

# 安宁黄雪艳富营采石场(矿山环境治理与生态修复工程项目) 突发环境事件风险评估报告

(版本/修订年: 1/2025)

安宁黄雪艳富营采石场

2025 年 6 月

## 目 录

|                                                    |         |
|----------------------------------------------------|---------|
| 1 前言 .....                                         | - 1 -   |
| 2 总则 .....                                         | - 3 -   |
| 2.1 编制原则 .....                                     | - 3 -   |
| 2.2 编制依据 .....                                     | - 3 -   |
| 2.3 评估范围 .....                                     | - 4 -   |
| 2.4 评估程序 .....                                     | - 4 -   |
| 2.5 术语定义 .....                                     | - 5 -   |
| 3 资料准备与环境风险识别 .....                                | - 7 -   |
| 3.1 企业基本信息 .....                                   | - 7 -   |
| 3.2 企业周边环境风险受体情况 .....                             | - 46 -  |
| 3.3 涉及环境事件风险物质情况 .....                             | - 48 -  |
| 3.4 生产工艺 .....                                     | - 53 -  |
| 3.5 安全生产管理 .....                                   | - 59 -  |
| 3.6 现有环境风险防控与应急措施情况 .....                          | - 59 -  |
| 3.7 现有应急物资与装备、救援队伍情况 .....                         | - 62 -  |
| 4 突发环境事件及其后果分析 .....                               | - 65 -  |
| 4.1 突发环境事件情景分析 .....                               | - 65 -  |
| 4.2 突发环境事件情景源强分析 .....                             | - 69 -  |
| 4.3 释放环境风险物质的扩散途径、涉及环境风险防控与应急措施、应急资源<br>情况分析 ..... | - 72 -  |
| 4.4 突发环境事件危害后果分析 .....                             | - 95 -  |
| 5 现有环境风险防控和应急措施差距分析 .....                          | - 99 -  |
| 5.1 环境风险管理制度 .....                                 | - 99 -  |
| 5.2 环境风险防控与应急措施 .....                              | - 104 - |
| 5.3 环境应急资源 .....                                   | - 107 - |
| 5.4 历史经验教训总结 .....                                 | - 108 - |
| 5.5 需要整改的短期、中期和长期项目内容 .....                        | - 108 - |
| 6 完善环境风险防控和应急措施的实施计划 .....                         | - 110 - |

|                      |         |
|----------------------|---------|
| 6.1 目的与目标 .....      | - 110 - |
| 6.2 工作原则 .....       | - 110 - |
| 6.3 防控措施完善实施计划 ..... | - 111 - |
| 7 企业突发环境事件风险等级 ..... | - 112 - |
| 7.1 大气环境事件风险等级 ..... | - 112 - |
| 7.2 水环境事件风险等级 .....  | - 113 - |
| 7.3 企业环境风险等级确定 ..... | - 113 - |

# 1 前言

当前，我国已进入突发环境事件多发期和矛盾凸显期，环境问题已成为威胁人体健康、公共安全和社会稳定的重要因素之一，国务院高度重视环境风险防范与管理。

为贯彻落实环境风险防控任务，保障人民群众的身体健康和环境安全，规范企业突发环境事件风险评估行为，为企业提高环境风险防控能力提供切实指导，为环保部门根据企业环境风险等级实施分级差别化管理提供技术支持，2018 年环保部出台《企业突发环境事件风险分级方法》（HJ941-2018）。对企业的生产、使用、存储或释放涉及（包括生产原料、燃料、产品、中间产品、副产品、催化剂、辅助生产物料、“三废”污染物等）附录 A 突发环境事件风险物质及临界量清单中的化学物质（以下简称环境风险物质）以及其他可能引发突发环境事件的化学物质进行风险评估，并且对评估企业提出有针对性的整改措施及建议。通过开展突发环境事件风险评估，为企业加强内部环境管理、防范环境风险和预防突发环境事件的发生提供技术指导，源头上提升企业环境风险防范能力，降低区域环境风险，最终达到大幅度降低突发环境事件发生，保护生态环境和人民群众生命财产安全的目标，同时有利于各地环保部门加强对重点环境风险企业的针对性监督管理，提高管理效率，降低管理成本。

安宁黄雪艳富营采石场成立于 2009 年 08 月 19 日，位于云南省安宁市八街街道办事处樟富营村，经营范围包括石灰石开采、加工、销售。该矿山于 2016 年委托昆明天杲环境咨询有限公司编制完成了《安宁黄雪艳富营采石场改扩建项目环境影响报告表》，于 2016 年 12 月 22 日取得“安宁市环境保护局关于安宁黄雪艳富营采石场改扩建项目环境影响报告表的批复（安环保复[2016]138 号）”，2017 年完成了竣工验收，2020 年 6 月 30 日进行了固定污染源排污许可登记（登记编号：95230181MA6MQJJ61P001W）。项目扩建后，开采矿种为建筑石料用灰岩，开采方式为露天开采，生产规模 10.40 万吨/年，采矿权有效期 2018 年 11 月 16 日—2020 年 11 月 16 日。采矿证（采矿许可证号为 C5301812009127120050740）2020 年 11 月到期后，矿山已基本开采结束，后期继续开采

价值不大。因此企业未办理延期换证手续，矿山停止开采。按照安宁市自然资源局要求着手矿山闭坑修复治理工作。2024年3月安宁黄雪艳富营采石场委托云南绿环环保科技有限公司承担了该项目环境影响报告表的编制工作。2025年5月21日取得“昆明市生态环境局安宁分局关于《安宁黄雪艳富营采石场矿山环境治理与生态修复工程项目》环境影响报告表的批复（安生环复〔2025〕23号）”。该项目主要针对现有矿山采空区、工业场地、办公生活区以及矿山道路进行生态修复。对采空区进行边坡治理、场地平整、修建拦挡设施、防渗处理、以及修建渗滤液收集管道及收集池等工程后，使用经处理的无害化磷石膏基对采空区进行回填，回填至标高后进行顶部、边坡防渗，之后进行土壤重构及植被恢复；对工业场地、办公生活区场地进行清理后，进行土壤重构，复垦为旱地；对矿山道路进行表土覆盖后进行植被恢复。

为进一步识别、掌握公司进行矿山环境治理与生态修复工程中各类环境风险隐患，按照“预防为主、防控结合”的原则，认真落实环境风险防范和应急措施，科学制定突发环境事件应急预案，全面提高公司环境保护管理水平，有效防范环境风险。查清公司厂区的环境风险隐患，科学评估环境风险防控能力，客观界定环境风险等级，并为环境安全达标建设提供参考和依据，根据《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理暂行办法（试行）》（环发〔2015〕4号）、《企业突发环境事件风险分级方法》（HJ941-2018）等要求，编制完成了本评估报告《安宁黄雪艳富营采石场（矿山环境治理与生态修复工程项目）突发环境事件风险评估报告》（版本/修订年：1/2025）。

## 2 总则

### 2.1 编制原则

按照“以人为本”的宗旨，保障员工及周围群众的身体健康和环境安全，严格规范企业突发环境事件风险评估行为，提高突发环境事件防控能力，全面落实企业环境风险防控主体，并遵循以下原则开展环境风险评估工作：

（1）环境风险评估编制应体现科学性、规范性、客观性和真实性的原则；

（2）环境风险评估过程中应贯彻执行我国环保相关的法律法规、标准、政策，分析企业自身环境风险状况，明确环境风险防控措施；

（3）认真排查企业的环境风险，制定整改方案。

### 2.2 编制依据

#### 2.2.1 法律法规、规章、指导性文件

（1）《中华人民共和国环境保护法》（主席令第九号，2015年1月1日起施行）；

（2）《中华人民共和国突发事件应对法》（2024年6月28日第十四届全国人民代表大会常务委员会第十次会议修订）；

（3）《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（国发〔2011〕35号）；

（4）《突发环境事件信息报告方法》（环保部令第17号），2011年5月1日起施行；

（5）《企业事业单位突发环境应急预案备案管理办法（试行）》（环发〔2015〕4号）；

（6）《突发环境事件应急管理办法》（环境保护部令第34号，2015年6月5日起施行）；

（7）《突发环境事件调查处理办法》（环境保护部令第32号，2015年3月1日起施行）；

（8）《国家危险废物名录》（2021版）；

（9）《云南省环境保护厅关于转发企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法的通知》（云环通〔2015〕39号）。

### 2.2.2 标准、技术规范

- (1) 《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）；
- (2) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）；
- (3) 《企业突发环境事件风险分级方法》（HJ941-2018）；
- (4) 《事故状态下水体污染的预防与控制技术要求》；
- (5) 《水体污染事故风险预防与控制措施运行管理要求》；
- (6) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）；
- (7) 《环境应急资源调查指南》（环办应急〔2019〕17号）。

### 2.2.3 其他参考资料

- (1) 《安宁黄雪艳富营采石场改扩建项目环境影响报告表》；
- (2) 安宁市环境保护局关于安宁黄雪艳富营采石场改扩建项目环境影响报告表的批复（安环保复[2016]138号）；
- (3) 《安宁黄雪艳富营采石场矿山环境治理与生态修复工程项目环境影响报告表》（2025.4）；
- (4) 2025年5月21日取得“昆明市生态环境局安宁分局关于《安宁黄雪艳富营采石场矿山环境治理与生态修复工程项目》环境影响报告表的批复（安生环复〔2025〕23号）”；
- (5) 安宁黄雪艳富营采石场总平面布置图；
- (6) 安宁黄雪艳富营采石场的其他资料。

## 2.3 评估范围

本次环境风险评估根据《企业突发环境事件风险分级方法》（HJ941-2018）等规定了突发环境风险评估的内容、程序、方法。针对安宁黄雪艳富营采石场矿山环境治理与生态修复工程项目可能发生的突发环境事件的环境风险及风险等级进行评估。

评估对象为企业生产、使用、存储或释放涉及（包括生产原料、燃料、产品、中间产品、副产品、催化剂、辅助生产物料、“三废”污染物等）附录B 突发环境事件风险物质及临界量清单中的化学物质（以下简称环境风险物质）以及其他可能引发突发环境事件的化学物质。

## 2.4 评估程序

企业环境风险评估，按照资料准备与环境风险识别、可能发生突发环境事件及其后果分析、现有环境风险防控和环境应急管理差距分析、制定完善环境风险防控和应急措施的实施计划、划定突发环境事件风险等级五个步骤实施。

此外根据企业生产、使用、存储和释放的突发环境事件风险物质数量与其临界量的比值（ $Q$ ），评估生产工艺过程与环境风险控制水平（ $M$ ）以及环境风险受体敏感程度（ $E$ ）的评估分析结果，分别评估企业突发大气环境事件风险和突发水环境事件风险，将企业突发大气或水环境事件风险等级划分为一般环境风险、较大环境风险和重大环境风险三级，分别用蓝色、黄色和红色标识，以等级高者确定企业突发环境事件风险等级。

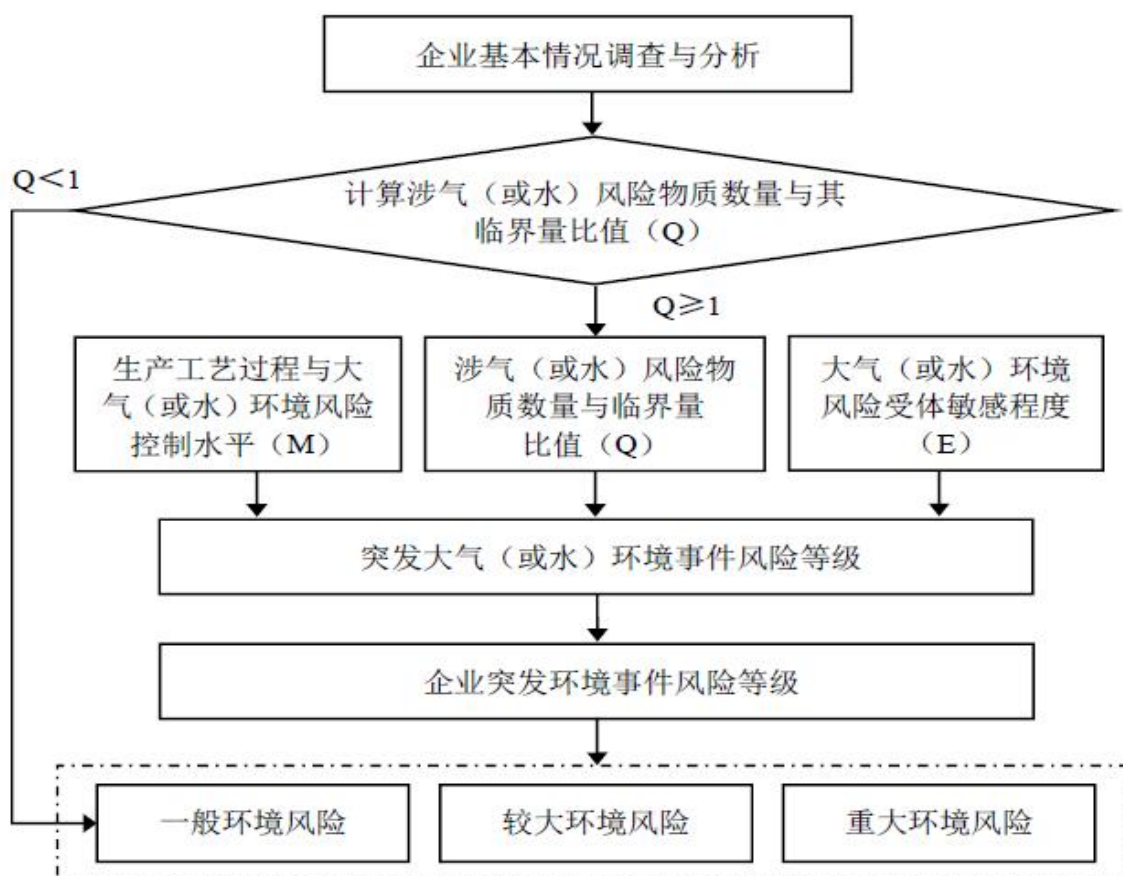


图 2.4-1 突发环境事件风险等级划分流程示意图

## 2.5 术语定义

**环境风险源：**指可能导致突发环境事件的污染源，以及生产、贮存、经营、使用、运输危险物质或产生、收集、利用、处置危险废物的场所、设备和装置。

**环境敏感区：**根据《建设本公司环境影响评价分类管理名录》规定，指依法设立的各级各类自然、文化保护地，以及对建设本公司的某类污染因子或者生态影响因子特别敏感的区域。

环境保护目标：指在突发环境事件应急中，需要保护的环境敏感区域中可能受到影响的对象。

环境事件：指由于违反环境保护法律法规的经济、社会活动与行为，以及由于意外因素的影响或不可抗拒的自然灾害等原因致使环境受到污染，生态系统受到干扰，人体健康受到危害，社会财富受到损失，造成不良社会影响的事件。

次生衍生事件：某一突发公共事件所派生或者因处置不当而引发的环境事件。

突发环境事件：指突然发生，造成或者可能造成重大人员伤亡、重大财产损失和对全国或者某一地区的经济社会稳定、政治安定构成重大威胁和损害，有重大社会影响的涉及公共安全的环境事件。

分类：指根据突发环境事件的发生过程、性质和机理，对不同环境事件划分的类别。

分级：分级指按照突发环境事件严重性、紧急程度及危害程度，对不同环境事件划分的级别。

## 3 资料准备与环境风险识别

### 3.1 企业基本信息

#### 3.1.1 公司基本信息

安宁黄雪艳富营采石场成立于 2009 年 08 月 19 日，位于云南省安宁市八街街道办事处樟富营村，经营范围包括石灰石开采、加工、销售。公司目前主要针对现有矿山采空区、工业场地、办公生活区以及矿山道路进行生态修复。对采空区进行边坡治理、场地平整、修建拦挡设施、防渗处理、以及修建渗滤液收集管道及收集池等工程后，使用经处理的无害化磷石膏基对采空区进行回填，回填至标高后进行顶部、边坡防渗，之后进行土壤重构及植被恢复；对工业场地、办公生活区场地进行清理后，进行土壤重构，复垦为旱地；对矿山道路进行表土覆盖后进行植被恢复。

公司基本情况见表 3.1.1-1。

表 3.1.1-1 公司基本情况汇总表

|          |                                                                                                                                                                                     |       |                |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------|
| 单位名称     | 安宁黄雪艳富营采石场                                                                                                                                                                          |       |                |
| 法人代表     | 黄雪艳                                                                                                                                                                                 | 单位所在地 | 安宁市八街街道办事处樟富营村 |
| 中心纬度     | 102° 20' 37.790", 24° 42' 36.200"                                                                                                                                                   |       |                |
| 统一社会信用代码 | 92530181MA6MQJJ61P                                                                                                                                                                  |       |                |
| 所属行业类别   | B1019 粘土及其他土砂石开采                                                                                                                                                                    | 建厂年月  | 2009.8         |
| 最新改扩建年月  | 2025 年 4 月                                                                                                                                                                          | 投产时间  | 2017 年 1 月     |
| 主要联系人    | 施玉明                                                                                                                                                                                 | 联系电话  | 13708467220    |
| 厂区面积     | 10.6363 m <sup>2</sup>                                                                                                                                                              | 从业人数  | 30 人           |
| 企业规模     | 入场堆填磷石膏基 60.0 万 t/a                                                                                                                                                                 | 主要原辅料 | 改性磷石膏          |
| 上级公司     | /                                                                                                                                                                                   | 历史事故  | 无              |
| 环保手续办理情况 | 该矿山于 2016 年委托昆明天杲环境咨询有限公司编制完成了《安宁黄雪艳富营采石场改扩建项目环境影响报告表》，于 2016 年 12 月 22 日取得“安宁市环境保护局关于安宁黄雪艳富营采石场改扩建项目环境影响报告表的批复（安环批复[2016]138 号）”，2017 年完成了竣工验收，2020 年 6 月 30 日进行了固定污染源排污许可登记（登记编号： |       |                |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | 95230181MA6MQJJ61P001W)。项目扩建后，开采矿种为建筑石料用灰岩，开采方式为露天开采，生产规模 10.40 万吨/年，采矿权有效期 2018 年 11 月 16 日—2020 年 11 月 16 日。采矿证（采矿许可证号为 C5301812009127120050740）2020 年 11 月到期后，矿山已基本开采结束，后期继续开采价值不大。因此企业未办理延期换证手续，矿山停止开采。按照安宁市自然资源局要求着手矿山闭坑修复治理工作。2024 年 3 月安宁黄雪艳富营采石场委托云南绿环环保科技有限公司承担了该项目环境影响报告表的编制工作。2025 年 5 月 21 日取得“昆明市生态环境局安宁分局关于《安宁黄雪艳富营采石场矿山环境治理与生态修复工程项目》环境影响报告表的批复（安生环复〔2025〕23 号）”。 |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 3.1.2 自然环境概况

#### 3.1.2.1 地理位置及交通

安宁市位于滇中高原的东部边缘，地处东经  $102^{\circ}10' \sim 102^{\circ}37'$ ，北纬  $24^{\circ}31' \sim 25^{\circ}06'$  之间；南北长约 66.5km，东西宽约 46.5km；总面积  $1321\text{km}^2$ 。安宁距昆明 32km，是昆明通往滇西 8 个地州，并经畹町直接与缅甸相连的交通重镇。市境东北与西山区相连，东南与安宁市接壤，西边与易门、禄丰县毗邻。以连然主城（含昆钢）为中心，发展建设城市中心区；东部以太平为重点发展城市新区和高新产业区；南部发展以八街为中心的农业产业和水资源保护区；西部以草铺、禄脬为重点的工业园区；北部以温泉、青龙为主的螳螂川康体休闲生态旅游带。沿安晋高速公路一带，配合做好调整昆钢、海口片区的工作，最终城市将形成“四区、一带、两片”的空间布局。安宁市辖 8 个街道办事处：连然街道办事处、八街街道办事处、温泉街道办事处、青龙街道办事处、禄脬街道办事处、草铺街道办事处、太平街道办事处、金方街道办事处、县街街道办事处。

八街街道隶属于安宁市，地处安宁市南部，东与晋宁县二街乡相邻，南接晋宁县双河乡、夕阳乡，西靠易门县龙泉镇，北与县街街道相接，距安宁市区 35km，距昆明市区 67km，总面积  $340.29\text{km}^2$ 。樟富营村隶属于云南省安宁市八街镇二街行政村，距离村委会 2km，距离八街镇人民政府所在地 5km。国土面积有  $4.99\text{km}^2$ 。

安宁市黄雪艳富营采石场矿山位于安宁城  $210^{\circ}$  方向，直平距 26km，行政区划属安宁市八街街道办事处樟富营村委会，西侧为县八一级公路，东侧 2km 为老安八路，北侧 200m 为连接前述两主干公路的凤右公路，矿山交通条件良好。厂区中心坐标： $102^{\circ}20'37.790''$ ， $24^{\circ}42'36.200''$ 。

#### 3.1.2.2 地形、地貌、地质

##### （1）地形地貌

### 1) 区域地形地貌

项目区区域属云南高原中部，四周群山环抱，中间地势平坦，水网稠密、洼地漏斗遍布，地下水丰富。区域海拔高程 1800-2250m，高差 100-400m，最大 500m，地形陡峻，坡度 20-40°，局部为陡崖。山脉走向以北东-南西向为主，与区域构造线方向基本一致，河流溪沟发育，切割较深。区域地貌成因类型为构造侵蚀地貌，安宁市区以盆地地貌为主。

### 2) 项目区地形地貌

项目区位于滇池西侧安宁山间盆地南部边缘，处于鸣矣河西侧，为安宁山间盆地西南边缘山麓部位，属低中山构造剥蚀溶蚀地貌，受构造剥蚀作用，区内地形切割较为强烈。地形总体南高，北低，最高点位于项目区南东部山顶，高程为 2029.0m，最低点位于项目区北东部道路边，高程为 1932.0m，相对高差 99m。一般地段地形坡度约 5~8°，露天采场区域边坡坡度 45-70°。



图 3.1.2-1 项目区地形地貌

采空区：位于项目区南部，现状采空区边坡度约 45-70°，采空区最高点高程为 2026.06m，最低点高程为 1933.81m，相对高差 92.25m。采空区边坡裸露，存在部分松散岩体。



图 3.1.2-2 项目区采空区地形地貌

## （2）地层岩性

### 1) 区域地层

区域上调查区位于康滇地轴偏南段，夹持于汤朗-易门深断裂与普渡河-西山深断裂之间。由于受区域大地构造的影响，调查区内及周边出露地层不连续，多为断层不整合接触，主要出露第四系、寒武系、震旦系及昆阳群地层（详见图 4-3）。

区内主要出露第四系、寒武系、震旦系及昆阳群地层。现将矿山附近各地层岩性由新到老叙述如下：

第四系填土层（ $Q_4^{m1}$ ）：主要为采矿剥离弃土石，灰白、浅灰、灰色、灰黄色，由粉质粘土、角砾组成，夹块石，堆积平均厚度约 5m 左右。

第四系残坡积层（ $Q_4^{e1+dl}$ ）：主要由褐红、棕红、浅黄色红粘土、粉质粘土夹角砾、砾砂质土组成，在采石场周边均有分布，分布厚度在 0.5~2m 之间。

寒武系下统筇竹寺组（ $E_1q$ ）：灰绿、紫色页岩、杂色砂质页岩夹细粒砂岩，部分地区夹白云岩或灰岩。

震旦系上统灯影组（ $Z_bdn$ ）：灰色、浅灰白色、淡粉红色薄至中厚层状白云岩夹灰质白云岩、白云质灰岩，部分地区为灰岩夹钙质页岩。本组为矿山所采白云岩矿的含矿层。

昆阳群美党组王家滩段（ $Ptknm$ ）：上部为灰白色薄至中厚层状细粒石英砂岩夹薄

层砂质板岩（具迭瓦式的“瓦楞状”构造）及灰白色中厚层状变质石英砂岩。中部为灰白、灰绿色薄层状变质石英砂岩，粉砂质板岩夹条带状砂岩。下部为灰绿、灰白色中厚层状绢云母板岩，局部夹砂质条纹及薄层砂岩扁豆体。



图 3.1.2-3 区域地质图

## 2) 项目区地层

评估区出露地层有第四系残坡积层 ( $Q^{el+dl}$ )、震旦系上统灯影组 ( $Z_bdn$ )。各地层分述如下：

### ①第四系残坡积层 ( $Q^{el+dl}$ )

分布于矿区浅表及低洼平缓处，岩性粘土夹碎石，呈棕红、棕褐色，具高液塑性，碎石成分主要为灰岩。出露厚度为 0.3-1.2m，顶部有 0-0.5m 腐植土层，含植物根茎。

### ②震旦系上统灯影组 ( $Z_bdn$ )

灰色、浅灰白色、淡粉红色薄至中厚层状白云岩夹灰质白云岩、白云质灰岩，部分地区为灰岩夹钙质页岩。本层为矿山含矿层。地层呈单斜层状产出，层位厚稳定，岩层产状  $166-177^\circ \angle 29-30^\circ$ 。区域该地层厚大于 600m。

## (3) 地质构造

### 1) 区域地质构造

项目区区域处于扬子准地台西南部，滇东台褶带之昆明台褶束东部，位于小江断裂带内东缘。区内断裂构造发育，大小断裂纵横交错，地层多被破坏，呈断块出现。主要

断裂有：汤郎—易门深断裂、普渡河—西山深断裂、安丰营—昆明断裂、禄脰—安宁断裂、温泉断裂，褶皱不发育。

①汤郎—易门深断裂（ $F_1$ ）

位于矿区西侧约 13.5km 处，北起汤郎，南到易门南侧，全长大于 180km，走向近南北，倾向西，倾角  $80^\circ \sim 90^\circ$ ，属高角度逆冲断裂。由于断裂继承性的多期活动，沿走向、倾向部分地段呈缓波状。

②普渡河—西山深断裂（ $F_2$ ）

位于矿区东侧约 31.2km 处，北起普渡河，南至晋宁县，全长约 180km，走向近南北，倾向东，倾角  $70^\circ \sim 80^\circ$ ，具逆冲断裂性质。南段倾角较陡，具正断裂性质，从断裂的发育史及构造遗迹看，主干断裂是先压后张、先逆后正的多反复断裂。

③安丰营—昆明断裂（ $F_3$ ）

位于矿区北侧约 20.5km 处，西起安丰营，东至昆明，全长约 60km，走向  $N68^\circ W \sim N70^\circ E$ ，倾向 NE、NW，倾角  $65^\circ \sim 70^\circ$ ，为一向南凸出的弧形断裂，两端倾角较陡，中间稍缓，为逆断裂。

④禄脰—安宁断裂（ $F_4$ ）

位于矿区北侧约 17.4km 处，西起禄脰，东至安宁市桥头村北侧，全长约 40km，走向  $N53^\circ W \sim N55^\circ E$ ，倾向 NE、NW，倾角  $70^\circ \sim 85^\circ$ ，也为一向南凹出并与安丰营—昆明断裂近于平行的高角度逆断裂。

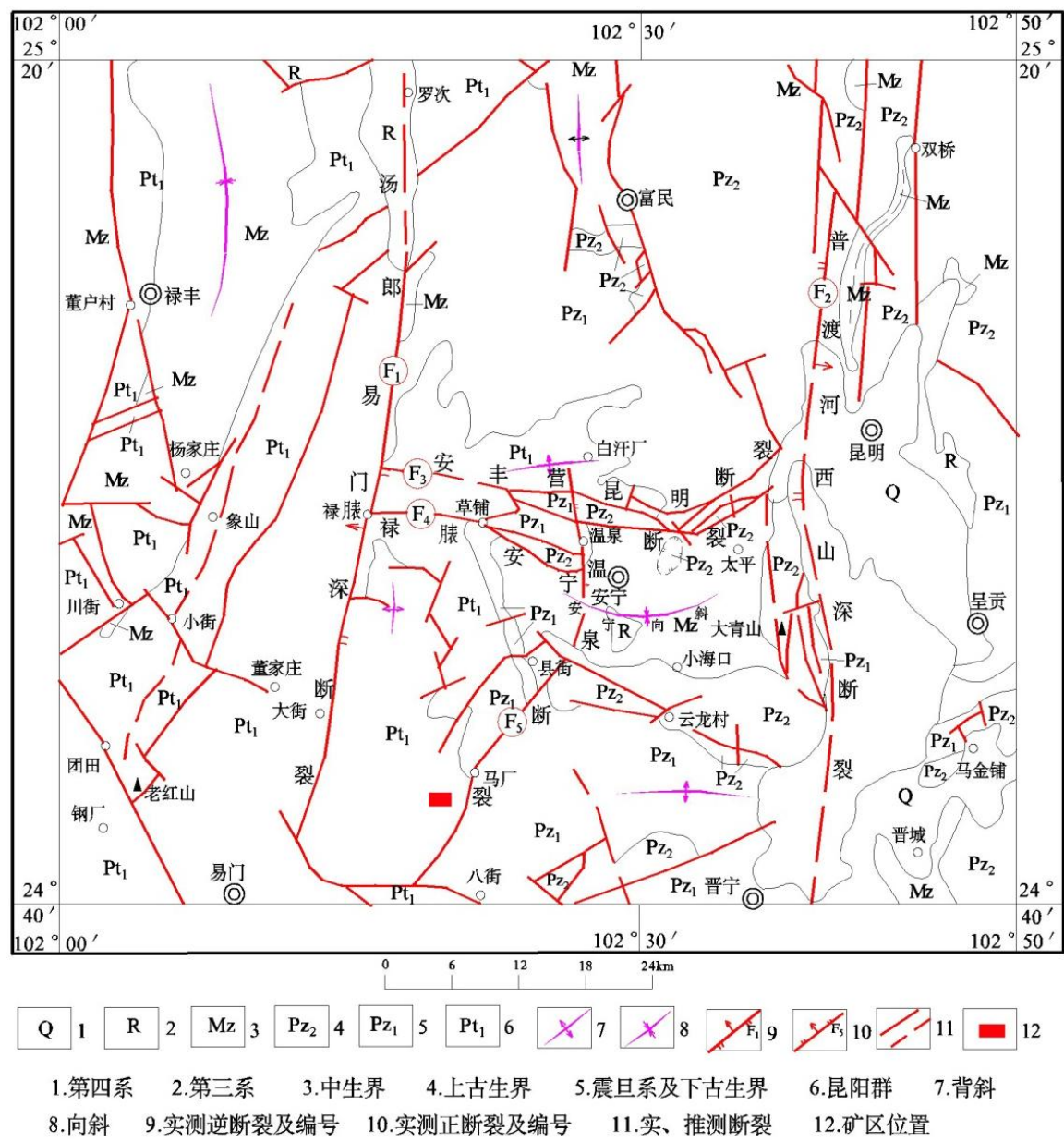


图 3.2.1-4 区域构造纲要图

⑤温泉断裂（F<sub>5</sub>）

位于矿区东侧约 2.5km 处，北起箐门口，向南延伸至小屯村，经县街东侧过马厂村至八街西侧，全长大于 36km，南段又称“雁塔—凤仪断裂”。北段近南北走向，南段转向 N30° E，倾向 E、SE，倾角 60° ~70° ，为一正断裂。

2) 厂区地质构造

依据 1:100 万《云南第四纪活动断裂分布图》，项目区位于马厂—县街断裂南东侧，该断裂东起西山区马厂，经县街，止于八街西南侧，为正断层，倾向北西，倾角 70° 。该断裂距离采石场约 2.0km，为晚更新世断裂，不属于发震断裂。场地 10km 范围内无全新世活动断裂带通过，地震动参数可不计入近场影响。区域性第四系全新世活动断裂带

对项目区稳定影响较小。

厂区内无断裂构造发育，区内地层呈单斜层状产出， $166^{\circ}\text{—}177^{\circ}$   $\angle 29^{\circ}\text{—}30^{\circ}$ ，项目区主要发育二组节理，描述如下：

$J_1$ :  $275^{\circ}\text{—}284^{\circ}$   $\angle 79^{\circ}\text{—}80^{\circ}$ ，间距 0.2~0.8m，延伸 1.0~1.5m，2 条/m，闭合一微张，属张节理；

$J_2$ :  $189^{\circ}\text{—}200^{\circ}$   $\angle 68^{\circ}\text{—}70^{\circ}$ ，间距 0.2~0.6m，延伸 0.5~1.0m，2 条/m，闭合一微张，属张节理。

### 3) 新构造运动及地震

#### ①新构造运动

区域内新构造运动以间歇性的上升运动为主，新构造运动的主要迹象有：

- a. 区域为剥蚀侵蚀地貌，随剥夷面的抬升，河流开始迅速下切；
- b. 由于区域地壳的抬升，河流一般沿构造线迅速下切和溯源侵蚀，形成构造侵蚀峡谷。

#### ②地震

厂区处于小江地震带南段西侧边缘附近，地震活动较频繁。活动性断裂是地震发生的主要地震构造。据省地震局地震资料，小江断裂带内，自 1750 年以来，发生过 6 级以上地震 4 次；昆明地区发生 4.75 级以上强震 14 次（886 年~1973 年），1965 年 6 月~1974 年 6 月间，记录到大小地震 42 次，1976 年 11 月 27 日~1983 年 12 月，发生 2~4.1 级地震 75 次。厂区虽地质构造相对简单，无震中分布，但区域地震会波及并造成影响。

根据中华人民共和国《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）及《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016 年版），安宁市八街镇，地震基本烈度为 8 度，第三组，设计基本地震加速度值为 0.20g，反映谱特征周期 0.45s。

根据《云南省区域地壳稳定性分区图》，厂区处于地壳次稳定区。



图 3.2.1-5 区域地壳稳定性分区图

(4) 水文地质

1) 场地地表水径流、排泄条件

项目区距离鸣矣河最近直线距离约 2.46km，鸣矣河为场地及附近的最低侵蚀基准面，鸣矣河河床标高 1890.74m。大气降雨沿地表流入鸣矣河，最终汇入螳螂川，属金沙江水系，场区内未见地表水体分布。

2) 场区地下水埋藏条件及补、径、排关系

项目区场地分布人工堆积层、含砾砂黏土、白云岩等地层。通过工程地质调查、钻

探及水文地质调查资料，将场地内地下水类型划分为上层滞水、孔隙水、岩溶水三大类。

### ①场区地下水埋藏条件

场地分布人工堆积层、含砾砂黏土、白云岩等地层。通过工程地质调查、钻探及水文地质调查资料，将场地内地下水类型划分为上层滞水、孔隙水、岩溶水三大类。

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

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

岩溶水：该层地下水主要分布于震旦系上统灯影组（Zbdn）白云岩夹灰质白云岩、灰质白云岩，受构造影响，其节理裂隙极发育，岩溶弱-中等发育，岩溶形态主要为岩溶裂隙、溶槽及溶蚀孔洞等，岩溶及节理裂隙为地下水的赋存提供了良好的空间及通道，总体富水性中等，含较丰富岩溶水，岩溶水分布具不均一性。该层地下水接受上部孔隙水及大气降水的补给，由西向东径流，受地形切割控制，总体向低洼处或河流排泄及向地层深部渗流排泄。

根据《水文地质调查报告》：本次勘察期间共施工水文地质钻孔 5 孔，均揭露地下水，稳定地下水位线在 14.20-17.20m。项目区周边 1km 范围内没有发现泉眼出露，地下水主要为岩溶水，与地表水水力联系密切，接收大气降雨补给，以渗流及蒸发排泄，地下水流量及动态变化受季节降雨影响较大。项目区上部人工堆积层为强透水层，中部含砾砂黏土为弱透水层，下部中厚层状石灰岩为中等透水层。综上所述，项目区水文地质条件属简单类型。

### ②地下水补、径、排关系

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

场地位于地下水补给、径流区，大气降水补给地下水后向东侧径流，流向鸣矣河，鸣矣河为场地及附近区域的最低侵蚀基准面。地下水流向总体由西向东流，汇入鸣矣河，富集于鸣矣河沿岸，其流向与地表水流向基本一致。

#### 4) 露出泉点及利用情况和钻井情况

根据水文地质调查报告：本次勘察期间共施工水文地质钻孔 5 孔，均揭露地下水，稳定地下水位线在 14.20-17.20m。项目区周边 1km 范围内没有发现泉眼出露，地下水主要为岩溶水，与地表水水力联系密切，接收大气降雨补给，以渗流及蒸发排泄，地下水量及动态变化受季节降雨影响较大。项目区上部人工堆积层为强透水层，中部含砾砂黏土为弱透水层，下部中厚层状石灰岩为中等透水层。

#### 5) 厂区水文地质单元

##### ①水文地质单元划分

项目区位于鸣矣河中下游左岸与黑风洞山—打虎山分水岭夹持地段，岩性为古生界的灰岩、白云岩，其四周边界清晰，该区处于鸣矣河—八街岩溶—潜流并迭谷地富水块段（IX36）西侧，为一个较为完整的水文地质单元，面积 69.23km<sup>2</sup>。为地下水补给、径流、排泄区，矿区位于黑风洞山—打虎山分水岭的东侧，地下水位随地形由南东向北西呈下降趋势，其中矿区以西接受大气降水补给，流经矿区，在矿区以东部的鸣矣河一带排泄。

##### ②单元边界条件

##### a. 地下（地表）分水岭

北西部、西部一线，多分布为石英粉砂岩、板岩、碳酸岩地层，以地表分水岭为界，地段内地表分水岭与地下分水岭基本一致，地表分水岭为隔水边界。

##### b. 隔水边界

南西部主要分布昆阳群细粒石英砂岩、石英岩、石英粉砂岩与粉砂质绢云母板岩，厚度大于 1626m。其透水性弱为相对隔水层，为隔水边界。

##### c. 透水边界

东部一带以鸣矣河为区内的最低侵蚀基准面，地下水均向鸣矣河中排泄。鸣矣河两岸均出露第四系地层及古生界的碳酸岩，两岸相对独立的两个水文地质单元之间有水力联系，两单元间存在透水边界，在第四系冲洪积层中形成潜流及集中排泄的泉点，向鸣矣河排泄。东部鸣矣河一带的边界为透水边界。

### ③单元地下水的补径排

含水层组为古生界的灰岩、白云岩，主要包括震旦系上统灯影组（Zbdn）；寒武系筇竹寺组（ $\text{C}_{1q}$ ）、沧浪铺组（ $\text{C}_{1c}$ ）；泥盆系中统海口组（ $\text{D}_2h$ ）、中上统（ $\text{D}_{2+3}$ ）；石炭系下统大塘阶上司段（ $\text{C}_1d$ ）的地层，呈不规则片状分布，岩溶弱-中等发育，岩层垂直张性裂隙发育，增加了各含水层在垂向上的水力联系，由此各含水层在本报告中按一个含水层组考虑。岩溶地下水主要为大气降水直接补给。

补给、径流区地表岩溶发育不均匀，主要以溶隙、裂隙为主，地下水主要沿构造面、溶隙面及岩层面运移。由西向东部运移，大部分以潜流的形式渗入地下补给深层地下水，部分以泉的形式补给鸣矣河的第四系冲洪积含水层，然后排泄于鸣矣河中。

### ④单元地下水场

根据项目水文地质调查报告调查、观测收集的泉点、水库、水井的资料，单元内相关的出露泉点 1 个、供水井 3 口，水库 5 座，汇总见下表。

表 3.2.1-1 泉点、水井水位流量观测成果汇总表

| 水点类型        | 地面标高(m) | 水位标高(m)              | 动水位标高(m) | 井深(m) | 地层   | 库容(万 $\text{m}^3$ ) | 流量(L/s) | 富水性 | 备注      |
|-------------|---------|----------------------|----------|-------|------|---------------------|---------|-----|---------|
| 樟富营供水井      | 1914    | 1901                 | 1852     | 150   | Zbdn |                     | 1.75    | 较强  | 饮用水     |
| 黄雪艳富营采石场供水井 | 1937    | 1921                 | 1854     | 120   | Zbdn |                     | 1.67    | 较强  | 生产用水    |
| 养殖场供水井      | 1936    | 1918                 | 1859     | 200   | Zbdn |                     | 1.80    | 较强  | 生产用水    |
| 小龙潭村龙潭      | 1900    | 1898                 |          |       | Zbdn |                     | 2.40    | 较强  | 生产、生活用水 |
| 小后冲水库       | 1988.40 | 1983.10              |          |       | Zbdn | 21.58               |         | 较强  | 生产用水    |
| 凤仪上水库       | 1999.20 | 1994.50              |          |       | Zbdn | 152.90              |         | 较强  | 生活用水    |
| 凤仪下水库       | 1990.50 | 1970.50              |          |       | Zbdn | 101.33              | 1.81    | 较强  | 生产用水    |
| 杨兴庄水库       | 1987.30 | 1972.50              |          |       | Zbdn | 101.33              | 4.01    | 较强  | 生产用水    |
| 车木河水库       | 1986.50 | 1975.50              |          |       | Pt1d | 4840.00             | 20.93   | 较强  | 生产、生活用水 |
| 鸣矣河河床       | 1890    | 水文地质单元最低排泄基准面（调查时无水） |          |       |      |                     |         |     |         |

鸣矣河—八街岩溶—潜流并迭谷地富水块段（IX36）水文地质单元地质构造为一个向南东倾的单斜构造，地形上为一总体向南东倾的斜坡，地形坡度为  $5^\circ \sim 20^\circ$ ，局部较陡。地下水位最高点为黄雪艳富营采石场供水井，标高为 1921m，最低点为小龙潭村泉点，单元内的最低排泄基准面为鸣矣河，标高为 1890m，黄雪艳富营采石场供水井至

鸣矣河地下水平均水力坡度为 10.3%，地下水总体从西向东经流，汇入鸣矣河，富集于鸣矣河沿岸，由于岩层多裸露，松散层覆盖薄，地下水多不具承压性。

#### 6) 厂区水文地质试验

本厂区水文地质调查报告在项目区进行了水文地质勘探试验钻孔及试坑，在地表的松散层中进行了试坑渗水试验，水文钻孔中进行了注水试验、弥散试验以及钻孔抽水试验。矿坑水文地质调查各钻孔基本信息见表 3.2.1-2。

表 3.2.1-2 安宁黄雪艳富营采石场矿坑水文地质调查各钻孔基本信息

| 序号 | 钻孔编号   | 位置              |                | 孔深<br>(米) | 孔口标高<br>(米) | 地下水位标高<br>(米) |
|----|--------|-----------------|----------------|-----------|-------------|---------------|
|    |        | 经度              | 纬度             |           |             |               |
| 1  | SWK1   | 102° 20' 41.62" | 24° 42' 28.03" | 39.00     | 1934.13     | 1919.93       |
| 2  | SWK1-1 | 102° 20' 41.87" | 24° 42' 28.01" | 29.80     | 1934.16     | 1917.36       |
| 3  | SWK1-2 | 102° 20' 41.78" | 24° 42' 27.71" | 32.00     | 1934.17     | 1916.97       |
| 4  | SWK2   | 102° 20' 41.51" | 24° 42' 32.89" | 31.00     | 1935.57     | 1919.37       |
| 5  | SWK3   | 102° 20' 51.50" | 24° 42' 28.86" | 37.00     | 1931.96     | 1916.86       |

#### ①试坑渗水试验

根据项目区所在位置及出露地层，依据《水电工程钻孔注水试验规程》NB/T35104-2017, 选用试坑单环注水试验对项目所在岩（土）层进行渗透性试验，测定包气带非饱和岩（土）层的渗透系数，了解建设场地各岩（土）层渗透性能，从而掌握污染物在岩（土）层中的运移情况提供参考数据。

渗水试验点主要分布在第四系人工填土（ $Q_4^{ml}$ ）、第四系残坡积（ $Q_4^{el+dl}$ ）红粘土中。本次在矿坑勘察区内选取了 5 个试坑进行渗水试验，采用试坑单环注水试验测定岩（土）层渗透系数。试坑单环注水试验统计评价见下表。

表 3.2.1-3 渗坑注水试验计算结果一览表

| 层位代号          | 坑号  | 岩土层  | 位置     | 渗透系数k<br>(cm/s) | 渗透性等级 |
|---------------|-----|------|--------|-----------------|-------|
| $Q_4^{el+dl}$ | SZ2 | 含砾粘土 | 修复区北西部 | 2.60E-05        | 弱透水   |
|               | SZ3 | 含砾粘土 | 修复区东部  | 1.36E-04        | 中等透水  |
|               | SZ4 | 含砾粘土 | 修复区中部  | 3.20E-05        | 弱透水   |
|               | 平均  |      |        | 6.47E-05        | 弱透水   |
| $Q_4^{ml}$    | SZ1 | 杂填土  | 修复区西部  | 1.20E-01        | 强透水   |
|               | SZ5 | 杂填土  | 修复区南部  | 7.60E-02        | 强透水   |
|               | 平均  |      |        | 9.8E-02         | 强透水   |

第四系人工堆积层（ $Q_4^{ml}$ ）本次共进行了 2 个试坑渗水试验，渗透系数  $k=7.60 \times 10^{-2} \sim 1.20 \times 10^{-1} \text{cm/s}$ ，平均值  $9.80 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ 。整体堆积土较松散，土体密实度差异较大，透水性均匀性差，整体该层透水性等级应为强透水性层。

第四系残坡积层 ( $Q_4^{el+dl}$ ) 共进行了 3 个试坑渗水试验, 渗透系数  $k=2.60 \times 10^{-5}-1.36 \times 10^{-4}$  cm/s, 平均值  $6.47 \times 10^{-5}$  cm/s。透水性等级为弱-中等透水性。

## ② 钻孔注水试验

根据项目区所在位置及出露地层, 依据《水电工程钻孔注水试验规程》NB/T35104-2017,, 选用钻孔常水头注水试验对项目所在土层、岩层进行渗透性试验, 了解建设场地岩岩(土)层渗透性能, 从而掌握污染物在岩(土)层中的运移情况提供参考数据。

在勘察钻孔中选取了钻孔 SWK1、SWK2、SWK3 进行了 3 个段次的钻孔常水头注水试验, 采用钻孔常水头注水试验测定各岩土层渗透系数。注水试验统计评价见下表。

表 3.2.1-4 注水试验测定渗透性等级统计表

| 层位代号                      | 岩性   | 试段编号  | 试段孔深(m)    | 渗透系数 K(cm/s) | 渗透性等级 |
|---------------------------|------|-------|------------|--------------|-------|
| 第四系残坡积层 ( $Q_4^{el+dl}$ ) | 含砾粘土 | SWK1  | 5.00-10.50 | 1.30E-04     | 中等透水  |
|                           |      | SWK2  | 6.00-11.50 | 3.20E-05     | 弱透水   |
|                           |      | SWK3  | 6.20-11.70 | 2.66E-05     | 弱透水   |
|                           |      | 3段平均值 |            | 6.28E-05     | 弱透水   |

第四系残坡积层 ( $Q_4^{el+dl}$ ) 共进行了 3 个钻孔常水头注水试验, 测定渗透系数  $k=2.66 \times 10^{-5}-1.30 \times 10^{-4}$  cm/s, 平均值  $6.28 \times 10^{-5}$  cm/s。透水性等级为弱-中等透水性。

## ③ 钻孔弥散试验

本次野外弥散试验主要根据地下水流向, 以 SWK1 号钻孔为投源孔, 并在东侧利用 2 个副孔(SWK1-1、SWK1-2)作为观测孔进行野外弥散试验以获取震旦系上统灯影组(Zbdn)岩溶含水层弥散系数, 其方法采用单孔弥散和多孔弥散相结合的方法来求取含水层地下水弥散系数。

试验场地位于修复区中部, 根据钻孔揭露, 地下稳定水位埋深 14.20m。本次试验仅测试震旦系上统灯影组 (Zbdn) 岩溶含水层的纵向、横向弥散系数。

本次试验采用的是多孔弥散方法来求取含水层地下水弥散系数。因此, 在试验过程中, 监测投源孔浓度变化的同时, 同样对观测孔进行定时监测。此次试验包括 1 个投源孔 SWK1, 2 个观测孔 SWK1-1 和 SWK1-2。投源孔 SWK1 与观测孔 SWK1-1 按  $100^\circ$  方向布置, 孔距为 6m; 投源孔 SWK1 与观测孔 SWK1-2 按  $190^\circ$  方向布置, 孔距为 10m, 形成沿地下水流方向的一个“丁”字型观测孔。

主孔示踪剂 (NaCl) 投放后, 定时在 2 个观测井 (SWK1-1、SWK1-2) 中采取水样,

现场进行电导率测定，再根据电导率与  $\text{Cl}^-$  浓度近似换算关系换算成  $\text{Cl}^-$  浓度，分析观测井中  $\text{Cl}^-$  浓度的变化。依据监测井监测到的地下水  $\text{Cl}^-$  浓度值，求得的弥散参数。

本次弥散试验采用多孔弥散方法求得的弥散参数为：

纵向弥散度  $\alpha_L = 3.50\text{m}$ ；

横向弥散度  $\alpha_T = 1.35\text{m}$ ；

纵向弥散系数  $D_L = 0.175 \text{ m}^2/\text{h}$ ；

横向弥散系数  $D_T = 0.0675 \text{ m}^2/\text{h}$ 。

#### ④ 钻孔抽水试验

根据项目区所在位置及出露地层，依据《水电工程钻孔抽水试验规程》NB/T35103-2017，选用钻孔抽水试验对项目所在土层、岩层进行渗透性试验，了解建设场地岩岩（土）层渗透性能，从而掌握污染物在岩（土）层中的运移情况提供参考数据。

矿区处于地下水的补给区，地下水总体由西向东径流。为查明场地水文地质条件及获取震旦系上统灯影组（Zbdn）岩溶含水层的透水性，水文地质勘察期间共施工水文地质钻孔 5 孔，均揭露地下水，稳定地下水位线在 14.20-17.20m。

本次在勘察钻孔中选取了钻孔 SWK1、SWK2、SWK3 进行了 3 个段次的钻孔抽水试验（矿区揭露该层最大厚度 27m），采用钻孔抽水试验测定震旦系上统灯影组（Zbdn）岩溶含水层渗透系数。抽水试验统计评价见下表。

表 3.2.1-5 抽水试验测定渗透性等级统计表

| 层位代号                   | 岩性                | 抽水钻孔编号 | 抽水段孔深<br>标高(m)  | 渗透系数K(cm/s) | 渗透性等级 |
|------------------------|-------------------|--------|-----------------|-------------|-------|
| 震旦系上统<br>灯影组<br>(Zbdn) | 白云岩<br>夹灰质<br>白云岩 | SWK1   | 39m, 标高1934.13m | 1.30E-03    | 中等透水  |
|                        |                   | SWK2   | 31m, 标高1935.57m | 2.08E-03    | 中等透水  |
|                        |                   | SWK3   | 37m 标高1931.96m  | 6.28E-04    | 中等透水  |
|                        |                   | 3钻孔平均值 |                 | 1.34E-03    | 中等透水  |

震旦系上统灯影组（Zbdn）共进行了 3 个钻孔抽水试验，测定渗透系数  $k=6.28 \times 10^{-4}$ - $2.08 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ ，平均值  $1.34 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ 。透水性等级为中等透水。

本次勘察进行水文地质钻探，钻孔中进行了抽、注水试验及弥散试验，在地表进行了渗坑注水试验，根据试验的结果及水文地质资料的综合分析，水文地质参数综合结果见下表。

表 3.2.1-6 调查区水文地质参数综合成果表

| 含水层位<br>水文地质参数              |     | 包气带含水层                                          |                                                 |                                                  | 岩溶含水层                                            | 备注                                            |
|-----------------------------|-----|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|                             |     | $Q_4^{ml}$                                      | $Q_4^{e1+d1}$                                   | Zbdn                                             | Zbdn                                             |                                               |
| 渗透系数<br>K (cm/s)            | 范围值 | $7.60 \times 10^{-2}$<br>$-1.20 \times 10^{-1}$ | $2.60 \times 10^{-5}$<br>$-1.36 \times 10^{-4}$ | $6.28 \times 10^{-4}$ —<br>$2.08 \times 10^{-3}$ | $6.28 \times 10^{-4}$ —<br>$2.08 \times 10^{-3}$ | 渗透系数为现场试坑渗水试验及注水试验测定，Zbdn 岩层为现场钻孔抽水试验及弥散试验测定。 |
|                             | 平均值 | $9.8 \times 10^{-2}$                            | $6.47 \times 10^{-5}$                           | $1.34 \times 10^{-3}$                            | $1.34 \times 10^{-3}$                            |                                               |
| 纵向弥散度 $a_L$ (m)             |     |                                                 |                                                 | 3.50                                             | 3.50                                             |                                               |
| 横向弥散度 $a_T$ (m)             |     |                                                 |                                                 | 1.35                                             | 1.35                                             |                                               |
| 纵向弥散系数 $D_L$<br>( $m^2/h$ ) |     |                                                 |                                                 | 0.175                                            | 0.175                                            |                                               |
| 横向弥散系数 $D_T$<br>( $m^2/h$ ) |     |                                                 |                                                 | 0.0675                                           | 0.0675                                           |                                               |
| 地下水流速 $V$ (m/d)             |     |                                                 |                                                 | 1.2                                              | 1.2                                              |                                               |
| 孔隙度 $n$                     |     |                                                 |                                                 | 0.1                                              | 0.1                                              |                                               |
| 水力坡度 $i$                    |     |                                                 |                                                 | 10.3                                             | 10.3                                             |                                               |

## 7) 厂区包气带及包气带防污能力

### ① 厂区包气带岩性、结构

黄雪艳富营采石场矿坑位于鸣矣河—八街岩溶—潜流并迭谷地富水块段（IX36）水文地质单元的补给区，项目区内无断裂构造发育，区内地层呈单斜层状产出， $166-177^\circ \angle 29-30^\circ$ ，主要地层为主要出露第四系、震旦系地层。

根据钻孔资料，厂区揭露地层主要为：

震旦系上统灯影组（Zbdn）：灰色、浅灰白色、淡粉红色中～厚层状白云岩夹灰质白云岩、灰质白云岩，区域厚度约 460m～1202m，本次揭露最大厚度 27m，未揭穿。震旦系上统灯影组（Zbdn）共进行了 3 个钻孔抽水试验，测定渗透系数  $k=6.28 \times 10^{-4}-2.08 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ ，平均值  $1.34 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ 。透水性等级为中等透水。

第四系残坡积层（ $Q_4^{e1+d1}$ ）：分布于矿区浅表及低洼平缓处，岩性为粘土夹碎石，呈棕红、棕褐色，碎石成分主要为灰岩。出露厚度为 0.3-16m，顶部有 0-0.5m 腐植土层，含植物根茎。第四系残坡积层（ $Q_4^{e1+d1}$ ）共进行了 3 个试坑渗水试验及 3 个钻孔常水头注水试验，试坑渗水试验测定渗透系数  $k=2.60 \times 10^{-5}-1.36 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ ，平均值  $6.47 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ 。透水性等级为弱-中等透水性。钻孔常水头注水试验，测定渗透系数  $k=2.66 \times 10^{-5}-1.30 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ ，平均值  $6.28 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ 。透水性等级为弱-中等透水性。

第四系填土层（ $Q_4^{m1}$ ）：主要为采矿剥离弃土石，灰白、浅灰、灰色、灰黄色，由粉质粘土、角砾组成，夹块石，在矿坑中广泛分布，厚度为 0.5-3.5m。第四系人工堆积层（ $Q_4^{m1}$ ）本次共进行了 2 个试坑渗水试验，渗透系数  $k=7.60 \times 10^{-2} - 1.20 \times 10^{-1} \text{cm/s}$ ，平均值  $9.80 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ 。整体堆积土较松散，土体密实度差异较大，透水性均匀性差，整体该层透水性等级应为强透水性层。

## ②包气带防污性能

根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）中表 6 天然包气带防污性能分级参照表，项目场地包气带防污性能按岩土层分布情况分为强、中、弱三级。

表 3.2.1-7 天然包气带防污性能分级参照表

| 分级 | 包气带岩土渗透性能                                                                                                                                                                                     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 强  | 岩土层单层厚度 $Mb \geq 1.0\text{m}$ ，渗透系数 $K \leq 1 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ ，且分布连续、稳定。                                                                                                          |
| 中  | 岩土层单层厚度 $0.5\text{m} \leq Mb \leq 1.0\text{m}$ ，渗透系数 $K \leq 10^{-6} \text{cm/s}$ ，且分布连续、稳定。岩土层单层厚度 $Mb \geq 1.0\text{m}$ ，渗透系数 $1 \times 10^{-6} \leq K \leq 10^{-4} \text{cm/s}$ ，且分布连续、稳定。 |
| 弱  | 岩（土）层不满足上述“强”和“中”条件                                                                                                                                                                           |

厂区包气带主要为第四系人工堆积层（ $Q_4^{m1}$ ）、残坡积层（ $Q_4^{e1+dl}$ ）、震旦系上统灯影组（Zbdn）地层。

依据防污性能分级参照表，综合包气带厚度、渗透系数，项目区矿坑包气带防污性能及评价如下表。

表 3.2.1-8 包气带防污性能及评价表

| 地层            | 地质状况概述                                                                                                          | 防污性能分级 |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| $Q_4^{m1}$    | 为人工堆积的碎石土，单层厚度大于 1m，分布不连续稳定， $K=9.80 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ ，渗透性强， $K \geq 10^{-4}$ 。                      | 弱      |
| $Q_4^{e1+dl}$ | 为残坡积含碎石粉质粘土，厚度约 0.3-16m，分布不连续稳定，渗透系数 $K=6.47 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，渗透性弱-中等， $10^{-6} < K \leq 10^{-4}$ 。 | 中      |
| Zbdn          | 中~厚层状白云岩夹灰质白云岩、灰质白云岩，分布连续稳定，厚度大于 1m，渗透系数 $k=1.34 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ 。渗透性等级为中等透水， $K \geq 10^{-4}$ 。    | 弱      |

第四系人工堆积层（ $Q_4^{m1}$ ）、震旦系上统灯影组（Zbdn）白云岩夹灰质白云岩，包气带防污性能为弱；残坡积层（ $Q_4^{e1+dl}$ ）松散层，包气带防污性能为中等。

## 8）修复场地岩溶发育情况

修复场地地下水主要分布于震旦系上统灯影组（Zbdn）的白云岩、灰质白云岩，受构造影响，其节理裂隙极发育，岩溶弱-中等发育，岩溶形态主要为岩溶裂隙、溶槽及溶蚀孔洞等，岩溶及节理裂隙为地下水的赋存提供了良好的空间及通道，总体富水性中

等，含较丰富岩溶水，岩溶水分布具不均一性。

### 9) 周边污染源调查

矿山修复区周边 1km 范围内主要为村庄生活污染源，周边零散分布有养殖场，无工业企业污染源分布。厂区周边没有与本工程同源可能产生地下水污染的污染源。

### 3.1.2.3 气候、气象

安宁市处于低纬度、高海拔地区，属亚热带高原季风温凉气候。主要受西南季风影响，形成冬春干旱、夏季多雨，四季无寒暑、遇雨变成冬的气候特点。多年平均气温 16.05℃，高于昆明市多年平均气温(14.5℃)的 1.55℃，多年平均地面温度 18℃，近二十年，地面温度有略升高的趋势。

每年 5 至 10 月，热带大陆气团和海洋季风在安宁市境内交替，形成全市的海洋性气候，11 月至次年 4 月是大陆性气候。同时安宁境内地区海拔相差近千米，盆岭相间的地形和起伏的地貌等自然地理因素使气候在同一环流形势的影响下，存在着明显的空间差异和地形小气候的特征。

根据安宁市气象站（56863，国家一般气象站，102°29′51.61″E，24°55′35.16″N）提供的 2001 年~2020 年 20 年的主要气候资料统计。安宁市多年平均气温 16.05℃，统计极端最高气温 31.7℃（极值 33.9℃），统计极端最低气温 -1.6℃（极值 -4.6℃）；多年平均相对湿度 68.6%，多年平均气压 813.1hPa；多年平均降水量为 852.0mm，最大年降水量为 1087.2mm，最小年降水量为 560.6mm。近 20 年平均风速 1.7m/s，三月平均风速最大，为 2.3m/s，八月、九月、十月、十一月最小，平均 1.3m/s。近 20 年主要风向为 C 和 W、WSW、E，占 49.0%，其中以静（C）风为主风向，占到全年 21.1%左右。近 20 年年日照时数无明显变化趋势，2020 年年日照时数最长（3294.1h），2007 年年日照时数最短（1678.7h）。

### 3.1.2.4 水文特征

#### (1) 地表水

安宁境内河流分属两大水系，即金沙江水系和红河水系。金沙江水系的流域总面积为 1206km<sup>2</sup>，红河水系流域面积为 115km<sup>2</sup>。主要河流有四条，即螳螂川、禄脬河、九龙河和九渡河。

厂区距离最近地表水体为修复区东侧 2460m 的八街河（鸣矣河上游），最终汇入螳螂川。根据《昆明市和滇中产业新区水功能区划》（2011-2030 年）：鸣矣河为普渡河一级支流，发源于晋宁县双河乡的黑妈山，由东向西流经瑶冲、荒川、双河，至温水管

附近进入安宁市境内，再流入车木河水库，出库后由南向北流经七街、枫槽营、八街镇、县街街道办事处等地后，于金方街道办通仙桥纳高山箐水，汇入螳螂川。河长 68.1km，集水面积 909km<sup>2</sup>，落差 716m，平均比降 2.8‰，60 多年平均径流量 7.19 亿 m<sup>3</sup>。从上游至下游汇入的主要支流有双河、招坝河、一六街河、凤仪河、螃蟹河、县街河、清水河等；其中双河、螃蟹河位于晋宁县境内，规划水平年水质保护目标Ⅳ类。因此鸣矣河执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅳ类标准。八街河为鸣矣河上游，水质保护目标亦执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅳ类标准，主要功能为农业灌溉用水。

## （2）地下水

安宁市地下水处在滇康台脊东缘地带，褶皱、断裂发育，是一过渡带，本区岩石吸水性强烈，物理风化作用明显，所以靠近山脉处的地下水较为丰富，其出露形式为泉水和暗河。最大出露点为温泉珍珠泉及天下第一汤，草铺青龙哨九龙潭，八街镇大龙洞，县街铜车坝村龙潭等蕴藏于土体和岩性空间的特性，以及各种土壤、岩石的富水程度，主要划分为孔隙水、裂隙水和岩溶水三大类。

安宁市地下水埋深达 70~160m。市内泉水点较多。有龙潭、堰塘、井等水源。有泉水点 55 个，主要分布在温泉、八街龙洞龙潭等地。年地下水资源量为 0.56 亿 m<sup>3</sup>，现有开采量 0.22 亿 m<sup>3</sup>。出水流量为 0.53m<sup>3</sup>/s，日出水 4.58 万 m<sup>3</sup>，年出水总量为 0.17 亿 m<sup>3</sup>。

安宁市地热泉的走向与南北向断裂展布一致，在平面分布上似一纺锤状，南北长 1300m，东西宽 320m。以“天下第一汤”为中心构成相对高温区，水温为 41℃至 45℃。安宁市温泉镇总热水资源为 1.28 万 m<sup>3</sup>/d，有“天下第一汤”等明泉，目前日开采量近 1.1 万 m<sup>3</sup>，开采集中在短时段内，日间水位变化显著，珍珠泉等出现断流。

市内地下水开采量大，连然镇的供水也是以地下水为主，市自来水公司在石江供水源地最高年取水量为 730 万 m<sup>3</sup>。

地下水主要来源靠大气降水在地表入渗补给。安宁市有 12 个富水块段，潜水和承压埋藏较浅，深度一般在 70~100m，补给条件好，容易更新，具有较好的恢复条件。

厂区周边地下水受气候因素影响明显，补给靠大气降水及地表水渗入获得，地下水埋藏较深，厂区内无地下泉眼。经调查本项目场界外地下水下游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。分散有少量具有生产、生活、饮用功能的水井。下游方向多为耕地，分布有红石村、樟富营村、右所村。三个村庄均已

接通自来水，饮用水主要以桶装水和自来水为主，少部分村民使用井水作为饮用水。其中红石村设置有 1 个水井服务于红石村，樟富营村设置 1 个水井，服务于樟富营村、右所村。

3.1.2.5 土壤

(1) 土地类型及分布情况

经套合项目区土地利用现状图（二调）数据，项目区地类为旱地、果园、有林地、采矿用地。经套合项目区土地利用现状图（三调）数据，项目区地类为果园、乔木林地、采矿用地。

厂区区林地主要分布于南部山体斜坡处，果园主要分布于乡村道路边。

(2) 土壤类型

受区域气候条件控制，厂区土壤显示地带性土壤特征，主要为棕红壤、棕黄壤，区内土层厚度 0.5-2.5m，土壤质地为砂壤，土壤的自然肥力一般，有机质含量适中，约 1.2%，土壤 PH 值约为 5.5，呈酸性。

3.1.3 环境质量现状

3.1.3.1 环境空气质量现状

厂区位于昆明市安宁市八街街道，属于二类环境空气质量功能区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及修改单中的二级标准。

根据《2023 年度昆明市生态环境状况公报》，昆明市各县（市）区环境空气质量总体保持良好，各项污染物平均浓度均达到二级空气质量标准。与 2022 年相比，各县（市）区环境空气综合污染指数均上升。

因此厂区周边环境空气质量达到（GB3095-2012）《环境空气质量标准》及其修改单中二级标准。所在区域环境空气质量为达标区。

为了解厂区周边 TSP 现状，特委托云南天倪检测有限公司于 2024 年 3 月 20 日至 2024 年 3 月 22 日（3 天）对厂区区主导风向下风向颗粒物进行了监测。

表 3.1.3-1 TSP 补充监测点位基本信息

| 监测点坐标             |                  | 监测因子 | 采样日期                      | 相对方位距离                 |
|-------------------|------------------|------|---------------------------|------------------------|
| 经度                | 纬度               |      |                           |                        |
| 102° 20' 46.7533" | 24° 42' 31.0780" | TSP  | 2024-03-20～<br>2024-03-22 | 东面厂界外修复区主导风<br>向下风向 5m |

监测结果见表 3.1.3-2。

表 3.1.3-2 监测结果一览表（日均值） 单位：ug/m³

| 监测<br>点位                  | 污<br>染<br>物 | 采<br>样<br>日期 | 采<br>样<br>时段      | 检<br>测<br>结果 | 评<br>价<br>标准 | 最大浓度<br>占标率% | 超标<br>频率% | 达<br>标<br>情况 |
|---------------------------|-------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|-----------|--------------|
| 修复区<br>主导风<br>向下风<br>向 5m | TSP         | 2024. 3. 20  | 09:10~次日<br>09:10 | 166          | 300          | 55.33        | 0         | 达标           |
|                           |             | 2024. 3. 21  | 09:20~次日<br>09:20 | 171          |              | 57           | 0         | 达标           |
|                           |             | 2024. 3. 22  | 09:35~次日<br>09:35 | 162          |              | 54           | 0         | 达标           |

根据监测结果可知,厂区周边 TSP 现状监测值能够满足《环境空气质量标准》(GB3095—2012) 及其修改单中二级标准。

3.1.3.2 地表水环境现状

厂区距离最近地表水体为修复区东侧 2460m 的八街河（鸣矣河上游），最终汇入螳螂川。

根据《昆明市和滇中产业新区水功能区划》(2011-2030 年)：鸣矣河为普渡河一级支流，发源于晋宁县双河乡的黑妈山，由东向西流经瑶冲、荒川、双河，至温水营附近进入安宁市境内，再流入车木河水库，出库后由南向北流经七街、枳槽营、八街镇、县街街道办事处等地后，于金方街道办通仙桥纳高山箐水，汇入螳螂川。河长 68.1km，集水面积 909km²，落差 716m，平均比降 2.8‰，60 多年平均径流量 7.19 亿 m³。从上游至下游汇入的主要支流有双河、招坝河、一六街河、凤仪河、螃蟹河、县街河、清水河等；其中双河、螃蟹河位于晋宁县境内,规划水平年水质保护目标Ⅳ类。

因此鸣矣河执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅳ类标准。八街河为鸣矣河上游，水质保护目标亦执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅳ类标准，主要功能为农业灌溉用水。

根据昆明市生态环境局安宁分局发布的《2024 年三季度安宁市地表水水质状况》：2024 年三季度，鸣矣河通仙桥断面水质类别为Ⅴ类，达到水质考核目标要求。

此外，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环境影响报告表》中委托中佰科技（云南）有限公司于 2022 年 3 月 15 日至 3 月 17 日对“新河汇入八街河口八街河下游 500m”及“螃蟹河和八街河（鸣矣河）交汇口八街河（鸣矣河）上游 100 米”两个断面的监测的数据。

监测点位：新河汇入八街河口八街河下游 500m（本项目上游，位于厂界东南面 5.44km）、螃蟹河和八街河（鸣矣河）交汇口八街河（鸣矣河）上游 100 米（本项目下游，位于厂界东北面 10.97km）。

监测因子：流量、pH、溶解氧、悬浮物、石油类、阴离子表面活性剂、全盐量、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、挥发酚、氟化物、硫化物、铜、锌、铅、镉、铁、锰、六价铬、砷、汞。

监测频次：连续监测 3 天，每天采样 1 次。

评价标准：执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准。

监测结果及监测断面图如下：

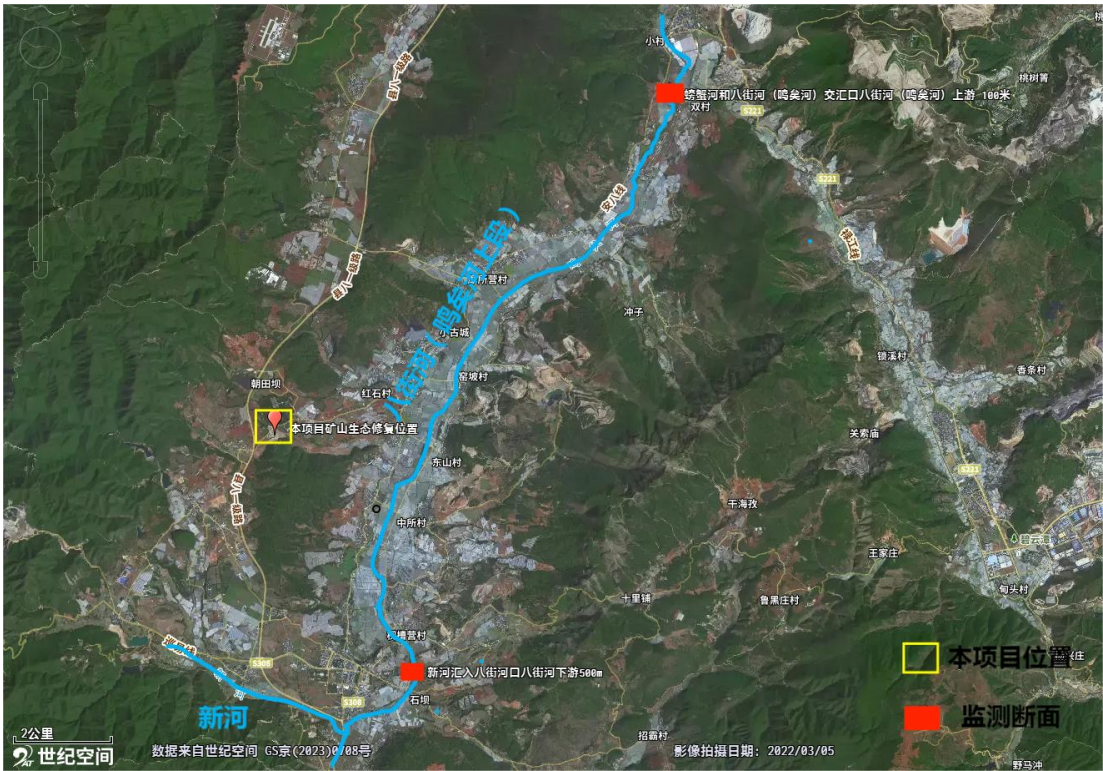


图 3.1.3-1 引用地表水环境质量现状监测断面示意图

表 3.1.3-3 新河-八街河交汇点下游地表水环境质量监测结果统计    单位 mg/L

| 监测项目       | 新河与八街河交汇点下游 |       |       | 平均值  | 《地表水环境质量标准》<br>(GB3838-2002) IV 类标准 | 水质指数 | 达标情况 |
|------------|-------------|-------|-------|------|-------------------------------------|------|------|
|            | 3. 15       | 3. 16 | 3. 17 |      |                                     |      |      |
| 流量 (m³ /s) | 0.340       | 0.329 | 0.32  | 0.33 | /                                   | /    | /    |
| pH(无量纲)    | 7.82        | 7.67  | 7.60  | 7.7  | 6-9                                 | 0.35 | 达标   |
| 溶解氧        | 6.3         | 6.6   | 6.2   | 6.37 | ≥3                                  | 0.47 | 达标   |
| 悬浮物        | 8           | 9     | 8     | 8.33 | /                                   | /    |      |

|          |         |         |         |         |        |      |    |
|----------|---------|---------|---------|---------|--------|------|----|
| 石油类      | 0.02    | 0.02    | 0.02    | 0.02    | ≤0.5   | 0.04 | 达标 |
| 阴离子表面活性剂 | 0.05L   | 0.05L   | 0.05L   | 0.05    | ≤0.3   | 0.17 | 达标 |
| 全盐量      | 244     | 237     | 254     | 245     | /      | /    | /  |
| 化学需氧量    | 5       | 5       | 5       | 5       | ≤30    | 0.17 | 达标 |
| 五日生化需氧量  | 0.7     | 0.8     | 0.8     | 0.767   | ≤6     | 0.13 | 达标 |
| 氨氮       | 0.037   | 0.040   | 0.038   | 0.0384  | ≤1.5   | 0.03 | 达标 |
| 总磷       | 0.04    | 0.03    | 0.04    | 0.0367  | ≤0.3   | 0.12 | 达标 |
| 挥发酚      | 0.0003L | 0.0003L | 0.0003L | 0.0003  | ≤0.01  | 0.03 | 达标 |
| 氟化物      | 0.28    | 0.29    | 0.28    | 0.283   | ≤1.5   | 0.19 | 达标 |
| 硫化物      | 0.01L   | 0.01L   | 0.01L   | 0.01    | ≤0.5   | 0.02 | 达标 |
| 铜        | 0.05L   | 0.05L   | 0.05L   | 0.05    | ≤1.0   | 0.05 | 达标 |
| 锌        | 0.02L   | 0.02L   | 0.02L   | 0.02    | ≤2.0   | 0.01 | 达标 |
| 铅        | 0.001L  | 0.001L  | 0.001L  | 0.001   | ≤0.05  | 0.02 | 达标 |
| 镉        | 0.0001L | 0.0001L | 0.0001L | 0.0001  | ≤0.005 | 0.02 | 达标 |
| 铁        | 0.08    | 0.03L   | 0.03L   | 0.047   | /      | /    | /  |
| 锰        | 0.08    | 0.01L   | 0.01L   | 0.034   | /      | /    | /  |
| 六价铬      | 0.004L  | 0.004L  | 0.004L  | 0.004   | ≤0.05  | 0.08 | 达标 |
| 砷        | 0.0018  | 0.0017  | 0.0018  | 0.00177 | ≤0.1   | 0.02 | 达标 |
| 汞        | 0.00007 | 0.00008 | 0.00008 | 0.00008 | ≤0.001 | 0.8  | 达标 |

表 3.1.3-4 螃蟹河和八街河（鸣矣河）交汇口八街河（鸣矣河）上游地表水环境质量监测结果统计 单位 mg/L

| 监测项目      | 螃蟹河和八街河（鸣矣河）交汇口<br>八街河（鸣矣河）上游 |       |       | 平均值    | 《地表水环境质量标准》<br>(GB3838-2002) IV 类标准 | 水质指数 | 达标情况 |
|-----------|-------------------------------|-------|-------|--------|-------------------------------------|------|------|
|           | 3.15                          | 3.16  | 3.17  |        |                                     |      |      |
| 流量 (m³/s) | 0.330                         | 0.323 | 0.340 | 0.331  | /                                   | /    | /    |
| pH(无量纲)   | 8.89                          | 8.78  | 8.71  | 8.79   | 6-9                                 | 0.90 | 达标   |
| 溶解氧       | 5.4                           | 5.2   | 5.1   | 5.24   | ≥3                                  | 0.57 | 达标   |
| 悬浮物       | 8                             | 9     | 9     | 8.67   | /                                   | /    |      |
| 石油类       | 0.02                          | 0.02  | 0.02  | 0.02   | ≤0.5                                | 0.04 | 达标   |
| 阴离子表面活性剂  | 0.05L                         | 0.05L | 0.05L | 0.05   | ≤0.3                                | 0.17 | 达标   |
| 全盐量       | 247                           | 249   | 254   | 250    | /                                   | /    | /    |
| 化学需氧量     | 8                             | 7     | 9     | 8      | ≤30                                 | 0.27 | 达标   |
| 五日生化需氧量   | 1.1                           | 1.0   | 1.4   | 1.167  | ≤6                                  | 0.19 | 达标   |
| 氨氮        | 0.039                         | 0.040 | 0.039 | 0.0394 | ≤1.5                                | 0.03 | 达标   |
| 总磷        | 0.17                          | 0.18  | 0.18  | 0.177  | ≤0.3                                | 0.59 | 达标   |

|     |         |         |         |         |        |      |    |
|-----|---------|---------|---------|---------|--------|------|----|
| 挥发酚 | 0.0003L | 0.0003L | 0.0003L | 0.0003  | ≤0.01  | 0.03 | 达标 |
| 氟化物 | 0.38    | 0.39    | 0.39    | 0.38667 | ≤1.5   | 0.26 | 达标 |
| 硫化物 | 0.01L   | 0.01L   | 0.01L   | 0.01    | ≤0.5   | 0.02 | 达标 |
| 铜   | 0.05L   | 0.05L   | 0.05L   | 0.05    | ≤1.0   | 0.05 | 达标 |
| 锌   | 0.02L   | 0.02L   | 0.02L   | 0.02    | ≤2.0   | 0.01 | 达标 |
| 铅   | 0.001L  | 0.001L  | 0.001L  | 0.001   | ≤0.05  | 0.02 | 达标 |
| 镉   | 0.0001L | 0.0001L | 0.0001L | 0.0001  | ≤0.005 | 0.02 | 达标 |
| 铁   | 0.03L   | 0.03L   | 0.03L   | 0.03    | /      | /    | /  |
| 锰   | 0.01L   | 0.01L   | 0.01L   | 0.01    | /      | /    | /  |
| 六价铬 | 0.004L  | 0.004L  | 0.004L  | 0.004   | ≤0.05  | 0.08 | 达标 |
| 砷   | 0.0012  | 0.0013  | 0.0013  | 0.00127 | ≤0.1   | 0.01 | 达标 |
| 汞   | 0.00009 | 0.00005 | 0.00004 | 0.00005 | ≤0.01  | 0.01 | 达标 |

根据监测统计结果，八街河（鸣矣河上段）地表水监测的因子均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类水体标准。

3.1.3.3 地下水环境现状

（1）引用数据

本次评价引用《安宁黄雪艳富营采石场矿山环境治理与生态修复工程项目环境风险评估报告》中委托云南环普检测科技有限公司于2024年4月29日至4月30日对矿区上游小后冲水井、采石场内以及矿区下游养殖厂水井的监测数据。

1）监测点位

本次监测设置3个监测点位。1#：小后冲村水井（上游）；2#：项目区内水井；3#项目区下游养殖场水井。

表 3.1.3-5 地下水监测点设置情况

|              |                        |              |                       |
|--------------|------------------------|--------------|-----------------------|
| 采样时间         | 2024.04.29-4.30        |              |                       |
| 监测点位         | 小后冲村水井 1#<br>(项目修复区上游) | 采石场内监测井 2#   | 养殖厂水井 3#<br>(项目修复区下游) |
| 与本项目区位置      | 修复区西南 494m             | 修复区内         | 修复区东北 143m            |
| 主要功能         | 生活、生产用水                | 监测井          | 生产用水                  |
| 样品编号<br>检测项目 | 24042610E101           | 24042610F101 | 24042610G101          |
| 水位 (m)       | 22                     | 17           | 18                    |
| 井深 (m)       | 80                     | 125          | 117                   |
| 井口尺寸 (cm)    | 30                     | 9            | 9                     |
| 标高 (m)       | 1952.3                 | 1947.9       | 1941.2                |

|      |                                   |                                   |                                   |
|------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 地理坐标 | E: 102. 3368579<br>N: 24. 7067596 | E: 102. 3432918<br>N: 24. 7119864 | E: 102. 3461100<br>N: 24. 7108961 |
|------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|

## 2) 监测项目

$K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $CO_3^{2-}$ 、 $HCO_3^-$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $Cl^-$ 、pH、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、铁、锰、溶解性总固体、铜、锌、镉、铅、总铬、六价铬、总汞、铍、镍、总银、总砷、氟化物、总磷。

## 3) 监测时间及频次

每天监测 1 次，连续监测 2 天。

## 4) 监测结果统计

监测点监测结果见下表。

表 3.1.3-6 地下水环境质量监测结果一览表（4.29）（单位：mg/L）

|               |                        |                |                       |                                 |      |
|---------------|------------------------|----------------|-----------------------|---------------------------------|------|
| 采样时间          | 2024. 04. 29           |                |                       | 执行标准                            | 达标情况 |
| 监测点位          | 小后冲村水井 1#<br>（项目修复区上游） | 采石场内水井 2#      | 养殖厂水井 3#<br>（项目修复区下游） | 《地下水质量标准》<br>（GB/T14848-2017）Ⅲ类 |      |
| 样品编号          | 24042610E101-1         | 24042610F101-1 | 24042610G101-1        |                                 |      |
| pH（无量纲）       | 6.9                    | 7.3            | 7.4                   | 6.5-8.5                         | 达标   |
| 氨氮<br>（mg/L）  | 0.137                  | 0.240          | 0.052                 | ≤0.5                            | 达标   |
| *总磷<br>（mg/L） | 0.09                   | 0.09           | 0.15                  | ≤0.2                            | 达标   |
| 氟化物<br>（mg/L） | <0.05                  | 0.07           | 0.08                  | ≤1.0                            | 达标   |
| 总砷<br>（mg/L）  | <0.0003                | <0.0003        | <0.0003               | ≤0.01                           | 达标   |
| 总汞<br>（mg/L）  | 0.00019                | 0.00010        | 0.00022               | ≤0.001                          | 达标   |
| 铅（mg/L）       | 0.001                  | <0.001         | 0.001                 | ≤0.01                           | 达标   |
| 镉（mg/L）       | <0.0001                | 0.0002         | 0.0001                | ≤0.005                          | 达标   |
| 铜（mg/L）       | <0.05                  | <0.05          | <0.05                 | ≤1                              | 达标   |
| 锌（mg/L）       | <0.05                  | <0.05          | <0.05                 | ≤1                              | 达标   |
| 六价铬<br>（mg/L） | <0.004                 | <0.004         | <0.004                | ≤0.05                           | 达标   |

| 采样时间                                                                       | 2024. 04. 29           |                |                       | 执行标准                            | 达标情况 |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------|-----------------------|---------------------------------|------|
| 监测点位                                                                       | 小后冲村水井 1#<br>（项目修复区上游） | 采石场内水井 2#      | 养殖厂水井 3#<br>（项目修复区下游） | 《地下水质量标准》<br>（GB/T14848-2017）Ⅲ类 |      |
| 样品编号                                                                       | 24042610E101-1         | 24042610F101-1 | 24042610G101-1        |                                 |      |
| 总铬<br>（mg/L）                                                               | <0.004                 | <0.004         | <0.004                | /                               | /    |
| 铍（mg/L）                                                                    | <0.00002               | <0.00002       | 0.00008               | ≤0.002                          | 达标   |
| 镍（mg/L）                                                                    | <0.005                 | 0.011          | <0.005                | ≤0.02                           | 达标   |
| 总银<br>（mg/L）                                                               | <0.03                  | <0.03          | <0.03                 | ≤0.05                           | 达标   |
| 溶解性总<br>固体<br>（mg/L）                                                       | 277                    | 341            | 172                   | ≤1000                           | 达标   |
| 钾（mg/L）                                                                    | 0.78                   | 1.49           | 0.94                  | /                               | /    |
| 钠（mg/L）                                                                    | 0.87                   | 7.82           | 1.84                  | /                               | /    |
| 钙（mg/L）                                                                    | 34.9                   | 39.0           | 21.7                  | /                               | /    |
| 镁（mg/L）                                                                    | 18.3                   | 19.1           | 9.21                  | /                               | /    |
| CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> （mg/L）                                       | <5                     | <5             | <5                    | /                               | /    |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>（mg/L）                                    | 192                    | 201            | 98                    | /                               | /    |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> （mg/L）                                       | 6.7                    | 10.0           | <5.0                  | /                               | /    |
| Cl <sup>-</sup> （mg/L）                                                     | 8.0                    | 20.0           | 12.8                  | /                               | /    |
| 硝酸盐氮<br>（mg/L）                                                             | 7.09                   | 11.6           | 2.11                  | ≤20                             | 达标   |
| 亚硝酸盐<br>氮（mg/L）                                                            | 0.004                  | 0.161          | 0.010                 | ≤1                              | 达标   |
| 铁（mg/L）                                                                    | <0.03                  | <0.03          | 0.12                  | ≤0.3                            | 达标   |
| 锰（mg/L）                                                                    | <0.01                  | <0.01          | <0.01                 | ≤0.1                            | 达标   |
| 备注：“<+数值”表示检测结果低于方法检出限；<br>*总磷参考《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准，总磷≤0.2mg/L。 |                        |                |                       |                                 |      |

表 3.1.3-7 地下水环境质量监测结果一览表（4.30）（单位：mg/L）

| 采样时间                 | 2024. 04. 30           |                |                       | 执行标准                            | 达标情况 |
|----------------------|------------------------|----------------|-----------------------|---------------------------------|------|
| 监测点位                 | 小后冲村水井 1#<br>（项目修复区上游） | 采石场内水井 2#      | 养殖厂水井 3#<br>（项目修复区下游） | 《地下水质量标准》<br>（GB/T14848-2017）Ⅲ类 |      |
| 样品编号                 | 24042610E201-1         | 24042610F201-1 | 24042610G201-1        |                                 |      |
| pH（无量纲）              | 7.0                    | 7.3            | 7.2                   | 6.5-8.5                         | 达标   |
| 氨氮<br>（mg/L）         | 0.145                  | 0.227          | 0.047                 | ≤0.5                            | 达标   |
| 总磷<br>（mg/L）         | 0.10                   | 0.09           | 0.14                  | /                               | /    |
| 氟化物<br>（mg/L）        | 0.05                   | 0.08           | 0.08                  | ≤1.0                            | 达标   |
| 总砷<br>（mg/L）         | <0.0003                | <0.0003        | <0.0003               | ≤0.01                           | 达标   |
| 总汞<br>（mg/L）         | 0.00016                | 0.00012        | 0.00021               | ≤0.001                          | 达标   |
| 铅（mg/L）              | 0.001                  | <0.001         | 0.001                 | ≤0.01                           | 达标   |
| 镉（mg/L）              | <0.0001                | 0.0003         | <0.0001               | ≤0.005                          | 达标   |
| 铜（mg/L）              | <0.05                  | <0.05          | <0.05                 | ≤1                              | 达标   |
| 锌（mg/L）              | <0.05                  | <0.05          | <0.05                 | ≤1                              | 达标   |
| 六价铬<br>（mg/L）        | <0.004                 | <0.004         | <0.004                | ≤0.05                           | 达标   |
| 总铬<br>（mg/L）         | <0.004                 | <0.004         | <0.004                | /                               | /    |
| 铍（mg/L）              | <0.00002               | <0.00002       | 0.00008               | ≤0.002                          | 达标   |
| 镍（mg/L）              | <0.005                 | 0.010          | <0.005                | ≤0.02                           | 达标   |
| 总银<br>（mg/L）         | <0.03                  | <0.03          | <0.03                 | ≤0.05                           | 达标   |
| 溶解性总<br>固体<br>（mg/L） | 289                    | 367            | 190                   | ≤1000                           | 达标   |
| 钾（mg/L）              | 0.78                   | 1.49           | 0.94                  | /                               | /    |
| 钠（mg/L）              | 0.86                   | 7.86           | 1.84                  | /                               | /    |
| 钙（mg/L）              | 35.0                   | 38.8           | 21.8                  | /                               | /    |
| 镁（mg/L）              | 18.3                   | 19.1           | 9.21                  | /                               | /    |

| 采样时间                                    | 2024. 04. 30           |                |                       | 执行标准                            | 达标情况 |
|-----------------------------------------|------------------------|----------------|-----------------------|---------------------------------|------|
| 监测点位                                    | 小后冲村水井 1#<br>（项目修复区上游） | 采石场内水井 2#      | 养殖厂水井 3#<br>（项目修复区下游） | 《地下水质量标准》<br>（GB/T14848-2017）Ⅲ类 |      |
| 样品编号                                    | 24042610E201-1         | 24042610F201-1 | 24042610G201-1        |                                 |      |
| CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> （mg/L）    | <5                     | <5             | <5                    | /                               | /    |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>（mg/L） | 186                    | 195            | 95                    | /                               | /    |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> （mg/L）    | 7. 1                   | 10. 5          | <5. 0                 | /                               | /    |
| Cl <sup>-</sup> （mg/L）                  | 9. 5                   | 22. 0          | 14. 0                 | /                               | /    |
| 硝酸盐氮<br>（mg/L）                          | 7. 19                  | 12. 0          | 2. 18                 | ≤20                             | 达标   |
| 亚硝酸盐氮<br>（mg/L）                         | 0. 006                 | 0. 173         | 0. 012                | ≤1                              | 达标   |
| 铁（mg/L）                                 | <0. 03                 | <0. 03         | 0. 13                 | ≤0. 3                           | 达标   |
| 锰（mg/L）                                 | <0. 01                 | <0. 01         | <0. 01                | ≤0. 1                           | 达标   |
| 备注：“<+数值”表示检测结果低于方法检出限。                 |                        |                |                       |                                 |      |

阴阳离子平衡分析：

本次评价采用以下公式对项目区地下水环境中阴阳离子平衡关系进行计算：

$$E = \frac{\sum m_c - \sum m_a}{\sum m_c + \sum m_a} \times 100\%$$

式中：

E——相对误差，Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>为实测值，E 应小于±5%，如果 Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>为计算值，E 应为零或接近零。

Mc——阴离子的毫克当量浓度，meq/L；

Ma——阳离子的毫克当量浓度，meq/L；

毫克当量 (meq/L) = 质量浓度 (mg/L) × 离子的化合价 ÷ 离子的原子量

本次监测地下水中阴阳离子监测结果及计算详见表如下。

表 3.1.3-8 地下水环境阴阳离子监测、分析结果

| 监测点 | 小后冲村水井 1# (项目修复区上 | 采石场内监测井 2# | 养殖厂水井 3# (项目修复 | 小后冲村水井 1# (项目修复区上 | 采石场内监测井 2# | 养殖厂水井 3# (项目修复 |
|-----|-------------------|------------|----------------|-------------------|------------|----------------|
|-----|-------------------|------------|----------------|-------------------|------------|----------------|

|                                                  | 游)          |        | 区下游)   | 游)          |        | 区下游)   |
|--------------------------------------------------|-------------|--------|--------|-------------|--------|--------|
| 监测日期                                             | 2024. 4. 29 |        |        | 2024. 4. 30 |        |        |
| 钾 (mg/L)                                         | 0. 78       | 1. 49  | 0. 94  | 0. 78       | 1. 49  | 0. 94  |
| 钠 (mg/L)                                         | 0. 87       | 7. 82  | 1. 84  | 0. 86       | 7. 86  | 1. 84  |
| 钙 (mg/L)                                         | 34. 9       | 39. 0  | 21. 7  | 35. 0       | 38. 8  | 21. 8  |
| 镁 (mg/L)                                         | 18. 3       | 19. 1  | 9. 21  | 18. 3       | 19. 1  | 9. 21  |
| HCO3-<br>(mg/L)                                  | 192         | 201    | 98     | 186         | 195    | 95     |
| CO32-<br>(mg/L)                                  | <5          | <5     | <5     | <5          | <5     | <5     |
| Cl-(mg/L)                                        | 8. 0        | 20. 0  | 12. 8  | 9. 5        | 22. 0  | 14. 0  |
| SO42-<br>(mg/L)                                  | 6. 7        | 10. 0  | <5. 0  | 7. 1        | 10. 5  | <5. 0  |
| 阴阳离子<br>平衡计算<br>结果%                              | -3. 87      | -2. 85 | -3. 60 | -3. 13      | -2. 58 | -3. 10 |
| 备注：（1）“<+数值”表示检测结果低于方法检出限；（2）低于检出限的，取检出限的一半进行计算。 |             |        |        |             |        |        |

由上述公式计算各监测点相对误差均小于±5%，说明本次评价所参考地下水监测数据有效。

（2）地下水补充监测

为了解厂区周边地下水中氯化物、硫酸盐因子情况，于 2024 年 11 月 8 日-9 日委托云南天倪检测有限公司对项目区上游小后冲水井、采石场内监测水井以及项目区下游养殖厂水井的氯化物、硫酸盐、硒，3 项因子进行了补充监测。

1) 监测点位

本次监测设置 3 个监测点位。1#：小后冲村水井（上游）；2#：采石场内监测井；3#项目区下游养殖厂水井。

2) 监测项目

钾、钠、钙、镁、CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>、HCO<sup>3-</sup>、Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、氯化物、硫酸盐、硒，共计 11 项。

3) 监测时间及频次

每天监测 1 次，连续监测 2 天。

4) 监测结果统计

监测点监测结果见下表。

表 3.1.3-9 地下水环境质量监测结果一览表 （单位：mg/L）

| 采样日期                          | 2024-11-08 |            |          | 2024-11-09 |            |          | 执行标准                                | 达标情况 |
|-------------------------------|------------|------------|----------|------------|------------|----------|-------------------------------------|------|
| 检测点位                          | 小后冲村水井 1#  | 采石场内监测井 2# | 养殖厂水井 3# | 小后冲村水井 1#  | 采石场内监测井 2# | 养殖厂水井 3# | 《地下水质量标准》<br>(GB/T14848-2017) III 类 |      |
| 样品编号                          | C1-1-1     | C2-1-1     | C3-1-1   | C1-2-1     | C2-2-1     | C3-2-1   |                                     |      |
| 硫酸盐                           | 27         | 39         | 10       | 26         | 41         | 11       | 250                                 | 达标   |
| 氯化物                           | 6.2        | 19.8       | 14.9     | 5.7        | 20.6       | 14.3     | 250                                 | 达标   |
| 硒(μg/L)                       | 0.4L       | 0.4L       | 0.4L     | 0.4L       | 0.4L       | 0.4L     | 0.01mg/L                            | 达标   |
| K <sup>+</sup>                | 0.42       | 2.00       | 0.38     | 0.39       | 1.97       | 0.39     | /                                   | /    |
| Na <sup>+</sup>               | 10.3       | 19.5       | 2.00     | 10.1       | 19.7       | 1.97     | /                                   | /    |
| Ca <sup>2+</sup>              | 29.7       | 62.3       | 40.2     | 30.2       | 61.9       | 41.0     | /                                   | /    |
| Mg <sup>2+</sup>              | 14.9       | 36.8       | 15.0     | 15.2       | 37.7       | 15.6     | /                                   | /    |
| CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | 5L         | 5L         | 5L       | 5L         | 5L         | 5L       | /                                   | /    |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 155        | 338        | 172      | 157        | 334        | 169      | /                                   | /    |
| Cl <sup>-</sup>               | 5.47       | 19.1       | 13.9     | 5.34       | 19.9       | 13.5     | /                                   | /    |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 23.0       | 36.4       | 6.86     | 22.4       | 37.7       | 6.99     | /                                   | /    |
| 备注                            | ---        |            |          |            |            |          |                                     |      |

本次监测地下水中阴阳离子监测结果及计算详见表如下。

表 3.1.3-10 地下水环境阴阳离子监测、分析结果

| 监测点                                           | 小后冲村水井 1#    | 采石场内监测井 2# | 养殖厂水井 3# | 小后冲村水井 1#    | 采石场内监测井 2# | 养殖厂水井 3# |
|-----------------------------------------------|--------------|------------|----------|--------------|------------|----------|
| 监测日期                                          | 2024. 11. 08 |            |          | 2024. 11. 09 |            |          |
| K <sup>+</sup>                                | 0.42         | 2.00       | 0.38     | 0.39         | 1.97       | 0.39     |
| Na <sup>+</sup>                               | 10.3         | 19.5       | 2.00     | 10.1         | 19.7       | 1.97     |
| Ca <sup>2+</sup>                              | 29.7         | 62.3       | 40.2     | 30.2         | 61.9       | 41.0     |
| Mg <sup>2+</sup>                              | 14.9         | 36.8       | 15.0     | 15.2         | 37.7       | 15.6     |
| CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>                 | 5L           | 5L         | 5L       | 5L           | 5L         | 5L       |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                 | 155          | 338        | 172      | 157          | 334        | 169      |
| Cl <sup>-</sup>                               | 5.47         | 19.1       | 13.9     | 5.34         | 19.9       | 13.5     |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>                 | 23.0         | 36.4       | 6.86     | 22.4         | 37.7       | 6.99     |
| 阴阳离子平衡计算结果%                                   | 1.12         | -1.14      | 1.19     | 0.74         | -1.7       | -0.97    |
| 备注：（1）“L”表示检测结果低于方法检出限；（2）低于检出限的，取检出限的一半进行计算。 |              |            |          |              |            |          |

由上述公式计算各监测点相对误差均小于±5%，说明本次评价地下水监测数据有效。

根据引用监测数据及补充监测数据，小后冲村水井 1#（项目修复区上游）、采石场内水井 2#（项目修复区内）、养殖厂水井 3#（项目修复区下游），各监测点位进行检测的指标均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类水质标准值的要求，厂区周边区域地下水环境质量达标。

3.1.3.4 土壤环境现状

(1) 引用数据

本项目为矿山生态修复工程，引用《安宁黄雪艳富营采石场矿山环境治理与生态修复工程项目环境风险评估报告》中委托云南环普检测科技有限公司于 2024 年 4 月 29 日对采石场外上风向、采石场范围内、采石场外下风向土壤进行监测的数据。

1) 监测方案

本次监测设置 4 个监测点位。采石场内建设用地设置 2 个表层样，占地范围外农用地设置 2 个表层样，兼顾大气沉降影响上风向及下风向，兼顾漫流影响上游及下游。

表 3.1.3-10 土壤监测方案

| 监测<br>点位 | 用地<br>类型 | 位置                                     | 取样<br>类型 | 取样<br>深度   | 监测因子                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------|----------|----------------------------------------|----------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1#       | 建设<br>用地 | 采石场占<br>地范围内                           | 表层<br>样  | 0-0.2<br>m | pH 值、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘及石油烃（C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ）、氟化物共 48 项 |
| 2#       | 建设<br>用地 | 采石场占<br>地范围内                           | 表层<br>样  | 0-0.2<br>m | pH 值、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、氟化物共 8 项                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 3#       | 农用地      | 采石场占<br>地范围外<br>（上风向，<br>西面约<br>200m）  | 表层<br>样  | 0-0.2<br>m | pH 值、镉、汞、砷、铅、总铬、铜、镍、锌、氟化物共 10 项                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 4#       | 农用地      | 采石场占<br>地范围外<br>（下风向，<br>东北面约<br>315m） | 表层<br>样  | 0-0.2<br>m | pH 值、镉、汞、砷、铅、总铬、铜、镍、锌、氟化物共 10 项                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

备注：①每个监测点位取样一次；②建设用地执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）；③农用地执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）。



图 3.1.3-2 土壤监测布点图

2) 执行标准

其中 1#、2#监测点位于矿区范围内，执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地筛选值标准；3#、4#监测点位于项目区矿区范围外，主要为旱地，执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中其他风险筛选值。

3) 监测结果

表 3.1.3-11 矿区范围内 1#监测点土壤理化性质检测结果表

|        |                 |                                |
|--------|-----------------|--------------------------------|
| 采样日期   |                 | 2024. 04. 29                   |
| 监测点位   |                 | 1#土壤监测点（采石场占地范围内）10cm          |
| 经纬度    |                 | E: 102. 3449845 N: 24. 7099481 |
| 取样深度   |                 | 10cm                           |
| 样品编号   |                 | 24042610A101-3                 |
| 现场记录   | 颜色              | 黄                              |
|        | 植物根系            | 少量                             |
|        | 质地              | 轻壤土                            |
|        | 砂砾含量            | 30%                            |
| 实验室测定  | pH（无量纲）         | 7. 5                           |
|        | 阳离子交换量（cmol/kg） | 19. 24                         |
|        | 氧化还原电位（mV）      | 504                            |
|        | 饱和导水率（mm/min）   | 1. 91                          |
|        | 土壤容重（g/cm3）     | 1. 32                          |
| 孔隙度（%） |                 | 48. 6                          |

表 3.1.3-12 矿区范围内 1#监测点土壤检测结果

| 监测点位/项目      | 1#土壤监测点（采石场占地范围内） | （GB36600-2018）中第二类用地筛选值标准 | 单位    | 检测结果 |
|--------------|-------------------|---------------------------|-------|------|
| 采样深度         | 0.1m              |                           |       |      |
| 理化性质         |                   |                           |       |      |
| pH 值         | 7.5               | /                         | 无量纲   | /    |
| 重金属和无机物      |                   |                           |       |      |
| 砷            | 57.8              | 60                        | mg/kg | 达标   |
| 镉            | 1.45              | 65                        | mg/kg | 达标   |
| 铬（六价）        | 0.8               | 5.7                       | mg/kg | 达标   |
| 铜            | 32                | 18000                     | mg/kg | 达标   |
| 铅            | 108               | 800                       | mg/kg | 达标   |
| 汞            | 0.189             | 38                        | mg/kg | 达标   |
| 镍            | 66                | 900                       | mg/kg | 达标   |
| 挥发性有机物       |                   |                           |       |      |
| 四氯化碳         | 未检出               | 2.8                       | mg/kg | 达标   |
| 氯仿           | 未检出               | 0.9                       | mg/kg | 达标   |
| 氯甲烷          | 未检出               | 37                        | mg/kg | 达标   |
| 1,1-二氯乙烷     | 未检出               | 9                         | mg/kg | 达标   |
| 1,2-二氯乙烷     | 未检出               | 5                         | mg/kg | 达标   |
| 1,1-二氯乙烯     | 未检出               | 66                        | mg/kg | 达标   |
| 顺-1,2-二氯乙烯   | 未检出               | 596                       | mg/kg | 达标   |
| 反式-1,2-二氯乙烯  | 未检出               | 54                        | mg/kg | 达标   |
| 二氯甲烷         | 未检出               | 616                       | mg/kg | 达标   |
| 1,2-二氯丙烷     | 未检出               | 5                         | mg/kg | 达标   |
| 1,1,1,2-四氯乙烷 | 未检出               | 10                        | mg/kg | 达标   |
| 1,1,2,2-四氯乙烷 | 未检出               | 6.8                       | mg/kg | 达标   |
| 四氯乙烯         | 未检出               | 53                        | mg/kg | 达标   |
| 1,1,1-三氯乙烷   | 未检出               | 840                       | mg/kg | 达标   |
| 1,1,2-三氯乙烷   | 未检出               | 2.8                       | mg/kg | 达标   |
| 三氯乙烯         | 未检出               | 2.8                       | mg/kg | 达标   |
| 1,2,3-三氯丙烷   | 未检出               | 0.5                       | mg/kg | 达标   |
| 氯乙烯          | 未检出               | 0.43                      | mg/kg | 达标   |
| 苯            | 未检出               | 4                         | mg/kg | 达标   |
| 氯苯           | 未检出               | 270                       | mg/kg | 达标   |
| 1,2-二氯苯      | 未检出               | 560                       | mg/kg | 达标   |
| 1,4-二氯苯      | 未检出               | 20                        | mg/kg | 达标   |
| 乙苯           | 未检出               | 28                        | mg/kg | 达标   |
| 苯乙烯          | 未检出               | 1290                      | mg/kg | 达标   |
| 甲苯           | 未检出               | 1200                      | mg/kg | 达标   |
| 间，对-二甲苯      | 未检出               | 570                       | mg/kg | 达标   |
| 邻二甲苯         | 未检出               | 640                       | mg/kg | 达标   |
| 半挥发性有机物      |                   |                           |       |      |
| 硝基苯          | 未检出               | 76                        | mg/kg | 达标   |
| 苯胺           | 未检出               | 260                       | mg/kg | 达标   |
| 2-氯苯酚        | 未检出               | 2256                      | mg/kg | 达标   |

|               |                    |      |       |    |
|---------------|--------------------|------|-------|----|
| 苯并(a)蒽        | 未检出                | 15   | mg/kg | 达标 |
| 苯并(a)芘        | 未检出                | 1.5  | mg/kg | 达标 |
| 苯并(b)荧蒽       | 未检出                | 15   | mg/kg | 达标 |
| 苯并(k)荧蒽       | 未检出                | 151  | mg/kg | 达标 |
| 蒽             | 未检出                | 1293 | mg/kg | 达标 |
| 二苯并(a, h)蒽    | 未检出                | 1.5  | mg/kg | 达标 |
| 茚并(1,2,3-cd)芘 | 未检出                | 15   | mg/kg | 达标 |
| 萘             | 未检出                | 70   | mg/kg | 达标 |
| 其他            |                    |      |       |    |
| 氟化物           | $1.35 \times 10^3$ | /    | mg/kg | /  |
| *石油烃          | 7                  | 4500 | mg/kg | 达标 |

表 3.1.3-13 矿区范围内 2#监测点土壤检测结果

| 监测点位/项目                 | 2#土壤监测点<br>(采石场占地范围内) (10cm) | (GB36600-2018) 中<br>第二类用地筛选值标准 | 单位    | 检测结果 |
|-------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------|------|
| pH (无量纲)                | 7.1                          | /                              | 无量纲   | /    |
| 砷 (mg/kg)               | 24.1                         | 60                             | mg/kg | 达标   |
| 镉 (mg/kg)               | 0.06                         | 65                             | mg/kg | 达标   |
| 六价铬 (mg/kg)             | <0.5                         | 5.7                            | mg/kg | 达标   |
| 铜 (mg/kg)               | 34                           | 18000                          | mg/kg | 达标   |
| 铅 (mg/kg)               | 55                           | 800                            | mg/kg | 达标   |
| 汞 (mg/kg)               | 0.082                        | 38                             | mg/kg | 达标   |
| 氟化物 (mg/kg)             | 672                          | /                              | mg/kg | /    |
| 备注：“<+数值”表示检测结果低于方法检出限。 |                              |                                |       |      |

表 3.1.3-14 矿区范围外 3#、4#监测点土壤检测结果

| 监测点位/项目                 | 3#土壤监测点 (采石场占地范围外上风向) (10cm) | 4#土壤监测点 (采石场占地范围外下风向) (10cm) | (GB15618-2018) 中<br>风险筛选值 ( $6.5 < \text{pH} \leq 7.5$ ) | 单位    | 检测结果 |
|-------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------|-------|------|
|                         |                              |                              | 其他                                                       |       |      |
| pH (无量纲)                | 6.6                          | 7.2                          | /                                                        | 无量纲   | /    |
| 镉 (mg/kg)               | 0.10                         | 0.26                         | 0.3                                                      | mg/kg | 达标   |
| 汞 (mg/kg)               | 0.050                        | 0.051                        | 2.4                                                      | mg/kg | 达标   |
| 砷 (mg/kg)               | 25.5                         | 23.6                         | 30                                                       | mg/kg | 达标   |
| 铅 (mg/kg)               | 54                           | 57                           | 120                                                      | mg/kg | 达标   |
| 总铬 (mg/kg)              | 72                           | 61                           | 200                                                      | mg/kg | 达标   |
| 铜 (mg/kg)               | 29                           | 24                           | 100                                                      | mg/kg | 达标   |
| 镍 (mg/kg)               | 23                           | 17                           | 100                                                      | mg/kg | 达标   |
| 锌 (mg/kg)               | 106                          | 99                           | 250                                                      | mg/kg | 达标   |
| 氟化物 (mg/kg)             | 612                          | 515                          | /                                                        | mg/kg | /    |
| 备注：“<+数值”表示检测结果低于方法检出限。 |                              |                              |                                                          |       |      |

## (2) 土壤补充监测

为进一步完善项目区土壤环境质量现状调查，按照云南省地方标准《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269-2024）中 5.4.2 土壤监测要求，

在回填区内新增 S1#、S2#、S3#、S4#四个监测点位，在修复区外新增 S5#、S6#两个监测点位。于 2024 年 11 月 8 日委托云南天倪检测有限公司对项目回填区内 S1#、S2#、S3#、S4#四个监测点位进行监测，对厂区区外农地 S5#、S6#两个监测点位进行监测。

根据监测单位（云南天倪检测有限公司）和建设单位反馈的意见，回填区底部开采时已采至基岩，回填区现状已不存在原生土壤，回填区表层土为开采后整平的人工填土，厚度在 0.5-0.8m 之间，不具备柱状样采样条件。因此仅对回填区内 0-0.5m 的表层土壤进行了取样。

1) 补充监测方案

本次监测设置 6 个监测点位。回填区设置 4 个表层样，项目占地范围外农用地设置 2 个表层样，兼顾大气沉降影响上风向及下风向，兼顾漫流影响上游及下游。

表 3.1.3-15 土壤补充监测方案

| 监测<br>点位                                                                                                | 用地<br>类型    | 位置                        | 取样类<br>型 | 取样<br>深度 | 监测因子                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------|----------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S1#                                                                                                     | 建设<br>用地    | 回填区东<br>部                 | 表层样      | 0-0.5m   | pH、氟化物、有机质、水溶性盐总量、锌、镍、铅、镉、铜、砷、汞、铬（六价）、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、氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒈、二苯并[a, h]蒽、茚并[1, 2, 3-cd]芘、萘，同时检测土壤理化性质，即：阳离子交换量、氧化还原电位、渗滤率、土壤容重、孔隙度等。 |
| S2#                                                                                                     | 建设<br>用地    | 回填区南<br>部                 | 表层样      | 0-0.5m   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| S3#                                                                                                     | 建设<br>用地    | 回填区西<br>部                 | 表层样      | 0-0.5m   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| S4#                                                                                                     | 建设<br>用地    | 回填区北<br>部                 | 表层样      | 0-0.5m   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| S5#                                                                                                     | 农<br>用<br>地 | 采石场占<br>地范围外<br>（上风<br>向） | 表层样      | 0-0.5m   | pH、氟化物、有机质、水溶性盐总量、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌，同时检测土壤理化性质，即：阳离子交换量、氧化还原电位、渗滤率、土壤容重、孔隙度等                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| S6#                                                                                                     | 农<br>用<br>地 | 采石场占<br>地范围外<br>（下风<br>向） | 表层样      | 0-0.5m   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 备注：①每个监测点位取样一次；②建设用地执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）；③农用地执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）。 |             |                           |          |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

土壤补充监测布点见下图。



图 3.1.3-3 土壤补充监测布点图

2) 执行标准

其中 S1#-S4#监测点位于矿区范围内，执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地筛选值标准；5#、6#监测点位于项目区矿区范围外，主要为农地，执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中其他风险筛选值。

3) 监测结果

表 3.1.3-16 补充监测土壤理化特性调查表

| 采样日期 |          | 2024. 11. 08 |        |        |        |        |        |
|------|----------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 采样点位 |          | S1#          | S2#    | S3#    | S4#    | S5#    | S6#    |
| 样品编号 |          | K1-1-1       | K2-1-1 | K3-1-1 | K4-1-1 | K5-1-1 | K6-1-1 |
| 检测项目 |          |              |        |        |        |        |        |
| 现场记录 | 颜色       | 黄棕           | 灰白     | 黄棕     | 棕      | 红棕     | 黄棕     |
|      | 结构       | 团粒           | 团粒     | 团粒     | 团粒     | 团粒     | 团粒     |
|      | 质地       | 壤土           | 壤土     | 壤土     | 壤土     | 壤土     | 壤土     |
|      | 砂砾含量 (%) | <5           | <5     | <5     | <5     | <5     | <5     |
|      | 有无异物     | 无            | 无      | 无      | 无      | 无      | 无      |
| 备注   |          | ---          |        |        |        |        |        |

表 3.1.3-17 回填区范围内 S1#-S4#监测点土壤检测结果 单位：mg/kg

| 采样日期                   | 2024. 11. 08 |        |        |        | 执行标准                              | 达标情况 |
|------------------------|--------------|--------|--------|--------|-----------------------------------|------|
| 采样点位                   | S1#          | S2#    | S3#    | S4#    |                                   |      |
| 样品编号                   | K1-1-1       | K2-1-1 | K3-1-1 | K4-1-1 | (GB36600-2018)中<br>第二类用地筛选值<br>标准 |      |
| 检测项目                   |              |        |        |        |                                   |      |
| pH（无量纲）                | 7.58         | 7.80   | 7.66   | 7.24   | /                                 | /    |
| 有机质（g/kg）              | 29.4         | 32.7   | 30.8   | 29.6   | /                                 | /    |
| 氟化物                    | 2154         | 1501   | 1825   | 2748   | /                                 | /    |
| 水溶性盐总量                 | 1.7          | 1.8    | 1.7    | 1.7    | /                                 | /    |
| 氧化还原电位（mv）             | 532          | 526    | 535    | 525    | /                                 | /    |
| 孔隙度（体积%）               | 51.6         | 48.6   | 53.2   | 45.2   | /                                 | /    |
| 容重（g/cm <sup>3</sup> ） | 1.39         | 1.04   | 1.26   | 1.17   | /                                 | /    |
| 渗透率（mm/min）            | 1.31         | 1.14   | 1.62   | 1.28   | /                                 | /    |
| 阳离子交换量（cmol+/kg）       | 10.8         | 4.3    | 9.6    | 6.2    | /                                 | /    |
| 铬                      | ---          | ---    | ---    | ---    | /                                 | /    |
| 六价铬                    | 0.5L         | 0.5L   | 0.5L   | 0.5L   | 5.7                               | 达标   |
| 砷                      | 37.0         | 49.2   | 59.3   | 46.9   | 60                                | 达标   |
| 汞                      | 3.82         | 3.47   | 5.87   | 3.23   | 38                                | 达标   |
| 铅                      | 131          | 83     | 175    | 126    | 800                               | 达标   |
| 镉                      | 1.58         | 5.00   | 0.33   | 1.14   | 65                                | 达标   |
| 铜                      | 23           | 24     | 24     | 24     | 18000                             | 达标   |
| 锌                      | 373          | 185    | 464    | 434    | /                                 | /    |
| 镍                      | 77           | 42     | 75     | 64     | 900                               | 达标   |
| ◆四氯化碳（μg/kg）           | 1.3L         | 1.3L   | 1.3L   | 1.3L   | 2.8mg/kg                          | 达标   |
| ◆氯仿（μg/kg）             | 1.1L         | 1.1L   | 1.1L   | 1.1L   | 0.9mg/kg                          | 达标   |
| ◆氯甲烷（μg/kg）            | 1.0L         | 1.0L   | 1.0L   | 1.0L   | 37mg/kg                           | 达标   |
| ◆1,1-二氯乙烷（μg/kg）       | 1.2L         | 1.2L   | 1.2L   | 1.2L   | 9mg/kg                            | 达标   |
| ◆1,2-二氯乙烷（μg/kg）       | 1.3L         | 1.3L   | 1.3L   | 1.3L   | 5mg/kg                            | 达标   |
| ◆1,1-二氯乙烯（μg/kg）       | 1.0L         | 1.0L   | 1.0L   | 1.0L   | 66mg/kg                           | 达标   |
| ◆顺式-1,2-二氯乙烯（μg/kg）    | 1.3L         | 1.3L   | 1.3L   | 1.3L   | 596mg/kg                          | 达标   |
| ◆反式-1,2-二氯乙烯（μg/kg）    | 1.4L         | 1.4L   | 1.4L   | 1.4L   | 54mg/kg                           | 达标   |
| ◆二氯甲烷（μg/kg）           | 1.5L         | 1.5L   | 1.5L   | 1.5L   | 616mg/kg                          | 达标   |
| ◆1,2-二氯丙烷（μg/kg）       | 1.1L         | 1.1L   | 1.1L   | 1.1L   | 5mg/kg                            | 达标   |

|                      |            |       |       |       |           |    |
|----------------------|------------|-------|-------|-------|-----------|----|
| ◆1,1,1,2-四氯乙烷（μg/kg） | 1.2L       | 1.2L  | 1.2L  | 1.2L  | 10mg/kg   | 达标 |
| ◆1,1,2,2-四氯乙烷（μg/kg） | 1.2L       | 1.2L  | 1.2L  | 1.2L  | 6.8mg/kg  | 达标 |
| ◆四氯乙烯（μg/kg）         | 1.4L       | 1.4L  | 1.4L  | 1.4L  | 53mg/kg   | 达标 |
| ◆1,1,1-三氯乙烷（μg/kg）   | 1.3L       | 1.3L  | 1.3L  | 1.3L  | 840mg/kg  | 达标 |
| ◆1,1,2-三氯乙烷（μg/kg）   | 1.2L       | 1.2L  | 1.2L  | 1.2L  | 2.8mg/kg  | 达标 |
| ◆三氯乙烯（μg/kg）         | 1.2L       | 1.2L  | 1.2L  | 1.2L  | 2.8mg/kg  | 达标 |
| ◆1,2,3-三氯丙烷（μg/kg）   | 1.2L       | 1.2L  | 1.2L  | 1.2L  | 0.5mg/kg  | 达标 |
| ◆氯乙烯（μg/kg）          | 1.0L       | 1.0L  | 1.0L  | 1.0L  | 0.43mg/kg | 达标 |
| ◆苯（μg/kg）            | 1.9L       | 1.9L  | 1.9L  | 1.9L  | 4mg/kg    | 达标 |
| ◆氯苯（μg/kg）           | 1.2L       | 1.2L  | 1.2L  | 1.2L  | 270mg/kg  | 达标 |
| ◆1,2-二氯苯（μg/kg）      | 1.5L       | 1.5L  | 1.5L  | 1.5L  | 560mg/kg  | 达标 |
| ◆1,4-二氯苯（μg/kg）      | 1.5L       | 1.5L  | 1.5L  | 1.5L  | 20mg/kg   | 达标 |
| ◆乙苯（μg/kg）           | 1.2L       | 1.2L  | 1.2L  | 1.2L  | 28mg/kg   | 达标 |
| ◆苯乙烯（μg/kg）          | 1.1L       | 1.1L  | 1.1L  | 1.1L  | 1290mg/kg | 达标 |
| ◆甲苯（μg/kg）           | 1.3L       | 1.3L  | 1.3L  | 1.3L  | 1200mg/kg | 达标 |
| ◆间二甲苯+对二甲苯（μg/kg）    | 1.2L       | 1.2L  | 1.2L  | 1.2L  | 570mg/kg  | 达标 |
| ◆邻二甲苯（μg/kg）         | 1.2L       | 1.2L  | 1.2L  | 1.2L  | 640mg/kg  | 达标 |
| ◆苯胺                  | 0.2L       | 0.2L  | 0.2L  | 0.2L  | 260       | 达标 |
| ◆硝基苯                 | 0.09L      | 0.09L | 0.09L | 0.09L | 76        | 达标 |
| ◆2-氯苯酚               | 0.06L      | 0.06L | 0.06L | 0.06L | 2256      | 达标 |
| ◆苯并[a]蒽              | 0.1L       | 0.1L  | 0.1L  | 0.1L  | 15        | 达标 |
| ◆苯并[a]芘              | 0.1L       | 0.1L  | 0.1L  | 0.1L  | 1.5       | 达标 |
| ◆苯并[b]荧蒽             | 0.2L       | 0.2L  | 0.2L  | 0.2L  | 15        | 达标 |
| ◆苯并[k]荧蒽             | 0.1L       | 0.1L  | 0.1L  | 0.1L  | 151       | 达标 |
| ◆鹿                   | 0.1L       | 0.1L  | 0.1L  | 0.1L  | 1293      | 达标 |
| ◆二苯并[a,h]蒽           | 0.1L       | 0.1L  | 0.1L  | 0.1L  | 1.5       | 达标 |
| ◆茚并[1,2,3-cd]芘       | 0.1L       | 0.1L  | 0.1L  | 0.1L  | 15        | 达标 |
| ◆蒽                   | 0.09L      | 0.09L | 0.09L | 0.09L | 70        | 达标 |
| 备注                   | 带“◆”为外包项目。 |       |       |       |           |    |

表 3.1.3-18 修复区范围外 S5#-S6#监测点土壤检测结果 单位：mg/kg

| 采样日期                 | 2024. 11. 08 |        | 执行标准                          |              | 达标<br>情况 |
|----------------------|--------------|--------|-------------------------------|--------------|----------|
| 采样点位                 | S5#          | S6#    |                               |              |          |
| 样品编号                 | K5-1-1       | K6-1-1 | (GB15618-2018) 中风险筛选值<br>(其他) |              |          |
| 检测项目                 |              |        |                               |              |          |
| pH (无量纲)             | 7. 58        | 7. 42  | 7. 5<pH                       | 6. 5<pH≤7. 5 | /        |
| 有机质 (g/kg)           | 62. 7        | 17. 3  | /                             | /            | /        |
| 氟化物                  | 1637         | 1634   | /                             | /            | /        |
| 水溶性盐总量               | 1. 6         | 1. 5   | /                             | /            | /        |
| 氧化还原电位<br>(mv)       | 538          | 535    | /                             | /            | /        |
| 孔隙度 (体积%)            | 47. 1        | 51. 5  | /                             | /            | /        |
| 容重 (g/cm3)           | 1. 05        | 1. 22  | /                             | /            | /        |
| 渗透率 (mm/min)         | 1. 70        | 1. 35  | /                             | /            | /        |
| 阳离子交换量<br>(cmol+/kg) | 23. 6        | 10. 7  | /                             | /            | /        |
| 铬                    | 78           | 52     | 250                           | 200          | 达标       |
| 六价铬                  | ---          | ---    | /                             | /            | 达标       |
| 砷                    | 16. 6        | 27. 7  | 25                            | 30           | 达标       |
| 汞                    | 2. 21        | 2. 10  | 3. 4                          | 2. 4         | 达标       |
| 铅                    | 77           | 71     | 170                           | 120          | 达标       |
| 镉                    | 0. 22        | 0. 20  | 0. 6                          | 0. 3         | 达标       |
| 铜                    | 38           | 33     | 100                           | 100          | 达标       |
| 锌                    | 160          | 235    | 300                           | 250          | 达标       |
| 镍                    | 81           | 77     | 190                           | 100          | 达标       |

### (3) 结论

根据引用监测结果和补充监测结果可以看出，修复区范围内各监测点，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，修复区范围内土壤不存在污染风险。

修复区外各监测点位监测因子监测结果均低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值-其他，修复区范围外土壤不存在污染风险。

## 3.2 企业周边环境风险受体情况

环境风险受体分为大气环境风险受体、水环境风险受体和土壤环境风险受体。其中，大气环境风险受体主要包括居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公、重要基础设施、企业等主要功能区域内的人群、保护单位、植被等，按人口数量进行指标量化；水环境风险受体主要包括饮用水水源保护区、自来水厂取水口、自然保护区、重要湿地、特殊生态系统、水产养殖区、鱼虾产卵场、天然渔场等区域，土壤环境风险受体主要为企业周边的基本农田保护区、居住商用地等区域。

### 3.2.1 大气环境环境保护目标

公司厂区周边大气环境风险受体情况一览表详见下表。

表 3.2.1-1 厂区周边大气环境风险受体情况一览表

| 保护目标名称 | 中心地理位置                                 | 保护对象 | 保护内容             | 与修复区的方位，距离   | 功能分区      | 执行标准                             |
|--------|----------------------------------------|------|------------------|--------------|-----------|----------------------------------|
| 小后冲村   | E102° 20' 20.147",<br>N24° 42' 19.011" | 村庄   | 53 户，人口<br>196 人 | 西南，340m      | 二类环境空气功能区 | 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单二级标准 |
| 凤仪村    | E102° 19' 58.048", N24° 41' 32.965"    | 村庄   | 184 户，643 人      | 西南，1527m     |           |                                  |
| 朝田坝    | E102° 20' 36.828", N24° 43' 02.725"    | 村庄   | 38 户，132 人       | 北面，802m      |           |                                  |
| 红石村    | E102° 21' 56.919", N24° 42' 54.577"    | 村庄   | 152 户，609 人      | 东北，1942m     |           |                                  |
| 大樟富营村  | E102° 22' 14.246", N24° 42' 28.916"    | 村庄   | 264 户，855 人      | 东面，2079m     |           |                                  |
| 高桥村    | E102° 21' 54.2092", N24° 41' 46.0101"  | 村庄   | 105 户，421 人      | 东南面，2019m    |           |                                  |
| 代家庄    | E102° 23' 05.500", N24° 40' 30.200"    | 村庄   | 67 户，238 人       | 东南面，2292.34m |           |                                  |
| 史家庄    | E102° 23' 15.800", N24° 40' 10.500"    | 村庄   | 89 户，315 人       | 东南面，2438.91m |           |                                  |
| 小龙潭村   | E102° 24' 02.300", N24° 43' 45.600"    | 村庄   | 42 户，148 人       | 东北面，2806.71m |           |                                  |
| 二街村    | E102° 24' 30.400", N24° 44' 10.200"    | 村庄   | 120 户，430 人      | 东北面，3112.57m |           |                                  |
| 中所村    | E102° 24' 18.700", N24° 40' 05.300"    | 村庄   | 75 户，265 人       | 东南面，3136.47m |           |                                  |
| 东山村    | E102° 25' 12.500", N24° 39' 50.100"    | 村庄   | 95 户，340 人       | 东南面，3223.6m  |           |                                  |
| 龙潭村    | E102° 25' 45.600",                     | 村庄   | 110 户，395 人      | 东南面，3359.79m |           |                                  |

|      |                                        |    |              |               |  |  |
|------|----------------------------------------|----|--------------|---------------|--|--|
|      | N24° 39' 30.800"                       |    |              |               |  |  |
| 竹园村  | E102° 26' 10.200",<br>N24° 39' 15.400" | 村庄 | 58 户, 210 人  | 东南面, 3541.93m |  |  |
| 窑坡村  | E102° 26' 50.300",<br>N24° 44' 20.500" | 村庄 | 130 户, 470 人 | 东北面, 3702m    |  |  |
| 小古城村 | E102° 27' 05.700",<br>N24° 44' 35.200" | 村庄 | 145 户, 520 人 | 东北面, 3705.45m |  |  |
| 双龙村  | E102° 18' 40.200",<br>N24° 40' 55.300" | 村庄 | 82 户, 290 人  | 西南面, 3771.2m  |  |  |
| 前所村  | E102° 26' 30.100",<br>N24° 38' 45.600" | 村庄 | 60 户, 215 人  | 东南面, 3772.61m |  |  |
| 和兴村  | E102° 27' 20.800",<br>N24° 38' 10.400" | 村庄 | 155 户, 550 人 | 东南面, 4063.54m |  |  |
| 八街村  | E102° 27' 55.500",<br>N24° 37' 50.200" | 村庄 | 200 户, 720 人 | 东南面, 4181.72m |  |  |
| 上河东村 | E102° 28' 10.300",<br>N24° 45' 05.700" | 村庄 | 98 户, 360 人  | 东北面, 4393.14m |  |  |
| 上槐杉村 | E102° 17' 25.400",<br>N24° 41' 15.600" | 村庄 | 50 户, 180 人  | 西南面, 4414.52m |  |  |
| 槐杉村  | E102° 17' 10.200",<br>N24° 40' 55.300" | 村庄 | 115 户, 410 人 | 西南面, 4455.08m |  |  |
| 杨兴庄村 | E102° 16' 45.800",<br>N24° 40' 30.100" | 村庄 | 70 户, 250 人  | 西南面, 4482.63m |  |  |
| 槐槽营村 | E102° 28' 30.600",<br>N24° 37' 20.500" | 村庄 | 85 户, 310 人  | 东南面, 4514.37m |  |  |
| 木厂村  | E102° 29' 05.400",<br>N24° 45' 30.200" | 村庄 | 180 户, 640 人 | 东北面, 4530.38m |  |  |

根据调查公司厂区外 500m 范围内主要为小后冲村，约有 196 人；修复区周边主要为八街街道办事处辖区，根据调查 5km 范围内常住人口约 7832 人。

### 3.2.2 水环境风险受体

厂区距离最近地表水体为修复区东侧 2460m 的八街河（鸣矣河上游），最终汇入螳螂川。

根据《昆明市和滇中产业新区水功能区划》（2011-2030 年）：鸣矣河为普渡河一级支流，发源于晋宁县双河乡的黑妈山，由东向西流经瑶冲、荒川、双河，至温水营附近进入安宁市境内，再流入车木河水库，出库后由南向北流经七街、槐槽营、八街镇、县街街道办事处等地后，于金方街道办通仙桥纳高山箐水，汇入螳螂川。河长 68.1km，集水面积 909km<sup>2</sup>，落差 716m，平均比降 2.8‰，60 多年平均径流量 7.19 亿 m<sup>3</sup>。从上游至下游汇入的主要支流有双河、招坝河、一六街河、凤仪河、螃蟹河、县街河、清水河等；其中双河、螃蟹河位于晋宁县境内，规划水平年水质保护目标 IV 类。

因此鸣矣河执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 IV 类标准。八街河为

鸣矣河上游，水质保护目标亦执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准，主要功能为农业灌溉用水。

### 3.2.3 土壤风险受体

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：项目占地范围内土壤环境质量满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018），占地范围外周边 1km 范围内林地和农用地满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）。

## 3.3 涉及环境事件风险物质情况

### 3.3.1 公司原辅料及产品情况

本项目原辅料主要涉及施工期；运营期主要工作内容为后期绿化的养护和补植等内容及对项目区及周边地下水、土壤的跟踪监测活动，不涉及原辅料的使用。

#### （1）原辅料使用情况

项目施工期主要原辅料用量如下：

表 3.3.1-1 项目施工期主要原辅料一览表

| 序号 | 原辅料名称 | 用量                      | 来源                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|-------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 改性磷石膏 | 45.021 万 t              | 安宁地区具有磷石膏改性能力的企业                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 2  | 表层覆土  | 10.76 万 m <sup>3</sup>  | 覆土来自矿区开采时剥离的表层弃土经筛选后的土                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 3  | 土石方   | 22.138 万 m <sup>3</sup> | 项目建设过程中共产生开挖土石方 22.250 万 m <sup>3</sup> （其中危岩清除 0.86 万 m <sup>3</sup> ，工业场地和办公生活区建筑物拆除、硬化地表拆除 0.113 万 m <sup>3</sup> ，工业场地、办公生活区场地清理、平整 11.567 万 m <sup>3</sup> ，拦挡坝清基 9.21 万 m <sup>3</sup> ，防渗、排水、收集池等设施基础开挖 0.45 万 m <sup>3</sup> ，矿上道路路基开挖 0.05 万 m <sup>3</sup> ）；抛出建筑垃圾外，剩余 22.138 万 m <sup>3</sup> 。 |

项目施工期种植苗木用量如下：

表 3.3.1-2 项目施工期苗木种植用量一览表

| 修复费单元 | 苗木名称     | 用量     | 来源 |
|-------|----------|--------|----|
| 回填区边坡 | 草籽       | 168kg  | 外购 |
|       | 爬山虎（藤类）  | 473 株  |    |
|       | 葛藤（藤类）   | 1373 株 |    |
| 回填区平台 | 草籽       | 105kg  |    |
|       | 戟叶酸模（灌木） | 2974 株 |    |

|      |          |        |  |
|------|----------|--------|--|
|      | 火棘（灌木）   | 2974 株 |  |
| 工业场地 | 光叶紫花勺子   | 409kg  |  |
| 矿山道路 | 草籽       | 4kg    |  |
|      | 旱冬瓜（乔木）  | 56 株   |  |
|      | 柳杉（乔木）   | 56 株   |  |
|      | 戟叶酸模（灌木） | 112 株  |  |
|      | 火棘（灌木）   | 112 株  |  |

## （2）产品情况

本项目为矿山生态修复工程，不涉及生产产品。

### 3.3.2 “三废”污染物排放情况

本项目污染物排放主要涉及施工期，运营期不涉及生产活动，主要工作内容为后期绿化的养护和补植等内容及对项目区及周边地下水、土壤的跟踪监测活动，运营期无废气、噪声、固废产生。矿山生态修复完成后，回填区底部、边坡、顶部均进行防渗，回填完成后覆土进行土地复垦，运营期回填体产生少量渗滤液。

#### 3.3.2.1 施工期废气产生及排放、治理情况

本项目为矿山生态修复工程，施工期大气环境影响因素主要为边坡治理、场地清理、基础设施（收集池、水沟、拦挡坝等）开挖、表层覆土、植被种植等工程施工时产生的扬尘；改性磷石膏回填扬尘；运输车辆产生的无组织排放扬尘；耕植土覆土扬尘；运输车辆和施工机械尾气。

施工期废气主要防治措施如下：

#### （1）施工扬尘

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

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

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

③合理安排施工工序、施工进度，尽量避免在大风气象条件下施工。

#### （2）运输扬尘

针对运输扬尘要求：

①对回填料及耕植土的运输须密闭运输，施工场地运输车辆的车厢应当确保牢固、严密，严禁在装运过程中沿途抛、洒、滴、漏；

②减速慢行，严禁超载、超速，并规划好运输车辆的运行路线与时间；

③运输道路合理安排洒水降尘，出场车辆进行冲洗，严禁带泥上路。

### （3）耕植土覆土扬尘

采取洒水、雾炮车喷雾降尘措施。

### （4）施工机械及运输车辆尾气

施工机械废气属于无组织排放，具有间断性产生、产生量较小、产生点相对分散、易被稀释扩散等特点，要求进出施工场地的车辆应尽量减速行驶，定期对车辆保养，使用符合国家标准的燃料，防止带病作业，以减少汽车尾气对周围大气环境的污染。

采取上述措施后，影响程度和范围可得到减缓和控制，污染影响可做到最小化，且随着施工期的结束而消失，对周围环境的影响程度不大，项目的实施也不会降低当地现状环境空气质量。

## 3.3.2.2 施工期废水产生及排放、治理情况

项目施工期废水主要为回填修复区渗滤液和地表径流、施工废水、施工人员生活污水。

### （1）回填修复区渗滤液和地表径流

回填施工过程中降雨时，雨水进入回填修复区会产生渗滤液、地表径流，产生的渗滤液、地表径流经渗滤液收集池和初期雨水收集池收集后，雨天暂存，非雨天回用于回填区的洒水降尘，不外排。

根据云南省地方标准《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53T 1269—2024）中要求，每月对渗滤液进行监测。

### （2）施工废水

项目施工废水主要为车辆冲洗废水和混凝土养护废水。车辆冲洗废水主要为 SS。根据类比调查，施工生产废水中 SS 浓度为 3000mg/L，设容积不小于 7m<sup>3</sup>的临时沉淀池 1 座。施工废水经收集沉淀处理后回用于场地洒水降尘，不外排。混凝土养护废水为自然蒸发。

### （3）生活污水

项目施工期生活污水主要为施工人员施工区内洗手废水，设容积不小于 2m<sup>3</sup>的临时沉淀池 1 座。经临时沉淀池沉淀后回用于施工场地洒水降尘，不外排。

### 3.3.2.3 施工期固废产生及排放、治理情况

本工程为生态修复工程项目，不涉及危险废物的产生。项目施工现场不涉及机械车辆的燃油储存，不设置机修间。项目机修全部外委，机修设备、车辆维护保养产生的废矿物油，由维修单位直接带走，不在项目场地内贮存。

（1）土石方：项目施工期产生土石方主要用于场地内部拦挡体修筑、场地平整、路基填筑等，不产生废弃土石方，土石方处置率 100%；

（2）建筑垃圾：工业场地、办公生活区的建筑物拆除及地表建筑物拆除后对混凝土硬化地表进行拆除，产生建筑垃圾，因拆除的建筑物主要为活动板房，因此拆除的构筑物能回收利用的外售物资回收单位，不能回收利用的清运至政府指定建筑垃圾处置地点进行处置；

（3）拆除废物：工业场地放置有部分采矿时使用设备，办公生活区也放置有少量废弃铁制设备，进行场地拆除、清理后，产生拆除废物，主要为含铁设备，外售物资回收单位。

（4）生活垃圾：施工期施工人员生活垃圾经集中收集后清运至环卫部门指定地点，交由环卫部门处置。

（5）旱厕粪便：项目区设置临时旱厕 1 个，旱厕委托环卫部门定期清掏，施工结束后进行消毒回填。

（6）废弃包装料：项目废弃包装料主要来自于防渗膜的包装材料，经收集后能回收利用的回收利用，不能回收的统一收集后与生活垃圾一同处置。

（7）雨水和渗滤液收集池沉渣：定期进行清理，装袋沥水晾干后用于回填区回填。

### 3.3.2.4 运营期废水产生及排放、治理情况

运营期主要为填埋区雨季地表径流和渗滤液。

雨水进入初期雨水收集池沉淀后，晴天用于场地内绿化，不外排。

矿山生态修复完成后，对填埋体顶部及边坡进行防渗处理，设置阻隔层。采用上述防渗措施后，磷石膏基堆积体完全与大气隔绝，雨季降水通过设置于防渗层之上的排水沟排至下游初期雨水收集池。从而阻止雨水进入磷石膏基，不再产生由降雨引起渗滤液。鉴于改性磷石膏本分含有一定的水分，堆存过程中，会产生少量的渗滤液。

因矿山生态修复完成后，对填埋体顶部及边坡进行防渗处理，设置阻隔层。运营期产生的渗滤液无法回用于填埋区洒水降尘，因此运营期产生的渗滤液，使用罐车运至安

宁北控淞源水务有限公司（安宁草铺污水处理厂）处理，不外排。

安宁黄雪艳富营采石场已与安宁北控淞源水务有限公司签订“渗滤液委托处理协议”，运营期产生的渗滤液由罐车清运至安宁北控淞源水务有限公司（安宁草铺污水处理厂）处理。

安宁北控淞源水务有限公司（安宁草铺污水处理厂）建设地点位于安宁市草铺街道办事处柳树村委会白土村，项目投资 14603.41 万元，其中环保投资 1318.74 万元，建设有 1 万立方米/天污水处理厂一座。配套建设 6.63 千米截污干管，以及厂外两座污水提升泵站。安宁北控淞源水务有限公司于 2015 年 6 月 30 日取得滇中产业聚集区（新区）环保局批复（滇中环审〔2015〕46 号）。云南滇中新区环境保护局于 2017 年 3 月 31 日对草铺污水处理厂工程建设项目（一期工程）环保竣工验收进行了批复（滇中环复【2017】9 号）。该公司于 2018 年 12 月 22 日完成了总磷、总氮在线监测系统自主验收。该企业持有《排污许可证》，证书编号：91530000321666428Q001Q，排污类别：废水、废气、噪声，有效日期为 2022 年 7 月 1 日至 2027 年 6 月 30 日。

该污水处理厂采用 A<sup>2</sup>/O+深度处理工艺，该污水处理厂主要处理草铺街道集镇生活污水和武钢片区及石化片区等产生的废污水，该厂正常运行，在线监测设施正常运行，相关环保设施运行正常。根据调查 2024 年 1-9 月污水厂总进水量为 796257.18m<sup>3</sup>，约 2949.1m<sup>3</sup>/d，与设计处理规模 10000m<sup>3</sup>/d 相比，剩余处理余量较大。

根据安宁黄雪艳富营采石场与安宁北控淞源水务有限公司签订的“渗滤液委托处理协议”中要求渗滤液需满足 pH 为 6-9、COD≤350mg/L、BOD≤100mg/L、SS≤300mg/L、NH<sub>3</sub>-N≤27mg/L、TN≤40mg/L、TP≤10mg/L、氟化物≤10mg/L、总砷≤0.15mg/L、石油类≤20mg/L，排放污水指标须在甲方设计进水标准内。项目使用的改性磷石膏符合云南省地方标准《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269—2024）和《磷石膏的处理处置规范》（GB/T32124-2024）中磷石膏改性要求：按照 HJ557 规定方法制备的改性磷石膏浸出液中任何一种特征污染物浓度均不应超过 GB8978 最高允许排放浓度（第二类污染物最高允许排放浓度按照一级标准执行），因此产生的渗滤液亦满足安宁北控淞源水务有限公司进水标准，且根据前文引用的渗滤液主要污染物监测数据：pH 5.5-8.9、氟化物 0.36-6.2mg/l、总磷 0.024-0.324mg/l。因此项目产生的渗滤液满足安宁北控淞源水务有限公司进水标准，能被其接收。

类比同类项目，本项目回填结束后，顶部铺设防渗层后，运营期渗滤液产生量极小。安宁北控淞源水务有限公司有污水处理余量、有处理能力，能接收并处理本项目运营期

产生渗滤液。因此本项目运营期产生的渗滤液去向明确，不外排可行。

### 3.3.3 大气环境风险物质、水环境风险物质识别

根据《企业突发环境事件风险分级方法》（HJ 941-2018）中附录 A 突发环境事件风险物质及临界量清单，对公司生产原辅料、中间产品、产品及“三废”进行识别。

**大气环境风险物质：**对比《企业突发环境事件风险分级方法》（HJ 941-2018）附录 A 中的第一、第二、第三、第四、第六部分全部风险物质以及第八部分中除  $\text{NH}_3\text{-N}$  浓度  $\geq 2000\text{mg/L}$  的废液、 $\text{CODCr}$  浓度  $\geq 10000\text{mg/L}$  的有机废液之外的气态和可挥发造成突发大气环境事件的固态、液态风险物质，确定大气环境风险物质。

**水环境风险物质：**对比《企业突发环境事件风险分级方法》（HJ 941-2018）附录 A 中的第三、第四、第五、第六、第七和第八部分全部风险物质，以及第一、第二部分中溶于水和遇水发生反应的风险物质，具体包括：溶于水的硒化氢、甲醛、乙二腈、二氧化氯、氯化氢、氨、环氧乙烷、甲胺、丁烷、二甲胺、一氧化二氯，砷化氢、二氧化氮、三甲胺、二氧化硫、三氟化硼、硅烷、溴化氢、氯化氰、乙胺、二甲醚，以及遇水发生反应的乙烯酮、氟、四氟化硫、三氟溴乙烯，确定水环境风险物质。

本项目为矿山生态修复工程，对比《企业突发环境事件风险分级方法》（HJ 941-2018）附录 A 中的风险物质，对公司涉及的生产原料、燃料、产品、中间产品、副产品、催化剂、辅助生产原料、“三废”污染物进行识别，公司不涉及附录中罗列的大气、水环境风险物质。

## 3.4 生产工艺

### 3.4.1 采空区生态修复主要施工工艺

#### （1）边坡清理

对坡体上危岩进行清理，降低地质灾害发生的可能性。目前在南侧高陡基岩边坡区域共发现 2 处危岩区（W1、W2）。为确保采空区南侧边坡在生态修复磷石膏基堆填期间边坡的安全稳定，避免危害施工期间人员设备安全，需对危岩 W1、W2 及整个岩质边坡区域分布零星不稳定块石进行清理处置。其清理方式采用人工由上到下对可能发生垮塌、掉落的块石、碎石分区、分片逐点清理，确保场内磷石膏基堆填期间边坡不会发生垮塌、掉落。

#### （2）场地平整

对于修复区（回填区、工业场地、办公生活区）底部的杂草进行清理，底部按照一

定坡度进行平整、夯实。

### （3）修建拦挡坝

对坝体轴线沿线因矿山开采期间剥离堆填弃土石开挖清除、整平后，进行坝体填筑。

### （4）设置场底地下水导排、防渗工程、渗滤液导排系统、雨水收集系统

#### 1）场底地下水导排系统

在场区底部防渗层下设置导水盲沟以排走雨水季节的场底渗水。

根据场区地形及沟谷分布情况，其结构为：沿场底由南向北设置一条地下水导排主盲沟；沿主盲沟左右两侧设置 2 条地下水导排支盲沟。主盲沟汇聚后经拦挡坝底穿出排向下游监测井（地下水收集井）。

#### 2）回填区底部防渗、岸坡防渗

##### ①底部、岸坡防渗：

磷石膏基堆填区域底部及岸坡碾压平整后，铺设厚度为 0.75m 粘土衬层，且经压实处理后，饱和渗透系数不应大于  $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，之后依次铺设 400g/m<sup>2</sup> 土工布、2.0mm 的 HDPE 防渗膜、400g/m<sup>2</sup> 土工布防渗层；

对岸坡坡度较缓地段，坡面平整清理压实后，铺设厚度为 0.75m 的粘土，且经压实处理后，饱和渗透系数不应大于  $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，之后依次铺设 400g/m<sup>2</sup> 土工布、2.0mm 的 HDPE 防渗膜、400g/m<sup>2</sup> 土工布防渗层。

对岸坡较陡的南侧边坡地段，坡面平整清理压实后，铺设厚度为 0.75m 的粘土，且经压实处理后，饱和渗透系数不应大于  $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，之后依次铺设 400g/m<sup>2</sup> 土工布、2.0mm 的 HDPE 防渗膜、400g/m<sup>2</sup> 土工布防渗层。

在岸坡上沿拦挡坝坝顶 1945.0m 标高及最终堆填标高 1965.0m 各设置一条锚固沟，防止防渗膜下滑，锚固沟采用岸坡排水沟兼做。对岸坡较陡地段陡壁需采用锚固钉、链固定。

##### ②拦挡坝内坡防渗

内坡面碾压平整压实后，铺设厚度为 0.75m 的粘土，且经压实处理后，饱和渗透系数不应大于  $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，之后自下而上铺设 400g/m<sup>2</sup> 土工布、2.0mm 的 HDPE 双糙面防渗土工膜、400g/m<sup>2</sup> 土工布防渗层，并与场底防渗层相连。

#### 3）修建渗滤液导排盲沟和渗滤液收集池、雨水排水和初期雨水收集池

为有效的排泄场区因降雨下渗水，使场区磷石膏基及时排水固结，降低磷石膏基堆填体内浸润线，结合堆排工艺及坝面排水沟的设置情况，设计在场底防渗层上沿东向西

设置一条膜上导排盲沟，修建渗滤液收集池，收集场内磷石膏基渗滤液由盲沟汇聚后经拦挡坝底穿出排向下游渗滤液收集池。

为减少雨水进入填埋区下渗填埋体，沿堆填区平台和岸坡设置排水沟，平台排水沟与岸坡排水沟相连通，形成完整的排水系统，修建初期雨水收集池，将雨水有序排向下游初期雨水收集池。

#### （5）矿坑回填

本项目使用云南云天化股份有限公司（云南天安化工有限公司）改性达标的磷石膏作为现有矿坑回填材料。磷石膏基采用汽车运输至拦挡坝顶标高 1945m 以下的场区，平面上以 50m 左右为一操作平台，从场区西侧及坝前向场区东侧按 2.0% 的坡度、1m 厚一层的堆渣厚度，以  $\geq 0.92$  的压实度要求采用推土机压实，向场区东侧进占堆排填筑磷石膏基，设计拦挡坝顶标高 1945m。当坝前磷石膏基逐层堆排压实至拦挡坝顶 1945m 标高后按 1:2.5 的外坡、每堆高 5m 留一宽 5.0m 的平台。其中堆填平面上按 50m 左右为一操作平台，每 5m 高为一起堆高度从场区西侧及坝前向场区东侧，按 2.0% 的坡度、1m 厚一层的堆渣厚度，以  $\geq 0.92$  的压实度要求采用推土机压实，向场区东侧采用进占法碾压堆排填筑压实至下个 5m 高平台。

#### （6）矿坑回填体顶部、场外坡面设置防渗层、覆土、修建排水沟

场区磷石膏基堆填达到最终使用标高，需进行封场。对堆场顶面、场外坡面进行整理、清理、压实好后依次铺设 400g/m<sup>2</sup> 土工布、1.5mmHDPE 双糙面土工膜、土工席垫隔水层。

在场区顶部平台及外边坡防渗层铺设完成后，对顶部平台及外边坡坡进行覆土，覆土分两层，第一层为阻隔层，厚 0.3m 的压实粘土，防止雨水渗入堆填体内；第二层为植被耕植土层，厚 0.4m，形成坝前向尾部、西侧向东侧  $i=2\%$  的排水坡度，在场内顶部平台修筑排水沟与岸坡排水沟连通，将地表雨水排入初期雨水收集池。覆土来自矿区开采时剥离的表层弃土，项目开采时已将剥离的表土堆存于矿区东侧，并进行了筛选。

#### （7）土壤培肥

采用复合肥对土壤进行培肥。

#### （8）植被恢复

采空区回填治理区植被恢复总面积为 4.5537hm<sup>2</sup>，其中空区回填治理范围边坡 2.8042hm<sup>2</sup> 修复为草地，空区回填治理范围内平台 1.7495hm<sup>2</sup> 修复为灌木林地。

回填修复区的顶部及边坡均有相应的防渗设计，选用根系不发达、播种栽植容易、

成活率高的植被进行修复。

采空区回填治理范围边坡恢复为草地，撒播草籽  $2.8042\text{hm}^2$ 、种植爬山虎（藤类）473 株、种植葛藤（藤类）1373 株；

采空区回填治理范围内平台  $1.7495\text{hm}^2$  修复为灌木林地，种植戟叶酸模（灌木）2974 株、火棘（灌木）2974 株、撒播草籽  $1.7495\text{hm}^2$ 。

### 3.4.2 工业场地、办公生活区生态修复主要施工工艺

#### （1）场地清理

##### 1）建筑物拆除

将场地内建筑物进行拆除，拆除的构筑物能回收利用的外售物资回收单位，不能回收利用的清运至政府指定建筑垃圾处置地点进行处置。

##### 2）硬化地表拆除

待场地内地表建筑物拆除后，即对混凝土硬化地表进行拆除，之后清运至政府指定建筑垃圾处置地点进行处置。

##### 3）场地清理

对建筑场地进行场地清理，清理厚度按 20cm 计算。清理产生的废渣用矿车就近运至采空区凹陷坑回填。

#### （2）土壤重构

##### 1）土地平整

该工程主要是对复垦旱地区域进行全面平整，平整方式采用机械平整，借助各种开挖工具对土地进行削高填低，平整厚度按 0.3m 计，平整后田面坡度不超过  $15^\circ$ ，田面高差  $\pm 5\text{cm}$  之内。

##### 2）土地翻耕

由于该区域设施已建成多年，原地表土壤被压实，为有利于作物根系生长，本方案设计对该区域进行土地翻耕，增加土壤疏松度，提高土壤质量。采用机械翻耕。

##### 3）表土覆盖

设计复垦旱地区域覆土 100cm，覆土来自矿区开采时剥离的表层弃土，项目开采时将剥离的表土堆存于矿区东侧。

##### 4）土壤培肥

由于复垦旱地区肥力缺乏，本方案选用绿肥光叶紫花苕子进行土壤培肥。

### （3）修建田间道路

工业场地中部修建田间道路 2 条。田间道设计路面宽 6m，修筑路面基层选用弃渣 10cm，路面选用碎石路面 20cm，每 1000 m<sup>2</sup>田间道所需弃渣 244.80m<sup>3</sup>，弃渣选用清坡产生的废弃土石，素土选用筛选的表土。经估算，需修建田间道长约 454m，面积约 2724 m<sup>2</sup>。道路边预留素土沟渠，沟渠宽 0.5m，深 0.2m。

### 3.4.3 矿山道路生态修复主要施工工艺

#### （1）表土覆盖

设计复垦林地区域覆土 100cm，覆土来自矿区开采时剥离的表层弃土，项目开采时将剥离的表土堆存于矿区东侧。

#### （2）土壤培肥

设计复垦林地区域采用复合肥对土壤进行培肥。

#### （3）植被恢复

矿山道路区植被恢复总面积为 0.0655hm<sup>2</sup>，全为恢复乔木林地。

种植旱冬瓜（乔木）56 株、柳杉（乔木）56 株、戟叶酸模（灌木）112 株、火棘（灌木）112 株、撒播草籽 0.0655h m<sup>2</sup>。

项目矿山生态修复工艺如下。

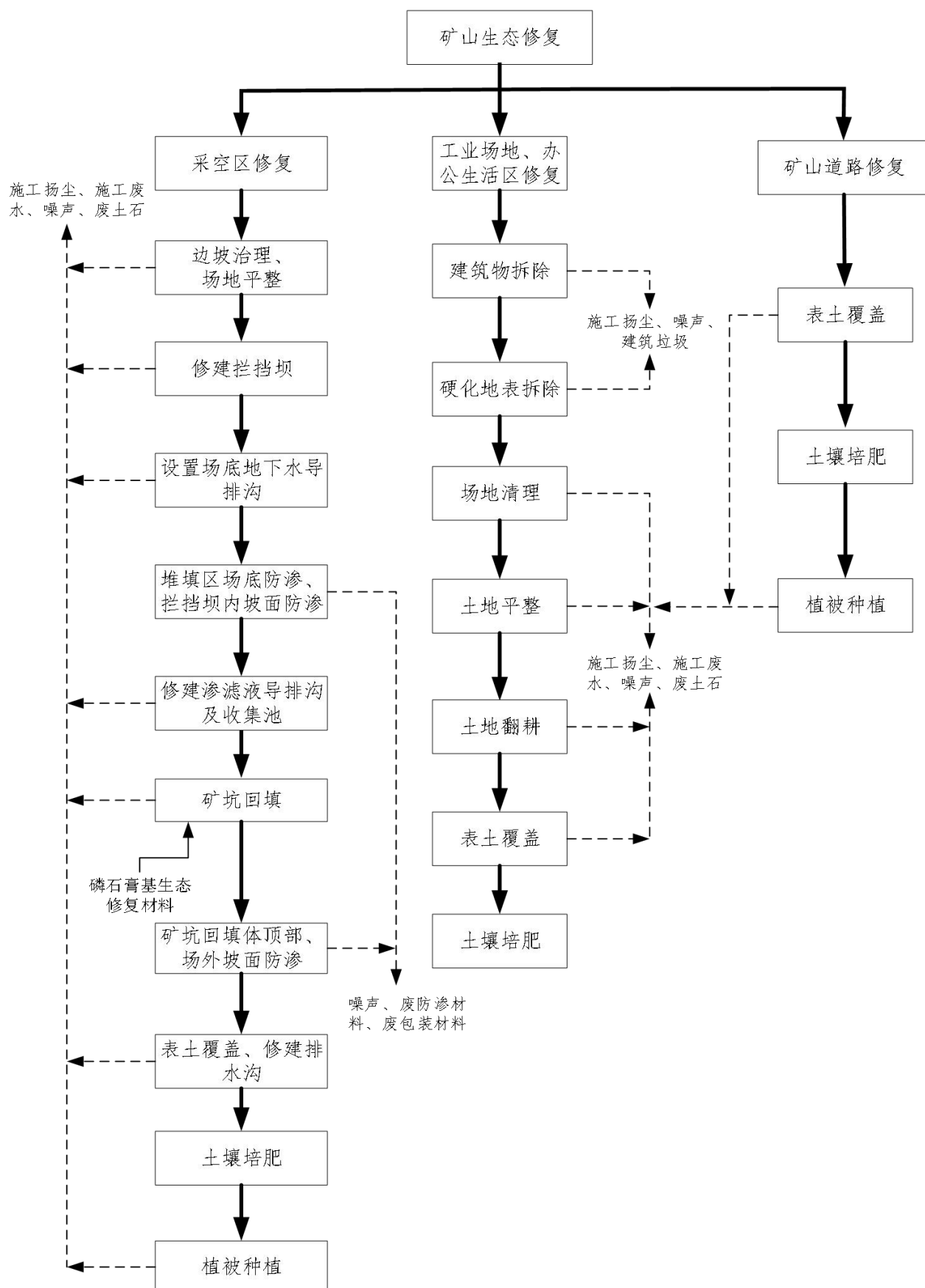


图 3.4-1 矿山生态修复施工期工艺流程及产污节点图

### 3.4.4 运营期生产工艺

项目运营期为恢复区域覆土、绿化工作结束后，主要工作内容为后期绿化的养护和补植等内容及对项目区及周边地下水、土壤的跟踪监测活动，运营期由建设单位负责后期的维护、管理。不涉及具体的生产工艺。

## 3.5 安全生产管理

为防止突发环境事件发生，公司按照相关法律法规和标准规范，在相关风险单元设置安全标识，配备了应急器材。为确保生产环境的卫生和防护需要，建立完善的安全生产规章制度和操作规程，严格按照操作规程生产。加强生产设备的日常维护和检查，保证环保设施的正常运行管理，确保其正常、高效地运转。结合自身的特点，公司设置了安全生产管理制度。

（1）公司成立安全生产办公室负责日常工作，建立健全完善的安全生产管理制度、操作规范，加强工人的安全意识教育；

（2）以文件形式规定了安全机构和人员的设置及相关职责；

（3）制定了一系列安全生产、管理规章制度和安全操作规定；

（4）为加强安全管理，设置专职安全生产员。专职安全员负责制定、贯彻、监督、落实各项安全管理措施。其它各部门围绕“谁主管、谁负责”的原则，以班组长为核心，督促职工认真执行各项安全规程。在各部门积极配合下，全员齐共管，建立了一个专管与群管相交织，横到边、纵到底的安全管理网络保障体系，保障了安全生产的顺利进行。

公司在日常管理中将隐患排查规范化、制度化、程序化，发现问题、隐患后立即上报并及时进行整改治理，公司组织机构健全，各部门职责明确，满足国家现行有关安全生产法律法规和部门规章及标准规定和要求，其安全现状符合安全生产要求。

## 3.6 现有环境风险防控与应急措施情况

### 3.6.1 监控方法

（1）监控方式

鉴于本工程特征，主要采取人工监控，同时设置地下水跟踪监测井、土壤跟踪监测点、地质灾害监测点，设置防渗层防渗漏监控系统。

## （2）监控方法

人工检测：安排固定人员定期对生厂区各风险单元进行巡检，所有巡检结果登记在册，具有可追溯性；

地下水跟踪监测：项目区共设置 4 个地下水跟踪监测井，在场地外上游设 1 座监测井作为对照点，沿厂区下游北侧、东侧各设置 1 座监测井，此外在地下水导排系统主管出口处设 1 个监测井（地下水收集井）作为监测点，定期对监测井内水质进行跟踪监测。

土壤跟踪监测：为了解项目实施对周边土壤环境的影响程度，建立跟踪监测制度，主导风向上设置 1 个表层土壤监测对照点；场地内渗滤液和初期雨水收集池旁设 1 个表层+柱状监测点；场地内地下水导排口旁设 1 个表层+柱状监测点；厂界外下游东侧设 1 个表层+柱状监测点。

地质灾害监测：在拦挡坝标高 1939.0m、1945.0m；磷石膏基堆置台阶标高 1955.0m、1965.0m 共布设 11 个水平位移和垂直位移观测点；在两岸共布设位移工作基点 2 个，校核基点 2 个，共计 15 个监测点。对地质灾害进行监测。

防渗衬层渗漏监控：设置防渗衬层渗漏监控系统，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。

### 3.6.2 防范措施

预防是对公司可能涉及的风险单元开展经常性的排查，提高排除某种可能事故的针对性和措施的科学性。

#### 3.6.2.1 技术措施

各种设施做到防毒、防潮、防雷、防静电、防腐、防渗漏等；并按照国家标准和国家有关规定进行维护、保养，保证符合安全运行要求。

#### 3.6.2.2 管理措施

（1）为促进和强化对厂区各类突发环境事件隐患的排查和整改，彻底消除事件隐患，有效防止和减少各类突发环境事件发生，要求单位制定隐患排查机制。事件隐患按照其发现途径和方式，共分三类：一是检查过程中的事件隐患；二是各部门上报的事件隐患；三是周边居民投诉的事件隐患。单位要建立月检、周检、日检巡查机制，并落到实处。

（2）制定巡检制度，专人巡查，定时或不定时的对环境风险区域、环境风险源进

行检查，发现异常立刻报告与处置。

一般隐患：对于有可能导致一般性环境事件的隐患，应立即要求有关部门、科室限期排除和整改。

较大隐患：对随时有可能导致较大环境事件发生的隐患，应立即做出暂时、局部、全部停产或停止使用，并进行限期整改。如：员工容易吸入有害气体或接触危险化学品导致身体出现明显不适等。

重大隐患：对随时能够造成重大环境事件，而且事件征兆比较明显，已经危及外部环境的隐患，应采取立即停产、上报上级政府主管部门等相应措施，迅速进行彻底整改。

（3）各部门按照工作分工对分管领域的环境事件隐患的排查、整改和上报实行排查整改制和上报责任制。

（4）设置基本的应急救援物资。按照国家有关标准和要求，配备必要的防护用品，比如防毒面具、氧气呼吸器等；做好消防器材准备，准备好消防沙、应急专用水管、灭火器齐全完好，由安全员负责管理。

（5）加强安全培训，对岗位职工进行经常性的安全、消防教育，提高职工安全意识和安全技能，掌握岗位风险和应急处置办法，有效控制危险源的触发扩大因素。落实应急救援措施，每年初根据人员变化进行组织调整，确保组织落实：定期组织救援训练和演习，每年 1-2 次，提高指挥水平和救援能力。

（6）建立完善各项制度：①值班制度：实行 24 小时值班制，确保各级各类人员应急到位；②检查制度：公司每月一次，小组每周一次安全大检查，重点检查救援落实情况和消防设施完备情况；③安全例会制度：每月一次，分析落实应急久远的管理情况，解决隐患的查处和整改措施的落实。

（7）组建应急救援队伍，人员要定岗，各岗位人员还要有备份，配备足够满足事故应急需要的物资、装备及个人防护用品，以满足事故应急需要；

（8）制订员工个人劳动保护用品标准，按需发放。同时组织员工培训，学习、了解、掌握劳动防护器材的检查和正确使用的方法；

（9）编订有害固、液废物安全管理制度，落实管理责任，完善安全措施，确保风险物质使用、储存安全，以及有害固、液废物收集、储存和处理措施安全；

（10）针对性地设置各类安全警示、提示和危害告知标志牌，以及防护栏、楼梯扶手刷涂安全色，关键作业场所配置应急照明，定期组织检查、维护，确保完好有效。

### 3.7 现有应急物资与装备、救援队伍情况

#### 3.7.1 现有应急物资与装备

现有应急物资是指第一时间可以使用的企业内部应急物质、应急装备以及企业外部可以紧急援助的应急资源。

应急物资主要包括处理、消解和吸收污染物的物品；应急装备主要包括个人防护装备、应急抢险设施、应急通信系统、电源（包括应急电源）、照明等。

项目区应急物资与装备均有专库存放、专人管理，定期盘点和保养，及时补充消耗物资和装备，可基本满足应急救援要求。

厂区内应急物资及装备见下表。

表 3.7.1-1 突发环境事件应急救援物资储备情况表

| 序号 | 装备及应急物资名称    |           | 型号规格                                            | 数量    | 存放位置  | 负责管理的人员姓名及电话号码     |
|----|--------------|-----------|-------------------------------------------------|-------|-------|--------------------|
| 1  | 工程救助车辆       |           | /                                               | 2 辆   | 厂区停车位 | 施玉明<br>13708467220 |
| 2  | 污染围堵、吸附类     | 高密度聚乙烯防渗膜 | 厚度 $\geq 2\text{mm}$ ，断裂强度 $\geq 25\text{kN/m}$ | 50m   | 仓库    | 喻鸿<br>15125905114  |
|    |              | 吨袋        | 1m <sup>3</sup> /袋，聚丙烯材质，承重 $\geq 1$ 吨          | 300 个 | 仓库    |                    |
|    |              | 活性炭       | 粉末活性炭                                           | 100kg | 仓库    | 喻鸿<br>15125905114  |
| 3  | 个人防护用品       | 化学品防护手套   | /                                               | 10 双  | 办公室   | 喻鸿<br>15125905114  |
|    |              | 口罩        | /                                               | 50 个  | 办公室   |                    |
|    |              | 护目镜       | /                                               | 5 副   | 办公室   |                    |
|    |              | 救援头盔      | /                                               | 10 顶  | 办公室   |                    |
|    |              | 防护服       | /                                               | 5 套   | 办公室   |                    |
|    |              | 防化鞋       | /                                               | 5 双   | 办公室   |                    |
| 4  | 医疗救护         | 急救包       | 盛放常规外伤所需的敷料、药品和器械等                              | 1 个   | 办公室   | 喻鸿<br>15125905114  |
| 5  | 应急救援设施、设备、工具 | 手电筒       | /                                               | 10 个  | 办公室   | 喻鸿<br>15125905114  |
|    |              | 锥形桶       | /                                               | 10 个  | 办公室   |                    |
|    |              | 警戒线       | 100m                                            | 4 卷   | 办公室   |                    |
|    |              | 对讲机       | 通讯距离不低于 1000m                                   | 5 个   | 办公室   |                    |
|    |              | 潜水泵       | 流量 $\geq 500\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程            | 1 台   | 仓库    |                    |

|   |          |       |               |      |       |                   |
|---|----------|-------|---------------|------|-------|-------------------|
|   |          |       | 30m, 防爆型      |      |       |                   |
|   |          | 水带    | 符合 GB6246 的要求 | 50m  | 仓库    |                   |
|   |          | 多功能水枪 | /             | 1 个  | 仓库    |                   |
|   |          | 发电机   | /             | 1 台  | 仓库    |                   |
|   |          | 风向仪   | /             | 1 套  | 办公室   |                   |
|   |          | 消防铲   | /             | 5 个  | 仓库    |                   |
|   |          | 洒水车   | /             | 1 辆  | 厂区停车位 |                   |
| 6 | 消防<br>设施 | 灭火器   | /             | 10 个 | 仓库    | 喻鸿<br>15125905114 |
|   |          | 消防桶   | /             | 4 个  | 仓库    |                   |

### 3.7.2 现有应急救援队伍情况

为能有效预防突发环境事故发生，并能做到在事故发生后能迅速有效地实现控制和处理，最大程度地减少事故带来的损失。公司应急指挥领导小组负责利用公司的全部人力资源，规划、组建应急救援队伍并组织实施演练，行成一支熟悉本企业事故类型、生产现场情况和能熟练使用所配备的应急救援器材、设备的，有适应企业应急所需技能的兼职应急救援队伍。

公司内部应急救援小组包括：综合协调组、现场处置组、应急保障组、环境保护组。各组成员如下：

表 3.7.2-1 公司现有应急救援队伍情况

| 机构名称    | 职务   | 负责人 | 公司职务 | 联系电话        |
|---------|------|-----|------|-------------|
| 应急指挥部   | 总指挥  | 施玉明 | 总经理  | 13708467220 |
|         | 副总指挥 | 王长宝 | 主任   | 18100891209 |
| 应急管理办公室 | 主任   | 王长宝 | 主任   | 18100891209 |
| 综合协调组   | 组长   | 喻鸿  | 组长   | 15125905114 |
|         | 组员   | 王小杰 | 员工   | 13769254602 |
| 现场处置组   | 组长   | 楚延君 | 组长   | 18100890750 |
|         | 组员   | 赵光波 | 员工   | 18314133801 |
| 环境保护组   | 组长   | 马树祥 | 组长   | 18100890829 |
|         | 组员   | 张博  | 员工   | 13629615773 |
| 应急保障组   | 组长   | 熊成金 | 组长   | 15198923370 |
|         | 组员   | 刘世龙 | 员工   | 13206897555 |

|        |           |             |
|--------|-----------|-------------|
| 应急指挥中心 | 24 小时值班电话 | 13708467220 |
|--------|-----------|-------------|

发生突发环境事故时，企业外部可依托请救援助的应急队伍及联系方式见表 3.7.2-2。

表 3.7.2-2 公司外部人员应急联系表

| 单位名称                | 通讯方式                        | 支援方式/能力                  |
|---------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 安宁市人民政府             | 0871- 68630000              | 协助救援                     |
| 昆明生态环境局安宁分局         | 0871-68699613               | 环境污染处理、事故调查、应急监测、处理后现场监测 |
| 昆明市生态环境局安宁分局生态环境监测站 | 0871-68699381               | 环境监测                     |
| 安宁市应急管理局            | 0871-68688580               | 安全事故处理、调查                |
| 安宁市公安局              | 0871-68718822               | 协助救援、事故调查                |
| 安宁市卫生健康局            | 0871-68688691               | 医疗救援                     |
| 医疗急救电话              | 120                         | 医疗救援                     |
| 公安报警电话              | 110                         | 事故调查                     |
| 消防报警电话              | 119                         | 火灾或爆炸事故的现场处理             |
| 云南省第一人民医院新昆华医院      | 0871-68658889               | 医疗救援                     |
| 安宁八街街道办事处           | 0871—66036976/0871-68711021 | 协助救援                     |
| 安宁八街街道办事处二街村委会      | 0871-68717576               | 协助救援                     |

## 4 突发环境事件及其后果分析

### 4.1 突发环境事件情景分析

#### 4.1.1 国内外同类企业突发环境事件资料

突发环境事件是指突然发生，造成或可能造成环境污染或生态破坏，危及人民群众生命财产安全，影响社会公共秩序，需要采取紧急措施予以应对的事件。

通过查阅相关资料，找到国内外同类企业突发环境事件案例，列举了与公司具有类似风险源企业的突发环境事件案例，以资参考。

表 4.1.1-1 事故案例表

| 日期     | 地点                        | 事件发生、污染经过及引发原因                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 事件影响<br>(范围、损失)                                     | 采取的应急措施                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2018 年 | 湖北省<br>黄冈市<br>武穴市<br>梅府社区 | 湖北祥云（集团）化工股份有限公司轮镜塘磷石膏库距长江干流不足 3 公里，由于防渗措施落实不到位，2018 年建成投运后不久，该库就发生渗漏并污染周边水体。7 月 18 日暗查发现，仍有部分磷石膏渗漏液从大泉洞流出，污染周边地表水，受污染河水呈奶白色，形成明显污染带，经梅府港汇入东风港，导致东风港内鱼类死亡，群众反映强烈。经监测，大泉洞水样 pH 值为 4.14，呈酸性，氨氮和总磷浓度分别为 27.1 毫克/升和 695 毫克/升，分别超地表水Ⅲ类标准 26.1 倍和 3474 倍；周边地表水 pH 值为 6.02，呈酸性，氨氮和总磷浓度分别为 19.2 毫克/升和 159 毫克/升，分别超地表水Ⅲ类标准 18.2 倍和 794 倍；下游 500 米处河水 pH 值为 6.19，呈酸性，氨氮和总磷浓度分别为 11.7 毫克/升和 115 毫克/升，分别超地表水Ⅲ类标准 10.7 倍和 574 倍，污染严重。 | 库旁大泉洞泉眼原为周边群众生产生活用水来源，被污染后受影响的周边群众达 149 户，东风港内鱼类死亡。 | 一方面，祥云投入 3000 余万元，采用深层气提排渗技术，将渗漏到库底的渗滤液通过 151 根导管抽出库外，进入厂内污水处理设施综合处理、循环利用。目前，该工程已于去年 12 月完工并投入使用，截至 5 月 21 日，已累计抽排渗滤液 21 余万方。<br>另一方面，祥云建成投运湿排干堆工程，实现石膏渣干态堆存，减少了轮镜塘尾矿库库区四分之三的存水；同时，严格按照国家标准新建防渗层，投入 5000 余万元，采取复合防渗技术，实施库区二次铺膜防渗。<br>大泉洞口自动在线监测已投运，武穴市环境监测站每周对大泉洞口及周边地下水水体开展水质现状监测，准确掌握水质变化情况，为整改工作提供依据。<br>经过数月治理，轮镜塘尾矿库渗漏污水得到有效处置，大泉洞口污水实现了全收集不外排，处理后的尾水回用于厂区生产。同时，根据监测数据，大泉洞污水污染物指标逐 |

|                    |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                        |                       |
|--------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|                    |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                        | 步下降，大泉洞桥头水质达到地表水Ⅲ类标准。 |
| 2010 年 7 月<br>3 日  | 福建上杭        | <p>2010 年 7 月 3 日下午 15 点 50 分左右，紫金矿业集团股份有限公司紫金山金(铜)矿湿法厂岗位人员发现污水池待处理的污水水位异常下降，且有废水自废水池下方的排洪涵洞流入汀江干流。同时，政府也接到群众反映汀江水质异常。7 月 4 日 14 时 30 分，渗漏污水得到有效控制，但外渗污水量已达 9100 立方米。紫金矿业公告表示，渗漏事故原因主要是前阶段持续强降雨，致使溶液池区域内地下水位迅速抬升，超过污水池底部标高，造成上下压力不平衡，形成剪切作用，致使污水池底垫多处开裂，从而造成污水池渗漏。</p> <p>事故主要原因：</p> <p>(1) 落后的生产工艺为污染事件埋下“祸根”；</p> <p>(2) 紫金矿业存在污染“惯性”；</p> <p>(3) 福建上杭政府及相关部门对企业环保工作监管不力。紫金矿业集团对地方环保部门检查发现的环保问题不能及时整改；</p> <p>(4) 本次事件发生前，紫金矿业污水池底防渗膜未经净化处理，加之强降雨造成的地表水和地下水压力差，导致防渗膜撕裂，通过企业非法打通的 6 号观察井及排洪洞溢入汀江。又由于汀江下游水质自动监察设备损坏且未及时修复，导致污染未能及时发现。</p> | <p>生态灾难：上杭县下都、中都等镇，均有大批渔民围绕着棉花滩水库进行渔业养殖。除了处于汀江支流或内湖的渔民之外，几乎所有汀江沿岸渔民均遭受到前所未有的大面积鱼类死亡。对于当地的母亲河汀江来说，一场极大的生态灾难无疑已经酿成。</p> <p>渔民损失惨重：对于渔民来说，这场损失是巨大的、惨痛的。新华社的报道称，仅棉花滩库区死鱼和鱼中毒约达 378 万斤。</p> | /                     |
| 2010 年 9 月<br>21 日 | 广东信宜市钱排镇达垌村 | <p>2010 年 9 月 21 日上午 9 时，因号台风“凡亚比”带来的强降雨，位于广东信宜市钱排镇达垌村后面的紫金矿业公司信宜银岩锡矿尾矿库塞水大坝突然崩塌。受台风“凡亚比”带来的罕见特大暴雨影响，茂名市信宜紫金矿业公司银岩锡矿高旗岭尾矿库发生溃坝事件。</p> <p>诱因：天灾</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>发生溃坝事件，共造成 22 人死亡，房屋全倒户 523 户，受损户 815 户受溃坝影响，下游流域范围内交通水利等公共基础设施以及农田农作物等严重损毁。</p>                                                                                                    | /                     |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--|
|  | <p>台风“凡亚比”引起的特大暴雨降雨量，超过 200 年一遇。</p> <p>直接原因：人为修改</p> <p>尾矿库排水井在施工过程中被擅自抬高进水口标高、企业对尾矿库运行管理安全责任不落实。经查，该尾矿库 1 号排水井最低进水口原设计标高为 749 米，但实际标高为 751.597 米，被擅自修改抬高了 2.597 米，严重影响了排水井的泄洪能力。同时，信宜紫金公司对尾矿库的运行管理安全责任不落实。按规定，在汛期来临前，企业要把 1 号排水井下部六个进水孔拱板全部打开，将尾矿库区水位降到最低。但经现场核查，1 号排水井下部六个进水孔基本被拱板挡住，造成超蓄而降低排洪能力。</p> <p>间接原因：设计问题</p> <p>尾矿库设计标准水文参数和汇水面积取值不合理，致使该尾矿库实际防洪标准偏低。一是原设计 200 年一遇标准降雨量取值不合理。经复核，银岩锡矿区 200 年一遇降雨量应为 424 毫米，而原设计选取 200 年一遇降雨量为 379.5 毫米，偏差 44.5 毫米。二是尾矿库汇水面积设计取值存在较大误差。原设计采用的尾矿库汇水面积为 2.503 平方公里，而经省国土资源测绘院（测绘甲级资质）重新测量，高旗岭尾矿库的总汇水面积实际应为 3.743 平方公里，设计取值比实际值小 1.24 平方公里，导致排洪压力比原设计的大。三是原设计未考虑设置应急排洪设施。尾矿库安全预评价报告提出，按 200 年一遇暴雨洪水标准，调洪水位距坝顶仅 0.03 米，不满足 1.0 米的规范要求，有洪水漫坝可能。现场勘查时没有发现应急排洪设施。</p> | 直接损失 1900 万。 |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--|

### 4.1.2 本企业可能发生的突发环境事件情景分析

根据《突发环境事件应急管理办法》（环保部令 34 号），突发环境事件是指由于污染物排放或者自然灾害、生产安全事故等因素，导致污染物或者放射性物质等有毒有害物质进入大气、水体、土壤等环境介质，突然造成或者可能造成环境质量下降，危及公众身体健康和财产安全，或者造成生态环境破坏，或者造成重大社会影响，需要采取紧急措施予以应对的事件。

结合评估指南及 4.1.1 节中突发环境事件情景，将可能发生的突发环境事件的最坏情景列于表 4.1.2-1。

表 4.1.2-1 可能发生的突发环境事件情景

| 序号 | 突发环境事件类型                                                | 可能引发或次生突发环境事件的最坏情景                                                                                                                                  |
|----|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 由各种自然或人为因素（如热源装置操作不当、电路老化漏电或短路、极端天气等）引起的火灾、爆炸事故衍生环境污染事件 | 厂区存在发生火灾的风险。发生火灾爆炸事故后燃烧产生的有毒气体排放，对周围大气环境造成污染；同时灭火产生大量的消防尾水，若事故消防水若未经有效收集、处理，外流会对土壤、地表水乃至地下水环境造成污染。                                                  |
| 2  | 废气异常排放污染事件                                              | 本工程施工期废气主要为施工扬尘，施工扬尘未采取妥善有效的处置方式，粉尘大量排放，将对项目区及下风向区域空气环境质量造成污染。                                                                                      |
| 3  | 废水异常排放污染事件                                              | 本项目配套建设有污水处理设施（初期雨水收集池、渗滤液收集池、临时沉淀池等）对项目产生的地表径流、渗滤液、施工废水进行收集处理，若污水污水处理设施异常（池体或防渗层破损、水池水位超过警戒值或管网不畅溢出等），废水将污染周围土壤、若下渗则污染地下水，若进入地表水体时对水质造成污染。         |
| 4  | 地下水、土壤污染事件                                              | 项目使用改性磷石膏回填矿坑，改性磷石膏为 I 类一般工业固体废物，回填修复区铺设阻隔层，降雨时回填体还会产生渗滤液，渗滤液含有一定量污染物；此外设置有渗滤液收集池对渗滤液进行收集。若填埋区或废水处理设施防渗层破损，堆存的改性磷石膏和雨季渗滤液，将会下渗，对项目区及下游方向土壤、地下水造成污染。 |
| 5  | 各种自然灾害、极端天气或事故污染事件                                      | 突遇暴雨、极端天气、地震等自然灾害，或生态恢复回填区未按设计施工、管理不当。存在回填体和拦挡坝溃坝、滑坡、垮塌的风险，将对下游区域造成一定的危害。                                                                           |

## 4.2 突发环境事件情景源强分析

### 4.2.1 火灾、爆炸事故次生、伴生环境污染源强分析

厂区周边分布有林地和植被，存在发生火灾的风险。由于厂区内不涉及易燃易爆风

险物质的使用，因此采取定性分析。

火灾、爆炸会产生较强烈的热辐射，通过热辐射的方式影响周围环境。当火灾产生的热辐射强度足够大时，可使周围的物体燃烧或变形，强烈的热辐射可能烧毁设备甚至造成人员伤亡。

同时火灾、爆炸事件中燃烧过程中产生的大气污染物（CO、SO<sub>2</sub>等）会迅速飘散至大气环境中，以火灾、爆炸点为中心在一定范围内还可能降落大量烟尘，爆炸点上空局部气温、气压、能见度等会产生明显的变化，对局部大气环境（包括下风向大气环境）造成较大的短期的影响。

火灾的扑救过程中会使用大量的水来冷却可燃物或扑灭火，在火场使用过的水会将火灾中产生的有害物质带走，同时泄漏出来的物料混入消防水，消防水即被污染。

#### 4.2.2 废气异常排放污染事件污染源强分析

本报告考虑最不利情景下，产生的施工扬尘未经处理直接排放对周围大气环境造成污染。

参考《安宁黄雪艳富营采石场矿山环境治理与生态修复工程项目环境影响报告表》中施工扬尘（边坡治理、场地清理、基础设施（收集池、水沟、拦挡坝等）开挖、表层覆土、植被种植等工程施工时产生的扬尘；改性磷石膏回填扬尘；运输车辆产生的无组织排放扬尘；耕植土覆土扬尘）产生量约为 15.5921kg/h。

#### 4.2.3 废水异常排放污染事件污染源强分析

项目施工期废水主要为回填修复区渗滤液、地表径流、施工废水。运营期废水为回填修复区渗滤液。鉴于施工废水为施工车辆冲洗废水，污染物成分简单，产生量不大约为 1.8m<sup>3</sup>/d；地表径流主要为进入回填区经排水沟收集的雨水，污染物成分简单。而回填修复区渗滤液污染物成分复杂（含 pH、氨氮、磷酸盐-以 P 计、氟化物、总汞、总镉、总铬、六价铬、总砷、总铅、总镍、总铜、总锌、总铍、总银等），对环境的影响较大，因此将渗滤液作为主要评价对象。

参考《安宁黄雪艳富营采石场矿山环境治理与生态修复工程项目环境影响报告表》，安宁市气象资料降雨量最多的月份集中在 7 月、8 月，在降雨量最大的 7 月、8 月期间施工，渗滤液产生量为 42.4m<sup>3</sup>/d，项目在回填区场底设置有渗滤液导排沟，末端与 2200m<sup>3</sup>渗滤液收集池相连，渗滤液收集池可容纳连续 51 天的渗滤液。

此外，根据安宁气象站常规气象项目统计（2003-2022 年），多年平均最大日降水

量为 61.5mm，以最大日降雨量进行核算，回填区内日最大降雨量为 3075m<sup>3</sup>/d；地表径流量为 461.25m<sup>3</sup>/d；日平均蒸发量取 5.5mm，则回填区日均蒸发量为 233.75m<sup>3</sup>/d，回填区饱和吸水量取 1409.196m<sup>3</sup>，则最大日降雨量时产生渗滤液 970.804m<sup>3</sup>/d。项目在回填区场底设置有渗滤液导排沟，末端与 2200m<sup>3</sup>渗滤液收集池相连，渗滤液收集池可容纳最大日降雨量连续 2 天产生的渗滤液。

本项目考虑最不利情景，考虑 2200m<sup>3</sup>渗滤液收集池渗滤液收集量达到 1760m<sup>3</sup>（预警值，容积的 80%）时，渗滤液收集池池体垮塌或防渗层破损，收集的渗滤液全部泄露。

渗滤液中特征污染物为氟化物和总磷，类比同类已实施项目《安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程建设项目竣工环境保护验收调查报告表》在施工期间，委托云南升环检测技术有限公司对产生的渗滤液进行了采样监测的数据，《安宁市草铺磷矿区松坪龙树磷矿 2 号坑生态修复试点工程》以改性磷石膏作为矿坑回填修复材料，回填材料种类相同，同处于安宁地区，目前已完成竣工环保验收，渗滤液污染物具有可比性。根据引用监测结果，渗滤液 pH 在 8.5~8.9 范围内，氟化物在 0.36~6.2mg/L 范围内，总磷在 0.024~0.324mg/L 范围内。本次评价参考引用监测数据中的最大值，pH 取 8.9，氟化物取 6.2mg/L，磷酸盐取 0.324mg/L。

#### 4.2.4 地下水、土壤污染事件污染源强分析

本报告考虑的地下水环境风险事故情形主要为：

①由于工程质量问题或回填过程中操作不当造成回填场底层防渗层、渗滤液收集池防渗层发生破损，渗滤液下渗对周边的地下水环境产生污染。

②渗滤液收集输送不及时，导致渗滤液从渗滤液收集池漫流出池体下渗进入地下水，对地下水环境产生污染。

结合项目引用的渗滤液中特征污染物（氟化物、磷酸盐），地下水预测因子考虑为氟化物、磷酸盐、砷。入渗量以最不利情况即渗滤液每天产生量 42.4m<sup>3</sup>/d 考虑，鉴于每一批次改性磷石膏浸出液污染物检测值不稳定，考虑最不利情景，以第 I 类一般工业固体废物浸出液最大浓度和现行《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）表 2 改性磷石膏浸出液主要指标中氟化物、磷酸盐、砷排放控制限值作为预测源强。

地下水评价因子及源强如下：

表 4.2.4-1 地下水影响预测因子及源强

| 情景设置                                                                                                                                                                                   | 污染源    | 废水量          | 污染物 | 浓度<br>(mg/l) | 时间<br>(d) | 环境质量标准                 | 检出<br>限值<br>(mg/L) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|-----|--------------|-----------|------------------------|--------------------|
| 渗滤液下渗                                                                                                                                                                                  | 渗滤液收集池 | 42.4<br>m³/d | 氟化物 | 10           | 1000      | 1.0(GB/T14848-2017)Ⅲ类  | 0.05               |
|                                                                                                                                                                                        |        |              | 磷酸盐 | 0.5          | 1000      | 0.2（GB3838-2002）Ⅲ类     | 0.01               |
|                                                                                                                                                                                        |        |              | 砷   | 0.5          | 1000      | 0.01（GB/T14848-2017）Ⅲ类 | 0.0003             |
| 备注：<br>①检出限值参考《安宁黄雪艳富营采石场矿山环境治理与生态修复工程项目环境风险评估监测检测报告》[YNHP24042610]中地下水污染物现状监测检出限值：<br>②鉴于 GB/T14848-2017 中无磷酸盐因子质量标准，参考同类项目，磷酸盐（以 P 计）环境质量标准参照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类中总磷（以 P 计）标准。 |        |              |     |              |           |                        |                    |

#### 4.2.5 各种自然灾害、极端天气或事故污染事件污染源强分析

突遇暴雨、极端天气、地震等自然灾害，或生态恢复回填区未按设计施工、管理不当发生事故。存在回填体和拦挡坝溃坝、滑坡、垮塌的风险，将对下游区域造成一定的危害。

根据《安宁黄雪艳富营采石场矿山环境治理与生态修复工程项目堆填初步设计》，入场堆填磷石膏基 60.0 万 t/a，堆填干容重 1.29/cm<sup>3</sup>，合 46.5 万 m<sup>3</sup>/a。根据场区地形，磷石膏基堆填至 1965.0m 标高时、总高 35.0m，改性磷石膏总堆填量 34.9 万 m<sup>3</sup>。

### 4.3 释放环境风险物质的扩散途径、涉及环境风险防控与应急措施、应急资源情况分析

通过分析项目最可能发生火灾、爆炸等生产安全事故次生/衍生环境污染事件、废气异常排放污染事件、废水异常排放污染事件、地下水和土壤污染事件、各种自然灾害及极端天气或事故污染事件。

#### 4.3.1 火灾爆炸次生污染事件扩散途径、涉及环境风险防控与应急措施

##### 4.3.1.1 火灾爆炸次生大气污染事件

##### （1）扩散途径及影响分析

火灾、爆炸会产生较强烈的热辐射，通过热辐射的方式影响周围环境。当火灾产生的热辐射强度足够大时，可使周围的物体燃烧或变形，强烈的热辐射可能烧毁设备甚至造成人员伤亡。

同时火灾、爆炸事件中燃烧过程中产生的大气污染物（CO、SO<sub>2</sub>等）会迅速飘散至

大气环境中，以火灾、爆炸点为中心在一定范围内还可能降落大量烟尘，爆炸点上空局部气温、气压、能见度等会产生明显的变化，对局部大气环境（包括下风向大气环境）造成较大的短期的影响。随后产生大气污染物随着风向，从厂界内向厂界外下游飘散，对下风向大气环境质量造成污染。

## （2）环境风险防控与应急措施

### 1) 防控措施

①针对厂内的生产工人，定期开展安全生产教育培训；值班操作人员不得离开工作岗位，配备移动灭火器；

②火源管理：对入厂的人员和车辆严格管理，避免携带火种进入；厂区周围 100m 范围内，严禁燃放烟火爆竹，禁止抽烟；维修机械设备需进行焊接或切割作业时，应实行动火审批制度，作业时必须停止其它生产作业；

③电气安全措施：电气设备和线路，必须有专职电工负责；电源开关、插座等必须安装在封闭的配电箱内，配电箱应用铁等非燃烧材料制作；所有电气设备的金属外壳都应可靠接地；风险源电气线路应采用绝缘良好的导线，应有可靠的保护装置，防止在操作中破坏线路的绝缘；风险源设置一定的防雷装置，并定期维修检查；停产时，必须切断总电源，设专人负责；

④消防安全防护：设置消防设施；配套足够灭火器，摆放位置明显、取用方便，定期检查；设置消防通道，且必须畅通；设置禁烟火标示牌；对员工进行消防基本知识培训，提高应急能力；

⑤监控措施：设置监控组织及系统，实施人工监控，及时发现隐患，及时处置。

### 2) 应急措施

火灾引发的次生环境污染事件应急处理一般原则：

（1）报警早，损失小；边报警，边扑救；

（2）先控制，后灭火；先救人，后救物；

（3）防中毒，防窒息；听指挥，莫惊慌。

发生火灾事故，事故发生人及事故源点安全责任人应迅速按照事故报警程序报警，在应急救援专业组织到达事故现场前，该事故源点安全责任人（班组长）担负事故应急处理临时指挥职责，根据事故现场情况，迅速判断起火的危险品是否会立即发生爆炸事故，确定人员撤离或投入救灾。若投入救灾，负责组织本区域内人员进行扑火、隔离、转移易燃物等现场处置。

应急处理要点：

①一旦发现火灾、爆炸事件，第一发现人员在确保自身安全的前提下，立即报告给公司应急指挥部，指挥部进行判断，如火灾、爆炸事件在可控且不会扩大蔓延时，应立即投入应急抢险救援，避免危害进一步扩大；若火灾、爆炸事件无法控制且存在进一步扩大蔓延的情况，则应立即撤离到安全地带。

②在事故可控且不会扩大蔓延时，应急指挥组总指挥召集应急指挥机构成员，总指挥下达启动应急程序后，及时掌握进展情况，及时向各小组传达领导小组的指令，同时根据现场情况，负责与外部企业、居民、学校、消防、医疗、交通、环境监测等部门的联系。

③在事故发生时及时将有关应急装备、安全防护品、现场应急处置材料等应急物资运送到事故现场，进行火情侦查，确定有无人员被困，灭火前先安排组员确保雨水排口阀门处于切断状态，将事故废水先引入初期雨水收集池中，并在厂区容易泄漏至厂界外的地方用沙袋进行堵漏，确保泄漏出的物质不会从厂区溢流至外环境，造成水污染；现场处置组进行火灾扑灭工作。

④现场处置人员佩戴好防护装备，进行火情侦查，确定有无人员被困，立即勘察事故现场情形，迅速判断和查明发生二次事故的可能性和危险性，决定组织现场人员撤离还是组织人员救灾。灭火工作应采取“先控制、后消灭”的原则，集中力量切断火势蔓延途径，将火势控制在一定的范围内，搬离火场附近的可燃物，避免火灾区域扩大，并拉下电闸，关停生产设备，防止火势向周围蔓延。

⑤如火势有可能蔓延或爆炸，提高预警级别，按本预案程序对周围单位和政府发出预警信息，一旦本公司力量不足以控制火势时，应急总指挥下令公司全体人员进行撤离，将所有人员疏散到厂区外安全地带，并进行隔离，严格限制出入，等待救援。

⑥引导撤出人员按照疏散路线进行疏散，并到集合地点集合，根据应急总指挥指定的危险区范围设置警戒绳进行警戒，不允许应急行动组以外的人员进入警戒区；疏通事发现场道路，保证救援工作进行，并对外援人员进行引导，使其进入现场，将闲杂人员阻挡在厂门以外；对火灾发生时就已停在危险区的车辆进行引导，使其撤出危险区。

⑦发现火灾现场有人中毒窒息或烧伤时，立即抢救至空气新鲜的安全地带，如呼吸停止应立即实施人工呼吸。绕伤人员应注意保护创面并防止二次受伤，如有外伤流血应立即包扎。待医院急救中心人员赶到后作进一步处理；

⑧此外，对事故现场进行调查，查清楚起火点及起火原因；根据物料特性，制定应

急监测方案，并协助应急监测单位对厂界周边气体、风向、风速进行实时监控；及时向应急指挥部汇报监测情况，并提出疏散群众、妥善安置的科学依据。

⑨事故解除后，根据事故情况采用相应的药品或水对现场进行洗消处理。应急办公室整理事故资料，编写事故报告，并协助应急指挥部进行事故抢险总结，编写总结备案。

应急指挥组副总指挥协助总指挥领导救援工作，总指挥不在时代行总指挥职权；及时将事故发生情况及最新进展向有关部门汇报，并将上级指挥机构的命令及时向应急指挥组汇报；进行环境污染事故经济损失评估，并对应急预案进行及时总结，协助公司领导完成应急预案的修改或完善工作。

#### 4.3.1.2 火灾爆炸衍生的尾水外排污染事件

##### （1）释放途径及影响分析

火灾的扑救过程中会使用大量的水来冷却可燃物或扑灭火，在火场使用过的水会将火灾中产生的有害物质带走，同时泄漏出来的物料混入消防水，消防水即被污染。产生的消防废水会沿地势，最终汇集于初期雨水收集池（1100m<sup>3</sup>）内。因此事故废水经收集后，不会排出生厂区，对外环境影响不大。

##### （2）环境风险防控与应急措施

###### 1）防控措施

①火源管理：对入厂的人员和车辆严格管理，避免携带火种进入厂区；厂区周围 100m 范围内，严禁燃放烟火爆竹，禁止抽烟；维修机械设备需进行焊接或切割作业时，应实行动火审批制度，作业时必须停止其它生产作业。

④电气安全措施：电气设备和线路，必须有专职电工负责；电源开关、插座等必须安装在封闭的配电箱内，配电箱应用铁等非燃烧材料制作；所有电气设备的金属外壳都应可靠接地；风险源电气线路应采用绝缘良好的导线，应有可靠的保护装置，防止在操作中破坏线路的绝缘；风险源设置一定的防雷装置，并定期维修检查；停产时，必须切断总电源，设专人负责；

⑤消防安全防护：设置消防设施，配套足够灭火器，摆放位置明显、取用方便，定期检查；设置消防通道，且必须畅通；设置禁烟火标示牌；对员工进行消防基本知识培训，提高应急能力。

⑥监控措施：设置监控组织及系统，实施人工监控，及时发现隐患，及时处置。

###### 2）应急措施

①当产生事故废水时，及时切断外排口，确保事故废水收集进入初期雨水收集池内，

不外排；

②应急人员应立即报告给公司急指挥组总指挥，并召集应急指挥机构成员，总指挥下达启动应急程序后，及时掌握进展情况，及时向各小组传达指令；此外，公司应急指挥组总指挥应第一时间向昆明市生态环境局安宁分局汇报，待昆明市生态环境局安宁分局到达现场后，配合其进行处置；

③事故发生后对收纳的事故废水进行监测，了解废水的性质和浓度，未经处理达标，不可外排；

④事故解除后，整理事故资料，编写事故报告，并协助应急指挥部进行事故抢险总结，编写总结备案。

### 4.3.2 废气异常排放污染事件扩散途径、涉及环境风险防控与应急措施

#### 4.3.2.1 废气异常排放扩散途径及影响分析

##### （1）扩散途径

本工程施工期废气主要为施工扬尘，施工扬尘若未采取妥善、有效的降尘措施，粉尘将大量排放。产生的粉尘悬浮于空气中，受风力作用向下风向区域进行扩散。

##### （2）影响分析

废气异常排放将造成项目区及下风向区域大气环境污染，同时对暴露在污染区域的人群健康造成危害；粉尘覆盖植物叶片阻碍光合作用，降低农作物产量，同时破坏观赏性植物景观；粉尘沉降改变土壤理化性质，影响微生物活动，对生态环境造成一定的影响。

采用《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）附录 A 推荐模型中估算模型对本项目未经采取降尘措施产生的粉尘浓度及空气质量浓度占标率  $P_i$  进行计算。

计算结果如下：

表 4.3.2-1 估算模型计算结果表

| 下风向距离 | 粉尘（TSP）                   |        |
|-------|---------------------------|--------|
|       | 预测浓度/（mg/m <sup>3</sup> ） | 占标率/%  |
| 10    | 0.543                     | 60.33  |
| 100   | 0.7435                    | 82.61  |
| 100   | 0.9                       | 82.61  |
| 180   | 0.94                      | 100.00 |
| 200   | 1.172                     | 104.44 |
| 300   | 1.308                     | 130.22 |
| 398   | 1.308                     | 145.33 |
| 400   | 1.233                     | 145.33 |

|                                                                      |        |        |
|----------------------------------------------------------------------|--------|--------|
| 500                                                                  | 1.117  | 137.00 |
| 600                                                                  | 1.011  | 124.11 |
| 700                                                                  | 0.9228 | 112.33 |
| 800                                                                  | 0.8499 | 102.53 |
| 900                                                                  | 0.7899 | 94.43  |
| 1000                                                                 | 0.7388 | 87.77  |
| 1100                                                                 | 0.6947 | 82.09  |
| 1200                                                                 | 0.6561 | 77.19  |
| 1300                                                                 | 0.6217 | 72.90  |
| 1400                                                                 | 0.5907 | 69.08  |
| 1500                                                                 | 0.5626 | 65.63  |
| 1600                                                                 | 0.5369 | 62.51  |
| 1700                                                                 | 0.5134 | 59.66  |
| 1800                                                                 | 0.4921 | 57.04  |
| 1900                                                                 | 0.4727 | 54.68  |
| 2000                                                                 | 0.4552 | 52.52  |
| 2100                                                                 | 0.4392 | 50.58  |
| 2200                                                                 | 0.4244 | 48.80  |
| 2300                                                                 | 0.4106 | 47.16  |
| 2400                                                                 | 0.3975 | 45.62  |
| 2500                                                                 | 0.543  | 44.17  |
| 下风向最大质量浓度及占标率<br>/%                                                  | 1.308  | 145.33 |
| 398m 处                                                               |        |        |
| 备注：面源排放高度取 6m，面源长度 382m，面源宽度 377m，TSP 排放量 15.592kg/h，多年平均风速 1.66m/s。 |        |        |

根据估算结果，在未采取降尘措施的情况下，施工粉尘直接排放，对项目下风向 180-800m 区域范围内空气环境质量造成严重污染，该区域内颗粒物浓度超过《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单中二级标准，最大落地浓度为 1.308mg/m<sup>3</sup>，占标率为 145.33%，出现在下风向 398m 处。

本项目扬尘主要为施工扬尘，停止施工后，即可切断粉尘产生源，之后采取降尘措施后，即可降低粉尘污染，影响不大。

#### 4.3.2.2 废气异常排放污染事件防控措施

本工程施工期废气主要为施工扬尘（边坡治理、场地清理平整、基础设施开挖、表层覆土、植被种植等工程施工时地表扰动产生的无组织扬尘，改性磷石膏回填作业扬尘，运输车辆产生的无组织排放扬尘，耕植土覆土扬尘），为避免施工扬尘异常排放对周围大气环境造成影响，采取以下防范措施：

①加强管理，施工期间洒水、喷雾次数根据天气状况而定；非雨天每日洒水次数不少于 3 次；若遇到大风或干燥天气应增加洒水喷雾次数；

②控制施工作业面，在合理安排施工进度情况下，尽可能减少大面积施工，以减少

扬尘产生量；

③合理安排施工工序、施工进度，尽量避免在大风气象条件下施工。

④对回填料及耕植土的运输须密闭运输，施工场地运输车辆的车厢应当确保牢固、严密，严禁在装运过程中沿途抛、洒、滴、漏；

⑤减速慢行，严禁超载、超速，并规划好运输车辆的运行路线与时间；

⑥运输道路合理安排洒水降尘，出场车辆进行冲洗，严禁带泥上路。

#### 4.3.2.3 废气异常排放污染事件应急处置措施

发生废气异常排放污染事件时，主要采取以下应急处置措施：

##### （1）事故报告与初步评估

现场作业人员或监测发现扬尘浓度超标后，需立即停止生产（施工），马上通过内部通讯系统（如对讲机、电话）向应急领导小组报告，并详细说明扬尘来源、污染情况及影响范围。

##### （2）应急响应启动

应急领导小组根据上报信息召开紧急会议，评估风险等级，决定是否启动应急预案。若启动应急预案，则通过向应急救援职能小组下达具体指令，明确任务分工。同时向昆明市生态环境局安宁分局进行报告。应急指挥组副总指挥协助总指挥领导救援工作，总指挥不在时代行总指挥职权。各应急救援队伍接到通知，应迅速携带相关应急物资赶往事故现场集合。

##### （3）现场处置措施

①采取物理抑尘，在扬尘源头（回填区、运输道路）使用洒水车、移动喷雾装置进行高频次洒水，降低粉尘悬浮；对裸露区域立即覆盖防尘网。

②若污染事故较严重，已引发人体不适，应根据疏散路线图及应急指挥的指示指导警戒区的人员有序离开，并清点撤离人数，检查确认废气超标区域内无任何人滞留。若出现伤者，对轻伤者进行治疗，对于受伤严重者则立即送往医院救治；

③联系昆明市生态环境局安宁分局生态环境监测站或有资质检测单位对项目区及下风向颗粒物进行检测。

##### （4）现场清理与恢复

待粉尘浓度稳定，检测结果达标后，才可逐步恢复生产。

##### （5）事后总结与改进

事后应对事故进行调查，调查废气超标原因是设备故障或是员工操作不当导致，形

成书面报告并提出整改方案。

### 4.3.3 废水异常排放污染事件扩散途径、涉及环境风险防控与应急措施

#### 4.3.3.1 废水异常排放扩散途径及影响分析

本项目设置有 2200m<sup>3</sup>的渗滤液收集池对回填区雨季渗滤液进行收集，本项目考虑最不利情景，考虑 2200m<sup>3</sup>渗滤液收集池渗滤液收集量达到 1760m<sup>3</sup>（预警值，容积的 80%）时，渗滤液收集池池体垮塌或防渗层破损，收集的渗滤液全部泄露。

渗滤液通过土壤孔隙或裂缝垂直下渗，进入地下水系统，对区域地下水环境造成污染；降雨冲刷泄漏的渗滤液，形成地表径流，携带污染物扩散至附近河流、湖泊等水体，此类扩散具有突发性和短时高浓度特征，可能引发水体污染或急性生态毒性事件；渗滤液中的重金属（如砷、镉、铅等）易被土壤吸附，长期滞留在土壤中，形成污染源。此类污染物可通过植物吸收进入食物链，或随土壤侵蚀再次释放；渗滤液中的挥发性有机物可通过挥发进入大气，形成有毒气体或附着于颗粒物上沉降于周边区域。此类扩散范围受风向、风速影响显著，可能对影响范围内居民造成慢性健康威胁。

#### 4.3.3.2 废水异常排放污染事件环境风险防控措施

项目施工期废水主要为回填修复区渗滤液和地表径流、施工废水、施工人员生活污水。管护区（运营期）废水主要为回填修复区渗滤液和地表径流。

为防止施工期废水事故排放，采取以下防范措施：

①加强污水处理设施（雨水收集池、渗滤液收集池、临时沉淀池）管理，定期维护保养，确保污水处理设施池体完整、防渗层无破损，废水管网畅通。每周开展一次设施运行状态检查，重点排查池体裂缝、渗漏、淤积及防渗膜老化等问题。雨季前需增加检查频次至每周两次，并及时清理沉淀池底泥，确保有效容积；配备备用抽水泵，防止暴雨导致溢流。同时建立设施维护台账，记录检查时间、问题清单及整改情况，确保责任到人。

②对回用于回填区的渗滤液进行监管，加强渗滤液自行监测频次，以便及早发现问题处置。确保回用的渗滤液水质满足回用要求，若监测数据异常，需将渗滤液清运至有处理资质的单位进行处置，禁止回用或外排；

③加强对相关岗位员工的业务培训，当废水处理设施池内水位达到警戒线时，及时进行回用或清运，避免池内废水溢出外排对周围土壤、地表水、地下水环境造成污染。

#### 4.3.3.3 废水异常排放污染事件应急处置措施

### （1）事故报告与初步评估

现场作业人员发现泄露后，需立即通过内部通讯系统（如对讲机、电话）向应急领导小组报告，明确泄漏位置、泄露程度、初步判断污染影响范围。

### （2）应急响应启动

应急领导小组根据上报信息召开紧急会议，根据泄露程度评估风险等级，决定是否启动应急预案。若启动应急预案，则通过向应急救援职能小组下达具体指令，明确任务分工。同时向昆明市生态环境局安宁分局进行报告。应急指挥组副总指挥协助总指挥领导救援工作，总指挥不在时代行总指挥职权。各应急救援队伍接到通知，应迅速携带相关应急物资赶往事故现场集合。

### （3）现场控制与污染阻断措施

1）使用防渗膜或临时围堰封堵泄漏点，若防渗层破损严重或泄漏量大，需使用罐车及时将池内渗滤液转移；

2）在泄漏点下游设置截流沟、导流渠或围堰，将拦截的泄露液转移至罐车内暂存，运至有处理资质的单位进行处置。

3）对已泄露的渗滤液采用合适的容器进行收集，使用砂石或吸附材料覆盖，避免污染范围进一步扩散对周围土壤、地下水、水体造成污染；

4）若污染物已下渗，采用压力注浆法形成密封层（如水泥浆），或启动地下水抽提系统，防止下渗的渗滤液污染含水层。

5）委托有资质单位对泄漏区和泄漏区下游地下水、土壤进行监测，根据监测结果调整处理方案。

### （4）污染区域修复与恢复

对污水处理设施进行修复、完善；根据监测结果，会同环保部门、行业专家，做好污染趋势分析研判，预测发生土壤、地下水突发环境事件的影响范围和强度，对受污染的土壤进行收集并委托有资质单位处理或采取其他修复措施，确保土壤各指标达到标准值；针对地下水污染根据污染特点委托有资质单位采取控制修复技术进行修复。未修复完成前不可继续生产（施工）。

### （5）事后总结与改进

事后应对事故进行调查，调查、分析事故发生原因，形成书面报告并提出整改方案。

#### 4.3.4 地下水、土壤污染事件扩散途径、涉及环境风险防控与应急措施

##### 4.3.4.1 地下水、土壤污染事件扩散途径及影响分析

项目使用改性磷石膏回填矿坑，改性磷石膏为Ⅰ类一般工业固体废物，回填修复区铺设阻隔层，降雨时回填体还会产生渗滤液，渗滤液含有一定量污染物；此外设置有渗滤液收集池对渗滤液进行收集。若填埋区或废水处理设施防渗层破损，堆存的改性磷石膏和雨季渗滤液，将会下渗，对项目区及下游方向土壤、地下水造成污染。

##### （1）扩散途径

若回填区防渗衬层或废水收集池防渗衬层发生破损，渗滤液由破损处下渗，进入土壤，对泄漏区域土壤造成污染，渗滤液中污染物部分被土壤吸附，部分通过土壤空隙下渗，进入含水层。污染物随地下水流动横向迁移、扩散，对迁移方向的土壤、地下水进一步造成污染。

##### （2）地下水影响分析

本报告考虑的地下水环境风险事故情形主要为：

由于工程质量问题或回填过程中操作不当造成回填场底层防渗层、渗滤液收集池防渗层发生破损，渗滤液下渗对周边的地下水环境产生污染。污染物的泄漏概化为持续泄漏。考虑最大不利影响即忽略包气带的吸附作用（项目填埋区为强透水性，防污性能弱），泄漏渗滤液直接进入地下含水层系统。预测事故状态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。

##### 1) 预测模式

预测采用《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016）推荐的一维半无限长多孔介质柱体，一端为定浓度边界，不考虑介质的吸附，污染源以固定的浓度不断入渗到含水层中。模拟情景为回填区或渗滤液收集池底部防渗层破损淋滤水持续渗漏情况下的污染物运移情况。公式如下：

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

式中：

x—距注入点的距离；m；

t—时间，d；

C—t时刻x处的示踪剂浓度，mg/L；

C0—注入的示踪剂浓度，mg/L；  
 u—水渗流速度，m/d；  
 DL—纵向弥散系数，m<sup>2</sup>/d；  
 erfc—余误差函数（可查《水文地质手册》获得）。

2) 预测源强

结合项目引用的渗滤液中特征污染物（氟化物、磷酸盐），地下水预测因子考虑为氟化物、磷酸盐、砷。入渗量以最不利情况即渗滤液每天产生量 42.4m<sup>3</sup>/d 考虑，鉴于每一批次改性磷石膏浸出液污染物检测值不稳定，考虑最不利情景，以第 I 类一般工业固体废物浸出液最大浓度和现行《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）表 2 改性磷石膏浸出液主要指标中氟化物、磷酸盐、砷排放控制限值作为预测源强。

地下水评价因子及源强如下：

表 4.3.4-1 地下水影响预测因子及源强

| 情景设置                                                                                                                                                                                   | 污染源    | 废水量          | 污染物 | 浓度<br>(mg/l) | 时间<br>(d) | 环境质量标准                 | 检出<br>限值<br>(mg/L) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|-----|--------------|-----------|------------------------|--------------------|
| 渗滤液下渗                                                                                                                                                                                  | 渗滤液收集池 | 42.4<br>m³/d | 氟化物 | 10           | 1000      | 1.0(GB/T14848-2017)Ⅲ类  | 0.05               |
|                                                                                                                                                                                        |        |              | 磷酸盐 | 0.5          | 1000      | 0.2（GB3838-2002）Ⅲ类     | 0.01               |
|                                                                                                                                                                                        |        |              | 砷   | 0.5          | 1000      | 0.01（GB/T14848-2017）Ⅲ类 | 0.0003             |
| 备注：<br>①检出限值参考《安宁黄雪艳富营采石场矿山环境治理与生态修复工程项目环境风险评估监测检测报告》[YNHP24042610]中地下水污染物现状监测检出限值：<br>②鉴于 GB/T14848-2017 中无磷酸盐因子质量标准，参考同类项目，磷酸盐（以 P 计）环境质量标准参照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类中总磷（以 P 计）标准。 |        |              |     |              |           |                        |                    |

4) 预测参数选取

①预测时间 t

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016），以及渗漏液的产生周期，地下水预测时段为回填渗滤液持续渗漏 100d、365d 和 1000d 的情景进行预测分析。

②水文地质参数

根据《安宁黄雪艳富营采石场生态修复项目水文地质调查报告》，模型参数取值见表 4.3.4-2。

表 4.3.4-2 溶质运移模型参数表

| 参数         | 取值                    | 备注（数据来源） |
|------------|-----------------------|----------|
| 地下水流速度 $v$ | 1.2m/d                | 水文地质调查报告 |
| 纵向弥散系数     | 4.2 m <sup>2</sup> /d |          |

#### 5) 事故排放预测结果

表 4.3.4-3 渗滤液下渗对地下水环境影响预测距离汇总

| 污染物 | 时间 (d) | 超标距离 (m) | 影响距离 (m) | 迁移距离 (m) |
|-----|--------|----------|----------|----------|
| 氟化物 | 100    | 157      | 194      | 363      |
|     | 365    | 508      | 580      | 903      |
|     | 1000   | 1317     | 1436     | 1969     |
| 磷酸盐 | 100    | 127      | 179      | 363      |
|     | 365    | 452      | 551      | 903      |
|     | 1000   | 1223     | 1388     | 1969     |
| 砷   | 100    | 179      | 213      | 363      |
|     | 365    | 551      | 617      | 903      |
|     | 1000   | 1388     | 1496     | 1969     |

根据预测结果可以得出：

渗滤液连续渗入 100d 情况下，预测污染物中砷超标距离最远，为 179m；砷影响距离最远，影响距离 213m；污染物迁移距离均为 363m。

渗滤液连续渗入 365d 情况下，预测污染物中砷超标距离最远，为 551m；砷影响距离最远，影响距离 617m；染物迁移距离均为 903m。

渗滤液连续渗入 1000d 情况下，预测污染物中砷超标距离最远，为 1388m；砷影响距离最远，影响距离 1463m；污染物迁移距离均为 1969m。

#### 6) 地下水影响分析

##### ①对项目区地下水的影响

项目场地区包气带主要为第四系人工堆积层 ( $Q_4^{ml}$ )、残坡积层 ( $Q_4^{el+dl}$ )、震旦系上统灯影组 (Zbdn) 地层。第四系人工堆积层 ( $Q_4^{ml}$ )、震旦系上统灯影组 (Zbdn) 白云岩夹灰质白云岩，包气带防污性能为弱；残坡积层 ( $Q_4^{el+dl}$ ) 松散层，包气带防污性能为中等。

矿坑地处水文地质单元的补给区的敏感地带，若防渗措施不到位或防渗失败，一旦发生下渗则污染物可能直接进入震旦系上统灯影组（Zbdn）的岩层，该层岩性主要为白云岩、灰质白云岩，岩溶含水层渗透性中等，连通性一般，渗漏会造成场地内及周边一定范围内污染。但堆填区的面积不大，已采取相应的防渗措施，发生泄露后渗漏量不大，对整个地下水单元的补给影响较小，对震旦系上统灯影组（Zbdn）的含水层的污染影响程度较小，但影响范围超出厂界。

## ②对下游地下水环境敏感区的影响：

根据调查，项目修复区场界外 1000m 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。项目地下水评价范围内下游区域分散有少量具有生产、生活或饮用功能水井，分别为：采石场水井（生产、生活用水井，位于填埋场地北面 199m，属于地下水流向的侧上游）、养殖场水井（生产用水井，位于填埋场地东北面 265m，属于地下水流向的下游）、红石村水井（生产、生活、饮用水井，供水人口 609 人，位于填埋场地东北面 2140m，属于地下水流向的侧下游）、樟富营水井（生产、生活、饮用水井，供水人口 861 人，位于填埋场地东面 2574m，属于地下水流向的下游）。

根据前文预测结果，渗滤液连续渗入 100d 情况下，污染物超标最远距离为 179m，影响最远距离为 213m，迁移距离均为 363m。采石场水井位于预测影响范围内，但其位于地下水流向的侧上游，项目对其影响轻微。养殖场水井、红石村水井、樟富营水井均位于项目地下水预测影响范围外，不会对其造成影响。

渗滤液连续渗入 365d 情况下，污染物超标最远距离为 551m，影响最远距离为 617m，迁移距离均为 903m。采石场水井位于预测影响范围内，但其位于地下水流向的侧上游，项目对其影响轻微；养殖场水井位于预测影响范围内，属于地下水流向的下游，会对其造成污染；红石村水井、樟富营水井均位于项目地下水预测影响范围外，不会对其造成影响。

渗滤液连续渗入 1000d 情况下，污染物超标距离最远为 1388m；影响距离最远，为 1496m；污染物迁移距离均为 1969m。采石场水井位于预测影响范围内，但其位于地下水流向的侧上游，项目对其影响轻微；养殖场水井位于预测影响范围内，属于地下水流向的下游，会对其造成污染；红石村水井、樟富营水井均位于项目地下水预测影响范围外，不会对其造成影响。

综上所述，项目回填区使用采用无害化处理后的改性磷石膏作为回填料，堆填的改性磷石膏基中可能含有有毒有害成份的渗滤液，在事故条件下发生泄漏后，污染物进入

地下水中随着地下水向下游方向发生运动，项目区地下水流受地形影响较大，整体由西向东流动。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，会对项目区地下水及下游方向部分地下水敏感点造成一定的影响。

### （3）土壤影响分析

项目土壤环境风险主要为改性磷石膏渗滤液经破损的防渗层入渗进入土壤环境，而造成土壤污染。

#### 1) 预测模型

本次预测拟采用 HYDRUS-1D 软件模拟入渗对土壤及地下水的影响。HYDRUS-1D 是美国农业盐土实验室开发的一个可用来模拟地下滴灌水流及溶质运动的有限元计算机模型。能够较好地模拟水份、溶质与能量在土壤中的分布，时空变化，运移规律，分析人们普遍关注的农田灌溉、田间施肥、环境污染等实际问题。本文使用 HYDRUS-1D 软件构件模型进行计算，主要模拟污染物随渗滤液下渗进入包气带后的迁移转化过程，重点运用了软件中的水流及溶质运移两大模块。

##### ①非饱和带水份运移模型

非饱和带水份运移采用 Richards 方程的修改形式。由于污染物在弥散过程中垂向迁移距离往往大于侧向迁移距离，所以本次模拟可认为污染物在包气带中呈一维垂直迁移。因此只考虑上、下两个边界，上边界为表层大气边界，下边界为自由排水边界。土壤水份运动的数学模型如下：

$$\begin{aligned} \frac{\partial \theta}{\partial t} &= \frac{\partial}{\partial z} \left[ K \frac{\partial h}{\partial z} \right] - K \left( \frac{\partial h}{\partial z} + 1 \right) = V(z, t), & z=0 & \quad t \geq 0 \\ \theta(z, t) &= \theta_s, & z=0 & \quad t \geq 0 \\ \theta(z, t) &= \theta_0, & 0 < z \leq H & \quad t=0 \end{aligned}$$

式中： $\theta$  为土壤体积含水率， $L^3 L^{-3}$ ； $t$  为水份运移时间， $T$ ； $h$  为非饱和带压力水头， $L$ ； $K$  为土壤水的非饱和水力传导率， $LT^{-1}$ ； $\theta_s$  为饱和含水率； $\theta_0$  为初始含水率； $V$  为渗透通量， $LT^{-1}$ ； $H$  为非饱和带深度。

##### ②非饱和带溶质运移模型

本次应用 HYDRUS-1D 模拟污染物一维垂直迁移，只考虑溶质在固液相间的线性平衡

等温吸附作用，忽略污染物的吸附和微生物降解。将污染物下渗位置看做连续注入的点源，上边界为持续释放污染物的定浓度边界，下边界为零浓度梯度边界。溶解运移属性模型如下：

$$\theta K_d \frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left( \theta D_w \frac{\partial C}{\partial z} \right) - \frac{\partial}{\partial z} (VC) + M$$

$$C(z, t) = C_0(z, t), \quad t=0, \quad 0 \leq z \leq H$$

$$C(z, t) = C_{\text{irachate}}(z, t), \quad 0 \leq t \leq T \quad z=0$$

$$\lim_{z \rightarrow \infty} \frac{\partial C(z, t)}{\partial z} = 0$$

式中： $\theta$  为土壤体积含水率； $t$  为水份运移时间； $z$  为空间左边坐标，向上为正； $D_w$  为水动力弥散系数， $L^2T^{-1}$ ； $V$  为入渗通量； $H$  为非饱和带深度； $K_d$  为分配系数， $L^3M^{-1}$ ； $M$  为源汇项。

## 2) 情景设计

### ①土壤厚度

根据《安宁黄雪艳富营采石场生态修复项目水文地质调查报告》，勘察期间共施工水文地质钻孔 5 孔，均揭露地下水，稳定地下水位线在 14.20-17.20m。根据各钻孔深度，本次预测取最小钻孔深度作为预测模型土壤厚度，即土壤厚度取值 14.2m。假设土壤为均质且各向同性的多孔介质。

### ②边界设定

本次预测主要考虑基础防渗工程发生破损泄漏，故选定水流模型上边界为表层大气边界，下边界为潜水含水层自由水面，选为自由排水边界。

### ③污染物浓度

项目磷石膏经改性后，固废类别为第 I 类一般工业固体废物，根据一般工业固体废物类别鉴别，渗滤液中砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、氟化物等浓度均低于《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准，本环境风险评估报告考虑最不利情景，各影响因子的浓度按《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准进行取值。影响因子浓度取值情况见表 4.3.4-4。

表 4.3.4-4 污染物浓度取值

| 污染物       | 砷   | 镉   | 六价铬 | 铜   | 铅   | 汞    | 氟化物 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| 浓度 (mg/L) | 0.5 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 1.0 | 0.05 | 10  |

#### ④土壤类型

项目区土壤显示地带性土壤特征，主要为棕红壤、棕黄壤，土壤质地为砂质粘壤土。

#### ⑤观察点及剖面设置

自土壤表层之下，分别于深度 50cm、100cm、200cm、500cm、800cm、1000cm 设置观察点。本次预测主要关注磷石膏渗滤液对土壤的影响，预测时间共计 720d，分为 6 个观察剖面，分别为 10d、50d、100d、200d、500d、720d。

#### ⑥参数选取

水份迁移模型需要确定的水文地质参数包括：残余含水率  $\theta_r$ 、饱和含水率  $\theta_s$ 、垂直渗透系数  $K_s$  以及曲线形状参数。在溶质运移过程中，由于只考虑线性平衡等温吸附作用，所以假定溶液中的污染物浓度与被吸附到空隙介质的污染物浓度达到平衡，选用 Freundlich 等温线方程，吸附等温线系数  $K_d$  取  $1.2\text{cm}^3/\text{g}$ 。土壤容重 1#土壤监测点（采石场占地范围内）的测量值  $1.32\text{g}/\text{cm}^3$ 。根据《安宁黄雪艳富营采石场生态修复项目水文地质调查报告》，渗透系数取值  $55.9\text{cm}/\text{d}$ 。

表 4.3.4-5 土壤水份运移模型水文地质参数和溶质运移参数

| 土壤类型  | $\theta_r$ | $\theta_s$ | $a$ (1/cm) | $n$  | $K_s$ (cm/d) | $K_d$ (mL/g) | Bulk. D. (g/cm <sup>3</sup> ) |
|-------|------------|------------|------------|------|--------------|--------------|-------------------------------|
| 砂质粘壤土 | 0.089      | 0.43       | 0.01       | 1.79 | 55.9         | 1.2          | 1.32                          |

### 3) 预测结果及影响

在事故状况下，随着污染物不断的下渗，下边界浓度有上升的趋势。在预测期间 720d，仅第 4 个观察点（深度 5m 处）各污染物浓度开始增加，第 5、第 6 观察点无浓度变化，即发生连续渗漏时，各污染物在施工期内可入渗至 5m 深度。

结合不同时段剖面污染物浓度情况变化图，项目发生防渗破损的情况下，污染物发生连续入渗时，最大入渗深度约为 5m，在及时发现破损并采取修复的情况下，入渗的污染物在 720d 后，入渗深度可控制在 2.8m 以内。

项目采坑基础土层经强夯后，可进一步控制污染物入渗深度，结合地勘报告，地勘钻孔期间未揭露稳定地下水位，故在发生防渗破损时，通过采取积极措施，可有效控制污染物入渗深度，不会对土壤及地下水造成较大影响，但影响范围超出厂界。

#### 4.3.4.2 地下水、土壤污染事件防范措施

项目使用改性磷石膏回填矿坑，改性磷石膏为 I 类一般工业固体废物，回填修复区

铺设阻隔层、绿化植被覆土前，回填体为裸露堆放，降雨时回填体产生渗滤液，渗滤液含有一定量污染物。项目使用的回填物料若不采取防渗措施，渗滤液将会随雨水渗入地下，污染土壤、地下水。为防止回填场渗水渗漏对地下水、土壤造成污染，采用粘土+单人工复合衬层对回填区进行防渗。

依据地下水污染、土壤污染防治原则，主要从源头防控、过程控制、末端监管方面制定污染防治措施：

#### （1）源头防控

①使用改性磷石膏需符合《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）、《改性磷石膏用于矿山废弃地生态修复回填技术规范》（DB53/T1269—2024）、《磷石膏的处理处置规范》（GB/T32124-2024）中要求：按照HJ557规定方法制备的改性磷石膏浸出液中任何一种特征污染物浓度均不应超过GB8978最高允许排放浓度（第二类污染物最高允许排放浓度按照一级标准执行）；

禁止使用未经处理的新鲜磷石膏回填，禁止使用不符合第Ⅰ类一般工业固体废物的磷石膏回填。

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

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，做到禁止“严禁回填固废”进入回填修复区；

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

#### ⑤植被选择

回填修复区的顶部及边坡均有相应的防渗设计，选用根系不发达、播种栽植容易、成活率高的植被进行修复。

#### ⑥地下水导排

为防止雨季地下水不能及时排走引起顶托造成防渗膜破坏，在场区底部防渗层下设置导水盲沟以排走雨水季节的场底渗水。

#### （2）施工过程控制

##### ①回填区底部、岸坡防渗

磷石膏基堆填区域底部：铺设厚度为0.75m的粘土，且经压实处理后，饱和渗透系

数不应大于  $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，之后再依次铺设  $400\text{g/m}^2$  土工布、 $2.0\text{mm}$  的 HDPE 防渗膜、 $400\text{g/m}^2$  土工布防渗层；

对岸坡坡度较缓地段，坡面平整清理压实后，铺设厚度为  $0.75\text{m}$  的粘土，且经压实处理后，饱和渗透系数不应大于  $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，之后依次铺设  $400\text{g/m}^2$  土工布、 $2.0\text{mm}$  的 HDPE 防渗膜、 $400\text{g/m}^2$  土工布防渗层。

对岸坡较陡的南侧边坡地段，坡面平整清理压实后，铺设厚度为  $0.75\text{m}$  的粘土，且经压实处理后，饱和渗透系数不应大于  $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，之后依次铺设  $400\text{g/m}^2$  土工布、 $2.0\text{mm}$  的 HDPE 防渗膜、 $400\text{g/m}^2$  土工布防渗层。

由于现状采空区南侧边坡较陡，且全为岩质边坡，其防渗层采用一次性铺设的实施难度较大，容易破坏防渗层。为确保防渗层的有效性和完整性，设计要求采场南侧高陡边坡防渗层铺设采取与磷石膏基堆填同步实施，并保持防渗层铺设标高始终高于磷石膏基堆填工作面  $1.0\text{m}$  以上。

在岸坡上沿拦挡坝坝顶  $1945.0\text{m}$  标高及最终堆填标高  $1965.0\text{m}$  各设置一条锚固沟，防止防渗膜下滑，锚固沟采用岸坡排水沟兼做，断面尺寸  $B \times H = 1.0\text{m} \times 0.8\text{m}$ ，总长  $315.0\text{m}$ 。对岸坡较陡地段陡壁需采用锚固钉、链固定。

## ② 拦挡坝内坡防渗

内坡面碾压平整压实后，铺设厚度为  $0.75\text{m}$  的粘土，且经压实处理后，饱和渗透系数不应大于  $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，之后自下而上铺设  $400\text{g/m}^2$  土工布、 $2.0\text{mm}$  的 HDPE 双糙面防渗土工膜、 $400\text{g/m}^2$  土工布防渗层，并与场底防渗层相连。

回填区场区总防渗面积  $35370 \text{m}^2$ ，防渗层施工搭接宽度  $100 \pm 20\text{mm}$ ，必须双轨热熔焊接。防渗系统施工时施工人员不得穿带钉鞋上膜，不准在膜上扔烟头和拉运物体；防渗系统的铺设禁止出现横缝。

## ③ 渗滤液和初期雨水收集池防渗

收集池底先进行场地平整清基压实好后铺设厚度为  $0.75\text{m}$  粘土衬层，且经压实处理后，饱和渗透系数不应大于  $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，之后采用人工防渗层进行防渗，依次铺设土工格栅 TGSG40-40、 $400\text{g/m}^2$  土工布、 $2.0\text{mm}$  的 HDPE 防渗膜、 $400\text{g/m}^2$  土工布防渗层、池底  $0.24\text{m} \times 0.115\text{m} \times 0.053\text{m}$  预制混凝土方孔砖压护。

收集池岸坡防渗：对岸坡进行坡面平整清理，坡面平整清理压实后，铺设厚度  $0.75\text{m}$  的粘土，且经压实处理后，饱和渗透系数不应大于  $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，之后依次铺设  $400\text{g/m}^2$  土工布、 $2.0\text{mm}$  的 HDPE 防渗膜、 $400\text{g/m}^2$  土工布防渗层。

在岸坡上沿标高 1935.0m 设置一条锚固沟防止防渗膜下滑。断面尺寸  $(a+b) \times H = (0.5m+1.5m) \times 1.0m$ ，长 150m，防渗层铺设完成后回填土料夯实。

#### ④封场顶部、外坡面防渗

场区磷石膏基堆填达到最终使用标高，需进行封场。

对堆场顶面进行整理、清理、压实好后依次铺设 400g/m<sup>2</sup>土工布、1.5mmHDPE 双糙面土工膜、土工席垫排水层。

对堆场外坡面进行整理、清理、压实好后依次铺设 400g/m<sup>2</sup>土工布、1.5mmHDPE 双糙面土工膜、400g/m<sup>2</sup>土工布防渗层。

### （3）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地下水环境跟踪监测

建立回填场地下水环境监控体系，包括建立地下水污染监控制度和环境管理体系，制定监测计划，以便及时发现问题，及时采取预防措施。设置 4 个地下水跟踪监测井，在场地外上游设 1 座监测井作为对照点，沿厂区下游北侧、东侧各设置 1 座监测井，此外在地下水导排系统主管出口处设 1 个监测井（地下水收集井）作为监测点，有水排出时对回填区导排的地下水进行监测。

#### ④开展土壤跟踪监测

为了解项目实施对周边土壤环境的影响程度，建立跟踪监测制度，制定监测计划。共设置 4 个监测点位，厂界外 1km 范围内，主导风向上设置 1 个表层土壤监测对照点；场地内渗滤液和初期雨水收集池旁设 1 个表层+柱状监测点；场地内地下水导排口旁设 1 个表层+柱状监测点；厂界外下游东侧设 1 个表层+柱状监测点。对各监测的土壤进行监测，及时了解项目区周边土壤环境质量情况。

### 4.3.4.3 地下水、土壤污染事件应急处置措施

发生地下水、土壤污染事件时应采取以下措施，避免危害进一步扩大：

#### （1）事故报告与初步评估

现场作业人员发现污染后，需立即通过内部通讯系统（如对讲机、电话）向应急领导小组报告，明确污染位置、污染程度、初步判断污染影响范围。

#### （2）应急响应启动

应急领导小组根据上报信息召开紧急会议，根据泄露程度评估风险等级，决定是否启动应急预案。若启动应急预案，则通过向应急救援职能小组下达具体指令，明确任务分工。同时向昆明市生态环境局安宁分局进行报告。应急指挥组副总指挥协助总指挥领导救援工作，总指挥不在时代行总指挥职权。各应急救援队伍接到通知，应迅速携带相关应急物资赶往事故现场集合。

#### （3）现场控制与污染阻断措施

1）会同环保部门、行业专家，根据污染物性质、排放量等资料确定污染物扩散模式，分析影响程度，查找事故企业及事故原因，根据事故原因切断污染源。采取堵截、吸收、收集、消解等处置方式防止污染物扩散；

2）做好污染趋势分析研判，预测发生土壤、地下水突发环境事件的影响范围和强度；进行土壤、地下水环境质量监测，及时收集、报告相关信息，加强对土壤、地下水突发环境事件发生、发展情况的监测、预报和预警；

3）对受污染的土壤进行收集并委托有资质单位处理或采取其他修复措施，确保土壤各指标达到标准值；针对地下水污染根据污染特点采取控制修复技术进行修复；

#### （4）污染区域修复与恢复

土壤、地下水环境污染事故紧急处置后，及时进行现场清理工作，根据环境污染事故的特征采取合适的方法清除和收集现场残留物，防止二次污染；

#### （5）事后总结与改进

对土壤、地下水环境污染可能造成的后续环境影响进行评估，总结应急处置工作的经验和教训，提出土壤、地下水环境污染防治和应急响应的改进措施和建议，并及时修订应急预案。

### 4.3.5 各种自然灾害、极端天气或事故污染事件扩散途径、涉及环境风险

#### 防控与应急措施

##### 4.3.5.1 各种自然灾害、极端天气或事故污染事件扩散途径及影响分析

突遇暴雨、极端天气、地震等自然灾害，或生态恢复回填区未按设计施工、管理不当发生事故。存在回填体和拦挡坝溃坝、滑坡、垮塌的风险，发生此类事故后，堆填改

性磷石膏将向下游冲击，对下游工业场地、办公生活区、耕地、道路造成影响。

根据《安宁黄雪艳富营采石场矿山环境治理与生态修复工程项目失稳影响评价报告》及评审意见：本项目最大溃砂量情况下，采石场空区生态修复工程失稳后石膏体仅到达下侧原矿山生活区、下游公路、左侧居民农田，到达下侧原生活区时最大流深达到 2.6m，最终流深到达 2.1m，最大流速达 3.1m/s，最大冲击力到达 92.72kN/m，最大静压力达 21.81kN/m，风险等级在 0-2 之间，可能对原矿山生活区两处住宿点造成破坏以及道路堵塞；石膏体到达下侧公路时几乎对公路没有破坏影响但可能造成道路堵塞，石膏体到达左侧农田时对农田造成堆积影响，对农田里的农作物造成破坏，其余影响不大。安宁黄雪艳富营采石场矿山环境治理与生态修复工程项目对下游设施无重大影响，但影响范围超出厂界。

#### 4.3.5.2 各种自然灾害、极端天气或事故污染事件风险防范措施

突遇暴雨、极端天气、地震等自然灾害，或生态恢复回填区未按设计施工、管理不当。存在回填体和拦挡坝溃坝、滑坡、垮塌的风险，将对下游区域造成一定的危害。采取以下防范措施：

（1）严格按照施工设计要求进行建设，施工过程中切实落实好施工监理，同时加强对拦挡设施定期巡检，发现问题及时处理，降低环境风险；

（2）完善截回填区截排水系统，避免回填区外雨水汇入，对回填体及拦挡坝造成冲刷；

（3）设置地质灾害监测点，在拦挡坝标高 1939.0m、1945.0m；磷石膏基堆置台阶标高 1955.0m、1965.0m 共布设 11 个水平位移和垂直位移观测点；在两岸共布设位移工作基点 2 个，校核基点 2 个，共计 15 个监测点。对地质灾害进行监测。

（4）制定极端天气专项预案，根据气象预警信息，收到暴雨橙色预警后，提前 12 小时将各池体水位降至设计容积的 20%以下，对截排水沟进行检查，确保管网畅通。储备足量防汛沙袋在池体周边形成双层围挡，暴雨期间实施 24 小时人工巡查，重点监控池内水位及池体、拦挡坝、回填区稳定性，发现问题及时处置。

#### 4.3.5.3 各种自然灾害、极端天气或事故污染事件应急处置措施

##### （1）事故报告与初步评估

现场作业人员发现险情后，需立即通过内部通讯系统（如对讲机、电话）向应急领导小组报告，明确事故位置、危害程度、初步判断影响范围。

##### （2）应急响应启动

应急领导小组根据上报信息召开紧急会议，根据危害程度评估风险等级，决定是否启动应急预案。若启动应急预案，则通过向应急救援职能小组下达具体指令，明确任务分工。同时向昆明市生态环境局安宁分局、应急管理部门进行报告，请求援助。应急指挥组副总指挥协助总指挥领导救援工作，总指挥不在时代行总指挥职权。各应急救援队伍接到通知，应迅速携带相关应急物资赶往事故现场集合。

### （3）现场隔离与人员疏散

各应急救援职能小组根据各自职能开始救援，封闭事故现场，划定危险区域，设置警戒线和哨岗，禁止无关人员进入事故区，疏散无关人员，实行交通管制。

发生溃坝、滑坡、垮塌时，立即发布警报，需沿下游方向扩大疏散范围，根据预设的疏散路线进行安全疏散。

### （4）现场处置

会同环保部门、行业专家，根据事故危害程度，制定应急救援措施。在环保部门、应急管理部门指挥下进行抢修救援。

使用沙袋、推土机封堵决口，优先保护排洪设施；下游设置拦挡围堰拦截污染物，防治进一步扩散；加固周边边坡、清理松散堆积物，防治二次溃坝或滑坡，削坡减重降低岩体压力，开挖截水沟排水，使用挖掘机清理塌方，优先搜救被埋人员。

### （5）现场清理与修复

清除溃坝残留尾矿，加固滑坡体边坡并恢复植被；修复受损设施前需地质评估，避免重复灾害发生。

### （6）事故调查与整改

分析发生溃坝、滑坡、垮塌原因，制定整改措施。根据本次救援行动，修订完善应急预案，后期加强日常演练。

## 4.3.6 应急资源情况分析

针对废气异常排放污染事件需储备一定的降尘设备，如多功能水枪、水泵、水带、防尘网等；针对废水异常排放污染事件，需储备一定的围堵类物资，如防渗膜、吨袋、水泵、水带等；针对地下水、土壤污染事件，需储备一定的吸附材料，如活性炭，围堵物资如防渗膜、吨袋等；针对各种自然灾害、极端天气或事故污染事件，则储备一定的围堵类物资，如防渗膜、吨袋。此外需储备通用的应急救援设施、设备、工具，如警戒线、锥形桶、手电筒、对讲机、潜水泵、发电机、消防铲等。针对应急救援人员储备一

定的个人防护用品，如防护手套、护目镜、救援头盔、防护服、防化鞋等。

本项目拟储备应急物资情况如下：

表 4.3.6-1 突发环境事件应急救援物资储备情况表

| 序号 | 装备及应急物资名称    |           | 型号规格                                            | 数量    | 存放位置  | 负责管理的人员姓名及电话号码      |
|----|--------------|-----------|-------------------------------------------------|-------|-------|---------------------|
| 1  | 工程救援助车辆      |           | /                                               | 2 辆   | 厂区停车位 | 施玉明，<br>13708467220 |
| 2  | 污染围堵、吸附类     | 高密度聚乙烯防渗膜 | 厚度 $\geq 2\text{mm}$ ，断裂强度 $\geq 25\text{kN/m}$ | 50m   | 仓库    |                     |
|    |              | 吨袋        | $1\text{m}^3/\text{袋}$ ，聚丙烯材质，承重 $\geq 1$ 吨     | 300 个 | 仓库    |                     |
|    |              | 活性炭       | 粉末活性炭                                           | 100kg | 仓库    |                     |
| 3  | 个人防护用品       | 化学品防护手套   | /                                               | 10 双  | 办公室   |                     |
|    |              | 口罩        | /                                               | 50 个  | 办公室   |                     |
|    |              | 护目镜       | /                                               | 5 副   | 办公室   |                     |
|    |              | 救援头盔      | /                                               | 10 顶  | 办公室   |                     |
|    |              | 防护服       | /                                               | 5 套   | 办公室   |                     |
|    |              | 防化鞋       | /                                               | 5 双   | 办公室   |                     |
| 4  | 医疗救护         | 急救包       | 盛放常规外伤所需的敷料、药品和器械等                              | 1 个   | 办公室   |                     |
| 5  | 应急救援设施、设备、工具 | 手电筒       | /                                               | 10 个  | 办公室   |                     |
|    |              | 锥形桶       | /                                               | 10 个  | 办公室   |                     |
|    |              | 警戒线       | 100m                                            | 4 卷   | 办公室   |                     |
|    |              | 对讲机       | 通讯距离不低于 1000m                                   | 5 个   | 办公室   |                     |
|    |              | 潜水泵       | 流量 $\geq 500\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 30m，防爆型    | 1 台   | 仓库    |                     |
|    |              | 水带        | 符合 GB6246 的要求                                   | 50m   | 仓库    |                     |
|    |              | 多功能水枪     | /                                               | 1 个   | 仓库    |                     |
|    |              | 发电机       | /                                               | 1 台   | 仓库    |                     |
|    |              | 风向仪       | /                                               | 1 套   | 办公室   |                     |
|    |              | 消防铲       | /                                               | 5 个   | 仓库    |                     |
|    |              | 洒水车       | /                                               | 1 辆   | 厂区停车位 |                     |
| 6  | 消防设施         | 灭火器       | /                                               | 10 个  | 仓库    |                     |
|    |              | 消防桶       | /                                               | 4 个   | 仓库    |                     |

在完善应急物资储备，定期维护的情况下，可确保本项目发生突发环境事件时，及时有效的对事故进行处置，避免危害进一步扩大。

#### 4.4 突发环境事件危害后果分析

根据前述各类突发环境事件情景源强及影响结果分析，本项目突发环境事件对环境的影响程度和范围见表 4.4-1。

表 4.4-1 本公司突发环境事件各类情景可能产生的后果分析

| 事件类型             | 风险源名称   | 危险物质    | 事件原因                      | 影响范围     | 污染/影响对象  | 事件后果                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 预估突发环境事件级别   |
|------------------|---------|---------|---------------------------|----------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 火灾、爆炸事故次生、伴生环境污染 | 厂区内     | /       | 发生火灾、爆炸事故次生、伴生环境污染        | 厂区内及周边区域 | 空气质量、地表水 | <p>厂区若发生火灾爆炸事故，会影响到周边设施正常生产，甚至引发更大火灾爆炸事故。火灾爆炸事故中热辐射、冲击波和抛射物等直接危害属于安全事故范畴，其对环境的影响范围一般不超出厂界；而燃烧的过程中产生的有毒气体及燃烧产生的有毒烟雾将向下风向扩散，在空气中滞留或发生化学反应，对下游空气环境质量造成污染，往往会造成厂界外的环境影响。暴露于有害气体中还可能引发健康问题。</p>                                                                                                                                                     | I 级 社会级（不可控） |
|                  |         |         |                           |          |          | <p>火灾的扑救过程中会使用大量的水来冷却可燃物或扑灭火，在火场使用过的水会将火灾中产生的有害物质带走，同时泄漏出来的物料混入消防水，消防水即被污染。产生的消防废水会沿地势，最终汇集于初期雨水收集池（1100m<sup>3</sup>）内。因此事故废水经收集后，不会排出生厂区，对外环境影响不大。</p>                                                                                                                                                                                       | II 级 企业级（可控） |
| 废气异常排放污染事件       | 回填区     | 粉尘（颗粒物） | 施工扬尘若未采取妥善、有效的降尘措施，粉尘大量排放 | 厂区内及周边区域 | 空气质量、土壤  | <p>废气异常排放将造成项目区及下风向区域大气环境污染，同时对暴露在污染区域的人群健康造成危害；粉尘覆盖植物叶片阻碍光合作用，降低农作物产量，同时破坏观赏性植物景观；粉尘沉降改变土壤理化性质，影响微生物活动，对生态环境造成一定的影响。</p> <p>根据估算结果，在未采取降尘措施的情况下，施工粉尘直接排放，对项目下风向 180-800m 区域范围内空气环境质量造成严重污染，该区域内颗粒物浓度超过《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单中二级标准，最大落地浓度为 1.308mg/m<sup>3</sup>，占标率为 145.33%，出现在下风向 398m 处。停止施工后，即可切断粉尘产生源，之后采取降尘措施后，即可降低粉尘污染，影响不大。</p> | II 级 企业级（可控） |
| 废水异常             | 回填区、渗滤液 | 渗滤液（含氟） | 防渗层破损或                    | 厂区内及     | 土壤、地下    | <p>渗滤液通过土壤孔隙或裂缝垂直下渗，进入地下水系统，对区域地下水环境造成污染；降雨冲刷泄漏的渗滤液，形成地表径流，携带污染物扩散至附近</p>                                                                                                                                                                                                                                                                      | I 级 社会级（不可控） |

|                            |                    |                                             |                                 |                      |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                  |
|----------------------------|--------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|----------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 排放<br>污染<br>事件             | 收集池                | 化物、磷<br>酸盐、重<br>金属）                         | 渗滤液<br>输送不<br>及时溢<br>出          | 周边<br>区域             | 水、地<br>表水  | 河流、湖泊等水体，此类扩散具有突发性和短时高浓度特征，可能引发水体污染或急性生态毒性事件；渗滤液中的重金属（如砷、镉、铅等）易被土壤吸附，长期滞留在土壤中，形成污染源。此类污染物可通过植物吸收进入食物链，或随土壤侵蚀再次释放；渗滤液中的挥发性有机物可通过挥发进入大气，形成有毒气体或附着于颗粒物上沉降至周边区域。此类扩散范围受风向、风速影响显著，可能对影响范围内居民造成慢性健康威胁。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |
| 地下<br>水、土<br>壤污<br>染事<br>件 | 回填区、<br>渗滤液<br>收集池 | 改性磷<br>石膏、渗<br>滤液（含<br>氟化物、<br>磷酸盐、<br>重金属） | 填埋区<br>或废水<br>处理设<br>施防渗<br>层破损 | 厂区<br>内及<br>周边<br>区域 | 土壤、<br>地下水 | <p>项目使用改性磷石膏回填矿坑，改性磷石膏为Ⅰ类一般工业固体废物，回填修复区铺设阻隔层，降雨时回填体还会产生渗滤液，渗滤液含有一定量污染物；此外设置有渗滤液收集池对渗滤液进行收集。若填埋区或废水处理设施防渗层破损，堆存的改性磷石膏和雨季渗滤液，将会下渗，对项目区及下游方向土壤、地下水造成污染。</p> <p>（1）对地下水的影响</p> <p>项目回填区使用采用无害化处理后的改性磷石膏作为回填料，堆填的改性磷石膏基中可能含有有毒有害成份的渗滤液，在事故条件下发生泄漏后，污染物进入地下水中随着地下水向下游方向发生运动，项目区地下水流受地形影响较大，整体由西向东流动。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，会对项目区地下水及下游方向部分地下水敏感点造成一定的影响，影响范围超出厂界。</p> <p>（2）对土壤的影响</p> <p>在事故状况下，随着污染物不断的下渗，下边界浓度有上升的趋势。在预测期间720d，仅第4个观察点（深度5m处）各污染物浓度开始增加，第5、第6观察点无浓度变化，即发生连续渗漏时，各污染物在施工期内可入渗至5m深度。</p> <p>结合不同时段剖面污染物浓度情况变化图，项目发生防渗破损的情况下，污染物发生连续入渗时，最大入渗深度约为5m，在及时发现破损并采取修复的情况下，入渗的污染物在720d后，入渗深度可控制在2.8m以内。</p> <p>项目采坑基础土层经强夯后，可进一步控制污染物入渗深度，结合地勘报告，</p> | I 级 社会级<br>(不可控) |

|                                                |     |                                           |                                 |              |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                  |
|------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------|---------------------------------|--------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|                                                |     |                                           |                                 |              |                            | 地勘钻孔期间未揭露稳定地下水位，故在发生防渗破损时，通过采取积极措施，可有效控制污染物入渗深度，不会对土壤及地下水造成较大影响，但影响范围超出厂界。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                  |
| 各种自然<br>灾害、<br>极端<br>天气<br>或事<br>故污<br>染事<br>件 | 回填区 | 堆填的<br>改性磷<br>石膏（含<br>氟化物、<br>磷酸盐、<br>重金属 | 回填体<br>和拦挡<br>坝溃坝、<br>滑坡、垮<br>塌 | 厂区内及<br>周边区域 | 原矿山<br>生活区、<br>下游公路、<br>耕地 | <p>突遇暴雨、极端天气、地震等自然灾害，或生态恢复回填区未按设计施工、管理不当发生事故。存在回填体和拦挡坝溃坝、滑坡、垮塌的风险，发生此类事故后，堆填改性磷石膏将向下游冲击，对下游工业场地、办公生活区、耕地、道路造成影响。</p> <p>根据《安宁黄雪艳富营采石场矿山环境治理与生态修复工程项目失稳影响评价报告》及评审意见：本项目最大溃砂量情况下，采石场空区生态修复工程失稳后石膏体仅到达下侧原矿山生活区、下游公路、左侧居民农田，到达下侧原生活区时最大流深达到 2.6m，最终流深到达 2.1m，最大流速达 3.1m/s，最大冲击力到达 92.72kN/m，最大静压力达 21.81kN/m，风险等级在 0-2 之间，可能对原矿山生活区两处住宿点造成破坏以及道路堵塞；石膏体到达下侧公路时几乎对公路没有破坏影响但可能造成道路堵塞，石膏体到达左侧农田时对农田造成堆积影响，对农田里的农作物造成破坏，其余影响不大。安宁黄雪艳富营采石场矿山环境治理与生态修复工程项目对下游设施无重大影响，但影响范围超出厂界。</p> | I 级 社会级<br>(不可控) |

## 5 现有环境风险防控和应急措施差距分析

本次评估从环境风险管理制度、环境风险防控与应急措施、环境应急资源、历史经验教训总结等四个方面对现有环境风险防控与应急措施的完备性、可靠性和有效性进行分析论证，找出差距、问题，根据其危害性、紧迫性和治理时间的长短，提出需要整改的短期（3个月以内）、中期（3-6个月）和长期项目（6个月以上）内容。

### 5.1 环境风险管理制度

#### 5.1.1 环境风险防控和应急措施制度建设情况

（1）公司环境风险防控与应急措施制度建设基本完善，已明确环境风险防控重点岗位的责任人或责任机构，具有一定的环境风险预防和预警性。

（2）公司已成立突发环境事件应急救援指挥中心，下设多个应急救援职能小组，但未设立应急专家组；应急组织体系基本完整。

（3）公司现有应急救援队伍成员明确到具体个人，设置有联系方式，发生突发环境事件时，可快速集结队伍，及时有效实施救援。

（4）未设置提醒周边公众紧急疏散的措施和手段。

综上，公司环境风险防控与应急措施制度建设基本完善，具体包括：建立了的环境应急管理体系，编制了突发环境风险事故应急预案，具有环境风险的预防和预警性。环境风险防控重点岗位的责任人明确，按要求组建了应急指挥中心，下设应急救援小组。定期排查安全生产隐患，环境风险设施定期巡检和维护责任制度基本落实，重点部位设置专人巡检，执行日常生产巡检。

#### 5.1.2 环评及批复中风险防控与应急措施落实情况

经查阅《安宁黄雪艳富营采石场矿山环境治理与生态修复工程项目环境影响报告表》及批复，其要求的风险防控与应急措施如下：

##### （1）风险控制措施

##### 1) 源头控制措施

①源头控制措施主要是对回填改性磷石膏成分的控制。每一批磷石膏基生态修复材料需经检测满足昆明市地方标准《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-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）和、《磷石膏的处理处置规范》（GB/T32124-2024）中

磷石膏改性要求：按照 HJ 557 规定方法制备的改性磷石膏浸出液中任何一种特征污染物浓度均不应超过 GB 8978 最高允许排放浓度（第二类污染物最高允许排放浓度按照一级标准执行）。

参照《改性磷石膏综合利用 矿山生态修复过程环境监管规范》（DB5301/T 99-2023）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）中要求对入场改性磷石膏进行检测。

②从源头起进行严格控制，加大监督力度，防止生活垃圾混入，在回填、推平过程中也要检查，一旦发现生活垃圾或“严禁回填固废”混入，应立即停止回填，做到不允许“严禁回填固废”进入回填修复区。

## 2) 施工过程控制措施

按照生态修复方案，落实修复区防渗工程措施，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、渗滤液导排及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。

### ①回填区底部、岸坡防渗

磷石膏基堆填区域底部：铺设厚度为 0.75m 的粘土，且经压实处理后，饱和渗透系数不应大于  $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，之后依次铺设 400g/m<sup>2</sup> 土工布、2.0mm 的 HDPE 防渗膜、400g/m<sup>2</sup> 土工布防渗层。

岸坡防渗层结构：

对岸坡坡度较缓地段，坡面平整清理压实后，铺设厚度为 0.75m 的粘土，且经压实处理后，饱和渗透系数不应大于  $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，之后依次铺设 400g/m<sup>2</sup> 土工布、2.0mm 的 HDPE 防渗膜、400g/m<sup>2</sup> 土工布防渗层。

对岸坡较陡的南侧边坡地段，坡面平整清理压实后，铺设厚度为 0.75m 的粘土，且经压实处理后，饱和渗透系数不应大于  $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，之后依次铺设 400g/m<sup>2</sup> 土工布、2.0mm 的 HDPE 防渗膜、400g/m<sup>2</sup> 土工布防渗层。

由于现状采空区南侧边坡较陡，且全为岩质边坡，其防渗层采用一次性铺设的实施难度较大，容易破坏防渗层。为确保防渗层的有效性和完整性，设计要求采场南侧高陡边坡防渗层铺设采取与磷石膏基堆填同步实施，并保持防渗层铺设标高始终高于磷石膏基堆填工作面 1.0m 以上。

在岸坡上沿拦挡坝坝顶 1945.0m 标高及最终堆填标高 1965.0m 各设置一条锚固沟，

防止防渗膜下滑，锚固沟采用岸坡排水沟兼做，断面尺寸  $B \times H = 1.0\text{m} \times 0.8\text{m}$ ，总长 315.0m。对岸坡较陡地段陡壁需采用锚固钉、链固定。

#### ② 拦挡坝内坡防渗

内坡面碾压平整压实后，铺设厚度为 0.75m 的粘土，且经压实处理后，饱和渗透系数不应大于  $1.0 \times 10^{-7}\text{cm/s}$ ，之后自下而上铺设  $400\text{g/m}^2$  土工布、2.0mm 的 HDPE 双糙面防渗土工膜、 $400\text{g/m}^2$  土工布防渗层，并与场底防渗层相连。

采用上述防渗措施后，磷石膏基堆填体与四周土壤及地下水可完全隔绝，从而阻止磷石膏基对环境的污染。

场区防渗根据排放磷石膏基实际情况，防渗层的铺设不分期，在岸坡上沿拦挡坝坝顶标高 1945.0m 及最终堆高 1965.0m 各设置一条锚固沟，断面尺寸  $B \times H = 1.0 \times 0.8\text{m}$ ，防止防渗膜下滑，锚固沟兼做临时排水沟。对岸坡较陡地段陡壁需采用锚固钉、链固定。

#### ③ 收集池底部防渗

收集池底部铺设厚度为 0.75m 的粘土，且经压实处理后，饱和渗透系数不应大于  $1.0 \times 10^{-7}\text{cm/s}$ ，之后依次铺设土工格栅 TGSG40-40、 $400\text{g/m}^2$  土工布、2.0mm 的 HDPE 防渗膜、 $400\text{g/m}^2$  土工布防渗层、池底  $0.24\text{m} \times 0.115\text{m} \times 0.053\text{m}$  预制混凝土方孔砖压护。

岸坡防渗层结构：对岸坡进行坡面平整清理，坡面平整清理压实后，铺设厚度 0.75m 的粘土，且经压实处理后，饱和渗透系数不应大于  $1.0 \times 10^{-7}\text{cm/s}$ ，之后依次铺设  $400\text{g/m}^2$  土工布、2.0mm 的 HDPE 防渗膜、 $400\text{g/m}^2$  土工布防渗层。

在岸坡上沿标高 1935.0m 设置一条锚固沟防止防渗膜下滑。断面尺寸  $(a+b) \times H = (0.5\text{m} + 1.5\text{m}) \times 1.0\text{m}$ ，长 150m，防渗层铺设完成后回填土料夯实。

采用上述防渗措施后，收集池内收集的渗滤液与四周土壤及地下水可完全隔绝，从而阻止渗滤液对环境的污染。

#### ④ 封场回填体顶部、外坡面防渗

场区磷石膏基堆填达到最终使用标高，需进行封场。根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）：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。

本项目对堆场外坡面进行整理、清理、压实好后依次铺设  $400\text{g/m}^2$  土工布、1.5mmHDPE 双糙面土工膜、 $400\text{g/m}^2$  土工布防渗层。

对堆场顶面进行整理、清理、压实好后依次铺设  $400\text{g/m}^2$  土工布、1.5mmHDPE 双糙面土工膜、土工席垫排水层。

采用上述防渗措施后，磷石膏基堆积体完全与大气隔绝，雨季降水通过设置于防渗层之上的排水沟排至下游初期雨水收集池。从而阻止雨水进入磷石膏基。

### 3) 末端监管

#### ①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）、《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2001）、《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）、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》（DB53T 1269—2024）中较严要求：项目区共设置 4 个地下水跟踪监测井，在场地外上游设 1 座监测井作为对照点，沿厂区下游北侧、东侧各设置 1 座监测井，此外在地下水导排系统主管出口处设 1 个监测井（地下水收集井）作为监测点，有水排出时对回填区导排的地下水进行监测。

地下水跟踪监测频率为：每年在丰、枯水期各监测 1 次，直到生态修复完成后相关指标连续 3 年不超过环境质量本底值。

若发现地下水环境异常，出现超标情况时，应及时上报生态环境主管部门，并开展原因调查，若因本项目导致的地下水超标，对回填改性磷石膏采取异位处置或其他有效措施，开展污染地下水修复工作。

#### ②地质灾害监测

回填安全监测内容包括：拦挡设施坝体轮廓尺寸、变形、裂缝、滑坡和渗漏、坝面保护监测等。在拦挡坝标高 1939.0m、1945.0m；磷石膏基堆置台阶标高 1955.0m、1965.0m 共布设 11 个水平位移和垂直位移观测点；在两岸共布设位移工作基点 2 个，校核基点 2 个，共计 15 个监测点。

#### ③防渗漏监控系统

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。

### (2) 应急措施

在监控井水质异常或防渗漏监控系统异常的情况下，须立即采取应急措施，委托专业设计单位进行设计帷幕灌浆等防渗措施，阻断污染源进一步向下游扩散，启动应急预案，对泄漏渗滤液水质进行监测，及时进行清运。对项目区周边地下水进行监测，对下游敏感点（樟富营村水井、红石村水井）进行监测，一旦发生污染事件，及时对取水水

井的水源进行替代。

鉴于本项目为矿山生态修复项目，目前尚未开始施工，项目施工期将严格按照设计要求开展施工，严格落实《安宁黄雪艳富营采石场矿山环境治理与生态修复工程项目环境影响报告表》及批复中提出的风险防范措施；发生地下水污染事件后，委托专业设计单位进行设计帷幕灌浆等防渗措施，阻断污染源进一步向下游扩散，启动应急方案，对泄漏渗滤液水质进行监测，及时进行清运。对项目区周边地下水进行监测，对下游敏感点（樟富营村水井、红石村水井）进行监测，一旦发生污染事件，及时对取水水井的水源进行替代。

### 5.1.3 职工环境风险和环境应急管理的宣传与培训

公司针对突发环境事故风险对职工进行过专门的宣传与培训，员工对环境风险有一定的预防和预警性。但公司还应加强宣传及培训，对应急管理人员和处置人员每年至少一次环境事故应急、自救安全防护知识的培训，以增强应急管理能力和处置能力。培训内容参考如下：

#### （1）应急人员的培训内容

- ①如何识别环保隐患；
- ②如何启动紧急警报系统；
- ③污染物泄漏控制措；
- ④常见事故的处置方法；
- ⑤各种应急设备的使用方法；
- ⑥防护用品的佩戴使用；
- ⑦如何安全疏散人群等。

#### （2）本单位员工环境应急措施基本知识培训内容

- ①潜在的重大环保事故及其后果；
- ②事件警报与通知的规定；
- ③个人基本防护知识；
- ④撤离的组织、方法和程序；
- ⑤在污染区行动时必须遵守的规则；
- ⑥自救与互救的基本常识。

#### （3）培训的要求

针对性：针对可能的环境事故情景及承担的应急职责，不同的人员讲授不同的内容。

周期性：一般至少一年进行一次。

定期性：定期进行技能培训。

真实性：尽量贴近实际应急活动。

#### （4）演练

公司应加强突发环境事件应急演练，通过应急演练，更好锻炼公司各生产车间、职能部门在突发意外事故情况下的应急反应速度和组织协调能力。

### 5.1.4 突发环境事件信息报告制度及执行情况

公司建立了突发环境事件信息报告制度，但需完善信息报告流程图，明确信息报告时效。

信息报告方式分为初报、续报及处理结果报告。初报从发现事件后起1小时内上报；续报在查清有关基本情况后随时上报；处理结果报告在事件处理完毕后立即上报。

初报：初报可用电话直接报告，初报应采用适当方式，避免在当地群众中造成不利影响。

续报：在初报的基础上报告有关确切数据，事件发生原因、过程、进展情况及采取的措施、过程和结果，事件潜在或间接的危害、影响、处理后的遗留问题，参加处理工作的有关部门和工作内容，出具有关危害与损失的证明文件等详细情况。

处理结果报告：处理结果报告采用书面报告。处理结果报告在初级和续报的基础上，报告处理事件的措施、过程和结果，事件潜在或间接的危害、社会影响、处理后的遗留问题，参加处理工作的有关部门和工作内容，出具有关危害和损失的证明文件等详细情况。

## 5.2 环境风险防控与应急措施

公司根据实际情况，制定落实了以下风险防控与应急措施：

（1）加强管理，提高操作人员业务素质强化管理，提高操作人员业务素质是降低事故风险的重要措施，加强岗前教育。

（2）加强厂区各风险源设施日常运行的管理，杜绝事故发生，建立健全应急预案体系、环保管理机制和各项环保规章制度，落实岗位环保责任制，加强环境风险防范工作，防止发生事故导致环境问题。

（3）加强对厂内的风险防控与应急设施维护、保养。

（4）配备必要的应急物资，管理上加强设施、设备的日常维护和检测，及时发现事故前兆。

（5）落实安全生产责任制的建立和执行。

（6）制定各级各类人员安全生产责任制和各职能部门的安全职责。明确单位负责人为第一责任人，并建立各级各类人员安全生产责任制。

参照《企业突发环境事件风险评估指南》（试行）环办[2014]34号中表5评估企业环境风险防控与应急措施情况。公司大气环境风险防控、水环境风险防控与应急措施实行标准对照见表5.2-1。

**表 5.2-1 企业大气环境、水环境风险防控与应急措施实行标准对照表**

| 评估指标                   | 评估依据                                                                                                                                                                      | 企业现状                                                                                                                                                                 | 差距分析 |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>一、大气环境风险防控与应急措施</b> |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                      |      |
| 毒性气体泄漏紧急处置装置           | 1) 不涉及有毒有害气体的；或 2) 根据实际情况，具有针对有毒有害气体（如硫化氢、氰化氢、氯化氢、光气、氯气、氨气、苯等）的泄漏紧急处置措施。                                                                                                  | 公司使用的原辅材料不涉及附录中的有毒有害气体。                                                                                                                                              | 满足要求 |
| 毒性气体泄漏监控预警措施           | 1) 不涉及有毒有害气体的；或 2) 根据实际情况，具有针对有毒有害气体（如硫化氢、氰化氢、氯化氢、光气、氯气、氨气、苯等）设置生产区域或厂界泄漏监控预警措施。                                                                                          | 公司使用的原辅材料不涉及附录中的有毒有害气体。                                                                                                                                              | 满足要求 |
| 防护距离情况                 | 符合环评及批复文件防护距离要求的                                                                                                                                                          | 环评及批复文件中未作出防护距离要求。                                                                                                                                                   | 满足要求 |
| <b>二、水环境风险防控与应急措施</b>  |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                      |      |
| 截流措施                   | 1) 环境风险单元设防渗漏、防腐蚀、防淋溶、防流失措施；且<br>2) 装置围堰与罐区防火堤（围堰）外设排水切换阀，正常情况下通向雨水系统的阀门关闭，通向事故存液池、应急事故水池、清净下水排放缓冲池或污水处理系统的阀门打开；且<br>3) 前述措施日常管理及维护良好，有专人负责阀门切换，保证初期雨水、泄漏物和受污染的消防水排入污水系统。 | 本项目回填区、废水处理设施均进行了防渗处理，依次铺设400g/m <sup>2</sup> 土工布、2.0mm的HDPE防渗膜、400g/m <sup>2</sup> 土工布防渗层；回填区底部设置渗滤液收集管，与渗滤液收集池相连；甚至有初期雨水收集池及排水沟，对回填区的地表径流进行收集；设置有专人对废水处理设施进行维护、管理。 | 满足要求 |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                  |      |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------|
| 事故排水收集措施   | <p>1) 按相关设计规范设置应急事故水池、事故存液池或清净下水排放缓冲池等事故排水收集设施，并根据下游环境风险受体敏感程度和易发生极端天气情况，设置事故排水收集设施的容量；且</p> <p>2) 事故存液池、应急事故水池、清净下水排放缓冲池等事故排水收集设施位置合理，能自流式或确保事故状态下顺利收集泄漏物和消防水，日常保持足够的事故排水缓冲容量；且</p> <p>3) 设抽水设施，并与污水管线连接，能将所收集物送至厂区内污水处理设施处理。</p>                                                    | 厂内设置有渗滤液收集池，对回填区产生的渗滤液进行收集，渗滤液收集池容积满足使用需求，有一定的缓冲容量；设置专人进行管理。                     | 满足要求 |
| 清净下水系统防控措施 | <p>1) 不涉及清净下水；或</p> <p>2) 厂区内清净下水均进入废水处理系统；或清污分流，且清净下水系统具有下述所有措施：</p> <p>① 具有收集受污染的清净下水、初期雨水和消防水功能的清净下水排放缓冲池（或雨水收集池），池内日常保持足够的事故排水缓冲容量；池内设有提升设施，能将所集物送至厂区内污水处理设施处理；且</p> <p>② 具有清净下水系统（或排入雨水系统）的总排口监视及关闭设施，有专人负责在紧急情况下关闭清净下水总排口，防止受污染的雨水、清净下水、消防水和泄漏物进入外环境。</p>                       | 不涉及清洁下水。                                                                         | 满足要求 |
| 雨排水系统防控措施  | <p>厂区内雨水均进入废水处理系统；或雨污分流，且雨排水系统具有下述所有措施：</p> <p>① 具有收集初期雨水的收集池或雨水监控池；池出水管上设置切断阀，正常情况下阀门关闭，防止受污染的水外排；池内设有提升设施，能将所集物送至厂区内污水处理设施处理；且</p> <p>② 具有雨水系统外排总排口（含泄洪渠）监视及关闭设施，有专人负责在紧急情况下关闭雨水排口（含与清净下水共用一套排水系统情况），防止雨水、消防水和泄漏物进入外环境；</p> <p>③ 如果有排洪沟，排洪沟不通过生产区和罐区，具有防止泄漏物和受污染的消防水流入区域排洪沟的措施。</p> | 厂内雨污分流，厂界外雨水经截水沟收集后排入厂界外，不经过生产区和罐区；回填区内地表径流经排水沟收集后进入初期雨水收集池，收集的雨水回用于厂区内洒水降尘，不外排。 | 满足要求 |

|              |                                                                                                                                                                                                                      |                         |      |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------|
| 生产废水处理系统防控措施 | 1) 无生产废水产生或外排；或<br>2) 有废水产生或外排时：<br>①受污染的循环冷却水、雨水、消防水等排入生产污水系统或独立处理系统；且<br>②生产废水排放前设监控池，能够将不合格废水送废水处理设施重新处理；且<br>③如企业受污染的清净下水或雨水进入废水处理系统处理，则废水处理系统应设置事故水缓冲设施；<br>④具有生产废水总排口监视及关闭设施，有专人负责启闭，确保泄漏物、受污染的消防水、不合格废水不排出厂外。 | 不涉及生产废水外排，未设置生产废水排放口。   | 满足要求 |
| 厂内危险废物环境管理   | 1) 不涉及危险废物的；或<br>2) 针对危险废物分区贮存、运输、利用、处置具有完善的专业设施和风险防控。                                                                                                                                                               | 项目为矿山生态修复项目，不涉及危险废物的暂存。 | 满足要求 |

### 5.3 环境应急资源

参照《企业突发环境事件风险评估指南》（试行）环办[2014]34号中“7.3 环境应急资源”分析公司环境应急资源差距情况如下：

表 5.3-1 公司环境应急资源差距分析一览表

| 相关要求/类型                                      | 差距分析                | 本次应急预案需要补充的应急措施内容                                       |
|----------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------|
| 是否配备必要的应急物资和应急装备                             | 厂区内配备有一定的应急装备和应急物资。 | 1、定期对应急物资进行维护、保养、更新，确保随时可用，储备充足；<br>2、完善应急物资、设施，完善标签标识。 |
| 是否已设置专职或兼职人员组成的应急救援队伍                        | 已设置应急救援队伍。          | 需定期组织员工进行应急演练和培训。                                       |
| 是否与其他组织或单位签订应急救援协议或互救协议（包括应急物资、应急装备和救援队伍等情况） | 未签订救援协议。            | 将外部救援机构和附近医院的相关信息记录备案，以便在事件突发时，可立即寻求外部救援。               |

公司在日常的生产管理中，储备有一定数量的应急物资，事故发生时，可以第一时间响应和抢险救援。公司的应急储备包括消防器材、应急抢险器材、个人防护用品等。通过对公司参与应急救援的人员人数和各危险源的风险程度评价和分析，公司的应急物资的储量一般，需进行完善；暂未与其他组织或单位签订应急救援协议或互救协议（包括应急物资、应急装备和救援队伍等情况）。

建议公司要注意及时补充、更新应急标识系统，当发现应急标识系统老化、不清晰，或者存放的化学品有变动时，应及时更新标识牌上的信息，保证各个关键点的标识牌所反映的信息能起到实际的应急作用。

## 5.4 历史经验教训总结

本公司运行至今，未发生过任何突发环境污染事件。

评估报告列举了几例同类企业突发环境事件案例，发生事故的主要原因为：操作人员失误、管理不善导致事故发生。

从这些案例中我们可吸取一些经验教训，以便采取措施防止类似事件的发生：

（1）生产岗位应制定严格的安全操作规程，人员培训后合格后上岗，定期进行考核；针对涉及到环境风险物质的重点岗位，对可能发生的突发环境事件进行评估，认真分析周边环境风险受体情况，逐步完善公司环境风险防控能力及应急处置制度；

（2）落实安全生产主体责任，应急各岗位应设专人，避免重大事故预案启动不了，排查安全环保隐患，对危险性较大的重点区域、重点装置和重点岗位，加大监控力度和隐患排查治理力度，对排查出来的隐患及时进行整改，避免事故发生；加强工艺技术、生产操作等控制，严格执行工艺纪律和设备点巡检制度，检修前认真检查和确认；

（3）不使用淘汰落后生产工艺装备和产品生产设备。定期开展生产检修，发现问题及时修补，必要时进行更换，保证设备满足负荷要求、安全生产；

（4）加强管道、阀门等设备系统的维护，避免事故发生时不能及时关闭，加强对环保治理设施的维护保养检修，确保环保设施正常运行，加强对在线监测设备及数据的实时监控，确保突发事故发生时能迅速做出应急反应；

（5）采取合法、妥善的固废处置措施，禁止随意丢弃；

（6）定期开展应急预案培训、演练，确保事故状态下的有效响应。做好环境风险和环境应急管理宣传、培训，收集整理同类企业或涉及相同环境风险物质的环境事故案例，组织全体员工学习，对照案例进行隐患排查，避免同类事故在本单位发生。

此外，公司应不断改进技术装备，根据应急处置工作的需要，邀请行业专家和专业技术队伍对公司的各应急救援队伍进行培训，加强其应急处置能力；加强与周边企业的应急联动，以便发生事故时可及时取得支持。

## 5.5 需要整改的短期、中期和长期项目内容

针对上述排查的每一项差距和隐患，根据其危害性、紧迫性和治理时间的长短，提

出需要完成整改的期限，分别按短期（3个月以内）、中期（3-6个月）和长期（6个月以上）列表说明需要整改的项目内容，包括：整改涉及的环境风险单元、环境风险物质、目前存在的问题（环境风险管理制度、环境风险防控与应急措施、应急资源）、可能影响的环境风险受体等。

针对前文分析，公司需要整改的短期、中期和长期项目内容如下：

**短期（3个月以内）：**

- （1）强化环境风险管理制度，定期开展环境风险和环境应急管理宣传和培训，在厂区内张贴应急救援机构和人员、联系方式。
- （2）进一步完善环境风险防控和应急措施。
- （3）完善应急物资管理制度，完善应急物资、设施标签标识；
- （4）根据相关规范要求，[与其他单位签订](#)应急救援协议或互救协议。

**中期（3-6月以内）：**对环境风险防控重点岗位进行定期巡检和维护工作，对不达标设施进行整治；明确环境风险防控重点岗位的责任机构，落实到人，开展定期巡检和维护工作。

**长期（6个月以上）：**每年需定期组织环境应急管理宣传和培训以及应急演练。

## 6 完善环境风险防控和应急措施的实施计划

针对以上需要整改的短期、中期和长期项目内容，企业应制定环境风险防控和应急措施的实施计划。实施计划应明确环境风险管理制度、环境风险防控措施、环境应急能力建设等内容，逐项制定加强环境风险防控措施和应急管理目标、责任人及完成时限。

### 6.1 目的与目标

#### 6.1.1 目的

- （1）通过环境风险防控和应急措施的实施，能够进一步完善环境风险管理制度，使环境风险管理工作真正地为公司经营活动保驾护航；
- （2）通过实施环境风险防控措施能够从根本上消除和降低风险发生的可能性；
- （3）通过实施环境应急计划能够强化事发应急，将可能出现的事故损失降到最低限度；
- （4）通过相关培训，能够提升公司干部和员工的防范意识和工作水平。

#### 6.1.2 目标

总目标：为更好完善厂内环境风险防控水平，提高厂区的环境预警和环境应急能力，切实提高整个厂区的环境风险防控能力。

时间目标：短期目标 3 个月内；中期目标 6 个月内；长期目标 6 个月以上。

### 6.2 工作原则

- （1）高度重视：成立环境风险管理小组，明确职责，制定工作时间表，落实整改项目责任人；责任人必须亲力亲为；
- （2）按期完成：每完成一次实施计划，都应将计划完成情况登记建档备查。
- （3）备案上报：对于因外部因素致使企业不能排除或完善的情况，如环境风险受体的距离和防护等问题，应及时向属地生态环境局及其有关部门报告，并配合采取措施消除隐患。

## 6.3 防控措施完善实施计划

经前文分析，环境风险防控措施完善实施计划如下：

表 6.3-1 环境风险防控措施完善实施计划表

| 紧急程度 | 完善项目              | 完善内容                                                                                                          | 完成时间  |
|------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 短期   | 管理防控措施            | （1）强化环境风险管理制度，定期开展环境风险和环境应急管理宣传和培训，在厂区内张贴应急救援机构和人员、联系方式；<br>（2）进一步完善环境风险防控和应急措施：①完善柴油储罐围堰；②加强对雨水排放口的监控并设置切断阀。 | 3 个月内 |
|      | 完善应急物资            | 补充完善应急物资、装备管理制度，完善标签标识。                                                                                       |       |
|      | 签订应急救援协议或互救协议     | 根据相关规范要求， <a href="#">与其他有单位签订</a> 应急救援协议或互救协议。                                                               |       |
| 中期   | 完善环境风险防控责任制度，加强巡检 | 对环境风险防控重点岗位进行定期巡检和维护工作，对不达标设施进行整治；明确环境风险防控重点岗位的责任机构，落实到人，开展定期巡检和维护工作。                                         | 6 个月  |
| 常年计划 | 宣传、培训、演练          | 每年需定期组织环境应急管理宣传和培训以及应急演练。                                                                                     | 常年    |

## 7 企业突发环境事件风险等级

根据企业生产、使用、存储和释放的突发环境事件风险物质数量与其临界量的比值（Q），评估生产工艺过程与环境风险控制水平（M）以及环境风险受体敏感程度（E）的评估分析结果，分别评估企业突发大气环境事件风险和突发水环境事件风险，将企业突发大气或水环境事件风险等级划分为一般环境风险、较大环境风险和重大环境风险三级，分别用蓝色、黄色和红色标识。

### 7.1 大气环境事件风险等级

#### 7.1.1 涉气风险物质数量与临界量比值（Q）

根据《企业突发环境事件风险分级方法》（HJ 941-2018），Q 值为涉气风险物质在厂界内的存在量（如存在量呈动态变化，则按年度内最大存在量计算）与其在附录 A 中临界量的比值 Q，按照下式计算：

（1）当企业只涉及一种风险物质时，该物质的数量与其临界量比值，即为 Q。

（2）当企业存在多种风险物质时，则按式（1）计算：

$$Q = \frac{w_1}{W_1} + \frac{w_2}{W_2} + \dots + \frac{w_n}{W_n} \quad (1)$$

式中：w<sub>1</sub>, w<sub>2</sub>, ..., w<sub>n</sub>——每种风险物质的存在量，t；

W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub>, ..., W<sub>n</sub>——每种风险物质的临界量，t。

按照数值大小，将 Q 划分为 4 个水平：

①Q<1，以 Q<sub>0</sub> 表示，企业直接评为一般环境风险等级；

②1≤Q<10，以 Q<sub>1</sub> 表示；

③10≤Q<100，以 Q<sub>2</sub> 表示；

④Q≥100，以 Q<sub>3</sub> 表示。

本项目厂区内不涉及涉气环境风险物质，因此 Q 值为 0，属于 Q<1 的范围内，因此厂区主要涉气环境风险物质与临界量比值用 Q<sub>0</sub> 表示。

#### 7.1.2 突发大气环境事件风险等级

由于公司厂区内的涉气环境风险物质 Q<1，涉气环境风险物质与临界量比值用 Q<sub>0</sub> 表示，因此不再对生产区周边大气环境风险受体敏感程度（E）和生产工艺过程与大气环境风险控制水平（M）进行评价分析，生产区突发大气环境事件风险等级直接表示为

“一般-大气（Q<sub>0</sub>）”。

## 7.2 水环境事件风险等级

### 7.2.1 涉水风险物质数量与临界量比值（Q）

根据《企业突发环境事件风险分级方法》（HJ 941-2018），Q 值为涉水风险物质在厂界内的存在量（如存在量呈动态变化，则按年度内最大存在量计算）与其在附录 A 中临界量的比值 Q，按照下式计算：

（1）当企业只涉及一种风险物质时，该物质的数量与其临界量比值，即为 Q。

（2）当企业存在多种风险物质时，则按式（1）计算：

$$Q = \frac{w_1}{W_1} + \frac{w_2}{W_2} + \dots + \frac{w_n}{W_n} \quad (1)$$

式中：w<sub>1</sub>, w<sub>2</sub>, ..., w<sub>n</sub>——每种风险物质的存在量，t；

W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub>, ..., W<sub>n</sub>——每种风险物质的临界量，t。

按照数值大小，将 Q 划分为 4 个水平：

①Q<1，以 Q<sub>0</sub> 表示，企业直接评为一般环境风险等级；

②1≤Q<10，以 Q<sub>1</sub> 表示；

③10≤Q<100，以 Q<sub>2</sub> 表示；

④Q≥100，以 Q<sub>3</sub> 表示。

本项目厂区内不涉及涉水环境风险物质，因此 Q 值为 0，属于 Q<1 的范围内，因此厂区主要涉水环境风险物质与临界量比值用 Q<sub>0</sub> 表示。

### 7.2.2 突发水环境事件风险等级

由于厂内的涉水环境风险物质 Q<sub>7</sub><1，涉水环境风险物质与临界量比值用 Q<sub>0</sub> 表示，因此不再对周边水环境风险受体敏感程度（E）和生产工艺过程与水环境风险控制水平（M）进行评价分析，突发水环境事件风险等级直接表示为“一般-水（Q<sub>0</sub>）”。

## 7.3 企业环境风险等级确定

### 7.3.1 风险等级确定

公司厂区突发大气环境事件风险等级为“一般-大气（Q<sub>0</sub>）”和突发水环境事件风险等级为“一般-水（Q<sub>0</sub>）”，两者级别相同。

### 7.3.2 风险等级调整

根据《企业突发环境事件风险分级方法》（HJ 941-2018）中 8.2 风险等级调整：近三年内因违法排放污染物、非法转移处置危险废物等行为受到环境保护主管部门处罚的企业，在已评定的突发环境事件风险等级基础上调高一级，最高等级为重大。

本项目为生态修复工程，不涉及环境风险物质的储存及使用，生态修复完成后，不涉及工业污染物的排放。项目环境风险等级不高，因此风险等级不进行调整。

### 7.3.3 风险等级表征

公司厂区同时涉及突发大气和水环境事件风险，综上所述，公司突发环境事件风险等级判定为“一般[一般-大气（ $Q_0$ ）+一般-水（ $Q_0$ ）]”等级。