建设项目环境影响报告表

（生态影响类）

项目名称：海口工业园区（街道）云龙磷矿矿区修复治理项目

建设单位（盖章）：云南三环中化化肥有限公司

编制日期：2021年12月

中华人民共和国生态环境部制

打印编号：1638344798000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	1p23gs
建设项目名称	海口工业园区（街道）云龙磷矿矿区修复治理项目
建设项目类别	08—012化学矿开采；石棉及其他非金属矿采选
环境影响评价文件类型	报告表
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	云南三环中化化肥有限公司
统一社会信用代码	91530000772678786X
法定代表人（签章）	赵剑波
主要负责人（签字）	刘强
直接负责的主管人员（签字）	李应荣
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	云南中环正浩环境科技有限公司
统一社会信用代码	91530100MA6K8WRRXR
三、编制人员情况	

1.编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
张保儒	06355343506530145	BH 013910	

2.主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
张保儒	全部	BH 013910	

	
1#回填修复区现状	项目周边植被
	
1#回填修复区现状	2#回填修复区现状
	
3#回填修复区现状	4#回填修复区现状
	
项目区现状	项目区现状

目录

一、建设项目基本情况 1
二、建设内容 16
三、生态环境现状、保护目标及评价标准 60
四、生态环境影响分析 78
五、主要生态环境保护措施 139
六、生态环境保护措施监督检查清单 156
七、结论 161

附录：

地下水环境影响专项评价

附件：

附件 1 委托书
附件 2 备案证
附件 3 联审联批会议纪要
附件 4 联审联批表
附件 5 社区委托书
附件 6 生态红线查询意见
附件 7 关于海口工业园区（街道）云龙磷矿矿区修复治理项目意见
附件 8 生态修复方案专家评审意见及修改对照表
附件 9 地质灾害危险性评估意见
附件 10 堆排方案专家意见
附件 11 排险方案专家意见
附件 12 安全预评价专家意见
附件 13 项目区上游 JK1 检测报告
附件 14 项目区地下水检测报告
附件 15 项目区下游地下水及修复材料属性鉴别报告
附件 16 项目区土壤检测报告
附件 17 磷石膏基生态修复材料模拟雨水淋洗产生的淋溶水进行检测报告
附件 18 水源替换协议
附件 19 磷石膏使用协议
附件 20 磷石膏改性制备新型生态修复材料小试研究报告评审意见
附件 21 改性磷石膏制备生态修复填充材料工业试验分析报告专家评审意见
附件 22 改性磷石膏制备生态修复填充材料小试及工业试验研究结论
附件 23 磷石膏基生态修复材料 XRF 分析报告
附件 24 磷石膏基生态修复材料物理力学试验报告

附件 25 全本信息公开
附件 26 会议纪要
附件 27 评审意见修改说明

附图：

附图 1 项目地理位置图
附图 2 项目区域水系图
附图 3 生态修复范围及周边关系图
附图 4 项目监测点位图
附图 5 项目环保设施及平面布置图
附图 6 1#回填修复区堆排平面图
附图 6-1 H1 滑坡治理平面图
附图 6-2 1#回填修复区不稳定边坡治理平面图
附图 7 2#回填修复区平面图
附图 8 3#回填修复区域堆排平面图
附图 8-1 3#回填修复区边坡治理平面图
附图 9 4#回填修复区堆填平面图
附图 10 1#回填修复区堆排工艺图
附图 11 2#回填修复区堆排工艺图
附图 12 3#回填修复区堆排工艺图
附图 13 4#回填修复区堆排工艺图
附图 14 项目区水文地质图
附图 15 项目区水文地质剖面图
附图 16 1#修复区柱状图
附图 17 2#修复区柱状图
附图 18 项目区土地利用规划图
附图 19 区块 1 林地分布图
附图 20 区块 2 林地分布图
附图 21 1#修复区修复效果图
附图 22 2#修复区修复效果图
附图 23 3#修复区修复效果图
附图 24 4#修复区修复效果图
附图 25 1#、3#、4#修复区修复效果图

一、建设项目基本情况

建设项目名称	海口工业园区（街道）云龙磷矿矿区修复治理项目		
项目代码	2111-530112-04-05-560628		
建设单位联系人	王永宏	联系方式	
建设地点	云南省（自治区）昆明市西山县（区）海口乡（街道）云龙社区		
地理坐标	1#、3#、4#回填修复区中心坐标：（102 度 30 分 15.510 秒，24 度 48 分 5.540 秒） 2#回填修复区中心坐标：（102 度 30 分 12.940 秒，24 度 48 分 35.540 秒） 混配加工区中心坐标：（102 度 30 分 37.230 秒，24 度 48 分 9.021 秒）		
建设项目 行业类别	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）	1026678.81m^2
建设性质	☑新建（迁建） 口改建 口扩建 口技术改造	建设项目 申报情形	☑首次申报项目 口不予批准后再次申报项目 口超五年重新审核项目 口重大变动重新报批项目
项目审批（核准/备案）部门（选填）	昆明市西山区发展和改革局	项目审批（核准/备案）文号（选填）	2111-530112-04-05-560628
总投资（万元）	37051.85	环保投资（万元）	5930.09
环保投资占比（%）	16.0	施工工期	54 个月（包括养护期 36 个月）
是否开工建设	☑否 口是：_____		
专项评价设置情况	根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南（试行）》，陆地石油和天然气开采；地下水（含矿泉水）开采；穿越可溶岩地层隧道的水利、水电、交通；涉及集中式饮用水水源和热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区的项目需开展地下水专项评价工作。其他项目原则上不开展专项评价。 项目为生态修复项目，且不涉及上述地下水敏感因素，原则上不开展地下水专项评价，但考虑到项目使用磷石膏基生态修复材料进行修复，主要影响为地下水影响，故本次评价设置地下水专项评价。		
规划情况	无。		
规划环境影响评价情况	无。		

规划及规划环境影响评价符合性分析	无。
其他符合性分析	**1.1.1 产业政策符合性分析** 中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号《产业结构调整指导目录》（2019 年本），项目属于鼓励类“四十三、环境保护与资源节约综合利用”中“1、矿山生态环境恢复工程”，项目建设符合国家产业政策。 **1.1.2 项目与《昆明市人民政府关于昆明市“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》符合性分析** 根据《昆明市人民政府关于昆明市“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》（昆政发〔2021〕21 号），昆明市生态环境分区管控体系如下： （一）生态环境管控单元划分 全市共划分 129 个生态环境管控单元，分为优先保护、重点管控和一般管控 3 类。 （1）优先保护单元：优先保护单元共 42 个，其中包括 14 个生态保护红线区、28 个一般生态空间区。 （2）重点管控单元：重点管控单元共 73 个，其中包括 14 个矿山资源重点管控区、13 个水环境城镇生活污染重点管控区、5 个水环境农业污染重点管控区、2 个大气环境受体敏感重点管控区、3 个大气环境布局敏感重点管控区、2 个大气环境弱扩散重点管控区、14 个水环境城镇生活污染和大气环境受体敏感并重管控区、18 个水环境工业污染和大气环境高排放并重管控区、2 个土壤污染重点治理区。 （3）一般管控单元：一般管控单元共 14 个，为优先保护、重点管控单元之外的区域。

（二）生态环境准入清单

严格落实《云南省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（云政发〔2020〕29 号）管控要求。强化污染防治和自然生态系统保护修复，改善区域生态环境质量。根据划分的全市环境管控单元的特征，对每个管控单元分别提出了生态环境管控要求，形成昆明市环境管控单元生态环境准入清单，构建全市生态环境分区管控体系，落实总体管控要求。

项目选址位于西山区海口街道云龙社区，根据西山区自然资源局生态红线查询意见，对照昆明市环境管控单元分类图，项目选址位于一般管控单元。项目与《昆明市人民政府关于昆明市“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》符合性分析见下表。

表 1.1-1　项目与昆政发〔2021〕21 号符合性分析

项目	管控要求	项目情况	符合性
生态保护红线	生态保护红线区按照国家和云南省颁布的生态保护红线有关管控政策办法执行，原则上按禁止开发区域的要求进行管理，严禁不符合主体功能定位的各类开发活动，严禁任意改变用途，确保生态保护红线生态功能不降低、面积不减少、性质不改变。	根据自然资源局查询意见，项目未占用生态保护红线，未占用永久基本农田，未占用自然保护地。	符合
环境质量底线	到 2025 年，全市生态环境质量持续改善，生态空间得到优化和有效保护，区域生态安全屏障更加牢固。全市环境空气质量总体保持优良，主城建成区空气质量优良天数占比达 99%以上，二氧化硫和氮氧化物排放总量控制在省下达的目标以内，主城区空气中颗粒物稳定达《环境空气质量标准》二级标准以上。纳入国家和省级考核的地表水监测断面水质优良率稳步提升，滇池流域、阳宗海流域水环境质量明显改善，水生态系统功能逐步恢复，滇池草海水质达Ⅳ类，滇池外海水质达Ⅳ类（化学需氧量≤40 毫克/升),阳宗海水质达Ⅲ类，	根据《2020 年度昆明市生态环境状况公报》,昆明市主城区全年空气质量优良率 100%。项目建设不会导致昆明市主城区空气质量变差，且项目建设有	符合

			集中式饮用水源水质巩固改善。土壤环境风险防范体系进一步完善，受污染耕地安全利用率和污染地块安全利用率进一步提高，逐步改善全市土壤环境质量，遏制土壤污染恶化趋势，土壤环境风险得到基本管控。污染地块安全利用率、耕地土壤环境质量达到国家和云南省考核要求。	利于螳螂川水质改善。	
	资源利用上线		按照国家、省、市有关要求和规划，按时完成全市用水总量、用水效率、限制纳污“三条红线”水资源上限控制指标；按时完成耕地保有量、基本农田保护面积、建设用地总规模等土地资源利用上限控制指标；按时完成单位 GDP 能耗下降率、能源消费总量等能源控制指标。	项目属于生态修复项目，不新增用水，项目建设将新增农用地及林地指标。	符合
	一般管控单元	空间布局约束	1.禁止在 25 度以上坡地开垦种植农作物，现有不符合规定的坡地开荒活动逐步退耕还林还草。 2.禁止在林地、河湖管理范围内新建、改建、扩建房地产开发项目。 3.不得破坏珍稀野生动植物的重要栖息地，不得阻碍野生动物的重要迁徙通道。禁止猎捕国家重点保护陆生野生动物，因特殊需要捕猎的，按照国家有关法规办理。 4.禁止企业向滩涂、沼泽、荒地等未利用地非法排污、倾倒有毒有害物质。	项目属于生态修复项目，不开垦种植农作物，不建设房地产，不破坏栖息地及猎捕野生动物，不排放有毒有害物质。	符合
		污染物排放管控	1.严格限制《环境保护综合名录》（2017 年版）中“高污染、高环境风险”产品与工艺装备。禁止使用剧毒、高残留以及可能二次中毒的农药。 2.严格污染场地开发利用和流转审批，在影响健康地块修复达标之前，禁止建设居民区、学校、医疗和养老机构。	项目为生态修复项目，不属于高污染、高环境风险项目，不属于场地开发利用项目。	符合
		环境风险防控	1.环境风险防控严格限制《环境保护综合名录》（2017 年版）中“高污染、高环境风险”产品与工艺装备。 2.禁止使用剧毒、高残留以及可能二次中毒的农药。 3.严格污染场地开发利用和流转审批，在影响健康地块修复达标之前，禁止建设居民区、学校、医疗和养老机构。	项目为生态修复项目，不属于高污染、高环境风险项目，不使用剧毒、高残留农药，不属于场地开发	符合

			利用项目。	
	资源开发效率要求	1.禁止新建、改扩建《高耗水工艺、技术和装备淘汰目录》中项目，现有企业应限期关停退出。 2.禁止建设不符合《云南省用水定额》标准的项目。 3.新建、扩建和改建《禁止用地项目目录（2012 年本）》（国土资发〔2012〕）。	项目属于生态修复项目，不属于目录中项目。	符合



图 1.1-1　项目与昆明市环境管控单元分类图位置关系

1.1.3 与《长江经济带生态环境保护规划》符合性分析

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

项目为废弃矿坑的生态修复，通过矿坑清理、地质灾害治理、防渗工程、回填修复、植被恢复等各项措施的实施，生态修复面积 1026678.81m^2。矿坑生态修复后，重构当地生态环境，可以极大改善土壤环境，提高土壤肥力，可减少露天矿坑产生的雨季采场淋滤水对地表水、地下水体的污染；减少扬尘排放；在矿坑周围设置截排水沟，减少水土流失。项目实施后可减少 919596.22m^3 废弃采坑淋滤水排放，估算可以削减区域氨氮排放量 9.93t/a，削减淋滤水中总磷排放量 1.32t/a，削减淋滤水中氟化物排放量 0.65t/a，减少对螳螂川的污染贡献，项目实施对螳螂川水质改善和螳螂川流域生态环境改善有积极意义。

《长江经济带生态环境保护规划》及《长江经济带发展负面清单指南（试行）》对云南省尾矿库没有要求，根据 2021 年 12 月 30 日昆明市西山区应急管理局出具的《关于西山区海口工业园区（街道）云龙磷矿矿区修复治理项目的意见》（附件 7），项目属于生态修复项目，不属于尾矿库，不纳入尾矿库监督管理。根据项目的实施对生态环境恢复有积极意义，项目符合《长江经济带生态环境保护规划》。

根据《长江经济带发展负面清单指南（试行）》，项目不在负面清单之中。

表 1.1-2　与长江经济带发展负面清单指南（试行）符合性分析

序号	长江经济带发展负面清单指南（试行）	项目情况	符合性
1	禁止在生态保护红线和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。	项目拟用地未涉及生态保护红线、项目属于矿山生态修复项目，生态修复区不占用基本农田。	符合
2	禁止在长江干支流 1 公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色等高污染项目。	项目与螳螂川距离 3.5 公里。项目位于工业园区外，项目为生态修复项目，不属于工业类高污染项目。	符合
3	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。	项目为生态修复项目，不属于石化、现代煤化工项目。	符合
4	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。	项目生态修复项目，为国家鼓励类项目，不涉及落后产能。	符合
5	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。	项目为生态修复项目，不涉及过剩产能。	符合

1.1.4 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

根据《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则》，禁止新建不符合非煤矿山转型升级有关准入标准的非煤矿山。禁止在金沙江岸线 3 公里、长江一级支流岸线 1 公里范围内新建、改建、扩建尾矿库。根据 2021 年 12 月 30 日昆明市西山区应急管理局出具的《关于西山区海口工业园区（街道）云龙磷矿矿区修复治理项目的意见》（附件 7），项目属于生态修复项目，不属于尾矿库，不纳入尾矿库监督管理。且项目不在金沙江岸线 3 公里、长江一级支流岸线 1 公里范围内。

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，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。

1.1.5 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》第二章 规划与管控中第二十六条 禁止在长江干流岸线三公里范围内和重要支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库；根据 2021 年 12 月 30 日昆明市西山区应急管理局出具的《关于西山区海口工业园区（街道）云龙磷矿矿区修复治理项目的意见》（附件 7），项目属于生态修复项目，不属于尾矿库，不纳入尾矿库监督管理。且项目不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。

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，首先消除地质灾害隐患，同时采取人工修复与植被恢复相结合的方式对矿区进行生态修复，恢复矿区破坏植被，重构矿区生态环境，修复治理过程采取相应的污染防治措施减少原有矿区污染排放，综合分析项目符合《中华人民共和国长江保护法》相关要求。

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

根据《自然资源部办公厅关于开展长江经济带废弃露天矿山生态修复工作的通知》要求，到2020年底，全面完成长江干流及主要支流两岸各10公里范围内废弃露天矿山治理任务，其中云南、贵州、四川、重庆废弃露天矿山以铁、锰、铝土、稀土、磷等金属、非金属为主，滑坡、泥石流、地裂缝等地质灾害较为发育。该区域矿山生态修复重点是消除地质灾害隐患，防治水土流失，恢复植被。结合植被恢复和山体修复，最大限度减少裸露地面，增加绿化面积。

项目采用“修复材料混配+地质灾害治理（场地平整、边坡治理、回填治理）+植被恢复”的方式对矿区进行生态修复，修复完成后即消除了地质灾害，又增加林地及农用地指标，符合该通知要求。

1.1.7 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》符合性分析

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》，通知要求如下：

一、严格环境影响评价，源头防范环境风险

（一）优化产业规划布局，严格项目选址要求。新建、扩建磷化工项目应布设在依法合规设立的化工园区或具有化工定位的产业园区内，所在化工园区或产业园区应依法开展规划环境影响评价工作，并与所在省（区、市）生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单成果做好衔接，落实相应管控要求。磷化工建设项目应符合园区规划及规划环评要求。“三磷”建设项目应论证是否符合生态环境准入清单，对不符合的依法不予审批。

	三磷建设项目选址不得位于饮用水水源保护区、自然保护区、风景名胜区以及国家法律法规明确的其他禁止建设区域。选址应避开岩溶强发育、存在较多落水洞或岩溶漏斗的区域。长江干流及主要支流岸线 1 公里范围内禁止新建、扩建磷矿、磷化工项目，长江干流 3 公里范围内、主要支流岸线 1 公里范围内禁止新建、扩建尾矿库和磷石膏库。磷石膏库、尾矿库、暂存场按第 II 类一般工业固体废物处置要求采取防渗、地下水导排等措施，并建设地下水监测井，开展日常监控，防范地下水环境污染。 相符性分析：根据 2021 年 12 月 30 日昆明市西山区应急管理局出具的《关于西山区海口工业园区（街道）云龙磷矿矿区修复治理项目的意见》（附件 7），项目属于生态修复项目，不属于尾矿库，不纳入尾矿库监督管理。拟建项目选址不涉及饮用水水源保护区、自然保护区、风景名胜区以及国家法律法规明确的其他禁止建设区域；项目东面 3500m 处为螳螂川，螳螂川不属于长江的一级支流，项目不位于主要支流岸线 1 公里范围内。项目符合《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 （二）严格总磷排放控制，规范区域消减替代要求。地方生态环境部门应以环境质量改善为核心，严格总磷等主要污染物区域削减要求。 相符性分析：项目实施后可减少 919596.22m^3 废弃采坑淋滤水排放，估算可以削减区域氨氮排放量 9.93t/a，削减淋滤水中总磷排放量 1.32t/a，削减淋滤水中氟化物排放量 0.65t/a，减少对螳螂川的污染贡献，项目实施对螳螂川水质改善和螳螂川流域生态环境改善有积极意义。符合《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。

1.1.8 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

项目与《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）符合性分析见下表。

表 1.1-3 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准要求

序号	GB18599-2020 选址要求	该项目环保措施	是否符合要求
4	贮存场和填埋场选址要求		
4.1	一般工业固体废物贮存场、填埋场的选址应符合环境保护法律法规及相关法定规划要求。	项目中转场选址符合环境保护法律法规要求。	符合
4.2	贮存场、填埋场的位置与周围居民区的距离应依据环境影响评价文件及审批意见确定。	项目中转场已编制环境影响评价文件。	符合
4.3	贮存场、填埋场不得选在生态保护红线区域、永久基本农田集中区域和其他需要特别保护的区域内。	项目中转场不占用生态保护红线、永久基本农田和其他需要特别保护的区域。	符合
4.4	贮存场、填埋场应避开活动断层、溶洞区、天然滑坡或泥石流影响区以及湿地等区域。	项目区无活动断层、溶洞区、天然滑坡或泥石流影响区以及湿地等。	符合
4.5	贮存场、填埋场不得选在江河、湖泊、运河、渠道、水库最高水位线以下的滩地和岸坡，以及国家和地方长远规划中的水库等人工蓄水设施的淹没区和保护区之内。	项目区不属于江河、湖泊、运河、渠道、水库最高水位线以下的滩地和岸坡，不属于国家和地方长远规划中的水库等人工蓄水设施的淹没区和保护区之内。	符合
5	贮存场和填埋场技术要求		
5.1.4	贮存场及填埋场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，作为项目竣工环境保护验收的依据，同时可作为建设环境监理的主要内容。	已明确项目中转场防渗作为项目竣工环境保护验收的依据，同时作为建设环境监理的内容。	符合
5.1.5	贮存场及填埋场在施工完毕后	已要求在施工完毕	符合

	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。上述材料连同施工质量保证书作为竣工环境保护验收的依据。	后保存施工报告、全套竣工图、所有材料的现场及实验室检测报告，回填修复区还需提交人工防渗衬层完整性检测报告。	
5.2.2	当天然基础层不能满足 5.2.1 条防渗要求时，可采用改性压实粘土类衬层或具有同等以上隔水效力的其他材料防渗衬层，其防渗性能应至少相当于渗透系数为 1.0×10^{-5}cm/s 且厚度为 0.75 m 的天然基础层。	项目中转场采用 C25 防渗混凝土浇筑，渗透系数达到 1.0×10^{-7}cm/s	符合
7	贮存场和填埋场运行要求		
7.1	贮存场、填埋场投入运行之前，企业应制定突发环境事件应急预案或在突发事件应急预案中制定环境应急预案专章，说明各种可能发生的突发环境事件情景及应急处置措施。	已要求企业编制突发环境事件应急预案	符合
7.2	贮存场、填埋场应制定运行计划，运行管理人员应定期参加企业的岗位培训。	已要求企业制定中转场运行计划，并要求管理人员定期参加岗位培训。	符合
7.3	贮存场、填埋场运行企业应建立档案管理制度，并按照国家档案管理等法律法规进行整理与归档，永久保存。	已要求企业制定中转场档案管理制度，并按照国家档案管理等法律法规进行整理与归档，永久保存。	符合
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。	项目为生态修复项目，修复区现状为露天采坑。为减缓露天采空区引起的地质环境等问题，项目场地清理及边坡治理产生的土石方作为回填料，与磷石膏基生态修复材料回填至露天采坑。	符合
8.2	第 II 类一般工业固体废物以及	项目回填料主要为	符合

		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。	粘土、耕植土及磷石膏基生态修复材料，经检测，磷石膏基生态修复材料各项指标均满足第I类一般工业固体废物。此次评价已开展了地下水、土壤环境质量现状检测；另外，该项目亦进行了“水文地质勘查报告”“开展了环境本底值调查”“风险评估”等工作。此次评价要求对项目下游地下水水质进行监控；同时，对淋滤水收集池水质、回填区地下水导排水质进行监测，及时了解回填区情况；并开展土壤跟踪监测。	
	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。	项目充填物为粘土、耕植土、场地清理及破整治产生的土石方，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 条对覆土、土地复垦提出了要求。	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。	回填物（粘土、耕植土、场地清理及破整治产生的土石方）主要成分为无机盐，不含有机物。	符合
	9	封场及土地复垦要求		
	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	已明确提出外购的覆土须满足《土壤环	

	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。	境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）的要求；土地复垦须执行《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036）规定	
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。	项目已制定监测计划，对淋滤水水质进行检测，监测频次为 1 次/月	
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； 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。	此次评价监测井共设置了地下水监测井 6 座，其中上游 1 座，下游 5 座，另外要求对回填区地下水导排口设置监测点，对该水质进行监测。地下水监测频次为 1 次/周。	符合
10.6	①贮存场、填埋场投入使用之前，企业应监测土壤本底水平； ②依据地形特征、主导风向和地表径流方向，在可能产生影响的土壤环境敏感目标处布设土壤监测点。 ③运行期间，土壤监测点的自行监测频次一般每 3 年 1 次，采样深度根据可能影响的深度适当调整，以表层土壤为重点采样层。 ④土壤监测因子由企业根据贮存及填埋废物的特性提出，必须具有代表性且能表征固体废物	①企业已开展该区域土壤环境质量现状监测； ②监测计划中已明确土壤跟踪监测要求； ③土壤监测因子的分析方法按照 GB36600 的规定执行。	符合

	特性。土壤监测因子的分析方法按照 GB36600 的规定执行。		

1.1.9 与《云南省滇池保护条例（2018 修订)》的协调性分析

2012 年 9 月 28 日云南省第十一届人民代表大会常务委员会第三十四次会议通过《云南省滇池保护条例》，2018 年 11 月 29 日云南省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议修订通过。条例将滇池保护区划分为一、二、三级保护区和城镇饮用水源保护区，明确了各级保护区的保护要求及政府及其职能的管理部门的保护管理职能。《云南省滇池保护条例（2018 修订）》规定：一级保护区，指滇池水域以及保护界桩向外水平延伸 100 米以内的区域，但保护界桩在环湖路（不含水体上的桥梁）以外的，以环湖路以内的路缘线为界；《滇池保护条例》中规定“二级保护区，指一级保护区以外至滇池面山以内的城市规划确定的禁止建设区和限制建设区，以及主要入湖河道两侧沿地表向外水平延伸 50 米以内的区域；三级保护区，指一、二级保护区以外，滇池流域分水岭以内的区域”。

项目不在滇池保护区范围内，项目为国家产业政策中鼓励类矿山生态恢复项目，不属于滇池保护条例中禁止的建设项目，该矿区生态修复后对于削减项目区污染排放和对金沙江一级支流螳螂川水质改善有积极作用。因此，项目的建设与《云南省滇池保护条例（2018 修订）》不冲突。

二、建设内容

地理位置	项目位于西山区海口街道办事处云龙社区，行政区划隶属于昆明市西山区海口街道办事处管辖。项目矿山生态修复范围共计 1539.94 亩，包括 4 个回填修复区，1#回填修复区中心地理坐标：东经 102°30′19.560″，北纬 24°48′9.790″；2#回填修复区中心地理坐标：东经 102°30′9.550″，北纬 24°48′34.850″；3#回填修复区中心地理坐标：东经 102°30′3.010″，北纬 24°48′3.390″；4#回填修复区中心地理坐标：东经 102°29′47.990″，北纬 24°47′48.700″。地理位置见附图 1。
项目组成及规模	**2.2.1 项目由来** 2019 年 4 月 25 日，自然资源部办公厅向包括云南省在内 11 个省份（直辖市）自然资源主管部门发放了《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）。提出了“共抓大保护，不搞大开发”的部署要求，决定开展长江经济带废弃露天矿山生态修复工作。 随后云南省自然资源厅举办的云南省长江经济带废弃露天矿山生态修复工作部署和培训会议提出，至 2020 年底，云南省将完成长江经济带（云南段）442 个废弃露天矿山面积总计 1658 公顷的生态修复工作，实现省域范围内长江干线不再有裸露的废弃矿山的目标。但是云南省境内历史遗留废弃露天矿山或现有运行矿山露天采场，均面临着修复新土填料来源匮乏，修复资金短缺，新设取土场又带来新的环境问题等矛盾。导致云南省内矿山生态修复治理工作一直难以推动。 2019 年 12 月 24 日，自然资源部印发了《关于探索利用市场化方式推进矿山生态修复的意见》，文件中表明，为解决矿山生态修复历史欠账多、现实矛盾多、投入不足等冲突问题，提出“谁破坏、谁治理”“谁修复、谁受益”的原则，鼓励各方投资，推行市场化运作、科学化治理的模式，推进矿山生态修复工作。 2021 年 1 月 4 日，自然资源部办公厅印发了《全域土地综合整治试点名单的通知》（自然资办函[2020]2421 号），通知中已将云南省昆明市西山区海

口街道列入全域土地综合整治试点单位。

昆明市西山片区现有遗留未修复矿坑近 50 余座，全流域未修复矿坑量更大。因昆明市属于海相沉积型磷矿带，属于我国传统磷化工产业聚集区，大量遗留矿坑在未治理的情况下，废水、扬尘等持续对区域环境质量造成污染贡献，水土流失难以控制，大量矿区土地无法流转，开采后土地利用率较低。故而昆明市现有遗留矿坑修复是亟待解决的一个环境问题，也存在着较大的生态环境隐患。自 2018 年起因政策原因，滇池流域 30km 范围内禁止新建挖砂采石取土项目，已有的挖砂采石场取土项目需逐步退出。如在滇池流域外新建取土场，其运输距离较远，成本较高，且生态修复所需回填土用量较大，会造成其他区域的大量新增生态破坏及水土流失，使用完的取土场又存在生态修复问题。因此，昆明市遗留矿坑生态修复回填材料匮乏是现有遗留矿坑治理滞后的主要矛盾。

2021 年 7 月 14 日，中央环保督察组于向云南省委、省政府进行反馈。督察指出，云南省生态环境保护工作虽然取得积极进展和成效，但与中央要求和人民期待相比，还存在不小差距，生态保护还存在薄弱环节。云南省现有历史遗留废弃露天矿山约 8000 座，占损土地面积位居全国前列，但生态修复工作严重滞后。磷石膏产生量大，利用率低。截至 2020 年底，云南省堆存磷石膏约 2 亿吨，环境风险隐患突出。全省 82 家磷矿，6965 亩矿山尚未开展生态修复。海口工业园区云龙磷矿矿区属于督察内容，云龙磷矿矿区采矿形成了约 1539.94 亩的废弃矿坑，占到了全省督查反馈问题矿山的 22.11%，需要限期进行生态修复。

2021 年 9 月 22 日，《国家发展改革委等部门关于做好今后一段时间国内化肥保供稳价工作的通知》（发改经贸〔2021〕1351 号）提出：相关地方可因地制宜制定磷石膏无害化处理方案，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，允许企业按照国家环境保护标准进行分类贮存或处置。

基于以上遗留矿坑生态修复矛盾、问题以及相关鼓励支撑政策，云南云天化股份有限公司成立了新型矿山生态修复材料专项研发团队，对“采用磷石膏作为主要原料混配后作为矿山生态修复回填材料的方案”进行了研发，

研发产品—磷石膏基生态修复材料已达到矿坑回填材料相关各项指标要求，并已发布了企业标准及产品应用企业技术规范。该技术的研发和实例应用即可解决生态修复回填材料匮乏矛盾，促使当地社会经济、企业发展和生态修复的协调同步可持续发展。

2021 年 8 月 30 日，西山区人民政府组织召开“西山区海口街道云龙磷矿生态修复治理工作论证会”，与会专家及政府职能部门同意由云南三环中化化肥有限公司开展云龙磷矿矿区生态修复工作。

昆明市西山区海口镇云龙村委会磷矿，位于西山区海口街道办事处云龙社区，省级发证采矿权，采矿许可证号：C5300002011126140121000，采矿权人：西山区海口镇云龙村委会，有效期自 2011 年 12 月 2 日至 2012 年 12 月 2 日，矿区面积 0.5666km^2，生产规模：2 万 t/a，经济类型：集体企业。

该矿山因未达到《云南人民政府关于促进非煤矿山转型升级的实施意见》（云政发〔2015〕38 号）确定的非煤矿山应当具备的基本条件，过期后不再予以延续，且停采多年，矿山生态环境尚未得到修复。根据 2020 年 3 月 9 日《昆明市西山区人民政府关于关闭昆明市西山区海口镇云龙村委会磷矿等 6 家矿山的通告》（便笺 26），该矿山已关闭，转入生态修复阶段。根据现场勘查，由于历史原因，项目区没有表土堆存，仅剩裸露矿坑，无法利用矿区原有表土进行植被恢复。

结合以上政策要求对云龙磷矿进行地灾治理、生态修复，同时考虑到因地质灾害治理需大量回填料进行矿坑回填修复治理、结合工程所需回填料量大、资金投入较大、治理土石方来源困难的实际情况，昆明市海口云龙磷矿、云龙社区根据实际情况通过与社会资本相结合，经济与生态恢复相关互联的路径，与云南三环中化化肥有限公司签订协议进行生态修复。根据三方协议（协议详见附件 4），昆明市海口云龙磷矿、昆明市西山区云龙社区居民委员会将现有云龙磷矿矿坑全权委托云南三环中化化肥有限公司作为责任主体对其进行生态修复。

2021 年 9 月，云南三环中化化肥有限公司委托文山蔚鑫地矿工程勘察有限公司编制了《海口工业园区（街道）云龙磷矿矿区修复治理项目环境水文地质调查报告》，以下简称《水文地质调查报告》。

2021 年 9 月，云南三环中化化肥有限公司委托云南省地质工程勘察总公司编制了《海口工业园区（街道）云龙磷矿矿区修复治理项目地质灾害危险性评估报告》，2021 年 11 月 16 日，由云南省地质工程勘察总公司组织召开评审会，专家组同意评估报告通过评审，以下简称《地灾报告》。

2021 年 9 月，云南三环中化化肥有限公司委托智诚建科设计有限公司编制了《海口工业园区（街道）云龙磷矿矿区修复治理项目堆填设计方案》，2021 年 11 月 28 日，由云南三环中化化肥有限公司组织召开审查会，专家组同意堆填设计方案通过审查，以下简称《堆填设计方案》。

2021 年 9 月，云南三环中化化肥有限公司委托重庆美高科技有限公司编制了《海口工业园区（街道）云龙磷矿矿区修复治理项目安全预评价报告》，2021 年 11 月 27 日，由重庆美高科技有限公司组织召开审查会，专家组同意报告评估结论，以下简称《安全预评价报告》。

2021 年 9 月，云南三环中化化肥有限公司委托云南中环正浩环境科技有限公司编制了《昆明市西山区海口镇云龙村委会磷矿关停矿山生态修复治理方案》，2021 年 10 月 21 日，该方案由西山区滇池流域及其他重点区域采石采砂采矿点关停和“五采区”治理修复工作领导小组组织召开评审会，会议同意方案通过评审。2021 年 11 月 11 日，由西山区滇池流域及其他重点区域采石采砂采矿点关停和“五采区”治理修复工作领导小组组织召开了《生态修复治理方案》联审联批会。后由西山区人民政府、昆明市西山区自然资源局、昆明市西山区水务局、昆明市生态环境局西山分局、昆明市西山区应急管理局、昆明市西山区城市管理局、昆明市西山区人民政府海口街道办事处出具了会议纪要及联审联批表，同意采用“修复材料混配+地质灾害治理（场地平整、边坡治理、回填治理）+植被恢复”的方式对矿区进行生态修复，生态修复的原料为粘土+磷石膏基生态修复材料+耕植土+砂石料。

根据 2021 年 11 月 10 日西山区发展和改革局出具的《云南省固定资产投资项目备案证》（附件 2），海口工业园区（街道）云龙磷矿矿区修复治理项目属于环保行业类别中的生态修复项目，不属于尾矿库；根据 2021 年 11 月 11 日由西山区滇池流域及其他重点区域采石采砂采矿点关停和“五采区”治理修复工作领导小组办公室出具的《西山区关停矿山生态治理修复方案联

审联批会会议纪要》（附件 3）和 2021 年 11 月 25 日由西山区人民政府、昆明市西山区自然资源局、昆明市西山区水务局、昆明市生态环境局西山分局、昆明市西山区应急管理局、昆明市西山区城市管理局、昆明市西山区人民政府海口街道办事处出具的《西山区矿山生态修复治理方案联审联批表》（附件 4），项目属于矿山生态修复治理项目，不属于尾矿库；根据 2021 年 12 月 30 日昆明市西山区应急管理局出具的《关于西山区海口工业园区（街道）云龙磷矿矿区修复治理项目的意见》（附件 7），项目属于生态修复项目，不属于尾矿库，不纳入尾矿库监督管理。依据以上法定文件，项目类型为生态修复治理项目，不属于尾矿库，以生态修复治理项目开展环境影响评价工作。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》的规定，该项目应进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（生态环境部 部令第 16 号）的规定，该项目属于“八、非金属矿采选业、102 化学矿开采-矿区修复治理工作；项目磷石膏基生态修复材料混配属于四十七、103 一般工业固体废物、建筑施工废弃物处置及综合利用-其他”，均属于环境影响评价报告表，为此，受云南三环中化化肥有限公司的委托，云南中环正浩环境科技有限公司承担了该项目环境影响报告表的编制工作。我单位接受委托后，在收集资料、实地调查和现场踏勘的基础上，按照《环境影响评价技术导则》、国家及地方的相关法规条例，编制了《海口工业园区（街道）云龙磷矿矿区修复治理项目环境影响报告表》，供建设单位上报环境主管部门审批，作为该项目环境管理的依据。

2.2.2 项目概况

（1）项目名称：海口工业园区（街道）云龙磷矿矿区修复治理项目

（2）建设性质：新建

（3）实施单位：云南三环中化化肥有限公司

（4）建设地点：昆明市西山区海口镇云龙村委会

（5）项目恢复区范围及实施年限：修复面积 1026678.81m^2（1539.94 亩），实施年限为 4.5 年，其中回填修复区实施年限为 1.5 年，养护管理 3 年。

（6）投资：项目总投资为 37051.85 万元，环保投资 5930.09 万元。

2.2.3 项目修复方案

（1）修复思路

项目采用“修复材料混配+地质灾害治理（场地平整、边坡治理、回填治理）+植被恢复”的方式对矿区进行生态修复，生态修复的原料为粘土+磷石膏基生态修复材料+耕植土+砂石料。

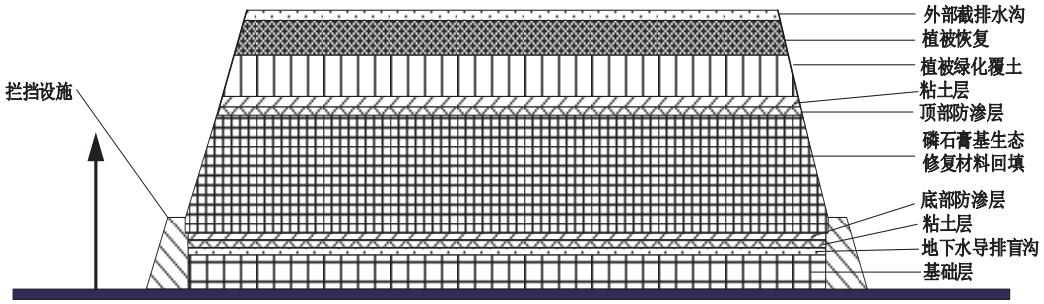


图 2.2-1　生态修复系统图

（2）修复目标

根据《生态修复治理方案》，该工程修复目标为：

a、解决现有滑坡、不稳定边坡、高陡边坡等地质灾害、水土流失及生态环境次生问题；

b、将海口工业园区（街道）云龙磷矿矿区恢复至《昆明市西山区海口街道全域土地综合整治试点项目》中所规划的土地类型要求，该规划目前正在编制，经查询，项目恢复土地类型与该规划一致，项目《生态修复治理方案》经西山区自然资源局、海口街道办事处等审批确认。

c、植被的成活率达到 93%以上，修复区植物覆盖度应达到 85%以上。

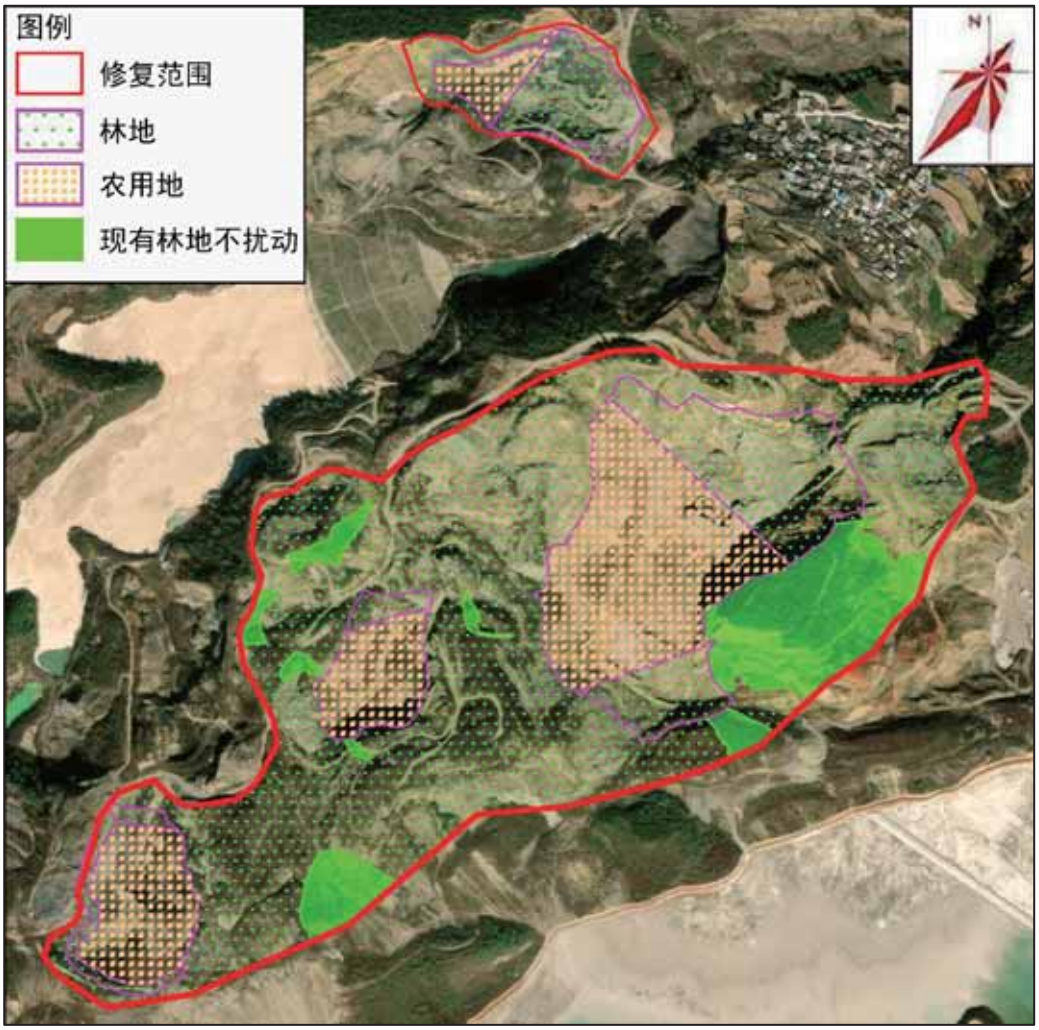


图 2.2-2　修复目标示意图

（3）修复范围

根据《生态修复治理方案》，项目生态修复范围 1026678.81m²（1539.94 亩）。修复范围详见附图 3。

（4）修复分区

根据《生态修复治理方案》，将修复区分为三大块：地质灾害回填修复区、不扰动区域、其他生态修复区。

（一）地质灾害回填修复治理区域：共涉及 4 个回填修复区，占地面积 355651.89 m²（533.48 亩）。

（二）不扰动区域：根据查询用地现状及现场踏勘，项目修复区内现有林地共计 86793.53m²（130.19 亩），对现有林地不再进行扰动，保持现状。

（三）其他生态修复区域，占地面积 584233.39m²（876.35 亩），该区域以植被恢复为主，覆土整治后恢复为林地。

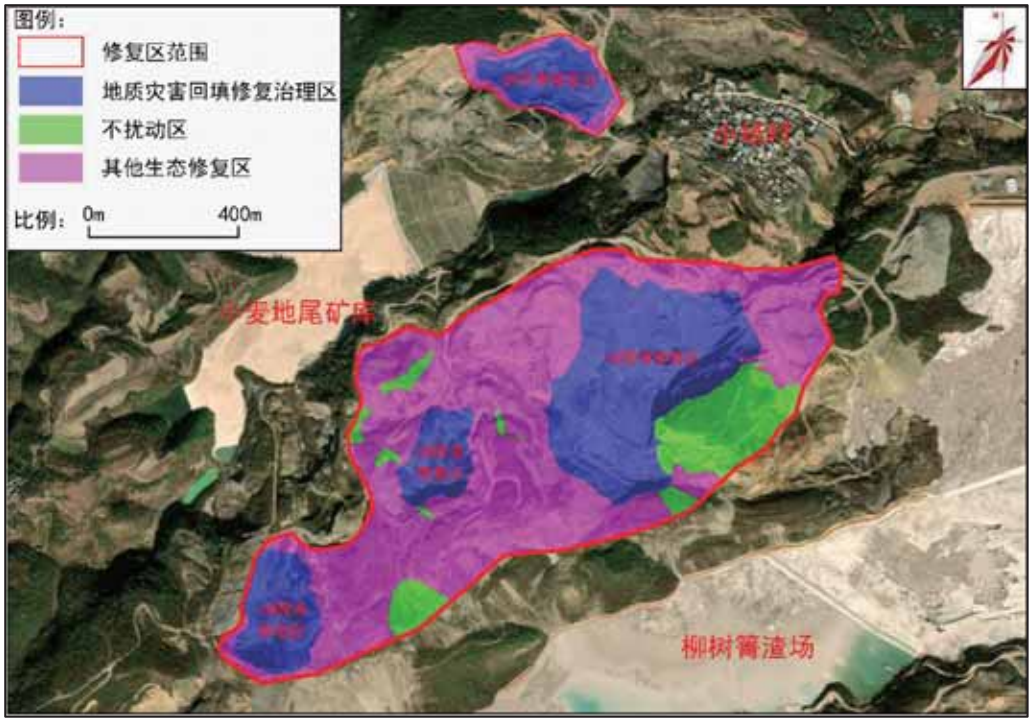


图 2.2-3　项目修复分区图

表 2.2-1　生态修复建设内容一览表

工程名称	建设内容及规模			备注
主体工程	地质灾害治理回填修复治理区	场地平整及边坡治理	对于回填修复区底部的杂草进行清理，底部进行平整。对 H1 滑坡、高陡边坡、K1BP1 不稳定边坡、K3BP1 不稳定边坡、K3BP2 不稳定边坡采用回填压覆的方式进行治理，对 K1BP2 不稳定边坡采用放坡、减载的方式进行治理，四周形成的陡峻坑壁不再进行工程扰动，仅对坡体上危岩进行清理，降低地质灾害发生的可能性。	新建
		拦挡设施	1#回填修复区下游设置护脚堆石拦挡体，拦挡体高 15.5m，顶标高 2070.0m，底标高 2054.5m，顶宽 4m，坝轴线长 120.04m；上游内坡比为 1:1.75，下游坡为 1:2.0。 2#回填修复区东侧在现有基础上新建上部护脚砂石拦挡体，拦挡体高 5m，底标高 2040m，顶标高 2055m，拦挡体轴线长 116.94m，顶宽 4m，上游内坡比为 1:2.0，下游坡为 1:2.0。 3#、4#回填修复区为凹陷坑，不设护脚拦挡体。	新建
		地质灾害回填修复	矿坑清理产生的土石方用于底部平整以及拦挡体建设，平整后铺设 30cm 粘土，并进行压实处理，边坡清理平整后铺设防渗膜，防渗后采用磷石膏基生态修复材料进行回填压覆，对不稳定边坡及高陡边坡等地质灾害进行治理作业。	新建
			回填方式： 1#回填修复区：由场区中部 2065.0m 标高开始按 2%的	新建

				坡度向拦挡体方向逐层堆排，堆排至护脚堆石拦挡体顶2070.0m 标高，后续回填堆排按 1:2.5 的外坡、每堆高 5m 留一 5m 宽平台的整体外坡堆排至 2130.0m 标高，生态修复材料最终堆积平均外边坡 1:3.5。根据生态修复方案，1#回填修复区地质灾害治理需回填材料共计 625.39 万 m^3，其中磷石膏基生态修复材料 590 万 m^3，耕植土回填量 19.13 万 m^3，粘土回填量 16.26 万 m^3。 2#回填修复区：由场区中部 2025.0m 标高开始按 2%的坡度向拦挡体方向逐层堆排。生态修复材料回填堆排外坡高度至拦挡体顶 2045.0m 标高后，按留一宽 14m 宽平台，1:2.5 的外坡、每堆高 5m 留一宽 5m~15m 的平台的整体外坡堆排至 2080.0m 标高，生态修复材料最终堆积平均外边坡缓于 1:3.5。根据生态修复方案，2#回填修复区地质灾害治理需回填材料共计 111.36 万 m^3，其中磷石膏基生态修复材料 102.8 万 m^3，耕植土回填量 4.07 万 m^3，粘土回填量 4.49 万 m^3。 3#回填修复区：由坑内南向北方向按 2%的坡度逐层堆排。生态修复材料直接堆填凹坑内，待凹坑北侧堆填至 2153 标高后，北侧按 1:3.5 的平均外坡继续向上堆填 17m 至 2170m 标高。即按 1:2.5 的外坡、每堆高 5m 留一宽 5m 的平台，最终堆积标高 2170.0m，堆填北面堆积平均外边坡 1:3.5。根据生态修复方案，3#回填修复区地质灾害治理需回填材料共计 60.24 万 m^3，其中磷石膏基生态修复材料 53 万 m^3，耕植土回填量 3.7 万 m^3，粘土回填量 3.54 万 m^3。 4#回填修复区：由南向北方向按 2%的坡度逐层堆排。生态修复材料直接堆填凹坑，待凹坑堆至 2160 标高后，北侧按 1:3.5 的平均外坡继续向上堆填 10m 至 2170m 标高，西侧按 1:3.5 的平均外坡继续向上堆填 7m 至 2170m 标高。即待凹坑堆至 2165 标高后，南侧在 2165m 标高留一 5m 宽平台后按 1:2.5 的外坡继续向上堆填 5m 至 2170m 标高。根据生态修复方案，4#回填修复区地质灾害治理需回填材料共计 83.07m^3，其中磷石膏基生态修复材料 72 万 m^3，耕植土回填量 5.74 万 m^3，粘土回填量 5.33 万 m^3。	
			回填修复区防渗	①底部防渗 回填修复区底部清基压实后自下而上依次铺设 30cm 粘土层、300g/m^2 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗膜（渗透系数≤1.0×10^{-7}cm/s）、300g/m^2 土工布防渗层。 ②内边坡、拦挡设施防渗 对岸坡坡度较缓地段，坡面清理平整好后依次铺设 300g/m^2 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗膜、300g/m^2 土工布防渗层。 1#、2#修复区左右两岸山体岸坡较陡，人工对边坡进行	新建

				平整后依次铺设 300g/m^2 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗膜、300g/m^2 土工布防渗层。防渗层在回填作业过程中随堆填高度由下往上逐步铺设，在最终堆高 2130.0m、2080m 设置锚固沟防止防渗膜下滑。对岸坡较陡地段陡壁需采用锚固钉、链固定。 3#、4#修复区在岸坡上沿四周利用周边截洪沟兼做锚固沟防止防渗膜下滑。对岸坡较陡地段陡壁需采用锚固钉、链固定。 ③顶部防渗 铺设绿化植被覆土前，在回填修复区顶部由下往上依次铺设 300g/m^2 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗土工膜、300g/m^2 土工布防渗层，30cm 粘土层并与场周防渗膜相连。	
			回填修复区底部地下水导排	1#、2#回填修复区从场区中部开始沿场底在防渗土工膜下设置一条集水盲沟收集场底的地下水并排向下游沟谷。该集水盲沟采用天然反滤料作为地下导水层，内埋设一根 DN300HDPE 排渗管（上半圆开孔），将场内的地下水排走。 3#、4#回填修复区位于山顶，地下水埋深较深，坑的深度不大，根据设计，3#、4#回填修复区不需要地下水导排。	新建
			回填体淋滤水导排设施	①1#回填修复区 在堆石拦挡体内 2064m 设置 8 根 DN200 排水管、2066m 设置 9 根 DN200 排水管、2068m 标高设置 10 根 DN200 排水管，在堆排标高低于 2070m 标高时，回填作业过程中降雨形成的淋滤水汇集于堆石拦挡体前，通过堆石拦挡体内 DN200 排水管及排入下游淋滤水收集池。当高于 2070m 时，通过在在岸坡修筑内部排水沟（B×H=0.8m×0.8m）及平台排水沟，平台排水沟沟底坡为 0.5%、由中部向岸坡排水沟将场区内淋滤水排入下游淋滤水收集池，岸坡排水沟及平台排水沟均为 C20 素混凝土结构。 在堆体 2070m、2080m、2090m、2100m、2110m、2120m、2130m 标高各修建一条 B×H=0.8m×0.8m 的排水沟与岸坡排水沟相连，将回填区雨水有组织的导排至下游淋滤水收集池。 ②2#回填修复区 由于脚拦挡体顶标高下容积较小，设计要求在旱季尽快填平，当坑内回填堆排至 2045m 时，在岸坡修筑岸坡排水沟（B×H=0.6m×0.6m）及平台排水沟（B×H=0.6m×0.6m）将淋滤水排入下游淋滤水收集池。平台排水沟底坡为 0.5%、由中部坡向两岸坡，岸坡排水沟及坡面平台排水沟均为 C20 素混凝土结构。 在堆体 2045m、2060m、2070m、2080m 标高各修建一条	新建

				B×H=0.6m×0.6m 的排水沟与岸坡排水沟相连，将雨水有组织的导排至下游淋滤水收集池。 ③3#回填修复区 该修复场地总汇水面积 0.05km^2，设计要求在旱季尽快填平，在矿坑左岸新建排水沟将场区东、南、西岸汇水引向北侧淋滤水收集池；排水沟净断面尺寸均为 B×H＝0.5m×0.5m，最小底坡 1%，结构为 C20 素混凝土结构。在堆体 2165m 标高修建一条 B×H=0.4m×0.4m 的排水沟与周边排水沟相连，将雨水有组织的导排至下游淋滤水收集池。 ④4#回填修复区 4 号矿坑总汇水面积 0.08km^2，设计要求在旱季尽快填平，在矿坑左岸新建排水沟将场区东、南、西岸汇水引向北侧淋滤水收集池；排水沟净断面尺寸均为 B×H＝0.5m×0.5m，最小底坡 1%，结构为 C20 素混凝土结构。在堆体 2165m 平台设置坡面排水沟 B×H=0.4m×0.4m，坡面排水沟与截排水沟相连，将雨水导排至下游淋滤水收集池。	
			截排水沟	①1#回填修复区 在场区左岸新建一截洪沟将场区左岸汇水（0.03km^2）引向下游沟谷；截洪沟净断面尺寸为 B×H＝0.6m×0.6m，最小底坡 1%，结构为浆砌石结构；在场区右岸新建一截洪沟将场区左岸汇水（0.01km^2）引向下游沟谷；截洪沟净断面尺寸为 B×H＝0.5m×0.4m，最小底坡 1%，结构为 C20 素混凝土结构；设计在回填修复区尾部新建一截洪沟将回填修复区尾部及东南侧汇水（0.01km^2）引向东侧沟谷；截洪沟净断面尺寸为 B×H＝0.5m×0.4m，最小底坡 1%，结构为 C20 素混凝土结构。 ②2#回填修复区 在场区左岸新建一截洪沟将回填修复区左岸汇水（0.04km^2）引向下游沟谷；截洪沟净断面尺寸为 B×H＝0.6m×0.6m，最小底坡 1%，结构为 C20 素混凝土结构。3#、4#回填修复区不设置外部截排水沟。 修复完成后回填体顶部及边坡设置人字形排水沟，雨季雨水接入岸坡排水沟排入下游沟谷。	新建
			地表植被恢复	1#回填修复区 2130m 平台，2#回填修复区 2080m 平台，3#、4#回填修复区 2170m 平台恢复为农用地，表面覆耕植土 100cm 后播撒草籽，后期交由政府自行开发；其余平台及边坡恢复为林地，覆耕植土 80cm 进行植被恢复工作，设计采用西南枸子、火棘、山毛豆作为树种。	新建
		其他植被恢复区		根据《生态修复治理方案》，除 1#~4#回填修复区域及不扰动区域以外的其他生态修复区域，植被恢复过程全部恢复为林地，覆耕植土 60cm 后进行植被恢复工作，选用耐干旱、耐风蚀的云南松、旱冬瓜块状混交种植。	新建

	辅助工程	磷石膏基生态修复材料混配	磷石膏基生态修复材料为现场混配，混配区总占地面积1500m^2，钢结构厂房，设置混配设施 3 套，助剂库房 1 个，每套混配设施生产能力 600t/h，合计 1800t/h。	新建
		中转场	混配设施旁设置 41000m^2 露天中转场，用于磷石膏基生态修复材料贮存养护，养护时间 14 天。	新建
		运输	项目不新建施工道路，利用原有矿区道路，项目回填结束后，保留原有的矿区道路。 ①未改性磷石膏通过管道皮带（全密闭）由南侧磷石膏渣库输送至混配区，输送皮带长度 445m。 ②磷石膏基生态修复材料使用管道皮带（全密闭）由中转场输送至 1#、2#回填修复区，输送皮带长度 2000m，其中 1#回填修复区 800m，2#回填修复区 1200m。3#、4#修复区磷石膏基生态修复材料使用汽车运输。 ③粘土层、砂石料、混凝土、耕植土等采用汽车运输至修复区后直接使用，不在修复区暂存。	/
		办公生活区	施工人员不在项目区食宿，办公依托现有的云南三环中化化肥有限公司生产厂区办公楼进行办公。	依托
	公用工程	给水	由云南三环中化化肥有限公司洒水罐车运至施工区域。	依托
		排水	施工期施工废水经收集沉淀后回用于项目区洒水降尘，中转场及回填区淋滤水经淋滤水收集池收集后泵入柳树箐渣场下游回水池，最终回用于建设单位厂区生产。	新建
		供电	由云南三环中化化肥有限公司现有系统接入。	依托
	依托工程	柳树箐渣场	项目磷石膏原料来源于项目南侧柳树箐渣场，渣库设计总库容为 12150.56 万 m^3，有效库容为 9720 万 m^3，堆存初始高程为 1940m，初始坝高程为 1970m，设计初期坝高 30m，堆积坝高 130m，总坝高 160m，目前堆存量 5000 万 m^3。	依托
		柳树箐渣场回水池	项目施工期淋滤水收集后泵入柳树箐渣场回水系统，柳树箐渣场下游共有 2 个收集池，分别为 2 万 m^3 澄清池及 98.83 万 m^3 回水库，淋滤水最终回用于建设单位厂区生产。	依托
		海口磷业表土库	项目绿化耕植土由海口磷业有限公司四采区表土库提供，海口磷矿四采区近年剥离表土堆存量约 586.07 万 m^3，能够满足项目绿化用土要求。	依托
	环保工程	废气	洒水车 2 辆，对修复区施工面进行洒水降尘，雾炮 6 台（射程 50m-80m），对施工区、中转场等进行雾炮降尘。	依托
			运输车辆须以篷布遮盖，密闭运输，并注意控制车速。	新建
			改性助剂投料口喷雾降尘设施 3 套。	新增
			磷石膏基生态修复材料混配设施喷雾降尘 3 套。	新增
		废水	临时沉淀池及车辆高压冲洗设施 2 套，沉淀池容积为 2m^3，分别设置于 1#回填修复区进出口及 4#回填修复区进出口，对运输车辆进行冲洗，避免带泥上路。	新建
			临时沉淀池 1 座，容积为 6m^3，设置于磷石膏基生态修	新建

				复材料混配区，对生活污水进行收集沉淀后回用。	
				在 1#回填修复区下游设置 960m^3 的淋滤水收集池，2#回填修复区下游设置 300m^3 的淋滤水收集池，3#回填修复区下游设置 125m^3 的淋滤水收集池，4#回填修复区下游设置 200m^3 的淋滤水收集池，施工期中转及回填区降雨形成的淋滤水收集至下游淋滤水收集池后泵入项目南侧柳树箐渣场下游回水池，最终回用于建设单位厂区生产。项目配套建设回用管网至柳树箐渣场下游回水池，管网长度 4500m。	新建
		噪声		选用低噪设备、合理布局、合理施工、加强设备维护。	新增
		固体废物	生活垃圾	施工期生活垃圾集中收集后清运至云南三环中化化肥有限公司生活垃圾收集点堆存，定期清运处置。	新增
			废机油	项目施工期间产生的废机油依托建设单位厂区现有危废暂存间暂存，现场不设危废暂存间。	依托
			旱厕粪便	施工期在生态修复材料混配区设置旱厕，旱厕粪便定期清掏，待施工结束后拆除旱厕。	新建
			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。	新建
			沉淀池沉渣	沉淀池及淋滤水收集池的沉渣，装袋沥水晾干后用于回填修复区回填。	新建
		地下水	防渗	底部防渗：底部在铺设防渗膜前必须铺设粘土层，以防止防渗层被破坏。防渗层（由下至上）：膜下保护层（粘土层 30cm，土工布：规格不宜小于 300g/m^2）、膜防渗层（HDPE 土工膜，厚度不应小于 1.5mm）、膜上保护层（土工布，规格不宜小于 300g/m^2）。	新建
				边坡防渗：边坡平整后铺设防渗层（由内至外）：膜下保护层（土工布，规格不宜小于 300g/m^2）、膜防渗层（HDPE 土工膜，厚度不应小于 1.5mm）、膜上保护层（土工布，规格不宜小于 300g/m^2）。	新建
				顶部防渗：防渗层（由下至上）：膜下保护层（土工布，规格不宜小于 300g/m^2）、膜防渗层（HDPE 土工膜，厚度不应小于 1.5mm）、膜上保护层（土工布：规格不宜小于 300g/m^2，粘土层 30cm）。	新建
				淋滤水收集池及中转场防渗：采用 C25 防渗混凝土浇筑，厚度 20cm 以上，渗透系数小于 1.0×10^{-7}cm/s。	新建
			中转场淋滤水导排	中转场淋滤水收集后自流进入 1#回填修复区淋滤水收集池，随后泵入柳树箐渣场下游回水池，最终回用于建设单位厂区生产。	
			回填体淋滤水导排	①1#回填修复区 在堆石拦挡体内 2064m 设置 8 根 DN200 排水管、2066m 设置 9 根 DN200 排水管、2068m 标高设置 10 根 DN200 排水管，在堆排标高低于 2070m 标高时，回填作业过程	新建

				中降雨形成的淋滤水汇集于堆石拦挡体前，通过堆石拦挡体内 DN200 排水管及排入下游淋滤水收集池。当高于 2070m 时，通过在在岸坡修筑内部排水沟（B×H=0.8m×0.8m）及平台排水沟，平台排水沟沟底坡为 0.5%、由中部向岸坡排水沟将场区内淋滤水排入下游淋滤水收集池，岸坡排水沟及平台排水沟均为 C20 素混凝土结构。 在堆体 2070m、2080m、2090m、2100m、2110m、2120m、2130m 标高各修建一条 B×H=0.8m×0.8m 的排水沟与岸坡排水沟相连，将回填区雨水有组织的导排至下游淋滤水收集池。 ②2#回填修复区 由于脚拦挡体顶标高下容积较小，设计要求在旱季尽快填平，当坑内回填堆排至 2045m 时，在岸坡修筑岸坡排水沟（B×H=0.6m×0.6m）及平台排水沟（B×H=0.6m×0.6m）将淋滤水排入下游淋滤水收集池。平台排水沟底坡为 0.5%、由中部坡向两岸坡，岸坡排水沟及坡面平台排水沟均为 C20 素混凝土结构。 在堆体 2045m、2060m、2070m、2080m 标高各修建一条 B×H=0.6m×0.6m 的排水沟与岸坡排水沟相连，将雨水有组织的导排至下游淋滤水收集池。 ③3#回填修复区 该修复场地总汇水面积 0.05km^2，设计要求在旱季尽快填平，在回填修复区左岸新建排水沟将场区东、南、西岸汇水引向北侧淋滤水收集池；排水沟净断面尺寸均为 B×H＝0.5m×0.5m，最小底坡 1%，结构为 C20 素混凝土结构。 在堆体 2165m 标高修建一条 B×H=0.4m×0.4m 的排水沟与周边排水沟相连，将雨水有组织的导排至下游淋滤水收集池。 ④4#回填修复区 4#回填修复区总汇水面积 0.08km^2，设计要求在旱季尽快填平，在回填修复区左岸新建排水沟将场区东、南、西岸汇水引向北侧淋滤水收集池；排水沟净断面尺寸均为 B×H＝0.5m×0.5m，最小底坡 1%，结构为 C20 素混凝土结构。 回填体 2165m 平台设置坡面排水沟 B×H=0.4m×0.4m，坡面排水沟与截排水沟相连，将雨水导排至下游淋滤水收集池。	
			回填区地下水导排	1#、2#回填修复区从场区中部开始沿场底在防渗土工膜下设置一条集水盲沟收集场底的地下水并排向下游沟谷。该集水盲沟采用天然反滤料作为地下导水层，内埋设一根 DN300HDPE 排渗管（上半圆开孔），将场内的地下水排走。	新建

			3#、4#回填修复区位于山顶，地下水埋深较深，坑的深度不大，根据设计，3#、4#回填修复区不需要地下水导排。	
		施工质量管理	施工质量管理：施工方案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，施工完毕后保存施工报告、全套竣工图、所有材料的现场及实验室检测报告，提供人工防渗衬层完整性检测报告。	新增
		监控井	拟设置 6 座地下水污染监控井，其中上游 1 座，下游 5 座。（利用原有 2 座，新增 4 座）。监控井位置见附图 5。	新建

2.2.4 主体工程

2.2.4.1 地质灾害回填修复治理区

2.2.4.1.1 场地清理及边坡治理

（1）1#回填修复区

①高陡边坡

1#回填修复区右岸采矿后形成高陡边坡，坡顶高程约 2167m，坡脚高程约 2080m，其主要存在隐患为局部偶尔发生的碎落、掉块。

设计采用回填压覆的方式对高陡边坡进行治理，为确保回填体的安全稳定性，设计治理标高 2130m，将高陡边坡中下部分坡体掩埋。

为确保高陡边坡在回填压覆期间的安全稳定，设计在高陡边坡坡脚部位进行回填施工作业时，在坡脚设置碎落、掉块的安全防护网，坡脚安全防护网外设置 5m 宽安全作业带，同时回填作业时加强作业带上部坡体的监测工作。坡脚安全防护网外 5m 宽安全带回填堆排作业时采用长臂挖机进行回填夯实，长臂挖机操作人员在 5m 宽安全带外操作挖机对 5m 宽安全带进行回填夯实。

②滑坡

1#回填修复区发现滑坡体 1 个，为 H1 滑坡。H1 滑坡位于拟建拦挡体上游 100m、右岸 50m 位置的挖方边坡上，因采矿开挖切脚临空、坡体土体扰动后发生滑移，滑坡仍处于 H1 不稳定滑移变形过程中，降雨天可能随时发生失稳滑移，需进行治理。H1 滑坡地形呈近圈椅状，滑坡后缘壁高 1m~3m，滑坡体上滑坡台阶高差 0.3m~0.5m，拉张裂缝宽 0.1m~0.3m，滑坡舌覆盖住进

入矿区道路，已被清除。滑坡体上植被稀疏，进入矿区道路经常被滑坡舌土体覆盖。H1 滑坡纵长约 60m，横宽约 170m，滑体厚度约 3m~14m，主滑方向 334°。

设计采用回填压覆的方式对 H1 滑坡进行治理，治理标高 2130m，通过生态修复材料回填压覆后，H1 滑坡全部埋置于回填生态修复材料体内。

为确保 H1 滑坡在回填压覆期间的安全稳定，设计对 H1 滑坡进行上部开挖放坡减载，从 2085.0m 标高开始按 1:2.0 的外坡，每升高 5m 留一宽 5m 的平台对 2085.0m~2100m 标高间滑坡体进行开挖放坡减载，开挖放坡平均外坡 1:3。H1 滑坡脚设置高 4.0m、顶宽 1.5m、内坡铅直、外坡 1:0.5 的 C20 混凝土挡墙拦挡。滑坡体上部开挖削坡量 14450m^3，下部 C20 混凝土挡墙浇筑量 1400m^3。经对该部位最大典型剖面稳定分析，按设计要求对滑坡体上部进行开挖放坡减载、滑坡 H1 脚设置 C20 混凝土挡墙拦挡后其抗滑稳定满足安全要求。

③不稳定边坡

1#回填修复区发现不稳定边坡 2 个，分别为 K1BP1 不稳定边坡和 K1BP2 不稳定边坡。

K1BP1 不稳定边坡位于采坑北西侧，坡顶边缘线长约 410m，坡脚边缘线长约 360m，沿坡向宽约 120m~160m；坡顶整体分为 3 个堆填平台，标高分别为 2121m、2151m 和 2159m，坡面整体分 3 台阶填筑，标高分别为 2094m、2104m、2141m；坡顶最大高程约 2159m，坡脚最低高程约 2072m，高差达 87m；边坡坡向 89°~152°，坡角 29°~35°；边坡岩土层为块石填土层，未经系统碾压，随意堆填，自重固结，坡顶可见边缘蠕变开裂、沉降开裂等裂缝。

设计采用回填压覆的方式对 K1BP1 不稳定边坡进行治理，治理标高 2130m，回填压覆后，K1BP1 不稳定边坡有 58m 埋置于回填生态修复材料体内。

为确保 K1BP1 不稳定边坡在回填压覆期间及修复完成后的安全稳定，设计对 K1BP1 不稳定边坡进行开挖放坡减载，从 2148.0m 标高开始按 1:1.5 的外坡，每下降 5m 留一宽 5m 的平台对 2118.0m~2148m 标高间不稳定坡体进行开挖放坡减载，开挖放坡后形成平均外坡 1:2.5。K1BP1 不稳定边坡开挖削

坡量 58000m^3，开挖削坡土体全部用于 1#回填修复区底部找平使用。经对该部位最大典型剖面稳定分析，K1BP1 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，随着后期生态修复材料的回填压护坡脚，K1BP1 不稳定边坡稳定性将会得以较大提高。

K1BP2 不稳定边坡位于采坑西侧，填方边坡；坡顶边缘线长约 230m，坡脚边缘线长约 210m，沿坡向宽约 55m~137m；边坡上部为经过恢复治理的植被区，植被茂密；坡面分 3 台阶填筑，标高分别为 2127m、2175m、2190m；坡顶最大高程约 2202m，坡脚最低高程约 2095m，高差达 107m；边坡坡向 33°~64°，坡角 30°~37°；边坡岩土层为块石填土①1 层、碎石填土①2 层和碎石填土①3 层，未经系统碾压，随意堆填，自重固结；坡顶可见边缘蠕变开裂。

由于 K1BP2 不稳定边坡标高较高，无法采用回填压覆的方式进行治理。

为确保 K1BP2 不稳定边坡生态修复后的永久稳定。设计对 K1BP2 不稳定边坡进行上部开挖放坡减载，从 2202.0m 标高开始按 1:1.5 的外坡，每下降 5m 留一宽 5m 的平台对 2162.0m~2202m 标高间不稳定坡体进行开挖放坡减载，开挖放坡平均外坡 1:2.5。K1BP2 不稳定边坡开挖削坡量 105000m^3，开挖削坡土体全部用于 1 号回填修复区底部找平使用。经对该部位最大典型剖面稳定分析，K1BP2 不稳定边坡上部进行开挖放坡减载后其抗滑稳定安全系数均满足安全稳定要求，后续在 1 号回填修复区回填生态修复材料并实施生态修复完成后，其对不稳定边坡 K1BP2 坡脚进行有效压护，压护后其抗滑稳定满足安全要求，并有一定富余量。

（2）2#回填修复区

2#回填修复区右岸采矿后形成高陡边坡，坡顶高程约 2130m，坡脚高程约 2030m，其主要存在隐患为局部偶尔发生的碎落、掉块。

设计采用回填压覆的方式对高陡边坡进行治理，为确保回填体的安全稳定性，治理标高 2080m，将高陡边坡中下部分坡体掩埋。

为确保高陡边坡在回填压覆期间的安全稳定，在高陡边坡坡脚部位进行回填施工作业时，在坡脚设置碎落、掉块的安全防护网，坡脚安全防护网外设置 5m 宽安全作业带，同时回填作业时加强作业带上部坡体的监测工作。

坡脚安全防护网外 5m 宽安全带回填堆排作业时采用长臂挖机进行回填夯实，长臂挖机操作人员在 5m 宽安全带外操作挖机对 5m 宽安全带进行回填夯实。

2#回填修复区尾部存在危岩体 W1，其可能发生崩落，设计对尾部存在的危岩体 W1 进行清除处置，W1 危岩体清除量约 100m^3。

（3）3#回填修复区

3#回填修复区发现不稳定边坡 2 个，分别为 K3BP1 不稳定边坡和 K3BP2 不稳定边坡。

K3BP1 不稳定边坡位于采坑西南侧，填方边坡；边坡呈半弧形，长约 260m，沿坡向宽约 20~40m；坡顶最大高程约 2180m，坡脚最低高程约 2143m，高差达 37m；边坡坡向 319°~80°，坡角 35°~50°；边坡岩土层为块石、碎石填土层，未经系统碾压，随意堆填，自重固结。

设计采用回填压覆的方式对 K3BP1 不稳定边坡进行治理，治理标高 2170m，回填压覆后，K3BP1 不稳定边坡有 27m 埋置于回填生态修复材料体内。

为确保 K3BP1 不稳定边坡在回填压覆期间及修复完成后的安全稳定，设计根据勘察资料对不稳定边坡 K3BP1 进行上部开挖放坡减载，从 2180.0m 标高开始按 1:1.0 的外坡，每下降 5m 留一宽 5m 的平台对 2175.0m~2180m 标高间不稳定坡体进行开挖放坡减载，开挖放坡平均外坡 1:2.0。K3BP1 不稳定边坡开挖削坡量 2000m^3，开挖削坡土体全部用于 3 号坑底部找平使用。经对该部位最大典型剖面稳定分析，K3BP1 稳定边坡进行开挖放坡减载后其抗滑稳定满足安全要求，随着后期生态修复材料的回填压护坡脚，不稳定边坡 K3BP1 稳定性将会得以较大提高。

K3BP2 不稳定边坡位于采坑东侧，半挖半填边坡；边坡长约 170m，沿坡向宽约 20m~50m；坡顶最大高程约 2184m，坡脚最低高程约 2142m，高差达 42m；边坡坡向 260~292°，坡角 30~55°；边坡南段岩土层为碎石填土①2 层、碎石填土①3 层，北段上部岩土层为碎石填土①2 层、碎石填土①3 层，下部低洼处中风化白云岩⑤2 层出露；填土未经系统碾压，随意堆填。

设计采用回填压覆的方式对 K3BP2 不稳定边坡进行治理，治理标高 2170m，回填压覆后，K3BP2 不稳定边坡有 28m 埋置于回填生态修复材料体

内。

为确保 K3BP2 不稳定边坡在回填压覆期间及修复完成后的安全稳定，设计根据勘察资料对 K3BP2 不稳定边坡进行开挖放坡减载，从 2184.0m 标高开始按 1:1.0 的外坡，每下降 5m 留一宽 5m 的平台对 2163.0m~2184m 标高间不稳定坡体进行开挖放坡减载，开挖放坡平均外坡 1:2.0。K3BP2 不稳定边坡开挖削坡量 46000m^3，开挖削坡土体全部用于 3 号坑底部找平使用。经对该部位最大典型剖面稳定分析，K3BP2 不稳定边坡上部进行开挖放坡减载后其抗滑稳定满足安全要求,随着后期生态修复材料的回填压护坡脚，不稳定边坡 K3BP2 稳定性将会得以较大提高。

（4）4#回填修复区

4#回填修复区无需进行边坡整治，仅需对场地进行清理平整，同时采用回填料对矿坑回填，回填标高 2170m，防止周边边坡产生滑坡。

2.2.4.1.2 拦挡设施

1#回填修复区下游修建拦挡体，就近采用 1#回填修复区内的中风化白云岩堆石砌筑，拦挡体高 15.5m，顶标高 2070.0m，底标高 2054.5m，坝轴线长 120m，顶宽 4m，上游内坡比为 1:1.75，下游坡为 1:2.0。拦挡体构造设置为：拦挡体内部设置由碎石、中砂、土工布、砾石、干砌块石护坡等组成的内坡反滤层；拦挡体下游坡设置干砌块石护坡，中间为堆石填筑体。拦挡体清基量约 0.74 万 m^3，总工程量（堆石体）约 2.65 万 m^3，内坡反滤层坝体碎石、中砂、砾石、干砌块石用量约 0.2 万 m^3。

2#回填修复区东侧出口堆填大面积的碎石填土层，根据勘察资料该层土体经过碾压及自重沉降固结，呈中密状，设计对 2#回填修复区现有碎石填土按顶宽 30m，内外坡按缓于 1:2.0 进行整治，整治完成后利用坑内砂石在现有堆填体上填筑砂石形成护脚拦挡体。拦挡体高 5m，顶标高 2045.0m，底标高 2040m，坝轴线长 116.94m，坝顶宽 4m，上游内坡比为 1:2.0，下游坡为 1:2.0。拦挡提清基量约 0.16 万 m^3，总填筑工程量（砂石体）约 0.48 万 m^3，内坡反滤层坝体碎石、中砂、砾石、干砌块石用量约 0.082 万 m^3。

3#回填修复区、4#回填修复区为凹陷坑，堆填高度不高，仅设置 2 个回填平台，每个平台高 5m，不再设置拦挡设施。

2.2.4.1.3 回填修复区回填

生态修复工程回填物料回填方式为自下而上依次铺设粘土层、防渗层、磷石膏基生态修复材料、防渗层、粘土层、耕植土。

（1）1#回填修复区

1#回填修复区由场区中部 2065.0m 标高开始按以 2%的坡度向拦挡体方向逐层堆排。生态修复材料回填堆排至护脚堆石拦挡体顶 2070.0m 标高，后续回填堆排按 1:2.5 的外坡、每堆高 5m 留一 5m 宽平台的整体外坡堆排至 2130.0m 标高，生态修复材料最终堆积平均外边坡 1:3.5。

生态修复材料由混配设施采用皮带直接输送至 1#回填修复区内，堆排作业时采用两台 1m^3 的履带式挖掘机、四台 T-180 型履带式推土机配合作业进行推平压实，中后期坑内作业面广时，对距离皮带卸料点较远的地方采用汽车配合进行倒运。具体堆排工艺为：平面上按 60m 左右为一操作平台，每 5m 高为一起堆高度从中部 2065.0m 标高，按 2%的坡度向堆石拦挡体方向采用进占法碾压堆排填筑，降雨形成的淋滤水汇至拦挡体前通过导排管道导排至下游淋滤水收集池。护脚堆石拦挡体及后续堆积外坡体前影响边坡安全的 80m 长区域回填堆排安排在晴天进行，并按 1m 厚一层的堆排厚度、2%的坡度，以≥0.92 的压实度要求采用推土机压实 6 个来回以上，逐层堆排压实至下个 5m 高平台，其他区域堆排压实度以满足推土机、挖机和倒运汽车作业的基础密实度为要求。当坑内生态修复材料回填堆排至护脚堆石拦挡体顶 2070m 标高后，在堆体 2070m、2080m、2090m、2100m、2110m、2120m、2130m 标高各修建一条 B×H=0.8m×0.8m 的排水沟与岸坡排水沟相连，将降雨形成的淋滤水导排至下游淋滤水收集池。

1#回填修复区 2130m 平台恢复为农用地，覆耕植土 100cm 后播撒草籽，其他平台恢复为林地，覆耕植土 80cm 后种植灌木。根据生态修复方案，1#回填修复区地质灾害治理需回填材料共计 625.39 万 m^3，其中磷石膏基生态修复材料 590 万 m^3，耕植土回填量 19.13 万 m^3，粘土回填量 16.26 万 m^3。

（2）2#回填修复区

2#回填修复区由场区中部 2025.0m 标高开始按 5m 的堆排厚度以 2%的坡度向拦挡体方向逐层堆排。当生态修复材料回填堆排外坡高度至拦挡体顶

2045.0m 标高后，按留一宽 14m 宽平台，1:2.5 的外坡、每堆高 5m 留一宽 5m~15m 的平台的整体外坡堆排至 2080.0m 标高，生态修复材料最终堆积平均外边坡缓于 1:3.5。

生态修复材料回填堆排采用皮带输送至 2#回填修复区内，堆排作业时采用一台 1m^3 的履带式挖掘机、两台 T-180 型履带式推土机配合作业进行推平压实。具体堆排工艺为：平面上按 40m 左右为一操作平台，每 5m 高为一起堆高度从中部 2025.0m 标高，按 2%的坡度向砂石拦挡体方向采用进占法碾压堆排填筑，使场区汇集雨水通过平台及岸坡排水沟汇导排至下游淋滤水收集池。砂石拦挡体及后续回填堆积外坡体前 60m 长区域堆排安排在晴天进行，并按 1m 厚一层的堆排厚度、2%的坡度，以≥0.92 的压实度要求采用推土机压实 6 个来回以上，逐层堆排压实至下个 5m 高平台，其他区域堆排压实度以满足推土机、挖机和倒运汽车作业的基础密实度为要求。当坑内生态修复材料回填堆排至砂石拦挡体顶 2045m 标高后，在堆体 2045m、2060m、2070m、2080m、标高各修建一条 B×H=0.6m×0.6m 的排水沟与岸坡排水沟相连，将将雨天场区淋滤水导排至下游淋滤水收集池。

2#回填修复区 2080m 平台恢复为农用地，覆耕植土 100cm 后播撒草籽，其他平台恢复为林地，覆耕植土 80cm 后种植灌木。根据生态修复方案，2#回填修复区地质灾害治理需回填材料共计 111.36 万 m^3，其中磷石膏基生态修复材料 102.8 万 m^3，耕植土回填量 4.07 万 m^3，粘土回填量 4.49 万 m^3。

（3）3#回填修复区

3#回填修复区由坑内南向北方向按 2%的坡度逐层堆排。生态修复材料直接堆填凹坑内，待凹坑北侧堆填至 2153m 标高后，北侧按 1:3.5 的平均外坡继续向上堆填 17m 至 2170m 标高。即按 1:2.5 的外坡、每堆高 5m 留一宽 5m 的平台，最终堆积标高 2170.0m，堆填北面堆积平均外边坡 1:3.5。

生态修复材料通过汽车运输至 3#回填修复区内，采用 1m^3 的履带式挖掘机及两台 T-180 型履带式推土机对自卸汽车倾倒的生态修复材料进行推平压实。按 2%的坡度由南向北回填堆排，具体堆排工艺为：平面上按 40m 左右为一操作平台，每 5m 高为一起堆高度、按 2%的坡度由南向北采用进占法碾压堆排填筑。待凹坑北侧堆填至 2153 标高后，对外坡体前影响边坡安全的

50m 长区域回填堆排安排在晴天进行，并按 1m 厚一层的堆排厚度、2%的坡度，以≥0.92 的压实度要求采用推土机压实 6 个来回以上，逐层堆排压实至下个 5m 高平台，其他区域堆排压实度以满足推土机、挖机和倒运汽车作业的基础密实度为要求。当回填堆排至 2165m 标高后，在 2165m 标高修建一条 B×H=0.4m×0.4m 的排水沟与周边排水沟相连，将雨水有组织的导排至下游淋滤水收集池。

3#回填修复区 2170m 平台恢复为农用地，覆耕植土 100cm 后播撒草籽，其他平台恢复为林地，覆耕植土 80cm 后种植灌木。根据生态修复方案，3#回填修复区地质灾害治理需回填材料共计 60.24 万 m^3，其中磷石膏基生态修复材料 53 万 m^3，耕植土回填量 3.7 万 m^3，粘土回填量 3.54 万 m^3。

（4）4#回填修复区

4#回填修复区由南向北方向按 2%的坡度逐层堆排。生态修复材料直接堆填凹坑，待凹坑堆至 2160 标高后，北侧按 1:3.5 的平均外坡继续向上堆填 10m 至 2170m 标高，西侧按 1:3.5 的平均外坡继续向上堆填 7m 至 2170m 标高。即待凹坑堆至 2165 标高后，南侧在 2165m 标高留一 5m 宽平台后按 1:2.5 的外坡继续向上堆填 5m 至 2170m 标高。

生态修复材料通过汽车运输至 4#回填修复区内堆排点，采用一台 1m^3 的履带式挖掘机及两台 T-180 型履带式推土机对自卸汽车倾倒的生态修复材料进行推平压实。按 2%的坡度由南向北填筑，具体堆排工艺为：平面上按 40m 左右为一操作平台，每 5m 高为一起堆高度从回填修复区南向库北堆填，按 2%的坡度由南向北采用进占法碾压堆排填筑。待凹坑北侧堆填至 2160 标高后，对外坡体前影响边坡安全的 50m 长区域回填堆排安排在晴天进行，并按 1m 厚一层的堆排厚度、2%的坡度，以≥0.92 的压实度要求采用推土机压实 6 个来回以上，逐层堆排压实至下个 5m 高平台，其他区域堆排压实度以满足推土机、挖机和倒运汽车作业的基础密实度为要求。在堆体 2165m 平台设置坡面排水沟 B×H=0.4m×0.4m，坡面排水沟与截排水沟相连，将雨水导排至下游淋滤水收集池。

4#回填修复区 2170m 平台恢复为农用地，覆耕植土 100cm 后播撒草籽，其他平台恢复为林地，覆耕植土 80cm 后种植灌木。根据生态修复方案，4#回

填修复区地质灾害治理需回填材料共计 83.07m^3，其中磷石膏基生态修复材料 72 万 m^3，耕植土回填量 5.74 万 m^3，粘土回填量 5.33 万 m^3。

根据设计方案，4 个回填修复区共计需回填材料 880.06 万 m^3，其中磷石膏基生态修复材料 817.8 万 m^3，耕植土 32.64 万 m^3，粘土 29.62 万 m^3。

2.2.4.1.4 截排水沟

（1）外部截排水沟

①1#回填修复区

在场区左岸新建一截洪沟将场区左岸汇水（0.03km^2）引向下游沟谷；截洪沟净断面尺寸为 B×H＝0.6m×0.6m，最小底坡 1%，结构为浆砌石结构；在场区右岸新建一截洪沟将场区左岸汇水（0.01km^2）引向下游沟谷；截洪沟净断面尺寸为 B×H＝0.5m×0.4m，最小底坡 1%，结构为 C20 素混凝土结构；设计在回填修复区尾部新建一截洪沟将回填修复区尾部及东南侧汇水（0.01km^2）引向东侧沟谷；截洪沟净断面尺寸为 B×H＝0.5m×0.4m，最小底坡 1%，结构为 C20 素混凝土结构。

②2#回填修复区

在场区左岸新建一截洪沟将回填修复区左岸汇水（0.04km^2）引向下游沟谷；截洪沟净断面尺寸为 B×H＝0.6m×0.6m，最小底坡 1%，结构为 C20 素混凝土结构。

3#、4#回填修复区位于山头区域，不设外部截排水沟。

覆土修复完成后回填体顶部及边坡设置人字形排水沟，排水沟接入岸坡排水沟，最终排入下游沟谷。

（2）内部截排水沟

①1#回填修复区

在堆石拦挡体内 2064m 设置 8 根 DN200 排水管，2066m 设置 9 根 DN200 排水管，2068m 标高设置 10 根 DN200 排水管，在堆排标高低于 2070m 标高时，场区内遇降雨改性磷石膏面淋滤水汇集于堆石拦挡体前，通过堆石拦挡体内 DN200 排水管及排入下游淋滤水收集池。当高于 2070m 时，在两岸坡修筑岸坡排水沟（B×H=0.8m×0.8m）及堆渣面上修筑排坝面水沟，坝面排水沟沟底坡为 0.5%、由坝中坡向两岸坡（B×H=0.8m×0.8m）将场区内雨水天渣

面淋滤水排入下游淋滤水收集池，岸坡排水沟及坝面排水沟均为 C20 素混凝土结构。

在堆体 2070m、2080m、2090m、2100m、2110m、2120m、2130m 标高各修建一条 B×H=0.8m×0.8m 的排水沟与岸坡排水沟相连，将雨水天气场区汇集雨水有组织的导排至下游淋滤水收集池。

②2#回填修复区

由于脚拦挡体顶标高下容积较小，设计要求在旱季尽快填平，当坑内回填堆排至 2045m 时，在岸坡修筑岸坡排水沟（B×H=0.6m×0.6m），在 2045m、2060m、2070m、2080m 平台各修筑一条排水沟（B×H=0.6m×0.6m）接入岸坡排水沟，将回填区淋滤水排入下游淋滤水收集池。平台排水沟底坡为 0.5%、由中部坡向两岸坡，岸坡排水沟及坡面平台排水沟均为 C20 素混凝土结构。

③3#回填修复区

该修复场地总汇水面积 0.05km^2，设计要求在旱季尽快填平，在矿坑左岸新建排水沟将场区东、南、西岸汇水引向北侧淋滤水收集池；排水沟净断面尺寸均为 B×H＝0.5m×0.5m，最小底坡 1%，结构为 C20 素混凝土结构。

在堆体 2165m 标高修建一条 B×H=0.4m×0.4m 的排水沟与周边排水沟相连，将雨水有组织的导排至下游淋滤水收集池。

④4#回填修复区

4 号矿坑总汇水面积 0.08km^2，设计要求在旱季尽快填平，在矿坑左岸新建排水沟将场区东、南、西岸汇水引向北侧淋滤水收集池；排水沟净断面尺寸均为 B×H＝0.5m×0.5m，最小底坡 1%，结构为 C20 素混凝土结构。

2165m 标高设置平台排水沟 B×H=0.4m×0.4m，坡面排水沟与截排水沟相连，将雨水导排至下游淋滤水收集池。

⑤中转场

中转场淋滤水收集后自流进入 1#回填修复区淋滤水收集池，在中转场西北测建设 30m 排水沟，排水沟净断面尺寸为 B×H＝0.3m×0.3m，最小底坡 1%。

（3）地下水导排沟

1#、2#回填修复区从场区中部开始沿场底在防渗土工膜下设置一条集水盲沟收集场底的地下水并排向下游沟谷。该集水盲沟采用天然反滤料作为地

下导水层，内埋设一根 DN300HDPE 排渗管（上半圆开孔），将场内的地下水排走。

3#、4#回填修复区位于山顶，地下水埋深较深，坑的深度不大，根据设计，3#、4#回填修复区不需要地下水导排。

截排水沟工程量见下表。

表 2.2-2　截排水沟工程量

区域	长度（m）		尺寸	坡度%	结构
外部截排洪设施					
1#回填修复区	左岸	1167	B×H＝0.6m×0.6m	1	浆砌石
	右岸	483	B×H＝0.5m×0.4m	1	C20 素混凝土
	尾部	495	B×H＝0.5m×0.4m	1	C20 素混凝土
2#回填修复区	左岸	561	B×H＝0.6m×0.6m	1	C20 素混凝土
小计		2706	/	/	/
内部排洪设施					
1#回填修复区	拦挡体	594	DN200	/	/
	平台	1783	B×H＝0.8m×0.8m	0.5	C20 素混凝土
	左岸坡	474	B×H＝1.0m×1.0m	0.5	C20 素混凝土
	右岸坡	366	B×H＝1.0m×1.0m	0.5	C20 素混凝土
2#回填修复区	平台	702	B×H=0.6m×0.6m	0.5	C20 素混凝土
	左岸坡	254	B×H＝0.8m×0.6m	0.5	C20 素混凝土
	右岸坡	231	B×H＝0.8m×0.6m	0.5	C20 素混凝土
3#回填修复区	平台	346	B×H＝0.4m×0.4m	1	C20 素混凝土
	左岸	439	B×H＝0.5m×0.5m	1	C20 素混凝土
	右岸	465	B×H＝0.5m×0.5m	1	C20 素混凝土
4#回填修复区	东侧	302	B×H＝0.5m×0.5m	1	C20 素混凝土
	东南侧	226	B×H＝0.5m×0.5m	1	C20 素混凝土
	南侧	173	B×H＝0.5m×0.5m	1	C20 素混凝土
	西侧	318	B×H＝0.5m×0.5m	1	C20 素混凝土
	平台	648	B×H＝0.4m×0.4m	1	C20 素混凝土
中转场	西北测	30	B×H=0.4m×0.4m	1	C20 素混凝土
小计		7351	/	/	/
修复区防渗层地下水导排设施					
1#回填修复区		462	DN300	/	HDPE 排渗管（上半圆开孔）
2#回填修复区		150	DN300		
合计		10669	/	/	/

2.2.4.1.5 防渗工程

项目回填前回填修复区底部、岸坡进行防渗处理，待全部的堆填厚度要求后，回填修复治理区顶部再次进行防渗处理。为防止对防渗层的破坏，回填区底部在铺设防渗膜前必须铺设粘土层。

（1）底部防渗

回填修复区底部清基压实后自下而上依次铺设 30cm 粘土层、300g/m^2 土工布、1.5mm 的原生 HDPE 防渗土工膜、300g/m^2 土工布防渗层。

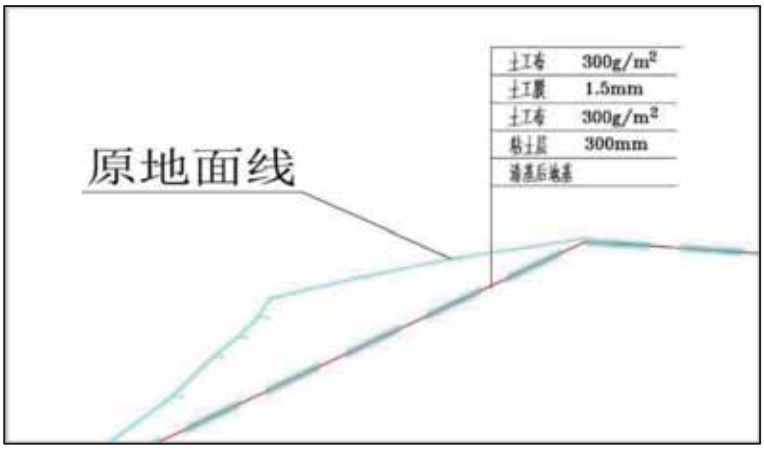


图 2.2-4 底部防渗示意图

（2）内边坡、拦挡设施防渗

对岸坡坡度较缓地段，坡面清理平整好后依次铺设 300g/m^2 土工布、1.5mm 的原生 HDPE 防渗土工膜、300g/m^2 土工布防渗层。

1#、2#修复区左右两岸山体岸坡较陡，人工对边坡进行平整后依次铺设 300g/m^2 土工布、1.5mm 的原生 HDPE 防渗土工膜、300g/m^2 土工布防渗层。防渗层在回填作业过程中随堆填高度由下往上逐步铺设，在最终堆高 2130.0m、2080m 设置锚固沟防止防渗膜下滑。对岸坡较陡地段陡壁需采用锚固钉、链固定。

3#、4#修复区在岸坡上沿四周利用周边截洪沟兼做锚固沟防止防渗膜下滑。对岸坡较陡地段陡壁需采用锚固钉、链固定。

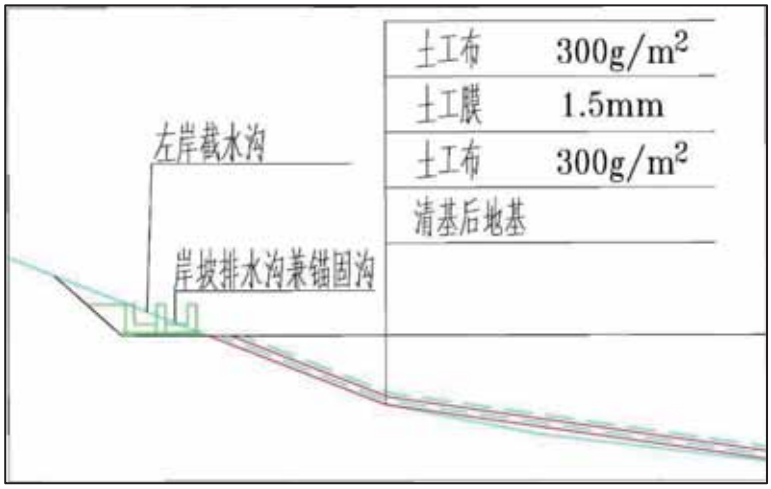


图 2.2-5　边坡防渗示意图

（3）顶部防渗

铺设绿化植被覆土前，在回填修复区顶部由下往上依次铺设 300g/m² 土工布、1.5mm 的原生 HDPE 防渗土工膜、300g/m² 土工布防渗层，30cm 粘土层并与周边防渗膜相连。

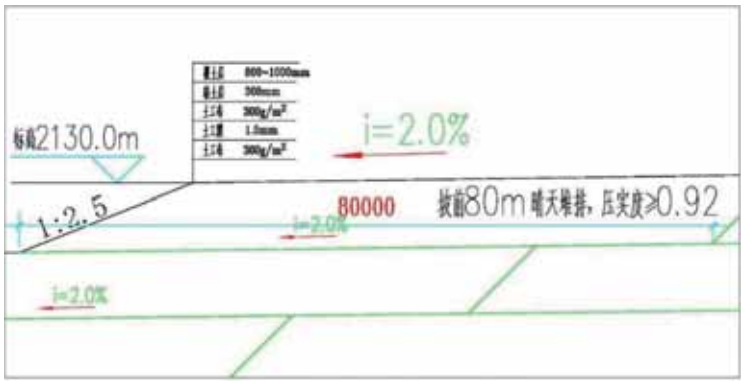


图 2.2-6　顶部有防渗示意图

（4）施工质量管理

施工方案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，施工完毕后保存施工报告、全套竣工图、所有材料的现场及实验室检测报告，提供人工防渗衬层完整性检测报告。

表 2.2-3　防渗工程量

区域	底部及边坡防渗膜用量（m^2）	顶部防渗膜用量（m^2）	粘土用量（万 m^3）
1#回填修复区	333610	208506	16.26
2#回填修复区	96090	53382	4.49
3#回填修复区	75938	42188	3.54

4#回填修复区	114284	63491	5.33
合计	619922	367567	29.62

2.2.4.1.6 修复区植被恢复

（1）回填修复治理区植被恢复

1#回填修复治理区 2130m 平台，2#回填修复治理区 2080m 平台，3#、4#回填修复治理区 2170m 平台恢复为农用地，表面覆土 100cm 后播撒草籽，后期交还政府，由政府自行规划开发。项目覆土厚度满足耕作要求（耕作深度一般为 30cm），满足《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）要求。

其余平台及边坡恢复为林地，覆土 80cm 后进行植被恢复工作，采用耐贫瘠、耐旱的灌木进行恢复，设计采用矿区已有分布的西南栒子、火棘、山毛豆作为树种，设计株间距 1.5m×1.5m，灌木间抛洒草籽。

回填修复治理区恢复农用地 208934.68m^2，恢复林地 146717.21m^2。

表 2.2-4 回填修复区造林模型

造林位置		1#~4#回填修复区域	
		恢复为林地的边坡区域	恢复为农用地的平台区域
立地条件特征		种植海拔 2110m~2200m，土壤类型为黏土。	
造林技术	混交植物	树种：西南栒子、火棘、山毛豆； 草种：黑麦草、狗牙根、沟叶结缕草、蔗茅。	草种：黑麦草、狗牙根、沟叶结缕草、蔗茅
	混交方式	树种：块状混交；草籽：林下播撒。	块状播撒
	造林密度	树种：株间距 1.5m×1.5m； 草籽：65kg/hm^2。	65kg/hm^2
	配置方式	树种：“正方形”配置； 草籽：全面播撒。	全面播撒
	造林方式	树种：容器苗种植；草籽：林下播撒。	全面播撒
	场地清理	覆土、清除地表大石块和其它杂物。	不清理
	整地规格	树种穴状整地：30cm×30cm×30cm； 草籽直接播撒。	直接播撒
	苗木质量和规格	灌木苗高不低于 0.5m，地径不低于 0.5cm，草籽：发芽率 85%，净度 95%。	发芽率 85%，净度 95%
	种植时间	雨季	
	抚育管理	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。	

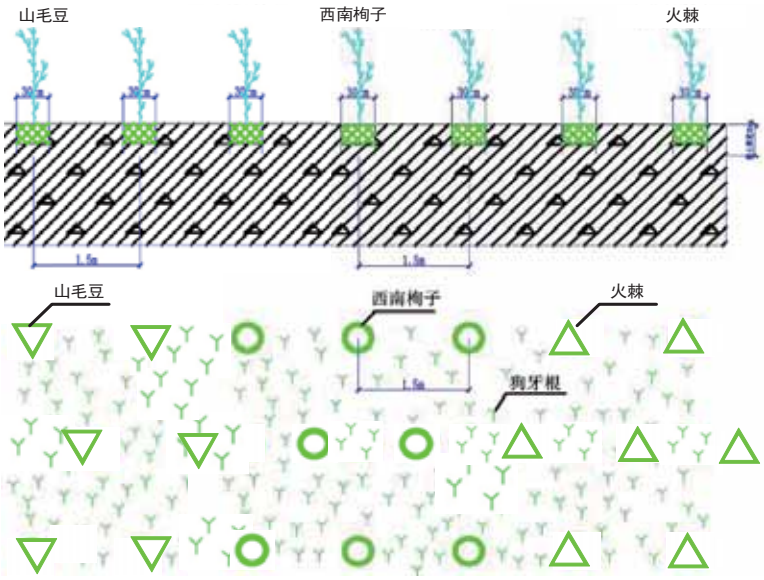


图 2.2-7　植物种植模式示意图

环评要求实施单位在选择树种时，应充分考虑树种对回填区顶部防渗层的破坏，在顶部防渗层铺设后，覆耕植土种植浅根系的草本植物，以防止植物对顶部防渗层造成破坏。

（2）其他植被恢复区域

根据《生态修复治理方案》，除 1#~4#回填修复区域及不扰动区域以外的其他生态修复区域，植被恢复过程全部恢复为林地，选用种植矿区周边亦有分布且耐干旱、耐风蚀的云南松、旱冬瓜块状混交种植，设计株间距为 2.0m×2.0m，株间进行撒草籽杂交。覆耕植土厚度为 60cm，其他植被恢复区域恢复林地 584233.39m^2。

表 2.2-5　其他生态修复区造林模式

造林位置		1#~4#修复区非回填区域、其他植被恢复区域 全部恢复为林地的区域
立地条件特征		种植海拔 2080m~2250m，土壤类型为黏土、砂土。
造林技术	混交植物	树种：云南松、旱冬瓜； 草种：黑麦草、狗牙根、沟叶结缕草、蔗茅。
	混交方式	树种：栽植，云南松、旱冬瓜株间距 2m×2m；草籽：林下播撒。
	造林密度	树种：混交正方形种植，间距 2m×2m；草籽：65kg/hm^2。
	配置方式	树种：“正方形”配置，块状混交种植；草籽：全面播撒。
	造林方式	树种：容器苗种植；草籽：林下播撒。
	场地清理	覆土、清除地表大石块和其它杂物。
	整地规格	树种穴状整地：40cm×40cm×30cm；草籽：直接播撒。
	苗木质量和规格	树种：乔木、灌木苗高不低于 0.5m，地径不低于 0.5cm； 草籽：发芽率 85%，净度 95%。

	种植时间	雨季。
	抚育管理	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。

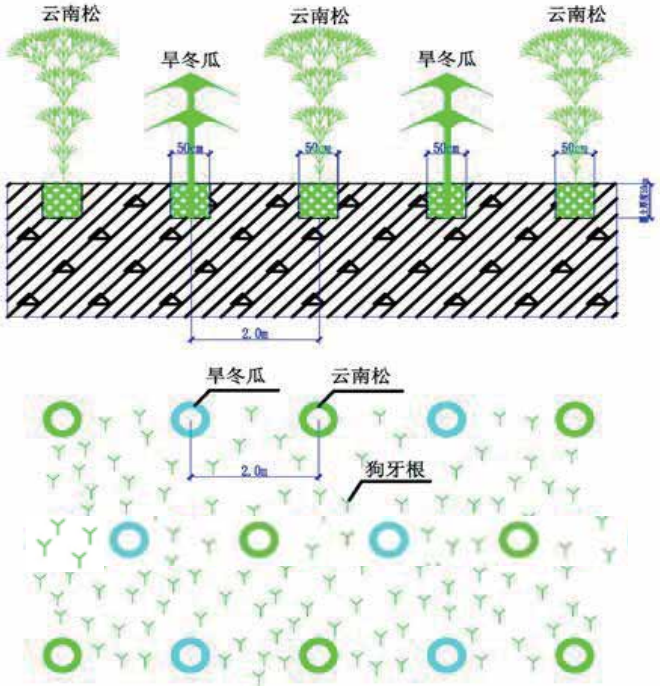


图 2.2-8　植物种植模式示意图

（3）整地措施

①林地清理：项目造林地块地类为宜林荒地，注意保留山脊、山坡中部原生植被及草本植物，增强水土保持作用。

②种植点采用穴状整地，覆土用人工整平、压实。人工造林乔木（旱冬瓜、云南松）种植坑穴为 40cm×40cm×30cm，（西南栒子、火棘、山毛豆）种植坑穴为 30cm×30cm×30cm，可因地势布设三角形配置，草籽为直接抛洒，不设置种植坑穴，整地时间一般应在造林前一个月。

③栽植时间：在各区土方工程完成后进行。

④造林密度：

灌木：45 株/100m^2，株间距 1.5m×1.5m。

乔木：25 株/100m^2，株间距 2.0m×2.0m。

草种：65kg/hm^2。

（4）苗木选择

①苗木类型

良种壮苗是林木速生、优质、丰产的重要条件，使用壮苗造林，能提高造林成活率，促进苗木快速生长，增强对不良环境的抵抗能力。

按照监理工程师的要求选用苗木，保证苗木分支点整齐、树冠圆满，整齐一致。选择发育正常，苗干粗而直，组织充实，有较多的须根、根幅大、主根短而直，没有病虫害的优良苗木。

②苗木运输

坚持随挖、随运、随栽原则。在装车前剪除枯黄枝叶，根据土球完好程度适当剪除部分茎干，甚可截干，再结合截枝整形等方法，最大程度保其成活。苗木装卸轻拿轻放，按顺序搬移，不得随意抽拽。与运输工具、绑缚物相接触的部位用草衬垫，以免擦伤苗木。装卸、托运重保护苗根。造林工作中，为防止苗木栽植前在运输过程中根系失水，可采用保水剂蘸根的方法保持苗木根系水分。具体方法是：将粉粒状保水剂产品，按 0.1%浓度加入浸根用容器中，充分搅拌均匀，保水剂充分吸水后使用，裸根苗在保水剂浸液中浸泡半分钟，最好再用塑料薄膜或草袋包扎。这样可以保证苗木根系在 10 小时内不失水，可相应提高造林成活率。

③苗木栽植方法

造林时要求大穴栽植，一穴一株，扶正，苗直。实行种植土栽植，分层填土，分层压实。种植时，取出苗木放置于种植穴中边回填土边踏实，选择苗木要大小粗度相近，高度一致。栽植时树干或树冠中心保持在直线和曲线上，回填土灌木要比原地面高 15cm，灌木高 10cm，踏实时不要将土球捣烂。栽后在树穴边做环状围堰，堰埂高 10cm~20cm，条件允许可覆盖薄膜用以保水。

生态复绿工程栽植均遵照《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014）及《园林绿化工程施工及验收规范》（CJJ/82-2012）等规范。

（5）施底肥及保水剂

①施肥

根据乔灌木的年龄、品种、生育期及草地的生长状况进行施肥。枝叶生

长期以氮为主，磷钾肥为辅，开花结果期以磷钾肥为主，氮肥为辅。肥料切忌肥料裸露。施肥量为乔木 100g/株，保水剂 10g/株。草籽为直接抛洒，不进行施肥和使用保水剂。

②施保水剂

a.施在根部，施在种植坑穴中根系分布的土壤层中，任何植物都必须让部分根系接触到保水剂。

b.用“湿施法”或“干施法”。其中湿施法：将保水剂吸水成凝胶后施入（雨水少的季节用）。干施法：将保水剂直接施入（雨水多的季节用）。

保水剂需撒施在种植坑穴后与根土拌匀、或按 1:4 混土后施入。

（6）后期管理、抚育标准

①乔木花草保养保护期，自全部种植工程完工检验合格起算 24 个月。而补植部分自复检合格日起算 12 个月。

②管理：乙方应负责保护保养管理一切工作。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，浇水之次数视树种及天气而定。

③定期查验：树木每月、灌木每旬查验一次，并应作查验记录。

④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立即换掉，发现枯死、半枯无养活希望者，应换植。

（7）养护灌溉

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。气候大致可以划分为四个阶段：即：春旱季；湿雨季；秋干季；霜冻季。

①春旱季：（2 月-5 月）

气候特点：气温逐日上升，天气干旱、风大少雨；白天气温较高；夜间气温较低，时有薄霜；表现为昼夜间温差较大。植被开始恢复生长，主要表现对水的需求量逐渐增大。养护的重点是保证成活和早日复绿。

具体管理措施：灌溉：根据项目立地环境情况确定，在气温上升时进行给水。

②湿雨季：（5 月-9 月）

气候特点：降雨季节已开始，随着雨水增加，环境湿度升高，草生长速度加快，养护的重点是剪草和病虫害的预防控治。

管理措施：灌溉：视天气情况，若几天不下雨，要进行适浇灌以给草坪及时补充水分；

③秋干季：（9 月-10 月）

气候特点：气温逐渐下降，降雨减少，晴朗天气居多；草坪生长速度渐渐减慢；管护的重点是病虫源的清除和控制；及时补充养分，调节草坪生长速度，增强草坪抗性。

管理措施：灌溉：保持草坪表层土壤 1-3 分公范围内不出现干水现象，3-5 天进行一次透灌溉（以节约用水为指导原则）。

④霜冻季（10 月-第二年 2 月）

气候特点：气温低，少雨；气候干冷，风大；除有霜外，可能有降雪天气，草坪几乎停止生长，保持不缺水即可。

管理措施：灌溉：浇水次数减少，以草坪不出现萎焉为准；浇水宜在上午 10 点后及下午 5 点前进行。

病虫害防治：以清除过冬害虫和杂草为主，减少第二年的病虫源和危害。

（8）苗木养护

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。

①旱季养护

工作重点是掌握水分的供给，保证乔灌木的正常水分要求，注意病虫害的防治。

②雨季养护

雨季的气候特点是雨热同季，植物生长茂盛、快速；但病虫害的生长也非常快；要及时修剪萌枝、徒长枝，在保证乔灌木正常生长的同时；加强病虫害的防治；局部地方要注意植物不要根部积水，发生死亡。

③秋冬季

加强栽培管理，增植树木抗寒能力。在生长期适量施肥、灌水，促进树

	木健壮生长，使树木内积累较多的营养物质与糖分，可以增强树木的抗寒能力。但秋季须尽早停止施肥，以免徒长，枝梢来不及木质化，反受冻害。 包裹：入冬前用稻草或草绳将不耐寒树木的主干包起来。 涂白：用石灰水加盐或石硫合剂对主干涂白，可反射阳光，减少树干对太阳辐射的吸收，降低树体昼夜温差，避免树干冻裂。还可以杀死树皮内过冬的害虫。涂白要均匀，不可漏。 （9）病虫害防治 ①以预防为主，将根据不同病虫害的发生周期性，对植物进行预防性药物喷洒； ②在病虫多发季节，将根据病情及害虫类别，使用人工、机械、生物等方法配合化学防治，以保护生态环境。 ③科学合理使用农药，禁止使用国家明令禁止的剧毒农药，使用高效、低毒、低残留农药。在防治上要有科学的针对性，注意用时间和方法，抓住关键时间，对症下药。另外要给植物充分的时间吸收、分解农药，减少残留。防治同一种病虫害的多种类型农药要交替轮换使用，以减少病虫害的抗药性和耐药性。 （10）抚育管护 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 5cm~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。 加大对当地群众的广泛宣传力度，提高群众的生态保护观念，实行管护岗位责任制，定人定岗，把造林地块的管护责任真正落实到人。内容包括加强巡护，防止人、畜对幼树的毁坏，并及时进行病虫害防治。 （11）绿化工程竣工验收标准 ①种植材料、种植土应在种植前由甲方工作人员按其规格、质量、分批进行验收。 ②绿化实体交付的质量验收标准： a.成活率达到 93%以上。

b.地被植物覆盖度应达到 85%以上。

2.2.5 辅助工程

2.2.5.1 磷石膏基生态修复材料混配

涉密，已删除。

2.2.5.2 运输

项目不新建施工道路，利用原有矿区道路，项目回填结束后，保留原有的矿区道路。

①未改性磷石膏通过管道皮带（全密闭）由南侧磷石膏渣库输送至混配区，输送皮带长度 445m。

②磷石膏基生态修复材料使用管道皮带（全密闭）由中转场输送至 1#、2#回填修复区，输送皮带长度 2000m，其中 1#回填修复区 800m，2#回填修复区 1200m。3#、4#修复区磷石膏基生态修复材料使用汽车运输。3#回填修复区运输距离 1.8km，4#回填修复区运输距离 3.0km。

③粘土层、砂石料、混凝土、耕植土等采用汽车运输至修复区后直接使用，不在修复区暂存。

2.2.5.3 办公生活区

施工人员不在项目区食宿，办公依托现有的云南三环中化化肥有限公司生产厂区办公楼进行办公。

2.2.6 公用工程

（1）给水

项目施工期用水主要为洒水降尘用水，由云南三环中化化肥有限公司洒水罐车运至施工区域。

（2）供电

由云南三环中化化肥有限公司现有系统接入。

（3）排水

施工期施工废水经收集沉淀后回用，回填区内部雨水及淋滤水经收集后回用，外部雨水通过截排水沟排入下游沟道。

2.2.7 环保工程

（1）废气（扬尘）治理

①项目拟设洒水车 2 辆，雾炮 6 台（射程 50m-80m），软管若干，对修复区施工面进行洒水（喷雾）降尘，在大风天、干燥天气，适当增加洒水频次；

②喷雾降尘设施 6 套，对混配投料及混合过程产生的粉尘进行降尘。

③运输车辆须以篷布遮盖，密闭运输，并注意控制车速，严禁超载，对项目区外的土路面进行维护，运输道路洒水降尘；

（2）废水处理设施

①拟建车辆冲洗废水沉淀池 2 座，并配套车辆高压冲洗装置，位于项目区进出口，容积 2m^3/座，对运输的车辆进行冲洗，冲洗废水经沉淀池沉淀后回用；

②施工期修复区降雨形成的淋滤水收集至下游淋滤水收集池，最终泵入柳树箐渣场回用，不外排。

③施工人员不在项目区内食宿，产生的生活污水主要为洗手废水，收集于项目区内沉淀池，用于洒水降尘。

（3）噪声治理设施

选用低噪设备、合理布局、合理施工、加强设备维护，车辆经过村庄时限速、禁止鸣笛，定期对项目区外的土路面进行修缮维护等。

（4）固废处理设施

①现场机修产生的废机油收集至建设单位厂区现有危废暂存间贮存，定期交由资质处置，现场不设危废暂存间。

②施工期场地清理及地质灾害治理产生的土石方用于场地平整回填。

③施工期施工人员生活垃圾经集中收集后清运至云南三环中化化肥有限公司厂区生活垃圾收集点堆存，定期清运处置；

④施工期旱厕粪便定期清掏，待施工结束后拆除旱厕，撒石灰进行消毒处理。

⑤沉淀池及淋滤水收集池沉渣装袋沥水晾干后用于回填修复区回填。

（5）地下水污染防治措施

回填修复区底部防渗：底部在铺设防渗膜前必须铺设粘土层，以防止防渗层被破坏。防渗层（由下至上）：膜下保护层（粘土层 30cm，土工布：规格不宜小于 300g/m^2）、膜防渗层（HDPE 土工膜，厚度不应小于 1.5mm）、膜上保护层（土工布，规格不宜小于 300g/m^2）。

回填修复区边坡防渗：防渗层（由内至外）：膜下保护层（土工布，规格不宜小于 300g/m^2）、膜防渗层（HDPE 土工膜，厚度不应小于 1.5mm）、膜上保护层（土工布，规格不宜小于 300g/m^2）。

回填修复区顶部防渗：防渗层（由下至上）：膜下保护层（土工布，规格不宜小于 300g/m^2）、膜防渗层（HDPE 土工膜，厚度不应小于 1.5mm）、膜上保护层（土工布：规格不宜小于 300g/m^2，粘土层 30cm）。

生态修复材料中转场采用 C25 防渗混凝土浇筑，厚度 20cm 以上，中转场淋滤水收集至 1#回填修复区淋滤水收集池。

淋滤水收集池防渗：采用 C25 防渗混凝土浇筑，厚度 20cm 以上。

施工质量管理：施工方案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，施工完毕后保存施工报告、全套竣工图、所有材料的现场及实验室检测报告，提供人工防渗衬层完整性检测报告。

2.2.8 依托工程概况

（1）柳树箐磷石膏渣场概况

项目磷石膏原料由云南磷化集团海口磷业有限公司柳树箐渣库供给，柳树箐渣库为海口磷业“30 万吨年萃取磷酸装置 III 系列项目”建设。2002 年，云南省环境保护厅出具了关于《云南三环化工有限公司磷酸挖潜技术改造项目环境影响报告书》的审批意见，同意柳树箐渣场进行建设，2015 年，昆明市环境保护局出具了关于对《柳树箐磷石膏渣场扩容改造项目环境影响报告书》的批复，同意柳树箐渣场进行扩容改造。

柳树箐磷石膏渣场地处昆明市西山区海口街道办辖区云龙村委会。渣场主要由：初期坝、堆积坝、排渗系统、渣库排洪及回水系统、截洪沟、水工

坝及回水库、输渣和回水管线等部分组成。渣库设计总库容为 12150.56 万 m^3，有效库容为 9720 万 m^3，堆存初始高程为 1940m，初始坝高程为 1970m，设计初期坝高 30m，堆积坝高 130m，总坝高 160m，目前堆存量 5000 万 m^3。

渣场下游共有 2 个收集池，分别为 2 万 m^3 澄清池及 98.83 万 m^3 回水库。

（2）耕植土

项目绿化耕植土由海口磷业有限公司四采区表土库提供，海口磷矿四采区近年剥离表土堆存量约 586.07 万 m^3，能够满足项目绿化用土要求。

（3）供水

项目洒水车依托云南三环中化化肥有限公司现有洒水车。

（4）办公

施工人员不在项目区食宿，办公依托现有的云南三环中化化肥有限公司生产厂区办公楼进行办公。

（5）供电

项目供电由云南三环中化化肥有限公司现有系统接入。

（6）危废暂存间

项目施工机械维修产生的废机油依托建设单位厂区危废暂存间，现有危废暂存间面积为 72m^2，能够储存项目施工期间产生的废机油。

（7）监控井

项目区设置 6 座监控井，其中新建 4 座，依托小场村水井 1 座，依托柳树箐渣场监控井 1 座，小场村水井位于项目区下游 470m，坐标东经：102°30′39.400″，北纬：24°48′31.630″，水井深度 260m；依托柳树箐渣场监控井位于项目区上游 1.6km，编号 JK1，坐标东经 102°28′55.81″，北纬 24°47′17.13″，监控井深度 160m。

2.2.9 施工期原辅料

（1）原辅料用量

表 2.2-23 项目主要原辅料用量表

序号	名称	总耗量		来源
1	回填物料	磷石膏基生态修复材料	1063 万吨（817.8 万 m^3）	柳树箐渣库
				外购

		粘土	29.62 万 m^3	外购
		土石方	33.85 万 m^3	边坡治理及场地平整
		耕植土	32.64 万 m^3	海口磷业四采区表土库
2	其他修复区耕植土	35.04 万 m^3		
3	防渗膜	98.75 万 m^2		外购
4	C20 商品混凝土	7500m^3		外购
5	C25 商品混凝土	400m^3		外购
6	C10 垫层	1200m^3		外购
7	砂石反滤料	1600m^3		外购
8	DN300 排渗管	924m		外购
9	DN200 排渗管	594m		外购
10	DN300 回水管	4500m		外购
备注：涉密，已删除。				

（2）种苗用量

表 2.2-24　施工期种苗用量

1	西南枸子	21736 株	外购
2	火棘	21736 株	外购
3	山毛豆	21736 株	外购
4	草籽	5009kg	外购
5	云南松	78445 株	外购
6	旱冬瓜	78445 株	外购

2.2.10 主要设备

项目所用的施工设备见下表。

表 2.2-25　主要施工设备一览表

序号	设备名称	规格	数量	单位	备注
1	挖掘机	1m^3	5	台	回填修复区回填、碾压
2	推土机	履带式	10	台	
3	四轴搅拌机	SJ1000×5000	3	台	磷石膏基生态修复材料混配设施 3 套，合计混配能力 1800t/h
4	调速皮带秤	DEM2400×5000	3	台	
5	螺旋计量秤	Φ425×3000	3	台	
6	输送皮带机	B1600	4	台	
7	重型运输车	30t	25	台	耕植土及粘土材料运输
9	洒水车	20m^3	2	台	修复区洒水降尘
10	雾炮	射程 50m-80m	6	台	
11	水泵	160m^3/h	1	台	1#回填修复区淋滤水回用
12	水泵	50m^3/h	1	台	2#回填修复区淋滤水回用
13	水泵	25m^3/h	1	台	3#回填修复区淋滤水回用

	14	水泵	35m^3/h	1	台	4#回填修复区淋滤水回用

2.2.11 劳动定员

本项目施工高峰期劳动定员 80 人，负责磷石膏基生态修复材料混配、回填修复区回填及植被种植。每天两班，每班 8 小时，每年 330 天。

总平面及现场布置

云龙磷矿矿区位于云南磷化集团海口磷业有限公司柳树箐渣场与小麦地尾矿库之间，距离云南三环中化化肥有限公司西面 2km。项目修复区主要分为三个片区，项目回填修复区以回填料回填后进行生态修复，现有林地不再扰动，其他区域经清基平整、覆土后进行生态修复。

项目磷石膏基生态修复材料为现场混配，设置混配设施 3 套，助剂库房 1 个，总占地面积 1500m^2，每套混配设施生产能力 600t/h，合计 1800t/h，混配能力能够满足生态修复需要。配套设置 41000m^2 中转场，位于混配设施旁，用于磷石膏基生态修复材料贮存养护，养护时间 14 天。混配设施平面布置见图 2.3-1。

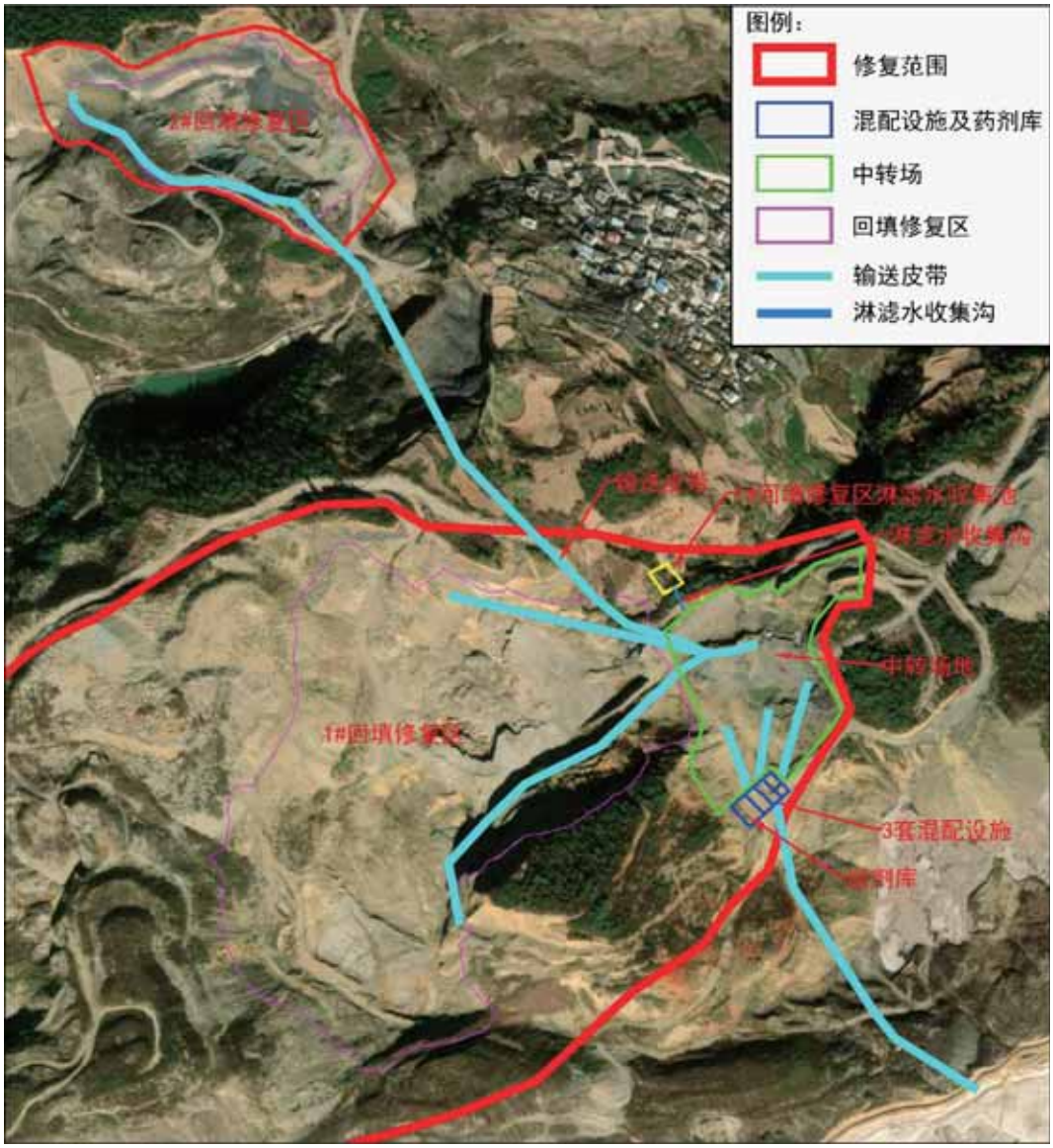


图 2.3-1　混配设施平面布置

项目淋滤水收集池分别布置于 1#、2#、3#、4#修复区下游，车辆冲洗水池布置于与 4#回填修复区西侧及 1#回填修复区东侧，生活污水收集池布置于 1#回填修复区东侧空地。

项目总平面布置图详见附图 5。

施工方案

2.4.1 施工方案

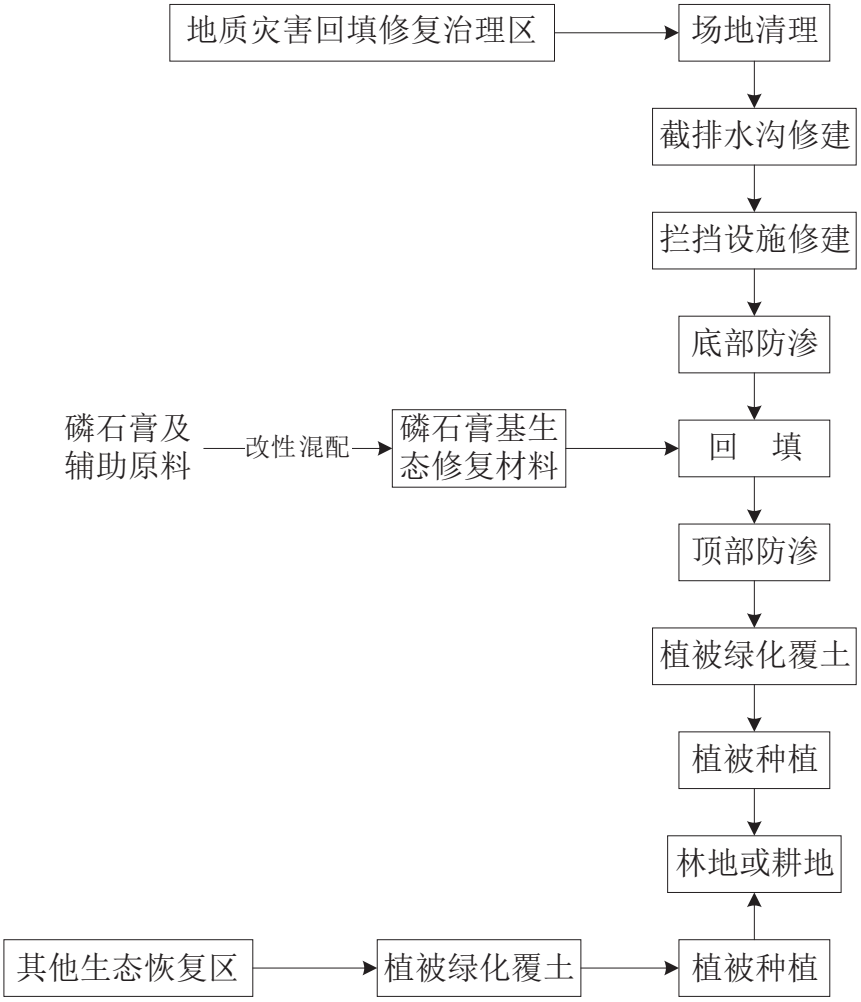


图 2.4-1 施工方案流程图

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，包括拦挡设施、排水沟、截洪沟及淋滤水收集池等；第二阶段为生态修复材料回填及植被恢复。

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—拦挡设施、截排水沟；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回填修复：回填修复区回填—填方、碾压，临时防护—截排水沟；②植被恢复：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。

根据项目总体布局，项目回填修复区施工工序为：截排水沟施工→坑底整平→铺设粘土层→防渗层铺设→淋滤水导排→拦挡体→生态修复材料回填→顶部防渗层→铺设粘土层→植被恢复施工。

其他修复区施工工序为覆耕植土→植被恢复施工。

2.4.2 施工组织设计

2.4.2.1 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；项目采用磷石膏基生态修复材料进行回填，回填料采用管道皮带输送至项目区。

2.4.2.2 施工用水、用电

①施工用水

项目用水主要为洒水降尘用水，由云南三环中化化肥有限公司洒水罐及雾炮车运至施工区域，供水能力满足项目需要。

②施工排水

施工废水经收集沉淀后回用，回填区内部雨水及淋滤水经收集后排入柳树箐渣场，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

从云南三环中化化肥有限公司场区接入，供电能力满足项目需要。

2.4.2.3 三场设置

项目无临时堆场，施工场地在项目修复面积内设置，不新增占地。不设取土场，不设弃土场，不设施工营地。

①施工营地：施工人员均为附近村民，不设施工营地，施工高峰期人员80人。

②施工场地：项目磷石膏基生态修复材料为现场混配，混配区总占地面

	积 1500m^2，钢结构厂房，设置混配设施 3 套，助剂库房 1 个，每套混配设施生产能力 600t/h，合计 1800t/h，混配能力能够满足生态修复需要。配套设置 41000m^2 中转场，位于混配设施旁，用于磷石膏基生态修复材料贮存养护，养护时间 14 天。混配设施、助剂库、中转场地均位于生态修复区，不新增占地。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；植被恢复用土从周边区域合法点外购。 ③项目外购商品混凝土，现场不设混凝土拌合站。 ④项目砂石料外购，现场不设置砂石料场。 **2.4.3 施工时限** 项目实施时限为 4.5 年，暂定 2021 年 12 月开始至 2026 年 6 月，方案将分 3 阶段实施： 第一阶段：2021 年 12 月～2022 年 1 月，对较陡边坡进行削坡、整平，截排水沟、拦挡设施修建，防渗层铺设，淋滤水收集池修建； 第二阶段：2022 年 1 月～2023 年 6 月，对修复内按照方案设计进行分台阶回填、压实作业，对回填作业完毕的台阶进行顶部防渗层铺设，耕植土回填，植被种植，回填时间 1.5 年； 第三阶段：2022 年 1 月～2026 年 6 月，定期对已恢复植被进行监护和补种树草，成活率达到 93%，植被覆盖率达到 85%。
其他	

生态环境现状

3.1.1 云南省主体功能区规划

根据《云南省主体功能区规划》（2014 年 1 月 6 日），云南省国土空间按照开发方式分为重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域 3 类主体功能区；按开发内容分为城市化地区、农产品生产区和重点生态功能区；按层级分为国家和省级两个层面。

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

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

因此项目建设与《云南省主体功能区规划》功能定位不冲突。

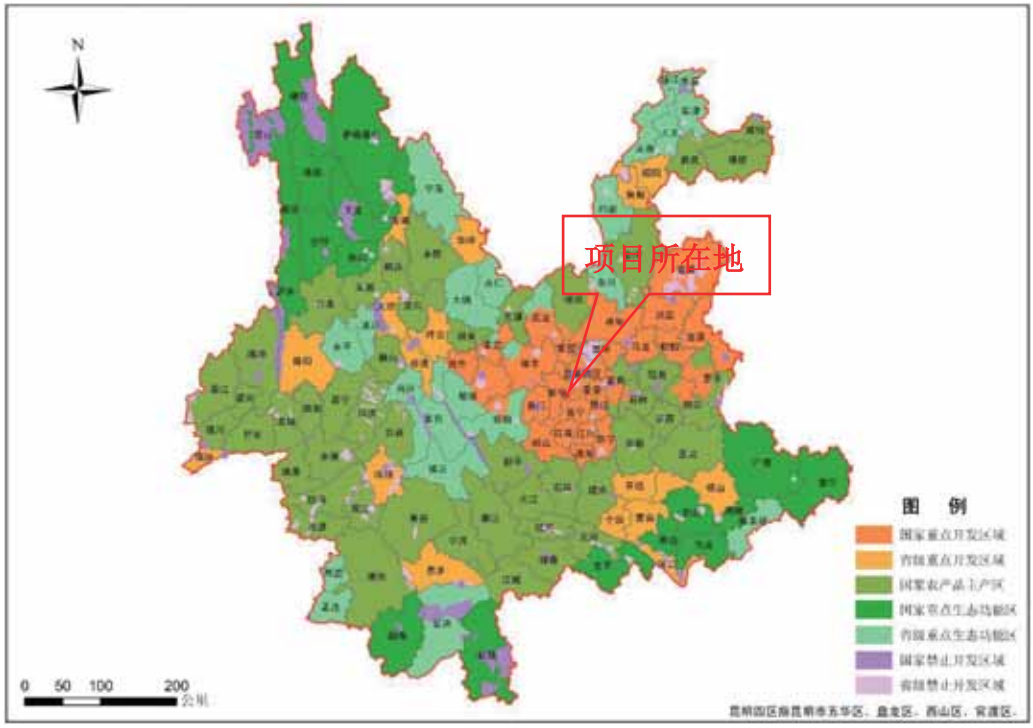


图 3.1-1　项目与云南省主体功能区位置关系

3.1.2 云南省生态功能区划

根据《云南省生态功能区划》，项目位于西山区，属于昆明、玉溪高原湖盆城镇建设生态功能区。所在地生态功能区单元及其生态服务功能、主要生态问题及产业发展方向见下表。

表 3.1-1　云南省生态功能区划简表

生态功能分区单元	生态区	III 高原亚热带北部常绿阔叶林生态区
	生态亚区	III1 滇中高原谷盆半湿润常绿阔叶林、暖性针叶林生态亚区
	生态功能区	III1-6 昆明、玉溪高原湖盆城镇建设生态功能区
所在区域与面积		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 11532.70km^2
主要生态特征		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		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		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		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
保护措施与发展方向		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

项目属于生态修复项目，项目实施过程有少量废气、废水产生，采取相应措施后，项目环境影响较小，项目完成后，恢复农用地 208934.68m^2，恢复林地 730950.60m^2，项目区生态环境得以恢复，工程建设有利于改善区域的生态环境条件。因此，工程建设基本符合云南省生态功能区划的要求。

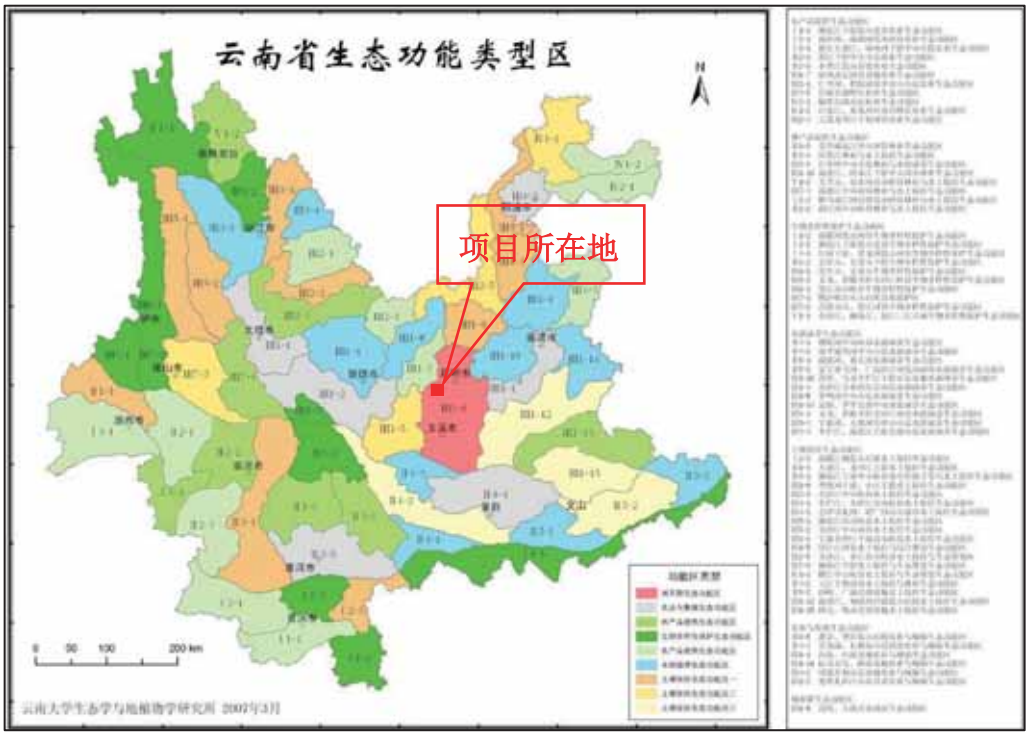


图 3.1-2　项目与云南省生态功能区划位置关系

3.1.3 生态环境现状

（1）土地利用现状及规划

①土地利用现状

根据《西山区土地利用总体规划 2010-2020（年）》，项目区现状用地类型包括自然保留地、城乡建设用地、林地、园地、耕地，土地现状以裸露矿坑为主。

②土地利用规划

项目修复完成后与《昆明市西山区海口街道全域土地综合整治试点项目》中所规划的土地类型衔接，该规划目前正在编制，经查询，项目恢复土地类型与该规划一致，项目修复完成后仅保留林地及农用地，其中林地面积 817744.13m^2（含现有林地 86793.53m^2），农用地面积 208934.68m^2。

（2）植被类型及野生动植物分布情况

根据《云南植被》，项目所在区域隶属于 II 亚热带常绿阔叶林区域，IIA 西部（半湿润）常绿阔叶林亚区域，IIAii 高原亚热带北部常绿阔叶林地带，IIAii-1 滇中、滇东高原常绿阔叶林、云南松林区，IIAii-1a 滇中高原盆谷滇青冈、元江栲林、云南松林亚区。区域的地带性植被为以滇青冈、栲类为优势种的半湿润常绿阔叶林和以云南松为优势的暖温性针叶林。

项目现状为裸露矿坑，矿坑经前期多年矿山开采，修复区范围内土地遭到大面积破坏，区内植被遭受破坏程度严重，遗留矿坑内基本无植被覆盖，仅矿坑周边分布有一些乔木如：旱冬瓜（*Alnus nepalensisD.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 pilosaL.*）、青蒿（*Artemisia carvifoliaBuch.-Ham.ex Roxb.Hort.Beng.*）、紫茎泽兰（*Ageratina adenophora（Spreng.）R.M.King et H.Rob.*）等，调查期间未发现国家和省级重点保护野生动植物、古树名木、珍稀濒危动植物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，主要分布的为常见物种。

项目矿坑水土流失严重，周边山体变形诱发局部崩塌和边坡失稳等地质灾害、矿坑内淋溶水部分下渗地下水环境，部分沿沟谷直接外排，最终汇入螳螂川。

3.1.4 声环境现状

项目所在地区属于昆明市西山区海口街道办事处，根据《声环境质量标准》（GB3096-2008）声环境功能区分类的要求，项目所在区域可划为 2 类声环境功能区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准。根据《2020 年度昆明市生态环境状况公报》，昆明市环境噪声（昼间）平均等效声级为 53.9 分贝，根据区域环境噪声质量划分等级进行评价，总体水平为二级（较好）。

项目矿区现已停止开采多年，根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南（试行）》，生态修复范围周边 50m 无声环境敏感目标，无需监测，项目

区现状声环境质量满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准。

3.1.5 地表水环境现状

根据现场踏勘，距离项目区东面 1.5km 有云龙寺水库（主要功能为灌溉），3.5km 处有螳螂川。根据《云南省水功能区划（2014 年修订）》，螳螂川（海口--安宁温青闸）2030 年水质目标为 IV 类，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准，云龙寺水库参照执行。

2021 年 11 月，云南三环中化化肥有限公司委托云南坤环检测技术有限公司对云龙寺水库进行了检测，检测结果如下。

表 3.1-2 云龙寺水库水质情况 单位：mg/L

检测项目	采样时间	样品编号 2021.11.13	检测值	标准值
pH（无量纲）	2021.11.13	20211112018DB-1-1-1	7.7	6~9
化学需氧量	2021.11.13	20211112018DB-1-1-1	14	30
氨氮	2021.11.13	20211112018DB-1-1-1	0.184	1.5
总磷	2021.11.13	20211112018DB-1-1-1	0.04	0.1
氟化物	2021.11.13	20211112018DB-1-1-1	0.82	1.5
石油类	2021.11.13	20211112018DB-1-1-1	0.04	0.5
粪大肠菌群（MPN/L）	2021.11.13	20211112018DB-1-1-1	250	20000

根据监测结果，云龙寺水库水质现状达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准要求。

根据昆明市生态环境局西山分局提供的螳螂川石龙坝断面自动监测站数据，石龙坝断面 2021 年 1 月至 9 月，氨氮＜0.5mg/L，总磷＜0.3mg/L，COD＜30mg/L，螳螂川水质达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准要求。

3.1.6 大气环境现状

项目位于昆明市西山区海口街道办事处，属于二类环境空气质量功能区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及修改单中的二级标准。

根据《2020 年度昆明市生态环境状况公报》。昆明市主城区年全年有效监测 366 天，空气质量优 203 天，良好 163 天，全年空气质量优良率 100%。与 2019 年相比，环境空气各类污染物年平均浓度均降低，环境空气质量持续改善。

3.1.7 土壤环境

项目位于云南省昆明市西山区海口街道云龙社区，建设单位 2021 年 10 月 4 日~8 日委托云南坤发环境科技有限公司对项目区表层土壤进行监测，共布置 17 个监测点，其中 10 监测点位于修复区范围内，7 个监测点位于修复区范围外，具体检测结果如下。

表 3.1-3 土壤检测结果 **单位：mg/kg**

检测值 检测项目	样品编号						标准值 筛选值	是否 达标
	16#	25#	27#	31#	35#	37#		
采样日期（2021）	10.04	10.04	10.04	10.05	10.04	10.04	/	/
pH	6.09	6.92	7.47	5.69	7.33	5.77	/	/
总磷	4630	960	5370	746	10400	4480	/	/
氟化物	5980	1220	3430	876	8150	3430	/	/
硫酸盐	＜50	1060	119	＜50	393	835	/	/
镉	1.76	0.182	0.950	0.149	4.09	1.68	65	达标
汞	0.917	0.804	0.558	0.723	0.572	0.286	38	达标
砷	53.5	58.2	25.9	30.9	48.4	57.4	60	达标
铜	11.1	26	13	37.5	14.9	20.1	18000	达标
铅	121	80.1	167	16.6	558	374	800	达标
镍	22.2	35.3	18.4	44.6	25.5	41.4	900	达标
铬（六价）	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	5.7	达标
四氯化碳	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.8	达标
氯仿	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.9	达标
氯甲烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	37	达标
1,1-二氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	9	达标
1,2-二氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5	达标
1,1-二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	66	达标
顺-1,2-二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	596	达标
反-1,2-二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	54	达标
二氯甲烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	616	达标
1,2-二氯丙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5	达标
1,1,1,2-四氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	10	达标
1,1,2,2-四氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	6.8	达标
四氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	53	达标
1,1,1-三氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	840	达标
1,1,2-三氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.8	达标
三氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.8	达标
1,2,3-三氯丙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	达标
氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.43	达标

苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4	达标
氯苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	270	达标
1,2-二氯苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	560	达标
1,4-二氯苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	20	达标
乙苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	28	达标
苯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1290	达标
甲苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1200	达标
间二甲苯+对二甲苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	570	达标
邻二甲苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	640	达标
硝基苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	76	达标
苯胺	ND	ND	ND	ND	ND	ND	260	达标
2-氯酚	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2256	达标
苯并[a]蒽	ND	ND	ND	ND	ND	ND	15	达标
苯并[a]芘	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.5	达标
苯并[b]荧蒽	ND	ND	ND	ND	ND	ND	15	达标
苯并[k]荧蒽	ND	ND	ND	ND	ND	ND	151	达标
䓛	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1293	达标
二苯并[a,h]蒽	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.5	达标
茚并[1,2,3-cd]芘	ND	ND	ND	ND	ND	ND	15	达标
萘	ND	ND	ND	ND	ND	ND	70	达标
检测值 检测项目	样品编号						标准值 筛选值	是否 达标
	40#	46#	58#	63#	70#	75#		
采样日期（2021）	10.05	10.07	10.07	10.05	10.05	10.06	/	/
pH	7.38	7.00	5.90	6.12	6.57	6.81	/	/
总磷	382	7860	845	649	8940	2210	/	/
氟化物	622	3400	1510	1050	15800	1980	/	/
硫酸盐	114	1160	480	517	6410	1410	/	/
镉	0.101	0.295	0.103	0.066	1.30	0.125	65	达标
汞	0.870	0.930	0.417	0.862	0.544	0.642	38	达标
砷	10.0	22.0	23.8	53.6	58.7	23.7	60	达标
铜	11	16.6	24.2	17.9	7.32	19.8	18000	达标
铅	24.7	126	50.1	71.4	286	68.3	800	达标
镍	24.0	25.9	43.0	11.2	17.8	46.8	900	达标
铬（六价）	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	＜0.5	5.7	达标
四氯化碳	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.8	达标
氯仿	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.9	达标
氯甲烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	37	达标
1,1-二氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	9	达标
1,2-二氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5	达标
1,1-二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	66	达标
顺-1,2-二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	596	达标
反-1,2-二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	54	达标

二氯甲烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	616	达标
1,2-二氯丙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5	达标
1,1,1,2-四氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	10	达标
1,1,2,2-四氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	6.8	达标
四氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	53	达标
1,1,1-三氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	840	达标
1,1,2-三氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.8	达标
三氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.8	达标
1,2,3-三氯丙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	达标
氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.43	达标
苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4	达标
氯苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	270	达标
1,2-二氯苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	560	达标
1,4-二氯苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	20	达标
乙苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	28	达标
苯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1290	达标
甲苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1200	达标
间二甲苯+对二甲苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	570	达标
邻二甲苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	640	达标
硝基苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	76	达标
苯胺	ND	ND	ND	ND	ND	ND	260	达标
2-氯酚	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2256	达标
苯并[a]蒽	ND	ND	ND	ND	ND	ND	15	达标
苯并[a]芘	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.5	达标
苯并[b]荧蒽	ND	ND	ND	ND	ND	ND	15	达标
苯并[k]荧蒽	ND	ND	ND	ND	ND	ND	151	达标
䓛	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1293	达标
二苯并[a,h]蒽	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.5	达标
茚并[1,2,3-cd]芘	ND	ND	ND	ND	ND	ND	15	达标
萘	ND	ND	ND	ND	ND	ND	70	达标
检测值 / 检测项目	样品编号						标准值 / 筛选值	是否达标
	97#	98#	103#	115#	119#	/		
采样日期（2021）	10.06	10.07	10.07	10.08	10.07	/	/	/
pH	5.64	5.91	7.27	7.00	5.64	/	/	/
总磷	1080	1110	9230	2740	647	/	/	/
氟化物	1020	1110	4780	828	1160	/	/	/
硫酸盐	2360	11100	1380	3090	582	/	/	/
镉	0.083	0.102	1.36	0.130	0.022	/	65	达标
汞	0.227	0.183	0.483	0.330	0.451	/	38	达标
砷	53.1	8.49	36.9	14.7	16.3	/	60	达标
铜	27.1	21.1	14.9	31.6	17.4	/	18000	达标
铅	32.3	13.5	532	42.9	17.2	/	800	达标

镍	16.5	43.0	31.3	23.2	24.6	/	900	达标
铬（六价）	L0.5	0.522	L0.5	L0.5	L0.5	/	5.7	达标
四氯化碳	ND	ND	ND	ND	ND	/	2.8	达标
氯仿	ND	ND	ND	ND	ND	/	0.9	达标
氯甲烷	ND	ND	ND	ND	ND	/	37	达标
1,1-二氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	/	9	达标
1,2-二氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	/	5	达标
1,1-二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	/	66	达标
顺-1,2-二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	/	596	达标
反-1,2-二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	/	54	达标
二氯甲烷	ND	ND	ND	ND	ND	/	616	达标
1,2-二氯丙烷	ND	ND	ND	ND	ND	/	5	达标
1,1,1,2-四氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	/	10	达标
1,1,2,2-四氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	/	6.8	达标
四氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	/	53	达标
1,1,1-三氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	/	840	达标
1,1,2-三氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	/	2.8	达标
三氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	/	2.8	达标
1,2,3-三氯丙烷	ND	ND	ND	ND	ND	/	0.5	达标
氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	/	0.43	达标
苯	ND	ND	ND	ND	ND	/	4	达标
氯苯	ND	ND	ND	ND	ND	/	270	达标
1,2-二氯苯	ND	ND	ND	ND	ND	/	560	达标
1,4-二氯苯	ND	ND	ND	ND	ND	/	20	达标
乙苯	ND	ND	ND	ND	ND	/	28	达标
苯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	/	1290	达标
甲苯	ND	ND	ND	ND	ND	/	1200	达标
间二甲苯+对二甲苯	ND	ND	ND	ND	ND	/	570	达标
邻二甲苯	ND	ND	ND	ND	ND	/	640	达标
硝基苯	ND	ND	ND	ND	ND	/	76	达标
苯胺	ND	ND	ND	ND	ND	/	260	达标
2-氯酚	ND	ND	ND	ND	ND	/	2256	达标
苯并[a]蒽	ND	ND	ND	ND	ND	/	15	达标
苯并[a]芘	ND	ND	ND	ND	ND	/	1.5	达标
苯并[b]荧蒽	ND	ND	ND	ND	ND	/	15	达标
苯并[k]荧蒽	ND	ND	ND	ND	ND	/	151	达标
䓛	ND	ND	ND	ND	ND	/	1293	达标
二苯并[a,h]蒽	ND	ND	ND	ND	ND	/	1.5	达标
茚并[1,2,3-cd]芘	ND	ND	ND	ND	ND	/	15	达标
萘	ND	ND	ND	ND	ND	/	70	达标
备注：“ND”表示未检出。								

根据监测结果，项目区土壤现状检测值均低于《土壤环境质量 建设用地

土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中“第二类用地筛选值”要求，未酸化及碱化。由于项目属于磷矿开采区，土壤中总磷及氟化物背景值较高，故 16#、27#、35#、37#、46#、70#、103#监测点土壤中总磷及氟化物检测值较高。

3.1.8 地下水质量

本次地下水现状调查共设置 5 个监测点，其中上游及项目区监测点为引用现有数据，下游 3 个监测点为补充监测。上游引用海口磷业有限公司例行监测数据，修复区内水质引用项目水文地质调查期间的监测数据，引用点位及监测点位与生态修复项目位于同一水文地质单元内。监测点位置见表 3.1-4，各监测点检测结果见表 3.1-5 至表 3.1-7。

表 3.1-4　监测点位置一览表

点位	坐标	位置关系	距离
JK1	E102°28′55.780″；N24°47′16.880″	修复区西南侧	1.6km
项目区	E102°30′29.130″；N24°48′14.260″	1#回填修复区拦挡体位置	0m
监测井 1	E102°30′41.550″；N24°48′30.090″	1#回填修复区收集水池东北面	450m
小场村泉点	E102°30′27.57″；N24°48′35.66″	2#回填修复区收集水池东北面	260m
小场村水井	E102°30′39.370″；N24°48′31.680″	1#回填修复区收集水池东北面	470m

表 3.1-5　项目区上游地下水监测值

点位和日期 / 指标	柳树箐（项目区）上游 JK1		标准	达标情况
	2021.09.15	2021.10.13		
pH（无量纲）	7.04	7.43	6.5~8.5	达标
总磷（mg/L）	0.01ND	0.02	/	/
磷酸盐（mg/L）	0.01ND	0.01	/	/
氟化物（mg/L）	0.18	0.20	1.0	达标
砷（mg/L）	0.003ND	0.003ND	0.01	达标

表 3.1-6　修复区内地下水监测结果　　单位：mg/L

项目	点位	标准值	达标情况
	MS1/1（修复区内）（采样日期 2021.10.8）		
pH（无量纲）	8.14	6.5~8.5	达标
溶解性总固体	386.0	1000	达标

总硬度	305.0	450	达标
总碱度	131.6	/	/
总酸度	＜1.0	/	/
HCO_3^-	141.6	/	/
CO_3^{2-}	9.28	/	/
游离 CO_2	＜0.5	/	/
Cr^{6+}	＜0.004	0.05	达标
NO_2^-	0.081	/	/
氨氮	0.117	0.5	达标
总磷	0.120	/	/
磷酸盐	7.10	/	/
挥发性酚	＜0.0003	0.002	达标
氰化物	＜0.001	0.05	达标
F^-	0.147	/	/
Cl^-	3.44	/	/
NO_3^-	3.50	/	/
SO_4^{2-}	179	/	/
Ca^{2+}	56.83	/	/
K^+	3.37	/	/
Mg^{2+}	49.24	/	/
Na^+	1.28	/	/
Cd	＜0.0001	0.005	达标
Fe	0.006	0.3	达标
Mn	0.009	0.1	达标
Pb	＜0.001	0.01	达标
As	＜0.001	0.01	达标
Hg	＜0.0001	0.001	达标

表 3.1-7　项目区下游监测值　　单位：mg/L

项目	点位（采样时日期 2021.11.13）			标准值	达标情况
	监测井 1	小场村泉点	小场村水井		
pH（无量纲）	6.8	7.4	6.9	6.5~8.5	达标
总硬度	266	177	352	450	达标
溶解性总固体	423	398	630	1000	达标
硫酸盐	132	153	156	250	达标
氟化物	0.78	0.49	0.58	1.0	达标
氯化物	18.4	28.0	27.7	250	达标
耗氧量	0.46	0.38	0.37	3.0	达标
总磷	0.02	0.27	0.07	/	/
氨氮	0.090	0.095	0.003	0.5	达标
硫化物	0.005L	0.005L	0.005L	0.02	达标
总大肠菌群（MPN/100mL）	2	未检出	未检出	3	达标

汞（μg/L）	0.04L	0.04L	0.04L	1	达标
砷（μg/L）	0.3	0.3L	0.3L	10	达标
镉（μg/L）	0.5L	0.5L	0.5L	5	达标
铬	0.004	0.005	0.004L	0.05	达标
铅（μg/L）	2.5L	2.5L	2.5L	10	达标
氯离子	10.8	16.9	21.0	/	/
硫酸根离子	62.6	74.7	148	/	/
钾离子	4.30	5.36	3.47	/	/
钠离子	5.10	6.67	6.28	/	/
钙离子	56.2	29.6	70.3	/	/
镁离子	35.0	24.2	46.1	/	/
碳酸根	5L	5L	5L	/	/
重碳酸根	259	90	222	/	/

由表 3.1-5 至表 3.1-7 可知，项目区位地下水环境现状符合《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准要求。项目区下游地下水中氟化物、总磷浓度高于上游，项目属于磷矿采坑，未进行生态修复，降雨形成的淋滤水下渗，对项目区地下水产生一定影响。综合分析，项目区下游氟化物、总磷偏高与项目区现状有一定关系。

与项目有关的原有环境污染和生态破坏问题

矿山主要环境问题：

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

②矿坑内挖方边坡、填方边坡随处可见，形成了较多的不稳定斜坡、滑坡等地质灾害体，影响周边山体的稳定；

③矿坑采空区地质灾害发育，存在滑坡等环境风险。

④矿坑未闭坑，大风天扬尘对周边环境空气造成影响；

⑤矿坑表土剥离后破坏了土壤结构，土壤环境质量下降；

⑥矿坑地表开挖长期裸露改变了区域土地利用格局，减少了植被覆盖率，破坏了原有动物栖息环境。

⑦降雨产生的淋滤水冲刷地表，会增加地表水和地下水的污染。

⑧根据现场勘查，由于历史原因，项目区没有表土堆存，无法利用原有表土进行植被恢复。

生态环境保护目标

项目主要环境保护目标见下表。

表 3.3-1　主要环境保护目标

环境要素	名称	坐标/m		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					
环境空气	小场村	102°30′32.960″	24°48′29.700″	居民	200	二类	东面	170
	双哨村	102°30′5.860″	24°48′51.150″	居民	220	二类	北面	350
	新哨村	102°29′40.220″	24°49′37.420″	居民	293	二类	西北	1700
	小麦地村	102°29′16.880″	24°48′20.000″	居民	70	二类	西北	1000
	桃树村	102°30′7.160″	24°46′28.970″	居民	176	二类	南面	1800
	桃树箐	102°31′2.450″	24°47′9.280″	居民	400	二类	东南	1600
	达子上村	102°32′10.470″	24°48′6.280″	居民	491	二类	东面	2300
	安家屋基	102°28'56.250"	24°48'34.360"	居民	39	二类	西北	1600
	中梁子	102°28'47.040"	24°48'43.720"	居民	63	二类	西北	2000
声环境	小场村	102°30′32.960″	24°48′29.700″	居民	200	2 类	东面	170
地表水	名称	水环境功能		水质目标			方位	距离/m
	云龙寺水库	农业用水、景观用水		《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准			东面	1500
	螳螂川	农业用水、景观用水					东面	3500
地下水	名称	功能		水质类别			方位	距离/m
	碳酸盐岩岩溶裂隙含水层	/		《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准			/	/
	小场村泉点	灌溉					东面	260
	云龙寺水库泉点	灌溉					东面	2200
	小场村水井	目前为饮用功能，后期水源替代后无相关功能					东面	470
环境要素	影响对象					保护要求		
生态环境	项目占地影响范围内的动植物等					不降低区域生态环境功能		

土壤环境	项目修复范围内的土壤	《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》
环境风险	修复区下游林地及耕地	通过采取风险防范措施最大程度降低环境风险
	修复区下游小场村	

评价标准

3.4.1 环境质量标准

（1）声环境

项目位于西山区海口街道云龙社区，根据《声环境质量标准》（GB3096-2008）声环境功能区分类要求，项目所在区域可划分为 2 类声环境功能区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准，具体见下表。

表 3.4-1 声环境质量标准 **单位：dB（A）**

时段	昼间	夜间
2 类声环境功能区	60	50

（2）大气环境

项目位于农村地区，根据《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单中关于环境空气功能区分类，项目区属于二类环境空气功能区，环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单二级标准，标准值见下表。

表 3.4-2 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 小时平局	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 小时平局	200μg/m^3	
3	一氧化碳（CO）	24 小时平均	4mg/m^3	
		1 小时平局	10mg/m^3	
4	臭氧（O_3）	日最大 8 小时平均	160μg/m^3	
		1 小时平局	200μg/m^3	
5	颗粒物（粒径小于 10μm）	年平均	70μg/m^3	
		24 小时平均	150μg/m^3	
6	颗粒物（粒径小于 2.5μm）	年平均	35μg/m^3	
		24 小时平均	75μg/m^3	

7	总悬浮颗粒物（TSP）	年平均	200μg/m^3	
		24 小时平均	300μg/m^3	

（3）地表水

项目区地表水体为螳螂川，《云南省水功能区划（2014 年修订）》，螳螂川（海口--安宁温青闸）2030 年水质目标为 IV 类，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准。具体标准限值见下表。

表 3.4-3　地表水环境质量标准

项目	pH（无量纲）	COD	BOD_5	氨氮	总氮	磷酸盐	石油类	粪大肠菌群数（个/L）
标准	6~9	≤30	≤6	≤1.5	≤1.5	≤0.3	≤0.5	≤20000

（4）地下水

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 3.4-4。

表 3.4-4　地下水质量标准 （摘录）　　单位：mg/L

序号	水质指标	III 类标准
1	pH（无量纲）	6.5~8.5
2	总硬度	450
3	溶解性总固体	1000
4	硫酸盐	250
5	氟化物	1.0
6	氯化物	250
7	耗氧量	3.0
8	氨氮	0.5
9	硫化物	0.02
10	总大肠菌群（MPN/100mL）	3
11	汞	0.001
12	砷	0.01
13	镉	0.005
14	铬（六价）	0.05
15	铅	0.01
16	铁	0.3
17	锰	0.1
18	挥发性酚	0.002
19	氰化物	0.05

（5）土壤环境

项目区土壤现状执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地筛选值标准。标准限值见表 3.4-5。

表 3.4-5　土壤环境质量标准限值　　**单位：mg/kg**

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	䓛	1293	12900
43	二苯并[a,h]蒽	1.5	15
44	茚并[1,2,3-cd]芘	15	151
45	萘	70	700

项目周边耕地及项目用地覆土执行《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 3.4-6。

表 3.4-6 农用地土壤污染风险筛选值和管制值（基项目） 单位：mg/kg

序号	污染物	筛选值
		6.5≤pH≤7.5
1	砷	30
2	镉	0.3
3	铬	200
4	铜	100
5	铅	120
6	汞	2.4
7	镍	100
8	锌	250

3.4.2 污染物排放标准

项目为生态修复，为非生产性项目，运营期无废气、废水、噪声、固废等环境污染物排放，不设排放标准。

（1）大气污染物排放标准

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

表 3.4-7 大气污染物综合排放标准

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

（2）噪声排放标准

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

3.4-8 建筑施工场界环境噪声排放限值 单位：dB（A）

昼间	夜间
70	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淋滤水经盲沟收集至拦挡设施下游淋滤水收集池沉淀处理后由回用于回填区洒水降尘和生态修复区植被养护，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，定期把垃圾清运至三环中化垃圾收集点。现场机修产生的废机油收集至建设单位厂区现有危废暂存间贮存，定期交由资质处置，现场不设危废暂存间。场地清理产生的土石方进行合理利用处置。 （5）地下水防渗控制标准 项目回填的生态修复材料不属于危险废物。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 1.0×10^{-7}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。 项目的防渗膜均采用高密度聚乙烯树脂为原材料制作而成的原生膜，禁止采用再生合成材料制作的合成膜。 项目采用“两布一膜”作为内边坡和底部的防渗层。
其他	无。

施工期生态环境影响分析

4.1.1 施工期工艺及产污节点

（1）矿坑回填及生态修复产污节点

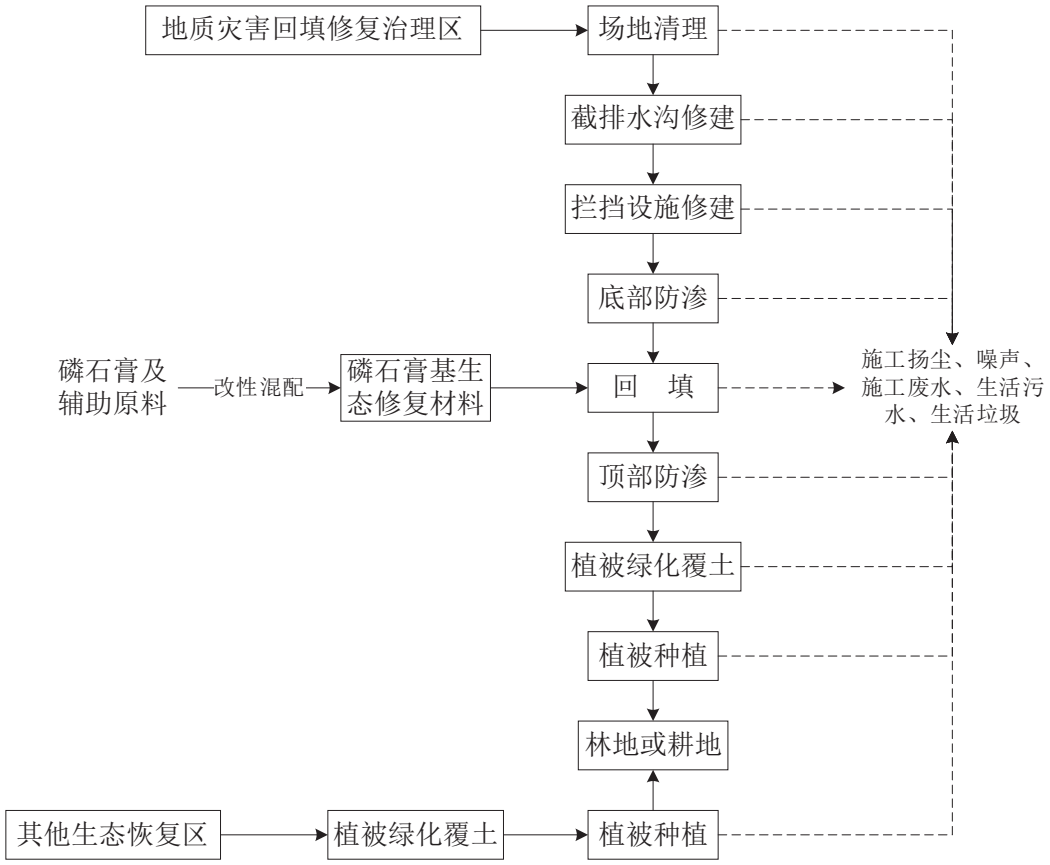


图 4.1-1　施工期工艺流程及产污节点图

对矿坑清基、边坡整治时，分台施工时可能会破坏部分生态环境，加重区域的水土流失情况，施工过程中会产生部分废气、废水、噪声以及固废。项目施工过程中产生的废气主要为矿坑清基时产生的扬尘，运输车辆、施工机械产生的尾气；废水主要为矿坑回填时遇到下雨天产生的淋滤水、施工废水、施工人员生活污水；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；施工期固体废物主要为矿坑清基、防渗工程场地平整、淋滤水收集池开挖、截排水沟开挖等产生的土石方以及施工人员生活垃圾。

（2）生态修复材料混配产污节点

磷石膏基生态修复材料混配工艺如下：

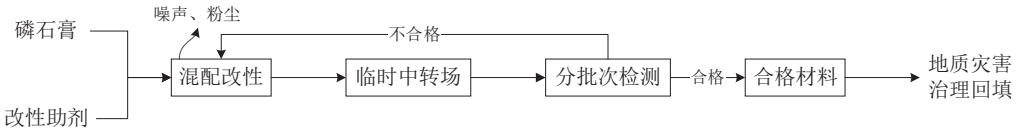


图 4.1-2　磷石膏基生态修复材料混配产污节点

①混配改性

利用四轴搅拌机将磷石膏与改性助剂进行搅拌混合。磷石膏基生态修复材料混配在 1#回填修复区东侧空地进行，混配区总占地面积 1500m^2，钢结构厂房，设置混配设施 3 套，助剂库房 1 个，每套混配设施生产能力 600t/h，合计 1800t/h，项目每天生产 16h，每班 8h。

混配过程主要污染物为助剂投加过程的投料粉尘及搅拌机搅拌产生的混配粉尘。通过在投料口及搅拌机设置喷雾降尘设施，可降低粉尘产生量 90%。

②临时中转场贮存养护

磷石膏混配后于临时中转场进行贮存养护，根据《改性磷石膏制备生态修复填充材料工业试验分析报告》，养护时间 14 天。

临时中转场布置于混配设施旁，占地面积 41000m^2，最大贮存量 36 万 m^3（46.8 万吨），能够满足贮存 14 天（40.32 万吨）要求。

根据磷石膏基生态修复材料物理力学性能检测报告，磷石膏基生态修复材料含水率较高（33.2%），临时堆存过程无粉尘产生。中转场贮存养护过程产生的污染物主要为降雨形成的淋滤水，中转场降雨形成的淋滤水收集后进入 1#回填修复区淋滤水收集池，经收集后抽送至柳树箐渣场下游回水池，最终回用于建设单位厂区生产。

③分批次检测

对每批次磷石膏基生态修复材料按照 HJ 557 要求制备浸出液，对浸出液中的 pH、氟化物及总磷进行检测，经检测达到《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中第 I 类一般工业固体废物指标要求后送入回填修复区回填，不达标返回重新混配。

④混配设施物料平衡

涉密，已删除。

4.1.2 生态影响

根据现场勘查，目前项目区土地利用现状主要为裸露的岩石地表，矿坑经前期多年矿山开采，矿界范围内土地遭到大面积破坏、区内植被遭受破坏程度严重、现矿坑仅少量地表植被覆盖、水土流失严重、生态环境差；矿坑内挖方边坡、填方边坡随处可见，形成了较多的不稳定斜坡、滑坡等地质灾害体，影响周边山体的稳定；矿坑采空区地质灾害严重发育，存在次生环境风险。

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

（2）植被：项目区内已基本无原生植被，因此项目建设对建设区内的植被破坏不大；项目建设的最终目的是对矿区进行生态修复，项目回填修复区最终平台覆盖 100cm 耕植土、其他平台覆盖 80cm 耕植土、其他修复区覆盖 60cm 耕植土后进行植被恢复工作，其中回填修复区种植灌木+草本植物，其他修复区种植乔木+草本植物。项目覆土厚度满足耕作要求（耕作深度一般为 30cm），满足《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）要求，耕植土用量约 67.68 万 m^3，耕植土来源为外购海口磷业四采区表土库土壤，届时因矿区开发建而造成植被破坏将得到恢复，在较短的时间尺度上来看，因该项目建设而造成的少量植被的破坏是暂时的和可逆的。

（3）动物项目区内原生生态系统已完全破坏，野生动物生境完全恶化，不再适宜野生动物生存，项目区内野生动物不得不迁徙另辟生境，现状区内未发现大中型野生动物存在，项目施工期间可能会造成现有动物发生迁徙，但该行为是短暂的，待生态恢复后，届时因矿区开发建而造成植被破坏将得到恢复，动物逐渐回迁。施工期间要求文明施工，严禁非法猎捕鸟类、兽类等野生动物。

（4）景观：现在项目区内主要为裸露的岩石地表，基本没有植被覆盖，呈现一块灰白色的块状，与周边的绿色林地形成鲜明对比，严重影响了这一片区的景观。项目生态修复完成后，可新增林地面积 730950.60m^2、新增农用地面积 208934.68m^2。



图 4.1-3　矿山生态修复前后对比图

表 4.1-2　生态修复前后对比

修复前	修复后
裸露地表 939885.29m^2	林地面积 730950.60m^2，农用地面积 208934.68m^2
不适宜野生动物生存	野生动物逐渐回迁
生态系统已破坏	生态系统得到恢复
采坑无植被分布，仅采坑周边分布有旱冬瓜、云南松等植被	种植西南枸子 21736 株、火棘 21736 株、山毛豆 21736 株、播撒草籽 5009kg、云南松 78445 株、旱冬瓜 78445 株，增加了区域生物多样性，并于周边云南松、旱冬瓜等生态系统相协调。

项目生态修复恢复为林地、农用地，符合全域整治规划，项目农用地及林地景观与周边土地利用类型相近，与周边生态系统协调性较好。

综上，施工期间在采取一定的水土保持措施，施工管理措施后，施工期对生态环境影响不大。

4.1.3 地下水影响分析

4.1.3.1 包气带污染情况调查

根据《环境影响评价技术导则—地下水环境》1.1.2 表 5～表 6，场地及周边枯季南部包气带厚度大于 100m，北部包气带厚度为 83.4m~140m，包气带岩性主要为第四系人工填土、寒武系下统渔户村组第四至第五段（∈1y$^{4\text{-}5}$）质白云岩，白云岩分布连续且稳定，厚度均匀，渗透系数 0.41m/d（建议取用值），岩体透水性较弱；人工填土分布不连续，厚度不均，渗透系数 1.02m~2.04m/d，岩层透水性较强，综合两种岩体渗透性能，以砂质白云岩为主，其包气带岩土层概化为连续稳定的单层岩土，单层厚度 Mb≧1.0m，渗透系数 K>1.0×10^{-4}cm/s，

场地内部包气带岩层连续、稳定，枯季天然包气带防污性能弱等，含水层易污染等级为容易污染。

4.1.3.2 修复后水文地质条件及地下水水质变化情况

回填修复后，修复回填体覆盖现有裸露矿坑，降雨不再直接补给寒武系渔户村组（∈1y）裂隙含水层，回填体形成新的含水层，降雨入渗补给修复区表层孔隙含水层，由于回填体顶部采用防渗膜进行防渗处理，修复区表层孔隙水不再下渗补给，表层孔隙水顺地形向小场村和柳树箐尾矿库方向附近排泄。周边地下水会顺地下水向回填体进行补给，由于回填体进行反复压实处理，周边地下水向回填体补给量很小。

回填修复虽然在局部改变了地下水补给方式，但是没有改变地下水总体流向，回填料满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）充填及回填利用污染控制要求。修复区底部采用人工防渗层进行防渗处理，修复作业过程冲降雨形成少量淋滤水下渗至底部人工防渗层后不再向深部补给，进而顺地下水由东向西排泄，下渗水后经过回填料、下游第四系过滤后，对下游地下水水质影响很小。

4.1.3.3 修复作业对评价区地下水的影响分析

（1）回填修复区采取防渗措施后修复作业对地下水的影响

项目生态修复使用的回填材料按照要求进行了毒性浸出试验，环境风险管控参照《一般工业固废贮存和填埋场污染控制标准》（GB18599-2020）要求。

根据修复材料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，故项目磷石膏基生态修复材料属于第Ⅰ类一般工业固体废物，满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）充填及回填利用污染控制要求。

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

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

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

根据现场调查，回填修复区天然基础层厚度大于 0.75m，但是渗透系数不满足 1.0×10^{-5}cm/s 要求，因此回填区底部铺设粘土层、土工布、HDPE 防渗膜（渗透系数≤1.0×10^{-7}cm/s）、土工布防渗层进行防渗处理，回填作业过程中对回填料进行反复压实处理，有效阻断生态修复作业过程中降雨形成的淋滤水下渗，降低对地下水的污染风险。

（2）正常情况下地下水预测分析

根据工程分析计算，7 月份降雨最多月份，1#回填修复区形成的淋滤水约 702.67m^3/d，2#回填修复区形成淋滤水约 248.00m^3/d，入渗系数按 0.6 考虑，1#修复区进入回填料淋滤水水量约 421.6m^3/d，2#修复区进入回填料淋滤水水量约 148.8m^3/d，不考虑回填物料截留情况下，拦挡设施及回填区底部采用两布一膜进行防渗处理后，渗透系数可以达到渗透系数≤1.0×10^{-7}cm/s，计算得到的 1#修复区淋滤水最大渗漏量约为 $4.216\times10^{-5}m^3$/d，2#修复区淋滤水最大渗漏量为 $1.488\times10^{-5}m^3$/d。本次源强采用模拟降雨淋滤水源强和水平振荡法浸出液污染物浓度两种源强进行预测。

表 4.1-3　正常排放污染物源强

1#修复区模拟降雨淋滤水源强						
污染物	平均浓度（mg/L）	入渗水量（m^3/d）	污染物渗入量（g/d）	《地下水质量标准》（GBT14848-2017）Ⅲ水质标准限值（mg/L）	检出限(mg/L)	备注
磷酸盐	0.0355	4.216×10^{-5}	0.15×10^{-5}	0.2（参照地表水Ⅲ水质标准限值）	0.01	中试试验淋滤水检测结果
氟化物	0.53	4.216×10^{-5}	2.234×10^{-5}	1.0	0.05	
2#修复区模拟降雨淋滤水源强						
污染物	平均浓度（mg/L）	入渗水量（m^3/d）	污染物渗入量（g/d）	《地下水质量标准》（GBT14848-2017）Ⅲ水质标准限值（mg/L）	检出限(mg/L)	备注

磷酸盐	0.0355	1.488×10^{-5}	0.053×10^{-6}	0.2（参照地表水Ⅲ水质标准限值）	0.01	中试试验淋滤水检测结果
氟化物	0.53	1.488×10^{-5}	0.789×10^{-5}	1.0	0.05	
1#修复区水平振荡浸出液源强						
污染物	浸出液浓度（mg/L）	入渗水量（m^3/d）	污染物渗入量（g/d）	《地下水质量标准》（GBT14848-2017）Ⅲ水质标准限值（mg/L）	检出限(mg/L)	备注
磷酸盐	0.15	4.216×10^{-5}	0.619×10^{-5}	0.2（参照地表水Ⅲ水质标准限值）	0.01	水平振荡法检测结果
氟化物	3.46	4.216×10^{-5}	1.46×10^{-4}	1.0	0.05	
2#修复区淋滤水源强						
污染物	浸出液浓度（mg/L）	入渗水量（m^3/d）	污染物渗入量（g/d）	《地下水质量标准》（GBT14848-2017）Ⅲ水质标准限值（mg/L）	检出限(mg/L)	备注
磷酸盐	0.15	1.488×10^{-5}	0.223×10^{-5}	0.2（参照地表水Ⅲ水质标准限值）	0.01	水平振荡法检测结果
氟化物	3.46	1.488×10^{-5}	5.15×10^{-5}	1.0	0.05	

3#和4#修复区防渗层破损导致淋滤水少量下渗水对通过底部第四系土壤吸附后进入地下水，下渗影响范围局限在小麦地磷尾矿库以及1#修复区范围内，影响范围较小，影响范围没有环境敏感目标，影响范围控制在修复范围内，因此不再对3#和4#修复区进行非正常排放预测；1#修复区淋滤水入渗预测影响含水层震旦系灯影组(Zbdn)裂隙含水层，2#修复区淋滤水入渗预测影响含水层为侏罗寒武系渔户村组（∈1y）裂隙含水层，根据《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016），项目参考污染场地修复治理工程，为Ⅲ类项目，项目修复影响范围内涉及小场村分散式饮用水井，为较敏感，地下水评价等级参考三级评价进行分析，根据《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016）推荐的一维稳定流二维水动力弥散中的连续注入示踪剂，预测参数见表4.1-3，预测结果见表4.1-4。

表4.1-4（a） 正常排放预测结果（模拟降雨）

1#回填修复区防渗后预测结果					
污染物	预测时间（d）	超标距离（m）	超标面积（m^2）	影响距离（m）	影响面积（m^2）

磷酸盐	100d	0	0	0	0
	365d	0	0	0	0
	730d	0	0	0	0
污染物	预测时间（d）	超标距离（m）	超标面积（m^2）	影响距离（m）	影响面积（m^2）
氟化物	100d	0	0	0	0
	365d	0	0	0	0
	730d	0	0	0	0
2#回填修复区防渗后预测结果					
污染物	预测时间（d）	超标距离（m）	超标面积（m^2）	影响距离（m）	影响面积（m^2）
磷酸盐	100d	0	0	0	0
	365d	0	0	0	0
	1000d	0	0	0	0
污染物	预测时间（d）	超标距离（m）	超标面积（m^2）	影响距离（m）	影响面积（m^2）
氟化物	100d	0	0	0	0
	365d	0	0	0	0
	1000d	0	0	0	0

表 4.1-4（b） 正常排放预测结果（模拟降雨）

1#回填修复区防渗后预测结果					
污染物	预测时间（d）	超标距离（m）	超标面积（m^2）	影响距离（m）	影响面积（m^2）
磷酸盐	100d	0	0	0	0
	365d	0	0	0	0
	730d	0	0	0	0
污染物	预测时间（d）	超标距离（m）	超标面积（m^2）	影响距离（m）	影响面积（m^2）
氟化物	100d	0	0	0	0
	365d	0	0	0	0
	730d	0	0	0	0
2#回填修复区防渗后预测结果					
污染物	预测时间（d）	超标距离（m）	超标面积（m^2）	影响距离（m）	影响面积（m^2）
磷酸盐	100d	0	0	0	0
	365d	0	0	0	0
	1000d	0	0	0	0
污染物	预测时间（d）	超标距离（m）	超标面积（m^2）	影响距离（m）	影响面积（m^2）
氟化物	100d	0	0	0	0
	365d	0	0	0	0
	1000d	0	0	0	0

根据表 4.1-4（a）、（b）可知，回填修复区采用两布一膜进行防渗处理后，渗透系数≤1.0×10^{-7}cm/s，正常情况下模拟降雨形成场淋滤水以及水平振荡法浸出液入渗量非常小，入渗污染物量非常低，进入地下水重点少量污染物经过地下水稀释后，不会对地下水造成影响，项目施工时必须开展施工期环境监理，认真落实防渗膜铺设并进行检漏检测，避免对地下水造成污染。

（3）防治措施

1#回填修复区外部修建截排水沟 2145m、2#矿坑外部修建截排水沟 561m。有效降低雨季施工期间雨水汇入回填修复区雨水，降低由于降雨形成的淋滤水水量；同时 1#回填修复区底部铺设防渗层后，堆石拦挡体内 2064m 设置 8 根 DN200 排水管、2066m 设置 9 根 DN200 排水管、2068m 标高设置 10 根 DN200 排水管，总长度 594m，及时将降雨形成的淋滤水导出，

2#回填修复区在岸坡修筑岸坡排水沟（B×H=0.6m×0.6m）及平台排水沟（B×H=0.6m×0.6m）将淋滤水排入下游淋滤水收集池。在堆体 2045m、2060m、2070m、2080m 标高各修建一条 B×H=0.6m×0.6m 的排水沟与岸坡排水沟相连，将雨水有组织的导排至下游淋滤水收集池。

3#回填修复区在场区东、南、西岸修建排水沟，将汇水引向北侧淋滤水收集池；排水沟净断面尺寸均为 B×H＝0.5m×0.5m，最小底坡 1%，结构为 C20 素混凝土结构。在堆体 2165m 平台设置坡面排水沟 B×H=0.4m×0.4m，坡面排水沟与截排水沟相连，将雨水导排至下游淋滤水收集池。

4#回填修复区左岸新建排水沟将场区东、南、西岸汇水引向北侧淋滤水收集池；排水沟净断面尺寸均为 B×H＝0.5m×0.5m，最小底坡 1%，结构为 C20 素混凝土结构。在堆体 2165m 标高修建一条 B×H=0.4m×0.4m 的排水沟与周边排水沟相连，将雨水有组织的导排至下游淋滤水收集池。

分别在修复区拦挡体下游各建设收集池一座，收集池配置回用水泵，收集池采用 C25 混凝土浇筑，阻断淋滤水下渗，降雨形成淋滤水进行回用处理。

中转场采用 C25 防渗混凝土浇筑，阻断淋滤水下渗，降雨形成的淋滤水收集至 1#回填修复区淋滤水收集池后回用处理。

回填修复区修复完成后，对回填料顶部采用顶部自下而上依次铺设土工布、HDPE 防渗膜（渗透系数≤1.0×10^{-7}cm/s）、土工布防渗层，为防止表面植被对防

渗层的破坏，在防渗层上方再铺设一层 30cm 厚的粘土层。铺设粘土层并进行压实后铺耕植土，植草复绿。同时回填修复区顶建设人字形导排沟和横向台阶排水沟，横向排水沟连接外围截洪沟，及时将修复区顶部雨水进行倒排，避免雨水对修复区顶部冲刷，保持回填区稳定；顶部采用防渗处理后，可以有效阻断雨水下渗，降低对回填体入渗补给，阻断淋滤水产生。

施工方案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，施工完毕后保存施工报告、全套竣工图、所有材料的现场及实验室检测报告，提供人工防渗衬层完整性检测报告。

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

采取以上措施之后，可以有效降低生态修复过程中淋滤水对地下水的污染风险。

（4）回填修复区拦挡设施防渗层破损淋滤水下渗对地下水的影响

按照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），修复区回填作业过程中降雨会形成少量淋滤水，淋滤水集中汇至下游收集池，收集池进行防渗处理，通过定期巡检发现开裂及时修复，可避免淋滤水长期下渗对地下水的影响；部分进入回填物料，通过拦挡设施附近排渗管排出，非正常排放主要考虑拦挡设施附近防渗层破损淋滤水下渗进入地下水对地下水的影响，按照导则要求采用解析法对非正常下渗淋滤水进入地下水进行预测分析。

①情景模式

3#和 4#修复区防渗层破损导致淋滤水少量下渗水对通过底部第四系土壤吸附后进入地下水，下渗影响范围局限在小麦地磷尾矿库以及 1#修复区范围内，影响范围较小，影响范围没有环境敏感目标，影响范围控制在修复范围内，因此不再对 3#和 4#修复区进行非正常排放预测；1#和 2#修复区采用磷石膏基生态修复回填材料，按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）和《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1 及表 2 一级标准考核：磷石膏基生态修复回填材料属于第 I 类一般工业固体废物，本次主要针对 1#和 2#修复区拦挡设施附近防渗层出现破损进行非正常排放预测，淋滤水

下渗对地下水有一定的影响，因此，非正常情况主要考 1#修复区以及 2#修复区拦挡设施附近防渗层出现破损直接渗入地下水对地下水环境造成影响，非正常排放受影响的含水层主要为侏罗寒武系渔户村组（∈1y）和震旦系灯影组(Zbdn)裂隙含水层。

②污染源强

修复作业非正常排放预测污染源强采用实测磷石膏基生态修复回填材料浸出毒性试验浸出液中氟化物以及特征污染物磷酸盐等 2 种污染物作为源强进行预测。

③入渗量计算

根据《水文地质调查报告》，淋滤水拦挡设施基础层位清积处理后的第四系松散岩类孔隙水含水层（组）渗透系数 $k=3.11\times10^{-2}$-3.73×10^{-3}cm/s，平均值 $k=1.73\times10^{-2}$cm/s，根据工程分析计算，7 月份降雨最多月份，1#回填修复区形成的淋滤水约 702.67 m^3/d，2#回填修复区形成淋滤水约 248.00 m^3/d，入渗系数按 0.6 考虑，1#修复区进入回填料淋滤水水量约 421.6 m^3/d，2#修复区进入回填料淋滤水水量约 148.8 m^3/d，不考虑回填物料截留情况下，计算得到的 1#修复区淋滤水最大渗漏量约为 7.29m^3/d，2#修复区淋滤水最大渗漏量为 2.57m^3/d。污染源强见表 4.1-5。

表 4.1-5　非正常排放污染物源强

1#修复区模拟降雨形成淋滤水源强						
污染物	平均浓度（mg/L）	入渗水量（m^3/d）	污染物渗入量（g/d）	《地下水质量标准》（GBT14848-2017）Ⅲ水质标准限值（mg/L）	检出限(mg/L)	备注
磷酸盐	0.0355	7.29	0.259	0.2（参照地表水Ⅲ水质标准限值）	0.01	中试试验淋滤水检测结果
氟化物	0.53	7.29	3.86	1.0	0.05	
2#修复区模拟降雨形成淋滤水源强						
污染物	平均浓度（mg/L）	入渗水量（m^3/d）	污染物渗入量（g/d）	《地下水质量标准》（GBT14848-2017）Ⅲ水质标准限值（mg/L）	检出限(mg/L)	备注
磷酸盐	0.0355	2.57	0.091	0.2（参照地表水Ⅲ水质标准限值）	0.01	中试试验淋滤水检测结果
氟化物	0.53	2.57	1.362	1.0	0.05	
1#修复区水平振荡法浸出液源强						

污染物	最大浓度（mg/L）	入渗水量（m^3/d）	污染物渗入量（g/d）	《地下水质量标准》（GBT14848-2017）Ⅲ水质标准限值（mg/L）	检出限(mg/L)	备注
磷酸盐	0.15	7.29	1.0935	0.2（参照地表水Ⅲ水质标准限值）	0.01	水平振荡法检测结果
氟化物	3.46	7.29	25.223	1.0	0.05	
2#修复区水平振荡法浸出液源强						
污染物	最大浓度（mg/L）	入渗水量（m^3/d）	污染物渗入量（g/d）	《地下水质量标准》（GBT14848-2017）Ⅲ水质标准限值（mg/L）	检出限(mg/L)	备注
磷酸盐	0.15	2.57	0.386	0.2（参照地表水Ⅲ水质标准限值）	0.01	水平振荡法检测结果
氟化物	3.46	2.57	8.892	1.0	0.05	

（5）预测模式

1#修复区淋滤水入渗预测影响含水层震旦系灯影组(Zbdn)裂隙含水层，2#修复区淋滤水入渗预测影响含水层为侏罗寒武系渔户村组（∈1y）裂隙含水层，根据《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016），项目参考污染场地修复治理工程，为Ⅲ类项目，项目修复影响范围内涉及小场村分散式饮用水井，为较敏感，地下水评价等级参考三级评价进行分析，根据《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016）推荐的一维半无限长多孔介质柱体，一端为定浓度边界模型，公式如下：

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

式中：x—距注入点的距离；m；

t—时间，d；

C—t 时刻 x 处的示踪剂浓度，mg/L；

C_0—注入的示踪剂浓度，mg/L；

u—水渗流速度，m/d；

DL—纵向弥散系数，m^2/d；erfc—余误差函数（可查《水文地质手册》获得）。

（6）预测参数的确定

根据《海口工业园区（街道）云龙磷矿矿区修复治理项目环境水文地质调

查报告》数据及项目地层岩性，溶质运移模型参数见表 4.1-6：

表 4.1-6　溶质运移模型参数表

1#修复回填区		
参数	取值	备注（数据来源）
渗透系数均值	2.50×10^{-3}cm/s	钻孔压水试验
地下水流速度平均值	0.20m/d	《水文地质调查报告》
含水层平均厚度	275.84m	
纵向弥散系数	$0.5825m^2/h$	
横向弥散系数	$0.5995m^2/h$	
有效孔隙度	0.0022	
2#修复回填区		
参数	取值	备注（数据来源）
渗透系数均值	2.18×10^{-3}cm/s	钻孔压水试验
地下水流速度平均值	0.15m/d	《水文地质调查报告》
含水层平均厚度	193.4m	
纵向弥散系数	$0.3390m^2/h$	
横向弥散系数	$0.0321m^2/h$	
有效孔隙度	0.0021	

（7）修复区淋滤水非正常排放预测结果

1）1#修复区淋滤水非正常排放预测结果

项目回填料回填时间约 1.5 年，回填结束后顶部采用防渗膜进行覆盖防渗处理，阻断降雨入渗，阻断淋滤水产生，因此本次非正常排放最长时间按 2a 考虑，本次评价预测时段为回填淋滤水连续下渗后的第 100d、365d 和 730d（2a）情景进行预测分析。1#修复区回填淋滤水下渗后磷酸盐污染物运移情况预测结果见表 4.1-7，预测图见图 4.1-4。

表 4.1-7　1#修复区模拟降雨淋滤水不同注入时间条件下地下水中磷酸盐变化预测结果

x（m）	100d（mg/L）	365d（mg/L）	730d（mg/L）
0	0.0355	0.0355	0.0355
20	0.0284	0.0333	0.0346
40	0.0206	0.0306	0.0334
60	0.0134	0.0274	0.032
80	0.00777	0.024	0.0304
100	0.004	0.0204	0.0285
120	0.00182	0.0169	0.0265
140	0.000725	0.0136	0.0243
160	0.000254	0.0106	0.022
180	7.77E-05	0.00795	0.0196
200	2.08E-05	0.0058	0.0173

220	4.85E-06	0.00409	0.015
240	9.88E-07	0.00278	0.0128
260	1.75E-07	0.00183	0.0108
280（修复区边界）	**2.7E-08**	**0.00116**	**0.00893**
300	3.62E-09	0.000712	0.00728
320	4.23E-10	0.000421	0.00583
340	4.28E-11	0.00024	0.0046
360	3.91E-12	0.000132	0.00356
380	2.98E-13	6.97E-05	0.00271
400	2.02E-14	3.55E-05	0.00203
420	1.45E-15	1.75E-05	0.00149
440	2.96E-17	8.26E-06	0.00108
460	1.97E-18	3.77E-06	0.000766
480	0	1.65E-06	0.000534
500	0	6.98E-07	0.000366
520	0	2.84E-07	0.000246
540	0	1.11E-07	0.000162
560	0	4.19E-08	0.000105
580	0	1.52E-08	6.68E-05
600	0	5.31E-09	4.17E-05

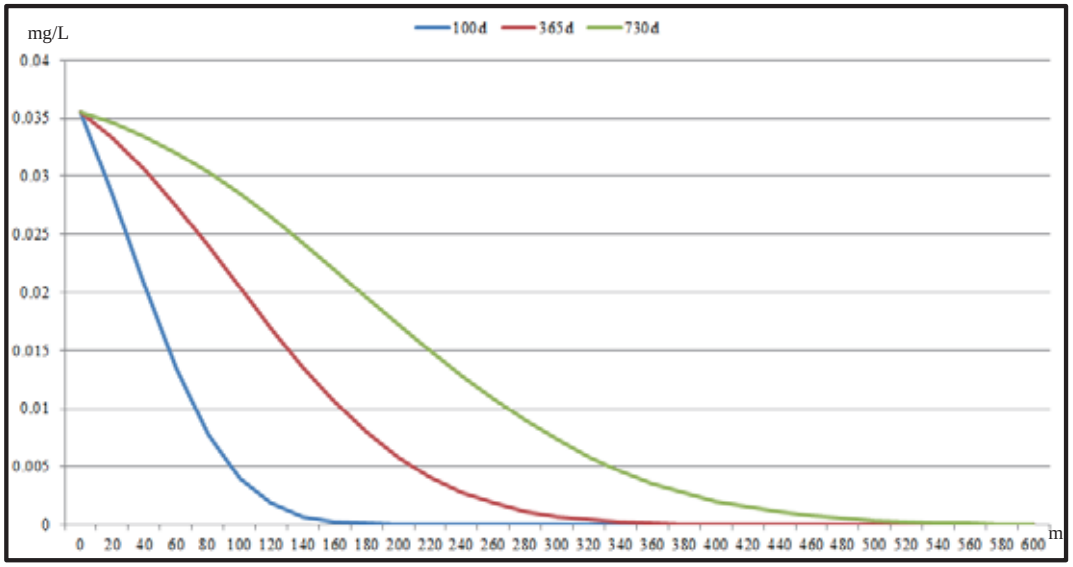


图 4.1-4　模拟降雨形成淋滤水连续入渗不同时间情况下地下水中磷酸盐浓度变化图

1#回填修复区采用水平振荡法浸出中磷酸盐下渗后磷酸盐污染物运移情况预测结果见表 4.1-8，预测图见图 4.1-5。

表 4.1-8　1#修复区水平振荡法浸出液不同注入时间条件下地下水中磷酸盐变化预测结果

x（m）	100d（mg/L）	365d（mg/L）	730d（mg/L）
0	0.15	0.15	0.15
20	0.12	0.141	0.146

40	0.087	0.129	0.141
60	0.0568	0.116	0.135
80	0.033	0.101	0.128
100	0.0171	0.0864	0.121
120	0.00778	0.0715	0.112
140	0.00312	0.0575	0.103
160	0.0011	0.0448	0.093
180	0.000339	0.0338	0.0831
200	9.14E-05	0.0247	0.0732
220	2.15E-05	0.0174	0.0635
240	4.43E-06	0.0119	0.0543
260	7.93E-07	0.00784	0.0457
280（修复区边界）	1.24E-07	0.00499	0.0379
300	1.68E-08	0.00307	0.0309
320	1.99E-09	0.00182	0.0248
340	2.04E-10	0.00104	0.0196
360	1.89E-11	0.000573	0.0152
380	1.47E-12	0.000304	0.0116
400	1.02E-13	0.000156	0.0087
420	6.53E-15	7.69E-05	0.00641
440	1.58E-16	3.65E-05	0.00464
460	8.33E-18	1.67E-05	0.0033
480	0	7.38E-06	0.0023
500	0	3.14E-06	0.00158
520	0	1.28E-06	0.00106
540	0	5.05E-07	0.000704
560	0	1.92E-07	0.000457
580	0	6.99E-08	0.000292
600	0	2.46E-08	0.000183

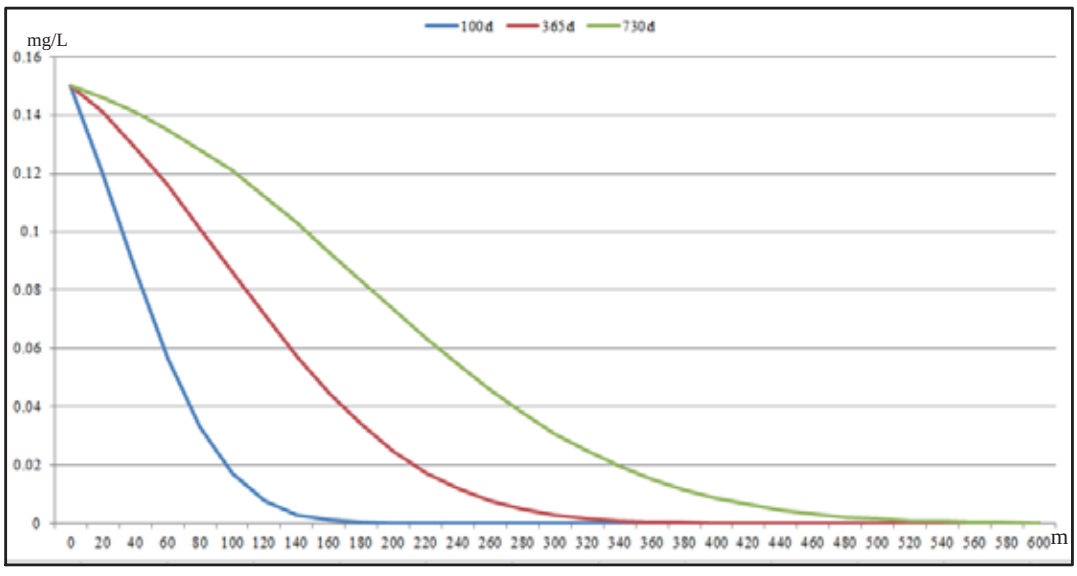


图 4.1-5　1#修复区水平振荡法浸出液连续入渗不同时间情况下地下水中磷酸盐变化图

从表 4.1-7 及图 4.1-4 中可以看出模拟降雨形成淋滤水磷酸盐连续渗入 100d 情况下，影响范围为拦挡设施下游 71m，连续渗入 365d 情况下，影响范围为拦挡设施下游 163m，连续入渗 730d，影响范围为拦挡设施池下游 268m，影响范围内没有地下水超标点；根据水文地质图，拦挡设施距离下游修复区边界约 280m，连续入渗约 2.0a 情况下，影响范围不会超出生态修复范围。

从表 4.1-8 及图 4.1-5 中可以看出采用最不利源强水平振荡法浸出液中磷酸盐连续渗入 100d 情况下，影响范围为拦挡设施下游 113m，连续渗入 365d 情况下，影响范围为拦挡设施下游 247m，连续入渗 730d，影响范围为拦挡设施池下游 389m，影响范围内没有地下水超标点；根据水文地质图，拦挡设施距离下游修复区边界约 280m，连续入渗约 440d 情况下，影响范围不会超出生态修复范围。

采用模拟降雨形成的淋滤水浓度和水平振荡法浸出液连续入渗预测磷酸盐影响范围内没有泉点和居民取用地下水，下游小场村水井距离拦挡设施约 545m，不在磷酸盐影响范围内；回填修复区淋滤水收集池地表为第四系粘土层，拦挡设施建设会对底部第四系粘土层进行压实处理，是一个天然防渗层，具有一定防渗和吸附过滤作用，拦挡设施及回填区底部建设时采用两布一膜防渗膜铺设，防渗系数达到 1.0×10^{-7}cm/s，能够有效阻止渗滤液淋滤水大量下渗，入渗进入第四系粘土层和地下水中磷酸盐随着时间推移，经过土壤吸附和地下水中自然稀释，地下水中磷酸盐会逐渐降低，地下水下渗量很小，对地下水水质影响很小。

表 4.1-9 1#修复区模拟降雨淋滤水不同注入时间条件下地下水中氟化物浓度变化预测结果

x（m）	100d（mg/L）	365d（mg/L）	730d（mg/L）
0	0.53	0.53	0.53
20	0.423	0.497	0.516
40	0.307	0.456	0.499
60	0.2	0.41	0.478
80	0.116	0.358	0.454
100	0.0597	0.305	0.426
120	0.0271	0.252	0.396
140	0.0108	0.202	0.363

160	0.00379	0.158	0.328
180	0.00116	0.119	0.293
200	0.00031	0.0866	0.258
220	7.24E-05	0.061	0.224
240	1.47E-05	0.0416	0.191
260	2.61E-06	0.0273	0.161
280（修复区边界）	**4.03E-07**	**0.0174**	**0.133**
300	5.41E-08	0.0106	0.109
320	6.31E-09	0.00628	0.0871
340	6.4E-10	0.00358	0.0687
360	5.84E-11	0.00197	0.0532
380	4.44E-12	0.00104	0.0405
400	3.01E-13	0.000531	0.0303
420	2.16E-14	0.000261	0.0223
440	4.41E-16	0.000123	0.0161
460	2.94E-17	5.62E-05	0.0114
480	0	2.47E-05	0.00797
500	0	1.04E-05	0.00546
520	0	4.24E-06	0.00367
540	0	1.66E-06	0.00242
560	0	6.26E-07	0.00157
580	0	2.27E-07	0.000997
600	0	7.93E-08	0.000622

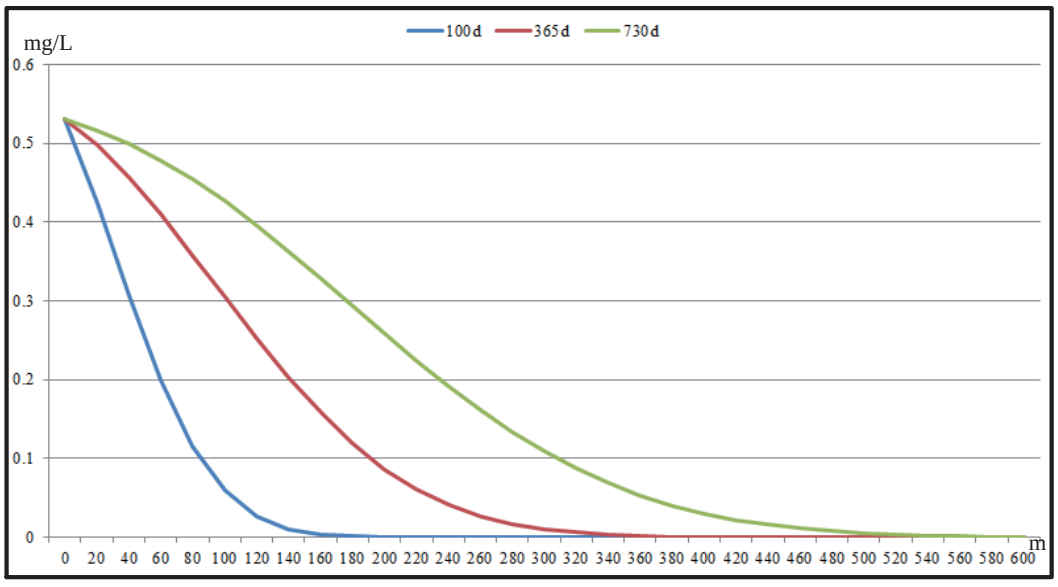


图 4.1-6　模拟降雨形成淋滤水连续入渗不同时间情况下地下水中氟化物浓度变化

表 4.1-10　1#修复区水平振荡法浸出液不同注入时间条件下地下水中氟化物变化预测结果

x（m）	100d（mg/L）	365d（mg/L）	730d（mg/L）
0	3.46	3.46	3.46

20	2.76	3.25	3.37
40	2.01	2.98	3.26
60	1.31	2.67	3.12
80	0.762	2.34	2.96
100	0.394	1.99	2.78
120	0.179	1.65	2.58
140	0.072	1.33	2.37
160	0.0254	1.03	2.14
180	0.00782	0.78	1.92
200	0.00211	0.569	1.69
220	0.000497	0.402	1.46
240	0.000102	0.274	1.25
260	1.83E-05	0.181	1.06
280（修复区边界）	2.85E-06	0.115	0.875
300	3.88E-07	0.0707	0.714
320	4.59E-08	0.0419	0.573
340	4.72E-09	0.024	0.452
360	4.37E-10	0.0132	0.351
380	3.38E-11	0.00702	0.268
400	2.36E-12	0.00359	0.201
420	1.51E-13	0.00177	0.148
440	3.65E-15	0.000843	0.107
460	1.92E-16	0.000386	0.0761
480	0	0.00017	0.0531
500	0	7.23E-05	0.0364
520	0	2.96E-05	0.0246
540	0	1.17E-05	0.0162
560	0	4.42E-06	0.0105
580	0	1.61E-06	0.00673
600	0	5.67E-07	0.00421

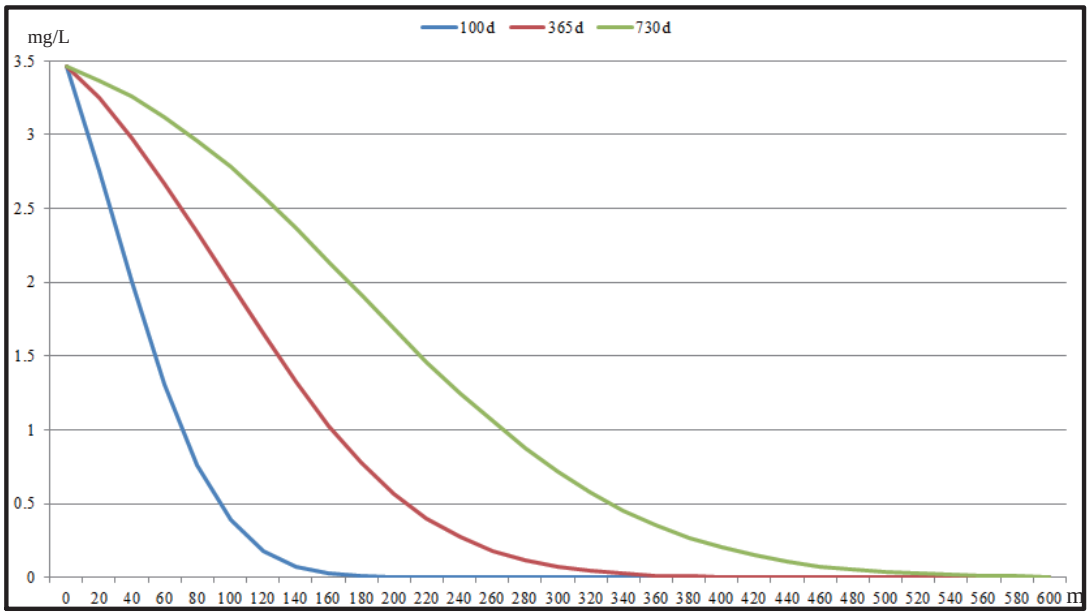


图 4.1-7　水平振荡法浸出液连续入渗不同时间情况下地下水中氟化物浓度变化

从表 4.1-9 及图 4.1-6 中可以看出模拟降雨形成的淋滤水连续渗入 100d 情况下，地下水中氟化物影响范围为拦挡设施下游 104m；连续渗入 365d 情况下，地下水中氟化物影响范围为拦挡设施下游 230m；连续入渗 730d，影响范围为拦挡设施下游 364m；根据水文地质图，拦挡设施距离下游修复区边界约 280m，连续入渗约 495d 情况下，影响范围才会超出生态修复范围。

从表 4.1-10 及图 4.1-7 中可以看出采用水平振荡法浸出液连续渗入 100d 情况下，地下水中氟化物超标范围为拦挡设施下游 70m，影响范围为拦挡设施下游 147m；连续渗入 365d 情况下，地下水中氟化物超标范围为拦挡设施下游 162m，影响范围为拦挡设施下游 313m；连续入渗 730d，地下水中氟化物超标范围为拦挡设施下游 265m，影响范围为拦挡设施下游 483m；根据水文地质图，拦挡设施距离下游修复区边界约 280m，连续入渗约 790d 情况下，超标影响范围才会超出生态修复范围。

采用模拟降雨形成的淋滤水浓度和水平振荡法浸出液连续入渗预测影响范围内没有泉点和居民取用地下水，小场村水井不在影响范围内；回填修复区地表为第四系粘土层，拦砂设施建设会对底部第四系粘土层进行压实处理，是一个天然防渗层，具有一定防渗和吸附过滤作用，拦挡设施建设时采用两布一膜防渗膜铺设，防渗系数达到 1.0×10^{-7}cm/s，能够有效阻止渗滤液淋滤水大量下渗，入渗进入第四系粘土层和地下水中氟化物随着时间推移，经过土壤吸附和

地下水中自然降解，地下水中氟化物会逐渐降低，非正常排放，淋滤水进入地下水会造成一定程度地下水污染，为了避免对地下水污染，要求建设单位定期巡检淋滤水收集池及拦挡设施，发现开裂及时修补，避免淋滤水长时间下渗污染地下水，同时定期对下游污染监控井开展水质监测，发现水质异常及时上报。

2）2#修复区淋滤水非正常排放预测结果

本次评价预测时段为回填淋滤水连续下渗后的第 100d、365d 和 730d（2a）情景进行预测分析。2#修复区回填淋滤水下渗后磷酸盐污染物运移情况预测结果见表 4.1-11，预测图见图 4.1-8。

表 4.1-11　2#修复区模拟降雨淋滤水不同注入时间条件下地下水中磷酸盐变化预测结果

x（m）	100d（mg/L）	365d（mg/L）	730d（mg/L）
0	0.0355	0.0355	0.0355
20	0.0259	0.0324	0.0342
40	0.0159	0.0286	0.0325
60（修复区边界）	0.00808	0.0241	0.0304
80	0.00334	0.0194	0.0279
100	0.00111	0.0149	0.0251
120	0.000297	0.0108	0.0221
140	6.31E-05	0.00747	0.019
160	1.06E-05	0.00486	0.016
180	1.42E-06	0.00298	0.0131
200	1.5E-07	0.00173	0.0104
220	1.25E-08	0.000941	0.00808
240	8.19E-10	0.000482	0.00609
260	4.23E-11	0.000232	0.00447
280	1.78E-12	0.000105	0.00318
300	5.65E-14	4.46E-05	0.0022
320	1.48E-15	1.78E-05	0.00147
340	1.58E-17	6.64E-06	0.00096
360	0	2.33E-06	0.000606
380	0	7.65E-07	0.000371
400	0	2.35E-07	0.00022
420	0	6.79E-08	0.000126
440	0	1.84E-08	7.04E-05
460	0	4.65E-09	0.000038
480	0	1.1E-09	1.99E-05
500	0	2.53E-10	1.01E-05
520	0	5.25E-11	4.93E-06
540	0	1.02E-11	2.34E-06

560	0	1.83E-12	1.07E-06
580	0	3.41E-13	4.78E-07
600	0	2.88E-14	2.06E-07

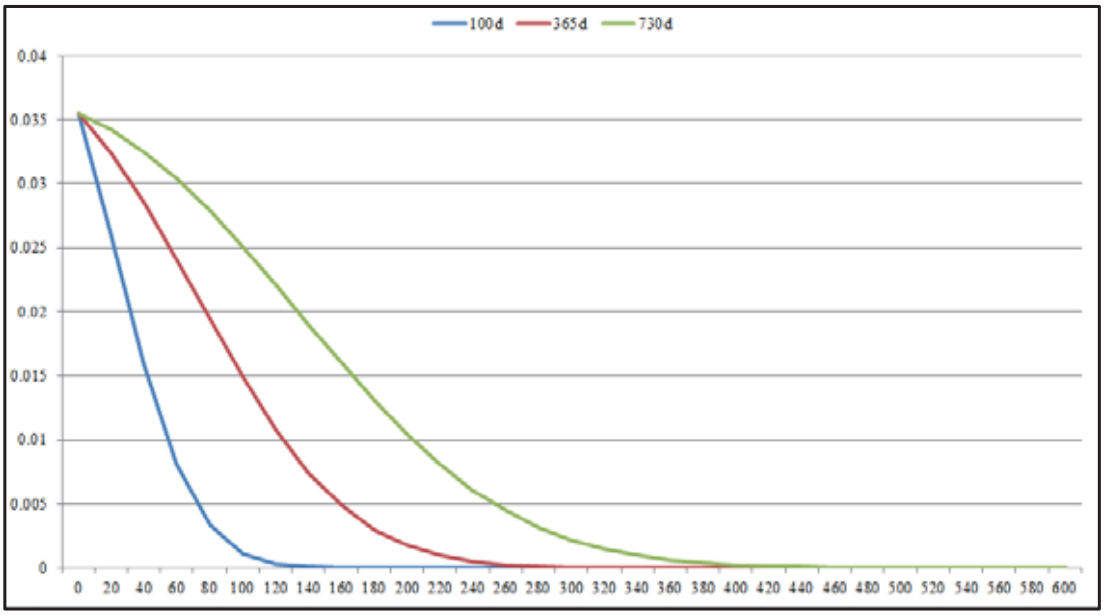


图 4.1-8　模拟降雨淋滤水连续入渗不同时间情况下地下水中磷酸盐浓度变化图

2#回填修复区采用水平振荡法浸出液下渗后模拟磷酸盐污染物运移情况预测结果见表 4.1-12，预测图见图 4.1-9。

表 4.1-12　2#修复区水平振荡法浸出液不同注入时间条件下地下水中磷酸盐变化预测结果

x（m）	100d（mg/L）	365d（mg/L）	730d（mg/L）
0	0.15	0.15	0.15
20	0.109	0.137	0.145
40	0.0672	0.121	0.137
60（修复区边界）	**0.0341**	**0.102**	**0.128**
80	0.0141	0.0821	0.118
100	0.0047	0.0629	0.106
120	0.00125	0.0458	0.0934
140	0.000266	0.0315	0.0803
160	0.000045	0.0205	0.0674
180	6.01E-06	0.0126	0.0552
200	6.34E-07	0.0073	0.044
220	5.28E-08	0.00398	0.0341
240	3.46E-09	0.00204	0.0257
260	1.79E-10	0.000981	0.0189
280	7.5E-12	0.000444	0.0134
300	2.39E-13	0.000188	0.00929
320	6.27E-15	7.51E-05	0.00623
340	6.66E-17	2.81E-05	0.00406

360	0	9.84E-06	0.00256
380	0	3.23E-06	0.00157
400	0	9.95E-07	0.000929
420	0	2.87E-07	0.000534
440	0	7.76E-08	0.000297
460	0	1.96E-08	0.000161
480	0	4.66E-09	8.39E-05
500	0	1.07E-09	4.25E-05
520	0	2.22E-10	2.08E-05
540	0	4.31E-11	9.88E-06
560	0	7.72E-12	4.54E-06
580	0	1.44E-12	2.02E-06
600	0	1.22E-13	8.7E-07

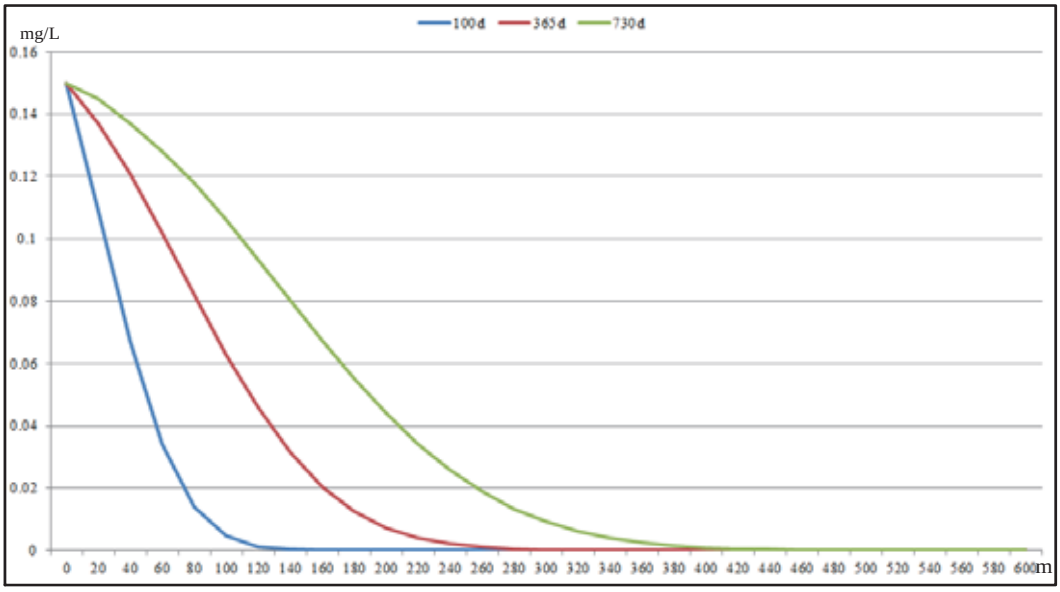


图 4.1-9　2#修复区水平振荡法连续入渗不同时间情况下地下水中磷酸盐浓度变化图

从表 4.1-11 及图 4.1-8 中可以看出磷酸盐连续渗入 100d 情况下，影响范围为拦砂设施下游 54m，连续渗入 365d 情况下，影响范围为拦砂设施下游 124m，连续入渗 730d，影响范围为拦砂设施下游 203m，影响范围内没有地下水超标点；根据水文地质图，拦挡设施距离下游修复区边界约 60m，连续入渗约 120d 情况下，影响范围才会超出生态修复范围。

从表 4.1-12 及图 4.1-9 中可以看出磷酸盐连续渗入 100d 情况下，影响范围为拦砂设施下游 86m，连续渗入 365d 情况下，影响范围为拦砂设施下游 188m，连续入渗 730d，影响范围为拦砂设施下游 296m，影响范围内没有地下水超标点；根据水文地质图，拦挡设施距离下游修复区边界约 60m，连续入渗

约 55d 情况下，影响范围才会超出生态修复范围。

采用降雨模拟形成的淋滤水和水平振荡法浸出液预测磷酸盐影响范围内没有泉点和居民取用地下水，下游小场村水井距离拦挡设施约 625m，不在磷酸盐影响范围内；回填修复区淋滤水收集池地表为第四系粘土层，淋滤水收集沉淀池建设会对底部第四系粘土层进行压实处理，是一个天然防渗层，具有一定防渗和吸附过滤作用，淋滤水收集池建设时采用两布一膜防渗膜铺设，防渗系数达到 1.0×10^{-7}cm/s，能够有效阻止渗滤液淋滤水大量下渗，入渗进入第四系粘土层和地下水中磷酸盐随着时间推移，经过土壤吸附和地下水中自然稀释，地下水中磷酸盐会逐渐降低，地下水下渗量很小，对地下水水质影响很小。

模拟降雨形成的淋滤水连续下渗氟化物在地下水中预测见表 4.1-13 及图 4.1-10。

表 4.1-13　2#修复区模拟降雨淋滤水不同注入时间条件下地下水中氟化物变化预测结果

x（m）	100d（mg/L）	365d（mg/L）	730d（mg/L）
0	0.53	0.53	0.53
20	0.387	0.484	0.511
40	0.238	0.426	0.485
60（修复区边界）	0.121	0.36	0.454
80	0.0498	0.29	0.417
100	0.0166	0.222	0.375
120	0.00443	0.162	0.33
140	0.000942	0.111	0.284
160	0.000159	0.0726	0.238
180	0.0000212	0.0446	0.195
200	0.00000224	0.0258	0.155
220	0.000000186	0.0141	0.121
240	1.22E-08	0.0072	0.091
260	6.31E-10	0.00347	0.0667
280	2.65E-11	0.00157	0.0475
300	8.44E-13	0.000666	0.0328
320	2.22E-14	0.000265	0.022
340	2.35E-16	0.0000992	0.0143
360	0	0.0000348	0.00904
380	0	0.0000114	0.00553
400	0	0.00000352	0.00328
420	0	0.00000101	0.00189
440	0	0.000000274	0.00105
460	0	6.94E-08	0.000567

480	0	1.65E-08	0.000296
500	0	3.78E-09	0.00015
520	0	7.84E-10	0.0000736
540	0	1.52E-10	0.0000349
560	0	2.73E-11	0.000016
580	0	5.1E-12	0.00000714
600	0	4.31E-13	0.00000307

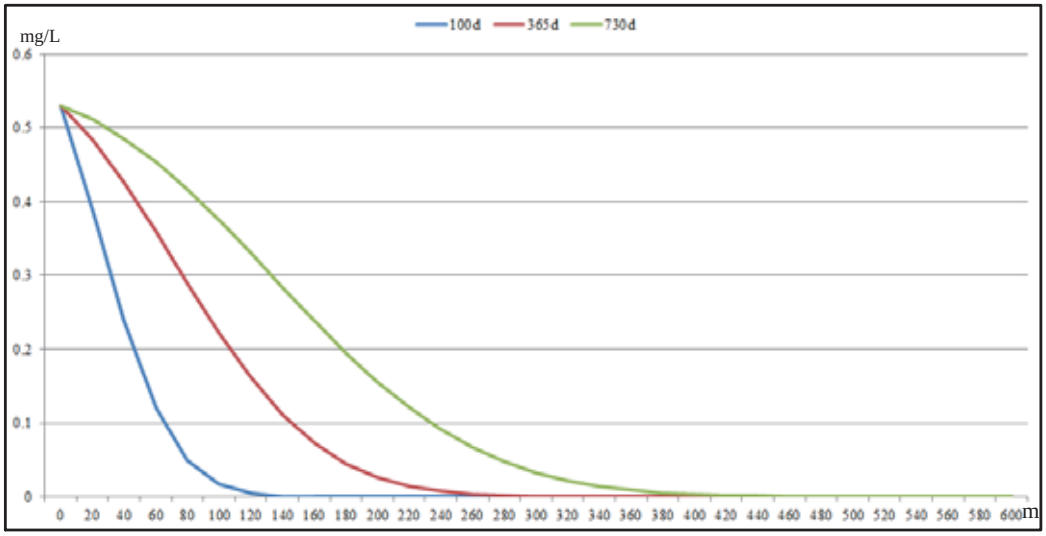


图 4.1-10　模拟降雨淋滤水连续入渗不同时间情况下地下水中氟化物浓度变化

模拟水平振荡法浸出液连续下渗氟化物在地下水中预测见表 4.1-14 及图 4.1-11。

表 4.1-14　2#修复区水平振荡法浸出液不同注入时间条件下地下水中氟化物变化预测结果

x（m）	100d（mg/L）	365d（mg/L）	730d（mg/L）
0	3.46	3.46	3.46
20	2.52	3.16	3.34
40	1.55	2.78	3.17
60（修复区边界）	0.787	2.35	2.96
80	0.325	1.89	2.72
100	0.108	1.45	2.45
120	0.0289	1.06	2.15
140	0.00615	0.728	1.85
160	0.00104	0.474	1.56
180	0.000139	0.291	1.27
200	1.46E-05	0.168	1.01
220	1.22E-06	0.0917	0.787
240	7.98E-08	0.047	0.594
260	4.12E-09	0.0226	0.435
280	1.73E-10	0.0102	0.31
300	5.51E-12	0.00435	0.214

320	1.45E-13	0.00173	0.144
340	1.54E-15	0.000647	0.0935
360	0	0.000227	0.059
380	0	7.45E-05	0.0361
400	0	0.000023	0.0214
420	0	6.62E-06	0.0123
440	0	1.79E-06	0.00686
460	0	4.53E-07	0.0037
480	0	1.07E-07	0.00194
500	0	2.47E-08	0.00098
520	0	5.12E-09	0.00048
540	0	9.94E-10	0.000228
560	0	1.78E-10	0.000105
580	0	3.33E-11	4.66E-05
600	0	2.81E-12	2.01E-05

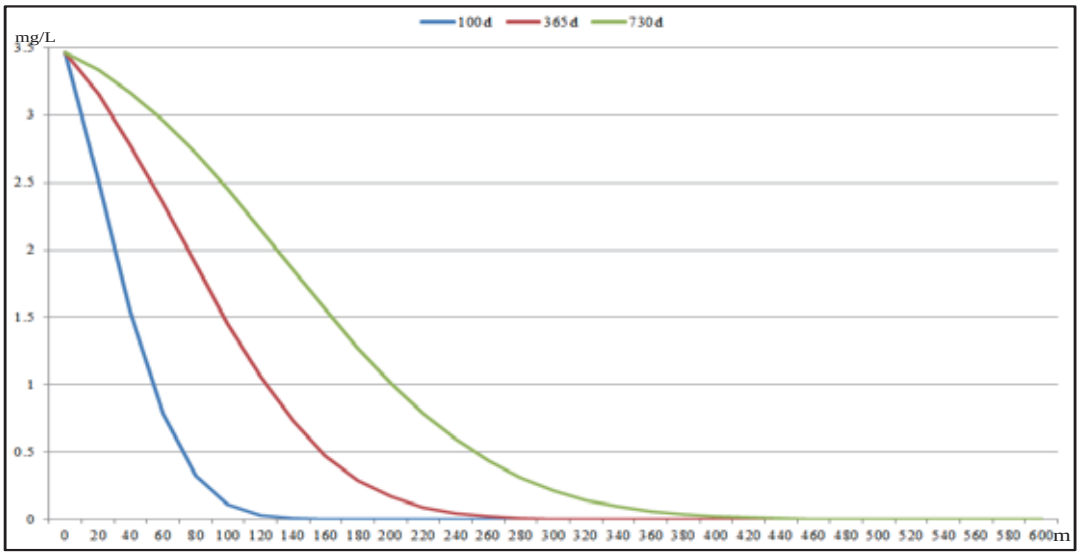


图 4.1-11　模拟水平振荡法浸出液连续入渗不同时间情况下地下水中氟化物浓度变化

从表 4.1-13 及图 4.1-10 中可以看出淋滤水连续渗入 100d 情况下，氟化物影响范围为拦挡设施下游 79m；连续渗入 365d 情况下，影响范围为拦挡设施下游 175m；连续入渗 730d，影响范围为拦挡设施下游 277m；根据水文地质图，拦挡设施距离下游修复区边界约 60m，连续入渗约 63d 情况下，影响范围才会超出生态修复范围。

从表 4.1-14 及图 4.1-11 中可以看出淋滤水连续渗入 100d 情况下，氟化物超标影响范围为拦挡设施下游 53m，影响范围为拦挡设施下游 112m；连续渗入 365d 情况下，氟化物超标影响范围为拦挡设施下游 123m，影响范围为拦挡

设施下游 238m；连续入渗 730d，氟化物超标影响范围为拦挡设施下游 201m，影响范围为拦挡设施下游 366m；根据水文地质图，拦挡设施距离下游修复区边界约 60m，连续入渗约 120d 情况下，超标影响范围才会超出生态修复范围。

根据水文地质图，拦挡设施距离下游小场村水井不在影响范围内，采用模拟降雨形成淋滤水和水平振荡法浸出液非正常连续入渗预测影响范围内没有泉点和居民取用地下水；回填修复区地表为第四系粘土层，拦挡设施建设会对底部第四系粘土层进行压实处理，是一个天然防渗层，具有一定防渗和吸附过滤作用，拦挡设施建设时采用两布一膜防渗膜铺设，防渗系数达到 1.0×10^{-7}cm/s，能够有效阻止渗滤液淋滤水大量下渗，入渗进入第四系粘土层和地下水中氟化物随着时间推移，经过土壤吸附和地下水中自然降解，地下水中氟化物会逐渐降低，非正常排放，淋滤水进入地下水会造成一定程度地下水污染，为了避免对地下水污染，要求建设单位定期巡检淋滤水收集池及拦挡设施，发现开裂及时修补，避免淋滤水长时间下渗污染地下水，同时定期对下游污染监控井开展水质监测，发现水质异常及时上报。

3）非正常排放对下游小场村水井影响

1#修复区拦挡设施下游小场村水井约 545m，但是 1#修复区地下水排泄在小场村水井下游，1#修复区回填淋滤水排泄至小场村水井下游，对小场村水井没有影响；2#修复区拦挡设施距离下游小场村水井约 625m，采用 2#修复区淋滤水非正常排放氟化物对下游小场村水井进行预测分析，预测结果见表 4.1-15。

表 4.1-15　模拟降雨淋滤水不同注入时间下游水井中氟化物变化预测结果

t（d）	625m（mg/L）	t（d）	625m（mg/L）
0	0	930	3.48E-05
30	0	960	0.000052
60	0	990	7.56E-05
90	0	1020	0.000108
120	0	1050	0.00015
150	0	1080	0.000205
180	0	1110	0.000275
210	0	1140	0.000364
240	0	1170	0.000474
270	0	1200	0.000609
300	2.94E-17	1230	0.000772

330	1.15E-15	1260	0.000968
360	2.46E-14	1290	0.0012
390	3.31E-13	1320	0.00147
420	5.8E-12	1350	0.00179
450	3.72E-11	1380	0.00216
480	1.93E-10	1410	0.00258
510	8.5E-10	1440	0.00305
540	3.17E-09	1470	0.00359
570	1.03E-08	1500	0.0042
600	2.97E-08	1530	0.00487
630	7.74E-08	1560	0.00562
660	1.79E-07	1590	0.00644
690	3.94E-07	1620	0.00735
720	8.15E-07	1650	0.00834
750	1.59E-06	1680	0.00941
780	2.94E-06	1710	0.0106
810	5.19E-06	1740	0.0118
840	8.8E-06	1770	0.0132
870	1.44E-05	1800	0.0146
900	2.27E-05		

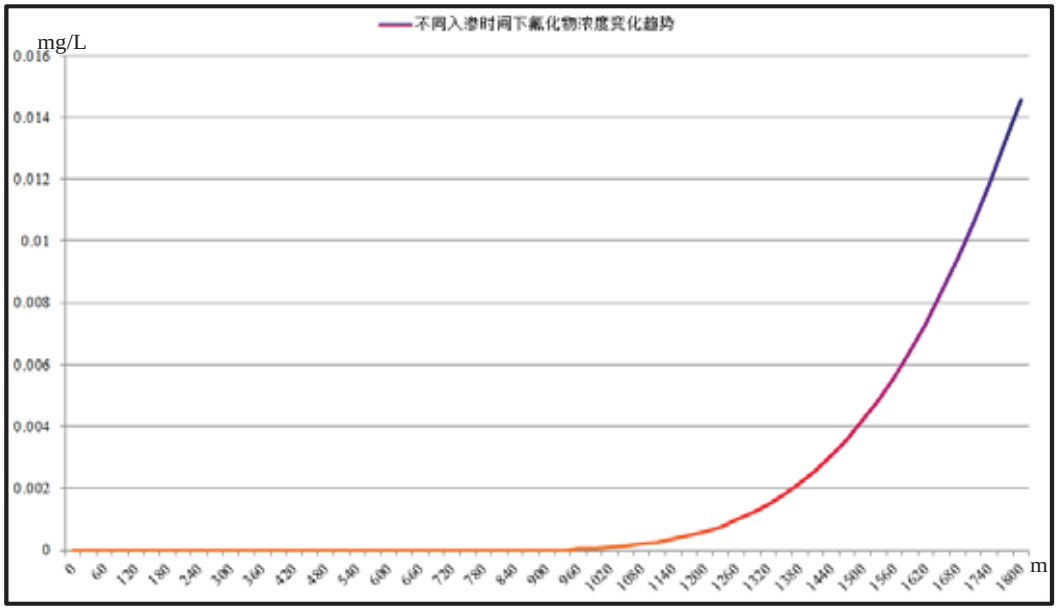


图 4.1-12　模拟降雨形成淋滤水不同入渗时间情况下游小场村水井中氟化物浓度变化

采用 2#修复区模拟水平振荡法浸出液非正常排放氟化物对下游小场村水井进行预测分析，预测结果见表 4.1-16。

表 4.1-16　水平振荡法浸出液不同注入时间下游水井中氟化物变化预测结果

t（d）	625m（mg/L）	t（d）	625m（mg/L）
0	0	930	0.000227

30	0	960	0.000339
60	0	990	0.000494
90	0	1020	0.000702
120	0	1050	0.000978
150	0	1080	0.00134
180	0	1110	0.0018
210	0	1140	0.00238
240	0	1170	0.00309
270	0	1200	0.00398
300	1.92E-16	1230	0.00504
330	7.49E-15	1260	0.00632
360	1.61E-13	1290	0.00784
390	2.16E-12	1320	0.00962
420	3.78E-11	1350	0.0117
450	2.43E-10	1380	0.0141
480	1.26E-09	1410	0.0168
510	5.55E-09	1440	0.0199
540	2.07E-08	1470	0.0234
570	6.72E-08	1500	0.0274
600	1.94E-07	1530	0.0318
630	5.05E-07	1560	0.0367
660	1.17E-06	1590	0.0421
690	2.58E-06	1620	0.048
720	5.32E-06	1650	0.0544
750	1.04E-05	1680	0.0615
780	1.92E-05	1710	0.0691
810	3.39E-05	1740	0.0773
840	5.75E-05	1770	0.0861
870	9.39E-05	1800	0.0956
900	0.000148		

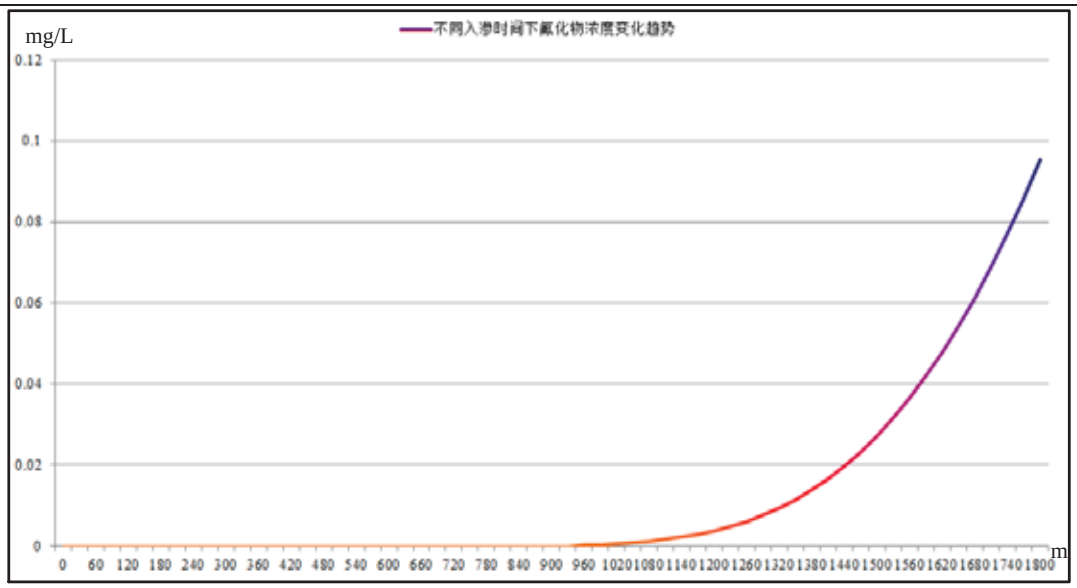


图 4.1-13　水平振荡法浸出液不同入渗时间情况下游小场村水井中氟化物浓度变化

从表 4.1-15 及图 4.1-12 中可以看出模拟降雨形成淋滤水连续渗入 1800d 情况下，不会造成下游小场村水井中氟化物超标；从表 4.1-16 及图 4.1-13 可以看出，模拟水平振荡法浸出液连续入渗 1800d 情况下不会造成小场村水井中氟化物超标，但是会造成小场村水井中氟化物浓度升高，目前小场村水井为小场村饮用取水井，该生态修复项目必须落实好防渗措施，回填修复区底部，回填修复区顶部全部采用两布一膜进行防渗处理，顶部从源头阻断淋滤水产生，底部阻断淋滤水下渗，淋滤水收集池进行防渗处理，淋滤水和小场村水井之间设置有污染监控井，同时定期对下游监控井和小场村水井水质开展监测，定时关注监控井和小场村水质变化，水质异常及时上报。

回填料淋滤水下渗对下游小场村水井存在污染风险，为了避免污染事件发生，降低对下游小场村居民影响，要求建设单位寻找替代水源，对小场村饮用水源进行替代。

4.1.3.4 地下水环境防治措施

该项目施工期使用满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中Ⅰ类固废和土方为回填物料，修复区回填作业降雨时会产生淋滤水，淋滤水含有一定量污染物。为防止回填修复区淋滤水渗漏对地下水造成污染，采取以下措施进行污染控制。

（1）回填料控制

①回填物料必须为三环中化改性处理后满足《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要求的回填料，禁止使用新鲜磷石膏回填，禁止使用不符合《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的磷石膏回填；

②建设单位设专人管理回填料制造过程、每一批次回填物料均需检验，经检验合格后方可运入回填区回填，并保留监测记录；

③从源头起进行严格控制，加大监督力度，生态修复作业点必须设置检验点，做到不允许“严禁回填固废”进入回填修复区；

④防止生活垃圾混入，在回填、推平过程中也要检查，一旦发现生活垃圾混入，应立即停止回填，确保生活垃圾不得进入回填修复区。

（2）防渗措施

根据建设单位提供资料，废弃矿坑生态修复场底部、内坡面顶部及拦挡设施内坡面均设防渗措施。

①回填修复区底部防渗层（由下至上）：

A.基础层：粘土层，土压实度不应小于 93%；

B.膜下保护层：采用土工布，规格不宜小于 300g/m^2；

C.膜防渗层：采用原生 HDPE 土工膜，厚度不应小于 1.5mm；

D.膜上保护层：采用非织造土工布，规格不宜小于 300g/m^2。

②内坡面、拦挡设施内坡面防渗层（由内至外）：

A.基础层：土压实度不应小于 93%；

B.膜下保护层：采用土工布，规格不宜小于 300g/m^2；

C.膜防渗层：采用原生 HDPE 土工膜，厚度不应小于 1.5mm；

D.膜上保护层：采用非织造土工布，规格不宜小于 300g/m^2；

E.与矿坑底部防渗层相连。

③铺设绿化植被覆土前，回填修复区顶部防渗层（由下至上）：

A.基础层：回填物压实度不应小于 93%；

B.膜下保护层：宜采用土工布，规格不宜小于 300g/m^2；

C.膜防渗层：应采用原生 HDPE 土工膜，厚度不应小于 1.5mm；

D.膜上保护层：宜采用非织造土工布，规格不宜小于 300g/m^2。

④施工质量管理

施工方案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，施工完毕后保存施工报告、全套竣工图、所有材料的现场及实验室检测报告，提供人工防渗衬层完整性检测报告。

⑤防渗材料性能要求

A.HDPE 土工膜性能要求

土工膜幅宽应≥7m，极限厚度偏差应控制在±10%之内；土工膜产品颜色要求为黑色，外观质量应符合 CJ/T234-2006 的规定；其它性能指标应符合 CJ/T 234-2006 的规定。

B.土工布性能要求

土工布原材料采用抗氧化性和紫外线强的长丝无纺土工布；土工布外观质量需逐卷进行检验和评定，每卷土工布不得出现孔洞和破损；外观疵点不得出现下表中的重缺陷，轻缺陷每 200m^2 不超过 5 个。

⑤植被选择

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

（3）回填修复区外围截排水沟

1#回填修复区外部修建截排水沟 2145m、2#回填修复区外部修建截排水沟 561m。有效降低雨季施工期间雨水汇入回填修复区雨水，降低由于降雨形成的淋滤水水量；

（4）淋滤水导排

1#回填修复治理区：在堆石拦挡体内 2064m 设置 8 根 DN200 排水管、2066m 设置 9 根 DN200 排水管、2068m 标高设置 10 根 DN200 排水管，在堆排标高低于 2070m 标高时，场区内遇降雨淋滤水汇集于堆石拦挡体前，通过堆石拦挡体内 DN200 排水管及排入下游收集池。当高于 2070m 时，在两岸坡修筑岸坡排水沟（B×H=0.8m×0.8m）及堆渣面上修筑排坝面水沟，坝面排水沟沟底坡为 0.5%、由坝中坡向两岸坡（B×H=0.8m×0.8m）将场区内雨水天渣面淋溶液排入下游收集池，岸坡排水沟及坝面排水沟均为 C20 素混凝土结构。在堆体 2070m、

2080m、2090m、2100m、2110m、2120m、2130m 标高各修建一条 B×H=0.8m×0.8m 的排水沟与岸坡排水沟相连，将回填区雨水有组织的导排至下游淋滤水收集池。

2#回填修复修复区：由于护脚拦挡体顶标高下容积较小，设计要求在旱季尽快填平，设计在护脚拦挡体顶标高 2045m 以下不设任何排洪设施。当坑内回填堆排至 2045m 时，在两岸坡修筑岸坡排水沟（B×H=0.6m×0.6m）及回填堆积体坡面平台上修筑排水沟（B×H=0.6m×0.6m）将汛期淋溶液排入下游收集池。回填堆积体平台设有 B×H=0.6m×0.6m，沟底坡为 0.5%、由中部坡向两岸坡，岸坡排水沟及坡面平台排水沟均为 C20 素混凝土结构。在堆体 2045m、2060m、2070m、2080m 标高各修建一条 B×H=0.6m×0.6m 的排水沟与岸坡排水沟相连，将雨水有组织的导排至下游淋滤水收集池。

3#回填修复治理区：该修复场地总汇水面积 0.05km^2，设计要求在旱季尽快填平，在矿坑左岸新建排水沟将场区东、南、西岸汇水引向北侧淋滤水收集池；排水沟净断面尺寸均为 B×H＝0.5m×0.5m，最小底坡 1%，结构为 C20 素混凝土结构。

在堆体 2165m 标高修建一条 B×H=0.4m×0.4m 的排水沟与周边排水沟相连，将雨水有组织的导排至下游淋滤水收集池。

4#回填修复治理区：4 号矿坑总汇水面积 0.08km^2，设计要求在旱季尽快填平，在矿坑左岸新建排水沟将场区东、南、西岸汇水引向北侧淋滤水收集池；排水沟净断面尺寸均为 B×H＝0.5m×0.5m，最小底坡 1%，结构为 C20 素混凝土结构。

在堆体 2165m 平台设置坡面排水沟 B×H=0.4m×0.4m，坡面排水沟与截排水沟相连，将雨水导排至下游淋滤水收集池。

同时分别在 1#、2#、3#、4#修复区拦挡体下游各建设收集池一座，1#修复区下游建设淋滤水容积 960m^3 收集池一座，2#修复区下游建设淋滤水容积为 300m^3 收集池一座，3#回填修复区下游设置 125m^3 的淋滤水收集池，4#回填修复区下游设置 200m^3 的淋滤水收集池，收集池配置回用水泵，降雨形成淋滤水进行回用处理。

（5）地下水污染监控系统

建立回填修复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，制定监测计划、配备先进的检测仪器和设备，以便及时发现问题，及时采取预防措施。根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），并结合项目实际水文地质调查情况，项目区设置污染监控井 6 座，其中上游 1 座，下游 5 座，同时对膜下地下水导排管排水进行检测。

同时利用回填修复区防渗膜底部地下水导排管进行膜下排水监控，防渗膜底部地下水导排管有水排出时定期对导排管水质进行监测。

表 4.1-17 地下水监测井建设要求

类型	要求	监测井设置图样
监测井建设要求	①监测井井管使用 PVC 管材（纯 PVC 无其他添加成分，厚度为 4～6mm）。 ②监测井管应采用螺纹接口，不得使用任何粘接剂。滤水管段应使用 120 目钢丝网包缠，采用封口条固定。 ③井口保护套管应为不锈钢材质。 ④监测井过滤材料采用分级（均匀系数在 1.5～2.0 之间）石英砂作为过滤层滤料。过滤材料使用前应进行冲洗，在钻井场地存储时应确保不与污染物接触并防止外部杂质混入。 ⑤过滤层上下部环状间隙应用止水材料进行封隔，为膨润土和水泥。	

表 4.1-18 项目区地下水监测井监控要求及监测计划

监测井	位置及坐标	监测项目	频次	管理要求
上游监控井	依托海口磷业 JK1 监控井，位于项目区上游 1.6km E102°28′55.78″；N24°47′16.88″	pH、耗氧量、总磷、溶解性总固体、氟化物、总硬度、氯化物、硝酸盐	每周 1 次，防渗膜下地下水导排管有水排水时取样检测。	加强对地下水水质动态监测，及时掌握上下游水质变化，发现问题及时处理，建议建设单位将监测资料存档，便于长时间观测生态修复区上下游水质变化。
1#修复区污染监控井	1 号回填修复区淋滤水收集池下游 60m E102°30′35.03″；24°48′17.90″			
1#修复区污染扩散监控井	1 号回填修复区淋滤水收集池下游 450m E102°30′41.69″；N24°48′29.77″			
2#修复区污染监控井	2 号回填修复区淋滤水收集池下游 50m E102°30′21.36″；N24°48′31.67″			
2#修复区污染扩散监控井	2 号回填修复区淋滤水收集池下游 200m E102°30′24.54″；N24°48′36.11″			
小场村水	1 号回填修复区淋滤水收集池下			

井	游 470m 小场村水井 E102°30′39.37″；N24°48′31.68″			

建设单位通过采取以上措施处理之后，回填修复区淋滤水基本不会下渗，非正常排放淋滤水影响范围有限，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措施，通过地下水监控井和回填修复区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。

（6）水源替代

若小场村地下水发生污染，从三环中化化肥有限公司磷酸装置生活水管网附近至小场村饮用水池沿途线路进行修整，配 DN50 镀锌管，加装水表，将生活水送入小场村饮用水池。对小场村饮用水源进行替代。

4.1.3.5 地下水环境影响结论

为了避免回填料淋滤水下渗对地下水的影响，回填修复治理区底部及边坡，回填修复治理区顶部全部采用两布一膜进行防渗处理，顶部从源头阻断淋滤水产生，底部阻断淋滤水下渗，采取以上措施后，生态修复回填作业淋滤水对地下水影响较小。

非正常排放淋滤水影响范围有限，非正常排放对下游地下水水质产生一定的影响，对下游小场村饮用水产生一定的影响，建设单位需要认真落实防渗措施，通过地下水监控井和回填修复区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，为了避免对下游小场村饮用水造成影响，从三环中化化肥有限公司磷酸装置生活水管网附近至小场村饮用水池沿途线路进行修整，配 DN50 镀锌管，加装水表，将生活水送入小场村饮用水池。对小场村饮用水源进行替代。

4.1.4 地表水影响

项目施工期废水主要为回填修复区淋滤水、施工废水、施工人员生活污水。

（1）中转场淋滤水

中转场淋滤水产生量按下式计算：

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

式中：Q—水量，m^3；

F—汇水面积，km^2；中转场面积 0.041km^2；

Ψ—地表径流系数，Ψ值均直接取 0.25；

H—降水量，mm；由于项目区距离安宁较近，本次评价选用安宁市气象资料。

根据云南省地面气象资料整编《累年各月各要素统计值（1971-2000）》（云南省气象台 2002.05），安宁市 7 月降雨最多，月均降水量 187.9mm，7 月平均降雨天数 21 天，则日均降雨量为 8.95mm，不考虑蒸发量和截留量情况下，7 月中转场产生淋滤水量为 91.71m^3/d，7 月最大月产生量为 1926m^3。项目区 30 年平均降雨量为 895.7mm，不考虑蒸发量和截留量情况下，中转场淋滤水产生量为 9181m^3/a。该部分废水进入 1#回填修复区淋滤水收集池后泵入柳树箐渣场回水池回用于生产。

（2）回填修复区淋滤水

生态修复作业过程中，降雨时，雨水冲刷回填区会产生一定量的淋滤水。淋滤水产生量=降雨量-蒸发量。

①降雨量

降雨量按下式进行计算：

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

式中：Q—降水量，m^3；

F—汇水面积，km^2；1#回填修复区 0.34km^2，2#回填修复区 0.12km^2，3#回填修复区 0.05km^2，4#回填修复区 0.08km^2；

H—降水量，mm；由于项目区距离安宁较近，本次评价选用安宁市气象资料。根据云南省地面气象资料整编《累年各月各要素统计值（1971-2000）》（云南省气象台 2002.05），安宁市 7 月降雨最多，月均降水量 187.9mm。

经计算，7 月 1#回填修复区降雨量为 63886m^3，2#回填修复区降雨量为 22548m^3，3#回填修复区降雨量为 9395m^3，4#回填修复区降雨量为 15032m^3。

②蒸发量

蒸发量按下式进行计算：

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

式中：Q_y—蒸发量，m^3；

F_y—蒸发面积，km^2；1#回填修复区 0.34km^2，2#回填修复区 0.12km^2，3#回填修复区 0.05km^2，4#回填修复区 0.08km^2；

H_y—蒸发量，mm；根据云南省地面气象资料整编《累年各月各要素统计值（1971-2000）》（云南省气象台 2002.05），安宁市 7 月月均蒸发量 144.5mm。

经计算，7 月 1#回填修复区蒸发量为 49130m^3，2#回填修复区蒸发量为 17340m^3，3#回填修复区蒸发量为 7225m^3，4#回填修复区蒸发量为 11560m^3。

③施工期淋滤水产生量

经计算 7 月 1#回填修复区淋滤水产生量为 14756m^3，2#回填修复区淋滤水产生量为 5208m^3，3#回填修复区淋滤水产生量为 2170m^3，4#回填修复区淋滤水产生量为 3472m^3。

项目区 7 月平均降雨天数为 21 天，则日均淋滤水产生量：1#回填修复区 702.67m^3/d，2#回填修复区 248m^3/d，3#回填修复区 103.33m^3/d，4#回填修复区 165.33m^3/d。

根据生态修复区实际地形条件，考虑 1.2 的剩余系数，在 1#回填修复区下游设置 960m^3 的淋滤水收集池（收集 1#回填修复区及中转场淋滤水），2#回填修复区下游设置 300m^3 的淋滤水收集池，3#回填修复区下游设置 125m^3 的淋滤水收集池，4#回填修复区下游设置 200m^3 的淋滤水收集池，正常情况下可以保证淋滤水不外排。该部分废水主要污染物为 SS，对该部分废水进行收集后排入柳树箐渣场回用于生产，不得外排。

按每天降雨 6h 考虑，则 1#回填修复区需要配套建设 160m^3/h 的回用水泵，2#回填修复区需要配套建设 50m^3/h 的回用水泵，3#回填修复区需要配套建设 25m^3/h 的回用水泵，4#回填修复区需要配套建设 35m^3/h 的回用水泵。

根据云南省地面气象资料整编《累年各月各要素统计值（1971-2000）》（云南省气象台 2002.05），安宁市仅 7 月、8 月降雨量大于蒸发量，其余月份蒸发量大于降雨量，年淋滤水量按 7~8 月淋滤水量计算，则 1#回填修复区产生淋滤水量为 28526m^3/a，2#回填修复区产生淋滤水量为 10068m^3/a，3#回填修复区产

生淋滤水量为 4195m^3/a，4#回填修复区产生淋滤水量为 6712m^3/a。

由于项目施工期仅 1.5 年，施工结束后回填体顶部设置防渗膜，表面设置排水沟将雨水导流至项目区外，生态修复结束后无淋滤水产生，故考虑项目回填修复区淋滤水通过水泵送至柳树箐渣场回水池回用于生产。

（3）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 1.5m^3/d，废水主要为 SS。根据类比调查，施工生产废水中 SS 浓度为 3000mg/L，废水经收集沉淀处理后回用于场地洒水降尘，不外排。

（4）洒水降尘用水

在进行生态修复过程中，须对扰动地表、运输道路等现状易起尘的裸露地表进行洒水降尘，该部分水量经自然蒸发，无废水产生。

根据《云南省用水定额标准》，洒水降尘用水量取 2L/m^2·次，根据计算，生态修复区每年需洒水降尘区域及洒水量见下表。根据气象统计资料，项目所在地非雨天约 232 天。

项目洒水降尘用水由洒水车直接运输至拟用水区进行洒水降尘。

表 4.1-19　项目对各作业单元洒水降尘用水量一览表

用水区	洒水面积（m^2）	平均洒水频次（次/d）	洒水量（m^3/d）
作业区	10000	3	60
运输道路	16200	3	97.2
合计	/	/	157.2

（5）生活污水

项目施工期高峰施工人员约 80 人，项目不设施工营地，施工人员均不在施工场地内进行食宿，生活污水主要是施工人员产生的洗手废水。施工人员每天生活用水以 20L/人计，总用水量为 1.6m^3/d，生活污水产生量按 80%计，则项目施工期施工人员生活污水产生量为 1.28m^3/d。生活污水所含的污染物主要为 SS、BOD_5、COD 等，经临时沉淀池 6m^3（2m×2m×1.5m）沉淀后回用于施工场地洒水降尘，不外排。

（6）绿化用水

根据《云南省地方标准用水定额（2019》，林木育苗用水量为 1050-1800m^3/hm^2，项目取值 1500m^3/hm^2，项目生态修复完成后绿化面积为 102.67hm^2，

则用水量为 152565m^3，该部分用水自然蒸发损耗。项目施工结束后回填体顶部设置防渗膜，表面设置排水沟将雨水导流至项目区外，生态修复结束后无淋滤水产生，可利用淋滤水收集池对项目区雨水进行收集，雨水收集后回用于项目区绿化。

（7）淋滤水不外排可行性分析

根据建设单位提供资料，企业回用水水质要求为 pH≥2，F^-≤2000mg/L，磷酸盐≤2000mg/L，根据水平振荡法检测结果，项目淋滤水 pH：7.79~8.33，F^-：2.6~3.46mg/L，磷酸盐：0.05~0.15mg/L，项目淋滤水水质满足企业回水要求，淋滤水回用于生产可行。

根据《柳树箐磷石膏渣场扩容改造项目环境影响报告书》，渣场下游设置了澄清池及回水调节池，澄清池容积 2 万 m^3，回水调节池容积 98.83 万 m^3，最大可储存 100.83 万 m^3。项目区仅 7 月、8 月有淋滤水产生，经计算，修复区淋滤水产生量 58682m^3/a（回填修复区 49501m^3/a，中转场 9181m^3/a），仅占其 5.82%，能够储存该部分水量。

根据建设单位及海口磷业提供资料，2020 年，柳树箐渣场 2020 年进入水量 2172.52 万 m^3，磷石膏截留水量 411 万 m^3，蒸发损耗水量 680.46 万 m^3，回用水量 1081.06 万 m^3（其中海口磷业回用 609.84 万 m^3，三环中化回用 471.24 万 m^3），新水用量 1693.296 万 m^3（其中海口磷业回用 840.312 万 m^3，三环中化回用 852.984 万 m^3）。

项目淋滤水产生量 58682m^3/a（回填修复区 49501m^3/a，中转场 9181m^3/a），全部回用于建设单位，回用后建设单位仍有 847.1158 万 m^3 供水缺口，故项目施工期淋滤水依托柳树箐渣场回水系统全部回用不外排可行。项目施工完成后顶部进行防渗后覆土，阻断雨水下渗，届时无淋滤水产生。

项目水平衡图见下图。

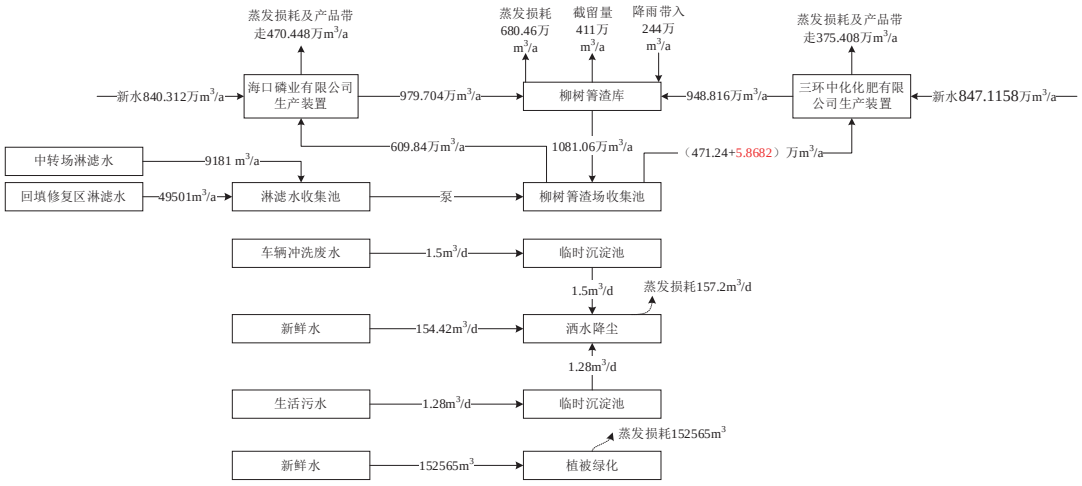


图 4.1-14　项目水平衡图

4.1.5 大气环境影响

项目施工过程中产生的废气主要为扬尘及运输车辆、施工机械产生的尾气。

（1）扬尘

①地表扰动扬尘

地表扰动扬尘主要来源于场地清理、截排水沟开挖、淋滤水收集池的开挖。根据统计，此次修复工程拟扰动面积约（回填区+植被恢复区）939885.29m^2，采用经验公式计算，计算公式如下：

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

式中：Q—起尘量，kg/（a·m^2）；

U—气象平均风速，2.02m/s；

W—含水率，取 8%。

经计算，扰动期间扬尘产生量约为 16.51 kg/h，在扰动过程中采取喷雾洒水降尘措施后可减少约 70%扬尘，即扬尘排放量为 4.95kg/h。

②回填作业扬尘

回填区磷石膏基生态修复材料回填，回填过程中回填料，湿度较大，扬尘产生量很小；场地清理过程中产生的废土石大部分为废石料，扬尘产生量不大。

③运输扬尘

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

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

式中：Qi—每辆汽车行驶扬尘量（kg/km·辆）；

V—汽车速度（km/h）；

W—汽车重量（t）；

P—道路表面粉尘量（kg/m^2）。

项目采用 30t 自卸车对粘土、耕植土及修复材料进行运输，平均时速 10km/h、道路表面粉尘量按 0.2kg/m^2 计算。土路运距 3km，运输期间每天约 250 车次，在不采取防治措施的情况下，汽车道路扬尘达 334.95 kg/d，项目所在地非雨天为 232 天，则扬尘产生量为 77.71 t/a。

在对道路进行洒水降尘述措施后，扬尘量可下降 70%左右，运输扬尘排放量下降至 100.49 kg/d，23.31 t/a。

④耕植土及粘土装卸扬尘

装卸扬尘产生量参照“秦皇岛港口煤炭装卸起尘及其扩散规律的研究”得出的公式计算。

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

式中：Q—装卸起尘量，kg/t；

U—风速（2.02m/s）；

W—含水率，8%；

H—装卸高度，取 1.5m。

项目施工期 1.5 年，装卸耕植土及粘土量约 126.50 万 t，项目整个覆土期间装卸扬尘量为 217.49 t/a，根据施工进度，覆土时间为 18 个月，经计算，覆土期间扬尘产生量约为 397.24 kg/d。

采取喷雾防尘洒水措施后，按照抑制 70%扬尘量计算，耕植土装卸扬尘总排放量为 65.25 t/a，119.17 kg/d。

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

项目在进行削坡造台、场地平整、回填土石方、运输等作业都会产生扬尘，扬尘呈无组织排放。类比云南省环境监测中心站对省内其它建筑施工场地扬尘污染的监测结果，在距离施工现场边界下风向 50m 处，TSP 浓度达最大值 4.53mg/m^3，至 150m 处降至 1.51mg/m^3，至 200m 处 TSP 浓度降至 1.0mg/m^3 以

下，至 300m 处 TSP 浓度降至 0.5mg/m^3 以下。为降低扬尘对环境的影响，应采取如下环保措施：回填料运输禁止超载，装载高度不得超过车厢板，并盖篷布，严禁沿途洒落，出入口冲洗轮胎，严禁轮胎带泥上路。为抑制尘土飞扬和降尘，旱季时可利用洒水车对堆积表面进行喷洒，以保护环境。

（2）运输车辆、施工机械尾气

施工中运输车辆及施工机械运行产生的废气均是动力燃料柴油和汽油燃烧后所产生，主要成份是烃类、CO 和 NOx，属间歇性无组织排放，各类污染物产生量有限，量不大，且随着施工期的结束而消失。进出施工场地的车辆应尽量减速行驶，定期对车辆保养，防止带病作业，以减少汽车尾气对周围大气环境的污染。

（3）混配设施投料粉尘

涉密，已删除。

（4）磷石膏基生态修复材料混配粉尘

项目磷石膏基生态修复材料混配过程需要搅拌，搅拌过程有少量粉尘产生，根据磷石膏基生态修复材料物理力学性能检测，磷石膏基生态修复材料含水率较高（33.2%），根据《散逸性工业粉尘控制技术》，混配粉尘产生量约 0.005kg/t，则粉尘产生量约 53.16t/a，97.09kg/d。

在 3 台搅拌机分别设置喷雾降尘措施后，可减少 90%扬尘产生，则磷石膏基生态修复材料混配粉尘总排放量为 5.32t/a，9.71kg/d。

（5）堆存粉尘

根据磷石膏基生态修复材料物理力学性能检测，磷石膏基生态修复材料含水率较高（33.2%），临时堆存过程无粉尘产生。为防止大风天气堆场扬尘，在中转场旁设置 1 台雾炮，定期对中转场物料喷雾降尘。

项目废气排放情况见下表。

表 4.1-20　施工期无组织粉尘排放量

产污位置	无组织颗粒物					排放标准	
	产生量 t/a	处理措施	处理效率	排放量 t/a	去向	标准名称	浓度限值
地表扰动	144.59	洒水降尘、喷雾	70%	43.38	大气环境	《大气污染物综合排放标准》	颗粒物：1.0mg/m^3
运输扬尘	77.71			23.31			

装卸扬尘	217.49	降尘		65.25			
投料	30	喷雾降尘	90%	3			
混配	53.16	喷雾降尘	90%	5.32			
合计	522.95	/	/	140.26	/	/	/

4.1.6 声环境影响

（1）主要噪声源强

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

经查阅相关工程监测资料可知，施工阶段主要噪声源及其声级值见表 4.1-21。

表 4.1-21　主要施工设备源强

主要噪声源	1m 处噪声源强 dB（A）
挖掘机	85~90
推土机	85~90
重型运输车辆	86
四轴搅拌机	84
输送皮带	80
洒水车	75
雾炮	75
水泵	80

（2）声环境影响预测与评价

①预测模式：

设备噪声预测：施工期噪声主要是来自施工车辆和施工机械作业，施工期间主要噪声及振动来源于挖掘机、推土机、搅拌机、洒水车、雾炮及水泵等设备。

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

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

$$L_r = L_{r0} - 20\lg(r/r_0)$$

式中：L_r--声源 r 处的 A 声压级，dB(A)；

L_{r0}--距声源 ro 处的 A 声压级，dB(A)；

r 一预测点与声源的距离，m；

r_0 一监测设备噪声时的距离，m。

根据上述预测模型，施工阶段所涉及设备同时运用，根据上述预测模型，项目施工工段厂界噪声预测值如表 4.1-22 所示。

表 4.1-22　主要施工机械噪声贡献值预测结果　　单位：dB（A）

噪声源	源强	施工场界不同距离处噪声贡献值					
		10m	30m	50m	70m	100m	200m
挖掘机	90	70.0	60.5	56.0	53.1	50.0	44.0
推土机	90	70.0	60.5	56.0	53.1	50.0	44.0
重型运输车辆	86	66.0	56.5	52.0	49.1	46.0	40.0
四轴搅拌机	84	64.0	54.5	50.0	47.1	44.0	38.0
输送皮带	80	60.0	50.5	46.0	43.1	40.0	34.0
洒水车	75	55.0	45.5	41.0	38.1	35.0	29.0
雾炮	75	55.0	45.5	41.0	38.1	35.0	29.0
水泵	80	60.0	50.5	46.0	43.1	40.0	34.0
噪声贡献值		74.6	65.1	60.7	57.7	54.6	48.6

项目施工期单体设备声源最大声级为 90dB(A)，由表 4.1-22 中可以看出，项目施工过程中各阶段施工噪声昼间在场界 20m 以外排放值可以达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）排放限值要求，夜间在场界 100m 以外排放值可以达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）排放限值要求。

项目最近保护目标为东侧 170m 的小场村，项目施工对小场村的贡献值为 50.0dB（A），不会造成小场村声环境超标。

项目 3#、4#回填修复区生态修复材料采用汽车运输，运输路线由 1#回填修复区至 3#、4#回填修复区，运输道路利用修复区内部道路，不经过外部道路，沿途无村庄分布，不会对村庄及外部道路造成影响。

项目粘土运输由项目西侧海口磷业四采区运输至项目区，运输道路利用现有矿区道路，沿途无村庄分布，不会对村庄及外部道路造成影响。

项目耕植土由海口磷业有限公司四采区表土库提供，运输路线为海口磷业四采区→修复区，运输道路利用现有矿区道路，沿途无村庄分布，不会对村庄

及外部道路造成影响。

为避免车辆运输噪声对沿途村民点的影响，要求运输车辆经过村民点时减速慢行，同时加强对途经村庄道路维护；在经过沿线村庄时，应减缓车速、禁止鸣笛；合理安排运输时间；路过村庄点，应避开在 12:00~14:00，夜间 22:00~次日 6:00，减少车辆运输产生的噪声对于周边环境的影响。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。

（3）噪声控制措施

为减轻施工期对周围环境影响，项目施工期需注意采取以下措施：

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

②加快施工进度，合理安排施工时间；

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

④运输施工物资应注意合理安排施工物料运输时间。

⑤禁止夜间 22:00~次日 06:00 时间段施工，避免对周边村庄造成影响。

⑥加强对施工场地的噪声管理，文明施工，做好区内交通组织，施工场地车辆出入现场时应低速、禁鸣，设立专人负责。

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

4.1.7 固体废物影响

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

（1）土石方

项目场地清理及表破整治开挖 33.85 万 m^3，其中道路基础开挖 4.11 万 m^3，场地清理平整开挖 29.74 万 m^3；土石方回填 131.15 万 m^3，其中基础回填 3.72 万 m^3、场地平整回填 30.13 万 m^3、垫层回填 29.62 万 m^3、磷石膏基生态修复材

料回填 817.8 万 m^3、耕植土覆土 67.68 万 m^3；垫层用于防渗膜保护；耕植土用于植被恢复；无永久弃渣产生。

表 4.1-23　土石方平衡表

分区		回填治理区		其它修复区	施工道路区		合计
开挖	基础开挖				4.11		4.11
	场地平整	29.74					29.74
	小计	29.74			4.11		33.85
回填	基础回填	3.72					3.72
	场地平整	27.77		2.36			30.13
	垫层回填	29.62					29.62
	磷石膏基生态修复材料	817.8					817.8
	绿化覆土	32.64		35.04			67.68
	小计	911.55		37.4			948.95
调入	数量	1.75		2.36			4.11
	来源	施工道路区		施工道路区			
调出	数量				2.36	1.75	4.11
	去向				其他修复区	采坑治理区	
外借	数量	62.26	817.8	35.04			915.1
	来源	外购	混配	外购			
弃方	数量						0
	去向						0

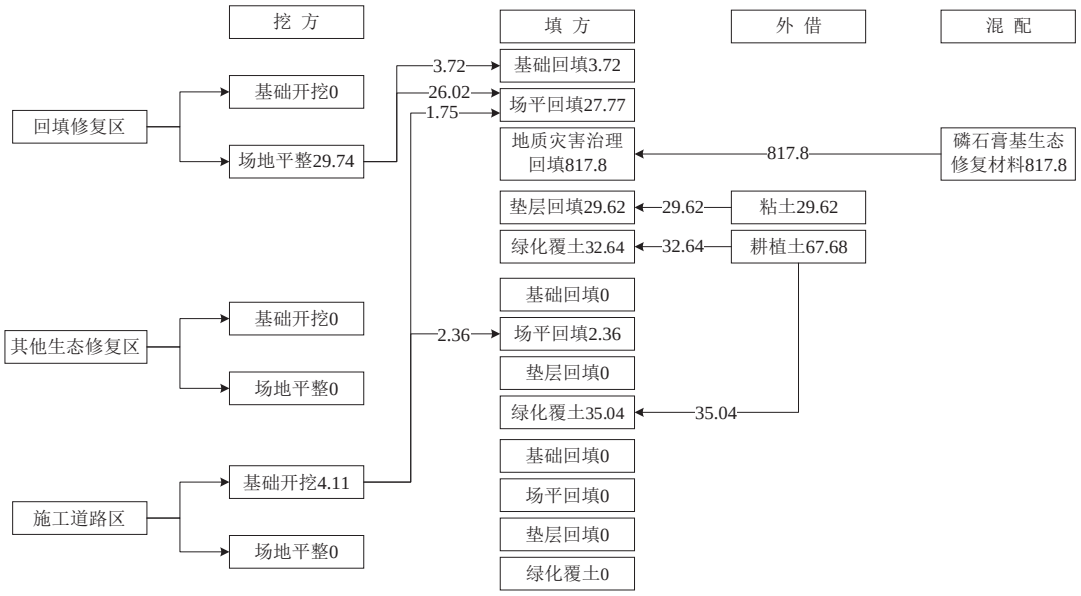


图 4.1-15　土石方平衡图　　单位：万 m^3

（2）生活垃圾

项目施工人员均为当地人，施工高峰期人员约 80 人，不在施工现场食宿，施工人员生活垃圾产生量以每人每天 0.5kg 计，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圾收集点堆存，定期清运处置。

根据类比，施工人员粪便产生量按 0.25kg/人·天计算，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）沉淀池及淋滤水收集池沉渣

沉淀池及淋滤水收集池的沉渣，定期进行清理，清理出来的沉渣约 3t/a，装袋沥水晾干后用于回填区回填。

（4）废机油

项目施工期施工机械及施工设备约 20 台，施工过程产生的废机油、废润滑油约 2t，该部分废机油收集后暂存至三环中化厂区危废间，定期交由资质单位处置。

4.1.8 土壤影响分析

项目土地利用类型包括：自然保留地、城乡建设用地、林地、园地、耕地，

土地现状为裸露矿坑为主。项目修复完成后与《昆明市西山区海口街道全域土地综合整治试点项目》中所规划的土地类型衔接，该规划目前正在编制，经查询，项目恢复土地类型与该规划一致，项目修复完成后仅保留林地及农用地，其中林地面积 817744.13m^2（含现有林地 86793.53m^2），农用地面积 208934.68m^2。

4.1.8.1 土壤影响途径

项目为矿山生态修复，对土壤主要影响表现为：

（1）施工期淋滤水发生泄漏，淋滤水中 pH、氟化物、总磷将会对土壤中 pH、氟化物、总磷造成影响，尤其是当回填料不符合回填要求时，雨季产生的淋滤水 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；同时淋滤水中氟化物及总磷对土壤造成污染。

（2）项目混配及临时中转场产生的粉尘沉降对周边土壤的影响。

（3）外购耕植土对区域土壤的影响。外购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。

4.1.8.2 土壤环境影响预测与评价

（1）项目中转场及淋滤水收集池采用 C25 防渗混凝土浇筑，厚度 20cm 以上，定期检查发现开裂及时修复，淋滤水收集后及时抽排至柳树箐渣场回水池回用于建设单位厂区生产。回填修复区底部、边坡均进行了防渗，防渗层由下至上：膜下保护层（粘土层 300mm，300g/m^2 土工布）、膜防渗层（HDPE 土工膜，厚度不应小于 1.5mm）、膜上保护层（300g/m^2 土工布）。正常情况下，淋滤水泄露的几率很低。

环评要求回填的生态修复材料须改性达到《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中第 I 类一般工业固体废物指标要求后方可输送至回填区回填，不得回填不合格的生态修复材料。在施工过程中严格按照回填方案进行施工，淋滤水收集于淋滤水收集池内，及时抽排至柳树箐渣场下游回水池回用与建设单位厂区生产。

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

提供人工防渗衬层完整性检测报告。

综上，在采取以上措施后，项目淋滤水泄露的几率很低，对引起土壤酸化及氟化物、总磷污染的可能性不大，对土壤的影响不大。

（2）项目磷石膏基生态修复材料混配及中转过程中产生的粉尘通过设置喷雾降尘设施及雾炮设施减少粉尘产生量，且项目施工时间较短，不会造成周边土壤污染。

（3）项目为矿山生态修复，项目实施需外购耕植土 67.68 万 m^3，外购耕植土须满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）的要求，不会对项目区土壤产生不良影响。

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。

4.1.8.3 土壤环境保护措施

（1）淋滤水收集池及中转场采用 C25 防渗混凝土浇筑，厚度 20cm 以上，定期检查发现开裂及时修复，淋滤水及时抽排至柳树箐渣场下游回水池回用于于建设单位厂区生产，避免淋滤水漫流至外环境对土壤造成污染。

（2）改性助剂投料口、混配设置设置喷雾降尘措施，临时中转场设施雾炮，减少混配粉尘及贮存扬尘产生，减少项目实施对周边土壤污染。

（3）回填修复区底部、边坡均进行了防渗，防渗层由下至上：膜下保护层（粘土层 300mm，300g/m^2 土工布）、膜防渗层（HDPE 土工膜，厚度不应小于 1.5mm）、膜上保护层（300g/m^2 土工布）。

（4）环评要求回填的生态修复材料须改性《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中第 I 类一般工业固体废物指标要求后方可运至回填区回填，不得回填不合格的生态修复材料；

（5）在施工过程中严格按照回填方案进行施工，淋滤水收集于淋滤水收集池内，及时抽排至柳树箐渣场下游回水池回用于建设单位厂区生产；

（6）项目外购耕植土须满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）的要求。

（7）项目防渗施工完毕后保存施工报告、全套竣工图、所有材料的现场及

实验室检测报告，提供人工防渗衬层完整性检测报告，检测合格后方可开始回填施工。

（8）开展土壤跟踪监测

为了解项目实施对周边土壤环境的影响程度，建立跟踪监测制度，并制定跟踪监测计划，以便及时发现问题，采取措施，土壤环境跟踪监测计划应向社会公开。土壤环境跟踪监测计划见表 4.1-24。

表 4.1-24　土壤环境跟踪监测计划表

监测点位	监测指标	监测频次	执行环境质量标准
恢复区林地	pH、镉、汞、砷、铜、铅、六价铬、镍、总磷、氟化物、铬、锌	每 3 年开展 1 次监测工作	满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中标准限值。
恢复区农用地			
恢复区周边耕地			

4.1.9 环境风险分析

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

4.1.9.1 环境风险源调查

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

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

项目回填物料的是磷石膏基生态修复材料，回填结束后加盖 HDPE 膜，阻断淋滤水产生，回填料自身含水率已较低，即便在回填一段时间后含水率也较低。项目存在的风险具有不确定性和随机性，由于计算回填区渗水泄露的概率

数据不全，而且发生的原因也不一致。通过查阅相关资料。结合国内一些对回填渗水泄露概率的统计。确定回填区回填渗水泄漏发生概率为 1×10^{-2} 次/年。

项目生态修复回填 1#回填修复区最大回填量 625.39 万 m^3；2#回填修复区最大回填量 111.36 万 m^3；3#回填修复区最大回填量 60.24 万 m^3，4#回填修复区最大回填量 83.07 万 m^3；项目回填体下游设置拦挡措施，和村庄之间有林地和山沟阻隔，综合分析，该回填体不属于重大危险源。

4.1.9.2 环境风险分析

若回填区回填淋滤水防渗措施不完善，一旦出现泄露，泄露污水渗透进入地下水，就会造成地下水污染，破坏地下水环境，而一旦地下水环境如果遭到污染破坏，对其恢复是极其困难的，对区域地下水环境影响较大。

生态恢复回填区如施工管理不当，突遇暴雨情况下存在回填体滑坡、垮塌的可能性，对下游林地和土壤造成一定的环境风险。

根据《海口工业园区（街道）云龙磷矿矿区修复治理项目安全预评价报告》：“项目拦挡体、场内运输、防排洪系统、辅助设施单元采用预先危险性分析方法评价，评价结果为比较安全级。从安全生产角度，项目符合国家有关法律、法规、规章、标准和规范的要求。”

（1）影响范围确定

1#回填修复区拦挡设施高度为 15.5m，按照滑坡距离约为拦挡设施高度的 20 倍计算，则回填体的滑坡距离约为 310m，修复区域下方 310m 范围内是耕地，无村庄分布，如果发生滑坡，会把耕地覆盖，造成经济损失。

2#回填修复区拦挡设施高度为 5m，按照滑坡距离约为拦挡设施高度的 20 倍计算，则回填体的滑坡距离约为 100m，修复区域下方 100m 范围内是荒地，无村庄分布，如果发生滑坡，会把耕地覆盖，造成经济损失。

（2）影响分析

①生态影响

回填体一旦发生垮塌滑坡产生泥石流，下游植被将被完全破坏，对下游生态环境影响较大。经调查生态修复区下游有农田分布，如果回填体滑坡，则会对农田生态环境造成较大影响，造成经济损失。

②村庄影响

村庄与生态修复回填区之间有山沟间隔，下泄标高低于村庄，建设单位通过加强管理，严格按照设计施工，可有效减少设施垮塌事件发生概率。

（3）土壤环境影响

回填料拦挡设施垮塌后，大量土石方下泄至下游，可能使下游土壤性质发生改变，造成土壤污染，受污染区域内的土地难以在短时间内恢复，带来经济损失。通过调查，项目拦挡设施下游主要有林地耕地，因此发生下泄会造成农业影响，对下游土壤会造成严重污染。

综上分析，项目拦挡垮塌后会造成下方耕地和林地环境严重破坏，故应严格按照施工设计要求完成建设，施工过程中切实落实好施工监理，同时加强管理。对拦挡设施、截排水沟定期巡检，发现问题及时处理，降低环境风险。积极采取相应措施，降低生态修复回填料环境风险事故的发生概率。

根据《海口工业园区（街道）云龙磷矿矿区修复治理项目土壤环境环境风险评估报告》:“在风险表征的基础上，判断计算得到的风险值未超过可接受水平，不需要对场地进行风险控制值计算，不需要启动对该场地的修复和风险管控工作。”

4.1.9.3 环境风险防范措施

（1）回填料控制

①回填物料必须为合格磷石膏基生态修复材料，禁止使用新鲜磷石膏直接回填；

②建设单位设专人管理回填料中和过程、专人检验中和后稳定的回填物料固废属性。每一批次回填物料均需检验，并做好记录；

③从源头起进行严格控制，加大监督力度，对混入回填修复区的生活垃圾应立即清理出场；

④防止生活垃圾混入，在回填、推平过程中也要检查，一旦发现生活垃圾混入，应立即停止回填，确保生活垃圾不得进入回填修复区。

（2）防渗措施

①矿坑生态修复回填区底部防渗层施工先进行场区场地平整清基平整压

实，为防止回填施工碾压破坏底部防渗层，在铺设防渗层前应先铺设 30cmm 粘土层，再自下而上依次铺设 300g/m^2 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗膜、300g/m^2 土工布防渗层，防渗层上铺设盲沟至下游淋滤水收集池；

②拦挡设施内坡面碾压平整压实后自下而上铺设 300g/m^2 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗土工膜、300g/m^2 土工布防渗层，并与矿坑底部防渗层相连；

③铺设绿化植被覆土前，回填修复区顶部平整压实后自下而上依次铺设 300g/m^2 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗膜、300g/m^2 土工布防渗层、300mm 粘土层；

④工程施工时严格按照工程设计要求进行，确保土工布、防渗膜、土工布防渗层的施工质量，保证回填渗水不泄漏；

⑤施工方案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，施工完毕后保存施工报告、全套竣工图、所有材料的现场及实验室检测报告，提供人工防渗衬层完整性检测报告。

⑥专人现场负责检验、一旦发生破损，及时更换；

⑦委托有资质的监理单位，开展回填、生态恢复等工程的环境监理工作，对防渗工程的施工方式、施工顺序、材料性质等内容开展施工监理，并将其反应在监理月报中。

（3）地下水污染监控系统

根据项目施工期情况、项目区地下水环境特征提出合理、可行、操作性强的防治地下水污染的环境管理体系，包括环境监测方案和向环境保护行政主管部门报告等制度。

①生态修复工程拟设置 6 座监测井，对地下水监控井进行定期监测，发现问题向环境保护行政主管部门报告。

②制定跟踪监测计划；制定地下水污染应急响应预案。

③为防止植物根系对回填区顶部防渗层的破坏，回填区复垦选用浅根系草本植物进行生态修复。

（4）回填体泥石流环境风险防范

①排洪构筑物安全监测

排洪构筑物在汛期前应进行一次安全大检查，检查构筑物有无变形、位移、

损毁、淤堵等情况，汛期应每天观察排水能力，发现异常，立即排除。

②回填平台安全监测

回填安全监测内容包括：拦挡设施坝体轮廓尺寸、变形、裂缝、滑坡和渗漏、坝面保护监测等。平台位移监测可采用视准线法和前方交汇法。本次设计在 1#回填修复区护脚堆石拦挡体顶 2070m 标高及后期回填堆体外坡面 2075.0m，2085.0m、2095.0m、2105.0m、2115.0m、2125.0m 共布设 7 个断面，各设 3 个水平位移和垂直位移观测点，共 21 个点；在尾部坡面顶 2115.0m、2125.0m、2135.0m 标高共三个断面，每断面布设 3 个水平位移和垂直位移观测点，共 9 个点；在两岸共布设位移工作基点 3 个，校核基点 1 个 5m。2#回填修复区在护脚沙石拦挡体顶 2045m 标高及后期回填堆体外坡面 2050.0m，2060.0m、2070.0m、2080.0m 共布设 5 个断面，各设 3 个水平位移和垂直位移观测点，共 15 个点；在两岸共布设位移工作基点 3 个，校核基点 1 个 5m。3#回填修复区在后期回填堆体外坡面 2160.0m 及 2170.0m 标高共布设 2 个断面，各设 3 个水平位移和垂直位移观测点，共 6 个点。4#回填修复区在后期回填堆体外坡面 2165.0m 标高布设 4 个点；在 2170.0m 标高共布设 6 个点，共 10 个点。位移监测每年不少于 12 次，位移异常变化时应增加监测次数。

③编制应急预案并定期演练

应编制生态修复区安全生产各项规章制度并组织实施，编制各种灾害应急预案并组织演练。

综上所述，由于该项目发生风险事故的概率较小，故只要加强管理，建立健全相应的防范应急措施，在管理及运行中认真落实拟采取的安全措施及评价所提出的安全设施和安全对策后，上述风险事故隐患可降至最低。

4.1.9.4 应急要求

项目施工期间，建设单位应按照环发[2010]113 号文要求完善应急预案，并按规定向属地环保部门备案。

4.1.9.5 分析结论

该项目发生风险事故的概率较小，建设单位应该认真按照设计方案进行施

工建设，并认真委托专业单位开展施工监理工作，生态修复回填作业过程中定期对回填完毕台阶和截排水沟进行巡检，根据应急预案做好各项风险防范措施，完善管理制度，项目环境风险可接受。

表 4.1-24　建设项目环境风险简单分析内容表

建设项目名称	海口工业园区（街道）云龙磷矿矿区修复治理项目				
建设地点	云南省	昆明市	西山区	海口街道	云龙社区
地理坐标	经度	102°30′19.64″	纬度	24°48′8.37″	
主要危险物质及分布	该项目环境风险为回填区及林淋滤水收集池发生渗漏，从而污染地下水				
环境影响途径及危害后果（大气、地表水、地下水等）	因此项目施工期可能由于工程质量问题或回填过程中操作不当造成回填修复区底层防渗层破损事故，对周边的地下水环境产生污染风险。				
风险防范措施要求	（1）回填料控制 ①回填物料必须为合格磷石膏基生态修复材料，禁止使用新鲜磷石膏回填； ②建设单位设专人管理回填料中和过程、专人检验中和后稳定的回填物料。每一批次回填物料均需检验，并做好记录； ③从源头起进行严格控制，加大监督力度，固废收运点做到不允许“严禁回填固废”进入固废收集点，对混入回填修复区的生活垃圾应立即清理出场； ④防止生活垃圾混入，在回填、推平过程中也要检查，一旦发现生活垃圾混入，应立即停止回填，确保生活垃圾不得进入回填修复区。 （2）防渗措施 ①回填修复区底部防渗层施工先进行场区场地平整清基平整压实，为防止回填施工碾压破坏底部防渗层，在铺设防渗层前应先铺设粘土层 300mm，再自下而上依次铺设 300g/m^2 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗膜、300g/m^2 土工布防渗层； ②拦挡设施内坡面碾压平整压实后自下而上铺设 300g/m^2 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗土工膜、300g/m^2 土工布防渗层，并与回填修复区底部防渗层相连； ③铺设绿化植被覆土前，回填修复区顶部平整压实后自下而上依次铺设 300g/m^2 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗膜、300g/m^2 土工布防渗层、300mm 粘土层； ④工程施工时严格按照工程设计要求进行，确保土工布、防渗膜、土工布防渗层的施工质量，保证回填淋滤水不泄漏； ⑤施工方案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，施工完毕后保存施工报告、全套竣工图、所有材料的现场及实验室检测报告，提供人工防渗衬层完整性检测报告。 ⑥专人现场负责检验、一旦发生破损，及时更换； ⑦委托有资质的监理单位，开展回填、生态恢复等工程的环境监理工作，对防渗工程的施工方式、施工顺序、材料性质等内容开				

		展施工监理，并将其反应在监理月报中。 （3）地下水污染监控系统 ①生态修复工程拟设置监测井和防渗膜下地下水导排管排水监控，对地下水监控井进行定期监测，发现问题向环境保护行政主管部门报告。 ②制定跟踪监测计划；制定地下水污染应急响应预案。 ③为防止植物根系对回填区顶部防渗层的破坏，回填区复垦选用浅根系草本植物进行生态修复。 （4）回填体泥石流环境风险防范 ①排洪构筑物安全监测 排洪构筑物在汛期前应进行一次安全大检查，检查构筑物有无变形、位移、损毁、淤堵等情况，汛期应每天观察排水能力，发现异常，立即排除。 ②回填平台安全监测 回填安全监测内容包括：拦挡设施坝体轮廓尺寸、变形、裂缝、滑坡和渗漏、坝面保护监测等。平台位移监测可采用视准线法和前方交汇法。设计在 1#回填修复区护脚堆石拦挡体顶 2070m 标高及后期回填堆体外坡面 2075.0m，2085.0m、2095.0m、2105.0m、2115.0m、2125.0m 共布设 7 个断面，各设 3 个水平位移和垂直位移观测点，共 21 个点；在尾部坡面顶 2115.0m、2125.0m、2135.0m 标高共三个断面，每断面布设 3 个水平位移和垂直位移观测点，共 9 个点；在两岸共布设位移工作基点 3 个，校核基点 1 个 5m。2#回填修复区在护脚沙石拦挡体顶 2045m 标高及后期回填堆体外坡面 2050.0m，2060.0m、2070.0m、2080.0m 共布设 5 个断面，各设 3 个水平位移和垂直位移观测点，共 15 个点；在两岸共布设位移工作基点 3 个，校核基点 1 个 5m。3#回填修复区在后期回填堆体外坡面 2160.0m 及 2170.0m 标高共布设 2 个断面，各设 3 个水平位移和垂直位移观测点，共 6 个点。4#回填修复区在后期回填堆体外坡面 2165.0m 标高布设 4 个点；在 2170.0m 标高共布设 6 个点，共 10 个点。位移监测每年不少于 12 次，位移异常变化时应增加监测次数。 ③编制应急预案并定期演练 应编制生态修复区安全生产各项规章制度并组织实施，编制各种灾害应急预案并组织演练。
运营期生态环境影响分	项目运营期为所有区域覆土、绿化工作结束后，主要工作内容为后期绿化的养护和补植等内容。通过采取相应的生态修复措施，矿山生态修复总面积1026678.81m^2。 项目为矿山生态修复，运营期无废气、噪声、固废产生；回填区底部、边坡、顶部均进行防渗，回填完成后覆土进行土地复垦，运营期回填体淋滤水产生量逐渐减少。	

析	（1）生态环境影响及生物多样性分析 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，①使矿坑林草植被覆盖、恢复，能改善土壤物理、化学性状，提高土壤肥力、减少水土流失；②消除矿坑地质灾害、安全、环保等各类隐患，改善生态环境；③削弱矿坑扬尘对周边空气的影响、矿坑积水对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。 并且项目使用磷石膏基生态修复材料回填，不仅减少了土石方的开挖、大量资金的投入、生态环境的破坏，而且在按第一般工业固废填埋场要求对矿坑进行防渗隔离后使海口磷业有限公司弃渣得到有效利用。 综上，项目实施对区域生态环境提升有积极意义。 （2）生态环境效益分析 项目实施后，生态修复面积 1026678.81m^2。可减少约最大 919596.22 m^3/a 矿坑淋滤水对地表水、地下水体污染。 项目引用云南磷化集团海口磷业有限公司采区人工湖（主要收集采矿场淋滤水）水质监测数据分析该生态修复项目对区域污染削减情况，根据 2020 年 10 月 13 日云南普域环境科技有限公司出具的云南磷化集团海口磷业有限公司采区人工湖淋滤水水质检测报告，采矿场淋滤水中氨氮为 10.8mg/L，总磷含量为 1.43mg/L，氟化物含量 0.71mg/L，该生态项目实施后可减少 919596.22 m^3 废弃采坑淋滤水排放，估算可以削减区域氨氮排放量 9.93 t/a，削减淋滤水中总磷排放量 1.32 t/a，削减淋滤水中氟化物排放量 0.65 t/a，该生态修复项目实施对削减区域含磷废水和含磷扬尘排放有积极意义，有利于螳螂川水质改善。 通过本方案的实施，方案实施后将能有效改变原露天采场的地形地貌景观，使弃渣得到有效利用，同时新增林地面积 730950.60m^2、新增农用地面积 208934.68m^2，林草植被覆盖率的增加，净化空气，吸收二氧化碳 102.211t/a，有效的改善因采矿活动对生态环境带来到负面影响。

	综上，该项目具有生态正效益。 （3）生态修复区后期养护、管理措施 ①后期应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立即补植，发现枯死、半枯无养活希望者，应换植。 ④绿化工程养护灌溉措施 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根据乔灌木的年龄、品种、生育期及草地的生长状况进行施肥。枝叶生长期以氮为主，磷钾肥为辅，开花结果期以磷钾肥为主，氮肥为辅。肥料切忌肥料裸露。施肥量为乔木 100g/株，保水剂 10g/株。草籽为直接抛洒，不进行施肥和使用保水剂。 ⑦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。 ⑧科学合理使用农药，禁止使用国家明令禁止的剧毒农药，使用高效、低毒、低残留农药。在防治上要有科学的针对性，注意用时间和方法，抓住关键时间，对症下药。另外要给植物充分的时间吸收、分解农药，减少残留。防治同一种病虫害的多种类型农药要交替轮换使用，以减少病虫害的抗药性和耐药性。 ⑨重视化学防治的同时应综合应用物理、机械、生物等多种方法进行防治，如：利用害虫趋光、趋波特性生产杀虫灯；利用害虫趋味特性制成糖醋液诱杀等等。
选址选线	（1）回填区及中转场选址要求 项目生态修复材料指标满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》

环境合理性分析

（GB18599-2020）充填及回填利用污染控制要求。选址参考《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如下：

表 4.3-1　一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准选址要求

序号	GB18599-2020 选址要求	该项目环保措施	是否符合要求
4	**贮存场和填埋场选址要求**		
4.1	一般工业固体废物贮存场、填埋场的选址应符合环境保护法律法规及相关法定规划要求。	项目中转场选址符合环境保护法律法规要求。	符合
4.2	贮存场、填埋场的位置与周围居民区的距离应依据环境影响评价文件及审批意见确定。	项目中转场已编制环境影响评价文件。	符合
4.3	贮存场、填埋场不得选在生态保护红线区域、永久基本农田集中区域和其他需要特别保护的区域内。	项目中转场不占用生态保护红线、永久基本农田和其他需要特别保护的区域。	符合
4.4	贮存场、填埋场应避开活动断层、溶洞区、天然滑坡或泥石流影响区以及湿地等区域。	项目区无活动断层、溶洞区、天然滑坡或泥石流影响区以及湿地等。	符合
4.5	贮存场、填埋场不得选在江河、湖泊、运河、渠道、水库最高水位线以下的滩地和岸坡，以及国家和地方长远规划中的水库等人工蓄水设施的淹没区和保护区之内。	项目区不属于江河、湖泊、运河、渠道、水库最高水位线以下的滩地和岸坡，不属于国家和地方长远规划中的水库等人工蓄水设施的淹没区和保护区之内。	符合
5	**贮存场和填埋场技术要求**		
5.1.4	贮存场及填埋场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，作为项目竣工环境保护验收的依据，同时可作为建设环境监理的主要内容。	已明确项目中转场防渗作为项目竣工环境保护验收的依据，同时作为建设环境监理的内容。	符合
5.1.5	贮存场及填埋场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。上述材料连同施工质量保证书作为竣工环境保护验收的依据。	已要求在施工完毕后保存施工报告、全套竣工图、所有材料的现场及实验室检测报告，回填修复区还需提交人工防渗衬层完整性检测报告。	符合
5.2.2	当天然基础层不能满足 5.2.1 条防渗要求时，可采用改性压实粘土类衬层或具有同等以上隔水效力的其他材料防渗衬层，其防渗性能应至少相当	项目中转场采用 C25 防渗混凝土浇筑，渗透系数达到 1.0×10^{-7}cm/s	符合

	于渗透系数为 1.0×10^{-5}cm/s 且厚度为 0.75 m 的天然基础层。		
7	**贮存场和填埋场运行要求**		
7.1	贮存场、填埋场投入运行之前，企业应制定突发环境事件应急预案或在突发事件应急预案中制定环境应急预案专章，说明各种可能发生的突发环境事件情景及应急处置措施。	已要求企业编制突发环境事件应急预案	符合
7.2	贮存场、填埋场应制定运行计划，运行管理人员应定期参加企业的岗位培训。	已要求企业制定中转场运行计划，并要求管理人员定期参加岗位培训。	符合
7.3	贮存场、填埋场运行企业应建立档案管理制度，并按照国家档案管理等法律法规进行整理与归档，永久保存。	已要求企业制定中转场档案管理制度，并按照国家档案管理等法律法规进行整理与归档，永久保存。	符合
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。	项目为生态修复项目，修复区现状为露天采坑。为减缓露天采空区引起的地质环境等问题，项目场地清理及边坡治理产生的土石方作为回填料，与磷石膏基生态修复材料回填至露天采坑。	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。	项目回填料主要为粘土、耕植土及磷石膏基生态修复材料，经检测，磷石膏基生态修复材料各项指标均满足第 I 类一般工业固体废物。此次评价已开展了地下水、土壤环境质量现状检测；另外，该项目亦进行了“水文地质勘查报告”“开展了环境本底值调查”“风险评估”等工作。此次评价要求对项目下游地下水水质进行监控；同时，对淋滤水收集池水质、回填区地下水导排水质进行监测，及时了解回填区情况；并开展土壤跟踪监测。	符合
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。	项目充填物为粘土、耕植土、场地清理及破整治产生的土石方，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	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	符合

	外），土地复垦应符合本标准 9.9 条的规定。	植植物，并按照 9.9 条对覆土、土地复垦提出了要求。	
8.5	食品制造业、纺织服装和服饰业、造纸和纸制品业、农副食品加工业等为日常生活提供服务的活动中产生的与生活垃圾性质相近的一般工业固体废物以及其他有机物含量超过5%的一般工业固体废物（煤矸石除外）不得进行充填、回填作业。	回填物（粘土、耕植土、场地清理及破整治产生的土石方）主要成分为无机盐，不含有机物。	符合
9	**封场及土地复垦要求**		
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。	已明确提出外购的覆土须满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）的要求；土地复垦须执行《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036）规定	
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。	项目已制定监测计划，对淋滤水水质进行检测，监测频次为 1 次/月	
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； 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。	此次评价监测井共设置了地下水监测井 6 座，其中上游 1 座，下游 5 座，另外要求对回填区地下水导排口设置监测点，对该水质进行监测。地下水监测频次为 1 次/周。	符合
10.6	①贮存场、填埋场投入使用之前，企业应监测土壤本底水平； ②依据地形特征、主导风向和地表径流方向，在可能产生影响的土壤环境敏感目标处布设土壤监测点。 ③运行期间，土壤监测点的自行监测频次一般每 3 年 1 次，采样深度根据	①企业已开展该区域土壤环境质量现状监测； ②监测计划中已明确土壤跟踪监测要求； ③土壤监测因子的分析方法按照 GB36600 的规定执行	符合

	可能影响的深度适当调整，以表层土壤为重点采样层。 ④土壤监测因子由企业根据贮存及填埋废物的特性提出，必须具有代表性且能表征固体废物特性。土壤监测因子的分析方法按照 GB36600 的规定执行。		

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）中相关要求。

（2）环境可行性分析

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，所以选址不存在制约性因素。

项目是针对石场采空区及扰动区域进行植被恢复，需要先对采空区进行回填。由于矿山已停采，采区岩石裸露，边坡高陡，且坡面岩体较破碎，可能成为崩塌、滑坡等矿山地质灾害隐患点。因此对矿山采空区进行回填治理后种植植被可以减少地质灾害的发生，重建矿区生态环境，根据调查可知，项目生态修复区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，交通方便；项目为矿山地质环境恢复治理工程，建成后无污染物排放。并且项目实施后，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。

综上，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

5.1.1 大气环境保护措施

项目施工过程中产生的废气主要为施工扬尘、混配粉尘，运输车辆、施工机械产生的尾气。

（1）施工扬尘

项目生态修复过程中产生的扬尘属于无组织排放，为减缓施工扬尘对环境影响，项目拟采取以下措施：

①通过在施工过程中采取洒水喷雾降尘，洒水喷雾次数根据天气状况而定；非雨天每日洒水次数不少于 3 次；若遇到大风或干燥天气应增加洒水喷雾次数；

②控制施工作业面，在合理安排施工进程情况下，尽可能减少大面积施工，以减少扬尘产生量。

③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。

（2）投料粉尘

改性助剂投料口设置喷雾降尘设施 3 套，减少投料粉尘产生。

（3）混配粉尘

混配设施设置喷雾降尘设施 3 套，减少混配粉尘产生。

（4）运输扬尘

针对运输扬尘要求：

①对回填料及耕植土的运输须密闭运输，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；

②减速慢性，严禁超载、超速，并规划好运输车辆的运行路线与时间；

③运输道路合理安排洒水降尘，出场车辆进行冲洗，严禁带泥上路。

（5）施工机械及运输车辆废气对环境的保护措施

施工机械废气属于无组织排放，具有间断性产生、产生量较小、产生点相对分散、易被稀释扩散等特点，设备定期维护保养，严禁带病作业。项目生态修复区位于山头上，空气流动性较好，施工机械和运输车辆所产生的污染在空气中经自然扩散和稀释后，对评价区域的空气环境质量影响不大。

（6）小结

经采取相应的防治措施并加强管理后，影响程度和范围可得到减缓和控制，污染影响可做到最小化，且随着施工期的结束而消失，对周围环境的影响程度不大，项目的实施也不会降低当地现状环境空气质量。

5.1.2 地表水环境保护措施

项目施工期废水主要为回填修复区淋滤水、施工废水、施工人员生活污水。

（1）回填修复区淋滤水

①废水产生情况

回填施工过程中降雨时，雨水冲刷回填修复区及中转场会产生淋滤水，产生的淋滤水经排水沟和导排管排至淋滤水收集池后泵入柳树箐渣场回水池后回用于生产，不外排，对周边环境影响小。

②废水处理设施可行性分析

淋滤水收集池、中转场采用 C25 防渗混凝土浇筑，厚度 20cm 以上，定期检查发现开裂及时修复，淋滤水收集池配套回用水泵，淋滤水及时抽排回用于建设单位厂区生产，废水处理设施可行。

③废水回用可行性分析

根据建设单位提供资料，企业回用水水质要求为 pH≥2，F^-≤2000mg/L，磷酸盐≤2000mg/L，根据水平振荡法检测结果，项目淋滤水 pH：7.79~8.33，F^-：2.6~3.46mg/L，磷酸盐：0.05~0.15mg/L，项目淋滤水水质满足企业回水要求，淋滤水回用于生产可行。

④废水不外排可行性分析

根据《柳树箐磷石膏渣场扩容改造项目环境影响报告书》，渣场下游设置了澄清池及回水调节池，澄清池容积 2 万 m^3，回水调节池容积 98.83 万 m^3，最大可储存 100.83 万 m^3。项目区仅 7 月、8 月有淋滤水产生，经计算，修复区淋滤水产生量 58682m^3/a（回填修复区 49501m^3/a，中转场 9181m^3/a），仅占其 5.82%，能够储存该部分水量。

根据建设单位及海口磷业提供资料，2020 年，柳树箐渣场 2020 年进入水量 2172.52 万 m^3，磷石膏截留水量 411 万 m^3，蒸发损耗水量 680.46 万 m^3，回

用水量 1081.06 万 m^3（其中海口磷业回用 609.84 万 m^3，三环中化回用 471.24 万 m^3），新水用量 1693.296 万 m^3（其中海口磷业回用 840.312 万 m^3，三环中化回用 852.984 万 m^3）。

项目淋滤水产生量 58682m^3/a（回填修复区 49501m^3/a，中转场 9181m^3/a），全部回用于建设单位，回用后建设单位仍有 847.1158 万 m^3 供水缺口，故项目施工期淋滤水依托柳树箐渣场回水系统全部回用不外排可行。项目施工完成后顶部进行防渗后覆土，阻断雨水下渗，届时无淋滤水产生。

（2）施工废水

项目施工废水主要为车辆冲洗废水。项目施工废水产生量约为 1.5m^3/d，废水主要为 SS。根据类比调查，施工生产废水中 SS 浓度为 3000mg/L，废水经收集沉淀处理后回用于车辆冲洗，不外排。

（3）生活污水

项目施工期生活污水主要为施工人员施工区内洗手废水，生活污水产生量约 1.28m^3/d，经临时沉淀池沉淀处理后回用于施工场地洒水降尘，不外排，对区域地表水体影响小。

项目施工期施工废水及施工人员生活污水产生量共 1.28m^3/d，考虑 1.2 的富容系数，并考虑连续存 5 天，设容积不小于 6m^3（2m×2m×1.5m）的临时沉淀池 1 座。经临时排水沟和临时沉淀池沉淀处理后回用于施工场地洒水降尘，不外排，对区域地表水体影响小。

5.1.3 声环境保护措施

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

（1）施工噪声

项目周边 50m 范围内无居民保护目标。为减轻施工期对周围环境影响，项目施工期需注意采取以下措施：

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

②加快施工进度，合理安排施工时间；

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

④运输施工物资应注意合理安排施工物料运输时间。

⑤禁止夜间 22:00~次日 06:00 时间段施工，避免对周边村庄造成影响。

⑥加强对施工场地的噪声管理，文明施工，做好区内交通组织，施工场地车辆出入现场时应低速、禁鸣，设立专人负责。

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

项目运输主要是管道皮带运输，噪声较小，不经过敏感区，材料运输不经过村庄，对村庄无影响。

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

5.1.4 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、废机油和回收调节池的沉渣。

（1）废土石方

根据工程分析，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%，对周边环境影响小。

（2）沉淀池及淋滤水收集池沉渣

沉淀池及淋滤水收集池的沉渣，定期进行清理，清理出来的沉渣约 3t/a，装袋沥水晾干后用于回填区回填。

（3）施工人员生活垃圾

根据工程分析，项目施工期施工人员生活垃圾产生量为 40kg/d，施工期施工人员生活垃圾经集中收集后清运至三环中化收集点堆存，定期清运处置。

项目区旱厕委托环卫部门定期清掏，回填结束后，施工结束后进行消毒回填。

（4）废机油

项目施工期产生僧废机油、废润滑油约 2t，该部分废机油收集后暂存至三环中化厂区危废间，定期交由资质单位处置。

5.1.5 地下水环境保护措施

项目施工期使用地平整及边坡清理土石方+粘土+磷石膏基生态修复材料+耕植土作为压覆回填材料进行回填修复治理，回填修复区产生淋滤水，淋滤水含有一定量污染物。项目使用的回填物料若不采取防渗措施，淋滤水将会随雨水渗入地下，污染地下水。为防止回填修复区淋滤水渗漏对地下水造成污染，采用粘土和两布一膜对回填区的底部和内边坡进行防渗。

（1）回填料控制

①回填物料必须为合格磷石膏基生态修复材料，禁止使用新鲜磷石膏回填；

②建设单位设专人管理回填料中和过程、专人检验中和后稳定的回填物料 pH 值、总磷、氟化物。每一批次回填物料均需检验，并做好台账，不合格材料禁止使用；

③从源头起进行严格控制，加大监督力度，固废收运点必须设置检验点，做到不允许“严禁回填固废”进入固废收集点；

④严禁生活垃圾及建筑垃圾混入，在回填、推平过程中也要检查，一旦发现其他垃圾混入，应立即停止回填，确保其他垃圾不得进入回填修复区。

（2）防渗措施

矿坑生态修复场底部、内坡面、顶部设防渗措施。

①回填修复区底部防渗层（由下至上）：

A.基础层：粘土层 30cm，土压实度不应小于 92%；

B.膜下保护层：采用土工布，规格不小于 300g/m^2；

C.膜防渗层：采用原生 HDPE 土工膜，厚度不小于 1.5mm；

D.膜上保护层：采用土工布，规格不小于 300g/m^2。

②内坡面防渗层（由内至外）：

A.基础层：内边坡削人工平整或者喷浆处理；

B.膜下保护层：采用土工布，规格不小于 300g/m^2；

C.膜防渗层：采用原生 HDPE 土工膜，厚度不小于 1.5mm；

D.膜上保护层：采用土工布，规格不小于 300g/m^2；

E.与矿坑底部防渗层相连。

③铺设绿化植被覆土前，回填修复区顶部防渗层（由下至上）：

A.膜下保护层：采用土工布，规格不小于 300g/m^2；

B.膜防渗层：采用原生 HDPE 土工膜，厚度不小于 1.5mm；

C.膜上保护层：采用土工布，规格不小于 300g/m^2。

D.粘土层：铺设 30cm 厚的粘土层；

④施工质量管理

施工方案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，施工完毕后保存施工报告、全套竣工图、所有材料的现场及实验室检测报告，提供人工防渗衬层完整性检测报告。

⑤防渗材料性能要求

A.HDPE 土工膜性能要求

土工膜幅宽应≥7m，极限厚度偏差应控制在±10%之内；土工膜产品颜色要求为黑色，外观质量应符合 CJ/T 234-2006 的规定；其它性能指标应符合 CJ/T 234-2006 的规定。应选用原生 HDPE 土工膜。

B.土工布性能要求

土工布原材料采用抗氧化性和紫外线强的长丝无纺土工布；土工布外观质量需逐卷进行检验和评定，每卷土工布不得出现孔洞和破损；外观疵点不得出现重缺陷，轻缺陷每 200m^2 不超过 5 个。

⑤植被选择

回填修复区植被选择容易种植、容易存活的西南枸子、火棘、山毛豆等植

被，其他区选择旱冬瓜、云南松等植被。

（3）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），并结合项目实际水文地质调查情况，项目设置 6 座污染监控井。

建设单位通过采取以上措施处理之后，回填修复区淋滤水基本不会下渗，非正常排放淋滤水影响范围有限，非正常排放对下游地下水水质产生一定的影响，对下游小场村饮用水产生一定的影响，建设单位需要认真落实防渗措施，通过地下水监控井和回填修复区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，为了避免对下游小场村饮用水造成影响，采取措施对小场村饮用水源进行替代。

若小场村水井发生污染，替代方案为从三环中化化肥有限公司磷酸装置生活水管网附近至小场村饮用水池沿途线路进行修整，配 DN50 镀锌管，加装水表，将生活水送入小场村饮用水池。

5.1.6 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。

5.1.7 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。回填区在施工完毕后应保存施工报告、全套竣工图、所有材料的现场及实验室检测报告。采用高密度聚乙烯膜

作为人工合成材料衬层的贮存场及填埋场还应提交人工防渗衬层完整性检测报告。

结合项目特点，项目具体监理计划见表 5.1-1。

表 5.1-1　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	监督管理部门
施工期	废气	①项目拟设洒水车 2 辆，雾炮 6 台，对修复区施工面进行洒水喷雾降尘，在大风天、干燥天气，适当增加洒水频次； ②运输车辆须以篷布遮盖，密闭运输，并注意控制车速； ③投料口设置喷雾降尘设施。 ④双轴搅拌机设置喷雾降尘设施。	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	环境监察部门
	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修复区外。		
		回填修复区排水沟，收集回填修复区雨水及淋滤水后排向下游淋滤水收集池。	淋滤水收集后及时抽送至柳树箐渣场回水池回用于生产，不外排。每月对淋滤水进行检测，检测指标 pH、氟化物、总磷。		
		回填修复区底部防渗	清基压实，铺设 30cm 粘土层后自下而上依次铺设 300g/m^2 土工布、1.5mm 的原生 HDPE 防渗膜（渗透系数≤1.0×10^{-7}cm/s）、300g/m^2 土工布防渗层。防渗膜购买原生膜，防渗施工影像资料，施工记录，防渗膜购买合同，每批次的检验合格证。		
		回填修复区内边坡防渗	人工平整或者喷浆处理后由内而外依次铺设 300g/m^2 土工布、1.5mm 的原生 HDPE 防渗膜（渗透系数≤1.0×10^{-7}cm/s）、300g/m^2 土工布防渗层。防渗膜购买原生膜，防渗施工影像资料，施工记录，防渗膜购买合同，每批次的检验合格证。		

	回填修复区顶部防渗	回填修复区顶部自下而上依次铺设300g/m^{2}土工布、1.5mm的原生HDPE防渗土工膜、300g/m^{2}土工布防渗层、30cm粘土层。防渗膜购买原生膜，防渗施工影像资料，施工记录，防渗膜购买合同，每批次的检验合格证。			
	施工质量管理	施工方案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，施工完毕后保存施工报告、全套竣工图、所有材料的现场及实验室检测报告，提供人工防渗衬层完整性检测报告。			
	淋滤水收集池及中转场防渗	淋滤水收集池及中转场采用C25防渗混凝土浇筑，厚度20cm以上，渗透系数≤1.0×10^{-7}cm/s，定期检查发现开裂及时修复，淋滤水收集后及时抽排回用于生产。施工完毕后保存施工报告、全套竣工图、所有材料的现场及实验室检测报告。			
	临时沉淀池2个，容积分别为2m^3、6m^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			
修复材料混配	设专人管理磷石膏基生态修复材料混配过程，委托专业检测结构对磷石膏基生态修复材料进行检测，确保生态修复材料满足回填要求，禁止回填不合格材料。	对每一批次生态修复材料进行检测，检测结果满足《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要求。			
回填	回填过程严格按照堆填设计进行，禁止超高回填。	回填过程是否按设计进行，是否超过设计标高，是否按时按成矿区生态修复。			
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，回填量。			
	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			
	施工机械废机油	废机油收集后暂存于建设单位厂区危废间，定期委托资质单位处置。			

	生态	回填区：种植植被恢复绿化。	耕植土、粘土购买记录，入场检测记录，确保耕植土满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中标准限值要求。植被恢复面积1026678.81m^2，并定期养护、扶植，确保存活率。 修复完成后开展生态调查及土壤跟踪监测。		
		其他区域：当地常见植被			

5.1.8 环境监测计划

结合项目特点，项目具体监测计划见表5.1-2。

表5.1-2 环境监测计划一览表

监测期	监测对象	监测点	监测内容	监测频率	执行标准
施工期	大气	场界四周	颗粒物	每月一次	《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表2无组织排放浓度限值
	噪声	场界四周	噪声	每月一次	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）
	淋滤水	淋滤水收集池	pH、总磷、氟化物	有水排出时检测	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准
	生态修复材料	生态修复材料混配区	pH、氟化物、总磷	每一批次均需检测	《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
	耕植土	项目周边及外购耕植土	pH、镉、汞、砷、铜、铅、六价铬、镍、总磷、氟化物、铬、锌	每一批次均需检测	满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中标准限值。
运营期	地下水	项目区附近6个地下水监控井	pH、耗氧量、总磷、溶解性总固体、氟化物、总硬度、氯化物、硝酸盐	一周一次，稳定后一月一次	《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准
		地下水导排口		有水排出时检测	

			淋滤水收集池水质	pH、总磷、氟化物	有水排出时检测	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准
		土壤	开展土壤跟踪监测	pH、镉、汞、砷、铜、铅、六价铬、镍、总磷、氟化物、铬、锌	3 年/次	满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中标准限值。

运营期生态环境保护措施

5.2.1 水环境保护措施

（1）定期对淋滤水进行监测，记录水质情况，直到连续 3 年内没有淋滤水产生。

（2）为掌握回填体对地下水环境的影响，每周对地下水进行跟踪监测，直至水质稳定。

5.2.2 生态环境保护措施

（1）后期应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

设计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。

（7）根据乔灌木的年龄、品种、生育期及草地的生长状况进行施肥。枝叶生长期以氮为主，磷钾肥为辅，开花结果期以磷钾肥为主，氮肥为辅。肥料切忌肥料裸露。施肥量为乔木 100g/株，保水剂 10g/株。草籽为直接抛洒，不

进行施肥和使用保水剂。

（8）科学合理使用农药，禁止使用国家明令禁止的剧毒农药，使用高效、低毒、低残留农药。在防治上要有科学的针对性，注意用时间和方法，抓住关键时间，对症下药。另外要给植物充分的时间吸收、分解农药，减少残留。防治同一种病虫害的多种类型农药要交替轮换使用，以减少病虫害的抗药性和耐药性。

（9）重视化学防治的同时应综合应用物理、机械、生物等多种方法进行防治，如：利用害虫趋光、趋波特性生产杀虫灯；利用害虫趋味特性制成糖醋液诱杀等等。

5.2.3 环境风险防范措施

（1）严格按照地下水污染防治措施执行

（2）回填体泥石流环境风险防范

①排洪构筑物安全监测

排洪构筑物在汛期前应进行一次安全大检查，检查构筑物有无变形、位移、损毁、淤堵等情况，汛期应每天观察排水能力，发现异常，立即排除。

②回填平台安全监测

回填安全监测内容包括：拦挡设施坝体轮廓尺寸、变形、裂缝、滑坡和渗漏、坝面保护监测等。平台位移监测可采用视准线法和前方交汇法。本次设计在 1#回填修复区护脚堆石拦挡体顶 2070m 标高及后期回填堆体外坡面 2075.0m，2085.0m、2095.0m、2105.0m、2115.0m、2125.0m 共布设 7 个断面，各设 3 个水平位移和垂直位移观测点，共 21 个点；在尾部坡面顶 2115.0m、2125.0m、2135.0m 标高共三个断面，每断面布设 3 个水平位移和垂直位移观测点，共 9 个点；在两岸共布设位移工作基点 3 个，校核基点 1 个 5m。2#回填修复区在护脚沙石拦挡体顶 2045m 标高及后期回填堆体外坡面 2050.0m，2060.0m、2070.0m、2080.0m 共布设 5 个断面，各设 3 个水平位移和垂直位移观测点，共 15 个点；在两岸共布设位移工作基点 3 个，校核基点 1 个 5m。3#回填修复区在后期回填堆体外坡面 2160.0m 及 2170.0m 标高共布设 2 个断面，各设 3 个水平位移和垂直位移观测点，共 6 个点。4#回填修复区在后期回填堆

体外坡面 2165.0m 标高布设 4 个点；在 2170.0m 标高共布设 6 个点，共 10 个点。位移监测每年不少于 12 次，位移异常变化时应增加监测次数。

③编制应急预案并定期演练

应编制生态修复区安全生产各项规章制度并组织实施，编制各种灾害应急预案并组织演练。

5.2.4 建设项目环境保护“三同时”验收

项目“三同时”验收一览表见表 5.2-1。

表 5.2-1 项目“三同时”竣工验收一览表

时期	项目	处理措施	验收标准及内容
施工期	/	每批次磷石膏基生态修复材料进行检测，出具检测报告	生态修复材料满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中 I 类一般工业固体废物
	/	每批次耕植土进场前进行检测，出具检测报告	满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中标准限值。
	废气	洒水车 2 辆，雾炮 6 台，对修复区施工面进行洒水及喷雾降尘	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	
		改性助剂投料口设置喷雾降尘设施	
		双轴搅拌机设置喷雾降尘设施	
		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 2 个，容积分别为 $2m^3$ 生活污水收集沉淀池 1 个，容积 $6m^3$	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 生活污水经 $6m^3$ 收集池沉淀后回用于项目区洒水降尘，不外排
		中转场采用 C25 防渗混凝土浇筑，厚度 20cm 以上，渗透系数≤1.0×10^{-7}cm/s，中转场淋滤水收集后回用。	防渗达到要求，中转场淋滤水收集后回用。
		回填区下游新建淋滤水收集池，1#回填修复区下游设置 $960m^3$ 的淋滤水收集池，2#回填修复区下游设置 $300m^3$ 的淋滤水收集池，3#回填修复区下游设置 $125m^3$ 的淋滤	防渗达到要求，回填区淋滤水收集后回用于生产，不得外排。

			水收集池，4#回填修复区下游设置 200m^3 的淋滤水收集池；收集池采用 C25 防渗混凝土浇筑，厚度 20cm 以上，渗透系数≤ 1.0×10^{-7}cm/s。淋滤水收集池配套建设回用泵，1#回填修复区需要配套建设 100m^3/h 的回用水泵，2#回填修复区需要配套建设 40m^3/h 的回用水泵，3#回填修复区需要配套建设 20m^3/h 的回用水泵，1#回填修复区需要配套建设 25m^3/h 的回用水泵。	
		噪声	选取低噪声设备，对设备进行维护，对噪声进行监测		执行《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%
			施工期废机油收集后暂存于建设单位厂区危废间，定期委托资质单位处置。		危废台账，处置协议，转运处置记录。
		生态修复	回填区	在项目区周围设置截排水沟施工记录，竣工验收资料。	设置截洪沟，将回填区外部雨水排出场外，内部雨水排入下游淋滤水收集池。
				回填体渗滤液导排系统：回填体导排系统从拦挡设施前伸至场区尾部方向，排渗盲沟由长纤土工布包裹 HDPE 管、砾石、块石构成，盲沟把淋滤水排出场外，最终导排入淋滤水收集池。	回填修复区淋滤水导排至下游淋滤水收集池，不外排，排渗盲沟施工记录。
				回填修复区底部防渗清基压实，铺设 30cm 粘土层后自下而上依次铺设 300g/m^2 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗膜（渗透系数≤1.0×10^{-7}cm/s）、300g/m^2 土工布防渗	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。
				回填修复区内边坡防渗，整平后由内而外依次铺设 300g/m^2 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗膜（渗透系数≤1.0×10^{-7}cm/s）、300g/m^2 土工布防渗	
				回填区顶部防渗，自下而上依次铺设 300g/m^2 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗膜（渗透系数≤1.0×10^{-7}cm/s）、300g/m^2 土工布防渗、30cm 粘土层	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。

				施工方案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，施工完毕后保存施工报告、全套竣工图、所有材料的现场及实验室检测报告，提供人工防渗衬层完整性检测报告。上述材料连同施工质量保证书作为竣工环境保护验收的依据。	相应资料齐全，防渗衬层是否完整。
				淋滤水收集池及中转场防渗	采用 C25 防渗混凝土浇筑，厚度 20cm 以上，渗透系数≤ 1.0×10^{-7}cm/s
				防渗层	防渗膜购买合同，检验合格证
				植被恢复：西南栒子、火棘、山毛豆、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。
			其他区域	云南松、旱冬瓜、草本常见植被	
			恢复农用地 208934.68m^2，恢复林地 730950.60m^2		成活率达到 93%以上；地被植物覆盖度应达到 85%以上。
	运营期	废水	定期对淋滤水收集池淋滤水进行监测		按照监测计划、监测周期要求，开展检测，提交监测报告
		地下水	设置 6 座地下水监测井，每周进行地下水检测，出具检测报告		满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准
			地下水导排口水样进行检测		
		土壤	开展土壤跟踪监测，监测指标 pH、镉、汞、砷、铜、铅、六价铬、镍、总磷、氟化物、铬、锌		满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中标准限值。
	其他		监理报告详细内容		提供月报、季报、总结报告
			编制突发环境事件应急预案		进行备案
			制定中转场运行计划，并要求管理人员定期参加岗位培训。		提供运行计划及培训记录
			制定中转场档案管理制度，并按照国家档案管理等法律法规进行整理与归档，永久保存。		制定档案并永久保持
其他					
环保投资	项目总投资 37051.85 万元，其中环保投资 5930.09 万元，占总投资的 16.0%，环保投资明细见下表 5.4-1。				

表 5.4-1　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 2 辆、雾炮 6 台。	10
		每月对项目区大气环境进行监测。	10
		双轴搅拌机喷雾降尘设施 3 套。	1.5
		改性助剂投料口设置喷雾降尘设施 3 套。	1.5
	废水	临时沉淀池 3 个，其中车辆冲洗沉淀池 2 个（容积 2m^3/个），生活污水收集沉淀池 1 个（容积 6m^3），用于收集沉淀施工废水、车辆冲洗废水。	4.5
		淋滤水导排沟，用于收集回填修复区产生的淋滤水。	3.7
		设置截排水沟	纳入水保投资
		回填修复区防渗： ①回填修复区底部清基压实后自下而上依次铺设 30cm 粘土、300g/m^2 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗膜、300g/m^2 土工布防渗层。 ②内边坡整平后由外而内依次铺设300g/m^2 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗膜、300g/m^2 土工布防渗层。 ③矿坑回填完成后，回填区顶部铺设自下而上依次铺设 300g/m^2 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗膜、300g/m^2 土工布防渗层、30cm 粘土层。再覆耕植土后再种植植被。 ④回填区淋滤水、中转场淋滤水收集后排入下游淋滤水收集池，及时抽排至柳树箐渣场回用于生产，不外排。 淋滤水收集池及中转场防渗： 淋滤水收集池、中转场采用 C25 防渗混凝土浇筑（渗透系数≤1.0×10^{-7}cm/s）。	2962.47
		施工质量管理：施工方案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，施工完毕后保存施工报告、全套竣工图、所有材料的现场及实验室检测报告，提供人工防渗衬层完整性检测报告。	
		定期对淋滤水进行监测。	10
	噪声	选用低噪设备、合理布局、合理施工、加强设备维护	5
		每月进行噪声监测	5
	固废	废土石全部用于场地平整。	6.0
		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。	
		废机油收集后暂存于建设单位厂区危废间，定期由资质单位清运处置。	
		临时旱厕 1 个	1
	其他	对每批次磷石膏基生态修复材料进行检测，对每批次入场耕植土进行监测	20
		制定中转场运行计划，并要求管理人员定期参加岗位培	3

				训。	
				编制突发环境事件应急预案。	5
				制定中转场档案管理制度，并按照国家档案管理等法律法规进行整理与归档，永久保存。	2
			生态	恢复农用地 208934.68m^2，恢复林地 730950.60m^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	2789.42
		运营期	环境监测管理	项目区附近地下水跟踪监测点 6 个。 淋滤水收集池跟踪监测、土壤跟踪监测。 开展生态调查。	90
		合计			5930.09

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	通过工程和生态的方法恢复开采区的植被，项目区内将种植西南枸子、火棘、山毛豆、云南松、旱冬瓜、狗牙草等。 种植西南枸子 21736 株、火棘 21736 株、山毛豆 21736 株、播撒草籽 5009kg、云南松 78445 株、旱冬瓜 78445 株	恢复农用地 208934.68m^2，恢复林地 730950.60m^2	/	植物成活率达到 93%以上；地被植物覆盖度应达到 85%以上。
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可回用于施工用水、施工场地洒水等； ②回填区淋滤水收集后排入柳树箐渣场回水池，最终回用于生产； ③施工人员洗手水经收集后全部回用于施工场地降尘，不外排。	车辆冲洗废水沉淀池 2 个（2m^3/个）；生活污水收集沉淀池 1 个（6m^3）；淋滤水收集池 4 个（容积分别为 960m^3 、 300m^3 、 125m^3、200m^3）；淋滤水回水泵 4 台（流量分别为 160m^3/h 、 50m^3/h 、 25m^3/h 、 35m^3/h）。废水 100%回用，不外排。 每月对淋滤水进行检测，出具检测报告		淋滤水回用记录，水质监测报告。
地下水及土壤环境	①回填区底部清基平整后依次铺设 30cm 粘土层、300g/m^2 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗膜、300g/m^2 土工布；边坡平整后依次铺设 300g/m^2 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗膜、300g/m^2 土工布；回填体顶部依次铺设 300g/m^2 土工布、1.5mm 的 HDPE 防渗膜、300g/m^2 土工布、30cm 粘土层。 ②环评要求磷石膏基生态修复材料达到回填要求后方可运至回填区回填； ③在施工过程中严格按照堆填设计方案进行施工，淋滤水收	①防渗膜防渗系数达到 10^{-7}cm/s，提供防渗膜购买记录，施工记录，检验合格证。 ②每批次磷石膏生态修复材料满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中 I 类一般工业固体废物要求。 ③每批次入场耕植土满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》	①地下水跟踪监测，直至水质稳定。 ②淋滤水跟踪监测，直至无淋滤水产生。 ③地下水导排口跟踪监测	淋滤水全部回用，不外排。地下水质量满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准。

	集于回水池内，及时抽送至柳树箐渣库回用于生产； ④项目外购耕植土须满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）的要求。 ⑤从三环中化化肥有限公司磷酸装置生活水管网附近至小场村饮用水池沿途线路进行修整，配 DN50 镀锌管，加装水表，将生活水送入小场村饮用水池。对小场村饮用水源进行替代。 ⑥淋滤水收集池、中转场采用 C25 防渗混凝土浇筑（渗透系数≤1.0×10^{-7}cm/s）。 ⑦施工方案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，施工完毕后保存施工报告、全套竣工图、所有材料的现场及实验室检测报告，提供人工防渗衬层完整性检测报告。	（GB15618-2018）的要求。 ④每周对地下水进行跟踪监测，出具检测报告，检测结果满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准。 ⑤对地下水导排管排水惊醒跟踪监测。 ⑥施工质量是否保证，防渗衬层是否完整。		
声环境	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； ②加快施工进度，合理安排施工时间 ③加强对施工人员的环境宣传和教育，使他们认真落实各项降噪措施，做到文明施工； ④运输施工物资应注意合理安排施工物料运输时间。	每月对施工场界噪声进行监测，场界噪声达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求		
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；	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		

	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改性助剂投料口设置喷雾降尘设施。 ⑥搅拌机设置喷雾降尘系统。	值≤1mg/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。 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项目区拟设置临时旱厕 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。 ④废机油收集后暂存于建设单位厂区危废间，定期由资质单位清运处置。	100%合理处置		
电磁环境	/	/	/	/
环境风险	回填体泥石流环境风险防范： ①排洪构筑物安全监测 排洪构筑物在汛期前应进行一次安全大检查，检查构筑物有无变形、位移、损毁、淤堵等情况，汛期应每天观察排水能力，发现异常，立即排除。 ②回填平台安全监测 回填安全监测内容包括：拦挡设施坝体轮廓尺寸、变形、裂缝、滑坡和渗漏、坝面保护监测等。平台位移监测可采用视准线法和前方交汇法。本次设计在 1#回填修复区护脚堆石拦挡体顶 2070m 标高及后期回填堆体外坡面 2075.0m，2085.0m、2095.0m、2105.0m、2115.0m、2125.0m 共布设 7 个断面，各设 3 个水平位移和垂直位移观	位移监测孔数量	/	定期巡查记录

	测点，共 21 个点；在尾部坡面顶 2115.0m、2125.0m、2135.0m 标高共三个断面，每断面布设 3 个水平位移和垂直位移观测点，共 9 个点；在两岸共布设位移工作基点 3 个，校核基点 1 个 5m。2#回填修复区在护脚沙石拦挡体顶 2045m 标高及后期回填堆体外坡面 2050.0m，2060.0m、2070.0m、2080.0m 共布设 5 个断面，各设 3 个水平位移和垂直位移观测点，共 15 个点；在两岸共布设位移工作基点 3 个，校核基点 1 个 5m。3#回填修复区在后期回填堆体外坡面 2160.0m 及 2170.0m 标高共布设 2 个断面，各设 3 个水平位移和垂直位移观测点，共 6 个点。4#回填修复区在后期回填堆体外坡面 2165.0m 标高布设 4 个点；在 2170.0m 标高共布设 6 个点，共 10 个点。位移监测每年不少于 12 次，位移异常变化时应增加监测次数。 ③编制应急预案并定期演练 应编制生态修复区安全生产各项规章制度并组织实施，编制各种灾害应急预案并组织演练。			
环境监测	①施工期大气例行监测，一月一次； ②施工期噪声监测，一月一次 ③地下水跟踪监测，一周一次； ④淋滤水收集池水质监测，有水排出时监测； ⑤地下水导排管排水跟踪监测； ⑥磷石膏生态修复材料监测，每批次监测，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要求； ⑦耕植土购买时监测，项目外	提供大气、噪声、地下水、淋滤水、生态修复材料、耕植土检测报告		

	购耕植土须满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）的要求。			
其他				

七、结论

根据 2021 年 11 月 10 日西山区发展和改革局出具的《云南省固定资产投资项目备案证》（附件 2），海口工业园区（街道）云龙磷矿矿区修复治理项目属于环保行业类别中的生态修复项目；根据 2021 年 11 月 11 日由西山区滇池流域及其他重点区域采石采砂采矿点关停和“五采区”治理修复工作领导小组办公室出具的《西山区关停矿山生态治理修复方案联审联批会会议纪要》（附件 3）和 2021 年 11 月 25 日由西山区人民政府、昆明市西山区自然资源局、昆明市西山区水务局、昆明市生态环境局西山分局、昆明市西山区应急管理局、昆明市西山区城市管理局、昆明市西山区人民政府海口街道办事处出具的《西山区矿山生态修复治理方案联审联批表》（附件 4），项目属于矿山生态修复治理项目；根据 2021 年 12 月 30 日昆明市西山区应急管理局出具的《关于西山区海口工业园区（街道）云龙磷矿矿区修复治理项目的意见》（附件 7），项目属于生态修复项目，不纳入尾矿库监督管理。

根据《生态修复方案》，项目使用的磷石膏基生态修复材料满足第Ⅰ类一般工业固体废物要求，根据《堆填设计方案》，磷石膏基生态修复材料回填总量不超过 817.8 万 m^3。

项目属于生态修复工程，属于鼓励类项目，项目施工期会产生一定的污染，采取污染防治和控制措施后，外排污染物可达标排放，环境影响在可接受范围内，环境功能区质量能够满足相应标准要求，环境风险可控。评价认为，在建设单位认真实施本环评提出的废水、废气、噪声、固体废物治理措施及生态保护措施，落实环保各项投资，采取措施对小场村饮用水源进行替代后，从环保角度来看，项目实施后对区域生态环境恢复具有积极作用，项目建设在环境上可行。