前　言

1.项目基本情况

安宁市易门箐铁矿矿山位于云南省安宁市八街街道杨兴庄村，易门箐水库上游，靠近鸣矣河与扒河分水岭，矿石以褐铁矿、赤铁矿、菱铁矿为主，均属酸性矿石。易门箐铁矿开采始于上世纪五十年代，1958 年当地群众开始开采，并采用土法冶炼。1959 年 6 月建立矿山组织进行整顿和生产，从 1962 年至 1978 年统归昆钢八街铁矿进行采矿。1978 年之后由地方组织采矿。由于矿体跨越安宁市与易门县，省市相关部门为解决采矿纠纷，划定以 19 号勘探线为分界线，双方各后退 15m 为采矿边界线。安宁市开采范围由八街镇管辖，进行了多次对外承包。1996 年 5 月 8 日以云地矿管〔1996〕11 号《关于注销采矿许可证的通知》注销了昆钢八街铁矿军易矿的采矿许可证。1997 年 8 月安宁成洲矿产经贸有限公司八街易门箐铁矿向八街镇政府、八街镇矿产资源管理所办理了矿山承包手续，同时向市矿办申请办理了采矿许可证并进行开采，2000 年 6 月 28 日换发了采矿许可证。2004 年 2 月云南安宁金成经贸有限公司取得 6 万吨/年采矿许可证（证号 5300000430053，矿区面积 0.1608km^2），有效期 2 年。2006 年云南安宁金成矿业集团有限公司（原云南安宁金成经贸有限公司）申请变更矿区范围，于 2007 年 5 月取得 30 万吨/年采矿许可证（证号：C5300002011012120107149，矿区面积 0.6752km2，露天开采，开采标高+2272～+2000m），有效期 8 年。采矿许可证到期后，2016 年由于矿区污水 pH 值酸性超标被禁止开采。

自 1958 年以来，矿山开采造成自然山体破损，形成的露天采坑边坡岩体裸露，地质边坡在地表径流的冲刷下已有明显的冲蚀沟与裂缝，甚至局部垮塌，岩质边坡因节理裂隙发育、局部岩石较破碎，边坡整体较高、较陡，边坡稳定性较差。同时，随着采坑内酸性积水水面上升对坡脚浸泡蚀化作用加强，进一步降低了坡脚岩体力学性能，降低了边坡稳定性，进一步加剧边坡失稳的可能性。另外，易门箐铁矿开采的废渣堆积在矿坑周边，废弃矿渣无序堆放，采空区岩体、开采的废渣暴露在空气中被氧化，在雨水的淋滤作用下汇集进入矿坑，逐渐形成了约 196 万 m^3 酸性积水。随着雨水的不断汇集，坑内污水水位逐年抬升。坑内水体呈红褐色，pH 值在 2.1～2.6 左右。现有废渣堆场渗滤液未进行收集处理，2007

年起易门箐水库水体呈酸性，为改善水库水质，2014 年安宁市人民政府投资 403 万元实施易门箐水库水环境治理工程，通过中和-曝气-沉淀-过滤等工艺，水库水质有所改善，但仍未能彻底解决水体污染的根本问题。

2022 年 4 月，湖南中车环境工程有限公司作为 EPC 工程总承包编制完成了《云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）初步设计》，并通过了专家评审，取得了安宁市水务局的批复（安水复〔2022〕6 号）。2022 年 11 月，编制完成了《云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）环境影响报告表》，并取得环评批复；矿坑污水处理站处理规模为 20000.0m^3/d，采用“一段预处理（中和沉淀，石灰+重捕剂+氧化剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀，石灰+重捕剂+氧化剂+PAM）”工艺。根据初步设计及批复、环评报告及环评批复，矿坑污水处理站出水水质执行标准《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅳ类标准；2022 年 11 月 29 日，取得昆明市生态环境局安宁分局关于云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）环境影响报告表的批复（安生环复〔2022〕89 号）；2023 年 2 月 1 日矿坑污水处理站调试完成投入运营；2023 年 11 月，编制完成了《云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）竣工环境保护验收监测报告表》；截至 2023 年 12 月 10 日，已完成矿坑积水处理。

2.工程前期手续办理情况

（1）为实现安宁易门箐铁矿矿山生态环境问题的系统治理、综合治理、源头治理目标，摸清污染来源和污染成因，安宁市农林水利投资有限公司委托云南省生态环境科学研究院、中国有色金属工业昆明勘察设计研究院有限公司开展了矿区环境污染现状、矿区地质、水文地质勘查、矿区生态状况调查，云南省生态环境科学研究院、中国有色金属工业昆明勘察设计研究院有限公司依据《矿山生态修复技术规范第 1 部分：通则》（TD/T1070.1-2022）、《矿山生态修复技术规范第 5 部分：化工矿山》（TD/T 1070.5-2022）开展了全面调查、问题识别，根据识别结果和区域国土空间规划制定环境污染治理及生态修复目标，基于尊重科学、综合治理、因地制宜、技术经济可行的原则编制《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程可行性研究报告》；

（2）2023 年 7 月 26 日建设单位取得安宁市发展和改革局印发的《安宁市

发展和改革局关于安宁市农林水利投资有限公司实施安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目可行性研究报告的批复》（安发改投资〔2023〕164 号），项目代码：2307-530181-04-01-467427，详见附件 4；

（3）2023 年 12 月，建设单位委托云南智库环境科技有限公司编制完成《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目环境影响报告表》（报批稿）；

（4）2023 年 12 月 30 日，建设单位取得《昆明市生态环境局安宁分局关于安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程环境影响报告表的批复》（安生环复〔2023〕64 号）。

（5）2023 年 12 月，建设单位委托云南合和建筑工程咨询有限公司编制完成《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目水土保持方案报告书》；

（6）2023 年 12 月 15 日取得《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目水土保持方案报告书》评审意见；

（7）2023 年 12 月 26 日取得《安宁市水务局关于准予安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目水士保持方案的行政许可决定书》（安水许〔2023〕100 号）。

（8）2024 年 10 月 15 日云南天安化工有限公司获得昆明市生态环境局安宁分局对《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程突发环境事件应急预案（2024 年第一版）》备案文件，备案编号：533601-2024-097-H，详见附件。

3. 建设单位变更情况

根据《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复项目招商引资投资协议》（编号：ANTZ （STHB）-2023057）约定，本项目前期实施主体为安宁市农林水利投资有限公司，由其负责办理项目生态修复实施方案、可研、勘察设计、环评、水保等前期手续，并组织实施矿坑底部防渗工程；完成协议约定工作内容并验收移交后，项目实施主体变更为云南天安化工有限公司，变更后由云南天安化工有限公司作为项目建设单位，全面承接本项目污染防治、生态修复、环境风险防控、竣工环保验收及运营期环境管理等主体责任，按主管部门要求完

成建设主体相关备案工作，落实环评及相关批复的各项环保要求。由其承担项目全部投资，继续完善相关手续并开展后续工程建设及运维，前期产生的勘察、设计、建安等全部费用均由云南天安化工有限公司承担。

4 项目建设情况

项目于 2024 年 1 月 2 日开工建设；2024 年 11 月完成废渣堆存区环境污染治理，废渣堆存区原位风险管控覆土，并完成种植绿化；由于矿坑修复区坑底底部污泥较多，施工期现场采用底泥固化和挤密桩的形式进行加固后铺设 80cm 厚黏土覆盖层，并布设两布一膜防渗结构，回填磷石膏开始标高为 2032m；2024 年 2 月，施工单位开始矿坑改性磷石膏回填；截至 2026 年 7 月矿坑改性磷石膏回填量共计 3763989.49t，根据《地基与基础工程检验检测报告》（报告编号：YNZJZ-2024-P2102-0132-3），其碾压压实最大干密度值为 1.47t/m³（1.47g/cm³），对应压实回填总体积约为 256.054 万 m³，已矿坑回填区回填标高 2032-2065m，已回填高度 33m；项目剩余可回填改性磷石膏回填量：3693.916 万 m^3，待矿坑回填区回填标高 2065-2210m，待回填高度 145m。

5.工程变动情况

建设过程中由于污泥处理方式发生变动；废水收集、处理工艺和排放方式发生变动，工程变化具体如下表 1-1 所示。

表 1-1　项目变动情况和变动原因一览表

序号	原环评、批复阶段	项目实际建设情况	备注（变动原因）
1	安宁市农林水利投资有限公司	云南天安化工有限公司	根据附件 21 项目招商引资投资协议，建设单位进行变更
2	渗滤液处理站污泥外售有处置资质的单位综合利用，并做好污泥产生情况及外售综合利用台账。	项目在矿坑回填施工期间，项目生产过程中产生的污泥经板框压滤机脱水处理后，经密闭车辆运输至污泥临时暂存区，污泥替代石灰用于磷石膏改性，改性磷石膏回填于露天采区矿坑，不外排。	污泥处理方式发生改变
3	施工过程中矿区受污染的地下水、废渣堆存区渗滤液、矿坑回填渗滤液经收集后，送渗滤液处理站处理达《城市污水再生利用绿地灌溉水	（1）改性磷石膏回填渗滤液通过隧洞用管道导排收集至改性磷石膏回填渗滤液收集池（1 个，长 × 宽 × 高 =3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3），收集的渗滤液通过水泵提升至新建渗滤液处理	**鉴于项目实施过程中，由于以下几个原因导致废水不能全部回用：** 1. 改性磷石膏输送管线及回水管线尚未同步修建，处理达标出水暂不具备回用于磷石膏改性生产补充水的管

	质》（GB/T25499-2010）和《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005)工艺及产品用水较严值后回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉和磷石膏改性生产补充水，不外排。	站（1 个，设计处理规模 30m³/h，采用“化学预处理+双极反渗透（RO 膜）”工艺）处理达《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉； （2）矿区原有废渣堆存区淋滤水通过排渗管道导排至渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=5×5×2.5m，容积 62.5m³）收集；矿区受污染的地下水通过顶管工艺打通，采用管道导排至地下水收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m³）；矿坑修复区坑底雨水过顶管工艺打通，采用管道导排至雨水收集池（1 个，长×宽×高=7m×2m×1.5m=21m³）；收集的废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水通过水泵提升至容积为 5000m³ 的调节池；再通过水泵提升至已建设污水处理站（1 个，设计处理规模 5000m³/d，工艺：一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+钙矾石深度处理）进行处理（出口设置在线监测设施）；污水处理站出水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L），硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））线输送条件，原设计中“磷石膏改性生产补充水”这一回用途径无法实现； 2. 随修复工程推进，渗滤液产生量、受污染地下水抽出量及坑底雨水汇水量显著增加（工程投入施工、运行后，枯水期（以晴天废水量计）污水处理站接纳废水量为 1129.05m³/d，处理后排放量为 1129.05m³/d；丰水期（以雨天废水量计）污水处理站接纳废水量为 1517.064m³/d，处理后排放量为 1517.064m³/d；全年废水排放量为 495526.148m³，折合 49.553 万 m³），已超出回用消纳能力。 3. 洒水抑尘用水受季节限制，雨季抑尘需求低谷与坑底雨水高峰叠加； 4. 生态修复浇灌容量有限，无法无限消纳。若继续维持全部回用，剩余废水只能长期积存，调节池容积需求随运行年限递增，雨季存在溢流渗漏风险，一旦发生即为未经处理废水直排，环境风险显著增大。 为此，本次重新报批调整为“回用优先、剩余废水处理后达标外排”：可回用部分全部回用于生态修复及生产环节，废渣堆场渗滤液、受污染地下水、矿坑修复区坑底雨水经容积 5000m³调节池均质调节、污水处理站（5000m³/d）深度处理达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）IV 类标准后，经规范化排污口排入新河，出口设在线监测设施联网监管。

		后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4120m）排入新河。	
4	地下水及渗滤液导排系统，地下水导排管通过隧洞接入下游地下水收集池，渗滤液导排管通过隧洞接入下游渗滤液收集池，送渗滤液处理站处理后回用；隧洞长度 918m，进口底标高 2020m，出口底标高 2015m，断面 1.5×1.8m，顶拱 120°，采用 C30 钢筋混凝土砌衬，混凝土厚度 300mm。	地下水及渗滤液导排系统，地下水导排管通过隧洞接入下游地下水收集池，渗滤液导排管通过隧洞接入下游渗滤液收集池，送渗滤液处理站处理后回用；地下水及渗滤液导排隧洞变更采取顶管方式，钢筋混凝土管道内径 1.5m，顶管长度 774.68m。	地下水及渗滤液导排隧洞变更采取顶管方式

根据《中华人民共和国环境影响评价法》第二十四条之规定，建设项目的环境影响评价文件经批准后，建设项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动的，建设单位应当重新报批建设项目的环境影响评价文件。为此，建设单位委托云南智库环境科技有限公司对工程变动情况重新开展环境影响评价工作，接受委托后，云南智库环境科技有限公司收集有关资料并对现场进行了踏勘，编制完成了《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目（重新报批）生态环境影响报告表》，供建设单位上报生态环境主管部门重新审批，作为项目环境管理的依据。

目　录

一、建设项目基本情况 ..... - 1 -
二、建设内容 ..... - 36 -
三、生态环境现状、保护目标及评价标准 .....- 116 -
四、生态环境影响分析 ..... - 188 -
五、主要生态环境保护措施 ..... -399-
六、生态环境保护措施监督检查清单 ..... - 377 -
七、结论 ..... - 383 -

专项：

地表水环境影响专项评价

附件：

附件 1：委托书

附件 2：安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复实施方案评审意见及修改对照表

附件 3：安宁市人民政府关于同意实施《安宁市易门等铁矿矿山环境污染综合治理及生态修实施方案》的批复（安政复〔2023〕76 号）

附件 4：安宁市发展和改革局关于安宁市农林水利投资有限公司实施安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目可行性研究报告的批复

附件 5：安宁市自然资源局关于《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复实施方案》的批复

附件 6：生态环境部办公厅《关于磷石育无害化后用于矿坑生态修复项目有关事宜的复函》(环办环评函〔2022〕273 号)

附件 7：安宁市自然资源局关于《安宁市易门等铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目》用地范围不涉及安宁市生态保护红线的情况说明

附件 8：环境风险评估报告专家意见及修改对照

附件 9：改性磷石膏回填合作框架协议书

附件 10：安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目绿

化覆土外购调运综合利用协议

附件 11：昆明市生态环境局安宁分局关于《云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）》环境影响报告表的批复（安生环复〔2022〕89号）

附件 12：磷石膏回填检测报告

附件 13：项目现状监测报告（含地表水、环境空气、土壤、污泥、污泥替代石灰用于磷石膏改性小试及中试监测）

附件 14：施工监理阶段监测报告

附件 16：土工布合格证

附件 16：土工膜

附件 17：污水处理台账

附件 18：《昆明市生态环境局安宁分局关于安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程环境影响报告表的批复》（安生环复〔2023〕64 号）

附件 19：安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程水保批复

附件 20：安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程应急预案备案表

附件 21：三线一单查询

附件 22：项目招商引资投资协议

附图：

附图 1：项目地理位置图

附图 2：项目用地与安宁市“三线”划定成果套合图

附图 3：项目与国土空间规划生态修复项目中的位置关系图

附图 4：区域水系分布图

附图 5：项目总平面布置图

附图 6：废渣堆存区环境治理及生态修复总平面图

附图 7：废渣堆存区环境治理及生态修复剖面图

附图 8：废渣堆存区拦挡坝平面图

附图 9：废渣堆存区拦挡坝纵剖面图
附图 10：废渣堆存区拦挡坝横剖面图
附图 11：废渣堆体表层防渗结构图
附图 12：废渣堆存区周边截洪沟大样图
附图 13：废渣堆存区表层雨水沟及坡面雨水沟大样图
附图 14：废渣堆存区西南侧排水沟及临时排水沟大样图
附图 15：废渣堆存区渗滤液导排盲沟大样图
附图 16：渗滤液调节池及事故应急池大样图
附图 17：下游沟口止水帷幕平面图
附图 18：下游沟口止水帷幕剖面图
附图 19：高压旋喷桩搭接示意图
附图 20：高压旋喷桩防渗断面图
附图 21：破碎带注浆防渗示意图
附图 22：矿坑回填区环境治理及生态修复总平面图
附图 23：矿坑回填区底泥固化稳定化高压旋喷示意图
附图 24：矿坑回填区底泥固化稳定化强夯示意图
附图 25：矿坑周边边坡削坡治理剖面图
附图 26：矿坑回填区地下水导排盲沟大样图
附图 27：矿坑回填区渗滤液导排盲沟大样图
附图 28：矿坑回填区地下水及渗滤液导排隧洞平面图
附图 29：地下水及渗滤液导排隧洞纵断面图
附图 30：地下水及渗滤液导排隧洞大样图
附图 31：地下水及渗滤液收集池大样图
附图 32：矿坑底部防渗结构图
附图 33：矿坑回填堆存剖面图
附图 34：矿坑回填表层防渗结构图
附图 35：矿坑回填区周边截洪沟大样图
附图 36：矿坑回填区表层雨水沟及坡面雨水沟大样图
附图 37：回填区外边坡治理大样图

附图 38：矿区生态修复土地复垦平面图

附图 39：废渣堆存区表层覆土植被大样图

附图 40：渗滤液处理站平面布置

附图 41：环境影响评价工作范围及保护目标分布图

附图 42：地下水环境评价工作范围图

一、建设项目基本情况

建设项目名称	安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程（重新报批）		
项目代码	2307-530181-04-01-467427		
建设单位联系人	/	联系方式	/
建设地点	云南 省 昆明 市 安宁 市 八街 街道办事处 杨兴庄村易门箐		
中心点地理坐标	东经 102 度 17 分 11.137 秒，北纬 24 度 41 分 26.504 秒		
建设项目行业类别	六、黑色金属矿采选业08—9铁矿采选 081—矿区生态修复治理	用地（用海）面积（m^2）/长度（km）	1026838.62 m^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 ☑重大变动重新报批项目
项目审批（核准/备案）部门（选填）	昆明市安宁市发展和改革局	项目审批（核准/备案）文号（选填）	安发改投资〔2023〕164 号
总投资（万元）	65980.51	环保投资（万元）	21023.92
环保投资占比（%）	31.86	施工工期	5 年
是否开工建设	□否 ☑是：安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程于2023 年 12 月 30 日取得昆明市生态环境局安宁分局批复（安生环复〔2023〕64 号）；本项目于 2024 年 1 月 2 日开工建设；2024 年 11 月完成废渣堆存区环境污染治理，废渣堆存区原位风险管控覆土，并完成种植绿化；由于矿坑修复区坑底底部污泥较多，施工期现场采用底泥固化和挤密桩的形式进行加固后铺设 80cm 厚黏土覆盖层，并布设两布一膜防渗结构，回填磷石膏开始标高为 2032m；2024 年 2 月，施工单位开始矿坑改性磷石膏回填；截至 2026 年 7 月矿坑改性磷石膏回填量共计 3763989.49t，根据《地基与基础工程检验检测报告》（报告编号：YNZJZ-2024-P2102-0132-3），其碾压压实最大干密度值为 1.47t/m^3（1.47g/cm^3），对应压实回填总体积约为 256.054 万 m^3，已矿坑回填区回填标高 2032-2065m，已回填高度 33m；项目剩余可回填改性磷石膏回填量：3693.916 万 m^3，待矿坑回填区回填标高 2065-2210m，待回填高度 145m；建设过程中，因项目项目产生污		

<table>
<tr><td></td><td>泥处置方式；废水收集、处理工艺和排放方式等发生变动，重新报批环评。</td></tr>
<tr><td>专项评价设置情况</td><td>根据《建设环境影响评价报告表编制技术指南》（生态影响类）专项评价设置原则，本项目专项设置情况见下表 1-1 所示。
表 1-1　项目专项情况设置一览表
<table>
<tr><th>专项评价类别</th><th>设置原则</th><th>本项目情况</th></tr>
<tr><td>地表水</td><td>水力发电：引水式发电、涉及调峰发电的项目；
人工湖、人工湿地：全部；
水库：全部；
引水工程：全部（配套的管线工程等除外）；
防洪除涝工程：包含水库的项目；
河湖整治：涉及清淤且底泥存在重金属污染的项目</td><td>本项目为铁矿矿山生态修复工程，不设置地表水专项评价</td></tr>
<tr><td>地下水</td><td>陆地石油和天然气开采：全部；
地下水（含矿泉水）开采：全部；
水利、水电、交通等：含穿越可溶岩地层隧道的项目</td><td>本项目为铁矿矿山生态修复工程，不设置地下水专项评价</td></tr>
<tr><td>生态</td><td>涉及环境敏感区（不包括饮用水水源保护区，以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公为主要功能的区域，以及文物保护单位）的项目</td><td>本项目为铁矿矿山生态修复工程，本项目所属类别中未列出敏感区，因此，本项目不设置生态影响专项评价</td></tr>
<tr><td>大气</td><td>油气、液体化工码头：全部；
干散货（含煤炭、矿石）、件杂、多用途、通用码头：涉及粉尘、挥发性有机物排放的项目</td><td>本项目为铁矿矿山生态修复工程，不设置大气专项评价</td></tr>
<tr><td>噪声</td><td>公路、铁路、机场等交通运输业涉及环境敏感区（以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公为主要功能的区域）的项目；
城市道路（不含维护，不含支路、人行天桥、人行地道）：全部</td><td>本项目为铁矿矿山生态修复工程，不设置噪声专项评价</td></tr>
<tr><td>环境风险</td><td>石油和天然气开采：全部；
油气、液体化工码头：全部；
原油、成品油、天然气管线（不含城镇天然气管线、企业厂区内管线），危险化学品输送管线（不含企业厂区内管线）：全部</td><td>本项目为铁矿矿山生态修复工程，不设置环境风险专项评价</td></tr>
</table>
本项目将废渣堆存区渗滤液、矿区受污染地下水及矿坑修复区坑底雨水收集后经调节池、污水处理站处理，达到《地表水环境质量标</td></tr>
</table>

	准》（GB 3838-2002）IV 类标准后外排受纳河流（新河），经按《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）判定，**地表水环境影响评价等级为一级**，废水排放对地表水环境的影响需深入论证。本次评价根据《建设环境影响评价报告表编制技术指南》（污染影响类）专项评价设置原则，**设置地表水环境影响专项评价。**
规划情况	无
规划环境影响评价情况	无
规划及规划环境影响评价符合性分析	无
其他符合性分析	**1.产业政策符合性分析** 本项目为矿山环境污染综合治理及生态修复工程，根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 49 号《产业结构调整指导目录》（2021 年版），项目属于鼓励类“三十八、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。 建设单位已委托云南省生态环境科学研究院编制了《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复实施方案》（以下简称《实施方案》），《实施方案》已通过了专家审查（审查意见见附件 2），并取得《安宁市人民政府关于同意实施安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修实施方案的批复》（安政复〔2023〕76 号）（见附件 3），2023 年 10 月 27 日，取得《安宁市自然资源局关于<安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复实施方案>的批复》（见附件 4），原则同意安宁市农林水利投资有限公司按照《易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复实施方案》组织实施；2023 年 12 月，建设单位委托云南智库环境科技有限公司编制完成《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目环境影响报告表》（报批稿）；2023 年 12 月 30 日，建设单位取得《昆明市生态环境局安宁分局关于安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理

及生态修复工程环境影响报告表的批复》（安生环复〔2023〕64 号）。

本项目以无害化处理后的改性磷石膏作为矿山遗留采坑生态修复回填料，根据生态环境部办公厅《关于磷石膏无害化后用于矿坑生态修复项目有关事宜的复函》（环办环评函〔2022〕273 号）（见附件 5），无害化处理后的改性磷石膏用于矿坑回填不属于《关于做好“三磷”建设项目环境影响评价与排污许可管理工作的通知》中“不得新建、扩建磷石膏库（暂存场除外）”的情形，鼓励地方因地制宜制定磷石膏无害化处理方案，拓展多领域、多途径、多方式资源化利用。

综上，项目符合产业政策的相关要求。

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

根据《昆明市生态环境分区管控动态更新方案》对项目生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线、环境准入负面清单符合性进行分析。

（1）生态保护红线和一般生态空间

更新后，生态保护红线全面与《昆明市国土空间总体规划（2021-2035年）》衔接，全市生态保护红线面积4274.70平方公里，占全市国土面积的20.34%，较原有面积占比减少1.85%。全市一般生态空间面积5151.56km^2，占国土空间面积的24.37%，较原有面积占比增加2.45%。

安宁市易门箐铁矿区位于安宁市S39°W方向，根据2023年12月6日安宁市自然资源局出具的《关于安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目用地范围套合安宁市生态保护红线的情况说明》：（见附件 6），套合安宁市国土空间总体规划“三线”划定成果（见附图 2），该项目地下水和渗滤液导排隧洞工程范围涉及安宁市生态保护红线，其余工程不涉及。生态保护红线类型为金沙江干热河谷及山原水土保持生态保护红线。本项目地下水和渗滤液导排隧洞总长 918m，约 265m 从生态红线内下穿。

本项目已列入《安宁市国土空间总体规划（2021-2035 年）》生

态修复和国土综合整治重大工程（项目在国土空间规划中的位置见附图 3），根据《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号），依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展的生态修复属于允许准入类人为有限活动。且项目地下水和渗滤液导排隧洞在生态保护红线范围内以地下穿越的形式下穿，属于无害化穿越，生态修复方案已取得安宁市发展改革局、安宁市自然资源局、安宁市人民政府同意建设的批复，根据《安宁市自然资源局关于安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目用地范围套合安宁市生态保护红线的情况说明》，项目应按照《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》 （自然资发〔2022〕142 号）、《云南省自然资源厅 云南省生态环境厅 云南省林业和草原局关于加强生态保护红线管理工作的通知》（云自然资[2023]98 号）的要求开展后续工作。

（2）环境质量底线及资源利用上线

到 2025 年，地表水国考断面达到或优于III类的比例 81.5%，45 个省控地表水断面水质优良（达到或优于III类）比例达到 80%，劣!Undefined Bookmar，5 \类水体全面消除，县级以上 22 个集中式饮用水水源达到或优于III类比例为 100%；空气质量优良天数比率达 99.1%，细颗粒物（$PM_{2.5}$）浓度不高于 24 微克/立方米，重污染天数为 0；全市土壤环境质量总体保持稳定，局部稳中向好，受污染耕地安全利用率不低于 90%，重点建设用地安全利用得到有效保障。

到 2025 年，按照国家、省、市有关要求和规划，按时完成全市用水总量、用水效率、限制纳污“三条红线”水资源上限控制指标；按时完成耕地保有量、基本农田保护面积、建设用地总规模等土地资源利用上限控制指标；按时完成单位 GDP 能耗下降率、能源消费总量等能源控制指标；矿产资源开采与保护达到预期目标；河湖岸线资源管控达到相关要求。

①环境空气质量底线

	安宁市易门箐铁矿区位于安宁市S39°W方向，环境空气质量为二类区，环境空气满足 2026 年 3 月 1 日实施的《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段二级标准。 根据昆明市生态环境局发布的《2024 年度昆明市生态环境状况公报》，全市主城区环境空气优良率 99.7%，其中优 221 天、良 144 天、轻度污染 1 天。与 2023 年相比，优级天数增加 32 天，各项污染物均达到二级空气质量日均值（臭氧为日最大 8 小时平均）标准。 二氧化硫年平均浓度为 7.0 微克/立方米，同比下降 12.5%；二氧化氮年平均浓度为 17.0 微克/立方米，同比下降 10.5%；可吸入颗粒物（PM10）年平均浓度为 31.3 微克/立方米，同比下降 12.3%;细颗粒物（PM2.5）年平均浓度为 19.7 微克/立方米，同比下降 14.0%；臭氧日最大 8 小时滑动平均值第 90 百分位浓度为 134 微克/立方米，同比下降约 2.2%；一氧化碳日均值第 95 百分位浓度为 0.8 毫克/立方米，同比降低分别为 11.1%。各项污染物浓度均达到 2026 年 3 月 1 日实施的《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段二级标准，空气质量保持良好水平。 县（市）、区环境空气质量：2024 年昆明市主城区外所辖的 8 个县（市）、区环境空气质量总体保持良好，各项污染物平均浓度均达到 2026 年 3 月 1 日实施的《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准；空气优良天数比例范围为 97.50%~100%，与 2023 年相比，石林县、富民县、宜良县、东川区、寻甸县、嵩明县、禄劝县空气优良天数比例均有提高。 项目所在区域大气环境质量达到 2026 年 3 月 1 日实施的《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段二级标准要求，为环境空气达标区。 本项目排入环境的污染物主要为颗粒物，产生量少，在严格采取本环评所提措施进行控制后，项目的运行对区域环境的影响较小，项目建设不会改变区域环境功能区划的要求，不会突破区域环境质量底线。

②地表水环境质量底线

项目评价区地表水体为易门箐水库、杨兴庄水库、新河、八街河和鸣矣河，易门箐水库汇入杨兴庄水库，杨兴庄水库汇入新河，新河流入八街河（鸣矣河八街段），鸣矣河流入螳螂川。项目区地表水体位于鸣矣河车木河水库坝址~入螳螂川口段，根据《云南省水功能区划（2014 年修订）》，鸣矣河（车木河水库出口-入螳螂川口）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。易门箐水库、杨兴庄水库、新河未进行水环境功能区划，易门箐水库因受矿区渣场渗滤液的影响，现状无利用功能；杨兴庄水库、新河利用功能为农业灌溉。因此，易门箐水库、杨兴庄水库、新河、八街河（鸣矣河八街段）参照执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准。

本项目为矿山环境污染综合治理及生态修复项目，改性磷石膏回填渗滤液通过隧洞用管道导排收集至改性磷石膏回填渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3），收集的渗滤液通过水泵提升至新建渗滤液处理站（1 个，设计处理规模 30m^3 /h，采用“化学预处理+双极反渗透（RO 膜）”工艺）处理达《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉；（2）矿区原有废渣堆存区淋滤水通过排渗管道导排至渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=5×5×2.5m，容积 62.5m^3）收集；矿区受污染的地下水通过顶管工艺打通，采用管道导排至地下水收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3）；矿坑修复区坑底雨水过顶管工艺打通，采用管道导排至雨水收集池（1 个，长×宽×高=7m×2m×1.5m=21m^3）；收集的废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水通过水泵提升至容积为 5000m^3 的调节池；再通过水泵提升至已建设污水处理站（1 个，设计处理规模 5000 m^3/d）进行处理（出口设置在线监测设施）；污水处理站出水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）

表 2 采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L），硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4120m）排入新河。

符合地表水环境质量底线的要求。

③声环境质量底线

安宁市易门箐铁矿区位于安宁市S39°W方向，根据《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中环境空气质量功能分区的规定，易门箐铁矿片区环境空气质量功能区划为二类区，区域环境空气执行2026年3月1日实施的《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段二级标准浓度限值。

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），本次环评引用昆明市生态环境局于 2025 年 6 月 6 日公布的《2024 年度昆明市生态环境状况公报》，主城区环境空气质量：全市主城区环境空气优良率 99. 7%，其中优 221 天良 144 天、轻度污染 1 天。与 2023 年相比，优级天数增加 32 天，各项污染物均达到二级空气质量日均值（臭氧为日最大 8 小时平均）标准。县（市）、区环境空气质量：2024 年昆明市主城区外所辖的 8 个县（市）、区环境空气质量总体保持良好，各项污染物平均浓度均达到 2026 年 3 月 1 日实施的《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段二级标准；故项目区环境空气质量可达 2026 年 3 月 1 日实施的《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段二级标准限值要求。

根据现场踏勘，厂界周边 50m 范围内无声环境保护目标，项目实施对外环境的声环境质量影响较小，不会导致声环境质量下降，符合声环境质量底线的要求。

④资源利用上线

a、水资源利用上线

本项目为铁矿矿山生态修复工程，水资源消耗相对区域水资源利

用总量较小，因此，本项目水资源利用与水资源利用上线不冲突。

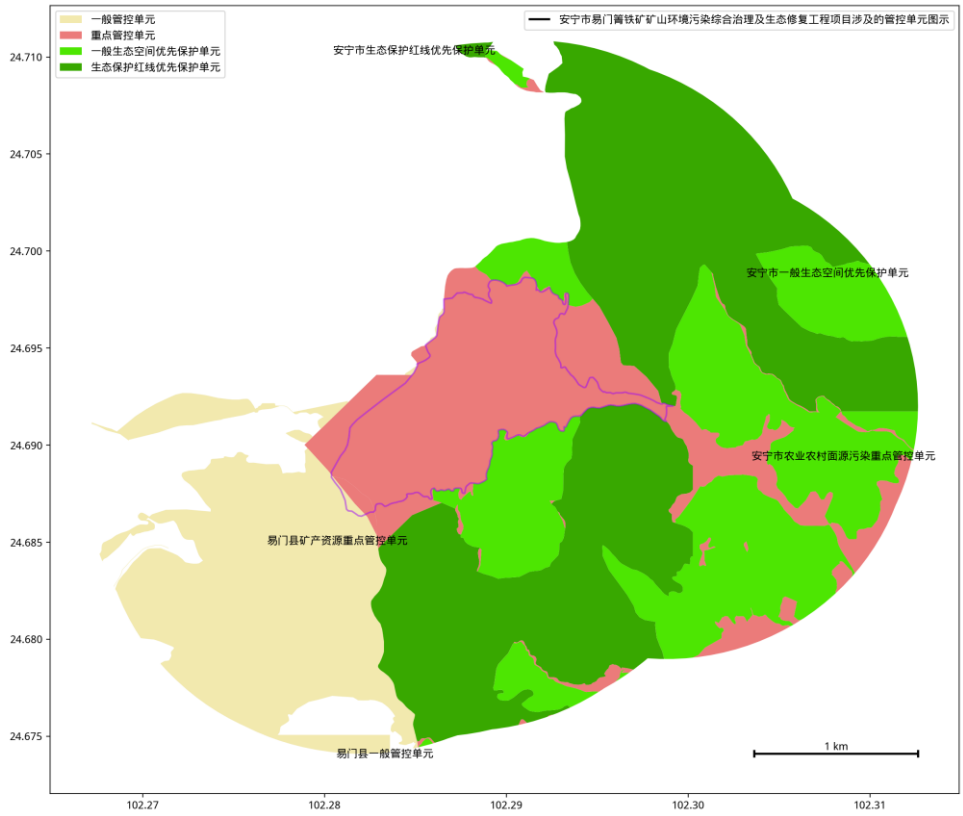
b、土地资源利用上线

c、能源利用上线

项目使用能源为电能，电能消耗相对区域能源利用总量较小，因此，本项目与能源利用上线不冲突。

（3） 昆明市环境管控单元生态环境准入清单

根据《云南省生态环境分区管控动态更新方案（2023 年）》和《昆明市生态环境分区管控动态更新方案（2023 年）》，本项目涉及安宁市生态保护红线优先保护单元（环境管控单元编码：ZH53018110001）、安宁市一般生态空间优先保护单元（环境管控单元编码：ZH53018110003）、安宁市农业农村面源污染重点管控单（环境管控单元编码：ZH53018120002）、易门县一般管控单元（环境管控单元编码：ZH53042530001）、易门县一般管控单元（环境管控单元编码：ZH53042530001）。



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

表 1-2　项目与《昆明市生态环境分区管控动态更新方案（2023 年）》符合性分析

序号	《昆明市生态环境分区管控动态更新方案（2023 年）》要求			本项目情况	符合情况
	管控单元编码	管控单元名称	准入要求		
1	ZH53018110001	安宁市生态保护红线优先保护单元	**（一）空间布局约束** 生态保护红线管控要求按《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）《云南省自然资源厅 云南省生态环境厅 云南省林业和草原局关于加强生态保护红线管理工作的通知》（云自然资〔2023〕98 号）执行。后续若国家和省生态保护红线相关管控政策发生调整，按调整后的管控办法执行。	本项目对历史遗留矿山进行环境综合治理及生态修复，不进行矿产资源的开采，根据 2023 年 12 月 6 日安宁市自然资源局出具的《关于安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目用地范围套合安宁市生态保护红线的情况说明》:（见附件 6），套合安宁市国土空间总体规划“三线”划定成果（见附图 2），该项目地下水和渗滤液导排隧洞工程范围涉及安宁市生态保护红线，其余工程不涉及。生态保护红线类型为金沙江干热河谷及山原水土保持生态保护红线。本项目地下水和渗滤液导排隧洞总长 918m，约 265m 从生态红线内下穿。根据地勘报告，项目区不涉及岩溶强发育区域、存在较多落水洞和岩溶漏斗区域。	符合
			（二）污染物排放管控 1.造成生态环境损害的，设区的市级及以	1.本项目对历史遗留矿山进行环境综合治理及生态修	符合

					上（包括直辖市所辖的区县）地方生态环境部门根据国家和本地区有关规定，及时组织开展或者移送其他有关部门组织开展生态环境损害赔偿工作。 2.生态保护红线内各级各类自然保护地的生态环境监管，法律法规已有规定的从其规定。	复，不涉及生态环境损害； 2.根据2023年12月6日安宁市自然资源局出具的《关于安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目用地范围套合安宁市生态保护红线的情况说明》：（见附件6），套合安宁市国土空间总体规划“三线”划定成果（见附图2），该项目地下水和渗滤液导排隧洞工程范围涉及安宁市生态保护红线，其余工程不涉及。生态保护红线类型为金沙江干热河谷及山原水土保持生态保护红线。本项目地下水和渗滤液导排隧洞总长918m，约265m从生态红线内下穿。根据地勘报告，项目区不涉及岩溶强发育区域、存在较多落水洞和岩溶漏斗区域。施工期按照当地法律法规进行监管施工	
					（三）环境风险防控 1.提高饮用水水源地环境监测能力。 2.建立饮用水水源地风险防范机制。 3.加强水源保护区内公路危险化学品运输的管理，建立完善应急预案，全面提高预	本项目对历史遗留矿山进行环境综合治理及生态修复，本项目不在安宁市青龙哨饮用水源保护区范围内	符合

				警能力。		
				（四）资源开发效率要求 ——	-	符合
	2	ZH53018110003	安宁市一般生态空间优先保护单元	（一）空间布局约束 1.一般生态空间优先保护单元以保护和修复生态环境、提供生态产品为首要任务，参照主体功能区中重点生态功能区的开发和管制原则进行管控，加强资源环境承载力控制，防止过度垦殖、放牧、采伐、取水、渔猎、旅游等对生态功能造成损害，确保自然生态系统稳定。涉及占用一般生态空间的开发活动应符合相关法律法规规定，没有明确规定的，加强论证和管理。 2.暂未纳入生态保护红线的自然保护地按照相关保护地法律法规进行管理；公益林依据《国家级公益林管理办法》《云南省公益林管理办法》进行管理；天然林依据《国家林业局关于严格保护天然林的通知》（林资发〔2015〕181 号）《中共中央办公厅 国务院办公厅关于印发〈天然林保护修复制度方案〉的通知》（厅字〔2019〕39 号）等进行管理。	本项目对历史遗留矿山进行环境综合治理及生态修复，项目实施后，有利于改善区域环境质量，恢复矿山生态环境	符合
				（二）污染物排放管控 1.禁止在二十五度以上陡坡地开垦种植农作物。 2.禁止围湖造田和侵占江河滩地。	本项目对历史遗留矿山进行环境综合治理及生态修复，项目实施后，有利于改善区域环境质量，恢复矿山生态	符合

				3.畜禽养殖严格执行禁养区规定。对草原实行以草定蓄、草蓄平衡制度，禁止过度放牧。	环境	
				（三）环境风险防控执行昆明市总体要求	本项目对历史遗留矿山进行环境综合治理及生态修复，项目实施环境风险防控按照昆明总体要求执行	符合
				（四）资源开发效率要求 ——	-	符合
	3	ZH53018120002	安宁市农业农村面源污染重点管控单元	（一）空间布局约束 1.原则按照限制开发区域的要求进行管理，严格限制大规模开发建设活动。以保护和修复生态环境、提供生态产品为首要任务，因地制宜地发展不影响主体功能定位的产业。 2.禁止在二十五度以上陡坡地开垦种植农作物，严禁过度放牧、无序采矿、毁林开荒、开垦草甸。 3.禁止围湖造田和侵占江河滩地。 4.畜禽养殖严格执行禁养区、限养区规定，对草原实行以草定蓄、草蓄平衡制度，禁止过度放牧。	本项目对历史遗留矿山进行环境综合治理及生态修复，项目实施后，有利于改善区域环境质量，恢复矿山生态环境	符合
				（二）污染物排放管控大气执行二级空气质量标准。近期水质目标为IV类，远期为III类。		符合
				（三）环境风险防控严格管控类农用地，禁止高毒高风险农药使用。		符合
				（四）资源开发效率要求		符合

				——		
	4	ZH53042510001	易门县生态保护红线优先保护单元	**（一）空间布局约束：**按《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）《云南省自然资源厅 云南省生态环境厅 云南省林业和草原局关于加强生态保护红线管理工作的通知》（云自然资〔2023〕98号）执行。后续若国家和省生态保护红线相关管控政策发生调整，按调整后的管控办法执行。	本项目对历史遗留矿山进行环境综合治理及生态修复，项目实施后，有利于改善区域环境质量，恢复矿山生态环境	符合
				（二）污染物排放管控：按《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）《云南省自然资源厅 云南省生态环境厅 云南省林业和草原局关于加强生态保护红线管理工作的通知》（云自然资〔2023〕99号）执行。后续若国家和省生态保护红线相关管控政策发生调整，按调整后的管控办法执行。	本项目对历史遗留矿山进行环境综合治理及生态修复，项目实施后，有利于改善区域环境质量，恢复矿山生态环境	符合
				（三）环境风险防控：按《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）《云南省自然资源厅 云南省生态	本项目对历史遗留矿山进行环境综合治理及生态修复，项目实施后，有利于改善区域环境质量，恢复矿山生态环境	符合

				环境厅 云南省林业和草原局关于加强生态保护红线管理工作的通知》（云自然资〔2023〕100号）执行。后续若国家和省生态保护红线相关管控政策发生调整，按调整后的管控办法执行。		
				（四）资源开发效率要求：按《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）《云南省自然资源厅 云南省生态环境厅 云南省林业和草原局关于加强生态保护红线管理工作的通知》（云自然资〔2023〕101号）执行。后续若国家和省生态保护红线相关管控政策发生调整，按调整后的管控办法执行。	本项目对历史遗留矿山进行环境综合治理及生态修复，项目实施后，有利于改善区域环境质量，恢复矿山生态环境	符合
	5	ZH53042520003	易门县矿产资源重点管控单元	**（一）空间布局约束：** 1.限制开采供过于求、国家规定保护性开采、资源总量不足和对生态环境影响较大的矿产。禁止开采可耕地的砖瓦用粘土等矿产。 2.新建矿山严格控制最低开采规模及最低服务年限，原则上新建矿山设计规模应达到中型以上。 3.严格执行禁止开采区规定，对各类保护区内已设置的商业探矿权和采矿权，依法	本项目对历史遗留矿山进行环境综合治理及生态修复，不涉及矿山开采，项目实施后，有利于改善区域环境质量，恢复矿山生态环境	符合

					退出；对各类保护区设立之前已存在的合法探矿权和采矿权，以及各类保护区设立之后各项手续完备且已征得保护区主管部门同意设立的探矿权和采矿权，分类提出差别化的补偿和退出方案，在保障探矿权和采矿权人合法权益的前提下，依法有序退出		
					（二）污染物排放管控：1.推行清洁生产工艺，严格控制矿产资源开发的污染物排放。 2.对原有大中型矿山进行技术改造，淘汰污染严重、资源利用率低的落后设备与工艺。 3.加强绿色勘查开采新技术、新方法和新工艺研发与推广，积极推进绿色勘查与开发。 4.推进绿色矿山建设，完善尾矿库污染防治措施，严格落实排污许可制度。 5.加快推进历史遗留矿山生态修复工作，争取到2025年，基本完成历史遗留露天矿山生态修复工作。	本项目对历史遗留矿山进行环境综合治理及生态修复，项目实施后，有利于改善区域环境质量，恢复矿山生态环境	符合
					（三）环境风险防控：1.矿山采选区、废水处理设施、固体废物储存场所等应配备完善的污染防治措施，严防对水体和土壤造成污染。	本项目对历史遗留矿山进行环境综合治理及生态修复，项目实施后，有利于改善区域环境质量，恢复矿山生态环境	符合

				2.对尾矿库、废石堆通过平整、覆土、种植等措施开展复垦还绿，严防重金属污染。		
				（四）资源开发效率要求：1.从源头减少废水产生，实施清污分流，充分利用矿井水、循环利用选矿水。 2.提高矿产资源回采率和综合回收率，大力开展粉煤灰、炉渣、冶炼废渣、尾矿等资源化利用。	本项目对历史遗留矿山进行环境综合治理及生态修复，项目实施后，有利于改善区域环境质量，恢复矿山生态环境	符合
	6	ZH53042530001	易门县一般管控单元	**（一）空间布局约束：**落实生态环境保护基本要求，项目建设和运行应满足产业准入、污染物削减、污染物排放标准等管理规定和国家法律法规要求。	本项目对历史遗留矿山进行环境综合治理及生态修复，项目实施后，有利于改善区域环境质量，恢复矿山生态环境	符合
				（二）污染物排放管控：落实生态环境保护基本要求，项目建设和运行应满足产业准入、污染物削减、污染物排放标准等管理规定和国家法律法规要求。	本项目对历史遗留矿山进行环境综合治理及生态修复，项目实施后，有利于改善区域环境质量，恢复矿山生态环境	符合
				（三）环境风险防控：落实生态环境保护基本要求，项目建设和运行应满足产业准入、污染物削减、污染物排放标准等管理规定和国家法律法规要求。	本项目对历史遗留矿山进行环境综合治理及生态修复，项目实施后，有利于改善区域环境质量，恢复矿山生态环境	符合
				（四）资源开发效率要求：落实生态环境保护基本要求，项目建设和运行应满足产业准	本项目对历史遗留矿山进行环境综合治理及生态修复，项目实施后，有利	符合

			入、污染物削减、污染物排放标准等管理规定和国家法律法规要求。	于改善区域环境质量，恢复矿山生态环境	

通过上表对比分析，本项目建设符合昆明市环境管控单元生态环境准入清单的相关要求。

3.项目与《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年）》符合性分析

本项目为矿山生态修复项目，对照《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年）》，见表 1-3，项目不属于《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年）》中禁止建设的项目。

表 1-3 项目与《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022）》符合性分析

序号	负面清单要求	项目情况	符合性
1	禁止建设不符合全国和省级港口布局规划以及港口总体规划的码头项目，禁止建设不符合《长江干线过江通道布局规划》的过长江通道项目。	本项目为历史遗留矿山环境综合治理治理及生态修复项目，不属于码头和过长江通道项目	符合
2	禁止在自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围内投资建设旅游和生产经营项目。禁止在风景名胜区核心景区的岸线和河段范围内投资建设与风景名胜资源保护无关的项目。	本项目不涉及自然保护区、风景名胜区	符合
3	禁止在饮用水水源一级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的项目，以及网箱养殖、畜禽养殖、旅游等可能污染饮用水水体的投资建设项目。禁止在饮用水水源二级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建排放污染物的投资建设项目。	本项目不在饮用水源保护区岸线和河道范围内。	符合
4	禁止在水产种质资源保护区的岸线和河段范围内新建围湖造田、围海造地或围填海等投资建设项目。禁止在国家湿地公园的岸线和河段范围内挖沙、采矿，以及任何不符合主体功能定位的投资建设项目。	本项目不在在水产种质资源保护区的岸线和河段范围内；不在国家湿地公园的岸线和河段范围内	符合

	5	禁止违法利用、占用长江流域河湖岸线。禁止在《长江岸线保护和开发利用总体规划》划定的岸线保护区和保留区内投资建设除事关公共安全及公众利益的防洪护岸、河道治理、供水、生态环境保护、航道整治、国家重要基础设施以外的项目。禁止在《全国重要江河湖泊水功能区划》划定的河段及湖泊保护区、保留区内投资建设不利于水资源及自然生态保护的项目。	本项目不占用长江流域河湖岸线。不在《长江岸线保护和开发利用总体规划》划定的岸线保护区和保留区内；不在《全国重要江河湖泊水功能区划》划定的河段及湖泊保护区、保留区内	符合
	6	禁止未经许可在长江干支流及湖泊新设、改设或扩大排污口。	本项目为历史遗留矿山环境综合治理治理及生态修复项目，不设置排污口	符合
	7	禁止在"一江一口两湖七河"和 332 个水生生物保护区开展生产性捕捞。	本项目为历史遗留矿山环境综合治理治理及生态修复项目，不涉及捕捞	符合
	8	禁止在长江干支流、重要湖泊岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。禁止在长江于流岸线三公里范围内和重要支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库、冶炼渣库和磷石膏库，以提升安全、生态环境保护水平为目的的改建除外。	本项目为历史遗留矿山环境综合治理治理及生态修复项目	符合
	9	禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸等高污染项目。	本项目为历史遗留矿山环境综合治理治理及生态修复项目	不涉及
	10	禁止新建、扩建不符合国家石化、现代煤化工等产业布局规划的项目。	本项目为历史遗留矿山环境综合治理治理及生态修复项目	不涉及
	11	禁止新建、扩建法律法规和相关政策明令禁止的落后产能项目。禁止新建、扩建不符合国家产能置换要求的严重过剩产能行业的项目。禁止新建、扩建不符合要求的高耗能高排放项目。	本项目为历史遗留矿山环境综合治理治理及生态修复项目，符合国家产业政策	不涉及
	12	法律法规及相关政策文件有更加严格规定的从其规定。	/	不涉及
	4.项目与《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行，2022年版）》符合性分析 项目属于矿山生态修复项目，生态修复区不涉及环境敏感区，对			

照《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行，2022 年版）》，见表 1-4，项目不属于《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则》禁止建设项目。

表 1-4 项目与《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行，2022 年版）》符合性分析

序号	《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行，2022 年版）》	项目情况	符合性
1	禁止新建、改建和扩建不符合《全国内河航道与港口布局规划》等全国港口规划和《昭通市港口码头岸线规划（金沙江段 2019-2035 年）》、《景洪港总体规划（2019-2035 年）》等州（市）级以上港口布局规划以及港口总体规划的码头项目。	本项目为历史遗留矿山环境综合治理治理及生态修复项目，不属于码头项目。	符合
2	禁止在自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围内投资建设旅游和生产经营项目。禁止建设与自然保护区保护方向不一致的旅游项目。禁止在自然保护区内进行开矿、采石挖沙等活动。禁止在自然保护区的核心区和缓冲区内建设任何生产设施，禁止在自然保护区的实验区内建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施。	本项目为历史遗留矿山环境综合治理治理及生态修复项目，不涉及自然保护区。	符合
3	禁止在风景名胜区核心景区的岸线和河段范围内投资建设与风景名胜资源保护无关的项目。禁止在风景名胜区内进行开山、采石、开矿、开荒、修坟立碑等破坏景观、植被和地形地貌的活动以及修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施；禁止在风景名胜区内设立开发区和在核心景区内建设宾馆、会所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的投资建设项目。	本项目为历史遗留矿山环境综合治理治理及生态修复项目，不涉及风景名胜区。	符合
4	禁止在饮用水水源一级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的投资建设项目以及网箱养殖、畜禽养殖、旅游等可能污染饮用水水体的投资建设项目。禁止在饮用水水源二级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建排放污染物的投资建设项目。	本项目为历史遗留矿山环境综合治理治理及生态修复项目，不涉及饮用水源保护区。	符合

	5	禁止在水产种质资源保护区的岸线和河段范围内新建围湖造田、围湖造地或围填海等投资建设项目。禁止擅自征收、占用国家湿地公园的土地：禁止在国家湿地公园内挖沙、采矿，以及建设度假村、高尔夫球场等任何不符合主体功能定位的投资建设项目。	本项目为历史遗留矿山环境综合治理治理及生态修复项目，不涉及水产种质资源保护区。	符合
	6	禁止违法利用、占用长江流域河湖岸线。禁止在金沙江岸线保护区和保留区内投资建设除事关公共安全及公众利益的防洪护岸、河道治理、供水、生态环境保护、航道整治、国家重要基础设施以外的项目。禁止在金沙江干流、九大高原湖泊保护区、保留区内投资建设不利于水资源及自然生态保护的项目	本项目为历史遗留矿山环境综合治理治理及生态修复项目，不涉及利用、占用长江流域河湖岸线。	符合
	7	禁止在金沙江干流、长江一级支流建设除党中央 国务院、国家投资主管部门、省级有关部门批复同意以外的过江基础设施项目；禁止未经许可在金沙江干流、长江一级支流、九大高原湖泊流域新设、改设或扩大排污口。	本项目为历史遗留矿山环境综合治理治理及生态修复项目，不涉及沙江干流、长江一级支流过江基础设施建设，本项目不设置入河排污口。	符合
	8	禁止在金沙江干流、长江一级支流、水生生物保护区和长江流域禁捕水域开展天然渔业资源生产性捕捞。	本项目为历史遗留矿山环境综合治理治理及生态修复项目，不涉及金沙江干流、长江一级支流、水生生物保护区和长江流域禁捕水域。	符合
	9	禁止在金沙江干流，长江一级支流和九大高原湖泊岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。禁止在金沙江干流岸线三公里范围内和长江一级支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库、治炼渣库和磷石膏库，以提升安全、生态环境保护水平为目的的改建除外。	本项目为历史遗留矿山环境综合治理治理及生态修复项目。本项目利用无害化处理后磷石膏用于矿山生态修复，根据生态环境部办公厅《关于磷石膏无害化后用于矿坑生态修复项目有关事宜的复函》（环办环评函[2022]273号），不属于《关于做好“三磷”建设项目环境影响评价与排污许可管理工作的通知》中“不得新建、扩建磷石膏库	符合

		（暂存场除外）”的情形。	
10	禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工焦化、建材、有色、制浆造纸行业中的高污染项目。	本项目为历史遗留矿山环境综合治理治理及生态修复项目，不属于高污染项目。	符合
11	·禁止新建、扩建不符合国家石化、现代煤化工等产业布局规划的项目。禁止列入《云南省城镇人口密集区危险化学品生产企业搬迁改造名单》的搬迁改造企业在原址新建、扩建危险化学品生产项目。	本项目为历史遗留矿山环境综合治理治理及生态修复项目，不涉及危险化学品生产。	符合
12	禁止新建、扩建法律法规和相关政策命令禁止的落后产能项目，依法依规关停退出能耗、环保、质量、安全不达标产能和技术落后产能。禁止新建、扩建不符合国家产能置换要求的过剩产能行业的项目。禁止新建、扩建不符合要求的高耗能高排放项目，推动退出重点高耗能行业“限制类”产能。禁止建设高毒高残留以及对环境影响大的农药原药生产装置，严控尿素磷、电石、焦炭、黄磷、烧碱、纯碱、聚氯乙烯等行业新增产能。	本项目为历史遗留矿山环境综合治理治理及生态修复项目，不属于禁止建设的项目类行业。	符合

5.项目与《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》至 2020 年，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。

本项目为历史遗留矿山环境综合治理治理及生态修复项目，通过对易门箐矿区固体废物、矿坑围岩实施封闭、阻隔，防治大气降雨冲刷、淋漓，从源头控制含重金属的酸性废水产生；其次，在矿区下游阻断污染扩散路径，进一步对矿区污染扩散进行控制，集污染源头控制、路径阻隔、自然降解等多种污染防控措施以实现区域地表水、地下水、土壤环境质量改善，消除区域环境风险隐患。在矿坑现存污染积水处置完成后，通过地下水导排、矿坑回填、采矿废石堆场整形实

现区域地貌重塑。在易门箐铁矿矿区地貌重塑完成后，在实现区域污染源控制的基础之上，采用生态重建的方式对矿区生态进行修复。项目实施后，对消除历史遗留环境风险隐患、重构修复区生态环境，减少水土流失，对矿山生态环境恢复及螳螂川综合治理具有积极的意义。

项目符合《长江经济带生态环境保护规划》。

6.项目与《中华人民共和国长江保护法》的符合性分析

根据《中华人民共和国长江保护法》第五章 生态环境修复中第五十二条 国家对长江流域生态系统实行自然恢复为主，自然恢复与人工修复相结合的系统治理。第六十二条 长江流域县级以上地方人民政府应当因地制宜采取消除地质灾害隐患、土地复垦、恢复植被、防治污染等措施，加快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。

本项目为矿山环境污染治理及生态修复项目，首先控制区域环境污染风险、消除矿山地质安全隐患，然后通过地貌重塑、土壤重构、植被重建等修复措施进行生态修复，结合矿山现状调查及水文地质情况，废渣堆场采取原位风险管控的方式进行环境治理，露天矿坑采取底泥固化稳定化、矿坑回填封闭边坡的方式进行环境治理。采用综合修复措施，对易门箐矿山现有环境污染问题进行综合治理及生态修复，符合《中华人民共和国长江保护法》的要求。

7.项目与《关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见》的符合性

根据国家发展改革委关于关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见（发改环资〔2021〕381 号），在提高大宗固废资源利用率方面要求：拓宽磷石膏利用途径，继续推广磷石膏在生产水泥和新型建筑材料等领域的利用，在确保环境安全的前提下，探索磷石膏在土壤改良、井下充填、路基材料等领域的应用。支持利用脱硫石膏、柠檬酸石膏制备绿色建材、石膏晶须等新产品新材料，扩大工业副产石膏高值化利用规模。积极探索钛石膏、氟石膏等复杂难用工业副产

石膏的资源化利用途径。

根据生态环境部办公厅《关于磷石膏无害化后用于矿坑生态修复项目有关事宜的复函》（环办环评函〔2022〕273 号）（见附件 6），《关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见》《加快推动工业资源综合利用实施方案》提出，在确保安全环保前提下，探索将磷石膏应用于井下充填、地下采空区充填等。磷石膏用于矿坑回填不属于《关于做好“三磷”建设项目环境影响评价与排污许可管理工作的通知》中“不得新建、扩建磷石膏库(暂存场除外)”的情形。我部鼓励地方因地制宜制定磷石膏无害化处理方案，拓展多领域、多途径、多方式资源化利用。

本项目为历史遗留矿山环境综合治理及生态修复项目，以改性无害化处理后的改性磷石膏作为矿坑回填材料，为拓展磷石膏综合利用的领域、途径和方式提供的一种有效的方案，项目建设符合《关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见》的要求。

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

根据属性鉴别报告，矿坑回填采用的无害化处理后的改性磷石膏为第 I 类一般工业固体废物，根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中对第 I 类一般工业固体废物回填的规定，对本项目建设与《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）符合性分析如下：

表 1-5　项目与《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020）的符合性

序号	《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的要求	本项目情况	是否符合要求
8	充填及回填利用污染控制要求		
8.1	第 I 类一般工业固体废物可按下列途径进行充填或回填作业： a）粉煤灰可在煤炭开采矿区的采空区中充填或回填； b）煤矸石可在煤炭开采矿井、矿坑等采空区中充填或回填；	本项目采用无害化处理后的改性磷石膏作为对矿坑进行回填作业，不属于可直接回填的粉煤灰、煤矸石和尾矿、矿山废石。	不涉及

		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。		
	8.2	第 II 类一般工业固体废物以及不符合 8.1 条充填或回填途径的第 I 类一般工业固体废物，其充填或回填活动前应开展环境本底调查，并按照 HJ25.3 等相关标准进行环境风险评估，重点评估对地下水、地表水及周边土壤的环境污染风险，确保环境风险可以接受。充填或回填活动结束后，应根据风险评估结果对可能受到影响的土壤、地表水及地下水开展长期监测，监测频次至少每年 1 次。	本项目采用无害化处理后的改性磷石膏作为对矿坑进行回填作业，改性磷石膏的质量特性满足《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）。 项目已开展地表水环境、地下水环境、土壤环境本底调查，并按照 HJ25.3、生态环境部 2025 年 7 月 1 日起实施的《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）要求和 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）要求等相关规范的要求开展了环境风险评估工作，编制了风险评估报告，评估报告已通过专家评审（见附件 7），据专家评审意见和风险评估结论，项目环境风险可接受。 项目按照昆明市地方标准《改性磷石膏综合利用矿山生态修复跟踪评估规范》（DB5301/T 100—2023 ）的要求对地下水、地表水和土壤开展跟踪监测，监测频次为每 6 个月 1 次	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。	项目回填物为无害化处理后的改性磷石膏，无害化处理后的改性磷石膏使用石灰乳液作为改性添加剂，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。	本项目使用无害化处理后的改性磷石膏作为矿坑回填材料，不使用食品制造业、纺织服装和服饰业、造纸和纸制品业、农副食品加工业等为日常生活提供服务的活动中产生的与生活垃圾性质相近的一般工业固体废物以及其他有机物含量超过 5%的一般工业固体废物。	符合
	9	封场及土地复垦要求		
	9.1	当贮存场、填埋场服务期满或不再承担新的贮存、填埋任务时，应在 2 年内启动封场作业，并采取相应的污染防治措施，防止造成环境污染和生态破坏。封场计划可分期实施。尾矿库的封场时间和封场过程还应执行闭库的相关行政法规和管理规定。	本项目为矿山环境污染综合治理及生态修复项目，不属于尾矿库项目，采用无害化处理后的改性磷石膏作为生态修复矿坑回填材料，项目也不属于固体废物贮存场和填埋场。根据《实施方案》，废渣堆存区采取原位风险管控的方式进行环境治理及生态修复，矿坑修复区采用矿坑回填边坡反压的方式进行矿坑的治理及生态修复。	符合
	9.2	贮存场、填埋场封场时应控制封场坡度，防止雨水侵蚀。	本项目为历史遗留矿山环境污染综合治理及生态修复项目，不属于尾矿库项目，采用无害化处理后的改性磷石膏作为生态修复矿坑回填材料，项目也不属于固体废物贮存场和填埋场。《实施方案》对废渣堆存区边坡进行边坡治理，削坡总坡比按 1:3 控制。矿坑修复区回填控制总坡比 1：4。 可有效防止雨水侵蚀。	符合

	9.3	I 类场封场一般应覆盖土层，其厚度视固体废物的颗粒度大小和拟种植物种类确定。	本项目实施方案按II 类场对废渣堆存区和矿坑修复区进行防渗设计，表层防渗层结构参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）II 类处置场的要求设置封场结构，设置阻隔层、雨水导排层、覆盖土层。	符合
	9.4	II 类场的封场结构应包括阻隔层、雨水导排层、覆盖土层。覆盖土层的厚度视拟种植物种类及其对阻隔层可能产生的损坏确定。		
	9.5	封场后，仍需对覆盖层进行维护管理，防止覆盖层不均匀沉降、开裂。	对修复区进行覆土绿化后，后期加强对表层防渗层、覆土层和绿化植被的管理工作	符合
	9.6	封场后的贮存场、填埋场应设置标志物，注明封场时间以及使用该土地时应注意的事项。	本项目为矿山环境污染综合治理及生态修复工程，为防止牲畜进入生态修复区破坏植被，并确保人员在修复区域内的安全，在生态修复区入口及边坡处设立“生态修复禁止放牧”及“当心坠落”等标识牌，并设置必要的防护网。	符合
	9.7	封场后渗滤液处理系统、废水排放监测系统应继续正常运行，直到连续 3 年内没有渗滤液产生。	（1）改性磷石膏回填渗滤液通过隧洞用管道导排收集至改性磷石膏回填渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3），收集的渗滤液通过水泵提升至新建渗滤液处理站（1 个，设计处理规模 30m^3/h，采用“化学预处理+双极反渗透（RO 膜）”工艺）处理达《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉； （2）矿区原有废渣堆存区淋滤水通过排渗管道导排至渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=5×5×2.5m，容积 62.5m^3）收集；矿区受污	符合

			染的地下水通过顶管工艺打通，采用管道导排至地下水收集池（1 个，长×宽×高 =3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3）；矿坑修复区坑底雨水过顶管工艺打通，采用管道导排至雨水收集池（1 个，长×宽×高=7m×2m×1.5m=21m^3）；收集的废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水通过水泵提升至容积为 5000m^3 的调节池；再通过水泵提升至已建设污水处理站（1 个，设计处理规模 5000 m^3/d，工艺：一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+钙矾石深度处理）进行处理（出口设置在线监测设施）；污水处理站出水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍 ≤ 1mg/L 、 铍 ≤ 0.005mg/L），硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤ 2500mg/L））后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4120m）排入新河，项目实施过程中，按要求对滤液处理系统进行监测，	

			直到连续 3 年内没有渗滤液产生。	
	9.8	封场后如需对一般工业固体废物进行开采再利用，应进行环境影响评价	本项目为矿山环境污染综合治理及生态修复项目，修复工作结束后，不再对矿坑回填材料进行开采再利用	符合
	9.9	土地复垦实施过程应满足 TD/T 1036 规定的相关土地复垦质量控制要求。土地复垦后用作建设用地的，还应满足 GB36600 的要求；用作农用地的，还应满足 GB15618 的要求。	本项目按照《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036）规定开展土地复垦，根据《实施方案》，项目矿山生态修复方向为乔木林地、灌木林地、其他园地。土地复垦用作农用地，覆土质量按照 GB15618 的要求进行控制	符合
	10	污染物监测要求		
	10.1	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。	（1）改性磷石膏回填渗滤液通过隧洞用管道导排收集至改性磷石膏回填渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3），收集的渗滤液通过水泵提升至新建渗滤液处理站（1 个，设计处理规模 30m^3/h，采用“化学预处理+双极反渗透（RO 膜）”工艺）处理达《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉； （2）矿区原有废渣堆存区淋滤水通过排渗管道导排至渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=5×5×2.5m，容积 62.5m^3）收集；矿区受污染的地下水通过顶管工艺打通，采用管道导排至地下水收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3）；矿坑修复区坑底雨水过顶管工艺	符合

			打通，采用管道导排至雨水收集池（1 个，长×宽×高=7m×2m×1.5m=21m^3）；收集的废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水通过水泵提升至容积为 5000m^3 的调节池；再通过水泵提升至已建设污水处理站（1 个，设计处理规模 5000 m^3/d，工艺：一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+钙矾石深度处理）进行处理（出口设置在线监测设施）；污水处理站出水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L），硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4120m）排入新河，排污口编号：DW001）排入新河，渗滤液处理站出水监测频次为每月 1 次。	

	10.3	在地下水流场上游应布置 1 个监测井，在下游至少应布置 1 个监测井，在可能出现污染扩散区域至少应布置 1 个监测井。设置有地下水导排系统的，应在地下水主管出口处至少布置 1 个监测井，用以监测地下水导排系统排水的水质；当地下水含水层埋藏较深或地下水监测井较难布设的基岩山区，经环境影响评价确认地下水不会受到污染时，可减少地下水监测井的数量； a）运行期间，企业自行监测频次至少每季度 1 次，每两次监测之间间隔不少于 1 个月，国家另有规定的除外；如周边有环境敏感区应增加监测频次，具体监测点位和频次依据环境 影响评价结论确定。当发现地下水水质有被污染的迹象时，应及时查找原因并采取补救措施，防止污染进一步扩散； b）封场后，地下水监测系统应继续正常运行，监测频次至少每半年 1 次，直到地下水水质连续 2 年不超出地下水本底水平。	根据 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）的要求，结合区域水文地质情况，设置 5 个地下水监测井，并在地下水导排系统主管出口处，将地下水收集池作为回填区地下水监测点，按 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）的要求进行跟踪监测。	符合
	本项目属于矿山环境污染综合治理及生态修复项目，本项目使用无害化处理后的改性磷石膏做为矿坑回填材料，改性磷石膏的质量特性需满足生态环境部 2025 年 7 月 1 日起实施的《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）要求和 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）要求。项目已开展地表水环境、地下水环境、土壤环境本地调查，并按照 HJ25.3、生态环境部 2025 年 7 月 1 日起实施的《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）要求和 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）要求等相关规范的要求开展了环境风险评估工作，编制了风险评估报告，评估报告			

已通过专家评审，根据专家评审意见和风险评估结论（详见附件 8），项目环境风险可接受。符合《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的要求。

《实施方案》对回填区底部、边坡、回填至标高后顶部及现有废渣堆场顶部均设计了防渗措施，防渗技术参数满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》 II 类场防渗要求。符合《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的要求。

本项目按照《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036）规定开展土地复垦，根据《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复实施方案》，项目生态修复矿山生态修复方向为乔木林地、灌木林地、其他园地。土地复垦用作农用地，覆土质量按照 GB15618 的要求进行控制。符合《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的要求。

项目设置 5 个地下水监测井，并在地下水导排系统主管出口处地下水收集池作为矿坑回填区地下水监测点，按 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）的要求进行跟踪监测。符合《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的要求。

9.项目与《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》的相符性分析

为贯彻落实国务院《“十三五”生态环境保护规划》（国发〔2016〕65号）和《长江保护修复攻坚战行动计划》（环水体〔2018〕181号）相关要求，充分发挥环境影响评价制度的源头预防作用，强化排污许可监管效能，切实做好磷矿、磷化工（包括磷肥、含磷农药、黄磷制造等）和磷石膏库（以下简称“三磷”）建设项目环境影响评价与排污许可管理工作，2019年12月31日，生态环境部以环办环评〔2019〕65号文件印发了《关于做好“三磷”建设项目环境影响评价与排污许可管理工作的通知》。

根据《关于做好“三磷”建设项目环境影响评价与排污许可管理工作的通知》要求：磷肥建设项目应实行“以用定产”，以磷石膏综合利

用量决定湿法磷酸产量。同步落实磷石膏综合利用途径，综合利用不畅的可利用现有麟石膏库堆存，不得新建、扩建磷石膏库（暂存场除外）。

根据生态环境部办公厅《关于磷石膏无害化后用于矿坑生态修复项目有关事宜的复函》（环办环评函[2022]273号），磷石膏用于矿坑回填不属于《关于做好“三磷”建设项目环境影响评价与排污许可管理工作的通知》中“不得新建、扩建磷石膏库(暂存场除外)”的情形。

10.项目与《昆明市加快推动磷石膏综合利用二十条措施》的符合性

为加快推动磷石膏综合利用，促进全市磷化工产业高质量发展，2022年12月27日，昆明市人民政府印发了《昆明市人民政府办公室关于印发昆明市加快推动磷石膏综合利用二十条措施的通知》，在拓宽磷石膏综合利用途径方面明确提出》：鼓励生态修复利用。在确保环境安全的前提下，支持企业对磷石膏进行无害化处理，鼓励企业优先采用生态修复等方式对磷石膏加以利用，对无法利用的，指导企业按照国家环境保护标准进行分类贮存或处置。在具备条件的县（市）区，组织开展矿坑生态修复项目利用无害化磷石膏的工程试点，严格落实生态保护、环境污染防治及安全生产等方面的规定和措施，加强全过程的服务指导、监督管理，及时总结有关经验做法并组织推广。

根据《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复实施方案》，项目使用无害化处理后的磷石膏作为生态修复矿坑回填材料，属于《昆明市加快推动磷石膏综合利用二十条措施》鼓励生态修复利用的情形。项目实施过程中应严格落实《实施方案》、环评报告及批复提出的各项生态保护、环境污染防治措施及安全生产等方面的规定和措施，并按照昆明市地方标准2024年8月8日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）的要求，做好全过程环境监管和跟踪评估工作。

11.项目与《地下水管理条例》相关要求的符合性分析

本项目为历史遗留矿山环境污染综合治理及生态修复项目，属于生态环境保护类建设项目，项目采用改性无害化处理后磷石膏作为矿坑回填修复材料，《实施方案》对回填区底部、边坡、回填至标高后

顶部及现有废渣堆场顶部均设计了防渗措施，防渗技术参数满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》 II 类场防渗要求，项目在设计、建设和运营过程中，严格落实《实施方案》、环评报告及环评批复提出的各项地下水污染防治措施，并做好地下水跟踪监测工作，项目建设符合《地下水管理条例》相关要求。

表 1-6 项目与《地下水管理条例》符合性分析

《地下水管理条例》相关要求	本项目情况	符合性分析
第四十条 禁止下列污染或者可能污染地下水的行为： （一）利用渗井、渗坑、裂隙、溶洞以及私设暗管等逃避监管的方式排放水污染物； （二）利用岩层孔隙、裂隙、溶洞、废弃矿坑等贮存石化原料及产品、农药、危险废物、城镇污水处理设施产生的污泥和处理后的污泥或者其他有毒有害物质； （三）利用无防渗漏措施的沟渠、坑塘等输送或者贮存含有毒污染物的废水、含病原体的污水和其他废弃物； （四）法律、法规禁止的其他污染或者可能污染地下水的行为。	本项目属于历史遗留矿山环境污染综合治理及生态修复项目，项目采用无害化处理后的改性磷石膏作为矿坑回填材料，改性磷石膏的质量特性满足生态环境部 2025 年 7 月 1 日起实施的《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）要求和 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）要求。	符合
第四十一条 企业事业单位和其他生产经营者应当采取下列措施，防止地下水污染： （一）兴建地下工程设施或者进行地下勘探、采矿等活动，依法编制的环境影响评价文件中，应当包括地下水污染防治的内容，并采取防护性措施； （二）化学品生产企业以及工业集聚区、矿山开采区、尾矿库、危险废物处置场、垃圾填埋场等的运营、管理单位，应当采取防渗漏等措施，并建设地下水水质监测井进行监测； （三）加油站等的地下油罐应当使用双层罐或者采取建造防渗池等其他有效措施，并进行防渗漏监测； （四）存放可溶性剧毒废渣的场所，应当采取防水、防渗漏、防流失的措施； （五）法律、法规规定应当采取的其他防	本项目属于历史遗留矿山环境污染综合治理及生态修复项目，《实施方案》对回填区底部、边坡、回填至标高后顶部及现有废渣堆场顶部均设计了防渗措施，防渗技术参数满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》 II 类场防渗要求。项目设置 5 个地下水水质跟踪监测井，并在地下水导排系统主管出口处，将地下水收集池作为回填区地下水监测点，按 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技	符合

		止地下水污染的措施。 根据前款第二项规定的企业事业单位和其他生产经营者排放有毒有害物质情况，地方人民政府生态环境主管部门应当按照国务院生态环境主管部门的规定，商有关部门确定并公布地下水污染防治重点排污单位名录。地下水污染防治重点排污单位应当依法安装水污染物排放自动监测设备，与生态环境主管部门的监控设备联网，并保证监测设备正常运行。	术规范》（DB53/T1269-2024）的要求进行跟踪监测。	
		第四十二条 在泉域保护范围以及岩溶强发育、存在较多落水洞和岩溶漏斗的区域内，不得新建、改建、扩建可能造成地下水污染的建设项目。	本项目不在泉域保护范围，根据《云南省安宁市易门箐铁矿矿山水文地质调查报告》，生态修复区不在岩溶强发育、存在较多落水洞和岩溶漏斗的区域内。	符合
		第四十五条 依照《中华人民共和国土壤污染防治法》的有关规定，安全利用类和严格管控类农用地地块的土壤污染影响或者可能影响地下水安全的，制定防治污染的方案时，应当包括地下水污染防治的内容。 污染物含量超过土壤污染风险管控标准的建设用地地块，编制土壤污染风险评估报告时，应当包括地下水是否受到污染的内容；列入风险管控和修复名录的建设用地地块，采取的风险管控措施中应当包括地下水污染防治的内容。 对需要实施修复的农用地地块，以及列入风险管控和修复名录的建设用地地块，修复方案中应当包括地下水污染防治的内容。	本项目为矿山生态修复项目，根据现状监测，污染物含量未超过土壤污染风险管控标准。 项目按照HJ25.3、生态环境部2025年7月1日起实施的《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）要求和2024年8月8日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）相关技术规范，开展了风险评估工作，提出来地下水污染防治措施，本项目工程内容包括受污染地下水的处理，项目实施，对改善区域地下水环境将起到一定的积极作用。	符合

二、建设内容

地理位置	安宁市易门箐铁矿区位于安宁市 S39°W 方向，距安宁市区直线距离约 34km，运距约 52km。隶属安宁市八街街道堍杉行政村杨兴庄村辖地。生态修复区中心点地理坐标为 102°17'11.137"E，24°41'26.504"N。 项目地理位置见附图 1。
项目组成及规模	**2.2 项目建设内容** **2.2.1 项目基本情况** **（1）项目名称：**安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目 **（2）建设性质：**新建 **（3）建设单位：** 云南天安化工有限公司 **（4）建设地点：**安宁市易门箐铁矿区位于安宁市 S39°W 方向，距安宁市区直线距离约 34km，运距约 52km。隶属安宁市八街街道堍杉行政村杨兴庄村辖地。生态修复区中心点地理坐标为 102°17'11.137"E，24°41'26.504"N。 **（5）修复范围：**根据矿区历史影像、三调数据确定易门箐矿区生态修复区范围占地 1026838.62 m^2，修复范围包括一个露天采区矿坑和一个废渣堆场，矿区生态修复范围见下图 2.2.1-1 所示。 **图 2.2.1-1 生态修复范围图**

（6）修复目标：实施易门箐铁矿环境污染综合治理及生态修复，总体目标为：

①消除区域环境风险隐患

易门箐铁矿矿区环境污染源头来源于矿区堆存采矿废石、矿坑揭露围岩，通过对易门箐矿区固体废物、矿坑围岩实施封闭、阻隔，防治大气降雨冲刷、淋漓，从源头控制含重金属的酸性废水产生；其次，在矿区下游阻断污染扩散路径，进一步对矿区污染扩散进行控制，集污染源头控制、路径阻隔、自然降解等多种污染防控措施以实现区域地表水、地下水、土壤环境质量改善，消除区域环境风险隐患。

②地貌重塑

易门箐铁矿露天开采形成占地面积 65 万 m^2、边坡面积约 80 万 m^2、边坡最大高度达 205m 的矿坑，在矿坑现存污染积水处置完成后，通过地下水导排、矿坑回填、采矿废石堆场整形实现区域地貌重塑。

③矿区生态修复

易门箐铁矿矿区地貌重塑完成后，在实现区域污染源控制的基础之上，采用生态重建的方式对矿区生态进行修复。

（7）实施期限

本工程实施期限为 5 年，即从 2023 年 12 月至 2028 年 12 月（实施方案）。

（8）项目投资：本工程总投资估算为 65980.51 万元，其中环保投资 21023.92 万元，占总投资的 31.86%。

（9）工程审批情况

1）项目初步设计及可研情况

①为实现安宁易门箐铁矿矿山生态环境问题的系统治理、综合治理、源头治理目标，摸清污染来源和污染成因，安宁市农林水利投资有限公司委托云南省生态环境科学研究院、中国有色金属工业昆明勘察设计研究院有限公司开展了矿区环境污染现状、矿区地质、水文地质勘查、矿区生态状况调查，云南省生态环境科学研究院、中国有色金属工业昆明勘察设计研究院有限公司依据《矿山生态修复技术规范第 1 部分：通则》

（TD/T1070.1-2022）、《矿山生态修复技术规范第 5 部分：化工矿山》（TD/T 1070.5-2022）开展了全面调查、问题识别，根据识别结果和区域国土空间规划制定环境污染治理及生态修复目标，基于尊重科学、综合治理、因地制宜、技术经济可行的原则编制《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程可行性研究报告》。

②2023 年 7 月 26 日建设单位取得安宁市发展和改革局印发的《安宁市发展和改革局关于安宁市农林水利投资有限公司实施安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目可行性研究报告的批复》（安发改投资〔2023〕164 号），项目代码：2307-530181-04-01-467427，详见附件 4。

2）项目环境影响评价情况

①2023 年 12 月，建设单位委托云南智库环境科技有限公司编制完成《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目环境影响报告表》（报批稿）；

②2023 年 12 月 30 日，建设单位取得《昆明市生态环境局安宁分局关于安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程环境影响报告表的批复》（安生环复〔2023〕64 号）。

3）项目水土保持方案情况

①2023 年 12 月，建设单位委托云南合和建筑工程咨询有限公司编制完成《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目水土保持方案报告书》；

②2023 年 12 月 15 日取得《《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目水土保持方案报告书》评审意见；

③2023 年 12 月 26 日取得《安宁市水务局关于准予安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目水土保持方案的行政许可决定书》（安水许〔2023〕100 号）。

2.2.2 工程建设过程回顾

（1）工程建设情况

在取得各项建设审批的基础上，项目于 2024 年 1 月 2 日开工，根据安

宁市农林水利投资有限公司《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目 2024 年-2025 年环境监理总结报告》：

项目建设单位：安宁市农林水利投资有限公司（现变更为：云南天安化工有限公司）

施工单位：核工业志诚建设工程有限公司（含土工膜焊接）

生态修复监理单位：云南升盟工程咨询有限公司

环境监理单位：昆明市生态环境工程评估中心

该项目建设过程描述如下：

表 2.2.2-1　工程建设进度一览表

序号	日期	工作开展情况
1	2024 年 1 月 2 日	动工建设
2	2024 年 1 月 20 日	污泥固化稳定化——分部（矿坑底部东侧区域）验收
3	2024 年 1 月 26 日	矿坑底泥（东部片区）已完成固化稳定化
4	2024 年 2 月 1 日	开展矿坑底泥固化稳定化分项工程
5	2024 年 2 月 29 日	开展土工布及防渗膜铺设和焊缝压力测试、地基承载力试验、边坡修整；渗滤液导排沟铺设
6	2024 年 3 月 1 日	矿坑底部三布一膜施工
7	2024 年 3 月 6 日	开展矿坑底泥固化稳定化工程及矿坑底部防渗工程
8	2023 年 3 月 31 日	项目 1 标段一分部区域已完成防渗膜的建设，并开始陆续有磷石膏进场。同时工程施工进度为防渗工程仍在继续开展；场地截排水工程基本成型，部分区域防渗措施尚未开展；导排盲沟同步结合防渗工程开展；止水帷幕仍在开展过程；破碎带注浆防渗仍在开展过程；矿坑修复区地步污泥固化稳定；渗滤液处理设施已建成
9	2024 年 4 月 12 日	开展矿坑底泥固化稳定化处理，周边截排水沟修建，底部铺设黏土，格栅等分项工程
10	2024 年 4 月 26 日	底泥稳定化进入收尾阶段，铺设渗滤液、地下水倒排沟管
11	2024 年 5 月 10 日	矿坑底部渗滤液导排工程、粘土层防渗施工
12	2024 年 5 月 13 日	开展地下水导排盲沟接管、土工布缝合、公分石回填、粘土压实
13	2024 年 5 月 17 日	矿坑底部完成第一层黏土压实
14	2024 年 5 月 22 日	开展坑底粘土层摊铺压实
15	2024 年 6 月 6 日	开展粘土层压实，污水处理站和渗滤液、地下水收集处理设施场平施工
16	2024 年 6 月 14 日	开展防渗膜铺设、焊接；渗滤液导排管铺设，原有污水处理设施拆除
17	2023 年 6 月 28 日	项目 1 标段底部区域矿坑修复区污泥固化稳定已完成；除地下水收集池及渗滤液收集池外坑底粘土已压实完

			成；正开展渗滤液收集管道铺设、土工布、防渗膜施工，磷石膏已经陆续进场。场地截排水工程基本完成，导排盲沟同步结合防渗工程开展；渗滤液依托原有处理设施处理，处理设施已开始迁建，现场配套了洒水车进行场地洒水
	18	2024 年 7 月 5 日	矿坑底泥固化稳定化施工已基本完成，小部分矿坑底部黏土回填压实、铺设防渗膜及渗滤液收集管工作，部分回填磷石膏。正在开展渗滤液污水处理厂框架建设、原位风险管控区域拦挡坝建设。
	19	2024 年 7 月 19 日	矿坑底部黏土回填压实已基本完成，正在铺设防渗膜并开展焊缝气密性压力检测、电火花检测，原位风险管控治理及修复施工正在开展
	20	2024 年 7 月 26 日	矿坑底部黏土回填及防渗膜铺设工作已完成，正在进行磷石膏回填工作、原位风险管控治理及修复施工工作以及底部建设止水帷幕工作
	21	2024 年 8 月 9 日	矿坑底部第一批改性磷石膏回填已完毕，原位风险管控区域顶部边坡平整已基本完成，正在铺设防渗膜，渗滤液处理站正在进行防渗防腐施工工作
	22	2024 年 8 月 16 日	开展矿坑底部边坡防渗膜铺设；原位风险管控治理及修复施工；新建污水处理设施施工
	23	2024 年 8 月 23 日	正在开展矿坑底部磷石膏回填；原位风险管控治理及修复施工；山顶止水帷幕施工
	24	2024 年 8 月 30 日	开展磷石膏回填工作、原位风险管控区环境污染治理及生态修复、渗滤液处理站建设工作、止水帷幕施工以及隧洞顶管工作
	25	2024 年 9 月 30 日	项目 1 标段底部区域矿坑修复区污泥固化稳定已完成；除地下水收集池及渗滤液收集池外坑底粘土已压实完成；渗滤液收集管道铺设、土工布、防渗膜施工除地下水收集池及渗滤液收集池均已完成，改性磷石膏已经陆续进场回填。场地截排水工程基本完成，导排盲沟同步结合防渗工程开展；渗滤液依托原有处理设施处理，处理设施已开始迁建，但尚未建设完成，原位风险管控区域边坡平整已基本完成，正在进行覆土铺膜工作，底部拦挡坝建设已基本完成，底部止水帷幕、隧洞顶管等工作正在开展中，现场配套了洒水车进行场地洒水
	26	2024 年 11 月	完成废渣堆存区环境污染治理，废渣堆存区原位风险管控覆土，并完成种植绿化
	27	2025 年第 1 季度-2025 年第 2 季度	地下水止水帷幕灌浆施工已完工，开展过水隧洞顶管排水管道施工等工作，部分区域已完成防渗膜的建设，并开始陆续回填改性磷石膏。矿坑边坡防渗工程随磷石膏回填进度仍在继续开展；废渣堆存区原位风险管控覆土已完成，场地截排水工程基本成型，部分区域防渗措施尚未开展；渗滤液、地下水导排盲沟同步结合防渗工程开展；新建渗滤液处理设施已完成，正在调试。

28	2025 年第 3 季度	坑底至渗滤液收集池间的排水隧洞已打通并开始使用，渗滤液进入到收集池内后泵至渗滤液污水处理站处理，污水处理站运行正常；改性磷石膏陆续回填至坑底，截至第 3 季度结束，约回填 400 万方改性磷石膏；原位风险管控区域大多绿植恢复效果良好，部分绿植重新覆土补种，并在挡渣坝下方修建了原位风险管控区域渗滤液收集池；污泥原位风险管控区域已开始覆土铺膜，修建拦挡坝；
29	2025 年第 4 季度	渗滤液污水处理站调试运行正常；改性磷石膏陆续回填至坑底；原位风险管控区域大多绿植恢复效果良好，污泥原位风险管控区域完成覆土铺膜，修建拦挡坝；第四季度共开展项目试验检测 17 次，开展分部工程现场验收 15 次。
30	2026 年 7 月	矿坑改性磷石膏回填量共计 3763989.49t（压实回填总体积约为 256.054 万 m^3），已矿坑回填区回填标高 2032-2065m，已回填高度 33m

（2）回填改性磷石膏监测情况调查

根据生态环境部 2025 年 7 月 1 日起实施的《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）中 5.2.3 要求；根据 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）中表二的要求和昆明市地方标准《改性磷石膏综合利用矿山生态修复环境风险评估规范》（DB5301/T98-2023）中 4.2 的要求**（2026 年 3 月 1 日正式废止）**，用于露天矿山生态修复的改性磷石膏应满足 GB18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求。

矿坑修复区采用改性无害化处理的磷石膏作为矿坑生态修复回填材料，为了论证改性后的磷石膏用于矿山生态修复采空区回填的可行性，2024 年每季度监测，云南天安化工有限公司委托中航检测（云南）有限公司开展改性磷石膏生产线改性磷石膏检测工作，采用《固体废物浸出毒性浸出方法　水平振荡法》（HJ557-2010）制备样品，监测指标为pH 、氟化物、铁、锰、镉、汞、砷、铅、铜、锌、水溶性盐含量、磷酸盐、六价铬、钡、铬、镍、硒、银、氰化物、有机物含量。

2024 年 10 月-2024 年 12 月、2025 年、2026 年委托昆明绿岛环境科技有限公司开展 100 万吨磷石膏改性项目、500 万吨磷石膏改性项目、易门箐磷石膏生态修复项目改性磷石膏检测工作，根据《固体废

物 浸出毒性浸出方法 水平振荡法》（HJ557-2010）制备浸出液，检测指标为腐蚀性（pH）、氟化物、砷、汞、银、铅、总铬、镉、锌、镍、六价铬、铍、甲基汞、乙基汞、总磷/磷酸盐。并做好改性后磷石膏回填台账记录，记录改性磷石膏回填量、改性磷石膏的成分分析结果等，确保改性磷石膏应满足 GB18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求。

本次评价抽取 2024 年磷石膏监测报告（试验填埋期）、100 万吨磷石膏改性项目、500 万吨磷石膏改性项目改性磷石膏检测报告进行评价（详见附件 13）。

表 2.2.2-2 项目 2024 年回填磷石膏属性检测结果

监测项目	监测结果				GB8978-1996 一级标准限值（mg/L）	结果评价
	易门箐生态修复点					
	2024 年 3 月 29 日（一季度）	2024 年 5 月 7 日（二季度）	2024 年 8 月 14 日（三季度）	2024 年 10 月 21 日（四季度）		
锌(mg/L)	0.005L	0.005L	0.005L	0.005	2.0	达标
pH(无量纲)	7.23	8.14	8.57	7.46	6-9	达标
钡(mg/L)	10.2	7.5	11.0	14.3	-	-
铅(mg/L)	0.1	0.01L	0.1	0.1L	1.0	达标
铜(mg/L)	0.02L	0.02L	0.02	0.02L	0.5	达标
银(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.5	达标
镉(mg/L)	0.005L	0.005L	0.005L	0.010	0.1	达标
镍(mg/L)	0.04L	0.04	0.04L	0.04L	1.0	达标
氟化物(mg/L)	3.28	5.41	3.23	1.31	10	达标
汞(μg/L)	0.00005L	0.00005L	0.00005L	0.00005L	50	达标
总铬(mg/L)	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	1.5	达标
六价铬(mg/L)	0.004L	0.004L	0.005	0.004	0.5	达标
砷(μg/L)	0.0001L	0.0001L	0.0014	0.0025	0.5	达标
硒(μg/L)	0.0002L	0.0002L	0.0002L	0.0002L	-	-
铁(mg/L)	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L		达标
锰(mg/L)	0.01L	0.01	0.01L	0.01L	2.0	达标
水溶性盐含量（g/kg）	6.0	12.2	12.0	11.8	-	达标
磷酸盐(mg/L)	0.03	0.04	0.01L	0.13	0.5	达标
氰化物(mg/L)	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.5	达标
有机物含量	14.0	15.4	7.0	18.1	20	达标

（g/kg）						

表 2.2.2-3 项目 2025 年回填磷石膏属性检测结果（100 万吨磷石膏改性项目）

监测项目	监测结果			GB8978-1996 一级标准限值（mg/L）	结果评价
	易门箐生态修复点				
	2025 年 1 月 14 日	2025 年 4 月 13 日	2025 年 7 月 7 日		
锌(mg/L)	<0.06	<0.06	<0.06	2.0	达标
pH(无量纲)	6.63	6.72	7.94	6-9	达标
铅(mg/L)	0.0694	0.0356	0.0391	1	达标
铍(mg/L)	0.0025	0.0023	0.0037	0.005	达标
银((mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	0.5	达标
镉(mg/L)	0.0023	<0.0006	0.0013	0.1	达标
镍(mg/L)	0.04	0.07	<0.03	1	达标
乙基汞(ng/L)	<20	<20	<20	不得检出	达标
甲基汞(ng/L)	<10	<10	<10	不得检出	达标
氟化物(mg/L)	0.658	2.15	2.82	10	达标
汞(μg/L)	0.00008	0.00019	0.00046	50	达标
总铬(mg/L)	0.05	0.12	<0.03	1.5	达标
六价铬(mg/L)	0.006	<0.004	<0.004	0.5	达标
砷(μg/L)	0.0005	0.00047	0.0004	0.5	达标

表 2.2.2-4 项目 2026 年回填磷石膏属性检测结果（100 万吨磷石膏改性项目）

监测项目	监测结果			GB8978-1996 一级标准限值（mg/L）	结果评价
	易门箐生态修复点				
	2026 年 4 月 3 日	2026 年 4 月 7 日	2026 年 4 月 12 日		
pH(无量纲)	7.94	8.19	7.09	6-9	达标
铅(mg/L)	0.0286	0.0350	0.0882	1	达标
铍(mg/L)	0.0027	0.0033	0.0046	0.005	达标
银(mg/L)	0.02	0.02	<0.01	0.5	达标
锌(mg/L)	<0.06	<0.06	<0.06	2.0	达标
镉(mg/L)	0.0034	0.0029	0.0022	0.1	达标
镍(mg/L)	0.07	0.07	<0.03	1	达标
乙基汞(ng/L)	<20	<20	<20	不得检出	达标
甲基汞(ng/L)	<10	<10	<10	不得检出	达标
氟化物(mg/L)	3.95	0.66	3.87	10	达标
总铬(mg/L)	<0.03	<0.03	0.03	1.5	达标
六价铬(mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	0.5	达标
汞(ug/L)	<0.000002	0.00003	0.00010	50	达标
砷(μg/L)	0.0009	0.0007	0.0014	0.5	达标

表 2.2.2-5 项目 2025 年回填磷石膏属性检测结果（500 万吨磷石膏改性项目）

监测项目	监测结果	GB8978-1996 一	结果

	易门箐生态修复点			级标准限值（mg/L）	评价
	2025 年 12 月 1 日	2025 年 12 月 13 日	2025 年 12 月 19 日		
pH(无量纲)	6.93	6.30	6.52	6-9	达标
铅(mg/L)	0.0444	0.0692	0.0505	1	达标
铍(mg/L)	0.0033	0.0030	0.0032	0.005	达标
银(mg/L)	0.02	0.01	0.01	0.5	达标
锌(mg/L)	<0.06	<0.06	<0.06	2.0	达标
镉(mg/L)	0.0020	0.0099	0.0026	0.1	达标
镍(mg/L)	0.04	0.06	0.05	1	达标
乙基汞(ng/L)	<20	<20	<20	不得检出	达标
甲基汞(ng/L)	<10	<10	<10	不得检出	达标
氟化物(mg/L)	7.62	8.06	6.36	10	达标
总铬(mg/L)	0.04	<0.03	<0.03	1.5	达标
六价铬(mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	0.5	达标
汞(ug/L)	0.00005	<0.00002	0.00022	50	达标
砷(μg/L)	0.0007	0.0030	0.0008	0.5	达标

表 2.2.2-6　项目 2026 年回填磷石膏属性检测结果（500 万吨磷石膏改性项目）

监测项目	监测结果			GB8978-1996 一级标准限值（mg/L）	结果评价
	易门箐生态修复点				
	2026 年 1 月 4 日	2026 年 1 月 12 日	2026 年 1 月 23 日		
pH(无量纲)	6.11	6.25	6.44	6-9	达标
铅(mg/L)	0.0471	0.0491	0.0916	1	达标
铍(mg/L)	0.0025	0.0033	0.0021	0.005	达标
银(mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	0.5	达标
锌(mg/L)	<0.06	<0.06	<0.06	2.0	达标
镉(mg/L)	0.0022	0.0028	0.0018	0.1	达标
镍(mg/L)	0.09	0.07	0.05	1	达标
乙基汞(ng/L)	<20	<20	<20	不得检出	达标
甲基汞(ng/L)	<10	<10	<10	不得检出	达标
氟化物(mg/L)	3.81	6.89	6.72	10	达标
总铬(mg/L)	<0.03	0.07	<0.03	1.5	达标
六价铬(mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	0.5	达标
汞(ug/L)	0.00052	0.00002	0.00161	50	达标
砷(μg/L)	0.0024	0.0610	0.0044	0.5	达标

表 2.2.2-7 项目 2026 年回填磷石膏属性检测结果（公司内部抽检）

监测项目	监测结果			GB8978-1996 一级标准限值（mg/L）	结果评价
	项目中心混合样	项目东面混合样	项目西面混合样		
	2026 年 3 月 12 日				

pH(无量纲)	7.45	7.65	7.69	6-9	达标
铅(mg/L)	0.0864	0.0742	0.0684	1	达标
铍(mg/L)	0.0039	0.0037	0.0027	0.005	达标
银(mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	0.5	达标
锌(mg/L)	<0.06	<0.06	<0.06	2.0	达标
镉(mg/L)	0.0048	0.0026	0.0037	0.1	达标
镍(mg/L)	0.05	0.05	0.07	1	达标
乙基汞(ng/L)	<20	<20	<20	不得检出	达标
甲基汞(ng/L)	<10	<10	<10	不得检出	达标
氟化物(mg/L)	7.51	5.64	3.90	10	达标
总铬(mg/L)	<0.03	0.03	<0.03	1.5	达标
六价铬(mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	0.5	达标
汞(ug/L)	<0.00002	<0.00002	<0.00002	50	达标
砷(μg/L)	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.5	达标

根据施工期填埋改性磷石膏监测结果：本项目填埋改性磷石膏属于第Ⅰ类一般工业固体废物，

项目截至 2026 年 7 月矿坑改性磷石膏回填量共计 256.054 万 m^3，剩余可回填改性磷石膏填埋量：3693.916 万 m^3，待矿坑回填区回填标高 2065-2210m，待回填高度 145m，**2026 年 3 月前，项目填埋改性磷石膏检测频次均符合《改性磷石膏综合利用矿山生态修复环境风险评估规范》（DB5301/T98-2023）要求；2024 年 8 月 8 日至今，项目填埋填埋改性磷石膏检测频次《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T 1269-2024）“12.2.2 磷石膏改性前后质量监测”要求；2025 年 7 月 1 日至今填埋填埋改性磷石膏检测频次符合《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）要求。**

1）回填方案及回填量

回填前首先对各滑坡体及不稳定边坡进行治理，考虑边坡稳定及防渗铺设施工要求，滑坡体及不稳定边坡治理采用清表及削坡整理方式，采用自上而下分台清理，开挖平台兼做锚固沟使用，场地岩质边坡按 1：1.0 的外坡，每下降 10m 留一宽 5m 的平台，土质边坡按 1：1.5 的外坡，每下降 10m 留一宽 5m 的平台，保证边坡施工期临时稳定。

由于矿坑修复区坑底底部污泥较多，施工期现场采用底泥固化和挤密桩的形式进行加固后铺设 80cm 厚黏土覆盖层，并布设两布一膜防渗结构，

回填磷石膏开始标高为 2032m；2024 年 2 月，施工单位开始矿坑改性磷石膏回填；截至 2026 年 7 月矿坑改性磷石膏回填量共计 3763989.49t，根据《地基与基础工程检验检测报告》（报告编号：YNZJZ-2024-P2102-0132-3），其碾压压实最大干密度值为 1.47t/m³（1.47g/cm³），对应压实回填总体积约为 256.054 万 m³，已矿坑回填区回填标高 2032-2065m，已回填高度 33m；项目剩余可回填改性磷石膏回填量：3693.916 万 m³，待矿坑回填区回填标高 2065-2210m，待回填高度 145m。

现阶段已回填改性磷石膏回填情况如下表 2.2.2-13~表 2.2.2-17 所示。

表 2.2.2-13　改性磷石膏回填方量（20 万吨中式实验磷石膏改性项目）

日期	原始标高（m）	回填后标高（m）	回填高度（m）	回填工程量（t）
2024 年 2 月	2032	2032.5	0.5	40000
2024 年 3 月	2032.5	2033	0.5	40000
2024 年 4 月	2033	2033.5	0.5	40000
2024 年 5 月	2033.5	2034	0.5	40000
2024 年 6 月	2034	2034.5	0.5	40000
合计				**200000**

表 2.2.2-14　改性磷石膏回填方量（100 万吨磷石膏改性项目）

日期	原始标高（m）	回填后标高（m）	回填高度（m）	回填工程量（t）
2024 年 11 月	2034.5	2035.5	1	15537.26
2024 年 12 月	2035.5	2037.5	2	85387.32
2025 年 1 月	2037.5	2038.5	1	52080.68
2025 年 2 月	2038.5	2039.5	1	48487.94
2025 年 3 月	2039.5	2041.5	2	101732.48
2025 年 4 月	2041.5	2043.5	2	128006.02
2025 年 5 月	2043.5	2045.5	2	104286.7
2025 年 6 月	2045.5	2046.5	1	56060.4
2025 年 7 月	2046.5	2048.5	1.5	85122.66
2025 年 8 月	2048.5	2050	1.5	84475.3
2025 年 9 月	2050	2052	2	92373.92
2025 年 10 月	2052	2053.5	1.5	85917.5
2025 年 11 月	2053.5	2055	1.5	86164.24
2025 年 12 月	2055	2056	1	54848.7
合计				**1080481.12**

表 2.2.2-15　改性磷石膏回填方量（500 万吨磷石膏改性项目）

日期	原始标高	回填后标高	回填高度	回填工程量

	（m）	（m）	（m）	（t）
2025 年 5 月	2048	2048.5	0.5	28120.94
2025 年 6 月	2048.5	2050	1.5	108615.66
2025 年 7 月	2050	2052	2	161836.92
2025 年 8 月	2052	2053.5	1.5	175719.42
2025 年 9 月	2053.5	2025	1.5	233650.98
2025 年 10 月	2055	2057.5	2.5	285469.08
2025 年 11 月	2027.5	2059.5	2	254490.22
2025 年 12 月	2029.5	2061	1.5	173064.8
2026 年 1 月	2061	2062	1	107788.28
2026 年 2 月	2062	2062	/	/
2026 年 3 月	2062	2062	/	/
2026 年 4 月	2062	2062	0	6652.16
2026 年 5 月	2062	2063.5	1.5	159834.58
2026 年 6 月	2063.5	2065	1.5	158923.72
合计				**1854166.76**

表 2.2.2-16　改性磷石膏回填方量（龙凤箐 100 万吨磷石膏改性项目）

日期	原始标高（m）	回填后标高（m）	回填高度（m）	回填工程量（t）
2026 年 4 月	2059	2061	2	215375.38
2026 年 5 月	2061	2063	2	151536.81
2026 年 6 月	2063	2065	2	262429.42
合计				**629341.61**

2.2.3 工程建设内容建设情况

《实施方案》将易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目总体规划分为两个区域进行，一个为废渣堆存区，一个为矿坑修复区。项目工程内容见表 2.2.3-1 所示。矿山环境污染治理及生态修复总平面布置图见附图 5。

表 2.2.3-1　本项目工程内容与原环评对比一览表

工程名称	原环评阶段建设内容及规模		重新报批建设内容及规模	现状照片	变化情况	备注
主体工程	一、废渣堆存区环境污染治理及生态修复					
	1.废渣堆存区边坡治理	**（1）拦挡坝建设** 根据废渣堆存区地形地质条件，为增加废渣堆填体的稳定性，需要对废渣堆体进行削坡卸载，削坡下来的废渣堆填在废渣堆体边坡下部，对边坡进行压脚护坡，为拦挡堆填废渣，在废渣堆存区场地东侧坡脚沟口设置拦挡坝，坝高19m，坝顶标高2040m。	**（1）拦挡坝建设** 根据废渣堆存区地形地质条件，为增加废渣堆填体的稳定性，废渣堆存区已完成废渣堆体削坡卸载，削坡下来的废渣堆填在废渣堆体边坡下部，对边坡进行压脚护坡，为拦挡堆填废渣，在废渣堆存区场地东侧坡脚沟口设置拦挡坝，坝高19m，坝顶标高2040m。	/	无变化	**已建成**
		（2）废渣堆体削坡整形 削坡整形方式采用自上而下分台清理，现有堆渣体削坡总坡比按1:3控制，每10m高差分一层，每层外排坡比1:2.0，每下降10m设置10m宽安全平台，总坡比1:3，每层平台上设坡面雨水沟导排坡面雨水，雨水沟断面400mm×500mm，削坡整形过程中为土沟，后期覆土植被完成后，修建为C20混凝土沟，雨水导入两侧截洪沟。	**（2）废渣堆体削坡整形** 削坡整形方式采用自上而下分台清理，现有堆渣体削坡总坡比按1:3控制，每10m高差分一层，每层外排坡比1:2.0，每下降10m设置10m宽安全平台，总坡比1:3，每层平台上设坡面雨水沟导排坡面雨水，雨水沟断面400mm×500mm，削坡整形过程中为土沟，覆土植被完成后，已修建为C20混凝土沟，雨水导入两侧截洪沟。	/ /	无变化	**已建成**

		2.废渣堆存区原位风险管控	（1）废渣堆体表层防渗 废渣整形完成后，废渣堆体表面铺设表层防渗层，采用“1.5mmHDPE 防渗膜+400g/m^2 无纺长丝土工布”进行防渗，对废渣堆体进行原位风险管控。	（1）废渣堆体表层防渗 已完成废渣整形，废渣堆体表面铺设表层防渗层，已采用“1.5mmHDPE 防渗膜+400g/m^2 无纺长丝土工布”进行防渗，对废渣堆体进行原位风险管控。	/	无变化	已建成
			（2）场地截排水工程 本废渣堆填区为矿山原排土场，新建拦挡坝高度 19m，修坡整形后堆体边坡高度 160m，总高度 179m，堆存废渣约 1600 万 m^3 ，参照《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015），属于三级排土场，相应防洪标准：洪水重现期不应小于 50 年，本项目按 50 年洪水重现期进行防排水设计，包括堆存区周边截洪沟、表层雨水沟、坡面雨水沟、西南侧排水沟和临时排水沟。	（2）场地截排水工程 本废渣堆填区为矿山原排土场，已新建拦挡坝高度 19m，修坡整形后堆体边坡高度 160m，总高度 179m，堆存废渣约 1600 万 m^3 ，参照《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015），属于三级排土场，相应防洪标准：洪水重现期不应小于 50 年，本项目已按 50 年洪水重现期进行防排水设计，包括堆存区周边截洪沟、表层雨水沟、坡面雨水沟、西南侧排水沟和临时排水沟。	/	无变化	已建成
			（3）渗滤液导排盲沟 在拦挡坝前废渣堆体底部设置渗滤液导排盲沟，截留导排废渣堆体产生的渗滤液，通过盲沟管导排至拦挡坝后渗滤液收集池。	（3）渗滤液导排盲沟 已在拦挡坝前废渣堆体底部设置渗滤液导排盲沟，截留导排废渣堆体产生的渗滤液，通过盲沟管导排至拦挡坝后渗滤液收集池。	/	无变化	已建成
			（4）渗滤液收集池 拦挡坝后渗滤液收集池在拦挡坝坝脚设置，采用钢筋混凝土矩形水池，长×	（4）渗滤液收集池 拦挡坝后渗滤液收集池在拦挡坝坝脚设置，已采用钢筋混凝土矩形水池，	/	无变化	已建成

			宽×高=5×5×2.5m，收集的渗滤液通过管道自流至调节池容积为5000m³的渗滤液调节池，然后泵送至渗滤液处理站处理达标后回用于洒水抑尘、生态修复区绿化灌溉、改性磷石膏工程补充水。	长×宽×高=5×5×2.5m=62.5m³，收集的渗滤液通过管道自流至调节池容积为5000m³的渗滤液调节池，再通过水泵提升至已建设污水处理站（1 个，设计处理规模 5000 m³/d）进行处理（出口设置在线监测设施），处理后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4120m）排入新河			
			（5）栏栅坝下游止水帷幕 在冲沟下游矿区边界与易门箐水库交界处设置止水帷幕，采用高压旋喷桩+帷幕灌浆方式，渗透系数达到1×10⁻⁷cm/s，帷幕有效宽度≥2m。防止可能的污染地下水往外扩散。 止水帷幕采用高压旋喷桩+帷幕灌浆，高压旋喷桩设置 3 排，桩径 0.9m，间距 0.65m，排距 0.65m。帷幕灌浆设置 2 排，孔距 1.3m，排距 1.0m。土质地层采用高压旋喷桩，岩质地层采用帷幕灌浆，深度为进入风化板岩或风化炭质板岩层 5.0m，深度约 35m。高压旋喷水泥添加量不低于 32%；固结体 28 天抗压强度 15Mpa，采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为 42.5。为使止水帷幕渗透系统达到 1×10⁻⁷ cm/s，高压旋喷	（5）栏栅坝下游止水帷幕 已在冲沟下游矿区边界与易门箐水库交界处设置止水帷幕，采用高压旋喷桩+帷幕灌浆方式，渗透系数达到1×10⁻⁷cm/s，帷幕有效宽度≥2m。防止可能的污染地下水往外扩散。 止水帷幕采用高压旋喷桩+帷幕灌浆，高压旋喷桩设置 3 排，桩径 0.9m，间距 0.65m，排距 0.65m。帷幕灌浆设置 2 排，孔距 1.3m，排距 1.0m。土质地层采用高压旋喷桩，岩质地层采用帷幕灌浆，深度为进入风化板岩或风化炭质板岩层 5.0m，深度约 35m。高压旋喷水泥添加量不低于 32%；固结体 28 天抗压强度 15Mpa，采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为 42.5。为使止水帷幕渗透系统达到 1×10⁻⁷	/	无变化	**已建成**

			和帷幕灌浆过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8%，水玻璃添加量 3%。	cm/s，高压旋喷和帷幕灌浆过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8%，水玻璃添加量 3%。			
			（6）周边止水帷幕 设计在周边第四系松散层较厚区域的截洪沟内侧设置止水帷幕，截留外围下渗的雨水，防止外围雨水下渗渗流至废渣堆体内，产生渗滤液。 止水帷幕采用高压旋喷桩防渗墙方式，高压旋喷桩设置 2 排，桩径 0.9m，间距 0.65m，排距 0.65m。平均深度约 20m。高压旋喷水泥添加量不低于 32%；固结体 28 天抗压强度 15Mpa，采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为 42.5。为使止水帷幕渗透系统达到环保防渗要求，高压旋喷过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8%，水玻璃添加量 3%。	（6）周边止水帷幕 项目已在周边第四系松散层较厚区域的截洪沟内侧设置止水帷幕，截留外围下渗的雨水，防止外围雨水下渗渗流至废渣堆体内，产生渗滤液。 止水帷幕采用高压旋喷桩防渗墙方式，高压旋喷桩设置 2 排，桩径 0.9m，间距 0.65m，排距 0.65m。平均深度约 20m。高压旋喷水泥添加量不低于 32%；固结体 28 天抗压强度 15Mpa，采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为 42.5。为使止水帷幕渗透系统达到环保防渗要求，高压旋喷过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8%，水玻璃添加量 3%。	/	无变化	已建成
			（7）破碎带注浆防渗 在场地勘测出的断层带位置进行	（7）破碎带注浆防渗 在场地勘测出的断层带位置进行	/	无变化	已建

			断层破碎带注浆防渗工程，防止渗滤液沿断层破碎带扩散。设计采用高压灌浆方式。 灌浆深度根据勘测的断层破碎带情况确定，进入周边完整岩层 5.0m，深度约 50-150m。灌浆采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为 42.5。为使灌浆后渗透系统达到环保防渗要求，灌浆过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8%，水玻璃添加量 3%。	断层破碎带注浆防渗工程，防止渗滤液沿断层破碎带扩散。设计采用高压灌浆方式。 灌浆深度根据勘测的断层破碎带情况确定，进入周边完整岩层 5.0m，深度约 50-150m。灌浆采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为 42.5。为使灌浆后渗透系统达到环保防渗要求，灌浆过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8%，水玻璃添加量 3%。			**成**
			二、矿坑修复区回填及生态修复				
		1、底部污泥固化稳定化	矿坑内底部污泥固化稳定化采用在污泥内添加石灰、稳定化药剂的方式对污泥分区分块进行固化稳定化，同时周边边坡修整部分风化围岩回填至矿坑内，与污泥混合，采用搅拌机对污泥和添加的稳定化药剂进行原位搅拌，充分混合，然后进行检测，达到固化稳定化效果后对坑底进行夯实。 根据矿坑底泥量及边坡削坡围岩废石量，矿坑底部底泥及清理围岩废石整平标高 2020m，面积 38006m^2，深度 5-20m。	矿坑内底部污泥固化稳定化采用在污泥内添加石灰、稳定化药剂的方式对污泥分区分块进行固化稳定化，同时周边边坡修整部分风化围岩回填至矿坑内，与污泥混合，采用搅拌机对污泥和添加的稳定化药剂进行原位搅拌，充分混合，然后进行检测，达到固化稳定化效果后对坑底进行夯实。 根据矿坑底泥量及边坡削坡围岩废石量，矿坑底部底泥及清理围岩废石整平标高 2032m，深度 5-20m。	/	**（1）由于矿坑修复区坑底底部污泥较多，施工期现场采用底泥固化和挤密桩的形式进行加固后铺设 80cm 厚黏土覆盖层，并布设两**	**已建成**
		2、矿坑边	根据矿坑回填设计，矿坑回填至 2210m 标高，回填前首先对各滑坡体	矿坑回填至 2210m 标高，回填前首先对各滑坡体及不稳定边坡进行治	/		**已建**

			坡治理	及不稳定边坡进行治理，考虑边坡稳定及防渗铺设施工要求，滑坡体及不稳定边坡治理采用清表及削坡整理方式，采用自上而下分台清理，开挖平台兼做锚固沟使用，场地岩质边坡按 1：1.0 的外坡，每下降 10m 留一宽 5m 的平台，土质边坡按 1：1.5 的外坡，每下降 10m 留一宽 5m 的平台，保证边坡施工期临时稳定。开挖削坡土石方用于坑底回填及废渣堆存区拦挡坝建设。坑底回填控制顶标高 2020m。	理，考虑边坡稳定及防渗铺设施工要求，滑坡体及不稳定边坡治理采用清表及削坡整理方式，采用自上而下分台清理，开挖平台兼做锚固沟使用，场地岩质边坡按 1：1.0 的外坡，每下降 10m 留一宽 5m 的平台，土质边坡按 1：1.5 的外坡，每下降 10m 留一宽 5m 的平台，保证边坡施工期临时稳定。开挖削坡土石方用于坑底回填及废渣堆存区拦挡坝建设。坑底回填控制顶标高 2020m。		**布一膜防渗结构，回填磷石膏开始标高为 2032m，（2）地下水及渗滤液导排隧洞变更采取顶管方式，钢筋混凝土管道内径 1.5m，顶管长度 774.68m**	成
			3、地下水及渗滤液导排系统	（1）在矿坑回填控制标高 2020m 下矿坑底部沿坑底及中间设置地下水导排盲沟，导排盲沟底标高控制在 2018.5m 以下，确保正常运行期地下水水位维持在基础层表面（坑底回填控制标高 2020m）1.5m 以下，满足II类场地下水导排系统建设要求。盲沟采用土工布包裹碎石填充，内埋设 DN200PE 地下水导排管导排渗滤液，同时周边坑壁间隔一定距离（200m）设置一条竖向地下水导排盲沟，初期建设 10m 高，后期随着矿坑回填进行加高，同时随着矿坑回填，在周边每 10m 高差设置一圈导排盲沟，与竖向盲沟连接。地下水导排管通过隧洞接入下游地下水收集池，送	（1）在矿坑回填控制标高 2032m 下矿坑底部沿坑底及中间设置地下水导排盲沟，导排盲沟底标高控制在 2018.5m 以下，确保正常运行期地下水水位维持在基础层表面（坑底回填控制标高 2032m）1.5m 以下，满足II类场地下水导排系统建设要求。盲沟采用土工布包裹碎石填充，内埋设 DN200PE 地下水导排管导排渗滤液，同时周边坑壁间隔一定距离（200m）设置一条竖向地下水导排盲沟，初期建设 10m 高，后期随着矿坑回填进行加高，同时随着矿坑回填，在周边每 10m 高差设置一圈导排盲沟，与竖向盲沟连接。地下水导排管采取顶管方	/		已建成

			渗滤液处理站处理后回用。	式接入下游地下水收集池，送渗滤液处理站和污水处理站处理。			
			（2）在矿坑回填控制标高 2020m 上完成粘土衬层和防渗层施工后，在矿坑底部沿坑底及中间设置渗滤液导排盲沟，盲沟采用土工布包裹碎石填充，内埋设 DN200PE 导排管导排渗滤液。同时周边坑壁间隔一定距离（200m）设置一条竖向渗滤液导排盲沟，初期建设 10m 高，后期随着矿坑回填进行加高，同时随着矿坑回填，在周边每 10m 高差设置一圈导排盲沟，与竖向盲沟连接。渗滤液导排管通过隧洞接入渗滤液收集池，送渗滤液处理站处理后回用。	（2）已在矿坑回填控制标高 2032m 上完成粘土衬层和防渗层施工后，已在矿坑底部沿坑底及中间设置渗滤液导排盲沟，盲沟采用土工布包裹碎石填充，内埋设 DN200PE 导排管导排渗滤液。同时周边坑壁间隔一定距离（200m）设置一条竖向渗滤液导排盲沟，初期建设 10m 高，后期随着矿坑回填进行加高，同时随着矿坑回填，在周边每 10m 高差设置一圈导排盲沟，与竖向盲沟连接。渗滤液导排管采取顶管方式接入渗滤液收集池，送渗滤液处理站处理后回用。	/		**已建成**
			（3）隧洞长度 918m，进口底标高 2020m，出口底标高 2015m，断面 1.5×1.8m，顶拱 120°，采用 C30 钢筋混凝土砌衬，混凝土厚度 300mm。	**（3）地下水及渗滤液导排隧洞变更采取顶管方式，钢筋混凝土管道内径 1.5m，顶管长度 774.68m**	/	**地下水及渗滤液导排隧洞变更采取顶管方式**	**已建成**
		4、地下水收集池和	地下水和渗滤液通过隧洞用管道分别导排至地下水收集池和渗滤液收集池，地下水收集池采用钢筋混凝土矩形水池，长×宽×高=10× 10×3m，容积	**（1）改性磷石膏回填渗滤液通过隧洞用管道导排收集至改性磷石膏回填渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3），**	/	**渗滤液和地下水、矿坑修复区坑底雨水**	**污水处理**

			渗滤液收集池	300m^3，收集的地下水经过检测，受污染的地下水自流至容积为5000m^{3}的渗滤液调节池，然后泵送至渗滤液处理站处理达标后回用于洒水抑尘、修复区绿化灌溉、改性磷石膏工程补充水。 渗滤液收集池1个，采用钢筋混凝土矩形水池，长×宽×高=5×5×2.5m，容积62.5m^3，收集的渗滤液通过管道自流至容积为5000m^{3}的渗滤液调节池，然后泵送至渗滤液处理站处理达标后回用于洒水抑尘、修复区绿化灌溉、改性磷石膏工程补充水。	**收集的渗滤液通过水泵提升至新建渗滤液处理站（1个，设计处理规模30m^3/h，采用“化学预处理+双极反渗透（RO膜）”工艺）处理达《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉；** **（2）矿区原有废渣堆存区淋滤水通过排渗管道导排至渗滤液收集池（1个，长×宽×高=5×5×2.5m，容积62.5m^3）收集；矿区受污染的地下水通过顶管工艺打通，采用管道导排至地下水收集池（1个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积13.57m^3）；矿坑修复区坑底雨水过顶管工艺打通，采用管道导排至雨水收集池（1个，长×宽×高=7m×2m×1.5m=21m^3）；收集的废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水通过水泵提升至容积为5000m^{3}的调节池；再通过水泵提升至已建设污水处理站（1个，设计处理规模5000 m^3/d工艺：一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+钙矾石深度处理）进行处理**	/ / /	处理工艺和排放方式发生变动	站技改，渗滤液处理站新建

				（出口设置在线监测设施）；污水处理站出水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L），硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4120m）排入新河。			
		5、矿坑底部防渗	对矿坑底部污泥及废渣首先进行固化稳定化处理后，对底部场地整平压实、边坡清理分台平整，清除尖锐石块和碎屑杂物，铺设一层垫层（考虑采用 0.75m 厚压实粘土）后铺设两布一膜（400g/㎡长丝无纺土工布+1.5mmHDPE 单糙面土工膜+400g/㎡	对矿坑底部污泥及废渣首先进行固化稳定化处理后，对底部场地整平压实、边坡清理分台平整，清除尖锐石块和碎屑杂物，铺设一层垫层（考虑采用 0.75m 厚压实粘土）后铺设两布一膜（400g/㎡长丝无纺土工布+1.5mmHDPE 单糙面土工膜+400g/㎡	/	无变化	**已建成**

				长丝无纺土工布）防渗层，粘土垫层下设地下水导排盲沟，膜上设渗滤液导排盲沟，导排盲沟采用倒梯形（底宽 1m，高 1m，顶宽 2m），土工布包裹碎石回填，碎石内设置 HDPE 排渗管（DN200 穿孔管，上半圆开孔），导排盲沟外接地下水收集池和渗滤液收集池。	长丝无纺土工布）防渗层，粘土垫层下设地下水导排盲沟，膜上设渗滤液导排盲沟，导排盲沟采用倒梯形（底宽 1m，高 1m，顶宽 2m），土工布包裹碎石回填，碎石内设置 HDPE 排渗管（DN200 穿孔管，上半圆开孔），导排盲沟外接地下水收集池和渗滤液收集池。	/		
			6、矿坑边坡防渗	矿坑周边边坡按土质边坡 1:1.5，岩质边坡 1:1.0 进行削坡整平，每 10m 高差设置 5m 宽锚固平台，其防渗结构为先在整平的边坡上铺设一层 TGSG30-30 双向土工格栅后再铺设两布一膜（400g/㎡长丝无纺土工布+1.5mmHDPE 单糙面土工膜+400g/㎡长丝无纺土工布）防渗层。	矿坑周边边坡按土质边坡 1:1.5，岩质边坡 1:1.0 进行削坡整平，每 10m 高差设置 5m 宽锚固平台，其防渗结构为先在整平的边坡上铺设一层 TGSG30-30 双向土工格栅后再铺设两布一膜（400g/㎡长丝无纺土工布+1.5mmHDPE 单糙面土工膜+400g/㎡长丝无纺土工布）防渗层。	/		已建成
			7、矿坑回填	（1）回填高度 矿坑回填首先用改性磷石膏填平标高 2020-2100m 的矿坑，然后在 2100m 标高之上，回填料按 1:4 的总体坡比进行回填，为尽量封闭周边边坡，防止风化、氧化，根据现场地形，最高回填至西侧垭口位置 2210m 标高。总堆填高度 190m。 （2）回填规模 矿坑堆填区堆填标高	（1）回填高度 矿坑回填首先用改性磷石膏填平标高 2032-2100m 的矿坑，然后在 2100m 标高之上，回填料按 1:4 的总体坡比进行回填，为尽量封闭周边边坡，防止风化、氧化，根据现场地形，最高回填至西侧垭口位置 2210m 标高。总堆填高度 178m。 （2）回填规模 **由于矿坑修复区坑底底部污泥较多，**	/ /	**由于矿坑修复区坑底底部污泥较多，施工期现场采用底泥固化和挤密桩的形式进行加固后铺设**	改性磷石膏回填中

				2020-2210m，堆填高度 190m，有容积 3949.97 万 m ^{3} ，容积利用率取 1.0，有效容积 3949.97 万 m^3。 （3）回填材料 矿坑回填采用改性磷石膏作为回填材料，改性磷石膏质量特性需满足昆明市地方标准《改性磷石膏综合利用矿山生态修复环境风险评估规范》（DB5301/T 98—2023）中 4.2 的要求。 （4）回填堆排工艺 本项目采用分层堆填方式开展改性磷石膏堆填工作，矿坑堆填区从 2020m 标高堆填至 2210m 标高，首先堆平至东侧平台 2100m 标高，然后从 2100m 标高开始放坡堆存，控制总坡比 1：4，堆填至 2210m 标高，堆积边坡高度 110m。	**施工期现场采用底泥固化和挤密桩的形式进行加固后铺设 80cm 厚黏土覆盖层，并布设两布一膜防渗结构，回填磷石膏开始标高为 2032m；2024 年 2 月，施工单位开始矿坑改性磷石膏回填；截至 2026 年 7 月矿坑改性磷石膏回填量共计 3763989.49t，根据《地基与基础工程检验检测报告》（报告编号：YNZJZ-2024-P2102-0132-3），其碾压压实最大干密度值为 1.47t/m^3（1.47g/cm^3），对应压实回填总体积约为 256.054 万 m^3，已矿坑回填区回填标高 2032-2065m，已回填高度 33m；项目剩余可回填改性磷石膏回填量：3693.916 万 m^3，待矿坑回填区回填标高 2065-2210m，待回填高度 145m。** （3）回填材料 根据生态环境部 2025 年 7 月 1 日起实施的《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）中 5.2.3 要求；根据云南省市场监督管理局 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）中表二的要求和昆明市地方标准《改性磷石		**80cm 厚黏土覆盖层，并布设两布一膜防渗结构，回填磷石膏开始标高为 2032m**	

					膏综合利用矿山生态修复环境风险评估规范》（DB5301/T98-2023）中 4.2 的要求**（2026 年 3 月 1 日正式废止）**，用于露天矿山生态修复的改性磷石膏应满足 GB 18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求。 （4）回填堆排工艺 本项目采用分层堆填方式开展改性磷石膏堆填工作，矿坑堆填区从 2032m 标高堆填至 2210m 标高，首先堆平至东侧平台 2100m 标高，然后从 2100m 标高开始放坡堆存，控制总坡比 1：4，堆填至 2210m 标高，堆积边坡高度 110m。 **由于矿坑修复区坑底底部污泥较多，施工期现场采用底泥固化和挤密桩的形式进行加固后铺设 80cm 厚黏土覆盖层，并布设两布一膜防渗结构，回填磷石膏开始标高为 2032m；2024 年 2 月，施工单位开始矿坑改性磷石膏回填；截至 2026 年 7 月矿坑改性磷石膏回填量共计 3763989.49t，根据《地基与基础工程检验检测报告》（报告编号：YNZJZ-2024-P2102-0132-3），其碾压压实最大干密度值为 1.47t/m³（1.47g/cm³），对应压实回填总体积**			

				约为 256.054 万 m^3，已矿坑回填区回填标高 2032-2065m，已回填高度 33m；项目剩余可回填改性磷石膏回填量：3693.916 万 m^3，待矿坑回填区回填标高 2065-2210m，待回填高度 145m。			
		8、矿坑回填体顶部防渗	矿坑回填完成，对矿坑回填体顶部做表层防渗处理，以阻隔场内表层雨水渗入堆体，减少渗滤液的产生。 矿坑回填拟采用无害化处理后的改性磷石膏作为回填材料，表层防渗层结构按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）II 类处置场封场结构，设置阻隔层、雨水导排层、覆盖土层。	矿坑回填完成，对矿坑回填体顶部做表层防渗处理，以阻隔场内表层雨水渗入堆体，减少渗滤液的产生。 矿坑回填拟采用无害化处理后的改性磷石膏作为回填材料，表层防渗层结构按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）II 类处置场封场结构，设置阻隔层、雨水导排层、覆盖土层。	/	无变化	暂未施工
		9、场地截排水工程	本矿坑回填区回填改性磷石膏，堆体边坡高度 110m，堆存量约 3900 万 m^3。参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020），洪水设防标准为 50 年一遇，本项目按 50 年洪水重现期进行防排水设计（与废渣堆存区防洪标准统一）。工程内容包括矿坑回填区周边截洪沟、表层雨水沟、坡面雨水沟、临时排水沟。	本矿坑回填区回填改性磷石膏，堆体边坡高度 110m，堆存量约 3900 万 m^3。参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020），洪水设防标准为 50 年一遇，本项目按 50 年洪水重现期进行防排水设计（与废渣堆存区防洪标准统一）。工程内容包括矿坑回填区周边截洪沟、表层雨水沟、坡面雨水沟、临时排水沟。	/	无变化	已完成部分施工

			10、矿坑外围边坡治理	矿坑回填完成，由于回填标高最高2210m，同时回填体按 1:4 的总体边坡进行控制，故矿坑周边还存在部分边坡，边坡本身存在滑坡、崩塌的安全风险，故需要对边坡进行治理，首先把回填区外边坡表层的危岩、风化崩塌体、存在滑移可能的岩土等全部清除，然后采用挂网喷浆方式对裸露的 风化岩层进行封闭和加固，挂网喷浆钢筋网采用 Φ8 钢筋，间距 200mm，锚杆采用 Φ20 锚杆间距 10m，锚入边坡深度 3 米，锚钉采用 Φ14 钢筋，间距 2m，锚入边坡深 0.5-1 米，喷浆厚度 10-20cm。然后在挂网喷浆外层进行喷播复绿，在边坡上下种植爬藤植物。	矿坑回填完成，由于回填标高最高2210m，同时回填体按 1:4 的总体边坡进行控制，故矿坑周边还存在部分边坡，边坡本身存在滑坡、崩塌的安全风险，故需要对边坡进行治理，首先把回填区外边坡表层的危岩、风化崩塌体、存在滑移可能的岩土等全部清除，然后采用挂网喷浆方式对裸露的风化岩层进行封闭和加固，挂网喷浆钢筋网采用 Φ8 钢筋，间距 200mm，锚杆采用 Φ20 锚杆间距 10m，锚入边坡深度 3 米，锚钉采用 Φ14 钢筋，间距 2m，锚入边坡深 0.5-1 米，喷浆厚度 10-20cm。然后在挂网喷浆外层进行喷播复绿，在边坡上下种植爬藤植物。	/	无变化	暂未施工
			三	土地复垦				
			1、废渣堆存区土地复垦	废渣堆存区 2100m 标高以下及矿坑回填区周边边坡土地复垦方向最终拟定为林地，造林面积共 181541.80m²（272.31 亩）。 本项目林地覆土有效厚度拟定为 0.8m，底部压实土 0.5m，上部耕植土 0.3m。复垦林地面积合计 181541.80m²（272.31 亩），林地覆土合计 145233.44m³。经计算，林地耕植土数	废渣堆存区 2100m 标高以下及矿坑回填区周边边坡土地复垦方向最终拟定为林地，造林面积共 181541.80m²（272.31 亩）。 本项目林地覆土有效厚度拟定为 0.8m，底部压实土 0.5m，上部耕植土 0.3m。复垦林地面积合计 181541.80m²（272.31 亩），林地覆土合计 145233.44m³。经计算，林地耕植土数	/	无变化	已建成

				量合计需 145233.44m³。土壤环境质量应符合《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）的规定，在土源数量满足修复数量的要求下，客土通过掺和适量有机肥或者农家肥增加土壤肥力，可达到林地所需肥力，以满足植被生长要求。	量合计需 145233.44m³。土壤环境质量应符合《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）的规定，在土源数量满足修复数量的要求下，客土通过掺和适量有机肥或者农家肥增加土壤肥力，可达到林地所需肥力，以满足植被生长要求。			
			2、矿坑回填区土地复垦	矿坑回填区堆体顶面、堆体修整后边坡及安全平台土地复垦方向最终拟定为园地，复垦园地面积合计 852711.50 ㎡（1279.07 亩）。 本项目园地覆土有效厚度拟定为 0.8m，底部压实土 0.5m，上部耕植土 0.3m。复垦园地面积合计 852711.50 ㎡（1279.07 亩），园地覆土合计 682169.20m³。经计算，园地覆土数量合计需 682169.20mm³。土壤应符合《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）的规定。在土源量满足修复数量的要求下，客土通过掺和适量有机肥或者农家肥增加土壤肥力，可达到园地所需肥力，以满足植被生长要求。	矿坑回填区堆体顶面、堆体修整后边坡及安全平台土地复垦方向最终拟定为园地，复垦园地面积合计 852711.50 ㎡（1279.07 亩）。 本项目园地覆土有效厚度拟定为 0.8m，底部压实土 0.5m，上部耕植土 0.3m。复垦园地面积合计 852711.50 ㎡（1279.07 亩），园地覆土合计 682169.20m³。经计算，园地覆土数量合计需 682169.20mm³。土壤应符合《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）的规定。在土源量满足修复数量的要求下，客土通过掺和适量有机肥或者农家肥增加土壤肥力，可达到园地所需肥力，以满足植被生长要求。	/	无变化	暂未施工
			3、覆土植	表层防渗层铺设完成后，对表层进行覆土复绿，结合后期复垦要求，覆盖	表层防渗层铺设完成后，对表层进行覆土复绿，结合后期复垦要求，覆盖	/	无变化	暂未

		被	500mm 压实土层及 300mm 耕植土层，复垦为园地的种植高原特殊中草药，复垦为林地的播撒草籽及种植小型灌木，由于表层采用 HDPE 防渗膜进行了防渗，故不种植乔木。	500mm 压实土层及 300mm 耕植土层，复垦为园地的种植高原特殊中草药，复垦为林地的播撒草籽及种植小型灌木，由于表层采用 HDPE 防渗膜进行了防渗，故不种植乔木。			施工
	辅助工程	一、废渣堆存区蓄水池（4个）	为后期植被养护需求，设计沿废渣堆存区周边截洪沟设置蓄水池，共新建4个蓄水池，蓄水池结构采用 C25 钢筋混凝土结构，尺寸为长×宽×高=5×5×2.5m，蓄水净高度 2m。	为后期植被养护需求，项目已按设计沿废渣堆存区周边截洪沟设置蓄水池，共新建 4 个蓄水池，蓄水池结构采用 C25 钢筋混凝土结构，尺寸为长×宽×高=5×5×2.5m，蓄水净高度 2m。	/	无变化	已完成施工
		二、回填区蓄水池（8个）	为后期耕地灌溉需求，设计沿矿坑回填区周边截洪沟设置蓄水池，共新建8个蓄水池，以加强修复区内复垦耕地及复垦林草地的保苗用水及苗木种植，并作为后续灌溉、绿化养护水源储备。蓄水池结构采用C25钢筋混凝土结构，尺寸为长×宽×高=5×5×2.5m，蓄水净高度 2m。	为后期耕地灌溉需求，设计沿矿坑回填区周边截洪沟设置蓄水池，共新建 8 个蓄水池，以加强修复区内复垦耕地及复垦林草地的保苗用水及苗木种植，并作为后续灌溉、绿化养护水源储备。蓄水池结构采用 C25 钢筋混凝土结构，尺寸为长×宽×高=5×5×2.5m，蓄水净高度 2m。		无变化	已完成施工
		三、警示标识牌	标识牌为 70×50cm 的铝板+反光膜材料，底端距离地面 100cm，支撑架采用单根竖直 DN40 镀锌钢管，通过打背条与标识牌进行固定支撑，支撑架钢管延伸至土体内部 50cm，采用 C20 砼进行基础浇筑，基础尺寸：	（1）标识牌为 70×50cm 的铝板+反光膜材料，底端距离地面 100cm，支撑架采用单根竖直 DN40 镀锌钢管，通过打背条与标识牌进行固定支撑，支撑架钢管延伸至土体内部 50cm，采用 C20 砼进行基础浇筑，基础尺寸：	/	无变化	已建设部分

				500×500×500mm。 标识牌，80 个；基础 C20 混凝土，10.00 m^3。	500×500×500mm。 （2）标识牌，80 个；基础 C20 混凝土，10.00 m^3。			
			四、周边防护围栏	防护网采用间隔立柱附网形式，网孔最小规格（mm）75×150；立柱间距 3000mm，预埋入土体 500mm，采用 C20 砼进行基础浇筑，基础尺寸：500×500×500mm。防护网，11884.30m^2。	防护网采用间隔立柱附网形式，网孔最小规格（mm）75×150；立柱间距 3000mm，预埋入土体 500mm，采用 C20 砼进行基础浇筑，基础尺寸：500×500×500mm。防护网，11884.30m^2。	/	无变化	已建成
			五、地质环境监测工程	1、地质稳定性监测 在废渣堆存区废渣堆体上设置 24 个位移观测桩，在矿坑回填区回填堆体上设置 24 个位移观测桩，在两侧上坡高处设置 2 个位移观测基点，共 50 个。 2、修复效果监测 对生态修复工作采取的工程措施及生物措施效果进行监测。包括边坡植物生长状态、保证其成活率监测等。主要外围截水沟、挡土墙等。为及时了解整个片区现有工程及治理工程的变化情况，根据区内项目分布情况，确定项目重点监测为边坡稳定性、片区植物及地下水环境监测。根据矿山主要工程设施、存在的主要地质环境问题及治理工程的分布情况，设置工程植被措施监测点 10 个。管理人员兼职监测人员 1 人，	1、地质稳定性监测 在废渣堆存区废渣堆体上设置 24 个位移观测桩，在矿坑回填区回填堆体上设置 24 个位移观测桩，在两侧上坡高处设置 2 个位移观测基点，共 50 个。 2、修复效果监测 对生态修复工作采取的工程措施及生物措施效果进行监测。包括边坡植物生长状态、保证其成活率监测等。主要外围截水沟、挡土墙等。为及时了解整个片区现有工程及治理工程的变化情况，根据区内项目分布情况，确定项目重点监测为边坡稳定性、片区植物及地下水环境监测。根据矿山主要工程设施、存在的主要地质环境问题及治理工程的分布情况，设置工程	/ / / / /	无变化	暂未施工

				对监测点进行监测。 3、防渗系统监测 废渣堆存区表层防渗膜铺设完成后，对防渗膜做一次完整性检测，确保顶部防渗完好;矿坑回填区底部防渗膜铺设完成后,对防渗膜做一次完整性检测，确保底部防渗完好，顶部防渗膜铺设完成后,再对防渗膜做一次完整性检测，确保顶部防渗膜完好。设置 5 个地下水跟踪监测井,对修复区地下水进行跟踪监测。	植被措施监测点 10 个。管理人员兼职监测人员 1 人，对监测点进行监测。 3、防渗系统监测 废渣堆存区表层防渗膜铺设完成后，对防渗膜做一次完整性检测，确保顶部防渗完好；矿坑回填区底部防渗膜铺设完成后，对防渗膜做一次完整性检测，确保底部防渗完好，顶部防渗膜铺设完成后，再对防渗膜做一次完整性检测，确保顶部防渗膜完好。设置 5 个地下水跟踪监测井，对修复区地下水进行跟踪监测。			
		公用工程	给水	1、给水系统 项目区域灌溉根据地块条件,设计为人工浇灌，生态修复共设置 12 个蓄水池，用于绿化植被的养护。 2、水源确定 项目地为矿区植被修复区,充分利用设计的蓄水池,植被灌溉在利用现有蓄水池及排水沟集水的同时,水源优先利用渗滤液处理站处理后达标的尾水。	1、给水系统 项目区域灌溉根据地块条件，设计为人工浇灌,生态修复共设置 12 个蓄水池，用于绿化植被的养护。 2、水源确定 项目地为矿区植被修复区，充分利用设计的蓄水池，植被灌溉在利用现有蓄水池及排水沟集水的同时，水源优先利用渗滤液处理站处理后达标的尾水。	/ /	无变化	新建
			排水	1、废渣堆存区排水工程包括场地截排水工程和渗滤液导排盲沟，已纳入主体工程内容。 2、矿坑回填区排水工程包括矿	1、废渣堆存区排水工程包括场地截排水工程和渗滤液导排盲沟，已纳入主体工程内容。 2、矿坑回填区排水工程包括矿坑底部	/	**渗滤液和地下水、矿坑修复区坑底雨水**	**污水处理**

				坑底部地下水及渗滤液导排系统、场地截排水工程，已纳入主体工程内容。 3、废渣场渗滤液、回填区渗滤液、受污染的地下水经渗滤液处理系统处理达标后，回用于洒水抑尘、修复区绿化和灌溉、改性磷石膏生产补充水。生活污水经收集沉淀池处理后回用于场地洒水降尘，不外排。项目无废水外排进入地表水环境。	地下水及渗滤液导排系统、场地截排水工程，已纳入主体工程内容。 **3、废渣场渗滤液、回填区渗滤液、受污染的地下水及生活污水处理方式** **（1）渗滤液：改性磷石膏回填渗滤液通过隧洞用管道导排收集至改性磷石膏回填渗滤液收集池（1 个，长×宽×高 =3.35m×2.7m×1.5m ， 容 积 13.57m^3），收集的渗滤液通过水泵提升至新建渗滤液处理站（1 个，设计处理规模 30m^3 /h，采用“化学预处理+双极反渗透（RO 膜）”工艺）处理达《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉；** **（2）废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水：矿区原有废渣堆存区淋滤水通过排渗管道导排至渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=5×5×2.5m，容积 62.5m^3）收集；矿区受污染的地下水通过顶管工艺打通，采用管道导排至地下水收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3）；矿坑修复区坑底雨水过顶管工艺打通，采用管道导排至雨水收集池（1 个，长×宽×高**		**处理工艺和排放方式发生变动**	**站技改，渗滤液处理站新建**

					=7m×2m×1.5m=21m^3）；收集的废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水通过水泵提升至容积为 5000m^3 的调节池；再通过水泵提升至已建设污水处理站（1 个，设计处理规模 5000 m^3/d，工艺：一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+钙矾石深度处理）进行处理（出口设置在线监测设施）；污水处理站出水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L），硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4120m）排入新河； （3）**生活污水：**2024 年 1 月至 2024 年 9 月：项目现场不设置施工营地，不设置洗手设施，故不产生洗手			

				生活污水；简易厕所配套一体化粪池，沉淀后回用于绿化和周边林地灌溉，不外排；2024 年 10 月至今：建成项目部（施工营地）启用办公和施工管理至今，设置食堂和水冲洗卫生间，配套一体化隔油池、化粪池，沉淀后回用于菜地（项目部种植菜地）、绿化和周边林地、废渣原位风险管控区域覆土绿化灌溉，不外排。			
	供电	本项目的用电种类主要有施工用电、正常照明、应急照明和检修照明四种。电源从附近村庄接入。	本项目的用电种类主要有施工用电、正常照明、应急照明和检修照明四种。电源从附近村庄接入。	/	无变化	新建
运输工程		矿坑回填材料为无害化处理后的改性磷石膏，磷石膏采用管道输送方式，建设单位已和云南天安化工有限公司签订了合作框架协议，采用管道输送，磷石膏无害化处理及输送工程由合作单位完成，另行立项开展环评等相关工作。 废渣堆存区边坡修整、表层覆土及矿坑边坡修整、表层覆土等工序施工时，需要在生态修复区建设临时道路满足施工需求，同时随着矿坑回填标高的上升，矿坑北侧现有道路将被覆盖，需要在回填最终标高位置新建一条道路，连接被覆盖道路两端。	矿坑回填材料为无害化处理后的改性磷石膏，磷石膏采用密闭车辆输送	/	**改性磷石膏运输方式由管道运输转为车辆运输**	新建

		办公及生活设施		修复区设置临时办公和休息区，工作人员不在项目修复区食宿。	2024年1月至2024年9月：项目现场不设置施工营地；2024年10月至今：建成项目部（施工营地）启用办公和施工管理至今，设置食堂和水冲洗卫生间，配套一体化隔油池、化粪池	/	工作人员在厂区食宿	已设置
		环保工程	废气	无组织扬尘：配备1台洒水车，对进场道路和修复区施工近期进行洒水抑尘。	已配备1台洒水车，对进场道路和修复区施工近期进行洒水抑尘。	/	无变化	已设置
				/	2024年10月至今：建成项目部（施工营地）启用办公和施工管理至今；设置食堂，设置简单的厨房，采用液化气和电能作为能源，产生炊事油烟，配套油烟净化器处理后通过排气筒排放	/	新增	已设置
			废水	本项目依托现有处理矿坑废水处理站一套处理装置，在项目区东侧新建渗滤液处理站一座，设计处理规模5000 m^3/d，处理对象包括回填区渗滤液、废渣堆场渗滤液、受污染的地下水。 渗滤液处理站前设置渗滤液调节池1一个，容积5000m^3，用于调节废渣堆场渗滤液、受污染的地下水和回填区改性磷石膏回填产生的渗滤液。为保	**（1）改性磷石膏回填渗滤液通过隧洞用管道导排收集至改性磷石膏回填渗滤液收集池（1个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积13.57m^3），收集的渗滤液通过水泵提升至新建渗滤液处理站（1个，设计处理规模30m^3/h，采用“化学预处理+双极反渗透（RO膜）”工艺）处理达《城市污水再生利用绿地灌溉水质》**	/	**渗滤液和地下水、矿坑修复区坑底雨水处理工艺和排放方式发生变动**	**污水处理站技改，渗**
						/		
						/		

				证渗滤液处理站出水回用系统发生故障时，废水不外排进入地表水环境，设置事故应急池 1 个，容积 3000m^3。 生活污水经收集沉淀池处理后回用于场地洒水降尘，不外排，沉淀池容积 5m^3。	**（GB/T25499-2010）回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉。** **（2）矿区原有废渣堆存区淋滤水通过排渗管道导排至渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=5×5×2.5m，容积 62.5m^3）收集；矿区受污染的地下水通过顶管工艺打通，采用管道导排至地下水收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3）；矿坑修复区坑底雨水过顶管工艺打通，采用管道导排至雨水收集池（1 个，长×宽×高=7m×2m×1.5m=21m^3）；收集的废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水通过水泵提升至容积为 5000m^3 的调节池；再通过水泵提升至已建设污水处理站（1 个，设计处理规模 5000 m^3/d，工艺：一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+钙矾石深度处理）进行处理（出口设置在线监测设施）；污水处理站出水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2**	/ / /		**滤液处理站新建**

					采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L），硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4120m）排入新河。 （3）渗滤液处理站前设置渗滤液调节池 1 一个，容积 5000m^3，用于调节废矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水。为保证渗滤液处理站出水回用系统发生故障时，废水不外排进入地表水环境，设置事故应急池 1 个，容积 3000m^3。 （4）2024 年 1 月至 2024 年 9 月：项目现场不设置施工营地，不设置洗手设施，故不产生洗手生活污水；简易厕所配套一体化粪池，沉淀后回用于绿化和周边林地灌溉，不外排；2024 年 10 月至今：建成项目部（施工营地）启用办公和施工管理至今，设置食堂和水冲洗卫生间，配套一体化隔油池、化粪池，沉淀后回用于菜地（项目部种植菜地）、绿化和周边林地、废渣原位风险管控区域覆土绿化灌溉，不			

				外排。			
		噪声	在施工过程中，选用低噪设备、合理布局、合理施工、加强设备维护。	在施工过程中，选用低噪设备、合理布局、合理施工、加强设备维护。	/	无变化	新建
		固体废物	1、生活垃圾要定点收集，定期清理外运，不得随意倾倒。 2、加强施工期弃土和建筑垃圾的管理，规范运输，不能随意倾倒、堆放建筑垃圾，及时清运废弃建筑垃圾。本工程多余的弃土及弃石，均可用于地基或低洼地的回填。 3、对施工完成的坡面，应及时地进行护坡处理（如设挡土墙、对坡面夯实、植草等），以防止水土流失。 4、旱厕粪便：施工期在矿坑修复区设置旱厕，旱厕粪便定期清掏，待施工结束后拆除旱厕。 5、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。 6、渗滤液处理站中和渣返回矿坑回填。	1、2024 年 1 月至 2024 年 9 月：设置简单的集装箱办公用房，不在施工场地内进行住宿和炊事烹饪，采取在项目场地外送餐至施工现场；产生的生活垃圾定期收集至附近村庄生活垃圾收集点，由环卫部门分类进行消纳处理；2024 年 10 月至今：建成项目部（施工营地）启用办公和施工管理至今，产生生活垃圾，配套分类生活垃圾桶收集生活垃圾，产生的生活垃圾由环卫部门定期清运处置。 2、项目已加强施工期弃土和建筑垃圾的管理，规范运输，不能随意倾倒、堆放建筑垃圾，及时清运废弃建筑垃圾。本工程多余的弃土及弃石，均可用于地基或低洼地的回填。 3、项目已对施工完成的坡面，及时地进行护坡处理（如设挡土墙、对坡面夯实、植草等），以防止水土流失。 4、场地清理废弃土石方：施工期场地清理及边坡整治产生的土石方用于场地平整回填。 5、渗滤液处理站中和渣返回矿坑回	/		新建

				填。			
		地下水	1.防渗措施 （1）废渣堆体表层防渗 根据现状环境调查，废渣属于 II 类一般工业固体废物，参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的要求，废渣整形完成后，废渣堆体表面铺设表层防渗层，采用 1.5mmHDPE 防渗膜进行防渗。 （2）设置止水帷幕 在拦挡坝下游冲沟内和周边第四系松散层较厚区域的截洪沟内侧设置止水帷幕，采用高压旋喷桩+帷幕灌浆方式，渗透系数达到 1×10^{-7}cm/s，帷幕有效宽度≥2m，防止可能的污染地下水往外扩散。 （3）破碎带注浆防渗 在场地勘测出的断层带位置进行断层破碎带注浆防渗工程，防止渗滤液沿断层破碎带扩散。设计采用高压灌浆方式。 （4）矿坑回填区底部、边坡和顶	1.防渗措施 （1）废渣堆体表层防渗 根据现状环境调查，废渣属于 II 类一般工业固体废物，参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的要求，项目已完成废渣整形，废渣堆体表面铺设表层防渗层，采用 1.5mmHDPE 防渗膜进行防渗。 （2）设置止水帷幕 项目已在拦挡坝下游冲沟内和周边第四系松散层较厚区域的截洪沟内侧设置止水帷幕，采用高压旋喷桩+帷幕灌浆方式，渗透系数达到 1×10^{-7}cm/s，帷幕有效宽度≥2m，防止可能的污染地下水往外扩散。 （3）破碎带注浆防渗 在场地勘测出的断层带位置进行断层破碎带注浆防渗工程，防止渗滤液沿断层破碎带扩散。项目采用高压灌浆方式。 （4）矿坑回填区底部、边坡和顶部防	/	无变化	已完成废渣堆体表层防渗、止水帷幕破碎带注浆防

				部防渗 矿坑回填区底部防渗：对矿坑底部污泥及废渣首先进行固化稳定化，然后对底部场地整平压实、边坡清理分台平整，清除尖锐石块和碎屑杂物，铺设一层垫层（考虑采用 0.75m 厚压实粘土）后铺设两布一膜（400g/㎡长丝无纺土工布+1.5mmHDPE 单糙面土工膜+400g/㎡长丝无纺土工布）防渗层。 边坡防渗层：矿坑周边边坡按土质边坡 1:1.5，岩质边坡 1:1.0 进行削坡整平，每 10m 高差设置 5m 宽锚固平台，其防渗结构为先在整平的边坡上铺设一层 TGSG30-30 双向土工格栅后再铺设两布一膜（400g/㎡长丝无纺土工布+1.5mmHDPE 单糙面土工膜+400g/㎡长丝无纺土工布）防渗层。 顶部防渗：矿坑回填完成，对矿坑回填体顶部做表层防渗处理，以阻隔场内表层雨水渗入堆体，减少渗滤液的产生。矿坑表层防渗层结构同废渣堆场表层防渗层，采用 1.5mmHDPE 防渗膜+400g/m² 无纺长丝土工布。 上述防渗措施已纳入主体工程内容 2、防渗漏监控系统	渗 矿坑回填区底部防渗：已对矿坑底部污泥及废渣首先进行固化稳定化，然后对底部场地整平压实、边坡清理分台平整，清除尖锐石块和碎屑杂物，铺设一层垫层（考虑采用 0.75m 厚压实粘土）后铺设两布一膜（400g/㎡长丝无纺土工布+1.5mmHDPE 单糙面土工膜+400g/㎡长丝无纺土工布）防渗层。 边坡防渗层：矿坑周边边坡已按土质边坡 1:1.5，岩质边坡 1:1.0 进行削坡整平，每 10m 高差设置 5m 宽锚固平台，其防渗结构为先在整平的边坡上铺设一层 TGSG30-30 双向土工格栅后再铺设两布一膜（400g/㎡长丝无纺土工布+1.5mmHDPE 单糙面土工膜+400g/㎡长丝无纺土工布）防渗层。 顶部防渗：矿坑回填完成，对矿坑回填体顶部做表层防渗处理，以阻隔场内表层雨水渗入堆体，减少渗滤液的产生。矿坑表层防渗层结构同废渣堆场表层防渗层，采用 1.5mmHDPE 防渗膜+400g/m² 无纺长丝土工布。 上述防渗措施已纳入主体工程内容 2、防渗漏监控系统			渗、矿坑回填区底部、边坡和顶部防渗、防渗漏监控系统、

				按照 II 类场要求，设置防渗漏监控系统，监控防渗衬层的完整性。本项目拟采用电位差法，使用高密度电法仪检测矿坑内电位，并通过异常电位定位渗漏位置。若防渗层发生破损，及时发现，并采取底部顶穿修复措施。 3、地下水跟踪监测 结合项目实际水文地质调查情况，共设置 5 个地下水跟踪监测井，并在地下水导排系统主管出口处地下水收集池作为监测点，对回填区导排地下水进行跟踪监测。按《改性磷石膏综合利用矿山生态修复跟踪评估规范》（DB5301/T 100-2023）的要求进行跟踪监测。	按照 II 类场要求，已设置防渗漏监控系统，监控防渗衬层的完整性。本项目拟采用电位差法，使用高密度电法仪检测矿坑内电位，并通过异常电位定位渗漏位置。若防渗层发生破损，及时发现，并采取底部顶穿修复措施。 3、地下水跟踪监测 结合项目实际水文地质调查情况，已设置 5 个地下水跟踪监测井，并在地下水导排系统主管出口处地下水收集池作为监测点，对回填区导排地下水进行跟踪监测。按 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）的要求进行跟踪监测。			地下水跟踪监测井建设

（一）主体工程

1.废渣堆存区环境污染治理及生态修复

本项目废渣堆填区为矿山原排土场，边坡高度 179m，堆存废渣约 1600 万 m ^{3}。项目于 2024 年 1 月 2 日开工建设；项目已完成废渣堆体削坡整形、拦挡坝、拦渣坝下游止水帷幕、渗滤液导排盲沟、HDPE 膜等施工，2024 年 11 月完成废渣堆存区环境污染治理，废渣堆存区原位风险管控覆土，并完成种植绿化。

（二）矿坑修复区回填及生态修复

矿坑修复区已完成矿坑底泥固化稳定化施工、强夯挤密桩基础处理、矿坑底部防渗、矿坑外围边坡治理、矿坑边坡防渗、地下水及渗滤液导排系统和收集系统建设，截至 2026 年 7 月矿坑改性磷石膏回填量共计 256.054 万 m³t，剩余可回填改性磷石膏填埋量：3693.916 万 m^3，待矿坑回填区回填标高 2065-2210m，待回填高度 145m，后续还需对项目露天采区矿坑进行磷石膏回填和修复（矿坑回填）、渗滤液和地下水处理设施改造、矿坑回填体顶部防渗、回填区域场地截排水工程、矿坑外围边坡治理、矿坑回填区土地复垦、植被种植等施工。

后续施工内容如下：

1.矿坑回填

（1）回填高度

矿坑回填首先用改性磷石膏填平标高 2032-2100m 的矿坑，然后在 2100m 标高之上，回填料按 1:4 的总体坡比进行回填，为尽量封闭周边边坡，防止风化、氧化，根据现场地形，最高回填至西侧垭口位置 2210m 标高。总堆填高度 178m。

（2）回填规模

根据业主提供的环境监理报告及相关资料：由于矿坑修复区坑底底部污泥较多，施工期现场采用底泥固化和挤密桩的形式进行加固后铺设 80cm 厚黏土覆盖层，并布设两布一膜防渗结构，回填磷石膏开始标高为 2032m；2024 年 2 月，施工单位开始矿坑改性磷石膏回填；截至 2026 年 7 月矿坑改性磷石膏回填量共计 3763989.49t，根据《地基与基础工

程检验检测报告》（报告编号：YNZJZ-2024-P2102-0132-3），其碾压压实最大干密度值为 1.47t/m³（1.47g/cm³），对应压实回填总体积约为 256.054 万 m³，已矿坑回填区回填标高 2032-2065m，已回填高度 33m；项目剩余可回填改性磷石膏回填量：3693.916 万 m^3，待矿坑回填区回填标高 2065-2210m，待回填高度 145m。

（3）回填物料来源

根据生态环境部 2025 年 7 月 1 日起实施的《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）中 5.2.3 要求；根据云南省市场监督管理局 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）中表二的要求和昆明市地方标准《改性磷石膏综合利用矿山生态修复环境风险评估规范》（DB5301/T98-2023）中 4.2 的要求（**2026 年 3 月 1 日正式废止**），用于露天矿山生态修复的改性磷石膏应满足 GB18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求。

本项目回填物料为无害化处理后的改性磷石膏，矿山周边 50km 距离有多家磷化工企业和矿山企业，磷石膏经无害化处理后，用于矿山生态修复。目前，建设单位已与云南天安化工有限公司签订了合作框架协议，见附件 8。根据协议，甲方负责对产生的磷石膏进行无害化处理工程建设及相关环保手续办理，落实无害化处理过程中的各项污染防治措施。

磷石膏的主要成分为二水硫酸钙（$CaSO_4.2H_2O$），除硫酸钙以外，还有未完全分解的磷矿、残余的磷酸、氟化物、酸不溶物、有机质、游离水和结合水等。

（4）回填工艺

为降低无害化处理后的改性磷石膏回填过程中渗滤液环境风险，本项目采用分层回填方式开展无害化处理后的改性磷石膏回填工作，矿坑回填区从 2032m 标高回填至 2210m 标高，首先堆平至东侧平台 2100m 标高，然后从 2100m 标高开始放坡堆存，控制总坡比 1:4，回填至 2210m 标高，堆积边坡高度 110m。

回填区无害化处理后的改性磷石膏回填方式为干堆，无害化处理后的改性磷石膏入场含水率小于 25%。从场地西侧至东侧分层碾压回填，无害化处理后的改性磷石膏由汽车运输至回填区内，通过配套推土机、压路机、挖掘机等机械设备予以分区、分层碾压堆存，分层厚度≤1.0m，具体分层厚度和碾压遍数根据碾压试验确定，达到影响稳定区域压实度 0.92，其余区域压实度 0.85。外坡每 10m 高差分一层，修整外坡坡比 1:2.5，再留置层间平台，宽度 15m，总坡比控制 1:4，场内滩面平整坡度按 1-2%控制，西侧尾部高，东侧低。

在每层平台上修建坡面雨水沟，沟断面 400mm×500mm，坡度不小于 0.01，坡向坝坡纵向坡面排水沟，纵向坡面排水沟间隔 100m 设置一条，断面 500mm×600mm。回填期间表层雨水导流至坝肩雨水沟，断面 600mm×800mm，最终汇集至渗滤液收集池，经渗滤液处理站处理后回用于生态修复区洒水抑尘、绿化灌溉和改性磷石膏生产补充水。

回填过程中，应严格按照有关规范、标准及技术要求予以进行，尽可能消除安全隐患。无害化处理后的改性磷石膏回填过程，对回填磷石膏边回填边凭证，整平的区域及时碾压夯实。为降低粉尘产生量，采用洒水降尘措施。

每次开始下一层回填外坡修整前，应进行质量检查，检查记录需经主管技术人员签字后存档备查，主要检查内容包括：回填剖面尺寸、台阶宽度及标高，纵横排水沟修建情况，回填轴线位置及外坡坡比，生态修复材料回填质量。

堆体出现冲沟、裂缝、塌坑和滑坡等现象时，应及时妥善处理，恢复植被措施，防止水土流失和粉尘污染。

当堆积台阶最终按设计要求形成后，对于外坝坡应及时覆土覆盖及复垦。

回填时卸料点和外坡坡顶应设置安全车挡，安全车挡的高度不小于车轮直径的 1/2，顶宽不小于车轮直径的 1/4，底宽不小于车轮直径的 3/4。

堆存区参数：

回填标高范围：2032-2210m；

堆积坝标高范围：2100-2210m；

堆积坝坝顶标高：2210m；

堆积坝外坡比：1:4；

滩面坡度：1-2%；

台阶参数：

子坝外坡比：1：2.5；

子坝顶宽：15m；

子坝坝高：10m；

子坝顶逆坡坡度：2%；

堆存结构参数：

碾压分层厚：≤1.0m；

碾压分层坡比：1:2.5；

工作条带宽：20m；

工作线宽：20m；

压实系数≥ ：85%、92%。

无害化处理后的改性磷石膏堆排按旱季与雨季进行堆排。旱季直接进行堆排，雨季应观测和关注天气情况，在每年年初做好雨季堆排计划，在雨季来临前平整好整个回填区，在回填区表面开挖临时表面排水沟，堆排中做好滩面排水，防止滩面积水；雨天不进行堆排，降雨后从新恢复生产，应检查场内填料和道路的地基承载力，根据作业计划，雨季不回填区域尽量采用花油布或塑料膜进行临时覆盖，减少雨水下渗。

堆存流程：转运→平整→晾晒（雨季）→碾压→整修。

2.矿坑回填体顶部防渗

矿坑回填完成，对矿坑回填体顶部做表层防渗处理，以阻隔场内表层雨水渗入堆体，减少渗滤液的产生。

矿坑回填拟采用无害化处理后的改性磷石膏，表层防渗层结构参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）II类处置场封场结构，设置阻隔层、雨水导排层、覆盖土层。

根据项目勘察报告、水文地质调查报告、现状调查报告，矿坑回填

堆积边坡控制总体坡度 1:4，每 10m 分一层，每层边坡坡比 1:2.5，每层设置 15m 宽安全平台，设计矿坑表层防渗层结构同废渣堆场表层防渗层，从上往下依次为：

1.植被层（播撒草籽）

2.300mm 营养植被土层（压实度 0.8）

3.500mm 覆盖支持土层（压实度 0.92）

4.6.0mm 复合土工排水网

5.1.5mmHDPE 防渗膜

6.400g/m^2 无纺长丝土工布

7.压实整平回填生态修复材料

矿坑回填表层防渗结构图见附图。

3.回填区域场地截排水工程

（1）防排洪标准

参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020），洪水设防标准为 50 年一遇，参照《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015），属于三级排土场，相应防洪标准：洪水重现期不应小于 20 年，故本次设计按 50 年洪水重现期进行防排水设计（与废渣堆存区防洪标准统一）。

矿坑回填区汇水面积 0.795km^2，洪水分区泄流，矿坑回填区周边洪水采用截洪沟截留导流排出场外，场内洪水采用雨水沟汇集至截洪沟。各排洪设施设防流量如下：

表 2.2.3-2　各排洪设施及设防流量

汇流分区		汇水面积（km^2）	设防流量（m^3/s）	排洪构筑物
总汇流面积		0.795	9.702	-
矿坑回填区外围		0.068	0.83	周边截洪沟
矿坑回填区	表层雨水	0.246	3.002	表层雨水沟
	坡面雨水	0.481	5.87	坡面雨水沟

（2）矿坑回填区周边截洪沟

截洪沟可有效防止外来雨水径流进入矿坑回填区内，避免水土流失及滑坡。矿坑回填区地势西北高东南底。设计在矿坑回填区四周修建截

洪沟。

周边截洪沟截留周边外围雨水及矿坑回填区完成复垦后表层的雨水，故截洪沟设防流量为全汇流面积洪峰流量 9.702m^3/s。截洪沟断面形式按矩形断面设计，尺寸 B x H=1.5×1.8m，最小纵坡大于 1%，采用 C20 混凝土浇筑，截洪沟沿长度方向每隔 10~20 m 以及地质情况变化处设置沉降缝（缝宽 20 mm），沉降缝用沥青麻絮填塞。

截洪沟水力计算按明渠均匀流考虑：

宽：1.5m

深：1.8m

超高：0.2m

最小纵坡度：i=0.01

净过水面积：A=2.4m^2

水力糙度：n=0.014

湿周：x =4.7m

水力半径：R = 0.511

流速：v=4.56m/s

流量：Q=10.952m^3 /s＞设防流量 9.702m^3 /s

矿坑回填区周边截洪沟大样图见附图。

（3）表层雨水沟

在矿坑回填区覆土表层顶面设置表层雨水沟，间隔 50m 设置一条，共设置 20 条，表层雨水沟总设防流量 3.002m^3/s，按平均分配考虑，单条表层雨水沟设防流量 0.150m^3/s，表层雨水沟雨水导排至周边截洪沟内，表层雨水沟断面形式按矩形断面设计，尺寸 B×H=0.3×0.4m，最小纵坡大于 1%，采用 C20 混凝土浇筑，表层雨水沟沿长度方向每隔 10~20 m 设置沉降缝（缝宽 20 mm），沉降缝用沥青麻絮填塞。

表层雨水沟水力计算按明渠均匀流考虑：

宽：0.3m

深：0.4m

最小纵坡度：i=0.01

净过水面积：A=0.12m^2

水力糙度：n=0.014

湿周：x =1.1m

水力半径：R = 0.109

流速：v=1.631m/s

流量：Q=0.196m^3 /s＞设防流量 0.150m^3 /s

（4）坡面雨水沟

在矿坑回填区堆填边坡的每个平台上设坡面雨水沟，坡面雨水沟每10m 高差设置一条，共 11 条，总体设防流量 5.870m^3/s，按平均分配考虑，单条坡面雨水沟设防流量 0.534m^3/s，坡面雨水沟雨水导排至周边截洪沟内，坡面雨水沟断面形式按矩形断面设计，尺寸 B×H=0.5×0.6m，最小纵坡大于 1%，采用 C20 混凝土浇筑，坡面雨水沟沿长度方向每隔 10~20 m 设置沉降缝（缝宽 20 mm），沉降缝用沥青麻絮填塞。

坡面雨水沟水力计算按明渠均匀流考虑：

宽：0.5m

深：0.6m

最小纵坡度：i=0.01

净过水面积：A=0.30m^2

水力糙度：n=0.014

湿周：x =1.7m

水力半径：R = 0.176

流速：v=2.247m/s

流量：Q=0.674m^3 /s＞设防流量 0.534m^3 /s

矿坑回填区表层雨水沟及坡面雨水沟大样图见附图。

（5）临时排水沟

在矿坑回填区生态修复材料回填过程中，在堆体周边及边坡平台上设临时排水沟，排水沟雨水导流至渗滤液收集池，临时排水沟为土沟，开挖倒梯形，底宽 0.5m，顶宽 1.5m，深 0.5m。铺设塑料膜，砖块压边和护壁。

4.矿坑外围边坡治理

矿坑回填完成，由于回填标高最高 2210m，同时回填体按 1:4 的总体边坡进行控制，故矿坑周边还存在部分边坡，边坡本身存在滑坡、崩塌的安全风险，同时，边坡岩层暴露在环境中，受氧化和降水侵蚀，会氧化产生酸性物质，对地表水、地下水产生污染，故需要对边坡进行治理，首先把回填区外边坡表层的危岩、风化崩塌体、存在滑移可能的岩土等全部清除，然后采用挂网喷浆方式对裸露的风化岩层进行封闭和加固，挂网喷浆钢筋网采用 Φ8 钢筋，间距 200mm，锚杆采用 Φ20 锚杆间距 10m，锚入边坡深度 3 米，锚钉采用 Φ14 钢筋，间距 2m，锚入边坡深 0.5-1 米，喷浆厚度 10-20cm。然后在挂网喷浆外层进行喷播复绿，在边坡上下种植爬藤植物。

回填区外边坡治理大样图见附图。

（三）土地复垦

1.矿坑回填区土地复垦

矿坑回填区堆体顶面、堆体修整后边坡及安全平台土地复垦方向最终拟定为园地，复垦园地面积合计 852711.50 ㎡（1279.07 亩）。

本项目园地覆土有效厚度拟定为 0.8m，底部压实土 0.5m，上部耕植土 0.3m。复垦园地面积合计 852711.50 ㎡（1279.07 亩），园地覆土合计 682169.20m³。经计算，园地覆土数量合计需 682169.20mm³。土壤应符合《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）的规定。在土源量满足修复数量的要求下，客土通过掺和适量有机肥或者农家肥增加土壤肥力，可达到园地所需肥力，以满足植被生长要求。

矿区生态修复土地复垦平面图见附图 38。

2.覆土植被

表层防渗层铺设完成后，对表层进行覆土复绿，结合后期复垦要求，覆盖 500mm 压实土层及 300mm 耕植土层，复垦为园地的种植高原特殊中草药，复垦为林地的播撒草籽及种植小型灌木，由于表层采用 HDPE 防渗膜进行了防渗，故不种植乔木。

废渣堆存区表层覆土植被大样图见附图 39。

3.园地复垦设计

1、园地质量控制设计标准

（1）地形条件

根据土地复垦技术规范，西南山区地形要求基本指标为：地面坡度≤25°。

（2）土壤质量

根据土地复垦相关技术规范，西南山区土壤质量基本指标主要有：有效土层厚度≥50cm，土壤容重≤1.45g/cm³，土壤质地为砂质壤土至壤质黏土，砾石含量≤30%，pH 值介于 5.0～8.0，有机质含量≥1%。土壤适合农作物生长，应具有较好的肥力，无潜在土壤污染和地质灾害，土壤环境质量低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值。

（3）灌溉排水

灌溉及排水参照《灌溉与排水工程设计规范》（GB50288）执行。水资源有保障，水资源利用以经梳理后达标的渗滤液和生态修复区受污染的地下水，水质应符合《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）的规定。

（4）通行道路

通行道路应基本满足耕作进场道路及运输道路要求，田间道的路面宽度宜为 3～6m，生产路的路面宽度宜为 3m 以下。

（5）单位面积产量

园地单位面积产量 4 年后达到周边地区同等土地利用类型水平。

2、园地质量设计及土源

（1）质量设计

针对园地质量控制标准，本次拟复垦园地区实际地面设计坡度＜25°；土壤有效土层厚度设计为 80cm，其中耕作层厚度 0.3m，土壤容重≤1.45g/cm³，土壤质地为砂质壤土至壤质黏土，砾石含量≤15%，pH 值介于 5.0～8.0，有机质含量≥1%，土壤环境质量低于《土壤环境质量

农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值；道路以新建 4m 机耕道路配合既有道路使用，满足物资运输及耕作要求；土壤进行培肥提升肥力，园地质量 4 年后达到周边地区同等土地利用类型水平；灌溉能力以基本满足保苗用水为标准；排水采用 50 年一遇，1d～3d 暴雨从作物受淹起 1d～3d 排至地面无积水，不能严重淤积、浸泡园地。

（2）耕植土土源

园地覆土是指符合环保及农业要求的耕植土，土源协调、购买、开挖、运输等具体工作由实施单位负责。经初步评估，在土源数量满足修复数量的要求下，客土通过掺和适量有机肥或者农家肥增加土壤肥力，可达到园地所需肥力，以满足植被生长要求，土壤成分应满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值。

本项目园地覆土有效厚度拟定为 0.8m，底部压实土 0.5m，上部耕植土 0.3m。复垦园地面积合计 852711.50 ㎡（1279.07 亩），园地覆土合计 682169.20m³。覆土来源于安宁天发磷业有限公司磷矿开采表层剥离土，建设单位已与安宁天发磷业有限公司签订了绿化覆土外购调运综合利用协议（见附件 9）。在外购覆土入场前，需进行成分分析，确保覆土环境质量低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值。

（3）园地竣工验收标准

A、土层厚度，覆土自然沉实厚度 80cm 以上，其中耕作层厚度不得少于 30cm。

B、场地平整，坡度不超过 25°。

C、耕作层有机质含量＞1%，且不得低于当地平均耕作层有机质含量的 80%。

D、土壤的碱度和含盐量，pH 值 5-8 之间，含盐量不得超过当地轻盐化土壤含盐量标准。

E、土壤质地为砂壤至壤土，不能是极端的砂或粘土。

F、设置有必要的排灌保障措施。

G、满足其它园地质量设计标准

4.林地复垦设计

废渣堆存区 2100m 标高以下及矿坑回填区周边边坡土地复垦方向最终拟定为林地，造林面积共 181541.80m²（272.31 亩）。

（1）耕植土土源

林地覆土是指符合环保及林业要求的耕植土，土源协调、购买、开挖、运输等具体工作由实施单位负责。经初步评估，在土源数量满足修复数量的要求下，客土通过掺和适量有机肥或者农家肥增加土壤肥力，可达到林地所需肥力，以满足植被生长要求，土壤成分应满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值。

本项目林地覆土有效厚度拟定为 0.8m，底部压实土 0.5m，上部耕植土 0.3m。复垦林地面积合计 181541.80m²（272.31 亩），林地覆土合计 145233.44m³。

经计算，林地耕植土数量合计需 145233.44m³，覆土来源于安宁天发磷业有限公司磷矿开采表层剥离土，建设单位已与安宁天发磷业有限公司签订了绿化覆土外购调运综合利用协议（见附件 9）。在外购覆土入场前，需进行成分分析，确保覆土环境质量低于低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值。

（2）造林设计

1）立地条件

易门箐铁矿矿山场地标高 2124～2210.0m，总体地势北高南低，地形坡度主要介于 20～25°之间，平台坡度 2-5°。项目区气候属亚热带高原季风型气候区，光热条件好，雨量充足，利于植物生长，植树造林成活率高，区域自然土壤以黄棕壤和红壤为主，土层物理性状中等，肥力一般，一般适合灌木及草本类植被生长，但用于耕地单位产量低、总体质量差。项目区降雨相对充足，地表水系不发育，地下水埋深较大，项

目区周边植被长势及总体植被覆盖率好。

2）造林树草的选择

A、选择的原则

废渣堆存区 2100m 标高以下复垦为林地，由于表层铺设了 HDPE 防渗膜，为保护防渗膜，故造林选择灌、草结合，不种植乔木。

废渣堆存区及矿坑回填区截洪沟以外部分全部复垦为林地，造林选择乔、灌、草结合。

具体比选乔、灌、草及藤本植物种类时，应根据项目区域的环境和立地条件，海拔高度、小气候、土壤边坡类型、边坡高度、阴阳坡面，结合周围植被状况，兼顾水土保持和景观修复，坚持适地适树，选择根系发达、生长迅速、耐干旱、耐贫瘠的乡土优势物种作为矿山植被恢复的先锋物种。植被配置选择应遵循如下原则：

a.生长快、生物量大，适应性强，抗逆性好，主要包括抗旱、耐高温、抗污染、耐瘠薄、抗病虫害等；

b.尽量选择当地优良的乡土树种和先锋植物种子；

c 乔木、灌木、草本植物合理配置，以充分利用空间生态位，构建稳定的植物群落结构；

d.高寒山区尽量选择三年生优质苗木，以保证成活率；

e.造林苗木的选择，宜多种类混交，以避免病虫害；

此外，植被选用还可参照以下原则：

a.以乡土树种为主，少用、慎用外来物种；

b.适应当地的气候及土壤条件；

c.根系发达、生长迅速、生命力强、存活率高、易于管护；

d.越年生或多年生；

e.种子易得且成本合理。

B、所选物种的特性

a.乔木类

滇朴（Celtis tetrandra Roxb.）：是榆科朴属植物，乔木，高达 30m，树体高大，是优良的绿化观赏树种。多生长于海拔 700～1500m 沟谷、

山坡灌丛中、河谷的林中或林缘。阳性植物，性喜温暖至高温、湿润、向阳之地。生长适宜温度 20～30℃，日照 70～80%，生性强健，耐寒也耐热、耐旱、耐盐。对土壤要求不严，常生长在红壤、紫色土、冲积土，对酸性土或微碱性、碱性土也能适应，在岩石裸露的山上也有生长。

b.灌木类：

a）.红叶石楠（*Photinia fraseri* Dress.）：蔷薇科，属常绿灌木或小乔木。树高 4-6m，喜光稍耐荫，深根性，对土壤要求不严，但以肥沃、湿润、土层深厚、排水良好、微酸性的砂质土壤最为适宜，生于海拔 1000-2500m 的杂木林中。能耐短期-15℃的低温，喜温暖、湿润气候，对于气候以及气温的要求比较宽松，能够抵抗低温的环境。

b）.火棘（*Pyracantha fortuneana* (Maxim.) Li），常绿灌木或小乔木，高可达 3m, 具有良好的滤尘效果，对二氧化硫有很强吸收和抵抗能力。火棘喜强光，耐贫瘠，抗干旱，耐寒；黄河以南露地种植，温度可低至-6℃。对土壤要求不严，而以排水良好、湿润、疏松的中性或微酸性壤土为好。火棘树形优美，夏有繁花，秋有红果，果实存留枝头甚久，是一种极好的春季看花、冬季观果植物，通常采用播种、扦插和压条法繁殖育苗。

c）.车桑子（*Dodonaea viscosa.*）：无患子科，灌木。车桑子是喜光、耐旱、耐贫瘠，萌生性强的灌木，能在建筑材料用石英砂矿裸露的荒山生长，其适应范围较广，从热带至亚热带都有生长。车桑子是能耐干旱、瘠薄，萌生性强的灌木，在表土流失、岩石裸露的石砾土壤或石头缝隙都能生长，在干燥山坡、河谷或稀疏的灌木林中生长良好，起到良好的水土保持作用。

d）.戟叶酸模（*Rumex hastatus* D.Don.）：灌木，高 50-90cm，喜向阳环境，耐干旱，亦耐瘠薄。生于海拔 300-2700m 的生沙质荒坡、山坡阳处。老枝木质，暗紫褐色、具沟槽；一年生枝草质，绿色，具浅沟槽，无毛。叶互生或簇生，戟形，近革质，长 1.5-3cm，宽 1.5-2mm，中裂线形有或狭三角形，顶端尖，两侧裂片向上弯曲；叶柄与叶片等长或比叶片长。花序圆锥状，顶生，分枝稀疏；花梗细弱，中下部具关节；

雌花的外花被片椭圆形，果时反折，内花被片果时增大，圆形或肾状圆形，膜质，半透明，淡红色，顶端圆钝或微凹，基部深心形，边缘近全缘，基部具极小的小瘤。瘦果卵形，具 3 棱，长约 2 毫米，褐色，有光泽。花期 4-5 月，果期 5-6 月。

c.草本类：

a）.狗牙根（*Cynodondactylon.*）：禾本科，分布广泛，在我国黄河流域以南各地均有野生，属暖地型草坪草；多年生草本，具根茎和匍匐茎。适于世界各温暖潮湿和温暖半干耕地区长寿命的多年生草，极耐热和抗旱，但不抗寒、不耐荫。狗牙根适应的土壤范围很广，但最适于生长在排水较好、肥沃、较细的土壤上。狗牙根要求土壤 PH 值为 5.5～7.5。它较耐淹，水淹下生长变慢；耐盐性也较好。

b）.三叶草/钝叶车轴草（*Trifolium dubium* Sibth.）：多年生草本植物，植物低矮，直根性，根部有与根瘤菌共生的特性，根部分蘖能力及再生能力均强，植株矮而匍匐，具自播能力，覆盖效果好，抵抗有害气体污染和病虫害能力较强，叶丛低矮，开花多，绿色期长，常用于斜坡绿化，具有保持水土的作用。

c）.苜蓿（*Medicago Sativa Linn.*）：俗称金花菜，多年生开花植物，其中最著名的是作为牧草的紫花苜蓿。有“牧草之王”之称，不仅产量高，而且草质优良，似三叶草，耐干旱，产量高而质优，又能改良土壤，因而为人所知。广泛栽培，主要用制干草、青贮饲料或用作牧草。

d.藤本类：

a）.爬山虎（*Parthenocissus tricuspidata.*）：落叶大型木质藤本植物，茎长可达 30m 以上，分枝多，最初为 3～8 分枝，顶端膨大成吸盘的茎卷须吸附他物，枝条木质化后又能产生更牢固地吸附生长。爬山虎的根茎可入药，果可酿酒，综合利用价值大。爬山虎耐寒，耐旱，耐高温；对土壤、气候适应性强；喜阴，也耐阳光直射，生长快，在湿润、深厚肥沃的土壤中生长最佳，是建筑物墙面和高边坡绿化的优良物种。

b）.常春藤（*Hedera nepalensis var. sinensis*）：五加科常春藤属多年生常绿攀援灌木，多年生常绿攀援灌木，长 3-20m。气生根，茎灰棕

色或黑棕色，光滑，单叶互生；叶柄无托叶有鳞片；花枝上的叶椭圆状披针形，伞形花序单个顶生，花淡黄白色或淡绿白以，花药紫色；花盘隆起，黄色。果实圆球形，红色或黄色，花期 9～11 月，果期翌年 3～5 月。常春藤叶形美丽，四季常青，在南方各地常作垂直绿化使用。多栽植于假山旁、墙根，让其自然附着垂直或覆盖生长，起到装饰美化环境的效果。

C、造林技术路线与方法

本项目植被恢复设计遵从立地条件与植物生态学、生物学特征相适应的原则，因地制宜选择生态特性与矿区小流域自然条件相适应、成活率高、生长迅速、根系发达的乡土物种，并考虑生物多样性原则，在地形较陡的部位，植被恢复主要选用生长迅速、根系发达的物种，可有效快速的稳固坡面，防止边坡失稳。通过植物绿化，达到固土、改善生态环境、控制水土流失，以促进生态系统快速修复。

《实施方案》根据造林技术相关规程，并按小班考虑海拔、坡向、土壤类型、土层厚度等立地因子，确定造林模式设计：平缓区（平坡及缓坡区）种植滇朴+红叶石楠+火棘+穴播车桑子、并均匀混合撒播狗牙根+三叶草+苜蓿草籽，边坡区设计在内侧坡脚穴植爬山虎、坡顶穴植常春藤、坡面混合撒播栽叶酸模+车桑子+狗牙根+三叶草+苜蓿，补植区混合撒播栽叶酸模+车桑子+狗牙根+三叶草+苜蓿。

植被配置模式为乔木错开布置、灌木混交、林下撒播草籽，具体采用滇朴、红叶石楠、火棘、车桑子进行条带状小班种植，林下均匀混合播撒栽叶酸模、狗牙根、三叶草、苜蓿。乔木滇朴株行距 2×2m、品字形布置，穴状整地规格为 0.5×0.5×0.5m；灌木红叶石楠、火棘、车桑子株行距 1.0×1.0m，穴状整地规格为 0.3×0.3×0.3m；灌木栽叶酸模使用于边坡复绿区及补植补绿区，使用种子和草籽一起混合撒播，栽叶酸模种子密度为 15kg/hm²；狗牙根、三叶草、苜蓿每公顷撒播质量分别为 15kg、30kg、30kg，即比例为 1:2:2。攀岩藤本设计为爬山虎，下垂藤本设计为常春藤，藤本穴状整地规格为 0.3×0.3×0.3m，株行距 0.5m/株，单排设置，以保证高陡边坡能基本复绿。

D、造林模式综合设计

a.植被配置设计

《实施方案》根据不同立地条件，针对各修复区场地特征设计与其相适宜的造林模式，选择适生树种进行灌草分层种植，形成稳定的植物群落结构。

穴植红叶石楠+穴植火棘+穴播车桑子，林下均匀混合撒播狗牙根+三叶草+苜蓿草籽；5 排单种灌木条带状小班混交（即纵向 5m 依次混交），灌木株行距 1×1m，车桑子 18.75kg/hm²（5g/穴），狗牙根 15kg/hm²、三叶草 30kg/hm²、苜蓿 30kg/hm²。

表 2.2.3-3　造林典型模式设计说明（乔草型）

适宜的立地条件特征		海拔 2270～2150m，亚热带高原季风型气候，土壤为黄壤-红壤。
技术措施	造林方式	乔木：滇朴，品字形布置于滇朴种植区。林下均匀混合撒播狗牙根+三叶草+苜蓿草籽。
	初植株行距	乔木滇朴株行距 2×2m，混合撒播草籽共 75kg/hm²，狗牙根 15kg/hm²、三叶草 30kg/hm²、苜蓿 30kg/hm²。
	配置方式	乔木滇朴 3 排条带状种植。
	林地清理	全面清理垃圾及无用杂物。
	整地及规格	穴状整地。滇朴穴状尺寸 0.5×0.5×0.5m，地表均匀撒播草本。
	造林方式	乔木滇朴每穴种植 1 株；草籽全面均匀混合撒播。
	苗木质量	苗木来源：使用II级以上的合格苗，向有生产经营资质的单位、企业苗圃购买，且需具“三证一签”。具体指标见质量表。
	栽植时间	每年雨季来临，透雨后初定植苗滇朴，随后撒播混合草籽。
	保水措施	保水剂 25g/塘，并采用黑薄膜覆盖坑穴。
	基肥及追肥	均为 N.P.K 含量为 45%的复合肥。基肥：乔木苗 200g/穴，混合撒播区 350kg/hm²；追肥：乔木苗 100g/穴，2 次/a，连续施 3a。
	抚育管理措施	管护浇灌：雨季 5-10 月不浇水，旱季 15d/次，以浇透栽植穴为宜，草地保持湿润，12 次/a，连续浇 3a，共计 36 次。乔木苗补植：按 15%。
	造林效果监测	以巡查、巡视为主，详细记录相关信息并汇总整理。监测期设置 3 年，每月 1 次，每次 2 人，监测期内合计巡查 72 人次。

表 2.2.3-4　造林典型模式设计说明（灌草型）

适宜的立地条件特征		海拔 2270～2150m，亚热带高原季风型气候，土壤为黄壤-红壤。
技术	造林方式	灌木：穴植火棘+穴植红叶石楠+穴播车桑子，林下均匀混合撒播狗牙根+三叶草+苜蓿草籽。

	措施	初植株行距	灌木幼苗株行距 1×1m，车桑子 18.75kg/hm²（5g/穴）；混合撒播草籽共 75kg/hm²，狗牙根 15kg/hm²、三叶草 30kg/hm²、苜蓿 30kg/hm²。
		配置方式	5 排单种灌木条带状小班混交，即纵向 5m 依次混交。
		林地清理	全面清理垃圾及无用杂物。
		整地及规格	穴状整地。灌木穴状尺寸 0.3×0.3×0.3m，地表均匀撒播草本。
		造林方式	灌木每穴种植 1 株；草籽全面均匀混合撒播。
		苗木质量	苗木来源：使用Ⅱ级以上的合格苗，向有生产经营资质的单位、企业苗圃购买，且需具“三证一签”。具体指标见质量表。
		栽植时间	每年雨季来临，透雨后初定植苗灌木，随后撒播混合草籽。
		保水措施	保水剂 25g/塘，并采用黑薄膜覆盖坑穴。
		基肥及追肥	均为 N.P.K 含量为 45%的复合肥。基肥：灌木苗 100g/穴、灌木树种 50g/穴、混合撒播区 350kg/hm²；追肥：灌木 50g/穴，2 次/a，连续施 3a。
		抚育管理措施	管护浇灌：雨季 5-10 月不浇水，旱季 15d/次，以浇透栽植穴为宜，草地保持湿润，12 次/a，连续浇 3a，共计 36 次。灌木苗补植：按 15%。
		造林效果监测	以巡查、巡视为主，详细记录相关信息并汇总整理。监测期设置 3 年，每月 1 次，每次 2 人，监测期内合计巡查 72 人次。

表 2.2.3-5　造林典型模式设计说明（灌草型/灌草藤型）

适宜的立地条件特征		海拔 2220.0～2160.0m，亚热带高原季风型气候，土壤为黄壤-红壤。
技术措施	造林方式	坡脚穴植爬山虎，坡顶穴植常春藤。坡面混合撒播栽叶酸模+车桑子+狗牙根+三叶草+苜蓿；高陡边坡、岩质边坡有限复绿。
	株行距	藤本株距 0.5m，栽叶酸模 15kg/hm²，车桑子 15kg/hm²，狗牙根 15kg/hm²、三叶草 30kg/hm²、苜蓿 30kg/hm²。
	配置方式	沿边坡线状单排布置藤本，坡面撒播灌木及草本混合种子。
	林地清理	全面清理垃圾及无用杂物。
	整地及规格	穴状整地，爬山虎穴状尺寸：0.3×0.3×0.3m。
	造林方式	爬山虎及常春藤扦插苗，每穴 1 株。草籽全面均匀混合撒播。
	苗木质量	苗木来源：向当地有生产经营资质的单位、企业苗圃购买；苗木质量：使用II级以上的合格苗，藤本主蔓长、地径、分枝数满足要求，叶色正常。具体指标见质量表。
	栽植时间	每年雨季来临，透雨后初定植爬山虎。
	保水措施	保水剂 25g/塘，并采用黑薄膜覆盖坑穴。
	基肥及追肥	均为 N.P.K 含量为 45%的复合肥。基肥：常春藤 50g/株、爬山虎 50g/株，混合撒播区 350kg/hm²；追肥：常春藤 25g/株、爬山虎 25g/株，2 次/a，连续施 3a。
	抚育管理措施	管护浇灌：雨季 5-10 月不浇水，旱季 15d/次，以浇透栽植穴为宜，草地保持湿润，12 次/a，连续浇 3a，共计 36 次。

	造林效果监测	以巡查、巡视为主，详细记录相关信息并汇总整理。监测期设置为 3 年，每月 1 次，每次 2 人，监测期内合计巡查 72 人次。

b.苗木规格与标准

项目所需林木种苗必须坚持适地、适树、适种源和就近解决的原则。优先使用本地优良乡土树种和现有苗木生产基地生产的繁殖材料。

壮苗的标准为：根系发达，主根粗壮，不弯曲，侧根和须根多，苗木基干挺直，高粗比例适当，充分木质化，无徒长现象，顶芽健壮、饱满，无病虫害和机械损伤。根据造林培育目的的要求，造林幼苗使用II级以上容器小苗，具体规格标准见下表。

表 2.2.3-6　修复苗木技术标准规格及质量分级表

分类	植被名称	类型	地径/cm	枝下高 cm≤	土球直径 cm≤	蓬径 cm≥	苗龄 a	一级苗			备注
								苗高 cm	冠径 cm	枝数 ≥	
乔木	滇朴	II级以上容器	2	/	/	/	1.5	190	/	3主枝	色叶正常，系枝无根及叶损伤。具有“三一证签”，并避免长距离调运。
灌木	火棘	II级以上容器小苗	/	/	20	25	/	35-40	/	3分枝	
	红叶石楠		/	/	20	40	/	50-55	/	2主枝	
	车桑子	I级优质树种/草籽	发芽率≥85%、净度≥96%的I级优质种子，且盖度≥95%，挖塘撒播（塘播）。								
	栽叶酸										
草本	狗牙根										
	三叶草										

	苜蓿			

表 2.2.3-7 修复藤本技术标准质量分级表

分 类	植被名称	类 型	苗龄/a	一级苗		
				地径 cm≥	主蔓长 cm≥	分枝数≥
爬 藤	爬山虎	容器苗	1.2	0.7-0.8	30-35	4
垂 藤	常春藤	容器苗	1.8	0.5	0.7	4
“三证”指林木种子生产经营许可证、林木种子质量合格证、植物检疫证书，“一签”指的是林木种子标签。						

E、种苗供给

为确保造林工程的顺利实施，必须在做好种苗预测的基础上，组织好种苗的生产与供应，加强种苗的质量管理，项目所需种苗坚持就近供苗、避免远距离调苗的原则，优先从本地及昆明周边进行采购，苗木出圃时要具备“三证一签”（种苗生产经营许可证、种苗质量检验证、良种销售凭证、苗木检疫证和种苗标签），苗木合格的方可造林。使用良种造林的还应具备良种销售凭证。本项目绿化工程幼苗均采用 1 级容器苗。

F、整地及客土

根据实际情况采取不同的整地方式，尽量减少破土面，因地制宜。整地方法：整地时间为种植植被前一个月，方式为机械削坡整地和人工回填土细整。整地前应先用测绳、石灰等工具材料，按设计的坡比进行坡度的放点定位，对应相应的 边坡采用机械开挖削坡，就地回填至设计坡比。

a.机械整地

a）.机械整地流程：

根据地形回填土石方达到设计要求→ 机械碾压密实→ 回填种植土→检验坡度（坡比）→修整验收

①. 填土应分层铺摊：每层铺土的厚度应根据土质、密实度的要求和机具性能确定，但每层厚度不超过 60cm。

②.碾压时，轮（夯）迹应相互搭接，防止漏压或漏夯。长宽比较大时，填土应分段进行，每层接缝处应做成斜坡形，碾迹重叠 0.5～1.0m

左右，上下层错缝距离不应小于 1m。

③.填方超出基底表面时，应保证边缘部位的压实质量。运土后，根据设计要求边坡修整，宜将填方边缘宽填 0.5～1m。

④.在机械施工碾压不到的填土部位，应配合人工推土填充，用蛙式或柴油打夯机分层夯打密实。

⑤.回填土方每层压实后，应按规范进行取样检验，测出干土的质量密度、压实度，达到要求后，再进行上一层 0.5m 的种植土铺设。

⑥.填方全部完成后，表面应进行拉线找平，凡超过标准高程的地方，及时依线铲平，凡低于标准高程的地方，应补土夯实。

b）.整地质量标准

①.基底处理必须符合设计要求或施工规范的规定。

②.回填的土料、石料，必须符合设计要求或施工规范的规定。

③.回填土石方必须按规定分层夯压密实。

c）.应注意的质量通病

①.未按要求测定土的干土质量密度：回填土每层都应测定夯实后的干土质量密度，符合设计要求后才能铺摊上层土。

②.回填土下沉：因虚铺土超过规定厚度，或夯实不够遍数，甚至漏夯。基底有机物或树根、落土等杂物清理不彻底原因，造成回填土下沉，为此，应在施工中认真执行规范的有关规定，并要严格检查，发现问题及时纠正。

③.回填土夯压不密实：应在夯压时对干土适当洒水加以润湿；如回填土太湿 同样夯不密实呈“橡皮土”现象，这时应将橡皮土挖出，重新换好土夯实处理。

④.在地形、工程地质复杂地区内填方，且对填方密实度要求较高时，应采取防护处置措施（如排水暗沟、护坡桩、护坡挡墙等），以防填方土粒流失造成不均匀下沉和坍塌、滑坡等事故。

⑤.填方基土为渣土时，应按设计要求加固地基，并要妥善处理基底下的软硬点、空洞、旧基以及暗塘等。

⑥.填方应按设计要求预留沉降量，如设计无要求时，可根据工程

性质、填方高度、填料种类、密实要求和地基情况等，与建设单位共同确定（沉降量一般不超过填方高度的 3%）。

b.人工回填土细整

a）.填土前应将地面上的垃圾等杂物清理干净。

b）.人工采用蛙式打夯机，每层铺土厚度为 200～250mm，人工打夯不大于 200mm。每层铺摊后，随之耙平。

c）.回填土每层至少夯打三遍。打夯应一夯压半夯，夯与夯相接，行与行相连， 纵横交叉，并且严禁采用水浇使土下沉的所谓“水夯”。

d）.修整找平坡比严格按找设计坡度比，坡度应平顺完整。

e）.现场整地标准：

①.将边坡场地内的杂物等清理，严整达到适合树木栽植的标准。

② .整地应根据现场实际情况分为粗整地及细整地，粗整地所回填的土应加入植物所需的有机质，有机质含量应不少于 3/100。

③.整地时地形应考虑泄水坡度及土壤安息角，如为坡地其坡度应平顺完整，除图面特别标示外不可颠簸凹凸不平。

④.整地时应在地形谷地处设置排水导沟，以便导引排水，避免地面径流直接冲刷。

⑤.所用种植土必须肥沃且富含腐殖质，适合植物生长，种植土中不得含有建筑垃圾或生活垃圾等不利于苗木生长的有毒、有害杂物。

c、耕植土回填

本项目苗木种植采用耕植土，回填耕植土应严格符合环保及林地规定，不允许含有有毒有害物质的土进入回填区，根据设计穴状整地并覆土 0.5m 或 0.3m，以满足植被种植；种植土采取红壤熟土和腐殖土按 4：1 的比例混合搅拌均匀配置而成。

为解决种植土问题，可向周边地区林场或苗圃基地购买。经市场调查，目前周边地区种植土供应充足，完全可以满足工程建设需要。

G.种植

a.定植

a)种植穴规格：原则上沿等高线布设，穴规格按所选苗木规格分为

以下几种：

①.乔木类：种植穴长×宽×深为 50×50×50cm，并且依据植物根系土球大小进行适当调整。

②.灌木：种植穴长×宽×深为 30×30×30cm，并且依据植物根系土球大小进行适当调整；车桑子按穴点播，每穴 5g。

③.藤本类：种植穴长×宽×深为 30×30×30cm，并且依据植物根系土球大小进行适当调整。

④.草本类：地表撒播草籽，撒播草籽后翻土覆盖。

b).造林密度：

①.乔木：株行距 2×2m，2505 穴/hm^2；

②.灌木：幼苗株行距为 1×1m、10005 穴/hm^2，车桑子种子密度为 18.75kg/hm^2；

③.藤本：株距 0.5m；

④.草本：75kg/hm^2（共）。

c).基肥：

使用 N.P.K 含量为 45%的复合肥，

①.乔木幼苗 200g/穴；

②.灌木幼苗 100g/穴；

③.灌木树种 50g/穴；

④.藤本 50g/株；

⑤.草本或草本+灌木混合撒播区 350kg/hm^2。

d).追肥：

使用 N.P.K 含量为 45%的复合肥，

①.乔木 100g/穴；

②.灌木 50g/穴；

③.藤本 25g/株。

e).种植浇水：

初按不小于 100m^3/hm^2计，并以浇透为宜。

f).管护浇水：

初按 50m³/hm²计。雨季 5-10 月不浇水，旱季 15d/次，以浇透栽植穴为宜，且草地应保持湿润，12 次/a，连续浇 3a，合计 36 次。

b.苗木检验标准

苗木使用前，无论新植、补植、换植均应经甲方检验认可，不合格者应随时运离，不得留置现场，若有下列情形者，不得使用：

a) .不符合设计规格尺寸者。

b) .有显著病虫害、折枝折干、裂干、肥害、药害、老衰、老化、树皮破伤者。

c) .挖取后搁置过久，根部干涸、叶芽枯萎或掉落者。

d) .剪型类植物材料，其形状不显著或损坏原型者。

e) .护根土球不够大、破裂、松散不完整，或偏斜者。

f) .高压苗、插条苗，未经苗圃培养一年以上者。

c.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，抓住主干，用刀划破塑料袋，取出苗木放置于种植穴中。将根系四周的土刮掉 1cm 左右，根系下端的营养土去掉 1/4 左右，剪去下端弯曲根系。将土回填到根系 1/3 时，压实根系四周泥土。苗木栽植后要高出地面 20cm 左右，保证泥土下沉后苗木根颈高于地面，围堰作盘并立即浇足定根水，使根系与土壤紧密结合，水渗后扶正苗木。

d.苗木标准栽植

a).应配合植栽图面所示，先栽植较大主体树木，而后配置小灌木类。

b).植物材料应垂直埋入土中，植深应低于植穴上线 5-10cm 为原则，不得过深过浅，更应考虑新填土壤日久下陷的幅度。

c).种植时植穴底部应先置松土 10-20cm 厚，回填应使用所定分量之肥料混合土，四周土壤应分次埋下，同时灌水充分夯实，夯实时应注意避免伤及根系及护根土球，然后表面再置一层松土，以利吸收水分空气。整理完毕后方可进行浇水。

d).种植的树木应保持直立，不得倾斜，加支撑立柱，现场栽种人

员应注意观赏面的合理朝向。

e.草种播种方法和措施

播种前应对种子进行消毒，杀菌，整地前应进行土壤处理，防治地下害虫。播种时应先浇水浸地，保持土壤湿润，并将表层土耙平整细，用等量沙土与种子拌匀进行撒播，播种后应均匀覆细土 3-5cm 并轻压。播种后应及时喷水，种子萌发前，干旱地区应每天喷水 1-2 次，水点宜细密均匀，浸透土层 8cm-10cm，保持土表湿润。

（3）幼林管护

1）.管理、保护、抚育标准

A、树木花草保养保护期，自全部种植工程完工检验合格起算 3 年（36 个月）。而补植部分自复检合格日起算 1 年（12 个月），补植率按 15%计算，补植 1 次。

B、管理：包括浇水、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，除非雨天，否则应在栽植后一星期内每三天浇水一次，第二星期约七天一次。追肥须在栽植成活后 60 天方可施行，化学肥料则须在成活 3 个月后方可施用。

C、定期查验：每月查验一次，并应作查验记录。

D、苗木检验时发现不符规定者，应立即换植。

2）灌溉措施

造林时或造林后，应及时进行浇灌。为保证新造林地的浇灌，可以根据建设条件建设林地水利设施，采用节水灌溉技术。要注意浇水时间，浇水时间应该根据温度确定，早春气温较低，应该在中午前后浇水，而 4-5 月气温高，晴天阳光暴晒时要避免中午浇水，宜在早上或下午 3 点以后凉爽时浇水。

浇水时水流应细而缓，用直流喷雾水枪，每次应浇透，浇水应遵循少量、多次、均匀原则。待苗出土整齐后，可减少浇水次数，干透再浇，夏季在早晨或日落后，冬季在中午高温时进行。

3）保水措施

造林地块必须采取抗旱保水措施以保证造林成活率，造林后在表面

覆塑料薄膜，造林时浇足定根水每塘 2.5-3.5kg（灌木），放入保水剂，抑制土壤水分的过快蒸发，提高土壤饱和含水量，降低土壤的饱和导水率，从而减缓土壤释放水分的速度，减少土壤水体的渗透和流失，还可刺激苗木根系生长发育。保水剂使用量 25g/塘，并采用薄膜覆盖坑穴。

4）苗木养护

为利于乔灌木的养护，按旱季和雨季对不同植物采取不同的管护措施。

A、旱季养护：工作重点是掌握水分的供给，保证灌木的正常水分要求，注意病虫害的防治。

B、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，避免发生死亡。

5）病虫害防治

A、以预防为主，根据不同病虫害的发生情况对植物进行预防性药物喷洒；

B、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。

6）灌溉工程

A、给水系统

项目区域灌溉根据地块条件，设计为人工浇灌，区域道路交通条件较好，可采用拉水车移动灌溉。

B、水源确定

项目地为矿区植被修复区，充分利用设计的蓄水池，植被灌溉在利用现有蓄水池及排水沟集水的同时，可通过移动式灌溉水车从附近居民区运水至区块，或运至设计的蓄水池补足进行灌溉。

（4）造林竣工验收标准

1）、种植材料、种植土和肥料等均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）、绿化实体交付质量验收标准

A、复垦林地应适于种植当地相似立地类型生长的树种。造林苗木必须符合《云南省主要造林树种苗木》的标准要求，采用I、II级容器苗，没有标准要求的，采用当地造林苗木规格。

B、土层厚度，覆土自然沉实厚度一般不小于 30cm。

C、土壤酸碱度 pH 值应处于 6—8 之间，地形坡度小于 35°，应适合相应树种生长。

D、复垦林地造林成活率当年应大于造林株数的 85%，管护 2-3 年后保存率一般在 80%以上，对于干旱、缺土、陡坡等生态环境脆弱地带，造林成活率在 70%（含）以上。

E、林地恢复治理的其他标准可参照执行《森林土壤测定法》（GB 78（30-92）-87）、《造林技术规程》（GB/T 15776-2016）等林业相关标准。

5.造林合格标准

达到以下造林成活率的小班，为造林合格小班：安宁市年均降水量在 400 ㎜以上，当年造林成活率 85%以上，次年及以后的保存率 80%以上，林分郁闭度在 0.2-0.3 以上，植被盖度在 0.6 以上。

（二）辅助工程

1.矿坑回填区蓄水池

为后期园地灌溉需求，设计沿矿坑回填区周边截洪沟设置蓄水池，共新建 8 个蓄水池，以加强修复区内复垦耕地及复垦林草地的保苗用水及苗木种植，并作为后续灌溉、绿化养护水源储备。蓄水池结构采用 C25 钢筋混凝土结构，尺寸为长×宽×高=5×5×2.5m，蓄水净高度 2m。

2.警示标识牌

为防止牲畜进入生态修复区破坏植被，并确保人员在修复区域内的安全，在生态修复区入口及边坡处设立“生态修复禁止放牧”及“当心坠落”等标识牌，并设置必要的防护网。

标识牌为 70×50cm 的铝板+反光膜材料，底端距离地面 100cm，支撑架采用单根竖直 DN40 镀锌钢管，通过打背条与标识牌进行固定

支撑，支撑架钢管延伸至土体内部 50cm，采用 C20 砼进行基础浇筑，基础尺寸：500×500×500mm。

4.周边防护围栏

防护网采用间隔立柱附网形式，网孔最小规格（mm）75×150；立柱间距 3000mm，预埋入土体 500mm，采用 C20 砼进行基础浇筑，基础尺寸：500×500×500mm。

5.地质环境监测工程

（1）地质稳定性监测

在废渣堆存区废渣堆体上设置 24 个位移观测桩，在矿坑回填区回填堆体上设置 24 个位移观测桩，在两侧上坡高处设置 2 个位移观测基点，共 50 个。施工期监测及完工后 3 个月内实行每月监测一次，遇强暴雨或雨季施工，适当加密监测次数，实行 24 小时专人值守巡视检查。竣工三个月后监测实行雨季期间（5～10 月份）每月监测 1 次，其他月份每季度监测 1 次，平时以巡查、简易监测为主。施工安全监测时长为整个施工期；工程效果监测时长为工程竣工后 3 个水文年。

（2）修复效果监测

对生态修复工作采取的工程措施及生物措施效果进行监测。包括边坡植物生长状态、保证其成活率监测等。主要外围截水沟、挡土墙等。为及时了解整个片区现有工程及治理工程的变化情况，根据区内项目分布情况，确定项目重点监测为边坡稳定性、片区植物及地下水环境监测。根据矿山主要工程设施、存在的主要地质环境问题及治理工程的分布情况，设置工程植被措施监测点 10 个。管理人员兼职监测人员 1 人，对监测点进行监测。

生态修复项目监测工程重点是观察记录灌木的生长情况，包括成活率及修复区整体植被覆盖率等指标，以及树木的长势、株高等具体指标。同时，巡查修复区各斜坡及边坡的稳定情况，并巡视林地的实施效果，以及全区截排水系统（截排水沟、蓄水池等）的运行情况等，监测期设置为 3 年。

（1）工程措施动态监测：对各分项工程措施、数量及其运行效果

实施监测。

（2）对矿坑边坡和回填堆体表及废渣堆存区积区、其它边坡与斜坡等不稳定地质体进行监测，每月至少 1 次，雨季应适当加大频次。

（3）造林作业植被监测：对造林成活率、保存率、郁闭度、覆盖度等进行监测，每年至少 1 次，干旱年应适当加大频次。

（4）水土流失防治责任范围动态监测：施工过程中，施工作业面和弃渣在不断发生变化，防治责任范围随之发生变化，水土流失防治责任范围动态监测是首要任务。

（5）水土流失动态监测：对项目生态修复治理建设期间的水土流失数量做到有据可查，包括各个工作面的侵蚀模数、流失量、径流系数、入渗量等水土流失因子进行实时监测，目的是最终计算和分析整个项目的水土流失量变化。

（6）扰动面积监测：监测扰动面积、记录扰动类型，并进行分类与土壤流失量的观测和分析相结合，确定土壤流失情况。

（3）防渗系统监测

废渣堆存区表层防渗膜铺设完成后，对防渗膜做一次完整性检测，确保顶部防渗完好；矿坑回填区底部防渗膜铺设完成后，对防渗膜做一次完整性检测，确保底部防渗完好，顶部防渗膜铺设完成后，再对防渗膜做一次完整性检测，确保顶部防渗膜完好。同时在矿坑底部设置地下水导排盲沟，监测矿坑地下水是否受到污染。

（三）公用工程

1.给水系统

（1）给水系统

项目区域灌溉根据地块条件，设计为人工浇灌，区域道路交通条件较好，可采用拉水车移动灌溉。

（2）水源确定

项目地为矿区植被修复区，充分利用设计的蓄水池（12 个，其中废渣堆存区 4 个，回填区 8 个），蓄水池结构采用 C25 钢筋混凝土结构，尺寸为长×宽×高=5×5×2.5m，蓄水净高度 2m，植被灌溉在利用现

有蓄水池及排水沟集水的同时，水源优先利用渗滤液处理后达标的尾水。

2.排水

（1）废渣堆存区排水工程包括场地截排水工程和渗滤液导排盲沟，已纳入主体工程内容。

（2）矿坑回填区排水工程包括矿坑底部地下水及渗滤液导排系统、场地截排水工程，已纳入主体工程内容。

（3）废渣场渗滤液、回填区渗滤液、受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水及生活污水处理方式：

1）改性磷石膏回填渗滤液：通过隧洞用管道导排收集至改性磷石膏回填渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3），收集的渗滤液通过水泵提升至新建渗滤液处理站（1 个，设计处理规模 30m^3/h，采用“化学预处理+双极反渗透（RO 膜）”工艺）处理达《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉；

2）废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水：矿区原有废渣堆存区淋滤水通过排渗管道导排至渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=5×5×2.5m，容积 62.5m^3）收集；矿区受污染的地下水通过顶管工艺打通，采用管道导排至地下水收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3）；矿坑修复区坑底雨水过顶管工艺打通，采用管道导排至雨水收集池（1 个，长×宽×高=7m×2m×1.5m=21m^3）；收集的废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水通过水泵提升至容积为 5000m^3 的调节池；再通过水泵提升至已建设污水处理站（1 个，设计处理规模 5000 m^3/d，工艺：一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+钙矾石深度处理）进行处理（出口设置在线监测设施）；污水处理站出水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标

准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L），硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4120m）排入新河；

2）生活污水：2024 年 1 月至 2024 年 9 月：项目现场不设置施工营地，不设置洗手设施，故不产生洗手生活污水；简易厕所配套一体化粪池，沉淀后回用于绿化和周边林地灌溉，不外排；2024 年 10 月至今：建成项目部（施工营地）启用办公和施工管理至今，设置食堂和水冲洗卫生间，配套一体化隔油池、化粪池，沉淀后回用于菜地（项目部种植菜地）、绿化和周边林地、废渣原位风险管控区域覆土绿化灌溉，不外排。

3.供电

本项目用电种类主要有施工用电、正常照明、应急照明和检修照明四种。施工用电、正常照明、检修照明按规范要求确定。应急照明选用带可充电电池的应急灯具。

4.道路工程

矿坑回填材料为无害化处理后的改性磷石膏，磷石膏采用汽车运输方式，建设单位已和云南天安化工有限公司签订了合作框架协议，磷石膏无害化处理及输送工程由合作单位完成，另行立项开展环评等相关工作。

（1）道路设计原则

项目区新建道路以有效连接平台场地、满足通行为直接目标，坚持“以人为本”、贯彻“不破坏就是大保护”及“灵活设计、宽容设计、创作设计”的理念，最大限度地保护生态环境、使公路与沿线自然及社会环境协调相融，最终实现“安全、耐久、节约、和谐”的设计目标。

道路设计需考虑现状地质条件与场地整理后林地分布特征，主要参考一般耕地泥结石道路设计标准，保证新建道路的有效使用。

（2）道路规划设计

为满足施工需要，新建临时场内道路，随工作面分区分期修建，预

估总长度约 2000m。道路面为泥结石路面，宽度 4m，道路纵坡以不超过 10%为原则。路面基层采用 20 cm 厚的碎石，面层采用 20 cm 厚的泥结碎石，用压路机分别在路基、碎石垫层和泥结碎石路面碾压 2～3 遍，压实度以满足实际使用要求为标准。

随着回填标高上升，回填至 2180m 标高时，在矿坑西北侧新建矿区道路，全长 2000m，路面宽 4m，路面基层采用 20 cm 厚的碎石，面层采用 20 cm 厚的泥结碎石，整体坡降 2%，基本可满足场地进场交通及运输要求。

表 2.2.3-17　新建道路设计参数简表

道路编号	长度/m	宽度/m	起止点高程/m	整体坡比	整体坡降/%	整体坡度/°
新建道路	2000	4.0	2190-2200	1:50	2	1.15

（3）路基与路面组合结构

泥结石路面（俗称砂石路）是以碎石及砂石作为骨料、泥土作为填充料和粘结料，经压实修筑成的一种结构。泥结石路面已被我国乡村道路普遍使用，具有丰富的成功经验，其易施工、造价适宜，易维护、破坏后易修补。

新建道路的路面硬化结构垂向设计采用如下：下部为 20cm 厚碎石垫层作为道路基层，上部为 20cm 厚泥结石路面。施工时，将 20cm 厚泥结石路面平均分为两层铺筑，每层 10cm、分别碾压，压实度不得小于 90%，交付使用时泥结石道路抗压强度不得低于 300kPa。路基所用石料等级不宜低于IV级；此外，路基石料级配组合应满足路基碾压密实度不得小于 90%为标准。泥结石路面所用黏土，应具有较高的粘性，塑性指数以 12-15 为宜，黏土内不得含腐殖质或其它杂物。为满足路基和路面结构稳定性，碾压次数不宜低于 4-5 遍。

（四）办公及生活设施

2024 年 1 月至 2024 年 9 月：项目现场不设置施工营地，设置简单的集装箱办公用房，不在施工场地内进行住宿和炊事烹饪，采取在项目场地外送餐至施工现场；2024 年 10 月至今：建成项目部办公用房，并启用办公和施工管理至今，设置食堂和水冲洗卫生间，配套一体化隔油池、化粪池。

（五）环保工程

1.废气治理工程

项目实施期间，产生的废气主要为无组织扬尘、施工机械设备和运输车辆尾气，项目配套洒水车一辆，进行洒水抑尘。

2.废水处理工程

废渣场渗滤液、回填区渗滤液、受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水及生活污水处理方式：

（1）改性磷石膏回填渗滤液：通过隧洞用管道导排收集至改性磷石膏回填渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积13.57m^3），收集的渗滤液通过水泵提升至新建渗滤液处理站（1 个，设计处理规模 30m^3/h，采用“化学预处理+双极反渗透（RO 膜）”工艺）处理达《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉；

（2）废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水：矿区原有废渣堆存区淋滤水通过排渗管道导排至渗滤液收集池（1个，长×宽×高=5×5×2.5m，容积 62.5m^3）收集；矿区受污染的地下水通过顶管工艺打通，采用管道导排至地下水收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3）；矿坑修复区坑底雨水过顶管工艺打通，采用管道导排至雨水收集池（1 个，长×宽×高=7m×2m×1.5m=21m^3）；收集的废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水通过水泵提升至容积为 5000m^3 的调节池；再通过水泵提升至已建设污水处理站（1 个，设计处理规模 5000 m^3/d，工艺：一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+钙矾石深度处理）进行处理（出口设置在线监测设施）；污水处理站出水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L），硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：

硫酸盐≤2500mg/L））后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4120m）排入新河；

（3）生活污水：2024 年 1 月至 2024 年 9 月：项目现场不设置施工营地，不设置洗手设施，故不产生洗手生活污水；简易厕所配套一体化粪池，沉淀后回用于绿化和周边林地灌溉，不外排；2024 年 10 月至今：建成项目部（施工营地）启用办公和施工管理至今，设置食堂和水冲洗卫生间，配套一体化隔油池、化粪池，沉淀后回用于菜地（项目部种植菜地）、绿化和周边林地、废渣原位风险管控区域覆土绿化灌溉，不外排。

（4）应急事故池：为保证渗滤液处理站出水回用系统发生故障时，废水不外排进入地表水环境，设置事故应急池 1 个，容积 3000m^3。

3.噪声防治

在施工过程中，选用低噪设备、合理布局、合理施工、加强设备维护。

4.固体废物处置

（1）生活垃圾要定点收集，定期清理外运，不得随意倾倒。

（2）对施工完成的坡面，应及时地进行护坡处理（如设挡土墙、对坡面夯实、植草等），以防止水土流失。

（3）根据污泥属性鉴别结果，项目产生的污泥不属于危险废物，为第 II 类一般工业固体废物，项目生产过程中产生的污泥经板框压滤机脱水处理后，经密闭车辆运输至污泥临时暂存区，污泥替代石灰用于磷石膏改性，改性磷石膏回填于露天采区矿坑，不外排。

（五）地下水

1.防渗措施

（1）废渣堆体表层防渗

根据现状环境调查，废渣属于 II 类一般工业固体废物，风险管控参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的要求，已对废渣堆体顶部做表层防渗处理，以减少场内表层雨水渗入量，减少渗滤液的产生。

	（2）设置止水帷幕 已在拦挡坝下游冲沟内设置止水帷幕，采用高压旋喷桩+帷幕灌浆方式，渗透系数达到 1×10^{-7}cm/s，帷幕有效宽度≥2m，防止可能的污染地下水往外扩散。 （3）破碎带注浆防渗 已在场地勘测出的断层带位置进行断层破碎带注浆防渗工程，防止渗滤液沿断层破碎带扩散。设计采用高压灌浆方式。 （4）矿坑底部、周边、顶部防渗 矿坑底部防渗层铺设，已在矿坑底部设置 HDPE 防渗膜，通过设置人工防渗系统将矿坑场地基底及岸坡与回填料完全隔离，以达到防渗要求。 沿矿坑边界周边已设置周边截洪沟，截留周边山坡雨水，防止周边雨水进入矿坑，矿坑回填完成并表层防渗覆盖后，表层雨水也导流至截洪沟内，有序导排场区雨水。 矿坑回填体顶部设置防渗层，尽量减少雨水下渗，减少渗滤液的产生。 本项目为矿山环境污染综合治理及生态修复项目，上述防渗措施已纳入主体工程内容。 **（1）防渗漏监控系统** 采用电位差法，使用高密度电法仪检测矿坑内电位，并通过异常电位定位渗漏位置。若防渗层发生破损，及时发现，并采取底部顶穿修复措施。 **3.地下水跟踪监测** 结合项目实际水文地质调查情况，共设置 5 个地下水跟踪监测井，并在地下水导排系统主管出口处地下水收集池作为监测点，对回填区导排地下水进行跟踪监测。按 2024 年的 8 月 8 日起实施《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）中 12.2.4 的要求进行跟踪监测。
总平面及现场	易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目总体规划

布置	分为两个区域进行，一个为废渣堆存区，一个为矿坑修复区，其中废渣堆存区采取原位风险管控的方式进行环境治理及生态修复，矿坑修复区采用矿坑回填边坡反压的方式进行矿坑的治理及生态修复。 废渣堆存区环境污染治理及生态修工程布置包括对废渣堆体边坡进行边坡治理，削坡卸载及在下游建设拦挡坝，确保边坡安全稳定，同时对边坡进行分台修整，利于表层防渗层铺设及表层雨水导排，然后对废渣堆存区表层铺设防渗阻隔层，阻止雨水下渗，减少渗滤液产生。在废渣堆存区周边设置截洪沟，截留周边山坡雨水外排，防止外部雨水冲刷废渣堆体，在周边第四系松散层较厚区域的截洪沟内侧设置止水帷幕，截留外围下渗的雨水，防止外围雨水下渗渗流至废渣堆体内，产生渗滤液；在场地勘测出的断层带位置进行断层破碎带注浆防渗工程，防止渗滤液沿断层破碎带扩散，在废渣堆体下游拦挡坝前设置截渗盲沟，截留废渣堆体产生的渗滤液，导排至渗滤液收集池。对渗滤液下渗产生的浅层地下水，在拦挡坝后冲沟内设置止水帷幕，确保截留污染地下水，在止水帷幕前设置集水井，收集浅层地下水导流至渗滤液收集池；对废渣堆存区及周边裸露地表进行生态修复，采用生态重建方式进行土壤重构、植被重建，并根据场地情况进行复垦，复垦为园地和林地。 采空区（采坑）环境污染治理及生态修复首先对矿坑周边滑坡体及不稳定边坡进行治理，清除危岩体、滑坡体清理修整，边坡削坡卸载，保证矿坑边坡安全，然后对矿坑底部的污泥进行固化稳定化，保证矿坑底部污泥的安全、环保、稳定，再对矿坑底部及边坡铺设防渗层，对边坡进行封闭，减少边坡暴露，防止边坡岩土风化及氧化。矿坑环境风险管控住之后，对矿坑进行回填，回填体对边坡形成反压，确保边坡安全。根据场地水文地质勘察，矿坑周边地下水向矿坑补给，矿坑内地下水及回填体渗滤液需要及时导排，设计在矿坑底泥固化稳定化之后的顶部标高位置设置地下水导排系统及渗滤液导排系统，沿矿坑底部设置纵横地下水导排盲沟，敷设防渗膜后，在回填体下部设置渗滤液导排盲沟，盲沟内汇集的地下水通过在矿坑侧边开挖一条排水隧洞，导排至坑外，在隧洞出口设渗滤液收集池和地下水收集池。为分隔地下水及回填渗滤液，在矿坑底部设置防渗层。沿回填边界设置截洪沟，截留周边雨水外

	排，同时在回填体表层设置防渗阻隔层，防止雨水下渗。在防渗阻隔层上覆土植被，进行生态修复，采用生态重建方式进行土壤重构、植被重建，并根据场地情况进行复垦，复垦为园地。 项目总平面布置图见附图 5。
施工方案	**一、施工时序** **（一）废渣堆存区环境治理及生态修复施工工序** 项目于 2024 年 1 月 2 日开工建设；项目已完成废渣堆体削坡整形施工、拦挡坝施工、拦渣坝下游止水帷幕施工、渗滤液导排盲沟施工、HDPE 膜施工，2024 年 11 月完成废渣堆存区环境污染治理，废渣堆存区原位风险管控覆土，并完成种植绿化。 **（二）采空区（采坑）环境污染治理及生态修复施工工序** 矿坑修复区已完成矿坑底部沉积污泥及废渣固化稳定化；已完成矿坑滑坡体及不稳定边坡治理并设置安全平台；已完成坑底地下水导排盲沟建设，满足 II 类场地下水导排系统建设要求；已完成矿坑底部粘土层和防渗层铺设；已完成防渗层上沿坑底及中间设置渗滤液导排盲沟铺设；已沿矿坑边界周边设置周边截洪沟，截留周边山坡雨水，防止周边雨水进入矿坑；项目截至 2026 年 7 月矿坑改性磷石膏回填量共计 3763989.49t（256.054 万 m^3），剩余可回填改性磷石膏填埋量：3693.916 万 m^3，待矿坑回填区回填标高 2065-2210m，待回填高度 145m。 后期需开展工作主要有以下几个： （1）矿坑回填，矿坑采用外运磷石膏等满足矿坑回填的生态修复材料进行回填，反压矿坑边坡，回填时回填料进行分层碾压压实。 （2）矿坑回填体顶部设置防渗层，尽量减少雨水下渗，减少渗滤液的产生。 （9）表层防渗层铺设完成后，对表层进行覆土复绿，结合后期复垦要求，覆盖 500mm 压实土层及 300mm 耕植土层，复垦为园地的种植高原特殊中草药，复垦为林地的播撒草籽及种植小型灌木，由于表层采用 HDPE 防渗膜进行了防渗，故不种植乔木。 （3） 矿坑回填完成，最终回填区外仍然存在部分边坡，需要对其

进行治理，采取边坡清理整平，进行挂网喷浆，喷播复绿的方式，同时在边坡上下种植爬藤植物。

（4）在场地下游，新建渗滤液处理站（1 个，设计处理规模 30m³/h，采用“化学预处理+双极反渗透（RO 膜）”工艺）对改性磷石膏回填渗滤液进行处理，处理满足《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉。

（5）对已建污水处理站进行改造，工艺由一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）改造为：工艺：一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+钙矾石深度处理。

二、“三场”设置及施工布局

（1）本项目为矿山环境污染综合治理及生态修复工程，项目不设置弃渣场。

（2）本项目覆土来源于安宁天发磷业有限公司磷矿开采表层剥离土，建设单位已与安宁天发磷业有限公司签订了绿化覆土外购调运综合利用协议（见附件 10）。在外购覆土入场前，需进行成分分析，确保覆土环境质量低于低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值。本项目不设置取土场。

（3）根据现场施工条件，设置临时施工场地，施工结束后，施工场地位于生态修复区范围内，施工结束后，按照生态修复实施方案，开展生态修复。施工场地布局如下：

（一）施工区域划分

将整个施工现场按照不同的工作区域进行划分，包括主体施工区、辅助施工区、材料堆放区、设备作业区等。矿坑修复区采用矿坑回填边坡反压的方式进行矿坑的治理及生态修复。

（二）交通通道规划

规划合理的交通通道，以便施工人员和设备的出入。确保通道的宽度和通行能力，以保证施工作业的顺利进行。

为满足施工需要，已设置临时场内道路，随工作面分区分期修建，

长度约 2000m。道路面为泥结石路面，宽度 4m，道路纵坡 5%。路面基层采用 20 cm 厚的碎石，面层采用 20 cm 厚的泥结碎石，用压路机分别在路基、碎石垫层和泥结碎石路面碾压 2～3 遍。

（三）施工设备布置

根据施工工序的需要，确定不同工作区域所需的施工设备，并合理布置。

表 2.4-1　生态修复材料运输与干堆主要设备表

序号	设备名称	型号	单位	数量
1	汽车	15t	辆	100
2	装载机	3m³	台	8
3	压路机	10t	台	3
3	挖掘机	1m³	台	5

（四）材料堆放位置

根据施工工序的需要，确定不同材料的堆放位置。

回填区无害化处理后的改性磷石膏回填方式为干堆，要求无害化处理后的改性磷石膏入场含水率小于 25%。从场地西侧至东侧分层碾压回填，无害化处理后的改性磷石膏运至回填区内，通过配套推土机、压路机、挖掘机等机械设备予以分区、分层碾压堆存，分层厚度≤1.0m，具体分层厚度和碾压遍数根据碾压试验确定，达到影响稳定区域压实度 0.92，其余区域压实度 0.85。外坡每 10m 高差分一层，修整外坡坡比 1:2.5，再留置层间平台，宽度 15m，总坡比控制 1:4，场内滩面平整坡度按 1-2%控制，西侧尾部高，东侧低。

进入回填区的无害化处理后的改性磷石膏，应均匀有序卸料，并用装载机或推土机进行整平，分层碾压，分层厚度 0.5-1.0m。

回填过程中，应严格按照有关规范、标准及技术要求予以进行，尽可能消除安全隐患。场内采用分区排放、分区晾晒的方式，无害化处理后的改性磷石膏堆积过程中需一边堆积一边整平，整平的区域及时碾压夯实。

（五）施工安全

考虑到施工中的安全风险，施工布局设计应充分考虑施工人员的安全。

1）堆筑过程中，机械间交替作业，应保证各机械间最低安全距离，

保证各工序有序进行操作。

2）汽车堆排作业时，应有专人指挥，指挥人员应经过培训，并经考核合格后上岗工作。非作业人员不应进入堆排作业区，凡进入作业区的工作人员、车辆、工程机械应服从指挥人员的指挥。

3）进入作业区内的人员、车辆服从指挥；非作业人员未经允许不得进入排土作业区；无关人员不得进入；

4）汽车与排土工作面距离小于 200m 时，车速不大于 15km/h；与坡顶线距离小于 50m 时，车速不大于 8km/h；

5）重车卸载时的倒车速度不大于 5km/h；

6）能见度小于 30m 时停止排土作业。

7）公路外侧设置安全车挡，安全车挡采用土石堆筑，高度不小于车轮直径的 1/2，顶宽不小于车轮直径的 1/4，底宽不小于车轮直径的 3/4。安全土档顶宽 0.3m，底宽 1.5m，净高 0.8m。

8）确保人员在修复区域内的安全，在生态修复区入口及边坡处设立“生态修复禁止放牧”及“当心坠落”等标识牌，并设置必要的防护网。

（六）施工临时设施安排

包括施工现场的临时办公室、生活设施、临时供电、供水等。根据工期和施工队伍的规模，合理安排这些临时设施，为施工人员提供良好的工作和生活条件。

临时设施布置以少占地和投资少，方便施工为原则，充分利用现有道路和民房， 以减少临时工程量。为尽快开展施工工作面，首批人员进场后，立即着手修建临时工 程，做到“三通一平”，即路通、水通、电通、场地平，临时工程所需的材料就近采购，并保证满足工程需要。

四、施工人员及堆填制度

项目施工期高峰施工人员约 30 人，2024 年 10 月至今：建成项目部（施工营地）启用办公和施工管理至今，设置食堂和水冲洗卫生间，配套一体化隔油池、化粪池，施工人员均在施工场地内进行食宿。

生态修复设计生态修复材料回填作业制度采用每天二班（夜间不作业），每班 7 小时，年工作 300 天。

	五、建设周期 综合考虑前期工作，现场施工、后期维护工作要求，结合两个区域的不同治理措施，项目考虑分期建设，项目总计施工及管护期 5 年。
其他	无

三、生态环境现状、保护目标及评价标准

生态环境现状

3.1 生态环境现状

3.1.1 云南省主体功能区规划

根据《云南省人民政府关于印发云南省主体功能区规划的通知》云政发〔2014〕1 号），《云南省主体功能区规划》将云南省国土空间按照开发方式分为重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域 3 类主体功能区；按开发内容分为城市化地区、农产品生产区和重点生态功能区；按层级分为国家和省级两个层面。

本项目位于安宁市八街街道杨兴庄村，项目所在的安宁市位于国家层面重点开发区，本项目在《云南省主体功能区规划》中的位置见附图。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。

项目属于矿山环境污染综合治理及生态修复项目，项目实施后，有利于改善区域环境质量，恢复矿山生态环境。

综上：项目建设与《云南省主体功能区规划》功能定位不冲突。

3.1.2 云南省生态功能区划

本项目位于安宁市，本项目在《云南省生态功能区区划》中的位置见附图 42。根据《云南省生态功能区区划》，本项目所在区域属于“III高原亚热带北部常绿阔叶林生态区”-“III1 滇中高原谷盆半湿润常绿阔叶林、暖性针叶林生态亚区”-“III1-7 禄劝、武定河谷盆地农业生态功能区”。该生态功能区的主要特征是滇中红岩高原与滇东石灰岩山地的交错地带，以河谷盆地地貌为主，降雨量 900-1000 毫米。现存植被以云南松林为主，主要土壤类型为红壤和紫色土，主要生态环境问题为：土地垦殖过度存在的土地质量和数量的下降；土壤生态敏感性为土地退化和农业生态环境恶化的潜在威胁，主要生态系统服务功

能为：生态农业建设，保障昆明城市发展的农副产品供应，保护措施为：保护农田环境质量，改进耕作方式，推行清洁生产，防止农田农药化肥污染。

项目为矿山环境污染综合治理及生态修复项目，本项目对易门箐铁矿矿山开采遗留环境污染进行治理，对矿产开采造成的生态破环进行生态修复，项目完成后，可改善矿区水环境质量，恢复矿区生态植被，根据《实施方案》，复垦园地面积合计 852711.50m²（1279.07 亩），造林面积共 181541.80m²（272.31 亩），工程建设有利于改善区域的生态环境条件。

因此，工程建设本符合云南省生态功能区划的要求。

3.1.3 生态环境现状

3.1.3.1 植被类型

矿区周边植被属干热河谷植被，多为乔木及乔、灌混合林，群落高 2-6m，群落总盖度 85%左右，乔木层盖度 50%；以云南松为优势，灌木层主要为滇青冈、厚皮香、水红木、山茶、水冬瓜等，草本层有紫茎泽兰、蔊草、白茅、千里、旱茅、野古草等。根据实地调查和查阅相关研究资料，项目区未发现有国家和省级重点保护野生植物。在矿区下游分布有大量耕地，主要种植玉米、玫瑰花、果树等植物。

因矿山开采，本项目区原生地表植被已受破坏，使该区域内地表大部分植被消失。在历年中央环保督察整改工作中，安宁市对易门箐矿区开展多次绿植，部分区域植被覆盖，其余未覆土基岩或渣体裸露区域；

本项目于 2024 年 1 月 2 日开工建设；2024 年 11 月完成废渣堆存区环境污染治理，废渣堆存区原位风险管控覆土，并完成种植绿化；由于矿坑修复区坑底底部污泥较多，施工期现场采用底泥固化和挤密桩的形式进行加固后铺设 80cm 厚黏土覆盖层，并布设两布一膜防渗结构，回填磷石膏开始标高为 2032m；2024 年 2 月，施工单位开始矿坑改性磷石膏回填；截至 2026 年 7 月矿坑改性磷石膏回填量共计 3763989.49t，根据《地基与基础工程检验检测报告》（报告编号：YNZJZ-2024-P2102-0132-3），其碾压压实最大干密度值为 1.47t/m³（1.47g/cm³），对应压实回填总体积约为 256.054 万 m³，已矿坑回填区回填标高 2032-2065m，已回填高度 33m；项目剩余可回填改性磷石膏回填量：3693.916 万 m³，待矿坑回填区回填标高 2065-2210m，待回填高度 145m；

现阶段正进行矿坑回填区改性磷石膏回填。

3.1.3.2 动物分布

调查结果表明：评价区内的土地已经被长期开发利用，植被均为反复利用后的次生类型。区域内植被多数为灌丛草坡和旱地作物。从植被和生境条件看，缺乏大型兽类、鸟类的隐蔽地、栖息地和生活场所，一些野生动物可能已遭到地区性灭绝而迁徙异地，远离人为活动区，因此，基本可以排除在评价范围内有大型野生动物分布的可能。评价区内主要为小型动物分布多，尤其是啮齿类动物较多，从实地调查和访问当地村民，常见的有小松鼠、黄胸鼠、社鼠、野鸡、竹鸡等。

项目区域无列入国家和省级保护的野生动物，也不涉及国家和省重点保护动物的主要迁徙通道。矿区由于植被覆盖率低，基本无动物活动迹象。

3.1.3.3 水生生物

由于渗滤液收集池、易门箐水库长期呈酸性、强酸性，富含大量铁、锰等重金属，矿区基本无水生生物。

3.1.3.4 土地利用现状

（1）土地利用现状

1）矿区内土地利用现状

据统计安宁市易门箐铁矿矿山生态修复项目，生态修复范围共计1026838.62m^2（1540.26 亩），依据安宁市第三次国土调查数据，按照《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）对安宁易门箐铁矿矿区土地使用类型进行分类，矿区共计涉及 5 类土地利用类别，如图 3.1.3-2 所示，包括采矿用地、乔木林地、灌木林地、其他林地、坑塘水面（渗滤液收集池），不同用地类型面积统计详见表 3.1.3-1，其中采矿用地 905892.26m^2，占比 88.22%；乔木林地 79535.28 m^2，占比 7.75%；灌木林地 34078.06 m^2，占比 3.32%；其他林地 3886.89 m^2，占比 0.38%；坑塘水面 3446.13 m^2，占比 0.34%。

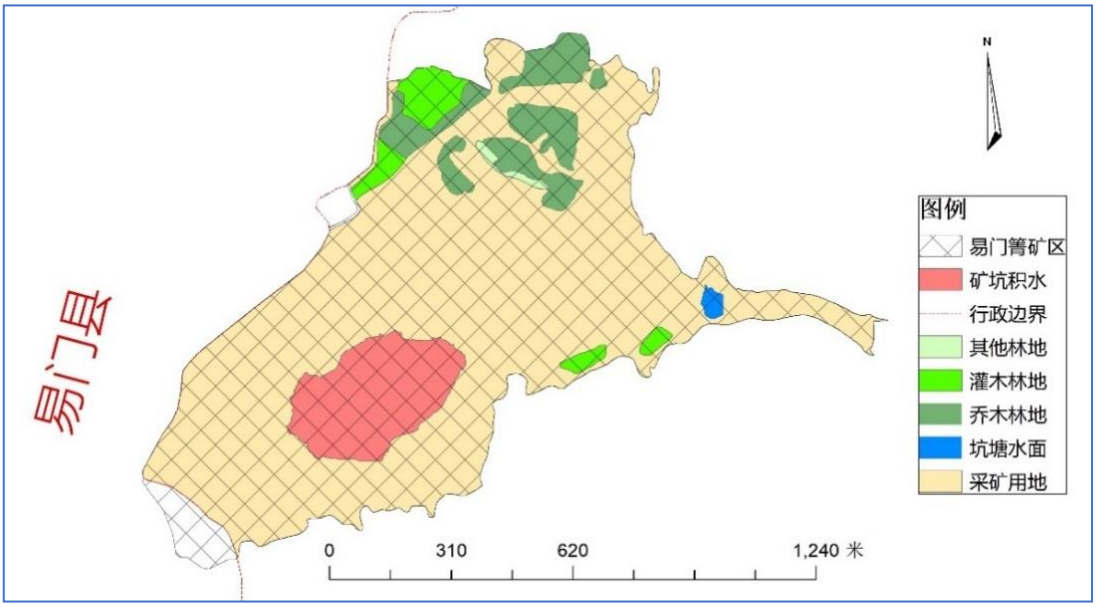


图 3.1.3-2　易门箐铁矿矿区土地利用现状图

表 3.1.3-1　易门箐铁矿土地使用类型

序号	土地类型	面积（m^2）	占比（%）
1	采矿用地	905892.26	88.22
2	乔木林地	79535.28	7.75
3	灌木林地	34078.06	3.32
4	其他林地	3886.89	0.38
5	坑塘水面	3446.13	0.34
合计		**1026838.62**	**100**

2）周边土地利用现状

易门箐矿区周边土地土地利用现状如图 3.1.3-3 所示，矿区周边土地利用现状主要为乔木林地、灌木林地、内陆滩涂、水库水面、内陆滩涂。

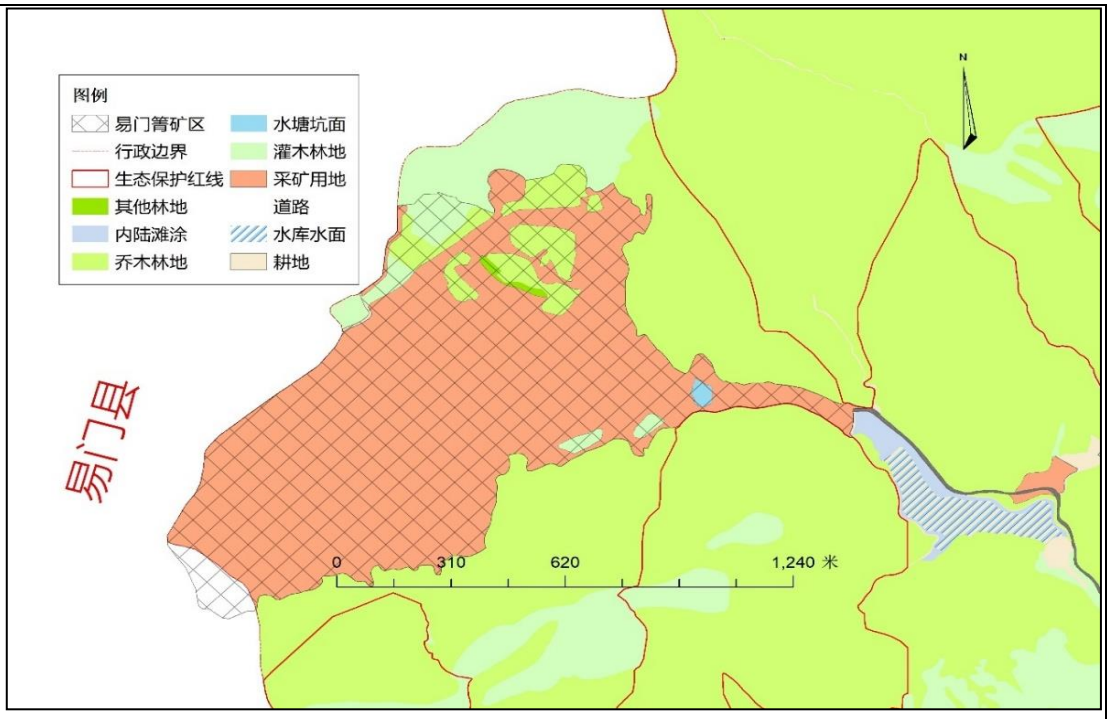


图 3.1.3-3　易门箐铁矿矿区周边土地利用现状图

3.1.3.5 地质灾害现状

根据原环评阶段现场踏勘情况：整个矿坑区域共发育有四处滑坡及一处不稳定斜坡，共计 28 个地质及灾害点。

根据业主提供的环境监理报告及相关资料：项目于 2024 年 1 月 2 日开工建设；2024 年 11 月完成废渣堆存区环境污染治理，废渣堆存区原位风险管控覆土，并完成种植绿化。矿坑修复区已完成矿坑底泥固化稳定化施工、强夯挤密桩基础处理、矿坑底部防渗、矿坑外围边坡治理、矿坑边坡防渗、地下水及渗滤液导排系统和收集系统建设。

施工单位已对滑坡坡面、地表清理平整并修复，无局部隐患；施工单位已对不稳定边坡凸起、危岩进行清理，将坡面、地表清理平整，无局部隐患。

3.1.6 地表水环境现状

项目评价区地表水体为易门箐水库、杨兴庄水库、新河、鸣矣河，易门箐水库汇入杨兴庄水库，杨兴庄水库汇入新河，新河流入八街河（鸣矣河八街段），鸣矣河流入螳螂川。项目区地表水体位于鸣矣河车木河水库坝址~入螳螂川口段，根据《云南省水功能区划（2014 年修订）》和《昆明市和滇中产业新区水功能区划（2011~2030 年）》，鸣矣河（车木河水库出口-入螳螂川口）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。易门箐水库、杨兴庄水库、新河未进行水环境功能区划，易门箐水库因受

矿区渣场渗滤液的影响，现状无利用功能；杨兴庄水库、新河利用功能为农业灌溉。

因此，易门箐水库、杨兴庄水库、新河、八街河（鸣矣河八街段）参照执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准。

本项目为矿山环境污染综合治理及生态修复项目，改性磷石膏回填渗滤液通过隧洞用管道导排收集至改性磷石膏回填渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3），收集的渗滤液通过水泵提升至新建渗滤液处理站（1 个，设计处理规模 30m^3/h，采用“化学预处理+双极反渗透（RO 膜）”工艺）处理达《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉；矿区原有废渣堆存区淋滤水通过排渗管道导排至渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=5×5×2.5m，容积 62.5m^3）收集；矿区受污染的地下水通过顶管工艺打通，采用管道导排至地下水收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3）；矿坑修复区坑底雨水过顶管工艺打通，采用管道导排至雨水收集池（1 个，长×宽×高=7m×2m×1.5m=21m^3）；收集的废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水通过水泵提升至容积为 5000m^3 的调节池；再通过水泵提升至已建设污水处理站（1 个，设计处理规模 5000 m^3/d，工艺：一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+钙矾石深度处理）进行处理（出口设置在线监测设施）；污水处理站出水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L），硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4120m）排入新河。

本环评引用昆明市生态环境局于 2025 年 6 月 6 日公布的《2024 年度昆明市生态环境状况公报》和地表水环境质量现状监测数据，对项目涉及的地表水环境现状进行评价。

3.6.1.1 地表水环境状况公报情况

根据昆明市生态环境局于2025年6月6日公布的《2024年度昆明市生态环境状况公报》：螳螂川一普渡河（滇池出湖河流）与2023年相比，螳螂川干流段的中滩闸门、小鱼坝桥、富民大桥断面水质类别保持V类不变，青龙峡、温泉大桥断面水质类别由V类上升为IV类；普渡河段的普渡河桥断面水质类别由III类下降为IV类，尼格水文站断面水质类别保持II类不变。

鸣矣河属于螳螂川支流，鸣矣河水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准。

3.6.1.2 项目现状地表水环境质量调查

2026年4月26日—2026年4月28日，环评单位委托云南鼎祺检测有限公司对地表水进行现状监测。

（1）监测点位及监测项目

表3.1.6-1 项目现状监测点位布置及监测项目基本信息

序号	采样点编号	采样点位置	2000坐标			监测项目
			X	Y	高程（m）	
1	SW1	易门箐水库上游（易门箐汇入水库处）	530225.5	2731907.0	2011.1	水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、BOD5、氨氮、总磷、铜、锌、氟化物（以F-计）、硒、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、铍、锰、镍、全盐量、硫酸盐、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群，共28项
2	SW2	易门箐水库（水库大坝处水面）	530782.8	2731570.7	2007.5	
3	SW3	杨兴庄水库上游（桫杉小河、易门箐汇合处）	531444.4	2730027.7	1933.3	
4	SW4	杨兴庄水库（水库大坝处）	532167.0	2729691.0	1942.5	
5	SW5	月照屯处新河-八街河（鸣矣河）交汇点下游	536942.8	2728380.1	1882.0	

表3.1.6-2 项目引用入河排污口现状监测点位布置基本信息

序号	采样点编号	采样点位置	2000坐标			监测项目
			X	Y	高程（m）	
1	W1	排污口上游10米	102°19'21.1252"	24°40'08.4569"	1912.0	水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、BOD_5、氨氮、总磷、铜、锌、氟化物（以F-计）、硒、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、铍、锰、镍、全盐量、硫酸盐、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫
2	W2	新河汇入鸣矣河前50米	102°21'41.1484"	24°38'59.7712"	1895.0	
3	W3	鸣矣河（新河与鸣矣河交汇口	102°21'43.0439"	24°38'58.1067"	/	

		处上游100m）				化物、粪大肠菌群，共 28 项

3.监测时间及频次：连续监测 3 天，每天监测 1 次；

4 监测结果：

表 3.1.6-3　SW1：易门箐水库上游（易门箐汇入水库处）现状监测结果

采样时间	2026 年 4 月 26 日	2026 年 4 月 27 日	2026 年 4 月 28 日	**GB3838-2002-IV 类标准限值**	**达标情况**
采样点位	SW1：易门箐水库上游（易门箐汇入水库处）				
样品编号	202604720-DB- 1-1-1	202604720-DB- 1-2-1	202604720-DB- 1-3-1		
监测指标	/	/	/		
水温（℃）	14.1	13.9	14.0	/	/
pH 值（无量纲）	**4.1**	**4.3**	**4.5**	**6～9**	**超标**
溶解氧（mg/L）	6.2	5.8	6.0	≥3	达标
高锰酸盐指数（mg/L）	7.3	7.1	7.5	≤10	达标
化学需氧量（mg/L）	27	28	26	≤30	达标
五日生化需氧量（mg/L）	4.0	3.8	4.3	≤6	达标
氨氮（mg/L）	0.234	0.255	0.225	≤1.5	达标
总磷（mg/L）	0.01L	0.01L	0.01L	≤0.1	达标
氟化物（mg/L）	1.10	1.09	1.07	≤1.5	达标
六价铬（mg/L）	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.05	达标
氰化物（mg/L）	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.2	达标
挥发酚（mg/L）	0.0003L	0.0003L	0.0003L	≤0.01	达标
石油类（mg/L）	0.03	0.03	0.02	≤0.5	达标
阴离子表面活性剂（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	≤0.3	达标
硫化物（mg/L）	0.003L	0.003L	0.003L	≤0.5	达标
粪大肠菌群（MPN/L）	2.6×10^{2}	3.1×10^{2}	3.2×10^{2}	≤20000	达标
硫酸盐（mg/L）	**282**	**272**	**278**	-	-
锰（mg/L）	**8.10**	**8.10**	**8.09**	-	-
铜（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	≤1.0	达标
锌（mg/L）	0.73	0.73	0.69	≤2.0	达标
镉（mg/L）	1×10^{-4}L	1×10^{-4}L	1×10^{-4}L	≤0.005	达标
铅（mg/L）	1×10^{-3}L	6×10^{-3}	1×10^{-3}L	≤0.05	达标
砷（mg/L）	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	≤0.1	达标
汞（mg/L）	1.30×10^{-3}	1.20×10^{-3}	1.20×10^{-3}	≤0.001	达标
硒（mg/L）	3.0×10^{-3}	2.1×10^{-3}	2.6×10^{-3}	≤0.02	达标
镍（mg/L）	5×10^{-3}L	5×10^{-3}L	5×10^{-3}L	/	/

铍（mg/L）	2×10^{-5}L	2×10^{-5}L	2×10^{-5}L	/	/
全盐量（mg/L）	6212	5994	6205	/	/
注：“检出限+L”表示检测结果低于方法检出限。					

易门箐水库上游（SW1）监测指标：pH、硫酸盐、锰超出《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值，其他监测指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值。

表 3.1.6-4　SW2：易门箐水库（水库大坝处水面）监测结果

采样时间	2026年4月26日	2026年4月27日	2026年4月28日	**GB3838-2002-IV类标准限值**	**达标情况**
采样点位	SW2：易门箐水库（水库大坝处水面）				
样品编号	202604720-DB- 2-1-1	202604720-DB- 2-2-1	202604720-DB- 2-3-1		
监测指标	/	/	/		
水温（℃）	14.2	14.0	14.2	/	/
pH 值（无量纲）	**3.6**	**3.8**	**3.7**	**6～9**	**超标**
溶解氧（mg/L）	4.3	4.7	4.4	≥3	达标
高锰酸盐指数（mg/L）	5.2	5.4	5.3	≤10	达标
化学需氧量（mg/L）	25	24	24	≤30	达标
五日生化需氧量（mg/L）	3.8	3.6	3.5	≤6	达标
氨氮（mg/L）	0.177	0.170	0.187	≤1.5	达标
总磷（mg/L）	0.01L	0.01L	0.01L	≤0.1	达标
氟化物（mg/L）	1.24	1.22	1.24	≤1.5	达标
六价铬（mg/L）	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.05	达标
氰化物（mg/L）	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.2	达标
挥发酚（mg/L）	0.0003L	0.0003L	0.0003L	≤0.01	达标
石油类（mg/L）	0.02	0.02	0.03	≤0.5	达标
阴离子表面活性剂（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	≤0.3	达标
硫化物（mg/L）	0.003L	0.003L	0.003L	≤0.5	达标
粪大肠菌群（MPN/L）	4.5×10^{2}	3.9×10^{2}	3.8×10^{2}	≤20000	达标
硫酸盐（mg/L）	237	242	235	-	-
锰（mg/L）	**7.37**	**7.14**	**7.11**	**-**	**-**
铜（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	≤1.0	达标
锌（mg/L）	0.16	0.17	0.17	≤2.0	达标
镉（mg/L）	1×10^{-4}L	1×10^{-4}L	1×10^{-4}L	≤0.005	达标
铅（mg/L）	1×10^{-3}L	1×10^{-3}L	1×10^{-3}L	≤0.05	达标
砷（mg/L）	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	≤0.1	达标
汞（mg/L）	5.3×10^{-4}	5.3×10^{-4}	5.7×10^{-4}	≤0.001	达标

硒（mg/L）	3.6×10^{-3}	3.5×10^{-3}	3.6×10^{-3}	≤0.02	达标
镍（mg/L）	5×10^{-3}L	5×10^{-3}L	5×10^{-3}L	/	/
铍（mg/L）	2×10^{-5}L	2×10^{-5}L	2×10^{-5}L	/	/
全盐量（mg/L）	3444	3485	3321	/	/
注：“检出限+L”表示检测结果低于方法检出限。					

易门箐水库监测指标：pH、锰超出《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值，其他监测指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值。

表 3.1.6-5　SW3：杨兴庄水库上游（桫杉小河、易门箐汇合处）监测结果

采样时间	2026 年 4 月 26 日	2026 年 4 月 27 日	2026 年 4 月 28 日	**GB3838-2002-IV 类标准限值**	**达标情况**
采样点位	SW3：杨兴庄水库上游（桫杉小河、易门箐汇合处）				
样品编号	202604720-DB- 1-1-1	202604720-DB- 1-2-1	202604720-DB- 1-3-1		
监测指标	/	/	/		
水温（℃）	14.1	14.1	14.1	/	/
pH 值（无量纲）	**5.1**	**5.3**	**5.5**	**6～9**	**超标**
溶解氧（mg/L）	6.8	6.6	5.7	≥3	达标
高锰酸盐指数（mg/L）	8.2	7.8	8.0	≤10	达标
化学需氧量（mg/L）	28	29	27	≤30	达标
五日生化需氧量（mg/L）	4.5	4.6	4.5	≤6	达标
氨氮（mg/L）	0.552	0.562	0.542	≤1.5	达标
总磷（mg/L）	0.01L	0.01L	0.01L	≤0.1	达标
氟化物（mg/L）	1.37	1.30	1.37	≤1.5	达标
六价铬（mg/L）	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.05	达标
氰化物（mg/L）	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.2	达标
挥发酚（mg/L）	0.0003L	0.0003L	0.0003L	≤0.01	达标
石油类（mg/L）	0.02	0.03	0.03	≤0.5	达标
阴离子表面活性剂（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	≤0.3	达标
硫化物（mg/L）	0.003L	0.003L	0.003L	≤0.5	达标
粪大肠菌群（MPN/L）	3.0×10^{2}	3.1×10^{2}	3.8×10^{2}	≤20000	达标
硫酸盐（mg/L）	**326**	**323**	**320**	-	-
锰（mg/L）	**6.60**	**6.37**	**6.39**	-	-
铜（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	≤1.0	达标
锌（mg/L）	0.57	0.57	0.60	≤2.0	达标
镉（mg/L）	2×10^{-4}	2×10^{-4}	2×10^{-4}	≤0.005	达标

铅（mg/L）	1×10^{-3}L	1×10^{-3}L	1×10^{-3}L	≤0.05	达标
砷（mg/L）	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	≤0.1	达标
汞（mg/L）	1.29×10^{-3}	1.24×10^{-3}	1.26×10^{-3}	≤0.001	达标
硒（mg/L）	1.2×10^{-3}	1.2×10^{-3}	1.2×10^{-3}	≤0.02	达标
镍（mg/L）	5×10^{-3}L	5×10^{-3}L	5×10^{-3}L	/	/
铍（mg/L）	2×10^{-5}L	2×10^{-5}L	2×10^{-5}L	/	/
全盐量（mg/L）	3792	3681	3714	/	/
注：“检出限+L”表示检测结果低于方法检出限。					

杨兴庄水库上游监测指标：pH、硫酸盐、锰超出《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值，其他监测指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值。

表 3.1.6-6　SW4：杨兴庄水库（水库大坝处）监测结果

采样时间	2026 年 4 月 26 日	2026 年 4 月 27 日	2026 年 4 月 28 日	**GB3838-2002-IV 类标准限值**	**达标情况**
采样点位	SW4：杨兴庄水库（水库大坝处）				
样品编号	202604720-DB- 1-1-1	202604720-DB- 1-2-1	202604720-DB- 1-3-1		
监测指标	/	/	/		
水温（℃）	14.3	14.2	14.3	/	/
pH 值（无量纲）	**5.2**	**5.5**	**5.4**	**6～9**	**超标**
溶解氧（mg/L）	7.0	6.5	6.3	≥3	达标
高锰酸盐指数（mg/L）	4.3	4.5	4.2	≤10	达标
化学需氧量（mg/L）	20	19	21	≤30	达标
五日生化需氧量（mg/L）	3.1	2.9	3.2	≤6	达标
氨氮（mg/L）	0.167	0.161	0.172	≤1.5	达标
总磷（mg/L）	0.01L	0.01L	0.01L	≤0.1	达标
氟化物（mg/L）	0.28	0.27	0.24	≤1.5	达标
六价铬（mg/L）	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.05	达标
氰化物（mg/L）	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.2	达标
挥发酚（mg/L）	0.0003L	0.0003L	0.0003L	≤0.01	达标
石油类（mg/L）	0.04	0.04	0.03	≤0.5	达标
阴离子表面活性剂（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	≤0.3	达标
硫化物（mg/L）	0.003L	0.003L	0.003L	≤0.5	达标
粪大肠菌群（MPN/L）	4.1×10^{2}	3.6×10^{2}	3.6×10^{2}	≤20000	达标
硫酸盐（mg/L）	111	116	107	-	-
锰（mg/L）	0.02	0.02	0.01	-	-
铜（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	≤1.0	达标

锌（mg/L）	0.57	0.55	0.57	≤2.0	达标
镉（mg/L）	1.0×10^{-3}	9×10^{-4}	8×10^{-4}	≤0.005	达标
铅（mg/L）	6×10^{-3}	6×10^{-3}	7×10^{-3}	≤0.05	达标
砷（mg/L）	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	≤0.1	达标
汞（mg/L）	4.3×10^{-4}	4.4×10^{-4}	4.0×10^{-4}	≤0.001	达标
硒（mg/L）	5×10^{-4}	7×10^{-4}	7×10^{-4}	≤0.02	达标
镍（mg/L）	5×10^{-3}L	5×10^{-3}L	5×10^{-3}L	/	/
铍（mg/L）	2×10^{-5}L	2×10^{-5}L	2×10^{-5}L	/	/
全盐量（mg/L）	1677	1691	1611	/	/
注：“检出限+L”表示检测结果低于方法检出限。					

杨兴庄水库监测指标：pH 超出《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值，其他监测指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值。

表 3.1.6-7　SW5：月照屯新河-八街河（鸣矣河）交汇点下游监测结果

采样时间	2026 年 4 月 26 日	2026 年 4 月 27 日	2026 年 4 月 28 日	**GB3838-2002-IV 类标准限值**	**达标情况**
采样点位	SW5：月照屯新河-八街河（鸣矣河）交汇点下游				
样品编号	202604720-DB- 1-1-1	202604720-DB- 1-2-1	202604720-DB- 1-3-1		
监测指标	/	/	/		
水温（℃）	14.2	14.1	14.1	/	/
pH 值（无量纲）	6.8	7.0	6.8	6～9	达标
溶解氧（mg/L）	6.5	7.1	6.5	≥3	达标
高锰酸盐指数（mg/L）	5.0	4.9	4.8	≤10	达标
化学需氧量（mg/L）	23	25	22	≤30	达标
五日生化需氧量（mg/L）	3.6	3.8	3.7	≤6	达标
氨氮（mg/L）	0.087	0.077	0.102	≤1.5	达标
总磷（mg/L）	0.17	0.13	0.15	≤0.3	达标
氟化物（mg/L）	0.29	0.28	0.30	≤1.5	达标
六价铬（mg/L）	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.05	达标
氰化物（mg/L）	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.2	达标
挥发酚（mg/L）	0.0003L	0.0003L	0.0003L	≤0.01	达标
石油类（mg/L）	0.03	0.03	0.02	≤0.5	达标
阴离子表面活性剂（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	≤0.3	达标
硫化物（mg/L）	0.003L	0.003L	0.003L	≤0.5	达标
粪大肠菌群（MPN/L）	5.4×10^{2}	4.0×10^{2}	4.7×10^{2}	≤20000	达标

硫酸盐（mg/L）	90	92	88	-	-
锰（mg/L）	0.01L	0.01L	0.01L	-	-
铜（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	≤1.0	达标
锌（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	≤2.0	达标
镉（mg/L）	8×10^{-4}	6×10^{-4}	8×10^{-4}	≤0.005	达标
铅（mg/L）	4×10^{-3}	5×10^{-3}	6×10^{-3}	≤0.05	达标
砷（mg/L）	5×10^{-4}	5×10^{-4}	5×10^{-4}	≤0.1	达标
汞（mg/L）	3.6×10^{-4}	3.7×10^{-4}	3.7×10^{-4}	≤0.001	达标
硒（mg/L）	4×10^{-4}	4×10^{-4}	4×10^{-4}	≤0.02	达标
镍（mg/L）	5×10^{-3}L	5×10^{-3}L	5×10^{-3}L	/	/
铍（mg/L）	2×10^{-5}L	2×10^{-5}L	2×10^{-5}L	/	/
全盐量（mg/L）	342	354	370	/	/
注：“检出限+L”表示检测结果低于方法检出限。					

新河-八街河交汇点下游监测指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值。

表 3.1.6-5　W1：排污口上游 10 米监测结果

采样时间	2026 年 4 月 26 日	2026 年 4 月 27 日	2026 年 4 月 28 日	**GB3838-2002-IV 类标准限值**	**达标情况**
采样点位	排污口上游 10 米：W2				
样品编号	202604719-DB-2-1-1	202604719-DB-2-2-1	202604719-DB-2-3-1		
监测指标	/	/	/		
水温（℃）	14.3	14.1	14.0	/	/
pH 值（无量纲）	6.5	6.6	6.8	6～9	达标
溶解氧（mg/L）	5.7	6.0	6.3	≥3	达标
高锰酸盐指数（mg/L）	2.3	2.2	2.4	≤10	达标
化学需氧量（mg/L）	16	15	17	≤30	达标
五日生化需氧量（mg/L）	1.6	1.5	1.7	≤6	达标
氨氮（mg/L）	0.300	0.312	0.287	≤1.5	达标
总磷（mg/L）	0.08	0.09	0.08	≤0.3	达标
氟化物（mg/L）	0.17	0.18	0.19	≤1.5	达标
六价铬（mg/L）	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.05	达标
氰化物（mg/L）	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.2	达标
挥发酚（mg/L）	0.0003L	0.0003L	0.0003L	≤0.01	达标
石油类（mg/L）	0.04	0.02	0.03	≤0.5	达标
阴离子表面活性剂（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	≤0.3	达标
硫化物（mg/L）	0.003L	0.003L	0.003L	≤0.5	达标
粪大肠菌群	5.4×10^{3}	3.5×10^{3}	4.3×10^{3}	≤20000	达标

（MPN/L）					
硫酸盐（mg/L）	74	75	73	-	-
锰（mg/L）	0.01L	0.01L	0.01L	-	-
铜（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	≤1.0	达标
锌（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	≤2.0	达标
镉（mg/L）	2×10^{-3}	2×10^{-3}	2×10^{-3}	≤0.005	达标
铅（mg/L）	1×10^{-3}L	1×10^{-3}L	1×10^{-3}L	≤0.05	达标
砷（mg/L）	1.4×10^{-3}	1.4×10^{-3}	1.4×10^{-3}	≤0.1	达标
汞（mg/L）	4×10^{-5}L	4×10^{-5}L	4×10^{-5}L	≤0.001	达标
硒（mg/L）	2.4×10^{-3}	2.2×10^{-3}	2.2×10^{-3}	≤0.02	/
镍（mg/L）	5×10^{-3}L	5×10^{-3}L	5×10^{-3}L	/	/
铍（mg/L）	2×10^{-5}L	2×10^{-5}L	2×10^{-5}L	/	/
全盐量（mg/L）	373	369	370	/	/
注：“检出限+L”表示检测结果低于方法检出限。					

新河上游监测指标均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值。

表 3.1.6-9　W2：新河汇入鸣矣河前 50 米监测结果

采样时间	2026 年 4 月 26 日	2026 年 4 月 27 日	2026 年 4 月 28 日	**GB3838-2002-IV 类标准限值**	**达标情况**
采样点位	新河汇入鸣矣河前 50 米：W2				
样品编号	202604719-DB-3-1-1	202604719-DB-3-2-1	202604719-DB-3-3-1		
监测指标	/	/	/		
水温（℃）	14.4	14.2	14.1	/	/
pH 值（无量纲）	6.8	7.0	6.9	6～9	达标
溶解氧（mg/L）	6.0	6.2	6.6	≥3	达标
高锰酸盐指数（mg/L）	2.8	2.9	2.8	≤10	达标
化学需氧量（mg/L）	15	16	15	≤30	达标
五日生化需氧量（mg/L）	1.9	2.1	1.8	≤6	达标
氨氮（mg/L）	0.235	0.245	0.227	≤1.5	达标
总磷（mg/L）	0.07	0.07	0.07	≤0.3	达标
氟化物（mg/L）	0.28	0.25	0.24	≤1.5	达标
六价铬（mg/L）	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.05	达标
氰化物（mg/L）	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.2	达标
挥发酚（mg/L）	0.0003L	0.0003L	0.0003L	≤0.01	达标
石油类（mg/L）	0.06	0.05	0.05	≤0.5	达标
阴离子表面活性剂（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	≤0.3	达标
硫化物（mg/L）	0.003L	0.003L	0.003L	≤0.5	达标

粪大肠菌群（MPN/L）	2.4×10^{3}	2.8×10^{3}	2.2×10^{3}	≤20000	达标
硫酸盐（mg/L）	62	61	64	-	-
锰（mg/L）	0.01L	0.01L	0.01L	-	-
铜（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	≤1.0	达标
锌（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	≤2.0	达标
镉（mg/L）	5×10^{-4}	5×10^{-4}	5×10^{-4}	≤0.005	达标
铅（mg/L）	1×10^{-3}L	1×10^{-3}L	1×10^{-3}L	≤0.05	达标
砷（mg/L）	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	≤0.1	达标
汞（mg/L）	4×10^{-5}L	4×10^{-5}L	4×10^{-5}L	≤0.001	达标
硒（mg/L）	3.3×10^{-3}	3.1×10^{-3}	3.0×10^{-3}	≤0.02	达标
镍（mg/L）	5×10^{-3}L	5×10^{-3}L	5×10^{-3}L	/	/
铍（mg/L）	2×10^{-5}L	2×10^{-5}L	2×10^{-5}L	/	/
全盐量（mg/L）	301	294	308	/	/
注：“检出限+L”表示检测结果低于方法检出限。					

新河下游监测指标均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值。

表 3.1.6-10　W3：鸣矣河（新河与鸣矣河交汇口处上游 100m）监测结果

采样时间	2026 年 4 月 26 日	2026 年 4 月 27 日	2026 年 4 月 28 日	**GB3838-2002-IV 类标准限值**	**达标情况**
采样点位	W3：鸣矣河（新河与鸣矣河交汇口处上游 100m）				
样品编号	202604719-DB-4-1-1	202604719-DB-4-2-1	202604719-DB-4-3-1		
监测指标	/	/	/		
水温（℃）	14.5	14.4	14.1	/	/
pH 值（无量纲）	6.3	6.5	6.7	6～9	达标
溶解氧（mg/L）	6.2	5.8	6.2	≥3	达标
高锰酸盐指数（mg/L）	2.6	2.6	2.5	≤10	达标
化学需氧量（mg/L）	13	14	16	≤30	达标
五日生化需氧量（mg/L）	1.7	1.5	1.6	≤6	达标
氨氮（mg/L）	0.180	0.184	0.172	≤1.5	达标
总磷（mg/L）	0.06	0.09	0.06	≤0.3	达标
氟化物（mg/L）	0.19	0.21	0.21	≤1.5	达标
六价铬（mg/L）	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.05	达标
氰化物（mg/L）	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.2	达标
挥发酚（mg/L）	0.0003L	0.0003L	0.0003L	≤0.01	达标
石油类（mg/L）	0.01	0.02	0.02	≤0.5	达标
阴离子表面活性剂（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	≤0.3	达标

硫化物（mg/L）	0.003L	0.003L	0.003L	≤0.5	达标
粪大肠菌群（MPN/L）	3.5×10^{3}	2.2×10^{3}	3.5×10^{3}	≤20000	达标
硫酸盐（mg/L）	54	55	58	-	-
锰（mg/L）	0.01L	0.01L	0.01L	-	-
铜（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	≤1.0	达标
锌（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	≤2.0	达标
镉（mg/L）	1×10^{-3}	9×10^{-4}	1×10^{-3}	≤0.005	达标
铅（mg/L）	1×10^{-3}L	1×10^{-3}L	1×10^{-3}L	≤0.05	达标
砷（mg/L）	6×10^{-4}	6×10^{-4}	6×10^{-4}	≤0.1	达标
汞（mg/L）	4×10^{-5}L	4×10^{-5}L	4×10^{-5}L	≤0.001	达标
硒（mg/L）	2.0×10^{-3}	2.0×10^{-3}	2.2×10^{-3}	≤0.02	达标
镍（mg/L）	5×10^{-3}L	5×10^{-3}L	5×10^{-3}L	/	/
铍（mg/L）	2×10^{-5}L	2×10^{-5}L	2×10^{-5}L	/	/
全盐量（mg/L）	240	247	245	/	/
注：“检出限+L”表示检测结果低于方法检出限。					

新河-八街河交汇点上游监测指标均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值。

3.1.7 大气环境现状

3.1.7.1 达标区判定

根据《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中环境空气质量功能分区的规定，易门箐铁矿片区环境空气质量功能区划为二类区，区域环境空气执行2026年3月1日实施的《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段二级标准浓度限值。

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），本次环评引用昆明市生态环境局于 2025 年 6 月 6 日公布的《2024 年度昆明市生态环境状况公报》，主城区环境空气质量：全市主城区环境空气优良率 99. 7%，其中优 221 天良 144 天、轻度污染 1 天。与 2023 年相比，优级天数增加 32 天，各项污染物均达到二级空气质量日均值（臭氧为日最大 8 小时平均）标准。县（市）、区环境空气质量：2024 年昆明市主城区外所辖的 8 个县（市）、区环境空气质量总体保持良好，各项污染物平均浓度均达到 2026 年 3 月 1 日实施的《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段二级标准；故项目区环境空气质量可达 2026 年 3 月 1 日实施的《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段二级标准限值要求，评价区域为达标区。

本项目位于安宁市，环境空气质量满足2026年3月1日实施的《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段二级标准。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）统计判定，项目所在区域环境空气质量为达标区。

3.1.7.2 项目环评期间中大气环境质量调查

根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南》（污染影响类）（试行）要求，常规污染物引用与建设项目距离近的有效数据，包括近 3 年的规划环境影响评价的监测数据，国家、地方环境空气质量监测网数据或生态环境主管部门公开发布的质量数据等。

本项目特征评价因子为TSP，为充分了解项目区域TSP环境质量现状，2026年4月26日至4月27日，环评单位委托云南鼎祺检测有限公司对对项目区域TSP环境质量现状进行监测，项目监测报告监测结果如下表3.1.7-2所示：

表3.1.7-2 环境空气（TSP）检测结果一览表

检测点位	采样时间	TSP 检测结果（μg/m³）	标准值（μg/m³）	达标情况
A1：厂界外主导风向下风向	2026.04.26-2026.04.27	121	300	达标
	2026.04.27-2026.04.28	129	300	达标
	2026.04.28-2026.04.29	125	300	达标

根据监测结果分析：项目所在区域环境空气中 TSP 日均值（121μg/m^3~129μg/m^3）满足 2026 年 3 月 1 日实施的《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段二级标准浓度限值要求。

3.1.8 土壤环境

3.1.8.1 项目实施过程中土壤环境质量调查

2025 年第 3 季度土壤监测由昆明市生态环境工程评估中心（昆明市生态环境保护技术应用中心）委托云南华测检测认证有限公司开展，监测时间为：2025 年 9 月 27 日，监测频次为每年 1 次，每次监测 1 天，监测因子为 pH、氟化物、铜、铅、锌、镉、砷、汞、铍、钍、铬、镍、硒 13 项，监测点位为项目区东南西北 4 个方向未扰动区域每个方向等各设置 1 个监测点，修复区范围外周边 1km 内布设 3 个点位（地下水、地表径流流向、大气沉降），监测结果见表 3.1.8-1 所示。

表 3.8.1-1 土壤监测结果

检测项目	标准限值	采样点位置、样品状态、样品编号及检测结果								单位
		TR01	TR02	TR03	TR04	TR05	TR06	0-50 TR07	达标情况	

		24°41'36.55"N,	24°41'40.15"N,	24°41'17.15"N,	24°41'17.17"N,	24°41'27.94"N,	24°41'27.27"N,	24°41'03.04"N,		
		102°17'16.81"E	102°17'16.63"E	102°16'49.58"E	102°16'46.89"E	102°17'45.58"E	102°17'52.35"E	102°17'20.03"E		
		黄棕色、潮、砂土、约60%砂砾、少量根系	黄棕色、潮、黏土、约30%砂砾、少量根系	黄棕色、潮、黏土、约30%砂砾、少量根系	黄棕色、潮、黏土、约30%砂砾、少量根系	黄棕色、潮、黏土、约30%砂砾、少量根系	深棕色、潮、砂土、约60%砂砾、少量根系	黄棕色、潮、砂土、约60%砂砾、少量根系		
		KMR91101222	KMR91101223	KMR91101224	KMR91101225	KMR91101226	KMR91101227	KMR91101228		
pH 值	/	3.95	4.67	4.8	4.65	4.94	4.8	4.85	达标	无量纲
总氟化物	16022	541	437	460	506	396	250	474	达标	mg/kg
总汞	≤38	0.0365	0.0343	0.0506	0.0537	0.0294	0.0419	0.0962	达标	mg/kg
砷	≤60	5.1	3.88	6.08	6.94	9.54	5.29	12.5	达标	mg/kg
硒	2116	0.212	0.178	0.209	0.338	0.222	0.297	1.52	达标	mg/kg
铅	800	42	17	18	30	19	27	68	达标	mg/kg
铊	4.5	0.76	0.7	0.59	0.73	0.59	0.37	0.75	达标	mg/kg
铍	29	2.37	2.3	1.62	1.9	1.75	1.11	2.59	达标	mg/kg
铜	18000	6.5	14.7	12.1	20	18.6	13.6	43.8	达标	mg/kg
铬	**5.7**	**75**	**64**	**63**	**76**	**70**	**45**	**107**	**超标**	**mg/kg**
锌	200	19	40	21	21	26	36	34	达标	mg/kg
镉	65	0.13	0.18	0.12	0.13	0.16	0.21	0.18	达标	mg/kg
镍	900	5	19	7	10	12	13	11	达标	mg/kg
备注：数据来源云南华测检测认证有限公司《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程 2025年第三季度检测报告》（报告编号：A2240436969109a，总氟化物、硒、铊执行《四川省建设用地土壤污染风险管控标准》（DB51/2978-2023），锌执行《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》（GB 15618-2018）										

根据上表：5 个土壤监测点中仅铬因子超出《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地筛选值，其他均满足要求。

3.8.1.2 环评阶段土壤现状调查

本项目废渣堆场生态修复工程已完成，露天采区矿坑现阶段正进行改性磷石膏回填，云南鼎祺检测有限公司于2026年4月26日对废渣堆场覆土土壤和修复区范围外土壤环境质量现状进行了取样监测，见附件。

1）监测点位

表3.1.8-2 废渣堆场修复区占地范围内监测点位

序号	废渣堆场覆土监测点名称	经度	纬度
1	废渣堆场修复区顶部1#	102°17'30.3562"	24°41'34.5687"
2	废渣堆场修复区中部2#	102°17'36.8152"	24°41'26.2960"
3	废渣堆场修复区下部3#	102°17'45.0540"	24°41'22.3425"

表3.1.8-3 修复区范围外监测点位

序号	修复区范围外监测点名称	经度	纬度
1	项目区东北侧4#	102°16'53.9858"	24°41'12.3450"
2	项目区东南侧5#	102°17'43.7002"	24°41'25.4287"
3	项目区东南侧6#	102°18'36.5085"	24°40'53.6145"

2）监测因子

监测因子见表3.1.8-4。

表3.1.8-4 土壤环境监测因子

编号	布点类型	监测因子	数量	备注
(1)占地范围内				
1#~3#	表层样 采样深度：0~0.2m	pH、含盐量、氟化物、石油烃、锌、氟化物、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、全磷、水溶性硫酸盐、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1，1-二氯乙烷、1，2-二氯乙烷、1，1-二氯乙烯、顺-1，2-二氯乙烯、反-1，2-二氯乙烯、二氯甲烷、1，2-二氯丙烷、1，1，1，2-四氯乙烷、1，1，2，2-四氯乙烷、四氯乙烯、1，1，1-三氯乙烷、1，1，2-三氯乙烷、三氯乙烯、1，2，3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1，2-二氯苯、1，4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、䓛、二苯并[a，h]蒽、茚并[1，2，3-cd]芘、萘	53个	废渣堆场修复区占地范围内
（2）占地范围外				
4#~6#	表层样 采样深度：0~0.2m	pH、含盐量、氟化物、石油烃、锌、氟化物、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、全磷、水溶性硫酸盐	15个	占地范围外

3）监测结果统计及评价

经查询“土壤信息服务平台”，项目区土壤类型按《中国土壤分类与代码》属于褐红壤（见附图19）。根据监测点位土地性质，采用《土壤环境质量标准建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）二类用地标准进

行评价。

根据监测报告，对各监测点位监测结果进行统计，见表 3.1.8-5-3.1.8-7。

表 3.1.8-5 废渣堆场修复区顶部土壤理化性质调查表

采样日期	2026 年 04 月 26 日		
采样点位	废渣堆场修复区顶部 1#	废渣堆场修复区中部 2#	废渣堆场修复区下部 3#
层次（cm）	0~20	0~20	0~20
样品编号	202604718-TR-7-1-1	202604718-TR-8-1-1	202604718-TR-9-1-1
颜色	红棕	红棕	红棕
结构	粒状	粒状	粒状
质地	轻壤土	轻壤土	轻壤土
砂砾含量（%）	5	5	5
其它异物	无	无	无
氧化还原电位（mV）	463	426	487
阳离子交换量（$cmol^+$ /kg）	9.1	3.4	11.0
渗滤率（mm/min）	0.50	0.54	0.47
容重（g/cm^3）	1.34	1.24	1.29
土壤孔隙度（%）	27.6	33.0	24.0

表 3.1.8-6 项目占地范围外土壤理化性质调查表

采样日期	2026 年 04 月 26 日		
采样点位	项目区东北侧 4#	项目区东南侧 5#	项目区东南侧 6#
层次（cm）	0~20	0~20	0~20
样品编号	202604718-TR-10-1-1	202604718-TR-11-1-1	202604718-TR-12-1-1
颜色	浅棕	浅棕	红棕
结构	粒状	粒状	粒状
质地	轻壤土	轻壤土	轻壤土
砂砾含量（%）	10	10	5
其它异物	无	无	无
氧化还原电位（mV）	537	560	495
阳离子交换量（$cmol^+$ /kg）	6.2	10.4	6.7
渗滤率（mm/min）	0.43	0.45	0.36
容重（g/cm^3）	1.39	1.35	1.40

土壤孔隙度（%）	29.0	33.2	27.7

表 3.1.8-7 土壤监测点位结果统计

采样日期	2026 年 04 月 26 日			**GB36600-2018 第二类用地标准筛选值**	**达标情况**
采样点位	废渣堆场修复区顶部 1#	废渣堆场修复区中部 2#	废渣堆场修复区下部 3#		
采样深度（m）	0~0.2	0~0.2	0~0.2		
检测指标 样品编号	202604718-TR-7-1-1	202604718-TR-8-1-1	202604718-TR-9-1-1		
pH 值（无量纲）	5.46	6.21	5.78	/	/
镉（mg/kg）	0.23	0.15	0.36	65	达标
铜（mg/kg）	49	36	53	18000	达标
铅（mg/kg）	112	77.5	95.6	800	达标
锌（mg/kg）	53	82	70	/	/
镍（mg/kg）	130	163	202	900	达标
六价铬（mg/kg）	未检出	未检出	未检出	5.7	达标
总汞（mg/kg）	0.238	0.202	0.275	38	达标
砷（mg/kg）	89.3	35.5	42.0	60	达标
全盐量（mg/kg）	0.413	0.194	0.181	/	/
氟化物（mg/kg）	470	841	203	/	/
总磷（mg/kg）	331	644	1.08×10^3	/	/
*水溶性硫酸盐（mg/kg）	74.9	77.4	72.4	/	/
*四氯化碳（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	2.8	达标
*氯仿（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	0.9	达标
*氯甲烷（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	37	达标
*1,1-二氯乙烷（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	9	达标
*1,2-二氯乙烷（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	5	达标
*1,1-二氯乙烯（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	66	达标
*顺-1,2-二氯乙烯（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	596	达标
*反-1,2-二氯乙烯（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	54	达标
*二氯甲烷（μg/kg）	9.6	33.1	13.3	616	达标
*1,2-二氯丙烷（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	5	达标
*1,1,1,2-四氯乙烷（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	10	达标
*1,1,2,2-四氯乙烷（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	6.8	达标
*四氯乙烯（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	53	达标

*1,1,1-三氯乙烷（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	840	达标
*1,1,2-三氯乙烷（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	2.8	达标
*三氯乙烯（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	2.8	达标
*1,2,3-三氯丙烷（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	0.5	达标
*氯乙烯（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	0.43	达标
*苯（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	4	达标
*氯苯（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	270	达标
*1,2-二氯苯（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	560	达标
*1,4-二氯苯（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	20	达标
*乙苯（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	28	达标
*苯乙烯（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	1290	达标
*甲苯（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	1200	达标
* 间二甲苯+对二甲苯（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	570	达标
*邻二甲苯（μg/kg）	未检出	未检出	未检出	640	达标
*硝基苯（mg/kg）	未检出	未检出	未检出	76	达标
*苯胺（mg/kg）	未检出	未检出	未检出	260	达标
*2-氯酚（mg/kg）	未检出	未检出	未检出	2256	达标
*苯并[a]蒽（mg/kg）	未检出	未检出	未检出	15	达标
*苯并[a]芘（mg/kg）	未检出	未检出	未检出	1.5	达标
*苯并[b]荧蒽（mg/kg）	未检出	未检出	未检出	15	达标
*苯并[k]荧蒽（mg/kg）	未检出	未检出	未检出	151	达标
*䓛（mg/kg）	未检出	未检出	未检出	1293	达标
*二苯并[a,h]蒽（mg/kg）	未检出	未检出	未检出	1.5	达标
*茚并[1,2,3-cd]芘（mg/kg）	未检出	未检出	未检出	15	达标
* 萘（mg/kg）	未检出	未检出	未检出	70	达标
*石油烃(C10-C40)（mg/kg）	11	11	13	4500	达标
注：1.“未检出”表示检测结果低于方法检出限； 2.*为分包项目，检测数据由江苏格林勒斯检测科技有限公司提供，其报告编号为：CE2604293401B。					

从监测结果可以看出：建设用地土壤环境质量监测结果均低于《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地标准筛选值。

2）占地范围外土壤检测结果

表 3.1.8-8　项目占地范围外土壤检测结果

采样日期	2026 年 04 月 26 日	GB15618-201	达标

采样点位	项目区东北侧 4#	项目区东南侧 5#	项目区东南侧 6#	8 中表 1 标准限值		情况
采样深度（m）	0~0.2	0~0.2	0~0.2			
检测指标 样品编号	20260471 8-TR-10-1 -1	202604718 -TR-11-1-1	20260471 8-TR-12-1-1			
pH 值（无量纲）	5.08	6.28	5.74	≤5.5	5.5＜pH≤6.5	/
镉（mg/kg）	0.20	0.19	0.22	0.3	0.3	达标
铜（mg/kg）	49	34	34	50	50	达标
铅（mg/kg）	44	45.6	50.3	70	90	达标
锌（mg/kg）	67	99	70	200	200	达标
镍（mg/kg）	52	49	58	60	70	达标
六价铬（mg/kg）	未检出	未检出	未检出	150	150	达标
总汞（mg/kg）	0.169	0.161	0.156	1.3	1.8	达标
砷（mg/kg）	4.60	5.24	12.5	40	40	达标
全盐量（mg/kg）	0.338	0.578	0.862	/	/	/
氟化物（mg/kg）	279	230	3.8	/	/	/
总磷（mg/kg）	415	269	556	/	/	/
*水溶性硫酸盐（mg/kg）	94.6	74.1	94.6	/	/	/
注：*为分包项目，检测数据由江苏格林勒斯检测科技有限公司提供，其报告编号为：CE2604293401B。						

根据检测结果：项目占地范围外满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中表 1 标准限值。

3.1.9 地下水环境

3.1.9.1 施工期地下水环境质量调查

为了解施工期周边区域地下水水质情况，根据安宁市农林水利投资有限公司提供的《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目 2024 年-2025 年环境监理总结报告》，建设单位于 2024 年 3 月、2024 年 6 月、2024 年 12 月、2025 年 2 月、2025 年 4 月、2025 年 7 月、2025 年 9 月、2025 年 10 月、2026 年均委托监测单位对地下水进行监测。

（1）2024 年 1 季度地下水监测结果

表 3.1.9-1　地下水环境影响对比井监测结果一览表

采样日期	2024 年 3 月 22 日		2024 年 3 月 23 日		GB/T14848-2017-Ⅲ类标准	达标情况
采样点位	左右红大公路旁左侧靠箐沟对照监测（102° 17'42"，24°41'33"）					
pH 值（无量纲）	7.2	7.2	7.3	7.2	6.5～8.5	达标
氟化物（mg/L）	0.38	0.41	0.36	0.40	≤1.0	达标
总磷（mg/L）	0.12	0.15	0.14	0.17	≤0.2	达标
硫酸盐（mg/L）	**6200**	**6200**	**6200**	**6200**	**≤250**	**超标**
硝酸盐（mg/L）	5.75	5.71	5.65	5.62	≤20.0	达标
氯化物（mg/L）	10	11	12	11	≤250	达标
铜（mg/L）	0.29	0.29	0.29	0.29	≤1.0	达标
铅（mg/L）	**0.037**	**0.036**	**0.038**	**0.034**	**≤0.01**	**超标**
砷（mg/L）	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	≤0.01	达标
镉（mg/L）	**0.062**	**0.06**	**0.062**	**0.062**	**≤0.005**	**超标**
锌（mg/L）	**8.6**	**8.79**	**8.80**	**8.61**	**≤1.0**	**超标**
汞（mg/L）	**0.002**	**0.0022**	**0.0019**	**0.0021**	**≤0.001**	**超标**
铁（mg/L）	**18.2**	**18.0**	**19.0**	**18.0**	**≤0.3**	**超标**
锰（mg/L）	**97.6**	**99.6**	**97.2**	**100**	**≤0.1**	**超标**
注：检测结果低于检出限时，该项检测结果以“检出限+L ”表示。						

根据表 3.1.9-1 分析，地下水环境超标因子为硫酸盐、铅、镉、锌、汞、铁、锰与环评报告中地下水环境影响评价结果基本一致，污染成因是采矿活动所造成。

（2）2024 年 2 季度、3 季度地下水监测结果

表 3.1.9-2　地下水监测结果

采样日期	2024 年 06 月 17 日		2024 年 06 月 18 日		GB/T14848-2017-Ⅲ类标准	达标情况
采样点位	2#地下水监控井（24.687877°N，102.280869°E）					
样品状态	无味、无色、无漂浮物、无浮油		无味、无色、无漂浮物、无浮油			
样品编号 / 检测项目	202406667-DX-5-1-1	202406667- DX-5-1-2	202406667-DX-5-2-1	202406667-DX-5-2-2		
pH 值（无量纲）	7.2	7.3	7.0	7.0	6.5～8.5	达标
氟化物（mg/L）	0.06	0.06	0.06	0.06	≤1.0	达标
总磷（mg/L）	0.02	0.02	0.02	0.02	≤0.2	达标
硫酸盐（mg/L）	15.3	17.4	14.8	17.6	≤250	达标
硝酸盐（mg/L）	0.02	0.02L	0.02L	0.02	≤20.0	达标
氯化物（mg/L）	14	15	15	16	≤250	达标
铜（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤1.0	达标

铅（mg/L）	2.2×10^{-3}	2.2×10^{-3}	2.1×10^{-3}	2.0×10^{-3}	≤0.01	达标
砷（mg/L）	1.8×10^{-3}	1.7×10^{-3}	1.2×10^{-3}	1.2×10^{-3}	≤0.01	达标
镉（mg/L）	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	≤0.005	达标
锌（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤1.0	达标
汞（mg/L）	5.8×10^{-4}	6.5×10^{-4}	6.5×10^{-4}	6.2×10^{-4}	≤0.001	达标
铁（mg/L）	**0.44**	**0.43**	**0.39**	**0.41**	**≤0.3**	**超标**
锰（mg/L）	0.08	0.07	0.07	0.07	≤0.1	达标
注：检测结果低于检出限时，该项检测结果以“检出限+L”表示。						

表 3.1.9-3　地下水监测结果

采样日期	2024 年 06 月 17 日		2024 年 06 月 18 日		**GB/T14848-2017-Ⅲ类标准**	**达标情况**
采样点位	3#地下水监控井（24.687634°N，102.282029°E）					
样品状态	无味、无色、无漂浮物、无浮油		无味、无色、无漂浮物、无浮油			
样品编号 检测项目	202406667-DX-6-1-1	202406667- DX-6-1-2	202406667-DX-6-2-1	202406667-DX-6-2-2		
pH 值（无量纲）	7.0	7.1	7.3	7.0	6.5～8.5	达标
氟化物（mg/L）	0.06	0.07	0.07	0.06	≤1.0	达标
总磷（mg/L）	0.01	0.01	0.01	0.01	≤0.2	达标
硫酸盐（mg/L）	13.2	12.1	15.7	14.6	≤250	达标
硝酸盐（mg/L）	0.02	0.02	0.02	0.02L	≤20.0	达标
氯化物（mg/L）	29	31	30	31	≤250	达标
铜（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤1.0	达标
铅（mg/L）	2.2×10^{-3}	2.3×10^{-3}	2.4×10^{-3}	2.3×10^{-3}	≤0.01	达标
砷（mg/L）	1.3×10^{-3}	1.3×10^{-3}	1.5×10^{-3}	1.2×10^{-3}	≤0.01	达标
镉（mg/L）	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	≤0.005	达标
锌（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤1.0	达标
汞（mg/L）	5.2×10^{-4}	4.8×10^{-4}	5.0×10^{-4}	5.1×10^{-4}	≤0.001	达标
铁（mg/L）	0.21	0.18	0.22	0.24	≤0.3	达标
锰（mg/L）	0.03	0.03	0.02	0.03	≤0.1	达标
注：检测结果低于检出限时，该项检测结果以“检出限+L”表示。						

表 3.1.9-4 地下水监测结果

采样日期	2024 年 06 月 17 日		2024 年 06 月 18 日		**GB/T14848-2017-Ⅲ类标准**	**达标情况**
采样点位	4#地下水监控井（24.695321°N，102.290683°E）					
样品状态	无味、无色、无漂浮物、无浮油		无味、无色、无漂浮物、无浮油			
样品编号 检测项目	202406667-DX-7-1-1	202406667-DX-7-1-2	202406667- DX-7-2-1	202406667-DX-7-2-2		
pH 值（无量纲）	7.2	7.0	7.1	7.1	6.5～8.5	达标
氟化物（mg/L）	0.13	0.12	0.14	0.12	≤1.0	达标
总磷（mg/L）	0.02	0.02	0.03	0.02	≤0.2	达标
硫酸盐（mg/L）	32.9	31.8	32.4	33.4	≤250	达标
硝酸盐（mg/L）	3.07	2.99	2.84	2.88	≤20.0	达标
氯化物（mg/L）	46	47	47	48	≤250	达标

铜（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤1.0	达标
铅（mg/L）	1.0×10^{-3}L	1.0×10^{-3}L	1.0×10^{-3}L	1.0×10^{-3}L	≤0.01	达标
砷（mg/L）	1.5×10^{-3}	1.6×10^{-3}	1.8×10^{-3}	1.4×10^{-3}	≤0.01	达标
镉（mg/L）	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	≤0.005	达标
锌（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤1.0	达标
汞（mg/L）	3.5×10^{-4}	3.5×10^{-4}	4.4×10^{-4}	4.8×10^{-4}	≤0.001	达标
铁（mg/L）	0.20	0.18	0.18	0.19	≤0.3	达标
锰（mg/L）	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	≤0.1	达标
注：检测结果低于检出限时，该项检测结果以“检出限+L”表示。						

表 3.1.9-5　地下水监测结果

采样日期	2024 年 06 月 17 日		2024 年 06 月 18 日		**GB/T14848-2017-Ⅲ类标准**	**达标情况**
采样点位	5#地下水监控井（24.691103°N，102.29032°E）					
样品状态	恶臭、无色、无漂浮物、无浮油		恶臭、无色、无漂浮物、无浮油			
样品编号 检测项目	202406667-DX-8-1-1	202406667-DX-8-1-2	202406667-DX-8-2-1	202406667-DX-8-2-2		
pH 值（无量纲）	7.3	7.3	7.1	7.2	6.5～8.5	达标
氟化物（mg/L）	0.63	0.63	0.55	0.56	≤1.0	达标
总磷（mg/L）	**0.25**	**0.25**	**0.27**	**0.26**	**≤0.2**	**超标**
硫酸盐（mg/L）	**5.15×10^{3}**	**5.05×10^{3}**	**4.97×10^{3}**	**5.03×10^{3}**	**≤250**	**超标**
硝酸盐（mg/L）	0.69	0.68	0.66	0.67	≤20.0	达标
氯化物（mg/L）	26	27	27	26	≤250	达标
铜（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤1.0	达标
铅（mg/L）	1.0×10^{-3}L	1.0×10^{-3}L	1.0×10^{-3}L	1.0×10^{-3}L	≤0.01	达标
砷（mg/L）	1.7×10^{-3}	1.7×10^{-3}	1.8×10^{-3}	1.9×10^{-3}	≤0.01	达标
镉（mg/L）	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	≤0.005	达标
锌（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤1.0	达标
汞（mg/L）	3.6×10^{-4}	3.6×10^{-4}	4.0×10^{-4}	4.2×10^{-4}	≤0.001	达标
铁（mg/L）	**118**	**116**	**100**	**113**	**≤0.3**	**超标**
锰（mg/L）	**38.2**	**37.4**	**36.3**	**36.6**	**≤0.1**	**超标**
注：检测结果低于检出限时，该项检测结果以“检出限+L”表示。						

表 3.1.9-6　地下水监测结果

采样日期	2024 年 06 月 17 日		2024 年 06 月 18 日		**GB/T14848-2017-Ⅲ类标准**	**达标情况**
采样点位	7#左右红大公路旁左侧靠箐沟对照监测(24.692535°N，102.295074°E)					
样品状态	恶臭、无色、无漂浮物、无浮油		恶臭、无色、无漂浮物、无浮油			
样品编号 检测项目	202406667-DX-9-1-1	202406667-DX-9-1-2	202406667-DX-9-2-1	202406667-DX-9-2-2		
pH 值（无量纲）	7.2	7.2	7.1	6.9	6.5～8.5	达标
氟化物（mg/L）	1.06	1.10	1.09	1.13	≤1.0	达标

总磷（mg/L）	**0.44**	**0.44**	**0.43**	**0.45**	**≤0.2**	**超标**
硫酸盐（mg/L）	**5.32×10^{3}**	**5.37×110^{3}**	**5.59×10^{3}**	**5.44×10^{3}**	**≤250**	**超标**
硝酸盐（mg/L）	0.94	0.95	0.91	0.92	≤20.0	达标
氯化物（mg/L）	11	13	13	12	≤250	达标
铜（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤1.0	达标
铅（mg/L）	1.0×10^{-3}L	1.0×10^{-3}L	1.0×10^{-3}L	1.0×10^{-3}L	≤0.01	达标
砷（mg/L）	1.9×10^{-3}	1.8×10^{-3}	1.8×10^{-3}	2.5×10^{-3}	≤0.01	达标
镉（mg/L）	3.1×10^{-4}	3.3×10^{-4}	3.0×10^{-4}	2.7×10^{-4}	≤0.005	达标
锌（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤1.0	达标
汞（mg/L）	2.3×10^{-4}	2.7×10^{-4}	2.7×10^{-4}	2.9×10^{-4}	≤0.001	达标
铁（mg/L）	**182**	**180**	**173**	**169**	**≤0.3**	**超标**
锰（mg/L）	**79.3**	**80.9**	**79.7**	**77.7**	**≤0.1**	**超标**
注：检测结果低于检出限时，该项检测结果以“检出限+L”表示。						

根据监测结果表分析，地下水环境超标因子为硫酸盐、铅、镉、锌、汞、铁、锰，与环评报告中地下水环境影响评价结果基本一致，污染成因是采矿活动所造成。

（3）2024 年 4 季度地下水监测结果

表 3.1.9-7　JC1 和 JC2 地下水监测井监测结果

检测项目	GB/T14848-2017III类标准限值	1#（JC1）						2#（JC2）					
		2024年12月20日			2024年12月20日			2024年12月20日			2024年12月20日		
		检测值1	检测值2	达标分析	检测值1	检测值2	达标分析	检测值1	检测值2	达标分析	检测值1	检测值2	达标分析
样品性状		无味、浅灰、少许漂浮物、无浮油			无味、浅灰、少许漂浮物、无浮油			无味、浅灰、少许漂浮物、无浮油			无味、浅灰、少许漂浮物、无浮油		
pH(无量纲)	6.5～8.5	**6.3**	**6.3**	**IV**类水质	**6.3**	**6.3**	**IV**类水质	**5.2**	**5.2**	**V**类水质	**5.2**	**5.2**	**V**类水质
氟化物(mg/L)	≤1.0	0.007	0.08	达标	0.09	0.09	达标	0.08	0.09	达标	0.10	0.10	达标
总磷(mg/L)	≤0.2	0.01L	0.01L	达标	0.01L	0.01L	达标	0.01L	0.01L	达标	0.01L	0.01L	达标
硫酸盐(mg/L)	≤250	33.1	36.6	达标	35.7	31.3	达标	53.0	57.8	达标	60.0	55.2	达标
硝酸盐(mg/L)	≤20.0	0.24	0.25	达标	0.27	0.27	达标	0.31	0.32	达标	0.34	0.34	达标
氯化物(mg/L)	≤250	10L	10L	达标	10L	10L	达标	10L	10L	达标	10L	10L	达标

铜(mg/L)	≤1.00	0.05L	0.05L	达标	0.05L	0.05L	达标	0.05L	0.05L	达标	0.05L	0.05L	达标
铅(mg/L)	≤0.01	0.001L	0.001L	达标	0.001L	0.001L	达标	0.001L	0.001L	达标	0.001L	0.001L	达标
锌(mg/L)	≤1.00	0.05L	0.05L	达标	0.05L	0.05L	达标	0.05L	0.05L	达标	0.05L	0.05L	达标
镉(mg/L)	≤0.005	1×10^{-4}L	1×10^{-4}L	达标	1×10^{-4}L	1×10^{-4}L	达标	1×10^{-4}L	1×10^{-4}L	达标	1×10^{-4}L	1×10^{-4}L	达标
砷(mg/L)	≤0.01	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	达标	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	达标	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	达标	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	达标
汞(mg/L)	≤0.001	4×10^{-5}L	4×10^{-5}L	达标	4×10^{-5}L	4×10^{-5}L	达标	4×10^{-5}L	4×10^{-5}L	达标	4×10^{-5}L	4×10^{-5}L	达标
铁(mg/L)	≤0.3	**1.39**	**1.45**	**IV类水质**	**1.31**	**1.35**	**IV类水质**	**5.58**	**5.32**	**V类水质**	**6.10**	**6.74**	**V类水质**
锰(mg/L)	≤0.10	0.07	0.07	达标	0.07	0.07	达标	0.03	0.03	达标	0.03	0.03	达标
*铍(mg/L)	≤0.002	6×10^{-5}	/	达标	5×10^{-5}	/	达标	3.6×10^{-4}	/	达标	4.4×10^{-4}	/	达标
*铊(mg/L)	≤0.00001	3×10^{-5}	/	达标	3×10^{-5}	/	达标	3×10^{-5}	/	达标	3×10^{-5}	/	达标

备注：（1）数据来源　云南鼎祺检测有限公司 《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程环境监理监测（12 月月检、四季度检）检测报告》（报告编号：YNDQ-HJ-202412652）；（2）总磷执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准，其余指标执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类水质标准。

表 3.1.9-8　JC3 和 JC4 地下水监测井监测结果

检测项目	**GB/T 14848-2017的III类标准限值**	**3#（JC3）**						**4#（JC4）**					
		2024年12月20日			**2024年12月20日**			**2024年12月20日**			**2024年12月20日**		
		检测值1	**检测值2**	**达标分析**	**检测值1**	**检测值2**	**达标分析**	**检测值1**	**检测值2**	**达标分析**	**检测值1**	**检测值2**	**达标分析**
样品性状		无味、无色、少许漂浮物、无浮油			无味、无色、少许漂浮物、无浮油			微臭、浅红、少许漂浮物、无浮油			微臭、浅红、少许漂浮物、无浮油		

pH(无量纲)	6.5～8.5	**6.1**	**6.1**	**IV类水质**	**6.1**	**6.0**	**IV类水质**	**5.5**	**5.5**	**IV类水质**	**5.5**	**5.5**	**IV类水质**
氟化物(mg/L)	≤1.0	0.10	0.11	达标	0.12	0.11	达标	0.22	0.23	达标	0.25	0.23	达标
总磷(mg/L)	≤0.2	0.01L	0.01L	达标	0.01L	0.01L	达标	0.01L	0.01L	达标	0.01L	0.01L	达标
硫酸盐(mg/L)	≤250	64.9	62.2	达标	69.3	63.1	达标	25.2	22.5	达标	23.4	28.7	达标
硝酸盐(mg/L)	≤20.0	0.34	0.34	达标	0.37	0.36	达标	0.21	0.21	达标	0.22	0.22	达标
氯化物(mg/L)	≤250	10L	10L	达标	10L	10L	达标	10L	10L	达标	10L	10L	达标
铜(mg/L)	≤1.00	0.05L	0.05L	达标	0.05L	0.05L	达标	0.05L	0.05L	达标	0.05L	0.05L	达标
铅(mg/L)	≤0.01	0.001L	0.001L	达标	0.001L	0.001L	达标	0.001L	0.001L	达标	0.001L	0.001L	达标
锌(mg/L)	≤1.00	0.05L	0.05L	达标	0.05L	0.05L	达标	0.05L	0.05L	达标	0.05L	0.05L	达标
镉(mg/L)	≤0.005	1×10^{-4}L	1×10^{-4}L	达标	1×10^{-4}L	1×10^{-4}L	达标	1×10^{-4}L	1×10^{-4}L	达标	1×10^{-4}L	1×10^{-4}L	达标
砷(mg/L)	≤0.01	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	达标	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	达标	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	达标	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	达标
汞(mg/L)	≤0.001	4×10^{-5}L	4×10^{-5}L	达标	4×10^{-5}L	4×10^{-5}L	达标	4×10^{-5}L	4×10^{-5}L	达标	4×10^{-5}L	4×10^{-5}L	达标
铁(mg/L)	**≤0.3**	**11.2**	**11.9**	**V类水质**	**11.3**	**11.3**	**V类水质**	**3.84**	**4.29**	**V类水质**	**3.90**	**4.29**	**V类水质**
锰(mg/L)	≤0.10	**0.32**	**0.35**	**IV类水质**	**0.37**	**0.33**	**IV类水质**	0.09	0.09	达标	0.09	0.09	达标
*铍(mg/L)	≤0.002	3.5×10^{-4}	/	达标	3.2×10^{-4}	/	达标	1.11×10^{-3}	/	达标	9.5×10^{-4}	/	达标
*铊(mg/L)	≤0.0001	2×10^{-5}	/	达标	2×10^{-5}	/	达标	2×10^{-5}	/	达标	2×10^{-5}	/	达标

备注：（1）数据来源　云南鼎祺检测有限公司 《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程环境监理监测（12 月月检、四季度检）检测报告》（报告编号：YNDQ-HJ-202412652）；（2）总磷执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准，其余指标执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类水质标准。

表 3.1.9-9　JC5 地下水监测井监测结果

检测项目	GB/T14848-2017III类标准限值	5#（JC5）					
		2024 年 12 月 20 日			2024 年 12 月 20 日		
		检测值 1	检测值 2	达标分析	检测值 1	检测值 2	达标分析
样品性状		微臭、浅红、少许漂浮物、无浮油			微臭、浅红、少许漂浮物、无浮油		
pH(无量纲)	6.5～8.5	**4.2**	**4.2**	**V类水质**	**4.2**	**4.2**	**V类水质**
氟化物(mg/L)	≤1.0	0.96	0.92	达标	0.93	0.91	达标
总磷(mg/L)	≤0.2	**1.14**	**1.13**	**V类水质**	**1.13**	**1.12**	**V类水质**
硫酸盐(mg/L)	≤250	**1380**	**1360**	**V类水质**	**1370**	**1360**	**V类水质**
硝酸盐(mg/L)	≤20.0	0.27	0.28	达标	0.29	0.30	达标
氯化物(mg/L)	≤250	72	76	达标	77	79	达标
铜(mg/L)	≤1.00	0.05L	0.05L	达标	0.05L	0.05L	达标
铅(mg/L)	≤0.01	4.8×10^{-3}	4.7×10^{-3}	达标	5.0×10^{-3}	5.5×10^{-3}	达标
锌(mg/L)	≤1.00	**2.94**	**2.89**	**IV类水质**	**3.00**	**3.00**	**IV类水质**
镉(mg/L)	≤0.005	**0.0071**	**0.0074**	**V类水质**	**0.0073**	**0.0072**	**V类水质**
砷(mg/L)	≤0.01	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	达标	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	达标
汞(mg/L)	≤0.001	5×10^{-5}	5×10^{-5}	达标	5×10^{-5}	6×10^{-5}	达标
铁(mg/L)	≤0.3	**520**	**520**	**V类水质**	**515**	**512**	**V类水质**
锰(mg/L)	≤0.10	**125**	**130**	**V类水质**	**128**	**106**	**V类水质**
*铍(mg/L)	≤0.002	**0.00810**	/	**V类水质**	**0.00727**	/	**V类水质**
*铊(mg/L)	≤0.0001	**0.0002**	/	**V类水质**	**0.0002**	/	**V类水质**

备注：（1）数据来源　云南鼎祺检测有限公司 《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程环境监理监测（12 月月检、四季度检）检测报告》（报告编号：YNDQ-HJ-202412652）；（2）总磷执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III

类水质标准，其余指标执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类水质标准。

根据上表分析，项目 2024 年第 4 季度地下水监测结果如下：

（1）上游背景井（JC1）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，pH、铁为IV类水质，其余 13 项指标达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

（2）右岸观测井（JC2）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，pH、铁为V类水质，其余 13 项指标达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

（3）右岸观测井（JC3）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，pH、锰为IV类水质，铁为V类水质，其余 12 项指标达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

（4）左岸观测井（JC4）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，pH 为IV类水质，铁为V类水质，其余 13 项指标达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

（5）下游扩散井（JC5）监测结果：总磷为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）V类水质；锌为IV类水质，pH、硫酸盐、镉、铁、锰、铍、铊为V类水质其余 7 项指标达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。结合环评报告中地下水环境影响专项评价报告和现场调查综合分析，pH、硫酸盐、镉、铁、锰、铍、铊、锌、总磷污染成因是历史采矿活动、水土流失冲刷形成沉降物所造成。

（5）2025 年 1 季度地下水监测结果

易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程地下水跟踪监测井 2025 年第 1 季度监测结果见表 3.1.9-10。

表 3.1.9-10　地下水监测井监测结果

点位名称	**1#地下水监控井**	**2#地下水监控井**	**3#地下水监控井**	**4#地下水监控井**	**5#地下水监控井**	**地下水导排收集池**	**GB/T14848-2017-III类标准限值**
样品编号	HS25021801-1-1-1	HS25021801-2-1-1	HS25021801-3-1-1	HS25021801-4-1-1	HS25021801-5-1-1	HS25021801-6-1-1	
采样日期	2025 年 2 月 18 日						
pH 值(无量纲)	6.8	7.2	7	6.7	6.4	6.2	6.5～8.5

铜(mg/L)	0.001	0.002	0.004	0.031	0.664	**1.83**	≤1.00
锌(mg/L)	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.67	0.49	≤1.00
镉(mg/L)	0.0002	0.0004	0.0004	0.0003	**0.0224**	**0.182**	≤0.005
铅(mg/L)	0.001L	0.001L	0.001	0.001L	0.047	0.166	≤1.00
铁(mg/L)	0.52	3.08	40.9	0.86	**420**	**2205**	≤0.3
锰(mg/L)	0.16	0.03	0.45	0.08	**160**	**516**	≤0.10
铬(mg/L)	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.05	0.14	≤0.05
氟化物(mg/L)	0.71	0.34	0.28	0.22	**1.27**	**2.04**	≤1.00
硫酸盐(mg/L)	8L	8L	37	16	**1940**	**2255**	≤250
氯化物(mg/L)	3.1	7	2.2	5.1	206	108	≤250
硝酸盐(mg/L)	0.07	0.17	0.99	0.25	13.9	**50.06**	≤20.0
亚硝酸盐氮(mg/L)	0.003L	0.003L	0.008	0.005	0.005	0.244	≤1.00
砷(mg/L)	0.0067	0.0148	0.015	0.0164	0.0041	0.0071	≤0.01
汞（mg/L）	0.00083	0.00077	0.00088	0.00087	0.00064	0.0005	≤0.001
总磷（mg/L）	0.02	0.01L	0.09	0.04	0.4	**0.97**	≤0.2
备注：报告数据栏中数据，当检测结果低于方法检出限时，用“检出限+L”表示。							

根据表《易门箐磷石膏生态修复项目（第1季度检）检测报告，绿岛环检2502-048号》的监测结果分析，项目2025年第1季度地下水监测结果如下：

（1）上游背景井（1#监测井）监测结果：15项指标达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的Ⅲ类水质目标。

（2）右岸观测井（2#监测井）监测结果：15项指标达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的Ⅲ类水质目标。

（3）右岸观测井（3#监测井）监测结果：15项指标达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的Ⅲ类水质目标。

（4）左岸观测井（4#监测井）监测结果：15项指标达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的Ⅲ类水质目标。

（5） 下游扩散井（5#监测井）监测结果：总磷为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅴ类水质；镉、铁、锰和硫酸盐为《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅴ类水质；pH、氟化物为Ⅳ类水质，其余9项指标达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的Ⅲ类水质目标。结合环评报告中地下

水环境影响专项评价报告和现场调查综合分析，pH、总磷、镉、铁、锰、硫酸盐和氟化物污染成因是历史采矿活动、水土流失冲刷形成沉降物所造成。

（6）地下水导排收集池监测结果：总磷为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅴ类水质；镉、铁、锰、氟化物、硝酸盐和硫酸盐为《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅴ类水质；pH、铜为Ⅳ类水质，其余 7 项指标达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的Ⅲ类水质目标。结合环评报告中地下水环境影响专项评价报告和现场调查综合分析，pH、总磷、镉、铁、锰、氟化物、铜、硝酸盐和硫酸盐污染成因是历史采矿活动、水土流失冲刷形成沉降物所造成。

（6）2025 年 2 季度地下水监测结果

地下水环境影响对比井监测结果见表 3.1.9-11。

表 3.1.9-11　地下水环境影响对比井监测结果

点位名称	地下水监控井 1#井	地下水监控井 2#井	地下水监控井 3#井	地下水监控井 4#井	标准值	达标情况
采样日期	2025 年 4 月 2 日				/	/
检测项目	检测结果				/	/
pH 值（无量纲）	**6.2**	6.5	**6.1**	**6.3**	6.5-8.5	**超标**
氟化物（mg/L）	0.64	0.35	0.24	0.34	≤1.0	达标
铁（mg/L）	**3.75**	**0.07**	**1.04**	**19.8**	**≤0.3**	**超标**
锰（mg/L）	**0.16**	0.03	**0.38**	**0.13**	**≤0.10**	**超标**
镉（mg/L）	0.0001L	0.0006	0.0004	0.0003	≤0.005	达标
铬（mg/L）	0.03	0.03L	0.03L	0.03L	≤0.05	达标
铍（mg/L）	0.00017	0.00022	0.00141	0.00075	≤0.002	达标
汞（mg/L）	0.00012	0.00008	0.00008	0.00010	≤0.001	达标
砷（mg/L）	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0009	≤0.01	达标
铅（mg/L）	0.001L	0.001L	0.003	0.001L	≤0.01	达标
铜（mg/L）	0.008	0.008	0.029	0.001L	≤1.0	达标
锌（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤1.0	达标
硫酸盐（mg/L）	9	8L	36	8L	≤250	达标
硝酸盐（mg/L）	0.06	0.25	0.08	0.04	≤20.0	达标
亚硝酸盐（mg/L）	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	≤1.0	达标
氯化物（mg/L）	2L	2L	2L	4.9	≤250	达标

铊（mg/L）	0.00002L	0.00003	0.00002L	0.00002L	≤0.0001	达标
总磷（mg/L）	0.01L	0.02	0.06	0.07	≤0.2	达标
注：检测结果低于检出限时，该项检测结果以“检出限+L”表示。						

续表 3.1.9-11　地下水环境影响对比井监测结果

点位名称	地下水监控井 5#井	地下水导排收集池	标准值	达标情况
采样日期	2025 年 4 月 2 日		/	/
检测项目	检测结果		/	/
pH 值（无量纲）	**6.4**	**6.2**	6.5-8.5	**超标**
氟化物（mg/L）	**1.61**	**1.32**	1.0	**超标**
铁（mg/L）	**335**	**2660**	0.3	**超标**
锰（mg/L）	**172**	**450**	0.10	**超标**
镉（mg/L）	**0.0517**	**0.0648**	0.005	**超标**
铬（mg/L）	0.05	0.04	0.05	达标
铍（mg/L）	0.000161	0.000278	0.002	达标
汞（mg/L）	0.00009	0.00008	0.001	达标
砷（mg/L）	0.0007	0.0010	0.01	达标
铅（mg/L）	**0.192**	**0.172**	0.01	**超标**
铜（mg/L）	0.262	0.155	1.0	达标
锌（mg/L）	**5.24**	**10.0**	1.0	**超标**
硫酸盐（mg/L）	**1230**	**2040**	250	**超标**
硝酸盐（mg/L）	**51.5**	3.10	20.0	**超标**
亚硝酸盐（mg/L）	0.003L	0.040	1.0	达标
氯化物（mg/L）	**347**	79.7	250	**超标**
铊（mg/L）	**0.00019**	**0.00090**	0.0001	**超标**
总磷（mg/L）	0.02	0.03	/	/
注：检测结果低于检出限时，该项检测结果以“检出限+L”表示。				

根据表 6.2.1.3-1 分析，地下水环境超标因子为 pH、氟化物、硝酸盐、硫酸盐、铅、镉、锌、铁、锰、氯化物、铊。其中 pH、氟化物、硫酸盐、铅、镉、锌、铁、锰、铊，与环评报告中地下水环境影响专项评价报告结果基本一致，污染成因是采矿活动所造成。原环评中硝酸盐无超标，氯化物未检测。对于超标因子后续需根据多次监测结果分析趋势和异常原因。

（7）2025 年 3 季度地下水监测结果

表 3.1.9-12　第三季度（7 月）地下水监测井监测结果

点位名称	GB/T14848-2017 的III类标准限值	地下水监控井 1#井	地下水监控井 2#井	地下水监控井 3#井	地下水监控井 4#井	达标分析
样品编号		/	HS25072203-2-1-1	HS25072203-3-1-1	HS25072203-4-1-1	

采样日期		2025年7月22日			
检测项目		检测结果			
pH值(无量纲)	6.5～8.5	6.6	6.9	7.0	达标
氟化物(mg/L)	≤1.0	0.32	0.35	0.34	达标
铁(mg/L)	**≤0.3**	**2.57**	**24.4**	**2.96**	**未达标**
锰(mg/L)	≤0.10	0.01	0.79	0.10	达标
镉(mg/L)	≤0.005	<0.0001	<0.0001	<0.0001	达标
铬(mg/L)	≤0.05	<0.03	<0.03	<0.03	达标
铍(μg/L)	**≤0.002**	**0.32**	**3.72**	**0.55**	**未达标**
汞(mg/L)	≤0.001	0.00008	0.00010	0.00010	达标
砷(mg/L)	≤0.01	0.0004	<0.0003	<0.0003	达标
铅(mg/L)	≤0.01	0.003	0.001	<0.001	达标
铜(mg/L)	≤1.00	<0.001	0.006	0.008	达标
锌(mg/L)	≤1.00	<0.05	<0.05	<0.05	达标
硫酸盐(mg/L)	≤250	<8	125	31	达标
硝酸盐氮(mg/L)	≤20.0	0.14	0.05	0.04	达标
亚硝酸盐氮(mg/L)	≤1.0	<0.003	0.010	0.009	达标
氯化物(mg/L)	≤250	2.3	2.1	2.7	达标
总磷（mg/L）	≤0.2	<0.01	0.05	0.01	达标
数据来源昆明绿岛环境科技有限公司《易门管磷石膏生态修复项目(第三季度检、地下水)检测报告》（报告编号：绿岛环检 2507-056 号）					

无水

续表 3.1.9-12　第三季度（7月）地下水监测井监测结果

点位名称	GB/T14848-2017 的III类标准限值	地下水监控井 5#井	达标分析	地下水监控井 6#井	达标分析	地下水导排收集池	达标分析
样品编号		HS25072203-5-1-1				HS25072203-6-1-1	
采样日期		2025年7月22日		2025年8月12日		2025年7月22日	
检测项目		检测结果					
pH值(无量纲)	6.5～8.5	6.7	达标	7.0	达标	6.5	达标
氟化物(mg/L)	≤1.0	0.95	达标	0.13	达标	**1.52**	**超标**
铁(mg/L)	≤0.3	**58.3**	**超标**	**0.84**	**未达标**	**1.70×10^3**	**超标**
锰(mg/L)	≤0.10	**136**	**超标**	**1.07**	**未达标**	**375**	**超标**
镉(mg/L)	≤0.005	0.0010	达标	0.0002	达标	**0.0759**	**超标**
铬(mg/L)	≤0.05	<0.03	达标	<0.03	达标	<0.03	达标
铍(μg/L)	≤0.002	**0.0148**	**超标**	0.00025	未达标	**308**	**超标**
汞(mg/L)	≤0.001	0.00011	达标	<0.00004	达标	0.00038	达标
砷(mg/L)	≤0.01	0.0011	达标	0.0014	达标	0.0064	达标
铅(mg/L)	≤0.01	**0.021**	**超标**	**0.036**	**超标**	**0.294**	**超标**
铜(mg/L)	≤1.00	0.068	达标	0.033	达标	0.279	达标
锌(mg/L)	≤1.00	**1.86**	**超标**	**<0.05**	**达　标**	**23.8**	**超标**
硫酸盐(mg/L)	≤250	<8	达标	192	达　标	<8	达标

硝酸盐氮(mg/L)	≤20.0	**48.4**	**超标**	0.03	达 标	3.38	达标
亚硝酸盐氮(mg/L)	≤1.0	0.020	达标	<0.003	达 标	0.020	达 标
氯化物(mg/L)	≤250	**284**	**超标**	4.0	达 标	**3.38×10^3**	**超标**
总磷（mg/L）	≤0.2	0.03	达标	-	-	0.10	达标
铊（mg/L）	≤0.0001	-		<0.02	达标	-	
数据来源昆明绿岛环境科技有限公司《易门管磷石膏生态修复项目(第三季度检、地下水)检测报告》（报告编号：绿岛环检 2507-056 号）及《易门管磷石膏生态修复项目(地下水 6#)检测报告》（报告编号：绿岛环检 2508-109 号）							

根据上表 3.1.9-12 分析，7 月地下水监测结果如下：

（1）地下水监控井 1#井无水。

（2）地下水监控井 2#井、3#井、4#井均为铍超标（超过Ⅴ类限值），其余监测指标满足 GB/T14848-2017 的Ⅲ类标准限值。

（3）地下水监控井 5#井超标因子为铁（Ⅴ 类）、锰（Ⅴ 类）、铍（Ⅴ 类）、铅 (Ⅳ类）、锌 (Ⅳ类）、硝酸盐氮（Ⅴ 类）以及氯化物 (Ⅳ类），其余监测指标满足 GB/T14848-2017 的Ⅲ类标准限值。

（4）地下水监控井 6#井超标因子为铁 (Ⅳ类）、锰 (Ⅳ类）、铍（Ⅴ 类）、铅(Ⅳ类），其余监测指标满足 GB/T14848-2017 的Ⅲ类标准限值。

（5）地下水导排收集池超标因子为氟化物 (Ⅳ类）、铁（Ⅴ类）、镉（Ⅴ类）、锰 (Ⅳ类）、铍（Ⅴ类）、铅 (Ⅳ类）、锌（Ⅴ类）、硝酸盐氮（Ⅴ类）以及氯化物（Ⅴ类），其余监测指标满足 GB/T14848-2017 的Ⅲ类标准限值。

表 3.1.9-13　第三季度（9 月）地下水监测井监测结果

检测项目	GB/T14848-2017的III类标准限值	采样点位置、样品编号、采样时间、样品状态及检测结果						采样点位置、样品编号、采样时间、样品状态及检测结果					
		DX01			DX02			DX03			DX04		
		E102°16'55.67",N24°41'17.00"			E102°17'14.21"、N24°41'29.14"			E102°17'06.20"、N24°41'03.69"			E102°17'40.53"、N24°41'38.34"		
		KMR91101001~022			KMR91101023~042			KMR91101043~062			KMR91101063~082		
		2025/9/24	2025/9/26		2025/9/24	2025/9/26		2025/9/24	2025/9/26		2025/9/24	2025/9/26	
		微臭、淡黄色、微浊	微臭、淡黄色、微浊	达标分析	微臭、灰白色、微浊	微臭、灰白色、微浊	达标分析	微臭、无色、透明	微臭、无色、透明	达标分析	微臭、无色、透明	微臭、无色、透明	达标分析
pH 值	6.5～8.5	7	7	达标	5.3	4.6	达标	5	5.1	达标	5.4	4	达标

	亚硝酸盐(以N计)	≤1.0	ND	ND	达标	ND	ND	达标	ND	0.003	达标	ND	ND	达标
	六价铬	≤0.05	ND	ND	达标	ND	ND	达标	ND	ND	达标	ND	ND	达标
	氟化物	≤1.0	0.015	ND	达标	ND	ND	达标	ND	ND	达标	0.086	ND	达标
	氨氮	≤0.5	0.204	0.22	达标	0.133	0.154	达标	0.133	0.18	达标	0.032	0.046	达标
	氯化物	250	0.77	0.987	达标	0.146	0.124	达标	0.123	0.136	达标	0.682	0.13	达标
	汞	≤0.001	ND	ND	达标	ND	ND	达标	ND	ND	达标	ND	ND	达标
	浑浊度	≤3	**39**	**33**	**V类**	**22**	**13**	**V类**	**4.5**	2.1	**IV类**	**15**	**44**	**V类**
	溶解性总固体	≤1000	271	233	达标	30	30	达标	**1.13×103**	917	**V类**	106	97	达标
	砷	≤0.01	ND	ND	达标	ND	ND	达标	0.002	0.0014	达标	ND	ND	达标
	硒	≤0.01	ND	ND	达标	ND	ND	达标	ND	ND	达标	ND	ND	达标
	硝酸盐(以N计)	≤20.0	0.017	0.008	达标	ND	0.008	达标	0.009	ND	达标	0.03	ND	达标
	硫酸盐	≤250	136	135	达标	15	14.6	达标	**288**	**342**	**IV类**	57.3	71.9	达标
	铁	≤0.3	ND	ND	达标	ND	ND	达标	**57.8**	**49.6**	**V类**	0.11	0.1	达标
	铅	≤0.01	ND	ND	达标	0.0033	0.00102	达标	0.00153	0.00155	达标	0.0002	0.00718	达标
	铊	≤0.00001	ND	ND	达标	0.00004	0.00003	达标	0.00007	0.00008	达标	ND	0.00003	达标
	铍	≤0.002	ND	ND	达标	0.00016	0.00023	达标	**0.0242**	**0.0377**	**IV类**	0.00046	0.00112	达标
	铜	≤1	0.00132	0.00466	达标	0.00388	0.00258	达标	0.00062	0.00062	达标	0.0219	0.185	达标
	锌	≤1	ND	ND	达标	ND	ND	达标	0.53	0.6	达标	0.03	0.03	达标
	锰	≤0.1	**0.2**	**0.19**	**IV类**	0.05	0.03	达标	**1.44**	**1.14**	**IV类**	**0.14**	0.05	**IV类**
	镉	≤0.005	ND	ND	达标	ND	ND	达标	0.00006	ND	达标	ND	ND	达标

镍	0.02	0.0122	0.00972	达标	0.0093	0.00888	达标	**0.499**	**0.587**	**V类**	**0.0258**	**0.0415**	**IV类**
总磷	≤0.2	0.02	0.02	达标	0.03	0.03	达标	0.02	0.02	达标	0.08	0.09	达标

备注：数据来源云南华测检测认证有限公司《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程2025年第三季度检测报告》（报告编号：A2240436969109a及A2240436969109b），总磷执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准，其余指标执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类水质标准。

续表3.1.9-13 第三季度（9月）地下水监测井监测结果

检测项目	GB/T14848-2017的III类标准限值	采样点位置、样品编号、采样时间、样品状态及检测结果						采样点位置、样品编号、采样时间、样品状态及检测结果					
		DX05			DX06			DX07			DX08		
		E102°18'01.01"、N4°41'20.93"			E02°17'56.54"、N4°41'21.66"			E02°17'47.43"、N4°41'22.38"			E02°17'48.63"、N4°41'21.69"		
		KMR91101083~102			KMR91101103~122			KMR91101123~142			KMR91101143~162		
		2025/9/24	2025/9/26		2025/9/24	2025/9/26		2025/9/24	2025/9/26		2025/9/24	2025/9/26	
		无异味、灰白色、浑浊	无异味、灰白色、浑浊	达标分析	微臭、无色、透明	微臭、无色、透明	达标分析	微臭、黄色、浑浊	微臭、黄色、浑浊	达标分析	微臭、无色、透明	微臭、无色、透明	达标分析
pH值	6.5～8.5	6.3	6.8	达标	3.9	4	达标	3.5	3.7	达标	3.9	2.4	达标
亚硝酸盐(以N计)	≤1.0	ND	ND	达标	ND	ND	达标	ND	ND	达标	ND	ND	达标
六价铬	≤0.05	ND	ND	达标	ND	ND	达标	ND	ND	达标	ND	ND	达标
氟化物	≤1.0	0.167	0.148	达标	0.198	0.198	达标	0.776	0.651	达标	0.92	0.93	达标
氨氮	≤0.5	0.151	0.202	达标	**1.75**	**1.79**	**V类**	**5.68**	**6.68**	**V类**	**3.25**	**3.14**	**V类**
氯化物	250	0.335	7.4	达标	1.62	2.7	达标	2.07	2.4	达标	4.31	3.47	达标
汞	≤0.001	ND	ND	达标	ND	ND	达标	ND	ND	达标	ND	0.00016	达标
浑浊度	≤3	**624**	**495**	**V类**	**73**	2	**V类**	**345**	**47**	**V类**	**7**	**121**	**V类**
溶解性总固体	≤1000	468	595	达标	**3.69×10^3**	**3.74×10^3**	**V类**	**1.27×10^4**	**1.30×10^4**	**V类**	**2.08×10^4**	**1.96×10^4**	**V类**
砷	≤0.01	0.001	0.0013	达标	0.0066	0.0031	达标	0.0014	0.0007	达标	0.029	**0.228**	**V类**
硒	≤0.01	ND	ND	达标	ND	ND	达标	ND	ND	达标	ND	**0.0136**	**IV类**
硝酸盐	≤20.0	ND	0.137	达标	ND	ND	达标	ND	ND	达标	0.009	0.086	达标

(以 N 计)													
硫酸盐	≤250	**261**	**388**	**V 类**	**3.22×103**	**3.21×103**	**V 类**	**8.57×103**	**8.85×103**	**V 类**	**1.33×104**	**1.24×104**	**V 类**
铁	≤0.3	ND	ND	达标	**109**	**105**	**V 类**	**1.16×103**	**1.39×103**	**V 类**	**1.42×103**	**1.60×103**	**V 类**
铅	≤0.01	ND	ND	达标	**0.045**	**0.0102**	**IV类**	0.00136	0.00658	达标	0.00206	**0.0194**	**IV类**
铊	≤0.0001	0.00007	0.0001	达标	**0.00042**	**0.00016**	**IV类**	**0.00041**	**0.00051**	**IV类**	**0.00112**	**0.00063**	**IV类**
铍	≤0.002	ND	ND	达标	**0.00614**	**0.0068**	**IV类**	**0.0312**	**0.0351**	**IV类**	**0.16**	**0.0806**	**V 类**
铜	≤1	0.00013	0.00015	达标	0.675	0.0658	达标	0.244	0.252	达标	0.42	**1.51**	**V 类**
锌	≤1	ND	ND	达标	**2.89**	**2.17**	**IV类**	**15.6**	**16.4**	**V 类**	**22.2**	**13.7**	**V 类**
锰	≤0.1	**0.66**	**0.69**	**IV类**	**107**	**110**	**V 类**	**431**	**468**	**V 类**	**405**	**245**	**V 类**
镉	≤0.005	ND	0.0001	达标	**0.0221**	**0.00522**	**IV类**	**0.0474**	**0.0504**	**V 类**	**0.174**	**0.102**	**V 类**
镍	0.02	0.00491	0.00377	达标	**1.78**	**1.84**	**V 类**	**12.7**	**13.8**	**V 类**	**16.2**	**9.99**	**V 类**
总磷	≤0.2	0.04	0.04	达标	0.02	0.02	达	0.02	0.02	达	0.04	0.04	达标

备注：数据来源云南华测检测认证有限公司《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程 2025 年第三季度检测报告》（报告编号：A2240436969109a 及 A2240436969109b），总磷执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准，其余指标执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类水质标准。

根据上表 3.1.9-13，9 月地下水监测结果如下：

（1）地下水监测井 1#井（DX01），超标因子为浑浊度（V 类）、锰 (Ⅳ类），其余监测指标满足 GB/T14848-2017 的Ⅲ类标准限值。

（2）地下水监测 2#井（DX02），超标因子为浑浊度（V 类），其余监测指标满足 GB/T14848-2017 的Ⅲ类标准限值。

（3）地下水监测井 3#井（DX03），超标因子为浑浊度 (Ⅳ类）、溶解性总固体（V 类）、硫酸盐 (Ⅳ类）、铁（V 类）、铍 (Ⅳ类）、锰 (Ⅳ类）、镍（V 类），其余监测指标满足 GB/T14848-2017 的Ⅲ类标准限值。

（4）地下水监测井 4#井（DX04），超标因子为浑浊度（V 类）、锰 (Ⅳ类）、镍 (Ⅳ类），其余监测指标满足 GB/T14848-2017 的Ⅲ类标准限值。

（5）地下水监测井 5#井（DX05），超标因子为浑浊度（V 类）、硫酸盐（V 类）、锰 (Ⅳ类），其余监测指标满足 GB/T14848-2017 的Ⅲ类标准限值。

（6）地下水监测井 6#井（DX06），超标因子为氨氮（V 类）、浑浊度（V 类）、溶解性总固体（V 类）、硫酸盐（V 类）、铁（V 类）、铅 (Ⅳ类）、铊 (Ⅳ类）、铍 (Ⅳ类）、锌 (Ⅳ类）、锰（V 类）、镉 (Ⅳ类）、镍（V 类），其余监测指标满足 GB/T14848-2017 的Ⅲ类标准限值。

（7）红大公路旁左侧靠箐沟临时监测井（DX07），超标因子为氨氮（V 类）、浑浊度（V 类）、溶解性总固体（V 类）、硫酸盐（V 类）、铁（V 类）、铊 (Ⅳ类）、铍 (Ⅳ类）、锌（V 类）、锰（V 类）、镉（V 类）、镍（V 类），其余监测指标满足 GB/T14848-2017 的Ⅲ类标准限值。

（8）地下水导排收集池（DX08），超标因子为氨氮（V 类）、浑浊度（V 类）、溶解性总固体（V 类）、砷（V 类）、硒 (Ⅳ类）、硫酸盐（V 类）、铁（V 类）、铅 (Ⅳ类）、铊 (Ⅳ类）、铍（V 类）、铜（V 类）、锌（V 类）、锰（V 类）、镉（V 类）、镍（V 类），其余监测指标满足 GB/T14848-2017 的Ⅲ类标准限值。

（8）2025 年 4 季度地下水监测结果

易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程地下水跟踪监测井 2025 年第 4 季度监测结果见表 3.1.9-14。

表 3.1.9-14　2025 年第 4 季度项目地下水监测井监测结果

检测指标	III类标准限值	地下水 1#监测井		地下水 2#监测井		地下水 3#监测井		地下水 4#监测井		地下水 5#监测井		地下水导排收集池	
		监测值	评价	监测值	评价	监测值	评价	监测值	评价	监测值	评价	监测值	评价
pH（无量纲）	6.5～8.5	7.4	达标	7.2	达标	7.6	达标	7.3	达标	7.1	达标	**4.1**	**V类**
亚硝酸盐氮（mg/L）	≤1.00	＜0.003	达标	0.005	达标	＜0.003	达标	＜0.003	达标	＜0.003	达标	＜0.003	达标
氟化物（mg/L）	≤1.0	0.12	达标	0.07	达标	0.09	达标	0.11	达标	0.33	达标	0.63	达标
氯化物（mg/L）	≤250	6.5	达标	5.5	达标	52.5	达标	5.0	达标	63.2	达标	**326**	**IV类**
汞（mg/L）	≤0.001	0.00016	达标	0.00017	达标	0.00015	达标	0.00021	达标	0.00024	达标	＜0.0000	达标

												4	
砷（mg/L）	≤0.01	0.0006	达标	0.0007	达标	0.0013	达标	0.0006	达标	0.0006	达标	0.0020	达标
硝酸盐氮（mg/L）	≤20.0	0.09	达标	0.16	达标	＜0.02	达标	0.04	达标	0.02	达标	0.40	达标
硫酸盐（mg/L）	≤250	128	达标	13	达标	80	达标	42	达标	244	达标	29	达标
铁（mg/L）	≤0.3	0.13	达标	0.06	达标	**75.40**	**V类**	0.20	达标	**0.58**	**IV类**	**1000**	**V类**
铅（mg/L）	≤0.01	0.002	达标	0.002	达标	0.008	达标	0.004	达标	0.010	达标	**0.269**	**V类**
铍(μg/L）	≤2	0.15	达标	0.19	达标	**22.50**	**IV类**	0.70	达标	0.29	达标	**120**	**V类**
铜（mg/L）	≤1.00	0.002	达标	0.030	达标	0.140	达标	0.101	达标	0.013	达标	**1.350**	**IV类**
锌（mg/L）	≤1.00	＜0.05	达标	＜0.05	达标	0.42	达标	＜0.05	达标	＜0.05	达标	**18.0**	**V类**
锰（mg/L）	≤0.10	**0.24**	**IV类**	0.05	达标	**1.27**	**IV类**	0.05	达标	**1.22**	**IV类**	**198**	**V类**
镉（mg/L）	≤0.005	＜0.0001	达标	＜0.0001	达标	0.0009	达标	0.0002	达标	0.0004	达标	**0.148**	**V类**
铬（mg/L）	-	＜0.03	-	＜0.03	-	＜0.03	-	＜0.03		＜0.03	-	0.18	-
总磷（mg/L）	≤0.2	0.02	达标	0.01	达标	0.05	达标	＜0.01	达标	0.01	达标	0.07	达标
备注：（1）数据来源昆明绿岛环境科技有限公司《易门箐磷石膏生态修复项目（第四季度检、地下水）检测报告》（绿岛环检2510-037 号）；（2）总磷执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准，其余指标执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类水质标准。													

根据表 3.1.9-14 分析，项目 2025 年第 4 季度地下水监测结果如下：

（1）上游背景井（JC1）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，锰为IV类水质，其余 14 项指标达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

（2）右岸观测井（JC2）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，其余 15 项指标达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

（3）右岸观测井（JC3）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，铍、锰为IV类水质，铁为V类水质，其余 12 项

指标达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

（4）左岸观测井（JC4）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，其余 15 项指标达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

（5）下游扩散井（JC5）监测结果：总磷为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质；铁、锰为IV类水质，其余 13 项指标达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

（6）地下水导排收集池监测结果：总磷为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质；pH 、铁、铅、铍、锌、锰、镉 7 项指标为V类水质，氯化物、铜为IV类水质，其余 6 项指标达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标；地下水导排池地下水送至项目污水处理处理达标。

（9）2026 年地下水监测情况

2026 年 2 月、3 月、4 月、5 月，建设单位委托昆明绿岛环境科技有限公司对地下水进行监测（详见附件 14），监测结果如下：

表 3.1.9-15　2026 年 2 月地下水监测结果一览表

采样日期	2026 年 2 月 6 日					GB/T14848-2017 中III类标准	达标情况
采样点位	地下水监控井 1#	地下水监控井 2#	地下水监控井 3#	地下水监控井 4#	地下水监控井 5#		
检测指标 样品编号	HS26020602-1-1-1	HS26020602-2-2-1	HS26020602-3-1-1	HS26020602-4-1-1	HS26020602-5-1-1		
pH 值（无量纲）	6.7	7.9	6.6	6.8	6.7	6.5～8.5	达标
浑浊度（NTU）	**12**	**4.7**	**5.5**	**8.9**	**11**	**≤3**	**超标**
溶解性总固体（mg/L）	169	283	641	787	**1040**	**≤1000**	**超标**
氟化物（mg/L）	0.17	0.06	0.07	**1.54**	0.30	**≤1.0**	**超标**
硫酸盐（mg/L）	44	119	146	48	**266**	≤250	达标
六价铬（mg/L）	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.004	≤0.05	达标
砷（mg/L）	<0.0003	0.0006	0.0006	0.0063	0.0005	≤0.01	达标
汞（mg/L）	0.00011	0.00013	0.0001	0.00008	0.00009	≤0.001	达标
硒（mg/L）	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	≤0.01	达标

铍（mg/L）	0.00008	0.00023	**0.00612**	0.00117	0.00031	**≤0.002**	**超标**
铁（mg/L）	0.20	**0.89**	**22.2**	**0.37**	**0.81**	**≤0.3**	**超标**
锰（mg/L）	**0.34**	0.03	**0.47**	**0.40**	**1.25**	**≤0.1**	**超标**
镍（mg/L）	0.003	0.00876	0.0198	0.0172	0.0013	≤0.02	达标
铜（mg/L）	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	≤1.0	达标
锌（mg/L）	<0.05	<0.05	0.09	0.29	<0.05	≤1.0	达标
镉（mg/L）	0.0002	0.0032	<0.0001	0.0017	<0.0001	≤0.005	达标
铅（mg/L）	0.001	**0.014**	0.010	**0.04**	0.008	≤0.01	达标
铊（mg/L）	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	≤0.0001	达标
氨氮（mg/L）	0.046	0.054	0.27	**3.52**	0.289	≤0.5	超标
氯化物（mg/L）	6.0	5.0	20.0	16.0	200	≤250	达标
硝酸盐氮（mg/L）	0.07	0.03	0.02	0.24	0.06	≤20.0	达标
亚硝酸盐氮（mg/L）	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	≤1.00	达标
总磷（mg/L）	0.01	0.01	0.11	0.12	0.02	≤0.2	达标
注：1.当检测结果低于方法检出限时，报项目的检出限并加“<”或“未检出”表示							

根据上表分析：

（1）上游背景井（1#）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，浑浊度、锰、铅不能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标，其余指标均达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

（2）右岸观测井（2#）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，浑浊度、铁不能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标，其余指标均达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

（3）右岸观测井（3#）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，浑浊度、铍、铁、锰、氨氮不能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标，其余指标均达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

（4）左岸观测井（4#）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，浑浊度、铅、氟化物、铁、锰、氨氮不能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标，其余指标均达到

《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

（5）下游扩散井（5#）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，浑浊度、铁、锰、氨氮、硫酸盐、溶解性总固体不能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标，其余指标均达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

表 3.1.9-16　2026 年 3 月地下水监测结果一览表

采样日期	2026 年 3 月 23 日					**GB/T14848-2017 中 III类标准**	**达标情况**
采样点位	地下水监控井 1#	地下水监控井 2#	地下水监控井 3#	地下水监控井 4#	地下水监控井 5#		
检测指标 样品编号	HS2603231002-1-1-1	HS26032310-2-1-1	HS26032310-3-1-1	HS26032310-4-1-1	HS26032310-5-1-1		
pH 值（无量纲）	7.7	7.5	7.3	7.6	7.3	6.5～8.5	达标
浑浊度（NTU）	<0.3	<0.3	<0.3	**14**	<0.3	**≤3**	**超标**
溶解性总固体（mg/L）	243	291	505	303	695	≤1000	达标
氟化物（mg/L）	0.11	0.06	0.05	0.07	0.13	≤1.0	达标
硫酸盐（mg/L）	12	12	63	15	189	≤250	达标
六价铬（mg/L）	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	≤0.05	达标
砷（mg/L）	0.0007	0.0013	0.0019	0.0009	0.0014	≤0.01	达标
汞（mg/L）	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	≤0.001	达标
硒（mg/L）	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	≤0.01	达标
铍（mg/L）	0.00013	0.00029	**0.00532**	0.00147	0.00042	**≤0.002**	**超标**
铁（mg/L）	0.12	**0.62**	**1.31**	0.05	<0.03	**≤0.3**	**超标**
锰（mg/L）	0.10	0.03	**0.28**	**0.01**	**0.8**	**≤0.1**	**超标**
镍（mg/L）	0.00048	0.00852	**0.0522**	0.0168	0.00092	≤0.02	达标
铜（mg/L）	0.001	0.012	0.010	0.041	0.011	≤1.0	达标
锌（mg/L）	<0.05	<0.05	0.08	<0.05	<0.05	≤1.0	达标
镉（mg/L）	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	≤0.005	达标
铅（mg/L）	0.001	0.005	0.003	0.006	0.005	≤0.01	达标
铊（mg/L）	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	≤0.0001	达标
氨氮（mg/L）	0.110	0.346	**11.8**	**1.17**	0.408	≤0.5	超标
氯化物（mg/L）	10.0	8.0	11.5	15.0	16.6	≤250	达标
硝酸盐氮	0.10	0.04	0.12	0.09	0.06	≤20.0	达标

（mg/L）							
亚硝酸盐氮（mg/L）	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	≤1.00	达标
总磷（mg/L）	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	≤0.2	达标
注：1.当检测结果低于方法检出限时，报项目的检出限并加“<”或“未检出”表示							

根据监测结果：

（1）上游背景井（1#）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，其余指标均达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

（2）右岸观测井（2#）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，铁不能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标，其余指标均达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

（3）右岸观测井（3#）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，铍、铁、锰、镍、氨氮不能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标，其余指标均达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

（4）左岸观测井（4#）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，浑浊度、铁不能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标，其余指标均达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

（5）下游扩散井（5#）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，锰不能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标，其余指标均达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

表 3.1.9-17　2026 年 4 月地下水监测结果一览表

采样日期	2026 年 4 月 17 日					GB/T14848-2017 中III类标准	达标情况
采样点位	地下水监控井 1#	地下水监控井 2#	地下水监控井 3#	地下水监控井 4#	地下水监控井 5#		
检测指标样品编号	HS2603231002-1-1-1	HS26032310-2-1-1	HS26032310-3-1-1	HS26032310-4-1-1	HS26032310-5-1-1		
pH 值（无量纲）	**5.4**	**5.1**	**4.9**	**4.4**	**4.7**	6.5～	达标

						8.5	
浑浊度（NTU）	**6.4**	**5.7**	**5.4**	**5.3**	**6.0**	**≤3**	**超标**
溶解性总固体（mg/L）	147	110	289	121	404	≤1000	达标
氟化物（mg/L）	0.55	0.09	<0.05	<0.05	2.07	**≤1.0**	**超标**
硫酸盐（mg/L）	23	<8	72	23	215	≤250	达标
六价铬（mg/L）	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	≤0.05	达标
砷（mg/L）	0.0011	0.0011	**0.25**	<0.0003	<0.0003	≤0.01	达标
汞（mg/L）	0.00007	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.00009	≤0.001	达标
硒（mg/L）	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	≤0.01	达标
铍（mg/L）	0.00014	0.00077	**0.0101**	0.00094	0.00033	**≤0.002**	**超标**
铁（mg/L）	0.14	**3.8**	**10.3**	**0.3**	**0.55**	**≤0.3**	**超标**
锰（mg/L）	**0.13**	<0.01	**0.25**	<0.01	**1.23**	**≤0.1**	**超标**
镍（mg/L）	0.00034	0.00855	0.0177	0.0154	0.00029	≤0.02	达标
铜（mg/L）	0.001	0.048	0.005	0.046	0.007	≤1.0	达标
锌（mg/L）	<0.05	<0.05	0.08	<0.05	<0.05	≤1.0	达标
镉（mg/L）	<0.0001	<0.0001	0.0016	<0.0001	<0.0001	≤0.005	达标
铅（mg/L）	<0.001	0.007	0.003	0.002	0.007	≤0.01	达标
铊（mg/L）	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	≤0.0001	达标
氨氮（mg/L）	0.072	0.213	0.268	0.072	0.488	≤0.5	超标
氯化物（mg/L）	7.5	5.5	4.5	6.5	8.5	≤250	达标
硝酸盐氮（mg/L）	0.04	<0.02	0.18	<0.02	0.03	≤20.0	达标
亚硝酸盐氮（mg/L）	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	≤1.00	达标
总磷（mg/L）	0.02	0.01	0.01	0.02	0.06	≤0.2	达标
注：1.当检测结果低于方法检出限时，报项目的检出限并加“<”或“未检出”表示							

（1）上游背景井（1#）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，pH、浑浊度、锰不能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标；其余指标均达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

（2）右岸观测井（2#）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，pH、浑浊度、铁不能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标，其余指标均达到《地下水质量标准》

（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

（3）右岸观测井（3#）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，铍、铁、锰不能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标，其余指标均达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

（4）左岸观测井（4#）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，浑浊度、铁不能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标，其余指标均达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

（5）下游扩散井（5#）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，浑浊度、铁、锰不能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标，其余指标均达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

表 3.1.9-17　2026 年 5 月地下水监测结果一览表

采样日期	2026 年 5 月 14 日					GB/T14848-2017 中III类标准	达标情况
采样点位	地下水监控井 1#	地下水监控井 2#	地下水监控井 3#	地下水监控井 4#	地下水监控井 5#		
检测指标 样品编号	HS2603231002-1-1-1	HS26032310-2-1-1	HS26032310-3-1-1	HS26032310-4-1-1	HS26032310-5-1-1		
pH 值（无量纲）	**11.4**	**11.1**	**11.5**	**10.7**	**10.2**	6.5～8.5	达标
浑浊度（NTU）	**5.1**	**5.3**	**4.9**	**5.7**	**8.9**	**≤3**	**超标**
溶解性总固体（mg/L）	271	121	285	107	677	**≤1000**	**超标**
氟化物（mg/L）	0.07	<0.05	<0.05	<0.05	0.11	≤1.0	达标
硫酸盐（mg/L）	**324**	17.5	98.7	25.2	**397**	≤250	达标
六价铬（mg/L）	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	≤0.05	达标
砷（mg/L）	0.0006	0.0004	0.0011	0.0026	0.0016	≤0.01	达标
汞（mg/L）	0.00012	0.00005	<0.00004	0.00014	0.00004	≤0.001	达标
硒（mg/L）	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	≤0.01	达标
铍（mg/L）	**0.0161**	0.00045	0.00739	0.00104	0.00094	**≤0.002**	**超标**
铁（mg/L）	**171**	**1.18**	**5.70**	**1.39**	0.04	**≤0.3**	**超标**

锰（mg/L）	**27.1**	0.06	**0.03**	**0.04**	1.96	**≤0.1**	**超标**
镍（mg/L）	0.610	0.00792	0.0303	0.015	0.0181	≤0.02	达标
铜（mg/L）	0.0194	0.0532	0.0042	0.0422	0.0009	≤1.0	达标
锌（mg/L）	0.91	<0.05	0.07	<0.05	<0.05	≤1.0	达标
镉（mg/L）	0.00475	0.00006	0.0005	0.00011	0.00029	≤0.005	达标
铅（mg/L）	**0.0168**	0.0037	0.0026	<0.0006	0.0073	≤0.01	达标
铊（mg/L）	0.00356	0.00002	0.00006	0.00005	0.00002	≤0.0001	达标
氨氮（mg/L）	0.039	0.060	0.127	0.066	**0.502**	≤0.5	超标
氯化物（mg/L）	24.0	18.0	8.0	6.0	6.0	≤250	达标
硝酸盐氮（mg/L）	0.03	0.07	0.13	0.69	0.05	≤20.0	达标
亚硝酸盐氮（mg/L）	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.021	≤1.00	达标
总磷（mg/L）	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	≤0.2	达标
注：1.当检测结果低于方法检出限时，报项目的检出限并加“<”或“未检出”表示							

根据监测结果：

（1）上游背景井（1#）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，pH、浑浊度、锰不能达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标；其余指标均达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

（2）右岸观测井（2#）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，pH、浑浊度、铁不能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标，其余指标均达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

（3）右岸观测井（3#）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，pH、铍、铁、锰不能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标，其余指标均达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

（4）左岸观测井（4#）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，pH、浑浊度、铁不能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标，其余指标均达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

（5）下游扩散井（5#）监测结果：总磷达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值，pH、浑浊度、铁、锰不能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标，其余指标均达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的III类水质目标。

3.1.9.3 地下水环境变化趋势分析

（1）根据环评阶段监测，项目地下水监测结果分析见下表 3.1.9-18 所示。

表 3.1.9-18　地下水分析检测结果统计

监测指标	样品个数	检出个数	检出率（%）	最大值	最小值	**平均值**	标准值	最大污染指数	超标个数	超标率（%）
pH	43	-	-	**8.7**	2.9	**5.87**	6.5～8.5	/	23	53.49
色度	43	38	88.37	**375**	ND	**22.21**	15	25	3	6.98
浑浊度	43	43	100	**2360**	1.4	**256.73**	3	786.7	34	79.07
溶解性总固体	43	43	100	**142000**	16	**9227.91**	1000	142	9	20.93
总硬度	43	41	95.35	**93800**	ND	**6164.83**	450	208.4	10	23.26
氟化物	43	38	88.37	**1.62**	ND	**0.27**	1	1.6	2	4.65
硫酸盐	43	42	97.67	**5820**	ND	**272.19**	250	23.3	5	11.63
耗氧量	43	43	100	**2800**	0.4	**138.91**	3	933.3	27	62.79
六价铬	43	ND	ND	**ND**	ND	**ND**	0.05	0	0	0
汞	43	28	65.12	**0.00042**	ND	**0.0002**	0.001	0.4	0	0
砷	43	24	55.81	**1.93**	ND	**0.05**	0.01	193	4	9.3
硒	43	3	6.98	**0.001**	ND	**0**	0.01	0.1	0	0
钠	43	43	100	**270**	0.106	**23.57**	200	1.4	1	2.33
铍	43	28	65.12	**0.679**	ND	**0.04**	0.002	339.5	9	20.93
硼	43	34	79.07	**0.236**	ND	**0.03**	0.5	0.5	0	0
铝	43	43	100	**4450**	0.00248	**285.1**	0.2	22250	23	53.49
锰	43	42	97.67	**3300**	ND	**177.12**	0.1	33000	31	72.09
铁	43	41	95.35	**17700**	ND	**1032.4**	0.3	59000	26	60.47

镍	43	43	100	**106**	0.00019	**7.3**	0.02	5300	25	58.14
铜	43	41	95.35	**76.6**	ND	**2.49**	1	76.6	4	9.3
锌	43	33	76.74	**326**	ND	**14.64**	1	326	9	20.93
镉	43	31	72.09	**0.925**	ND	**0.04**	0.005	185	7	16.28
铊	43	23	53.49	**0.00683**	ND	**0.0003**	0.0001	68.3	11	25.58
铅	43	37	86.05	**0.177**	ND	**0.014**	0.05	3.5	3	6.98

从表中可以看出：pH 分布在 2.9～8.7 之间，平均值为 5.87，超过地下水 III 标准限值的样品个数为 23 个，超标率达 53.49%；溶解性总固体含量分布在 16～142000mg/L，平均值达 9227.91mg/L，超过地下水 III 标准限值的样品个数为 9 个，超标率达 20.93%；硫酸盐检出率达 97.67%，含量分布在 0～5820mg/L，超过地下水 III 标准限值的样品个数为 5 个，超标率达 11.63%；4 个地下水点位砷含量超过地下水 III 标准限值，超标率为 9.3%，最大污染指数为 193；9 个地下水点位铍含量超过地下水 III 标准限值，超标率为 20.93%，最大污染指数为 339.5；23 个地下水点位铝含量超过地下水 III 标准限值，超标率为 53.49%，最大污染指数为 22250；31 个地下水点位锰含量超过地下水 III 标准限值，超标率为 72.09%，最大污染指数为 33000；26 个地下水点位铁含量超过地下水 III 标准限值，超标率为 60.47%，最大污染指数为 59000；25 个地下水点位镍含量超过地下水 III 标准限值，超标率为 58.14%，最大污染指数为 5300；4 个地下水点位铜含量超过地下水 III 标准限值，超标率为 9.30%，最大污染指数为 76.6；9 个地下水点位锌含量超过地下水 III 标准限值，超标率为 20.93%，最大污染指数为 339.5；7 个地下水点位镉含量超过地下水 III 标准限值，超标率为 16.28%，最大污染指数为 185；11 个地下水点位铊含量超过地下水 III 标准限值，超标率为 25.58%，最大污染指数为 68.3；3 个地下水点位铅含量超过地下水 III 标准限值，超标率为 6.98%，最大污染指数为 3.5；全部地下水检测点位六价铬、汞、硒、硼均未超过地下水 III 标准限值。通过对地下水监测点位各指标按《地下水质量标准》（GB14848-2017）进行分级；易门箐矿区及周边地下水铝、锰、铁、镍污染较为严重。

（2）项目施工期上游背景井（1#）、右岸观测井（2#、3#）、左岸观测井（4#）和下游扩散井（5#）监测结果如下：

表 3.1.9-19　地下水 1#监测结果变化一览表

日期 监测指标	2024.12.20	2025.2.18	2025.4.2	2025.10.13	2026.2.6	2026.3.23	2026.4.17	2026.5.14
pH（无量纲）	6.3	6.8	6.2	7.4	6.7	7.7	**5.4**	**11.4**
浑浊度（NTU）	/	/	/	/	**12**	<0.3	**6.4**	**5.1**
氨氮（mg/L）	/	/	/	/	0.046	0.110	0.072	0.039
氟化物（mg/L）	0.09	0.71	0.64	0.12	0.17	0.11	0.55	0.07
总磷（mg/L）	0.01L	0.02	0.01L	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02
硫酸盐（mg/L）	36.6	8L	9	128	44	12	23	324
铁（mg/L）	**1.43**	**0.52**	**3.75**	0.13	0.20	0.12	0.14	**171**
锰（mg/L）	0.07	**0.16**	**0.16**	**0.24**	**0.34**	**0.10**	**0.13**	**27.1**
铍（mg/L）	0.00006	/	0.00017	0.00015	0.000008	0.00013	0.00014	**0.0161**
铊（mg/L）	0.00003	/	0.00002L	/	<0.03	<0.03	<0.03	**0.00356**
铜（mg/L）	0.05L	0.001	0.008	0.002	<0.001	0.001	0.001	0.0194
镉（mg/L）	1.0×10^{-4}L	0.0002	0.0001L	0.0001L	0.0002	0.0001L	0.0001L	0.00475
铅（mg/L）	0.001L	0.001L	0.001L	0.002	0.001	0.001	0.001L	**0.0168**
锌（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.91
氯化物（mg/L）	10L	3.1	2L	6.5	6.0	10.0	7.5	24.0

表 3.1.9-20　地下水 2#监测结果变化一览表

日期 监测指标	2024.6.17	2024.6.18	2024.12.20	2025.2.18	2025.4.2	2025.7.22	2025.10.13	2026.2.6	2026.3.23	2026.4.17	2026.5.14
pH（无量纲）	7.3	7.0	**5.2**	7.2	6.5	6.6	7.2	7.9	7.5	**5.1**	**11.1**
浑浊度（NTU）	/	/	/	/	/	/	/	**4.7**	<0.3	**5.7**	**5.3**
氨氮（mg/L）	/	/	/	/	/	/	/	0.054	0.346	0.213	0.060
氟化物（mg/L）	0.06	0.06	0.1	0.34	0.35	0.32	0.07	0.06	0.06	0.09	<0.05
总磷（mg/L）	0.02	0.02	0.01L	0.01L	0.02	0.01L	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01

硫酸盐（mg/L）	17.4	17.6	60.0	8L	8L	8L	13	119	12	8L	17.5
铁（mg/L）	**0.44**	**0.41**	**6.74**	**3.08**	0.07	2.57	0.06	**0.89**	0.12	**3.8**	**1.18**
锰（mg/L）	0.08	0.07	0.03	0.03	0.03	0.01	0.05	0.03	**0.10**	<0.01	0.06
铍（mg/L）	/	/	0.00044	/	0.00022	0.32	0.00019	0.00612	0.00029	0.00077	0.00045
钍（mg/L）	/	/	0.00003	/	0.00003	/	/	<0.03	<0.03	<0.03	0.00002
铜（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.002	0.008	0.05L	0.03	<0.001	0.012	0.048	0.0532
镉（mg/L）	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	0.00004	0.00006	0.0001L	0.0001L	0.0032	1.0×10^{-4}L	0.0001L	0.00006
铅（mg/L）	0.022	0.0021	0.001L	0.001L	0.001L	0.003	0.002	0.014	0.005	0.002	0.0037
锌（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L
氯化物（mg/L）	15	16	10L	7	2L	2.3	5.5	5.0	8.0	5.5	18.0

表 3.1.9-21　地下水 3#监测结果变化一览表

日期 监测指标	2024.6.17	2024.6.18	2024.12.20	2025.2.18	2025.4.2	2025.7.22	2025.10.13	2026.2.6	2026.3.23	2026.4.17	2026.5.14
pH（无量纲）	7.1	7.3	6.1	7	6.1	6.9	7.6	6.6	7.3	**4.9**	**11.5**
浑浊度（NTU）	/	/	/	/	/	/	/	**5.5**	<0.3	**5.4**	**4.9**
氨氮（mg/L）	/	/	/	/	/	/	/	0.27	**11.8**	0.268	0.127
氟化物（mg/L）	0.07	0.07	0.12	0.28	0.24	0.35	0.09	0.07	0.05	<0.05	<0.05
总磷（mg/L）	0.01	0.01	0.01L	0.09	0.06	0.05	0.05	0.11	0.01	0.01	0.02
硫酸盐（mg/L）	13.2	15.7	69.9	37	36	125	80	146	63	72	98.7
铁（mg/L）	0.21	0.24	**11.9**	**40.9**	**1.04**	**24.4**	**74.40**	**22.2**	**1.31**	**10.3**	**5.70**
锰（mg/L）	0.03	0.03	**0.37**	**0.45**	**0.38**	**0.79**	**1.27**	**0.47**	**0.28**	**0.25**	0.03

铍（mg/L）	/	/	0.00035	/	0.00141	**0.03072**	**0.0225**	**0.00612**	**0.00532**	**0.01001**	0.00739
铊（mg/L）	/	/	0.00002	/	0.00002L	/	/	<0.03	<0.03	<0.03	0.00006
铜（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.004	0.029	0.006	0.140	<0.001	0.010	0.005	0.00042
镉（mg/L）	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	0.00004	0.00004	0.0001L	0.0009	0.0001L	1.0×10^{-4}L	0.0016	0.00005
铅（mg/L）	0.023	0.024	0.001L	0.001L	0.003	0.001	0.008	0.01	0.003	0.003	0.00026
锌（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.08	0.08	0.07
氯化物（mg/L）	31	31	10L	2.2	2L	2.1	52.5	20.0	11.5	4.5	8.0

表 3.1.9-22　地下水 4#监测结果变化一览表

日期 监测指标	2024.6.17	2024.6.18	2024.12.20	2025.2.18	2025.4.2	2025.7.22	2025.10.13	2026.2.6	2026.3.23	2026.4.17	2026.5.14
pH（无量纲）	7.2	7.1	**5.5**	6.7	6.3	7.0	7.3	6.8	7.6	**4.4**	**10.7**
浑浊度（NTU）	/	/	/	/	/	/	/	**8.9**	**14**	**5.3**	**5.7**
氨氮（mg/L）	/	/	/	/	/	/	/	**3.52**	**1.17**	0.072	0.066
氟化物（mg/L）	0.13	0.14	0.25	0.22	0.34	0.34	0.11	**1.54**	0.07	<0.05	<0.05
总磷（mg/L）	0.02	0.03	0.01L	0.04	0.07	0.01	0.01	0.12	0.01	0.02	0.02
硫酸盐（mg/L）	32.9	33.4	28.7	16	8L	31	42	48	15	23	25.2
铁（mg/L）	0.20	0.19	**4.29**	**0.86**	**19.8**	**2.96**	0.20	0.37	0.05	**0.3**	**1.39**
锰（mg/L）	0.01L	0.01L	0.09	0.08	**0.13**	**0.10**	0.05	0.40	0.01	0.01L	**0.04**
铍（mg/L）	/	/	0.00111	0.00003	0.00075	0.00055	0.00007	0.00117	0.00147	0.00094	0.00005
铊（mg/L）	/	/	0.00002	/	0.00002L	/	/	0.00002L	0.00002L	0.00002L	0.00006

铜（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.031	0.001L	0.008	0.10	0.001L	0.041	0.046	0.0422
镉（mg/L）	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	0.00003	0.00003	0.0001L	0.00002	0.00017	1.0×10^{-4}L	0.0001L	0.00011
铅（mg/L）	1.0×10^{-3}L	1.0×10^{-3}L	0.001L	0.001L	0.001L	0.00003	0.0004	**0.04**	0.006	0.002	<0.006
锌（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.29	0.05L	0.05L	0.05L
氯化物（mg/L）	47	48	10L	5.1	4.9	2.7	5.0	16.0	15.0	6.5	6.0

表 3.1.9-23　地下水 5#监测结果变化一览表

日期 监测指标	2024.6.17	2024.6.18	2024.12.20	2025.2.18	2025.4.2	2025.7.22	2025.10.13	2026.2.6	2026.3.23	2026.4.17	2026.5.14
pH（无量纲）	7.3	7.2	**4.2**	6.4	6.4	6.7	7.1	6.7	7.3	**4.7**	**10.2**
浑浊度（NTU）	/	/	/	/	/	/	/	**11**	<0.3	**6.0**	**8.9**
氨氮（mg/L）	/	/	/	/	/	/	/	0.289	0.408	0.488	**0.502**
氟化物（mg/L）	0.63	0.56	0.96	**1.27**	**1.61**	0.95	0.33	0.30	0.408	0.488	0.11
总磷（mg/L）	**0.25**	**0.27**	**1.14**	**0.4**	0.02	0.03	0.01	0.02	0.01	0.06	0.03
硫酸盐（mg/L）	**5150**	**5030**	**1380**	**1940**	**1230**	8L	244	**266**	189	215	397
铁（mg/L）	**118**	**113**	**520**	**420**	**335**	**58.3**	**0.58**	**0.81**	<0.03	**0.55**	0.04
锰（mg/L）	**38.2**	**36.6**	**130**	**160**	**172**	**136**	**1.22**	**1.25**	**0.8**	**1.23**	**1.96**
铍（mg/L）	/	/	**0.00081**	/	0.000161	0.00148	0.00029	0.00031	0.00042	0.00033	0.00094
铊（mg/L）	/	/	**0.00002**	/	**0.00019**	/	/	<0.03	<0.03	<0.03	0.00002
铜（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.664	0.262	0.068	0.013	0.05L	0.011	0.007	0.00009
镉（mg/L）	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	0.00074	**0.00224**	**0.00517**	**0.001**	0.00004	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	0.00029
铅（mg/L）	**1.0**	**1.0**	0.00	**0.04**	**0.19**	**0.02**	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00

	×10^{-3}L	**×10^{-3}L**	55	**7**	**2**	**1**	0	8	5	7	73
锌（mg/L）	0.05L	0.05L	**3.00**	0.67	**5.24**	**1.86**	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L
氯化物（mg/L）	27	27	79	206	347	284	63.2	200	16.6	8.5	6.0

根据施工期监测结果分析：项目施工前期所在区域地下水环境超标因子为pH、浑浊度、总磷、氟化物、硫酸盐、铅、镉、锌、铁、锰、铍、铜、氯化物、铊等无法满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准；项目通过实施采坑回填、边坡治理、截排水工程、裸露区域植被恢复、受污染地下水收集处理等生态修复措施，有效遏制矿区水土流失，切断裸露岩土中污染物随雨水淋溶下渗进入地下水的途径，从源头减少污染物持续输入。项目所在区域地下水环境超标因子主要为：pH、浑浊度、氟化物、硫酸盐、铅、锌、铁、锰、铍、铜、氯化物、镍、氨氮等存在无法满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准情况。

项目pH、氟化物、铁、锰、总磷、硫酸盐变化曲线如下图3.1.9-1~3.1.9-5所示。

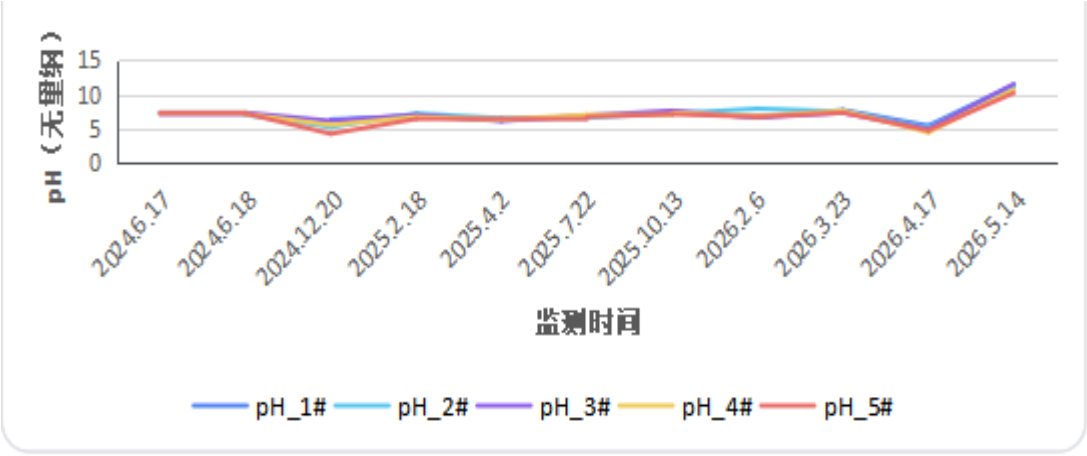


图 3.1.9-1　项目地下水 1#-5#pH 监测结果变化曲线图

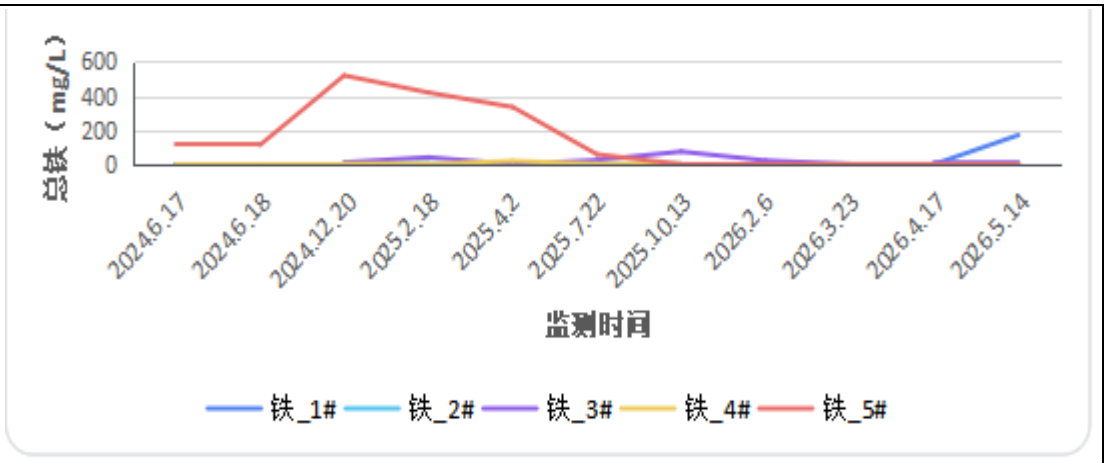


图 3.1.9-2　项目地下水 1#-5#铁监测结果变化曲线图

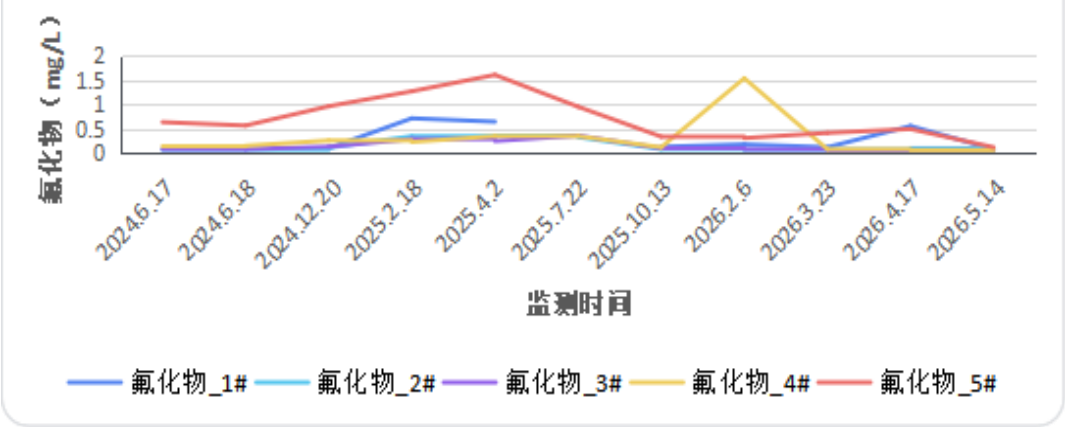


图 3.1.9-3　项目地下水 1#-5#氟化物监测结果变化曲线图

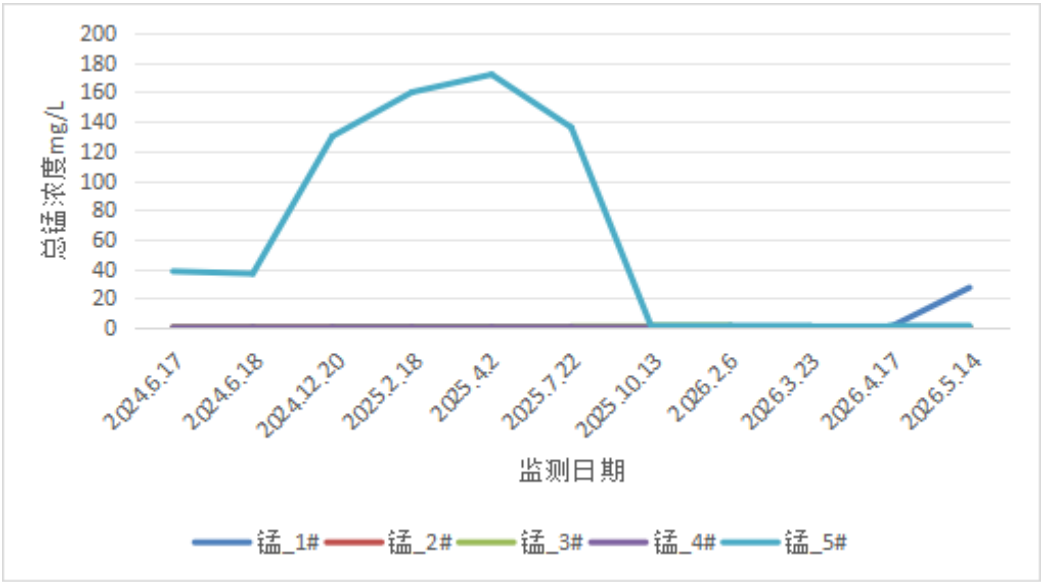


图 3.1.9-4　项目地下水 1#-5#锰监测结果变化曲线图

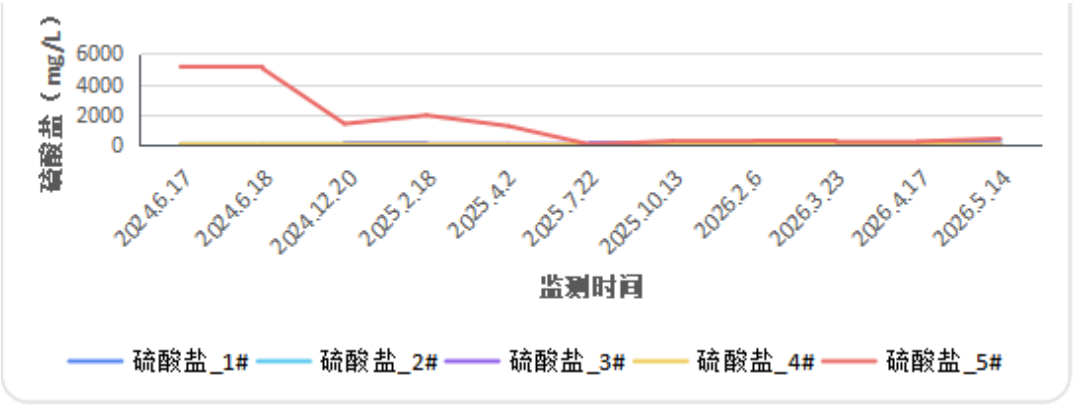


图 3.1.9-5　项目地下水 1#-5#硫酸盐监测结果变化曲线图

对比施工前期、施工期监测数据：项目地下水超标污染物种类减少，铅、镉、铝、镍、铍、铊、锌等重金属及氨氮、总磷、硫酸盐等浓度降低，区域地下水污染态势得到有效遏制，随着修复工程持续发挥作用，地下水环境将进一步逐步改善。

综上，项目实施对区域地下水环境产生显著正面有利影响。

3.1.10 声环境现状

根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南 （生态影响类）》（试行），固定声源环境质量现状监测参照《建设项目环境影响报告表编制技术指南（污染影响类）》（试行）相关规定开展补充监测。

根据昆明市生态环境局于2025年6月6日公布的《2024年度昆明市生态环境状况公报》可知：2024年，昆明市各县（市）区区域环境昼间等效声级平均值分别为：东川区53.4分贝、**安宁市49.2分贝**、宜良县49.4分贝、石林县53.2分贝、禄劝县51.2分贝、嵩明县 52.8分贝、富民县48.9分贝、寻甸县46.3分贝。**安宁市**、宜良县、富民县、寻甸县**区域昼间环境噪声总体水平评价为一级（好）**，其余各县（市）区区域昼间环境噪声总体水平评价为二级（较好）。与2023年相比，宜良县、富民县、寻甸县的区域环境昼间等效声级平均值降低，东川区、安宁市、石林县、禄劝县、嵩明县的区域环境昼间等效声级平均值升高。

根据现场踏勘，本项目生态修复区最近保护目标为1607m 的杨兴庄大村，《建设项目环境影响报告表编制技术指南（污染影响类）》（试行），项目周边50m 范围内没有高噪声设备排放的企业和声环境敏感点，无需开展现状监测。

因此，项目所在区域声环境质量能够满足《声环境质量标准》（GB3096-

	2008）2类标准要求。
与项目有关的原有环境污染和生态破坏问题	**3.2 与项目有关的原有环境污染和生态破坏问题** 本项目于 2024 年 1 月 2 日开工建设；2024 年 11 月完成废渣堆存区环境污染治理，废渣堆存区原位风险管控覆土，并完成种植绿化；由于矿坑修复区坑底底部污泥较多，施工期现场采用底泥固化和挤密桩的形式进行加固后铺设 80cm 厚黏土覆盖层，并布设两布一膜防渗结构，回填磷石膏开始标高为 2032m；2024 年 2 月，施工单位开始矿坑改性磷石膏回填；截至 2026 年 7 月矿坑改性磷石膏回填量共计 3763989.49t，根据《地基与基础工程检验检测报告》（报告编号：YNZJZ-2024-P2102-0132-3），其碾压压实最大干密度值为 1.47t/m³（1.47g/cm³），对应压实回填总体积约为 256.054 万 m³，已矿坑回填区回填标高 2032-2065m，已回填高度 33m；项目剩余可回填改性磷石膏回填量：3693.916 万 m^3，待矿坑回填区回填标高 2065-2210m，待回填高度 145m。 **1.项目存在问题** （1）磷石膏、改性磷石膏运输道路途中出现撒落；较多运输车辆途径村庄存在噪声、扬尘污染隐患。 （2）渗滤液、受污染地下水和矿坑修复区坑底雨水处理前期依托易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理），处理规模 1 万 m^3/d（设计处理规模 2 万 m^3/d，已拆除 1 组 1 万 m^3/d 处理设施），处理工艺为一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）。处理达到《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）和《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005）工艺及产品用水较严值后回用于施工场地、生态修复区洒水抑尘和改性磷石膏生产补充水；按照易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目环评报告及其批复文件（安生环复〔2023〕64 号）要求，项目新建渗滤液处置站，设计处理规模 5000m^3/d，位于项目区东侧，渗滤液处理站出水满足《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》（GB/T 25499-2010）和《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2024）工艺用水及产品用水较严值后回用于施工场地、生态修复区洒水抑尘和改性磷石膏生产补充水，根据项目实施期间自行自行监测报告：监测期

间存在铁、锰、氟化物等 3 项监测因子超出《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）和《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T 19923-2005）工艺及产品用水较严值的限值。

（3） 矿坑回填修复区涉及最高标高之上，裸露区域土质较差和生态恢复效果不佳，存在来年雨季导致水土流失。

2.项目整改措施

（1）磷石膏、改性磷石膏运输车辆严禁超载，加强覆盖措施；运输道路撒落物料，及时清扫和妥善处置，严禁清扫至两侧排水沟；尽快推进运输道路的改道建设，避开敏感目标。

（2）改性磷石膏回填渗滤液通过隧洞用管道导排收集至改性磷石膏回填渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3），收集的渗滤液通过水泵提升至新建渗滤液处理站（1 个，设计处理规模 30m^3/h，采用“化学预处理+双极反渗透（RO 膜）”工艺）处理达《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉；矿区原有废渣堆存区淋滤水通过排渗管道导排至渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=5×5×2.5m，容积 62.5m^3）收集；矿区受污染的地下水通过顶管工艺打通，采用管道导排至地下水收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3）；矿坑修复区坑底雨水过顶管工艺打通，采用管道导排至雨水收集池（1 个，长×宽×高=7m×2m×1.5m=21m^3）；收集的废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水通过水泵提升至容积为 5000m^3 的调节池；再通过水泵提升至已建设污水处理站（1 个，设计处理规模 5000 m^3/d，工艺：一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+钙矾石深度处理）进行处理（出口设置在线监测设施）；污水处理站出水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L），硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4120m）排入新河。

（3）建议通过覆土和其他方式改善土质，落实水土保持方案相关措施，进行生态恢复，降低水土流失隐患。

生态环境保护目标

3.3 生态环境保护目标

根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）（试行）》，按照环境影响评价相关技术导则要求确定评价范围并识别环境保护目标。本项目为矿山环境污染治理及生态修复项目，主要环境影响主要表现为施工期污染物排放对环境的影响，按照《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）（试行）》的要求，本项目生态环境保护目标如下：

3.3.1 大气环境保护目标

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），环境空气评价范围为以生态修复区为中心，外扩 2.5km 的范围，见附图，评价范围内保护目标见表 3.3.3-1。

表 3.3.1-1 环境空气保护目标

保护目标	经度（度）	纬度（度）	保护对象	保护内容	环境功能区	方位	与修复区边界直线距离（m）
杨兴庄上村	102.310075	24.679541	居民	56 户，224 人	项目区域环境空气2030 年 12 月 31 日前执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段二级标准浓度限值；2031 年 1 月 1 日起执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准浓度限值	东南	1614
杨兴庄大村	102.311161	24.676650	居民	80 户，320 人		东南	1607
杨兴庄小村	102.314072	24.676477	居民	35 户，170 人		东南	1960
双龙村	102.318103	24.681206	居民	120 户，480 人		东南	2201

3.3.2 声环境保护目标

项目位于矿山开采区，属于工矿用地范围，未开展声环境功能区划。根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），结合声环境评价工作等级以及《建设项目环境影响报告表编制技术指南（污染影响类）》（试行），确定本项目声环境评价工作范围为 50m，评价工作范围见附图。声环境评价范围内无声环境保护目标。

3.3.3 生态环境保护目标

本项目为铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复项目，根据《安宁市自然

资源局关于安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目用地范围套合安宁市生态保护红线的情况说明》（见附件），套合安宁市国土空间总体规划“三线”划定成果，该项目地下水和渗滤液导排隧洞工程范围涉及安宁市生态保护红线，其余工程不涉及按照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），生态影响评价工作等级二级，生态评价范围为导排隧洞进出口两端 1km，隧洞中心线外扩 1km 的范围。

根据调查，评价范围内不涉及《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）规定的受影响的重要物种以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标，无国家和省级重点保护野生动植物、古树名木等生态敏感目标分布。本项目生态影响保护目标主要为回填区渗滤液和地下水导排隧洞涉及的生态保护红线敏感区，以及项目区周边的植被、动植物资。要求保护工程所在区域生态系统的完整性、生物多样性，尽量降低项目实施对区域动植物的影响。

3.3.4 地下水环境保护目标

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

1）地下水环境影响评价项目类别：本项目为本项目为铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程，根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）附录 A“地下水环境影响评价行业分类表”，参照相近行业类别“污染场地治理修复工程”，属于III类建设项目。

2）建设项目场地的地下水环境敏感程度：本项目不在饮用水源保护区范围内，项目区地下水径流方向下游民井主要功能为农业灌溉，不具备饮用功能，地下水环境敏感程度为“不敏感”。

对照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）建设项目评价工作等级分级表可知，**本项目地下水环境评价工作等级为三级**，具体划分情况见表3.3.4-1和3.3.4-2。

表 3.3.4-1 地下水环境敏感程度分级表

敏感程度	地下水环境敏感特征
敏感	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区；除集中式饮用水水源意外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其它保护区，如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水

	资源保护区。
较敏感	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区以外的补给径流区；未划定准保护区的集中水式饮用水水源，其保护区以外的补给径流区；分散式饮用水水源地；特殊地下水资源（如矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区等其他未列入上述敏感分级的环境敏感区 a。
不敏感	上述地区之外的其他地区
注：a“环境敏感区”是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的环境敏感区。	

表3.3.4-2 评价工作等级分级表

项目类别 / 环境敏感程度	I 类项目	II 类项目	III 类项目
敏感	一级	一级	二级
较敏感	一级	二级	三级
不敏感	二级	三级	**三级**

根据场区地下水评价范围根据区域内的地下水补给、径流、排泄条件及含水层结构特征，地下水范围为一个完整的水文地质单元，约 20km²的范围。西部以庙耳山分水岭为隔水边界，南部以西箐大山的分水岭为隔水边界，东部八街河为区域内的排泄边界，北部以易门箐北侧分水岭延伸至山前地层分界线（第四系和震旦系灯影组分界线）为边界。

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）本地下水环境保护目标指：潜水含水层和可能受建设项目影响且具有饮用水开发利用价值的含水层，集中式饮用水水源和分散式饮用水水源地，以及《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的环境敏感区。

本项目地下水评价范围内无地下水集中式饮用水水源和热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源；地下水径流方向下游不存在集中式饮用水水源和分散式饮用水水源地，矿区周边地下水因采矿活动的影响，地下水环境质量也不具有饮用水开发利用价值。综上，本项目主要地下水环境保护目标为项目区潜在含水层，主要为松散岩类孔隙水，赋存于第四系填土层（Q^{ml}）中的碎石土和冲洪积层（Q^{al+pl}）中的砂砾（卵）石层中，含水层厚度约 0-74m。第四系填土层（Q^{ml}）主要分布在矿区采坑周边废渣填土层，其成因类型主要为矿区矿渣堆填物，透水性弱—中等，含水类型为上层滞水；冲洪积层（Q^{al+pl}）主要分布在易门箐水库上游河床、下游冲沟口处，其成因类型主要为矿区矿渣堆填物、冲

积物、残坡积物，其结构疏松，透水性中等—强，含水类型为潜水。

3.3.5 土壤环境保护目标

本项目为铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复项目，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》（HJ964-2018）（试行）附录 A.1，项目行业类别其他行业，项目类别为“Ⅲ类”项目。

项目生态修复区位于历史遗留铁矿开采区，周边存在林地和农用地分布，农用地主要种植花卉，土壤环境敏感程度为“较敏感”，生态修复区面积生态修复面积 102.68hm^2，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》（HJ964-2018）（试行）评价工作等级划分表，土壤环境评价工作等级为三级，评价范围为生态修复区外扩 1km 的范围。

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）：土壤环境敏感目标是指可能受人为活动影响的、与土壤环境相关的敏感区或对象。因此，本项目土壤环境保护目标为：工程占地范围内及占地范围外 1km 范围内的土壤环境，保护要求及执行标准为：工矿用地土壤环境质量满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018），周边林地和农用地满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）。

3.3.6 地表水环境保护目标

项目改性磷石膏回填渗滤液通过隧洞用管道导排收集至改性磷石膏回填渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3），收集的渗滤液通过水泵提升至新建渗滤液处理站（1 个，设计处理规模 30m^3/h，采用“化学预处理+双极反渗透（RO 膜）”工艺）处理达《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉；废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水：矿区原有废渣堆存区淋滤水通过排渗管道导排至渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=5×5×2.5m，容积 62.5m^3）收集；矿区受污染的地下水通过顶管工艺打通，采用管道导排至地下水收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3）；矿坑修复区坑底雨水过顶管工艺打通，采用管道导排至雨水收集池（1 个，长×宽×高=7m×2m×1.5m=21m^3）；收集的废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水通过水泵提升至容积为 5000m^3 的调节池；再通过

水泵提升至已建设污水处理站（1 个，设计处理规模 5000 m^3/d，工艺：一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+钙矾石深度处理）进行处理（出口设置在线监测设施）；污水处理站出水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L），硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4120m）排入新河；项目食堂废水经已建隔油池（1 个，容积：2m^3）预处理后与其他生活污水合并排入已建化粪池（1 个，容积：10m^3）进行处理，处理达《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉。

按《环境影响评价技术导则　地表水环境》（HJ2.3-2018）的规定，根据项目废水排放方式、排放量确定地表水环境影响评价工作等级。地表水环境影响评价等级判定如下：

表 1.5.1-6　水污染影响型建设项目评价等级判定表

评价等级	判定依据	
	排放方式	废水排放量 Q/（m^3/d）；水污染物当量数 W/（量纲一）
一级	直接排放	Q≥20000 或 W≥6000000
二级	直接排放	其他
三级 A	直接排放	Q<200 且 W<6000
三级 B	间接排放	----

注 1：水污染物当量数等于该污染物的年排放量除以该污染物的污染当量值（见附录 A），计算排放污染物的污染物当量数，应区分第一类水污染物和其他类水污染物，统计第一类污染物当量数总和，然后与其他类污染物按照污染物当量数从大到小排序，取最大当量数作为建设项目评价等级确定的依据。

注 2：废水排放量按行业排放标准中规定的废水种类统计，没有相关行业排放标准要求的通过工程分析合理确定，应统计含热量大的冷却水的排放量，可不统计间接冷却水、循环水以及其他含污染物极少的清净下水的排放量。

注 3：厂区存在堆积物（露天堆放的原料、燃料、废渣等以及垃圾堆放厂）、降尘污染的，应将初期雨污水纳入废水排放量，相当的主要污染物纳入水污染当量计算。

注 4：**建设项目直接排放第一类污染物的，其评价等级为一级；**建设项目直接排放的污染物为受纳水体超标因子的，评价等级不低于二级。

注 5：直接排放受纳水体影响范围涉及饮用水水源保护区、饮用水取水口、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场等保护目标时，评价等级不低于二级。

注 6：建设项目向河流、湖库排放温排水引起受纳水体水温变化超过水环境质量标准要

求，且评价范围有水温敏感目标时，评价等级为一级。
注 7：建设项目利用海水作为调节温度介质，排水量≥500 万 m^3/d，评价等级为一级；排水量＜500 万 m^3/d，评价等级为二级。
注 8：仅涉及清净下水排放的，如其排放水质满足受纳水体水环境质量标准要求的，评价等级为三级 A。
注 9：依托现有排放口，且对外环境未新增排放污染物的直接排放建设项目，评价等级参照间接排放，定为三级 B。
注 10：建设项目生产工艺中有废水产生，但作为回水利用，不排放到外环境的，按三级 B 评价。

根据《地表水环境影响专项评价》：项目评价等级为：**一级评价**。

项目评价范围为：“a）应根据主要污染物迁移转化状况，至少需覆盖建设项目污染影响所及水域。b）受纳水体为河流时，应满足覆盖对照断面、控制断面与消减断面等关心断面的要求”。

项目区地表水体为易门箐水库、杨兴庄水库、新河、鸣矣河，易门箐水库汇入杨兴庄水库，杨兴庄水库汇入新河，新河流入鸣矣河（八街段），鸣矣河流入螳螂川。地表水评价范围为为易门箐水库库尾至新河汇入八街河（鸣矣河八街段）下游 500m，约 6.43km 长的河段。

评价范围内地表水环境保护目标主要为易门箐水库、杨兴庄水库、新河、八街河（鸣矣河八街段），项目区位于鸣矣河车木河水库坝址~入螳螂川口段汇水区范围，根据《云南省水功能区划（2014 年修订）》，鸣矣河（车木河水库出口-入螳螂川口），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。易门箐水库、杨兴庄水库、新河、八街河（鸣矣河八街段）参照执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准。

地表水环境保护目标见表 3.3.6-1。

表 3.3.6-1 地表水环境保护目标一览表

序号	保护对象	规模及功能	与项目区边界的位置关系	保护级别
1	易门箐水库	库容 80 万 m^3，无利用功能	下游约 0.5km	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准
2	杨兴庄水库	库容 167 万 m^3，农灌功能	下游约 2.53km	
3	新河	季节性河流，农灌功能	下游约 3.40km	
4	鸣矣河	旱季流量 0.3~0.5m^3 /s，农灌功能	下游约 6.93km	

3.4 评价标准

3.4.1 环境质量标准

（1）大气环境质量标准

评价标准

项目位于矿区内，属于大气环境质量二类功能区，项目区域环境空气2030年12月31日前执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段二级标准浓度限值；2031年1月1日起执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准浓度限值，标准值见下表3.4.1-1所示。

表3.4.1-1 环境空气质量标准 单位：μg/m³

污染物类别	污染物项目	平均时间	过渡阶段标准浓度限值	浓度限值	执行标准
环境空气污染物基本项目	SO_2	年平均	60	20	2030年12月31日前执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段二级标准浓度限值；2031年1月1日起执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准浓度限值
		24小时平均	150	50	
		1小时平均	500	150	
	NO_2	年平均	40	30	
		24小时平均	80	50	
		1小时平均	200	200	
	O_3	日最大8小时平均	160	160	
		1小时平均	200	200	
	PM_{10}	年平均	60	50	
		24小时平均	120	100	
	$PM_{2.5}$	年平均	30	25	
		24小时平均	60	50	
	CO	24小时平均	4000	4000	
		1小时平均	10000	10000	
	TSP	年平均	/	200	
		日平均	/	300	

（2）地表水环境

项目涉及地表水体（易门箐水库、杨兴庄水库、新河、鸣矣河）执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准。

表3.4.1-2 地表水环境质量标准（pH为无量纲） 单位：（mg/L）

项目名称	pH	溶解氧	COD	挥发酚	BOD_5	氨氮	总磷	铜	锌
标准值	6~9	>3	30	0.01	6.0	1.5	0.3（湖、库：0.1）	1.0	2.0
项目名称	**六价铬**	**铅**	**石油类**	**氟化物**	**硫化物**	**砷**	**汞**	**镉**	**阴离子表面活性剂**
标准值	0.05	0.05	0.5	1.5	0.5	0.1	0.001	0.005	0.3

（3）地下水环境

项目区地下水环境执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，标准限值见表3.1.4-3所示。

表3.4.1-3 地下水质量标准 （摘录） 单位：mg/L

序号	水质指标	III类标准	序号	水质指标	III类标准

1	色度（度）	≤15	2	挥发酚	≤0.002
3	肉眼可见物	无	4	总硬度	≤450
5	pH 值（无量纲）	6.5~8.5	6	氯化物	≤250
7	浑浊度（NTU）	≤3	8	氰化物	≤0.005
9	溶解性总固体	≤1000	10	氨氮	≤0.5
11	阴离子合成洗涤剂	≤0.3	12	滴滴涕	≤0.001
13	亚硝酸盐氮	≤1.0	14	总磷*	0.2
15	总 α 发射性（Bq/L）	≤0.5	16	六价铬	≤0.05
17	总 β 发射性（Bq/L）	≤1.0	18	镉	≤0.005
19	细菌总数（CFU/mL）	≤100	20	铁	≤0.3
21	砷	≤0.01	22	锌	≤1.0
23	总大肠菌群（MPN/L）	≤3.0	24	硒	≤0.01
25	臭和味	≤	26	铅	≤0.01
27	硫酸盐	≤250	28	六六六	≤0.005
29	氟化物	≤1.0	30	游离氯	/
31	硝酸盐氮	≤20	32	铝	≤0.01
33	耗氧量	≤3.0	34	汞	≤0.001
35	三氯甲烷	≤60	36	铜	≤1.0
37	四氯化碳	≤2.0	38	锰	≤0.1
备注：*总磷标准限值参考《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水体标准					

（4）土壤环境

项目区及周边工矿用地土壤环境执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地标准。标准限值见表3.4.1-4 所示。

表 3.4.1-4 土壤环境质量标准限值 单位：mg/kg，pH 为无量纲

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

项目周边林地和农田执行《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 3.4.1-5 所示。

表 3.4.1-5 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	污染物项目	pH≤5.5		5.5＜pH≤6.5		6.5＜pH≤7.5		pH＞7.5	
		筛选值	管控制	筛选值	管控制	筛选值	管控制	筛选值	管控制
1	镉	0.3	1.5	0.3	2.0	0.3	3.0	0.6	4.0

2	汞	1.3	2.0	1.8	2.5	2.4	4.0	3.4	6.0
3	砷	40	200	40	150	30	120	25	100
4	铅	70	400	90	500	120	700	170	1000
5	铬	150	800	150	850	200	1000	250	1300
6	铜	50	/	50	/	100	/	100	/
7	镍	60	/	70	/	100	/	190	/
8	锌	200	/	200	/	250	/	300	/

（5）声环境

声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准，具体见下表。

表 3.4.1-6　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

3.4.2 污染物排放标准

（1）大气污染物排放标准

项目矿坑修复区施工大气污染物主要为无组织颗粒物，执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中无组织排放限值（1.0mg/m^3），详见下表 3.4.2-1 所示。

表 3.4.2-1　大气污染物综合排放标准

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

（2）噪声排放标准

施工期噪声执行 2026 年 1 月 1 日起施行的《建筑施工噪声排放标准》（GB12523—2025）中相关要求，标准限值见下表 3.4.2-2 所示。

表 3.4.2-2　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

在施工过程中，产生的废水包括施工人员生活污水；矿坑回填改性磷石膏产生的渗滤液、现有渣场渗滤液和受污染的地下水。

（1）生活污水经配套一体化隔油池、化粪池沉淀后处理达《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）回用于菜地（项目部种植菜地）、绿化和周边林地灌溉，不外排。

（2）改性磷石膏回填渗滤液通过隧洞用管道导排收集至改性磷石膏回填渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积：13.57m^3），收

集的渗滤液通过水泵提升至新建渗滤液处理站（1 个，设计处理规模 30m³ /h，采用“化学预处理+双极反渗透（RO 膜）”工艺）处理达《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉。

（3）矿区原有废渣堆存区淋滤水通过排渗管道导排至渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=5×5×2.5m，容积 62.5m^3）收集；矿区受污染的地下水通过顶管工艺打通，采用管道导排至地下水收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3）；矿坑修复区坑底雨水过顶管工艺打通，采用管道导排至雨水收集池（1 个，长×宽×高=7m×2m×1.5m=21m^3）；收集的废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水通过水泵提升至容积为 5000m^3 的调节池；再通过水泵提升至已建设污水处理站（1 个，设计处理规模 5000 m^3/d，工艺：一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+钙矾石深度处理）进行处理（出口设置在线监测设施）；污水处理站出水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L），硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4120m）排入新河。

相关排放标准限值见下表：

表 3.4.2-3　生活污水处理设施和渗滤液处理站出水水质标准

序号	污染物	GB/T25499-2010 标准限值	
		单位	限值
1	pH	无量纲	6.0-9.0
2	浊度	NTU	≤5
3	嗅	-	无不快感
4	色度	度	≤30
5	溶解性总固体（TDS）	mg/L	≤1000
6	五日生化需氧量（BOD_5）	mg/L	≤20
7	总余氯	mg/L	0.2≤管网末端≤0.5
8	氯化物	mg/L	≤250
9	阴离子表明活化剂（LAS）	mg/L	≤1.0

10	氨氮	mg/L	≤20
11	粪大肠菌群	个/L	≤200
12	蛔虫卵数	个/L	≤1
13	CODcr	mg/L	-
14	汞	mg/L	≤0.001
15	砷	mg/L	≤0.05
16	铬（六价）	mg/L	≤0.1
17	铁	mg/L	≤1.5
18	铅	mg/L	≤0.2
19	锰	mg/L	≤0.3
20	锌	mg/L	≤1.0
21	镉	mg/L	≤0.01
22	铜	mg/L	≤0.5
23	氟化物	mg/L	≤2.0
24	硫化物	mg/L	-

表 3.4.2-4 项目污水处理站出水水质标准

序号	污染物	GB3838-2002-IV 类标准限值		本项目执行标准限值
		单位	限值	
1	pH	无量纲	6.0-9.0	**6.0-9.0**
2	五日生化需氧量（BOD_5）	mg/L	≤6	**≤6**
3	阴离子表明活化剂（LAS）	mg/L	≤0.3	**≤0.3**
4	氨氮	mg/L	≤1.5	**≤1.5**
5	粪大肠菌群	个/L	≤20000	**≤20000**
6	悬浮物（SS）	mg/L	-	**-**
7	CODcr	mg/L	≤30	**≤30**
8	总氮	mg/L	≤1.5	**≤1.5**
9	总磷	mg/L	≤0.3	**≤0.3**
10	总汞	mg/L	≤0.001	**≤0.001**
11	总砷	mg/L	≤0.1	**≤0.1**
12	六价铬	mg/L	≤0.05	**≤0.05**
13	总铁	mg/L	-	**≤5.0**
14	总铅	mg/L	≤0.05	**≤0.05**
15	总锰	mg/L	-	**≤2.0**
16	总锌	mg/L	≤2.0	**≤2.0**
17	总镉	mg/L	≤0.005	**≤0.005**
18	总铜	mg/L	≤1.0	**≤1.0**
19	氟化物	mg/L	≤1.5	**≤1.5**
20	硫化物	mg/L	≤0.5	**≤0.5**

	21	硫酸盐	mg/L	-	**≤250**
	22	总镍	mg/L	-	**≤1.0**
	23	总铍	mg/L	-	**≤0.005**
	24	总硒	mg/L	≤0.02	**≤0.02**
	25	总铬（六价）	mg/L	≤0.05	**≤0.05**
	26	石油类	mg/L	≤0.5	**≤0.5**
	注：（1）锰、铁、总镍、总铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值； （2）硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准。				

（4）固体废物

回填区顶部、边坡和顶部防渗参考《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）II 类场对回填区进行防渗。

现状废渣堆场顶部防渗参考《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）II 类场对回填区进行防渗。

其他	无

四、生态环境影响分析

施工期生态环境影响分析

4.1 施工期生态环境影响分析

易门箐矿区生态修复区范围占地 1026838.62 m^2，易门箐矿区生态修复区修复情况如下：

（1）废渣堆场生态修复情况：本项目于 2024 年 1 月 2 日开工建设；2024 年 11 月完成废渣堆存区环境污染治理，废渣堆存区原位风险管控覆土，并完成种植绿化。

（2）露天采区矿坑生态修复情况：由于矿坑修复区坑底底部污泥较多，施工期现场采用底泥固化和挤密桩的形式进行加固后铺设80cm厚黏土覆盖层，并布设两布一膜防渗结构，回填磷石膏开始标高为 2032m；2024 年 2 月，施工单位开始矿坑改性磷石膏回填；截至 2026 年 7 月矿坑改性磷石膏回填量共计 3763989.49t，根据《地基与基础工程检验检测报告》（报告编号：YNZJZ-2024-P2102-0132-3），其碾压压实最大干密度值为 1.47t/m^3（1.47g/cm^3），对应压实回填总体积约为 256.054 万 m^3，已矿坑回填区回填标高 2032-2065m，已回填高度 33m；项目剩余可回填改性磷石膏回填量：3693.916 万 m^3，待矿坑回填区回填标高 2065-2210m，待回填高度 145m。

（3）施工营地建设情况：2024 年 1 月至 2024 年 9 月：项目现场不设置施工营地，设置简单的集装箱办公用房，不在施工场地内进行住宿和炊事烹饪，采取在项目场地外送餐至施工现场；2024 年 10 月至今：建成项目部办公用房，并启用办公和施工管理至今，设置食堂和水冲洗卫生间，配套一体化隔油池（容积：2m^2）、化粪池（容积：10m^2）。

施工期产生的主要污染物为施工扬尘、噪声、废水、施工土石方及施工人员生活垃圾，随着工程的施工。本次评价对项目前期施工期环境影响进行回顾分析。后续还需对项目露天采区矿坑进行磷石膏回填和修复、渗滤液和地下水处理设施改造建设等。

施工期影响分析具体如下：

4.1.1 工程建设情况回顾

（1）工程建设情况

根据安宁市农林水利投资有限公司提供的《安宁市易门箐铁矿矿山环境污

染综合治理及生态修复工程项目 2024 年-2025 年环境监理总结报告》，该项目建设单位：安宁市农林水利投资有限公司；施工单位：核工业志诚建设工程有限公司（含土工膜焊接）；生态修复监理单位：云南升盟工程咨询有限公司；环境监理单位：昆明市生态环境工程评估中心。

项目于 2024 年 1 月 2 日开工建设；项目已完成废渣堆体削坡整形施工、拦挡坝施工、拦渣坝下游止水帷幕施工、渗滤液导排盲沟施工、HDPE 膜施工；2024 年 11 月完成废渣堆存区环境污染治理，废渣堆存区原位风险管控覆土，并完成种植绿化；矿坑修复区已完成矿坑底泥固化稳定化施工、强夯挤密桩基础处理、矿坑底部防渗、矿坑外围边坡治理、矿坑边坡防渗、地下水及渗滤液导排系统和收集系统建设，截至 2026 年 7 月矿坑改性磷石膏回填量共计 256.054 万 m^3，剩余可回填改性磷石膏回填量：3693.916 万 m^3，待矿坑回填区回填标高 2065-2210m，待回填高度 145m。

（2）工程建设施工质量情况

在工程建设过程中，建设单位委托了工程监理单位（云南升盟工程咨询有限公司）和环境监理单位（昆明市生态环境工程评估中心），因此该项目建设施工质量情况以《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目监理档案资料》为主，《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目环境监理总结报告》为辅开展工程建设施工质量回顾。

1）工程监理情况

根据《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目监理档案资料》（以下简称“监理档案资料”），项目在实施过程中，监理单位对项目的施工质量进行了全程跟踪监控，采取现场巡视、平行检查、重点施工工序旁站、监理例会、资料记录等方式开展工程监理，共形成监理月报 9 期（目前收到 8 期的监理季报），8 期监理监理季报中显示：防渗膜制造企业提供了有关土工膜的同意出厂质量保证书和膜的检测合格报告单；施工单位送检了防渗膜和土工布的质量检测，送检的 HDPE 土工膜检测报告显示样品所检项目结果达到《土工合成材料聚乙烯土工膜》（GB/T17643-2011）中 2.00mm 厚 GH-2T2 型土工膜技术性能指标要求，所检测项目单项结论均为合格，送检的 HDPE 土工膜检测报告显示样品所检项目结果达到《垃圾填埋场用高密度聚乙烯土工膜》（CJ/T234-2006）中 2.00mm 厚糙面 HDPE 土工膜技术性能指标要求，所

检测项目单项结论均为合格，送检的土工布检测报告显示样品所检项目结果达到《土工合成材料短纤针刺非织造土工布》（GB/T17638-2017）中规格 6.5kN/m 的相关技术要求，所检测项目单项判定均为合格；HDPE 土工膜热熔焊缝检测记录表显示均通过气压监测。监理季报中质量情况均为合格。

《监理总结报告》中均明确了改性磷石膏分层回填，土工布、HDPE 土工膜、非织造布复合土工膜铺筑，导排渗盲沟（管），排水沟及堆积范围外截洪沟，淋滤水收集井及收集池，混凝土挡土墙，淋滤水渗漏监控系统等工程质量经施工单位自检、现场监理工程师复查，其工程施工工序、施工过程均符合设计要求和施工规范要求，**项目施工质量评定均为合格**。同时，监理档案材料中**企业每天开展的改性磷石膏特征污染物水溶性磷和水溶性氟离子自检的结果也均为合格**。

2）环境监理情况

根据昆明市生态环境工程评估中心《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目环境监理总结报告》（以下简称“环境监理报告”），项目于 2024 年 1 月 2 日开工建设，环境监理工作于 2024 年 1 月 5 日进驻，重点回顾分析环保工程建设情况、监测情况分析、环保措施“三同时”落实情况、回填改性磷石膏质量、防渗层质量和防渗漏监控情况。“环境监理报告”显示：

①针对改性磷石膏：露天采区矿坑采用改性磷石膏生态修复材料回填，现阶段回填改性磷石膏来源于 100 万吨磷石膏改性项目、500 万吨磷石膏改性项目，2024 年 3 月-2024 年 9 月，云南天安化工有限公司委托中航检测（云南）有限公司开展改性磷石膏生产线改性磷石膏和回填修复区改性磷石膏检测工作，按月开展监测工作和每季度开展 1 次；2024 年第 4 季度、2025 年、2026 年委托昆明绿岛环境科技有限公司开展 100 万吨磷石膏改性项目、500 万吨磷石膏改性项目、易门箐磷石膏生态修复项目改性磷石膏检测工作，改性后的磷石膏进行属性鉴别和磷石膏污染物含量分析改性后的磷石膏属性鉴别为第 I 类一般工业固体废物，改性后磷石污染物含量分析报告污染物含量满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）二类用地筛选值的要求后，方可作为回填材料回填。

②针对防渗层：本项目按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标

准》（GB18599-2020）II类场技术要求对生态修复回填区域矿坑底部和边坡进行防渗。

防渗工程质量控制：防渗膜焊缝进行 100%气密性检测，防渗膜进行渗漏破损探测（完整性检测），发现渗漏破损情况、及时进行修补，修补区域进行复测确保达到质量要求；建设单位/工程监理单位对防渗膜进行抽验、第三方质量检测。确保防渗工程满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中II类场防渗要求。

地下水收集池、渗滤液收集池、渗滤液调节池、事故应急池和渗滤液处理站防渗：对地下水收集池、渗滤液收集池、渗滤液调节池、事故应急池和渗滤液处理站采取重点防渗措施，采用 P8 抗渗混凝土浇筑；地下水收集池、渗滤液收集池和渗滤液处理站，表面再涂抹防渗涂料；渗滤液调节池、事故应急池铺设复核防渗膜（HDPE 有效厚度 1.5mm）。

③针对防渗漏监控：建立回填区地下水环境监控体系，矿坑修复区回填及生态修复区矿坑底部防渗已安装防渗衬层渗漏监测设备，完成联网和竣工验收；并设置 5 口地下水跟踪监测井和 1 口地下水导排管观测（导排隧洞末端），制定地下水跟踪监测制度，监控防渗衬层的完整性。

环境监理报告结论，针对回填改性磷石膏属性鉴别：2024 年 3 月-2024 年 9 月，云南天安化工有限公司委托中航检测（云南）有限公司开展改性磷石膏生产线改性磷石膏和回填修复区改性磷石膏检测工作，按月开展监测工作和每季度开展 1 次；2024 年第 4 季度、2025 年委托昆明绿岛环境科技有限公司开展 100 万吨磷石膏改性项目、500 万吨磷石膏改性项目、易门箐磷石膏生态修复项目改性磷石膏检测工作，**检测结果显示“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**，项目使用的改性磷石膏回填材料属于第 1 类一般工业固体废物满足“环评报告及批复要求”，同时**“项目回填改性磷石膏各成分满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地筛选值标准，满足环评报告及批复要求”**。

3）淋滤水渗漏监控系统情况

根据 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》 （GB18599-2020）

的要求，Ⅱ类场应设置渗漏监控系统，监控防渗衬层的完整性。本项目矿坑修复区回填及生态修复区矿坑底部防渗安装防渗衬层渗漏监测设备，已经联网和完成验收工作，并设置 5 口地下水跟踪监测井和 1 口地下水导排管观测，监控防渗衬层的完整性。若防渗层发生破损，及时发现，并采取底部顶穿修复措施。

从项目工程监理资料回顾分析，施工质量评定均为合格，从项目环境监理资料回顾分析，淋滤水渗漏监控系统正常运行，至今未发生泄漏情况。

4.1.2 大气环境影响分析回顾

4.1.2.1 大气环境影响环节及因素

本项目为矿山生态生态修复工程，施工期大气环境影响因素主要为现有废渣堆存区边坡治理、拦挡坝建设、矿坑回填区边坡治理、截排水沟开挖、渗滤液收集池、渗滤液处理站等工程施工扰动地表产生的无组织扬尘；矿坑回填及覆土绿化施工扬尘和道路运输扬尘；运输车辆和施工机械尾气；施工营地食堂油烟。

（1）地表扰动扬尘

本项目废渣堆存区边坡治理、拦挡坝建设、矿坑回填区边坡治理、截排水沟开挖、渗滤液收集池、渗滤液处理站等工程施工扰动产生的扬尘。

施工单位施工期采用洒水车洒水降尘，非雨天每天洒水两次，经过洒水措施后，除尘效率为 70%，可有效减少扬尘产生，对环境影响不大。

（2）矿坑回填及覆土绿化作业扬尘

回填区使用改性磷石膏作为修复材料进行回填，回填和覆土过程中，施工单位进行洒水抑尘，适当增加修复材料和绿化覆土的湿度，扬尘产生量很小，对环境影响不大。

（3）运输扬尘

改性磷石膏采用密闭车辆运输至矿坑进行回填，为便于回填施工作业，在矿坑边坡修建临时道路，运输扬尘产生量较小，经洒水抑尘，对大气环境影响不大。

（4）运输车辆和施工机械尾气

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

（2）食堂油烟

建成项目部（施工营地）启用办公和施工管理至今；设置食堂，设置简单的厨房，采用液化气和电能作为能源，产生炊事油烟，配套油烟净化器，周边环境空旷、利于扩散，对周围大气环境影响小。

（3）大气环境影响程度分析

根据云南祥丰环保科技有限公司《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目 2024 年-2025 年环境监理总结报告》，本项目施工期间，每季度均对开展厂界无组织废气监测，监测报告详见附件 15。

监测结果如下表所示：

表 4.1.2-1　2024 年 1 季度场界无组织废气监测结果（mg/m³）

采样日期	2024 年 3 月 22 日			2024 年 3 月 22 日		
检测项目	硫化氢	二氧化硫	TSP	硫化氢	二氧化硫	TSP
监测点名称	监测结果					
G1 上方向 1#	0.002	0.01	0.269	0.001	0.007	0.268
	0.002	0.011	0.260	0.002	0.01	0.245
	0.002	0.014	0.244	0.002	0.011	0.252
G2 下风向 2#	0.004	0.026	0.412	0.006	0.025	0.387
	0.006	0.023	0.398	0.006	0.028	0.409
	0.005	0.028	0.385	0.006	0.031	0.397
G3 下风向 3#	0.007	0.036	0.405	0.007	0.041	0.420
	0.008	0.037	0.428	0.008	0.039	0.381
	0.008	0.035	0.399	0.008	0.042	0.393
G4 下风向 4#	0.007	0.023	0.420	0.007	0.028	0.426
	0.006	0.022	0.415	0.006	0.032	0.412
	0.006	0.021	0.396	0.007	0.025	0.417
标准值	≤0.06	≤0.5	≤1	≤0.06	≤0.5	≤1
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标

根据表 4.1.2-1 分析：项目施工期 2024 年 1 季度厂界废气颗粒物、二氧化硫达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297－1996）中表 2 无组织排放监控限值，即：颗粒物≤1.0mg/m³、二氧化硫≤0.5mg/m³；硫化氢达到 《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）无组织排放监控限值，即硫化氢≤0.06mg/m³；项目施工期废气对周边环境影响可以接受。

表 4.1.2-2　2024 年 2 季度—3 季度场界无组织废气监测结果（mg/m³）

采样日期	2024 年 6 月 17 日			2024 年 6 月 28 日		
检测项目	硫化氢	二氧化硫	TSP（μg/m³）	硫化氢	二氧化硫	TSP（μg/m³）

监测点名称	监测结果					
上方向 1#	0.003	0.007	164	0.003	0.007	164
	0.003	0.008	186	0.003	0.008	186
	0.003	0.007	177	0.003	0.007	177
下风向 2#	0.005	0.025	449	0.005	0.025	449
	0.006	0.028	403	0.006	0.028	403
	0.006	0.031	390	0.006	0.031	390
下风向 3#	0.006	0.041	431	0.006	0.041	431
	0.007	0.039	403	0.007	0.039	403
	0.007	0.042	417	0.007	0.042	417
下风向 4#	0.006	0.028	405	0.006	0.028	405
	0.006	0.032	402	0.006	0.032	402
	0.007	0.025	389	0.007	0.025	389
标准值	**≤0.06**	**≤0.5**	**≤1000**	**≤0.06**	**≤0.5**	**≤1000**
达标情况	**达标**	**达标**	**达标**	**达标**	**达标**	**达标**

根据表 4.2.1-2 分析：项目施工期 2024 年 2-3 季度厂界废气颗粒物、二氧化硫达到 GB16297－1996《大气污染物综合排放标准》（表 2）无组织排放监控限值，即：颗粒物≤1.0mg/m^3、二氧化硫≤0.5mg/m^3；硫化氢达到《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）无组织排放监控限值，即硫化氢≤0.06mg/m^3；项目施工期废气对周边环境影响可以接受。

表 4.1.2-3　2024 年 4 季度场界无组织废气监测结果（mg/m^3）

采样日期	2024 年 11 月 29 日			2024 年 11 月 30 日		
检测项目	**硫化氢**	**二氧化硫**	**TSP（μg/m^3）**	**硫化氢**	**二氧化硫**	**TSP（μg/m^3）**
监测点名称	**监测结果**					
上方向 1#	0.002	0.037	405	0.006	0.065	471
	0.002	0.032	382	0.007	0.063	512
	0.003	0.031	362	0.006	0.060	503
下风向 2#	0.005	0.059	515	0.006	0.058	505
	0.006	0.056	482	0.006	0.061	524
	0.007	0.060	492	0.007	0.060	461
下风向 3#	0.005	0.063	508	0.008	0.064	501
	0.007	0.057	461	0.007	0.067	460
	0.006	0.060	449	0.007	0.062	532
下风向 4#	0.006	0.065	471	0.007	0.065	437
	0.007	0.063	512	0.006	0.060	488
	0.006	0.060	503	0.008	0.068	530
标准值	**≤0.06**	**≤0.5**	**≤1000**	**≤0.06**	**≤0.5**	**≤1000**
达标情况	**达标**	**达标**	**达标**	**达标**	**达标**	**达标**

根据表 4.2.1-3 分析：项目施工期 2024 年 4 季度厂界废气颗粒物、二氧化

硫达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297－1996）表 2 无组织排放监控限值，即：颗粒物≤1.0mg/m^3、二氧化硫≤0.5mg/m^3；硫化氢达到《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）无组织排放监控限值，即硫化氢≤0.06mg/m^3；项目施工期废气对周边环境影响可以接受。

表 4.1.2-4　2025 年 1 季度—4 季度场界无组织废气监测结果（mg/m^3）

采样日期	采样点名称	TSP 监测值	GB16297－1996 标准限值	达标情况
2025.2.18	修复区厂界东侧	0.604	1.0	达标
		0.635	1.0	达标
		0.635	1.0	达标
	修复区厂界南侧	0.403	1.0	达标
		0.432	1.0	达标
		0.416	1.0	达标
	修复区厂界西侧	0.405	1.0	达标
		0.425	1.0	达标
		0.420	1.0	达标
	修复区厂界北侧	0.643	1.0	达标
		0.623	1.0	达标
		0.630	1.0	达标
2025.4.15	修复区厂界东侧	0.457	1.0	达标
		0.540	1.0	达标
		0.503	1.0	达标
	修复区厂界南侧	0.612	1.0	达标
		0.638	1.0	达标
		0.583	1.0	达标
	修复区厂界西侧	0.641	1.0	达标
		0.615	1.0	达标
		0.672	1.0	达标
	修复区厂界北侧	0.619	1.0	达标
		0.576	1.0	达标
		0.684	1.0	达标
2025.7.22	修复区厂界东侧	0.693	1.0	达标
		0.788	1.0	达标
		0.764	1.0	达标
	修复区厂界南侧	0.583	1.0	达标
		0.546	1.0	达标
		0.517	1.0	达标
	修复区厂界西侧	0.526	1.0	达标
		0.595	1.0	达标
		0.544	1.0	达标
	修复区厂界	0.720	1.0	达标

	北侧	0.682	1.0	达标
		0.793	1.0	达标
2025.10.27	修复区厂界东侧	0.686	1.0	达标
		0.677	1.0	达标
		0.744	1.0	达标
		0.627	1.0	达标
		0.569	1.0	达标
	修复区厂界西侧	0.408	1.0	达标
		0.427	1.0	达标
		0.444	1.0	达标
	修复区厂界北侧	0.498	1.0	达标
		0.528	1.0	达标
		0.467	1.0	达标

根据表 4.1.2-4 分析：项目施工期 2025 年 1 季度至 4 季度厂界废气：颗粒物排放浓度均达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297－1996）表 2 无组织排放监控限值，即：颗粒物≤1.0mg/m^3。

项目施工期采取的污染防治措施可行，污染物均能达标排放，对环境的影响可以接受。

4.1.3 施工期地表水环境影响分析回顾

4.1.3.1 废水产生和处理情况

项目施工期废水主要为回填渗滤液、施工废水、施工人员生活污水。

（1）改性磷石膏回填渗滤液产生量和处理量情况

生态修复作业过程中，降雨时，雨水进入改性磷石膏回填区会产生一定量的渗滤液。为降低改性磷石膏回填过程中渗滤液环境风险，本项目采用分层堆填方式开展改性磷石膏堆填工作。

由于矿坑修复区坑底底部污泥较多，施工期现场采用底泥固化和挤密桩的形式进行加固后铺设 80cm 厚黏土覆盖层，并布设两布一膜防渗结构，回填磷石膏开始标高为 2032m；2024 年 2 月，施工单位开始矿坑改性磷石膏回填；截至 2026 年 7 月矿坑改性磷石膏回填量共计 3763989.49t，根据《地基与基础工程检验检测报告》（报告编号：YNZJZ-2024-P2102-0132-3），其碾压压实最大干密度值为 1.47t/m³（1.47g/cm³），对应压实回填总体积约为 256.054 万 m³，已矿坑回填区回填标高 2032-2065m，已回填高度 33m；项目剩余可回填改性磷石膏回填量：3693.916 万 m^3，待矿坑回填区回填标高 2065-2210m，待回填高

度 145m。

建设单位 2025 年 8 月 28 日安装流量计，根据建设单位提供的《5000m^3/d 污水处理厂顶管出水统计表》（见附件），收集的资料显示到 2026 年 8 月 19 日。

表 4.1.3-1　改性磷石膏回填渗滤液产生量和处理量

序号	时间	改性磷石膏回填渗滤液产生量（m^3）	改性磷石膏回填渗滤液处理量（m^3）
1	2025 年 8 月 28 日-2025 年 8 月 31 日	556.5	556.5
2	2025 年 9 月 1 日-2025 年 9 月 30 日	5338.7	5338.7
3	2025 年 10 月 1 日-2025 年 10 月 31 日	8838.7	8838.7
4	2025 年 11 月 1 日-2025 年 11 月 30 日	9903.6	9903.6
5	2025 年 12 月 1 日-2025 年 12 月 31 日	10746.5	10746.5
6	2026 年 1 月 1 日-2026 年 1 月 31 日	12808.5	12808.5
7	2026 年 2 月 1 日-2026 年 2 月 28 日	12152.3	12152.3
8	2026 年 3 月 1 日-2026 年 3 月 31 日	12570.5	12570.5
9	2026 年 4 月 1 日-2026 年 4 月 30 日	11033.6	11033.6
10	2026 年 5 月 1 日-2026 年 5 月 31 日	11512.1	11512.1
11	2026 年 6 月 1 日-2026 年 6 月 30 日	10987.2	10987.2
12	2026 年 7 月 1 日—2026 年 7 月 31 日	16739.8	16739.8
13	2026 年 8 月 1 日—2026 年 8 月 19 日	7502	7502
合计		**128890**	**128890**
流量计统计天数（d）		**357**	**357**
每天平均流量（m^3/d）		**361.036**	**361.036**
年产生量（m^3/a）		**131778.29**	
日最大流量（m^3/d）		**1116.00（2026.7.15）**	
日最小流量（m^3/d）		**43.00（2025.12.13）**	

渗滤液中特征污染物为氟化物和总磷，根据《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目 2024 年-2025 年环境监理总结报告》：

改性磷石膏回填渗滤液处理方式：

易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程矿坑回填区改性磷石膏回填渗滤液处理前期依托易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理），处理规模 1 万 m^3/d（设计处理规模 2 万 m^3/d，已拆除 1 组 1 万 m^3/d 处理设施），处理工艺为一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM），处理达到《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）和《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005）工艺及产品用水较严值后回用于施工场地、生态修复区洒

水抑尘和改性磷石膏生产补充水；

现阶段已按照易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目环评报告及其批复文件（安生环复〔2023〕64 号）要求：项目新建渗滤液处置站（设计处理规模 5000m^3/d，位于项目区东侧）对改性磷石膏回填渗滤液进行处置，渗滤液处理站出水满足《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》（GB/T 25499-2010）和《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2024）工艺用水及产品用水较严值后回用于施工场地、生态修复区洒水抑尘和改性磷石膏生产补充水，监测结果详见表 4.1.3-4—4.1.3-15 所示。

正常情况下，改性磷石膏回填渗滤液不外排，对地表水环境影响不大。

（2）废渣堆场渗滤液

本项目在易门箐铁矿矿区采集 3 个地表水，包括矿坑积水，废渣堆场第二平台渗出新鲜渗滤液、渗滤液积水。

项目 2024 年 12 月底完成废渣堆存区环境污染治理，废渣堆存区原位风险管控覆土，并开始种植绿化；2025 年 7 月底基本上完成废渣堆存区原位风险管控绿化工程，2025 年 8 月开始进行绿化养护；废渣堆场区已采取了顶部隔水防渗措施，项目未安装流量计，根据业主提供资料：项目枯水期（12 月～次年 4 月，合计：150d）废渣堆场渗滤液产生量约：300m^3/d，45000m^3/a；项目丰水期（5～11 月，合计 215d）废渣堆场渗滤液产生量约：600m^3/d，129000m^3/a。

综上，项目废渣堆场渗滤液产生量为：174000m^3/a。

项目施工期针对废渣堆场渗滤液采取以下措施：

1）易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程废渣堆存区渗滤液前期暂时依托易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理），处理规模 1 万 m^3/d（设计处理规模 2 万 m^3/d ，已拆除 1 组 1 万 m^3/d 处理设施），处理工艺为一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+ 氧化剂+重捕剂+PAM）。处理达到《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）和《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005）工艺及产品用水较严值后回用于施工场地、生态修复区洒水抑尘和改性磷石膏生产补充水，不外排。

2）现阶段已按照易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目

环评报告及其批复文件（安生环复〔2023〕64 号）要求：项目新建渗滤液处置站（设计处理规模 5000m^3/d，位于项目区东侧）对废渣堆场渗滤液进行处置，渗滤液处理站出水满足《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）和《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2024）工艺用水及产品用水较严值后回用于施工场地、生态修复区洒水抑尘和改性磷石膏生产补充水，对地表水环境影响不大。

监测结果详见表 4.1.3-4—4.1.3-15 所示。

（3）受污染地下水

项目受污染地下水类型为风化裂隙水，建设单位 2025 年 8 月 23 日开始安装受污染地下水安装流量计，2025 年 8 月 28 日将受污染地下水安装流量计安装完毕；根据建设单位提供的《5000m^3/d 污水处理厂顶管出水统计表》（见附件），收集的资料显示到 2026 年 8 月 19 日。

表 4.1.3-2 项目受污染地下水产生量和处理量

序号	时间	受污染地下水渗滤液产生量（m^3）	受污染地下水处理量（m^3）
1	2025 年 8 月 28 日-2025 年 8 月 31 日	7213.3	7213.3
2	2025 年 9 月 1 日-2025 年 9 月 30 日	28512.3	28512.3
3	2025 年 10 月 1 日-2025 年 10 月 31 日	27245.5	27245.5
4	2025 年 11 月 1 日-2025 年 11 月 30 日	34943.4	34943.4
5	2025 年 12 月 1 日-2025 年 12 月 31 日	31131.3	31131.3
6	2026 年 1 月 1 日-2026 年 1 月 31 日	21459.2	21459.2
7	2026 年 2 月 1 日-2026 年 2 月 28 日	21213.2	21213.2
8	2026 年 3 月 1 日-2026 年 3 月 31 日	23406.3	23406.3
9	2026 年 4 月 1 日-2026 年 4 月 30 日	22986.8	22986.8
10	2026 年 5 月 1 日-2026 年 5 月 31 日	22967.9	22967.9
11	2026 年 6 月 1 日-2026 年 6 月 30 日	20924.8	20924.8
12	2026 年 7 月 1 日—2026 年 7 月 31 日	20526	20526
13	2026 年 8 月 1 日—2026 年 8 月 19 日	20772	20772
合计		**303302**	**303302**
流量计统计天数（d）		**357**	**357**
日最小流量（m^3/d）		**0.1**	
枯水期最大流量（m^3/d）		**1423.50（2025/12/28）**	
丰水期最大流量（m^3/d）		**1972.8（2025/11/3）**	
平均流量（m^3/d）		**849.585**	**849.585**

项目施工期针对受污染地下水采取以下措施：

1）本项目将受污染地下水经地下水导排系统收集进入地下水收集池后，

前期暂时依托易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理），处理规模 1 万 m^3/d（设计处理规模 2 万 m^3/d，已拆除 1 组 1 万 m^3/d 处理设施），处理工艺为一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀： 石灰+ 氧化剂+重捕剂+PAM）。处理达到《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）和《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005）工艺及产品用水较严值后回用于施工场地、生态修复区洒水抑尘和改性磷石膏生产补充水，不外排，

2）现阶段已按照易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目环评报告及其批复文件（安生环复〔2023〕64 号）要求：项目新建渗滤液处置站（设计处理规模 $5000m^3/d$，位于项目区东侧）对受污染地下水进行处置，渗滤液处理站出水满足《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》（GB/T 25499-2010）和《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2024）工艺用水及产品用水较严值后回用于施工场地、生态修复区洒水抑尘和改性磷石膏生产补充水，对地表水环境影响不大。监测结果详见表 4.1.3-4—4.1.3-15 所示。

（4）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，对地表水环境影响不大。

（5）生活污水

项目施工期高峰施工人员约 30 人，2024 年 1 月至 2024 年 9 月：项目现场不设置施工营地，不设置洗手设施，故不产生洗手生活污水；简易厕所配套一体化粪池，沉淀后回用于绿化和周边林地灌溉，不外排。2024 年 10 月至今：建成项目部办公用房，并启用办公和施工管理至今，设置食堂和水冲洗卫生间，配套一体化隔油池、化粪池（容积：$10m^3$），沉淀后回用于菜地（项目部种植菜地）、绿化和周边林地灌溉，不外排，对地表水环境影响不大。

（6）矿坑修复区坑底雨水

生态修复作业过程中，降雨时，需对矿坑修复区坑底雨水通过隧洞用管道导排至雨水收集池（1 个，长×宽×高=7m×2m×1.5m=$21m^3$），根据业主提供的环境监理报告及相关资料：建设单位 2025 年 8 月 28 日安装初期雨水流量计；

根据建设单位提供的《5000m^3/d 污水处理厂顶管出水统计表》（见附件 18），收集的资料显示到 2026 年 8 月 19 日。

表 4.1.3-3　项目初期雨水产生量和处理量

序号	时间	初期雨水产生量（m^3）	初期雨水处理量（m^3）
1	2025 年 8 月 28 日-2025 年 8 月 31 日	138.3	138.3
2	2025 年 9 月 1 日-2025 年 9 月 30 日	2431.6	2431.6
3	2025 年 10 月 1 日-2025 年 10 月 31 日	2232	2232
4	2025 年 11 月 1 日-2025 年 11 月 30 日	1243.1	1243.1
5	2025 年 12 月 1 日-2025 年 12 月 31 日	361.5	361.5
6	2026 年 1 月 1 日-2026 年 1 月 31 日	3227.7	3227.7
7	2026 年 2 月 1 日-2026 年 2 月 28 日	471.2	471.2
8	2026 年 3 月 1 日-2026 年 3 月 31 日	0.36	0.36
9	2026 年 4 月 1 日-2026 年 4 月 30 日	100	100
10	2026 年 5 月 1 日-2026 年 5 月 31 日	115.84	115.84
11	2026 年 6 月 1 日-2026 年 6 月 30 日	33.4	33.4
12	2026 年 7 月 1 日—2026 年 7 月 31 日	563	563
13	2026 年 8 月 1 日—2026 年 8 月 19 日	259	259
合计		**11177**	**11177**
流量计统计天数（d）		**357**	**357**
最小流量（m^3/d）		**0**	
枯水期最大流量（m^3/d）		**913.90（2026.1.25）**	
丰水期最大流量（m^3/d）		**447.2（2025.10.8）**	
平均流量（m^3/d）		**31.308**	**31.308**

项目施工期针对矿坑修复区坑底雨水采取以下措施：

1）矿坑修复区坑底雨水通过隧洞用管道导排至雨水收集池（1 个，长×宽×高=7m×2m×1.5m=21m^3），前期暂时依托易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理），处理规模 1 万 m^3/d（设计处理规模 2 万 m^3/d，已拆除 1 组 1 万 m^3/d 处理设施），处理工艺为一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀： 石灰+ 氧化剂+ 重捕剂+PAM）。处理达到《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）和《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005）工艺及产品用水较严值后回用于施工场地、生态修复区洒水抑尘和改性磷石膏生产补充水，不外排。

2）按照易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目环评报告及其批复文件（安生环复〔2023〕64 号）要求，项目新建渗滤液处置站（设计处理规模 5000m^3/d，位于项目区东侧）对矿坑修复区坑底雨水进行处置，渗滤

液处理站出水满足《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》（GB/T 25499-2010）和《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2024）工艺用水及产品用水较严值后回用于施工场地、生态修复区洒水抑尘和改性磷石膏生产补充水，监测结果详见表 4.1.3-4—4.1.3-15 所示。

4.1.3.2 施工期渗滤液收集池水质和渗滤液处理站出水口水质监测情况

施工期渗滤液收集池（调节池）水质和渗滤液处理站出水口水质监测结果详见表 4.1.3-4—4.1.3-15 所示。

1）施工期渗滤液收集池水质监测

施工期渗滤液收集池（调节池）水质监测结果见下表 4.1.3-4—4.1.3-9 所示。

表 4.1.3-4 施工期渗滤液收集池水质监测结果

监测项目	检测结果							
	2024 年 06 月 17 日				2024 年 06 月 18 日			
pH 值（无量纲）	6.7	6.7	6.9	6.9	6.9	7.0	6.9	7. 1
化学需氧量（mg/L）	8	6	8	9	11	9	11	10
氟化物（mg/L）	0. 14	0. 14	0.15	0.15	0.19	0. 14	0.15	0. 14
六价铬（mg/L）	0.032	0.031	0.034	0.031	0.035	0.030	0.035	0.031
砷（mg/L）	1.1×10^{-3}	1.3×10^{-3}	9.3×10^{-4}	1.3×10^{-3}	8.7×10^{-4}	1.3×10^{-3}	1.3×10^{-3}	1.2×10^{-3}
镉（mg/L）	**0.02**	**0.02**	**0.03**	**0.02**	**0.02**	**0.02**	**0.03**	**0.02**
铜（mg/L）	**5.19**	**5.26**	**5.23**	**5.27**	**5.66**	**5.56**	**5.62**	**2.61**
铅（mg/L）	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
汞（mg/L）	6.1×10^{-4}	6.3×10^{-4}	6.3×10^{-4}	5.8×10^{-4}	6.1×10^{-4}	6.4×10^{-4}	5.6×10^{-4}	6.2×10^{-4}
锰（mg/L）	**18.6**	**18.2**	**18.2**	**17.4**	**17.7**	**16.9**	**16.7**	**17.7**
铁（mg/L）	**59.4**	**58.8**	**57.7**	**57.8**	**61.7**	**60.3**	**59.3**	**56.2**

表 4.1.3-5 施工期渗滤液收集池水质监测结果

监测项目	检测结果							
	2024 年 11 月 29 日				2024 年 11 月 30 日			
pH 值（无量纲）	6.7	6.7	6.9	6.8	6.6	6.9	6.8	6.8
化学需氧	26	28	24	27	24	26	27	23

量（mg/L）								
氟化物（mg/L）	0.80	0.86	0.84	0.90	0.88	0.85	0.92	0.84
总磷（mg/L）	0.02	0.04	0.04	0.05	0.02	0.04	0.03	0.05
六价铬（mg/L）	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L
砷（mg/L）	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L
镉（mg/L）	1.6×10^{-3}	1.4×10^{-3}	1.4×10^{-3}	1.2×10^{-3}	1.2×10^{-3}	1.1×10^{-3}	1.1×10^{-3}	1.2×10^{-3}
铜（mg/L）	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
铅（mg/L）	1.0×10^{-3}L	1.0×10^{-3}L	1.0×10^{-3}L	1.0×10^{-3}L	1.0×10^{-3}L	1.0×10^{-3}L	1.0×10^{-3}L	1.0×10^{-3}L
汞（mg/L）	1.7×10^{-4}	1.8×10^{-4}	1.8×10^{-4}	1.8×10^{-4}	1.9×10^{-4}	1.9×10^{-4}	1.7×10^{-4}	1.8×10^{-4}
锰（mg/L）	**10.8**	**11.5**	**11.4**	**11.5**	**10.7**	**11.1**	**11.0**	**10.7**
铁（mg/L）	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L

表 4.1.3-6　施工期渗滤液收集池水质监测结果（2025 年一季度）

监测项目	检测结果								
	2025 年 1 月 6 日			2024 年 06 月 18 日			2025 年 3 月 5 日		
pH 值（无量纲）	6.4	6.3	6.5	7.3	7. 1	7	7	6.9	7
COD（mg/L）	22	26	26	25	22	24	15	21	23
氟化物（mg/L）	0.92	0.84	0.78	0.85	0.94	0.9	0.82	0.78	0.78
铁（mg/L）	0. 14	0. 1	0. 12	0.03L	0.03L	0.03L	0. 1	0. 11	0. 1
锰（mg/L）	**4.6**	**5.52**	**5.21**	**3.38**	**3.47**	**3.17**	**0.64**	**0.57**	**0.58**
镉（mg/L）	0.0314	0.0324	0.0348	0.0056	0.0064	0.005	0.0168	0.0171	0.0168
汞（mg/L）	0.0001	0.00009	0.00008	0.00082	0.00085	0.00085	0.00004L	0.00004L	0.00004L
砷（mg/L）	0.0007	0.0006	0.0006	0.0019	0.0018	0.0017	0.001	0.0009	0.001
铅（mg/L）	**0.46**	**0.419**	**0.464**	0.01	0.004	0.004	0.146	0.146	0.135
铜（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L
六价铬（mg/L	0.009	0.009	0.008	0.006	0.008	0.005	0.004L	0.004L	0.004L

）									

表 4.1.3-7　施工期渗滤液收集池水质监测结果（2025 年二季度）

监测项目	检测结果								
	2025 年 4 月 2 日			2025 年 5 月 15 日			2025年6月6日		
pH 值（无量纲）	6.2	6. 1	6.2	6.3	6.3	6.4	7.4	6.9	7.0
COD（mg/L）	**103**	**101**	**108**	36	43	48	**127**	**114**	**110**
镉（mg/L）	**0.180**	**0.179**	**0.178**	**0.0545**	**0.0591**	**0.0645**	**0.0917**	**0.0884**	**0.0932**
铅（mg/L）	0. 142	0.132	0.133	0.139	0.145	0. 142	0.163	0.159	0.160
砷（mg/L）	0.0012	0.0011	0.0012	0.0006	0.0004	0.0014	0.0017	0.0007	0.0006
锰（mg/L）	**664**	**646**	**656**	**285**	**287**	**274**	**219**	**235**	**228**
铁（mg/L）	**1. 10×10^4**	**9.61×10^4**	**1.27×10^4**	**662**	**686**	**678**	**549**	**570**	**528**
铜（mg/L）	**1.33**	**1.50**	**1.59**	**0.55**	**0.53**	**0.56**	0.35	0.37	0.38
汞（mg/L）	0.00012	0.00012	0.00014	0.00004L	0.00004L	0.00004L	0.00016	0.00026	0.00034
氟化物（mg/L）	0.10	0.05	0.05L	0.36	0.38	0.36	**2. 12**	**2.13**	**2. 14**
六价铬（mg/L）	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L

表 4.1.3-8　施工期渗滤液收集池水质监测结果（2025 年三季度）

监测项目	检测结果								
	2025 年 7 月 14 日			2025 年 8 月 4 日			2025年9月1日		
pH值(无量纲)	7.9	8. 1	7.8	4. 1	3.8	3.9	4. 1	4.5	4.2
化学需氧量(mg/L)	36	41	33	71	65	58	124	111	107
总磷	/	/	/	0.04	0.04	0.05	0. 11	0.12	0. 11
镉(mg/L)	0.0861	0.0859	0.0847	0. 122	0.103	0.104	0.0121	0.0160	0.0110
铅(mg/L)	0.135	0.134	0.139	0.312	0.310	0.307	0.216	0.199	0.216
砷(mg/L)	0.0010	0.0005	0.0012	0.0012	0.0008	0.0013	0.0060	0.0048	0.0040
锰(mg/L)	**306**	**313**	**297**	**290**	**286**	**296**	**2.54**	**2.44**	**2.66**
铁(mg/L)	**2.79×103**	**2.90×103**	**2.83×103**	**673**	**635**	**606**	0.24	0.24	0.24
铜(mg/L)	**0.66**	**0.66**	**0.67**	**2.07**	**1.94**	**1.92**	<0.05	<0.0	<0.05

								5	
汞(mg/L)	0.00034	0.00036	0.00044	0.00011	0.00037	0.00014	0.00016	0.00008	0.00006
氟化物(mg/L)	**2.37**	**2.16**	**2.43**	1.49	1.24	1.34	**4.46**	**4.72**	**4.27**
六价铬(mg/L)	0.008	0.007	0.007	0.008	0.007	0.005	0.006	0.005	0.004

表 4.1.3-9　施工期渗滤液收集池水质监测结果（2025 年四季度）

监测项目	检测结果		
	2025 年 10 月 10 日		
pH 值（无量纲）	8.3	8. 1	8.2
COD（mg/L）	**79**	**68**	**73**
总磷（mg/L）	0.10	0. 11	0.10
镉（mg/L）	0.0290	0.0317	0.0312
铅（mg/L）	**0.233**	**0.242**	**0.224**
砷（mg/L）	0.0017	0.0018	0.0019
锰（mg/L）	**1.54**	**1.50**	**1.61**
铁（mg/L）	**0.32**	**0.30**	**0.32**
铜（mg/L）	<0.05	<0.05	<0.05
汞（mg/L）	0.00015	0.00016	0.00016
氟化物（mg/L）	**2.57**	**2.39**	**2.25**
六价铬（mg/L）	0.009	0.007	0.008

3）施工期污水处理站出水水质监测

施工期污水处理站出水水质监测结果见下表所示。

表 4.1.3-10　污水处理站出水水质监测结果

时间	检测项目	标准限值	监测值 1	监测值 2	监测值 3	监测值 4	平均值	达标分析
2024 年 12 月 7 日	性状	/	无味、无色、无漂浮物、无浮油					/
	pH 值(无量纲)	6.0～9.0	7.0	6.7	6.7	7.0	/	达标
	COD（mg/L）	≤50	40	43	39	43	41	达标
	氟化物（mg/L）	≤2.0	0.40	0.37	0.40	0.37	0.38	达标
	六价铬（mg/L）	≤0.1	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	达标
	总磷（mg/L）	≤0.5	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	达标
	砷（mg/L）	≤0.05	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	达标
	镉（mg/L）	≤0.01	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	达标
	铜（mg/L）	≤0.5	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	达标
	铅	≤0.2	1.0×10^{-3}	1.0×10^{-3}	1.0×10^{-3}	1.0×10^{-3}	1.0×10	达标

（mg/L）		L	L	L	L	-3L	
汞（mg/L）	≤0.001	6×10-5	6×10-5	7×10-5	7×10-5	6×10-5	达标
锰（mg/L）	≤0.1	0.01	0.01	0.01L	0.01L	0.01L	达标
铁（mg/L）	≤0.3	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	达标
2024年12月8日	性状	/	无味、无色、无漂浮物、无浮油				/
	pH值（无量纲）	6.0～9.0	6.7	6.7	6.9	6.8	/	达标
	COD（mg/L）	≤50	42	40	43	38	41	达标
	氟化物（mg/L）	≤2.0	0.41	0.38	0.39	0.43	0.40	达标
	六价铬（mg/L）	≤0.1	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	达标
	总磷（mg/L）	≤0.5	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	达标
	砷（mg/L）	≤0.05	3×10-4L	3×10-4L	3×10-4L	3×10-4L	3×10-4L	达标
	镉（mg/L）	≤0.01	1.0×10-4L	1.0×10-4L	1.0×10-4L	1.0×10-4L	1.0×10-4L	达标
	铜（mg/L）	≤0.5	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	达标
	铅（mg/L）	≤0.2	1.0×10-3L	1.0×10-3L	1.0×10-3L	1.0×10-3L	1.0×10-3L	达标
	汞（mg/L）	≤0.001	7×10-5	7×10-5	8×10-5	7×10-5	7×10-5	达标
	锰（mg/L）	≤0.1	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	达标
	铁（mg/L）	≤0.3	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	达标

备注：（1）数据来源云南鼎祺检测有限公司《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程环境监理（12月月检）检测报告》（报告编号：YNDQ-HJ-202412421）；

（2）污水处理站出水执行《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》（GB/T 25499-2010）和《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2024）工艺用水及产品用水较严值。

根据表4.1.3-10分析：2024年第4季度污水处理站出水水质达到《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》（GB/T 25499-2010）和《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2024）工艺用水及产品用水较严值。

表4.1.3-11 渗滤液处理站排水口监测结果

采样日期	2025 年 6 月 6 日				标准限值	达标情况
采样点位	污水处理站出口			平均值	GB/T25499-2010 和 GB/T19923-2005 工艺及产品用水较严值	
样品状态	微浊、浅黄色、无气味、水面去油膜					
检测项目 样品编号	FS25060610-1-1-1	FS25060610-1-1-2	FS25060610-1-1-3			
pH 值（无量纲）	7.2	7.1	7.0	—	6.5-8.5	达标
化学需氧量（mg/L）	19	22	28	23	50	达标
硫化物（mg/L）	0.01	0.01	0.01	0.01	1.0	达标
镉（mg/L）	0.0036	0.0037	0.0036	0.0036	≤0.01	达标
铅（mg/L）	0.058	0.060	0.054	0.057	≤0.2	达标
砷（mg/L）	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	≤0.05	达标
锰（mg/L）	**3.36**	**2.92**	**2.86**	**3.05**	**≤0.1**	**超标**
铁（mg/L）	**0.42**	**0.44**	**0.46**	**0.44**	**≤0.3**	**超标**
铜（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤0.5	达标
汞（mg/L）	0.00012	0.00015	0.00012	0.00013	≤0.001	达标
氟化物（mg/L）	1.76	1.72	1.80	1.76	≤2.0	达标
六价铬（mg/L）	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.1	达标

根据上表 4.1.3-11 监测结果：2024 年 6 月渗滤液处理站排水口监测数据中铁、锰两项监测因子超出《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）和《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T 19923-2005）工艺及产品用水较严值的限值；其他监测指标均满足标准要求。

表 4.1.3-12　7 月污水处理站出口监测结果

点位名称	**标准限值**	污水处理站出口			**平均值**	**达标分析**
样品编号		FS25071420-1-1-1	FS25071420-1-1-2	FS25071420-1-1-3		
采样日期		2025 年 7 月 14 日				
pH 值 (无量纲)	6.0~9.0	7.8	7.6	7.7	7.6~7.8	达标
化学需氧量 (mg/L)	≤50	18	11	15	15	达标
硫化物 (mg/L)	≤1.0	0.01	0.01	0.01	0.01	达标
镉(mg/L)	≤0.01	0.0021	0.0021	0.0020	0.0021	达标
铅(mg/L)	≤0.2	0.050	0.051	0.048	0.050	达标
砷(mg/L)	≤0.05	0.0013	0.0013	0.0014	0.0013	达标

锰(mg/L)	**≤0.1**	**3.70**	**3.72**	**3.94**	**3.79**	**超标**
铁(mg/L)	≤0.3	0.04	0.04	0.04	0.04	达标
铜(mg/L)	≤0.5	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	达标
汞(mg/L)	≤0.001	0.00047	0.00054	0.00051	0.00051	达标
氟化物(mg/L)	≤2.0	1.57	1.36	1.26	1.40	达标
六价铬(mg/L)	≤0.1	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	达标
备注	数据来源昆明绿岛环境科技有限公司《易门管磷石膏生态修复项目（7月污水处理站）检测报告》（报告编号：绿岛环检 2507-058 号）					

表 4.1.3-13　8 月污水处理站出口监测结果

点位名称	**标准限值**	污水处理站出口			**平均值**	**达标分析**
样品编号		FS25083101-1-1-1	FS25083101-1-1-2	FS25083101-1-1-3		
采样日期		2025 年 8 月 31 日				
pH 值（无量纲）	6.0~9.0	7.4	7.0	7.2	7.0~7.4	达标
化学需氧量(mg/L)	≤50	14	17	12	14	达标
硫化物(mg/L)	≤1.0	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	达标
镉(mg/L)	≤0.01	0.0032	0.0033	0.0034	0.0033	达标
铅(mg/L)	≤0.2	0.037	0.036	0.036	0.036	达标
砷(mg/L)	≤0.05	0.0006	0.0006	0.0008	0.0007	达标
锰(mg/L)	**≤0.1**	**0.14**	**0.13**	**0.13**	**0.13**	**超标**
铁(mg/L)	≤0.3	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	达标
铜(mg/L)	≤0.5	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	达标
汞(mg/L)	≤0.001	0.00019	0.00017	0.00021	0.00019	达标
氟化物(mg/L)	≤2.0	0.76	0.72	0.66	0.71	达标
六价铬(mg/L)	≤0.1	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	达标
备注	数据来源昆明绿岛环境科技有限公司《易门管磷石膏生态修复项目(8月污水处理站)检测报告》（报告编号：绿岛环检 2508-043 号）					

表 4.1.3-14　9 月污水处理站出口监测结果

点位名称	**标准限值**	污水处理站出口			**平均值**	**达标分析**
样品编号		FS25090118-1-1-1	FS25090118-1-1-2	FS25090118-1-1-3		
采样日期		2025 年 9 月 1 日				
pH 值（无量纲）	6.0～9.0	7.2	7.4	7.2	7.2~7.4	达标
化学需氧量(mg/L)	≤50	16	14	18	16	达标
硫化物	≤1.0	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	达标

(mg/L)						
镉(mg/L)	≤0.01	0.0025	0.0023	0.0024	0.0024	达标
铅(mg/L)	≤0.2	0.051	0.054	0.052	0.052	达标
砷(mg/L)	≤0.05	<0.0003	0.0062	0.0161	0.00748	达标
锰(mg/L)	**≤0.1**	**9.24**	**10.4**	**9.22**	**9.62**	**超标**
铁(mg/L)	≤0.3	0.10	0.09	0.08	0.09	达标
铜(mg/L)	≤0.5	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	达标
汞(mg/L)	≤0.001	0.00020	0.00021	0.00023	0.00021	达标
氟化物(mg/L)	≤2.0	1.00	1.26	1.38	1.21	达标
六价铬(mg/L)	≤0.1	≤0.004	<0.004	<0.004	<0.004	达标
备注	数据来源昆明绿岛环境科技有限公司《易门管磷石膏生态修复项目(8月污水处理站)检测报告》（报告编号：绿岛环检 2509-020 号）					

表 4.1.3-15　10 月污水处理站出口监测结果

时间	检测项目	标准限值	监测值 1	监测值 2	监测值 3	平均值	达标分析
2025 年 10 月 10 日	pH 值（无量纲）	6.0～9.0	7.2	7.1	7.3	7.2	达标
	COD（mg/L）	≤50	34	36	30	33	达标
	硫化物（mg/L）	≤1.0	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	达标
	镉（mg/L）	≤0.01	0.0042	0.0040	0.0041	0.0041	达标
	铅（mg/L）	≤0.2	0.053	0.056	0.057	0.055	达标
	砷（mg/L）	≤0.05	0.0006	0.0004	0.0005	0.0005	达标
	锰（mg/L）	**≤0.1**	**23.9**	**24.0**	**23.6**	**23.8**	**超标**
	铁（mg/L）	≤0.3	0.11	0.13	0.13	0.12	达标
	铜（mg/L）	≤0.5	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	达标
	汞（mg/L）	≤0.001	0.00010	0.00009	0.00010	0.00010	达标
	氟化物（mg/L）	**≤2.0**	**2.03**	1.89	1.93	1.95	部分达标
	六价铬（mg/L）	≤0.1	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	达标
备注：（1）数据来源昆明绿岛环境科技有限公司《易门箐磷石膏生态修复项目（10月，污水处理站）检测报告》（绿岛环检 2510-034 号）； （2）渗滤液处理站出水执行《城市污水再生利用　绿地灌溉水质》（GB/T 25499-2010）和《城市污水再生利用　工业用水水质》（GB/T 19923-2024）工艺用水及产品用水较严值。							

根据渗滤液处理站出水监测结果分析：

2025 年 7−9 月份渗滤液处理站出水水质除锰指标未达标外，其余监测指标均达到《城市污水再生利用　绿地灌溉水质》（GB/T 25499-2010）和《城市污水

再生利用　工业用水水质》（GB/T 19923-2024）工艺用水及产品用水较严值。

2025 年 10 月污水处理站出水水质除了锰、氟化物两项指标，其余 11 项指标均达到《城市污水再生利用　绿地灌溉水质》（GB/T 25499-2010）和《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2024）工艺用水及产品用水较严值。

4.1.3.3 项目实施前后对地表水环境影响情况

（1）项目实施前：易门箐水库上游监测指标：pH、高锰酸盐指数、硫酸盐、总磷、总氮、锰、镉、铜、铁、锌超出《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值，其他监测指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值；易门箐水库监测指标：pH、硫酸盐、总氮、铁、锰、锌超出《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值，其他监测指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值；杨兴庄水库上游监测指标：pH、总磷、总氮、锰、镉、锌、硫酸盐超出《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值，其他监测指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值；杨兴庄水库监测指标：pH、总氮、硫酸盐、锰超出《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值，其他监测指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值；新河上游监测指标：高锰酸盐指数、总磷、总氮、锰、镉、铁超出《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值，其他监测指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值；新河下游监测指标：总氮、锰、镉超出《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值，其他监测指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值；新河-八街河交汇点上游监测因子：总磷、总氮、锰超出《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值，其他监测指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值；新河-八街河交汇点下游监测因子总氮、锰超出《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值，其他监测指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值。

（2）项目实施后：易门箐水库上游监测指标：pH、硫酸盐、锰、铁、镉等超出《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值，其他监测指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值；易门箐水库

监测指标：pH、锰、铁超出《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值，其他监测指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值；杨兴庄水库上游监测指标：pH、硫酸盐、锰超出《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值，其他监测指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值；杨兴庄水库监测指标：pH 超出《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值，其他监测指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值；新河上游监测指标均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值；新河下游监测指标均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值；新河-八街河交汇点上游监测指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值；新河-八街河交汇点下游监测指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值。

项目修复前，安宁易门箐铁矿矿山历史采矿遗留裸露采场、废渣堆场在降雨冲刷作用下，易产生含悬浮物、重金属的淋溶废水汇入周边地表水，造成多项水质指标超出标准限值，**超标的原因主要是受上游矿山开发及易门箐水库受污染、受地表径流农田面源污染和成矿地带本底铁、锰含量较高的影响**；通过矿山生态修复工程建设，布设截排水沟、实施边坡覆土植被恢复、废弃采坑规范化回填，从源头抑制水土流失与岩土污染物淋溶下泄。**修复实施后地表水监测资料表明，地表水超标因子数量明显减少，水体污染程度减轻。说明项目生态修复措施有效削减外源污染输入，持续改善区域地表水环境质量，具有积极的环境正效益。**

4.1.4 地下水环境影响分析回顾

4.1.4.1 区域水文地质条件

（1）区域地层岩性

区内出露地层主要为元古界昆阳群和震旦系及第四系（表 4.1.4-1）。其中，元古界主要分布于西部山区，第四系主要分布于东部八街盆地以及山区河流沟谷及两侧。地层自新至老分述如下：

1）第四系（Q）

以冲积（Q^{al}）为主，次为湖积（Q^{l}）、洪积（Q^{dl}）、残坡积（Q^{el+dl}）。主

要分布于八街盆地杨兴庄上村至八街村、东北角摩所营村八街河沿线，以及下江口村附近，出露面积约 14.5km^2，最大厚度 254m。

2）震旦系（Z）

仅出露震旦系上统灯影组（Z_bdn）地层，主要分布于凤仪村-摩所营村与八街河河流阶地间缓坡地带，另东南角沙厂村附近有小范围出露，出露面积约 3.1km^2，区域资料揭示其厚度 460-1202m。

灯影组（Z_bdn）地层大部分隐伏于第四系松散孔隙层之下，全风化部分后为浅灰白-淡黄色钙质粘土与浅灰褐色粉砂质粘土互层，呈千层饼状，保留原岩层序和一定结构特征；强风化部分后为薄层状粉细砂岩与粉细砂层、粘土混合。其下基岩部分为灰白硅质白云岩与浅灰色白云质硅质灰岩互层，发育蜂窝状孔洞、溶洞等，岩溶裂隙发育均匀。

表 4.1.4-1　区域地层特征简表

界	系	统	组		代号	厚度（m）	岩性描述
新生界	第四系	全新统			Q	254	以褐黄色、褐红色砂、砾石、粘土、钙质粘土、淤泥及泥炭为主
元古界	震旦系	上统	灯影组		Z_bdn	460-1202	浅灰、灰白色薄-厚层状白云质硅质灰岩、硅质灰质白云岩。 局部顶部夹薄层粉细砂岩及钙质页岩
	昆阳群		柳坝塘组		Pt_1lb	531	灰绿、褐紫色粉砂质绢云母板岩、碳质板岩和紫红色泥质板岩、浅黄色砂质板岩互层，底部为紫灰色砾岩
			美党组		Pt_1m	277-3392	上部主要岩性为深灰、灰色板岩及砂岩； 中部为灰岩透镜体； 下部为灰、深灰色板岩夹砾状灰岩、藻灰岩、薄层灰岩、泥灰岩和碳质板岩等
			大龙口组	上段	Pt_1d^b	259	灰、深灰色藻灰岩、灰岩、泥岩等
				下段	Pt_1d^a	＞379	灰、深灰色中-厚层状灰岩，夹蠕条状灰岩
			黑山头组		Pt_1hs	＞1626	灰白、白色厚层-块状或薄层-中层状细粒石英砂岩、石英岩、石英粉砂岩与深灰、浅灰、绿灰色绢云板岩、粉砂质绢云板岩、碳质板岩组成。顶部未出露

3）昆阳群（Pt_1）

① 柳坝塘组（Pt_1lb）

广泛分布于矿区东部及西部山区，出露面积约 40.8km^2，最大厚度 531m。

② 美党组（Pt_1m）

上部岩性主要为深灰、灰色板岩及砂岩；中部为灰岩透镜体；下部为灰、

深灰色板岩夹砾状灰岩、藻灰岩、薄层灰岩、泥灰岩和碳质板岩等。分布于矿区南部山区，出露面积约 30.3km^2，最大厚度 277-3392m。

③ 大龙口组（Pt_1d）

小范围分布于矿区南部石洞和西侧下江口，出露面积约 2.7km^2。岩石表面广泛发育溶痕、溶隙、溶沟。溶痕具刀砍状特征，灰岩分布区常发育梳状、放射状痕，宽几厘米至十余厘米，长几厘米至数米。溶隙一般延伸长度 5-20m 不等，宽度一般 0.1-5cm，溶隙密度一般为 2-5 条 / m，大多数为粘土半充填或全充填。溶沟宽度一般 0.1-2m，深 0.5-3m，间距一般为 0.5-2m，上部往往被粘土碎石覆盖。

④ 黑山头组（Pt_1hs）

在矿区周边及中部山区大范围出露，出露面积约 48.4km^2，最大厚度大于 1626m，顶部未出露。

（2）地质构造

工作区位于扬子准地台及构造西南缘，地处康滇地轴二级构造带的中南段。区内地层由于多次构造运动演变的影响，构造显得错综复杂。受西侧北东向罗茨-易门断裂影响，使区内断陷盆地发育，构造线主要呈北东向和东-南东向展布。

区内主要构造特征分述如下：

1）断裂

区内断裂发育，主要为罗茨-易门断裂及其二级或次级断裂。

罗兹-易门断裂：为贯穿工作区的一级断裂，经禄脿至易门呈南北向展布。断裂全长 180km，控制了工作区域西部易门盆地及槽谷的发育，沿构造线有温泉出露。断裂总体呈单一结构特征，于易门处被北西向断裂所交截，形成易门旋转构造。断裂受多期活动明显，区内次级构造十分发育。受其影响区内形成大量纵向断裂组，其展布方向大体与地层展布方向一致，表现为高角度正断裂，产状为 N30°-50°E，倾向 NW，倾角 70°-80°。

2）褶皱

调查范围内褶皱以位于易门旋转构造东翼的军哨向斜为主，现简述如下：

军哨向斜：轴向为 N55°E，轴面向南东或北西高角度倾斜。南东翼向北西

倾，总体产状为 N30°～65°E，倾向 NW，倾角 16°～75°；北西翼向南东倾斜，地层总体产状为 N40°～60°E，倾向 SE，倾角 20°～80°；核部因受断层破坏，造成向斜部分不对称。

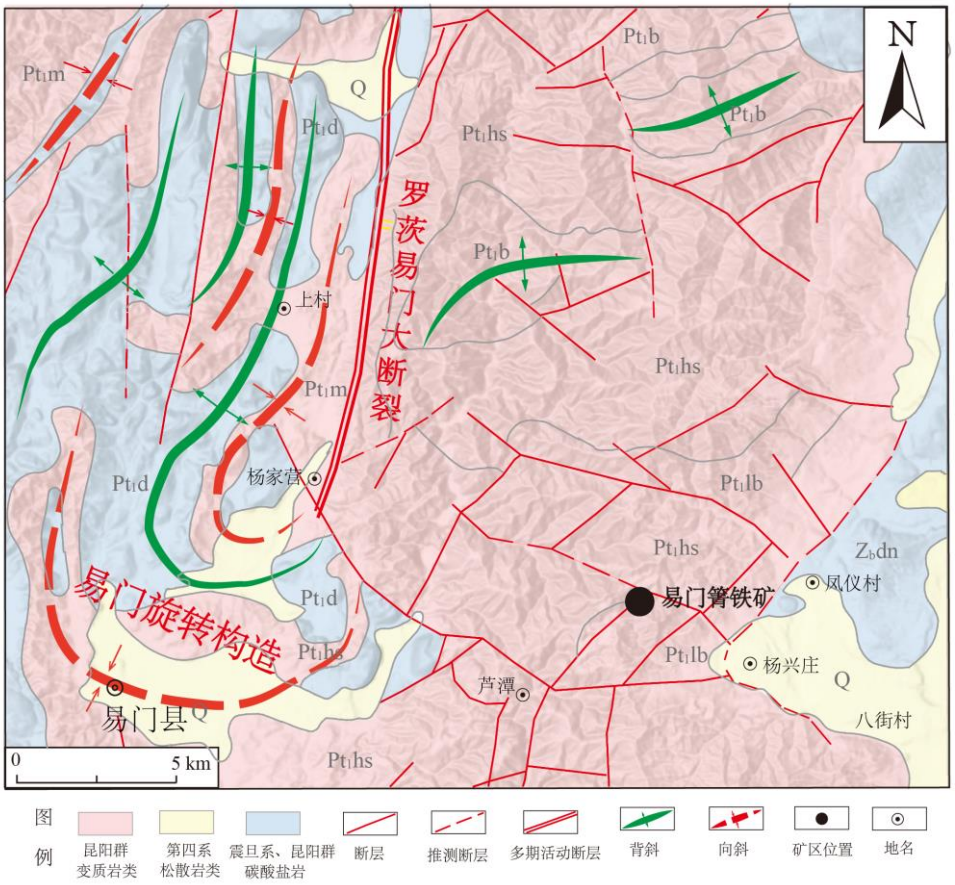


图 4.1.4-1　区域地质构造纲要图

3）新构造运动

区域内新构造运动强烈，其构造类型、构造性质明显受断裂构造控制，直接影响近代地貌形态的发育，新构造运动迹象明显反映了地势与地貌的差异，分布的盆（谷）地具有盆岭相间的规律性，阶地发育。新构造活动类型以掀升式盆式隆起和断块隆升为主，中南部为掀升盆式隆升，而西部及北部以断块隆升为主。安宁市新构造运动总体表现为区域性抬升，受南北向活动断裂控制，其上升方式和强度具有较大差异。区域新构造运动具有间歇性掀斜隆升和断块差异运动及新生代盆地间歇抬升的特点。

4）地震

据资料记载，历史上曾发生较大地震为 1507 年 11 月 5.3 级地震，1976 年曾发生 4.0 级地震，1985 年 4 月发生 3.4 级地震。区内地震活动虽较少，但易

门、晋宁、禄丰等邻市地震相对频繁，使区内受到邻近地震波及。根据 1：400 万《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015），安宁市八街街道地震动峰值加速度为 0.20g，地震动反应谱特征周期为 0.45s；根据《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010），安宁市抗震设防烈度为VIII度，设计基本地震加速度值为 0.20g，设计地震分组为第三组。

（3）地下水类型及含水岩组

1）地下水类型

在区域地质、水文地质和矿区工程勘察资料收集分析基础上，结合本次水文地质调查和钻探工作成果，根据矿区内不同含水介质类型，可将矿区地下水划分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两大类。

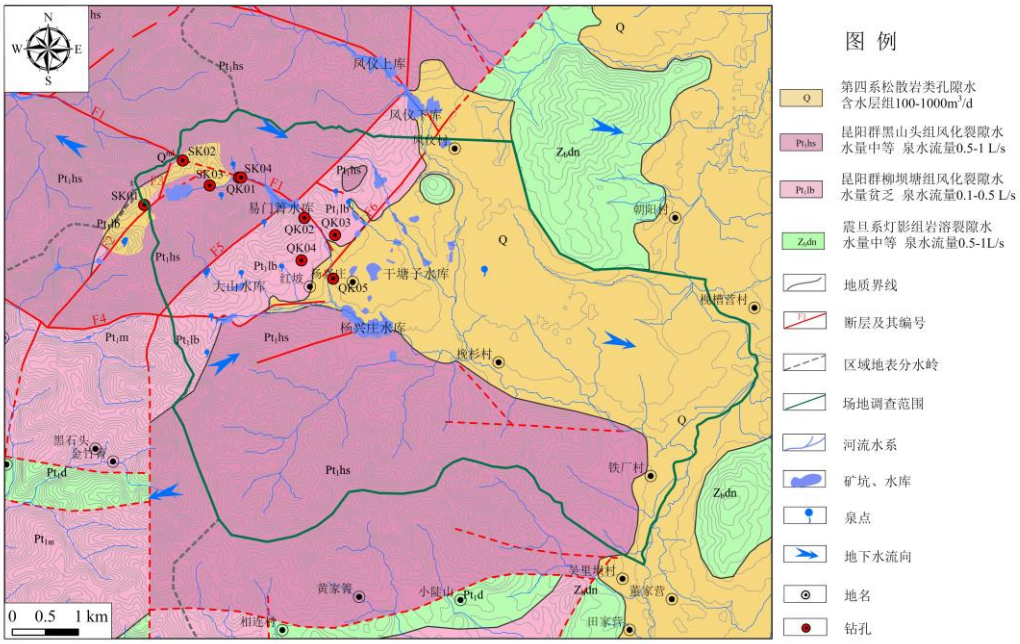


图 4.1.4-2　矿区水文地质图

调查所涉范围为一个完整的水文地质单元，西部以庙耳山分水岭为隔水边界，南部以西箐大山的分水岭为隔水边界，东部八街河为区域内的排泄边界，北部以易门箐北侧分水岭延伸至山前地层分界线（第四系和震旦系灯影组分界线）为边界。

（1）松散岩类孔隙水

松散岩类孔隙水主要赋存于第四系填土层（Q^{ml}）中的碎石土和冲洪积层（Q^{al+pl}）中的砂砾（卵）石层中，含水层厚度约 0-74m。第四系填土层（Q^{ml}）主要分布在矿区采坑周边废渣填土层，其成因类型主要为矿区矿渣堆填物，透

水性弱—中等，含水类型为上层滞水；冲洪积层（Q^{al+pl}）主要分布在易门箐水库上游河床、下游冲沟口处，其成因类型主要为矿区矿渣堆填物、冲积物、残坡积物，其结构疏松，透水性中等—强，含水类型为潜水。地下水主要接受大气降水补给，在连通性较好的孔隙中径流，一部分下渗补给下伏基岩的裂隙水，另一部分在相对低洼地区域就近、就低呈散流、渗流排泄。

（2）基岩裂隙水

基岩裂隙水主要赋存于变质岩的浅部风化裂隙中，大面积连续分布于矿区，总面积占场地面积的 90%以上。

工作区内大面积连续分布昆阳群黑山头组（Pt_1hs）砂质板岩、碳质板岩、石英砂岩等，柳坝塘组（Pt_1lb）绢云母板岩、砂质板岩、板岩夹石英砂岩、板岩夹石英砂岩等，风化裂隙水主要赋存于浅层强-中风化带网状裂隙中，该风化带岩性局部较破碎，节理裂隙发育，为地下水赋存和运移提供了良好空间，构成矿区浅层风化裂隙含水层。

受地层岩性、地形地貌、地表水系和人类活动等作用的影响，不同区域地层岩性破碎程度、风化裂隙发育深度和接受补给条件存在一定区别，从而使得不同位置风化裂隙带的赋水能力、导水能力有所不同。其中，矿区采坑范围内地形起伏变化较大，主要出露黑山头组（Pt_1hs）砂质板岩、碳质板岩、石英砂岩等，在山顶山坡等地势较高、地形陡峭处岩层风化程度较低，风化裂隙带厚度较小；在山谷、坡脚等地势较低且地形和缓处风化程度较高，风化裂隙带厚度大，风化裂隙水较丰富。矿区东侧柳坝塘组（Pt_1lb）地层分布区，地势起伏程度相对较小，岩性以绢云母板岩、砂质板岩、板岩夹石英砂岩、板岩夹石英砂岩为主，相比于黑上头组其风化程度更高，且越靠近东侧第四系地层风化层厚度越大，其表层全风化带以粘土为主，强-中等风化层岩性破碎且节理裂隙较发育，厚度约 30-35m。

矿区内构造活动强烈，断裂和构造裂隙比较发育，在差异风化作用下，局部风化裂隙带的发育深度较大，沿断层破碎带、裂隙密集带和岩性分界带处，常形成局部地下水的富水带和导水通道。

2）含水岩组及富水性

本次富水性等级主要依据《矿区水文地质工程地质勘察规范

（GB/T12719—2021）》中的含水层富水性划分标准（表 4.1.4-2）和透水性划分标准，以钻孔单位涌水量和泉水流量大小对含水岩组进行富水性分级。

表 4.1.4-2　含水层富水性划分标准

含水层富水性分级	钻孔单位涌水量 q（L/s.m）	泉水流量（L/s）
极强	＞5	＞50
强	1-5	10-50
中等	0.1-1	1-10
较弱	0.01-0.1	0.1-1.0
弱	＜0.01	＜0.1

本次矿区调查的泉水统计情况见表 4.1.4-3 所示。

表 4.1.4-3　场地范围泉点统计

编号	出露部位	补给地层	高程（m）	流量（L/s）
GW01	Pt_1lb 和 Pt_1hs 断层 F4 北部，山神庙水库西侧上游	Pt_1hs	1999	1.0
GW02	Pt_1lb 和 Pt_1hs 断层 F5 西南侧，大山水库西侧上游	Pt_1hs	2010	5.0
GW02-1	Pt_1lb 和 Pt_1hs 断层 F5 西南侧，大山水库西侧上游	Pt_1hs	2012	5.0
SW08-2	Pt_1lb 基岩裂隙，大山水库下游北侧	Pt_1lb	1996	1.0
GW03	Pt_1lb 基岩裂隙，西箐大山东南侧坡脚	Pt_1lb	1978	1.5
GW04	Pt_1lb 和 Q^{al+pl} 界线，杨兴庄后山东侧坡脚	Pt_1lb	1980	3.0
GW05	Pt_1lb 断层 F5 分支，杨兴庄后山东北侧坡腰	Pt_1lb	2025	2.0
GW06	Pt_1hs 基岩裂隙，主渣堆东侧坡腰	Pt_1hs	2040	6.0
GW07	Pt_1lb 和 Pt_1hs 不整合接触，山神庙水库南侧上游	Pt_1lb	2049	0.1
GW08	Pt_1hs 和上覆 Q^{ml}，军哨铁矿区东侧采坑壁	Q^{ml}	2115	＜0.1
GW09	Pt_1lb 和 Pt_1hs 断层 F2，军哨铁矿区坑底	Pt_1hs+ Q^{ml}	1958	2.5
GW10	Pt_1hs 断层 F7，采坑壁南侧水下	Pt_1hs	2010	1.2
GW11	Pt_1lb 和 Pt_1hs 断层 F2，采坑壁北侧水下	Pt_1lb	2010	

本次调查根据区内地层的岩性、泉流量及钻孔涌水量的大小将矿区含水岩组划分为强、中等、较弱、弱富水性四个等级，依据水文地质试验结果划分为强、中等、弱、微、极微透水性五个等级（表 4.1.4-4）。

表 4.1.4-4　矿区含水岩组划分

地层		含水岩组	地下水类型	富水性	透水性
第四系（Q）		Q^{ml}、Q^{h+l}、Q^{dl}	松散岩类孔隙水	较弱	弱-中等
		Q^{al+pl}		中等-强	中等-强
前震旦系	柳坝塘组（Pt_1lb）	全风化	碎屑岩类风化裂隙水	弱	极微
		强风化		较弱	弱
		中风化		弱	微
	黑头山组（Pt_1hs）	全风化		弱	微
		强风化		中等	微-弱

		中风化		较弱	微-弱
		微风化		弱	极微
		未风化		弱	极微

松散岩类孔隙水（Q^{ml}、Q^{h+l}、Q^{dl}、Q^{al+pl}）

矿区松散岩类孔隙水主要分布于矿区采空区周边填土层（Q^{ml}）、矿坑及易门箐水库周边沉积物（Q^{h+l}）、山间洼地坡积物（Q^{dl}）、易门箐河道洪冲积物（Q^{al+pl}）等地。富水性差异较大，其中，填土层、沉积物、坡积物富水性较弱，冲洪积层富水性中等-强。

① 富水性较弱的含水岩组

填土层主要为回填碎石、渣堆、尾矿，多呈透水而不富水的结构，地下水主要以局部层状滞留水的形式存在于包气带岩土层中，含水岩组最大厚度可达73.6m，富水性较弱，透水性弱—中等；沉积物主要为有机质淤泥、黑色有机质粘土、碳质粘土等，含水岩组最大厚度约 4.1m，富水性较弱，透水性弱；坡积物主要为棕红色粉质粘土、粉砂质粘土，含水岩组最大厚度约 3.9m，富水性较弱，透水性中等。

② 富水性中等-强的含水岩组

富水性中等的孔隙水主要分布于矿区东南侧新生界第四系河谷平原洪冲积层（Q^{al+pl}）中的粘土质砂、粘土质砂砾层等含水岩组中，依据当地民井（MJ02、区域水文地质图 96 号孔）开采资料，该含水层水量中等，是附近小规模开采民井主要取水层位，依据场地水文地质调查范围内 4 处民井资料，该层孔隙水正常水位 0.5-1.7m。

富水性强的孔隙水主要分布于易门箐河道上游山区洪冲积层（Q^{al+pl}）中由粘土、砂充填的卵、砾石层等含水岩组中，无明显含水底板。因通常与其它类型含水层混合，整体上而言该含水层水量丰富，富水性强，透水性中等，水位水量受降雨频率影响变化极大。依据场地水文地质调查范围内地表水体（河流）面上调查和水文地质钻孔 QK01 资料，该层孔隙水正常水位 0-1.2m。

变质岩类裂隙水含水岩组（Pt_1lb、Pt_1hs）

变质岩类裂隙水主要为昆阳群柳坝塘组（Pt_1lb）板岩-粉砂岩、黑山头组（Pt_1hs）碳质板岩浅层风化带中的风化裂隙水。

①柳坝塘组（Pt_1lb）裂隙水含水岩组

矿区柳坝塘组（Pt_1lb）裂隙水含水岩组主要由强风化层的紫红色泥质板岩、浅黄色砂质板岩、浅灰绿色绢云母板岩组成，岩性呈碎石土状、碎块状特点，节理裂隙发育，主要分布于矿区采坑西南侧采空区中部和东侧坡腰-坡脚。

全风化层多为褐黄色粘土、砂质粘土、含砾粘土，分段注水试验结果显示其渗透系数 5.0×10^{-7}cm/s，为极微透水层；

强风化层节理裂隙发育，呈杂色碎石土状、碎块状，柳坝塘组内地下水水位一般位于该部分，坡脚处水位高于强风化层顶板。QK03、QK04 孔内抽水试验结果显示钻孔单位涌水量 0.021-0.035L/s·m，地表出露的 6 处泉水流量 0.1-3L/s，平均为 1.3L/s，富水性整体属较弱，是柳坝塘组（Pt_1lb）组内裂隙水主要赋存的含水岩组。

中风化层节理裂隙一般发育，地面调查时常见常见 2 组明显节理（节理 1：40-50°∠41-55°，节理 2：230-349°∠53-86°），裂隙细小且闭合，局部较破碎，褶皱发育，岩性变化较复杂，分段注水试验结果显示其渗透系数 1.0×10^{-6}-1.3×10^{-6}cm/s，透水性微，富水性弱；微风化及未风化部分位于矿区开采区之外，本次未揭露。

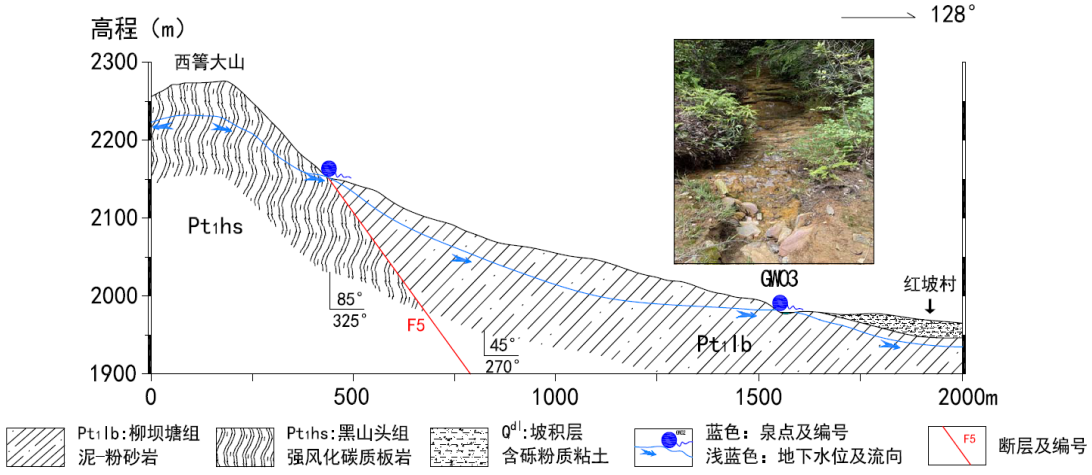


图 4.1.4-3　Pt_1lb 强风化沟谷出露下降泉 GW03 示意图

② 黑山头组（Pt_1hs）裂隙水含水岩组

矿区黑山头组（Pt_1hs）裂隙水含水岩组主要由上部的灰白色粉砂质板岩、黑灰色含碳石英角砾岩和下部的灰黑色碳质板岩、石英砂岩组成，主要分布于采空区周边，本次施工的水文地质钻孔 SK01、SK02、SK03、SK04 均揭露该含水岩组。

全风化部分呈粉粒、粉土状，含少量碎石，该部分是位于地下水水位之上

的包气带，富水性弱，分段注水试验结果为 2.4×10^{-6}—8.5×10^{-6}cm/s，微透水性。

强风化部分含碳石英角砾岩、碳质板岩呈碎块状-碎石土状，粉砂质板岩、石英砂岩呈碎块状。地面调查时一般可见 2 组明显节理（节理 1：40-115°∠38-74°，节理 2：225-240°∠40-50°），裂隙多张开无充填，局部较破碎。黑山头组内地下水水位一般位于该部分，正常水位埋深 51.4-60.2m。地表出露的 5 处泉水流量 1-6L/s，平均 3.6L/s，富水性中等。

中风化部分含碳石英角砾岩岩芯短长柱状、短柱状，可见蜂窝状孔洞；石英砂岩呈碎裂的短柱状，碳质板岩呈破碎饼状，SK04 孔内抽水试验显示钻孔单位涌水量 0.020L/s·m，富水性较弱。

微风化部分含碳石英角砾岩、石英砂岩呈柱状，碳质板岩破裂饼状-短柱状，风化痕迹较少。微风化及未风化基岩钻孔压水试验结果显示含碳石英角砾岩单位透水率为 0.32lu（充填 E）-0.04lu（紊流 B），属微透水；石英砂岩与碳质板岩单位透水率 0.03lu（扩张 C）-0.01lu（紊流 B），属极微透水。该部分整体为微透水-极微透水，可视为相对隔水层。

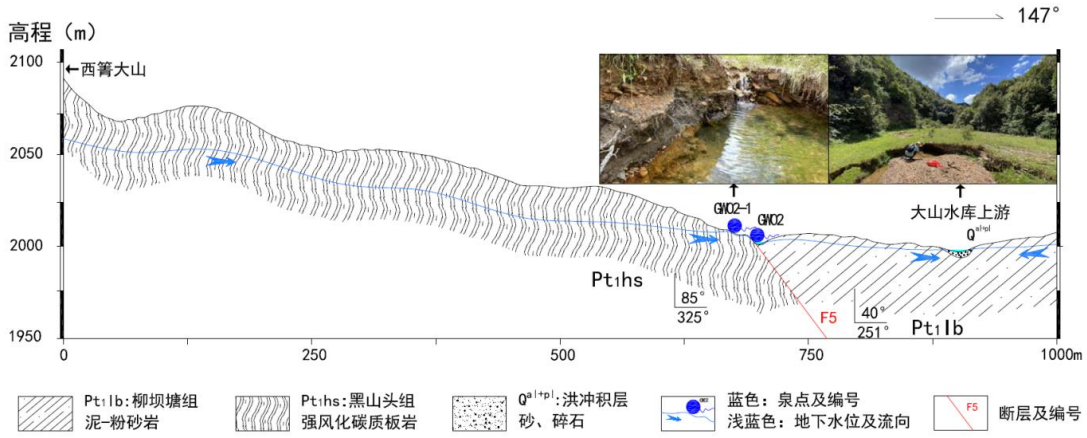


图 4.1.4-4　Pt_1hs 强风化出露下降泉 GW02、GW02-1 示意图

（4）地下水补径排特征

1）天然条件下补径排特征

矿区天然条件下以揭露裂隙水含水层为主，松散孔隙水含水层出露极少，地下水的运移主要受地形地貌、地层岩性以及构造的控制，整体以径流排泄为主，易门箐等天然河道是其天然排泄基准面。

松散岩类孔隙水的补径排条件

矿区周边在天然条件下缺乏松散孔隙水含水层的赋存条件，含水系统规模

小，地下水流程短，主要接受大气降水和区内基岩裂隙水的侧向补给，顺沟道径流，向下游新河等地表水体排泄，地下水的补径排条件相对简单。

山区洪冲积层（Q^{al+pl}）孔隙水含水层主要在矿区下游呈条带状分布于易门箐等沟箐洪冲积层中，成分颗粒较粗层间孔隙大，可在地表水、地下水间多次转换；河谷平原洪冲积层（Q^{al+pl}）孔隙水含水层主要见于坡脚易门箐河新河河谷河流一级阶地、二级阶地，成分颗粒较细，主要接受地下水侧向补给和大气降雨垂直入渗补给为主，顺河道洪冲积层内径流，向地势低洼区域呈散流、片流进行排泄，最终进入当地排泄基准面新河（此时易门箐水库、杨兴庄水库未修建）。

基岩裂隙水的补径排条件

基岩裂隙水主要接受大气降水补给，降雨渗入地下后，大部分进入浅层的风化裂隙带中，总体在地形控制下从分水岭向东南侧沟谷方向径流，以泄流形式就近分散排泄于易门箐等天然河道中，地下水的径流途径短，循环交替较快；还有少部分进一步往深部运移，在地形和层面裂隙、构造裂隙、断层破碎带等的共同控制下径流，最终以泄流或泉的形式排泄入地表沟箐。

2）开采条件下补径排特征

受矿山开采活动影响，因地形地貌的改变，含水系统的结构发生破坏，地下水补径排条件发生相应变化。垂向开挖形成的采坑形成新的排泄基准面，并在周边形成地下水分水岭；因矿渣堆填形成的松散堆积层为松散岩类孔隙水的赋存提供了条件，并形成新的污染源头。

松散岩类孔隙水的补径排条件

开采条件下松散岩类孔隙水的变化主要是矿渣在采坑周边堆积，形成了新的松散孔隙水含水层，并在矿区东侧、东北侧形成新的地表水分水岭。松散孔隙水含水层主要分布于易门箐矿区-军哨铁矿区开采区周边的第四系填土（Q^{ml}），主要顺地势向地表分水岭两侧径流，地下水径流、排泄方式受地形影响控制明显。

分水岭平台西南方向主要为军哨铁矿开采区和堆渣区，地形挖损严重变化大。斜坡上主要以大气降雨垂直入渗补给，坑底以地面片流通过微细孔隙、裂隙等通道分散缓慢的下渗补给为主，补给速度较慢。大部分地下水下渗至下伏

相对隔水层接触面后顺接触面由高向低径流，在地势低凹处出露地表，在局部可形成上层滞水，最终在炉塘、军哨等地进入底板排泄冲沟。覆盖于断层上部的区域可顺断层破碎带由高向低径流，部分可顺断层破碎带入渗至断层轴部滞留。

主采坑周边（分水岭平台至污水处理场平台之间）主要为易门箐铁矿开采区和堆渣区，地形挖损严重变化大。斜坡上主要以大气降雨垂直入渗补给，和缓渣堆表面以地面片流通过微细孔隙、裂隙等通道分散缓慢的的下渗补给为主，补给速度较慢。大部分地下水下渗至填土层与下伏基岩处形成的相对隔水层接触面后顺接触面由高向低向采坑积水体方向径流，在采坑壁以散流的形式向主采坑积水体排泄（照片 4.1.4-5），在局部地势平坦处可形成透镜状上层滞水，形成的采坑积水体主要以蒸发的形式排泄，部分补给基岩裂隙水。

图 4.1.4-5　Q^{ml} 渗水 GW08 下渗至岩土交界面（左）与 Q^{ml} 渗水形成泉 GW09（右）

易门箐铁矿区主采坑至渗滤液收集池间为大规模的渣场堆放区，这部分地下水接受大气降水补给，部分地下水下渗至下伏的相对隔水层接触面后顺接触面由高向低径流，最终在易门箐沟口低洼区域呈散流、片流进行排泄，最终汇入易门箐，地下水径流途径短，受降雨控制明显。

渗滤液收集池东部原收集池区域堆填的渣土较薄，一般 3-5m，在平面上呈条带状，多被洪冲积层包裹。该区域渣土地下水主要接受周边地表山坡、沟谷汇水补给，地下水接受补给后顺沟谷由西向东径流，在最东部受拦渣坝阻挡，不再继续通过孔隙水含水层向东（易门箐水库方向）径流。拦渣坝坝体底部修建由排水涵管，通过人工涵管引流，最终进入易门箐水库。

基岩裂隙水的补径排条件

采坑周边裂隙水含水层上覆填土层，仅坑底和南侧坑壁裂隙水含水层直接裸露地表可直接接收大气降水入渗补给，其余方向主要接受上覆松散岩类孔隙

水含水层下渗补给。

图 4.1.4-6　采坑周边网状风化裂隙水沿裂缝呈滴状溢出

采坑周边因垂向开挖形成的采空区负地形和堆填形成的正地形，在采坑周边形成新的地下水分水岭。采坑周边基岩裂隙水顺地势向采坑方向径流，在采坑壁以散流或泉点（如泉点 GW10、GW11）的形式向坑内排泄，形成现有采坑积水体。

采坑周边无天然排泄点，主要以蒸发的形式排泄。采坑外围基岩裂隙水含水层补径排条件改变较小，主要由向新的地下水分水岭向易门箐等天然河道方向径流、排泄。

3）地下水与地表水水力联系

总体上，矿区内以地下水补给地表水为主，其中孔隙水受地形地貌、地层岩性及构造控制，以垂直下渗为主，顺第四系内孔隙由高向低处径流，径流途径一般较短，受地形控制明显，区域内分水岭东侧主要向东南侧径流最终向东汇入八街河。

风化裂隙水主要是上部地下水下渗至下伏基岩的土岩接触面后，顺接触面由高向低径流，多在山脚地势低洼处、沟谷内以泉点形式出露地表形成地表水体源头，径流途径一般较短。

东部岩溶水主要下伏于谷（盆）地松散孔隙层之下，东侧八街河沿线向东径流以自流泉形式排泄至八街河中，西侧扒河沿线向西径流以自流泉形式排泄至扒河中。

（5）地下水动态及流场分析

地下水动态变化是特征是反映不同单元水文地质地下水赋存、运移特征的重要指标。过面上调查和人员访谈，在矿区 2000 年持续开采至今，矿区下游

杨兴庄、中桅杉村等附近多个民井和灌溉用途的机井等其水位、水量等特征无明显异常变化。本次在项目期间对矿坑周边钻孔地下水水位进行连续监测，其中降雨量数据采用矿区西侧约 10km 处的易门县国家气象站数据。

矿区东侧易门箐河道第四系松散岩类孔隙水含水层钻孔 QK01 地下水标高稳定在 2018.5-2018.8m 之间，变幅 0.3m，地下水位变幅微弱，水位变化趋势与降雨量变化趋势相关性较高。矿区降雨-孔隙水位动态变化特征如图 4.1.4-7 所示。

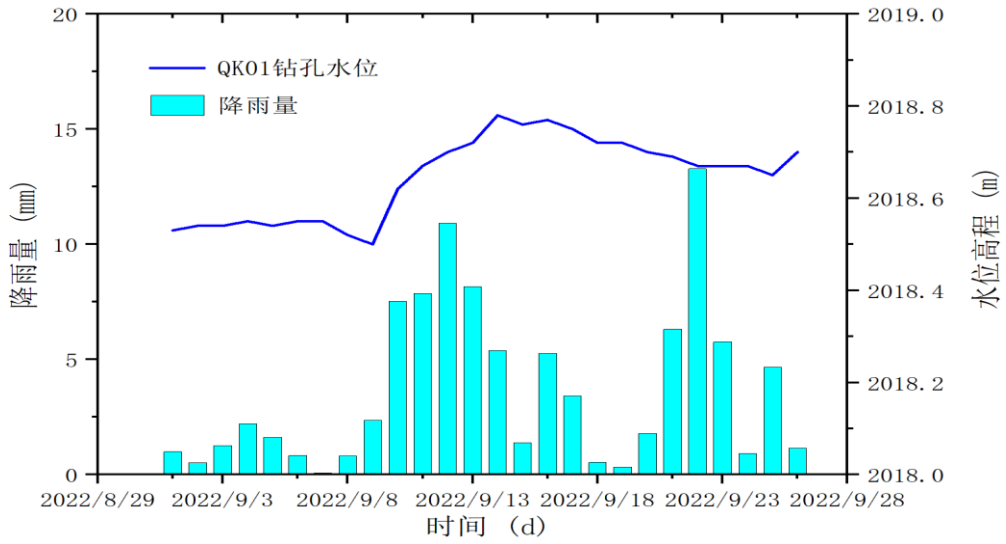


图 4.1.4-7　矿区降雨-孔隙水（QK01）位动态变化特征图

监测期间矿坑西侧黑山头组基岩裂隙水含水层钻孔 ZK02 地下水位标高稳定在 2111.2-2112.2m 之间，变幅 1.0m，地下水位变幅较孔隙水更大，但与降雨响应微弱。矿区降雨-裂隙水位动态变化特征如图 4.1.4-8 所示。

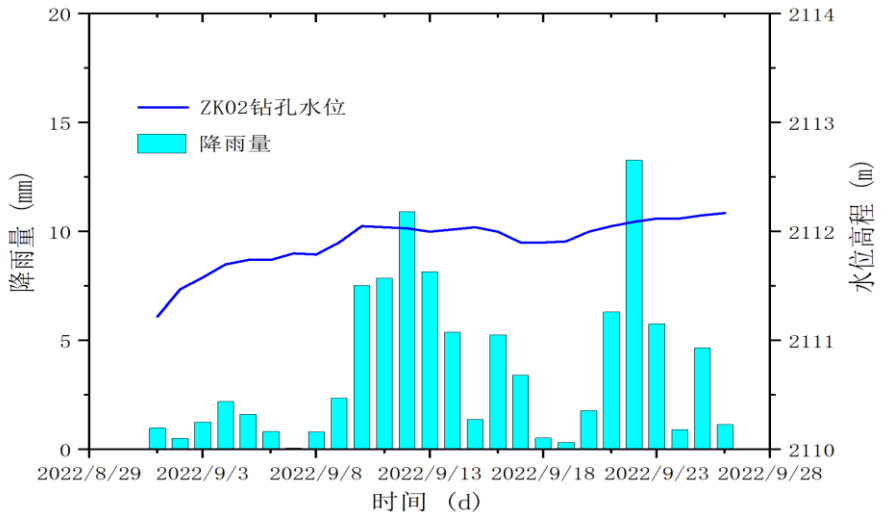


图 4.1.4-8　矿区降雨-裂隙水（ZK02）位动态变化特征图

矿区内地表水体主要以矿坑积水体、渗滤液收集池、易门箐和易门箐水库为主。矿坑积水体采坑东侧修建的污水处理厂不定时从渗滤液收集池抽水或向易门箐水库排水，易门箐河道内水深不足（多为 0.1-0.2m），易门箐水库下游易门箐水库水环境处理站在进行抽水净化，难以进行长时间地表水动态监测。本次在 2022 年 9 月份渗滤液收集池停抽期间对其水位进行了观测，水位变幅稳定受短期降雨影响较小，水位变化趋势与短期降雨量变化趋势相关性明显，水位变化特征见图 4.1.4-9。

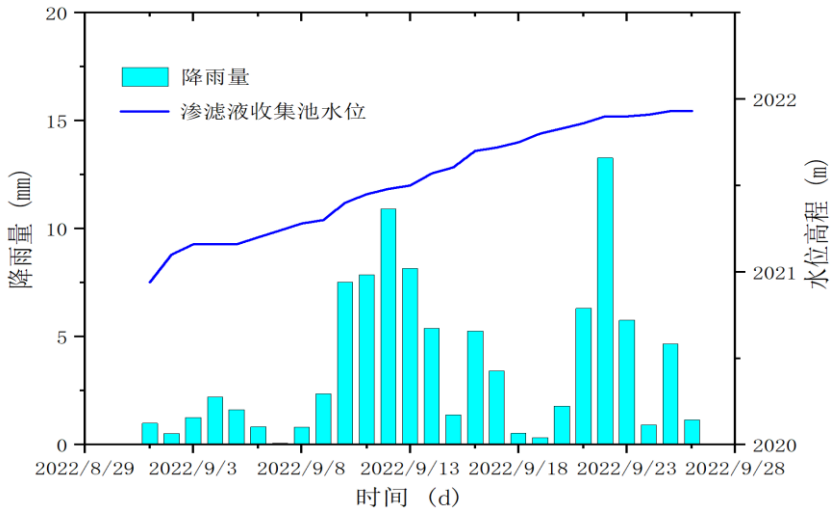


图 4.1.4-9　渗滤液收集池地表水位动态变化特征图

矿坑内积水随雨季变化和工程抽水影响，在不同季节具有不同变化特征。丰水期，矿坑积水稳定水位为 2046.9m，因污水处理厂建成后持续对污水进行抽出处理，矿坑积水体水位下降，2023 年 1 月上旬水位标高 2044.7m（降幅 2.2m），同期矿坑东侧基岩裂隙水枯水期水位降幅 0.83-1.78m（ZK07 下降 0.83m，ZK08 下降 1.72m，SK03 下降 1.78m），东南侧基岩裂隙水枯水期水位下降 1.59-2.66m（ZK01 下降 2.66m、ZK08 下降 1.72m），西北侧基岩裂隙水枯水期水位下降 0.35-0.81m（ZK03 下降 0.81m、ZK04 下降 0.41m、ZK23 下降 0.35m），矿坑地下水系统外基岩裂隙水枯水期水位下降 1.59-1.87m（ZK09 下降 1.59m，QK03 下降 1.87m）。通过丰、枯水位变化情况分析可知，矿坑地下水系统内地下水补给方向主要来源于东北侧及北侧，矿坑积水与周边地下水位具有季节波动变化特征。

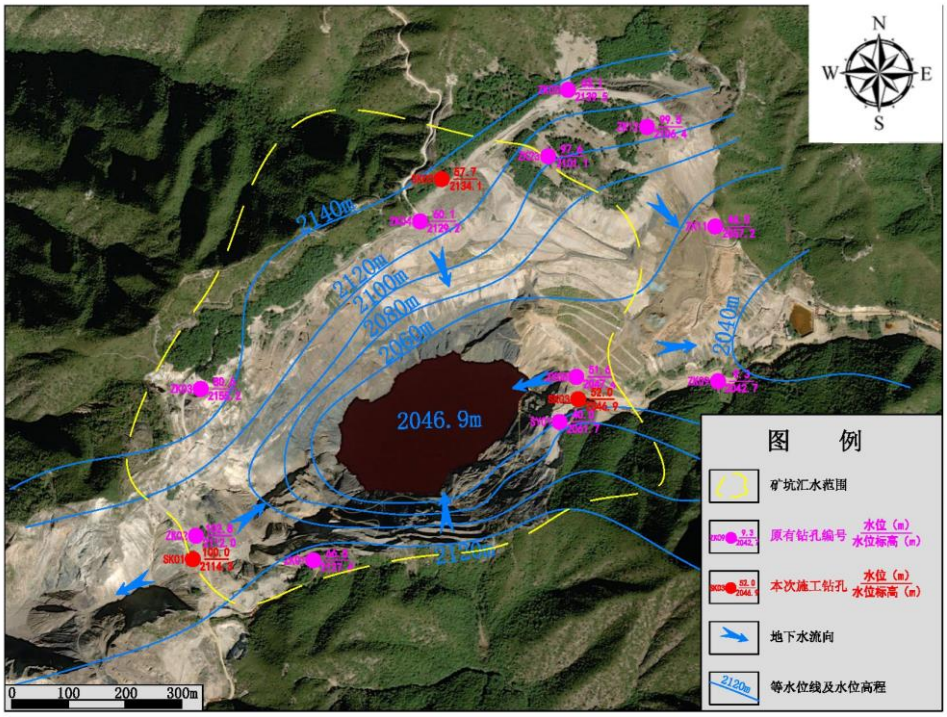


图 4.1.4-10　矿区裂隙水丰水期等水位线图（据 2022 年 10 月上旬实测水位数据绘制）

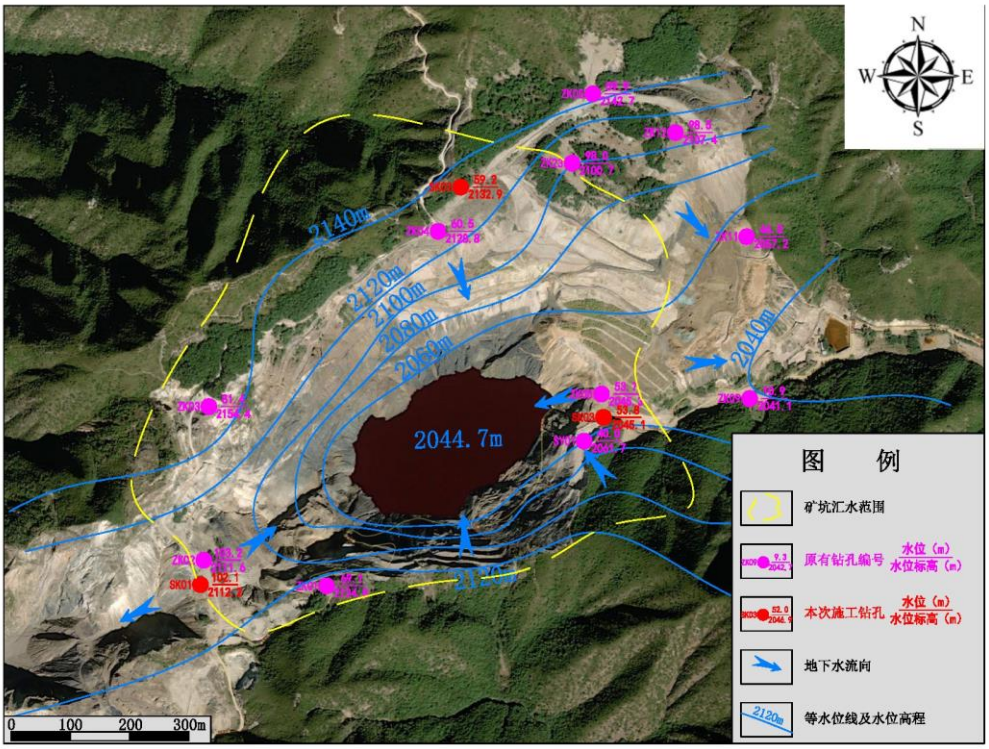


图 4.1.4-11 矿区裂隙水枯水期等水位线图（据 2023 年 1 月中旬实测水位数据绘制）

4.1.4.2 项目建设对地下水环境影响分析

本项目为矿山环境污染综合治理及生态修复工程，矿坑回填采用改性磷石膏作为回填材料，回填区已依据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》

（GB 18599-2020）的要求采取地下水污染防渗措施的建设项目，并对现有渣场渗滤液和受污染的地下水进行综合治理，根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）的要求，可不进行正常状况情景下的预测。正常情况下，环评主要考虑项目实施后，对现有渣场渗滤液和受污染地下水进行综合治理，对水环境污染物的削减带来的环境效益。

本项目已对现有废渣堆场采取止水帷幕+地下水导排+渗滤液导排措施，将废渣堆场渗滤液和受污染的地下水收集处理，满足《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）和《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T 19923-2005）工艺及产品用水较严值后，回用于矿山生态修复区洒水抑尘、绿化灌溉和磷石膏改性生产补充水，本工程使用防渗膜具有出厂质量保证书和检测合格报告单，施工单位送检对防渗膜和土工布进行质量检测，均可达到相关要求。监理周报中工程防渗质量情况均为合格；防渗漏监测系统自运行以来各项监测数据稳定，未出现异常波动，系统每日自动生成监测报告，报告显示修复区域的渗漏情况均在可控范围内，未发现污染物扩散现象。

综上，正常情况下本项目建设对周边地下水环境影响不大。

4.1.4.3 地下水污染防治措施

项目使用改性磷石膏作为矿坑生态修复回填材料，主要影响为回填改性磷石膏渗滤液下渗对地下水环境的影响，本评价引用《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程 2024 年环境监理总结报告》和《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程 2025 年环境监理总结报告》中地下水污染防治措施进行评价分析：

（一）已采取的源头管控措施：

（1）废渣堆场顶部防渗（已采用“1.5mm HDPE 防渗膜+400g/m^2 无纺长丝土工布”进行防渗）、止水帷幕、渗滤液导排和地下水导排措施，将废渣堆场渗滤液、受污染地下水收集后，通过新建渗滤液处理站（处理规模5000m^3/d）处理达到《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499）和《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923）工艺及产品用水较严值后回用于施工场地、生态修复区洒水抑尘和改性磷石膏生产补充水，不外排；

（2）对每批次回填改性磷石膏按照昆明市地方标准《改性磷石膏综合利用矿山生态修复过程环境监管规范》（DB5301/T99-2023）、云南省地方标准《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T 1269-2024）、2024 年 9 月 9 日《昆明市生态环境局关于进一步做好改性磷石膏用于矿山生态修复工作的通知》（便函〔2024〕2322 号）等采样要求进行采样分析；

（3）改性后磷石膏回填物料满足生态环境部 2025 年 7 月 1 日起实施的《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）中 5.2.3 要求和 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）中表二的要求，即用于露天矿山生态修复的改性磷石膏应满足 GB18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求；改性磷石膏生产单位制定监测方案，建设单位采取抽验方式进行监督管理；

监测工作开展情况：

①2024 年 3 月-2024 年 9 月，云南天安化工有限公司委托中航检测（云南）有限公司开展改性磷石膏生产线改性磷石膏检测工作，采用《固体废物　浸出毒性浸出方法 水平振荡法》（HJ557-2010）制备样品，监测指标为 pH、氟化物、磷酸盐、铁、锰，按月开展监测工作；

②2024 年每季度监测，云南天安化工有限公司委托中航检测（云南）有限公司开展改性磷石膏生产线改性磷石膏检测工作，采用《固体废物 浸出毒性浸出方法　水平振荡法》（HJ557-2010）制备样品，监测指标为 pH、氟化物、铁、锰、镉、汞、砷、铅、铜、锌、水溶性盐含量、磷酸盐、六价铬、钡、铬、镍、硒、银、氰化物、有机物含量；

③202410 月-2024 年 12 月、2025 年、2026 年委托昆明绿岛环境科技有限公司开展 100 万吨磷石膏改性项目、500 万吨磷石膏改性项目、易门箐磷石膏生态修复项目改性磷石膏检测工作，根据《固体废物 浸出毒性浸出方法　水平振荡法》（HJ557-2010）制备浸出液，检测指标为腐蚀性（pH）、氟化物、砷、汞、银、铅、总铬、镉、锌、镍、六价铬、铍、甲基汞、乙基汞、总磷/磷酸盐；

④做好改性后磷石膏回填台账记录，记录改性磷石膏回填量、改性

磷石膏的成分分析结果等，确保改性磷石膏应满足 GB18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求。

（二）已采取防渗措施：

（1）废渣堆体表层防渗：根据项目设计要求，废渣堆体进行削坡整形形成不同台阶，废渣堆体表面铺设表层防渗层，项目已采用“400g/m^2 无纺长丝土工布+1.5mm HDPE 防渗膜+400g/m^2 无纺长丝土工布”进行防渗。防渗膜焊缝进行 100%气密性检测，防渗膜进行渗漏破损探测（完整性检测），发现渗漏破损情况、及时进行修补，修补区域进行复测确保达到质量要求，工程监理单位进行监督性检查。

（2）拦渣坝下游止水帷幕：在冲沟下游矿区边界与易门箐水库交界处设置止水帷幕，采用高压旋喷桩+帷幕灌浆方式，渗透系数达到 1×10^{-7}cm/s，帷幕有效宽度≥2m；防止可能的污染地下水往外扩散；止水帷幕采用高压旋喷桩+帷幕灌浆，高压旋喷桩设置 3 排，桩径 0.9m，间距 0.65m，排距 0.65m；帷幕灌浆设置 2 排，孔距 1.3m，排距 1.0m；土质地层采用高压旋喷桩，岩质地层采用帷幕灌浆，深度为进入风化板岩或风化炭质板岩层 5.0m，深度约 35m；高压旋喷水泥添加量不低于 32%；固结体 28 天抗压强度 15Mpa，采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为 42.5。为使止水帷幕渗透系统达到 1×10^{-7}cm/s，高压旋喷和帷幕灌浆过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8%，水玻璃添加量 3%。

（3）周边止水帷幕：在周边第四系松散层较厚区域的截洪沟内侧设置止水帷幕，截留外围下渗的雨水，防止外围雨水下渗渗流至废渣堆体内产生渗滤液；止水帷幕采用高压旋喷桩防渗墙方式，高压旋喷桩设置 2 排，桩径 0.9m，间距 0.65m，排距 0.65m。平均深度约 20m；高压旋喷水泥添加量不低于 32%；固结体 28 天抗压强度 15Mpa，采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为 42.5。为使止水帷幕渗透系统达到环保防渗要求，高压旋喷过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8%，水玻璃添加量 3%。

（4）破碎带注浆防渗：在场地勘测出的断层带位置进行断层破碎带注浆防渗工程，防止渗滤液沿断层破碎带扩散；设计采用高压灌浆方

式；灌浆深度根据勘测的断层破碎带情况确定，进入周边完整岩层 5.0m，深度约 50～150m；灌浆采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为 42.5；为使灌浆后渗透系统达到环保防渗要求，灌浆过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8%，水玻璃添加量 3%。

（5）矿坑回填区底部防渗：对矿坑底部污泥进行固化稳定化处理、中间薄弱区域采用石头强夯置换，对底部场地整平压实、边坡清理分台平整，清除尖锐石块和碎屑杂物，防渗层为 0.75m 厚压实粘土垫层+400g/m^2 长丝无纺土工布+1.5mm HDPE 单糙面土工膜+400g/m^2 长丝无纺土工布。防渗膜焊缝进行 100%气密性检测，防渗膜进行渗漏破损探测（完整性检测），发现渗漏破损情况、及时进行修补，修补区域进行复测确保达到质量要求，工程监理单位进行监督性检查。工程监理单位安宁市新城投资开发有限公司出具《监理单位工作质量评估报告》关于污泥固化稳定化、收集导排（底部地下水导排系统；底部地下水导排盲沟、粘土支持层）无质量问题，同意验收。

（6）矿坑回填区边坡防渗：矿坑周边边坡按土质边坡 1:1.5，岩质边坡 1:1.0 进行削坡整平，每 10m 高差设置 5m 宽锚固平台，TGSG30-30 双向土工格栅+400g/m^2 长丝无纺土工布+1.5mm HDPE 单糙面土工膜+400g/m^2 长丝无纺土工布；其中 2030 平台下面对应斜面铺设 20-30cm 厚黏土层+400g/m^2 长丝无纺土工布+1.5mm HDPE 单糙面土工膜+400g/m^2 长丝无纺土工布。

（7）矿坑回填区顶部防渗：后续矿坑回填完成后，对矿坑回填体顶部做表层防渗处理，以阻隔场内表层雨水渗入堆体，减少渗滤液的产生。矿坑表层防渗层结构同废渣堆场表层防渗层，采用“400g/m^2 长丝无纺土工布+1.5mm HDPE 单糙面土工膜+400g/m^2 长丝无纺土工布”进行防渗。

（8）地下水收集池、渗滤液收集池、渗滤液调节池、事故应急池和渗滤液处理站防渗：对地下水收集池、渗滤液收集池、渗滤液调节池、事故应急池和渗滤液处理站采取重点防渗措施，采用 P8 抗渗混凝土浇筑；地下水收集池、渗滤液收集池和渗滤液处理站，表面再涂抹防渗涂料；渗滤液调节池、事故应急池铺设复核防渗膜（HDPE 有效厚度 1.0mm）。

（三）防渗漏监控

根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的要求，II类场应设置渗漏监控系统，监控防渗衬层的完整性。本项目矿坑修复区回填及生态修复区矿坑底部防渗安装防渗衬层渗漏监测设备，已经联网和完成验收工作，并设置 5 口地下水跟踪监测井和 1 口地下水导排管观测，监控防渗衬层的完整性。

（四）防渗工程施工期监理

2024 年、2025 年、2026 年委托昆明市生态环境工程评估中心开展施工期环境监理，并编制《易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程环境监理实施方案》，并作为开展项目环境监理的工作方案；重点对矿坑修复区回填及生态修复区底部污泥固化稳定化、地下水及渗滤液导排系统、地下水收集池和渗滤液收集池、矿坑底部防渗、防渗漏监控系统设置情况、防渗工程质量等进行监理，形成环境监理季报。

（五）地下水跟踪监测

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）、《改性磷石膏综合利用　矿山生态修复跟踪评估规范》（DB5301/T100-2023）、《地下水环境监测技术规范》（HJ164-2020）、《云南省安宁市易门箐铁矿矿山水文地质调查报告》（2023 年 3 月）等相关要求，上游对照监测井 1#、2#，污染扩散监测井 3 口（右岸 3#、左岸 4#和下游监测井 5#），项目设置 5 个地下水跟踪监测井；同时对回填区地下水导排收集井中的地下水进行跟踪监测。建立回填区地下水环境监控体系，矿坑修复区回填及生态修复区矿坑底部防渗安装防渗衬层渗漏监测设备，改性磷石膏回填之前，已完成联网和竣工验收工作，并设置 5 口地下水跟踪监测井和 1 口地下水导排管观测，制定地下水跟踪监测制度，监控防渗衬层的完整性。监测指标 16 项：pH、氟化物、总磷、硫酸盐、硝酸盐、氯化物、铜、铅、锌、镉、砷、汞、铁、锰、铍、铊；监测频率：每季度至少监测 1 天，每天至少采样 1 次。2024 年、2025 年每季度均至少开展了一次跟踪监测工作。

4.1.4.4 地下水环境质量变化情况

（1）根据环评阶段监测，项目地下水监测结果分析见下表 4.1.4-5 所示。

表 4.1.4-5 地下水分析检测结果统计

监测指标	样品个数	检出个数	检出率（%）	最大值	最小值	**平均值**	标准值	最大污染指数	超标个数	超标率（%）
pH	43	-	-	**8.7**	2.9	**5.87**	6.5～8.5	/	23	53.49
色度	43	38	88.37	**375**	ND	**22.21**	15	25	3	6.98
浑浊度	43	43	100	**2360**	1.4	**256.73**	3	786.7	34	79.07
溶解性总固体	43	43	100	**142000**	16	**9227.91**	1000	142	9	20.93
总硬度	43	41	95.35	**93800**	ND	**6164.83**	450	208.4	10	23.26
氟化物	43	38	88.37	**1.62**	ND	**0.27**	1	1.6	2	4.65
硫酸盐	43	42	97.67	**5820**	ND	**272.19**	250	23.3	5	11.63
耗氧量	43	43	100	**2800**	0.4	**138.91**	3	933.3	27	62.79
六价铬	43	ND	ND	**ND**	ND	**ND**	0.05	0	0	0
汞	43	28	65.12	**0.00042**	ND	**0.0002**	0.001	0.4	0	0
砷	43	24	55.81	**1.93**	ND	**0.05**	0.01	193	4	9.3
硒	43	3	6.98	**0.001**	ND	**0**	0.01	0.1	0	0
钠	43	43	100	**270**	0.106	**23.57**	200	1.4	1	2.33
铍	43	28	65.12	**0.679**	ND	**0.04**	0.002	339.5	9	20.93
硼	43	34	79.07	**0.236**	ND	**0.03**	0.5	0.5	0	0
铝	43	43	100	**4450**	0.00248	**285.1**	0.2	22250	23	53.49
锰	43	42	97.67	**3300**	ND	**177.12**	0.1	33000	31	72.09
铁	43	41	95.35	**17700**	ND	**1032.4**	0.3	59000	26	60.47
镍	43	43	100	**106**	0.00019	**7.3**	0.02	5300	25	58.14
铜	43	41	95.35	**76.6**	ND	**2.49**	1	76.6	4	9.3
锌	43	33	76.74	**326**	ND	**14.64**	1	326	9	20.93
镉	43	31	72.09	**0.925**	ND	**0.04**	0.005	185	7	16.28
铊	43	23	53.49	**0.00683**	ND	**0.0003**	0.0001	68.3	11	25.58
铅	43	37	86.05	**0.177**	ND	**0.014**	0.05	3.5	3	6.98

从表中可以看出：pH 分布在 2.9～8.7 之间，平均值为 5.87，超过地下水

III 标准限值的样品个数为 23 个，超标率达 53.49%；溶解性总固体含量分布在 16～142000mg/L，平均值达 9227.91mg/L，超过地下水 III 标准限值的样品个数为 9 个，超标率达 20.93%；硫酸盐检出率达 97.67%，含量分布在 0～5820mg/L，超过地下水 III 标准限值的样品个数为 5 个，超标率达 11.63%；4 个地下水点位砷含量超过地下水 III 标准限值，超标率为 9.3%，最大污染指数为 193；9 个地下水点位铍含量超过地下水 III 标准限值，超标率为 20.93%，最大污染指数为 339.5；23 个地下水点位铝含量超过地下水 III 标准限值，超标率为 53.49%，最大污染指数为 22250；31 个地下水点位锰含量超过地下水 III 标准限值，超标率为 72.09%，最大污染指数为 33000；26 个地下水点位铁含量超过地下水 III 标准限值，超标率为 60.47%，最大污染指数为 59000；25 个地下水点位镍含量超过地下水 III 标准限值，超标率为 58.14%，最大污染指数为 5300；4 个地下水点位铜含量超过地下水 III 标准限值，超标率为 9.30%，最大污染指数为 76.6；9 个地下水点位锌含量超过地下水 III 标准限值，超标率为 20.93%，最大污染指数为 339.5；7 个地下水点位镉含量超过地下水 III 标准限值，超标率为 16.28%，最大污染指数为 185；11 个地下水点位钍含量超过地下水 III 标准限值，超标率为 25.58%，最大污染指数为 68.3；3 个地下水点位铅含量超过地下水 III 标准限值，超标率为 6.98%，最大污染指数为 3.5；全部地下水检测点位六价铬、汞、硒、硼均未超过地下水 III 标准限值。通过对地下水监测点位各指标按《地下水质量标准》（GB14848-2017）进行分级；易门箐矿区及周边地下水铝、锰、铁、镍污染较为严重。

（2）项目施工期上游背景井（1#）、右岸观测井（2#、3#）、左岸观测井（4#）和下游扩散井（5#）监测结果如下：

表 4.1.4-6　地下水上游背景井（1#）监测结果变化一览表

日期 监测指标	2024.12.20	2025.2.18	2025.4.2	2025.10.13	2026.2.6	2026.3.23	2026.4.17	2026.5.14
pH（无量纲）	6.3	6.8	6.2	7.4	6.7	7.7	**5.4**	**11.4**
浑浊度（NTU）	/	/	/	/	**12**	<0.3	**6.4**	**5.1**
氨氮（mg/L）	/	/	/	/	0.046	0.110	0.072	0.039

氟化物（mg/L）	0.09	0.71	0.64	0.12	0.17	0.11	0.55	0.07
总磷（mg/L）	0.01L	0.02	0.01L	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02
硫酸盐（mg/L）	36.6	8L	9	128	44	12	23	324
铁（mg/L）	**1.43**	**0.52**	**3.75**	0.13	0.20	0.12	0.14	**171**
锰（mg/L）	0.07	**0.16**	**0.16**	**0.24**	**0.34**	**0.10**	**0.13**	**27.1**
铍（mg/L）	0.00006	/	0.00017	0.00015	0.000008	0.00013	0.00014	**0.0161**
铊（mg/L）	0.00003	/	0.00002L	/	<0.03	<0.03	<0.03	**0.00356**
铜（mg/L）	0.05L	0.001	0.008	0.002	<0.001	0.001	0.001	0.0194
镉（mg/L）	1.0×10^{-4}L	0.0002	0.0001L	0.0001L	0.0002	0.0001L	0.0001L	0.00475
铅（mg/L）	0.001L	0.001L	0.001L	0.002	0.001	0.001	0.001L	**0.0168**
锌（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.91
氯化物（mg/L）	10L	3.1	2L	6.5	6.0	10.0	7.5	24.0

表 4.1.4-7　地下水右岸观测井（2#）监测结果变化一览表

日期 监测指标	2024.6.17	2024.6.18	2024.12.20	2025.2.18	2025.4.2	2025.7.22	2025.10.13	2026.2.6	2026.3.23	2026.4.17	2026.5.14
pH（无量纲）	7.3	7.0	**5.2**	7.2	6.5	6.6	7.2	7.9	7.5	**5.1**	**11.1**
浑浊度（NTU）	/	/	/	/	/	/	/	**4.7**	<0.3	**5.7**	**5.3**
氨氮（mg/L）	/	/	/	/	/	/	/	0.054	0.346	0.213	0.060
氟化物（mg/L）	0.06	0.06	0.1	0.34	0.35	0.32	0.07	0.06	0.06	0.09	<0.05
总磷（mg/L）	0.02	0.02	0.01L	0.01L	0.02	0.01L	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
硫酸盐（mg/L）	17.4	17.6	60.0	8L	8L	8L	13	119	12	8L	17.5
铁（mg/L）	**0.44**	**0.41**	**6.74**	**3.08**	0.07	2.57	0.06	**0.89**	0.12	**3.8**	**1.18**
锰（mg/L）	0.08	0.07	0.03	0.03	0.03	0.01	0.05	0.03	**0.10**	<0.01	0.06
铍（mg/L）	/	/	0.00044	/	0.00022	0.32	0.00019	0.00612	0.00029	0.00077	0.00045
铊	/	/	0.00	/	0.00	/	/	<0.0	<0.0	<0.0	0.00

（mg/L）			003		003			3	3	3	002
铜（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.002	0.008	0.05L	0.03	<0.001	0.012	0.048	0.0532
镉（mg/L）	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	0.00004	0.00006	0.001L	0.0001L	0.0032	1.0×10^{-4}L	0.001L	0.000006
铅（mg/L）	0.022	0.0021	0.001L	0.001L	0.001L	0.003	0.002	0.014	0.005	0.002	0.0037
锌（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L
氯化物（mg/L）	15	16	10L	7	2L	2.3	5.5	5.0	8.0	5.5	18.0

表 4.1.4-8　地下水右岸观测井（3#）监测结果变化一览表

日期 监测指标	2024.6.17	2024.6.18	2024.12.20	2025.2.18	2025.4.2	2025.7.22	2025.10.13	2026.2.6	2026.3.23	2026.4.17	2026.5.14
pH（无量纲）	7.1	7.3	6.1	7	6.1	6.9	7.6	6.6	7.3	**4.9**	**11.5**
浑浊度（NTU）	/	/	/	/	/	/	/	**5.5**	<0.3	**5.4**	**4.9**
氨氮（mg/L）	/	/	/	/	/	/	/	0.27	**11.8**	0.268	0.127
氟化物（mg/L）	0.07	0.07	0.12	0.28	0.24	0.35	0.09	0.07	0.05	<0.05	<0.05
总磷（mg/L）	0.01	0.01	0.01L	0.09	0.06	0.05	0.05	0.11	0.01	0.01	0.02
硫酸盐（mg/L）	13.2	15.7	69.9	37	36	125	80	146	63	72	98.7
铁（mg/L）	0.21	0.24	**11.9**	**40.9**	**1.04**	**24.4**	**74.40**	**22.2**	**1.31**	**10.3**	**5.70**
锰（mg/L）	0.03	0.03	**0.37**	**0.45**	**0.38**	**0.79**	**1.27**	**0.47**	**0.28**	**0.25**	0.03
铍（mg/L）	/	/	0.00035	/	0.00141	**0.0372**	**0.0225**	**0.00612**	**0.00532**	**0.0101**	0.00739
铊（mg/L）	/	/	0.00002	/	0.00002L	/	/	<0.03	<0.03	<0.03	0.000006
铜（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.004	0.029	0.006	0.140	<0.001	0.010	0.005	0.00042

镉（mg/L）	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	0.00004	0.00004	0.00 01L	0.0009	0.00 01L	1.0×10^{-4}L	0.00 16	0.00 05
铅（mg/L）	0.0 023	0.0 024	0.00 1L	0.00 1L	0.00 3	0.00 1	0.008	0.01	0.00 3	0.00 3	0.00 26
锌（mg/L）	0.0 5L	0.0 5L	0.05 L	0.05 L	0.05 L	0.05 L	0.05L	0.05 L	0.08	0.08	0.07
氯化物（mg/L）	31	31	10L	2.2	2L	2.1	52.5	20.0	11.5	4.5	8.0

表 4.1.4-9　地下水左岸观测井（4#）监测结果变化一览表

日期 监测指标	2024.6.17	2024.6.18	2024.12.20	2025.2.18	2025.4.2	2025.7.22	2025.10.13	2026.2.6	2026.3.23	2026.4.17	2026.5.14
pH（无量纲）	7.2	7.1	**5.5**	6.7	6.3	7.0	7.3	6.8	7.6	**4.4**	**10.7**
浑浊度（NTU）	/	/	/	/	/	/	/	**8.9**	**14**	**5.3**	**5.7**
氨氮（mg/L）	/	/	/	/	/	/	/	**3.52**	**1.17**	0.072	0.066
氟化物（mg/L）	0.13	0.14	0.25	0.22	0.34	0.34	0.11	**1.54**	0.07	<0.05	<0.05
总磷（mg/L）	0.02	0.03	0.01L	0.04	0.07	0.01	0.01	0.12	0.01	0.02	0.02
硫酸盐（mg/L）	32.9	33.4	28.7	16	8L	31	42	48	15	23	25.2
铁（mg/L）	0.20	0.19	**4.29**	**0.86**	**19.8**	**2.96**	0.20	0.37	0.05	**0.3**	**1.39**
锰（mg/L）	0.01L	0.01L	0.09	0.08	**0.13**	**0.10**	0.05	0.40	0.01	0.01L	**0.04**
铍（mg/L）	/	/	0.00111	0.00 03	0.00075	0.00055	0.00 07	0.00117	0.00147	0.00094	0.00005
铊（mg/L）	/	/	0.00002	/	0.00002L	/	/	0.00002L	0.00002L	0.00002L	0.00006
铜（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.031	0.001L	0.008	0.10	0.001L	0.041	0.046	0.0422
镉（mg/L）	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4}L	0.00 03	0.00 03	0.00 01L	0.00 02	0.00 17	1.0×10^{-4}L	0.00 01L	0.00 011
铅（mg/L）	1.0×10^{-3}L	1.0×10^{-3}L	0.00 1L	0.00 1L	0.00 1L	0.00 03	0.00 4	**0.04**	0.00 6	0.00 2	<0.0006

锌（mg/L）	0.05 L	0.05 L	0.05 L	0.05 L	0.05 L	0.05 L	0.05 L	0.29	0.05 L	0.05 L	0.05 L
氯化物（mg/L）	47	48	10L	5.1	4.9	2.7	5.0	16.0	15.0	6.5	6.0

表 4.1.4-10　地下水下游扩散井（5#）监测结果变化一览表

日期 监测指标	2024.6.17	2024.6.18	2024.12.20	2025.2.18	2025.4.2	2025.7.22	2025.10.13	2026.2.6	2026.3.23	2026.4.17	2026.5.14
pH（无量纲）	7.3	7.2	**4.2**	6.4	6.4	6.7	7.1	6.7	7.3	**4.7**	**10.2**
浑浊度（NTU）	/	/	/	/	/	/	/	**11**	<0.3	**6.0**	**8.9**
氨氮（mg/L）	/	/	/	/	/	/	/	0.289	0.408	0.488	**0.502**
氟化物（mg/L）	0.63	0.56	0.96	**1.27**	**1.61**	0.95	0.33	0.30	0.408	0.488	0.11
总磷（mg/L）	**0.25**	**0.27**	**1.14**	**0.4**	0.02	0.03	0.01	0.02	0.01	0.06	0.03
硫酸盐（mg/L）	**5150**	**5030**	**1380**	**1940**	**1230**	8L	244	**266**	189	215	397
铁（mg/L）	**118**	**113**	**520**	**420**	**335**	**58.3**	**0.58**	**0.81**	<0.03	**0.55**	0.04
锰（mg/L）	**38.2**	**36.6**	**130**	**160**	**172**	**136**	**1.22**	**1.25**	**0.8**	**1.23**	**1.96**
铍（mg/L）	/	/	**0.00081**	/	0.000161	0.0148	0.00029	0.00031	0.00042	0.00033	0.00094
铊（mg/L）	/	/	**0.00002**	**/**	**0.00019**	/	/	<0.03	<0.03	<0.03	0.00002
铜（mg/L）	0.05 L	0.05L	0.05 L	0.664	0.262	0.068	0.013	0.05 L	0.011	0.007	0.00 09
镉（mg/L）	1.0×10^{-4}L	1.0×10^{-4} L	0.00 74	**0.0224**	**0.0517**	**0.001**	0.00 04	1.0×10^{-4} L	1.0×10^{-4} L	1.0×10^{-4} L	0.00 029
铅（mg/L）	**1.0×10^{-3}L**	**1.0×10^{-3} L**	0.00 55	**0.047**	**0.192**	**0.021**	0.010	0.008	0.005	0.007	0.00 73
锌（mg/L）	0.05 L	0.05L	**3.00**	0.67	**5.24**	**1.86**	0.05 L	0.05 L	0.05 L	0.05 L	0.05 L
氯化物（mg/L）	27	27	79	206	347	284	63.2	200	16.6	8.5	6.0

根据施工期监测结果分析：项目施工前期所在区域地下水环境超标因子为

pH、浑浊度、总磷、氟化物、硫酸盐、铅、镉、锌、铁、锰、铍、铜、氯化物、钍等无法满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准；项目通过实施采坑回填、边坡治理、截排水工程、裸露区域植被恢复、受污染地下水收集处理等生态修复措施，有效遏制矿区水土流失，切断裸露岩土中污染物随雨水淋溶下渗进入地下水的途径，从源头减少污染物持续输入。项目所在区域地下水环境超标因子主要为：pH、浑浊度、氟化物、硫酸盐、铅、锌、铁、锰、铍、铜、氯化物、镍、氨氮等存在无法满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准情况。

项目 pH、氟化物、铁、锰、总磷、硫酸盐变化曲线如下图 3.1.9-1~3.1.9-5 所示。

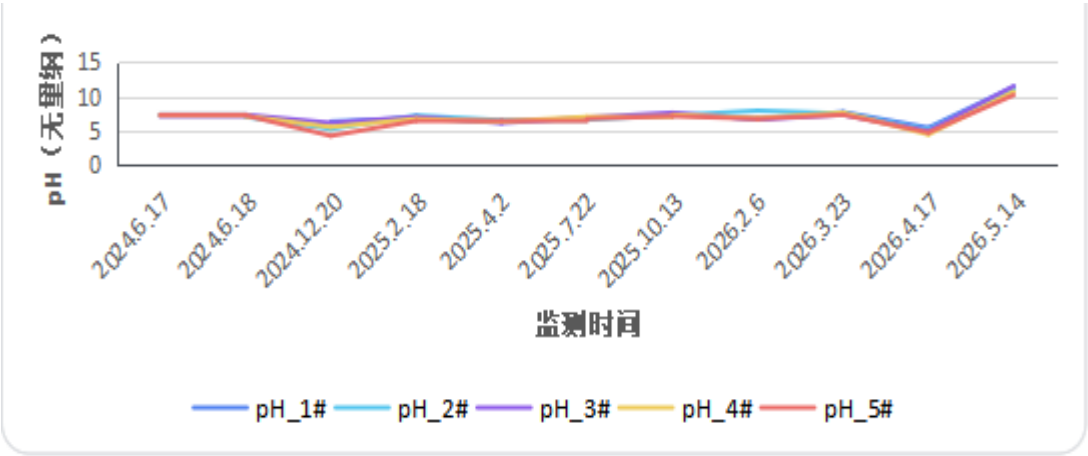


图 4.1.4-12　项目地下水 1#-5#pH 监测结果变化曲线图

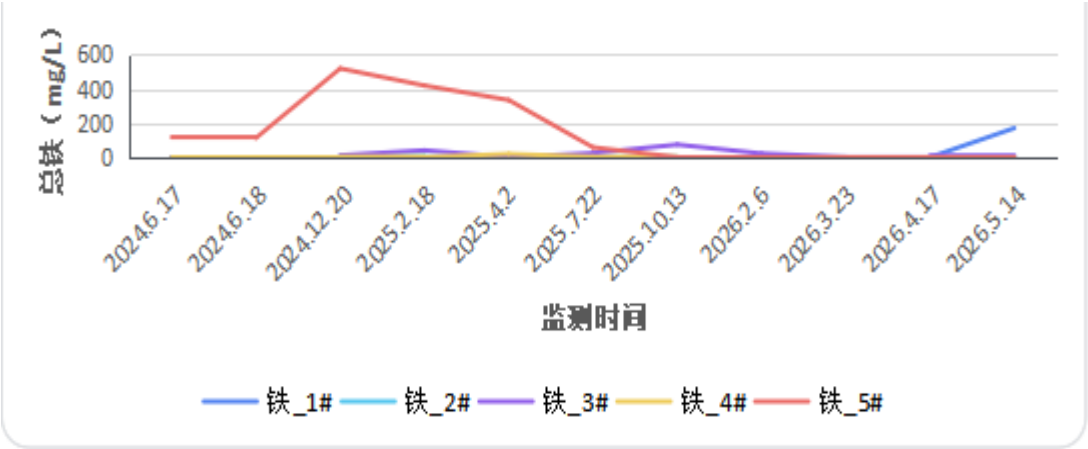


图 4.1.4-13　项目地下水 1#-5#铁监测结果变化曲线图

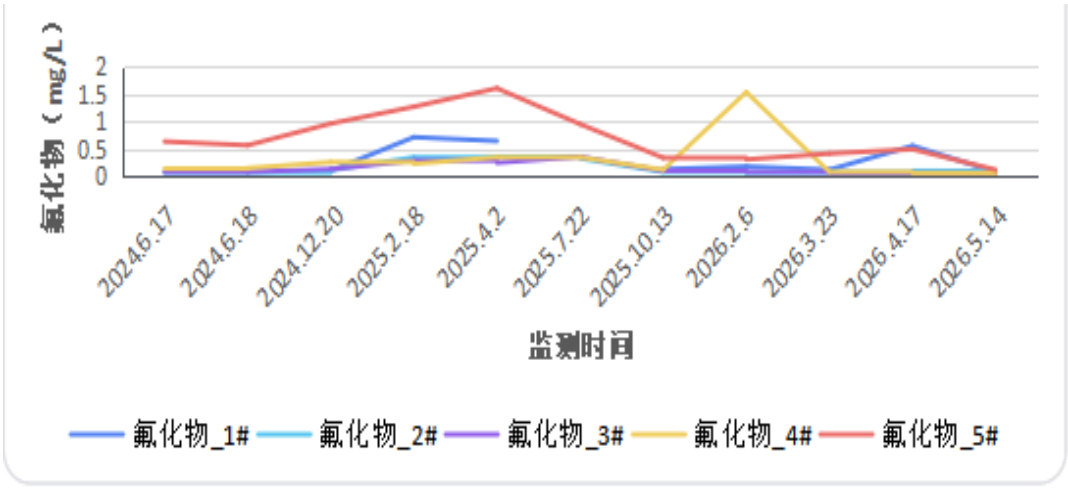


图 4.1.4-14 项目地下水 1#-5#氟化物监测结果变化曲线图

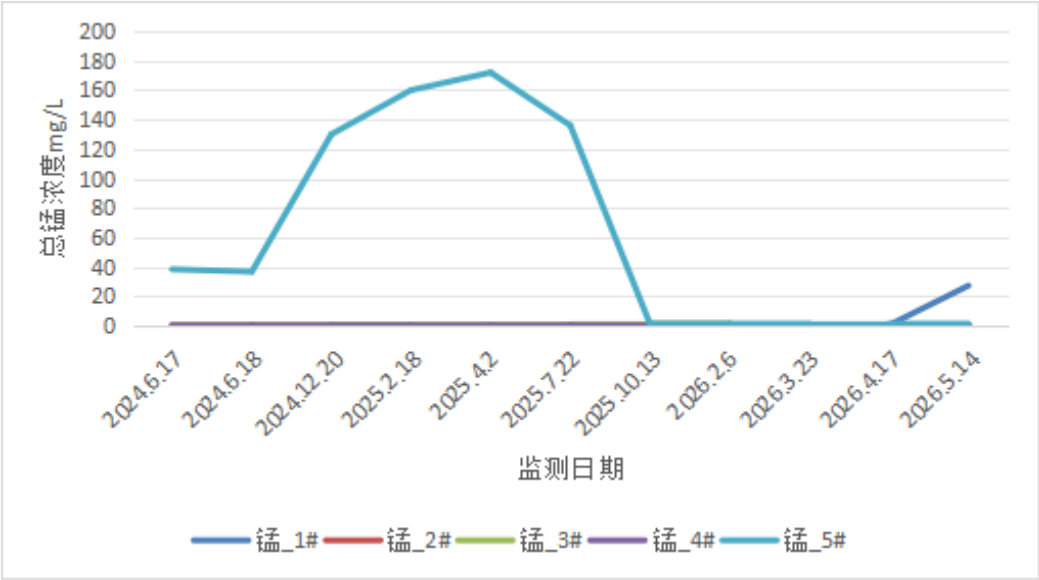


图 4.1.4-15 项目地下水 1#-5#锰监测结果变化曲线图

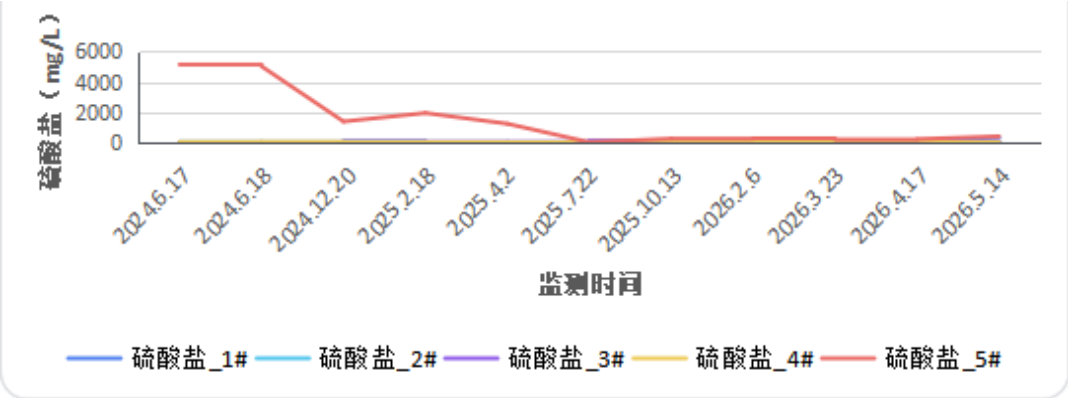


图 4.1.4-16 项目地下水 1#-5#硫酸盐监测结果变化曲线图

对比施工前期、施工期监测数据：项目地下水超标污染物种类减少，铅、镉、铝、镍、铍、铊、锌等重金属及氨氮、总磷、硫酸盐等浓度降低，区域地下水污染态势得到有效遏制，随着修复工程持续发挥作用，地下水环境将进一

步逐步改善。

综上，项目实施对区域地下水环境产生显著正面有利影响。

4.1.5 声环境影响分析回顾

4.1.5.1 施工作业噪声对声环境影响分析

本项目声环境评价工作范围生态修复区边界外 50m 内无声环境保护目标，距离生态修复区最近的声环境目标为修复区外约 1607m 的杨兴庄大村。根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）（试行）》《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021），本评价引用《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程 2024 年环境监理总结报告》和《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程 2025 年环境监理总结报告》中厂界噪声监测报告进行评价分析。

项目施工期监测结果如下表所示：

表 4.1.5-1　2024 年 1 季度厂界噪声监测结果

噪声	Leq(A) ，单位：dB(A)				GB12523－2011 标准限值		达标情况
主要声源	昼间：施工噪声；夜间：施工噪声						
监测日期	2024 年 03 月 22 日						
监测点位	昼间		夜间				
	监测时段	检测值	监测时段	检测值	昼间	夜间	
修复区厂界东侧外 1m 处（N1）	15:10~15:30	63	22:08~22:28	49	70	55	达标
修复区厂界南侧外 1m 处（N2）	15:37~15:57	62	22:36~22:56	47	70	55	达标
修复区厂界西侧外 1m 处（N3）	16:11~16:31	57	23:06~23:26	49	70	55	达标
修复区厂界北侧外 1m 处（N4）	16:41~17:01	63	23:39~23:59	48	70	55	达标

表 4.1.5-2　2024 年 2、3 季度厂界噪声监测结果

噪声	Leq(A) ，单位：dB(A)				GB12523－2011 标准限值		达标情况
主要声源	昼间：施工噪声；夜间：施工噪声						
监测日期	2024 年 06 月 17 日						
监测点位	昼间		夜间				
	监测时段	检测值	监测时段	检测值	昼间	夜间	
修复区厂界东侧外 1m 处	09:32~09:52	59	22:07~22:27	46	70	55	达标
修复区厂界南侧外 1m 处	10:00~ 10:20	61	22:36~22:56	48	70	55	达标

修复区厂界西侧外 1m 处	10:26~ 10:46	60	23:06~23:26	48	70	55	达标
修复区厂界北侧外 1m 处	10:54~ 11:14	62	23:39~23:59	46	70	55	达标

续表 4.1.5-2　2024 年 2、3 季度厂界噪声监测结果

噪声	Leq(A) ，单位：dB(A)				GB12523－2011 标准限值		达标情况
主要声源	昼间：施工噪声；夜间：施工噪声						
监测日期	2024 年 06 月 18 日						
监测点位	昼间		夜间				
	监测时段	检测值	监测时段	检测值	昼间	夜间	
修复区厂界东侧外 1m 处	09:32~09:52	59	22:07~22:27	46	70	55	达标
修复区厂界南侧外 1m 处	10:00~ 10:20	61	22:36~22:56	48	70	55	达标
修复区厂界西侧外 1m 处	10:26~ 10:46	60	23:06~23:26	48	70	55	达标
修复区厂界北侧外 1m 处	10:54~ 11:14	62	23:39~23:59	46	70	55	达标

表 4.1.5-3　2024 年 4 季度厂界噪声监测结果

噪声	Leq(A) ，单位：dB(A)				GB12523－2011 标准限值		达标情况
主要声源	昼间：施工噪声；夜间：施工噪声						
监测日期	2024 年 11 月 29 日						
监测点位	昼间		夜间				
	监测时段	检测值	监测时段	检测值	昼间	夜间	
修复区厂界东侧外 1m 处	13:32-13:52	64	22:07-22:27	51	70	55	达标
修复区厂界南侧外 1m 处	13:58-14:18	65	22:33-22:53	52	70	55	达标
修复区厂界西侧外 1m 处	14:27-14:47	67	23:00-23:20	54	70	55	达标
修复区厂界北侧外 1m 处	14:55-15:15	66	23:31-23:51	53	70	55	达标

续表 4.1.5-3　2024 年 4 季度厂界噪声监测结果

噪声	Leq(A) ，单位：dB(A)				GB12523－2011 标准限值		达标情况
主要声源	昼间：施工噪声；夜间：施工噪声						
监测日期	2024 年 11 月 30 日						
监测点位	昼间		夜间				
	监测时段	检测值	监测时段	检测值	昼间	夜间	
修复区厂界东侧外 1m 处	11:48-12:08	63	22:06-22:26	52	70	55	达标

修复区厂界南侧外1m处	12:15-12:35	66	22:33-22:53	50	70	55	达标
修复区厂界西侧外1m处	12:53-12:35	64	23:05-23:25	49	70	55	达标
修复区厂界北侧外1m处	13:20-13:40	64	23:39-23:59	50	70	55	达标

表 4.1.5-4　2025 年 1 季度厂界噪声监测结果

噪声	Leq(A) ，单位：dB(A)		**GB12523－2011 标准限值**		**达标情况**
主要声源	昼间：施工噪声；夜间：施工噪声				
监测日期	2025 年 2 月 18 日				
监测点位	**昼间**	**夜间**			
	检测值	**检测值**	**昼间**	**夜间**	
修复区厂界东侧外 1m 处	53	47	70	55	达标
修复区厂界南侧外 1m 处	54	46	70	55	达标
修复区厂界西侧外 1m 处	54	46	70	55	达标
修复区厂界北侧外 1m 处	53	47	70	55	达标

表 4.1.5-5　2025 年 2 季度厂界噪声监测结果

噪声	Leq(A) ，单位：dB(A)		**GB12523－2011 标准限值**		**达标情况**
主要声源	昼间：施工噪声；夜间：施工噪声				
监测日期	2025 年 5 月 15 日				
监测点位	**昼间**	**夜间**			
	检测值	**检测值**	**昼间**	**夜间**	
修复区厂界东侧外 1m 处	51	48	70	55	达标
修复区厂界南侧外 1m 处	50	46	70	55	达标
修复区厂界西侧外 1m 处	53	44	70	55	达标
修复区厂界北侧外 1m 处	59	44	70	55	达标

表 4.1.5-6　2025 年 3 季度厂界噪声监测结果

噪声	Leq(A) ，单位：dB(A)		**GB12523－2011 标准限值**		**达标情况**
主要声源	昼间：施工噪声；夜间：施工噪声				
监测日期	2025 年 7 月 22 日				
监测点位	**昼间**	**夜间**			
	检测值	**检测值**	**昼间**	**夜间**	
修复区厂界东侧外 1m 处	62	45	70	55	达标
修复区厂界南侧外 1m 处	61	48	70	55	达标
修复区厂界西侧外 1m 处	60	48	70	55	达标
修复区厂界北侧外 1m 处	57	43	70	55	达标

表 4.1.5-7　2025 年 4 季度厂界噪声监测结果

噪声	Leq(A) ，单位：dB(A)	**GB12523－2011 标准限值**	**达标情况**
主要声源	昼间：施工噪声；夜间：施工噪声		
监测日期	2025 年 10 月 27 日		

监测点位	昼间	夜间			
	检测值	检测值	昼间	夜间	
修复区厂界东侧外 1m 处	60	46	70	55	达标
修复区厂界南侧外 1m 处	58	45	70	55	达标
修复区厂界西侧外 1m 处	59	48	70	55	达标
修复区厂界北侧外 1m 处	59	47	70	55	达标

监测结果表明：施工期 2024 年至 2025 年监测期间，项目修复区厂界噪声满足《建筑施工场界噪声排放标准》（GB12523-2011）中表 1 规定的排放限值，即：昼间≤70dB（A）、夜间≤55dB（A）。

项目 50m 范围内无保护目标，施工期间噪声均达标排放，项目施工未出现噪声扰民现象。

4.1.6 固体废物影响分析

项目施工期固体废物主要为土石方、施工人员生活垃圾、沉淀池及渗滤液收集池污泥。

（1）土石方平衡

1）挖方量

本项目土石方开挖包括 BW1、BW2、BW3、BW4 治理工程坡面清理、拦挡坝土石方开挖、渗滤液收集池土方开挖，项目土方合计开挖量 202052.29m^3，见表 4.1.6-1 所示。开挖产生的土石方用地矿坑回填底部平整压实及废渣堆存区拦挡坝建设，不设置弃渣场。

表 4.1.6-1　项目土石方挖方量

单位工程名称	施工内容	单位	土方量	去向
废渣拦挡坝	基础土石方开挖	m^3	38662.21	坑底回填底部平整及废渣堆存区拦挡坝建设
周边截洪沟	清基土石方	m^3	24605.60	
表层雨水沟及坡面雨水沟	清基土方	m^3	12384.81	
渗滤液导排盲沟	盲沟开挖土石方	m^3	722.50	
渗滤液收集池	开挖土石方	m^3	148.69	
蓄水池	开挖土石方	m^3	507.29	
地下水导排系统建设	盲沟开挖土石方	m^3	31362.95	
地下水出露点处理	出水点清理开挖土石方	m^3	2000.00	
渗滤液导排系统建设	盲沟开挖土石方	m^3	26002.74	
地下水及渗滤液导排隧洞	隧洞开挖	m^3	5013.11	
地下水及渗滤液收集池	开挖土石方	m^3	11855.50	
周边截洪沟	清基土石方	m^3	21665.70	
表层雨水沟及坡面雨水沟	清基土方	m^3	26106.61	
蓄水池（8 个）	开挖土石方	m^3	1014.58	

合计	m^3	202052.29	

2）填方量

项目土方回填工程包括矿坑地面平整回填、矿坑底部、防渗黏土回填、覆土绿化表土回填。项目所需土石方回填量见表 4.1.6-2 所示。

表 4.1.6-2　项目土石方回填量

工程内容	工程组成	施工内容	施工项目	单位	土方量	土方来源
生态修复工程	回填工程	修复材料回填工程	矿坑回填	m^3	39499721	改性磷石膏及开挖土石方
	粘土支持层	回填黏土	防渗黏土	m^3	29972.81	外购
植被修复工程	植被重建工程	表土回覆	绿化覆土	m^3	339495.56	从安宁市窑坡磷矿剥离表土运入
合计					**39369468.00**	/

从挖方量和填方量分析，项目开挖产生的土石方用于矿山生态修复回填，项目不设置弃渣场。

（2）生活垃圾

项目施工人员均为当地人，施工高峰期人员约 30 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 15kg/d。施工期生活垃圾集中收集后，定期清运至环卫部门指定地点，交由环卫部门处置。

（3）渗滤液处理站污泥

矿坑回填期间，渗滤液污泥产生量约 1000t/a，2026 年 5 月 19 日委托云南鼎祺检测有限公司对污水处理站污泥属性进行检测（检测结果如下表 4.1.6-3—4.1.6-5 所示），项目污泥采用第Ⅰ类一般工业固体废物的改性磷石膏作为生态修复材料，为避免产生相互影响，拟对污泥处置方式进行变更，不再回填至矿坑内，在污泥暂存场原位风险管控区进行污泥分区原位风险管控处置。根据《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程二标段污水处理污泥处置专项方案》及《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复实施方案变更说明（污水处理污泥处置）》，在项目实施废渣堆存区原位风险管控过程中，将矿坑污水处理工程污泥暂存场一并纳入矿山废渣原位风险管控实施。

表 4.1.6-3　污泥监测结果（水平震荡法）

日期	2026 年 05 月 19 日	浓度范	GB8978-	达标

采样标识 检测指标		已晾晒污泥 01（2026-05-19）	已晾晒污泥 02（2026-05-19）	已晾晒污泥 03（2026-05-19）	未晾晒污泥 04（2026-05-19）	围	1996 标准限值	情况
pH 值（腐蚀性）（无量纲）		7.08	6.71	6.43	6.70	6.43~7.08	6-9	达标
氟化物（mg/L）		0.48	0.71	0.42	2.19	0.42~2.19	≤10	达标
六价铬（mg/L）		0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.5	达标
镉（mg/L）		0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤0.1	达标
总铬（mg/L）		0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	≤1.5	达标
铅（mg/L）		0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	≤1.0	达标
镍（mg/L）		0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	≤1.0	达标
锌（mg/L）		0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	≤2.0	达标
铍（mg/L）		1.4×10^{-3}	1.0×10^{-3}	1.6×10^{-3}	7×10^{-4}	7×10^{-4}~1.6×10^{-3}	≤0.005	达标
汞（mg/L）		6.5×10^{-4}	9.8×10^{-4}	1.01×10^{-3}	3.82×10^{-3}	6.5×10^{-4}~3.82×10^{-3}	≤0.05	达标
砷（mg/L）		2.8×10^{-4}	1.0×10^{-4} L	3.6×10^{-4}	4.1×10^{-4}	1.1×10^{-4}~4.1×10^{-4}	≤0.5	达标
铜（mg/L）		0.02L	0.02L	0.02L	0.02L	0.02L	≤0.5	达标
硒（mg/L）		1.0×10^{-4} L	1.0×10^{-4} L	1.0×10^{-4} L	1.0×10^{-4} L	1.0×10^{-4}L	≤0.1	达标
*银（mg/L）		2.9×10^{-3} L	2.9×10^{-3} L	2.9×10^{-3} L	2.9×10^{-3} L	2.9×10^{-3}L	≤0.5	达标
*钡（mg/L）		1.39×10^{-2}	3.0×10^{-3}	1.18×10^{-2}	3.0×10^{-3}	3.0×10^{-3}~1.39×10^{-2}	≤2.0	达标
*烷基汞	甲基汞（ng/L）	10L	10L	10L	10L	10L	不得检出	达标
	乙基汞（ng/L）	20L	20L	20L	20L	20L	不得检出	达标
*铁		0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤10	达标
*锰		0.70	0.03	1.02	0.03	/	≤2.0	达标
注：1.“检出限+L”表示检测结果低于方法检出限；								

2. 样品前处理的方法《固体废物 浸出毒性浸出方法 水平振荡法 》HJ/T 557-2010；
*为分包项目，检测数据由云南中科检测技术有限公司提供。其报告编号为：YNZKBG20260601005。

由表4.1.6-3可知，污泥采用水平振荡法制备出的污泥浸出液，经检测pH值未超过《危险废物鉴别标准腐蚀性鉴别》（GB5085.1-2007）中的标准限值要求。

表 4.1.6-4 污泥检测结果（硫酸硝酸法）

日期	2026 年 05 月 19 日				**浓度值范围**	**GB5085.3—2007 浸出液中危害成分浓度限值（mg/L）**	**达标情况**
采样标识	已晾晒污泥 01（2026-05-19）	已晾晒污泥 02（2026-05-19）	已晾晒污泥 03（2026-05-19）	未晾晒污泥 04（2026-05-19）			
检测指标							
氟化物（mg/L）	0.63	1.07	0.57	3.28	0.57~1.07	≤100	达标
六价铬（mg/L）	0.009	0.008	0.008	0.010	0.008~0.010	≤5	达标
镉（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤1	达标
总铬（mg/L）	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	≤15	达标
铅（mg/L）	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	≤5	达标
镍（mg/L）	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	≤5	达标
锌（mg/L）	0.06L	0.06L	0.06L	0.03L	0.03L	≤100	达标
铍（mg/L）	1.5×10^{-3}	1.3×10^{-3}	1.9×10^{-3}	9×10^{-4}	9×10^{-4}~1.9×10^{-3}	≤0.02	达标
汞（mg/L）	1.34×10^{-3}	5.62×10^{-3}	1.84×10^{-3}	4.05×10^{-3}	1.34×10^{-3}~5.62×10^{-3}	≤0.1	达标
砷（mg/L）	7.3×10^{-4}	4.6×10^{-4}	8.4×10^{-4}	7.6×10^{-4}	4.6×10^{-4}~8.4×10^{-4}	≤5	达标
铜（mg/L）	0.02L	0.02L	0.02L	0.02L	0.02L	≤100	达标
硒（mg/L）	3.2×10^{-4}	2.4×10^{-4}	9.2×10^{-4}	1.40×10^{-3}	3.2×10^{-4}~1.40×10^{-3}	≤1	达标
*银（mg/L）	2.9×10^{-3}L	2.9×10^{-3}L	2.9×10^{-3}L	2.9×10^{-3}L	2.9×10^{-3}L	≤5	达标
*钡（mg/L）	1.53×10^{-2}	3.5×10^{-3}	1.30×10^{-2}	3.4×10^{-3}	3.4×10^{-3}~1.53×	≤100	达标

						10^{-2}		
*烷基汞	甲基汞（ng/L）	10L	10L	10L	10L	10L	< 10ng/L	达标
	乙基汞（ng/L）	20L	20L	20L	20L	20L	< 20ng/L	达标
*氰化物		0.1L	0.1L	0.1L	0.1L	0.1L	≤5	达标

由表4.1.6-4可知，采用硝酸硫酸法制备出的污泥浸出液中各项分析指标均远远小于《危险废物鉴别标准—浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）中的标准要求。

表 4.1.6-5　固废检测结果

日期	2026 年 05 月 19 日				**浓度范围**	**GB5085.6—2007 换算值（mg/kg）**	**达标情况**
采样标识	已晾晒污泥 01（2026-05-19）	已晾晒污泥 02（2026-05-19）	已晾晒污泥 03（2026-05-19）	未晾晒污泥 04（2026-05-19）			
检测指标							
镍（mg/kg）	152	129	124	94	94~152	≤30000	达标
铍（mg/kg）	0.88	0.22	0.95	0.82	0.22~0.95	≤30000	达标
铜（mg/kg）	3.75	未检出	4.23	4.08	3.75~4.23	≤30000	达标
锌（mg/kg）	64.6	53.7	50.5	57.9	50.5~64.6	≤30000	达标
（总）砷（mg/kg）	0.645	0.875	0.677	0.522	0.522~0.875	≤30000	达标
铬（mg/kg）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	≤30000	达标
铅（mg/kg）	7.2	9.1	13.8	13.0	7.2~13.8	≤30000	达标
总汞（mg/kg）	0.072	0.109	0.213	0.086	0.072~0.213	≤1000	达标
镉（mg/kg）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	≤1000	达标
有机质（%）	4.23	4.29	3.32	3.90	3.32~4.29	/	/
水分（%）	12.8	14.2	11.2	18.0	111.2~18.0	/	/
*氧化钙（%）	22.57	22.72	22.88	22.78	22.57~22.88	/	/

由表 4.1.6-5 可知，采用硝酸硫酸法制备出的污泥浸出液中各项分析指标均远远小于《危险废物鉴别标准—浸出毒性鉴别》（GB5085.6-2007）中的标准要求。

综上：本项目污水处理站产生污泥不属于危险废物，属于一般工业固体废物。

4.1.7 施工期土壤环境影响分析

（1）影响途径

项目为矿山生态修复，对土壤主要影响途径为：

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

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

（2）土壤影响分析

1）渗滤液收集池采用混凝土浇灌，池底及四周均采用 15mm 厚的混合砂浆保护层，定期检查发现开裂及时修复，渗滤液及时抽排至应急池。正常情况下，回填区域渗滤液泄漏的几率很低。环评要求回填的改性磷石膏需达到回填要求后方可运至回填区回填，不得回填不合格的生态修复材料，确保所有批次改性磷石膏属于第I类一般工业固体废物且满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值。在施工过程中严格按照回填方案进行施工，做好渗滤液收集池防渗，将渗滤液收集于渗滤液收集池内，经渗滤液处理站处理满足《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）和《城市污水再生利用工业用水水质》(GB/T 19923-2005)工艺及产品用水较严值后，回用于生态修复区绿化灌溉和改性磷石膏生产补充水。在采取以上措施后，渗滤液对土壤环境的影响不大。

2）根据改性后磷石膏污染物含量分析报告，改性磷石膏污染物含量满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）筛选值的要求，修复区土地利用规划性质农用地和林地，项目建设对修复区土

壤环境影响不大。

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

（3）土壤已采取环境保护措施

1）渗滤液收集池为混凝土浇灌地埋形式，池底及四周均采用 15mm 厚的混合砂浆保护层、顶面为 120mm 厚钢筋混凝土盖，池底和四周首先铺设 200g/m² 加密土工布；再在上部铺设 2.0mm 厚的双糙面 HEPD 土工膜防渗，渗透系数 $\leq 1.0\times10^{-7}$cm/s。

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

3）矿山修复材料应满足回填要求后方可运至回填区回填，不得回填不合格的改性磷石膏。按照固废属性鉴别规范，对每批次改性磷石膏进行属性鉴别，确保所有批次改性磷石膏符合生态环境部 2025 年 7 月 1 日起实施的《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）要求和 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）要求，改性磷石膏污染物成分满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）筛选值。

4）在施工过程中严格按照回填方案进行施工，渗滤液收集于渗滤液收集池内，经处理达标后回用于生态修复区洒水抑尘、绿化灌溉和改性磷石膏生产补充水，避免渗滤液漫流，进入土壤环境。

5）对每批次绿化覆土成分进行监测，根据绿化覆土成分检测报告，覆土污染物含量低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值。

6）落实洒水抑尘等施工扬尘控制措施，减少回填无害化处理后的改性磷石膏泼洒，沉降进入土壤环境，减缓对土壤环境的影响。

4.1.8 施工期环境风险分析

根据《关于磷石膏无害化后用于矿坑生态修复项目有关事宜的复函》（环办环评函[2022]273 号），建设单位委托云南省环境科学研究院开展了环境风险评估，并通过专家评审（评审意见见附件 8），根据评估结论和评审意见，

本项目建设环境风险可接受。主要结论如下：

风险评估报告通过对安宁易门箐铁矿基本概况、环境污染现状、污染成因、敏感目标开展系统调查，结果表明易门箐矿区位于滇中成矿带，受地球化学影响，区域土壤、地表水、地下水呈盐化、酸化等自然背景特征；易门箐铁矿长期历史采矿过程导致矿区地貌破坏、土地损毁、地下水含水层破坏、水土流失，矿区无组织堆存超过 1600 万立方采矿废石、揭露围岩成为易门箐水库流域的污染源头，大气降雨淋漓产生含有铁、锰、锌、铜、镍、铍等污染物的酸性废水，酸性废水沿易门箐沟谷径流导致污染扩散，下游易门水库、杨兴庄水库、新河及沿岸农田、地下水受到一定程度的影响。

基于易门箐矿区及流域水文地质调查及环境现状调查结果，参照《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）等标准对区域环境现状开展风险评估，矿区土壤、堆存废石污染物含量未超过第二类用地土壤污染风险筛选值，暴露采矿废石特污染物致癌风险小于 10^{-6}，非致癌危害商均小于 1，非饮用条件下矿区地下水污染物致癌、危害商未超人体可接受水平；矿区周边林地重金属污染风险级别表现为低风险及无风险，土壤呈未盐化-轻度盐化、轻度-中度酸化；下游农田土壤重金属污染风险为无风险-低风险，土壤表现为未盐化及轻度-重度酸化；在第一类工地情景条件下，下游村庄地下水除杨兴庄上村靠近新河一口民井 MJ05 锰污染危害商不可接受外，其余地下水井健康风险均可接受，通过模拟预测，在现状条件下矿区地下水污染 100 年后扩散至易门箐水库。

项目采用的“污染源风险管控+矿坑回填重塑地貌”环境污染治理及生态修复措施，其中矿坑回填恢复地貌拟采用经预处理后属性达到第 I 类一般工业固体废物的磷石膏，工程实施后，能够有效控采矿废石污染源、切断易门箐铁矿污染扩散路径，改善流域环境质量；回填改性磷石膏会导致易门箐铁矿周边林地土壤氟化物增加和轻度盐化，基于区域良好的水文地质基础条件下，项目实施对周边土壤、地表水、地下水的环境影响风险处于可接受水平。

2024 年 10 月 15 日云南天安化工有限公司获得昆明市生态环境局安宁分局对《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程突发环境事件应急预案（2024 年第一版）》备案文件，备案编号：533601-2024-097-H，详见附

件。

项目于 2024 年 1 月 2 日开工建设；2024 年 11 月完成废渣堆存区环境污染治理，废渣堆存区原位风险管控覆土，并完成种植绿化；由于矿坑修复区坑底底部污泥较多，施工期现场采用底泥固化和挤密桩的形式进行加固后铺设 80cm 厚黏土覆盖层，并布设两布一膜防渗结构，回填磷石膏开始标高为 2032m；2024 年 2 月，施工单位开始矿坑改性磷石膏回填；截至 2026 年 7 月矿坑改性磷石膏回填量共计 3763989.49t，根据《地基与基础工程检验检测报告》（报告编号：YNZJZ-2024-P2102-0132-3），其碾压压实最大干密度值为 1.47t/m³（1.47g/cm³），对应压实回填总体积约为 256.054 万 m³，已矿坑回填区回填标高 2032-2065m，已回填高度 33m；项目剩余可回填改性磷石膏回填量：3693.916 万 m^3，待矿坑回填区回填标高 2065-2210m，待回填高度 145m，至今未发生环境风险事故。

4.1.9 施工期生态影响回顾分析

本项目为生态修复工程，根据《安宁市自然资源局关于安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目用地范围套合安宁市生态保护红线的情况说明》，套合安宁市国土空间总体规划“三线”划定成果，该项目地下水和渗滤液导排隧洞工程范围涉及安宁市生态保护红线，其余工程不涉及。地下水和渗滤液导排隧洞从生态红线内下穿，长度约 294m，排水隧洞进口位于矿坑位置，出口位于渗滤液收集池位置，均未布局在生态保护红线范围内，排水隧洞工程（采用顶管方式）不涉及地表植被的占用和砍伐，工程施工对生态环境影响不大。根据《安宁市自然资源局关于安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目用地范围套合安宁市生态保护红线的情况说明》，项目应按照《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）、《云南省自然资源厅 云南省生态环境厅 云南省林业和草原局关于加强生态保护红线管理工作的通知》（云自然资[2023]98 号）的要求开展后续工作。

项目于 2024 年 1 月 2 日开工建设；2024 年 11 月完成废渣堆存区环境污染治理，废渣堆存区原位风险管控覆土，并完成种植绿化；由于矿坑修复区坑底底部污泥较多，施工期现场采用底泥固化和挤密桩的形式进行加固后铺设 80cm

厚黏土覆盖层，并布设两布一膜防渗结构，回填磷石膏开始标高为 2032m；2024 年 2 月，施工单位开始矿坑改性磷石膏回填；截至 2026 年 7 月矿坑改性磷石膏回填量共计 3763989.49t，根据《地基与基础工程检验检测报告》（报告编号：YNZJZ-2024-P2102-0132-3），其碾压压实最大干密度值为 1.47t/m³（1.47g/cm³），对应压实回填总体积约为 256.054 万 m³，已矿坑回填区回填标高 2032-2065m，已回填高度 33m；项目剩余可回填改性磷石膏回填量：3693.916 万 m^3，待矿坑回填区回填标高 2065-2210m，待回填高度 145m，生态修复区范围内原生植被较少，破坏的植被资源有限，随着植被恢复措施的实施，项目区域内植被将得到逐渐恢复，项目施工对生态环境影响不大。

另外，项目生态修复工程可以间接体现经济效益，通过生态修复工程实施而减少对环境损毁需要的生态补偿。

4.1.10 后续施工期环境影响分析

本项目为矿山生态生态修复工程，后续施工内容主要为矿坑回填、矿坑回填体顶部防渗、场地截排水工程、矿坑外围边坡治理、矿坑回填区土地复垦和覆土植被、渗滤液处理站建设、地下水处理站改造建设等。

（一）施工期大气环境影响分析

本项目为矿山生态生态修复工程，施工期大气环境影响因素主要为矿坑回填、矿坑回填体顶部防渗、场地截排水工程、矿坑外围边坡治理、矿坑回填区土地复垦、渗滤液处理站建设、地下水处理站改造建设等工程施工扰动地表产生的无组织扬尘；矿坑回填及覆土绿化施工扬尘和道路运输扬尘；运输车辆和施工机械尾气。

（1）地表扰动扬尘

地表扰动扬尘采用经验公式计算，计算公式如下：

开挖扬尘采用经验公式：

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

其中：Q——为扬尘量，$kg/a.m^2$；

U——为风速，m/s（本项目区年均风速 1.70m/s）；

W——为含水率，参考《安宁市易门箐铁矿矿山生态环境调查报告》中对矿区地基土采矿废石（废渣）平均含水率为 9.04%。

经计算，本项目开挖扬尘量为：$Q=0.075kg/a.m^2$。

本项目矿坑回填、矿坑回填体顶部防渗、场地截排水工程、矿坑外围边坡治理、矿坑回填区土地复垦、渗滤液处理站建设、地下水处理站改造建设等工程施工扰动最大扰动面积约 124634.56m^2，则修复区作业产尘量为 9.40t/a，施工作业时间以每天 8 小时，每年 300 天计，每小时扬尘产生量约 3.92kg/h。采用洒水车洒水降尘，非雨天每天洒水两次。经过洒水措施后，除尘效率为 70%，生态修复区的粉尘排放量为 1.176kg/h，2.82t/a，为无组织排放。

（2）矿坑回填及覆土绿化作业扬尘

回填区使用改性磷石膏作为修复材料进行回填，回填和覆土过程中，进行洒水抑尘，适当增加修复材料和绿化覆土的湿度，扬尘产生量很小，对环境影响不大。

（3）运输扬尘

改性磷石膏采用车辆密闭输送至回填区，为便于回填施工作业，已在矿坑边坡修建临时道路，车辆运输扬尘较大。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 自卸车对改性磷石膏、粘土、耕植土进行运输，平均时速 10km/h、道路表面粉尘量按 0.2kg/m^2 计算。土路运距 2km，运输期间每天约 100 车次，在不采取防治措施的情况下，汽车道路扬尘达 44.66kg/d，项目运输施工时间约 300 天，则扬尘产生量为 13.40t/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 13.398kg/d，4.02t/a。

（4）运输车辆和施工机械尾气

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

（5）大气环境影响结论

按照《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）（试行）》（环办环评[2020]33 号），本项目不设置大气专项评价，对大气环境影响进行定性分析。修复实施期间，在进行场地平整、改性磷石膏回填、沟渠开挖、绿化覆土等施工都会产生扬尘，扬尘呈无组织排放，采洒水降尘措施后，施工场界无组织颗粒物能满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中无组织排放限值 1.0mg/m^3。

综上，项目采取的污染防治措施可行，污染物能达标排放，对环境的影响可以接受。

（6）大气环境监测

项目后续实施期间，根据 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）中“12.2.7 大气监测要求”，项目需开展无组织废气监测，大气环境监测计划见表 4.1.10-1 所示。

表 4.1.10-1　项目实施期间大气环境监测计划

监测对象	监测点位	监测因子	监测频率	执行标准
大气	生态修复区场界上风向 1 个点位，下风向 3 个点位	TSP	每季度 1 次	《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中无组织排放限值（1.0mg/m^3）

（二）施工期地表水环境影响分析

项目施工期废水主要为回填渗滤液、施工废水、施工人员生活污水。

本项目为实施的矿山生态修复工程，属于现有工程污染源范畴，依据《污染源源强核算技术指南 准则》（HJ 884-2018）6.4 核算方法的确定相关规定：**现有工程污染源源强的核算应优先采用实测法。**对于具备有效、连续、完整实测监测数据的污染源，实测法核算优先级高于物料衡算法、产污系数法等理论核算方法，理论核算方法仅作为实测数据合理性校核辅助手段。

2025 年 8 月 28 日—2026 年 8 月 19 日，项目建设单位已对磷石膏回填渗滤液、矿区受污染地下水、坑底雨水开展 1 个完整水文年的连续在线流量计观测，监测周期基本涵盖区域完整丰水期、平水期、枯水期全水文时段。观测期间，项目磷石膏回填施工工艺、膏体配比、回填速率、回填范围及三套废水导排分流设施运行工况，均与本次重新报批环评施工期设计方案基本一致，工况稳定性、代表性良好。全过程无设备故障、数据缺失、溢流渗漏、串水混流等

异常情况，流量计校验资料、逐日水量台账、运行日志完整可追溯，实测数据真实、有效、合规。

本项目施工期各股废水源强优先采用现场实测流量计台账数据。

1.改性磷石膏回填渗滤液

生态修复作业过程中，降雨时，雨水进入改性磷石膏回填区会产生一定量的渗滤液。为降低改性磷石膏回填过程中渗滤液环境风险，本项目采用分层堆填方式开展改性磷石膏堆填工作。

生态修复作业过程中，降雨时，雨水进入改性磷石膏回填区会产生一定量的渗滤液。为降低改性磷石膏回填过程中渗滤液环境风险，本项目采用分层堆填方式开展改性磷石膏堆填工作，矿坑堆填区从 2032m 标高堆填至 2210m 标高，首先堆平至东侧平台 2100m 标高，然后从 2100m 标高开始放坡堆存，控制总坡比 1：4，堆填至 2210m 标高，堆积边坡高度 110m。

建设单位 2025 年 8 月 28 日安装流量计，根据建设单位提供的《5000m^3/d 污水处理厂顶管出水统计表》（见附件），收集的资料显示到 2026 年 8 月 19 日，监测周期完整覆盖丰水期、平水期、枯水期，资料包含逐日抽排记录，流量计记录期间回填工艺、膏体配比、回填速率、防渗导排系统与本次环评工程方案基本一致，监测工况具有代表性。

施工期改性磷石膏回填渗滤液产生量约为：361.036m^3/d，131778.29m^3/a，项目枯水期（12 月～次年 4 月，合计：150d）改性磷石膏回填渗滤液产生量约：395.409m^3/d，59311.4m^3/a；项目丰水期（5～11 月，合计 215d）改性磷石膏回填渗滤液产生量约：337.055m^3/d，72466.89m^3/a。

环评要求：改性磷石膏回填渗滤液通过隧洞用管道导排收集至改性磷石膏回填渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3），收集的渗滤液通过水泵提升至新建渗滤液处理站（1 个，设计处理规模 30m^3/h，采用“化学预处理+双极反渗透（RO 膜）”工艺）处理达《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉。

2.废渣堆场渗滤液、受污染地下水及矿坑修复区坑底雨水

（1）废渣堆场渗滤液：项目 2024 年 12 月底完成废渣堆存区环境污染治理，废渣堆存区原位风险管控覆土，并开始种植绿化；2025 年 7 月底基本上完

成废渣堆存区原位风险管控绿化工程，2025 年 8 月开始进行绿化养护；废渣堆场区已采取了顶部隔水防渗措施，项目未安装流量计，根据业主提供资料：项目枯水期（12 月～次年 4 月，合计：150d）废渣堆场渗滤液产生量约：300m^3/d，45000m^3/a；项目丰水期（5～11 月，合计 215d）废渣堆场渗滤液产生量约：600m^3/d，129000m^3/a。

综上，项目废渣堆场渗滤液产生量为：174000m^3/a。

（2）受污染地下水

项目受污染地下水类型为风化裂隙水，建设单位 2025 年 8 月 23 日开始安装受污染地下水安装流量计，2025 年 8 月 28 日将受污染地下水安装流量计安装完毕；根据建设单位提供的《5000m^3/d 污水处理厂顶管出水统计表》（见附件），收集的资料显示到 2026 年 8 月 19 日。

施工期受污染地下水产生量约为：849.585m^3/d，310098.683m^3/a；项目项目枯水期（12 月～次年 4 月，合计：150d）受污染地下水产生量约：801.312m^3/d，120196.8m^3/a；项目丰水期（5～11 月，合计 215d）受污染地下水产生量约：883.265m^3/d，189901.883m^3/a。

（3）矿坑修复区坑底雨水

生态修复作业过程中，降雨时，需对矿坑修复区坑底雨水通过隧洞用管道导排至雨水收集池（1 个，长×宽×高=7m×2m×1.5m=21m^3），根据业主提供的环境监理报告及相关资料：建设单位 2025 年 8 月 28 日安装初期雨水流量计；根据建设单位提供的《5000m^3/d 污水处理厂顶管出水统计表》（见附件 18），收集的资料显示到 2026 年 8 月 19 日。

施工期矿坑修复区坑底雨水产生量约为：31.308m^3/d，11427.465 m^3/a。

项目枯水期（12 月～次年 4 月，合计：150d）矿坑修复区坑底雨水产生量约：27.738m^3/d，4160.76m^3/a；项目丰水期（5～11 月，合计 215d）矿坑修复区坑底雨水产生量约：33.799m^3/d，7266.705m^3/a。

综上：项目废渣堆场渗滤液、受污染地下水和矿坑修复区坑底雨水产生量：1357.605m^3/d，495526.148m^3/a。

环评要求：矿区原有废渣堆存区淋滤水通过排渗管道导排至渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=5×5×2.5m，容积 62.5m^3）收集；矿区受污染的地下水通过

顶管工艺打通，采用管道导排至地下水收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3）；矿坑修复区坑底雨水过顶管工艺打通，采用管道导排至雨水收集池（1 个，长×宽×高=7m×2m×1.5m=21m^3）；收集的废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水通过水泵提升至容积为 5000m^3 的调节池；再通过水泵提升至已建设污水处理站（1 个，设计处理规模 5000 m^3/d，工艺：一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+钙矾石深度处理）进行处理（出口设置在线监测设施）；污水处理站出水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L），硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4120m）排入新河。

3.施工废水

项目施工废水主要为施工车辆进出冲洗废水。车辆清洗用水量约为：1.875m^3/d（562.5m^3/a），损失率按照：0.2 计，则项目施工废水产生量约为 1.5m^3/d（450m^3/a），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，废水经收集沉淀池沉淀处理后回用于场地洒水降尘，不外排，对地表水环境影响不大。

4.生活污水

本项目劳动定员为 30 人，均在厂区内食宿，施工作业时间以每天 8 小时，每年 300 天计，参考《云南省地方标准用水定额》（DB53/T168-2026），本项目按每人 120L/d 计（其中食堂用水按照 40%计算），项目用水量为：3.6m^3/d、1080m^3/a（其中食堂用水量为：1.44m^3/d、432m^3/a，其他生活用水量为：2.16m^3/d、648m^3/a）。

项目污水产生量按用水量 80%计算，项目生活污水产生量为：2.88m^3/d、864m^3/a（其中食堂废水量为：1.152m^3/d、345.6m^3/a，其他生活污水量为：1.728m^3/d、518.4m^3/a）。

环评要求：项目食堂废水经已建隔油池（容积：2m³）预处理后与其他生活污水合并排入已建化粪池（容积：10m³）进行处理，处理达《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉。

5.项目绿化灌溉和林业用水量

项目生态修复完成后恢复园地 85.27hm²（1279.07亩）、恢复乔木林地11.20hm² （167.93亩）、恢复灌木林地6.96hm²（104.39亩），为保证绿化效果，晴天需对绿化进行浇灌，根据《云南省地方标准 用水定额》（DB53/T168-2026），本项目绿化灌溉和林业用水量估算见下表：

表 4.1.10-2 绿化灌溉用水量估算

用水区	用地面积（hm²）	用水定额（m³/hm²）	年用水量（m³/a）	日均年用水量（m³/d）
园地	85.27	2910	248135.7	1069.55
乔木林地	11.20	1 050～1 800	15960	68.79
灌木林地	6.96	1 050～1 800	9918	42.75
合计	/	/	274013.7	1181.09
备注：1.矿坑回填区回复为园地，拟种植中草药				

根据气象统计资料，项目所在地非雨天约 232 天，则绿化灌溉用水量合计年用水量 274013.7m³/a，约 1181.09m³/d，该部分用水自然蒸发损耗。

6.洒水车降尘水

在进行生态修复过程中，须对扰动地表、运输道路等现状易起尘的裸露地表进行洒水降尘，项目洒水降尘用水由洒水车直接运输至拟用水区进行洒水降尘，洒水降尘面积：132634.56m²（其中回填作业区：124634.56m²，道路占地面积约 1500m²），根据《云南省用水定额》（DB53/T168-2019），“环境卫生管理中场地浇洒”用水定额为 2L/（m²•d），年洒水 232 天，则用水量为 265.269m³/d、61542.408m³/a。

7. 水平衡

根据项目废水产生情况及回用去向，做出项目水平衡，见表 4.1.10-3 所示。

表 4. 1. 10−3 项目用排水情况一览表

时期	用水情况			废水来源			废水去向		
	用水工段	m³/d	m³/a	废水产生工段	m³/d	m³/a	去向	m³/d	m³/a
枯水期（以	施工车辆进出冲洗用水	1.875	243.75	改性磷石膏回填渗滤液	395.409	59311.4	绿化灌溉和林	1181.09	141730.8

150天计）	（130d）						业		
	施工人员生活用水（130d）	3.6	468	废渣堆场渗滤液	300	45000	降尘	265.269	31832.28
	绿化灌溉和林业用水（120d）	1181.09	141730.8	受污染地下水	801.312	120196.8	外排	1129.05	169357.56
	洒水车降尘水（120d）	265.269	31832.28	矿坑修复区坑底雨水	27.738	4160.76			
				施工车辆进出冲洗废水（130d）	1.5	195			
				生活污水（130d）	2.88	374.4			
	合计用水小计	**1451.834**	**174274.83**	**产生量小计**	**1528.839**	**229238.36**	**损失**	**1447.454**	**173705.43**
							外排	**1129.05**	**169357.56**
丰水期（以215天计）	施工车辆进出冲洗用水（170d）	1.875	318.75	改性磷石膏回填渗滤液	337.055	72466.89	绿化灌溉和林业	1181.09	132282.9
	施工人员生活用水（170d）	3.6	612	废渣堆场渗滤液	600	129000	降尘	265.269	29710.128
	绿化灌溉和林业用水（112d）	1181.09	132282.9	受污染地下水	883.265	189901.883	外排	1517.064	326168.588
				矿坑修复区坑底雨水	33.799	7266.705			
	洒水车降尘水（112d）	265.269	29710.128	施工车辆进出冲洗废水（170d）	1.5	255			
				生活污水（170d）	2.88	489.6			
	合计用水	**1451**	**16292**	**产生量小**	**1858**	**399380.0**	**损失**	**14**	**1621**

	小计	**.834**	**3.778**	**计**	**.499**	**78**		**47.454**	**79.178**
							外排	**1517.064**	**326168.588**
全年合计（265d）	施工车辆进出冲洗（300d）	1.875	562.5	改性磷石膏回填渗滤液	361.036	131778.29	绿化灌溉和林业	1181.09	274013.7
	施工人员生活（300d）	3.6	1080	废渣堆场渗滤液	476.712	174000	降尘	265.269	61542.408
	绿化灌溉和林业用水（232d）	1181.09	274013.7	受污染地下水	849.585	310098.683	外排	1357.606	495527.148
	洒水车降尘水（232d）	265.269	61542.408	矿坑修复区坑底雨水	31.308	11427.465			
				施工车辆进出冲洗废水（300d）	1.5	450			
				生活污水（300d）	2.88	864			
	总合计用水量	**1451.834**	**337198.608**	**产生量合计**	**1723.021**	**628618.438**	**损失**	**1447.454**	**335884.608**
							外排	**1357.606**	**495527.148**

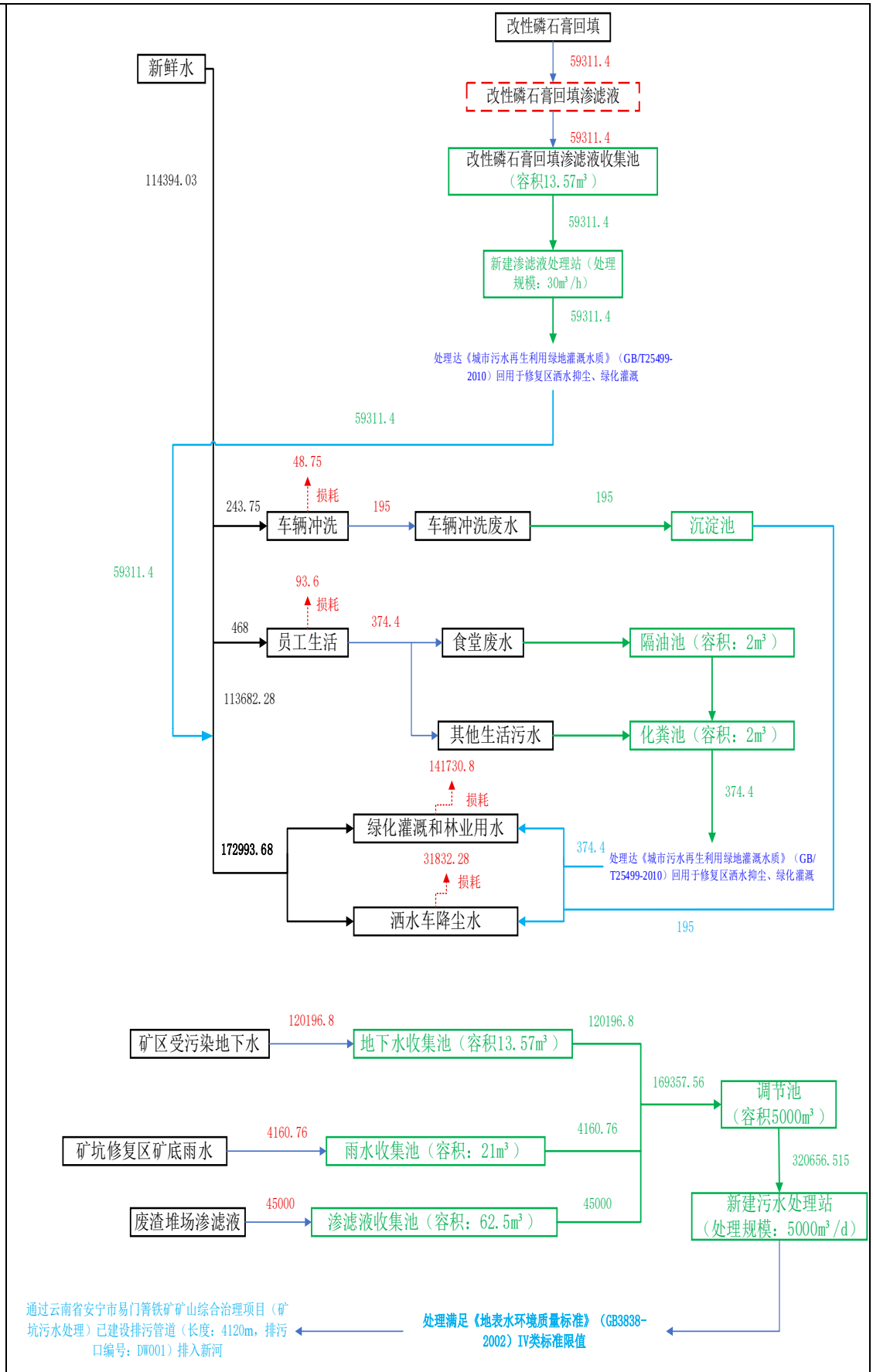


图 4.1.10-1　项目枯水期水平衡图　　单位：m^3/a

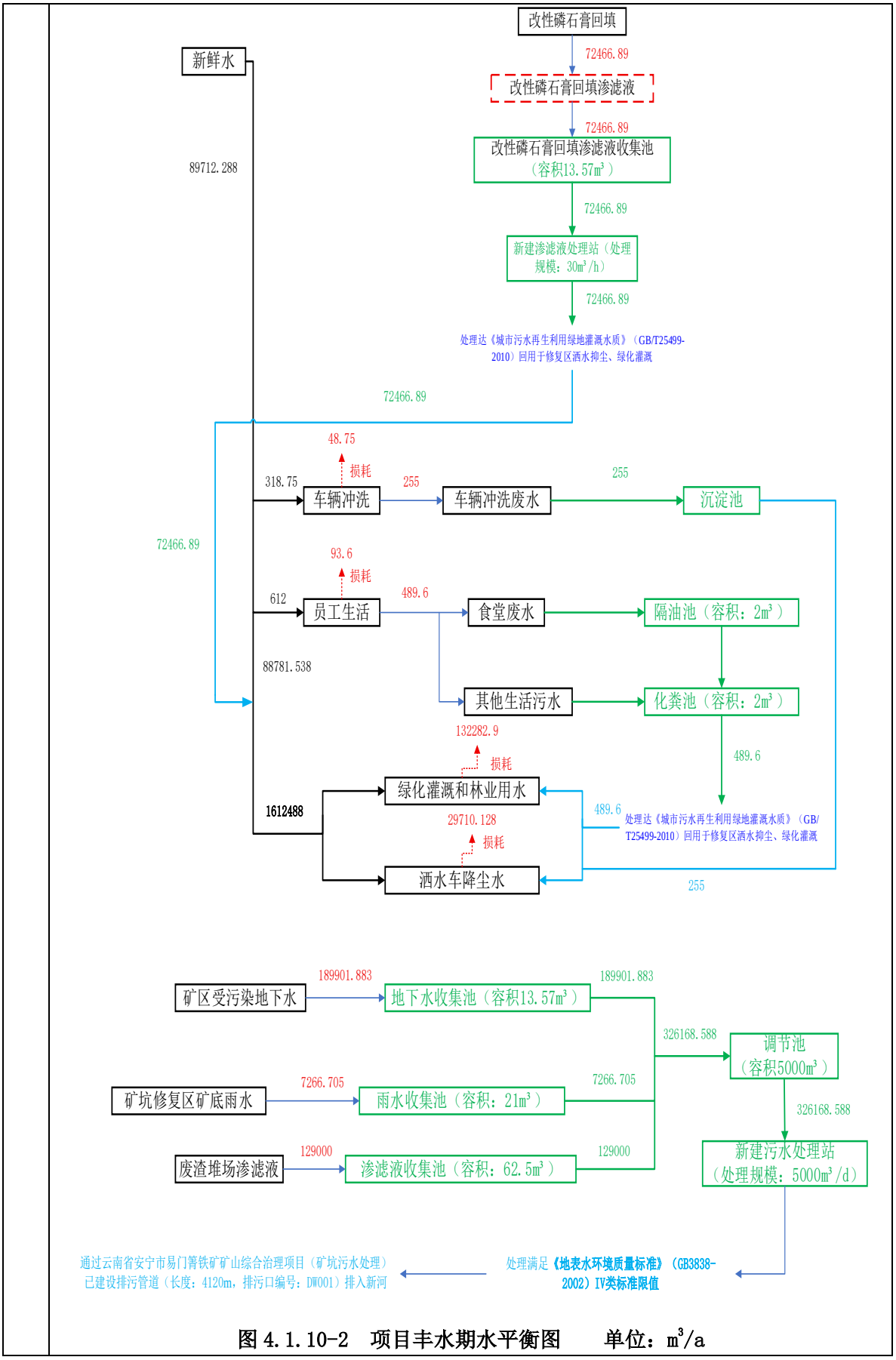


图 4.1.10-2　项目丰水期水平衡图　　单位：m³/a

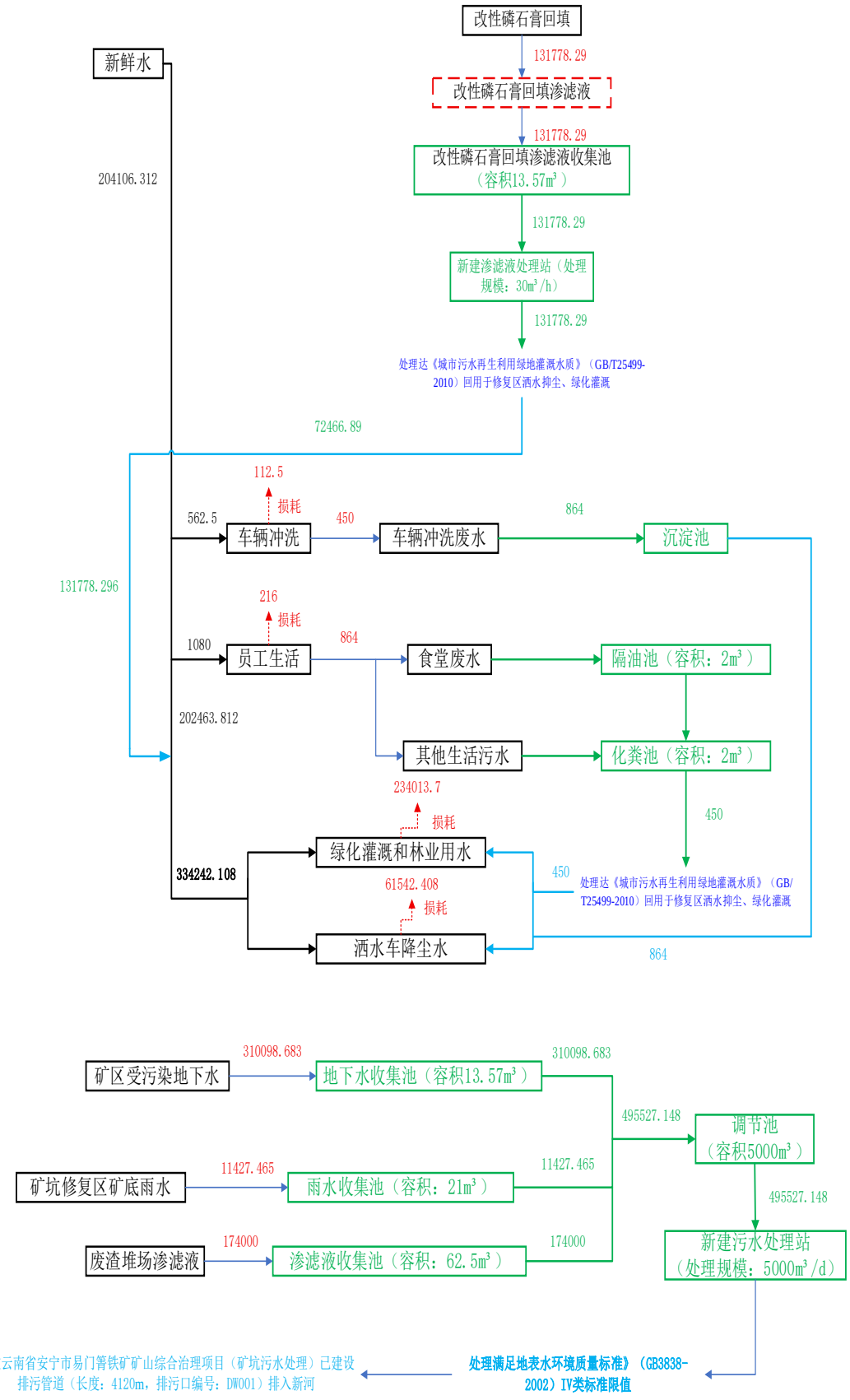


图 3.4.3-3　　全年水平衡图　单位：m³/a

8.废水防治措施有效性分析

（1）已建隔油池有效性分析

根据《饮食业环境保护技术规范》（HJ554-2010），隔油池设计符合下列规定：

A、含油污水的水力停留时间不宜小于 0.5h；

B、池内水流流速不宜大于 0.005m/s；

C、池内分格宜取两档三格；

D、人工除油的隔油池内存油部分的容积不得小于该池有效容积的 25%，隔油池出水管管底至池底的深度，不得小于 0.6m。

项目员工食堂含油废水产生量为 1.152m^3/d，项目场地内已有隔油池 1 个，容积为 2m^3，隔油池位于项目办公用房东侧的空地上，经现场踏勘，已建隔油池运行正常，隔油池可满足食堂废水停留：41h，废水停留时间隔油池容积满足《饮食业环境保护技术规范》（HJ554-2010）隔油池设计规定，因此本项目依托场地原有隔油池是可行的。

（2）已建化粪池有效性分析

根据《建筑给水排水设计规范》（GB50015-2003）要求：化粪池有效停留时间为 12-36h。污水的排放量变化大会影响化粪池的污水处理效果，预留污水有效停留时间有利于保证化粪池污水处理效果，项目生活废水产生量为 2.88m^3/d，场地内已有化粪池 1 个，项目办公用房，总容积 10m^3。化粪池能满足废水停留时间 24h 的要求；经现场踏勘，化粪池运行正常，因此本项目依托场地原有化粪池是可行的。

（3）已建渗滤液收集池有效性分析

项目已在拦挡坝前建设 1 个渗滤液收集池（采用钢筋混凝土矩形水池，长×宽×高=5×5×2.5m，容积 62.5m^3）用于收集废渣堆存区产生渗滤液，废渣堆场区已采取了顶部隔水防渗措施，正常情况下无渗滤液较小，根据业主提供资料：项目枯水期（12 月～次年 4 月，合计：150d）废渣堆场渗滤液产生量约：300m^3/d，45000m^3/a；项目丰水期（5～11 月，合计 215d）废渣堆场渗滤液产生量约：600m^3/d，129000m^3/a；渗滤液收集池仅用于渗滤液收集，不进行暂存，经现场踏勘，渗滤液收集池运行正常，因此本项目若产生废渣堆场渗滤液依托已建渗滤液收集池是可行的。

（3）已建调节池有效性分析

项目在已建渗滤液处理站西南侧建设 1 个调节池（容积：5000m^3）用于收集渣场渗滤液、受污染地下水、矿坑修复区坑底雨水，项目废渣堆场渗滤液、受污染地下水、矿坑修复区坑底雨水丰水期最大产生量为 2740.7m^3/d（最大产生量为：$Q_{堆渣区渗滤液}+Q_{受污染地下水}+Q_{坑底雨水}$=600$m^3$/d+167.9$m^3$/d+1972.8$m^3$/d=2740.7$m^3$/d）。已建调节池能满足受污染地下水、矿坑修复区坑底雨水最大产生量停留时间 1.8d；经现场踏勘，调节池运行正常，因此本项目依托已建渗滤液调节池是可行的。

（4）已建地下水收集池有效性分析

项目在已建渗滤液处理站西南侧建设 1 个地下水收集池（长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积：13.57m^3）用于临时收集矿区受污染的地下水，不进行储存，仅用于受污染地下水收集，收集的矿区受污染的地下水通过水泵提升至调节池容积为 5000m^3 的调节池；再通过水泵提升至新建污水处理站（1 个，设计处理规模 5000 m^3/d，工艺：一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+钙矾石深度处理）处理达《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L），硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4561m）排入新河。

经现场踏勘，地下水收集池运行正常，因此本项目依托已建地下水收集池是可行的。

（5）已建矿坑修复区坑底雨水收集池有效性分析

项目在已建污水处理站西南侧建设 1 个雨水收集池（长×宽×高=7m×2m×1.5m=21m^3）用于临时收集矿坑修复区坑底雨水，不进行储存，仅用于矿坑修复区坑底雨水收集，收集的矿坑修复区坑底雨水通过水泵提升至调节池容积为 5000m^3 的调节池；再通过水泵提升至新建污水处理站（1 个，设计处理规模 5000m^3/d，工艺：一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）

+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+钙矾石深度处理）处理达《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L），硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4561m）排入新河。

经现场踏勘，雨水收集池运行正常，因此本项目依托已建雨水收集池是可行的。

（6）污水处理站可行性分析

1）新建渗滤液处理站（用于处理改性磷石膏回填渗滤液）可行性分析

A. 新建渗滤液处理站进水水质分析

2026 年 3 月 12 日，建设单位委托昆明绿岛环境科技有限公司对改性磷石膏回填渗滤液进行监测（报告编号：绿岛环检 2603-104 号）。

2026 年 7 月 6 日，环评单位委托云南鼎祺检测有限公司对改性磷石膏回填渗滤液进行监测（报告编号：YNDQ-HJ-202607347）。

监测结果如下表 4.1.10-4 所示：

表 4.1.10-4　改性磷石膏回填渗滤液监测结果一览表

采样日期	2026.3.12	2026.7.6			**GB/T25499-2010 标准限值**	**达标情况**
采样点位	改性磷石膏回填渗滤液收集池					
监测指标						
pH（无量纲）	7.2	**9.8**	**9.6**	**9.9**	**6.0-9.0**	**超标**
色度（倍）	4	5	5	5	≤30	达标
浑浊度（NTU）	**29**	1L	1L	1L	**≤5**	**超标**
臭和味（等级）	-	0/无	0/无	0/无	无不快感	达标
化学需氧量（mg/L）	47	24	23	22	-	-
五日生化需氧量（mg/L）	11.8	5.3	5.5	4.8	≤20	达标
总氯（mg/L）	-	0.33	0.36	0.35	0.2≤管网末端≤0.5	达标
氯化物（mg/L）	-	120	138	133	≤250	达标
阴离子表明活化剂（mg/L）	0.05	0.05L	0.05L	0.05L	≤1.0	达标
粪大肠菌群（MPN/L）	**-**	**400**	**410**	**470**	**≤200**	**超标**

蛔虫卵数（个/10L）	-	未检出	未检出	未检出	**≤1**	达标
总磷（mg/L）	0.05	/	/	/	-	-
氨氮（mg/L）	10.3	**221**	**228**	**239**	**≤20**	**超标**
硫化物（mg/L）	-	0.05	0.05	0.06	-	达标
镉（mg/L）	**0.0204**	5.0×10^{-4}L	5.0×10^{-4}L	5.0×10^{-4}L	≤0.01	**超标**
铅（mg/L）	-	2.6×10^{-3}	3.6×10^{-3}	2.6×10^{-3}	≤0.2	达标
砷（mg/L）	0.0112	1.9×10^{-3}	1.6×10^{-3}	1.6×10^{-3}	≤0.05	达标
锰（mg/L）	0.13	0.02	0.02	0.02	≤0.3	超标
铁（mg/L）	<0.03	0.03L	0.03L	0.03L	≤1.5	超标
铜（mg/L）	<0.05	0.05L	0.05L	0.05L	≤0.5	达标
锌（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤1.0	达标
硫酸盐（mg/L）	44	/	/	/	-	-
铊（μg/L）	-	-	-	-	-	-
铍（μg/L）	-	-	-	-	≤2	达标
汞（mg/L）	0.00022	0.00034	0.00039	0.0004	≤0.001	达标
氟化物（mg/L）	9.24	7.35	6.73	7.58	**≤2.0**	**超标**
溶解性总固体（mg/L）	**7700**	564	514	533	**≤1000**	**超标**
六价铬（mg/L）	<0.004	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.1	达标
铝（mg/L）	63.2	-	-	-	-	-
注：“检出限+L”、“<”或“未检出”表示检测结果低于方法检出限。						

根据监测结果：**改性磷石膏回填渗滤液中 pH、浑浊度、氨氮、粪大肠菌群、氟化物、溶解性总固体**不能满足《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）标准限值，其他监测因子均满足《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）标准限值。

渗滤液呈碱性，氟化物、溶解性总固体、镉等指标超标，符合磷石膏淋溶水典型污染特征：

（1）渗滤液浑浊度超标主要发生在回填施工期，来源于施工扰动导致的磷石膏细颗粒及坑底底泥碎屑再悬浮。磷石膏颗粒粒径细小，在渗滤液中易形成稳定悬浮体系，自然沉降缓慢；项目实施的固化稳定化措施主要针对重金属、氟化物的化学稳定及底泥力学性能提升，防渗层主要阻断渗滤液向下迁移，二者均不具备水质澄清功能，因此施工期渗滤液收集池浑浊度检出超标。随着回填工程完工，回填体表面覆盖红黏土及防渗层，雨水不再直接冲刷磷石膏表面，叠加渗滤液在收集系统内静置沉降，后期监测浑浊度降至检出限以下，变化趋势符合矿山回填项目施工期至运营期的一般规律。

（2）渗滤液氟化物超标主要来源于磷石膏基质伴生的氟组分。磷矿石原生含有氟，制磷酸后大部分氟富集于磷石膏内，虽对磷石膏实施固化稳定化处置，可将大部分活性氟转化为难溶形态，但仍存在部分可溶性氟硅酸盐。本项目渗滤液 pH 高达 9.6~9.9，强碱性条件促使氟硅酸盐发生水解释放氟离子；在渗滤液长期淋溶作用下，磷石膏颗粒表面可溶性氟持续溶出进入渗滤液。坑底防渗体系仅阻断氟污染物向地下水迁移，无法消除回填体内部氟的溶出过程，因此渗滤液收集池氟化物持续超标。

（3）渗滤液中镉超标主要来源于磷石膏基质伴生的镉以及坑底底泥本底镉。项目虽对磷石膏实施固化稳定化处理，但稳定化仅能固定大部分镉，无法实现全部重金属的永久封存；同时渗滤液 pH 高达 9.6~9.9，强碱性条件下部分镉氢氧化物发生两性溶解，叠加渗滤液中氟离子、硫酸根等络合离子作用，促使固相中的镉溶出进入渗滤液。坑底防渗体系仅阻断镉向地下水迁移，无法消除填埋体内部镉的溶出过程，因此渗滤液收集池镉检出超标。

（4）渗滤液溶解性总固体超标原因：随淋溶时间延长渗滤液溶解性总固体呈下降趋势，为回填前期可溶性盐快速溶出所致；

（5）监测期间氨氮浓度升高的原因：磷石膏属于无机工业固废，基质本身氨氮含量极低，渗滤液中高浓度氨氮并非磷石膏淋溶产生。坑底原有淤积底泥虽经固化、挤密桩加固处理，但固化工艺仅提升土体力学性能，无法去除底泥中赋存的有机氮。磷石膏回填及防渗层铺设完成后，坑内形成密闭厌氧环境，底泥中有机氮经微生物氨化作用持续转化为氨氮；渗滤液被防渗层限制在坑内收集系统中，造成氨氮在渗滤液收集池富集，随厌氧反应时间推进浓度显著升高；

（6）粪大肠菌群检出超标：为坑底原生土壤微生物带入；

（7）铅、砷、汞、六价铬等重金属浓度较低，表明改性磷石膏对该类重金属稳定化效果较好。

改性磷石膏回填渗滤液污染物浓度优先采用现状监测最大值，监测结果低于方法检出限的重金属，源强核算采用 1/2 检出限计算，取值如下表 4.110-5 所示：

表 4.1.10-5　改性磷石膏回填渗滤液污染物浓度（单位：mg/L，pH 无量纲）

污染物名称	pH（无量纲）	总磷	氨氮	镉	铅	砷	锰	铁

污染物浓度	**7.2~9.9**	0.05	**239**	**0.0204**	0.0036	0.0122	0.13	0.015
GB/T25499-2010 标准限值	**6.0-9.0**	-	**≤20**	**≤0.01**	≤0.2	≤0.05	≤0.3	≤1.5
达标情况	**超标**	-	**超标**	**超标**	达标	达标	达标	达标
污染物名称	**硫酸盐**	**汞**	**氟化物**	**溶解性总固体**	**六价铬**	**铜**	**化学需氧量**	**浑浊度**
污染物浓度	41	0.0004	**9.24**	**7700**	0.002	0.025	47	**29**
GB/T25499-2010 标准限值	-	≤0.001	**≤2.0**	**≤1000**	≤0.1	≤0.5	-	**≤5**
达标情况	-	达标	**超标**	**超标**	达标	达标	-	**超标**
污染物名称	五日生化需氧量	**粪大肠菌群**	**铝**					
污染物浓度	11.8	**470**	63.2μg/L					
GB/T25499-2010 标准限值	≤20	**≤200**	-					
达标情况	达标	**超标**	-					

②新建渗滤液处理站处理工艺

本项目拟采用“化学预处理+双极反渗透（RO 膜）”工艺作为核心处理路线，即“调节池→一级反应池→1#高效膜软化→1#中间水池→一级 RO→浓水反应池→2#高效膜软化→2#中间水池→浓水 RO→清水池→灌溉水池（2 个）”；污泥→污泥沉淀池→板框压滤机（利旧）；浓水返回新建渗滤液处理站（1 个，设计处理规模 30m³/h，采用“化学预处理+双极反渗透（RO 膜）”工艺）处置，不外排。

A.一级反应池

一级反应池主要除氟、除硬，原理为“化学沉淀+絮凝强化”双效协同，进行化学预处理。

B.1#高效膜软化系统

一级反应池混合液直接进入 1#高效膜软化系统，其过滤原理与超滤类似。其最大特点是系统结构紧凑，膜丝直径大，抗污染性能高。同时软化膜产水水质优异，对悬浮物、化学污染物的截留率高，产水可直接进入反渗透膜系统。同时，与传统工艺相比软化膜过滤器技术还具有以下优势：

流程短、占地小：软化膜技术极大缩短工艺流程，“反应池+高效膜软化系统”工艺，提供更优异产水水质。占地面积可大幅度减少。

软化膜反应器具有如下特点：运行能耗低，压差小，不需压力反洗；核心膜组件采用 e-PTFE 膜材料，具有优异的耐腐蚀性、耐氧化性、耐溶剂性、耐磨不粘等特点。

C.一级反渗透

反渗透装置是除盐系统中的关键设备，装置利用膜分离技术除去水中绝大部分离子，大幅降低 TDS。RO 是将原水的一部分沿与膜垂直的方向通过膜，水中的盐类和其它有害物质将在膜表面浓缩，剩余一部分原水沿与膜平行的方向将浓缩的物质带走，在运行过程中自清洗。膜组件的水通量越大，回收率越高则其膜表面浓缩的程度越高，由于浓缩作用，膜表面处的物质溶度与主体水流中物质浓度不同，产生浓差极化现象。浓差极化会使膜表面盐的浓度高，增大膜的渗透压，引起盐透过率增大，为提高给水的压力而需要多消耗能量，此时应采用清洗的方法进行恢复。

反渗透装置由复合膜元件、玻璃钢压力容器、碳钢滑架和仪表控制柜组成。反渗透装置配备就地控制盘，盘上安装各种就地仪表和控制按钮。反渗透系统中设有自动控制阀，可对反渗透进行停机保护和系统高、低压保护。

D.浓水反应池

浓水反应池是化学中和+膜法回用工艺中衔接除氟与后续深度处理的关键单元，核心作用是通过“复合药剂协同作用”，进一步去除渗滤液中残余离子，同时精准调节水质 pH 值与稳定性，为后续膜过滤单元提供合格进水。所用复合药剂分工明确、协同增效。要求复合药剂软化处理后通过酸调节 PH，满足反渗透进膜指标。

F.2#高效膜软化系统

2#高效膜软化系统作为一级 RO 浓水处理工艺，进一步去除水中的离子、硬度。其作为一级 RO 浓水处理工艺的最大特点是系统结构紧凑，膜丝直径大，抗污染性能高。同时软化膜产水水质优异，对悬浮物、化学污染物的截留率高，产水可直接进入反渗透系统。

G.浓水反渗透

为了提高系统水回收率，2#高效膜软化产水通过泵进入浓水反渗透系统，产水直接进入清水池，浓水进入最终浓水池。

③渗滤液处理站污染因子去除效率

表 4.1.10-6 渗滤液处理站污染因子去除效率一览表 （单位：mg/L，pH 无量纲）

序号	污染因子	去除效率	本项目取值	
1	pH（无量纲）	7.0~7.8	7.0~7.8	
2	浑浊度	90~99.5%	90%	混凝沉淀主要去除悬浮物、胶体；RO 截留剩余微量胶体颗粒
3	氨氮（mg/L）	85%~95%	92%	化学预处理混凝沉淀几乎不除氨氮，仅少量吸附去除；RO 对氨氮去除有限，弱碱性条件下氨分子会穿透膜，是本工艺短板；若原水氨氮极高，**拟在化学预处理单元增设折点氯化除氨氮工序**
4	锰（mg/L）	93%~99.99%	93%	预处理氧化+ 沉淀去除大部分锰；膜截留残余离子
5	铁（mg/L）	95%~99.99%	95%	预处理氧化+ 沉淀去除大部分铁；膜截留残余离子
6	硫酸盐（mg/L）	96%~99%	96%	预处理仅少量共沉淀去除硫酸盐；双级 RO 是去除硫酸盐核心单元
7	氟化物（mg/L）	90%~96%	90%	预处理钙盐沉淀为主，去除大部分 F^-；RO 截留残余溶解态氟离子
8	溶解性总固体（mg/L）	95%~99%	95%	预处理仅沉淀重金属、氟带来少量盐去除；双级 RO 深度脱盐
9	化学需氧量（mg/L）	90%~95%	90%	预处理去除胶体态、悬浮态有机物；RO 截留溶解性有机物
10	总磷（mg/L）	92%~97%	92%	/
11	镉（mg/L）	99%~99.8%	99%	预处理投加重金属捕捉剂 + 氢氧化物沉淀；RO 截留微量溶解态重金属离子
12	铅（mg/L）	99%～99.8%	99%	重金属沉淀 + 膜截留
13	砷（mg/L）	98.5%～99.5%	98.5%	预处理氧化共沉淀
14	粪大肠菌群	90%～99%	90%	混凝沉降去除大部分菌体，RO 膜完全截留微生物
15	五日生化需氧量	92%～97%	92%	/
16	汞	98.0%～99.5%	98%	预处理氧化+ 沉淀去除大部分汞；膜截留残余离子
17	六价铬	96.0%～99.0%	96%	预处理氧化+ 沉淀去除大部

				分六价铬；膜截留残余离子
18	铜	99.0%～99.8%	99%	预处理氧化+ 沉淀去除大部分铜；膜截留残余离子
19	铝	99.4%～99.9%	99.4%	预处理氧化+ 沉淀去除大部分铝；膜截留残余离子

④新建渗滤液处理站出水水质

表 4.1.10-7　新建渗滤液处理站出水口污染物及浓度（单位：mg/L，pH 无量纲）

污染物名称	pH（无量纲）	总磷	氨氮	镉	铅	砷	锰	铁
污染物平均浓度	**7.0~8.0**	0.004	19.12	0.000204	0.000036	0.000183	0.0091	0.00075
GB/T25499-2010 标准限值	6.0-9.0	-	≤20	≤0.01	≤0.2	≤0.05	≤0.3	≤1.5
达标情况	达标	-	达标	达标	达标	达标	达标	达标
污染物名称	**硫酸盐**	**汞**	**氟化物**	**溶解性总固体**	**六价铬**	**铜**	**化学需氧量**	**浑浊度**
污染物平均浓度	1.64	0.00001	0.924	385	0.0001	0.00025	4.7	2.9
GB/T25499-2010 标准限值	-	≤0.001	**≤2.0**	**≤1000**	≤0.1	≤0.5	-	**≤5**
达标情况	-	达标	达标	达标	达标	达标	-	达标
污染物名称	**五日生化需氧量**	**粪大肠菌群**	**铝**					
污染物平均浓度	0.944	47	0.0004					
GB/T25499-2010 标准限值	≤20	≤200	-					
达标情况	达标	达标	-					

综上：项目改性磷石膏回填渗滤液通过新建渗滤液处理站（1 个，设计处理规模 30m³/h，采用“化学预处理+双极反渗透（RO 膜）”工艺）处理后，可满足《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）标准限值，故项目采用“化学预处理+双极反渗透（RO 膜）”工艺处理改性磷石膏回填渗滤液可行。

2）新建污水处理站（用于处理废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水）可行性分析

①污水处理站进水水质分析

项目收集的废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨

水通过水泵提升至容积为 5000m^3 的调节池；再通过水泵提升至已建设污水处理站（1 个，设计处理规模 5000m^3/d）进行处理（出口设置在线监测设施）；污水处理站出水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值（即：铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1.0mg/L、铍≤0.005mg/L）；硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4120m）排入新河。

废水处理系统进水水质优先采用各污染源现状监测最大值，按水量混合比例确定综合进水水质。

A. 废渣堆存区渗滤液浓度

2026 年 7 月 06 日，环评单位委托云南鼎祺检测有限公司对废渣堆场渗滤液收集池进行监测（报告编号：YNDQ-HJ-202607347），监测结果如下：

表 4.1.10-8　废渣堆存区渗滤液浓度一览表

采样时间	**2026 年 07 月 06 日**				**GB3838-2002 中 IV 类标准限值**	**达标情况**
采样点位	**废渣堆场渗滤液收集池**					
检测指标	**监测值**		**平均值**			
pH 值（无量纲）	**4.7**	**4.9**	**5.0**	/	**6.0-9.0**	**超标**
色度（倍）	5	5	5	5	-	-
浑浊度（NTU）	1L	1L	1L	1L	-	-
臭和味（等级）	0/无	0/无	0/无	0/无	-	-
溶解性总固体（mg/L）	378	402	356	379	-	-
化学需氧量（mg/L）	**36**	**36**	**40**	**37**	**≤30**	**超标**
五日生化需氧量（mg/L）	**7.8**	**7.5**	**8.5**	**7.9**	**≤6**	**超标**
氨氮（mg/L）	**145**	**142**	**154**	**147**	**≤1.5**	**超标**
总氯（mg/L）	0.45	0.43	0.42	0.43	-	-
氯化物（mg/L）	10L	10L	10L	10L	-	-
氟化物（mg/L）	0.86	0.84	0.80	0.83	≤1.5	达标
硫化物（mg/L）	0.03	0.04	0.05	0.04	≤0.5	达标
阴离子表面活性剂（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤0.3	达标
粪大肠菌群（MPN/L）	450	330	380	/	≤20000	达标
蛔虫卵数（个/10L）	未检出	未检出	未检出	未检出	-	-

六价铬（mg/L）	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.05	达标
汞（mg/L）	0.00012	0.00015	0.00015	0.00014	≤0.001	达标
砷（mg/L）	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	3×10^{-4}L	≤0.1	达标
铅（mg/L）	0.0021	0.002	0.0025	0.0022	≤0.05	达标
镉（mg/L）	0.00179	0.00162	0.00158	0.00166	≤0.005	达标
铜（mg/L）	0.22	0.32	0.21	0.25	≤0.5	达标
锌（mg/L）	**2.44**	**2.56**	**2.60**	**2.53**	**≤1.0**	**超标**
铁（mg/L）	**9.28**	**8.82**	**8.90**	**9.00**	**≤5.0**	**超标**
锰（mg/L）	**7.03**	**7.11**	**7.09**	**7.08**	**≤2.0**	**超标**
（1）锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值 （2）硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准。						

项目废渣堆场渗滤液水质优先采用现状监测最大值，监测结果低于方法检出限的重金属，源强核算采用 1/2 检出限计算，故项目废渣堆场渗滤液水质取值如下表 4.1.1-9 所示。

表4.1.10-9　项目废渣堆场渗滤液水质表

水污染因子	pH	COD	BOD_5	氨氮	总磷	氟化物	总铁	总锰	总镉
废渣堆场渗滤液水质取值	4~6	40	8.5	154	0.12	0.86	9.28	7.11	0.00179
水污染因子	**总汞**	**六价铬**	**总砷**	**总铅**	**总镍**	**总铜**	**总铍**	**总锌**	**硫酸盐**
废渣堆场渗滤液水质取值	0.00015	0.002	0.00015	0.0025	14.40	0.32	0.544	2.60	7610

注：堆渣区渗滤液现状监测未开展总磷、总镍、总铍、硫酸盐监测，取受污染地下水监测结果最大值进行取值，作为渗滤液产生源强保守上限。

B. 矿区受污染的地下水浓度

2026 年 1-6 月，昆明绿岛环境科技有限公司对易门箐磷石膏生态修复项目地下水进行监测（报告编号：绿岛环检 2602-054 号、绿岛环检 2603-053 号、绿岛环检 2604-149 号、绿岛环检 2605-056 号），2026 年 7 月 6 日委托云南鼎祺检测有限公司对地下水导排收集井进行监测。

地下水导排收集井的监测结果如下 4.1.10-10 所示：

表 4.1.10-10 矿区受污染的地下水浓度一览表

监测时间	2026.2.6	2026.3.23	2026.4.17	2026.5.14	2026.7.06			/	GB3838-2002 中 IV 类标准限值	达标分析
检测项目	检测值							平均值		
pH 值（无量纲）	6.9	7.4	**5.8**	**4.2**	**4.8**	**4.6**	**4.7**	/	6~9	不达标

浊度（NTU）	15	12	8.4	7.9	/	/	/	10.825	-	-
悬浮物（mg/L）	/	/	/	/	9	8	8	8.33	≤10	达标
化学需氧量（mg/L）	/	/	/	/	18	14	16	16.00	≤30	达标
五日生化需氧量（mg/L）	/	/	/	/	3.7	2.9	3.8	3.467	≤6	达标
总氮（mg/L）	**/**	**/**	**/**	**/**	**152**	**158**	**151**	**153.67**	**≤1.5**	**超标**
硫化物（mg/L）	/	/	/	/	0.014	0.012	0.011	0.012	≤0.5	达标
阴离子表明活化剂（mg/L）	/	/	/	/	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤0.3	达标
粪大肠菌群（MPN/L）	/	/	/	/	940	790	700	810	≤20000	达标
铜（mg/L）	0.417	**1.29**	**0.594**	0.320	0.320	0.21	0.21	0.48	≤0.5	**超标**
锌（mg/L）	**22.0**	**23.6**	**27.5**	**23.2**	**2.09**	**2.00**	**1.97**	**14.62**	≤1.0	**超标**
镉（mg/L）	**0.103**	**0.128**	**0.129**	**0.112**	0.00172	0.00169	0.00172	**0.07**	**≤0.005**	**超标**
铅（mg/L）	**0.622**	**0.350**	**0.234**	**0.126**	0.076	0.0063	0.057	**0.19**	≤0.05	**超标**
铁（mg/L）	**1910**	**2400**	**2830**	**2900**	**10.5**	**10.6**	**11.8**	**1439**	**≤5.0**	**超标**
锰（mg/L）	**433**	**152**	**334**	**514**	**6.26**	**6.28**	**6.40**	**207.42**	≤2.0	**超标**
六价铬（mg/L）	0.006	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	≤0.05	达标
氟化物（mg/L）	0.81	1.12	**5.63**	0.78	0.19	0.20	0.15	1.27	**≤1.5**	**超标**
硫酸盐（mg/L）	**1300**	**3820**	**53**	**6870**	**7610**	**7540**	**7590**	**4969**	-	-
砷（mg/L）	0.0085	0.0012	0.001	0.0029	0.0024	0.0025	0.0024	0.003	≤0.1	达标
汞（mg/L）	0.00012	<0.0004	0.00007	0.00014	0.00024	0.00027	0.00022	0.00002	≤0.001	达标
氨氮（mg/L）	**23.8**	**162**	**317**	**134**	**145**	**142**	**133**	**151**	**≤1.5**	**超标**

铊（mg/L）	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	/	/	/	<0.03	-	-
铍（mg/L）	**0.136**	**0.194**	**0.544**	**0.141**	**/**	**/**	**/**	**0.25**	**≤0.002**	**超标**
镍（mg/L）	**11.100**	**14.400**	**8.380**	**13.8**	**/**	**/**	**/**	**11.92**	**≤0.05**	**超标**
硒（mg/L）	<0.0004	<0.0004	<0.00004	<0.0004	/	/	/	<0.0004	≤0.02	达标
溶解性总固体（mg/L）	1040	11200	16400	10500	/	/	/	9785	-	-
氯化物（mg/L）	99.5	166	272	212	/	/	/	187.38	-	-
硝酸盐氮（mg/L）	5.08	3.71	3.93	1.48	/	/	/	3.55	-	-
亚硝酸盐氮（mg/L）	0.036	0.022	0.005	<0.003	/	/	/	0.021	-	-
总磷（mg/L）	0.09	0.06	0.03	0.12	0.08	0.10	0.09	0.08	≤0.3	达标
（1）锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值 **（2）硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准。**										

项目受污染地下水水质优先采用现状监测最大值，监测结果低于方法检出限的重金属，源强核算采用 1/2 检出限计算，故项目受污染地下水水质取值如下表 4.1.10-11 所示。

表4.1.10-11　项目受污染地下水水质表

水污染因子	pH	COD	BOD_5	氨氮	总磷	氟化物	总铁	总锰	总镉
受污染地下水水质取值	4.2~7.4	18	3.8	317	0.12	5.63	2900	514	0.129
水污染因子	**总汞**	**六价铬**	**总砷**	**总铅**	**总镍**	**总铜**	**总铍**	**总锌**	**硫酸盐**
受污染地下水水质取值	0.00027	0.006	0.0085	0.622	14.400	1.29	0.544	27.5	7610

C. 矿坑修复区坑底雨水浓度

矿坑修复区坑底雨水汇水范围为矿坑坑底、坑内修复边坡及台阶平台，降雨冲刷坑内回填基质并产生浅层淋滤，污染物来自坑内矿化修复基质。由于坑底雨水未单独监测，本次坑底雨水水质以同项目改性磷石膏回填渗滤液监测成果类比确定矿坑修复区坑底雨水水质；考虑坑底雨水以地表冲刷、浅层淋溶为主，雨水与基质接触停留时间短，淋溶溶出强度低于改性磷石膏回填渗滤液，

改性磷石膏回填渗滤液监测最大值乘以0.8折减系数作为矿坑修复区坑底雨水水质。

项目矿坑修复区坑底雨水水质取值如下表4.1.10-12所示。

表4.1.10-12 项目矿坑修复区坑底雨水水质表

水污染因子	pH	COD	BOD_5	氨氮	总磷	氟化物	总铁	总锰	总镉
矿坑修复区坑底雨水水质取值	**7.2~9.9**	37.6	9.44	191.2	0.04	7.392	0.012	0.104	0.016
水污染因子	**总汞**	**六价铬**	**总砷**	**总铅**	**总镍**	**总铜**	**总铍**	**总锌**	**硫酸盐**
矿坑修复区坑底雨水水质取值	0.000032	0.0016	0.01	0.003	0.025	0.02	0.0001	0.025	32.8

收集的废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水通过水泵提升至容积为5000m^3的调节池；再通过水泵提升至已建设污水处理站（1个，设计处理规模5000m^3/d，工艺：一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+钙矾石深度处理）进行处理（出口设置在线监测设施）。

综合进水水质见表4.1.10-13所示。

表4.1.10-13 综合设计进水水质

水污染因子	pH	COD	BOD_5	氨氮	总磷	氟化物	总铁	总锰	总镉
综合进水水质	3~9	26.177	5.580	256.863	0.118	3.996	1818.07	324.159	0.082
水污染因子	**总汞**	**六价铬**	**总砷**	**总铅**	**总镍**	**总铜**	**总铍**	**总锌**	**硫酸盐**
综合进水水质	0.0002	0.004	0.006	0.39	14.068	0.920	0.531	18.123	7435.26

②污水处理装置工艺流程如下：

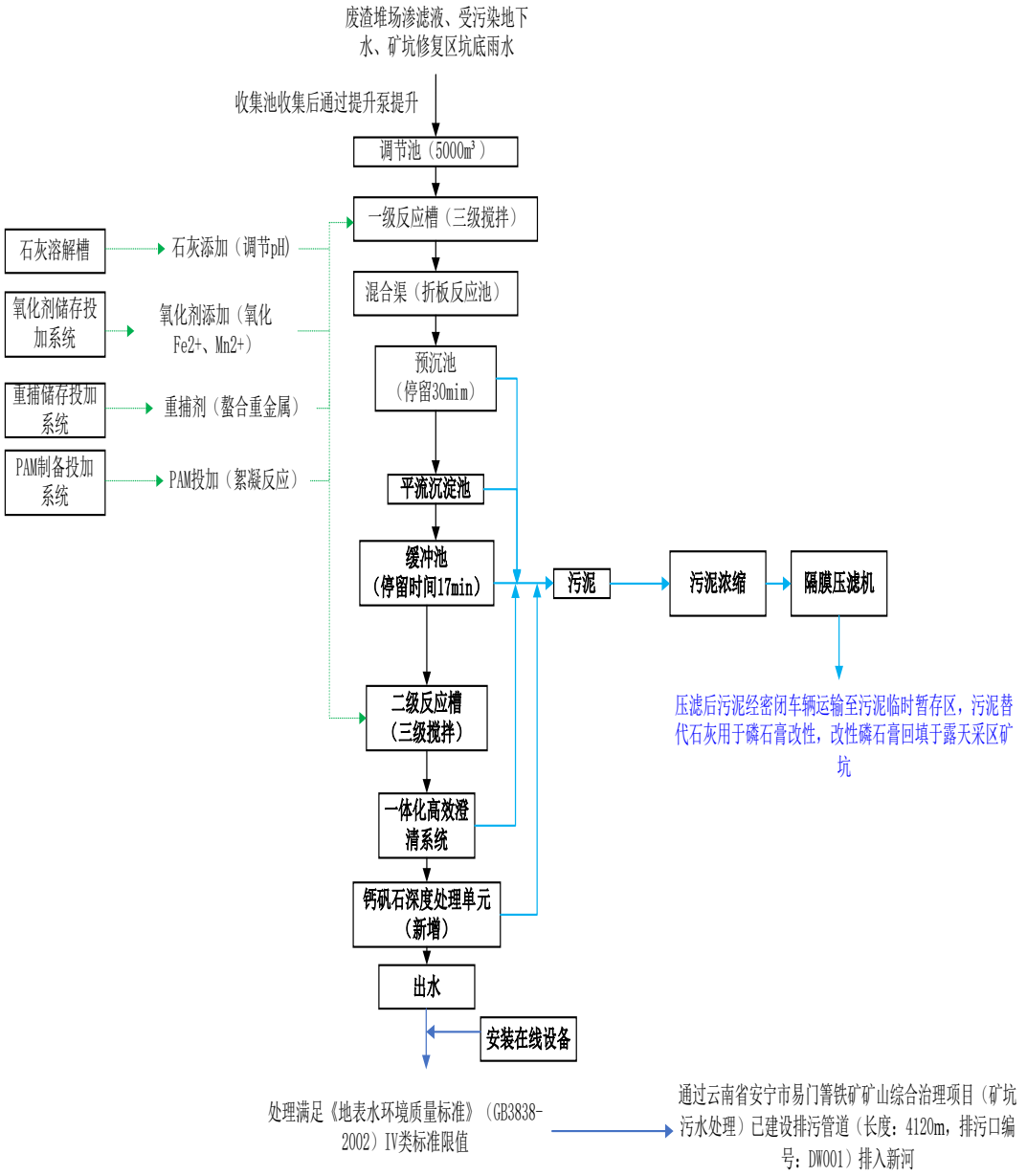


图 4.1.10-4 污水处理装置工艺流程图

A.污水提升单元

提升泵能够连续地将废水从调节池输送进入后续处理设备。运行稳定，连续输送。

B.一段反应单元

对废水中的重金属通过投加氧化剂氧化、投加石灰乳沉淀大部分重金属离子，调整 pH 值控制在 8 左右，再投加 PAM 絮凝沉降水中的沉淀物以及悬浮物。

C.沉淀系统单元

废水通过溢流至预沉池，预沉池中的污泥因为重力原因沉淀下来，通过排泥泵送入污泥处理单元，上清液溢流至沉淀池进一步沉淀，去除水中大部分的

悬浮物后溢流至缓冲池，上清液通过缓冲池提升泵送入二段反应单元，底部沉淀的污泥通过排泥泵送入污泥处理单元。

D.二段反应单元

通过一段反应、沉淀的废水去除了大部分的金属离子以及悬浮物，少量的金属离子在二段反应槽中通过曝气进一步氧化以及投加重金属捕捉剂来去除。

F.一体化澄清单元

二段反应单元的泥水混合物通过自流至一体化澄清设备，在一体化澄清设备反应槽中投加 PAM，使细小的悬浮物在絮凝作用下形成大颗粒，通过斜板沉淀池后进行泥水分离，底部污泥通过排泥泵送入污泥处理单元，上清液通过巴氏计量槽进入产水池，在产水池中通过提升泵送入洒水降尘管网回用。

G. 钙矾石深度处理单元（新增）

①进水配水池

接收二段中和沉淀上清液；设置在线 pH、硫酸盐、锰在线监测；设置氧化剂投加点（次氯酸钠 / 双氧水），把残余 Mn^{2+}预氧化，保障锰去除效果。

②钙矾石一级反应池（投加石灰乳）

投加石灰乳，提供 Ca^{2+}，搅拌混合；初步提升 pH，水力停留时间 30min。

③钙矾石二级反应池（投铝盐+晶种回流）

投加铝盐（偏铝酸钠）；回流 10%-40%钙矾石压滤污泥（晶种回流），促进钙矾石晶体生成，减少药剂投加量，避免生成细小絮体难以沉淀；石灰微调 pH 严格控制 11.0-12.0（最佳 11.3-11.7）；pH＜11 钙矾石生成不足，pH＞12.5 钙矾石水解，硫酸根重新释放；充分搅拌，总反应停留 40-60min；

④絮凝反应池

投加阴离子 PAM；搅拌絮凝，把细小钙矾石晶粒聚集成大絮体；停留时间 10-15min；

⑤钙矾石斜管沉淀池（固液分离）

上清液溢流进入 pH 回调池；池底钙矾石污泥进入污泥浓缩池；一部分污泥回流至二级反应池做晶种；剩余污泥送去板框压滤机脱水。

⑥pH 回调池

钙矾石出水 pH 高达 11-12，不能直接排放；投加稀硫酸/二氧化碳，回调

pH 至 6-9 排放限值。

H.板框压滤单元

预沉池、沉淀池以及一体化澄清设备、钙矾石斜管沉淀池排放的污泥汇集至污泥池进行调质调量后经过提升泵送入污泥调整罐搅拌混合均后通过板框压滤机进行泥水分离，滤液通过管道自流至缓冲池；压滤后污泥经密闭车辆运输至污泥临时暂存区，污泥替代石灰用于磷石膏改性，改性磷石膏回填于露天采区矿坑。

②新建污水处理站出水水质情况

表4.1.10-14　污水处理站设计去除效率

序号	污染物名称	正常工况去除效率			
		一段预处理	二段预处理	钙矾石单元去除效率	全流程总去除效率
1	pH 值（无量纲）	调至 6~9			
2	化学需氧量（mg/L）	20%	15%	10%	38.8%
3	五日生化需氧量(mg/L)	15%	10%	5%	27.3%
4	铜（mg/L）	90%	88%	80%	99.76%
5	锌（mg/L）	90%	88%	80%	99.76%
6	镉（mg/L）	85%	80%	80%	99.4%
7	铅（mg/L）	60%	50%	60%	92%
8	铁（mg/L）	97%	89%	90%	99.97%
9	锰（mg/L）	95%	90%	90%	99.95%
10	六价铬（mg/L）	80%	80%	75%	99%
11	氟化物（mg/L）	60%	50.00%	40%	88%
12	硫酸盐（mg/L）	50%	50%	88%	97%
13	砷（mg/L）	80%	70%	70%	98.2%
14	汞（mg/L）	60%	60%	60%	93.6%
15	氨氮（mg/L）	93%	93%	0	99.51%
16	铊（mg/L）	90%	88%	80%	99.76%
17	铍（mg/L）	90%	85%	80%	99.70%
18	镍（mg/L）	92%	90%	85%	99.89%
19	硒（mg/L）	80%	70%	70%	98.2%
20	总磷（mg/L）	40%	40%	0	64%

表 4.1.10-15　项目污水处理站设计工况排放浓度及排放量

（单位：mg/L，pH 无量纲）

污染物名称	pH（无量纲）	COD	氨氮	总磷	氟化物	总铁
排放量（t/a）	6~9	7.938	0.624	0.021	0.238	0.297
排放污染物浓度	6~9	16.02	1.259	0.043	0.480	0.600
标准限值	6.0-9.0	≤30	≤1.5	≤0.3	≤1.5	≤5
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标
污染物名称	总锰	总镉	总汞	六价铬	总砷	总铅

排放量（t/a）	0.099	0.001	0.000064	0.00002	0.00005	0.015
排放污染物浓度	0.200	0.002	0.00013	0.00004	0.0001	0.031
标准限值	≤2	≤0.005	≤0.001	≤0.05	≤0.1	≤0.05
达标情况	**达标**	达标	达标	达标	达标	达标
污染物名称	**总镍**	**总铍**	**总锌**	**总铜**	**硫酸盐**	
排放量（t/a）	0.007	0.001	0.021	0.001	110.531	
排放污染物浓度	0.014	0.0016	0.043	0.002	223.058	
标准限值	≤1.0	≤0.005	≤2.0	≤1.0	≤250	
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	

综上：项目收集的废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水通过水泵提升至容积为 5000m^3 的调节池；再通过水泵提升至已建设污水处理站（1 个，设计处理规模 5000 m^3/d，工艺：一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+钙矾石深度处理）进行处理（出口设置在线监测设施）；污水处理站出水满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L）；硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4120m）排入新河。

故项目所采用的污水处理站（1 个，设计处理规模 5000 m^3/d，工艺：一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+钙矾石深度处理）可行。

（7）已建设排污管道依托可行性分析

矿区原有废渣堆存区淋滤水通过排渗管道导排至渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=5×5×2.5m，容积 62.5m^3）收集；矿区受污染的地下水通过顶管工艺打通，采用管道导排至地下水收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3）；矿坑修复区坑底雨水过顶管工艺打通，采用管道导排至雨水收集池（1 个，长×宽×高=7m×2m×1.5m=21m^3）；收集的废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水通过水泵提升至容积为 5000m^3 的调节池；

再通过水泵提升至已建设污水处理站（1 个，设计处理规模 5000 m^3/d，工艺：一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+钙矾石深度处理）进行处理（出口设置在线监测设施）；污水处理站出水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L），硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4120m）排入新河。

云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）环保手续办理情况：

1）2022 年 4 月，湖南中车环境工程有限公司作为 EPC 工程总承包编制完成了《云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）初步设计》，并通过了专家评审，取得了安宁市水务局的批复（安水复〔2022〕6 号）。

2）2022 年 10 月，编制完成了《云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）环境影响报告表》；

3）2022 年 11 月 29 日，取得昆明市生态环境局安宁分局关于云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）环境影响报告表的批复（安生环复〔2022〕89 号）；

4）2023 年 11 月，编制完成了《云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）竣工环境保护验收监测报告表》。

根据云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）竣工环境保护验收监测报告表：

云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）2022 年 12 月建设完成，随即投入运营调试，处理规模为 20000㎡/d，项目建设单位为安宁市人民政府八街街道办事处、代建单位为安宁市农林水利投资有限公司、EPC 工程总承包为湖南中车环境工程有限公司、监理单位为大鹏工程管理有限公司、咨询单位为华昆工程管理咨询有限公司，2023 年 2 月 1 日矿坑污水处理站调试完成投入运营，2023 年 9 月 30 日矿坑污水全部处理完成，在此区间 EPC

工程总承包湖南中车环境工程有限公司委托云南升环检测技术有限公司和云南天倪检测有限公司对矿坑污水处理站尾水按照环评要求（每月四次）进行了例行监测，例行监测结果显示矿坑污水处理站尾水满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准，达到竣工环保验收要求：矿坑水处理站尾水设置在线监测，监测指标为流量、SS（浊度）、pH、铁、锰和碑，由于项目属于时工程，故尾水在线监测设施未与生态环境局联网。

本项目依托已建排污管道建设情况见下表 4.1.10-16 所示。

表 4.1.10-16　尾水管网建设情况一览表

名称	建设内容
管网	地埋式铺设，尾水排放管道起点为废水处理站回用水池，终点为杨兴庄水库堤坝出水口，总长度约 4807m，其中废水处理站回用水池至山门口段按重力流，山门口至堤坝出水口按压力流，重力流管材质选用 HDPE 双壁波纹排水管、规格 DN500、全长 662m，其它采用 PE 给水管、规格 DN400、全长 4145m。
检查井（兼做事故池）	尾水管网每隔 1000 米设置一个，共计 5 个，容积为 10m²，兼做管网事故池。
跌水池	管道跌水水头为 1.0~2.0m 时，设跌水井，跌水水头大于 2.0m 时，应设跌水井，跌水井的进水管管径不大于 200mm 时，一次跌水水头高度不得大于 6m：管径为 300-600mm 时，一次跌水高度不得大于 4m，共设计 4 个。

根据业主提供的相关资料及现场踏勘，云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建排污管道无破损情况，现场情况如下图所示：

排污管网现场照片 1

排污管网现场照片 2

排污管网现场照片 3

排污管网现场照片 4

检查井

已设置排污口照片

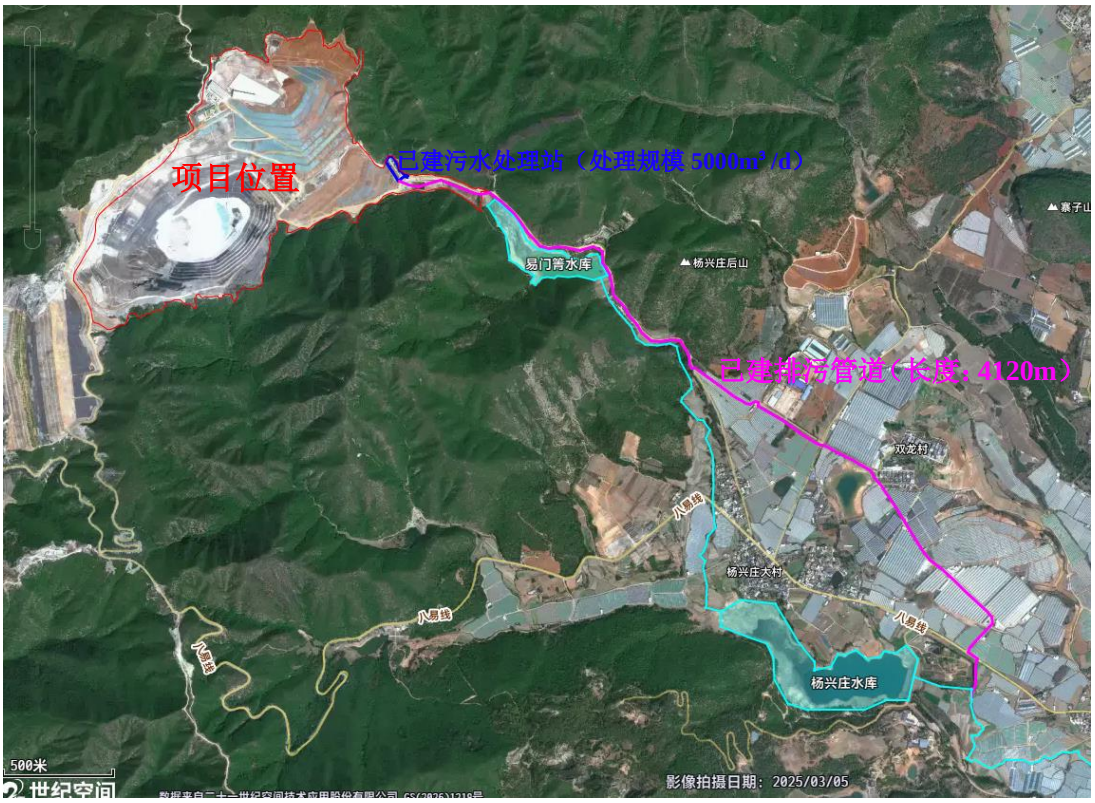


图 4.1.10-5　项目依托排污管道路线图

综上：项目依托云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建排污管道可行。

9. 水质影响预测分析

项目水质影响预测分析详见《地表水环境影响专项评价》。

（1）分析结论

经预测分析：项目在设计工况排水的情况下，枯水期和丰水期新河和鸣矣河监测断面：COD、总磷（TP）、氨氮、氟化物、总汞、总镉、六价铬、总砷、

总铅、总锌、总铜等预测浓度均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 1 中Ⅳ类水质要求；总锰、总铁、总镍、总铍、硫酸盐预测浓度《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 2 集中式生活饮用水地表水源地补充项目和表 3 集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值;废水排放不会导致新河、鸣矣河水环境功能的变化，且河段纳污能力满足入河污染物总量的需求，对下游水环境保护目标无不利影响。

（2）申请排放的废污水量合理性

设计工况下污染物排放量见下表 4.1.10-17 所示。

表 4.1.10-17　年排放量计算一览表

时段	COD	氨氮	总磷	氟化物	总铁	总锰	总镉	总汞	六价铬	总砷	总铅	总镍	总铍	总锌	总铜	硫酸盐
废水排放量：全年废水排放量为 495526.148m^3，折合 49.553 万 m^3/a																
排放浓度	16.02	1.259	0.043	0.48	0.6	0.2	0.002	0.000001	0.000004	0.0001	0.031	0.014	0.0016	0.043	0.002	223.058
年排放量（t/a）	16.02	1.259	0.043	0.480	0.600	0.099	0.001	0.000064	0.000002	0.000005	0.015	0.007	0.001	0.021	0.001	110.531

鸣矣河纳污能力满足入河排污口污染物排放量需求，排放量设置合理。

（3）废水处置方案变更的合理性分析

原环评批复阶段，施工过程中矿区受污染的地下水、废渣堆存区渗滤液、矿坑回填渗滤液经收集后，送渗滤液处理站处理达《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）和《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005)工艺及产品用水较严值后回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉和磷石膏改性生产补充水，不外排，故按“全部回用、不外排”设计。

鉴于项目实施过程中，由于以下几个原因导致废水不能全部回用：

1.改性磷石膏输送管线及回水管线尚未同步修建，处理达标出水暂不具备回用于磷石膏改性生产补充水的管线输送条件；

2.随修复工程推进，渗滤液产生量、受污染地下水抽出量及坑底雨水汇水

量显著增加（工程投入施工、运行后，枯水期（以晴天废水量计）污水处理站接纳废水量为 1129.05m^3/d，处理后排放量为 1129.05m^3/d；丰水期（以雨天废水量计）污水处理站接纳废水量为 1517.064m^3/d，处理后排放量为 1517.064m^3/d；全年废水排放量为 495526.148m^3，折合 49.553 万 m^3），已超出回用消纳能力。

3.是洒水抑尘用水受季节限制，雨季抑尘需求低谷与坑底雨水高峰叠加；

4.是生态修复浇灌容量有限，无法无限消纳。若继续维持全部回用，剩余废水只能长期积存，调节池容积需求随运行年限递增，雨季存在溢流渗漏风险，一旦发生即为未经处理废水直排，环境风险显著增大。

为此，本次重新报批调整为“回用优先、剩余废水处理后达标外排”：可回用部分全部回用于生态修复及生产环节，废渣堆场渗滤液、受污染地下水、矿坑修复区坑底雨水经容积 5000 m^3 调节池均质调节、污水处理站（5000 m^3/d）深度处理达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）IV 类标准后，经规范化排污口排入新河，出口设在线监测设施联网监管。经核算，全年废水排放量为 495526.148m^3，折合 49.553 万 m^3，年外排 COD、氨氮 、总磷分别为 7.938 t/a、0.624t/a、0.021t/a，已纳入排污许可与总量控制；经预测，外排对受纳水体各关心断面影响可接受。本变更系基于水量增长与回用消纳极限作出的风险防控型调整，以稳定达标、可监测、可监管的规范化外排替代废水积存溢流风险，未降低环境保护要求，环境风险总体可控且更优，变更合理。

本变更方案具有充分的合理性与可行性，具体分析如下：

（一）处置方案变更具有客观必要性。改性磷石膏输送及回水管线未修建、施工期废水产生量增大等均为项目实际建设过程中出现的客观情况，导致原设计“全部回用、不外排”方案在工程实施层面无法落地，变更处置去向是保障废水规范化处置的现实要求。

（二）变更后出水水质满足外排要求。污水处理站采用一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+钙矾石深度处理工艺，污水处理站出水满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值（即铁≤

5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L），硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4120m）排入新河，满足外排至受纳水体（新河）的水质条件。经预测，处理后外排水及污染物排放负荷相对受纳河流（鸣矣河）的纳污能力而言占比较低，正常排放情况下对受纳水体水质影响可控。

（三）非正常工况环境影响已纳入防控。针对污水处理站及废水收集、输送设施可能出现的渗漏等非正常工况，已通过本次地下水环境影响预测分析其污染影响范围及程度（详见前述地下水预测章节），并采取防渗、渗漏监测及应急收集等风险防控措施，确保非正常工况下废水不直接进入外环境造成污染。

（四）变更不降低区域水环境保护水平。变更前后废渣堆场渗滤液、受污染地下水、矿坑修复区坑底雨水均经污水处理站处理达标后处置，仅处置去向由场内回用调整为达标外排，处理标准未降低、污染物削减要求未放松；在回用条件受限的现实情况下，达标外排可避免废水在场地内长期滞留或溢流引发的次生环境风险，有利于区域地表水、地下水环境的有效保护。

综上，本项目废水处置方案变更系基于工程建设实际条件的合理调整，变更后废水均实现处理达标后合规处置，不影响区域水环境质量目标，变更方案合理可行。

（三）施工期声环境影响分析

1.施工作业噪声对声环境影响分析

本项目声环境评价工作范围生态修复区边界外 50m 内无声环境保护目标，距离生态修复区最近的声环境目标为修复区外约 1607m 的杨兴庄大村。根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）（试行）》《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021），本评价主要预测和评价建设项目在施工期生态修复区场界噪声贡献值，评价其超标和达标情况。

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）附录 C 典型建设项目噪声影响预测及防治对策措施中 C.5 施工场地噪声预测的要求，本环评施工期声环境影响预测如下：

（1）预测参数

1）工程参数

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）附录 C.5，工程参数要求给出施工场地的范围。根据项目施工工序和生态修复内容，将本项目施工范围划分为 2 块，现有矿坑回填生态修复区和渗滤液及地下水处理站施工区。

2） 声源参数

根据工程特点，确定声源的种类包括固定声源和移动声源。声源参数见表 4.1.10-18 所示。

表 4.1.10-18 主要施工设备源强

主要设备名称		数量	声源源强 dB（A）	声源类型	运行方式	运行时间	移动范围和路径
矿坑回填	汽车	10 台	75	移动	间歇	8h	矿坑回填区
	装载机	8 台	80	移动	间歇	8h	矿坑回填区
	压路机	3 台	75	移动	间歇	8h	矿坑回填区
	挖掘机	3 台	75	移动	间歇	8h	矿坑回填区
覆土植被	覆土运输车俩	10 台	80	移动	间歇	8h	矿坑回填区
	推土机	5 台	75	移动	间歇	8h	矿坑回填区
洒水抑尘	洒水车	1 台	75	移动	间歇	8h	生态修复区
新建渗滤液、污水处理站	水泵	17 台	70	固定	连续	24h	/

3）声传播途径分析

本项目声环境评价范围为 50m，在评价范围内没有声环境保护目标，声波的传播过程通过距离衰减、山体障碍和树林吸收，传播衰减主要为几何发散（A_{div}）、大气吸收（A_{atm}）、地面效应（A_{gr}）、障碍物屏蔽（A_{bar}）、其他多方面效应（A_{misc}）引起的衰减。

（2）预测模型

根据项目声源特征，采用《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）附录 A 户外声传播的衰减模型进行预测，本项目噪声源较多，将声源分为 2 个区，矿坑回填区，渗滤液、地下水处理站，根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021），每一个分区有一定的声功率及指向特性，在每一个分区内以一个代表点的声音所计算的衰减用来表示这一分区的声衰减。

户外声传播衰减包括几何发散（A_{div}）、大气吸收（A_{atm}）、地面效应（A_{gr}）、障碍物屏蔽（A_{bar}）、其他多方面效应（A_{misc}）引起的衰减。 预测模型基本公

式如下：

1）在环境影响评价中，应根据声源声功率级或参考位置处的声压级、户外声传播衰减，计算预测点的声级，按下式计算。

$L_p(r)=L_w+D_C-(A_{div}+A_{atm}+A_{gr}+A_{bar}+A_{misc})$

式中：$L_p(r)$ ——预测点处声压级，dB；

L_w ——由点声源产生的声功率级（A 计权或倍频带），dB；

D_C ——指向性校正，它描述点声源的等效连续声压级与产生声功率级 L_w 的全向点声源在规定方向的声级的偏差程度，dB；

A_{div} ——几何发散引起的衰减，dB；

A_{atm} ——大气吸收引起的衰减，dB；

A_{gr} ——地面效应引起的衰减，dB；

A_{bar} ——障碍物屏蔽引起的衰减，dB；

A_{misc} ——其他多方面效应引起的衰减，dB。

2）衰减项的计算

几何发散引起的衰减（A_{div}）用下式计算：

$$A_{div}=20\lg(r/r_0)$$

式中：A_{div} ——几何发散引起的衰减，dB；

r ——预测点距声源的距离；

r_0——参考位置距声源的距离。

大气吸收引起的衰减（A_{atm}） 用下式计算

$$A_{atm}=\frac{\alpha(r-r_0)}{1000}$$

式中：A_{atm} ——大气吸收引起的衰减，dB；

α——与温度、湿度和声波频率有关的大气吸收衰减系数，预测计算中一般根据建设项目所处区域常年平均气温和湿度选择相应的大气吸收衰减系数（表 4-20）；

r ——预测点距声源的距离；

r_0——参考位置距声源的距离。

表 4.1.10-19　倍频带噪声的大气吸收衰减系数 *α*

温度/℃	相对湿度/%	大气吸收衰减系数 α/(dB/km)							
		倍频带中心频率/Hz							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10	70	0.1	0.4	1.0	1.9	3.7	9.7	32.8	117.0
20	70	0.1	0.3	1.1	2.8	5.0	9.0	22.9	76.6
30	70	0.1	0.3	1.0	3.1	7.4	12.7	23.1	59.3
15	20	0.3	0.6	1.2	2.7	8.2	28.2	28.8	202.0
15	50	0.1	0.5	1.2	2.2	4.2	10.8	36.2	129.0
15	80	0.1	0.3	1.1	2.4	4.1	8.3	23.7	82.8

地面效应引起的衰减（A_{gr}）：

地面类型可分为：a） 坚实地面，包括铺筑过的路面、水面、冰面以及夯实地面；b）疏松地面，包括被草或其他植物覆盖的地面，以及农田等适合于植物生长的地面；c）混合地面，由坚实地面和疏松地面组成。

声波掠过疏松地面传播时，或大部分为疏松地面的混合地面，在预测点仅计算 A 声级前提下，地面效应引起的倍频带衰减可用下式计算。

$$A_{gr}=4.8-\left(\frac{2h_m}{r}\right)\left(17+\frac{300}{r}\right)$$

式中：A_{gr} ——地面效应引起的衰减，dB；

r ——预测点距声源的距离，m；

h_m——传播路径的平均离地高度，m；可按图 4-2 进行计算，$H_m=F/r$ ；F：面积，m^2；若 Agr 计算出负值，则 Agr 可用“0”代替。

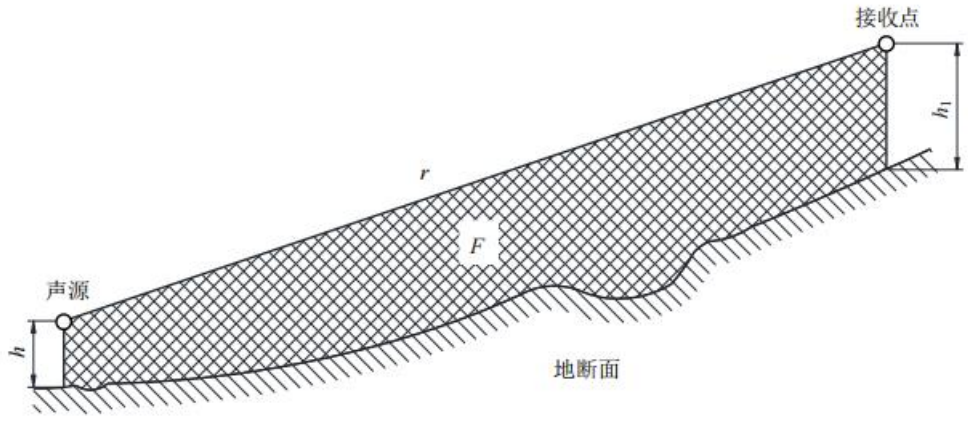


图 4.1.10-4　估计平均高度 hm 的方法

障碍物屏蔽引起的衰减（A_{bar}）：

位于声源和预测点之间的实体障碍物，如围墙、建筑物、土坡或地堑等起声屏障作用，从而引起声能量的较大衰减。在环境影响评价中，可将各种形式

的屏障简化为具有一定高度的薄屏障。

如图 4-3 所示，S、O、P 三点在同一平面内且垂直于地面。

定义 δ＝SO＋OP－SP 为声程差，N＝2 δ/λ 为菲涅尔数，其中 λ 为声波波长。

在噪声预测中，声屏障插入损失的计算方法需要根据实际情况作简化处理。屏障衰减 Abar 在单绕射（即薄屏障）情况，衰减最大取 20 dB；在双绕射（即厚屏障）情况，衰减最大取 25 dB。

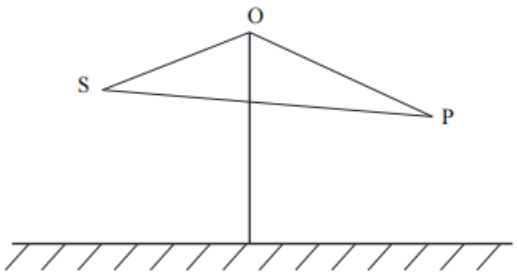


图 4.1.10-5 无限长声屏障示意图

其他方面效应引起的衰减（A_{misc}）：

本项目矿山生态修复项目，噪声源分布在矿山生态修复区内，其他方面效应引起的衰减主要考虑绿化林带的附加衰减，绿化林带的附加衰减与树种、林带结构和密度等因素有关。在声源附近的绿化林带，或在预测点附近的绿化林带，或两者均有的情况都可以使声波衰减。

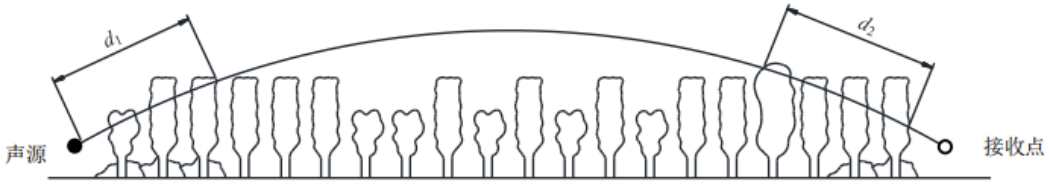


图 4.1.10-6 通过树和灌木时噪声衰减示意图

通过树叶传播造成的噪声衰减随通过树叶传播距离 df 的增长而增加，其中 $d_f = d_1+d_2$，为了计算 d_1 和 d_2，可假设弯曲路径的半径为 5 km。

表 4-21 中的第一行给出了通过总长度为 10 m 到 20 m 之间的乔灌结合郁闭度较高的林带时，由林带引起的衰减；第二行为通过总长度 20 m 到 200 m 之间林带时的衰减系数；当通过林带的路径长度大于 200 m 时，可使用 200 m 的衰减值。

表 4.1.10-20 倍频带噪声通过林带传播时产生的衰减

项目	传播距离 d_f/m	倍频带中心频率/Hz							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
衰减/dB	$10 \leqslant d_f < 20$	0	0	1	1	1	1	2	3
衰减系数/(dB/m)	$20 \leqslant d_f < 200$	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	0.12

（3）预测结果及评价

本项目声环境评价工作范围生态修复区边界外 50m 内无声环境保护目标，距离生态修复区最近的声环境目标为修复区外约 1607m 的杨兴庄大村。项目生态修复施工对保护目标声环境不会造成影响。根据建设项目工程的特点，分别预测固定声源和移动声源对生态修复场界的噪声贡献值，进行叠加后作为最终的噪声贡献值。预测结果见表 4.1.10-21 所示。

表 4.1.10-21　施工噪声预测结果与达标分析表

预测方位	最大值点空间相对位置/m			时段	贡献值（dB(A)）	标准限值（dB(A)）	达标情况
	X	Y	Z				
东侧	447.8	-138.8	1.2	昼间	55.6	70	达标
	447.8	-138.8	1.2	夜间	55.6	55	达标
南侧	-564.2	-564.4	1.2	昼间	28.1	70	达标
	-564.2	-564.4	1.2	夜间	28.1	55	达标
西侧	-832.5	-517.3	1.2	昼间	31	70	达标
	-832.5	-517.3	1.2	夜间	31	55	达标
北侧	-285.2	289.1	1.2	昼间	17.5	70	达标
	-285.2	289.1	1.2	夜间	17.5	55	达标
备注：表中坐标以生态修复区界中心（102.289283,24.692689）为坐标原点，正东向为 X 轴正方向，正北向为 Y 轴正方向							

根据预测结果：项目施工场界噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2025）中表 1 规定的排放限值。

2.物料运输对声环境影响分析

项目回填修复区改性磷石膏填充材料采用密闭车辆输送；覆土植被耕植土运输过程中，会对沿线村庄噪声造成一定的影响。

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）合理安排施工时间，夜间不进行施工和车辆运输作业；

（3）加强对施工场地的噪声管理，文明施工，做好区内交通组织，施工物料运输车辆路过村庄等敏感目标时时应低速、禁鸣。

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

（四）施工期固体废物环境影响分析

1.生活垃圾

项目施工人员均为当地人，施工高峰期人员约 30 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 15kg/d。施工期生活垃圾集中收集后，定期清运至环卫部门指定地点，交由安宁市八街街道办事处环卫部门处置。

2.污水处理站污泥

矿坑回填期间，污泥产生量约 1000t/a，项目生产过程中产生的污泥经板框压滤机脱水处理后，经密闭车辆运输至污泥临时暂存区，污泥替代石灰用于磷石膏改性，改性磷石膏回填于露天采区矿坑，不外排。

2026 年 5 月 27 日，委托云南鼎祺检测有限公司对污泥替代石灰用于磷石膏改性后的磷石膏改性小试试验样品进行检测。检测结果如下：

表 4.1.10-22 污泥替代石灰用于磷石膏改性后的磷石膏改性小试试验样品检测结果

接样日期	2026 年 05 月 27 日									GB8978-1996 最高允许排放浓度	达标情况
来样标识	第三天 C1	第五天 C1	第三天 C2	第五天 C2	第三天 C3	第五天 C3	第七天 C1	第七天 C2	第七天 C3		
样品编号 / 检测指标	AGF2026055 77-001	AGF2026055 7- 002	AGF2026055 7- 003	AGF2026055 7- 004	AGF2026055 7- 005	AGF2026055 7- 006	AGF2026055 7- 007	AGF2026055 7- 008	AGF2026055 7- 009		
氟化物（mg/L）	4.85	4.99	3.96	4.83	2.32	2.37	4.97	3.15	2.86	≤10	达标
六价铬（mg/L）	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.5	达标
镉（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤0.1	达标
总铬（mg/L）	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	≤1.5	达标
铅（mg/L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	≤1.0	达标

）											
镍（mg/L）	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	≤1.0	达标
锌（mg/L）	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	≤2.0	达标
铍（mg/L）	5×10^{-4}	1×10^{-4}	1×10^{-4}	1×10^{-4}	1×10^{-4}	1×10^{-4} L	1×10^{-4} L	1×10^{-4} L	1×10^{-4} L	≤0.005	达标
汞（mg/L）	3.56×10^{-3}	4.65×10^{-3}	4.60×10^{-3}	2.85×10^{-3}	1.29×10^{-3}	1.49×10^{-3}	1.21×10^{-3}	1.60×10^{-3}	1.16×10^{-3}	≤0.05	达标
砷（mg/L）	0.0104	8.14×10^{-3}	7.20×10^{-3}	6.67×10-3	6.44×10^{-3}	7.32×10^{-3}	4.74×10^{-3}	4.94×10^{-3}	5.21×10^{-3}	≤0.5	达标
pH 值（腐蚀性）（无量纲）	6.22	6.34	6.40	6.29	6.17	6.33	6.28	6.23	6.19	6-9	达标
*烷基汞 甲基汞（ng/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	不得检出	达标
*烷基汞 乙基汞（ng/L）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	不得检出	达标
*银	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤0.5	达标
氨氮（mg/L）	0.535	0.310	0.332	0.130	0.435	0.334	0.270	0.085	0.705	≤15	达标
化学需氧量（mg/L）	31	21	23	18	28	26	20	16	35	≤100	达标
磷酸盐（mg/L）	0.02	0.27	0.28	0.23	2.25	2.12	0.02	0.36	1.92	≤0.5	达标

由表可知，磷石膏改性小试试验样品采用水平振荡法制备出的浸出液，经检测 pH 值未超过《危险废物鉴别标准腐蚀性鉴别》（GB5085.1-2007）中的标准限值要求。

2026 年 06 月 22 日-23 日，委托云南鼎祺检测有限公司对污泥替代石灰用于磷石膏改性后的磷石膏改性中试试验样品进行检测。检测结果如下：

表 4.1.10-23 污泥替代石灰用于磷石膏改性后的磷石膏改性中试试验样品检测结果

接样日期	2026 年 06 月 22 日		2026 年 06 月 23 日			GB8978-1996 标准限值	达标情况
来样标识	ZS001	ZS002	ZS003	ZS004	ZS005		
检测指标	AGF20260656	AGF202606563-00	AGF202606563-00	AGF202606563-00	AGF202606563-00		

	3-001	2	3	4	5		
腐蚀性（pH 值）（无量纲）	6.98	6.98	7.03	7.05	7.13	6-9	达标
氟化物（mg/L）	4.73	5.18	5.42	5.65	5.03	≤10	达标
六价铬（mg/L）	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.005	≤0.5	达标
汞（mg/L）	9.82×10^{-3}	5.81×10^{-3}	5.92×10^{-3}	0.0100	5.42×10^{-3}	≤0.05	达标
砷（mg/L）	0.412	0.408	0.238	0.450	0.291	≤0.5	达标
镉（mg/L）	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤0.1	达标
铬（mg/L）	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	≤1.5	达标
铅（mg/L）	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	≤1.0	达标
镍（mg/L）	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	≤1.0	达标
铍（mg/L）	5×10^{-4}	1.2×10^{-3}	1.9×10^{-3}	1.3×10^{-3}	1.8×10^{-3}	≤0.005	达标
锌（mg/L）	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	≤2.0	达标
*银（mg/L）	2.9×10^{-3}L	2.9×10^{-3}L	2.9×10^{-3}L	2.9×10^{-3}L	2.9×10^{-3}L	≤0.5	达标

由表4.1.6-20可知，磷石膏改性中试试验样品采用水平振荡法制备出的浸出液，经检测pH值未超过《危险废物鉴别标准腐蚀性鉴别》（GB5085.1-2007）中的标准限值要求。

2026 年 7 月 9 日，建设单位委托云南华测检测有限公司对污泥替代石灰用于磷石膏改性后的改性磷石膏（易门箐污泥协同磷石膏无害化样品）进行检测。

表 4.1.10-24 污泥替代石灰用于磷石膏改性后的改性磷石膏（易门箐污泥协同磷石膏无害化样品）监测结果（水平震荡法）

日期	2026 年 7 月 9 日			GB8978-1996 标准限值	**达标情况**
采样标识 / **检测指标**	易门箐污泥协同磷石膏无害化样品 1	易门箐污泥协同磷石膏无害化样品 2	易门箐污泥协同磷石膏无害化样品 3		
pH 值（腐蚀性）（无量纲）	8.18	8.04	8.03	6-9	达标
氟化物（mg/L）	6.20	5.46	4.46	≤10	达标
六价铬（mg/L）	ND	ND	ND	≤0.5	达标
镉（mg/L）	ND	ND	ND	≤0.1	达标
总铬（mg/L）	ND	ND	ND	≤1.5	达标
铅（mg/L）	ND	ND	ND	≤1.0	达标
镍（mg/L）	ND	ND	ND	≤1.0	达标
锌（mg/L）	ND	0.01	0.02	≤2.0	达标
铍（mg/L）	ND	ND	ND	≤0.005	达标
汞（mg/L）	0.00006	0.00017	ND	≤0.05	达标

砷（mg/L）		ND	ND	ND	≤0.5	达标
*银（mg/L）		ND	ND	ND	≤0.5	达标
*烷基汞	甲基汞（ng/L）	ND	ND	ND	不得检出	达标
	乙基汞（ng/L）	ND	ND	ND	不得检出	达标
硫酸盐（以 P 计）		ND	0.01	0.01	≤0.5	达标

由表4.1.6-21可知，易门箐污泥协同磷石膏无害化样品采用水平振荡法制备出的浸出液，经检测pH值未超过《危险废物鉴别标准腐蚀性鉴别》（GB5085.1-2007）中的标准限值要求。

综上，安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程污水处理站污泥替代石灰用于磷石膏改性后的样品不属于危险废物，属于一般工业固体废物。

（五）施工期地下水环境影响分析

项目后期实施过程，改性磷石膏回填渗滤液、废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水输送不及时或回填区底部防渗层破损，则渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水下渗会对地下水环境产生影响，本次对非正常情况地下水环境影响进行预测。

1）非正常情形

根据项目特点，项目可能存在的非正常情形如下：

①由于工程质量问题或施工过程中操作不当造成回填场底层防渗层、收集池防渗层发生破损，改性磷石膏回填渗滤液、废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水下渗对周边的地下水环境产生污染。

②改性磷石膏回填渗滤液、废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水收集输送不及时，导致收集池、调节池等漫流下渗进入地下水，对地下水环境产生污染。

2）预测模型

根据《环境影响评价技术导则　地下水环境》（HJ610-2016）要求，项目地下水的污染特性选用“一维半无限长多孔介质柱体，一端为定浓度边界”，公式如下。

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

$$D_L=a_L\times u$$

式中：x—距注入点的距离，m；

t—时间，d；

C(x,t)—t 时刻点 x 处的示踪剂浓度，g/L；

C_0—注入示踪剂浓度，g/L；

u—水流速度，m/d；

D_L—纵向弥散系数，m^2/d；

Erfc（）—余误差数函数；

a_L—纵向弥散度，m。

3）参数设置

①预测因子及注入的污染物浓度

本项目为矿山环境污染综合治理及生态修复项目，通过采取环评提出措施处理后，可有效减少进入地下水环境的污染物量，对改善区域地下水环境具有积极的作用。正常情况下，落实各项防渗措施后，改性磷石膏回填渗滤液、废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水不会对地下水环境产生影响。

本次评价假定防渗层由于老化、腐蚀等原因出现破裂后，会导致废渣堆存区渗滤液收集池、矿区受污染的地下水收集池、矿坑修复区坑底雨水收集池、改性磷石膏回填渗滤液收集池持续泄漏进入地下水系统中，并且下渗进入含水层，对其造成影响。非正常工况条件下污染物的泄漏概化为瞬时点源泄漏。考虑最大不利影响即忽略包气带的吸附作用，泄漏废水直接进入地下含水层系统。

预测非正常状况下污染物在地下水中运移过程，并进一步分析污染物影响范围。污染物预测源强浓度取现状监测结果均值：

A 改性磷石膏回填渗滤液预测因子

表 4.1.10-25 改性磷石膏回填渗滤液 特征污染因子预测因子及源强

情景设置	污染源	污染物	浓度（mg/L）	时间（d）	环境质量标准
非正常工况	改性磷石膏回填渗滤液收集	氟化物	9.24	6	1mg/L（GB/T14848-2017）
		总磷	0.05	6	0.2mg/L(GB3838-2002)
		氨氮	239	6	1.5mg/L（GB3838-2002）

	池、新建渗滤液处理站	铁	0.015	6	0.3mg/L（GB/T14848-2017）
		锰	0.13	6	0.1mg/L（GB/T14848-2017）
		硫酸盐	41	6	250mg/L（GB/T14848-2017）
		溶解性总固体	7700	6	10000mg/L（GB/T14848-2017）

B.废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水预测因子

表 4.1.10-26　废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水预测因子及源强

情景设置	污染源	污染物	浓度（mg/L）	时间（a）	超标标准
非正常工况	调节池、污水处理站	氟化物	3.996mg/L	6	1mg/L(GB/T25499-2010)
		总磷	0.118mg/L	6	0.2mg/L(GB3838-2002)
		硫酸盐	7435.26mg/L	6	250mg/L(GB/T14848-2017)
		锰	324.159mg/L	6	0.1mg/L(GB/T14848-2017)
		铁	1818.07mg/L	6	0.3mg/L(GB/T14848-2017)
		镉	0.082mg/L	6	0.005mg/L(GB/T14848-2017)
		镍	14.068mg/L	6	0.02mg/L(GB/T14848-2017)
		锌	18.123mg/L	6	1mg/L(GB/T14848-2017)
		铅	0.39mg/L	6	0.01mg/L(GB/T14848-2017)
		氨氮	256.863mg/L	6	1.5mg/L（GB3838-2002）

②预测参数设置

根据项目本项目岩土工程勘查报告，区域水文地质资料及水文地质参数的经验取值，模型参数取值见表 4.1.10-27。

表 4.1.10-27　溶质运移模型参数表

参数	取值	备注（数据来源）
渗透系数	8.64×10^{-3}m/d	云南省安宁市易门箐铁矿矿山水文地质调查报告
地下水流速度	0.023m/d	
纵向弥散系数	0.23m^2/d	
横向弥散系数	0.023m^2/d	
有效孔隙度	0.03	

4）预测结果分析及评价

根据模拟结果，受地形和排泄基准面易门箐水库控制，非正常运行状况污染物下渗进入地下水系统后主要由项目区向东南侧迁移。

在非正常工况条件下发生泄漏后，污染物进入地下水中随着地下水向下游方向发生运动，地下水流受地形影响较大，整体由西北方向向东南方向流动。据预测结果可知，当污染物泄漏后地下水中污染物在短时间内浓度增加，在地下水水流作用下污染不断向周边扩散，污染物主要向地下水下游方向运移。随

着时间的增加，污染的范围不断扩大。

当渗滤液收集池在非正常工况条件下发生泄漏后，渗滤液进入地下水中随着地下水向下游方向发生运动。据预测结果可知，当污染物泄漏后地下水中污染物在短时间内浓度增加，在地下水水流作用下污染不断向周边扩散，污染物主要向地下水下游方向运移。随着时间的增加，污染的范围不断扩大。

A.各污染物预测结果

①氟化物预测结果

根据预测模型和源强，当发生防渗层发生破损时，地下水中氟化物浓度变化预测结果见表 4.1.10-28，氟化物浓度变化曲线图见图 4.1.10-7。

表 4.1.10-28 地下水中氟化物浓度变化预测结果

距离（m）	氟化物（mg/L）						
	100 天	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年
0	9.24	9.24	9.24	9.24	9.24	9.24	9.24
10	1.297	4.0680	5.4079	6.0606	6.4642	6.7451	6.9551
20	0.030	1.1339	2.5418	3.4452	4.0680	4.5278	4.8844
30	0.000	0.1903	0.9388	1.6754	2.2825	2.7764	3.1837
40	0	0.0187	0.2684	0.6903	1.1339	1.5470	1.9180
50	0	0.0011	0.0588	0.2392	0.4961	0.7799	1.0643
60	0	0	0.0098	0.0694	0.1903	0.3546	0.5424
70	0	0	0.0012	0.0168	0.0639	0.1450	0.2534
80	0	0	0.0001	0.0034	0.0187	0.0532	0.1083
90	0	0	0	0.0006	0.0048	0.0175	0.0423
100	0	0	0	0.0001	0.0011	0.0052	0.0151
110	0	0	0	0	0.0002	0.0014	0.0049
120	0	0	0	0	0	0.0003	0.0014
130	0	0	0	0	0	0.0001	0.0004
140	0	0	0	0	0	0	0.0001
150	0	0	0	0	0	0	0

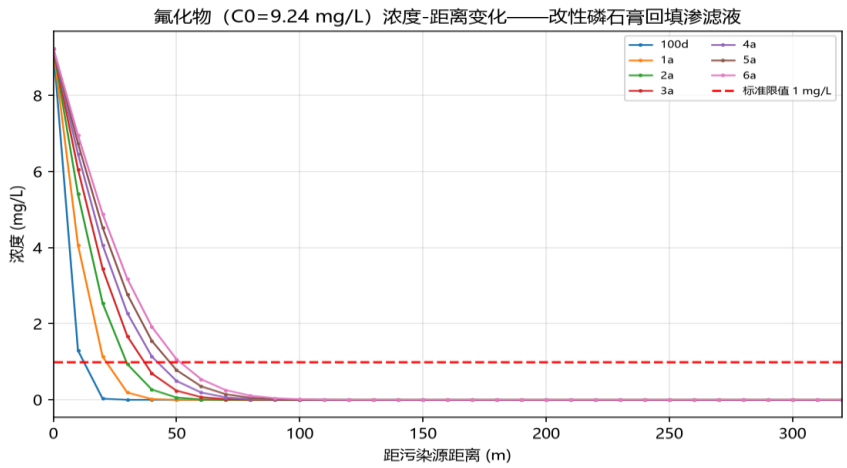


图 4.1.10-7 氟化物变化曲线图

②总磷预测结果

根据预测模型和源强，当发生防渗层发生破损时，地下水中总磷浓度变化预测结果见表 4.1.10-29，总磷浓度变化曲线图见图 4.1.10-8。

表 4.1.10-29 地下水中总磷浓度变化预测结果

距离（m）	总磷（mg/L）						
	100 天	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年
0	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118
10	0.0166	0.0520	0.0691	0.0774	0.0826	0.0861	0.0888
20	0.0004	0.0145	0.0325	0.0440	0.0520	0.0578	0.0624
30	0	0.0024	0.0120	0.0214	0.0291	0.0355	0.0407
40	0	0.0002	0.0034	0.0088	0.0145	0.0198	0.0245
50	0	0	0.0008	0.0031	0.0063	0.0100	0.0136
60	0	0	0.0001	0.0009	0.0024	0.0045	0.0069
70	0	0	0	0.0002	0.0008	0.0019	0.0032
80	0	0	0	0	0.0002	0.0007	0.0014
90	0	0	0	0	0.0001	0.0002	0.0005
100	0	0	0	0	0	0.0001	0.0002
110	0	0	0	0	0	0	0.0001
120	0	0	0	0	0	0	0

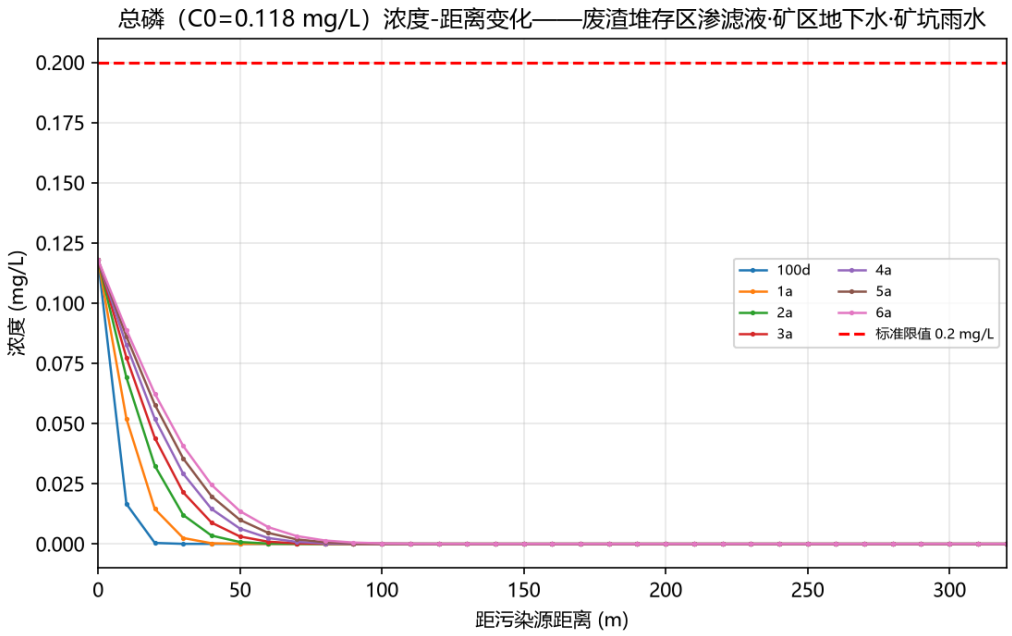


图 4.1.10-8　总磷变化曲线图

③氨氮预测结果

根据预测模型和源强，当发生防渗层发生破损时，地下水中氨氮浓度变化预测结果见表 4.1.10-30，浓度变化曲线图见图 4.1.10-9。

表 4.1.10-3　地下水中氨氮浓度变化预测结果

距离（m）	氨氮（mg/L）						
	100 天	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年
0	256.863	256.863	256.863	256.863	256.863	256.863	256.863
10	36.0555	113.0877	150.3335	168.4788	179.6989	187.5081	193.3441
20	0.81930	31.5200	70.6606	95.7730	113.0877	125.8690	135.7805
30	0.00250	5.2913	26.0986	46.5742	63.4501	77.1820	88.5049
40	0	0.5194	7.4615	19.1889	31.5200	43.0040	53.3188
50	0	0.0293	1.6341	6.6505	13.7898	21.6806	29.5861
60	0	0.0009	0.2721	1.9287	5.2913	9.8574	15.0795
70	0	0	0.0343	0.4662	1.7751	4.0313	7.0438
80	0	0	0.0033	0.0936	0.5194	1.4798	3.0100
90	0	0	0.0002	0.0156	0.1323	0.4867	1.1750
100	0	0	0	0.0021	0.0293	0.1433	0.4185
110	0	0	0	0.0002	0.0056	0.0377	0.1358
120	0	0	0	0	0.0009	0.0089	0.0402
130	0	0	0	0	0.0001	0.0019	0.0108
140	0	0	0	0	0	0.0003	0.0026
150	0	0	0	0	0	0.0001	0.0006
160	0	0	0	0	0	0	0.0001
170	0	0	0	0	0	0	0

180	0	0	0	0	0	0	0

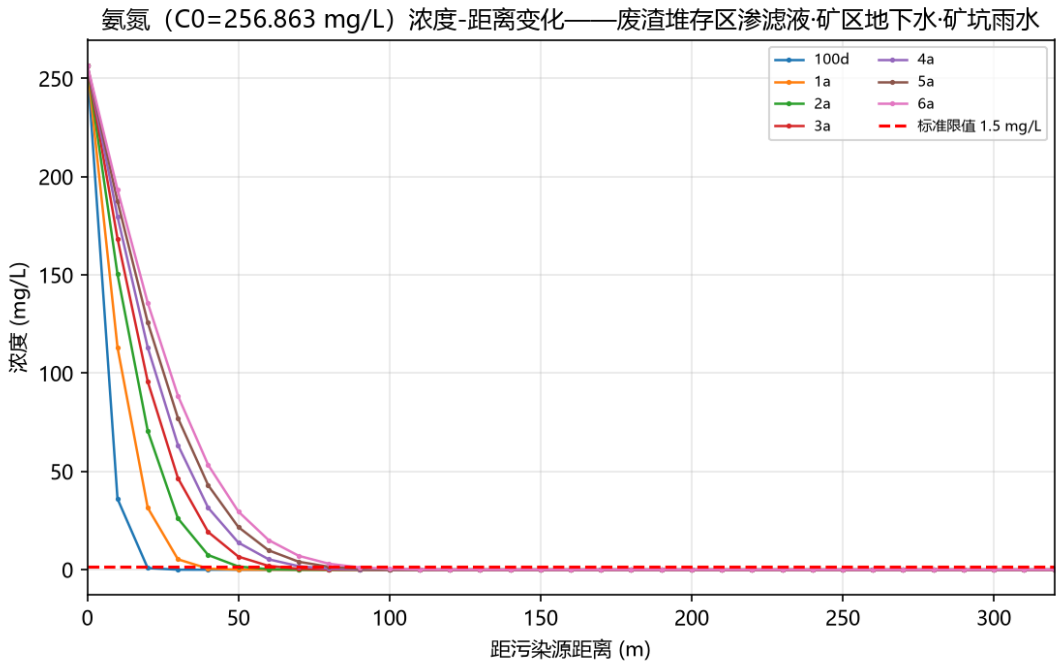


图 4.1.10-9　氨氮变化曲线图

④铁预测结果

根据预测模型和源强，当发生防渗层发生破损时，地下水中铁浓度变化预测结果见表 4.1.10-28，变化曲线图见图 4.1.10-10。

表 4.1.10-44 地下水中铁浓度变化预测结果

距离（m）	铁（mg/L）						
	100 天	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年
0	1818.07	1818.07	1818.07	1818.07	1818.07	1818.07	1818.07
10	255.2001	800.4319	1064.0568	1192.4890	1271.9046	1327.1775	1368.4848
20	5.7991	223.0976	500.1340	677.8786	800.4319	890.8975	961.0511
30	0.0177	37.4519	184.7252	329.6511	449.0983	546.2920	626.4353
40	0	3.6761	52.8121	135.8187	223.0976	304.3809	377.3891
50	0	0.2072	11.5659	47.0720	97.6039	153.4550	209.4097
60	0	0.0066	1.9262	13.6509	37.4519	69.7707	106.7325
70	0	0.0001	0.2427	3.2994	12.5643	28.5333	49.8562
80	0	0	0.0230	0.6627	3.6761	10.4739	21.3048
90	0	0	0.0016	0.1103	0.9362	3.4452	8.3164
100	0	0	0.0001	0.0152	0.2072	1.0141	2.9619
110	0	0	0	0.0017	0.0398	0.2668	0.9615
120	0	0	0	0.0002	0.0066	0.0627	0.2842
130	0	0	0	0	0.0010	0.0131	0.0765
140	0	0	0	0	0.0001	0.0025	0.0187

150	0	0	0	0	0	0.0004	0.0042
160	0	0	0	0	0	0.0001	0.0008
170	0	0	0	0	0	0	0.0002
180	0	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0	0
200	0	0	0	0	0	0	0

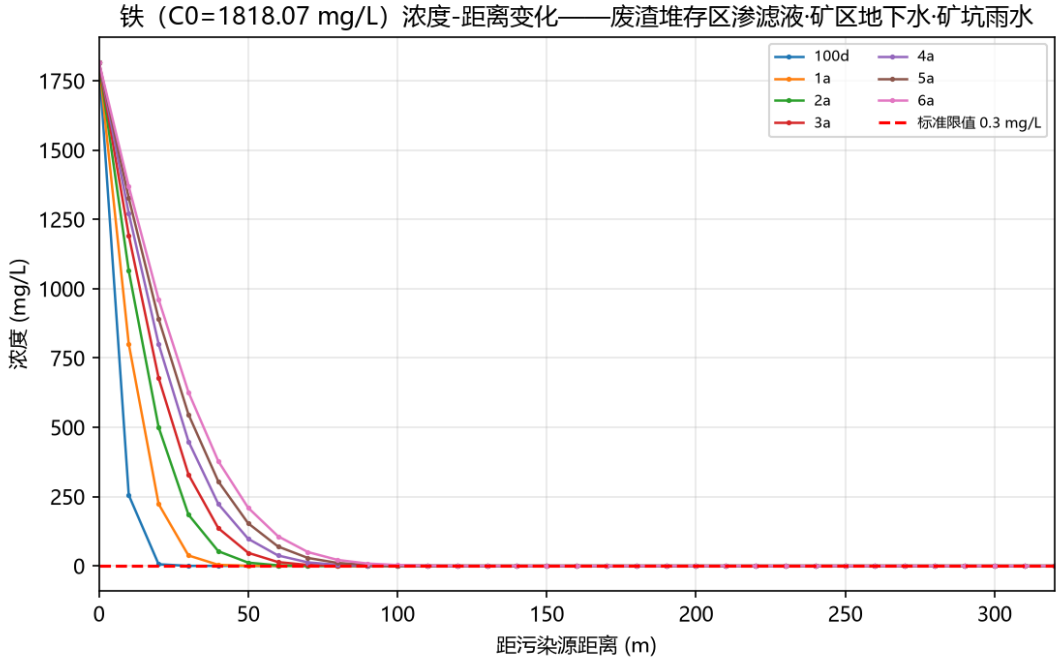


图 4.1.10-10 铁变化曲线图

⑤锰预测结果

根据预测模型和源强，当发生防渗层发生破损时，地下水中锰浓度变化预测结果见表 4.1.10-29，变化曲线图见图 4.1.10-11。

表 4.1.10-29 地下水中锰浓度变化预测结果

距离（m）	锰（mg/L）						
	100 天	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年
0	324.159	324.159	324.159	324.159	324.159	324.159	324.159
10	45.5018	142.7157	189.7196	212.6189	226.7786	236.6336	243.9987
20	1.0340	39.7779	89.1731	120.8647	142.7157	158.8456	171.3539
30	0.0032	6.6776	32.9362	58.7763	80.0735	97.4030	111.6924
40	0	0.6554	9.4163	24.2163	39.7779	54.2706	67.2879
50	0	0.0369	2.0622	8.3929	17.4026	27.3608	37.3374
60	0	0.0012	0.3434	2.4339	6.6776	12.4400	19.0302
70	0	0	0.0433	0.5883	2.2402	5.0874	8.8893
80	0	0	0.0041	0.1182	0.6554	1.8675	3.7986
90	0	0	0.0003	0.0197	0.1669	0.6143	1.4828

100	0	0	0	0.0027	0.0369	0.1808	0.5281
110	0	0	0	0.0003	0.0071	0.0476	0.1714
120	0	0	0	0	0.0012	0.0112	0.0507
130	0	0	0	0	0.0002	0.0023	0.0136
140	0	0	0	0	0	0.0004	0.0033
150	0	0	0	0	0	0.0001	0.0007
160	0	0	0	0	0	0	0.0002
170	0	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0	0
200	0	0	0	0	0	0	0

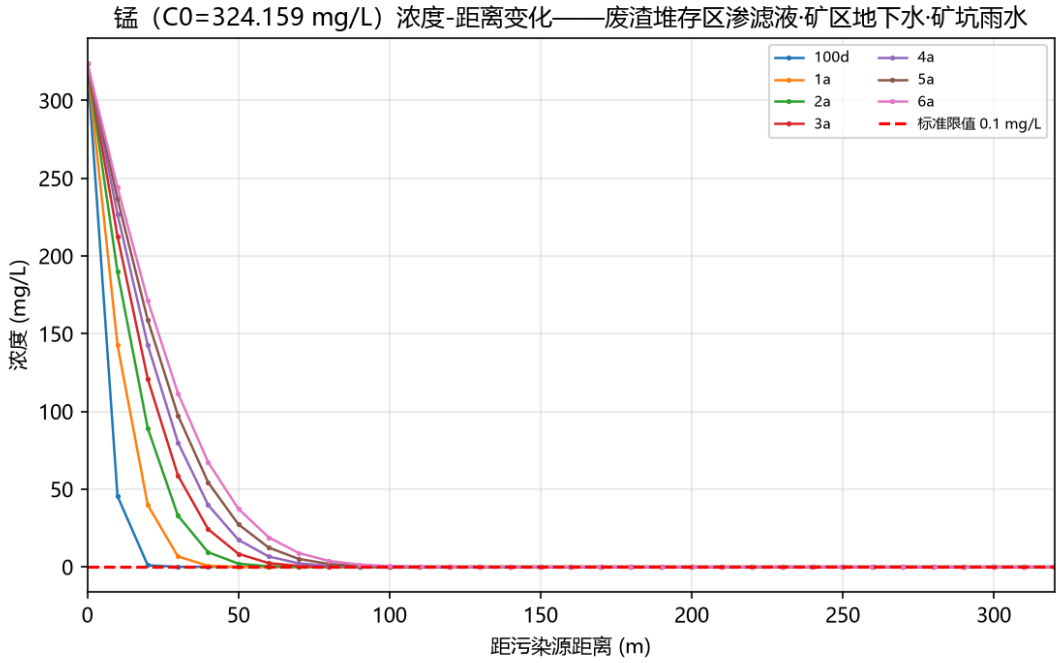


图 4.1.10-11　锰变化曲线图

⑥硫酸盐预测结果

根据预测模型和源强，当发生防渗层发生破损时，地下水中硫酸盐浓度变化预测结果见表 4.1.10-30，变化曲线图见图 4.1.10-12。

表 4.1.10-30　地下水中硫酸盐浓度变化预测结果

距离（m）	硫酸盐（mg/L）						
	100 天	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年
0	7435.26	7435.26	7435.26	7435.26	7435.26	7435.26	7435.26
10	1043.6775	3273.4818	4351.6142	4876.8562	5201.6377	5427.6840	5596.6163
20	23.7162	912.3898	2045.3702	2772.2826	3273.4818	3643.4541	3930.3573
30	0.0723	153.1651	755.4602	1348.1557	1836.6525	2234.1402	2561.8976
40	0	15.0339	215.9826	555.4501	912.3898	1244.8098	1543.3873

50	0	0.8474	47.3003	192.5076	399.1651	627.5764	856.4111
60	0	0.0271	7.8773	55.8275	153.1651	285.3375	436.4979
70	0	0.0005	0.9924	13.4936	51.3835	116.6910	203.8941
80	0	0	0.0942	2.7101	15.0339	42.8344	87.1292
90	0	0	0.0067	0.4512	3.8288	14.0895	34.0110
100	0	0	0.0004	0.0622	0.8474	4.1472	12.1129
110	0	0	0	0.0071	0.1628	1.0912	3.9321
120	0	0	0	0.0007	0.0271	0.2564	1.1625
130	0	0	0	0.0001	0.0039	0.0538	0.3128
140	0	0	0	0	0.0005	0.0101	0.0765
150	0	0	0	0	0.0001	0.0017	0.0170
160	0	0	0	0	0	0.0002	0.0034
170	0	0	0	0	0	0	0.0006
180	0	0	0	0	0	0	0.0001
190	0	0	0	0	0	0	0
200	0	0	0	0	0	0	0

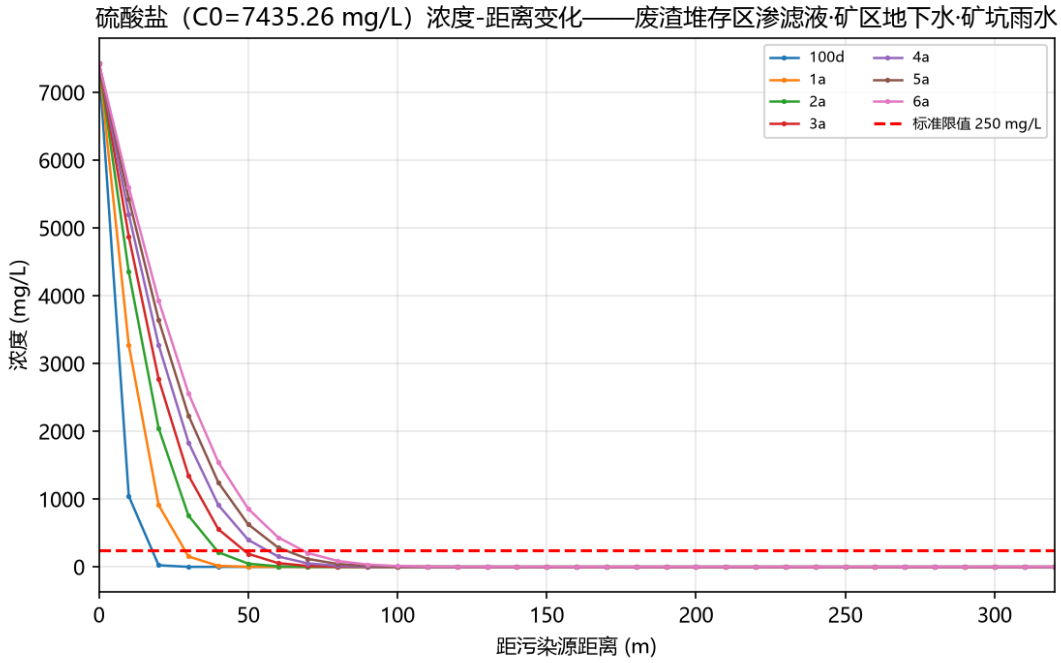


图 4.1.10-12　硫酸盐变化曲线图

⑦溶解性总固体预测结果

根据预测模型和源强，当发生防渗层发生破损时，地下水中溶解性总固体浓度变化预测结果见表 4.1.10-31，变化曲线图见图 4.1.10-13。

表 4.1.10-31 地下水中溶解性总固体浓度变化预测结果

距离（m）	溶解性总固体（mg/L）						
	100 天	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年

0	7700	7700	7700	7700	7700	7700	7700
10	1080.8387	3390.0374	4506.5578	5050.5017	5386.8473	5620.9422	5795.8895
20	24.5607	944.8764	2118.1977	2870.9926	3390.0374	3773.1830	4070.3017
30	0.0749	158.6187	782.3592	1396.1582	1902.0483	2313.6890	2653.1166
40	0	15.5692	223.6729	575.2275	944.8764	1289.1325	1598.3411
50	0	0.8776	48.9845	199.3621	413.3777	649.9219	886.9044
60	0	0.0281	8.1578	57.8153	158.6187	295.4973	452.0399
70	0	0.0005	1.0278	13.9740	53.2131	120.8459	211.1539
80	0	0	0.0976	2.8066	15.5692	44.3596	90.2315
90	0	0	0.0070	0.4673	3.9651	14.5912	35.2220
100	0	0	0.0004	0.0644	0.8776	4.2949	12.5442
110	0	0	0	0.0073	0.1686	1.1300	4.0721
120	0	0	0	0.0007	0.0281	0.2655	1.2038
130	0	0	0	0.0001	0.0041	0.0557	0.3239
140	0	0	0	0	0.0005	0.0104	0.0793
150	0	0	0	0	0.0001	0.0017	0.0176
160	0	0	0	0	0	0.0003	0.0036
170	0	0	0	0	0	0	0.0007
180	0	0	0	0	0	0	0.0001
190	0	0	0	0	0	0	0
200	0	0	0	0	0	0	0

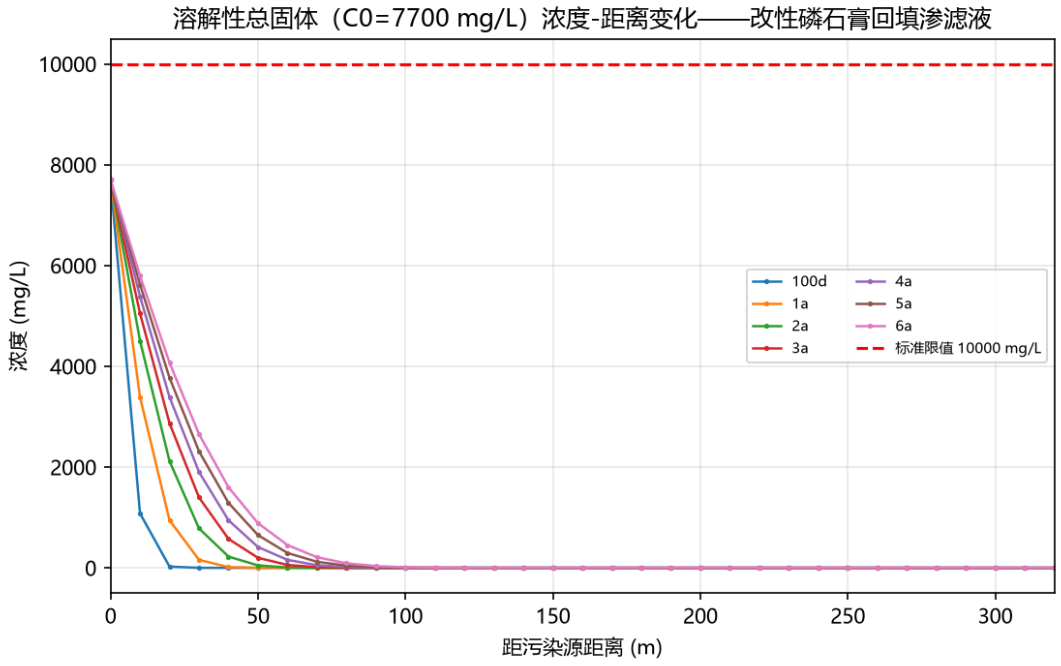


图 4.1.10-13　溶解性总固体变化曲线图

⑧镉预测结果

根据预测模型和源强，当发生防渗层发生破损时，地下水中镉浓度变化预

测结果见表 4.1.10-32，变化曲线图见图 4.1.10-15。

表 4.1.10-32 地下水中镉浓度变化预测结果

距离（m）	镉（mg/L）						
	100 天	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年
0	0.0820	0.0820	0.0820	0.0820	0.0820	0.0820	0.0820
10	0.0115	0.0361	0.0480	0.0538	0.0574	0.0599	0.0617
20	0.0003	0.0101	0.0226	0.0306	0.0361	0.0402	0.0433
30	0	0.0017	0.0083	0.0149	0.0203	0.0246	0.0283
40	0	0.0002	0.0024	0.0061	0.0101	0.0137	0.0170
50	0	0	0.0005	0.0021	0.0044	0.0069	0.0094
60	0	0	0.0001	0.0006	0.0017	0.0031	0.0048
70	0	0	0	0.0001	0.0006	0.0013	0.0022
80	0	0	0	0	0.0002	0.0005	0.0010
90	0	0	0	0	0	0.0002	0.0004
100	0	0	0	0	0	0	0.0001
110	0	0	0	0	0	0	0
120	0	0	0	0	0	0	0
130	0	0	0	0	0	0	0
140	0	0	0	0	0	0	0

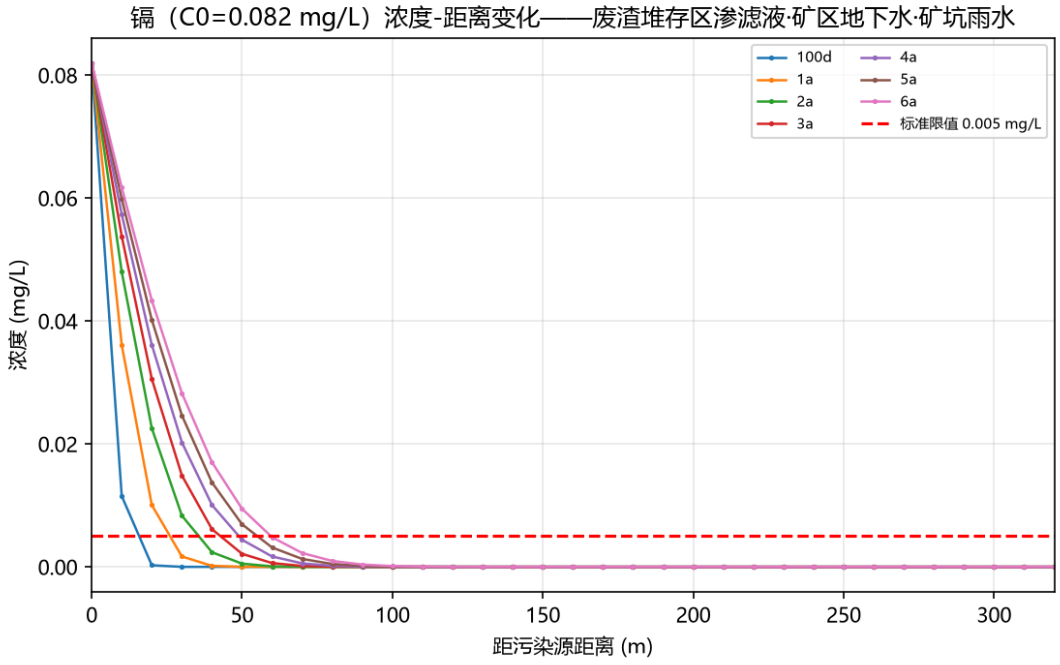


图 4.1.10-15 镉变化曲线图

⑨镍预测结果

根据预测模型和源强，当发生防渗层发生破损时，地下水中镍浓度变化预测结果见表 4.1.10-33，变化曲线图见图 4.1.10-16。

表 4.1.10-33　地下水中镍浓度变化预测结果

距离（m）	镍（mg/L）						
	100 天	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年
0	14.068	14.068	14.068	14.068	14.068	14.068	14.068
10	1.9747	6.1936	8.2335	9.2273	9.8418	10.2695	10.5892
20	0.0449	1.7263	3.8700	5.2453	6.1936	6.8937	7.4365
30	0.0001	0.2898	1.4294	2.5508	3.4751	4.2271	4.8473
40	0	0.0284	0.4087	1.0509	1.7263	2.3553	2.9202
50	0	0.0016	0.0895	0.3642	0.7552	1.1874	1.6204
60	0	0.0001	0.0149	0.1056	0.2898	0.5399	0.8259
70	0	0	0.0019	0.0255	0.0972	0.2208	0.3858
80	0	0	0.0002	0.0051	0.0284	0.0810	0.1649
90	0	0	0	0.0009	0.0072	0.0267	0.0644
100	0	0	0	0.0001	0.0016	0.0078	0.0229
110	0	0	0	0	0.0003	0.0021	0.0074
120	0	0	0	0	0.0001	0.0005	0.0022
130	0	0	0	0	0	0.0001	0.0006
140	0	0	0	0	0	0	0.0001
150	0	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0	0
200	0	0	0	0	0	0	0

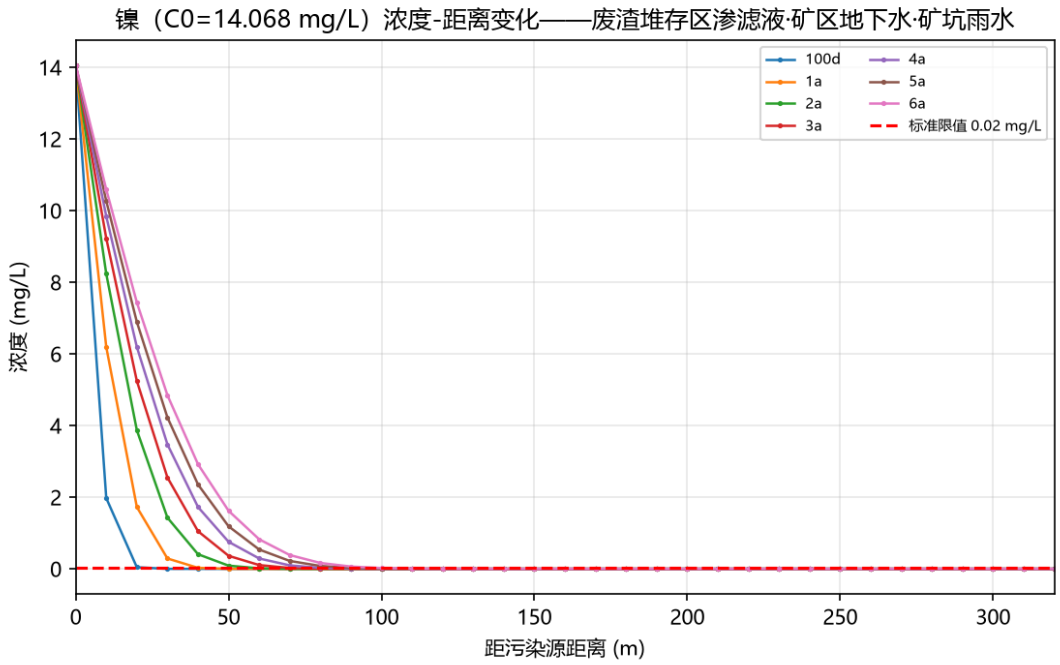


图 4.1.10-16　镍变化曲线图

⑩锌预测结果

根据预测模型和源强，当发生防渗层发生破损时，地下水中锌浓度变化预测结果见表 4.1.10-34，变化曲线图见图 4.1.10-15。

表 4.1.10-34 地下水中锌浓度变化预测结果

距离（m）	锌（mg/L）						
	100 天	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年
0	18.123	18.123	18.123	18.123	18.123	18.123	18.123
10	2.5439	7.9789	10.6068	11.8870	12.6787	13.2297	13.6414
20	0.0578	2.2239	4.9855	6.7573	7.9789	8.8807	9.5800
30	0.0002	0.3733	1.8414	3.2860	4.4767	5.4456	6.2445
40	0	0.0366	0.5264	1.3539	2.2239	3.0341	3.7619
50	0	0.0021	0.1153	0.4692	0.9729	1.5297	2.0875
60	0	0.0001	0.0192	0.1361	0.3733	0.6955	1.0639
70	0	0	0.0024	0.0329	0.1252	0.2844	0.4970
80	0	0	0.0002	0.0066	0.0366	0.1044	0.2124
90	0	0	0	0.0011	0.0093	0.0343	0.0829
100	0	0	0	0.0002	0.0021	0.0101	0.0295
110	0	0	0	0	0.0004	0.0027	0.0096
120	0	0	0	0	0.0001	0.0006	0.0028
130	0	0	0	0	0	0.0001	0.0008
140	0	0	0	0	0	0	0.0002
150	0	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0	0

170	0	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0	0

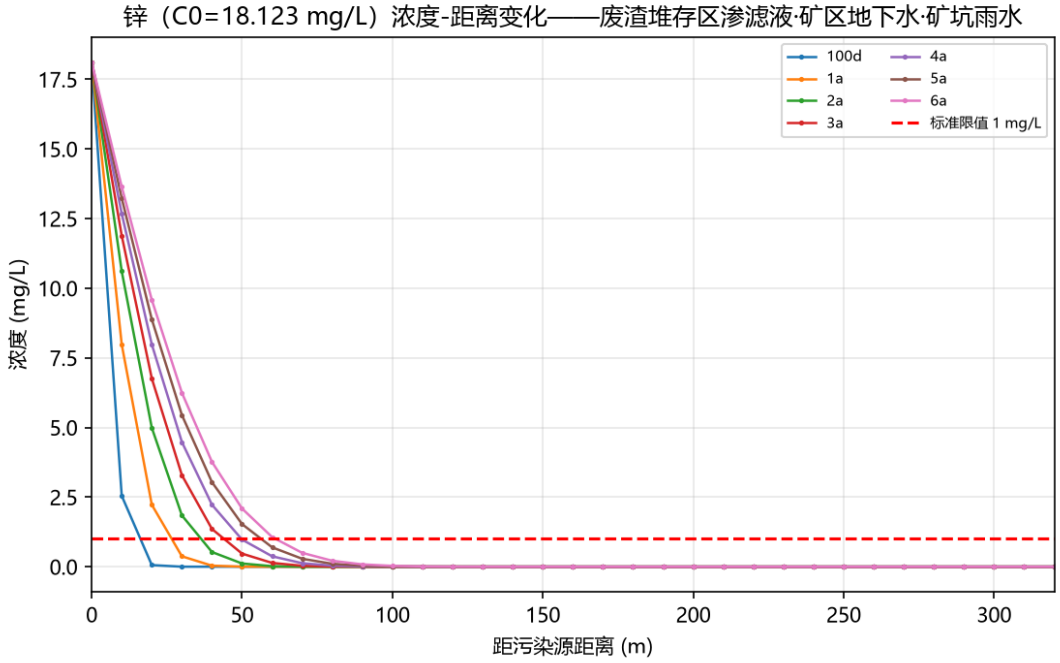


图 4.1.10-15 锌变化曲线图

（11）铅预测结果

根据预测模型和源强，当发生防渗层发生破损时，地下水中铅浓度变化预测结果见表 4.1.10-35，变化曲线图见图 4.1.10-16。

表 4.1.10-35 地下水中铅浓度变化预测结果

距离（m）	铅（mg/L）						
	100 天	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年
0	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
10	0.0547	0.1717	0.2283	0.2558	0.2728	0.2847	0.2936
20	0.0012	0.0479	0.1073	0.1454	0.1717	0.1911	0.2062
30	0	0.0080	0.0396	0.0707	0.0963	0.1172	0.1344
40	0	0.0008	0.0113	0.0291	0.0479	0.0653	0.0810
50	0	0	0.0025	0.0101	0.0209	0.0329	0.0449
60	0	0	0.0004	0.0029	0.0080	0.0150	0.0229
70	0	0	0.0001	0.0007	0.0027	0.0061	0.0107
80	0	0	0	0.0001	0.0008	0.0022	0.0046
90	0	0	0	0	0.0002	0.0007	0.0018
100	0	0	0	0	0	0.0002	0.0006
110	0	0	0	0	0	0.0001	0.0002
120	0	0	0	0	0	0	0.0001
130	0	0	0	0	0	0	0

140	0	0	0	0	0	0	0

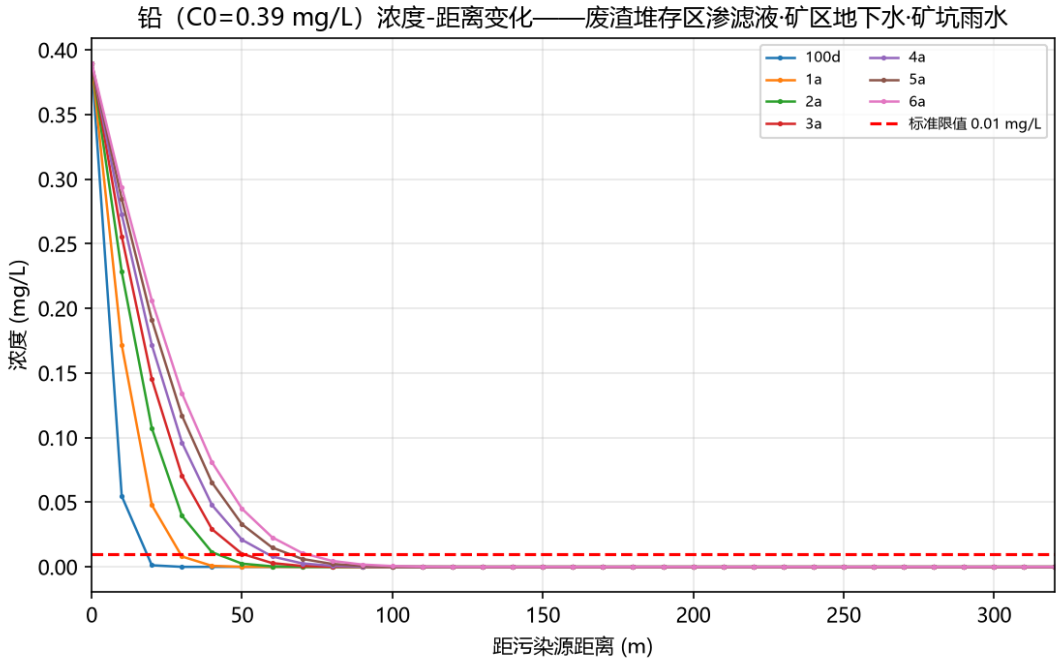


图 4.1.10-16　铅变化曲线图

B. 超标范围预测结果汇总

根据预测模型计算各污染物在不同预测时段的地下水中浓度，以预测浓度超过对应环境质量标准限值判定为超标.

表 4.1.10-36 各污染物超标范围（距污染源最大影响距离，m）

污染源	污染物	源强(mg/L)	标准(mg/L)	100d	1a	2a	3a	4a	5a	6a
改性磷石膏回填渗滤液	氟化物	9.24	1.0	**11**	**21**	**29**	**36**	**42**	**47**	**51**
	总磷	0.05	0.2	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标
	氨氮	239.0	1.5	**19**	**35**	**50**	**61**	**71**	**79**	**87**
	铁	0.015	0.3	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标
	锰	0.13	0.1	**2**	**4**	**5**	**7**	**8**	**9**	**9**
	硫酸盐	41.0	250.0	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标
	溶解性总固体	7700.0	10000.0	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标
废渣堆存区渗滤液、	氟化物	3.996	1.0	8	15	21	26	30	33	36
	总磷	0.118	0.2	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标

矿区地下水、矿坑雨水	硫酸盐	7435.26	250.0	**14**	**28**	**39**	**48**	**55**	**62**	**67**
	锰	324.159	0.1	**24**	**47**	**66**	**81**	**94**	**105**	**115**
	铁	1818.07	0.3	**26**	**49**	**69**	**85**	**98**	**109**	**120**
	镉	0.082	0.005	**13**	**24**	**34**	**42**	**49**	**54**	**59**
	镍	14.068	0.02	**22**	**41**	**58**	**72**	**83**	**92**	**101**
	锌	18.123	1.0	**13**	**25**	**35**	**43**	**50**	**56**	**61**
	铅	0.39	0.01	**15**	**29**	**41**	**50**	**58**	**65**	**71**
	氨氮	256.863	1.5	**19**	**36**	**51**	**62**	**71**	**80**	**87**

各污染物超标范围随预测时间的变化趋势见下图。

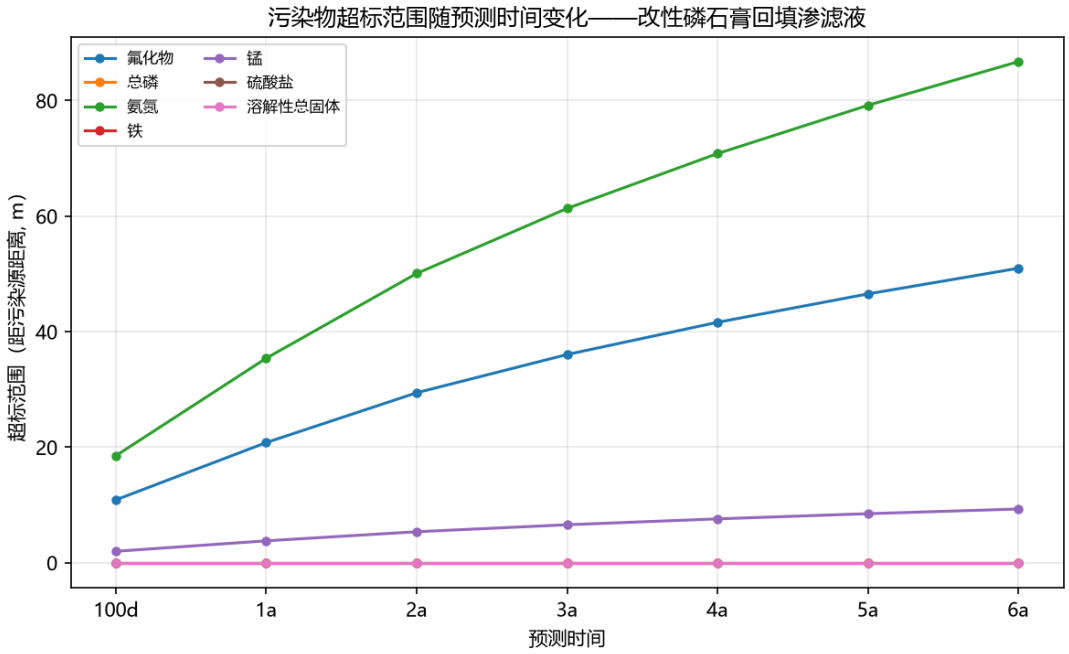


图 4.1.10-17 改性磷石膏回填渗滤液污染物超标范围随预测时间变化

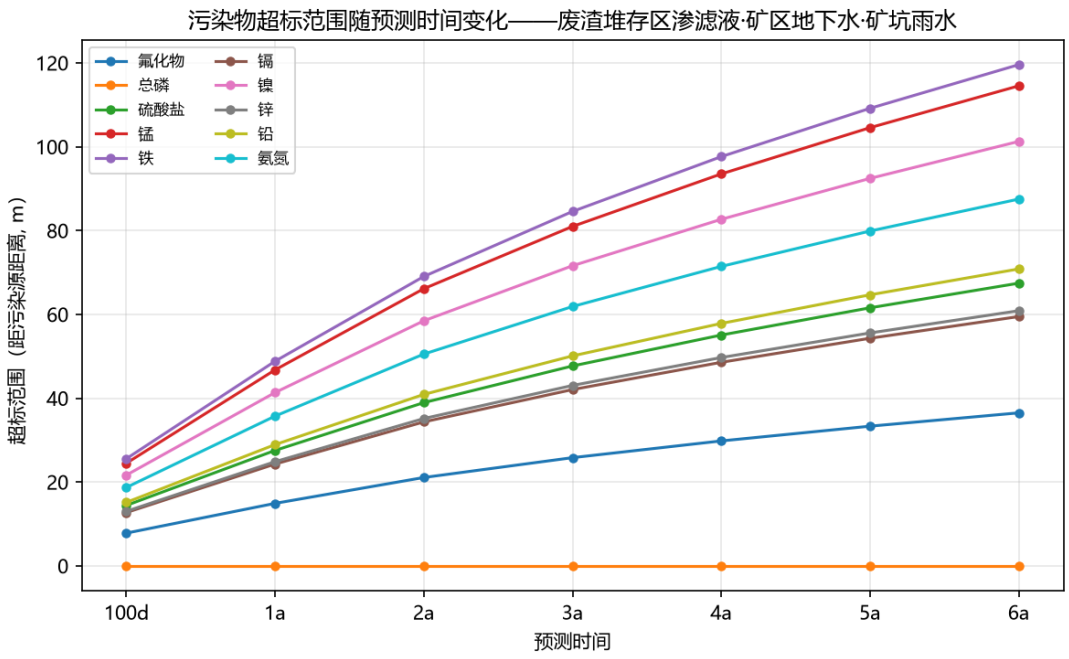


图 4.1.10-18 废渣堆存区渗滤液、矿区地下水、矿坑雨水污染物超标范围随预测时间变化

C. 预测结果分析

①超标因子识别与影响距离

预测结果表明，6 年（2190 天）时各超标污染物影响范围如下：

改性磷石膏回填渗滤液：氨氮影响最远约 87m，氟化物约 51m，锰约 9m（临界微超）；总磷、铁、硫酸盐、溶解性总固体源强低于标准，全程不超标。

废渣堆存区渗滤液、矿区地下水、矿坑雨水污染物：铁影响最远约 120m，锰约 115m，镍约 101m，氨氮约 87m，铅约 71m，硫酸盐约 67m，锌约 61m，镉约 59m，氟化物约 36m；总磷源强低于标准，全程不超标。

②时间扩散规律

所有超标污染物的影响范围均随预测时间推移单调增大：从 100 天至 6 年，污染羽持续向下游扩散、浓度影响范围不断扩大。以超标最严重的废渣组铁为例，100 天时影响范围约 26m，至 6 年时扩大至约 120m，增幅显著。

③结论与风险提示

非正常工况下，废渣堆存区渗滤液等源强中重金属（铁、锰、镍、镉、锌、铅）和氨氮、硫酸盐超标程度大、影响距离远，是本次地下水环境影响的主要风险因子，应作为重点防控对象。

改性磷石膏回填渗滤液中氨氮、氟化物超标影响相对有限，但氨氮源强高

（239mg/L）、影响距离达 87m，仍需重视。

各污染物超标影响范围在预测年限（6 年）内均未超过 320m 预测范围；但因采用忽略吸附、降解的最大不利情景，实际影响可能小于预测值。建议严格落实防渗层、收集池的防渗与渗漏监测措施，防止非正常工况泄漏事故发生。

5）地下水污染防治措施

A、源头控制

①落实废渣堆场顶部防渗、止水帷幕、渗滤液导排和地下水导排措施，将废渣堆场渗滤液、受污染地下水收集处理后回用，不外排；

②对每批次回填改性磷石膏按照 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）采样要求进行采样分析；

③改性后磷石膏回填物料必须满足生态环境部 2025 年 7 月 1 日起实施的《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）要求和 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）要求，即用于露天矿山生态修复的改性磷石膏应满足 GB 18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求，且有机物含量超过 5%的改性磷石膏不应用于矿山生态修复；

④最好改性后磷石膏回填台账记录，记录改性磷石膏回填量、改性磷石膏的成分分析结果等。

B、过程控制

①矿坑回填区域底部和边坡防渗措施

在矿坑底部设置 HDPE 防渗膜，通过设置人工防渗系统将矿坑场地基底及岸坡与回填料完全隔离，以达到防渗要求。

设计对矿坑底部污泥及废渣首先进行固化稳定化，然后对底部场地整平压实、边坡清理分台平整，清除尖锐石块和碎屑杂物，铺设一层垫层（考虑采用 0.75m 厚压实粘土）后铺设两布一膜（400g/㎡长丝无纺土工布+1.5mmHDPE 单糙面土工膜+400g/㎡长丝无纺土工布）防渗层，粘土垫层下设地下水导排盲沟，膜上设渗滤液导排盲沟，导排盲沟采用倒梯形（底宽 1m，高 1m，顶宽 2m），土工布包裹碎石回填，碎石内设置 HDPE 排渗管（DN200 穿孔管，上半圆开孔），导排盲沟外接地下水收集池和渗滤液收集池。

矿坑回填区底部防渗层结构从上往下依次为：回填生态修复填料；渗滤液导排盲沟；400g/ m^2 无纺长丝土工布；1.5mmHDPE 防渗膜；400g/ m2 无纺长丝土工布；0.75m 压实粘土衬层（渗透系数 1×10-7cm/s）；地下水导排盲沟；平整压实基础层（底泥固化稳定化层），并满足 GB/T 17643 和 CJ/T234-2006 规定的技术指标要求。

②矿坑回填区域顶部防渗措施

矿坑回填完成，对矿坑回填体顶部做表层防渗处理，以阻隔场内表层雨水渗入堆体，减少渗滤液的产生。

矿坑回填拟采用无害化处理后的改性磷石膏作为回填材料，表层防渗层结构参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）II 类处置场封场结构，设置阻隔层、雨水导排层、覆盖土层。

③渗滤液收集池防渗措施

渗滤液收集井池及四周均采用 15mm 厚的混合砂浆保护层、顶面为 120mm 厚钢筋混凝土盖，和矿坑进行整体防渗，首先铺设 200g/m^2 加密土工布；再在上部铺设 2.0mm 厚的双糙面 HEPD 土工膜防渗。

C、**末端监管**

①防渗漏监控

按照 II 类场要求，设置防渗漏监控系统，监控防渗衬层的完整性。

②防渗工程施工期监理

开展施工期监理，重点对防渗工程质量、防渗漏监控系统设置情况、渗滤液导排、收集池建设情况等进行监理，并形成监理报告，作为项目验收的依据。加强施工及运营过程中对防渗层的保护，防止回填施工破坏防渗层。

③加强过程监管和跟踪评估

按照 2024 年的 8 月 8 日起实施《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）的要求开展全过程监管和跟踪评估工作。

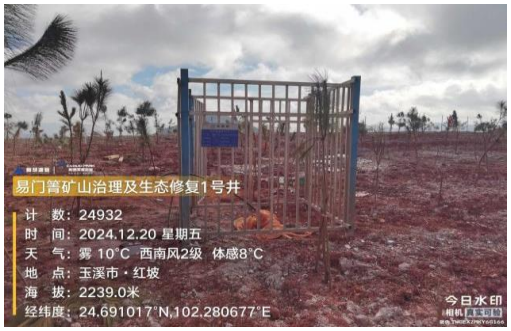
建立地下水环境监控体系，包括建立地下水污染监控制度和环境管理体系，以便及时发现问题，及时采取预防措施。根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）、2024 年的 8 月 8 日起实施《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）的要求：修复区上游设

置 1 个对照井，下游设置≥1 个跟踪监测点，在可能出现污染扩散区域设置≥1 个扩散监测，结合项目实际水文地质调查情况，项目设置 5 个地下水跟踪监测井。同时对回填区地下水导排收集井中的地下水进行跟踪监测。根据 2024 年的 8 月 8 日起实施《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）的要求，结合项目特征，监测因子为：pH、氟化物、总磷、硫酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐、氯化物、铜、铅、锌、镉、砷、汞、铁、锰。监测频次：地下水每年在丰、枯水期各监测 1 次。如监测结果出现异常，应及时进行重新监测，间隔时间不得超过 1 个月。

表 4.1.10-39　地下水跟踪监测井设置情况

监测功能		基本因子		备注
		监测项目	监测频率	
JC1	上游，背景参照	pH、氟化物、总磷、硫酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐、氯化物、铜、铅、锌、镉、砷、汞、铁、锰、硒、铬等	丰水期和枯水期各 1 次（监测结果出现异常，应及时进行重新监测，间隔时间不得超过 1 个月）	监测井尽量利用原水文地质调查监测井，无法利用的新建
JC2	污染监控点			
JC3	污染监控点			
JC4	污染监控点			
JC5	下游扩散井			
地下水导排收集池				

地下水建设信息见表 4.1.10-16。

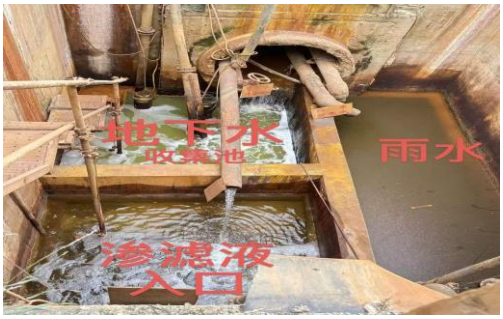


1#地下水监测井

2#地下水监测井

3#地下水监测井

4#地下水监测井

	
5#地下水监测井	地下水导排收集池

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

6）小结

本项目为矿山环境污染综合治理及生态修复项目，通过对现有渣场渗滤液、生态修复区受污染地下水等环境污染问题进行综合治理后，可有效减少进入地下水环境的污染物量，对改善区域地下水环境具有积极的作用。正常情况下，落实各项防渗措施后，回填渗滤液、受污染地下水、矿坑修复区坑底雨水不会对地下水环境产生影响。

当发生非正常情况时，渗滤液下渗对地下水环境会有一定影响，项目实施过程中主要从源头防控、过程控制、末端监管方面落实环评和设计提出的防渗措施，并按照 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）的相关要求，做好全过程环境监管、跟踪监测和评估工作，项目对地下水环境的影响可控。

（六）施工期土壤环境影响分析

1.影响途径

项目为矿山生态修复，对土壤主要影响途径为：

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

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

2.土壤影响分析

（1）渗滤液收集池采用混凝土浇灌，池底及四周均采用 15mm 厚的混合砂浆保护层，定期检查发现开裂及时修复，渗滤液及时抽排至应急池。正常情况下，回填区域渗滤液泄漏的几率很低。环评要求回填的改性磷石膏需达到回填要求后方可运至回填区回填，不得回填不合格的生态修复材料，确保所有批次改性磷石膏属于第I类一般工业固体废物且满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值。在施工过程中严格按照回填方案进行施工，做好渗滤液收集池防渗，将渗滤液收集于渗滤液收集池内，经渗滤液处理站处理满足《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）和《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T 19923-2005）工艺及产品用水较严值后，回用于生态修复区绿化灌溉和改性磷石膏生产补充水。在采取以上措施后，渗滤液对土壤环境的影响不大。

（2）根据改性后磷石膏污染物含量分析报告，改性磷石膏污染物含量满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）筛选值的要求，修复区土地利用规划性质农用地和林地，项目建设对修复区土壤环境影响不大。

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

3.土壤环境保护措施

（1）渗滤液收集池为混凝土浇灌地埋形式，池底及四周均采用 15mm 厚的混合砂浆保护层、顶面为 120mm 厚钢筋混凝土盖，池底和四周首先铺设 200g/m²加密土工布；再在上部铺设 2.0mm 厚的双糙面 HEPD 土工膜防渗，渗透系数≤1.0×10^{-7}cm/s。

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

（3）矿山修复材料应满足回填要求后方可运至回填区回填，不得回填不

	合格的改性磷石膏。按照固废属性鉴别规范，对每批次改性磷石膏进行属性鉴别，确保所有批次改性磷石膏符合生态环境部 2025 年 7 月 1 日起实施的《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）要求和 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）要求，改性磷石膏污染物成分满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）筛选值。 （4）在施工过程中严格按照回填方案进行施工，渗滤液收集于渗滤液收集池内，经处理达标后回用于生态修复区洒水抑尘、绿化灌溉和改性磷石膏生产补充水，避免渗滤液漫流，进入土壤环境。 （5）对每批次绿化覆土成分进行监测，确保覆土污染物含量低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值。 （6）落实洒水抑尘等施工扬尘控制措施，减少回填无害化处理后的改性磷石膏泼洒，沉降进入土壤环境，减缓对土壤环境的影响。 **（七）施工期环境风险影响分析** 改性磷石膏回填过程不涉及危险化学品的生产、使用和贮存，项目不涉及《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B 所列风险物质。项目运行至今，未发生突发环境事件，完成改性磷石膏回填后，落实突发环境事件应急预案中相关风险控制措施，环境风险可接受。 **（八）施工期生态影响分析** 后续施工过程中加强对施工人员的管理，严格控制占地范围，不新增占地，杜绝乱砍滥伐野生植物；严格控制施工作业面；采取水土保持工程措施；严禁非法猎捕鸟类、兽类等野生动物；施工结束后，进行覆土，栽种植被。对生态环境影响较小。
运营期生态环	**4.2 运营期生态环境影响分析** 项目为矿山生态修复，运营期生态环境影响主要表现为工程实施对生态环境的改善，项目运营期主要工作内容为绿化养护和补植等内容；以及渗滤液处理站噪声和污泥处置对环境的影响。 **4.2.1 项目实施生态环境效益**

境影响分析	本项目运营期坚持“系统治理、源头治理、综合治理”的原则，基于易门箐良好的水文地质条件，矿区污染防治采取矿区全面污染源防控和污染扩散控制的污染源原位管控方案，具体为采矿废石堆场削坡、分台整形后表面覆膜防水，堆场周边截排水防洪；矿坑区域采用周边截排水、底泥固化、地下水导排控制、底部防渗、渗滤液收集导排、矿坑回填磷石膏生态修复材料反压固化边坡、顶部防渗；污染扩散控制采用废石堆存区及矿坑渗滤液收集、沟谷孔隙水层止水帷幕、污染地下水收集、渗滤液及污染地下水处置等工程；通过矿区污染源综合治理后，能够有效控制环境污染风险，改善下游环境质量。 本项目生态修复采用生态重建措施，基于区域国土生态空间规划农业空间的定位，在开展在污染源源头控制工程实施过程中，协同实施地质安全隐患治理、地貌重塑、土壤重构等生态修复措施，将易门箐矿区恢复成园地、林地，可实现恢复土地的综合利用，实现生态修复面积 102.68hm^2（1540.26 亩），恢复园地 85.27hm^2（1279.07 亩）、恢复乔木林地 11.20hm^2（167.93 亩）、恢复灌木林地 6.96hm^2（104.39 亩）。 根据设计方案：根据不同立地条件，针对各修复区场地特征设计与其相适宜的造林模式，选择适生树种进行灌草分层种植，形成稳定的植物群落结构，对提升矿区内生物多样性具有明显的效益。穴植红叶石楠+穴植火棘+穴播车桑子，林下均匀混合撒播狗牙根+三叶草+ 苜蓿草籽；5 排单种灌木条带状小班混交（即纵向 5m 依次混交），灌木株行距 1 ×1m，车桑子 18.75kg/hm²（5g/穴），狗牙根 15kg/hm²、三叶草 30kg/hm²、苜蓿 30kg/hm²。物种选择乡土物种，不会导致外来物种的入侵，破环区域生物多样性。 通过环境污染综合治理及生态修复项目进行综合治理，可消除治理区内矿山环境污染风险、地质灾害危害、改善地形地貌景观，充分挖掘废弃矿地土地利用价值，极大地提升矿区林草植被覆盖率和增加生物多样性，遏制水土流失、有效消减污染源负荷，使矿山生态环境得到持续有效的修复，保护并促进周边水质改善，项目区环境污染综合治理及生态修复工程实施后，可控制项目区环境污染风险，明显增加修复区地表植被覆盖率及空间植被多样性，利于保护和逐步恢复矿区及周围的自然生态环境，有效的防止水土流失，将基本消除矿山开采带来的各类环境问题，并有效提高土地资源综合利用效率。综上，本项目

的实施能够有效的解决区域环境污染及生态修复问题，具有明显的环境效益。

4.2.2 运营期水环境影响分析

根据实施方案，现有废渣堆场区和矿坑回填区均采取了顶部隔水防渗措施，正常情况下无渗滤液产生；项目恢复区域覆土、绿化工作结束后，运营期废水处理对象为受污染地下水，处理水量以 849.585m^3/d，310098.683m^3/a 计，矿区受污染的地下水通过顶管工艺打通，采用管道导排至地下水收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3）；收集的矿区受污染的地下水通过水泵提升至容积为 5000m^3 的调节池；再通过水泵提升至已建设污水处理站（1 个，设计处理规模 5000 m^3/d，工艺：一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+钙矾石深度处理）进行处理（出口设置在线监测设施）；污水处理站出水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 1 中 IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L）；硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4120m）排入新河。

因此，运营期对水环境影响不大。

4.2.3 运营期声环境影响分析

（1）声源调查

项目恢复区域覆土、绿化工作结束后，噪声源主要为渗滤液处理站和地下水处理站水泵噪声，噪声源为固定声源。

表 4.2.3-1 主要施工设备源强

主要设备名称	数量	声源源强 dB（A）	声源类型	运行方式	运行时间
水泵	17 台	70	固定	连续	24 小时

（2）预测模型

根据项目建设内容及《环境影响评价技术导则—声环境》（HJ2.4-2021）的要求，项目环评采用的模型为《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4.2021）附录 A（规范性附录）户外声传播的衰减和附录 B（规范性附录）中“B.1 工业噪声预测计算模型”。

（3）预测参数

1）源强参数

项目在生产过程中产生的噪声主要源自渗滤液处理站水泵等，噪声声级70dB（A）。项目产生噪声的噪声源强调查清单见表 4.2.3-2 所示。

表 4.2.3-2　工业企业噪声源强调查清单（室外声源）

序号	声源名称	空间相对位置/m			声源源强（任选一种）		声源控制措施	运行时段
		X	Y	Z	（声压级/距声源距离）/（dB(A)/m）	声功率级/dB(A)		
1	渗滤液处理站、地下水处理站-水泵，17 台	521.2	-59.4	1.2	1	70（等效后：80.0)	基础减振	24 小时
备注：坐标以渗滤液处理站场界中心（102.289283,24.692689）为坐标原点，正东向为 X 轴正方向，正北向为 Y 轴正方向								

2）基础数据

项目噪声环境影响预测基础数据见表 4. 2. 3-3 所示。

表 4.2.3-3　项目噪声环境影响预测基础数据表

序号	名称	单位	数据	备注
1	年平均风速	m/s	2	
2	主导风向	/	东北风	
3	年平均气温	℃	20	
4	年平均相对湿度	%	50	
5	大气压强	atm	1	

声源和预测点间的地形、高差、障碍物、树林、灌木等的分布情况以及地面覆盖情况（如草地、水面、水泥地面、土质地面等）根据现场踏勘、项目总平图等，并结合卫星图片地理信息数据确定，数据精度为 10m。

（4）预测结果及评价

通过预测模型计算，项目渗滤液处理站厂界噪声预测结果与达标分析见表 4.2.3-4。声环境影响预测等值线见图 4.2.3-1。

表 4.2.3-4　厂界噪声预测结果与达标分析表

预测方位	最大值点空间相对位置/m			时段	贡献值（dB(A)）	标准限值（dB(A)）	达标情况
	X	Y	Z				
东侧	540	-90	1.2	昼间	34.3	60	达标
	540	-90	1.2	夜间	34.3	50	达标
南侧	-650.8	-652.2	1.2	昼间	0	60	达标
	-650.8	-652.2	1.2	夜间	0	50	达标
西侧	-702.4	-686.3	1.2	昼间	0	60	达标
	-702.4	-686.3	1.2	夜间	0	50	达标

北侧	-285.2	289.1	1.2	昼间	0	60	达标
	-285.2	289.1	1.2	夜间	0	50	达标
备注：表中坐标以渗滤液处理站场界中心（102.289283,24.692689）为坐标原点，正东向为 X 轴正方向，正北向为 Y 轴正方向							

由上表可知，渗滤液处理站和污水处理站场界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348.2008) 2 类标准。

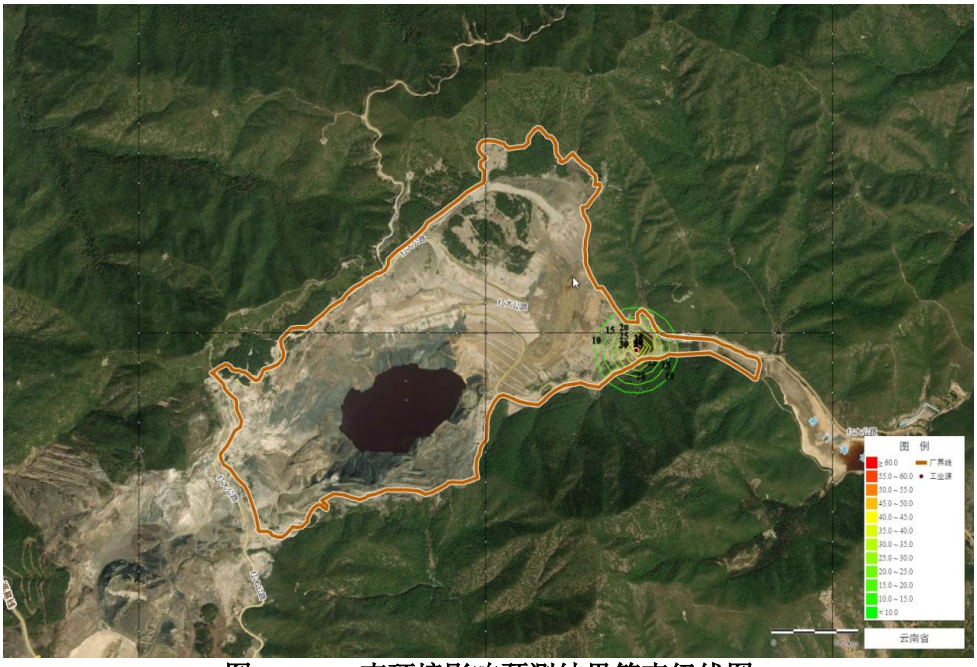


图4.2.3-1　声环境影响预测结果等声级线图

距离生态修复区最近的声环境目标为修复区外约 1607m 的杨兴庄大村，经距离衰减，渗滤液处理站和污水处理站噪声对保护目标声环境不会造成影响。

4.2.4 固废处置环境影响分析

项目恢复区域覆土、绿化工作结束后，运营期固废主要为渗滤液处理站污泥和管理人员生活垃圾。

矿坑回填结束后，污水处理站污泥产生量约 500t/a，主要成分为硫酸钙等中和渣及铁、锰等元素，污泥回填至矿坑，渗滤液处理站污泥应满足 GB18599 中界定的第 I 类一般工业固体废物的要求。确保渗滤液处理站污泥得到有效处置，对环境影响不大。

渗滤液处理站、污水处理站管理维护人员 3 人，生活垃圾产生量约以每人每天 0.5kg 计，施工人员产生的生活垃圾约 15kg/d。施工期生活垃圾集中收集后，定期清运至环卫部门指定地点，交由环卫部门处置。生活垃圾处置对环境影响不大。

选址选线环境合理性分析

4.3 选址选线环境合理性分析

本项目为矿山环境污染综合治理及生态修复项目，项目位于安宁易门箐铁矿采区范围，根据 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）要求，本项目选址合理性分析见下表 4.3-1 所示。

表 4.3-1 项目与《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）选址合理性分析

序号	选址要求	项目情况	符合性
1	4.3.1 使用改性磷石膏进行生态修复回填的矿山废弃地应符合环境保护法律法规及相关法定规划要求一致，应与当地城市总体规划和国土空间规划协调一致应于当地的生态环境保护、水土资源保护要求一致	本项目使用改性磷石膏对磷矿矿坑进行生态修复，符合《云南安宁总体规划 2021-2035》中土地利用规划要求，与安宁市城市总体规划和国土空间规划一致，符合生态环境保护、水土资源保护要求。	符合
2	4.3.2 使用改性磷石膏进行生态修复回填的矿山废弃地应位于地址条件安全区域，矿山废弃地地质条件应满足回填后的承载力要求，避免地基下沉（特别是不均匀或局部下沉）的影响。	根据地质勘察报告，生态修复区地质结构条件满足生态修复后承载力的要求。	符合
3	4.3.3 使用改性磷石膏进行生态修复回填的矿山废弃地不应位于饮用水原地、天然滑坡泥石流地区、生态保护红线区、永久基本农田集中区域、岩溶强发育区域、存在较多落水洞和岩溶漏斗的区域与其他需要特别保护的区域内。	本项目不在安宁市青龙哨饮用水源保护区范围内；根据 2023 年 12 月 6 日安宁市自然资源局出具的《关于安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目用地范围套合安宁市生态保护红线的情况说明》:（见附件 6），套合安宁市国土空间总体规划“三线”划定成果（见附图 2），该项目地下水和渗滤液导排隧洞工程范围涉及安宁市生态保护红线，其余工程不涉及。生态保护红线类型为金沙江干热河谷及山原水土保持生态保护红线。本项目地下水和渗滤液导排隧洞总长 918m，约 265m 从生态红线内下穿。根据地勘报告，项目区不涉及岩溶强发育区域、存在较多落水洞和岩溶漏斗区域。	符合

本项目已列入《安宁市国土空间总体规划（2021-2035 年）》生态修复和

	国土综合整治重大工程，根据《实施方案》及水文地质调查报告，生态修复区地质结构条件满足生态修复后承载力的要求。生态修复区不占用生态保护红线，地下水和渗滤液导排隧洞从生态红线内下穿，长度约 294m，根据水文地质调查，生态修复区不存在活动断层、溶洞区、天然滑坡或泥石流影响区以及湿地等区域。项目区不涉及集中式饮用水源保护区，江河、湖泊、运河、渠道、水库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。项目已取得安宁市发展改革局、安宁市自然资源局、安宁市人民政府同意建设的批复。 综上分析，项目选址合理，符合 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）要求。 项目实施后，项目区的植被综合覆盖度明显增强，涵养水源、净化水质、保持水土和抵御自然灾害的能力明显提高，大气污染程度得到有效缓解，对周边环境的影响主要表现为正影响。 项目选址合理。

五、主要生态环境保护措施

施工期生态环境保护措施

5.1 施工期生态环境保护措施

5.1.1 原环评报告及批复提出的措施落实情况

本项目于 2024 年 1 月 2 日开工建设；2024 年 11 月完成废渣堆存区环境污染治理，废渣堆存区原位风险管控覆土，并完成种植绿化；由于矿坑修复区坑底底部污泥较多，施工期现场采用底泥固化和挤密桩的形式进行加固后铺设 80cm 厚黏土覆盖层，并布设两布一膜防渗结构，回填磷石膏开始标高为 2032m；2024 年 2 月，施工单位开始矿坑改性磷石膏回填；截至 2026 年 7 月矿坑改性磷石膏回填量共计 3763989.49t，根据《地基与基础工程检验检测报告》（报告编号：YNZJZ-2024-P2102-0132-3），其碾压压实最大干密度值为 1.47t/m³（1.47g/cm³），对应压实回填总体积约为 256.054 万 m³，已矿坑回填区回填标高 2032-2065m，已回填高度 33m；项目剩余可回填改性磷石膏回填量：3693.916 万 m^3，待矿坑回填区回填标高 2065-2210m，待回填高度 145m。

施工期已落实了各项生态保护措施，原环评报告及批复提出的措施落实情况见表 5.1-1 所示。

表 5.1-1　原环评报告及批复提出的措施落实情况

要素	原环评报告/批复文件	污染防治措施	实际落实情况
生态环境	项目原环评报告	施工过程中须严格控制施工作业面，落实水土保持措施；合理布局施工总图，分片区施工；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；回填结束后，进行覆土，栽种植被。	项目工程划分为废渣堆存区环境污染治理及生态修复、矿坑修复区回填及生态修复，分区施工；本项目于 2024 年 1 月 2 日开工建设；2024 年 11 月完成废渣堆存区环境污染治理，废渣堆存区原位风险管控覆土，并完成种植绿化；由于矿坑修复区坑底底部污泥较多，施工期现场采用底泥固化和挤密桩的形式进行加固后铺设 80cm 厚黏土覆盖层，并布设两布一膜防渗结构，回填磷石膏开始标高为 2032m；2024 年 2 月，施工单位开始矿坑改性磷石膏回填；截

					至 2026 年 7 月矿坑改性磷石膏回填量共计 3763989.49t，根据《地基与基础工程检验检测报告》（报告编号：YNZJZ-2024-P2102-0132-3），其碾压压实最大干密度值为 1.47t/m³（1.47g/cm³），对应压实回填总体积约为 256.054 万 m³，已矿坑回填区回填标高 2032-2065m，已回填高度 33m；项目剩余可回填改性磷石膏回填量：3693.916 万 m³，待矿坑回填区回填标高 2065-2210m，待回填高度 145m。 施工过程中严格控制施工作业面，并落实水土保持方案的相关措施。施工单位制定文明施工管理制度，严禁非法猎捕鸟类、兽类等野生动物。矿坑修复区还在回填作业中，后续回填结束后进行覆土、生态植被恢复工作。
			环评批复文件（安生环复〔2023〕64 号）	合理布局施工场地，避免占用生态保护红线；对于下穿生态保护红线的地下水和渗滤液导排隧洞，根据安宁市自然资源局的意见，按照《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）的要求开展后续工作；及时对生态修复区进行土地复垦，恢复生态植被：加强施工人员环保意识教育，做到文明施工，严禁乱砍乱伐、非法捕猎鸟类、兽类等野生动物。	项目工程划分为废渣堆存区环境污染治理及生态修复、矿坑修复区回填及生态修复，分区施工；涉及林地征用，按照相关流程办理征用手续。本项目于 2024 年 1 月 2 日开工建设；2024 年 11 月完成废渣堆存区环境污染治理，废渣堆存区原位风险管控覆土，并完成种植绿化；由于矿坑修复区坑底底部污泥较多，施工期现场采用底泥固化和挤密桩的形式进行加固后铺设 80cm 厚黏土覆盖层，并布设两布一膜防渗结构，回填磷石膏开始标高为 2032m；2024 年 2 月，施工单位开始矿坑改性磷石膏回填；截至 2026 年 7 月矿坑改性磷石膏回填量共计 3763989.49t，根据《地基与基础工程检验检测报告》（报告编号：YNZJZ-2024-P2102-0132-3），其碾压压实最大干密度值为 1.47t/m³（1.47g/cm³），对应压实回填总体积约为 256.054 万 m³，已矿坑回填区回填标高 2032-2065m，已回填高度 33m；项目剩余可回填改性磷石膏回填量：3693.916 万 m³，待矿坑回填区回填标高 2065-2210m，待回填高度 145m。 施工过程中严格控制施工作业面，并落实水土保持方案的相关

					措施。 施工单位制定文明施工管理制度，严禁非法猎捕鸟类、兽类等野生动物。矿坑修复区还在回填作业中，后续回填结束后进行覆土、生态植被恢复工作。
		地表水环境	项目原环评报告	（一）新建规模为5000m³/d的渗滤液处理站一座，处理废渣堆存区渗滤液、矿坑回填区改性磷石膏回填渗滤液、受污染地下水，废水经处理后回用于生态修复区洒水抑尘、绿化灌溉和改性磷石膏生产补充水。建设容积为5m³的生活污水沉淀池一个，施工人员生活污水经收集处理后回用于洒水抑尘，不外排。	**（一）污水处理工程及措施** **（1）废渣堆存区渗滤液、矿坑回填区改性磷石膏回填渗滤液、受污染地下水处理：** ①易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程废渣堆存区渗滤液、矿坑回填区改性磷石膏回填渗滤液、受污染地下水暂时依托易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理），处理规模1万m³/d（设计处理规模2万m³/d，已拆除1组1万m³/d处理设施），处理工艺为一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）。处理达到《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）和《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005）工艺及产品用水较严值后回用于施工场地、生态修复区洒水抑尘和改性磷石膏生产补充水，不外排。 ②按照易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目环评报告及其批复文件（安生环复〔2023〕64号）要求，新建渗滤液处置站，设计处理规模5000 m³/d，位于项目区东侧，渗滤液处理站出水执行《城市污水再生利用　绿地灌溉水质》（GB/T 25499-2010）和《城市污水再生利用　工业用水水质》（GB/T 19923-2024）工艺用水及产品用水较严值；2024年第4季度渗滤液处理站已建成，2025年第4季度开始调试运行，并拆除原矿坑污水处理设施。

					（2）施工期生活污水处理 2024 年 1 月至 2024 年 9 月：项目现场不设置施工营地，不设置洗手设施，故不产生洗手生活污水；简易厕所配套一体化粪池，沉淀后回用于绿化和周边林地灌溉，不外排。2024 年 10 月至今：建成项目部办公用房，并启用办公和施工管理至今，设置食堂和水冲洗卫生间，配套一体化隔油池、化粪池，沉淀后回用于菜地（项目部种植菜地）、绿化和周边林地灌溉，不外排。
				（二）根据《改性磷石膏综合利用　矿山生态修复跟踪评估规范》（DB5301/T100-2023）的要求，开展地表水跟踪监测。	（二）根据昆明市地方标准《改性磷石膏综合利用　矿山生态修复跟踪评估规范》（DB5301/T100-2023）的要求，开展地表水跟踪监测，每半年开展一次监测。2024 年第 2 季度、第 4 季度分别开展易门箐水库水质监测工作；2025 年第 1 季度、第 2 季度和第 4 季度分别开展易门箐水库水质监测工作。
				（三）为了确保渗滤液处理站及回用系统发生故障时，渗滤液处理站出水不外排进入地表水环境，项目配套建设容积为 5000m^3 的渗滤液调节池和 3000m^3 的应急池，当渗滤液处理站发生故障时，将受污染的地下水及渗滤液排入渗滤液调节池，对渗滤液处理站及时维修。当回水管道发生故障时，将渗滤液处理站出水排入应急池内。渗滤液调节池和应急池容积可容纳至少 2 天的废水量，为确保故障维修提供足够的时间。	（三）2025 年第 4 季度建成容积为 5000m^3 的渗滤液调节池 1 个，容积 3000m^3 事故应急池 1 个。本项目于 2024 年 1 月 2 日开工建设；2024 年 11 月完成废渣堆存区环境污染治理，废渣堆存区原位风险管控覆土，并完成种植绿化；由于矿坑修复区坑底底部污泥较多，施工期现场采用底泥固化和挤密桩的形式进行加固后铺设 80cm 厚黏土覆盖层，并布设两布一膜防渗结构，回填磷石膏开始标高为 2032m；2024 年 2 月，施工单位开始矿坑改性磷石膏回填；截至 2026 年 7 月矿坑改性磷石膏回填量共计 3763989.49t，根据《地基与基础工程检验检测报告》（报告编号：YNZJZ-2024-P2102-0132-3），其碾压压实最大干密度值为 1.47t/m^3（1.47g/cm^3），对应压实回填总体积约为 256.054 万 m^3，已矿坑回填区回填标高 2032-2065m，已回填高度 33m；项目剩余可回填改性磷石膏回填量：3693.916 万 m^3，待矿坑回填区回填标高 2065-2210m

					，待回填高度 145m。 矿坑回填区改性磷石膏回填区汇水区面积比较大，施工期比较长，渗滤液产生量比较大；同时受污染地下水雨季产生量大；由于项目地下水比较丰富，污水处理站处理后，目前综合利用难度比较大；建议分质处理：矿坑及废渣原位管控地下水均属于历史遗留问题，通过污水处理站处理后，尽量作为生态补水，需向生态环境管理部门报批，得到批复后，方可实施，否则不允许排放；改性磷石膏修复区产生的渗滤液经污水处理站处理达标后，用于绿化灌溉。同时积极推进渗滤液处理站尾水的综合利用工程的建设。 2024 年 10 月 15 日云南天安化工有限公司获得昆明市生态环境局安宁分局对《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程突发环境事件应急预案（2024 年第一版）》备案文件，备案编号 533601-2024-097-H；按照《应急物资调查报告》完善配备应急物资，定期组织应急演练。
			环评批复文件（安生环复〔2023〕64 号）	（一）施工过程中矿区受污染的地下水、废渣堆存区渗滤液、矿坑回填渗滤液经收集后，送渗滤液处理站处理达《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）和《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005）工艺及产品用水较严值后回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉和磷石膏改性生产补充水，不外排。	（1）易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程废渣堆存区渗滤液、矿坑回填区改性磷石膏回填渗滤液、受污染地下水暂时依托易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理），处理规模 1 万 m^3/d（设计处理规模 2 万 m^3/d，已拆除 1 组 1 万 m^3/d 处理设施），处理工艺为一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+ 重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+ 氧化剂+ 重捕剂+PAM）。处理达到《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）和《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005）工艺及产品用水较严值后回用于施工场地、生态修复区洒水抑尘和改性磷石膏生产补充水，不外排。
				（二）施工人员洗手等生活污水经沉淀池处理后回用于施工场地洒水降尘，不外排。对渗滤液处理站出水进行跟踪监测，确保回用水质满足回用标准	

				。按照《改性磷石膏综合利用 矿山生态修复跟踪评估规范》 (DB5301/T100-2023)的要求开展地表水环境跟踪监测。	（2）按照易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目环评报告及其批复文件（安生环复〔2023〕64 号）要求，新建渗滤液处置站，设计处理规模 5000mm^3/d，位于项目区东侧，渗滤液处理站出水执行《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》（GB/T 25499-2010）和《城市污水再生利用 工业用水水质》 （GB/T 19923-2024）工艺用水及产品用水较严值；2024 年第4 季度渗滤液处理站已建成，2025 年第 4 季度开始调试运行，并拆除原矿坑污水处理设施。 （3）2024 年 1 月至2024 年9 月：项目现场不设置施工营地，不设置洗手设施，故不产生洗手生活污水；简易厕所配套一体化粪池，沉淀后回用于绿化和周边林地灌溉，不外排。 （4）2024 年 10 月至今：建成项目部办公用房，并启用办公和施工管理至今，设置食堂和水冲洗卫生间，配套一体化隔油池、化粪池，沉淀后回用于菜地（项目部种植菜地）、绿化和周边林地灌溉，不外排。根据昆明市地方标准《改性磷石膏综合利用 矿山生态修复跟踪评估规范》（DB5301/T100-2023）的要求，开展地表水跟踪监测，每半年开展一次监测。2024 年第 2 季度、第 4 季度分别开展易门箐水库水质监测工作。2025 年第 1 季度、第 2 季度和第 4 季度分别开展易门箐水库水质监测工作。
	地下水环境	项目环评报告	（一）源头管控： （1）落实废渣堆场顶部防渗、止水帷幕、渗滤液导排和地下水导排措施，将废渣堆场渗滤液、受污染地下水收集处理后回用，不外排； （2）对每批次回填改性磷石膏按照昆明市地方标准《改性磷石膏综合利用矿山生态修复过程环境监	（一）源头管控： （1）废渣堆场顶部防渗（采用“1.5mm HDPE 防渗膜+400g/m^{2}无纺长丝土工布”进行防渗）、止水帷幕、渗滤液导排和地下水导排措施，将废渣堆场渗滤液、受污染地下水收集后，通过污水处理站处理达到《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499）和《城市污水再生利用工业用水水质》

				管规范》（DB5301/T99-2023）采样要求进行采样分析； （3）改性后磷石膏回填物料必须满足昆明市地方标准《改性磷石膏综合利用矿山生态修复环境风险评估规范》（DB5301/T98-2023）中4.2的要求，即用于露天矿山生态修复的改性磷石膏应满足GB18599 中第I类一般工业固体废物的要求，且有机物含量超过 5%的改性磷石膏不应用于矿山生态修复； （4）做好改性后磷石膏回填台账记录，记录改性磷石膏回填量、改性磷石膏的成分分析结果等。	（GB/T19923）工艺及产品用水较严值后回用于施工场地、生态修复区洒水抑尘和改性磷石膏生产补充水，不外排； （2）对每批次回填改性磷石膏按照生态环境部 2025 年 7 月 1 日起实施的《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）、云南省地方标准《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T 1269-2024）、2024 年 9 月 9 日《昆明市生态环境局关于进一步做好改性磷石膏用于矿山生态修复工作的通知》（便函〔2024〕2322 号）等采样要求进行采样分析； （3）改性后磷石膏回填物料必须满足生态环境部 2025 年 7 月 1 日起实施的《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）要求和 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）要求，即用于露天矿山生态修复的改性磷石膏应满足 GB18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求，且有机物含量超过 5%的改性磷石膏不应用于矿山生态修复；改性磷石膏生产单位制定监测方案，建设单位采取抽验方式进行监督管理；监测工作开展情况：①2024 年 3 月-2024 年 9 月，云南天安化工有限公司委托中航检测（云南）有限公司开展改性磷石膏生产线改性磷石膏检测工作，采用《固体废物　浸出毒性浸出方法　水平振荡法》（HJ557-2010）制备样品，监测指标为 pH 、氟化物、磷酸盐、铁、锰，按月开展监测工作；②2024 年每季度监测，云南天安化工有限公司委托中航检测（云南）有限公司开展改性磷石膏生产线改性磷石膏检测工作，采用《固体废物　浸出毒性浸出方法　水平振荡法》（HJ557-2010）制备样品，监测指标为pH 、氟化物、铁、锰、镉、汞、砷、铅、铜、锌、水溶性盐含量、

					磷酸盐、六价铬、钡、铬、镍、硒、银、氰化物、有机物含量；③2024年10月-2024年12月、2025年、2026年委托昆明绿岛环境科技有限公司开展100万吨磷石膏改性项目、500万吨磷石膏改性项目、易门箐磷石膏生态修复项目改性磷石膏检测工作，根据《固体废物 浸出毒性浸出方法 水平振荡法》（HJ557-2010）制备浸出液，检测指标为腐蚀性（pH）、氟化物、砷、汞、银、铅、总铬、镉、锌、镍、六价铬、铍、甲基汞、乙基汞、总磷/磷酸盐。⑷做好改性后磷石膏回填台账记录，记录改性磷石膏回填量、改性磷石膏的成分分析结果等，确保改性磷石膏应满足GB18599 中第I类一般工业固体废物的要求。
				（二）防渗措施： （1）废渣堆体表层防渗：废渣整形完成后，废渣堆体表面铺设表层防渗层，采用“1.5mm HDPE 防渗膜+400g/m^{2}无纺长丝土工布”进行防渗。 ⑵拦渣坝下游止水帷幕：在冲沟下游矿区边界与易门箐水库交界处设置止水帷幕，采用高压旋喷桩+帷幕灌浆方式，渗透系数达到1×10^{-7}cm/s，帷幕有效宽度≥2m；防止可能的污染地下水往外扩散；止水帷幕采用高压旋喷桩+帷幕灌浆，高压旋喷桩设置3排，桩径0.9m，间距0.65m，排距0.65m；帷幕灌浆设置2排，孔距1.3m，排距1.0m；土质地层采用高压旋喷桩，岩质地层采用帷幕灌浆，深度为进入风化板岩或风化炭质板岩层5.0m，深度约35m；高压旋喷水泥添加量不低于32%；固结体28天抗压强度15Mpa，采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级	（二）防渗措施： （1）废渣堆体表层防渗：根据项目设计要求，废渣堆体进行削坡整形形成不同台阶，废渣堆体表面铺设表层防渗层，采用“400g/m^{2}无纺长丝土工布+1.5mm HDPE防渗膜+400g/m^{2}无纺长丝土工布”进行防渗。防渗膜焊缝进行100%气密性检测，防渗膜进行渗漏破损探测（完整性检测），发现渗漏破损情况、及时进行修补，修补区域进行复测确保达到质量要求，工程监理单位进行监督性检查。 （2）拦渣坝下游止水帷幕：在冲沟下游矿区边界与易门箐水库交界处设置止水帷幕，采用高压旋喷桩+帷幕灌浆方式，渗透系数达到1×10^{-7}cm/s，帷幕有效宽度≥2m；防止可能的污染地下水往外扩散；止水帷幕采用高压旋喷桩+帷幕灌浆，高压旋喷桩设置3排，桩径0.9m，间距0.65m，排距0.65m；帷幕灌浆设置2排，孔距1.3m，排距1.0m；土质地层采用高压旋喷桩，岩质地层采用帷幕灌浆，深度为进入风化板岩或风化炭质板

				为 42.5 。为使止水帷幕渗透系统达到 1×10^{-7}cm/s ，高压旋喷和帷幕灌浆过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8% ，水玻璃添加量 3% 。 ⑶周边止水帷幕：设计在周边第四系松散层较厚区域的截洪沟内侧设置止水帷幕，截留外围下渗的雨水，防止外围雨水下渗渗流至废渣堆体内产生渗滤液；止水帷幕采用高压旋喷桩防渗墙方式，高压旋喷桩设置 2 排，桩径 0.9m，间距 0.65m，排距 0.65m 。平均深度约 20m；高压旋喷水泥添加量不低于 32% ；固结体 28 天抗压强度 15Mpa，采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为 42.5。为使止水帷幕渗透系统达到环保防渗要求，高压旋喷过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8% ，水玻璃添加量 3%。 ⑷破碎带注浆防渗：在场地勘测出的断层带位置进行断层破碎带注浆防渗工程，防止渗滤液沿断层破碎带扩散；设计采用高压灌浆方式；灌浆深度根据勘测的断层破碎带情况确定，进入周边完整岩层 5.0m ，深度约 50～150m；灌浆采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为 42.5；为使灌浆后渗透系统达到环保防渗要求，灌浆过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8%，水玻璃添加量 3%。 ⑸矿坑回填区底部防渗：对矿坑底部污泥及废渣首先进行固化稳定化处理后，对底部场地整平压实、边坡清理分台平整，清除尖锐石块和碎屑杂物，铺	岩层 5.0m，深度约 35m；高压旋喷水泥添加量不低于 32%；固结体 28 天抗压强度 15Mpa ，采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为 42.5。为使止水帷幕渗透系统达到 1×10^{-7}cm/s，高压旋喷和帷幕灌浆过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8% ，水玻璃添加量 3%。 （3）周边止水帷幕：在周边第四系松散层较厚区域的截洪沟内侧设置止水帷幕，截留外围下渗的雨水，防止外围雨水下渗渗流至废渣堆体内产生渗滤液；止水帷幕采用高压旋喷桩防渗墙方式，高压旋喷桩设置 2 排，桩径 0.9m，间距 0.65m，排距 0.65m 。平均深度约 20m；高压旋喷水泥添加量不低于 32%；固结体 28 天抗压强度 15Mpa，采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为 42.5。为使止水帷幕渗透系统达到环保防渗要求，高压旋喷过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8% ，水玻璃添加量 3%。 （4）破碎带注浆防渗：在场地勘测出的断层带位置进行断层破碎带注浆防渗工程，防止渗滤液沿断层破碎带扩散；设计采用高压灌浆方式；灌浆深度根据勘测的断层破碎带情况确定，进入周边完整岩层 5.0m，深度约 50～150m；灌浆采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为 42.5；为使灌浆后渗透系统达到环保防渗要求，灌浆过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8% ，水玻璃添加量 3%。 （5）矿坑回填区底部防渗：对矿坑底部污泥进行固化稳定化处理、中间薄弱区域采用石头强夯置换，对底部场地整平压实、边坡清理分台平整，清除尖锐石块和碎屑杂物，防渗层为 0.75 厚压实粘土垫层 +400g/m² 长丝无纺土工布 +1.5mm HDPE 单糙面土工膜+400g/m² 长丝无纺土工布。防渗膜焊缝进行

				设一层垫层（考虑采用0.75m 厚压实粘土）后铺设两布一膜（400g/m² 长丝无纺土工布+1.5mm HDPE 单糙面土工膜+400g/m² 长丝无纺土工布）防渗层。 ⑹矿坑回填区边坡防渗：矿坑周边边坡按土质边坡 1:1.5，岩质边坡 1:1.0 进行削坡整平，每 10m 高差设置 5m 宽锚固平台，其防渗结构为先在整平的边坡上铺设一层 TGSG30-30 双向土工格栅后再铺设两布一膜（400g/m² 长丝无纺土工布+1.5mm HDPE 单糙面土工膜+400g/m² 长丝无纺土工布）防渗层。 ⑺矿坑回填区顶部防渗：矿坑回填完成，对矿坑回填体顶部做表层防渗处理，以阻隔场内表层雨水渗入堆体，减少渗滤液的产生。矿坑表层防渗层结构同废渣堆场表层防渗层，采用 1.5mm HDPE 防渗膜+400g/m² 无纺长丝土工布进行防渗。 ⑻地下水收集池、渗滤液收集池和渗滤液处理站防渗：根据项目工程内容，对地下水收集池、渗滤液收集池和渗滤液处理站采取重点防渗措施，根据《建设项目环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）表7，防渗性能要求如下：等效黏土防渗层 Mb≥6.0m，K≤1×10-⁷cm/s；或参照 GB18598 执行。	100%气密性检测，防渗膜进行渗漏破损探测（完整性检测），发现渗漏破损情况、及时进行修补，修补区域进行复测确保达到质量要求，工程监理单位进行监督性检查。工程监理单位安宁市新城投资开发有限公司出具《监理单位工作质量评估报告》关于污泥固化稳定化、收集导排（底部地下水导排系统；底部地下水导排盲沟、粘土支持层）无质量问题，同意验收。 （6）矿坑回填区边坡防渗：矿坑周边边坡按土质边坡 1:1.5，岩质边坡 1:1.0 进行削坡整平，每 10m 高差设置 5m 宽锚固平台，TGSG30-30 双向土工格栅+400g/m² 长丝无纺土工布+1.5mm HDPE 单糙面土工膜+400g/m² 长丝无纺土工布；其中 2030 平台下面对应斜面铺设 20-30cm 厚黏土层+400g/m² 长丝无纺土工布+1.5mm HDPE 单糙面土工膜+400g/m² 长丝无纺土工布。 （7）矿坑回填区顶部防渗：后续矿坑回填完成厚，对矿坑回填体顶部做表层防渗处理，以阻隔场内表层雨水渗入堆体，减少渗滤液的产生。矿坑表层防渗层结构同废渣堆场表层防渗层，采用“400g/m² 长丝无纺土工布+1.5mm HDPE 单糙面土工膜+400g/m² 长丝无纺土工布”进行防渗。 （8）地下水收集池、渗滤液收集池、渗滤液调节池、事故应急池和渗滤液处理站防渗：对地下水收集池、渗滤液收集池、渗滤液调节池、事故应急池和渗滤液处理站采取重点防渗措施，采用 P8 抗渗混凝土浇筑；地下水收集池、渗滤液收集池和渗滤液处理站，表面再涂抹防渗涂料；渗滤液调节池、事故应急池铺设复核防渗膜（HDPE 有效厚度 1.0mm）。

				（三）防渗漏监控：按照II类场要求，设置防渗漏监控系统，监控防渗衬层的完整性。	（三）防渗漏监控：根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的要求，II类场应设置渗漏监控系统，监控防渗衬层的完整性。本项目矿坑修复区回填及生态修复区矿坑底部防渗安装防渗衬层渗漏监测设备，已经联网和完成验收工作，并设置 5 口地下水跟踪监测井和 1 口地下水导排管观测，监控防渗衬层的完整性。
				（四）防渗工程施工期监理：开展施工期环境监理，重点对防渗工程质量、防渗漏监控系统设置情况、渗滤液导排、收集池建设情况等进行监理，并形成监理报告，作为项目验收的依据。	（四）防渗工程施工期监理：2024 年、2025 年委托昆明市生态环境工程评估中心开展施工期环境监理，并编制《易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程环境监理实施方案》，并作为开展项目环境监理的工作方案；重点对矿坑修复区回填及生态修复区底部污泥固化稳定化、地下水及渗滤液导排系统、地下水收集池和渗滤液收集池、矿坑底部防渗、防渗漏监控系统设置情况、防渗工程质量等进行监理，形成环境监理季报。
				（五）地下水跟踪监测：建立回填区地下水环境监控体系，包括建立地下水污染监控制度和环境管理体系，以便及时发现问题，及时采取预防措施。根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）、《改性磷石膏综合利用 矿山生态修复跟踪评估规范》（DB5301/T100-2023）的要求修复区上游设置 1 个对照井，下游设置≥1 个跟踪监测点，在可能出现污染扩散区域设置≥1 个扩散监测，结合项目实际水文地质调查情况，项目设置 5 个地下水跟踪监测井。同时对回填区地下水导排收集井中的地下水进行跟踪监测。根据《改性磷石膏综合利用 矿山生态修复跟踪评估规范》（	（五）地下水跟踪监测：根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）、《改性磷石膏综合利用 矿山生态修复跟踪评估规范》（DB5301/T100-2023）、《地下水环境监测技术规范》（HJ164-2020）、《云南省安宁市易门箐铁矿矿山水文地质调查报告》（2023 年 3 月）等相关要求，上游对照监测井 1#、2#，污染扩散监测井 3 口（右岸 3#、左岸 4#和下游监测井 5#），项目设置 5 个地下水跟踪监测井；同时对回填区地下水导排收集井中的地下水进行跟踪监测。建立回填区地下水环境监控体系，矿坑修复区回填及生态修复区矿坑底部防渗安装防渗衬层渗漏监测设备，改性磷石膏回填之前，已完成联网和竣工验收工作，并设置 5 口地下水跟踪监测井和 1 口地下水导排管观测，制定地下水跟踪监测制度，监控防渗衬层的完整性。监测指标 16 项：pH

				DB5301/T100-2023）的要求，结合项目特征，监测因子为：pH 、氟化物、总磷、硫酸盐、硝酸盐、氯化物、铜、铅、锌、镉、砷、汞、铁、锰。监测频次为每 6 个月 1 次。	、氟化物、总磷、硫酸盐、硝酸盐、氯化物、铜、铅、锌、镉、砷、汞、铁、锰、铍、铊；监测频率：每季度至少监测 1 天，每天至少采样 1 次。2024 年、2025 年每季度均至少开展了一次跟踪监测工作。
			环评批复文件（安生环复〔2023〕64 号）	（一）加强源头管控，落实废渣堆场顶部防渗、止水帷幕、回填区矿坑底部防渗、回填区边坡防渗、回填区顶部防渗、渗滤液导排和地下水导排措施，将废渣堆场渗滤液、受污染地下水收集处理后回用，不外排。	（一）污水处理工程及措施：①易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程废渣堆存区渗滤液、矿坑回填区改性磷石膏回填渗滤液、受污染地下水暂时依托易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理），处理规模 1 万 m^3/d（设计处理规模 2 万 m^3/d，已拆除 1 组 1 万 m^3/d 处理设施），处理工艺为一段预处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）+二段深度处理（中和沉淀：石灰+氧化剂+重捕剂+PAM）。处理达到《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）和《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005）工艺及产品用水较严值后回用于施工场地、生态修复区洒水抑尘和改性磷石膏生产补充水，不外排。②按照易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程项目环评报告及其批复文件（安生环复〔2023〕64 号）要求，新建渗滤液处置站，设计处理规模 5000m^3/d，位于项目区东侧，渗滤液处理站出水执行《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》（GB/T 25499-2010）和《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2024）工艺用水及产品用水较严值； 2024 年第 4 季度渗滤液处理站已建成，2025 年第 4 季度开始调试运行，并拆除原矿坑污水处理设施。

				（二）对每批次回填改性磷石膏按照《改性磷石膏综合利用矿山生态修复过程环境监管规范》(DB5301/T99-2023)采样要求进行采样分析，确保满足《改性磷石膏综合利用矿山生态修复环境风险评估规范》(DB5301/T98-2023)中4.2 的要求方可用于矿坑回填。	（二）对每批次回填改性磷石膏按照昆明市地方标准《改性磷石膏综合利用矿山生态修复过程环境监管规范》（DB5301/T99-2023）、云南省地方标准《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T 1269-2024）、2024 年 9 月 9 日《昆明市生态环境局关于进一步做好改性磷石膏用于矿山生态修复工作的通知》（便函〔2024〕2322 号）等采样要求进行采样分析，应满足GB18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求，且有机物含量超过 5%的改性磷石膏不应用于矿山生态修复；改性磷石膏生产单位制定监测方案，建设单位采取抽验方式进行监督管理；做好改性后磷石膏回填台账记录，记录改性磷石膏回填量、改性磷石膏的成分分析结果等，确保改性磷石膏应满足 GB18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求。监测工作开展情况：①2024 年 3 月-2024 年 9 月，云南天安化工有限公司委托中航检测（云南）有限公司开展改性磷石膏生产线改性磷石膏检测工作，按月开展监测工作；②2024 年每季度监测，云南天安化工有限公司委托中航检测（云南）有限公司开展改性磷石膏生产线改性磷石膏检测工作，每季度开展 1 次；③2024 年 10 月-2024 年 12 月、2025 年委托昆明绿岛环境科技有限公司开展 100 万吨磷石膏改性项目、500 万吨磷石膏改性项目、易门箐磷石膏生态修复项目改性磷石膏检测工作。
				（三）对地下水收集池、渗滤液收集池和渗滤液处理站采取重点防渗措施，防渗性能需满足《建设项目环境影响评价技术导则地下水环境》(HJ610-2016)表 7 重点防渗区要求或参照 GB18598 执行。	（三）对地下水收集池、渗滤液收集池、渗滤液调节池、事故应急池和渗滤液处理站采取重点防渗措施，采用 P8 抗渗混凝土浇筑；地下水收集池、渗滤液收集池和渗滤液处理站，表面再涂抹防渗涂料；渗滤液调节池、事故应急池铺设复核防渗膜（HDPE 有效厚度 1.0mm）。
				（四）按照II类场要求，设置防渗漏监控系统，监	（四）防渗漏监控：本项目矿坑修复区回填及生态修复区矿坑

				控防渗衬层的完整性；开展施工期环境监理，重点对防渗工程质量、防渗漏监控系统设置情况、渗滤液导排、收集池建设情况等进行监理；开展地下水跟踪监测，建立回填区地下水环境监控体系，包括建立地下水污染监控制度和环境管理体系，以便及时发现问题，及时采取预防措施。	底部防渗安装防渗衬层渗漏监测设备，并设置 5 口地下水跟踪监测井和 1 口地下水导排管观测，监控防渗衬层的完整性；防渗工程施工期监理：2024 年、2025 年委托昆明市生态环境工程评估中心开展施工期环境监理，并编制《易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程环境监理实施方案》，并作为开展项目环境监理的工作方案；重点对矿坑修复区回填及生态修复区底部污泥固化稳定化、地下水及渗滤液导排系统、地下水收集池和渗滤液收集池、矿坑底部防渗、防渗漏监控系统设置情况、防渗工程质量等进行监理，形成环境监理季报。
		土壤环境	项目环评报告	（一）地面渗滤液收集池为混凝土浇灌地埋形式，池底及四周均采用 15mm 厚的混合砂浆保护层池底和四周首先铺设 200g/m^2 加密土工布；再在上部铺设 2.0mm 厚的双糙面 HEPD 土工膜防渗，渗透系数≤1.0×10^{-7}m/s。	（一）地面渗滤液收集池为 P8 抗渗混凝土浇灌地埋形式，池底及四周均采用 15mm 厚的混合砂浆保护层池底和四周首先铺设 200g/m^2 加密土工布；再在上部铺设 1.5mm 厚的双糙面 HEPD 土工膜防渗，渗透系数≤1.0×10^{-7}cm/s。
				（二）回填修复区采用按照设计规范进行防渗，避免渗滤液泄漏下渗对土壤环境产生影响。	（二）回填修复区防渗工程 ⑴矿坑回填区底部防渗：对矿坑底部污泥进行固化稳定化处理、中间薄弱区域采用石头强夯置换，对底部场地整平压实、边坡清理分台平整，防渗层为 0.75m 厚压实粘土垫层+400g/m^2 长丝无纺土工布+1.5mm HDPE 单糙面土工膜+400g/m^2 长丝无纺土工布。
				（三）按照昆明市地方标准《改性磷石膏综合利用矿山生态修复过程环境监管规范》（DB5301/T 99-2023）采样要求对每批次回填改性磷石膏进行采样分析。改性后磷石膏回填物料必须满足昆明市地方标准《改性磷石膏综合利用矿山生态修复环境风险评估规范》（DB5301/T 98-2023）中 4.2 的要求，即	（三）对每批次回填改性磷石膏按照生态环境部 2025 年 7 月 1 日起实施的《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）、云南省地方标准《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T 1269-2024）、2024 年 9 月 9 日《昆明市生态环境局关于进一步做好改性磷石膏用于矿山生态修复工作的通知》（便函〔2024〕2322 号）等采样要求进行采样分析，

				用于露天矿山生态修复的改性磷石膏应满足 GB 18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求，且有机物含量超过 5%的改性磷石膏不应用于矿山生态修复。	应满足 GB18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求，且有机物含量超过 5%的改性磷石膏不应用于矿山生态修复；改性磷石膏生产单位制定监测方案，建设单位采取抽验方式进行监督管理；做好改性后磷石膏回填台账记录，记录改性磷石膏回填量、改性磷石膏的成分分析结果等，确保改性磷石膏满足 GB18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求。 监测工作开展情况：①2024 年 3 月-2024 年 9 月，云南天安化工有限公司委托中航检测（云南）有限公司开展改性磷石膏生产线改性磷石膏检测工作，按月开展监测工作；②2024 年每季度监测，云南天安化工有限公司委托中航检测（云南）有限公司开展改性磷石膏生产线改性磷石膏检测工作，每季度开展 1 次；③2024 年 10 月-2024 年 12 月、2025 年委托昆明绿岛环境科技有限公司开展 100 万吨磷石膏改性项目、500 万吨磷石膏改性项目、易门箐磷石膏生态修复项目改性磷石膏检测工作。
				（四）加强渗滤液导排系统及收集池、地下水导排系统及收集池、渗滤液处理站的运行管理，确保渗滤液和受污染的地下水得到有效处理回用。	（四）制定渗滤液、地下水收集导排和渗滤液污水处理站运行管理制度，加强监督管理和做好台账记录，确保渗滤液和受污染的地下水得到有效处理回用。

				（五）对每批次绿化覆土成分进行监测，确保覆土中污染物成分低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值的要求。	（五）废渣堆存区土地复垦：本项目林地覆土有效厚度 0.8m，2024 年 12 月底已全部完成覆土工作；2025 年云南天安化工有限公司制定覆植土土壤质量监测方案：按照 10000m²（即 15 亩）划定一个监测采样单元；监测指标 13 项：pH 、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌铁、锰、总磷、氟化物；监测频次：监测一次，每个采样单元取样点位 10 个，每个取样点位分两层取样，每层（0-30cm）和（约 50cm），作为混合样；按 10%取平行样；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）、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）和《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）等相关规范标准的要求。已经开展监测工作；确保覆土土壤环境质量。
				（六）对运输车辆采取覆盖措施，落实洒水抑尘等施工扬尘控制措施，减少回填无害化处理后的改性磷石膏泼洒，沉降进入土壤环境，减缓对土壤环境的影响。	（六）改性磷石膏运运输车俩采取覆盖措施，晴天增加洒水降尘频次，减少改性磷石膏泼洒和扬尘造成土壤环境二次污染。
				（七）按照《改性磷石膏综合利用 矿山生态修复跟踪评估规范》（DB5301/T 100-2023）的要求，开展土壤跟踪监测，	云南省地方标准《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T 1269-2024）相关要求：①土壤布点及采样要求：根据矿山废弃地及周边可能受到影响的区域地形特征、主导风向、地表径流方向等情况，按照 HJ25.2 中监测布点与采样要求进行；矿山废弃地内和外围均应设置表层样采样点；如已裸露基岩，可不设置采样点，并注明理由；@土壤监测指标：根据土地利用规划用途，参照 GB36600 或 GB15618 等标准选取基本因子，并结合回填改性磷石膏的特征因子合理确定，包括但不限于矿山废弃土壤中的氟化物、pH 、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌监测指标。结

					合项目环评报告及 DB53/T 1269-2024 相关要求，土壤监测因子 13 项：pH、氟化物、铜、铅、锌、镉、砷、汞、铍、铊、铬、镍、硒。2025 年已开展一次土壤跟踪监测工作。
			环评批复文件（安生环复〔2023〕64 号）	（一）回填区渗滤液收集池等工程按照设计规范进行防渗，避免渗滤液泄漏下渗或漫流对土壤环境产生影响；按照昆明《改性磷石膏综合利用矿山生态修复过程环境监管规范》(DB5301/T99-2023)采样要求对每批次回填改性磷石膏进行采样分析，确保满足《改性磷石膏综合利用矿山生态修复环境风险评估规范》 (DB5301/T98-2023)中 4.2 的要求后方可用于矿坑回填；加强渗滤液导排系统及收集池、地下水导排系统及收集池、渗滤液处理站的运行管理，确保渗滤液和受污染的地下水得到有效处理回用。	（一）防渗工程和磷石膏改性质量控制，渗滤液收集处理设施正常运行： ⑴矿坑回填区底部防渗：对矿坑底部污泥进行固化稳定化处理、中间薄弱区域采用石头强夯置换，对底部场地整平压实、边坡清理分台平整，防渗层为 0.75m 厚压实粘土垫层+400gm^2 长丝无纺土工布+1.5mm HDPE 单糙面土工膜+400g/m^2 长丝无纺土工布。 ⑵矿坑回填区边坡防渗：TGSG30-30 双向土工格栅+400g/m^2 长丝无纺土工布+1.5mm HDPE 单糙面土工膜+400g/m^2 长丝无纺土工布；其中 2030 平台下面对应斜面铺设 20-30cm 厚黏土层+400g/m^2 长丝无纺土工布+1.5mm HDPE 单糙面土工膜+400g/m^2 长丝无纺土工布。 ⑶防渗工程质量控制：防渗膜焊缝进行 100%气密性检测，防渗膜进行渗漏破损探测（完整性检测），发现渗漏破损情况、及时进行修补，修补区域进行复测确保达到质量要求，工程监理单位进行监督性检查。 ⑷根据生态环境部 2025 年 7 月 1 日起实施的《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）、《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》 （DB53/T 1269-2024）、《昆明市生态环境局关于进一步做好改性磷石膏用于矿山生态修复工作的通知》（便函〔2024〕2322 号）等采样要求进行采样分析，应满足 GB18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求，且有机物含量低于 5%；改性磷石膏生产单位制定监测

					方案，建设单位采取抽验方式进行监督管理；做好改性后磷石膏回填台账记录，记录改性磷石膏回填量、改性磷石膏的成分分析结果等，确保改性磷石膏应满足 GB18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求。监测工作开展情况：①2024 年 3 月-2024 年 9 月，云南天安化工有限公司委托中航检测（云南）有限公司开展改性磷石膏生产线改性磷石膏检测工作，按月开展监测工作；②2024 年每季度监测，云南天安化工有限公司委托中航检测（云南）有限公司开展改性磷石膏生产线改性磷石膏检测工作，每季度开展 1 次；③2024 年 10 月-2024 年 12 月、2025 年委托昆明绿岛环境科技有限公司开展 100 万吨磷石膏改性项目、500 万吨磷石膏改性项目、易门箐磷石膏生态修复项目改性磷石膏检测工作。 ⑸制定渗滤液、地下水收集导排和渗滤液污水处理站运行管理制度，加强监督管理和做好台账记录，确保渗滤液和受污染的地下水得到有效处理回用。
				（二）对每批次绿化覆土成分进行监测，确保覆土中污染物成分低于《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)风险筛选值的要求；按照《改性磷石膏综合利用 矿山生态修复跟踪评估规范》(DB5301/T100-2023)的要求，开展土壤环境跟踪监测。	（二）废渣堆存区土地复垦：本项目林地覆土有效厚度 0.8m，2024 年 12 月底已全部完成覆土工作，2025 年云南天安化工有限公司制定覆植土土壤质量监测方案：按照 10000m^2（即 15 亩）划定一个监测采样单元；监测指标 13 项：pH 、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌铁、锰、总磷、氟化物；监测频次：监测一次，每个采样单元取样点位 10 个，每个取样点位分两层取样，每层（0-30cm）和（约 50cm），作为混合样；按 10%取平行样；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）、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）和《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）等相关规范标准的要求。已经

					开展监测工作；确保覆土土壤环境质量。 结合项目环评报告及 DB53/T1269-202 相关要求，土壤监测因子 13 项：pH、氟化物、铜、铅、锌、镉、砷、汞、铍、铊、铬、镍、硒。2025 年已开展一次土壤跟踪监测工作。
		环境空气	项目环评报告	（一）施工扬尘污染防治措施：⑴施工扬尘主要为废渣堆场区、矿坑回填区边坡清理，改性磷石膏回填施工、渗滤液处理站及配套辅助工程施工产生的扬尘；⑵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。 ㈡运输扬尘污染防治措施：⑴项目使用改性磷石膏作为生态恢复材料，运输方式为管道运输，管道运输工程和磷石膏改性工程另行立项，由合作单位云南天安化工有限公司完成环评相关手续；⑵施工其他物料如稳定固化材料、拦挡坝和渗滤液处理站建筑材料等运输过程中，全程对车辆进行覆盖，避免运输过程中物料泼洒。 ㈢施工机械及运输车辆废气污染防治措施：运输车辆和施工机械适用符合国家标准的汽油燃料，减少车辆和施工机械尾气对环境的影响。 ㈣验收标准：场界颗粒物浓度执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 无组织排放限值要求，即：颗粒物浓度≤1.0mg/m^3。	（一）施工扬尘污染防治措施：本项目于 2024 年 1 月 2 日开工建设；2024 年 11 月完成废渣堆存区环境污染治理，废渣堆存区原位风险管控覆土，并完成种植绿化；由于矿坑修复区坑底底部污泥较多，施工期现场采用底泥固化和挤密桩的形式进行加固后铺设 80cm 厚黏土覆盖层，并布设两布一膜防渗结构，回填磷石膏开始标高为 2032m；2024 年 2 月，施工单位开始矿坑改性磷石膏回填；截至 2026 年 7 月矿坑改性磷石膏回填量共计 3763989.49t，根据《地基与基础工程检验检测报告》（报告编号：YNZJZ-2024-P2102-0132-3），其碾压压实最大干密度值为 1.47t/m^3（1.47g/cm^3），对应压实回填总体积约为 256.054 万 m^3，已矿坑回填区回填标高 2032-2065m，已回填高度 33m；项目剩余可回填改性磷石膏回填量：3693.916 万 m^3，待矿坑回填区回填标高 2065-2210m，待回填高度 145m。施工期产生扬尘得到有效控制。改性磷石膏回填施工配套雾炮喷淋降尘和洒水车降尘，大风或干燥天气应增加洒水喷雾次数。 ㈡运输扬尘污染防治措施：改性磷石膏和其他粉料物质运运输车俩采取覆盖措施，晴天增加洒水降尘频次，减少泼洒和扬尘造成环境二次污染。 ㈢施工机械及运输车辆废气污染防治措施：施工机械和运输车辆定期维护，确保良好的车况，减少车辆和施工机械尾气对环境的影响。 ㈣验收标准：2024 年、2025 年每季度场界颗粒物浓度监测结果达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 无

					组织排放限值要求，即：颗粒物浓度≤1.0mg/m^3。2025 年第 4 季度敏感点大气环境颗粒物（TSP）监测结果达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，日均值 0.3mg/m^3，小时值=日均值*3=0.9mg/m^3。
			环评批复文件（安生环复〔2023〕64 号）	（一）在施工过程中采取洒水喷雾降尘，全程对绿化覆土运输车辆进行密闭覆盖，避免运输过程中物料泼洒，减少施工期对周围大气环境的影响。 ㈡场界颗粒物浓度应达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 无组织排放限值要求。	（一）改性磷石膏和其他粉料物质运运输车俩采取覆盖措施，晴天增加洒水降尘频次，减少泼洒和扬尘造成环境二次污染。 ㈡2024 年、2025 年每季度场界颗粒物浓度达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 无组织排放限值要求，即：颗粒物浓度≤1.0mg/m^3。2025 年第 4 季度敏感点大气环境颗粒物（TSP）监测结果达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。
		声环境	项目环评报告	（一）施工噪声污染防治措施：⑴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；⑵加快施工进度，合理安排施工时间；⑶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；⑷运输施工物资应注意合理安排施工物料运输时间；⑸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；⑹加强对施工场地的噪声管理，文明施工，做好区内交通组织，施工场地车辆经杨兴庄村等沿途声环境保护目标时应控制车速、禁止鸣笛；⑺其他物料运输车辆途径杨兴庄村等沿途声环境保护目标时，应控制车速、禁止鸣笛。 （二）验收要求：每季度对施工场界噪声进行监测，	（一）施工噪声污染防治措施：（1）加强对施工机械的日常维护保养，避免偶发噪声发生；（2）合理安排施工时间，禁止夜间 22:00～次日 06:00 时间段施工和运输物资；（3）文明施工，落实各项降噪措施；⑷运输车辆途径杨兴庄村等沿途声环境保护目标时，控制车速、禁止鸣笛，夜间不运输。 （二）验收要求：每季度对施工场界噪声进行监测，2024 年、2025 年每季度施工场界噪声监测结果达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》相关要求，即：昼间≤70dB，夜间≤55dB；2025 年第 4 季度敏感点噪声监测值达到《声环境质量标准》（3096-2008）的 1 类标准限值，即昼间≤55dB、夜间≤45dB；项目施工期噪声对周边环境影响可以接受。

				施工场界噪声符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）相关要求，即：昼间≤70dB，夜间≤55dB。	
			环评批复文件（安生环复〔2023〕64号）	（一）施工期尽可能选取噪声低、振动小、能耗小的先进设备；加强对施工机械的维护保养；加快施工进度，合理安排施工时间；加强对施工人员的环境宣传和教育，做到文明施工；合理安排运输施工物车辆运输进出施工场地时间，施工场地车辆出入现场时应低速、禁鸣。施工场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)，即：昼间≤70dB，夜间≤55dB。 ㈡达标要求：施工场界噪声应符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。	（一）加强对施工机械的日常维护保养，避免偶发噪声发生；合理安排施工时间，禁止夜间 22:00～次日 06:00 时间段施工和运输物资；文明施工，落实各项降噪措施；运输车辆途径杨兴庄村等沿途声环境保护目标时，控制车速、禁止鸣笛，夜间不运输。 ㈡验收要求：2024 年和 2025 年每季度施工场界噪声监测结果达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》相关要求，即：昼间≤70dB，夜间≤55dB；2025 年第4 季度敏感点噪声监测值达到《声环境质量标准》（3096-2008）的 1 类标准限值。
		固体废物	项目环评报告	（一）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%。 （二）渗滤液处理站污泥，在矿坑回填施工期间，渗滤液处理站污泥回填至矿坑。矿坑回填工作结束后，外售利用工业固废作为原料的砖厂，作为制砖原料。 （三）施工人员生活垃圾，施工期生活垃圾集中收集后送至生活垃圾收集点堆存，定期清运至环卫部门指定地点，交由环卫部门处置。 （四）旱厕粪便：施工期在矿坑修复区设置旱厕，旱厕粪便定期清掏，待施工结束后拆除旱厕。	（一）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%。截止 2025 年第 3 季度，废渣堆存区环境污染治理完成绿化覆土；矿坑修复区回填及生态修复区完成削坡整形，未有土方外运情况。 （二）污水处理站污泥，在新建 5000m³/d 渗滤液处理站建成投入运行前，与矿坑污水处置污泥分区堆放于废渣堆存区环境污染治理进行原位风险管控（已单独开展环境影响评价工作，2025 年 5 月 20 日，获得昆明市生态环境局安宁分局批复文件：安生环复〔2025〕22 号）；新建 5000m³/d 渗滤液处理站建成投入运行后，外售至利用工业固废作为原料的砖厂，作为制砖原料或者其他资质单位进行综合利用。 （三）2024 年 1 月至 2024 年 9 月：产生的生活垃圾定期收集至

					附近村庄生活垃圾收集点，由环卫部门分类进行消纳处理；2024 年 10 月至今：建成项目部（施工营地）启用办公和施工管理至今，产生生活垃圾，配套分类生活垃圾桶收集生活垃圾，产生的生活垃圾由环卫部门定期清运处置，未设置旱厕。
			环评批复文件（安生环复〔2023〕64 号）	㈠现有废渣堆存区修整产生的土石方原位堆存进行风险管控，矿坑回填区边坡修整产生的土石方回填矿坑，土石方不外运处置。 ㈡渗滤液处理站污泥外售有处置资质的单位综合利用，并做好污泥产生情况及外售综合利用台账。 ㈢生活垃圾集中收集清运至收集点堆存后交由环卫部门处置。	（一）2024 年 11 月完成废渣堆存区环境污染治理，废渣堆存区原位风险管控覆土，并完成种植绿化，矿坑修复区回填及生态修复区完成削坡整形，未有土方外运情况。 （二）污水处理站污泥，在新建 5000m^3/d 渗滤液处理站建成投入运行前，与矿坑污水处置污泥分区堆放于废渣堆存区环境污染治理进行原位风险管控（已单独开展环境影响评价工作，2025 年 5 月 20 日，获得昆明市生态环境局安宁分局批复文件：安生环复〔2025〕22 号）；新建 5000m^3/d 渗滤液处理站建成投入运行后，外售至利用工业固废作为原料的砖厂，作为制砖原料或者其他资质单位进行综合利用；并做好污泥产生情况及外售综合利用台账。 （三）2024 年 1 月至 2024 年 9 月：施工人员产生的生活垃圾定期收集至附近村庄生活垃圾收集点，由环卫部门分类进行消纳处理；2024 年 10 月至今：建成项目部（施工营地）启用办公和施工管理至今，产生生活垃圾，配套分类生活垃圾桶收集生活垃圾，产生的生活垃圾由环卫部门定期清运处置。
		环境风险	项目环评报告	㈠源头控制： ⑴对每批次回填改性磷石膏按照昆明市地方标准《改性磷石膏综合利用矿山生态修复过程环境监管规范》（DB5301/T 99-2023）采样要求进行采样分析。 ⑵改性后磷石膏回填物料必须满足昆明市地方标准《改性磷石膏综合利用矿山生态修复环境风险	（一）源头控制： （1）按照生态环境部 2025 年 7 月 1 日起实施的《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）、《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T 1269-2024）、《昆明市生态环境局关于进一步做好改性磷石膏用于矿山生态修复工作的通知》（便函〔2024〕2322 号）等采样要求进

				评估规范》（DB5301/T 98-2023）中4.2 的要求，用于露天矿山生态修复的改性磷石膏应满足 GB 18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求，且有机物含量超过 5%的改性磷石膏不应用于矿山生态修复。 ⑶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。 ⑷防止生活垃圾混入、一旦发现生活垃圾混入，应立即停止回填，确保生活垃圾不得进入填充场。 ⑸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。 ⑹落实截排水措施，从源头上控制进入生态修复区雨水量，减少渗滤液产生。	行采样分析，改性磷石膏应满足 GB18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求，且有机物含量低于 5%；改性磷石膏生产单位制定监测方案，建设单位采取抽验方式进行监督管理；监测工作开展情况：①2024 年 3 月-2024 年 9 月，云南天安化工有限公司委托中航检测（云南）有限公司开展改性磷石膏生产线改性磷石膏和回填修复区改性磷石膏检测工作，按月开展监测工作和每季度开展 1 次；②2024年第4季度、2025年委托昆明绿岛环境科技有限公司开展 100 万吨磷石膏改性项目、500 万吨磷石膏改性项目、易门箐磷石膏生态修复项目改性磷石膏检测工作。做好改性后磷石膏回填台账记录，记录改性磷石膏回填量、改性磷石膏的成分分析结果等，确保改性磷石膏满足 GB18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求。 ⑵严禁生活垃圾、污水处理污泥混入改性磷石膏回填至回填修复区。 ⑶废渣堆存区环境污染治理及生态修复主要采取播撒草籽恢复绿化；后续回填区修复区绿化选择浅根系植物。 ⑷废渣堆存区环境污染治理及生态修复区域、矿坑修复区回填及生态修复区域四周设置截排水沟，减少渗滤液产生。
				㈡过程控制 ⑴落实废渣堆场原位管控措施 ①废渣堆体表层防渗：废渣整形完成后，废渣堆体表面铺设表层防渗层，采用 1.5mm HDPE 防渗膜进行防渗，对废渣堆体进行原位风险管控。 ②拦渣坝下游止水帷幕：在冲沟下游矿区边界与易门箐水库交界处设置止水帷幕，采用高压旋喷桩+帷幕灌浆方式，渗透系数达到 1×10^{-7}cm/s ，帷幕有效	㈡过程控制 ⑴落实废渣堆场原位管控措施 ①废渣堆体表层防渗：废渣堆场顶部防渗采用“1.5mm HDPE 防渗膜+400g/m^2 无纺长丝土工布”进行防渗，2024 年第 4 季度全部完工，2025 年第 3 季度完成绿化恢复。 ②拦渣坝下游止水帷幕：在冲沟下游矿区边界与易门箐水库交界处设置止水帷幕，采用高压旋喷桩+帷幕灌浆方式，渗透系数达到 1×10^{-7}cm/s ，帷幕有效宽度≥2m；防止可能的污染地

				宽度≥2m 。防止可能的污染地下水往外扩散。 止水帷幕采用高压旋喷桩+ 帷幕灌浆，高压旋喷桩设置3 排，桩径0.9m ，间距0.65m ，排距0.65m 。帷幕灌浆设置 2 排，孔距 1.3m ，排距 1.0m 。土质地层采用高压旋喷桩，岩质地层采用帷幕灌浆，深度为进入风化板岩或风化炭质板岩层 5.0m，深度约 35m。高压旋喷水泥添加量不低于 32%；固结体 28 天抗压强度 15Mpa，采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为42.5。为使止水帷幕渗透系统达到 1×10^{-7} cm/s，高压旋喷和帷幕灌浆过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8% ，水玻璃添加量3%。 ③周边止水帷幕 设计在周边第四系松散层较厚区域的截洪沟内侧设置止水帷幕，截留外围下渗的雨水，防止外围雨水下渗渗流至废渣堆体内，产生渗滤液。 止水帷幕采用高压旋喷桩防渗墙方式，高压旋喷桩设置2 排，桩径 0.9m ，间距0.65m ，排距0.65m 。平均深度约 20m。高压旋喷水泥添加量不低于 32%；固结体 28 天抗压强度 15Mpa，采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为42.5。为使止水帷幕渗透系统达到环保防渗要求，高压旋喷过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8% ，水玻璃添加量3%。 在场地勘测出的断层带位置进行断层破碎带注浆防渗工程，防止渗滤液沿断层破碎带扩散。设计采用高压灌浆方式。	下水往外扩散。 止水帷幕采用高压旋喷桩+帷幕灌浆，高压旋喷桩设置 3 排，桩径 0.9m，间距 0.65m，排距 0.65m。帷幕灌浆设置 2 排，孔距 1.3m，排距 1.0m。土质地层采用高压旋喷桩，岩质地层采用帷幕灌浆，深度为进入风化板岩或风化炭质板岩层 5.0m，深度约 35m。高压旋喷水泥添加量不低于 32%；固结体 28 天抗压强度 15Mpa，采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为 42.5。为使止水帷幕渗透系统达到 1×10^{-7}cm/s，高压旋喷和帷幕灌浆过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8%，水玻璃添加量 3%。 ③周边止水帷幕 在周边第四系松散层较厚区域的截洪沟内侧设置止水帷幕，截留外围下渗的雨水，防止外围雨水下渗渗流至废渣堆体内，产生渗滤液。 止水帷幕采用高压旋喷桩防渗墙方式，高压旋喷桩设置 2 排，桩径 0.9m，间距 0.65m，排距 0.65m。平均深度约 20m。高压旋喷水泥添加量不低于 32%；固结体 28 天抗压强度 15Mpa，采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为 42.5 。为使止水帷幕渗透系统达到环保防渗要求，高压旋喷过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8% ，水玻璃添加量 3%。 在场地勘测出的断层带位置进行断层破碎带注浆防渗工程，防止渗滤液沿断层破碎带扩散；采用高压灌浆方式。 灌浆深度根据勘测的断层破碎带情况确定，进入周边完整岩层 5.0m，深度约 50～150m。灌浆采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为 42.5。为使灌浆后渗透系统达到环保防渗要求，灌浆过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8%

				灌浆深度根据勘测的断层破碎带情况确定，进入周边完整岩层 5.0m，深度约 50～150m。灌浆采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为 42.5。为使灌浆后渗透系统达到环保防渗要求，灌浆过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8%，水玻璃添加量 3%。底部防渗：修复区底部先进行场区场地平整至 1910m 高程；整平后在上部铺设 0.75m 厚黏土层，黏土采用市场购买方式获得，要求黏土干净、含沙量小、黏粘、粒径小于 0.055mm 的含量应超过 25%、塑性指数大于 15。经压实措施处理后的饱和渗透系数不应大于 1.0×10^{-7}cm/s。之后进行下渗滤液收集井、防渗施工。压实修整完成后，底部首先铺设 200g/m^2 加密土工布；再在上部铺设 2.0mm 厚的双糙面 HEPD 土工膜防渗，并满足 GB/T 17643 和 CJ/T234-2006 规定的技术指标要求。	，水玻璃添加量 3%。底部防渗：修复区底部先进行场区场地平整至 1910m 高程；整平后在上部铺设 0.75m 厚黏土层，黏土采用市场购买方式获得，要求黏土干净、含沙量小、黏粘、粒径小于 0.055mm 的含量应超过 25%、塑性指数大于 15。经压实措施处理后的饱和渗透系数不应大于 1.0×10^{-7}cm/s。之后进行下渗滤液收集井、防渗施工。压实修整完成后，底部首先铺设 200g/m^2 加密土工布；再在上部铺设 2.0mm 厚的双糙面 HEPD 土工膜防渗，并满足 GB/T17643 和 CJ/T234-2006 规定的技术指标要求。
				㈡过程控制 ⑵落实矿坑回填区域防渗措施 ①底部和边坡防渗措施 在矿坑底部设置 HDPE 防渗膜，通过设置人工防渗系统将矿坑场地基底及岸坡与回填料完全隔离，以达到防渗要求。 设计对矿坑底部污泥及废渣首先进行固化稳定化，然后对底部场地整平压实、边坡清理分台平整，清除尖锐石块和碎屑杂物，铺设一层垫层（考虑采用 0.75m 厚压实粘土）后铺设两布一膜（400g/m^2 长丝无纺土工布+1.5mm HDPE 单糙面土工膜+400g/m^2 长丝无纺	㈡过程控制 ⑵落实矿坑回填区域防渗措施 ①底部和边坡防渗措施 a.矿坑回填区底部防渗：对矿坑底部污泥进行固化稳定化处理、中间薄弱区域采用石头强夯置换，对底部场地整平压实、边坡清理分台平整，防渗层为 0.75m 厚压实粘土垫层+400g/m^2 长丝无纺土工布+1.5mm HDPE 单糙面土工膜+400g/m^2 长丝无纺土工布；粘土垫层下设地下水导排盲沟，膜上设渗滤液导排盲沟，导排盲沟采用倒梯形（底宽 1m，高 1m，顶宽 2m），土工布包裹碎石回填，碎石内设置 HDPE 排渗管（DN200 穿孔管，上半圆开孔），导排盲沟通过导排隧洞外接地下水收集池

				土工布）防渗层，粘土垫层下设地下水导排盲沟，膜上设渗滤液导排盲沟，导排盲沟采用倒梯形（底宽 1m，高 1m，顶宽 2m），土工布包裹碎石回填，碎石内设置HDPE 排渗管（DN200 穿孔管，上半圆开孔），导排盲沟外接地下水收集池和渗滤液收集池。 矿坑回填区底部防渗层结构从上往下依次为：回填生态修复填料；渗滤液导排盲沟；400g/m^2 无纺长丝土工布；1.5mm HDPE 防渗膜；400g/m^2 无纺长丝土工布；0.75m 压实粘土衬层（渗透系数1×10^{-7}cm/s）；地下水导排盲沟；平整压实基础层（底泥固化稳定化层），并满足 GB/T 17643 和 CJ/T234-2006 规定的技术指标要求。 @顶部防渗措施：矿坑回填完成，对矿坑回填体顶部做表层防渗处理，以阻隔场内表层雨水渗入堆体，减少渗滤液的产生；矿坑回填拟采用无害化处理后的改性磷石膏作为回填材料，表层防渗层结构参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）II类处置场封场结构，设置阻隔层、雨水导排层、覆盖土层。 ⑶渗滤液收集池防渗措施：渗滤液收集井池及四周均采用 15mm 厚的混合砂浆保护层、顶面为 120mm 厚钢筋混凝土盖，和矿坑进行整体防渗，首先铺设 200g/m^2 加密土工布；再在上部铺设 2.0mm 厚的双糙面HEPD 土工膜防渗。	和渗滤液收集池。 b.矿坑回填区边坡防渗：TGSG30-30 双向土工格栅+400g/m^2 长丝无纺土工布+1.5mm HDPE 单糙面土工膜+400g/m^2 长丝无纺土工布；其中 2030 平台下面对应斜面铺设 20-30cm 厚黏土层+400g/m^2 长丝无纺土工布+1.5mm HDPE 单糙面土工膜+400g/m^2 长丝无纺土工布。 c. 防渗工程质量控制：防渗膜焊缝进行 100%气密性检测，防渗膜进行渗漏破损探测（完整性检测），发现渗漏破损情况、及时进行修补，修补区域进行复测确保达到质量要求，工程监理单位进行监督性检查。 ②顶部防渗措施（目前还未涉及，后续要求）：矿坑回填完成，对矿坑回填体顶部做表层防渗处理，以阻隔场内表层雨水渗入堆体，减少渗滤液的产生；矿坑回填拟采用无害化处理后的改性磷石膏作为回填材料，表层防渗层结构参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）II类处置场封场结构，设置阻隔层、雨水导排层、覆盖土层。 ⑶渗滤液收集池防渗措施：渗滤液收集井池及四周均采用15mm厚的P8抗渗混凝土、顶面为120mm厚钢筋混凝土盖，和矿坑进行整体防渗，首先铺设 200g/m^2 加密土工布；再在上部铺设 1.5mm 厚的双糙面HEPD 土工膜防渗。
				㈢末端监管 ⑴开展施工期环境监理：开展施工期环境监理，重	㈢末端监管 ⑴开展施工期环境监理：2024 年、2025 年委托昆明市生态环

				点对防渗工程质量、防渗漏监控系统设置情况、渗滤液导排、收集池建设情况等进行监理，并形成监理报告，作为项目验收的依据；加强施工及运营过程中对防渗层的保护，防止回填施工破坏防渗层。 ⑵加强过程监管和跟踪评估：按照昆明市地方标准《改性磷石膏综合利用 矿山生态修复过程环境监管规范》（DB5301/T 99-2023 ）、《改性磷石膏综合利用 矿山生态修复跟踪评估规范》（DB5301/T 100-2023）的要求开展全过程监管和跟踪评估工作。	境工程评估中心开展施工期环境监理，并编制《易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程环境监理实施方案》，并作为开展项目环境监理的工作方案；重点对矿坑修复区回填及生态修复区底部污泥固化稳定化、地下水及渗滤液导排系统、地下水收集池和渗滤液收集池、矿坑底部防渗、防渗漏监控系统设置情况、防渗工程质量等进行监理，形成环境监理季报；改性磷石膏回填过程，制定防渗层的保护措施和工作制度，防止回填施工破坏防渗层。 ⑵加强过程监管和跟踪评估：按照《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T 1269-2024）、生态环境部2025年7月1日起实施的《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）等要求开展全过程监管和跟踪评估工作。
		环评批复文件（安生环复〔2023〕64号）	㈠严格控制回填的磷石膏生态修复材料质量。 ㈡落实各项防渗措施、防渗漏监控系统、止水帷幕等风险措施，防止地下水环境风险。 ㈢按规范进行废渣堆存区拦渣、废渣堆体削坡整形、回填边坡的设计、施工，防止发生溃坝、滑坡等地质环境风险。 ㈣按规范设置废渣堆存区废渣堆体、矿坑回填区回填堆体位移观测桩等工程内容，对废渣堆存区和回填堆体进行位移观测，随时掌握堆体稳定情况，若发生异常，及时上报主管部门，采取相应的措施。 ㈤按照《改性磷石膏综合利用矿山生态修复 环境风险评估规范》（DB5301/T98-2023）的要求开展环境风险评估工作，编制突发环境事件应急预案。	㈠严格按照生态环境部2025年7月1日起实施的《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）、《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T 1269-2024）、《昆明市生态环境局关于进一步做好改性磷石膏用于矿山生态修复工作的通知》（便函〔2024〕2322 号）等相关要求进行采样分析，确保改性磷石膏满足GB18599 中第I 类一般工业固体废物的要求，且有机物含量低于5%；改性磷石膏生产单位制定监测方案，建设单位采取抽验方式进行监督管理；做好改性后磷石膏回填台账记录，记录改性磷石膏回填量、改性磷石膏的成分分析结果等。 ㈡严格落实废渣堆体表层防渗，拦渣坝下游止水帷幕，周边止水帷幕，矿坑回填区底部防渗，矿坑回填区边坡防渗，矿坑回填区顶部防渗，地下水收集池、渗滤液收集池和渗滤液处理站

					防渗等各项防渗措施和止水帷幕措施，确保施工质量和防渗系数达到设计、环评报告要求；本项目矿坑修复区回填及生态修复区矿坑底部防渗安装防渗衬层渗漏监测设备，并设置 5 口地下水跟踪监测井和 1 口地下水导排管观测，监控防渗衬层的完整性；防止地下水环境污染风险。㈢按规范进行废渣堆存区拦渣、废渣堆体削坡整形、回填边坡的设计、施工，防止发生溃坝、滑坡等地质环境风险。 ㈣按规范设置废渣堆存区废渣堆体、矿坑回填区回填堆体位移观测桩等工程内容，对废渣堆存区和回填堆体进行位移观测和分析，掌握堆体稳定情况；若发生异常，制定整改方案和采取相应措施，及时上报主管部门。 ㈤易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程已按照《改性磷石膏综合利用矿山生态修复 环境风险评估规范》（DB5301/T98-2023）的要求开展环境风险评估工作，并进行备案；2024 年 10 月 15 日云南天安化工有限公司获得昆明市生态环境局安宁分局对《安宁市易门箐铁矿矿山环境污染综合治理及生态修复工程突发环境事件应急预案（2024 年第一版）》备案文件，备案编号 533601-2024-097-H；按照《应急物资调查报告》完善配备应急物资，定期组织应急演练。

5.1.2 项目后续施工主要生态环境保护措施

1.施工期大气环境保护措施

项目施工过程中产生的废气主要为施工扬尘，运输车辆和施工机械产生的尾气。

（1）施工扬尘：施工扬尘主要为矿坑回填、矿坑回填体顶部防渗、场地截排水工程、矿坑外围边坡治理、矿坑回填区土地复垦、渗滤液处理站建设、已建设污水处理站改造等工程施工产生的扬尘。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）项目使用改性磷石膏作为生态恢复材料，运输方式为车辆运输。运输过程中，全程对车辆进行覆盖，避免运输过程中物料泼洒。

（3）运输车辆和施工机械适用符合国家标准的汽油燃料，减少车辆和施工机械尾气对环境的影响。

2.施工期地表水环境保护措施

（1）改性磷石膏回填渗滤液：通过隧洞用管道导排收集至改性磷石膏回填渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3），收集的渗滤液通过水泵提升至新建渗滤液处理站（1 个，设计处理规模 30m^3/h，采用“化学预处理+双极反渗透（RO 膜）”工艺）处理达《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉；

（2）废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水：矿区原有废渣堆存区淋滤水通过排渗管道导排至渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=5×5×2.5m，容积 62.5m^3）收集；矿区受污染的地下水通过顶管工艺打通，采用管道导排至地下水收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3）；矿坑修复区坑底雨水过顶管工艺打通，采用管道导排至雨水收集池（1 个，长×宽×高=7m×2m×1.5m=21m^3）；收集的废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水通过水泵提升至容积为 5000m^3 的调节池；再通过水泵提升至已建设污水处理站（1 个，设计处理规模 5000 m^3/d）进行处理（出口设置在线监测设施）；

污水处理站出水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L），硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4120m）排入新河。

（3）项目食堂废水经已建隔油池（1 个，容积：2m^3）预处理后与其他生活污水合并排入已建化粪池（1 个，容积：10m^3）进行处理，处理达《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉。

（4）根据 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）和《排污许可自行监测技术指南　总则》（HJ819-2017）的要求，开展地表水和排污口跟踪监测，监测要求及质量标准见表 5.1.2-1。

表 5.1.2-1　地表水跟踪监测要求及执行标准

监测内容	监测点位	监测指标	最低监测频次	执行标准
地表水	易门箐水库库尾	pH、COD、总磷（TP）、氨氮、氟化物、总锰、总铁、总汞、总镉、六价铬、总砷、总铅、总镍、总铍、总锌、总铜、硫酸盐等	季度/次	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准
	项目排污口上游 500m	pH、COD、总磷（TP）、氨氮、氟化物、总锰、总铁、总汞、总镉、六价铬、总砷、总铅、总镍、总铍、总锌、总铜、硫酸盐等	3 次/年（丰水期、枯水期和平水期各一次）	
	项目排污口下游 1500m			
入河排污口	DW001	pH、COD、总磷（TP）、氨氮、氟化物、总锰、总铁、总汞、总镉、六价铬、总砷、总铅、	季度/次	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 1 中 IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物

		总镍、总铍、总锌、总铜、硫酸盐等		排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L），硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））

表 5.1.2-2　本项目排放口基本情况一览表

排放口编号	排放口名称	排放口类型	排放口地理坐标	
			东经	北纬
DW001	废水排放口	一般排放口	102°19′15.36398″	24°40′14.75692″

（5）为了确保渗滤液处理站及回用系统发生故障时，渗滤液处理站出水不外排进入地表水环境，项目配套建设容积为 5000m^3 的渗滤液调节池和 3000m^3 的应急池，当渗滤液处理站发生故障时，将受污染的地下水及渗滤液排入渗滤液调节池，对渗滤液处理站及时维修。当回水管道发生故障时，将渗滤液处理站出水排入应急池内。渗滤液调节池和应急池容积可容纳至少 2 天的废水量，为确保故障维修提供足够的时间。

3.施工期声环境保护措施

磷石膏运输采用车辆运输，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。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，施工场地车辆径杨兴庄村等沿途声环境保护目标时应控制车速、禁止鸣笛。

（7）其他物料运输车辆途径杨兴庄村等沿途声环境保护目标时，应控制车速、禁止鸣笛。

根据 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）和《排污许可自行监测技术指南　总则》（HJ819-2017）的要求，开展噪声监测，监测要求及质量标准见表 5.1.2-2 所示。

表 5.1.3-2　噪声监测计划一览表

监测对象	监测点	监测内容	监测频率	执行标准
声环境	修复区场界	噪声	季度/次	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2025）

4.施工期固体废物处置措施

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

（1）废土石方

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%。

（2）渗滤液处理站污泥

项目生产过程中产生的污泥经板框压滤机脱水处理后，经密闭车辆运输至废渣堆存区环境污染治理进行原位风险管控（已单独开展环境影响评价工作，2025 年 5 月 20 日，获得昆明市生态环境局安宁分局批复文件：安生环复〔2025〕22 号），污泥替代石灰用于磷石膏改性，改性磷石膏回填于露天采区矿坑，不外排。

（3）施工人员生活垃圾

施工期生活垃圾集中收集后送至生活垃圾收集点堆存，定期清运至环卫部门指定地点，交由安宁市八街街道办事处环卫部门处置。

5.施工期地下水环境保护措施

（1）源头管控

1）落实废渣堆场顶部防渗、止水帷幕、渗滤液导排和地下水导排措施，将废渣堆场渗滤液收集后通过水泵提升至容积为 5000m^3 的调节池；再通过水泵提升至已建设污水处理站（1 个，设计处理规模 5000 m^3/d）进行处理（出口设置在线监测设施）；污水处理站出水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L），硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4120m）排入新河。

2）对每批次回填改性磷石膏按照 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）采样要求进行采样分析。

3）改性后磷石膏回填物料必须满足生态环境部 2025 年 7 月 1 日起实施的《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）要求和 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）要求，即用于露天矿山生态修复的改性磷石膏应满足 GB 18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求，且有机物含量超过 5%的改性磷石膏不应用于矿山生态修复；

4）做好改性后磷石膏回填台账记录，记录改性磷石膏回填量、改性磷石膏的成分分析结果等。

（2）防渗措施

1）废渣堆体表层防渗

废渣整形完成后，废渣堆体表面铺设表层防渗层，已采用“1.5mmHDPE 防渗膜+400g/m^2 无纺长丝土工布”进行防渗。

2）栏栅坝下游止水帷幕

已在冲沟下游矿区边界与易门箐水库交界处设置止水帷幕，已采用高压旋喷桩+帷幕灌浆方式，渗透系数达到 1×10^{-7}cm/s，帷幕有效宽度≥2m。

防止可能的污染地下水往外扩散。

止水帷幕采用高压旋喷桩+帷幕灌浆，高压旋喷桩设置 3 排，桩径 0.9m，间距 0.65m，排距 0.65m。帷幕灌浆设置 2 排，孔距 1.3m，排距 1.0m。土质地层采用高压旋喷桩，岩质地层采用帷幕灌浆，深度为进入风化板岩或风化炭质板岩层 5.0m，深度约 35m。高压旋喷水泥添加量不低于 32%；固结体 28 天抗压强度 15Mpa，采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为 42.5。为使止水帷幕渗透系统达到 1×10^{-7} cm/s，高压旋喷和帷幕灌浆过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8%，水玻璃添加量 3%。

3）周边止水帷幕

已在周边第四系松散层较厚区域的截洪沟内侧设置止水帷幕，截留外围下渗的雨水，防止外围雨水下渗渗流至废渣堆体内产生渗滤液。

止水帷幕采用高压旋喷桩防渗墙方式，高压旋喷桩设置 2 排，桩径 0.9m，间距 0.65m，排距 0.65m。平均深度约 20m。高压旋喷水泥添加量不低于 32%；固结体 28 天抗压强度 15Mpa，采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为 42.5。为使止水帷幕渗透系统达到环保防渗要求，高压旋喷过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8%，水玻璃添加量 3%。

4）破碎带注浆防渗

在场地勘测出的断层带位置进行断层破碎带注浆防渗工程，防止渗滤液沿断层破碎带扩散。设计采用高压灌浆方式。

灌浆深度根据勘测的断层破碎带情况确定，进入周边完整岩层 5.0m，深度约 50-150m。灌浆采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为 42.5。为使灌浆后渗透系统达到环保防渗要求，灌浆过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8%，水玻璃添加量 3%。

5）矿坑回填区底部防渗

对矿坑底部污泥及废渣首先进行固化稳定化处理后，对底部场地整平压实、边坡清理分台平整，清除尖锐石块和碎屑杂物，铺设一层垫层（考虑采用 0.75m 厚压实粘土）后铺设两布一膜（400g/㎡长丝无纺土工布+1.5mmHDPE 单糙面土工膜+400g/㎡长丝无纺土工布）防渗层

6）矿坑回填区边坡防渗

矿坑周边边坡按土质边坡 1:1.5，岩质边坡 1:1.0 进行削坡整平，每 10m 高差设置 5m 宽锚固平台，其防渗结构为先在整平的边坡上铺设一层 TGSG30-30 双向土工格栅后再铺设两布一膜（400g/㎡长丝无纺土工布+1.5mmHDPE 单糙面土工膜+400g/㎡长丝无纺土工布）防渗层。

7）矿坑回填区顶部防渗

矿坑回填完成，对矿坑回填体顶部做表层防渗处理，以阻隔场内表层雨水渗入堆体，减少渗滤液的产生。矿坑表层防渗层结构同废渣堆场表层防渗层，采用 1.5mmHDPE 防渗膜+400g/m^2 无纺长丝土工布进行防渗。

8）地下水收集池、渗滤液收集池和渗滤液、污水处理站防渗

根据项目工程内容，对地下水收集池、渗滤液收集池和渗滤液处理站采取重点防渗措施，根据《建设项目环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）表 7，防渗性能要求如下：等效黏土防渗层 Mb≥6.0m，K≤1×10^{-7}cm/s；或参照 GB18598 执行。

（3）防渗漏监控

按照 II 类场要求，设置防渗漏监控系统，监控防渗衬层的完整性。

（4）防渗工程施工期监理

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

（5）地下水跟踪监测

建立回填区地下水环境监控体系，包括建立地下水污染监控制度和环境管理体系，以便及时发现问题，及时采取预防措施。根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）、2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）的要求修复区上游设置 1 个对照井，下游设置≥1 个跟踪监测点，在 可能出现污染扩散区域设置≥1 个扩散监测，结合项目实际水文地质调查情况，项目设置 5 个地下水跟踪监测井。同时对回填区地下水导排收集井中的地下水进行跟踪监测。根据 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用

于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）的要求，结合项目特征，监测因子为：pH、氟化物、总磷、硫酸盐、硝酸盐、氯化物、铜、铅、锌、镉、砷、汞、铁、锰。监测频次为每 6 个月 1 次。

地下水跟踪监测井设置情况见表 5.1.3-3，跟踪监测井位置见图 5.1.3-1。建设要求见表 5.1.3-4。

表 5.1.3-3　地下水跟踪监测井设置情况

监测功能		基本因子		备注
		监测项目	监测频率	
JC1	上游，背景参照	pH、氟化物、总磷、硫酸盐、硝酸盐、氯化物、亚硝酸盐、铜、铅、锌、镉、砷、汞、铁、锰、硒、铬等。	回填施工期每季度 1 次。覆土绿化后，每半年一次，直到地下水水质连续 3 年不超出地下水本底水平	监测井尽量利用原水文地质调查监测井，无法利用的新建
JC2	污染监控点			
JC3	污染监控点			
JC4	污染监控点			
JC5	下游扩散井			
地下水导排收集池				

图 5. 1. 3-1　已设置地下水跟踪监测点位布置图

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，落实水土保持措施；

（2）合理布局施工总图，分片区施工；

（3）施工期间要求文明施工，严禁非法猎捕鸟类、兽类等野生动物；

（4）回填结束后，进行覆土，栽种植被。

7.施工期环境风险防范措施

（1）源头控制

1）对每批次回填改性磷石膏按照 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）采样要求进行采样分析。

2）改性后磷石膏回填物料必须满足生态环境部 2025 年 7 月 1 日起实施的《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）要求和 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）要求，用于露天矿山生态修复的改性磷石膏应满足 GB 18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求，且有机物含量超过 5%的改性磷石膏不应用于矿山生态修复。

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

4）防止生活垃圾混入、一旦发现生活垃圾混入，应立即停止回填，确保生活垃圾不得进入填充场。

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

6）落实截排水措施，从源头上控制进入生态修复区雨水量，减少渗滤液产生。

（2）过程控制

1）落实废渣堆场原位管控措施

废渣堆体表层防渗：废渣整形完成后，废渣堆体表面铺设表层防渗层，采用 1.5mmHDPE 防渗膜进行防渗，对废渣堆体进行原位风险管控。

栏栅坝下游止水帷幕：在冲沟下游矿区边界与易门箐水库交界处设置止水帷幕，采用高压旋喷桩+帷幕灌浆方式，渗透系数达到 1×10^{-7}cm/s，帷幕有效宽度≥2m。防止可能的污染地下水往外扩散。

止水帷幕采用高压旋喷桩+帷幕灌浆，高压旋喷桩设置 3 排，桩径 0.9m，间距 0.65m，排距 0.65m。帷幕灌浆设置 2 排，孔距 1.3m，排距 1.0m。

土质地层采用高压旋喷桩，岩质地层采用帷幕灌浆，深度为进入风化板岩或风化炭质板岩层 5.0m，深度约 35m。高压旋喷水泥添加量不低于 32%；固结体 28 天抗压强度 15Mpa，采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为 42.5。为使止水帷幕渗透系统达到 1×10^{-7} cm/s，高压旋喷和帷幕灌浆过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8%，水玻璃添加量 3%。

周边止水帷幕：设计在周边第四系松散层较厚区域的截洪沟内侧设置止水帷幕，截留外围下渗的雨水，防止外围雨水下渗渗流至废渣堆体内，产生渗滤液。

止水帷幕采用高压旋喷桩防渗墙方式，高压旋喷桩设置 2 排，桩径 0.9m，间距 0.65m，排距 0.65m。平均深度约 20m。高压旋喷水泥添加量不低于 32%；固结体 28 天抗压强度 15Mpa，采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为 42.5。为使止水帷幕渗透系统达到环保防渗要求，高压旋喷过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8%，水玻璃添加量 3%。

周边止水帷幕：在场地勘测出的断层带位置进行断层破碎带注浆防渗工程，防止渗滤液沿断层破碎带扩散。设计采用高压灌浆方式。

灌浆深度根据勘测的断层破碎带情况确定，进入周边完整岩层 5.0m，深度约 50-150m。灌浆采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，强度等级为 42.5。为使灌浆后渗透系统达到环保防渗要求，灌浆过程中，在水泥浆中添加膨润土和水玻璃，膨润土添加量 8%，水玻璃添加量 3%。1）底部防渗：修复区底部先进行场区场地平整至 1910m 高程；整平后在上部铺设 0.75m 厚黏土层，黏土采用市场购买方式获得，要求黏土干净、含沙量小、黏粘、粒径小于 0.055mm 的含量应超过 25%、塑性指数大于 15。经压实措施处理后的饱和渗透系数不应大于 1.0×10-7cm/s。之后进行下渗滤液收集井、防渗施工。压实修整完成后，底部首先铺设 200g/m² 加密土工布；再在上部铺设 2.0mm 厚的双糙面 HEPD 土工膜防渗，并满足 GB/T 17643 和 CJ/T234-2006 规定的技术指标要求。

2）落实矿坑回填区域防渗措施

底部和边坡防渗措施：在矿坑底部设置 HDPE 防渗膜，通过设置人工

防渗系统将矿坑场地基底及岸坡与回填料完全隔离，以达到防渗要求。

设计对矿坑底部污泥及废渣首先进行固化稳定化，然后对底部场地整平压实、边坡清理分台平整，清除尖锐石块和碎屑杂物，铺设一层垫层（考虑采用 0.75m 厚压实粘土）后铺设两布一膜（400g/㎡长丝无纺土工布+1.5mmHDPE 单糙面土工膜+400g/㎡长丝无纺土工布）防渗层，粘土垫层下设地下水导排盲沟，膜上设渗滤液导排盲沟，导排盲沟采用倒梯形（底宽 1m，高 1m，顶宽 2m），土工布包裹碎石回填，碎石内设置 HDPE 排渗管（DN200 穿孔管，上半圆开孔），导排盲沟外接地下水收集池和渗滤液收集池。

矿坑回填区底部防渗层结构从上往下依次为：回填生态修复填料；渗滤液导排盲沟；400g/ m^2 无纺长丝土工布；1.5mmHDPE 防渗膜；400g/ m^2 无纺长丝土工布；0.75m 压实粘土衬层（渗透系数 1×10^{-7}cm/s）；地下水导排盲沟；平整压实基础层（底泥固化稳定化层），并满足 GB/T 17643 和 CJ/T234-2006 规定的技术指标要求。

顶部防渗措施：矿坑回填完成，对矿坑回填体顶部做表层防渗处理，以阻隔场内表层雨水渗入堆体，减少渗滤液的产生。

矿坑回填拟采用无害化处理后的改性磷石膏作为回填材料，表层防渗层结构参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）II 类处置场封场结构，设置阻隔层、雨水导排层、覆盖土层。

3）渗滤液收集池防渗措施

渗滤液收集井池及四周均采用 15mm 厚的混合砂浆保护层、顶面为 120mm 厚钢筋混凝土盖，和矿坑进行整体防渗，首先铺设 200g/m^2 加密土工布；再在上部铺设 2.0mm 厚的双糙面 HEPD 土工膜防渗。

（3）末端监管

1）开展施工期环境监理

开展施工期环境监理，重点对防渗工程质量、防渗漏监控系统设置情况、渗滤液导排、收集池建设情况等进行监理，并形成监理报告，作为项目验收的依据。加强施工及运营过程中对防渗层的保护，防止回填施工破

坏防渗层。

2）加强过程监管和跟踪评估

按照 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）的要求开展全过程监管和跟踪评估工作。

8.土壤污染防治措施

（1）地面渗滤液收集池为混凝土浇灌地埋形式，池底及四周均采用 15mm 厚的混合砂浆保护层池底和四周首先铺设 200g/m²加密土工布；再在上部铺设 2.0mm 厚的双糙面 HEPD 土工膜防渗，渗透系数≤1.0×10^{-7}cm/s。

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

（3）按照 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）采样要求对每批次回填改性磷石膏进行采样分析。改性后磷石膏回填物料必须满足生态环境部 2025 年 7 月 1 日起实施的《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）要求和 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）要求，即用于露天矿山生态修复的改性磷石膏应满足 GB 18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求，且有机物含量超过 5%的改性磷石膏不应用于矿山生态修复。

（4）加强渗滤液导排系统及收集池、地下水导排系统及收集池、渗滤液处理站的运行管理，确保渗滤液和受污染的地下水得到有效处理回用。

（5）对每批次绿化覆土成分进行监测，确保覆土中污染物成分低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值的要求。

（6）对运输车俩采区覆盖措施，落实洒水抑尘等施工扬尘控制措施，减少回填无害化处理后的改性磷石膏泼洒，沉降进入土壤环境，减缓对土壤环境的影响。

（7）按照 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生

态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）的要求，开展土壤跟踪监测，监测计划见下表 5.1.3-5 所示。

表 5.1.3-5　土壤环境跟踪监测要求及执行标准

监测内容	监测点位	监测指标	最低监测频次	执行标准
土壤环境	按 DB53/T1269-2024 在回填区内、边坡汇水区、主导风向下风向、地表径流下游、上游对照点，共计 5 个。	pH、氟化物、铜、铅、锌、镉、砷、汞、铬、镍等。	每年不少于 1 次	建设用地限值执行 GB 36600；农用地限值执行 GB 15618，氟化物对照本底值。

9.施工监理计划

施工监理主要工程为回填区的防渗系统、渗滤液收集和导排系统；

回填区施工方案中应包括施工质量保证和施工质量控制内容，明确环保条款和责任，可作为建设环境监理的主要内容。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 5.1.3-5 所示。

表 5.1.3-5　环境监理计划一览表

时期	项目	处理措施	监理标准	执行单位
施工期	废气	（1）项目拟设洒水车 1 辆，对修复区施工面进行洒水降尘，在大风天、干燥天气，适当增加洒水频次。（2）运输车辆须以篷布遮盖，密闭运输，并注意控制车速。	每季度对区域大气环境质量进行监测，监测指标颗粒物，检测结果满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）无组织排放监控浓度限值。	建设单位
	废水	回填修复区外围设置截排水沟，把回填修复区外围雨水排出修复区外。	通过设置外围截洪沟，将回填修复区外部洪水排出回填场外。	
		改性磷石膏回填渗滤液通过隧洞用管道导排收集至改性磷石膏回填渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3），收集的渗滤液通过水泵提升至新建渗滤液处理站（1 个，设计处理规模 30m^3/h，采用“化学预处理+双极反渗透（RO 膜）”工艺）处理达《城市污水再	执行《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）	

			生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉		
			矿区原有废渣堆存区淋滤水通过排渗管道导排至渗滤液收集池（1个，长×宽×高=5×5×2.5m，容积62.5m^3）收集；矿区受污染的地下水通过顶管工艺打通，采用管道导排至地下水收集池（1个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积13.57m^3）；矿坑修复区坑底雨水过顶管工艺打通，采用管道导排至雨水收集池（1个，长×宽×高=7m×2m×1.5m=21m^3）；收集的废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水通过水泵提升至容积为5000m^{3}的调节池；再通过水泵提升至已建设污水处理站（1个，设计处理规模5000 m^3/d）进行处理（出口设置在线监测设施）；污水处理站出水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表2采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L），硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4120m）排入新河。	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表1中IV类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表2采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L），硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））	
			项目食堂废水经已建隔油池（容积：2m^3）预处理后与其他生活污水合并排入已建化粪池（容积：10m^3）进行处理，处理后回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉	《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）	
			防渗工程	（1）防渗膜购买原生膜，防渗施工影像资料，施工记录，防渗膜购买合同，每批次的检验合格证。符合《一	

				般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）II 类场的要求，保存相关资料，作为竣工环保验收的依据。 （2）对防渗工程质量、渗滤液导排、收集池建设情况等进行监理，并形成监理报告，作为项目验收的依据。 （3）按照 II 类场要求，设置防渗漏监控系统，监控防渗衬层的完整性。	
			临时沉淀池 1 个，容积为 10m^3。	施工期废水经临时沉淀池沉淀后回用于施工场地车辆冲洗、洒水降尘，不外排。	
		改性磷石膏	对改性磷石膏进行检测，确保改性磷石膏满足回填要求，禁止回填不合格材料。	生态环境部 2025 年 7 月 1 日起实施的《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）要求和 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）要求，用于露天矿山生态修复的改性磷石膏应满足 GB 18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求	
		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，检测结果满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2025）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	施工期生活垃圾集中收集后送生活垃圾收集点堆存，定期清运至环卫部门指定地点，交由环卫部门处置。	
			污泥	项目在矿坑回填施工期间，项目生产过程中产生的污泥经板框压滤机脱水处理后，经密闭车辆运输至污泥	

			临时暂存区，污泥替代石灰用于磷石膏改性，改性磷石膏回填于露天采区矿坑，不外排。	
	生态	回填区：种植植被恢复绿化 其他区域：当地常见植被	实现生态修复面积102.68hm^2（1540.26亩），并定期养护、扶植，确保存活率。	

10.环境监测计划

结合项目特点，项目具体监测计划见表5.1.3-6所示。监测结果建议向社会公开查询。

表5.1.3-6 环境监测计划一览表

监测对象	监测点	监测内容	监测频率	执行标准
大气	修复区场界	颗粒物	每季度不少于一次（如监测结果出现异常，应及时进行重新监测，间隔时间不得超过1周）	《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表2无组织排放浓度限值
声环境	修复区场界	噪声	每季度不少于一次	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2025）
改性磷石膏回填渗滤液	改性磷石膏回填渗滤液收集池（进口）、新建渗滤液处理站出水	pH、氟化物、总磷、氨氮、铜、铅、锌、镉、砷、汞、铁、锰、硫酸盐、铬（六价）、铍、银等	每月一次	渗滤液处理站出水执行《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）

	收集的废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水	调节池、排污口（DW001）	pH、COD、总磷（TP）、氨氮、氟化物、总锰、总铁、总汞、总镉、六价铬、总砷、总铅、总镍、总铍、总锌、总铜、硫酸盐等	季度/次	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L）；硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））
	地下水	项目区 5 个地下水监控井和地下水导排收集池	pH、氟化物、总磷、硫酸盐、硝酸盐、氯化物、亚硝酸盐、铜、铅、锌、镉、砷、汞、铁、锰、硒、铬等。	回填施工期每季度 1 次。覆土绿化后，每半年一次，直到地下水水质连续 3 年不超出地下水本底水平	《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准，其中总磷参考《地表水环境质量标准》III类标准执行
	地表水环境	易门箐水库库尾	pH、COD、总磷（TP）、氨氮、氟化物、总锰、总铁、总汞、总镉、六价铬、总砷、总铅、总镍、总铍、总锌、总铜、硫酸盐等	季度/次	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准
		排污口上游 500m，排污口下游 1500m		3 次/年（丰水期、枯水期和平水期各一次）	
	土壤环境	按 DB53/T1269-2024 在回填区内、边坡汇水区、主导风向下风向、地表径流下游、上游对照点，共计 5 个。	pH、氟化物、铜、铅、锌、镉、砷、汞、铬、镍等。	每年不少于 1 次	建设用地限值执行 GB36600；农用地限值执行 GB 15618，氟化物对照本底值。

	生态	生态修复后可根据需要，对回填区域及周边区域的生态系统、修复成效等开展调查和监测。监测周期原则上每 3 年一次，生态修复期间至少开展一次，至项目验收。

运营期生态环境保护措施

项目为矿山生态修复，运营期无废气、噪声、固废产生，运营期环境保护措施如下：

（一）水环境保护措施

1.定期对渗滤液进行监测，记录水质情况，直到连续 3 年内没有渗滤液产生。

2.加强防渗工程监控管理，发现破损隐患，及时修复。

3.按 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）的要求对地表水环境和地下水环境进行跟踪监测。

（二）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。

（三）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	环保设施/措施	验收标准及内容
施工期	矿坑回填料	依托磷石膏改性工程环保手续及办理运行情况、竣工环保验收情况	1、无害化处理后的改性磷石膏回填记录台账； 2、按照2024年8月8日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）采样要求进行采样分析。 3、回填改性磷石膏质量满足生态环境部2025年7月1日起实施的《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）要求和2024年8月8日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）要求，即：用于露天矿山生态修复的改性磷石膏应满足 GB 18599 中第 I 类一般工业固体废物的要求。
	废气	洒水车辆，对修复区施工面进行洒水降尘。 运输车辆须以篷布遮盖，密闭运输，限载、限速。 开展例行监测，每季度一次，监测颗粒物。	1.回填施工期洒水记录台账。 2.运输车辆篷布覆盖情况照片。 3.洒水记录台账及洒水现场照片。 4.回填施工期监测报告，颗粒物满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）无组织排放监控浓度限值标准。
	废水	1.车辆冲洗临时沉淀池1个，容积10m³。	1、车辆冲洗临时沉淀池设置情况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。
		2.改性磷石膏回填渗滤液通过隧洞用管道导排收集至改性磷石膏回填渗滤液收集池（1个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积13.57m³），收集的渗滤液通过水泵提升至新建渗滤液处理站（1个，设计处理规模30m³/h，采用“化学预处理+双极反渗透（RO膜）”工艺）处理达《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉；	1.渗滤液导排系统设计及施工监理报告。 2.渗滤液收集池设计及施工监理报告。 3.渗滤液处理站（设计处理规模30m³/h，采用“化学预处理+双极反渗透（RO膜）”工艺）处理达《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉。 4.渗滤液处理情况、回用记录台账。

			3.矿区原有废渣堆存区淋滤水通过排渗管道导排至渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=5×5×2.5m，容积 62.5m^3）收集；矿区受污染的地下水通过顶管工艺打通，采用管道导排至地下水收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m^3）；矿坑修复区坑底雨水过顶管工艺打通，采用管道导排至雨水收集池（1 个，长×宽×高=7m×2m×1.5m=21m^3）；收集的废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水通过水泵提升至容积为 5000m^3 的调节池；再通过水泵提升至已建设污水处理站（1 个，设计处理规模 5000 m^3/d）进行处理（出口设置在线监测设施）；污水处理站出水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L）；硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4120m）排入新河。	5.收集池中收集的废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水污染物浓度情况和排放浓度情况，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 1 中 IV 类标准限值（《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L）；硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））。
			4、事故应急池 1 个，容积 3000m^3。	/

			5、一体化隔油池（容积：2m²）、化粪池（容积：10m²）	/
		噪声	选取低噪声设备，对设备进行维护，对噪声进行监测	回填施工期噪声监测报告，应满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2025）。
		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：集中收集后送至生活垃圾收集点堆存，定期清运至环卫部门指定地点，交由安宁市八街街道办事处环卫部门处置。	清运记录或者委托清运协议，处置率 100%
			项目在矿坑回填施工期间，项目生产过程中产生的污泥经板框压滤机脱水处理后，经密闭车辆运输至污泥临时暂存区，污泥替代石灰用于磷石膏改性，改性磷石膏回填于露天采区矿坑，不外排。	处置率 100%
		导排及防渗工程	雨水导排系统	截排水沟建设情况、设计及施工监理报告。
			渗滤液导排系统	渗滤液导排系统建设情况、设计及施工监理报告。
			生态修复区防渗工程	防渗施工影像资料，施工记录，防渗膜购买合同，每批次的检验合格证。重点对防渗工程质量、防渗漏监控系统设置情况、渗滤液导排、收集池建设情况等。 防渗工程应满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中II类场防渗要求。
			渗滤液收集池、受污染地下水收集池和渗滤液处理站、污水处理站防渗。	根据《建设项目环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）表 7，防渗性能要求如下：等效黏土防渗层 Mb≥6.0m，K≤1×10⁻⁷cm/s；或参照 GB18598 执行。
			防渗监控系统	按照 II 类场要求，设置防渗漏监控系统，监控防渗衬层的完整性。
	运营期	土地复垦	恢复园地 85.27hm²（1279.07 亩）、恢复乔木林地 11.20hm²（167.93 亩）、恢复灌木林地 6.96hm²（104.39 亩）	

		地下水导排收集池	每季度一次对收污染地下水进行监测，直到连续 3 年不超过背景值。	执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准，总磷参考《地表水环境质量标准》III类标准执行，对超标地下水进行处理后回用。
		渗滤液处理站出水	记录渗滤液处理站进水量、出水量和出水回用情况	每月检测报告，渗滤液处理站出水执行《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）。
		污水处理站出水	记录污水处理站进水量、出水量和出水回用情况	地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表 2 采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L）；硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））。
		地下水跟踪监测井	设置 5 个地下水跟进监测井，覆土绿化后，6 个月 1 次进行地下水检测，出具检测报告。	执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准，总磷参考《地表水环境质量标准》III类标准执行。
	其他		监理报告详细内容。	提供月报、季报、总结报告。
			编制相关应急预案。	进行备案。
其他	/			
环保投资	项目总投资 65980.51 万元，其中环保投资 21023.92 万元，占总投资的 31.86%，环保投资明细见下表 5.4-1 所示。			

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 1 辆。	40.00
		每季度对项目区大气环境进行监测。	5.00
	废水	废渣表层防渗设施。	3445.13
		废渣堆渗滤液导排系统	207.01
		回填区地下水导排系统。	500.00
		回填区渗滤液收集系统。	802.36
		导排隧洞建设	3209.45
		回填区底部+边坡防渗工程。	5015.83
		回填区顶部防渗。	4303.05
		渗滤液收集池（1 个，采用钢筋混凝土矩形水池，长×宽×高=5×5×2.5m，容积 62.5m^3）	2

			渗滤液调节池（容积：5000m³）	0
			地下水收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m³）；雨水收集池（1 个，长×宽×高=7m×2m×1.5m=21m³）；改性磷石膏回填渗滤液收集池（1 个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积 13.57m³）	0
			渗滤液处理站（设计处理规模 30m³/h，采用“化学预处理+双极反渗透（RO 膜）”工艺）	1027
			污水处理站（设计处理规模 5000 m³/d），出口设置在线监测设施	1621.00
			化粪池、隔油池	0
			施工期临时沉淀池	0
			定期对渗滤液处理站出水进行监测，每月 1 次。	6.00
		噪声	选用低噪设备、合理布局、合理施工、加强设备维护	10.00
			每季度进行噪声监测	3.00
		固废	废土石全部用于场地平整	20.00
			项目生产过程中产生的污泥经板框压滤机脱水处理后，经密闭车辆运输至废渣堆存区环境污染治理进行原位风险管控。	
			施工期生活垃圾集中收集后生活垃圾收集点堆存，定期清运至环卫部门指定地点，交由环卫部门处置	
		其他	对每批次无害化处理后的改性磷石膏进行检测。	46.79
			矿坑回填区防渗监控系统	135.5
		生态	土地复垦。	595.6
	运营期	环境监测管理	项目区附近地下水跟踪监测点 5 个地下水环境跟踪监测、渗滤液处理站出水开展跟踪监测、土壤环境跟踪监测、地表水环境跟踪监测。 植被管理、维护：定期浇灌、基肥及追肥；连续抚 3 年，适时补植，种植后人工巡护。	31.20
	合计			**21023.92**

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	实现生态修复面积102.68hm^2（1540.26亩），恢复园地85.27hm^2（1279.07亩）、恢复乔木林地11.20hm^2（167.93亩）、恢复灌木林地6.96hm^2（104.39亩）。	达到以下造林成活率的小班，为造林合格小班：安宁市年均降水量在400㎜以上，当年造林成活率85%以上，次年及以后的保存率80%以上，林分郁闭度在0.2-0.3以上，植被盖度在0.6以上。	养护管理	生态修复工程实施后，主要需要对边坡、排水沟等进行维护和植被养护。
水生生态	/	/	/	/
地表水环境	①改性磷石膏回填渗滤液通过隧洞用管道导排收集至改性磷石膏回填渗滤液收集池（1个，长×宽×高=3.35m×2.7m×1.5m，容积13.57m^3），收集的渗滤液通过水泵提升至新建渗滤液处理站（1个，设计处理规模30m³/h，采用“化学预处理+双极反渗透（RO膜）”工艺）处理达《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉；②矿区原有废渣堆存区淋滤水通过排渗管道导排至渗滤	①《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）。②《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表1中IV类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表2采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤0.005mg/L）；硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤	①新建渗滤液处理站②新建污水处理站	①渗滤液处理站出水执行《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）；②新建污水处理站出水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表1中IV类标准限值（锰、铁、镍、铍执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）表2采矿废水排放标准限值（即铁≤5mg/L、锰≤2mg/L、镍≤1mg/L、铍≤

	液收集池（1 个，长 × 宽 × 高=5×5×2.5m，容积62.5m^3）收集；矿区受污染的地下水通过顶管工艺打通，采用管道导排至地下水收集池（1 个，长 × 宽 × 高=3.35m×2.7m×1.5m，容积13.57m^3）；矿坑修复区坑底雨水过顶管工艺打通，采用管道导排至雨水收集池（1 个，长× 宽 × 高=7m×2m×1.5m=21m^3）；收集的废渣堆存区渗滤液、矿区受污染的地下水、矿坑修复区坑底雨水通过水泵提升至容积为5000m^{3}的调节池；再通过水泵提升至已建设污水处理站（1 个，设计处理规模 5000 m^3/d）进行处理（出口设置在线监测设施）；处理后通过云南省安宁市易门箐铁矿矿山综合治理项目（矿坑污水处理）已建设排污管道（长度：4120m）排入新河； ③项目食堂废水经已建隔油池（1 个，容积：2m^3）预处理后与其他生活污水合并排入已建化粪池（1 个，容积：	2500mg/L））。 ③《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）。		0.005mg/L）；硫酸盐执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（即：硫酸盐≤2500mg/L））

	10m^3）进行处理，处理回用于修复区洒水抑尘、绿化灌溉。			
地下水及土壤环境	1、防渗工程 2、地下水跟踪监测井：拟设置 5 个地下水跟踪监测井。 3、防渗漏监控系统	①防渗膜防渗系数不大于 10^{-7}cm/s，提供防渗膜购买记录，施工记录，检验合格证。 ②防渗漏监控系统设置情况。 ③施工期防渗工程监理报告。 ④防渗工程应满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中II类场防渗要求。	地下水跟踪监测	地下水质量满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准，总磷参考《地表水环境质量标准》III类标准执行。
声环境	①在符合施工需要的前提下，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。	每季度对施工场界噪声进行监测，场界噪声达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2025）要求	/	/
振动	/	/	/	/
大气环境	①施工场地安排专员对施工场地洒水	每季度对项目区场界颗粒物进行	/	/

	以减少扬尘量，洒水次数根据天气状况而定；非雨天每日洒水次数不少于3 次；若遇到大风或干燥天气应增加洒水次数； ②施工场地运输车辆的车厢应当确保牢固、严密，严禁在装运过程中沿途抛、洒、滴、漏； ③进入施工现场的运输车辆应低速、限速行驶，减少扬尘产生量； ④合理安排施工工序、施工进度，尽量避免在大风气象条件下施工。	检测，检测结果满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）无组织排放监控浓度限值≤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）施工人员施工期生活垃圾集中收集后送生活垃圾收集点堆存，定期清运至安宁市八街街道办事处环卫部门指定地点，交由环卫部门处置； （3）项目在矿坑回填施工期间，项目生产过程中产生的污泥经板框压滤机脱水处理后，经密闭车辆运输至污泥临时暂存区，污泥替代石灰用于磷石膏改性，改性磷石膏回填于露天采区矿坑，不外排。	100%合理处置	/	/
电磁环境	/	/	/	/

环境风险	应制定安全生产各项规章制度并组织实施，修编环境风险应急预案并组织演练。	应急预案修编、备案和演练情况	/	/
环境监测	大气环境监测，监测因子：颗粒物，监测频次：每季度1次；	执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）无组织排放监控浓度限值标准	/	/
	声环境监测，每季度1次	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2025）	/	/
	地表水环境监测，监测因子：pH、COD、总磷（TP）、氨氮、氟化物、总锰、总铁、总汞、总镉、六价铬、总砷、总铅、总镍、总铍、总锌、总铜、硫酸盐等，监测频次：每6个月1次	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准	地表水环境监测，监测因子：pH、氟化物、总磷、铜、铅、锌、镉、砷、汞、铁、锰、硫酸盐，监测频次：每6个月1次	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准
	地下水环境，监测因子：pH、氟化物、总磷、硫酸盐、硝酸盐、氯化物、亚硝酸盐、铜、铅、锌、镉、砷、汞、铁、锰、硒、铬等。监测频次，回填施工期每季度1次	《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，总磷参考《地表水环境质量标准》III类标准执行。	地下水环境，监测因子：pH、氟化物、总磷、硫酸盐、硝酸盐、氯化物、铜、铅、锌、镉、砷、汞、铁、锰。监测频次，每6个月1次	《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，总磷参考《地表水环境质量标准》III类标准执行。
	土壤环境，监测因子：pH、氟化物、铜、铅、锌、镉、砷、汞。监测频次：每年不少于1次	建设用地限值执行GB 36600；农用地限值执行GB 15618，氟化物对照本底值。	土壤环境，监测因子：pH、氟化物、铜、铅、锌、镉、砷、汞。监测频次：每3年1次	建设用地限值执行GB 36600；农用地限值执行GB 15618，氟化物对照本底值。

	对每批次回填改性磷石膏按照《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）采样要求进行采样分析。	回填改性磷石膏质量满足生态环境部2025年7月1日起实施的《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》（HJ 1415-2025）要求和2024年8月8日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）要求	/	/
其他	无			

七、结论

项目属于生态修复工程，为鼓励类项目，项目选址不在生态保护红线区域，避开集中式饮用水源保护区及汇水范围、活动断层、溶洞区、天然滑坡或泥石流影响区域，不涉及饮用水源保护地、自然保护区、风景名胜区、基本农田保护区和文物保护单位等特殊需要保护的单位等环境敏感目标。

本项目为生态修复工程，项目实施后对重构矿区生态环境、减缓矿区现有环境问题具有明显的生态效益，建设单位在项目实施过程中认真落实各项污染防治措施，项目实施对环境影响在可接受范围内。经环境风险评估，项目建设环境风险可控。项目实施期间，应按照 2024 年 8 月 8 日起实施的《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）的要求开展全过程监管和跟踪评估工作，从环境影响的角度分析，项目建设是可行的。