
附图 6 项目生态修复效果图	
附图 7 项目生态修复工程平面部署图	
附图 8 安宁宝源石场矿坑生态修复项目设计 1-1 剖面图	

附图 9 安宁宝源石场矿坑生态修复项目设计 2-2 剖面图
附图 10 安宁宝源石场矿坑生态修复项目设计 3-3 剖面图
附图 11 安宁宝源石场矿坑生态修复项目设计 4-4 剖面图
附图 12 安宁宝源石场矿坑生态修复项目设计 5-5 剖面图
附图 13 安宁宝源石场矿坑生态修复项目挡土墙大样图-1
附图 14 安宁宝源石场矿坑生态修复项目挡土墙大样图-2
附图 15 安宁宝源石场矿坑生态修复项目挡土墙大样图-3
附图 16 安宁宝源石场矿坑生态修复项目排水沟大样图
附图 17 安宁宝源石场矿坑生态修复项目防护网大样图
附图 18 安宁宝源石场矿坑生态修复项目告知牌大样图
附图 19 安宁宝源石场矿坑生态修复项目警示牌大样图
附图 20 安宁宝源石场矿坑生态修复项目沉淀池大样图
附图 21 安宁宝源石场矿坑生态修复项目蓄水池大样图
附图 22 项目评价区土地利用现状图
附图 23 项目监测点位布置图
附图 24 安宁宝源石场矿坑生态修复项目平面部署图
附图 25 安宁宝源石场矿坑生态修复项目回填修复区防渗系统平面部署图
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

一、建设项目基本情况

建设项目名称	安宁宝源石场矿坑生态修复项目											
项目代码	2604-530181-04-05-415984											
建设单位联系人	***	联系方式	****									
建设地点	云南省昆明市安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山											
地理坐标	东经 102°30'57.526", 北纬 24°58'14.2174"											
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 ² ）/长度（km）	18.0947hm ²									
建设性质	☒ 新建（迁建） ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 技术改造	建设项目申报情形	☒ 首次申报项目 ☐ 不予批准后再次申报项目 ☐ 超五年重新审核项目 ☐ 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	8120.26 万元	环保投资	309 万元									
环保投资占比	3.81%	施工工期	36 个月									
是否开工建设	☒ 否 ☐ 是：											
专项评价设置情况	本项目为采石场生态修复项目，项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（生态环境部令 16 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行）中“八、非金属矿采选业 10，11 土砂石开采 101，其他”，应编制环境影响报告表。 对照《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）（试行）》，项目专项评价设置情况如下。 表 1-1 项目专项评价设置情况一览表 <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>专项评价类别</th> <th>设置原则</th> <th>项目设置情况</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地表水</td> <td> 水力发电：引水式发电、涉及调峰发电的项目； 人工湖、人工湿地：全部； 水库：全部； 引水工程：全部（配套的管线工程等除外）； 防洪除涝工程：包含水库的项目； 河湖整治：涉及清淤且底泥存在重金属污染的项目 </td> <td> 本项目为采石场生态修复项目，不涉及水力发电、人工湖、人工湿地、水库、引水工程、防洪除涝工程；不需要开展地表水专项评价； </td> </tr> <tr> <td>地下水</td> <td> 陆地石油和天然气开采：全部； 地下水（含矿泉水）开采：全部； </td> <td> 本项目为采石场生态修复项目，不涉及陆地石油和天然气开 </td> </tr> </tbody> </table>			专项评价类别	设置原则	项目设置情况	地表水	水力发电：引水式发电、涉及调峰发电的项目； 人工湖、人工湿地：全部； 水库：全部； 引水工程：全部（配套的管线工程等除外）； 防洪除涝工程：包含水库的项目； 河湖整治：涉及清淤且底泥存在重金属污染的项目	本项目为采石场生态修复项目，不涉及水力发电、人工湖、人工湿地、水库、引水工程、防洪除涝工程；不需要开展地表水专项评价；	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；	本项目为采石场生态修复项目，不涉及陆地石油和天然气开
	专项评价类别	设置原则	项目设置情况									
	地表水	水力发电：引水式发电、涉及调峰发电的项目； 人工湖、人工湿地：全部； 水库：全部； 引水工程：全部（配套的管线工程等除外）； 防洪除涝工程：包含水库的项目； 河湖整治：涉及清淤且底泥存在重金属污染的项目	本项目为采石场生态修复项目，不涉及水力发电、人工湖、人工湿地、水库、引水工程、防洪除涝工程；不需要开展地表水专项评价；									
	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；	本项目为采石场生态修复项目，不涉及陆地石油和天然气开									

		水利、水电、交通等：含穿越可溶岩地层隧道的项目	采、地下水（含矿泉水）开采、水利、水电、交通等，不需要开展地下水专项评价
	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	项目不涉及环境敏感区，不需要开展生态专项评价
	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	本项目为采石场生态修复项目，不涉及油气、液体化工码头，不涉及干散货（含煤炭、矿石）、件杂、多用途、通用码头，不需要开展大气专项评价
	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	本项目为采石场生态修复项目，不涉及公路、铁路、机场等交通运输业涉及环境敏感区项目、城市道路项目，不需要开展噪声专项评价
	环境风险	石油和天然气开采：全部；油气、液体化工码头：全部；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	本项目为采石场生态修复项目，不涉及石油和天然气开采、油气、液体化工码头、原油、成品油、天然气管线、危险化学品输送管线，不需要开展环境风险专项评价
	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。 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： （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；（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；（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。 根据上表可知，项目不设置专项评价。		
规划情况	无		
规划环境影响评价情况	无		

规划及规划环境影响评价符合性分析	无			
其他符合性分析	1、产业政策符合性分析 项目为采石场生态修复项目，根据国家发改委《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，属于第一类鼓励类，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，符合产业政策。			
	2、与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）》的通知的符合性分析			
	本项目位于云南省昆明市安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山，中心点坐标：东经 102°30'57.526"，北纬 24°58'14.2174"。			
	根据云南省生态环境分区管控公共服务查询平台查询结果(详见附件 6)，该区域属于安宁市一般生态空间优先保护单元（环境管控单元编码：ZH53018110003）、安宁市一般管控单元（环境管控单元编码：ZH53018130001）。项目涉及安宁 2 个管控单元具体涉及管控单元详见表 1-2。项目与《昆明市生态环境分区管控动态更新方案（2023 年）》的符合性分析见表 1-3。			
	表 1-2 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	ZH53018110003	安宁市一般生态空间优先保护单元	优先保护单元
	2	ZH53018110003	安宁市一般管控单元	一般管控单元
	表 1-3 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			
	维度		管控要求	本项目情况
	更新结果	环境管控单元更新结果	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%。	本项目位于云南省昆明市安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山，中心点坐标：东经 102°30'57.526"，北纬 24°58'14.2174"。 根据《安宁宝源石场矿坑生态修复项目涉及生态环境管控单元与环境管控详情》（详见附件 6），该区域属于安宁市一般生态空间优先保护单元（单元编码：ZH53018110003）、安宁市一般管控单元（单元编码：ZH53018130001）。
				符合

		生态保护红线及一般生态空间更新结果	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《安宁宝源石场矿坑生态修复项目与安宁市国土空间规划“三区三线”划定成果套合的情况说明》（详见附件 5），该项目不涉及安宁市永久基本农田（核实处置成果），不涉及永久基本农田（部下发成果），不涉及安宁市生态保护红线，位于城镇开发边界外。项目实施后将完成修复治理云南省历史遗留矿山面积 18.0947hm²。	符合
		环境质量底线及资源利用上线更新结果	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_{2.5}）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。 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。	根据本次补充监测，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磷尾矿基生态修复材料作为回填材料，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于非雨天回填区喷淋洒水降尘用水，不会导致区域环境水环境功能下降。 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）风险筛选值。本项目为矿山生态修复工程，恢复目标为乔木林地、园地和其他草地。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，淋滤水经收集沉淀后用于非雨天回填区喷淋洒水降尘用水。通过生态恢复后，项目	符合

			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。 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。	
	生态环境准入清单调整结果	结合昆明市不同生态环境管控单元的生态环境主要特征、突出问题和环境质量目标，提出以改善生态环境质量为导向、对应到各环境管控单元、可操作的管控要求。 昆明市的优先保护单元和一般管控单元管控要求以共性要求为基础，对存在的个例问题制定相应的管控要求。重点管控单元聚焦单元突出的环境问题，以解决现状环境问题为目的提管控要求，增补了减污降碳协同管控相关要求，调整了重点管控单元相应的管控内容。	对照《产业结构调整指导目录（2024年本）》，项目属于鼓励类；项目于2026年4月1日取得了《云南省固定资产投资项目备案证》，项目代码：2604-530181-04-05-415984；项目建设符合国家和地方产业政策。 项目施工期和运营期在采取本次评价提出的对策措施后，符合达标排放和总量控制要求。 因此，项目符合环境准入要求。	符合
综上所述，项目与《昆明市生态环境分区管控动态更新方案（2023年）》相符。 				

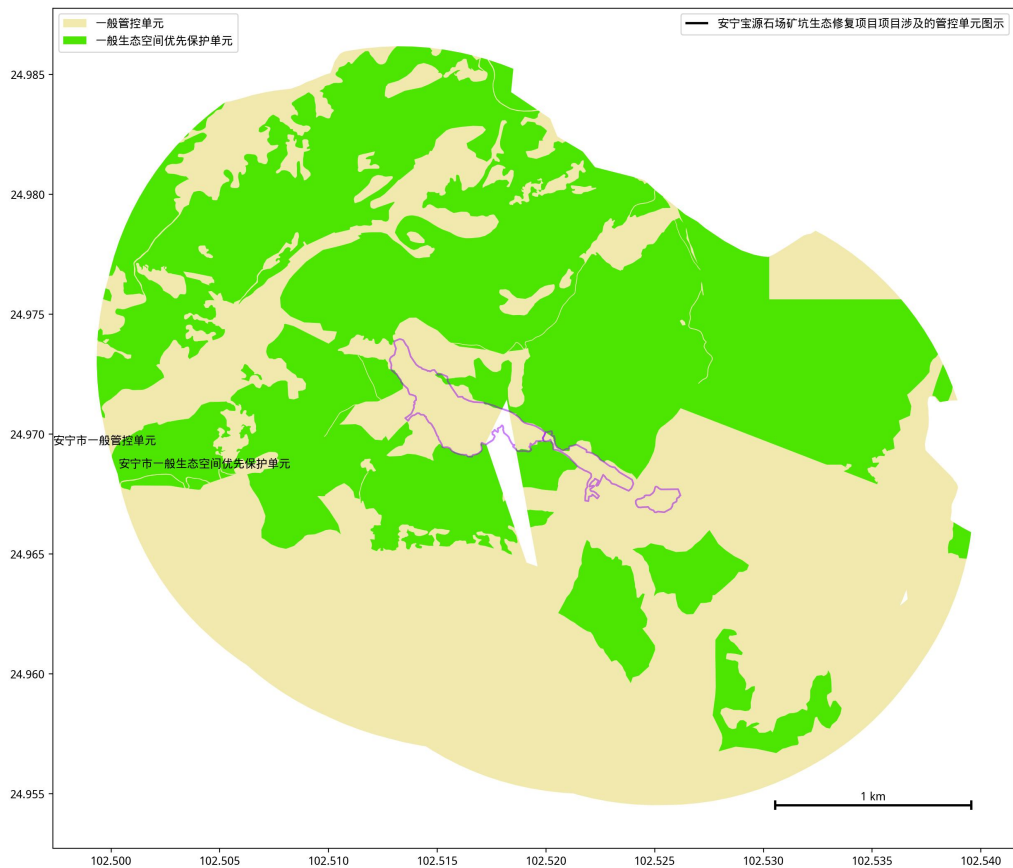


图1-1项目管控单元查询截图

3、与《昆明市生态环境管控总体准入要求》的符合性分析

项目与《昆明市生态环境管控总体准入要求》的相符性分析详见下表。

表1-4与安宁市生态环境准入清单符合性分析

管控领域	管控要求	本项目建设情况	符合性
空间布局约束	1.根据《昆明市国土空间总体规划（2021-2035年）》进行空间管控。 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。 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》相关要求分区管控。 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》相关要求分区管控。	项目符合《昆明市国土空间总体规划（2021-2035年）》空间管控要求； 项目位于昆明市安宁，属于长江流域，不涉及牛栏江流域、滇池流域、阳宗海流域。	符合
污染物排放管控	1.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%；滇池草海水质稳定达到Ⅳ类、外海水质达到Ⅳ类（COD≤40mg/L），阳宗海水质稳定达到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。 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/m³；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。	根据本次监测，项目区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磷尾矿基生态修复材料作为回填材料，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于非雨天回填区喷淋洒水降尘用水，不会导致区域环境水环境功能下降。 根据《2024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，	符合

		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。 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。 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。 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。 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。 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。 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95%以上，县城污泥无害化处置率达到90%以上。	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期的、有限的，从环保角度可接受。 项目不涉及钢铁企业、燃煤锅炉、燃气锅炉； 项目大气污染物主要为颗粒物，不涉及VOCs； 项目位于昆明市安宁，属于长江流域，不涉及滇池流域、阳宗海流域； 项目不属于磷石膏产生企业。	
环境 风 险 防 控		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、处理处置，实现智能化预警与报警，有效降低各类环境风险。 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。 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。 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。 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。 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》。	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； 项目不涉及持久性有机污染物、内分泌干扰物； 项目建成后，编制突发环境事件应急预案，报生态环境管理部门备案； 项目不涉及农村饮用水水源保护区； 项目不涉及危险废物、涉重金属企业； 项目不涉及新（改、扩）建尾矿库。	符合
资源 开 发 利 用 效 率		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。 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m³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	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，不涉及节水型生产，不涉及工业用水，不涉及高耗能行业，不涉及电机、变压器，不涉及钢铁行业，不涉及有色、化工、印染、烟草等行业，不涉及钢铁、电解铝、水泥、平板玻璃、炼油、乙烯、合成氨、电石等重点行业，不涉及“两高一低”项目。	符合

	用系数提高到0.55以上。 3.万元工业增加值用水量≤30（立方米/万元）。 4.2025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。 5.单位GDP能源消耗累计下降23.6%，不低于省级下达目标。 6.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。 7.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。 8.到2025年，钢铁行业全面完成超低排放改造。 9.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。 10.到2025年，全市新建大型及以上数据中心绿色低碳等级达到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。 11.“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%。 12.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%。 13.公共机构单位建筑面积碳排放量比2020年下降7%。 14.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。 15.单位GDP二氧化碳排放累计下降23%，不低于省级下达目标。 16.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。 17.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。 18.加快淘汰落后和低端低效产能退出。 19.指导金融机构加强“两高一低”项目贷前审核。												
综上所述，项目符合《昆明市生态环境管控总体准入要求》的相关要求。 4、与《安宁市生态环境准入清单》的符合性分析 项目与《安宁市生态环境准入清单》的相符性分析如下表。 表 1-5 与安宁市生态环境准入清单符合性分析 <table><tr><th>区县</th><th>管控单元</th><th>更新管控要求</th><th>本项目建设情况</th><th>符合性</th></tr><tr><td>安宁市</td><td>安宁市一般生态空间约束</td><td> 1.一般生态空间优先保护单元以保护和修复生态环境、提供生态产品为首要任务，参照主体功能区中重点生态功能区的开发和管制原则进行管控，加强资源环境承载力控制，防止过度垦殖、放牧、采伐、取水、渔猎、旅游等对生态功能造成损害，确保自然生态系统稳定。涉及占用一般生态空间的开发活动应符合相关法律法规规定，没有明确规定的，加强论证和管理。 2.暂未纳入生态保护红线的自然保护地按照相关保护地法律法规进行管理；公益林依据《国家级公益林管理办法》《云南省公益林管理办法》进行管理；天然林依据《国家林业局关于严格保 </td><td> 根据云南省生态环境分区管控公共服务查询平台查询结果（详见附件6），该区域属于安宁市一般生态空间优先保护单元(环境管控单元编码：ZH53018110003)、安宁市一般管控单元（环境管控单元编码：ZH53018130001）；项目采石场生态修复项目，不涉及过度垦殖、放牧、采伐、取水、渔猎、旅游等；项目位于安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山，于2012年7月30日取得《采矿许可证》（证号：C5300002014096140135527，有效期2012年7月30日-2015年4月27日），矿区面积0.0855km²，不涉及未纳入生态保护红 </td><td>符合</td></tr></table>				区县	管控单元	更新管控要求	本项目建设情况	符合性	安宁市	安宁市一般生态空间约束	1.一般生态空间优先保护单元以保护和修复生态环境、提供生态产品为首要任务，参照主体功能区中重点生态功能区的开发和管制原则进行管控，加强资源环境承载力控制，防止过度垦殖、放牧、采伐、取水、渔猎、旅游等对生态功能造成损害，确保自然生态系统稳定。涉及占用一般生态空间的开发活动应符合相关法律法规规定，没有明确规定的，加强论证和管理。 2.暂未纳入生态保护红线的自然保护地按照相关保护地法律法规进行管理；公益林依据《国家级公益林管理办法》《云南省公益林管理办法》进行管理；天然林依据《国家林业局关于严格保	根据云南省生态环境分区管控公共服务查询平台查询结果（详见附件6），该区域属于安宁市一般生态空间优先保护单元(环境管控单元编码：ZH53018110003)、安宁市一般管控单元（环境管控单元编码：ZH53018130001）；项目采石场生态修复项目，不涉及过度垦殖、放牧、采伐、取水、渔猎、旅游等；项目位于安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山，于2012年7月30日取得《采矿许可证》（证号：C5300002014096140135527，有效期2012年7月30日-2015年4月27日），矿区面积0.0855km²，不涉及未纳入生态保护红	符合
区县	管控单元	更新管控要求	本项目建设情况	符合性									
安宁市	安宁市一般生态空间约束	1.一般生态空间优先保护单元以保护和修复生态环境、提供生态产品为首要任务，参照主体功能区中重点生态功能区的开发和管制原则进行管控，加强资源环境承载力控制，防止过度垦殖、放牧、采伐、取水、渔猎、旅游等对生态功能造成损害，确保自然生态系统稳定。涉及占用一般生态空间的开发活动应符合相关法律法规规定，没有明确规定的，加强论证和管理。 2.暂未纳入生态保护红线的自然保护地按照相关保护地法律法规进行管理；公益林依据《国家级公益林管理办法》《云南省公益林管理办法》进行管理；天然林依据《国家林业局关于严格保	根据云南省生态环境分区管控公共服务查询平台查询结果（详见附件6），该区域属于安宁市一般生态空间优先保护单元(环境管控单元编码：ZH53018110003)、安宁市一般管控单元（环境管控单元编码：ZH53018130001）；项目采石场生态修复项目，不涉及过度垦殖、放牧、采伐、取水、渔猎、旅游等；项目位于安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山，于2012年7月30日取得《采矿许可证》（证号：C5300002014096140135527，有效期2012年7月30日-2015年4月27日），矿区面积0.0855km²，不涉及未纳入生态保护红	符合									

		护单元		护天然林的通知》（林资发〔2015〕181号）《中共中央办公厅国务院办公厅关于印发《天然林保护修复制度方案》的通知》（厅字〔2019〕39号）等进行管理。	线的自然保护地、公益林、天然林。	
			污染物排放管控	1.禁止在二十五度以上陡坡地开垦种植农作物。 2.禁止围湖造田和侵占江河滩地。 3.畜禽养殖严格执行禁养区规定。对草原实行以草定蓄、草蓄平衡制度，禁止过度放牧。	本项目为采石场生态修复项目，不涉及在二十五度以上陡坡地开垦种植农作物；不涉及围湖造田和侵占江河滩地；不涉及畜禽养殖；不涉及过度放牧。	符合
			环境风险防控	执行昆明市总体要求。	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； 项目不涉及持久性有机污染物、内分泌干扰物； 项目建成后，编制突发环境事件应急预案，报生态环境管理部门备案； 项目不涉及农村饮用水水源保护区； 项目不涉及危险废物、涉重金属企业； 项目不涉及新（改、扩）建尾矿库。	符合
		安宁市一般管控单元	空间布局约束	1.禁止在林地、河湖管理范围内新建、改建、扩建房地产开发项目。 2.禁止围湖造田和侵占江河滩地。 3.禁止企业向滩涂、沼泽、荒地等未利用地非法排污、倾倒有毒有害物质。	项目位于安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山，不涉及在林地、河湖管理范围内新建、改建、扩建房地产开发项目；不涉及围湖造田和侵占江河滩地；不涉及企业向滩涂、沼泽、荒地等未利用地非法排污、倾倒有毒有害物质。	符合
			污染物排放管控	1.严格控制“两高”行业新增产能，新、改、扩建项目要实行产能等量或减量置换。 2.严格用地准入，工业用地及商业用地供地前，自然资源部门需对拟供地块进行土壤环境状况调查，评估环境污染风险后方可供地。 3.禁止使用炸鱼、毒鱼、电鱼等破坏渔业资源方法进行捕捞。 4.禁止在禁渔区、禁渔期进行捕捞。禁止使用小于最小网目尺寸的网具进行捕捞，未依法取得捕捞许可证擅自捕捞。	本项目为采石场生态修复项目，不涉及“两高”行业； 项目委托西南有色昆明勘测设计（院）股份有限公司于2026年5月编制了《安宁宝源石场生态修复项目稳定安全评估报告》； 项目不涉及使用炸鱼、毒鱼、电鱼等破坏渔业资源方法进行捕捞； 项目不涉及在禁渔区、禁渔期进行捕捞，不涉及用小于最小网目尺寸的网具进行捕捞，不涉及无捕捞许可证擅自捕捞。	符合
			环境风险防控	1.严格限制《环境保护综合名录》（2021年版）中“高污染、高环境风险”产品与工艺装备。 2.禁止使用剧毒、高残留以及可能二次中毒的农药。 3.严格污染场地开发利用和流转审批，在影响健康地块修复达标之前，禁止建设居民区、学校、医疗和养老机构。	本项目为采石场生态修复项目，不涉及《环境保护综合名录》（2021年版）中“高污染、高环境风险”产品与工艺装备； 项目不涉及使用剧毒、高残留以及可能二次中毒的农药； 项目为采石场生态修复项目，于2012年7月30日取得《采矿许可证》（证号：C5300002014096140135527，有效期2012年7月30日-2015年4月27日），矿区面积0.0855km²，不涉及污染场地开发利用和流转审批。	符合
			资源开发效率要求	1.禁止新建、改扩建《高耗水工艺、技术和装备淘汰目录》中项目，现有企业应限期关停退出。 2.禁止建设不符合《云南省用水定额》标准的项目。新建、扩建和改建《禁止用地项目目录（2012年本）》（国土资发〔2012〕98号）中建设项目或者采用所列工艺技术、装备、规模的建设项目，国土资源管理部门和投资管理部门不得办理相关手续。 3.新建、改建和扩建《产业结构调整指导目录（2024年本）》明令淘汰的落后工艺技术，装备或者生产明令淘汰产品的建设项目，国土资源管理部门和投资管理部门一律不得办理相关手续。 4.新建、扩建和改建《限制用地项目目录（2012年本）》（国土资发〔2012〕98号）中建设项目，必须符合目录规定条件，国土资源管理部门和投资管理部门方可办理相关手续。	本项目为采石场生态修复项目，不属于高耗水工艺、技术和装备淘汰目录中项目； 项目建设符合《云南省用水定额》标准的项目，项目不属于《禁止用地项目目录（2012年本）》（国土资发〔2012〕98号）中建设项目或者采用所列工艺技术、装备、规模的建设项目； 对照《产业结构调整指导目录（2024年本）》，项目属于鼓励类；项目于2026年4月1日取得了《云南省固定资产投资项目备案证》，项目代码：2604-530181-04-05-415984；项目建设符合国家和地方产业政策； 项目不属于《限制用地项目目录（2012年本）》（国土资发〔2012〕98号）中建设项目。	符合

综上所述，项目与《安宁市生态环境准入清单》相符。 5、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，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）》符合性分析见下表。 表 1-6 项目与《云南省国土空间规划（2021-2035 年）》符合性分析 <table> <tr> <th colspan="2">相关内容</th><th>本项目情况</th><th>符合性</th></tr> <tr> <td>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</td><td>第四节实施重要生态系统保护修复 加强矿山生态修复。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 hm²，到 2035 年，累计修复治理云南省历史遗留矿山面积 1.39 万 hm²。</td><td>项目实施后将完成修复治理云南省历史遗留矿山面积 18.0947hm²</td><td>符合</td></tr> </table>				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	第四节实施重要生态系统保护修复 加强矿山生态修复。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 ² ，到 2035 年，累计修复治理云南省历史遗留矿山面积 1.39 万 hm ² 。	项目实施后将完成修复治理云南省历史遗留矿山面积 18.0947hm ²	符合
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	第四节实施重要生态系统保护修复 加强矿山生态修复。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 ² ，到 2035 年，累计修复治理云南省历史遗留矿山面积 1.39 万 hm ² 。	项目实施后将完成修复治理云南省历史遗留矿山面积 18.0947hm ²	符合								
综上所述，项目建设符合《云南省国土空间规划（2021-2035 年）》要求。 6、与《云南省主体功能区规划》的相符性分析 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。 本项目位于云南省昆明市安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山，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。

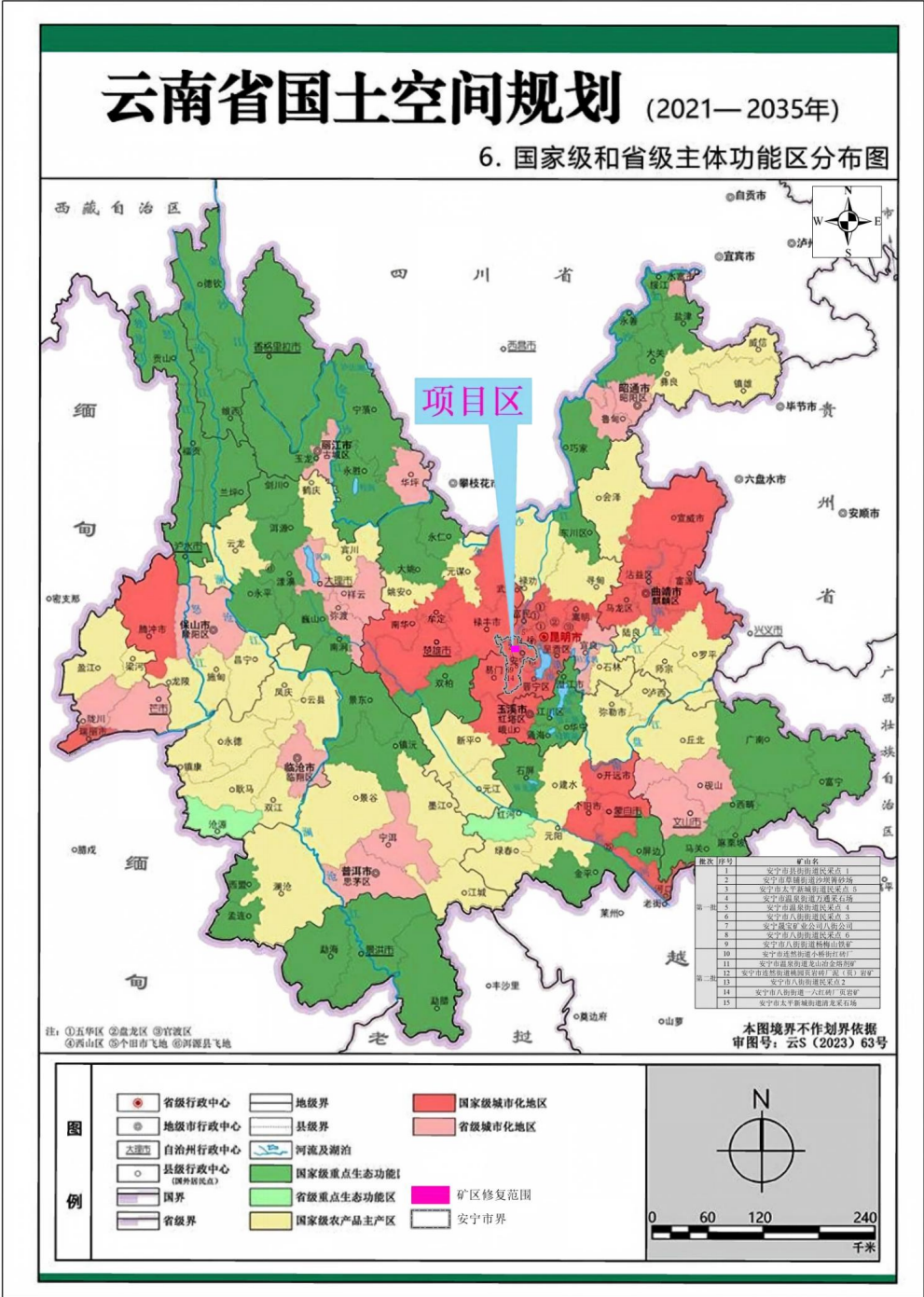


图 1-1 项目与云南省主体功能区划位置关系示意图

7、与《云南省生态功能区划》的相符性分析

本项目位于云南省昆明市安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山，根据《云南省生态功能区划》，项目区属于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。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1-7 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	保护措施与的发展方向
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
		Ⅲ1-7 禄劝、武定河谷盆地农业生态功能区	滇中红岩高原与滇东石灰岩山地的交错地带，以河谷盆地地貌为主，降雨量900-1000毫米。现存植被以云南松林为主，主要土壤类型为红壤和紫色土	土地垦殖过度存在的土地质量和数量的下降	土地退化和农业生态环境恶化的潜在威胁	生态农业建设，保障昆明城市发展的农副产品供应	保护农田环境质量，改进耕作方式，推行清洁生产，防止农田农药化肥污染

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，不会造成生境破化。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。

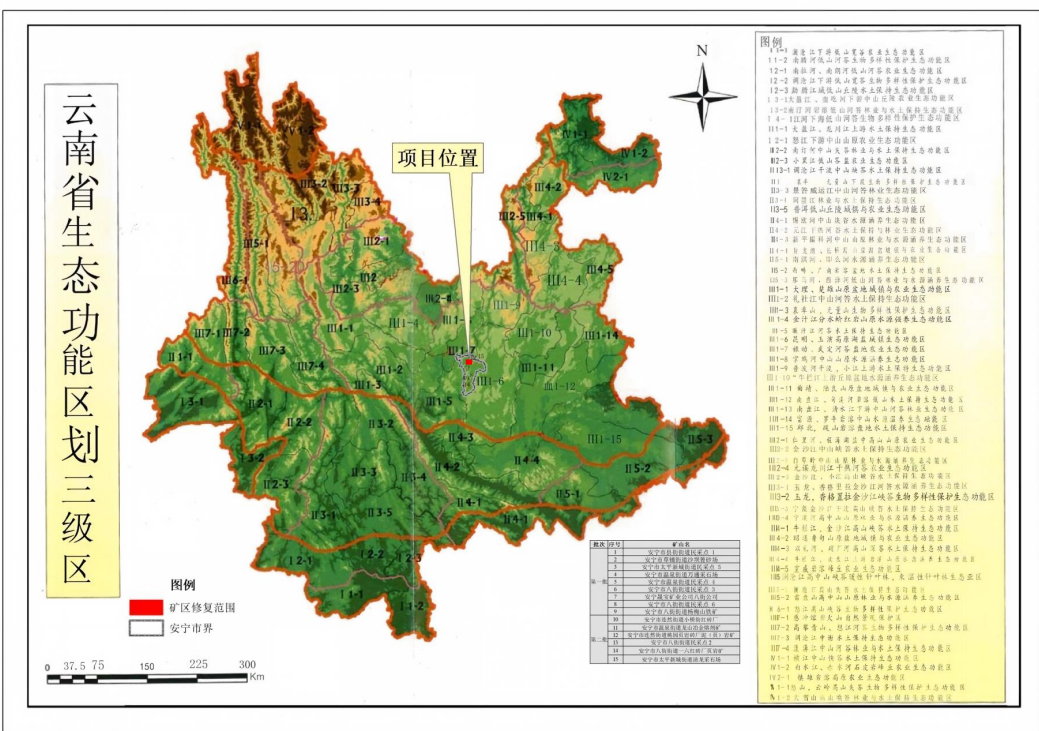


图 1-3 项目与云南省生态功能区划位置关系图

8、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1-8 与云南省生物多样性保护战略与行动计划符合性分析

序号	相关条款	本项目情况	符合性
1	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
2	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

因此，本项目与《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024-2030

年)》不冲突,根据项目与《云南省生物多样性保护战略与行动计划(2012-2030年)》中云南生物多样性保护优先区域区划叠图可知,项目不涉及滇西北高山峡谷针叶林区、云南南部边缘热带雨林区、滇东南喀斯特东南季风阔叶针区、滇东北乌蒙山湿润常绿阔叶林、澜沧江中游-哀牢山中山湿性常绿阔叶林区、云南高原湿地区等优先区域,为一般区域。

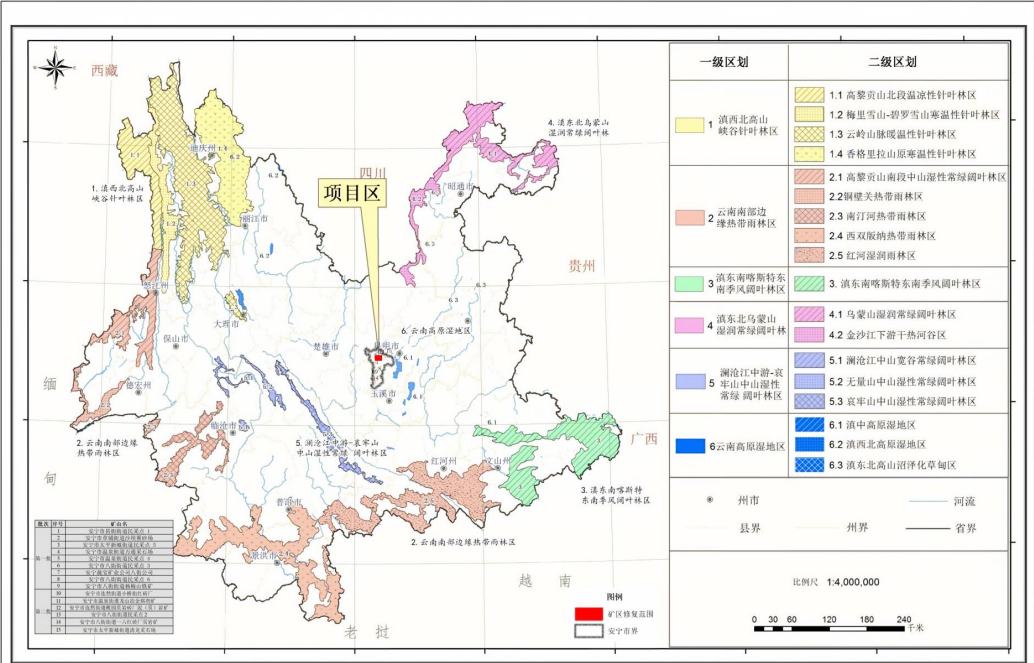


图 1-4 项目与云南生物多样性保护优先区域区划图位置关系图

9、与《云南省生物多样性保护条例》的符合性分析

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1-9 与云南省生物多样性保护条例符合性分析

序号	相关内容	本项目情况	符合性
1	第二十四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
2	第二十五禁止扩散、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	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）》	符合

		生等行政主管部门或者相关自然保护区管理机构报告。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。	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。	
	3	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
	4	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修复方案，进行治理和恢复。修复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。	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，项目委托西南有色昆明勘测设计（院）股份有限公司于设计于2026年6月编制了《安宁宝源石场矿坑生态修复项目生态修复方案（送审稿）》；本项目符合该条规定。	符合
	综上所述，项目符合《云南省生物多样性保护条例》的相关内容。 10、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，项目建设符合《中华人民共和国长江保护法》第六十二条的相关要求。 11、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。 项目位于云南省昆明市安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山，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18.0947hm²。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》。 12、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1-10 与《长江经济带发展负面清单指南(试行, 2022年)》符合性分析			
序号	相关要求	项目情况	符合分析
1	禁止建设不符合全国和省级港口布局规划以及港口总体规划的码头项目,禁止建设不符合《长江干线过江通道布局规划》的过长江通道项目。	本项目为矿山生态修复项目,位于安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山,项目不涉及港口,不属于过长江通道项目。	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。	本项目为矿山生态修复项目,位于安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山,不属于自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围,不属于风景名胜区核心景区的岸线和河段范围。	符合
3	禁止在引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物无关的项目,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。	本项目为矿山生态修复项目,位于安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山,不在水水源一级保护区及二级保护区岸线和河段范围,项目属于汽车销售及售后维修服务,不涉及网箱养殖、畜禽养殖、旅游等项目。	符合
4	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、围海造地或围填海等投资建设项目。禁止在国家湿地公园的岸线和河段范围内挖沙、采矿,以及任何不符合主体功能定位的投资建设项目。	本项目为矿山生态修复项目,位于安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山,不在水产种质资源保护区、国家湿地公园的岸线和河段范围,不涉及围湖造田、围海造地或围填海、挖沙、采矿项目。	符合
5	禁止违法利用、占用长江流域河湖岸线。禁止在《长江岸线保护和开发利用总体规划》划定的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,禁止在《全国重要江河湖泊水功能区划》划定的河段及湖泊保护区、保留区内投资建设不利于水资源及自然生态保护的项目。	项目不占用长江流域河湖岸线,不在《长江岸线保护和开发利用总体规划》划定的岸线保护区和保留区内,不在《全国重要江河湖泊水功能区划》划定的河段及湖泊保护区、保留区内。	符合
6	禁止未经许可在长江干支流及湖泊新设、改设或扩大排污口。	项目不涉及长江干支流及湖泊,淋滤水经收集沉淀后用于非雨天回填区喷淋洒水降尘用水。	符合
7	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。 禁止新建、扩建不符合国家产能置换要求的严重过剩产能行业的项目。禁	本项目属于矿山生态修复项目,根据《产业结构调整指导目录(2024年本)》,为鼓励类项目,项目的建设符合国家和地	符合

	止新建、扩建不符合要求的高耗能高排放项目。	方现行产业政策要求，不属于高耗能高排放项目。	
13、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）》 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）》的符合性分析见下表。 表 1-11 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			
序号	相关要求	项目情况	符合分析
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。	本项目位于位于安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山，项目不涉及港口。	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。	本项目位于安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山，不属于自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围，不属于风景名胜区核心景区的岸线和河段范围，项目属于矿山生态修复项目，不涉及开矿、采石、挖沙等活动。	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。	本项目位于安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山，不在风景名胜区核心景区的岸线和河段范围内，项目属于矿山生态修复项目，不涉及开山、采石、开矿、开荒、修坟立碑，不涉及修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施，不涉及宾馆、会所、培训中心、疗养院等项目。	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。	本项目位于安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山，不在饮用水水源一级保护区及二级保护区岸线和河段范围，项目属于矿山生态修复项目，不涉及网箱养殖、畜	符合

			禽养殖、旅游等项目。	
	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沙、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。	本项目属于矿山生态修复项目，位于安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山，不在水产种质资源保护区、国家湿地公园的岸线和河段范围，不涉及占用国家湿地公园、挖沙、采矿、建设度假村、高尔夫球场等项目。	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。	项目不涉及长江流域河湖岸线，不涉及金沙江干流、九大高原湖泊保护区、保留区。	符合
	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。	项目不涉及金沙江干流、长江一级支流，淋滤水经收集沉淀后用于非雨天回填区喷淋洒水降尘用水。	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。	项目不在金沙江干流、长江一级支流、水生生物保护区和长江流域，不涉及生产性捕捞。	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。	项目不在金沙江干流，长江一级支流和九大高原湖泊岸线，不涉及化工项目、尾矿库、冶炼渣库和磷石膏库。	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。	本项目属于矿山生态修复项目，不涉及钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸行业。	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。	本项目属于矿山生态修复项目，不涉及国家石化、现代煤化工产业，不涉及《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》中项目。	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	根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，	符合

	耗、环保、质量、安全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。	为鼓励类项目，项目的建设符合国家和地方现行产业政策要求，不属于高耗能高排放项目。	
14、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。			
15、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 1-12 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		本工程内容	符合性
尾矿（共伴生矿）：稳步推进金属尾矿有价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，推动有价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，采用磷尾矿基生态修复材料作为矿坑回填材料，属于探索尾矿在生态环境治理领域的利用。	符合
16、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聚集发展的通知》（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，采用磷尾矿基生态修复材料作为矿坑回填材料，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聚集发展的通知》要求。

17、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、回填以及利用尾矿提取有色组分和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。

项目采用磷尾矿基生态修复材料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办法的污染防治要求。

18、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，回填的磷尾矿基生态修复材料为第 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，项目与《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 1-13 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	本工程内容	符合性
1	4 贮存场 4.3 贮存场、填埋场不得选在生态保护红线区域、永久	本项目属于矿山生态修复，采用磷尾矿基生态修复材料作为矿坑回	符合

		和填埋场选址要求	基本农田集中区域和其他需要特别保护的区域内。	填埋材料，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。	
	2		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。	项目不涉及	符合
	3		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。	项目不涉及	符合
	4		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。	项目不涉及	符合
	5	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，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
	6		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。		符合
	7		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。		符合
	8		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		符合

			的规定。		
	9		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。	本项目使用磷尾矿基生态修复材料作为矿坑回填材料，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%。	符合
	10	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，采用磷尾矿基生态修复材料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。根据生态修复方案，矿坑回填至设计终料标高后，随即进行覆土绿化。	符合
	11		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，采用磷尾矿基生态修复材料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。	符合
	12		9.3I 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。	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，覆盖土层并进行绿化，覆土层厚度为 0.8m，恢复植被为小乔木，根系长度为 0.3-0.5m，不会穿透顶部防渗膜。	符合
	13		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。		符合
	14		9.5 封场后，仍需对覆盖层进行维护管理，防止覆盖层不均匀沉降、开裂。	对修复区进行覆土绿化后，后期加强对表层防渗层、覆土层和绿化植被的管理工作。	符合
	15		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
	16		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沉淀后用于非雨天回填区喷淋洒水降尘用水。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
	17		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
	1		9.9 土地复垦实施过程应	本项目按照《土地复垦质量控制	符

	8		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。	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乔木林地及其他草地。土地复垦用作农用地,覆土质量按照 GB15618 的要求进行控制。	合
	19	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沉淀后用于非雨天回填区喷淋洒水降尘用水,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
	20		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;如周边有环境敏感区应增加监测频次,具体监测点位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; 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。	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
	综上所述,项目符合《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)相关要求。 19、与《地下水管理条例》(2021 年 12 月 1 日起施行)符合性分析 项目属于改性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，项目与《地下水管理条例》（2021 年 12 月 1 日起施行）符合性如下表。				
表 1-14 与《地下水管理条例》符合性分析				
序号	条例规定		本工程内容	符合性
1	第四十条	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。	项目不涉及利用渗井、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，项目施工废水经收集、处理后回用于回填修复区洒水降尘，不外排。	符合
2		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。	项目采用稳定合格的生态修复材料进行矿坑回填，回填修复区底部、边坡进行防渗处理，回填修复材料顶部进行防渗处理，回填修复区覆盖 60cm 厚耕植土对顶部防渗膜进行保护，回填物料内部布置导排设施，淋滤水导排后回填物料含水率降低，回填物料稳定后可形成近似隔水层，阻断淋滤水下渗，采用以上措施后可以有效避免地下水污染。 项目不涉及利用岩层孔隙、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等有害物质处置。	符合
3		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。	项目不涉及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。	符合
4		法律法规禁止的其他污染或者可能污染地下水的行为。	项目不涉及法律法规禁止的其他污染或者可能污染地下水的行为。	符合
5		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。	项目为矿坑生态修复项目，不属于兴建地下工程设施、地下勘探、采矿等活动，且项目已制定了相应的地下水污染防治措施和跟踪监控方案。	符合
6	第四十一条	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。	项目不属于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，且项目已制定了源头防控、过程控制、顶底防渗、边坡防渗、污染监控等多种地下水污染防治措施。	符合
7		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。	项目为矿坑生态修复项目，不属于加油站，且项目已制定了相应的地下水污染防治措施及跟踪监控方案。	符合

	8		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。	项目不涉及可溶性剧毒废渣的场所，且项目已制定了相应的地下水污染防治措施。	符合
	9		法律法规规定应当采取的其他防止地下水污染的措施。	项目已制定了相应的地下水污染防治措施。	符合
	10	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。	根据项目风险评估报告，项目回填修复区不属于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。项目回填修复区底部已有天然的隔水层，对于下游（南面及东南面）边坡区域采取人工铺设类粘土层建设隔水层，边坡隔水层与底部天然隔水层相连，同时在隔水层上部重新铺设两布一膜防渗层，对回填底体进行反复碾压，在周边建设淋滤水收集及回用设施，建设地下水监控设施，采取多种防护措施，避免生态修复对地下水造成影响。	符合
	综上所述，项目符合《地下水管理条例》（2021 年 12 月 1 日起施行）的相关要求。				
20、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					
项目属于改性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，项目与《云南省地下水管理办法》（2024 年 2 月 1 日起施行）符合性如下表。					
表 1-15 与《云南省地下水管理办法》符合性分析					
序号	条例规定			本工程内容	符合性
1		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。		项目不涉及利用渗井、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，项目施工废水经收集、处理后回用于回填修复区洒水降尘，不外排。	符合
2	第四十条	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。		项目采用稳定合格的生态修复材料进行矿坑回填，回填修复区底部、边坡进行防渗处理，回填修复材料顶部进行防渗处理，回填修复区覆盖 60cm 厚耕植土对顶部防渗膜进行保护，回填物料内部布置导排设施，淋滤水导排后回填物料含水率降低，回填物料稳定后可形成近似隔水层，阻断淋滤水下渗，采用以上措施后可以有效避免地下水污染。 项目不涉及利用岩层孔隙、裂隙、溶	符合

			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等有害物质处置。	
	3		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。	符合
	4		法律法规禁止的其他污染或者可能污染地下水的行为。	符合
	5	第四十一条	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。	符合
	6		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，建设地下水水质监测井，按照有关标准和技术规范进行监测。	符合
	7		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，并按照有关标准和技术规范进行防渗漏监测。	符合
	8		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。	符合
	9		法律法规规定应当采取的其他防止地下水污染的措施。	符合
	10	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。	符合
			根据项目水文地质勘察报告，项目回填修复区不属于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。项目回填修复区底部已有天然的隔水层，对于下游（西面及西北面）边坡区域采取人工铺设类粘土层建设隔水层，边坡隔水层与底部天然隔水层相连，同时在隔水层上部重新铺设两布一膜防渗层，对回填体底进行反复碾压，在周边建设淋滤水收集及回用设施，建设地下水监控设施，采取多种防护措施，避免生态修复对地下水造成影响。	

	综上所述，项目符合《云南省地下水管理办法》（2024 年 2 月 1 日起施行）的相关要求。
--	---

二、建设内容

地理位置	安宁地处昆明西郊，距昆明主城区 28 千米。介于东经 102°8'-102°37'和北纬 24°31'-25°6'之间。南北长约 66.5 千米，东西宽约 46.4 千米，总面积 1301 平方千米，东面和东北面与西山区接壤，西面和西北面与禄丰县交界，南面和东南面与晋宁县相连，西南面与易门县毗邻。 项目区位于安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山，连然街道地处安宁市中心，东连太平新城街道，南接县街街道，西接草铺街道，北邻温泉街道，总面积 56.11 平方千米。宝源石场地处连然街道北东侧山光甸村东北元宝山，距山光甸村 1.3km，地块中心坐标为东经 102°30'57"，北纬 24°58'13"。
项目组成及规模	2.1项目背景及由来 安宁宝源石场于 2012 年 7 月 30 日取得《采矿许可证》（证号：C5300002014096140135527，有效期 2012 年 7 月 30 日-2015 年 4 月 27 日），矿区面积 0.0855km²，设计开采标高 2181~2150m，开采规模 5 万 t/a，开采方式：露天开采，开采矿种：建筑石料用灰岩（详见附件 4）。 安宁市宝源石场于 2010 年 4 月编制了《安宁宝源石场建筑石料用灰岩开采扩建工程建设项目环境影响报告表》，于 2010 年 4 月 20 日取得了原安宁市环境保护局《关于安宁宝源石场建筑石料用灰岩开采扩建工程建设项目环境影响报告表的批复》（安环保[2010]49 号），于 2010 年 11 月编制了《安宁宝源石场建筑石料用灰岩开采扩建工程建设项目竣工环境保护验收监测报告表》（安环监[2010]W344 号），于 2010 年 12 月 24 日由安宁市环保局组织召开了项目验收会议，并取得了原安宁市环境保护局同意验收的意见，于 2011 年 3 月 21 日办理了排污许可证，于 2025 年 5 月取得了《固定污染源排污登记回执》（登记编号：91530181753571553J001X，有效期：2025 年 05 月 08 日至 2030 年 05 月 07 日）。 2016年11月9日，安宁市人民政府下发了《关于依法关闭13家金属非金属矿山的通告》（安政发[2016]16号），文件要求安宁宝源采石场于2016年10月30日前停止开采，自行将生产、生活设施撤离现场。截至目前，安宁市宝源石场一直处于关停状态，至今其矿山生态环境尚未得到修复。 2021年3月18日国家发改委等10部门联合发布了《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），2021年7月7日，国家发展改革委印发《“十四五”循环经济发展规划的通知》（发改环资〔2021〕969号）通知

指出：要遵循“减量化、再利用、资源化”的资源循环利用原则。明确到2025年，大宗固废综合利用率达到60%。在重点任务中明确：加强对低品位矿、共伴生矿、难选冶矿、尾矿等的综合利用，推进有色组分高效提取利用。进一步拓宽粉煤灰、煤矸石、冶金渣、工业副产磷石膏、建筑垃圾等大宗固废综合利用渠道，扩大在生态修复、绿色开采、绿色建材、交通工程等领域的利用规模。

根据《矿山生态修复技术规范第1部分：通则》（TD/T1070.1-2022）、《矿山生态修复技术规范第4部分：建材矿山》（TD/T1070.4-2022）等文件及相关规范，安宁市宝源石场于2026年2月委托西南有色昆明勘测设计（院）股份有限公司编制了《安宁宝源石场矿坑生态修复项目生态修复方案》，于2026年8月6日取得了安宁市自然资源局出具《关于同意安宁宝源石场矿坑生态修复项目生态修复方案备案的复函》。

项目于2026年4月3日取得了云南省固定资产投资项目备案证（项目代码：2604-530181-04-05-415984），符合国家的产业政策。

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》的有关规定，项目应进行环境影响评价。经查询，项目属于《国民经济行业分类（GB4754-2017）》（2019修订）中“B1012建筑装饰用石开采”，属于《建设项目环境保护管理分类名录》（2021版）（生态环境部令16号，自2021年1月1日起施行）中的“八、非金属矿采选业10，11土砂石开采101，其他”，应编制环境影响报告表。安宁宝源石场委托我公司承担该项目的环境影响报告表的编制工作。接受委托后，我公司组织有关技术人员现场踏勘和收集相关资料，并按《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）（试行）》规定编制完成《安宁宝源石场矿坑生态修复项目环境影响报告表》，供建设单位上报审批，作为项目环境管理的依据。

2.2工程概况

（1）项目名称：安宁宝源石场矿坑生态修复项目

（2）建设性质：新建

（3）建设单位：安宁宝源石场

（4）建设地点：云南省昆明市安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山，地理坐标：东经 102°30'57"，北纬 24°58'13"

（5）生态修复面积和范围：以宝源石场矿权范围内已损毁区域为主，同时考虑到生态修复的连续性，将宝源石场开采期间受采矿活动扰动区也纳入生态修复责任范围，修复总面积 18.0947hm²。主要包括 A-采空区磷尾矿回填修复区（10.8138hm²）、

B-工业场地修复区（2.1023hm²）、C-补植补种修复区（0.6882hm²）、D-凹陷采坑修复区（3.0085hm²）、E-采坑修复区（1.4818hm²）共计 5 个分区。

（6）土地复垦目标：项目区复垦方向主要为乔木林地、灌木林地、其他草地、农村道路，该项目土地复垦率达 97.66%。

（7）实施期限：共为 6.5 年，因此服务期限为生态修复相关方案编制备案 0.5 年（2026 年 6 月-2026 年 12 月）+修复施工期 3 年（2027 年 1 月-2029 年 12 月），监测、管护期 3 年（2030 年 1 月-2032 年 12 月）。

（8）项目投资：项目总投资为 8120.26 万元，其中环保投资 309 万元，占总投资的 3.81%。

2.3 矿山现状

安宁宝源石场矿区面积0.0855km²，设计开采标高2181~2150m，开采规模5万t/a，开采方式：露天开采，开采矿种：建筑石料用灰岩。矿区范围由4个拐点圈定而成，矿区拐点详见下表。

表 2-1 矿区拐点坐标表

拐点编号	1980 坐标	
	X 坐标	Y 坐标
矿 1	34551664.41	2763191.92
矿 2	34551797.73	2763291.3
矿 3	34552209.48	2762991.85
矿 4	34552077.42	2762875.03
开采标高	2181~2150m	

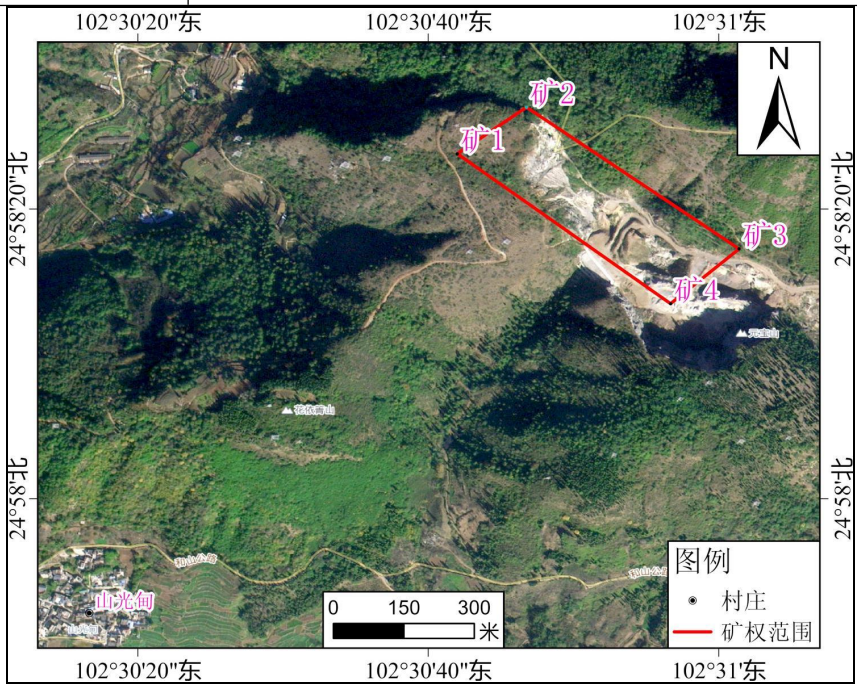


图 2-1 矿区范围示意图

2016年11月9日，安宁市人民政府下发了《关于依法关闭13家金属非金属矿山的通告》（安政发[2016]16号），文件要求安宁宝源采石场于2016年10月30日前停止开采，自行将生产、生活设施撤离现场。截至目前，安宁市宝源石场一直处于关停状态，至今其矿山生态环境尚未得到修复。

安宁市宝源石场于2016年关停，矿山停止开采后，形成了4个露天采空区（1#采空区、2#采空区、3#采空区、4#采空区）及其扰动区域，矿山现状详见下表。

表 2-2 矿山现状调查一览表

项目	矿山现状	修复目标
1#采空区	1#采空区东西长约 635m，南北最宽约 245m，占地面积约 10.296.8hm ² ，平面形态似于一“葫芦”，中部呈凹陷状，地形总体呈北高南低，采坑标高 2103.61-2209.00m，相对高差 105.39m，采空区边缘处，为近似直立的岩质陡坎，陡坎高约 4-67m，陡坎局部可见岩体开裂，形成潜在不稳定边坡。1#采空区底部现状堆存有弃土消纳场运营期间弃土，弃土来源于“石安公路”改扩建项目开挖，弃土成分主要为碎石、粘土，堆积厚度 5-10m，呈阶梯式分布于采空区北西侧，堆存量约 15 万 m ³ 。1#采空区南侧埡口处现状设置了一座长 95m，宽 5m，高 20m 的混凝土坝。场地内现状保留长约 354m 的截洪沟，后期回填磷尾矿体时可用作截洪沟。	通过“地形地貌重塑工程（建构筑物拆除工程+场地清基整平工程）+地质环境治理工程（地下水导排系统工程+防渗漏防护工程+渗滤液收集与导排系统工程+土石拦挡坝工程+磷尾矿基生态修复材料充填工程）+土壤重构工程+植被重建工程+配套工程（截排水系统工程【截排水沟+过路涵管+集水池+沉砂池+消能池】+监测井加固工程+围栏工程+警示牌工程）+监测与管护工程”等综合工程的实施，使矿区生态环境得到修复，提高土地的利用价值，恢复了土地基本功能，植被覆盖率达到 95%以上，保护和恢复区域整体生态功能，且与周边自然环境和景观相协调。
2#采空区	2#采空区位于 1#采空区东侧，与 1#采空区毗邻，占地面积 2.0103hm ² ，地形总体呈北西高一南东低，大致可划分为 3 个平台，标高约 2137.54-2100.16mm，相对高差 37.38m。采空区北西侧上游存留 1 个宽 5m，高 3m 左右的混凝土 1 拦挡体，采空区底部堆存有弃土消纳场运营期间弃土，弃土来源于“石安公路”改扩建项目开挖，弃土成分主要为碎石、粘土，堆积厚度 4-5m，堆存量约 4 万 m ³ ，呈台阶式分布，弃土台阶局部长有杂草，并且该项目场地区域内现存一个地下水监测井以及废弃砖混结构平房，后期将对该地下水监测井进行保护以便持续利用。	
3#采空区	受矿山采矿活动影响，采矿活动造成项目区东侧形成长约 304m，宽约 60m 的凹陷采坑，占地面积 3.0084 hm ² ，凹陷采坑高 15-23m，现状凹陷采坑内植被覆盖率较低，多以杂草为主，局部区域可见基岩出露地表，并且受历史采矿活动影响，形成潜在不稳定斜坡，可能引发崩塌、滑坡等地质灾害。加之采坑北侧山体汇水面积较大，坡面大量泥土裸露，极易造成水土流失，场地现存机械设备、洗车池以及废弃工矿厂房。	
4#采空区	受矿山开采活动影响，采矿过程中，于采空区北侧形成约长 208m，宽 101m，高约 3-40m 的斜坡，场地占地面积 1.1848hm ² 。斜坡为岩质边坡，上生长有杂草，可见基岩出露地表，并且受历史采矿活动影响，形成潜在不稳定斜坡，可能引发崩塌、滑坡等地质灾害。	

2.4生态修复面积和范围

根据《安宁宝源石场矿坑生态修复项目生态修复方案》，修复总面积 18.0947hm²，主要包括 A-采空区磷尾矿回填修复区、B-工业场地修复区、C-补植补种修复区、D-凹陷采坑修复区、E-采坑修复区共计 5 个分区，详见下表。

表 2-3 生态修复范围情况表

项目组成	占地面积 (hm ²)
A-采空区磷尾矿回填修复区	10.8138
B-工业场地修复区	2.1023
C-补植补种修复区	0.6882
D-凹陷采坑修复区	3.0085
E-采坑修复区	1.4818
合计	18.0946

表 2-4 生态修复范围组成拐点坐标表

项目组成	2000 大地坐标系		项目组成	2000 大地坐标系		项目组成	2000 大地坐标系	
	X	Y		X	Y		X	Y
A、B、C、修复区	34551843.98	2763263.603	D 修复区	34552498.32	2762823.949	E 修复区	34553024.2	2762591.6
	34551845.95	2763258.583		34552492.34	2762813.656		34553031.43	2762584.2
	34551855.97	2763241.473		34552495.15	2762807.007		34553039.48	2762580
	34551864.25	2763232.503		34552495.12	2762802.941		34553042.1	2762578.5
	34551875.62	2763195.516		34552499.33	2762800.002		34553121.84	2762579.8
	34551877.45	2763188.97		34552506.25	2762798.31		34553133.13	2762550.6
	34551903.4	2763151.217		34552517.7	2762800.733		34553128.57	2762549.2
	34551916.73	2763140.632		34552520.17	2762801.123		34553127.48	2762545.3
	34551926.59	2763137.068		34552522.44	2762802.162		34553126.46	2762543
	34551928.19	2763136.721		34552524.28	2762802.739		34553118.74	2762539.3
	34551929.54	2763133.263		34552527.44	2762806.642		34553115.43	2762534.5
	34551930.29	2763131.922		34552529.94	2762803.338		34553115.38	2762525.9
	34551937.11	2763129.869		34552532.61	2762794.494		34553114.27	2762522.9
	34551952.81	2763124.774		34552535.02	2762791.53		34553111.42	2762520.8
	34551957.4	2763121.22		34552537.61	2762789.06		34553105.54	2762518
	34551957.82	2763120.896		34552539.04	2762787.792		34553100.24	2762515.4
	34551959.74	2763122.333		34552539.7	2762786.155		34553097.91	2762512.6
	34551964.05	2763122.045		34552540.71	2762784.918		34553096.34	2762509.1
	34551966.87	2763119.879		34552540.92	2762781.208		34553095.52	2762502.1
	34551968.2	2763119.475		34552541.74	2762776.472		34553094.58	2762498.9
	34551970.05	2763120.196		34552542.34	2762771.366		34553092.14	2762496.5
	34551977.03	2763124.902		34552540.9	2762765.438		34553088.94	2762490
	34551978.75	2763125.386		34552542.92	2762761.221		34553057.83	2762473.1
	34551988.05	2763126.457		34552546.38	2762760.451		34553028.18	2762476.2
	34552006.22	2763103.09		34552555.16	2762759.207		34553024.34	2762474.1
	34552018.02	2763107.378		34552561.85	2762758.201		34553020.21	2762472.4
	34552021.55	2763107.261		34552568.27	2762755.118		34553016.37	2762472.5
	34552047.82	2763096.067		34552574.45	2762751.972		34553014.15	2762473.2
	34552049.1	2763092.143		34552577.7	2762750.107		34553012.17	2762474.9
	34552049.93	2763074.66		34552583.07	2762746.997		34553010.59	2762477.1
	34552059.76	2763060.049		34552591.31	2762742.745		34553009.31	2762479.9
	34552066.42	2763048.737		34552595.51	2762740.323		34553007.74	2762481.3
	34552098.71	2763002.435		34552600.84	2762736.826		34553005.41	2762482.3

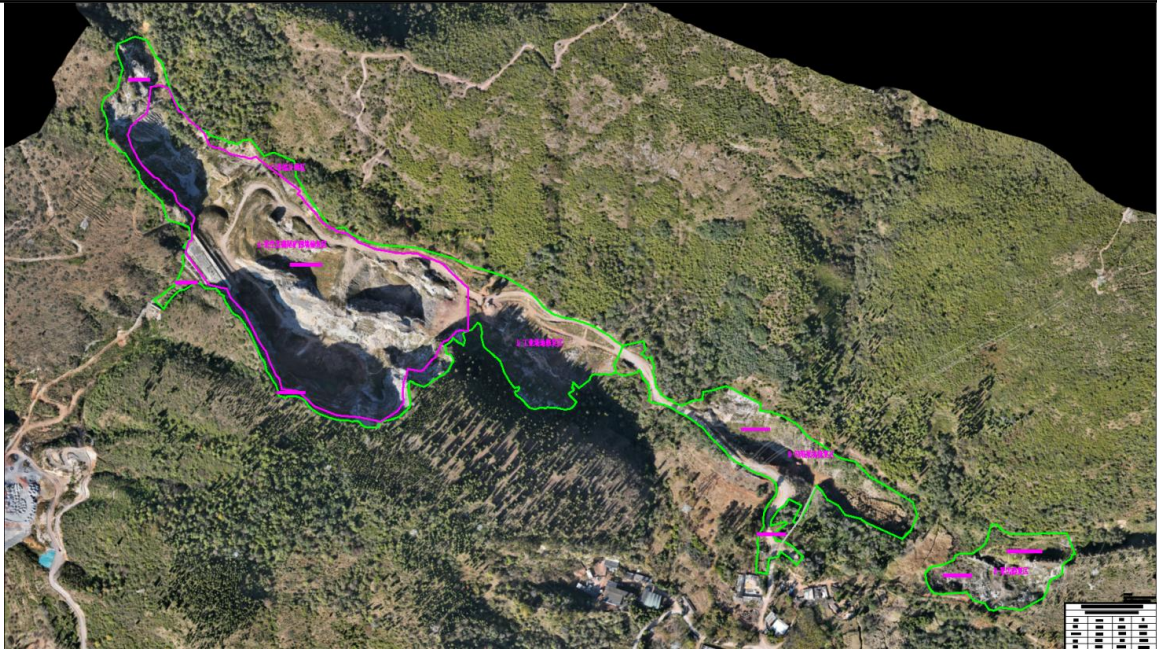


图 2-2 生态修复范围示意图

2.5 土地复垦目标

根据《安宁宝源石场矿坑生态修复项目生态修复方案》，项目区复垦方向主要为乔木林地、灌木林地、其他草地、农村道路，该项目土地复垦率达 97.66%。

表 2-5 复垦责任范围内前后土地利用结构调整表

地类（编码）		单位：hm ²		单位：hm ²		地类面积变化 （+、-）	增减变化比例	复垦率
		修复前面积		修复后面积				
		面积	比例	面积	比例			
林地（03）	乔木林地（0301）	0.5729	3.17%	5.9821	33.06%	5.4092	29.89%	97.66 %
	灌木林地（0305）	0.8371	4.63%	11.1601	61.68%	10.3230	57.05%	
	其他林地（0307）	0.0010	0.01%	0.0000	0.00%	-0.0010	-0.01%	
	小计	1.4110	7.80%	17.1421	94.74%	15.7311	86.94%	
草地（04）	其他草地（0404）	0.4163	2.30%	0.5296	2.93%	0.1132	0.63%	
	小计	0.4163	2.30%	0.5296	2.93%	0.1132	0.63%	
工矿仓储用地（06）	采矿用地（0602）	16.2559	89.84%	0.0000	0.00%	-16.2559	-89.84%	
	小计	16.2559	89.84%	0.0000	0.00%	-16.2559	-89.84%	
交通运输用地（10）	农村道路（1006）	0.0114	0.06%	0.4230	2.34%	0.4116	2.27%	
	小计	0.0114	0.06%	0.4230	2.34%	0.4116	2.27%	
合计		18.0947	100.00%	18.0947	100.00%	0.0000	0.0000	

2.6 修复工程内容

根据《安宁宝源石场矿坑生态修复项目生态修复方案》，项目主要建设内容详见表2-6。

表 2-6 项目建设内容及规模一览表

类别	工程组成			建设内容及规模
主体工程	地形地	建构筑物拆除工程	A-采空区磷尾矿回填修复区	对 A-采空区磷尾矿回填修复区混凝土土石坝进行拆除，拆除混凝土（不带钢筋）量 14659.30m ³ ，拆除浆砌石 13568.66m ³

		貌重塑工程		C-补植补种区	对 D-凹陷采坑修复区现存多栋废弃建构筑物进行拆除，建构筑物拆除（不带钢筋）量为 486.1m ³
			场地清基整平工程	A-采空区磷尾矿回填修复区	对现状 A-采空区回填修复区进行场地清基整平，土方挖方量为 11.32 万 m ³ ，土方填方量为 0.69 万 m ³ ，石方挖方量为 4.19 万 m ³
		地质环境治理工程	地下水导排系统工程	A-采空区磷尾矿回填修复区	在坑底布设地下水导排盲沟，长度约 1079m，地下水导排盲沟采用倒梯形（底宽 1m，顶宽 1.2m，深 1m），沟内铺设 d=10-30mm 的碎石，碎石采用 300g/m ² 长丝无纺土工布包裹，碎石体内设置 HDPE 排渗管（DN200 穿孔管，上半圆开孔），排渗管外侧采用 300g/m ² 长丝无纺土工布包裹，地下水导排盲沟汇集的地下水顺沟槽排出至 1#拦挡坝下游沟谷内，最后流入下游已建收集池。由于场地有限，地下水导排盲沟设置于渗滤液倒排盲沟以下
			防渗漏防护工程	A-采空区磷尾矿回填修复区	（1）底部防渗系统工程：在回填修复区底部防渗层依次铺设 0.5m 防渗土层保护层+300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺土工布+1.5mmHDPE 双糙面防渗膜+300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺土工布； （2）较陡岸坡防渗：对岸坡坡度较陡地段，依次铺设铁丝网+0.3m 厚土壤衬层+300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺土工布+1.5mmHDPE 双糙面防渗膜+300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺土工布防渗层的方式； （3）顶部防渗系统工程：顶部封场防渗：顶部依次铺设 300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺土工布+1.5mmHDPE 双糙面防渗膜+300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺土工布+0.3m 防渗层土层保护层
			渗滤液收集与导排系统工程	A-采空区磷尾矿回填修复区	1、渗滤液导排盲沟：沿着项目堆填区坑底整形设计平台设置导排盲沟，其中导排盲沟主沟 1436m，导排盲沟支沟 2100m，淋滤液自动向回填坑底导排，支沟渗滤液汇入到主沟内； 导排盲沟主沟： 沟底宽 2m，沟顶宽 3m，底部铺设 300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺土工布+1.5mmHDPE 双糙面防渗膜+300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺土工布，然后填充碎石，沟内布设 3 根 HDPE100 级聚乙烯管材 DN200mmx11.9mm 导排管（上半圆开工），外部包裹 300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺土工布； 导排盲沟支沟： 导排盲沟支沟下底宽 1m，上底宽 2m。底部铺设 300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺土工布+1.5mmHDPE 双糙面防渗膜+300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺土工布，然后填充碎石，沟内布设 1 根 HDPE100 级聚乙烯管材 DN200mmx11.9mm 导排管（上半圆开工），外部包裹 300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺土工布，导排盲沟支沟前期也用作场地临时排水沟使用
					2、淋滤水收集池：在生态修复材料回填区域底部坡脚处埡口拦挡坝外设置 1 个 500m ³ 的方形混凝土淋滤水收集池，收集池长 15m，宽 10m，高 3.5m。以及 1000m ³ 的方形混凝土淋滤水应急收集池，事故池长 20m，宽 15m，高 3.5m。收集的淋滤液作为非雨天回填区喷淋洒水降尘用水使用，不外排 3、事故池：在回填修复区下游设置 1 个 1000m ³ 混凝土事故池，事故池长 20m，宽 15m，高 3.5m
			土石坝挡防护工程	A-采空区磷尾矿回填修复区	1#土石坝拦挡墙：堆填体西南侧埡口设置一长 53m 的 1#土石坝拦挡墙，设计拦挡坝顶部宽 3m，向下延伸进行分台堆砌，并留平台，平台宽度 3m，该土石坝出土 30m，坝顶高 2110m，坡脚线与原地形线标高相同。设计墙背坡坡比 1:1，墙面面坡坡

					比 1:1
					2#土石坝拦挡墙：在堆填区东侧设置一长 110m 的 2#土石坝拦挡墙，用于拦挡东侧的磷尾矿堆体以及分隔 A 采空区回填修复区与东侧下游的地表水水文地质单元，防止 A 采空区回填修复区汇入到东侧。 由于该区域堆填有磷尾矿，为了防止堆体垮塌冲刷造成地质灾害，在堆填体东侧设置一长 110m 的 2#土石坝拦挡墙，设计拦挡墙顶部宽 3m，向下延伸进行分台堆砌，并留平台，平台宽度 3m，该土石坝出土 14m，坝顶高 2144m，坡脚线与原地形线标高相同。设计墙背坡比 1:1，墙面面坡比 1:1
				B-工业场地修复区	3#土石坝拦挡墙：该区域为土石方临时堆场，在堆填体西南侧垭口设置一长 99m 的 3#土石坝拦挡墙，设计拦挡坝顶部宽 3m，向下延伸进行分台堆砌，并留平台，平台宽度 3m，该土石坝出土 5m，坝顶高 2113m，坡脚线与原地形线标高相同。设计墙背坡比 1:1，墙面面坡比 1:1
				D-凹陷采坑修复区	4#土石坝拦挡墙：该区域为土石方临时堆场，在堆填体南侧垭口设置一长 33m 的 4#土石坝拦挡墙，设计拦挡坝顶部宽 3m，向下延伸进行分台堆砌，并留平台，平台宽度 3m，该土石坝出土 5m，坝顶高 2062m，坡脚线与原地形线标高相同。设计墙背坡比 1:1，墙面面坡比 1:1
			回填磷尾矿生态修复材料	A-采空区磷尾矿回填修复区	堆填高度为 50m（堆填体标高为 2108-2167m），以采坑底部标高 2108m 起进行放坡堆填，坡比为 1:3，共形成六个平台，坡顶填筑（第一级平台）高程为 2167m，依次往下放坡设置平台高程分别为：第二级平台 2162m，第三级平台 2157m，第四级平台 2152m，第五级平台 2147m，第六级平台 2142m，第七级平台 2138m，第八级平台 2133m，第九级平台 2128m，第十级平台 2123m，第十一级平台 2118m，第十二级平台 2113m，直至最底部标高 2110m。最底部标高低于场地周围最低平均标高，有利于坡面排水。每台高度 5m，马道宽度 5m，总堆填量为 225.05 万 m³
			截排水系统工程	A-采空区磷尾矿回填修复区	A-磷尾矿回填修复区外围临时截排水沟：沿着 A-磷尾矿回填修复区外围山坡布设，梯形土沟，沟底铺设 300g/m² 聚酯长针刺丝无纺（防水）土工布，上顶 0.7m，下底 0.4m，水深 0.5m，总长 677m
					A-磷尾矿回填修复区外围混凝土截排水沟：沿着 A-磷尾矿回填修复区外围布设，矩形混凝土结构，上顶宽 0.4m，下底宽 0.4m，水深 0.7m，总长 2580m
					A-磷尾矿回填修复区马道混凝土截排水沟：排水沟布置于平台坡脚，排水自流进入截洪沟中，最终汇入到沉砂池，马道排水沟宽 0.4m，高度 0.4m 矩形结构断面，排水沟沟帮均采用 C25 砼浇筑，沟壁厚 0.2m，沟底厚 0.15m，底部设置 0.1m 厚 C15 混凝土垫层。水沟每长 10-15m 留伸缩缝一道，宽 20mm，用沥青麻筋或沥青木板填塞，表面用防水砂浆抹平。共设计 1874m
					沉砂池：在磷尾矿回填区西部坡脚底部两侧分别设置一个混凝土沉砂池，用于接收磷尾矿回填区外围截水沟以及马道排水沟、土工布生态排水沟截留的汇水，并可收集汇水用于灌溉等使用。沉砂池采用长 3.5m，高 1m，宽 2m，底部设置 C15 混凝土垫层、池壁厚 0.25m
					消能池：8 个消能池（布设于截水沟坡度较大处），消能池采用矩形，边长 1.6m，高 1.3m，侧壁厚 0.35m，底板厚度 0.25m

			B-工业 场地修 复区	修复区外围混凝土截排水沟：沿着 B-工业场地修复区外围布设，矩形混凝土结构，上顶宽 0.4m，下底宽 0.4m，水深 0.7m，总长 576m
				马道混凝土排水沟：布置于平台坡脚，排水自流进入截洪沟中，最终汇入到沉砂池，马道排水沟宽 0.4m，高度 0.4m 矩形结构断面，排水沟沟帮均采用 C25 砼浇筑，沟壁厚 0.2m，沟底厚 0.15m，底部设置 0.1m 厚 C15 混凝土垫层。水沟每长 10-15m 留伸缩缝一道，宽 20mm，用沥青麻筋或沥青木板填塞，表面用防水砂浆抹平。共设计 457m
				过路涵管：在项目区通过道路区域设计暗涵 1 座，共计 12m。暗涵采用 C15 混凝土垫层，DN400 预制混凝土管
				沉砂池：在东部坡脚底部设置一个混凝土沉砂池，用于接收外围截水沟以及马道排水沟、土工布生态排水沟截留的汇水，并可收集汇水用于灌溉等使用。沉砂池采用长 3.5m，高 1m，宽 2m，底部设置 C15 混凝土垫层、池壁厚 0.25m
				消能池：设置 1 个消能池（布设于截水沟坡度较大处），消能池采用矩形，边长 1.6m，高 1.3m，侧壁厚 0.35m，底板厚度 0.25m
			D-凹陷 采坑修 复区	外围混凝土截排水沟：沿着 D-凹陷采坑修复区外围布设，矩形混凝土结构，上顶宽 0.4m，下底宽 0.4m，水深 0.7m，总长 1090m
				马道混凝土排水沟：排水沟布置于平台坡脚，排水自流进入截洪沟中，最终汇入到沉砂池，马道排水沟宽 0.4m，高度 0.4m 矩形结构断面，排水沟沟帮均采用 C25 砼浇筑，沟壁厚 0.2m，沟底厚 0.15m，底部设置 0.1m 厚 C15 混凝土垫层。水沟每长 10-15m 留伸缩缝一道，宽 20mm，用沥青麻筋或沥青木板填塞，表面用防水砂浆抹平。共设计 902m
				过路涵管：在项目区通过道路区域设计暗涵 1 座，共计 12m。暗涵采用 C15 混凝土垫层，DN400 预制混凝土管
				沉砂池：在修复区设置 3 个沉砂池，用于接收修复区外围截水沟以及马道排水沟截留的汇水，并可收集汇水用于灌溉等使用。沉砂池采用长 3.5m，高 1m，宽 2m，底部设置 C15 混凝土垫层、池壁厚 0.25m
				消能池：本项目场地修复区设置 3 个消能池（布设于截水沟坡度较大处），消能池采用矩形，边长 1.6m，高 1.3m，侧壁厚度 0.35m，底板厚度 0.25m
				土工布雨水收集池：在项目区设置 1 座 500m ³ 土工布雨水收集池
		土壤重构工程	A-采空 区磷尾 矿回填 修复区	对土地进行翻耕，翻耕深度视现场实际情况为准，春季或冬季采用机械翻耕；覆土均来源于外购种植土；A-采空区磷尾矿回填修复区恢复为灌木林地区域主要为中部磷尾矿回填修复区、北部边坡修复区、南部补植补种修复区，该区域主要恢复为灌木林地。其中中部磷尾矿回填修复区顶部全面覆 0.5m 表土，北部边坡修复区全面覆土 0.3m，南部补植补种修复区坑内覆土 0.3m，根据现场调查，所需土方量均来自外购种植土；采用每株 3kg 进行土壤培肥，管护期 3 年，每年追肥一次，有机肥采用腐植酸有机肥

	植被重建工程	B-工业场地修复区、C-补植补种区、D-凹陷采坑修复区、E-采坑修复区	对土地进行翻耕，翻耕深度视现场实际情况为准，春季或冬季采用机械翻耕；覆土均来源于外购种植土；复垦为乔木林地区：旱冬瓜、雪松，采用株间混交，“品”字型配置，株距 2m，行距 2m，采用坑内覆土方式，树坑按 50cm×50cm×50cm 规格进行栽植，I 级容器苗，龄 2 年，地径 1.0cm，苗高 100cm。并配备有肥料、生根剂、农药、地膜、遮阴网、苗木支撑等措施。草本选用狗牙根、戟叶酸模、白花三叶草混播，65kg/hm ² ，采用 I 级包衣种子，撒播前进行浸种、催芽，保证发芽率 95%以上。采用每株 3kg 进行土壤培肥，管护期 3 年，每年追肥一次，有机肥采用腐殖酸有机肥
		A-采空区磷尾矿回填修复区	A 采空区回填修复区面积共计 10.8138hm ² ，该区域全部修复为灌木林地，种植火棘、马桑共计 25594 株，散播草籽 10.2376hm ² 、抚育管理 10.2376hm ² （抚育 3 年）
		B-工业场地修复区	B-工业场地修复区面积共计 1.9765hm ² ，该区域全部修复为乔木林地，乔木选择雪松、旱冬瓜共计 4941 株，散播草籽 1.9765hm ² 、抚育管理 1.9765hm ² （抚育 3 年）
		C-补植补种区	C-补植补种修复区面积共计 0.6882hm ² ，该区域全部修复为乔木林地，补植率 40%，乔木选择旱冬瓜、雪松 1:1 混植，共计 688 株，散播草籽 0.2753hm ² 、抚育管理 0.2753hm ² （抚育 3 年）
		D-凹陷采坑修复区	G-凹陷采坑修复区面积共计 2.0256hm ² ，该区域全部修复为乔木林地，乔木选择乔木选择旱冬瓜、雪松 1:1 混植，共计 5064 株，散播草籽 2.0256hm ² 、抚育管理 2.0256hm ² （抚育 3 年）
		E-采坑修复区	E-采坑修复区面积共计 1.4818hm ² ，其中恢复为乔木林地区域主要为南部场地整平修复区，占地面积 0.6060hm ² ，种植旱冬瓜、雪松共计 1515 株，散播草籽 0.6060hm ² 、抚育管理 0.6060hm ² （抚育 3 年）。恢复为灌木林地区域主要为北部陡帮补植补种修复区，占地面积 0.8758hm ² ，种植火棘、马桑共计 1533 株，散播草籽 0.8758hm ² 、抚育管理 0.8758hm ² （抚育 3 年）
	辅助工程	A-采空区磷尾矿回填修复区	在 A 采空区回填修复区设置 3 块标识牌
		D-凹陷采坑修复区	在 D-凹陷采坑修复区设置 2 块标识牌；在 D-凹陷采坑修复区域外围设置长 241m 护栏网，护栏网高 1.8m，底部设置 0.3x0.3x0.5m 坑，并浇筑 C25 混凝土用于固定防护栏
	监测与管护工程		包括地质灾害跟踪监测、地下水跟踪监测等内容。
	公用工程	供水	项目不设施工营地和办公场所，生活用水主要为日常饮用水，由企业外购桶装矿泉水供给；生产用水主要为植被恢复和施工洒水抑尘用水，依托现有矿山供水系统。
		排水	淋滤水经收集池沉淀后，作为非雨天回填区喷淋洒水降尘用水使用，不外排；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 ³)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	依托现有矿山供配电系统，由附近电源直接输送。

储运工程	磷石膏临时堆场		设置磷石膏临时堆场，占地面积 3000m ² ，地面设置防，四周设置雨水沟，顶部设置雨棚，三面设置围挡，严格按“三防措施”设置。
	防层土壤临时堆放场		根据项目施工工序项目区先进行下游拦挡坝建设，后坑底平整回填时由下往上进行，收集的土方量及时利用于防土壤衬层铺设，暂时无法利用的运输至项目区临时堆场堆放，堆放面积约 6645m ² ，周边采用土袋临时拦挡，表面采用长丝无纺布临时覆盖。
	运输		项目场外不新建施工道路，利用原有矿区道路，项目回填结束后，保留原有的矿区道路。 ①本次使用的磷石膏为安宁市成杰物资经贸有限公司生产的磷石膏，位于安宁市县街街道下元良村委会白登村小组东侧小白路段，采用汽车运输至项目磷石膏改性区。 ②耕植土、砂石料等采用汽车运输至修复区后直接使用，不设置中转区域暂存。购买商品混凝土。
环保工程	废气		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	淋滤水	淋滤水经收集池沉淀后，作为非雨天回填区喷淋洒水降尘用水使用，不外排。
		车辆冲洗废水	车辆冲洗废水经三级沉淀池（54m ³ ）沉淀后，返回洗车槽循环使用，不外排。
		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 ³ ）沉淀后回用于场区内的洒水降尘。
	噪声		选用低噪设备、合理布局、合理施工、加强设备维护。
	固废	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。
		建筑垃圾	拆除的建筑垃圾清运至住建部门指定的集中处置场所进行统一处置。
		废弃包装料	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。
		沉淀池及淋滤水收集沉淀池沉渣	定期进行清理，装袋沥水晾干后用于回填区回填。
		施工生活垃圾	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。
	地下水		1、防渗 项目分别在矿坑场区底部、岸坡、拦挡坝内坡、顶部、淋滤水收集池和事故池进行防。 2、防漏监控 设置防漏监控系统，监控防衬层的完整性。 3、跟踪监测 设置 4 个地下水跟踪监测井，并在地下水导排系统主管出口处，将地下水收集池作为回填区地下水监测点。进行地下水环境跟踪监测。

2.7 主体工程

2.7.1地形地貌重塑工程

1.建构筑物拆除工程

1) A-采空区磷尾矿回填修复区

项目区1#采空区发现潜在不稳定边坡6处,分别为BW1、BW2、BW3、BW4、BW5、BW6。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、清运拆除混凝土(不带钢筋)14659.30m³,拆除浆砌石13568.66m³。

表 2-7 A 采空区回填修复区拦挡坝拆除工程量表

修复单元	单位工程名称	项目名称	单位	数量
A-采空区磷尾矿回填修复区	混凝土土石坝拆除	拆除混凝土(不带钢筋)	m ³	14659.30
		拆除浆砌石	m ³	13568.66

2) C-补植补种区

根据现状调查,C-补植补种修复区现存多栋废弃建构筑物,设计对其进行拆除复垦。

表 2-8 C-补植补种修复区建构筑物拆除工程量计算表

修复单元	单位工程名称	项目名称	单位	数量
C-补植补种修复区	建构筑物拆除	建构筑物拆除(不带钢筋)	m ²	194.8

3) D-凹陷采坑修复区

根据现状调查,D-凹陷采坑修复区现存多栋废弃建构筑物,设计对其进行拆除复垦。

表 2-9 D-凹陷采坑修复区建构筑物拆除工程量表

修复单元	单位工程名称	项目名称	单位	数量
D-凹陷采坑修复区	建构筑物拆除	建构筑物拆除(不带钢筋)	m ²	486.1

2.场地清基整平工程

根据修复方向,结合周边地形情况,主要对现状 A-采空区回填修复区进行场地清基整平,该修复单元整平设计情况如下。

根据矿坑现状地形条件情况,为满足防渗层施工铺模需要,以及渗滤液导排盲沟系统设置要求,对矿坑基底进行整形处理,场地清理及整平工程主要内容为使用施工机械挖除黏土并清理至角砾层,场地清表按照清表线将清除的草皮杂物运输至指定位置,挖除黏土时需派专人检测地质情况。场地清理的最底部标高为 2070m,根据场地地形共需清理 8 台,每一台宽度大于 5m,保证锚固沟施工要求,台与台之间根据地形修坡,边坡修整主要采取削坡的方式。

根据《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)规定,边坡的坡度允许值,应根据当地经验,参照同类土层的稳定坡度确定,该地块均为岩质边坡,确定本项目坡

比为 1:1，台阶高 5m 或 10m、15m，台阶宽根据现状地形确定，滩面平整坡度按 2% 控制。基底处理后设置垂直于导排盲沟的横坡，坡度控制为 5%。

利用 3Dmine 进行挖填设计，最终形成如下边坡模型，详见图片所示。

根据剖面法以及利用3Dmine进行挖填方量计算，计算得该方案土方挖方量为 11.32万m³，土方填方量为0.69万m³，石方挖方量为4.19万m³。

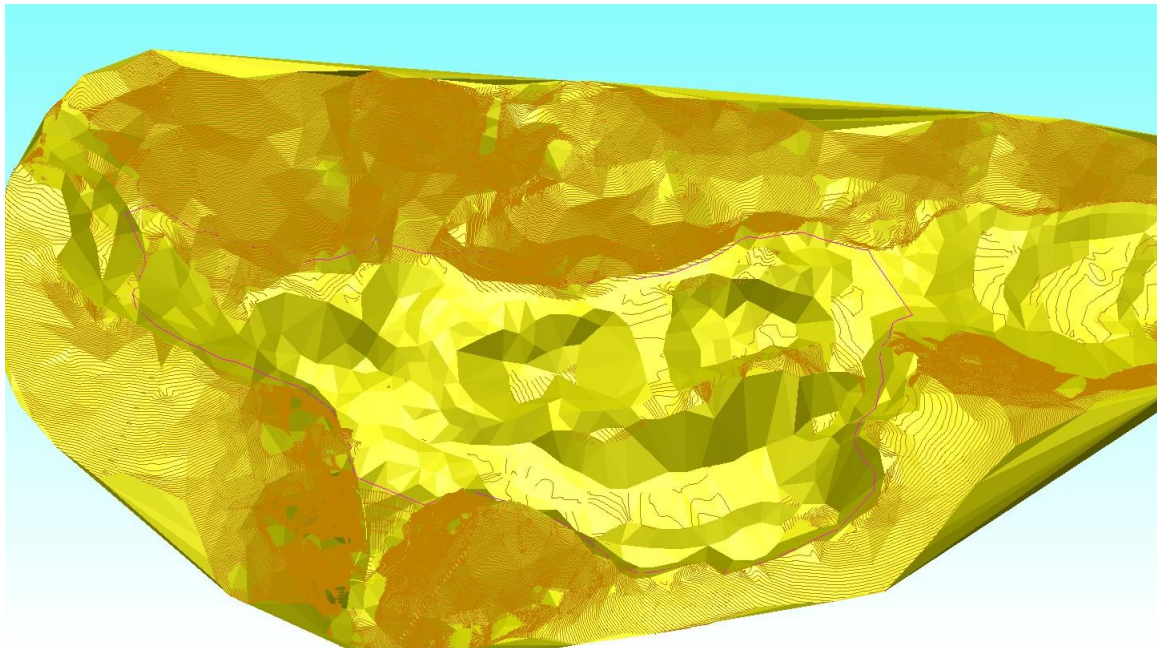


图2-3 场地清基整平前三维原始地表模型

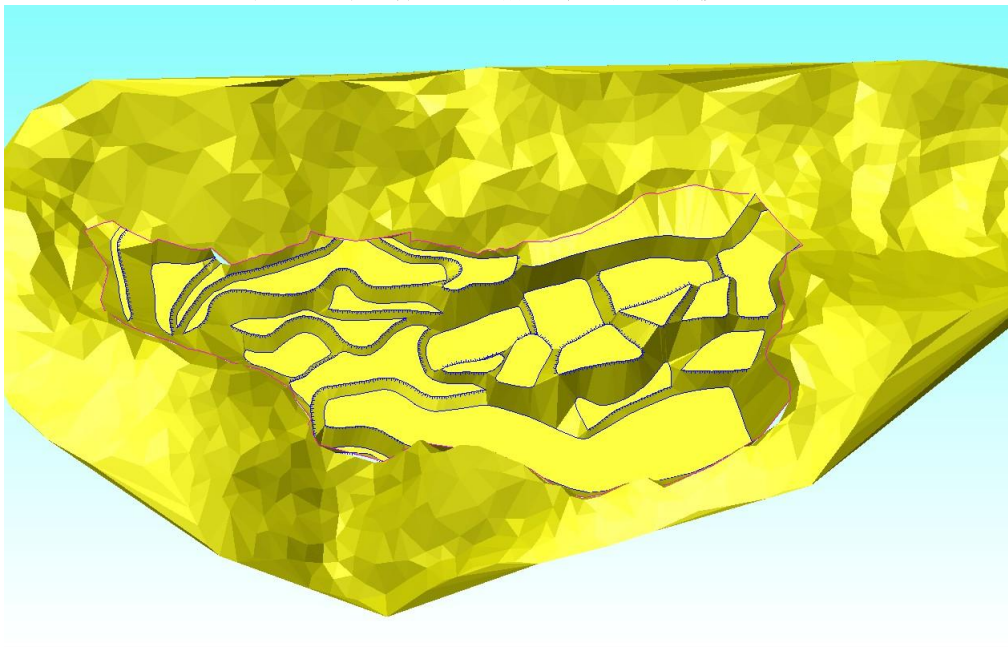


图2-4 场地清基整平后边坡设计三维模型

表 2-10 场地清基整平土方挖方量计算表

块段 编号	剖 面	s: 面积 (m²)	L:长度 (m)	h: 垂厚 (m)	H: 平均 厚度 (m)	S: 平面投影 面积 (m²)	挖方量 V=S*H/10000 (万 m³)
1 挖方	1	2974.04	481.08	1.33	1.33	19210.55	2.56

2 挖方	1	2974.04	481.08	2.52	2.09	19011.81	3.97
	2	2380.61	527.62	1.66			
3 挖方	2	2380.61	527.62	1.16	0.98	19218.99	1.88
	3	319.96	401.24	0.80			
4 挖方	3	319.96	401.24	0.80	1.06	17387.15	1.85
	4	970.7	370.91	1.33			
5 挖方	4	970.7	370.91	1.33	0.67	15989.7	1.06
合计						90818.2	11.32

表 2-11 场地清基整平石方挖方量计算表

块段编号	剖面	s: 面积 (m ²)	L: 长度 (m)	h: 垂厚 (m)	H: 平均厚度 (m)	S: 平面投影面积 (m ²)	填方量 V=S*H/10000 (万 m ³)
1 填方	1	767.15	481.08	0.89	0.89	19210.55	1.71
2 填方	1	767.15	481.08	0.76	0.70	19011.81	1.33
	2	623.18	527.62	0.64			
3 填方	2	623.18	527.62	0.36	0.29	19218.99	0.55
	3	753.04	401.24	0.21			
4 填方	3	753.04	401.24	0.38	0.25	17387.15	0.43
	4	489.3	370.91	0.11			
5 填方	4	489.3	370.91	0.11	0.11	15989.7	0.18
合计						90818.2	4.19

表 2-12 场地清基整平土方回填方量计算表

块段编号	剖面	s: 面积 (m ²)	L: 长度 (m)	h: 垂厚 (m)	H: 平均厚度 (m)	S: 平面投影面积 (m ²)	挖方量 V=S*H/10000 (万 m ³)
1 填方	1	21.2	481.08	0.04	0.04	19210.55	0.08
2 填方	1	21.2	481.08	0.04	0.09	19011.81	0.17
	2	229.7	527.62	0.44			
3 填方	2	229.7	527.62	0.44	0.11	19218.99	0.21
	3	172.88	401.24	0.43			
4 填方	3	172.88	401.24	0.43	0.13	17387.15	0.23
	4	0	370.91	0.00			
5 填方	4	0	370.91	0.00	0.00	15989.7	0.00
合计						90818.2	0.69

2.7.2地质环境治理工程

1.地下水导排系统工程

根据此次水文地质勘察，共施工了4口地下水监测井，本次勘察期间仅ZK13、SWGCK1、SWGCK2、SWGCK3号钻孔揭露稳定地下水位，地下水位埋深22.0m～42.6m，水位标高2016.12m～2066.7m，其余钻孔均未揭露地下水。



图2-5 项目区地下水揭露钻孔点位示意图

为保证区域不积水，减少失稳风险以及防止磷尾矿堆体渗滤液污染地下水，设计在坑底布设地下水导排盲沟，长度约1079m，地下水导排盲沟采用倒梯形（底宽1m，顶宽1.2m，深1m），沟内铺设d=10-30mm的碎石，碎石采用300g/m²长丝无纺土工布包裹，碎石体内设置HDPE排渗管（DN200穿孔管，上半圆开孔），排渗管外侧采用300g/m²长丝无纺土工布包裹，地下水导排盲沟汇集的地下水顺沟槽排出至1#拦挡坝下游沟谷内，最后流入下游已建收集池。由于场地有限，地下水导排盲沟设置于渗滤液倒排盲沟以下。

表 2-13 地下水导排系统工程量计算表

修复分区	单位工程名称	项目名称	单位	数量
中部磷尾矿回填修复区	地下水导排系统工程	土方开挖	m ³	26304.40
		300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺土工布	m ²	3992.3
		盲沟碎石	m ³	17221.38
		HDPE100 级聚乙烯管 DN200mmx11.9mm 导排管	m	1079
		30cm 土方回填	m ³	9083.02

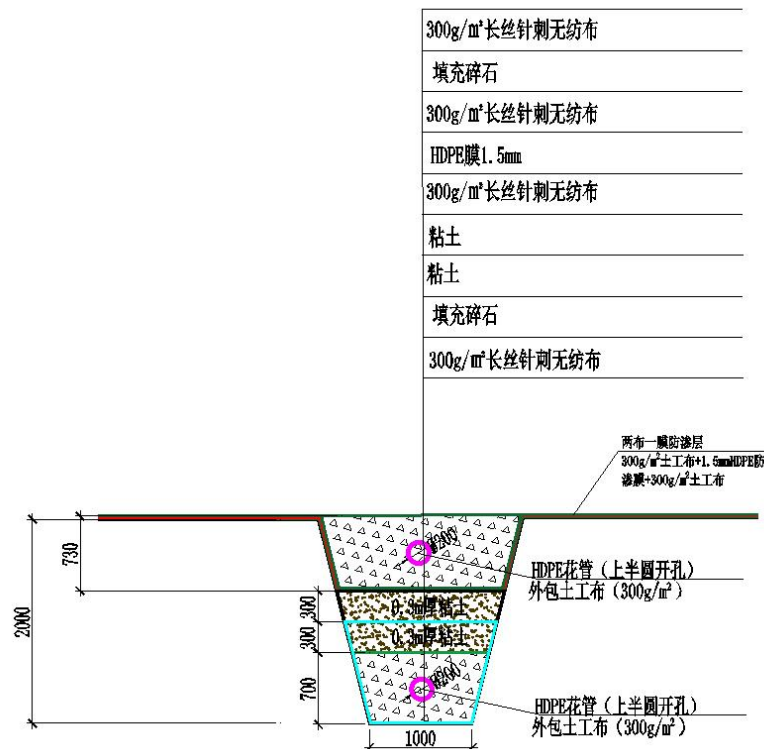


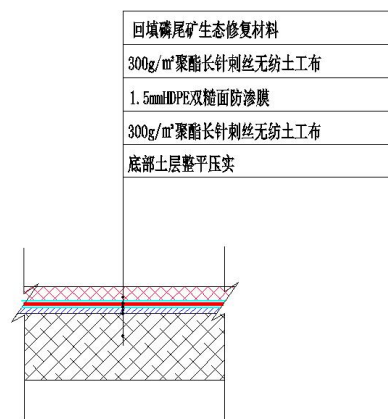
图2-6 地下水导排盲沟大样图

2.防渗漏防护工程

(1) 底部防渗系统工程

设计对场地底部及侧岸均采用柔性结构防渗系统，防渗材料选择具有化学兼容性、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的高密度聚乙烯膜（HDPE）渗透系数 $\leq 1.0 \times 10^{-12} \text{cm/s}$ ，与长丝无纺土工布在组合使用。高密度聚乙烯膜（HDPE）为双毛面型式，厚度为 1.5mm，其防渗效果优于厚度 1.5m、渗透系数小于 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 土层的防渗能力。配套膜保护层长丝无纺土工布为长丝长丝无纺土工布，规格为 300g/m^2 。通过设置人工防渗系统将矿坑场地基底及岸坡与磷尾矿生态修复材料产品完全隔离，以达到防渗要求。

底部平缓区域防渗层结构：本次生态修复方案主要在 A-采空区磷尾矿回填修复区底部防渗层铺设，本生态修复方案在回填修复区底部防渗层依次铺设 0.5m 防渗土层保护层+ 300g/m^2 聚酯长针刺丝无纺土工布+1.5mmHDPE 双糙面防渗膜+ 300g/m^2 聚酯长针刺丝无纺土工布。通过采用上述防渗措施后，坑内充填的磷尾矿基生态修复材料与四周土壤及地下水可完全隔绝，从而阻止其对环境的污染。



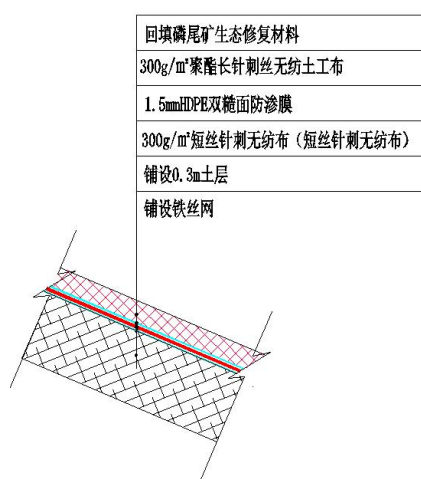
底部平缓区域防渗层结构大样1: 50

图2-7 底部平缓区域防渗层结构大样图
表 2-14 底部平缓区域防渗衬层工程量表

修复分区	单位工程名称	项目名称	单位	数量
中部磷尾矿回填修复区	底部防渗	50cm 厚土壤衬层（机械）	m ³	38401.25
		300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺土工布	m ²	133995.85
		1.5mmHDPE 双糙面防渗膜	m ²	66997.93

（2）较陡岸坡防渗

岸坡防渗层结构：本项目区域存在较陡岩质边坡，防渗膜无法均匀安全的铺设，因此本方案设计对岸坡坡度较陡地段，依次铺设铁丝网+0.3m厚土壤衬层+300g/m²聚酯长针刺丝无纺土工布+1.5mmHDPE双糙面防渗膜+300g/m²聚酯长针刺丝无纺土工布防渗层的方式。通过采用上述防渗措施后，可以安全有效的将膜附在较陡岸坡上，从而阻止其对环境的污染。



较陡岸坡防渗层结构大样 1:50

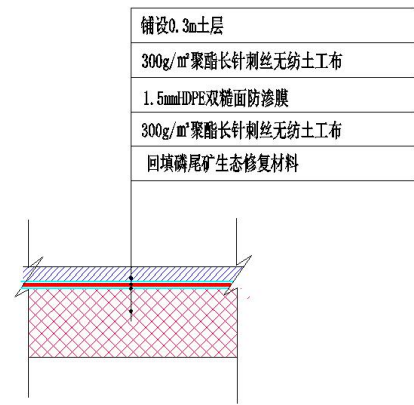
图2-8 底部平缓区域防渗层结构大样图
表 2-15 较陡岸坡防渗衬层工程量表

修复分区	单位工程名称	项目名称	单位	数量
------	--------	------	----	----

中部磷尾矿 回填修复区	边坡防渗	30cm 土壤衬层（机械）	m ³	12162.00
		铁丝网	m ³	40540.00
		300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺土工布	m ²	81080.00
		1.5mmHDPE 双糙面防渗膜	m ²	40540.00

（3）顶部防渗系统工程

顶部封场防渗：顶部依次铺设300g/m²聚酯长针刺丝无纺土工布+1.5mmHDPE双糙面防渗膜+300g/m²聚酯长针刺丝无纺土工布+0.3m防渗层土层保护层。通过采用上述防渗措施后，坑内充填的磷尾矿基生态修复材料与四周土壤及地下水可完全隔绝，从而阻止其对环境的污染。



顶部防渗层结构大样 1:50

坡度缓于1:3按底部防渗层结构，坡度陡于1:3按边坡防渗层结构

图2-9 顶部域防渗层结构大样图
表 2-16 较陡岸坡防渗衬层工程量表

修复分区	单位工程名称	项目名称	单位	数量
中部磷尾矿回 填修复区	顶部封场防渗	锚固沟磷尾矿方量开挖	m ³	4561
		锚固沟磷尾矿方量回填	m ³	4561
		300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺土工布	m ³	194894.16
		1.5mmHDPE 双糙面防渗膜	m ²	97447.08
		30cm 厚黏土层	m ³	29234.12

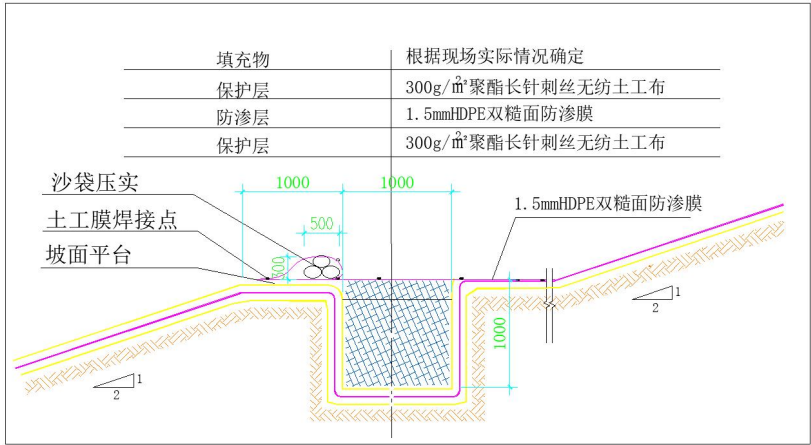


图2-10 平台锚固沟大样图

3.渗滤液收集与导排系统工程

(1) 渗滤液导排盲沟

沿着项目堆填区坑底整形设计平台设置导排盲沟，其中导排盲沟主沟 1436m，导排盲沟支沟 2100m，淋滤液自动向回填坑底导排，支沟渗滤液汇入到主沟内。该场地坑埡口位置低于整个堆填体底部标高，渗滤液能够顺利导排进挡墙外淋滤水收集池。

导排盲沟主沟：沟底宽 2m，沟顶宽 3m，底部铺设 300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布+1.5mmHDPE 双糙面防渗膜+300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布，然后填充碎石，沟内布设 3 根 HDPE100 级聚乙烯管材 DN200mmx11.9mm 导排管（上半圆开工），外部包裹 300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布。

导排盲沟主沟系统大样图

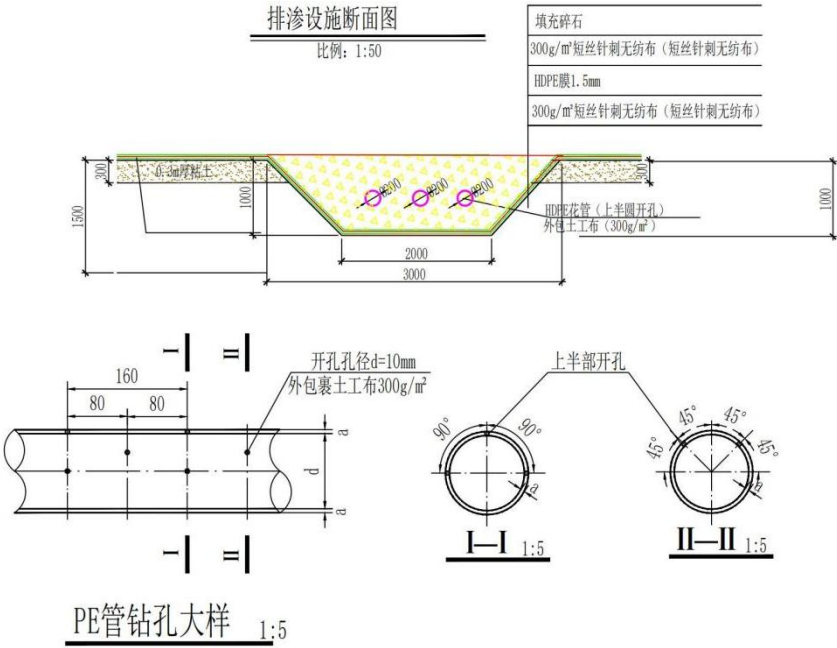


图2-11 导排盲沟主沟大样图
表 2-17 导排盲沟主沟工程量

修复单元	单位工程名称	项目名称	单位	数量
中部磷尾矿回填修复区	渗滤液导排盲沟主沟	土方开挖	m ³	3590.00
		盲沟碎石	m ³	3590.00
		HDPE100 级聚乙烯管材 DN200mmx11.9mm 导排管	m	4308.00
		300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺土工布	m ²	22545.20
		1.5mmHDPE 双糙面防渗膜	m ²	11272.60

导排盲沟支沟：导排盲沟支沟下底宽1m，上底宽2m。底部铺设300g/m²聚酯长针刺丝无纺土工布+1.5mmHDPE双糙面防渗膜+300g/m²聚酯长针刺丝无纺土工布，然后

降尘，不得外排。

工程施工结束顶部后依次铺设300g/m²聚酯长针刺丝无纺土工布+1.5mmHDPE双糙面防渗膜+300g/m²聚酯长针刺丝无纺土工布+0.3m防渗层土层保护层，可起到一定的阻隔作用，表面设置排水沟将雨水导流至项目区外，生态修复结束后基本无渗滤液产生。

根据生态修复区实际地形条件，堆填区北部高，南部低，设计在生态修复材料回填区域底部坡脚处埡口拦挡坝外设置一个 500m³ 的方形混凝土淋滤水收集池，收集池长 15m，宽 10m，高 3.5m。以及 1000m³ 的方形混凝土淋滤水应急收集池，事故池长 20m，宽 15m，高 3.5m，可满足渗滤液总产生量为 497.97m³/a 容积要求。淋滤水经收集沉淀后用于非雨天回填区喷淋洒水降尘用水，不外排。

表 2-19 淋滤水收集池工程量计算表

	项目	单位	单座	项目合计（座）	项目合计工程量
淋滤液收集池 (单座 500 方)	土方开挖	m ³	1	1	679.10
	土方回填	m ³	1	1	99.56
	C20 混凝土垫层	m ³	1	1	16.54
	C25 混凝土池底	m ³	1	1	49.61
	C25 混凝土池壁	m ³	1	1	7401.50
	沥青防渗层	m ²	1	1	234.70
	进水管 PE 管 DN250	m	1	1	10.00
	水池钢筋制安	kg	1	1	8397.64
	爬梯	kg	1	1	41.71
	围栏立筋	kg	1	1	20.56
	双股刺铁丝护网	m ²	1	1	496.08

(3) 事故池

考虑到连续暴雨等突发事件发生，考虑到场地受限，在在回填修复区下游设置1个1000m³混凝土事故池，事故池长20m，宽15m，高3.5m。

表 2-20 事故池工程量计算表

	项目	单位	单座	项目合计（座）	项目合计工程量
事故池 (单座 1000 方)	土方开挖	m ³	1	1	1415.23
	土方回填	m ³	1	1	137.56
	C20 混凝土垫层	m ³	1	1	32.14
	C25 混凝土池底	m ³	1	1	96.41
	C25 混凝土池壁	m ³	1	1	10226.50
	沥青防渗层	m ²	1	1	545.00
	进水管 PE 管 DN250	m	1	1	30.00
	水池钢筋制安	kg	1	1	14888.20
	爬梯	kg	1	1	41.71

围栏立筋	kg	1	1	30.26
双股刺铁丝护网	m ²	1	1	964.08

收集池、事故池平面布置图

比例尺: 1:200

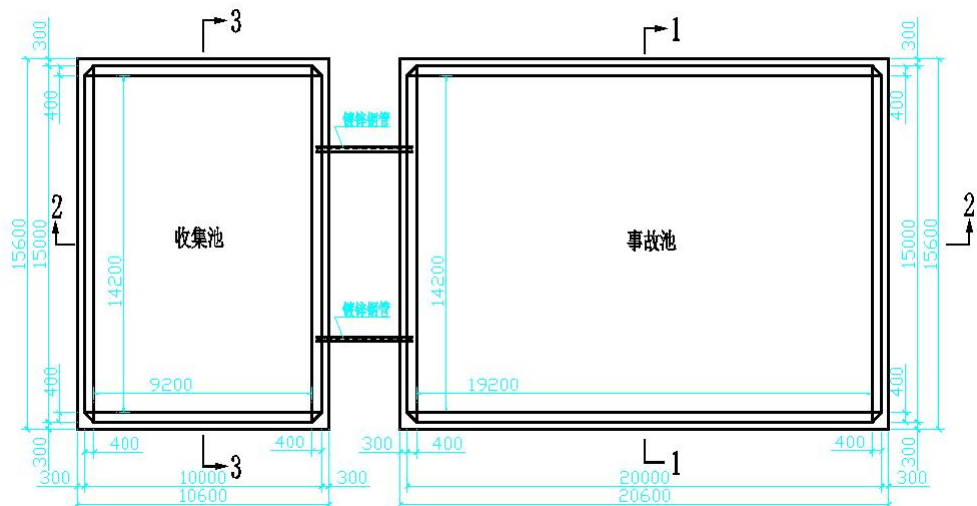


图 2-13 淋滤水收集池及事故池平面布置图

4、土石坝挡防护工程

(1) A-采空区磷尾矿回填修复区

1) 1#土石坝拦挡墙

挡墙类型，本次拦挡墙为土石坝挡墙。

根据《安宁宝源石场生态修复项目工程地质勘察报告》，BW6 潜在不稳定边坡为现状混凝土拦挡坝所在位置，经计算验证，后期堆填磷尾矿体到指定标高，拦渣坝地基承载力小于基底压力不满足要求，易造成拦渣坝体坍塌形成滑坡泥石流，现状拦渣坝在震动、暴雨等工况条件下，**整体处于欠稳定状态**。设计将对坝体进行拆除清理，并清除坝体底部的土质地基，将新的土石坝坝体设置于基岩上部。

由于该区域堆填有磷尾矿，为了防止堆体垮塌冲刷造成地质灾害，在堆填体西南侧垭口设置一长53m的1#土石坝拦挡墙，设计拦挡坝顶部宽3m，向下延伸进行分台堆砌，并留平台，平台宽度3m，该土石坝出土30m，坝顶高2110m，坡脚线与原地形线标高相同。设计墙背坡坡比1:1，墙面面坡坡比1:1。

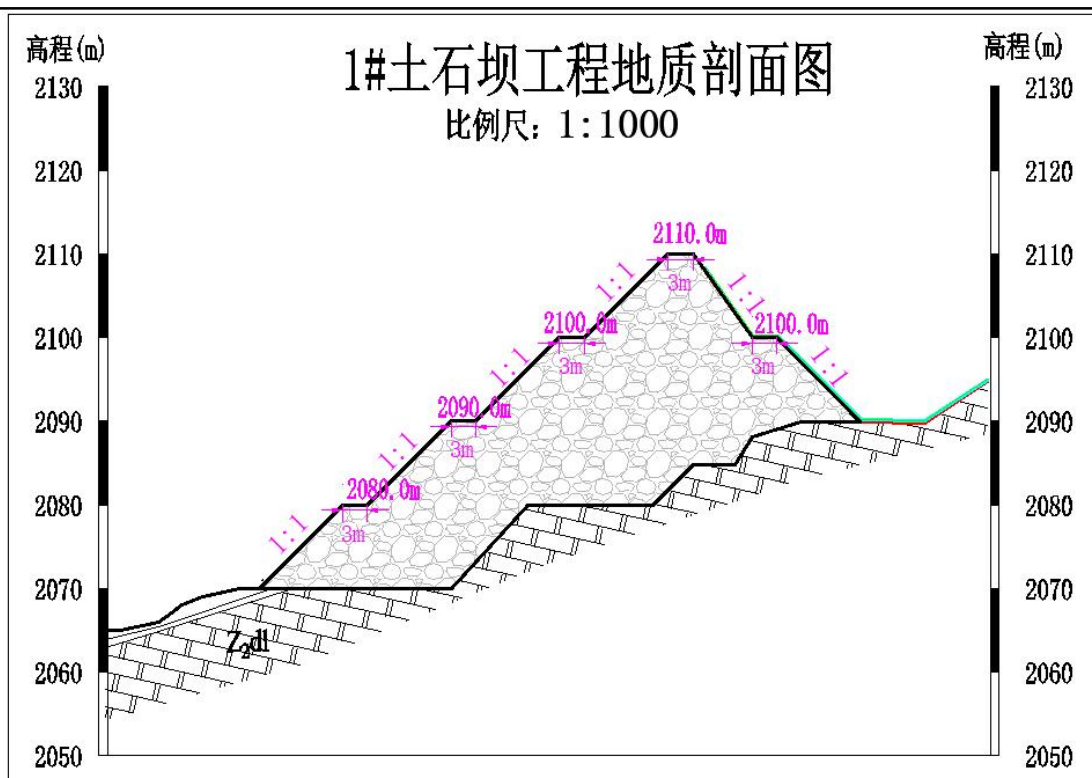


图2-14 1#土石拦挡坝断面图

2) 2#土石坝拦挡墙

挡墙类型，本次拦挡墙为土石坝挡墙。

该方案设计在堆填区东侧设置一长 110m 的 2#土石坝拦挡墙，用于拦挡东侧的磷尾矿堆体以及分隔 A 采空区回填修复区与东侧下游的地表水水文地质单元，防止 A 采空区回填修复区汇入到东侧。

由于该区域堆填有磷尾矿，为了防止堆体垮塌冲刷造成地质灾害，在堆填体东侧设置一长 110m 的 2#土石坝拦挡墙，设计拦挡墙顶部宽 3m，向下延伸进行分台堆砌，并留平台，平台宽度 3m，该土石坝出土 14m，坝顶高 2144m，坡脚线与原地形线标高相同。设计墙背坡坡比 1:1，墙面面坡坡比 1:1。

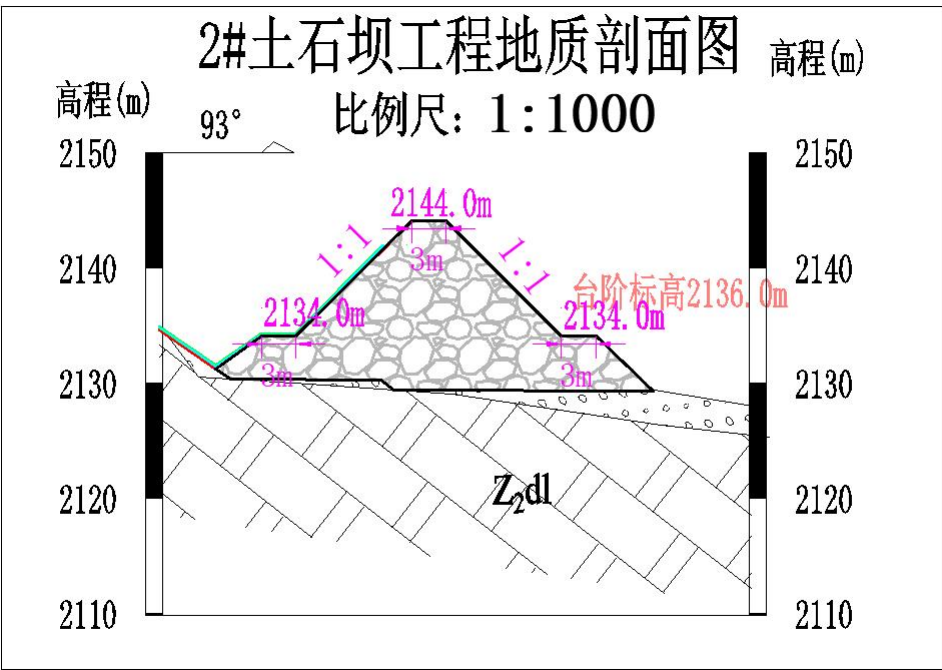


图 2-15 2#土石拦挡坝断面图
表2-21 拦挡墙工程量计算表

修复单位	编号	长度	每延米工程量				工程量合计			
			土方开挖	土方	石方	50pvc 管	土方开挖	土方	石方	50pvc 管
		m	m ³ /m	m ³ /m	m ³ /m	根/m	m ³	m ³ /m	m ³	m
A-采空区磷尾矿回填修复区	设计 1#土石坝拦挡墙	53		640.8	427.2	每隔 10 米 1 根, 每根 40m	0	3396 2.4	22641.6	200.00
	设计 2#土石坝拦挡墙	110		166.2	110.8	每隔 10 米 1 根, 每根 15m	0	1828 2	12188	165.00
小计		163					0	5224 4.4	34829.6	365

(2) B-工业场地修复区

1) 3#土石坝拦挡墙

该区域为土石方临时堆场，在堆填体西南侧埡口设置一长 99m 的 3#土石坝拦挡墙，设计拦挡坝顶部宽 3m，向下延申进行分台堆砌，并留平台，平台宽度 3m，该土石坝出土 5m，坝顶高 2113m，坡脚线与原地形线标高相同。设计墙背坡坡比 1:1，墙面坡坡比 1:1。

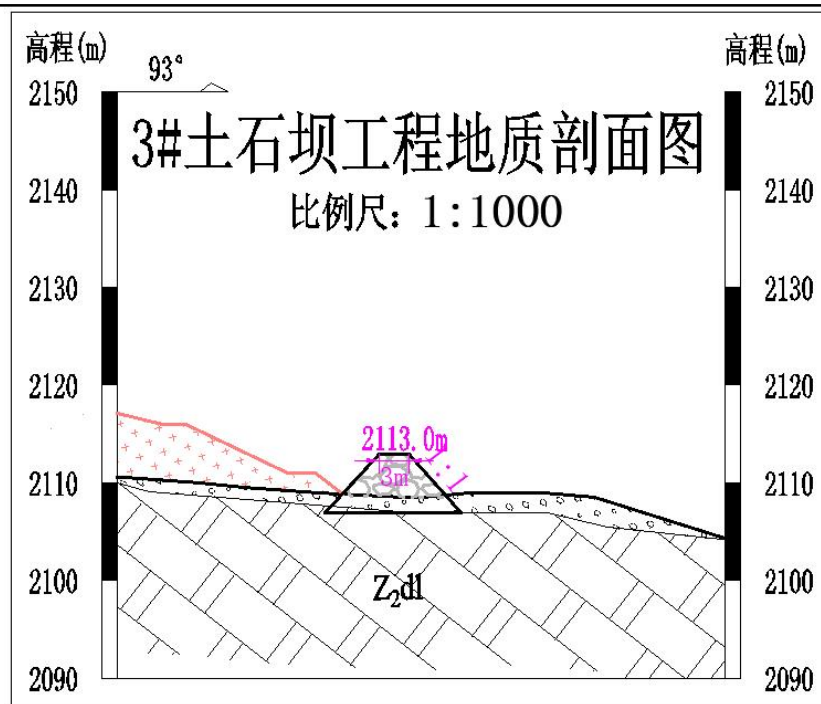


图 2-16 B-工业场地修复区底部土石坝拦挡剖面图

表 2-22 土石坝工程量表

修复单位	编号	长度	每延米工程量				工程量合计			
			土方开挖	土方	石方	50pvc 管	土方开挖	土方	石方	50pvc 管
		m	m ³ /m	m ³ /m	m ³ /m	根/m	m ³	m ³ /m	m ³	m
B-工业场地修复区	设计 3# 土石坝拦挡墙	99	22	30.39	20.26	每隔 10 米 1 根, 每根 7m	2178	3008.61	2005.74	63.00

(3) D-凹陷采坑修复区

1) 设计4#土石坝拦挡墙

该区域为土石方临时堆场,在堆填体南侧垭口设置一长 33m 的 4#土石坝拦挡墙,设计拦挡坝顶部宽 3m,向下延申进行分台堆砌,并留平台,平台宽度 3m,该土石坝出土 5m,坝顶高 2062m,坡脚线与原地形线标高相同。设计墙背坡坡比 1:1,墙面坡坡比 1:1。

表 2-23 4#土石坝工程量表

修复单位	编号	长度	每延米工程量				工程量合计			
			土方开挖	土方	石方	50pvc 管	土方开挖	土方	石方	50pvc 管
		m	m ³ /m	m ³ /m	m ³ /m	根/m	m ³	m ³ /m	m ³	m
D-凹陷采坑修复区	设计 4# 土石坝拦挡墙	33		42	28	每隔 10 米 1 根, 每根 8m	0	1386	924	24.00

5.回填磷尾矿生态修复材料

(1) 回填材料合规性

本项目回填料采用浮选磷尾矿无害化处理后达到环保要求的生态修复材料进行回填。按照《固体废物浸出毒性浸出方法》(GB5086-1997)规定方法进行浸出试验而获得的浸出液中，任何一种污染物的浓度均未超过《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中最高允许排放浓度，且pH值在6~9的一般工业固体废物。本项目采用的磷尾矿生态修复材料经《固体废物浸出毒性浸出方法》(GB5086-1997)规定方法进行浸出试验而获得的浸出液中污染物指标均未超过《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中最高允许排放浓度，且PH为7.81，所以本项目林尾矿生态修复材料属于第 I 类一般工业固体废物。

(2) 堆填规模

本项目堆填高度为50m（堆填体标高为2108-2167m），以采坑底部标高2108m起进行放坡堆填，坡比为1:3，共形成六个平台，坡顶填筑（第一级平台）高程为2167m，依次往下放坡设置平台高程分别为：第二级平台2162m，第三极平台2157m，第四级平台2152m，第五级平台2147m，第六级平台2142m，第七级平台2138m，第八级平台2133m，第九级平台2128m，第十级平台2123m，第十一级平台2118m，第十二级平台2113m，直至最底部标高2110m。最底部标高低于场地周围最低平均标高，有利于坡面排水。每台高度5m，马道宽度5m，总堆填量为225.05万m³。

表 2-24 磷尾矿堆填方量计算表

剖面	s: 面积 (m ²)	L: 长度 (m)	h: 垂厚 (m)	H: 平均 厚度 (m)	S: 平面投影面积 (m ²)	填方量 V=S*H/10000 (万 m ³)
1	2518.3275	308.25	8.17	8.17	14603.87	11.93
1	2518.3275	308.25	8.17	13.98	30470.28	42.60
2	5727.636	289.35	19.79			
2	5727.636	289.35	19.79	22.72	21600.43	49.08
3	7747.9	302.04	25.65			
3	7747.9	302.04	25.65	25.47	22684.01	57.77
4	8008.37	316.76	25.28			
4	8008.37	316.76	25.28	21.11	15540.63	32.80
5	4227.96	249.76	16.93			
5	4227.96	249.76	16.93	16.93	18229.23	30.86
					123128.45	225.05

2.7.3土壤重构工程

本项目堆填高度为 50m（堆填体标高为 2108-2167m），以采坑底部标高 2108m

起进行放坡堆填,坡比为 1:3,共形成六个平台,坡顶填筑(第一级平台)高程为 2167m,依次往下放坡设置平台高程分别为:第二级平台 2162m,第三级平台 2157m,第四级平台 2152m,第五级平台 2147m,第六级平台 2142m,第七级平台 2138m,第八级平台 2133m,第九级平台 2128m,第十级平台 2123m,第十一级平台 2118m,第十二级平台 2113m,直至最底部标高 2110m。最底部标高低于场地周围最低平均标高,有利于坡面排水。每台高度 5m,马道宽度 5m,总堆填量为 225.05 万 m^3 。

覆土工程在现状堆填基础上进行。

1、土地翻耕

为有利于植物根系生长,本方案设计对土地进行翻耕,翻耕深度视现场实际情况为准,春季或冬季采用机械翻耕。

2、覆土

本次覆土均来源于外购种植土。

恢复为灌木林地区域:

方案结合项目区现状地形地貌、项目区土地利用现状、土地利用总体规划及业主意愿,对项目区土地进行复垦规划,A-采空区磷尾矿回填修复区恢复为灌木林地区域主要为中部磷尾矿回填修复区、北部边坡修复区、南部补植补种修复区,该区域主要恢复为灌木林地。其中中部磷尾矿回填修复区顶部全面覆 0.5m 表土,北部边坡修复区全面覆土 0.3m,南部补植补种修复区坑内覆土 0.3m,根据现场调查,所需土方量均来自外购种植土。

3、土壤培肥

施有机肥:采用每株 3kg 进行土壤培肥,管护期 3 年,每年追肥一次,追肥量根据林木长势情况具体制定,追肥费用计入管护费用内,旱地区按照 7500kg/hm² 施肥,有机肥采用腐植酸有机肥。

2.7.4 植被重建工程

堆填区恢复为灌木林地区域:

灌木选火棘、马桑 1:1 混植,植苗,株距 2m,行距 2m,I 级容器苗,苗龄 2 年,灌高 45cm。并有“三证一签”。并配备有肥料、生根剂、农药、地膜、遮阴网、苗木支撑等措施。

草本选用狗牙根、戟叶酸模、白花三叶草混播,65kg/hm²,采用 I 级包衣种子,

撒播前进行浸种、催芽，保证发芽率 95%以上，种植一般现在 6、7 月雨季进行种植。

种苗采购及运输：项目所需灌木、混播草籽苗木全部由实施单位外购供应，针对目前苗木生产现状，对项目所需苗木特提出如下管理措施：

（1）为确保项目建设成效，购苗时必须对苗木进行检验，苗木出圃前要做好苗木分级工作，严把苗木出圃质量关，确保造林用苗为 I 级标准以上的苗木。

（2）苗木检验后的“三证一签”及所产生的档案，均要保存完好，以备后查。

（3）在购买苗木时距离造林地很远时要注意苗木保水，防止苗木在运输过程受损。

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

表 2-25 造林技术一览表

造林技术	造林树种	灌木：火棘、马桑； 草本：狗牙根、戟叶酸模、白花三叶草混播；
	造林方式	平台：灌草结合；边坡：灌木林，灌草结合；
	株行距	灌木：火棘、马桑，株距 2m，行距 2m。 草本：狗牙根、戟叶酸模、白花三叶草混播，65kg/公顷
	配置方式	火棘、马桑植穴品字形配置，籽均匀播撒；
	场地清理	清除地表大石块和其它杂物；
	整地	全面整地；
	覆土	灌木林 50cm；
	苗木	火棘、马桑，I 级容器苗，并有“三证一签”，苗龄 2 年，灌高 45cm。 草本：狗牙根、戟叶酸模、白花三叶草；65kg/公顷；I 级包衣种子，发芽率 95%
	种植季节	雨季 5~10 月，阴天或小雨天
	抚育管理	抚育管理 3 年，每年进行除草培土 1 次；定时浇水施肥，防病虫害，防牲畜和人为损害

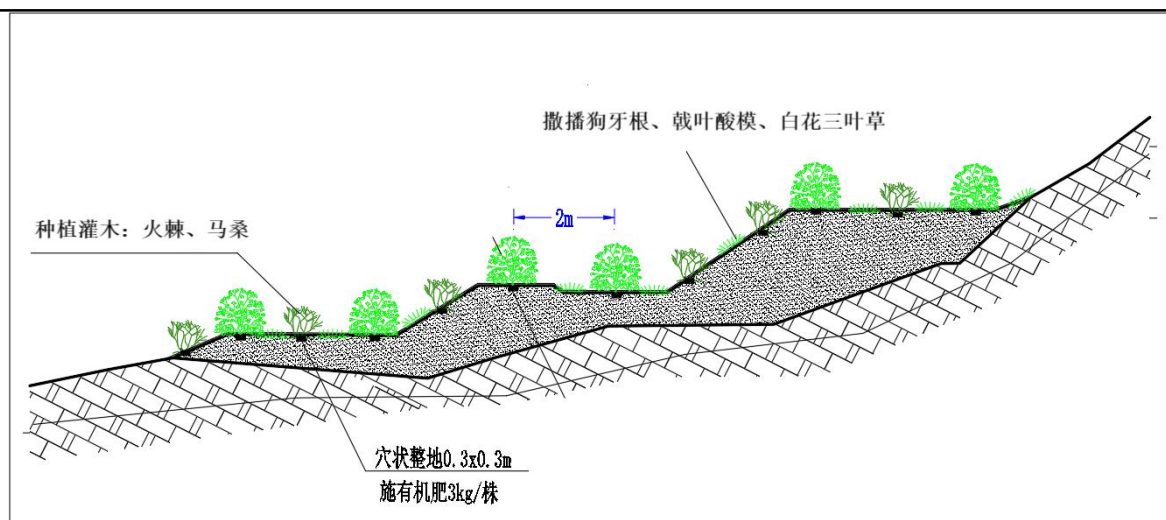


图2-17 植树造林典型示意图

综上，A 采空区回填修复区面积共计 10.8138hm²，该区域全部修复为灌木林地，种植火棘、马桑共计 25594 株，散播草籽 10.2376hm²、抚育管理 10.2376hm²（抚育 3 年）。

2.8 配套工程

2.8.1 截排水系统工程

1、截排水沟

（1）外围土工布截洪沟设计

1) A-采空区磷尾矿回填修复区：布设位置：沿着 A-磷尾矿回填修复区外围山坡布设。结构形式：梯形土沟，沟底铺设 300g/m² 聚酯长针刺丝无纺（防水）土工布。断面尺寸：上顶 0.7m，下底 0.4m，水深 0.5m，总长 677m。

防水土工布生态排水沟设计图

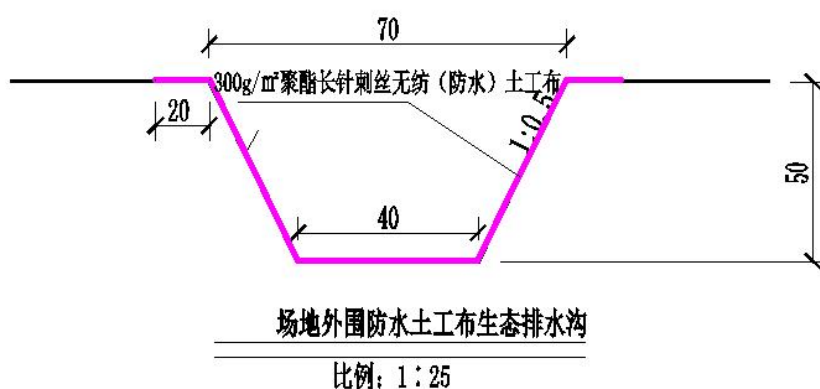


图 2-18 防水土工布截排水沟设计图

表 2-26 A-采空区磷尾矿回填修复区土工布截洪沟工程量表

修复单元	长度	底宽	顶宽	渠深	每延米工程量	工程量合计	
------	----	----	----	----	--------	-------	--

凹陷采坑修复区共设计902m。

排水沟均布置于平台坡脚，排水自流进入截洪沟中，最终汇入到沉砂池，马道排水沟宽0.4m，高度0.4m矩形结构断面，排水沟帮均采用C25砼浇筑，沟壁厚0.2m，沟底后0.15m，底部设置0.1m厚C15混凝土垫层。水沟每长10-15m留伸缩缝一道，宽20mm，用沥青麻筋或沥青木板填塞，表面用防水砂浆抹平。

A、B、D区马道排水沟断面结构图

比例: 1:20

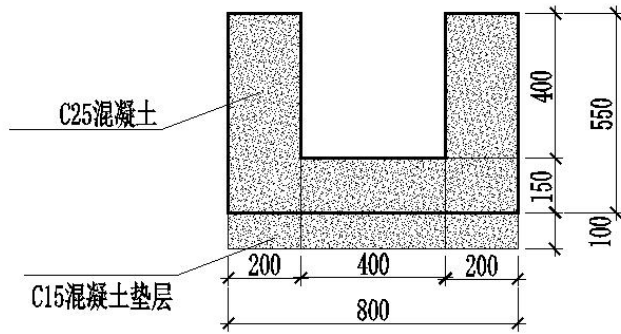


图2-20 马道混凝土排水沟结构图

表 2-28 马道混凝土排水沟工程量表

修复单元	长度	底宽	顶宽	渠深	每延米工程量				工程量合计				
					土方开挖	C15混凝土垫层	C25砼沟壁	C25砼沟底	土方开挖	C15混凝土垫层	C25砼沟壁	C25砼沟底	沥青伸缩缝
					m ³ /m	m ³ /m	m ³ /m	m ³ /m	m ³	m ³	m ³	m ³ /m	m ²
A-采空区回填修复区	1874	0.4	0.4	0.4	0.65	0.08	0.16	0.12	1218.10	149.92	299.84	224.88	26.04
D-凹陷采坑修复区	902	0.4	0.4	0.4	0.65	0.08	0.16	0.12	586.30	72.16	144.32	108.24	12.60

(4) 过路涵管

1) B-工业场地修复区为使截排水沟排出汇流，在项目区通过道路区域设计暗涵1座，共计12m。暗涵采用C15混凝土垫层，DN400预制混凝土管。

2) D-凹陷采坑修复区为使截排水沟排出汇流，在项目区通过道路区域设计暗涵1座，共计12m。暗涵采用C15混凝土垫层，DN400预制混凝土管。

表 2-29 暗涵涵管工程量表					
	项目	单位	单座工程量	修复区（座）	工程量
B-工业场地修复区	土方开挖	m ³	3.27	1	3.27
	土方回填	m ³	2.01	1	2.01
	C15 混凝土垫层	m ³	0.55	1	0.55
	DN400 预制混凝土管	m	12	1	12
D-凹陷采坑修复区	土方开挖	m ³	3.27	2	6.54
	土方回填	m ³	2.01	2	4.02
	C15 混凝土垫层	m ³	0.55	2	1.1
	DN400 预制混凝土管	m	12	2	24

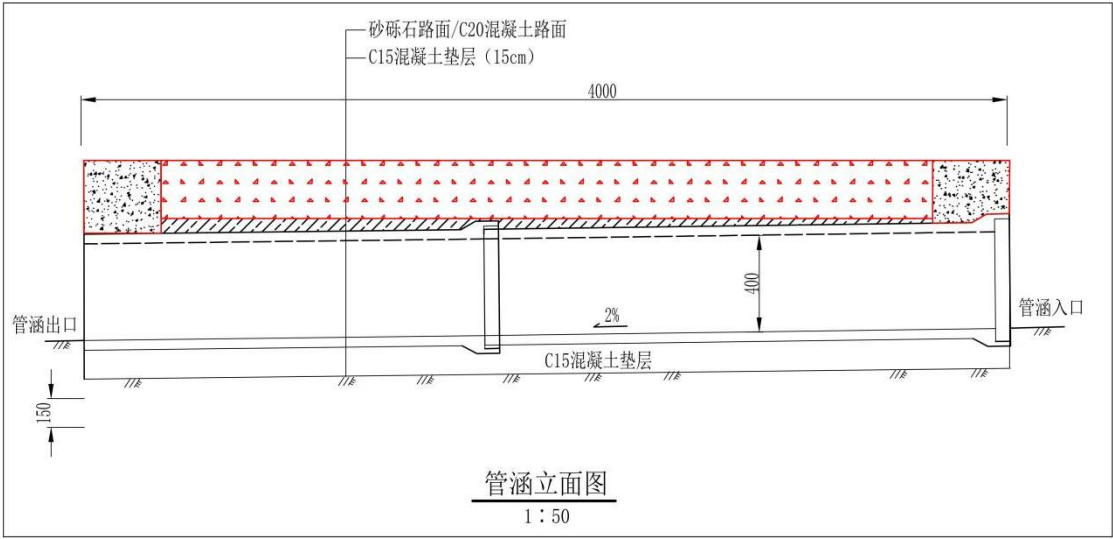


图2-21 涵管立面图

2、沉砂池

项目在 A-磷尾矿回填修复区西部坡脚底部两侧分别设置 1 个混凝土沉砂池，在 B-工业场地修复区东部坡脚底部设置 1 个混凝土沉砂池，在 D-凹陷采坑修复区设置 3 个沉砂池，用于接收外围截水沟以及马道排水沟、土工布生态排水沟截留的汇水，并可收集汇水用于灌溉等使用；沉砂池采用长 3.5m，高 1m，宽 2m，底部设置 C15 混凝土垫层、池壁厚 0.25m。

表 2-30 沉砂池工程量计算表						
单位工程名称			单位	数量	单个工程量	合计工程量
A-磷尾矿回填修复区	单座沉砂池	土方开挖	m ³	2	7.40	14.80
		C15 混凝土垫层	m ³	2	0.18	0.35
		C25 砼池壁	m ³	2	3.31	6.63
		C25 砼池底	m ³	2	1.75	3.50
B-工业场地修复区	单座沉砂池	土方开挖	m ³	1	3.48	3.48
		C15 混凝土垫层	m ³	1	0.55	0.55
		C25 砼池壁	m ³	1	3.81	3.81
		C25 砼池底	m ³	1	1.37	1.37
D-凹	单座沉	土方开挖	m ³	3	3.48	10.44

陷采坑修复区	砂池	C15 混凝土垫层	m ³	3	0.55	1.64
		C25 砼池壁	m ³	3	3.81	11.43
		C25 砼池底	m ³	3	1.37	4.11

3、消能池

项目在 A-采空区磷尾矿回填修复区设置 8 个消能池，在 B-工业场地修复区设置 1 个消能池，在 D-凹陷采坑修复区设置 3 个消能池，消能池均布设于截水沟坡度较大处，采用矩形，边长 1.6m，高 1.3m，侧壁厚 0.35m，底板厚度 0.25m。

表 2-31 消能池工程量计算表

修复单元	单位工程名称	单位	数量	单个工程量	合计工程量
A-采空区磷尾矿回填修复区	单座消能池	土方开挖	m ³	8	3.48
		C15 混凝土垫层	m ³	8	0.55
		C25 砼沟池壁	m ³	8	3.81
		C25 砼沟池底	m ³	8	1.37
		钢筋	t	8	0.25
B-工业场地修复区	单座消能池	土方开挖	m ³	1	3.48
		C15 混凝土垫层	m ³	1	0.55
		C25 砼沟池壁	m ³	1	3.81
		C25 砼沟池底	m ³	1	1.37
		钢筋	t	1	0.25
D-凹陷采坑修复区	单座消能池	土方开挖	m ³	3	3.48
		C15 混凝土垫层	m ³	3	0.55
		C25 砼沟池壁	m ³	3	3.81
		C25 砼沟池底	m ³	3	1.37
		钢筋	t	3	0.25

4、土工布雨水收集池

D-凹陷采坑修复区：根据现场调查情况，项目区周边未配备相应的水渠以及水源，项目区主要灌溉水源为大气降水。为了保证项目区作物灌溉用水，设计在项目区设置 1 座 500m³ 土工布雨水收集池，其断面结构图如下图所示。

1-1断面结构图

比例尺：1:200

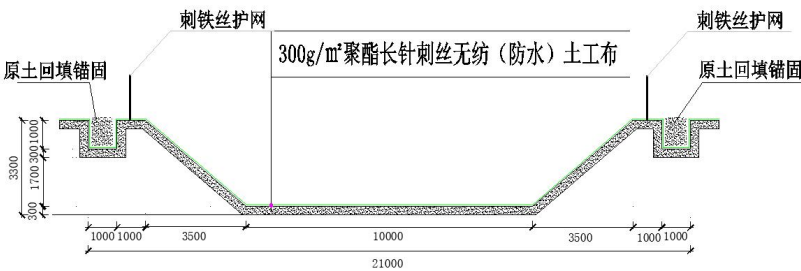


图 2-22 设计土工布雨水收集池断面图

表 2-32 设计土工布雨水收集池工程量计算表

单位工程名称	单位	数量	单个工程量	合计工程量
土工布雨水收集池 (500m ³)	土方开挖	m ³	1	229.50
	300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺 (防水)土工布	m ²	1	119.45
	双边铁丝护网	m ²	1	34.00

2.8.2.监测井加固工程

B-工业场地修复区：项目 2#采空区场地区域内现存一个地下水监测井，由于该场地将用作表土临时堆场，现状地下水监测井位于 2122m 平台，后期将堆填至 2126m 形成平台，设计对监测井做进一步保护措施，后期将对该地下水监测井进行保护以便持续利用。

表 2-33 地下水监测井加固工程量表

修复单元	单位工程名称	项目名称	单位	数量
B-工业场地修复区	监测井保护工程	混凝土浇筑	m ³	4
		钢管 (r=0.25m)	m	4

2.8.3.标识牌及防护栏工程

(1) 标识牌

在 A 采空区回填修复区设置 3 块标识牌、在 B-工业场地修复区设置 1 块标识牌，标识牌标题为：矿山地质环境治理警示牌，包括项目编号、治理类型、治理范围、治理措施，并附现状照片以及注意事项、电话。

表 2-34 警示牌工程量计算表

修复单元	标识牌块数 (块)	单块警示牌工作量				合计工程量			
		基础土方开挖 (m ³ /块)	C25 混凝土基础 (m ³ /块)	镀锌钢管 (Φ 100, 壁厚 3mm)(m/块)	标识反光牌 (m ² /块)	基础土方开挖 (m ³)	C25 混凝土基础 (m ³)	镀锌钢管 (Φ 100, 壁厚 3mm)	标识反光牌 (m ²)
A-采空区磷尾矿回填修复区	3	0.52	0.43	7.60	2.40	1.56	1.30	22.80	7.20
B-工业场地修复区	1	0.52	0.43	7.60	2.40	0.52	0.43	7.60	2.40
D-凹陷采坑修复区	2	0.52	0.43	7.60	2.40	1.04	0.86	15.20	4.80

(2) 防护栏工程

1) 在 B-工业场地修复区磷尾矿生态修复材料回填区域外围设置长 436m 护栏网，护栏网高 1.8m，底部设置 0.3x0.3x0.5m 坑，并浇筑 C25 混凝土用于固定防护栏。

2) 在 D-凹陷采坑修复区域外围设置长 241m 护栏网，护栏网高 1.8m，底部设置 0.3x0.3x0.5m 坑，并浇筑 C25 混凝土用于固定防护栏。

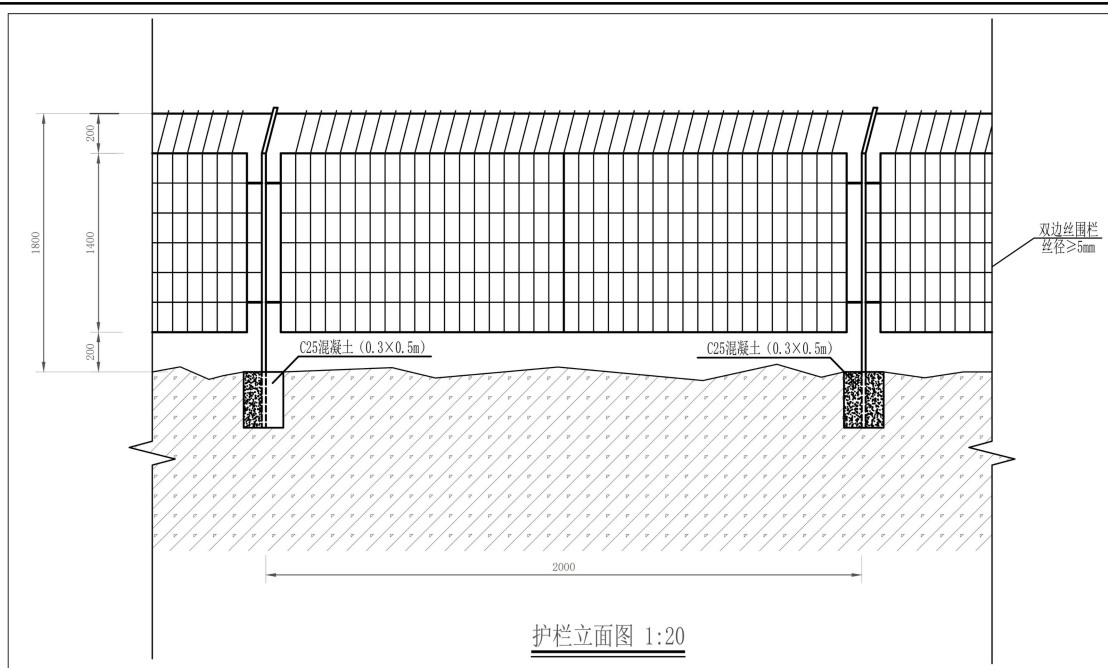


图 2-23 B-工业场地修复区防护栏立面图

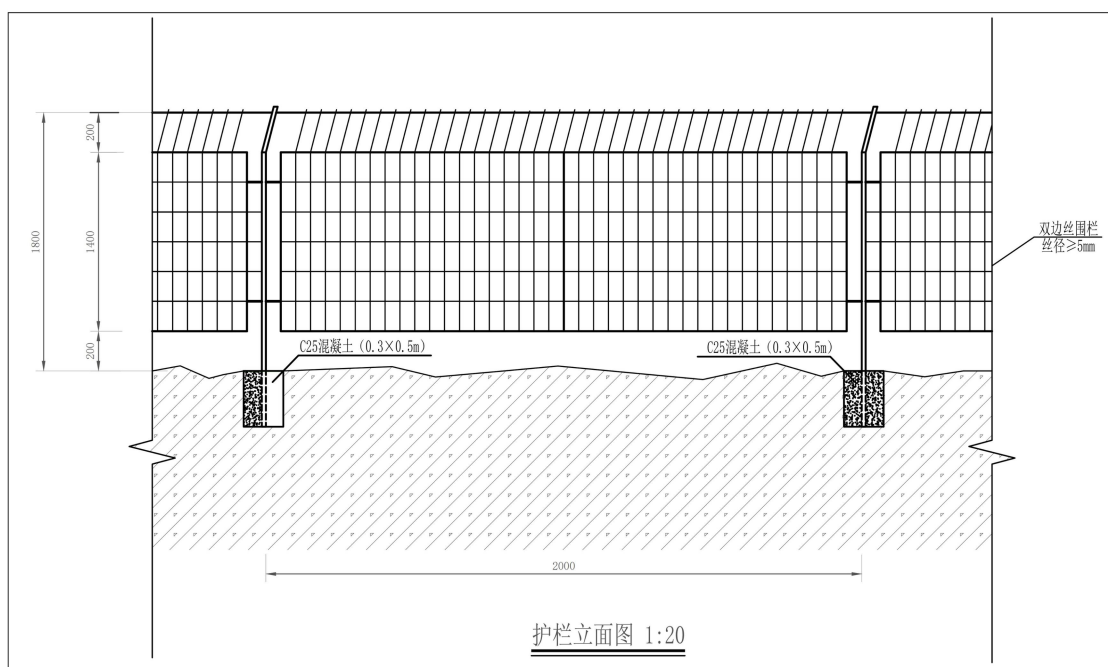


图 2-24 D-凹陷采坑修复区防护栏立面图

表 2-35 防护栏工程量计算表

修复单元	单位工程名称	项目名称	单位	数量
B 工业场地修复区	防护栏	双边丝护栏网（高 1.8m，含预埋柱，丝径≥5mm）	m ²	784.8
		土方开挖	m ³	17.44
		设备基础（护栏 C25 混凝土基础）	m ³	17.44
D-凹陷采坑修复区	防护栏	双边丝护栏网（高 1.8m，含预埋柱，丝径≥5mm）	m ²	433.8
		土方开挖	m ³	9.64
		设备基础（护栏 C25 混凝土基础）	m ³	9.64

2.9 工程量汇总

项目修复工程量汇总表详见表 2-36。

表2-36 修复工程量汇总表

序号	单位工程名称			单位	生态修复单元										合计	
					A-采空区磷尾矿回填修复区	备注	B-工业场地修复区	备注	C-补植补种修复区	备注	D-凹陷采坑修复区	备注	E-采坑修复区	备注		
一	地形地貌重塑工程	场地清基整平	土方开挖	m ³	113222.71										113222.71	
			土方回填	m ³	6932.04										6932.04	
			石方开挖	m ³	41901.79										41901.79	
		建构筑物拆除	拆除混凝土（不带钢筋）	m ²	1664.00										1664.00	
			拆除浆砌石	m ²	3913.00										3913.00	
二	地质环境治理工程	地下水导排系统工程	土方开挖	m ³	26304.40										26304.40	
			300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺土工布	m ²	3992.30										3992.30	
			盲沟碎石	m ³	17221.38										17221.38	
			HDPE100级聚乙烯管材 DN200mm x11.9mm 导排管	m	1079.00										1079.00	
			30cm 土方回填	m ³	9083.02										9083.02	
		底部渗漏防护工程	底部平缓区域防渗	50cm 厚土壤衬层（机械）	m ³	38401.25									38401.25	
				300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺土工布	m ³	133995.85									133995.85	
				1.5mmHDPE 双糙面防渗膜	m ²	66997.93									66997.93	
			较陡岸坡防渗	30cm 土壤衬层（机械）	m ³	12162.00									12162.00	
				铁丝网	m ²	40540.00									40540.00	
				300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺土工布	m ²	81080.00									81080.00	
				1.5mmHDPE 双糙面防渗膜	m ²	40540.00									40540.00	
		顶部封场防渗防护工程	锚固沟磷尾矿方量开挖	m ³	4561.00										4561.00	
			锚固沟磷尾矿方量回填	m ³	4561.00										4561.00	
			300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺土工布	m ²	194894.16										194894.16	
			1.5mmHDPE 双糙面	m ²	97447.08										97447.08	

					防渗膜																	
					30cm 厚黏土层	m ³	29234.12														29234.12	
					土方开挖	m ³	3590.00														3590.00	
					盲沟碎石	m ³	3590.00														3590.00	
					HDPE100级聚乙烯管材 DN200mm x11.9mm 导排管	m	4308.00														4308.00	
					300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺土工布	m ²	22545.20														22545.20	
					1.5mmHDPE 双糙面防渗膜	m ²	11272.60														11272.60	
								1436m														1436m
					土方开挖	m ³	3150.00														3150.00	
					盲沟碎石	m ³	3150.00														3150.00	
					HDPE100级聚乙烯管材 DN200mm x11.9mm 导排管	m	2100.00														2100.00	
					300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺土工布	m ²	15960.00														15960.00	
					1.5mmHDPE 双糙面防渗膜	m ²	7980.00														7980.00	
								2100m														2100m
					土方开挖	m ³	679.10														679.10	
					土方回填	m ³	99.56														99.56	
					C20混凝土垫层	m ³	16.54														16.54	
					C25混凝土池底	m ³	49.61														49.61	
					C25混凝土池壁	m ³	7401.50														7401.50	
					沥青防渗层	m ²	234.70														234.70	
					进水管 PE管 DN250	m	10.00														10.00	
					水池钢筋制安	kg	8397.64														8397.64	
					爬梯	kg	41.71														41.71	
					围栏立筋	kg	20.56														20.56	
					双股刺铁丝护网	m ²	496.08														496.08	
								1座														1座
事故池 (单座1000m ³)					土方开挖	m ³	1415.23														1415.23	
					土方回填	m ³	137.56														137.56	
					C20混凝土垫层	m ³	32.14														32.14	
					C25混凝土池底	m ³	96.41														96.41	
					C25混凝土池壁	m ³	10226.50														10226.50	
					沥青防渗层	m ²	545.00														545.00	
					进水管 PE管 DN250	m	30.00														30.00	
								1座														1座

三	配套工程	土石坝拦挡墙	水池钢筋制安	kg	14888.20	242m									14888.20	4座
			爬梯	kg	41.71										41.71	
			围栏立筋	kg	30.26										30.26	
			双股刺铁丝护网	m ²	964.08										964.08	
			土方开挖	m ³	9197.01	242m	2178.00	99m			336.60	33m			11711.61	4座
			土方	m ³	52244.40		3008.61				1386.00				56639.01	
			石方	m ³	34829.60		2005.74				924.00				37759.34	
			50pvc管	m	365.00		63.00				24.00				452.00	
		磷尾矿生态修复材料回填	磷尾矿充填	m ³	225045.605										225045.605	
		外围临时防水土工布截洪沟	土方开挖	m ³	186.18	677m									186.18	
			300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺(防水)土工布	m ²	1218.60										1218.60	
		外围混凝土截洪沟	土方开挖	m ³	2322.00	2580m	576.00	576m			1090.00	1090m			3988.00	4246m
			C15混凝土垫层	m ³	206.40		46.08				87.20				339.68	
			C25砼沟壁	m ³	619.20		161.28				305.20				1085.68	
			C25砼沟底	m ³	412.80		92.16				174.40				679.36	
			沥青伸缩缝	m ²	51.60		12.32				23.76				87.68	
		混凝土马道排水沟	土方开挖	m ³	1218.10	1874m	297.05	457m			586.30	902m			2101.45	3233m
			C15混凝土垫层	m ³	149.92		36.56				72.16				258.64	
			C25砼沟壁	m ³	299.84		73.12				144.32				517.28	
			C25砼沟底	m ³	224.88		54.84				108.24				387.96	
			沥青伸缩缝	m ²	26.04		6.16				12.60				44.80	
		过路涵管	土方开挖	m ³	6.54						6.54	2座			13.08	3座
			土方回填	m ³	4.02						4.02				8.04	
			C15混凝土垫层	m ³	1.10						1.10				2.20	
			DN400预制混凝土管	m	24.00						24.00				48.00	
		沉砂池	土方开挖	m ³	14.80	2座	3.48	1座			10.44	3座			28.72	5座
			C15混凝土垫层	m ³	0.35		0.55				1.64				2.54	
			C25砼池壁	m ³	6.63		3.81				11.43				21.87	
			C25砼池底	m ³	3.50		1.37				4.11				8.98	
		消能池	土方开挖	m ³	27.84	8座	0.25	1座			10.44	3座			38.53	12座
			C15混凝土垫层	m ³	4.38		0.55				1.64				6.57	
			C25砼沟池壁	m ³	30.49		3.81				11.43				45.73	
			C25砼沟池底	m ³	10.95		1.37				4.11				16.43	
			钢筋	t	2.00		0.25				0.75				3.00	
		土工布	土方开挖	m ³							688.50	1			688.50	

		雨水收集池	300g/m ² 聚酯长针刺丝无纺防水土工布	m ²						358.36	座			358.36	
			双边铁丝护网	m ²						102.00				102.00	
		监测井保护工程	混凝土浇筑	m ³			4.00	1座						4.00	
			钢管 (r=0.25m)	m			4.00							4.00	
		标识牌	基础土方开挖(m ³)	m ³	1.56		0.52	1块		1.04	2块	0.52		3.63	7块
			C25混凝土基础(m ³)	m ³	1.30		0.43			0.86		0.43		3.02	
			镀锌钢管 (Φ100, 壁厚 3mm)	m	22.80	3块	7.60			15.20		7.60	1块	53.20	
			标识反光牌 (m ²)	m ²	7.20		2.40			4.80		2.40		16.80	
		防护栏	双边丝护栏网 (高 1.8m, 含预埋柱, 丝径 ≥5mm)	m ²			784.80	436m		433.80	241m			1218.60	677m
			土方开挖	m ³			17.44			9.64				27.08	
			设备基础 (护栏C25混凝土基础)	m ³			17.44			9.64				27.08	
四	土壤重构工程	土壤重构	耕植土回覆	m ³	56371.94		11463.50		86.03	10808.02		3071.47		81800.96	
			土地翻耕	hm ²	11.7517		2.2927		0.0172	2.1509		0.6198		16.83	
			土壤改良 (有机肥 7500kg/hm ²)	hm ²	11.7517		2.2927		0.0172	2.1509		0.6198		16.83	
五	植被重建工程	植被重建	种植乔木	株	0		4941		688	5064		1515		12209	
			种植灌木	株	25594							1533		27126	
			撒播草籽	hm ²	10.2376		1.9765		0.2753	2.0256		1.2191		15.73	

2.10主要施工机械设备

本项目主要的施工机械设备见表 2-37。

表 2-37 项目主要设备及原辅材料一览表

序号	名称	规格型号	单位	数量
1	挖掘机	2m ³ , 液压	台	4
2	载重汽车	30t, 汽油	辆	25
3	推土机	59kW	台	5
4	洒水车	20m ³	台	2

2.11 劳动定员

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 1 班, 每班 10 小时。

总平面及	1、项目布置
	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。矿山生态修复治理工程平面布置见附图 3。

现场布置	2、施工场地布置 根据建设单位提供的资料，本项目施工现场设置情况如下。 （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，全部用于矿山治理区底部矿坑回填反压。 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。 （2）取土场：露天采空区回填结束后，本次矿山修复向云南旻顺建设工程有限公司购买表层无污染种植土（详见附件 12），不另设取土场，土壤经取样送检（见附件）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。 （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。 （4）混凝土拌合区：项目外购商品混凝土，不设混凝土拌合站。 （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。 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。
施工方案	1、施工工艺 本次生态修复工程施工工艺如下。

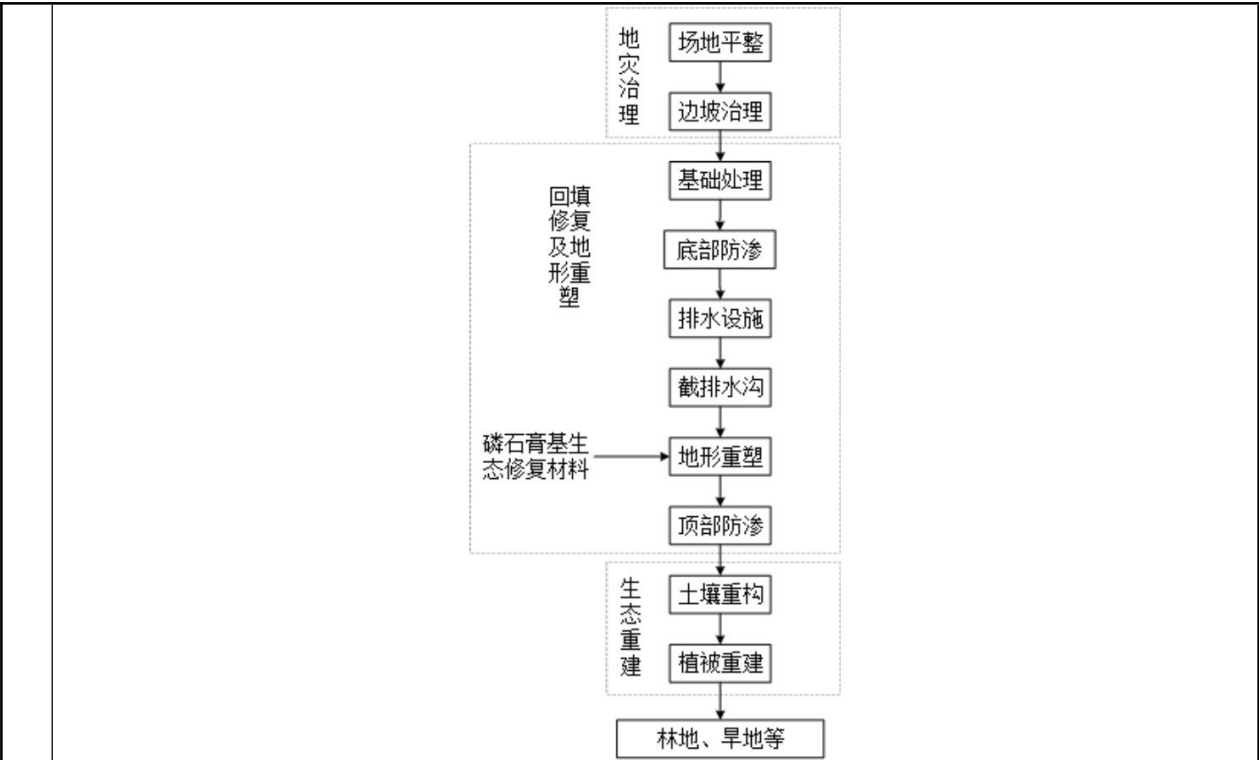


图 2-25 施工工艺图

项目施工期大致分为三个阶段，第一阶段为前期基础土建施工，包括场地平整及边坡修整等；第二阶段为生态修复材料回填及地形重塑；第三阶段为生态重建。

施工期第一阶段：施工前准备—临时设施—边坡整治—场地平整—截排水沟修建—施工放线—复核施工图纸。

施工期第二阶段：回填修复区基础处理—地下水导排沟—修建底部防—淋滤水导排沟修建—回填修复及地形重塑—顶部防。

施工期第三阶段：土壤重构：清理拆除临时设施，耕植土覆土 60cm；植被重建：土壤重构后进行植被种植及养护。

根据项目总体布局，项目回填修复区施工工序为：截排水沟施工→坑底整平→基础处理→地下水排水沟→铺设粘土层→防层铺设→淋滤水导排→拦挡设施→生态修复材料回填及地形重塑→顶部防层→覆耕植土→植被恢复。

表 2-38 项目施工期污染物产生环节及污染物代码表

类别	污染物代码	污染物名称	产生环节
废水	W ₁	回填修复区淋滤水	回填修复区
	W ₂	车辆冲洗废水	运输车辆
	W ₃	施工生活污水	人员
废气	T ₁	施工扬尘	施工场地
	T ₂	施工运输扬尘	运输车辆
	T ₃	施工机械和运输车辆废气	施工机械和运输车辆
噪声	N	噪声	机械设备
固体	S ₁	土石方	施工场地

	废物	S ₂	建筑垃圾	施工场地
		S ₃	施工生活垃圾	人员
		S ₄	废弃包装料	防渗膜及绿化植被的包装材料
		S ₅	沉淀池及淋滤水收集池沉渣	沉淀池及淋滤水收集池
2、施工组织设计 (1) 施工交通运输 项目周边有矿区道路，矿区道路与乡村公路连通，交通便利，施工材料可方便地运抵施工现场，现有道路满足进场要求，后期加强施工道路维护，保持路面平整。 (2) 施工用水、用电 1) 施工用水由洒水罐车运至施工区域。 2) 施工用电为临时用电，由附近电网临时接入，供电能力满足项目需要。 (3) 施工总进度 项目实施期限为 6.5 年，生态修复相关方案审批期（包括生态修复方案+工程地质勘察及报告+堆填设计+水文地质勘察及监测井建设+地质灾害危险性评估+水土保持方案+稳定安全评估+失稳风险评估+环境风险评估及环境影响评价+生态修复工程规划设计）等方案的编制及审批期 0.5 年+修复施工期 3 年（堆填工程施工期 2.5 年、生态修复工程施工期 0.5 年）+监测、管护期 3 年，共为 6.5 年，因此服务期限为（2026 年 6 月-2032 年 12 月），生态修复相关方案编制备案 0.5 年（2026 年 6 月-2026 年 12 月）+修复施工期 3 年（2027 年 1 月-2029 年 12 月）+监测、管护期 3 年（2030 年 1 月-2032 年 12 月）。				
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	3.1 主体功能区划 3.1.1 与《云南省主体功能区规划》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。 本项目位于云南省昆明市安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山，安宁市属于国家层面重点开发区域，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。 3.2 生态功能区划 3.2.1 与《云南省生态功能区划》符合性分析 本项目位于云南省昆明市安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山，根据《云南省生态功能区划》，项目区属于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。该生态功能区的主要特征是滇中红岩高原与滇东石灰岩山地的交错地带，以河谷盆地地貌为主，降雨量 900-1000 毫米。现存植被以云南松林为主，主要土壤类型为红壤和紫色土，主要生态环境问题为：土地垦殖过度存在的土地质量和数量的下降；土壤生态敏感性为土地退化和农业生态环境恶化的潜在威胁，主要生态系统服务功能为：生态农业建设，保障昆明城市发展的农副产品供应，保护措施为：保护农田环境质量，改进耕作方式，推行清洁生产，防止农田农药化肥污染。
--------	--

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，不会造成生境破化。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。

3.3 生态环境现状

3.3.1 土地利用现状

根据土地资源现状评估分析计算，安宁宝源石场矿坑生态修复项目总损毁土地面积18.0947hm²，损毁土地类型有采矿用地、乔木林地、灌木林地、其他林地和其他草地。

表 3-1 土地损毁地类统计表

项目组成			占地面积 (hm ²)	占地类型 (hm ²)						小计	破坏类型	破坏程度	权属
				03 林地			04 草地	06 工矿仓储用地	10 交通运输用地				
				0301 乔木林地	0305 灌木林地	0307 其他林地	0404 其他草地	0602 采矿用地	1006 农村道路				
1 # 采空区	A-采空区磷尾矿回填修复区	中部磷尾矿回填修复区	9.1022	0.0259	0.1635	0	0	8.9129	0.0000	9.1022	挖损、压占	重度	连然街道办事处武家庄村委会
		北部边坡修复区	1.0265	0.0100	0.0417	0	0.0608	0.9139	0.0000	1.0265			
		南部补植补种修复区	0.155	0.0459	0.023	0	0	0.0865	0.0000	0.1556			
		南部高陡边坡修复区	0.5296	0.0468	0	0.0010	0.0093	0.4724	0.0000	0.5296			
	小计		10.8139	0.1286	0.2283	0.0010	0.0702	10.3858	0.0000	10.8139			连然街道办事处武家庄村委会
	C-补植补种修复区		0.6882	0.0500	0.5560	0	0	0.0822	0.0000	0.6882			
2 # 采空区	小计		0.6882	0.0500	0.5560	0	0	0.0822	0.0000	0.6882	挖损、压占	重度	连然街道办事处武家庄村委会
	B-工业场地修复区		2.1023	0.0960	0.0005	0	0	2.0058	0.0000	2.1023			
3 # 采空区	小计		2.1023	0.0960	0.0005	0	0	2.0058	0.0000	2.1023	挖损	中度	连然街道办事处武家庄村委会
	D-凹陷采坑修复区	北部凹陷采坑修复区	1.8542	0.0223	0.0002	0.0000	0.2590	1.5727	0.0000	1.8542			
		南部补植补种区	1.1543	0.2691	0.0521	0.0000	0.0410	0.7806	0.0114	1.1543			
4 # 采	小计		3.0085	0.2914	0.0523	0	0.3001	2.3533	0.0114	3.0085	挖损	重度	太平新城街道办事处读书铺
	E-采坑修复区	南部场地整平修复区	0.6060	0.0004	0	0	0.0186	0.5871	0.0000	0.6060			

空区		北部陡坡补植补种修复区	0.8758	0.0065	0	0	0.0275	0.8418	0.0000	0.8758			村委会
		小计	1.4818	0.00690	0	0	0.04610	1.4289	0.0000	1.4818			
		合计	18.0947	0.57290	0.8371	0.0010	0.41630	16.2559	0.0114	18.0947			

3.3.2 生态环境现状调查

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 2026 年 8 月 10 日～2026 年 9 月 10 日组织专业调查小组到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

项目调查范围取用地红线外延 300m 范围的区域，调查面积 18.0947hm²。

3、调查内容

本项目不涉及水生生态，陆生生态调查内容为：评价范围内的植物区系、植被类型，植物群落结构及演替规律，群落中的关键种、建群种、优势种；动物区系、物种组成及分布特征；生态系统的类型、面积及空间分布；重要物种的分布、生态学特征、种群现状，迁徙物种的主要迁徙路线、迁徙时间，重要生境的分布及现状。按照《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022）及《云南省环境影响评价维管植物及植被现状调查技术要求（试行）》，项目评价范围生态现状调查以资料收集为主，现场调查以校核为主。

4、植物、植被调查方法

（1）基础资料收集

通过走访当地林草、自然资源等行业主管部门，收集项目区域林业资源报告，生态敏感区（如自然保护区、森林公园、风景名胜区、生态保护红线等）区划成果、公益林和天然林分布图等。并参考《昆明地区蕨类植物名录》（云南大学，1981 年）、《昆明地区种子植物名录》（1980 年）、《云南植被》（科学出版社，1987 年）、《云南植物志》（科学出版社，1977-2006 年）、《云南种子植物名录》（云南人民出版社，1984 年）、《云南树木图志》（云南科技出版社，1988 年）和《云南省自然生态系统名录（2018 版）》（云南科技出版社，2019 年）等多篇专业著作及科研论文。

（2）初图解译与野外核查

室内根据卫星影像解译及相关数据库提取分析形成土地利用类型及植被类型初图。

野外调查过程中结合 GPS 进行核查。以 RTK 记录取样点经纬度与海拔数据；记录样点植被类型数据，拍摄周围植被照片，现场核实初图判读正确率，并进行进一步修正。

（3）植被类调查方法

植被调查取样的目的是要通过样方的研究准确地推测评价范围内植被的总体状况。本次评价使用无人机影像、样方、样线结合的方法进行野外调查，各矿山生态修复工程综合考虑工程类型、评价等级、评价重点、植被型、现场可达性、是否禁飞等因素进行调查方法选择、样线选择及样方布设。本项目采用以资料收集为基础，开展现场踏勘校核及无人机影像调查。

（4）野生动物调查方法

a.访问调查及资料收集

项目组先后向项目所在区域的林业工作人员详细咨询了解当地野生动物本底情况，走访了项目区周边的群众，咨询建设单位及勘察设计单位相关人员，了解野生动物的种类和变动情况。

b.文献收集

由于人类活动对野生动物产生惊扰导致动物避让、动物季节性休眠、哺乳动物夜间活动难以观测等原因，野外调查对动物的记录极其有限，因此本次环评结合资料收集及文献记录对野生动物调查进行补充。

由于动物生活节律及动物避让，野外调查中能记录到的野生动物往往有限，因此本次评价在野外调查及走访的基础上，参考《云南省志卷六动物志》《云南鸟类志（上、下卷）》《云南两栖类志》《云南爬行类志》、中国观鸟记录中心等文献、资料进行补充。

3.3.3 评价区土地利用现状

项目区土地利用现状详见下表。

表 3-2 评价区土地利用现状统计表

地类（编码）		单位：hm ²	
		修复前面积	
		面积	比例
林地（03）	乔木林地（0301）	0.5729	3.17%
	灌木林地（0305）	0.8371	4.63%
	其他林地（0307）	0.0010	0.01%
	小计	1.4110	7.80%
草地（04）	其他草地（0404）	0.4163	2.30%
	小计	0.4163	2.30%
工矿仓储用地（06）	采矿用地（0602）	16.2559	89.84%
	小计	16.2559	89.84%

交通运输用地（10）	农村道路（1006）	0.0114	0.06%
	小计	0.0114	0.06%
合计		18.0947	100.00%

3.3.4 植被现状调查

1、植被分区

依据《中国植被》《云南植被》《昆明植被》等专著中确定的植被分类依据与原则，该项目调查区域植被分区为：

- II 亚热带常绿阔叶林区域；
- IIA 西部（半湿润）常绿阔叶林亚区域；
- IIAii 高原亚热带北部常绿阔叶林地带；
- IIAii-1 滇中、滇东高原半湿润常绿阔叶林、云南松林区。

2、植被分类系统

本次环评依据《云南省环境影响评价维管植物及植被现状调查技术要求（试行）》和《云南省自然生态系统名录》进行植被类型分类及群丛命名。评价区的植被类型统计表见表 3-3。

表 3-3 矿山评价区植被分类系统

植被属性	植被型	植被亚型
A 自然植被		
	VI 暖性针叶林	
		(I) 暖温性针叶林
	IX 稀树灌木草丛	
		(IV) 暖温性稀树灌木草丛
	X 灌丛	
B 人工植被		(III) 暖性石灰岩灌丛
	农田	
	园地	
	人工林	

3、主要植被类型特点

(1) A 自然植被

1) VI 暖性针叶林- (I) 暖温性针叶林

本植被亚型主要分布于云南亚热带北部地区，以滇中高原山地为主体，它分布的主要海拔范围在 1500~2800m，构成暖温性针叶林的树种较多，评价区主要的有云南松（*Pinus yunnanensis*），其中云南松林群落乔木层物种组成通常比较简单，林相较整齐，大部分为单层林，评价区均有分布。一般分 3 层：乔木层优势种为云南松（*Pinus yunnanensis*），混生少量滇青冈（*Quercus schottkyana*）、华山松（*Pinus armandi*）、

桉 (*Eucalyptus robus*)，林内偶见尼泊尔桉木 (*Alnus nepalensis*)、野漆 (*Toxicodendron uccedaneum*) 等。混生桉 (*Eucalyptus robus*) 多见于林缘，盖度一般保持在 50%~70% 之间。

灌木层通常不发达，已有的灌木大多为喜阳耐旱、耐牧、耐火的种类，由于云南松分布较广，以其为优势的群落在物种组成上也有较大的差异，灌木树种以火棘 (*Pyracantha fortuneana*) 为主，偶见铁仔 (*Myrsine africana*)、清香木 (*Pistacia weinmanniifolia*) 等，单株散生。分布不均匀，林分较密处鲜见灌木，林窗、乔木稀疏处灌木分布较多。

草本层比较显著，在经常砍伐、放牧和火烧的地方，层盖度约 50%，多见禾本科 (*Poaceae*) 物种，高 30~50cm，盖度大而密集，常常数量多而种类少，乔木盖度较高区域以紫茎泽兰 (*Ageratina adenophora*) 为主，成片集中分布；林缘以象草 (*Pennisetum purpureum*)、蝎子草 (*Girardinia diversifolia*) 为主，光照充足，立地条件相对干旱处象草 (*Pennisetum purpureum*) 分布密集，林下相对荫蔽，立地条件相对湿润处以蝎子草 (*Girardinia diversifolia*) 为主，其间散布序叶苎麻 (*Boehmeria clidemioides*)、苎麻 (*Boehmeria nivea*)，部分区域可见苍耳 (*Xanthium strumarium*)、车前 (*Plantago asiatica*)、麦冬 (*Ophiopogon japonicus*)、川牛膝 (*Cyathula officinalis*)、偶见白背枫 (*Buddleja asiatica*)，林缘路边还可见鬼针草 (*Bidens pilosa*)。

2) IX.稀树灌木草丛- (IV) 暖性稀树灌木草丛

暖温性稀树灌木草，这类植被是在原有森林被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。这类植被类型的原生植被是半湿润常绿阔叶林或中山湿性常绿阔叶林，人们进行农业开垦或者经过经常性的火烧而将原有的森林植被破坏，在长期的人为活动影响下，形成了低草、多灌、稀少乔木的群落。评价区外均有分布。评价区内灌木草丛分布较广，以火棘、马桑为优势种，群落结构简单。

乔木层散生干香柏 (*Cupressus duclouxiana*)，数量稀少，盖度约 10%~20%，部分区域分布散生桉 (*Eucalyptus robusta*)，数量较少。

灌木层盖度约 15%~20%，分布不均匀，在部分区域密结为丛生状以火棘 (*Pyracantha fortuneana*) 为主，灌木层还分布有干香柏 (*Cupressus duclouxiana*) 幼苗。偶见铁仔 (*Myrsine africana*)、清香木 (*Pistacia weinmanniifolia*) 等，部分区域生境较干旱有小丛生长的戟叶酸模 (*Rumex hastatus*)，数量稀少，盖度小。

草本层以茅草为主，盖度 30%~40%。以五月艾 (*Artemisia indica*) 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*)、粗毛牛膝菊 (*Galinsoga quadriradiata*)、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*)。

3) X.灌丛-(III) 暖性石灰岩灌丛

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*)、清香木 (*Pistacia weinmannifolia*) 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，成为石灰岩山地带有指示性的类型。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*) 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。

(2) B.人工植被

1) 农田及园地

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*)。

2) 人工林

本次评价将评价范围内绿化林、防护林归纳为人工林, 评价范围内公路边分布带状的人工防护林, 城镇内分布绿化林, 其物种根据区域人工选择而差异较大。

4、植被演替特征

评价区位于滇中高原, 大量研究表明滇中高原潜在气候顶极群落应为半湿润常绿阔叶林, 本项目所涉及评价区植被以暖温性针叶林、暖温性稀树灌木草丛、暖性石灰岩灌丛为主, 评价区内的植被具有一定的次生性, 即可能为半湿润常绿阔叶林被破坏后自然恢复的中期或中后期阶段。目前已有许多研究表明, 人为活动干扰、自然事件等因素共同作用, 可能在一定程度上阻止或减缓演替向该区域气候顶极植被即半湿润常绿阔叶林进行。

结合现场调查, 本项目所涉距村庄、集镇不远, 评价区内散布农田及园地, 区域人类活动频繁, 人为扰动明显, 早年采矿活动造成了矿山区域内地表裸露, 矿山周边林木为小片散生, 坡顶有小片林分分布, 稍平缓区域多已被开垦。强烈的人为活动破坏了大量自然植被。评价区内暖温性针叶林、暖温性稀树灌木草丛、暖性石灰岩灌丛等自然植被可能为半湿润常绿阔叶林被破坏后自然恢复的早期或中后期阶段, 部分区域自然演替已至中后期阶段, 并在相当程度上受人为活动制约。

5、植被水平分布规律

评价区没有跨越不同的气候带, 因此, 项目区内没有体现出相应的水平变化规律。

6、植物资源现状

根据历史资料及评价区实地调查结果, 评价区开发较早, 人为扰动强烈, 原生植被少量残存。评价区内主要乔木为云南松 (*Pinus yunnanensis*)、干香柏 (*Cupressus duclouxiana*), 灌木主要为火棘 (*Pyracantha fortuneana*)、戟叶酸模 (*Rumex hastatus*)、马桑 (*Coriaria nepalensis*), 云南松、干香柏和火棘均为云南乡土树种, 在云南大部地区均有分布, 云南松、干香柏为造林先锋树种, 火棘是良好的生态防护树种, 在云南造林、园林绿化、行道树种植中已有相当长的应用历史。

7、珍稀及保护植物

根据《云南省重点保护野生植物名录（2023 年）》《云南省极小种群野生植物保护名录（2022 年版）》《IUCN 红色名录》《CITES2023》《国家重点保护野生植物名录（2021）》《中国生物多样性红色名录——高等植物卷（2020）》等，对照本次环境影响评价实地调查结果，项目评价区无国家级、省级、《中国生物多样性红色名录》2020 版）中极危、濒危、易危等重要野生植物分布，并且，评价区内未发现极小种群、当地特有植物物种分布。

8、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。

根据现场调查及参照云南省林业厅云林保字〔1996〕65 号文，评价区未发现古树名木。

9、入侵植物

根据《中国第一批外来入侵物种名单》《中国第二批外来入侵物种名单》《中国外来入侵物种名单（第三批）》《中国自然生态系统外来入侵物种名单（第四批）》和中国外来入侵物种信息系统查询对照，评价区 3 种植物被收录为入侵植物。

表 3-4 评价区入侵植物一览表

中文名	拉丁名	入侵等级	生活型	原产地
万寿菊	Tagetes erecta	4 级	一年生	北美
鬼针草 ³	Bidens pilosa	1 级	一年生	南美
紫茎泽兰 ¹	Ageratina adenophora	1 级	多年生	南美

注：1.上标“1，2，3，4”表示在《中国外来入侵物种名单》中收录情况，数字表示在第几批收录

2.入侵级别：1 级，恶性入侵类；2 级，严重入侵类；3 级，局部入侵类；4 级，一般入侵类；5 级，有待观察类。

3.3.4 陆栖脊椎动物现状

1、陆栖脊椎动物种类组成

根据对评价区现场调查及文献记载，评价区分布的陆栖脊椎动物共有 32 种，隶属 4 纲、9 目、12 科、22 属。如下表所示，分布有两栖动物 3 种，隶属 1 目 1 科 1 属；分布有爬行动物 8 种，隶属 2 目 3 科 6 属；分布有鸟类 19 种，隶属 5 目 6 科 13 属；分布有哺乳动物 2 种，隶属 1 目 2 科 2 属。

表 3-5 陆栖脊椎动物各纲下分类阶元数量

纲	目	科	属	种
两栖纲	1	1	1	3
爬行纲	2	3	6	8
鸟纲	5	6	13	19
哺乳纲	1	2	2	2
总计	9	12	22	32

陆栖脊椎动物各目、科中的种数详见下表。

表 3-6 评价区陆栖脊椎动物各目、科中的种数统计表

目	科	属	种
两栖纲 AMPHIBIA			
无尾目 ANURA	蟾蜍科 Bufonidae	1	3
小计：两栖纲，1 目，1 科		1	3
爬行纲 REPTILIA			
蛇目 SERPENTES	游蛇科 Colubridae	4	5
蜥蜴目 LACERTILIA	蛇蜥科 Anguidae	1	1
	鬣蜥科 Agamidae	1	2
小计：爬行纲，2 目，3 科		6	8
鸟纲 AVES			
雀形目 PASSERIFORMES	鹛科 Motacillidae	2	3
鸽形目 COLUMBIFORMES	鸠鸽科 Columbidae	1	3
佛法僧目 CORACIIFORMES	翠鸟科 Alcedinidae	3	3
鸻形目 CHARADRIIFORMES	鸻科 Charadriidae	3	5
	鹬科 Scolopacidae	2	3
小计：鸟纲，5 目，6 科		13	19
哺乳纲 MAMMALIA			
翼手目 CHIROPTERA	蝙蝠科 Vespertilionidae	1	1
	狐蝠科 Pteropodidae	1	1
小计：哺乳纲，1 目，2 科		2	2
总计：4 纲，9 目，12 科		22	32

(1) 两栖类

评价区记录到两栖动物 3 种，分属 1 目 1 科，无尾目 ANURA 为蟾蜍科 Bufonidae 中华蟾蜍（*Bufo gargarizans*）、黑眶蟾蜍（*Bufo melanostictus*）、大蟾蜍（*Bufo bufo*）。

未发现国家一级、二级和云南省级重点保护野生动物，也未发现珍稀濒危动物和特有、狭域两栖动物分布。评价区的两栖动物中，蟾蜍科主要在水域、农田活动，种类

在各类生境都有活动，适应性较广。

（2）爬行类

评价区记录到爬行动物 8 种，分属 2 目 3 科，蛇目 SERPENTES 为游蛇科 Colubridae 红脖颈槽蛇（*Rhabdophis subminiatus*）、黑线乌梢蛇（*Zaocys nigromarginatus*）、钝头蛇（*Pareas chinensis*）、颈斑蛇（*Plagiopholis blakewayi*）、云南颈斑蛇（*Plagiopholis unipostocularis*）。蜥蜴目 LACERTILIA 为蛇蜥科 Anguidae 脆蛇蜥（*Ophisaurus harti*）；鬣蜥科 Agamidae 昆明龙蜥（*Japalura varcoae*）、云南龙蜥（*Japalura yunnanensis*）。

未发现国家一级、二级和云南省级重点保护野生动物，也未发现珍稀濒危动物和特有、狭域两栖动物分布。评价区爬行动物中，主要在农田和水域生境中活动，各生境均可适应，适应性很广。

（3）鸟类

评价区记录到鸟类 19 种，分属 5 目 6 科，物种组成以鸽形目 CHARADRIIFORMES 居多，共有 8 种，占鸟类记录种数的 42.10%；佛法僧目 CORACIIFORMES、鸽形目 COLUMBIFORMES、雀形目 PASSERIFORMES 各为 3 种，分别各占鸟类记录种数的 15.79%；隼形目 FALCONIFORMES 为 2 种，占鸟类记录种数的 10.53%。

鹰科鸟类喜欢在开阔的空间活动；翠鸟科、鸬鹚科鸟类喜欢在有水域的环境中活动。鹊鸂科、鸬鹚科鸟类在多种环境中生存和活动。

未发现国家一级和云南省级重点保护野生动物，也未发现珍稀濒危动物和特有、狭域两栖动物分布。

（4）哺乳类

评价区记录到哺乳动物 2 种，分属 1 目 2 科，物种组成为翼手目 CHIROPTERA，有 2 种，为蝙蝠科 Vespertilionidae 和狐蝠科 Pteropodidae。

2、陆栖脊椎动物区系特点

（1）两栖类

评价区分布的 3 种两栖动物为东洋界和古北界成分分布。在 3 种两栖动物中；有 1 种是东洋界广布种，占全部两栖类的 33.33%，有 1 种是古北界广布种，占全部两栖类的 33.33%。有 1 种是东洋界—古北界广布种，占全部两栖类的 33.33%。

（2）爬行类

评价区分布的 8 种爬行动物均为东洋界种类物种，占全部爬行类的 100%。

（3）鸟类

从鸟类的地理区划来看，评价区处于东洋界西南区范围。在评价范围内分布的 17 种鸟类中，留鸟居多，有 8 种，占全部鸟类的 52.63%；其次为候鸟，有 9 种，占全部鸟类的 47.37%；具体见下表。

表 3-7 评价区鸟类居留状态

居留状态	留鸟	候鸟	小计
种数	8	9	17
占比%	52.63	47.37	100

在评价范围内分布的 17 种鸟类中，属于东洋界物种的有 5 种，占全部繁殖鸟的 26.32%；

古北界种有 7 种，占全部繁殖鸟的 36.84%，古北界—东洋界有 6 种，占全部繁殖鸟的 31.58%，广布种有 1 种，占全部繁殖鸟的 5.26%。具体详见下表。

表 3-8 评价区繁殖鸟类区系成分

区系从属	东洋界	古北界	古北界—东洋界	广布种	小计
种数	5	7	6	1	19
占比%	26.32	36.84	31.58	5.26	100

（4）哺乳类

在评价区内分布的 2 种哺乳动物中，为东洋界及古北界成分分布，1 种为东洋界广布种，占全部哺乳类的 50%。另 1 种为东洋界—古北界广布种，占全部哺乳类的 50%。

（4）区系小结

综上所述，评价区陆栖脊椎动物区系特点为以东洋界、古北界物种为主体，有少量东洋界—古北界物种分布，广布种极少数物种分布。这与该范围在中国地理区划中属于东洋界的范围是相吻合的（王凯等，2022）。

（5）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。

（6）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。

3.4 环境空气质量现状

(1) 6 项基本污染物

项目位于安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山，环境空气功能区划为《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二类区域，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准及修改单。

根据昆明市生态环境局发布的《2024 年度昆明市生态环境状况公报》，2024 年昆明市主城区外所辖的 8 个县（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《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；空气优良天数比例范围为 97.50%~100%，与 2023 年相比，石林县、富民县、宜良县、东川区、寻甸县、嵩明县、禄劝县空气优良天数比例均有提高。项目所在区域属于达标区域。

(2) 特征污染物

根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）及《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）（试行）》，应调查所在区域环境质量达标，项目特征污染因子为 TSP。建设单位委托 xxx 公司对特征污染因子 TSP 进行补充监测，根据《安宁宝源石场矿坑生态修复项目环境质量现状监测》中的监测数据，监测时间：2026 年 08 月 27 日~9 月 03 日，该监测点位位于北厂界 1m 处。

表 3-9 环境空气监测结果单位：μg/m³

采样点位	采样日期	监测值	标准	达标情况
		TSP		
1#修复区下风向	2026.08.27	201	300	达标
	2026.08.28	177	300	达标
	2026.08.29	223	300	达标

根据监测数据可知，TSP 能够满足《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准要求。因此，项目所在区域属于达标区域。



图 3-1 大气监测布点示意图

3.5 地表水环境质量现状

项目附近地表水体为西北侧 537m 处仙人菁、西侧 951m 处松林水库、南侧 2564m 处江浸厂水库，松林水库、江浸厂水库汇入西南侧 4881m 处螳螂川，最终汇入北侧 151045m 处金沙江。

根据《昆明市和滇中产业新区水功能区划（2010~20230 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，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准。

根据昆明市生态环境局发布的《2024 年度昆明市生态环境状况公报》，螳螂川一普渡河（滇池出湖河流）与 2023 年相比，螳螂川干流段的中滩闸门、小鱼坝桥、富民大桥断面水质类别保持 V 类不变，青龙峡、温泉大桥断面水质类别由 V 类上升为 IV 类；普渡河段的普渡河桥断面水质类别由 I 类下降为 IV 类，尼格水文站断面水质类别保持 I 类不变。

本项目位于温泉大桥断面上游，因此，项目所在区域属于达标区域。

为了解项目区周边地表水的水质现状，建设单位委托 xxx 公司对项目厂址地表径流下游约 910m 猴子小坝进行了监测，根据《安宁宝源石场矿坑生态修复项目环境质量现状监测》中的监测数据，监测时间：2026 年 08 月 27 日~08 月 29 日。

表 3-10 地表水监测结果

序号	检测项目	单位	采样编号及检测结果			标准值	评价结果
			1	2	3		
1	pH 值	无量纲	7.7	7.9	7.7	6-9	达标
2	溶解氧	mg/L	4.6	4.8	4.6	≥3	达标
3	化学需氧量	mg/L	24	26	21	≤30	达标
4	五日生化需氧量	mg/L	4.2	4.4	4.1	≤6	达标
5	总磷	mg/L	0.02	0.02	0.02	≤0.3（湖、库 0.1）	达标
6	总氮	mg/L	0.68	0.64	0.72	≤1.5	达标
7	氨氮	mg/L	0.051	0.043	0.060	≤1.5	达标
8	氰化物	mg/L	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.2	达标
9	氟化物	mg/L	0.54	0.52	0.46	≤1.5	达标
10	硫化物	mg/L	0.01L	0.01L	0.01L	≤0.5	达标
11	挥发酚	mg/L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	≤0.01	达标
12	阴离子表面活性剂	mg/L	0.05L	0.05L	0.05L	≤0.3	达标
13	石油类	mg/L	0.02	0.01	0.03	≤0.5	达标
14	六价铬	mg/L	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.05	达标
15	砷	μg/L	2.0	2.0	1.8	≤0.1	达标
16	铅	μg/L	0.09L	0.09L	0.09L	≤0.05	达标
17	铜	mg/L	0.04L	0.04L	0.04L	≤1.0	达标
18	锌	mg/L	0.009L	0.009L	0.009L	≤2.0	达标
19	镉	μg/L	0.05L	0.05L	0.05L	≤0.005	达标
20	汞	μg/L	0.04L	0.04L	0.04L	≤0.001	达标
21	硒	μg/L	0.4L	0.4L	0.4L	≤0.02	达标
22	粪大肠菌群	MPN/L	3.9×10 ³	3.3×10 ³	3.4×10 ³	≤20000	达标
23	高锰酸盐指数	mg/L	5.5	5.2	5.4	≤10	达标



图 3-2 地表水监测布点示意图

3.6 声环境质量现状

项目位于安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山，声环境功能区划为《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类区域，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

根据昆明市生态环境局 2025 年 6 月发布的《2024 年度昆明市生态环境状况公报》，2024 年，昆明市安宁市区域环境昼间等效声级平均值分别为：49.2 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。

根据《安宁宝源石场矿坑生态修复项目环境质量现状监测》中的监测数据，监测时间：2026 年 08 月 27 日~8 月 28 日。

表 3-11 监测结果统计表单位：Leq[dB(A)]

监测点位	监测日期	时间		等效声级 Leq 值, dB(A)		达标情况
				测量值	执行标准	
1#修复区南	2026.08.27	昼间	18:29-18:39	52	60	达标

侧散户	2026.08.28	夜间	22:04-22:14	48	50	达标
		昼间	13:46-13:56	51	60	达标
		夜间	22: 03-22:13	45	50	达标

根据监测结果可知，项目区声环境质量可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准，项目区声环境质量整体较好。

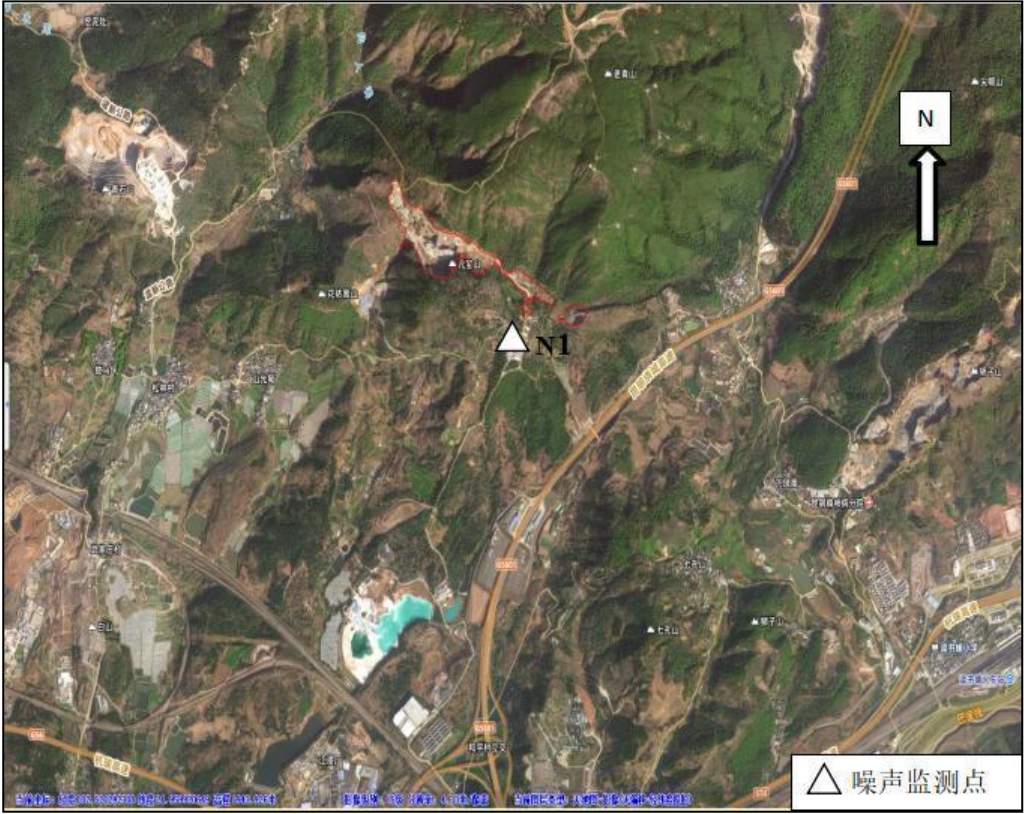


图 3-3 噪声监测布点示意图

3.7 土壤环境现状

为了解项目区土壤情况，建设单位委托 xxx 公司对土壤环境质量现状进行了监测，共布设土壤现状监测点 12 个，均为表层样点，表层样应在 0.0m~0.2 m 取样。根据《安宁宝源石场矿坑生态修复项目环境质量现状监测》中的监测数据，监测时间：2026 年 08 月 27 日。《监测报告》统计结果如下。

表 3-12 修复区内土壤环境现状监测结果

监测项目	监测结果（表层样 0-0.2m）						筛选值	达标情况
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	第二类用地	
pH 值（无量纲）	6.34	6.26	6.30	7.54	6.15	6.33	/	/
氟化物（mg/kg）	766	361	525	526	494	550	/	/
水分（%）	15.9	18.3	17.6	16.4	/	/	/	/
总砷（mg/kg）	15.4	7.50	4.92	10.5	12.8	18.4	60	达标
铜（mg/kg）	42	17	19	16	8	11	18000	达标
锌（mg/kg）	136	28	77	88	62	259	/	/
铅（mg/kg）	57	47	41	37	49	47	800	达标
镉（mg/kg）	0.07	0.11	0.11	0.14	0.09	0.13	65	达标
镍（mg/kg）	34	33	32	30	49	47	900	达标
汞（mg/kg）	0.088	0.056	0.037	0.058	0.122	0.127	38	达标

	六价铬 (mg/kg)	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	/	/	5.7	达标
	土壤容重 (g/cm³)	1.07	1.19	1.15	0.97	1.16	1.16	/	/
	氧化还原电位 (mV)	465	454	461	447	432	418	/	/
	阳离子交换量 (cmol ⁺ /kg)	12.0	0.9	3.3	2.2	11.5	7.9	/	/
	总孔隙度 (%)	57	51	55	51	50	60	/	/
	渗透率 (mm/min)	4.19	4.96	4.18	6.26	4.85	5.12	/	/
	四氯化碳 (ug/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	1.3L	/	/	2.8	达标
	氯仿 (ug/kg)	1.1L	1.1L	1.1L	1.1L	/	/	0.9	达标
	氯甲烷 (ug/kg)	1.0L	1.0L	1.0L	1.0L	/	/	37	达标
	1,1-二氯乙烷 (ug/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	1.2L	/	/	9	达标
	1,2-二氯乙烷 (ug/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	1.3L	/	/	5	达标
	1,1-二氯乙烯 (ug/kg)	1.0L	1.0L	1.0L	1.0L	/	/	66	达标
	二氯甲烷 (ug/kg)	1.5L	1.5L	1.5L	1.5L	/	/	616	达标
	1,2-二氯丙烷 (ug/kg)	1.1L	1.1L	1.1L	1.1L	/	/	5	达标
	1,1,1,2-四氯乙烷 (ug/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	1.2L	/	/	10	达标
	1,1,2,2-四氯乙烷 (ug/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	1.2L	/	/	6.8	达标
	四氯乙烯 (ug/kg)	1.4L	1.4L	1.4L	1.4L	/	/	53	达标
	1,1,1-三氯乙烷 (ug/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	1.3L	/	/	840	达标
	1,1,2-三氯乙烷 (ug/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	1.2L	/	/	2.8	达标
	三氯乙烯 (ug/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	1.2L	/	/	2.8	达标
	1,2,3-三氯丙烷 (ug/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	1.2L	/	/	0.5	达标
	氯乙烯 (ug/kg)	1.0L	1.0L	1.0L	1.0L	/	/	0.43	达标
	苯 (ug/kg)	1.9L	1.9L	1.9L	1.9L	/	/	4	达标
	氯苯 (ug/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	1.2L	/	/	270	达标
	1,2-二氯苯 (ug/kg)	1.5L	1.5L	1.5L	1.5L	/	/	560	达标
	1,4-二氯苯 (ug/kg)	1.5L	1.5L	1.5L	1.5L	/	/	20	达标
	乙苯 (ug/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	1.2L	/	/	28	达标
	苯乙烯 (ug/kg)	1.1L	1.1L	1.1L	1.1L	/	/	1290	达标
	甲苯 (ug/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	1.3L	/	/	1200	达标
	间,对-二甲苯 (ug/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	1.2L	/	/	570	达标
	邻-二甲苯 (ug/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	1.2L	/	/	640	达标
	反式-1,2-二氯乙烯 (ug/kg)	1.4L	1.4L	1.4L	1.4L	/	/	54	达标
	顺式-1,2-二氯乙烯 (ug/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	1.3L	/	/	596	达标
	萘 (mg/kg)	0.09L	0.09L	0.09L	0.09L	/	/	70	达标
	苯并[a]葱 (mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	0.1L	/	/	15	达标
	苯并 [a]芘 (mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	0.1L	/	/	1.5	达标
	苯并[b]荧葱 (mg/kg)	0.2L	0.2L	0.2L	0.2L	/	/	15	达标
	蒽 (mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	0.1L	/	/	1293	达标
	苯并[k]荧葱 (mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	0.1L	/	/	151	达标
	茚并[1,2,3-cd]芘 (mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	0.1L	/	/	15	达标
	二苯并[a,h]葱 (mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	0.1L	/	/	1.5	达标
	2-氯苯酚 (mg/kg)	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	/	/	2256	达标
	硝基苯 (mg/kg)	0.09L	0.09L	0.09L	0.09L	/	/	76	达标
	苯胺* (mg/kg)	未检出	未检出	未检出	未检出	/	/	260	达标
	铬(mg/kg)	/	/	/	/	31	45	/	/

表 3-13 修复区外土壤环境现状监测结果

监测项目	监测结果 (表层样 0-0.2m)						筛选值	达标情况
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	6.5<pH≤7.5	
pH 值 (无量纲)	6.32	6.66	6.74	6.53	6.58	6.55	/	/
氟化物 (mg/kg)	446	555	802	671	585	867	/	/
总砷 (mg/kg)	6.93	3.91	17.0	7.30	8.16	11.8	30	达标
铜 (mg/kg)	19	18	32	21	11	32	100	达标
锌 (mg/kg)	76	102	102	56	47	50	/	/
铅 (mg/kg)	22	29	35	31	36	33	120	达标
镉 (mg/kg)	0.07	0.13	0.09	0.11	0.07	0.08	0.3	达标
镍 (mg/kg)	35	35	28	43	37	44	/	达标

汞 (mg/kg)	0.088	0.025	0.080	0.040	0.039	0.030	2.4	达标
土壤容重 (g/cm ³)	1.28	1.17	1.10	1.24	1.07	1.01	/	/
氧化还原电位 (mV)	421	439	418	369	405	399	/	/
阳离子交换量 (cmol ⁺ /kg)	10.9	1.8	3.3	3.7	3.6	1.1	/	/
总孔隙度 (%)	59	49	47	41	50	57	/	/
渗透率 (mm/min)	5.69	4.35	4.90	3.83	4.50	5.06	/	/
铬(mg/kg)	34	31	19	20	17	20	/	/

(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。因此，项目所在区域属于达标区域。

(2) 修复范围外土壤环境现状

根据检测结果，对照《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）规定的农用地土壤污染风险筛选值，修复范围外全部监测点位的检测值均低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）规定的农用地土壤污染风险筛选值标准。因此，项目所在区域属于达标区域。

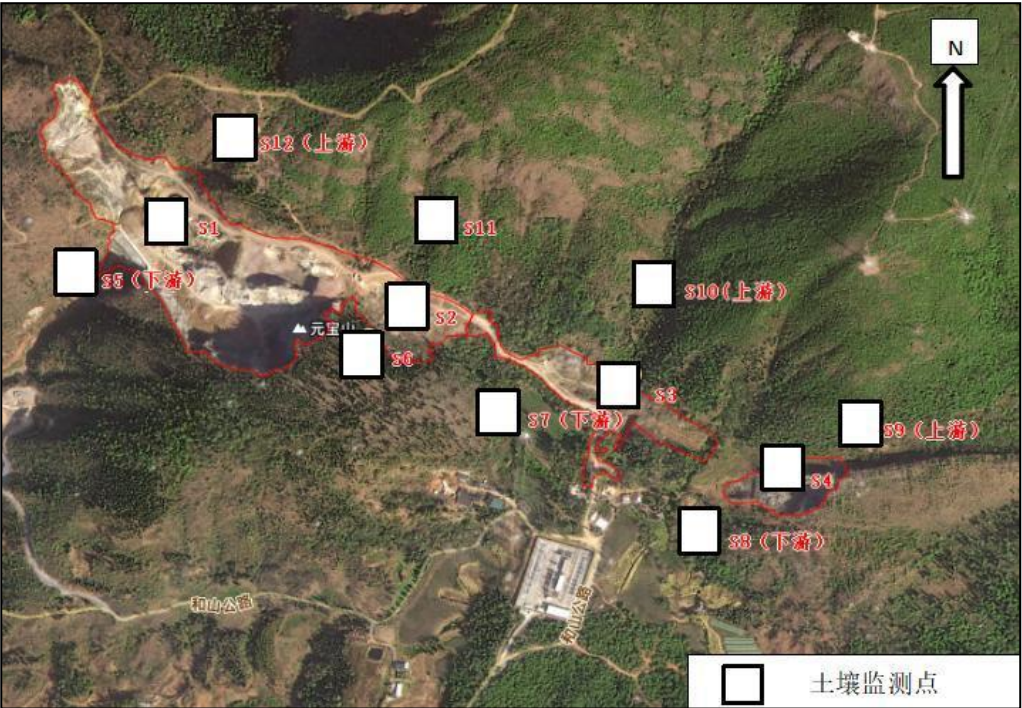


图 3-4 土壤监测布点示意图

3.8 地下水环境现状

为了解项目区地下水水质情况，建设单位委托 xxx 公司对地下水环境质量现状进行了监测，共布设地下水现状监测点 5 个。根据《安宁宝源石场矿坑生态修复项目环境质

量现状监测》中的监测数据，监测时间：2026 年 08 月 27 日-08 月 29 日。《监测报告》统计结果如下。

表 3-14 地下水环境现状监测结果

监测项目	1#修复区上游 D1 (Q-3)			2#修复区下游 D2 (七孔山水源点)			3#修复区下游 D3 (上凤凰水源点)			4#修复区 D4 (地勘钻孔 SWGCK1)			5#修复区 D5 (2#采空区现存地下水监测点)			标准值	达标情况
水温 (°C)	21.0	21.3	21.1	19.0	18.8	19.3	17.2	17.0	17.0	18.6	18.9	18.4	19.2	19.5	19.8		/
pH 值 (无量纲)	7.2	7.3	7.2	7.7	7.8	7.8	7.0	7.1	7.1	7.3	7.4	7.3	7.3	7.4	7.4	6.5-8.5	达标
总磷 (mg/L)	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	250	达标
硝酸盐氮 (mg/L)	0.07	0.06	0.08	0.41	0.38	0.42	0.22	0.20	0.24	0.20	0.18	0.21	0.06	0.08	0.08	20	达标
亚硝酸盐氮 (mg/L)	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.005	0.006	0.004	0.005	0.006	0.004	1.0	达标
氨氮 (mg/L)	0.027	0.025L	0.039	0.034	0.025L	0.048	0.071	0.059	0.088	0.234	0.214	0.256	0.114	0.260	0.094	/	/
氟化物 (mg/L)	0.15	0.14	0.16	0.14	0.12	0.13	0.10	0.09	0.08	0.62	0.58	0.66	0.07	0.06	0.08	1.0	达标
六价铬 (mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.05	达标
总铬 (mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	/	/
砷 (μg/L)	0.3L	0.3L	0.3L	0.3L	0.3L	0.3L	0.3L	0.3L	0.3L	0.9	0.8	0.8	3.4	3.5	3.4	0.01	达标
铅 (μg/L)	0.09L	0.09L	0.09L	0.09L	0.09L	0.09L	0.09L	0.09L	0.09L	0.09L	0.09L	0.09L	0.09L	0.09L	0.09L	0.01	达标
铜 (mg/L)	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	1.00	达标
锌 (mg/L)	0.009L	0.009L	0.009L	0.009L	0.009L	0.009L	0.009L	0.009L	0.009L	0.009L	0.009L	0.009L	0.009L	0.009L	0.009L	1.00	达标
镉 (μg/L)	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.005	达标
铁 (mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.3	达标
锰 (mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.10	达标
镍 (μg/L)	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.02	达标
银 (mg/L)	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.05	达标
汞 (μg/L)	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.001	达标
铍 (μg/L)	0.02L	0.02L	0.02L	0.02L	0.02L	0.02L	0.02L	0.02L	0.02L	0.02L	0.02L	0.02L	0.02L	0.02L	0.02L	0.002	达标
氯离子 (mg/L)	7.94	8.14	8.27	3.19	3.22	3.27	4.90	4.97	5.02	8.98	8.91	8.87	2.96	2.96	3.05	/	/
硫酸根 (mg/L)	9.91	9.90	10.6	20.1	19.8	20.3	3.48	3.86	4.18	92.5	90.8	91.3	4.88	5.00	5.19	/	/
钠离子 (mg/L)	1.29	1.30	1.32	1.59	1.59	1.58	1.68	1.64	1.64	5.45	5.52	5.51	1.80	1.80	1.85	/	/
钾离子 (mg/L)	8.15	8.23	8.30	2.01	2.02	2.04	5.10	5.06	5.07	3.62	3.56	3.63	1.96	1.97	2.00	/	/
镁离子 (mg/L)	1.98	2.07	2.09	25.1	25.4	25.6	2.51	2.46	2.45	35.4	36.0	36.0	2.96	2.78	2.95	/	/
钙离子 (mg/L)	4.46	4.58	4.70	44.3	44.8	45.7	5.56	5.20	5.60	67.0	67.5	67.9	24.8	25.1	25.7	/	/
碳酸根 (mg/L)	5L	5L	5L	5L	5L	5L	5L	5L	5L	5L	5L	5L	5L	5L	5L	/	/
重碳酸	14	13	14	245	236	250	32	25	30	268	278	279	90	86	92	/	/

根 (mg/L)																	
溶解性 总固体 (mg/L)	131	154	141	220	226	240	795	700	762	517	512	422	416	421	431	1000	达标

根据监测结果可知，项目监测点各水质指标能达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准要求。

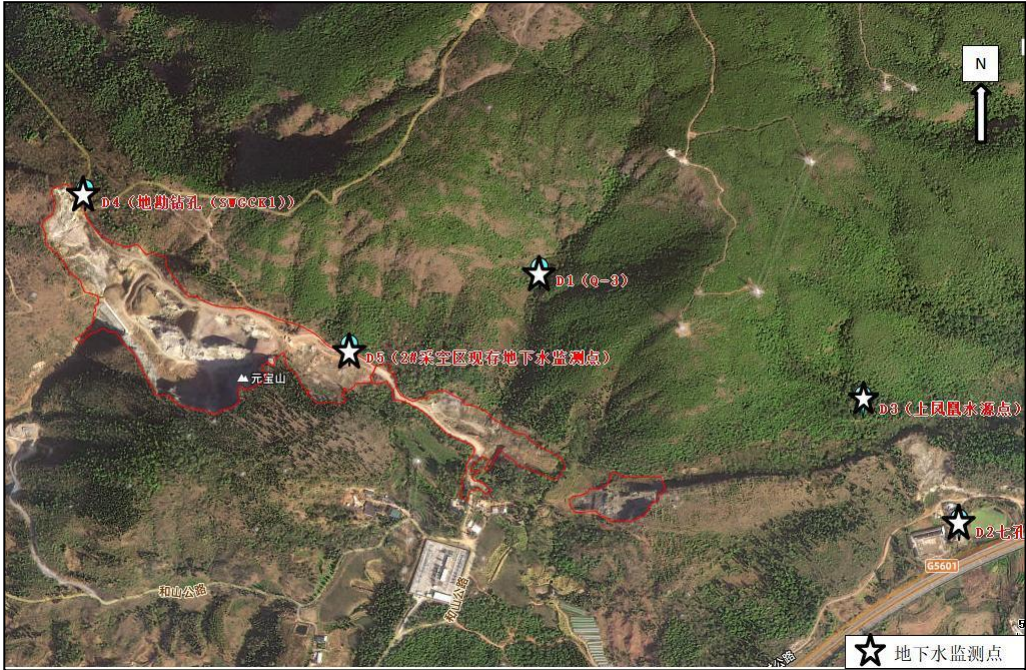


图 3-5 地下水监测布点示意图

安宁宝源石场于 2012 年 7 月 30 日取得《采矿许可证》（证号：C5300002014096140135527，有效期 2012 年 7 月 30 日-2015 年 4 月 27 日），矿区面积 0.0855km²，设计开采标高 2181~2150m，开采规模 5 万 t/a，开采方式：露天开采，开采矿种：建筑石料用灰岩（详见附件 4）。

安宁市宝源石场于 2010 年 4 月编制了《安宁宝源石场建筑石料用灰岩开采扩建工程建设项目环境影响报告表》，于 2010 年 4 月 20 日取得了原安宁市环境保护局《关于安宁宝源石场建筑石料用灰岩开采扩建工程建设项目环境影响报告表的批复》（安环保[2010]49 号），于 2010 年 11 月编制了《安宁宝源石场建筑石料用灰岩开采扩建工程建设项目竣工环境保护验收监测报告表》（安环监[2010]W344 号），于 2010 年 12 月 24 日由安宁市环保局组织召开了项目验收会议，并取得了原安宁市环境保护局同意验收的意见，于 2011 年 3 月 21 日办理了排污许可证，于 2025 年 5 月日取得了《固定污染源排污登记回执》（登记编号：91530181753571553J001X，有效期：2025 年 05 月 08 日至 2030 年 05 月 07 日）。

2016年11月9日，安宁市人民政府下发了《关于依法关闭13家金属非金属矿山的通

告》（安政发[2016]16号），文件要求安宁宝源采石场于2016年10月30日前停止开采，自行将生产、生活设施撤离现场。截至目前，安宁市宝源石场一直处于关停状态，至今其矿山生态环境尚未得到修复。

2021年3月18日国家发改委等10部门联合发布了《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），2021年7月7日，国家发展改革委印发《“十四五”循环经济发展规划的通知》（发改环资〔2021〕969号）通知指出：要遵循“减量化、再利用、资源化”的资源循环利用原则。明确到2025年，大宗固废综合利用率达到60%。在重点任务中明确：加强对低品位矿、共伴生矿、难选冶矿、尾矿等的综合利用，推进有色组分高效提取利用。进一步拓宽粉煤灰、煤矸石、冶金渣、工业副产磷石膏、建筑垃圾等大宗固废综合利用渠道，扩大在生态修复、绿色开采、绿色建材、交通工程等领域的利用规模。

根据《矿山生态修复技术规范第1部分：通则》（TD/T1070.1-2022）、《矿山生态修复技术规范第4部分：建材矿山》（TD/T1070.4-2022）等文件及相关规范，安宁市宝源石场于2026年2月委托西南有色昆明勘测设计（院）股份有限公司编制了《安宁宝源石场矿坑生态修复项目生态修复方案》，已取得了安宁市自然资源局出具《关于同意安宁宝源石场矿坑生态修复项目生态修复方案备案的复函》。

项目区内与项目有关的原有环境污染和生态破坏问题如下：

（1）地质灾害

项目区地质环境复杂，项目区地质安全隐患主要有潜在不稳定边坡 BW1、BW2、BW3、BW4、BW5、BW6、BW7、BW8、BW9 及冲沟、岩溶、人工填土特殊性土体，部分边坡现状欠稳定，对项目区生态环境影响较严重。

（2）土地损毁

根据土地资源现状评估分析计算，项目区总损毁土地面积 18.0947hm²，损毁土地类型有采矿用地、乔木林地、灌木林地、其他林地和其他草地、农村道路。1#采空区损毁土地方式首先为挖损，其次再压占，损毁程度为重度。2#采空区损毁土地方式首先为挖损，其次再压占。3#采空区损毁土地方式主要为挖损，损毁程度为中度。4#采空区损毁土地方式主要为挖损，损毁程度为重度。

表 3-15 土地损毁统计表

项目组成	占地	占地类型 (hm ²)	小计	破	破	权属
------	----	-------------------------	----	---	---	----

			面积 (hm ²)	03 林地			04 草地	06 工矿 仓储用地	10 交 通运 输用 地		坏 类 型	坏 程 度	
				0301 乔 木林地	0305 灌 木 林地	0307 其 他林地	0404 其 他 草地	0602 采 矿用地	1006 农 村 道 路				
1 # 采 空 区	A-采 空 区 磷 尾 矿 回 填 修 复 区	中部磷尾 矿回填修 复区	9.102 2	0.0259	0.163 5	0	0	8.9129	0.0000	9.1022	挖 损 、 压 占	重 度	连然街道 办事处武 家庄村委 会
		北部边坡 修复区	1.026 5	0.0100	0.041 7	0	0.060 8	0.9139	0.0000	1.0265			
		南部补植 补种修复 区	0.155	0.0459	0.023	0	0	0.0865	0.0000	0.1556			
		南部高陡 边坡修复 区	0.529 6	0.0468	0	0.0010	0.009 3	0.4724	0.0000	0.5296			
	小计		10.81 39	0.1286	0.228 3	0.0010	0.070 2	10.3858	0.0000	10.8139			
	C-补植补种修复区		0.688 2	0.0500	0.556 0	0	0	0.0822	0.0000	0.6882			连然街道 办事处武 家庄村委 会
	小计		0.688 2	0.0500	0.556 0	0	0	0.0822	0.0000	0.6882			
2 # 采 空 区	B-工业场地修复区		2.102 3	0.0960	0.000 5	0	0	2.0058	0.0000	2.1023	挖 损 、 压 占	重 度	连然街道 办事处武 家庄村委 会
	小计		2.102 3	0.0960	0.000 5	0	0	2.0058	0.0000	2.1023			
3 # 采 空 区	D-凹 陷 采 坑 修 复 区	北部凹陷 采坑修复 区	1.854 2	0.0223	0.000 2	0.0000	0.259 0	1.5727	0.0000	1.8542	挖 损	中 度	连然街道 办事处武 家庄村委 会
		南部补植 补种区	1.154 3	0.2691	0.052 1	0.0000	0.041 0	0.7806	0.0114	1.1543			
	小计		3.008 5	0.2914	0.052 3	0	0.300 1	2.3533	0.0114	3.0085			
4 # 采 空 区	E-采 坑 修 复 区	南部场地 整平修复 区	0.606 0	0.0004	0	0	0.018 6	0.5871	0.0000	0.6060	挖 损	重 度	太平新城 街道办事 处读书铺 村委会
		北部陡坡 补植补种 修复区	0.875 8	0.0065	0	0	0.027 5	0.8418	0.0000	0.8758			
	小计		1.481 8	0.00690	0	0	0.046 10	1.4289	0.0000	1.4818			
合计			18.09 47	0.57290	0.837 1	0.0010	0.416 30	16.2559	0.0114	18.0947			

(3) 地形地貌景观破坏

1#矿区内现状形成了东西长约580m，南北宽约200m的凹形采坑，并且于采坑南侧形成了4-67m高陡边坡，矿山采矿活动影响地形地貌的自然完整性，改变了原有的地形条件，破坏了地貌及生态景观。周围无重要交通要道及村庄、城镇分布，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度为严重。

2#采空区位于1#采空区东侧，与1#采空区毗邻，占地面积约2.1441hm²，地形总体呈北西高一南东低，可划分为3个缓坡平台，标高约2001.17m~2135.95m，采空区底部堆存有弃土消纳场运营期间弃土，弃土来源于“石安公路”改建设开挖，弃土成分主要为碎石、粘土，堆积厚度4~5m，堆存量约4万m³，呈台阶式分布，弃土台阶，局部长

有杂草。矿山采矿活动影响地形地貌的自然完整性，改变了原有的地形条件，破坏了地貌及生态景观。周围无重要交通要道及村庄、城镇分布，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度为严重。

3#采空区位于2#采空区下游，受矿山采矿活动影响，采矿活动造成项目区东侧形成长约304m，宽约60m的凹陷采坑，占地面积3.0084hm²，凹陷采坑高15-23m，现状凹陷采坑内植被覆盖率较低，多以杂草为主，局部区域可见基岩出露地表，并且受历史采矿活动影响，形成潜在不稳定斜坡，可能引发崩塌、滑坡等地质灾害。加之采坑北侧山体汇水面积较大，坡面大量泥土裸露，极易造成水土流失，场地现存机械设备、洗车池以及废弃工况厂房。矿山采矿活动影响地形地貌的自然完整性，改变了原有的地形条件，破坏了地貌及生态景观。周围无重要交通要道及村庄、城镇分布，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度为较严重。

4#采空区受矿山开采活动影响，采矿过程中，于采空区北侧形成约长 208m，宽 101m，高约 3-40m 的斜坡，场地占地面积 1.1848hm²。斜坡为岩质边坡，上生长有杂草，可见基岩出露地表，并且受历史采矿活动影响，形成潜在不稳定斜坡，可能引发崩塌、滑坡等地质灾害。矿山采矿活动影响地形地貌的自然完整性，改变了原有的地形条件，破坏了地貌及生态景观。周围无重要交通要道及村庄、城镇分布，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度为严重。

（4）含水层

1、由于矿山露天开采，造成地表大面积破损，使第四系基本完全被剥离，破坏了地下水补给区。现场调查时，露天开采未揭露地下水，仅 1#采空区南侧坑底分布有一处雨季积水坑，面积约 457m²，深约 0.2m，旱季干涸。露天开采在一定程度上破坏了区内径流补给条件。在降雨情况下，含有大量悬浮物的场地淋滤水将下渗补充地下水，对地下水水质造成一定影响。

2、现状项目区上部无大的地表水流和地表水体，矿区及周围现状地表水体未见漏失。矿区地表覆盖土层湿度、饱水度无明显变化，项目区及周边地表附着树木长势基本无变化。采矿活动未影响矿区及周边生活用水。

（5）生态系统影响

露采未形成规范台阶，采区内挖损严重。经过开采及废土石堆放后，项目区服务功能减弱或丧失，生态效益和社会效益降低，生物多样性降低，生产力下降，

	基本结构和功能破坏或丧失，稳定性和抗逆能力下降。开采后土地利用价值降低，项目区景观遭到破坏，水文地质结构到破坏，地表植被直接被破坏，生态退化严重。																								
生态环境 保护 目标	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，项目无环境敏感区要求，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。 2、大气环境保护目标 根据现场踏勘，项目周边 500m 范围内没有大气环境保护目标。 3、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。 根据现场踏勘及调查，项目涉及的地表水体主要为西北侧 537m 处仙人菁、西侧 951m 处松林水库、南侧 2564m 处江浸厂水库，松林水库、江浸厂水库汇入西南侧 4881m 处螳螂川，最终汇入北侧 151045m 处金沙江。 <table><caption>表 3-16 水环境保护目标</caption><tr><th>环境要素</th><th>保护点位名称</th><th>方位</th><th>与拟建工程距离 m</th><th>保护对象</th><th>环境功能区</th></tr><tr><td rowspan="4">地表水环境</td><td>仙人菁</td><td>西北</td><td>537</td><td>河流</td><td rowspan="4">(GB3838-2002)《地表水环境质量标准》IV类标准</td></tr><tr><td>松林水库</td><td>西</td><td>951</td><td>河流</td></tr><tr><td>江浸厂水库</td><td>南</td><td>2564</td><td>河流</td></tr><tr><td>螳螂川</td><td>西南</td><td>4881</td><td>河流</td></tr></table> 4、声环境保护目标 根据现场踏勘，项目周边 50m 范围内没有声环境保护目标。	环境要素	保护点位名称	方位	与拟建工程距离 m	保护对象	环境功能区	地表水环境	仙人菁	西北	537	河流	(GB3838-2002)《地表水环境质量标准》IV类标准	松林水库	西	951	河流	江浸厂水库	南	2564	河流	螳螂川	西南	4881	河流
环境要素	保护点位名称	方位	与拟建工程距离 m	保护对象	环境功能区																				
地表水环境	仙人菁	西北	537	河流	(GB3838-2002)《地表水环境质量标准》IV类标准																				
	松林水库	西	951	河流																					
	江浸厂水库	南	2564	河流																					
	螳螂川	西南	4881	河流																					
评价标准	1、环境质量标准 （1）大气环境 项目位于安宁市连然街道北东侧山光甸村东北元宝山，根据《环境空气质量标准》																								

（GB3095-2026）关于环境空气功能区分，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》（GB3095-2026），标准值见下表。

表 3-17 环境空气质量标准 单位：ug/m³

污 染 物 名 称	取值时间	浓 度 限 值	备 注
PM ₁₀	24 小时平均	150	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	年平均	70	
PM _{2.5}	24 小时平均	75	
	年平均	35	
SO ₂	年平均	60	
	24 小时平均	150	
	1 小时平均	500	
NO ₂	年平均	40	
	24 小时平均	80	
	1 小时平均	200	
O ₃	24 小时平均	160 (日最大 8 小时平均)	
	1 小时平均	200	
CO	24 小时平均	4000	
	1 小时平均	10000	
TSP	年平均	200	
	24 小时平均	300	

（2）地表水环境

项目附近地表水体为西北侧 537m 处仙人菁、西侧 951m 处松林水库、南侧 2564m 处江浸厂水库，松林水库、江浸厂水库汇入西南侧 4881m 处螳螂川，最终汇入北侧 151045m 处金沙江。

根据《昆明市和滇中产业新区水功能区划（2010~20230 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，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准。

表 3-18 地表水环境质量标准 单位：mg/L（pH 及粪大肠菌群除外）

序号	项目	IV 类标准
1	pH	6-9
2	溶解氧	≥5
3	高锰酸盐指数	≤10
4	COD	≤30
5	BOD ₅	≤6
6	NH ₃ -N	≤1.5
7	总磷	≤0.3（湖、库 0.1）

8	总氮	≤1.5
9	氨氮	≤1.5
10	氰化物	≤0.2
11	氟化物	≤1.5
12	硫化物	≤0.5
13	阴离子表面活性剂	≤0.3
14	六价铬	≤0.05
15	砷	≤0.1
16	铅	≤0.05
17	铜	≤1.0
18	锌	≤2.0
19	镉	≤0.005
20	汞	≤0.001
21	硒	≤0.02
22	粪大肠菌群（个/L）	≤20000

（3）地下水环境

项目所在区域地下水环境质量执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）表 1 中Ⅲ类标准，标准值如表 3-19 所示。

表 3-19 地下水环境质量标准（单位：mg/L）

项目	pH	氨氮	硝酸盐	挥发性酚类	亚硝酸盐	硫酸盐	氰化物
Ⅲ类	6.5~8.5	≤0.5	≤20.0	≤0.002	≤1.00	≤250	≤0.05
项目	As	Hg	Cr ⁶⁺	Pb	Cd	Fe	Mn
Ⅲ类	≤0.01	≤0.001	≤0.05	≤0.01	≤0.005	≤0.30	≤0.10
项目	氯化物	氟化物	硫化物	总硬度	总大肠菌群	溶解性总固体	
Ⅲ类	≤250	≤1.0	≤0.02	≤450	≤3.0MPN/100mL	≤1000	

（4）土壤环境质量标准

项目区及周边工矿用地土壤质量执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）二类建设项目风险筛选值标准；项目周边林地和耕地土壤环境执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）表 1 中筛选值标准要求。

表 3-20 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准

污染物项目	单位	筛选值	
		第一类用地	第二类用地
重金属和无机物			
砷	mg/kg	20	60
镉	mg/kg	20	65
铬（六价）	mg/kg	3.0	5.7
铜	mg/kg	2000	18000
铅	mg/kg	400	800
汞	mg/kg	8	38
镍	mg/kg	150	900
挥发性有机物			
四氯化碳	mg/kg	0.9	2.8
氯仿	mg/kg	0.3	0.9

氯甲烷	mg/kg	12	37
1,1-二氯乙烷	mg/kg	3	9
1,2-二氯乙烷	mg/kg	0.52	5
1,1-二氯乙烯	mg/kg	12	66
顺式-1,2-二氯乙烯	mg/kg	66	596
反式-1,2-二氯乙烯	mg/kg	10	54
二氯甲烷	mg/kg	94	616
1,2-二氯丙烷	mg/kg	1	5
1,1,1,2-四氯乙烷	mg/kg	2.6	10
1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	1.6	6.8
四氯乙烯	mg/kg	11	53
1,1,1-三氯乙烷	mg/kg	701	840
1,1,2-三氯乙烷	mg/kg	0.6	2.8
三氯乙烯	mg/kg	0.7	2.8
1,2,3-三氯丙烷	mg/kg	0.05	0.5
氯乙烯	mg/kg	0.12	0.43
苯	mg/kg	1	4
氯苯	mg/kg	68	270
1,2-二氯苯	mg/kg	560	560
1,4-二氯苯	mg/kg	5.6	20
乙苯	mg/kg	7.2	28
苯乙烯	mg/kg	1290	1290
甲苯	mg/kg	1200	1200
间二甲苯+对二甲苯	mg/kg	163	570
邻-二甲苯	mg/kg	222	640
半挥发性有机物			
硝基苯	mg/kg	34	76
苯胺	mg/kg	92	260
2-氯酚	mg/kg	250	2256
苯并[a]蒽	mg/kg	5.5	15
苯并[a]芘	mg/kg	0.55	1.5
苯并[b]荧蒽	mg/kg	5.5	15
苯并[k]荧蒽	mg/kg	55	151
蒽	mg/kg	490	1293
二苯并[a, h]蒽	mg/kg	0.55	1.5
茚并[1,2,3-cd]芘	mg/kg	5.5	15
萘	mg/kg	25	70

表 3-21 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准

序号	污染物项目		风险筛选值			
			pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
1	镉	其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	其他	40	40	30	25
4	铅	其他	70	90	120	170
5	铬	其他	150	150	200	250
6	铜	果园	150	150	200	200
		其他	50	50	100	100
7	镍		60	70	100	190
8	锌		200	200	250	300

(5) 声环境质量

项目区域属于声环境 2 类区，声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

表 3-22 声环境质量标准 单位：dB（A）

类别	等效声级 Leq	
	昼间	夜间
2 类标准限值	≤60	≤50

2、污染物排放标准

(1) 施工期

①废气

施工扬尘排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 二级标准。标准值详见表 3-23。

表 3-23 大气污染物综合排放标准单位：mg/m³

污染物名称	标准值	监控点位置
颗粒物	1.0	周界外浓度最高点

②废水

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于场地洒水降尘不外排，不设排放标准。

③噪声

施工噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），详见表 3-24。

表 3-24 建筑施工场界环境噪声排放限值单位：dB(A)

昼间	夜间
70	55

④固体废物

项目不设置机修车间，机修全部外委，项目场地内无废机油产生，不设置危险废物暂存间；土石方全部用于矿山治理区底部矿坑回填反压，不产生弃方；建筑垃圾清运至住建部门指定的集中处置场所进行统一处置；废弃包装料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；沉淀池及淋滤水收集池沉渣装袋沥水晾干后用于回填区回填；施工生活垃圾经垃圾桶集中收集后，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。

(2) 运营期

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。
其 他	本项目建议总量控制指标： 本项目为矿山修复项目，根据本项目污染源排放实际情况，污染物产生及排放均在施工期，运营期工程竣工后无废气、噪声、废水、固废污染物排放。因此，本项目不设总量控制指标。

四、生态环境影响分析

4.1 施工期污染物产生、排放情况

4.1.1 施工期生态影响分析

本项目为生态修复工程，根据《安宁宝源石场矿坑生态修复项目与安宁市国土空间规划“三区三线”划定成果套合的情况说明》（详见附件5），该项目不涉及安宁市永久基本农田（核实处置成果），不涉及永久基本农田（部下发成果），不涉及安宁市生态保护红线，位于城镇开发边界外。根据云南省生态环境分区管控公共服务查询平台查询结果（详见附件6），该区域属于安宁市一般生态空间优先保护单元（环境管控单元编码：ZH53018110003）、安宁市一般管控单元（环境管控单元编码：ZH53018130001）。

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。

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，引起地质环境灾害。在施工过程中严格按照项目生态修复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。

施工
期生
态环
境影
响分
析

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 18.0947hm²，其中乔木林地 0.5729hm²、灌木林地 0.8371hm²、0.0010hm²、其他草地（0404）0.4163hm²、采矿用地 16.2559hm²、农村道路 0.0114hm²。

表 4-1 修复前后对比表

序号	修复前	修复后
1	工矿仓储用地面积 8.55hm ²	可修复土地面积 18.0947hm ² ，其中乔木林地 0.5729hm ² 、灌木林地 0.8371hm ² 、0.0010hm ² 、其他草地（0404）0.4163hm ² 、采矿用地 16.2559hm ² 、农村道路 0.0114hm ²
2	不适宜野生动物生存	野生动物逐渐回迁
3	生态系统已破坏	生态系统得到恢复
4	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	种植蓝莓、冬樱花、云南松、白花三叶草、香根草、狗牙根，增加了区域生物多样性，并与周边原生态系统相协调。



图 4-1 生态修复前



图 4-2 生态修复后效果图

4.1.2 施工期大气环境影响分析

项目生态修复区施工过程中产生废气主要为地表扰动扬尘、回填作业扬尘、运输扬尘、装卸扬尘、运输车辆和施工机械尾气。

1、地表扰动扬尘

地表扰动扬尘主要来源于场地清理、淋滤液收集池、事故池、截排水沟开挖等的开挖。根据统计，此次修复工程主要扰动面积约 180946m²，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·m²）；

U—气象平均风速，1.9m/s；

W—含水率，取 8%。

代入公式计算得，Q=0.1197kg/（a·m²），则 G_年总起尘量=0.1197×180946=21655.62kg/a，项目修复施工期 3 年，项目所在地非雨天为 232 天。扰动期间平均扬尘产生量约 31.11kg/d（7.22t/a），在扰动过程中采取喷雾洒水降尘措施后可减少约 74% 扬尘（根据《固体物料堆存颗粒物产排污核算系数手册》），即扬尘排放量为 8.09kg/d（1.88t/a）。

2、回填作业扬尘

回填区使用改性磷石膏作为修复材料进行回填，回填和覆土过程中，采取喷雾洒水降尘措施，适当增加回填材料和绿化覆土的湿度，扬尘产生量很小，对环境影响不大。

3、运输扬尘

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_i—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/m²）。

项目采用 30t 自卸车对磷尾矿原料、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/m² 计算。土路运距 2km，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 101.46kg/d，项目年运输 232 天，则施工期间运输扬尘产生量为 23.54t/a。

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 26.38kg/d，施工期运输扬尘排放量 6.12t/a。

4、装卸扬尘

装卸扬尘产生量参照“秦皇岛港口煤炭装卸起尘及其扩散规律的研究”得出的公

式计算。

$$Q = 0.03U^{1.8}H^{1.23}e^{-0.23W}$$

式中：Q—装卸起尘量，kg/t；

U—风速（1.9m/s）；

W—含水率，8%；

H—装卸高度，取 1.5m。

根据公式计算得，Q=0.1588kg/t，项目施工期 3 年，装卸生态修复材料、耕植土、粘土量约 514 万 t，项目整个覆土期间装卸扬尘量为 816.23t，根据施工进度，覆土时间为 30 个月（2.5 年），项目所在地非雨天为 232 天。经计算，覆土期间扬尘产生量约 326.49t/a，1407.28kg/d。

采取喷雾防尘洒水措施后，按照抑制 74%扬尘量计算，修复材料装卸扬尘总排放量为 84.89t/a，365.91kg/d。

项目在进行削坡造台、场地平整、回填土石方、运输等作业都会产生扬尘，扬尘呈无组织排放。类比云南省环境监测中心站对省内其它建筑施工场地扬尘污染的监测结果，在距离施工现场边界下风向 50m 处，TSP 浓度达最大值 4.53mg/m³，至 150m 处降至 1.51mg/m³，至 200m 处 TSP 浓度降至 1.0mg/m³ 以下，至 300m 处 TSP 浓度降至 0.5mg/m³ 以下。为降低扬尘对环境的影响，应采取如下环保措施：回填料运输禁止超载，装载高度不得超过车厢板，并盖篷布，严禁沿途洒落，出入口冲洗轮胎，严禁轮胎带泥上路。为抑制尘土飞扬和降尘，旱季时可利用洒水车对堆积表面进行喷洒，以保护环境。

通过洒水降尘、密闭运输、篷布遮盖等措施，可有效减少扬尘的影响范围，其影响范围可控制在项目施工区域内。

采取上述措施后，场界颗粒物浓度可达《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 无组织排放限值要求，即：颗粒物浓度≤1.0mg/m³。

5、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_x，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 4-2 施工期无组织粉尘排放情况表

排放源	污染物	产生量 t/a	治理措施	排放方式	排放量 t/a
场地开挖	地表扰动扬尘	7.22	采取喷雾洒水降尘措施	无组织排放	1.88
回填作业	回填作业扬尘	少量	采取喷雾洒水降尘措施	无组织排放	少量
车辆运输	运输扬尘	23.54	洒水降尘措施	无组织排放	6.12
修复材料装卸	装卸扬尘	816.23	采取喷雾防尘洒水措施	无组织排放	326.49
运输车辆、施工机械	尾气	少量	车辆应尽量减速行驶，定期对车辆保养，防止带病作业	无组织排放	少量

4.1.3 施工期水环境影响分析

项目施工期废水主要为回填修复区淋滤水、车辆冲洗废水、施工生活污水。

1、回填修复区淋滤水

生态修复作业过程中，降雨时，回填区会产生一定量的淋滤水。

淋滤水产生量=降雨量-蒸发量。

(1) 降雨量

降雨量按下式进行计算：

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

式中：Q—降水量，m³；

F—汇水面积，km²；修复区汇水面积 0.1809km²；

Ψ—地表径流系数，Ψ值取 0.6；

H—降水量，mm。

根据多年气象资料表明，安宁市平均年降水量约为 1011.7mm，月最大降雨量 180mm（8 月），降雨主要集中在 5~9 月，多年降水天数 133d，非雨天 232d。

经计算，8 月修复区降雨量为 19537.2m³。

(2) 蒸发量

蒸发量按下式进行计算：

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

式中：Q_y—蒸发量，m³；

F_y—蒸发面积，km²，回填修复区汇水面积 0.1809km²；

H_y—蒸发量，mm。

根据云南省气象科研所收集 2013-2022 年关于累年各月各要素统计值，修复区 8

月月均蒸发量 84.35mm。经计算，8 月回填修复区蒸发量为 15258.92m³。

（3）施工期淋滤水产生量

经计算得，项目区月均降雨量条件下 8 月回填修复区淋滤水产生量为 4278.28m³。8 月平均降雨天数为 19.3 天，则日均淋滤水最大产生量 221.67m³。

根据项目生态修复设计方案，淋滤水主要在回填施工阶段产生，底部进行防渗处理，回填工作结束后，对顶部及边坡进行防渗处理后再进行覆土植被，表面设置排水沟将雨水导流至项目区外，生态修复结束后淋滤水逐渐减少，正常情况下无淋滤水产生。该部分废水主要污染物为 SS，对该部分废水进行收集后回用于洒水降尘，不得外排。结合项目区地形地貌特征，在回填修复区内设置 1 个淋滤水收集池（500m³）尺寸为 15m×10m×3.5m，1 个淋滤水事故池（1000m³）、尺寸为 20m×15m×3.5m，月均降雨量条件下，按 3 天连续降雨考虑，收集池能满足淋滤水收集要求。淋滤水收集池进行防渗处理，饱和渗透系数不应大于 1.0×10⁻⁷cm/s，淋滤水收集池采用 C30 混凝土建设。

2、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 12m³/d，废水产生量约为 10.8m³/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（54m³）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。

3、施工生活污水

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 0.6m³/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 0.48m³/d。生活污水所含的污染物主要为 SS、BOD₅、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。

4、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 1050~1800m³/hm²，项目选取植被为耐干旱植被，项目取值 1200m³/hm²，项目生态修复完成后林地、草地、果园及旱地的养护面积共 18.0947hm²，项目区非雨天按 232 天计，则绿化用水量为 21713.64m³/a、93.59m³/d，该部分用水自然蒸发损耗。

表 4-3 施工期废水产排情况表

序号	污染物	产生量 m ³ /d	治理措施	去向
1	回填修复区淋滤水	221.67	设置 1 个淋滤水收集池（500m ³ ）尺寸为 15m×10m×3.5m，1 个淋滤水事故池（1000m ³ ）、尺寸为 20m×15m×3.5m	设置淋滤水收集池收集后作为非雨天回填区喷淋洒水降尘用水使用，不外排
2	车辆冲洗废水	10.8	设置 1 个三级沉淀池（54m ³ ）	经三级沉淀池（54m ³ ）沉淀后，返回洗车槽循环使用，不外排
3	施工生活污水	0.48	设置 1 个临时沉淀池（5m ³ ）	临时沉淀池沉淀后回用于施工场地洒水降尘，不外排

5、施工废水治理设施可行性分析

项目施工期废水主要为回填修复区淋滤水、车辆冲洗废水、施工生活污水。

（1）回填修复区淋滤水

根据工程分析可知，项目区月均降雨量条件下 8 月回填修复区淋滤水产生量为 4278.28m³，日均淋滤水最大产生量 221.67m³。

项目区设置 1 个淋滤水收集池（500m³）和 1 个淋滤水事故池（1000m³），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。淋滤水经收集沉淀池后回用于洒水降尘，不外排。可以满足淋滤水的暂存，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，磷尾矿基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，在每年年初做好雨季堆排计划，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。

（2）车辆冲洗废水

根据工程分析可知，车辆冲洗废水产生量为 10.8m³/d，设置 1 个三级沉淀池（54m³），能够满足废水的沉淀及暂存要求，车辆冲洗废水经收集处理后回用于返回洗车槽循环使用是可行的。

（3）施工生活污水

根据工程分析可知，施工生活污水产生量为 0.48m³/d，设置 1 个临时沉淀池（5m³），能够满足废水的沉淀及暂存要求，施工生活污水经收集处理后临时沉淀池沉淀后回用于施工场地洒水降尘是可行的。

4.1.4 施工期噪声影响分析

1、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 4-4 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

2、噪声环境影响分析

(1) 预测模式

根据（HJ2.4-2021）《环境影响评价技术导则声环境》推荐的预测模式，项目设备噪声预测结果如下：

根据（HJ2.4-2021）《环境影响评价技术导则声环境》，本项目声源处于自由声场，计算某个声源在预测点的倍频带声压值计算公式如下：

$$L_A(r) = L_{r0} - 20 \lg(r/r_0) - \Delta L$$

式中： $L_A(r)$ ---距声源r米处受声点的A声级；

L_{r0} ---参考点声源强度；

r ---预测受声点与源之间的距离（m）；

r_0 ---参考点与源之间的距离（m）；

ΔL ---其它衰减因素（厂房隔声、建筑物遮挡等引起的衰减）。

影响 ΔL 取值的因素很多，主要考虑厂房隔声、软连接等，本项目取值5dB；空气吸收的衰减很少，在200m内近似为零。

多个声源在预测点产生的等效声级叠加值按下列公式计算：

$$L_{\text{总}} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n 10^{L_i/10} \right)$$

式中， $L_{\text{总}}$ ---几个声压级相加后的总声压级，dB；

L_i ---某一个声压级，dB

(2) 预测结果及评价

本项目设备噪声随距离衰减后的情况见下表。

表 4-5 设备噪声随距离衰减后的情况单位: dB(A)

序号	设备	源强	10m	50m	70m	75m	100m	150m	200m
1	装载机	90	70.0	56.0	53.1	52.5	50.0	46.5	44.0
2	挖掘机	90	70.0	56.0	53.1	52.5	50.0	46.5	44.0
3	振动压路机	90	70.0	56.0	53.1	52.5	50.0	46.5	44.0
4	推土机	90	70.0	56.0	53.1	52.5	50.0	46.5	44.0
5	运输车辆	86	66.0	52.0	49.1	48.5	46.0	42.5	40.0
6	洒水车	75	55.0	41.0	38.1	37.5	35.0	31.5	29.0
7	雾炮	65	45.0	31.0	28.1	27.5	25.0	21.5	19.0
8	水泵	80	60.0	56.0	43.1	42.5	40.0	36.5	34.0
叠加值		96.6	76.6	63.4	59.7	59.1	56.6	53.1	50.6

(3) 达标排放情况及影响距离

项目夜间不施工, 不考虑夜间噪声影响。《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 标准中环境噪声排放限值为昼间 70dB, 由上表可知, 所有机械设备噪声值叠加后, 距离施工机械 50m 处可满足上述标准限值要求。本项目施工场界较大, 夜间禁止施工, 通过距离衰减后对周边环境影响可接受。

项目回填施工区 50m 范围内无声环境保护目标, 项目夜间不施工, 施工噪声对环境影响很小。

3、物料运输线路交通噪声对敏感点的影响分析

项目生态修复材料采用汽车运输, 为避免车辆运输噪声对沿途村民点的影响, 要求运输车辆经过村民点时减速慢行, 同时加强对途经村庄的道路维护; 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; 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。

项目施工过程中, 使用施工机械和运输车辆, 施工噪声主要来源于各种施工机械设备作业噪声和车辆运输噪声。施工噪声特点是具有突发性和间歇性, 为了降低施工噪声对声环境的影响, 项目采取下列污染防治措施:

(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。

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。

通过采取上述措施，虽然施工期噪声仍不能避免地会对其产生一定影响，但只要加强管理，合理施工，认真落实各项防治措施，可将施工各阶段的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，施工噪声不会对周边环境产生长期影响，在严格执行上述措施的前提下，施工噪声对周边环境的影响是可以接受的。

4.1.5 施工期固体废物影响分析

项目施工期固体废物主要为土石方、建筑垃圾、废弃包装料、沉淀池及淋滤水收集池沉渣、施工生活垃圾。

1、废弃土石方

根据《安宁宝源石场矿坑生态修复项目生态修复方案》，项目土方挖方量为 11.32 万 m³，石方挖方量为 4.19 万 m³，土石方产生总量为 15.51 万 m³，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

根据《安宁宝源石场矿坑生态修复项目生态修复方案》，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 28908.86m³，拆除的建筑垃圾清运至住建部门指定的集中处置场所进行统一处置。

3、废弃包装料

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。

4、沉淀池及淋滤水收集池沉渣

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 2t/a，装袋沥水晾干后用于回填区回填。

5、施工生活垃圾

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 年，施工期生活垃圾产生量为 6.57t。施工期施工人员生活垃圾经垃圾桶集中收集后，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。

表 4-6 固体废物一览表

产生环节	污染物名称	产生量	物理性状	固废性质	贮存方式	处置方式和去向	处置量	环境管理要求
场地平整	土石方	15.51 m ³	固态	一般固废	/	全部用于矿山治理区底部矿坑回填反压，不产生弃方	15.51m ³	处置率 100%
遗留建筑拆除	建筑垃圾	28908.86m ³	固态	一般固废	/	拆除的建筑垃圾清运至住建部门指定的集中处置场所进行统一处置	28908.86m ³	处置率 100%
防渗膜及绿化植被的包装材料	废弃包装料	0.1t/a	固态	一般固废	袋装	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	0.1t/a	处置率 100%
沉淀池及淋滤水收集池	沉渣	2t/a	固液态	一般固废	/	装袋沥水晾干后用于回填区回填	2t/a	处置率 100%
施工人员	施工生活垃圾	6.57t/a	固态	一般固废	桶装	垃圾桶集中收集后，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	6.57t/a	处置率 100%

4.1.6 土壤水环境影响

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）项目施工期间产生的粉尘沉降对周边土壤的影响。

（2）施工期及运营期淋滤水下渗，淋滤水将会对土壤造成影响，尤其是当回填料不符合回填要求时，淋滤水污染物浓度较大的因子将会对土壤造成影响。

（3）覆土对区域土壤的影响。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。

2、土壤环境影响预测与评价

根据项目设计方案，项目生态修复使用修复回填材料各成分均低于《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）二类用地筛选值的要求，按照 HJ557 规定方法获得的浸出液 pH 在 7.05~7.10，污染物浓度未超过《污水综合排放标准》（GB8978-1996）限值。

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）对磷尾矿改性基质土样品的 pH 进行测定，待试磷尾矿改性基质土的腐蚀性并未超过《危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别》

（GB5085.1-2007）中的限值，因此从腐蚀性判断磷尾矿改性基质土生态修复材料不是危险废物。磷尾矿改性基质土按照 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磷尾矿改性基质土不是危险废物。综合腐蚀性和浸出毒性鉴别结果，判断磷尾矿改性基质土不属于危险废物，检测报告见附件 1。

表 4-7 磷尾矿改性基质土检测结果统计表（水平振荡法） 单位：mg/L，pH 无量纲

序号	检测项目	标准值	样品编号及检测结果	达标情况
			AGF202606204-001	
1	pH	6-9	6.14	达标
2	氟化物	10	0.10	达标
3	六价铬	0.5	0.004L	达标
4	总镉	0.1	0.05L	达标
5	总铬	1.5	0.03L	达标
6	总铅	1.0	0.06L	达标
7	总镍	1.0	0.03L	达标
8	总锌	2.0	0.06L	达标
9	总铍	0.005	9×10^{-4}	达标
10	总汞	0.05	5.24×10^{-3}	达标
11	总砷	0.5	9.22×10^{-3}	达标
12	总银	0.5	ND	达标

磷尾矿改性基质土生态修复材料中，所检测项目均未超过《污水排放标准》（G

B8978-1996) 中的限值, 修复材料有害物指标均低于第I类一般工业固体废物要求。

项目生态修复使用修复回填材料(磷尾矿改性基质土)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)标准。

根据项目设计方案, 回填区域底部进行防渗处理, 回填工作结束后, 对顶部及边坡进行防渗处理后再进行覆土植被, 淋滤水主要在回填施工阶段产生, 底部进行防渗处理, 回填工作结束后, 对顶部及边坡进行防渗处理后再进行覆土植被, 表面设置排水沟将雨水导流至项目区外, 生态修复结束后淋滤水逐渐减少, 正常情况下无淋滤水产生。回填区设置了截排水沟及淋滤水导排系统, 及时对回填区淋滤水进行导排, 减少了雨季对回填体的冲刷及浸泡, 减少了淋滤水泄漏的风险; 同时项目施工期淋滤水经收集后排入下游淋滤水收集池后回用, 不外排, 本次项目修复设计布置了两个淋滤水收集池。淋滤水收集池进行防渗处理, 饱和渗透系数不应大于 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$, 淋滤水收集池采用 C30 混凝土建设。定期对淋滤水进行监测; 项目为矿山生态修复, 耕植土满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018), 修复完成后开展土壤跟踪监测, 每年开展一次土壤环境质量跟踪监测, 连续 3 年。

施工过程中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, 减少回填无害化处理后的磷尾矿改性基质土生态修复材料泼洒, 沉降进入土壤环境, 减缓对土壤环境的影响。

施工方案设置施工质量保证和施工质量控制内容, 明确环保条款和责任, 施工完毕后保存施工报告、全套竣工图、所有材料的现场及实验室检测报告, 提供人工防渗衬层完整性检测报告。

4.1.7 地下水环境影响

4.1.7.1 区域水文地质条件

一、区域水文地质

1、区域含(隔)水层(组)特征

区域出露地层主要有第四系(Q_4)、上第三系(N)、白垩系(K)、侏罗系中统上禄丰群(J_2)、二叠系上统玄武岩组($P_2\beta$)、二叠系下统栖霞-茅口组(P_{1q+m})、二叠系下统倒石头组(P_{1d})、石炭系中统威宁群(C_2w)、石炭系下统大塘阶(C_{1d})、寒武系下统筲竹寺组(ϵ_{1q})、震旦系上统灯影组($Z_{b\text{dn}}$)、震旦系上统陡山沱组(Z_{bd})、震旦系下统澄江组(Z_{ac})、昆阳群美党组(详见图 4-3)。其含(隔)水层(组)特

征简述于下：

第四系（Q）：以冲积、湖积为主、次为洪积、冰积、洞穴以及残积；岩性为砂、砾石、粘土、钙质粘土、淤泥及泥炭。厚 0~40m。沿河一带泉水流量 0.01-1.19 L/s，地下径流模数 1-5.0 L/s·km²，为弱孔隙水含水层。残坡积层含水微弱，出露泉水少，泉水流量均在 0.1 L/s 以下，季节变化大，部分旱季枯竭，为极弱含水层。

上第三系（N）：灰、深灰、褐灰色泥岩，泥质粉砂岩、砾岩及褐煤，厚 80m~150m。本层未见泉水出露，地下径流模数 0.39 L/s·km²，富水性弱。

侏罗系中统上禄丰群（J₂）：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，厚度 62m~841m。泉水流量 0.57-2.93L/s，地下径流模数 0.75-12.71L/s·km²。该层出露面积较大，含基岩裂隙水，泉水出露少，富水性较弱。

二叠系上统玄武岩组（P₂β）：灰绿、黄绿色杏仁状、气孔状、块状隐晶质玄武岩夹紫色凝灰岩昆明底部为凝灰质角砾岩及集块岩，厚度 140m~1221m。泉水流量 1.49L/s，地下径流模数 2.53L/s·km²。该层出露面积较小，含风化裂隙水，泉水出露少，富水性较弱~中等。

二叠系下统栖霞-茅口组（P₁q+m）：灰、灰白、灰黑色中厚层块状灰岩。虎斑状白云质灰岩、白云岩，厚度 190m~598m。泉水流量 2.84L/s，地下径流模数 15.05L/s·km²。该层出露面积较大，含岩溶水，泉水出露较多，富水性较强~强。

二叠系下统阳新组（P₁y²）：浅灰、灰色中-厚层状、块状泥晶颗粒灰岩藻屑灰岩、粉晶球粒灰岩、泥晶藻灰岩、藻屑白岩、白云质虎斑灰岩、泥晶生物碎屑灰岩、亮晶虫藻屑灰岩、粉晶球粒灰岩、泥晶藻灰岩、藻屑白云质灰岩。厚度 52m~351m 泉水流量 2.84L/s，地下径流模数 15.05L/s·km²。含层状裂隙水，泉水出露较少，富水性中等。

石炭系中统威宁群（C₂w）：浅灰、灰白色厚层、块状纯灰岩，豆状鲕状灰岩、局部夹薄层砂页岩及角砾状灰岩，厚度 26m~105m。泉水流量 2.45L/s，地下径流模数 6.10L/s·km²。该层出露面积较小，含岩溶水，泉水出露较少，富水性较强~强。

石炭系下统大塘阶（C₁d）：浅灰、紫色厚层-块状角砾状灰岩或白云岩夹灰岩。阳宗海地区为灰白色砂岩、紫红色铝土质页岩、灰岩，厚度 12m~80m。泉水流量 0.43L/s，地下径流模数 2.4L/s·km²。该层出露面积较小，含岩溶水，泉水出露较少，

富水性较强~强。

寒武系下统筇竹寺组 ($\in_{1q}$): 黄绿、灰绿及紫色粉-细砂岩及黑色页岩、底部为灰色鳞块岩夹页岩, 厚度 104m~312m。泉水流量 0.66L/s, 地下径流模数 1.14L/s·km²。该层出露面积较小, 含层状裂隙水, 泉水出露较少, 富水性弱。

震旦系上统灯影组 (Zbdn): 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, 厚度 460m~1202m。泉水流量 8.64L/s, 地下径流模数 6.86L/s·km²。该层出露面积较大, 含岩溶水, 泉水出露较多, 富水性中等~强。

震旦系上统陡山沱组 (Zbd): 浅灰色薄-厚层状白云岩夹硅质白云岩、常见角砾状结构, 西部为白色厚层状粗粒、中细粒石英砂岩, 厚度 151m~253m。泉水流量 1.85L/s, 地下径流模数 1.33L/s·km²。该层出露面积较小, 含岩溶水, 泉水出露较少, 富水性较弱~较强。

震旦系下统澄江组 (Z_{1c}): 紫红色中-厚层状粗粒长石、石英砂岩夹有棕红色泥岩, 细-中粒砂岩及粉砂岩。底部为扁平及棱角状砾岩, 厚度 500m~1126m。泉水流量 0.56L/s, 地下径流模数 0.87L/s·km²。该层出露面积较小, 含岩溶水, 泉水出露较少, 富水性较弱。

昆阳群美党组 (Pt_2m^3): 上部为深灰、灰色板岩及砂岩, 中部为灰岩透镜体: 下部为灰深灰色板岩夹砾状灰岩、藻灰岩、薄层灰岩、泥灰岩和炭质板岩等北段以砂岩、板岩为主, 厚度 277m~3392m。泉水流量 1.42L/s, 地下径流模数 1.64L/s·km²。该层出露面积较小, 含基岩裂隙水, 泉水出露较少, 富水性较弱~中等。

2、区域地下水的补给、径流、排泄

上层滞水及孔隙水以大气降雨为补给, 其径流、排泄受地形地貌控制, 一部分以片状或散状形式向低洼沟槽及河流排泄, 一部份以垂直下渗方式补给下伏基岩裂隙水和岩溶水, 孔隙水总体具有补给径流途径短、就地排泄特征。基岩裂隙水和岩溶水主要接受大气降水补给, 少量为上层滞水及孔隙水, 大气降雨多形成地表径流, 只有少许入渗下部土层, 地下水主要径流途径沿构造面、裂隙面迳流, 流向具多向性。

项目区处于地下水补给及径流区, 位于花依箐山—老青山分水岭南侧, 地下水位随地形由北向南呈下降趋势, 其中矿区以北部接受大气降水补给, 流经矿区, 在矿区以南一带以泉水、向地表水泄流、蒸发排泄。

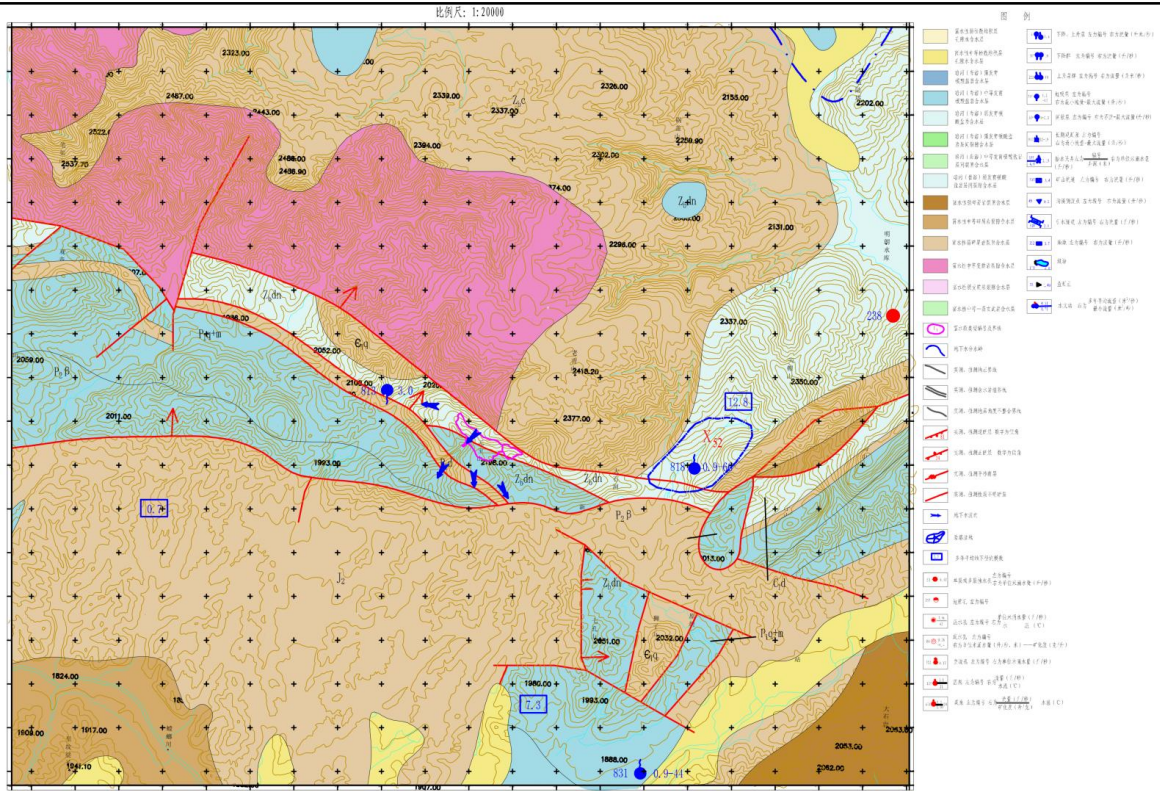


图 4-3 区域地质水文地质简图

二、区域地质构造与地壳稳定性

1、断裂构造

罗茨-易门断裂（F1）：呈近南北向展布，由区内西北部入境经禄脢出境至易门。该断裂全长 180km，是一条多期活动的断裂，新构造活动具继承性，控制罗茨、禄脢和易门等盆地及槽谷的发育，沿构造线有温泉出露。断裂总体呈单一结构特征，罗茨以北平直延伸，左旋张扭特征表现明显，以南转为北北东向，在罗茨盆地附近与多条北东向断层交切，断裂中南段新构造活动显示左旋压扭性特征，南端于易门北被北西向断裂所交截。该断裂由北部进入区内禄脢，南延至易门北部，区内长约 8.0km，断层带岩石破碎，角砾岩、糜棱岩发育，沿断层有辉长岩侵入及温泉出露，断层受多期活动明显，晋宁期断层东盘下降，沉积厚约千余米震旦系澄江组砂岩。寒武纪后期西盘再次上升，古生代沉积仅限于断层以东，挽近期该断层与早期作反向运动，形成东高西低的构造剥蚀地形。区内次级构造十分发育，主要有北部禄脢帚状构造及禄脢—温泉逆掩断层和南部温水营平移断层等。

禄脢帚状构造（F2）：在南北向及东西向联合应力作用下，安宁盆形向斜围绕西部昆阳群地层按顺时针方向扭动，旋扭面多沿地层界线发生或微斜交地层界线，如邵光屯昆格大坡，青龙哨-上权甫，庙子顶-瓦耳坡，安丰营-大龙山等旋扭面，构造线具

一定规律向东南撒开，向北西收敛，收敛区大肚子山一带有一系列向北突出的弧形断层，构造挤压强烈，震旦系灯影组白云岩极为破碎，局部呈糜棱状。构造向东与安宁盆形向斜复合。

禄脰-温泉逆掩断层（F3）：由 1~3 条平行断层组成，走向近东西，中部向南突出，为温泉南北向断层错断，断层两端较陡，中部平缓。断层带呈挤压状，北部昆阳群逆复于中生代地层之上，中部震旦系地层逆复于二叠之上，南部二叠系逆复于中生代红层之上。经后期剥蚀作用在七孔山一带形成飞来峰。侏罗系地层发生倒转，并显千枚状构造。

马厂-县街断裂（F156）：北东起于昆明盆地西缘的车家壁附近，向南西经上凤凰、安宁城西，过螳螂川后顺县街盆地东南边缘、马厂谷地东缘延伸，到八街盆地西南杨家庄被北西向易门家营断层截止，长约 55km。断裂走向 35°，倾向北西，倾角 70°左右，具张性正断层性质。该断裂位于项目区南侧，距离约 5.0km，根据其特征及构造活动，为晚更新世活动断裂。

凤凰村地区为一个具相当规模的逆掩推覆构造群，包括狮子山、碧鸡关、飞来峰以及相应的两条逆掩断层下凤凰-里仁村逆掩断层、花鱼阱山-发禄村逆掩断层，一条近南北向平移断层上凤凰平移断层及一条北东向张扭性断层下凤凰-解放军水库平移断层。两条逆掩断层总体呈东西向弧形展布，孤顶微向南突出，断层面向北（中段）、北东（西段）、北西（东段）倾斜，倾角 16°-30°，断裂发育顺序：由北向南自老到新，且在前锋汇合，老地层逐次盖于新地层之上，形成背驮式推覆构造。由于由北向南的逆掩推覆，断裂面下原地岩层和其上的异地岩块，均发生构造变形、地层大都倒转。前锋地区后期遭受剥蚀，使狮子山一带及碧鸡关形成为四周断裂围绕的孤立岩块，成为较标准的“飞来峰”构造。逆掩推覆距离最小为 4 公里，其驱动力主要是由北向南的侧向挤压。据区域资料，该推覆体顺走向，向东或北东、向西或北西推覆距离逐渐变小，断层分散，并被稍晚的平移断层切割而消失。

以上构造断裂均未通过项目区，综上所述：采坑范围内及附近 10km 范围内无全新世活断裂通过，区域地质构造对项目实施影响较小。

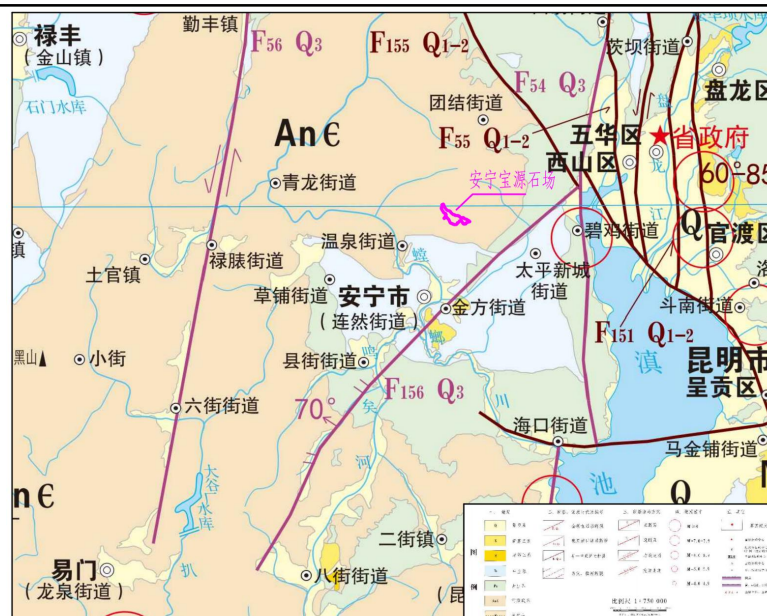


图 4-4 第四系活动断裂分布图

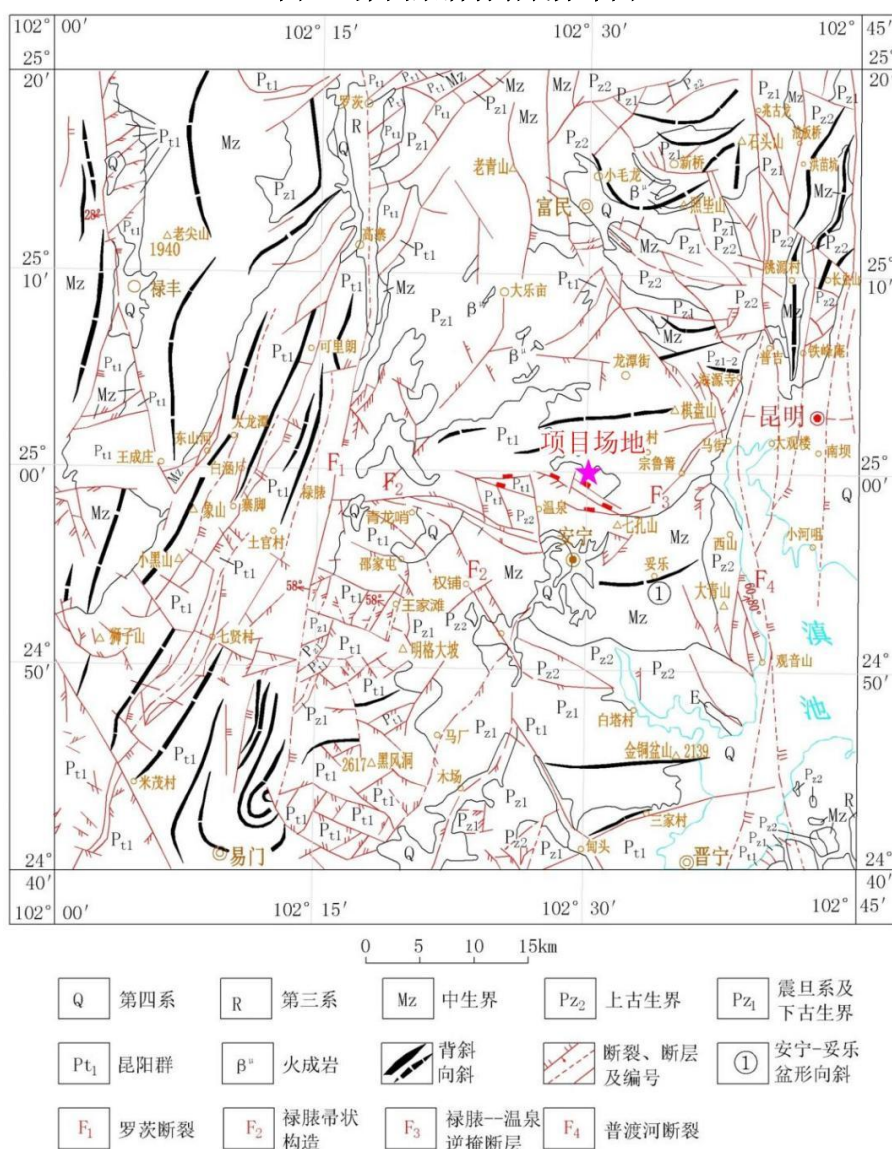


图 4-5 安宁市构造纲要图

2、褶皱构造

安宁市褶皱构造主要有安宁-妥乐浑圆形构造盆地、窝铺母向斜和大龙洞复式褶皱等。

安宁-妥乐浑圆形构造盆地（①）：位于螳螂川流域中部安宁至妥乐一带，为一呈东西走向、褶皱两翼宽缓的构造盆地，长 23.2km、宽 13.5km。在东部妥乐一带由 K_{2t} 构成盆地核部，核部形态较完整，地层倾向核心，倾角在 $15\sim 28^\circ$ 之间；两翼由 $J_{3a}\sim P_{1y}$ 组成，地层倾角 $9\sim 54^\circ$ 之间，在 $J_1\sim T_{3s}$ 地层中，地层倾角一般在 20° 左右。北翼被断层破坏， J_1 、 J_{2-3} 与 $P_{2\beta}\sim Z_{b\delta n}$ 等地层呈断层接触。安宁以西无 K_{2t} 分布，为一东深西浅走向东西的浑圆形构造盆地。

窝铺母向斜位于南部温水营北东附近，轴向北北东，由震旦系陡山沱组所构成对称开阔向斜。

大龙洞复式褶皱位于德滋盆地及甸中盆地之间的大龙洞一带，包括两个向斜和两个背斜，褶皱轴向呈北西向平行排列，由昆阳群大龙口组和美党组构成。褶皱翼部倾角变化较大，垂直复式褶皱轴向发育数条横向断层。区内南部温水营一带构造十分发育。

3、新构造运动与地震

（1）新构造运动

区内新构造运动强烈，其构造类型、构造性质明显受断裂构造控制，直接影响近代地貌形态的发育，新构造运动迹象明显反映了地势与地貌的差异，分布的盆（谷）地具有盆岭相间的规律性，阶地发育。禄脍盆地发育三级阶地，而安宁盆地则发育五级阶地，同级阶地变幅不大，但二、三级阶地具有较大变幅，显示了构造运动的不均匀性。新构造运动具有继承性，常与老构造呈延续关系。如安宁盆地总的构造形式继承了前震旦纪的构造特点，自古生代、中生代至新生代均成为向斜式的中心。区内新构造运动的另一迹象是温泉出露较多，分布亦有一定规律，多呈线状出露于活动性主干断裂带上。区内新构造活动类型以掀升式盆式隆起和断块隆升为主，中南部为掀升盆式隆升，而西部及北部以断块隆升为主。依表现迹象和性质简述如下：

①地势的差异

区内北高南低，相对高差在 600~700m 左右，形成极明显的地势与地形的差异对照性。北部调查区外围笔架山和龙山标高 2500m 左右，是浑圆平缓的剥夷面，而

南部安宁盆地一带地面标高在 1800m 左右，这显然是由于不均匀隆起而造成的。

②盆地的形成

区内南部安宁盆地，是与断裂构造有关的第三纪末形成的盆地。分布在强烈隆起的北部笔架山和龙山山地的南部边缘，地壳运动相对稳定的下降地区。堆积的第四纪松散层厚度达 150 余米，显示了新构造运动与盆地的依存性。

③阶地的分布

本区南部沿螳螂川两岸发育有Ⅰ～Ⅳ级阶地，这是由于阶段间歇性的地壳运动急剧性隆起上升，螳螂川强烈下切侵蚀而成的。

④不对称地形

安宁附近螳螂川右岸发育有Ⅱ级阶地，而左岸未见有Ⅱ级阶地；螳螂川东部东山顶见有Ⅱ级阶地残留物，岩性为第四系中更新统时期的松散堆积物，分布高程达 1930m，高出螳螂川河水水面 100～110m，而螳螂川西部未见此堆积物和阶地。显示了第四纪中更新世后期，螳螂川断裂两盘产生不对称升降。反应出本区新构造运动与老构造运动呈继承延续关系。

(2) 地震

据资料记载，历史上曾发生较大地震为 1507 年 11 月发生的 5.3 级地震，1976 年发生的 4.0 级地震，1985 年 4 月发生的 3.4 级地震。区内地震活动虽较少，但易门、晋宁、禄丰等邻县地震相对频繁，使区内受到邻近地震的波及。根据地震动峰值加速度值划分，区内属中～低地震敏感区，以县街～连然～温泉一线的西北部为地震低敏感区，其东南部为中地震敏感区。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）和《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010），安宁市草铺街道、县街街道的地震动峰值加速度为 0.20g，地震动加速度反应谱特征周期为 0.45s，相应地震烈度为Ⅷ度，抗震设计第三组；安宁市青龙街道、禄脍街道的地震动峰值加速度为 0.15g，地震动加速度反应谱特征周期为 0.45s，相应地震烈度为Ⅶ度，抗震设计第三组。

表4-8 评估区及邻区≥4级地震统计表

震中位置	时间（年.月.日）	北纬	东经	烈度	震级
晋宁	1332.6	24.7	102.8	>Ⅶ	5.5
安宁	1507.11.4	24.9	102.5	Ⅵ	5.25
嵩明	1599.10.16	25.3	103.0	Ⅶ	5
富民	1701	25.2	102.5	Ⅶ	5.5
罗次西南	1670.7	25.3	102.3	Ⅶ	5.75

汤池	1725.1.8	25.1	103.1	VIII	6
澄江	1750.9.15	24.7	102.9	VIII	5.5
易门	1755.1.27	24.7	102.2	VIII	6.5
汤池	1833.9.6	25.1	103.1	>X	8
富民	1927.11.24	25.2	102.5	VII	5.5
昆明	1943.12.25	25.1	102.7	VI	5
澄江	1972.7.14	24.8	102.8	VI	4.75
澄江西南	1972.7.14	24.48	102.48		4.6
安宁东北	1976.4.23	25.0	102.5		4

按《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）划分，评估区所在的安宁市抗震设防烈度为 8 度，设计基本地震加速度值为 0.20g。

4、区域地壳稳定性

根据《云南地质构造及区域稳定性遥感综合调查报告》，场地区域地壳稳定性属次不稳定区，详见图 4-6。

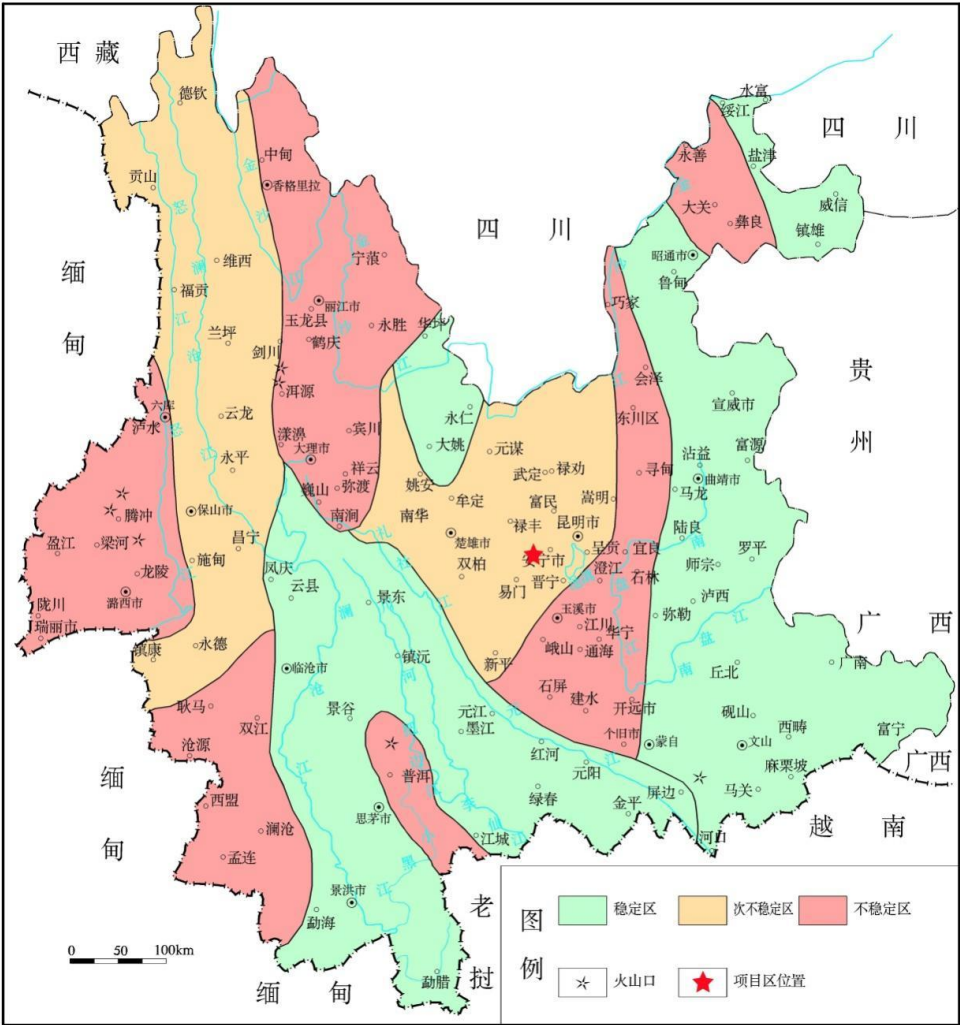


图 4-6 区域地壳稳定性评价图

三、岩土体工程地质特征

安宁岩土体按其成因、物理力学强度、岩性组合、风化程度和工程地质特点，依据《岩土工程勘察规范》(GB50021-2009)，将区内岩土体划分为松散岩类、岩浆岩类、变质碎屑岩类、沉积碎屑岩类和碳酸盐岩岩类五个类型十二个岩组。

区内出露地层较全（下古生界缺失志留系和奥陶系），地层风化强烈，区域构造和水文地质及工程地质条件复杂，区域上具有明显差异，工程地质岩土类型较多，其工程地质特征和岩土体类型与地质灾害的发育密切相关。岩土体工程地质特征见表4-9。

表 4-9 岩土工程地质特征一览表

岩类	工程地质岩组	结构	地层代号	主要岩性	岩土工程地质特征与地质灾害
松散岩类	粘土、砂质粘土夹砾石多层土体	散体	Q	粘土、砂质粘土夹砾石	岩组透水性弱、遇水软化强度降低，边坡稳定性差
	层状极软砾岩、砂岩、粉砂岩岩组	薄-中层状	N	砾岩、砂岩、粉砂岩	胶结程度差、风化遇水后强度降低，易产生边坡坍塌
岩浆岩类	碎裂状、块状较硬玄武岩组	碎裂状、块状	P ₂ β	杏仁状玄武岩	易于风化剥蚀，区内分布面积较小
变质碎屑岩类	层状坚硬砂岩、石英砂岩岩组	薄-中层状	Pt1hs、Pt1lb	浅变质砂岩、石英砂岩夹绢云板岩	岩石风化强烈，裂隙发育，陡坡地段河谷两岸，易形成小型滑坡和坍塌
	层状较硬泥质板岩、砂岩岩组	薄-中层状	Pt1m、Pt1le	泥质板岩、砂岩偶夹白云岩、灰岩	岩石力学强度高，但裂隙发育，砂岩、石英砂岩中偶夹遇水易软化的绢云板岩，易产生顺层滑坡
沉积碎屑岩类	层状坚硬砂岩、石英砂岩岩组	中-厚层状	Z _a c、D ₂ h	砂岩、石英砂岩偶夹薄层页岩	岩石抗风化能力强，岩石完整致密，边坡稳定，但岩层中偶夹薄层页岩，岩层较陡的深切河谷易形成顺层滑坡
	层状较硬泥岩、砂岩、页岩岩组	薄-中层状	C ₁ q、C ₁ d、T ₃ y、T ₃ -J ₁	泥岩、砂岩、页岩	岩石风化强烈，裂隙发育，泥岩、页岩遇水易于膨胀，岩体破碎地带易形成滑坡
	层状较软铝土岩铝土质页岩岩组	薄层状	P ₁ d	铝土岩、铝土质页岩	风化强烈，遇水软化强度降低，呈软弱夹层，边坡稳定性差
	层状软泥岩、泥质粉砂岩、泥灰岩岩组	薄-中层状	K、J ₂ 、E	泥岩、泥质粉砂岩、泥灰岩	岩层软弱，易于盐份溶解淋滤，风化侵蚀剥落边坡稳定性差，河流两岸小型坍塌、滑坡发育
碳酸盐岩	层状坚硬强岩溶化灰岩、白云质灰岩组	中--厚层状	D ₂ h、D ₂₋₃ 、C ₁ d、	灰岩、白云质灰岩、白云岩	岩溶发育，浅部有落水洞、暗河、岩溶洼地等深部发育溶洞

类			C ₂ w、 P ₁ q+m		
	层状坚硬较 强岩溶化灰 岩、白云质灰 岩岩组	中-厚层 状	Pt ₁ d、 Pt ₁ l	浅变质灰岩、 白云质灰岩、 灰质白云岩 偶夹绢云板 岩	岩溶较发育，灰岩、白云岩中偶夹 绢云板岩成为软弱夹层，顺层陡坡 段易产生顺层滑坡
	层状坚硬中 等岩溶化硅 质灰岩、白云 岩岩组	中-厚层 状	Pt ₁ m、 Pt ₁ lz、 Z _b dn、 Z _b d	硅质灰岩、白 云岩	岩石坚硬，力学强度高，边坡稳定 性好

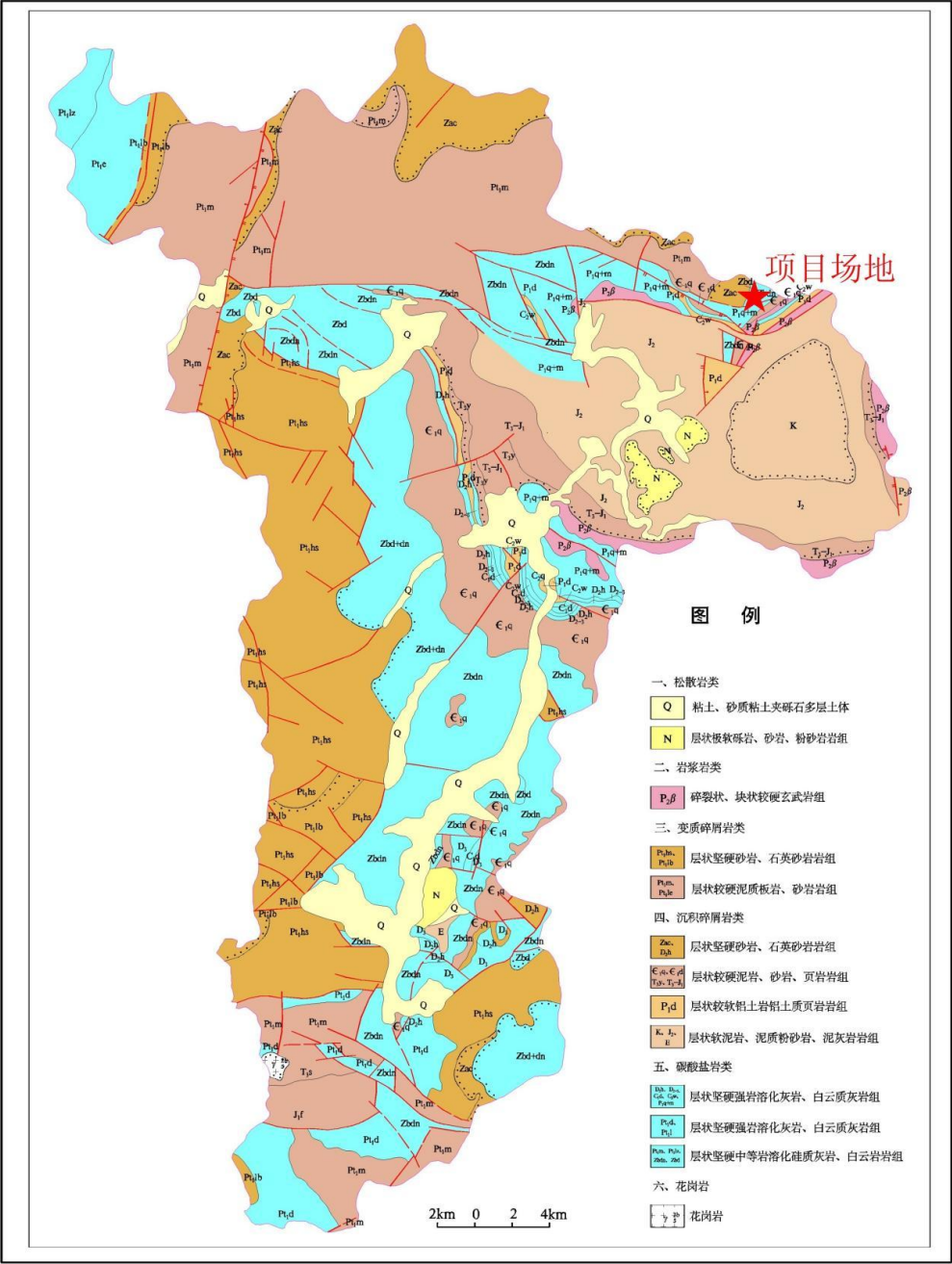


图 4-7 工程地质岩组分布图

4.1.7.2 评价区水文地质条件

4.1.7.3 修复区水文地质条件

1、场地地表水径流、排泄条件

勘察时，对项目区及周边进行地质调查，项目区有北东侧出露 3 个泉点，西侧出露 1 个泉点，泉点均位于修复区以外，最近距离 1#采空区（Q-2）直线距离约 250m，泉点对项目建设影响较小。泉点分布情况详见表 4-10。

项目区距离螳螂川最近距离约 4.8km，螳螂川为场地及附近的最低侵蚀基准面。大气降雨沿地表流入螳螂川，属金沙江水系，场区内未见地表水体分布。

表 4-10 项目区及周边泉点调查情况信息表

名称	经纬度	水位 (m)	类型	含水层岩性及地层代号	与项目区的方位距离	备注
Q-1	E102°30'35.4231", N24°58'17.3403"	2023.0 0	岩溶裂隙水	震旦系上统东龙潭组白云岩(Z ₂ dl)	北西 100°, 约 525m	具备饮用功能
Q-2	E102°31'19.3973", N24°58'01.3135"	2113.1 0	基岩裂隙水	震旦系澄江组砂岩、砾岩(Z ₁ c ¹)	北东 100°, 约 250m	无饮用功能
Q-3	E102°31'26.4351", N24°57'57.8793"	2084.3 6			北东 109°, 约 505m	具备饮用功能
Q-4	E102°31'32.6645", N24°57'54.9991"	2089.1 6			北东 113°, 约 736m	无饮用功能
Q-5	E102°30'45.5678", N24°57'36.5836"	1954.0 0	地表水	中统上禄丰组泥岩(J ₂)	南西 200°, 约 950m	无饮用功能

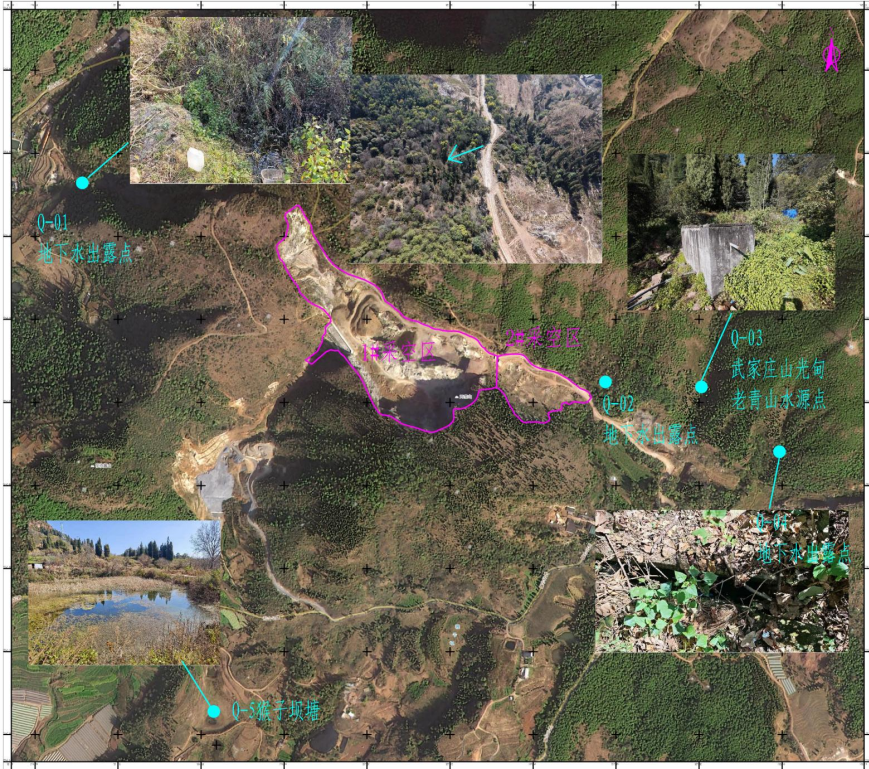


图 4-8 出露泉点分布位置图

2、场地地下水埋藏条件及补、径、排关系

(1) 项目区地下水埋藏条件

项目区分布人工堆积层、白云岩、板岩、砂岩、砾岩等地层。通过工程地质调查、钻探及水文地质调查资料，将场地内地下水类型划分为上层滞水、孔隙水、基岩裂隙水、岩溶水四大类。

上层滞水：主要赋存于人工堆积层，空隙大、粒径粗，不具备赋存条件。该层地下水无统一稳定水位线，富水性微弱，水量小，其水位及水量随干湿季节更替而变化，主要接受大气降水补给，排泄形式以蒸发为主，补给深部地下水为辅。勘察期间未量测到稳定水位。

孔隙水：主要赋存于矿坑外围山脊、斜坡地段的冲洪积土层中。其中冲洪积地层分布区，雨季接受大气降水补给，在孔隙中赋存少量孔隙水，受地形控制，于地形低洼处排泄，具有径流途径短、即时补给、即时排泄的特点，旱季时无水，以蒸发排泄为主，勘察期间未量测到稳定水位。

基岩裂隙水：主要赋存于震旦系澄江组（Z_ac）砂岩、砾岩构造节理裂隙中，浅部风化带（0~20m）裂隙密集但连通性差，富水性弱~中等。深部构造带（>20m）构造裂隙延伸长、连通性好，富水性中等~强，是主要地下水赋存段。断层带附近裂隙强烈破碎，形成局部强富水带，可作为地下水强径流通道。地下水主要接受上部孔隙水及大气降雨补给，向南东侧径流，向低洼处或河流排泄及地层深部渗流排泄。

岩溶水：主要赋存于震旦系上统东龙潭组（Z₂dl）白云岩，受构造影响，其节理裂隙极发育，岩溶弱发育，岩溶形态主要为岩溶裂隙、溶槽及溶蚀孔洞等，岩溶及节理裂隙为地下水的赋存提供了良好的空间及通道，总体富水性中等，含较丰富岩溶裂隙水，岩溶水分布具不均一性。地下水主要接受上部孔隙水及大气降雨补给，向南侧径流，受地形切割控制，总体向低洼处或河流排泄及地层深部渗流排泄。

(2) 地下水补、径、排关系

上层滞水及孔隙水以大气降雨为补给，其径流、排泄受地形地貌控制，一部分以片状或散状形式向低洼沟槽及河流排泄，一部份以垂直下渗方式补给下伏基岩裂隙水和岩溶水，孔隙水总体具有补给径流途径短、就地排泄特征。基岩裂隙水和岩溶水主要接受大气降水补给，少量为上层滞水及孔隙水，大气降雨多形成地表径流，只有少许入渗下部土层，地下水主要径流途径沿构造面、裂隙面径流，流向具多向性。

场地位于地下水补给、径流区，大气降水补给地下水后向南西侧径流，最终于 J₂ 断层接触带以泉眼形式呈线状出露。

（3）地下水位动态分析

本次勘察期间仅 ZK13、SWGCK1、SWGCK2、SWGCK3 号钻孔揭露稳定地下水位，地下水位埋深 22.0m~42.6m，水位标高 2016.12m~2066.7m，其余钻孔均未揭露地下水。



图 4-9 项目区地下水揭露钻孔点位示意图

3、地层渗透性及渗透影响评价

本次勘察采用常水头注水试验测定场地的渗透系数，室内垂直渗透试验统计见附表 6，现场注水试验成果表详见附表 9，推荐值结合场地岩土性质及周边工程经验进行综合取值，将各岩土层渗透系数汇总于下表 4-11。

天然基础层不满足《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）9.2.1 条防渗要求时，应采用改性压实粘土类衬层或具有同等以上隔水效力的其他材料防渗衬层，其防渗性能应至少相当于渗透系数为 $1.0\times10^{-5}\text{cm/s}$ 且厚度为 0.75 m 的天然基础层。

表 4-11 各岩土层渗透系数汇总

岩土层	垂直渗透试验	常水头注水试验	压水试验	推荐值	透水性分级
① ₁₋₁ Q ₄ ^{ml} 杂填土	1.54 ⁻⁰⁶	1.64 ⁻⁰³	/	/	1.64 ⁻⁰³
① ₁₋₂ Q ₄ ^{ml} 含砾粘土	2.10 ⁻⁰⁶	/	/	/	2.10 ⁻⁰⁶

① ₃₋₁ Q ₄ ^{al+pl} 含砾粉质粘土	7.00 ⁻⁰⁷	7.39 ⁻⁰⁵	/	/	7.39 ⁻⁰⁵
① ₃₋₂ Q ₄ ^{al+pl} 粘土	1.61 ⁻⁰⁷	/	/	/	1.61 ⁻⁰⁷
②震旦系上统东龙潭组 (Z ₂ dl) 白云岩	/	/	9.38 ⁻⁰⁴ ~9.83 ⁻⁰⁴	1.9 ⁻⁰⁵ ~4.8 ⁻⁰⁵	6.2 ⁻⁰⁵

表 4-12 杂填土①₁₋₁层常水头注水试验

序号	试验时间			水表计数(L)	时间间隔 (min)	累计时间 (min)	流量 (L/min)
	时	分	秒				
1	9	0		0.0000			
2	9	1		27.0000	1	1	27.00000
3	9	2		54.0000	1	2	27.00000
4	9	3		81.1200	1	3	27.12000
5	9	4		108.2400	1	4	27.12000
6	9	5		135.3600	1	5	27.12000
7	9	6		162.5000	1	6	27.14000
8	9	7		189.6600	1	7	27.16000
9	9	8		216.4400	1	8	26.78000
10	9	9		242.4400	1	9	26.00000
11	9	10		267.4400	1	10	25.00000
12	9	11		292.2800	1	11	24.84000
13	9	12		316.9800	1	12	24.70000
14	9	13		341.5800	1	13	24.60000
15	9	14		366.0800	1	14	24.50000
16	9	15		390.5800	1	15	24.50000
17	9	16		414.9800	1	16	24.40000
18	9	17		439.1800	1	17	24.20000
19	9	18		463.3800	1	18	24.20000
20	9	19		487.5800	1	19	24.20000
21	9	20		511.5800	1	20	24.00000
22	9	21		535.5800	1	21	24.00000
23	9	22		559.6800	1	22	24.10000
24	9	23		583.7400	1	23	24.06000
25	9	24		607.7600	1	24	24.02000
26	9	25		631.7600	1	25	24.00000
27	9	26		655.7800	1	26	24.02000
28	9	27		679.8000	1	27	24.02000
29	9	28		703.8200	1	28	24.02000
30	9	29		727.8400	1	29	24.02000
31	9	30		751.8600	1	30	24.02000
32	9	31		775.8800	1	31	24.02000
33	9	36		895.9800	5	36	24.02000
34	9	41		1016.0800	5	41	24.02000
35	9	56		1376.3800	15	56	24.02000
36	10	26		2096.9800	30	86	24.02000
37	10	56		2817.5800	30	116	24.02000
							24.02

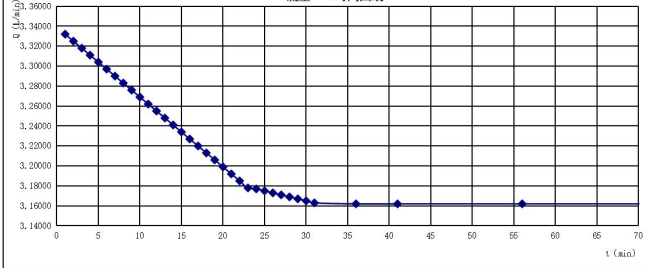
流量—时间曲线

试验条件				边界条件			
序号	试验条件	图例	A	备注			
1	孔径D(mm)	110.0	套管内水位(m)	0.0	 5.2r		
	套管长度L(m)	24	边界条件类型	3			
2	试段起点I ₁ (m)	20	形状系数A(cm)	1108.75	 4r		
	试段终点I ₂ (m)	29.00	流量Q(L/min)	24.02			
3	试段长度I(m)	9	管口高出地面(m)	0.0	 $\frac{1}{2} > 8$ $m = \sqrt{K_1/K_2}$ 式中: K ₁ 、K ₂ 分别为 试段土层的水平、垂直 渗透系数		
	地下水位h(m)	2.20	试验水头H(m)	2.20			
4	(1) 试段位于地下水位以下:	试验水头H(m)		2.20	 $\frac{1}{2} > 8$ $m = \sqrt{K_1/K_2}$ 式中: K ₁ 、K ₂ 分别为 试段土层的水平、垂直 渗透系数		
	(2) 试段位于地下水位以上:	试验水头H(m)		20.50			
$K = \frac{16.67Q}{AH}$ $K = \frac{7.05Q}{IH} \lg \frac{2L}{r}$				渗透系数K=			

表 4-13 ①₃₋₁ 含砾粉质粘土常水头注水试验

序号	试验时间			水表计数(L)	时间间隔 (min)	累计时间 (min)	流量 (L/min)
	时	分	秒				
1	15	0		1539.7971			
2	15	1		1543.1291	1	1	3.33200
3	15	2		1546.4541	1	2	3.32500
4	15	3		1549.7721	1	3	3.31800
5	15	4		1553.0831	1	4	3.31100
6	15	5		1556.3871	1	5	3.30400
7	15	6		1559.6841	1	6	3.29700
8	15	7		1562.9741	1	7	3.29000
9	15	8		1566.2571	1	8	3.28300
10	15	9		1569.5331	1	9	3.27600
11	15	10		1572.8021	1	10	3.26900
12	15	11		1576.0641	1	11	3.26200
13	15	12		1579.3191	1	12	3.25500
14	15	13		1582.5671	1	13	3.24800
15	15	14		1585.8081	1	14	3.24100
16	15	15		1589.0421	1	15	3.23400
17	15	16		1592.2691	1	16	3.22700
18	15	17		1595.4891	1	17	3.22000
19	15	18		1598.7021	1	18	3.21300
20	15	19		1601.9081	1	19	3.20600
21	15	20		1605.1071	1	20	3.19900
22	15	21		1608.2991	1	21	3.19200
23	15	22		1611.4841	1	22	3.18500
24	15	23		1614.6621	1	23	3.17800
25	15	24		1617.8391	1	24	3.17100
26	15	25		1621.0141	1	25	3.17500
27	15	26		1624.1871	1	26	3.17300
28	15	27		1627.3581	1	27	3.17100
29	15	28		1630.5271	1	28	3.16900
30	15	29		1633.6941	1	29	3.16700
31	15	30		1636.8591	1	30	3.16500
32	15	31		1640.0221	1	31	3.16300
33	15	36		1655.8321	5	36	3.16200
34	15	41		1671.6421	5	41	3.16200
35	15	56		1719.0721	15	56	3.16200
36	16	26		1813.9321	30	86	3.16200
37	16	56		1908.7921	30	116	3.16200

流量—时间曲线



试验条件				边界条件			
序号	试验条件	图例	A	备注			
1	孔径D(mm)	110.0	套管内水位(m)	20.5		5.2r	
	套管长度L(m)	19.8	边界条件类型	3			
2	试段起点I ₁ (m)	19.8	形状系数A(cm)	471.11		4r	
	试段终点I ₂ (m)	22.80	流量Q(L/min)	3.162			
3	试段长度I(m)	3	管口高出地面(m)	0.0		$\frac{1}{2} > 8$ $m = \sqrt{K_1/K_2}$ 式中: K ₁ 、K ₂ 分别为 试段土层的水平、垂直 渗透系数	
	地下水位h(m)	27.40	试验水头H(m)	20.5			
4	(1) 试段位于地下水位以下:	试验水头H(m)		20.50		$\frac{1}{2} > 8$ $m = \sqrt{K_1/K_2}$ 式中: K ₁ 、K ₂ 分别为 试段土层的水平、垂直 渗透系数	
	(2) 试段位于地下水位以上:	试验水头H(m)		20.50			
$K = \frac{16.67Q}{AH}$ $K = \frac{7.05Q}{IH} \lg \frac{2L}{r}$				渗透系数K=			

4.1.7.4 工程地质条件

1、岩体工程地质条件

②震旦系上统东龙潭组 (Z₂dl) 白云岩

岩性特征：浅灰～灰白色，中厚层状，主要矿物成分为白云石，质地致密，节理裂隙较发育，局部溶蚀裂隙可见。天然重度：25 kN/m³，饱和单轴抗压强度：20.2～29.8 MPa，属较硬岩，承载力特征值： $f_{ak}=6.06\sim 8.94\text{MPa}$ （ ψ_r 取 0.3 折减），弹性模量： $E=20\sim 60\text{GPa}$ ，泊松比： $\nu=0.20\sim 0.35$ ，强度高，稳定性好，是良好的地基持力层和边坡岩体。

②₁震旦系上统东龙潭组（Z₂dl）灰质白云岩

白云岩中含较多方解石，灰质成分增加，颜色偏灰，结构较白云岩略疏松，溶蚀现象更显著。天然重度：26.0 kN/m³，饱和单轴抗压强度：30～60 MPa，属中硬岩，承载力特征值： $f_{ak}=27\sim 28\text{MPa}$ ，弹性模量： $E=15\sim 45\text{GPa}$ ，强度略低于白云岩，但仍属良好的工程岩体。

②₂震旦系上统陡山沱组石英砂岩段（Z₂d²）

以石英砂岩为主，砾径一般 2～10cm，胶结物为砂质或泥质，胶结程度中等。天然重度：25.5～26.5 kN/m³，饱和单轴抗压强度：10～48MPa，属中硬岩，承载力特征值： $f_{ak}=26\sim 27\text{MPa}$ ，弹性模量： $E=10\sim 30\text{GPa}$ ，强度中等，胶结程度对工程性质影响大。

③昆阳群美党组（Pt₁m）板岩

深灰～灰黑色，具板状构造，主要矿物成分为云母、石英，片理发育，风化后呈片状剥落。天然重度：25.5～26.5 kN/m³，饱和单轴抗压强度：30～35MPa，属中硬岩，承载力特征值： $f_{ak}=8\sim 12\text{MPa}$ ，弹性模量： $E=15\sim 35\text{GPa}$ ，各向异性明显，顺片理方向强度低，抗风化能力较弱，风化后强度显著降低，易形成软弱夹层。作为地基时，需注意片理方向与荷载方向的关系，避免产生剪切破坏。

2、土体工程地质条件

第四系土层广泛分布于勘查区内，包括第四系残坡积土、冲洪积土及人工堆积物。

①₁₋₁第四系全新统（Q₄^{ml}）杂填土：

人工堆填形成，主要分布于场地表层及低洼地带，厚度变化大，一般 0.5～29.6m。主要以粘性土混合角砾、砂砾为主，结构松散，其中粘土含量约 40%～50%，砂、砾石粒径为 0.1mm～100mm，含量约 10%～30%，磨圆度较差，呈棱角～次棱角状，级配差，分选性较差。还有部分以块石形态存在，块石粒径 0.2m～2.0m，含量 10%～20%，另外土中还含有少量建筑垃圾、植物腐殖质等物质，含量在 5%～10%左右。成分不

均、结构松散，压缩性高，易产生不均匀沉降。

①₁₋₂ 第四系全新统 (Q_4^{ml}) 含砾粘土:

分布于场地局部区域, 层厚 3.5~12.4m。物质组成: 以粘土为主, 含少量砾石 (粒径>2mm), 砾石含量 10%~30%, 分布不均。压缩性中等, 承载力差, 不宜作为一般建筑物的天然地基。砾石的存在可提高渗透性, 但也可能导致局部强度不均。

①₃₋₁ 第四系全新统(Q_4^{al+pl})含砾粉质粘土:

分布于场地大部分区域, 厚度一般 1.2~16.6m。物质组成: 粉质粘土为主, 含砾石 (粒径>2mm), 砾石含量 10%~25%, 分选性较好。含水率: 17.6%~24.8%, 多处于可塑状态, 承载力特征值: $f_{ak}=180\sim220$ kPa, 压缩模量: $E_s=3.7\sim10.7$ MPa, 渗透性弱~中等, 排水条件较好, 压缩性中等, 不宜作为一般建筑物的天然地基, 需注意局部强度差异。

①₃₋₂ 第四系全新统(Q_4^{al+pl})粘土:

分布于场地低洼地带, 厚度一般 3.4~12.4m。含水率: 22.6%~36.3%, 多处于可塑~硬塑状态, 承载力特征值: $f_{ak}=220\sim260$ kPa, 压缩模量: $E_s=4.3\sim14.3$ MPa, 物质组成: 以粘土颗粒为主, 粘粒含量高, 分选好。压缩性中等偏高, 承载力一般, 作为天然地基时需验算沉降。渗透性弱, 排水固结慢, 易产生较大的工后沉降。遇水膨胀、失水收缩, 易产生裂缝, 对边坡稳定不利。

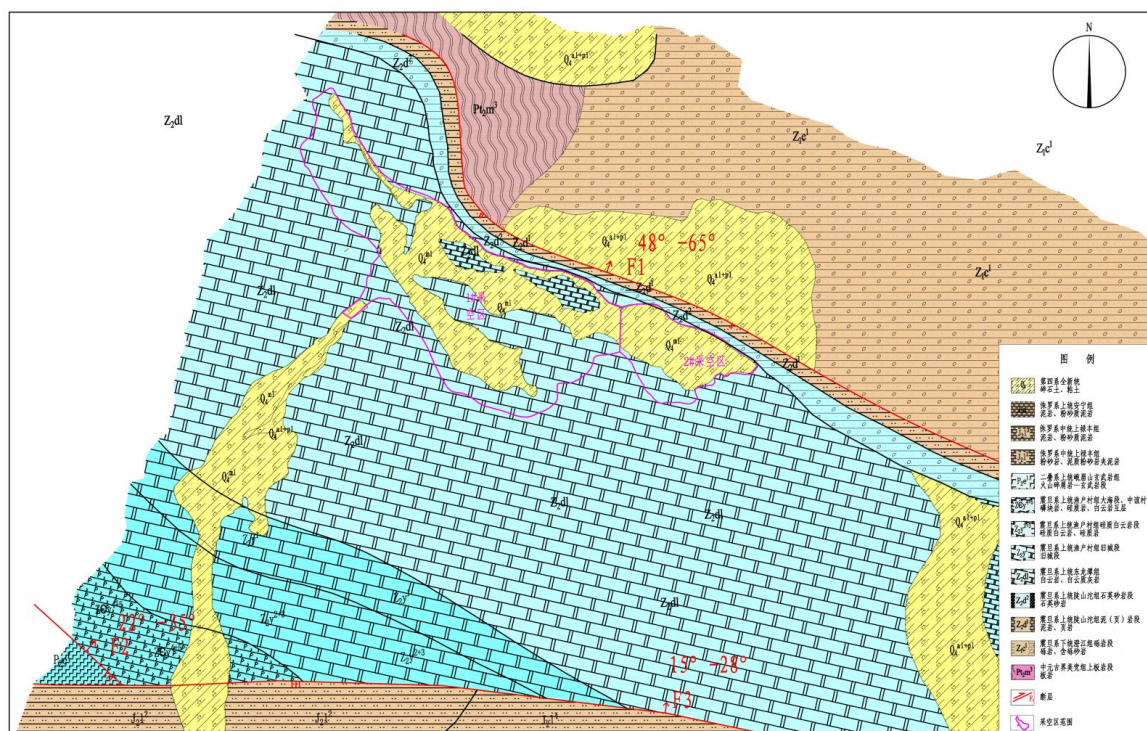


图 4-10 场地地层分布简图

4.1.7.5 周边污染源调查

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。

根据现场调查，项目周边无工况企业。

2、农业污染

区域内有农田分布，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。农业面源污染主要污染物主要有 NH_4^+ 、 NO_2^- 、 NO_3^- 、有机氯、有机磷等。

3、生活面源污染

项目区周边分布有砚台村、放马坪、松林村、山光甸、上凤凰等村落，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。

4.1.7.6 包气带污染情况调查

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_{4ml} ）、第四系坡残积层（ Q_{4cl+dl} ）、二叠系下统栖霞茅口组（ P_{1q+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_{1q+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_{1q+m} ）灰岩。

第四系人工堆积层（ Q_{4ml} ）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 ($Q_{4\text{el+dl}}$) 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_{1q+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_{1q+m}) 灰岩地层渗透系数为 $1.01 \times 10^{-4} \text{cm/s}$, 0.09m/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》(HJ 610-2016) 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 4-14 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 $M_b \geq 1.0 \text{m}$, 渗透系数 $K \leq 1 \times 10^{-6} \text{cm/s}$, 且分布连续稳定。	修复区内二叠系下统栖霞茅口组 (P_{1q+m}) 灰岩厚度大于 5m, 分布均匀, 渗透系数为 $1.01 \times 10^{-4} \text{cm/s}$, 防污性能为弱。
中	岩土层单层厚度 $0.5 \text{m} \leq M_b < 1.0 \text{m}$, 渗透系数 $K \leq 1 \times 10^{-6} \text{cm/s}$, 且分布连续稳定。岩土层单层厚度 $M_b \geq 1.0 \text{m}$, 渗透系数 $1 \times 10^{-6} \text{cm/s} < K \leq 1 \times 10^{-4} \text{cm/s}$, 且分布连续稳定。	
弱	岩(土)层不满足上述“强”和“中”条件	

4.1.7.7 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) 对磷尾矿改性基质土样品的 pH 进行测定, 待试磷尾矿改性基质土的腐蚀性并未超过《危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别》(GB5085.1-2007) 中的限值, 因此从腐蚀性判断磷尾矿改性基质土生态修复材料不是危险废物。磷尾矿改性基质土按照 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磷尾矿改性基质土不是危险废物。综合腐蚀性和浸出毒性鉴别结果, 判断磷尾矿改性基质土不属于危险废物, 磷尾矿改性基质土生态修复材料中, 所检测项目均未超过《污水排放标准》(GB8978-1996) 中的限值, 故修复材料有害物指标均低于第 I 类一般工业固体废物要求。

修复作业时, 对回填作业区域进行处理, 使其满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020) 章节 5.2 I 类场技术要求:

5.2.1 当天然基础层饱和渗透系数不大于 $1.0 \times 10^{-5} \text{m/s}$ ，且厚度不小于 0.75m 时，可以采用天然基础层作为防渗衬层；

5.2.2 当天然基础层不能满足 5.2.1 条防渗要求时，可采用改性压实粘土类衬层或具有同等以上隔水效力的其他材料防渗衬层，其防渗性能应至少相当于渗透系数为 $1.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 且厚度为 0.75m 的天然基础层。

根据现场调查，回填修复区天然基础层厚度大于 0.75m，但是渗透系数不满足 $1.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 要求，因此通过采用粘土垫层进行人工基地处理形成人工回填层，处理后底部铺设土工布、HDPE 防渗膜（双光面形式、渗透系数 $\leq 1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ）、土工布防渗层进行防渗处理，回填作业过程中对回填料进行反复压实处理，有效阻断生态修复作业过程中降雨形成的淋滤水下渗，降低对地下水的污染风险。

本项目具体防渗区域措施如下：

（1）A-采空区磷尾矿回填修复区

①底部防渗系统工程

在回填修复区底部防渗层依次铺设 0.5m 防渗土层保护层+300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布+1.5mmHDPE 双糙面防渗膜+300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布。

②较陡岸坡防渗

对岸坡坡度较陡地段，依次铺设铁丝网+0.3m 厚土壤衬层+300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布+1.5mmHDPE 双糙面防渗膜+300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布防渗层的方式。

③顶部防渗系统工程

顶部封场防渗：顶部依次铺设 300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布+1.5mmHDPE 双糙面防渗膜+300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布+0.3m 防渗层土层保护层。

④渗滤液导排盲沟

导排盲沟主沟：沟底宽 2m，沟顶宽 3m，底部铺设 300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布+1.5mmHDPE 双糙面防渗膜+300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布，然后填充碎石，沟内布设 3 根 HDPE100 级聚乙烯管材 DN200mmx11.9mm 导排管（上半圆开工），外部包裹 300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布；

导排盲沟支沟：导排盲沟支沟下底宽 1m，上底宽 2m。底部铺设 300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布+1.5mmHDPE 双糙面防渗膜+300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布，

然后填充碎石，沟内布设 1 根 HDPE100 级聚乙烯管材 DN200mmx11.9mm 导排管（上半圆开工），外部包裹 300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布，导排盲沟支沟前期也用作场地临时排水沟使用；

（2）淋滤水收集池、淋滤水事故池

淋滤水收集池、淋滤水事故池采用 C30 混凝土建设并进行防渗处理，饱和渗透系数不应大于 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 。

修复完成后原有裸露矿坑不再存在，回填修复后与周边地形一致，修复后原有裸露矿坑变为园地、林地和草地，恢复当地生态环境，原有裸露矿坑淋滤水及扬尘消失，有效降低原有裸露矿坑淋滤水大量下渗对地下水污染风险。

采取以上措施之后，可以有效降低生态修复过程中淋滤水对地下水的污染风险，生态修复作业对地下水影响小。

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（P1q+m）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；

C₀—注入的示踪剂浓度，mg/L；

u—水渗流速度，m/d；

D_L—纵向弥散系数，m²/d；

erfc—余误差函数（可查《水文地质手册》获得）。

（2）污染源强

综合考虑淋滤水中污染物种类、污染物性质以及污染物浓度等，参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）和《污水综合排放标准（GB 8978-1996）》、《地下水质量标准》（GB/T14848-2017），选取磷尾矿改性基质土生态修复回填材料浸出毒性试验浸出液中污染物浓度含量高于《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类水标准限值的砷、氟化物两种污染物作为源强进行预测。

表 4-15 取磷尾矿浸出毒性试验结果

序号	检测项目	标准值	样品编号及检测结果	达标情况
			AGF202606204-001	
1	pH	6-9	6.14	达标
2	氟化物	10	0.10	达标
3	六价铬	0.5	0.004L	达标
4	总镉	0.1	0.05L	达标
5	总铬	1.5	0.03L	达标
6	总铅	1.0	0.06L	达标
7	总镍	1.0	0.03L	达标
8	总锌	2.0	0.06L	达标
9	总铍	0.005	9×10^{-4}	达标
10	总汞	0.05	5.24×10^{-3}	达标
11	总砷	0.5	9.22×10^{-3}	达标
12	总银	0.5	ND	达标

表 4-16 污染物源强

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	0.0396	0.01	0.0003	磷尾矿水平振荡 浸出液试验数据
	氟化物	1.74	1.0	0.05	

（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 4-17 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	1.01×10^{-4} 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 ² /d)	

横向弥散系数	0.07981(m ² /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 年，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表 4-18，预测图见图 4-11。

表 4-18 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

时间（浓度） 距离（m）	100 天（mg/L）	365 天（mg/L）	1185 天（mg/L）
0	0.040	0.040	0.040
5	0.030	0.036	0.038
10	0.021	0.031	0.037
15	0.013	0.027	0.035
20	0.007	0.022	0.033
25	0.003	0.018	0.031
30	0.001	0.014	0.029
35	0.001	0.011	0.027
40	0.000	0.008	0.025
45	0.000	0.006	0.023
50	0.000	0.004	0.020
55	0.000	0.003	0.018
60	0.000	0.002	0.016
65	0.000	0.001	0.014
70	0.000	0.001	0.012
75	0.000	0.000	0.011
80	0.000	0.000	0.009
85	0.000	0.000	0.008
90	0.000	0.000	0.006
95	0.000	0.000	0.005
100	0.000	0.000	0.004
105	0.000	0.000	0.003
110	0.000	0.000	0.003
115	0.000	0.000	0.002
120	0.000	0.000	0.002
125	0.000	0.000	0.001
130	0.000	0.000	0.001
135	0.000	0.000	0.001
140	0.000	0.000	0.001

145	0.000	0.000	0.000
150	0.000	0.000	0.000
155	0.000	0.000	0.000
160	0.000	0.000	0.000
165	0.000	0.000	0.000
170	0.000	0.000	0.000
175	0.000	0.000	0.000
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

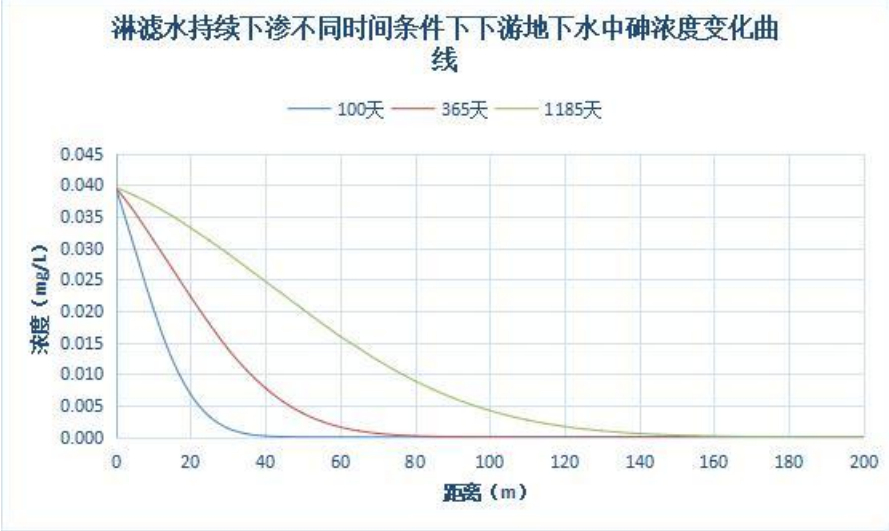


图 4-11 淋滤水持续下渗不同时间条件下下游地下水中砷浓度变化曲线

从表 4-18 及图 4-11 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 16m，影响距离为渗漏点下游 25m；连续渗入 365d 情况下，地下水中砷超标距离为渗漏点下游 36m，影响距离为渗漏点下游 52m；连续渗入 1185d 情况下，地下水中砷超标距离为渗漏点下游 76m，影响距离为渗漏点下游 107m。

项目生态修复对回填区进行了全防渗处理，渗透系数≤1.0×10⁻⁷cm/s，淋滤水收集池建防渗系数达到 1.0×10⁻⁷cm/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砷随着时间推移，经过吸附和地下水中自然稀释，地下水中砷会逐渐降低，对地下水水质影响很小。根据调查，预测砷超标、影响范围内没有泉点和居民取用地下水。

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。

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表 4-19，预测图见图 4-12。

表 4-19 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

时间（浓度） 距离（m）	100 天（mg/L）	365 天（mg/L）	1185 天（mg/L）
0	1.74	1.74	1.74
5	1.32	1.57	1.68
10	0.90	1.38	1.61
15	0.55	1.18	1.54
20	0.30	0.98	1.46
25	0.15	0.79	1.37
30	0.06	0.62	1.28
35	0.02	0.47	1.18
40	0.01	0.34	1.09
45	0.00	0.24	0.99
50	0.00	0.17	0.89
55	0.00	0.11	0.80
60	0.00	0.07	0.71
65	0.00	0.04	0.62
70	0.00	0.03	0.54
75	0.00	0.01	0.46
80	0.00	0.01	0.39
85	0.00	0.00	0.33
90	0.00	0.00	0.28
95	0.00	0.00	0.23
100	0.00	0.00	0.19
105	0.00	0.00	0.15
110	0.00	0.00	0.12
115	0.00	0.00	0.09
120	0.00	0.00	0.07
125	0.00	0.00	0.06
130	0.00	0.00	0.04
135	0.00	0.00	0.03
140	0.00	0.00	0.02
145	0.00	0.00	0.02
150	0.00	0.00	0.01
155	0.00	0.00	0.01
160	0.00	0.00	0.01
165	0.00	0.00	0.00
170	0.00	0.00	0.00
175	0.00	0.00	0.00
180	0.00	0.00	0.00
185	0.00	0.00	0.00
190	0.00	0.00	0.00
195	0.00	0.00	0.00
200	0.00	0.00	0.00

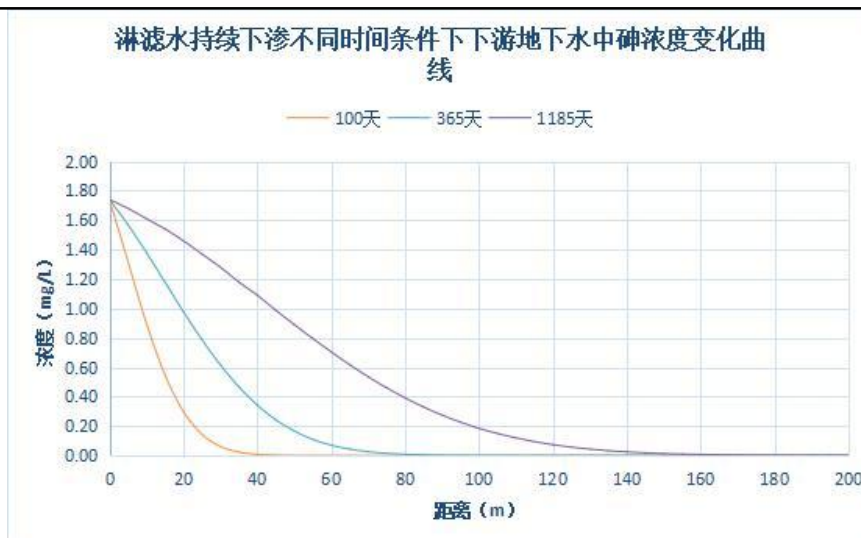


图 4-12 淋滤水持续下渗不同时间条件下下游地下水中氟化物浓度变化曲线

从表 4-19 及图 4-12 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 8m，影响距离为渗漏点下游 31m；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 19m，影响距离为渗漏点下游 63m；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 44m，影响距离为渗漏点下游 127m。

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氟化物随着时间推移，经过吸附和地下水中自然稀释，地下水中氟化物浓度会逐渐降低，对地下水水质影响很小。根据调查，预测氟化物超标、影响范围内没有泉点和居民取用地下水。

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。

4.1.7 环境风险分析和保护措施

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。项目平整产生的土石方全部回填，环境风险事故类型主要为滑坡、坍塌环境风险。为防止边坡失稳、滑坡，施工期已做好以下防护措施：

（1）组织建立健全挡土墙安全生产责任制，制定完备的安全生产规章制度和操作规程，实施安全管理。派专员对场地进行管理，对截排水沟进行定期维护，发现问

	题，及时维修。 (2) 针对边坡失稳、滑坡等安全生产事故和重大险情制定应急救援预案，并进行预案演练。 (3) 建立挡土墙工程档案，特别是隐蔽工程的档案，并长期保管。 (4) 从事挡土墙筑坝、排洪和排渗设施操作的专职工作人员已经取得特种操作资格证书，方可上岗作业。 (5) 已严格按照设计工艺进行土石方的堆填，在堆土的过程中，使用碾压设备将弃土层层压实； (6) 已做好项目安全的设计，确保填土区整体的稳固性能，避免滑塌的排水系统风险因素辨识与分析风险事故发生。 (7) 如遇暴雨引起的山洪暴发或其他原因导致边坡失稳、滑坡事故，应立即组织人员进行排洪除险，用沙袋暂时堵住，有组织进行排洪，及时对废土石进行清运，并及时修复。 (8) 检查详细记录，转交专业技术人员审阅分析后存档。 (9) 开展施工期环境监理，堆填完成后及时进行复垦，加强环境风险排查。 综上所述，建设项目施工期产生的生态环境影响较小，经采取相应防治措施后施工期环境影响是可以接受的，且随着施工期的结束，产生的环境影响随之消失。 至本次环境影响评价现场踏勘阶段，本项目各矿山生态修复工程已基本完成施工，根据施工单位介绍，工程施工期间已落实风险防范措施，对工作人员进行了风险防范培训增强其环境保护和防火意识，施工时已配备必要的消防设施、电气装置、水处理系统等。 施工期间未发生突发环境事件，未出现扰民、民众环保投诉举报事件。
运营期生态环境影响分析	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 18.0946hm²。 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) 水土保持：通过本项目植被恢复措施，能有效控制高陡边坡发生垮塌、滑

	坡的发生，控制区内水土流失。植被恢复造林能减弱降水对地表土壤的冲刷力，减轻地表侵蚀度，植物发达的根系深深扎入土中，减轻降雨对裸露地表的冲刷，降低水土流失程度。 （2）土地利用：项目建设完成后，原有的采矿用地部分将变成林地、农用地，项目区域植被覆盖率增加，项目建设对土地的影响为积极有利的影响。 （3）净化环境空气：首先，绿化植物能吸收空气中的二氧化碳并向环境中释放氧气，维护周边空气中的碳氧平衡，可有效维持周边空气的清新；其次，绿化植物能吸附和滞留大量的粉尘颗粒，降低空气的含尘量；另外，绿化植物还可以吸收空气中的二氧化硫、氯气等有毒气体，降低空气污染程度。 （4）防风固沙效益：绿化植物茂密的枝叶和高大植株可以有效地降低风速，减少扬尘，从而起到防风固沙、防尘的作用。 （5）降低噪声污染：绿化植物浓密的枝叶能不定向地反射和吸收声波，从而减少噪声，降低噪声污染。 （6）景观美学效益：本项目实施后，裸露山体边坡将为植被所覆盖，裸露边坡将变成青山和绿山，同时狗牙根、三叶草、爬山虎等植物合理种植搭配。营造了部分植被景观，实现了良好的美学效益。 （7）生态效益：本项目总修复面积 18.0946hm²，项目完成植被恢复后，可有效恢复和提高区域内植被覆盖率，补偿项目建设带来的不利生态影响。新生态系统的自控能力较强，生态补偿能力较大，带来良好的生态效益。
选址选线环境合理性分析	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。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》及地质勘察报告，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地表扰动扬尘、回填作业扬尘、运输扬尘、装卸扬尘、运输车辆和施工机械尾气。

(1) 地表扰动扬尘、回填作业扬尘、装卸扬尘

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。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；

②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。

(2) 运输扬尘

①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。

(3) 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。

2、地表水环境保护措施

项目施工期废水主要为回填修复区淋滤水、车辆冲洗废水、施工生活污水。

(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，磷尾矿基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，在每年年初做好雨季堆排计划，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，作为非雨天回填区喷淋洒水降尘用水使用，不外排。

(2) 项目施工废水产生量约为 10.8m³/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，设置 1 个三级沉淀池（54m³），能够满足废水的沉淀及暂存要求，车辆冲洗废水经收集处理后回用于返回洗车槽循环使用，不外排。

(3) 项目施工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 0.48m³/d，生活污水所含的污染物主要为 SS、BOD₅、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。

3、声环境保护措施

(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。

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。

4、固废处置措施

项目施工期固体废物主要为土石方、建筑垃圾、废弃包装料、沉淀池及淋滤水收集池沉渣、施工生活垃圾。

(1) 土石方全部用于矿山治理区底部矿坑回填反压，不产生弃方；

(2) 建筑垃圾清运至住建部门指定的集中处置场所进行统一处置；

(3) 废弃包装料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；

	(4) 沉淀池及淋滤水收集池沉渣装袋沥水晾干后用于回填区回填; (5) 施工生活垃圾经垃圾桶集中收集后, 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。 5、地下水环境保护措施 (1) 源头管控 项目施工期使用磷尾矿基生态修复材料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) 对每批次磷尾矿基生态修复材料按照 HJ/T20 采样要求进行采样分析。 3) 磷尾矿基生态修复材料满足《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%; 4) 做好回填材料台账记录, 记录回填量、成分分析结果等。 (2) 防渗措施 ①底部防渗系统工程 在回填修复区底部防渗层依次铺设 0.5m 防渗土层保护层+300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布+1.5mmHDPE 双糙面防渗膜+300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布。 ②较陡岸坡防渗 对岸坡坡度较陡地段, 依次铺设铁丝网+0.3m 厚土壤衬层+300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布+1.5mmHDPE 双糙面防渗膜+300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布防渗层的方式。 ③顶部防渗系统工程 顶部封场防渗: 顶部依次铺设 300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布+1.5mmHDPE 双糙面防渗膜+300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布+0.3m 防渗层土层保护层。 ④渗滤液导排盲沟 导排盲沟主沟: 沟底宽 2m, 沟顶宽 3m, 底部铺设 300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土
--	---

工布+1.5mmHDPE 双糙面防渗膜+300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布，然后填充碎石，沟内布设 3 根 HDPE100 级聚乙烯管材 DN200mmx11.9mm 导排管（上半圆开工），外部包裹 300g/m² m² 聚酯长针刺丝无纺土工布；

导排盲沟支沟：导排盲沟支沟下底宽 1m，上底宽 2m。底部铺设 300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布+1.5mmHDPE 双糙面防渗膜+300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布，然后填充碎石，沟内布设 1 根 HDPE100 级聚乙烯管材 DN200mmx11.9mm 导排管（上半圆开工），外部包裹 300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布，导排盲沟支沟前期也用作场地临时排水沟使用；

（3）防渗漏监控

设置防渗漏监控系统，监控防渗衬层的完整性。

（4）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。

（5）地下水跟踪监测

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，修复区上游设置 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 个地下水跟踪监测井，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 地下水监测井建设要求

类型	要求	监测井设置图样
监测井建设要求	井口保护筒使用不锈钢材质，井盖中心部分采用高密度树脂材料，避免数据无线传输信号被屏蔽；井口锁头使用异型锁，避免偷盗行为；保护筒高50cm，下部埋入水泥平台中10cm起到固定作用。警示柱直径4cm，用碳钢材质，长1m，漆成黄黑相间色，高出水泥平台0.5m，埋在水泥平台下0.5m。水泥平台为厚15cm的正方形水泥台，水泥台四角须磨圆，并各设置一根警示柱。在水泥平台式保护装置周边1m区域内设立地下水环境监测井警示牌。在水泥平台的四个角设立警示柱。	  

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) 对每批次回填磷尾矿基生态修复材料按照 HJ/T20 采样要求进行采样分析。
- 2) 磷尾矿基生态修复材料回填物料满足《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) 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；

4) 防止生活垃圾混入、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。

5) 回填区植被选择须考虑根系简单,不会破坏顶部防渗层的植被(草本植物),不应选择根系发达,容易破坏防渗层的植被。

6) 落实截排水措施,从源头上控制进入生态修复区雨水量,减少淋滤水产生。

(2) 工程控制措施

1) 落实矿坑回填区域防渗措施

①底部防渗系统工程

在回填修复区底部防渗层依次铺设 0.5m 防渗土层保护层+300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布+1.5mmHDPE 双糙面防渗膜+300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布。

②较陡岸坡防渗

对岸坡坡度较陡地段,依次铺设铁丝网+0.3m 厚土壤衬层+300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布+1.5mmHDPE 双糙面防渗膜+300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布防渗层的方式。

③顶部防渗系统工程

顶部封场防渗:顶部依次铺设 300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布+1.5mmHDPE 双糙面防渗膜+300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布+0.3m 防渗层土层保护层。

2) 渗滤液导排盲沟防渗

导排盲沟主沟:沟底宽 2m,沟顶宽 3m,底部铺设 300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布+1.5mmHDPE 双糙面防渗膜+300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布,然后填充碎石,沟内布设 3 根 HDPE100 级聚乙烯管材 DN200mmx11.9mm 导排管(上半圆开工),外部包裹 300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布;

导排盲沟支沟:导排盲沟支沟下底宽 1m,上底宽 2m。底部铺设 300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布+1.5mmHDPE 双糙面防渗膜+300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布,然后填充碎石,沟内布设 1 根 HDPE100 级聚乙烯管材 DN200mmx11.9mm 导排管(上半圆开工),外部包裹 300g/m² 聚酯长针刺丝无纺土工布,导排盲沟支沟前期也用作场地临时排水沟使用;

3) 淋滤水不外排

①回填过程中,磷尾矿基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，在每年年初做好雨季堆排计划，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，作为非雨天回填区喷淋洒水降尘用水使用，不外排。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磷尾矿基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磷尾矿基生态修复材料积水导致失稳事故。

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、磷尾矿基生态修复材料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严格落实磷尾矿基生态修复材料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) 对每批次回填磷尾矿基生态修复材料按照 HJ/T20 采样要求进行采样分析。回填物料满足《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%； (4) 对每批次绿化覆土成分进行监测，确保覆土中污染物成分低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值的要求， (5) 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、可溶性盐，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 施工监理主要工程为回填区的防渗系统、淋滤水收集和导排系统：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。
运营期生态环境保护措施	1、水环境保护措施 (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，作为非雨天回填区喷淋洒水降尘用水使用，不外排。 (2) 加强防渗工程监控管理，发现破损隐患，及时修复。 2、生态保护措施 (1) 养护方案 ①保苗浇水 方案设计种植云南松、藏柏、火棘、球花石楠、戟叶酸模等，植播季节选在雨季

阴天或小雨天。

树苗要发育良好，根系完整，无病虫和机械损伤，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、害等要及时地进行管护。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

项目绿化用水量为 21713.64m³/a、93.59m³/d，植被恢复用水从项目厂址地表径流下游约 910m 猴子小坝运输灌溉，运输距离 0.2-0.4km。属于Ⅲ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 5-2 运营期跟踪监测要求及执行标准

监测内容	监测点位	监测指标	监测频次	执行标准
地表水	项目厂址地表径流下游约 910m 猴子小坝	pH、氟化物、总磷、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、砷、铬、镍	半年/次	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III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	半年/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、可溶性盐	季度/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 5-3 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	回填材料磷尾矿基生态修复材料的环保手续及办理运行情况、竣工环保验收情况。	1.磷尾矿基生态修复材料回填记录台账； 2.对每批次回填磷尾矿基生态修复材料按照 HJ/T20 采样要求进行采样分析。 3.回填的磷尾矿基生态修复材料质量满足《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。	
		1 个洗车槽，1 个 54m ³ 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 ³ 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	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

		进行检测，每月 1 次。 3) 设置 5 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。	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，作为非雨天回填区喷淋洒水降尘用水使用，不外排； 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、淋滤水收集沉淀池	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。 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	乔木林地 0.5729hm ² 、灌木林地 0.8371hm ² 、0.0010hm ² 、其他草地（0404）0.4163hm ² 、采矿用地 16.2559hm ² 、农村道路 0.0114hm ² 。
		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，作为非雨天回填区喷淋洒水降尘用水使用，不外排； 2.淋滤水产生、回用记录台账。
		地下水跟踪监测井	执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）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	提供月报、季报、总结报告。
			进行备案。
其他	无		

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 8120.26 万元，其中环保投资 309.00 万元，占总投资的 3.81%，环保投资明细见下表 5-4。

表 5-4 环保投资明细一览表单位：万元

治理类别		处置措施或处置设施	金额
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磷尾矿基生态修复材料进行检测	24
	生态	植被恢复	4
	环境监理	委托有资质的单位对施工期进行环境监理	10
运营期	环境监测管理	项目区附近地下水跟踪监测点 4 个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	5
	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	验收	竣工环境保护验收	5
合计			309

环
保
投
资

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	①设置三级沉淀池，车辆冲洗废水经三级沉淀池沉后，返回洗车槽循环使用，不外排； 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； ③回填区淋滤水经淋滤水收集池沉淀处理后，作为非雨天回填区喷淋洒水降尘用水使用，不外排。	①设置 1 个 54m³ 的三级沉淀池； ②设置 1 个 10m³ 的临时沉淀池； ③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。	淋滤水跟踪监测，每月 1 次，直至连续 3 年无淋滤水产生。	回填区淋滤水经淋滤水收集池沉淀处理后，作为非雨天回填区喷淋洒水降尘用水使用，不外排。
地下水及土壤环境	1、防渗工程 2、防渗漏监控系统 3、地下水跟踪监测井：拟设置 5 口地下水跟踪监测井。	①防渗膜防渗系数不大于 10—7cm/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施工期防渗工程监理报告。	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》（GB/T14848 - 2017）III 类标准执行。
声环境	（1）合理安排施工时序，避免设备集中同时施工，禁止夜间施工； （2）车辆选择昼间运输物料，经过居民区禁止鸣笛； （3）选用低噪声施工设备，施工设备及时进行维护，出现问题及时检修，避免设备机械带病作业； （4）合理安排施工噪声源布置，尽量将噪声强度大的施工机械布置在远离保护目标的位置，禁止夜间施工。	根据监测，场界昼间噪声达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求，夜间不施工。	/	/
振动	/	/	/	/
大气环境	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	满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）无组织排放限值	/	/

	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； 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。 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； 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。			
固体废物	(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。 (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。 (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。	处置率 100%	/	/
电磁环境	/	/	/	/
环境风险	应制定安全生产各项规章制度并组织实施，编制环境风险应急预案并组织演练。	应急预案编制、备案和演练情况。	/	备案和演练记录。
环境监测	/	/	/	/
其他	/	/	/	/

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。