

陇川云龙稀土开发有限公司
龙安稀土矿改扩建项目
环境影响报告书
(送审稿)

建设单位：陇川云龙稀土开发有限公司

评价单位：矿冶科技集团有限公司

二〇二一年十二月

目录

1 概述.....	1
1.1 建设项目的的基本情况.....	1
1.2 建设项目特点.....	2
1.3 环境影响评价的主要过程.....	3
1.4 分析判定相关情况.....	3
1.5 关注的主要环境问题及环境影响.....	7
1.6 环境影响报告书主要结论.....	9
2 总论.....	10
2.1 编制依据.....	10
2.2 评价目的和原则.....	14
2.3 评价时段及评价对象.....	14
2.4 环境影响因素识别和评价因子筛选.....	15
2.5 评价重点.....	17
2.6 评价等级.....	17
2.7 评价范围.....	24
2.8 环境保护目标.....	25
2.9 评价标准.....	27
3 现有工程回顾性评价.....	32
3.1 现有工程基本情况.....	32
3.2 现有工程组成.....	35
3.3 现有工程总平面布置.....	36
3.4 现有工程占地.....	36
3.5 现有工程分析.....	37
3.6 现有矿山工程污染源分析.....	44
3.7 原环境影响报告表审查意见落实情况.....	45
3.8 历史遗留废弃地复垦情况.....	45
3.9 现有矿山环境现状及存在问题.....	47
3.10 “以新带老”措施.....	57

4 扩建工程分析.....	59
4.1 矿区范围及资源特征.....	59
4.2 扩建工程基本情况.....	61
4.3 项目组成.....	62
4.4 总体布局.....	67
4.5 项目占地.....	67
4.6 主要技术指标.....	67
4.7 矿山总体生产工艺流程.....	68
4.8 原地浸矿采矿工艺.....	68
4.9 母液处理工艺.....	74
4.10 防渗漏工程.....	76
4.11 公辅工程.....	77
4.12 物料平衡分析.....	78
4.13 本项目污染源、污染物及治理措施.....	83
4.14 扩建项目主要变化.....	96
5 环境现状调查与评价.....	98
5.1 矿区地理位置及交通.....	98
5.2 自然环境概况.....	99
5.3 环境空气质量达标区判定.....	101
5.4 地表水环境质量现状监测与评价.....	102
5.5 底泥环境质量现状监测及评价.....	107
5.6 地下水环境质量调查及评价.....	108
5.7 声环境现状监测与评价.....	117
5.8 土壤环境质量调查及评价.....	118
5.9 放射性分析.....	130
6 施工期环境影响评价.....	132
6.1 本项目施工概况.....	132
6.2 施工期主要污染源及防治措施.....	134
6.3 施工期环境影响分析.....	136
6.4 施工期环境管理.....	140

6.5 小结.....	140
7 生态环境影响评价.....	142
7.1 生态功能区划.....	142
7.2 生态敏感目标介绍.....	143
7.3 生态环境评价范围现状调查.....	144
7.4 生态环境影响评价.....	151
7.5 生态环境恢复措施.....	160
8 地表水环境影响评价.....	166
8.1 矿区周边地表水功能区划情况.....	166
8.2 取水环境影响评价.....	166
8.3 矿山排水环境影响评价.....	167
8.4 小结.....	170
9 地下水环境影响评价.....	174
9.1 地下水开发利用现状及敏感目标.....	174
9.2 区域地质和水文地质条件.....	174
9.3 项目区地质和水文地质条件.....	177
9.4 地下水环境模拟预测与评价.....	191
9.5 小结.....	201
10 土壤环境影响评价.....	203
10.1 项目对土壤环境影响分析.....	203
10.2 土壤环境保护措施与对策.....	207
10.3 评价结论.....	208
11 大气环境影响评价.....	210
11.1 当地多年气候特征与统计数据.....	210
11.2 项目大气污染源分析.....	211
11.3 大气环境影响分析.....	211
12 声环境影响评价.....	213
12.1 主要噪声源及源强.....	213
12.2 声环境关心点分析.....	213
12.3 声环境影响预测.....	213

12.4	声环境影响分析.....	214
13	固体废物环境影响评价.....	216
13.1	固体废物鉴别.....	216
13.2	固体废物产生量与处置量.....	216
13.3	固体废物贮存场符合性分析.....	216
13.4	小结.....	217
14	环境风险影响评价.....	218
14.1	风险识别.....	218
14.2	环境风险事故情形分析及预测.....	222
14.3	风险防范措施.....	229
14.4	事故应急预案.....	230
14.5	小结.....	233
15	环境保护对策及措施.....	235
15.1	设计阶段污染预防措施.....	235
15.2	施工阶段污染控制措施.....	236
15.3	生产阶段污染控制措施.....	237
15.4	闭矿阶段污染控制措施.....	248
15.5	服务期满后的环保措施.....	248
15.6	工程污染防治措施投资估算.....	249
16	环境管理与监测.....	251
16.1	环境管理.....	251
16.2	环境监测计划.....	253
16.3	三同时验收.....	259
17	环境经济损益分析.....	262
17.1	环保投资.....	262
17.2	环境效益.....	262
17.3	小结.....	265
18	总结论.....	266
18.1	工程概况.....	266
18.2	评价区环境质量现状.....	267

18.3 环境影响分析.....	268
18.4 工程污染防治措施.....	274
18.5 达标排放与总量控制.....	278
18.6 公众意见及采纳情况.....	279
18.7 评价总结论.....	279
18.8 建议.....	279

附件 1 委托书

附件 2 现有采矿许可证

附件 3 《云南省陇川县龙安稀土矿资源储量核实报告》（2013 年）评审备案证明（云国土资储备字[2013]182 号）

附件 4 《龙安稀土矿矿产资源开发利用方案》备案证明

附件 5 龙安稀土矿与基本农田关系的情况说明（陇川县自然资源局）

附件 6 不涉及铜壁关自然保护区证明（铜壁关省级自然保护区管护局）

附件 7 不占用生态红线证明（陇川县自然资源局）

附件 8 不涉及公益林证明（陇川县林业和草原局）

附件 9 不涉及水源地证明（德宏州生态环境局陇川分局）

附件 10 不涉及大盈江风景名胜区证明（陇川县林业和草原局）

附件 11 《陇川县龙安稀土矿》环评报告表及批复

附件 12 2021 年五矿给龙安稀土矿 REO 指标

附件 13 龙安稀土矿开展项目前期工作的函（稀土办函[2014]8 号）

附件 14 本项目标准执行函（德宏州生态环境局）

附件 15 龙安稀土矿关于生态红线上游矿体不开采的承诺函

1 概述

1.1 建设项目的基本情况

龙安稀土矿前身为陇川县稀土开发试验厂，该厂于 1992 年由云南省地质矿产局区域地质调查所组建。该厂于 1992 年 3 月 20 日向云南省矿产资源管理委员会申请办理了陇川县陇把镇龙安村临时采矿证，其证号为陇稀临采证字[1992]第 56 号，采矿期限 1992 年 6 月 1 日~2000 年 12 月 30 日，开采方式为露采，采用堆浸工艺进行生产，开采矿种为稀土，矿山规模为小型。

2000 年底云南省地质矿产局区域地质调查所将该采矿权转让给德宏州电力股份有限公司。采矿权到期后，德宏州电力股份有限公司于 2001 年 6 月 16 日按相关管理要求向云南省国土资源厅办理了采矿权延续，并获得了采矿许可证，证号 5300000120053，开采矿种为稀土矿，开采方式为露天开采，矿区面积为 0.6156km²，有效期限五年，自 2001 年 6 月~2006 年 6 月。由于德宏傣族景颇族自治州电力公司改制重组，该矿一直未进行过开采。

2005 年 8 月德宏傣族景颇族自治州电力公司将该采矿权转让给陇川云龙稀土开发有限公司。采矿权到期后，陇川云龙稀土开发有限公司于 2006 年 5 月依法申请延续取得了该矿采矿权，采矿许可证号为 C5300002011015130106177，有效期自 2006 年 5 月 29 日至 2013 年 5 月 29 日，开采矿种为轻稀土矿，开采方式为露天开采，生产规模为 25.00 万 t/a，矿区面积为 0.6156 km²，开采标高 1175m~985.6m。

2012 年 12 月，通过资产整合，五矿稀土集团控股了陇川云龙稀土开发有限公司，2013 年至 2016 年，矿权延续为每年一期采矿证。2016 年至 2017 年完善矿证延续材料，采矿证属于空窗期。矿山现有采矿许可证证号为 C5300002011015130106177，有效期限 1 年，自 2017 年 6 月 20 日至 2018 年 6 月 20 日，开采矿种为轻稀土矿，开采方式为露天开采，生产规模为 25.00 万吨/年，矿区面积为 0.6156 km²，开采标高 1175 m—985.6 m。为延续采矿证，龙安稀土矿于 2021 年 8 月委托矿冶科技集团有限公司编制《陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿改扩建项目环境影响报告书》，

龙安稀土矿自 1992 年首次取得采矿权证以来，生产断断续续，主要采用堆

浸工艺进行生产。2000 年 12 月，德宏州环境监测站编制了《陇川县龙安稀土矿建设项目环境影响报告表》，德宏州环境保护局对其进行审批（编号 200012），批复生产工艺为堆浸，批复规模为年产 350t 混合稀土氧化物。

2007 年，堆浸工艺全面禁止，陇川云龙稀土开发有限公司于 2009~2011 年进行原地浸矿试验性开采，意将生产工艺变更为原地浸矿，2012 年起至今，由于公司规划等原因，矿山处于停产状态。

矿区经多年开采后共形成两处堆浸废弃地和一个原地注液采空区，目前废弃地已全部恢复植被。原母液处理车间位于矿权外东南方。

为了延续矿山生产，2013 年 3 月，云南玉溪迈特实业有限公司编制完成《陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿资源储量核实报告》，2013 年 9 月，云南省国土资源厅矿产资源储量评审中评审通过【云国土资矿评储字【2013】110 号】。2013 年，昆明诚信勘察设计有限公司编制完成《陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿矿产资源开发利用方案》，于 2013 年 8 月 27 日通过云南省国土厅组织的专家评审并备案。2018 年，云南上立矿业有限公司编制了《陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿露天开采工程初步设计》。

龙安稀土矿于 2021 年 8 月委托矿冶科技集团有限公司编制《陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿改扩建项目环境影响报告书》，在报告书编写过程中得到了云南省生态环境厅、云南省德宏州生态环境局等单位的大力支持，并得到水文地质调查单位云南省地质工程勘察总公司、建设单位陇川云龙稀土开发有限公司的大力协助，在此谨致谢意。

1.2 建设项目特点

本项目为改扩建项目，扩建后矿山采用原地浸矿生产工艺，原地浸矿收液系统采用“密集导流孔+收液沟+收液井”工艺。原地浸矿场主要工程内容包括高位池、注液孔、注液管网、密集导流孔、收液沟、收液井、母液中转池、内部避水沟、外部排水沟等。采矿工艺原矿生产能力为 25 万吨/年，产品为混合稀土碳酸盐（简称碳酸稀土），产量为 2250t/a（折合混合稀土氧化物即 REO500 t/a）。

本项目在原母液处理车间范围内重新建设母液处理车间，母液处理车间工程内容包括除杂池、沉淀池、配液池、压滤车间、硫酸储罐、仓库、除杂渣贮存池、尾水处理站等。池体依据山坡呈阶梯布置。母液处理车间工艺池的池底和池壁采

用防渗材料防渗，防渗层的厚度应相当于渗透系数 $1.0 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$ 和厚度 $\geq 6\text{m}$ 的黏土层的防渗性能，防止浸矿液腐蚀池壁和池底，导致泄漏。

1.3 环境影响评价的主要过程

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第 44 号）及《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》（生态环境部令第 1 号）以及云南省生态环境厅审批环境影响评价文件的建设项目目录（2020 年本）云环发〔2020〕6 号，陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿改扩建项目需编制环境影响报告书，报云南省生态环境厅审批。陇川云龙稀土开发有限公司 2021 年 8 月委托矿冶科技集团有限公司对陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿进行环境影响评价，矿冶科技集团有限公司接受委托后立即组织专业技术人员进行现场调研，仔细研究了工程相关资料，项目组对工程所涉及区域进行了现场踏勘，并结合工程特点和拟建项目所在区域环境特征，经分析、预测及评价，编制了《陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿改扩建项目环境影响报告书》。

1.4 分析判定相关情况

1.4.1 “三线一单”符合性分析

“三线一单”主要指生态保护红线、环境质量底线、资源利用上限和环境准入负面清单。

（1）生态保护红线

本项目原地浸矿场均位于现有采矿证范围内，母液处理车间在现有母液处理车间场地内建设，经查询，陇川县自然资源局出具证明龙安稀土矿不在陇川县生态红线范围内（详见附件）。

（2）环境质量底线

根据《德宏州 2019 年环境质量状况公报》公布的陇川县环境空气质量监测数据，陇川县属于环境空气质量达标区。

经监测，矿区附近南洼河断面地表水各监测因子均达标；矿区附近地下水特征因子氨氮、硫酸盐超标，本环评要求设置流域级水力截获及监控措施，将超标地下水抽回母液处理车间处理，将污染控制在截获线以内，本项目采取严格的清

水淋洗措施、防渗措施、事故应急等措施，预测本项目不会对下游地表水、地下水产生明显不利影响；本项目无组织废气，废气污染源为注液孔、收液系统等工程建设时产生的无组织排放扬尘，生产废水、生活污水均综合回收利用不外排，不会对环境造成不利影响，因此本项目能够满足环境质量底线要求。

（3）资源利用上线

①水资源利用上线：本项目主要消耗资源为地表水资源，项目从南洼河取水，南洼河枯水期流量为 $10.9\text{m}^3/\text{s}$ ，项目最大取水量为 $301.72\text{m}^3/\text{d}$ ，远小于南洼河的枯水期流量；②土地资源利用上线：本项目破坏及占用土地不涉及基本农田保护区，原地浸矿场位于现有采矿证范围内，母液处理车间在现有母液处理车间场地内建设；③能源利用上线：电力能源主要依托当地电网供电。因此，本项目耗费资源较少，满足资源利用上限要求。

（4）环境准入负面清单

对照《产业结构调整指导目录》（2019 年本），项目属于限制类项目，未使用《部分工业行业淘汰落后生产工艺装备和产品指导目录》中淘汰和限制使用的工艺及设备。扩建后龙安稀土矿生产规模 500t/a ，满足离子型稀土矿山企业生产规模应不低于 500t/a 的要求。

1.4.2 选址符合性

本项目为改扩建项目，原地浸矿场位于现有采矿证范围内，母液处理车间利用原母液处理车间场地建设。根据县政府部门出具相关证明，项目区不涉及自然保护区、风景名胜区、生态红线、生态公益林、水源地，因此，项目选址合理。

1.4.3 云南省主体功能区划符合性判定

根据《云南省主体功能区规划》，按开发方式，云南省划分为重点开发、限制开发和禁止开发三类区域。陇川县属于限制开发区域的国家级农产品主产区。功能定位为保障粮食产品和主要农产品供给安全的基地。主要以大力发展高原特色农业为重点。

《云南省主体功能区规划》限制开发区（农产品主产区）其中最主要的限制条件是严格保护耕地。龙安稀土矿矿区范围与陇川县基本农田重叠 59.85m^2 ，详见附件，重叠处无矿体，不进行破坏和占用，因此不存在环境制约。

1.4.4 云南省生态功能区划符合性判定

根据《云南生态功能区划》云环发[2012]74号，本项目位于生态区 I 季风热带北缘热带雨林生态区，I-3 滇西南中山宽谷半常绿季雨林生态亚区，I-3-1 大盈江、南畹河下游中山丘陵农业生态功能区，主导功能发展生态农业和以蔗糖为主的热带作物。龙安稀土矿矿区范围与陇川县基本农田重叠 59.85m²，详见附件，重叠处无矿体，不进行破坏和占用，因此不存在环境制约。

1.4.5 污染物排放总量

正常工况下，本项目生产废水全部收集利用，不外排。矿山不建生活区，办公区生活污水采用化粪池处理后用作农肥和绿化，不外排。无需进行废水污染物总量申请。

本项目无组织废气，废气污染源为注液孔、收液系统等工程建设时产生的无组织排放扬尘。无需进行废气污染物总量申请。

1.4.6 政策符合性

(1)《稀土行业规范条件（2016 年本）》符合性

根据工业和信息化部发布的《稀土行业规范条件（2016 年本）》（中华人民共和国工业和信息化部公告 2016 年第 31 号）与本项目相关的要求：

①稀土矿山开发、冶炼分离项目（含稀土资源综合回收利用企业的冶炼分离项目，下同）应符合国家资源、安全生产、环境保护、节能管理等法律、法规要求，符合国家产业政策和相关发展规划要求，符合各省（自治区、直辖市）矿产资源规划、城市建设规划、土地利用总体规划、环境保护规划、安全生产规划等要求。

②离子型稀土矿山企业生产规模应不低于 500 吨/年。

③离子型稀土矿开发应采用原地浸矿等适合资源和环境保护要求的生产工艺，禁止采用堆浸、池浸等国家禁止使用的落后生产工艺。

④离子型稀土矿采选综合回收率达到 75%以上，生产用水循环利用率达到 90%以上。

陇川稀土项目建设的符合性分析：

①龙安稀土矿项目符合国家产业政策和相关发展规划要求，符合《云南省矿

产资源总体规划（2016-2020 年）》。

②扩建后龙安稀土矿生产规模 500t/a，满足离子型稀土矿山企业生产规模应不低于 500t/a 的要求。

③扩建后龙安稀土矿采矿采用原地浸矿工艺，未采用堆浸、池浸等国家禁止使用的落后选矿工艺。

④扩建后龙安稀土矿开发利用项目采选综合回收率达到 85%以上，满足离子型稀土矿采选综合回收率达到 75%以上，项目工业水重复利用率为 92.23%，满足《稀土行业规范条件》（2016）生产用水循环利用率达到 90%以上要求。

龙安稀土矿项目满足《稀土行业规范条件（2016 年本）》。

（2）《产业结构调整指导目录》（2019 年本）符合性

《产业结构调整指导目录》（2019 年本）中限制类包括“稀土采选、冶炼分离项目”（符合稀土开采、冶炼分离总量控制指标要求的稀土企业集团项目除外）。本项目未使用淘汰类“离子型稀土矿堆浸和池浸工艺”，未使用《部分工业行业淘汰落后生产工艺装备和产品指导目录》中淘汰和限制使用的工艺及设备。

龙安稀土矿开发利用项目符合《产业结构调整指导目录》（2019 年本）要求。

（3）《矿产资源节约与综合利用鼓励、限制和淘汰技术目录》符合性

龙安稀土矿开发利用项目未使用《矿产资源节约与综合利用鼓励、限制和淘汰技术目录》的通知（国土资源部，国土资发[2010]146 号）中淘汰和限制使用的技术。

项目符合《矿产资源节约与综合利用鼓励、限制和淘汰技术目录》要求。

（4）《矿山生态环境保护与污染防治技术政策》符合性

龙安稀土矿开发利用项目建设满足《矿山生态环境保护与污染防治技术政策》（环发[2005]109 号）中“对于有色、稀土等矿山，宜研究推广溶浸采矿工艺技术，发展集采、选、冶于一体，直接从矿床中获取金属的工艺技术”的要求，属于采矿部分“鼓励采用的采矿技术”。满足《矿山生态环境保护与污染防治技术政策》的要求。龙安稀土矿不属于矿山地质环境重点治理区，设计矿山土地复垦率为 100%，符合《矿山生态环境保护与污染防治技术政策》（环发[2005]109 号）新建矿山应做到边开采、边复垦，破坏土地复垦率达到 85%以上的要求。

龙安稀土矿开发利用项目符合《矿山生态环境保护与污染防治技术政策》要求。

1.4.7 《云南省矿产资源规划（2016-2020）》符合性

《云南省矿产资源规划（2016-2020）》指出要有序开发稀土资源，加强稀土资源调查评价、勘查、开发利用的统一规划和监督管理。龙安稀土矿属于规划重点勘察区陇川—梁河稀土、稀有金属矿勘察区。

规划指出对稀土矿产实行开采总量控制，2020 年规划目标为控制在国家下达指标内。

根据《关于下达五矿稀土集团 2021 年第一批稀土开采、冶炼分离总量控制指标的通知》（五矿稀土规划【2021】26 号），五矿稀土集团有限公司分配给陇川云龙稀土开发有限公司稀土氧化物量为 90 吨。

陇川稀土矿 2012 年至今未开采，因此，龙安稀土矿开发利用项目符合《云南省矿产资源规划（2016-2020）》要求。

1.4.8 与《地下水管理条例》(2021)符合性分析

第四十一条 企业事业单位和其他生产经营者应当采取下列措施，防止地下水污染：

（二）化学品生产企业以及工业集聚区、矿山开采区、尾矿库、危险废物处置场、垃圾填埋场等的运营、管理单位，应当采取防渗漏等措施，并建设地下水水质监测井进行监测。

本项目涉及地下水污染的场所包括原地浸矿场、母液处理车间，本次环评提出原地浸矿场、收液沟、收液池、母液处理车间硫酸库、母液中转池、配液池、除杂池、沉淀池、产品池、事故池等池体、尾水处理站、成品仓库、压滤车间按照重点防渗区进行防渗，防渗达到等效黏土防渗层 $Mb \geq 6.0m$ ，防渗层结构渗透系数 $K \leq 1.0 \times 10^{-7} cm/s$ 要求。

本次环评提出在采场矿块下游设置收液监控井、在流域级水力截获井下游设置水质监控井、在母液处理车间下游设置水质监控井，监测因子包括 pH、氨氮、硫酸盐等，按照计划进行监测。详见第 16.2.2 小节。

1.5 关注的主要环境问题及环境影响

本项目为离子型稀土矿山，改扩建后采用原地浸矿生产工艺，因此，主要关注原地浸矿场渗漏母液引起的环境问题及占地引起的生态问题。

(1) 地表水

矿山的废水污染源包括清水清洗尾水、沉淀池上清液、压滤机压滤水、生活污水等。本项目正常工况车间废水和生活污水全部利用，无废水外排。原地浸矿采场清水清洗尾水采用特种膜工艺处理后，清水作为淋洗水循环利用，浓水作为下一采场的浸矿液配制的补充水。因此，正常工况下矿山生产不会对地表水产生明显不利影响。

(2) 地下水

原地浸矿场渗漏无组织排放母液进入地下水造成地下水环境污染，矿山采取清污分流源头控制措施进行控制，设置矿区级、流域级地下水截获及监控措施，监控超标即回抽处理利用；原地浸矿场高位池、收液沟、收液池、母液中转池，母液处理车间除杂池、沉淀池、配液池、事故池等储存或输送含有氨氮的设施，采用满足要求防渗材料（防渗层的厚度应相当于渗透系数 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 和厚度 $\geq 6\text{m}$ 的黏土层的防渗性能）进行防渗处理。采取以上措施后本项目生产运行不会对周边及下游地下水环境产生明显不利影响。

(3) 生态

项目施工期、运营期和服务期满后均会对生态环境造成一定的影响。

项目采取了如下的生态恢复措施：基建期要求对表土进行保护；加强管理，禁止随意破坏采场乔木植被和乱砍乱伐。运营期要求原地浸矿场开采结束，及时开展土地复垦工作，实现边开采边复垦。服务期满后要求及时开展废弃母液处理车间的生态恢复工作，做好生态恢复的管护工作。原地浸矿场复垦时间依据矿块开采时序及时复垦，即第1年开采矿块在第2年完成生态恢复；母液处理车间在服务期满后第2年开展生态恢复。原地浸矿场复垦时先将前期建设注液孔堆存在附近的岩土进行有序回填，并将表土覆盖在表面，栽植灌木。

采取生态恢复措施后，项目不会对矿区及附近生态环境造成明显不利影响。

(4) 土壤

原地浸矿场生产不会对采场表层土壤造成不利影响，会对采矿层岩土体和采矿下游土壤造成一定酸化影响，但采取清水清洗、收液井、截获井回抽等环保措施后，不会对土壤环境造成明显不利影响。

母液车间生产期间采取防渗等环保措施后，正常生产情况下不向周边土壤排放污染物质，因此对周边土壤环境影响较小。

（5）风险

本项目涉及的危险物质为硫酸。风险事故包括母液池体、管线泄漏以及硫酸储罐破裂。

预测结果表明，池体泄漏事故会对地表水体产生不利影响。必须采取措施防止事故性排放污染物进入周边地下水体中。本项目在母液车间设置事故池防止事故外泄。

硫酸储罐周边设置围堰，破裂后及时采取应急措施，不会对周边环境造成明显不利影响。

1.6 环境影响报告书主要结论

陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿改扩建项目符合国家产业政策，工艺技术先进合理，符合国家环保政策和环保要求。工程建成后，具有良好的社会、经济和环境效益。本工程在采取本报告书所提出的各项环保措施后，对周边环境影响较小。从环境保护的角度来看，本工程的建设是可行的。

2 总论

2.1 编制依据

2.1.1 法律

- (1)《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 1 月 1 日起施行);
- (2)《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月 29 日修订);
- (3)《中华人民共和国大气污染防治法》(2018 年 10 月 26 日施行);
- (4)《中华人民共和国水污染防治法》(2018 年 1 月 1 日施行);
- (5)《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(2018 年 12 月 29 日施行);
- (6)《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020 年 9 月 1 日修订);
- (7)《中华人民共和国土壤污染防治法》(2019 年 1 月 1 日起施行);
- (8)《中华人民共和国清洁生产促进法》(2012 年 7 月 1 日施行);
- (9)《中华人民共和国水土保持法》(2010 年 12 月 25 日修订);
- (10)《中华人民共和国矿产资源法》(2009 年 8 月 27 日修订);
- (11)《中华人民共和国土地管理法》(2020 年 1 月 1 日);
- (12)《中华人民共和国节约能源法》(2018 年 10 月 26 日修订);
- (13)《中华人民共和国循环经济促进法》(2018 年 10 月 26 日修订);
- (14)《建设项目环境保护管理条例》(国令第 682 号令, 2017 年 10 月)。

2.1.2 行政法规

- (1)《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》, 国发[2015]17 号;
- (2)《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》, 国发[2016]31 号;
- (3)《关于加强涉重金属行业污染防控的意见》, 环土壤[2018]22 号;
- (4)《建设项目主要污染物排放总量指标审核及管理暂行办法》, 环发[2014]197 号;
- (5)《矿产资源开发利用辐射环境监督管理名录》, 生态环境部公告 2020 年第 54 号;
- (6)国务院办公厅印发《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》(2017 年 2 月);

(7)《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》。

2.1.3 部门规章

(1)《关于发布“矿山生态环境保护与污染防治技术政策”的通知》(环发[2005]109 号);

(2)《国家危险废物名录》(2021 年版)(生态环境部令第 15 号, 2021 年 1 月 1 日起施行);

(3)《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版)(生态环境部令第 16 号, 2021 年 1 月 1 日起施行);

(4)《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(2012 年 7 月 3 日, 环发〔2013〕86 号);

(5)《环境影响评价公众参与办法》(2018 年 7 月 16 日);

(6)《产业结构调整指导目录(2019 年本)》;

(7)《稀土行业规范条件(2016 年本)》, 中华人民共和国工业和信息化部公告 2016 年第 31 号, 2016 年 6 月 30 日;

(8)《稀土行业规范条件公告管理办法》, 中华人民共和国工业和信息化部公告 2016 年第 31 号, 2016 年 6 月 30 日;

(9)《稀土矿产资源合理开发利用“三率”指标要求(试行)》, 国土资源部, 2013 年 12 月 30 日;

(10)《稀土行业发展规划(2016-2020 年)》, 工信部规[2016]319 号;

(11)《关于发布〈矿产资源开发利用辐射环境监督管理名录〉的公告》(生态环境部公告 2020 年 第 54 号);

(12)《危险化学品安全管理条例》(2013 年修订);

(13)国务院关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知(国发〔2018〕22 号);

(14)《地下水管理条例》(2021 年 12 月 1 日实施)。

2.1.4 环境影响评价技术规范

(1)《环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016);

- (2)《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018);
- (3)《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018);
- (4)《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016);
- (5)《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009);
- (6)《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2011);
- (7)《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018);
- (8)《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018);
- (9)《国民经济行业分类》(GB/T4754-2017);
- (10)《排污单位自行监测技术指南 总则》(HJ 819-2017);
- (11)《排污单位自行监测技术指南 有色金属工业》(HJ 989-2018);
- (12)《排污单位自行监测技术指南 水处理》(HJ 1083—2020);
- (13)《污染源源强核算技术指南 准则》(HJ884-2018);
- (14)《固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法》(HJ/T299-2007);
- (15)《固体废物浸出毒性浸出方法 水平振荡法》(HJ557-2010);
- (16)《固体废物鉴别标准 通则》(GB34330-2017);
- (17)《国家危险废物名录》(2021 年版);
- (18)《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017);
- (19)《排污许可证申请与核发技术规范水处理通用工序》(HJ1120-2020);
- (20)《危险化学品名录(2015 年版);
- (21)《有色金属行业绿色矿山建设规范》(DZ/T0320-2018);
- (22)《地下水环境监测技术规范》(HJ 164-2020)。

2.1.5 地方法规、规章

- (1)《云南省建设项目环境保护管理规定》(云南省人民政府第 105 号令, 2002 年);
- (2)云南省生态环境厅审批环境影响评价文件的建设项目目录(2020 年本)云环发〔2020〕6 号;
- (3)云南省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见(云政发〔2020〕29 号);
- (4)《云南省地表水水环境功能区划(2010~2020 年)》(云环控发[2014]34

号)；

(5)《云南省人民政府关于印发七彩云南保护行动的通知》(云政发[2007]8号)；

(6)《云南省人民政府关于印发<云南省主体功能区规划>的通知》(云政发〔2014〕1号)；

(7)《云南省生态环境功能区划》(2009年9月7日)；

(8)《云南省环境空气质量功能区划分(复审)》(云南省环境保护局2005年10月12日)；

(9)《云南省城市区域环境噪声功能适用区划分》(2007年3月)；

(10)《云南省人民政府关于印发云南省大气污染防治行动实施方案的通知》(云政发[2014]9号)；

(11)《云南省人民政府关于印发云南省水污染防治工作方案的通知》(云政发[2016]3号)；

(12)《云南省环境保护条例》(2004年6月29日)；

(13)《云南省人民政府办公厅关于进一步加强环境影响评价管理工作的通知》(云政办发[2007]160号)；

(14)《云南省地表水水环境功能区划(2010~2020年)》(云环发〔2014〕34号)；

(15)《云南省水土保持条例》(2014年10月)；

(16)《云南省森林条例》(2018年11月29日)；

(17)《云南省林地管理办法》(1996年3月31日)；

(18)《云南省地方公益林管理办法》(云政发[2009]58号)；

(19)《云南省基本农田保护条例》(2000年5月26日)；

(20)《德宏州水资源综合利用规划》(2020—2035)；

(21)《关于开展矿山生态环境综合评估工作的通知》(云国土资〔2017〕45号)。

2.1.6 工程依据

(1)《陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿资源储量核实报告》(云南玉溪迈特实业有限公司, 2013年3月)；

(2)《陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿矿产资源开发利用方案》，(昆明诚信勘察设计有限公司，2013年8月)；

(3)《陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿露天开采工程初步设计》(云南上立矿业有限公司，2018年)；

(4)《陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿地下水环境影响评价专项水文地质勘查报告》，(云南省地质工程勘察总公司，2013年7月)。

2.2 评价目的和原则

2.2.1 评价目的

为了实施可持续发展战略，预防因工程建成后对环境造成不良影响，促进经济、社会和环境的协调发展。从发展生产、同时保护环境出发，从环境保护角度论证扩建工程生产工艺技术的先进性、布局合理性，规定污染防治及生态保护措施，对项目建设的可行性提出结论和建议。为环境保护主管部门提供决策依据，为建设过程中和投产后的环境管理提供科学依据。

2.2.2 评价原则

(1)贯彻执行国家环保法规，做到环评为项目建设服务，为环境管理服务。

(2)注重环评工作的科学性、客观性、公正性、实用性，深度和方法符合环境影响评价相关技术导则的要求，确保环评工作的质量。

(3)贯彻科学发展观、清洁生产、总量控制、达标排放的原则，确保污染物达标排放，最大限度地削减工程的污染物排放量和保护生态环境。

(4)以可持续发展和循环经济理念为指导，尽最大可能回收利用资源。

(5)评价工作力求针对性强、技术可行、经济合理、重点突出，符合国家产业政策、区域发展规划和环境保护规划。

(6)在保证环评质量的前提下，充分利用区域已有环境、工程的监测、调查、实验数据等资料，对缺少的资料进行必要的监测。

2.3 评价时段及评价对象

项目评价时段分为基建期、运营期及服务期满3个阶段。项目评价对象包括原地浸矿场、母液处理车间、环保措施和公辅工程等。

2.4 环境影响因素识别和评价因子筛选

为了解掌握项目对所在地的环境影响，进而确定工程环境影响评价的内容及重点，首先根据区域环境功能的要求与特征，结合工程的生产工艺和污染物排放特点，对工程环境影响因素进行识别，在掌握环境影响因素的基础上，进一步筛选出评价因子。

2.4.1 环境影响因素识别

根据离子型稀土矿开采工艺和污染物排放特征以及所处地区环境状况，采用矩阵法对可能受项目影响的环境要素进行识别筛选，其结果见

表 2.1。

从

表 2.1 中可以看出，稀土矿矿山开采在施工期、运营期和服务期满后影响周围环境的因素主要有地下水、地表水、土壤，其次是生态环境、固体废物、环境空气、声环境及事故引起的环境风险影响等。

表 2.1 环境影响因素识别

污染环节 环境要素		原地浸矿	母液处理
施工期	环境空气	—	—
	地表水	—	
	地下水	—	
	声环境	—	—
	生态	—	—
	土壤	—	—
	固体废物	—	
生产期	环境空气		
	地表水	——*	——*
	地下水	——*	——*
	声环境		—
	生态	—	
	土壤	——*	*
	固体废物		—
服务期满后	地表水	—	
	地下水	—	

注：表中“—”代表对环境的负影响及影响程度；“*”代表事故状态下的环境影响

(1) 施工期影响：施工废水及生活污水对水环境的影响；矿山在施工开挖

注液孔、密集导流孔时产生粉尘、运输车辆产生的扬尘等对环境空气的影响；施工机械设备产生的噪声对声环境的影响；开挖土方、生活垃圾等固体废物对环境的影响。

(2) 运营期影响：主要是原地浸矿采场渗漏对地下水、地表水环境、土壤环境的影响，原地浸矿注液孔施工对生态环境的影响；母液处理车间产生除杂渣；生产过程中设备运转产生的噪音对声环境的影响等。

(3) 服务期满后：主要是原地浸矿场残留矿体中的浸矿液对地下水和地表水环境影响。

2.4.2 评价因子筛选

在识别出主要环境影响因素的基础上，根据项目的特点及区域环境质量现状，污染物排放特征，确定本项目评价因子，见

表 2.2。

表 2.2 环境影响因素识别

类 别	项 目	评 价 因 子
大气环境	现状评价	TSP、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、SO ₂ 、NO ₂ 、CO、O ₃
	污染源评价	TSP
	影响评价	/
地表水	现状评价	pH、总氮、氨氮、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、六价铬、铜、铅、锌、镉、砷、汞、硫化物、氟化物、氯化物、硝酸盐、硫酸盐、石油类、粪大肠菌群
	污染源评价	氨氮、硫酸盐
	影响分析	氨氮、硫酸盐
河流底泥	现状评价	pH、铜、铅、锌、镉、铬、砷、汞、镍
地下水	现状评价	pH、总硬度、溶解性总固体、耗氧量、硫酸盐、氯化物、氟化物、硫化物、硝酸盐(以 N 计)、亚硝酸盐(以 N 计)、氨氮、铁、锰、锌、铜、镉、六价铬、铅、砷、汞、总大肠菌群、细菌总数、K ⁺ 、Na ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻
	污染源	氨氮、硫酸盐
	影响评价	氨氮、硫酸盐
土壤	现状评价	《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)和《土壤环境质量标准 农用地土壤污染风险管控标准》(GB15618-2018)中筛选值
	污染源	pH、氨氮、硫酸盐、含盐量
	影响评价	pH、氨氮、硫酸盐、含盐量
声环境	现状评价	L _{Aeq}
	污染源评价	L _{Aeq}
	影响评价	L _{Aeq}
固体废物	污染源	废弃土石方(岩土)、除杂渣、生活垃圾等
	影响分析	
生态环境	现状调查与评价	植被、土地利用、景观、水土流失

类 别	项 目	评 价 因 子
	影响评价	
环境风险	影响评价	母液池体泄漏、母液管线破裂泄漏、硫酸储罐破裂

2.5 评价重点

根据工程内容、生产工艺特点、污染物特征及生态破坏特征，结合评价区的环境特征，确定本次评价重点为：地下水环境影响评价、地表水环境影响评价、生态环境影响评价、土壤环境影响评价、环境风险评价等内容。

2.6 评价等级

2.6.1 地表水环境评价工作等级

本项目生产期间废水主要有母液处理车间产生的沉淀池上清液、压滤工艺产生的压滤水、淋洗尾水，上清液、压滤水返回配液后使用，淋洗尾水经特种膜工艺处理后，清水返回淋洗，浓水用于下一个采场配液用水，无废水外排，生活污水经化粪池处理后用于用作农肥和绿化。按照地表水导则，评价等级为三级 B 评价。

2.6.2 地下水环境评价工作等级

本项目为稀土金属采选项目，建设原地浸矿场及母液处理车间，根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）的相关规定，地下水环境影响评价等级判定依据主要包括地下水环境影响评价项目类别及地下水环境敏感程度。

2.6.2.1 原地浸矿场地下水评价等级

①建设项目行业分类

原地浸矿场在注液过程中，浸矿液渗漏会对地下水水质产生一定影响，在停止注液后一段时间内，残留在包气带中的浸矿液在降雨条件下不断淋溶，淋溶液也会对地下水水质产生一段时间的持续影响。对照导则附录 A 行业分类表，原地浸矿场属于I类建设项目。

②地下水环境敏感程度分级

本项目采场周边没有集中式饮用水水源地准保护区及准保护区以外的补给径流区；没有除集中式饮用水水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其他保护区；没有特殊地下水资源保护区以外的分布区等环境敏感区，周边

有居民（龙安村等）分散取用地下水，但与矿区之间存在分水岭，与矿区地下水无直接补排关系，因此，本项目采场地下水环境敏感程度为“不敏感”。

综合以上分析，本项目原地浸矿场地下水环境影响评价等级为二级。鉴于原地浸矿场对地下水污染风险较大，将其上调一级，即原地浸矿场地下水环境影响评价等级为一级。

2.6.2.2 母液处理车间地下水评价等级

①建设项目行业分类

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）附录 A，母液处理车间地下水环境影响评价类别为 II 类。

②地下水环境敏感程度分级

母液处理车间周边没有集中式饮用水水源地准保护区及准保护区以外的补给径流区；没有除集中式饮用水水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其他保护区；没有特殊地下水资源保护区以外的分布区等环境敏感区，周边有居民（龙安村等）分散取用地下水，但与矿区之间存在分水岭，与矿区地下水无直接补排关系，因此，本项目采场地下水环境敏感程度为“不敏感”。

综合以上分析，本项目水冶车间地下水环境影响评价等级为二级。

根据以上分析，本项目地下水综合评价等级为一级。

2.6.3 生态环境评价工作等级

矿区范围面积共 61.56hm^2 ，占地面积为 29.47hm^2 ，实际破坏面积 5.83hm^2 ，破坏小于 20km^2 ；矿区占地和影响区域不涉及特殊生态敏感区和重要生态敏感区，且项目采用原地浸矿工艺，采场只破坏林下灌草，不会导致土地利用类型明显改变，依据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2011），生态影响评价工作等级确定为三级。

2.6.4 土壤环境评价工作等级

依据《环境影响评价技术导则 土壤环境》（试行）（HJ964-2018）附录 A，本项目属于“采矿业”类中的“金属矿”，项目为 I 类项目。根据稀土矿山特征，原地浸矿场为既为生态影响型，又为污染影响型场地，母液车间为污染影响型场地，本项目按原地浸矿场和母液车间分别确定评价等级。

2.6.4.1 原地浸矿场土壤环境评价等级

(1) 生态影响型

多年平均降水量 1554.5mm, 多年平均蒸发量 1750.3mm(20cm 口径蒸发皿), 年平均气温 19.9℃, 干燥度为 0.98; 多年地下水位平均埋深 1-2m; 土壤含盐量 $\leq 0.3\text{g/kg}$, 为土壤未盐化区。土壤 pH 范围为 4.3~7.3, 部分监测点 $\text{pH} \leq 4.5$, 为土壤酸化区。生态影响型敏感程度分级表见表 2.3, 因此项目属于土壤生态影响型敏感区。

依据表 2.4 生态影响型评价工作等级划分, 原地浸矿场土壤生态影响型评价等级为一级。

(2) 污染影响型

原地浸矿场, 注入硫酸铵浸矿液, 对土壤环境存在污染风险, 按照污染型场地, 项目周边有农田, 占地规模为中型 ($5\text{-}50\text{hm}^2$), 依据表 2.5 敏感程度分级, 敏感程度为敏感。依据污染影响型土壤评价工作等级分级表 2.6, 则项目污染影响型土壤评价等级为一级。

表 2.3 生态影响型敏感程度分级表

敏感程度	判别依据		
	盐化	酸化	碱化
敏感	建设项目所在地干燥度 $a > 2.5$ 且常年地下水位平均埋深 $< 1.5\text{m}$ 的地势平坦区域; 或土壤含盐量 $> 4\text{g/kg}$ 的区域	$\text{pH} \leq 4.5$	$\text{pH} \geq 9.0$
较敏感	建设项目所在地干燥度 > 2.5 且常年地下水位平均埋深 $\geq 1.5\text{m}$ 的, 或 $1.8 < \text{干燥度} \leq 2.5$ 且常年地下水位平均埋深 $< 1.8\text{m}$ 的地势平坦区域; 建设项目所在地干燥度 > 2.5 或常年地下水位平均埋深 $< 1.5\text{m}$ 的平原区; 或 $2\text{g/kg} < \text{土壤含盐量} \leq 4\text{g/kg}$ 的区域	$4.5 < \text{pH} \leq 5.5$	$8.5 \leq \text{pH} < 9.0$
不敏感	其他	$5.5 < \text{pH} < 8.5$	

^a 是指采用 E601 观测的多年平均水面蒸发量与降水量的比值, 即蒸降比值。

表 2.4 生态影响型评价工作等级划分表

项目类别 \ 敏感程度	I类	II类	III类
敏感	一级	二级	三级
较敏感	二级	二级	三级
不敏感	二级	三级	—

注: “—”表示可不开展土壤环境影响评价工作。

表 2.5 污染影响型敏感程度分级表

敏感程度	判别依据
------	------

敏感	建设项目周边存在耕地、园地、牧草地、饮用水水源地或居民区、学校、医院、疗养院、养老院等土壤环境敏感目标的
较敏感	建设项目周边存在其他土壤环境敏感目标的
不敏感	其他情况

表 2.6 污染影响型评价工作等级划分表

占地规模 敏感程度	I 类			II 类			III 类		
	大	中	小	大	中	小	大	中	小
敏感	一级	一级	一级	二级	二级	二级	二级	二级	二级
较敏感	一级	一级	二级	二级	二级	二级	二级	二级	—
不敏感	一级	二级	二级	二级	二级	二级	二级	—	—

2.6.4.2 母液车间土壤环境评价等级

母液车间占地总计为 3.92hm²，规模判定为小型 (<5hm²)。

项目周边存在园地等敏感目标，依据敏感程度分级表表 2.5，敏感程度判定为敏感。依据污染影响型土壤评价工作等级分级表 2.6，母液车间土壤评价等级为一级。

2.6.5 大气环境评价工作等级

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)，本项目不涉及有组织大气污染源，无组织排放源主要是注液孔、收液系统建设施工产生的短时无组织扬尘。项目无固定大气排放源，因此，大气环境评价等级为三级。

2.6.6 声环境评价工作等级

评价区域为山区丘陵，矿区为 2 类标准适用区，建设项目建设前后敏感目标声级增高量小于 5dB (A)，母液处理车间周边 200m 范围内无居民，受噪声影响人口较少，按照《环境影响评价导则 声环境》(HJ2.4-2009) 的有关规定，本项目声环境评价工作等级确定为二级。

2.6.7 环境风险评价工作等级

(1) 危险物质

本项目主要使用的原辅材料为浓硫酸(70%)、硫酸铵、碳酸氢铵。根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018) 附录 B，本项目风险物质主要为硫酸、硫酸铵。

1) 危险物质数量与临界量比值(Q)

①硫酸：本项目车间内设 1 个硫酸储罐，硫酸最大储存量 8.96t，硫酸的临

界量为 10t。

②硫酸铵：本项目硫酸铵最大储存量 60t，硫酸铵的临界量为 10t。

由《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 C 中 C.1.1 可知，危险物质数量与临界量比值 (Q) 见表 2.7。Q 值为 6.896， $1 \leq Q < 10$ 。

表 2.7 危险物质数量与临界量比值 (Q)

序号	危险物质名称		CAS 号	最大存在 总量/t	临界量/t	该种危险 物质 Q 值
1	本 项 目	硫酸	7664-93-9	8.96	10	0.896
2		硫酸铵	7783-20-2	60	10	6
项目 Q 值 Σ						6.896

2) 行业及生产工艺 (M)

由 C.1.2 及表 C.1 行业及生产工艺 (M) 可知，本项目为涉及危险物质使用、贮存的项目，则 M=5，为 M4。

3) 危险物质及工艺系统危险性 (P) 分级

由 C.1.3 及表 2.8 危险物质及工艺系统危险性等级判断 (P) 可知，本项目危险物质及工艺系统危险性 (P) 分级为 P4。

表 2.8 危险物质及工艺系统危险性等级判断

危险物质数量与临界量比值 (Q)	行业及生产工艺 (M)			
	M1	M2	M3	M4
$Q \geq 100$	P1	P1	P2	P3
$10 \leq Q < 100$	P1	P2	P3	P4
$1 \leq Q < 10$	P2	P3	P4	P4

(2) 环境风险潜势初判

1) 环境敏感程度 (E) 的分级

①大气环境敏感程度

由《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)表 D.1，车间周边 500m 范围内人口总数小于 500 人，大气环境敏感程度等级为 E3。

②地表水环境敏感程度

硫酸罐距离最近水系直线距离 500m，且硫酸储罐周围布设围堰。硫酸铵为固体，且贮存仓库进行防渗。风险情况下，硫酸和硫酸铵不会泄露进入地表水体。

本项目泄漏母液排放至南洼河，地表水环境功能为 III 类，南洼河为中缅边界河，则地表水功能敏感性为较敏感 F1；

依据表 D.4 环境敏感目标分级，本项目发生事故时，危险物质泄漏到内陆水

体的排放点下游（顺水流向）10km 范围内，无地表水集中式饮用水源保护区等敏感保护目标，因此环境敏感目标为 S3。

故地表水敏感程度分级为 E1。

③地下水环境敏感程度

本项目下游无集中式饮用水源保护区。因此依据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）表 D.6，地下水功能敏感性分区为不敏感 G3。

母液处理车间包气带渗透系数为 $2.77 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ ，但局部不连续，故包气带防污性能分级为 D1。

故地下水敏感程度分级为 E2。

依据建设项目环境风险潜势划分表 2.9，确定地表水、地下水、大气风险潜势见表 2.10。

表 2.9 建设项目环境风险潜势划分

环境敏感程度 (E)	危险物质及工艺系统危险性 (P)			
	极高危害 (P1)	高度危害 (P2)	中度危害 (P3)	轻度危害 (P4)
环境高敏感区 (E1)	IV+	IV	III	III
环境中敏感区 (E2)	IV	III	III	II
环境低敏感区 (E3)	III	III	II	I

注：IV+为极高环境风险

表 2.10 各要素环境风险潜势

环境要素	地表水	地下水	大气	综合
环境风险潜势	III	II	I	III

(2) 评价工作等级

依据表 2.11 评价工作等级划分，环境风险综合潜势为 III，故环境风险评价工作等级为二级。

表 2.11 评价工作等级划分

环境风险潜势	IV、IV+	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析

本项目各环境要素评价等级确定见表 2.12。

表 2.12 评价工作等级划分

环境要素		划分判据		评价等级	
地表水		正常工况无废水外排。		三级 B	
地下水	原地浸矿场	(1) 本项目为稀土矿原地浸矿项目，为 I 类； (2) 周边居民分散取用地下水，地下水环境敏感程度不敏感。		二级	鉴于原地浸矿场对地下水污染风险较大，将其上调一级，即本项目地下水环境影响评价等级为一级。
	母液处理车间	(1) 母液处理车间属 II 类建设项目； (2) 周边居民分散取用地下水，地下水环境敏感程度属较敏感。		二级	
土壤	原地浸矿场	(1) 按生态影响型，项目为I类项目； (2) 土壤 pH 范围为 4.3~7.3，项目属于敏感。		二级	一级
		(1) 按污染型，项目为I类项目； (2) 周边环境有农田等，项目为敏感； (3) 占地规模为大型。		一级	
	母液处理车间	(1) 项目为I类项目； (2) 敏感程度为敏感； (3) 占地规模为小型。		一级	
生态环境	(1) 矿区占地面积 29.47hm ² ，占地破坏小于 20km ² ； (2) 矿占地和影响区域不涉及特殊生态敏感区和重要生态敏感区，为一般区域。 (3) 本项目采用原地浸矿工艺，采场只破坏林下灌草，不会导致土地利用类型明显改变。			三级	
大气	无固定大气排放源。			三级	
噪声	(1) 项目所在区域为 2 类标准适用区；			二级	

环境要素	划分判据	评价等级
	(2) 建设项目建设前后敏感目标声级增高量小于 5dB (A) ; (3) 母液车间周边 200m 范围内无居民, 受影响人口较少。	
风险	(1) 本项目危险物质及工艺系统危险性 (P) 分级为 P4; (2) 大气、地表水、地下水环境敏感程度分别为 E3、E1、E2; (3) 大气、地表水、地下水环境风险潜势分别为 I、III、II。	二级

2.7 评价范围

2.7.1 地表水环境

结合项目区地形地貌、矿体开采范围、矿区总平面布置, 确定本项目的地表水评价范围为: 南洼河矿区上游 500m 至 2 号溪与南洼河交汇口下游 500m 段。

2.7.2 地下水环境

根据水文地质条件、矿区开采范围, 本项目的重点评价区范围为: 以矿区为中心, 北部为流入边界, 南部以南洼河为界, 西部及东北部以分水岭为界, 东部以 3 号溪为界, 东南部为排泄边界, 调查评价区面积 3.03km²。

2.7.3 生态环境

综合矿山各场地所在地的河谷、河网和分水岭情况等, 矿区评价范围西侧、北侧以分水岭为界, 南侧以南洼河为界, 东侧以小溪为界, 东北部以分水岭为界。综合确定龙安稀土矿生态环境影响评价范围约 305.79hm², 评价区范围内无风景名胜区和自然保护区分布。

2.7.4 土壤环境

原地浸矿采场土壤, 生态影响型为一级, 污染型为一级, 评价范围以采场占地外扩 5km。母液车间土壤污染型评价等级为一级。其中项目西南区域为缅甸, 南洼河为界河。剔除缅甸区域, 土壤评价范围总计 61.68km²。

母液处理车间土壤评价等级为一级, 评价范围以车间占地外扩 1km, 但在原地浸矿采场评价范围以内, 因此不单列评价范围。

2.7.5 大气环境

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)，本项目不涉及有组织大气污染源，不涉及稳定无组织污染源，无组织排放源主要是注液孔施工产生的短时无组织扬尘。本项目大气评价等级为三级，可不设大气评价范围。

2.7.6 声环境

声环境评价范围为母液车间厂界外扩 200m。

2.7.7 环境风险

大气环境风险评价等级为简要分析，不设大气环境风险评价范围。地表水环境风险评价范围，同地表水环境评价范围。地下水环境风险评价范围，同地下水评价范围。

各环境要素评价范围见图 2-1。

2.8 环境保护目标

2.8.1 地表水环境保护目标

矿区周边地表水无集中式饮用水取水点。本项目周边地表水体为南洼河，保护目标为南洼河与 1 号溪交汇口上游 500m 处至南洼河与 2 号溪交汇口下游 500m 段，长约 4km。

2.8.2 地下水环境保护目标

本次水文地质调查与评价范围内分布有 7 个泉点，均用于农田灌溉，周边有居民（龙安村等）分散取用地下水，但与矿区之间存在分水岭，与矿区地下水无直接补排关系，因此，本项目无地下水保护目标。

2.8.3 声环境保护目标

本项目母液处理车间 200m 范围内无声环境敏感点，因此无声环境保护目标。

2.8.4 土壤环境保护目标

原地浸矿场内及周边耕地。

2.8.5 风险保护目标

环境风险地表水保护目标同地表水环境保护目标，环境风险地下水保护目标同地表水环境保护目标。

2.8.6 生态环境保护目标

本项目生态环境敏感保护目标主要为评价区内的农林业植被和水土资源等。

本项目地表水、地下水、声环境、环境风险保护目标见表 2.13。

表 2.13 环境保护目标

环境要素	环境保护对象及位置			环境保护目标
	环境保护对象名称	方位	最近距离(km)	
地表水	南洼河	南侧	0.22	满足《地表水环境质量标准》GB3838-2002 中 III 类水质标准要求
地下水	项目周边及下游地下水环境			满足《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) III 类标准
声环境	厂界四周			满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 2 类标准
生态	项目周边			保护植被
土壤	项目周边			占地范围内土壤监测值满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中第二类用地筛选值限值要求。占地范围外土壤质量不下降
环境风险	地表水	与地表水一致		与地表水一致
	地下水	与地下水一致		与地下水一致

2.9 评价标准

2.9.1 环境质量标准

根据“德宏州生态环境局关于确认陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿项目环境影响评价执行标准的复函”（德环函复〔2021〕1号），本项目评价执行标准如下：

（1）环境空气

项目区环境空气执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准。

（2）水环境

南洼河地表水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准。

项目区地下水执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准。

（3）声环境

项目区域声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准。

（4）土壤执行标准如下：

矿区周边农用地土壤环境执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）中风险筛选值。项目评价区内建设用地土壤环境执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地风险筛选值。

评价执行的环境质量标准及其限值分别见表 2.14、表 2.15、表 2.16。

。

表 2.14 环境质量标准

环境类别	污染物	级别	取值时间	浓度限值		标准名称
				浓度	单位	
环境空气	TSP	二级	24 小时平均	300	μg/Nm ³	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012)
			年平均	200		
	PM ₁₀		24 小时平均	150		
			年平均	70		
	PM _{2.5}		24 小时平均	75		
			年平均	73		
	SO ₂		24 小时平均	150		
			1 小时平均	500		
			年平均	60		
	NO ₂		24 小时平均	80		
			1 小时平均	200		
			年平均	40		
	O ₃		日最大 8 小时平均	160		
			1 小时平均	200		
	CO		24 小时平均	4	mg/Nm ³	
			1 小时平均	10		
地表水	pH	III 类	6~9		无量纲	《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002)
	化学需氧量		≤20		mg/L	
	生化需氧量		≤4			
	氨氮		≤1.0			
	硫化物		≤0.2			
	石油类		≤0.05			
	氟化物		≤1.0			
	粪大肠菌群		≤10000			
	铅		≤0.05			
	镉		≤0.005			
	铜		≤1.0			
	锌		≤1.0			
	砷		≤0.05			
	汞		≤0.0001			
	六价铬		≤0.05			
	总氮		≤1.0			
	高锰酸盐指数		≤6			
	氯化物		≤250			
	硝酸盐		≤10			
	硫酸盐		≤250			
	地		pH	III		

环境类别	污染物	级别	取值时间	浓度限值		标准名称
				浓度	单位	
地下水	总硬度	类	≤450		mg/L	《 (GB/T14848-2017)
	钠		≤200			
	溶解性总固体		≤1000			
	硫酸盐		≤250			
	氨氮		≤0.5			
	硝酸盐（以 N 计）		≤20			
	亚硝酸盐（以 N 计）		≤1.00			
	氟化物		≤1.0			
	氯化物		≤250			
	耗氧量		≤3.0			
	镉		≤0.005			
	砷		≤0.01			
	锌		≤1.0			
	铅		≤0.01			
	汞		≤0.001			
	铜		≤1.0			
	铬（六价）		≤0.05			
	铁		≤0.3			
	锰		≤0.1			
	总大肠菌群			3		
	菌落总数		100		CFU/mL	
声环境	等效 A 声级	2 类	昼间	60	dB(A)	《声环境质量标准》(GB3096-2008)
			夜间	50		

表 2.15 农用地土壤污染风险筛选值 单位 mg/kg

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

表 2.16 建设用地土壤第二类用地污染风险筛选值 单位: mg/kg

项目	砷	镉	铬（六价）	铜	铅	汞	镍	四氯化碳
筛选值	60	65	5.7	18000	800	38	900	2.8
项目	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
筛选值	0.9	37	9	5	66	596	54	616
项目	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
筛选值	5	10	6.8	53	840	2.8	2.8	0.5
项目	氯乙烯	苯	氯苯	1,2-二氯苯	1,4-二氯苯	乙苯	苯乙烯	甲苯
筛选值	0.43	4	270	560	20	28	1290	1200
项目	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
筛选值	570	640	76	260	2256	15	1.5	15
项目	苯并[k]荧蒽	蒽	二苯并[a,h]蒽	茚并[1,2,3-cd]芘、	萘			
筛选值	15	1293	1.5	15	70			

2.9.2 污染物排放标准

本项目排放执行标准如下：

（1）废水

离子型稀土矿山污水参照江西省《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB361016-2018）执行。母液处理车间废水执行《稀土工业污染物排放标准》（GB26151-2011）中表 2 的相关标准。

（2）废气

执行《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）表 5 和表 6 标准。

（3）噪声

施工场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523- 2011)限值。营运期厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中 2 类区标准。

（4）固体废弃物处置

一般工业固体废弃物处置执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)。危险废物执行 GB18597-2001《危险废物贮存污染控制标准》及其修改单。

排放标准汇总见表 2.17。

表 2.17 污染物排放标准

污染源		时段	污染因子	排放限值			标准名称及类别
大气	无组织扬尘	新建	颗粒物	场界	1.0	mg/m ³	《稀土工业污染物排放标准》(GB26451- 2011) 表 6
废水	原地浸矿场	2018 年 9 月 1 日起	pH 值	6~9		/	《离子型稀土矿山开采水 污染物排放标准》(DB36 1016-2018) 表 1
			悬浮物 (SS)	50		mg/L	
			化学需氧量 (COD)	60		mg/L	
			氟化物	8		mg/L	
			硫酸盐	800		mg/L	
			氨氮	15		mg/L	
			总氮	30		mg/L	
			总镉	0.05		mg/L	
			总铅	1.0		mg/L	
	母液处理车间	2011 年 10 月 1 日起	pH	6~9		/	《稀土工业污染物排放标 准》(GB26451-2011) 表 2 直接排放
		氨氮	15		mg/L		
噪声	厂界 噪声	等效声 级 Leq	昼间	60		dB(A)	《工业企业厂界环境噪 声排放标准》 (GB12348-2008)2 类
			夜间	50			
	建筑施 工期	等效声 级 Leq	昼间	70			《建筑施工场界环境噪 声排放标准》 (GB12523-2011)

3 现有工程回顾性评价

3.1 现有工程基本情况

3.1.1 矿区范围

矿山现有采矿许可证为 C5300002011015130106177，有效期限壹年，自 2017 年 6 月 20 日至 2018 年 6 月 20 日，开采矿种为轻稀土矿，开采方式为露天开采，生产规模为 25.00 万吨/年，矿区面积为 0.6156 平方千米，开采标高 1175 米—985.6 米。（矿区范围拐点坐标见表 3.1）。

表 3.1 矿区范围拐点坐标表

拐点编号	54 北京坐标系 3°带直角坐标		80 西安坐标系	
	X	Y	X	Y
矿 1	**	**	**	**
矿 2	**	**	**	**
矿 3	**	**	**	**
矿 4	**	**	**	**
矿 5	**	**	**	**
矿区面积		0.6156 平方千米		
开采标高		1175 米—985.6 米		

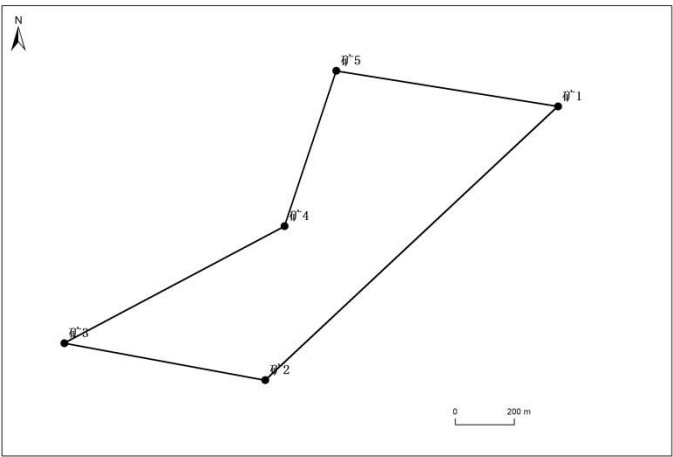


图 3-1 陇川县龙安稀土矿区范围

3.1.2 矿区历史沿革

(1) 1992 年~2000 年

龙安稀土矿前身为陇川县稀土开发试验厂，该厂于 1992 年由云南省地质矿产局区域地质调查所组建。该厂于 1992 年 3 月 20 日向云南省矿产资源管理委员会申请办理了陇川县陇把镇龙安村临时采矿证，其证号为陇稀临采证字[1992]第 56 号，采矿期限 1992 年 6 月 1 日~2000 年 12 月 30 日，开采方式为露采，采用堆浸工艺进行生产，开采矿种为稀土，矿山规模为小型。

(2) 2000 年~2006 年 5 月

2000 年底云南省地质矿产局区域地质调查所将该采矿权转让给德宏州电力股份有限公司。采矿权到期后，德宏州电力股份有限公司于 2001 年 6 月 16 日按相关管理要求向云南省国土资源厅办理了采矿权延续，并获得了采矿许可证，证号 5300000120053，采矿权人为德宏傣族景颇族自治州电力公司，开采矿种为轻稀土矿，开采方式为露天开采，矿区面积为 0.6156km^2 ，有效期限五年，自 2001 年 6 月~2006 年 6 月。由于德宏傣族景颇族自治州电力公司改制重组，该矿一直未进行过开采。

(3) 2006 年 5 月~2012 年 12 月

为了开发该稀土矿资源，陇川县政府引进上海卓源房地产开发有限公司，并于 2005 年 7 月筹建了陇川云龙稀土开发有限公司，同年 8 月德宏傣族景颇族自治州电力公司将该采矿权转让给陇川云龙稀土开发有限公司。采矿权到期后，陇川云龙稀土开发有限公司于 2006 年 5 月依法申请延续取得了该矿采矿权，采矿许可证号为 C5300002011015130106177，有效期自 2006 年 5 月 29 日至 2013 年 5 月 29 日，开采矿种为轻稀土矿，开采方式为露天开采，生产规模为 25.00 万 t/a，矿区面积为 0.6156km^2 ，开采标高 1175m~985.6m。

(4) 2012 年 12 月至今

2012 年 12 月，通过资产整合，五矿稀土集团控股了陇川云龙稀土开发有限公司，2013 年至 2016 年，矿权延续为每年一期采矿证。2016 年至 2017 年完善矿证延续材料，采矿证属于空窗期。矿山现有采矿许可证证号为 C5300002011015130106177，有效期限 1 年，自 2017 年 6 月 20 日至 2018 年 6 月 20 日，开采矿种为轻稀土矿，开采方式为露天开采，生产规模为 25.00 万吨/

年，矿区面积为 0.6156 km²，开采标高 1175 m—985.6 m。

(5) 矿山实际生产、停产过程

1992~2000 年，矿权人云南省地质矿产局未对矿山进行堆浸开采，2001~2006 年，由于德宏州电力公司改制重组，矿权人德宏州电力股份有限公司未对矿山进行过开采，2006~2012 年，矿权人陇川云龙稀土开发有限公司进行生产，2010 年 5 月以前采用堆浸工艺，2010 年 5 月-2012 年，进行原地浸矿试验性开采，2012 年至今，矿山处于停产状态。

矿区历年生产工艺和生产过程如下表 3.2。陇川稀土矿历史共采出稀土氧化物 141.02t。

表 3.2 龙安稀土矿山生产工艺及生产量

年代	采矿工艺	备注
1992~2000 年	堆浸	未生产
2001~2006 年	未生产	德宏州电力公司改制重组原因，未生产
2006~2010 年	堆浸	断续生产，堆浸
2010 年~2012 年	原地浸矿	原地浸矿试验性开采
2012 年至今	未生产	稀土价格等原因，未生产

3.1.3 矿区环保手续

2000 年底云南省地质矿产局区域地质调查所将该采矿权转让给德宏州电力股份有限公司。2000 年 12 月，德宏州电力股份有限公司委托德宏州环境监测站编制了《陇川县龙安稀土矿建设项目环境影响报告表》，德宏州环境保护局对其进行审批（编号 200012），批复生产工艺为堆浸。

环境影响评价表的情况见表 3.3。

表 3.3 矿山原环境影响评价报告表的基本情况

矿区项目内容	矿区基本情况
项目名称	陇川县龙安稀土矿
单位名称	德宏州电力服务公司
建设性质	新建
建设地点	陇川县陇把镇龙安村
占地面积	/
开采方式	露天开采
开采工艺	堆浸开采
总投资	400 万
环保投资	10 万
主要产品	混合稀土氧化物 REO
规模	年产 REO350t

矿区项目内容	矿区基本情况
主要原料用量	硫酸铵
	草酸
总供水量	—
循环水量	—
总排水量	—
水污染物	选矿废水： NH_4^+ 、SS，循环利用
固体废物	采矿：剥离废石，就近堆放于沟谷，建废石坝并栽种树木
	选矿：尾矿，就近堆放于沟谷，建立尾矿坝
风险	建议选厂下游设置事故池
主管部门审查意见	必须建成完善的废水循环使用系统，并保证污水处理设施的正常运转，外排污水应处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表4二级标准
	边开采边复植，搞好矿区绿化工作
	按设计要求建设尾矿坝

2006~2011年，矿权人陇川云龙稀土开发有限公司进行原地浸矿试验性开采，2012年起至今，由于公司规划等原因，矿山处于停产状态。

3.1.4 建设规模

建设规模：350t/a（92%REO）。

3.2 现有工程组成

龙安稀土矿现有工程主要由采矿工程、母液处理工程、环保工程和公辅工程组成。

1992~2000年，矿权人云南省地质矿产局对矿山进行堆浸开采，2001~2006年，矿权人德宏州电力股份有限公司未对矿山进行过开采，2006~2011年，矿权人陇川云龙稀土开发有限公司进行原地浸矿试验性开采，2012年起至今，矿山处于停产状态。由于历史开采，形成了堆浸废弃地和原地浸矿采空区。

3.2.1 采矿工程

龙安稀土矿现有工程主要由2处堆浸场地、1处原地浸矿试验场地、1处母液处理车间组成。2处堆浸场和1处原地浸矿试验场均已采空废弃，目前植被恢复情况良好，1处母液处理车间已废弃，池体等建构筑物已拆除。

堆浸场地包括露天采场和堆浸渣场，主要分布在山坡、沟谷。

2处堆浸场地集中于矿区中南部，1处原地浸矿场集中于矿区西南部靠近公路一侧。

母液处理车间位于矿权外东南侧。

3.2.1.1 堆浸场地（已废弃）

矿山前期开采过程中共形成两处堆浸场地(均已废弃),共占地面积 4.76hm^2 ,其中 1#堆浸场地位于矿区中部,占地面积 3.31hm^2 ,为顺坡开采,开采标高 1050-1130m,高度 80m,开采后地形坡度 $40^\circ\sim 50^\circ$; 2#堆浸废弃地位于矿区南部,占地面积 1.45hm^2 ,为分台阶开采,台阶高度小于 5m,坡度 50° ,开采标高 1090-1120m,边坡总高度为 30m,目前原有采场已停采多年,经德宏州林业局、陇川县林业局组织工作,2012 年时对露天采坑进行回填、削坡并恢复植被,恢复效果良好。

3.2.1.2 原地浸矿试验场（已废弃）

原地浸矿试验场位于矿区南部,2#堆浸场地西南部,占地面积 0.89hm^2 ,原占地类型为有林地,该采区形成于 2009 至 2011 年间,为矿山开展的原地浸矿试验区,目前已停采,原地浸矿不砍伐树木、不开挖山体、无废渣排放的特点,该注液采空区地形地貌未发生改变,根据现场踏勘情况,原地注液采区未见塌陷。经德宏州林业局、陇川县林业局组织工作,2012 年对原地注液采区进行植被种植工作,恢复效果良好。

3.2.2 母液处理工程

矿山在前期修建了一个母液处理车间,占地面积 0.66hm^2 ,主要包括配液池、除杂池、沉淀池、压滤车间等设施,场内建筑结构简单,均为单层砖混结构。目前建构物均已拆除。

3.3 现有工程总平面布置

龙安稀土矿现有工程主要由 2 处堆浸场地、1 处原地浸矿场地、1 处母液处理车间组成。均已废弃。见图 3-2。

3.4 现有工程占地

现有工程占地面积 6.93hm^2 ,其中原地浸矿试验场（已废弃）占地面积约为 0.89hm^2 ,堆浸场地（已废弃）面积约为 4.76hm^2 ,母液处理车间（已废弃）占地面积为 0.66hm^2 ,统计见表 3.4。

表 3.4 现有工程（均已废弃）面积统计一览表

序号	场地	采场面积（hm ² ）
1	1#堆浸场地	3.31
2	2#堆浸场地	1.45
3	原地浸矿试验场	0.89
4	母液处理车间	0.66
5	合计	6.31

3.5 现有工程分析

3.5.1 现有矿山生产流程

现有矿山生产流程见图 3-3，总体工艺流程为堆浸—母液回收—灼烧。

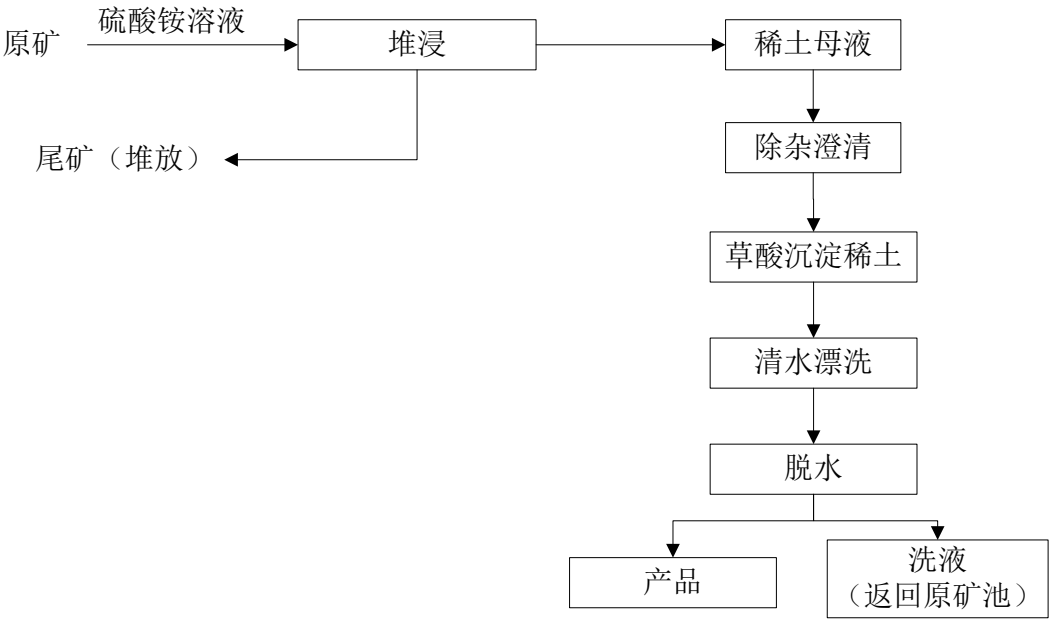


图 3-3 生产流程示意图

3.5.2 堆浸

3.5.2.1 堆浸生产流程

堆浸工艺流程主要包括矿石准备、堆浸场建造、筑堆、渗滤浸出、洗堆与卸堆和稀土回收等工序。

（1）矿石准备

对划定的矿段进行表土剥离和矿石剥离，矿石剥离方式为人工作业，采用手推车、铁铲等较原始的人工手段进行矿石剥离。

（2）堆浸场建设

堆浸场建于山坡、山谷或平地上，一般要求有 3%~5%的坡度。用各种工程

机械对堆场底面进行清理和平整后,进行防渗处理,防渗材料普遍使用塑料薄膜。先将地面压实或夯实,其上铺聚乙烯塑料薄膜或高强度聚乙烯薄板、或铺油毡纸或人造毛毡,在垫层上铺以细粒砂和 0.5~2.0m 厚的粗粒砂。

(3) 矿石筑堆

矿石筑堆是矿石堆存在堆浸场,并进行表面平整,依次在堆场表面拉沟,增强喷淋液渗透性。

(4) 喷淋

矿石筑堆结束,在堆场表面布置喷淋管道。喷淋主管道通常采用 PVC 管,支管可用塑料管,堆场顶部表面采用摇摆式喷头,堆场四周边坡采用雨鸟式喷头。

(5) 渗滤浸出

稀土溶于浸出液后,顺收液沟流入集液箱,清液顺管道流入母液池。

(6) 洗堆

喷淋结束后,堆场中还存在一定的浸出母液,为防止造成稀土的流失和对环境产生影响,需要洗堆。洗堆一般用工业用水进行连续喷淋。

堆浸工艺流程图见图 3-4。

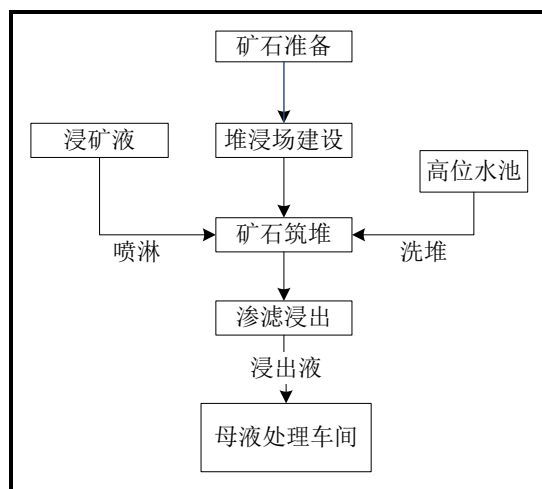


图 3-4 堆浸采矿工艺流程图

3.5.2.2 堆浸技术指标

现有工程稀土总回收率 50%。

3.5.3 现有母液处理车间

3.5.3.1 现有母液处理工艺

母液处理工艺过程主要包括母液沉淀、压滤脱水。母液处理工艺流程图见图

3-5。

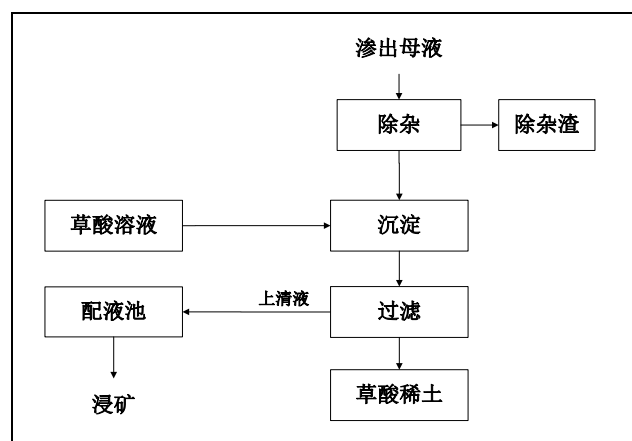


图 3-5 现有母液处理工艺流程图

(1) 母液沉淀

沉淀是向沉淀池中加入草酸溶液，搅拌、澄清。母液中的稀土元素生成 $\text{Re}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ 沉淀，上清液返回配液池，用于浸矿液配制，不外排。

(2) 压滤脱水

将沉淀下来的草酸稀土通过板框压滤机进行压滤脱水，滤饼为草酸稀土产品，装袋外运。压滤产生的滤液进入配液池循环用于生产，不外排。

3.5.3.2 现有母液处理车间组成

现有母液处理车间主要由母液集中池、除杂池、沉淀池、压滤车间、仓库等组成。

(1) 除杂池

其作用是将母液进行除杂使母液中的 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 等非稀土离子杂质生成沉淀。

(2) 沉淀池

主要作用是向沉淀池加入草酸溶液，使母液中的稀土元素生成草酸稀土沉淀。

(3) 压滤间

沉淀下来的草酸稀土通过板框压滤机进行脱水，滤饼用内塑料薄膜袋，外编织袋包装，即为草酸稀土产品。有压滤脱水间 1 个。

(4) 配液池

其作用是将沉淀池上清液和压滤机滤液统一收集到浸矿液配液池，用硫酸进行 pH 值的调节，配制硫酸铵浸矿液，用泵输送至高位池。

3.5.4 现有公辅工程

3.5.4.1 供电

矿区电力资源主要靠南方电网公司云南省电网供应，矿山已在母液处理车间附近安设有 500KVA 变压器，电力供应稳定，完全能满足矿山生产、生活用电需求。

3.5.4.2 供排水

(1) 水源

矿山生产生活用水设施已完善，供水充足，能满足矿山生活需要。

矿山生产用水水源为南洼河，日取水量 $239.21\text{m}^3/\text{d}$ ，年取水量 7.89 万 m^3 。矿区取水点位于南洼河段。取水点距离现有车间距离约 1km。管线沿进矿道路敷设，管径 100mm，PVC 管。由泵站把水扬送至矿区生产水池，清水与溶浸剂配液形成溶浸液。

矿区工作人员约 40 人，生活用水量约 $4\text{m}^3/\text{d}$ ，采用临近溪流上游取水方式。

(2) 排水

生活污水汇入化粪池内处理后用作农肥和绿化，不外排。生产水循环利用不外排。

(3) 水平衡

现有氧化稀土生产规模为 350t/a，现有工程总用水量为 $2390\text{m}^3/\text{d}$ ，其中新水量为 $249.21\text{m}^3/\text{d}$ （生活用新水量约 $4\text{m}^3/\text{d}$ ）。回用水量为 $2140.79\text{m}^3/\text{d}$ ，工业水重复利用率约为 89.57%。

其中，每天生产用水量约为 2380m^3 ，其中补充新水量为 239.21m^3 ，回用水量 2140.79m^3 ，每天生活用水量约 4m^3 ；生产废水全部回用不外排。堆浸场约 10% 的浸矿液渗漏。原 350t/a 矿山堆浸生产水平衡见图 3-6。

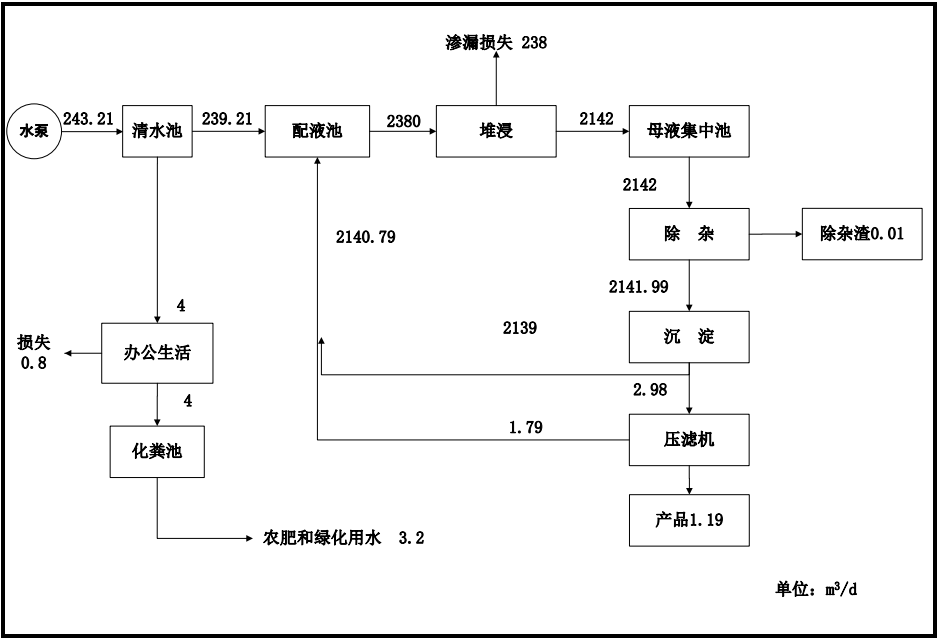


图 3-6 现有工程水平衡图

3.5.4.3 外部运输

（1）外部运输量

矿山外部运输主要是稀土产品、硫酸铵、碳酸氢铵等物料的运输。运输量见表 3.5。

表 3.5 矿山主要运输量及运输方式

类别	名 称	单 位	数 量	运输方式
产品	氧化稀土产品（REO）	t/a	350	外委、汽车运输
主要消耗品	硫酸铵	t/a	4900	
	草酸	t/a	1000	
固废	生活垃圾	t/a	6.6	
	除杂渣	t/a	17.5	
合计		t/a	6274.1	

由表 3.5 可见，矿山年运输量约 6274.1t，年运输量很小。

（2）运输方案

运输均由厂家运送或外委车辆运输。

（3）外部道路

矿区西南部有 237 县乡道与 233 省道相连，至陇川县城公路里程约 15km，交通方便。

3.5.5 铵根平衡

根据矿山生产规模（350t/a REO），每年需要的硫酸铵使用量为 4900t/a。

（1）铵根的添加量

根据硫酸铵和碳酸氢铵的分子量计算铵根的加入量

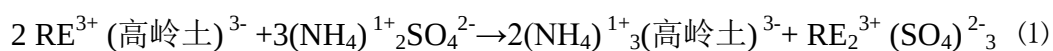
硫酸铵（ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ）的分子量为 132，其中铵根离子分子量为 18，铵的添加量为 $(4900 \times 36) / 132 = 1336.36 \text{t/a}$ 。

（2）铵根的转移消耗

①与稀土交换消耗

RE 为 17 种元素的总和，17 种元素的分子量从 44~174，结合本矿的矿石的原矿稀土元素配分表，本矿 RE 的原子量约为 132。

本矿年产品折合稀土氧化物（REO，分子量 148）350t，由此可计算出物质的量为 $2.24 \times 10^6 \text{mol}$ 。原地浸矿进行交换的化学式见式(1)；



由式(1)可知， RE^{3+} 与 NH_4^+ 交换时物质的量的比为 1：3，故交换到原地浸矿矿山中铵的物质的量为 $6.72 \times 10^6 \text{mol}$ 。

根据与稀土交换的铵的物质的量，可以计算出直接用于稀土交换消耗的铵的量为 121.15t/a。约占堆浸工艺铵总加入量的 9.07%。

②与矿体中其它元素交换的消耗量

铵在浸矿过程中除了和稀土元素金属进行交换外，还会和 Al、Fe 等金属进行交换，此过程也会消耗一部分铵。

除杂渣产生量为 17.5t/a，主要成分是 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀，由于当地 Fe 含量较少，以 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 为主， Al^{+3} 与 NH_4^+ 交换时物质的量的比为 1：3，故交换到浸矿体中的铵根量为 12.12t/a。约占堆浸工艺铵总加入量的 0.91%。

③蒸发量

堆浸场浸出时硫酸铵会蒸发进入大气环境，这部分铵根离子为无组织排放，预计排放量为 4~6t/a，难以准确估计，计算时忽略。

④微生物分解量

微量微生物能将氨氮进行转化分解，这部分分解量预计为 2~4t/a，难以准确估计，计算时忽略。

（3）堆浸场生产期间渗漏量

根据本矿山历史堆浸经验，约有 10%的母液渗漏进入地下水，生产时收集母液氨氮浓度约为 3300mg/L，因此，生产期间的渗漏量约为 259.18 t。

（4）堆浸场吸附量

在堆浸过程中，堆浸场会对浸矿液中的铵根离子产生吸附作用，使得大量的铵根离子吸附在堆浸场岩土体的表面和孔隙中。堆浸过程堆浸场岩土体对铵的吸附量目前未开展相关研究，其过程复杂，目前难以准确进行定量计算。堆浸场岩土体吸附量为除渗漏、消耗的所有铵根量，土壤最终剩余铵根量应为 943.91 t。

根据矿山生产规模（350t/a REO），原堆浸工程氨根平衡见图 3-7。

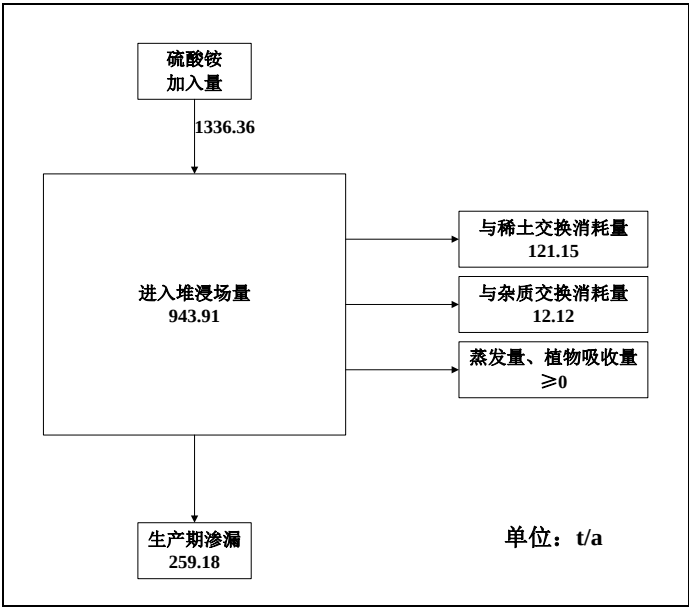


图 3-7 500t/a 母液处理车间原地浸矿场氨根平衡

根据以上过程给出原堆浸工程的铵根平衡，如表 3.6 所示。

表 3.6 500t 车间采场铵根平衡表 单位：t

规模 t/a	铵根加入量		铵根消耗吸附量		铵根渗漏量
350	硫酸铵	1336.36	产品消耗	121.15	259.18
			杂质消耗	12.12	
			堆浸场吸附	943.91	
小计	1336.36		1077.18		259.18

3.5.6 硫酸盐去向

对硫酸盐的去向进行分析，矿山(生产规模 350t/a REO)年使用硫酸铵 4900t，其中硫酸盐约为 3563.64t。硫酸盐的具体去向有以下三个：

- (1) 随浸矿液进入矿体后，吸附在堆浸场内，这部分硫酸盐约为 2856.78t。
- (2) 根据本矿山历史堆浸经验，约有 10%的母液渗漏进入地下水，生产时收集母液硫酸盐浓度约为 9000mg/L，因此，生产期间的渗漏量约为 706.86t。

表 3.7 硫酸盐去向 单位：t/a

加入量	生产期渗漏量	堆浸场吸附量
3563.64	706.86	2856.78

3.6 现有矿山工程污染源分析

3.6.1 废水污染源

现有矿山在正常情况下，在母液处理环节中所产生的废水经收集后能够全部回用，不外排。

矿山生产人员较少，不设生活区。在厂区设置旱厕，生活污水经化粪池处理后用作农肥和绿化用水，不外排。

堆浸场母液不能全部回收，浸矿母液渗漏率约 10%，属无组织排放。

3.6.2 废气污染源

废气污染源主要是原地浸矿场施工时产生的扬尘，以及矿山松散物料装卸和堆存时产生的扬尘。

3.6.3 固体废物

(1) 尾矿

堆浸尾矿量约为 25 万 t/a。

(2) 稀土除杂渣

在母液处理工程中，母液经过除杂工艺产生除杂渣，产量约为 17.5t/a，已全部外售。

(3) 生活垃圾

本项目共有员工 40 人，生活垃圾按 0.5kg/d/人的系数进行计算，则生活垃圾年产量约 6.6t，集中收集后定期运至当地环卫部门指定的场所统一处理。

3.6.4 噪声

现有矿区噪声源主要是母液处理车间压滤机和水泵产生的噪声。声源强度通常为 80~85dB（A）。

3.6.5 现有工程污染物产生、排放情况

现有工程主要污染源及污染物渗漏排放量见表 3.8。

表 3.8 现有工程污染物渗漏量

污染源	项目		渗漏量
废水无组织渗漏 238m ³ /d	氨氮	t/a	259.18
	硫酸盐	t/a	706.86

由表 2.12 可知，污染物渗漏量氨氮约 259.18t/a，硫酸盐为 706.86 t/a。

3.7 原环境影响报告表审查意见落实情况

原环境影响报告表审查意见落实情况见表 3.9。

表 3.9 原环境影响报告表审查意见落实情况

审查意见	落实情况
必须建成完善的废水循环使用系统,并保证污水治理设施的正常运转,外排污水应处理达《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表 4 二级标准	母液车间水循环利用不外排。
边开采边复植,搞好矿区绿化工作	堆浸废弃地和原地浸矿采空区均已恢复植被,效果较好。
按设计要求建设尾矿坝	未建立专门的尾矿坝,堆浸场已恢复植被,效果较好,有效防止水土流失。

3.8 历史遗留废弃地复垦情况

3.8.1 废弃地的分类及特征

历史遗留废弃地包括堆浸废弃地和原地浸矿采空区两类场地。其特征分别如下：

(1) 堆浸废弃地

堆浸废弃地包括堆浸采场和尾砂堆场，主要分布在山坡、沟谷。由于历史尾砂堆场不规范和水土流失等原因，现有堆浸采场与尾砂堆场的边界模糊，统一归类为堆浸废弃地。

矿山前期开采过程中共形成两处堆浸废弃地，共占地面积 4.76hm²，其中 1#堆浸场地位于矿区中部，占地面积 3.31hm²，为顺坡开采，开采标高 1050-1130m，高度 80m，开采后地形坡度 40°-50°；2#堆浸废弃地位于矿区南部，占地面积 1.45hm²，为分台阶开采，台阶高度小于 5m，坡度 50°，开采标高 1090-1120m，边坡总高度为 30m。

(2) 原地浸矿采空区

原地浸矿不需对地表进行大面积的开挖活动，主要是在原地浸矿场打注液井（孔）、安装注液管道后进行注液，在原地浸矿矿山周边设置收液沟进行收液。

原地浸矿采空区位于矿区西南部，占地面积 0.89hm²，原占地类型为有林地，该采区形成于 2006 至 2012 年间，为矿山开展的原地浸矿试验区，目前已停采，

原地浸矿具不破坏植被、不开挖山体、无废渣排放的特点，该注液采空区地形地貌未发生改变，对土地的损毁主要为溶浸矿体对土地造成塌陷损毁，根据现场踏勘情况，原地注液采区未见塌陷。

历史遗留废弃地分布如图 3-8 所示。目前，历史遗留废弃地已完成复垦。

3.8.2 历史遗留废弃地生态恢复情况

经德宏州林业局、陇川县林业局组织工作，2012 年时对露天采坑进行回填、削坡并恢复植被，恢复效果良好。

龙安稀土矿历史遗留废弃地面积共计 5.65hm^2 ，其中堆浸废弃地面积 4.76hm^2 ，原地浸矿采空区面积 0.89hm^2 。目前全部已开展生态恢复工作，从图 3-8 可以看出恢复效果较好，与矿区周边景观已基本融为一体。复垦效果照片如图 3-9 所示。主要采取的措施如下所示：

（1）堆浸废弃地

①土地整理

老采区在采矿、堆浸、尾砂堆存等工作中处于无序的状况，治理前老采区沟壑纵横，无法直接复垦和种植。公司对老采区采取了工程措施，对采矿区、堆浸场地、尾砂堆场进行平整、构筑边坡、配置相应的排洪排水沟，形成有序的阶梯形场地。

②恢复为林地

撒播草籽及灌木种子，堆浸废弃地生态修复工程取得明显成效。

（2）原地浸矿采空区废弃地

注液孔回填，表土覆盖，播撒草籽，目前已全部复垦。

龙安稀土矿历史遗留废弃地已复垦情况见表 3.10。历史遗留废弃地生态恢复效果示意图见图 3-9。

表 3.10 历史遗留废弃地已复垦生态恢复治理表

序号	生态恢复项目		面积 (hm^2)	比例 (%)
1	堆浸废弃地种植林木		4.76	84.25
2	原地浸矿采空区	注液孔回填+撒播草籽	0.89	15.75
总计			5.65	100



图 3-9 复垦效果照片

3.9 现有矿山环境现状及存在问题

3.9.1 现有矿山环境现状

3.9.1.1 地表水环境现状

本次评价在现有工程下游共布设 4 个地表水监测断面，于 2021 年 10 月委托国土资源部昆明矿产资源监督检测中心进行了地表水质检测，见表 3.11 和见图 3-10。

表 3.11 地表水质监测断面位置

序号	编号	监测点位	监测水体
1	W3	1 号溪与南洼河交汇口下游 200 m	南洼河
2	W4	1 号溪与其支流交汇口下游	1 号溪
3	W5	2 号溪与南洼河交汇口上游 200m	2 号溪
4	W6	2 号溪与南洼河交汇口下游 200m	南洼河

监测结果见表 3.12，评价结果见表 3.13。

可见，矿区下游 2 号溪流监测断面 W5 氨氮、硝酸盐氮超标，其余监测点各监测因子均达标。推测地表水氨氮、硝酸盐氮超标与矿山历史采矿活动有关。

表 3.12 地表水水质监测结果 单位: pH 无量纲, 总大肠菌群为 MPN/L, 其余均为 mg/L

监测点位	pH	总氮	氟化物	硫化物	氯化物	石油类	氨氮	砷	汞	六价铬
W3	7.49	0.679	0.191	0.005L	0.836	0.05L	0.190	0.0003L	0.00005	0.004L
	7.61	0.689	0.195	0.005L	0.811	0.05L	0.184	0.0003L	0.00005	0.004L
	7.57	0.689	0.193	0.005L	0.846	0.05L	0.190	0.0003L	0.00005	0.004L
W4	7.41	0.590	0.107	0.005L	0.799	0.05L	0.213	0.0003L	0.00009	0.004L
	7.50	0.600	0.097	0.005L	0.763	0.05L	0.193	0.0003L	0.00008	0.004L
	7.48	0.600	0.102	0.005L	0.792	0.05L	0.187	0.0003L	0.00008	0.004L
W5	6.36	4.77	0.160	0.005L	23.0	0.05L	1.55	0.0003L	0.00009	0.004L
	6.51	4.69	0.142	0.005L	20.4	0.05L	1.50	0.0003L	0.00008	0.004L
	6.41	4.79	0.152	0.005L	24.7	0.05L	1.51	0.0003L	0.00008	0.004L
W6	7.37	0.956	0.194	0.005L	1.15	0.05L	0.190	0.0003L	0.00008	0.004L
	7.40	0.956	0.204	0.005L	1.12	0.05L	0.176	0.0003L	0.00008	0.004L
	7.28	0.927	0.198	0.005L	1.25	0.05L	0.181	0.0003L	0.00008	0.004L
地表水质量标准 III 类	6~9	1	1	0.2	250	0.05	1	0.05	0.0001	0.05
监测点位	铜	铅	锌	类大肠菌群	化学需氧量(COD)	五日生化需氧量(BOD ₅)	高锰酸盐指数	硝酸盐	硫酸盐	镉(Cd)
W3	0.00043	0.00054	0.00148	600	4L	0.5L	1.04	1.79	0.926	0.00005L
	0.00077	0.00052	0.00189	610	4L	0.5L	1.08	1.85	0.898	0.00005L
	0.00040	0.00054	0.00147	590	4L	0.5L	1.12	1.86	0.946	0.00058
W4	0.00138	0.00041	0.00331	640	4L	0.5L	1.12	1.31	0.540	0.00005L
	0.00060	0.00072	0.00168	620	4L	0.5L	1.12	1.28	0.582	0.00005L
	0.00087	0.00038	0.00180	640	4L	0.5L	1.16	1.29	0.580	0.00005L
W5	0.00049	0.00036	0.00578	ND	4L	0.5L	0.40	14.2	40.7	0.00010
	0.00038	0.00038	0.00414	<10	4L	0.5L	0.42	13.0	40.6	0.00012
	0.00145	0.00076	0.00800	<10	4L	0.5L	0.40	15.3	40.6	0.00005L
W6	0.00053	0.00082	0.00201	1100	4L	0.5L	1.00	3.16	1.79	0.00005L
	0.00066	0.00208	0.00349	1100	4L	0.5L	0.96	3.04	1.80	0.00005L

	0.00060	0.00167	0.00297	1100	4L	0.5L	1.00	3.03	1.90	0.00005L
地表水质量标准 III 类	1	0.05	1	10000	20	4	6	10	250	0.005

表 3.13 地表水水质评价结果

监测点位	pH	总氮	氟化物	硫化物	氯化物	石油类	氨氮	砷	汞	六价铬
W3	0.245	0.68	0.19	0.01	0.003	0.5	0.19	0.003	0.50	0.04
	0.305	0.69	0.20	0.01	0.003	0.5	0.01	0.003	0.20	0.04
	0.285	0.69	0.19	0.01	0.003	0.5	0.19	0.003	0.50	0.04
W4	0.205	0.59	0.11	0.01	0.003	0.5	0.21	0.003	0.90	0.04
	0.25	0.60	0.10	0.01	0.003	0.5	0.19	0.003	0.80	0.04
	0.24	0.60	0.10	0.01	0.003	0.5	0.19	0.003	0.80	0.04
W5	0.64	4.77	0.16	0.01	0.092	0.5	1.55	0.003	0.90	0.04
	0.49	4.69	0.14	0.01	0.082	0.5	1.50	0.003	0.80	0.04
	0.59	4.79	0.15	0.01	0.099	0.5	1.51	0.003	0.80	0.04
W6	0.185	0.96	0.19	0.01	0.005	0.5	0.19	0.003	0.80	0.04
	0.2	0.96	0.20	0.01	0.004	0.5	0.01	0.003	0.20	0.04
	0.14	0.93	0.20	0.01	0.005	0.5	0.18	0.003	0.80	0.04
监测点位	铜	铅	锌	类大肠菌群	化学需氧量(COD)	五日生化需氧量(BOD ₅)	高锰酸盐指数	硝酸盐	硫酸盐	镉(Cd)
W3	0.0004	0.01	0.001	0.06	0.10	0.06	0.17	0.18	0.004	0.01
	0.001	0.01	0.002	0.06	0.10	0.06	0.18	0.19	0.004	0.01
	0.0004	0.01	0.001	0.06	0.10	0.06	0.19	0.19	0.004	0.12
W4	0.001	0.01	0.003	0.06	0.10	0.06	0.19	0.13	0.002	0.01
	0.001	0.01	0.002	0.06	0.10	0.06	0.19	0.13	0.002	0.01
	0.001	0.01	0.002	0.06	0.10	0.06	0.19	0.13	0.002	0.01
W5	0.0005	0.01	0.006	0.001	0.10	0.06	0.07	1.42	0.16	0.02
	0.0004	0.01	0.004	0.00	0.10	0.06	0.07	1.30	0.162	0.02
	0.001	0.02	0.008	0.00	0.10	0.06	0.07	1.53	0.162	0.01
W6	0.001	0.02	0.002	0.11	0.10	0.06	0.17	0.32	0.01	0.01
	0.001	0.04	0.003	0.11	0.10	0.06	0.16	0.30	0.008	0.01
	0.001	0.03	0.003	0.11	0.10	0.06	0.17	0.30	0.008	0.01

3.9.1.2 地下水环境现状

本次评价在现有工程下游共布设 6 个地下水监测断面，于 2021 年 6 月委托国土资源部昆明矿产资源监督检测中心进行了地下水质检测，

水质监测点的分布情况见表 3.14 和图 3-11。

表 3.14 地下水质监测点布设一览表

序号	点号	点位	性质
1	Jc10	矿区西侧露采废弃地下游	关心点
2	Jc11	矿区中部露采废弃地下游	关心点
3	Jc14	原母液车间下游	关心点
4	Jc18	原母液车间下游	关心点
5	Jc20	原母液车间下游	关心点
6	Jc21	原母液车间下游	关心点

地下水水质监测结果见表 3.15，地下水水质评价结果见表 3.16。

表 3.15 地下水水质监测结果 单位： pH 无量纲，菌落总数 CFU/mL，总大肠菌群为 MPN/L，其余均为 mg/L

监测点位	pH	总硬度	硝酸盐氮	硫化物	硫酸盐	氯化物	氨氮	六价铬	砷	汞	铜	镉	锌(Zn)	铅(Pb)
JC10	7.26	14.14	0.331	0.005 _L	0.975	12.0	0.442	0.004 _L	0.0013L	0.0001L	0.00222	0.00009	0.00535	0.00227
Jc11	6.10	22.22	0.270	0.005 _L	11.8	20.5	3.78	0.004 _L	0.0017	0.0003	0.0036	0.00022	0.0277	0.001L
Jc14	8.04	105.0	0.262	0.005 _L	13.4	19.3	0.125	0.004 _L	0.001L	0.0001L	0.0428	0.00033	0.0127	0.00662
JC18	6.31	14.14	3.11	0.005 _L	14.9	4.34	1.11	0.004 _L	0.0013L	0.0001L	0.00942	0.00016	0.0202	0.00292
JC20	6.50	280.7	0.264	0.005 _L	177	64.5	1.09	0.004 _L	0.0013L	0.0001L	0.00743	0.00005L	0.00613	0.00394
JC21	6.82	708.9	0.071L	0.005 _L	521	162	0.188	0.004 _L	0.0013L	0.0001L	0.00170	0.00005	0.00384	0.00051
III 类标准	6.5~8.5	450	20	0.02	250	250	0.5	0.05	0.01	0.001	1	0.005	1	0.01
监测点位	铁	锰(Mn)	总大肠菌群	钙(Ca)	钾(K)	镁(Mg)	钠(Na)	溶解性总固体	耗氧量	碳酸根	碳酸氢根	菌落总数	亚硝酸盐氮	氟化物
JC10	14.7	0.968	1100	7.23	8.34	2.36	3.36	134	0.84	0.6L	15.73	19200	<0.002	0.042
Jc11	64.1	0.792	63	5.63	5.95	0.94	8.65	226	0.5L	0.6L	1.2L	14750	<0.002	0.046
Jc14	38.4	0.843	85	8.72	4.46	1.48	4.45	135	0.74	0.6L	3.15	22500	<0.002	0.085
JC18	28.6	1.31	260	4.65	3.95	0.83	4.81	203.5	0.74	0.6L	9.44	23400	0.068	0.145
JC20	107	1.04	3700	88.34	11.03	15.39	27.77	548.5	0.54	9.28	47.19	22100	<0.002	0.079
JC21	69.4	2.11	4600	228.1	15	39.67	62.19	1297	0.66	24.75	69.21	10350	<0.002	0.076
III 类标准	0.3	0.1	—	—	—	—	200	1000	3	—	—	100	1	1

表 3.16 地下水水质评价结果 单位：无量纲

监测点位	pH	总硬度	硝酸盐氮	硫化物	硫酸盐	氯化物	氨氮	六价铬	砷	汞	铜	镉	锌(Zn)	铅(Pb)
JC10	0.17	0.03	0.02	0.125	0.004	0.048	0.884	0.04	0.065	0.05	0.0022	0.018	0.01	0.23
Jc11	1.80	0.04938	0.0135	0.125	0.047	0.082	7.56	0.04	0.17	0.3	0.0036	0.044	0.03	0.05
Jc14	0.69	0.23333	0.0131	0.125	0.054	0.0772	0.25	0.04	0.05	0.05	0.0428	0.066	0.01	0.66
JC18	1.38	0.03	0.16	0.125	0.06	0.01736	2.22	0.04	0.065	0.05	0.0094	0.032	0.02	0.29
JC20	1.00	0.62	0.01	0.125	0.708	0.258	2.18	0.04	0.065	0.05	0.0074	0.005	0.01	0.39
JC21	0.36	1.58	0.002	0.125	2.084	0.648	0.376	0.04	0.065	0.05	0.0017	0.01	0.00	0.05
监测点位	铁	锰(Mn)	总大肠菌群	钙(Ca)	钾(K)	镁(Mg)	钠(Na)	溶解性总固体	耗氧量	碳酸根	碳酸氢根	菌落总数	亚硝酸盐氮	氟化物
JC10	49	9.68	36.67	—	—	—	0.02	0.13	0.28	—	—	192	0.001	0.042
Jc11	213.7	7.92	2.10	—	—	—	0.04	0.23	0.08	—	—	147.5	0.001	0.046
Jc14	128	8.43	2.83	—	—	—	0.02	0.14	0.25	—	—	225	0.001	0.085
JC18	95.33	13.1	8.67	—	—	—	0.02	0.20	0.25	—	—	234	0.068	0.145
JC20	356.7	10.4	123.33	—	—	—	0.14	0.55	0.18	—	—	221	0.001	0.079
JC21	231.3	21.1	153.33	—	—	—	0.31	1.30	0.22	—	—	103.5	0.001	0.076

注：“—”代表无对应标准值。未检出按照检出限的一半进行评价。

检测结果表明：陇川龙安稀土矿地下水超标项目有 11 项，分别为 pH、总硬度、溶解性总固体、耗氧量、硝酸盐、硫酸盐、氨氮、铁、锰、总大肠菌群、菌落总数，其中超标率最高为菌落总数，达到 100%。

(1) 常规因子

①pH

6 组水样中，JC11、JC18pH 超标，超标 0.38~0.8 倍，超标倍数较小。pH 超标与本区土壤本底 pH 为酸性有关。

②溶解性总固体

6 组水样中，JC21 溶解性总固体超标，超标 0.3 倍，推测与原生地质条件有关。

③总硬度

6 组水样中，JC21 总硬度超标，超标 0.58 倍，超标倍数较小，水质类型均为花岗岩风化裂隙潜水。总硬度超标与区域原生地质条件有关。

④铁

6 组水样中，铁均超标，超标倍数 48~355.7 倍，铁超标与区域原生地质条件有关。

⑤锰

6 组水样中，锰均超标，超标倍数 8.68~20.1 倍，锰超标与区域原生地质条件有关。

⑥菌落总数

6 组水样中，菌落总数均超标，超标 102.5~233 倍。菌落总数推测与农业生产活动有关。

⑦总大肠菌群

6 组水样中，总大肠菌群均超标，超标 1.1~152.33 倍。总大肠菌群超标推测与农业生产活动有关。

(2) 特征因子

①氨氮

6 组水样中，JC11、JC18、JC20 两个点位氨氮超标，超标 1.18-6.56 倍，推

测与历史采矿活动及农业生产活动有关。

②硫酸盐

6 组水样中，JC21 硫酸盐超标，超标倍数 1.08 倍，超标倍数较小。推测与历史采矿活动及农业生产活动有关。

3.9.1.3 土壤环境现状

在废弃地附近布设 5 个土壤监测点，如表 3.17 所示，具体监测点位置见图 3-12。于 2021 年 6 月委托国土资源部昆明矿产资源监督检测中心进行了土壤检测。

表 3.17 土壤监测点位布置表

序号	布点位置			取样深度	监测因子
1		SB10	母液处理车间内部土壤	表层 0-0.2m	pH、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷，1,2-二氯乙烷，1,1-二氯乙烯，顺-1,2-二氯乙烯，反-1,2-二氯乙烯，二氯甲烷，1,2-二氯丙烷，1,1,1,2-四氯乙烷，1,1,2,2-四氯乙烷，四氯乙烯，1,1,1-三氯乙烷，1,1,2-三氯乙烷，三氯乙烯，1,2,3-三氯丙烷，氯乙烯，苯、氯苯，1,2-二氯苯，1,4-二氯苯，乙苯，苯乙烯，甲苯，间二甲苯+对二甲苯，邻二甲苯，硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽，茚并[1,2,3-cd]芘，萘，锌，可溶性硫酸盐，总氮，氨氮，硝酸盐氮，含盐量（SSC）共 52 项
2		SZ2	矿区内露采废弃地处土壤	0-0.5m ， 0.5-1.5m ， 1.5-3m	
3		SZ3	矿区内露采废弃地处土壤		
4		SZ4	原地浸采空区处土壤		
5		SZ5	母液处理车间内部土壤		

土壤监测结果见表 3.18。

表 3.18 土壤监测结果 pH 无量纲

检测项目	单位	SB10	SZ5-1	SZ5-2	SZ5-3	SZ2-1	SZ2-2	SZ2-3	SZ4-1	SZ4-2	SZ4-3	SZ4-4	SZ5-1	SZ5-2	SZ5-3	SZ3-1	SZ3-2	SZ3-3
氯甲烷	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
氯乙烯	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,1-二氯乙烯	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
二氯甲烷	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
反式 1,2-二氯乙烯	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,1-二氯乙烷	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
顺式 1,2-二氯乙烯	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
氯仿	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,1,1-三氯乙烷	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
四氯化碳	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2-二氯乙烷	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
苯	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
三氯乙烯	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2-二氯丙烷	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
甲苯	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,1,2-三氯乙烷	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
四氯乙烯	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
氯苯	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,1,1,2-四氯乙烷	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
乙苯	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
间/对二甲苯	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
苯乙烯	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

检测项目	单位	SB10	SZ5-1	SZ5-2	SZ5-3	SZ2-1	SZ2-2	SZ2-3	SZ4-1	SZ4-2	SZ4-3	SZ4-4	SZ5-1	SZ5-2	SZ5-3	SZ3-1	SZ3-2	SZ3-3
邻二甲苯	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,1,2,2-四氯乙烷	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2,3-三氯丙烷	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,4-二氯苯	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2-二氯苯	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
pH	无量纲	6.29	4.66	4.7	4.4	4.85	5.07	7.3	5.44	5.15	5.13	5.24	4.86	5.05	5.53	4.66	4.45	5.36
苯胺	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2-氯酚	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
硝基苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
萘	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
苯并[a]蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
苯并[b]荧蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
苯并[k]荧蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
苯并[a]芘	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
茚并[1,2,3-cd]芘	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
二苯并[a,h]蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
六价铬(Cr ⁶⁺)	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
砷(As)	mg/kg	2.85	0.3	0.58	0.35	4.19	3.96	4.21	2.23	2.02	1.45	0.96	2.64	1.41	2.21	1.24	1.09	0.75
汞(Hg)	mg/kg	0.047	0.027	0.017	0.028	0.082	0.085	0.107	0.056	0.07	0.076	0.075	0.036	0.014	0.039	0.026	0.038	0.024
镉(Cd)	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.06	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
铜(Cu)	mg/kg	5.58	2.37	4.05	2.57	21.8	19.9	24.7	30.4	17.5	15.2	13.3	18.6	14.3	13.1	9.2	12.3	7.61
镍(Ni)	mg/kg	15.7	5.27	5.27	4.6	15.8	18.3	17	10.4	9.64	8.01	6.14	10.8	6.65	10.2	9.24	6.38	5.23

检测项目	单位	SB10	SZ5-1	SZ5-2	SZ5-3	SZ2-1	SZ2-2	SZ2-3	SZ4-1	SZ4-2	SZ4-3	SZ4-4	SZ5-1	SZ5-2	SZ5-3	SZ3-1	SZ3-2	SZ3-3
铅(Pb)	mg/kg	43.4	40.6	38.8	42.4	48.6	46.4	49.4	49.9	47	45	47.7	46.2	40	50.1	36.7	37.3	43
锌(Zn)	mg/kg	40.2	40.1	35.4	40.8	52	50.6	55.8	55.6	48.3	50.6	52.1	49.2	35.6	48.5	36.2	42.1	45.8
氨氮	mg/kg	10.3	11.5	9.54	41.1	18.6	17.1	13	16.5	11.8	10.5	10	13	2.76	19.4	16.1	10.9	21.6
硝酸盐氮	mg/kg	0.62	0.44	0.43	0.74	0.87	0.65	0.79	0.65	0.62	0.6	0.48	2.6	0.91	0.55	4.06	3.04	3.5
总氮	mg/kg	445	232	62	219	1267	872	984	606	216	182	129	413	89	316	329	109	142
水溶性盐总量	%	ND	0.02	0.02	ND	ND	ND	ND	0.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
硫酸盐离子	%	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

土壤环境质量评价结果见表 3.19, 其中低于检出限的监测结果未计算污染指数。可以看出, 占地范围外农用地土壤监测项目满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018) 风险筛选值, 占地范围内土壤监测项目均满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018) 第二类用地筛选值要求。

表 3.19 土壤环境质量评价结果

编号	六价铬 (Cr ⁶⁺)	砷(As)	汞(Hg)	镉(Cd)	铜(Cu)	镍(Ni)	铅(Pb)
SB10	ND	0.05	0.001	ND	0.0003	0.02	0.05
SZ5-1	ND	0.01	0.001	ND	0.0001	0.01	0.05
SZ5-2	ND	0.01	0.0004	ND	0.0002	0.01	0.05
SZ5-3	ND	0.01	0.001	ND	0.0001	0.01	0.05
SZ2-1	ND	0.07	0.002	ND	0.0012	0.02	0.06
SZ2-2	ND	0.07	0.002	ND	0.0011	0.02	0.06
SZ2-3	ND	0.07	0.003	0.001	0.0014	0.02	0.06
SZ4-1	ND	0.04	0.001	ND	0.0017	0.01	0.06
SZ4-2	ND	0.03	0.002	ND	0.0010	0.01	0.06
SZ4-3	ND	0.02	0.002	ND	0.0008	0.01	0.06
SZ4-4	ND	0.02	0.002	ND	0.0007	0.01	0.06
SZ5-1	ND	0.04	0.001	ND	0.0010	0.01	0.06
SZ5-2	ND	0.02	0.000	ND	0.0008	0.01	0.05
SZ5-3	ND	0.04	0.001	ND	0.0007	0.01	0.06
SZ3-1	ND	0.02	0.001	ND	0.0005	0.01	0.05
SZ3-2	ND	0.02	0.001	ND	0.0007	0.01	0.05
SZ3-3	ND	0.01	0.001	ND	0.0004	0.01	0.05

3.9.2 现有矿山存在环境问题

(1) 母液处理车间下游地表水监测断面 W5 特征因子氨氮、硝酸盐氮超标, 原因为历史稀土采矿活动导致。

(2) 历史遗留废弃地下游 JC11、JC18、JC20 监测点氨氮超标, 原因为历史稀土采矿活动导致。

3.10 “以新带老”措施

针对矿山现有环境问题, 改扩建后项目生产过程中将采取改进措施。主要表现在以下方面:

(1) 在母液处理车间下游小流域出口设置 2#水力截获线及配置的水质监控点, 对水质监控点水质进行长期监测, 若发现水质监控点地下水水质超标, 则启动

水力截获井将超标地下水抽出并输送至母液处理车间尾水处理站处理。详见第15章图 15-4。

（2）防渗措施

改扩建后要求在母液收集池、母液处理车间各池体等区域按照重点防渗区要求进行防渗。

（3）事故应急措施

改扩建后要求在原地浸矿场、母液处理车间均设置环境风险事故池。

“以新带老”措施的责任主体为陇川云龙稀土开发有限公司。

4 扩建工程分析

4.1 矿区范围及资源特征

4.1.1 矿区范围

本项目为采矿证延续项目，矿区范围与现有采矿证一致，详见第 3.1.1 小节。

4.1.2 矿体特征

龙安稀土矿主要赋存于花岗岩全风化层内，其次在花岗岩半风化层中零星分布，呈被袱状覆盖全区，矿体盖层厚 0—6.6m，平均厚 2.7m。区内矿体由 46 个浅钻工程控制，控制矿体东西长 1900m，南北宽 1850m；矿层最大垂厚 12.9m，最小垂厚 1.65m，平均厚度 6.62m，厚度变化系数 46.37%，属厚度变化稳定矿体。矿体出露最高标高 1300m，最低标高 1004.1m，其形态受地形地貌变化控制，呈被袱状，剖面上一一般山顶垂厚较大，如 ZK3 控制垂厚 12.9 米，向山脚垂厚逐渐变薄，如 ZK26 控制垂厚 4.8 米。

矿石品位(RE_2O_3)0.070—0.339%，矿石浸取品位(SRE_2O_3)0.028—0.116%，浸取品位变化系 44.06%，属有用组分分布均匀矿体。

4.1.3 矿石质量

(1) 矿石物质组成

区内稀土矿属花岗岩风化壳离子吸附型稀土矿床，经测试鉴定，各种粒度(自然粒度)样品中均有稀土矿物存在。

经重砂镜下鉴定，矿物组合为：磁铁矿、赤铁矿、钛铁矿、褐铁矿、石榴石、黄铁矿、锆石、自然铅、方铅矿、未定名稀土矿物、绿帘石、铌铁矿、萤石等。

(2) 矿石化学成分

根据储量核实报告，含矿层(花岗岩全风化层)化学成份平均值(19 件样品统计)为： SiO_2 : 63.62%， TiO_2 : 0.49%， Al_2O_3 : 19.72%， Fe_2O_3 : 3.90%， FeO : 0.70%， MnO : 0.04%， MgO : 0.30%， CaO : 0.09%， Na_2O : 0.22%， K_2O : 3.60%， P_2O_5 : 0.05%， CO_2 : 0.08%。结合本次补充检测的重金属元素含量，矿石化学成分结果见表 4.1。

表 4.1 矿石化学成分表

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO
63.62%	19.72%	3.90%	0.70%	3.60%	0.22%	0.09%	0.30%
TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	As	Hg	Cr	Cd	Pb
0.49%	0.05%	0.04%	3.08×10 ⁻⁶	0.081×10 ⁻⁶	31.2×10 ⁻⁶	0.025×10 ⁻⁶	39.3×10 ⁻⁶

矿层稀土总量含量最高 0.146%，平均 0.094%。

4.1.4 矿体围岩和夹石

龙安稀土矿体赋存于花岗岩风化壳中，呈被袱状赋存于花岗岩半风化层（底板）之上红土化层（顶板）之下，矿体与围岩界线不清楚（局部红土化层为矿层）。稀土矿体主要为花岗岩全风化层，无夹石存在。

4.1.5 资源储量

根据关于《云南省陇川县龙安稀土矿资源储量核实报告》（2013年）矿产资源储量评审备案证明（云国土资储备字【2013】182号）及《云南省陇川县龙安稀土矿资源储量核实报告》（2013年）评审意见书（云国土资矿评储字【2013】110号），龙安稀土矿截止2013年2月底，矿区各类资源/储量核实结果如下（详见表4.2）。

表4.2 龙安稀土矿资源储量核实估算汇总表

（截止2013年2月底）

资源储量	矿石类型	资源量分类编码	块段矿石量（万吨）	REO 平均品位（%）	稀土氧化物（REO）资源量（吨）
保有资源储量	工业矿	333	**	**	**
		334?	**	**	**
		合计	**	**	**
	低品位矿	334?	**	**	**
		合计	**	**	**
	累计		**	**	**
消耗资源储量	工业矿	122b	**	**	**
		合计	**	**	**
累计探明资源储量	工业矿	122b	**	**	**
		333	**	**	**
		334?	**	**	**
		合计	**	**	**
	低品位矿	334?	**	**	**
		合计	**	**	**
	累计		**	**	**

4.1.5.1 设计利用资源储量

该矿山的资源类型主要为 333、334 类，其中 334 类为推断储量，其级别不够，本设计不考虑设计利用；由于该矿山的矿体空间形态及产状和工程控制情况及围岩上下盘等因数，因此在本设计中资源量可信度系数的取值参考类似矿山及结合矿山实际生产情况而取得 333 类资源量可信度系数为 0.7。

设计利用资源量按以下公式计算得出：设计利用资源量=保有资源量×资源可信度系数-设计损失量（其中设计损失量为 0）。

则矿山采矿权范围内设计利用资源储量为：333 类稀土矿石量 174.40 万吨、平均品位 0.175%、稀土氧化物 3052 吨，详见表 4.3。

表 4.3 龙安稀土矿采矿权范围内设计利用资源储量表

矿体块段编号	资源量类别	可信度系数	设计利用矿石量（万吨）	REO 平均品位（%）	稀土氧化物（REO）资源量（吨）
I	333	0.7	**	**	**

4.1.5.2 设计可采资源储量

在本设计中矿山选用的采矿方法为稀土原地溶浸采矿工艺，稀土原地溶浸采矿回收率为 92.5%。

设计可采资源量按以下公式计算得出：设计可采资源储量=设计利用资源储量-采矿损失量（采矿损失量=设计利用资源储量×损失率）。

则矿山采矿权范围内设计可采资源储量为：333 类稀土矿石量 161.32 万吨、平均品位 0.175%、稀土氧化物 2823.1 吨；详见表 4.4。

表 4.4 龙安稀土矿采矿权范围内设计可采资源储量表

矿体块段编号	资源量类别	采矿回收率	可采矿石量（万吨）	REO 平均品位（%）	可采稀土氧化物（REO）资源量（吨）
I	333	0.925	**	**	**

4.2 扩建工程基本情况

4.2.1 项目名称、性质、建设地点、建设单位

项目名称：陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿改扩建项目

性质：改扩建

项目类别：稀土金属矿采选，B0932

建设地点：云南省德宏傣族景颇族自治州陇川县弄把镇

建设单位：陇川云龙稀土开发有限公司

4.2.2 建设规模及产品方案

建设规模：现有规模 350 t/a（折 REO），扩建后规模 500 t/a（折 REO）。

产品方案：混合稀土碳酸盐（简称碳酸稀土），产量为 2250t/a。

4.2.3 服务年限

矿山总服务年限为 7 年，基建期 4 个月，运行期为 6.63 年。

4.2.4 劳动定员及工作制度

本企业工作制度为：年工作日 300 天，每天 2 班，每班 8 小时；矿山工作人员 40 人，其中管理人员 8 人。

4.2.5 工程总投资及环保投资

项目总投资：项目总投资 1799.18 万元，环境保护投资估算为 841.67 万元，约占 46.78%。

4.3 项目组成

陇川云龙稀土矿项目主要由原地浸矿场工程、母液处理工程、环保工程和公辅工程组成。本次环评工程内容主要为原地浸矿场以及 1 个母液处理车间。

原地浸矿场工程见表 4.5。

表 4.5 工程内容

类别	工程内容		
主体工程	原地浸矿场	注液系统	包括高位水位、注液孔和采场注液管路系统。
		收液系统	采用“密集导流孔+收液沟+收液井”收液。
	母液处理车间	在现有母液处理车间场地内建设。包括 6 个除杂池，9 个沉淀池，2 个产品池，1 个硫铵配液池，1 个碳铵配液池，2 个事故应急池，1 个压滤车间，1 个成品仓库 1 个原材料库，1 处办公区，1 个硫酸储罐，1 处尾水处理站，1 个除杂渣贮存池。	
公用工程	供水	生产用水	从南洼河取水。依托现有工程。
		生活用水	从矿区上游溪水中取水。依托现有工程。
	供电	靠南方电网公司云南省电网供应	
环保工程	水污染防治措施	清水清洗	原地浸矿场收液结束后，利用注液系统对采区进行清水淋洗。
		废水处理利用	车间生产废水循环利用不外排。生活污水经化粪池处理后用于绿化。清洗尾水采用“特种膜”工艺处理后回用。
		清污分流系统	设置“内部避水沟+外部排水沟”。

类别	工程内容		
		多级监控收液系统	设置矿块级“收液井+收液监控井”，流域级“截获井+监控井”。
		分区防渗	原地浸矿场收液沟、收液池，母液处理车间硫酸库、除杂渣贮存池、母液中转池、配液池、除杂池、沉淀池、产品池、除杂渣贮存池、事故池等池体、尾水处理站、成品仓库、原材料仓库作为重点防渗区防渗。
	废气污染防治措施	在母液处理车间的散料堆场和稀土产品建仓库，进行遮挡，防止扬尘的产生。	
	噪声污染防治措施	对车间的压滤设备、水泵等噪声设备采取隔声、减震等措施。	
	固废污染防治措施	注液孔弃土袋装堆存，后期用于注液孔回填。 本项目母液处理车间产生除杂渣 25t/a，根据《陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿矿产资源开发利用项目辐射环境影响评价专篇》，除杂渣属于伴生放射性固体废物。生产期间产生的除杂渣全部暂存在除杂渣贮存池中，待服务期满后统一处置。本次环评提出试生产期间除杂渣贮存池采用人工防渗，防渗层的厚度应相当于渗透系数 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 和厚度 $\geq 6\text{m}$ 的黏土层的防渗性能。要求矿山生产后对产生的除杂渣进行属性鉴别，按相应的鉴定结果进行妥善处置。	
	风险防范措施	设置原地浸矿场事故池、母液处理车间事故池，母液输送管线设置止回阀。	
	生态恢复措施	在原地浸矿场完成采矿工作后，注液孔进行封孔，在母液处理车间服务期满后对母液处理车间进行生态恢复。	

4.3.1 采矿工程

原地浸矿场工程见表 4.6。

表 4.6 原地浸矿场工程内容

工程名称		建设位置	扩建后
注液工程	高位池	采场顶部	新建高位池，布置在原地浸矿场山顶，高位池包括高位浸矿液池和高位顶水池，共设有 9 个高位池，高位池采用砖混结构，规格为地上式， $L \times B \times H = 5 \times 5 \times 2$ ，有效容量 50m^3 。高位池为池底和池壁使用防渗膜进行覆盖，防止浸矿液腐蚀池壁和池底，池顶均加盖。
	注液孔	采场表面	注液孔分布采用菱形均匀布置，注液孔（井）深度一般为见矿 1.0-1.5m；设计注液井孔径为 0.25m。
收液工程	密集导流孔	采场底部	密集导流孔孔径 60~80mm，孔深根据原地浸矿场确定，孔间距约 300~500mm。密集导流孔底部用水泥进行人工假底防渗。
	收液沟	采场周边	在矿体的山脚下，沿矿体边界挖一条收液沟，宽度 1m 左右，深度以挖到基岩为准，并做好防渗漏处理。母液经天然底板和导流孔汇流到收液沟，再经收液沟流到母液中转池。收液沟底部全部铺设防渗膜进行防渗处理。
	收液井	采场外围	在收液沟的外围，依据矿体底板的变化情况及收液沟的情况，布置适量的收液井，井深视到潜水层或基岩为准，以收集收液沟收集不到的母液。

工程名称		建设位置	扩建后
	母液中 转池	采场周边	采场浸出来的母液，经过收液沟汇集至母液中转池。母液中转池布置在采场外最低的位置处，采用砖混结构，深 4m，有效容积 800m ³ 。池底和池壁使用防渗膜进行覆盖，防止浸矿液腐蚀池壁和池底。原地浸矿场设有 2 个母液中转池。
清污 分流 工程	内部 避水沟	采场表面	截水沟为原地浸矿场收液沟的内侧布置一圈封闭的截水沟将雨水进行截流，防止收液沟内原地浸矿场的雨水汇流进入收液沟，截水沟尺寸约为 0.2×0.3m，长度根据原地浸矿场的面积进行布置。截水沟采用浆砌石的材质。标准的原地浸矿场截水沟长度约为 280m。
	外部 排水沟	采场周边	外部排水沟为原地浸矿场收液沟的外侧布置一圈封闭的截水沟将雨水进行截流，防止收液沟外的雨水汇流进入收液沟，截水沟宽 0.5m，深 0.5m，长根据原地浸矿场的面积进行布置。截水沟采用浆砌石的材质。标准的原地浸矿场外部排水沟长度约为 350m。
管 线 工 程	浸矿液 管线	母液车间 至采场高 位池	浸矿液线路为母液处理车间配液池至采场高位池线路，管路采用 100mm PVC 管，根据实际的扬程和流量选定防腐酸水泵。
	矿块注 液管线	采场高位 池至注液 孔	主管路采用 100mm 的 PVC 管，主管路至各个注液孔的管路分别称为注液支管，注液支管管径为 φ15mm。注液管网采用地上敷线方式进行敷设，一般沿山脚沟边、乡村道路边放置，可移动，可重复使用。
	母液管 线	采场至母 液处理车 间	母液线路为矿块母液中转池至母液处理车间线路，尽可能使母液自流到母液处理车间母液集中池，采用泵送至母液处理车间母液集中池。

4.3.2 母液处理工程

本项目母液处理车间共 1 个，在现有母液处理车间场地内重新建设，规模为 500t/a。

母液处理车间包括除杂池、沉淀池、配液池、压滤车间、硫酸储罐和仓库等。池子依据山坡呈梯段布置。母液除杂池、沉淀池、除杂渣贮存池、硫铵配液池、产品池底均预埋 2~3 个 PVC 出口，碳铵配液池底预埋 2 个 PVC。母液处理车间水池的池底和池壁用防渗膜防渗，防止浸矿液腐蚀池壁和池底，导致泄漏。母液处理车间主要工程内容如表 4.7 所示。母液处理车间的平面布置图见图 4-1。

表 4.7 500t/a 母液处理车间主要工程内容

序号	工程与设备名称	规格及型号	单位	个数
1	除杂池（5m 深）	600 m ³	个	6
2	沉淀池（5m 深）	600 m ³	个	9
3	产品池（3m 深）	150 m ³	个	2
4	除杂渣贮存池	300 m ³	个	1
5	硫铵配液池（4m 深）	600 m ³	个	1
6	碳铵配液池（4m 深）	400 m ³	个	1
7	事故应急池（5m 深）	300m ³	个	2
8	压滤车间	400 m ²	个	1

序号	工程与设备名称	规格及型号	单位	个数
9	成品仓库	400 m ²	个	1
10	原材料库	400 m ²	个	1
11	办公区（办公室、会议室、倒班宿舍及浴室）	800m ²	栋	1
12	硫酸库（设 1 个硫酸储罐，容积为 10 m ³ ）	65m ²	个	1
13	尾水处理站	500m ²	个	1

4.3.3 环保工程

环保工程见表 4.8。

表 4.8 环保工程主要内容

工程名称			建设位置	扩建后
废水	生产期废水		母液处理车间	母液处理环节产生的沉淀池上清液、压滤车间压滤废水返回配液，不外排。
	生活污水		母液处理车间	矿山生产人员较少，仅办公区有少量生活污水，设置化粪池，处理后用作农肥和绿化。
	清污分流		原地浸矿场	对原地浸矿场设内部避水沟和外部排水沟，将原地浸矿场与周边的自然降水分开，使得清污分流，减少原地浸矿场对地表的污染。
	清洗尾水		母液处理车间	母液处理车间建设一套尾水处理设施，主要工艺采用“特种膜处理”工艺，清水返回原采场继续淋洗，浓水用于下一个采场配浸矿液使用。
地下水	防渗工程		原地浸矿场、母液处理车间	原地浸矿场收液沟、收液池，母液处理车间硫酸库、除杂池、母液中转池、配液池、除杂渣贮存池、沉淀池、产品池、事故池等池体、尾水处理站、成品仓库、原材料仓库作为重点防渗区防渗。
	清水清洗		原地浸矿场	收液结束后，利用注液系统对采区进行清水淋洗。
	矿块级	收液井	原地浸矿场下游	在矿块下游布置若干个收液井，一旦发现其配套的收液监控井水质超标，即启动回收渗漏液。
		收液监控井		收液监控井深度大于枯水期地下水埋深 1~2m，监控因子为氨氮、硫酸盐，监控收液井的收液效果。
	流域级	截获井	矿块所在小流域出口处	布置在矿块所在小水文地质单元出口处；截获井应揭穿微风化层，水力截获井口径应大于 300mm，井中心间距应小于单井影响半径的 1.4 倍，确保形成完整连续的地下水截获带，防止截获带上游受污染地下水穿越截获带流向下游。
		监控井		监控井深度大于枯水期地下水埋深 1~2m，监控因子为氨氮、硫酸盐，监控截获井的收液效果。
废气	遮挡设施		物料	在母液处理车间的散料堆场和稀土产品建仓库，进行遮挡，防止扬尘的产生。
噪声	降低噪声		母液处理车间	对车间的压滤设备、水泵等噪声设备采取隔声、减震等措施。
固废	注液孔岩土		原地浸矿采场	单个注液孔施工产生岩土量较少，就近装袋堆存在注液孔周边，待浸矿完毕后，回填注液孔。
	生活垃圾		生活区	生活垃圾收集后定期运至当地环卫部门指定场所统一处理。

工程名称		建设位置	扩建后
	除杂渣	母液处理车间	本项目母液处理车间产生除杂渣 25t/a, 根据《陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿矿产资源开发利用项目辐射环境影响评价专篇》, 除杂渣属于伴生放射性固体废物。生产期间产生的除杂渣全部暂存在除杂渣贮存池中, 待服务期满后统一处置。本次环评提出试生产期间除杂渣贮存池采用人工防渗, 防渗层的厚度应相当于渗透系数 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 和厚度 $\geq 6\text{m}$ 的黏土层的防渗性能。要求矿山生产后对产生的除杂渣进行属性鉴别, 按相应的鉴定结果进行妥善处置。
土壤	清水清洗+监控井	原地浸矿采场	同地下水
	防渗工程	母液处理车间	同地下水
生态	生态恢复	原地浸矿场、母液处理车间	在原地浸矿场完成采矿工作后, 注液孔进行封孔, 在母液处理车间服务期满后对母液处理车间进行生态恢复。
环境风险	原地浸矿场事故池	原地浸矿场	原地浸矿场地下水流向下游低洼处按流域设一定数量事故池, 原则每个原地浸矿场设 1 个, 池容积不小于 100m^3 。
	母液处理车间事故池	母液处理车间	除杂池和沉淀池采用多池交替使用方案, 始终保持 1 个除杂池和 1 个沉淀池放空状态, 作为应急事故池。在母液处理车间山脚低凹处设 2 个事故池, 单个容积 300m^3 。
	母液输送管线风险措施	母液输送管线及沿线	母液输送管线每隔一定距离, 设置止回阀和泄压孔(带插管)。

4.3.4 公辅工程

主要公辅工程内容见表 4.9。

表 4.9 公辅工程主要内容

工程名称	主要内容
生产供水	母液处理车间总用水量为 $4004\text{m}^3/\text{d}$, 其中循环水用量为 $3698.28\text{m}^3/\text{d}$, 新水量为 $305.72\text{m}^3/\text{d}$, 工业用水重复利用率为 92.23%。
生活供水	生活用水量 $4\text{m}^3/\text{d}$, 从矿区上游溪水中取水。
排水系统	原地浸矿场、母液处理车间周围设排水沟, 雨污分流, 自然排放天然雨水, 矿山生产用水全部循环使用, 正常情况无外排废水。
供电系统	矿区电力资源主要靠南方电网公司云南省电网供应, 矿山已在母液处理车间附近安装有 500KVA 变压器, 电力供应稳定, 完全能满足矿山生产、生活用电需求。
运输	现有车间均已有土路能够达到, 不新增道路。矿山外部运输主要是稀土产品、硫酸铵、碳酸氢铵、除杂渣等物品的运输。运输均由厂家运送。

4.3.5 原辅材料消耗与贮存

本项目所需的原材料主要有硫酸铵、碳酸氢铵、浓硫酸等, 均为常规化工产品, 项目主要原材料情况见表 4.10。

表 4.10 药剂消耗与贮存

序号	药剂名称	单位用量 t/tREO	年用量 t/a	药剂 形态	贮存方式		
					设备类型	大小/m ³	数量
1	浓硫酸	0.6	300	液态	储罐	10	1
2	硫酸铵	8.5	4250	固体	原料仓库		
3	碳酸氢铵	3.5	1750	固体			

4.4 总体布局

陇川云龙主要由原地浸矿场、母液处理车间、取水点等组成。矿区内共设置 1 个母液处理车间。

矿山不设置生活区，在母液处理车间设有简易办公区。矿山工程总平面布置图见图 4-2。

4.5 项目占地

工程占地面积为 29.47hm²，其中永久占地面积 3.92hm²。原地浸矿场的占地面积虽然很大，但是实际上其主要破坏为原地浸矿场工程造成的破坏，本项目实际破坏面积为 5.83hm²。项目占地类型主要为林地。占地情况统计见表 4.11。

表 4.11 项目占地面积 单位：hm²

分类	母液处理 车间	原地浸矿场				收液 沟	母液 中转 池	高位 水池
		占地 面积	注液孔	截水 沟	排水 沟			
	3.92	24.51	0.31	0.14	0.43	0.97	0.04	0.02
占地面积合计	29.47							
破坏面积合计	5.83							
永久占地面积	3.92							

4.6 主要技术指标

本项目主要技术经济指标统计见表 4.12。

表 4.12 主要技术经济指标

序号	项目名称		单位	数量/名称	备注
1	区内保有资源总量	(333)	万 t	249.14	
		(334?)	万 t	125.92	
2	设计利用资源量 (333)		万 t	174.40	
3	设计可采资源量 (333)		万 t	161.32	
4	矿山原矿生产能力		万 t/年	25.00	
5	矿山服务年限		年	7	
6	矿山工作制度		天/年	300	

序号	项目名称	单位	数量/名称	备注
		班/日	2.00	
		小时/班	8.00	
7	采矿方法		原地溶浸采矿工艺	
	采矿回收率	%	92.5	
8	项目总投资（不含环保投资）	万元	957.51	

4.7 矿山总体生产工艺流程

稀土矿山的工艺流程主要由原地浸矿场工艺流程、母液处理车间工艺流程组成，工艺流程如图 4-3 所示。

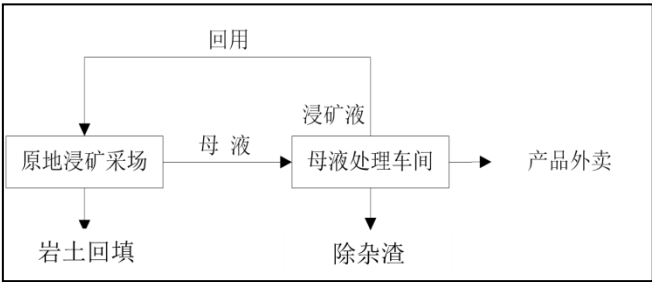


图 4-3 整体工艺流程图

4.8 原地浸矿采矿工艺

4.8.1 原地浸矿工艺流程

（1）原地浸矿工艺流程

原地浸矿工艺流程图 4-4。

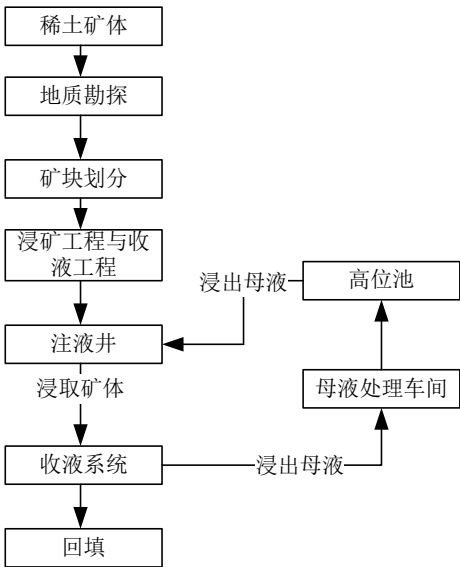


图 4-4 原地浸矿工艺流程图

（2）原地浸矿收液系统

原地浸矿收液系统主要为采用“密集导流孔+收液沟+收液井”方式。

4.8.2 采矿工程布置方案

根据开发利用方案，本矿山设计采用原地浸矿工艺，收液采用“密集导流孔+收液沟+收液井”方式，收集母液进入母液中转池后送至母液处理车间回收稀土。

4.8.3 矿块划分

井场划分与矿区的地形、地貌、地质及水文地质条件有关，由于离子吸附型稀土矿床呈层状展布，且厚度不大，多数矿层厚度随地形起伏呈规律性变化。底板地形与地面地形具有相对一致性，地下分水岭与地表分水岭具有相对一致性。因此通常以山脊至山脚的倾斜方向划分为一个采场的高度。当采场高度较大时，可以按照先上部后下部的溶浸顺序，至上而下划分采场。对于赋存于独立小山包的矿床，如果储量不是太大，应尽可能作为一个采场，一次性采完。

采场的水平长(沿收液沟方向)则根据采场生产周期、生产设施能力、施工和生产管理的方便程度来决定。按地形和工程布置条件，一般采场面积为 8000~10000m² 不等。

4.8.4 原地浸矿开采过程

原地浸矿采矿工艺过程主要包括六个阶段：

（1）储量升级

为严格控制矿体边界，具体开采过程中在各个小矿块上加密布置小圆井工程，以便更准确掌握矿体形态、厚度、品位、硫酸铵溶液浓度及用量等。为了满足原地浸矿设计要求，矿块单体设计前必须对矿区工业矿块进行补充地质勘探。补充地质勘探采取地形剖面探矿法，勘探手段采用人工小圆井（直径一般 0.9m）加自制钻探工具打孔，刻槽（5cm×2cm）或岩心取样。工程密度，人工小圆井探矿工程为 60m×40m 或 40m×40m，人工钻探孔径 $\phi 80$ mm，工程密度为 20m×20m。采样分析，采取普通稀土化验规范进行试样缩分和分析。

（2）注液浸矿

硫酸铵溶液通过注液孔注入原地浸矿场中，使得浸矿液与原地浸矿场中的原矿进行交换，在此过程中，原地浸矿场母液回收量较少，主要作用为使离子型稀

土交换到浸矿液中。浸矿时间约 4 个月。

（3）加注顶水

矿体中的稀土矿注液浸取完成后，对矿体进行加注顶水处理，加注顶水不再添加硫酸铵和硫酸，而是使用回收液直接注入注液孔中，将矿体中的稀土母液顶出；当从收液导流孔里收集的母液稀土含量低于可回收程度后，停止注水，加注顶水完成。加注顶水时间约 2 个月。

（4）清水清洗

在加注顶水完成后，原地浸矿场的土壤内还含有氨氮，存在潜在环境风险，因此在加注顶水完成后，要求矿山进行加注清水清洗，然后利用原地浸矿场的收液系统进行尾水收集，将收集的尾水全部回用到母液处理车间，尾水中氨氮浓度较高，经膜处理后清水用于返回洗矿，浓水用于配液后用于下批矿山的生产。在清水清洗时期对尾水进行周期性监测，清洗终点为氨氮浓度达到 14mg/L，硫酸盐浓度达到 750mg/L。清水清洗时间约 6 个月。

（5）封孔闭矿

清水清洗完成后将注液孔周边的岩土回填，恢复植被，封孔闭矿即完成。

4.8.5 原地浸矿场注液工程

注液工程主要由高位池和注液孔组成。

（1）高位池

高位池包括高位浸矿液池和高位顶水池，矿区共布置 9 个高位池。高位池采用砖混结构，规格为地上式， $L \times B \times H = 5 \times 5 \times 2\text{m}$ ，有效容量 50m^3 。高位池为池底和池壁使用防渗膜进行覆盖，防止浸矿液腐蚀池壁和池底，池顶均加盖。

（2）注液孔

注液孔（井）深度一般为见矿 1.0-1.5m，设计注液井孔径为 0.25m，注液孔间距 $2 \times 2\text{m}$ 。注液孔采用 De25 型 PVC 管，下 1m 钻成带小孔的花管并插至孔底，管壁至孔壁处用草或其他材料充填。

注液孔采用菱形布置，尽可能减少注液盲区，其网度布置与山体坡度等有关。注孔应安装龙头或球阀控制流量及注液速率。

（3）注液管网

母液处理车间浸矿液配液池制备的浸矿液，用泵送至高位池，由注液管自流

至各个注液孔，注水管与注液管共用，注液管采用 PVC 管。高位池至采场的主管路称为注液总管，管径为 $\phi 100\text{mm}$ ，主管路至各个注液孔的管路分别称为注液支管和注液分管，注液支管管径为 $\phi 15\text{mm}$ 。根据开采计划，各个采场开采周期都较短，一般在四个月左右，因此注液管网采用地上敷线方式进行敷设，一般沿山脚沟边、乡村道路边放置，可移动，可重复使用。

注液总管一般要延伸布置到采场中心，注液支管一般从高往低按排布置，每 5 排孔（相间隔 10m）布置一根注液支管，注液分管则是垂直于注液支管，每 5 个孔布置一根注液分管。为了控制注液（水）量，在注液总管与注液支管、注液支管与注液分管联接处，要设置阀门。

4.8.6 原地浸矿场收液工程

收液工程主要由密集导流孔、收液沟、收液井、收液池、母液中转池组成。

（1）密集导流孔

密集导流孔是第一级收集系统，收集渗漏的母液。密集导流孔孔径 60~80mm，孔深根据原地浸矿场确定，孔间距 300~500 mm。上向集液孔利用收液沟提供的工作面施工，钻孔角度为向上倾斜 5°。下向集液孔则利用地形沿矿体底板向下钻孔。孔深视山坡地形和矿层赋存情况而定，最深钻孔一般不超过 80m。浸出母液经集液孔可导流至收液沟。密集导流孔底部用水泥进行人工假底防渗。

（2）收液沟

收液沟布置在井场下方、靠山脚的地方。沟断面呈梯形，沟底水平以达到矿体底板线以下为准。收液沟靠采场一侧的沟帮应能形成一定的面积，以便集液导游孔的施工。收液沟坡度约为 1.5~2%，沟尾连接收液池。收液沟底部全部铺设 HPDE 膜进行防渗处理。

（3）收液井及配套收液监控井

收液井位于采场山脚处水平地带，一旦发现其配套的收液监控井地下水水质超标，便作为抽水井，形成第三级收集系统，收集渗漏的母液。收液监控井位于收液井下游，井深为至潜水面以下 1~2m，作用为监控收液井收液效果。

（4）收液池

一般以采场为单元设置一到数个临时收液池，临时收液池设在整个采场的最低位置，以便收液沟中的母液能自流汇集。自流汇集到临时收液池的母液经泵送

至母液中转池，再集中泵入母液处理车间。母液中转池共设置 2 个。池容按照浸矿液的流量来进行设计，母液中转池深 4 m，有效容积 800m³。池底和池壁使用 HDPE 防渗膜进行覆盖，防止浸矿液腐蚀池壁和池底。

（5）母液管线（母液中转池至母液处理车间）

母液输送是通过母液输送管线将母液中转池中的浸出母液泵送至母液处理车间集中池。母液输送管采用 PVC 管，规格 DN100mm。在母液输送管线路沿线低洼处，适当布置事故池，做为管线破损泄漏时收集母液用。母液输送管网采用地上敷线方式进行敷设，一般沿山脚沟边放置，可移动，可重复使用。

4.8.7 原地浸矿场清污分流工程

（1）内部避水沟

内部避水沟为原地浸矿场收液沟的内侧布置一圈封闭的截水沟将雨水进行截流，防止原地浸矿场内的雨水汇流进入收液系统，截水沟尺寸约为 0.2×0.3m，具体视采场汇水面积，排洪标准等确定，截水沟采用浆砌石。标准的原地浸矿场截水沟长度约为 280m/hm²。

（2）外部排水沟

外部排水沟为原地浸矿场收液沟的外侧布置一圈封闭的截水沟将雨水进行截流，防止收液系统外的雨水汇流进入收液系统，排水沟宽约 0.5m，深 0.5m，截水沟采用浆砌石的材质。标准的原地浸矿场截水沟长度约为 350m/hm²。

典型的原地浸矿工程平、剖面图见图 4-5。

4.8.8 原地浸矿场工程量

原地浸矿各采场工程量见表 4.13。

表 4.13 矿山工程内容统计一览表

序号	采场编号	采场面积 m ²	收液沟 (km)	注液孔 (万个)	内部避水沟 (km)	外部排水沟 (km)
1	1#采场	37656.01	0.15	0.94	1.05	1.32
2	2#采场	47013.27	0.19	1.18	1.32	1.65
3	3#采场	48187.69	0.19	1.21	1.35	1.69
4	7#采场	28633.99	0.06	0.40	0.80	1.00
5	6#采场	41420.91	0.10	0.65	1.16	1.45
6	5#采场	26069.74	0.17	1.04	0.73	0.91
7	4#采场	16101.1	0.11	0.72	0.45	0.56
合计		245082.71	0.98	6.13	6.86	8.58

4.8.9 原地浸矿工艺指标

原地浸矿收液率不小于 92.5%。

4.8.10 原地浸矿工艺主要采矿设备

原地浸矿主要采矿设备见表 4.14。

表 4.14 主要采矿设备表

序号	设备名称	单位	数量	备注
1	IS50-32-160A 单级离心泵	台	3	购置
2	D (DM) 50-80-2 矿用多级离心水泵	台	3	购置
3	内径为 100mm 的 PVC 管道	m	2000	购置
4	内径为 15mm 的 PVC 管道	台	3000	购置

4.8.11 开发顺序与首采矿块

4.8.11.1 开采总顺序

根据地形情况与矿层的连续性,将矿区范围内开采的I号矿段分为7个采场,依次为 1#采场、2#采场、3#采场、7#采场、6#采场、5#采场、4#采场。采场内从高处往低处依次注液进行溶浸开采。

4.8.11.2 暂不开采区

为了矿区东部存在大量农田,本项目设计该农田区所有小流域上游矿体暂不开采,暂不开采矿体面积 1.76hm²。详见图 4-6。

4.8.11.3 采矿进度

矿山生产服务年限 6.63 年,基建时间 4 个月,总服务年限为 7 年。采出稀土氧化物 1855.6t,矿山逐年采矿进度计划见表 4.15。

表 4.15 采矿进度计划表

采出稀土氧化物(t)	第 1 年(含基建)	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	第 7 年
**	**	**	**	**	**	**	**

4.8.11.4 矿体开采顺序

本项目各矿体按年开采顺序见表 4.16。矿体开采顺序见图 4-7。

表 4.16 开采顺序表

开采顺序（年）	采场编号	采场面积 m ²
1	1#采场	37656
2	2#采场	47013
3	3#采场	48188
4	7#采场	28634
5	6#采场	41421
6	5#采场	26070
7	4#采场	16101
合计		245083

4.8.11.5 首采矿块及基建工程

在矿区范围内考虑地形条件等因素，首采开采 1#采场。1#采场为一相对独立山头，矿层赋存与地形基本吻合。1#采场的高位池可布置在山项位置，因此基建位置选择 1#采场，基建完成即可投产。

新增基建工程包括：高位池、注液井、水泵房、内部避水沟、外部排水沟、输送管路、集液导流沟、母液中转池、母液处理车间，依据基建工程量，确定的基建时间为 4 个月。

原地浸矿首采矿块工程量见表 4.17。

表 4.17 原地浸矿首采矿块工程量

序号	工程内容	规格	基建数量（m）	基建工程量（m ³ ）
一	注液工程			
1	高位池	5×5×2		50
2	注液孔	圆形，直径 250mm		1847
3	小计			1897
二	收液工程			
1	密集导流孔	圆形，直径 60~80mm		
2	母液中转池	长方形，20×10×4m		800
3	收液沟	梯形，1×0.3m		360
4	小计			5104
三	清污分流工程			
1	内部避水沟	梯形，0.3×0.5m	1054	63
2	外部排水沟	梯形，0.5×0.6m	1318	395
3	小计		2372	458

4.9 母液处理工艺

4.9.1 母液处理工艺流程

母液处理工艺流程见图 4-8。

(1) 母液除杂

经泵送到母液处理车间的母液，首先用碳铵除杂。除杂工序是往除杂池里加入饱和碳铵水溶液，并不断用气泵搅拌均匀，控制碳铵水溶液用量至池中母液 pH 为 5.4 左右即可，除杂后的母液经澄清后放到沉淀池中沉淀。

(2) 母液沉淀

经除杂后的母液放到沉淀池后，往池中加入饱和碳铵水溶液，并不断用气泵搅拌均匀，控制碳酸氢铵水溶液用量至池中母液 pH 为 6.7 左右即可，池中溶液经澄清后，沉下的部分为碳酸稀土，上部的溶液为上清液，上清液可放到配液池处理后重新配液或作为顶水使用。

(3) 上清液回调及配液

母液沉淀池的上清液 pH 在 6.7 左右，使用前须用硫酸回调到 pH 在 5.3 左右才能用来配液或作为顶水使用。配制硫酸铵溶液时必须用气泵搅拌均匀，配制的浓度一般为 1% 至 2%，由于上清液里还含少量的硫酸铵溶液，所以配液时应充分利用上清液以节省硫铵用量。

(4) 压滤及包装

沉淀池里的碳酸氢铵稀土放到产品池后，再进入板框压滤机压滤装包入库。

(5) 除杂渣贮存、处置

母液处理车间在生产稀土过程中会产生除杂渣，除杂渣的主要成分为含有 Al、Fe 等元素的沉淀，除杂渣产生的比例约为氧化稀土产量的 5%。

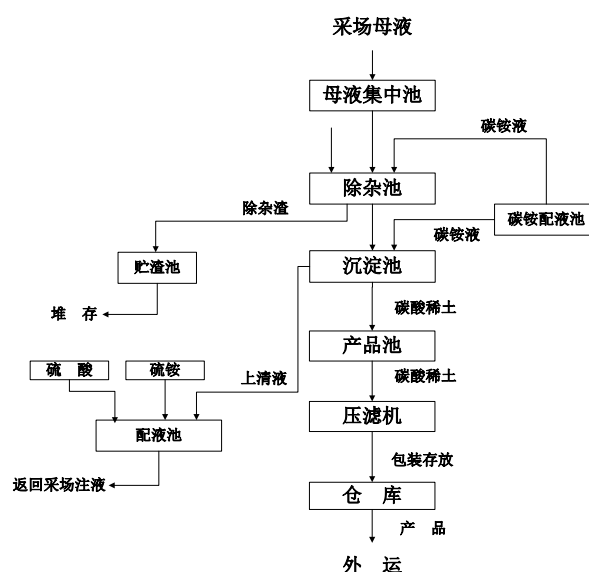


图 4-8 母液处理车间工艺流程图

4.9.2 母液处理工艺所需药剂

(1) 母液处理工艺药剂用量

母液处理车间的 pH 调节、除杂、配液等多个工艺环节均需消耗化学药剂，工程药剂消耗总量如表 4.18 所示。

表 4.18 母液处理车间药剂消耗量一览表

药剂名称	单位	单耗(t/tREO)	用量 (t)
碳酸氢铵	t/a	3.5	1750
硫酸铵	t/a	8.5	4250
硫酸	t/a	0.6	300

由表 4.18 可知，母液处理车间硫酸铵总用量 4250t/a，碳酸氢铵用量 1750t/a，硫酸用量 300t/a。

4.9.3 500t/a 车间主要生产设备

500t/a 车间主要设备汇总见表 4.19。

表 4.19 500t/a 新建车间主要设备汇总表

序号	设备名称	规格型号	数量 (台)	备注
1	压滤机	XMY60/920-UB	2	
2	防腐水泵	ASP3530-50-400	3 (两用一备)	输送浸矿液至高位池
3		IH125-100-200B/30KW	2 (一用一备)	母液自中转池输送至车间
4		ZW80-50-60	2 (一用一备)	输送碳铵溶液
5	变压器	315KVA	3	
6	柴油发电机组	250KVA	1	后备电源

4.9.4 500t/a 车间主要技术经济指标

母液处理车间处理工艺主要技术指标见表 4.20。

表 4.20 母液处理车间处理工艺主要技术指标

序号	指标	单位	数量	备注
1	REO 产量	t	500	纯度为 92%
2	碳酸稀土量	t	2250	约 4.5t 碳酸稀土经灼烧后生产 1t REO
3	回收率	%	90	

4.10 防渗漏工程

(1) 所有的收液沟沟底用防渗膜进行防渗处理，采用满足要求防渗材料（防渗层的厚度应相当于渗透系数 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 和厚度 $\geq 6\text{m}$ 的黏土层的防渗性能）进行防渗处理。

(2) 原地浸矿场导流孔等均采用水泥浆进行防渗漏处理。

(3) 高位池、收液池，母液中转池、除杂池、沉淀池、配液池、事故池等池底和池壁用防渗膜进行防渗处理，采用满足要求防渗材料（防渗层的厚度应相当于渗透系数 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 和厚度 $\geq 6\text{m}$ 的黏土层的防渗性能）进行防渗处理。

4.11 公辅工程

4.11.1 供排水

(1) 用水量

母液处理车间用水量情况见表 4.21。

表 4.21 本项目母液处理车间用水量一览表

规模 t/a (REO)	用水量(m^3/d)		
	总用水量	新水量	回用水量
500	4000	301.72	3698.28

(2) 取水水源及取水方案

本矿山生产供水水源地为南洼河，标高为 980m。在车间附近河流分别就近取水。本矿山供水水源地为南洼河，标高为 980m，经水泵泵送至清水池，标高为 1010m，泵送高程为 30m。矿山每天需生产新水量为 $301.72 \text{ m}^3/\text{d}$ ，设计矿山取水规模为 $300\text{m}^3/\text{d}$ 。

矿区工作人员约 40 人，生活用水量约 $4\text{m}^3/\text{d}$ ，采用临近溪流上游取水方式。

(3) 厂区给水系统

矿山生产用水水源地为南洼河，由水源地泵站把水扬送至矿区生产水池，清水与溶浸剂配液形成溶浸液。溶浸液由水泵压至溶浸高位池，然后用水管输送至注液井。矿山生活用水取自上游溪流水。

(4) 排水

生产期。沉淀池上清液和压滤机压滤废水汇入回收池，在回收池中通过调节 pH 和硫酸铵浓度后，将其输送到高位浸矿液池当做浸矿液重复利用，不外排；矿山不设集中生活区，母液处理车间设置化粪池，办公区生活污水采用化粪池处理后用作农肥和绿化。

清洗期。浸采完成后对采区进行淋洗，将采区矿体中残留的氨氮、硫酸盐等淋洗出来，淋洗尾水送至母液处理车间采用特种膜处理，清水返回采场淋洗，浓水用于下一个生产矿块配液，不外排。

4.11.2 供电工程

矿区电力资源主要靠南方电网公司云南省电网供应, 矿山已在母液处理车间附近安设有 500KVA 变压器, 电力供应稳定, 完全能满足矿山生产、生活用电需求。

4.11.3 内外部运输

(1) 外部运输

本项目主要运输量见表 4.22。

表 4.22 矿山主要运输量 单位 t/a

序号	车间名称	规模	运出量	运入量		
		(REO)	碳酸稀土	硫酸铵	碳酸氢铵	硫酸
1	车间	500	2250	4250	1750	300
2			2250	6300		
			8550			

由表 3.30 可知, 本项目总运输量为 8550t/a, 其中运入量约 6300t/a, 运出量约 2250t/a。

本项目外部运入的物料主要为母液处理车间所需的硫酸铵、碳酸氢铵、硫酸; 主要运出的物料为母液处理车间产生的碳酸稀土产品。

(2) 内部运输

本矿山采用“原地浸取”工艺, 各种液体的内部输送主要采用塑料管道, 母液处理车间制备的硫酸铵溶液由水泵通过管道从配液池扬送至矿山的高位分液池, 再由管道输送至各注液孔。矿山各收液硐口收液池内浸出的稀土母液由管道送至母液处理车间的母液中转池。

(3) 运输方案

外部运输均由厂家运送或外委车辆运输。

4.12 物料平衡分析

4.12.1 水平衡

(1) 生产期水平衡

500t/a 母液处理车间的生产期水量平衡表见图 4-9。

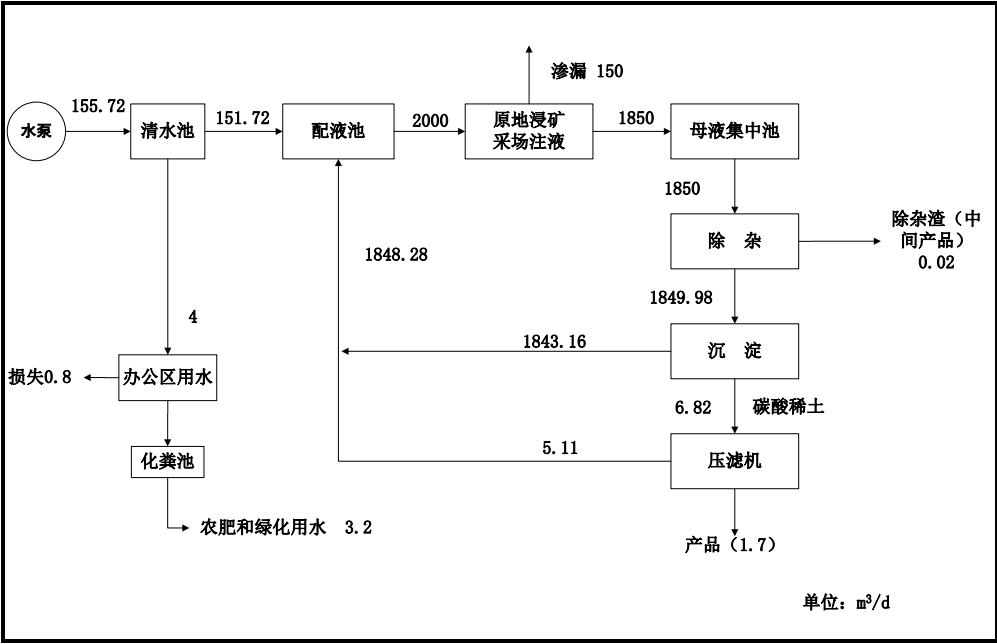


图 4-9 500t/a 母液处理车间水平衡图

可见，扩建后氧化稀土生产规模为 500t/a，扩建后工程生产期总用水量为 2004m³/d，其中新水量为 155.72m³/d（生活用新水量 4m³/d）。回用水量为 1848.28m³/d，工业水重复利用率约为 91.95%。其中，每天生产用水量约为 2000m³，其中补充新水量为 151.72m³，回用水量 1848.28m³，每天生活用水量约 4m³；生产废水全部回用不外排。原地浸矿场约 7.5%的浸矿液渗漏。

（2）生产+清水清洗期间水平衡

生产+清水清洗期间水平衡见图 4-10。

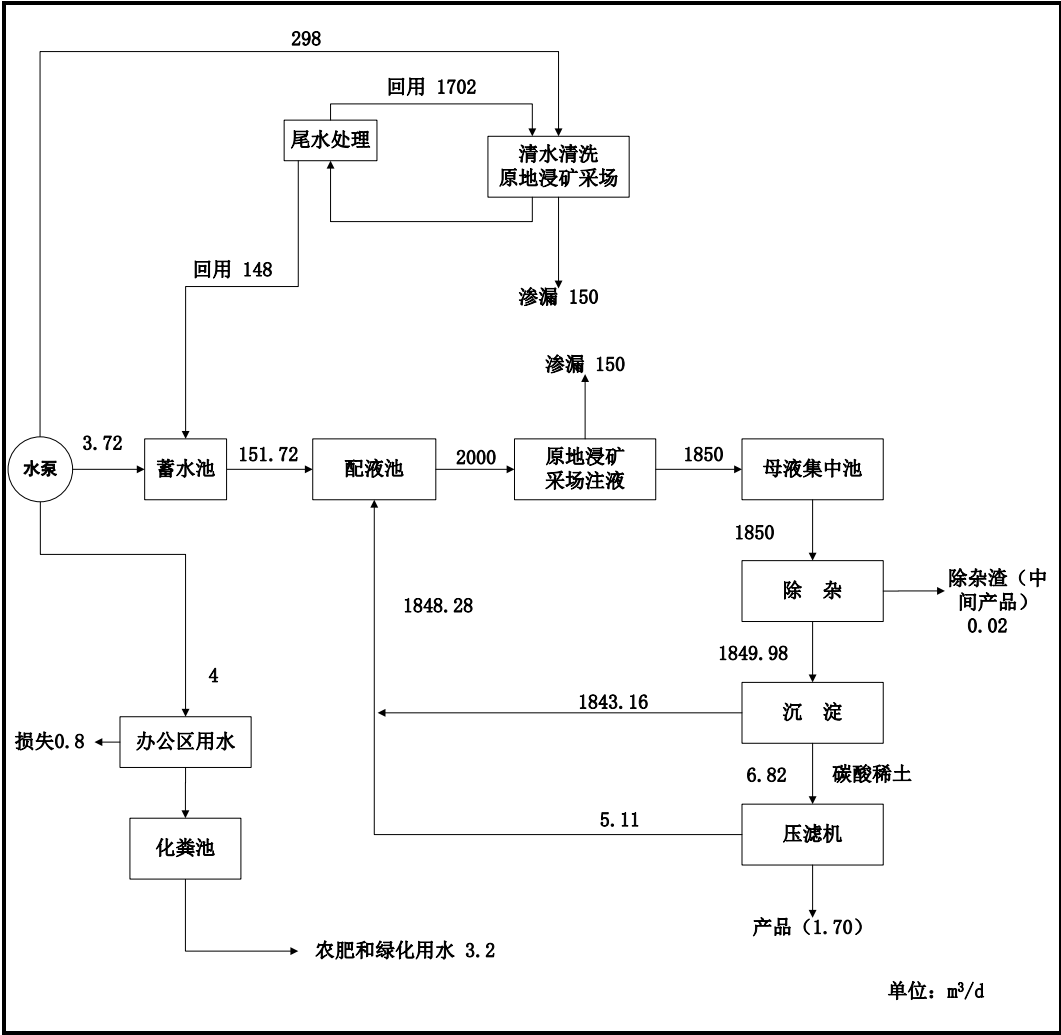


图 4-10 500t/a 母液处理车间清水清洗期水平衡图

可见，扩建后氧化稀土生产规模为 500t/a，生产+清水清洗期总用水量为 4004m³/d，其中新水量为 305.72 m³/d（生活用新水量约 4m³/d）。回用水量为 3698.28m³/d，工业水重复利用率约为 92.23%。其中，每天生产用水量约为 4000m³，其中补充新水量为 301.72m³，每天生活用水量约 4m³；生产废水全部回用不外排。原地浸矿场约 7.5%的浸矿液渗漏。

4.12.2 铵根平衡

500t/a 母液处理车间每年需要的硫酸铵使用量为 4250t/a，碳酸氢铵使用量为 1750t/a。

（1）氨根的添加量

根据硫酸铵和碳酸氢铵的分子量计算铵根的加入量

硫酸铵（ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ）的分子量为 132，其中氨根离子分子量为 36，铵的

添加量为 $(4250 \times 36) / 132 = 1159.09 \text{t/a}$;

碳酸氢铵 (NH_4HCO_3) 的分子量为 79, 其中氨根离子分子量为 18, 铵的添加量为 $(1750 \times 18) / 79 = 398.73 \text{t/a}$;

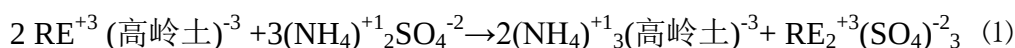
因此矿区氨根总加入量为 1557.83t/a。

(2) 氨根的转移消耗

①与稀土交换消耗

RE 为 17 种元素的总和, 17 种元素的分子量从 44~174, 结合本矿的矿石的原矿稀土元素配分表, 本矿 RE 的原子量约为 132。

本矿年产品折合稀土氧化物 (REO, 分子量 312) 500t, 由此可计算出物质的量为 $3.21 \times 10^6 \text{mol}$ 。原地浸矿进行交换的化学式见式(1);



由式(1)可知, RE^{+3} 与 NH_4^{+1} 交换时物质的量的比为 1:3, 故交换到原地浸矿矿山中铵的物质的量为 $9.63 \times 10^9 \text{mol}$ 。

根据与稀土交换的铵的物质的量, 可以计算出直接用于稀土交换消耗的铵的量为 173.08t/a。约占原地浸矿工艺铵总加入量的 11.11%。

②与矿体中其它元素交换的消耗量

铵在浸矿过程中除了和稀土元素金属进行交换外, 还会和 Al、Fe 等金属进行交换, 此过程也会消耗一部分铵。

矿区除杂渣的产生量为 25t/a, 其中主要是 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, 以 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 为主, Al^{+3} 与 NH_4^{+1} 交换时物质的量的比为 1:3, 故交换到原地浸矿矿体中的氨根量为 17.31t/a。约占原地浸矿工艺铵总加入量的 1.11%。

③蒸发量

原地浸矿场注液时硫酸铵会蒸发进入大气环境, 这部分铵根离子为无组织排放, 预计排放量为 4~6t/a, 难以准确估计, 计算时忽略。

④植物吸收量

原地浸矿场的植物会吸收一部分铵根, 植物吸收的铵根离子量预计在 3~5t/a 左右, 难以准确估计, 计算时忽略。

⑤微生物分解量

微量微生物能将铵根进行转化分解, 这部分分解量预计为 2~4t/a, 难以准确估计, 计算时忽略。

(3) 原地浸矿场生产期间渗漏量

原地浸矿场母液回收率为 92.5%，因此有 7.5%的母液渗漏进入地下水，生产期间的母液氨氮浓度为 2400mg/L，因此，生产期间的渗漏量约为 118.80 t。

(4) 清水洗出回用量

在原地浸矿场服务期满后，对采场进行清水清洗，洗出残留的铵根，清水清洗尾水氨氮浓度为 1273mg/L，清水清洗量为 2000m³/d，清水洗出量 777t，另外有 7.5%在洗出过程中渗漏，渗漏量约 63t。

(5) 浸矿带岩土体吸附量

浸矿液进入地下后，吸附在浸矿带岩土体的表面和孔隙中。原地浸矿过程浸矿带岩土体对铵的吸附量目前未开展相关研究，其过程复杂，目前难以准确进行定量计算。本次评价认为浸矿带岩土体吸附量为除去渗漏、消耗的所有铵根量。经过清水清洗期的洗矿作业后，浸矿带岩土体中最终剩余铵根量应为 412.05t。500t/a 母液处理车间铵根平衡见图 4-11。

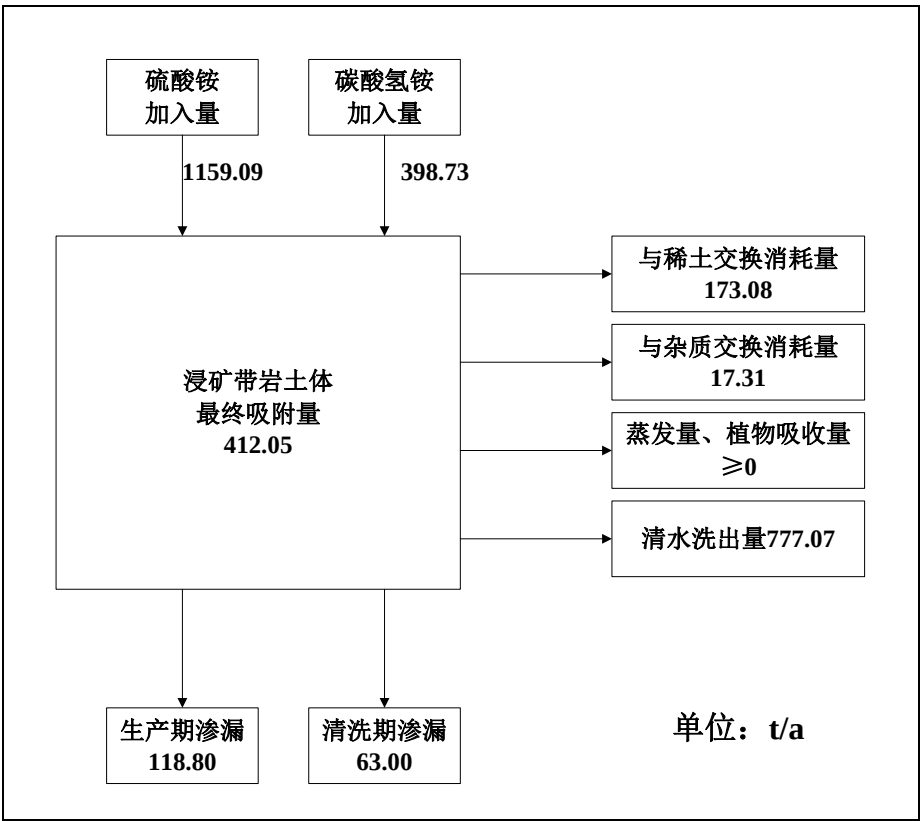


图 4-11 500t/a 母液处理车间原地浸矿场铵根去向图

根据以上过程给出 500t/a 母液处理车间原地浸矿场的铵根平衡，如表 4.23 所示。

表 4.23 500t 车间采场铵根平衡表 单位：t

车间规模	铵根加入量		铵根消耗吸附量		铵根渗漏量		重复利用量	
500	硫酸铵	1159.09	产品消耗	173.08	生产期渗漏	118.80	清水清洗量	777.07
	碳酸氢铵	398.73	杂质消耗	17.31	清洗期渗漏	63.00		
			浸矿带岩土体吸附	412.05				
小计	1557.83		598.96		181.80		777.07	

4.12.3 硫酸盐去向

对硫酸盐的去向进行分析，以 500t/a 母液处理车间年使用硫酸铵 4250t，其中硫酸盐约为 3090.91t。硫酸盐的具体去向有以下三个：

（1）浸矿液进入地下后，吸附在浸矿带岩土体上，这部分硫酸盐约为 386.56 t，约占 12.51%；

（2）生产期的原地浸矿场的母液回收率约为 92.5%，因此有 7.5%的硫酸盐随着母液渗漏进入原地浸矿场的下层土壤，生产期渗漏量约为 336.6 t，占 10.89%；

（3）清水清洗期间洗出量约为 2194.5t，占 71.00%。硫酸盐去向见表 4.24。

（4）清水清洗期间原地浸矿场渗漏量为 7.5%，这部分渗漏量约为 173.25t，占 5.61%。硫酸盐去向见表 4.24。

表 4.24 500t/a 车间的硫酸盐去向 单位：t/a

加入量	生产期渗漏量	清水清洗期渗漏量	清洗洗出量	浸矿带岩土体吸附量
3090.91	336.6	173.25	2194.5	386.56

4.13 本项目污染源、污染物及治理措施

4.13.1 施工期主要污染源、污染物

施工期工程主要是指母液处理车间的基建和首采矿块的原地浸矿场的工程量，以形成采矿条件。

4.13.1.1 大气污染

施工期的大气污染源主要为“三材”运输卸载产生的扬尘、临时物料堆场在大风气象条件下形成的风蚀扬尘、混凝土搅拌站产生的水泥粉尘、临时生活炉灶排放的烟气等，风蚀扬尘产生量与风力、含水率等因素有关，难以定量。施工期废气主要污染物为颗粒物。

4.13.1.2 施工期水污染

施工期水污染源主要为施工设备冲洗废水和施工人员产生的生活污水。冲洗

废水主要污染物为 SS；生活污水主要污染物为 SS、COD、BOD 等。由于原地浸矿采场施工比较简单，用到的大型机械不多，施工时人员不多，并且不会在施工场地驻扎，因此产生的冲洗废水和生活污水量很小。采取的主要措施为设置化粪池，防止废水随意外排。

4.13.1.3 噪声

施工期噪声源主要为各类施工机械。根据类比调查可知，导流孔工程、母液处理车间和运输道路的施工机械主要是推土机、挖掘机、水泵、搅拌机、电锯等施工设备。其噪声级类比调查结果见表 4.25。

表 4.25 主要施工设备噪声源强表

产噪设备	声级/距离[dB(A)/m]	产噪设备	声级/距离[dB(A)/m]
挖掘机	91/5	水泵	88/5
推土机	88/5	混凝土搅拌机	87/5
拌和机	87/5	电锯	95/5
装载机	89/5	摊铺机	84/5

4.13.1.4 固体废物

本项目基建土石方工程量主要是原地浸矿首采矿块注液孔施工形成的弃土及生活垃圾。施工期注液孔弃土产生量为 0.18 万 m³，单个注液孔产生弃土量约为 0.2m³，在注液孔附近就近装袋堆存的方式，堆存在注液孔旁边，以便以后回填。及时采取生态恢复措施。

生活垃圾产生量 2.2t/d，集中收集后定期运至当地环卫部门指定场所统一处理。

4.13.1.5 生态环境

本项目工程建设主要包括高位池、注液孔、密集导流孔、收液池、母液中转池、母液处理车间和母液管线等施工。施工期生态环境影响主要是：母液处理车间、高位池、收液池、母液中转池、母液处理车间及其它辅助设施的建设将使被占用土地利用类型发生改变，由林地变为工矿用地。工程建设会导致局部地貌形态发生改变，地表植被的铲除或压占将会改变局部区域内的生态景观类型与格局；同时局部地表土壤产生扰动，短期内会造成水土流失，水土流失类型以水蚀为主，尤其在暴雨情况下，水力侵蚀更为严重。

4.13.2 生产期主要污染源、污染物

4.13.2.1 污染源发生点位分析

原地浸矿工艺主要污染源发生点位如图 4-12。

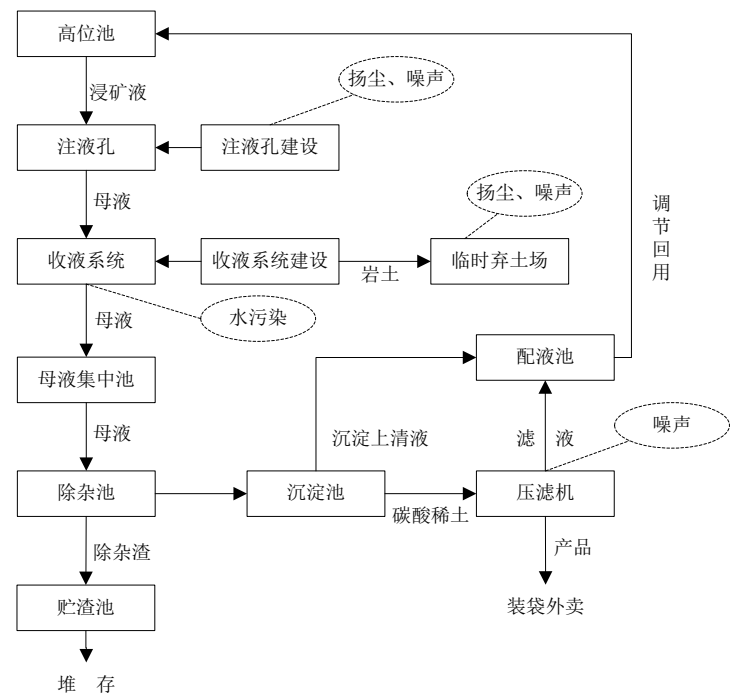


图 4-12 稀土矿开发工程工艺流程主要污染源发生点

4.13.2.2 大气污染防治措施及污染源

生产期的大气环境污染源主要是原地浸矿场进行注液孔、收液系统等工程建设时产生的无组织排放扬尘、松散物料装卸产生的扬尘和物料运输产生的粉尘。松散物料运输采用密闭车辆运输；松散物料的装卸进行洒水，使物料保持一定的湿度；松散物料露天临时堆放表面进行遮盖。

类比附近矿山的经验，松散物料装卸扬尘源强与松散物料的湿度、粒度等有关，一般在 300~900mg/s，一般采取洒水抑尘措施，抑尘效果可达 75%，抑尘后源强为 75~225mg/s。

4.13.2.3 水环境污染源及防治措施

(1) 母液处理车间生产废水

矿山在正常情况下，母液处理环节产生的沉淀池上清液、压滤车间压滤废水等全部回收利用，正常情况下矿山生产废水不外排。

(2) 母液处理车间生活污水

矿山生产人员较少，不设生活区，仅在办公区有少量生活污水，在办公区设置旱厕，生活污水用作农肥和绿化用水，不外排。

(3) 原地浸矿采场渗漏

①生产期原地浸矿场母液渗漏

原地浸矿场在生产过程中无法全部回收母液，有部分母液渗漏，原地浸矿场均在山顶或近山顶的山坡地带，母液渗漏下渗进入地下水，因此原地浸矿场主要的水环境污染源为母液的渗漏。

本项目自 2012 年至今处于停产状态，为获取生产期和清洗期母液的浓度，取矿样在室内进行了淋溶和解析试验。

a 生产期母液浓度

注液期间，对母液进行了取样监测，主要监测项目为 pH、氨氮、硫酸盐。监测结果如表 4.26 所示。

表 4.26 室内淋溶试验的母液的监测结果 单位：mg/L (pH 除外)

序号	项目	室内淋溶
1	pH	4.62
2	氨氮	2400
3	硫酸盐	6800

根据淋溶试验监测结果，氨氮浓度为 2400mg/L，硫酸盐浓度为 6800mg/L。

因此，本项目选取母液中的特征污染物氨氮、硫酸盐作为地表水和地下水预测的源强，具体见表 4.27。

表 4.27 原地浸矿场生产期渗漏母液污染源强 单位：mg/L

项目	氨氮	硫酸盐
源强	2400	6800

b 生产期原地浸矿场母液渗漏量

母液回收率能达到 92.5% 的情况下，原地浸矿场生产期母液渗漏量见表 4.28。

表 4.28 原地浸矿场生产期母液渗漏量一览表

REO 规模 (t/a)	母液渗漏量 (m ³ /d)
500	150

②清水清洗期原地浸矿场渗漏

a 清水清洗期尾水处理措施

所有生产期的环保措施在清水清洗时期仍然继续使用。

原地浸矿场清水清洗期间的尾水除小部分用于新采场循环利用外，大部分尾水需要进行处理，处理到氨氮、硫酸盐达到《离子型稀土矿山开采水污染物排放

标准》（DB361016-2018）》（氨氮 15mg/L，硫酸盐 800 mg/L）后作为清洗水回到原地浸矿场进行清水清洗。清水清洗时期的原地浸矿场下游的收液井继续发挥作用，发现超标情况及时抽回。正常情况下，清水清洗时期不会对地表水造成明显的影响。清洗终点为氨氮浓度小于 15mg/L，硫酸盐浓度小于 800mg/L。

因此，评价认为清水清洗时期的尾水回收率能够达到原地浸矿场生产时的水平，有 92.5%的尾水均已经收集，剩余 7.5%的尾水渗漏进入环境中。

b 清水清洗期原地浸矿场尾水浓度

在矿块开采过程中，滞留于包气带中的硫酸铵将在降雨淋溶作用下不断衰减。采用室内淋溶柱试验对其进行探究，试验持续 123 天，每天淋溶水量相当于评价区一个月降水量，根据室内清水淋溶解析试验结果（表 4.29）可知，试验柱出水的 NH_4^+ 浓度呈指数衰减（图 4-13）。经指数方程拟合， NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 浓度的衰减符合指数曲线，浓度的衰减符合指数曲线。

表 4.29 室内解析试验监测数据

清水淋溶时间	天数累计	注液体积 mL	收液体积 mL	NH_4^+	SO_4^{2-}
				mg/L	mg/L
12	12	3890	3235	1985	14375
12	24	4590	3650	1896	11959
12	36	2630	2415	1011	3585
11	47	1890	1630	384.6	525
6	53	3080	2840	300.1	290.2
6	59	2110	1915	109.3	160.2
4	63	1600	1360	118.4	145.2
4	67	3890	2850	95.18	123.0
4	71	760	825	83.49	80.41
6	77	3080	2620	67.08	59.98
6	83	1500	1815	84.60	3.59
4	87	1970	1495	86.75	21.78
4	91	1960	1370	69.51	15.07
4	95	940	1285	54.42	10.98
4	99	1310	1120	50.12	9.00
4	103	1610	1305	31.26	8.66
4	107	760	625	20.54	7.07
4	111	810	715	6.25	6.78
4	115	1990	1575	2.53	5.71
4	119	1510	1320	0.91	5.02
4	123	970	895	0.11	4.58

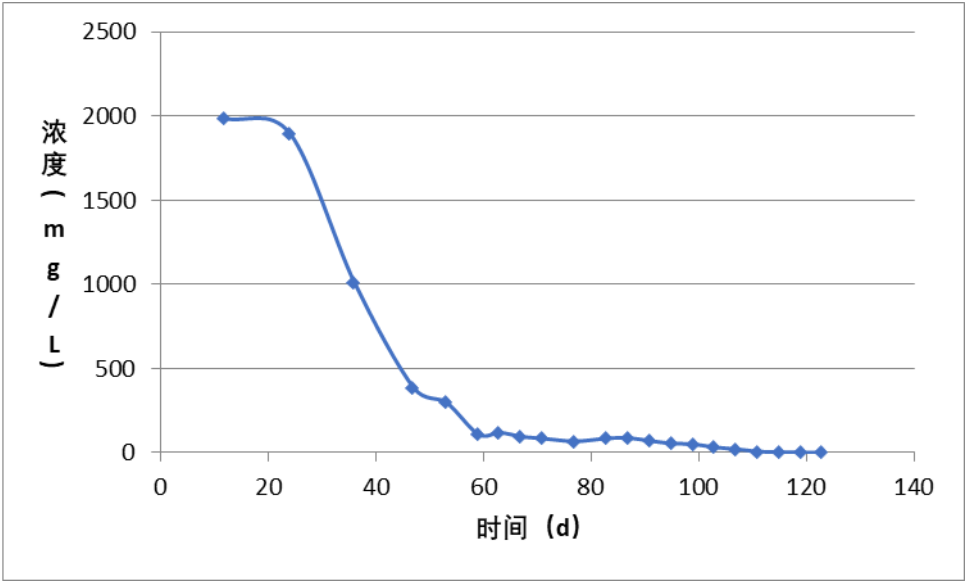


图 4-13 室内清水淋溶解析试验过程中 NH_4^+ 浓度变化曲线

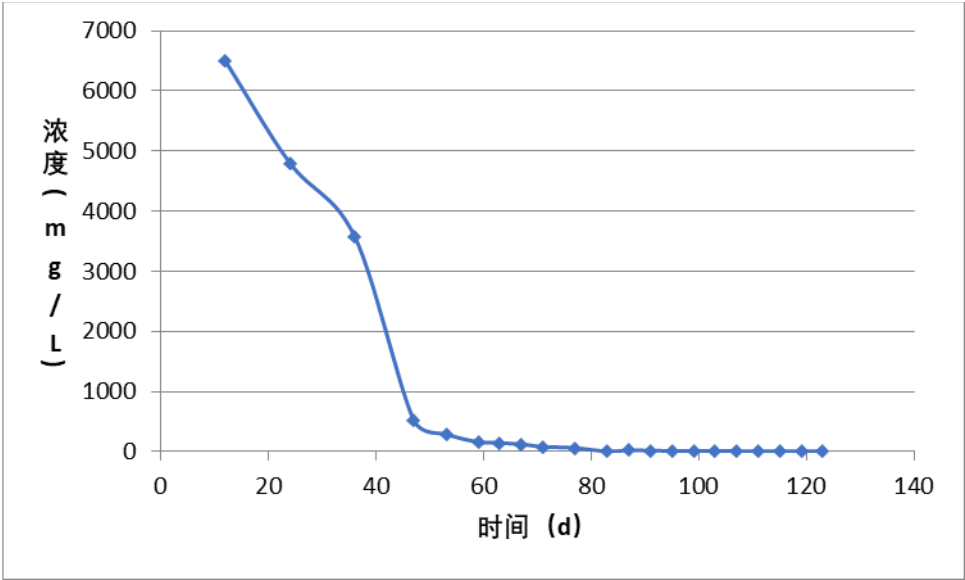


图 4-14 室内清水淋溶解析试验过程中 SO_4^{2-} 浓度变化曲线

经计算，清水淋洗能将残留在岩土体中 67%的氨氮量淋出，由图 4-13、图 4-14 可知，在停止注液采用清水清洗后，解析出来的液体中氨氮浓度降低很快，约 36 天时便降低到原始浓度的一半，氨氮、硫酸盐浓度每年衰减约 1/2。自然降雨条件下，经过 10 年， NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 浓度很低且平稳，即可认为各矿块中滞留的硫酸铵淋溶 10 年后不再释放污染物。

根据室内解析试验结果，清水清洗期母液中的氨氮浓度均值为 1273mg/L，硫酸盐浓度均值为 3500mg/L。

c 清水清洗期原地浸矿场尾水的渗漏量

由于使用清水清洗水量与生产期的用水量一致，因此渗漏量与生产期一样。

③降雨淋溶期原地浸矿采场入渗

根据室内淋溶解析试验，见表 4.29 和图 4-12、图 4-13，氨氮、硫酸盐浓度每年衰减约 1/2。由于清水清洗终点为清洗尾水中氨氮、硫酸盐达到《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB361016-2018）》（氨氮 15mg/L，硫酸盐 800 mg/L），因此，降雨淋溶期氨氮、硫酸盐浓度在此基础上每年衰减 1/2。

④原地浸矿场污染源

原地浸矿场污染源见表 4.30 所示。

表 4.30 原地浸矿场污染源

REO 年产量	时期		渗漏水量 (m ³ /d)	渗漏浓度 (mg/L)	
				氨氮	硫酸盐
500t	第 1 年	生产期	150	2400	6800
	第 2 年	清水清洗期		1273	3500
	第 3 年	降雨淋溶期	降雨量×矿块面积×入渗系数	15	800
	第 4 年			7.5	400
	第 5 年			3.75	200.00
	第 6 年			1.88	100.00
	第 7 年			0.94	50.00
	第 8 年			0.47	25.00
	第 9 年			0.23	12.50

（4）水污染防治措施

本项目矿区地下水和地表水的水力联系密切，本评价从空间上构建水污染防治体系，包括“源头削减控制-过程监管预警-末端风险防控”。

本项目主要的水污染发生在采场，源于浸矿母液的渗漏，而母液的渗漏难以避免，因此为了尽可能的减少污染的产生，将通过源头削减控制来减少母液渗漏；通过淋洗和淋洗水处理来减少污染物在矿体里的残留，缩短浸矿导致水污的影响时间；通过监控和管理来跟踪水环境变化情况，及时发现并采取干预措施。

1）源头削减控制

①避免过度浸矿

根据水文地质条件、工程地质条件和矿产资源储量特征，合理确定浸矿剂用量和浓度，确定浸矿剂的投加程序，防止浸矿剂的过度投入，增大污染源强。

②分区防渗

对于原地浸矿工艺来说，做好防渗措施是减少母液渗漏的最主要措施。根据场地水文地质条件和包气带防污性能，结合工程建设设计标准和《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）的分区防渗要求，可将整个场地分为重

点防渗区、一般防渗区和简单防渗区。技改项目分区防渗及要求见表 15.1。

表 4.31 地下水污染分区防渗及要求

序号	防渗分区	建（构）筑物	防渗要求
1	重点防渗区	集液沟底部和外侧壁	等效黏土防渗层 $Mb \geq 6.0m$, 防渗层结构渗透系数 $K \leq 1.0 \times 10^{-7} cm/s$; 或参照 GB 18598 执行
2		硫酸库、除杂渣贮存池、	
3		母液中转池、配液池、沉淀池、产品池、事故池等池体	
4	一般防渗区	成品仓库	等效黏土防渗层 $Mb \geq 1.5m$, 防渗层结构渗透系数 $K \leq 1.0 \times 10^{-7} cm/s$; 或参照 GB 16889 执行
5		原材料仓库	
6	简单防渗区	其它区域	一般地面硬化

③清污分流和雨污分流

原地浸矿场：采用清污分流的措施，在矿块收液沟的上方设置内部避水沟，将山体地表径流收集入避水沟；在收液沟外部设置排水沟，将雨水和山泉水收集入排水沟，或将收液沟外侧壁设置高于地面 20-30cm，防止外侧雨水进入收液沟。上述措施均可以防止山体的清净径流进入母液收集系统，在稀释母液浓度的同时，造成母液收集系统溢流进入地表水体，造成污染。

母液处理车间：采用雨污分流措施。在母液处理车间各工艺池体设置溢流导排设施，防止因工艺池体溢流至地表水体造成污染。根据车间整体的坡度和布局设置雨水导排设施，防止雨水进入工艺池体或者造成水土流失。

上述措施均属于常见措施，在国内多家稀土矿山均有采取，措施可行。

④母液处理车间生产用水循环利用

母液处理车间沉淀池上清液和压滤机压滤废水汇入回收池，在回收池中通过调节 pH 和硫酸铵浓度后，将其输送到高位浸矿液池当做浸矿液重复利用，不外排。

⑤清水淋洗及淋洗尾水处理回用

为了将矿体中残留的浸矿剂和浸矿母液淋洗下来，为了最大程度降低上述残留在矿体里浸矿剂在自然环境下的缓释，降低污染源强。

在上一个原地浸矿采场收液结束后，采用清水，利用现有的注液和收液系统对已开采矿体进行淋洗。淋洗起点为浸出母液中稀土离子浓度低于 0.1g/L。淋洗终点为淋洗尾水中污染物氨氮、硫酸盐稳定达到《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB361016-2018）》（氨氮 15mg/L，硫酸盐 800 mg/L）要求，

确定清洗终点为氨氮浓度小于 15mg/L，硫酸盐浓度小于 800mg/L。

淋洗后的尾水中含有一定量的氨氮和硫酸根离子，需处理达到《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB361016-2018）后返回洗矿。在母液处理车间布置 1 座处理总规模为 2000m³/d 的尾水处理站，采用特种膜处理工艺，处理达标水用于回用矿山清水清洗，处理浓水（含微量稀土、氨氮）回用配制浸矿液。

2) 过程监管预警

①采场至矿区边界设置环境跟踪监测体系

地表水：每个小流域的地表水流向沿程布设地表水监测断面，整个矿区建立地表水监测网体系，监测断面原则上与现状监测点位一致，具体数量、规格和位置分布根据河流、采区情况调整确定。

地下水：每个开采矿块下游设置收液井和收液监控井，每个小流域的出口设置水力截获井和水质监控井，整个矿区建立地下水监测网体系，收液井、收液监控井位置、尺寸在每个采区施工组织设计阶段进行详细水文地质勘察后确定。

②建设环境智慧管理平台

数字化矿山对生产和环保管理都有积极的支撑作用。本次评价建议在矿山开采时进一步完善建设智慧化环境管理平台，发挥平台的环境感知、环境管理、环境预警和环境应急等功能，对庞杂监测数据进行分析，通过数字化、可视化的系统平台，分析地下水和地表水的变化趋势，设置地下水和地表水的风险预警阈值，及时反馈并调控生产工况参数（注液量、注液强度等），将污染风险防控在迁移路径中。

3) 末端风险防控

在流域出口设置水力截获井和水质监控井。如果监测发现水质监测井地下水超标，则启动截获井将超标的地下水抽出，生产期将其打回母液处理车间污水处理站（规模为 2000m³/d），处理后做为母液处理车间生产用水，减少新用水量，并将多余的废水处理达到小于 15mg/L 后作为矿块清洗用水。

4.13.2.4 固体废物

(1) 注液孔弃土

龙安稀土矿主要赋存于花岗岩全风化层内，其次在花岗岩半风化层中零星分布，呈被袂状覆盖全区，矿体盖层厚 0-6.6m，平均厚 2.7m。注液孔（井）深度

一般为见矿 1.0-1.5m，设计注液井孔径为 0.25m，注液孔间距 2×2m，注液孔深约 4m，单个注液孔施工产生岩土量较少，约 0.2m³，就近装袋堆存在注液孔周边，待浸矿完毕后，回填注液孔。注液孔总弃土量 1.2 万 m³。

(2) 母液处理车间除杂渣

母液处理车间除杂渣，产量约 25t/a，根据《陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿矿产资源开发利用项目辐射环境影响评价专篇》，除杂渣中 ²³⁸U 含量为 837.07Bq/kg，²³²Th 含量为 3377.91Bq/kg，²²⁶Ra 含量为 442.90Bq/kg。由于 ²³²Th>1000Bq/kg，所以除杂渣属于伴生放射性固体废物。本项目除杂渣产生量较少，因此，生产期间产生的除杂渣全部暂存在除杂渣贮存池中，待服务期满后统一处置。服务期满后，除杂渣在池底的累积厚度约为 0.1m，贮存池深约 3m，因此，在生产期间，除杂渣的暂存不会对贮存池的运行造成影响。贮存池底部铺设防渗膜，并安排工作人员定期对池体运行情况进行巡视。当本项目生产结束后，除杂渣进行统一处置，对周围环境产生的辐射影响随之消除。

(3) 生活垃圾

本项目生活垃圾产生量约为 6.6t/a，集中收集后定期运至当地环卫部门指定场所统一处理。

本项目生产期主要固废的产生量见表 4.32。

表 4.32 本项目生产期主要固废的产生量

固废名称	产生量	综合利用途径
注液孔弃土	1.2 (万 m ³)	100%就近堆存、就近回填。
生活垃圾	6.6 (t/a)	集中收集，外运统一处理
除杂渣	25 (t/a)	根据本项目辐射专篇评价，暂定为伴生放射性固体废物，贮存在池内，最终按照放射性固体废物统一处置。

4.13.2.5 噪声

原地浸矿采矿场噪声源：原地浸矿只需在基建期进行打眼、凿岩、挖掘等作业，完成注液孔的施工，只在白天作业。

母液处理车间噪声源：主要是压滤设备和水泵产生的噪声。

其它噪声源：主要是汽车运输产生的噪声。

母液处理车间的主要噪声源及其源强见表 4.33。

表 4.33 噪声源设备及源强表

序号	名称		声源强度 dB(A)	防治措施	控制后强 度 dB(A)
1	注液孔 监控孔	洛阳铲 风钻	83~85	白天作业，夜间不作业	68~70
2	母液处 理车间	压滤机	80~85	置于车间内、设备加减振装置	65~75
3		水泵	85~95	置于池中	65~75

4.13.2.6 生态环境影响与保护恢复措施

(1) 生态环境影响

①原地浸矿场的生态破坏

本项目在原地浸矿场中会对进行注液孔、截水沟、排水沟、收液沟、高位水池、中转池等工程的建设，在建设过程中将会对地表进行占地破坏，对植被也会造成破坏，但是对绝大部分面积的原地浸矿场来讲，其植被还是能够得到保护。

注液孔挖掘岩土装袋堆放在注液孔周边，待浸矿完成后再回填注液孔，及时复垦，因此对地形地貌影响较小。原地浸矿场渗漏的母液将对原地浸矿场周边的土壤、地表水和地下水造成污染，并间接造成对植被、水生生物的影响。

②母液处理车间

本项目车间在第 1 年建设。母液处理车间的建设会造成占地破坏和土地利用类型的变化，对植被也会全部破坏。

本项目逐年破坏面积见表 4.34。

表 4.34 本项目逐年破坏面积 单位：hm²

年份	1	2	3	4	5	6	7
注液孔	0.05	0.06	0.06	0.02	0.03	0.05	0.04
截水沟	0.02	0.03	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02
排水沟	0.07	0.08	0.08	0.03	0.05	0.07	0.05
收液沟	0.15	0.19	0.19	0.06	0.10	0.17	0.11
高位水池	0.0025	0.0050	0.0025	0.0025	0.0050	0.0025	0.0025
母液中转池	0.02		0.02				
母液车间	3.92						
小计	4.23	0.36	0.39	0.12	0.20	0.31	0.22
合计	5.83						

(2) 生态恢复措施

原地浸矿场浸矿完毕后注液孔周边装袋岩土及时回填注液孔，及时复垦，及时恢复植被。

4.13.2.7 环境风险及措施

本项目风险事故包括母液池体泄漏和母液管线破裂泄漏。

(1) 母液池体泄漏事故排放

母液处理车间正常情况下不会出现池体泄漏情况。事故情况下，主要考虑母液处理车间防渗膜破裂，池体泄漏。

①母液处理车间池体泄漏量

池体泄漏量按单个最大池容 600m^3 的 50% 考虑，则池体泄漏量约 300m^3 ，池体泄漏控制时间按 1 个班考虑，泄漏时间为 8 小时，泄漏流量为 $37.5\text{m}^3/\text{h}$ ，全部进入地表水。

②母液处理车间渗漏污染源强

泄漏母液成分按母液成分考虑，超标的污染物为氨氮、硫酸盐。母液处理车间池体泄漏污染源强见表 4.35。

表 4.35 母液处理车间渗漏污染源强

母液处理车间		时期	渗漏水量		渗漏浓度 (mg/L)	
规模 REO (t/a)	最大池容 (m^3)		总量 (m^3/d)	小时量 (m^3/h)	氨氮	硫酸盐
500	600	生产期	300	37.5	2400	6800
		清水清洗期			1273	3500

(3) 母液管线破损事故排放

母液管线破损情况下，母液将泄漏进入地表水体，从而引起污染。工人发现母液管线破裂并采取控制措施时间按 1 小时估算。

500t/a 的母液处理车间其原地浸矿场每天母液收液量为 2000m^3 ，每天母液管线工作 20 小时，则 1 小时的泄漏量约为 100m^3 。泄漏地点主要考虑在原地浸矿场和母液处理车间之间的区域。母液输送管线破裂污染源强见表 4.36。

表 4.36 母液输送管线破裂污染源强

名称	时期	渗漏水量 (m^3)	渗漏浓度 (mg/L)	
			氨氮	硫酸盐
500t	生产期	100	2400	6800
	清水清洗期		1273	3500

(4) 环境风险采取措施

①原地浸矿场事故池

原地浸矿场地下水流向下游低洼处按流域设一定数量事故池，原则每个原地浸矿场设 1 个，池容积不小于 100m^3 。

②母液处理车间事故池

为防止母液处理车间发生事故性排放，除杂池和沉淀池采用多池交替使用方

案，始终保持 1 个除杂池和 1 个沉淀池放空状态，作为应急事故池。在除杂池和沉淀池沉淀渣清除时，及时检查防渗膜的完好性，发现渗漏，及时处理。

在母液处理车间山脚低凹处设 2 个容积分别为 300m³ 事故池。

③母液输送管线风险防范措施

母液输送管线每隔一定距离，设置止回阀和泄压孔（带插管）。

4.13.3 服务期满后延续影响及防治措施

4.13.3.1 生态环境影响及生态恢复措施

（1）生态环境影响

各原地浸矿场生产周期较短（不到 1 年），浸矿结束后，立即采取生态恢复措施，服务期满后各原地浸矿场对周围生态环境的影响将不再持续，而是在业已形成的扰动与破坏基础上逐步走向生态环境的还原过程，不新增对生态环境的影响。

（2）生态环境保护措施

闭矿阶段采取的生态恢复措施：最后一年采矿的原地浸矿场进行复垦，注液孔周边装袋岩土及时回填注液孔，及时栽植植被。母液处理车间及时进行复垦。

4.13.3.2 服务期满后水环境污染源及防治措施

清水清洗约半年后，将原地浸矿场的注液孔进行封闭，并进行生态恢复，服务期满后可能的水环境污染源主要为原地浸矿场由于自然降雨产生的尾水，由于已经进行了清水清洗和注液孔封孔，自然降雨只有少量的水进入矿体，不会对水环境造成不利影响。原地浸矿场下游收液监控井、母液处理车间下游水质监控井、水力截获线下游水质监控井继续进行监测，直至稳定达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准。

4.13.4 本项目污染物渗漏量一览表

本项目污染物渗漏情况见表 4.37。

由表 4.37 可知，本项目氨氮最大年渗漏量为 144.66t/a，硫酸盐最大年渗漏量为 406.80t/a。

表 4.37 扩建工程污染物排放情况一览表

年度	规模 t/a	项目	渗漏量 m ³ /d	污染物	
				氨氮 t/a	硫酸根 t/a
第 1 年	190	生产期	57	41.04	116.28
		清洗期	0	0.00	0.00
		小计		41.04	116.28
第 2 年	320	生产期	96	69.12	195.84
		清洗期	57	21.77	59.85
		小计		90.89	255.69
第 3 年	500	生产期	150	108.00	306.00
		清洗期	96	36.66	100.80
		小计		144.66	406.80
第 4 年	220	生产期	66	47.52	134.64
		清洗期	150	57.28	157.50
		小计		104.80	292.14
第 5 年	300	生产期	90	64.80	183.60
		清洗期	66	25.20	69.30
		小计		90.00	252.90
第 6 年	200	生产期	60	43.20	122.40
		清洗期	90	34.37	94.50
		小计		77.57	216.90
第 7 年	125.6	生产期	37.68	27.13	76.87
		清洗期	60	22.91	63.00
		小计		50.04	139.87
第 8 年	0	生产期	0	0.00	0.00
		清洗期	37.68	14.39	39.56
		小计		14.39	39.56
合计				613.38	1720.14

4.14 扩建项目主要变化

(1) 工艺变化

现有工程工艺为堆浸，根据《产业结构调整指导目录》（2019 年本），离子型稀土矿堆浸和池浸工艺为淘汰类工艺，改扩建项目工艺为原地浸矿。

(2) 产品产量变化

现有工程产量（折合 REO）350t/a，改扩建项目产量（折合 REO）500t/a。

(3) 母液处理车间变化

改扩建项目在现有母液处理车间场地内重新建设，改扩建后要求在母液收集池、母液处理车间各池体等区域按照重点防渗区要求进行防渗。

(4) 环保措施改进

改扩建项目在母液处理车间设计建设一个清洗尾水处理站,用于处理原地浸矿场清洗尾水,实现尾水再利用。

在每个原地浸矿场下游设收液井、收液监控井,在母液处理车间下游设监控井,在小流域出口设置截获井和水质监控井,一旦发现观察井污染物超标,立即进行回抽。

原地浸矿场、母液处理车间均设置环境风险事故池。

4.14.1 扩建前后污染物变化量

现有工程和改扩建工程均无废水外排。

现有工程除杂渣产生量 17.5t/a,改扩建后,由产规模增大,除杂渣产生量 25 t/a,较现有工程增大 7.5t/a。

5 环境现状调查与评价

5.1 矿区地理位置及交通

龙安稀土矿位于陇川县城 340°方向，直平距 11 千米处的墨窝—龙安—广允一带，属德宏傣族景颇族自治州陇川县弄把镇管辖，矿区地理坐标为东经**，北纬**。矿区西南部有 237 县乡道与 233 省道相连，至陇川县城公路里程约 15 千米，陇川县城至州府芒市公路里程 127 千米，至省会昆明市公路里程 733 千米。矿区交通位置图见图 5-1。

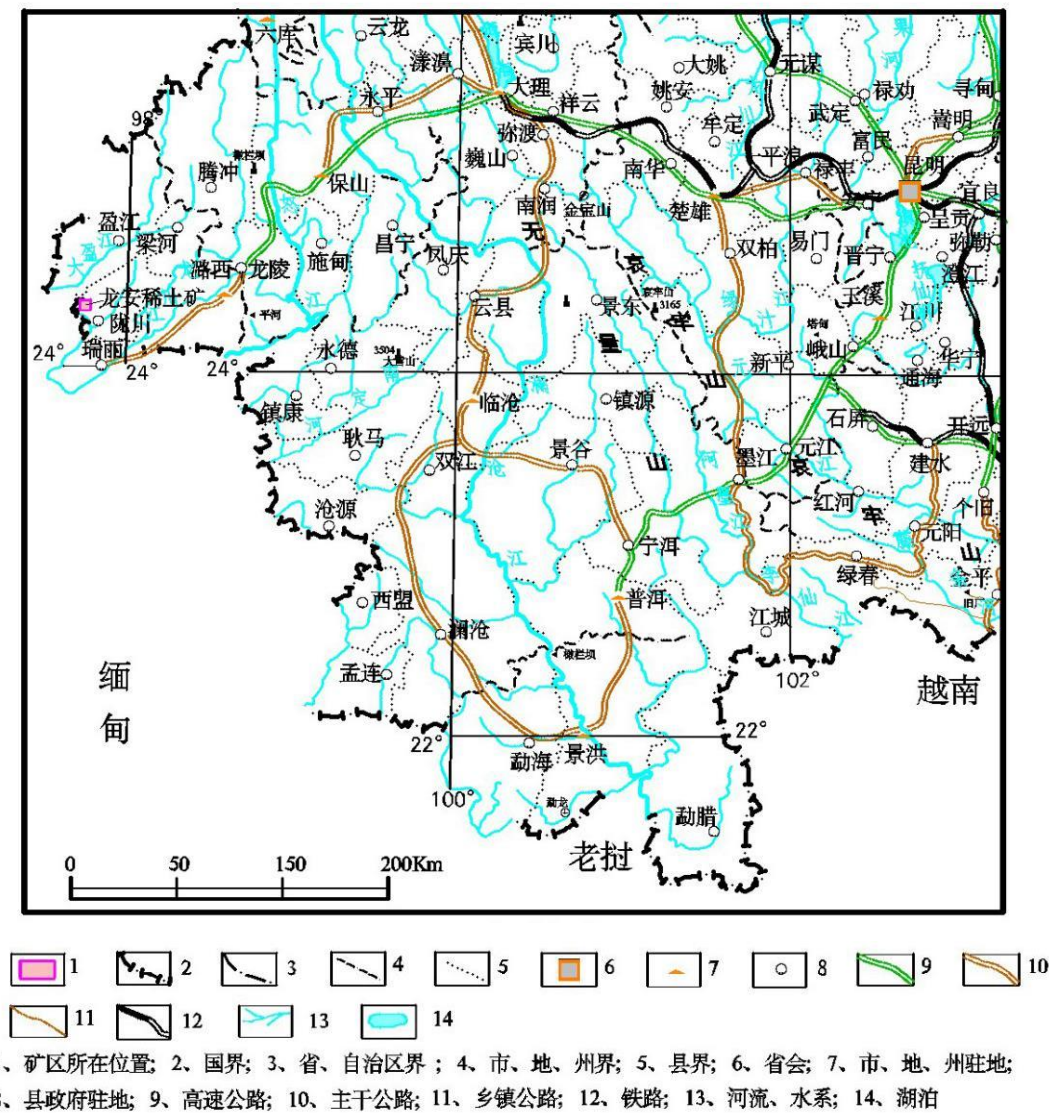


图5-1 矿区交通位置图

5.2 自然环境概况

5.2.1 地形地貌

区域处于横断山滇西纵谷区南段，区内山脉属帮棍尖山，基本呈近北东向展布，地势北高南低，海拔最高 2081.4m（北东部的棒棍尖山），最低海拔 931.3m（陇川县的南畹河），相对高差 1150.1m。受区域地质构造的影响，勘察区以北地貌属中山中切割地貌，山势较陡峻，连绵起伏，一般山坡坡度在 25~35°左右，局部大于 50°。以南属山间河谷冲积平原地貌区，地势较平缓，坡度在 5~15°左右。

矿区总体地势为北西高，南东低，最高点位于北部的无名山头，海拔 1269.4m，最低点位于南部南洼河出口附近，海拔 983.2m，相对高差为 286.2m，地形坡度 5°~40°，局部达 50°，属中山中切割地貌。

5.2.2 气象特征

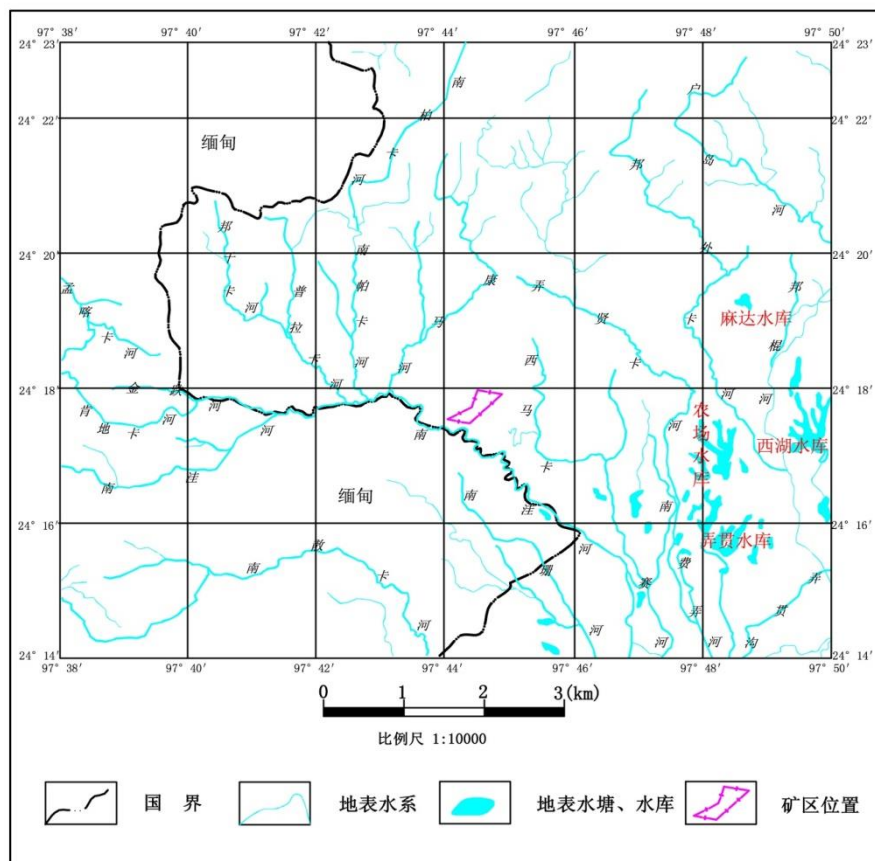
项目区域属亚热带季风气候类型，湿润气候区，冬无严寒，夏无酷暑。日温差变幅较大，年际温差相对较小，水汽充沛、降水量丰富，雨量集中程度高，光热资源条件好的气候特点。据陇川气象站资料统计，多年平均降水量 1554.5mm，多年平均蒸发量 1750.3mm（20cm 口径蒸发皿），年平均气温 19.9℃，最高气温 35.7℃，最低气温-2.9℃，无霜期 292 天，相对湿度 78.0%，最多风向主要西南偏南风，平均风速 1.1m/s，最大风速 19m/s。霜期主要出现在 12 月~次年 2 月，降水量主要集中于汛期，5~10 月降水量占年降水量的 90%，枯季降水量占年降水量的 10%。

5.2.3 水文

与矿区相关的地表水主要有南洼河及其支流。项目区地表水系见图 5-2 和图 5-3。

区内水系发育，呈南北向分布，地表水均自北向南汇入中缅边境的南洼河，最终汇入瑞丽江，属瑞丽江水系。

矿区溪流大多为季节性水流，沟谷宽度由谷底至谷口渐宽，一般小于 1m；谷口最宽处 2.4m；流量 0.2~5L/s，年内枯、雨季变化较大。均以接受地下水的补给为主。



5.2.4 植被

(1) 热带季节雨林和季雨林主要分布在德宏州海拔 800 米以下的瑞丽坝、万马河河谷、芒幸河河谷及海拔 210 米的盈江那邦坝一带，占全州森林总面积的 5.4%。主要植被为龙脑香、阿萨姆娑罗双、柚木、美登木、竹类等。

木荷、红椿、楠木、柚木、油茶、松树等为主。

(3) 暖温带山地苔藓林主要分布在海拔 1500~2500 米的山区，约占全州森林总面积的 36.1%。主要植被为常绿阔叶林、杉木、松树、油茶、核桃等。

(4) 温带高山针叶林主要分布在海拔 2500 米以上的盈江县和芒市的箐口、亮山、黑河老坡高寒山区，占全州森林总面积的 1.3%。主要植被为铁杉、高山栎、杜鹃灌木丛等。

德宏州植物资源种类特别繁多，全州有高等植物 339 科 1908 属 6033 种(含变种、亚种和变型，下同)，其中苔藓植物 43 科 88 属 147 种，蕨类植物 49 科 115 属 337 种；种子植物 247 科 1705 属 5549 种，包括裸子植物 10 科 22 属 52 种，被子植物 237 科 1683 属 5497 种；原生植物 5349 种，栽培植物 684 种(包括新近引种栽培植物 57 种)。德宏州境内有国家级保护植物 97 种，其中属国家一级保护植物 14 种，国家二级保护植物 59 种，国家三级保护植物 24 种，占中国正式公布的国家级保护植物 389 种的 24.9%，占云南省内分布的国家级保护植物 159 种的 61%；德宏州境内有省级保护植物 60 种，其中属云南省一级保护植物 1 种，云南省二级保护植物 15 种，云南省三级保护植物 44 种，占云南省公布的省级保护植物 218 种的 27.5%。此外，德宏竹类品种繁多，还有野生稻、野生甘蔗、胡秃果、西番莲、橄榄、蒺藜、猕猴桃、番石榴等，云南大叶茶群体种遍布全州，德宏小粒咖啡以味香质优享誉世界。

5.2.5 土壤

矿区及周边土壤以赤红壤为主，属南亚热带季风常绿阔叶林下发育的地带性土壤，是红壤与砖红壤之间的过渡类型。水热条件好，植被为南亚热带季风常绿阔叶林。成土母质以各种母岩风化的残积物、坡积物为主。是双季稻、杂交稻、玉米、柑橘、甘蔗、薯类等的主要生产区。土壤剖面主要呈红色。一般呈酸性反应。周边低洼处农田分布有水稻土。

5.3 环境空气质量达标区判定

本项目位于陇川县，属于环境空气二类功能区执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)要求，城市环境空气达标情况评价指标为 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 、

CO 和 O₃ 六项污染物全部达标即为城市环境空气质量达标。根据《德宏州 2019 年环境质量状况公报》公布的陇川县环境空气质量监测数据，陇川县 PM_{2.5} 年均值 0.025mg/m³，PM₁₀ 年均值 0.043 mg/m³，SO₂ 年均值 0.024 mg/m³，NO₂ 年均值 0.012 mg/m³，CO 年均值 1.0 mg/m³，O₃-8h 年均值 0.073 mg/m³，陇川县属于环境空气质量达标区。

5.4 地表水环境质量现状监测与评价

5.4.1 地表水环境质量现状监测

5.4.1.1 监测点位

地表水设置 5 个监测断面，具体见表 5.1 和见图 5-4。

表 5.1 地表水质监测断面位置

序号	编号	监测点位	监测水体
1	W1	1 号溪与南洼河交汇口上游 200m	南洼河
2	W2	1 号溪与其支流交汇口上游	1 号溪
3	W3	1 号溪与南洼河交汇口下游 200 m	南洼河
4	W4	1 号溪与其支流交汇口下游	1 号溪
5	W5	2 号溪与南洼河交汇口上游 200m	2 号溪
6	W6	2 号溪与南洼河交汇口下游 200m	南洼河

5.4.1.2 监测单位、项目和时间

监测单位：国土资源部昆明矿产资源监督检测中心

监测时间：2021 年 10 月。

监测项目：pH、总氮、氨氮、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、六价铬、铜、铅、锌、镉、砷、汞、硫化物、氟化物、氯化物、硝酸盐、硫酸盐、石油类、粪大肠菌群等 20 个项目。

5.4.1.3 监测要求和采样、分析方法

按《水质采样方案设计规定》GB 12997-96、《地表水和污水监测技术规范》HJ/T 91-2002 并结合《地表水环境质量标准》GB 3838-2002 等要求进行。

5.4.1.4 监测结果

监测结果见表 5.2。

5.4.2 地表水环境质量现状评价

5.4.2.1 评价标准

本项目环境现状评价采用《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中的Ⅲ类标准。

5.4.2.2 评价方法

说明评价的方法，通常为单因子法。

采用单项标准指数法：

$$S_i = \frac{C_i}{C_{oi}}$$

式中： S_i —评价因子单项标准指数；

C_i —评价因子的实测浓度值，mg/L；

C_{oi} —评价因子的环境质量标准值，mg/L。

pH 的标准指数为：

$$\text{pH} \leq 7.0 \text{ 时, } S_{pH} = \frac{7.0 - pH}{7.0 - pH_{sd}}$$

$$\text{pH} > 7.0 \text{ 时, } S_{pH} = \frac{pH - 7.0}{pH_{su} - 7.0}$$

式中： S_{pH} —pH 的标准指数；

pH—pH 值；

pH_{sd} —评价标准下限；

pH_{su} —评价标准上限。

5.4.2.3 评价结果

评价结果见表 5.3。从评价结果分析可知，矿区下游 2 号溪监测断面 W5 氨氮、硝酸盐氮超标，其余各监测断面各监测项目均达到《地表水环境质监标准》（GB 3838-2002）Ⅲ 类标准值要求。推测地表水氨氮、硝酸盐氮超标与矿山历史采矿活动有关。

表 5.2 地表水水质监测结果 单位: pH 无量纲, 总大肠菌群为 MPN/L, 其余均为 mg/L

监测点位	pH	总氮	氟化物	硫化物	氯化物	石油类	氨氮	砷	汞	六价铬
W1	7.29	0.778	0.195	0.005L	0.843	0.05L	0.190	0.0003L	0.00006	0.004L
	7.52	0.788	0.198	0.005L	0.831	0.05L	0.196	0.0003L	0.00006	0.004L
	7.43	0.778	0.193	0.005L	0.872	0.05L	0.193	0.0003L	0.00005	0.004L
W2	7.45	0.184	0.106	0.005L	0.626	0.05L	0.190	0.0003L	0.00006	0.004L
	7.52	0.184	0.101	0.005L	0.637	0.05L	0.187	0.0003L	0.00006	0.004L
	7.50	0.194	0.112	0.005L	0.848	0.05L	0.184	0.0003L	0.00008	0.004L
W3	7.49	0.679	0.191	0.005L	0.836	0.05L	0.190	0.0003L	0.00005	0.004L
	7.61	0.689	0.195	0.005L	0.811	0.05L	0.184	0.0003L	0.00005	0.004L
	7.57	0.689	0.193	0.005L	0.846	0.05L	0.190	0.0003L	0.00007	0.004L
W4	7.41	0.590	0.107	0.005L	0.799	0.05L	0.213	0.0003L	0.00009	0.004L
	7.50	0.600	0.097	0.005L	0.763	0.05L	0.193	0.0003L	0.00008	0.004L
	7.48	0.600	0.102	0.005L	0.792	0.05L	0.187	0.0003L	0.00005	0.004L
W5	6.36	4.77	0.160	0.005L	23.0	0.05L	1.55	0.0003L	0.00009	0.004L
	6.51	4.69	0.142	0.005L	20.4	0.05L	1.50	0.0003L	0.00008	0.004L
	6.41	4.79	0.152	0.005L	24.7	0.05L	1.51	0.0003L	0.00007	0.004L
W6	7.37	0.956	0.194	0.005L	1.15	0.05L	0.190	0.0003L	0.00008	0.004L
	7.40	0.956	0.204	0.005L	1.12	0.05L	0.176	0.0003L	0.00008	0.004L
	7.28	0.927	0.198	0.005L	1.25	0.05L	0.181	0.0003L	0.00008	0.004L
地表水质量标准 III 类	6~9	1	1	0.2	250	0.05	1	0.05	0.0001	0.05
监测点位	铜	铅	锌	类大肠菌群	化学需氧量(COD)	五日生化需氧量(BOD ₅)	高锰酸盐指数	硝酸盐	硫酸盐	镉(Cd)
W1	0.00094	0.00110	0.00256	790	4L	0.5L	1.00	2.01	0.960	0.00005L
	0.00037	0.00078	0.00167	770	4L	0.5L	0.96	2.01	0.918	0.00012
	0.00043	0.00059	0.00205	790	4L	0.5L	1.00	2.03	1.020	0.00005L
W2	0.00219	0.00113	0.0015	1100	4L	0.5L	1.20	0.762	0.538	0.00005L
	0.00064	0.00056	0.00223	1100	4L	0.5L	1.24	0.828	0.487	0.00006
	0.00057	0.00043	0.00191	1100	4L	0.5L	1.20	0.877	0.479	0.00005L

W3	0.00043	0.00054	0.00148	600	4L	0.5L	1.04	1.79	0.926	0.00005L
	0.00077	0.00052	0.00189	610	4L	0.5L	1.08	1.85	0.898	0.00005L
	0.00040	0.00054	0.00147	590	4L	0.5L	1.12	1.86	0.946	0.00058
W4	0.00138	0.00041	0.00331	640	4L	0.5L	1.12	1.31	0.540	0.00005L
	0.00060	0.00072	0.00168	620	4L	0.5L	1.12	1.28	0.582	0.00005L
	0.00087	0.00038	0.00180	640	4L	0.5L	1.16	1.29	0.580	0.00005L
W5	0.00049	0.00036	0.00578	10L	4L	0.5L	0.40	14.2	40.7	0.00010
	0.00038	0.00038	0.00414	10L	4L	0.5L	0.42	13.0	40.6	0.00012
	0.00145	0.00076	0.00800	10L	4L	0.5L	0.40	15.3	40.6	0.00005L
W6	0.00053	0.00082	0.00201	1100	4L	0.5L	1.00	3.16	1.79	0.00005L
	0.00066	0.00208	0.00349	1100	4L	0.5L	0.96	3.04	1.80	0.00005L
	0.00060	0.00167	0.00297	1100	4L	0.5L	1.00	3.03	1.90	0.00005L
地表水质量标准 III 类	1	0.05	1	10000	20	4	6	10	250	0.005

表 5.3 地表水水质评价结果

监测点位	pH	总氮	氟化物	硫化物	氯化物	石油类	氨氮	砷	汞	六价铬
W1	0.145	0.78	0.20	0.01	0.003	0.5	0.19	0.003	0.60	0.04
	0.26	0.79	0.20	0.01	0.003	0.5	0.20	0.003	0.20	0.04
	0.215	0.78	0.19	0.01	0.003	0.5	0.19	0.003	0.50	0.04
W2	0.225	0.18	0.11	0.01	0.003	0.5	0.19	0.003	0.60	0.04
	0.26	0.18	0.10	0.01	0.003	0.5	0.01	0.003	0.20	0.04
	0.25	0.19	0.11	0.01	0.003	0.5	0.18	0.003	0.80	0.04
W3	0.245	0.68	0.19	0.01	0.003	0.5	0.19	0.003	0.50	0.04
	0.305	0.69	0.20	0.01	0.003	0.5	0.01	0.003	0.20	0.04
	0.285	0.69	0.19	0.01	0.003	0.5	0.19	0.003	0.70	0.04
W4	0.205	0.59	0.11	0.01	0.003	0.5	0.21	0.003	0.90	0.04
	0.25	0.60	0.10	0.01	0.003	0.5	0.19	0.003	0.80	0.04
	0.24	0.60	0.10	0.01	0.003	0.5	0.19	0.003	0.50	0.04
W5	0.64	4.77	0.16	0.01	0.092	0.5	1.55	0.003	0.90	0.04
	0.49	4.69	0.14	0.01	0.082	0.5	1.50	0.003	0.80	0.04

	0.59	4.79	0.15	0.01	0.099	0.5	1.51	0.003	0.70	0.04
W6	0.185	0.96	0.19	0.01	0.005	0.5	0.19	0.003	0.80	0.04
	0.2	0.96	0.20	0.01	0.004	0.5	0.01	0.003	0.20	0.04
	0.14	0.93	0.20	0.01	0.005	0.5	0.18	0.003	0.80	0.04
监测点位	铜	铅	锌	类大肠菌群	化学需氧量(COD)	五日生化需氧量(BOD ₅)	高锰酸盐指数	硝酸盐	硫酸盐	镉(Cd)
W1	0.001	0.02	0.003	0.08	0.10	0.06	0.17	0.20	0.004	0.01
	0.0004	0.02	0.002	0.08	0.10	0.06	0.16	0.20	0.004	0.02
	0.0004	0.012	0.002	0.08	0.10	0.06	0.17	0.20	0.004	0.01
W2	0.002	0.02	0.001	0.11	0.10	0.06	0.20	0.08	0.002	0.01
	0.001	0.01	0.002	0.11	0.10	0.06	0.21	0.08	0.002	0.01
	0.001	0.01	0.002	0.11	0.10	0.06	0.20	0.09	0.002	0.01
W3	0.0004	0.01	0.001	0.06	0.10	0.06	0.17	0.18	0.004	0.01
	0.001	0.01	0.002	0.06	0.10	0.06	0.18	0.19	0.004	0.01
	0.0004	0.01	0.001	0.06	0.10	0.06	0.19	0.19	0.004	0.12
W4	0.001	0.01	0.003	0.06	0.10	0.06	0.19	0.13	0.002	0.01
	0.001	0.01	0.002	0.06	0.10	0.06	0.19	0.13	0.002	0.01
	0.001	0.01	0.002	0.06	0.10	0.06	0.19	0.13	0.002	0.01
W5	0.0005	0.01	0.006	0.001	0.10	0.06	0.07	1.42	0.16	0.02
	0.0004	0.01	0.004	0.00	0.10	0.06	0.07	1.30	0.162	0.02
	0.001	0.02	0.008	0.00	0.10	0.06	0.07	1.53	0.162	0.01
W6	0.001	0.02	0.002	0.11	0.10	0.06	0.17	0.32	0.01	0.01
	0.001	0.04	0.003	0.11	0.10	0.06	0.16	0.30	0.008	0.01
	0.001	0.03	0.003	0.11	0.10	0.06	0.17	0.30	0.008	0.01

5.5 底泥环境质量现状监测及评价

5.5.1 底泥质量现状监测

5.5.1.1 监测点位

监测点位同地表水监测断面位置，见表 5.1。

5.5.1.2 监测单位、项目和时间

监测单位：国土资源部昆明矿产资源监督检测中心

监测的项目：pH、砷、汞、铜、铅、镉、镍、锌、铬。

监测时间及频率：2021 年 6 月，监测 1 天，监测 1 次。

5.5.1.3 监测结果

监测结果见表 5.4。

表 5.4 河流底泥现状监测结果 单位：mg/kg

监测点	pH	砷	汞	铜	铅	镉	镍	锌	铬
底泥 1	6.61	4.01	0.023	20.4	47.0	0.06	13.8	45.6	33.9
底泥 2	5.98	1.94	0.117	17.6	43.8	0.11	16.3	66.4	129
底泥 3	6.65	1.24	0.070	7.09	47.8	0.049	11.9	74.3	52.3
底泥 4	6.76	2.97	0.020	16.5	43.5	0.04	12.9	49.6	165
底泥 5	6.40	1.48	0.035	5.90	48.0	0.035	7.43	48.9	30.5
底泥 6	6.31	1.98	0.09	11.20	48.50	0.05	14.50	77.20	35.30
GB15618-2018	pH 5.5	40.0	1.3	50.0	70.0	0.3	60.0	200.0	150.0
	5.5<pH 6.5	40.0	1.8	50.0	90.0	0.3	70.0	200.0	150.0
	6.5<pH 7.5	30.0	2.4	100.0	120.0	0.3	100.0	250.0	200.0
	pH>7.5	25.0	3.4	100.0	170.0	0.6	190.0	300.0	250.0

5.5.2 底泥质量现状评价

5.5.2.1 评价标准

监测结果评价参照《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）执行。

5.5.2.2 评价方法

评价方法采用标准指数法。

5.5.2.3 评价结果

评价结果见表 5.5。由表可知，各底泥监测点监测因子均满足《土壤环境质量 农

用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值。

表 5.5 河流底泥标准指数评价结果

按照《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）								
监测点	砷	汞	铜	铅	镉	镍	锌	铬
底泥 1	0.13	0.01	0.20	0.39	0.19	0.14	0.18	0.17
底泥 2	0.05	0.07	0.35	0.49	0.37	0.23	0.33	0.86
底泥 3	0.04	0.03	0.07	0.40	0.16	0.12	0.30	0.26
底泥 4	0.10	0.01	0.17	0.36	0.12	0.13	0.20	0.83
底泥 5	0.04	0.02	0.12	0.53	0.12	0.11	0.24	0.20
底泥 6	0.05	0.05	0.22	0.54	0.16	0.21	0.39	0.24

可见，河流底泥监测结果小于《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，质量较好。

5.6 地下水环境质量调查及评价

5.6.1 评价区地下水水质监测

5.6.1.1 监测点位

根据《地下水质量标准》(GB / T14848-2017)、《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）及地下水导则一级评价要求，地下水水质监测目的是反映历史开采区污染现状、拟开采区地下水现状和周边敏感点现状。地下水监测点按水文地质块段分区布置。

水质监测点的分布情况见表 5.6 和图 5-5。

表 5.6 地下水水质、水位监测点布设一览表

序号	流域	点号	点位	性质	备注
1	西部 1 号 溪流域	Jc10	矿区西侧下游	关心点	南部露采废弃地 下游
2	中部 2 号 溪流域	Jc2	矿区西北侧上游	背景点	
3		Jc3	北侧拟采矿块	关心点	
4		Jc5	中部矿块下游	关心点	
5		Jc13	母液车间下游	关心点	
6		Jc18	母液车间下游	关心点	南部露采废弃地 下游
7		Jc20	母液车间下游	关心点	原母液车间下游
8		Jc21	母液车间下游	关心点	
9	东部 3 号 溪流域	潜水井	矿区东北侧下游	关心点	
10	矿区下游	MJ	龙安村民井	关心点	

序号	流域	点号	点位	性质	备注
11	西部 1 号 溪流域	Jc1	矿区西北侧上游	背景点	
12		Jc9	矿区西侧下游	关心点	
13	中部 2 号 溪流域	Jc4	北侧拟采矿块	关心点	
14		Jc11	矿区东南侧下游	关心点	南部露采废弃地 下游
15		Jc14	母液车间下游	关心点	北部露采废弃地、 原母液车间下游
16	东部 3 号 溪流域	Jc15	矿区东侧下游	关心点	

5.6.1.2 监测单位、项目和时间

监测单位：国土资源部昆明矿产资源监督检测中心

监测时间：2021 年 6 月。

监测项目：pH、总硬度、溶解性总固体、耗氧量、硫酸盐、氯化物、氟化物、硫化物、硝酸盐(以 N 计)、亚硝酸盐(以 N 计)、氨氮、铁、锰、锌、铜、镉、六价铬、铅、砷、汞、总大肠菌群、细菌总数、 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 共 28 项。并记录井口坐标、地下水水位或地下水埋深、井深、井口标高等。

5.6.1.3 评价标准与评价方法

(1) 评价标准

评价采用《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 中的 III 类标准。

(2) 评价方法

采用单因子指数法进行评价。计算公式如下：

$$P_j = C_j / C_{sj}$$

式中： P_j —第 j 个水质因子的标准指数，无量纲；

C_j —第 j 个水质因子的监测浓度值，mg/L；

C_{sj} —第 j 个水质因子的标准浓度值，mg/L。

pH 采用下列公式：

$$S_{pH,j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}}, pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH,j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0}, pH_j > 7.0$$

式中： $S_{pH,j}$ —pH 的单因子污染指数；

pH_{sd} 、 pH_{su} —地表水标准值的上、下限值；

pH_j —实测值。

5.6.1.4 监测结果

地下水水质监测表 5.7，评价结果见表 5.8。

表 5.7 地下水水质监测结果 单位： pH 无量纲， 菌落总数 CFU/mL， 总大肠菌群为 MPN/L， 其余均为 mg/L

监测点位	pH	总硬度	硝酸盐（以氮计）	硫化物	硫酸盐	氯化物	氨氮	六价铬	砷	汞	铜	镉	锌(Zn)	铅(Pb)
JC1	6.23	2.02	0.698	0.005 _L	1.09	0.816	0.242	0.004 _L	0.0013L	0.0001L	0.0330	0.00015	0.0381	<0.00009
JC2	6.74	28.27	0.567	0.005 _L	0.526	0.990	0.112	0.004 _L	0.0013L	0.0001L	0.0014	0.00005L	0.00587	0.00557
JC3	7.31	14.14	0.929	0.005 _L	2.25	1.45	0.049	0.004 _L	0.0013L	0.0001L	0.00183	0.00012	0.00743	0.00048
JC4	6.77	26.25	0.276	0.005 _L	0.658	0.914	0.044	0.004 _L	0.0013L	0.0001L	0.120	0.00008	0.0182	0.00298
JC5	7.52	450.4	160	0.005 _L	336	18.1	19.6	0.004 _L	0.0013L	0.0001L	0.00674	0.00013	0.00983	0.00065
JC9	6.08	10.10	0.294	0.005 _L	13.9	1.46	0.042	0.004 _L	0.0025	0.0001L	0.100	0.00010	0.0103	<0.00009
JC10	7.26	14.14	0.331	0.005 _L	0.975	12.0	0.442	0.004 _L	0.0013L	0.0001L	0.00222	0.00009	0.00535	0.00227
JC11	6.10	22.22	0.270	0.005 _L	11.8	20.5	3.78	0.004 _L	0.0017	0.0003	0.0036	0.00022	0.0277	<0.00009
JC13	7.60	264.6	2.86	0.005 _L	127	73.8	0.699	0.004 _L	0.0013L	0.0001L	0.00125	0.00008	0.00607	0.00102
JC14	8.04	105.0	0.262	0.005 _L	13.4	19.3	0.125	0.004 _L	0.0013L	0.0001L	0.0428	0.00033	0.0127	0.00662
JC15	7.09	26.25	0.071L	0.005 _L	6.61	3.56	0.229	0.004 _L	0.0013L	0.0001L	0.00670	0.00008	0.0207	<0.00009
JC18	6.31	14.14	3.11	0.005 _L	14.9	4.34	1.11	0.004 _L	0.0013L	0.0001L	0.00942	0.00016	0.0202	0.00292
潜水	6.69	26.25	0.304	0.005 _L	1.37	1.15	0.052	0.004 _L	0.0013L	0.0001L	0.00593	0.00012	0.0203	0.00328
JC20	6.50	280.7	0.264	0.005 _L	177	64.5	1.09	0.004 _L	0.0013L	0.0001L	0.00743	0.00005L	0.00613	0.00394
JC21	6.82	708.9	0.071L	0.005 _L	521	162	0.188	0.004 _L	0.0013L	0.0001L	0.00170	0.00005	0.00384	0.00051
MJ	6.62	32.31	39.2	0.005 _L	0.563	12.1	0.025 _L	0.004 _L	0.0013L	0.0001L	0.0539	0.00045	0.258	0.00593
III 类标准	6.5~8.5	450	20	0.02	250	250	0.5	0.05	0.01	0.001	1	0.005	1	0.01
监测点位	铁	锰(Mn)	亚硝酸盐氮	总大肠菌群	钙(Ca)	钾(K)	镁(Mg)	钠(Na)	溶解性总固体	耗氧量	碳酸根	碳酸氢根	菌落总数	氟化物
JC1	69.3	0.358	<0.002	4400	0.48	7.49	3.35	26.92	324	4	0.6L	3.15	10400	0.085
JC2	6.49	1.1	<0.002	6500	7.49	2.4	1.15	8.86	240	1.8	3.09	47.19	14400	0.206
JC3	36.1	0.295	<0.002	14000	3.84	1.41	0.45	8.82	471	0.5L	6.19	81.8	19700	0.149
JC4	48.5	0.292	<0.002	6600	7.28	1.27	0.72	10.56	80	0.5L	3.09	31.46	16700	0.138
JC5	15.2	0.326	<0.002	9200	148	18.06	23.19	22.87	1028	0.5L	0.6L	1.2L	20500	0.220
JC9	29.2	0.553	<0.002	6000	1.55	2.82	0.74	4.32	75	1.52	3.09	12.58	17900	0.053
JC10	14.7	0.968	<0.002	110	7.23	8.34	2.36	3.36	134	0.84	0.6L	15.73	19200	0.042
JC11	64.1	0.792	<0.002	63	5.63	5.95	0.94	8.65	226	0.5L	0.6L	1.2L	14750	0.046
JC13	9.44	0.692	0.138	2800	64.97	8.27	12.26	30.99	534	0.5L	0.6L	56.63	14700	0.101
JC14	38.4	0.843	<0.002	85	8.72	4.46	1.48	4.45	135	0.74	0.6L	3.15	22500	0.085
JC15	11.0	0.173	<0.002	4100	8.81	3.86	1.87	43.84	124.5	1.56	30.94	75.51	26800	0.351
JC18	28.6	1.31	0.098	260	4.65	3.95	0.83	4.81	203.5	0.74	0.6L	9.44	23400	0.145
潜水	11.0	1.31	<0.002	4400	7.54	6.76	1.30	5.13	81.5	4.04	6.19	34.61	10850	0.095
JC20	107	1.04	<0.002	3700	88.34	11.03	15.39	27.77	548.5	0.54	9.28	47.19	22100	0.079
JC21	69.4	2.11	<0.002	4600	228.1	15	39.67	62.19	1297	0.66	24.75	69.21	10350	0.076
MJ	0.272	0.0217	<0.002	10	8.11	9.60	2.53	13.28	183.5	0.5L	0.6L	25.17	3850	0.023
III 类标准	0.3	0.1	1	3	—	—	—	200	1000	3	—	—	100	1

表 5.8 地下水水质评价结果 单位：无量纲

监测点位	pH	总硬度	硝酸盐（以氮计）	硫化物	硫酸盐	氯化物	氨氮	六价铬	砷	汞	铜	镉	锌(Zn)	铅(Pb)
JC1	1.54	0.00449	0.0349	0.125	0.004	0.00326	0.484	0.04	0.065	0.05	0.033	0.03	0.04	0.05
JC2	0.52	0.06282	0.02835	0.125	0.002	0.00396	0.224	0.04	0.065	0.05	0.0014	0.005	0.01	0.56
JC3	0.21	0.03142	0.04645	0.125	0.009	0.0058	0.098	0.04	0.065	0.05	0.0018	0.024	0.01	0.05
JC4	0.46	0.05833	0.0138	0.125	0.003	0.00366	0.088	0.04	0.05	0.05	0.12	0.016	0.02	0.30
JC5	0.35	1.00089	8	0.125	1.344	0.0724	39.2	0.04	0.065	0.05	0.0067	0.026	0.01	0.07
JC9	1.84	0.02244	0.0147	0.125	0.056	0.00584	0.084	0.04	0.25	0.05	0.1	0.02	0.01	0.05
JC10	0.17	0.03142	0.01655	0.125	0.004	0.048	0.884	0.04	0.065	0.05	0.0022	0.018	0.01	0.23
JC11	1.80	0.04938	0.0135	0.125	0.047	0.082	7.56	0.04	0.17	0.3	0.0036	0.044	0.03	0.05
JC13	0.40	0.588	0.143	0.125	0.508	0.2952	1.398	0.04	0.065	0.05	0.0013	0.016	0.01	0.10
JC14	0.69	0.23333	0.0131	0.125	0.054	0.0772	0.25	0.04	0.05	0.05	0.0428	0.066	0.01	0.66
JC15	0.06	0.05833	0.00175	0.125	0.026	0.01424	0.457	0.04	0.065	0.05	0.0067	0.016	0.02	0.05
JC18	1.38	0.03142	0.1555	0.125	0.06	0.01736	2.22	0.04	0.065	0.05	0.0094	0.032	0.02	0.29
潜水	0.62	0.05833	0.0152	0.125	0.005	0.0046	0.104	0.04	0.065	0.05	0.0059	0.024	0.02	0.33
JC20	1.00	0.62378	0.0132	0.125	0.708	0.258	2.18	0.04	0.065	0.05	0.0074	0.005	0.01	0.39
JC21	0.36	1.57533	0.00175	0.125	2.084	0.648	0.376	0.04	0.065	0.05	0.0017	0.01	0.00	0.05
MJ	0.76	0.0718	1.96	0.125	0.002	0.0484	0.025	0.04	0.065	0.05	0.0539	0.09	0.26	0.59
监测点位	铁	锰(Mn)	亚硝酸盐氮	总大肠菌群	钙(Ca)	钾(K)	镁(Mg)	钠(Na)	溶解性总固体	耗氧量	碳酸根	碳酸氢根	菌落总数	氟化物
JC1	231	3.58	0.001	146.67	—	—	—	0.1346	0.32	1.33	—	—	104	0.085
JC2	21.63	11	0.001	216.67	—	—	—	0.0443	0.24	0.60	—	—	144	0.206
JC3	120.3	2.95	0.001	466.67	—	—	—	0.0441	0.47	0.08	—	—	197	0.149
JC4	161.7	2.92	0.001	220.00	—	—	—	0.0528	0.08	0.08	—	—	167	0.138
JC5	50.67	3.26	0.001	306.67	—	—	—	0.11435	1.03	0.08	—	—	205	0.22
JC9	97.33	5.53	0.001	200.00	—	—	—	0.0216	0.08	0.51	—	—	179	0.053
JC10	49	9.68	0.001	3.67	—	—	—	0.0168	0.13	0.28	—	—	192	0.042
JC11	213.7	7.92	0.001	2.10	—	—	—	0.04323	0.23	0.08	—	—	147.5	0.046
JC13	31.47	6.92	0.138	93.33	—	—	—	0.15495	0.53	0.08	—	—	147	0.101
JC14	128	8.43	0.001	2.83	—	—	—	0.02225	0.14	0.25	—	—	225	0.085
JC15	36.5	1.73	0.001	136.67	—	—	—	0.2192	0.12	0.52	—	—	268	0.351
JC18	95.33	13.1	0.098	8.67	—	—	—	0.02405	0.20	0.25	—	—	234	0.145
潜水	36.67	13.1	0.001	146.67	—	—	—	0.02565	0.08	1.35	—	—	108.5	0.095
JC20	356.7	10.4	0.001	123.33	—	—	—	0.13885	0.55	0.18	—	—	221	0.079
JC21	231.3	21.1	0.001	153.33	—	—	—	0.31095	1.30	0.22	—	—	103.5	0.076
MJ	0.907	0.217	0.001	0.33	—	—	—	0.0664	0.18	0.08	—	—	38.5	0.023

注：“—”代表无对应标准值。未检出按照检出限的一半进行评价。

5.6.1.5 水质评价结果

检测结果表明：陇川龙安稀土矿地下水超标项目有 11 项，分别为 pH、总硬度、溶解性总固体、耗氧量、硝酸盐、硫酸盐、氨氮、铁、锰、总大肠菌群、菌落总数，其中超标率最高为菌落总数，达到 100%。

(1) 常规因子

①pH

16 组水样中，有 4 个点 pH 超标，超标倍数 0.54~0.84 倍，超标倍数较小，水质类型均为花岗岩风化裂隙潜水。pH 超标与本区土壤本底 pH 为酸性有关。

②溶解性总固体

16 组水样中，有 2 个点溶解性总固体超标，超标倍数 0.03~0.3 倍，推测与原生地质条件有关。

③总硬度

16 组水样中，有 2 个点总硬度超标，超标倍数 0.001~0.58 倍，超标倍数较小，水质类型均为花岗岩风化裂隙潜水。总硬度超标与区域原生地质条件有关。

④铁

地下水铁 (Fe) 含量普遍较高。16 组水样中，水样铁含量最高可达 107mg/L (JC20)，最低为 0.272mg/L (MJ)，有 15 组水样超标，超标倍数 20.6~355.7 倍，仅 MJ 组水样铁达标 (铁含量 $\leq$ 0.3 mg/L)。铁超标与区域原生地质条件有关。

⑤锰

地下水锰含量普遍较高。16 组水样中，水样锰含量最高可达 2.11mg/L (JC21)，最低为 0.173mg/L (JC15)，有 15 组水样超标，超标倍数 0.73~20.1 倍，仅 MJ 组水样铁达标 (锰含量 $\leq$ 0.1 mg/L)。锰超标与区域原生地质条件有关。

⑥硝酸盐

16 组水样中，有 2 个点硝酸盐超标，超标 0.96~7 倍，项目所在地为灌区，推测与农业活动有关。

⑦耗氧量

16 组水样中，有 1 个点耗氧量超标，超标 0.35 倍，项目所在地为灌区，推测与农业生产活动有关。

⑧菌落总数

地下水菌落总数含量普遍较高。16 组水样中，水样中菌落总数最高达到

26800CFU/mL (JC15), 最低为 3850CFU/mL (MJ), 16 组水样均超标, 超标倍数 37.5~267 倍。菌落总数推测与农业生产活动有关。

⑧总大肠菌群

地下水总大肠菌群含量普遍较高。16 组水样中, 水样中总大肠菌群最高达到 14000 MPN/L (JC3), 最低为 10 MPN/L (MJ), 有 15 组水样超标, 超标倍数 1.10~465.67 倍, 仅 MJ 组水样总大肠菌群达标 (总大肠菌群 $\leq$ 3 MPN/100mL)。总大肠菌群超标推测与农业生产活动有关。

(2) 特征因子

①氨氮

16 组水样中, 有 5 个点氨氮超标, 超标倍数 0.40-38.2 倍, 超标点 JC5、JC13 位于历史采矿活动区上游, JC11、JC18、JC20 位于历史采矿活动区下游, 氨氮 0.40-38.2 倍, 推测与历史采矿活动及农业生产活动有关。

②硫酸盐

16 组水样中, 有 2 个点硫酸盐超标, 超标点 JC5 位于历史采矿活动区上游, JC21 位于历史采矿活动区下游, 硫酸盐超标 0.344~1.084 倍, 超标倍数较小。推测与历史采矿活动及农业生产活动有关。

5.6.1.6 地下水水化学类型评价结果

根据各地下水水质监测点地下水中八种主要阴阳离子成分及矿化度划分地下水类型, 将含量大于 25%毫克当量的阴离子和阳离子进行组合。舒卡列夫分类: 共分成 49 型水, 按矿化度又划分为四组: A 组小于 1.5 克/升, B 组小于 1.5 克/升, C 组小于 1.5 克/升, D 组小于 1.5 克/升。按矿化度划分勘察区强咸水较多, 采场附近有矿化度复杂的卤水, 地下水类型以 HCO_3^- — Ca^{2+} — Na^+ 为主。

5.6.2 评价区地下水位监测与评价

(1) 监测点布设

在矿区共布设 16 个水位监测点, 监测点见表 5.9 和图 5-5。

(2) 检测项目

水位埋深、水位标高。

(3) 监测时间及频率

根据水文地质调查报告, 本区一般枯水期为 1~4 月; 丰水期为 5~8 月; 平水

期为9~12月。

勘察单位对 16 个水位监测孔进行了丰（2021 年 7 月）、枯两期（2021 年 1 月）水位监测。

（4）地下水位监测结果

评价区内钻孔水位监测结果见表 5.9。

水位统测结果表明，在一个水文年内，评价区内浅层地下水水位动态变化较小，水位年动态变化幅度 0.47~2.9m，监测井地下水位变幅在 3m 以下，表明评价区地下水天然动态相对稳定。

表 5.9 地下水位监测结果表

序号	流域	点号	点位	性质	经度	纬度	孔口高程	丰季观测值（2021 年 7 月）		枯季观测值（2021 年 1 月）	
								水位埋深 (m)	水位标高 (m)	水位埋深 (m)	水位标高 (m)
1	西部 1 号 流域	Jc1	矿区西北侧上游	背景点	97.7487 °	24.2997 °	1163.41	1.2	1162.21	2.2	1161.21
2		Jc9	矿区西侧下游	关心点	97.7460 °	24.2941 °	1076.58	2.5	1074.08	5.5	1071.08
3		Jc10	矿区西侧下游	关心点	97.7459 °	24.2924 °	1068.92	1.54	1067.38	3.9	1065.02
4	中部 2 号 流域	Jc2	矿区西北侧上游	背景点	97.7505 °	24.2995 °	1130.93	2.35	1128.58	3.4	1127.53
5		Jc3	北侧拟采矿块	关心点	97.7512 °	24.2975 °	1093.87	1.82	1092.05	4.6	1089.27
6		Jc4	北侧拟采矿块	关心点	97.7511 °	24.2963 °	1084.16	7.1	1077.06	9.3	1074.86
7		Jc5	中部矿块下游	关心点	97.7539 °	24.2929 °	1036.69	5.01	1031.68	7	1029.69
8		Jc11	矿区东南侧下游	关心点	97.7472 °	24.2896 °	1004.4	4.12	1000.28	6.8	997.6
9		Jc13	母液车间下游	关心点	97.7530 °	24.2908 °	1002.31	0.1	1002.21	1.2	1001.11
10		Jc14	母液车间下游	关心点	97.7518 °	24.2898 °	999.47	0.43	999.04	0.9	998.57
11		Jc18	母液车间下游	关心点	97.7496 °	24.2890 °	1004.81	0.048	1004.762	2.5	1002.31
12		Jc20	母液车间下游	关心点	97.7496 °	24.2875 °	993.62	4.2	989.42	7.1	986.52
13		Jc21	母液车间下游	关心点	97.7494 °	24.2870 °	986.12	2.5	983.62	3.4	982.72
14	东部 3 号 流域	Jc15	矿区东侧下游	关心点	97.7579 °	24.2888 °	1004.48	1.8	1002.68	3.9	1000.58
15		潜水	矿区东北侧下游	关心点	97.7588 °	24.2971 °	1058	0.3	1057.7	干涸	
16	矿区下游	MJ	矿区下游南洼河 岸边	关心点	97.7590 °	24.2797 °	976	2	974	3.6	972.4

5.7 声环境现状监测与评价

5.7.1 监测点位

根据项目区及周边的环境和生产状况，噪声监测布点情况详见表 5.10 和图 5-4。

表 5.10 噪声监测点布置

序号	监测点位	布点原则
N1	项目区厂界东侧外 1m	背景点
N2	项目区厂界南侧外 1m	背景点
N3	项目区厂界西侧外 1m	背景点
N4	项目区厂界北侧外 1m	背景点

5.7.2 监测单位、项目和时间

监测单位：云南方源科技有限公司

监测项目：等效连续 A 声级 (L_{eq})。

监测时间：2021 年 7 月 8 日-9 日，昼间、夜间各监测一次，连续 2 天。

5.7.3 监测要求和采样、分析方法

监测方法及检出限见表 5.11。

表 5.11 声环境质量检测方法及检出限

检测项目	检测依据
噪声	《声环境质量标准》GB3096-2008

5.7.4 监测结果

监测结果见表 5.12。声环境质量监测结果表明，各测点昼间、夜间噪声监测值均达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008) 中的 2 类标准。项目周边 200m 范围内无声环境敏感点。

表 5.12 声环境质量监测及评价结果

监测日期	监测点位	监测位置	昼间 (dB)	标准限值 (dB)	达标情况	夜间 (dB)	标准限值 (dB)	达标情况
2021.7.8	N1	项目区东侧	35.8	60	达标	35.9	50	达标
	N2	项目区南侧	40.2	60	达标	36.3	50	达标
	N3	项目区北侧	36.4	60	达标	34.8	50	达标
	N4	项目区西侧	39.6	60	达标	35.7	50	达标
2021.7.9	N1	项目区东侧	40.1	60	达标	36.8	50	达标
	N2	项目区南侧	39.5	60	达标	37.4	50	达标

监测日期	监测点位	监测位置	昼间 (dB)	标准限值 (dB)	达标情况	夜间 (dB)	标准限值 (dB)	达标情况
	N3	项目区北侧	36.7	60	达标	34.9	50	达标
	N4	项目区西侧	38.3	60	达标	38.0	50	达标

5.8 土壤环境质量调查及评价

5.8.1 土壤环境质量现状监测

5.8.1.1 监测点布设

在评价区域内布设监测点，如表 5.13 所示，具体监测点位置见图 5-6。

表 5.13 土壤监测点位布置表

序号	布点位置			取样深度	监测因子
1	占地范围外	SB1	矿区北侧林地土壤	表层 0-0.2m	pH 值、铜、铅、镉、铬、砷、汞、镍、锌、可溶性硫酸盐、总氮、氨氮、硝酸盐氮、含盐量（SSC）共 14 项。
2		SB2	矿区北侧林地土壤		
3		SB3	矿区东侧农田土壤		
4		SB4	矿区东侧农田土壤		
5		SB5	矿区东侧林地土壤		
6		SB6	矿区南侧林地土壤		
7	占地范围内	SB7	矿区内部北侧拟建采场土壤		pH、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷，1,2-二氯乙烷，1,1-二氯乙烯，顺-1,2-二氯乙烯，反-1,2-二氯乙烯，二氯甲烷，1,2-二氯丙烷，1,1,1,2-四氯乙烷，1,1,2,2-四氯乙烷，四氯乙烯，1,1,1-三氯乙烷，1,1,2-三氯乙烷，三氯乙烯，1,2,3-三氯丙烷，氯乙烯，苯、氯苯，1,2-二氯苯，1,4-二氯苯，乙苯，苯乙烯，甲苯，间二甲苯+对二甲苯，邻二甲苯，硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽，茚并[1,2,3-cd]芘，萘，锌，可溶性硫酸盐，总氮，氨氮，硝酸盐氮，含盐量（SSC）共 52 项
8		SB8	矿区内部西南侧拟建采场土壤		
9		SB9	矿区内部中部拟建采场土壤		
10		SB10	母液处理车间内部土壤		
11		SB11	矿区内部南侧拟建采场土壤		
12		SZ1	矿区中部拟建采场土壤	柱状样，通常在 0-0.5m ，0.5-1.5m ，1.5-3m 分别取样，3m 以下每 3m 取 1 个样	
13		SZ2	矿区内露采废弃地处土壤		
14		SZ3	矿区内露采废弃地处土壤		
15		SZ4	原地浸采空区处土壤		
16		SZ5	母液处理车间内部土壤		

5.8.1.2 监测单位、项目和时间

监测单位：国土资源部昆明矿产资源监督检测中心

监测项目：见表 5.13。

采样时间：2021 年 6 月。

5.8.1.3 监测和分析方法

监测方法及检出限见表 5.14。

表 5.14 土壤检测方法及检出限

序号	监测项目	监测方法及依据	所用仪器	检出限
1	pH	土壤 pH 值的测定 电位法(HJ 962-2018)	PHS-3E 型酸度计	/
2	镉	全国土壤污染状况详查土壤样品分析测试方法技术规定 第一部分 4-2 电感耦合等离子体质谱法 (ICP-MS)(环办土壤函[2017]1625 号)	电感耦合等离子体质谱仪	0.03mg/kg
3	汞	区域地球化学样品分析方法 第 17 部分：汞量测定 蒸气发生-冷原子荧光光谱法(DZ/T 0279.17-2016)	原子荧光光度计	0.005mg/kg
4	砷	区域地球化学样品分析方法 第 13 部分：砷、锑和铋量测定 氢化物发生-原子荧光光谱法 (DZ/T 0279.13-2016)	原子荧光光度计	0.2mg/kg
5	铜	全国土壤污染状况详查土壤样品分析测试方法技术规定 第一部分 6-2 电感耦合等离子体质谱法 (ICP-MS)(环办土壤函[2017]1625 号)	电感耦合等离子体质谱仪	0.6mg/kg
6	铅	全国土壤污染状况详查土壤样品分析测试方法技术规定 第一部分 2-1 电感耦合等离子体质谱法 (ICP-MS)(环办土壤函[2017]1625 号)	电感耦合等离子体质谱仪	2mg/kg
7	锌	全国土壤污染状况详查土壤样品分析测试方法技术规定 第一部分 7-2 电感耦合等离子体质谱法 (ICP-MS)(环办土壤函[2017]1625 号)	电感耦合等离子体质谱仪	2mg/kg
8	铬(六价)	土壤和沉积物 六价铬的测定 碱溶液提取-火焰原子吸收分光光度法 HJ 1082-2019	原子吸收分光光度计	0.5mg/kg
9	镍	全国土壤污染状况详查土壤样品分析测试方法技术规定 第一部分 8-2 电感耦合等离子体质谱法 (ICP-MS)(环办土壤函[2017]1625 号)	电感耦合等离子体质谱仪	0.3mg/kg
10	铬	全国土壤污染状况详查土壤样品分析测试方法技术规定 第一部分 9-2 电感耦合等离子体质谱法 (ICP-MS)(环办土壤函[2017]1625 号)	电感耦合等离子体质谱仪	0.4mg/kg

11	氨氮	森林土壤氮的测定 (LY/T 1228-2015)	220A 紫外分光光度计	/
12	硝酸盐氮		TU-1901 紫外分光光度计	/
13	总氮		凯氏定氮仪	/
14	水溶性盐总量	土壤检测 第 16 部分: 土壤水溶性盐总量的测定 (N Y/T 1121.16-2006)	BP2213 天平	0.02%
15	硫酸盐离子	土壤检测 第 18 部分: 土壤硫酸盐离子含量的测定(N Y/T 1121.16-2006)	BP2213 天平	0.02%
16	氯甲烷	土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法 (HJ 605-2011)	MSD 气相色谱-质谱仪	1.0μg/kg
17	氯乙烯			1.0μg/kg
18	1,1- 二 氯 乙 烯			1.0μg/kg
19	二氯甲烷			1.5μg/kg
20	反式 1,2- 二氯乙烯			1.4μg/kg
21	1,1- 二 氯 乙 烷			1.2μg/kg
22	顺式 1,2- 二氯乙烯			1.3μg/kg
23	氯仿			1.1μg/kg
24	1,1,1-三氯乙烷			1.3μg/kg
25	四氯化碳			1.3μg/kg
26	1,2- 二 氯 乙 烷			1.3μg/kg
27	苯			1.9μg/kg
28	三氯乙烯			1.2μg/kg
29	1,2- 二 氯 丙 烷			1.1μg/kg
30	甲苯			1.3μg/kg
31	1,1,2-三氯乙烷			1.2μg/kg
32	四氯乙烯			1.4μg/kg
33	氯苯			1.2μg/kg
34	1,1,1,2- 四 氯 乙 烷			1.2μg/kg
35	乙苯			1.2μg/kg
36	间/对二甲苯			1.2μg/kg
37	苯乙烯			1.1μg/kg
38	邻二甲苯			1.2μg/kg

39	1,1,2,2-四氯乙烷			1.2μg/kg
40	1,2,3-三氯丙烷			1.2μg/kg
41	1,4-二氯苯			1.5μg/kg
42	1,2-二氯苯			1.5μg/kg
43	苯胺	土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法	GC8890-5977B MSD 气相色谱-质谱仪	0.1mg/kg
44	2-氯酚			0.06mg/kg
45	硝基苯			0.09mg/kg
46	萘			0.09mg/kg
47	苯并[a]蒽			0.1mg/kg
48	蒽			0.1mg/kg
49	苯并[b]荧蒽			0.2mg/kg
50	苯并[k]荧蒽			0.1mg/kg
51	苯并[a]芘			0.1mg/kg
52	茚并[1,2,3-cd]芘			0.1mg/kg
53	二苯并[a,h]蒽			0.1mg/kg

5.8.1.4 监测结果

土壤监测结果见表 5.15、表 5.16。

表 5.15 土壤监测结果 (1) pH 无量纲

检测项目	单位	SB1	SB2	SB6	SB3	SB4	SB5
砷(As)	mg/kg	2.58	2.47	1.90	7.85	3.86	2.68
汞(Hg)	mg/kg	0.051	0.050	0.029	0.070	0.039	0.046
镉(Cd)	mg/kg	0.17	0.08	0.03	0.06	0.06	0.08
铬(Cr)	mg/kg	39.7	36.9	37.5	74.3	103	246
铜(Cu)	mg/kg	11.9	8.62	13.8	14.3	14.7	9.11
镍(Ni)	mg/kg	8.76	9.32	12.3	35.1	16.6	15.4
铅(Pb)	mg/kg	63.3	50.1	46.5	43.0	43.9	51.4
锌(Zn)	mg/kg	71.8	63.2	59.9	66.2	66.3	70.2
氨氮	mg/kg	11.3	9.63	10.5	10.1	4.95	5.51
硝酸盐氮	mg/kg	0.44	0.56	0.49	1.40	0.82	0.48
总氮	mg/kg	666	807	528	1001	585	956
水溶性盐总量	%	0.03	ND	ND	ND	0.02	0.03
硫酸盐离子	%	ND	ND	ND	ND	ND	ND
pH	无量纲	4.94	5.18	4.79	4.73	4.69	5.17

表 5.16 土壤监测结果 (2) pH 无量纲

检测项目	单位	SB7	SB8	SB9	SB10	SB11	SZ5-1	SZ5-2	SZ5-3	SZ1-1	SZ1-2	SZ1-3	SZ2-1	SZ2-2	SZ2-3	SZ4-1	SZ4-2	SZ4-3	SZ4-4	SZ5-1	SZ5-2	SZ5-3	SZ3-1	SZ3-2	SZ3-3
氯甲烷	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
氯乙烯	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,1-二氯乙烯	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
二氯甲烷	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
反式 1,2-二氯乙烯	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,1-二氯乙烷	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
顺式 1,2-二氯乙烯	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
氯仿	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,1,1-三氯乙烷	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
四氯化碳	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

检测项目	单位	SB7	SB8	SB9	SB1 0	SB1 1	SZ5- 1	SZ5- 2	SZ5- 3	SZ1- 1	SZ1- 2	SZ1- 3	SZ2- 1	SZ2- 2	SZ2- 3	SZ4- 1	SZ4- 2	SZ4- 3	SZ4- 4	SZ5- 1	SZ5- 2	SZ5- 3	SZ3- 1	SZ3- 2	SZ3- 3
1,2-二 氯乙烷	μg/k g	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
苯	μg/k g	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
三氯乙 烯	μg/k g	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2-二 氯丙烷	μg/k g	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
甲苯	μg/k g	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,1,2-三 氯乙烷	μg/k g	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
四氯乙 烯	μg/k g	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
氯苯	μg/k g	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,1,1,2- 四氯乙 烷	μg/k g	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
乙苯	μg/k g	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
间/对二 甲苯	μg/k g	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

检测项目	单位	SB7	SB8	SB9	SB10	SB11	SZ5-1	SZ5-2	SZ5-3	SZ1-1	SZ1-2	SZ1-3	SZ2-1	SZ2-2	SZ2-3	SZ4-1	SZ4-2	SZ4-3	SZ4-4	SZ5-1	SZ5-2	SZ5-3	SZ3-1	SZ3-2	SZ3-3
苯乙烯	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
邻二甲苯	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,1,2,2-四氯乙烷	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2,3-三氯丙烷	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,4-二氯苯	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2-二氯苯	μg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
pH	无量纲	4.6	5.54	4.76	6.29	4.9	4.66	4.7	4.4	5.51	4.97	5.58	4.85	5.07	7.3	5.44	5.15	5.13	5.24	4.86	5.05	5.53	4.66	4.45	5.36
苯胺	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2-氯酚	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
硝基苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
萘	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

检测项目	单位	SB7	SB8	SB9	SB1 0	SB1 1	SZ5- 1	SZ5- 2	SZ5- 3	SZ1- 1	SZ1- 2	SZ1- 3	SZ2- 1	SZ2- 2	SZ2- 3	SZ4- 1	SZ4- 2	SZ4- 3	SZ4- 4	SZ5- 1	SZ5- 2	SZ5- 3	SZ3- 1	SZ3- 2	SZ3- 3
苯并[a]蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
苯并[b]荧蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
苯并[k]荧蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
苯并[a]芘	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
茚并[1,2,3-cd]芘	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
二苯并[a,h]蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
六价铬(Cr ⁶⁺)	mg/kg	ND	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
砷(As)	mg/kg	0.86	8.09	4.4	2.85	3.06	0.3	0.58	0.35	7.76	6.86	5.77	4.19	3.96	4.21	2.23	2.02	1.45	0.96	2.64	1.41	2.21	1.24	1.09	0.75
汞(Hg)	mg/kg	0.04 4	0.06 2	0.05 4	0.04 7	0.07 1	0.02 7	0.01 7	0.02 8	0.07 8	0.06 8	0.06 5	0.08 2	0.08 5	0.10 7	0.05 6	0.07 0.07 6	0.07 5	0.03 6	0.01 4	0.03 9	0.02 6	0.03 8	0.02 4	
镉(Cd)	mg/kg	ND	0.03	0.03	ND	0.05	ND	ND	ND	0.04	ND	ND	ND	ND	0.06	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

检测项目	单位	SB7	SB8	SB9	SB10	SB11	SZ5-1	SZ5-2	SZ5-3	SZ1-1	SZ1-2	SZ1-3	SZ2-1	SZ2-2	SZ2-3	SZ4-1	SZ4-2	SZ4-3	SZ4-4	SZ5-1	SZ5-2	SZ5-3	SZ3-1	SZ3-2	SZ3-3
铜(Cu)	mg/kg	2.83	15.7	13.7	5.58	13.7	2.37	4.05	2.57	88.9	88.1	37.6	21.8	19.9	24.7	30.4	17.5	15.2	13.3	18.6	14.3	13.1	9.2	12.3	7.61
镍(Ni)	mg/kg	8.67	36.5	19.4	15.7	17.9	5.27	5.27	4.6	22.8	25.9	22.9	15.8	18.3	17	10.4	9.64	8.01	6.14	10.8	6.65	10.2	9.24	6.38	5.23
铅(Pb)	mg/kg	43.2	52.7	48.6	43.4	52.1	40.6	38.8	42.4	43.4	46	34.9	48.6	46.4	49.4	49.9	47	45	47.7	46.2	40	50.1	36.7	37.3	43
锌(Zn)	mg/kg	44.8	70.5	48.7	40.2	59.6	40.1	35.4	40.8	41.7	45.6	32.3	52	50.6	55.8	55.6	48.3	50.6	52.1	49.2	35.6	48.5	36.2	42.1	45.8
氨氮	mg/kg	11.4	9.44	8.39	10.3	9.63	11.5	9.54	41.1	22.1	13	8.53	18.6	17.1	13	16.5	11.8	10.5	10	13	2.76	19.4	16.1	10.9	21.6
硝酸盐氮	mg/kg	0.48	0.85	1.09	0.62	0.78	0.44	0.43	0.74	0.67	0.93	0.52	0.87	0.65	0.79	0.65	0.62	0.6	0.48	2.6	0.91	0.55	4.06	3.04	3.5
总氮	mg/kg	482	1317	1076	445	777	232	62	219	1648	612	344	1267	872	984	606	216	182	129	413	89	316	329	109	142
水溶性盐总量	%	ND	0.03	ND	ND	0.02	0.02	0.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
硫酸盐离子	%	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

5.8.1.5 评价方法

采用单因子污染指数法。计算公式：

$$P_i = \frac{C_i}{S_i}$$

式中：Pi 为污染物 i 的污染指数；Ci 为污染物 i 的实测浓度；Si 为污染物 i 的评价标准。Pi<1 表示污染物 i 土壤污染风险低，一般情况下可以忽略；Pi>1 表示污染物 i，可能存在土壤污染风险，应加强土壤环境监测。

5.8.1.6 评价标准

占地范围内工矿仓储用地采用《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）筛选值第二类用地。本项目周边耕地、园地采用《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。林地不属于农用地，目前无评价标，留作背景值，不作评价。氨氮、硝酸盐氮、总氮、硫酸盐离子目前无评价标准，留作背景值，不作评价。

5.8.1.7 评价结果

土壤环境质量评价结果见表 5.17、表 5.18，其中低于检出限的监测结果未计算污染指数。可以看出，占地范围外农用地土壤监测项目满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值，占地范围内土壤监测项目均满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地筛选值要求。

表 5.17 土壤环境质量评价结果（占地范围外）

编号	砷(As)	汞(Hg)	镉(Cd)	铬(Cr)	铜(Cu)	镍(Ni)	铅(Pb)	锌(Zn)
SB2	0.08	0.10	0.27	0.25	0.17	0.16	0.72	0.32
SB3	0.26	0.14	0.19	0.50	0.29	0.59	0.61	0.33
SB4	0.13	0.08	0.18	0.69	0.29	0.28	0.63	0.33

表 5.18 土壤环境质量评价结果（占地范围内）

编号	六价铬 (Cr ⁶⁺)	砷(As)	汞(Hg)	镉(Cd)	铜(Cu)	镍(Ni)	铅(Pb)
SB7	ND	0.01	0.001	ND	0.0002	0.01	0.05
SB8	0.18	0.13	0.002	0.0004	0.0009	0.04	0.07
SB9	ND	0.07	0.001	0.0004	0.0008	0.02	0.06
SB10	ND	0.05	0.001	ND	0.0003	0.02	0.05
SB11	ND	0.05	0.002	0.001	0.0008	0.02	0.07
SZ5-1	ND	0.01	0.001	ND	0.0001	0.01	0.05
SZ5-2	ND	0.01	0.0004	ND	0.0002	0.01	0.05
SZ5-3	ND	0.01	0.001	ND	0.0001	0.01	0.05

编号	六价铬 (Cr ⁶⁺)	砷(As)	汞(Hg)	镉(Cd)	铜(Cu)	镍(Ni)	铅(Pb)
SZ1-1	ND	0.13	0.002	0.001	0.0049	0.03	0.05
SZ1-2	ND	0.11	0.002	ND	0.0049	0.03	0.06
SZ1-3	ND	0.10	0.002	ND	0.0021	0.03	0.04
SZ2-1	ND	0.07	0.002	ND	0.0012	0.02	0.06
SZ2-2	ND	0.07	0.002	ND	0.0011	0.02	0.06
SZ2-3	ND	0.07	0.003	0.001	0.0014	0.02	0.06
SZ4-1	ND	0.04	0.001	ND	0.0017	0.01	0.06
SZ4-2	ND	0.03	0.002	ND	0.0010	0.01	0.06
SZ4-3	ND	0.02	0.002	ND	0.0008	0.01	0.06
SZ4-4	ND	0.02	0.002	ND	0.0007	0.01	0.06
SZ5-1	ND	0.04	0.001	ND	0.0010	0.01	0.06
SZ5-2	ND	0.02	0.000	ND	0.0008	0.01	0.05
SZ5-3	ND	0.04	0.001	ND	0.0007	0.01	0.06
SZ3-1	ND	0.02	0.001	ND	0.0005	0.01	0.05
SZ3-2	ND	0.02	0.001	ND	0.0007	0.01	0.05
SZ3-3	ND	0.01	0.001	ND	0.0004	0.01	0.05

对照《环境影响评价技术导则 土壤环境》(试行)(HJ 964-2018)附录 D, 项目所在区域土壤盐化、酸化现状见表 5.19, 由表可知, 16 个点位中有 13 个点位为轻度酸化, 土壤 pH 值均值为 5.03, 为轻度酸化土壤, 土壤均未盐化。

表 5.19 土壤盐化、酸化现状

酸化、盐化级别	无酸化或碱化 ($5.5 \leq \text{pH} < 8.5$)	轻度酸化 ($4.5 \leq \text{pH} < 5.5$)	未盐化 (SSC < 1)
数量	5 个	13 个	16 个
点位	SB8、SB10、SZ1-1、 SZ1-3、SZ2-3、SZ5-3	SB1、SB2、SB3、SB4、SB5、SB6、 SB7、SB9、SZ1-2、SZ2、SZ3、SZ4、 SZ5-1、SZ5-2、	全部点位

5.8.2 土壤理化特性调查

根据“中国土壤数据库”, 按照《中国土壤分类与代码》(GB/T17296-2009), 评价范围内主要分布赤红壤, 属于土纲 A 铁铝土、A1 湿热铁铝土 A12 赤红壤。

5.8.2.1 监测项目

实验室测定: pH 值, 阳离子交换量、氧化还原点位、饱和导水率、土壤容重、孔隙度。

现场记录: 时间、经纬度、层次、颜色、结构、质地、砂砾含量、其他异物、景观照片、土壤剖面照片和层次。

5.8.2.2 监测分析方法

样品采集及监测分析方法按照《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004)和《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)附录 C 的相关规定执行。分析方法详见表 5.20。

表 5.20 土壤分析方法一览表

序号	监测项目	分析方法
1	pH	土壤 pH 值的测定 电位法(HJ 962-2018)
2	阳离子交换量	森林土壤阳离子交换量的测量 (LY/T 1243-1999)
3	氧化还原电位	土壤 氧化还原电位的测定 电位法(HJ 746-2015)
4	土壤渗透率	森林土壤渗透率的测定 LY/T 1218-1999
5	土壤容重	土壤容重的测定 NY/T 1121.4-2006
6	孔隙度	森林土壤水分-物理性质的测定 LY/T1215-1999

5.8.2.3 监测结果

土壤理化性质调查结果见表 5.21。

表 5.21 土壤理化特性调查表

点号		林地	时间	2021.6
经度		97 °44'48.858"	纬度	24 °17'25.915"
层次		0-20cm	20-60cm	60cm 以上
现场记录	颜色	褐红色	褐红色	褐红色
	结构	团粒	团粒	团粒
	质地	粉砂为主	粉砂为主	粉砂为主
	砂含量	42%	42%	42%
	其他异物	枯枝、落叶、植物根须等	无	无
实验室测定	pH 值	4.95	5.51	5.05
	阳离子交换量 (cmol/kg)	4.75	3.37	4.76
	氧化还原电位 (mV)	914	910	917
	土壤渗透率 (mm/min)	0.22	0.39	0.46
	土壤容量 (g/cm ³)	1.31	1.25	1.21
	孔隙度 (%)	46.7	49.2	50.4

表 5.22 土体构型（土壤剖面）

景观照片	土壤剖面照片	层次
		腐殖层 A: 0-20cm 淀积层 B:20-60cm ； 母质层 C:60cm 以 上

5.9 放射性分析

本项目已委托中核第四研究设计工程有限公司编制《陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿改扩建项目辐射环境影响评价专篇放射性专篇》。

其结论如下：

本项目周围环境 γ 辐射剂量率基本处于本底水平；空气中氡和氡子体浓度、钍射气浓度与对照点处于同一水平；地表水、地下水、土壤和底泥中的放射性核素含量与环境本底基本处于同一水平；植物中的核素含量不超过相关标准限值要求。

其影响分析如下：

（1）气载流出物辐射环境影响分析

各源项释放的 ^{222}Rn 和 ^{220}Rn 其所致公众个人剂量最大值出现在 ENE 方位

0.86km 处的广英，为 $7.76 \times 10^{-6} \text{mSv/a}$ ，满足不超过 0.1 mSv/a 的要求，对周的辐射影响较小。

（2）地表水辐射环境影响分析

本项目母液处理车间生产废水全部用于浸矿液的配置，不外排；同时，在采场和母液处理车间设置排水沟，防止雨水进入集液系统，避免造成母液溢出；除杂池和沉淀池采用多池交替使用方案，始终保持 1 个除杂池和 1 个沉淀池放空状态，作为应急事故池。并在母液处理车间山脚低凹处设 2 个容积分别为 300m^3 事故池，在可能发生溢流和渗漏事故时，及时将母液泵送至相关应急池体，防止母液溢出进入地表水体。因此，在采取以上措施后，不会对地表水环境质量造成明显影响。

（3）地下水辐射环境影响分析

以 0Bq/L 为边界浓度，本项目服务期满时， ^{238}U 、 ^{232}Th 和 ^{226}Ra 分别向下游迁移了 17m、11m 和 2m；第 100a 时， ^{238}U 、 ^{232}Th 和 ^{226}Ra 分别向下游迁移了 202m、107m 和 12m。综上所述，本项目在正常状况下，核素迁移扩散对周围地下水环境所产生的影响可以接受。

（4）事故状况辐射环境影响结论

本次事故工况为集液池因防渗层破损而发生渗漏，收集的母液渗漏对地下水环境造成影响。保守考虑，假设东北侧集液池第 1 年发生泄漏，西南侧集液池在第 4 年发生泄漏。由预测结果可知，在服务期满时， ^{238}U 、 ^{232}Th 和 ^{226}Ra 向下游迁移的最远距离分别为 15m、11m 和 2m，事故工况下对周围地下水环境所产生的辐射影响可以接受。

（5）服务期满后的环境影响分析

本项目服务期满后，采场、母液处理车间场地和设施设备均制定了妥善的处置措施，处理处置后放射性源项也随之关闭、消失，不再产生含放射性物质，不会再对周围辐射环境产生不利影响。

本项目运行期放射性污染物均采取了有效的防治措施，公众照射剂量满足标准要求。在确保落实好各项环保措施并保证其正常运行的前提下，不会对周围环境产生明显影响。从辐射环境保护角度来讲，本项目是可行的。

6 施工期环境影响评价

6.1 本项目施工概况

6.1.1 施工主要内容

本项目新建项目，施工期主要任务是新建母液处理车间施工以及首采矿块的原地浸矿场施工。施工工程包括原地浸矿工程、母液处理工程和公辅工程。原地浸矿工程主要是高位池、注液孔、集液导流孔、收液沟、监控井、内部避水沟、排水沟等，以形成原地浸矿生产清污分流、注液、收液系统。母液处理工程主要是母液集中池、除杂池、沉淀池、配液池、压滤车间和仓库等建设施工，公辅工程主要是水泵房等工程。

6.1.2 施工场地布置

根据项目总图布置，各工程场地所在位置集中分散程度，将本工程施工场地分为母液处理车间施工区、原地浸矿场施工区。主要包括母液处理车间施工区、首采原地浸矿场矿块施工区。

6.1.3 施工工程

首采区包括原地浸矿场施工，各采场施工工程包括高位池、注液孔、集液导流孔、收液沟、内部避水沟、排水沟等。

6.1.4 岩土去向

项目基建土石方工程量主要原地浸矿首采矿块注液系统和收液系统形成的弃土。

龙安稀土矿主要赋存于花岗岩全风化层内，其次在花岗岩半风化层中零星分布，呈被袱状覆盖全区，矿体盖层厚 0—6.6m，平均厚 2.7m。注液孔（井）深度一般为见矿 1.0-1.5m，设计注液井孔径为 0.25m，注液孔间距 2×2m，注液孔深约 4m，单个注液孔施工产生岩土量较少，约 0.2m³，施工期施工采区面积 3.77hm²，注液孔弃土产生量为 0.18 万 m³，在注液孔附近就近装袋堆存，以便以后回填。收液系统弃土量小，用于修筑避水沟和排水沟。

6.1.5 施工机械与施工方式

注液孔和密集导游孔施工机械主要包括风镐、洛阳铲、锄头、风钻等；母液处理车间工程施工机械主要包括：推土机、挖土机、打桩机、钻机、混凝土搅拌机、振捣机、汽车、切割、打磨等。

(1) 注液孔、监控孔施工方式

注液孔施工方式主要为人工施工，施工所用工具为洛阳铲、风钻等。

(2) 导流孔施工方式

导流孔施工方式为采用千米钻施工。

(3) 建构筑物施工方式

建构筑物施工包括场地平整、地基基础施工、地上建筑、设备安装等工序，主要采用推土机、挖土机、混凝土搅拌机、振捣机、卷扬机、吊车等施工机械。

(4) 管线施工方式

给排水管线施工程序主要包括管沟开挖、夯实处理、管道安装、管沟回填、水土流失防护措施等程序。

母液收集管线由于主要是地上工程，其施工程序比较简单，主要包括管线架设、管线固定等程序。

6.1.6 施工期与施工组织

本工程基建期为 4 个月，矿块开采为逐年开采施工，原地浸矿场施工期一般为 2 个月。

施工包括施工前期准备、施工准备和施工等三个阶段。

施工前期准备期间完成工作包括组建现场管理机构；编制施工组织设计；建设用地的征地和实测、定位工作；单项工程的招标和投标；工程地质详勘；部分施工图设计。

施工准备期间主要完成包括“四通一平”条件和施工所必须的工业设施的准备，使开工后能够连续、快速施工，同时又为施工队伍创造基本的生活环境和居住条件。

施工期主要完成清污分流、注液工程、收液工程、母液处理车间等建构筑物的生产系统，同时完成运输、给排水、供电、通讯等系统。

6.1.7 施工队伍及施工营地

母液处理车间，负责母液集中池、除杂池、沉淀池、配药池、给排水设施等施工，原地浸矿区域，负责清污分流工程、注液工程、收液工程、母液输送管线等的施工，施工人员相对较多，施工区的施工人数相对较少，约 20~50 人。施工人员主要为当地村庄村民，白天施工、夜间不施工，施工人员的食宿依托当地村庄解决，原则不建施工营房。

6.2 施工期主要污染源及防治措施

6.2.1 环境空气污染防治措施

- (1) 土石方开挖避免在大风天气进行，完工后及时回填、平整场地；
- (2) 易产生扬尘的建筑材料采用封闭车辆运输；
- (3) 禁止物料高空抛撒，设置围布、挡板，防止运输物料撒落；
- (4) 混凝土搅拌机应设在专门的场地内，散落在地上的水泥等建筑材料要经常清理，混凝土搅拌站四周应设置围护结构，并应对施工人员加强劳动保护；
- (5) 生活炉灶应使用液化气等洁净燃料；
- (6) 合理选择施工运输路线，车速应适当控制，以减少道路扬尘；
- (7) 散状建材应设置简易材料棚。在天气干燥、风速较大时，易扬尘物料应采用帆布或物料布覆盖；

6.2.2 施工废水污染防治措施

(1) 泥浆废水处理措施

施工中产生的泥浆废水收集后进入收液池，循环用于施工。

(2) 冲洗废水处理措施

原地浸矿场和母液处理车间的收液池、沉淀池、排水沟等临时性水处理构筑物先建。一般冲洗废水经沉淀处理后应用于地面洒水、搅拌砂浆等环节；对含油废水，经隔油处理后，复用于搅拌砂浆、地面洒水等施工环节。

(3) 生活污水处理措施

办公区生活污水采用化粪池处理后用作农肥和绿化。

6.2.3 施工噪声控制措施

(1) 选用低噪声的施工设备、合理安排施工计划

尽量选用低噪音设备，设备要定期维修；安排施工计划时避免同一地点集中使用过多高噪声设备。

(2) 合理安排运输路线和运输时间；

施工运输车辆，应严格按照规定的运输路线和运输时间进行运输。运输车辆穿过村镇时，要限速行驶，禁止鸣笛。

(3) 高噪声机械设备操作人员采取轮流工作制，减少工人接触高噪声的时间，并要求配戴防护耳塞；

(4) 建设单位在进行工程承包时，应将有关施工噪声控制纳入承包内容，并在施工和工程监理过程中设专人负责，施工单位应主动接受环保部门的监督管理和检查。

6.2.4 固体废物处置

施工期产生的固体废物主要为清污分流、注液工程、收液工程、母液处理车间建设产生的弃土以及施工人员产生的生活垃圾。

注液工程弃土装袋，堆存在注液孔附近，用于后期复垦。收液工程弃土量小，用于修筑截排水沟，母液车间弃土用于场地平整。

施工单位应指派专人负责施工区生活垃圾的收集及转运工作，生活垃圾不得随意丢弃，生活垃圾应及时运往当地环卫部门指定的生活垃圾填埋场处置。

6.2.5 生态保护措施

原地浸矿场施工禁止砍伐林木，施工中应尽可能减少对林地的占用，减少破坏植被；施工便道、材料堆放场等尽量利用荒地、闲地。

母液处理车间施工前应在四周修建围墙以防止表土扰动后的水土流失，并根据总平面布置及早进行绿化以减少裸露地面。

施工中弃土弃渣、废弃的泥浆应及时清理，防止沟渠堵塞；施工中泥土洒落或运输车辆行驶造成沟渠淤塞或水利排灌设施破坏时，应及时清除或恢复。

施工临时占地使用结束后，应由建设单位进行复垦，恢复土地的使用条件，

及时归还当地恢复利用。母液处理车间施工结束后应及时绿化。

6.3 施工期环境影响分析

6.3.1 施工期废气环境影响分析

6.3.1.1 主要污染因素

施工活动中，对环境空气的影响因素主要为：

- (1) 注液和收液工程开凿时，挖掘、钻孔、凿岩等产生废气和粉尘；
- (2) 建筑材料运输、卸载产生的扬尘，土方运输产生的扬尘；
- (3) 临时物料堆场和裸露地产生的风蚀扬尘；
- (4) 混凝土搅拌站产生的水泥粉尘；
- (5) 施工队伍临时生活炉灶排放的烟气。

6.3.1.2 环境空气影响分析

(1) 运输车辆扬尘与尾气

施工需要运进建筑材料、设备等，行驶在施工现场的主要运输通道上的车辆来往频繁，特别在土建施工期产生的扬尘量较大，是影响区域大气环境的最不利时段。施工点具有一定的流动性，每段施工的周期较短，这些不利影响的持续时间也较短。根据有关监测资料，行车道路两侧的扬尘浓度可达 $8\sim 10\text{mg}/\text{m}^3$ ，但道路扬尘随离扬尘点的距离增加而迅速下降，影响范围一般在道路两侧 200m 内，对环境空气的影响范围相对较小。

当地村村通公路为硬化水泥路，扬尘较小。故运输车辆扬尘与尾气不会对周围村庄造成明显不利影响。

(2) 裸露地面和土石方风蚀扬尘

裸露地面主要是母液处理车间在施工阶段的植被破坏后造成的，在长期干燥无雨及大风天气条件下，裸露地面和堆置的土石方极易产生风蚀扬尘，风蚀扬尘影响范围通常不超过 200m。

(3) 混凝土搅拌站粉尘

混凝土搅拌站加料中产生的水泥粉尘也是施工期的一个主要污染因素。搅拌机加料过程易产生水泥粉尘，水泥粉尘粒径细小，易飞扬，但影响范围相对较小。

(4) 小型生活炉灶

根据类比调查，施工期的施工营地设置小型生活炉灶，以满足生活需要。施工人员较少，生活炉灶采用液化气，生活炉灶排放的主要为油烟。生活炉灶的废气为间歇性排放，废气和污染物排放量均较小，且区域内环境空气的环境容量较大。因此，施工营地生活炉灶的烟气排放对区域环境空气的影响范围和影响程度均较小。

6.3.2 施工期废水环境影响分析

6.3.2.1 主要污染因素

施工期水污染源主要为：

- (1) 收液工程开凿、钻孔产生的泥浆水；
- (2) 施工区的冲洗废水，施工机械运转、维修以及生产设备的安装、调试产生的废水；
- (3) 施工队伍产生的生活污水等。

6.3.2.2 施工期废水环境影响分析

(1) 收液工程施工废水

收液工程主要是密集导流孔、收液沟的施工工程，在进行收液系统施工前，先进行收液池的施工，收液系统施工过程中产生的泥浆水全部进入收液池进行简单沉淀后再循环利用于施工作业，因此泥浆水对地表水影响很小，收液工程施工废水不会对地表水环境造成明显不利影响。

(2) 冲洗废水

施工中的冲洗废水主要来源于石料等的洗涤及施工机械的冲洗，主要污染物为 SS 和油污等，由于原地浸矿场施工比较简单，用到的大型施工机械不多，冲洗废水的产生量较少，冲洗废水设置简易沉淀池，沉淀回用。不会明显影响附近地表水体水质。

(3) 生活污水

施工期生活污水主要污染物为 SS、COD、BOD 等。由于原地浸矿场施工比较简单，施工时人员不多，且施工人员主要来自当地周边村民，不会在施工场地驻扎，因此产生的生活污水量很小。项目区采用化粪池对施工人员产生的粪便水

进行收集，用作农肥。

综上所述，该项目施工期废水不会对地表水环境产生明显影响。

6.3.3 施工期噪声环境影响分析

(1) 施工期噪声特征

收液工程施工由于很多部分是由人工完成，其产生的噪声较小，对外环境影响小，机械噪声主要是空压机、钻机产生的噪声。

建筑施工土方工程阶段：主要噪声源是挖掘机、推土机、装载机、翻斗车以及各种运输车辆。这类施工机械绝大部分是移动性声源，但位移区域较小。噪声排放属间歇性排放，无明显的指向性。

建筑施工基础施工阶段：主要噪声是各种打桩机及风镐等，为移动源。以打桩机为最主要声源，其噪声强度与土层结构有关，时间特征为周期性脉冲噪声。

建筑施工结构施工阶段：使用的设备品种较多，主要声源有吊车等；结构工程设备如混凝土搅拌机、振捣棒、水泥搅拌机和运输车辆等；结构施工一般辅助设备如电锯、砂轮机等，噪声多为机械撞击声。

建筑施工设备安装阶段：一般占总施工时间比例较长，但声源数量较少，主要噪声源包括砂轮机、吊车、切割机等。

(2) 施工期主要噪声源强

经类比调查，确定施工期产噪设备噪声级见表 6.1。

表 6.1 施工期主要设备及运行噪声源强

序号	机械设备	测 距(m)	声级[dB(A)]
1	空压机	5	95
2	挖掘机	5	84
3	推土机	5	86
4	装载机	5	90
5	搅拌机	3	90
6	重型卡车	7.5	89
7	振捣机	5	87
8	夯土机	15	90
9	压路机	5	86
10	移动式吊车	7.5	89
11	电锯	3	103
12	打桩机	3	95
13	风钻	3	85

(3) 施工期噪声预测

噪声预测是根据施工期已知设备噪声声级计算出评价点的噪声级。鉴于施工噪声的复杂性，以及施工噪声影响的区域性和阶段性，本报告书仅根据《建筑施工场界噪声排放限值》(GB12523-2011)，针对不同施工阶段计算出不同施工设备的噪声污染范围。噪声预测模式为：

$$L_i = L_0 - 20\lg(R_i / R_0) - \Delta L$$

式中的 L_i 和 L_0 分别为 R_i 和 R_0 处的设备噪声级；

L 为障碍物、植被、空气等产生的附加衰减量。

由预测模式可得出施工过程中各种设备满负荷运行时在不同距离下的噪声值及影响范围，见表 6.2。

表 6.2 施工设备噪声的影响范围

施工阶段	施工机械	限值标准[dB(A)]		影响范围(m)	
		昼	夜	昼	夜
土石方	推土机	70	55	17.7	/
	挖掘机			14.1	/
	装载机			28.1	/
结构	搅拌机	70	55	20.0	/
	振捣机			53.2	/
	吊车			66.8	/
	卡车			66.8	/

(4) 施工期噪声影响分析

本项目施工安排在昼间，夜间不施工。由表 6.2 可以看出，昼间主要噪声设备影响范围在 70m 以内。

母液处理车间设置在远离村庄的位置，距最近村庄为龙安村，位于母液处理车间东南侧 800m。

因此，项目施工不会对周边居民声环境产生明显不利影响。

6.3.4 生态环境影响分析

原地浸矿场施工仅在地表打 $\phi 0.25m$ 左右的小孔，在近坡脚挖避水沟、排水沟和收液沟，管线固定在地表，不采伐林木，不开挖地表，对生态环境影响较小。

母液处理车间在现有矿区东南侧车间场地内建设，不会新增占地和产生植被破坏，不会对区域内的生态环境产生明显的不利影响。

6.4 施工期环境管理

企业应与施工单位联合组建施工期的环境保护管理机构，其职责是组织实施环保设施“三同时”和施工引起的各类污染防治，监督检查工程施工进度和质量。

建设工程筹备处应加强施工监督管理，对施工单位进行经常性的检查，监督施工单位环境保护措施的落实情况，督促、检查施工单位工程竣工后剩余弃土、建筑垃圾等的清运，保证处置和清运率达到 100%的要求，发现环境问题及时解决、改正，确保本项目“三同时”制度的贯彻落实。

施工单位应按照《建设项目环境管理办法》等有关法律法规中有关内容，加强施工中的环境管理，制定相应的施工规范、作业制度，并严格执行，尽可能减少或避免施工阶段对区域环境的影响，以促进施工的顺利进行。

综上所述，归纳施工期各项环保措施及其预期效果详见表 5.3。

施工期在采取以上措施的同时还应加强外部管理，聘用现代化水平较高、技术装备较好的工程承包单位进行文明施工。

6.5 小结

(1) 原地浸矿场、母液处理车间、管线等施工期间，对区域生态环境的影响较小，不会破坏区域林业生态系统，不会造成林地大量减少。

(2) 施工期的噪声源主要为各类施工机械及车辆的噪声，昼间施工，夜间不施工，不会影响附近村庄的声环境质量。

(3) 原地浸矿采场和母液处理车间的收集池、沉淀池等临时性水处理构筑物先建。施工中产生的泥浆废水经收集池处理后循环用于施工；一般冲洗废水经过澄清处理后应用于地面洒水、搅拌砂浆等环节；对含油废水，经隔油处理后，复用于搅拌砂浆、地面洒水等施工环节；采用化粪池对施工人员产生的粪便水进行收集，用作农肥。因此施工工期的废水源经合理处理后，不会对附近地表水体造成明显不利影响。

(4) 施工过程中废气主要来源于施工机械和运输车辆所排放的尾气，其影响范围和影响程度均有限。

总之，施工对环境的不利影响是阶段性局部影响；所造成的各种不利影响影响程度较轻，随工程施工结束，各种不利影响将随之终止或逐步得到改善和恢复。

表 6.3 施工期环保措施一览表及预期效果

序号	项目名称	环保设施或措施内容	实施部位	实施时间	保护对象	实施保证措施	预期效果
1	施工扬尘防治	(1)土石方开挖避免在大风天气进行，完工后及时回填、平整场地； (2)易产生扬尘的建筑材料采用封闭车辆运输； (3)尽量使用液化气等洁净燃料。 (4)优化运输路线、控制运输车速。	(1) 材料堆场周围； (2) 工场地及道路； (3) 运输车辆。	全部施工期	施工场地周围空气环境、附近村庄、施工人员及周围植被。	(1)建立环境管理机构，配备专职或兼职环保管理人员； (2)制定相关环境管理条例、质量管理规定； (3)环境监理人员经常检查、监督并定期向有关部门作书面汇报，发现问题及时解决。	周围环境空气质量达到《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）及其修改单二级标准。
2	施工废水处理	收液池、废水沉淀池。	产生污废水的施工场所附近。	施工准备期	施工场地周围土壤、施工人员及周围植被。		土壤、植被水体不受污染。
3	生活污水处理	设置化粪池，用作农肥。	施工人员生活区。	施工准备期 全部施工期			
4	施工噪声防治	(1)选用低噪设备； (2)操作人员采取减少接触时间，戴防护耳塞等； (3)昼间施工、夜间不施工。	(1)施工场地强噪设备； (2)强噪设备操作人员； (3)施工场地。	施工准备期 全部施工期 全部施工期	施工人员。		符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求。
5	固体废物处置	(1)注液孔弃土袋装堆存于注液孔周边； (2)生活垃圾集中堆放，定期清运。	施工场地。	施工准备期 全部施工期			
6	生态环境保护	合理设计，减少临时占地；严格控制施工区域；管线沿线施工区土地平整，恢复植被。不采伐原地浸矿场林木。		施工场地边界、临时占地、管线施工区。	全部施工期		施工场地周围土壤及植被。

7 生态环境影响评价

7.1 生态功能区划

7.1.1 云南省主体功能区规划

根据《云南省主体功能区规划》，按开发方式，云南省划分为重点开发、限制开发和禁止开发三类区域。

陇川县属于限制开发区域的国家级农产品主产区，如图 7-1 所示。功能定位为保障粮食产品和主要农产品供给安全的基地，全省农业产业化的重要地区，现代农业的示范基地，农村居民安居乐业的美好家园，社会主义新农村建设的示范区。主要以大力发展高原特色农业为重点，切实保护耕地、稳定粮食生产，发展现代农业，增强农业综合生产能力，增加农民收入，加快建设社会主义新农村，有效增强农产品供给保障能力，确保国家粮食安全和食品安全。

《云南省主体功能区规划》限制开发区（农产品主产区）其中最主要的限制条件是严格保护耕地。本项目矿区范围内有少量农田，对其进行避让，不存在环境制约。

7.1.2 云南省生态功能区划

根据《云南生态功能区划》云环发[2012]74 号，本项目位于生态区 I 季风热带北缘热带雨林生态区，I-3 滇西南中山宽谷半常绿季雨林生态亚区，I-3-1 大盈江、南畹河下游中山丘陵农业生态功能区，主导功能发展生态农业和以蔗糖为主的热带作物，详见表 7.1。

表 7.1 云南省生态功能区划

生态功能分区单元	生态区	I 季风热带北缘热带雨林生态区
	生态亚区	I-3 滇西南中山宽谷半常绿季雨林生态亚区
	生态功能区	I-3-1 大盈江、南畹河下游中山丘陵农业生态功能区
所在区域和面积		瑞丽、潞西，陇川，盈江，梁河以及龙陵县的南部地区，面积 9332.67km ²
主要生态特征		为中山丘陵地貌为主，年降水量 1400-1700mm，地带性植被类型为季风常绿阔叶林，地带性土壤类型为赤红壤、红壤
主要生态问题		旅游业和不合理的热区开发带来的生态破坏
生态环境敏感型		生境高度敏感和极为敏感、土壤侵蚀极为敏感
主要生态系统服务功能		发展生态农业和以蔗糖为主的热带作物，以澳洲坚果和柠檬为

	主的热带经济林
保护措施	保护农业生态环境，防止水土流失和旅游和边境贸易带来的环境污染，推行清洁生产，加强国际大通道的建设

7.2 生态敏感目标介绍

项目周边无保护区、公益林等敏感目标，不占生态红线。矿区范围与陇川县基本农田重叠 59.85m²。因此，本次生态环境敏感保护目标主要为评价区内农林业植被和水土资源等。

7.2.1 周边自然保护地

陇川县有 1 个自然保护区，铜关壁省级自然保护区；1 个国家森林公园，章凤国家森林公园。铜关壁省级自然保护区陇把片区，距项目直线距离约 8km。项目东南角直线 11km 处为章凤国家森林公园。如图 7-2 所示。

章凤国家森林公园，位于云南省德宏州陇川县章凤镇，1993 年批准建设，面积 7000hm²，是目瑙纵歌之乡陇川县云南景颇园旅游景区的绿色生态走廊之一。

云南铜壁关省级自然保护区位于中国热带区域的最西部，与缅甸接壤，靠近印度的东阿萨姆，是中国唯一具有伊洛瓦底江水系热带生物区系的地区。建于 1986 年，2009 年与瑞丽江省级自然保护区进行合并。2011 年将合并后的保护区总面积调整为 51650.5hm²。主要保护对象：①保护以阿萨姆娑罗双、东京龙脑香为代表的中国分布面积最大的龙脑香热带雨林及其生态环境；②保护滇西南特有或国内仅见于铜壁关自然保护区的以萼翅藤、鹿角蕨、滇藏榄和白眉长臂猿、伊江巨蜥、印度穿山甲、云纹鳗鲡、孔雀雉、黑颈长尾雉、花冠皱盔犀鸟等珍稀濒危特有动植物为代表的野生动植物资源；③保护热带北缘低纬度亚高山唯一从热带雨林、亚热带常绿阔叶林到寒温性亚高山灌丛草甸的完整的山地植被垂直带谱景观；④保护中国境内伊洛瓦底江上游水系的瑞丽江、大盈江、羯羊河等重要河流生态系统及其跨境生态屏障。

可以看出，自然保护区和国家森林公园距离本项目都较远，且与本项目不属于同一个水文、生态单元，不是本项目的敏感目标。因此，本次生态环境敏感保护目标主要为评价区内农林业植被和水土资源等。

7.2.2 生态红线

根据《云南省生态保护红线》（云政发[2018]32号），云南省划分为生物多样性维护、水源涵养、水土保持三大类红线。本项目矿区不占生态红线区域，但与大盈江-瑞丽江水源涵养生态保护红线紧邻，如图 7-3 所示。

7.2.3 基本农田

根据陇川县自然资源局出具的情况说明。龙安稀土矿范围与陇川县基本农田重叠 59.85m²。重叠范围示意图如图 7-4 所示。

7.3 生态环境评价范围现状调查

7.3.1 景观现状

结合景观生态类型分类原则，将评价区内景观利用类型分为：林地景观、农业景观、人工建筑景观，共 3 类一级景观。评价区不同景观类型的面积和斑块数量统计情况见表 7.2。

表 7.2 评价区不同景观类型的斑块数量和面积统计

序号	一级景观类型	斑块数（个）	比例（%）	面积（hm ² ）	比例（%）
1	林地景观	8	16.67	223	72.93
2	农业景观	23	47.92	76.46	25.00
3	人工建筑景观	17	35.42	6.33	2.07
4	合 计	48	100	305.79	100

可见，评价区斑块总数 48 个，总面积 305.79hm²。林地景观、农业景观、人工建筑景观的斑块数分别为 8 个、23 个、17 个，分别占评价区总斑块数的 16.67%、47.92%、35.42%。

从斑块数来看，农业景观斑块数最多，为 23 个，占 47.92%；从面积比例来看，林地景观所占面积比例最大，为 223hm²，占 72.93%。总体上，评价区内的景观类型以林业景观和农业景观为主要控制类型。

7.3.2 生态系统类型

依据评价区的自然地理条件和植被资源情况，评价区生态系统类型大致可分为三大类，包括森林生态系统、农田生态系统和人工建筑生态系统，详见表 7.3。

表 7.3 评价区生态系统类型及特征

序号	生态系统类型	主要物种	分布
1	森林生态系统	刺栲、红木荷、杉木等	片状、块状分布于评价区
2	农田生态系统	油茶、姜黄、咖啡，甘蔗、烟草、水稻等	片状、点状分布于评价区
3	人工建筑生态系统	工矿仓储设施、道路等	点状、块状分布于评价区

林地生态系统和农田生态系统是区域分布最为普遍的类型。林地生态系统中，受人为活动影响较大，主要为次生林，灌丛和草丛林下分布广泛，有些区域为有林地、灌丛和草丛交错分布。项目区水热资源丰富，农田生态系统中，园地生态系统以姜黄、油茶等为主，耕地生态系统以水稻、甘蔗为主，在本项目场地周边广泛分布。人工建筑生态系统在评价区以点状、片状、网状分布。

7.3.3 土地利用现状

由生态现状实地调查可知，生态环境影响调查范围内土地利用类型主要是耕地、园地、林地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、交通运输用地。评价区土地利用照片见图 7-5，评价区土地利用现状见图 7-6。评价区土地利用现状数据见表 7.4。评价区总面积 305.79hm²，其中耕地、园地、林地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、交通运输用地、其他土地占地面积分别为 73.82hm²、2.64hm²、223hm²、1.20hm²、0.49hm²、2.30hm²、2.21hm²、0.13hm²，分别占评价区土地总面积的 24.14%、0.86%、72.93%、0.39%、0.16%、0.75%、0.72%、0.04%。可见，评价区土地利用结构以林地为主，其次为耕地。

表 7.4 评价区土地利用现状统计

序号	土地利用类型	面积 (hm ²)	比例 (%)
1	01 耕地	73.82	24.14
2	02 园地	2.64	0.86
3	03 林地	223	72.93
4	06 工矿仓储用地	1.20	0.39
5	07 住宅用地	0.49	0.16
6	08 公共管理与公共服务用地	2.30	0.75
7	10 交通运输用地	2.21	0.72
8	12 其他土地	0.13	0.04
9	合计	305.79	100

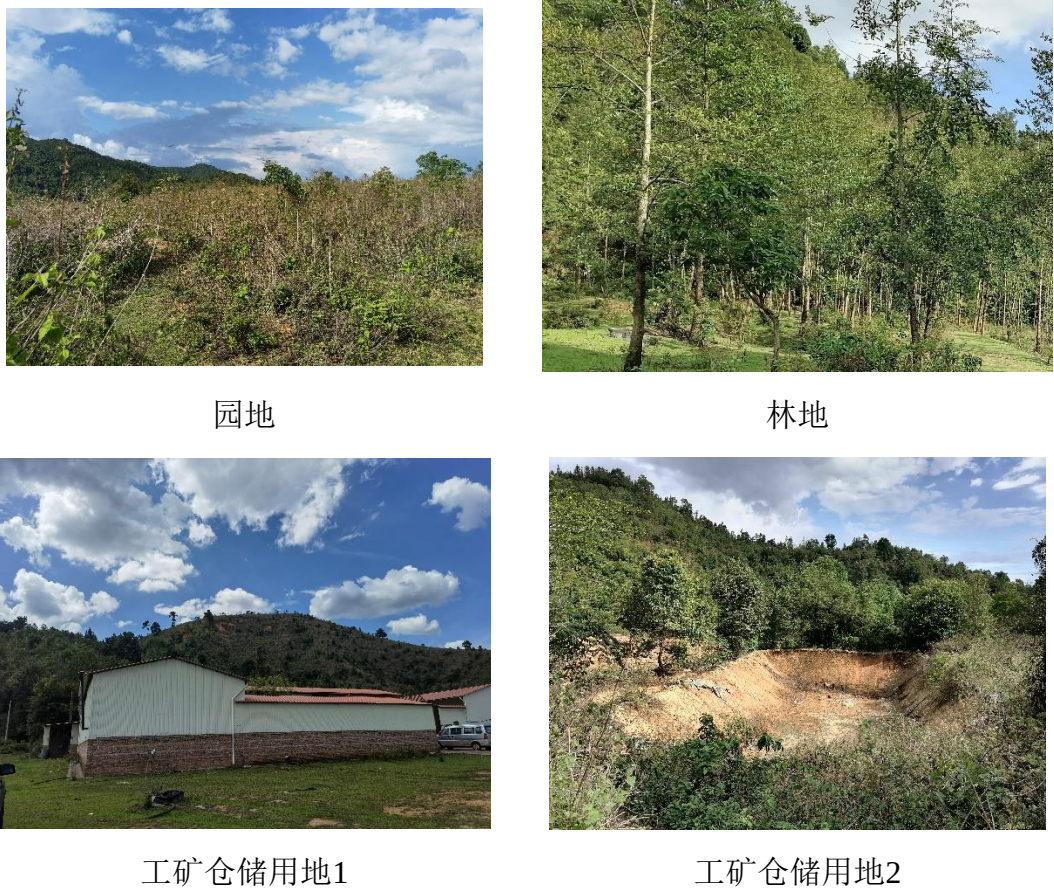


图7-5 评价区土地利用照片

7.3.4 植被分布

(1) 评价区植被概况

根据《云南植被》中的分区，评价范围植被区划属于：I热带季雨林、雨林区域——IA 西部（偏干性）季雨林、雨林区域——IAi 季风热带北缘季节雨林、半常绿季雨林区——IAi-1 滇南、滇西南间山盆地季节雨林、半常绿季雨林——IAi-1c 滇西南中山宽高山榕、麻栎林亚区。评价区植被类型分为 2 类植被型组，4 个植被亚型，具体见表 7.5。

表 7.5 评价区植被类型划分

植被型	植被亚型	群系	分布情况
自然植被	常绿阔叶林	刺栲、红木荷	评价范围内大面积分布
	灌木草丛	类芦、大菅、粽叶芦	分布在受到干扰和破坏的过渡区域
农业植被	园地植被	油茶、姜黄、咖啡	评价范围内地势平缓区域
	耕地植被	烟草、甘蔗、水稻	

(2) 植被介绍

由于长时间的人为活动影响，评价区原生植被已大量遭受破坏，仅在矿区范围外沟谷两侧及山顶有少量残存，次生植被及人工植被大量增加，特别是矿区范围基本是人工植被。评价区内未发现国家级和省级保护级别的野生植物。

1) 常绿阔叶林

季风常绿阔叶林为评价区的主要植被类型之一，海拔范围大致 1100~1600m，受人为砍伐、种地等影响，具有明显的次生性质。群落高 12~18m，层盖度约为 80%，可分为乔木层、灌木层和草本层，其中乔木层优势较大。

乔木层，高度 15-20m，层盖度 50%-80%，优势种为壳斗科的刺栲 *Castanopsis hystrix*、山茶科的红木荷 *Schima wallichii*，常见植物种类还包括西南桦 *Betula alnoides*、旱冬瓜 *Alnus nepalensis*、野漆 *Toxicodendron succedaneum*、银柴 *Aporosa dioica*、杨翠木 *Pittosporum kerrii*、假柿木姜子 *Litsea monopetala*、印度栲 *Castanopsis indica*、岗柃 *Eurya groffii* var. *groffii*、长毛水东哥 *Saurauia macrotricha*、潺槁木姜子 *Litsea glutinosa*、乌心楠 *Phoebe tavoyana*、鱼尾葵 *Caryota ochlandra*、柄果海桐 *Pittosporum podocarpum* var. *podocarpum*，越南石栎 *Lithocarpus bacgangensis* 等。

灌木层，高度 2-4m，层盖度约为 30%~40%，主要的种类三桠苦 *Evodia lepta*、假杜鹃 *Barleria cristata*、毛果算盘子 *Glochidion eriocarpum*、臭牡丹 *Clerodendron bungei*、杜茎山 *Maesa japonica*、粗叶榕 *Ficus hirta*、思茅水锦树 *Wendlandia augustinii*、展毛野牡丹 *Melastoma normale*、五月茶 *Antidesma bunius*、小芸木 *Micromelum integerrimum*、地桃花 *Urena lobata*、鰐冠花 *Cystacanthus paniculatus*、苦丁茶 *Cratoxylum formosum* ssp. *Pruniflorum*、滇南山矾 *Symplocos hookeri* var. *hookeri*、亮叶猴耳环 *Archidendron lucidum*、密脉鹅掌柴 *Schefflera elliptica*、余甘子 *Phyllanthus emblica*、粗叶悬钩子 *Rubus alceifolius*、钩藤 *Uncaria rhynchophylla*、椭圆悬钩子 *Rubus ellipticus* var. *ellipticus*、山鸡椒 *Litsea cubeba* var. *cubeba* 等。此外，还有大刺栲、红木荷等乔木树种的幼树。

草本层，高度 1m 左右，层盖度 35%左右，主要种类有红豆蔻 *Alpinia bracteata*、金发草 *Pogonatherum paniceum*、棕叶芦 *Thysanolaena maxima*、凤尾蕨 *Pteris nervosa*、红球姜 *Zingiber zerumbet*、芒萁 *Dicranopteris pedata*、火炭母 *Polygonum chinense*、柳叶斑鸠菊 *Vernonia saligna*、畦畔莎草 *Cyperus haspan*、孟加拉野古草 *Arundunella*

bengalensis、求米草 *Oplismenus undulatifolius* var. *undulatifolius*、假楼梯草 *Lecanthus peduncularis*、齿牙毛蕨 *Cyclosorus dentatus*、两耳草 *Paspalum cinjugatum*、类芦 *Neyraudia reynaudiana*、苏门白酒草 *Conyzasumatrensis*、菜蕨 *Callipteris esculenta* var. *esculenta* 等。

群落中有一些附生和藤本植物，海金沙 *Lygodium japonicum*、灯油藤 *Celastrus paniculatus*、玉叶金花 *Mussaenda esquirolii*、青紫葛 *Cissus javana*、含羞草叶黄檀 *Dalbergia mimosoides*、多花酸藤子 *Embelia floribunda*、买麻藤 *Gnetum montanum*、土茯苓 *Smilax glabra* 等。

2) 灌木草丛

主要分布于道路路边等受人为干扰严重的过渡区域，与农田、常绿阔叶林形成交错镶嵌分布的格局。群落中乔木极少，以灌木为主，灌木层盖度约为 20%，高度 2~5m，灌木种类不多，主要以红木荷 *Schima wallichii*、白穗石栎 *Lithocarpus craibianus* 为优势种，也有七里香 *Buddleja asiatica*、水茄 *Solanum torvum*、洗碗叶 *Solanum verbascifolium* 等。

草本层，高度 0.5~2m，盖度约 80%，主要种类有肿柄菊 *Tithonia diversifolia* A. Gray、大萼 *Themeda caudata* (Nees)、飞机草 *Eupatorium odoratum* L.、金发草 *Pogonatherum paniceum*、类芦 *Neyraudia reynaudiana*、棕叶芦 *Thysanolaena maxima*、白花苋 *Aerva sanguinolenta*、三叶鬼针草 *Bidens pilosa* var. *radiata*、飞蓬 *Conyza canadensis*、球穗香薷 *Elsholtzia strobilifera*、臭灵丹 *Laggera alata*、皱叶狗尾草 *Setaria plicata* var. *plicata*，狭眼凤尾蕨 *Pteris biaurita*、闭鞘姜 *Costus speciosus* 等。该群落受到开荒等人为活动的影响，具有一定的次生特征。

3) 农业植被

农业植被为人工种植植被，受人为因素影响较大。园地植被，主要为油茶、姜黄、咖啡等。耕地植被主要为烟草、甘蔗、水稻。

(3) 遥感影像解译

评价区主要植被为农业植被，其次为林业植被。评价范围植被现状遥感解译结果见图 7-7，表 7.6。

表 7.6 评价区植被类型面积统计

序号	植被类型	面积 (hm ²)	比例 (%)
1	常绿阔叶林	223	72.93
2	农业植被	76.46	25
3	无植被区域	6.33	2.07
4	合计	305.79	100

可以看出：生态影响评价区域内有常绿阔叶林面积 223hm²，农业植被面积 76.46hm²，无植被区域面积 6.33hm²，分别占评价区总面积的 72.93%，25%，2.07%。可见，生态现状调查评价区内次生阔叶林植被所占比例最大，其次是农业植被。

(4) 生物量

植被的生物量是指一定地段面积内植物群落在某一时期生存着的活有机物质之重量，以 t/hm² 表示。群落类型不同，其生物量测定的方法也有所不同。依据有关研究资料，植被生物量可按下式进行计算：

$$C_{\text{损}} = \sum Q_i \cdot S_i$$

式中：C—植被生物量，t；

Q_i—第 i 种植被生物生产量，t/hm²；

S_i—占用第 i 种植被的土地面积，hm²。

1) 林地生物量

林地生物量依据文献估算，阔叶林平均生物量为 221t/hm²。（参考文献：李高飞等：中国不同气候带各类型森林的生物量和净第一性生产力）。

2) 农田植被的生物量

农田植被的生物量，以谷物产量来计算。以水稻平均产量 5.41t/hm² 计，耕其籽实与桔杆的比例为 1：1，根茬平均产量约 0.82t/hm²，即耕地总生物量约 11.64t/hm²。

 表 7.7 农田植被生物估算基本参数 单位：t/hm²

农田植被类型	子粒重*	桔杆重	根茬重	生物量
以水稻为主的植被	5.41	5.41	0.82	11.64

*子粒重量为该评价区域农作物的实际产量。

3) 生物量估算

评价区植被生物量估算见表 7.8。

表 7.8 植被生物量统计

序号	植被类型	面积 (hm ²)	单位面积生物量 (t/hm ²)	生物量 (万 t)	比例(%)
1	常绿阔叶林	223	221	4.93	98.23
2	农业植被	76.46	11.64	0.09	1.77
3	无植被区域	6.33	0	0	0
4	合计	305.79	/	5.02	100

*由于没有实测数据，对于不同类型林地，生物量采用经文献查阅得到的当地林地生物量平均值。

可见，评价区总生物量约 5.02 万 t，其中，林地生物量 4.93t，农田生物量 0.09 万 t。在评价区植被总生物量中，林地植被生物量所占比重量大，占总生物量的 98.23%，说明林地植被群落是评价区域重要的生态系统，在维持区域平衡方向有很重要的作用。评价区农田植被面积的分布较广，农田生物量约占调查评价区总生物量的 1.77%。评价区受人为活动影响，植被表现出明显的次生性。

7.3.5 农业现状

陇川县是一个典型的边疆少数民族地区农业县，生产水稻、甘蔗、玉米、油菜等各种亚热带经济作物。2020 年，完成粮食种植面积 32.97 万亩，产量 11.8 万 t。完成烟草种植面积 6.53 万亩，产烟叶 8342t。新增有效桑园 1.11 万亩，收购蚕茧 880.57t，实现产值 3251.44 万元。高原特色水果、生态茶、猕猴桃等特色产业稳步发展。蔗糖产业链、蚕桑产业链两大主导产业总产值占全县规模以上工业总量 64%，同比增长 37%。

评价范围内分布有耕地和园地。园地以油茶、姜黄、咖啡为主。农田主要种植甘蔗、水稻、烟草等。

7.3.6 野生动物资源

评价区所处地理位置在中国动物地理二级区划中属于东洋界、西南区、西南山地亚区，在云南陆栖脊椎动物地理三级区划中属于云南高原地区的滇南、滇西南小区，同时评价区紧靠滇西，滇西北横断山小区。沿线森林植被覆盖率较高，但评价区沿线长期人为农业活动干扰影响，不是大型哺乳动物活动区域，区域内种群数量相对较多的是较适应人类的物种。

经实地走访调查并查阅相关资料知，兽类主要有云南兔、松鼠、田鼠、家鼠、蝙

蝠等啮齿类小型动物；鸟类主要有杜鹃、喜鹊、家燕等；爬行类主要有壁虎、四脚蛇、菜花蛇等；两栖类主要有林蛙、青蛙、蟾蜍等。经调查，评价区内未发现国家级和省级保护级别的野生珍稀动物及其栖息繁殖地。

7.4 生态环境影响评价

7.4.1 生态环境影响因素及途径

7.4.1.1 项目组成分析

本项目是稀土矿采选项目，工程主要由原地浸矿场工程、母液处理工程、环保工程和公辅工程组成。

7.4.1.2 项目建设对生态环境的影响因素和途径分析

工程项目总占地 5.83hm²，项目占地情况详见表 7.9。

表 7.9 项目占地情况统计 单位：hm²

序号	时期	永久占地				临时占地			小计
		母液处理车间	高位池	收液沟	母液中转池	原地浸矿场			
						注液孔	截水沟	排水沟	
1	施工期	3.92	0.0025	0.15	0.02	0.05	0.02	0.07	4.23
2	运营期	0	0.02	0.82	0.02	0.26	0.12	0.36	1.60
3	小计	3.92	0.02	0.97	0.04	0.31	0.14	0.43	5.83

从表 7.9 可见：

(1) 工程项目总占地 5.83hm²，其中永久占地面积为 4.96hm²，临时占地面积为 0.87hm²。其中母液处理车间占地 3.92hm²，高位池占地 0.02 hm²，收液沟占地 0.97hm²，母液中转池占地 0.04hm²。

(2) 项目占地中，永久占地主要是母液处理车间、高位池、母液中转池、收液沟，永久占地面积 4.96hm²，占总占地面积的 85.08%。临时占地主要是原地浸矿场，共占用土地面积 0.87hm²，占总占地面积的 14.92%。其中由于原地浸矿场的开采特点，原地浸矿场对土地的破坏不是一次性形成，是逐年形成，且原地浸矿场只破坏注液孔所在地林下的灌草植被，其余乔木等大部分植被不会被破坏。同时，本环评要求对原地浸矿场开展及时的复垦工作，故原地浸矿场每年有一定数量的土地被破坏，同时每

年也会有一定数量的土地被恢复，最终服务期满后，大部分土地基本上都已经得到植被恢复。因此，从保护土地和地表植被的角度来说，原地浸矿采矿工艺对地表植被的破坏很小。

项目在施工期和运营期间不可避免地会对周围生态环境造成不同程度干扰和破坏。施工期和运营期对生态环境的影响因素和途径分析如下：

（1）项目施工期生态环境影响的因素和途径

施工期主要为母液处理、管线工程以及其它辅助设施的建设。

母液处理车间及辅助设施的建设将使被占用土地利用类型发生改变，林地等转变为工矿用地。这些工程的建设会导致局部景观发生改变，地表植被的铲除或压占将会改变局部区域内的生态景观类型与格局；同时，区域植被覆盖面积的减少，引起生物量短期内减少；局部地表土壤产生扰动，短期内也会造成一定的水土流失。

（2）项目运营期影响生态环境的因素和途径

①在运营期，原地浸矿场按计划分矿体进行浸矿。每个矿体的生产时间不长且破坏程度不大，正常情况下约 1 年左右即完成一个矿体的开采工作，开采完的原地浸矿场及时复垦，矿山处于不断建设新采场和不断复垦旧采场的过程中，同一时间矿体表面的植被破坏面积相比原地浸矿场总破坏面积较小。

②管线工程的管道按各个矿体约 1 年的浸矿时间进行设计，其中绝大部分管线需要重复利用，采用易拆解的敷设方法。

（3）项目服务期满后对生态环境的影响因素和途径

矿山生产结束后，直接的生态破坏活动将停止。但矿山开采对生态环境造成的破坏影响将持续，为了减轻这种影响，需要开展矿山的土地复垦工作，来逐步恢复矿区生态环境。

（4）项目土地占用时序

根据可行性研究报告，母液处理车间；原地浸矿场、收液池、高位池等会随着工程的推进逐步破坏，逐步恢复。项目区各工程建设时序和原地浸矿场按矿区、流域临时占地面积统计见表 7.10。

表 7.10 项目按开采时序占用土地面积情况汇总

序号	开采年限	占地面积 (hm ²)								比例 (%)
		母液处理车间	高位池	注液孔	中转池	截水沟	排水沟	收液沟	合计	
1	第 1 年	3.92	0.0025	0.05	0.02	0.02	0.07	0.15	4.23	72.60
2	第 2 年	0	0.005	0.06	0	0.03	0.08	0.19	0.37	6.26
3	第 3 年	0	0.0025	0.06	0.02	0.03	0.08	0.19	0.38	6.56
4	第 4 年	0	0.0025	0.02	0	0.01	0.03	0.06	0.12	2.10
5	第 5 年	0	0.005	0.03	0	0.01	0.05	0.1	0.20	3.34
6	第 6 年	0	0.0025	0.05	0	0.02	0.07	0.17	0.31	5.36
7	第 7 年	0	0.0025	0.04	0	0.02	0.05	0.11	0.22	3.82
	合计	3.92	0.0225	0.31	0.04	0.14	0.43	0.97	5.83	100

7.4.2 施工期生态环境影响分析

7.4.2.1 施工期对土地利用结构影响分析

本项目施工期为 4 个月。从现状监测结果和遥感影像解译来看，施工期项目占地涉及林地、工矿仓储用地等类型。工程施工占地范围内地貌、生态植被将遭到不同程度的开挖扰动、碾压、占压等形式的破坏，导致土地利用方式的转变。

评价范围内现有土地利用类型以林地为主。施工期各场地占用各类土地利用类型的面积见表 7.11。

表 7.11 项目施工期占地情况

序号	项目	占地类型 (hm ²)		小计	比例 (%)
		林地	工矿仓储用地		
1	母液处理车间	2.85	1.07	3.92	92.67
2	高位池	0.0025	0	0.0025	0.06
3	原地浸矿采场 (含注液孔、中转池等)	0.31	0	0.31	7.32
	合计	3.16	1.07	4.23	100

由表 7.11 可见，项目施工期项目共计占用土地面积 4.93hm²。占地类型主要为林地，占地面积为 3.16hm²，占总面积的 74.70%。

在施工期，母液处理车间工程需要建设母液集中池、除杂池、沉淀池、配液池、产品池、除渣池、压滤车间、产品仓库等。母液处理车间建设和各种池以及车间厂房，形成片状、点状的裸露面，所占用的土地均为永久性占地，转变为工矿用地。施工结束后，母液处理车间的土地破坏基本结束，随着场地的绿化，生态环境得到一定程度的恢复。

7.4.2.2 植被影响分析

在施工期，项目各工程建设对植被的破坏程度各不相同。

母液处理车间、高位池等永久性占地工程完全压占破坏植被。原地浸矿场等临时占地在施工期会临时压占破坏植被。

施工期占用土地造成生物量损失占生态环境影响评价范围内生物量所占比例很小，拟建工程施工期建设对当地植被覆盖面积不会有明显不利影响，植被生物量的减小可能加剧当地的土壤侵蚀过程。另外，施工期结束后，母液处理车间周边通过绿化，地表将被灌草所替代；注液孔等也会及时复垦，撒播草籽。此时区域内植被和生态环境将会得到逐步改善，不会造成较大的水土流失现象。

7.4.2.3 农业影响分析

本项目施工期不占用耕地，对周边农作物产量影响很小。

7.4.2.4 景观影响分析

母液处理车间等的建设对评价区内现有的景观生态类型进行切割，使区域内景观破碎度增大。

对于母液处理车间，施工期母液处理车间对局部景观格局有一定的影响，但由于工矿景观分布相对集中，且面积较小，对于整体景观斑块的破碎度影响较小，对于一些自然景观内部功能的发挥阻碍作用较小，斑块之间继续保持着较高的连通性。

因此，项目建设不会对整体区域的景观生态格局与功能产生较大影响。

7.4.2.5 水土流失分析

在施工期，母液处理车间等的建设将不可避免的破坏原来相对稳定的地表，产生一定面积的裸露地面，引起一定程度的土壤侵蚀。

施工期水土流失从施工准备期开始至施工期结束，项目施工期的水土流失为水力侵蚀为主，必须采取一定的措施来减缓项目建设带来的生态环境影响。

7.4.3 运营期生态环境影响分析

在项目运营期中，矿区运营期为第1年~第7年，矿山处于不断建设新采场和不断复垦旧采场的过程中，即边破坏边恢复的过程。

7.4.3.1 土地利用结构影响分析

运营期主要是原地浸矿场占用土地，而母液处理车间、公辅设施等对土地的破坏

范围不再进一步扩大。运营期，原地浸矿场占地均为临时性的挖损及压占。项目运营项目共计占用土地面积 1.60hm^2 。占地类型主要为林地。全部为临时占地。

原地浸矿场主要是开挖注液孔破坏土地，主要破坏的是灌草植被，单个注液孔面积约为 0.025m^2 ，按 $2\text{m}\times 2\text{m}$ 的间隔布置注液孔，每公顷土地破坏植被面积约为 0.00625hm^2 。本环评要求在原地浸矿完成后，及时对采场开展植被恢复工作，以使土地利用结构能得到一定程度的恢复。

在采取对原地浸矿场及时复垦的措施情况下，运营期项目各年占地情况、和土地复垦面积详见表 7.12。原地浸矿场土地破坏示意图见图 7-8。

从表 7.12 可知，每年采场实际破坏土地的面积远远小于占地总面积，运营期破坏最严重的一年实际破坏植被总面积为 0.38hm^2 ，通过采场复垦及时工作的开展，各年实际破坏植被面积相对较小。运营期占地为矿块开采等临时占用林地。逐年滚动开采各矿块，原地浸矿场最大（第 2 年开采）占用破坏面积 0.38hm^2 ，最小（第 4 年开采）占用破坏面积 0.12hm^2 ，平均每年 0.27hm^2 。各矿块开采时间约 1 年，第 2 年复垦。总体上，对原地浸矿场采取边开采边复垦的措施情况下，矿山运营期原地浸矿场的建设对土地利用结构影响较小。

表 7.12 项目运营期临时占地与土地复垦 单位： hm^2

开采时间	占地面积 (hm^2)	复垦面积	每年实际破坏面积
第 2 年	0.37	0.31	0.06
第 3 年	0.38	0.37	0.01
第 4 年	0.12	0.38	-0.26
第 5 年	0.20	0.12	0.08
第 6 年	0.31	0.20	0.11
第 7 年	0.22	0.31	-0.09
第 8 年	0	4.14	-4.14
合计	1.60	5.83	/

7.4.3.2 运营期对植被影响分析

在施工期，项目各工程建设对植被的破坏程度各不相同。

原地浸矿场采用原地浸矿法进行采矿，不需要破坏地表全部植被，只需要在地表打注液孔即可。原地浸矿场注液孔的挖掘采用洛阳铲，挖掘时避开树木，只在灌草地上进行建设，不破坏乔木。因此，原地浸矿场的建设主要是注液孔对灌草地的破坏，

单个注液孔面积约为 0.025m^2 ，按 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 的间隔布置注液孔，每公顷土地破坏植被面积约为 0.00625hm^2 。

运营期，随着项目的不断推进，原地浸矿场临时占地不断破坏所在地及其周边地区植被，随之带来生物量损失。

原地浸矿场分年开采，植被逐步破坏，环评要求运营期原地浸矿场完成采矿计划后并完成清水洗矿后，立即进行复垦工作，恢复地表植被，每年实际的生物损失量将得到一定程度的恢复。

此外，占地范围内多为本地区常见植物种类，没有生态敏感种类，没有濒危珍稀野生植物，不会造成濒危珍稀野生植物种群数量的锐减或灭绝。因此，工程对本区域的植物多样性不会产生显著影响。

7.4.3.3 运营期对农业影响分析

项目采用原地浸矿工艺，浸矿液为硫酸铵溶液，浸矿液硫酸铵渗漏进入地下水后，使地下水中氨氮、硫酸盐等增加。渗漏的浸矿液在包气带中在重力作用下，多数以重力水的形式下渗补给下部的基岩风化带饱水带—孔隙裂隙含水层，仅少量被包气带岩土所吸附而保持；渗液到达基岩风化带的孔隙裂隙含水层后，则以渗流的形式向水头较低的方向迳流，在山体坡脚地带则补给第四系松散岩类孔隙水，可能部分进入溪沟边的耕地，从而可能会对农作物产生一定的影响，当施用氮肥过多，农作物茎叶生长茂盛会影响籽实，当地的农作物主要有水稻、玉米等。

7.4.3.4 运营期对景观格局的影响分析

运营期主要是原地浸矿场及设施对评价区内现有的景观生态类型造成影响，原地浸矿场在建设时只是需要在地表进行打孔作业，布设管道。各注液孔间隔较大，在打孔作业时避开树木；管道可拆除，基本不破坏地表植被，因此原地浸矿场作业基本上不改变原有的景观类型，并且对原有景观类型影响较小。原地浸矿场采矿结束后进行复垦工作恢复为原有景观类型；在运营期中，部分原地浸矿场是处在采矿期，部分是处在复垦期，在同一时间的破坏面积实际上远远小于原地浸矿场总面积，因此原地浸矿场对景观格局影响较小。

鉴于原地浸矿开采工艺仅局部破坏地表植被，且主要破坏灌草地。从宏观上看，本项目工矿景观的加入对整个评价区现有景观格局影响较小，各景观内部景观要素的

组成稳定。从局部景观构造上看，对于整体景观斑块的破碎度影响不是很大，对于一些自然景观内部功能的发挥阻碍作用较小，斑块之间继续保持着较高的连通性。

因此，本项目的运营期不会对项目所在地整体区域的景观生态格局与功能产生较大影响。

7.4.3.5 运营期对水土流失的影响分析

在运营期，引起水土流失的场地主要为原地浸矿场注液孔周边，如不采取相关的水土保持措施，则会引起相应的水土流失。

原地浸矿场浸矿作业时间约 1 年，浸矿结束后再注清水约 1 年左右之后即回填复垦；在整个运营期，同时在作业的原地浸矿场只有几个，其它的原地浸矿场或未启用、或已进行复垦工作。因此，运营期产生较大水土流失的原地浸矿场为正在注液的采场，面积相对较小。

运营期对原地浸矿场应采取必要的水土流失措施，防治水土流失。运营期在认真落实水土保持措施，可以减轻工程生产造成的水土流失。

7.4.4 服务期满后生态环境影响分析

龙安稀土矿矿山总服务年限 7 年，矿山服务期满后，原地浸矿场将不再开采，母液处理车间和辅助工程也停止使用，对于地表的扰动也随之结束，不再产生新的不利影响。

在矿山开发中，采用了边破坏边复垦的方法，在矿山服务期满后大部分原地浸矿场、收液沟已经完成了复垦，剩下的还没有进行恢复的工程主要为部分最后开采的原地浸矿场和母液处理车间，在服务期满后需要做好这部分工程的复垦工作。

龙安稀土矿服务期满后主要开展土地复垦工作，不会对生态环境造成新的不利影响。

7.4.5 项目开发对野生动植物的影响

（1）对野生植物的影响分析

施工期新建母液处理车间永久占地占用的林地主要有台湾杉等物种。地表的植被将被破坏，但是破坏的植物均为当地常见物种，而且数量不多。运营期对植物的破坏主要是因为原地浸矿场进一步占用土地，破坏林下灌草。同时，原地浸矿场及时开展

复垦、恢复植被。占地范围内多为本地区常见植物种类，没有生态敏感种类，没有濒危珍稀野生植物，不会造成濒危珍稀野生植物种群数量的锐减或灭绝。因此，本工程对区域的植物多样性不会产生显著影响。

（2）对野生动物的影响分析

施工期对动物的直接影响主要是施工人员集中活动和工程施工过程对动物的惊扰；间接影响主要是项目对植被和土壤的破坏。根据现场调查，矿区的建设破坏地表植被，缩小了野生动物的栖息空间，对其生存与繁衍产生有一定的不利影响。随着施工期的结束，对野生动物的扰动也会结束，但是野生动物栖息地的环境被破坏，栖息地的减少对动物影响并非伤害性的，对栖息环境的干扰将导致动物迁移出该区域，会对野生动物产生一定的影响，但是影响不大。

项目运营期，正常生产情况下，生产废水不外排，不会对南洼河等河流的水生生物造成明显不利影响；非正常情况下的氨氮排放和原地浸矿场渗漏母液，会对水生生物产生一定影响。但根据实地调查，流域中水生植物和动物均为常见种，未发现国家级和省级保护级别的种类。

7.4.6 项目对农业生产的影响

根据土壤监测结果，矿区周边的土壤环境质量良好。

拟建项目稀土开采的无组织渗滤排放到地表水。矿区及其周边分布一定面积的农田，周边村庄农田灌溉使用地表水有可能导致农作物产量减少等影响。

7.4.7 项目开发对生态功能的影响

7.4.7.1 对生物多样性的影响

工程的运营可能对林地生态系统造成影响，影响地表土壤环境，可能导致生物群落多样性的降低。

（1）生物多样性调查

a) 根据遥感解译和样方调查可知，评价范围的生态系统结构为以林地生态系统为主，群落结构组成较为简单，主要优势和建群种是阔叶林植被，群落覆盖度、高度和生物量中等，系统结构较稳定。矿区内常见植被为台湾杉、毛竹、麻竹、芒萁等，无珍稀濒危植物、地方特有植物等的分布。

b) 从植被和生境条件看，缺乏大型兽类、鸟类的隐蔽地、栖息地和生活场所，一些野生动物可能已迁徙异地，远离人为活动区。根据对当地居民的走访调查，主要是一些常见的居民区和农田草地分布的鸟类和啮齿类，动物均为常见动物物种，无珍稀濒危动物、地方特有动物及其栖息繁殖地分布。

(2) 对动植物的影响

a) 项目对植被的直接影响主要来自于工程施工、开挖注液孔等活动，工程施工时，开挖等活动将破坏项目区的地表植被，其中采场施工破坏的植物种类主要为灌草地，随着稀土开采的进行，受占地和地表局部扰动的影响，灌木林地的面积都将会减少，自然植被面积的变化导致区域自然系统生物量和生产能力的降低。随着采场及时落实植被恢复方案，扰动植被基本可得到恢复。总体上，工程建设对区域森林生态系统和植被区系组成影响较小。

b) 项目施工中的永久性占地和临时性占地，会使区内林地和灌草丛数量减少，从而对部分兽类的栖息环境造成破坏和影响，使得原来栖息在河谷林地和灌草丛生境的动物失去部分空间而迁移他处。由于项目区域主要分布的植被多为人工林，现场调查未发现有重点保护野生保护动物分布，主要存在一些普通的小型啮齿动物，这些动物的分布区域广泛，数量多，对人为活动较敏感。工程施工期间受噪声和施工人员活动的干扰，可能使施工区的种类数量减少，并且可能会迁徙栖息地，施工结束以后，随着噪声和人为活动的减少，这种干扰随即消失，种群能较快恢复，对物种多样性影响较小，工程建设对动物通道和栖息地不会产生太大的影响和破坏。

c) 总体上，拟采矿块的影响范围内无珍稀、濒危野生保护动植物分布，矿块的平均服务年限不到一年，原地浸矿场对拟采矿块地表的植被（主要是林下灌草）造成局部扰动，扰动时间较短，本环评要求企业现场作业员工禁止捕猎，要求落实边开采边复垦的生态保护措施。相对于传统露天采矿工艺，拟采矿块地表植被被局部扰动后，地表植物群落仍然是连续的、较完整的森林生态系统，对森林资源开发利用强度较轻，通过及时恢复对土壤的侵蚀程度也较轻，基本不影响土壤的水土保持。因此，对陆生动植物的影响较小，对评价区内动植物物种的繁衍和生存影响较小，对评价区陆生生物多样性的影响较小。

7.4.8 项目开采对地质灾害的影响

原地浸矿区由于无需剥离山体、植被覆盖较好，很少会形成大量的尾矿砂及松散碎屑物，因而缺乏泥石流形成的物源，所以不易于发生泥石流。同时，由于不会开挖形成高陡边坡、不会形成地下采空区，往往也不会出现大面积的地面开裂。因此，除滑坡外，其他类型的地质灾害，例如地面塌陷、泥石流、崩塌等，多不会出现。因此，本矿区今后原地浸矿过程中容易诱发或加剧的主要地质灾害亦为小规模浅层滑坡。

采用因子赋值统计法评估原地浸矿场滑坡风险，诱发滑坡危险性高的区域主要为坡度大于 30° 的边坡以及全风化层与表土层较厚的斜坡区；危险性中等的区域主要为坡度 20~30° 的斜坡及全风化层与表土层厚度中等的斜坡区；坡度小于 20°、基岩风化程度较低的斜坡多属于危险性等级低的区域。因此，总体而言评估区内原地浸矿场滑坡地质灾害危险性较小。

7.5 生态环境恢复措施

项目生态恢复内容主要是指原地浸矿场和母液处理车间的植被恢复。其中由于原地浸矿工艺仅局部破坏地表灌草植被，且各矿体的原地浸矿场服务年限一般不超过 2 年，因此原地浸矿场的植被恢复原则上以自然恢复为主，在自然恢复不好的情况下，及时开展人工植被恢复改善生态。对原地浸矿场进行人工灌草植被恢复的设计和规划，以留足生态恢复的资金。对于母液处理车间，以人工恢复为主。

7.5.1 滑坡地质灾害预防控制措施

落实地质灾害、安评报告、工程设计中的各项地质灾害预防控制措施。针对于原地浸矿场可能诱发的滑坡，需采取以下措施：

a) 注液井中注液面要严格控制表土层以下，禁止溶浸液注入表土层与全风化层的过度带中，主要措施是下孔口套管、填塞毛草护井与标记注液高度，液面超过标志时，应关小注液闸阀。开展注液量、注液时长的试验，以最大限度减少山体表层滑坡的发生。

b) 原地浸矿场开挖了内部避水沟，保证采场内外地表径流能顺利从排水系统排出，防止地表径流水进入收液沟；原地浸矿场山脚处开挖了一圈收液沟，可以做为地下水的排泄出口，确保地下水位不会持续升高，将地下水位的升高控制在一定范围内，

有效防止滑坡。

c) 原地浸矿结束后，及时回填注液孔，减少大气降水沿注液孔汇入山体，消除闭矿后采区发生滑坡、坍塌等地质灾害隐患。

d) 选择有代表性矿段，进行试采，用不同注液量和注液方式，寻找最适宜的既减轻地质灾害发生又能提高浸液效果的方式。

e) 采取监测预防措施尽量减少地质灾害的发生，减少人员和财产损失。

7.5.2 矿区生态恢复面积

项目工程最终生态恢复面积 5.83hm^2 ，其中母液处理车间 3.92hm^2 ，高位池 0.02hm^2 ，原地浸矿场 0.88hm^2 ，收液沟 0.97hm^2 ，母液中转池 0.04hm^2 。废弃地面积统计见表 7.13。

表 7.13 项目生态恢复面积统计 单位： hm^2

母液处理车间	高位池	收液沟	中转池	原地浸矿场	小计
3.92	0.02	0.97	0.04	0.88	5.83

7.5.3 复垦方向

根据原地浸矿的开采工艺，各工程场地所在位置集中分散程度，可分为原地浸矿场施工区和母液处理车间施工区。

其中原地浸矿场施工区包括：原地浸矿场、注液孔、截水沟、排水沟、收液沟、高位池、中转池等。

母液处理车间施工区包括母液处理车间。

原地浸矿生态恢复方向见表 7.14。

表 7.14 原地浸矿生态恢复方向

复垦对象	复垦方向	复垦措施
原地浸矿场	林地	胡枝子、狗牙根等
高位池、中转池	蓄水池	保持原样
母液处理车间	林地	间栽、混播马尾松、胡枝子、狗牙根等

原地浸矿场参照原土地利用类型，原林地复垦为林地。母液处理车间最终复垦为林地。

7.5.4 生态恢复措施

本项目生态恢复措施充分借鉴矿山现有废弃地的恢复经验制定。

(1) 生态环境恢复管理措施

原地浸矿场形成后，需对采场外围进行围栏以及采取其它的安全措施和设置警示标志，严防人群、家畜接近。注液孔在施工中在保护树木的原则下，尽量按照设计施工，遇到树木则进行合理的避让；产生的岩土装袋堆放在附近，在浸矿完成后立即回填、复垦。

做好生产期矿区的监督和管理的工作，尽量避免在矿山生产中植被破坏，杜绝随意乱挖乱砍的行为。

（2）生态环境恢复目标

结合本区域的具体情况，以原地浸矿场、母液处理车间等植被破坏区的植被恢复及水土保持为重点。生态环境恢复目标为：土地复垦率达到 95%；林草覆盖率达到 85%。

（3）生态环境恢复规划

复垦对象为注液孔、母液处理车间等，按照“因地制宜、及时复垦”的思路，对各个区域设置不同的生态恢复规划，实施边开采、边复垦治理的计划。根据可研，矿山服务年限为 7 年，根据开采时序和开采的工艺可知，每个开采矿段用原地浸矿工艺的生产周期为 1 年左右（包括清水清洗），则复垦时间依据矿块开采时序顺延一年，即第 1 年开采矿块（原地浸矿场施工区）在第 2 年完成生态恢复，第 7 年最后开采矿块的生态恢复，在服务期满之后第 1 年左右进行母液处理车间的生态恢复。使开采过程中形成的废弃地及时得到恢复，最终实现稀土矿山开发对生态环境影响最小化。

原地浸矿场：原地浸矿场布设注液孔，注液在土壤表层 1m 以下，对地表植被无影响。采矿后，进行清水清洗，不会对地下水进行疏干。复垦时先将前期建设注液孔堆存在附近的岩土进行有序回填，并将表土覆盖在表面，然后以注液孔为穴进行撒草籽复垦。复垦草种为狗牙根。复垦时间为原地浸矿场浸矿完成后一年内。

母液处理车间：母液处理车间主要是在施工期期间发生植被破坏的，在矿山服务期满之后形成永久废弃地。母液处理车间除留少量作灌溉水池外，绝大部分水池拆除，并进行覆土回填，回填后复垦为林地。

（4）植被恢复物种选择

所选植物种需具有改良土壤的特征；要求所选物种萌发快、快速复绿效果好、生物量大，能有效防治水土流失；播种栽培较容易，成活率高；优先选择乡土物种，防

止外来物种入侵。

根据上述物种选择原则，结合当地的气象气候条件，以及《造林技术规程》(GB/T15776-1995)（附录 A）、《生态公益林技术规程》(GB/T 18337.3-2001)，乔木为马尾松，灌木主要为胡枝子；草种主要以禾本科草类为主，目的是利用禾本科植物萌发成坪迅速，水土保持效果好，主要选择狗牙根、百喜草等。生态恢复单元物种适宜性见表 7.15。

表 7.15 林地所选物种适宜性

类型	物种	主要生物学特性	主要适生地区	适宜立地条件
乔木	马尾松	常绿乔木，喜光，深根性，根系发达，略耐瘠薄和干旱，喜温湿，不耐水湿和盐碱，不耐弱光照	温带南部、暖温带地区，年平均温度 5~16℃，年降水量 500~1000mm，海拔 1600m 以下山地、丘陵、平原	其耐酸 pH 范围在 3.5-5.5，平原地区要求排水良好的壤土、沙壤土
灌木	胡枝子	落叶灌木，喜光，也耐荫，根系发达，耐寒，耐干旱气候，耐土质瘠薄，萌生力强，生长较快	温带至亚热带常见灌木，适生于东北、华北、西北及长江流域地区，常生于海拔 500 m 以上的山坡林缘或林下	对立地条件要求不严，在沙石地、石质山地，土质瘠薄、山地、丘陵水土流失严重地带及流动沙地均能良好生长
草本	狗牙根	禾本科草本植物，侵占性和抗杂草入侵能力很强。耐旱，喜温暖湿润。	广泛分布于华东、华南	对土壤要求不高，适宜的土壤酸碱性范围很广
	百喜草	多年生草本，耐寒性、耐暑性、耐踏性极强。	适于热带和亚热带地区，广东、广西、海南、福建、四川等南方大部分地区。	对土壤要求不高，可以适应在肥力较低、干旱的沙质土壤。

(5) 植被栽植设计

①母液处理车间废弃地形成后，其植被栽植设计乔木栽植采用穴状栽植；株行距按注液孔间距约 2m×2m。林下撒草籽进行恢复，栽植设计见表 7.16、图 7-9。

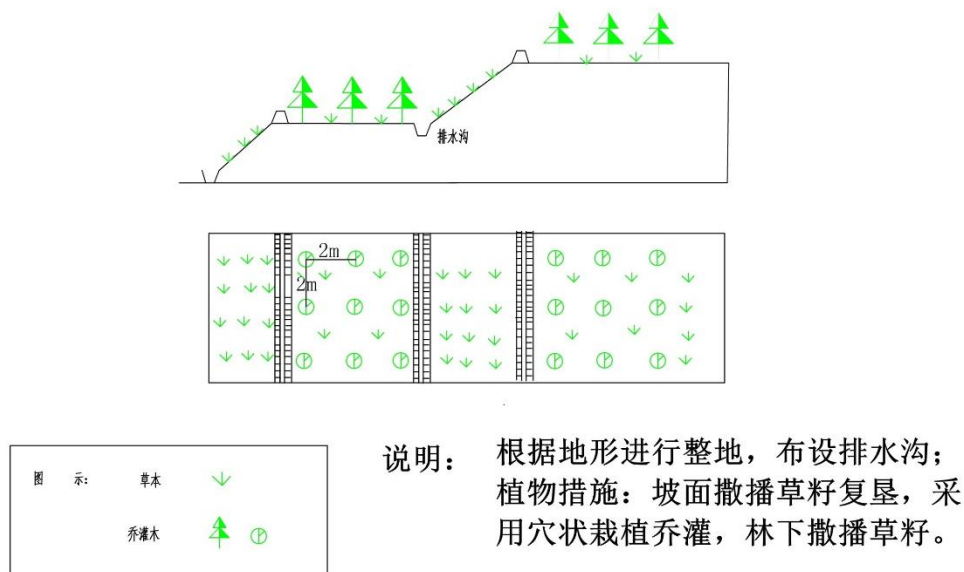


图 7-9 生态恢复措施示意图

②原地浸矿场植被栽植设计

原地浸矿场注液孔回填，草本采用撒播。栽植设计见表 7.16。

表 7.16 植被栽植方式设计

物种类别	物种名称	栽培方式	苗木规格	栽植密度
乔木	马尾松	栽植、穴植	2 年生	1250 株/hm ²
灌木	胡枝子	栽植、穴植	2 年生	1250 株/hm ²
草本	狗牙根	撒播	一级草种	30kg/hm ²

(6) 生态恢复措施及恢复单价

生态恢复措施及恢复单价见表 7.17。

表 7.17 生态恢复措施及恢复单价

类型	单价	主要措施
原地浸矿场	0.1 万元/亩	注液孔回填，栽植灌木
母液处理车间	1 万元/亩	车间拆除，土地平整，乔灌木恢复

7.5.5 服务期满后生态恢复措施

服务期满后的复垦范围主要为矿山服务期满后的稀土矿山开采的原地浸矿场及母液处理车间。

7.5.6 生态恢复投资估算及复垦计划安排

项目生态恢复面积 5.83hm²，总投资为 61.67 万元。复垦规划图见图 7-10。

7.5.6.1 生态恢复投资

具体生态恢复投资估算见表 7.18。

表 7.18 项目生态恢复投资估算

组成		复垦面积 (hm ²)	单价 (万元/亩)	费用 (万元)
永久占地	母液处理车间	3.92	1	58.80
临时占地	原地浸矿场	1.91	0.1	2.87
合计		5.83		61.67

7.5.6.2 生态恢复计划

项目按照矿区和年度分别制定了生态恢复计划，具体见表 7.19、表 7.20。

表 7.19 原地浸矿场临时占用土地复垦计划

开采时间	面积 (hm ²)	复垦时间	投资 (万元)
第 1 年	0.31	第 2 年	0.47
第 2 年	0.37	第 3 年	0.54
第 3 年	0.38	第 4 年	0.59
第 4 年	0.12	第 5 年	0.18
第 5 年	0.20	第 6 年	0.30
第 6 年	0.31	第 7 年	0.47
第 7 年	0.22	第 8 年	0.33
合计	1.91	合计	2.87

表 7.20 母液处理车间土地复垦计划

场地	占地时间	面积 (hm ²)	复垦时间	投资 (万元)
母液处理车间	基建期	3.92	第 8 年	58.80

8 地表水环境影响评价

8.1 矿区周边地表水功能区划情况

根据《德宏州水功能区划复核和调报告》(2014 年),未对项目区下游的南洼河提出水功能区划要求,南洼河在矿区下游 13km 处汇入南宛河,根据该报告,麻栗坝水库库区起始至南宛河界河起点处为开发利用区,主要有农业和工业用水,全长 46.4km,现状水质目标为 III 类,规划水平年水质目标为 III 类。因此,南洼河矿区至下游 10km 范围内无饮用水功能段。矿区附近的水库有西湖水库、弄贯水库,与项目区地表水无水力联系。西湖水库、弄贯水库用途均为农灌和渔业用水。

德宏州水系和水库分布情况见图 8-1。

8.2 取水环境影响评价

8.2.1 稀土矿取水点

(1) 取水水源

龙安稀土矿建设项目取水水源为项目区附近的南洼河。

(2) 取水地点

本项目只建设一个母液处理车间,生产取水口位于南洼河,标高为 980m,经水泵泵送至清水池,标高为 1010m,泵送高程为 30m。取水口与母液处理车间的直线距离约 600m。

8.2.2 建设项目取水可靠性分析

(1) 矿区取水量

龙安稀土矿建设项目取水水源为项目区附近的南洼河。由水源地泵站把水扬送至矿区生产水池,清水与溶浸剂配液形成溶浸液。溶浸液由水泵压至溶浸高位池,然后用水管输送至注液井。矿山生产生活用水设施已完善,生产用水取自南洼河,现状取水量 $239.21\text{m}^3/\text{d}$,供水充足,能满足矿山生活需要,现状取水未对南洼河造成不利影响。

改扩建后设计车间在生产期新水取水量为 $151.72\text{m}^3/\text{d}$,生产期+清洗期新水取水

量为 301.72 m³/d。

(2) 水量可靠性分析

南洼河年最大流量 110m³/s, 最小流量 10.9m³/s。本项目最大取水量为 301.72m³/d, 远小于南洼河最枯流量, 因此, 以南洼河作为本项目的供水水源, 水源充足, 供水可靠。

(3) 水质可靠性分析

依据本次监测, 南洼河地表水各项指标均达到《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中的Ⅲ类标准值, 取水口断面水质可满足本项目取水对水质的要求。

8.3 矿山排水环境影响评价

由工程分析可知, 矿山的废水污染源包括: 原地浸矿场渗漏排放、沉淀池上清液、压滤机压滤水、清水清洗尾水、生活污水等。

8.3.1 矿山正常工况对地表水环境影响分析

本项目正常工况车间废水和生活污水全部利用, 无废水外排。

原地浸矿结束后需对采场加注清水进行清洗(约半年), 利用原地浸矿场的集液系统进行废水收集。清洗尾水氨氮及硫酸盐浓度较高, 无法直接循环淋洗, 输送至母液处理车间的尾水处理设施处理, 处理规模为 2000m³/d 的污水处理设施, 采用“膜处理”工艺, 尾水经处理后达《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》(DB361016-2018)》表 1 排放标准, 处理后的清水输送到采场高位水池回用于原采场清水清洗工序, 浓水用于下一批矿块生产配液, 废水不外排。

母液处理环节产生的沉淀池上清液(1843.16m³/d)、压滤车间压滤废水(5.11 m³/d)汇入硫酸铵配液池, 在配液池中通过调节 pH 值和硫酸铵浓度后, 输送到采场高位水池作为浸矿液重复使用, 不外排。

项目生活污水约 4m³/d, 办公区生活污水采用化粪池处理后用作农肥和绿化。

因此, 本项目正常工况无废水外排。不会对地表水产生明显不利影响。

8.3.2 无组织渗漏情况对地表水环境影响分析

8.3.2.1 预测方法

(1) 预测情景:

按最不利影响考虑，7.5%的渗漏液进入地下水后，继而全部出露进入地表水。废水污染源包括生产期、清洗期、闭矿期以无组织形式渗漏的全部废水。根据工程分析，地表水预测因子为工艺特征污染物：氨氮、硫酸盐。具体废水污染源强见表 8.1。

表 8.1 各阶段渗漏母液污染源强 单位：mg/L

时段	氨氮	硫酸盐
生产期	2400	6800
清洗期	1273	3500
闭矿期第一年	15	800
闭矿期第一年以后	逐年衰减	逐年衰减

(2) 预测模式：

按照完全混合断面污染物的浓度 C 的计算公式预测：

$$C = \frac{C_h Q_h + C_p Q_p}{Q_h + Q_p}$$

式中： C ——河流水中某污染物浓度，mg/L；

Q_p ——废水排放量， m^3/s ；

C_p ——污染源排放浓度，mg/L；

Q_h ——河流流量， m^3/s ；

C_h ——河流上游污染物浓度，mg/L。

8.3.2.2 预测结果

根据矿体及地表水系分布情况，确定南洼河与 2 号溪汇合口为预测断面。

(1) 预测断面渗漏量

根据工程分析，龙安稀土矿各年度排产计划见表 8.2。

表 8.2 龙安稀土矿年度排产计划表 单位：t/d

年度产能 (t/d)						
第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	第 7 年
190	320	500	220	200	200	125.6

生产期、清洗期按照矿区排产计划可计算出对应母液渗漏量；闭矿期按照年均降雨量 1554.5mm，降雨入渗系数：0.15，对照各流域服务矿块面积计算出渗漏量。

综上，汇总计算出的各预测断面年渗漏量见表 8.3。

表 8.3 龙安稀土矿各流域年度渗漏量 单位: m³/d

年份	生产期	清洗期	闭矿期
	南洼河与 2 号溪汇合口	南洼河与 2 号溪汇合口	南洼河与 2 号溪汇合口
1	57		
2	96	57	
3	150	96	24.06
4	66	150	30.03
5	90	66	30.78
6	60	90	18.29
7	37.68	60	26.46
8		37.68	16.65
9			10.29

(2) 流域本底值

根据地表水现状监测结果,按最不利情况取各季节中最大值作为本项目预测河段本底值,见表 8.4。

表 8.4 龙安稀土矿预测断面本底值

预测断面	流量 (m ³ /s)	河流本底浓度 (mg/L)	
		氨氮	硫酸盐
南洼河与 2 号溪汇合口	10.9	0.19	1.9

*最不利情况考虑,预测时取各季节中大值

(3) 预测结果与评价

根据预测,南洼河与 2 号溪汇合口逐年水污染物浓度和标准指数情况如表 8.5 所示。

表 8.5 南洼河与 2 号溪汇合口逐年水污染物预测与标准指数结果

年份	污染物预测值 (mg/L)		标准指数	
	氨氮	硫酸盐	氨氮	硫酸盐
1	0.34	2.31	0.34	0.01
2	0.51	2.80	0.51	0.01
3	0.70	3.36	0.70	0.01
4	0.56	2.97	0.56	0.01
5	0.51	2.84	0.51	0.01
6	0.47	2.70	0.47	0.01
7	0.37	2.44	0.37	0.01
8	0.24	2.07	0.24	0.01
9	0.19	1.93	0.19	0.01
10	0.19	1.91	0.19	0.01
标准限值	1	250		

可见,南洼河与 2 号溪汇合口下游南洼河预测断面:氨氮、硫酸盐预测值均达到《地表水质量标准》(GB 3838-2002) III 类标准限值(氨氮 1mg/L,硫酸盐 250mg/L)。

矿山在日常生产过程中应做好防护和应急措施，防止泄漏发生，一旦发生泄漏应立即补救。

8.3.3 闭矿后地表水环境影响分析

闭矿后，主要污染源为雨水淋溶闭矿矿山水进入到地表水体，但由于所有矿块均进行了清水清洗，均清洗达标后闭矿，残留在矿体内的氨氮量大大降低，闭矿后各断面氨氮、硫酸盐预测浓度比生产期大大降低，因此，淋溶出水不会对地表水体造成明显不利影响。

8.4 小结

(1) 正常工况下，母液处理车间废水和生活污水全部利用，无废水外排，因此，正常工况母液处理车间运行不会对地表水产生明显不利影响。

(2) 按最不利情况考虑，原地浸矿采场 7.5% 的渗漏液进入地下水后，继而全部出露进入地表水，预测对地表水体的影响。预测结果表明，南洼河与 1 号溪汇合口下游南洼河预测断面、南洼河与 2 号溪汇合口下游南洼河预测断面氨氮、硫酸盐预测值均达到《地表水质量标准》(GB 3838-2002) III 类标准限值 (氨氮 1mg/L，硫酸盐 250mg/L)。

(3) 闭矿后，主要污染源为雨水淋溶闭矿矿山水进入到地表水体，但由于所有矿块均进行了清水清洗，均清洗达标后闭矿，残留在矿体内的氨氮量大大降低，闭矿后各断面氨氮、硫酸盐预测浓度比生产期大大降低，因此，淋溶出水不会对地表水体造成明显不利影响。

表 8.6 地表水环境影响评价自查表

工作内容		自查项目	
影响识别	影响类型	水污染影响型 ☒ ；水文要素影响型 ☐	
	水环境保护目标	饮用水水源保护区 ☐ ；饮用水取水口 ☐ ；涉水的自然保护区 ☐ ；重要湿地 ☐ ；重点保护与珍稀水生生物的栖息地 ☐ ；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等渔业水体 ☐ ；涉水的风景名胜区 ☐ ；其他 ☒	
	影响途径	水污染影响型	水文要素影响型
		直接排放 ☐ ；间接排放 ☐ ；其他 ☒	水温 ☐ ；径流 ☐ ；水域面积 ☐
影响因子	持久性污染物 ☒ ；有毒有害污染物 ☐ ；非持久性污染物 ☐ ；pH 值 ☒ ；热污染 ☐ ；富营养化 ☐ ；其他 ☐	水温 ☐ ；水位（水深） ☐ ；流速 ☐ ；流量 ☐ ；其他 ☐	

		☐		
评价等级	水污染影响型		水文要素影响型	
	一级 ☐ ; 二级 ☐ ; 三级 A ☐ ; 三级 B ☒		一级 ☐ ; 二级 ☐ ; 三级 ☐	
现状调查	区域污染源	调查项目		数据来源
		已建 ☐ ; 在建 ☐ ; 拟建 ☐ ; 其他 ☐	拟替代的污染源 ☐	排污许可证 ☐ ; 环评 ☐ ; 环保验收 ☐ ; 既有实测 ☐ ; 现场监测 ☐ ; 入河排放口数据 ☐ ; 其他 ☐
	受影响水体水环境质量	调查时期		数据来源
		丰水期 ☐ ; 平水期 ☒ ; 枯水期 ☐ ; 冰封期 ☐ 春季 ☐ ; 夏季 ☐ ; 秋季 ☒ ; 冬季 ☐		生态环境保护主管部门 ☐ ; 补充监测 ☒ ; 其他 ☐
	区域水资源开发利用状况	未开发 ☐ ; 开发量 40%以下 ☒ ; 开发量 40%以上 ☐		
	水文情势调查	调查时期		数据来源
		丰水期 ☐ ; 平水期 ☐ ; 枯水期 ☒ ; 冰封期 ☐ ☐ 春季 ☐ ; 夏季 ☐ ; 秋季 ☐ ; 冬季 ☐		水行政主管部门 ☐ ; 补充监测 ☐ ; 其他 ☒
	补充监测	监测时期		监测因子
		丰水期 ☐ ; 平水期 ☒ ; 枯水期 ☐ ; 冰封期 ☐ 春季 ☐ ; 夏季 ☐ ; 秋季 ☒ ; 冬季 ☐		(pH、总氮、氨氮、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、六价铬、铜、铅、锌、镉、砷、汞、硫化物、氟化物、氯化物、硝酸盐、硫酸盐、石油类、粪大肠菌群)
现状评价	评价范围	河流: 长度 (4) km; 湖库、河口及近岸海域: 面积 () km ²		
	评价因子	(pH、总氮、氨氮、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、六价铬、铜、铅、锌、镉、砷、汞、硫化物、氟化物、氯化物、硝酸盐、硫酸盐、石油类、粪大肠菌群)		
	评价标准	河流、湖库、河口: I类 ☐ ; II类 ☐ ; III类 ☒ ; IV类 ☐ ; V类 ☐ 近岸海域: 第一类 ☐ ; 第二类 ☐ ; 第三类 ☐ ; 第四类 ☐ 规划年评价标准 ()		
	评价时期	丰水期 ☐ ; 平水期 ☒ ; 枯水期 ☐ ; 冰封期 ☐ 春季 ☐ ; 夏季 ☐ ; 秋季 ☒ ; 冬季 ☐		
	评价结论	水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况 ☐ : 达标 ☒ ; 不达标 ☐ 水环境控制单元或断面水质达标状况 ☐ : 达标 ☒ ; 不达标 ☐ 水环境保护目标质量状况 ☐ : 达标 ☒ ; 不达标 ☐ 对照断面、控制断面等代表性断面的水质状况 ☐ : 达标 ☒ ; 不达标 ☐ 底泥污染评价 ☒ 水资源与开发利用程度及其水文情势评价 ☐ 水环境质量回顾评价 ☐ 流域(区域)水资源(包括水能资源)与开发利用总体状况、生态流量管理要		达标区 ☒ 不达标区 ☐

		求与现状满足程度、建设项目占用水域空间的水流状况与河湖演变状况 ☐				
影响 预测	预测范围	河流：长度（5）km；湖库、河口及近岸海域：面积（ ）km ²				
	预测因子	（氨氮、硫酸盐）				
	预测时期	丰水期 ☐ ；平水期 ☐ ；枯水期 ☒ ；冰封期 ☐				
		春季 ☐ ；夏季 ☐ ；秋季 ☐ ；冬季 ☐ 设计水文条件 ☐				
	预测情景	建设期 ☐ ；生产运行期 ☒ ；服务期满后 ☐ 正常工况 ☒ ；非正常工况 ☒ 污染控制和减缓措施方案 ☐ 区（流）域环境质量改善目标要求情景 ☐				
预测方法	数值解 ☐ ；解析解 ☒ ；其他 ☐ 导则推荐模式 ☐ ；其他 ☐					
影响 评价	水污染控制和环境影响减缓措施有效性评价	区（流）域水环境质量改善目标 ☐ ；替代削减源 ☐				
	水环境影响评价	排放口混合区外满足水环境管理要求 ☐ 水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标 ☐ 满足水环境保护目标水域水环境质量要求 ☒ 水环境控制单元或断面水质达标 ☐ 满足重点水污染物排放总量控制指标要求，重点行业建设项目，主要污染物排放满足等量或减量替代要求 ☐ 满足区（流）域水环境质量改善目标要求 ☐ 水文要素影响型建设项目时应包括水文情势变化评价、主要水文特征值影响评价、生态流量符合性评价 ☐ 对于新设或调整入河（湖库、近岸海域）排放口的建设项目，应包括排放口设置的环境合理性评价 ☐ 满足生态保护红线、水环境质量底线、资源利用上线和环境准入清单管理要求 ☒				
	污染源排放量核算	污染物名称 （ ）		排放量/（t/a） （ ）		排放浓度/（mg/L） （ ）
	替代源排放情况	污染源名称 （ ）	排污许可证编号 （ ）	污染物名称 （ ）	排放量/（t/a） （ ）	排放浓度/（mg/L） （ ）

	生态流量确定	生态流量：一般水期（ ）m ³ /s；鱼类繁殖期（ ）m ³ /s；其他（ ）m ³ /s 生态水位：一般水期（ ）m；鱼类繁殖期（ ）m；其他（ ）m		
防治措施	环保措施	污水处理设施 ☐ ；水文减缓设施 ☐ ；生态流量保障设施 ☐ ；区域削减 ☐ ；依托其他工程措施 ☐ ；其他 ☐		
	监测计划		环境质量	污染源
		监测方式	手动 ☒ ；自动 ☐ ；无监测 ☐	手动 ☐ ；自动 ☐ ；无监测 ☒
		监测点位	（出矿区溪流、南洼河矿区上游500m、下游500m）	（ ）
		监测因子	（pH、氨氮、硝酸盐、铅、砷、镉、铬、汞、硫酸盐、铜、锌、镍）	（ ）
	污染物排放清单	不排放		
评价结论		可以接受 ☒ ；不可以接受 ☐		
注：“□”为勾选项，可√；“（ ）”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。				

9 地下水环境影响评价

9.1 地下水开发利用现状及敏感目标

评价区及周边无集中式地下水供水水源地，附近无机井开采地下水。本次水文地质勘察内分布有 7 个泉点（详见 1: 10000 水文地质图），勘察区泉点调查情况见表 9.1，均用于农田灌溉。项目区周边分布有四个村庄，西马新寨、龙安村、埋窝村、拉线分场八队，4 个村庄均分布有地下水井，但与矿区之间存在分水岭，与矿区地下水无直接补排关系，因此，本项目无地下水保护目标。

调查范围内地下水利用现状情况见表 9.1 和图 9-1。

表 9.1 勘察区泉水点调查统计表

地下水系统	采场及水流向相对位置	泉点编号	泉点坐标		泉点标高(m)	泉点流量(L/s)	泉点性质	备注	用途
			X	Y					
风化裂隙潜水含水层	上游无采场	Q1	**	**	1175.56	0.080	下降泉	季节性	灌溉
		Q2	**	**	1093.21	0.155			
	6#采场	Q3	**	**	1065.78	0.027			
	2#采场	Q4	**	**	1083.22	0.128			
	上游无采场	Q5	**	**	1045.31	0.140			
	3#采场下游	Q6	**	**	1033.16	0.240			
	广允道路旁	ql	**	**	1005.38	0.006		常年性	

表 9.2 周边居民饮用水源

序号	名称	与矿区相对位置(km)	人数(人)	饮用水
1	西马新寨	E1.5	896	自家水井+北部山上山泉水
2	龙安村	SE0.8	1168	自家水井+吕良村委会吕龙小组寨子头山溪水
3	埋窝村	SE2.0	277	
4	拉线分场八队	SE3.0	189	村集中地下水井

9.2 区域地质和水文地质条件

9.2.1 地形地貌

区域处于横断山滇西纵谷区南段，区内山脉属帮棍尖山，基本呈近北东向展

布，地势北高南低，海拔最高 2081.4m（北东部的棒棍尖山），最低海拔 931.3m（陇川县的南洼河），相对高差 1150.1m。受区域地质构造的影响，勘察区以北地貌属中山切割地貌，山势较陡峻，连绵起伏，一般山坡坡度在 25~35°左右，局部大于 50°。以南属山间河谷冲积平原地貌区，地势较平缓，坡度在 5~15°左右。勘察区处于两地貌的交接地带。

9.2.2 地层岩性

矿区位于冈底斯——念青唐古拉褶皱系（一级）伯舒拉岭高黎贡山褶皱带（二级）泸水——陇川褶皱束（三级），位于腾冲岩浆弧带陇川江燕山期岩浆弧南段。结晶基底为下元古界高黎贡山群中深变质岩系，受后期花岗岩侵入活动的破坏，寒武系以上地层保存较差。

区域范围内主要出露地层为下元古界高黎贡山群（Pt₁G）变质岩系和第四系（Q）洪冲积、残坡积松散以及燕山期岩浆岩（γ_n）。

（1）高黎贡山群（Pt₁G）：见于矿区外北部及南部的中山地形区域，出露面积较小。岩性为灰白色中粒石英岩、石英片岩及少量黑云变粒岩、黑云斜长片麻岩、黑云片岩。厚度大于 267m。

（2）洪冲积层（Q^{apl}）：出露于矿区南东的河谷溪流冲积地带，岩性由粘土、粉质粘土、砂土层、砾石层等组成，表层均为耕殖土层所覆盖，粘土、粉质粘土层呈灰色、灰黑色，局部夹有泥炭，层厚 2~3m；其下渐变为细砂、砂砾石，粘粒含量较高，级配不良，厚度变化较大，一般 4~8m。

（3）残坡积层（Q^{edl}）：呈面状覆盖于矿区地表，据母岩划分为花岗岩残积层和高黎贡山岩群残积层。花岗岩残积层厚薄依地形地貌变化，一般山顶较薄。根据颜色、矿物组合特点，将残积层进一步划分为腐植层（Q^{edl4}）、红土化层（Q^{edl3}）、花岗岩全风化层（Q^{edl2}）、花岗岩全强风化层（Q^{edl1}）。腐植层似薄被状分布于全区，主要为褐黑、褐色砂质粘土，层厚 0~0.5m；红土化层为砖红色、红色、黄红色砂质粘土层，含 30%左右的石英碎块和 15%的长石碎块，为铁、铝富集层，平均厚 2.13m，PH 值 5.4~7.05；花岗岩全风化层呈黄白相间，局部地段为红白相间的粉砂质土壤组成，由石英（约 30%）、长石（约 60%）、云母（约 5%）、磁铁矿（微量）、黄铁矿（微量）、赤铁矿（微量）、钛铁矿（微量）、锆石（微量）等组成，PH 值 6.32~7.3，微酸性，层厚 1.15m~11.90m，平均厚度 6.42m；花岗

岩全强风化层为灰白色细砂，多见球状风化体，PH 值 6.31，微酸性。

(4) 燕山期黑云二长花岗岩 (γ_1)，属贡山——腾冲侵入岩亚带东部地带的帮棍尖山岩体的一部分。帮棍尖山岩体沿中元古界高黎贡山岩群轴部出露，呈北东——南西向展布，与区域构造线基本一致。岩体呈岩基产出，长 40 多 km，宽约 10km。岩体无明显的岩相分带，岩性主要为变斑状黑云二长花岗岩和细粒黑云二长花岗岩，出露面积约 3.95km²，岩石具中粗粒似斑状结构，块状构造，似斑晶由钾长石 (40~45%) 组成，基质由斜长石 (15~20%)、石英 (22~28%)、普通角闪石 (3~5%) 及黑云母 (2~3%) 组成。

区域地层情况详见图 9-2 地质综合柱状图、图 9-3 地形地质图。

9.2.3 区域地质构造

区内构造不发育。区域上华力西期帮棍花岗岩基和中元古界高黎贡山群在构造线上均基本一致，呈北东—南西向展布，未见大的断裂通过矿区。矿区外围有北北东向、近南北向和北西向三组断裂，矿区内反映为有温泉出露于矿区两侧，普遍见锆石、磷灰石晶形有裂纹和晶形扭曲、石英具尖锐棱角状的碎裂结构等。具体特征及分布状况详见图 9-4 区域地质构造纲图。

9.2.4 区域水文地质条件

9.2.4.1 含水层与隔水层

区域主要含水层、隔水层可分为：①第四系松散层孔隙透（含）水层；②基岩裂隙含水层；③花岗岩风化裂隙含水层；④中风化带及以下微~未风化基岩隔水层。具体情况分述如下：

1) 含水层及富水性

(1) 第四系松散层孔隙含水层

第四系地层根据透（含）水程度的不同，又分为强、较强富水性含水层区段：

①强富水性含水层区段岩性以砂土、砾砂为主，分布于评估区南东部的第四系冲积、洪积地层中，厚度 4~8m。含孔隙潜水，水位埋深 1~2m，渗透系数 0.5~0.7cm/s，属强透水层，富水性强。

②较强富水性含水层区段岩性以含砾砂土、粉质粘土为主，分布于山坡及坡脚等地段，厚度约 0~10m。主要起透水作用，局部地段含孔隙潜水，该层渗透系数 K 为 0.02~0.5cm/s，属较强透水层，富水性较强。

(2) 新近系上新统忙棒组 (N_2m)

半胶结砾岩, 砂砾岩、砂岩, 粘土岩夹褐煤数层。单井涌水量 100-1000 吨/日, 最大 $5692m^3/d$ 。地下径流模数 $1.2\sim1.4 L/s \cdot Km^2$, 泉流量 $0.3\sim0.5L/s$, 富水性中等。

(3) 高黎贡山岩群基岩裂隙含水层 (Pt_1G)

岩性以灰白色中粒石英岩、石英片岩及少量黑云变粒岩、黑云斜长片麻岩、黑云片岩为主。分布于矿区北部外侧, 厚度 $>267m$, 泉水流量 $<0.05L/s$, 地下径流模数 $2\sim4L/s \cdot Km^2$, 渗透系数 $0.22\sim0.35cm/s$, 属较强透水层, 地下水以潜水为主, 区域富水性中等。

(4) 燕山期花岗岩风化裂隙含水层 (γ_n)

岩性为黑云二长花岗岩, 分布于矿区全部, 全-强风化厚度 $10\sim25m$ 。由花岗岩风化带的风化裂隙构成网状含水层, 泉水流量为 $0.01\sim0.51 L/s$, 地下径流模数 $1\sim2L/s \cdot Km^2$, 全-强风化层渗透系数 $0.0001\sim0.001cm/s$, 属中等透水层, 地下水以潜水为主, 区域总体富水性弱。

2) 隔水层

根据区域资料, 隔水层为燕山期花岗岩中风化以下微~未风化基岩, 一般深度在 $15\sim35m$ 间, 随地形、岩性的不同变化较大。变质岩分布区域其埋深较浅; 矿区范围内下伏基岩大部分为花岗岩, 埋深较大。

区域 1:5 万水文地质图见图 9-5。

9.2.4.2 地下水补给、迳流、排泄条件

该区位于伊洛瓦底江上游的大盈江和龙江(瑞丽江)两大支流之间, 属伊洛瓦底江水系(流域)。所处区域水文地质单元滇西中岩浆岩、碎屑岩类水文地质亚区, 区域地表水与地下水分水岭基本一致。以区域地表水分水岭为界自西向东划分四个水文地质单元, 矿区处于西南部的邦外中寨-西马新寨区域水文地质(III)单元内, 属该区域水文地质单元的径流、排泄区, 地下水总体由北东向南西迳流、排泄汇于南洼河, 主要在北部接受大气降雨补给。

9.3 项目区地质和水文地质条件

9.3.1 地形地貌

勘察区总体地势为北西高, 南东低, 最高点位于北部的无名山头, 海拔

1269.4m，最低点位于南部南洼河出口附近，海拔 983.2m，相对高差为 286.2m，地形坡度 $5^{\circ}\sim 40^{\circ}$ ，局部达 50° ，属中山中切割地貌。

9.3.2 地层岩性

矿区内地层出露较简单，主要为表层人工填土(Q^{ml})及第四系残坡积(Q^{el+dl})、冲洪积(Q^{al+pl})和新近系上新统忙棒组(N_2m)覆盖和下部黑云二长花岗岩(γ_n)以及外围高黎贡山岩群变质岩系(Pt_1G)。

(1) 人工填土(Q^{ml})回填于矿区部分表层，灰红、灰白色，岩性以含砾粉质粘土、砾砂、粉砂为主，软-可塑状，松散，稍湿-饱和，回填时间小于 10 年，来源为矿山剥土、渣土及建筑弃土，本次钻孔揭露厚度 0.7~17.5m。

(2) 第四系残坡积层(Q^{el+dl})覆盖于矿区表层，岩性为灰白、灰黑色含砾粉质粘土、粉砂，软-可塑状，稍湿-很湿，石英含量 30%左右，常见呈尖棱角状，碎裂现象普遍见及，油脂光泽，长石含量 15%左右，边缘高岭土化明显，颜色变黄。本次钻孔揭露厚度 1.0~8.84m，随地形变化，山顶较薄，山脚处较厚。为本次设计主要开采层位。

(3) 第四系冲洪积(Q^{al+pl})分布于矿区冲沟地带，岩性为灰白、灰褐色混砾粘性土及砂砾石层，松散，饱和，石英含量 35%左右，常见呈亚圆形状，碎裂现象普遍见及，油脂光泽，长石含量 18%左右。本次钻孔揭露厚度 2.1~16.3m，随地形变化，沟谷两岸较薄，沟床、沟口处较厚。

(4) 新近系上新统忙棒组(N_2m)：半胶结砾岩，砂砾岩、砂岩、粘土岩夹褐煤数层。主要分布于矿区外南东面龙安村一带，矿区内仅在 ZK15 号孔中见，揭露厚度 15.00~20.70m。

(5) 黑云二长花岗岩(γ_n)：中粗粒似斑状结构，块状构造，矿物成份有长石、石英、普通角闪石及黑云母等组成，易风化。本次钻孔全风化层揭露厚度 3.70~42.00m，强风化层揭露厚度 3.20~31.80m；中风化层揭露顶板埋深 7.50~53.00m，微风化层揭露顶板埋深 11.90~49.30m。球状风化现象多见，风化后岩石多呈砂土状，长石大多数已高岭土化，风化程度自上而下渐弱。其全风化层是矿区主要含矿体。

①全风化黑云二长花岗岩散体极软岩组(IV)：为区内主要含矿层，由黄白相间，红白相间的粉砂质土壤及石英、长石、云母、磁铁矿(微量)、黄铁矿(微

量)、赤铁矿(微量)、钛铁矿(微量)、锆石(微量)等组成。结构较松散,呈砂土状,偶夹石英碎石,中压缩性土,稳定性差,类比相似矿山地层岩组特性,岩石单轴饱和抗压强度 $R_c < 5$ 。揭露厚度 3.7~42.0m。

②强风化黑云二长花岗岩碎裂结构较软岩岩组(III):由黄白相间,红白相间的粉砂质土壤及石英、长石、云母、磁铁矿(微量)、黄铁矿(微量)、赤铁矿(微量)、钛铁矿(微量)、锆石(微量)等组成。以短柱状、碎石状为主,岩芯较破碎。风化裂隙发育,稳定性差,类比相似矿山地层岩组特性,岩石单轴饱和抗压强度 $R_c = 5 \sim 30 \text{Mpa}$, $RQD = 0$ 。根据 JC7、JC15、KC11 三孔三组岩石物理力学实验成果(见附件二):断层破碎带的饱和点荷载强度平均值 $I_s = 0.19 \text{Mpa}$ 。揭露厚度 3.2~31.8m。

③中风化黑云二长花岗岩较坚硬块状岩组(II):岩石较坚硬、裂隙较少, $RQD = 30 \sim 50\%$ 。根据 JC2、JC7、JC9、JC15、KC4、KC11 六孔九组岩石物理力学实验成果(见附件二):单轴饱和抗压强度 $R_c = 25.5 \sim 62.0 \text{Mpa}$,内聚力 $C = 1.62 \sim 1.68 \text{Mpa}$,内摩擦角 $\phi = 46.8 \sim 47.1^\circ$,饱和点荷载强度平均值 $I_s = 1.81 \text{Mpa}$ 。该层为矿体底板,岩石物理力学强度大,岩石软化性弱,抗水、抗风化能力强,工程地质特性较好。中风化层顶板埋深 7.5~53.0m。

④微风化花岗岩及石英岩坚硬块状岩组(I):岩石坚硬致密,岩石单轴饱和抗压强度 $R_c > 60 \text{Mpa}$, $RQD = 40 \sim 60\%$,岩石物理力学强度大,抗水、抗风化能力强,工程地质特性较好,揭露顶板埋深 11.90~49.30m。

(6)高黎贡山岩群(Pt_1G):见于矿区外围北部及南部,出露面积较小。岩性为灰白色中粒石英岩、石英片岩及少量黑云变粒岩、黑云斜长片麻岩、黑云片岩。厚度大于 267m。

上述地层分布见图 9-6 典型水文地质钻孔柱状图。

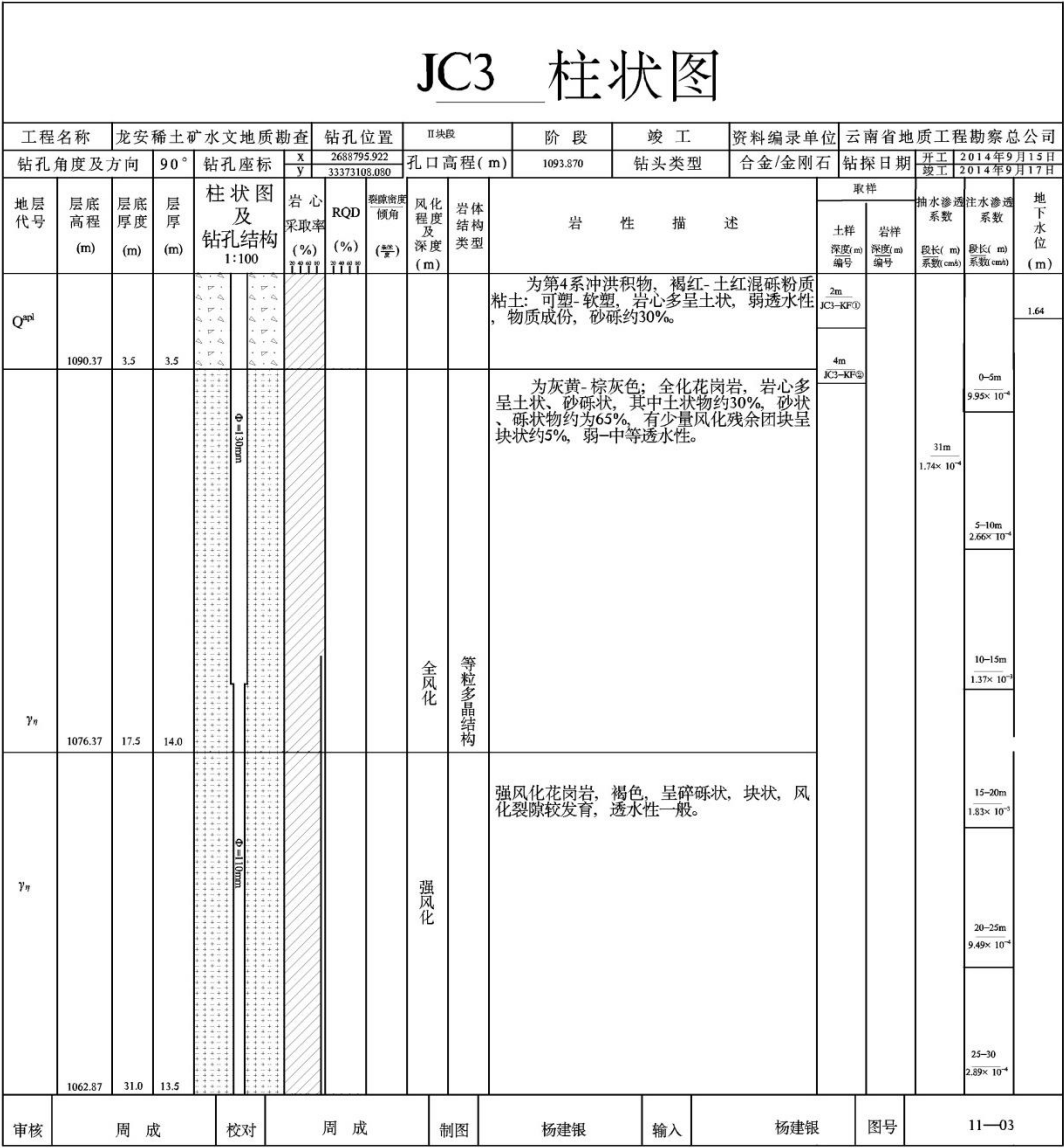


图 9-6（1） 矿区北部采场钻孔柱状图

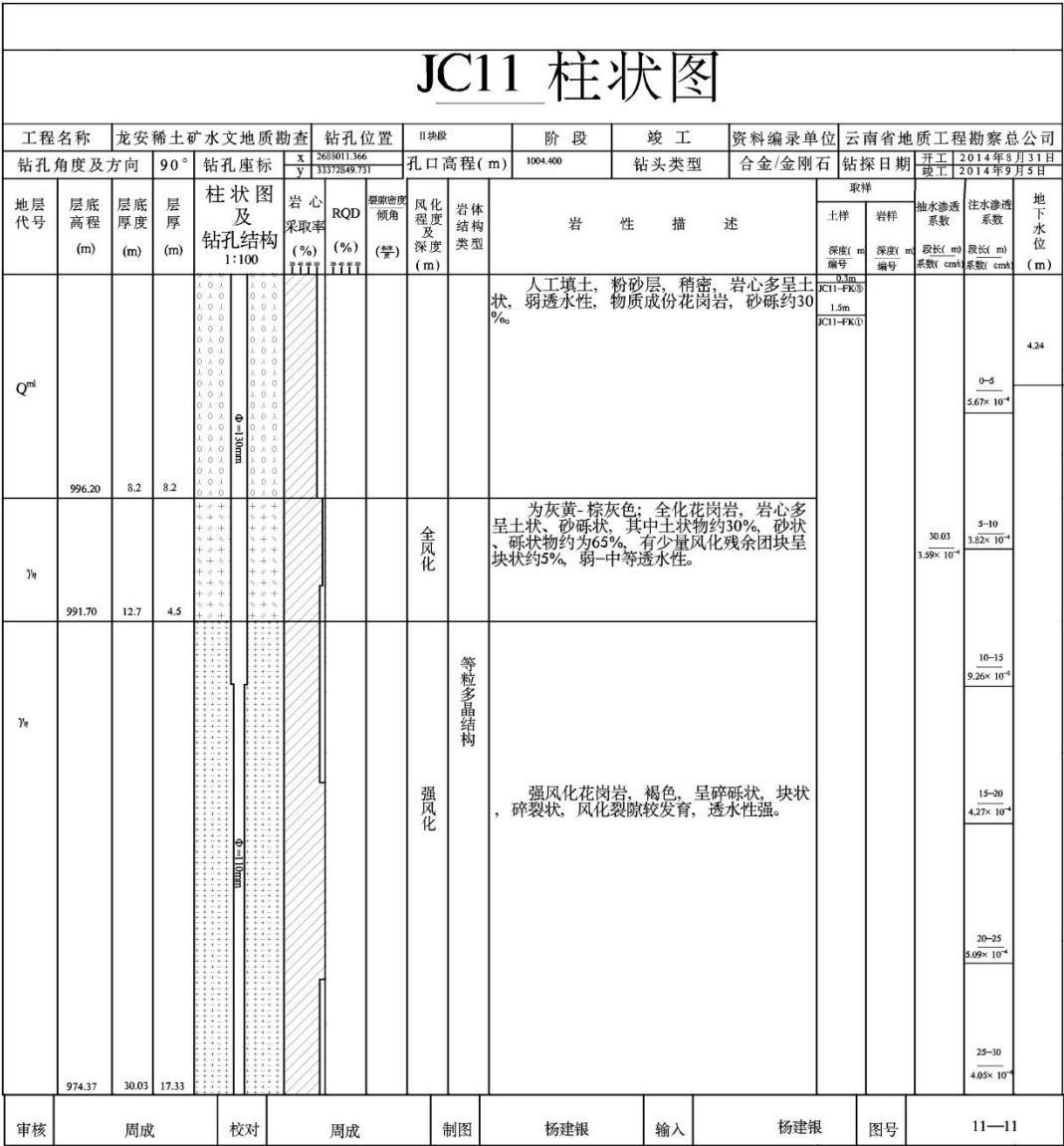


图 9-6（1） 矿区南部采场钻孔柱状图

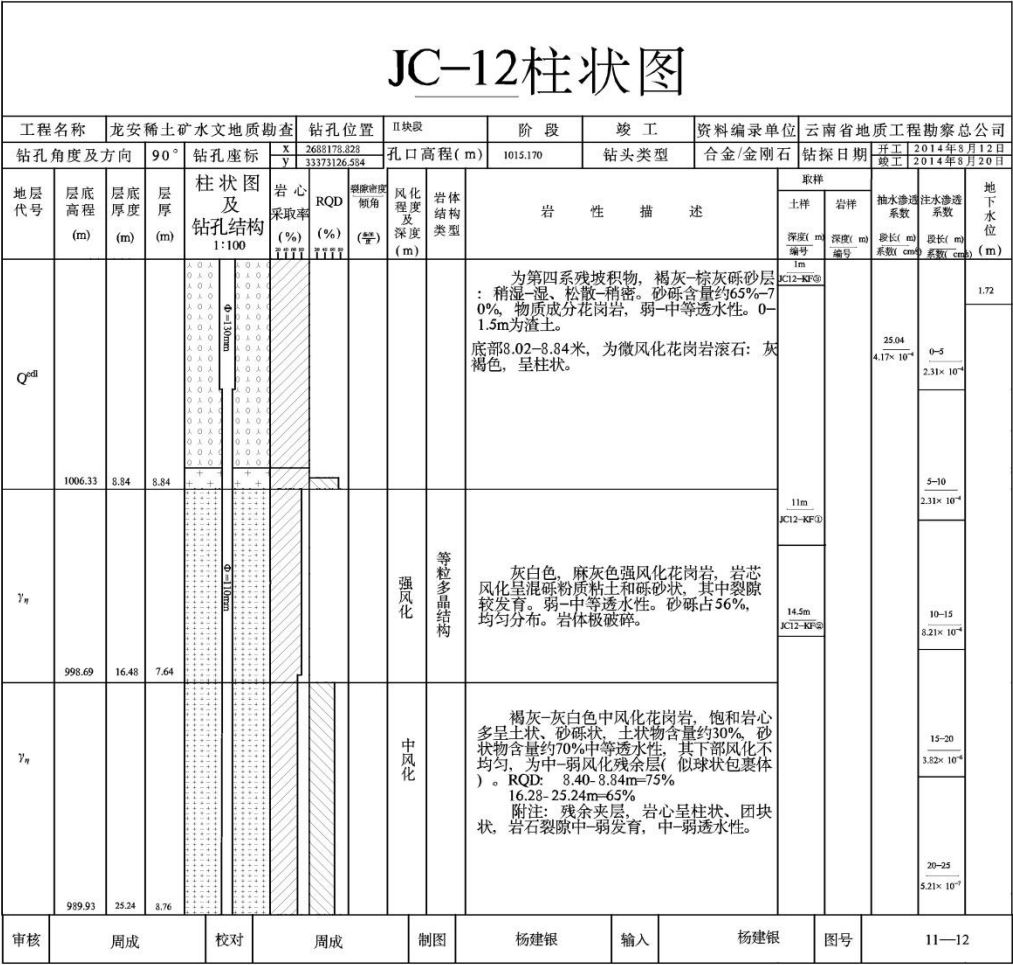


图 9-6（3）母液车间钻孔柱状图

9.3.3 地质构造

矿区范围内未见有大型断裂构造通过，区内地质构造影响主要反映为受区域挤压作用，岩石表现为普遍碎裂，岩体较破碎，无明显断裂构造痕迹。根据物探成果资料：断层构造不明显，节理裂隙发育，区内花岗岩风化强烈。根据钻孔揭露地层情况，均有岩石风化不一及岩体破碎等特点，说明浅层节理裂隙的存在。矿区开采对全、强风化带的地下水有一定污染影响。花岗岩分布区域则以风化带网状裂隙为主，平面分布变化较小，深度变化多随地形而异；矿区浅层花岗岩也以风化带网状裂隙为主，中部则以层间小构造裂隙为主，平面上分布变化不大，发育深度也不大，不会延伸到微风化层。

9.3.4 水文地质单元及边界

矿区地处中山区。在采矿许可证范围内，矿区范围基本处于山坡、沟床、洼地地段，在区域邦外中寨-西马新寨水文地质单元（Ⅲ）的西南部中，该区域水

文地质单元（Ⅲ）在北部接受大气降水补给，矿区内大部分处于地下水迳流区，丰水期在局部低洼的沟谷处，见有地下水出露点，形成局部的地下水排泄点。矿区水文地质勘察类型属孔隙含水层直接充水为主的简单类型。依据区域水文地质单元地下水补、径、排条件，矿区地下水与地表水分水岭基本一致，以矿区地下水分水岭为界划分为三个水文地质小单元，即三个水文地质块段，分述如下：

（1）中西部水文地质块段（Ⅰ）

该水文地质块段（Ⅰ）分布于矿区中西部，发育有 C_1 、 C_2 、 C_5 冲沟水系，呈宽带状沿近北—南方向展布。块段北部以图幅边界为补给边界，补给区为石英岩（ Pt_1G ），径流区、排泄区为花岗岩（ γ_1 ）；东部边界为 C_2 冲沟东面山脊地表分水岭；西部边界为 C_5 冲沟西面山脊地表分水岭；南部以南洼河为排泄边界。不同高程出露有 $S_1 \sim S_4$ 泉点四个， C_1 、 C_2 冲沟水系在 JC_9 号孔处交汇后又与 C_5 冲沟水汇合流入南洼河。该块段布置有 4#、7#采矿场及 5#、6#采矿场西部。

（2）中部水文地质块段（Ⅱ）

水文地质块段（Ⅱ）分布于矿区中部，发育有 C_3 、 C_4 冲沟水系，呈扇形状沿北—南西方向展布。块段北部以山脊地表分水岭为边界；东部边界为 C_3 、 C_4 冲沟东面山脊地表分水岭；西部边界为 C_3 冲沟西面山脊地表分水岭；南部以南洼河为排泄边界。出露有 S_5 泉点一个， C_3 、 C_4 冲沟水系在 JC_{14} 号孔处交汇后流入南洼河。该块段布置有 1#、2#、3#采矿场及 5#、6#采矿场东部。

（3）东部水文地质块段（Ⅲ）

该水文地质块段（Ⅲ）分布于矿区东部，发育一条地表水系，呈宽带状沿北—南方向展布。块段北部以图幅边界为补给边界，补给区为花岗岩和石英岩地层，径流区、排泄区为花岗岩地层；东部边界为图幅边界；西部边界为 C_3 、 C_4 冲沟东面山脊地表分水岭；南西部以南洼河为排泄边界，南部以 N_{2m} 地层界线为阻水边界，出露有 S_6 泉点一个。该块段未布置采矿场。

矿区水文地质情况见图 9-7。

9.3.5 含、隔水层

矿区含水层主要是：上部为人工填土、第四系松散层孔隙透（含）水层、新近系上新统忙棒组裂隙含水层，下部花岗岩风化裂隙含水层

（1）第四系人工填土松散层孔隙透（含）水层：分布于矿区部分表层，厚

度 0.7~17.5m, 岩性以含砾粉质粘土、砾砂、粉砂为主, 地下水水力性质属潜水。据野外注水试验成果: 人工填土渗透系数为 $1.16 \times 10^{-5} \sim 8.03 \times 10^{-3} \text{cm/s}$, 渗透性弱-中等, 即富水性弱-中等。又据野外渗水试验成果: 堆渣场渣土渗透系数为 $1.54 \times 10^{-3} \sim 2.12 \times 10^{-2} \text{cm/s}$, 渗透性中等, 即富水性中等。

(2) 第四系松散层残坡积孔隙透(含)水层: 分布于矿区表层, 厚度 1.0~16.3m, 岩性为含砾粉质粘土、粉砂, 属潜水。据野外注水试验成果: 该层渗透系数为 $2.08 \times 10^{-5} \sim 3.00 \times 10^{-3} \text{cm/s}$, 渗透性弱-中等, 即富水性弱-中等。

(3) 第四系松散层冲洪积孔隙透(含)水层: 分布于矿区冲沟地带, 岩性为灰白、灰褐色混砾粘性土及砂砾石层, 潜水, 揭露厚度 2.1~16.3m。据野外注水试验成果: 该层渗透系数为 $1.19 \times 10^{-4} \sim 9.88 \times 10^{-3} \text{cm/s}$, 渗透性中等, 即富水性中等。随地形变化, 沟谷两岸较薄, 沟床、沟口处较厚。

(4) 新近系上新统忙棒组半成岩裂隙含水层: 主要分布于矿区外南东面龙安村一带, 矿区内仅在 ZK15 号孔中见, 揭露厚度 15.00~20.70m。据野外注水试验成果: 渗透系数为 $3.11 \times 10^{-3} \text{cm/s}$, 渗透性中等, 即富水性中等。

(5) 花岗岩风化裂隙含水层: 钻孔揭露厚度 16.4~52.8m。由花岗岩风化带的风化裂隙构成网状含水层, 地下水以潜水为主。据野外注水试验成果: 全风化带渗透系数为 $2.89 \times 10^{-4} \sim 9.49 \times 10^{-4} \text{cm/s}$, 渗透性中等, 即富水性中等; 强风化带渗透系数为 $4.98 \times 10^{-4} \sim 1.52 \times 10^{-3} \text{cm/s}$, 渗透性中等, 即富水性中等; 中风化层渗透系数为 $2.43 \times 10^{-4} \sim 8.45 \times 10^{-4} \text{cm/s}$, 渗透性中等, 即富水性中等; 微风化层渗透系数为 $5.79 \times 10^{-7} \sim 5.67 \times 10^{-6} \text{cm/s}$, 渗透性极微-微透水, 即富水性极弱-弱。

另外, 根据野外钻孔抽水试验成果: 全孔混合含水层渗透系数为 $3.24 \times 10^{-4} \sim 9.84 \times 10^{-4} \text{cm/s}$, 渗透性中等, 单井涌水量为 17.57~37.88m³/d, 富水性弱, 影响半径 R 为 14.76~31.33m。

2) 矿区隔水层

矿区隔水层为燕山期花岗岩微风化基岩。据野外 8 个钻孔注水试验成果(JC1、JC5、JC7、JC9、JC12、JC13、KC2、KC7): 微风化层渗透系数为 $5.79 \times 10^{-7} \sim 5.67 \times 10^{-6} \text{cm/s}$, 极微-微透水, 深度为 15~20m, 富水性弱。极微透水层(隔水层)顶板埋深一般在 20~35m 之间, 微风化层揭露最大底板埋深为 40.00m (JC7 和 KC7)。

9.3.6 地下水补、径、排关系

矿区三个水文地质块段的补、径、排条件基本相同，地下水主要补给来源为大气降水。矿区水文地质勘察类型属孔隙含水层直接充水为主的简单类型。三个水文地质块段在北部区域水文地质单元接受大气降水补给后，通过第四系孔隙及风化裂隙垂直入渗，随地形坡降向裂隙发育处汇集，并在花岗岩岩体内部形成脉状或带状展布的弱富水带。地下水径流方向基本与降水形成的地表径流方向一致。地下水径流速度较滞缓，主要以蒸发和向沟谷区补给，第四系松散层以散流、片流及泉点的方式向下游临谷排泄，在沟谷、洼地等形成溪沟地表水后流入南洼河。

9.3.7 地下水与地表水的补排关系

矿区内地表水体以季节性沟谷溪流水为主，季节性水流受降雨控制，流量变化大，矿区外南面临近南洼河（中缅界河），勘察期间估测流量约 50L/s。矿区地下水主要靠大气降水通过第四系孔隙及风化裂隙垂直入渗补给，二者水力联系十分紧密。地下水以泉水形式出露沟谷形成地表溪流水，大部分溪流水向下游低洼处及南洼河排泄，少量溪流又局部渗入补给地下水，地下水向下游区外南洼河径流排泄，因此，矿区地下水与地表溪流水的水力联系较密切，与地表水南洼河存在水力联系（见表 9.3）。

表 9.3 矿区采矿场地下水与地表水的水力联系表

采矿场（矿块）					地下水与下游地表水的补排关系
位置	编号	长度（m）	宽度（m）	面积（m ² ）	
中西部水文地质块段（I）	4#	55	78	4290	北部接受大气降水补给，大部分处于地下水迳流区，丰水期在低洼的沟谷处，以散流、片流及泉点(Q ₁ ~Q ₄ 四个)方式向下游排泄，溪沟汇集地表水后排入南洼河。
	5#西侧	50	88	4400	
	6#西侧	48	97.92	4700	
	7#	80	80.13	6410	
中部水文地质块段（II）	1#	42	206.81	8686	接受大气降水补给，大部分处于地下水迳流区，丰水期在局部低洼的沟谷处，以散流、片流及泉点(Q ₅)的方式向下游排泄，形成局部的地下水排泄点，溪沟汇集地表水后排入南洼河。
	2#	70	151.10	10577	
	3#	76	133.20	10123	
	5#东侧	43	51.28	2205	
	6#东侧	48	98.13	4710	

9.3.8 水文地质试验

9.3.8.1 单环渗水试验

对包气带土层进行渗水试验，目的是求得拟采矿区内包气带土层的垂向渗透系数。试坑渗水试验在勘察孔旁侧进行，本次试验 52 次，采用单环试验方法。

试验点的选择不仅考虑了各水文地质单元的上、中、下游（见五万水文地质图），且分布于花岗岩残积土层、冲积土层、全风化层、强风化层、中风化层等各土层上，以测试各风化带土层的渗透系数。

渗透系数的计算按（SL 345-2007）中公式进行。即：

$$K=16.67 \frac{Q}{F}$$

式中， K ——渗透系数（cm/s）；

Q ——稳定渗入水量（l/min）；

F ——渗水面积（cm²）；

单环注水试验的详细情况详见附表 2“野外双环渗水试验记录”，试验结果详见表 9.4“双环渗水试验成果表”：

从表 9.4 可知，勘察区土层结构松散，防污性能弱。

9.3.8.2 抽水试验

勘察期间，进行了 26 个钻孔的全孔抽水试验，取得含水层的综合渗透系数。

抽水试验公式如下：

$$K=0.732 \frac{Q}{S_w(2H-S_w)} \lg \frac{R}{r_w}; \quad R=2S\sqrt{HK}$$

式中： K -渗透系数（m/d）； Q -抽水孔涌水量（m³/d）； H -试验段长（m）； S 、 S_w -水位降深（m）； R -影响半径（m）； r_w -钻孔半径（m）。

抽水试验成果见

表 9.5。

9.3.8.3 注水试验

勘察期间，在矿区范围内共施工钻孔 30 个，采用常水头注水试验方法，取得含水层的综合渗透系数。

注水试验计算公式如下：

$$K=0.423 \frac{Q}{h^2} \lg \frac{2h}{r_w}$$

式中： K -渗透系数（m/d）； Q -稳定注水量（m³/d）； r_w -钻孔半径（m）； h -注水水头高度（m）。

注水试验成果见

表 9.5。

表 9.4 单环渗水试验成果表

试坑点 编号	试坑点坐标及高程			水文地 质块段 位置	试验土 层名称	试坑 深度	水层 厚度	试验数据		过水 面积	计算结果	
								注入 水量	稳定 流量		渗透系数 k	
	X	Y	H			(m)	(m)	(ml)	(cm ³ /分)	(cm ²)	(m/d)	(cm/s)
JC9-②	**	**	1095.62	I	强风化	0.30	0.10	391	78.20	295.59	3.81	4.41×10 ⁻³
JC10-②	**	**	1073.42		强风化	0.30	0.10	1586	317.20		15.47	1.79×10 ⁻²
KC4-②	**	**	1043.62		强风化	0.30	0.10	49	9.80		1.57	1.82×10 ⁻³
KC5-②	**	**	1051.62		强风化	0.30	0.10	2414	482.80		23.50	2.72×10 ⁻²
					平均值						11.09	1.28×10⁻²
现 JC2-②	**	**	1142.52	II	全风化	0.30	0.10	3130.5	626.10	295.59	30.50*	3.53*×10 ⁻²
JC3-②	**	**	1104.42		全风化	0.30	0.10	311	62.20		3.03	3.51×10 ⁻³
JC4-②	**	**	1083.42		全风化	0.30	0.10	840	168.00		8.18	9.47×10 ⁻³
JC20-②	**	**	1007.22		全风化	0.30	0.10	779	155.80		7.59	8.78×10 ⁻³
JC13-②	**	**	1013.12		全风化	0.30	0.10	1035	207.00		10.11	1.17×10 ⁻²
KC11-②	**	**	1013.32		全风化	0.30	0.10	614	122.80		5.98	6.92×10 ⁻³
					平均值						6.98	8.08×10⁻³
JC5-②	**	**	1036.22		强风化	0.30	0.10	511	102.20	295.59	4.98	5.76×10 ⁻³
JC6-②	**	**	1083.52		强风化	0.30	0.10	291	58.20		2.83	3.28×10 ⁻³
JC12-②	**	**	1037.22		强风化	0.30	0.10	620	124.00		6.04	6.99×10 ⁻³
JC14-②	**	**	1014.82		强风化	0.30	0.10	620	124.00		6.04	6.99×10 ⁻³
KC2-②	**	**	1074.62		强风化	0.20	0.10	799	159.80		7.78	9.01×10 ⁻³
					平均值							5.53
JC7-②	**	**	1030.02	III	全强风	0.30	0.10	938	187.60	295.59	9.16	1.06×10 ⁻²

表 9.5 钻孔抽、注水试验成果汇总表

水文地质块段	岩土 地层 名称	注水试验平均值		抽水试验平均值					
		渗透系数 K		渗透性 分级	频数 (次)	涌水量 Q	渗透系数 K	影响半径 R	渗透性分 级
		频数(次)	(cm/s)			(m ³ /d)	(cm/s)	(m)	
I	回填土	5	3.70×10 ⁻⁴	中等透水	6	18.64	9.84×10 ⁻⁴	14.76	中等 透水
	残坡积	2	4.28×10 ⁻⁴						
	冲洪积	3	1.15×10 ⁻³						
	全风化	8	2.89×10 ⁻⁴	中等透水					
	强风化	18	1.52×10 ⁻³						
	中风化	4	8.45×10 ⁻⁴						
	微风化	4	5.67×10 ⁻⁶	微透水					
II	回填土	14	1.28×10 ⁻³	中等透水	15	17.57	4.51×10 ⁻⁴	21.53	中等 透水
	残坡积	4	7.67×10 ⁻⁴						
	冲洪积	3	4.63×10 ⁻⁴						
	全风化	19	7.06×10 ⁻⁴	中等透水					
	强风化	34	4.98×10 ⁻⁴						
	中风化	14	2.43×10 ⁻⁴						
	微风化	9	1.85×10 ⁻⁶	微透水					
III	回填土	4	2.49×10 ⁻³	中等透水	5	37.88	3.24×10 ⁻⁴	31.33	中等 透水
	残坡积	2	1.04×10 ⁻⁴						
	冲洪积	7	2.21×10 ⁻³						
	全风化	32	9.49×10 ⁻⁴	中等透水					
	强风化	10	6.25×10 ⁻⁴						
	中风化	9	5.56×10 ⁻⁴						
	微风化	1	5.79×10 ⁻⁷	极微透水					
平均值(合计)		(206)			(26)	24.70	5.86×10 ⁻⁴	22.54	
备注	岩土渗透性分级：强 10 ⁻² ≤K<10 ⁰ ；中等 10 ⁻⁴ ≤K<10 ⁻² ；弱 10 ⁻⁵ ≤K<10 ⁻⁴ ；微 10 ⁻⁶ ≤K<10 ⁻⁵ ；极微 K<10 ⁻⁶								

9.3.9 包气带浸溶试验

根据矿石全元素分析，其重金属含量与《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）中风险筛选值对比情况见表 9.6。

表 9.6 矿石中重金属含量与土壤质量标准对比表

元素	矿石中含量	GB15618-2018 筛选值 (mg/kg)
砷	3.08×10^{-6}	25
汞	0.081×10^{-6}	1.3
铬	31.2×10^{-6}	150
镉	0.025×10^{-6}	0.3
铅	39.3×10^{-6}	70

由表 9.6 可见，矿石中重金属含量低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）中风险筛选值，矿石中重金属含量低。

采取包气带土样进行浸溶试验，测试浸溶液成分，监测因子为 pH、氟化物、氰化物、锌、铜、镉、六价铬、铅、砷、汞共 10 项。

监测结果见表 9.7，可知，包气带土壤浸溶液成分全部满足江西省《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB361016-2018）、《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准要求，说明矿区包气带尚未被污染。

表 9.7 矿区内风化岩土体浸出毒性浓度 单位：mg/L（pH 除外）

因子	危害成分检测浓度	DB361016-2018	GB/T14848-2017
Ag	<0.002		0.05
F ⁻	0.34	8	1
Cr ⁶⁺	<0.004		0.05
Se	<0.001		0.01
As	0.001		0.01
Hg	0.0002		0.001
Ba	0.024		0.7
Be	<0.001		0.002
Cd	<0.001	0.05	0.005
Cu	0.001		1
Ni	0.001		0.02
Pb	0.002	1.0	0.01
Zn	0.004		1
pH	8	6~9	6.5~8.5
氨氮	8.5	15	0.5
硫酸盐	196	800	250

可知，包气带土壤浸溶液成分全部满足江西省《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB361016-2018），除氨氮外，其它监测因子均满足《地下

水质标准》（GB/T14848-2017）III类标准要求，说明矿区包气带受到历史开采的氨氮污染。

9.4 地下水环境模拟预测与评价

模拟区为山区，在自然条件下，山顶及山坡上部无连续地下水位，含水层透水而不含水。

在建立结构模型、输入源汇项以及水文地质参数后，通过稳定流模型自动计算出一个模拟区的水位，然后根据已有钻孔的水位监测结果及泉点对模型进行识别验证。

由于注液作业面位于山头或山坡上部，在自然条件下，未见到连续地下水位。注液后，会在注液面形成一个饱和带。由于注液后的饱和带包含密集导流孔、收液沟等要素，实际上属于生产场所，整个注液区相当于浸出液的一个储水场所，预测时将该储水场所的渗漏量作为模拟源强。

结合工程分析，在采取收液措施后，7.5%的浸矿液渗漏。本次模拟将注液场所（储水场所）渗漏的污水量（注液量的7.5%）直接赋给收液系统（密集导流孔+收液沟）下部的微风化层，在已经识别验证的水流模型的基础上进行预测。

9.4.1 模型概化

9.4.1.1 水文地质概念模型概化

地下水流数值模型包括概念模型和数学模型两个部分。水文地质概念模型是对水文地质单元的科学概化，是为了适应数学模型的要求而对复杂的实际水文地质单元的一种近似处理，是水文地质单元模拟的基础。它把研究对象作为一个有机的整体，以水文地质条件为基础，综合集成研究区的各种信息，准确刻画研究区的实际情况，包括边界性质、内部结构、渗透性质、水力特征和补径排条件。形成的概念模型包括边界条件、内部结构、地下水流态三大要素。在此基础上，根据地下水动力学理论，构建符合研究区实际情况的地下水渗流数学模型，包括合理的偏微分方程及其定解条件。

本项目位于山区，山区地形高差较大，地下水位不连续，山区地下水流场难以准确刻画，故山区水文地质模型概化必须根据山区地下水特征进行概化处

理，本模型建立时对流态、饱和与非饱和、模型结构、模型底板、边界条件的概化进行如下处理。

（1）流态概化

根据水文地质勘察报告，本调查区的地下水类型为孔隙-裂隙潜水，居民一般取用泉水，没有大的抽水井，整个调查区地下水位年变幅很小，根据地下水位动态监测结果，各监测孔水位在监测期内变幅较小。表明评价区地下水天然动态相对稳定，因此，地下水初始流场和模型验证采用稳定流模型。

在矿块开采阶段，根据矿体开采计划，每年渗入地下水中的污水量不同，因此在模型预测阶段采用非稳定流模型。

地下水流场初始水位参照地下水水位监测井监测数据。

（2）饱和与非饱和概化

龙安稀土矿主要赋存于花岗岩全风化层内，其次在花岗岩半风化层中零星分布，呈被袱状覆盖全区，矿体盖层厚 0—6.6m，平均厚 2.7m。注液孔（井）深度一般为见矿 1.0-1.5m，设计注液井孔径为 0.25m，注液孔间距 2×2m，注液孔深约 4m，由于导流孔布置于中风化或微风化壳中，因此母液渗漏透过导流孔进入其下含水层中，本次模拟按最不利情况，不考虑包气带的吸附作用，将污染源强赋给导流孔以下的含水层。

（3）模型结构

模拟对象为第四系孔隙水及花岗岩风化裂隙水。矿区地下水为典型山区短径流型，地表水与地下水联系密切，山头 and 山坡地下水接受大气降雨补给，地下水沿坡脚和沟谷多以散流形式排泄至地表水，局部以下降泉的形式出露。山头和山坡地带地下水位位于强、中风化层内，在坡脚和沟谷地带补给强风化层、第四系和地表水。

根据储量报告，矿体的非矿盖层主要为表土层，部分为全风化层，矿体主要赋存于全风化层中，矿体底板以中风化层为主，导流孔布置在中、微风化层内。注液期将母液注入到矿层内，渗漏母液先进入导流孔下部风化层内，绝大部分沿山坡补给强风化层和微风化层，在坡脚和沟谷地带补给地表水。

矿区第四系、强风化层、中风化层和微风化层厚度不均匀，局部有未风化花岗岩出露，其中微风化层渗透系数为 $5.79 \times 10^{-7} \sim 5.67 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ ，渗透性极微-

弱，可视为相对隔水层。因此，模拟将第四系、全风化层、强风化层、中风化层作为一层含水层考虑，按二维模型进行模拟，模拟厚度取为 30m，按地形特征、风化层分布特征、地下水水位特征，将模拟区进行分区，模拟山区地下水流场。

9.4.1.2 地下水流数学模型

将模拟区概化为非均质、各向同性的二维潜水稳定饱和地下水流系统，可用如下地下水渗流偏微分方程及其定解条件来表示：

(1) 水流模型控制方程

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_{xx} \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_{yy} \frac{\partial h}{\partial y} \right) + W = 0$$

(2) 初始条件

$$H(x, y) = H_0(x, y)$$

(3) 边界条件

第一类边界条件：

$$H(x, y, t)|_{\Gamma_1} = H_1(x, y, t) \quad (x, y) \in \Gamma_1, t > 0$$

第二类边界条件：

$$K \frac{\partial H}{\partial n} \Big|_{\Gamma_2} = q(x, y, t) \quad (x, y) \in \Gamma_2, t > 0$$

式中： K_{xx} , K_{yy} ： x , y 方向的渗透系数，m/d；

h ：压力水头，m；

W ：源汇项，1/d；

H_0 ：给定的初始压力水头，m；

H_1 ：第一类边界给定的压力水头，m；

q ：在第二类边界条件上给定的通过边界的水流量， m^3/d ；

Ω ：渗流场；

Γ_1 ：第一类边界条件；

Γ_2 ：第二类边界条件；

n ：边界 Γ_2 的外法线方向。

9.4.1.3 溶质运移模拟情景及污染源概化

(1) 模拟情景设置

龙安稀土矿在开采过程中增加清水清洗工序，且为了防止渗漏污水进地下水而对下游保护目标造成影响，考虑增加水力截获环保措施。因此，溶质运移模拟预测选取以下两种情景：

- ①开采后采取清水清洗措施；
- ②开采后采取清水清洗+水力截获措施。

(2) 污染源概化方法

根据工程，原地浸矿开采工艺所用浸矿液为硫酸铵，母液平均收集率 92.5%，即渗漏率为注液量的 5%，每隔 2m×2m 的间隔布置注液孔，注液孔（井）深度一般为见矿 1.0-1.5m；设计注液井孔径为 0.25m。每个矿块注液时间近 1 年，清洗时间近 1 年，所以将污染源概化为非连续非恒定排放的面源污染，面源污水渗漏量在注液及清水清洗期为注液量，在降雨期为随降雨入渗的水量，渗漏污染物浓度根据母液的浓度、清水清洗规律及随降雨的降解规律赋值。

(3) 预测因子的选取

根据工程分析，原地浸矿场渗漏母液污染源强情况见表 9.8。

表 9.8 原地浸矿场渗漏母液污染源强 单位：mg/L

污染源浓度	氨氮	硫酸盐
生产期	2400	6800
清水清洗期	1273	3500
《地下水质量标准》III 类标准值	0.5	250

因此，常规污染物选择氨氮、硫酸盐进行预测。

(4) 预测原则

模拟时不考虑岩土层对氨氮的吸附降解作用，不考虑植物的吸收作用，也不考虑包气带的吸附降解作用。主要考虑母液渗漏进入导流孔以下的风化层后，对山坡和沟谷地带的地下水的影响。

9.4.1.4 溶质运移数学模型

本次溶质运移模拟，本着最不利因素出发，不考虑污染物在地下水体中的反应及吸附作用，只考虑对流弥散作用。

1) 控制方程

$$K \frac{\partial H}{\partial n} \Big|_{\Gamma_2} = q(x, y, t) \quad (x, y) \in \Gamma_2, t > 0$$

2) 初始条件

$$C(x, y) = C_0(x, y) \quad (x, y) \in \Omega$$

3) 定解条件

第一类边界条件：给定浓度边界

$$H(x, y, t)|_{\Gamma_1} = H_1(x, y, t) \quad (x, y) \in \Gamma_1, t > 0$$

第二类边界条件：给定弥散通量边界

$$\theta D_{ij} \frac{\partial C}{\partial x_j} \Big|_{\Gamma_2} = f_i(x, y, t) \quad (x, y) \in \Gamma_2, t > 0$$

以上各式中： R ：迟滞系数，[无量纲]， $R = 1 + \frac{\rho_b}{\theta} \frac{\partial \bar{C}}{\partial C}$

ρ_b ：介质密度， $\text{mg}/(\text{dm})^3$ ；

θ ：介质孔隙度，无量纲；

C ：组分浓度， mg/L ；

D_{ij} ：水动力弥散系数张量， m^2/d ；

W ：水流源汇项， $1/\text{d}$ ；

C_s ：组分的浓度， mg/L ；

C_0 ：已知浓度分布， mg/L ；

f ：边界 Γ_2 上的已知弥散通量函数；

Ω ：渗流场；

Γ_1 ：第一类边界条件；

Γ_2 ：第二类边界条件；

9.4.1.5 模拟水文地质参数的选取

渗透系数参照水文地质调查报告的抽水试验、注水试验、压水试验的结果，详见第 9.3.8 小节。

9.4.2 原地浸矿场对地下水影响预测评价

9.4.2.1 矿区地下水流数值模型

矿区模拟采用 Feflow 软件，Feflow 软件是目前国际上先进的地下水渗流及溶质运移模拟软件。在确定研究区范围、含水层性质、边界条件的基础上，可利用该软件刻画研究区地下含水层性质及其定解条件（初始水位、边界条件）。

(1) 模拟范围确定

矿区位于山区，地形起伏变化大。根据地形地貌及水文地质条件，划定本次模拟区的范围，即为地下水调查评价范围。

(2) 模型结构

模拟区地下水类型主要为风化带网状裂隙水和松散岩类孔隙水。风化带网状裂隙水赋存在花岗岩的风化裂隙中，含水不均。

模型隔水底板为微风化基岩，模型概化为一层潜水含水层。

(3) 模型网格剖分

利用 Feflow 软件对研究区进行三角网格剖分，网格剖分时，将河流及其主要支沟放置于结点上。

研究区的含水层单元剖分立体图见图 9-8，共剖分单元 21942 个，结点 22320 个。

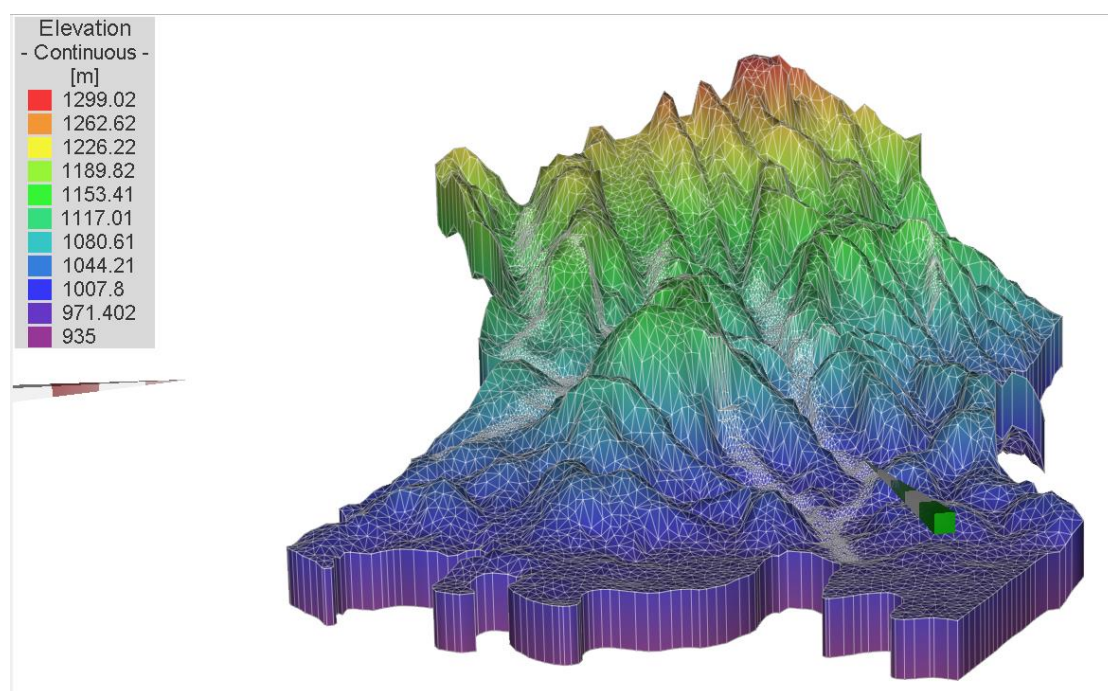


图 9-8 矿区含水层立体网格剖分图

(4) 模拟区边界条件概化

模型边界依据分水岭确定，北部为补给边界，南部以南洼河为排泄边界，东西部以分水岭为隔水边界，以溪流为排泄边界。

由于模拟区的山间沟谷支流常年接受基岩地下水的补给，为此将主要山间溪流设定为第三类水量交换边界。

(5) 水文地质参数

结合水文地质调查报告，依据地层岩性结构，将模拟区分为 5 个分区，见图 9-9。

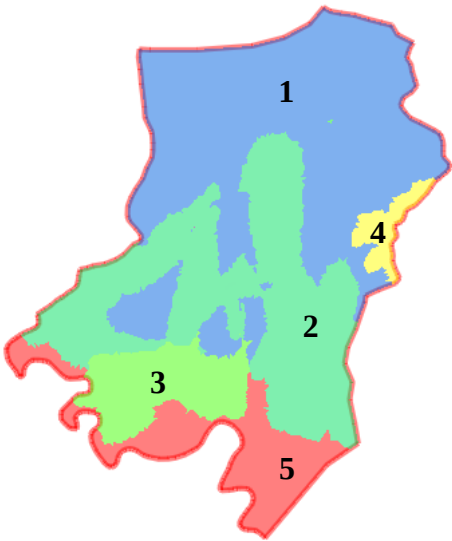


图 9-9 水文地质参数分区图

各分区初始参数根据抽水、压水试验获得的渗透系数及岩性特征赋值。模拟区各分区的渗透系数与各分区的岩性特征相符，各区渗透系数为各层的综合渗透系数，山区渗透系数介于中风化花岗岩和微风化花岗岩渗透系数之间，沟谷地区渗透系数介于第四系地层与强风化花岗岩渗透系数之间。赋值后运行模型计算出地下水流场，通过不断调试各分区的渗透系数，模拟地下水流场，达到识别模型的目的。模型识别后，模拟区各分区的渗透系数见表 9.9。

表 9.9 模拟区各分区水文地质参数

区号	1	2	3	4	5
kx (m/d)	0.2	2	1	5	10
ky (m/d)	0.2	2	1	5	10
kz (m/d)	0.02	0.2	0.1	0.5	1

(6) 模型校正

模型识别过程中，首先根据试验获取的一系列水文地质参数为初始参数，经不断调整参数识别模型，使计算的地下水位与实测地下水位相吻合。经参数识别，观测孔计算水位与实测水位拟合情况见图 9-10。从图 9-10 可以看出，计算水位与实测水位差别不大，吻合度较高，表明识别后的水文地质参数符合评价区的实际情况。识别后的地下水流场见图 9-11。

9.4.2.2 矿区污染物迁移模型及预测

(1) 模拟因子选取

根据以硫酸铵置换稀土元素的生产用原料特征、结合矿区地下水的水质监测结果和选择地下水模拟预测因子为氨氮、硫酸盐。

(2) 工况设置

由单矿块模拟结果可知,仅采取清水清洗情景预测结果优于无措施情景预测结果,但差别不大。本项目正常生产时将采取清水清洗措施,因此仅就以下两种情景进行预测:

①采取清洗措施后矿区开采对地下水污染预测;

②清洗+矿块水力截获措施下矿区开采对地下水污染预测。

完成预测因子选取和工况设置后,可用地下水溶质运移模型耦合地下水水流模型,模拟污染物的迁移状况。

(3) 原地浸矿场渗漏污染源强

根据工程分析,各期各污染源强见表 9.10。

表 9.10 不同时期污染源强 单位: mg/L

REO 年产量	时期		渗漏水量 (m ³ /d)	渗漏浓度 (mg/L)	
				氨氮	硫酸盐
500t	第 1 年	生产期	100	2400	6800
	第 2 年	清水清洗期		1273	3500
	第 3 年	降雨淋溶期	降雨量×矿块面积×入渗系数	15	800
	第 4 年			7.5	400
	第 5 年			3.75	200.00
	第 6 年			1.88	100.00
	第 7 年			0.94	50.00
	第 8 年			0.47	25.00
	第 9 年			0.23	12.50

9.4.2.3 清洗情景下地下水中污染物浓度预测

(1) 地下水中氨氮浓度空间分布

清洗情景下地下水中氨氮污染羽迁移情况见图 9-12。由模拟预测结果可知,预测地下水中氨氮浓度最大值出现在第 1700 天左右,最大值为 684mg/L,预测在第 1800 天左右,氨氮污染羽到达南洼河处,采矿活动会对南洼河水质造成影响。

(2) 地下水中硫酸盐浓度空间分布

清洗条件下地下水中硫酸盐污染羽迁移情况见图 9-13。由模拟预测结果可知,预测地下水中硫酸盐浓度最大值出现在第 1700 天左右,最大值为 2147mg/L,预测在第 3000 天左右,硫酸盐污染羽到达南洼河处,采矿活动会对南洼河水质造成影响。

9.4.2.4 清洗+水力截获情景下地下水中污染物浓度预测

本项目在矿区下游设置水力截获井，生产时，对截获井下游水质监测井进行监测，一旦发现监测因子超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的Ⅲ类标准限值要求，立即启动截获井将超标地下水抽回至母液处理车间处理。原则上，截获井在某一时刻监测达标后，需再持续监测一个水文年，如果仍未出现超标现象，则可不再进行截获，否则应继续监测并截获。

因此，当采取有效的人工清洗与水力截获措施后，超标范围可控，截获线外氨氮和硫酸盐浓度能够达标，矿区内污染物不会迁移出矿区小流域出口，也不会到达南洼河处，不会对矿区下游的岩溶水质造成明显不利影响。截获后氨氮污染羽运移情况见图 9-14，可见，氨氮污染羽控制在矿区附近，未到达南洼河，硫酸盐污染羽远小于氨氮，不会到达南洼河。

截获井的具体位置、数量及运行时段在矿块采矿设计时根据矿块的工程地质和水文地质的详细勘察资料进行详细设计。

9.4.3 母液处理车间池体泄漏对地下水影响预测评价

9.4.3.1 母液处理车间泄漏源强

母液处理车间地下水污染源包括配液池、除杂池、沉淀池、除杂渣贮存池、事故池，池子依山坡呈梯段布置，一旦发生泄漏，则池中液体会渗入地下对地下水造成污染。因此，母液处理车间水池的池底和池壁需用 HDPE 膜防渗，防止液体腐蚀池壁和池底并防止液体泄漏事件的发生。

母液处理车间存在池体泄漏污染地下水的风险，其污染因子主要为氨氮、硫酸盐，其中源强浓度最大的为配液池，由于浸矿液是配置浓度为 1%~2% 的硫酸铵溶液，因此，配液池氨氮源强为 2727~5455 mg/L，硫酸盐源强为 7273~14545 mg/L。

母液处理车间存液池的最大容积为 600m^3 ，根据设计，存液的深度为 5m。因此计算出存液池的底面积 A_1 。因存液池位于地面以下，如池底和侧面产生裂缝，将发生存液泄漏。假定池底和侧面裂缝的面积为总面积的 1%，根据双环试验，包气带渗透系数 K 取强风化花岗岩渗水试验最大值即 11.09m/d，则各种存液池泄漏量 V (m^3/d) 为： $V=K \times A_1 \times 1\%$ 。

按最不利情况考虑，泄漏的氨氮和硫酸盐的浓度与配好的浸矿液浓度一致，即氨氮浓度取为 5455 mg/L，硫酸盐浓度取为 14545mg/L。在各池体均设有检漏

系统，最多 1 个月即可发现泄漏并切断污染源，因此，假设泄漏时间为 1 个月。

经计算，各车间各存液池的硫酸铵溶液泄漏量 V (m^3/d) 和氨氮、硫酸盐、渗漏质量 Q (g/d) 见表 9.11。

表 9.11 存液池的泄漏量及泄漏氨氮、硫酸盐质量一览表

池体容积 (m^3)	泄漏水量 (m^3/d)	泄漏氨氮 (g/d)	泄漏硫酸盐 (g/d)
600	34.84	190025.87	506677.59

9.4.3.2 预测结果及分析

采用模型对其污染物的运移情况进行预测，氨氮污染羽预测结果见表 9.12 和图 9-15。

表 9.12 氨氮污染羽运移距离

时间	超标范围 (m^2)	氨氮污染羽中心浓度 (mg/L)	氨氮污染羽最大运移距离 (m)
30 天	7153	1376	60
100 天	12462	976	86
365 天	26050	525	150
1000 天	35738	238	180
10 年	108276	38	420
30 年	173546	3	560

由图 9-15 和表 9.12 可见，预测地下水中氨氮浓度最大值为 1376mg/L，氨氮运移距离逐渐增加，污染羽中心浓度逐渐降低，预测年限 30 年内，氨氮污染羽到达南洼河。

采用模型对其污染物的运移情况进行预测，硫酸盐污染羽预测结果见表 9.13 和图 9-16。

表 9.13 硫酸盐污染羽运移距离

时间	超标范围 (m^2)	硫酸盐污染羽中心浓度 (mg/L)	硫酸盐污染羽最大运移距离 (m)
30 天	3346	3670	40
100 天	4986	2395	53
365 天	7352	1320	90
1000 天	8316	584	130
10 年	污染羽消失		
30 年	污染羽消失		

由图 9-16 和表 9.13 可见，预测地下水中硫酸盐浓度最大值为 1376mg/L，硫酸盐运移距离逐渐增加，污染羽中心浓度逐渐降低，硫酸盐污染羽最远运移距离 140m，运移距离有限，20 年后，污染羽消失。污染羽未到达南洼河。

本项目拟在母液处理车间下游设置截获井和监测控井，将氨氮污染羽控制在车间下游 100 m 范围内，保证母液处理车间池体泄漏情景下污染物不进入南

洼河。

9.5 小结

9.5.1 调查评价区水文地质条件

龙安稀土矿矿区面积为 0.6156 平方千米，开采标高 1175 米~985.6 米。位于区域上邦外中寨-西马新寨水文地质单元的西南部，矿体赋存于燕山期黑云二长花岗岩（ γ_n ）风化壳中，呈被袱状赋存于花岗岩全强风化层（底板）之上，稀土矿体主要为花岗岩全风化层，无夹石存在。矿体埋藏标高绝大多数位于潜水面之上，矿层之下为中-微风化花岗岩基岩，岩石结构致密，裂隙较少，是富水性弱的含水层，视为相对隔水层。花岗岩则以风化带网状裂隙为主。矿区大气降水和地表河水不会对矿山形成较大的充水影响，矿床充水层主要靠冲沟溪流水和大气降雨从北部区渗入补给，矿区水文地质勘察类型属孔隙含水层直接充水为主的简单类型。

矿区范围内未见有大型断裂构造通过，区内地质构造影响主要反映为受区域挤压作用，无明显断裂构造痕迹。

9.5.2 矿区开采影响预测结果

（1）仅采取清洗措施预测结果

由模拟预测结果可知，清洗情景下，预测地下水中氨氮浓度最大值出现在第 1700 天左右，最大值为 684mg/L，预测在第 1800 天左右，氨氮污染羽到达南洼河处，采矿活动会对南洼河水质造成影响；预测地下水中硫酸盐浓度最大值出现在第 1700 天左右，最大值为 2147mg/L，预测在第 3000 天左右，硫酸盐污染羽到达南洼河处，采矿活动会对南洼河水质造成影响。

（2）采取清洗+水力截获措施预测结果

当采取有效的人工清洗与水力截获措施后，超标范围可控，截获线外氨氮和硫酸盐浓度能够达标，矿区内污染物不会迁移出矿区边界，也不会到达南洼河处，不会对矿区下游的岩溶水质造成明显不利影响。

水力截获井的具体位置、数量及运行时段在矿块采矿设计时根据矿块的工程地质和水文地质的详细勘察资料进行详细设计。

9.5.3 母液处理车间池体泄漏预测结果

假设母液处理车间最大池体泄漏，预测地下水中氨氮浓度最大值为 1376mg/L，氨氮运移距离逐渐增加，污染羽中心浓度逐渐降低。预测年限 30 年内，氨氮污染羽到达南洼河。

假设母液处理车间最大池体泄漏，预测地下水中硫酸盐浓度最大值为 1376mg/L，硫酸盐运移距离逐渐增加，污染羽中心浓度逐渐降低，硫酸盐污染羽最远运移距离 140m，运移距离有限，20 年后，污染羽消失。未到达南洼河处。

本项目拟在母液处理车间下游设置截获井和监测控井，将氨氮污染羽控制在车间下游 100 m 范围内，保证母液处理车间池体泄漏情景下污染物不进入南洼河。

总之，从地下水环境影响分析的角度分析，建设单位在加强管理、提高环保意识并严格执行本环评提出的环保措施的前提下，本项目生产运行不会对周边及下游地下水环境产生明显不利影响。

10 土壤环境影响评价

10.1 项目对土壤环境影响分析

依据《环境影响评价技术导则 土壤环境》（试行）（HJ 964-2018）及项目特征，对项目原地浸矿场和母液处理车间分别进行评价。

10.1.1 原地浸矿场土壤环境影响分析

原地浸矿场注液对土壤的影响主要为矿山深层土壤和地下水出露后下游表层土壤的影响，因此依据地形地貌和地表水、地下水的流向，在正常工况和非正常工况下，分别对表层土壤、深层土壤、下游表层土壤进行影响评价。

10.1.1.1 评价时段

生产期和清水清洗期。

10.1.1.2 情景模式

正常生产情景，母液回收率 92.5%，渗漏量 7.5%。

10.1.1.3 评价因子

氨氮、硫酸盐、pH 值、含盐量。

10.1.1.4 对土壤的影响分析

10.1.1.4.1 氨氮对土壤的影响分析

矿山进行注液时，控制注液管内液面位于表层土壤层以下，表层土壤不接触浸矿液。通过原地浸矿场渗漏的铵根离子大部分通过稀土交换、杂质交换滞留在矿层中，一部分被植物吸收和蒸发，部分渗漏淋溶迁移出土壤。按原地浸矿场作为对象进行评价，按照最不利情况，考虑铵根离子被浸矿带岩土体吸附的情况下对土壤的影响。500t/a 原地浸矿场，即最不利条件下氨氮变化情况见表 10.1。

表 10.1 500 t/a 原地浸矿场氨氮变化情况

项目		原地浸矿场
规模 (t/a)		500
平均面积 (hm ² /a)		4.37
矿体赋存厚度 (m)		6.62
原地浸矿场浸矿带岩土体滞留量 (t/a)		413.76
母液渗漏至采场外部	渗漏氨氮 (t/a)	181.8
	土壤体积 (m ³)	289294
	土壤重量 (t)	364510
	土壤氨氮增加量 (mg/kg)	499

注：原地浸矿场矿体最大厚度 12.9m，最小厚度为 1.65m，平均厚度 6.62m，按平均厚度计算计算；土壤容重 1.26t/m³。

(1) 原地浸矿场表土层的影响

矿山进行注液时，控制注液管内液面位于表层土壤层以下，表层土壤不接触浸矿液。虽然土壤存在毛细作用，但是毛细作用主要是对土壤中的水的作用，这部分水的量很小，并且由于土壤中氨氮解析缓慢，正常情况下受毛细作用影响的土壤中的水的氨氮含量较小，因此受毛细作用影响的水对表层土壤的氨氮增加影响也较小，不会造成表层土壤中的氨氮明显增加，因此氨氮对原地浸矿场表层土壤不会造成明显的板结影响。

(2) 原地浸矿场浸矿带岩土体的影响

矿山进行注液时，控制注液管内液面位于表层土壤层以下，表层土壤不接触浸矿液。由于氨氮增加的部位是位于表层土壤以下的风化层，这部分风化层生物团粒结构作用很弱，微生物活动较弱，氨氮的增加不会引起碳素消耗的大量增加。矿区 500t/a 车间采场，原地浸矿场土壤中滞留量为 413.76t/a。

(3) 母液渗漏至采场外部对下游土壤的影响

矿区 500t/a 车间采场，母液渗漏至采场外部的氨氮量为 181.8t/a，渗漏导致土壤中氨氮含量增加 499mg/kg。

根据当地土壤的实际调查，土壤中的氨氮背景浓度监测值含量在 4.95～11.3mg/kg 之间。最不利情况下，母液渗漏情况下将导致土壤的氨氮浓度最大增加约 499mg/kg，会造成土壤中的氨氮浓度升高。评价认为，注液深度在表层土壤 1～1.5m 以下的条件下，原地浸矿场的注液活动，虽然会导致表层土壤～1.5m 下的风化壳的氨氮增加，但是其对表层土壤的影响较小，一般情况表层土壤基本不会产生明显的板结，但应长期跟踪观测其潜在影响。

10.1.1.4.2 硫酸盐对土壤的影响分析

土壤评价按原地浸矿场的土壤作为对象进行评价，由于实际影响的面积大于原地浸矿场的面积，因此评价的结果为最不利值。以 500t/a 原地浸矿场为例，即最不利条件下硫酸盐变化情况见表 10.2。

表 10.2 500 t/a 原地浸矿场硫酸盐变化情况

项目		原地浸矿场
规模 (t/a)		500
面积 (hm ²)		4.37
矿体赋存厚度 (m)		6.62
原地浸矿场浸矿带岩土体滞留量 (t/a)		386.56
母液渗漏至采场外部	渗漏硫酸盐 (t/a)	509.85
	土壤体积 (m ³)	289294
	土壤重量 (t)	364510
	土壤硫酸盐增加量 (mg/kg)	1398

(1) 原地浸矿场表土层的影响

矿山进行注液时，控制注液管内液面位于表层土壤层以下，表层土壤不接触浸矿液。因此注入的浸矿液中的硫酸铵一般不会进入表层土壤，表层土壤中的硫酸盐不会增加。通过现场调查，地表植被长势良好，土壤未出现明显板结现象，因此硫酸盐对原地浸矿场表层土壤不会造成明显的板结影响。

(2) 原地浸矿场采矿层的影响

由于硫酸盐增加的部位并不是表层土壤，均是位于表层土壤 1~1.5m 下的风化层。矿区 500t/a 车间采场，原地浸矿场采矿层中滞留量为 386.56t/a。

(3) 母液渗漏至采场下游土壤的影响

矿区 500t/a 车间采场，母液渗漏至采场外部的硫酸盐量为 509.85t/a，渗漏导致土壤中硫酸盐含量增加 1398mg/kg。

根据当地土壤的实际调查，土壤中的硫酸盐未检出。母液渗漏情况下将导致土壤的硫酸盐含量最大增加约 1398mg/kg，会造成土壤中的硫酸盐离子浓度升高。评价认为，注液深度在表层土壤 1~1.5m 以下的条件下，原地浸矿场的注液活动，虽然会导致表层土壤 1~1.5m 下的风化壳的硫酸盐增加，但是其对表层土壤的影响较小，一般情况表层土壤不会产生明显的板结，但应长期跟踪观测其潜在影响。

10.1.1.4.3 pH 对土壤的影响分析

(1) 原地浸矿场表土层的影响

矿山进行注液时，控制注液管内液面位于表层土壤层以下，表层土壤不接触浸矿液。因此注入的酸性浸矿液一般不会进入表层土壤，因此不会造成明显的酸化影响。

(2) 原地浸矿场采矿层的影响

酸性浸矿液进入采矿层置换出稀土，部分浸矿液残留在浸矿带岩土体中，会使浸矿带岩土体氢离子增加，矿山生产结束后，会采取清水清洗措施，可将残留在采矿层中的酸性浸矿液清洗出，因此，采取有效的清水清洗措施后，原地浸矿对采矿层的酸性影响较小。

(3) 母液渗漏至采场外部对下游土壤的影响

母液渗漏至采场外部的会导致下游土壤 pH 降低，但均在下游设置了地下水监控井，一旦发现母液泄漏将立即抽出返回母液车间处理，因此采取防控措施后，不会对下游土壤造成明显酸化影响。

10.1.1.4.4 含盐量对土壤的影响分析

依据现状监测结果背景土壤含盐量范围为 ND-0.3g/kg，依据《环境影响评价技术导则 土壤环境》（试行）HJ 964-2018 附录 D，项目区土壤为未盐化土壤，且环境容量较大。

(1) 原地浸矿场表土层的影响

矿山进行注液时，控制注液管内液面位于表层土壤层以下，表层土壤不接触浸矿液。因此不会造成表层土壤盐化。

(2) 原地浸矿场采矿层的影响

硫酸盐浸矿液进入采矿层置换出稀土，部分浸矿液残留在浸矿带岩土体中，会使采矿层岩土体含盐量增加，但矿山生产结束后，会采取清水清洗措施，可将残留在采矿层中的硫酸盐浸矿液清洗大部分洗出，因此，采取有效的清水清洗措施后，原地浸矿不会对采矿层岩土体造成明显的盐化影响。

(3) 母液渗漏至采场外部对下游土壤的影响

母液渗漏至采场外部的会导致下游土壤含盐量增加，但均在下游设置了地下水监控井，一旦发现泄漏将立即抽出返回母液车间处理，因此采取防控措施后，不会对下游土壤造成明显的盐化影响。

10.1.2 母液处理车间土壤环境影响分析

母液车间生产期间采取防渗等环保措施后，正常生产情况下不向周边土壤排放污染物质，因此不会对周边土壤环境造成酸化、盐化无影响。

10.1.4 预测分析评价结论

原地浸矿场生产不会对采场表层土壤造成不利影响，会对浸矿带岩土体和采矿下游土壤造成一定酸化和盐化影响，但采取清水清洗和监控井等环保措施后，不会造成明显不利影响。母液车间生产期间采取防渗等环保措施后，不会对周边土壤造成酸化、盐化影响。

10.2 土壤环境保护措施与对策

10.2.1 源头控制措施

(1)严格控制浸矿液硫酸铵浓度和pH值。浸矿液硫酸铵浓度不得超过2%，pH值不得低于4.5。

(2)矿山进行注液时，控制注液管内液面位于表层土壤层以下，表层土壤不接触浸矿液。

(3)在浸矿结束后，加注清水，清洗采矿层残留浸矿液，利用原地浸矿场的集液系统进行清洗废水收集，送至母液处理车间水处理站处理。

(4)原地浸矿场高位池、收液沟、收液池、中转池，母液处理车间母液集中池、除杂池、沉淀池、配药池、配液池、事故池等储存或输送含有大量氨氮污染物的设施用满足要求的防渗材料进行防渗处理。防渗层的防渗性能应不低于6m厚渗透系数为 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 的粘土层。

(5)严格管理固体废物的堆存，及时处理处置。

10.2.2 过程防控措施

利用地下水的截获和监控措施，对可能造成土壤污染的泄漏母液进行截获。利用在矿区内各小水文地质单元出口处设一级地下水截获措施，用于截获运营

期和退役期受到污染的地下水。二级地下水污染防治措施的截获点根据矿体所在的两个小流域（即梓里溪小流域和汤公河小流域）汇水方向进行布设，主要用于防止本项目矿区内的超标地下水可能流向矿界下游。

10.3 评价结论

（1）原地浸矿场生产不会对采场表层土壤造成不利影响，但会对采矿层岩土体和采场下游土壤造成一定酸化和盐化影响，但采取清水清洗和监控井等环保措施后，不会造成明显不利影响。

（2）母液车间生产期间采取防渗等环保措施后，正常生产情况下不向周边土壤排放污染物质，因此对土壤环境几乎无影响。

原地浸矿场和母液车间土壤环境影响评价自查表见表 10.3、表 10.4。

表 10.3 原地浸矿场自查表

工作内容		完成情况				备注
影响识别	影响类型	污染影响型□；生态影响型□；两种兼有■				
	土地利用类型	建设用地□；农用地□；未利用地■				土地利用类型图
	占地规模	29.47hm ²				
	敏感目标信息	敏感目标（农田）、方位（周边）、距离（20m-1000m）				
	影响途径	大气沉降□；地面漫流□；垂直入渗■；地下水位□；其他（）				
	全部污染物	pH 值、铜、铅、锌、镉、铬、砷、汞、镍、可溶性硫酸盐、总氮、氨氮、硝酸盐氮、含盐量（SSC）				
	特征因子	硫酸盐、氨氮、pH、含盐量				
	所属土壤环境影响评价项目类别	I 类■； II □； III 类□； IV 类□				
	敏感程度	敏感■；较敏感□；不敏感□				
评价工作等级		一级■； 二级□； 三级□				
现状调查内容	资料收集	a) □； b) □； c) □； d) ■				
	理化特性	调查 6 个点位				同附录 C
			占地范围内	占地范围外	深度	
	现状监测点位	表层样点数	5	6	0-0.2m	点位布置图
		柱状样点数	5	0	0-3m	
	现状监测因子	pH、铜、铅、锌、镉、铬、砷、汞、镍、可溶性硫酸盐、总氮、氨氮、硝酸盐氮、含盐量（SSC）及 GB36600-2018、GB15618-2018 中基本项目				
现状评价	评价因子	pH、含盐量、氨氮、硫酸盐				
	评价标准	GB 15618■； GB 36600■； 表 D.1■； 表 D.2 ■； 其他□				
	现状评价结论	（1）土壤中无机和重金属指标均未超过《土壤环境质量标准-农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）中风险筛选值和《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）第二类用地筛选值，土壤中有机物均未检出，项目周边土壤环境质量良好。 （2）。16 个点位中有 13 个点位为轻度酸化，土壤 pH 值均值为 5.03，为轻度酸化土壤。项目区土壤大多为轻度酸化土壤。				
影响预测	预测因子	pH、含盐量、氨氮、硫酸盐				
	预测方法	附录 E □； 附录 F □； 其他（）				
	预测分析内容	影响范围（车间及下游土壤） 影响程度（不会造成明显不利影响）				
	预测结论	达标结论： a) ■； b) □； c) □；				

		不达标结论: a) ☐ ; b) ☐			
防治措施	防控措施	土壤环境质量现状保障 ☐ ; 源头控制 ☒ ; 过程防控 ☒ ; 其他 ☐			
	跟踪监测	监测点数	监测指标	监测频次	
		3	pH、含盐量、氨氮、硫酸盐	1 次/3 年	
		信息公开指标	监测结果、频次		
	评价结论	原地浸矿场生产不会对采矿表层土壤造成不利影响, 会对采矿层土壤和采矿下游土壤造成一定酸化和盐化影响, 但采取清水清洗和监控井等环保措施后, 不会造成明显不利影响。			
注 1: "□"为勾选项, 可 V; “（）”为内容填写项; “备注”为其他补充内容。					
注 2: 需要分别开展土壤环境影响评级工作的, 分别填写自查表。					

表 10.4 母液车间自查表

工作内容		完成情况			备注	
影响识别	影响类型	污染影响型■；生态影响型□；两种兼有□				
	土地利用类型	建设用地■；农用地□；未利用地■			土地利用类型图	
	占地规模	3.92hm ²				
	敏感目标信息	敏感目标（农田）、方位（周边）、距离（20m-1000m）				
	影响途径	大气沉降□；地面漫流□；垂直入渗■；地下水位□；其他（）				
	全部污染物	pH 值、铜、铅、锌、镉、铬、砷、汞、镍、可溶性硫酸盐、总氮、氨氮、硝酸盐氮、含盐量（SSC）				
	特征因子	硫酸盐、氨氮、pH、含盐量				
	所属土壤环境影响评价项目类别	I 类■； II □； III 类□； IV 类□				
敏感程度		敏感■；较敏感□；不敏感□				
评价工作等级		一级■； 二级□；三级□				
现状调查内容	资料收集	a) □； b) □； c) □； d) ■				
	理化特性	调查 6 个点位			同附录 C	
	现状监测点位		占地范围内	占地范围外	深度	点位布置图
		表层样点数	5	6	0-0.2m	
		柱状样点数	5	0	0-3m	
	现状监测因子	pH、铜、铅、锌、镉、铬、砷、汞、镍、可溶性硫酸盐、总氮、氨氮、硝酸盐氮、含盐量（SSC）及 GB36600-2018、GB15618-2018 中基本项目				
现状评价	评价因子	pH、含盐量、氨氮、硫酸盐				
	评价标准	GB 15618■； GB 36600■；表 D.1■；表 D.2 ■；其他□				
	现状评价结论	(1) 土壤中无机和重金属指标均未超过《土壤环境质量标准-农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）中风险筛选值和《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）第二类用地筛选值，土壤中有机物均未检出，项目周边土壤环境质量良好。 (2)。16 个点位中有 13 个点位为轻度酸化，土壤 pH 值均值为 5.03，为轻度酸化土壤。项目区土壤大多为轻度酸化土壤。				
影响预测	预测因子	pH、含盐量、氨氮、硫酸盐				
	预测方法	附录 E □；附录 F □；其他（）				
	预测分析内容	影响范围（） 影响程度（不会造成明显不利影响）				
	预测结论	达标结论： a) ■； b) □； c) □； 不达标结论： a) □； b) □				
防治措施	防控措施	土壤环境质量现状保障□；源头控制■；过程防控■；其他□				
	跟踪监测	监测点数	监测指标	监测频次		
		1	pH、含盐量、氨氮、硫酸盐	1 次/3 年		
信息公开指标		监测结果、频次				
评价结论		母液车间生产期间采取防渗等环保措施后，正常生产情况下不向周边土壤排放污染物质，因此不会对周边土壤环境造成酸化、盐化无影响。				
注 1：“□”为勾选项，可 V；“（）”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。						
注 2：需要分别开展土壤环境影响评级工作的，分别填写自查表。						

11 大气环境影响评价

11.1 当地多年气候特征与统计数据

(1) 基本特征

为便于全面了解气候情况，现将陇川县有关气候要素多年值列于表 11.1 中。

表 11.1 陇川县气候特征数据一览表

统计项目	统计值
多年平均气温（℃）	19.9
累年极端最高气温（℃）	35.7
累年极端最低气温（℃）	-2.9
多年平均蒸发量（mm）	1750.3
多年平均降雨量（mm）	1667.5
多年日最大降雨量（mm）	134.5
多年平均风速（m/s）	1.1
最大风速（m/s）	19
多年主导风向、风向频率（%）	西南偏南
无霜期（d）	292

(2) 多年平均风向

根据收集到的多年的风向频率统计资料，得出风向频率玫瑰图，见图 11-1，陇川县主导风向以西南偏南风为主（SSW、SW、WSW 频率合计为 41.37%），其中 SSW 风频率最高为 21.92%，其次为 SW 风，频率为 14.06%。

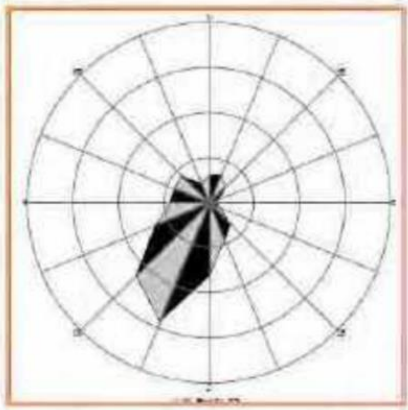


图 11-1 陇川县多年风向玫瑰图

(3) 风速

根据统计，所处地区风速较小，年平均风速为 1.1m/s。总体离散度不大，风速分布呈现 SSW—WSW 风向带风速相对较大、其他风向带风速相对小的显

著特征，且西南偏西风向带（SSW、S、WSW）的平均风速高于年平均风速，这一结果与该地区盛行风向的分布有关。

（4）气温

评价区域进入冬季后的 11 月至翌年的 1、2 月温度较低，夏季的 6、7、8、9 月温度较高；12 月平均气温最低，为 12.22℃，而 7 月平均气温最高，达到 24.36℃，年平均温度为 19.9℃。

11.2 项目大气污染源分析

本项目采用原地浸矿采矿法，项目无有组织大气污染源，无组织排放源主要是注液孔等部位的无组织扬尘。

11.3 大气环境影响分析

（1）注液孔施工对环境空气的影响分析

①注液孔的开挖采用人工和小型机械操作，但不可避免会产生少量无组织扬尘。由于当地土壤湿度较大，因此产生的无组织扬尘较少。

②注液孔挖掘出来的岩土装袋堆放在注液孔旁边，堆放期间由于自然风力作用也会产生一定量的扬尘。由于当地气候湿润多雨，堆放的岩土湿度较大，不会轻易产生扬尘；注液一般 1 年左右就完成，并注液孔回填复垦；原地浸矿场采用分矿段、分区开采，同时作业的面积较小。岩土的湿度较大，堆放期短，堆放面积较小，因此产生的扬尘较少，不会对大气环境造成明显不利影响。

③在注液孔复垦时，由于表土的翻动，会产生少量扬尘，但是不会对大气环境造成明显不利影响。

综上所述，注液孔开挖、岩土堆放，以及复垦产生的扬尘不会对周围空气环境造成明显影响。

（2）其他无组织排放扬尘对环境空气的影响分析

其他无组织排放扬尘主要是松散物料装卸扬尘。类比矿山的经验，松散物料装卸扬尘源强与松散物料的湿度、粒度等有关，一般在 300~900mg/s，一般采取洒水抑尘措施，抑尘效果可达 75%，抑尘后源强为 75~225mg/s。通过保持一定的湿度、松散物料露天临时堆放表面进行遮盖等措施，不会对周围环境造成明显影响。

综上所述,项目在生产期中的无组织排放不会对周围空气环境造成明显不利影响。

表 11.2 建设项目大气环境影响评价自查表

工作内容		自查项目			
评价等级与范围	评价等级	一级 ☐	二级 ☐		三级 ☒
	评价范围	边长=50km ☐	边长 5-50km ☐		边长=5km ☐
评价因子	SO ₂ +NO _x 排放量	≥2000t/a ☐	500-2000t/a ☐		<500t/a ☒
	评价因子	基本污染物 (√) 其他污染物 ()		包括二次 PM _{2.5} ☐ 不包括二次 PM _{2.5} ☒	
评价标准	评价标准	国家标准 ☒	地方标准 ☐	附录 D ☐	其他标准 ☐
现状评价	环境功能区	一类区 ☐	二类区 ☒	一类区和二类区 ☐	
	评价基准年	(2019) 年			
	环境空气质量现状调查数据来源	长期例行监测数据 ☐	主管部门发布的数据 ☒		现状补充监测 ☐
	现状评价	达标区 ☒		不达标区 ☐	
污染源调查	调查内容	本项目正常排放源 ☒ 本项目非正常排放源 ☐ 现有污染源 ☐	拟替代的污染源 ☐	其他在建、拟建项目污染源 ☐	区域污染源 ☐
环境监测计划	污染源监测	监测因子: ()	有组织废气监测 ☐ 无组织废气监测 ☐		无监测 ☐
	环境质量监测	监测因子: ()	监测点位数 (2)		无监测 ☐
评价结论	环境影响	可以接受 ☒ 不可以接受 ☐			
	大气环境防护距离	距厂界最远 (0) m			
	污染源年排放量	SO ₂ : () t/a	NO _x : () t/a	颗粒物: () t/a	VOCs : () t/a
注: “ ☐ ”为勾选项, 填“√”; “()”为内容填写项					

12 声环境影响评价

12.1 主要噪声源及源强

拟建项目噪声源主要有母液处理车间水泵、压滤机噪声等组成。

12.2 声环境关心点分析

由工程分析可知，母液处理车间周边 200m 范围内无敏感点，距离最近的为其东南侧 800m 处的龙安村。

12.3 声环境影响预测

根据工程分析可知，本项目矿山建设的母液处理车间生产规模为年产 500t（以 REO 计）。

（1）声源模型化

由于噪声源的尺寸大小比其距预测点的距离小得多，声源模型化，视作点源。

（2）源强

母液处理车间的主要噪声源及其源强见表 12.1。

表 12.1 噪声源强表

序号	名称	声源强度 dB(A)	防治措施	控制后强度 dB(A)
1	压滤机	80~85	置于车间内、设备加减振装置	65~75
2	水泵	85~95	置于池中	65~75

（3）预测模式

评价采用《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4—2009）中推荐的工业噪声室外声源预测模式和多源噪声叠加公式进行预测。

①室外声源预测模式

$$L_p(r) = L_w - A$$

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

式中：

L_w -----倍频带声功率级，dB；

A -----倍频带衰减，dB；

A_{div} -----几何发散引起的倍频带衰减, dB;

A_{atm} -----大气吸收引起的倍频带衰减, dB;

A_{gr} -----地面效应引起的倍频带衰减, dB;

A_{bar} -----声屏障引起的倍频带衰减, dB;

A_{misc} -----其他多方面效应引起的倍频带衰减, dB。

②多声源叠加模式

$$L_{eqg} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \left(\sum_{i=1}^N t_i 10^{L_{Ai}} + \sum_{j=1}^M t_j 10^{L_{Aj}} \right) \right]$$

式中:

L_{eqg} -----拟建工程声源对预测点产生的贡献值, dB(A);

L_{Ai} -----第 i 个室外声源在预测点产生的 A 声级, dB(A);

L_{Aj} -----第 j 个室外声源在预测点产生的 A 声级, dB(A);

t_i -----在 T 时间内 i 声源工作时间, s;

t_j -----在 T 时间内 j 声源工作时间, s;

T -----用于计算等效声级的时间, s;

N -----室外声源个数;

M -----等效室外声源个数。

(4) 预测方案

本评价声环境影响金预测母液处理车间的厂界噪声。

(5) 厂界噪声预测结果及分析

母液处理车间厂界噪声等值线图见图 12-1。

根据车间的预测, 结果表明母液处理车间厂界噪声均能达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中 2 类声环境功能区标准(昼间 60dB(A)、夜间 50dB)限值要求, 评价认为各母液处理车间厂界噪声均能均达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中 2 类声环境功能区标准(昼间 60 dB(A)、夜间 50dB(A))限值要求。

12.4 声环境影响分析

母液车间均距离附近村庄 200m 以上, 预测结果表明各母液处理车间厂界噪声均达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中 2 类声环境

功能区标准（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A））限值要求，评价认为各母液处理车间厂界噪声均能均达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中 2 类声环境功能区标准（昼间 60 dB（A）、夜间 50 dB（A））限值要求。

13 固体废物环境影响评价

13.1 固体废物鉴别

龙安稀土矿固体废物包括注液孔弃土、除杂渣。

注液孔弃土袋装堆存于注液孔周边，待矿块清洗后回填注液孔，因此，不作固废管理。

龙安稀土矿已停产多年，无除杂渣样品。根据《陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿矿产资源开发利用项目辐射环境影响评价专篇》，采用物料衡算法计算除杂渣中 ^{238}U 含量为 837.07Bq/kg ， ^{232}Th 含量为 3377.91Bq/kg ， ^{226}Ra 含量为 442.90Bq/kg 。由于 $^{232}\text{Th} > 1000\text{Bq/kg}$ ，所以除杂渣属于伴生放射性固体废物。

13.2 固体废物产生量与处置量

项目生产期产生的固体废物主要是挖取注液孔等产生的弃土、母液处理车间除杂渣、生活垃圾。

(1) 挖掘注液孔产生的废弃土石方共 1.2 万 m^3 ，但是单个注液孔产生的废石量较少，约 0.05m^3 ，采取装袋就近堆存在注液孔周边，待浸矿完毕后，回填注液孔。

(2) 龙安稀土矿除杂渣产量约 25t/a ，根据《陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿矿产资源开发利用项目辐射环境影响评价专篇》，除杂渣属于伴生放射性固体废物。生产期间产生的除杂渣全部暂存在除杂渣贮存池中，待服务期满后统一处置。本次环评提出除杂渣贮存池采用人工防渗，防渗层的厚度应相当于渗透系数 $1.0 \times 10^{-7}\text{cm/s}$ 和厚度 $\geq 6\text{m}$ 的黏土层的防渗性能。要求矿山生产后对产生的除杂渣进行属性鉴别，按相应的鉴定结果进行妥善处置。

(4) 本项目生活垃圾产生量约为 6.6t/a ，集中收集后定期运至当地环卫部门指定场所统一处理。

13.3 固体废物贮存场符合性分析

根据《陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿矿产资源开发利用项目辐射环境影响评价专篇》，除杂渣属于伴生放射性固体废物。本项目除杂渣产生量

较少，因此，生产期间产生的除杂渣全部暂存在除杂渣贮存池中，待服务期满后统一处置。服务期满后，除杂渣在池底的累积厚度约为 0.1m，贮存池深约 3m，因此，在生产期间，除杂渣的暂存不会对贮存池的运行造成影响。贮存池底部铺设防渗膜，并安排工作人员定期对池体运行情况进行巡视。当本项目生产结束后，除杂渣进行统一处置，对周围环境产生的辐射影响随之消除。

本次环评提出除杂渣贮存池采用人工防渗，防渗层的厚度应相当于渗透系数 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 和厚度 $\geq 6\text{m}$ 的黏土层的防渗性能。评价认为，除杂渣贮存池从环境角度考虑是可行的，不会对周边水土环境造成明显不利影响。

13.4 小结

(1) 项目生产期产生的固体废物主要是挖掘注液孔产生的废弃土石方、母液处理车间除杂渣、生活垃圾。

(2) 挖掘注液孔产生的废弃土石方共 1.2 万 m^3 ，采取装袋就近堆存在注液孔周边，待浸矿完毕后，回填注液孔。

(3) 根据《陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿矿产资源开发利用项目辐射环境影响评价专篇》，除杂渣属于伴生放射性固体废物。本项目除杂渣产生量较少，因此，生产期间产生的除杂渣全部暂存在除杂渣贮存池中，待服务期满后统一处置。本次环评提出除杂渣贮存池采用人工防渗，防渗层的厚度应相当于渗透系数 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 和厚度 $\geq 6\text{m}$ 的黏土层的防渗性能。

(4) 生活垃圾产生量约为 6.6t/a，集中收集后定期运至当地环卫部门指定场所统一处理。

14 环境风险影响评价

14.1 风险识别

14.1.1 物质危险性识别

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169—2018)附录 B, 对拟建项目主要原辅材料、燃料、中间产品、副产品、最终产品、污染物、火灾和爆炸伴生/次生物进行识别, 本项目主要使用原辅材料包括硫酸铵、碳酸氢铵、硫酸, 筛选出本项目危险物质包括硫酸、硫酸铵。

危险物质数量和分布情况见表 14.1, 图 14-1。硫酸理化性质和危险特性见表 14.2, 硫酸铵理化性质和危险特性见表 14.3。

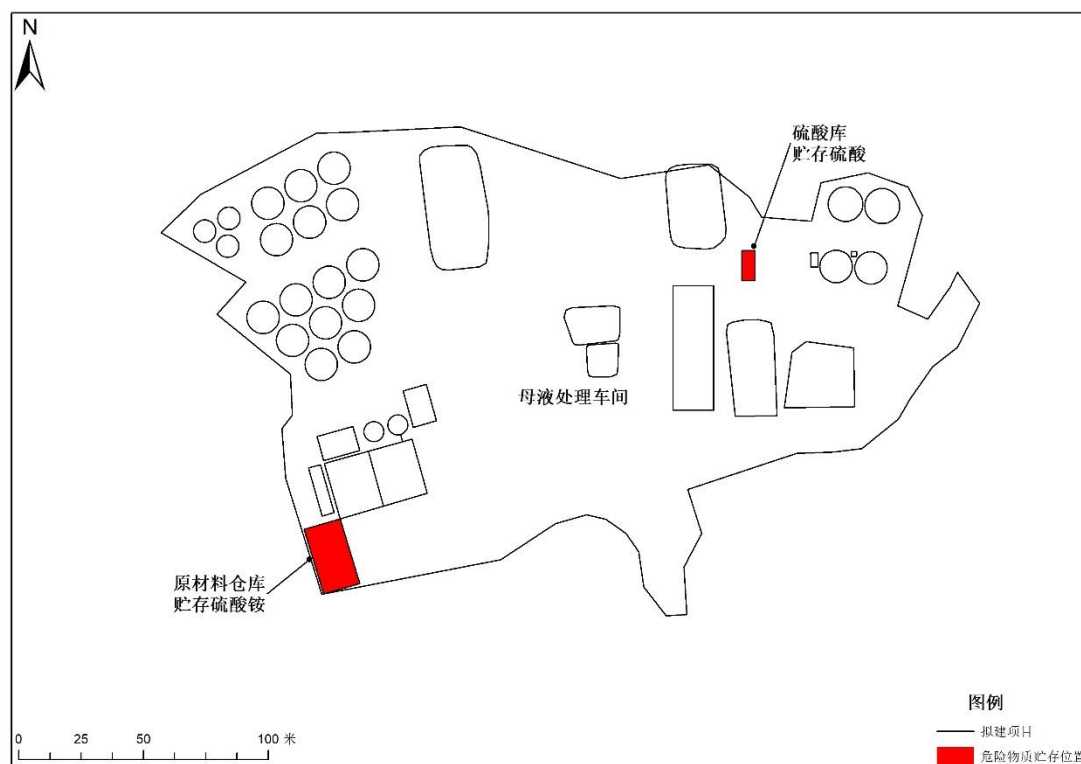


图 14-1 危险物质储存位置

表 14.1 危险物质数量和分布情况表

序号	危险物质名称	形态	储存位置				储罐操作参数			CAS 号	最大存在总量/t	临界量/t	防护措施
			位置	设备类型	大小(m ³)	数量	压力	温度	包容性				
1	硫酸(70%)	液态	硫酸库	储罐(充装系数0.8)	10	1	常压	常温	单包容	7664-93-9	8.96	10	四周设围堰,地面防渗防腐、防渗
2	硫酸铵	固态	原材料仓库	袋装	/	/				7783-20-2	60	10	地面防渗

表 14.2 硫酸理化性质和危险特性

基本信息	中文名称: 硫酸	英文名称: sulfuric acid	CAS 号: 7664-93-9
	分子式: H ₂ SO ₄	分子量: 98.08	危规号: 81007
	UN 编号: 1830	危险性类别: 第 8.1 类酸性腐蚀品	IMDG 规则页码: 8225
	含量: 工业级 70%	相对密度(水=1): 1.61	溶解性: 与水混溶
	外观与性状: 纯品为无色透明油状液体, 无臭		
理化特性	主要用途: 用于生产化学肥料, 在化工、医药、塑料、染料、石油提炼等工业也有广泛的应用。 禁配物: 碱类、碱金属、水、强还原剂、易燃或可燃物		
危险特性	遇水大量放热, 可发生飞溅。与易燃物(如苯)和可燃物(如糖、纤维素等)接触会发生剧烈反应, 甚至引起燃烧。遇电石、高氯酸盐、硝酸盐、苦味酸盐、金属粉末等猛烈反应, 发生爆炸或燃烧。有强烈的腐蚀性和吸水性		
	有害燃烧产物: 氧化硫		
	灭火方法: 消防人员必须穿全身耐酸碱消防服。灭火剂: 干粉、二氧化碳、砂土。避免水流冲击物品, 以免遇水会放出大量热量发生喷溅而灼伤皮肤		
人体危害与防护	健康危害: 对皮肤、粘膜等组织有强烈的刺激和腐蚀作用。蒸气或雾可引起结膜炎、结膜水肿、角膜混浊, 以致失明; 引起呼吸道刺激, 重者发生呼吸困难和肺水肿; 高浓度引起喉痉挛或声门水肿而窒息死亡。口服后引起消化道烧伤以致溃疡形成; 严重者可能有胃穿孔、腹膜炎、肾损害、休克等。皮肤灼伤轻者出现红斑、重者形成溃疡, 愈后疤痕收缩影响功能。溅入眼内可造成灼伤, 甚至角膜穿孔、全眼炎以至失明。慢性影响: 牙齿酸蚀症、慢性支气管炎、肺气肿和肺硬化		
	环境危害: 对环境有危害, 对水体和土壤可造成污染燃爆危险: 本品助燃, 具强腐蚀性、强刺激性, 可致人体灼伤皮肤接触: 立即脱去污染的衣着, 用大量流动清水冲洗至少 15 分钟。就医		
	眼睛接触: 立即提起眼睑, 用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15 分钟。就医 吸入: 迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难, 给输氧。如呼吸停止, 立即进行人工呼吸。就医 食入: 用水漱口, 给饮牛奶或蛋清。就医		

泄漏 应急 处理	迅速撤离泄漏污染区人员至安全区，并进行隔离，严格限制出入。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防酸碱工作服。不要直接接触泄漏物。尽可能切断泄漏源。防止流入下水道、排洪沟等限制性空间。小量泄漏：用砂土、干燥石灰或苏打灰混合。也可以用大量水冲洗，洗水稀释后放入废水系统。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容。用泵转移至槽车或专用收集器内，回收或运至废物处理场所处置
储运 与 泄 漏 处 理	包装方法：耐酸坛或陶瓷瓶外普通木箱或半花格木箱；磨砂口玻璃瓶或螺纹口玻璃瓶外普通木箱 储存注意事项：储存于阴凉、通风的库房。库温不超过 35℃，相对湿度不超过 85%。保持容器密封。应与易（可）燃物、还原剂、碱类、碱金属、食用化学品分开存放，切忌混储。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料 运输注意事项：本品铁路运输时限使用钢制企业自备罐车装运，装运前需报有关职能人员批准。铁路非罐装运输时应严格按照铁道部《危险货物运输规则》中的危险货物配装表进行配装。起运时包装要完整，装载应稳妥。运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与易燃物或可燃物、还原剂、碱类、碱金属、食用化学品等混装混运。运输时运输车辆应配备泄漏应急处理设备。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留

表 14.3 硫酸铵理化性质和危险特性

标识	中文名：硫酸铵			危规编号：51504		
	英文名：Ammonuim Sulphate					
	分 子 式： (NH ₄) ₂ SO ₄		分子量：132.14		CAS 号：7783-20-2	
理化性质	外观与性状	无色透明斜方晶系结晶				
	熔点(℃)	分解	相对密度(水=1)		1.77	
	沸点(℃)	分解	饱和蒸气压(kPa)		/	
	溶解性	易溶于水。				
毒性及健康危害	侵入途径	吸入、食入、经皮吸收				
	毒性	LD ₅₀ : 3g/kg(大鼠经口)。				
	健康危害	侵入途径：吸入、食入、经皮肤吸收。 健康危害：对眼睛、粘膜和皮肤有刺激作用。				
燃烧爆炸危险性	燃烧性	不燃		燃烧分解物		
	闪点(℃)	/		爆炸上限%（v%）:		/
	自燃温度(℃)	/		爆炸下限%（v%）:		/
	危险特性	受热分解产生有毒的烟气。				
	建规火险分级			稳定性	稳定	聚合危害 不聚合
	禁忌物					
	灭火方法	采用雾状水、泡沫、砂土灭火。				
急救措施	皮肤接触：脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗。 眼睛接触：提起眼睑，用流动清水或生理盐水至少冲洗 15 分钟。就医。 吸入：脱离现场至空气新鲜处。如呼吸困难，给输氧。就医。 食入：饮足量温水，催吐。就医。					

泄 漏 处 置	隔离泄漏污染区，限制出入。建议应急处理人员戴防尘面具（全面罩），穿防毒服。用洁净的铲子收集于干燥、洁净、有盖的容器中，转移至安全场所。若大量泄漏，收集回收或运至废物处理场所处置。
储 运 注 意 事 项	储存注意事项：储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。应与酸类、碱类分开存放，切忌混储。储区应备有合适的材料收容泄漏物。

14.1.2 生产系统危险性识别

(1) 生产装置

矿山生产过程中，母液车间生产池体和母液输送管线存在泄露危险。

(2) 贮运风险

贮运风险主要包括运输途中以及厂区内储罐泄漏或者遗撒两个环节。

运输过程：拟建工程生产过程中使用的原辅材料以及产品等有易燃易爆、腐蚀性强的物质，特别是硫酸，全部外购，委托专业运输机构采用密封罐车从硫酸生产企业运输硫酸，并督促运输单位遵守《危险化学品安全管理条例》、《道路危险货物运输管理规定》等有关危险货物运输管理的规定，避免运输过程的环境污染风险。

厂区储存：厂区储罐及管道泄漏主要发生在阀门失效、管口连接处等。一旦发生泄漏，会对罐区及管道周围环境造成危害。

14.1.3 风险识别结果

根据危险物质和生产系统危险性识别，识别出建设项目风险源为硫酸储罐泄漏、母液车间池体和母液输送管线泄漏。风险识别表见表 14.4。

表 14.4 建设项目环境风险识别汇总

序号	危险单元	风险源	主要危险物质	Q	环境风险类别	环境影响途径	可能受影响的环境敏感目标	备注
1	硫酸库	硫酸储罐	硫酸	0.896	泄漏	地表水	厂区工作人员	非重点风险源
2	母液处理车间	车间池体	硫酸铵	6	泄漏	地表水	周边地表植被、土壤、地表水	重点风险源
3	原地浸矿场	母液输送管线	硫酸铵	6	泄漏	地表水	周边地表植被、土壤、地表水	重点风险源

14.2 环境风险事故情形分析及预测

14.2.1 事故性泄漏风险对地表水影响分析

本项目风险事故包括母液池体泄漏和母液管线破裂泄漏，预测事故情况对矿区河流地表水体影响。

母液处理车间正常情况下不会出现池体泄漏情况。事故情况下，主要考虑母液处理车间池体泄漏，事故情况下，污染物的浓度均相同，不同的为排放量，最大的为母液处理车间池体事故泄漏。

14.2.1.1 预测方法

预测条件：按母液渗漏量集中排放至地表水体考虑。预测时不考虑氨氮降解作用，按混合模式计算。

预测因子：预测原地浸矿特征污染物氨氮、硫酸盐。

混合过程段的长度计算公式：

$$\text{混合过程段的长度 } L = \frac{(0.4B - 0.6a)Bu}{(0.058H + 0.0065B)(gHI)^{1/2}}$$

式中：L——混合过程段长度，m；

B——河流宽度，m；

a——排放口距离岸边位置（岸边排放时为零），m；

u——河流断面平均流速，m/s；

H——平均水深，m；

g——重力加速度，9.81m/s²；

I——河流纵降比，%。

完全混合断面污染物的浓度 C 的计算公式：

$$C = \frac{C_h Q_h + C_p Q_p}{Q_h + Q_p}$$

式中：C——河流水中某污染物浓度，mg/L；

Q_p——废水排放量，m³/s；

C_p——污染源排放浓度，mg/L；

Q_h——河流流量，m³/s；

C_h——河流上游污染物浓度，mg/L。

河流简化：根据调查，预测涉及到的河流均可简化为平直河流。

14.2.1.2 源强分析

14.2.1.2.1 母液处理车间的池体事故泄漏

本项目母液处理车间位于 2 号溪流域，设计生产规模为 500t/a。母液处理车间正常情况下不会出现池体泄漏情况，考虑到事故情况下，池体可能发生泄漏，母液泄漏而首先污染地下水，进而发生地表水的次生污染。

(1) 母液处理车间池体泄漏量

池体泄漏量按单个最大池容 600m³ 的 50%考虑，则池体泄漏量约 300m³，池体泄漏控制时间按 1 个班考虑，泄漏时间为 8 小时，泄漏流量为 37.5m³/h，全部进入地表水。

(2) 母液处理车间渗漏污染源强

泄漏母液污染物按母液成分选取，超标的污染物为氨氮和硫酸盐。母液处理车间池体泄漏污染源强见表 14.5。

表 14.5 母液处理车间渗漏污染源强

母液处理车间		时期	渗漏水量		渗漏浓度 (mg/L)	
规模 REO (t/a)	最大 池容 (m ³)		总量 (m ³ /d)	小时量 (m ³ /h)	氨氮	硫酸盐
500	600	生产期	300	37.5	2400	6800
		清水清洗期			1273	3500

14.2.1.2.2 母液管线泄漏

(1) 母液管线破损事故泄漏

母液管线破损情况下，母液将泄漏进入地表水体，从而引起污染。工人发现母液管线破裂并采取控制措施时间按 1 小时估算。

(2) 母液管线泄漏污染源强

以 500t/a 的母液处理车间为例，其原地浸矿场每天母液注液量为 2000m³，每天母液管线工作 20 小时，则 1 小时的泄漏量约为 100m³。泄漏地点主要考虑在原地浸矿场和母液处理车间之间的区域。母液输送管线破裂污染源强见表 14.6。

表 14.6 母液输送管线破裂污染源强

名称	时期	渗漏水量 (m ³ /h)	渗漏浓度 (mg/L)	
			氨氮	硫酸盐

500t	生产期	100	2400	6800
------	-----	-----	------	------

(3) 预测模式

原地浸矿场管线泄漏风险情况，考虑泄漏母液一次性直接排放进入地表水体，并提出风险防范措施。泄漏母液进入 2 号溪。

14.2.1.3 母液池体泄漏事故排放对地表水环境影响分析

影响预测见表 14.7。

表 14.7 母液池体泄漏对南洼河影响预测

预测因子	排放参数		2 号溪与南洼河汇入口下游河流参数		2 号溪与南洼河汇入口下游完全混合浓度 (mg/L)
	车间泄漏量(m ³ /h)	排放浓度 (mg/L)	流量(m ³ /s)	本底浓度 (mg/L)	
氨氮	37.5	2400	10.9	0.19	2.48
硫酸盐	37.5	6800	10.9	1.9	8.39

由表可知，母液处理车间母液池体泄漏，2 号溪与南洼河汇入口下游完全混合断面的氨氮浓度 2.48mg/L，不满足《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) 中的Ⅲ类标准限值（1mg/L）；硫酸盐浓度 8.39mg/L，满足《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中表 2 中限值要求（250 mg/L）。因此车间母液泄露会对南洼河造成明显不利影响，但这种影响是突发、短暂的。而不会对南洼河造成明显不利影响。

14.2.1.4 母液管线泄漏事故排放对地表水环境影响分析

母液管线泄漏对南洼河水质的影响预测见表 14.8。

表 14.8 母液管线泄漏对河流影响预测

预测因子	排放参数		2 号溪与南洼河汇入口下游河流参数		2 号溪与南洼河汇入口下游完全混合浓度 (mg/L)
	管道泄漏量(m ³ /h)	排放浓度 (mg/L)	流量(m ³ /s)	本底浓度 (mg/L)	
氨氮	100	2400	3.350837	0.19	6.29
硫酸盐	100	6800	3.350837	1.9	19.18

由表可知，母液管线泄漏，2 号溪与南洼河汇入口下游河流完全混合断面的氨氮浓度 6.29mg/L，硫酸盐混合浓度 19.18mg/L，氨氮浓度不满足《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中的Ⅲ类标准限值（1mg/L）要求，硫酸盐浓度满足《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中的Ⅲ类标准限值（250mg/L），因此流域 1 母液管线泄漏会影响南洼河的环境质量，但这种影响是突发、短暂的。应做好应急防范措施。

总之，母液管道泄露会对南洼河造成不利影响，但这种影响是短暂的，短期

内该河段氨氮、硫酸盐将恢复至本底值，此期间要严格防控，禁止当地居民在泄露下游河段取水灌溉。

14.2.2 硫酸储存罐事故性排放影响分析

本项目硫酸运储系统由槽车和储罐组成，该系统的事故隐患主要是事故性泄漏，运输、贮存和使用三个环节中因操作不当、闸阀失灵、管道破裂、储罐破损等原因造成硫酸溢出而对环境造成污染、设备腐蚀或人员伤害。若发生泄漏，可能危害附近的土壤和植被。

在硫酸储罐区设置围堰，有效容积为 10m^3 ，地面防渗防腐、防渗。当发生硫酸泄漏事故时，应立即采取有效应急措施，对其影响加以控制，降低硫酸泄漏对环境造成的影响。

14.2.3 土壤质量风险评价

本节主要针对事故性泄漏即包括母液处理车间池体事故泄漏和母液管线破损事故泄漏风险对土壤质量的影响进行分析。

14.2.3.1 土壤质量风险原因

原地浸矿场生产中可能造成土壤板结的主要原因是浸矿液中的氨氮和硫酸盐进入土壤中，可能引起土壤酸化、土壤板结。

氨氮中的氮过量进入土壤后，将相应增加土壤中碳素的消耗，所消耗的碳素来源于土壤有机质，有机质含量低，影响微生物活性，从而影响土壤团粒结构的形成，导致土壤板结。

硫酸盐过量进入土壤后，将导致土壤中的钙与硫酸盐反应生产硫酸钙沉淀，进而堵塞土壤的孔隙，导致土壤板结，通常大量施用硫铵肥料，会造成土壤板结，土壤酸化。

14.2.3.2 土壤质量现状

根据土壤背景监测数据，矿区土壤监测点的 pH 4.69-5.18。根据土壤监测结果，矿区附近土壤多为轻度酸化土壤。

14.2.3.3 氨氮对土壤板结的影响分析

事故性泄漏包括母液处理车间池体事故泄漏、母液管线破损事故泄漏二种事故情况。

(1) 母液处理车间池体事故泄漏

根据工程分析,以单个最大池容 600m^3 的为例,母液处理车间的事故情况下一次泄漏的最大量为 600m^3 。则氨氮的总量为 $2400\text{mg/L} \times 600\text{m}^3 = 1.44\text{t}$,按最不利原则进行考虑,即假设泄漏的母液全部进入母液处理车间下方的土壤进行预测。

母液处理车间占地面积分别约为 39200m^2 ,母液处理车间位置在山坡上,整体厚度约为 5m ;则车间土壤体积为 196000m^3 ,土壤密度按 1.26t/m^3 计,则车间土壤的质量为 246960t 。

事故情况下最大泄漏量将导致车间土壤中氨氮增加 5.83mg/kg 。

如果母液处理车间池体池壁采用满足要求的防渗膜防渗(防渗层的厚度应相当于渗透系数 $1.0 \times 10^{-7}\text{cm/s}$ 和厚度 $\geq 6\text{m}$ 的黏土层的防渗性能),池壁发生渗漏,可通过加强巡视和母液处理车间周边地下水监测发现,及时修补或更换池壁防渗膜来控制。在车间注液配置有事故应急池,确保即使发生泄漏也能将工艺液体收集在事故应急池内不外泄。池壁发生渗漏对母液处理车间池体周边的局部土壤产生影响是局部的、暂时的。

评价认为,事故情况下的最大泄漏量在最不利情况下,将导致土壤中氨氮增加 5.83mg/kg ,一般情况下不会造成表层土壤的明显板结。

(2) 母液管线破裂事故排放

母液管线破裂情况下,母液将泄漏进入地表水体,从而引起污染。工人发现母液管线破裂并采取控制措施时间按 1 小时估算。

以 500t/a 的母液处理车间为例,其最大泄漏量约为 100m^3 ,氨氮泄露的总量为 $2400\text{mg/L} \times 100\text{m}^3 = 0.24\text{t}$,按最不利原则进行考虑,即假设泄漏的母液全部进入土壤进行预测。

假设以管线泄漏点为原点,周围 100m 的区域为泄漏污染区域,则污染区域面积约为 31400m^2 ;土壤厚度按 5m 计算;则土壤体积为 157000m^3 ,土壤密度按 1.26t/m^3 计,则污染区域土壤的质量为 197820t 。

事故情况下的最大泄漏量将导致管道泄露点周边区域土壤中氨氮增加 1.21mg/kg ,一般情况下不会造成表层土壤的明显板结。

由此可知,母液处理车间池体事故泄漏事故情况下的最大泄漏量将导致母液处理车间的土壤中氨氮最大增加 5.83mg/kg ,母液管线破损事故情况下的最大泄漏量将导致泄漏点周边区域土壤中氨氮增加 1.21mg/kg 。根据当地土壤的实际调查,土壤中的氨氮背景浓度监测值含量在 $4.95 \sim 11.3\text{mg/kg}$ 。因此,评价认为事

故情况下的母液泄露导致氨氮的增加量在背景浓度正常范围内,一般情况下表层土壤不会产生明显的板结。

14.2.3.4 硫酸盐对土壤板结的影响分析

(1) 母液处理车间池体事故泄漏

根据工程分析,以单个最大池容 600m^3 的为例,母液处理车间的事故情况下一次泄漏的最大量为 600m^3 。则硫酸盐的总量为 $6800\text{mg/L} \times 600\text{m}^3 = 4.08\text{t}$,按最不利原则进行考虑,即假设泄漏的母液全部进入母液处理车间下方的土壤进行预测。

母液处理车间占地面积分别约为 39200m^2 ,母液处理车间位置在山坡上,整体厚度约为 5m ;则车间土壤体积为 196000m^3 ,土壤密度按 1.26t/m^3 计,则车间土壤的质量为 246960t 。

事故情况下的最大泄漏量将导致母液处理车间的土壤中硫酸盐增加 16.52mg/kg 。如果母液处理车间池体池壁采用满足要求的防渗膜防渗(防渗层的厚度应相当于渗透系数 $1.0 \times 10^{-7}\text{cm/s}$ 和厚度 $\geq 6\text{m}$ 的黏土层的防渗性能),池壁发生渗漏,可通过加强巡视和母液处理车间周边地下水监测发现,及时修补或更换池壁防渗膜来控制。池壁发生渗漏对母液处理车间池体周边的局部土壤产生影响是局部的、暂时的。

评价认为,事故情况下的最大泄漏量在最不利情况下,将导致土壤中硫酸盐加 16.52mg/kg ,一般情况下不会造成表层土壤的明显板结。

(2) 母液管线破裂事故排放

母液管线破裂情况下,母液将泄漏进入地表水体,从而引起污染。工人发现母液管线破裂并采取控制措施时间按 1 小时估算。

以 500t/a 的母液处理车间为例,其最大泄漏量约为 100m^3 ,硫酸盐泄露的总量为 $6800\text{mg/L} \times 100\text{m}^3 = 0.68\text{t}$,按最不利原则进行考虑,即假设泄漏的母液全部进入土壤进行预测。

假设以管线泄漏点为原点,周围 100m 的区域为泄漏污染区域,则污染区域面积约为 31400m^2 ;土壤厚度按 5m 计算;则土壤体积为 157000m^3 ,土壤密度按 1.26t/m^3 计,则污染区域土壤的质量为 197820t 。

事故情况下的最大泄漏量将导致原地浸矿场和母液处理车间之间的区域土壤中硫酸盐增加 3.44mg/kg ,一般情况下不会造成表层土壤的明显板结。

由此可知,母液处理车间池体事故泄漏事故情况下的最大泄漏量将导致母液

处理车间的土壤中硫酸盐增加 16.52mg/kg；母液管线破损事故情况下的最大泄漏量将导致泄漏点周边区域土壤中硫酸盐增加 3.44mg/kg。根据当地土壤的实际调查，土壤中的硫酸盐背景浓度监测值含量未检出。因此评价认为，事故情况下的母液泄露导致硫酸盐增加，一般情况下表层土壤不会产生明显的板结。

评价建议，企业在进行原地浸矿开采时需要委托专业的农林部门在矿山开采前、开采中、开采结束后对原地浸矿场、母液处理车间及周边的土壤进行土壤比重、土壤孔隙度等与土壤板结相关参数的监测，重点监测可能发生泄漏点的部位和周围土壤，关注土壤的板结情况，如果发现问题，及时解决。

14.2.4 矿山退役后的环境风险分析

（1）项目整体退役后的生态环境风险分析

项目整体退役后的生态环境风险主要是原地浸矿场吸附的硫酸铵解析所引起的土壤板结的风险。

原地浸矿场在山坡或山顶，项目整体退役后，土壤板结的风险主要是在原地浸矿场下游的土壤。每个原地浸矿场的浸矿注液时间不到 1 年，浸矿结束后再进行约 1 年的清水洗矿去除氨氮的影响，然后原地浸矿场的注液孔即回填，地表降雨入渗系数基本与未开采时相当，因原地浸矿场在山坡或山顶，其入渗系数和入渗量相对较小，通过清水洗矿原地浸矿场内土壤中硫酸铵和氨氮已经很少，解析的量也较小，因此不会引起明显的土壤板结问题。

（2）土壤环境质量后评估计划

项目整体退役后应依据环境保护部相关要求，对项目进行环境影响后评价。

（3）项目整体退役后的生态恢复与补偿措施

项目整体退役后的生态恢复与补偿措施主要包括：①注液孔及时回填。②制定原地浸矿场周边土壤跟踪监测与评估计划，按监测计划预留专项资金用于监测计划的落实，确保监测评估计划落实。③如发现土壤板结而影响农田、耕地的产量，必须采取相应的生态抚育措施。④为预防土壤板结而影响农田、耕地的产量，制定监测计划，如对周边农田粮食产量或质量产生不利影响，应按照相关标准进行补偿，企业做出补偿承诺。

14.3 风险防范措施

14.3.1 事故性泄漏风险三级防控防范措施

由于事故性泄漏风险具有突发性和影响严重的特点，必须采取措施加以防范，及时控制。为防止事故性排放污染物污染地表水体，矿山应制定风险应急预案以应对事故性泄漏。对事故性泄露风险建立三级防控体系，即一级防控为车间级、二级防控为矿区级、三级防控为流域级。采取的事故性风险防范措施如下：

一级防控为车间级，主要防控措施为防止母液处理车间发生事故性排放，除杂池和沉淀池采用多池交替使用方案，始终保持 1 个除杂池和 1 个沉淀池放空状态，作为应急事故池，并在车间下游配置相应的事故应急池。在除杂池和沉淀池沉淀渣清除时，及时检查防渗膜的完好性，发现渗漏，及时处理。

二级防控为矿区级，主要防控措施为在母液处理车间山脚低凹处设 2 个容积均为 300m^3 事故池，母液处理车间坡脚设事故排放收液沟，沟底防渗，将事故排放的母液及时收集进事故池。原地浸矿场下游低洼处按流域设一定数量事故池，原则每个原地浸矿场设 1 个，池容积不小于 100m^3 。

三级防控为流域级。主要防控措施为当地下水长观孔水质指标超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的Ⅲ类水标准时，矿山立即停产，及时上报，及时排查，及时查找原因，及时处理，消除对地表水的影响。当南洼河出矿区地表水监测断面水质超标，矿山立即停产，及时上报，及时排查，及时查找原因，及时处理，消除对地表水的影响，在出矿区的溪流中设置截水闸，以防控矿山事故性排放引起地表水污染。

在采取上述事故风险防范措施后，可将事故泄漏风险排放量全部收集至事故池，不会进入到地表水体，从而不会对当地地表水造成明显不利影响。

14.3.2 硫酸储存罐事故性泄漏风险防范措施

（1）储罐区

硫酸储罐区考虑了完善的硫酸储存系统，具体措施如下：

- ①选用质量合格的管线、储罐等，并精心安装；
- ②合理选用防腐材料，保证焊接质量及连接密封性；
- ③定期检查跑、冒、滴、漏，保持容器完好无缺；
- ④硫酸储罐区设置围堰，有效容积为 10m^3 ，设置事故应池，事故池容积应

大于硫酸储罐最大容积，保持事故池内无杂物和积水；

⑤操作尽可能机械化、自动化，避免发生事故时灼伤人体；

⑥操作人员佩戴自吸过滤式防毒面具（全面罩），穿橡胶耐酸碱服，戴橡胶耐酸碱手套；

⑦对设备、管线、泵、阀以及报警监测仪表定期检、保、修；

⑧与易(可)燃物、还原剂、碱类等禁止混储；

⑨储罐区保持阴凉、通风，罐体温度应不超过 35℃，相对湿度不超过 85%，考虑当地最高气温夏季最高接近 35℃，给储罐增加防雨防晒棚；

（2）输送管线

加强对输送管线的定期检查，发现问题及时排查、修复，解决潜在的风险隐患，确保管道的安全性。管道终端设控制阀，该控制阀能通过输送量来发现管道是否发生泄露，具备紧急关闭的功能，一旦发生泄漏能够在最短时间关闭输送管道，防止污染物的大面积泄漏。泄漏时，启动相应的应急措施，以确保能够迅速采取合理的防范和补救措施。管线沿途设置警示牌，标明管道内为危险化学品。

（3）运输过程

各种酸外购时，使用罐车运送，装罐、运输过程中要注意将强防范措施：

①在硫酸的运输、储存过程中必须严格执行《危险化学品安全管理条例》等有关规定。

②硫酸储罐、管道、阀门、酸泵的材质必须符合硫酸储运的要求；运输硫酸的容器材质为耐高、低温、耐硫酸的专门材料，并定期检修和检测。

③禁止和其它物质混载；汽车运输应选择交通车辆来往少的道路；车辆发生故障、休息停车时，要选择安全的场所。

14.4 事故应急预案

（1）组织机构

龙安稀土矿应急预案体系由组织体制、动作机制、法律基础和保障系统组成。在体系的建立和实施过程中应对全矿的危险源进行辨识和风险评价，形成全矿重大危险源清单，对所评价出的重大危险源均应采取相应的控制措施。矿山设有应急工作领导小组、应急救援队伍，应急救援总指挥部总指挥为矿长，副总指挥为安全环保生产矿长，成员为设备供应科长、后勤部长、财务科长、办公室主任、

人力资源科长、机动科长、环保与社会责任部长、应急监测科长、应急监测人员、分析化验人员。

（2）事故预防

当地下水监测井水质指标超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的Ⅲ类水标准时，及时上报，及时排查，及时查找源头，及时处理。作好应急准备。

如发现母液处理车间池体泄漏、母液管线破损泄漏，及时启动应急程序，事故泄漏的母液及时收集进事故池。

应急救援中心负有接警、报警的责任，并通知有关部门、单位采取相应行动。现场指挥部成立后，指挥权自动转移，由现场指挥部行使指挥权。

（3）应急响应

应急救援中心接到总指挥命令后，立即通知总指挥部成员到应急救援中心集中，通知有关抢救抢险队伍立即赶赴事故现场。

总指挥部全体成员接到通知后迅速赶到应急指挥部，听取事故简要情况介绍，接受总指挥命令，分头开始行动。

应急系统启动后，要求尽快做到应急救援人员到位，开通信息与通讯网络，调配救援所需的应急资源，派出现场指挥协调人员赶赴事故现场。

（4）应急监测

应急监测人员在事件发生后，必须立刻启动应急监测，应急监测由采样人员在各监测点位进行取样，分析人员在化验室准备仪器设备、药剂。

应急监测人员在监测设备、物资上做好随时应对突发环境事件发生的准备。应急监测成员保证 24 小时通讯畅通，接到指令后 20 分钟内到达现场，同时做好准备。应急监测人员分为外勤工作人员和室内工作人员，外勤工作人员做好安全防护，立即赴事故现场实地勘察，确定事故的类型、监测项目、采样频次，及时反馈信息给室内工作人员，室内人员做好相应的项目分析试剂、分析仪器的预热等准备工作，密切配合。

应急监测成员应充分熟悉所负责的区域、监测点位、监测项目、监测流程，对所属的监测仪器、设备、试剂做到统一管理、及时调用、清晰有数。

应急响应发生时，应依据应急指挥组的响应指令对事故区域进行环境监测，水环境监测主要以 pH、SS、COD、氨氮、硫酸盐为指标，一旦发现超标严重，应及时上报应急指挥组决定如何采取进一步措施。

现场监测人员应当做好监测记录，包括时间、气温、气压、水温、流速、流量、水位等各环境要素。对采样点的具体位置以及当时的情况作详细描述；遵循应急监测与现场采样方法，按相关规定采集水样并及时加药保存。

实验室分析人员应当严格按规范认真分析，采取有效的质控措施和手段，保证监测数据的准确可靠，及时上报监测结果以供应急指挥组和相关部门确定进一步应急处置行动。

（5）信息发布

应急救援中心对发生的安全事故和应急响应的信息实行统一、快速、有序、规范管理，并以矿安委会名义实施信息发布。

信息发布要遵循及时、主动、客观、准确、规范原则进行，并严格审查、发布程序。

（6）后期处置

由人力资源科负责组织事故灾难的善后处置工作，包括人员治疗、安置、补偿和工伤鉴别，尽快清除事故影响，妥善安置和慰问受害及受影响人员，财务科负责征用物资和劳务补偿等事项，保证社会稳定，尽快恢复正常秩序。

矿安委会应全程开展勘察、取证和分析等工作，并应在应急状态解除后整理和审查所有的应急记录和文件等资料，总结和评价导致应急状态的事故原因和在应急期间所采取的主要行动，及时作出书面报告。同时，应对救援过程和应急分队的救援能力进行评估后，及时对应急预案的适宜性和有效性进行修订和完善。

（7）保障措施

包括通信与信息保障、应急队伍保障、应急物资装备保障、经费保障、其他保障等。

矿长办公室必须确保应急车辆完好，并确保一名驾驶员 24 小时内有人值班。

技术科、人力资源科、机动科、生产科要按照 GB16423-2006 标准要求，对本专业的各种图纸资料及时补充完善，确保在救援情况下正确无误。

（8）培训与演练

人力资源科负责培训工作，应根据预案实施情况每年制定相应的培训计划，采取多种形式对应急有关人员进行应急知识或应急技能培训。培训应保持相应记录，并做好培训结果的评估和考核记录。

安环科每年至少对重大危险源进行一次演练。其他应急功能依实际需求不定

期开展演习。演习前要制定演习计划，演习应保持相应记录，并做好应急演习评价结果、应急演习总结与演习追踪记录。

（9）应急预案备案要求

矿山制定的环境风险应急预案应报陇川县政府和生态环境局等部门进行备案。

（10）事故报告制度

对原地浸矿场、母液输送管线、母液处理车间按时进行巡查，一旦发现事故泄漏预兆、发生事故泄漏时，巡查人员必须第一时间及时上报矿山事故应急管理办公室。事故应急管理办公室根据事故程度和情况及时上报地方事故应急管理部门，及时告知周边的居民，及时采取措施。

14.5 小结

（1）事故性泄漏包括母液处理车间池体事故泄漏、母液管线破损事故泄漏两种事故情况，发生泄漏事故情况下，对南洼河不会造成明显不利影响。因此，必须采取措施防止事故性排放污染物进入周边地下水体中。

（2）事故情况下，其泄漏的硫酸铵均不会对原地浸矿场和母液处理车间的表层土壤造成明显的不利影响。

（3）硫酸储罐存在发生破裂，导致硫酸泄漏的危险。一旦发生破损泄露，则对储存罐周围的环境造成严重的破坏，尤其是对植物和土壤的破坏性较强。硫酸储罐泄漏主要发生在阀门失效、泵泄漏等。硫酸储罐周边设置围堰，有效容积 10m^3 ，当发生硫酸泄漏事故时，应立即采取有效应急措施，对其影响加以控制，降低硫酸泄漏对环境造成的影响。酸储罐区考虑了完善的硫酸等的储存系统；加强对输送管线的定期检查，发现问题及时排查、修复，解决潜在的风险隐患，确保管道的安全性。管道终端设控制阀，具备紧急关闭的功能。泄漏时，启动相应的应急措施。在硫酸的经营、运输、储存过程中必须严格执行《危险化学品安全管理条例》等有关规定。

（4）为防止事故性排放污染物污染地表水体，矿山应制定风险应急预案以应对事故性泄漏。对事故性泄露风险建立三级防控体系，即一级防控为车间级、二级防控为矿区级、三级防控为流域级。

表 14.9 环境风险评价自查表

工作内容		完成情况					
风险调查	危险物质	名称	硫酸			硫酸铵	
		存在总量/t	8.9			60	
	环境敏感性	大气	500m 范围内人口数 < 500 人			5km 范围内 人	
			每公里管段周边 200m 范围内人口数 (最大) 人				
		地表水	地表水功能敏感性	F1 ☒	F2 ☐	F3 ☐	
			环境敏感目标分级	S1 ☐	S2 ☐	S3 ☒	
		地下水	地下水功能敏感性	G1 ☐	G2 ☐	G3 ☒	
			包气带防污性能	D1 ☒	D2 ☐	D3 ☐	
物质及工艺系统危险性	Q 值	Q < 1 ☐	1 ≤ Q < 10 ☒	10 ≤ Q < 100 ☐	Q > 100 ☐		
	M 值	M1 ☐	M2 ☐	M3 ☐	M4 ☒		
	P 值	P1 ☐	P2 ☐	P3 ☐	P4 ☒		
环境敏感程度	大气	E1 ☐	E2 ☐		E3 ☒		
	地表水	E1 ☒	E2 ☐		E3 ☐		
	地下水	E1 ☐	E2 ☒		E3 ☐		
环境风险势	IV+ ☐	IV ☐	III ☒	II ☐	I ☐		
评价等级	一级 ☐		二级 ☒	三级 ☐	简单分析 ☐		
风险识别	物质危险性	有毒有害 ☒		易燃易爆 ☐			
	环境风险类型	泄露 ☒		火灾、爆炸引发伴生/次生污染物排放 ☐			
	影响途径	大气 ☐		地表水 ☒		地下水 ☐	
事故情形分析	源强设定方法		计算法 ☒	经验估算法 ☐		其他估算法 ☐	
风险预测与评价	大气	预测模型	SLAB ☐	AFTOX ☐		其他 ☐	
		预测结果	大气毒性终点浓度-1 最大影响范围 0 m				
			大气毒性终点浓度-2 最大影响范围 0 m				
	地下水	下游厂区边界达到时间 d					
		最近环境敏感目标, 到达时间 d					
	地表水	最近环境敏感目标, 南洼河。					
重点风险防范措施	“13.3 环境风险防范措施”章节						
评价结论与建议	“13.5 小结”章节						
注: “ ☐ ”为勾选项, “___”为填写项。							

15 环境保护对策及措施

鉴于原地浸矿工艺目前国家无设计规范标准，南方离子稀土赋存分散，点多面广，厚度不大，原地浸矿收液工程设计是原地浸矿污染控制的关键。每个原地浸矿场的施工、浸矿、清洗时间共约 1 年，每个原地浸矿场生产时间较短。为控制原地浸矿场的污染，评价从设计阶段、施工阶段、生产阶段、闭矿阶段提出全过程环境保护对策措施。

南方离子型稀土矿开采对环境的主要影响是水环境，对于大气环境和声环境影响轻微。开采活动对水环境产生影响的主要原因是采场浸矿母液难以完全收集，通过矿层下部底板的孔隙、裂隙渗漏进入采区地下水体，并随着地下水迁移。因此，本章将重点阐述水污染防治措施，对大气和噪声环境保护措施适当简化。

项目涉及水环境范围大、影响远，单独的环保措施难以形成联防联控的作用。本评价将建立水污染防控体系，控制污染源头、监控污染传输，强化末端治理，尽可能将项目对水环境的影响降低到最小。

15.1 设计阶段污染预防措施

每个原地浸矿场在设计阶段必须严格落实如下污染预防措施：

（1）核实资源储量，确定浸矿剂用量

应由具有勘探资质的单位提供生产地质储量报告，明确稀土矿体的空间分布特征，核实离子稀土的品位，以确定浸矿剂硫酸铵的合理浓度和用量，避免过度注液。

（2）开展水文地质勘察和工程地质勘察

应由具有勘探资质的单位提供详细的原地浸矿采场水文地质报告和工程地质报告，明确矿体底板情况，明确底板是否存在断层、破碎带等不良水文条件。掌握矿区地下水的类型、流向、赋存形式以及与地表水之间的补排关系。水文地质报告和工程地质报告认为采用原地浸矿工艺存在较大风险的，必须经专家论证，采取切实可行的控制措施，方可采用原地浸矿工艺，否则不能开采。

（3）合理布置收液系统

科学合理的进行注液布局和收液设计，结合资源特征、工程条件和水文条件对注液和收液系统进行优化，最大程度的减少母液的渗漏。

15.2 施工阶段污染控制措施

15.2.1 施工阶段生态保护措施

采场施工中的生态破坏主要发生在清表作业阶段，对地表植被的清理。应采取以下措施，加强生态保护。

（1）加强施工管理

制定施工方案，在注液孔的施工中避开林木，禁止对林木的砍伐；

施工中应尽可能收缩施工作业面，减少对林地的占用，减少对灌木和草本植被的破坏；施工便道、材料堆放场等尽量利用荒地、闲地。

（2）采取复绿措施

被破坏灌木主要是芒萁等当地常见物种，在施工结束后，应采取相应的复绿措施，恢复地表植被。

（3）防止水土流失

导流孔施工中弃土弃渣、废弃的泥浆应及时清理，防止沟渠堵塞；施工中泥土洒落造成沟渠淤塞或水利排灌设施破坏时，应及时清除或恢复。

15.2.2 施工阶段其他措施

原地浸矿场的收液工程基本为隐蔽工程，注液期间难以发现问题，一旦造成污染，难以采取恢复控制措施，因此，原地浸矿场收液工程的施工质量是本项目污染控制的关键，为此，本评价提出如下控制措施：

（1）每个原地浸矿采场的施工必须严格落实施工环境监理制度，严格按设计施工；

（2）清污分流措施施工，内部避水沟、外部排水沟视地基情况采用浆砌石或混凝土材料；

（3）收液系统隐蔽工程必须组织进行阶段验收（预验收），方可进入下一工序施工；

（4）严格落实地下水监测井、环保回收井的施工；

（5）原地浸矿采场注液、收液工程施工完成后，必须进行工程验收，工程验收合格后，方可进入注液工序。

15.3 生产阶段污染控制措施

15.3.1 清洁生产工艺措施

原地浸矿场的注液与收液必须严格落实如下污染控制措施：

(1) 清水清洗措施

矿体中的稀土矿浸取完成后，需要对矿体进行闭矿处理。因浸矿有大量的浸矿母液残留在矿体中，氨氮吸附残留在土壤中。故需要在闭矿时，使用清水注入注液孔中，将矿体中的氨氮快速解析出来，当从导流孔里收集的清洗废水达到排放标准时，进行封孔闭矿。

(2) 封孔闭矿措施

将注液孔周边的废弃土石方回填，恢复植被，封孔闭矿即完成。

(3) 计量监控措施

为保证采场母液回收率，需进行计量监控收液，每天收液均进行计量，及时统计，确保母液回收率达到设计要求 92.5% 以上。注入浸矿剂和回收的母液均进行计量，即在高位浸矿液池、母液集中池均安装水表。如母液回收率达不到设计要求，则停止注液，查明原因，采取措施。原地浸矿采矿的注液和收液必须严格按照操作规程进行，严格计量监控，并记录归档备案。

15.3.2 大气污染防治对策分析

本项目采用原地浸矿采矿法，浸矿母液采用沉淀、压滤处理，矿山不设锅炉，沉淀、压滤均为带水作业。因此本项目无有组织的大气污染排放源，大气污染为无组织排放源。无组织排放源主要是注液孔施工产生的无组织排放扬尘。

15.3.2.1 注液孔施工大气污染防治措施分析

注液孔挖掘、回填复垦和临时堆放会产生无组织扬尘。主要防治措施为注液孔岩土装袋堆放。此防治措施简单、效果明显，是矿山常用的扬尘防治措施。

15.3.2.2 母液处理车间大气污染防治措施分析

母液处理车间主要大气污染源为稀土产品产生的无组织扬尘。防治措施为设置顶棚、装袋、苫盖。此防治措施简单、效果明显，是常用的扬尘防治措施。

15.3.2.3 道路扬尘污染防治措施分析

本项目矿区内部的母液输送采用管道输送，最终产品年运输量较小，外运道路利用当地已有的乡村水泥道路。为减少运输车辆对环境的影响，本次评价要求

运输车辆严禁超载并要求运输车辆加盖篷布或使用带盖箱体密封车。本评价认为上述道路扬尘污染防治措施是可行的。

15.3.2.4 其他无组织排放粉尘防控措施

(1) 松散物料运输采用密闭车辆运输；

(2) 尽量避免松散物料露天堆放，确需露天临时堆放时，表面需进行遮盖，周边设临时拦挡措施。

上述无组织排放粉尘防控措施是目前矿山企业采用的常规措施，效果较明显。评价认为，无组织排放粉尘防控措施可行。

15.3.3 水环境保护措施分析

本项目矿区地下水和地表水的水力联系密切，本评价从空间上构建水污染防治体系，包括“源头削减控制-过程监管预警-末端风险防控”。

本项目主要的水污染发生在采场，源于浸矿母液的渗漏，而母液的渗漏难以避免，因此为了尽可能的减少污染的产生，将通过源头削减控制来减少母液渗漏；通过淋洗和淋洗水处理来减少污染物在矿体里的残留，缩短浸矿导致水污的影响时间；通过监控和管理来跟踪水环境变化情况，及时发现并采取干预措施。

15.3.3.1 源头削减控制

(1) 避免过度浸矿

根据水文地质条件、工程地质条件和矿产资源储量特征，合理确定浸矿剂用量和浓度，确定浸矿剂的投加程序，防止浸矿剂的过度投入，增大污染源强。

(2) 分区防渗

对于原地浸矿工艺来说，做好防渗措施是减少母液渗漏的最主要措施。根据场地水文地质条件和包气带防污性能，结合工程建设设计标准和《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)的分区防渗要求，可将整个场地分为重点防渗区、一般防渗区和简单防渗区。技改项目分区防渗及要求见表 15.1 和图 15-1。

表 15.1 地下水污染分区防渗及要求

序号	防渗分区	建（构）筑物	防渗要求
1	重点防渗区	收液沟、收液池	等效黏土防渗层 $M_b \geq 6.0m$ ，防渗层结构渗透系数 $K \leq 1.0 \times 10^{-7} cm/s$ ；或参照 GB 18598 执行
2		硫酸库、除杂渣贮存池	
3		母液中转池、配液池、除杂池、沉淀池、产品池、事故池等池体	

4		尾水处理站	
5	一般防渗区	成品仓库	等效黏土防渗层 $Mb \geq 1.5m$, 防渗层结构渗透系数 $K \leq 1.0 \times 10^{-7} cm/s$; 或参照 GB 16889 执行
6		压滤车间	
7		原材料仓库	
8	简单防渗区	其它区域	一般地面硬化

(3) 清污分流和雨污分流

原地浸矿场：采用清污分流的措施，在矿块收液沟的上方设置内部避水沟，将山体地表径流收集入避水沟；在收液沟外部设置排水沟，将雨水和山泉水收集入排水沟；或将收液沟外侧壁设置高于地面 20-30cm，防止外侧雨水进入收液沟。上述措施均可以防止山体的清净径流进入母液收集系统，在稀释母液浓度的同时，造成母液收集系统溢流进入地表水体，造成污染。

母液处理车间：采用雨污分流措施。在母液处理车间各工艺池体设置溢流导排设施，防止因工艺池体溢流至地表水体造成污染。根据车间整体的坡度和布局设置雨水导排设施，防止雨水进入工艺池体或者造成水土流失。

上述措施均属于常见措施，在国内多家稀土矿山均有采取，措施可行。

(4) 母液处理车间生产用水循环利用

母液处理车间沉淀池上清液和压滤机压滤废水汇入回收池，在回收池中通过调节 pH 和硫酸铵浓度后，将其输送到高位浸矿液池当做浸矿液重复利用，不外排。

(5) 清水淋洗及淋洗尾水处理回用

为了将矿体中残留的浸矿剂和浸矿母液淋洗下来，为了最大程度降低上述残留在矿体里浸矿剂在自然环境下的缓释，降低污染源强。

在上一个原地浸矿采场收液结束后，采用清水，利用现有的注液和收液系统对已开采矿体进行淋洗。淋洗起点为浸出母液中稀土离子浓度低于 0.1g/L。淋洗终点为淋洗尾水中污染物氨氮、硫酸盐稳定达到《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB361016-2018）》（氨氮 15mg/L，硫酸盐 800 mg/L）要求，确定清洗终点为氨氮浓度达到 14mg/L，硫酸盐浓度达到 750mg/L。

淋洗后的尾水中含有一定量的氨氮和硫酸根离子，需处理达到《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB361016-2018）》后返回洗矿。

目前国内外氨氮废水处理工艺主要有：蒸氨法、吹脱法、折点氯化法、化学沉淀法、A/O 生化法、膜处理等。

①蒸氨法

蒸氨法是目前国内外生产实践中预处理高浓度氨氮废水比较通行的做法，将高浓度氨氮废水通过蒸氨汽提将废水中的氨氮降到 400mg/L 以下。废水通过蒸氨填料塔并加热 100℃以上，同时 pH 调到 10 以上，回收的氨水浓度 10~15%。蒸氨法优点是运行稳定可靠，回收氨水有一定的经济价值。蒸氨法缺点能耗大，运行成本高。蒸氨法适合氨氮 3000mg/L 以上，有回收价值的的高浓度氨氮废水预处理。

②吹脱法

吹脱法是将氨氮废水加热到 40℃以上，并用空气吹脱气态氨氮。吹脱法优点运行可靠，出水氨氮可满足升华的条件，吹脱法缺点是运行费用高，氨气直接排放空气中对环境造成一定影响。吹脱法处理氨氮废水有一定的效果，但通常用于处理高浓度的氨氮废水，其优点是设备简单，处理效果稳定、基建费和运行费较低，可以回收氨。

③折点氯化法

折点氯化法是将足够量的氯气或次氯酸钠投入到废水中，当投入量达到某一点时，废水中所含的氯含量较低，而氨氮含量趋向于零；当氯气通入量超过此点时，水中的游离氯含量上升，此点称为折点，在此状态下的氯化称为折点氯化，废水中的氨氮常被氧化成氮气而被去除，此法通常可使出水中的氨氮浓度小于 0.1mg/L。折点氯化法优点是处理效果好。折点氯化法缺点是运行费用高(约 10 元/m³)，剩余大量氯根成为新的污染源。折点氯化法适用于处理要求高的氨氮废水。

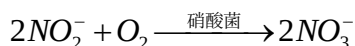
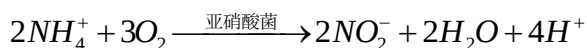
④磷酸铵镁盐法

磷酸铵镁盐法是调整 pH 在 10 以上，加入磷酸盐和氯化镁，形成磷酸铵镁盐沉淀。优点是处理效果较好，磷酸铵镁盐可利用。缺点磷酸盐和氯化镁价格价格高，运行成本高。

⑤A/O 生化法

A/O 法是先将氨氮好氧硝化成硝酸盐和亚硝酸盐，再通过反硝化将硝酸根还原成氮气。

硝化过程：氨氮被硝化菌氧化为亚硝酸盐和硝酸盐



反硝化过程：在缺氧条件下，异养型反硝化细菌将废水中 NO_3^- -N，还原为 N_2 的过程，其生物化学反应式为：



但在整个反应中，每硝化 100mg 氨氮需要 350mg 溶解氧、400mg 以上碱度（以碳酸钙计）。反硝化所需的碳源 N:C=1:5。

A/O 法优点是运行成本适中。A/O 法缺点是流程较长，控制条件要求较高。

⑥膜处理

膜分离技术特点：

- a 反应中无相变，保持原有料液物理性质，能耗低；
- b 无化学变化，典型的物理分离过程，无需添加化学试剂和添加剂，料液性质不会发生变化；
- c 选择性好，可在分子、离子级范围内进行物质分离，普通的分离技术无法比拟；
- d 适应性强，处理规模可大可小，可以连续或者间歇运行，工艺简单，操作方便，易于自动化控制；
- e 无需改变料液温度，可以回收热量和节能；
- f 选择适当的工艺配合膜分离技术或者直接使用膜分离的浓水或者产水以完成最终的使用目的。

通过对以上几种氨氮去除工艺的分析比较，考虑清洗废水氨氮浓度较高（大于 1000mg/L），从稳定达标角度考虑，最终选择膜分离技术的组合工艺进行处理，处理出水用于浸矿采场清洗，经膜处理后浓水用于配制浸矿剂硫酸铵溶液，作为下一个矿块的生产用水，清水回用于洗矿。

清洗期废水氨氮浓度为 1273mg/L，根据母液处理车间的规模（500t/aREO），在母液处理车间布置 1 座处理总规模为 2000m³/d 的尾水处理站，处理达标水用于回用矿山清水清洗，处理浓水（含微量稀土、氨氮）回用配制浸矿液。

膜工艺各系统对氨氮的去除率见表 15.2。

表 15.2 膜工艺各系统对氨氮的去除率

特种膜处理工艺	进水浓度 (mg/L)	出水浓度 (mg/L)	去除率 (%)
超滤系统	1273	509.2	60
一级特种膜系统	509.2	50.92	90
二级特种膜系统	50.92	5.09	90

淋洗及尾水处理措施技术、经济均可行。

15.3.3.2 过程监管预警

(1) 采场至矿区边界设置环境跟踪监测体系

地表水：每个小流域的地表水流向沿程布设地表水监测断面，整个矿区建立地表水监测网体系，监测断面原则上与现状监测点位一致，具体数量、规格和位置分布根据河流、采区情况调整确定。

地下水：每个开采矿块下游设置收液井和收液监控井，每个小流域的出口设置水力截获井和水质监控井，整个矿区建立地下水监测网体系，收液井、收液监控井位置、尺寸在每个采区施工组织设计阶段进行详细水文地质勘察后确定，水力截获井、水质监测井的位置示意图 15-2。

(2) 建设环境智慧管理平台

数字化矿山对生产和环保管理都有积极的支撑作用。本次评价建议在矿山开采时进一步完善建设智慧化环境管理平台，发挥平台的环境感知、环境管理、环境预警和环境应急等功能，对庞杂监测数据进行分析，通过数字化、可视化的系统平台，分析地下水和地表水的变化趋势，设置地下水和地表水的风险预警阈值，及时反馈并调控生产工况参数（注液量、注液强度等），将污染风险防控在迁移路径中。

15.3.3.3 末端风险防控

在流域出口设置水力截获井和水质监控井。如果监测发现水质监测井地下水超标，则启动截获井将超标的地下水抽出，生产期将其打回母液处理车间污水处理站（规模为 2000m³/d），处理后做为母液处理车间生产用水，减少新用水量，并将多余的废水处理达到小于 15mg/L 后作为矿块清洗用水。

15.3.4 地下水污染控制措施

15.3.4.1 矿块级地下水污染控制措施

采用收液井和收液监控井监控收液。

①收液井

设置收液井的目的是为了进一步回收渗漏母液。

收液井的位置要求：原则上在每个原地浸矿场下游沟谷一定距离处设置垂直监控收液井，提高母液回收率。

收液井的深度要求：揭穿花岗岩微风化层，口径约为 300mm，确保在抽水情况下能形成降落漏斗。

全矿区收液井的具体位置和数量在每个采区施工组织设计阶段进行详细水文地质勘察后确定，尽可能使其为多个采场服务。

②收液监控井

在每个收液井下游约 20m 处设置一口收液监控井，收液监控井深度大于枯水期地下水埋深 1~2m。

15.3.4.2 流域级地下水污染控制措施

在矿区各小流域出口设置水力截获井、水质监控井，其位置示意图 15-2。用于截获流域出口处运营期和退役期受到污染的地下水。

（1）水力截获井设置原则

设置原则为：

①结合地形地貌、水文地质条件和矿体开采范围。

②本区地下水为浅层风化基岩裂隙水，属山区短径流型，地下水流向与地形基本一致，地下水出口与地表水小流域出口基本一致，因此小水文地质单元根据地表分水岭和山体垭口分布位置划分而得。

本项目水力截获是利用抽水井，通过抽水形成漏斗或汇水廊道，改变原有地下水流向，并将污染地下水抽出处理的一种方式，可有效阻止地下水水中污染物向下游的运移。水力截获示意图见图 15-3。

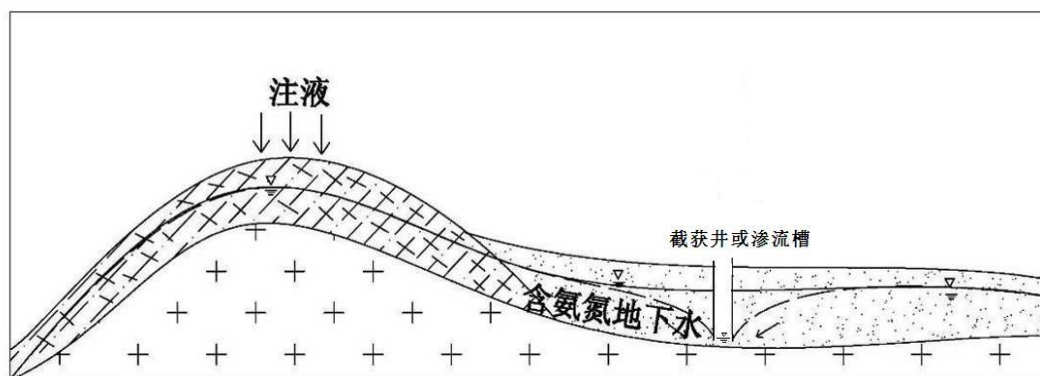


图 15-3 地下水水力截获示意图

（2）本项目水力截获井及配套水质监控井布设

根据以上原则，本项目水力截获井及配套水质监控井设置如下：

水质监控井和截获井配套布设，水力截获井在水质监控井上游，如监控井水质（氨氮、硫酸盐）超标，则在监控井上游钻进一排水力截获井，实施抽水截获，并时时监测水质监控井水质，直至（氨氮、硫酸盐）稳定达到《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的Ⅲ类标准限值要求。原则上，截获井在某一时刻监测达标后，需再持续监测一个水文年，如果仍未出现超标现象，则可不再进行截获，否则应继续监测并截获。在注液阶段和清水清洗阶段的监测每个月 3 次，在退役后每 1 个月监测 1 次。

截获井及其配套水质监控井的具体位置、要求见图 15-2 和表 15.3。

表 15.3 二级（流域级）水质监控井及水力截获线设置情况

水力截获线编号	对应小流域编号	水力截获井布设原则
水力截获线 1	1 号溪流域	水力截获井主要布置在矿块所在小水文地质单元出口处；截获井应揭穿微风化层，水力截获井口径应大于 300mm，井中心间距应小于单井影响半径的 1.4 倍，确保形成完整连续的地下水截获带，防止截获带上游受污染地下水穿越截获带流向下游。
水力截获线 3	南洼河北侧坡面流	
水力截获线 2	2 号溪流域	

建设单位在运行项目前应进行详细的水文地质勘察，根据具体的水文地质条件、水质条件，对截获方案进行调整、优化，确定最终的水力截井的位置、数量、截获水量、截获时段。

环评要求各单元浸矿前须完成有效的截获井设计、施工、建设和资料留底备查。

地下水污染水力截获措施可行性论证：

①地下水污染水力截获技术应用实例

根据掌握的国内外情况，水力截获是控制和修复污染地下水的经济、最有效且易于实际应用的成熟技术。西方国家早在上世纪八九十年代就已广泛应用，并积累了大量成功案例经验。我国本世纪初以来结合水文地质条件和地下水污染特征做过大量的实验室研究并已有若干示范性案例，如中国地质大学主持的水专项“南水北调中线总干渠水质安全保障关键技术与工程示范（2009ZX07212-3）”课题在焦作市大家作区域进行了水力截获控制和修复铬污染地下水的示范工程，取得了良好的效果。截获前后 Cr^{6+} 浓度变化见图 15-4。

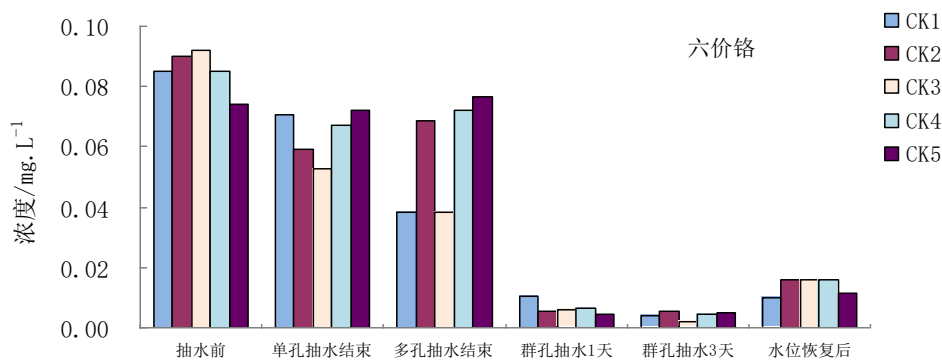


图 15-4 水专项焦作水力截获示范区水力截获前后 Cr^{6+} 浓度变化
示范工程的六价格由运行前的 0.43mg/L 降低到 0.02mg/L，截获率达到 95.35%，水力截获带对污染物六价格截获效果显著。

2012 年 8 月 30 日-31 日该示范工程通过了国家水专项办组织的第三方评估验收。验收意见认为，示范工程污染物截获率达到 90%以上。

示范工程。

(2) 第三方监测报告由焦作市环境监测站出具，对两次抽水前后进行监测，该示范工程污染物截获率达90%以上。

综上，示范工程运行效果符合合同要求。

5、对示范工程经济、社会和环境效益、推广应用的评估；

(1) 通过课题实施，构建一套适用的重大输水工程水污染控制与水质安全保障的关键技术体系，为满足国务院批复的《国务院关于南水北调工程总体规划批复》（国函[2002] 117 号）中确定的水质目标要求、确保南水北调中线输水水质安全提供科技支撑。

图 15-5 水专项示范工程第三方评估意见摘录
②水力截获措施的水文地质条件适用性分析

项目矿区花岗岩体中断裂构造不发育，以风化裂隙为主，风化裂隙随深度增加发育程度降低并逐渐闭合，未风化层裂隙不发育，透水性差，形成完整的隔水底板。受项目地形控制，地下水表现“近源补给，短途径流，就近排泄”特点，风化裂隙水补给溪谷处松散岩类孔隙水。本次水力截获控制的目的层为潜水含水层，表现为埋深浅、厚度小、水文地质单元微小而完整的特点，水文地质条件非常适合水力截获措施。

水力截获采用截获井，矿块下游监测井应布设在矿块下游坡脚处，小流域出口截获井应横切沟谷布设，井深应揭穿花岗岩微风化层，口径应大于 300mm，

为确保形成完整连续的地下水截获带，防止截获带上游受污染地下水穿越截获带流向下游，井中心间距应小于单井影响半径的 1.4 倍。

综上，采用水力截获技术控制区域氨氮污染地下水的技术措施是可行的。

(6) 流域废水收集处理利用

在流域出口处，如果水力截获线下游水质监控井监测发现地下水超标，则启动截获井将超标的地下水抽出，生产期将其打回母液处理车间污水处理站（规模为 2000m³/d），处理后做为母液处理车间生产用水，减少新用水量，并将多余的废水处理达到小于 15mg/L 后作为矿块清洗用水。

15.3.5 噪声控制措施分析

15.3.5.1 母液处理车间噪声控制措施分析

母液处理车间主要噪声源有：压滤机和水泵，均为固定源。母液处理车间噪声主要控制措施为工艺设计中产生噪声较大的设备采取降低噪声的措施，如压滤机设备考虑在基础安装方面采取防振减噪及隔声措施；设备选型时，选择满足国家噪声标准要求的低噪声设备。采取上述措施后，类比其它同类噪声设备厂房外的噪声实测值，大体在 75dB（A）以下。

15.3.5.2 道路交通噪声控制分析

道路交通噪声主要控制措施：

- （1）合理调度运输车辆作业时间，昼间运输，夜间不运输；
- （2）加强运输车辆的维护管理，确保运输车辆在最佳工况下行驶。

评价认为上述噪声控制措施可行。

15.3.6 固体废物处理处置措施

15.3.6.1 原地浸矿场废弃土石方综合利用、处置措施

本项目单个注液孔施工产生废弃土石方量较少，约 0.05m³，就近装袋堆存在注液孔周边，待浸矿完毕后，回填注液孔，生产期共产生注液孔弃土 1.2 万 m³。

15.3.6.2 除杂渣处理措施分析

本项目母液处理车间产生除杂渣 25t/a，本项目母液处理车间产生除杂渣 25t/a，根据《陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿矿产资源开发利用项目辐射环境影响评价专篇》，除杂渣属于伴生放射性固体废物。生产期间产生的除杂渣

全部暂存在除杂渣暂存池中，待服务期满后统一处置。本次环评提出试生产期间除杂渣贮存池采用人工防渗，防渗层的厚度应相当于渗透系数 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 和厚度 $\geq 6\text{m}$ 的黏土层的防渗性能。要求矿山生产后对产生的除杂渣进行属性鉴别，按相应的鉴定结果进行妥善处置。

15.3.6.3 生活垃圾处置措施分析

在母液处理车间设置适量的垃圾筒，收集生活垃圾，生活垃圾产量约 6.6t/a ，定期用垃圾运输车运至当地环卫部门指定的垃圾处置场进行妥善处置。

15.3.7 事故应急防控措施与合理性

(1) 为防止母液处理车间发生事故性排放，除杂池和沉淀池采用多池交替使用方案，始终保持 1 个除杂池和 1 个沉淀池放空状态，作为应急事故池。在除杂池和沉淀池沉淀渣清除时，及时检查防渗膜的完好性，发现渗漏，及时处理。

(2) 在母液处理车间山脚低凹处设 2 个容积均为 300m^3 事故池，母液处理车间坡脚设事故排放收液沟，沟底防渗，将事故排放的母液及时收集进事故池。

(3) 母液输送管线每隔一定距离，设置止回阀和泄压孔（带插管）。

(4) 原地浸矿场下游低洼处按流域设一定数量事故池，原则每个原地浸矿场设 1 个，池容积不小于 100m^3 。

(5) 建立完善的硫酸储罐的储存系统；加强对输送管线的定期检查，发现问题及时排查、修复，解决潜在的风险隐患，确保管道的安全性。管道终端设控制阀，具备紧急关闭的功能。泄漏时，启动相应的应急措施。在硫酸的经营、运输、储存过程中必须严格执行《危险化学品安全管理条例》等有关规定。

(6) 事故池设计时的环保要求

池壁和池底应采用满足要求的防渗膜防渗（防渗层的厚度应相当于渗透系数 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 和厚度 $\geq 6\text{m}$ 的黏土层的防渗性能）；池体高出地面 0.5m ，防止池体周边的雨水进入池内；池体周边设置排洪沟，将池体周边汇水及时排出。

15.3.8 生态恢复措施

南方离子稀土赋存分散，点多面广，厚度不大，原地浸矿收液工程设计是原地浸矿污染控制的关键。每个原地浸矿场的施工、浸矿、清水清洗时间约 2 年，以后即进入封孔闭矿期。整个项目属于生产阶段，单个原地浸矿场属于闭矿阶段。可实现边开采边复垦。原地浸矿场清水清洗结束后，将注液孔周边袋装的废弃土

石方回填注液孔，并根据情况栽植植被，生态恢复措施投资约 61.67 万元。

15.4 闭矿阶段污染控制措施

闭矿阶段，母液处理车间工艺系统停止运行。原地浸矿工艺对于环境的主要影响在于水环境。开采结束后，降雨或者其他地表径流会通过注液系统，进入矿体，大部分被收液系统收集，少量渗漏入地下水。在该阶段可以采取的环保措施如下：

（1）拆除和封堵注液系统

利用堆存在注液孔周边的岩土，封堵注液孔，防止降雨和地表径流进入矿体，减少浸出液的产生量。同时，拆除采场的高位池、浸矿剂管线等注液设施。

（2）保留和疏浚收液系统和清污分流系统

保留采场收液系统，包括集液导流孔、收液沟、母液收集池等。对收液沟、收集池防渗设施进行检查，定期清理收液沟、内部避水沟、外部排水沟中淤积的泥沙，确保降水和地表径流渗入矿体后，被收液系统有效收集至母液中转池。

建设单位应定期对收集至集液池中的降雨尾水进行检测，如有超标现象，则返回母液处理车间进行处理。

（3）开展地表水和地下水定期监测

定期开展地表水和地下水水质监测，监测点位、监测因子和监测频次等，见第 16 章。

15.5 服务期满后的环保措施

服务期满后，矿区内水环境基本稳定，主要的环保措施是采场和车间的植被恢复和水环境的跟踪监测。

（1）母液处理车间复垦

定期对原地浸矿场尾水水质进行监测，当尾水水质稳定达到排放标准时，停止尾水的收集处理。母液处理车间进行土地复垦工作。复垦措施为将水冶车间的池体进行拆除、平整，栽植植被，详见 7.5 小节。

（2）原地浸矿采场复垦

原地浸矿采场采用边开采边复垦方案，复垦措施为原地浸矿采场清水清洗结束后，将注液孔周边袋装的岩土回填注液孔，并根据情况栽植植被，详见 7.5 小

节。

(3) 跟踪监测

根据 16.2 小节环境监测计划，定期开展各环境要素的跟踪监测。

15.6 工程污染防治措施投资估算

本项目共有 1 个母液处理车间，规模为 500t/a（REO）。在母液处理车间建设一个规模为 2000m³/d 的尾水处理站，清洗废水处理采用膜分离技术的组合工艺。

母液处理车间及原地浸矿场各池体及收液沟需采用满足要求的防渗膜防渗（防渗层的厚度应相当于渗透系数 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 和厚度 $\geq 6\text{m}$ 的黏土层的防渗性能），各采场均设置清污分流措施（截、排水池）需要对母液处理车间采取相应的防治措施，原地浸矿场用水需处理后用于清洗矿块，受污染的地下水需采取截获并抽取处理。各污染防治措施及投资估算见表 15.4。

表 15.4 各污染防治措施投资估算表

序号	项目	主要环保、生态恢复措施	投资（万元）
一	大气污染防治		2
1	注液孔扬尘	装袋放置在注液孔周边	2
二	地表水污染防治		502
1	生活污水	化粪池	2
2	尾水处理站	采用膜分离技术的组合工艺	500
三	地下水污染防治		214
1	原地浸矿场	原地浸矿场避水沟、外部排水沟	10
2		密集导流孔、收液沟防渗	5
3		收液沟采用满足要求的防渗膜防渗（防渗层的厚度应相当于渗透系数 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 和厚度 $\geq 6\text{m}$ 的黏土层的防渗性能）	85
4		原地浸矿场下游收液井及配套收液监控井	50
6	母液处理车间	除杂池、沉淀池、配液池等所有池体采用满足要求的防渗膜防渗（防渗层的厚度应相当于渗透系数 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 和厚度 $\geq 6\text{m}$ 的黏土层的防渗性能）	12
7		母液处理车间地下水水质监测井	2
8	矿区	小流域出口处地下水截获井及配套监控井	50
四	固体废物处理处置		20
2	除杂渣	根据《陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿矿产资源开发利用项	16

序号	项目	主要环保、生态恢复措施	投资 (万元)
		目辐射环境影响评价专篇》，除杂渣属于伴生放射性固体废物。生产期间产生的除杂渣全部暂存在除杂渣贮存池中，待服务期满后统一处置。本次环评提出除杂渣贮存池采用人工防渗，防渗层的厚度应相当于渗透系数 $1.0 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$ 和厚度 $\geq 6\text{m}$ 的黏土层的防渗性能。	
3	生活垃圾	母液处理车间若干垃圾桶	4
五	噪声污染防治		2
1	压滤设备	室内布置，减振措施，隔音操作等	1
2	各类水泵	室内布置，减震措施等	1
六	事故应急		40
1	原地浸矿场	每个原地浸矿场下游设 1 个事故应急池，池容积不小于 100m^3 。	15
2	母液处理车间	在母液处理车间山脚设 2 个事故应急池，单池容积 300 m^3 。	20
3	母液管线沿途	母液输送管线每隔一定距离，设置止回阀和泄压孔。	5
七	合计		780

项目生态恢复投资为 61.67 万，工程污染防治投资共 780 万元，项目总的环保投资为 841.67 万元。

16 环境管理与监测

环境管理是以环境科学理论为基础，运用经济、法律、技术、行政、教育等手段对经济、社会发展过程中伴生的环境污染和破坏影响进行调节控制，实现经济、社会和环境效益的和谐统一。

16.1 环境管理

16.1.1 环境管理指导思想和工作方针

（1）环境管理指导思想

坚持以全面落实科学发展观为指导思想，注重以人为本，协调发展，用系统科学的方法解决影响企业发展的环境问题，实现企业经济“又好又快”发展。

（2）环保工作方针

贯彻“预防为主、综合治理”的环保工作方针，将环境保护工作纳入企业发展的综合决策和科学规划，全力推进循环经济和清洁生产审核，认真落实污染治理和生态保护基础设施建设，开展环保宣传不断提高员工的环境保护意识。

16.1.2 环境管理机构

为加强矿山的环境保护管理，合理开发利用矿产资源，防治环境污染和生态破坏，保障人体健康，促进企业的健康发展，陇川云龙稀土开发有限公司应设安全环保部，安全环保部相关事务由副矿长级别直接负责。安环部负责对各类决议的执行情况进行监督落。

16.1.3 环境监测机构

当地政府环保主管部门负责陇川云龙稀土开发有限公司环境保护的监督监测。

陇川云龙稀土开发有限公司，负责本矿日常的大气、水、噪声等项目的例行监测，定期分析主要污染源排放规律，为持续改进污染控制措施效果提供依据。

陇川云龙稀土开发有限公司委托当地环境监测专业机构站对废气、废水、噪声和环境质量等，按照污染源监测技术规范等要求开展环境监测工作；为持续改进污染控制措施和生态恢复效果提供依据。

16.1.4 环境信息公开

根据《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》、《企事业单位环境信息公开办法》中的相关规定，本项目建设单位应当向社会公开以下信息：

- （1）基础信息，包括单位名称、组织机构代码、法定代表人、生产地址、联系方式、以及生产经营和管理服务的主要内容、产品及规模；
- （2）施工期信息，包括施工单位、监理单位的主要信息，施工进度简要信息；
- （3）排污信息，包括主要污染物的名称、排放方式、排放口数量和分布情况、排放浓度和总量、超标情况，以及执行的污染物排放标准、核定的排放总量；
- （4）日常监测结果应及时建立档案，对于常规监测数据应及时进行公开；
- （5）防治污染设施的建设和运行情况；
- （6）建设项目环境影响评价及其他环境保护行政许可情况；
- （7）突发环境事件应急预案。

16.1.5 污染物排放清单

为了全面贯彻和落实国家以及地方环境保护政策、法律、法规，保护本工程周围环境，保证企业中各环保设施正常运行，达到企业污染物达标排放，企业必须按照《排污许可证暂行管理规定》做好污染物排放管理工作。

（1）废水污染物排放清单

由工程分析可知，母液处理车间沉淀池上清液和压滤机压滤水在回收池中通过调节 pH 和硫酸铵浓度后，将其输送到高位池做浸矿液重复利用，不外排；矿山生产人员较少，不设生活区，仅在办公区产生少量生活污水，在母液处理车间中设置化粪池，办公区生活污水采用化粪池处理后用作农肥和绿化。因此，本项目无废水外排。

（2）废气污染物排放清单

本项目采用原地浸矿采矿法，浸矿母液采用沉淀、压滤处理，矿山不设锅炉，沉淀、压滤均为带水作业。因此本项目无有组织的大气污染排放源，大气污染为无组织排放源。无组织排放源主要是注液孔施工等产生的无组织排放扬尘。

原地浸矿场的无组织排放粉尘能满足《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）表 5 和表 6 标准中排放限值要求。

(3) 噪声排放清单

噪声排放清单见表 16.1。

表 16.1 噪声源设备及源强表

序号	名称		声源强度 dB(A)	防治措施	控制后强度 dB(A)
1	注液孔 监控孔	洛阳铲 风钻	83~85	白天作业，夜间不作业	68~70
2	母液处理	压滤机	80~85	置于车间内、设备加减振装置	65~75
3	车间	水泵	85~95	置于池中	65~75

(4) 固废排放清单

本项目产生的固体废物包括：注液孔弃土、生活垃圾、除杂渣。龙安稀土矿已停产多年，无除杂渣样品，暂定按危险废物进行管理，要求矿山生产后对产生的除杂渣进行属性鉴别，按相应的鉴定结果进行妥善处置。固废排放清单见表 16.2。

表 16.2 固废污染物排放清单

固废名称	产生量	固废属性	暂存设施	处置措施
注液孔弃土	1.2 (万 m ³)	第 I 类一般工业固体废物	100%就近堆存	采矿结束后就近回填
生活垃圾	6.6 (t/a)	生活垃圾	垃圾筒	集中收集，外运统一处理
除杂渣	25 (t/a)	危险废物	除杂渣贮存池	最终外委处置

16.1.6 污染物总量控制

矿山不建锅炉，SO₂ 排放总量为零。矿山生产废水全部利用，不外排。矿山不建生活区，办公区生活污水采用化粪池处理，生活污水用作农肥和绿化，不外排。本项目无组织污染源。

故本项目无需申请总量控制指标。

16.2 环境监测计划

16.2.1 施工期环境监测计划

本项目施工期的环境监控在于监督施工期环境管理主要内容的执行情况，以保证施工期环境管理内容全部落实，并确保施工场地邻近地区居民生活不受干扰。

具体监测内容：

(1) 地表水质监测

①监测点位：1 号溪、2 号溪、南洼河。

②监测时间及频次：施工高峰期监测 1 次，每次采样 2 天。

③监测项目：pH、COD、BOD₅、石油类、氨氮、硫酸盐。

(2) 空气监测

①监测点位：矿区。

②监测时间及频次：施工高峰期监测 1 次，连续采样监测 7 天。

③监测项目：TSP。

(3) 噪声监测

①监测点位：施工场界。

②监测时间及频次：选在施工高峰期 1 次，昼夜各监测二次。

③监测项目：L_{Aeq}。

(4) 生态监测

建立施工期矿区卫星遥感照片。

16.2.2 生产期环境监测计划

(1) 地表水监测方案

共设 6 个地表水质监测点，具体监测点位见图 16-1 和表 16.3。

表 16.3 龙安稀土矿地表水水质监测断面布设

序号	编号	监测点位	监测水体
1	W1	1 号溪与南洼河交汇口上游 200m	南洼河
2	W2	1 号溪与其支流交汇口上游	1 号溪
3	W3	1 号溪与南洼河交汇口下游 200 m	南洼河
4	W4	1 号溪与其支流交汇口下游	1 号溪
5	W5	2 号溪与南洼河交汇口上游 200m	2 号溪
6	W6	2 号溪与南洼河交汇口下游 200m	南洼河

监测时间及频次：每季度 1 次，当地表水水质超标时，监测频次加密。

监测项目：pH、氨氮、硝酸盐、铅、砷、镉、铬、汞、硫酸盐、铜、锌、镍 12 项。

(2) 地下水监测方案

为了及时准确的掌握矿区及下游地区地下水环境质量状况，本项目拟建立覆盖全区的地下水环境长期监测系统，包括科学、合理地设置地下水水质监测井，配备先进的检测仪器和设备。建立完善的监测制度，由建设单位设立地下水动态监测部门，或委托专业的机构负责监测。

1) 地下水水质监测点布设

本项目监测点分为三类，分别为矿块级水质监测点、流域级水质监测点、其它水质监测点。水质监测计划布点情况见图 17-2。监测井孔径应不小于 100mm，深度为潜水面 2m 以下。

矿块级水质监测点：位于收液井下游，即收液监控井，用于监控收液效果，根据实际生产情况在设计阶段确定位置。

流域级水质监测点：位于水力截获井下游，即水质监控井，用于监控截获效果。每个截获线下游设置 2~3 口水质监控井。

其它水质监测点：在矿区上游（背景点）、母液处理车间下游（关心点）、下游龙安村分别设置一个水质监测点（关心点）。

项目地下水监测点的布置及监测要求见表 16.4 和图 16-2。

表 16.4 地下水水质监测点布设表

类别	水文地质单元	位置	监测点号	监测层位	监测目的
矿块级水质监测点	1 号溪流流域	矿块下游收液监控井	根据实际生产情况在设计阶段确定位置	第四系孔隙、花岗岩风化裂隙潜水	确保母液回收率
流域级水质监测点	1 号溪流流域	水力截获井下游水质监控井	截获线 1、2 下游水质监测点，每条截获线下游设置 2~3 个	第四系孔隙、花岗岩风化裂隙潜水	流域级地下水水质监测，确定何时开始截获和监控截获后的水质变化；退役后的水质长期监测
	2 号溪流流域	水力截获井下游水质监控井	截获线 3 下游水质监测点，每条截获线下游设置 2~3 个		
其它水质监测点	背景点	车间区和采区上游	JC1	第四系孔隙、花岗岩风化裂隙潜水	监测背景值
	关心点	母液处理车间下游水井	JC14		关心点
		龙安村	M1（龙安村民井）		

2) 监测频率与监测因子

①监测频率

对于不同监测点类型采用不同的监测频率。有条件的地方可采取自动化监测，增强监测的时效性，并与人工取样监测相结合，对自动监测进行校核。

矿块级水质监测点监测频率：根据矿体开采计划，在开采矿体下游进行监测，仅在注液阶段和清水清洗阶段进行监测，每个月 3 次。

流域级水质监测点监测频率：在注液阶段和清水清洗阶段的监测每个月 3 次，在退役后每 1 个月监测 1 次。原则上，截获井在某一时刻监测达标后，需再持续监测一个水文年，如果仍未出现超标现象，可不再进行监测。

其它水质监测点监测频率：母液处理车间下游水井 JC14 仅在母液处理车间运行期间进行水质监测，每个月 3 次，矿山退役后每 1 个月监测 1 次。原则上，在某一时刻监测达标后，需再持续监测一个水文年，如果仍未出现超标现象，可不再进行监测；背景点 JC1 和关心点 M1 每年至少 2 次，分丰水期和枯水期进行，出现异常情况下应增加监测频率。

②监测因子

根据项目原料、产品和工艺特点确定项目的地下水环境影响特征因子，结合地区水化学特征确定地下水监测项目。

矿块级、流域级水质监测点监测项目：pH、氨氮、硫酸盐 3 项。

B、C 类水质监测点监测项目：pH、氨氮、硫酸盐、砷、汞、铅、镉、铬、锌共 9 项。

另外，在水力截获线 1、2、3 下游各一个水质在线监测点，用于监测矿山生产、退役期、停产后对其下游地下水的影响，直到地下水水质持续稳定达到《地下水质量标准》（GB-T14848-2017）中Ⅲ类标准。在线监测项目为 pH、氨氮、硫酸盐。

（3）空气监测

①监测点位：厂界。

②监测时间及频次：每年 1 次。

③监测项目：TSP、PM₁₀。

（4）噪声监测

①监测点位：厂界。

②监测时间及频次：在正常工况下监测昼间、夜间各 2 次。

③监测项目：L_{Aeq}。

（5）生态和土壤监测

根据工程建设特点，布设生态监测点位，监测方法为遥感调查、资料调查、土壤取样监测等相结合。见表 16.5。

表 16.5 生态及土壤监测内容及方法

监测时段	监测区域	监测内容	监测项目	监测方法	监测频次
运营期	车间对应采场范围设置3个取样点，分别为2表层和1柱状取样点；	表层取样点深度：0~0.2m； 柱状取样点深度：0-0.5m、0.5~1.5m、1.5~3m，3m-6，6-9m，分别采样监测；	pH、铜、铅、锌、砷、镉、铬、汞、镍、总氮、氨氮、硝酸盐氮、可溶性硫酸盐、含盐量；	——	1次/3年
	各原地浸矿场周边农田、林地各设置2个表层取样点；	表层取样点深度：0~0.2m；			
	车间设置1个柱状取样点	柱状取样点深度：0-0.5m、0.5~1.5m、1.5~3m，3m-6，6-9m，分别采样监测；			

16.2.3 服务期满后环境监测计划

(1) 地下水

按生产期监测计划，继续对地下水监测井进行监测，直到地下水持续稳定达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准。

(2) 地表水

按生产期监测计划，继续对地表水监测断面进行监测，直到地表水水质持续稳定达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准。

16.2.4 排污口规范化管理

按照《关于开展排放口规范化整治工作的通知》(环发[1999]24 号)的有关规定，对各污染源排放口进行的规范化建设。

(1) 污水排放口、废气排放口和噪声排放源图形标志

污水排放口、废气排放口和噪声排放源图形符号分为提示图形符号和警告图形符号两种，图形符号的设置按 GB 15562.1-1995 执行，对排污口进行编号。

(2) 固体废物贮存(处置)场图形标志

固体废物贮存、处置场图形符号分为提示图形符号和警告图形符号两种，图形符号的设置按 GB15562.2-1995 执行。

厂区“三废”排放口、排放源及固体废物贮存、处置场处设置明显的环保图形标志及形状颜色见表 16.6 和表 16.7。

表 16.6 环保图形标志形状、颜色

类别	形状	背景颜色	图形颜色
提示性图形符号	正方形边框	黄色	黑色
警告图形符号	三角形边框	绿色	白色

表 16.7 环保图形标志

序号	提示性图形符号	警告图形符号	排放口及贮存、处置场
1			污水排放口
2			噪声排放源
3			一般固体废物
4			危险废物

16.2.5 监测技术要求及档案管理

(1) 排污口立标

污染物排放口的环保图形标志牌应设置在靠近采样点，并设在醒目处，标志牌设置高度为其上边缘距离地面约 2m；

重点排污单位的污染物排放口以设置立式标志牌为主，一般排污单位的污染物排放口，可根据情况设置立式或平面固定式标志牌。

(2) 排污口管理

①管理原则

排污口是企业污染物进入环境，污染环境的通道，强化排污口的管理是实施污染物总量控制的基础工作之一，也是区域环境管理逐步实现污染物排放科学化、定量化的重要手段。

具体管理原则如下：

A.向环境排放污染物的排放口必须规范化。

B.如实向环保管理部门申报排污口数量、位置及排放的主要污染物种类、数量、浓度、排放去向等情况。

C.废气排气装置应设置便于采样、监测的采样孔和采样平台,设置应符合《污染源监测技术规范》。

D.工程固废堆存时,应设置专用堆放场地,并有防扬散、防流失、对有毒有害固废采取防渗漏措施。

②排放源建档

A.本项目应使用《中华人民共和国规范化排污口标志登记证》,并按要求填写有关内容;

B.根据排污口管理内容要求,项目建成投产后,应将主要污染物种类、数量、浓度、排放去向、立标情况及设施运行情况记录于档案。

(3) 环境保护档案管理

安全环保与社会责任部负责项目的环境保护档案管理工作,环保档案实行专人管理责任到人。企业的所有环保资料应分类别整理、分类存档、科学管理,便于统计、查阅。在环境保护档案管理中,应建立如下文件档案:

与本项目有关的法规、标准、规范和区域规划等;项目建设的有关环境保护的报告、设计方案及审查、审批文件;项目环保工程设施的设计、施工、安装的基础资料及验收资料;公司内部的环境保护管理制度、人员环保培训和考核记录;生态恢复工程、污染治理设施运行管理文件;环境监测记录技术文件;所有导致污染事件的分析报告和检测数据资料等。

16.3 三同时验收

16.3.1 竣工环保验收

正式投产后,由建设单位对建设项目进行竣工环保验收,验收内容以及验收时间见表 16.8。

16.3.2 生产期环保验收

鉴于单个原地浸矿场生产周期短,其污染主要是母液渗漏污染地下水,进而污染地表水,一旦污染,恢复难度大,故本评价提出正式生产后,由德宏州环境保护局对生产期每年新建的原地浸矿场环保工程进行注液前验收,验收合格后,方可进入后续注液作业。验收内容见表 16.8。

表 16.8 环境保护“三同时”验收一览表

序号	环保工程	位置	污染源	主要环保、生态恢复措施	效果评述
1	大气污染防治工程	原地浸矿场	注液孔扬尘	装袋放置在注液孔周边。	《稀土工业污染物排放标准》GB26451-2011 表 5 和表 6 标准
2		母液处理车间	其他无组织	车辆密闭运输，松散物料遮盖。	
3	地表水污染防治工程	母液处理车间	沉淀池上清液	在回收池中通过调节 pH 和硫酸铵浓度后，作为浸矿液重复利用。	方案执行率 100%
4			压滤液		
5			生活污水	采用化粪池处理后用作农肥和绿化。	方案执行率 100%
6			原地浸矿场残留浸矿剂	原地浸矿场开采结束后开展清水清洗。 在母液处理车间建设 1 个尾水处理站，处理规模 2000m ³ /d，采用特种膜处理工艺。	原地浸矿场淋洗至尾水稳定达到江西省《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》(DB36 1016-2018)
7					
8	地下水、土壤污染防治措施	原地浸矿场、母液处理车间	清污分流	原地浸矿场设内部避水沟和外部排水沟，将原地浸矿场与周边的自然降水分开，清污分流。	方案执行率 100%
9			渗漏母液	收液沟、收液池、硫酸库、除杂池、母液中转池、配液池、除杂渣贮存池、沉淀池、产品池、事故池等池体、尾水处理站、成品仓库、原材料仓库作为重点防渗区防渗；压滤车间作为一般防渗区防渗；其他区域作为简单防渗区。	方案执行率 100%
10				矿块级措施：采用收液井和收液监控井监控收液，进一步回收渗漏母液。	方案执行率 100%
11				流域级措施：设置流域级水质监控井并定期监测。	
12	固体废物处置	原地浸矿场	注液孔弃土	装袋就近堆存在注液孔周边。	方案执行率 100%
13		母液处理车间	除杂渣	初判属于伴生放射性固体废物。生产期间产生的除杂渣全部暂存在除杂渣贮存池中，待服务期满后统一处置；本次环评提出试生产期间除杂渣贮存池按照重点防渗区防渗；要求矿山生产后对产生的除杂渣进行属性鉴别，按相应的鉴定结果进行妥善处置。	方案执行率 100%

序号	环保工程	位置	污染源	主要环保、生态恢复措施	效果评述
14			生活垃圾	母液处理车间设若干垃圾桶。	集中收集后定期运至当地环卫部门指定场所统一处理
15	噪声污染防治措施	母液处理车间	压滤设备	室内布置，减振措施等。	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348—2008）2类标准
16			各类水泵	室内布置，减震措施等。	
17	环境风险应急措施	原地浸矿场	采场母液泄漏	每个原地浸矿场下游设1个事故应急池，池容积不小于100m ³	按照流域及开采时间分期执行
18			母液管线泄漏	母液输送管线每隔一定距离，设置止回阀和泄压孔（带插管）。	
19		母液处理车间	母液车间池体泄露	在母液处理车间山脚设2个事故应急池，单池容积300 m ³ 。	
20	生态恢复	车间		水冶车间地面硬化或绿化，在陡坡区域设置相应护坡工程，车间设排水沟。	绿化率15%

17 环境经济损益分析

环境经济损益分析是环境影响评价估算项目的建设可能造成的环境影响损失以及采取必要的环保措施后可能获得的环境效益，因此，在环境经济损益分析中除需计算用于控制污染所需投资的费用外，同时还要核算可能造成的环境损失和获得的环境经济效益。

本项目的开发会带来显著的经济效益和社会效益的同时，在建设和生产的过程中也存在对周围环境产生一定的不利影响。因此必须从环境经济损益角度对本项目稀土矿的工程效益进行综合评价才能比较出总的得失。

下面就该项目开发带来的经济效益、社会效益和环境效益进行综合分析，着重分析项目可能造成的环境损失和应采取的必要的环保措施可带来的环境效益，并采用费用—效益分析法对项目开发的环境经济可行性进行评价。

17.1 环保投资

项目总投资 1799.18 万元，环境保护投资估算为 841.67 万元，约占 46.78%，环境保护投资估算见表 17.1。

表 17.1 项目环境保护投资估算表

序号	项目	投资(万元)
一	大气污染防治	2
二	地表水污染防治	502
三	地下水污染防控	214
四	固体废物处理处置	20
五	噪声污染防治	2
六	事故应急	40
七	生态恢复	61.67
八	合计	841.67

17.2 环境效益

17.2.1 定性环境效益分析

本项目环保投资 841.67 万元，投入资金用于环境保护后，可以取得如下环境效益：

- (1) 生产废水、生活污水经处理后，全部回用，不外排。

- (2) 降低 TSP 大气染污物排放量。
- (3) 复垦后可减少水土流失。
- (4) 采场设置内部避水沟和外排排水沟，降低环境污染风险。
- (5) 固体废物均得到了妥善处置，处置率达 100%。

项目环保设施的投入，使水、气、声、固废的排放达到国家标准，保证项目运行后不改变当地环境功能。

17.2.2 定量环境效益分析

(1) 废水治理措施损益分析

①污水排污费按排污者排放污染物的种类、数量以污染当量计征，每一污染当量征收标准为 0.7 元。对每一排放口征收污水排污费的污染物种类数，以污染当量数从多到少的顺序，最多不超过 3 项。其中，超过国家或地方规定的污染物排放标准的，按照排放污染物的种类、数量和本办法规定的收费标准计征污水排污费的收费额加一倍征收超标准排污费。同一排放口中的化学需氧量（COD）、生化需氧量（BOD5）和总有机碳（TOC），只征收一项。

②一般污染物的污染当量数计算

某污染物的污染当量数 = 该污染物的排放量（千克） / 该污染物的污染当量值（千克）。

本项目废水涉及到的污染物为氨氮，其污染当量值为 0.8kg。

若不采取废水处理回用措施，每年排放的氨氮量为 1269931.667kg，则氨氮的产生污染当量数 = $1269931.667\text{kg} / 0.8\text{kg} = 1587414.584$ ，污水排污费收费额 = $0.7\text{元} \times 1587414.584 = 1111190.209\text{元}$ 。即采取措施后减少 106.79 万元/a 的废水排污缴纳费用。

此外，由于废水不能回用，导致新水取水量增加 1220431.667 吨/年，按当地工业用水收费标准 2 元/m³ 计，节约水资源价值 244.09 万元/年；

(2) 废气治理措施损益分析

①废气排污费按排污者排放污染物的种类、数量以污染当量计算征收，每一污染当量征收标准为 0.6 元。

②对每一排放口征收废气排污费的污染物种类数，以污染当量数从多到少的顺序，最多不超过 3 项。

③大气污染物污染当量数计算

某污染物的污染当量数=该污染物的排放量(千克)/该污染物的污染当量值(千克);

本项目无废气有组织排放,无组织排放为注液孔等施工产生的间断污染,排放量极少,忽略不计。

(3) 固体废物治理措施损益分析

对无专门贮存或处置设施和专用贮存或处置设施达不到环境保护标准(即无防渗漏、防降尘、防水土流失设施)排放的工业固体废物,一次性征收固体废物排污费。本项目涉及排放的固体废物为除杂渣,暂按放射性废物对待,放射性废物的征收标准为:每吨 1000 元。

本项目运营期除杂渣产生量为 17.5 吨/年,若随意丢弃,则每年应缴纳总排污费用为 17.5 万元。本项目运营期产生的固体废物全部得到妥善处置,不随意丢弃。因此本项目采取相应措施后,减少排污费 17.5 万元。

(4) 生态恢复措施效益

开采过程中破坏林地,若不采取恢复措施,由此带来环境经济损失由建设单位根据《森林植被恢复费征收使用管理暂行办法》的有关规定缴纳森林植被恢复费和补偿费用。以货币补偿方式为主进行整治及补偿,疏林地、灌木林地按每平方米 2 元收取,根据破坏程度,评价估算林地整治及补偿费用为 58.94 万元。

(5) 项目总的环境经济效益分析

年净效益=106.79 万元+244.09 万元+17.5 万元+58.94 万元=187.55 万元/a。

项目总的环保净效益为 427.32 万元,2 年可完成环保投资成本回收,本项目生产服务年限为 7 年,即服务期内能回收环保投资,因此,该项目环保设施是可行的,环境效益良好。

17.2.3 社会效益分析

本开发项目不仅具有良好的经济效益,同时也具有良好的社会效益:

(1) 项目对所在地区居民收入的影响。项目的实施可给当地居民提供就业机会及带动相关产业发展,由此将会较多的增加当地居民的收入。

(2) 项目对所在地区居民生活水平和生活质量的影响。由于项目的实施提

高了当地居民的收入并改善基础设施环境，由此将带动当地居民居住水平、消费水平等生活水平及生活质量的改善和提高。但项目实施会改变当地的环境条件，如相关环保措施不到位，可能引发一定的环境问题。

（3）项目对所在地区居民就业的影响。本项目预计劳动定员合计 40 人，其中部分为现有人员，部分技术管理人员需要外聘，而大部分生产人员可以在当地招募，通过培训上岗，这将给当地居民提供较多的就业机会。

（4）项目对当地基础设施、社会服务容量等的影响。在本项目建设后，供电、供排水、通信及道路等都将为当地居民所用，提供便利。

17.3 小结

项目运行后经济效益显著、社会效益明显、环境效益良好。本环评提出运营期投入 841.67 万元进行环境治理，能有效的保护环境而不致使当地环境功能发生变化，能有效减少该项目的污染物排放，减轻项目建设所带来的环境污染。

18 总结论

18.1 工程概况

龙安稀土矿前身为陇川县稀土开发试验厂，该厂于 1992 年由云南省地质矿产局区域地质调查所组建。

陇川云龙稀土开发有限公司于 2006 年 5 月依法申请延续取得了该矿采矿权，采矿许可证号为 C5300002011015130106177，有效期自 2006 年 5 月 29 日至 2013 年 5 月 29 日，开采矿种为轻稀土矿，开采方式为露天开采，生产规模为 25.00 万 t/a，矿区面积为 0.6156 km²，开采标高 1175m~985.6m。

2012 年起至今，矿山处于停产状态。

矿山现有采矿许可证证号为 C5300002011015130106177，有效期限壹年，自 2017 年 6 月 20 日至 2018 年 6 月 20 日，开采矿种为轻稀土矿，开采方式为露天开采，生产规模为 25.00 万吨/年，矿区面积为 0.6156 km²，开采标高 1175 m~985.6 m。

2013 年 3 月，云南玉溪迈特实业有限公司编制完成《陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿资源储量核实报告》，2013 年 9 月，云南省国土资源厅矿产资源储量评审中评审通过【云国土资矿评储字【2013】110 号】。

2013 年，昆明诚信勘察设计有限公司编制完成《陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿矿产资源开发利用方案》，于 2013 年 8 月 27 日通过云南省国土厅组织的专家评审并备案。

2018 年，云南上立矿业有限公司编制了《陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿露天开采工程初步设计》。

本项目矿山采用原地浸矿生产工艺，项目组成主要由原地浸矿场工程、母液处理工程、环保工程和公辅工程组成。

原地浸矿收液系统主要为采用“密集导流孔+收液沟+收液井”集液工艺。原地浸矿场主要工程内容包括高位池、注液孔、注液管网、集液导液孔、收液沟、母液中转池、截水沟、外部排水沟、浸矿液线路、清水线路等。

母液处理车间主要包括母液集中池、除杂池、沉淀池、配液池、压滤车间、硫酸储罐和仓库等。池子依据山坡呈梯段布置。母液除杂池、沉淀池、配液池、

产品池底均预埋 2~3 个 PVC 出口，碳铵池池底预埋 2 个 PVC。各个母液处理车间水池的池底和池壁用防渗膜防渗，防止浸矿液腐蚀池壁和池底，导致泄漏。

18.2 评价区环境质量现状

18.2.1 大气环境质量现状

根据《德宏州 2019 年环境质量状况公报》公布的陇川县环境空气质量监测数据，陇川县属于环境空气质量达标区。

18.2.2 地表水环境质量现状

设置 6 个地表水监测断面，委托国土资源部昆明矿产资源监督检测中心于 2021 年 10 月对各监测断面地表水样进行检测。检测结果表明，矿区下游 2 号溪监测断面 W5 氨氮、硝酸盐氮超标，其余各监测断面各监测项目均达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）III 类标准值要求。推测地表水氨氮、硝酸盐氮超标与矿山历史采矿活动有关。

18.2.3 声环境质量现状

本次评价在现有母液处理车间周边布设了 4 个噪声监测点，云南方源科技有限公司于 2021 年 7 月 8 日-9 日进行了监测，昼间、夜间各监测一次，连续 2 天。

监测结果表明母液处理车间厂界噪声监测点的昼、夜间噪声监测值均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

18.2.4 地下水环境质量现状

（1）地下水水质监测

设置 16 个地下水水质监测点，委托国土资源部昆明矿产资源监督检测中心于 2021 年 6 月对各监测点地下水样进行检测。

（2）地下水水质监测及评价结果

陇川龙安稀土矿地下水超标项目有 11 项，分别为 pH、总硬度、溶解性总固体、耗氧量、硝酸盐、硫酸盐、氨氮、铁、锰、总大肠菌群、菌落总数，其中超标率最高为菌落总数，达到 100%。

常规因子：pH 超标与本区土壤本底 pH 为酸性有关；溶解性总固体、总硬

度、铁、锰超标推测与原生地质条件有关；硝酸盐、耗氧量、菌落总数、总大肠菌群推测与农业活动有关。

特征因子：氨氮、硫酸盐超标推测与历史采矿活动及农业生产活动有关。

（3）地下水水位监测

勘察单位对 16 个水位监测孔进行了丰（2021 年 7 月）、枯三期（2021 年 1 月）水位监测。

水位统测结果表明，在一个水文年内，评价区内浅层地下水水位动态变化较小，水位年动态变化幅度 0.47~2.9m，监测井地下水位变幅在 3 m 以下，表明评价区地下水天然动态相对稳定。

18.2.5 土壤环境质量现状

2021 年 6 月，国土资源部昆明矿产资源监督检测中心对项目及周边土壤进行监测。

依据监测结果和评价结果，占地范围外农用地土壤监测项目满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值，占地范围内土壤监测项目均满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地筛选值要求。16 个点位中有 13 个点位为轻度酸化，土壤 pH 值均值为 5.03，为轻度酸化土壤。

18.3 环境影响分析

18.3.1 地表水环境影响分析

矿山的废水污染源包括清水清洗尾水、沉淀池上清液、压滤机压滤水、生活污水等。本项目正常工况车间废水和生活污水全部利用，无废水外排。

（1）母液处理车间废水全部利用，无废水外排，因此，正常工况母液处理车间运行不会对地表水产生明显不利影响。

（2）原地浸矿结束后清洗尾水送至母液处理车间规模为 2000m³/d 的尾水处理站处理，采用“特种膜”工艺，废水经处理后清水达《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB361016-2018）表 1 排放标准，再输送到采场高位水池回用于原采场清水清洗工序，浓水用于下一个开采矿块配置浸矿液，无废水不外排。因此不会对地表水产生明显不利影响。

(3) 项目生活污水约 $4\text{m}^3/\text{d}$ ，办公区生活污水采用化粪池处理后用作农肥和绿化。

因此，本项目正常工况无废水外排。不会对地表水产生明显不利影响。

18.3.2 地下水环境影响分析

(1) 原地浸矿场地下水影响预测结果

①仅采取清洗措施

由模拟预测结果可知，清洗情景下，预测地下水中氨氮浓度最大值出现在第 1700 天左右，最大值为 684mg/L ，预测在第 1800 天左右，氨氮污染羽到达南洼河处，采矿活动会对南洼河水质造成影响；预测地下水中硫酸盐浓度最大值出现在第 1700 天左右，最大值为 2147mg/L ，预测在第 3000 天左右，硫酸盐污染羽到达南洼河处，采矿活动会对南洼河水质造成影响。

②采取清洗+水力截获措施预测结果

当采取有效的人工清洗与水力截获措施后，超标范围可控，截获线外氨氮和硫酸盐浓度能够达标，矿区内污染物不会迁移出矿区边界，也不会到达南洼河处，不会对矿区下游的岩溶水质造成明显不利影响。

水力截获井的具体位置、数量及运行时段在矿块采矿设计时根据矿块的工程地质和水文地质的详细勘察资料进行详细设计。

(2) 母液处理车间池体泄漏预测结果

假设母液处理车间最大池体泄漏，预测地下水中氨氮浓度最大值为 1376mg/L ，氨氮运移距离逐渐增加，污染羽中心浓度逐渐降低。预测年限 30 年内，氨氮污染羽到达南洼河。

假设母液处理车间最大池体泄漏，预测地下水中硫酸盐浓度最大值为 1376mg/L ，硫酸盐运移距离逐渐增加，污染羽中心浓度逐渐降低，硫酸盐污染羽最远运移距离 140m ，运移距离有限，20 年后，污染羽消失。未到达南洼河处。

本项目拟在母液处理车间下游设置截获井和监测控井，将氨氮污染羽控制在车间下游 100m 范围内，保证母液处理车间池体泄漏情景下污染物不进入南洼河。

18.3.3 空气环境影响分析

(1) 注液孔施工对环境空气的影响分析

①注液孔的开挖采用人工和小型机械操作，但不可避免会产生少量无组织扬尘。由于当地土壤湿度较大，因此产生的无组织扬尘较少。

②注液孔挖掘出来的废弃土石方装袋堆放在注液孔旁边，堆放期间由于自然风力作用也会产生一定量的扬尘。由于当地气候湿润多雨，堆放的废弃土石方湿度较大，不会轻易产生扬尘；注液及清洗一般 1 年左右就完成，下一年回填复垦；原地浸矿场采用分矿段、分区开采，同时作业的面积较小。因此产生的扬尘较少，不会对大气环境造成明显不利影响。

③在注液孔复垦时，由于表土的翻动，会产生少量扬尘，但是不会对大气环境造成明显不利影响。

因此，注液孔开挖、废弃土石方堆放，以及复垦产生的扬尘不会对周围空气环境造成明显影响。

(2) 其他无组织排放扬尘对环境空气的影响分析

其他无组织排放扬尘主要是松散物料装卸扬尘。类比矿山的经验，松散物料装卸扬尘源强与松散物料的湿度、粒度等有关，一般在 300~900mg/s，一般采取洒水抑尘措施，抑尘效果可达 75%，抑尘后源强为 75~225mg/s。通过保持一定的湿度、松散物料露天临时堆放表面进行遮盖等措施，不会对周围环境造成明显影响。因此，项目在生产期中的无组织排放不会对周围空气环境造成明显不利影响。

18.3.4 噪声环境影响分析

(1) 车间厂界噪声达标排放分析

本项目母液处理车间布置在山坡地带，母液处理车间距离附近村庄 200m 以上，对车间进行预测，结果表明各母液处理车间厂界噪声均达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中 2 类声环境功能区标准(昼间 60dB(A)、夜间 50 dB(A))限值要求，评价认为各母液处理车间厂界噪声均能均达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中 2 类声环境功能区标准(昼间 60 dB(A)、夜间 50 dB(A))限值要求。

(2) 敏感点声环境影响分析

本项目母液处理车间在 200m 范围内均无居民，居民区噪声达到《声环境质量标准》(GB12348-2008)中 2 类声环境功能区标准(昼间 60 dB(A)、夜间 50 dB

(A)) 限值要求。因此, 评价认为母液处理车间噪声不会对当地居民产生明显不利影响。

18.3.5 固废环境影响分析

挖掘注液孔产生的废弃土石方(岩土)共 1.2 万 m^3 , 但是单个注液孔产生量较少, 约 0.05m^3 , 采取装袋就近堆存在注液孔周边, 待浸矿完毕后, 回填注液孔。

本项目母液处理车间产生除杂渣 25t/a, 根据《陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿矿产资源开发利用项目辐射环境影响评价专篇》, 除杂渣属于伴生放射性固体废物。生产期间产生的除杂渣全部暂存在除杂渣贮存池中, 待服务期满后统一处置。本次环评提出试生产期间除杂渣贮存池采用人工防渗, 防渗层的厚度应相当于渗透系数 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 和厚度 $\geq 6\text{m}$ 的黏土层的防渗性能。要求矿山生产后对产生的除杂渣进行属性鉴别, 按相应的鉴定结果进行妥善处置。

本项目生活垃圾产生量约为 6.6t/a, 集中收集后定期运至当地环卫部门指定场所统一处理。

因此, 本项目产生的固体废物不会对周围大气、水环境造成明显不利影响。

18.3.6 生态环境影响分析

(1) 施工期生态环境影响分析

①对土地利用结构的影响

项目施工期项目共计占用土地面积 4.23hm^2 。占地类型主要为林地。

②植被影响分析

施工期占用土地造成生物量损失占生态环境影响评价范围内生物量所占比例很小, 拟建工程施工期建设对当地植被覆盖面积不会有明显不利影响, 植被生物量的减小可能加剧当地的土壤侵蚀过程。另外, 施工期结束后, 母液处理车间周边通过绿化, 地表将被灌草所替代。此时区域内植被和生态环境将会得到逐步改善, 不会造成较大的水土流失现象。

③景观影响分析

母液处理车间等的建设对评价区内现有的景观生态类型进行切割, 使区域内景观破碎度增大。

对于母液处理车间, 施工期母液处理车间对局部景观格局有一定的影响,

但由于工矿景观分布相对集中，且面积较小，对于整体景观斑块的破碎度影响较小，对于一些自然景观内部功能的发挥阻碍作用较小，斑块之间继续保持着较高的连通性。

因此，项目建设不会对整体区域的景观生态格局与功能产生较大影响。

④水土流失分析

在施工期，母液处理车间等的建设将不可避免的破坏原来相对稳定的地表，产生一定面积的裸露地面，引起一定程度的土壤侵蚀。

施工期水土流失从施工准备期开始至施工期结束，项目施工期的水土流失为水力侵蚀为主，必须采取一定的措施来减缓项目建设带来的生态环境影响。

项目施工期间应认真落实各项水土保持措施，可大大减少工程建设造成的水土流失。

(2) 运营期生态环境影响分析

①对土地利用结构的影响

项目运营项目共计占用土地面积 1.60hm^2 。占地类型主要为林地。

原地浸矿场主要是开挖注液孔破坏土地，主要破坏的是灌草植被，单个注液孔面积约为 0.025m^2 ，按 $2\text{m}\times 2\text{m}$ 的间隔布置注液孔，每公顷土地破坏植被面积约为 0.00625hm^2 。本环评要求在原地浸矿完成后，及时对采场开展植被恢复工作，以使土地利用结构能得到一定程度的恢复。

②植被影响分析

原地浸矿场分年开采，植被逐步破坏，环评要求运营期原地浸矿场完成采矿计划后并完成清水洗矿后，立即进行复垦工作，恢复地表植被，每年实际的生物损失量将得到一定程度的恢复。

此外，占地范围内多为本地区常见植物种类，没有生态敏感种类，没有濒危珍稀野生植物，不会造成濒危珍稀野生植物种群数量的锐减或灭绝。因此，工程对本区域的植物多样性不会产生显著影响。

③农业影响分析

项目采用原地浸矿工艺，浸矿液为硫酸铵溶液，浸矿液硫酸铵渗漏进入地下水后，使地下水中氨氮、硫酸盐等增加。渗漏的浸矿液在包气带中在重力作用下，多数以重力水的形式下渗补给下部的基岩风化带饱水带—孔隙裂隙含水层，仅少量被包气带岩土所吸附而保持；渗液到达基岩风化带的孔隙裂隙含水

层后，则以渗流的形式向水头较低的方向迳流，在山体坡脚地带则补给第四系松散岩类孔隙水，可能部分进入溪沟边的耕地，从而可能会对农作物产生一定的影响，当施用氮肥过多，农作物茎叶生长茂盛会影响籽实，当地的农作物主要有水稻、玉米等。

④景观影响分析

运营期主要是原地浸矿场及设施对评价区内现有的景观生态类型造成影响，原地浸矿场在建设时只是需要在地表进行打孔作业，布设管道。各注液孔间隔较大，在打孔作业时避开树木；管道可拆除，基本不破坏地表植被，因此原地浸矿场作业基本上不改变原有的景观类型，并且对原有景观类型影响较小。原地浸矿场采矿结束后进行复垦工作恢复为原有景观类型；在运营期中，部分原地浸矿场是处在采矿期，部分是处在复垦期，在同一时间的破坏面积实际上远远小于原地浸矿场总面积，因此原地浸矿场对景观格局影响较小。

鉴于原地浸矿开采工艺仅局部破坏地表植被，且主要破坏灌草地。从宏观上看，本项目工矿景观的加入对整个评价区现有景观格局影响较小，各景观内部景观要素的组成稳定。从局部景观构造上看，对于整体景观斑块的破碎度影响不是很大，对于一些自然景观内部功能的发挥阻碍作用较小，斑块之间继续保持着较高的连通性。

因此，本项目的运营期不会对项目所在地整体区域的景观生态格局与功能产生较大影响。

⑤水土流失分析

在运营期，引起水土流失的场地为原地浸矿场注液孔周边，如不采取相关的水土保持措施，则会引起相应的水土流失。

原地浸矿场浸矿作业时间约 6 个月，浸矿结束后再注清水约半年左右之后即回填复垦；在整个运营期，同时在作业的原地浸矿场只有几个，其它的原地浸矿场或未启用、或已进行复垦工作。因此，运营期产生较大水土流失的原地浸矿场为正在注液的采场，面积相对较小。

运营期对原地浸矿场应采取必要的水土流失措施，防治水土流失。运营期在认真落实水土保持措施，可以减轻工程生产造成的水土流失。

（3）服务期满生态环境影响分析

龙安稀土矿矿山总服务年限 7 年，矿山服务期满后，原地浸矿场将不再开

采，母液处理车间和辅助工程也停止使用，对于地表的扰动也随之结束，不再产生新的不利影响。

在矿山开发中，采用了边破坏边复垦的方法，在矿山服务期满后大部分原地浸矿场、收液沟已经完成了复垦，剩下的还没有进行恢复的工程主要为部分最后开采的原地浸矿场和母液处理车间，在服务期满后需要做好这部分工程的复垦工作。

龙安稀土矿服务期满后主要开展土地复垦工作，不会对生态环境造成新的不利影响。

18.3.7 土壤环境影响分析

(1) 矿山进行注液时，控制注液管内液面位于表层土壤层以下，表层土壤不接触浸矿液。因此，原地浸矿场生产不会对采场表层土壤造成不利影响，但会对浸矿带岩土体和采矿下游土壤造成一定酸化和盐化影响，但采取清水清洗和监控井等环保措施后，不会造成明显不利影响。

(2) 母液车间生产期间采取防渗等环保措施后，正常生产情况下不向周边土壤排放污染物质，因此对土壤环境影响很小。

18.3.8 环境风险影响分析

(1) 风险事故包括母液处理车间池体事故泄漏、母液管线破损事故泄漏、硫酸储罐破裂。

(2) 池体及管线发生泄漏事故情况下，对南洼河不会造成不利影响。因此，必须采取措施防止事故性排放污染物进入周边地下水体中。

(3) 原地浸矿场渗漏的硫酸铵均不会对原地浸矿场和母液处理车间的表层土壤造成明显的不利影响。

(4) 硫酸储罐存在发生破裂，导致硫酸泄漏的危险。硫酸储罐周边设置围堰，当发生硫酸泄漏事故时，应立即采取有效应急措施，对其影响加以控制，能有效降低硫酸泄漏对环境造成的影响。

18.4 工程污染防治措施

18.4.1 大气污染防治措施

本项目采用原地浸矿采矿法，浸矿母液采用沉淀、压滤处理，矿山不设锅

炉，沉淀、压滤均为带水作业。因此本项目无有组织的大气污染排放源，大气污染为无组织排放源。无组织排放源主要是注液孔施工等产生的无组织排放扬尘。

（1）注液孔施工的大气污染防治措施分析

注液孔挖掘、回填复垦和临时堆放会产生无组织扬尘。主要防治措施为注液孔岩土装袋堆放。

（2）母液处理车间大气污染防治措施分析

母液处理车间主要大气污染源为稀土产品产生的无组织扬尘。防治措施为室内存放和及时装袋。

（3）道路扬尘污染防治措施分析

本项目矿区内部的母液输送采用管道输送，最终产品年运输量较小，外运道路利用当地已有的乡村水泥道路。项目采取限制车速、车辆加盖篷布或使用带盖箱体密封车的环保措施。

（4）无组织排放粉尘防控措施

松散物料运输采用密闭车辆运输；尽量避免松散物料露天堆放，确需露天临时堆放时，表面需进行遮盖，周边设临时拦挡措施。

18.4.2 水污染防治措施

采用“源头削减控制-过程监管预警-末端风险防控”措施。

源头削减控制措施包括：避免过度浸矿、分区防渗、采场下游设置收液井和监控收液井进一步回收渗漏液、清污分流和雨污分流、母液处理车间生产用水循环利用不外排、采场清水淋洗及淋洗尾水处理回用。

过程监管预警措施包括：每个小流域的地表水流向沿程布设地表水监测断面，整个矿区建立地表水监测网体系；每个开采矿块下游设置收液井和收液监控井，每个小流域的出口设置水力截获井和水质监控井，整个矿区建立地下水监测网体系。

末端风险防控措施包括：在流域出口设置水力截获井和水质监控井。如果监测发现水质监测井地下水超标，则启动截获井将超标的地下水抽出处理。

18.4.3 地下水污染防治措施

（1）矿块级地下水污染控制措施

采用收液井和收液监控井监控收液。原则上在每个原地浸矿场下游沟谷一定距离处设置垂直监控收液井，提高母液回收率。

(2) 流域级地下水污染控制措施

在矿区各小流域出口设置水力截获井、水质监控井，用于截获流域出口处运营期和退役期受到污染的地下水。

水质监控井和截获井配套布设，水力截获井在水质监控井上游，如监控井水质（氨氮、硫酸盐）超标，则在监控井上游钻进一排水力截获井，实施抽水截获，并时时监测水质监控井水质，直至（氨氮、硫酸盐）稳定达到《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的III类标准限值要求。原则上，截获井在某一时刻监测达标后，需再持续监测一个水文年，如果仍未出现超标现象，则可不再进行截获，否则应继续监测并截获。在注液阶段和清水清洗阶段的监测每个月3次，在退役后每1个月监测1次。

具体位置、要求见第15章图15-3和表15.3。

18.4.4 土壤污染防控措施

(1) 源头控制措施

①严格控制浸矿液硫酸铵浓度和pH值。浸矿液硫酸铵浓度不得超过2%，pH值不得低于4.5。

②在浸矿结束后，加注清水，清洗采矿层残留浸矿液，利用原地浸矿场的集液系统进行清洗废水收集，送至母液处理车间水处理站处理。

③密集导流孔、收集沟等所有底板均采用防渗处理。原地浸矿场高位池、收液沟、收液池、中转池，母液处理车间母液集中池、除杂池、沉淀池、配药池、配液池、事故池等储存或输送含有大量氨氮污染物的设施用满足要求的防渗材料进行防渗处理。防渗层的防渗性能应不低于6m厚渗透系数为 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 的粘土层。

(2) 过程防控措施

利用地下水的截获和监控措施，对可能造成土壤污染的泄漏母液进行截获。利用在矿区内各小水文地质单元出口处设一级地下水截获措施，用于截获运营期和退役期受到污染的地下水。二级地下水污染防控措施的截获点根据矿体所在的流域汇水方向进行布设，将污染羽控制在矿区小流域内。

18.4.5 噪声控制措施

(1) 母液处理车间噪声控制措施分析

母液处理车间主要噪声源有：压滤机和水泵，均为固定源。母液处理车间噪声主要控制措施为工艺设计中对产生噪声较大的设备采取降低噪声的措施，如压滤机设备考虑在基础安装方面采取防振减噪及隔声措施；设备选型时，选择满足国家噪声标准要求的低噪声设备。采取上述措施后，类比其它同类噪声设备厂房外的噪声实测值，大体在 70dB(A)以下。

(2) 道路交通噪声控制分析

道路交通噪声主要控制措施：

合理调度运输车辆作业时间，昼间运输，夜间不运输；

加强运输车辆的维护管理，确保运输车辆在最佳工况下行驶。

18.4.6 固体废物处理处置

(1) 原地浸矿场废弃土石方综合利用、处置措施

本项目单个注液孔施工产生废弃土石方量较少，约 0.05m^3 ，就近装袋堆存在注液孔周边，待浸矿完毕后，回填注液孔，生产期共产生注液孔弃土 1.2 万 m^3 。

(2) 除杂渣处置措施

本项目母液处理车间产生除杂渣 25t/a，根据《陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿矿产资源开发利用项目辐射环境影响评价专篇》，除杂渣属于伴生放射性固体废物。生产期间产生的除杂渣全部暂存在除杂渣贮存池中，待服务期满后统一处置。本次环评提出试生产期间除杂渣贮存池采用人工防渗，防渗层的厚度应相当于渗透系数 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 和厚度 $\geq 6\text{m}$ 的黏土层的防渗性能。要求矿山生产后对产生的除杂渣进行属性鉴别，按相应的鉴定结果进行妥善处置。

(3) 生活垃圾处置措施分析

本项目生活垃圾产生量约为 6.6t/a，在母液处理车间设置适量的垃圾筒，收集生活垃圾，定期用垃圾运输车运至当地环卫部门指定的垃圾处置场进行妥善处置。

18.4.7 生态恢复措施

南方离子稀土赋存分散，点多面广，厚度不大，原地浸矿收液工程设计是原地浸矿污染控制的关键。每个原地浸矿场的施工、浸矿、清水清洗时间约 1 年，以后即进入封孔闭矿期。整个项目属于生产阶段，单个原地浸矿场属于闭矿阶段。可实现边开采边复垦。原地浸矿场清水清洗结束后，将注液孔周边袋装的岩土回填注液孔，并根据情况栽植植被。

18.4.8 事故应急防控措施

(1) 为防止母液处理车间发生事故性排放，除杂池和沉淀池采用多池交替使用方案，始终保持 1 个除杂池和 1 个沉淀池放空状态，作为应急事故池。在除杂池和沉淀池沉淀渣清除时，及时检查防渗膜的完好性，发现渗漏，及时处理。

(2) 在母液处理车间山脚低凹处设 2 个容积分别为 300m³ 事故池，母液处理车间坡脚设事故排放收液沟，沟底防渗，将事故排放的母液及时收集进事故池。

(3) 原地浸矿场下游低洼处按流域设一定数量事故池，原则每个原地浸矿场设 1 个，池容积不小于 100m³。

(4) 母液管线沿线设置止回阀和泄压孔（带插管），发现泄漏及时关闭止回阀。

(5) 建立完善的硫酸储罐的储存系统；加强对输送管线的定期检查，发现问题及时排查、修复，解决潜在的风险隐患，确保管道的安全性。管道终端设控制阀，具备紧急关闭的功能。泄漏时，启动相应的应急措施。在硫酸的经营、运输、储存过程中必须严格执行《危险化学品安全管理条例》等有关规定。

18.5 达标排放与总量控制

矿山不建锅炉，SO₂ 排放总量为零。矿山生产废水全部利用，不外排。矿山不建生活区，办公区生活污水通过化粪池处理后用作农肥和绿化，不外排。本项目无有组织污染源。项目正常工况下无废水外排。故本项目无需申请总量控制指标。

18.6 公众意见及采纳情况

本项目按《环境影响评价公众参与办法》（部令第4号）开展了公众参与工作。2021年8月25日，在五矿稀土集团有限公司网站（<http://www.wkxt.cn/newsitem/278408845>）进行首次环境影响评价信息网络公示。2021年11月2日至11月15日，在五矿稀土集团有限公司网站（<http://www.cre-ol.com/newsitem/278415287>）、德宏团结报报纸（两次）、陇川县（张贴公告）进行了第二次环境影响评价信息网络公示。2021年4月1日，在五矿稀土集团有限公司（XXX）进行了拟报批公示。环境影响评价信息公开期间，未收到公众反馈意见。

18.7 评价总结论

陇川云龙稀土开发有限公司龙安稀土矿改扩建项目符合国家产业政策，工艺技术先进合理，符合国家法规和环保要求。工程建成后，具有良好的社会、经济和环境效益。本工程在采取本评价报告所提出的各项环保措施与方案后，对周边环境影响较小。从环境保护的角度，本工程的建设是可行的。

18.8 建议

（1）建议矿山在施工图设计前应对拟开采矿块进行详细的工程地质和水文地质勘探，如水文地质条件复杂，必须采取工程措施，确保母液回收率达到设计指标。如采取措施后，母液收集率达不到设计指标，则不能进行注液开采。

（2）建立矿区地表水、地下水动态观测网，对地表水、地下水进行动态观测，一旦发现问题，立即解决。

（3）应在项目正式投产后3年内开展环境影响后评价，重点关注矿区地下水、地表水、土壤的环境质量变化情况，全面反映建设项目对环境的实际影响，评估项目环保措施有效性、可能存在的环境问题，为进一步加强过程环境管理提供科学依据。

（4）建议公司严格按国家有关部门下达的稀土控制性生产指标生产，实际生产时合理配置各流域的生产能力。