

建设项目环境影响报告表

(生态影响类)

项目名称：安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑

生态修复试点工程（变更）

建设单位（盖章）：云南祥丰环保科技有限公司

编制日期：2025 年 2 月

中华人民共和国生态环境部制

现场照片

	 2024.12.06
修复区全景图	绿化情况
 2024.12.06	 2024.12.06
项目修复区现状	渗滤液收集竖井
 2024.12.06	 2024.12.06
磷石膏改性生产车间（已停产）	生活污水处理站（依托）
 2024.12.06	 2024.12.06
截洪沟	地下水监测井

 2024.12.06	 2024.12.06
渗滤液收集池	渗滤液防渗漏监控系统
 2024.12.06	 2024.12.06
植被养护用水输水管	坡面截水沟
 2024.12.06	 2024.12.06
现场踏勘照片	现场踏勘照片

目 录

前言	1
一、建设项目基本情况	3
二、建设内容	48
三、生态环境现状、保护目标及评价标准	92
四、生态环境影响分析	120
五、主要生态环境保护措施	164
六、生态环境保护措施监督检查清单	178
七、结论	182
附件	
附件 1 委托书	
附件 2 投资备案证	
附件 3 昆明市自然资源局关于采用改性磷石膏开展龙树磷矿矿坑生态修复试 验项目的会议纪要	
附件 4 安宁市自然资源局关于调整生态修复方案的回复	
附件 5 项目不占用三区三线的情况说明	
附件 6 改性磷石膏浸出毒性监测报告	
附件 7 施工期监测报告	
附件 8 地下水监测报告	
附件 9 引用有机质及颗粒物监测报告	
附件 10 《云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用工程环境影响报告表》 批复	
附件 11 现状监测报告	
附件 12 安宁市应急管理局关于本项目情况的说明	
附件 13 安宁市水务局关于本项目情况的说明	
附件 14 安宁市工业园区管理委员会关于本项目情况的说明	
附件 15 云南省生态环境厅关于《云南安宁产业园区（安宁片区）总体规划 （2021-2035 年）环境影响报告书》审查意见的函，云环函[2022]329 号	
附件 16 项目（变更后）稳定性分析评价报告结论	
附件 17 项目（变更后）失稳模拟分析危险评价报告结论	

附件 18 项目黏土料、生态修复材料及绿化覆土来源情况说明

附件 19 改性磷石膏回填记录台账

附件 20 渗滤液转移记录台账

附件 21 土工布合格证

附件 22 HDPE 土工膜（双糙面）合格证

附件 23 水土保持设施自主验收报备回执

附件 24 安宁市松坪龙树 2 号矿坑生态修复县级验收表

附件 25 磷石膏检测报告（报告编号：A2240497404130）

附件 26 关于查询安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程涉
及生态环境分区管控情况的复函

附件 27 内审意见

附件 28 项目进度管理表

附件 29 项目合同

附件 30 安宁市水务局《关于草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程
项目的回复意见》

附图

附图 1 项目地理位置图

附图 2 安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复设计图

附图 3 生态红线图

附图 4 磷石膏改性生产平面布置图

附图 5 安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复区变更前后对比图

附图 6 安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑原生态问题分布图

附图 7 安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑三调土地利用现状图

附图 8 项目土地利用规划图

附图 9 现状监测点位示意图

附图 10 评价工作范围及环境保护目标分布图

附图 11 跟踪监测计划布点图

附图 12 地下水流场图

附图 13 龙树磷矿生态修复坑内渗滤液收集系统结构示意图

附图 14 水文地质图

附图 15 重力式挡土墙结构图

附图 16 区域水系图

附图 17 厂址声环境功能区划图

附图 18 项目涉及管控单元示意图

前言

云南省安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿位于安宁市草铺街道办事处柳树花园社区龙凤箐村小组。1980年至2008年，草铺乡镇企业办公室、部分企业、个体对磷矿先后开始对草铺磷矿区磷矿进行露天开采，由于历史原因，私挖滥采较严重。2008年昆明市国土资源局向云南省国土资源厅提出“安宁市磷矿资源整合具体实施方案”，该方案于2008年9月1日取得《云南省国土资源厅关于安宁磷矿资源整合具体实施方案的批复》云国土资矿〔2008〕63号，于2009年5月19日，云南省国土资源厅对整合矿业权设置方案进行批复，即《云南省国土资源厅关于安宁磷矿资源整合矿业权设置方案的批复》云国土资矿〔2009〕65号。

安宁草铺龙树矿2号坑为整合前矿产资源开采遗留矿坑，目前已停止采矿。根据《自然资源部办公厅关于开展金沙江经济带废弃露天矿山生态修复工作的通知》（自然资办发〔2019〕33号）、《关于探索利用市场化方式推进矿山生态修复的意见》《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）、自然资源部等八部门联合印发《关于加快推动工业资源综合利用的实施方案》以及2022年7月5日生态环境部办公厅《关于磷石膏无害化后用于矿坑生态修复项目有关事宜的复函》（环办环评函〔2022〕273号）等相关政策的要求，为充分利用安宁当地无害化处理的磷石膏进行矿山生态修复，云南祥丰环保科技有限公司于2021年12月10日申请利用无害化处理后磷石膏作为该矿山生态修复材料的试点工作，对2#矿坑进行生态修复，编制了《安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿2号坑生态修复方案》，该方案已通过安宁市自然资源局组织的专家评审，取得《安宁市自然资源局关于安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿2号坑开展生态修复的批复》，2022年8月1日取得昆明市生态环境局安宁分局关于安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿2号坑生态修复试点工程环境影响报告表的批复》（安生环复〔2022〕47号）。

至2023年4月，矿坑生态修复项目已完成修复区HDPE防渗膜铺设，部分改性磷石膏修复料回填工作。因安宁市工业园区西片区6#道路按原设计会占用矿坑修复区域，道路西侧高程1865m，东侧高程1868m，而矿坑生态修复回填高程1875m，6#道路按照原设计，需破坏已完成HDPE防渗膜等工程措施，后与安宁市工业园区相关部门协商后，工业园区6#道路向南侧移动改道。为全面综

合治理安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号矿坑及其周边环境，排除矿坑不稳定边坡隐患，充分展现试点工程的示范效果，鉴于 2 号矿坑的实际情况，原采坑东北侧 1895m 以下仍存在不稳定边坡的现象，且东北侧、北侧、西北侧等方向石漠化明显。为满足不稳定边坡和石漠化治理的需求，2023 年 7 月，西南有色昆明勘测设计（院）股份有限公司编制完成了《安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程修编方案》，确定生态修复范围为 6.4908 公顷（97.362 亩），恢复为林地 5.0783 公顷、其他草地 1.3315 公顷。

2023 年 8 月 1 日，安宁市自然资源局以“《关于调整云南祥丰化肥股份有限公司安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复方案的申请》的回复”同意在原生态修复方案的基础上，将生态修复范围由 50 亩调整到 97.362 亩，无害化改性磷石膏回填量由 320000m³调整到 718257m³，堆填最终标高为 1895m。

建设单位于 2022 年 10 月 1 日开工建设，2023 年 10 月 11 日按照《安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程修编方案》已完成项目建设。实际修复范围 6.4908 公顷（97.362 亩），包括堆填范围 4.788 公顷（约 72 亩）、外围区域 1.7028 公顷，实际堆填标高为 1895m，实际回填改性磷石膏 715241.00m³。

2023 年 11 月 22 日，建设单位取得安宁市水务局关于《安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程(变更)水土保持设施自主验收报备回执》（编号：安水验收回执〔2023〕70 号）。

2023 年 11 月 29 日，云南祥丰环保科技有限公司云南祥丰化肥股份有限公司安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号矿坑生态修复工程通过县级各部门实地验收。

变更后，生态修复范围由 50 亩调整到 97.362 亩，无害化改性磷石膏回填量由 320000m³调整到 715241m³，堆填最终标高由 1875m 调整到 1895m，根据《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 修正）及审批部门相关要求，本项目环境影响评价文件需重新报批。为此，云南祥丰环保科技有限公司委托本单位编制完成《安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程（变更）环境影响报告表》，供建设单位上报审批。

一、建设项目基本情况

建设项目名称	安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程（变更）		
项目代码	2112-530181-04-01-959725		
建设单位联系人	****	联系方式	****
建设地点	云南 省 昆明 市 安宁 市 草铺 街道办事处 龙凤箐村民小组		
地理坐标	生态修复区：（102 度 21 分 53.680 秒， 24 度 58 分 23.131 秒） 磷石膏改性厂房：（102 度 22 分 26.810 秒， 24 度 58 分 24.260 秒）		
建设项目行业类别	八、非金属矿采选 12 化学矿开采-矿区修复治理工程	用地（用海）面积（m ² ）/长度（km）	64908m 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	项目审批（核准/备案）文号（选填）	/
总投资（万元）	4200.36	环保投资（万元）	241.5
环保投资占比（%）	5.75	施工工期	12 个月
是否开工建设	☐ 否 ☒ 是：安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程于 2022 年 8 月 1 日取得昆明市生态环境局安宁分局批复（安生环复[2022]47 号），于 2022 年 10 月 1 日开工建设，建设过程中，因安宁市工业园区西片区 6#道路移动改道，对本项目产生影响，为全面综合治理安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号矿坑及其周边环境，排除矿坑不稳定边坡隐患，充分展现试点工程的示范效果，对原修复方案进行变更，项目发生变动，重新报批环评。		
专项评价设置情况	专项评价类别	设置原则	本项目情况
	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	本项目为磷矿采坑生态修复项目，不设置地表水专项评价
	地下水	陆地石油和天然气开采：全部；	本项目为磷矿采坑生态修复项目，不设置

		地下水（含矿泉水）开采：全部； 水利、水电、交通等：含穿越可溶岩地层隧道的项目	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	本项目为磷矿采坑生态修复项目，项目不涉及环境敏感区，不设生态专项评价
	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	本项目为磷矿采坑生态修复项目，不设置大气专项评价
	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	本项目为磷矿采坑生态修复项目，不设置噪声专项评价
	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	本项目为磷矿采坑生态修复项目，不设置环境风险专项评价
规划情况	规划名称：《云南安宁产业园区（安宁片区）总体规划（2021-2035年）》； 审批机关：昆明市人民政府； 审批文件名称及文号：《昆明市人民政府关于《云南安宁产业园区(安宁片区)总体规划(2021-2035年)》的批复》(昆政复(2022)66号)。		
规划环境影响评价情况	规划环评文件名称：《云南安宁产业园区（安宁片区）总体规划（2021-2035年）环境影响报告书》 审查机关：云南省生态环境厅 审查文件名称及文号：云南省生态环境厅关于《云南安宁		

	产业园区（安宁片区）总体规划（2021-2035年）环境影响报告书》审查意见的函，云环函[2022]329号。
规划及规划环境影响评价符合性分析	1、与《云南安宁产业园区（安宁片区）总体规划（2021-2035年）》相符性分析 （1）产业园区总体规划情况 ①规划范围：东至草铺街道麒麟路，西至武易高速，南至县街安登路北至甸头山，面积约100平方公里，涉及草铺街道、禄街道、青龙街道和县街街道4个街道行政区划。 ②规划期限：2021-2035年，其中近期至2025年，远期至2035年。 ③发展目标：落实云南省产业发展强省战略，立足安宁发展优势，打造“两地两区”： 国家级石化基地：推进石油化工从炼油向炼化一体化方向发展，培育技术先进、链条完整、竞争力强的石油化工产业，建设以石油化工为主体的化工产业集群、国家级石化基地。 以新材料为重点的高新技术产业区：积极发展以新材料为代表的战略性新兴产业，提升园区新兴产业比重；坚持集群化、数字化、高端化方向，打造高新技术产业和和生产性服务集群发展平台，提升园区企业技术创新和产品研发能力，创建高新技术产业园区。 滇中最具活力的绿色经济发展示范区：坚持“绿水青山就是金山银山”新发展理念，加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系；加快产业绿色发展，推进产业绿色化改造，全面开展绿色生产，全面提升可持续发展能力。以绿色低碳智慧赋能为导向，大力推进能源、产业、运输、消费结构转型升级；积极发展绿色装备制造、环保产业、工业资源综合利用，提升绿色产业比重，建设滇中新区绿色智慧经济发展示范区。 昆明现代工业基地：立足工业基础和优势，加快工业经济提质扩量，重点改造提升钢铁、磷化工等传统产业，培育石油炼化、现代装备制造、新材料等支柱产业，打造产值超千亿元

	重点省级工业园区和国家级新型化工产业示范基地，成为滇中产业引擎、昆明工业脊梁。 ④产业布局规划：形成“一区五园”的产业格局，化工园区、“冶金、装备制造、环保”循环经济产业园、千亿级绿色新能源电池(新材料)产业园、高新技术产业园、320战略新兴产业园。其中化工园区规划总面积约31.46平方公里草铺片区(东片区)产业定位为石油化工、盐化工和精细化工集聚产业区等主导产业为石油炼化及下游、石油精细化工产品开发及生产，规划面积 28.46平方公里，四至范围为东至安宁市县草公路、南至炼化一体化预留用地、西至云南善施化工有限公司围墙、北至320国道；禄片区(西片区)产业定位为化肥集中生产区，主导产业为磷矿石采选→黄磷、磷酸一磷肥、精细磷氟化工产品 (阻燃剂、磷酸氢钙饲料、增塑剂、造纸、磷酸盐食品添加剂、水处理、电子工业)等，规划面积约3平方公里，四至范围为东至云南祥丰金麦化工有限公司东侧边境、南至产业园区安丰营片区一号次干道、西至云南祥丰化工有限公司西侧边境、北至云南祥丰化工有限公司北侧边界。 (2) 规划用地相符性 本项目位于安宁市草铺街道办事处龙凤箐村民小组，属于《云南安宁产业园区(安宁片区)总体规划(2021-2035 年)》规划范围，项目在云南安宁产业园区(安宁片区)总体规划中的位置见图 1-1。 根据安宁市工业园区管理委员会出具的《关于安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿2号坑生态修复试点工程用地规划情况的说明》：龙树磷矿 2号坑属于磷矿开采历史遗留采坑，该工程位于安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿矿区采矿许可证范围内，用地性质属于工矿用地，属于工业用地种类，符合《云南省安宁工业园区规划修编(2012-2020)》土地利用规划。工业园区规划修编后，《云南安宁产业园区(安宁片区)总体规划(2021-2035 年)》将该区域土地利用规划性质为二类工业用地，同意建设
--	---

单位按照《安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复方案》将 2 号坑恢复为林地，安宁工业园区管委会在规划实施过程中，将结合生态恢复情况，合理进行土地开发。

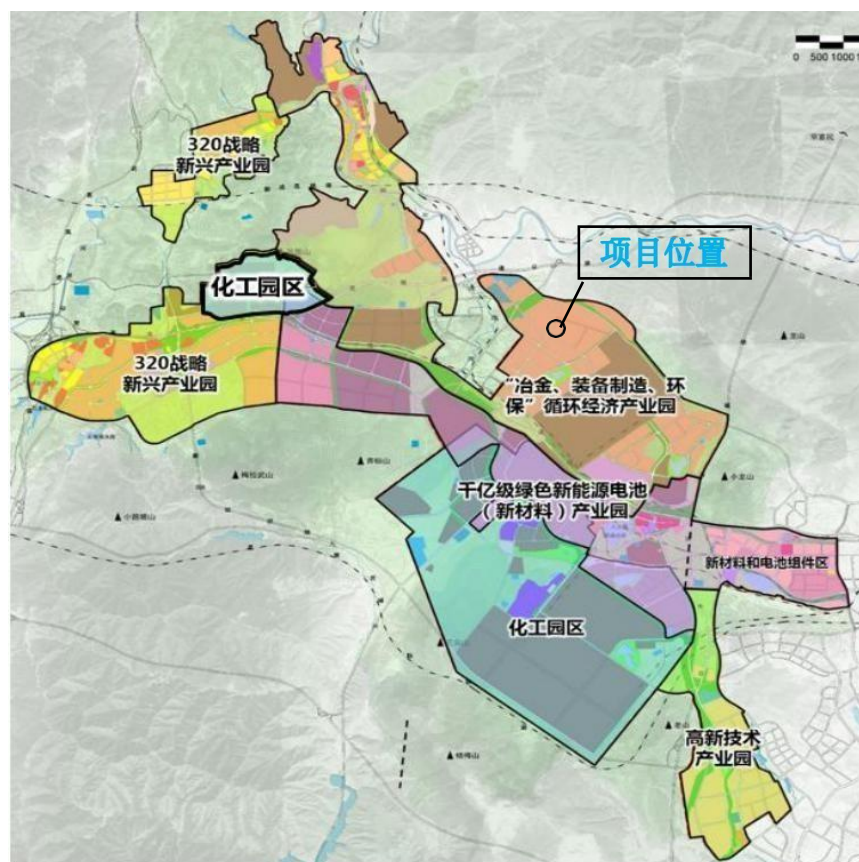


图1-1 项目与云南安宁产业园区（安宁片区）位置示意图

（3）规划产业相符分析

根据《云南安宁产业园区（安宁片区）总体规划（2021-2035年）》，云南安宁产业园区（安宁片区）“冶金、装备制造、环保”循环经济产业园中环保产业选择方向为：磷石膏等工业固体废物无害化处置、综合利用及装备制造等。本项目为磷矿开采历史遗留矿山生态修复项目，生态修复采用改性磷石膏作为矿坑回填材料，符合园区环保产业定位和选择方向。

2、与《云南安宁产业园区（安宁片区）总体规划（2021-2035年）环境影响评价报告书》及其审查意见的相符性分析

项目与《云南安宁产业园区（安宁片区）总体规划（2021-2035年）环境影响评价报告书》及其审查意见相关内

容符合性分析见下表：

表 1-1 项目与《云南安宁产业园区（安宁片区）总体规划（2021-2035 年）环境影响评价报告书》的符合性分析				
规划区环境准入清单		项目情况	符合性分析	
重点管控区域				
清单类型	准入内容			
空间布局约束	①执行云南省“三线一单”生态环境准入清单及昆明市总体准入要求。 ②严禁“十小”企业进入园区：加快产业结构转型升级，逐步淘汰和限制耗水量大、水污染物排放量大的行业和产品。 ③严控涉及大气污染排放的工业项目布局建设：禁止新建涉及有毒有害气体排放的项目：禁止新建、扩建采用非清洁能源的项目和设施，现有产物企业应持续开展节能减排，制定改用清洁能源时间表：严格限制新建可能对主城区大气产生影响的燃用煤、重油等高污染燃料的工业项目。禁止焚烧生活垃圾、建筑垃圾、环卫清扫物等废弃物。④禁止入驻项目占用水塘、河流等地表水体；严格控制和优化园区①号水文地质单元内的开发强度，保障一定的降雨补给面积。 ⑤重点发展冶金及装备制造、石油化工、绿色新能源电池(新材料)“三大战略性主导产业”的下游产业链延伸或深加工，优化提升传统磷盐化工特色产业，培育轻型加工制造业、高新技术产业、循环产业、320 战略新兴产业(战略性新兴产业重点产品和服务指导目录 2021 版) ⑥严格控制发展粗放磷化工产业发展规模，严格控制钢铁和有色冶炼产能，限制发展黑色金属冶炼和压延加工业，坚决抑制钢铁行业产能过剩和重复建设。限制发展以氟化物、NO₂、SO₂ 为	①项目符合云南省“三线一单”生态环境准入清单及昆明市总体准入要求。 ②项目不属于“十小”企业 ③项目大气污染物为颗粒物，不涉及有毒有害气体排放，不涉及使用燃料。施工期生活垃圾集中收集后清运至附近生活垃圾收集点处置，禁止焚烧生活垃圾。 ④项目不涉及占用水塘、河流等地表水体，项目生态修复完成后，项目区为林地及草地，有利于保障降雨补给面积。 ⑤项目为磷石膏矿坑生态修复项目，有利于提高磷尾矿综合利用率。 ⑥项目不属于钢铁和有色冶炼产能，限制发展黑色金属冶炼和压延加工业。不属于以氟化物、NO₂、SO₂ 为特征污染物且排放量大、治理难度较大、对周边居民区或其它敏感目标造成显著影响的产业。 ⑦项目不属于落后的高耗能高污染产业。项目完成生态修复任务的同时提高土地利用率，提高磷尾矿综合利用率，运营期不排放污染物。 ⑧项目周边 2.5km 范围内无居民区和学校、医疗、养老机构等单位，施工期采取相应的污染防治措	符合	

		特征污染物且排放量大、治理难度较大、对周边居民区或其它敏感目标造成显著影响的产业。 ⑦推动低碳产业发展，按照增加碳汇，减少碳源的原则，限制落后的高耗能高污染产业发展，在辅助产业中引入低能耗、低排放的新兴产业，发挥园区产业链共享能源以及污染物治理的独特优势，建设良好的产业链，实现经济与能源一体化的目标。 ⑧严格执行有关行业企业布局选址要求，禁止在居民区和学校、医疗、养老机构等单位周边新建、改建、扩建可能造成土壤污染的建设项目；结合区域功能定位和土壤污染防治需要，科学布局生活垃圾处理、危险废物处置、废旧资源再生利用等设施和场所，⑨限制在居民区、学校附近布局排放异味废气污染物的企业，并充分考虑产业与城市建成区、区内居民点之间的环境保护距离。	施，对土壤造成污染的可能性小。 ⑨项目大气污染物为颗粒物不涉及排放异味废气污染物。	
	污染物排放管控	①禁止不符合行业准入条件或产业政策的高耗水、高排污企业入园。 ②禁止任何生产废水和生活污水直接排入地表水体，废水达到园区污水处理厂进水标准后，经污水管网收集排入园区污水处理厂处理：园区纳污水体在未达到水质目标前，除城镇污水处理厂入河排污口外，严格控制新设改设或者扩大排污口。 ③园区公共污水处理厂和企业自建污水处理站外排废水必须满足《城镇污水处理厂主要水污染物排放限值》(DB5301/T43-2020)B 级及以上标准要求，禁止超标违规排放：磷化工及拟入园的西南铜项目生产废水必须全部回用，禁止外排；涉重金属企业要确保事故废	①项目属于鼓励类建设项目，不属于高耗水、高排污项目。 ②项目不外排废水，施工期废水均回用于洒水降尘，运营期无废水产生。 ③项目不外排废水。 ④项目不属于两高行业。 ⑤项目已开展地下水环境现状调查，本次评价已提出分区防渗措施。 ⑥采取相应的措施后，项目施工期产生的污染物能做到达标排放或不排放，项目按要求开展环境影响评价工作，严格执行“三同时”。 ⑦项目不涉及供热。 ⑧根据本项目工程排污特点，本次评价不设置总量	符合

		水不外排。 ④新入园的“两高”项目必须根据《关于加强重点行业建设项目区域削减措施监督管理的通知》(环办环评(2020)36号)的相关规定,以满足区域、流域控制单元环境质量改善目标管理要求,制定配套区域的污染物削减方案。 ⑤严格按照产业园区地下水环境红线划分及区域布局建议,做好地下水污染防治。入驻项目施工前应开展地下水环境现状调查,调查项目区地下水补给、径流、排泄情况,以及岩溶发育情况;入驻企业须做好厂区的污染防治措施。 ⑥企业废气达标率 100%,污水处理达标率 100%,工业固废处理率 100%,危险废物安全处置率 100%,生活垃圾无害化处理率 100%,工业固废综合利用率 60%,中水回用率不低于 30%,清洁能源使用率不低于 60%,重点企业清洁生产审批实施比例 100%,项目环境影响评价执行率 100%“三同时执行 100%。 ⑦推进各类园区循环化改造、规范发展和提质增效;大力推进企业清洁生产,开展集中整治,限期进行达标改造,减少工业集聚区污染;建设集中供热设施,积极推广集中供热。 ⑧规划区主要废气污染物新增总量控制标:SO₂ 875.3ta、NO_x2808.5ta、颗粒物 721.7ta、挥发性有机物 4483.9ta、汞 0.157ta、铅 8.63 ta、砷 1.742 ta、镉 1.224ta。	控制指标。	
	环境 风险 防控	①入驻企业生产区须“雨污分流”,并完善排污管网,所有废水必须处理后回用或达标排入园区污水管网,严禁废水事故外排;对于初期雨水需设置收集设施;对企业原料堆存场地、车间、	①项目实施雨污分流,设计有渗滤液导排系统和收集系统。 ②修复治理作业时,对回填修复治理作业区域进行场地清理、防渗工程等。	符合

	污水处理设施需进行地面硬化设置雨污分流设施，地坪冲洗水、各车间跑冒滴漏废水应做到封闭回用；对于油料贮存库必须采取防渗措施，处理设施确保稳定运行，加强企业内部环境风险三级防护措施，对涉风险的生产和储存设施设置围堰防护。 ②固废堆存场应按照各固废属性鉴别结果按相关要求进行防渗，同时设置防雨淋、防流失设施，并在四周设置地沟收集跑冒滴漏，防止雨水对固废侵蚀造成地下水污染；危废临时储存设施的选址、防渗设计等应严格遵守《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)的规定，并交由有资质的单位处置。 ③入驻项目在选址布局时要充分考虑大气防护距离、卫生防护距离和安全防护距离的要求。 ④强化企业环境风险防范设施设备建设和运行监管，制定突发环境事件应急预案，建立企业隐患排查整治常态化监管机制；加强企业环境应急预案与国区综合环境应急预案的衔接，加强区域应急物资调配管理，组织园区范围内的环境安全隐患排查、应急培训和演练，构建区域环境风险联控机制。 ⑤涉及易燃易爆、有毒有害物质的企业进行重点环境风险源监管。	回填区的防渗要求为饱和渗透系数不应大于 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$。根据堆填区场地形状布设渗滤液收集系统，保障渗滤液及降雨过程的淋滤水导排至渗滤液收集池。渗滤液收集池防渗要求为等效黏土防渗层 $M \geq 6.0\text{m}$，$K \leq 1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$。采取相应的防渗措施后，可有效降低对地下水的污染风险。 ③项目运营期不排放污染物，施工期主要污染物为颗粒物，不设置大气防护距离、卫生防护距离和安全防护距离。 ④施工期编制生态修复区安全生产各项规章制度并组织实施，编制突发环境事件应急预案并组织演练。 ⑤项目不涉及易燃易爆、有毒有害物质。	
表 1-2 项目与《云南安宁产业园区（安宁片区）总体规划（2021-2035 年）环境影响评价报告书》审查意见的符合性分析			
序号	审查意见内容	项目情况	符合性分析
1	(一)加强规划引导，坚持绿色低碳高质量发展理念，结合生态环境分区管控要求，区域统筹保护好生态空间	项目符合昆明市生态环境分区管控要求。	符合
2	(二)进一步优化园区空间布局，	项目位于安宁市草铺杈甫	符合

		加强空间管控，加大对环境敏感区的保护力度，严禁不符合管控要求的各类开发和建设活动。 《规划》范围内的一般生态空间、基本农田、饮用水源保护等敏感区域，严格进行保护，原则上不进行开发建设。优化调整产业在园区的布局，分重点、分步骤、有时序调整草铺片区部分产业布局，往青龙和禄脰片区转移，以缓解草铺片区资源和环境承载力的压力。高新技术产业园禁止规划二类或三类工业用地。 麒麟片区禁止新增二类工业用地，禁止规划三类用地，禁止引入高排放大气污染项目。按《安宁市环境空间管控总体规划(2016-2030年)》要求，优化石化、化工、冶炼等高污染项目布局。	磷矿 1#矿⁺区，项目回填区采用改性磷石膏生态修复材料进行矿坑生态修复，属于矿区修复治理工程，完成生态修复任务的同时提高土地利用率，提高磷石膏综合利用率。项目不占用生态红线，用地不涉及一般生态空间、基本农田、饮用水源保护区等敏感区域。	
	3	(三)严守环境质量底线，严格环境管控单元管控。根据“三线一单”、国家和云南省有关大气污染防治的相关要求严格执行园区大气污染物总量管控要求，合理确定产业规模、布局、建设时序。入驻企业应采用先进的生产工艺路线、装备、清洁能源与原料，从源头控制污染物的产生，要采用先进高效的污染防治措施重点做好外排废气中颗粒物削减、脱硫脱硝，挥发性有机物、异味等特征污染物的减排工作，大气污染物排放水平应达到国内先进水平。钢铁等行业全面达到超低排放要求，新建有色冶炼行业企业执行颗粒物和重点重金属污染物特别排放限值，石化、化工、冶炼等重点行业建设项目应实行主要污染物区域削减。高度重视安宁片区废水收集、处理、回用、排放的环境管理。全面建设初期雨水收集处理系统，实施“雨污分流”。严格水文地质、工程地质勘察，合理规	根据本项目工程排污特点，本次评价不设置总量控制指标。项目采取洒水降尘等相应措施，严格控制施工期颗粒物的排放，运营期不排放大气污染物。项目不属于钢铁、新建有色冶炼行业，不属于石化、化工、冶炼等重点行业。项目雨污分流，设计有渗滤液导排系统和收集系统。项目建设符合《地下水管理条例》中相关规定。项目选址不涉及永久基本农田集中区域。项目选址符合《一般工业固废贮存和填埋场污染控制标准》(GB18599-2020)中的相关要求。项目不排放温室气体，不涉及碳排放。	符合

		避地下暗河及落水洞发育区，做好地下水污染防治和监控，按相关规范要求采取针对性防渗措施,确保区域地下水安全。化工、石化、冶炼等项目建设应充分考虑对地下水环境的影响，严格执行《地下水管理条例》中相关规定，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。高度重视园区村镇的饮用水安全，将与饮用水源保护区重叠区域调出规划范围，园区的开发建设须符合饮用水源保护管理相关规定，落实饮用水源替代工作，项目布局不得影响居民饮用水安全。在饮用水源替代工作完成前，在其径流上游慎重布局石化、化工冶炼等存在饮用水污染风险隐患的项目。将土壤污染防治工作纳入园区规划及相关环境保护规划，采取有效预防措施，防止、减少土壤污染，在永久基本农田集中区域，不得新建可能造成土壤污染的建设项目。重视污染物通过大气—土壤—地下水等环境介质跨相输送、迁移和累积过程及影响，确保满足土壤环境管控要求。危险废物须按规定严格管控，积极推进工业固体废物综合利用，确实需要暂存或安全填埋处置的，暂存(处置)场的选址、建设必须按照相关要求严格落实污染防治措施。按照国家关于做好碳达峰碳中和工作的政策要求，积极开展园区减污降碳协同管控推广园区能源梯级利用等节能低碳技术。做好产业布局、结构调整、节能审查与能耗双控的衔接，推动园区绿色低碳发展。待碳达峰规划、行业达峰规划发布后，园区碳排放管理相关要求从其规定执行。		
--	--	---	--	--

	4	(四)严格执行环境准入要求，加强入园项目生态环境准入管理。落实蓝天、碧水、净土保卫战有关管控要求，加强“两高”行业生态环境源头防控，引进项目的生产工艺、设备、污染物排放和资源利用等，应达到清洁生产国内先进水平。推进技术研发型、创新型产业发展，提升产业的技术水平和园区的绿色低碳化水平。园区招商引资、入园项目环评审批应严格执行环境管控分区和环境准入要求，要以园区的资源环境承载能力为基础，充分论证、有序发展，严禁引进工艺装备落后，不符合污染物排放总量控制要求的企业。	项目不属于“两高”行业，属于鼓励类建设项目，采取相应的措施后，项目产生的污染物均达标排放。	符合
	5	(五)建立健全区域环境风险防范和生态安全保障体系。加强园区内易导致环境风险的有毒有害和易燃易爆物质的生产、使用、贮运等管理，统筹考虑区内污染防治、生态恢复与建设、环境风险防范、环境管理等事宜。强化园区危险化学品储运和废水的环境风险管理，制定建立厂区、园区、区域三级防控措施，强化环境监测与预警能力建设、环境风险应急与防范措施，建立应急响应联动机制和风险防控体系并编制应急预案，防范环境风险，避免事故废水排入园区外水体，保障区域环境安全。	项目不涉及有毒有害和易燃易爆物质，编制生态修复区安全生产各项规章制度并组织实施，编制突发环境事件应急预案并组织演练。	符合
根据上述分析，项目与《云南安宁产业园区(安宁片区)总体规划(2021-2035年)环境影响评价报告书》及其审查意见中的相关要求相符。				
其他符合性分析	1、产业政策符合性分析 本项目以无害化处理后的磷石膏作为矿坑生态修复回填料，根据生态环境部办公厅《关于磷石膏无害化后用于矿坑生态修复项目有关事宜的复函》(环办环评函(2022)273 号)，无害化处理后的改性磷石膏用于矿坑回填不属于《关于做好“三磷”			

	建设项目环境影响评价与排污许可管理工作的通知》中“不得新建、扩建磷石膏库(暂存场除外)”的情形，鼓励地方因地制宜制定磷石膏无害化处理方案，拓展多领域、多途径、多方式资源化利用。 根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调整指导目录》（2024 年本），项目属于鼓励类“四十二、环境保护与资源节约综合利用”中“2、生态环境修复和资源利用：矿山生态环境恢复工程”。 综上，项目建设符合国家相关产业政策。 2、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 2024 年 11 月 18 日，昆明市生态环境局发布实施了《昆明市生态环境分区管控动态更新方案（2023 年）》。根据《昆明市生态环境分区管控动态更新方案（2023 年）》对项目生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线、环境准入负面清单符合性进行分析。 （1）生态保护红线符合性 本项目位于安宁工业园区草铺街道龙凤箐居民小组，根据云南安宁产业园区国土空间“三条控制线划定图”，项目用地范围不涉及三区三线；根据安宁市自然资源局《关于安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿2号坑生态修复试点工程项目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》，本项目用地范围不涉及安宁市生态保护红线、永久基本农田，全部位于城镇开发边界内。项目建设符合生态保护红线和一般生态空间要求。 （2）环境质量底线符合性 1) 环境空气质量底线 本项目位于安宁工业园区草铺街道龙凤箐居民小组，环境空气质量为二类区，环境空气执行《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《2023 年度昆明市生态环境状况公报》，昆明市主城区环境空气质量：昆明市主城区环境空气优良率达 97.53%，其中优 189 天、良 167 天。与 2022 年相比，优级天数减少 57 天，各项目污染物均达到二级空气质量日均值（臭氧为日最大 8 小时平均）标准。县（市）区环境空气质量：各县（市）区环境空气质量总体保持良好，各项污染物平均浓度均达到二级空气质量标准。与 2022 年相比，各县（市）区环境空气综合污染指数均上升。 综上，项目所在区域大气环境质量达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求，为环境空气达标区。 本项目施工期大气污染物主要为扬尘，采取相应措施后，对大气环境影响较小，运营期不排放生产废气，项目建设不会改变区域环境功能区划的要求，不会突破区域环境空气质量底线。 2) 地表水环境质量底线 项目周边地表水体分布较近的主要河流为九龙河和龙凤箐小河，为螳螂川支流，属于螳螂川流域金沙江水系。龙凤箐为九龙河支流，位于项目修复区边界西侧约 350m，九龙河位于修复区边界西侧约 776m。 根据《昆明市和滇中产业新区水功能区划》（2021-2030 年），九龙河安宁景观用水区，2030 规划水平年水质保护目标为Ⅲ类。根据昆明市生态环境局发布的《2023 年度昆明市生态环境状况公报》，与 2022 年相比，螳螂川干流段的中滩闸门、青龙峡、西山区与富民县交界处小鱼坝桥、富民大桥断面水质类别保持Ⅴ类不变，温泉大桥断面水质类别由劣Ⅴ类上升为Ⅴ类；普渡河段的普渡河桥断面水质类别保持Ⅲ类不变，尼格水文站断面水质类别保持Ⅱ类不变。 项目施工期废水经临时沉淀池沉淀后回用于施工场地洒水降尘；生态修复回填区渗滤液作为磷石膏水洗补充水回用于云
--	---

南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合项目；生活污水依托祥

	丰环保科技有限公司生活污水处理站处理后回用于绿化，废水均不外排，不会改变地表水环境质量功能，不会导致水环境质量下降，符合地表水环境质量底线的要求。 3) 声环境质量底线 项目位于云南安宁产业园区(安宁片区)，为工业集中区，属于 3 类声环境功能区，所在区域执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准。根据安宁市人民政府发布的《2024 年 3 季度安宁市功能区声环境质量状况》，2024 年 3 季度，安宁市功能区噪声监测总点次昼、夜等效声级值达标率为 100% 其中 1 类功能区昼、夜等效声级值达标率为 100%，2 类功能区昼、夜等效声级值达标率为 100%，3 类功能区昼、夜等效声级值达标率为 100%，4 类功能区昼、夜等效声级值达标率为 100%。 项目为磷矿采坑生态修复项目，项目对外环境的声环境质量影响较小，不会导致声环境质量下降，符合声环境质量底线的要求。 ④资源利用上线 a、水资源利用上线 项目为磷矿采坑生态修复项目，生活用水依托云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目供水系统，水资源消耗相对区域水资源利用总量较小，因此，本项目水资源利用与水资源利用上线不冲突。 b、土地资源利用上线 本项目位于安宁市草铺街道办事处龙凤箐村民小组，根据《云南安宁产业园区(安宁片区)总体规划(2021-2035 年)》规划图，该区域规划为二类工业用地，采取生态修复措施后，用地恢复为林地及草地，有利于提高园区土地利用率，项目占地与土地资源利用上线不冲突。 c、能源利用上线
--	--

项目使用能源为电能，电能由当地电网供给。电能消耗相

对区域能源利用总量较小，因此，本项目与能源利用上线不冲突。				
(3) 昆明市环境管控单元生态环境准入清单				
根据昆明市生态环境工程评估中心《关于查询安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿2号坑生态修复试点工程涉及生态环境分区管控情况的复函》，本项目位于安宁工业园区重点管控单元（管控单元编码：ZH53018120003，管控单元位置关系图见附图18），项目与昆明市环境管控单元生态环境准入清单的符合性分析详见下表。				
表 1-3 与昆明市环境管控单元生态环境准入清单的符合性				
管控类型		管控要求	本项目情况	相符性
安宁工业园区重点管控单元	空间布局约束	1. 严禁“十小”企业进入园区；加快产业结构转型升级，逐步淘汰和限制耗水量大、水污染物排放量大的行业和产品。 2. 进一步优化园区产业布局，麒麟片区禁止新增二类工业用地，禁止规划三类用地，禁止引入高排放大气污染项目；县街高新产业园区禁止规划二类或三类工业用地，禁止引入高排放大气污染项目。 3. 园区大气环境受体敏感区重点控制区（地块编号 B-1~B-6）按大气环境受体敏感区管控要求进行规划管控。严控涉及大气污染排放的工业项目布局建设；禁止新建涉及有毒有害气体排放的项目；禁止新建、扩建采用非清洁燃料的项目和设施，现有产污企业应持续开展节能减排，制定改用清洁能源时间表；严格限制新建可能对主城区大气产生影响的燃用煤、重油等高污染燃料的工业项目，禁止焚烧生活垃圾、建筑垃圾、环卫清扫物等废弃物。 4. 园区大气环境高排放区重点控制区（A-1~A-4）按大气环境高排放区重点控制区管控要求进行管控。提升污染监测能力，根据园区污染排放特征实施重点监管与减排；推进园区循环化改造、规范发展和提质增效；大力推进企业清洁生产；开展集中整治，限期进行达标改造，减少工业集聚区污染；完善园区集中供热设施，积极推广集中供热；对于未完成环境质量改善目标要求	1、本项目对龙树采区2号坑进行生态修复，不属于“十小”企业，耗水量较小，废水不外排。 2. 本项目位于安宁市草铺街道办事处龙凤箐村民小组，规划修复方向为林地，不属于高排放大气污染项目。 3. 本项目不在大气环境受体敏感区重点控制区，不涉及； 4. 本项目不在大气环境高排放区重点控制区，不涉及； 5. 不涉及。 6. 本项目符合园区产业定位。 7. 本项目不属于石化、化工、冶金等行业，项目建设对周边饮用水源影响较小。 8. 本项目不占用水塘、河流等地表水体，不在园区1号水文地质单元内，项目施工过程中已按涉及要求要求进行防渗，并设置监测井，定期进行跟踪监测。 9. 不涉及。	符合

		的，限制工业废气排放建设项目的环境准入。园区大气环境一般管控区按大气环境分区管控要求进行管控。 5.进一步优化调整园区产业区域发展布局，推进产业往禄脍街道和青龙街道方向发展。将园区规划外的弘祥化工、嘉华水泥、盛昌煤业、嘉亿建材等重点企业纳入园区管理，并根据相关政策要求，推动搬迁。 6.优化调整产业结构，逐步淘汰不符合园区产业定位的企业；加强培育符合主导产业链的产业，提高产业附加值；推进产业链延链补链强链，塑造绿色发展。 7.在园区建设开发过程中，应配套建设村庄居民饮用水供水管网，逐步进行水源替代，以降低园区开发建设对村庄居民饮用水安全的影响，在地下水饮用水源替代工作完成前，慎重布局石化、化工、冶金等对地下水水源影响较大的项目。 8.禁止入驻项目占用水塘、河流等地表水体；严格控制和优化园区 1 号水文地质单元内的开发强度，保障一定的降雨补给面积。严格按照园区内地下水环境红线划分及区域布局建议，做好地下水污染防治：a、核心保护区（红线区）：面积约 0.43km²，严禁入驻与水源保护无关的项目，并对泉点和水井进行保护，严禁破坏；b、重点保护区（黄线区），面积约 46.30 km²，加强项目入驻的管控，入驻项目施工前应开展相应的地下水环境现状调查，调查项目区地下水补给、径流、排泄情况；入驻企业须做好厂区的污染防治措施及地下水跟踪监测措施；c、重点控制区（蓝线区）：面积约 19.91km²，加强项目入驻的管控，合理避让岩溶水分布区；入驻项目施工前应开展相应的地下水环境现状调查，调查项目区地下水补给、径流、排泄情况及岩溶发育情况；入驻企业须做好厂区的污染防治措施及地下水跟踪监测措施；d、其他区域（绿线区），面积约33.36km²，入驻企业须做好厂区的污染防治措施及地下水跟踪监测。 9.重点发展冶金及装备制造、石油化工、绿色新能源电池（新材料）“三大战略性主导产业”的下游产业链延伸或深加工，优化提升传统磷盐化工特色产业，培育轻型加工制	10.、本项目为磷矿开采历史遗留矿山生态修复项目，生态修复采用改性磷石膏作为矿坑回填材料，为磷石膏无害化处置。 11.本项目不属于高耗能、高污染产业。 12. 本项目选址符合《改性磷石膏综合利用矿山生产环境风险评估规范》（DB5301/T98-2023）及《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）要求。 13. 本项目周边 1km 范围内无环境保护目标。 14. 本项目符合园区产业结构和产业布局。	
--	--	--	---	--

		造业、高新技术产业、循环产业、320 战略性新兴产业（战略性新兴产业重点产品和服务指导目录 2021 版）。 10. 严格控制发展粗放磷化工产业发展规模，严格控制钢铁和有色冶炼产能，限制发展黑色金属冶炼和压延加工业，坚决抑制钢铁行业产能过剩和重复建设。限制发展以氟化物、NO₂、SO₂为特征污染物且排放量大、治理难度较大、对周边居民区或其他敏感目标造成显著影响的产业。 11. 推动低碳产业发展，按照增加碳汇，减少碳源的原则，限制落后的高耗能、高污染产业发展，在辅助产业中引入低能耗、低排放的新兴产业，发挥园区产业链共享能源以及污染治理的独特优势，建设良好的产业链，实现经济与能源一体化的目标。 12. 严格执行有关行业企业布局选址要求，禁止在居民区和学校、医疗、养老机构等单位周边新建、改建、扩建可能造成土壤污染的建设项目；结合区域功能定位和土壤污染防治需要，科学布局生活垃圾处理、危险废物处置、废旧资源再生利用等设施 and 场所。 13. 限制在居民区、学校附近布局排放异味废气污染物的企业，并充分考虑产业与城市建成区、区内居民点之间的环境防护距离。 14. 禁止不符合产业结构和产业布局的项目入驻，但有利于增强或补齐主导产业链的项目除外。对于不符合产业布局的现有企业，不得新增产能，严禁除节能降耗、减污降碳之外任何形式的技改、扩建，切实淘汰区域内不符合产业政策和落后产能的企业。		
	污染物排放管控	1. 禁止不符合行业准入条件或产业政策的高耗水、高排污企业入园。 2. 禁止任何生产废水和生活污水直接排入地表水体，废水达到园区污水处理厂进水标准后，经污水管网收集排入园区污水处理厂处理；园区纳污水体在未达到水质目标前，除城镇污水处理厂入河排污口外，严格控制新建、设、改设或者扩大排污口。 3. 园区公共污水处理厂和企业自建污水处理站外排废水必须满足《城镇污水处理厂主要水污染物排放限值》（DB5301/T 43—2020）B 级及以上标准要求，禁止超标违规排放；磷化工及拟入园的西南铜项目生产废	1、项目不属于高耗水、高排污企业，符合行业准入条件和产业政策。 2、本项目废水不外排，渗滤液回用于云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合项目，生活污水依托祥丰环保科技有限公司生活污水处理站达标处理后回用于厂区绿化。 3、不涉及。 4、不涉及。 5、不涉及。 6、项目施工前已开展地下水环境现状调查，项目施工过程中已按涉及要求进行防渗，并设置监测	符合

		水必须全部回用，禁止外排；涉重金属企业要确保事故废水不外排。 4.新入园的“两高”项目必须根据《关于加强重点行业建设项目区域削减措施监督管理的通知》（环办环评〔2020〕36号）的相关规定，以满足区域、流域控制单元环境质量改善目标管理要求，制定配套区域的污染物削减方案。 5.加强发展循环经济、清洁生产，减少污染物的排放；加强园区河道水污染综合整治与生态修复工程，全面提升纳污水体的水环境质量；强化区域范围内“三磷”企业排查整治，持续推进河道周边磷矿、渣堆场的整改。6.严格按照产业园区地下水环境红线划分及区域布局建议，做好地下水污染防治。入驻项目施工前应开展地下水环境现状调查，调查项目区地下水补给、径流、排泄情况，以及岩溶发育情况；入驻企业须做好厂区的污染防治措施。 7.推进钢铁行业低碳转型。减少原燃料消耗，通过在原料制备、焦化、烧结、球团、炼铁等原燃料消耗的环节采取优化原燃料配比、稳定原料质量、强化精细化管理等全过程控制减少碳排放；持续开展钢铁行业超低排放改造，对钢铁烧结烟气、焦炉烟气和高炉煤气实施污染物和碳协同减排。 8.推进石化与化工行业低碳转型。全面淘汰落后工艺技术装备和产能，推动原料结构轻质化发展，并逐步发展以碳捕集、利用与封存（CCUS）、电解制氢、CO₂利用和生物质转化技术为代表的颠覆性技术；加快在石油与化工行业开展二氧化碳回收、捕集和利用技术。 9.磷化工产业规模的增加，应符合“不增加污染物的前提下可以通过升级改造或区域污染物削减替代，进行污染物排放的等量替代”的相关要求。 10.分类管理，完善园区重金属污染物排放管理制度。建立并完善重金属全口径清单动态调整机制，建立并及时更新园区重金属清单，将重金属重点行业纳入重点排污单位名录；加强重金属污染物减排分类管理；推行企业重金属污染物排放总量控制制度。 11.严格准入，优化涉重金属产业结构和布	井，定期进行跟踪监测。 7、不涉及。 8、本项目为生态修复项目，有利于减少碳排放。 9、不涉及。 10、本项目不涉及重金属污染物排放。 11、本项目符合《产业结构调整指导目录》《限期淘汰产生严重污染环境的工业固体废物的落后生产工艺设备名录》要求。 12、不涉及。 13、不涉及。 14、企业污染物可100%达标排放，固废处置率100%，项目环境影响评价执行率100%， “三同时”执行率100%。 15、本项目采用无害化处理后的磷石膏进行矿坑修复，对磷石膏进行综合利用，有利于园区循环发展。 16、根据本项目工程排污特点，本次评价不设置总量控制指标。	
--	--	---	--	--

		局；园区新、改、扩建重点行业建设项目重金属污染物排放要遵循“等量替换”的原则，总量来源原则上应是同一重点行业内企业削减的重点重金属污染物排放量，当同一重点行业内企业削减量无法满足时可从其他重点行业调剂；根据《产业结构调整指导目录》《限期淘汰产生严重污染环境的工业固体废物的落后生产工艺设备名录》等要求，推动依法淘汰涉重金属落后产能和化解过剩产能。 12.深化园区重点行业重金属污染治理，加大有色金属冶炼行业企业生产工艺设备清洁生产改造力度，积极推动铜冶炼转炉吹炼工艺提升改造；推动重金属污染深度治理，铜冶炼行业企业要执行颗粒物和重点重金属污染物特别排放限值；加强涉重金属固体废物环境管理，加强重点行业企业废渣场环境管理，完善防渗漏、防流失、防扬散等措施。 13.园区土壤污染重点治理区须按土地资源重点管控区管控要求严格管理；土壤环境重点监管企业要严格按照《云南省生态环境厅关于印发云南省土壤环境重点监管企业名单（第三批）的通知》（云环通〔2020〕3号）的要求做好：一、签订土壤污染防治责任书并报省生态环境厅备案，落实企业主体责任；二、加强对土壤环境重点监管企业日常监管。 14.企业废气达标率 100%，污水处理达标率 100%，工业固废处理率 100%，危险废物安全处置率 100%，生活垃圾无害化处理率 100%，工业固废综合利用率 60%，中水回用率不低于 30%，清洁能源使用率不低于 60%，重点企业清洁生产审核实施比例 100%，项目环境影响评价执行率 100%，“三同时”执行率 100%。 15.推进各类园区循环化改造、规范发展和提质增效；大力推进企业清洁生产；开展集中整治，限期进行达标改造，减少工业集聚区污染；建设集中供热设施，积极推广集中供热。 16.规划区主要废气污染物新增总量控制指标：SO₂ 875.3 t/a、NO_x 2808.5 t/a、颗粒物 721.7 t/a、挥发性有机物 4483.9 t/a、汞 0.157	
--	--	---	--

		t/a、铅 8.63 t/a、砷 1.742 t/a、镉 1.224 t/a。		
	环境 风险 防控	1.制定园区地下水环境风险应急预案体系；建立地下水应急物资储备库、应急支援和保障系统；制定园区水源保护区地下生活供水应急替代方案；建立园区地下水环境跟踪监测体系。 2.编制地下水污染防治规划，强化入园企业地下水污染防治措施：做好厂区的分区防渗措施、维护及管理、建立地下水跟踪监测体系、建立企业风险事故应急预案和应急监测体系；对石油化工项目区、工业危险废物堆存地、垃圾填埋场地及其周边地区实施严格监控。 3.落实卫生安全防护距离内村庄的搬迁安置；落实石油炼化组团、钢铁组团和其他产业组团周边卫生安全防护距离及防护绿化带的建设；落实其他重点风险企业和化工园区的卫生防护距离。 4.强化涉重金属污染应急管理。重点行业企业应依法依规完善环境风险防范和环境安全隐患排查治理措施，制定环境应急预案，储备相关应急物资，定期开展应急演练。5.建立园区危险废物重点监管单位清单，推进危险废物规范化环境管理，强化危险废物全过程环境监管。 6.加强园区危险废物专业机构及人才队伍建设，提升信息化监管能力和水平，统筹园区危险废物处置能力建设；鼓励企业采取清洁生产，从源头减少危险废物的产生量和危害性，优先实行企业内部资源化利用危险废物。 7.疑似污染地块土地使用权人应当完成土壤环境初步调查，编制调查报告，及时上传污染地块信息系统。对云南天安化工有限公司、中石油云南石化有限公司、安宁市银州化工有限公司、昆明云能化工有限公司、永昌（敬业）钢铁有限公司、云南祥丰金麦化工有限公司、武钢集团昆明钢铁股份有限公司新区分公司、云南弘祥化工有限公司等列入名录的污染地块，应当按照国家有关环境标准和技术规范，确定该污染地块的风险等级。对建设用土壤污染风险管控和修复名录中的地块，土壤污染责任人应当按照国家有关规定及土壤污染风险评估报告的要求，	1.不涉及。 2.本项目已按设计要求进行分区防渗，建立地下水跟踪监测体系及企业风险事故应急预案体系。 3.不涉及。 4.不涉及。 5.不涉及。 6.不涉及。 7.本项目地块不属于污染地块。 8.本项目已进行“雨污分流”，设置截洪沟及渗滤液导流管，渗滤液回用于云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合项目，生活污水依托祥丰环保科技有限公司生活污水处理站达标处理后回用于厂区绿化，废水不外排。 9.改性磷石膏回填材料属性为第Ⅰ类一般工业固体废物，本项目按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）Ⅱ类场技术要求对生态修复回填区域矿坑底部和边坡进行防渗。并设置截洪沟及渗滤液导流沟，防止雨水对固废侵蚀造成地下水污染。 10.不涉及。 11.本项目应制定突发环境事件应急预案，建立企业隐患排查整治常态化监管机制；加强企业环境应急预案与园区综合环境应急预案的衔接。 11.不涉及。	符合

		采取相应的风险管控措施，并定期向地方人民政府生态环境主管部门报告。列入建设用地土壤污染风险管控和修复名录的地块不得作为住宅、公共管理与公共服务用地。未达到土壤污染风险评估报告确定的风险管控、修复目标的建设用地地块，禁止开工建设任何与风险管控、修复无关的项目。 8. 入驻企业生产区须“雨污分流”，并完善排污管网，所有废水必须处理后回用或达标排入园区污水管网，严禁废水事故外排；对于初期雨水需设置收集设施；对企业原料堆存场地、车间、污水处理设施需进行地面硬化，设置雨污分流设施，地坪冲洗水、各车间跑冒滴漏废水应做到封闭回用；对于油料贮存库必须采取防渗措施；处理设施确保稳定运行；加强企业内部环境风险三级防护措施，对涉风险的生产和储存设施设置围堰防护。 9. 固废堆存场应按照各固废属性鉴别结果按相关要求防渗，同时设置防雨淋、防流失设施，并在四周设置地沟收集跑冒滴漏，防止雨水对固废侵蚀造成地下水污染；危废临时储存设施的选址、防渗设计等应严格遵守《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597—2023）的规定，并交由有资质的单位处置。 10. 入驻项目在选址布局时要充分考虑大气防护距离、卫生防护距离和安全防护距离的要求。 11. 强化企业环境风险防范设施设备建设和运行监管，制定突发环境事件应急预案，建立企业隐患排查整治常态化监管机制；加强企业环境应急预案与园区综合环境应急预案的衔接，加强区域应急物资调配管理，组织园区范围内的环境安全隐患排查、应急培训和演练，构建区域环境风险联控机制。 12. 涉及易燃易爆、有毒有害物质的企业，进行重点环境风险源监管。	
--	--	---	--

		资源 开发 效率 要求	1.根据园区产业发展定位和发展目标，按时序，有步骤落实好园区给排水设施、再生水设施、煤气工程、电力工程、环卫工程、综合管廊等基础设施建设。 2.推进园区绿色能源和绿色制造深度融合，加快钢铁、有色、化工等产业高端化、智能	1.不涉及。 2.不涉及。 3.不涉及。 4.不涉及。 5.不涉及。 6.本项目对矿山采空区形成的采坑进行恢复，不涉及矿产资源的开采。本项目在矿山生态修复过程	符合	
--	--	----------------------	---	---	----	--

		化、绿色化改造，着力打造云南省绿色能源与绿色制造融合发展示范区。 3.以实现“碳达峰、碳中和”为目标，将发展分布式光伏发电作为构建园区新型电力系统的重要措施，以厂房屋顶分布式光伏发电项目建设为重点，扎实推动光伏与矿山治理、生态修复、绿色企业建设等融合发展。到 2025 年安装光伏的屋顶面积比例不低于可利用面积的 50%，争取达到 400 兆瓦；到 2035 年安装光伏的屋顶面积比例不低于可利用面积的 70%，争取达到 800 兆瓦。 4.大力发展减碳、捕碳、替碳相关产业，鼓励发展余热余压回收综合利用、节能降耗改造、二氧化碳捕集等负碳技术产业，大力发展风能、光伏、氢能、电储能等替碳相关产业，全面落实“碳达峰、碳中和”的中长期战略目标。 5.大力推广风电、太阳能发电等可再生能源、天然气等能源替换煤炭柴油等化石能源，降低消耗能源产生的碳排放；利用天然气入区、“气化云南、燃气下乡”工程的契机，大力推广天然气使用，同时发展整体煤气化联合循环（IGCC）技术等措施，减少碳排放量。 6.充分利用园区石化、钢铁、磷化工等生产资源，积极发展环保产业，加快产业资源综合利用技术创新和成果转化，推动大宗固体废弃物由“低效、低价值、分散利用”向“高效、高值、规模利用”转变，积极建设产业资源综合利用基地，促进园区内相关企业间链接共生、协同利用，提高资源利用效率，带动资源综合利用水平全面提升，助力园区绿色发展。 7.大力培育园区森林，打造绿色建筑，发展低碳交通，增加碳汇能力。强化公益林管理；统筹林地资源的保护与利用；加强园区与山结合区域的森林山体植被修复；针对园区现有建筑进行绿色低碳化提升，使用绿色建材，设备使用节能系统；鼓励发展低碳交通，加大公交投入。 8.逐步建设完善中水回用、处理装置，提高中水回用率，确保中水回用率近期达 30%，远期达 35%；综合工业用水重复利用率近期达 95%，远期达 98%。	中，使用改性磷石膏作为采坑回填料，根据改性后磷石膏属性鉴别报告和污染物含量分析报告本项目使用的改性磷石膏属于第 I 类一般工业固体废物，污染物含量满足《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。项目建设对提高磷石膏的资源化利用具有一定的作用。 7.本项目采用改性磷石膏进行矿坑生态修复，提高磷石膏利用率，修复目标为林地。有利于绿色低碳化发展。 8.本项目实施清污分流，施工期废水经临时沉淀池沉淀后回用于施工场地洒水降尘；生态修复回填区渗滤液作为磷石膏水洗补充水回用于云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合项目；生活污水依托祥丰环保科技有限公司生活污水处理站处理后回用于绿化，废水均循环利用，不外排。 9.本项目耗水量较小。 10.不涉及。 11.不涉及。 12.企业符合《云南省昆明市“三线一单”编制文本》对资源、能源分区管控的相关要求。	
--	--	--	--	--

		9.严格管控用水总量，加强治污，加大节水和非常规水源利用力度；严格规范取水许可审批管理，暂停或限制审批建设项目新增取水许可，制定并严格实施用水总量削减方案，对主要用水行业领域实施更严格的节水标准，退减不合理行业用水规模，降低高耗水工业比重。 10.鼓励工业企业集聚发展，提高土地节约集约利用水平，减少土壤污染。对再开发利用土地实行调查评估，结合土壤环境质量状况，严格污染地块再开发利用项目的审批。 11.推动冶炼废渣、废气、废液和余热资源化利用，推进从冶炼废渣中提取有价值组分，加强余热利用和冶炼废水循环利用。 12.规划区内企业严格执行《云南省昆明市“三线一单”编制文本》对资源、能源分区管控的相关要求。													
通过上表对比分析，本项目建设符合昆明市环境管控单元生态环境准入清单的相关要求。 3、与《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022年）》 本项目为矿山生态修复项目，对照《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022年）》，见表 1-4，项目不属于《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022年）》中禁止建设的项目。 表 1-4 与《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022）》符合性分析 <table><tr><th>序号</th><th>负面清单要求</th><th>项目情况</th><th>符合性</th></tr><tr><td>1</td><td>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。</td><td>项目为矿山生态修复项目，不属于码头和过长江通道项目</td><td>符合</td></tr><tr><td>2</td><td>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。</td><td>本项目用地范围不涉及自然保护区、风景名胜区</td><td>符合</td></tr></table>				序号	负面清单要求	项目情况	符合性	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。	项目为矿山生态修复项目，不属于码头和过长江通道项目	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。	本项目用地范围不涉及自然保护区、风景名胜区	符合
序号	负面清单要求	项目情况	符合性												
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。	项目为矿山生态修复项目，不属于码头和过长江通道项目	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。	本项目用地范围不涉及自然保护区、风景名胜区	符合												

	3	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。	本项目不在饮用水水源一级保护区岸线和河道范围内。矿坑修复区边界距离青龙哨饮用水源二级保护区的直线距离约 1.1km	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，不在水产种质资源保护区的岸线和河段范围内；不在国家湿地公园的岸线和河段范围内	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。	本项目为矿山生态修复项目，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。	本项目为矿山生态修复项目，不设置排污口	符合
	7	禁止在"一江一口两湖七河"和 332 个水生生物保护区开展生产性捕捞。	本项目为矿山生态修复项目，不涉及捕捞	符合
	8	禁止在长江干支流、重要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、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。	项目不在长江干支流、重要湖泊岸线一公里范围内，项目属于矿山生态修复项目，项目以改性磷石膏作为矿坑生态修复回填料，不属于磷石膏库建设。项目不在长江干流岸线三公里范	符合

			围内和重要支流岸线一公里范围内	
9	禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸等高污染项目。	本项目为矿山生态修复项目	符合	
10	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。	本项目为矿山生态修复项目	符合	
11	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。禁止新建、扩建不符合要求的高耗能高排放项目。	本项目为矿山生态修复项目，符合国家产业政策	符合	
12	法律法规及相关政策文件有更加严格规定的从其规定。	/	符合	
4、与《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则》 符合性分析 项目属于矿山生态修复项目，是生态环境保护项目，生态修复区不涉及环境敏感区，该矿区生态修复后对于金沙江一级支流螳螂川水质改善有积极作用，对照《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则》，见表 1-5，项目不属于《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则》禁止建设项目。 表 1-5 与《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则》符合性分析				
负面清单要求		项目情况	符合性	
一、各类功能区	（一）禁止一切不符合主体功能定位的投资建设项目，严禁任意改变用途，因国家重大战略资源勘查需要，在不影响主体功能定位的前提下，经依法批准后予以安排勘查项目。	本项目为矿山采空区生态修复项目，原矿山已履行环保	符合	

			手续，符合主体功能定位	
		（二）禁止在《长江岸线保护和开发利用总体规划》划定的岸线保护区内投资建设除保障防洪安全、河势稳定、供水安全以及保护生态环境、已建重要枢纽工程以外的项目，禁止在岸线保留区内投资建设除保障防洪安全、河势稳定、供水安全、航道稳定以及保护生态环境以外的项目。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。	不涉及	
		（三）禁止在生态保护红线范围内投资建设除国家重大战略资源勘查项目、生态保护修复和环境治理项目、重大基础设施项目、军事国防项目以及农牧民基本生产生活等必要的民生项目以外的项目。生态保护红线原则上按禁止开发区域的要求进行管理。	本项目在原矿区范围内，对采空区进行生态修复，不在生态保护红线范围	
		（四）禁止在永久基本农田范围内投资建设除国家重大战略资源勘查项目、生态保护修复和环境治理项目、重大基础设施项目、军事国防项目以及农牧民基本生产生活等必要的民生项目以外的项目，重大建设项目选址确实难以避让永久基本农田的，需依法依规办理农用地转用和土地征收，并按照“数量不减、质量不降、布局稳定”的要求进行补划和法定程序修改相应的土地利用总体规划。	本项目在原矿区范围内，对采空区进行生态修复，不在基本农田范围内	
		（五）禁止擅自占用和调整已经划定的永久基本农田特别是城市周边永久基本农田，不得多预留永久基本农田为建设占用留有空间，严禁通过擅自调整县乡土地利用总体规划规避占用永久基本农田的审批，严禁未经审批违法违规占用。禁止在永久基本农田范围内建窑、建房、建坟、挖沙、采石、采矿、取土、堆放固体废弃物或者进行其他破坏永久基本农田的活动；禁止任何单位和个人破坏永久基本农田耕作层；禁止任何单位和个人闲置、荒芜永久基本农田。禁止以设施农用地为名违规占用永久基本农田	本项目不涉及	

		建设休闲旅游、仓储厂房等设施，坚决防止永久基本农田“非农化”。	
		(六) 禁止在金沙江、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。	本项目不涉及
	二、 各类 保护区	(七) 禁止在自然保护区核心区、缓冲区建设任何生产设施。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和污染物排放超过国家和地方规定的污染物排放标准的其他项目。禁止在自然保护区内进行砍伐、放牧、狩猎、捕捞、采药、开垦、烧荒、开矿、采石、挖沙等活动，法律、行政法规另有规定的除外。	本项目不涉及
		(八) 禁止风景名胜区规划未经批准前或者违反经批准的风景名胜区规划进行各类建设活动。禁止在风景名胜区内设立各类开发区和在核心景区内投资建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的其他建筑物。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；禁止修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施。	本项目不涉及
		(九) 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项目，以及网箱养殖、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。	本项目不涉及，矿坑修复区边界距离青龙哨饮用水源二级保护区的直线距离约1.1km

	(十) 禁止在水产种质资源保护区的岸线和河段范围内新建排污口，以及围湖造田、围湖造地或围垦河道等工程。禁止在国家湿地公园范围内从事房地产、度假村、高尔夫球场、风力发电、光伏发电等任何不符合主体功能定位的建设项目和开发活动；禁止开（围）垦、填埋或者排干湿地；禁止截断湿地水源、挖沙、采矿、引入外来物种；禁止擅自放牧、捕捞、取土、取水、排污、放生；禁止其他破坏湿地及其生态功能的活动。	本项目不涉及	
5、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，主要对“云南祥丰化肥股份有限公司安宁市草铺磷矿区松坪、龙树采区年开采 60 万吨磷矿项目”中龙树采区 2 号坑进行生态修复。“云南祥丰化肥股份有限公司安宁市草铺磷矿区松坪、龙树采区年开采 60 万吨磷矿项目”为矿权整合项目，整合前草铺乡镇企业办公室自 1980 年起先后开始对草铺磷矿区磷矿进行开采，1990 年至 2008 年，部分企业、个体对磷矿进行过露天开采，由于历史原因，私挖滥采较严重。为了合理的开发和利用该区矿产资源，由云南祥丰化肥股份有限公司对矿权进行整合，本次 2 号矿坑位于整合麦地山磷矿区，属于整合前历史遗留采空区。本项目建设对加快区域历史遗留矿山生态环境修复工作均有积极的作用，符合《中华人民共和国长江保护法》的要求。 6、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要求：拓宽磷石膏利用途径，继续推广磷石膏在生产水泥和新型建筑材料等领域的利用，在确保环境安全的前提下，探索磷石膏在土壤改良、井下充填、路基材料等领域的应用。支持利用脱硫石膏、柠檬酸石膏制备绿色建材、石膏晶须等新产品新材料，扩大工业副产石膏高值化利用规模。积极探索钛石膏、氟石膏等复杂难用工业副产石膏的资源化利用途径。 本项目为矿山生态修复项目，以改性后的磷石膏作为矿坑回填材料改性磷石膏以云南祥丰磷石膏综合利用项目水洗脱氟脱磷后的磷石膏为基材，经添加改性用干粉进行pH值调节和固磷固氟后，在属性满足第Ⅰ类一般工业固体废物鉴别标准，污染物含量低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）二类用地筛选值的情况下，用于矿山采坑回填。为确保环境安全，回填区域按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）Ⅱ类场的要求进行防渗，项目建设符合《关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见》的要求。 7、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，回填的改性磷石膏为Ⅰ类一般工业固体废物，为了确保生态环境安全，回填区按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）Ⅱ类场的要求进行防渗，参考《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中对第Ⅰ类一般工业固体废物回填的规定，对本项目建设与《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）符合性分析如下：
--	---

表 1-6 项目与《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》

(GB18599-2020) 的符合性			
序号	《一般工业固体废物贮存和 填埋污染控制标准》 (GB18599-2020) 的要求	本项目情况	是否 符合 要求
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。	本项目采用改性磷石膏作为对矿坑进行回填作业，根据属性鉴别结果，改性磷石膏为第 I 类一般工业固体废物。	符合
8.2	第 II 类一般工业固体废物以及不符合 8.1 条充填或回填途径的第 I 类一般工业固体废物，其充填或回填活动前应开展环境本底调查，并按照 HJ25.3 等相关标准进行环境风险评估，重点评估对地下水、地表水及周边土壤的环境污染风险，确保环境风险可以接受。充填或回填活动结束后，应根据风险评估结果对可能受到影响的土壤、地表水及地下水开展长期监测，监测频次至少每年 1 次。	本项目采用改性磷石膏对矿坑进行回填作业，根据属性鉴别结果，改性磷石膏为第 I 类一般工业固体废物。此次评价以收集现有资料和补充监测的方式，对地下水、土壤环境质量现状进行了调查；回填区按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020) II 类场的要求进行防渗，对土壤环境、地下水环境的污染风险可以接受。项目参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020) 及《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》(DB53/T1269-2024) 的要求，设置三个地下水跟踪监测井，对地下水环境开展跟踪监测，回填期间监测频次为每季度 1 次，覆土绿化后，每年丰、枯水期监测 1 次，直到地	符合

			下水水质连续 3 年不超出地下水本底水平。	
	8.3	不应在充填物料中掺加除充填作业所需要的添加剂之外的其他固体废物。	项目回填物为改性磷石膏，改性磷石膏使用的添加剂为改性用干粉，不掺杂其他固体废物。	符合
	8.4	一般工业固体废物回填作业结束后应立即实施土地复垦（回填地下的除外），土地复垦应符合本标准 9.9 条的规定。	项目已制定生态修复方案，在回填结束后立即进行覆土绿化，种植植物，并按照 9.9 条进行覆土、土地复垦。	符合
	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。	本项目使用改性磷石膏作为矿坑回填材料，不使用食品制造业、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。	符合
	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。	本项目为生态修复项目，不属于尾矿库项目，采用改性磷石膏作为生态修复矿坑回填材料，也不属于固体废物贮存场和填埋场。矿坑回填至设计终了标高后，随即进行覆土绿化。	符合
	9.2	贮存场、填埋场封场时应控制封场坡度，防止雨水侵蚀。	本项目生态修复项目，不属于尾矿库项目，采用改性磷石膏作为生态修复矿坑回填材料，项目也不属于固体废物贮存场和填埋场。项目已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	符合
	9.3	I类场封场一般应覆盖土层，其厚度视固体废物的颗粒度大小和拟种植物种类确定。	本项目按II类场对修复矿坑回填区进行覆土绿化设计，矿坑回填至设计终了标高后，先敷设防渗膜进行阻隔，再敷设雨水导排系统，覆盖土层并进行绿化，覆土层厚度 1.0m	符合
	9.4	II类场的封场结构应包括阻隔层、雨水导排层、覆盖土层。覆盖土层的厚度视拟种植物种类及其对阻隔层可能产生的损坏确定。		
	9.5	封场后，仍需对覆盖层进行维护管理，防止覆盖层不均匀沉降、开裂。	本项目为矿山生态修复，后期对修复区进行覆土绿化后，进行防渗膜、覆土层和绿化植被的维护管理工作	符合
	9.6	封场后的贮存场、填埋场应设置标志物，注明封场时间以及使用该土地时应注意的事项。	按照标准要求，在修复区设置标识牌，注明封场时间以及使用该土地时应注意的事项。	符合
	9.7	封场后渗滤液处理系统、废水排放监测系统应继续正常运行，直到连续 2 年内没有渗滤液产生或产生的渗滤液未经处理即可稳定达标排放。	本项目渗滤液经收集池收集后，及时运至安宁祥丰环保科技有限公司磷石膏综合项目水洗净化工段作为补充水，按照跟踪监测计划，项目实施后，结合渗滤液产生情况，对渗滤液进行跟踪监测，直至没有渗滤液产生。	符合

	9.8	封场后如需对一般工业固体废物进行开采再利用，应进行环境影响评价	本项目为矿山生态修复项目，修复工作结束后，不再对矿坑回填材料进行开采再利用	符合
	9.9	土地复垦实施过程应满足 TD/T 1036 规定的相关土地复垦质量控制要求。土地复垦后用作建设用地的，还应满足 GB36600 的要求；用作农用地的，还应满足 GB15618 的要求。	本项目按照《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036)规定开展土地复垦，项目位于安宁市工业园区规划范围内，规划用地性质为工业用地，土地复垦用作建设用地，覆土质量按照 GB36600 的进行控制	符合
	10	污染物监测要求		
	10.1	渗滤液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。	本项目渗滤液经收集池收集后，及时运至安宁祥丰环保科技有限公司磷石膏综合项目水洗净化工段作为补充水，项目实施过程中对淋滤水水质进行检测，监测频次为 1 次/月	符合
	10.3	在地下水流场上游应布置 1 个监测井，在下游至少应布置 1 个监测井，在可能出现污染扩散区域至少应布置 1 个监测井。设置有地下水导排系统的，应在地下水主管出口处至少布置 1 个监测井，用以监测地下水导排系统排水的水质；当地下水含水层埋藏较深或地下水监测井较难布设的基岩山区，经环境影响评价确认地下水不会受到污染时，可减少地下水监测井的数量； a) 运行期间，企业自行监测频次至少每季度 1 次，每两次监测之间间隔不少于 1 个月，国家另有规定的除外；如周边环境敏感区应增加监测频次，具体监测点位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；	本项目按要求共设置了 3 个地下水监测井，对水质进行监测。回填期间，每季度监测 1 次，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；封场后，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。	符合

	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。		
分析结果表明: 本项目符合《一般工业固废贮存和填埋场污染控制标准》(GB18599-2020) 中相关要求。 8、与关于做好“三磷”建设项目环境影响评价与排污许可管理工作的通知相符性分析 为贯彻落实国务院《“十三五”生态环境保护规划》(国发〔2016〕65 号) 和《长江保护修复攻坚战行动计划》(环水体〔2018〕181 号) 相关要求, 充分发挥环境影响评价制度的源头预防作用, 强化排污许可监管效能, 切实做好磷矿、磷化工(包括磷肥、含磷农药、黄磷制造等) 和磷石膏库(以下简称“三磷”) 建设项目环境影响评价与排污许可管理工作, 2019 年 12 月 31 日, 生态环境部以环办环评〔2019〕65 号文件印发了《关于做好“三磷”建设项目环境影响评价与排污许可管理工作的通知》。根据《安宁市应急管理局情况说明》, 本项目为矿坑生态修复工程, 不属于尾矿库。本项目以改性磷石膏作为矿坑生态修复回填材料, 根据改性后的磷石膏属性鉴别报告和污染物含量分析报告, 本项目改性磷石膏回填材料属性为第 I 类一般工业固体废物, 污染物含量满足《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, 不属于“三磷”项目。 根据《关于做好“三磷”建设项目环境影响评价与排污许可管理工作的通知》要求: 磷肥建设项目应实行“以用定产”, 以磷石膏综合利用量决定湿法磷酸产量。同步落实磷石膏综合			

利用途径，综合利用不畅的可利用现有磷石膏库堆存，不得新建、扩建磷石膏库（暂存场除外）。本项目为矿坑生态修复的示范工程，对扩宽磷石膏综合利用途径具有积极的作用。 9、与《地下水管理条例》（中华人民共和国国务院令 第748号）的符合性分析 《地下水管理条例》于 2021 年 9 月 15 日国务院第 149 次常务会议通过，2021 年 10 月 21 日中华人民共和国国务院令 第 748 号公布，自 2021 年 12 月 1 日起施行，现针对本项目对照条例对建设项目的相关要求进行分析，详见下表。分析结果表明，项目建设符合《地下水管理条例》。 表 1-7 与《地下水管理条例（节选）》的符合性分析			
序号	相关要求	本项目情况	符合性
二十一条	取用地下水的单位和个人应当遵守取水总量控制和定额管理要求，使用先进节约用水技术、工艺和设备，采取循环用水、综合利用及废水处理回用等措施，实施技术改造，降低用水消耗。对下列工艺、设备和产品，应当在规定的期限内停止生产、销售、进口或者使用：（一）列入淘汰落后的、耗水量高的工艺、设备和产品名录的；（二）列入限期禁止采用的严重污染水环境的工艺名录和限期禁止生产、销售、进口、使用的严重污染水环境的设备名录的。	项目不取用地下水，施工期废水经临时沉淀池沉淀后回用于施工场地洒水降尘；生态修复回填区渗滤液作为磷石膏水洗补充水回用于云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合项目；生活污水依托祥丰环保科技有限公司生活污水处理站处理后回用于绿化。项目不涉及淘汰、落后、耗水量高的及严重污染水环境的设备及工艺。	符合
二十二条	新建、改建、扩建地下水取水工程，应当同时安装计量设施。已有地下水取水工程未安装计量设施的，应当按照县级以上地方人民政府水行政主管部门规定的期限安装。单位和个人取用地下水量达到取水规模以上的，应当安装地下水取水在线计量设施，并将计量数据实时传输到有管理权限的水行政主管部门。取水规	项目不取用地下水，项目用水依托云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目供水系统。	符合

		模由省、自治区、直辖市人民政府水行政主管部门制定、公布，并报国务院水行政主管部门备案。		
	四十条	禁止下列污染或者可能污染地下水的行为：（一）利用渗井、渗坑、裂隙、溶洞以及私设暗管等逃避监管的方式排放水污染物；（二）利用岩层孔隙、裂隙、溶洞、废弃矿坑等贮存石化原料及产品、农药、危险废物、城镇污水处理设施产生的污泥和处理后的污泥或者其他有毒有害物质； （三）利用无防渗漏措施的沟渠、坑塘等输送或者贮存含有毒污染物的废水、含病原体的污水和其他废弃物；（四）法律、法规禁止的其他污染或者可能污染地下水的行为。	本项目采用改性磷石膏对矿坑进行回填作业，根据属性鉴别结果，改性磷石膏为第Ⅰ类一般工业固体废物，回填区按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）Ⅱ类场的要求进行防渗，并设置跟踪监测井，定期监测，项目正常运行不存在上述可能污染地下水的行为	符合
	四十一条	企业事业单位和其他生产经营者应当采取下列措施，防止地下水污染：（一）兴建地下工程设施或者进行地下勘探、采矿等活动，依法编制的环境影响评价文件中，应当包括地下水污染防治的内容，并采取防护性措施；（二）化学品生产企业以及工业集聚区、矿山开采区、尾矿库、危险废物处置场、垃圾填埋场等的运营、管理单位，应当采取防渗漏等措施，并建设地下水水质监测井进行监测；（三）加油站等的地下油罐应当使用双层罐或者采取建造防渗池等其他有效措施，并进行防渗漏监测； （四）存放可溶性剧毒废渣的场所，应当采取防水、防	本项目采用改性磷石膏对矿坑进行回填作业，回填区按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）Ⅱ类场的要求进行防渗，并设置跟踪监测井，定期开展监测，满足地下水管理条例要求。	符合

		渗漏、防流失的措施；（五）法律、法规规定应当采取的其他防止地下水污染的措施。		
	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。	项目区不属于泉域保护范围，未见落水洞和岩溶漏斗，场地稳定性正常，不属于岩溶强发育、存在较多落水洞和岩溶漏斗的区域，项目严格按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）II类场的要求建设防渗工程，正常情况下不会对造成地下水污染	符合
	四十五条	多层含水层开采、回灌地下水应当防止串层污染。多层地下水的含水层水质差异大的，应当分层开采；对已受污染的潜水和承压水，不得混合开采。已经造成地下水串层污染的，应当按照封填井技术要求限期回填串层开采井，并对造成的地下水污染进行治理和修复。人工回灌补给地下水，应当符合相关的水质标准，不得使地下水水质恶化。	项目不存在地下水开采、回灌等活动，不会造成地下水串层污染。	符合

10、与《云南省地下水管理办法》（云南省人民政府令 第226号，2024年2月1日施行）的符合性分析 项目与《云南省地下水管理办法》相符性分析见表 1-8。 表 1-8《云南省地下水管理办法（节选）》相符性分析情况一览表			
序号	《云南省地下水管理办法》相关条例	本项目实际情况	符合性
1	第三十条禁止下列污染或者可能污染地下水的行为： （一）利用渗井、渗坑、裂隙、溶洞以及私设暗管等逃避监管的方式排放水污染物； （二）利用岩层孔隙、裂隙、溶洞、废弃矿坑等贮存石化原料及产品、农药、危险废物、城镇污水处理设施产生的污泥和处理后的污泥或者其他有毒有害物质； （三）利用无防渗漏措施的沟渠、坑塘等输送或者贮存含有毒污染物的废水、含病原体的污水和其他废弃物； （四）法律、法规禁止的其他污染或者可能污染地下水的行为。	本项目采用改性磷石膏对矿坑进行回填作业，回填区按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）II类场的要求进行防渗。项目不存在此条例禁止的行为。	符合
2	第三十一条企业事业单位和其他生产经营者应当采取下列措施，防止地下水污染： （一）兴建地下工程设施或者进行地下勘探、采矿等活动，依法编制的环境影响评价文件中，应当包括地下水污染防治的内容，并采取防护性措施； （二）化学品生产企业以及工业集聚区、矿山开采区、尾矿库、危险废物处置场、垃圾填埋场等的运营、管理单位，应当采取防渗漏等措施，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； （三）加油站等的地下油罐应当使用双层罐或者采取建造防渗池等其他有效措施，并按照有关标准和技术规范进行防渗漏监测； （四）存放可溶性剧毒废渣的场所，应当采取防水、防渗漏、防流失的措施； （五）法律、法规规定应当采取的其他防止地下水污染的措施。	本项目采用改性磷石膏对矿坑进行回填作业，根据属性鉴别结果，改性磷石膏为第 I 类一般工业固体废物，回填区按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）II类场的要求进行防渗，设置3个地下水监测井，定期监测。	符合

		根据前款第二项规定的企业事业单位和其他生产经营者排放有毒有害物质情况，州（市）人民政府生态环境主管部门应当按照国务院生态环境主管部门的规定，商有关部门确定并公布本行政区域内地下水污染防治重点排污单位名录。地下水污染防治重点排污单位应当依法安装水污染物排放自动监测设备，与生态环境主管部门的监控设备联网，并保证监测设备正常运行。		
	3	第三十二条多层含水层开采、回灌地下水应当防止串层污染。 多层地下水的含水层水质差异大的，应当分层开采；对已受污染的潜水和承压水，不得混合开采。 已经造成地下水串层污染的，应当按照封填井技术要求限期回填串层开采井，并对造成的地下水污染进行治理和修复。 人工回灌补给地下水，应当符合相关的水质标准，不得使地下水水质恶化。	本项目为矿坑生态修复项目，不涉及此项。	符合
	4	第三十三条农业生产经营者等有关单位和个人应当科学、合理使用农药、肥料等农业投入品，农田灌溉用水应当符合相关水质标准，防止地下水污染。	本项目为矿坑生态修复项目，不涉及此项。	符合
	5	第三十四条从事畜禽养殖和屠宰的单位和个人应当采取措施，对畜禽粪便、尸体和污水等废弃物进行科学处置，防止地下水污染。	本项目为矿坑生态修复项目，不涉及此项。	符合
	11、与《安宁市集中式饮用水源保护实施意见》的符合性 1) 项目与集中式饮用水源的位置关系 根据《安宁市集中式饮用水源地保护规划》，集镇集中式饮用水源地以取水口为圆心，半径为300米的区域。岩溶区半径相应适当加大，细粒含水层和出水量小的水源地半径可以适当减小；村组集中取水区以取水口为圆心，半径为50米的区域。岩溶区半径相应适当加大，细粒含水层和出水量小的水源地半径可以适当减小。 与项目最近的饮用水源地为昆明市安宁市草铺街道青龙哨龙潭饮用水水源，2019年12月，为更好地完成安宁市草铺街			

道青龙哨饮用水源地保护区划界工作，昆明市生态环境局组织开展编制了《昆明市安宁市草铺街道青龙哨龙潭饮用水水源保护区划定方案》（以下简称“方案”）。根据“方案”中青龙哨龙潭饮用水源地划界结果：青龙哨龙潭饮用水源地一级保护区划分范围为：0.011km²，其中水域面积为0.001km²，陆域面积为0.010km²；二级保护区划分面积为1.362km²，其中水域面积为0.006km²，陆域面积为1.356km²。

项目与青龙哨龙潭饮用水源保护区的位置关系见图1-2。项目边界距离二级保护区约1.1km，本项目不在饮用水源保护区范围内。



图 1-2 项目与青龙哨龙潭饮用水源的位置关系

2) 项目与饮用水水源的地下水补径排关系

根据“方案”，青龙哨龙潭地下水饮用水水源地位于安宁市草铺街道青龙哨行政村，属金沙江水系。主要山脉多近南北向排列，与主要地质构造线方向一致，具有高原山地与盆地相间的地貌特征，属构造侵蚀溶蚀低中山山地地貌；地层岩性以震旦系上统灯影组（Zbdn）浅灰、灰白色薄—厚层状白云质硅质灰岩、硅质灰岩白云岩及寒武系下统筇竹寺组（Є1q）粉—

细砂岩及黑色页岩为主；主要地质构造线近南北向展布，南北

	向构造带中存在大量的南北走向压性结构面，构造强烈发育地段，常形成破碎带及角砾带，两侧岩石受构造强烈挤压，其岩体结构一般较差，强度较低，透水性较好，地下水常沿此带活动。 据区域水文结构，安宁市地界内地下水主要补给来源以大气降水为主，地表水及其它基岩水的补给为辅；径流形式主要以裂隙型、岩溶管道型运动，径流方向受岩性、构造、地貌等因素制约，最终以散流型方式向螳螂江河床运动。 分布于测区东部及外围的 Zac（澄江组）、∈1q（箐竹寺组）、T3y（一平浪群）、T3-J1（下禄丰群）及 J2（上禄丰群）等地层，岩性主要为强~弱风化的长石、石英砂岩、粉砂岩、棱角状砾岩、泥岩及页岩等。地下水分水岭和地表水分水岭基本一致，其运移方向也与地形坡向等基本一致，在接收大气降水补给后，自高处向低处运移至相对隔水层后，于沟谷或低洼处沿薄弱部位呈泉水或散浸等形式溢出地表，最终流入本区最低侵蚀基准面——螳螂江河床。 分布于草铺青龙哨的 Zbd（陡山沱组）、Zbdn（灯影组）及 D2-3（泥盆系上中统）等地层，岩性主要为白云岩、泥质白云岩、灰岩、白云质灰岩、泥灰岩、角砾状灰岩等。岩溶发育，地表水系不发育，大部分降雨渗入地下，以裂隙岩溶水的形式赋存于地下可溶性岩层中。青龙哨龙潭地下水饮用水水源地地下水由西南向东北向径流，沿地形低凹处溢出地表。 根据区域水文地质图（见图 1-3），青龙哨龙潭饮用水源保护区补给区由西南向东北补给，项目区地下水径流方向由东北向西南，在龙凤箐小河沿岸排泄出露，与青龙哨龙潭饮用水源之间不存在补给关系。
--	--

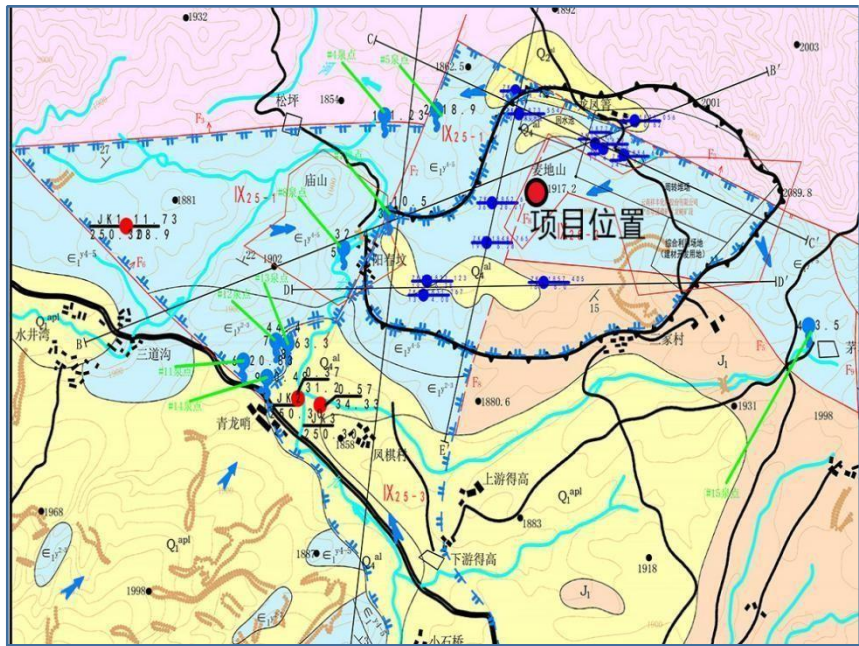


图 1-3 项目区水文地质图

综上，项目不在青龙哨饮用水源保护区范围内，青龙哨龙潭饮用水源与本项目区域存在分水岭，无地下水补给关系，项目建设不会改变青龙哨水源现状。

3) 安宁市集中式饮用水源管理要求

根据《安宁市集中式饮用水源保护实施意见》，“以取水口为圆心1300米范围内不得进行采矿活动”的规定，根据《安宁市水务局关于草铺松坪龙树磷矿整合开采设计水源保护的函》、《安宁市国土资源局关于对草铺松坪龙树矿整合开采涉及水源保护请示的批复》明确要求：龙树矿段（二采区）部分位于水源点1300m范围内，该矿段矿区拐点1（X2763589.40，Y3536836.41）至拐点4（X2763238.53，Y3453698.42）界线移动不影响已知水源点，可正常开采，以西暂不能开采。

安宁草铺龙树矿2号坑位于不能开采区范围内，为整合前矿产资源开采遗留矿坑，整合前已停止采矿。本项目属于历史遗留矿坑生态修复项目，不进行矿产资源开采，符合《安宁市集中式饮用水源保护实施意见》。

根据《安宁市水务局关于草铺磷矿区松坪龙树磷矿2号坑生态修复试点工程项目的回复意见》，本项目不在安宁市青龙

	哨饮用水源保护区范围内，项目建设按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）II类场的要求进行防渗，并设置了3口跟踪监测井进行监测，掌握区域地下水变化情况，避免回填区渗滤液下渗污染地下水，将维持地下水水质满足《地下水水质标准》（GB/T14848-2017）作为地下水保护目标。 12、与《云南省工业固体废物和重金属污染防治“十四五”规划》的符合性 项目与《云南省工业固体废物和重金属污染防治“十四五”规划》的符合性分析如下： 表 1-9 与《云南省工业固体废物和重金属污染防治“十四五”规划》的相符性分析 <table><tr><th>序号</th><th>相关要求</th><th>本项目</th><th>是否符合</th></tr><tr><td>1</td><td>严格落实尾矿、粉煤灰、冶炼渣、工业副产石膏等工业固体废物综合利用技术和产品标准，规范工业固体废物综合利用行业发展。拓宽磷石膏利用途径，继续推广磷石膏在生产水泥和新型建筑材料等领域的利用，在确保环境安全的前提下，探索磷石膏在土壤改良、生态修复、路基材料等领域的应用。</td><td>本项目使用改性磷石膏对矿坑进行生态修复，回填材料满足云南省地方标准《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）磷石膏改性要求和《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）、昆明市地方标准《改性磷石膏综合利用 矿山生态修复环境风险评估规范》（DB5301/T98-2023）中4.2要求，可确保环境安全。</td><td>符合</td></tr></table> 综上所述，项目符合《云南省工业固体废物和重金属污染防治“十四五”规划》的相关要求。 13、与《昆明市加快推动磷石膏综合利用二十条措施》的符合性分析	序号	相关要求	本项目	是否符合	1	严格落实尾矿、粉煤灰、冶炼渣、工业副产石膏等工业固体废物综合利用技术和产品标准，规范工业固体废物综合利用行业发展。拓宽磷石膏利用途径，继续推广磷石膏在生产水泥和新型建筑材料等领域的利用，在确保环境安全的前提下，探索磷石膏在土壤改良、生态修复、路基材料等领域的应用。	本项目使用改性磷石膏对矿坑进行生态修复，回填材料满足云南省地方标准《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）磷石膏改性要求和《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）、昆明市地方标准《改性磷石膏综合利用 矿山生态修复环境风险评估规范》（DB5301/T98-2023）中4.2要求，可确保环境安全。	符合
序号	相关要求	本项目	是否符合						
1	严格落实尾矿、粉煤灰、冶炼渣、工业副产石膏等工业固体废物综合利用技术和产品标准，规范工业固体废物综合利用行业发展。拓宽磷石膏利用途径，继续推广磷石膏在生产水泥和新型建筑材料等领域的利用，在确保环境安全的前提下，探索磷石膏在土壤改良、生态修复、路基材料等领域的应用。	本项目使用改性磷石膏对矿坑进行生态修复，回填材料满足云南省地方标准《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）磷石膏改性要求和《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）、昆明市地方标准《改性磷石膏综合利用 矿山生态修复环境风险评估规范》（DB5301/T98-2023）中4.2要求，可确保环境安全。	符合						

2022 年 12 月 27 日，昆明市人民政府印发了《昆明市人民

	政府办公室关于印发昆明市加快推动磷石膏综合利用二十条措施的通知》，在拓宽磷石膏综合利用途径方面明确提出：鼓励生态修复利用。在确保环境安全的前提下，支持企业对磷石膏进行无害化处理，鼓励企业优先采用生态修复等方式对磷石膏加以利用，对无法利用的，指导企业按照国家环境保护标准进行分类贮存或处置。在具备条件的县（市）区，组织开展矿坑生态修复项目利用无害化磷石膏的工程试点，严格落实生态保护、环境污染防治及安全生产等方面的规定和措施，加强全过程的服务指导、监督管理，及时总结有关经验做法并组织推广。 项目使用无害化处理后的磷石膏作为生态修复矿坑回填材料，属于《昆明市加快推动磷石膏综合利用二十条措施》鼓励生态修复利用的情形。项目实施过程中已按照《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）、《改性磷石膏综合利用矿山生态修复过程环境监管规范》（DB5301/T 99-2023）、《改性磷石膏综合利用矿山生态修复跟踪评估规范》（DB5301/T 100—2023）的要求，进行全过程环境监管和跟踪评估工作，符合《昆明市加快推动磷石膏综合利用二十条措施》相关要求。
--	--

二、建设内容

地 理 位 置	安宁草铺龙树磷矿 2 号矿坑生态修复试点项目选址位于安宁工业园区草铺街道龙凤箐居民小组，“云南祥丰化肥股份有限公司安宁市草铺磷矿区松坪、龙树采区年开采 60 万吨磷矿项目”的龙树采区范围内。项目中心点地理坐标为 $102^{\circ} 21' 53.680''$，$24^{\circ} 58' 23.131''$。 项目地理位置见附图 1。
项 目 组 成 及 规 模	1、项目概况 (1) 项目背景 本项目 2 号坑南部紧邻安宁市产业园区，安宁市工业园区西片区 6#道路原设计通过矿坑修复区域，道路西侧高程 1865m，东侧高程 1868m，而矿坑生态修复回填高程 1875m，6#道路按照原设计，需破坏已完成 HDPE 防渗膜等工程措施，后与安宁市工业园区相关部门协商后，工业园区 6#道路向南侧移动改道。为全面综合治理安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号矿坑及其周边环境，排除矿坑不稳定边坡隐患，充分展现试点工程的示范效果，鉴于 2 号矿坑的实际情况，原采坑东北侧 1895m 以下仍存在不稳定边坡的现象，且东北侧、北侧、西北侧等方向石漠化明显。为满足不稳定边坡和石漠化治理的需求，2023 年 7 月，西南有色昆明勘测设计（院）股份有限公司编制完成了《安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程修编方案》，确定生态修复范围为 6.4908 公顷（97.362 亩），恢复为林地 5.0783 公顷、其他草地 1.3315 公顷。



图 2-1 园区规划道路与堆填区边界的位置关系



:变更前堆填范围



:变更后堆填范围

2023 年 8 月 1 日，安宁市自然资源局以“《关于调整云南祥丰化肥股份有限公司安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复方案的申请》的回复”同意在原生态修复方案的基础上，将生态修复范围由 50 亩调整到 97.362 亩，无害化改性磷石膏回填量由 320000m³ 调整到 718257m³，堆填最终标高为 1895m。

建设单位于 2022 年 10 月 1 日开工建设，2023 年 10 月 11 日按照《安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程修编方案》已完成项目建设。实际修复范围 6.4908 公顷（97.362 亩），包括堆填范围 4.788 公顷（约 72 亩）、外围区域 1.7028 公顷，实际堆填标高为 1895m，实际回填改性磷石膏 715241.00m³。

2023 年 11 月 22 日，建设单位取得安宁市水务局关于《安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程(变更)水土保持设施自主验收报备回执》（编号：安水验收回执〔2023〕70 号）。

2023 年 11 月 29 日，云南祥丰环保科技有限公司云南祥丰化肥股份有限公司安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号矿坑生态修复工程通过县级各部门实地验收。

变更后，生态修复范围由 50 亩调整到 97.362 亩，无害化改性磷石膏

回填量由 320000m³ 调整到 715241m³，堆填最终标高由 1875m 调整到 1895m，根据《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 修正）相关要求，本项目环境影响评价文件需重新报批。为此，云南祥丰环保科技有限公司委托本单位编制完成《安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程（变更）环境影响报告表》，供建设单位上报审批。

(2) 项目名称

安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程（变更）

(3) 建设性质

新建

(4) 建设单位

云南祥丰环保科技有限公司

(5) 建设地点

安宁工业园区草铺街道龙凤箐居民小组，“云南祥丰化肥股份有限公司安宁市草铺磷矿区松坪、龙树采区年开采 60 万吨磷矿项目”的龙树采区范围内，建设地点未发生变化。项目中心点地理坐标为 102° 21′ 53.680″，24° 58′ 23.131″。

(6) 生态修复范围变更

根据《安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程修编方案》，原 2#矿坑生态修复面积约 50 亩。方案调整后，生态修复范围面积为 6.4908 公顷（97.362 亩），包括矿坑生态修复范围 4.788 公顷（约 72 亩）、外围区域 1.7028 公顷。整体呈不规则形状，长约 400m，宽约 390m。采场边坡高度在 30m~60m 之间，边坡角一般在 40° 左右，个别达到 65°。矿坑除东侧、北侧山坡为原始地貌外，其余地段均被不同程度厚的采矿填土覆盖，总体上南岸、西岸为分台填筑斜坡，碎块石裸露，外侧斜坡以前做过植被恢复治理工作。生态修复范围拐点坐标详见表 2-1，修复范围见图 2-2。

表 2-1 调整后项目生态修复范围拐点坐标表

拐点	2000 国家坐标系	
编号	X	Y
J1	2763202.577	34536947.394
J2	2763197.230	34536857.252

J3	2763152.060	34536912.483
J4	2763077.785	34536976.993
J5	2763037.037	34536909.226
J6	2762966.310	34536838.105
J7	2762968.360	34536768.382
J8	2762979.441	34536700.438
J9	2763001.572	34536636.518
J10	2763065.646	34536624.853
J11	2763102.413	34536627.613
J12	2763143.627	34536639.214
J13	2763150.779	34536719.186
J14	2763176.704	34536726.642
J15	2763201.217	34536750.657
J16	2763227.627	34536790.176
J17	2763235.364	34536877.720
J18	2763207.833	34536949.306

表 2-2 调整后 2#矿坑堆填范围拐点坐标表

拐点 编号	2000 国家坐标系		拐点 编号	2000 国家坐标系	
	X	Y		X	Y
J1	2763009.45	34536700.68	J25	2763183.13	34536812.54
J2	2763002.00	34536707.44	J26	2763195.70	34536803.26
J3	2762990.32	34536745.66	J27	2763194.10	34536787.25
J4	2762982.71	34536768.65	J28	2763196.55	34536773.93
J5	2762973.42	34536827.79	J29	2763195.24	34536767.11
J6	2762973.95	34536834.96	J30	2763192.83	34536764.41
J7	2762990.41	34536853.61	J31	2763190.09	34536760.81
J8	2763000.06	34536866.35	J32	2763179.89	34536757.74
J9	2763005.08	34536878.64	J33	2763163.15	34536752.75
J10	2763010.98	34536882.41	J34	2763147.12	34536744.32
J11	2763021.74	34536892.21	J35	2763142.13	34536741.82
J12	2763032.52	34536895.12	J36	2763130.70	34536739.01
J13	2763036.30	34536895.54	J37	2763120.18	34536736.52
J14	2763039.14	34536906.3	J38	2763114.98	34536735.37
J15	2763042.08	34536916.06	J39	2763105.83	34536728.09
J16	2763055.27	34536923.72	J40	2763096.67	34536721.22
J17	2763076.17	34536923.72	J41	2763089.90	34536717.68
J18	2763086.92	34536919.35	J42	2763076.90	34536714.45
J19	2763093.03	34536916.79	J43	2763067.10	34536712.47
J20	2763108.89	34536910.03	J44	2763058.89	34536711.02
J21	2763130.99	34536892.05	J45	2763048.99	34536709.04
J22	2763141.22	34536879.2	J46	2763043.65	34536708.4
J23	2763154.62	34536850.61	J47	2763027.77	34536699.46

J24	2763167.66	34536824.59	J48	2763010.76	34536699.75
面积：4.788hm ²					
					
图 2-2 调整前后生态修复范围对比图					
(7) 修复目标					
表 2-2 生态修复目标调整前后对比表					
序号	调整前	调整后	备注		
1	解决磷矿开采地表裸露、地质灾害、水土流失及生态环境次生问题	解决磷矿开采地表裸露、地质灾害、水土流失及生态环境次生问题	与原方案一致		
2	进行植被恢复，修复区植被恢复率 100%	进行植被恢复，修复区植被恢复率 100%	与原方案一致		
3	恢复区内用地现状包含采矿用地 21047m ² 、灌木林地 12286m ² ，其中采矿用地现状为采空区，本次生态修复实施后，2#矿坑修复区域回填区顶部平台区域及放坡区域恢复为有林地。根据《云南安宁产业园区（安宁片区）总体规划 2021-2035》，该工程所在区域土地利用规划性质为二类工业（M2），建设单位按照《安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态	调整后生态修复区 6.4908hm ² ，占用土地类型有：灌木林地、采矿用地。其中灌木林地面积 0.0725hm ² 、采矿用地面积 6.4183hm ² 。根据对本次恢复范围内的土地利用总体规划，本次恢复区内规划用地为城镇空间（草铺工业园区的工业用地），方案调整后，2#矿坑修复区域回填区顶部平台区域及放坡区域先恢复为有林地，和原方案没有变化。安宁市工业园区管委	生态修复面积增加		

		修复方案》确定的生态修复目标，将 2 号坑恢复为林地，安宁市工业园区管委会在规划实施过程中，将结合生态恢复情况，按照规划性质合理进行土地开发。	会在规划实施过程中，将结合生态恢复情况，按照规划性质合理进行土地开发。		
(8) 实施期限 该矿坑目前已停采，方案以 2024 年为基准年，考虑生态修复工程已于 2023 年 10 月建设完成，监测、管护期 3 年，确定本方案实施年限约为 2.1 年(2024 年 11 月~2026 年 10 月)。 (9) 项目投资：项目总投资为 4200.36 万元，环保投资 241.5 万元。					
2、工程建设内容变动情况 根据《安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程修编方案》，本项目工程内容包括为地质灾害治理工程、回填修复工程、植被恢复工程、配套工程。生态修复建设内容见下表。					
表 2-3 本项目工程内容一览表					
	工程名称	原环评内容	重新报批建设内容	变化情况	备注
主体工程	地质灾害治理工程	对修复区 BW1、BW2 两个不稳定边坡进行地质环境治理，采用地表清理、危岩清理，消除边坡的局部隐患，改善边坡的坡面条件。	对修复区 BW1、BW2 两个不稳定边坡进行地质环境治理，采用地表清理、危岩清理，消除边坡的局部隐患，改善边坡的坡面条件。坡面清理土方开挖量 116m ³ ，回填至生态修复区。	无变化	已建成
	回填修复工程	2#矿坑修复区设计采用改性磷石膏生态修复材料回填。根据改性磷石膏新型材料特性、矿坑地形条件及降雨等因数影响，设计改性磷石膏新型材料回填堆排工艺为先由场区底部 1840.0m 标高开始按 5m 的堆排厚度、以 2%的坡度向 2#矿坑北侧逐层堆排。回填堆排至 1875.0m 标高。	回填修复：2#矿坑修复区设计采用改性磷石膏生态修复材料回填。根据改性磷石膏新型材料特性、矿坑地形条件及降雨等因数影响，改性磷石膏新型材料回填堆排工艺为先由场区底部 1840.0m 标高开始按 5m 的堆排厚度、以 2%的坡度向 2#	修复面积、回填标高、回填量增加；新增一座拦挡墙	已建成

			回填量共计 32 万m³。 矿坑北侧逐层堆排，回填堆排至 1868.0m 标高后，项目工程变更，按回填土坡比 1: 3 进行分台回填， 每级高度 5m，放坡平台 5m。坡顶填筑高程为 1895.00，依次往下放坡设置平台 高 程 分 别 为：1890.00 、 1885.00 、 1880.00 、 1875.00 、 1870.00。项目实际回填量为 715241.00m³。 支挡工程：为防止雨水冲刷回填土滑坡，在 2#采坑坑口西北侧修建一座拦挡墙，长 20 米，高 1 米。		
	植被恢复工程	矿坑回填作业至设计标高 1875m 后，按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）II 类场的要求，进行顶部防渗、雨水导排和覆土绿化工作。覆土厚度 1m。绿化以栽植乔木、栽植灌木、播撒草籽的形式进行植被修复，形成立体植被生态结构。其中乔木以栽植云南樱花、旱瓜树为主，栽植云南樱花 4175 株，旱冬瓜树 4175 株。灌木以栽植木槿、栽植火棘为主，栽植木槿 16675 株，栽植火棘 16675 株。草籽播撒狗牙根，播撒面积 3.3333hm²。	矿坑堆填至 1895m 标高后，完成顶部防渗和雨水导排后，覆 1m 以上种植土，并播撒草籽，播撒草籽为高羊茅：爱丽 200kg；黑麦草 200kg；狗牙根 200kg；种植植被，种植乔木为香樟 2 米×2 至 3 分，625 颗；香樟 2 米×1.5 分，1103 颗；球花冬青，2300 颗；雪松 1900 颗；藏柏 1900 颗；湿地松 1595 颗。安装绿化养护洒水管道，定期洒水养护。植被恢复面积 97.362 亩。	种植植被种类发生变化	已建成
	防护工程	/	东南侧回填完后仍存在部分边坡，为防止人员及牲畜误入采场造成危险。在项目区东南侧外围设置防护栏，长约 380m。护栏采用双边丝围栏，丝径≥5mm，	新增	已建成

				每隔 2m 采用 C20 混凝土 (0.3×0.5m) 设置一个基础		
	辅助工程	改性磷石膏生产	本项目修复回填材料采用改性磷石膏, 回填量 32 万 m ³ 。磷石膏改性在云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目预留用地建设, 厂房占地面积 700m ² , 生产区占地面积 500m ² , 设置改性用干粉筒仓 3 个, 改性混合搅拌机 1 台及其他辅助生产设施。改性磷石膏临时堆放区占地面积 200m ² , 用于临时堆放中转改性磷石膏。	项目修复回填材料采用改性磷石膏, 回填量 715241.00m ³ 。磷石膏改性在云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目预留用地建设, 厂房占地面积 700m ² , 生产区占地面积 500m ² , 设置改性用干粉筒仓 3 个, 改性混合搅拌机 1 台及其他辅助生产设施。改性磷石膏临时堆放区占地面积 200m ² , 用于临时堆放中转改性磷石膏。	磷石膏回填量增加, 改性磷石膏生产车间无变化, 目前已停产	已建成
	公用工程	给水	1、生活给水: 本项目员工不在项目区食宿, 工作人员劳动定员 5 人, 依托现有云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目办公楼进行办公。生活用水量每天 0.4m ³ /d, 依托云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目供水系统供水。 2、生产用水: 项目为矿山修复, 植被恢复和施工扬尘用水由云南祥丰环保科技有限公司洒水罐车运至生态修复区域。	1、生活给水: 员工不在项目区食宿, 员工食宿依托现有云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目食堂及办公楼。生活用水依托云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目供水系统供水。 2、生产用水: 施工扬尘用水由云南祥丰环保科技有限公司洒水罐车运至生态修复区域。植被恢复、养护用水安装水管输送至生态修复区域。	植被恢复、养护用水输送方式变化	依托
		排水	1、截洪沟: 设计在修复区西侧新建一条截洪沟将场区左岸汇水引向西侧下游沟谷; 截洪沟长 201 米, 净断面尺寸为 B×H = 1.0m×0.8m, 最小底坡 1%, 结构为 C15 素混凝土; 设计在修复区南侧新建一条截洪沟将场区南岸汇水引	1、截洪沟: 在项目施工前修建有临时截洪沟, 施工完成后, 在回填区域内先浇筑垫层, 再安装成品排水沟, 坡面排水沟安装 400 × 600mm 的 U 型水槽, 共 1978.8m, 截洪沟安装 500 × 600mm 的 U 型水	截洪沟长度增加, 渗滤液导排及收集池增加,	已建成

		向东侧下游沟谷；截洪沟长 234 米，净断面尺寸为 $B \times H = 1.0\text{m} \times 0.8\text{m}$，最小底坡 1%，结构为 C15 素混凝土；设计在修复区东侧新建一条截洪沟将场区右岸汇水引向西侧下游沟谷；截洪沟长 199 米，净断面尺寸为 $B \times H = 1.0\text{m} \times 0.8\text{m}$，最小底坡 1%，结构为 C15 素混凝土。 2、渗滤液导排：因修复区为矿坑，回填区内渗滤液经导排管进入坑内渗滤液收集池，再用泵送至地面渗滤液收集池，再用罐车运输回用于祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目，用于磷石膏水洗补充水。坑内渗滤液收集池大小为长 $\times$ 宽 $\times$ 高 $= 5 \times 4 \times 4\text{m}$，容积 80m^3。地面渗滤液收集池大小为 $\phi 6 \times 3\text{m}$，有效容积 80m^3。 3、生活排水：依托云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目排水系统，员工生活污水排入已建生活污水处理站处理后，回用于绿化，不外排。	槽，共 1245.6m。 2、修建三层渗滤液导排盲管，第一层在矿坑底部，标高 1840m 处，分别在正东、正西正南、正北、东南、西南、东北、西北方向 8 根导排盲管，汇集渗滤液到矿坑中心已修建的渗滤液收集竖井内；第二层在矿坑标高 1860m 处，修建方位和数量与第一层相同；第三层在矿坑标高 1868m 左右处，共修建 5 根导排盲管，渗滤液汇集到矿坑西渗滤液收集池内。已建设 3 个渗滤液收集池，矿坑中心 1 个渗滤液收集竖井（内径为 1m，高 44m，底部收集池容积 80m^3），矿坑东北侧上方 1 个（容积 80m^3），矿坑西侧 1 个（容积 15m^3）。渗滤液用罐车运输回用于祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目，用于磷石膏水洗补充水。 3、生活排水：员工生活污水依托云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目已建生活污水处理站处理后，回用于绿化，不外排。	生活排水方式不变	
	供电	矿山生态修复区渗滤液抽排水泵用电从附近供电系统接入。改性磷石膏生产供电依托云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目。	项目用电依托云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目供电系统。	无变化	依托

	运输工程		1、外部道路：回填物料运输路线从安宁祥丰固废基地祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目厂区进入进场道路。该段道路为采矿时留下的矿山公路，公路宽度 5~10m，道路为碎石路面，目前道路路面完好，经改造能够满足堆填施工需要，可以直接通往回填区。 2、进场道路：目前进场道路为采矿期遗留的矿区道路，路宽度 4~6m，约长 500m，可满足运输条件。	依托现有道路。 1、外部道路：回填物料运输路线从安宁祥丰固废基地祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目厂区进入进场道路。该段道路为采矿时留下的矿山公路，公路宽度 5~10m，道路为碎石路面，可以直接通往回填区。 2、进场道路：进场道路为采矿期遗留的矿区道路，路宽度4~6m，约长 500m，可满足运输条件。	无变化	依托
	办公及生活设施		施工期和运营期工作人员不在项目区食宿，办公依托现有的云南祥丰环保科技有限公司生产厂区办公楼进行办公。	施工期和运营期工作人员不在项目区食宿，食宿依托现有的云南祥丰环保科技有限公司生产厂区办公楼及食堂。	无变化	依托
	环保工程	废气	1、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。 2、磷石膏改性粉料仓废气经仓顶自带除尘器除尘后，由仓顶排气筒排放。 3、磷石膏改性搅拌产生的颗粒物经“集气罩收集+布袋除尘后”，经由 15m 高排气筒排放。	1、修复区施工面施工阶段进行洒水降尘，运输车辆以篷布遮盖，密闭运输，控制车速。 2、改性用干粉采用气流输送卸料，筒仓卸料废气经仓顶自带的脉冲式布袋除尘器处理后由仓顶 10m 高排气筒排放。 3、磷石膏改性搅拌机为密闭设备，进料和出料口粉尘经集气罩收集后由布袋除尘器处理后由1根 15m 高排气筒排放。	无变化	已建成

		废水	1、渗滤液：因修复区为矿坑，项目在修复区设置坑内渗滤液收集池，再用泵将渗滤液抽至地面渗滤液收集池。再用罐车运送至祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目，作为磷石膏水洗补充水，渗滤液不外排。 2、生活污水：施工人员不在项目区食宿，办公依托现有的云南祥丰环保科技有限公司生产厂区办公楼进行办公，生活污水依托祥丰环保科技有限公司生活污水处理站处理。	1、渗滤液：修复区为矿坑，项目在修复区设置坑内渗滤液收集池，渗滤液由云南祥丰环保科技有限公司利用罐车运送至中转库渗滤液收集，再统一回用于云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目，作为磷石膏水洗补充水，渗滤液不外排。 2、生活污水：施工人员不在项目区食宿，办公依托现有的云南祥丰环保科技有限公司生产厂区办公楼进行办公，生活污水依托祥丰环保科技有限公司生活污水处理站达标处理后回用于厂区绿化。	无变化	依托
		噪声	选用低噪设备、合理布局、合理施工、加强设备维护。	选用低噪设备、合理布局、合理施工、加强设备维护	无变化	已建设
		固体废物	1、生活垃圾：施工期生活垃圾集中收集后清运至云南祥丰环保科技有限公司生活垃圾收集点堆存，定期清运处置。 2、旱厕粪便：施工期在矿坑修复区设置旱厕，旱厕粪便定期清掏，待施工结束后拆除旱厕。 3、场地清理废弃土石方：施工期场地清理及边坡整治产生的土石方用于场地平整回填。	1、生活垃圾集中收集后清运至云南祥丰环保科技有限公司生活垃圾收集点堆存，定期清运处置。 2、施工期在矿坑修复区设置旱厕，旱厕粪便定期清掏，施工结束后拆除旱厕。 3、施工期场地清理土石方用于场地平整回填。	无变化	已建设

		地下水	1、防渗 (1) 底部防渗：修复区底部先进行场区场地平整至1840m高程；整平后在上部铺设 0.75m 厚黏土层，黏土采用市场购买方式获得，要求黏土干净、含沙量小、黏粘、粒径小于 0.055mm 的含量应超过 25%、塑性指数大于 15。经压实措施处理后的饱和渗透系数不应大于 1.0×10^{-7} cm/s。之后进行下渗滤液收集井、防渗施工。压实修整完成后，底部首先铺设 200g/m²加密土工布；再在上部铺设 2.0mm 厚的双糙面 HEPD 土工膜防渗，并满足 GB/T 17643 和 CJ/T234-2006 规定的技术指标要求。 (2) 岸坡防渗：岸坡防渗结构与坑底防渗结构相同，对于岸坡较陡地段需采用锚固钉、链固定，防止防渗膜下滑。 (3) 顶部防渗：2#矿坑修复区改性磷石膏材料回填完成后，先在其顶部1875m 标高、台阶以及坡面上均铺一层 HEDP 土工膜并与场周土工膜相连，以防雨水入渗。 (4) 渗滤液收集池防渗：修复区坑内渗滤液收集井池底及四周均采用 15mm 厚的混合砂浆保护层、顶面为 120mm 厚钢筋混凝土盖，和矿坑进行整体防渗，首先铺设 200g/m²加密土工布；再在上部铺设2.0mm 厚的双糙面 HEPD 土工膜防渗。 地面渗滤液收集池为混凝土	1、防渗 (1) 底部防渗：对矿坑底部平整，部分边坡平整削坡形成平台，矿坑底部及边坡首先铺筑 200g/m²加密土工布，再在上部铺设 2.0mm 厚的双糙面 HDPE 土工膜防渗，将铺设双糙面 HDPE 土工膜焊接完整，进行气密性检测后，安装渗滤液导排管和矿坑中央渗滤液收集池，修建矿坑外渗滤液收集池；由建设单位自行运输满足条件的改性磷石膏回填回填，回填磷石膏 2 至 3 米为一层，推土机推平，压路机压实后，继续回填下一层；回填至已铺设完成土工布、土工膜的边坡高度后，继续由施工单位对上层边坡平整，铺设土工布、土工膜，再回填，满足 GB/T17643 和 CJ/T234-2006 规定的技术指标要求。 (2) 岸坡防渗：岸坡防渗结构与坑底防渗结构相同，对于岸坡较陡地段需采用锚固钉、链固定，防止防渗膜下滑。 (3) 顶部防渗：2#矿坑修复区改性磷石膏材料回填完成后，对 1895m 以下已回填完成部分进行顶部防渗，铺设 900g/m²复合土工膜进行顶部防渗，将复合土工膜完整后，同时和边坡已铺设的双糙面	无变化	已建设
--	--	-----	--	---	-----	-----

		土浇灌地理形式，池底及四周均采用 15mm 厚的混合砂浆保护层、顶面为 120mm 厚钢筋混凝土盖，池底和四周首先铺设 200g/m²加密土工布；再在上部铺设 2.0mm 厚的双糙面 HDPE 土工膜防渗，渗透系数$\leq 1.0 \times 10^{-7}$cm/s。 2、防渗漏监控 按照 II 类场要求，设置防渗漏监控系统，监控防渗衬层的完整性。设置 3 个地下水监测井，进行地下水环境监测，及时掌握地下水变化情况。	HDPE 土工膜焊接，然后安装防渗漏监控监测线和电极。 （4）渗滤液收集池防渗：修复区坑内渗滤液收集井池底及四周均采用 15mm 厚的混合砂浆保护层、顶面为 120mm 厚钢筋混凝土盖，和矿坑进行整体防渗，首先铺设 200g/m²加密土工布；再在上部铺设 2.0mm 厚的双糙面 HDPE 土工膜防渗。双糙面 HDPE 土工膜铺设完成后，在焊接处进行气密性检测，地面渗滤液收集池为混凝土浇灌地理形式，池底采用 15cm 厚的 C15 混凝土垫层，四周采用 15cm 厚的 C30 钢筋混凝土。 渗透系数$\leq 1.0 \times 10^{-7}$cm/s。 2、防渗漏监控 按照 II 类场要求，设置防渗漏监控系统，采用 EDGMD-60 高密度电法仪作为主控设备，采用电位差法，用高密度电法仪检测矿坑内电位，并通过异常电位定位渗漏位置。已建 3 个地下水监测井，上游 1 个，下游 2 个，并委托第三方有资质的监测机构对地下水环境监测。	
2.1 主体工程 （1）地质灾害治理工程 根据边坡的工程地质条件、地形条件、场地条件以及边坡特征，项目区地质灾害弱发育，主要发育不稳定斜坡 2 个，其灾害的发育与矿山的开				

采息息相关，危害对象为采区附近过往人员及采区恢复治理工作人员及设备的安全，现状稳定性差，危害性及危险性中等。 本次生态修复治理采用地表清理、危岩清理，消除边坡的局部隐患，改善边坡的坡面条件，进行地质灾害治理。 1) BW1 不稳定边坡 位置：位于项目区东北部，为前期露天开采弃土堆放形成的边坡。 形态及规模：边坡长约 160m，坡向约 230°，边坡最高约 30m，边坡坡度 30° -60°，平面形态呈条形。 结构特征：不稳定边坡主要为砂粘土，岩性为第四系残坡积、冲洪积砾石、砂粘土及第三系含砾粘土岩。 形成原因：矿山弃土堆放。 对 BW1 不稳定边坡进行开挖放坡减载，从 1900.0m 标高开始按 1:1.25 的放坡，每下降 10m 留一宽 3m 的平台对 1885.0m~1840.0m 标高间不稳定坡体进行开挖放坡减载，开挖削坡土体全部用于 2#坑底部找平使用。经对该部位最大典型剖面稳定分析，按设计要求对 BW1 不稳定边坡进行开挖放坡减载后其抗滑稳定满足安全要求，随着改性磷石膏生态修复材料的回填压护坡脚，BW1 不稳定边坡稳定性将会得以较大提高。目前边坡面已进行了土工膜的铺设覆盖，改性磷石膏生态修复材料回填结束，边坡基本稳定。 2) BW2 不稳定边坡 位置：BW2 位于项目区南部，为露天采场开采边坡。 形态及规模：边坡长约 170m，高约 35m，坡向约 8°，坡角 30° -65°。 结构特征：潜在不稳定边坡主要为砂粘土，岩性为第四系残坡积砂粘土及第三系含砾粘土岩。 形成原因：矿山露天开采形成的边帮。 对 BW2 不稳定边坡进行开挖放坡减载，从 1880.0m 标高开始按 1:1.25 的放坡，每下降 10m 留一宽 3m 的平台对 1880.0m~1840.0m 标高间不稳定坡体进行开挖放坡减载，开挖削坡土体全部用于 2#坑底部找平使用。经对该部位最大典型剖面稳定分析，按设计要求对 BW2 不稳定边坡进行开挖放坡减载后其抗滑稳定满足安全要求，随着改性磷石膏生态修复材料的回填压护坡脚，BW2 不稳定边坡稳定性将会得以较大提高。目前已对 BW2 不
--

稳定边坡进行清理平整，进行了植被恢复，边坡基本稳定。

(2) 回填修复工程

1) 回填材料及属性

根据云南省地方标准《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）中表二的要求及昆明市地方标准《改性磷石膏综合利用矿山生态修复环境风险评估规范》（DB5301/T 98-2023）中 4.2 的要求，用于露天矿山生态修复的改性磷石膏应满足 GB 18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求，且有机物含量超过 5%的改性磷石膏不应用于矿山生态修复。

矿坑修复区采用改性无害化处理的磷石膏作为矿坑生态修复回填材料，改性磷石膏来源于云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目。以云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目水洗后的磷石膏作为原料，经添加改性用干粉材料进行混合改性，将磷石膏中氟化物、磷进行固化，并起到调节 pH 值的作用，使粗料含水量≤20%后进行矿坑回填。

为了论证改性后的磷石膏用于矿山生态修复采空区回填的可行性，云南祥丰环保科技有限公司按照《工业固体废物采样制样技术规范》（HJT20）、《危险废物鉴别技术规范》（HJ298-2019）的要求，对改性后的磷石膏属性进行鉴别。2022 年 1 月 20 日云南祥丰环保科技有限公司委托云南升环检测技术有限公司对改性后的磷石膏样品属性鉴别。

检测项目	磷石膏样号				
	改性磷石膏 1 号	改性磷石膏 2 号	改性磷石膏 3 号	改性磷石膏 4 号	改性磷石膏 5 号
pH	6.85	7.01	6.55	7.22	6.98
标准值	≤2.0 或 ≥12.5				
评价	达标	达标	达标	达标	达标

检测项目	改性后的磷石膏样号					浸出液中危险成分浓度限值	结果
	1 号	2 号	3 号	4 号	5 号		
铜	0.161	0.02L	0.214	0.061	0.043	100	达标
锌	0.442	0.020	3.379	0.476	0.079	100	达标

	镉	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	1	达标
	铅	0.268	0.1L	0.1L	0.327	0.770	5	达标
	总铬	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	15	达标
	六价铬	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	5	达标
	总汞 (μg/L)	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.1（mg/L）	达标
	铍 (μg/L)	5.439	0.253	1.622	1.622	1.022	0.02（mg/L）	达标
	钡	0.697	5.677	0.386	5.054	3.342	100	达标
	镍	0.04L	0.04L	0.046	0.04L	0.04L	5	达标
	总银	0.01L	0.01L	0.01L	0.2L	0.2L	5	达标
	总砷	0.0041	0.0007	0.0024	0.0026	0.012	5	达标
	硒	0.0024	0.0005L	0.0024	0.0042	0.0091	1（mg/L）	达标
	氟化物	7.08	7.03	5.90	8.83	4.65	100	达标
	氰化物	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	5	达标
	甲基汞 (ng/L)	10L	10L	10L	10/L	10L	不得检出	达标
	乙基汞 (ng/L)	20L	20L	20L	20L	20L	不得检出	达标

表 2-6 《固体废物浸出毒性浸出 水平振荡法》（单位：mg/L，pH 除外）

检测项目	改性后的磷石膏样号					《污水综合排放标准》 (GB8978-1996) 一级	结果评价
	1 号	2 号	3 号	4 号	5 号		
pH	6.85	7.01	6.55	7.22	6.98	6~9	达标
铜	0.02L	0.02L	0.02L	0.02L	0.02L	0.5	达标
锌	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	2	达标
镉	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.1	达标
铅	0.1L	0.1L	0.1L	0.1L	0.1L	1	达标
总铬	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	1.5	达标
六价铬	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.5	达标
总汞 (μg/L)	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05（mg/L）	达标

铍 ($\mu\text{g}/\text{L}$)	0.2L	0.2L	0.2L	0.2L	0.2L	0.005	达标
钡	0.1L	0.1L	0.1L	0.1L	0.1L	-	-
镍	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	1	达标
总银	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.5	达标
总砷	0.004	0.002L	0.0022 L	0.002L	0.002L	0.5	达标
硒 ($\mu\text{g}/\text{L}$)	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	-	-
氟化物	6.82	6.40	5.64	8.58	4.28	10	达标
氰化物	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.5	达标
磷酸盐	0.249	0.382	0.299	0.273	0.165	0.5	达标
甲基汞 (ng/L)	10L	10L	10L	10L	10L	不得检出	达标
乙基汞 (ng/L)	20L	20L	20L	20L	20L	不得检出	达标

根据鉴别结果统计，按照《危险废物鉴别标准腐蚀性鉴别 GB5085.1-2007》规定方法进行浸出试验获得的浸出液中，改性磷石膏浸出液pH值为 6.55-7.22，未超过《危险废物鉴别标准腐蚀性鉴别》限值要求。按照《固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法》（HJ/T299-2007）规定方法进行浸出试验获得的浸出液中，检测污染物的浓度均未超过《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）标准限值要求。通过以上分析可知，矿坑回填使用的改性磷石膏不属于危险废物。

按照《固体废物 浸出毒性浸出方法 水平振荡法》（HJ557-2010）规定方法进行浸出试验获得的浸出液中，检测污染物的浓度均未超过《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准，且浸出液 pH 值位于 6~9 范围内，故判定项目使用的改性磷石膏回填材料属性为第 I 类一般工业固体废物

物。 施工期间，按照《改性磷石膏综合利用 矿山生态修复过程环境监管规范》（DB5301/T 99-2023）要求，对回填的改性磷石膏分批次进行检测，经检测符合要求后方可作为回填材料，对回填磷石膏检测情况如下： ①监测频次 每 10 万m³ 改性磷石膏作为 1 批次检测，本项目共检测 8 批次。 ②监测点位 改性后磷石膏存放中转场，将中转场内的磷石膏划为 3 块区域，每个区域不同深度梅花形采样混成一个样，共 3 个样 ③监测因子 pH、氟化物、总磷、铜、锌、镉、铅、总铬、六价铬、总汞、总砷、钡、铍、银、镍、乙基汞、甲基汞、硒、水分、氰根离子。 ④监测结果分析 检测结果见表 2-7、2-8、2-9、2-10、2-11、2-12、2-13、2-14。					
表 2-7 第一批次回填磷石膏属性检测结果					
监测项目	监测结果			标准限值 (mg/L)	结果评价
	改性磷石膏 1#	改性磷石膏 2#	改性磷石膏 3#		
	2022.11.22	2022.11.22	2022.11.22		
锌(mg/L)	0.291	0.014	0.01L	2.0	达标
pH(无量纲)	7.16	6.89	7.28	6-9	达标
钡(mg/L)	0.101	0.088	0.072	-	-
铅(mg/L)	0.03L	0.03L	0.03L	1	达标
铍(mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	0.005	达标
铜(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.5	达标
银(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.5	达标
镉(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.1	达标
镍(mg/L)	0.020	0.02L	0.02L	1	达标
乙基汞(ng/L)	20L	20L	20L	不得检出	达标
甲基汞(ng/L)	10L	10L	10L	不得检出	达标
氟化物(mg/L)	4.20	8.90	4.28	10	达标
汞(μg/L)	0.05L	0.05L	0.05L	50	达标
总铬(mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	1.5	达标
六价铬(mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	0.5	达标
砷(μg/L)	0.54	0.10L	0.10L	0.5	达标
硒(μg/L)	10.8	0.10L	0.44	-	-

	总磷(mg/L)	0.042	0.035	0.022	0.5	达标
	水分(%)	16	15	18	-	-
	氰根离子(μg/L)	15.8	18.5	17.2	50	达标
表 2-8 第二批次回填磷石膏属性检测结果						
监测项目	监测结果			标准限值 (mg/L)	结果评价	
	改性磷石膏 1#	改性磷石膏 2#	改性磷石膏 3#			
	2022.12.13	2022.12.13	2022.12.13			
pH(无量纲)	7.08	6.76	7.12	6-9	达标	
钡(mg/L)	0.06L	0.06L	0.06L	-	-	
铅(mg/L)	0.03L	0.03L	0.03L	1	达标	
铍(mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	0.005	达标	
铜(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.5	达标	
银(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.5	达标	
锌(mg/L)	0.150	0.01L	0.01L	2.0	达标	
镉(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.1	达标	
镍(mg/L)	0.02L	0.02L	0.02L	1	达标	
乙基汞(ng/L)	20L	20L	20L	不得检出	达标	
甲基汞(ng/L)	10L	10L	10L	不得检出	达标	
氟化物(mg/L)	2.12	3.00	3.15	10	达标	
总铬(mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	1.5	达标	
六价铬(mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	0.5	达标	
汞(ug/L)	0.02L	0.02L	0.02L	50	达标	
砷(μg/L)	0.10L	0.10L	0.10L	0.5	达标	
硒(μg/L)	0.38	0.14	1.72	-	-	
总磷(mg/L)	0.438	0.380	0.275	0.5	达标	
水分(%)	23	19	22	-	-	
氰根离子(μg/L)	15.8	16.9	17.1	50	达标	
表 2-9 第三批次回填磷石膏属性检测结果						
监测项目	监测结果			标准限值 (mg/L)	结果评价	
	改性磷石膏 1#	改性磷石膏 2#	改性磷石膏 3#			

		2023.1.31	2023.1.31	2023.1.31		
	pH(无量纲)	6.50	6.08	6.59	6-9	达标
	钡(mg/L)	0.068	0.109	0.12	-	-
	铅(mg/L)	0.236	0.03L	0.03L	1	达标
	铍(mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	0.005	达标
	铜(mg/L)	0.015	0.01L	0.01L	0.5	达标
	银(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.5	达标
	锌(mg/L)	0.396	0.01L	0.01L	2.0	达标
	镉(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.1	达标
	镍(mg/L)	0.030	0.02L	0.02L	1	达标
	乙基汞(ng/L)	20L	20L	20L	不得检出	达标
	甲基汞(ng/L)	10L	10L	10L	不得检出	达标
	氟化物(mg/L)	5.54	4.42	3.88	10	达标
	总铬(mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	1.5	达标
	六价铬(mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	0.5	达标
	汞(ug/L)	0.34	0.02L	0.02L	50	达标
	砷(μg/L)	0.10L	0.10L	0.10L	0.5	达标
	硒(μg/L)	2.97	0.16	0.10L	-	-
	总磷(mg/L)	0.448	0.333	0.010	0.5	达标
	水分(%)	12	26	23	-	-
	氰根离子(μg/L)	15.8	20.5	21.1	50	达标
表 2-10 第四批次回填磷石膏属性检测结果						
	监测项目	监测结果			标准限值 (mg/L)	结果评价
		改性磷石膏 1#	改性磷石膏 2#	改性磷石膏 3#		
		2023.3.8	2023.3.8	2023.3.8		
	pH(无量纲)	8.30	8.81	8.13	6-9	达标
	钡(mg/L)	0.082	0.084	0.089	-	-
	铅(mg/L)	0.03L	0.03L	0.03L	1	达标
	铍(mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	0.005	达标

	铜(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.5	达标
	银(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.5	达标
	锌(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	2.0	达标
	镉(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.1	达标
	镍(mg/L)	0.02L	0.02L	0.02L	1	达标
	乙基汞(ng/L)	20L	20L	20L	不得检出	达标
	甲基汞(ng/L)	10L	10L	10L	不得检出	达标
	氟化物(mg/L)	3.10	2.05	2.57	10	达标
	总铬(mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	1.5	达标
	六价铬(mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	0.5	达标
	汞(ug/L)	0.03	0.02L	0.02L	50	达标
	砷(μg/L)	0.10L	0.10L	0.10L	0.5	达标
	硒(μg/L)	0.10L	0.10L	0.10L	-	-
	总磷(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.5	达标
	水分(%)	10	11	10	-	-
	氰根离子(μg/L)	4.4	6.2	4.4	50	达标
表 2-11 第五批次回填磷石膏属性检测结果						
	监测项目	监测结果			标准限值 (mg/L)	结果评价
		改性磷石膏 1#	改性磷石膏 2#	改性磷石膏 3#		
		2023.4.6	2023.4.6	2023.4.6		
	pH(无量纲)	8.61	7.48	8.12	6-9	达标
	钡(mg/L)	0.08	0.12	0.12	-	-
	铅(mg/L)	0.03L	0.03L	0.03L	1	达标
	铍(mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	0.005	达标
	铜(mg/L)	0.04	0.07	0.04	0.5	达标
	银(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.5	达标
	锌(mg/L)	0.03	0.11	0.07	2.0	达标
	镉(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.1	达标
	镍(mg/L)	0.02L	0.02L	0.02L	1	达标

	乙基汞(ng/L)	20L	20L	20L	不得检出	达标
	甲基汞(ng/L)	10L	10L	10L	不得检出	达标
	氟化物(mg/L)	4.58	3.33	5.08	10	达标
	总铬(mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	1.5	达标
	六价铬(mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	0.5	达标
	汞(ug/L)	0.03	0.02L	0.02L	50	达标
	砷(μg/L)	0.10L	0.10L	0.10L	0.5	达标
	硒(μg/L)	0.10L	0.10L	0.10L	-	-
	总磷(mg/L)	0.011	0.014	0.010	0.5	达标
	水分(%)	18	18	25	-	-
	氰根离子(μg/L)	7.8	9.6	8.1	50	达标
表 2-12 第六批次回填磷石膏属性检测结果						
监测项目	监测结果			标准限值 (mg/L)	结果评价	
	改性磷石膏 1#	改性磷石膏 2#	改性磷石膏 3#			
	2023.5.6	2023.5.6	2023.5.6			
pH(无量纲)	8.50	8.07	7.52	6-9	达标	
钡(mg/L)	0.06L	0.06L	0.06L	-	-	
铅(mg/L)	0.03L	0.03L	0.03L	1	达标	
铍(mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	0.005	达标	
铜(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.5	达标	
银(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.5	达标	
锌(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	2.0	达标	
镉(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.1	达标	
镍(mg/L)	0.02L	0.02L	0.02L	1	达标	
乙基汞(ng/L)	20L	20L	20L	不得检出	达标	
甲基汞(ng/L)	10L	10L	10L	不得检出	达标	
氟化物(mg/L)	2.32	2.78	2.47	10	达标	
总铬(mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	1.5	达标	
六价铬(mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	0.5	达标	

	汞(ug/L)	0.02L	0.02L	0.02L	50	达标
	砷(μg/L)	0.10L	0.10L	0.10L	0.5	达标
	硒(μg/L)	0.10L	0.10L	0.10L	-	-
	总磷(mg/L)	0.01L	0.014	0.01L	0.5	达标
	水分(%)	16	15	17	-	-
	氰根离子(μg/L)	11.2	9.5	6.3	50	达标
表 2-13 第七批次回填磷石膏属性检测结果						
	监测项目	监测结果			标准限值 (mg/L)	结果评价
		改性磷石膏 1#	改性磷石膏 2#	改性磷石膏 3#		
		2023.5.6	2023.5.6	2023.5.6		
	pH(无量纲)	2023.6.27	2023.6.27	2023.6.27	6-9	达标
	钡(mg/L)	6.58	8.56	8.21	-	-
	铅(mg/L)	0.11	0.18	0.08	1	达标
	铍(mg/L)	0.03L	0.03L	0.03L	0.005	达标
	铜(mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	0.5	达标
	银(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.5	达标
	锌(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	2.0	达标
	镉(mg/L)	0.01L	0.01L	0.02	0.1	达标
	镍(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	1	达标
	乙基汞(ng/L)	0.02L	0.02L	0.02L	不得检出	达标
	甲基汞(ng/L)	20L	20L	20L	不得检出	达标
	氟化物(mg/L)	10L	10L	10L	10	达标
	总铬(mg/L)	2.69	2.83	3.19	1.5	达标
	六价铬(mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	0.5	达标
	汞(ug/L)	0.004L	0.004L	0.004L	50	达标
	砷(μg/L)	0.02L	0.02L	0.02L	0.5	达标
	硒(μg/L)	0.10L	0.10L	0.10L	-	-
	总磷(mg/L)	0.10L	0.10L	0.10L	0.5	达标
	水分(%)	0.020	0.015	0.014	-	-

	氰根离子(μg/L)	21	19	19	50	达标
表 2-14 第八批次回填磷石膏属性检测结果						
监测项目	监测结果			标准限值 (mg/L)	结果评价	
	改性磷石膏 1#	改性磷石膏 2#	改性磷石膏 3#			
	2023.8.31	2023.8.31	2023.8.31			
pH(无量纲)	7.48	8.26	8.26	6-9	达标	
钡(mg/L)	0.08	0.06	0.07	-	-	
铅(mg/L)	0.03L	0.03L	0.03L	1	达标	
铍(mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	0.005	达标	
铜(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.5	达标	
银(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.5	达标	
锌(mg/L)	0.02	0.02	0.01	2.0	达标	
镉(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.1	达标	
镍(mg/L)	0.02L	0.02L	0.02L	1	达标	
乙基汞(ng/L)	20L	20L	20L	不得检出	达标	
甲基汞(ng/L)	10L	10L	10L	不得检出	达标	
氟化物(mg/L)	4.28	3.09	4.81	10	达标	
总铬(mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	1.5	达标	
六价铬(mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	0.5	达标	
汞(ug/L)	0.02L	0.02L	0.02L	50	达标	
砷(μg/L)	0.10L	0.10L	0.10L	0.5	达标	
硒(μg/L)	0.10L	0.10L	0.10L	-	-	
总磷(mg/L)	0.086	0.022	0.030	0.5	达标	
氰根离子(μg/L)	21.2	24.7	22.6	50	达标	
根据以上监测结果，本项目改性磷石膏属于第Ⅰ类一般工业固体废物，符合《 改性磷石膏综合利用矿山生态修复环境风险评估规范》（DB5301/T98-2023）要求。 本项目与安宁市八街街道小营尖山铁矿矿山修复治理项目均使用云南祥丰环保科技有限公司改性磷石膏，2024 年 4 月 8 日、4 月 18 日、4 月 25						

日，安宁市八街街道小营尖山铁矿矿山修复治理项目进行了有机质监测。

表 2-15 改性磷石膏有机质监测结果

检测项目	20240408	20240418	20240425	执行标准	达标情况
有机质	4.0%	4.8%	4.4%	<5%	达标

有机质含量均小于 5%，满足昆明市地方标准《改性磷石膏综合利用矿山生态修复环境风险评估规范》（DB5301/T98-2023）4.2 要求。

2025 年 1 月 7 日，为进一步核实回填的改性磷石膏是否符合要求，对已回填磷石膏选取了 8 个点进行监测，分别为 ZK15、ZK16、ZK23、ZK24、ZK25、ZK26、ZK33、ZK34，监测点位图见附图 9，监测报告见附件 25。

表 2-16 回填磷石膏属性检测结果
监测结果

监测项目	监测结果			标准限值 (mg/L)	结果评价
	ZK16	ZK16	ZK16		
	20m	6m	0m		
pH(无量纲)	7.1	7.1	7.2	6-9	达标
六价铬(mg/L)	ND	ND	ND	0.5	达标
氟化物(mg/L)	2.63	2.96	4.15	10	达标
汞(mg/L)	ND	ND	ND	0.05	达标
砷(mg/L)	ND	ND	ND	0.5	达标
磷酸盐（以 P 计）(mg/L)	0.08	0.04	0.04	0.5	达标
铅(mg/L)	ND	ND	ND	1.0	达标
铍(mg/L)	ND	ND	ND	0.005	达标
铬(mg/L)	ND	ND	ND	1.5	达标
银(mg/L)	ND	ND	ND	0.5	达标
锌(mg/L)	ND	ND	ND	2.0	达标
镉(mg/L)	ND	ND	ND	0.1	达标
镍(mg/L)	ND	ND	ND	1.0	达标

表 2-17 回填磷石膏属性检测结果

监测项目	监测结果					标准限值 (mg/L)	结果评价
	ZK16	ZK16	ZK16	ZK16	ZK16		
	0m	3m	6m	9m	12m		
pH(无量纲)	7.1	7.1	7.1	7.0	7.1	6-9	达标
六价铬 (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	达标
氟化物 (mg/L)	2.72	2.77	3.21	3.49	3.71	10	达标
汞(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	达标
砷(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	达标

	磷酸盐（以P计）(mg/L)	0.09	0.04	0.04	0.04	0.04	0.5	达标
	铅(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	1.0	达标
	铍(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0.005	达标
	铬(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	1.5	达标
	银(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	达标
	锌(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	2.0	达标
	镉(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0.1	达标
	镍(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	1.0	达标
表 2-18 回填磷石膏属性检测结果								
	监测项目	监测结果					标准限值 (mg/L)	结果 评价
		ZK16	ZK16	ZK16	ZK16	ZK16		
		18m	21m	24m	27m	30m		
	pH(无量纲)	7.1	7.1	7.1	6.9	7.1	6-9	达标
	六价铬 (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	达标
	氟化物 (mg/L)	3.78	3.90	2.48	2.39	3.17	10	达标
	汞(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	达标
	砷(mg/L)	ND	ND	0.0005	ND	ND	0.5	达标
	磷酸盐（以P计）(mg/L)	0.04	0.04	0.08	0.12	0.04	0.5	达标
	铅(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	1.0	达标
	铍(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0.005	达标
	铬(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	1.5	达标
	银(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	达标
	锌(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	2.0	达标
	镉(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0.1	达标
	镍(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	1.0	达标
表 2-19 回填磷石膏属性检测结果								
	监测项目	监测结果					标准限值 (mg/L)	结果 评价
		ZK23	ZK23	ZK23	ZK23	ZK23		
		0m	3m	6m	9m	12m		
	pH(无量纲)	7.0	7.1	7.2	7.3	8.7	6-9	达标
	六价铬 (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	达标
	氟化物 (mg/L)	1.94	3.18	1.73	2.11	2.84	10	达标
	汞(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	达标
	砷(mg/L)	ND	0.0005	ND	ND	ND	0.5	达标
	磷酸盐（以P计）(mg/L)	0.08	0.18	0.04	0.03	0.13	0.5	达标

	铅(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	1.0	达标
	铍(mg/L)	ND	ND	ND	0.0005	0.0005	0.005	达标
	铬(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	1.5	达标
	银(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	达标
	锌(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	2.0	达标
	镉(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0.1	达标
	镍(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	1.0	达标
表 2-20 回填磷石膏属性检测结果								
	监测项目	监测结果					标准限值 (mg/L)	结果 评价
		ZK23	ZK23	ZK23	ZK24	ZK24		
		15m	18m	20m	0m	3m		
	pH(无量纲)	7.3	7.2	7.2	7.2	7.1	6-9	达标
	六价铬 (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	达标
	氟化物 (mg/L)	3.73	3.21	2.84	3.12	2.88	10	达标
	汞(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	达标
	砷(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	达标
	磷酸盐 (以 P 计)(mg/L)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.5	达标
	铅(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	1.0	达标
	铍(mg/L)	0.0004	0.0005	0.0005	ND	ND	0.005	达标
	铬(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	1.5	达标
	银(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	达标
	锌(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	2.0	达标
	镉(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0.1	达标
	镍(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	1.0	达标
表 2-21 回填磷石膏属性检测结果								
	监测项目	监测结果					标准限值 (mg/L)	结果 评价
		ZK25	ZK26	ZK26	ZK26	ZK26		
		6m	0m	3m	6m	9m		
	pH(无量纲)	7.1	7.3	7.4	7.3	8.0	6-9	达标
	六价铬 (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	达标
	氟化物 (mg/L)	2.96	3.32	4.09	2.74	3.21	10	达标
	汞(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	达标
	砷(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	达标
	磷酸盐 (以 P 计)(mg/L)	0.04	0.03	0.04	0.04	0.13	0.5	达标
	铅(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	1.0	达标
	铍(mg/L)	ND	ND	ND	0.0002	ND	0.005	达标

	铬(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	1.5	达标
	银(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	达标
	锌(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	2.0	达标
	镉(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0.1	达标
	镍(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	1.0	达标
表 2-22 回填磷石膏属性检测结果								
监测项目	监测结果				标准限值 (mg/L)	结果 评价		
	ZK26	ZK33	ZK33	ZK34				
	10m	0m	3m	0m				
pH(无量纲)	7.9	7.1	7.1	7.2	6-9	达标		
六价铬 (mg/L)	ND	0.007	ND	ND	0.5	达标		
氟化物 (mg/L)	2.79	2.08	3.45	4.15	10	达标		
汞(mg/L)	ND	ND	ND	ND	0.05	达标		
砷(mg/L)	ND	ND	ND	ND	0.5	达标		
磷酸盐（以 P 计）(mg/L)	0.03	0.04	0.04	0.04	0.5	达标		
铅(mg/L)	ND	ND	ND	ND	1.0	达标		
铍(mg/L)	ND	ND	ND	ND	0.005	达标		
铬(mg/L)	ND	ND	ND	ND	1.5	达标		
银(mg/L)	ND	ND	ND	ND	0.5	达标		
锌(mg/L)	ND	ND	ND	ND	2.0	达标		
镉(mg/L)	ND	ND	ND	ND	0.1	达标		
镍(mg/L)	ND	ND	ND	ND	1.0	达标		
综上，本项目用于 2#矿坑回填生态修复材料的改性磷石膏质量特性满足《改性磷石膏综合利用矿山生态修复环境风险评估规范》（DB5301/T98-2023）中 4.2 的规定及《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）中表二的要求。 2）回填方案 采用改性磷石膏新型材料回填堆排工艺为先由场区底部 1840.0m 标高开始按 5m 的堆排厚度、以 2%的坡度向 2#矿坑北侧逐层堆排，回填堆排至 1868.0m 标高后，按回填土坡比 1:3 进行分台回填，每级高度 5m，放坡平台 5m。坡顶填筑高程为 1895.00，依次往下放坡设置平台高程分别为：1890.00、1885.00、1880.00、1875.00、1870.00。回填量共计 715241.00m³。								
表 2-23 改性磷石膏回填方量								
日期	原始标高（m）	填筑后标高（m）	填筑高度（m）	填筑工程量（m³）				

2022.10	1840.00	1850.01	10.01	80453.54
2022.11	1850.42	1859.48	9.06	37220.55
2022.12	1859.48	1864.71	5.23	25131.11
2023.01	1864.71	1865.20	0.49	42204.16
2023.02	1865.20	1871.09	5.89	127277.6
2023.03	1871.09	1875.35	4.26	43556
2023.04	1875.35	1877.10	1.75	26891
2023.05	1877.10	1877.33	0.23	6002.14
2023.06	1877.33	1879.32	1.99	22577.90
2023.07	1879.32	1882.52	3.2	198972
2023.08	1882.52	1885.20	2.68	80290
2023.09	1885.20	1893.08	7.88	24665
合计				715241.00

3) 拦挡设施

堆填设计在项目区西北侧采用抗滑挡土墙进行支护，基础持力层采用③层强风化砂砾岩，基础埋深 $\geq 1.50\text{m}$ ， $f_{ak} \geq 500\text{kPa}$ 。

挡土墙采用 C20 片石混凝土，纵向分段长度为 10-15 米设置伸缩缝，伸缩缝宽为 2cm，布设泄水孔，泄水孔间距 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ，梅花形布设，泄水管设置 5%坡度，出水口必须低于进水口，最下排泄水孔底部应高出地面线 30cm。

挡土墙长 20 米，高 1 米，面坡倾斜坡度 1:0.10，背坡倾斜坡度：1:0.30~1:0.45。采用 1 个扩展墙趾台阶，墙趾台阶宽度 0.20~0.30m，墙趾台阶与墙面坡坡度不相同,其面坡坡度为：1:0.00，墙底倾斜坡率：0.20:1。墙后堆渣分层填筑并夯实，压实度不小于 92%。

4) 防渗层

本项目选用改性磷石膏材料作为生态修复回填材料，按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）II 类场技术要求对生态修复回填区域矿坑底部和边坡进行防渗。生态修复回填区域矿坑底部和边坡铺设 200g/m^2 加密土工布和 2.0mm 厚的双糙面 HDPE 土工膜防渗，

双糙面 HDPE 土工膜铺设完成后，在焊接处进行气密性检测。在其顶部 1895m 标高、台阶以及坡面上均铺一层非织造布复合土工膜并与场周土工膜相连，以防雨水入渗。 5) 顶部防渗覆土工程 矿坑回填作业至标高 1895m 后，按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）II 类场的要求，进行顶部防渗、雨水导排和覆土绿化工作。覆土厚度 1m。 （3）植被恢复工程 矿坑回填作业至设计标高 1895m 后，按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）II 类场的要求，进行对各退台边坡和顶部开展防渗、雨水导排后，进行覆土绿化工作，覆土厚度 1m，其中下部覆红土 50cm，上部覆表土 50cm。 绿化以栽植乔木、栽植灌木、播撒草籽的形式进行植被修复，形成立体植被生态结构。播撒草籽：爱丽 200kg；黑麦草 200kg；狗牙根 200kg；种植植被：种植乔木为香樟 2 米×2 至 3 分，625 颗；香樟 2 米×1.5 分，1103 颗；球花冬青 2300 颗；雪松 1900 颗；藏柏 1900 颗；湿地松 1595 颗。植被恢复 6.4908 公顷，恢复为林地 5.0783 公顷、其他草地 1.3315 公顷。 造林后适时进行幼林抚育，包括正苗、补苗、中耕、除草、浇水等主要内容。以全面抚育为主，深翻 5~10cm，做到里浅外深，不可伤及幼苗根系。抚育次数造林后半年一次，共 3 年。抚育时间：5~6 月雨季来临前。造林后即开始防火、防盗、防治病害及禁止林内放牧，樵采等常规管护。 根据《松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程水土保持监测总结报告》项目实际施工过程中产生的土石方开挖总量为 3.44 万 m³（均为一般土石方，无表土），回填总量为 81.50 万 m³（其中绿化覆土 4.29 万 m³，土石方回填 3.44 万 m³，防渗黏土 2.25 万 m³，生态修复材料回填 71.52 万 m³），外借方量 78.06 万 m³，无余方。其中项目借方中从安宁荣鑫源矿业有限公司石灰石开采工程项目调运使用黏土方量为 2.25 万 m³；绿化覆土中从东北侧外围的云南祥丰化肥股份有限公司草铺磷矿区松坪龙树磷矿开采工程土地
--

复垦挖除土石方调运利用量约 1.26 万m³，从云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目剩余表土中调运利用量为 3.03 万m³，调运生态修复材料 71.52 万 m³。

表 2-24 项目建设产生土石方情况统计表 万 m³

项目	挖方			填方					借方		弃方	
	表土剥离	土石方	小计	绿化覆土	土石方	防渗	堆填材料	小计	数量	来源	数量	去向
1 堆填修复区	0	3.34	3.34	4.29	3.34	2.25	71.52	81.4	78.06	磷石膏综合利用项目、荣鑫源矿业有限公司石灰石开采工程项目、云南祥丰化肥股份有限公司草铺磷矿区松坪龙树磷矿开采工程	0	/
2 边坡修复区	0	0.1	0.1	0	0.1			0.1			0	/
合计	0	3.44	3.44	4.29	3.44	2.25	71.52	81.5	78.06		0	/

(4) 防护工程

项目区东南侧回填完后仍存在部分边坡，为防止人员及牲畜误入采场造成危险。在项目区东南侧外围设置防护栏，长约 380m。护栏采用双边丝围栏，丝径≥5mm，每隔 2m 采用 C20 混凝土（0.3×0.5m）设置一个基础。

表 2-25 护栏工程量统计表

项目		单位	工程量
护栏（每延米）	双边丝护栏网（高 1.8m，含预埋柱，丝径≥5mm）	m ²	684
	人工挖土方(四类土)	m ³	15.2
	设备基础（护栏 C20 混凝土基础）	m ³	15.2

2.2 辅助工程

本项目修复回填材料采用改性磷石膏，回填量 715241.00m³。磷石膏改性在云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目预留用地建设，厂房占地面积 700m²，生产区占地面积 500m²，设置改性用干粉筒仓 3 个，改性混合搅拌机 1 台及其他辅助生产设施。改性磷石膏临时堆放区占地面积 200m²，用于临时堆放中转改性磷石膏。

2.3 公用工程

(1) 给水

1) 生活给水

本项目员工不在项目区食宿，工作人员劳动定员 5 人，依托现有云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目办公楼进行办公。生活用水量每天 0.4m³/d，依托云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目供水。

2) 生产用水

项目为矿山生态修复，施工扬尘用水由云南祥丰环保科技有限公司洒水罐车运至生态修复区域。植被恢复、养护用水安装水管输送至生态修复区域。

(2) 排水

1) 修复区截洪沟

①坡面排水沟

顶部平台排水沟及各平台排水沟采用成品排水沟，坡面排水沟安装 400×600mm 的 U 型水槽，共 1978.8m。坡顶排水沟设置距离坡顶线 1.0m，各放坡平台距离坡脚线 0.50m，各放坡平台均设置水平向排水沟，同时沿边坡面隔 25~30m 的距离设置竖向排水沟，同水平向排水沟垂直交错形成系统的排水系统。水沟内做 0.5% 的纵向找坡，各平台排水沟往相邻的竖向排水沟排水，坡面雨水通过竖向排水沟排泄至坡脚的截水沟中。

②截洪沟

坡顶截水沟及场地西侧南侧坡脚截水沟采用 500×600mm 的 U 型水槽，共 1245.6m。排水沟沟帮均采用 C25 砼浇筑，沟壁厚 0.2m，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。截水沟铺砌时应先砌沟壁，后砌沟底，以增加其坚固性。截排水沟弯道处应采用圆弧形连接，以保证排水通畅。截排水沟沟底坡度在 30° 以上时采用跌水坎，且每隔 5m 设置一个凸榫。

③排水能力复核

根据《项目堆填设计方案》：

依据《公路排水设计规范》（JTG/TD33-2012）排水沟、截水沟设计径流量： $Q = 16.67\psi_i$ 式中：Q——设计径流量（m³/s）； ψ_i——设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度（mm/min）；ψ——径流系数； F——汇水面积（km²）。 依据《公路排水设计规范》（JTG/TD33-2012）截水沟、排水沟泄水能力： $Q = vA$ 式中：v——沟或管内的平均流速（m/s） A——过水断面面积（m²） 则截水沟：则v=8.008m/s，则 $Q = 8.008 \times 0.54 = 4.325 \text{m}^3/\text{s} \geq \text{设计径流量}$ $Q = 4.186 \text{m}^3/\text{s}$。 平台排水沟、坡底排水沟：则v=0.551 m/s，则 $Q = 0.551 \times 0.035 = 0.019 \text{m}^3/\text{s} \geq \text{设计径流量}$ $Q = 0.015 \text{m}^3/\text{s}$。 综上，项目主体设计的截水沟、排水沟排洪能力满足 5 年一遇最大洪峰流量的要求。 2) 渗滤液导排 修建三层渗滤液导排盲管，第一层位于矿坑底部，标高 1840m 处，分别在正东、正西正南、正北、东南、西南、东北、西北方向设置 8 根导排盲管，汇集渗滤液到矿坑中心已修建的渗滤液收集竖井内；第二层在矿坑标高 1860m 处，修建方位和数量与第一层相同；第三层在矿坑标高 1868m 左右处，共修建 5 根导排盲沟，渗滤液汇集到矿坑西渗滤液收集池内。已建设 3 个渗滤液收集池，矿坑中心 1 个渗滤液收集竖井（内径为 1m，高 44m，底部收集池容积 80m³），矿坑东北侧上方 1 个（容积 80m³），矿坑西侧 1 个（容积 15m³）。经统计，排渗盲沟长度为 937.35m。 3) 生活排水 依托云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目排水系统，员工生活污水排入已建生活污水处理站达标处理后，回用于绿化，不外排。

(3) 供电

供电依托云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目。

2.4 运输工程

外部道路：回填物料运输路线从祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目厂区进入进场道路。该段道路为采矿时留下的矿山公路，公路宽度 5~10m，道路为碎石路面，道路路面完好，能够满足堆填施工需要，可以直接通往回填区。运输距离约 845m。采用自卸汽车运输，运输过程封闭处理，运输路线不涉及敏感区和保护区域。

进场道路：进场道路为采矿期遗留的矿区道路，路宽度 4~6m，约长 500m，可满足运输条件。



图 2-3 改性磷石膏运输路线

2.5 办公及生活设施

施工期和运营期工作人员不在项目修复区食宿，办公依托现有的云南祥丰环保科技有限公司生产厂区办公楼进行办公。

2.6 环保工程

(1) 废气治理工程

1) 对修复区施工面进行洒水降尘，运输车辆以篷布遮盖，密闭运输，并注意控制车速。

2) 磷石膏改性粉料仓废气经仓顶自带除尘器除尘后，由仓顶 10m 排

气筒排放，搅拌产生的颗粒物经“集气罩收集+布袋除尘后”，经由 15m 高排气筒排放。 (2) 废水治理工程 1) 渗滤液收集：因修复区为矿坑，不具备渗滤液排水条件，项目在修复区中心设置渗滤液收集井，再用泵将渗滤液抽至渗滤液收集池，收集池容积 80m³，再将渗滤液用罐车运送至祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目，作为磷石膏水洗补充水，不外排。 2) 施工人员不在项目区食宿，办公依托现有的云南祥丰环保科技有限公司生产厂区办公楼进行办公，生活污水依托祥丰环保科技有限公司生活污水处理站处理。 (3) 噪声 选用低噪设备、合理布局、合理施工、加强设备维护。 (4) 固体废物 1) 生活垃圾：施工期生活垃圾集中收集后清运至云南祥丰环保科技有限公司生活垃圾收集点堆存，定期清运处置。 2) 旱厕粪便：施工期在矿坑修复区设置旱厕，旱厕粪便定期清掏，施工结束后拆除。 3) 场地清理废弃土石方：施工期场地清理及边坡整治产生的土石方用于场地平整回填。 (5) 地下水防治工程 1) 防渗工程 ①底部防渗：底部铺设 0.75m 厚黏土层、土 200g/m²加密土工布和 2.0mm 厚的双糙面 HDPE 土工膜，双糙面 HDPE 土工膜铺设完成后，在焊接处进行气密性检测，合格后，进行生态修复料回填，满足 GB/T 17643 和 CJ/T234-2006 规定的技术指标要求。 ②岸坡防渗：岸坡防渗结构与坑底防渗结构相同，对于岸坡较陡地段需采用锚固钉、链固定，防止防渗膜下滑。 ③顶部防渗：2#矿坑修复区改性磷石膏材料回填完成后，先在其顶部
--

1895m 标高、台阶以及坡面上均铺一层 900g/m² 非织造布复合土工膜并与场周土工膜相连，以防雨水入渗。

④渗滤液收集池防渗：修复区坑内渗滤液收集井池底及四周均采用 15mm 厚的混合砂浆保护层、顶面为 120mm 厚钢筋混凝土盖，和矿坑进行整体防渗，首先铺设 200g/m² 加密土工布；再在上部铺设 2.0mm 厚的双糙面 HEPD 土工膜防渗。

双糙面 HDPE 土工膜铺设完成后，在焊接处进行气密性检测。地面渗滤液收集池为混凝土浇灌地埋形式，池底采用 15cm 厚的 C15 混凝土垫层，四周采用 15cm 厚的 C30 钢筋混凝土，渗透系数 $\leq 1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 。

2) 防渗漏监控

按照 II 类场要求，设置防渗漏监控系统，监控防渗衬层的完整性。采用重庆顶峰地质勘探有限公司生产的 EDGMD-60 高密度电法仪作为主控设备，采用电位差法，用高密度电法仪检测矿坑内电位，并通过异常电位定位渗漏位置。

3) 跟踪监测井

设置 3 个地下水监测井，上游 1 个，下游 2 个，对地下水进行跟踪监测，及时掌握地下水变化情况。

2.7 修复工程量汇总

建设单位于 2022 年 10 月 1 号开工，2023 年 10 月 11 日完工，项目底部防渗、边坡防渗、渗滤液导排系统、矿坑中央渗滤液收集池和矿坑外渗滤液收集池、生态修复料回填已完成，共回填改性磷石膏 715241.00m³，已回填标高至 1895m；铺设土工布 100200.00m²、双糙面 HDPE 土工膜 87600.00m²、复合土工膜 70500.00m²；回填种植土 135462.00t。顶部防渗、种植土覆土、矿坑内坡面排水沟、植被种植排水沟和截洪沟已施工完成，防渗漏监控均安装完成。项目工程量见表 2-26。

表 2-26 项目工程量一览表

序号	主要分项工程	完工工程量	备注
1	生态修复料	填筑 715241.00m ³	改性磷石膏
2	HDPE 土工膜	87600.00m ²	底部、边坡防渗
3	土工布	100200.00m ²	底部、边坡防渗
4	非织造布复合土工膜	70500.00m ²	顶部防渗
5	石方爆破开挖	14829.5m ³	底部平整

6	侧壁土石方开挖	13656.75	边坡平整
7	地下导流管	937.35m	渗滤液导排管
8	膜上导流管	360m	渗滤液导排管
9	渗滤液收集井	内径 1m，深 44m	矿坑中央渗滤液收集井
10	防渗监测系统	1 套	高密度电法监测
11	矿坑外渗滤液收集池	基础土方开挖 56.85m ³	矿坑外渗滤液收集池
12		钢筋制作安装 3.23t	
13		模板制作与安装 109.28m ²	
14		C15 混凝土垫层 4.36m ³	
15		C30 钢筋混凝土 22.38m ³	
16	临时排水沟	955.6m ³	/
17	锚固沟	256.81m ³	/
18	种植土	42900m ³	顶部覆土
19	坡面排水沟	1978.8m	坡面排水沟
20	截洪沟	1245.6m	截洪沟
21	播撒草籽	高羊茅：爱丽 200kg；黑麦草 200kg；狗牙根 200kg	/
22	种植乔木	香樟 2 米*2 至 3 分，625 颗；香樟 2 米*1.5 分，1103 颗；球花冬青，2300 颗；雪松 1900 颗；藏柏 1900 颗；湿地松 1595 颗。	/
3、依托工程及可行性 本项目办公及生活设施均依托云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目。该项目采用水洗干净工艺对磷石膏进行无害化处理后再进行下游产品缓凝剂和建筑石膏粉生产，突破磷石膏综合利用的技术堡垒，可大大提高安宁地区磷石膏综合利用率，建设内容：1 条 200 万 t/a 磷石膏预处理生产线，3 条 50 万 t/a 水泥缓凝剂生产线，1 条 50 万 t/a 建筑石膏粉生产线。 云南祥丰环保科技有限公司于 2019 年 12 月 3 日委托云南文柏咨询有限公司承担“磷石膏综合利用工程”的环境影响评价工作，于 2021 年 6 月编制完成《云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用工程环境影响报告表》，并于 2021 年 7 月 19 日取得了《昆明市生态环境局安宁分局关于云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用工程环境影响报告表的批复》（安生环复〔2021〕38 号）。2021 年 10 月 20 日取得昆明市生态环境局核发的排污许可证，排污许可证编号 91530181MA6KHMJ0XM001V。2023 年 3			

月编制了《云南祥丰环保科技有限公司突发环境事件应急预案》，并已报送昆明市生态环境局安宁分局备案，应急预案备案编号为：533601-2023-023-L。云南祥丰环保科技有限公司于2023年4月委托编制了《磷石膏综合利用工程（一期）竣工环境保护验收监测报告表》，并于2023年4月28日通过了自主验收，验收内容为管线工程、生产线。于2023年8月委托编制了《磷石膏综合利用工程（二期）竣工环境保护验收监测报告表》，并于2023年11月2日通过了自主验收，验收内容为磷石膏暂存场。

（1）供水、供电、办公及生活设施依托可行性

本项目供电、供水、办公及生活设施均依托云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目。云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目用水由园区市政管网提供，用电由园区市政供电线路提供，水源及电源可靠，可满足本项目用水用电需求。

云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目劳动定员84人，办公区位于综合利用场地南部，框架结构，建筑面积3000m²。一层布设食堂占地面积约240m²，本项目劳动定员10人，需办公面积约100m²，办公依托可行。

（2）生活污水处理设施依托的可行性

云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目已建1座规模为15m³/d，生活污水处理站，处理工艺采用“厌氧调节+序批式泥膜共生工艺+混凝澄清+石英砂过滤+次氯酸钠消毒”。本项目生活污水产生量约0.8m³/d，云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目厂区现有生活污水产生量为5.28m³/d，剩余处理规模9.72m³/d，余量可满足本项目需求。根据《磷石膏综合利用工程（一期）竣工环境保护验收监测报告表》，生活污水处理站出口水质满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中的绿化标准。因此，本项目生活污水依托云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目处理站处理可行。

（3）渗滤液依托处置可行性

根据云南祥丰环保科技有限公司《2#矿坑生态修复渗滤液转移记录》，施工期间回填修复区产生渗滤液量约4710m³，最大产生量45m³/d。渗滤液

经收集后，由罐车送磷石膏综合利用项目作为水洗补充水，根据调查，云

南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目水洗净化需补充新鲜水 12 万 m³/a，完全可以消纳本项目产生的渗滤液，渗滤液依托磷石膏综合利用项目可行。

(4) 矿坑回填材料来源可行性

本项目使用的磷石膏依托云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目磷石膏预处理生产线，经改性后，用于矿山生态修复回填料，改性磷石膏回填料用量约 71.52 万 m³，从磷石膏综合利用项目磷石膏预处理生产线磷石膏预处理规模 200 万 t/a 中调节，可保障供应。

4、磷石膏改性原辅材料

(1)主要原材料消耗

磷石膏改性主要原材料消耗为：祥丰水洗后的二水磷石膏，用量占比 90%，约 57.9 万 t，来源于云南祥丰环保环保科技有限公司磷石膏综合利用项目。根据《云南祥丰环保环保科技有限公司磷石膏综合利用工程报告表》（报批稿），预处理后磷石膏成分表。

表 2-27 预处理后磷石膏成分表							
CaSO4.2H2O % 干基	SiO2	结晶 水%	Al2O3	PH 值	P2O5水溶 性%	F 水溶 性%	氯离 子%
85	3	16.21	0.3	7.25	0.2	0.1	0.04

(2) 其它辅助材料

磷石膏改性辅料为干粉材料，其主要矿物成分为硅酸二钙（2CaO·SiO2）、硅酸三钙（3CaO·SiO2）、铝酸三钙（3CaO·Al2O3）、铁铝酸四钙（4CaO·Al2O3·Fe2O3）、游离氧化钙（CaO）和游离氧化镁（MgO）。用量占比 10%，约 6.4 万吨，从贵磷集团外购。

5、主要设备

(1) 磷石膏改性生产设备

磷石膏改性生产设备见表 2-28。

表 2-28 磷石膏改性生产设备一览表				
序 号	设备名称	规格型号	单位	数 量
—	配料系统设备			
1	双仓配料斗	2 米×6 米 容积 25 立方	个	2

	2	给料皮带输送机	B=1000 L=4.8 米 7.5KW	台	2
	3	中间缓冲斗	1.8 米×1.6 米	个	1
	4	称量皮运机	B=1200 11KW	台	1
	5	改性干粉材料筒仓	φ3.6×12 米	个	3
	6	仓顶脉冲布袋除尘器	30 平方 3KW	套	3
	7	料位仪		套	6
	8	筒仓配料计量称量系统	减量秤（失重秤）	套	3
	9	筒仓给料管螺	φ219×9 米 11KW	台	3
	10	粉料混合料斗	1.5 米×1.5 米	台	1
	11	粉料混合给料管螺	φ273×6 米 11KW	台	1
	二	混合生产设备			
	1	给料皮带输送机	B=1000 L=23 米 22KW	台	1
	2	混合搅拌机	φ1.5 米 75KW	台	1
	3	给料皮带输送机	B=1000 L=20 米 18.5KW	台	1
	4	成品装车料仓	4.8 米×6 米 容积 30 立方	台	1
	5	成品料仓放料阀		台	1
	(2) 矿坑生态修复主要设备				
	矿坑生态修复主要设备设备见下表。				
	表 2-29 矿坑生态修复主要设备一览表				
	序号	设备名称	规格型号	单位	数量
	1	挖机	沃尔沃 480	台	1
	2	装载机	柳工 856H	台	2
	3	自卸车辆	红岩	辆	10
	4	压路机		台	1
	5	洒水车		台	2
	6	潜水泵		台	1
	7、劳动定员				
	本项目劳动定员 10 人，负责改性磷石膏的运输、回填修复区及植被种植。生态修复工程已于 2023 年 10 月建设完成，监测、管护期 3 年。				
总平面及	(1) 改性磷石膏生产平面布置 改性磷石膏生产在云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用工程闲置区域内布置，平面布置见附图 4。				

现场布置	(2) 生态修复工程平面布置 本次生态修复示范项目回填面积约 97.362 亩（等高线范围），生态修复工程平面布置见附图 5。
施工方案	1、施工阶段划分 矿坑生态修复施工方案项目施工期大致分为两个阶段，第一阶段为前期基础土建施工，包括场地平整、场底防渗、截洪沟及渗滤液收集池等等工程的施工；第二阶段为矿坑回填及植被恢复。 施工期第一阶段：①施工前准备：临时设施—边坡整治—场地平整—施工放线—复核施工图纸；②挖方工程：挖方—夯实—临时防护—截排水沟—防渗工程；③建筑工程：基础开挖—下部构造施工—上部构造施工—附属工程施工。不设置临时弃渣场。 施工期第二阶段：①填方工程：回填修复区回填—填方、碾压，临时防护—截排水沟；②场区绿化、回填区封场工程：清理拆除临时设施，绿化场地回填绿化用土、土地整治、绿化苗木的种植、草种撒播，抚育管理。③工程结束后，将工程区范围内的设备等设施拆除，清理场地进行恢复。 2、施工工序 项目工程施工工序为：场地清理→截排水沟施工→坑底整平→铺设粘土层→防渗层铺设→改性磷石膏回填→顶部防渗层铺设→顶部覆土→植被恢复施工。 3、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；项目采用改性磷石膏作为矿坑回填生态修复材料，回填料采用汽车输送至生态修复区。 (2) 施工用水、用电 1) 施工用水 项目用水主要为洒水降尘用水，由云南祥丰环保科技有限公司洒水车运至施工区域，供水能力满足项目需要。 2) 施工排水 施工期施工废水经收集沉淀后回用，回填区内部雨水及渗滤液经收集

	后排入沉淀池，最终回用于生产，不外排。回填修复区以外雨水通过截排水沟排入下游沟道。 3) 施工供电 从云南祥丰环保科技有限公司供电系统接入，供电能力满足项目需要。 4、三场设置 1) 项目施工过程中，回填修复区清理、截排水沟开挖过程中产生部分土石方用于场地平整回填，本项目不设弃土场； 2) 矿坑回填结束后，在进行覆土植被绿化时，覆土来自祥丰集团矿山开采表土堆场及项目建设开挖剩余表土，表土堆场在矿区范围内，不另设取土场。 3) 施工人员均为附近村民，施工高峰期人员 10 人，不设施工营地。项目外购商品混凝土，现场不设混凝土拌合站，不设置施工场地。 综上，项目施工不设置三场，不涉及临时占地。 5、施工时限 该矿坑目前已停采，项目于 2022 年 10 月 1 日开工建设，已于 2023 年 10 月建设完成，考虑生态修复监测和管护期 3 年，确定本方案实施年限约为 2.1 年(2024 年 11 月~2026 年 10 月)。
其他	1、磷石膏改性生产工艺流程及产污环节 磷石膏改性生产以云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目水洗后的磷石膏作为原料，经添加改性用干粉材料进行混合改性，将磷石膏中氟化物、磷进行固化，并起到调节 pH 值的作用，改性后磷石膏根据回填施工方案，按照回填分层进行分批次进行属性检测，满足矿山修复回填要求的改性磷石膏，用于矿坑回填，不满足要求的磷石膏返回进行改性。属性检测委托第三方开展。磷石膏改性生产工艺流程及产污环节见图 2-4。

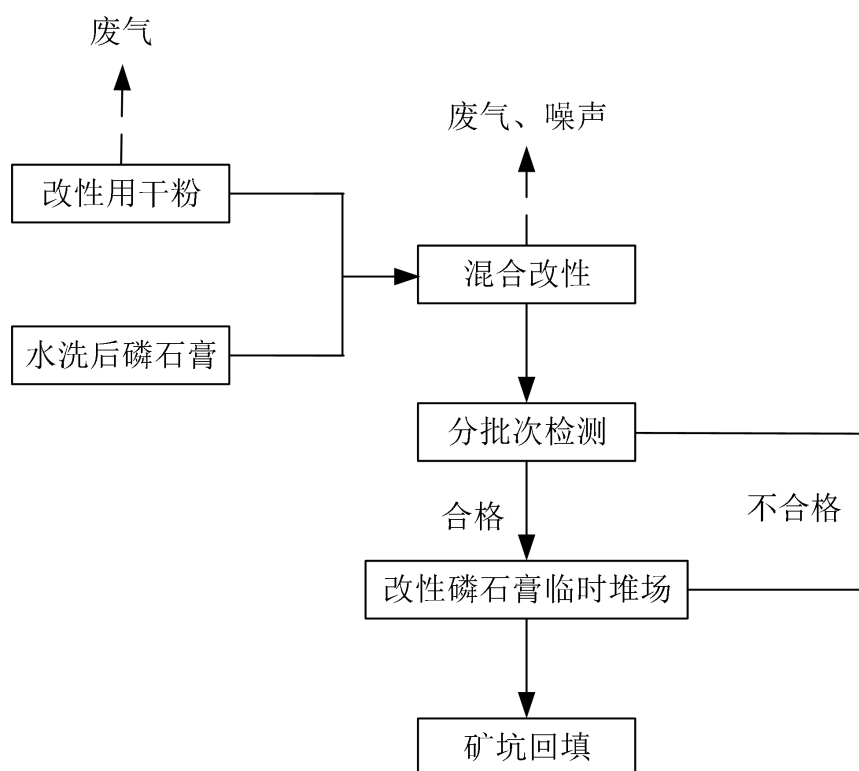


图 2-4 改性磷石膏生产工艺及产污节点

改性磷石膏生产过程中无生产废水和固废产生，产污环节如下：

(1) 废气

改性磷石膏生产过程中产生的废气包括改性用干粉材料料仓仓顶废气、混合搅拌废气。

- 1) 改性粉料仓废气经仓顶自带除尘器除尘后，由仓顶 10m 排气筒排放。
- 2) 磷石膏改性搅拌产生的颗粒物经“集气罩收集+布袋除尘后”，经由 15m 高排气筒排放。

(2) 噪声

改性磷石膏生产产生的噪声主要为改性混合搅拌设备噪声，采取设备基础底座减震措施，降低噪声源强。

2、矿坑回填、生态修复工艺及产污节点

矿坑回填及生态修复施工工艺为：场地清理→截排水沟施工→坑底整平→铺设粘土层→防渗层铺设→改性磷石膏回填→顶部覆土→植被恢复→养护管理。产污环节主要为：

(1) 废气

- 1) 矿坑清基、边坡整治施工过程中产生无组织废气，采取洒水降尘措

	施。 2) 运输道路扬尘, 采取洒水抑尘措施, 对运输车辆进行覆盖; 3) 磷石膏回填及覆土绿化扬尘, 采取洒水抑尘措施; (2) 废水 1) 渗滤液: 主要为矿坑修复区下雨天产生的渗滤液, 渗滤液经收集池收集后, 用罐车运至磷石膏综合利用项目作为生产补充水; 2) 生活污水: 依托磷石膏综合利用项目生活污水处理站处理后, 回用于绿化。 (3) 噪声 噪声主要来源于施工现场的各类机械设备噪声、施工作业噪声以及物料运输造成的交通噪声。 (4) 固体废物 固体废物主要为矿坑清基、防渗工程场地平整、渗滤液收集池开挖、截排水沟开挖等产生的土石方以及施工人员生活垃圾。开挖土石方用于矿坑平整压实, 生活垃圾集中收集, 送至指定地点堆放, 交由环卫部门处置。
--	--

三、生态环境现状、保护目标及评价标准

生态环境现状	1、云南省主体功能区规划 项目位于安宁工业园区草铺街道龙凤箐居民小组，对照《云南省主体功能规划》(云政发(2014)1 号)，属于国家重点开发区域，详见图 3-1。 图 3-1 项目与云南省主体功能区规划的相对位置关系图 国家重点开发区域的功能定位：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。 项目属于矿区修复治理工程，其中回填区采用改性磷石膏生态修复材料进行矿坑生态修复，对推动云南省磷化工企业长远发展和新能源战略布局有利，完成生态修复任务的同时提高土地利用率，提高磷石膏综合利用率。因此，项目建设与《云南省主体功能区规划》的相关要求不冲突。 2、云南省生态功能区划 本项目位于安宁工业园区草铺街道龙凤箐居民小组，对照《云南省生态功能区划》，项目所在区域属于 11-6 昆明、玉溪高原湖盆城镇生态功能区，见图 3-2。
--------	--

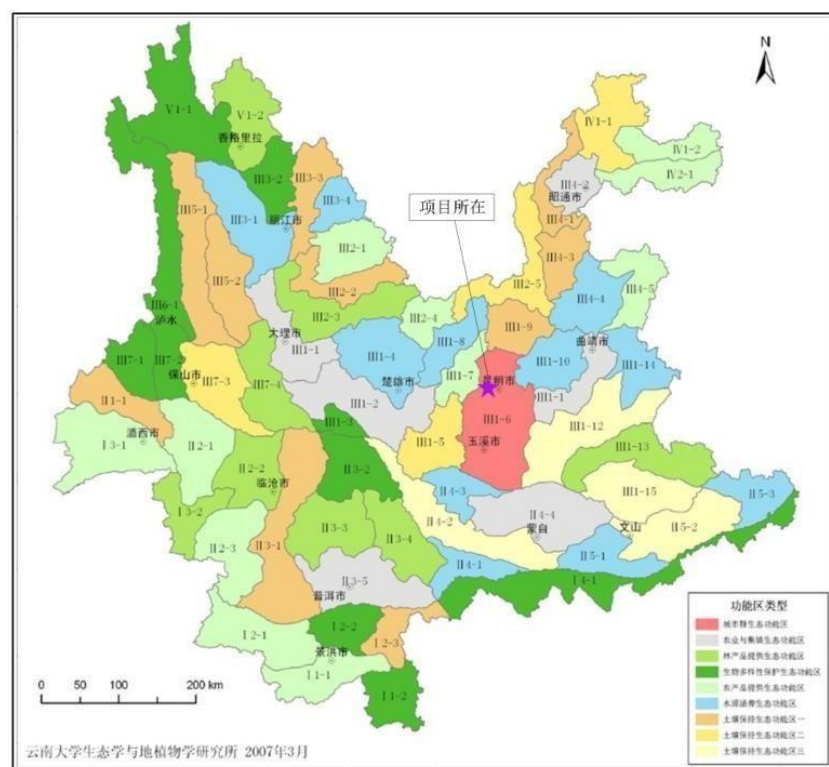


图 3-2 项目与云南省生态功能区划的相对位置关系图

III1-6 昆明、玉溪高原湖盆城镇生态功能区所在区域为澄江、通海、红塔区江川县，昆明市大部分区域，峨山县的部分地区，面积 11532.70 平方公里。该区域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。主要生态环境问题为农业面源污染，环境污染、水资源和土地资源短缺。生态环境敏感性为高原湖盆和城乡交错带的生态脆弱性。主要生态系统服务功能为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。主要保护措施和发展方向为调整产业结构，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区的面源污染。

项目用地范围内不涉及生态保护红线、永久基本农田。不会对耕地造成影响，不会造成农业面源污染。项目在各产污环节配套建设了污染治理设施，不会导致区域环境质量明显下降。项目废水经收集处理后回用，不会造成水资源短缺。项目采用改性磷石膏生态修复材料进行矿坑生态修复，完成生态修复任务的同时提高土地利用率。因此，本工程建设符合《云南省生态功能区划》的相关生态保护要求。

3、生态环境现状

(1) 植被类型及野生动植物分布情况

项目区现状为裸露矿坑已回填修复完成，林草覆盖率为 98.62%。

周边分布有一些乔木如：旱冬瓜（*Alnus nepalensis*D.Don）、桉树（*Eucalyptus robusta* Smith）、云南松（*Pinus yunnanensis*）等，灌木植物：如戟叶酸模（*Rumex hastatus*）等，草本植物如：狗牙根（*Cynodon dactylon*(L.) Pers.）、车前草（*Plantago depressa* Willd.）、鬼针草（*Bidens pilosa*L.）、青蒿（*Artemisia carvifolia*Buch.-Ham.ex Roxb.Hort.Beng.）、紫茎泽兰（*Ageratina adenophora*（Spreng.）R.M.King et H.Rob.）等，未发现国家和省级重点保护野生动植物、古树名木及特殊保护生态敏感目标分布，项目区未发现大中型野生动物存在，有少量等常见的广布小型鸟类，及哺乳动物小型啮齿动物如社鼠、家鼠、松鼠等分布。

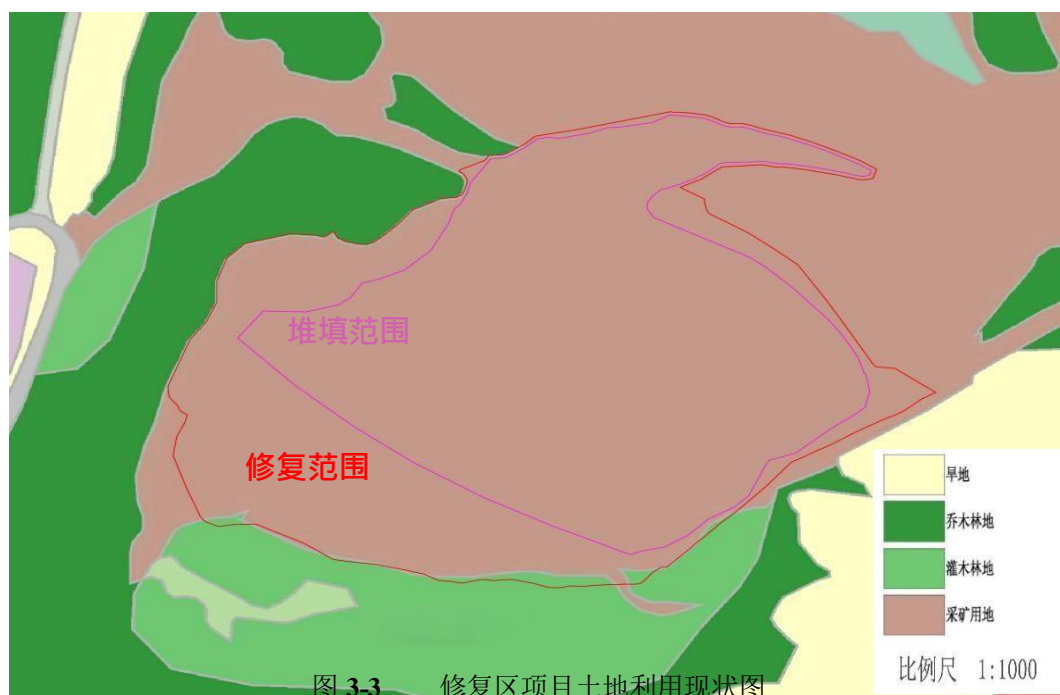
项目区未发现名树古木和珍稀濒危动植物存在。

(2) 土地利用现状

恢复区内用地包含采矿用地 6.4183 公顷、灌木林地 0.0725 公顷，项目土地利用现状详见表 3-1。土地利用现状图见图 3-3。

表 3-1 项目用地土地利用现状类型 单位：公顷

项目区	地类		小计
	03 林地	06 工矿仓储	
	0305 灌木林地	0602 采矿用地	
堆填范围	/	4.788	4.788
外围区域	0.0725	1.6303	1.7028
合计	0.0725	6.4183	6.4908



(3) 地质灾害现状

经过实地调查，项目区现状条件下发育的地质灾害类型主要有不稳定边坡 2 处，未发现泥石流、地面沉降、地裂缝、地面塌陷等地质灾害。评估区内所有地质灾害均为本矿山整合前历史采矿工作形成。不稳定边坡编号分别为 BW1、BW2，目前已对不稳定边坡凸起、危岩进行清理，将坡面、地表清理平整，无局部隐患。

1) BW1 不稳定边坡

位置：位于项目区东北部，为前期露天开采弃土堆放形成的边坡。

形成原因：矿山弃土堆放。

现状：随着改性磷石膏生态修复材料的回填压护坡脚，BW1 不稳定边坡稳定性将会得以较大提高。目前边坡面已进行了土工膜的铺设覆盖，改性磷石膏生态修复材料回填结束，边坡基本稳定。



BW1 修复前



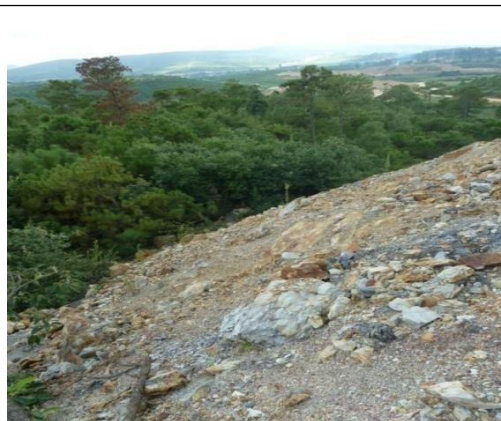
BW1 修复后

2) BW2 不稳定边坡

位置：BW2 位于项目区南部，为露天采场开采边坡。

形成原因：矿山露天开采形成的边帮。

对 BW2 不稳定边坡进行开挖放坡减载，从 1880.0m 标高开始按 1:1.25 的放坡，每下降 10m 留一宽 3m 的平台对 1880.0m~1840.0m 标高间不稳定坡体进行开挖放坡减载，开挖削坡土体全部用于 2#坑底部找平使用。随着改性磷石膏生态修复材料的回填压护坡脚，BW2 不稳定边坡稳定性将会得以较大提高。目前已对 BW2 不稳定边坡进行清理平整，进行了植被恢复，边坡基本稳定。



BW2 修复前



BW2 修复后

4、地表水环境现状

本项目周边地表水体分布较近的主要河流为九龙河和龙凤箐小河，为螳螂川支流，属于螳螂川流域金沙江水系。

(1) 地表水环境状况公报情况

根据《昆明市和滇中产业新区水功能区划》（2021-2030 年），九龙河

安宁景观用水区，2030 规划水平年水质保护目标为Ⅲ类，九龙河汇入的下游螳螂川河段水功能区为螳螂川安宁-富民过渡区(安宁部分)，2030 年水质目标为Ⅳ类。根据昆明市生态环境局发布的《2023 年度昆明市生态环境状况公报》，与 2022 年相比，螳螂川干流段的中滩闸门、青龙峡、西山区与富民县交界处小鱼坝桥、富民大桥断面水质类别保持Ⅴ类不变，温泉大桥断面水质类别由劣Ⅴ类上升为Ⅴ类；普渡河段的普渡河桥断面水质类别保持Ⅲ类不变，尼格水文站断面水质类别保持Ⅱ类不变。综上，2023 年度螳螂川青龙峡断面水质类别为Ⅴ类。

(2) 环评补充监测

《云南天安化工有限公司柳树磷矿生态环境提升（磷石膏综合利用）改造项目》位于云南省昆明市市安宁市工业园区草铺街道办事处。位于九龙河流域上游，距本项目约 5.9km。



图 3-4 地表水取样位置示意图

1) 监测断面

本次引用《云南天安化工有限公司柳树磷矿生态环境提升（磷石膏综合利用）改造项目》地表水监测数据，云南环绿环境检测技术有限公司于 2023 年 11 月 27-29 日、2024 年 1 月 9 日，对九龙河入螳螂川口（1#）、2#螳螂川上游 1#（2#）、螳螂川下游 2#（3#）共 3 个点位进行地表水采样检测。

监测断面布置见图 3-4。

2) 监测因子

pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量。五日生化需氧量、氨氮、总磷、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、硫化物、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群。

3) 监测频次

监测 3 天，每天采样 1 次

4) 评价标准

螳螂川水环境执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅳ类水体标准。

5) 监测结果统计

根据监测报告，对监测结果进行统计，见表 3-2。

表.3-2 地表水环境质量监测结果统计 mg/L									
检测断面	九龙河汇入口			Ⅳ类标准	达标情况	螳螂川上游 1#	螳螂川下游 2#	Ⅳ类标准	达标情况
采样日期	2023.11.27	2023.11.28	2023.11.29			2024.1.9	2024.1.9		
pH（无量纲）	7.5	7.5	7.6	6-9	达标	7.2	7.4	6-9	达标
溶解氧	6.4	6.1	6	≥3	达标	3.2	3.3	≥3	达标
高锰酸盐指数	3	3.2	2.9	10	达标	8.4	7.3	10	达标
化学需氧量	13	14	13	30	达标	37	32	30	超标
五日生化需氧量	2.7	2.9	2.7	6	达标	7.2	6.7	6	超标
氨氮	0.284	0.282	0.278	1.5	达标	0.816	0.567	1.5	达标
总磷	0.11	0.1	0.12	0.3	达标	0.52	0.34	0.3	超标
铜	0.04L	0.04L	0.04L	1	达标	0.04L	0.04L	1	达标
锌	0.009L	0.009L	0.009L	2	达标	0.009L	0.009L	2	达标
氟化物	1.19	1.23	1.25	1.5	达标	0.29	0.31	1.5	达标
硒	0.0004L	0.0004L	0.0004L	0.001	达标	0.0004L	0.0004L	0.001	达标
砷	0.0011	0.0011	0.0011	0.1	达标	0.0014	0.0013	0.1	达标
汞	0.00004L	0.00004L	0.00004L	0.001	达标	0.00004L	0.00004L	0.001	达标
镉	0.001L	0.001L	0.001L	0.005	达标	0.001L	0.001L	0.005	达标
六价铬	0.004L	0.004L	0.004L	0.2	达标	0.004L	0.004L	0.2	达标
铅	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.01	达标	0.0003L	0.0003L	0.01	达标
氰化物	0.004L	0.004L	0.004L	0.2	达标	0.004L	0.004L	0.2	达标
挥发酚	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.01	达标	0.0003L	0.0003L	0.01	达标

石油类	0.01L	0.01L	0.01L	0.5	达标	0.01L	0.01L	0.5	达标
硫化物	0.01L	0.01L	0.01L	0.5	达标	0.01L	0.01L	0.5	达标
阴离子表面活性剂	0.05L	0.05L	0.05L	0.3	达标	0.05L	0.05L	0.3	达标
粪大肠菌群（MPN/L）	7.9×10 ₂	7.6×10 ²	8.1×10 ₂	20000	达标	2.5×10 ⁴	2.5×10 ⁴	20000	超标
备注	1. 采样方式：瞬时采样； 2. 采样方法依据：HJ/T 91.2-2022 地表水环境监测技术规范； 3. “检出限+L”表示检测结果小于方法检出限								
6）监测评价									
根据监测统计结果，九龙河汇入口位置的 22 项指标均达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）IV 类标准，螳螂川上游 1#和螳螂川下游 2#点位除化学需氧量、总磷、五日生化需氧量和粪大肠菌群外，其余 18 项指标均达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）IV 类标准。经分析，水质超标为沿岸流域面源污染。九龙河汇入口位置的 22 项指标均达标，由此可知，该项目区域对螳螂川水质影响较小。									
5、大气环境现状									
(1) 达标区判定									
项目位于安宁市草铺街道龙凤箐居民小组，根据昆明市生态环境局发布的《2023 年度昆明市生态环境状况公报》，2023 年全年环境空气质量状况，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。项目区属于环境空气达标区。									
(2) 引用监测资料评价									
本项目排放的主要特征污染物为颗粒物。云南远帆新材料有限公司 2023 年 5 月 24 日至 5 月 30 日委托云南升环检测技术有限公司对《30 万吨/年工业甲醛、10 万吨/年脲醛胶建设项目》周边环境敏感目标草铺镇进行了颗粒物监测。草铺镇距离本项目生态修复区东南侧约 2.6km，磷石膏改性车间东南侧约 3.7km，满足《建设项目环境影响报告表编制技术指南》：“引用建设项目周边 5 千米范围内近 3 年的现有监测数据”要求。引用数据见下表。									
1) 监测点位									
草铺镇									
2) 监测时间；									
2023年5月24日至5月30日									
3) 引用监测因子									

大气：TSP

4) 监测频率

TSP日均值

5) 监测结果

监测结果见表3-3。

表3-3 监测结果一览表（日均值） 单位：ug/m³

监测点位	采样日期	监测浓度	标准值	最大值占标率（%）	达标情况
草铺镇	2023.5.24	0.126	0.3	42.00%	达标
	2023.5.25	0.145	0.3	48.33%	达标
	2023.5.26	0.111	0.3	37.00%	达标
	2023.5.27	0.106	0.3	35.33%	达标
	2023.5.28	0.119	0.3	39.67%	达标
	2023.5.29	0.127	0.3	42.33%	达标
	2023.5.30	0.096	0.3	32.00%	达标

6) 监测结果评价

根据上表监测结果可知：项目区周边环境空气中，TSP 能够满足 GB3095-2012《环境空气质量标准》中表 2 二级标准浓度限值。

6、土壤环境

（1）环评监测

本项目生态修复工程已完成，云南鼎祺检测有限公司于 2023 年 9 月 22 日对区域土壤环境质量现状进行了取样监测。

1) 监测点位

根据《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》，本次调查采取系统随机布点法以调查区为 100m×100m 的网格布点，采区范围共划分为 14 个网格，随机抽取 5 个点位。土壤监测布点见图 3-5。

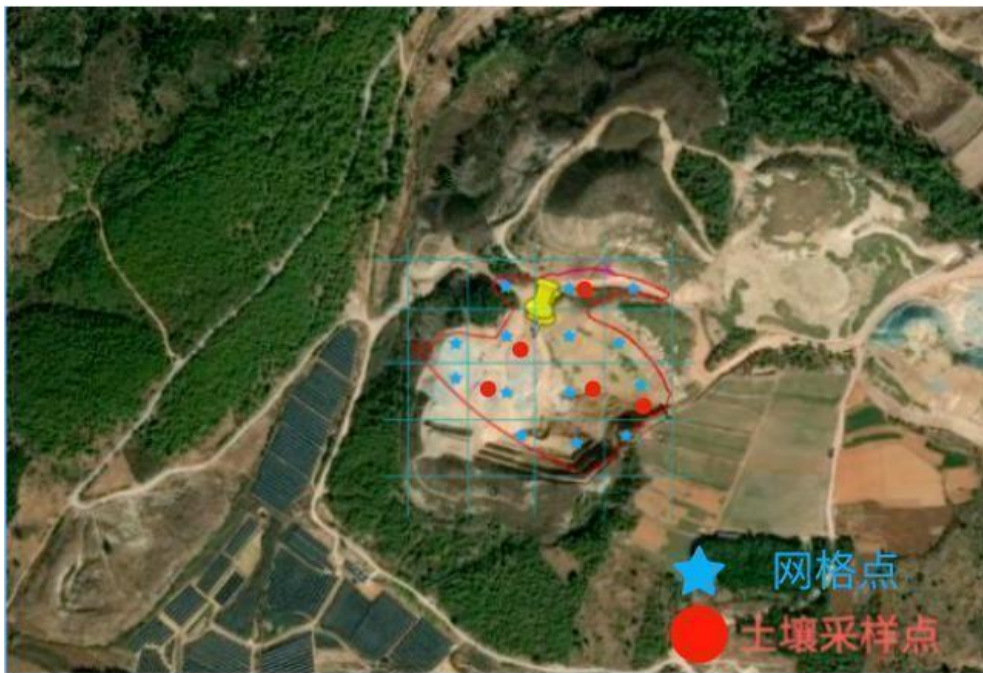


图 3-5 土壤监测点位示意图

2) 监测因子

监测因子见表 3-4。

表 3-4 土壤环境监测因子

监测点位	取样深度	监测因子
1#-5#	表层样 (0-20cm)	1) 理化性质 pH、含盐量、土体构型、土壤结构、土壤质地、砂砾含量、阳离子交换量、土壤容重。 2) 基本因子 砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷, 1,2-二氯乙烷, 1,1-二氯乙烯, 顺-1,2-二氯乙烯, 反-1,2-二氯乙烯, 二氯甲烷, 1,2-二氯丙烷, 1,1,1,2-四氯乙烷, 1,1,2,2-四氯乙烷, 四氯乙烯, 1,1,1-三氯乙烷, 1,1,2-三氯乙烷, 三氯乙烯, 1,2,3-三氯丙烷, 氯乙烯, 苯, 氯苯, 1,2-二氯苯, 1,4-二氯苯, 乙苯, 苯乙烯, 甲苯, 间二甲苯+对二甲苯, 邻二甲苯, 硝基苯, 苯胺, 2-氯酚, 苯并[a]蒽, 苯并[a]芘, 苯并[b]荧蒽, 苯并[k]荧蒽, 蒽, 二苯并[a,h]蒽, 茚并[1,2,3-cd]芘, 萘 3) 特征因子: 氟化物

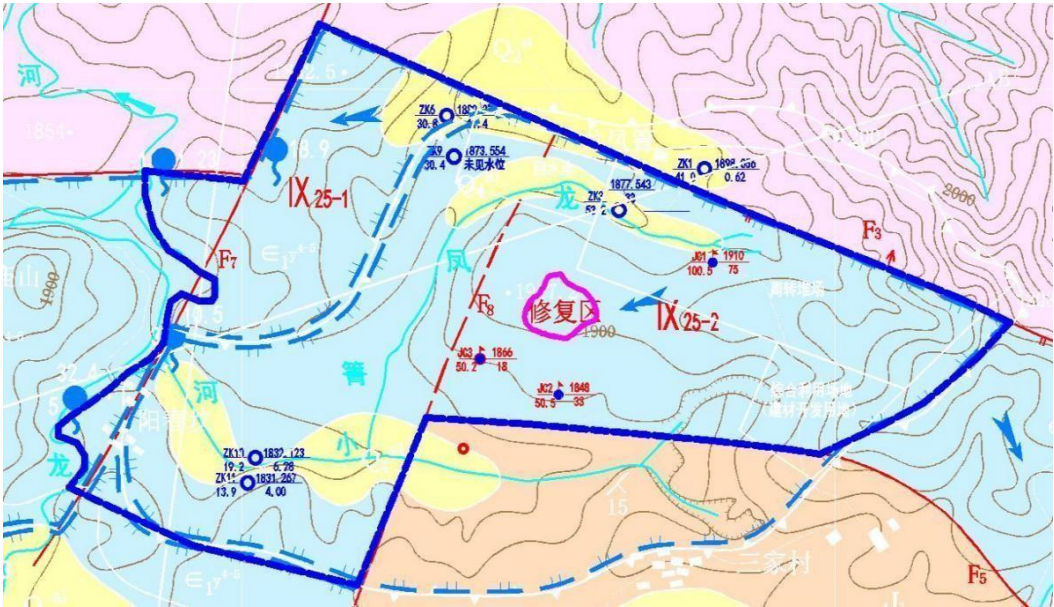
3) 监测结果统计及评价

根据监测点位土地性质, 采用《土壤环境质量标准 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018) 二类用地标准进行评价。

根据监测报告, 对各监测点位监测结果进行统计, 见表 3-5。

表 3-5 土壤理化性质调查表							
点位		生态修复 区 1#	生态修复 区 2#	生态修复 区 3#	生态修复 区 4#	生态修复 区 5#	
层次		0-20	0-20	0-20	0-20	0-20	
时间		9月22日	9月22日	9月22日	9月22日	9月22日	
现场记录	颜色	暗棕	暗棕	暗棕	暗棕	暗棕	
	结构	团粒	团粒	团粒	团粒	团粒	
	质地	砂壤土	砂壤土	砂壤土	砂壤土	砂壤土	
	砂砾含量	粉粒： 90.4% 黏粒： 9.6%	粉粒： 89.2% 黏粒： 10.8%	粉粒： 89.1% 黏粒： 10.9%	粉粒： 89.2% 黏粒： 10.8%	粉粒： 90.4% 黏粒：9.6%	
	其他异物	无	无	无	无	无	
实验室测定	pH（无量纲）	8.2	8.33	8.4	8.25	8.14	
	阳离子交换量 （cmol+/kg）	4.8	5.4	3.7	5.7	4.2	
	水溶性盐总量 （g/kg）	0.4	0.3	0.3	0.5	0.4	
	土壤容重 （g/cm ³ ）	1.02	1.03	1.04	1.07	1.09	
表 3-6 土壤监测点位结果统计							
采样点位 （样品编号）	1#	2#	3#	4#	5#	第二类 用地筛 选值	达标 情况
	2023093 23-TR-4 -1-1	2023093 23-TR-5 -1-1	2023093 23-TR-6 -1-1	2023093 23-TR-7 -1-1	2023093 23-TR-8 -1-1		
氟化物（mg/kg）	445	457	506	684	872	/	/
砷（mg/kg）	5.04	9.54	4.54	23.0	43.4	60	达标
镉（mg/kg）	0.16	0.08	0.18	0.02	0.07	65	达标
六价铬（mg/kg）	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	5.7	达标
铜（mg/kg）	114	111	117	46	43	18000	达标
铅（mg/kg）	9.6	12.3	13.9	64.3	31.2	800	达标
汞（mg/kg）	0.029	0.035	0.033	0.1	0.075	38	达标
镍（mg/kg）	230	186	228	71	31	900	达标
四氯化碳（μg/kg）	<1.3	<1.3	<1.3	<1.3	<1.3	2.8	达标
氯仿（μg/kg）	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	0.9	达标
氯甲烷（μg/kg）	<1	<1	<1	<1	<1	37	达标
1,1-二氯乙烷 （μg/kg）	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	9	达标
1,2-二氯乙烷 （μg/kg）	<1.3	<1.3	<1.3	<1.3	<1.3	5	达标
1,1-二氯乙烯	<1	<1	<1	<1	<1	66	达标

	(μg/kg)							
	顺-1,2-二氯乙烯 (μg/kg)	<1.3	<1.3	<1.3	<1.3	<1.3	596	达标
	反-1,2-二氯乙烯 (μg/kg)	<1.4	<1.4	<1.4	<1.4	<1.4	54	达标
	二氯甲烷 (μg/kg)	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	616	达标
	1,2-二氯丙烷 (μg/kg)	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	5	达标
	1,1,1,2-四氯乙烷 (μg/kg)	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	6.8	达标
	1,1,2,2-四氯乙烷 (μg/kg)	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	53	达标
	四氯乙烯 (μg/kg)	<1.4	<1.4	<1.4	<1.4	<1.4	34	达标
	1,1,1-三氯乙烷 (μg/kg)	<1.3	<1.3	<1.3	<1.3	<1.3	840	达标
	1,1,2-三氯乙烷 (μg/kg)	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	2.8	达标
	三氯乙烯 (μg/kg)	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	2.8	达标
	1,2,3-三氯丙烷 (μg/kg)	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	0.5	达标
	氯乙烯 (μg/kg)	<1	<1	<1	<1	<1	0.43	达标
	苯 (μg/kg)	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	4	达标
	氯苯 (μg/kg)	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	270	达标
	1,2-二氯苯 (μg/kg)	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	560	达标
	1,4-二氯苯 (μg/kg)	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	20	达标
	乙苯 (μg/kg)	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	28	达标
	苯乙烯 (μg/kg)	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	1290	达标
	甲苯 (μg/kg)	<1.3	<1.3	<1.3	<1.3	<1.3	1200	达标
	间二甲苯+对二甲苯 (μg/kg)	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	570	达标
	邻二甲苯 (μg/kg)	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	640	达标
	硝基苯 (mg/kg)	<0.09	<0.09	<0.09	<0.09	<0.09	76	达标
	苯胺 (mg/kg)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	260	达标
	2-氯酚 (mg/kg)	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	2256	达标
	苯并[a]蒽 (mg/kg)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	15	达标
	苯并[a]芘 (mg/kg)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.5	达标
	苯并[b]荧蒽 (mg/kg)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	15	达标
	苯并[k]荧蒽 (mg/kg)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	151	达标
	蒎 (mg/kg)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1293	达标

二苯并[a,h]蒽 (mg/kg)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.5	达标
茚并[1,2,3-cd]芘 (mg/kg)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	15	达标
萘 (mg/kg)	<0.09	<0.09	<0.09	<0.09	<0.09	70	达标
注：1.检测结果低于方法检出限时,该项检测结果以“<检出限”表示。							
从监测结果可以看出，建设用地土壤环境质量监测结果低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地标准筛选值。土壤环境质量良好，修复区回填土壤未盐化、酸化和碱化。 7、地下水环境 为了解施工期及施工期结束后周边区域地下水水质情况，分别于 2022 年 11 月、2022 年 12 月；2023 年 1 月、3 月、4 月、5 月、6 月、12 月；2024 年 2 月、10 月对监控点进行了监测。 1) 监测点位 监测点位：1#（JC1 上游监测井，位于修复区上游，东北 395m）、2#（JC2 污染扩散监控井，位于修复区侧下游，南 220m）；3#（下游监测井，位于修复区下游，西南 170m）。  图 3-6 地下水环境现状监测点位布置图 2) 监测项目 施工期：K^+、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、CO_3^{2-}、HCO_3^-、Cl^-、SO_4^{2-}、pH、氯化物、氟化物、碳酸根、重碳酸根、硝酸盐氮、总磷、浑浊度、溶解性总固							

体、亚硝酸盐氮。

管护期：pH、浑浊度、溶解性总固体、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、总磷、氟化物、氯化物。

3) 监测时间及频次

2022 年 11 月 22 日、2022 年 12 月 13 日、2023 年 1 月 31 日、2023 年 3 月 6 日、2023 年 4 月 6 日、2023 年 5 月 6 日、2023 年 6 月 27 日、2023 年 9 月 22 日、2023 年 12 月 26 日、2024 年 2 月 26 日、2024 年 10 月 14 日，监测 1 天，每天监测 1 次。

4) 监测结果统计

监测结果统计见表 3-7~3-17。

表 3-7 施工期 2022 年 11 月地下水监测结果统计 单位：mg/L

监测项目	JC1	JC2	JC3	标准 限值	达标情况
	2022-11-22	2022-11-22	2022-11-22		
pH（无量纲）	7.1	7.2	7.0	6.5~8.5	达标
氯化物	10L	10L	10L	250	达标
氟化物	0.09	0.25	0.05L	1.0	达标
碳酸根	5L	5L	5L	/	/
重碳酸根	171	200	162	/	/
钙离子	36.6	47.4	41.0	/	/
钠离子	2.05	2.04	1.45	/	/
钾离子	0.522	0.994	1.09	/	/
镁离子	21.0	21.2	16.0	/	/
氯离子	2.05	3.24	2.02	/	/
硫酸根	32.1	44.2	27.2	/	/
硝酸盐氮	0.354	0.060	0.053	20	达标
总磷	0.056	0.138	0.149	0.2	达标
浑浊度（NTU）	3	3	2	3	达标
溶解性总固体	324	318	329	1000	达标
亚硝酸盐氮	0.003L	0.003L	0.003L	1.0	达标

表 3-8 施工期 2022 年 12 月地下水监测结果统计 单位：mg/L

监测项目	JC1	JC2	JC3	标准 限值	达标情况
	2022-12-13	2022-12-13	2022-12-13		
pH（无量纲）	7.1	7.2	7.1	6.5~8.5	达标
氯化物	10L	10L	10L	250	达标
氟化物	0.07	0.09	0.14	1.0	达标
碳酸根	5L	5L	5L	/	/
重碳酸根	319	200	196	/	/

钙离子	62.7	51.9	49.6	/	/
钠离子	3.72	1.62	1.72	/	/
钾离子	1.42	1.80	1.79	/	/
镁离子	36.3	13.5	17.9	/	/
氯离子	5.45	3.37	5.52	/	/
硫酸根	27.9	32.8	36.8	/	/
硝酸盐氮	0.245	0.040	0.034	20	达标
总磷	0.046	0.01L	0.109	0.2	达标
浑浊度 (NTU)	2	2	3	3	达标
溶解性总固体	328	228	254	1000	达标
亚硝酸盐氮	0.003L	0.003L	0.003L	1.0	达标

表 3-9 施工期 2023 年 1 月地下水监测结果统计 单位: mg/L

监测项目	JC1	JC2	JC3	标准 限值	达标情况
	2023-1-31	2022-1-31	2023-1-31		
pH (无量纲)	7.0	7.1	6.9	6.5~8.5	达标
氯化物	10L	10L	10L	250	达标
氟化物	0.14	0.21	0.32	1.0	达标
碳酸根	5L	5L	5L	/	/
重碳酸根	321	220	180	/	/
钙离子	62.0	48.6	46.5	/	/
钠离子	2.98	1.11	0.939	/	/
钾离子	1.12	1.65	1.45	/	/
镁离子	35.1	16.2	8.52	/	/
氯离子	1.06	0.963	0.563	/	/
硫酸根	29.2	4.16	4.70	/	/
硝酸盐氮	0.263	0.192	0.102	20	达标
总磷	0.024	0.040	0.024	0.2	达标
浑浊度 (NTU)	2	2	2	3	达标
溶解性总固体	347	216	194	1000	达标
亚硝酸盐氮	0.003L	0.003L	0.003L	1.0	达标

表 3-10 施工期 2023 年 3 月地下水监测结果统计 单位: mg/L

监测项目	JC1	JC2	JC3	标准 限值	达标情况
	2023-3-6	2022-3-6	2023-3-6		
pH (无量纲)	7.0	6.9	7.1	6.5~8.5	达标
氯化物	10L	10L	10L	250	达标
氟化物	0.05L	0.05L	0.05L	1.0	达标
碳酸根	5L	5L	5L	/	/
重碳酸根	106	137	144	/	/
钙离子	34.8	30.4	38.8	/	/
钠离子	2.74	1.51	1.91	/	/
钾离子	0.860	1.16	1.22	/	/

镁离子	22.0	10.4	5.38	/	/
氯离子	3.06	2.95	2.12	/	/
硫酸根	94.4	8.15	6.64	/	/
硝酸盐氮	0.02L	0.02L	0.023	20	达标
总磷	0.036	0.026	0.039	0.2	达标
浑浊度 (NTU)	1	2	1	3	达标
溶解性总固体	422	246	317	1000	达标
亚硝酸盐氮	0.003L	0.004	0.003L	1.0	达标

表 3-11 施工期 2023 年 4 月地下水监测结果统计 单位: mg/L

监测项目	JC1	JC2	JC3	标准 限值	达标情况
	2023/04/06	2023/04/06	2023/04/06		
pH (无量纲)	6.9	7.3	7.1	6.5~8.5	达标
氯化物	10L	10L	10L	250	达标
氟化物	0.05L	0.05L	0.05L	1.0	达标
碳酸根	5L	5L	5L	/	/
重碳酸根	161	157	159	/	/
钙离子	38.6	33.8	41.6	/	/
钠离子	3.37	2.06	2.46	/	/
钾离子	0.968	1.34	1.44	/	/
镁离子	25.0	11.6	5.82	/	/
氯离子	3.16	3.06	2.38	/	/
硫酸根	74.8	5.96	4.76	/	/
硝酸盐氮	0.02L	0.02L	0.026	20	达标
总磷	0.058	0.076	0.053	0.2	达标
浑浊度 (NTU)	2	2	1	3	达标
溶解性总固体	424	247	299	1000	达标
亚硝酸盐氮	0.003L	0.004	0.003L	1.0	达标

表 3-12 施工期 2023 年 5 月地下水监测结果统计 单位: mg/L

监测项目	JC1	JC2	JC3	标准 限值	达标情况
	2023/05/06	2023/05/06	2023/05/06		
pH (无量纲)	7.1	7.3	7.0	6.5~8.5	达标
氯化物	10L	10L	10L	250	达标
氟化物	0.05L	0.05L	0.05L	1.0	达标
碳酸根	5L	5L	5L	/	/
重碳酸根	220	148	135	/	/
钙离子	42.5	30.8	37.8	/	/
钠离子	2.17	0.504	0.860	/	/
钾离子	0.094	0.286	0.466	/	/
镁离子	24.9	10.3	5.58	/	/
氯离子	1.48	1.45	1.12	/	/
硫酸根	35.6	2.81	2.14	/	/

硝酸盐氮	0.02L	0.02L	0.024	20	达标
总磷	0.042	0.077	0.022	0.2	达标
浑浊度 (NTU)	1	2	1	3	达标
溶解性总固体	440	263	307	1000	达标
亚硝酸盐氮	0.003L	0.003	0.003L	1.0	达标

表 3-13 施工期 2023 年 6 月地下水监测结果统计 单位: mg/L

监测项目	JC1	JC2	JC3	标准 限值	达标情况
	2023/06/27	2023/06/27	2023/06/27		
pH (无量纲)	7.4	7.5	7.2	6.5~8.5	达标
氯化物	10L	10L	10L	250	达标
氟化物	0.05L	0.05L	0.05L	1.0	达标
碳酸根	5L	5L	5L	/	/
重碳酸根	330	215	184	/	/
钙离子	61.6	44.8	51.2	/	/
钠离子	3.54	1.68	2.78	/	/
钾离子	1.03	1.79	1.51	/	/
镁离子	34.0	15.4	6.86	/	/
氯离子	1.98	1.94	1.88	/	/
硫酸根	27.6	1.82	8.48	/	/
硝酸盐氮	0.466	0.256	0.049	20	达标
总磷	0.086	0.101	0.045	0.2	达标
浑浊度 (NTU)	2	1	1	3	达标
溶解性总固体	291	158	162	1000	达标
亚硝酸盐氮	0.003L	0.003L	0.003L	1.0	达标

表 3-14 施工期 2023 年 9 月地下水监测结果统计 单位: mg/L

监测项目	JC1	JC2	JC3	标准 限值	达标情况
	2023/09/22	2023/09/22	2023/09/22		
pH (无量纲)	7.7	7.9	7.5	6.5~8.5	达标
氯化物	10L	10L	10L	250	达标
氟化物	0.07	0.09	0.12	1.0	达标
碳酸根	25.4	5L	13.3	/	/
重碳酸根	228	79	157	/	/
钙离子	59.2	42.1	44.9	/	/
钠离子	2.92	2.4	1.14	/	/
钾离子	0.83	1.78	1.35	/	/
镁离子	31.8	12	13.9	/	/
氯离子	1.72	4.07	1.84	/	/
硫酸根	37	78.6	6.54	/	/
硝酸盐氮	0.02	0.04	0.2	20	达标
总磷	0.02	0.02	0.02	0.2	达标
浑浊度 (NTU)	<1	<1	<1	3	达标

	本项目位于昆明市安宁工业园区草埔街道龙凤箐居民小组，矿坑修复区及改性磷石膏生产车间周边 50m 范围内均无声环境保护目标。 根据安宁市人民政府发布的《2024 年 3 季度安宁市功能区声环境质量状况》，2024 年 3 季度，安宁市功能区噪声监测总点次昼、夜等效声级值达标率为 100%其中 1 类功能区昼、夜等效声级值达标率为 100%，2 类功能区昼、夜等效声级值达标率为 100%，3 类功能区昼、夜等效声级值达标率为 100%，4 类功能区昼、夜等效声级值达标率为 100%。项目所在区域噪声环境质量现状较好。
与项目有关的原有环境污染和生态破坏问题	据调查，本项目已于 2022 年 10 月 1 日开工建设，2023 年 10 月 11 日建设完成，原有环境污染和生态破坏问题主要为 ①岩体风化，形成不稳定边坡； ②生态植被较差； ③矿坑未闭坑，大风天扬尘对周边环境空气造成影响； ④降雨冲刷地表，会增加水土流失，对地表水产生影响。 经现场踏勘，不稳定边坡 BW1、BW2 已治理，矿坑已堆填完成，并进行了植被恢复，水土保持措施的实施效果较好，基本有效的控制了因工程建设产生的水土流失。原有环境污染和生态破坏问题已修复治理。
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）大气环境保护目标 根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），大气环境影响评价范围根据评价工作等级确定。 本项目排放大气污染物为生态修复区无组织颗粒物，磷石膏改性料仓仓顶颗粒物和改性搅拌无组织颗粒物。回填和覆土过程中，进行洒水抑尘，适当增加修复材料和绿化覆土的湿度，扬尘产生量很小。项目主要大气污染为磷石膏改性料仓仓顶颗粒物和改性搅拌无组织颗粒物。本次变更内容主要为生态修复区域范围和回填标高的调整，磷石膏改性生产车间内容不变，故沿用《安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程环境影响报告表》大气环境评价范围。大气环境评价范围取磷石膏改性车间厂界外扩

2.5km，边长 5km 的范围。环境空气评价范围见附图 10，评价范围内保护目标见表 3-18。

表 3-18 环境空气保护目标

名称	坐标		保护对象	保护人数	环境功能区	相对方位	相对距离/m
	经度	纬度					
上古屯	102°21'38.182"	24°57'27.711"	居住区	130 人	二类	西南	1900
下古屯	102°21'28.913"	24°57'16.505"	居住区	350 人	二类	西南	2300
凤麒村	102°21'11.764"	24°57'38.356"	居住区	245 人	二类	西南	2250
小石桥	102°21'26.904"	24°56'57.875"	居住区	125 人	二类	西南	2800
却普厂	102°22'13.021"	24°59'28.013"	居住区	187 人	二类	西北	2230
下奶母	102°21'51.469"	24°59'31.654"	居住区	354 人	二类	西北	2480

(2) 声环境保护目标

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）：建设项目所处的声环境功能区为 GB 3096 规定的 3 类、4 类地区，或建设项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增量在 3dB(A)以下（不含 3 dB(A)），且受影响人口数量变化不大时，按三级评价。本项目噪声主要为矿山生态修复施工设备噪声和磷石膏改性生产设备噪声，项目位于项目所处区域的为安宁市工业园区草铺片区，根据安宁市声环境功能规划图（附图 17），规划将草铺片区划为 3 类声环境功能区。因此，本项目声环境评价工作等级为三级。

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），结合声环境影响评价工作等级以及《建设项目环境影响报告表编制技术指南（污染影响类）（试行）》

，确定本项目声环境评价工作范围为 50m，评价工作范围见附图 10。声环境影响评价范围内无声环境保护目标。

(3) 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），依据建设项目影响区域的生态敏感性和影响程度，评价等级划分为一级、二级和三级。符合生态环境分区管控要求且位于原厂界（或永久用地）范围内的污染影响类改扩建项目，位于已批准规划环评的产业园区内且符合规划环评要求、不涉及生态敏感区的污染影响类建设项目，可不确定评价等级，直接进行生态影响简单分析。

本项目为矿山生态修复项目，项目占地面积 64908m²，生态修复区为历

史遗留矿坑，符合《昆明市生态环境分区管控动态更新方案（2023 年）》安

宁市环境管控单元生态环境准入清单的要求。项目位于安宁工业园区，安宁工业园区为已批准规划环评的产业园区，项目符合规划环评的要求。占地范围内及周围不涉及特殊生态敏感区和重要生态敏感区，属一般区域。按照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19—2022），本项目可不确定评价工作等级。

（4）地下水环境保护目标

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）评价等级划分依据，建设项目评价等级由项目类别和环境敏感程度共同判定：

1）地下水环境影响评价项目类别：本项目为磷矿开采矿坑生态修复项目，根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）附录 A“地下水环境影响评价行业分类表”，参照相近行业类别“污染场地治理修复工程”，属于III类建设项目。

2）建设项目场地的地下水环境敏感程度：本项目不在青龙哨饮用水源保护区范围内，项目区地下水径流方向下游不存在饮用水源或其他特殊地下水资源，地下水环境敏感程度为“不敏感”。

对照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）建设项目评价工作等级分级表可知，本项目地下水评价工作等级为三级，具体划分情况见表3-19和3-20。

表 3-19 地下水环境敏感程度分级表

表 3-20 评价工作等级分级表

项目类别 环境敏感程度	I 类项目	II 类项目	III 类项目

	敏感	一级	一级	二级
	较敏感	一级	二级	三级
	不敏感	二级	三级	三级

2号矿坑由于受地形地貌和河流的控制，北部及东部由分水岭构成隔水边界；西部、南部河流为排泄区。项目所在区域水文地质单元内地势总体为东高西低，地下水类型为碳酸盐岩岩溶裂隙水。地下水主要补给来源为大气降水，大气降水通过裂隙、溶隙等通道进入地下，整个径流场受地形控制，总体由东向西径流，并于区内低洼处排泄，西部、南部河流龙凤箐为最终排泄点。

总体上，评价区为一个相对独立的完整水文地质单元（见附图14）。按照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），结合区域水文地质条件，地下水评价范围为项目所在水文地质单元，面积为7.17km²。

本项目不涉及地下水饮用水源，地下水环境保护目标主要为项目区地下水径流方向下游地下水。

（5）土壤环境保护目标

本项目为磷矿开采遗留矿坑生态修复项目，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（HJ964-2018）（试行）》附录A.1，项目行业类别其他行业，项目类别为“IV类”项目。

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（HJ964-2018）（试行）》，项目敏感程度为“不敏感”，《环境影响评价技术导则 土壤环境（HJ964-2018）（试行）》评价工作等级划分为三级。

（6）地表水环境保护目标

本项目集中式地表水水源包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区以外的补给径流区；未划定准保护区的集中式饮用水水源，属于蟒螂川流域金沙江水系，龙凤箐为九龙河支流，位于项目修复区边界西侧约350m，龙泉龙洞位于修复区以西约76m，螳螂川位于修复区北侧约1550m。上述地区之外的其他地区

注：a“环境敏感区”是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的环境敏感区。

保护要素	保护对象	保护内容	坐标 （经度，纬度）	相对厂址方位、距离	保护级别

	环境 空气	上古屯	居民区，约 130 人	102°21'38.182" 24°57'27.711"	西南 1900m	《环境空气质量标准》 （GB3095-2012）中的 二级标准
		下古屯	居民区，约 350 人	102°21'28.913" ， 24°57'16.505"	西南 2300m	
		凤麒村	居民区，约 245 人	102°21'11.764" 24°57'38.356"	西南 2250m	
		小石桥	居民区，约 125 人	102°21'26.904" 24°56'57.875"	西南 2800m	
		却普厂	居民区，约 187 人	102°22'13.021" 24°59'28.013"	西北 2230m	
		下奶母	居民区，约 354 人	102°21'51.469" 24°59'31.654"	西北 2480m	
	地表 水	九龙河	西侧约 776m			《地表水环境质量》III 类标准（GB3838-2002
		龙凤箐小河	西侧约 350m			
		螳螂川	北侧约 1550m			
	地下 水	项目所在区域地下水水文地质单元				《地下水质量标准》 （GB/T14848-2017）III 类标准
	土壤 环境	项目修复范围内的土壤				《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
	生态 环境	项目区域及周边 200m 范围内无国家、省、市（县）级保护动植物分布，无生态环境 环境保护目标。				
评价 标准	1、环境质量标准					
	（1）大气环境					
	根据《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单，项目区属于 二类环境空气功能区， 环境空气质量执行《 环境空气质量标准》 （GB3095-2012）及其修改单二级标准，标准值见下表。					
	表 3-22 环境空气质量标准					
	序号	污染物项目	平均时间	浓度限值	执行标准	
	1	二氧化硫（SO ₂ ）	年平均	60μg/m ³	《环境空气质量标 准》（GB3095-2012） 及其修改单二级标 准	
			24 小时平均	150μg/m ³		
			1 小时平均	500μg/m ³		
	2	二氧化氮（NO ₂ ）	年平均	40μg/m ³		
			24 小时平均	80μg/m ³		

		1 小时平均	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
3	一氧化碳 (CO)	24 小时平均	4 mg/m^3	
		1 小时平均	10 mg/m^3	
4	臭氧 (O ₃)	日最大 8 小时平均	160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		1 小时平均	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
5	颗粒物 (粒径小于 10 μm)	年平均	70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		24 小时平均	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
6	颗粒物 (粒径小于 2.5 μm)	年平均	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		24 小时平均	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
7	总悬浮颗粒物 (TSP)	年平均	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		24 小时平均	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
8	氟化物	24 小时平均	7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		1 小时平均	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

(2) 地表水环境

项目涉及地表水体主要为九龙河，无饮用功能，为螳螂川的支流。根据《昆明市和滇中产业新区水功能区划》（2021-2030 年），九龙河安宁景观用水区，2030 规划水平年水质保护目标为Ⅲ类，九龙河水环境执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水体标准。

表 3-23 地表水环境质量标准（pH 为无量纲） 单位：（mg/L）

序号	项目名称	单位	Ⅲ类标准值
1	pH（无量纲）	无量纲	6~9
2	化学需氧量	mg/L	20
3	五日生化需氧量	mg/L	4
4	氨氮	mg/L	1.0
5	总磷	mg/L	0.2
6	总氮	mg/L	1.0
7	硫酸盐	mg/L	250
8	氟化物	mg/L	1.0

(3) 地下水环境

项目区地下水环境执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准，标准限值见表 3-24。

表 3-24 地下水质量标准 单位：mg/L

序号	水质指标	Ⅲ类标准	序号	水质指标	Ⅲ类标准
1	pH 值（无量纲）	6.5-8.5	11	铅	0.01
2	氨氮	0.5	12	六价铬	0.05
3	硝酸盐	20	13	总汞	0.001
4	亚硝酸盐	1.0	14	铍	0.002
5	铁	0.3	15	镍	0.02

6	锰	0.1	16	总银	0.05																																																																																																																				
7	溶解性总固体	1000	17	总砷	0.01																																																																																																																				
8	铜	1.0	18	氟化物	1.0																																																																																																																				
9	锌	1.0	19	耗氧量	3.0																																																																																																																				
10	镉	0.005	20	总磷	2.0																																																																																																																				
备注： *总磷标准限值参考《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水体标准。																																																																																																																									
（4）土壤环境 项目区及周边工矿用地土壤环境执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地筛选值标准。标准限值见表 3-25。 表 3-25 土壤环境质量标准限值 单位：mg/kg, pH 为无量纲 <table><tr><td>序号</td><td>污染物项目</td><td>筛选值</td><td>管制值</td></tr><tr><td>1</td><td>砷</td><td>60</td><td>140</td></tr><tr><td>2</td><td>镉</td><td>65</td><td>172</td></tr><tr><td>3</td><td>铬（六价）</td><td>5.7</td><td>78</td></tr><tr><td>4</td><td>铜</td><td>18000</td><td>36000</td></tr><tr><td>5</td><td>铅</td><td>800</td><td>2500</td></tr><tr><td>6</td><td>汞</td><td>38</td><td>82</td></tr><tr><td>7</td><td>镍</td><td>900</td><td>2000</td></tr><tr><td>8</td><td>四氯化碳</td><td>2.8</td><td>36</td></tr><tr><td>9</td><td>氯仿</td><td>0.9</td><td>10</td></tr><tr><td>10</td><td>氯甲烷</td><td>37</td><td>120</td></tr><tr><td>11</td><td>1,1-二氯乙烷</td><td>9</td><td>100</td></tr><tr><td>12</td><td>1,2-二氯乙烷</td><td>5</td><td>21</td></tr><tr><td>13</td><td>1,1-二氯乙烯</td><td>66</td><td>200</td></tr><tr><td>14</td><td>顺-1,2-二氯乙烯</td><td>596</td><td>2000</td></tr><tr><td>15</td><td>反-1,2-二氯乙烯</td><td>54</td><td>163</td></tr><tr><td>16</td><td>二氯甲烷</td><td>616</td><td>2000</td></tr><tr><td>17</td><td>1,2-二氯丙烷</td><td>5</td><td>47</td></tr><tr><td>18</td><td>1,1,1,2-四氯乙烷</td><td>10</td><td>100</td></tr><tr><td>19</td><td>1,1,2,2-四氯乙烷</td><td>6.8</td><td>50</td></tr><tr><td>20</td><td>四氯乙烯</td><td>53</td><td>183</td></tr><tr><td>21</td><td>1,1,1-三氯乙烷</td><td>840</td><td>840</td></tr><tr><td>22</td><td>1,1,2-三氯乙烷</td><td>2.8</td><td>15</td></tr><tr><td>23</td><td>三氯乙烯</td><td>2.8</td><td>20</td></tr><tr><td>24</td><td>1,2,3-三氯丙烷</td><td>0.5</td><td>5</td></tr><tr><td>25</td><td>氯乙烯</td><td>0.43</td><td>4.3</td></tr><tr><td>26</td><td>苯</td><td>4</td><td>40</td></tr><tr><td>27</td><td>氯苯</td><td>270</td><td>1000</td></tr><tr><td>28</td><td>1,2-二氯苯</td><td>560</td><td>560</td></tr></table>						序号	污染物项目	筛选值	管制值	1	砷	60	140	2	镉	65	172	3	铬（六价）	5.7	78	4	铜	18000	36000	5	铅	800	2500	6	汞	38	82	7	镍	900	2000	8	四氯化碳	2.8	36	9	氯仿	0.9	10	10	氯甲烷	37	120	11	1,1-二氯乙烷	9	100	12	1,2-二氯乙烷	5	21	13	1,1-二氯乙烯	66	200	14	顺-1,2-二氯乙烯	596	2000	15	反-1,2-二氯乙烯	54	163	16	二氯甲烷	616	2000	17	1,2-二氯丙烷	5	47	18	1,1,1,2-四氯乙烷	10	100	19	1,1,2,2-四氯乙烷	6.8	50	20	四氯乙烯	53	183	21	1,1,1-三氯乙烷	840	840	22	1,1,2-三氯乙烷	2.8	15	23	三氯乙烯	2.8	20	24	1,2,3-三氯丙烷	0.5	5	25	氯乙烯	0.43	4.3	26	苯	4	40	27	氯苯	270	1000	28	1,2-二氯苯	560	560
序号	污染物项目	筛选值	管制值																																																																																																																						
1	砷	60	140																																																																																																																						
2	镉	65	172																																																																																																																						
3	铬（六价）	5.7	78																																																																																																																						
4	铜	18000	36000																																																																																																																						
5	铅	800	2500																																																																																																																						
6	汞	38	82																																																																																																																						
7	镍	900	2000																																																																																																																						
8	四氯化碳	2.8	36																																																																																																																						
9	氯仿	0.9	10																																																																																																																						
10	氯甲烷	37	120																																																																																																																						
11	1,1-二氯乙烷	9	100																																																																																																																						
12	1,2-二氯乙烷	5	21																																																																																																																						
13	1,1-二氯乙烯	66	200																																																																																																																						
14	顺-1,2-二氯乙烯	596	2000																																																																																																																						
15	反-1,2-二氯乙烯	54	163																																																																																																																						
16	二氯甲烷	616	2000																																																																																																																						
17	1,2-二氯丙烷	5	47																																																																																																																						
18	1,1,1,2-四氯乙烷	10	100																																																																																																																						
19	1,1,2,2-四氯乙烷	6.8	50																																																																																																																						
20	四氯乙烯	53	183																																																																																																																						
21	1,1,1-三氯乙烷	840	840																																																																																																																						
22	1,1,2-三氯乙烷	2.8	15																																																																																																																						
23	三氯乙烯	2.8	20																																																																																																																						
24	1,2,3-三氯丙烷	0.5	5																																																																																																																						
25	氯乙烯	0.43	4.3																																																																																																																						
26	苯	4	40																																																																																																																						
27	氯苯	270	1000																																																																																																																						
28	1,2-二氯苯	560	560																																																																																																																						

29	1,4-二氯苯	20	200
30	乙苯	28	280
31	苯乙烯	1290	1290
32	甲苯	1200	1200
33	间二甲苯+对二甲苯	570	570
34	邻二甲苯	640	640
35	硝基苯	76	760
36	苯胺	260	663
37	2-氯酚	2256	4500
38	苯并[a]蒽	15	151
39	苯并[a]芘	1.5	15
40	苯并[b]荧蒽	15	151
41	苯并[k]荧蒽	151	1500
42	蒽	1293	12900
43	二苯并[a,h]蒽	1.5	15
44	茚并[1,2,3-cd]芘	15	151
45	蔡	70	700

项目周边耕地执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018），标准限值详见表 3-26。

表 3-26 农用地土壤污染风险筛选值和管制值 单位：mg/kg

序号	污染物	pH≤5.5		5.5<pH≤6.5		6.5≤pH≤7.5		pH>7.5	
		筛选值	管制值	筛选值	管制值	筛选值	管制值	筛选值	管制值
1	镉	0.3	1.5	0.3	2.0	0.3	3.0	0.6	4.0
2	汞	1.3	2.0	1.8	2.5	2.4	4.0	3.4	6.0
3	砷	40	200	40	150	30	120	25	100
4	铅	70	400	90	500	120	700	170	1000
5	铬	150	800	150	850	200	1000	250	1300
6	铜	50	/	50	/	100	/	100	/
7	镍	60	/	70	/	100	/	190	/
8	锌	200	/	200	/	250	/	300	/

（5）声环境

项目位于安宁产业园区，声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准，具体见下表。

表 3-27 声环境质量标准 单位：dB（A）

时段	昼间	夜间
3 类声环境功能区	65	55

2、污染物排放标准

（1）大气污染物排放标准

1) 修复区施工废气

项目矿坑修复区施工大气污染物主要为无组织颗粒物，执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中无组织排放限值（ $1.0\text{mg}/\text{m}^3$ ），详见下表。

表 3-28 大气污染物综合排放标准

序号	污染物	无组织排放监控浓度限值	监控点
1	颗粒物	$1.0\text{mg}/\text{m}^3$	周界外浓度最高点

2) 改性用干粉料仓仓顶粉尘

改性磷石膏改性辅料改性用干粉料仓仓顶粉尘（颗粒物）经自带仓顶布袋带除尘后，经由仓顶排气筒排放，仓顶粉尘（颗粒物）执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 新污染源排放限值二级标准，因仓顶排气筒高度（排放口距离地面高度）约 10m，根据《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）7.4 的规定，排放速率按 7.3 外推计算结果再严格 50% 执行，因此改性用干粉料仓仓顶粉尘最高允许排放浓度 $120\text{mg}/\text{m}^3$ ，最高允许排放速率为 $1.17\text{kg}/\text{h}$ 。

3) 改性磷石膏搅拌废气

磷石膏改性搅拌废气中主要污染物为颗粒物，经“集气罩收集+布袋除尘”后，由排气筒高度 15m 排放，改性搅拌废气执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表2 新污染源排放限值二级（最高允许排放浓度 $120\text{mg}/\text{m}^3$ ，最高允许排放速率 $3.5\text{kg}/\text{h}$ ）。

改性磷石膏车间无组织颗粒物执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中无组织排放限值（周界外浓度最高点无组织排放浓度限值 $1.0\text{mg}/\text{m}^3$ ）。

（2）噪声排放标准

项目施工期噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中表 1 规定的排放限值，改性车间生产时厂界噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中表 1 规定的排放限值，标准限值见下表。

表 3-29 建筑施工场界环境噪声排放限值 单位：dB（A）

昼间	夜间
70	55

表 3-30 工业企业厂界环境噪声排放限值 单位: dB (A)

声源类型	昼间		夜间	
	标准	限值	标准	限值
工业生产企业	标准	70	标准	55
商业、服务业	标准	65	标准	55
交通干线	标准	70	标准	55
社会生活噪声	标准	65	标准	55

	厂界外声环境功能区类别	昼间	夜间
	3	65	55
	(3) 废水 施工期废水经临时沉淀池沉淀后回用于施工场地洒水降尘，不外排。生态修复回填区降雨形成的渗滤液经盲沟收集至渗滤液收集池沉淀处理后回用于磷石膏综合利用项目作为生产补充水，不外排，不设排放标准。 (4) 固体废物 生活垃圾按照《生活垃圾处理技术指南》遵循无害化、减量化、资源化的原则，在项目区内设置带盖垃圾桶收集垃圾，定期把垃圾清运至垃圾收集点，交由环卫部门处置。项目不设机修，机修全部外委，场地清理产生的土石方回用于项目场地平整。 (5) 地下水防渗控制标准 矿坑项目回填的改性磷石膏不属于危险废物。根据项目所在地生态环境以及回填材料成分考虑，项目参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）II类场对回填区进行防渗。II类场应采用单人工复合衬层作为防渗衬层，并符合以下技术要求： a、人工合成材料采用高密度聚乙烯膜，厚度不小于 1.5mm，并满足 GB/T17643 规定的技术指标要求。 b、粘土衬层厚度应不小于 0.75m，且经压实、人工改性等措施处理后的饱和渗透系数不应大于 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$。使用其他粘土类防渗衬层材料时，应具有同等以上隔水效力。 C、防渗漏监控 按照 II 类场要求，设置防渗漏监控系统，监控防渗衬层的完整性。设置 3 个地下水监测井，及时掌握地下水变化情况。		
其他	无。		

四、生态环境影响分析

施工期生态环境影响分析	本项目于 2022 年 10 月 1 日开工建设，2023 年 10 月 11 日按照《安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程修编方案》已完成建设。实际修复范围 6.4908 公顷（97.362 亩），包括堆填范围 4.788 公顷（约 72 亩）、外围区域 1.7028 公顷，实际堆填标高为 1895m，实际回填改性磷石膏 715241.00m³。项目施工期间施工人员不在项目区食宿，施工期产生的主要污染物为施工扬尘、噪声、废水、施工土石方及施工人员生活垃圾，随着工程的竣工，施工期环境影响已消除。本次评价对项目施工期环境影响进行回顾分析，具体如下： 1、大气环境影响分析 （1）大气环境影响环节及因素 本项目为矿山生态修复工程，施工期大气环境影响因素主要为场地清理平整、拦挡墙建设、矿坑回填区边坡治理、截排水沟开挖、渗滤液收集池等工程施工地面扰动无组织扬尘、改性磷石膏生产废气、矿坑回填及覆土绿化施工扬尘、道路运输扬尘、施工及运输车辆尾气。 1）地表扰动扬尘 地表扰动扬尘主要来源于场地清理、拦挡墙建设、矿坑回填区边坡治理、截排水沟开挖、渗滤液收集池的开挖。施工过程中采用洒水车洒水降尘，可有效减少扬尘产生。 2）矿坑回填及覆土绿化作业扬尘 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，进行洒水抑尘，适当增加修复材料和绿化覆土的湿度，扬尘产生量很小。 3）改性磷石膏废气 改性磷石膏废气主要包括改性用干粉料料仓仓顶粉尘和搅拌废气。 根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南（污染影响类）（试行）》，结合《排污许可申请与核发技术规范 总则》（HJ948-2018），本项目改性磷石膏生产单元、生产设施、产污环节、主要污染物项目、排放形式、污染治理设施名称及工艺、排放口类型见表 4-1。
-------------	---

表 4-1 本项目废气产污环节名称、污染物项目、排放形式及污染治理设施一览表							
生产单元	生产设施	废气产污环节	主要污染物项目	主要排放形式	主要污染治理设施		排放口类型
					污染治理设施名称及工艺	是否为可行技术	
改性用干粉料仓	粉料筒仓	物料装卸	颗粒物	有组织	仓顶布袋除尘器	是	一般排放口
改性搅拌	搅拌机	搅拌	颗粒物	有组织	集气罩收集+布袋除尘	是	一般排放口

仓顶粉尘：在改性用干粉料仓装卸过程中，仓内物料扰动产生的粉尘，改性用干粉料仓仓顶自带脉冲式布袋除尘器，仓内粉尘经布袋除尘器处理后，经由仓顶 10m 排气筒排放。

本项目设置 3 个粉料仓，料仓规格为 $\phi 3.6 \times 12$ 米，改性用干粉由罐车运输，在卸料过程中采用气流输送，含尘气体由进口法兰进入仓体，其中粗颗粒的粉尘因风速降低直接沉降落入灰斗，细小粉尘随气流进入袋室，经过滤袋过滤后形成粉尘层附着在滤袋的外壁，净化后的气体进入净气室，经出仓顶排气口排出。随着过滤时间增加而积附在滤袋上的粉尘越来越多，增加滤袋阻力，可使处理风量逐渐减少。为正常工作，要控制阻力在一定范围内（1200~1500Pa）必须对滤袋进行清灰，清灰时由脉冲控制仪按顺序触发各控制阀开启脉冲阀，气包内的压缩空气瞬时地经脉冲阀由喷吹管的喷吹孔高速喷出，同时诱导周边净气进入滤袋，滤袋瞬间急剧膨胀，使积附在滤袋表面的粉尘层脱落，滤袋恢复过滤能力。脱落的粉尘直接落入灰仓，经过设定的时间定时由排灰阀排出。如此使积附在滤袋上的粉尘周期地脉冲喷吹清灰，使净化气体正常通过，保证除尘系统运行。

搅拌废气：本项目搅拌材料包括水洗压滤后的磷石膏、改性用干粉，在改性搅拌过程中，搅拌机进料时会产生粉尘，本项目搅拌机为密闭设备，进料和出料口粉尘经集气罩收集，再经布袋除尘器除尘后，经由 15m 高排气筒排放。

磷石膏改性回填施工期限为 1 年，回填施工结束后，改性生产车间已停用。

4) 运输扬尘

矿山道路均为砂石路面，运输扬尘较大。在对道路进行洒水降尘后，扬

尘量可下降 70%左右。

5) 运输车辆和施工机械尾气

运输车辆和施工机械使用符合国家标准的汽油为燃料，燃料燃烧尾气呈无组织排放，对大气环境影响不大。

(2) 大气环境影响程度

改性磷石膏生产车间有组织废气排气筒不具备监测条件，本项目施工期间，委托云南升环检测技术有限公司对生态修复区域及磷石膏改性车间周边无组织大气进行监测。

①监测频次

施工期间，连续采样 1 天，每天采样 3 次。

②监测点位

施工期监测共设置 8 个点位，施工场地上方向（参照点）1 个，下风向（监测点）3 个，距离施工厂界外 10m。分别是：施工厂界外上风向 10m 1#、施工厂界外下风向 10m 2#、施工厂界外下风向 10m 3#、施工厂界外下风向 10m 4#。改性车间上方向（参照点）1 个，下风向（监测点）3 个，距离车间厂界外 10m。分别是：车间厂界外上风向 10m 1#、车间厂界外下风向 10m 2#、车间厂界外下风向 10m 3#、车间厂界外下风向 10m 4#。

③监测项目

环境空气总悬浮颗粒物。

④监测结果分析

表 4-2 施工期无组织废气监测结果 单位：mg/m³

监测 点位	TSP				标准限值	达标情况
	2022.11.22	2023.1.31	2023.4.6	2023.6.27		
1#回填 区上方 向	0.281	0.172	0.189	0.151	1.0	达标
	0.298	0.189	0.176	0.141	1.0	达标
	0.311	0.158	0.185	0.156	1.0	达标
2#回填 区下方 向 1#	0.573	0.379	0.284	0.288	1.0	达标
	0.602	0.362	0.270	0.323	1.0	达标
	0.586	0.414	0.319	0.310	1.0	达标
3#回填 区下方 向 2#	0.618	0.376	0.293	0.249	1.0	达标
	0.665	0.408	0.293	0.297	1.0	达标
	0.655	0.427	0.302	0.314	1.0	达标
4#回填 区下方	0.677	0.363	0.263	0.276	1.0	达标
	0.714	0.421	0.277	0.301	1.0	达标

	向 3#	0.694	0.384	0.268	0.298	1.0	达标								
	1#改性	0.267	0.195	0.139	0.109	1.0	达标								
	车间上	0.247	0.206	0.133	0.091	1.0	达标								
	方向	0.252	0.186	0.125	0.131	1.0	达标								
	2#改性	0.506	0.376	0.296	0.173	1.0	达标								
	车间下	0.534	0.428	0.318	0.158	1.0	达标								
	方向1#	0.537	0.404	0.284	0.180	1.0	达标								
	3#改性	0.544	0.387	0.291	0.155	1.0	达标								
	车间下	0.566	0.427	0.292	0.129	1.0	达标								
	方向2#	0.570	0.381	0.310	0.155	1.0	达标								
	4#改性	0.555	0.372	0.310	0.171	1.0	达标								
	车间下	0.570	0.415	0.303	0.136	1.0	达标								
	方向3#	0.552	0.384	0.293	0.200	1.0	达标								
监测结果表明：施工期间，项目矿坑修复区施工无组织颗粒物和改性磷石膏车间无组织颗粒物满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中无组织排放限值要求，项目采取的污染防治措施可行，污染物能达标排放，对环境的影响可以接受。 2、地表水环境影响 项目施工期废水主要为回填渗滤液、施工废水、施工人员生活污水。 （1）渗滤液 生态修复作业过程中，降雨时，雨水进入磷石膏回填区会产生一定量的渗滤液。根据云南祥丰环保科技有限公司《2#矿坑生态修复渗滤液转移记录》，施工期间回填修复区产生渗滤液量约 4710m³，最大产生量 45m³/d。 施工期间，委托云南升环检测技术有限公司对产生的渗滤液进行了采样监测，执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准。 ①监测频次 施工期间产生渗滤液后每月采样监测 1 次。 ②监测点位 渗滤液收集池。 ③监测项目 pH、氟化物、总磷。 ④监测结果分析															
表 4-3 渗滤液污染物及浓度 单位 mg/L <table> <tr> <td>污染物名称</td><td>2023-05-06</td><td>2023-06-27</td><td>2023-08-31</td><td>标准限值</td><td>达标情况</td><td></td><td></td></tr> </table>								污染物名称	2023-05-06	2023-06-27	2023-08-31	标准限值	达标情况		
污染物名称	2023-05-06	2023-06-27	2023-08-31	标准限值	达标情况										

pH（无量纲）	8.5	8.8	8.6	6-9	达标
氟化物	4.25	4.10	6.2	10	达标
总磷	0.024	0.210	0.160	0.5	达标

根据监测结果，渗滤液 pH、氟化物、总磷满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准要求。

本项目生态修复区为历史磷矿开采遗留矿坑，不具备渗滤液收集排放条件，在矿坑内设置渗滤液收集池，渗滤液经坑内渗滤液收集池收集后，再通过竖井用潜水泵抽排至坑外渗滤液收集池。根据调查，本项目产生的渗滤液已全部由罐车送至磷石膏综合利用项目作为水洗补充水使用，云南祥丰环保科技有限公司磷石膏综合利用项目水洗净化需补充新鲜水 12 万 m³/a，水洗净化对水质要求不高，可完全消纳本项目产生的渗滤液。渗滤液最大产生量 45m³/d，渗滤液收集池容积 80m³，当渗滤液产生量较大时，日产日清，容积可满足渗滤液收集需求。施工期间渗滤液未排入地表水环境，对地表水环境影响不大。

项目回填结束后，已在其顶部、台阶以及坡面上均铺一层 900g/m² 非针织造复合土工膜，以防雨水入渗，土工膜上再铺一层 0.5~1m 厚的耕植土，种植植物或树木。修复区外设置排水沟将雨水导流至项目区外，生态修复后，不再产生渗滤液，对地表水环境影响不大。

（2）施工废水

项目施工废水主要为施工车辆进出冲洗废水。项目施工废水产生量约为 1.5m³/d，废水主要为 SS。废水经收集沉淀处理后回用于场地洒水降尘，不外排，对地表水环境影响不大。

（3）洒水降尘用水

在进行生态修复过程中，须对扰动地表、运输道路等现状易起尘的裸露地表进行洒水降尘，根据洒水记录台账，用水量约 90m³/d，29700m³/a，该部分水量经自然蒸发，无废水产生。

（5）生活污水

项目施工期高峰施工人员约 10 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，产生量约 0.8m³/d。生活污水所含的污染物主要为 SS、BOD₅、COD 等，经沉淀池

沉淀后回用于施工场地洒水降尘，不外排，对地表水环境影响不大。

(6) 绿化用水

项目生态修复完成后绿化面积为 6.4908hm²，所在地非雨天约 232 天，则绿化灌溉用水量合计年用水量 9736.2m³/a，约 41.97m³/d，该部分用水自然蒸发损耗，不外排。

(7) 项目水平衡

根据项目用排水情况，项目水平衡见表 4-4，水平衡图见图 4-1、图 4-2。

表 4-4 项目水平衡表 单位 m³/d

用水		废水	
施工用水	2.0	施工废水	1.5
洒水降尘	90	渗滤液	45
生活用水	1.0	生活废水	0.8
绿化用水	41.97		
合计	134.97	合计	47.3

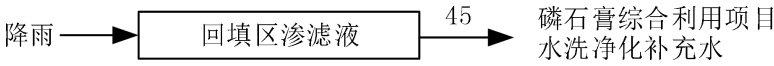
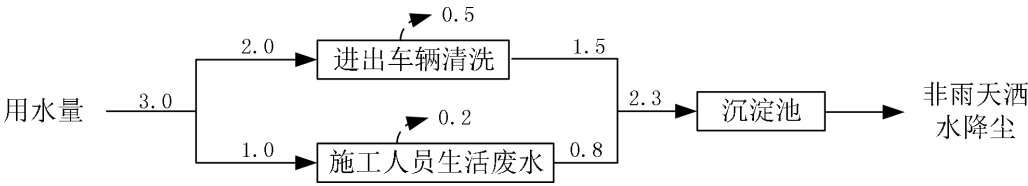


图 4-1 项目施工期雨天水平衡图 (m³/d)

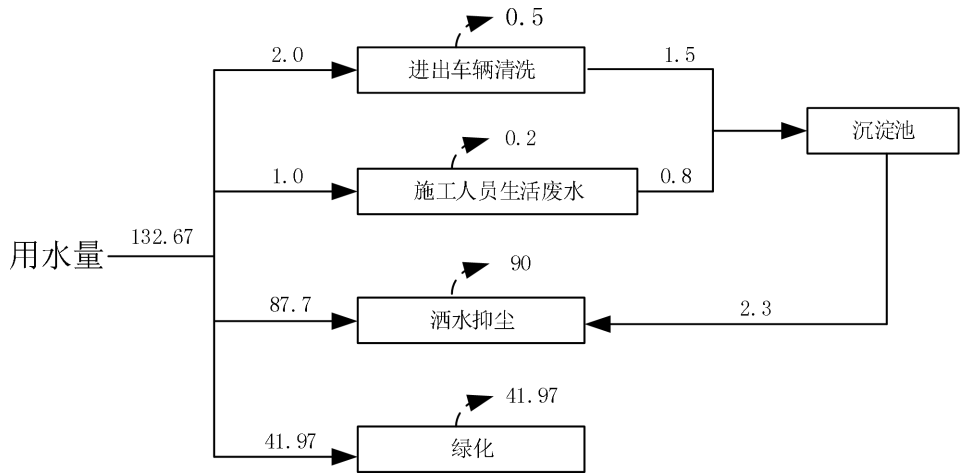


图 4-2 项目施工期非雨天水平衡图 (m³/d)

3 地下水环境影响分析

3.1 区域水文地质条件

(1) 区域含水层组类型及富水性

根据各自岩石的水理性质、含水介质类型等特征，将区内地下水划分碳酸盐岩类裂隙溶洞水、基岩裂隙水和松散岩类孔隙水三大类；碳酸盐岩类岩溶水、碳酸盐岩夹碎屑岩岩溶裂隙水、碎屑岩类裂隙水、第四系松散堆积物孔隙水四个亚类。各地层的水文地质特征统计如表 4-5。

各地层富水性级别以地下径流模数、钻孔单位涌水量和泉水流量为指标进行综合划分，分为富水性强、中、弱三级，划分标准汇总如表 4-6，其中只要有一项指标达到要求即按就高的原则确定。划分结果统计于表 4-7。

表 4-5 显示，区内 D₃z、Z_bdn 地层富含碳酸盐岩类裂隙溶洞水，富水性强，是区内主要含水层；∈₁y、Z_bd 地层为碳酸盐岩、碎屑岩互层型裂隙溶洞水，富水性强；J₁l、T₃s、P₁d、D₂h、∈₁q、Zac、Ptlb、Ptm、Pths 含有基岩裂隙水，其中 J₁l、D₂h、Ptm 富水性中等，T₃s、P₁d、∈₁q、Zac、Ptlb、Pths 富水性弱，确定为区内相对隔水层；Q 含有松散堆积物孔隙水，富水性中等，工作区各含水层分布见附图 14（区域水文地质图）。

表 4-5 区域地层水文地质特征统计一览表

类型	亚类	地层代号	水文地质特征	地下径流模数 L/s·km ²	泉流量 (L/s)	钻孔单井 单位涌水量 (L/s·m)	水化学类型
碳酸盐岩类裂隙溶洞	碳酸盐岩类裂隙溶洞水	D ₃ z	角砾状晶粒白云岩、泥质白云岩，粒屑白云岩夹薄层铝土页岩。生物砂屑白云岩、晶粒白云岩，夹粘土岩。单井出水量 Q 1105.92t/d，富水性强。	7.33	11.16	1.85	HCO ₃ —Ca·Mg
		Z _b dn	浅灰、灰白色薄-厚层状白云岩硅质灰岩、硅质灰岩白云岩。局部地区顶部夹薄层粉细砂岩及钙质页岩。单井出水量 Q 1624.32t/d，富水性强。	6.8	8.64	3.45	HCO ₃ -Ca·Mg HCO ₃ -Ca·Mg·Na HCO ₃ -SO ₄ -Ca·Mg
	碳酸盐岩、碎屑岩互层型裂隙溶洞水	∈ ₁ y	白云质磷块岩、硅质磷块岩。单井出水量 Q 529~663t/d，富水性强。	1.14	7.5~9.7 7	0.96	HCO ₃ —Ca·Mg
		Z _b d	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，富水性强。	1.33	1.85	2.31	HCO ₃ —Ca HCO ₃ —Ca·Mg
	碎屑岩裂隙水	J ₁ l	含钙泥质粉砂岩、泥质粉砂岩、含粉砂质泥岩夹介壳泥灰岩、粉砂质钙质泥	0.72	1.75	0.72	HCO ₃ —Ca·Mg

				岩、含介壳粉砂泥灰岩、中细粒石英砂岩、含长石英岩、砂岩含细粒、泥砾，泥岩含钙质结核。单井出水量 Q 561.6t/d，富水性中等。				
			T _{3s}	泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩，夹基性凝灰质泥岩、球粒状玄武岩透镜体。下段：复成份砾岩、含砾粗砂岩、石英砂岩夹页岩。单井出水量 Q 41.5t/d，富水性弱。	0.31~0.9 1	0.016~ 4.73	0.067	HCO ₃ — Ca·Mg
			P _{1d}	含铁质铝土质粘土岩、铝土岩；夹赤铁矿、褐煤透镜体。富水性弱。	<0.1	<0.1	<0.01	HCO ₃ — Ca·Na HCO ₃ — Ca·Mg
			D _{2h}	含砾石英砂岩，岩屑石英砂岩，粉砂岩，粉砂质页岩，页岩。单井出水量 Q 150t/d，富水性中等。	2.91	4.93	0.23	HCO ₃ — Ca·Mg
			∈ _{1q}	黑色、黄绿色水云母页岩，粉砂质页岩夹砂岩。含海绿石粉质粉晶白云岩、石英砂岩、泥质粉砂岩。单井出水量 Q 25.92t/d，富水性弱。	1.14	0.66	0.08	HCO ₃ — Ca·Mg
			Z _{ac}	轻变质岩屑砂岩、长石石英砂岩、铁泥质粉砂岩、夹泥质条带板岩及酸性脱玻化凝灰岩、夹板岩、粉砂质板岩。单井出水量 Q 24.19t/d，富水性弱。	0.87	0.56	0.05	HCO ₃ — Ca·Mg
			Pt _{1b}	灰绿、褐紫色粉砂质绢云母板岩、炭质板岩、砂岩。夹细晶白云岩，炭质微纹灰岩。底部为紫灰色砾岩。富水性弱。	2.01	0.05~0. 44		HCO ₃ — Ca·Mg HCO ₃ — Mg
			P _{tm}	绢云板岩，含砂条带、夹少量粉砂质板岩或粉砂岩、粉砂质绢云板岩、夹薄层板岩或砂质板岩、板岩。单井出水量 Q 69.12t/d，富水性中等。	1.64	1.42	1.0	HCO ₃ — Ca·Mg HCO ₃ — Mg
			P _{ths}	由灰色、白色厚层-块状或薄-中层状细粒石英砂岩、石英岩、石英粉砂岩与深灰、浅灰、灰绿色绢云板岩、粉砂质绢云板岩组成。顶部未出露。单井出水量 Q 259.2t/d，富水	0.68~5.2 1	0.72	0.04	HCO ₃ — Ca·Mg HCO ₃ — Mg

			性弱。				
松散岩类	孔隙水	Q	以冲积、湖积为主，次为洪积、冰积、洞穴堆积以及残坡积，岩性为砂、砾石、粘土、钙质粘土、淤泥及泥炭。含孔隙水，单井出水量 Q 907.2t/d，富水性中等。	2.81	1.17	1.82	HCO ₃ —Ca·Mg

表 4-6 地层富水性级别划分标准汇总表

富水性级别	分级指标		
	暗河（大泉）流量（L/s）	地下径流模数（L/s·km ² ）	钻孔单位涌水量（L/s·m）
强	>100	>6	>1.0
中等	10~100	3~6	0.1~1.0
弱	<10	<3	<0.1

表 4-7 区域地层富水性划分统计表

含水层组类型	亚类	富水性级别	所属含水岩组
碳酸盐岩类裂隙溶洞水	碳酸盐岩类裂隙溶洞水	强	D ₃ z、Z _b dn
	碳酸盐岩、碎屑岩互层型裂隙溶洞水	强	Z _b d
		中等	∈ _{1y}
基岩裂隙水	碎屑岩裂隙水	中等	J ₁ l、D ₂ h、P _{tm} 、P _{ths}
		弱	T ₃ s、P ₁ d、∈ _{1q} 、Z _a c、P _{tlb}
松散岩类孔隙水	孔隙水	中等	Q

(2) 区域水文地质条件

区域内各含水层因岩性不同，受构造控制，地下水的埋藏条件差异较大。地下水划分为岩溶水、裂隙水、孔隙水三个类型，以岩溶水分布为主。工作区中部震旦系陡山沱组、震旦系灯影组、寒武系渔户村组广泛分布，泥盆系宰格组部分出露，地层主体由碳酸盐岩构成，岩溶发育，含有丰富的岩溶水。区内地层总体向东倾斜，寒武系渔户村组（∈_{1y}）、震旦系的灯影组（Z_bdn）、震旦系陡山沱组（Z_bd）构成一基本连续的含水层组，泥盆系宰格组构成一含水层组，两者被寒武系筇竹寺组（∈_{1q}）、泥盆系海口组（D₂h）砂岩、泥岩隔水层阻隔，使其在垂向上不连续且水力联系弱。由于受地形地貌和断裂构造的控制，工作区大致形成杨柳坝-青龙哨水文地质单元。

矿区所处青龙哨水文地质单元（IX₂₅）富水块段，单元面积 43.52km²。地下水类型以岩溶水为主，主要含水层为 Z_bdn、∈_{1y}²⁻³、∈_{1y}⁴⁻⁵，为岩溶化低中山区，排泄区为中等—强岩溶发育区，补给、径流区为中等岩溶发育区，纯白云岩单斜构造型。青龙哨（IX）富水块段单元北为东西向阻水断层为隔

水边界，断层上盘为 P_{tlm} 板岩，下盘为岩溶含水层，西部以大哨—奔标山一带分界，东部以 $\in_{1q}$ 和 $\in_{1y^{4-5}}$ 地层界线分界，南部以地下分水岭和XII单元分界，且地表、地下分水岭基本一致。岩溶含水层分布面积 43.52km^2 ， $M=7.35\text{L/s}\cdot\text{km}^2$ 。补给、径流区岩溶发育均匀，地表以溶沟、溶槽为主，地下以溶隙为主，地表径流差，补给条件中等，由东北向西南径流，并于区内低洼处排泄，西部、南部河流龙凤箐为最终排泄点。本项目生态修复区位于地下水补给径流区。

根据水文地质调查报告，地表分水岭与地下分水岭基本一致。水文地质调查报告将青龙哨富水块段IX₂₅ 细为三个次级块段，分别为IX₂₅₋₁、IX₂₅₋₂ 和IX₂₅₋₃。以下详述本次矿山生态修复工程所在IX₂₅₋₂ 次级水文地质单元的划分。

①北西段边界的确定

此区段边界的划分是勘察钻孔 ZK6 与 ZK9 分别布置于北西段地表分水岭二侧，二个钻孔间距 138.00 米勘察结果划分的。

ZK6 钻孔布置于地表分水岭的北西侧钻孔深度 30.8 米 0.00-13.00 米岩性为第四系中更新统 (Q_2^{al}) 灰黄、棕红色粘土，13.00-30.80 米。岩性为寒武系下统渔户村组 ($\in_{1y^{4-5}}$) 灰色硅质白云岩，钻孔测量地下水水位为 11.40 米，高程为 1868.77 米。

ZK9 孔布置于地表分水岭南东侧。钻孔深度 30.40 米。0.00-10.90 米岩性为：第四系残坡积层 (Q_4^{el+dl}) 棕红色含碎石粉质粘土。10.9-30.40 米，岩性为寒武系下统渔户村组 ($\in_{1y^{4-5}}$) 灰色硅质白云岩，钻孔未监测到地下水位（无地下水）。

由勘察结果显示地表分水岭与地下分水岭基本一致。

②北东段边界的确定

北东段边界是根据禄脰-温泉断裂带 (F3) 二侧出露不同的地层的岩性来划分的。(F3) 断裂带北东盘出露昆阳群美党组 (P_{tlm}), 岩性以绢云板岩，粉砂质绢云板岩，碳质板岩等（可视为相对隔水层）。

禄脰-温泉断裂带 (F3) 南西盘出露寒武系下统渔户村组 ($\in_{1y^{4-5}}$)，岩性为灰色硅质白云岩（是建设场地内的相对含水层）。所以 (F3) 断裂是北东段的相对隔水边界。

③南东段边界的确定

南东段是依据地表分水岭及 3 号、4 号泉水来划分的，在地表分水岭东侧 674.00m 处出露 4 号泉水。泉水出口高程 1949.00 米泉水流量 3.5L/s 泉水向东流，泉水出露地层寒武系下统渔户村组（ $\in_{1y}^{4-5}$ ），岩性为灰色硅质白云岩。

在地表分水岭的西侧 2.67 公里处出露 3 号泉水泉水高程 1825.00m 泉水流量 10.5L/s，泉水出露地层为寒武系下统渔户村组（ $\in_{1y}^{4-5}$ ），岩性为灰色硅质白云岩。说明地表分水岭与地下分水岭高度一致。

④南部边界的确定

南部边界以地表分水岭为界。其中分为 F8 断裂以东段和以西段二段。

F8 断裂以东段是以地表分水岭及地层岩性划分的。该段出露侏罗系下统禄丰组（ J_1 ），岩性为褐黄、黄绿色钙质泥岩，泥质粉砂岩（可视为相对隔水层）。

F8 断裂以西段是以地表分水岭及地下水水位埋深（高程）等来划分。

（3）地下水的补给、径流、排泄特征

1) 地表分水岭

该段地表分水岭高程在 1859.1m 至 1876.1m，分水岭北东侧项目区 ZK11 孔北边 15m 处为龙凤箐小河，河床高程 1830.0m 左右高差 29m 左右。分水岭南西侧青龙哨 8 号泉水高程为 1835.0m，高差约 24.10 米。九龙河河床高程为 1833.50m 左右高差为 25.60m。

2) 地下水水位埋深

JC1 监测井地下水位埋深 75m（地下水位距离矿坑底部 5m），JC2 监测井地下水埋深 33m（地下水位距离矿坑底部 7m），JC3 监测井地下水埋深 18m（地下水位距离矿坑底部 10m）。

表 4-8 水文地质调查地下水井钻孔情况

钻孔编号	大地坐标		孔口高程	水位	水深	井底高
JC1	102°22'14.60"	102°22'14.60"	1910	1835	75	1809.5
JC2	102°22'0.00"	24°58'0.00"	1866	1833	33	1815.5
JC3	102°21'51.70"	24°58'3.11"	1848	1830	18	1797.8

3) 地下水补给、径流和排泄情况

2 号矿坑由于受地形地貌和河流的控制，北部及东部由分水岭构成隔水

边界；西部、南部河流为排泄区。项目所在区域水文地质单元内地势总体为东高西低，地下水类型为碳酸盐岩岩溶裂隙水。地下水主要补给来源为大气降水，大气降水通过裂隙、溶隙等通道进入地下，整个径流场受地形控制，总体由东北向西南径流，并于区内低洼处排泄，西部、南部河流龙凤箐为最终排泄点。本项目生态修复区位于地下水补给径流区。

(4) 露出泉点及利用情况和钻井情况

青龙哨片区地下水饮用水源龙潭群集中供水点共有 6 处（见表 4-9），分别为关甸心深井 1 号、关甸心深井 2 号、中烟公司龙潭、青龙哨龙潭水源（下碾龙潭、青龙哨龙潭、草铺集镇龙潭、天安公司双胞胎深井）。上述 5 处泉点与本项目之间不存在补给关系。其他无饮用功能的泉点分布见表 4-10。

表 4-9 饮用泉点基本情况表

表 4-10 无饮用功能泉点基本情况表

	泉	方位/距离	性	出露标	出露	流量		现状功	备注
	点号		质	高	层位			能	
	3#	西南侧 1148m	下降	1818 m	∈ _{1y} ⁴ ₅	10.5 L/s	907.2m ³ /d	自然排泄	评价范围内
	4#	西侧 1121m	下降	1818 m	∈ _{1y} ⁴ ₅	1.23 L/s	106.3m ³ /d	农灌	评价范围外
	5#	西南侧 882m	下降	1820 m	∈ _{1y} ⁴ ₅	18.9 L/s	1633m ³ /d	农灌	评价范围外
	15#	东侧 880m	下降	1940m	J ₁	0.02L/s	1.7m ³ /d	自然排泄	评价范围内

序号	敏感点名称	位于项目方位	经纬度	供水对象	日供水能力 (m ³ /d)	与场界的最近距离 (m)	水质功能类别	出水层位	高程 (m)
1	草铺下碾龙潭	西南	E24°58'15.54" N102°21'8.25"	武钢集团昆明钢铁股份有限公司草铺新区职工及水井湾村民小组387人	3000	1457	III	碳酸盐岩岩溶水	1830
2	中烟公司龙潭	西南	E24°57'48.56" N102°20'44.41"	青龙街道薄片厂 (云南中烟烟叶再造厂)	2500	2129	III	碳酸盐岩岩溶水	1831
3	青龙哨龙潭	西南	E24°57'58.51" N102°20'54.43"	青龙哨村民小组750余人	192	2076	III	碳酸盐岩岩溶水	1831
4	草铺集镇龙潭	西南	E24°57'53.70" N102°20'50.73"	草铺集镇及上古屯、下古屯、风麟 3 个村民小组 15000余人	2000	2055	III	碳酸盐岩岩溶水	1833
5	双胞胎井	西南	E24°57'42.74" N102°20'54.39"	天安公司职工	3000	2271	III	碳酸盐岩岩溶水	1837
6	关甸心深井1号, 2号	西北	E24°58'44" N102°20'48"	关甸心	1000	1327	III	碳酸盐岩岩溶水	1840

3.2 项目建设对地下水环境影响分析

(1) 回填作业地下水环境影响分析

本项目为矿山生态修复项目，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）》（环办环评[2020]33号），本项目不设置地下水专项评价，对地下水环境影响进行定性分析。

本项目使用改性磷石膏作为矿坑生态修复回填材料，根据改性磷石膏浸出毒性分析结果，采用《固体废物 腐蚀性测定 玻璃电极法》

（GB/T15555.12-1995）对磷石膏样品的 pH 进行测定，改性磷石膏的腐蚀性并未超过《危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别》（GB 5085.1-2007）中的限值，改性磷石膏按照 HJ/T299 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，综合腐蚀性和浸出毒性鉴别结果，判断改性磷石膏不属于危险废物。

本项目共回填 8 批改性磷石膏，每批次均进行了固废属性鉴别监测，经过固磷制备的改性磷石膏回填料中，砷、银、铅、镍、镉、铜、锌、总铬、铍、总汞、六价铬、氰化物、硒、COD_{Cr}、磷酸盐（以 P 计）、无机氟化物均未超过《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准中的限值，本项目改性磷石膏属于第 I 类一般工业固体废物，符合《改性磷石膏综合利用矿山生态修复环境风险评估规范》（DB5301/T98-2023）及《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）回填相关要求。

根据项目所在地生态环境以及回填材料成分考虑，项目参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）II 类场对回填区进行防渗。根据现场调查，修复区域地下年最高水位与矿坑底部基础层表面高度约 5m 以上，回填修复区天然基础层厚度大于 0.75m，渗透系数不满足 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 要求，因此回填区采用“一布一膜”人工复合衬层作为防渗衬层，

矿坑底部及边坡首先铺筑 200g/m²加密土工布，再在上部铺设 2.0mm 厚的双糙面 HDPE 土工膜防渗，回填作业过程中对回填料进行反复压实处理，2#矿坑修复区改性磷石膏材料回填完成后，对 1895m 以下已回填完成部分进行顶部防渗，铺设 900g/m²复合土工膜进行顶部防渗，有效阻断生态修复作业过程中降雨形成的渗滤液下渗，降低对地下水的污染风险。按照 II 类场要求，已设置防渗漏监控系统，监控防渗衬层的完整性，并设置 3 个地下水监测井，定期对地下水进行监测，及时掌握地下水变化情况。

(2) 项目与青龙哨饮用水源保护区的关系及影响分析

1) 项目与集中式饮用水源的位置关系

与项目最近的饮用水源地为昆明市安宁市草铺街道青龙哨龙潭饮用水水源，青龙哨龙潭饮用水源地划界结果：青龙哨龙潭饮用水源地一级保护区划分范围为：0.011km²，其中水域面积为 0.001km²，陆域面积为 0.010km²；二级保护区划分面积为 1.362km²，其中水域面积为 0.006km²，陆域面积为 1.356km²。

项目与青龙哨龙潭饮用水源保护区的位置关系见图4-3。项目边界距离约二级保护区1.1km，根据安宁市水务局《关于草铺磷矿区松坪龙树磷矿2号坑生态修复试点工程项目的回复意见》，本项目不在安宁市青龙哨饮用水源保护区范围内。



图 4-3 项目与青龙哨龙潭饮用水源的位置关系

2) 项目与饮用水水源的地下水补径排关系

青龙哨龙潭地下水饮用水水源地位于安宁市草铺街道青龙哨行政村，属金沙江水系。主要山脉多近南北向排列，与主要地质构造线方向一致，具有高原山地与盆地相间的地貌特征，属构造侵蚀溶蚀低中山山地地貌；地层岩性以震旦系上统灯影组（Zbdn）浅灰、灰白色薄—厚层状白云质硅质灰岩、硅质灰岩白云岩及寒武系下统筇竹寺组（ $\in 1q$ ）粉—细砂岩及黑色页岩为主；主要地质构造线近南北向展布，南北向构造带中存在大量的南北走向压性结构面，构造强烈发育地段，常形成破碎带及角砾带，两侧岩石受构造强烈挤压，其岩体结构一般较差，强度较低，透水性较好，地下水常沿此带活动。

据区域水文结构，安宁市地界内地下水主要补给来源以大气降水为主，地表水及其它基岩水的补给为辅；径流形式主要以裂隙型、岩溶管道型运动，径流方向受岩性、构造、地貌等因素制约，最终以散流型方式向螳螂江河床运动。

分布于测区东部及外围的 Zac（澄江组）、 $\in 1q$ （筇竹寺组）、T3y（一平浪群）、T3-J1（下禄丰群）及 J2（上禄丰群）等地层，岩性主要为强~弱风化的长石、石英砂岩、粉砂岩、棱角状砾岩、泥岩及页岩等。地下水分水岭和地表水分水岭基本一致，其运移方向也与地形坡向等基本一致，在接收大气降水补给后，自高处向低处运移至相对隔水层后，于沟谷或低洼处沿薄弱部位呈泉水或散浸等形式溢出地表，最终流入本区最低侵蚀基准面——螳螂江河床。

分布于草铺青龙哨的 Zbd（陡山沱组）、Zbdn（灯影组）及 D2-3（泥盆系上中统）等地层，岩性主要为白云岩、泥质白云岩、灰岩、白云质灰岩、泥灰岩、角砾状灰岩等。岩溶发育，地表水系不发育，大部分降雨渗入地下，以裂隙岩溶水的形式赋存于地下可溶性岩层中。青龙哨龙潭地下水饮用水水源地下水由西南向东北向径流，沿地形低凹处溢出地表。

根据区域水文地质图（见附图 14），青龙哨龙潭饮用水源保护区补给区由西南向东北补给，项目区地下水径流方向由东北向西南，在龙凤箐小河沿岸排泄出露，与青龙哨龙潭饮用水源之间不存在补给关系。

综上分析，项目不在青龙哨饮用水源保护区范围内，根据区域水文地质

报告，青龙哨饮用水源地下水与本项目之间存在地下分水岭，项目建设对青

龙哨水源影响不大。

3) 地下水环境质量变化情况

2022年03月18日,项目施工前,建设单位委托云南天倪检测有限公司开展了地下水环境本底值调查。地下水环境质量监测结果见表4-11。

表 4-11 地下水环境质量监测结果一览表 (单位: mg/L)

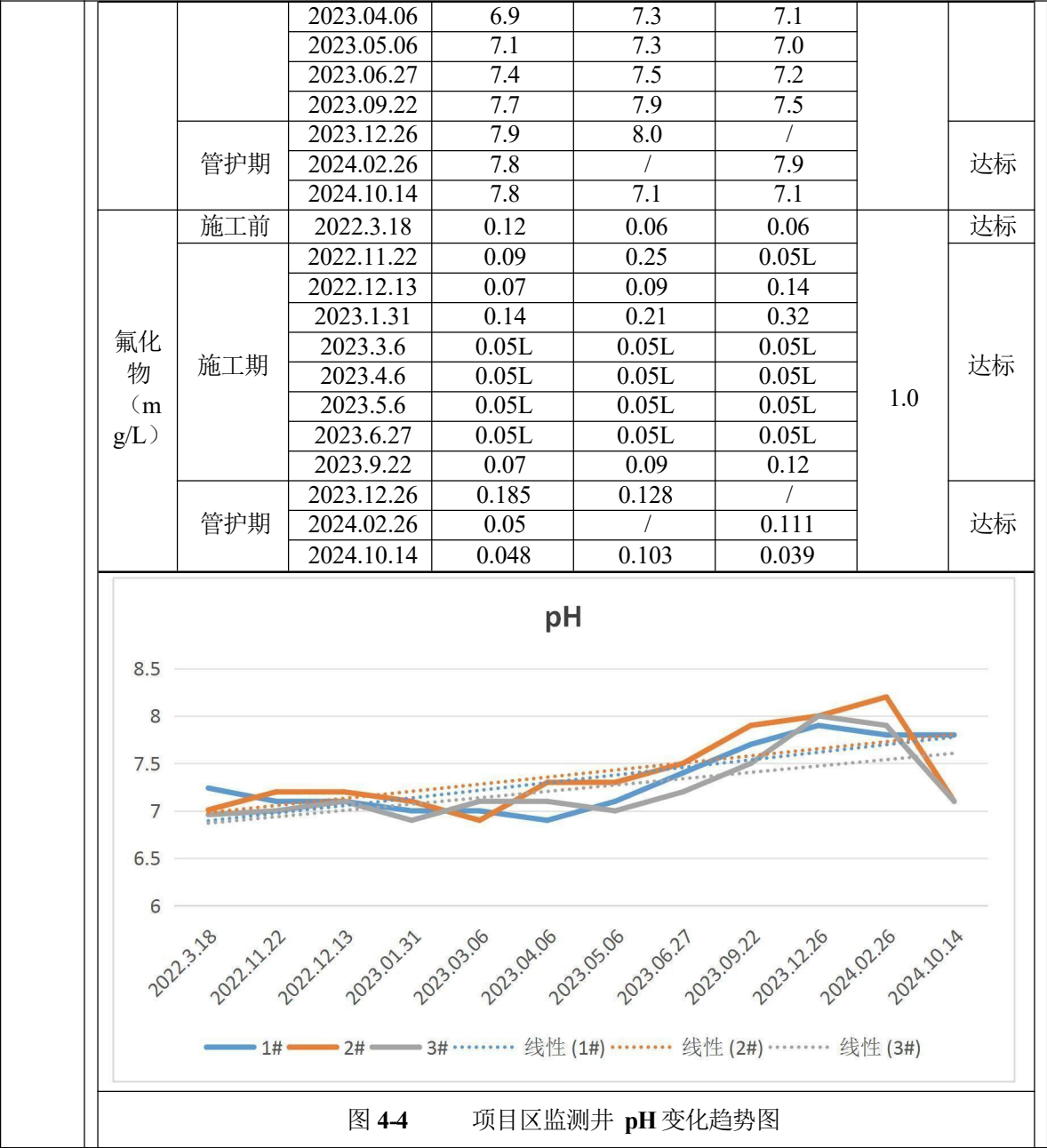
检测项 (mg/L)	采样时间	标准值	1#	达标分 析	2#	达标 分析	3#	达标 分析
pH (无量纲)	2022.3.17	6.5~8.5	7.24	达标	7.01	达标	6.96	达标
	2022.3.18		7.26	达标	7.02	达标	6.94	达标
六价铬	2022.3.17	≤0.05	0.004L	达标	0.004L	达标	0.004L	达标
	2022.3.18		0.004L	达标	0.004L	达标	0.004L	达标
氨氮	2022.3.17	≤0.50	0.953	达标	0.025L	达标	0.077	达标
	2022.3.18		1.066	达标	0.025L	达标	0.09	达标
硝酸盐	2022.3.17	≤20	0.072	达标	0.091	达标	0.435	达标
	2022.3.18		0.89	达标	0.106	达标	0.003L	达标
亚硝酸盐	2022.3.17	≤1.0	0.021	达标	0.003L	达标	0.003L	达标
	2022.3.18		0.003L	达标	0.018	达标	0.011	达标
挥发酚	2022.3.17	≤0.002	0.0003L	达标	0.0003L	达标	0.0003L	达标
	2022.3.18		0.0003L	达标	0.0003L	达标	0.0003L	达标
氰化物	2022.3.17	≤0.05	0.004L	达标	0.004L	达标	0.004L	达标
	2022.3.18		0.004L	达标	0.004L	达标	0.004L	达标
氯化物	2022.3.17	≤250	10L	达标	10L	达标	10L	达标
	2022.3.18		10L	达标	10L	达标	10L	达标
高锰酸盐 指数(耗氧量)	2022.3.17	≤3.0	1.66	达标	0.72	达标	1.24	达标
	2022.3.18		1.72	达标	0.76	达标	1.32	达标
砷(μg/L)	2022.3.17	≤0.01	0.3	达标	0.3	达标	0.5	达标
	2022.3.18		0.4	达标	0.3	达标	0.4	达标
汞(μg/L)	2022.3.17	≤0.001	0.06	达标	0.04L	达标	0.04L	达标
	2022.3.18		0.06	达标	0.04L	达标	0.04L	达标
总硬度 (mmol/L)	2022.3.17	≤450	155	达标	258	达标	179	达标
	2022.3.18		151	达标	257	达标	180	达标
铅	2022.3.17	≤0.01	0.25L	达标	0.25L	达标	0.25L	达标
	2022.3.18		0.25L	达标	0.25L	达标	0.25L	达标
氟化物	2022.3.17	≤1.0	0.12	达标	0.06	达标	0.06	达标
	2022.3.18		0.12	达标	0.06	达标	0.05	达标
镉(μg/L)	2022.3.17	≤0.005	0.0001L	达标	0.0001L	达标	0.0001L	达标
	2022.3.18		0.0001L	达标	0.0001L	达标	0.0001L	达标
铁	2022.3.17	≤0.3	0.03L	达标	0.03L	达标	0.05	达标
	2022.3.18		0.03L	达标	0.03L	达标	0.07	达标
锰	2022.3.17	≤0.1	0.01L	达标	0.03	达标	0.04	达标

		2022.3.18		0.02	达标	0.03	达标	0.06	达标
溶解性总固体	2022.3.17	≤1000	185	达标	295	达标	220	达标	
	2022.3.18		298	达标	293	达标	218	达标	
硫酸盐	2022.3.17	≤250	13	达标	29	达标	30	达标	
	2022.3.18		10	达标	28	达标	28	达标	
钙	2022.3.17	/	45.8	/	48.8	/	37.1	/	
	2022.3.18		46.7	/	49.2	/	37.7	/	
镁	2022.3.17	/	0.559	/	1.15	/	2.12	/	
	2022.3.18		0.642	/	1.16	/	2.11	/	
钠	2022.3.17	/	0.279	/	1.15	/	2.35	/	
	2022.3.18		0.278	/	1.16	/	2.32	/	
钾	2022.3.17	/	0.65	/	0.387	/	1.79	/	
	2022.3.18		0.657	/	0.361	/	1.75	/	
碳酸根	2022.3.17	/	5L	/	5L	/	5L	/	
	2022.3.18		5L	/	5L	/	5L	/	
重碳酸根	2022.3.17	/	143	/	146	/	98	/	
	2022.3.18		145	/	149	/	97	/	
硫酸根	2022.3.17	/	1.88	/	19.5	/	17.6	/	
	2022.3.18		1.89	/	19.5	/	17.7	/	
总大肠杆菌数 （MPN/L）	2022.3.17	3	3L	/	3L	达标	3L	达标	
	2022.3.18		3L	/	3L	达标	3L	达标	
细菌总数 （CFU/mL）	2022.3.17	100	18	达标	12	达标	5	达标	
	2022.3.18		20	达标	14	达标	7	达标	
磷酸盐	2022.3.17	/	0.505	/	0.322	/	0.194	/	
	2022.3.18		0.503	/	0.324	/	0.193	/	

根据监测结果，项目所在区域地下水背景监测因子均能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准。

根据项目施工前（表 4-11）、施工期间（表 3-7~3-14）、建成管护阶段（表 3-15~3-17）地下水环境质量监测结果，对监测井 1#、2#、3#主要监测特征因子 pH、氟化物监测结果进行水质变化情况分析，地下水现状监测对比情况见表 4-12。

表 4-12 监测井现状监测对比情况							
监测因子	监测时间		JC1	JC2	JC3	评价标准	达标情况
pH （无量纲）	施工前	2022.3.18	7.24	7.01	6.96	6.5-8.5	达标
	施工期	2022.11.22	7.1	7.2	7.0		达标
		2022.12.13	7.1	7.2	7.1		
		2023.01.31	7.0	7.1	6.9		
		2023.03.06	7.0	6.9	7.1		



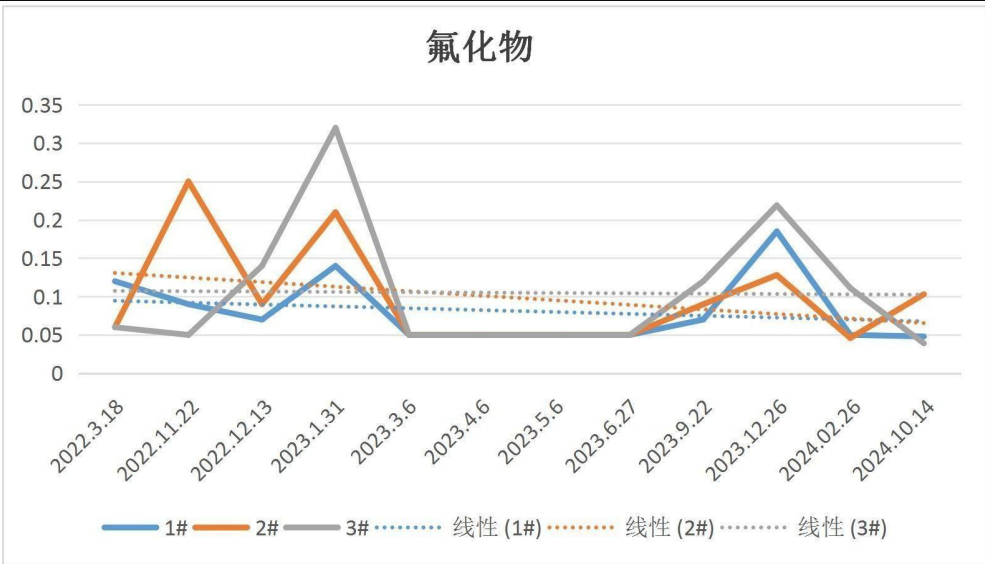


图 4-5 项目区监测井氟化物变化趋势图

下游监测井 pH、氟化物浓度数值与上游对照井数值变化趋势相同，pH 浮动范围较小，氟化物变化趋势缓慢下降，水质监测结果均达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准的要求。

3.3 地下水污染防治措施

(1) 填充料控制

①改性后磷石膏回填物料每批次进行检测，属于 I 类一般工业固体废物，满足《改性磷石膏综合利用矿山生态修复环境风险评估规范》（DB5301/T98-2023）中 4.2 的规定及《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）中表二的要求；

②建设单位已设专人管理回填材料生产过程、每一批次填充物料均进行检验，经检验合格后运入回填区回填，并保留监测记录；

③回填过程未混入生活垃圾及其他“严禁回填固废”进入回填修复区；

④植被选择

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

(2) 防渗措施

1) 底部防渗：修复区底部先进行场区场地平整至 1840m 高程；整平后在上部铺设 0.75m 厚黏土层，黏土采用市场购买方式获得，黏土干净、含沙量小、黏粘、粒径小于 0.055mm 的含量应超过 25%、塑性指数大于 15。经压实措施处理后的饱和渗透系数不大于 1.0×10^{-7} cm/s。之后进行渗滤液收集

井防渗施工。压实修整完成后，铺设200g/m²加密土工布；再在上部铺设2.0mm厚的双糙面 HEPD 土工膜防渗，满足 GB/T 17643 和 CJ/T234-2006 规定的技术指标要求。 2) 岸坡防渗：岸坡防渗结构与坑底防渗结构相同，对于岸坡较陡地段采用锚固钉、链固定，防止防渗膜下滑。 3) 顶部防渗：2#矿坑修复区改性磷石膏材料回填完成后，在其顶部 1895m 标高、台阶以及坡面上均铺一层 HEDP 土工膜并与场周土工膜相连，以防雨水入渗。 4) 渗滤液收集池防渗：修复区坑内渗滤液收集井池底及四周均采用 15mm 厚的混合砂浆保护层、顶面为 120mm 厚钢筋混凝土盖，和矿坑进行整体防渗，首先铺设 200g/m²加密土工布；再在上部铺设 2.0mm 厚的双糙面 HEPD 土工膜防渗。 地面渗滤液收集池为混凝土浇灌地理形式，池底及四周均采用 15mm 厚的混合砂浆保护层、顶面为 120mm 厚钢筋混凝土盖，池底和四周首先铺设 200g/m²加密土工布；再在上部铺设 2.0mm 厚的双糙面 HEPD 土工膜防渗，渗透系数$\leq 1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$。 (3) 回填修复区外围截排水沟 填充修复区矿坑外部修建截排水沟。有效降低雨季施工期间雨水汇入回填修复区雨水，降低由于降雨形成的渗滤液水量； (4) 防渗漏监控 按照 II 类场要求，设置了防渗漏监控系统，监控防渗衬层的完整性。 (5) 防渗工程施工期监理 已开展施工期环境监理及工程监理，重点对防渗工程质量、防渗漏监控系统设置情况、渗滤液导排、收集池建设情况进行监理，并形成监理报告。已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。 (6) 渗滤液跟踪监测 按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的要求，项目实施过程中，对渗滤液污染物进行检测，监测频次为 1 次/月。封场后渗滤液处理系统、渗滤液污染物监测应继续正常运行，直到连续 2 年内没有渗滤液产生或产生的渗滤液未经处理即可稳定达标排放。
--

(7) 地下水监测井设置情况

建设单位已建立填充场地下水环境监控体系，包括建立地下水污染监控制度和环境管理体系，制定了监测计划。根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）及《改性磷石膏综合利用矿山生态修复跟踪评估规范》（DB5301/T 100-2023）要求，并结合项目实际水文地质调查情况，设置 3 个地下水跟踪监测井。地下水监测井设置情况见表 4-13。

表 4-13 地下水监测井设置情况表

阶段	监测功能		基本因子		备注
			监测项目	监测频率	
回填完成后开始	1#	上游，背景参照	氟化物、pH、氯化物、硫酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐、铜、锌、汞、砷、硒、镉、铬、铅、总磷	地下水每年在丰、枯水期各监测 1 次。如监测结果出现异常，应及时进行重新监测，间隔时间不得超过 1 个月，直到相关指标连续 3 年内，年均检测指标持续稳定，特征指标不呈上升趋势。当发现年均监测指标呈上升趋势，应当采取相应的对策措施。	已建
	2#	跟踪监控点			已建
	3#	扩散监控点			已建



1#对照井



2#跟踪监测井



3#扩散监测井

建设单位通过采取以上措施处理之后，回填场渗滤液基本不会下渗，非正常排放渗滤液影响范围有限，非正常排放对下游地下水水质产生一定的影

响，建设单位需要认真落实防渗监控措施，通过地下水监控井和生态修复回填场防渗膜底部地下水导排管对地下水和防渗效果进行监控，防止地下水污染，监测资料存档，便于长时间观测生态修复区下游水质变化情况，一旦发现监控井中水质出现异常，要及时上报主管部门。

3.4 小结

本项目为矿山生态修复项目，项目回填至 1895m 标高后，对顶部进行防渗再进行覆土绿化，避免雨水进入回填区域，项目使用的土工布及 HDPE 土工膜已经过质量检测，施工过程中土工膜热熔焊缝检测均合格，本项目工程监理单位中基华工程管理集团有限公司已对项目防渗工程进行验收，施工期及管护期对地下水监测井进行了监测，根据监测数据统计，项目区监测井地下水监测因子均能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值要求。

项目边界距离青龙哨饮用水源地二级保护区约 1.1km，根据水文地质勘察报告，青龙哨饮用水源地地下水与本项目之间存在地下分水岭，项目建设对青龙哨饮用水源影响不大。

项目区地下水与关甸心深井 1 号、关甸心深井 2 号、中烟公司龙潭、青龙哨龙潭水源地（下碾龙潭、青龙哨龙潭、草铺集镇龙潭、天安公司双胞胎深井）集中式饮用水水源地也不存在补给关系，运营期对饮用水水源地影响较小。

总体来看，本项目建成后未造成地下水污染风险，项目对地下水环境影响可以接受。做好防渗监控系统管理和地下水跟踪监测工作，项目对地下水环境的影响可控。

4 声环境影响

（1）主要噪声源强

项目施工期间噪声主要是回填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。以及磷石膏改性车间搅拌机、除尘风机噪声。

改性车间及回填区夜间不进行生产，施工期间，委托云南升环检测技术有限公司对项目生态修复区域及改性磷石膏车间噪声进行监测，监测情况如

下:

①监测频次

施工期间监测 1 天，每天采样 1 次，夜间未施工，不进行监测。

②监测点位

回填矿场场界和改性车间厂界东南西北四个方向各设置 1 个点位，共 8 个点位。

③监测项目

等效连续 A 声级（Lep(A)）

④监测结果分析

监测结果统计见表 4-14~4-20。

表 4-14 11 月份施工区域和改性车间环境噪声监测结果

监测点位	监测日期	监测时段		Leq(dB(A))	标准 限值	达标 情况
1#回填矿场场界东	2022.11.2 2	昼 间	10:03-10:13	63	70	达标
2#回填矿场场界南			10:22-10:32	59	70	达标
3#回填矿场场界西			10:43-10:53	64	70	达标
4#回填矿场场界北			11:11-11:21	59	70	达标
5#改性车间厂界东			11:36-11:46	62	65	达标
6#改性车间厂界南			11:53-12:03	60	65	达标
7#改性车间厂界西			12:09-12:19	59	65	达标
8#改性车间厂界北			12:24-12:34	58	65	达标

表 4-15 12 月份施工区域和改性车间环境噪声监测结果

监测点位	监测日期	监测时段		Leq(dB(A))	标准 限值	达标 情况
1#回填矿场场界东	2022.12.1 3	昼 间	13:30-13:40	55	70	达标
2#回填矿场场界南			13:44-13:54	54	70	达标
3#回填矿场场界西			13:57-14:07	55	70	达标
4#回填矿场场界北			14:11-14:21	54	70	达标
5#改性车间厂界东			14:30-14:40	58	65	达标
6#改性车间厂界南			14:44-14:54	58	65	达标
7#改性车间厂界西			14:58-15:08	56	65	达标
8#改性车间厂界北			15:10-15:20	57	65	达标

表 4-16 2 月份施工区域和改性车间环境噪声监测结果

监测点位	监测日期	监测时段		Leq(dB(A))	标准 限值	达标 情况
1#回填矿场场界东	2023.1.31	昼 间	10:17-10:27	55	70	达标
2#回填矿场场界南			10:45-10:55	54	70	达标
3#回填矿场场界西			11:08-11:18	56	70	达标

	4#回填矿场场界北			11:24-11:34	53	70	达标	
	5#改性车间厂界东			14:02-14:12	51	65	达标	
	6#改性车间厂界南			14:19-14:29	53	65	达标	
	7#改性车间厂界西			14:37-14:47	57	65	达标	
	8#改性车间厂界北			14:58-15:08	56	65	达标	
表 4-17 3 月份施工区域和改性车间环境噪声监测结果								
监测点位		监测日期		监测时段		Leq(dB (A))	标准限值	达标情况
1#回填矿场场界东		2023.1.31		昼间	10:24-10:34	56	70	达标
2#回填矿场场界南					10:39-10:49	54	70	达标
3#回填矿场场界西					10:55-11:05	58	70	达标
4#回填矿场场界北					11:11-11:21	54	70	达标
5#改性车间厂界东					11:30-11:40	51	65	达标
6#改性车间厂界南					11:44-11:54	53	65	达标
7#改性车间厂界西					11:58-12:08	54	65	达标
8#改性车间厂界北					12:15-12:25	52	65	达标
表 4-18 4 月份施工区域和改性车间环境噪声监测结果								
监测点位		监测日期		监测时段		Leq(dB (A))	标准限值	达标情况
1#回填矿场场界东		2023.4.6		昼间	13:32-13:42	57	70	达标
2#回填矿场场界南					13:47-13:57	54	70	达标
3#回填矿场场界西					14:03-14:13	57	70	达标
4#回填矿场场界北					14:19-14:29	54	70	达标
5#改性车间厂界东					14:37-14:47	52	65	达标
6#改性车间厂界南					14:51-15:01	53	65	达标
7#改性车间厂界西					15:06-15:16	54	65	达标
8#改性车间厂界北					15:20-15:30	51	65	达标
表 4-19 5 月份施工区域和改性车间环境噪声监测结果								
监测点位		监测日期		监测时段		Leq(dB (A))	标准限值	达标情况
1#回填矿场场界东		2023.5.6		昼间	14:07-14:17	56	70	达标
2#回填矿场场界南					14:22-14:32	54	70	达标
3#回填矿场场界西					14:36-14:46	57	70	达标
4#回填矿场场界北					14:51-15:01	53	70	达标
5#改性车间厂界东					15:19-15:29	51	65	达标
6#改性车间厂界南					15:34-15:44	52	65	达标
7#改性车间厂界西					15:48-15:58	54	65	达标
8#改性车间厂界北					16:02-16:12	52	65	达标
表 4-20 6 月份施工区域和改性车间环境噪声监测结果								
监测点位		监测日期		监测时段		Leq(dB (A))	标准限值	达标情况
1#回填矿场场界东		2023.6.27		昼间	11:04-11:14	58	70	达标
2#回填矿场场界南					11:19-11:29	52	70	达标

	3#回填矿场场界西			11:34-11:44	53	70	达标
	4#回填矿场场界北			11:48-11:58	54	70	达标
	5#改性车间厂界东			14:13-14:23	52	65	达标
	6#改性车间厂界南			14:28-14:38	53	65	达标
	7#改性车间厂界西			14:45-14:55	56	65	达标
	8#改性车间厂界北			15:03-15:13	57	65	达标
	监测结果表明：施工监测期间，改性车间四周厂界噪声均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类标准，即：昼间≤65dB（A）；项目回填区域噪声满足《建筑施工场界噪声排放标准》（GB12523-2011）中表 1 规定的排放限值，即：昼间≤70dB（A）。 项目 50m 范围内无保护目标，施工期间噪声可达标排放，项目施工未出现噪声扰民现象。 （3）噪声控制措施 为减轻施工期对周围环境影响，项目施工期采取了以下措施： ①在符合施工需要的前提下，选取噪声低、振动小、能耗小的先进设备。定期对施工机械维护保养，避免了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合理安排施工时间，夜间不施工； ③加强对施工人员的环境宣传和教育，认真落实各项降噪措施，做到文明施工； ④施工场地车辆出入现场时低速、禁鸣，设立了专人负责。 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，施工噪声污染随之消失，项目施工噪声对周边环境产生的影响可接受。 5 固体废物影响分析 项目施工期固体废物主要为土石方、施工人员生活垃圾、沉淀池及渗滤液收集池污泥。 （1）土石方平衡 1) 挖方量 本项目土石方开挖包括 BW1 治理工程坡面清理、BW2 治理工程坡面清理、采坑外渗滤液收集池土方开挖，项目土方合计开挖量 3.44 万 m³，见表						

4-21。开挖产生的土石方用地矿坑底部平整压实，不设置弃渣场。

表 4-21 项目土石方挖方量

工程内容	工程组成	施工内容	施工项目	单位	土方量	弃去向
堆填修复区	收集池土方开挖	基础施工	土石方开挖	万 m ³	3.34	用于矿坑场地平整压实
			土石方开挖	万 m ³		
边坡修复区	边坡治理	坡面治理	土石方开挖	万 m ³	0.1	
合计				万 m ³	3.44	

2) 填方量

项目土方回填工程包括地面平整回填、矿坑底部、防渗黏土回填、覆土绿化表土回填。项目所需土石方回填量见表 4-22。

表 4-22 项目土石方回填量

工程内容	工程组成	施工内容	施工项目	单位	土方量	土方来源
堆填修复区	回填工程	修复材料回填工程	矿坑回填	万 m ³	71.52	磷石膏综合利用项目、荣鑫源矿业有限公司石灰石开采工程项目、云南祥丰化肥股份有限公司草铺磷矿区松坪龙树磷矿开采工程
		土石方回填	矿坑回填	万 m ³	3.34	
	防渗工程	采坑底部平整压实	底部平整	万 m ³	2.25	
		植被重建工程	表土回覆	万 m ³	4.29	
边坡修复区	植被重建工程	表土回覆	绿化覆土	万 m ³	0.1	
合计	/	/	/	万 m ³	81.50	

3) 土石方平衡

根据项目挖方量和填埋量，作出项目土石方平衡见表 4-23。

表 4-23 项目土石方平衡表

项目		挖方			填方					借方		弃方	
		表土剥离	土石方	小计	绿化覆土	土石方	防渗	堆填材料	小计	数量	来源	数量	去向
1	堆填修复区	0	3.34	3.34	4.29	3.34	2.25	71.52	81.4	78.06	磷石膏综合利用项目、荣鑫源矿业有限公司石灰石开采工程项目、云南祥丰化肥股份有限公司草铺磷矿区松坪	0	/
2	边坡修	0	0.1	0.1	0	0.1			0.1			0	/

		复 区									龙树磷矿开采 工程		
	合计	0	3.44	3.44	4.29	3.44	2.25	71.5 2	81.5	78.0 6		0	/

(2) 生活垃圾

项目施工人员均为当地人，施工高峰期人员约 10 人，不在施工现场食宿，施工人员产生的生活垃圾约 40kg/d。施工期施工人员生活垃圾经集中收集后清运至建设单位厂区内收集点堆存，定期清运至环卫部门指定地点，交由环卫部门处置。产生粪便量共计 20kg/d，项目区新建临时旱厕 1 个，旱厕委托环卫部门定期清掏，施工结束后进行消毒回填。

(3) 沉淀池及渗滤液收集池沉渣

沉淀池及渗滤液收集池的沉渣，定期进行清理，清理出来的污泥约 3t/a，用于回填区回填。

6 土壤环境影响分析

(1) 影响途径

项目为矿山生态修复，对土壤主要影响表现为：

1) 施工期回填区渗滤液发生泄漏，将会对土壤的 pH 值造成影响，尤其是当回填体不符合回填要求时，雨季产生的渗滤液 pH 达不到 6~9 要求，将会降低土壤 pH 值，长期可能会导致土壤酸化。

2) 覆土绿化使用的耕植土对区域土壤的影响主要表现为土壤类别与区域的差异造成当地原有土壤理化特性的变化。外调耕植土须满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）的要求

(2) 土壤影响分析

1) 渗滤液收集池采用混凝土浇灌地埋形式，池底及四周均采用 15mm 厚的混合砂浆保护层、顶面为 120mm 厚钢筋混凝土盖，定期检查发现开裂及时修复，渗滤液及时抽排。施工期间，未发生渗滤液泄漏事故。经检测，所有批次改性磷石膏均属于第 I 类一般工业固体废物。施工过程严格按照回填方案进行施工，渗滤液收集于渗滤液收集池内，及时用罐车运至磷石膏综合利用项目作为生产补充水。对修复区域土壤进行监测（见表 3-6），结果表面建设用地土壤环境质量监测结果低于《土壤环境质量 建设用地土壤污

染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地标准筛选值。土壤环境质量良好，修复区回填土壤未盐化、未酸化和碱化。

2) 施工期间，对回填的改性磷石膏分批次进行成分检测，经检测符合要求后方可作为回填材料，对回填磷石膏检测情况如下：

①监测频次

每 10 万 m³ 改性磷石膏作为 1 批次检测，本项目共检测 8 批次。

②监测点位

改性后磷石膏存放中转场，将中转场内的磷石膏划为 3 块区域，每个区域不同深度梅花形采样混成一个样，共 3 个样

③监测因子

1) 基本因子

pH、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷，1,2-二氯乙烷，1,1-二氯乙烯，顺-1,2-二氯乙烯，反-1,2-二氯乙烯，二氯甲烷，1,2-二氯丙烷，1,1,1,2-四氯乙烷，1,1,2,2-四氯乙烷，四氯乙烯，1,1,1-三氯乙烷，1,1,2-三氯乙烷，三氯乙烯，1,2,3-三氯丙烷，氯乙烯，苯，氯苯，1,2-二氯苯，1,4-二氯苯，乙苯，苯乙烯，甲苯，间二甲苯+对二甲苯，邻二甲苯，硝基苯，苯胺，2-氯酚，苯并[a]蒽，苯并[a]芘，苯并[b]荧蒽，苯并[k]荧蒽，蒽，二苯并[a,h]蒽，茚并[1,2,3-cd]芘，萘。

2) 特征因子：氟化物，氟化物指标参照深圳市地方标准《建设用地土壤污染风险筛选值和管制值》（DB4403/T67-2020）第二类用地筛选值和管制值，即：10000mg/kg。

④监测结果分析

检测结果统计见表 4-24~4-30。

表 4-24 第一批次改性磷石膏成分监测结果

监测项目	监测结果			GB36600-2018 筛选值标准 (mg/kg)	达标情况
	1#	2#	3#		
	2022.11.22				
水分（%）	6.4	8.0	6.0	/	/
氟化物(mg/kg)	868	669	997	10000	达标
蒽(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	1293	达标
萘(mg/kg)	0.09L	0.09L	0.09L	70	达标
硝基苯(mg/kg)	0.09L	0.09L	0.09L	76	达标

2-氯苯酚(mg/kg)	0.06L	0.06L	0.06L	2256	达标
苯并(a)芘(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	1.5	达标
苯并(a)蒽(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	15	达标
苯并(b)荧蒽(mg/kg)	0.2L	0.2L	0.2L	15	达标
苯并(k)荧蒽(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	151	达标
二苯并(ah)蒽(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	1.5	达标
茚并(1,2,3-cd)芘(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	15	达标
镉(mg/kg)	0.160	0.143	0.143	65	达标
苯(μg/kg)	1.9L	1.9L	1.9L	4	达标
乙苯(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	28	达标
氯仿(μg/kg)	1.1L	1.1L	1.1L	0.9	达标
氯苯(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	270	达标
甲苯(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	1200	达标
氯乙烯(ug/kg)	1.0L	1.0L	1.0L	0.43	达标
氯甲烷(μg/kg)	1.0L	1.0L	1.0L	37	达标
苯乙烯(μg/kg)	1.1L	1.1L	1.1L	1290	达标
三氯乙烯(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	2.8	达标
二氯甲烷(μg/kg)	1.5L	1.5L	1.5L	616	达标
四氯乙烯(μg/kg)	1.4L	1.4L	1.4L	53	达标
四氯化碳(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	2.8	达标
邻二甲苯(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	640	达标
1,2-二氯苯(μg/kg)	1.5L	1.5L	1.5L	560	达标
1,4-二氯苯(μg/kg)	1.5L	1.5L	1.5L	20	达标
1,1-二氯乙烯(μg/kg)	1.0L	1.0L	1.0L	66	达标
1,1-二氯乙烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	9	达标
1,2-二氯丙烷(ug/kg)	1.1L	1.1L	1.1L	5	达标
1,2-二氯乙烷(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	5	达标
间, 对-二甲苯(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	570	达标
1,1,1-三氯乙烷(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	840	达标
1,1,2-三氯乙烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	2.8	达标
1,2,3-三氯丙烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	0.5	达标
反式-1,2-二氯乙烯 (μg/kg)	1.4L	1.4L	1.4L	54	达标
顺式-1,2-二氯乙烯 (μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	596	达标
1,1,1,2-四氯乙烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	10	达标
1,1,2,2-四氯乙烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	6.8	达标
六价铬(mg/kg)	0.5L	0.5L	0.5L	5.7	达标
铅(mg/kg)	70	86	67	800	达标
铜(mg/kg)	29	28	29	18000	达标
镍(mg/kg)	13	30	32	900	达标

	苯胺(mg/kg)	0.03L	0.03L	0.03L	260	达标
	汞(mg/kg)	0.333	0.387	0.406	38	达标
	砷(mg/kg)	0.631	0.981	0.700	60	达标
	表 4-25 第二批次改性磷石膏成分监测结果					
	监测项目	监测结果			GB36600-2018 筛选值标准 (mg/kg)	达标情况
		1#	2#	3#		
		2022.12.13				
	水分（%）	6.7	10.4	9.1	/	/
	氟化物(mg/kg)	776	600	881	10000	达标
	肼(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	1293	达标
	萘(mg/kg)	0.09L	0.09L	0.09L	70	达标
	硝基苯(mg/kg)	0.09L	0.09L	0.09L	76	达标
	2-氯苯酚(mg/kg)	0.06L	0.06L	0.06L	2256	达标
	苯并（a）芘(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	1.5	达标
	苯并(a)蒽(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	15	达标
	苯并(b)荧蒽(mg/kg)	0.2L	0.2L	0.2L	15	达标
	苯并(k)荧蒽(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	151	达标
	二苯并(ah)蒽(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	1.5	达标
	茚并(1,2,3-cd)芘(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	15	达标
	镉(mg/kg)	0.130	0.164	0.146	65	达标
	苯(μg/kg)	1.9L	1.9L	1.9L	4	达标
	乙苯(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	28	达标
	氯仿(μg/kg)	1.1L	1.1L	1.1L	0.9	达标
	氯苯(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	270	达标
	甲苯(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	1200	达标
	氯乙烯(ug/kg)	1.0L	1.0L	1.0L	0.43	达标
	氯甲烷(μg/kg)	1.0L	1.0L	1.0L	37	达标
	苯乙烯(μg/kg)	1.1L	1.1L	1.1L	1290	达标
	三氯乙烯(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	2.8	达标
	二氯甲烷(μg/kg)	1.5L	1.5L	1.5L	616	达标
	四氯乙烯(μg/kg)	1.4L	1.4L	1.4L	53	达标
	四氯化碳(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	2.8	达标
	邻二甲苯(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	640	达标
	1,2-二氯苯(μg/kg)	1.5L	1.5L	1.5L	560	达标
	1,4-二氯苯(μg/kg)	1.5L	1.5L	1.5L	20	达标
	1,1-二氯乙烯(μg/kg)	1.0L	1.0L	1.0L	66	达标
	1,1-二氯乙烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	9	达标
	1,2-二氯丙烷(ug/kg)	1.1L	1.1L	1.1L	5	达标
	1,2-二氯乙烷(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	5	达标
	间，对-二甲苯(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	570	达标
	1,1,1-三氯乙烷(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	840	达标

	1,1,2-三氯乙烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	2.8	达标
	1,2,3-三氯丙烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	0.5	达标
	反式-1,2-二氯乙烯 (μg/kg)	1.4L	1.4L	1.4L	54	达标
	顺式-1,2-二氯乙烯 (μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	596	达标
	1,1,1,2-四氯乙烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	10	达标
	1,1,2,2-四氯乙烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	6.8	达标
	六价铬(mg/kg)	0.5L	0.5L	0.5L	5.7	达标
	铅(mg/kg)	57	78	51	800	达标
	铜(mg/kg)	3	3	4	18000	达标
	镍(mg/kg)	7	12	6	900	达标
	苯胺(mg/kg)	0.03L	0.03L	0.03L	260	达标
	汞(mg/kg)	0.941	1.39	1.30	38	达标
	砷(mg/kg)	0.175	0.188	0.162	60	达标
表 4-26 第三批改性磷石膏成分监测结果						
监测项目	监测结果			GB36600-2018 筛选值标准 (mg/kg)	达标情况	
	1#	2#	3#			
	2023.1.31					
水分（%）	7.0	6.5	8.8	/	/	
氟化物(mg/kg)	6.76	6.94	6.26	10000	达标	
砷(mg/kg)	832	673	707	1293	达标	
萘(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	70	达标	
硝基苯(mg/kg)	0.09L	0.09L	0.09L	76	达标	
2-氯苯酚(mg/kg)	0.09L	0.09L	0.09L	2256	达标	
苯并（a）芘(mg/kg)	0.06L	0.06L	0.06L	1.5	达标	
苯并(a)蒽(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	15	达标	
苯并(b)荧蒽(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	15	达标	
苯并(k)荧蒽(mg/kg)	0.2L	0.2L	0.2L	151	达标	
二苯并(ah)蒽(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	1.5	达标	
茚并(1,2,3-cd)芘(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	15	达标	
镉(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	65	达标	
苯(μg/kg)	0.184	0.152	0.144	4	达标	
乙苯(μg/kg)	1.9L	1.9L	1.9L	28	达标	
氯仿(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	0.9	达标	
氯苯(μg/kg)	1.1L	1.1L	1.1L	270	达标	
甲苯(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	1200	达标	
氯乙烯(ug/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	0.43	达标	
氯甲烷(μg/kg)	1.0L	1.0L	1.0L	37	达标	
苯乙烯(μg/kg)	1.0L	1.0L	1.0L	1290	达标	
三氯乙烯(μg/kg)	1.1L	1.1L	1.1L	2.8	达标	

	二氯甲烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	616	达标
	四氯乙烯(μg/kg)	1.5L	1.5L	1.51	53	达标
	四氯化碳(μg/kg)	1.4L	1.4L	1.41	2.8	达标
	邻二甲苯(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	640	达标
	1,2-二氯苯(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2i	560	达标
	1,4-二氯苯(μg/kg)	1.5L	1.5L	1.51	20	达标
	1,1-二氯乙烯(μg/kg)	1.5L	1.5L	1.5L	66	达标
	1,1-二氯乙烷(μg/kg)	1.0L	1.0L	1.0L	9	达标
	1,2-二氯丙烷(ug/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	5	达标
	1,2-二氯乙烷(μg/kg)	1.1L	1.1L	1.1L	5	达标
	间，对-二甲苯(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	570	达标
	1,1,1-三氯乙烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	840	达标
	1,1,2-三氯乙烷(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	2.8	达标
	1,2,3-三氯丙烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	0.5	达标
	反式-1,2-二氯乙烯 (μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	54	达标
	顺式-1,2-二氯乙烯 (μg/kg)	1.4L	1.4L	1.4L	596	达标
	1,1,1,2-四氯乙烷(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	10	达标
	1,1,2,2-四氯乙烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	6.8	达标
	六价铬(mg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	5.7	达标
	铅(mg/kg)	0.5L	0.5L	0.5L	800	达标
	铜(mg/kg)	70	67	65	18000	达标
	镍(mg/kg)	20	17	8	900	达标
	苯胺(mg/kg)	8	4	8	260	达标
	汞(mg/kg)	0.03L	0.03L	0.03L	38	达标
	砷(mg/kg)	0.443	0.375	0.242	60	达标
表 4-27 第四批次改性磷石膏成分监测结果						
监测项目	监测结果			GB36600-2018 筛选值标准 (mg/kg)	达标情况	
	1#	2#	3#			
	2023.3.8					
水分（%）	8.6	7.5	10.1	/	/	
氟化物(mg/kg)	8.78	9.33	8.75	10000	达标	
砷(mg/kg)	934	1201	922	1293	达标	
萘(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	70	达标	
硝基苯(mg/kg)	0.09L	0.09L	0.09L	76	达标	
2-氯苯酚(mg/kg)	0.09L	0.09L	0.09L	2256	达标	
苯并（a）芘(mg/kg)	0.06L	0.06L	0.06	1.5	达标	
苯并(a)蒽(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	15	达标	
苯并(b)荧蒽(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	15	达标	
苯并(k)荧蒽(mg/kg)	0.2L	0.2L	0.2L	151	达标	

	二苯并(ah)蒽(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	1.5	达标
	茚并(1,2,3-cd)芘(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	15	达标
	镉(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	65	达标
	苯(μg/kg)	0.118	0.100	0.118	4	达标
	乙苯(μg/kg)	1.9L	1.9L	1.9L	28	达标
	氯仿(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	0.9	达标
	氯苯(μg/kg)	1.1L	1.1L	1.1L	270	达标
	甲苯(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	1200	达标
	氯乙烯(ug/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	0.43	达标
	氯甲烷(μg/kg)	1.0L	1.0L	1.0L	37	达标
	苯乙烯(μg/kg)	1.0L	1.0L	1.0L	1290	达标
	三氯乙烯(μg/kg)	1.1L	1.1L	1.1L	2.8	达标
	二氯甲烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	616	达标
	四氯乙烯(μg/kg)	1.5L	1.5L	1.5L	53	达标
	四氯化碳(μg/kg)	1.4L	1.4L	1.4L	2.8	达标
	邻二甲苯(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	640	达标
	1,2-二氯苯(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	560	达标
	1,4-二氯苯(μg/kg)	1.5L	1.5L	1.5L	20	达标
	1,1-二氯乙烯(μg/kg)	1.5L	1.5L	1.5L	66	达标
	1,1-二氯乙烷(μg/kg)	1.0L	1.0L	1.0L	9	达标
	1,2-二氯丙烷(ug/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	5	达标
	1,2-二氯乙烷(μg/kg)	1.1L	1.1L	1.1L	5	达标
	间,对-二甲苯(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	570	达标
	1,1,1-三氯乙烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	840	达标
	1,1,2-三氯乙烷(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	2.8	达标
	1,2,3-三氯丙烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	0.5	达标
	反式-1,2-二氯乙烯 (μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	54	达标
	顺式-1,2-二氯乙烯 (μg/kg)	1.4L	1.4L	1.4L	596	达标
	1,1,1,2-四氯乙烷(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	10	达标
	1,1,2,2-四氯乙烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	6.8	达标
	六价铬(mg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	5.7	达标
	铅(mg/kg)	0.5L	0.5L	0.5L	800	达标
	铜(mg/kg)	12	18	14	18000	达标
	镍(mg/kg)	8	4	13	900	达标
	苯胺(mg/kg)	22	25	42	260	达标
	汞(mg/kg)	0.03L	0.03L	0.03L	38	达标
	砷(mg/kg)	0.198	0.230	0.228	60	达标
表 4-28 第五批次改性磷石膏成分监测结果						
	监测项目	监测结果			GB36600-201	达标情况

		1#	2#	3#	8 筛选值标准 (mg/kg)	
		2023.4.6				
	水分（%）	7.2	7.7	9.3	/	/
	氟化物(mg/kg)	8.86	8.16	8.84	10000	达标
	砷(mg/kg)	991	760	705	1293	达标
	镉(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	70	达标
	硝基苯(mg/kg)	0.09L	0.09L	0.09L	76	达标
	2-氯苯酚(mg/kg)	0.09L	0.09L	0.09L	2256	达标
	苯并（a）芘(mg/kg)	0.06L	0.06L	0.06L	1.5	达标
	苯并(a)蒎(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	15	达标
	苯并(b)荧蒎(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	15	达标
	苯并(k)荧蒎(mg/kg)	0.2L	0.2L	0.2L	151	达标
	二苯并(ah)蒎(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	1.5	达标
	茚并(1,2,3-cd)芘(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	15	达标
	镉(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	65	达标
	苯(μg/kg)	0.079	0.076	0.114	4	达标
	乙苯(μg/kg)	1.9L	1.9L	1.9L	28	达标
	氯仿(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	0.9	达标
	氯苯(μg/kg)	1.1L	1.1L	1.1L	270	达标
	甲苯(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	1200	达标
	氯乙烯(ug/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	0.43	达标
	氯甲烷(μg/kg)	1.0L	1.0L	1.0L	37	达标
	苯乙烯(μg/kg)	1.0L	1.0L	1.0L	1290	达标
	三氯乙烯(μg/kg)	1.1L	1.1L	1.1L	2.8	达标
	二氯甲烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	616	达标
	四氯乙烯(μg/kg)	1.5L	1.5L	1.5L	53	达标
	四氯化碳(μg/kg)	1.4L	1.4L	1.4L	2.8	达标
	邻二甲苯(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	640	达标
	1,2-二氯苯(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	560	达标
	1,4-二氯苯(μg/kg)	1.5L	1.5L	1.5L	20	达标
	1,1-二氯乙烯(μg/kg)	1.5L	1.5L	1.5L	66	达标
	1,1-二氯乙烷(μg/kg)	1.0L	1.0L	1.0L	9	达标
	1,2-二氯丙烷(ug/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	5	达标
	1,2-二氯乙烷(μg/kg)	1.1L	1.1L	1.1L	5	达标
	间，对-二甲苯(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	570	达标
	1,1,1-三氯乙烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	840	达标
	1,1,2-三氯乙烷(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	2.8	达标
	1,2,3-三氯丙烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	0.5	达标
	反式-1,2-二氯乙烯 (μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	54	达标
	顺式-1,2-二氯乙烯	1.4L	1.4L	1.4L	596	达标

	(μg/kg)					
	1,1,1,2-四氯乙烷(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	10	达标
	1,1,2,2-四氯乙烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	6.8	达标
	六价铬(mg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	5.7	达标
	铅(mg/kg)	0.5L	0.5L	0.5L	800	达标
	铜(mg/kg)	91	95	75	18000	达标
	镍(mg/kg)	7	20	16	900	达标
	苯胺(mg/kg)	22	25	20	260	达标
	汞(mg/kg)	0.03L	0.03L	0.03L	38	达标
	砷(mg/kg)	0.387	0.498	0.342	60	达标
表 4-29 第六批次改性磷石膏成分监测结果						
	监测项目	监测结果			GB36600-2018 筛选值标准 (mg/kg)	达标情况
		1#	2#	3#		
		2023.5.6				
	水分（%）	10.5	9.2	11.4	/	/
	氟化物(mg/kg)	8.27	8.92	8.57	10000	达标
	蒽(mg/kg)	866	930	752	1293	达标
	萘(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	70	达标
	硝基苯(mg/kg)	0.09L	0.09L	0.09L	76	达标
	2-氯苯酚(mg/kg)	0.09L	0.09L	0.09L	2256	达标
	苯并（a）芘(mg/kg)	0.06L	0.06L	0.06L	1.5	达标
	苯并(a)蒎(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	15	达标
	苯并(b)荧蒎(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	15	达标
	苯并(k)荧蒎(mg/kg)	0.2L	0.2L	0.2L	151	达标
	二苯并(ah)蒎(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	1.5	达标
	茚并(1,2,3-cd)芘(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	15	达标
	镉(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	65	达标
	苯(μg/kg)	0.057	0.058	0.075	4	达标
	乙苯(μg/kg)	1.9L	1.9L	1.9L	28	达标
	氯仿(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	0.9	达标
	氯苯(μg/kg)	1.1L	1.1L	1.1L	270	达标
	甲苯(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	1200	达标
	氯乙烯(ug/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	0.43	达标
	氯甲烷(μg/kg)	1.0L	1.0L	1.0L	37	达标
	苯乙烯(μg/kg)	1.0L	1.0L	1.0L	1290	达标
	三氯乙烯(μg/kg)	1.1L	1.1L	1.1L	2.8	达标
	二氯甲烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	616	达标
	四氯乙烯(μg/kg)	1.5L	1.5L	1.5L	53	达标
	四氯化碳(μg/kg)	1.4L	1.4L	1.4L	2.8	达标
	邻二甲苯(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	640	达标

	1,2-二氯苯(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	560	达标
	1,4-二氯苯(μg/kg)	1.5L	1.5L	1.5L	20	达标
	1,1-二氯乙烯(μg/kg)	1.5L	1.5L	1.5L	66	达标
	1,1-二氯乙烷(μg/kg)	1.0L	1.0L	1.0L	9	达标
	1,2-二氯丙烷(ug/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	5	达标
	1,2-二氯乙烷(μg/kg)	1.1L	1.1L	1.1L	5	达标
	间，对-二甲苯(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	570	达标
	1,1,1-三氯乙烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	840	达标
	1,1,2-三氯乙烷(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	2.8	达标
	1,2,3-三氯丙烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	0.5	达标
	反式-1,2-二氯乙烯 (μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	54	达标
	顺式-1,2-二氯乙烯 (μg/kg)	1.4L	1.4L	1.4L	596	达标
	1,1,1,2-四氯乙烷(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	10	达标
	1,1,2,2-四氯乙烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	6.8	达标
	六价铬(mg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	5.7	达标
	铅(mg/kg)	0.5L	0.5L	0.5L	800	达标
	铜(mg/kg)	71	70	88	18000	达标
	镍(mg/kg)	2	2	2	900	达标
	苯胺(mg/kg)	8	3	4	260	达标
	汞(mg/kg)	0.03L	0.03L	0.03L	38	达标
	砷(mg/kg)	0.357	0.355	0.312	60	达标
表 4-30 第七批次改性磷石膏成分监测结果						
监测项目	监测结果			GB36600-201 8 筛选值标准 (mg/kg)	达标情况	
	1#	2#	3#			
	2023.6.27					
水分（%）	6.4	8.3	6.8	/	/	
氟化物(mg/kg)	6.22	6.56	6.65	10000	达标	
肼(mg/kg)	1370	1233	960	1293	达标	
萘(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	70	达标	
硝基苯(mg/kg)	0.09L	0.09L	0.09L	76	达标	
2-氯苯酚(mg/kg)	0.09L	0.09L	0.09L	2256	达标	
苯并（a）芘(mg/kg)	0.06L	0.06L	0.06L	1.5	达标	
苯并(a)蒎(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	15	达标	
苯并(b)荧蒎(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	15	达标	
苯并(k)荧蒎(mg/kg)	0.2L	0.2L	0.2L	151	达标	
二苯并(ah)蒎(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	1.5	达标	
茚并(1,2,3-cd)芘(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	15	达标	
镉(mg/kg)	0.1L	0.1L	0.1L	65	达标	
苯(μg/kg)	0.020	0.034	0.027	4	达标	

	乙苯(μg/kg)	1.9L	1.9L	1.9L	28	达标
	氯仿(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	0.9	达标
	氯苯(μg/kg)	1.1L	1.1L	1.1L	270	达标
	甲苯(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	1200	达标
	氯乙烯(ug/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	0.43	达标
	氯甲烷(μg/kg)	1.0L	1.0L	1.0L	37	达标
	苯乙烯(μg/kg)	1.0L	1.0L	1.0L	1290	达标
	三氯乙烯(μg/kg)	1.1L	1.1L	1.1L	2.8	达标
	二氯甲烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	616	达标
	四氯乙烯(μg/kg)	1.5L	1.5L	1.5L	53	达标
	四氯化碳(μg/kg)	1.4L	1.4L	1.4L	2.8	达标
	邻二甲苯(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	640	达标
	1,2-二氯苯(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	560	达标
	1,4-二氯苯(μg/kg)	1.5L	1.5L	1.5L	20	达标
	1,1-二氯乙烯(μg/kg)	1.5L	1.5L	1.5L	66	达标
	1,1-二氯乙烷(μg/kg)	1.0L	1.0L	1.0L	9	达标
	1,2-二氯丙烷(ug/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	5	达标
	1,2-二氯乙烷(μg/kg)	1.1L	1.1L	1.1L	5	达标
	间，对-二甲苯(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	570	达标
	1,1,1-三氯乙烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	840	达标
	1,1,2-三氯乙烷(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	2.8	达标
	1,2,3-三氯丙烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	0.5	达标
	反式-1,2-二氯乙烯 (μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	54	达标
	顺式-1,2-二氯乙烯 (μg/kg)	1.4L	1.4L	1.4L	596	达标
	1,1,1,2-四氯乙烷(μg/kg)	1.3L	1.3L	1.3L	10	达标
	1,1,2,2-四氯乙烷(μg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	6.8	达标
	六价铬(mg/kg)	1.2L	1.2L	1.2L	5.7	达标
	铅(mg/kg)	0.5L	0.5L	0.5L	800	达标
	铜(mg/kg)	88	125	126	18000	达标
	镍(mg/kg)	2	2	1	900	达标
	苯胺(mg/kg)	6	7	6	260	达标
	汞(mg/kg)	0.03L	0.03L	0.03L	38	达标
	砷(mg/kg)	0.368	0.142	0.086	60	达标
表 4-31 第八批次改性磷石膏成分监测结果						
监测项目	监测结果			GB36600-2018 筛选值标准 (mg/kg)	达标情况	
	1#	2#	3#			
	2023.8.31					
氟化物(mg/kg)	1534	1498	1228	10000	/	
镉(mg/kg	0.124	0.070	0.082	65	达标	

六价铬(mg/kg)	0.5L	0.5L	0.5L	5.7	达标
铅(mg/kg)	33	71	64	800	达标
铜(mg/kg)	2	2	2	18000	达标
镍(mg/kg)	7	8	4	900	达标
汞(mg/kg)	1.47	1.06	1.37	38	达标
砷(mg/kg)	0.662	0.404	0.542	60	达标
pH(无量纲)	6.83	7.47	7.54	/	/

根据改性后磷石膏污染物含量结果，本项目使用的改性磷石膏污染物含量满足《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，修复区土地利用规划性质为工业用地，项目建设对修复区土壤环境影响不大。

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

（3）土壤环境保护措施

1）渗滤液收集池采用混凝土浇灌地埋形式，池底及四周均采用 15mm 厚的混合砂浆保护层、顶面为 120mm 厚钢筋混凝土盖，施工期间定期检查收集池是否存在开裂情况，渗滤液每日清理，用罐车运至磷石膏综合利用项目作为生产补充水。

2）回填修复区按照设计规范进行防渗，避免了渗滤液泄漏下渗对土壤环境产生影响。

3）按照固废属性鉴别规范，对每批次改性磷石膏进行属性鉴别，确保所有批次改性磷石膏属于第 I 类一般工业固体废物且满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）和对氟化物的管控要求（氟化物<10000mg/kg）后进行回填。

4）对运输车辆采区覆盖措施，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石膏泼洒，沉降进入土壤环境，减缓对土壤环境的影响。

7 环境风险分析

本项目不涉及危险化学品的生产、使用和贮存，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。

本项目以改性磷石膏作为采区矿坑回填材料，改性磷石膏为第 I 类一般

	工业固体废物，但不属于 8.1 条中可以进行充填或回填作业的固废种类，按照 8.2 条的要求，需按照 HJ25.3 等相关标准进行环境风险评估。 原环评阶段按照《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）的要求进行了风险评估，本次项目变更后，仍采用改性磷石膏作为矿坑生态修复回填材料，改性磷石膏属性未发生变化，改性磷石膏回填环境风险和风险评估一致。引用原环境风险评估结论，评估结论如下： （1）根据污染状况调查，项目区各监测点位土壤环境质量监测结果低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地标准筛选值，建设用地土壤污染风险可以忽略。特征污染因子氟化物无土壤环境质量标准，背景浓度调查结果在 1298mg/kg-2473mg/kg 之间。地下水环境监测因子均能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准。项目区周边环境空气中，TSP、氟化物均能够满足 GB3095-2012《环境空气质量标准》中表 2 二级标准浓度限值。九龙河地表水环境监测因子满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类水体标准。修复区土壤环境、地下水环境、大气环境和地表水环境均能满足相应的环境功能，调查地块不属于污染地块。 （2）根据计算结果，吸入土壤颗粒物途径的危害商为 0.016，污染物质氟化物饮用地下水途径的危害商为 1。基于吸入土壤颗粒物途径非致癌效应的土壤风险控制值为 $15250\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$。基于非致癌效应的地下水风险控制值 1.2mg/L。根据本项目回填料改性磷石膏氟化物成分分析结果，改性磷石膏中氟化物最大含量为 1857mg/kg，低于本环评估算土壤风险管控值（15250mg/kg），也低于参考参照 DB4403/67-2020《建设用地土壤污染风险筛选值和管控值》（10000mg/kg），项目建设对土壤环境风险可接受。 （3）本项目按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）对修复矿坑回填区进行覆土绿化设计，矿坑回填致设计终了标高后，先敷设防渗膜进行阻隔，再敷设渗滤液导排系统，覆盖土层并进行绿化，覆土层根据项目绿化拟种植植物，设计厚度 1.0m。渗滤液主要产生在改性材料回填施工阶段，产生的渗滤液经收集后及时用罐车运送至磷石膏综合利用水洗车间，用作生产补充水。按照跟踪监测计划，项目实施后，结
--	---

	合渗滤液产生情况，对渗滤液进行跟踪监测，每月监测一次，直至没有渗滤
--	-----------------------------------

液产生，项目渗滤液对地表水环境风险不大。

本次在项目区西侧增加了拦挡坝，拦挡坝高度 6m。另外，项目回填方式发生了变化，按原方案回填至 1865 标高后，进行退堆回填至 1895 标高。可能发生回填料滑坡和拦挡坝溃坝的风险，根据《安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿二号坑生态修复项目堆填设计方案稳定性计算》抗滑稳定性分析结果，最不利滑动面：滑动圆心 = (54.161,85.924)(m)，滑动半径= 88.954(m)，滑动安全系数 = 2.172。滑动半径范围内没有环境敏感目标，滑坡和溃坝环境可以接受。

根据《安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿二号坑生态修复项目失稳模拟分析危险评价报告》：虑极坏最危险的情况完全失稳发生后，磷石膏淹没前缘点距离坝脚距离 0.48km，下游村庄及公路不在其影响范围内。磷石膏渣体发生失稳后，现状下条件下，对下游构筑物及村庄不会造成重大影响，但会对环境造成局部污染及损坏农田，需加强对磷石膏渣体管理。加强排洪排渗措施，降低其汇水能力，降低失稳后的危险程度，同时采取严格管理、定期评价、维护、监测等措施的条件下，磷石膏渣体建设是可行的。

根据《安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿二号坑生态修复项目稳定性分析评价报告》：安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿二号坑生态修复项目渣体堆填边坡总体评价为稳定。对下游不会造成重大影响。

目前项目已回填修复完成，至今未发生环境风险事故。落实风险控制措施后，环境风险可接受。

8、生态影响

本项目为生态修复工程，根据《关于安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程项目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》，该项目不涉及安宁市生态保护红线、永久基本农田，全部位于城镇开发边界内。

生态修复区范围内原生植被较少，破坏的植被资源有限，随着植被恢复措施的实施，项目区域内植被将得到逐渐恢复，项目施工对生态环境影响不大。施工过程中产生的各种噪声，对生活在周边的野生动物也会产生不利影响，导致附近的部分动物因不能忍受噪声干扰而向远离矿区的方向迁移，从

	而使项目区四周动物种类和数量减少，但项目区周边类似的生境分布较广，动物迁移后能很快适应新的环境，随着施工期的结束，生态的恢复，动物逐渐回迁，项目区域动物种类将得到逐渐恢复。施工期对区域生物多样性的影响仅为施工工程短暂的影响，属于可逆过程，不会造成区域动植物的生境产生重大变化，不会影响到动植物间的组成结构协调性。另外，项目生态修复工程可以间接体现经济效益，通过生态修复工程实施而减少对环境损毁需要的生态补偿。
运营期生态环境影响分析	项目运营期为主要工作内容为绿化养护和补植等内容。通过采取相应的生态修复措施，矿山生态修复总面积 64908m²。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，正常情况下无渗滤液产生。 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）使矿坑林草植被覆盖、恢复，能改善土壤物理、化学性状，提高土壤肥力、减少水土流失； （2）消除矿坑地质灾害、安全、环保等各类隐患，改善生态环境； （3）削弱矿坑扬尘对周边空气的影响、对螳螂川及地下水环境的影响； （4）增加项目区内动植物种类，并且随着项目区植被的大面积恢复，使得项目区的生态功能得到提高，动、植物的生存环境得到改善，生物多样性得到丰富； （5）改善项目区周边小气候，调节周边温度、湿度和风力，还能消减洪峰，增加常流水，进化空气，有效的改善因前期采矿活动对生态环境带来的负面影响，改变项目区景观； （6）项目使用改性磷石膏作为生态修复材料回填，减少了土石方的开挖、大量资金的投入及生态环境的破坏。 （7）考虑到安宁市辖区内磷石膏资源量巨大，作为一般工业固体废物，经过无害化处理并达到相关标准要求，作为矿山生态恢复中矿坑回填料，既可实现磷石膏的资源化利用，又可解决矿山生态恢复所需充填料。 综上，项目实施对区域生态环境提升有积极意义。
选址	项目生态修复区原为矿山采区，因采矿活动，造成大量地表裸露及水土

选线 环境 合理 性分 析	流失，严重影响生态环境。现对项目区进行回填恢复植被治理，有利于恢复生态环境，根据《改性磷石膏综合利用矿山生态修复环境风险评估规范》（DB5301/T98-2023）及《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），本项目选址合理性分析见下表。			
	表 4-32 与《改性磷石膏综合利用矿山生态修复环境风险评估规范》（DB5301/T98-2023）选址合理性分析			
	序号	选址要求	项目情况	符合性
	1	5.1 选址应符合环境保护法律法规及相关法定规划的要求，与该区域生态环境保护、矿山生态修复计划、水土资源保护目标相一致	本项目建设符合《云南安宁产业园区(安宁片区)总体规划 2021-2035》中土地利用规划要求，项目实施对改善区域生态环境、水环境具有明显的环境效益，将矿区恢复成林地和草地，可实现恢复土地的综合利用。	符合
	2	5.2 选址区域地质结构条件应满足生态修复后承载力的要求，不应位于下列区域：a) 国务院有关部门及地方人民政府划定的生态保护红线区域、永久基本农田集中区域和其他需要特定保护的区域内，以及法律法规规定的其他禁止建设区域； b) 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； c) 集中式饮用水源保护区，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。	根据《安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程修编方案》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。 a)根据《关于安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程项目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》，本项目不涉及安宁市生态保护红线及永久基本农田。修编方案已取得安宁市自然资源局同意开展生态修复前期相关工作的回复。 b)根据地质勘察报告，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； c) 项目区不涉及集中式饮用水源保护区，江河、湖泊、运河、渠道、水库	符合

		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。	
表 4-33 与《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）选址合理性分析			
序号	选址要求	项目情况	符合性
1	4.3.1 使用改性磷石膏进行生态修复回填的矿山废弃地应符合环境保护法律法规及相关法定规划要求一致，应与当地城市总体规划和国土空间规划协调一致于当地的生态环境保护、水土资源保护要求一致	本项目使用改性磷石膏对磷矿矿坑进行生态修复，符合《云南安宁产业园区(安宁片区)总体规划2021-2035》中土地利用规划要求，与安宁市城市总体规划和国土空间规划一致，符合生态环境保护、水土资源保护要求。	符合
2	4.3.2 使用改性磷石膏进行生态修复回填的矿山废弃地应位于地址条件安全区域，矿山废弃地地质条件应满足回填后的承载力要求，避免地基下沉（特别是不均匀或局部下沉）的影响。	根据《安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程修编方案》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。	符合
3	4.3.3 使用改性磷石膏进行生态修复回填的矿山废弃地不应位于饮用水原地、天然滑坡泥石流地区、生态保护红线区、永久基本农田集中区域、岩溶强发育区域、存在较多落水洞和岩溶漏斗的区域与其他需要特别保护的区域内。	根据安宁市水务局《关于草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程项目的回复意见》，本项目不在安宁市青龙哨饮用水源保护区范围内，根据《关于安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程项目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》，本项目不涉及安宁市生态保护红线及永久基本农田。根据地勘报告，项目区不涉及岩溶强发育区域、存在较多落水洞和岩溶漏斗区域。	符合
综上分析，项目选址合理，符合《改性磷石膏综合利用矿山生态修复环			

	境风险评估规范》（DB5301/T98-2023）及《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）要求。 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扬尘、粉尘，运输车辆、施工机械产生的尾气。 (1) 运输粉尘 项目使用改性磷石膏作为生态恢复材料，从磷石膏改性车间运输至回填区距离约 845m。在运输过程中，全程对车辆进行覆盖，避免运输过程中物料泼洒。 (2) 施工扬尘 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增加洒水喷雾次数； (3) 磷石膏改性车间粉尘 磷石膏改性粉料仓废气经仓顶自带除尘器除尘后，由仓顶 10m 排气筒排放。磷石膏改性搅拌产生的颗粒物经“集气罩收集+布袋除尘后”，经由15m 高排气筒排放。 (4) 运输车辆、施工机械尾气 运输车辆和施工机械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 (1) 回填施工过程中降雨时，雨水进入回填修复区会产生渗滤液，产生的渗滤液经渗滤液收集池收集后，用罐车运至磷石膏综合利用项目作为磷石膏水洗净化生产补充水，不外排。 (2) 施工车辆冲洗废水经收集沉淀处理后回用于施工区域洒水降尘，不外排。 (3) 项目施工期生活污水主要为施工人员施工区内洗手废水，生活污水经临时沉淀池沉淀处理后回用于施工场地洒水降尘，不外排。 (4) 根据《改性磷石膏综合利用矿山生态修复跟踪评估规范》（DB5301/T 100-2023）的要求，开展地表水跟踪监测，监测要求及质量标
-------------------------	---

准见下表。

表 5-1 地表水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	九龙河（青龙哨）	pH、氟化物、总磷、铜、铅、锌、镉、砷、汞	每 6 个月一次，特征污染物连续 3 年不超出本底水平，可开展评估，停止监测。	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准

3、声环境保护措施

施工期间噪声主要是施工现场的各类机械设备噪声、施工作业噪声以及物料运输造成的交通噪声。

（1）施工噪声

项目周边 500m 范围内无居民保护目标。为减轻施工期对周围环境影响，项目施工期采取以下措施：

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

②加快施工进度，合理安排施工时间；

③加强对施工人员的环境宣传和教育，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道路维护；在经过沿线村庄时，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，避开在 12:00~14:00，夜间 22:00~次日 6:00，减少车辆运输产生的噪声对于周边环境的影响。经采取以上措施后，项目运输噪声对沿途村庄的影响是可以接受的。

4、固体废物处置措施

项目施工期固体废物主要为废土石方、施工人员生活垃圾和回收调节池的污泥。项目区不涉及机修，机修全部外委。

(1) 废土石方

项目施工期产生土石方全部用于场地平整。土石方处置率 100%，对周边环境的影响小。

(2) 沉淀池及渗滤液收集池沉渣

沉淀池及渗滤液收集池的沉渣，定期进行清理，清理出来的污泥约 3t/a，用于回填区回填。

(3) 施工人员生活垃圾

项目施工期施工人员生活垃圾经集中收集后清运至收集点堆存，交由环卫部门处置。

项目区旱厕委托环卫部门定期清掏，施工结束后进行消毒回填。

5、地下水环境保护措施

项目施工期使用改性磷石膏回填矿坑，回填修复区铺设绿化植被覆土前，降雨时，回填场会产生渗滤液，为防止回填场渗滤液渗漏对地下水造成污染，采用粘土和一布一膜对回填区的底部和内边坡进行防渗。

(1) 源头控制

①落实回填区顶部防渗和渗滤液导排措施，渗滤液收集后回用，不外排；

②对每批次回填材料按照昆明市地方标准《改性磷石膏综合利用矿山生态修复过程环境监管规范》(DB5301/T 99-2023) 采样要求进行采样分析，不合格材料，严禁用于回填，并做好记录；

③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

为有效控制项目环境风险，项目按照《一般工业固体废物贮存和填埋

	污染控制标准》（GB18599-2020）II 类场的要求进行防渗，具体防渗工程措施如下： 底部防渗：修复区底部先进行场区场地平整至 1840m 高程；整平后在上部铺设黏土层，矿坑底部及边坡首先铺筑 200g/m²加密土工布，再在上部铺设 2.0mm 厚的双糙面 HDPE 土工膜防渗，将铺设双糙面 HDPE 土工膜焊接完整，并满足 GB/T 17643 和 CJ/T234-2006 规定的技术指标要求。 岸坡防渗：岸坡防渗结构与坑底防渗结构相同，对于岸坡较陡地段需采用锚固钉、链固定，防止防渗膜下滑。 顶部防渗：2#矿坑修复区改性磷石膏材料回填完成后，对 1895m 以下已回填完成部分进行顶部防渗，铺设 900g/m² 复合土工膜进行顶部防渗，将复合土工膜完整后，同时和边坡已铺设的双糙面 HDPE 土工膜焊接，以防雨水入渗。 渗滤液收集池防渗：修复区坑内渗滤液收集井池底及四周均采用 15mm 厚的混合砂浆保护层、顶面为 120mm 厚钢筋混凝土盖，和矿坑进行整体防渗，首先铺设 200g/m²加密土工布；再在上部铺设 2.0mm 厚的双糙面 HDPE 土工膜防渗。 坑外地面渗滤液收集池为混凝土浇灌地埋形式，池底及四周均采用 15mm 厚的混合砂浆保护层、顶面为 120mm 厚钢筋混凝土盖，池底和四周首先铺设 200g/m²加密土工布；再在上部铺设 2.0mm 厚的双糙面 HDPE 土工膜防渗，渗透系数$\leq 1.0 \times 10^{-7}$cm/s。 （3）防渗漏监控 按照 II 类场要求，设置防渗漏监控系统，监控防渗衬层的完整性。 （4）防渗工程施工期监理 开展施工期监理，重点对防渗工程质量、防渗漏监控系统设置情况、渗滤液导排、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。 （5）地下水污染监控系统 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《环境影响评

价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）、《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）、《改性磷石膏综合利用矿山生态修复跟踪评估规范》（DB5301/T 100-2023）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，结合项目实际水文地质调查情况，项目设置 3 个地下水跟踪监测井。

表 5-2 项目区地下水跟踪监测要求及执行标准

阶段	监测功能	监测点位	基本因子		执行标准
			监测项目	监测频率	
回 填 完 成 后 开 始	上游，背景参照	JC1	氟化物、pH、氯化物、硫酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐、铜、锌、汞、砷、硒、镉、铬、铅、总磷	地下水每年在丰、枯水期各监测 1 次。如监测结果出现异常，应及时进行重新监测，间隔时间不得超过 1 个月，直到相关指标连续 3 年内，年均检测指标持续稳定，特征指标不呈上升趋势。当发现年均监测指标呈上升趋势，应当采取相应的对策措施。	《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准，总磷执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水体标准
	跟踪监控点	JC2			
	扩散监控点	JC3			

6、生态环境保护措施

- （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、土壤污染防治措施

- （1）严格按照施工方案进行防渗，避免渗滤液泄漏下渗对土壤环境产生影响；
- （2）按照昆明市地方标准《改性磷石膏综合利用矿山生态修复过程环境监管规范》（DB5301/T99-2023）采样要求对每批次回填改性磷石膏进行采样分析。改性后磷石膏回填物料必须满足《改性磷石膏综合利用矿山生

态修复环境风险评估规范》（DB5301/T 98—2023）中 4.2 的要求，即用于露天矿山生态修复的改性磷石膏应满足 GB18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求，且有机物含量超过 5% 的改性磷石膏不应用于矿山生态修复；

（3）按照《改性磷石膏综合利用矿山生态修复跟踪评估规范》（DB5301/T 100-2023）的要求，开展土壤跟踪监测，监测计划见下表。

表 5-3 土壤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
土壤	按 DB5301/T98 在修复区范围外周边 1km 内布设 2 个点位。	pH、氟化物、铜、铅、锌、镉、砷、汞	每 3 年一次	建设用地限值执行 GB36600；农用地限值执行 GB15618，氟化物对照本底值。

8、环境风险防范措施

本项目为历史遗漏矿坑生态修复项目，以改性磷石膏作为矿坑回填材料，根据《安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程环境风险评估报告》暴露情景、暴露评估、风险表征和风险控制值计算结果，结合项目特点，本项目采取的风险防范措施如下：

（1）源头控制措施

源头控制措施主要是对回填改性磷石膏成分的控制。建设单位在回填过程中，对每批次回填料按照《工业固体废物采样制样技术规范》（HJT 20）、《危险废物鉴别技术规范》（HJ298-2019）的要求进行取样，对回填改性磷石膏进行浸出试验鉴别和污染物含量成分分析，确保每批次改性磷石膏属性满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中 I 类一般工业固体废物，改性后磷石膏中污染物含量低于《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，检测合格后方可作为回填材料。

（2）工程控制措施

按照生态修复方案，落实修复区防渗工程措施，设置地下水跟踪监测井。

I) 防渗工程措施

	为有效控制项目环境风险，项目建设按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）II 类场的要求进行防渗。 2) 防渗监控 按照 II 类场要求，设置防渗漏监控系统，监控防渗衬层的完整性。 3) 地下水跟踪监测井 设置 3 个地下水跟踪监测井，其中上游背景监测井 1 个，下游污染监控井 2 个。按《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) 要求进行跟踪监测。 (3) 管理控制措施 1) 加强工程施工质量管理，对项目工程质量、防渗工程开展工程及环保施工监理，确保防渗工程满足设计要求。 2) 防渗工程施工结束后，在进行改性磷石膏回填前，监理单位对工程实施情况开展验收，具备回填条件后，开展改性磷石膏回填工作。 3) 在改性磷石膏回填过程中，对运输车辆采取篷布覆盖等措施，避免改性磷石膏在运输过程中泼洒。 4) 回填至设计标高后，及时开展顶部防渗工程和覆土绿化施工工作，以减少进入回填体的雨水量，降低渗滤液产生，恢复修复区生态植被。 5) 按照《改性磷石膏综合利用 矿山生态修复过程环境监管规范》（DB5301/T 99-2023）、《改性磷石膏综合利用矿山生态修复跟踪评估规范》（DB5301/T 100-2023）、《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）的要求开展全过程监管和跟踪评估工作。 9、施工监理计划 施工监理主要工程为回填区的防渗系统、渗滤液收集和导排系统； 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。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。 结合项目特点，项目具体监理计划见表 5-4。
--	--

表 5-4 环境监理计划一览表				
时 期	项 目	处理措施	监理标准	执行 单位
施 工 期	废 气	(1) 项目设置洒水车, 对修复区施工面进行洒水降尘, 在大风天、干燥天气, 适当增加洒水频次; (2) 运输车辆以篷布遮盖, 密闭运输, 并注意控制车速;	每月对区域大气环境质量进行监测, 监测指标颗粒物, 监测结果满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 无组织排放监控浓度限值	建设 单位
	废 水	回填修复区外围设置截排水沟, 把回填修复区外围雨水排出修复区外。	通过设置外围截洪沟, 将回填修复区外部洪水排出回填场外。	
		回填修复区排水沟, 收集回填修复区雨水及渗滤液后排向下游渗滤液收集池。	渗滤液收集后及时用罐车运至磷石膏综合利用项目作为生产补充水。每月对渗滤液进行检测, 检测指标 pH、氟化物、总磷。	
		防渗工程	(1) 防渗膜购买原生膜, 保存防渗施工影像资料, 施工记录, 防渗膜购买合同, 每批次的检验合格证。防渗符合《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020) II 类场的要求, 保存相关资料, 作为竣工环保验收的依据。 (2) 对防渗工程质量、防渗漏监控系统设置情况、渗滤液导排、收集池建设情况进行监理, 并形成监理报告, 作为项目验收的依据。	
		临时沉淀池1个, 容积为10m ³	施工期废水经临时沉淀池沉淀后回用于施工场地车辆冲洗、洒水降尘, 不外排	
	改 性 磷 石 膏	设专人管理改性磷石膏运输过程, 委托专业检测机构对改性磷石膏进行检测, 确保改性磷石膏满足回填要求, 禁止回填不合格材料。	对每一批次改性磷石膏进行检测, 检测结果满足《改性磷石膏综合利用矿山生态修复环境风险评估规范》(DB5301/T98—2023) 中 4.2 的要求, 方可用于矿山修复工程。	

			噪声	使用低噪声设备、分时段、夜间禁止施工、施工现场周围加围护、距离衰减等。	每月对施工场界周边进行监测，监测结果满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求
			固废	废土石方	弃土全部回用于场地平整，做好弃土回填记录。
				施工人员生活垃圾	经集中收集后清运至建设单位场区生活垃圾收集点堆存，定期清运处置
			生态	回填区：种植植被恢复绿化。	植被恢复面积 64908m²，并定期养护、扶植，确保存活率
				其他区域：当地常见植被	

10、环境监测计划

项目施工期已结束，结合项目特点，项目后续跟踪监测计划见表 5-5。

表 5-5 环境监测计划一览表

监测对象	监测点	监测内容	监测频率	执行标准
地下水	项目区 3 个地下水监控井	pH、氟化物、氯化物、硫酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐、铜、锌、汞、砷、硒、镉、铬、铅、总磷	地下水每年在丰、枯水期各监测 1 次。如监测结果出现异常，应及时进行重新监测，间隔时间不得超过 1 个月，直到相关指标连续 3 年内，年均检测指标持续稳定，特征指标不呈上升趋势。当发现年均监测指标呈上升趋势，应当采取相应的对策措施。	《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
渗滤液	渗滤液收集池	pH、总磷、氟化物	有渗滤液产生时监测	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准

	地表水	九龙河（青龙哨）	pH、氟化物、总磷、铜、铅、锌、镉、砷、汞	每6个月一次，特征污染物连续3年不超出本底水平，可开展评估，停止监测。	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准
	土壤	按DB5301/T98在修复区范围外周边1km内布设2个点位。	pH、氟化物、铜、铅、锌、镉、砷、汞	每3年一次	建设用地限值执行GB36600；农用地限值执行GB15618，氟化物对照本底值。
运营期生态环境保护措施	项目为矿山生态修复，运营期无废气、噪声、固废产生，运营期环境保护措施如下： 1、水环境保护措施 （1）定期对渗滤液进行监测，记录水质情况，直到连续3年内没有渗滤液产生。 （2）加强防渗工程监控管理，发现破损隐患，及时修复。 （3）按《改性磷石膏综合利用矿山生态修复跟踪评估规范》（DB5301/T100-2023）的要求对地表水环境和地下水环境进行跟踪监测。 2、生态环境保护措施 （1）制定保护保养管理制度。包括平时浇水，排水、预防人畜危害、风害、病虫害防治、修剪中耕除草等工作内容及计划。 （2）定期查验：树木每月、灌木每旬查验一次，并应作查验记录。 （3）完工检验时发现不符规定者，应立即换植。查验时发现稍端枯萎，有严重病虫害、折害等无复原希望者应换植，发现枯死、无养活希望者，应换植。 （4）绿化工程养护灌溉措施 在主管道设置接头连接活动的皮管，人工对恢复区内进行灌溉。根据一年植物生长规律及气候特点制定绿化管养全年养护计划。 （5）为方便灌木的养护，将按昆明的气候特点，把一年划分为旱季、雨季、秋冬季等三个季节；在不同季节对不同植物采取不同的管护措施。				

(6) 病虫害防治以预防为主, 将根据不同病虫害的发生周期性, 将根据病情及害虫类别, 采取应对措施。

3、建设项目环境保护“三同时”验收

项目“三同时”验收一览表见表 5-6。

表 5-6 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	1、对每批次改性磷石膏中的污染物进行分析 2、记录施工期回填台账	1、改性磷石膏回填记录台账； 2、每批次改性磷石膏按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》、《改性磷石膏综合利用矿山生态修复过程环境监管规范》（DB5301/T 99-2023）要求进行采样； 3、每批次改性磷石膏质量满足《改性磷石膏综合利用矿山生态修复环境风险评估规范》（DB5301/T 98-2023）中 4.2 的要求
	废气	洒水车辆，对修复区施工面进行洒水降尘	1、施工期洒水记录台账 2、运输车辆篷布覆盖 3、施工期定期进行检测，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，每月一次，监测颗粒物	
	废水	车辆冲洗临时沉淀池 1 个，容积为 10m ³	车辆冲洗废水经临时沉淀池沉淀后回用于车辆冲洗及施工场地洒水降尘，不外排
		1) 设置渗滤液收集及导排系统。 2) 施工期对渗滤液检测，每月 1 次。渗滤液返回磷石膏综合利用车间作为补充水。 3) 设置地下水跟进监测井，施工期对地下水进行跟踪监测	1、渗滤液收集及导排系统需编制施工监理报告 2、渗滤液收集记录台账。 3、施工期渗滤液检测报告，执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准。 4、地下水跟踪监测报告，应满足《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

		噪声	选取低噪声设备，对设备进行维护，对噪声进行监测	施工期噪声应满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）
		固体废物	废土石方全部回用于场地平整。	处置率 100%
			施工人员生活垃圾：经集中收集后清运至建设单位收集点堆存，定期清运处置	清运记录或者委托清运协议，处置率 100%
		导排及防渗	在标高 1895 以上回填区域设置截洪沟，将回填区外部雨水排出场外	截排水沟建设情况需符合设计要求，并编制施工监理报告。
			渗滤液导排系统	渗滤液导排系统建设情况需符合设计要求，并编制施工监理报告。
			回填区防渗工程	防渗施工影像资料，施工记录，防渗膜购买合同，每批次的检验合格证存档。 重点关注防渗工程质量、防渗漏监控系统设置情况、渗滤液导排、收集池建设情况等。 防渗工程应满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中 II 类场防渗要求
			渗滤液收集池防渗	根据《建设项目环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）表 7，防渗性能要求如下：等效黏土防渗层 $M_b \geq 6.0m$ ， $K \leq 1 \times 10^{-7} cm/s$ ；或参照 GB18598 执行
			植被恢复：云南樱花、火棘、旱冬瓜、草本等植被	管理、维护：定期浇灌、基肥及追肥；连续抚育 3 年，每年一次，适时补植，种植后人工巡护。提供植被购买合同。
	运营期	土地复垦	生态修复范围为 6.4908 公顷（97.362 亩），恢复为林地 5.0783 公顷、其他草地 1.3315 公顷。	
		废水	有渗滤液产生时，对渗滤液进行监测。	1、每次检测报告，执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准 2、渗滤液产生、回用记录台账

		地下水	设置地下水跟进监测井，覆土绿化后，每年在丰、枯水期各监测 1 次，出具检测报告	地下水执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准，总磷参考《地表水环境质量标准》III 类标准执行，如监测结果出现异常，应及时进行重新监测，间隔时间不得超过1个月，直到相关指标连续3年内，年均检测指标持续稳定，特征指标不呈上升趋势。
	其他		监理报告详细内容	提供月报、季报、总结报告
			编制相关应急预案	进行备案
其他				
环保投资	项目总投资4200.36 万元，其中环保投资241.5 万元，占总投资的5.75%，环保投资明细见下表 5-7。			
	表 5-7 环保工程设施投资估算表			
	时段	类别	环保治理措施	投资 (万元)
	施工期	废气	洒水降尘、篷布遮盖、控制车速、洒水车 1 辆。	3
			每月对项目区大气环境进行监测。	3
		废水	坑内渗滤液导排和渗滤液收集池，用于收集回填修复区产生的渗滤液	4.5
			坑外渗滤液收集池	3
			设置截排水沟	5
			回填修复区防渗：在 2 号矿坑底部标高 1840m 以下场地平整、压实后矿坑底部及边坡首先铺筑 200g/m ² 加密土工布，再在上部铺设 2.0mm 厚的双糙面 HDPE 土工膜防渗，将铺设双糙面 HDPE 土工膜焊接完整，进行气密性检测后，安装渗滤液导排管和矿坑中央渗滤液收集池，修建矿坑外渗滤液收集池。防渗漏监控系统。	130
			定期对渗滤液进行监测，每月 1 次，直至无渗滤液产生。	3
		噪声	选用低噪设备、合理布局、合理施工、加强设备维护	2
			每月进行噪声监测	2
		固废	废土石全部用于场地平整。	2
			生活垃圾经集中收集后清运至建设单位收集点堆存，定期清运处置。	
			临时旱厕 1 个	1
		其他	对每批次改性磷石膏进行检测	8
		生态	生态修复面积 64908m ² 。 管理、维护：定期浇灌、基肥及追肥；连续抚育 3 年，每年一次，适时补植，种植后人工巡护	65

	运营 期	环境 监测 管理	项目区附近地下水跟踪监测点 3 个。 渗滤液收集池跟踪监测。	10
	合计			241.5

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	矿坑回填作业至设计标高1895m后，进行顶部防渗和表土回填，以栽植乔木、栽植灌木、播撒草籽的形式进行植被修复，形成立体植被生态结构。播撒面积6.4908hm ² 。	顶部防渗、表土覆土，恢复为灌木林地。采用灌、草结合的方式进行复垦，恢复为其他草地。采用种植藤本形式进行绿化，发芽率95%	定期浇灌、基肥及追肥；连续抚育3年，每年一次，适时补植，种植后人工巡护	植物工程治理合格率达100%，其中植树造林成活率达95%以上。恢复为林地5.0783公顷、其他草地1.3315公顷。
水生生态	/	/	/	/
地表水环境	①设置临时排水沟和临时沉淀池，将施工废水收集沉淀后回用于施工场地洒水等； ②回填区渗滤液经坑内渗滤液收集井收集后，用泵抽至坑外收集池，经沉淀后，最终回用于磷石膏综合利用项目，作为生产补充水；	①施工期临时沉淀池1个（10m ³ /个），保证施工废水不外排。 ②每月对渗滤液进行检测1次，出具检测报告，满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准，经收集后全部回用于磷石膏综合利用项目，作为生产补充水	渗滤液跟踪监测，每月1次，直至连续无渗滤液产生。	渗滤液满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准，经收集后全部回用于磷石膏综合利用项目，作为生产补充水
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：设置3个地下水跟踪监测井。	①防渗膜防渗系数不大于1×10 ⁻⁷ cm/s，提供防渗膜购买记录，施工记录，检验合格证。 ②防渗漏监控系统设置情况 ③施工期防渗工程监理报告 ④防渗工程应满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中II类场防渗要求	地下水跟踪监测，直到相关指标连续3年内，年均检测指标持续稳定，特征指标不呈上升趋势。	地下水质量满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，总磷参考《地表水环境质量标准》III类标准执行。
声环境	①在符合施工需要的前提	每月对施工场界噪	/	/

	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； 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肓，认真落实各项降噪措施，做到文明施工；	声进行监测，场界噪声达到《建筑施工现场环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求		
振动	/	/	/	/
大气环境	①施工场地安排专员对施工场地洒水以减少扬尘量，洒水次数根据天气状况而定；非雨天每日洒水次数不少于3次；若遇到大风或干燥天气应增加洒水次数； ②施工场地运输车辆的车厢应当确保牢固、严密，严禁在装运过程中沿途抛、洒、滴、漏； ③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； ⑤改性磷石膏生产车间设置除尘设施。	每月对项目区场界颗粒物进行检测，检测结果满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）无组织排放监控浓度限值$\leq 1\text{mg/m}^3$	/	/
固体废物	（1）项目施工期产生的废土石方全部用于场地平整。沉淀池及渗滤液收集池的沉渣，装袋沥水晾干后用于回填区回填 （2）施工期施工人员生活垃圾经集中收集后清运至厂区生活垃圾收集点堆存，定期清运处置； （3）项目区设置临时旱厕1个，旱厕委托环卫部门定期清掏，施工结束后进行消毒回填。	100%合理处置	/	/

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	施工期大气例行监测，每月 1 次；	执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）无组织排放监控浓度限值标准	/	/
	施工期噪声监测，每月 1 次	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）	/	/
	渗滤液污染物监测，每月 1 次	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准，经收集后全部回用于磷石膏综合利用项目，作为生产补充水	有渗滤液产生时进行监测	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准，经收集后全部回用于磷石膏综合利用项目，作为生产补充水
	地下水跟踪监测，每季度 1 次；	《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准，总磷参考《地表水环境质量标准》III类标准执行。	地下水跟踪监测，直到相关指标连续 3 年内，年均检测指标持续稳定，特征指标不呈上升趋势。	《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准，总磷参考《地表水环境质量标准》III 类标准执行。
	/	/	地表水跟踪监测，每 6 个月 1 次	《地表水环境质量标准》III 类标准
	/	/	土壤跟踪监测，每 3 年 1 次	建设用地限值执行 GB36600；农用地限值执行 GB15618，氟化物对照本底值。
	对每批次回填材料按照昆明市地方标准《改性磷石膏综合利用矿山生态修复过程环境监管规范》（DB5301/T992023）采样要	回填材料质量满足《改性磷石膏综合利用矿山生态修复环境风险评估规范》（DB5301/T98-2023	/	/

	求进行采样分析。	）中 4.2 的要求。		
其他	无			

七、结论

项目属于生态修复工程，为鼓励类项目，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，项目实施对环境的影响在可接受范围内。经环境风险评估，项目建设环境风险可控。项目实施期间，应按照《改性磷石膏综合利用矿山生态修复过程环境监管规范》（DB5301/T 99-2023）、《改性磷石膏综合利用矿山生态修复跟踪评估规范》（DB5301/T 100-2023）及《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）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。