



中国恩菲

报告编号：HP173

中稀（福建）稀土矿业有限公司长汀中坊
稀土矿年产 1000 吨 REO 技改扩建项目

环境影响报告书

（公示稿）

建设单位：中稀（福建）稀土矿业有限公司

编制单位：中国恩菲工程技术有限公司

编制时间：二〇二六年八月

目录

1 概述	1
1.1 建设项目特点	1
1.2 环境影响评价的工作过程	5
1.3 分析判定相关情况	6
1.4 关注的主要环境问题	20
1.5 环境影响主要评价结论	20
2 总则	22
2.1 编制依据	22
2.2 本项目的评价体系	27
2.3 评价目的与原则	28
2.4 评价时段、评价对象及重点	29
2.5 环境影响识别与评价因子筛选	29
2.6 环境功能区及评价标准	32
2.7 评价工作等级和范围	41
2.8 环境保护目标	51
3 现有工程回顾性分析	59
3.1 现有工程基本情况	59
3.2 相关环保审批及验收情况	65
3.3 环评批复落实情况	66
3.4 水源及水平衡	71
3.5 工艺流程	72
3.6 总平面布置	74
3.7 现有工程污染分析	76
3.8 现有矿区存在的问题及“以新带老”措施	81
4 工程概况及工程分析	83
4.1 基本情况	83

4.2 矿区总体布置及占地	86
4.3 矿区范围与资源特征	91
4.4 工程组成	103
4.5	111
4.6 碳酸氢钠除杂沉淀工艺环境可行性	116
4.7 物料衡算	119
4.8 主要污染源及防治措施分析	125
4.9 项目实施前后“三本账”分析	142
4.10 碳排放源	144
4.11 清洁生产	144
5 环境现状调查与评价	148
5.1 自然环境概况	148
5.2 环境质量现状调查与评价	150
6 施工期环境影响分析	244
6.1 施工期废气环境影响分析	244
6.2 施工期废水环境影响分析	244
6.3 施工期生态环境影响分析	245
6.4 施工期噪声环境影响分析	250
6.5 施工期固体废物环境影响分析	251
6.6 小结	251
7 大气环境影响分析	253
7.1 主要气候统计资料	253
7.2 环境空气影响分析	253
7.3 大气环境影响评价自查表	254
8 地表水环境影响评价	257
8.1 项目取水可靠性分析	257
8.2 地表水环境影响分析	257

8.3 地表水环境影响评价结论	262
9 地下水环境影响预测与评价	268
9.1 区域地质及水文地质条件	268
9.2 评价区地质环境条件	272
9.3 水文地质参数	279
9.4 包气带特征及防污性能	282
9.5 地下水环境影响预测预评价	282
10 土壤环境影响分析	315
10.1 土壤环境影响识别	315
10.2 预测评价范围	315
10.3 预测评价时间	316
10.4 评价因子	316
10.5 不同预测时段分析	316
10.6 钠离子实验预测	322
10.7 小结	325
10.8 土壤环境影响评价自查表	325
11 生态环境影响分析	328
11.1 运营期生态环境影响分析与评价	328
11.2 服务期满后对生态环境影响分析	330
11.3 项目开发对生态功能的影响	330
11.4 矿山开采对生态公益林的影响	332
11.5 胁迫生态实验及影响评估	333
11.6 生态环境影响评价小结	364
11.7 生态影响评价自查表	365
12 固体废物影响分析	367
12.1 固体废物来源及处置	367
12.2 固体废物处置厂址分析	368

12.3	固体废物贮存处置场环境影响分析	370
12.4	固体废物的运输分析	371
13	声环境影响预测与评价	372
13.1	预测模型	372
13.2	预测参数	372
13.3	预测方案	372
13.4	预测结果	374
13.5	小结	376
14	环境风险评价	378
14.1	风险源调查	378
14.2	环境风险潜势初判及评价等级判定	385
14.3	项目风险识别及风险事故情形分析	389
14.4	源项分析	397
14.5	事故后果预测与环境风险分析	401
14.6	风险事故防范措施	409
14.7	应急预案	419
14.8	评价结论	424
15	环境保护措施及其可行性论证	426
15.1	环保措施概述	426
15.2	设计阶段环保措施	426
15.3	施工阶段环保措施	427
15.4	生产阶段环境保护措施	428
15.5	闭矿阶段污染防治措施	442
15.6	服务期满后环保措施	442
15.7	生态保护措施	443
16	放射性影响分析	451
17	环境影响经济损益分析	452

17.1 社会效益分析	452
17.2 经济效益分析	453
17.3 环境经济损益分析	453
17.4 综合评价	454
18 环境管理与监测计划	455
18.1 环境管理	455
18.2 监测计划	461
18.3 环境监理	468
18.4 环保“三同时”验收	470
19 结论与建议	475
19.1 结论	475
19.2 建议	483

1 概述

1.1 建设项目特点

1.1.1 项目简介

1.1.1.1 企业简介

长汀中坊稀土矿区的最早建设单位为厦门钨业股份有限公司，主要从事钨冶炼产品、钨粉末、硬质合金、钨钼丝材、新能源材料等的研发、生产与销售，钨冶炼产品的生产能力达 12000 吨，是国内最大的钨钼产品生产与出口企业。后因厦门钨业股份有限公司具有外资股份，不具备申办《稀土矿采矿许可证》的前置条件，因此工业和信息化部于 2016 年 4 月 27 日批复了《关于厦门钨业股份有限公司稀土采矿权证申领主体变更的复函》（工信厅原函〔2016〕274 号），2017 年 4 月 6 日，长汀中坊稀土矿区首次获得由中华人民共和国国土资源部颁发的采矿许可权，采矿权人变更为福建省稀有稀土（集团）有限公司，矿山名称为福建省稀有稀土（集团）有限公司长汀中坊稀土矿，证号为 C1000002017045120144338，开采矿种为重稀土矿，开采方式为露天/地下开采，生产规模为 20 万吨/年，有效期限自 2017 年 4 月 6 日至 2027 年 4 月 6 日，开采深度由 +488.6m 至 +299.5m 标高。现持采矿权许可证范围共由 4 个拐点坐标圈定，面积 6.00km²。

2023 年 9 月，在国务院国资委、工信部以及福建省国资委、省工信厅、省冶金控股帮助支持下，长汀中坊稀土矿整合并入中国稀土集团有限公司，其采矿许可证由中国稀土集团有限公司（持股 51%）与福建省稀有稀土（集团）有限公司（持股 49%）合资成立的中稀（福建）稀土矿业有限公司（以下简称“中稀（福建）”）持有，变更后，采矿许可证信息除采矿权人变更为中稀（福建）稀土矿业有限公司外，其他信息与原有采矿许可证信息一致。

1.1.1.2 矿区简介

中坊矿区于 2009 年 6 月 2 日经国土资源部审批，厦门钨业股份

有限公司取得了国土资源部划定矿区范围的批复（国土资矿划字〔2009〕17 号），有效期为 1 年。勘查面积 6.00km²；标高 488.60 至 299.50m。

2010 年 2 月厦门钨业股份有限公司委托北京矿冶研究总院编制《厦门钨业股份有限公司福建省长汀县中坊矿区稀土矿开发工程环境影响报告书》，长汀县中坊矿区稀土矿划定矿区范围面积约 6km²，建设规模为开采稀土矿原矿 20 万 t/a，最终产品为碳酸稀土，年产量为 673.305t。矿山服务年限 10 年。采用原地浸矿工艺，设计原地浸矿采场稀土回收率 85%，母液处理车间稀土回收率 92%，稀土回收率 78%。工程建设内容包括原地浸矿采场、母液处理车间等。该项目于 2013 年 1 月 28 日取得环境保护部的批复（环审〔2013〕27 号文）。取得批复后项目未实施。

2021 年，长汀中坊矿区计划采用离子型稀土原矿镁盐绿色浸取—离心萃取高效富集回收工艺进行科学研究。该矿区是福建省内唯一生产全流程自主开采的离子型稀土矿，目前采用原地浸取采矿工艺与绿色高效浸萃一体化选矿工艺，是国家离子型稀土矿开发利用技术攻关的重要实验基地。试验规模为 500t/a（REO）。2021 年 8 月，福建省稀有稀土（集团）有限公司委托福建省金皇环保科技有限公司编制了《中坊稀土矿离子型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术试验项目环境影响报告表》，报告表于 2022 年 3 月取得了龙岩市生态环境局的批复，批复文号为龙环审〔2022〕68 号。2023 年 9 月，福建省稀有稀土（集团）有限公司委托龙岩市新四方环保科技有限公司编制完成了《中坊稀土矿离子型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术试验项目建设期（验收前）变动情况分析说明》，并于 2023 年 9 月 24 日取得变动情况分析说明的评审意见。2023 年 10 月 15 日，福建省稀有稀土（集团）有限公司完成了浸萃一体化试验项目的竣工环保验收。根据批复要求，2024 年 10 月，中稀（福建）稀土矿业有限公司长汀分公

司委托福建省华厦能源设计研究院有限公司编制完成了《中坊稀土矿离子型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术试验项目环境影响回顾性评价》，并于 2024 年 11 月通过技术审查，回顾性评价结论指出：中坊稀土矿离子型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术试验项目环境影响回顾性评价的开采工艺合理，环保措施有效，从环境质量现状监测数据来看，I-6、I-7 矿块试验开采结束后对周边的环境影响可接受，为矿体后续实施开采提供可靠依据。

为充分发挥规模化效应，实现高质量发展目标，2024 年 12 月，中稀（福建）向福建省工业和信息化厅报送《项目申请报告》：①“离子型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术实施工程 - II（500t-REO/a）”项目已完成建设和投产，需转成建设项目正式生产；②采用硫酸镁作为浸矿剂、碳酸氢钠作为除杂沉淀剂，扩建新增碳酸稀土（折稀土氧化物 500t/a）相关浸矿、除杂沉淀等生产工艺。并于 2024 年 12 月 21 日取得《关于中稀（福建）稀土矿业有限公司长汀中坊稀土矿年产 1000 吨 REO 技改扩建项目核准的批复》（闽工信行政服务〔2024〕108 号）。

1.1.2 项目建设必要性

为充分利用国家战略性矿产资源并增强国家对稀土资源的控制力，协同推进稀土行业高质量发展和生态环境高水平保护，中稀（福建）在对中坊稀土矿进行详细的稀土储量核查和详尽的水文地质勘查，准确掌握其水文地质条件后，设计采用两种方法进行中坊稀土矿开采。一种采用硫酸镁作为浸矿剂、碳酸氢钠除杂沉淀，年产 500t 碳酸稀土（以 REO 计），第二种工艺采用浸萃一体化工艺，生产氯化稀土 500t/a（以 REO 计）。每年生产总产能 1000 吨（以 REO 计）。该项目的建设符合《福建省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》，坚持绿色、红色、特色导向，支持和引导产业项目落户老区苏区，推动老区苏区老工业基地转型升级，培育壮大新能源汽车、专用汽车、环保装备、工程机械、有色金属、生物医药等产

业，鼓励发展稀土、石墨烯、氟等新材料产业，提高绿色发展水平，推进集群化发展。同时，符合《长汀县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》中“十四五”国际国内形势的新变局。推动现有稀土产业产能的提升和高附加值产品的开发，不断延伸稀土永磁、晶体、催化、合金等高端功能性材料及永磁电机、船用电机、高端医疗器械、稀土铝合金电缆、汽车尾气净化器等下游应用产品的产业链。

中稀（福建）稀土矿业有限公司投资建设长汀中坊稀土矿年产 1000 吨 REO 技改扩建项目。本项目采用先进的原地浸矿生产工艺，是中稀（福建）稀土矿业有限公司综合考虑产业布局和未来发展趋势，积极响应国家循环经济和节能环保产业政策而做出的有力举措。项目实现产品质量、生产工艺、安全环保等领域的全面升级，有利于加快促进区域循环经济发展，节约资源、保护环境，显著带动提升地方经济，是企业发展的需要。

1.1.3 项目特点

（1）现有 500t/a REO 生产工艺采用硫酸镁浸矿—离心萃取高效富集回收的全新工艺。该工艺选用镁盐作为浸矿剂，避免了铵盐的引入，直接产出氯化稀土产品。根据回顾性评价结论，该开采工艺合理，环保措施有效，矿块开采结束后对周边环境的影响可接受。

（2）本项目改扩建部分 500t/a REO 产能仍采用硫酸镁浸矿，车间处理工艺采用碳酸氢钠除杂沉淀工艺，从源头上避免铵盐的引入。

（3）本项目采用原地浸矿生产工艺，采用“集液巷道+导流孔+集液沟+环保回收井”的收液系统，经管道输送至水冶车间，采用碳酸氢钠进行除杂沉淀或者离心萃取高效富集，沉淀后即获得稀土碳酸盐或氯化稀土。

（4）原地浸矿工艺决定了原地浸矿场不可能做到场地全防渗，必然存在渗漏，随地下水无组织出露进入地表水，影响水体环境。报

报告书提出“源头削减+污染监控+流域预警”的地下水和地表水协同污染治理措施。

(5) 原地浸矿场采用分期分区开采，根据排产计划，逐年建设，逐年开采。

1.2 环境影响评价的工作过程

根据《中华人民共和国生态环境法典》（中华人民共和国主席令第七十号）、《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号修改）、《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》等有关规定，拟建项目属于“七、有色金属矿采选业 09——稀有稀土金属矿采选 093——全部（含新建或扩建的独立尾矿库；不含单独的矿石破碎、集运；不含矿区修复治理工程）”，应编制环境影响报告书。

2024 年 9 月，中稀（福建）长汀分公司委托中国恩菲工程技术有限公司（以下简称“中国恩菲”）承担该项目的环境影响评价工作，委托书详见附件 1。

接受委托后，中国恩菲立即成立项目组，在建设单位、监测单位的大力协助下，组织评价人员深入现场，开展资料收集、矿山开采现状调查、待开采区环境现状调查和区域污染源调查。项目组针对重点问题进行多次讨论，最终中国恩菲于 2025 年 11 月编制完成了《长汀中坊稀土矿年产 1000 吨 REO 技改扩建项目环境影响报告书》（送审稿）。

本次环境影响评价工作分三个阶段，即前期准备、调研和工作方案阶段，分析论证和预测评价阶段，环境影响评价文件编制阶段。具体工作程序见图 1.2.1。

中稀（福建）长汀分公司发布了第一次公示和第二次征求意见稿公示，公示期间未收到反馈意见。报告书编制过程中，得到了福建省生态环境厅、龙岩市生态环境局、长汀县生态环境局、环保专家等单位的指导和帮助，在此一并表示衷心的感谢！

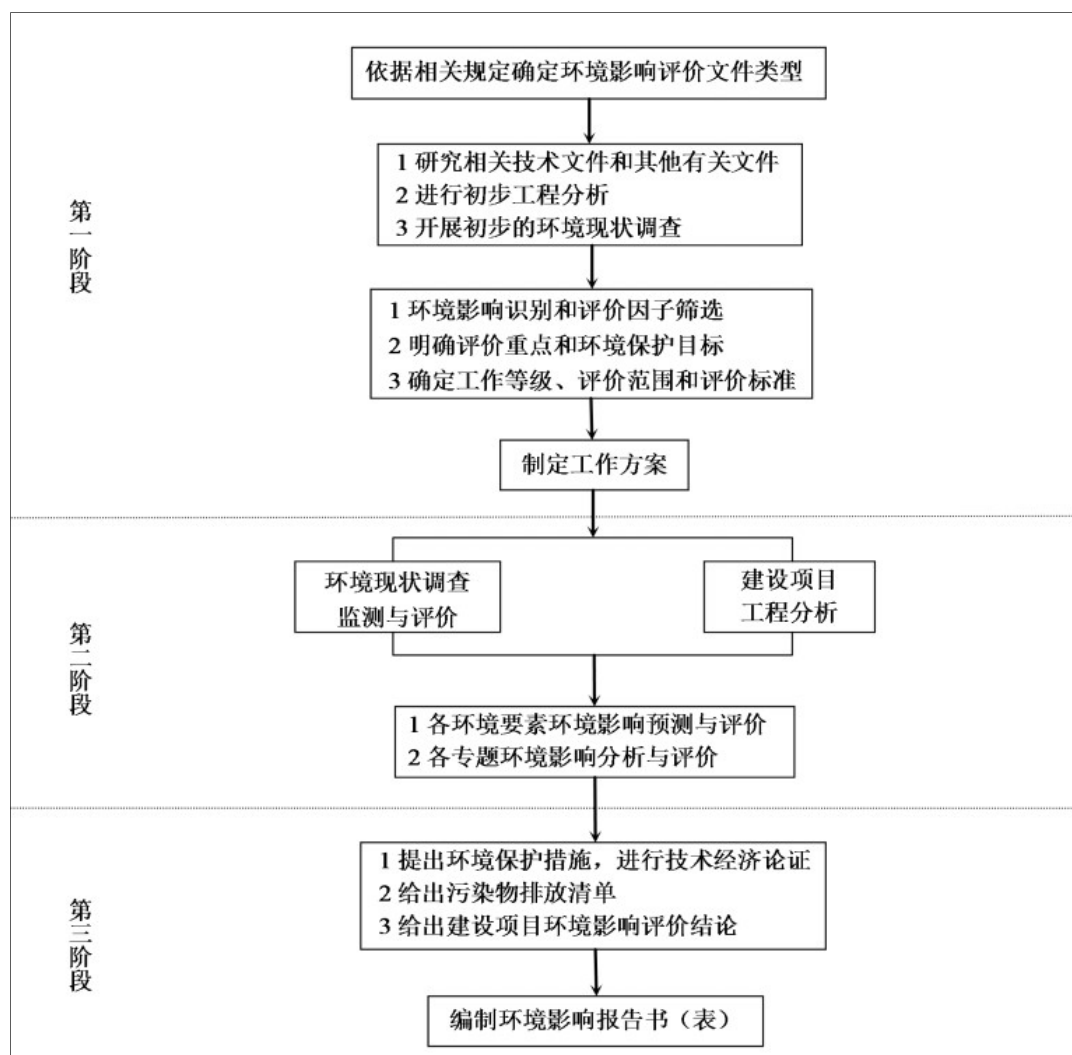


图 1.2-1 环境影响评价工作流程图

1.3 分析判定相关情况

1.3.1 产业政策符合性分析

《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中关于离子型稀土采选有如下三类：

鼓励类第四十二项环境保护与资源节约综合利用中第 12 条为“离子型稀土原矿绿色高效浸萃一体化技术”；

限制类第七项有色金属中“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）”。

淘汰类第一项落后生产工艺装备种“（六）有色金属 19. 离子型稀土矿堆浸和池浸工艺；23. 2 万吨（REO）/年以下混合型稀土矿山开发项目，5000 吨（REO）/年以下的氟碳铈矿稀土矿山开发项目，

500 吨（REO）/年以下的离子型稀土矿山开发项目”。

本项目是中稀（福建）稀土矿业有限公司按照国家稀土开采总量控制指标的建设项目，符合稀土采选限制类除外条件，不属于限制类建设项目。本项目采用原地浸矿工艺，不属于淘汰类第一项落后生产工艺装备中第六款有色金属中第 19 条“离子型稀土矿堆浸和池浸工艺”，现有产能 500t/a（REO）采用鼓励类“离子型稀土原矿绿色高效浸萃一体化技术”，改扩建部分产能为 500t/a（REO），不属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中淘汰类“一、落后生产工艺装备：（六）有色金属第 23 条：500 吨（REO）/年以下的离子型稀土矿山开发项目”。

综上，本项目与《产业结构调整指导目录（2024 年本）》产业政策要求相符。

1.3.2 相关政策符合性分析

1.3.2.1 《国务院关于促进稀土行业持续健康发展的若干意见》符合性

项目与《国务院关于促进稀土行业持续健康发展的若干意见》（国发〔2011〕12 号，2011.5.10）的符合性分析见表 1.3-1。

表 1-1 与《国务院关于促进稀土行业持续健康发展的若干意见》的符合性分析

《国务院关于促进稀土行业持续健康发展的若干意见》的内容		本项目	符合性分析
依法开展稀土专项整治，切实维护良好的行业秩序	坚决打击非法开采和超控制指标开采。	本项目不属于非法开采和超控制指标开采。	符合
	坚决打击违法生产和超计划生产。	本项目不属于违法生产和超计划生产。	符合
	坚决打击破坏生态和污染环境行为。	本稀土开采项目严格执行国家污染物排放标准，均设置了污染防治措施。	符合

1.3.2.2 《稀土行业规范条件（2016 年本）》符合性

2016 年 6 月 30 日，工业和信息化部发布了《稀土行业规范条件》（工业和信息化部公告 2016 年第 31 号），对稀土行业提出几项规范要求。项目与《稀土行业规范条件（2016 年本）》的符合性分析见表

1.3.2。

表 -2 与《稀土行业规范条件（2016 年本）》的符合性分析

《稀土行业规范条件（2016 年本）》 的内容		本项目	符合性 分析
项目的 设立和 布局	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。	项目的建设符合国家资源、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，符合环境保护规划等要求。	符合
生产 规模	混合型稀土矿山企业生产规模应不低于 20000t/年（以氧化物计，下同）；离子型稀土矿山企业生产规模应不低于 500t/年。	本项目为离子型稀土矿开采，产品为氯化稀土和氧化稀土，产量为 1000t/a（REO）。	符合
工艺 及 装 备	稀土矿山开发、冶炼分离企业选用低污染、低排放、低能耗、经济高效的清洁生产工艺，推广使用《国家重点行业清洁生产技术导向目录》的成熟技术。不得使用《产业结构调整指导目录》《高能耗落后机电设备（产品）淘汰目录》中规定应淘汰的落后工艺、技术、装备及生产落后产品。	本项目采用低污染、低排放、低能耗、经济高效的清洁生产工艺，采用的工艺、设备、技术等较为先进，不存在落后、淘汰现象。本项目采用原地浸矿工艺，未采用堆浸、池浸等国家禁止使用的落后选矿工艺。采用浸萃一体化工艺，属于鼓励类工艺。	符合
	混合型稀土矿、氟碳铈矿开发应建有完备的三废处理设施，专门的废石场和尾矿库。	本项目为离子型稀土矿的开采，不属于混合型稀土矿、氟碳铈矿的开发。	符合
资源 利用	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。	本项目采选综合回收率达到 92%以上，满足离子型稀土矿采选综合回收率 75%以上的要求。水循环利用率 92.99%，满足生产用水循环利用率 90%以上的要求。	符合
环境 保护	稀土矿山开发、冶炼分离企业应符合区域环保规划，应达到以下基本要求：		
	（一）落实规划环评，在生态保护红线、自然保护区、风景名胜	项目不在生态保护红线、自然保护区、风景名胜区、饮用水水源	符合

《稀土行业规范条件（2016 年本）》 的内容		本项目	符合性 分析
	区、饮用水水源保护区以及全国主体功能区划中划定的禁止开发区、限制开发区内，禁止新建、扩建稀土矿山开发、冶炼分离项目。	保护区以及全国主体功能区划中划定的禁止开发区、限制开发区等需要特殊保护的地区。	
	（二）严格落实各项环境保护措施，新（改、扩）建项目严格执行环境影响评价制度，未经审批不得开工建设。	原环评已取得环评批复，本次为改扩建项目。	符合
	（五）稀土矿山开发、冶炼分离企业产生的一般固体废物处理处置应符合《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）要求，属于危险废物的，应严格执行危险废物相关管理规定。	项目产生的固体废物均得到合理处置，一般固废的处理处置满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）；项目危险废物严格执行危险废物相关管理规定。	符合

由上表可知，项目建设符合《稀土行业规范条件（2016 年本）》的相关要求。

1.3.2.3 与《稀土管理条例》相符性分析

2024 年 6 月 29 日，国务院发布《稀土管理条例》（中华人民共和国国务院令 第 785 号），自 2024 年 10 月 1 日起施行。

《稀土管理条例》中要求：“稀土开采企业应当依照矿产资源管理法律、行政法规和国家有关规定取得采矿权、采矿许可证；国家根据稀土资源储量和种类差异、产业发展、生态保护、市场需求等因素，对稀土开采和稀土冶炼分离实行总量调控，并进行动态优化管理；稀土开采企业和稀土冶炼分离企业应当严格遵守国家有关总量调控管理规定。”

2017 年 4 月 6 日，长汀中坊稀土矿区首次获得由中华人民共和国国土资源部颁发的采矿许可权。2023 年 9 月，长汀中坊稀土矿整合并入中国稀土集团有限公司，采矿许可证信息除采矿权人变更为中稀（福建）稀土矿业有限公司外，其他信息与原有采矿许可证信息一致。

长汀中坊稀土矿按照规范化、集约化、标准化要求进行建设。中坊稀土属中国稀土集团旗下矿山，本项目稀土矿产品（折稀土氧化物）产能为 1000t/a，在中国稀土集团下达的总量指标内，满足总量控制指标要求。因此，本项目建设符合《稀土管理条例》的要求。

1.3.2.4 与《十二部门关于持续加强稀土行业秩序整顿的通知》（工信部联原〔2018〕265 号）的符合性

（1）文件要求

严格落实开采和冶炼分离计划：督促辖区内稀土集团每年按时公示其所属正在生产的稀土矿山名单（含压覆稀土资源回收项目）和所有冶炼分离企业名单，接受社会监督，并在稀土产品追溯系统中如实填报原材料采购（含进口矿采购数量）、实际产量、销售量、库存等信息。结合年度稀土开采和冶炼分离总量控制计划、稀土产品追溯系统、稀土增值税专用发票开具量、资源税完税证明等数据，定期核查计划执行情况，严禁开展代加工业务。对存在收购、加工和倒卖非法稀土矿产品，超计划生产，进口手续一证多用等违法违规行为的企业，依法依规严肃处理。

（2）相符性分析

建设单位是中国稀土集团下属子公司，建设单位严格按照下达的总量指标安排生产任务。

综上，本项目与《十二部门关于持续加强稀土行业秩序整顿的通知》（工信部联原〔2018〕265 号）要求相符。

1.3.2.5 《产业发展与转移指导目录（2018 年本）》的符合性

工业和信息化部发布的《产业发展与转移指导目录（2018 年本）》对福建地区产业转移的指导政策有以下要求。

福建省引导不再承接的产业包括“铁合金冶炼、炼铁（厦门市、平潭综合实验区）、炼钢（厦门市、平潭综合实验区）、焦化（厦门市、平潭综合实验区）”。

本项目位于福建省龙岩市，属于稀土产业发展区域，符合《产业发展与转移指导目录（2018 年本）》要求。

1.3.2.6 《矿产资源节约与综合利用鼓励、限制和淘汰技术目录（2014 年修订）》的符合性

本项目采用无铵原地浸矿工艺进行稀土矿开采，未采用《矿产资源节约与综合利用鼓励、限制和淘汰技术目录（2014 年修订）》（国土资发〔2014〕176 号）中限制和淘汰类技术。

本项目符合《矿产资源节约与综合利用鼓励、限制和淘汰技术目录（2014 年修订）》的要求。

1.3.2.7 《关于下达稀土矿开采总量控制指标的通知》的符合性

1.3.2.8 《稀土开采和稀土冶炼分离总量调控管理暂行办法》的符合性

1.3.3 规划符合性分析

1.3.3.1 社会经济发展规划符合性分析

2021 年 1 月，福建省政府印发了《福建省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》（闽政〔2021〕4 号）。规划指出“做优做强稀土、钨材料、石墨烯、氟化工、特种陶瓷、锆镁、不锈钢新材料等产业，打造福州光电材料、三明永安石墨产业、龙岩长汀稀土等一批新材料产业基地。”

2021 年 4 月，龙岩市人民政府印发了《龙岩市人民政府关于印发龙岩市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》（龙政综〔2021〕31 号）。规划指出：“重点发展金铜、稀土产业，推动产业内涵深化、外延拓展、构建较为完整产业链条，打造全国重要的有色金属精深加工基地。完善‘稀土矿山开采－分离冶炼－稀土功能材料－下游应用’产业链。”规划提出：“长汀县：做大做强稀土、纺织服装、文旅康养三个主导产业。”

本项目位于福建省龙岩市长汀县河田镇中坊村，采用无铵浸矿工艺，推动原地浸矿的绿色化、规范化、科学化开采。本项目符合《福建省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》和《龙岩市人民政府关于印发龙岩市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的要求。

1.3.3.2 与《福建省矿产资源总体规划（2021—2025 年）》相符性分析

《福建省矿产资源总体规划（2021—2025 年）》中指出“对接产业发展，闽西北地区重点勘查开发金、银、铜、铁、钨、锡、稀土、萤石、晶质石墨、水泥用灰岩等。引导和鼓励社会资本参与，积极探索地方财政、国有企业和社会资本共同参与的模式，推进绿色勘查开发。”规划要求“继续实施钨、稀土开采总量控制制度。钨、稀土开采总量严格控制在国家下达的年度开采总量控制指标内。”

《福建省矿产资源总体规划（2021—2025 年）》规划有效期至 2025 年末，规划期限已届满；福建省新一轮“十五五”省级矿产资源总体规划正在编制，暂未正式印发，本次评价仍参照该规划进行分析。本项目位于龙岩市，属于闽西地区，开采稀土的量符合国家稀土总量指标的要求。因此，本项目符合《福建省矿产资源总体规划（2021—2025 年）》的要求。

1.3.3.3 与《长汀县矿产资源总体规划（2021—2025 年）》符合性分析

项目与《长汀县矿产资源总体规划（2021—2025 年）》的符合性分析见表 1.3-3。

表 -3 与《长汀县矿产资源总体规划（2021—2025 年）》的符合性分析

《长汀县矿产资源总体规划（2021—2025 年）》的内容		本项目	符合性分析
规划目标	重点开采稀土、硅石和高岭土等矿产。	本项目为离子型稀土矿开采。	符合
矿产资源重点	全县规划建设重点开采区（长汀河田—三洲）1 个，以战略性矿产（稀土）为开发主体，包括河田、三洲和濯田三个乡（镇）。规划期内开	本项目为离子型稀土矿开采，产品为氯化稀土和氧化稀土，产量为 1000t/a（REO）。	符合

《长汀县矿产资源总体规划（2021—2025 年）》的内容		本项目	符合性分析
开采区域	采稀土氧化物 1000 吨/年，建成“福建稀土产业园（长汀）”重要的战略性资源基地。		
调控开采总量	稀土矿：对全国矿产资源规划确定实行总量调控的稀土矿实行保护性控制开采，开采总量严格控制在上级下达的年度开采总量指标内。	中坊稀土属中国稀土集团旗下矿山，本项目稀土矿产品（折稀土氧化物）产能为 1000t/a，在中国稀土集团下达的总量指标内，满足总量控制指标要求。	符合

1.3.3.4 国土空间总体规划符合性分析

《长汀县国土空间总体规划（2021-2035 年）》指出“严格管控优势矿种保护与开发利用，稀土等重要矿产资源开发利用总量严格控制在国家和省确定的目标内。提升矿产资源节约集约利用水平，大力推广应用矿产开发利用新技术、新设备和新工艺，鼓励矿山企业开展矿产资源节约与综合利用，提高矿产资源开发利用水平，持续推进绿色矿山建设。”“做大做强稀土及其应用、纺织服装和医疗器械三个主导产业，打造稀土高端应用产业基地。”本项目严格按照工信部及中国稀土集团下达的总量指标开采。本项目矿区及车间占地范围内无生态保护红线和永久基本农田，与城镇开发边界不冲突。

1.3.3.5 《龙岩市推进“矿业+”经济高质量发展实施意见》(2025.5.23) 符合性

实施意见中“大力推进矿山安全绿色发展”提出：“提高矿产资源开发水平。积极推进绿色开发，引导矿山企业通过改进工艺、引进新的采选技术，减少储量消耗和矿山废弃物产生。”

“拓展‘矿业+’精神产业延链补链”提出：“稀土产业：依托全省稀土矿产资源，产业链重点布局长汀县。大力发展稀土精深加工产业，围绕稀土永磁材料、晶体材料、催化材料等应用方向，引进永磁电机、安检仪、激光美容仪、固体激光切割机、稀土脱硝催化剂等项目。重点发挥稀土永磁材料性能优势，围绕人形机器人、伺服电机、

无人机等领域向下延伸产业链。”

本项目采用无铵原地浸矿工艺进行稀土矿开采，改进了开采工艺；项目位于长汀县，稀土矿山开采属于稀土产业链的源头。因此，本项目符合《龙岩市推进“矿业+”经济高质量发展实施意见》。

1.3.4 “生态环境分区管控方案”相符性分析

1.3.4.1 生态保护红线

根据《龙岩市人民政府关于印发龙岩市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（龙政综〔2021〕72号），到2025年，全市生态保护红线划定范围6489.11km²，主导生态系统服务功能为重要水源涵养、生物多样性保护和水土保持。本项目位于长汀县中坊稀土矿区。项目用地不在国家级和省级禁止开发区域内（国家公园、自然保护区、森林公园的生态保育区和核心景观区、风景名胜区的核心景区、地质公园的地质遗产保护区、世界自然遗产的核心区和缓冲区、湿地公园的湿地保育区和恢复重建区、饮用水水源地的一级保护区、水产种质资源保护区的核心区等），满足生态保护红线要求。

本图涉密，详见报批版本

图 -1 项目与龙岩市环境管控单元位置关系图

1.3.4.2 环境质量底线

对照《龙岩市人民政府关于印发龙岩市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（龙政综〔2021〕72号）对环境质量底线要求，项目所在区域环境空气质量目标为《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准；项目周边中坊溪水环境质量目标为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准；声环境质量目标为《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类声环境功能区噪声限值；项目所在区域地下水环境质量目标为《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准。本项目产生的废水经处理后回用，不外排，固废做到合理有效处置，因此，在严格执行环评提出的相关防治措施后，本项目排放的污染源不会对区域环境质量底线造成冲击。

本次评价针对评价范围内区域进行了大气、地表水、地下水、土壤、噪声的环境质量现状监测，制定了环境保护措施，并对环境影响进行预测，大气、地表水、地下水、土壤、噪声环境质量能满足相应的标准要求。

（1）地表水环境

车间生产废水不外排，生活污水经化粪池处理后，用作农肥或绿化用水，不外排。经预测，项目对地表水环境影响较小，不改变下游水环境功能类别。

（2）地下水环境

原地浸矿工艺不开挖山体，直接在地表打注液孔，对生态环境破坏相对较小。对环境的主要影响为对地下水的影响，进而对地表水的影响。整合后原地浸矿采场设有收液巷道、收液沟、环保回收井多级收液系统，收液巷道采用水泥防渗，对收液沟、集液池进行防渗。在原地浸矿采场下游设置地下水监控孔和地表水监测断面。此外，采取了清水淋洗措施。本评价认为，在采取上述措施的情况下，原地浸矿采矿对矿区外地下水影响在可接受范围内。

（3）大气环境

本项目生产过程中仅有无组织 HCl、VOCs 排放，其对环境的贡献值很小。经试验项目实际监测，矿山的无组织排放对大气环境影响甚微。

（4）生态环境

原地浸矿采场不砍伐树木、不剥离大量表土、不改变地形地貌，仅在地表打注液孔，不会改变原地浸矿采场的林地景观格局。采用边破坏、边生产、边复垦工艺。项目建设对整个评价区域内的生态系统的稳定性、完整性和抗干扰能力影响不大。从整体看，项目的开发建设对该区域生态敏感目标产生影响很小。从整个区域来看，这种影响可以接受。

（5）环境保护目标

项目建设用地不在水源地、自然保护区、风景名胜、文物古迹范围内。

综上所述，本项目建设对周围生态环境的影响在可接受、可控制范围内，本项目建成后，落实报告书提出的措施可确保区域环境功能不降低。

1.3.4.3 资源利用上线

对照《龙岩市人民政府关于印发龙岩市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（龙政综〔2021〕72号）对环境质量底线要求，本项目建成运行后，通过环境管理、设备选型、优化工艺、降低能耗、减少污染物排放等方面提高项目的清洁生产水平。项目运行期水、原料等资源利用不会突破区域的资源利用上限。

本项目对稀土资源的开采指标严格遵循自然资源部、工业和信息化部 and 江西省国土资源厅逐层分解下达的稀土矿开采总量控制指标，工程对稀土资源的利用不会超过资源利用上限。

1.3.4.4 生态环境准入清单

根据国家发展改革委、商务部关于印发《市场准入负面清单(2020年版)的通知》(发改体改规〔2020〕1880号)中的相关标准,本项目不在禁止准入的行业、工艺、产品及开发活动清单中,符合环境准入要求。

根据福建省发展和改革委员会 2018 年 3 月印发的《福建省第一批国家重点生态功能区县(市)产业准入负面清单(试行)》,列入福建省第一批国家重点生态功能区县(市)产业准入负面清单有永泰县、泰宁县、周宁县、柘荣县、永春县、华安县、屏南县、寿宁县、武夷山市等 9 个县(市)。本项目位于福建省龙岩市长汀县,不在《福建省第一批国家重点生态功能区县(市)产业准入负面清单(试行)》所列县市内,且选址不属于环境功能区划需要特别保护的区域。同时,对比龙岩市“三线一单”,本项目符合龙岩市生态环境总体准入要求。具体见表 1.3-4。

表 1.3-4 与龙岩市生态环境总体准入要求的符合性分析

准入要求	项目情况	符合性
空间布局约束	1.龙岩市闽江、九龙江、汀江流域两岸严格控制新、扩建增加氨氮、总磷等主要污染物排放的项目。闽江、九龙江禁止新建、扩建铬盐、氰化物生产项目。汀江流域范围禁止新、扩建制浆造纸、印染、合成革及人造革项目。 2.严格控制审批高耗能、高污染和资源型行业(钢铁、水泥、铁合金、多晶硅、铜冶炼、有色金属矿山、煤矿、稀土等)新增产能项目。	本项目属于无铵工艺开采稀土矿,不属于高耗能、高污染和资源型行业,不属于增加氨氮等主要污染物排放的项目。本项目渗漏水含有总磷,但稀土属于战略性资源且本项目的开采工艺是目前最先进的生产工艺。在严格落实相关环保措施后,本项目可行。 符合
污染物排放管控	汀江流域: 1、汀江闽粤交界(永定县汀江桥)以上,新建水污染型项目应实行水污染物排放量倍量削减替代; 2. 推进畜禽粪污资源化利用,推动小流域污染整治。	本项目产生的废水均回用,不外排,不属于水污染型项目。 符合

环境风险管控	1.强化石化、化工、冶炼、危化品储运等企业的环境风险防控。 2.建立和健全重点管控重金属及危险化学品泄漏等环境风险防范体系，健全应急响应机制。 3.上杭蛟洋工业园区、连城朋日工业集中区、漳平新材料产业园区(含漳平华寮化工集中区)、新罗生物精细化工产业园应建设园区事故应急池。 4.九龙江北溪流域禁止新、扩建电镀项目。全市新建电镀项目应集中布局在上杭金铜新材料循环产业园，并严格控制重金属的排放量。	项目拟建立环境风险防范体系及应急响应机制	符合

根据福建省生态环境分区管控公共服务查询平台查询报告，本项目位于长汀县中坊矿区，属于重点管控单元，环境管控单元编码：ZH35082120004。项目与龙岩市环境管控单元生态环境准入清单的符合性分析详见表 1.3-5。

表 1.3-5 本项目与龙岩市环境管控单元生态环境准入清单的符合性分析

	准入要求	项目情况	符合性
空间布局约束	1.加强对采矿权人履行矿山地质环境保护和治理恢复义务情况监督检查，对未按“三合一”方案实施“边开采、边治理、边复垦”矿山企业，列入矿业权人“黑名单”。 2.禁止在自然保护区核心区、缓冲区内勘查，原则上只在实验区安排中央财政出资的公益性、基础性地质调查和战略性矿产资源勘查。	中稀（福建）按“三合一”方案实施“边开采、边治理、边复垦”，符合要求。项目不涉及自然保护区。	符合
污染物排放管控	建立健全矿山“双随机”检查制度和集矿产资源“探、采、储、治、查、监”一体化管理模式的综合监管平台。促进矿政工作重心逐步向强化监管转移。	已建立。	符合
环境风险管控	/	/	符合
资源开发效率要求	/	/	符合

本图涉密，详见报批版本

图 1.3-1 项目与长汀县中坊矿区环境管控单元叠图

1.4 关注的主要环境问题

针对离子型稀土矿开采对水环境影响的长期性、叠加性特征，主要环境问题包括：

（1）原地浸矿项目对环境的影响主要集中在采场注液过程，其影响行为是稀土浸出液的渗漏。因此，应关注矿体水文地质条件下的稀土浸出液回收和渗漏情况。重点关注原地浸矿对地下水环境的影响。

（2）原地浸矿项目对生态的影响主要发生在采场注液和收液工程的施工阶段。因此，重点关注采场施工过程中的清表作业。

（3）原地浸矿对水环境的影响与矿区水文地质条件、地下水和地表水的水力联系密切相关。因此，关注地下水和地表水的补给和排泄关系。

（4）原地浸矿作业与天气条件密切相关，重点关注降水条件下可能引发的浸出液渗漏、池体溢流、山体滑坡等环境风险事件。

（5）引入钠离子及镁离子，重点关注浸矿剂中钠离子、镁离子浓度升高是否会导致土壤问题。

1.5 环境影响主要评价结论

本项目改扩建后总生产能力为 1000t/a 稀土氧化物（折 REO 计）。项目一半规模工艺采用原矿镁盐绿色浸取——离心萃取高效富集回收的全新工艺。该工艺的浸矿剂选用镁盐，避免了铵盐的引入，该工艺缩短了生产流程，直接产出氯化稀土产品，提高了资源利用率。余下一半规模采用硫酸镁新工艺浸矿和碳酸氢钠除杂沉淀工艺，从源头上减少铵盐的带入，可显著提高稀土资源回收率，缩短后处理时间，减少新的污染物的带入。项目建设符合国家及地方有关环境保护法律法规、标准、政策、规范及规划要求。项目采用的污染防治措施技术可靠、经济可行。环境影响分析表明，项目排放的污染物对大气、声、

土壤、生态环境等的影响不会改变所在区域环境功能区质量，环境风险水平可接受。由此可见，该项目具备显著的环境正效益，实现了资源开发与生态保护的动态平衡。因此，从资源合理利用和环境保护的角度来看，项目建设总体可行。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 国家环境保护法律

- (1) 《中华人民共和国生态环境法典》，中华人民共和国主席令（第七十号），2026 年 8 月 15 日起施行；
- (2) 《中华人民共和国循环经济促进法》，2018 年 10 月修订；
- (3) 《中华人民共和国水土保持法》，2010 年 12 月修订；
- (4) 《中华人民共和国矿产资源法》，2024 年 11 月 8 日修订；
- (5) 《中华人民共和国水法》，2016 年 7 月修订；
- (6) 《中华人民共和国土地管理法》，2019 年修订；
- (7) 《中华人民共和国森林法》，2019 年修订。

2.1.2 国家行政法规、规章

- (1) 《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 7 月 16 日国务院令 682 号修改，2017 年 10 月 1 日起施行；
- (2) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），生态环境部，2021 年 1 月 1 日起实施；
- (3) 《环境影响评价公众参与办法》，生态环境部，2019 年 1 月 1 日起施行；
- (4) 《中华人民共和国野生动物保护法》，2022 年 12 月 30 日修订，2023 年 5 月 1 日起施行；
- (5) 《土地复垦条例》，2011 年 3 月 5 日起施行；
- (6) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令 2023 年第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行；
- (7) 国家发展改革委 商务部 市场监管总局关于印发《市场准入负面清单（2025 年版）》的通知，发改体改规〔2025〕466 号，2025 年 4 月 16 日印发实施；

(8)《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环境保护部，环发〔2012〕77号；

(9)《关于切实加强环境影响评价监督管理工作的通知》，环办〔2013〕104号；

(10)《国家关于加强环境保护重点工作的意见》，国务院国发〔2011〕35号；

(11)《关于印发〈“十四五”噪声污染防治行动计划〉的通知》（环大气〔2023〕1号）；

(12)《关于开展工业噪声排污许可管理工作的通知》（环办环评〔2023〕14号）；

(13)《关于切实加强风险防范严格环境影响评价风险管理的通知》，环发〔2012〕98号；

(14)《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》，环环评〔2016〕150号；

(15)《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号），2022年8月16日；

(16)《矿山生态环境保护与污染防治技术政策》，环发〔2005〕109号，2005年9月7日；

(17)《国家重点保护野生动物名录》，2021年版；

(18)《国家重点保护野生植物名录》，2021年版；

(19)《饮用水水源保护区划分技术规范》HJ 338-2018，生态环境部，公告2018年第19号；

(20)《全国生态环境保护纲要》，2005年11月28日；

(21)《全国生态功能区划》（修编版），2015年11月13日；

(22)环境保护部、发展改革委、财政部《关于加强国家重点生态功能区环境保护与管理的意见》，环发〔2013〕16号；

(23) 国土资源部联合工信部、财政部、环保部、国家能源局共同发布《关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见》，国土资发〔2016〕63 号；

(24) 《矿山生态环境保护与恢复治理技术规范（试行）》（HJ 651-2013），2013 年 7 月 23 日；

(25) 《矿产资源节约与综合利用先进适用技术目录（2025 年版）》（自然资源部 2025 年第 64 号公告）；

(26) 《稀土行业规范条件（2016 年本）》和《稀土行业规范条件公告管理办法》公告，中华人民共和国工业和信息化部公告 2016 年第 31 号，2016 年 7 月 1 日起施行；

(27) 《国务院关于促进稀土行业持续健康发展的若干意见》，国发〔2011〕12 号，2011 年 5 月 10 日；

(28) 《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；

(29) 《放射性废物管理规定》（GB 14500-2002），2003 年 4 月 1 日起实施；

(30) 《关于做好环境影响评价制度与排污许可制度衔接相关工作的通知》，环办环评〔2017〕84 号；

(31) 《固定污染源排污许可分类管理名录》（2019 年），部令 第 11 号，2019 年 12 月 20 日实施；

(32) 《排污许可管理办法》，生态环境部令第 32 号，2024 年 7 月 1 日起施行。

2.1.3 地方性法规及规章

(1) 《福建省生态环境保护条例》，2022 年 5 月 1 日起施行；

(2) 《福建省水污染防治条例》，2021 年 11 月 1 日起施行；

(3) 《福建省固体废物污染环境防治条例》，2024 年 6 月 1 日起施行；

- (4) 《福建省土壤污染防治条例》，2022 年 9 月 1 日起施行；
- (5) 《福建省大气污染防治条例》，2019 年 1 月 1 日起施行；
- (6) 《福建省深入打好污染防治攻坚战实施方案》，2022 年 5 月 31 日，闽委发〔2022〕7 号；
- (7) 《福建省空气质量持续改善实施方案》（闽政文〔2024〕361 号），2024 年 11 月 1 日；
- (8) 《福建省人民政府关于印发福建省土壤污染防治行动计划实施方案的通知》，闽政〔2016〕45 号，2016 年 10 月 15 日；
- (9) 《福建省地下水污染防治实施方案》，闽环发〔2019〕20 号，2019 年 7 月 18 日；
- (10) 《福建省环保厅关于进一步加强涉及重金属、危险废物、化学品的建设项目环境管理工作的通知》，闽环发〔2011〕120 号，2011 年 12 月 9 日；
- (11) 《福建省人民政府关于进一步加强危险废物污染防治工作的意见》，闽政〔2015〕50 号，2015 年 10 月 13 日；
- (12) 《福建省环保厅关于印发福建省建设项目主要污染物排放总量指标管理办法（试行）的通知》，闽环发〔2014〕13 号，2014 年 7 月 3 日；
- (13) 《福建省生态环境厅关于印发福建省省级审批建设项目重金属污染物排放总量控制与指标调剂工作的意见（试行）的通知》，闽环保固体〔2020〕7 号，2020 年 2 月 20 日；
- (14) 《福建省人民政府关于龙岩市地表水环境功能区划定方案的批复》（闽政文〔2007〕14 号）；
- (15) 《龙岩市环境空气质量功能类别区划》（龙岩市人民政府，龙政〔2000〕综 31 号）；
- (16) 《龙岩市生态环境局关于发布龙岩市 2024 年生态环境分区管控动态更新成果的通知》，龙环〔2024〕128 号；

(17) 《龙岩市生态环境局关于印发龙岩市环境管控单元准入要求的通知》（龙环〔2021〕126 号）；

(18) 《龙岩市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》；

(19) 《龙岩市人民政府关于印发龙岩市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（龙政综〔2021〕72 号）。

2.1.4 技术导则及规范

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；
- (2) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）；
- (3) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）；
- (4) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）；
- (5) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）；
- (6) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）；
- (7)《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ 964-2018)；
- (8) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；
- (9) 《建设项目危险废物环境影响评价指南》（环境保护部公告 2017 年第 43 号，自 2017 年 10 月 1 日起施行）；
- (10) 《固体废物鉴别标准 通则》（GB 34330-2025）；
- (11) 《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018）；
- (12) 《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ 819-2017）；
- (13)《有色金属工业环境保护工程设计规范》(GB 50988-2014)；
- (14) 《有色金属行业绿色矿山建设规范》（DZ/T 0320-2018）；
- (15) 《矿山生态环境保护与恢复治理技术规范（试行）》（HJ 651-2013）；
- (16) 《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）；
- (17) 《突发环境事件应急监测技术规范》（HJ 589-2021）；
- (18) 《排污许可证申请与核发技术规范 工业噪声》（HJ 1301-

2023)。

2.1.5 相关规划

- (1) 《全国矿产资源规划(2021—2025 年)》；
- (2) 《福建省“十四五”生态省建设专项规划》(闽政〔2022〕11 号)，2022 年 4 月；
- (3) 《福建省“十四五”生态环境保护专项规划》(闽政办〔2021〕59 号)，2021 年 10 月；
- (4) 《福建省水功能区划》(闽政文〔2013〕504 号)；

2.1.6 项目相关资料

- (1) 《福建省稀有稀土(集团)有限公司中坊稀土矿离子型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术试验项目环境影响报告表》，福建省金皇环保科技有限公司，2021 年 8 月；
- (2) 关于《福建省稀有稀土(集团)有限公司中坊稀土矿离子型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术试验项目环境影响报告表的批复》，龙环审〔2022〕68 号，2022 年 3 月 23 日；
- (3) 《福建省稀有稀土(集团)有限公司长汀中坊稀土矿突发环境事件应急预案》，备案编号：350821-2025-008-L，2025 年 6 月 5 日；
- (4) 《中坊稀土矿离子型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术试验项目竣工验收监测报告》及竣工验收意见；
- (5) 《长汀中坊稀土矿年产 1000 吨 REO 技改扩建项目可行性研究报告》；
- (6) 水、地下水、土壤、底泥、噪声现状监测报告；
- (7) 《固定污染源排污登记回执》登记编号：91350821MA31D39T79001W。

2.2 本项目的评价体系

原地浸矿工艺对水环境的影响在很大程度上受制于稀土矿区水

文地质条件，由于矿体底板难以做到致密完整，浸矿母液也不可避免地会渗漏入水环境，因此，在矿区内部水环境与相应的环境质量标准之间必然存在一定的差距，且难以通过工程措施来弥补。

因此，本项目根据原地浸矿工艺特点、矿区水文地质条件和地下水与地表水补排关系等因素，对矿区水环境采取“风险管控”的理念。在矿界一定范围外执行地表水Ⅲ类质量标准限值，地下水在矿区范围外执行地下水Ⅲ类质量标准；地表水混合过程段根据水体功能、水文参数确定，以此来确定执行环境质量的区域范围，详细论述见本报告地表水篇章。

2.3 评价目的与原则

2.3.1 评价目的

为了实施可持续发展战略，预防建设项目实施后对环境造成不良影响，促进经济、社会和环境的协调发展。从环境保护角度论证本项目生产工艺技术的先进性、布局合理性，给出污染防治措施，对项目建设的可行性给出结论和建议，为环境保护主管部门提供决策依据，为项目建设过程中和投产后的环境管理提供科学依据。

2.3.2 评价原则

突出环境影响评价的源头预防作用，坚持保护和改善环境质量。

（1）依法评价

贯彻执行我国环境保护相关法律法规、标准、政策和规划等，优化项目建设，服务环境管理。

（2）科学评价

规范环境影响评价方法，科学分析项目建设对环境质量的影响。

（3）突出重点

根据建设项目的工程内容及其特点，明确与环境要素间的作用效应关系，充分利用符合时效的数据资料及成果，对建设项目主要环境影响予以重点分析和评价。

2.4 评价时段、评价对象及重点

本项目评价时段包括施工期、运营期及服务期满 3 个阶段。

评价对象为：在矿区范围内，采用硫酸镁作为浸矿剂浸矿，采用两种方法生产碳酸稀土和氯化稀土，第一种，碳酸氢钠除杂沉淀，生产碳酸稀土；第二种工艺采用浸萃一体化工艺生产氯化稀土；水冶车间包括萃取和碳酸氢钠除杂沉淀两种工艺对浸矿母液中的稀土元素进行富集回收。萃取车间主要工艺设施为非平衡离心萃取富集装置，配套建设硫酸储存设施、母液中转池、滤液中转池、萃余液池、配液池等工艺池体或罐体、环保措施和公辅工程等工程内容。除杂沉淀工艺主要包括除杂池、沉淀池、配液池、稀土产品池、母液中转池、应急池、初期雨水池以及硫酸罐房、仓库、宿舍、配电房、环保措施和公辅工程等工程内容。

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、土壤环境影响评价、生态环境影响评价、环境风险评价等内容。

2.5 环境影响识别与评价因子筛选

2.5.1 环境影响识别

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 2.5 - 1。

表 -1 环境影响因素识别

环境要素 \ 污染环节		原地浸矿	水冶车间	临时堆土场
施工期	环境空气	-	—	-
	地表水	—		
	地下水	—		
	环境噪声	—	—	
	生态	-	—	—
	土壤	-	-	-
	固体废物	—	-	

环境要素 \ 污染环节		原地浸矿	水冶车间	临时堆土场
运营期	环境空气		—	
	地表水	——*	——*	
	地下水	——*	——*	
	环境噪声		—	
	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。				

从上表可以看出，稀土矿开采在施工期、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，其次是生态环境、土壤、固体废物、环境空气、声环境及事故引起的环境风险等。

（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、集液沟、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：浸矿母液通过注入花岗岩风化层中与稀土矿体发生离子交换，置换出稀土，同时将大量镁离子、硫酸盐等留在矿体中。在注液过程中，含镁的母液向下运移进而对其下部的风化层地下水造成影响；母液收集过程中收液池的渗漏可能也会造成地下水水质污染；该过程中对土壤的影响途径主要为垂直入渗，含钠离子的浸矿剂进入土壤中可能造成土壤盐碱化问题。采区地下水和地表水联系较紧密，经地下水径流补给汇入地表水体是地表水的主要污染途径。收液巷道掘进弃土堆存、注液孔施工对生态环境产生影响；生产过程中设备运转产生的噪声对声环境产生影响等。

（3）服务期满后：主要是原地浸矿采场尾水（采场残留浸矿液解析）对地下水、地表水和土壤的环境影响。

2.5.2 评价因子筛选

在识别出本项目主要环境影响因素的基础上,根据项目特点,列出污染因子清单,以便筛选出评价的污染因子。污染因子筛选见表 2.5.2。

表-2 评价因子筛选表

序号	项目	评价类型	评价因子
1	大气环境	现状评价	SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、CO、O ₃ 、HCl、非甲烷总烃、
		影响评价	TSP、PM ₁₀
2	地表水环境	现状评价	pH 值、COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷、石油类、总铅、总砷、总镉、铬(六价)、汞、氟化物、硫酸盐、硫化物、氯化物、镁、总锑、总硬度、溶解性总固体、钠
		影响评价	硫酸盐、镁、铅、镉、钠、石油类
3	河流底泥	现状评价	镁、硫酸盐、总铅、总镉、总砷、总铬、总汞、钠
4	地下水环境	现状评价	pH、K ⁺ 、Na ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ³⁻ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、总硬度、溶解性总固体、挥发性酚类、耗氧量、氟化物、铬(六价)、硝酸盐、氨氮、亚硝酸盐、铅、锌、镉、铁、锰、汞、铜、砷、铊、锑、铍、磷、石油类、总α放射性、总β放射性
		影响评价	Mg ²⁺ 、硫酸盐(以硫酸根计)、钠、镉
5	声环境	现状评价	等效连续 A 声级
		影响评价	等效连续 A 声级
6	土壤环境	现状评价	建设用地:《建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(DB 36 1282-2020)中基本项目共计 45 项; 特征因子: pH、SSC、砷、镉、铬(六价)、铜、铅、汞、镍、钠离子、镁离子、硫酸盐、石油烃、铊、铍、氯离子 农田:《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018)中基本项目和其他特征因子等;包括 pH、SSC、钠离子、镁离子、硫酸盐、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、铊、氯离子
		影响评价	污染影响因子: 镁、钠、硫酸盐; 生态影响因子: pH、土壤盐分含量
7	生态环境	现状评价	生境面积、植被覆盖度、生物量、物种丰富度、生态系统等
		影响评价	生境面积、植被覆盖度、生物量、物种丰富度、生态系统等

2.6 环境功能区及评价标准

2.6.1 环境功能区划

(1) 环境空气

根据《龙岩市环境空气质量功能区划》，本项目所在区域环境空气为二类功能区，环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）中的二级标准。

(2) 地表水

本项目区域内地表水体为中坊溪、廖地溪，属于汀江的支流，根据《长汀县地表水环境功能区划》，汀江流经矿区段划定为农业用水和渔业用水，其地表水类别为Ⅲ类。

(3) 地下水

本项目矿区地下水控制范围外所在区域地下水应满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ功能区要求。

(4) 声环境

项目所在地周边声环境多属于山区和乡村居住区，根据《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中标准适用区域的划分，项目所在地为表 1 中 2 类声环境功能区。

(5) 生态功能区划

1) 全国生态功能区划

根据《全国生态功能区划》（2015），本项目位置属于生态调节功能区（Ⅰ），生物多样性保护功能区（Ⅰ-02），武夷山—戴云山生物多样性保护功能区（Ⅰ-02-10），全国生态功能区划图见附图 13-1。

2) 福建省生态功能区划关系

根据《福建省生态功能区划》（2010），本项目位置属于以中亚热带气候为基带的闽东闽中和闽北闽西生态区（Ⅰ），闽北闽西山地盆谷生态亚区（Ⅰ1），1204 富屯溪流域中部山地水源涵养和林业生态功能区（1204），具体位置见图 5.2.12。

此区域的主要生态问题为传统的营林方式——炼山造成土地退

化；以木材生产为目标的大片纯针叶林种植加重生境的脆弱性和森林病虫害；林产业经营与生物多样性保护的矛盾。

生态环境敏感性为土壤侵蚀敏感、酸雨轻度敏感与敏感及高度敏感相间分布、地质灾害敏感与高度敏感、部分地区生境高度敏感。

主要生态系统服务功能为水源涵养、林业生态环境、生物多样性维持。

保护措施与发展方向为改变营林方式，抑制地力退化及其引起的水土流失；通过调整营林目标改善树种结构，提高阔叶林树种的比例；加强对茫荡山自然保护区的管护，切实保护好动植物资源，保护物种资源的完整性和多样性。

2.6.2 评价标准

2.6.2.1 环境质量标准

本次环评环境质量标准执行如下：

(1) 环境空气

环境空气质量执行国家《环境空气质量标准》（GB 3095-2026）的二级标准，氯化氢执行《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）中“附录 D 其他污染物空气质量浓度参考限值”相关标准值；非甲烷总烃 1 小时平均浓度参照《大气污染物综合排放标准详解》的标准限值。大气环境质量标准限值见表 2.6-1。

表 2.6-1 环境空气质量标准

项目	单位	统计值	过渡阶段浓度限值	浓度限值	标准名称
SO ₂	μg/m ³	年平均	60	20	《环境空气质量标准》（GB 3095-2026）中的二级标准
		日平均	150	50	
		1 小时平均	500	150	
NO ₂	μg/m ³	年平均	40	30	
		日平均	80	50	
		1 小时平均	200	200	
CO	mg/m ³	日平均	4	4	
		1 小时平均	10	10	

项目	单位	统计值	过渡阶段浓度限值	浓度限值	标准名称
O ₃	μg/m ³	日最大 8 小时平均	160	160	
		1 小时平均	200	200	
PM ₁₀	μg/m ³	年平均	60	50	
		日平均	120	100	
PM _{2.5}	μg/m ³	年平均	30	25	
		日平均	60	50	
HCl	μg/m ³	1 小时平均	/	50	参照《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ 2.2-2018）中附录 D
		日平均	/	15	
非甲烷总烃	mg/m ³	1 小时平均	/	2.0	参照执行《大气污染物综合排放标准详解》推荐标准第 244 页

注：根据 GB 3095-2026 第 4.4 条，自 2026 年 3 月 1 日起至 2030 年 12 月 31 日，环境空气污染物基本项目实施过渡阶段浓度限值；2031 年 1 月 1 日起，统一执行正式浓度限值。本项目环境空气污染物基本项目目前执行表 2.6-1 中的过渡阶段浓度限值。

（2）地表水

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）中“8.2.2 水环境影响评价应满足以下要求：混合区外水域应满足水环境功能区或水功能区的水质目标要求”，在矿区内水体不执行标准，混合区外中坊溪、廖地溪、汀江执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类水质标准，溶解性总固体、总硬度、硫酸盐参照《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2022）。

地表水环境质量执行标准见表 2.6-2。

表 2.6-2 地表水环境质量执行标准

标准名称及类别	评价因子	单位	Ⅲ类标准值
地表水环境质量标准（GB3838-2002）表 1 中的Ⅲ类标准	pH	无量纲	6~9
	COD _{Cr}	mg/L	20
	BOD ₅		4
	氨氮		1
	总磷		0.2
	石油类		0.05

标准名称及类别	评价因子	单位	III类标准值
	铅		0.05
	砷		0.05
	铬（六价）		0.05
	镉		0.005
	汞		0.0001
	氟化物		1
	硫化物		0.2
	氯化物		250
	锑		0.005
地表水环境质量标准 （GB3838-2002）表 2 集中式生活饮用水地表 水源地	硫酸盐	mg/L	250

（3）河流底泥

河流底泥参考执行《农用污泥污染物控制标准》（GB 4284-2018）中 A 级污泥产物的污染物浓度限值，见表 2.6-3。

表 2.6-3 河流底泥污染物浓度限值 单位：mg/kgmg/kg

序号	本次评价（GB 4284-2018 中 A 级）	
	控制项目	污染物限值——A 级污泥产物
1	总镉（以干基计）	<3
2	总汞（以干基计）	<3
3	总铅（以干基计）	<300
4	总铬（以干基计）	<500
5	总砷（以干基计）	<30

（4）地下水

根据离子型稀土矿原地浸矿开采工艺特点、矿区水文地质条件和地下水与地表水补排关系等因素，稀土矿区地下水污染防治主要采用“风险管控”思路和方法。稀土矿区内外地下水环境执行标准情况与地下水污染防治体系相对应，可分为 2 个层次：①稀土矿区边界内部（即地下水环境控制范围内，包括原地浸矿采场和浸出液处理车间）地下水环境不执行地下水质量标准，满足地下水风险管控目标要求；②稀土矿区边界处及矿界外执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类限值（镁的标准限值参考波兰地下水环境质量标准中镁的标准限值，取 100mg/L，石油类标准限值参考《地表水环境质量标准》

(GB3838-2002) III类限值, 即 0.05mg/L。镁离子目前国内外仅波兰地下水质量标准 (Directive 2006/118/EC) 中对镁离子做了限定, 值为 100mg/L。《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2022) 中设置了总硬度的限值为 450mg/L, 总硬度是指水中钙 (Ca^{2+})、镁 (Mg^{2+}) 离子的总浓度, 也称为全硬度, 标准中以 CaCO_3 计, CaCO_3 分子量为 100, 镁离子分子量为 24, 总硬度指标折算成镁离子限值为 108mg/L。综合分析, 本项目地下水镁的标准限值取值为 100mg/L 是合理的。

表 2.6-4 矿区外执行地下水环境质量标准

序号	检测项目	单位	标准值	执行依据
1	pH 值	—	6.5~8.5	《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 中 III 类标准; 镁的标准限值参考波兰地下水环境质量标准中镁的标准限值, 取 100mg/L; 石油类标准限值参考《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类限值, 即 0.05mg/L
2	总硬度	mg/L	≤450	
3	溶解性总固体	mg/L	≤1000	
4	硫酸盐	mg/L	≤250	
5	氨氮	mg/L	≤0.5	
6	硝酸盐 (以 N 计)	mg/L	≤20	
7	亚硝酸盐 (以 N 计)	mg/L	≤1.0	
8	氟化物	mg/L	≤1.0	
9	氯化物	mg/L	≤250	
10	耗氧量	mg/L	≤3.0	
11	镉	mg/L	≤0.005	
12	砷	mg/L	≤0.01	
13	锌	mg/L	≤1.0	
14	铅	mg/L	≤0.01	
15	汞	mg/L	≤0.001	
16	铜	mg/L	≤1.0	
17	六价铬	mg/L	≤0.05	
18	铊	mg/L	≤0.0001	
19	铍	mg/L	≤0.002	
20	锑	mg/L	≤0.005	
21	铁	mg/L	≤0.3	
22	锰	mg/L	≤0.1	
23	钠	mg/L	≤200	
24	挥发酚	mg/L	≤0.002	
25	总 α 放射性	Bq/L	≤ 0.5	

序号	检测项目	单位	标准值	执行依据
26	总 β 放射性	Bq/L	≤ 1.0	
27	镁	mg/L	≤ 100	
28	石油类	mg/L	≤ 0.05	

(5) 土壤

评价标准按照污染影响型和生态影响型两种类型。

污染影响型因子: 项目评价范围内农用地执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）表 1 风险筛选值标准；项目评价范围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）》（GB 36600-2018）表 1 风险筛选值第二类用地标准。标准值详见表 2.6-5~表 2.6-6。

表 -5 农用地土壤污染风险筛选值（基本项目） 单位：mg/kg

序号	污染物名称 ①②		风险筛选值			
			pH≤5.5	5.5 < pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
1	镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
		其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0
		其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	水田	30	30	25	20
		其他	40	40	30	25
4	铅	水田	80	100	140	240
		其他	70	90	120	170
5	铬	水田	250	250	300	350
		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
注：①重金属和类金属砷均按元素总量计。						
②对于水旱轮作地，采用其中较严格的风险筛选值。						

表 2.6-6 建设用地土壤污染风险筛选值（基本项目） 单位：mg/kg

序号	污染物项目	CAS 编号	筛选值		管制值	
			第一类 用地	第二类 用地	第一类 用地	第二类 用地
重金属和无机物						
1	砷	7440-38-2	20①	60①	120	140
2	镉	7440-43-9	20	65	47	172

3	铬（六价）	18540-29-9	3.0	5.7	30	78
4	铜	7440-50-8	2000	18000	8000	36000
5	铅	7439-92-1	400	800	800	2500
6	汞	7439-97-6	8	38	33	82
7	镍	7440-02-0	150	900	600	2000
挥发性有机物						
8	四氯化碳	56-23-5	0.9	2.8	9	36
9	氯仿	67-66-3	0.3	0.9	5	10
10	氯甲烷	74-87-3	12	37	21	120
11	1,1-二氯乙烷	75-34-3	3	9	20	100
12	1,2-二氯乙烷	107-06-2	0.52	5	6	21
13	1,1-二氯乙烯	75-35-4	12	66	40	200
14	顺-1,2-二氯乙烯	156-59-2	66	596	200	2000
15	反-1,2-二氯乙烯	156-60-5	10	54	31	163
16	二氯甲烷	75-09-2	94	616	300	2000
17	1,2-二氯丙烷	78-87-5	1	5	5	47
18	1,1,1,2-四氯乙烷	630-20-6	2.6	10	26	100
19	1,1,2,2-四氯乙烷	79-34-5	1.6	6.8	14	50
20	四氯乙烯	127-18-4	11	53	34	183
21	1,1,1-三氯乙烷	71-55-6	701	840	840	840
22	1,1,2-三氯乙烷	79-00-5	0.6	2.8	5	15
23	三氯乙烯	79-01-6	0.7	2.8	7	20
24	1,2,3-三氯丙烷	96-18-4	0.05	0.5	0.5	5
25	氯乙烯	75-01-4	0.12	0.43	1.2	4.3
26	苯	71-43-2	1	4	10	40
27	氯苯	108-90-7	68	270	200	1000
28	1,2-二氯苯	95-50-1	560	560	560	560
29	1,4-二氯苯	106-46-7	5.6	20	56	200
30	乙苯	100-41-4	7.2	28	72	280
31	苯乙烯	100-42-5	1290	1290	1290	1290
32	甲苯	108-88-3	1200	1200	1200	1200
33	间二甲苯+对二甲苯	108-38-3, 106-42-3	163	570	500	570
34	邻二甲苯	95-47-6	222	640	640	640
半挥发性有机物						
35	硝基苯	98-95-3	34	76	190	760

36	苯胺	62-53-3	92	260	211	663
37	2-氯酚	95-57-8	250	2256	500	4500
38	苯并[a]蒽	56-55-3	5.5	15	55	151
39	苯并[a]芘	50-32-8	0.55	1.5	5.5	15
40	苯并[b]荧蒽	205-99-2	5.5	15	55	151
41	苯并[k]荧蒽	207-08-9	55	151	550	1500
42	蒽	218-01-9	490	1293	4900	12900
43	二苯并[a,h]蒽	53-70-3	0.55	1.5	5.5	15
44	茚并[1,2,3-cd]芘	193-39-5	5.5	15	55	151
45	蔡	91-20-3	25	70	255	700

注：①具体地块土壤中污染物检测含量超过筛选值，但不高于土壤环境背景值（见 3.6）水平的，不纳入污染地块管理。土壤环境背景值可参见附录 A。

生态影响型因子：主要涉及土壤含盐量（SSC）、pH，土壤盐化分级标准见表 2.6.7，本项目参照滨海、半湿润和半干旱地区 SSC 分级；土壤酸化、碱化分级标准见表 2.6.8。

表 -7 土壤盐化分级标准

分级	土壤含盐量（SSC）/（g/kg）	
	滨海、半湿润和半干旱地区	干旱、半荒漠和荒漠地区
未盐化	SSC < 1	SSC < 2
轻度盐化	1 ≤ SSC < 2	2 ≤ SSC < 3
中度盐化	2 ≤ SSC < 4	3 ≤ SSC < 5
重度盐化	4 ≤ SSC < 6	5 ≤ SSC < 10
极重度盐化	SSC ≥ 6	SSC ≥ 10

注：根据区域自然背景状况适当调整。

表 2.6-8 土壤酸化、碱化分级标准

土壤 pH 值	土壤酸化、碱化强度
pH < 3.5	极重度酸化
3.5 ≤ pH < 4.0	重度酸化
4.0 ≤ pH < 4.5	中度酸化
4.5 ≤ pH < 5.5	轻度酸化
5.5 ≤ pH < 8.5	无酸化或碱化
8.5 ≤ pH < 9.0	轻度碱化
9.0 ≤ pH < 9.5	中度碱化
9.5 ≤ pH < 10.0	重度碱化
pH ≥ 10.0	极重度碱化

（6）声环境

执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中 2 类声环境功能区标准值，见表 2.6.9。

表 2.6-9 环境噪声标准限值 单位：dB（A）

项目	标准类别	适用区域	昼间	夜间
项目所在地	2 类	以商业金融、集市贸易为主要功能，或者居住、商业、工业混杂的区域	60	50

2.6.2.2 污染物排放标准

本次环评污染物排放标准执行如下：

（1）大气污染物排放标准

本项目大气污染物非甲烷总烃标准限值参照《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）表 2 相关限值；氯化氢标准限值参照《稀土工业污染物排放标准》（GB 26451-2011）表 5 相关限值。企业边界无组织 HCl、颗粒物执行《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）表 6 标准限值，企业边界非甲烷总烃无组织排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）。

表 2.6-10 大气污染物排放标准

污染物	单位	标准限值	标准依据	备注
氯化氢	mg/m ³	50	《稀土工业污染物排放标准》（GB 26451-2011）表 5 相关限值	有组织排放
非甲烷总烃	mg/m ³	4	《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）	项目边界浓度
氯化氢	mg/m ³	0.2	《稀土工业污染物排放标准》（GB 26451-2011）表 6 相关限值	项目边界浓度
颗粒物	mg/m ³	1.0	《稀土工业污染物排放标准》（GB 26451-2011）（修改单）表 6	项目边界浓度

（2）水污染物排放标准

原地浸矿采场淋洗终点尾水参照执行江西省《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016-2018）中一级排放标准。本项目水污染物排放标准限值见表 2.6-11。

表 2.6-11 水污染物排放浓度限值 单位：mg/L（pH 无量纲）

项目名称	排放限值	执行依据
pH (无量纲)	6~9	《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》 (DB36 1016-2018)
悬浮物 (SS)	50	
化学需氧量 (COD _{Cr})	60	
氟化物 (以 F ⁻ 计)	8	
总磷	0.5	
总氮	30	
氨氮	15	
总锰	0.5	
总镉	0.05	
总砷	0.10	
总铅	1.0	
硫酸盐 (以 SO ₄ ²⁻ 计)	800	

(3) 噪声排放标准

施工期噪声执行《建筑施工噪声排放标准》(GB 12523-2025);
营运期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)
中的 2 类标准要求,标准值见表 2.6-12。

表 2.6-12 噪声排放执行标准

标准名称	项目	单位	标准值	
《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008) 2 类标准	等效连续 A 声级	dB(A)	昼间	60
			夜间	50
《建筑施工噪声排放标准》(GB 12523-2025)	等效连续 A 声级	dB(A)	昼间	70
			夜间	55

(4) 固体废物

固体废物执行《固体废物鉴别标准 通则》(GB34330-2025)、
《危险废物鉴别标准 通则》(GB 5085.7-2019)、《危险废物贮存污
染控制标准》(GB 18597-2023)、《一般工业固体废物贮存和填埋污
染控制标准》(GB 18599-2020)的有关规定。

2.7 评价工作等级和范围

2.7.1 评价等级

2.7.1.1 大气环境评价工作等级

据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018),结合项
目的工程分析结果,选择正常排放的主要污染物及排放参数,采用导

则中推荐模型中估算模型分别计算各污染物的最大环境影响，然后按评价工作分级判据进行分级。

根据项目污染源初步调查结果，分别计算项目排放主要污染物的最大地面空气质量浓度占标率 P_i （第 i 个污染物，简称“最大浓度占标率”），及第 i 个污染物的地面空气质量浓度达到标准值的 10% 时所对应的最远距离 $D_{10\%}$ 。其中 P_i 定义为：

$$P_i = C_i / C_{oi} \times 100\%$$

式中： P_i —第 i 个污染物的最大地面空气质量浓度占标率，%；

C_i —采用估算模型计算出的第 i 个污染物的最大 1h 地面空气质量浓度， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

C_{oi} —第 i 个污染物的环境空气质量浓度标准， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。一般选用 GB 3095 中 1h 平均质量浓度的二级浓度限值，如项目位于一类环境空气功能区，应选择相应的一级浓度限值。对该标准中未包含的污染物，如已有地方环境质量标准，应选用地方标准中的浓度限值；对于 GB 3095-2026 及地方环境质量标准中未包含的污染物，可参照附录 D 中的浓度限值。对仅有 8h 平均质量浓度限值、日平均质量浓度限值或年平均质量浓度限值的，可分别按 2 倍、3 倍、6 倍折算为 1h 平均质量浓度限值。

根据导则规定，项目污染物数大于 1，取 P 值中最大的 $P_{\max}$ 和对应 $D_{10\%}$ 作为等级划分依据，本次评价采用 AERSCREEN 估算模型，划分依据见表 2.7-1。

表 2.7-1 环境空气评价等级划分

评价工作等级	评价工作分级判据
一级评价	$P_{\max} \geq 10\%$
二级评价	$1\% \leq P_{\max} < 10\%$
三级评价	$P_{\max} < 1\%$

本项目无新增固定大气排放源，因此，大气环境评价工作等级为三级。

2.7.1.2 地表水评价等级

本项目水冶车间在母液除杂沉淀环节会产生上清液，稀土产品压滤工序会产生压滤水，萃取和反萃工段会产生萃余液和洗水。上清液和压滤水均全部回用到配液池，萃余液和洗水混合后经过静置澄清、气浮除油、微纳米捕油后，有机相得以回收利用，水相进入配液池，回用于浸矿剂硫酸镁的制备。因此，在正常的生产过程中，水冶车间无废水外排。

本项目生产期间的员工较少，仅在办公生活区有产生少量生活污水，定期对化粪池进行清掏后用作农肥，生活污水不外排。

因此，本项目废水全部循环利用不外排，按照《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018），评价等级为三级 B。

2.7.1.3 地下水评价等级

由于《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）附录 A“H 有色金属”（包含采选、冶炼、合金和压延加工）的采选部分未针对本项目原地浸矿工艺进行分类，但考虑到本项目在实际运营过程中存在浸矿母液注入花岗岩风化层进而通过泄漏直接对地下水环境造成影响的风险，因此，鉴于工艺特点，本次地下水环境影响评价工作等级直接定为一级评价。

2.7.1.4 声环境评价等级

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021），声环境影响评价工作级别划分的主要依据是：区域声环境功能标准类别、区域噪声级增加和影响人口的变化情况。本项目所在区域现状为山区丘陵，为 GB 3096-2008 中规定的 2 类标准地区，在采取一定的隔声降噪措施后，厂区周边环境噪声级不会出现明显增高情况，影响人口不会增多，因此本项目噪声环境影响评价工作等级确定为二级。

2.7.1.5 生态环境影响评价等级

本项目面积为 6km²，项目及周边无国家公园、自然保护区、风景

名胜区、自然公园、湿地公园、文物古迹所在地、地质遗迹保护区。矿区范围有国家级公益林 205.78hm² 及省级公益林 0.97hm²。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），项目地下水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林等生态保护目标的建设项目，生态影响评价等级不低于二级，因此确定本项目评价等级为二级。

2.7.1.6 土壤环境评价等级

本项目兼具土壤环境生态影响和污染影响，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）表 A.1 土壤环境影响评价项目类别，本项目属于“采矿业”类中的“金属矿”，属于 I 类项目。

① 污染影响型

矿区占地面积大于 $\geq 50\text{hm}^2$ ，占地规模为大型。矿区周边均有居民点和农田，依据敏感程度分级表 2.7-2，考虑敏感程度为“敏感”。

表 2.7-2 污染影响型敏感程度分级表

敏感程度	判断依据
敏感	建设项目周边存在耕地、园地、牧草地、饮用水源地或居民区、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

本项目污染影响型土壤评价工作等级分级详见表 2.7-3。

表 2.7-3 污染影响型土壤评价工作等级分级表

占地规模 敏感程度	I 类项目			II 类项目			III 类项目		
	大	中	小	大	中	小	大	中	小
敏感	一级	一级	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级
较敏感	一级	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级	-
不敏感	一级	二级	二级	二级	二级	三级	三级	-	-

综上所述，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）评价等级判定依据，确定本项目污染影响型土壤评价等级为一级。

② 生态影响型

长汀县多年平均降雨量为 1500~2100mm，多年平均陆地蒸发量 740mm；多年地下水位平均埋深大于 3m；土壤含盐量 0.1g/kg~0.5g/kg；为土壤未盐化地区。表层土壤中 pH 范围 4.54~5.52，为土壤酸化敏感

程度为较敏感，因此判定本项目为土壤生态影响型较敏感地区。

表 2.7-4 生态影响型敏感程度分级表

敏感程度	判断依据		
	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 $a > 2.5$ 且常年地下水位平均埋深 $\geq 1.5\text{m}$ 的，或 $1.8 < \text{干燥度} \leq 2.5$ 且常年地下水位埋深 < 1.8 的地势平坦区域；建设项目所在地干燥度 $a > 2.5$ 或常年地下水位平均埋深 $< 1.5\text{m}$ 的平原地区；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。

本项目生态影响型土壤评价工作等级分级详见表 2.7-5。

表 2.7-5 生态影响型土壤评价工作等级分级表

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	-

综上所述，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）评价等级判定依据，确定本项目生态影响型土壤评价等级为二级。

2.7.1.7 环境风险评价等级

依据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）评价等级划分规定，项目风险单元环境风险评价为二级评价，环境风险评价对事故影响进行定量预测，说明影响范围和程度，提出防范、减缓和应急措施。

表 2.7-6 本项目环境风险评价级别

等级判断	敏感性	行业及生产工艺 (M)	危险物质数量与临界量比值 (Q)	危险物质及工艺系统危险性等级判断 (P)	环境风险潜势划分	评价工作等级

大气环境	E2	M4	10<Q<100	P4	II	三
地下水环境	E1				III	二

其中，大气环境风险评价等级为三级，地下水环境风险评价等级为二级，参照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）二级评价要求开展地下水环境风险评价。

2.7.2 评价范围

2.7.2.1 地表水评价范围

评价区域内主要地表水体为自然形成的中坊溪和廖地溪。该项目正常工况下无废水外排。本次地表水评价范围：沿矿区的廖地溪、中坊溪，以及中坊溪汇入汀江汇合口。本项目地表水评价范围见图 2.7-1。

本图涉密，详见报批版本

图 2.7-1 地表水评价范围

2.7.2.2 地下水评价范围

项目区内原地浸矿采场工程及水冶车间等主体工程设施均位于中坊溪和廖地溪等河流水系所在水文地质单元，主要涉及 2 个局部地下水流动系统，包括中坊溪地下水流动系统（面积约 7.01km²）和廖地溪地下水流动系统（面积约 3.91km²）。其中，水冶车间位于中坊溪地下水流动系统。

本项目地下水评价范围见图 2.7-2。

本图涉密，详见报批版本

图 2.7-2 地下水调查评价范围示意图

2.7.2.3 声环境评价范围

本项目所处的声环境功能区为 GB 3096-2008 规定的 2 类地区，受噪声影响人数变化不大，按二级评价。评价范围为水冶车间边界外

延 200m 以内范围、交通道路两侧 200m 及周围村庄声环境敏感点。

2.7.2.4 生态环境影响评价范围

结合矿区所在区域的地形地貌特征和本项目对生态环境的影响特性，以矿区东、南、西、北最外侧边缘分别向四周拓展 2km 为生态评价范围。本项目生态环境影响评价范围共 38.5644km²，生态环境影响评价范围见图 2.7-3。

本图涉密，详见报批版本

图 2.7-3 生态评价范围

2.7.2.5 土壤环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）“表 5 现状调查范围”，本项目土壤环境污染影响评价范围以矿区边界外扩 1km，生态影响评价范围以工程边界外扩 2km，土壤环境影响评价范围见图 2.7-4。

2.7.2.6 大气评价范围

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）5.4.3 条规定，三级评价项目不需设置大气环境影响评价范围，本次不设置大气评价范围。

2.7.2.7 环境风险评价范围

大气环境风险评价范围：根据导则规定，本项目大气环境风险等级为三级，评价范围为水冶车间厂界外扩 3km 的范围。

地下水环境风险评价范围：评价范围见地下水评价章节。

本图涉密，详见报批版本

图 2.7-4 本项目土壤评价范围图

2.8 环境保护目标

2.8.1 环境空气保护目标

环境空气保护目标主要为矿区范围内的居民区。

表 2.8-1 项目主要环境保护目标

序号	敏感目标名称	相对采区距离	相对水冶车间距离	属性	人口数 (人)
1	中坊村			居民区	
2	中坊村廖屋前			居民区	
3	根溪村羊角			居民区	
4	陈坑村			居民区	

2.8.2 地表水环境保护目标

项目矿区范围内无饮用水源保护区，在矿区南侧分布有“河田镇中坊村老村取水口”，距矿区南侧边界约 20m，位于廖地溪上游，本项目对该取水口无影响。三洲乡自来水厂水源保护区位于汀江上，距中坊溪汇入汀江汇合口上游约 1800m 处。本项目对该水源保护区无影响。

长汀美西桥是长汀县汀江干流目前唯一国控断面，断面位于濯田镇美西村（116.293474°，25.463903°），位于本项目所在的汀江段下游约 30km 处，本项目对该国控断面影响较小。

表 2.8-2 项目主要环境保护目标

环境要素	保护对象	规模	相对位置	环境功能保护级别
地表水	廖地溪	小河		未划分
	中坊溪	小河		
	汀江	大河		III类水体

本图涉密，详见报批版本

图 2.8-1 地表水环境保护目标图

本图涉密，详见报批版本

图 2.8-2 地表水环境保护目标图

2.8.3 地下水环境保护目标

项目地下水评价范围内没有地下水型集中式饮用水源和《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的环境敏感区，主要地下水环境保护目标为评价范围内分散式取水井和泉点。同时，将稀土矿区边界外可能受影响的孔隙含水层和岩溶含水层地下水作为地下水环境保护目标。

表 2.8-2 项目主要地下水环境保护目标

保护对象	所在位置	供水范围	相对位置	环境功能
矿区内分散式取水点（山泉水）	羊角村	40 户 75 人		地下水Ⅲ类水质，满足居民饮用水要求
	墓背墘村	14 户 43 人		
	中坊村	60 户 196 人		
	廖地	54 户 150 人		
矿区边界外可能受到影响的具有饮用功能的浅层地下水及山泉水				

2.8.4 声环境保护目标

根据现场调查水冶车间 200m 范围内无村庄。因此本项目无声环境保护目标。

2.8.5 土壤环境保护目标

本项目评价范围内土壤环境敏感目标：

评价范围内的土壤环境，包括农田（旱地、水田）、居民点等。土壤生态影响型评价范围内，有旱地 16.21hm²，水田 457.88hm²。水田主要种植水稻等，旱地主要种植玉米等。

矿证范围内土壤环境敏感目标：矿证范围内的土壤环境，包括农田（旱地、水田）、居民点等。水田 97.97 hm²，主要种植水稻等（包含矿区边界永久基本农田 7.06m²）；旱地 6.58hm²，主要种植玉米等。

2.8.6 生态环境保护目标

矿区范围内有公益林 206.75hm²，其中国家级公益林 205.78hm²，省级公益林 0.97hm²。原地浸矿采场占用林地临时占用，逐年占用。不砍伐林木，采用边破坏、边开采、边复垦工艺，生态公益林应分 7 年逐年占用，逐年办理林地临时占用手续，不会对公益林造成明显不

利影响。矿区与生态公益林的位置关系见图 2.8-2。

矿区范围内无永久基本农田和生态保护红线，矿区与永久基本农田和生态保护红线的位置关系见图 2.8-3。

评价区所在地记录有维管植物 88 科 185 属 237 种。其中蕨类植物 12 科 17 属 18 种，种子植物 76 科 168 属 219 种；种子植物中裸子植物 2 科 2 属 3 种，被子植物 74 科 166 属 216 种。野生动物资源 9 科 14 属 15 种，无国家和省级重点保护野生动物，未发现国家级或省级保护动物的栖息繁殖地。

本图涉密，详见报批版本

图 2.8-3 矿区与公益林地位置关系图

本图涉密，详见报批版本

图 2.8-4 矿区与基本农田及生态保护红线位置关系图

2.8.7 风险环境保护目标

本项目环境风险影响的途径主要表现为地表水、地下水环境。地表水、地下水风险环境保护目标同地表水、地下水保护目标，本项目环境风险保护目标情况见表 2.8-4。

表 2.8-4 环境风险保护目标情况

类别	环境敏感特征					
环境空气	序号	敏感目标名称			属性	
	1	中坊村			居民区	
	2	廖屋前			居民区	
	3	根溪村羊角			居民区	
	4	根溪村			居民区	
	5	陈坑村			居民区	
	6	大廖地			居民区	
地表水	跟地表水保护目标一致					
地下水	跟地下水保护目标一致					

本图涉密，详见报批版本

图 2.8-5 环境风险保护目标分布图

3 现有工程回顾性分析

3.1 现有工程基本情况

福建省稀有稀土（集团）有限公司中坊稀土矿离子型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术试验项目位于龙岩市长汀县河田镇中坊村（中坊稀土矿区），目前试验采区占地约 1.34km²，试验车间占地面积 27000m²。

3.1.1 建设内容

试验项目由试验采区和试验车间两部分组成，试验采区位于试验车间周边。试验采区的稀土矿块为本试验提供稀土原矿；试验车间为本试验提供浸矿剂，并对浸矿获得的母液进行富集回收，产出氯化稀土产品。

试验项目建设规模为年产试验产品 REO500t，年生产 365d，采用 3 班工作制，每班 8 个小时，劳动定员 65 人。

试验采区主要建设内容见表 3.1-1，试验车间主要建设内容见表 3.1-2，试验项目环保工程设施组成一览表见表 3.1-3。

表 3.1-1 试验采区主要建设内容一览表

工程名称		环评建设内容	实际建设内容	备注
注收液工程	注液孔			与环评基本一致
	高位池			与环评基本一致
	注液套管			与环评一致
	垫草			与环评一致
	收液巷道			收液巷道高度比环评高 0.4m
	巷道导流孔			与环评一致
	巷道集液池			与环评一致

	截液沟			与环评基本一致
	母液收集池			与环评基本一致
环保工程	母液监测井			井口直径变化, 但可满足监测、取水要求
	环保回收井			
	事故池			容积增加
清污分流工程	内部避水沟			截水沟尺寸变更为 0.2×0.2×0.2
	外部排水沟			
管线工程	母液管线			与环评一致

表 3.1-2 试验车间主要建设内容一览表

序号	设施名称	环评建设内容	实际建设内容	备注
1	硫酸罐房和溶液制备池			增设 1 个硫酸储罐作为备用, 备用储罐仅在常用储罐检修维护时使用; 根据实际生产需求变更配液池尺寸, 总体产能不变
2	盐酸罐房			与环评一致
3	静置澄清、母液中转池和滤液中转池			与环评基本一致, 新增 7 个应急池
4	离心萃取富集车间			与环评一致
5	回收车间			与环评一致

6	萃余液静置槽			与环评一致
7	水泵房			与环评一致
8	变压器间			与环评一致
9	母液事故池			与环评一致
10	盐酸事故池			罐区围堰可满足事故要求，未设置盐酸事故池
11	应急事故池			容积增加
12	初期雨水池			容积增加
13	消防水池			新增
14	砂滤反冲洗池			新增
15	产品池			与环评一致

表 3.1-3 试验项目环保工程设施组成一览表

工程名称	建设位置	环评建设内容	实际建设内容	备注
废水	生活污水	试验车间		与环评一致
	萃余液有机相回收系统	试验车间		现阶段试验未结束，未产生雨水淋溶尾水；新增化验室废水，回用于生产系统，不外排。
地下水	防渗工程	试验采区收液巷道、集液池事故池等		与环评一致
	监控井	试验采区下游		
		试验车间下游		
	环保回收井	试验采区下游		
废气	遮挡设施	物料产品堆等		与环评一致

	酸雾	盐酸罐房			与环评一致
噪声	降低噪声	试验车间			与环评一致
固废	危废暂存间	试验车间			与环评一致
生态	水土保持	试验车间			与环评一致
	生态恢复	试验采区和车间			与环评一致（现属于注液阶段，试验采区完成采矿工作后，注液孔将进行封孔）
环境风险	试验车间事故池	试验车间			容积增加
	母液输送管线风险措施	母液输送管线及沿线			与环评一致

3.1.2 主要生产设备

项目生产设备主要布设于试验车间，设备清单见表 3.1-4。

表 3.1-4 项目生产设备一览表 单位：台/套/个

序号	设备名称	环评		实际		备注
		数量	规格参数	数量	规格参数	
一、浸矿剂制备系统主要设备						
1						
2						
1						
2						
3						
4						
1						
2						

3						
3.1						
3.2						
3.3						
3.4						
1						
1.1						
1.2						
1.3						
2						
2.1						
2.2						
2.3						
2.4						
2.5						
2.6						
2.7						
2.8						
2.9						
2.10						
2.11						
2.12						
3						
3.1						
3.2						
3.3						
3.4						
3.5						
1						
1.1						
1.2						
1.3						
1.4						
1.5						
1.6						
1.7						
1.8						
1.9						
1.10						
1.11						
2						
2.1						
2.2						
2.3						
2.4						

3.1.3 主要原辅材料及产品方案

主要原辅材料及能源消耗见表 3.1-5。

表 3.1-5 主要原辅材料及能源消耗一览表

序号	材料名称	单位	环评消耗量	实际消耗量	备注
1	硫酸镁	t/a			无水硫酸镁变更为七水硫酸镁
2	七水硫酸镁	t/a			
3	98%浓硫酸	t/a			-4t
4	P507 萃取剂（2-乙基己基磷酸单 2-乙基己基脂）	m ³ /a			-1t
5	260#溶剂油	m ³ /a			-7t
6	30%工业盐酸	t/a			与环评一致
7	氢氧化钠	t/a			-500t
8	聚合氯化铝（PAC）	t/a			实际未使用 PAC
9	聚丙烯酰胺（PAM）	t/a			与环评一致
10	氢氧化钙	t/a			氢氧化钙为尾水中和沉淀药剂，现阶段无废水排放，未使用

项目产品方案一览表见表 3.1-6。

表 3.1-6 项目产品方案一览表

序号	名称	单位	环评数量	实际数量	备注
1	REO	t/a	500	500	与环评一致

项目产品组分一览表见表 3.1-7。

表 3.1-7 项目产品组分一览表

序号	项目	单位	监测结果
1	La ₂ O ₃ /TREO	%	
2	CeO ₂ /TREO	%	
3	Pr ₈ O ₁₁ /TREO	%	
4	Nd ₂ O ₃ /TREO	%	
5	SmO ₃ /TREO	%	
6	Eu ₂ O ₃ /TREO	%	
7	Gd ₂ O ₃ /TREO	%	
8	Tb ₄ O ₇ /TREO	%	
9	Dy ₂ O ₃ /TREO	%	
10	Ho ₂ O ₃ /TREO	%	
11	Er ₂ O ₃ /TREO	%	
12	Tm ₂ O ₃ /TREO	%	
13	Yb ₂ O ₃ /TREO	%	
14	Lu ₂ O ₃ /TREO	%	
15	Y ₂ O ₃ /TREO	%	

16	稀土浓度	g/L	
17	密度	g/mL	
18	Al ₂ O ₃	mg/L	
19	Fe ₂ O ₃	mg/L	

3.2 相关环保审批及验收情况

福建省稀有稀土（集团）有限公司依托有研公司的技术指导在长汀中坊矿区采用离子型稀土原矿镁盐绿色浸取——离心萃取高效富集回收工艺进行科学研究，试验规模为 500t/a（REO）。福建省稀有稀土（集团）有限公司于 2021 年 8 月委托福建省金皇环保科技有限公司编制了《中坊稀土矿离子型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术试验项目环境影响报告表》，报告表于 2022 年 3 月取得了龙岩市生态环境局批复，批复文号龙环审〔2022〕68 号。2023 年 9 月，福建省稀有稀土（集团）有限公司委托龙岩市新四方环保科技有限公司编制完成了《中坊稀土矿离子型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术试验项目建设期（验收前）变动情况分析说明》，并于 2023 年 9 月 24 日取得变动情况分析说明的评审意见。2023 年 10 月 15 日，福建省稀有稀土（集团）有限公司完成了浸萃一体化试验项目的竣工环保验收。2024 年 10 月，中稀（福建）稀土矿业有限公司长汀分公司委托福建省华夏能源设计研究院有限公司编制完成了《中坊稀土矿离子型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术试验项目环境影响回顾性评价》，并于 2024 年 11 月取得回顾性评价报告技术审查会评审意见。

根据《固定污染源排污许可分类管理名录》（2019 年版），本项目属于登记管理类别，2023 年 10 月 18 日公司取得了《固定污染源排污登记回执》（91350821MA31D39T79001W）。

表 3.2-1 中稀（福建）稀土矿业有限公司长汀分公司现有工程环评等情况一览表

序号	项目名称	时间	审批单位
2	《中坊稀土矿离子型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术试验项目环境影响报告表》（龙环审〔2022〕68 号）	2022.3	龙岩市生态环境局

3	中坊稀土矿离子型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术试验项目竣工环境保护验收	2023.10	自主验收

3.3 环评批复落实情况

对照环评批复要求的环保措施落实情况见表 3.3-1。

表 3.3-1 环评审批要求落实情况一览表

序号	环评批复要求的措施	实际落实情况	备注说明
1	严格落实生态环境保护措施。预留足够资金用于矿区的生态保护工作，采取边生产、边恢复的措施，及时进行生态恢复，项目退役后，应进行全面的生态恢复。	项目采取边生产、边恢复的措施，及时进行生态恢复，矿区部分裸露边坡已采取草皮绿化措施，项目退役后，原地浸矿采场复垦为林地，采用一孔一株的穴栽方法进行复垦，复垦时先将前期建设注液孔堆存在附近的表土和废石进行回填，并将表土覆盖在表面。	一致
			一致
			一致
2	严格落实水污染防治措施。根据“雨污分流、清污分流、分质处理、一水多用”的原则建设给排水系统；试验过程中产生的废水均循环使用，淋洗水和试验结束后尾水经“中和+沉淀”处理后运至长汀县晋江工业园区长汀县赤钨稀土开发有限公司回用，不外排。尾水执行《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）中表 2 规定的间接排放限值，硫酸根参照执行《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）B 级标准限值。	项目采用“雨污分流、清污分流、分质处理、一水多用”的原则建设给排水系统，试验过程中产生的废水均循环使用； 目前虽然 I-6、I-7 矿块试验开采结束，产生的淋洗水进入试验车间进行回收残留的少量稀土然后回用于浸矿剂硫酸镁溶液的制备又进入注液孔，其余矿体仍处于试验阶段，因此未产生雨水淋溶尾水，待整个项目（14 个矿体）全部试验结束后雨水淋溶尾水经中和+沉淀处理后由槽车运至稀有稀土公司在晋江工业园区正在运营的稀土矿开采项目回用。	一致
3	落实噪声污染防治措施。尽量选择低噪声设备作业，并采取降噪措施，确保达标排放。噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）的 1 类标准。	项目选用车间隔声、距离衰减等措施降噪。厂的昼夜间噪声监测值均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）中 1 类标准要求。	一致
4	试验项目离心萃取机应密闭；萃取车间和有机相回收车间的低位槽体均采取密闭+水封的措施，控制无组织排放；HCl 无组织废气排放执行《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）表 6 规定的排放浓度限值要求；非甲烷总烃厂区内的无组织排放执行《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）附录 A，厂	项目离心萃取机密闭；萃取车间和有机相回收车间的低位槽体均采取密闭+水封的措施，控制无组织排放；盐酸罐房废气经收集后采用碱喷淋装置处理，通过 25m 排气筒排放。根据监测结果：厂界上风向及下风向的非甲烷总烃监测值均符合《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 相关限值；氯化氢监测值均符合	一致

序号	环评批复要求的措施	实际落实情况	备注说明
	界无组织排放执行 《 大气污染物综合排放标 准 》（GB16297- 1996）表 2 的标准限值。	《稀土工业污染物排放标准》（GB 26451-2011）表 6 相关限值。	
5	严格落实固废污染防治措施。按报告表中要求落实各项固废污染防治措施；一般固废应分类收集、处置，加强资源化回收综合利用； 生活垃圾由环卫部门统一处理；一般固废执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020） 。危险废物母液预处理工序固相物按《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）集中收集贮存，并定期委托有资质单位进行处理。对压滤渣和水处理污泥暂按危险废物管理，待实际产出后对其进行鉴定，根据鉴定结果进行处置。	精密过滤器滤芯由生产厂家回收利用；生活垃圾由环卫部门统一处理；危险废物有机相回收产生的固相物按《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）集中收集贮存，并定期委托漳平红狮环保科技有限公司进行处置。 现项目处于试验阶段，无水处理污泥产生，待产生后将对其进行鉴定，根据鉴定结果进行处置，鉴定结果出来前暂按危险废物管理。	一致
6	严格落实地下水污染防治措施。在严格调查 矿体底部地质条件基础上，在采取源头控制、末端防治措施及长期污染监控的条件下，最大限度回收浸矿液，以防控原地浸出采场对周边地下水产生污染。按照“源头控 制、分区防治、污染监控、应急响应”的原则进行地下水污染防治。按报告表中要求采取严格的分区防渗措施并加强防渗设施的日常维护。	按照“源头控制、分区防治、污染监控、应急响应”的原则进行地下水污染防治，对高位水池、母液收集池、危险废物暂存间等按重点防渗区进行防渗。	一致
7	建立矿区地表水、地下水长期动态监测网，按报告表要求合理设置地表水监测断面和地下水监测井，落实长期监测制度，重点跟 踪本项目特征污染物等相关的水质变化情况，并建立监测档案，落实责任人员，发现 问题及时解决。切实防止对生态环境造成不利影响。	设置地表水监测断面和地下水监测井，已建立长期监测制度，建立监测档案，配备有负责人员。 地下水：项目在试验采区设置 21 口地下水监测井，井口直径 0.13m，采用钢管做井口支护，井口加盖，井深视到潜水层或见基岩为准，用于水质监测取样。 地表水：在矿区北侧溪沟汇入中坊溪北支流入口上游 20m、矿区西侧汇入中坊溪 北支流入口上游 20m、中坊溪北支流汇入中坊溪入口上游 50m、中坊溪北支流汇入	一致

序号	环评批复要求的措施	实际落实情况	备注说明
		中坊溪入口下游 150m、矿区南西侧溪沟汇入中坊溪入口上游 50m、矿区南侧溪沟汇入中坊溪入口上游 30m、矿区东侧溪沟汇入中坊溪入口上游 20m、矿区地表水出口下游 20m、廖地溪汇入中坊溪（陈坑）混合段、中坊溪汇入汀江入口上游 20m、中坊溪汇入汀江入口下游 3000m 设置控制断面，用于跟踪本项目特征污染物等相关的水质变化情况。	
8	加强环境风险管理，严格落实各项风险防范措施。建立完善的应急防控体系；建设足够容积的事故应急池及其他相关应急设施、装备、物资，定期开展环境风险应急培训和演练；编制突发环境事件应急预案并报长汀生态环境局备案。	试验车间设置有 910.8m ³ 事故应急池，并设置一座应急物资仓库，配备消防沙、灭火器等应急物资，定期开展环境风险应急培训和演练；企业已编制突发环境事件应急预案并报长汀生态环境局备案（备案编号：350821-2023-009-L）。	一致
9	严格落实环境管理措施。你司应配备环境管理人员，制定环保规章制度和台账管理制度，加强污染处理设施的管理和维护，确保各项污染物稳定达标排放。落实排污口规范化工作要求。按规范要求制定和落实自行监测计划。主动发布企业环境保护信息，自觉接受社会监督，加强宣传与沟通工作，建立畅通的公众参与渠道和平台，满足公众合理的环境保护诉求。	公司已配备环境管理人员，制定环保规章制度和台账管理制度，定期进行污染处理设施的管理和维护。各排放口规范化建设，自觉接受社会监督，建立畅通的公众参与渠道和平台，满足公众合理的环境保护诉求。	一致
10	在试验开采前，你公司负责完成可能受矿山开采影响的中坊村、廖屋前村等集中饮水工程，确保村民的日常生活用水安全。	公司已完成中坊村、廖屋前村集中饮水工程。人饮工程已于 2023 年 6 月完成工程验收。	一致
11	根据试验节点，在 I-2 和 I-3 矿块试验开采结束后，需开展环境影响回顾性评价，重点关注项目建设对矿区地下水、地表水、土壤等产生的环境影响，评估开采工艺的	现阶段开采矿体顺序发生改变，先开采 I-6 和 I-7 矿块，已开展环境影响回顾性评价。	开采矿块顺序发生变化。

序号	环评批复要求的措施	实际落实情况	备注说明
	合理性以及环保措施的有效性，根据评价结果决定后续实施内容。		

3.4 水源及水平衡

项目用水就近取试验车间南侧中坊溪内溪水，取水点经岸边式取水泵站抽吸溪水供试验生产用水，包括试验车间和采区各环节用水。

(1) 注浸矿剂阶段

注液前期，由于山体内部土壤和矿层的含水率低，浸矿剂主要富存在山体土壤和矿层中，共注入浸矿剂 1620000m^3 。本试验矿段共 14 个矿体（含 9 个重要矿体），

逐次进行试验，单个矿块平均注入浸矿剂 180000m^3 ，每天 6000m^3 ，单个矿块分别注入 30d，单个矿块消耗硫酸镁 596t，折合成七水硫酸镁 1222t，总用水量 176400t，总循环用水量为 162288t，注浸矿剂阶段需补加新水量为 13515.78t，补加硫酸约 9t（每天 0.3t）。

(2) 母液收集和处理阶段

在注完浸矿剂后开始加注顶水，随着矿体中土壤和矿层的含水率逐步提高至饱和，此时与镁离子发生交换后的稀土离子溶于水并随之析出，当母液中稀土离子达到 0.1g/L 时开始收集，母液中稀土离子浓度均逐步升高，收液期为 4 个月，为了将山体富存的大量硫酸镁赶出，采用低浓度的淋洗水继续加注清洗 1 个月，共计加注顶水 3 个月，淋洗 1 个月，考虑到不可避免地存在渗漏，一般累计稀土母液收率可达到 92%，渗漏液的成分与收集的母液成分相近。

顶水每天注水量 6000m^3 ，母液经收集进入试验车间非平衡萃取试验线，生成氯化稀土产品，在此过程中生产用水是用作萃取和反萃过程中的洗水。洗水汇入萃余液，萃余液进入配液池，补充浸矿剂后回注山体，如此循环。

(3) 淋洗阶段

淋洗阶段生产用水是用于补充淋洗过程和淋洗水处理过程对淋洗水的损耗。淋洗时间 1 个月，每天淋洗水流量 6000m^3 ，淋洗水收集率为 92%，淋洗水不再投加浸矿剂。

(4) 试验车间生活用水及化验室用水

①生活用水

试验生产人员 65 人，生活用水量约 3t/d，生活污水产生量约 2.4t/d，经三级化粪池处理后用于周边林地施肥，不外排。

②化验室用水

项目设化验室用于稀土品位、碳酸/氧化稀土烧得/失率/水分/灼减、pH、氨氮、镁离子、硫酸根等检测，用水量约 0.07t/d(25.55t/a)，损耗量以 10% 计，则化验室废水产生量约 0.063t/d(23t/a)，排入配液池，回用至生产系统，

③碱喷淋用水

项目氯化氢废气经收集后采用碱喷淋装置处理，碱喷淋用水循环使用，定期补充，不外排。碱喷淋装置水量约 3m³，损耗量以 5% 计，即 0.15m³/d(54.75m³/a)，因此需补充新鲜水量 0.15m³/d(54.75m³/a)。

3.5 工艺流程

本试验项目为对中坊矿区墓背垌矿段的 14 个矿体（含 9 个重要矿体）逐次进行试验，根据矿块编号开采顺序为 I-6（第一年）→I-7（第一年）→I-2（第一年）→I-3（第一年）→I-4（第一年）→I-5（第一年）→I-8（第一年）→I-9（第一年）-I-1（第二年）→I-10（第二年）→I-11（第二年）→I-12（第二年）→I-13（第二年）→I-14（第二年）。

3.5.1 整体工艺流程

本试验项目采用原地浸矿工艺，整体流程包含了浸矿试验和富集回收试验两个部分。试验项目采用硫酸镁溶液为浸矿剂，将其注入试验矿块布置的注液孔，通过试验矿块下方的导流孔、巷道收集浸出母液，母液汇流入巷道集液池后转入母液收集池，简单沉淀后泵入母液中转池，而后通过管道流至试验车间，经过离心萃取、盐酸反萃后，产出氯化稀土溶液。萃余液则经过有机相回收系统处理后回用于浸矿剂硫酸镁溶液的制备，回收的有机相进入萃取生产线。整体的工艺流程和产污节点，如图 3.5-1。

本图涉密，详见报批版本

图 3.5-1 试验项目工艺流程及产污节点示意图

3.5.2 现有工程采区工艺流程

工艺涉密，详见报批稿

本图涉密，详见报批版本

图 3.5-2 浸矿试验工艺流程示意图

本图涉密，详见报批版本

图 3.5-3 试验采区图

3.5.3 现有工程车间工艺流程

试验车间的主要工艺由浸矿剂制备、母液预处理、非平衡离心萃取、反萃工序和有机相回收工序组成，从稀土矿浸出母液中生产出氯化稀土产品，萃取的有机相循环利用、萃余液回用于浸矿剂的制备，整个工艺过程无废水排放。试验车间工艺流程如图 3.5-3 所示。

本图涉密，详见报批版本

图 3.5-4 母液富集回收工艺流程示意图

本图涉密，详见报批版本

图 3.5-5 试验车间图

3.6 总平面布置

试验采区总平面布置图见图 3.6-1，试验车间总平面布置图见图 3.6-2。

本图涉密，详见报批版本

图 3.6-1 试验采区总平面布置图

本图涉密，详见报批版本

图 3.6-2 试验车间总平面布置图

3.7 现有工程污染分析

3.7.1 废水及其治理措施

项目生活污水经三级化粪池处理后用于周边林地施肥，不外排；化验室废水排入配液池，回用于生产系统不外排；试验期间母液富集工艺产生的生产废水返回配液池，萃取车间萃取和反萃工段产生的萃余液和洗水经静置澄清—气浮—调节 pH—深度捕油工艺回收萃余液中的有机相，经处理的萃余液回用至浸矿剂配制系统，作为下次注液回收利用，无废水排放。

试验采区试验结束后将注液孔周边的岩土回填，封堵注液孔，并进行生态恢复，但保留收液巷道和导流孔等收液系统，由于自然降雨导致少量的雨水进入试验矿体，进入矿体的雨水通过淋洗矿体产生尾水。

目前虽然 I-6、I-7 矿块试验开采结束，其余矿体仍处于试验阶段，因此未产生雨水淋溶尾水，待整个项目（14 个矿体）全部试验结束后雨水淋溶尾水经中和+沉淀处理后由槽车运至稀有稀土公司在晋江工业园区正在运营的稀土矿开采项目回用。

3.7.2 废气及其治理措施

①萃取车间和有机相回收车间的低位槽体采取了密闭+水封密封的措施，并进行规范有机溶剂管理。

②盐酸罐区废气经收集后采用碱喷淋装置处理，通过 25m 高排气筒排放。

依据 2023 年 9 月建设单位委托龙岩市新四方环保科技有限公司编制完成了《中坊稀土矿离子型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术试验项目竣工环境保护验收监测报告》，碱喷淋装置 25m 高排气筒出口的 HCl 排放浓度符合《稀土工业污染物排放标准》(GB26451-2011)表 5 新建企业大气污染物排放浓度限值。2024 年 9 月 12 日、13 日，福州中一检测科技有限公司对试验车间厂界无组织废气进行监测，由

表 3.7-1 可以看出：厂界上风向及下风向的非甲烷总烃监测值均符合《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）表 2 相关限值；氯化氢监测值均符合《稀土工业污染物排放标准》（GB 26451-2011）表 6 相关限值。

表 3.7-1 碱喷淋装置排气筒检测结果

采样日期	检测项目	检测频次	检测结果			排放标准 (mg/m ³)	是否达标
			实测浓度 (mg/m ³)	标干排气量 (m ³ /h)	排放速率 (kg/h)		
2023.9.13	HCl	第一次				50	达标
		第二次				50	达标
		第三次				50	达标
		平均值				50	达标
2023.9.14	HCl	第一次				50	达标
		第二次				50	达标
		第三次				50	达标
		平均值				50	达标

表 3.7-2 厂界无组织废气检测结果

采样日期	检测项目	检测点位	检测结果			最大值	标准限值
2024.9.12	非甲烷总烃（以 C 计） （mg/m³）	厂界上风向				1.01	4.0
		厂界下风向 1					
		厂界下风向 2					
		厂界下风向 3					
	氯化氢 （mg/m³）	厂界上风向				<0.05	0.20
		厂界下风向 1					
		厂界下风向 2					
		厂界下风向 3					
2024.9.13	非甲烷总烃（以 C 计） （mg/m³）	厂界上风向				1.03	4.0
		厂界下风向 1					
		厂界下风向 2					
		厂界下风向 3					
	氯化氢 （mg/m³）	厂界上风向				<0.05	0.20
		厂界下风向 1					
		厂界下风向 2					
		厂界下风向 3					
备注	1.非甲烷总烃标准限值参照《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）表 2 相关限值；						

2.氯化氢标准限值参照《稀土工业污染物排放标准》（GB 26451-2011）表 6 相关限值。

3.7.3 噪声污染源及其治理措施

项目主要噪声源为泵、离心机、变压器等设备产生的噪声，采取厂房隔声及设备减振措施，各噪声源经过车间隔声、距离衰减后排放。

3.7.4 固体废物产生及处置措施

（1）固体废物产生及处理处置情况

根据调查，项目产生的固体废物包括一般固废（精密过滤器滤芯和预处理车间砂滤设备更换的石英砂）、危险废物（有机相回收产生的固相物）及职工生活垃圾等。

精密过滤器滤芯和预处理车间砂滤设备更换的石英砂为一般固废，产生量为 10t/a，目前由福建垚宝环保科技有限公司处置。

精密过滤器滤芯由生产厂家回收利用；固相物暂存危废间，委托福建三明海中环保科技有限公司处置，处置协议见附件九；生活垃圾由环卫部门统一清运处置。

表 3.7-3 项目固体废物产生及处置情况一览表

性质	名称	废物类别	废物代码	产生量 t/a	产生工序及装置	形态	有害成分	危险特性	利用处置方式
一般固废	精密过滤器滤芯	/	/	10	精密过滤器	固态	Mg ²⁺ 、硫酸根等	/	由福建垚宝环保科技有限公司处置
	预处理车间砂滤设备石英砂	/	/		预处理车间	固态	/	/	
	其他垃圾	/	/	1	废包装	固废	/	/	外售
危险废物	萃取酸不溶物	HW06	900-404-06	5.05	有机相回收车间	固态	有机溶剂、粘土、盐类等	T	暂存危废间，委托福建三明海中环保科技有限公司处置
生活垃圾	生活垃圾	/	/	10.73	职工日常生活	固态	/	/	由环卫部门清运处置

（2）固体废物暂存场所建设情况

①危险废物场所

项目危险废物暂存间地面涂有环氧树脂进行防渗，场所并设有警告标志牌，现场配备有管理制度、进出台账，已设置导流沟和收集池，用以收集事故泄漏物，满足“四防”（防风、防雨、防晒、防渗漏）条件，危险废物建设符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）和《危险废物收集贮存运输技术规范》（HJ2025-2012）的相关要求。

②一般固体废物堆存场所

本项目产生的精密过滤器滤芯堆放于仓库内。

3.7.5 环境风险防范措施

（1）突发环境事件应急预案

福建省稀有稀土（集团）有限公司已编制《福建省稀有稀土（集团）有限公司长汀中坊稀土矿突发环境事件应急预案》（版本号：XTZFYA-2023），并于 2025 年 6 月 5 日通过龙岩市长汀生态环境局更新备案，备案编号：350821-2025-008-L。

（2）试验车间事故应急池、初期雨水收集池

公司在试验车间南侧设置 1 座 1500m³应急事故池、1 座容积为 203m³初期雨水收集池。当发生火灾、风险物质泄漏等事故时，事故废水可通过雨水收集管道切换自流进入事故应急池，能够满足试验车间发生事故情况下，事故污水存储要求。

（3）试验采区截水沟、事故应急池

试验采区布置一圈封闭的截水沟将雨水进行截流，防止试验采区的雨水汇流，顶宽 0.2m，底宽 0.2m，深 0.2m。采区设 1 个应急池，1 个应急池有效容积为 150m³，另一个应急池有效容积 226.08 m³，可满足采区发生事故情况下，事故污水存储要求。

（4）硫酸、盐酸罐区应急设施

硫酸罐房：设 1.2m 高围堰，围堰容积约 30m³，罐房设 PVC 管，

管口设置阀门，当硫酸罐房发生事故，事故废水无法控制在围堰内时，可开启阀门通过 PVC 管将废水引至罐房下方备用配液池（约 314m^3 ）中暂存。

盐酸罐房：设 1.2m 高围堰，围堰容积约 60m^3 ，罐房设 PVC 管，管口设置阀门，当事故废水无法控制在围堰内时，可开启阀门通过 PVC 管将废水引至收集沟，通过收集池收集，收集池容积约 6m^3 。

（5）应急物资

公司设 1 个应急物资仓库（配备有消防防化服、正压式呼吸器、耐酸碱手套、灭火器、防汛沙袋、应急药箱等应急物资），各车间设有微型消防站（配备有橡胶耐酸手套、安全帽、防雾化化学护目镜、呼吸自救器、防化服、干粉灭火器等应急物资），应急物资实行专人保管，专账、专用、专门标识管理，定期对应急物资进行检查，确保应急物资随时可用。

3.7.6 地下水、土壤污染防治措施

①试验采区

高位池采取耐酸帆布做防渗处理；注液孔用 PVC 管插至孔底，管壁至孔壁处用谷壳充填至填充至井口；在矿体下部设置收液巷道，巷道两侧和底部铺设垫草+帆布+PVC 膜+帆布进行防渗；在各矿体收液主巷道口设置集液池，集液池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；母液收集池采用深挖基坑+沙袋堆砌+耐酸帆布方式进行防渗。

②试验车间

试验车间的浸出液配液池、事故池等采用沙包池体，池底经原土夯实后，内铺防渗膜，池壁采用沙包池+内铺防渗膜的形式进行防渗。静置澄清池、母液中转池、茎余液池采用防渗混凝土结构。

离心萃取车间、有机相回收车间、硫酸储罐区、盐酸储罐区、P507 萃取剂的存储区域均进行地面硬化并涂覆环氧树脂进行防渗，满足重

点防渗要求。

③地下水监测井设置

项目在试验采区设置 21 口地下水监测井，井口直径 0.13m，采用钢管做井口支护，井口加盖，并深视到潜水层或见基岩为准，用于水质监测取样。

3.7.7 生态影响保护措施

(1) 试验采区：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，注液孔挖掘时避开树木，只破坏局部灌草，不破坏乔木。由于剥离表土结构松散，易受到风蚀及水蚀侵害。项目在注液孔附近采用袋装对剥离表土进行堆存，待试验结束后及时回填。

(2) 试验车间：为减少水土流失，对试验车间护坡进行水泥硬化或种植草皮。

3.7.8 现有工程污染物排放汇总

现有工程污染物排放汇总见表 3.7-4。

表 3.7-4 现有工程污染物排放量汇总

要素	污染物种类	排放总量 (t/a)
废气	氯化氢	0.087
工业固体废物	一般固废	11
	危险废物	5.05
	生活垃圾	10.73

3.8 现有矿区存在的问题及“以新带老”措施

3.8.1 存在问题

(1) 本项目矿区原地浸矿工艺注液环节存在无组织渗漏，地下水和地表水的水力联系密切，本项目现有工程对地表水采取了“源头控制+过程监控”的防治措施，缺少“末端防控”的风险防控措施。

(2) P507 废油桶贮存不规范：现有 P507 废油桶属于危险废物，危废类别 HW49（危废代码 900-041-49：含有或沾染毒性、感染性危险废物的废弃包装物、容器、过滤吸附介质。），目前露天堆放，不

符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求。

（3）生产矿块所在山顶区域，生活垃圾与废弃管材零散丢弃、混堆乱放，无专门收集及暂存装置，不仅易滋生蚊虫、影响区域生态景观，废弃管材还可能因雨水冲刷滚落，破坏山下植被，不符合固废分类贮存处置要求。

（4）盐酸罐房房门已腐坏变形，无法实现有效密闭，易导致盐酸挥发扩散，存在腐蚀性物质泄漏风险。

3.8.2 “以新带老”措施

（1）本次评价强化“末端防控”的治理思路，要求在矿区地表水小流域末端设置尾水处理措施，尽可能将项目对水环境的影响降低到最小。

（2）规范 P507 废油桶管理：立即清理露天 P507 废油桶，将废油桶放置在危废暂存间，并委托有资质单位定期清运处置，建立完整台账。

（3）整治山顶固废问题：全面清理山顶混堆固废，生活垃圾清运至乡镇无害化处理场，废弃管材交由专业单位回收利用；设置分类固废收集箱。

（4）强化盐酸罐区防护：更换耐腐蚀专用罐房门，确保密闭性达标；同步检修罐体、管道及阀门，完善泄漏检测、应急防护设施。

4 工程概况及工程分析

4.1 基本情况

4.1.1 项目基本信息

项目名称：长汀中坊稀土矿年产 1000 吨 REO 技改扩建项目

建设单位：中稀（福建）稀土矿业有限公司

项目类别：稀土金属矿采选，B0932

项目性质：改扩建

开采方法：原地浸矿开采

建设地点：

建设内容：项目用地面积 52.18 亩，总建筑面积 2808.2m²，主要建设钢结构厂房及配液池、传统工艺池、产品池、应急池等池体，采用先进技术和设备。采用两种生产工艺生产碳酸稀土和氯化稀土，第一种采用硫酸镁作为浸矿剂、碳酸氢钠除杂沉淀，年产 500t 碳酸稀土（以 REO 计），第二种工艺采用浸淬一体化工艺生产氯化稀土 500t/a（以 REO 计），为现有试验项目转为建设项目。每年生产总产能 1000 吨/年（折 REO）。

4.1.2 生产规模与产品方案

现有工程产品方案为年产 500t/a 混合氯化稀土，改扩建后产品方案为：年产氧化稀土 1000t/a（碳酸稀土及氯化稀土合计）。

具体产品方案如下：

表 4.1-1 产品方案表

序号	产品	产量（以 REO 计 t/a）
1	碳酸稀土（TRE ₂ O ₃ 品位为 ω（REO）92%）	500
2	混合氯化稀土（ρREO 浓度为 200—230g/L）	500

混合稀土碳酸盐产品执行标准为灼烧后满足《离子型稀土矿混合氧化物》（GB/T20160-2015）其中：REO 不小于 92%，水分（质量分数）不小于 1%，灼减（质量分数）不大于 1.5%。

混合氯化稀土产品执行标准为《离子型稀土矿混合氯化稀土溶液》（XB/T235-2020）表 1 中 IREM-RECl₃ II 的规定。其中：REO 不小于

200g/L。

本图涉密，详见报批版本
图 4.1-1 项目地理位置图

4.1.3 服务年限

矿山总服务年限为 7 年，其中基建期 1 年，稳产期 5 年，减产期 1 年。

4.1.4 劳动制度

本项目全矿劳动定员 65 人。

工作制度：本项目主要生产工序采用“四班三运转”的连续工作制，年有效工作日 330 天，每天 3 班，每班 8 小时。

4.1.5 主要经济技术指标

本项目主要技术经济指标统计见表 4.1-2。

表 4.1-2 本项目主要综合技术经济指标

序号	指标名称	单位	数量	备注
1	设计规模	t/a	1000	
	碳酸稀土精矿	t/a	500	
	氯化稀土	t/a	500	
2	地质资源量			
	可利用矿石量	万 t		
	可利用离子相（REO）资源量	t		
	离子相（REO）平均品位	%		
	矿石平均体重	/		
	矿体平均厚度	m		
3	采矿指标			
	液固比	m ³ /m ³		
	母液回收率	%		
	综合回采率	%		
4	矿山基建年限	a		
	矿山服务年限	a		不含基建期
5	采矿工艺		原地浸矿	

序号	指标名称	单位	数量	备注
6	试剂消耗量			
	硫酸	t/a		
	硫酸镁	t/a		
	碳酸氢钠	t/a		
7	年消耗电量	万度		
8	总用水量	万 m ³		
9	劳动指标			
9.1	年工作天数	d	330	
9.2	在册职工人数	人	65	
9.3	其中：生产人员	人	42	
	管理人员	人	23	
10	项目总投资	万元	893	

浸萃一体化工艺是有研科技集团有限公司、有研稀土新材料股份有限公司团队经过近 10 年的努力，开展了镁盐及其复合体系浸取离子型稀土原矿新技术、非平衡离心萃取新技术、低浓度稀土浸出液 P507/P204 耦合离心萃取富集新工艺研发，形成了离子型稀土原矿镁盐绿色浸取-离心萃取高效富集回收的全新工艺。该工艺的浸矿剂选用镁盐，避免了铵盐的引入。同时，该工艺缩短了生产流程，直接产出氯化稀土产品，提高了资源利用率。中坊稀土浸萃一体化工艺试验工程已经取得了良好的效果，试验开采阶段采取的各项环保措施及环境风险防范措施，实现了废水、废气、噪声达标排放，固废可得到安全处置或综合利用，环保措施有效可行，环境风险可控。因此，从环境角度考虑浸萃一体化工艺是可行的。

本次改扩建新增的钠镁盐工艺（硫酸镁浸矿，碳酸氢钠沉淀）在资源利用方面的优点主要体现在：稀土采选综合回收率提高，稀土富集回收率提高，上清液中稀土含量降低一个数量级，富集效率提高 3 倍；采用无铵试剂浸矿和富集，避免加剧现状的氨氮污染；环保措施方面的优点主要体现在继续构建并形成稀土矿山开采“全过程+全周期”的环保管控体系和“源头削减控制-过程监管预警-末端防控”

的污染防控思路。环境管控方面的优点主要体现在本次技改引入了环境预警和末端防控概念，通过对矿区内地表水和地下水变化情况进行跟踪监测和预警反馈，及时发现环境问题，同时水冶车间设置了尾水处理设施等防控措施。

4.1.6 建设进度情况

根据水冶车间情况，基建期为 3-6 个月，充分利用资源，严格按贫富兼采的原则。遵循高低品位矿块相互搭配、确保各矿块平衡、协调推进，各矿块施工、生产推进要紧密配合，以保证浸采和矿量准备的正常衔接。

表 4.1-3 基建进度计划表

序号	项目	完成时间（月）	施工计划（月）						
			1	2	3	4	5	6	7
1	生产探矿	1							
2	收液巷道、导流孔	4							
3	水冶车间改造	2							
4	注液孔开挖	2							
5	道路修整	1							
6	办公区、生活区改造	2							
7	高位池	1							
8	浸出液收集池	1							
9	水泵房及管路	2							

生产调试

4.2 矿区总体布置及占地

4.2.1 矿区总体布置

4.2.1.1 首采区

矿区包括墓背墩、学墩里和廖地三个矿段，其中墓背墩矿段的储量规模相对较大，地质工作程度也相对较高，本矿的首采地段首采区在墓背墩矿段，位于矿区中部靠北一侧，标高 334m 到 385m，占地面积约 15.2hm²；首采区东侧为水冶车间，直线距离 400m，首采区南侧现有河流。

4.2.1.2 水冶车间

水冶车间位于矿区西部，标高 334m 到 356m，占地面积约 2.7hm²。

4.2.2 总平面布置

4.2.2.1 首采区

在首采区山顶修建高位水池，高位水池标高 385m，山脚修筑母

液收集设施,包括集液巷道、集液沟和导流孔,将母液收集至集液池。为减小山坡雨水汇流对母液的影响,在集液沟上部修筑截水沟,防止雨水进入集液沟,将雨水导流至下游自然沟谷。截水沟为梯形断面,原状土(或基岩)坡面修整碾压,沟底纵坡不小于 1%。

首采区生产产出的废石土工程量约 1000m³(实方),主要来源于集液平巷、集液横巷掘进。为了减少用地及降低排土对周边环境的影响程度,废石土均用于采区内部道路填方路基修筑及场地回填。生产期注液孔废石土采用袋装方式就近堆存在注液孔附近,以便以后回填。

4.2.2.2 水冶车间

本次工程通过对试验项目水冶车间进行技改,增加 500 t/a REO 稀土碳酸盐生产设施,使水冶车间产量达到 1000t/a REO。

本次工程通过对试验项目水冶车间进行改造,达到 1000t/aREO 产量。水冶车间需新增除杂池、沉淀池、配液池、稀土产品池、除杂渣池、应急池、污泥间、压滤间、产品仓库、物料仓库等。压滤车间位于场地南侧,场地平台标高 337m,其西南侧为应急池、北侧为配液池、配液池北侧为原辅料仓库、仓库东侧为产品池、除杂渣池和上清液中转池;车间北侧的现有预留池体改造为除杂池和沉淀池。

4.2.3 项目占地

根据选定的首采矿块及设计的规模计划,基建期需完成首采矿块的收液巷道、集液沟管、注液孔、避水沟、高位池、中转池、管路铺设等工程。水冶车间均利用现有试验工程车间改造,无新增占地,办公场所、仓库、配电房、工艺池、水泵房、道路等设施要一并改造完成。

矿山浸矿生产期和闭矿期项目占地界限主要为水冶车间和实际浸矿的采区范围,不会对项目占地范围外的环境造成直接扰动影响。当矿山和水冶车间服务期满后,对采区进行生态恢复,对水冶车间进行复绿,除保留必要的环境监测设施外,与外环境基本融合,无严格

界限。

本图涉密，详见报批版本

图 4.2-1 拟建项目采区分布平面图

本图涉密，详见报批版本

图 4.2-2 拟建项目水冶车间平面布置图

4.3 矿区范围与资源特征

4.3.1 矿区范围

矿山现有采矿许可证由中华人民共和国国土资源部颁发，采矿权人：福建省稀有稀土（集团）有限公司，开采方式：露天/地下开采；生产规模：年产 20×10^4 t 稀土矿原矿。采矿许可证编号为：C1000002017045120144388，有效期限自 2017 年 4 月 6 日至 2027 年 4 月 6 日，矿区呈四边形，由 1、2、4、3 四个拐点圈定而成，面积 6.0001km^2 ，开采标高：+488.6m ~ +299.5m，矿区范围拐点坐标见表 4.3-1，平面分布见表 4.3-1。

表 4.3-1 矿区范围拐点坐标表

点号	X 坐标	Y 坐标
1		
2		
3		
4		

4.3.2 矿区地质

本区位于闽西南拗陷带之清流 - 武平复式背斜的中部，桃溪韧性剪切带之北东侧，主体构造线呈北东向展布。区内主要在西部发育有 NE 及 NW 向两组断裂。出露地层有下元古界桃溪（岩）组（Pt_{1t}），侏罗系下统梨山组（J_{1l}），侏罗系中统漳平组（J_{2z}）、白垩系上统沙县组（K_{2s}）及第四系（Q）。岩浆岩发育，区内大面积分布燕山早期中粗粒、中细粒黑云母花岗岩（ $\gamma 5^{(3)c}$ ）。

4.3.2.1 地层

在矿区内仅出露第四系（Q），分布于河流两侧及沟谷低洼处，面积约 1.31km^2 。为河流冲积层、洪积层。一般由粘土、亚粘土及砂土组成，呈灰黑色 - 土黄色，疏松状结构。厚一般 0 ~ 2m，最厚达 6m。

4.3.2.2 构造

矿区内构造不发育，未发现有断层，仅有一些节理、裂隙出现。

4.3.2.3 岩浆岩

矿区岩浆岩主要为燕山早期中粗粒、中细粒黑云母花岗岩 ($\gamma 5^{2(3)c}$)，其他岩脉如辉绿岩脉 ($\beta\mu$)、花岗岩脉 (γ) 等则少量分布。

燕山早期黑云母花岗岩 ($\gamma 5^{2(3)c}$) 为河田岩体的一部分，有中粗粒黑云母花岗岩 ($\gamma 5^{2(3)c1}$) 和中细粒黑云母花岗岩 ($\gamma 5^{2(3)c2}$) 两个脉动次。本区花岗岩风化强烈，风化层发育，全风化花岗岩中的钾长石、斜长石、黑云母等矿物已粘土化，生成高岭石、水云母等粘土矿物，其矿物组分变为粘土矿物 (50%~60%)，石英 (20%~30%) 及长石 (5%~30%) 等。全风化层厚 5~10m，最厚 > 20m。结构疏松，手捏即呈粉末状，含矿性好，是本区稀土矿的主要赋存部位。风化层之下为半风化层，其与风化层无明显界线，只是各种矿物的风化程度较浅，部分长石被风化成高岭石，一般还保留了原来的外形，手捏呈碎块。半风化层不含稀土矿。

脉岩主要有辉绿岩脉 ($\beta\mu$) 和花岗岩脉 (γ) 两种。此外，在本区还见有少量宽 0.2~0.3m 的小石英脉 (q)。

4.3.3 矿床地质

4.3.3.1 矿床类型

矿区花岗岩风化壳离子吸附型稀土矿床具有成矿物质的来源单一、成矿阶段和矿床成因简单的特点。其成矿物质来自正长花岗岩，成矿阶段主要经历了含矿岩体的形成，区域构造演化（地壳抬升）和含矿岩体接受风化、淋滤、富集形成风化壳离子吸附型矿体三个阶段。前两个阶段主要为第三阶段的发生提供条件。对矿化富集没有明显的影响。第三阶段主要为矿化富集、形成矿体阶段：矿区内稀土矿化由正长花岗岩原生的稀土矿物和含稀土矿物受表生的风化淋滤作用影响，稀土元素以离子状态进入弱酸的孔隙裂隙水中。造岩矿物长石、黑云母等因风化作用而变成高岭石、水云母等粘土矿物，对孔隙裂隙水中渗透的稀土离子吸附或置换，粘土矿物为稀土离子的吸附剂或主

要载体。在风化剥蚀向深部发展演化过程中，稀土元素逐渐在风化壳中淋滤富集，形成风化壳离子吸附型稀土矿床。因此，矿床的成因类型归属于次生富集离子吸附型花岗岩稀土矿床。

4.3.3.2 矿体特征

矿区稀土矿床类型属花岗岩风化壳离子吸附型矿床，矿体赋存于晚侏罗世似斑状中粒黑云母正长花岗岩及晚侏罗世似斑状中细粒黑云母正长花岗岩风化壳中，含矿层主要为花岗质砂土层，其结构疏松，自然渗透性能良好。顶板主要为残坡积层或全风化层，底板为全风化层或半风化层。

根据《福建省长汀县中坊矿区稀土矿资源储量核实报告》（2024 年 11 月，福建省第八地质大队），本项目共圈定大小稀土矿体 73 个，矿体总体受地形地貌控制，多数分布于低缓中丘地段，分布标高一般 340—450m，规模、形态、大小不一，分布较为广泛，产状与风化壳分布基本一致，均呈似层状大多以山脊为中心，呈马鞍状展布，其矿体分布总面积 1.24km²。

基于详查阶段矿区矿体根据矿体分布位置及自然地貌（第四系延展情况）为界，将矿区划分出 3 个矿段，由北向南依次划分了墓背垌矿段（I）、学垌里矿段（II）、廖地矿段（III）。各矿段再根据矿体分布特征进一步划分矿体。各矿体特征详见表 4.3-2。现将各矿段主要矿体特征介绍如下：

（1）墓背垌矿段（I）

位于矿区北部，呈北西—南东向面形分布于墓背垌以北、北西及北东等地。共圈定矿体 23 个，矿体编号部分沿用详查所确定的矿体编号，其新增编号则采用自西往东、从北到南编号原则，依次为：I-1、I-2、……I-14、I-16、……I-19、I-21、……I-25。其中，主矿体 4 个，矿体编号为：I-1、I-2、I-8、I-22。矿段离子相稀土品位 0.030%—0.171%，平均 0.064%；矿段浸取率 48.28%—94.05%，

平均 67.10%；矿段矿体厚度 1.00—16.00m，平均厚度 5.61m；矿段矿体埋深 0-24.00m。

（2）学坵里矿段（Ⅱ）

位于矿区中部，呈北西西—南东东向面型分布于学坵里、中坊村之间。共圈定矿体 23 个，矿体编号部分沿用原详查所确定的矿体编号，其新增编号则采用自西往东、从北到南编号原则，依次为：Ⅱ-1、Ⅱ-2、Ⅱ-3……Ⅱ-23。其中，主矿体 4 个，矿体编号为：Ⅱ-1、Ⅱ-6、Ⅱ-14、Ⅱ-16。矿段离子相稀土品位 0.030%—0.152%，平均 0.066%；矿段浸取率 53.23%—90.91%，平均 67.17%；矿段矿体厚度 1.00-15.00 m，平均厚度 5.00m；矿段矿体埋深 0-25.50m。

（3）廖地矿段（Ⅲ）

位于矿区南部，呈北西西—南东东向面型分布于中坊村、廖地之间。共圈定矿体 27 个，矿体编号部分沿用详查所确定的矿体编号，其新增编号则采用自西往东、从北到南编号原则，依次为：Ⅲ-1、Ⅲ-2、Ⅲ-3……Ⅲ-27。其中，主矿体 2 个，矿体编号为：Ⅲ-7、Ⅲ-13。矿段离子相稀土品位 0.030%—0.128%，平均 0.062%；矿段浸取率 53.70%—85.71%，平均 67.60%；矿段矿体厚度 1.00—14.30m，平均厚度 4.22m；矿段矿体埋深 0-19.10m。

表 4.3-2 矿体主要特征一览表

矿段	矿体编号	分布位置	工程数	平面投影面积 (m ²)	长轴走向 (°)	长	宽	矿体厚度	矿体平均厚度 (m)	离子相矿石品位 (%)	离子相矿石平均品位 (%)	矿体埋深 (m)
						(m)	(m)	(m)				

4.3.3.3 矿石类型

矿石主要为花岗岩风化的砂土状矿石，多呈疏松具砂土状构造，按风化程度均属全风化稀土矿石。矿石工业类型按稀土赋存状态均属花岗岩风化壳离子吸附型稀土矿石。矿区的稀土矿平均品位 0.065%，试验矿块平均品位 0.063%，与矿区平均品位差别不大，结合矿区试验矿块数据来看，中坊离子吸附型稀土矿采用原地浸矿工艺能获得较好的技术经济指标，而且流程简单，属易选型矿石。

本部分涉密，详见报批版本

表 4.3-3 稀土元素配分表

[illegible]

原矿化学多项分析结果见表 4.3-4。

表 4.3-4 原矿化学多项分析结果

元素						
含量 (%)						
元素						
含量 (%)						

(2) 原矿光谱半定量全分析

原矿光谱半定量全分析结果见表 4.3-5。

表 4.3-5 原矿光谱半定量全分析结果

元素										
含量										
元素										
含量										
元素										
含量										

注：1. 表中的单位均是 mg/kg。

2. 未列入表内的元素在光谱检出限以下。

4.3.3.4 矿区水文地质条件

(1) 地形地貌

中坊稀土矿区及周围均属丘陵地貌，区内最高海拔高程 486.6m，最低海拔高程为 299.5m，为本区最低侵蚀基准面，相对高差达 187.1m。山坡自然坡度一般在 10~25° 之间，局部地段由于崩塌成陡崖，山坡植被稀少。

(2) 气象水文

矿区属亚热带季风气候，温暖湿润，雨量充沛，冬无严寒，夏无酷暑。根据长汀气象站资料，本区多年平均气温 19.2℃，年平均日照 1852.8 小时，无暑期 260 天，年平均降雨量 1645.0mm，年最大降雨量 2551.6mm，日最大降雨量 384.1mm，年蒸发量 1436.0mm。大气降水是矿区地下水的主要补给来源。

矿区内主要发育两条河沟，即 I、II 号沟，横贯矿区中部。两条河沟由树枝状水系组成，由西往东流。I 号沟宽 2~3m，深 1m 左右，纵向坡度较小，水深 7~10cm，水面宽 1.0~2.0m，枯旱时河沟中段流量 77.14L/S；II 号沟宽 3~5m，深 1.5m 左右，纵向坡度较小，水深 8~10cm，水面宽 1.2~2.5m，枯旱时河沟中段流量为 85.40L/S。

上述两条河沟流量受季节控制明显，枯季时流量变小，雨季时流量明显增大。

(3) 地下水类型及富水性

根据矿区地下水赋存条件，水理性质和水力特征，矿区地下水类型主要有松散岩类孔隙水和风化带网状裂隙水两种，现分述如下：

① 松散岩类孔隙水

地下水主要赋存于矿区 I、II 号河沟两岸的冲洪积物砂砾卵石和细砂中，含水层厚 1—2m，含孔隙潜水，水量贫乏，单井涌水量 < 100m³/d。

② 风化带网状裂隙水

地下水赋存于矿区地表上部黑云母花岗岩的风化裂隙中，属裂隙潜水，水量贫乏，泉流量多数 < 0.1L/S。地下水动态变化较大，雨季时流量明显增大。

(4) 地下水补给、径流、排泄条件

矿区属丘陵地貌，周围高、中间低，主要以东西两向分水岭为中心，向南北至沟底。地下水主要接受大气降水补给，就地补给，就地排泄，没有明显的补给，径流，排泄区。

风化带网状裂隙水大多以下降泉形式沿山坡坡脚排泄汇补给松散岩类孔隙水。松散岩类孔隙水一般情况下补给地表水，雨季时尚可得到河水的补给。

综上所述，矿区属水文地质条件简单的矿床。

4.3.3.5 矿区工程地质条件

(1) 工程地质特征

根据地质详查报告的评述，本矿矿体产于燕山早期中粗（细）粒黑云母花岗岩（ $\gamma 52^{(3)c}$ ）风化壳内，赋存于全风化黑云母花岗岩及其坡残积层中，厚约 5~8m。矿体周围分布有第四系冲洪积物。现将其特征分述如下：

① 松软岩组

主要由全风化的燕山早期中粗（细）粒黑云母花岗岩（ $\gamma 52^{(3)c}$ ）及其坡残积物砂质粘性土组成，原岩佳绝大部分破坏，形成松散的土状结构，岩土体力学强度低，透水性弱，属稳固性差岩组。

松散岩组

主要由第四系（Q）冲洪积物砂砾卵石、细砂及砂质粘土组成，结构松散，力学强度低、透水性弱——中等，属稳固性极差岩组。

(2) 边坡稳定性评价

矿体赋存于全风化黑云母花岗岩及其坡残积物砂质粘性土中，岩土体结构松散，力学强度低，饱水后力学强度更是大大降低，极易产生崩塌。

综上所述，矿区工程地质勘探复杂程度简单。矿区地形地貌条件简单，地形有利于自然排水，地层岩性简单，地质构造简单，开采时，易发生崩塌地质灾害。

4.3.4 资源储量

此部分内容涉密，详见报批版本

表 4.3-6 矿体资源量估算汇总表

资源储量类型				
控制资源量				
推断资源量				

控制资源量+推断资源量				

表 4.3-7 矿稀土分量资源量估算表

分量					
配分比例 (%)					
资源量 (t)					

4.4 工程组成

本项目工程组成主要由原地浸矿采场工程、水冶车间工程、环保工程（如雨污分流、防渗措施、尾水处理站等）和公辅工程等组成。

4.4.1 采矿工程

原地浸矿采场工程与现有工程一致，本项目原地浸矿采场工程见下表。

表 4.4-1 原地浸矿采场建设内容

工程名称			主要内容	备注
主体工程	原地浸矿采场	高位浸矿液池、高位水池		新建
		注液孔		新建
		注液套管		新建
		垫草		新建
		收液巷道		新建
		巷道导流孔		新建
		巷道集液池		新建
		截液沟		新建
		母液收集池		新建
		收液管		新建
辅助工程	运输工程			依托现有
	辅助工程			依托现有
	办公			依托现有
公用工程	供水系统			依托现有
	排水系统			依托现有
	供电系统			依托现有
环保工程	废气			/
	水污染防治			新建
	噪声			新增
	固废			依托现有
	生态			新增
	环境风险			

4.4.2 水冶车间

水冶车间采用离心萃取高效富集回收工艺和碳酸氢钠除杂沉淀

两种工艺对浸矿母液中的稀土元素进行富集回收。

萃取车间主要工艺设施为离心萃取富集装置，配套建设硫酸储存设施、母液中转池、滤液中转池、萃余液池、配液池等工艺池体或罐体等，均利用试验工程现有设备未作改造。

改扩建工程主要为新增碳酸氢钠除杂沉淀工艺对浸矿母液中的稀土元素进行富集回收。

水冶车间工程情况见下表 4.4-2~表 4.4-3。

表 4.4-2 水冶车间工程情况一览表

序号	设施名称	建设内容	备注	建设情况
1	硫酸罐房和溶液制备池			依托现有
2	静置澄清、母液中转池和滤液中转池			依托现有
3	离心萃取富集车间			依托现有
4	回收车间			依托现有
5	萃余液静置槽			依托现有
6	水泵房			依托现有
7	变压器间			依托现有
8	母液事故池			依托现有
9	盐酸事故池			依托现有
10	初期雨水池			依托现有

表 4.4-3 车间新增工程情况一览表

工程名称	改扩建后
除杂池	
沉淀池	
配液池	
稀土产品池	
除杂渣池	

母液中转池	
事故应急池	
初期雨水池	
一般固废间	
脱水工艺	
产品仓库	
物料仓库	

4.4.3 环保工程

环保工程见表 4.4-4。

表 4.4-4 环保工程主要内容

名称		位置	主要内容	备注
废 水	生活污水	水冶车间	现场人员较少，仅在车间办公区有少量生活污水，设置冲水厕所和三级化粪池，定期清掏处理，用作农肥不外排。	依托现有
	清水淋洗	采区	收液结束后，利用注液系统对采区进行清水淋洗，淋洗尾水接续利用到下个采区。	与现有工程一致
	萃余液有机相回收系统	水冶车间	采用静置澄清—气浮—调节 pH—深度捕油工艺回收萃余液中的有机相，经处理的萃余液回用至浸矿剂配制系统。待试验结束后雨水淋溶尾水应经中和+沉淀处理后由槽车运至稀有稀土公司在晋江工业园区正在运营的稀土矿开采项目回用。化验室废水排入配液池，回用于生产系统不外排	依托现有
	车间尾水处理设施	水冶车间	一方面车间最后一批次淋洗尾水无可利用矿块时，采取尾水处理后自行循环，尾水达标时终止。另一方面车间下游设置尾水处理池，可对邻近溪流尾水进行收集和处理。	依托现有
	内部避水沟	采区	采场收液沟上部沿山体走势修避水沟，以防雨水流到集液沟降低母液浓度，避水沟采取浆砌石或水泥抹面处理，顶宽 0.2m，底宽 0.2m，深 0.2m。	与现有工程一致
	外部排水沟	采区和车间	采场收液沟外侧高出地面 20—30cm，防止外侧雨水汇至收液沟；车间设置排水沟。	与现有工程一致
	缓冲区	采场	在采场周边设置缓冲区，防护距离约 20—30m，矿体边缘以上 20—30m 范围内不设置浸采注液工程。	与现有工程一致
地下水	防渗工程	采场和车间	集液沟挖至基岩，或沟底和外侧壁采取防渗措施，高位水池、母液收集池、除杂沉淀池、收液巷道、集液池、初期雨水池和事故池的池体和池壁采取防渗处理。	与现有工程一致

名称		位置	主要内容	备注
	监控井	采场下游	在矿体边缘处下游至少设置 1 个监控井，井深视到潜水层或见基岩为准，监控井直径 0.13m，采用钢管做井口支护，井口加盖，井深视到潜水层或见基岩为准，用于水质监测取样。	与现有工程一致
		车间下游	在车间的下游至少设置 1 个监控井，井深视到潜水层或见基岩为准，定期监测镁离子、钠离子和硫酸盐（以硫酸根计）离子。	与现有工程一致
	环保回收井/沟	采场下游	矿块下游 50—100m 的位置布置，直径 0.13m，内设潜水泵，用于回收稀土母液和超标的地下水	与现有工程一致
废气	遮挡设施	物料	建设仓库，存放原辅料和稀土产品，进行遮挡，防止扬尘产生。	依托现有
固体废物	注液孔岩土	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。收液巷道弃土就近回填利用或妥善暂存，弃土堆存须设置拦挡和导排水。	与现有工程一致
	除杂渣	车间	设置除杂渣储存池，定期压滤后外售综合利用。	新建
	生活垃圾	车间	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。	依托现有
	污泥暂存间	车间	设置污泥暂存间，与一般固废暂存库合建，用于存放尾水处理污泥，定期外售。	依托现有
	一般固废暂存库	车间	设置一般固废暂存间，用于存放原辅料包装袋、尾水处理过程中产生的污泥等固废，定期外售。	依托现有
	危废暂存间	车间	设置危废暂存间，主要用于存储废油桶、废机油等含油危废，暂存后委托有资质的单位处置。	依托现有
噪声	降低噪声	车间	对车间的压滤设备、搅拌设备和水泵等噪声设备采取减振和隔声等措施。	依托现有
生态	水土保持	车间	车间地面全部硬化或绿化，在车间设水泥排水沟。	与现有工程一致
	生态恢复	采场、车间	在原地浸矿采场完成采矿工作后，注液孔进行封孔，服务期满后对车间进行生态恢复。	与现有工程一致
	防滑坡	采场	控制注液速度，设置防护距离。	与现有工程一致

名称		位置	主要内容	备注
环境风险	事故风险应急池	采场、车间	原地浸矿采场地下水流向下游低洼处和车间下游共建设 5 个事故风险应急池，采取防渗措施。	依托现有

4.4.4 公辅工程

本项目公辅工程均利用原试验车间建设内容，见表 4.4-5。

表 4.4-5 公辅工程主要内容

序号	工程名称	主要内容
1	生产供水	生产供水由车间南侧邻近的中坊溪取水，取水量有保障，经泵抽至新水池
2	生活供水	生活用水依托周边村庄
3	排水系统	原地浸矿采场、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，无外排废水。
4	供电系统	供电由当地供电局提供。在停电情况下，车间采用柴油备用发电机进行紧急供电。
5	运输	依托矿区内已有道路，可以满足原辅料运输条件

4.4.4.1 供排水情况

矿山生活用水依托当地村庄供水系统，本次不再单独布置，本次改扩建依托试验工程供水设施。在水冶车间南侧山坡上+390m 标高处修建一座约 300m³ 高位水池。取水点的溪水通过 1 台 IS80-50-250（2900）型水泵（流量 50m³/h，扬程 80m，功率 5.5kW，备用 1 台）扬送至该高位水池内，尔后由高位水池引出 DN100 供水管道供应水冶车间和墓背矿段前期开采用水，给水管道树枝状布置。生产用水总用水量约为 7620.87m³/d，日最大生产用新水 534.13m³/d，日最大循环用水 7086.74m³/d，水重复利用率为 92.99%，满足江西省地方标准《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》DB36/1016-2018“水重复利用率达到 90%以上”要求。

本项目车间上清液、压滤液均返回配液，采场淋洗尾水接续利用到下个采区配液，项目无废水直接排放。

4.4.4.2 供电

综合考虑矿山运营实际情况、距离、功率、管理模式等因素，车间建设一套供电设施，由当地供电局进行供电，配以柴油发电机作为

应急供电。

4.4.4.3 运输工程

稀土矿山的外部运输主要有碳酸氢钠、七水硫酸镁、硫酸等原材料的运入，稀土产品（稀土碳酸盐）的运出。原材料和产品运输均靠汽车进行运输。矿山每年运入量共计 33356.5t，运出量产品和渣约 6000t，共计 39356.5t。项目外部运输委托外部物流公司负责，企业不配备外部运输车辆。

4.4.5 原辅材料消耗

本项目所需的原材料主要有七水硫酸镁、浓硫酸等，均为常规化工产品，原材料供应充足，项目主要原材料情况见表 4.4-6。

表 4.4-6 主要原材料消耗情况

材料名称	单位	单耗量 (t/tREO)	年用量 (t/a)	备注
七水硫酸镁	t/a			HG/T 2680-2017 工业级 硫酸镁 ~ 98%
碳酸氢钠	t/a			GB/T 1606-2025 工业级
浓硫酸	t/a			GB/T 534-2024 工业级 ~ 93%
P507 萃取剂（2-乙基己基磷酸单 2-乙基己基酯）	m ³ /a			配置有机相，用于离心萃取
轻质白油	m ³ /a			
30%工业盐酸	t/a			
氢氧化钠	t/a			调节萃余液 pH 值
聚丙烯酰胺（PAM）	t/a			纯度>90%，用于萃余液深度捕油

（1）七水硫酸镁

用作配置浸矿剂，制成硫酸镁溶液。需满足《工业硫酸镁》（HG/T 2680-2017）产品质量标准表 1 中 I 类优等品标准。硫酸镁（以 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 计） $\geq 99.5\%$ ，氯化物（以 Cl 计） $\leq 0.05\%$ ，铁（Fe） $\leq 0.0015\%$ ，水不溶物 $\leq 0.01\%$ ，重金属（以 Pb 计） $\leq 0.001\%$ ，灼烧后损失 $\leq 48.0\% \sim 52.0\%$ 。

（2）碳酸氢钠

用于稀土除杂及沉淀，生成稀土碳酸盐。需满足《工业碳酸氢钠》（GB/T 1606-2025）中的 II 类标准要求，总碱量（以 NaHCO₃ 计）≥ 99%，氯化物 ≤ 0.2%，Fe ≤ 0.002%，砷 ≤ 0.0001%，重金属（以 Pb 计）≤ 0.0005%。

（3）硫酸

用于补充硫酸盐，调节 pH 值。需满足《工业硫酸》（GB/T 534-2024）中的一等品要求，硫酸含量 ≥ 98.0%，铁 ≤ 0.01%，砷 ≤ 0.001%，铅 ≤ 0.02%，汞 ≤ 0.01%。

4.4.6 主要生产设备

根据车间的生产能力及其服务范围内矿体的具体情况，改扩建项目新增主要生产设备设施见表 4.4-7~表 4.4-8：

表 4.4-7 矿山主要设备表

作业类别	设备名称	型号	数量（台）		
			生产	备用	合计
掘进	风镐	G15	8	2	10
运输	胶轮车	WB6222	16	4	20
通风	局扇	JK58-1NO3 局部风机	8	2	10
压气	空压机	LGCY-6/7	4	1	5
注液孔	洛阳铲	Φ180mm	80	10	90
材料运输	矿用卡车	5 ~ 10t	10	2	12

表 4.4-8 水冶车间现有主要设备表

序号	设备名称	设备规格		备注
		数量	规格参数	
一、浸矿剂制备系统主要设备				
1				
2				
1				
2				
3				
4				

序号	设备名称	设备规格		备注
		数量	规格参数	
1				
2				
3				
3.1				
3.2				
3.3				
3.4				
1				
1.1				
1.2				
1.3				
2				
2.1				
2.2				
2.3				
2.4				
2.5				
2.6				
2.7				
2.8				
2.9				
2.10				
2.11				
2.12				
3				
3.1				

4.5 工艺流程

4.5.1 整体工艺流程及产污节点

4.5.1.1 工艺流程

本项目工艺流程包括原地浸矿采场工艺流程和水冶车间流程。采矿方法为原地浸矿，采用硫酸镁为无铵浸矿剂，通过在矿块山体布置注液孔（井）进行注液，在山体矿块下方布置集液巷道+导流孔或导

流孔收液方式进行收液，然后通过集液沟汇流入浸出液中转池，浸出液在中转池初步澄清后通过管道流抽至车间。车间有两种工艺生产，分别为碳酸氢钠除杂沉淀和萃取富集回收。

具体工艺流程如下：

本图涉密，详见报批版本

图 4.5-1 整体工艺流程图

4.5.1.2 产污节点

原地浸矿及母液处理主要产污节点见图 4.5-2。

本图涉密，详见报批版本

图 4.5-2 产污节点图

4.5.2 原地浸矿的浸矿机理

4.5.3 原地浸矿的工艺流程

4.5.3.1 工艺流程

此部分内容涉密，详见报批版本

原地浸矿的工艺流程图见图 4.5-3。

本图涉密，详见报批版本

图 4.5-3 原地浸矿工艺流程图

4.5.3.2 工艺指标

中坊稀土矿矿体为全覆式，采取收液主巷+收液支巷的收液方式，母液回收率可达 92%以上，车间回收率可达 95%。

4.5.3.3 开采时序

根据地质储量调查报告圈定的矿体形态、规模、分布特点及已确定的开采方式，矿区内各采区总体开采时序，首采地段根据各车间位置、服务范围、周边矿块的分布特点、环境影响大小等要素，按照由上游往下游、由近及远、由里向外的规律来进行合理的安排。各矿山开采时序规模见表 4.5-1，开采时序图见图 4.5-4。

表 4.5-1 开采规模时序一览表 单位：t/a（REO）

矿体编号	稀土氧化物年浸出量（吨）						

图 4.5-4 开采时序图

4.5.4 母液处理流程

母液处理包括浸矿剂制备工序和富集沉淀工序。本项目富集沉淀有两种工艺，萃取和碳酸氢钠除杂沉淀工艺。

4.5.4.1 浸萃一体化工工艺

此部分内容，详见报批版本

本图涉密，详见报批版本

图 4.5-5 工艺流程图

4.5.5 生态影响因素分析

1.项目施工期对生态环境的影响因素、途径

本项目工程建设主要包括高位水池、高位浸矿液池、注液孔、收液巷道、收液池、水冶车间和运输管线等施工。施工期生态环境影响主要是：

（1）水冶车间、高位水池、高位浸矿液池、集液池、水冶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，由林用地变为工矿用地。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，短期内也会造成一定的水土流失。

（2）各场地施工及材料运输等过程引起的扬尘，将对周围农作物、林地和灌草丛地产生一定的污染。

（3）本项目基建期收液巷道的挖掘过程中，产生的岩土就近排入分散式排土场。

（4）水冶车间平整、管线施工尽量做到工程自身土石方平衡，减少挖方、填方量，减少占地和水土流失。

2.项目生产期对生态环境的影响因素、途径

（1）地形地貌的变化

本项目收液巷道支护后，基本不会造成地表沉陷。

注液孔挖掘会产生小部分土方，注液孔开挖完毕后，先填入干草（起支撑作用），再固定好注液管，最后将该部分土方回填注液孔，仅露出注液管。这样可最大限度地维持原有地形地貌，对地形地貌影响较小。

水冶车间的建设，对地表开挖会导致地形地貌发生变化，但这种变化是局部的。

（2）水文地质环境的破坏

运行期，随着浸矿液和顶水的注入，局部地下水流场会发生改变，沿收液巷道汇流。浸矿液渗漏也会对地下水产生影响。

水冶车间、高位水池、高位浸矿液池、收液池等的建设引起了局部区域地表形态的改变，原有的汇水途径也因此而受到影响。

3.项目服务期满后对生态环境的影响因素、途径

各原地浸矿采场浸矿周期较短，浸矿结束后，立即采取生态恢复措施，各原地浸矿采场对周围生态环境的影响将不再持续，而是在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。

4.6 碳酸氢钠除杂沉淀工艺环境可行性

本次环评新增的“硫酸镁浸矿+碳酸氢钠除杂沉淀”工艺目前已经在中稀江西稀土有限公司赣州市的长坑尾稀土矿规模化生产。工艺环境可行性结论引自《中稀江西稀土有限公司稀土矿山无铵新工艺环境影响效果评估报告》。

4.6.1 地表水环境影响结论

新工艺开采对下游地表水的环境影响是有限的、局部的，仅对临近采场的地表水有一定影响，特征因子硫酸根和镁离子随着生产进程先增加后降低，最终随着生产结束恢复到浸采前的环境水平，其他地表水断面的特征因子变化趋势不显著。采区下游地表水沿程方向污染

物衰减明显，且出矿区最近有水力联系的汇水断面满足江西省地方标准《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016-2018）中一级标准，经混合后的地表水断面满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的Ⅲ类水质要求，不改变水环境功能类别，说明整个浸采生产过程对地表水环境的影响是可接受的。

4.6.2 地下水环境影响结论

根据矿区不同时期不同点位地下水监测结果，矿区内监测数值具体变化与实际生产情况有关。控制断面不同时间硫酸盐含量未超过地下水风险管控值（即硫酸盐 800mg/L），其他因子参照地下水质量Ⅲ类标准进行对比，除 pH 在个别时间个别断面超过标准值，其他监测因子均未超出《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准。说明项目的实施对周围地下水环境造成一定程度的影响，主要集中在开采矿块及周边较小范围内，未对下游地下水造成明显污染影响，对地下水的环境影响在可控范围内。

4.6.3 土壤环境影响结论

规模化生产以来各矿区土壤监测点的铅含量没有发生较大变化，基本稳定；硫酸根和镁离子有升高的趋势，与浸矿剂成分有关；pH 基本稳定，但数值均处于 $4.5 \leq \text{pH} < 5.5$ ，均表现为轻度酸化，酸化原因主要与矿区酸性花岗岩地质条件有关，本底值偏低；SSC 含量略有所升高。

对比发现除 pH 外，铅和 SSC 均未超出建设用地执行《建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（DB36/1282—2020）中第二类用地筛选值要求，且变化幅度较小。硫酸根和镁离子含量有所升高，但总体处在可控范围（参照生态环境影响评估部分实验），说明本项目的实施对土壤环境造成一定程度的影响，但总体影响在可控范围内。评估区域土壤监测点的表层土壤均为轻度酸化，注液前（2019 年）与注液后（2023 年）土壤 pH 值变化不大，说明无铵工艺生产对土壤 pH

影响不大。

4.6.4 生态

因采矿未对地表植被造成明显破坏,为了充分了解实际浸矿过程中可能对地表植被造成的影响,设置了室内试验对浸矿过程中不同胁迫因素对种子萌发的影响、浸矿过程中不同胁迫因素对植物生长的影响、原地浸矿对植被的影响进行分析。各浸矿剂胁迫梯度对狗尾草和高羊茅的株高、株数和生物量均表现出不同程度的影响。低浓度硫酸镁对高羊茅和狗尾草生长没有表现出显著的影响,随着浓度的升高,胁迫作用逐渐增强,在硫酸镁浓度大于 3% 时,各物种均无法生存。不同梯度硫酸钠胁迫下高羊茅在第 20 天、第 30 天、第 40 天的株数和株高没有表现出明显变化,高羊茅的叶鲜重及干重在低浓度胁迫时没有表现出明显的胁迫作用,在硫酸钠浓度大于 0.5% 时表现出显著差异。在硫酸钠浓度大于 0.5% 时,狗尾草在第 20 天、第 30 天、第 40 天的株数、株高、叶鲜重及干重均表现出显著差异随着土壤 pH 的降低,对高羊茅和狗尾草的胁迫作用逐渐增强。

4.6.5 镁钠工艺环境可行性小结

“硫酸镁浸矿+碳酸氢钠除杂沉淀”工艺基于硫酸镁作浸矿剂,碳酸氢钠作除杂沉淀剂,采用原地浸矿工艺开展离子型稀土浸采和沉淀试验。整个浸采试验过程对地表水环境的影响是可接受的;对地下水的环境影响在可控范围内;注液会对土壤造成一定盐化、酸化影响,后期经过清水淋洗后,土壤环境影响可进一步减轻;对植被、土壤、水生物影响可接受。稀土矿采用“硫酸镁浸矿+碳酸氢钠除杂沉淀”工艺进行原地浸矿开采具有一定的环境可行性。

“硫酸镁浸矿+碳酸氢钠除杂沉淀”工艺与铵盐工艺对环境影响对比情况:因避免了铵盐引入,可减少氨氮地表水、地下水超标问题。镁钠新工艺对地表水、地下水环境影响更小,对土壤酸度、盐度影响与铵盐基本持平。

4.7 物料衡算

4.7.1 水平衡

4.7.1.1 生产期

本次项目在充分考虑现场生产情况的基础上，浸矿工艺不变，离心萃取高效富集回收工艺产能不变，所有设施利旧，用水量为实际水量，扩建的碳酸氢钠除杂沉淀工艺用水类比同类项目水量。根据工艺用水需求，各分项用水量详见表 4.7-1，水平衡图见图 4.7-1。

表 4.7-1 水量平衡表 单位: t/d

总用水量	给水量						排水量			
	新水量	七水硫酸镁带入	循环水量	碳酸氢钠溶液	盐酸含水	抽回泄漏水量	洗水	渗漏量	产品/渣带走	回用量

本图涉密，详见报批版本

图 4.7-1 水平衡图 (单位: m³/d)

4.7.1.2 淋洗期

淋洗阶段生产用水是用于补充淋洗过程和淋洗水处理过程对淋洗水的损耗。

此部分内容，详见报批版本

本图涉密，详见报批版本

图 4.7-2 淋洗期水平衡图

4.7.2 硫酸根平衡

此部分内容，详见报批版本

表 4.7-2 硫酸盐平衡表（单位：t/a）

投入			产出		
物质	质量 t	折合硫酸盐 t	物质	质量 t	折合硫酸盐 t

4.7.3 镁平衡

此部分内容，详见报批版本

表 4.7-3 镁平衡表（单位：t/a）

投入			产出		
物质	质量 t	折合镁 t	物质	质量 t	折合镁 t

4.7.4 重金属平衡

1) 重金属的来源主要有:

本次设计利用矿石量为 8413430 吨, 达产年设计利用矿石量为 1548522 吨, 浸出稀土氧化物量 (TR_2O_3) 1000 吨。原矿中重金属含量根据矿块监测结果核算, 具体如表 4.7-4 所示。

表 4.7-4 原矿中重金属

名称					
含量 mg/kg					
总量 kg/a					

2) 重金属去向

因浸矿剂及 P507 有机相对金属离子的溶出选择性, 矿体中 99% 以上的重金属都会留在原采场矿石内, 只有极少部分经过浸矿剂的作用溶出。矿体中的重金属在浸矿剂的作用下, 矿体中的重金属有一部分溶出进入浸出液。92% 的浸出液被收集到中转池, 8% 浸出液渗漏渗入地下水。因此, 渗漏浸出液里的重金属是项目一个重要的重金属去向。

收集到的浸出液含有一定量的固态物 (沙土为主), 固态物在澄清精密过渡工段, 进入澄清池的底流, 在被精密过滤滤芯隔阻, 固态物上少量吸附的重金属或未溶出的重金属会随澄清池底流和精密过滤反冲洗进入配液池, 后随浸矿剂返回矿体中; 经过澄清和过滤后的浸矿母液进入萃取工段, 其中的重金属在萃取过程中基本不会进入有机相, 自然也不会进入产品中, 仅有极少量未被澄清过滤去除的萃取酸不溶物, 其中含有少量重金属。

因此, 原采场矿石、浸矿渗漏、淋洗渗漏、萃取酸不溶物、稀土

碳酸盐和除杂渣是重金属的去向。

①稀土碳酸盐中的重金属量

稀土碳酸盐中的重金属含量情况如下表 4.7-5 所示。

表 4.7-5 稀土碳酸盐中重金属情况

类别					
浓度 mg/kg					
含量 kg/a					

②除杂渣中重金属

根据成分监测，除杂渣中重金属含量如表 4.7-6 所示。

表 4.7-6 除杂渣中重金属情况

类别					
浓度 mg/kg					
含量 kg/a					

③浸矿渗漏的重金属含量

生产浸矿过程的渗漏量为 350t/d，浸矿收液按 5 个月核算，渗漏的重金属浓度同浸出液中重金属浓度（取平均值），总渗漏量 105000t/a，核算浸矿渗漏的重金属情况如表 4.7-7 所示。因浸矿液渗漏尾水 Cd、Pb 含量超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准，后续作为污染因子进行分析。

表 4.7-7 浸矿渗漏的重金属量

名称					
浓度 mg/L					
GB3838-2002Ⅲ类标准					
是否为污染因子					
渗漏量 kg/a					

④淋洗渗漏的重金属含量

淋洗过程的渗漏量为 175t/d，清水淋洗期按 2 个月（60 天）核算，渗漏的重金属浓度同尾水中重金属浓度（取平均值），总渗漏量 10500t/a，核算浸矿渗漏的重金属情况如表 4.7-8 所示。因淋洗渗漏尾水 Cd、Pb 含量超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类

标准，后续作为污染因子进行分析。

表 4.7-8 淋洗渗漏的重金属量

名称	■	■	■	■	■
浓度 mg/L					
GB3838-2002III 类标准					
是否为污染因 子					
渗漏量 kg/a					

⑤ 萃取酸不溶物

根据有研公司提供的试验数据，每生产 1tREO 产生萃取酸不溶物 2—3kg，年产生萃取酸不溶物 1.25 吨。萃取酸不溶物重金属含量根据有研公司提供数据进行分析：

表 4.7-9 萃取酸不溶物重金属含量

项目						
含量 mg/kg						
重金属量 (kg)	0.0013	0.0051	0.0030	0.0570	0.0005	

⑥ 矿体和土壤中存留的重金属

根据物料平衡核算，矿体和土壤中存留的重金属情况如表 4.7-10 所示。

表 4.7-10 重金属平衡总表 单位：kg/a

项目					
矿体保有量					
输出量	稀土碳酸盐				
	除杂渣				
	萃取酸不溶物				
	浸矿渗漏量				
	淋洗渗漏量				
矿体剩余量					

4.8 主要污染源及防治措施分析

4.8.1 施工期

施工期工程主要是水冶车间的基建和首采矿块的原地浸矿采场的建设。

4.8.1.1 大气污染源

施工期的大气污染源主要为施工建筑材料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、混凝土施工产生的水泥粉尘以及燃油机械设备产生燃油废气等，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。

4.8.1.2 水污染源

施工期水污染源主要为收液工程开凿、钻孔产生的泥浆水，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、BOD₅ 等。由于原地浸矿采场施工比较简单，用到的大型机械不多，收液工程施工前，先进行临时沉淀池的施工。施工产生的泥浆水全部进入临时沉淀池进行简单沉淀后再循环利用于施工作业，因而不会对地表水环境造成明显不利影响。施工冲洗废水主要来源于石料等的洗涤和施工机械的冲洗。由于采场施工比较简单，不会明显影响附近地表水体水质。现场施工人员不多，且施工人员主要来自当地周边村民，不会在施工场地驻扎，生活污水量很小，采用旱厕对施工人员产生的粪便水进行收集，用作农肥。

4.8.1.3 噪声污染源

施工期噪声源主要为各类施工机械。根据类比调查可知，井巷工程、车间和运输道路的施工机械主要是推土机、挖掘机、水泵、搅拌机等施工设备。其噪声级类比调查结果见表 4.8-1。

表 4.8-1 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	装载机	89/5
风钻	90/5	洛阳铲	70/5
凿岩机	90/5		

4.8.1.4 表土与固体废物

本项目基建土方工程量主要是富集站产生的表土和原地浸矿首采矿块注液系统和集液巷道、清污分流系统等采场工程形成的弃土以及生产工人产生的生活垃圾。由于原地浸矿采场的特殊开采方式，单个注液孔产生弃土量约为 0.05m^3 ，在注液孔附近就近装袋堆存，以便以后回填。

收液巷道掘进产生的弃土，临时堆存在原地浸矿采场附近的凹地，做好弃土临时暂存，先拦后弃，防止水土流失。最终部分回填到收液巷道中，剩余的弃土用于原地浸矿采场收液池，母液中转池和车间场地平整用土。本项目中的临时弃土场采用运输距离较短、风险最小、恢复最快、相对集中的原则，因地制宜进行合理设计，可减少对当地生态环境的不利影响，临时弃土场设在原地浸矿采场附近的凹地。

4.8.1.5 生态

本项目工程建设主要包括高位池、注液孔、临时弃土场、收液巷道、收液池、车间和母液管线等施工。施工期生态环境影响主要是：车间、高位池、收液池、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，由原用地类型变为临时工矿用地。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。

4.8.2 运营期

本项目生产期间的产污环节分析如表 4.8-2 所示：

表 4.8-2 拟建项目污染物及污染因子产生情况

环境因素	污染物	污染因子
大气环境	原辅料装卸、汽车运输	颗粒物、HCl、VOCs

水环境	渗漏母液、淋洗尾水	pH、硫酸根、镁离子、钠离子、石油类
声环境	噪声	dB(A)
土壤	渗漏母液	pH、硫酸根、镁离子、钠离子、石油烃
生态	植被破坏	/
固体废物	除杂渣	/
	生活垃圾	/
	废弃包装袋	/
	尾水处理污泥	/

4.8.2.1 大气污染源及防治措施

现有工程大气环境污染源为盐酸罐和萃取车间，污染物主要为盐酸雾和 VOCs，以及原地浸矿采场进行注液孔、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。改扩建项目生产期的大气污染物及污染防治措施如下：

可能新增出现的大气环境污染源为原地浸矿采场进行注液孔、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。具体分析如下：

(1) 在浸矿剂硫酸镁溶液的制备过程中，采用浓硫酸调节浸矿剂的 pH 值，浓硫酸从储罐通过管道进入配液池，加药管没入配液池液面以下。浓硫酸的加药量通过管道上的流量计和调节阀控制。因此投加浓硫酸的过程中不会有硫酸雾产生。

在萃取车间和有机相回收车间产生的大气污染物维持现状，污染物产生及排放情况与现有工程一致。萃取工序在负载有机相的密闭离心萃取机内进行，萃取槽内上层为有机相，下层为水相，分萃取、洗涤、反萃三步进行，在反萃过程中会加入 30% 的浓盐酸，由于离心萃取机完全密闭，盐酸雾和有机相（特别是磺化煤油）挥发可能性小。贫有低位槽、低位饱有槽、产品低位槽为玻璃钢密闭槽体，进料出料口难以做到完全密闭，采用了水封措施，有效控制料口盐酸雾和 VOCs 的无组织挥发。根据试验项目实测，厂界上风向及下风向的非甲烷总烃监测值为 1.29~1.3 mg/m³，符合《大气污染物综合排放标准》（GB

16297-1996) 表 2 相关限值。氯化氢厂界无组织监测值为 0.024~0.025 mg/m³, 符合《稀土工业污染物排放标准》(GB26451-2011) 表 6 企业边界大气污染物浓度限值。

萃取车间盐酸罐房设置了 2 台容积 22m³ 的玻璃钢材质卧式盐酸储罐, 设置呼吸阀, 呼吸废气经收集后采用碱喷淋装置处理, 通过 25m 高排气筒排放。根据企业实测, 氯化氢有组织排放浓度为 0.011mg/m³, 符合《稀土工业污染物排放标准》(GB26451-2011) 表 5 现有企业大气污染物排放浓度限值。

(2) 类比现有矿山的经验, 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 300mg/s~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 75mg/s~225mg/s。

粉尘无组织排放防控措施: 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。

表 4.8-3 改扩建后大气污染物排一览表

污染源	污染物项目	污染物产生情况				治理措施		污染物排放情况					核算 排放 时间	排放 标准	达标 情况
		废气量	产生浓 度	产生速率	产生量	工 艺	效率	核算方 法	废气量	排放浓 度	排放速 率	排放量			
		m ³ /h	mg/m ³	kg/h	t/a		(%)		m ³ /h	mg/m ³	kg/h	t/a		h	mg/m ³
盐酸储罐 (有组织)															达标
离心萃取车 间 (无组织)															达标
															达标
①萃取槽 VOCs 和盐酸雾无组织排放系数取 0.03%； ②萃取剂年用量 20t，盐酸（30%）用量 2000t； ③萃取车间（含罐区）规格：45×25×5m； ④数据取自有研公司的《离子型稀土原矿浸萃一体化示范线设计方案》。															

4.8.2.2 水污染源及防治措施

4.8.2.2.1 水冶车间废水及防治措施

水冶车间在母液除杂沉淀环节会产生上清液，稀土产品级除杂渣压滤工序会产生压滤水，萃取和反萃工段会产生萃余液和洗水。上清液和压滤水均全部回用到配液池，萃余液和洗水混合后经过静置澄清、气浮除油、微纳米捕油后，有机相得以回收利用，水相进入配液池，回用于浸矿剂的制备。因此，在正常的生产过程中，水冶车间无废水外排。

(1) 水冶车间生产废水

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。

1) 沉淀池上清液

本项目除杂沉淀工艺生产规模 500t/a REO，沉淀池上清液产生量为 3204.85 m³/d。沉淀池上清液自流至配液池作为配液补充水，进入浸矿系统循环利用。

2) 压滤废水

本项目压滤水产生量为 13.75m³/d。

水冶车间压滤机产生的压滤废水经压滤机下方水槽收集后自流至配液池作为配液补充水，进入浸矿系统循环利用。

(2) 车间生活污水

生产期间处理车间的员工较少，仅在办公生活区有产生少量生活污水，员工日常生活污水量约 1.2t/d，定期对化粪池进行清掏后用作农肥，生活污水不外排。

4.8.2.2.2 原地浸矿采场渗水及防治措施

原地浸矿场的水环境污染源为母液的渗漏，主要为浸矿期母液渗漏、淋洗期淋洗尾水渗漏和闭矿期降雨淋溶尾水。由于原地浸矿工艺所限，原地浸矿场不可能做到场地全防渗，采区在浸矿过程中无法全部回收母液，存在部分母液渗漏。根据采区的水文地质条件，母液渗

漏下渗将进入地下水，并通过地下水和地表水之间的水力联系，进入地表水体。因此，生产期间原地浸矿采场主要的水污染源为母液的渗漏。报告书虽提出了“源头削减+污染监控+末端治理”的地下水和地表水协同的联合污染治理措施，但仍然存在污染风险。

根据中坊稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术试验项目实际生产数据，在确保采场收液系统和环保回收井（水力截获）运行良好情况下，本项目母液收集率为 92%，约 8% 的母液渗漏进入地下，渗漏率可以控制在 8% 以下，母液浓度按照试验生产期间对母液的监测数据最大值。

表 4.8-4 改扩建后母液渗漏情况

序号			
1			

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，由于原地浸矿工艺所限，采区在浸矿过程中无法全部回收产生的浸矿母液，存在部分母液渗漏。矿区生产废水污染源包括：原地浸矿采场渗漏水、水冶车间沉淀池溢流水、压滤机压滤水等。

生产期间母液渗漏渗出液浓度根据本项目试验生产期间母液监测值。淋洗期间无组织渗漏浓度类比江华稀土矿山生产矿块淋洗尾水浓度。

原地浸矿场对水环境的影响主要是渗漏，主要为浸矿期母液渗漏、淋洗期淋洗尾水渗漏和闭矿期降雨淋溶尾水。

（1）原地浸矿采场浸矿母液渗漏

原地浸矿过程中无法保证全部回收浸出液，不可避免会有极少部分浸出液渗漏，浸出液渗漏下渗进入地下水，矿块地下水和地表水联系紧密，部分地下水通过径流间接汇至矿块下游地表水，因此，生产期间原地浸矿采场主要的水污染源为浸出液的渗漏。

本项目共分为三个矿段，成矿岩体的岩性基本相同、地形地貌特征相近，矿体的厚度、埋藏深度和矿物组分基本一致，岩土体的渗透

性差异较小，因此各矿体地表水、地下水的污染源强基本一致。

1) 母液渗漏量

正常情况下在确保采场收液系统和环保回收井/沟(水力截获)运行良好情况下，渗漏率可以控制在 8%，改扩建项目矿块浸出液渗漏量见表 4.8-4，改扩建后矿区生产期间渗漏浸出液总量见表 4.8-5。

表 4.8-5 改扩建项目矿块浸出液渗漏情况 (t/d)

小流域							
中坊溪							
廖地溪							
合计							

表 4.8-6 改扩建后矿块新增浸出液渗漏情况 (t/d)

小流域	服务期						
中坊溪							
廖地溪							
合计							

2) 渗漏水质

渗漏浸出液浓度根据长汀稀土试验开采期间母液监测值。

表 4.8-7 稀土矿区生产期间渗漏浸出液浓度 单位: mg/L

污染因子							
监测值							

(2) 原地浸矿采场淋洗母液渗漏

淋洗期间处理车间将淋洗产生的尾水(含硫酸盐和镁)收集到配液池并回用到下一个矿块，最大程度地利用尾水中的硫酸镁等资源，减少浸矿剂的消耗量，淋洗期间无生产废水排放。

当处理车间所对应的矿块全部开采完毕后，清水淋洗的尾水无法再利用到下一个矿块时，利用处理车间内的池体进行尾水处理(去除硫酸盐和镁)，处理后的尾水循环用作下批次的淋洗用水，直到淋洗的尾水硫酸盐满足江西省《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》(DB36 1016-2018)要求时不再淋洗(硫酸盐小于 800mg/L)，最后

一批次尾水不外排。

1) 清水淋洗渗漏水量

淋洗期间矿块渗漏尾水量同生产过程中渗漏浸出液量，在确保采场收液系统、环保回收井、防渗沟（水力截获）运行良好情况下，渗漏率可以控制在 8%。淋洗期按 60 天计。淋洗期间渗漏尾水量见表 4.8-7。

表 4.8-8 淋洗期间总的矿块渗漏情况 (t/d)

小流域							
中坊溪							
廖地溪							
合计							

2) 淋洗尾水水质

清水淋洗尾水中硫酸盐和镁浓度逐步降低，直到淋洗的尾水硫酸盐持续低于江西省《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016-2018）一级排放标准要求时，即硫酸盐 800mg/L 时不再淋洗。本项目尚无淋洗矿块，清水淋洗期主要污染物源强硫酸盐、镁、钠类比江华稀土矿山淋洗期间尾水浓度监测值，重金属、石油类沿用收液期间母液监测浓度，具体见表 4.8-8。

表 4.8-9 淋洗期间渗漏尾水浓度 单位：mg/L

污染因子							
监测值							

(3) 闭矿期间

在淋洗结束后进行采场的封孔闭矿，关闭注液系统，并持续跟踪收液系统尾水污染物达到江西省《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016-2018）后，封堵矿块收液系统，彻底闭矿。一般在无自然降雨情况下，矿块无尾水渗漏产生；当有自然降雨时，降雨入渗到已闭矿的采空区，大部分雨水通过矿块植被和地表径流排至就近溪流中，少部分降雨入渗到矿块矿体中，并有极少渗漏到地下水，进而汇至地表水。

1) 闭矿后自然降雨渗漏尾水量核算

闭矿后的采场面积取 A，采场的降雨入渗系数取 $k=0.15$ ，矿块年均降雨量取 $Y=1.63\text{m}$ ，渗漏率取 $n=5\%$ ，每年渗漏的尾水量核算公式如下：

$$Q=A \cdot k \cdot Y \cdot n$$

本项目每年开采 1000tREO 对应的采场平均服务面积 A 为 8.52hm^2 ，考虑到采场防护距离内不设浸采工程，浸采面积系数取 0.9。

根据核算，本项目每生产 1000t/a REO 稀土对应矿块闭矿期自然降雨情况下渗漏量平均为 4.11t/d。

表 4.8-10 本项目闭矿期原地浸矿采场渗漏水量

小流域	闭矿期									
中坊溪										
廖地溪										
合计										

2) 闭矿期淋溶尾水水质

闭矿后自然降雨渗漏尾水的浓度按照同类工程中淋洗后的最后一次尾水监测数据，石油类参照生产期间浓度的 1/2，闭矿后渗漏尾水污染物浓度情况见表 4.8-10。

表 4.8-11 闭矿后渗漏尾水浓度 单位: mg/L

污染因子							
监测值							

4.8.2.2.3 淋洗尾水处理措施

淋洗尾水采用现有的池体进行收集和处理，根据尾水水质情况，采取中和+沉淀处理方式，化学沉淀法对易沉淀的污染物综合去除率可达 90%，并通过投加适量的絮凝剂（PAC/PAM）将尾水中的重金属全部去除，经中和及混凝沉淀处理后的尾水可满足《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）和《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）B 级标准限值后，上清液返回车间生产工艺中，污泥压滤后妥善处理。尾水处理主要设施为反应池及沉淀池，其他辅助设备可依托车间，各池体均进行防渗处理。

4.8.2.2.4 水污染物汇总

改扩建项目生产期每年渗漏量和污染物渗漏情况见表 4.8-11，淋洗期每年渗漏量和污染物渗漏情况见表 4.8-12，闭矿期每年渗漏量和污染物渗漏情况见表 4.8-13。

表 4.8-12 改扩建项目生产期渗漏量和污染物渗漏情况 单位 t/d

年限						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

表 4.8-13 本项目淋洗期渗漏量和污染物渗漏情况 单位 kg/d

年限						
1						

2						
3						
4						
5						
6						
7						

表 4.8-14 本项目闭矿期渗漏量和污染物渗漏情况 单位 kg/d

年限						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						

4.8.2.3 固体废物污染源及防治措施

改扩建项目新增固体废物主要为除杂渣和淋洗污泥。

(1) 除杂渣

碳酸氢钠除杂沉淀工艺中的除杂渣中不溶物进入除杂压滤机。压滤后滤液 pH 较低，回收至配液工序。压滤所得除杂渣中含有 Al 和 Fe 等金属元素和极少量未被回收的稀土。类比同类矿山产生的除杂渣监测，除杂渣性质为 I 类一般固废，其毒性试验结果见表 4.8-14。

类比同类项目除杂渣，产品中 U、Th 均 $\leq 1\text{Bq/g}$ ，在《有色金属矿产品的天然放射性限值》（GB 20664-2006）规定的标准限值范围内。建议改扩建项目运行后，定期对除杂渣放射性进行监测。

表 4.8-15 除杂渣浸出毒性试验结果

水平振荡法	总铜	总锌	总镉	总铅	总铬	铬 (六价)	总汞	总铍	总钡	总镍	银	总砷	总硒	无机 氟化 物 (不 包括 氟化 钙)	氰化物 (以 CN-计)	硫化 物	pH
检测结果																	6.2
《污水综合排放标准》 (GB8978-1996)																	6~9
是否超标																	否
硫酸硝酸法																	
检测结果																	
《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》(GB 5085.3-2007)																	
是否超标																	

除杂渣临时存放于除杂渣池，定期压滤后外委进行综合利用。类比同类工艺数据，每生产 1t (REO) 稀土产生除杂渣约 1.2t。每年稀土碳酸盐生产量为 500 (REO)，则除杂渣产生量为 600t，除杂渣成分分析见表 4.8-15。

表 4.8-16 除杂渣成分分析

(2) 离心萃取高效富集回收工艺一般固废

离心萃取高效富集回收工艺预处理车间砂滤设备更换的石英砂和精密过滤流程的废滤芯，每年的产生量大概 10t，堆放于仓库内，由福建**壹**宝环保科技有限公司处置。

(3) 污泥

完成收液的矿块要进行清水淋洗，当淋洗尾水无可接续利用矿块时，需要在水冶车间自行处理后循环淋洗，采用中和沉淀等工艺，参照同类工程数据，产能为 1000t/a REO 时生产结束后产生的污泥量约为 1200t。类比同类工艺污泥成分分析见表 4.8-16。

表 4.8-17 污泥成分分析

序号		
1		
2		
3		
4		
5		

类比同类工程污泥的《固体废物危险特性鉴别报告》的监测数据（表 4.8-17），污泥不具有易燃性、反应性等危险特性，不具有腐蚀性、浸出毒性，不具有毒性物质含量超标的危险特性，不具有急性毒性等危险特性，属于一般工业固体废物。

表 4.8-18 污泥浸出毒性试验结果 单位：mg/L

编号						
铜（以总铜计）						
锌（以总锌计）						
镉（以总镉计）						
铅（以总铅计）						

总铬						
铬（六价）						
烷基汞						
汞（以总汞计）						
铍（以总铍计）						
钡（以总钡计）						
镍（以总镍计）						
总银						
砷（以总砷计）						
硒（以总硒计）						
无机氟化物						
氰化物（以 CN-计）						

本项目污泥按照一般工业固体废物管理，污泥在污泥暂存间暂存后定期外售。污泥暂存间与一般固废暂存库合建，一般固废暂存库按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）设计和建设，基础必须防渗，防渗层渗透系数等效厚度 $\geq 1.5\text{m}$ ，渗透系数 $\leq 10^{-7}\text{cm/s}$ 粘土层。

（4）其他

本项目产生的其他固废包括原料包装袋、破损管道、破损篷布等，每个车间产生量约 2t/a，集中暂存，定期外售。

（5）危险废物

本项目浸萃一体化生产线年产 500tREO，由于萃取过程中离子形态存在的重金属绝大多数进入水相，而萃取过程中存在的固相物经过多次水洗，其中可能吸附的少量离子态重金属也应进入水相，返回萃余液。萃取酸不溶物中含有一定有机溶剂，对照《国家危险废物名录（2025 年版）》应属于 HW06 废有机溶剂与含有机溶剂废物中的 900-407-06 类别，根据试验生产期间的数据，萃取酸不溶物产生量为 5.05t/a，暂存于危废间，委托福建三明海中环保科技有限公司处置。

设备维修会产生的废机油和废油桶，属于危险废物，类别为 HW08-900-214-08（车辆、轮船及其它机械维修过程中产生的废发动机油、制动器油、自动变速器油、齿轮油等废润滑油），产生量约为

0.5t/a。在车间按照《危险废物贮存污染控制标准》GB 18597-2023 设危险废物暂存间，暂存在危废暂存间内，定期委托有资质单位进行运输、处置。

(6) 注液孔岩土

单个注液孔施工产生岩土量较少，约 0.08m^3 ，注液孔开挖好后，孔底铺设干草支撑，布设好注液管后，将岩土回填注液孔。

(7) 巷道岩土

收液平巷及平巷两侧的岔巷巷道掘进产生的岩土，岩土排入排土场。

(8) 生活垃圾

本项目生活垃圾集中收集后定期运至当地环卫部门指定场所统一处理，本次改扩建不增加劳动定员，本项目劳动定员 65 人，按每人每天 0.5kg 生活垃圾产生系数核算，每年产生生活垃圾 10.73t。

4.8.2.4 噪声污染源及防治措施

原地浸矿采场高位池和浸矿管线主要通过自流注液，母液收集池通过自流汇集至水冷车间，采场无明显噪声源。水冷车间新增噪声源主要是压滤设备、空压机和水泵产生的噪声，水冷车间的主要噪声源及源强见表 4.8-18。

表 4.8-19 新增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	水 冶 车 间	板框压 滤机	80~85	置于车间内、设备加减震装置	65~75
2		隔膜压 滤机	80~85	置于车间内、设备加减震装置	65~75
3		螺杆式 空压机	100~105	置于车间内、设备加减震装置	75~80
4		水泵	85~95	置于车间泵房内、设备减震	70~75
5		搅拌桶	70~75	置于车间内	70~75

4.8.3 服务期满后延续影响及防治措施

4.8.3.1 生态环境影响及生态恢复措施

(1) 生态环境影响

各原地浸矿采场浸矿周期较短（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采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采场进行复垦，注液孔周边装袋岩土及时回填注液孔，及时栽植植被。水冶车间和表土场及时进行复垦。

4.8.3.2 水环境污染源及防治措施

清水淋洗结束后，将原地浸矿采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采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，不会再有污染物超标，全部闭矿后采场尾水渗漏量平均为 217.83t/d，闭矿期后加强对矿区过程断面和监管井的监测。

本项目开采全部结束后，在确保服务期满后的矿区外地表水和地下水稳定达标情况下，可以对地表水和地下水的防控措施进行拆除复绿和生态恢复。

4.9 项目实施前后“三本账”分析

改扩建后，本项目产能从原来的 500t/a 增加为 1000t/a，渗漏量比原环评有所增加，相应的硫酸根、镁、铅、镉等主要污染因子排放量较原环评有所增加。

另外由于增加了碳酸氢钠除杂沉淀工艺，会产生部分除杂渣。

表 4.9-1 本项目三本账分析

污染物类别		单位	现有工程排放量	“以新带老” 削减量	拟建工程			总排放量	项目建设前后 污染物排放增 减量
					产生量	自身削减量	排放量		
生产废水	废水量								
废气	HCl								
固废	精密过滤器滤芯、 石英砂								
	萃取酸不溶物								
	水处理污泥								
	除杂渣								
	废机油和废油桶								
	其他垃圾								
	生活垃圾								

4.10 碳排放源

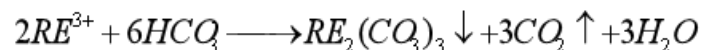
本项目碳排放源项环节包括浸出液沉淀环节生成的 CO_2 ，以及外购电力导致的 CO_2 排放。

① 电力消费

本项目外购电力 $8000\text{k}\cdot\text{kWh}$ 。本项目为建设项目，仅考虑调入电量的情况。江西省平均 CO_2 排放因子为 $0.4211\text{kgCO}_2/\text{kWh}$ ，则计算得出本项目调入电力所蕴含的 CO_2 排放量为 3368.8tCO_2 。

② 生产过程排放

本项目沉淀剂主要为碳酸氢钠。主要的化学反应如下：



本项目沉淀环节碳酸氢钠年耗量 2200t/a ，产生的 CO_2 为 576.19tCO_2 。

③ 汇总

综上所述，本项目 CO_2 排放量合计为 $3944.99\text{tCO}_2/\text{a}$ ，单位稀土产品碳排放量为 3.94tCO_2 。

4.11 清洁生产

鉴于目前稀土矿原地浸矿无清洁生产标准，故本次评价采用类比分析法，从工艺装备要求、资源与能源消耗、资源综合利用、污染物产生与回收利用和环境管理指标等五个方面进行分析，类比对象为传统原地浸矿工艺。数据引自相关环评和验收报告及实际生产数据。

4.11.1 工艺装备分析

原地浸矿工艺所采用的设备较为简单，均为现有原地浸矿工艺矿山所采用的设备，较传统的原地浸矿工艺有所改进：

(1) 项目采用无铵提取新工艺，采用了硫酸镁作为浸矿剂。镁盐作为浸矿剂，避免了铵盐的引入，同时根据试验与实际生产结果，与传统铵盐相比，镁盐浸矿剂对稀土离子的浸出周期相当，浸出率更高，母液中稀土峰值浓度和平均浓度更高，此外，硫酸镁作为浸矿剂

可以最大程度将原矿配分中的稀土全配分回收，高价值铽、镝等元素配分比之原矿配分有所增加；

(2) 原地浸矿工艺将采取集液巷道、导流孔、集液沟和环保回收井/沟收液系统；同时集液巷道和导流孔采用防渗水泥进行人工假底防渗；采场采取清污分流措施；工艺增加了清水淋洗、封孔闭矿工序；增设了环保回收井等措施，收液更有效，母液回收率更高，对地下水 and 地表水的污染更小。

因此本评价认为，本项目采用的原地浸矿工艺与装备满足清洁生产要求。

4.11.2 资源综合利用指标分析

资源综合利用指标对比见表 4.10-1。

表 4.10-1 资源利用指标比较表

项目	传统工艺	原环评	本项目	比较结果
采场母液回收率 (%)				相同
母液车间稀土回收率 (%)				相同
总稀土回收率 (%)				相同

本次环评采场浸矿工艺不变，全覆式原地浸矿采场稀土回收率仍为 85%，高于传统稀土回收率 65%~75%；水冶车间稀土回收率 95%，与原环评相同；稀土总回收率为 75%以上，高于传统稀土回收率 62%~72%。

综上，评价认为，本项目资源综合利用指标符合清洁生产要求。

4.11.3 污染物产生与回收利用指标

污染物产生与废物回收利用指标见表 4.10-2。

表 4.10-2 污染物产生与废物回收利用指标

指标名称	原环评	本项目
注液孔岩土回填率 (%)		
工业用水重复利用率 (%)		
除杂渣处理率 (%)		

由上表可知，改扩建后浸矿工艺不变，仍然采用硫酸镁，不会引

入氨氮污染，除杂沉淀工艺引入环境容量较大、对环境影响更小的钠离子，可减少对环境的污染；改扩建后有除杂渣产生，除杂渣资源利用率 100%；注液孔岩土回填率 100%；本项目设计工业用水重复利用率 92.99%，与原环评（92.7%）相当，高于传统工艺的 70%~80%。

综上所述，本项目污染物产生与废物回收利用指标达到了清洁生产水平。

4.11.4 清洁生产管理指标

清洁生产管理指标参照《稀土冶炼行业清洁生产评价指标体系》设置。

4.11.4.1 建立健全环境管理体系

本项目建立有 GB/T 24001-2016 环境管理体系，并取得认证，能有效运行；全部完成年度环境目标、指标和环境管理方案 $\geq 90\%$ ，并达到环境持续改进的要求；环境管理手册、程序文件及作业文件齐备、有效；应急预案完整。

4.11.4.2 危险废物安全处置

本项目按国家有关规定妥善处理，建有相关管理制度，台账记录，转移联单齐全，可以达到清洁生产要求。

4.11.4.3 清洁生产审核活动

本项目按政府规定要求，制订有清洁生产审核工作计划，对生产流程定期开展清洁生产审核活动，中/高费方案完全实施，节能、降耗、减污取得显著成效。

4.11.4.4 能源管理机构、管理制度、能源管控中心

本项目有健全的能源管理机构、管理制度，各成员单位及主管人员职责分工明确；建立有能源管理控制中心；制定有企业用能和节能发展规划，制定有年度工作计划并组织落实，年度管控目标完成率为 $\geq 90\%$ 。

本工程在原地浸矿采场设计、施工、注液、闭矿进行全过程环境

管理，制定了较传统工艺更完整的环境管理体系，在清洁生产管理方面均按照国家规定的相关要求进行清洁生产管理，本项目符合清洁生产要求。

5 环境现状调查与评价

5.1 自然环境概况

5.1.1 地理位置

长汀中坊稀土矿区位于福建省长汀县河田镇中坊村和根溪村境内,地理坐标为东经 $116^{\circ} 19'59''\sim 116^{\circ} 21'46''$, 北纬 $25^{\circ} 37'46''\sim 25^{\circ} 38'51''$ 。矿区东距瑞金市 34km, 西北距龙岩市 104km, 距厦门 240km, 西距福州市 300km。矿区面积 6km^2 , 有公路(水泥路面)通河田镇, 路程 13km, 交通较为便利。本项目地理位置图见图 5.1-1。

5.1.2 地形地貌

矿区及周围均属丘陵地貌, 区内最高海拔高程 486.6m, 最低海拔高程为 299.5m, 相对高差达 187.1m。山坡自然坡度一般在 $10\sim 25^{\circ}$ 之间, 局部地段由于崩塌成陡崖, 山坡植被稀少。矿区由丘陵与丘陵间小范围的冲洪积阶地组成, 冲洪积阶地地势平坦, 坡度小于 5° , 地势由残丘坡脚向溪流方向微倾。

5.1.3 地质特征

矿区地质构造较为简单, 矿体赋存于全风化花岗岩层中, 少量赋存于残坡积层中。矿体呈似层状, 产状随地形起伏而变化, 主要赋存于全风化花岗岩层中。矿区底部地质条件良好, 岩石结构逐渐致密, 渗水性差, 底板是一个天然隔水体, 溶液渗透到底板基岩中去的能力极弱。

5.1.4 气候特征

矿区属中亚热带季风气候, 四季温和, 雨量充沛, 阳光充足。年平均气温 18.4°C , 夏季最高气温 39.4°C , 冬季最低气温 -6.5°C 。多年平均降雨量 1711.2mm, 无霜期 262 天。风向受季风影响, 随季节转换, 10 月至次年 4 月盛吹西北风、北风, 5~9 月以偏南风为主。年平均相对湿度 80.0%, 多年平均陆地蒸发量 740mm。

此图涉密，详见报批版本

图 5.1-1 本项目地理位置图

5.1.5 水文特性

矿区内主要发育两条河沟，即中坊溪和廖地溪，横贯矿区中部。两条河沟由树枝状水系组成，由西往东流。流量受季节控制明显，枯季时流量变小，雨季时流量明显增大。

5.1.6 地下水

矿区地下水类型主要为松散岩类孔隙水和风化带网状裂隙水两种。松散岩类孔隙水主要赋存于砂砾卵石和细砂中，水量贫乏；风化带网状裂隙水赋存于花岗岩的风化裂隙中，属裂隙潜水，水量贫乏。矿区属丘陵地貌，周围高、中间低，地下水主要接受大气降水补给，就地补给，就地排泄，水文地质条件简单。

5.1.7 土壤

矿区土壤以红壤为主，成土母质为花岗岩风化残积物。土壤砂粒多，质地较粗，抗侵蚀能力弱。养分较贫乏，保水保肥能力差。土壤 pH 值 5.52~5.67，呈弱酸性。

5.1.8 动植物资源

植被：以马尾松次生林为主，伴有杉木、木荷等乔木，以及芒萁、狗脊等草本植物。动物：常见鸟类、野兔、青蛙及蛇类等，未发现珍稀濒危物种。生态敏感性：矿区不涉及自然保护区、生态保护红线等敏感区域。

5.1.9 自然资源

主要资源为离子吸附型稀土矿，探明矿石量 8413.43kt，稀土氧化物资源量 5433.20t，平均品位 0.065%。矿区无其他重要矿产资源。

5.1.10 自然保护区和风景名胜区

矿区周边分布以下保护地（均不在矿区范围内）：位于矿区西南 16km 的长汀圭龙山省级自然保护区，主要保护天然黑椎林群落及野

生动物；位于矿区西北 16km 的卧龙－南屏山风景名胜区；位于矿区北 30km 的朝斗岩风景区。矿区与上述保护区的最近距离超过 3km，开发活动不会对其造成直接影响。

5.2 环境质量现状调查与评价

5.2.1 大气环境现状评价

(1) 环境空气质量达标区判定

为说明评价区域的环境空气质量达标情况，本次评价搜集了福建省生态环境厅公布的《2024 年 12 月福建省城市环境空气质量状况》的监测数据进行评价，环境空气常规因子 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、O₃、CO 执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2026）二级标准，统计结果见表 5.2-1。项目位于龙岩市长汀县，长汀县 1-12 月环境空气质量状况见表 5.2-2，长汀县 2024 年全年优良天数比例 99.7%，环境空气质量综合指数 1.9，项目所在区域为达标区域。

表 5.2-1 龙岩市 2024 年 1-12 月空气质量现状评价表

污染物	年评价指标	现状浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	标准值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率	达标情况
SO ₂	年平均质量浓度	6	60	10.00%	达标
NO ₂	年平均质量浓度	14	40	35.00%	达标
PM ₁₀	年平均质量浓度	26	70	37.14%	达标
PM _{2.5}	年平均质量浓度	17	35	48.57%	达标
CO	第 95 百分位 24 小时平均	800	4000	20.00%	达标
O ₃	第 90 百分位数日最大 8h 平均质量浓度	104	160	65.00%	达标

表 5.2-2 县级城市 2024 年 1—12 月环境空气质量状况

县级城市	优良天数比例 (%)	综合指数	PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	首要污染物
长汀县	99.7	1.90	18	臭氧

(2) 补充监测情况

为了进一步了解项目所在地环境空气质量现状，本次评价委托了监测单位于 2025 年 8 月 2 日—2025 年 8 月 8 日对项目所在地进行大气环境质量现状监测。

1) 监测布点

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)的要求,选取 G1 陈坑、G2 厂址作为大气监测点

2) 监测因子、监测频次

监测因子: 氯化氢、非甲烷总烃

监测频次: 连续采样 7 日, 氯化氢监测 1 小时平均浓度和日均浓度; 非甲烷总烃监测 1 小时平均浓度。

3) 监测分析方法

监测因子分析方法见表 5.2-3。

表 5.2-4 环境空气监测及分析方法

监测项目	分析方法依据	检出限	单位
氯化氢 (小时均值/日均值)	《环境空气和废气 氯化氢的测定 离子色谱法》 HJ 549-2016	0.02	mg/m ³

4) 评价标准

氯化氢执行《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)中“附录 D 其他污染物空气质量浓度参考限值”相关标准值; 非甲烷总烃 1 小时平均浓度参照《大气污染物综合排放标准详解》的标准限值。

5) 监测结果

监测结果与分析见表 5.2-5, 陈坑和场址的环境空气中的氯化氢、小时值和日均值均达到《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)中“附录 D 其他污染物空气质量浓度参考限值”相关标准值的要求。非甲烷总烃的 1 小时平均浓度均达到《大气污染物综合排放标准详解》的标准限值。

表 5.2-5 环境空气质量补充监测结果

点位名称	污染物	评价指标	评价标准 (mg/m ³)	浓度范围 (mg/m ³)	评价因子指数/%	达标情况
G1 陈坑	氯化氢					达标
	非甲烷总烃					达标
G2 场	氯化氢					达标

址						达标
	非甲烷 总烃					达标

5.2.2 地表水质量现状评价

5.2.2.1 地表水质量现状监测

(1) 监测断面

本次评价共布设 15 个地表水监测断面, 详见表 5.2-6 和图 5.2-1、图 5.2-2。

表 5.2-6 地表水监测断面布设一览表

编号	监测断面	监测水体	功能性质
DB1		中坊溪	对照断面
DB2		中坊溪	控制断面
DB3		中坊溪	控制断面
DB4		东侧溪沟	对照断面
DB5		中坊溪	控制断面
DB6		廖地溪	对照断面
DB7		廖地溪西侧溪沟	对照断面
DB8		廖地溪北侧溪沟	对照断面
DB9		廖地溪	控制断面
DB10		廖地溪	控制断面
DB11		廖地溪	控制断面
DB12		中坊溪	控制断面
DB13		中坊溪	削减断面
DB14		汀江	对照断面
DB15		汀江	削减断面

此图涉密，详见报批版本

图 5.2-1 地表水监测断面分布图（一）

此图涉密，详见报批版本

图 5.2-2 地表水监测断面分布图（二）

（2）监测项目

pH 值、COD、BOD₅、氨氮、总磷、石油类、总铅、总砷、总镉、铬（六价）、汞、氟化物、硫酸盐、硫化物、氯化物、镁、总锑、总硬度、溶解性总固体、钠。

同步调查监测断面的河宽（m）、水深（m）、流速（m/s）、流量（m³/h）。

（3）监测时间及监测频次

2025 年 5 月 7 日—5 月 9 日连续监测 3 天，各断面每天采集一次样。

（4）分析方法

按《水和废水监测分析方法》中的有关规定进行，见表 5.2-7。

表 5.2-7 地表水监测分析方法

检测项目	检测方法	方法检出限或检测范围
pH 值	《水质 pH 值的测定 电极法》 HJ 1147-2020	/
化学需氧量	《水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法》 HJ 828-2017	4mg/L
五日生化需氧量	《水质 五日生化需氧量 (BOD ₅) 的测定 稀释与接种法》 HJ 505-2009	0.5mg/L
氨氮	《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》 HJ 535-2009	0.025mg/L
总磷	《水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法》 GB/T 11893-1989	0.01mg/L
石油类	水质石油类的测定紫外分光光度法 (试行) (HJ 970-2018)	0.01mg/L
总铅	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》 HJ 700-2014	0.00009mg/L
总砷	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》 HJ 700-2014	0.00012mg/L
总镉	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》 HJ 700-2014	0.00005mg/L
六价铬	《水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法》 GB/T 7467-1987	0.004mg/L
硫化物	水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度计 (HJ 1226-2021)	0.003 mg/L
氟化物	《水质 氟化物的测定 离子选择电极法》 GB/T 7484-1987	0.05mg/L
硫酸盐	《水质 无机阴离子 (F ⁻ 、Cl ⁻ 、NO ₂ ⁻ 、Br ⁻ 、NO ₃ ⁻ 、PO ₄ ³⁻ 、SO ₃ ²⁻ 、SO ₄ ²⁻) 的测定 离子色谱法》 HJ 84-2016	0.018mg/L
氯化物	水质 无机阴离子的测定 离子色谱法 (HJ 84-2016)	0.007mg/L
汞	《水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法》 HJ 694-2014	0.00004mg/L
镁	《水质 32 种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法》 HJ 776-2015	0.003mg/L
总锑	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》 HJ 700-2014	0.00015mg/L

检测项目	检测方法	方法检出限或检测范围
总硬度	生活饮用水标准检验方法 第 4 部分：感官性状和物理指标（GB/T 5750.4-2023）	1.0 mg/L
溶解性总固体	《水和废水监测分析方法》（第四版）国家环境保护总局（2002 年）	/
钠	《水质 32 种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法》HJ 776-2015	0.12 mg/L

（5）评价方法

采用单项标准指数法：

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

其中： 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：

pH ≤ 7.0 时，

$$S_{pH} = \frac{7.0 - pH}{7.0 - pH_{sd}}$$

pH > 7.0 时，

$$S_{pH} = \frac{pH - 7.0}{pH_{su} - 7.0}$$

其中： 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。

（6）监测结果及评价结果

监测结果及评价结果见表 5.2-8。

由表可知，DB13 中坊溪汇入汀江处上游 500m（中坊溪）氨氮监测值为 3.93—5.01mg/L，最大值为 5.01mg/L，最大标准指数为 5.01，超标倍数为 4.01；DB13 中坊溪汇入汀江处上游 500m（中坊溪）总磷

监测值为 0.33—0.42mg/L, 最大值为 0.42mg/L, 最大标准指数为 2.10, 超标倍数为 1.1。除 DB13 中坊溪汇入汀江处上游 500m (中坊溪) 氨氮, 总磷超标外, 其他监测断面的监测因子均满足《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) III 类地表水体的要求。经调查, 本项目未采用铵盐浸矿, 且本项目中坊溪出矿界断面氨氮和总磷均未超标。上述断面河流两侧有大量耕地, 上述断面氨氮、总磷超标与周边的居民生活、农业耕作有一定关联。

表 5.2-8 地表水监测结果及评价结果表

点位	日期	pH	CODcr	BOD5	氨氮	总磷	石油类	总铅	总砷	总镉	六价铬	汞	氟化物	硫酸盐	硫化物	氯化物	镁	总锑	总硬度	溶解性总固体	钠

5.2.2.2 地表水环境质量变化趋势分析

本次评价收集了以往周边地表水监测情况，数据来源见表 5.2-9。

表 5.2-9 历史监测数据来源

序号	监测时间	数据来源	超标因子
1	2010 年 3 月 22 日—3 月 23 日	《厦门钨业股份有限公司福建省长汀县中坊矿区稀土矿开发工程环境影响报告书》	无
2	2021 年 8 月 5 日—8 月 7 日	《福建省稀有稀土（集团）有限公司中坊稀土矿离子型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术试验项目环境影响报告表》	无
3	2024 年 9 月 13 日—9 月 15 日	《中稀（福建）稀土矿业有限公司长汀分公司中坊稀土矿离子型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术试验项目环境影响回顾性评价》	无

（1）2011 年环境影响评价期间地表水监测情况

① 监测断面

《厦门钨业股份有限公司福建省长汀县中坊矿区稀土矿开发工程环境影响报告书》（2011 年）地表水监测断面布设、监测项目、监测时间见表 5.2-10。

表 5.2-10 原环评水质监测断面布设基本情况一览表

编号	监测断面位置	所属水系	监测项目	监测时间	布点原则
1#	廖屋前上游 100m	中坊溪	水温、pH、 悬浮物、氨 氮、高锰酸盐 指数、生化需 氧量、铜、 铅、锌、砷、 镉、铬、汞、 氟化物、氯化 物、硝酸盐、 硫酸盐、硫化 物、石油类共 19 项。	2010 年 3 月 22 日— 23 日	对照断面
2#	廖地溪汇入中坊 溪口上游 100m				控制断面
3#	廖地溪汇入中坊 溪口上游 100m	廖地溪			对照断面
4#	大廖地上游 100m				控制断面
5#	中坊溪汇入汀江 处上游 200m	中坊溪			控制断面
6#	中坊溪汇入汀江 处上游 500m	汀江			控制断面
7#	河东村下游 400m				控制断面

图 5.2-3 地表水监测断面（2011 年环评）

②监测结果

地表水监测结果见表 5.2-11-表 5.2-12。

表 5.2-11 地表水监测断面数据统计表（2011 年环评） 单位：mg/L，pH 除外

监测断面	日期	pH	悬浮物	氨氮	高锰酸盐指数	生化需氧量	氟化物	硫化物	石油类	铜	锌	砷	镉	铬	汞
1#															
2#															
3#															
4#															
5#															
6#															
7#															

表 5.2-12 地表水监测断面现状评价计算结果（2011 年环评） 单位：mg/L（pH 及注明单位除外）

监测	统计项	pH	酸（单位未	氨氮	高锰酸盐指数	生化需氧量	氟化物	氯化物	挥发酚	铜	铅	锌	砷	镉	铬	汞

断面			注 明)													

③评价结果

由表 5.2-13 可知，2011 年环评时期，地表水监测断面各监测值均满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类标准值，地表水满足当地的水环境功能要求。

（2）2022 年绿色高效浸萃一体化试验项目环评地表水监测情况

① 监测断面

《福建省稀有稀土（集团）有限公司中坊稀土矿离子型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术试验项目环境影响报告表》（2022 年）地表水监测共设 3 个断面，地表水监测断面具体信息和位置见表 5.2-13 和图 5.2-4。

表 5.2-13 地表水水质监测断面一览表

序号	编号	监测断面位置	所属水系	布点原则
1	W1	试验车间上游 1000m	中坊溪	对照断面
2	W2	试验车间下游 500m		控制断面
3	W3	廖地溪汇入中坊 溪口下游 200m		控制断面

此图涉密，详见报批版本

图 5.2-4 地表水监测断面布置图（2022 年浸萃一体化试验项目）

② 监测结果

2022 年试验项目环评地表水环境质量验收监测结果见表 5.2-14。

表 5.2-14 地表水水质现状监测结果（2022 年试验项目环评）

监测点位	监测项目	单位	8 月 5 日检测结果	8 月 6 日检测结果	8 月 7 日检测结果
W1 试验车间上游 1000m					

监测点位	监测项目	单位	8 月 5 日检测结果	8 月 6 日检测结果	8 月 7 日检测结果
试验车间下游 500m					

监测点位	监测项目	单位	8 月 5 日检测结果	8 月 6 日检测结果	8 月 7 日检测结果
W3 廖地溪汇入 中坊溪口下游 200m					

监测点位	监测项目	单位	8 月 5 日检测结果	8 月 6 日检测结果	8 月 7 日检测结果

表 5.2-15 地表水水质评价结果（（2022 年试验项目环评））

监测点位	监测项目	8 月 5 日评价结果	8 月 6 日评价结果	8 月 7 日评价结果
W1 试验车间上游 1000m				

监测点位	监测项目	8 月 5 日评价结果	8 月 6 日评价结果	8 月 7 日评价结果
W2 试验车间下游 500m				

监测点位	监测项目	8 月 5 日评价结果	8 月 6 日评价结果	8 月 7 日评价结果
W3 廖地溪汇入 中坊溪口下游 200m				

③ 评价结果

《福建省稀有稀土（集团）有限公司中坊稀土矿离子型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术试验项目环境影响报告表》（2022 年）监测结果表明，项目所在地中坊溪地表水环境质量现状满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准要求。

（3）2024 年绿色高效浸萃一体化试验项目回顾性评价地表水监测情况

① 监测断面

《中稀（福建）稀土矿业有限公司长汀分公司中坊稀土矿离子型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术试验项目环境影响回顾性评价》（2024）共设置 2 个监测断面，见表 5.2-16 和图 5.2-5。

监测时间：2024 年 9 月 13 日—15 日，监测时间为连续三天，每天各断面采集水样一次。

表 5.2-16 地表水监测断面（2024 年试验项目回顾性评价）

断面编号	断面名称	河流	监测项目	断面性质
1	试验车间上游 1000m	中坊溪	pH、悬浮物、氨氮、总氮、总磷、高锰酸盐指数、生化需氧量、铜、铅、锌、砷、硒、镉、六价铬、汞、氟化物、氯化物、硝酸盐、硫酸盐、硫化物、石油类、总有机碳、阴离子表面活性剂	参照断面
2	试验车间下游 500m	中坊溪		控制断面

② 监测结果

地表水监测结果见表 5.2-17 和表 5.2-18。

③ 评价结果

从表中可以看出，在设置的 2 个监测断面中，各监测指标均能达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 III 类相关限值、表 2 相关限值。

图 5.2-5 地表水监测断面（2024 年试验项目回顾性评价）

表 5.2-17 地表水现状监测和评价结果表（2024 年试验项目回顾性评价）

检测点位	试验车间上游 1000m☆S1							标准限值
采样日期		2024.9.13	2024.9.14	2024.9.15	均值	最大值占 标率	超标率	
检测项目	单位	检测结果						

表 5.2-18 地表水现状监测和评价结果表（2024 年试验项目回顾性评价）

检测点位	试验车间下游 500m☆S2							标准限值
采样日期		2024.9.13	2024.9.14	2024.9.15	均值	最大值占 标率	超标率	
检测项目	单位	检测结果			均值			

备注	地表水标准限值参照《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）Ⅲ类相关限值、表 2 相关限值							

（3）地表水环境质量变化趋势分析

对比 2011 年原环评时期、2022 年试验项目环评时期、2024 年试验项目回顾性评价以及本次地表水监测时期的监测数据，各监测指标没有发生明显的变化。

表 5.2-19 地表水环境质量变化趋势一览表

监测点位	水冶车间上游				水冶车间下游			
检测项目	2011 年原环 评	2022 年试验 项目环评	2024 年试验 项目回顾性 评价	2025 年本次 环评	2011 年原环 评	2022 年试验 项目环评	2024 年试验 项目回顾性 评价	2025 年本次 环评
五日生化 需量								
铅								
镉								
六价铬								
氯化物								
硫酸盐								

5.2.2.3 小结

现状监测结果表明，DB13 中坊溪汇入汀江处上游 500m（中坊溪）氨氮最大值为 5.01mg/L，总磷最大值为 0.42mg/L，氨氮，总磷超标，除 DB13 氨氮，总磷超标外，其他监测断面的监测因子均满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）Ⅲ类地表水体的要求。上述断面氨氮、总磷超标与周边的居民生活、农业耕作有一定关联。

上述断面氨氮、总磷超标与周边的居民生活、农业耕作有一定关联。

地表水环境质量变化趋势表明，从 2011 年原环评，至 2025 年本次环评期间，各监测指标没有明显变化。

5.2.3 底泥环境质量现状

5.2.3.1 监测布点

底泥监测断面为 DB3、DB4、DB5、DB10、DB11、DB12，共 6 个断面。

5.2.3.2 监测项目及监测频次

镁、硫酸盐、总铅、总镉、总砷、总铬、总汞、钠，共 8 项。

监测时间为 2025 年 5 月 8 日。

5.2.3.3 分析方法

底泥分析方法及检出限见表 5.2-20。

表 5.2-20 底泥监测分析方法

检测项目	检测分析方法	检出限	单位
硫酸盐	土壤 水溶性和酸溶性硫酸盐的测定 重量法 HJ 635-2012	20.0	mg/kg
铬	土壤和沉积物 12 种金属元素的测定 王水提取-电感耦合等离子体质谱法（HJ 803-2016）	2	mg/kg
铅	土壤和沉积物 12 种金属元素的测定 王水提取-电感耦合等离子体质谱法（HJ 803-2016）	2	mg/kg

镉	土壤和沉积物 12 种金属元素的测定 王水提取-电感耦合等离子体质谱法（HJ 803-2016）	0.09	mg/kg
砷	土壤和沉积物 12 种金属元素的测定 王水提取-电感耦合等离子体质谱法（HJ 803-2016）	0.6	mg/kg
汞	土壤和沉积物总汞的测定催化热解-冷原子吸收分光光度法（HJ 923-2017）	0.0002	mg/kg
镁（以 MgO 计）	土壤和沉积物 11 种元素的测定碱熔-电感耦合等离子体发射光谱法（HJ 974-2018）	0.01	%
钠	土壤全量钙镁钠的测定（NY/T 296-1995）	/	g/kg

5.2.3.4 监测结果及评价结果

监测结果及评价结果见表 5.2-21。由表可知，监测点位监测项目均满足《农用污泥污染物控制标准》（GB 4284-2018）中 A 级污泥产物标准。

表 5.2-21 底泥现状监测结果及评价结果

单位: mg/kg

序号	点位	镁 (以 MgO 计) 单位为: %	硫酸盐	总铅	总镉	总砷	总铬	总汞	钠 (g/kg)
1	DB3								
2	DB4								
3	DB5								
4	DB10								
5	DB11								
6	DB12								
标准限值 (mg/kg)									
达标情况		/	/	达标	达标	达标	达标	达标	/

5.2.4 地下水质量现状评价

5.2.4.1 地下水质量现状监测

(1) 监测点位布设

为了进一步掌握评价区内地下水质量现状，本次在评价范围内共布置地下水水质现状监测点共 12 个，现状监测层位主要为浅层潜水含水层。监测点信息详见表 5.2-22，监测点位见图 5.2-6

本次地下水环境现状监测点采用控制性布点与功能性布点相结合的布设原则。监测点主要布设在水冶车间、原地浸矿采场等建设项目场地，以及周边地下水环境敏感点等。部分现状监测井同时兼顾地下水环境影响跟踪监测计划。

本次布点符合地下水一级评价项目水质监测布点数量和点位功能要求，在建设项目场地上游布设 1 个、建设项目场地及下游影响区布设 9 个，对可能受建设项目影响的矿区外地下水保护目标及环境影响跟踪监测点 1 个，共计 11 个监测点位。

表 5.2-22 地下水现状监测点详细信息一览表

序号	编号	经度	纬度	原编号	监测目的	备注
1	DXS1			/	水质水位	民井
2	DXS2			/	水质水位	民井
3	DXS3			D12/首采区 JC1	水质水位	监测井
4	DXS4			/	水质水位	民井
5	DXS5			/	水质水位	民井
6	DXS6			/	水质水位	民井
7	DXS7			/	水质水位	民井
8	DXS9			D3 HB5	水质水位	监测井
9	DXS10				水质水位	监测井
10	DXS11			D1-1	水质水位	监测井
11	DXS12			D11/MYHSJ1	水质水位	监测井

此图涉密，详见报批版本

图 5.2-6 地下水监测点位分布图

(2) 监测时间

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)“8.3.3.3 现状监测点的布设原则”相关内容，本项目分布区主要位于丘陵山区，按照“表 4 地下水环境现状监测频率参照表”可确定地下水水质监测频率为一期，地下水水位监测频率为枯、丰两期。

本次地下水环境质量现状监测由江西省钨与稀土产品质量监督检验中心完成，采样时间为 2025 年 5 月 12 日，检测 1 次/天，瞬时采样，采样方法参照《地下水环境监测技术规范》(HJ164-2020)，分析时间为 2025 年 5 月 12 日至 30 日。

(3) 监测项目

根据项目特点和评价区地下水化学特征，确定监测因子 32 项，包括：

1. 八大离子： K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 等；
2. 地下水基本水质因子：pH 值、总硬度、溶解性总固体、挥发性酚类、耗氧量、氟化物、铬（六价）、硝酸盐、氨氮、亚硝酸盐、铅、锌、镉、铁、锰、汞、铜、砷、铊、锑、铍、磷、石油类、总 α 放射性、总 β 放射性等。

3. pH 值、电导率、DO、水温等指标在采样现场测试并记录。同时，需同步调查水井使用功能及利用现状、建井深度、测量地下水水位埋深（数值精确到厘米）。

(4) 监测分析方法

表 5.2-23 检测分析方法、检测仪器情况一览表

序号	检测项目	检测方法依据	检测仪器名称型号	检出限/检测范围
1	pH	《水质 PH 值的测定 电极法》HJ1147-2020	pH/ORP/电导率/溶解性测量仪 GJHB155-2	0.00~14.00
2	溶解性总固体	重量法《水和废水监测分析方法》（第四版）增补版，国家环境保护总局（2002 年）	电子分析天平 GJYQ097-39	/
3	总硬度	生活饮用水标准检验方法第 4 部分：感官性状和物理指标（GB/T 5750.4-2023）	/	/
4	氨氮	《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》HJ 535-2009	可见分光光度计 GJYQ024-12	0.025 mg/L
5	氟化物	《水质 无机阴离子（F ⁻ 、Cl ⁻ 、NO ₂ ⁻ 、Br ⁻ 、NO ₃ ⁻ 、PO ₄ ³⁻ 、SO ₃ ²⁻ 、SO ₄ ²⁻ ）的测定 离子色谱法》HJ 84-2016	离子色谱仪 ICS-900 GJYQ008	0.006mg/L
6	氯化物			0.007mg/L
7	硫酸盐			0.018mg/L
8	亚硝酸盐			0.005mg/L
9	硝酸盐			0.004mg/L
10	挥发酚	水质 挥发酚的测定 流动注射-4-氨基安替比林分光光度法（HJ 825-2017）	连续流动分析仪 GJYQ060	0.002mg/L
11	汞	水质 总汞的测定 冷原子吸收分光光度法（HJ 597-2011）	全自动测汞仪 GJYQ061	0.00002mg/L
12	六价铬	水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法（GB/T 7467-1987）	可见分光光度计 GJYQ024	0.004mg/L
13	耗氧量	生活饮用水标准检验方法第 7 部分：有机物综合指标（GB/T 5750.7-2023）	/	0.05mg/L
14	总磷	水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法（GB/T 11893-1989）	可见分光光度计 GJYQ024-12	0.01mg/L
15	碳酸盐（CO ₃ ²⁻ ）	《水和废水监测分析方法》（第四版）国家环境	/	/

序号	检测项目	检测方法依据	检测仪器名称型号	检出限/检测范围
16	重碳酸盐 (HCO_3^-)	保护总局 (2002 年) 酸碱指示剂滴定法		
17	铅	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱 法》HJ700-2014	电感耦合等离子体 质谱仪 8800 GJYQ003-1	0.00009mg/L
18	砷			0.00012mg/L
19	镉			0.00005mg/L
20	铁			0.00082mg/L
21	锰			0.00012mg/L
22	铜			0.00008mg/L
23	锌			0.00067mg/L
24	钾			0.0045mg/L
25	钠			0.00636mg/L
26	钙			0.00661mg/L
27	镁			0.00194mg/L
28	铊			0.00002mg/L
29	铋			0.00015 mg/L
30	石油类	水质石油类的测定紫外分光 光度法 (试行) (HJ 970- 2018)	紫外分光光度计 GJYQ023	0.01mg/L
31	总 α 放射性	HJ 898-2017《水质总 α 放射 性的测定 厚源法》	低本底 α 、 β 测量仪	0.16Bq/L
32	总 β 放射性	HJ 899-2017《水质总 β 放射 性的测定 厚源法》	低本底 α 、 β 测量仪	0.28Bq/L

(5) 地下水质量现状评价

① 评价方法

地下水质量现状评价采用《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016) 单项评价“标准指数法”进行评价。计算公式如下:

(1) 对于一般评价因子, 计算公式如下:

$$S_j = C_j / C_0$$

式中: C_j —评价因子的实测值 (mg/L); C_0 —评价因子的评价标准值 (mg/L); S_j —评价因子的标准指数。

(2) 对于 pH 采用下列公式:

$$S_{pH} = \frac{7.0 - pH}{7.0 - pH_{sd}}, pH \leq 7.0;$$
$$S_{pH} = \frac{pH - 7.0}{pH_{su} - 7.0}, pH > 7.0;$$

式中：pH—实际测定值；pH_{su}—评价标准值 pH 值上限；pH_{sd}—评价标准值 pH 值下限；S_{pH}—评价因子的标准指数。

② 评价标准

根据离子型稀土矿原地浸矿开采工艺特点、矿区水文地质条件和地下水与地表水补排关系等因素，稀土矿区地下水污染防治主要采用“风险管控”思路和方法。稀土矿区内外地下水环境执行标准情况与地下水污染防治体系相对应，可分为 2 个层次：①稀土矿区边界内部（即地下水环境控制范围内，包括原地浸矿采场和浸出液处理车间）地下水环境不执行地下水质量标准，满足地下水风险管控目标要求；②稀土矿区边界处及矿界外执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类限值（镁的标准限值参考波兰地下水环境质量标准中镁的标准限值，取 100mg/L，石油类标准限值参考《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类限值，即 0.05mg/L）。

③ 监测结果

本次地下水环境质量现状监测结果见表 5.2-24。

表 5.2-24 地下水水质现状监测结果数据一览表

监测因子\监测点位	检测结果（单位 mg/L，除 pH 值外）														
	DXS1	DXS2	DXS3	DXS4	DXS5	DXS6	DXS7	DXS9	DXS10	DXS11	DXS12	最大值	最小值	平均值	样品个数
pH															11
K ⁺															11
Na ⁺															11
Ca ²⁺															11
Mg ²⁺															11
C ⁻															11
SO ₄ ²⁻															11
CO ₃ ²⁻															11
HCO ₃ ⁻															11
TDS															11
硝酸盐氮															11
耗氧量															11
F ⁻															11
六价铬															11
总硬度															11
氨氮															11
亚硝酸盐氮															11
铅															11
锌															11
镉															11
铁															11
锰															11
汞															11
砷															11

监测点位 监测因子	检测结果（单位 mg/L，除 pH 值外）														
	DXS1	DXS2	DXS3	DXS4	DXS5	DXS6	DXS7	DXS9	DXS10	DXS11	DXS12	最大值	最小值	平均值	样品个数
铜															11
铍															11
锑															11
钨															11
总 α（Bq/L）															11
总 β（Bq/L）															11
地下水化学类型															/

注：监测结果低于方法检出限时以“检出限+L”或“未检出”表示。

④ 评价结果

据水质监测数据和 Piper 图可知，总体上稀土矿区外围监测点（DXS4 和 DXS5）及矿区内未受试验项目浸采影响的区域监测点（DXS1、DXS2、DXS6、DXS7、DXS9、DXS10）地下水溶解性总固体和总硬度较低，为淡水，水化学类型以 $\text{HCO}_3\text{-Na}$ 型和 $\text{HCO}_3\text{-Na} \cdot \text{Ca}$ 型为主。矿区内试验浸采区山体坡脚处监测点（DXS3、DXS11 和 DXS12）受注液活动影响，地下水溶解性总固体和总硬度显著升高，呈微咸水和咸水，水化学类型以 $\text{SO}_4\text{-Mg} \cdot \text{Ca}$ 、 $\text{SO}_4\text{-Ca} \cdot \text{Mg}$ 和 $\text{SO}_4\text{-Mg}$ 型为主。

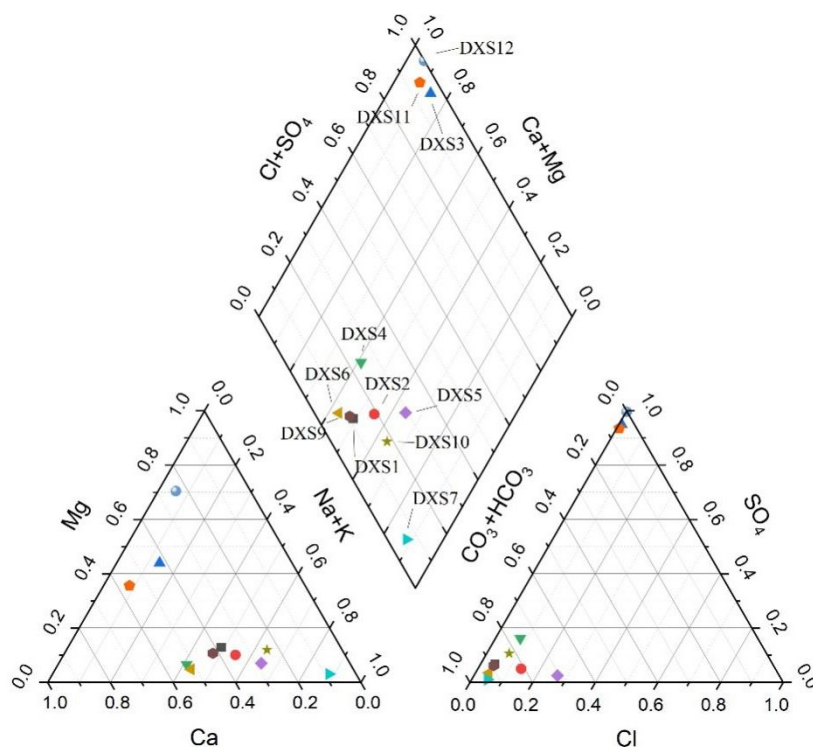


图 5.2-7 地下水化学类型 Piper 图

根据离子型稀土矿原地浸矿开采工艺特点、矿区水文地质条件和地下水与地表水补排关系等因素，稀土矿区地下水污染防控主要采用“风险管控”思路和方法。稀土矿区内外地下水环境执行标准情况与地下水污染防控体系相对应，可分为 2 个层次：①稀土矿区边界内部（即地下水环境控制范围内，包括原地浸矿采场和浸出液处理车间）地下水环境不执行地下水质量标准，满足地下水风险管控目标要求；

②稀土矿区边界处及矿界外执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类限值（镁的标准限值参考波兰地下水环境质量标准中镁的标准限值，取 100mg/L，石油类标准限值参考《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类限值，即 0.05mg/L）。

本次地下水监测点中，DXS1~DXS3、DXS6~DXS7、DXS9~DXS12 监测点位于矿区内，不执行地下水质量标准。矿区内原地浸矿试验采场附近部分地下水监测点位（DXS3、DXS11 和 DXS12）受浸采活动影响硫酸盐、溶解性总固体、总硬度、铁和锰等因子浓度呈明显升高趋势，受水文地质条件控制，受影响范围有限，环境风险可控，尚未对矿区外地下水产生明显影响。矿区内尚未进行原地浸矿开采的区域地下水监测点（DXS1、DXS2、DXS6、DXS7、DXS9、DXS10）总体上水质稳定，除铊外，其他监测因子均满足评价标准限值，铊超标主要由于区域自然背景偏高引起。

本次地下水监测点中，DXS4 监测点位于稀土矿区下游边界处，DXS5 监测点位于矿区边界外。针对矿区边界及矿区外地下水监测点位数据，对照《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，采用单因子评价法对地下水监测数据进行评价，结果显示矿区下游边界处地下水监测点 DXS4 除铁和铊外，矿区外地下水监测点 DXS5 除铊外，其他监测因子均满足评价标准限值要求。其中，DXS4 地下水铁含量超地下水III类标准限值要求 4.867 倍，铊含量超III类标准限值要求 3.0 倍；DXS5 地下水铊含量超III类标准限值要求 3.0 倍。

对照区域地下水背景监测数据综合判断，地下水铁和铊超标主要由于区域自然背景偏高引起。

表 5.2-25 矿区边界处及矿区外地下水水质现状监测及评价结果一览表

评价因子 编号	pH 值	钠离子	氯化物	硫酸盐	TDS	挥发性酚	硝酸盐氮	耗氧量	氟化物	六价铬	总硬度	氨氮
	检测值											
DXS4	标准指数											
DXS5	检测值											
	标准指数											
	评价因子											
	III类标准限制											
DXS4	检测值											
	标准指数											
DXS5	检测值											
	标准指数											
	评价因子											
	III类标准限制											
DXS4	检测值											
	标准指数											
DXS5	检测值											
	标准指数											

5.2.4.2 地下水环境质量变化趋势分析

本次地下水环境质量变化趋势分析主要通过收集以往监测数据和报告资料，了解到中稀（福建）稀土矿业有限公司中坊稀土矿区开发活动对周边地下水水质影响情况，数据来源见表 5.2-26。

表 5.2-26 历史监测数据来源

序号	监测时间	数据来源
1	2010 年 3 月 22 日—3 月 23 日	《厦门钨业股份有限公司福建省长汀县中坊矿区稀土矿开发工程环境影响报告书》
2	2021 年 8 月 5 日—8 月 7 日	《福建省稀有稀土（集团）有限公司中坊稀土矿离子型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术试验项目环境影响报告表》
3	2024 年 9 月 13 日—9 月 15 日	《中稀（福建）稀土矿业有限公司长汀分公司中坊稀土矿离子型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术试验项目环境影响回顾性评价》

（1）厦门钨业股份有限公司福建省长汀县中坊矿区稀土矿开发工程环境影响（2010.3）

① 监测点布设

根据地表及地下水流向，本次引用环评项目在矿区共布设 6 个地下水监测点，各地下水监测点布置见表 5.2-27。

表 5.2-27 地下水监测点布设一览表

序号	监测点位置	布点原则
1#		民用井
2#		民用井
3#		民用井
4#		民用井
5#		民用井
6#		民用井

② 监测项目

监测项目：pH、总硬度、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、铜、铅、锌、砷、镉、铬、汞、硫酸盐、氯化物、氟化物、细菌总数、总大肠菌群、总 α 放射性、总 β 放射性共 21 项，同步监测水温。

③ 监测时间及频率

福建力普环境监测有限公司于 2010 年 3 月 22 日—3 月 23 日对各监测点进行两天采样监测，每天采样 2 次。

④ 监测结果

监测结果见表 5.2-28。

⑤ 评价方法及评价标准

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：

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

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

式中： S_{pH} —pH 的标准指数；pH—pH 值； pH_{sd} —pH 值； pH_{su} —pH 值；评价标准采用《地下水质量标准》（GB/T 14848-93）中的 III 类水标准。

⑥ 评价结果

本次环评地下水质量监测与评价结果显示，监测点所有监测项目均达到《地下水质量标准》（GB/T 14848-93）中的 III 类标准要求。

表 5.2-28 地下水现状监测结果																	单位: mg/L (pH 及注明单位除外)			
点 位	日期	pH	总 硬 度	溶 解 性 总 固 体	高 锰 酸 盐 指 数	硝 酸 盐	亚 硝 酸 盐	氨 氮	硫 酸 盐	氯 化 物	氟 化 物	铜	铅	锌	砷	镉	铬	汞	总α放 射性	总β放 射性

备注: ND 表示未检出。

(2) 中坊稀土矿离子型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术试验项目环境影响 (2021.8)

① 监测内容

为了解项目所在地的地下水环境质量现状,环评承担单位福建省金皇环保科技有限公司委托福建省正基检测技术有限公司于 2021 年 8 月 5 日对项目周边地下水环境进行现状监测。

本次分别在项目场地上游、下游、两侧及项目所在地分别布设 1 个监测点位,共布设了 5 个地下水监测点位,具体布点情况详见表 5.2-29。

表 5.2-29 地下水环境质量现状监测点位

序号	点位编号	点位	位置	监测项目	监测单位及时间
1	D1#			pH、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、铜、锌、挥发性酚类、阴离子表面活性剂、耗氧量 (COD _{Mn} 法)、氨氮、硫化物、钠、总大肠菌群、细菌总数、硝酸盐、亚硝酸盐、氰化物、氟化物、碘化物、砷、汞、铬 (六价)、铅、镉、K ⁺ +Na ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻	福建省正基检测技术有限公司 (2021.8.5)
2	D2#				
3	D3#				
4	D4#				
5	D5#				

② 监测及评价结果

根据监测与评价结果,可以分析得出:

pH 值: 监测点位 D1~D5 pH 值浓度范围 6.90~7.06,标准指数 0.06~0.2;

耗氧量: 监测点位 D1~D5 耗氧量浓度范围 0.34 ~ 1.92mg/L,标准指数 0.11~0.64;挥发酚类: 监测点位 D1~D5 挥发酚类浓度范围 0.0005 ~ 0.0008mg/L,标准指数 0.25~0.40;

氟化物：监测点位 D1~D5 氟化物浓度范围为 0.165 ~ 0.385mg/L，标准指数范围为 0.165~0.385；

氯化物：监测点位 D1~D5 氯化物浓度范围为 0.210~0.820mg/L，标准指数范围为 0.0033~0.0008；

硝酸盐：监测点位 D1~D5 硝酸盐浓度范围为 0.08 ~ 0.253mg/L，标准指数范围为 0.004~0.0127；

硫酸盐：监测点位 D1~D5 硫酸盐浓度范围为 0.250 ~ 4.52mg/L，标准指数范围为 0.001~0.0181；

氨氮：监测点位 D1~D5 氨氮浓度范围为 < 0.112 mg/L，标准指数范围为 0.05~0.22；

溶解性总固体：监测点位 D1~D5 溶解性总固体浓度范围为 54 ~ 170mg/L，标准指数范围为 0.054~0.170，地下水类型为淡水；

总硬度：监测点位 D1~D5 总硬度浓度范围为 33.6 ~ 64.8mg/L，标准指数范围为 0.075~0.144；

铅：监测点位 D1~D5 铅浓度范围为 < 0.0036 mg/L，标准指数范围为 0.25~0.36；

铁：监测点位 D1~D5 铁浓度范围为 < 0.125 mg/L，标准指数范围为 0.0417~0.2083；

钠：监测点位 D1~D5 钠浓度范围为 4.38 ~ 9.83mg/L，标准指数范围为 0.022~0.049；

菌落总数：监测点位 D1~D5 菌落总数浓度范围为 30~80CFU/mL，标准指数范围为 0.3~0.8；

其他监测因子均为检出，包括阴离子表面活性剂、氰化物、硫化物、碘化物、亚硝酸盐、镉、铜、锌、锰、砷、汞等。

表 5.2-30 地下水监测结果一览表

序号	监测项目	监测结果					单位
		D1#廖屋前	D2#中坊村旧井（山涧水）	D3#中坊村新井（山涧水）	D4#陈坑	D5#项目所在地	
1	井深						m
2	井径						m
3	海拔						m
4	水位						m
5	总大肠菌群						MPN/100mL
6	菌落总数						CFU/mL
7	pH						无量纲
8	耗氧量						mg/L
9	铬（六价）						mg/L
10	挥发酚类（以苯酚计）						mg/L
11	阴离子表面活性剂						mg/L
12	氟化物						mg/L
13	硫化物						mg/L
14	碘化物						mg/L
15	氟化物						mg/L
16	氯化物						mg/L
17	亚硝酸盐						mg/L
18	硝酸盐						mg/L
19	硫酸盐						mg/L
20	碳酸根						mg/L
21	碳酸氢根						mg/L
22	氨氮						mg/L
23	溶解性总固体						mg/L
24	总硬度						mg/L
25	铅						mg/L
26	镉						mg/L
27	铜						mg/L

28	锌						mg/L
29	铁						mg/L
30	锰						mg/L
31	钙						mg/L
32	镁						mg/L
33	钠						mg/L
34	钾						mg/L
35	砷						mg/L
36	汞						mg/L

表 5.2-31 地下水评价结果一览表

序号	监测项目	标准指数				
		D1#廖屋前	D2#中坊村旧井 (山涧水)	D3#中坊村新井 (山涧水)	D4#陈坑	D5#项目所在地
1	pH					
2	耗氧量					
3	铬(六价)					
4	挥发酚类(以苯酚计)					
5	阴离子表面活性剂					
6	氟化物					
7	硫化物					
8	碘化物					
9	氟化物					
10	氯化物					
11	亚硝酸盐					
12	硝酸盐					
13	硫酸盐					
14	氨氮					
15	溶解性总固体					
16	总硬度					
17	铅					
18	镉					

19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						

注：低于检出限的指标，以检出限的一半作为监测浓度值进行计算。

综上所述，本次项目所在地监测地下水各项因子均符合《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中Ⅲ类标准限值，表明项目周边地下水环境本底水质良好，满足其环境功能区划的要求。

（3）中坊稀土矿离子型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术试验项目环境影响回顾性评价（2024.9）

2024 年 6 月 26 日，建设单位委托福建省华夏能源设计研究院有限公司开展试验项目环境影响回顾性评价工作，编制完成《中坊稀土矿离子型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术试验项目环境影响回顾性评价报告》，本次评价引用回顾性评价监测

数据，具体见表 5.2-32。

① 采样点布设

根据区域地下水特点及原环评，本评价在评价区域布设 3 个地下水监测点。

表 5.2-30 地下水监测布点

名称	监测布点	地理位置	地下水类型	备注
1			泉眼	上游
2			潜水	下游
3			潜水	场地内

② 监测项目

地下水分析项目为： K^{+} 、 Na^{+} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^{-} 、 Cl^{-} 、 SO_4^{2-} 、pH、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、铜、锌、挥发性酚类、阴离子表面活性剂、高锰酸盐指数、氨氮、硫化物、钠、总大肠菌群、细菌总数、硝酸盐、亚硝酸盐、氰化物、氟化物、碘化物、砷、汞、铬（六价）、铅、镉。

③ 监测时间及频率

2024 年 9 月 13 日，一次采样。

④ 监测与评价结果

评价区域 3 个地下水监测点位地下水的 Na^{+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^{-} 、 SO_4^{2-} 、

pH、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、铜、锌、挥发性酚类、阴离子表面活性剂、高锰酸盐指数、氨氮、硫化物、钠、总大肠菌群、细菌总数、硝酸盐、亚硝酸盐、氰化物、氟化物、碘化物、砷、汞、铬（六价）、铅、镉均符合《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准。对比环评阶段，回顾性评价中中坊村旧井、陈坑自然村监测断面水质中溶解性总固体、总硬度略高于环评时监测值，项目所在地的溶解性总固体、总硬度略低于环评时监测值；三个监测断面的硝酸盐氮、氨氮略高于环评时监测值，三个断面的其余各项监测指标均没有出现明显变化。

表 5.2-31 地下水监测结果一览表 单位: mg/L

检测点位		中坊村旧井	陈坑自然村	项目所在地	标准限值
采样日期		2024.9.13			
检测项目	单位	检测结果			
pH 值					
总硬度					
溶解性总固体					
氯化物					
铁					
锰					
铜					
锌					
挥发酚					
阴离子表面活性剂					
高锰酸盐指数					
氨氮					
硫化物					
钠					
总大肠菌群					
细菌总数					
硝酸盐氮					
亚硝酸盐氮					
氰化物					
氟化物					
碘化物*					
砷					
汞					
镉					
六价铬					
铅					

钙					
钾					
镁					
碳酸根					
重碳酸根					
硫酸盐					
备注	地下水标准限值参照《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）Ⅲ类相关限值				

（4）稀土矿区地下水环境质量变化趋势分析

本项目地下水环境质量变化趋势分析主要关注特征因子钠、镁、硫酸根和铅的浓度变化情况。本次趋势分析选取具备多期监测数据的三孔监测点，分别为廖屋前、中坊村旧井和陈坑自然村，分别位于项目所在地的北侧、西侧和南侧。

收集整理廖屋前监测井 2010 年、2021 年和 2025 年三期的铅和硫酸根监测数据，结果显示：硫酸根与铅的浓度均未呈现明显变化趋势，且浓度值均未超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准限值，表明该点尚未受到稀土试验采矿项目的影响。

此图涉密，详见报批版本

图 5.2-8 廖屋前监测井地下水水质变化趋势

收集整理中坊村旧井监测井 2010 年、2021 年、2024 年及 2025 年四期的铅和硫酸根监测数据，以及 2021 年、2024 年和 2025 年三期的钠、镁监测数据，结果显示：钠、镁和硫酸根的浓度在 2024 年出现上升趋势，其余年份未见明显波动；铅的浓度始终维持在较低水平，变化不明显。所有监测年份中各指标浓度均未超出《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准限值。各监测因子历次监测浓度值变化趋势见图 5.2-9。

此图涉密，详见报批版本

图 5.2-9 中坊村旧井监测井地下水水质变化趋势

收集整理陈坑自然村监测井 2010 年、2021 年、2024 年及 2025

年四期的铅和硫酸根监测数据，以及 2021 年、2024 年和 2025 年三期的钠、镁监测数据，分析结果显示：钠、镁和硫酸根的浓度在 2024 年呈现上升趋势，其余年份未见明显波动；铅的浓度始终处于较低水平，变化幅度不大。所有年份中各指标浓度均未超出《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中 III 类标准限值。各监测因子历次监测浓度值变化趋势见图 5.2-10。

此图涉密，详见报批版本

图 5.2-10 陈坑自然村监测井地下水水质变化趋势

根据以上分析，综合总结如下：

综合分析结果表明，三口监测井中钠、镁和硫酸根的浓度均在 2024 年出现上升趋势，其余年份未见明显波动；铅的浓度在各井中始终处于较低水平，变化均不明显。所有监测年份中，各指标浓度均未超出《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III 类标准限值。

5.2.4.3 小结

根据地下水环境质量现状调查结果，中坊稀土矿区周边浅层地下水本底水质总体良好，为淡水，水化学类型以 $\text{HCO}_3\text{-Na}$ 型和 $\text{HCO}_3\text{-Na}\cdot\text{Ca}$ 型为主。

矿区内原地浸矿试验采场附近部分地下水监测点位（DXS3、DXS11 和 DXS12）受浸采活动影响硫酸盐、溶解性总固体、总硬度、铁和锰等因子浓度呈明显升高趋势，主要分布在浸采矿块周边，矿区内部地下水整体符合“近源补给、短途径流、就近排泄”规律，受地形地貌及水文地质条件控制，浸矿液注入地下后沿坡面方向经过短途径流，以下降泉的形式就近排泄到地表溪流中，通过地表径流向下游迁移，浸矿液在地下水中迁移通道空间狭小，迁移距离有限，未对下游地下水监测井造成较严重污染影响，环境风险可控。矿区内尚未进行原地浸矿开采的区域地下水监测点（DXS1、DXS2、DXS6、DXS7、DXS9、DXS10）总体上水质稳定，除铊外，其他监测因子均满足评价

标准限值，铊超标主要由于区域自然背景偏高引起。该区地下水铁和铊超标属原生地质背景异常。母岩为黑云母二长花岗岩，黑云母同时是 Fe 和 Tl 的载体矿物。在 CIA 高达 92% 的极端化学风化作用下，黑云母分解，Fe、Tl 同步释放；Fe 形成铁锰氧化物富集于风化壳淀积层，T 被其强力吸附形成次生富集带。雨季地下水水位抬升，风化壳下部进入暂时性还原环境，铁锰氧化物还原溶解， Fe^{2+} 溶出的同时 Tl 解吸者协同进入地下水，导致超标 3~4 倍。

针对矿区边界及矿区外地下水监测点，采用单因子评价法对地下水监测数据进行评价，结果显示矿区下游边界处地下水监测点 DXS4 除铁和铊外，矿区外地下水监测点 DXS5 除铊外，其他监测因子均满足评价标准限值要求，对照区域地下水背景监测数据综合判断，地下水铁和铊超标主要由于区域自然背景偏高引起。

5.2.5 包气带环境现状分析

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）

“8.3.2.2 地下水污染源调查”要求，由于本项目为技改、扩建项目，应在可能造成地下水污染的主要装置或设施附近开展包气带污染现状调查。根据各矿区前期车间分布特点及现状，对包气带进行取样调查，取样深度根据污染源特征及包气带岩性、结构特征等确定。

（1）点位布设

本项目调查评价区内共布设浸溶试验点位 2 个，共取土样 6 个，其中浸出液处理车间旁取表层样（0~20cm），浸采矿块分别取表层（0~20cm）和注液矿体层（1.0~1.5m），包气带取样点信息表详见表 5.2-34。

表 5.2-32 包气带取样点位信息表

矿区	点位位置	数量 (个)	土壤监测 点编号	浸溶试验 点编号	取样深度 (m)	监测 项目
中坊 稀土	车间	1	Z1	Q1	0~0.5m	特征因 子+重
		1		Q2	0.5~1.5m	
		1		Q3	矿体层 2.0m	

矿区	矿区北浸采矿块	1	Z2	Q4	0~0.5m	金属
		1		Q5	0.5~1.5m	
		1		Q6	矿体层 2.0m	

(2) 监测项目

基本水质因子：pH 值、硫酸盐、镁、钠、氨氮、汞、砷、铅、镉、六价铬、氟化物、铜和锌等，共 13 项。

(3) 监测时间

浸溶试验取样时间为 2025 年 5 月。

(4) 监测频次

按照一期进行监测，取样 1 次。

(5) 监测结果与评价

浸溶试验点位监测结果见，浸溶试验点位监测评价见表 5.2-35 和表 5.2-36。

表 5.2-33 浸溶试验点 Z1 监测评价结果 单位：mg/L

监测项目	标准值	Q1		Q2		Q3	
		监测值	Pi	监测值	Pi	监测值	Pi

表 5.2-34 浸溶试验点 Z2 监测评价结果 单位：mg/L

监测项目	标准值	Q4		Q5		Q6	
		监测值	Pi	监测值	Pi	监测值	Pi
pH							

Mg ²⁺							
SO ₄ ²⁻							
氨氮							
钠							
铅							
砷							
汞							
镉							
铬（六价）							
氟化物							
铜							
锌							

浸溶试验结果显示,评价区包气带土壤样品浸出液监测因子均低于《地下水质量标准》Ⅲ类水质标准限值,总体上评价区包气带土壤受历史浸采活动影响较小,不会在降雨淋溶作用下对地下水水质产生明显恶化影响。

5.2.6 生态环境现状评价

5.2.6.1 评价等级和评价范围

5.2.6.1.1 评价等级

本项目面积为 6km²,项目及周边无国家公园、自然保护区、风景名胜區、自然公园、湿地公园、文物古迹所在地、地质遗迹保护区。矿区范围有国家级公益林 205.78hm²及省级公益林 0.97hm²。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022),项目地下水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林等生态保护目标的建设项目,生态影响评价等级不低于二级,因此确定本项目评价等级为二级。

5.2.6.1.2 评价范围

结合矿区所在区域的地形地貌特征和本项目对生态环境的影响特性,以矿区东、南、西、北最外侧边缘分别向四周拓展 2km 为生态评价范围。本项目生态环境影响评价范围共 38.5644km²,生态环境影响评价范围见图 2.7-3。

5.2.6.2 评价方法

5.2.6.2.1 基础资料收集

收集整理项目涉及区域现有生物多样性资料,包括长汀县的地方志以及林草、环保、自然资源等部门提供的相关资料,并且参考《中国植被》《福建植物志》等专著以及地区相关科研论文。

5.2.6.2.2 生物资源调查方法

(1) 调查时间及范围

本次评价现场调查时间为 2024 年 9 月。调查范围为评价范围内。

(2) GPS 地面类型及植被调查取样

GPS 样点是卫星遥感影像判读各种景观类型的基础,根据室内判读的植被与土地利用类型图,现场核实判读的正误率,并对每个 GPS 取样点作如下记录:

①GPS 读出测点的海拔值和经纬度;

②记录样点植被类型,以群系或群丛为单位,同时记录坡向、坡位、坡度等;

③记录样点优势植物以及观察动物活动的情况;

④拍摄典型植被外貌与结构特征。

(3) 土地利用现状调查

收集评价区土地利用现状及土地利用总体规划。调查了解评价区农田、林地等土地资源分布现状情况、未利用土地等后备资源及基本农田分布情况、土地生产力等。分析评价区土地利用现状及土地开发强度。

(4) 植被现状调查

植物物种调查以现场调查为主,收集相关历史文献资料为辅的方法。现场调查时间为 2024 年 9 月。项目组对评价区域进行现场调查。采用线路调查和样地调查相结合的方法进行实地调查。

①线路调查

对评价区,沿矿区现有道路两侧及山坡等不同生境,逐一进行线

路调查。线路调查时，记录各个区域的环境类型及植被类型；记录评价区出现的植物种类；采集必要的植物标本；在 1:50000 地形图上勾绘评价区的植物群落类型；拍照记录。

②样方调查

对评价区的典型植被，选取典型群落布设样方，记录该样地的 GPS 坐标。分别对群落的乔木层、灌木层、草本层和层间植物的物种组成、数量等因子进行调查和记录，并尽量采集植物标本。乔木林地样方面积为 100m²，灌丛样方面积 25m²，草地类型的面积为 1m²。

植物群落的调查重点是评价区内存在面积较大、有代表性和典型性、群落保存较好、保存物种较丰富的自然植被类型，尤其重点调查将要受到工程直接影响的自然植被。本次调查，共设置样方 27 个。

植物资源的调查重点主要是工程影响区自然分布的植物物种；尤其关注评价区内国家级保护植物的种类和数量和分布地点，是否会受到工程影响等。对评价区调查到的重点保护植物，逐一记录其个体的高度、胸径、小生境，以明了如果保护植物受到工程施工影响，是否便于取挖以进行迁地保护等，用 GPS 记录这些保护物种个体所出现的位置，及其所在的具体位置。

（5）动物资源调查方法

本次评价动物资源现状主要采取路线调查、访问调查与资料收集相结合的方法。

5.2.6.2.3 制图方法

土地利用现状图由第三次国土调查数据绘制。植被图和植被覆盖度图等在现场调查和群落样地调查的基础上，采用 GPS、RS 和 GIS 相结合的空间信息技术，进行地面类型的数字化判读，完成数字化图，进行定性和定量评价。

5.2.6.3 生态功能区划

5.2.6.3.1 全国生态功能区划

根据《全国生态功能区划》（2015），本项目位置属于生态调

节功能区（I），生物多样性保护功能区（I-02），武夷山—戴云山生物多样性保护功能区（I-02-10），全国生态功能区划图见图 5.2-11。

5.2.6.3.2 福建省生态功能区划关系

本项目矿区面积 6km²。根据《福建省生态功能区划》（2010），本项目位置属于以中亚热带气候为基带的闽东闽中和闽北闽西生态区（I），闽北闽西山地盆谷生态亚区（I₁），1204 富屯溪流域中部山地水源涵养和林业生态功能区（1204），具体位置见图 5.2-12。

此区域的主要生态问题为传统的营林方式一炼山造成土地退化；以木材生产为目标的大片纯针叶林种植加重生境的脆弱性和森林病虫害；林产业经营与生物多样性保护的矛盾。

生态环境敏感性为土壤侵蚀敏感酸雨轻度敏感与敏感及高度敏感相间分布、地质灾害敏感与高度敏感、部分地区生境高度敏感。

主要生态系统服务功能为水源涵养、林业生态环境、生物多样性维持。

保护措施与发展方向为改变营林方式，抑制地力退化及其引起的水土流失；通过调整营林目标改善树种结构，提高阔叶林树种的比例；加强茫荡山自然保护区的管护，切实保护好动植物资源，保护物种资源的完整性和多样性。

5.2.6.4 地形地貌

长汀县在全省地貌区划上属闽西西南上古生代覆盖层低山丘陵地貌。

武夷山脉自北部宁化入境后，呈两条北东—南西走向的山岭，平行出现，控制全县地势。区内支脉纵横交错向腹地延伸，形成东、西、北三面高，中、南部低，自北向南倾斜的地势。西部以低山为主，东部、北部以中山为主，山峰连绵，构成东、北部屏障。全县可分为中山、低山、丘陵、盆地、阶地五个类型。

5.2.6.5 生态系统类型及特征

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五大类,包括林地生态系统、草地生态系统、农田生态系统、水域生态系统和人工生态系统,详见表 5.2-34,生态系统类型图见图 5.2-13。

表 5.2-35 评价区生态系统类型及特征

生态系统类型	主要物种/内容	面积 (hm^2)	比例 (%)
林地生态系统	马尾松、杉树、毛竹、桉树等	3225.22	83.64
草地生态系统	芒萁、高羊茅等	2.94	0.07
农田生态系统	水稻、蔬菜、脐橙、茶树等	494.78	12.83
水域生态系统	河流、水库等	37.00	0.96
人工生态系统	工矿仓储、住宅以及道路等	96.50	2.50
总计		3856.44	100

林地生态系统是区域中低山地区分布最为普遍的类型,林业植被受人为活动影响较大。林地生态系统中,以杉树、马尾松等次生林为主要类型,灌木和草丛在林下广泛分布,评价区中林地生态系统面积 3225.22 hm^2 , 占比 83.64%; 在丘陵、河谷阶地以农田生态系统和人工建筑生态系统为代表,农田生态系统主要位于村庄周围、河流沿线,包括农作物和经济作物,评价区中农田生态系统面积 494.78 hm^2 , 占比 12.83%; 人工生态系统基质包括工矿仓储设施、村民住宅建筑、交通建筑设施等,人工建筑设施对林地生态系统进行着点状、片状、带状、块状的切割,影响着林业生态结构,评价区中人工生态系统面积 96.50 hm^2 , 占比 2.50%; 水域生态系统以带状、网状广泛分布于评价区,评价区中水域生态系统面积 37.00 hm^2 , 占比 0.96%; 评价区草地生态系统面积 0.94 hm^2 , 占比 0.07%。总体上,目前评价区内生态系统类型以林地生态系统为主,系统稳定性和抗干扰能力主要受林地生态系统主导。

此图涉密，详见报批版本

图 5.2-11 本项目在全国生态功能区划中位置

此图涉密，详见报批版本

图 5.2-12 本项目在福建省生态功能区划中的位置

此图涉密，详见报批版本

图 5.2-13 评价区生态系统类型图

5.2.6.6 土地利用现状

由生态现状实地调查可知，评价区土地利用类型主要有林地、耕地、园地、交通运输用地、草地、水域及水利设施用地、工矿仓储用地、住宅用地等。评价区土地利用遥感影像解译结果见图 5.2-14，评价区土地利用现状见表 5.2-35。

从表 5.2-35 可见，评价区总面积为 3856.44hm²。耕地面积 474.09hm²，占评价区总面积的 12.29%；其中水田面积 457.88hm²，占评价区总面积的 11.87%；旱地面积 16.21hm²，占评价区总面积的 0.42%。园地面积 20.69hm²，占评价区总面积的 0.54%。林地面积 3225.22hm²，占评价区总面积的 83.64%；其中乔木林地面积 2759.19hm²，占评价区总面积的 71.55%；竹林地面积 17.23hm²，占评价区总面积的 0.45%；灌木林地面积 28.04hm²，占评价区总面积的 0.73%；其他林地面积 420.76hm²，占评价区总面积的 10.91%。草地面积 2.94hm²，占评价区总面积的 0.07%。工矿仓储用地面积 3.69hm²，占评价区总面积的 0.09%。住宅用地面积 45.05hm²，占评价区总面积的 1.17%。公共管理与公共服务用地面积 0.94hm²，占评价区总面积的 0.02%。特殊用地面积 2.16hm²，占评价区总面积的 0.06%。交通运输用地面积 32.66hm²，占评价区总面积的 0.85%。水域及水利设施用地面积 37.00hm²，占评价区总面积的 0.96%。其他土地面积 12.00hm²，占评价区总面积的 0.31%。

表 5.2-36 评价区土地利用现状统计表

土地利用类型		面积 (hm ²)	百分比
01 耕地	水田	457.88	11.87
	旱地	16.21	0.42
02 园地	果园	9.16	0.24
	其他园地	11.53	0.3
03 林地	乔木林地	2759.19	71.55
	竹林地	17.23	0.45
	灌木林地	28.04	0.73

	其他林地	420.76	10.91
04 草地	其他草地	2.94	0.07
06 工矿仓储用地		3.69	0.09
07 住宅用地		45.05	1.17
08 公共管理与公共服务用地		0.94	0.02
09 特殊用地		2.16	0.06
10 交通运输用地		32.66	0.85
11 水域及水利设施用地		37	0.96
12 其他土地		12	0.31
合计		3856.44	100

从表 5.2-36 可见,矿区总面积为 600.00hm²。耕地面积 104.55hm²,占矿区总面积的 17.43%;其中水田面积 97.97 hm²,占矿区总面积的 16.33%;旱地面积 6.58hm²,占矿区总面积的 1.10%。园地面积 2.66hm²,占矿区总面积的 0.44%。林地面积 460.62hm²,占评价区总面积的 76.77%;其中乔木林地面积 388.57hm²,占矿区总面积的 64.76%;竹林地面积 4.81hm²,占矿区总面积的 0.80%;灌木林地面积 16.19hm²,占矿区总面积的 2.70%;其他林地面积 51.05hm²,占矿区总面积的 8.51%。草地面积 0.75hm²,占矿区总面积的 0.47%。工矿仓储用地面积 2.83hm²,占矿区总面积的 0.47%。住宅用地面积 14.66hm²,占矿区总面积的 2.44%。公共管理与公共服务用地面积 0.23hm²,占矿区总面积的 0.02%。特殊用地面积 0.23hm²,占矿区总面积的 0.04%。交通运输用地面积 6.17hm²,占矿区总面积的 1.03%。水域及水利设施用地面积 5.69hm²,占矿区总面积的 0.95%。其他土地面积 1.21hm²,占矿区总面积的 0.20%。其中林地主要植被类型为马尾松、杉树、桉树、毛竹、盐麸木、山黄麻等;草地为五节芒、芒萁、孝顺竹等;耕地和园地主要为水稻、蔬菜、脐橙、茶树等。

此图涉密，详见报批版本

图 5.2-14 评价区土地利用类型图

表 5.2-37 矿区土地利用现状统计表

土地利用类型		面积（hm ² ）	百分比
01 耕地	水田	97.97	16.33
	旱地	6.58	1.1
02 园地	果园	0.05	0.01
	其他园地	2.61	0.43
03 林地	乔木林地	388.57	64.76
	竹林地	4.81	0.8
	灌木林地	16.19	2.7
	其他林地	51.05	8.51
04 草地	其他草地	0.75	0.12
06 工矿仓储用地		2.83	0.47
07 住宅用地		14.66	2.44
08 公共管理与公共服务用地		0.23	0.04
09 特殊用地		0.63	0.11
10 交通运输用地		6.17	1.03
11 水域及水利设施用地		5.69	0.95
12 其他土地		1.21	0.2
合计		600	100

从表 5.2-35 和表 5.2-36 可见，评价区和矿区的土地利用结构均以林地为主。

5.2.6.7 陆生植被现状

5.2.6.7.1 评价区植被类型

为了解评价范围内动植物种类及分布情况，2024 年 9 月，项目组对评价范围进行了现场勘察，矿区现状植被以马尾松林（Form. *Pinus massoniana*）、杉木林（Form. *Cunninghamia lanceolata*）桉树林（Form. *Eucalyptus robusta*）和毛竹林（Form. *Phyllostachys edulis*）为

主。按照《中国植被》中自然植被的分类,结合实地调查结果和相关文献资料,评价区共划分为 4 个植被型组,5 个植被型,7 个群系。评价区植被类型详见表 5.2-37。

表 5.2-38 评价区主要植被类型

植被型组	植被型	植被亚型	群系	学名
针叶林	暖性针叶林	暖性常绿针叶林	1. 马尾松林	<i>Pinus massoniana</i>
			2. 杉木林	<i>Cunninghamia lanceolata</i>
	温性针阔混交林		3. 毛竹、马尾松/杉木林混交林	<i>Phyllostachys edulis</i> / <i>Pinus massoniana</i> 、 <i>Cunninghamia lanceolata</i>
阔叶林	落叶阔叶林	典型落叶阔叶林	4. 桉树林	<i>Eucalyptus robusta</i>
	竹林	暖性竹林	5. 毛竹林	<i>Phyllostachys edulis</i>
灌丛和灌草丛	落叶阔叶灌丛	暖性落叶阔叶灌丛	6. 盐麸木/赤楠等杂木灌丛林	<i>Rhus chinensis</i> / <i>Syzygium buxifolium</i>
	灌草丛	暖热性灌草丛	7. 芒萁、五节芒草丛	<i>Dicranopteris pedata</i> / <i>Miscanthus floridulus</i>

5.2.6.7.2 评价区植物多样性现状

依据评价区内植被类型及分布情况,确定典型群落。采用典型群落抽样方法,根据群落的区系组成、外貌、结构和生境等特点设置样地,于 2024 年 9 月开展植被样方调查。样方布点原则兼顾矿区内外,同时依据海拔和地形兼顾山顶、山腰和山脚。各群系植被类型中,乔木群落样方面积为 $10 \times 10 \text{m}^2$,灌木样方为 $5 \times 5 \text{m}^2$,草本样方为 $1 \times 1 \text{m}^2$ 。本次群落调查共选取样方 27 个,其中马尾松林、杉木林、毛竹和马尾松/杉木混交林、毛竹林、桉林、杂木灌丛林、芒萁、五节芒样方各 3 个。群落调查时,记载生境特点,包括海拔、群落盖度等;乔木记录种名、树高、盖度等;灌木和草本则记录种名、高度、盖度等内容。样方分布图见图 5.2-15,样方调查表见附录 1。

此图涉密，详见报批版本

图 5.2-15 样方样线分布图

此图涉密，详见报批版本

图 5.2-16 评价区植被类型图

(1) 马尾松林样方

马尾松林主要位于丘陵山地区域,为天然次生林。山脚至山脊均有分布,为评价区内主要群落类型。马尾松株高 4~9m,胸径 7~15cm。杉林郁闭度多在 0.45~0.90 之间。马尾松林中偶有樟 (*Cinnamomum camphora*)、湿地松 (*Pinus elliottii*) ; 杉木等; 林下灌木层有盐麸木 (*Rhus chinensis*)、黄荆 (*Vitex negundo*)、小叶女贞 (*Ligustrum quihoui*)、木蓝 (*Indigofera tinctoria*)、胡枝子 (*Lespedeza bicolor*)、乌桕 (*Triadica sebifera*) 等; 草本层芒萁、五节芒、三白草 (*Saururus chinensis*)、车前 (*Plantago asiatica*)、牛膝 (*Achyranthes bidentata*)、野菊 (*Chrysanthemum indicum*) 等。

(2) 杉木样方

杉木是福建省的主要造林树种之一,栽培历史悠久,在评价区,杉木多分布在土层深厚、水肥条件好的山坳、山谷、山体中下部和地势较为平缓的低丘地带。杉木林群落为人工林,杉木高约 4~8m,胸径 7~12cm。杉林郁闭度多在 0.45~0.85 之间。林下灌木有小叶赤楠 (*Syzygium grijsii*)、盐麸木、木蓝、胡枝子、乌桕、黄杨 (*Buxus sinica*)、忍冬 (*Lonicera japonica*)、润楠 (*Machilus nanmu*) 等; 草本植被有芒萁、淡竹叶 (*Lophatherum gracile*)、野茼蒿 (*Crassocephalum crepidioides*)、五节芒、荩草 (*Arthraxon hispidus*)、龙牙草 (*Agrimonia pilosa*)、金星蕨 (*Parathelypteris glanduligera*)、附地菜 (*Trigonotis peduncularis*)、灯芯草 (*Juncus effusus*) 等。

(3) 马尾松-毛竹混交林样方

马尾松-毛竹混交林郁闭度多在 0.6~0.9 之间。经调查,混交林中有乔木有杉木、八角枫 (*Alangium chinense*) 等; 灌木有润楠、山矾 (*Symplocos sumuntia*)、毛冬青 (*Ilex pubescens*)、栲 (*Koelreuteria paniculata*)、胡枝子、榿木 (*Loropetalum chinense*)、白蜡树 (*Fraxinus chinensis*)、木姜子 (*Litsea pungens*)、盐麸木等; 草本车轴草 (*Galium*

odoratum)、苎麻 (*Boehmeria nivea*)、一年蓬 (*Erigeron annuus*)、野茼蒿、青蒿 (*Artemisia caruifolia*)、狗尾草、风轮菜 (*Clinopodium chinense*) 等。

(4) 杉木-毛竹混交林样方

杉木-毛竹混交林郁闭度多在 0.6~0.9 之间。经调查,混交林中有乔木有杉木等;灌木有毛冬青、盐麸木、山矾、油桐 (*Vernicia fordii*)、香叶树 (*Lindera communis*) 等;草本有苎麻 (*Boehmeria nivea*)、一年蓬 (*Erigeron annuus*)、狗尾草 (*Setaria viridis*)、马兰 (*Aster indicus*)、荩草 (*Arthraxon hispidus*) 等。

(5) 毛竹林样方

毛竹林是我国竹林中分布最广的一种竹林。东起台湾,西至云南、四川,南自广东和广西中部,北至陕西、河南的南部,都有大面积的毛竹人工林和天然林分布。毛竹适生于气候温暖湿润、土层深厚、肥沃和排水良好的生境,毛竹林往往与常绿阔叶林交错分布或与常绿阔叶树组成混交林,如经人工管理,则林内其他乔木、灌木较少。林下主要为一些阴湿的草本植物。毛竹林郁闭度多在 0.6~0.9 之间。毛竹林中灌木有赤杨叶 (*Alniphyllum fortunei*)、小叶赤楠、空心蕨、光叶山矾 (*Symplocos lancifolia*)、野漆 (*Toxicodendron succedaneum*)、青荚叶 (*Helwingia japonica*)、欆木、盐麸木、青麸杨 (*Rhus potaninii*)、卫矛 (*Euonymus alatus*) 等;草本植物有淡竹叶、拟金茅、箬竹、芒萁、五节芒等。

(6) 桉林样方

桉林群落郁闭度为 0.5~0.7 之间。该群落乔木层主要以桉为优势种,灌木层植物较少,只有少量盐麸木、小叶女贞、黄杨等。草本植物主要有五节芒、芒萁等。

(7) 盐麸木/赤楠杂木灌丛样方

杂木灌丛主要分布在林缘或者山丘坡脚处,水分良好的地方会有

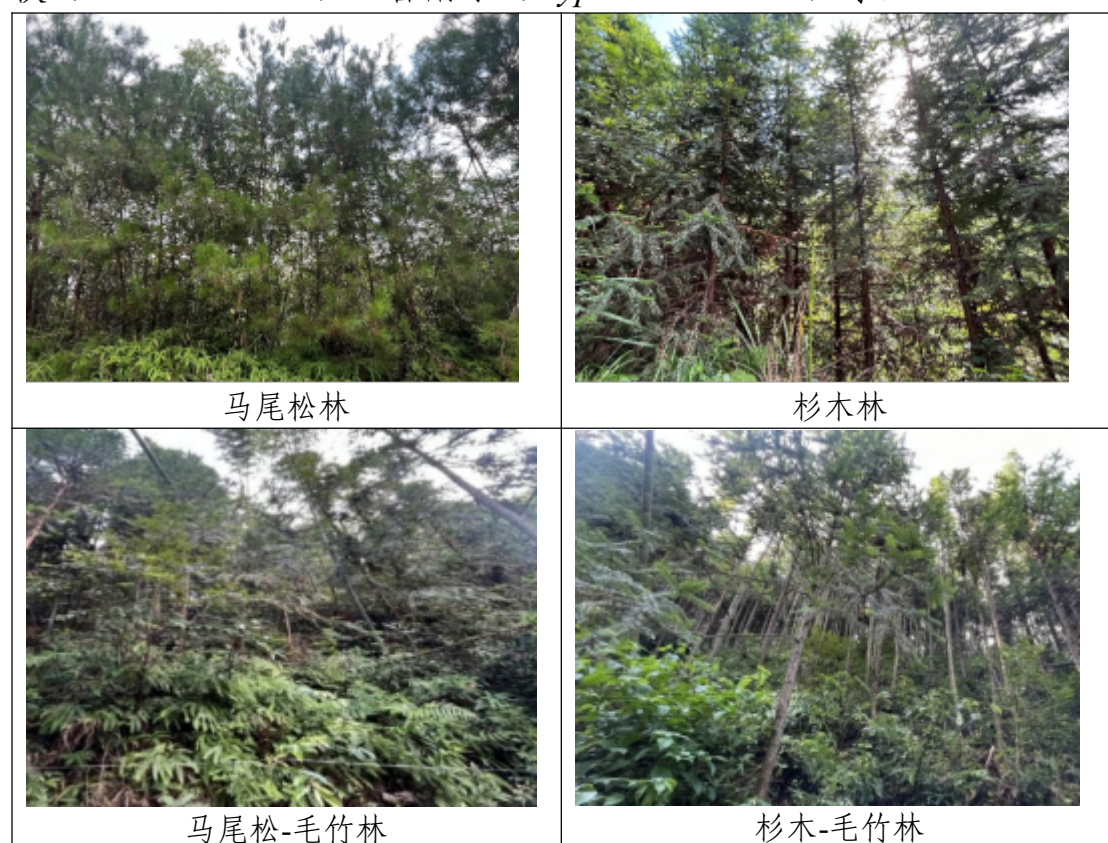
大量分布，群落郁闭度为 0.5 ~ 0.8 之间。灌木层主要由赤楠、盐肤木、山黄麻（*Trema tomentosa*）、盐麸木、胡枝子、乌桕、黄杨等，草本植物有淡竹叶、芒萁、五节芒、荇草、野茼蒿、狗尾草等。

（8）芒萁样方

芒萁群落在评价区中呈块状或片状间断分布于路缘、荒地和林缘等处，在芒萁组成的单优势群落中，其盖度可达 90%，高度达 90 cm，其伴生种主要有五节芒、狗尾草等。

（9）五节芒样方

毛竹林和杉木林周边分布小面积杂灌草丛，盖度约 50% ~ 80%。五节芒杂草丛中，夹杂鸭跖草（*Commelina communis*）、苎麻、荇草、一年蓬、小蓬草（*Erigeron canadensis*）、艾（*Artemisia argyi*）、酸模（*Rumex acetosa*）、香附子（*Cyperus rotundus*）等。



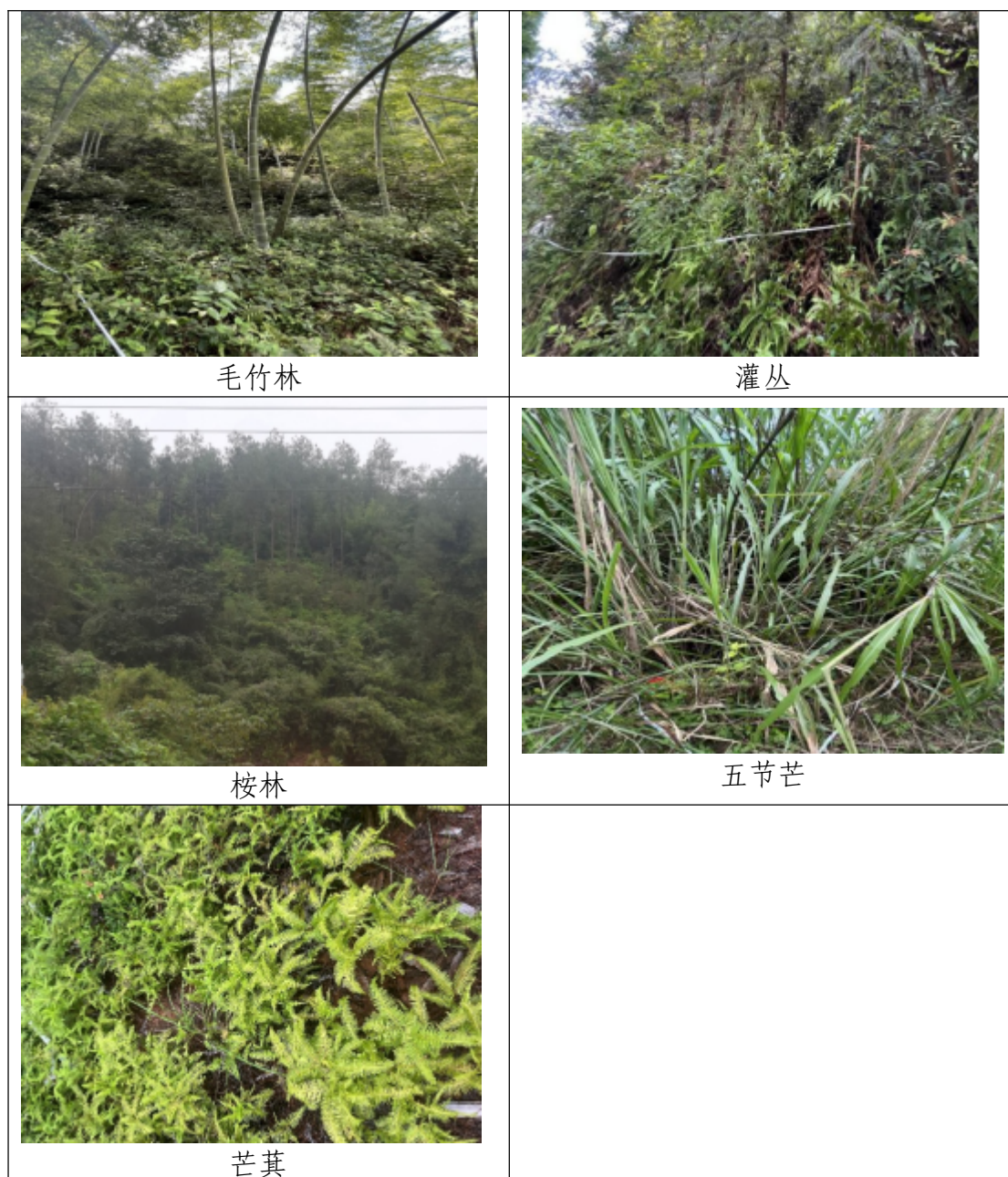


图 5.2-17 评价区植被现状

5.2.6.7.3 评价区植物资源

评价区所在区域气候气温适中，雨量充沛，湿度较大，光照充足，昼夜温差显著，平均植被覆盖率达 80 %，区域原植被为典型的亚热带常绿阔叶林，由于常绿阔叶林长期受到人为破坏，面积逐步缩小，林相残败，大部分演替为针阔混交的次生林和其他植物群落。

根据调查，在包括栽培植物的情况下，评价区所在地记录有维管植物 88 科 185 属 237 种。其中蕨类植物 12 科 17 属 18 种，种子植物

76 科 168 属 219 种；种子植物中裸子植物 2 科 2 属 3 种，被子植物 74 科 166 属 216 种。评价区野生植物名录见附录 2。

(1) 评价区木本层主要有马尾松、杉木、枫香树、樟、檫木、赤杨叶、野漆、光叶山矾、青灰叶下珠 (*Phyllanthus glaucus*)、八角枫等植物。木本植物共计 42 科 68 属 92 种。

(2) 评价区草本层以草本植物和层间植物为主，草本植物种类较多，主要有毛竹、野菊、芒萁、荇草五节芒、车前、淡竹叶、狗尾草、紫花地丁 (*Viola philippica*)、狼尾草 (*Pennisetum alopecuroides*) 等；草本植物共计 33 科 55 属 111 种。

(3) 层间植物种类较少，主要有菟丝子 (*Cuscuta chinensis*)、南蛇藤 (*Celastrus orbiculatus*)、薯蓣 (*Dioscorea polystachya*)、乌菰莓 (*Causonis japonica*)、鸡屎藤 (*Paederia foetida*)、蛇葡萄 (*Ampelopsis glandulosa*)、土茯苓 (*Smilax glabra*)、异叶爬山虎 (*Parthenocissus heterophylla*)、藤构 (*Broussonetia kaempferi* var. *australis*)、臭鸡屎藤 (*Paederia cruddasiana*)、金线吊乌龟 (*Stephania cephalantha*) 等。层间植物共计 11 科 14 属 18 种。

经现场实地调查、对当地居民的走访调查和查阅相关资料，项目占地范围内植物物种主要为常见植物物种，未发现野生保护类植物。

5.2.6.7.4 评价区植被现状

评价区的植被主要分为 7 大类，包括暖性常绿针叶林、针阔混交林、典型落叶阔叶林、暖性竹林、暖性落叶阔叶灌丛、暖热性灌草丛及农业植被。其中暖性常绿针叶林主要有马尾松林、杉木林；针阔混交林主要为马尾松、杉木与毛竹混交林；典型落叶阔叶林主要为桉林等；暖性竹林主要为毛竹林；暖性落叶阔叶灌丛主要有盐麸木、赤楠等灌丛；暖热性灌草丛主要有芒萁、五节芒等。林地主要分布在丘陵山地；农业植被主要为粮食作物和果树，主要分布在评价区的平地和低岗山地。评价区植被类型见表 5.2-38，植被现状遥感解译结果见图 5.2-16。

由表 5.2-38 可以看出, 评价区植被以马尾松林、杉木林、马尾松/杉木毛竹混交林、毛竹林、桉林为主。评价区马尾松林面积 2798.33hm², 占比 72.57%; 杉木林面积 330.03hm², 占比 8.56%; 马尾松/杉木毛竹混交林面积 37.94hm², 占比 0.93%; 毛竹林面积 17.23hm², 占比 0.45%; 桉林面积 13.65hm², 占比 0.35%; 杂木灌丛林面积 28.04hm², 占比 0.73%; 芒萁、五节芒草丛面积 2.94hm², 占比 0.07%; 农业植被面积 494.78hm², 占比 12.83%。无植被区面积 1133.50hm², 占比 3.46%。

表 5.2-39 评价区植被类型统计表

植被亚型		群系	学名	面积 (hm ²)	百分比 (%)
有植被区	暖性常绿 针叶林	1. 马尾松林	<i>Pinus massoniana</i>	2798.33	72.57
		2. 杉木林	<i>Cunninghamia lanceolata</i>	330.03	8.56
	温性针阔叶混交林	3. 马尾松/杉木、毛竹混交林	<i>Pinus massoniana</i> / <i>Cunninghamia lanceolata</i> 、 <i>Phyllostachys edulis</i>	37.94	0.98
	典型落叶阔叶林	4. 桉树林	<i>Eucalyptus robusta</i>	13.65	0.35
	暖性竹林	5. 毛竹林	<i>Phyllostachys edulis</i>	17.23	0.45
	暖性落叶阔叶灌丛	6. 盐麸木/赤楠等杂木灌丛林	<i>Rhus chinensis</i> / <i>Syzygium buxifolium</i>	28.04	0.73
	暖热性灌草丛	7. 芒萁、五节芒草丛	<i>Dicranopteris pedata</i> / <i>Miscanthus floridulus</i>	2.94	0.07
	8.农业植被			494.78	12.83
无植被区			133.50	3.46	
合计			3856.44	100	

由表 5.2-39 可以看出, 矿区植被以马尾松林、杉木林为主。马尾松林面积 366.48hm², 占比 61.08%; 杉木林面积 69.13hm², 占比 11.52%; 马尾松/杉木混交林面积 3.41hm², 占比 0.57%; 桉林面积 0.60hm², 占比 0.10%; 毛竹林面积 4.81hm², 占比 0.8%; 杂木灌丛林

面积 16.19hm²，占比 2.7%；芒萁、五节芒草丛面积 0.75hm²，占比 0.12%；农业植被面积 107.21hm²，占比 17.87%。无植被区面积 31.42hm²，占比 5.24%。

表 5.2-40 矿区植被类型统计

植被亚型		群系	学名	面积 (hm ²)	百分比 (%)
有植被区	暖性常绿 针叶林	1. 马尾松林	<i>Pinus massoniana</i>	366.48	61.08
		2. 杉木林	<i>Cunninghamia lanceolata</i>	69.13	11.52
	温性针阔叶混交林	3. 马尾松/杉木、毛竹混交林	<i>Pinus massoniana</i> / <i>Cunninghamia lanceolata</i> 、 <i>Phyllostachys edulis</i>	3.41	0.57
	典型落叶阔叶林	4. 桉树林	<i>Eucalyptus robusta</i>	0.60	0.10
	暖性竹林	5. 毛竹林	<i>Phyllostachys edulis</i>	4.81	0.8
	暖性落叶阔叶灌丛	6. 盐麸木/赤楠等杂木灌丛林	<i>Rhus chinensis</i> / <i>Syzygium buxifolium</i>	16.19	2.7
	暖热性灌草丛	7. 芒萁、五节芒草丛	<i>Dicranopteris pedata</i> / <i>Miscanthus floridulus</i>	0.75	0.12
	8.农业植被			107.21	17.87
无植被区			31.42	5.24	
合计			600	100	

从表 5.2-38 和表 5.2-39 可见，评价区和矿区以暖性常绿针叶林为主。

5.2.6.7.5 评价区植被盖度

为了对评价区植被生长状况有更详细的了解，项目组对评价区的植被盖度进行了分析，植被盖度指标用 NDVI（归一化植被指数）表示。NDVI 是反映植物长势和营养信息的重要参数之一。植被覆盖图见图 5.2-18。评价区总体植被盖度水平处于中偏高水平，评价范围内植被生长状况良好。

此图涉密，详见报批版本

图 5.2-18 评价区植被覆盖度图

5.2.6.8 评价区生物量

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/hm^2 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计算：

$$C_{\text{损}} = \sum Q_i \cdot S_i$$

式中： $C_{\text{损}}$ —生物量，t；

Q_i —第 i 种植被生物生产量， kg/hm^2 ；

S_i —占用第 i 种植被的土地面积， hm^2 。

本环评生物量（干重）主要利用现有资料推断。方精云、刘国华、徐嵩龄在《我国森林植被的生物量和净生产量》（生态学报，1996）中在国家第三次森林资源清查资料和全国各地的生物生产力研究资料的基础上，以蓄积量推算生物量。结合研究文献资料中的实测或统计数据进行适当的修正，最终确定本环评中暖性常绿针叶林平均生物量取值为 $92t/hm^2$ ，典型落叶阔叶林平均生物量取值为 $120t/hm^2$ ，针阔混交林平均生物量取值为 $105t/hm^2$ ，灌丛平均生物量取值为 $35t/hm^2$ ，草丛平均生物量取值为 $5t/hm^2$ 。农业植被生物量以粮食作物水稻的平均生物量进行估算。以水稻平均亩产计算籽实的平均生物量，籽实、秸秆与根茬生物量的比例记为 1 : 1 : 0.1。以龙岩市水稻平均亩产 $800kg/年$ 计，则籽实生物量约为 $12t/hm^2$ ，秸秆生物量约为 $12t/hm^2$ ，根茬生物量约为 $1.2t/hm^2$ ，即耕地总生物量约 $25t/hm^2$ 。

依据上面确定的基础数据，对评价区生物量进行估算，得到评价区生物量统计结果见表 5.2-40，矿区生物量统计见表 5.2-41。

表 5.2-41 评价区生物量统计

序号	植被类型	平均生物量	面积	生物量	比例
		t/hm ²	hm ²	t	%
1	典型落叶阔叶林	120	13.65	3705.60	1.2
2	针阔混交林	105	37.94	3983.70	1.29
3	暖性常绿针叶林	92	3128.36	287809.12	93.18
4	暖性落叶阔叶灌丛	35	28.04	981.40	0.32
5	暖热性灌草丛	5	2.94	14.70	0.01
6	农业植被	25	494.78	12369.50	4.00
7	小计	-	3856.44	308864.02	100

表 5.2-42 矿区生物量统计

序号	植被类型	平均生物量	面积	生物量	比例
		t/hm ²	hm ²	t	%
1	典型落叶阔叶林	120	13.65	649.2	1.46
2	针阔混交林	105	37.94	358.05	0.81
3	暖性常绿针叶林	92	3128.36	40076.12	90.4
4	暖性落叶阔叶灌丛	35	28.04	566.65	1.28
5	暖热性灌草丛	5	2.94	3.75	0.01
6	农业植被	25	494.78	2680.25	6.04
7	小计	-	3856.44	44334.02	100

由表 5.2-40 可以看出,评价区总生物量 308864.02t; 矿区总生物量 44334.02t。

5.2.6.9 水生生态现状

根据现场调查与资料收集,矿区周边河流主要为汀江,流经矿区的水系为中坊溪和廖地溪,廖地溪汇入中坊溪。矿区内没有鱼虾类的产卵场、索饵场、越冬场和水产养殖区等淡水的渔业水域,无大中型水库,以溪流为主,零星池塘偶见于村庄附近。

矿区内河流缓急相间,底质以砂石和泥沙为主。总体水体环境相对简单,以溪流和池塘为主,水生生物种类和数量不多。

通过调查,水生植被共 26 科,37 属,共 53 种。其中,挺水植物 18 种,漂浮植物 7 种,浮叶植物 13 种,沉水植物 15 种。根据水生植物的生活型和优势种可分为挺水、浮水和沉水三个水生植被亚型、6 个植物

群落。

①挺水植被

挺水植被主要是指根扎生于水底泥中，茎或叶挺出水面的植物，常伴生有漂浮、浮叶和沉水植物。包括的群落有：

a) 芦苇群落

芦苇群落通常三层，上层由芦苇的茎叶组成，挺出水面 50~80cm，伴生有水蓼、水莎草、稗等；中层为浮叶植物，常见种类有荇菜、金银莲花等；下层为沉水植物，常见种类有聚草、黄花狸藻、大茨藻、轮叶黑藻等。

b) 莲群落

莲群落种类常较为单一，偶尔见到一二株菰和水蓼；在浮水的叶片空隙，有时可见到少量槐叶萍、满江红、紫背浮萍等；沉水植物则因莲的盖度大，几乎未见有分布。有的区域，莲群落与菰群落相间而生，形成过渡性菰、莲群落，其上层由菰的叶片和莲的粗壮的叶柄顶着大型盾状叶片组成，挺出水面 50~150cm，局部伴生有水蓼等；中层有槐叶萍、浮萍、茶菱、芡实及菱科植物，局部还有粗梗水蕨等；下层有聚草、石龙尾、水车前、黄花狸藻、五刺金鱼藻和小茨藻等。

②浮水植被

漂浮型植物稀疏地分布在挺水植物群落之中，主要由浮叶型植物群落组成。其主要种类为一些根生于底泥中，叶片浮于水面的植物。伴生有大量沉水植物，包括的群落主要为菱群落。

a 菱群落

该群落分两层：上层由建群种菱属植物组成，主要种类有二角菱、耳菱、弓角菱、野菱及细果野菱等；下层为沉水植物，主要种类有聚草、金鱼藻、苦草、大茨藻等。

③沉水植被

沉水植物偶尔伴生有少量浮水植物。主要特点是全株沉于水下，根固着于水底或悬浮于水中。包括的主要群落有两个。

a) 马来眼子菜、聚草群落

该群落内沉水植物种类繁多，可细分为高沉水植物和低沉水植物二层。上层优势种为马来眼子菜和聚草，偶尔有少量细果野菱、荇菜等浮叶植物加入；下层优势种为苦草和轮叶黑藻，常见还有大茨藻、五刺金鱼藻、菹草、小茨藻等。

a) 聚草、苦草群落

该群落成片状，该群落是草食性鱼类索饵的场所之一。

c) 黄丝草群落

该群落是草食性鱼类索饵的场所之一。

除上述 6 个主要植物群落外，还有一些零星分布的小面积或过渡性的群落，如稗群落，细果野菱、荇菜群落，大茨藻群落，石龙尾、水车前群落等。

5.2.6.10 野生动植物资源情况

根据资料和初步调查不完全统计，长汀县有珍贵、濒危野生动植物包括鸟类、兽类、两栖类、爬行类、蕨类、裸子植物、被子植物受国家重点保护的动植物 116 种（动物 89 种、植物 27 种）占全省濒危物种种数 218 种的 53.2%，受省级保护物种种数 496 种（重点保护动物 25 种，一般保护动物 447 种，四级保护植物 24 种），占省定保护物种种数 1141 种的 43.4%。其中保护植物主要有南方红豆杉林、福建柏林、伞花木沟、黑椎林、江南楠、沉水樟、悦色含笑（新种）、闽西青冈等。

由于长汀县的地理位置处于东洋界与古北界的过渡地带，而汀江的南流使华南区的动物区的动物可沿江伸入我县，所以野生动物的种类相

当丰富，许多国家保护的珍贵濒危物种还有相当分布。如：豹、虎、黄腹角雉、白颈长尾雉、蟒、穿山甲、黑熊、金猫、苏门羚、鸳鸯、鸬、鹰、泉、隼、虎纹蛙等国家重点保护动物还时常能见到或听到行踪。重点保护动物主要分布在距离项目区西南 16km 长汀圭龙山自然保护区、北约 30km 的朝斗岩风景区位于矿区和西北约 16km 的卧龙 - 南屏山风景名胜区内。

根据环评现场实地调查和对当地居民的走访调查，生态现状调查范围内植被覆盖较好，山体植被主要为林地，植被覆盖度为 50%~90%，植被类型以马尾松次生林为主，其次为杉木林等，在个别村庄，村民栽植有香樟等名贵树种。根据对当地居民的走访调查，评价区内除一些常见分布于居民区和农田草地的鸟类和啮齿类外，未见到保护动物的出没，调查及询问所知的动物均为常见动物物种。经实地走访调查并查阅相关资料知，评价区内未发现国家级和省级保护级别的动物的栖息繁殖地。评价区野生动物名录见附录 3。

矿区周边区域现场调查未发现受保护的珍稀或濒危野生动、植物物种和自然保护区。

5.2.6.11 生态环境敏感目标

5.2.6.11.1 自然保护区

长汀县共有风景区和自然保护区共 3 处，其中长汀圭龙山自然保护区（省级自然保护区）1 处，其余为朝斗岩风景区、卧龙 - 南屏山风景名胜区。长汀圭龙山自然保护区位于矿区西南，距离约 16km；朝斗岩风景区位于矿区北，距离约 30km；卧龙 - 南屏山风景名胜区位于矿区西北，距离约 16km。矿山不在自然保护区和风景名胜区范围内。

5.2.6.11.2 生态公益林

矿区范围内有公益林 206.75hm²，其中国家级公益林 205.78hm²，省级公益林 0.97hm²。原地浸矿采场占用林地临时占用，逐年占用。不

砍伐林木，采用边破坏、边开采、边复垦工艺，生态公益林分 7 逐年占用，逐年办理林地临时占用手续，不会对公益林造成明显不利影响。

5.2.6.11.3 生态红线和永久基本农田

矿区范围内无生态保护红线和永久基本农田保护区。

5.2.6.12 生态环境现状小结

（1）生态功能区划

根据《全国生态功能区划》（2015），本项目位置属于生态调节功能区（I），生物多样性保护功能区（I-02），武夷山—戴云山生物多样性保护功能区（I-02-10）。

根据《福建省生态功能区划》（2010），本项目位置属于以中亚热带气候为基带的闽东闽中和闽北闽西生态区（I），闽北闽西山地盆谷生态亚区（I₁），1204 富屯溪流域中部山地水源涵养和林业生态功能区（1204）。此区域的主要生态问题为传统的营林方式一炼山造成土地退化；以木材生产为目标的大片纯针叶林种植加重生境的脆弱性和森林病虫害；林产业经营与生物多样性保护的矛盾。生态环境敏感性为土壤侵蚀敏感酸雨轻度敏感与敏感及高度敏感相间分布、地质灾害敏感与高度敏感、部分地区生境高度敏感。主要生态系统服务功能为水源涵养、林业生态环境、生物多样性维持。保护措施与发展方向为改变营林方式，抑制地力退化及其引起的水土流失；通过调整营林目标改善树种结构，提高阔叶林树种的比例；加强茫荡山自然保护区的管护，切实保护好动植物资源，保护物种资源的完整性和多样性。

（2）地形地貌

长汀县在全省地貌区划上属闽西西南上古生代覆盖层低山丘陵地貌。武夷山脉自北部宁化入境后，呈两条北东—南西走向的山岭，平行出现，控制全县地势。区内支脉纵横交错向腹地延伸，形成东、西、北三面高，中、南部低，自北向南倾斜的地势。西部以低山为主，东部、

北部以中山为主，山峰连绵，构成东、北部屏障。全县可分为中山、低山、丘陵、盆地、阶地五个类型。

（3）生态系统

评价区生态系统类型大致可分为五大类，包括林地生态系统、草地生态系统、农田生态系统、水域生态系统和人工生态系统。总体上，目前评价区内生态系统类型以林地生态系统为主，系统稳定性和抗干扰能力主要受林地生态系统主导。

（4）土地利用

评价区土地利用类型主要有林地、耕地、园地、交通运输用地、草地、水域及水利设施用地、工矿仓储用地、住宅用地等。评价区土地利用结构以林地为主。

（5）植被

评价区的植被主要分为 7 大类，包括暖性常绿针叶林、针阔混交林、典型落叶阔叶林、暖性竹林、暖性落叶阔叶灌丛、暖热性灌草丛及农业植被。其中暖性常绿针叶林主要有马尾松林、杉木林；针阔混交林主要为马尾松、杉木与毛竹混交林；典型落叶阔叶林主要为桉林等；暖性竹林主要为毛竹林；暖性落叶阔叶灌丛主要有盐麸木、赤楠等灌丛；暖热性灌草丛主要有芒萁、五节芒等。

（6）根据现场调查与资料收集，矿区周边河流主要为汀江，流经矿区的水系为中坊溪和廖地溪，廖地溪汇入中坊溪。矿区内没有鱼虾类的产卵场、索饵场、越冬场和水产养殖区等淡水的渔业水域，无大中型水库，以溪流为主，零星池塘偶见于村庄附近。矿区内河流缓急相间，底质以砂石和泥沙为主。总体水体环境相对简单，以溪流和池塘为主，水生生物种类和数量不多。

（7）野生动植物资源

根据环评现场实地调查和对当地居民的走访调查，生态现状调查范围内植被覆盖较好，山体植被主要为林地，植被覆盖度为 50%~90%，植被类型以马尾松次生林为主，其次为杉木林等，在个别村庄，村民栽植有香樟等名贵树种。根据对当地居民的走访调查，评价区内除一些常见分布于居民区和农田草地的鸟类和啮齿类外，未见到保护动物的出没，调查及询问所知的动物均为常见动物物种。经实地走访调查并查阅相关资料知，评价区内未发现国家级和省级保护级别的动物的栖息繁殖地。

5.2.7 土壤环境质量现状评价

为了解项目所在区域土壤环境质量现状，本次评价委托江西省钨与稀土产品质量监督检验中心于 2025 年 5 月 13 日对评价区土壤环境进行了一次取样，并在 2025 年 5 月 13 日至 6 月 8 日进行监测。

5.2.7.1 布点原则

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）分析，本项目为污染影响型和生态影响型项目，污染影响型评价等级为一级，生态影响型评价等级为二级。评价布点原则如下：

（1）根据土壤环境影响类型、评价工作等级、土地利用类型，采用均布性与代表性相结合的原则，充分反映调查范围内的土壤环境现状，根据实际情况进行了优化调整。

（2）调查范围内的每种土壤类型至少设置 1 个表层样监测点，尽量设在未受人为污染或相对未受污染的区域。土壤类型图见图 5.2-19。

（3）根据所在地的地形特征、地面径流方向设置表层样监测点。

（4）涉及入渗途径影响的，在主要污染装置区域设置柱状样监测点，采样深度至装置底部与土壤接触面以下，并根据可能的影响深度适当调整。

（5）本项目不涉及大气沉降影响。

(6) 涉及地面漫流途径影响的,应结合地形地貌,在占地范围外的上游、下游各设置 1 个表层样监测点。

(7) 线性工程应重点在站场位置设置监测点,涉及危险品、化学品等输送管线的应根据评价范围内土壤环境敏感目标或厂区内的平面布局情况确定监测点布设位置。

(8) 评价等级为一级的改、扩建项目,应在现有工程厂界外可能产生影响的土壤环境敏感目标处设置监测点。

(9) 建设项目占地范围及可能影响区域的土壤已存在污染风险的,应结合用地历史资料和现状调查情况,在可能受影响最终的区域布设监测点;取样深度根据其可能影响的情况确定。

(10) 现状监测点的布设兼顾土壤环境影响跟踪监测计划。

此图涉密，详见报批版本

图 5.2-19 项目区土壤类型图

此图涉密，详见报批版本

图 5.2-20 本项目土壤监测点位图

5.2.7.2 现状监测点位数量要求

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》(HJ 964-2018)规定,生态影响型二级评价在占地范围内、占地范围外分别至少设 3 个、4 个表层样监测点;污染影响型一级评价至少在占地范围内设 2 个表层样、5 个柱状样监测点,占地范围外设 4 个表层样监测点。

生态影响型建设项目占地范围超过 5000ha 的,每增加 1000ha,增加 1 个监测点位;污染影响型建设项目占地范围超过 100ha 的,每增加 20ha 增加 1 个监测点位。

5.2.7.3 监测布点

矿区范围内布设了 5 个柱状样监测点和 2 个表层样监测点,矿区外布设了 4 个表层样监测点。具体监测点分布见图 5.2-20、表 5.2-42。

表 5.2-43 土壤监测布点情况

监测点位	监测点位	类型	说明
Z1		柱状样 c	矿区内
Z2		柱状样 b	矿区内
Z3		柱状样 b	矿区内
Z4		柱状样 b	矿区内
Z5		柱状样 b	矿区内
B1		表层样 a	矿区内
B2		表层样 a	矿区内
WB1		表层样 a	矿区外
WB2		表层样 a	矿区外
WB3		表层样 a	矿区外
WB4		表层样 a	矿区外

5.2.7.4 监测项目

(1) Z5, 监测基本因子+特征因子:

①监测 GB 36600-2018 中规定的基本项目共计 45 项因子;

②特征因子: pH、SSC、钠离子、镁离子、硫酸盐、石油烃、铈、铍、锑、氯离子。

③其他因子：不同土壤类型补充监测阳离子交换量、氧化还原电位、饱和导水率、土壤容重、孔隙度、植被、地下水位埋深、地下水溶解性总固体、干燥度、土壤质地等。

(2) 建设用地监测点 (Z1-Z4、B1、WB4)：pH、SSC、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、钠离子、镁离子、硫酸盐、石油烃、铊、钼、氯离子。

(3) 农田监测点 (B2、WB1-WB3)：pH、SSC、钠离子、镁离子、硫酸盐、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、铊、氯离子。

5.2.7.5 监测频次、监测时间

监测频次：监测一次。

监测时间：2025 年 5 月 13 日-2025 年 6 月 8 日

5.2.7.6 监测方法

土壤监测方法、检出限等见监测报告附件。

5.2.7.7 评价标准及评价方法

1. 污染影响型因子

土壤类型为农田的监测点位执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中的表 1 农用地土壤污染风险筛选值标准。土壤类型为建设用地的监测点位，执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）第二类用地的筛选值相应标准。

本次土壤评价有土壤环境质量的监测因子采用单因子标准指数法。单因子污染指数为土壤中污染物含量与土壤环境质量的比值，其表达式为：

$$P_i = C_i / S_i$$

式中： P_i 为污染物 i 的污染指数； C_i 为污染物 i 的实测浓度； S_i 为污

染物 i 的评价标准。 $P_i < 1$ 表示受污染物 i 的影响未超标； $P_i > 1$ 表示污染物 i 的污染超标， P_i 越大，受污染程度越重。

2. 生态影响型因子

生态影响型因子主要涉及 SSC、pH，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）附录 D，评价是否存在盐化、酸化和碱化。生态影响型因子的评价标准见表 5.2-43 和表 5.2-44。

表 5.2-44 盐化分级标准

分级	土壤含盐量 (SSC) / (g/kg)	
	滨海、半湿润和半干旱地区	干旱、半荒漠和荒漠地区
未盐化	$SSC < 1$	$SSC < 2$
轻度盐化	$1 \leq SSC < 2$	$2 \leq SSC < 3$
中度盐化	$2 \leq SSC < 4$	$3 \leq SSC < 5$
重度盐化	$4 \leq SSC < 6$	$5 \leq SSC < 10$
极重度盐化	$SSC \geq 6$	$SSC \geq 10$
注：根据区域自然背景状况适当调整		

表 5.2-45 土壤酸化、碱化分级标准

土壤 pH 值	土壤酸化、碱化强度
$pH < 3.5$	极重度酸化
$3.5 \leq pH < 4.0$	重度酸化
$4.0 \leq pH < 4.5$	重度酸化
$4.5 \leq pH < 5.5$	轻度酸化
$5.5 \leq pH < 8.5$	无酸化或碱化
$8.5 \leq pH < 9.0$	轻度碱化
$9.50 \leq pH < 9.5$	中度碱化
$9.5 \leq pH < 10.0$	重度碱化
$pH \geq 10$	极重度碱化
注：土壤酸化、碱化强度指受人为影响后呈现的土壤 pH 值，可根据区域自然背景状况适当调整	

5.2.7.8 典型土壤的理化性质

典型土壤的理化特性调查表见表 5.2-45，典型土壤剖面图见表 5.2-46。

表 5.2-46 矿区典型土壤的理化特性调查表

点号		Z5			
经度，纬度		116.339060; 25.633212			
采样时间		2025 年 5 月 13 日			
深度范围					
现场记录	颜色				
	结构				
	质地				
	砂砾含量%				
	其他异物				
实验室测定	pH 值				
	阳离子交换量 (cmol/kg)				
	氧化还原电位/mv				
	饱和导水率/ (cm/d)				
	土壤容重/ (g/cm³)				
	孔隙度 (%)				

表 5.2-47 土壤剖面调查表

点号	景观照片	土壤剖面照片	层次
Z5			0~0.5m、 0.5~1.5m、 矿体层 2.0m、 底板层 2.0— 3.0m

5.2.7.9 监测结果及评价

(1) 污染影响型因子评价

监测结果见下表 5.2-47、表 5.2-48，评价结果见表 5.2-49。

[illegible]

表 5.2-49 土壤质量现状监测结果（单位：mg/kg）

监测因子	监测点位	Z5				标准值
		0~0.2m	0.5 ~ 1.5m	矿体层 2.0m	底板层 2.0— 3.0m	
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[α]蒽					
苯并[α]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					

表 5.2-50 土壤环境质量现状标准指数一览表（标准指数为无量纲）

监测 点位	采样 深度	砷	镉	铬 (六 价)	铜	铅	汞	镍	Na ⁺	Mg ²⁺	硫酸盐	石油烃 C ₁₀₋₄₀	铊	铍	氯离子	锌	锑
Z1	0-0.5m																
Z1	0.5—1.5m																
Z1	1.5—3m																
Z2	0-0.5m																
Z2	0.5—1.5m																
Z2	矿体层 2m																
Z2	底板层 2— 3m																
Z3	0-0.5m																
Z3	0.5—1.5m																
Z3	矿体层 2m																
Z3	底板层 2— 3m																
Z4	0-0.5m																
Z4	0.5—1.5m																
Z4	矿体层 2m																
Z4	底板层 2— 3m																
Z5	0-0.5m																
Z5	0.5—1.5m																
Z5	矿体层 2m																
Z5	底板层 2— 3m																
B1	0-0.2m																
WB4	0-0.2m																
点位	取样 深度																
B2	0-0.2m																
WB1	0-0.2m																

WB2	0-0.2m																
WB3	0-0.2m																

(2) 生态影响型因子评价

生态影响型因子评价结果见表 5.2-50。

表 5.2-51 土壤生态影响型因子评价结果

点位	取样深度	pH	SSC (g/kg)
Z1			
Z2			
Z3			
Z4			
Z5			
B1			
B2			
WB1			
WB2			
WB3			
WB4			

根据表 5.2-50 可知，矿区评价范围内土壤 pH 监测范围为 4.54~5.52，均表现为轻度酸化或无酸化，酸化原因主要与矿区酸性花岗岩地质条件有关；SSC 的范围为 0.1~0.5g/kg，均表现为未盐化。

5.2.7.10 小结

根据监测和评价结果可知，建设用地监测点各监测指标未超过《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中的第二类筛选值；农田监测点监测指标超过《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018)中对应的风险筛选值。矿区评价范围内土壤均表现为轻度酸化或无酸化，酸化原因主要与矿区酸性花岗岩地质条件有关；SSC 的范围为 0.1~0.5g/kg，未盐化。

5.2.8 声环境现状评价

为了解项目周边声环境质量，项目委托监测单位对厂界进行声环境质量现状监测，结合监测结果对项目周边声环境质量进行评价。

(1) 监测布点

监测布点见表 5.2-51。

表 5.2-52 声环境质量现状监测布点表

序号	监测位置	布点原则
1	厂界东	厂界噪声
2	厂界南	厂界噪声
3	厂界西	厂界噪声
4	厂界北	厂界噪声

(2) 监测项目

等效连续 A 声级

(3) 监测时间及频率

噪声监测于 2025 年 5 月 8 日至 2025 年 5 月 9 日进行，分昼间和夜间两个时段监测等效连续 A 声级。

(4) 评价方法及标准

采用标准比较法进行声环境质量现状评价。评价标准采用《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中 2 类声环境功能区标准值。

(5) 评价结果

评价结果见表 5.2-52。由表 5.2-52 可知，项目厂界昼间、夜间声环境现状监测值均满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中的 2 类声环境功能区标准值，即昼间 60dB、夜间 50dB。各监测点均未出现超标现象，说明当地声环境质量现状较好。

表 5.2-53 声环境质量现状及评价结果

序号	监测位置		监测时间	监测值 dB(A)		达标情况	
				昼间	夜间	昼间	夜间
1	厂界	厂界东	2025.5.8			达标	达标
			2025.5.9			达标	达标
2		厂界南	2025.5.8			达标	达标
			2025.5.9			达标	达标
3		厂界西	2025.5.8			达标	达标
			2025.5.9			达标	达标
4		厂界北	2025.5.8			达标	达标
			2025.5.9			达标	达标

6 施工期环境影响分析

6.1 施工期废气环境影响分析

本项目施工期对环境空气的影响因素主要包括施工扬尘（临时物料堆场和裸露地面产生的风蚀扬尘、施工作业扬尘、混凝土搅拌站产生的粉尘等）、运输扬尘（建筑材料和土石方的运输和卸载产生的扬尘）、运输和作业车辆尾气等，其中扬尘是施工期环境空气的主要污染物。

为减少扬尘，施工单位应避免在大风天气施工，易产生扬尘的建筑材料采用封闭车辆运输，合理选择施工运输路线，车速应适当控制，以减少道路扬尘，易扬尘物料应采用帆布或物料布覆盖。

由于本项目施工周期较短，且各工程分布较为分散，上述污染源废气排放量不大、影响范围较小，因而本项目对周边大气环境影响不大。

6.2 施工期废水环境影响分析

本项目施工期对地表水环境影响因素主要包括收液工程开凿、钻孔产生的泥浆水，施工冲洗废水，施工队伍生活污水等。

其中，收液工程施工前，先进行临时沉淀池的施工。施工产生的泥浆水全部进入临时沉淀池进行简单沉淀后再循环利用于施工作业，因而不会对地表水环境造成明显不利影响。

采场和车间的集液池、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。

本项目施工简单，施工人员不多，且施工人员主要来自当地周边村民，不会在施工场地驻扎，生活污水量很少。项目区采用防渗消毒旱厕对施工人员产生的粪便水进行收集，用作农肥。

综上所述，本项目施工期废水不会对地表水环境产生明显影响。

6.3 施工期生态环境影响分析

6.3.1 生态影响因素与途径分析

项目总占地 600hm²，根据选定的首采矿块及设计的规模计划，基建期需完成首采矿块的收液巷道、集液沟管、注液孔、避水沟、高位池、中转池、管路铺设等工程。水冶车间均利用现有试验工程车间改造，无新增占地，办公场所、仓库、配电房、工艺池、水泵房、道路等设施要一并改造完成。矿山浸矿生产期和闭矿期项目占地界限主要为水冶车间和实际浸矿的采区范围，不会对项目占地范围外的环境造成直接扰动影响。当矿山和水冶车间服务期满后，对采区进行生态恢复，对水冶车间进行复绿，除保留必要的环境监测设施外，与外环境基本融合，无严格界限。

其中由于原地浸矿采场的开采特点，原地浸矿采场和临时弃土场对土地的破坏不是一次性形成，是逐年形成，且原地浸矿采场只破坏注液孔所在地林下的草丛植被，其余乔木等大部分植被不会被破坏。同时，原地浸矿采场开展及时的复垦工作，故原地浸矿采场每年有一定数量的土地被破坏，但是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远小于堆（池）浸工艺。

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

施工期主要为原地浸矿采场、车间、管线工程以及其他辅助设施的建设。

①本项目原地浸矿采场在施工期主要为注液孔工程和收液工程，破

坏局部地表植被，相应地引起土壤侵蚀量的增加，表土剥离量较小。此外，剥离的表土堆放和开挖出的土方堆放也会压占地表植被，若堆放区边坡不采取防护措施，可能造成一定的水土流失。

② 水冶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，草地、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，原地浸矿采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，约 1 年左右即完成一个矿块的开采工作，开采完的原地浸矿采场及时复垦，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采场总破坏面积较小。

② 矿山收液巷道建设产生的土方堆放在排土场中。在土方堆积过程中，其土地利用类型也随之发生变化，原来的草地、林地等转变为工矿用地。土方在堆放过程中，若堆放坡度较大且没有采取相应的水土保持措施，则会对下游生态环境产生影响。

③ 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。

6.3.2 施工期生态环境影响分析

6.3.2.1 施工期对土地利用的影响

从现状调查结果和遥感影像解译来看，施工期项目占地涉及林地、草地等类型。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、工矿仓储用地、耕地、交通等为主。林地主要以马尾松、杉木林等人工林为主要类型。施工期主要涉及首采矿块采场建设的影响，水冶车间均利用现有试验工程车间改造，无新增占地。本项目施工期占用的面积占生态环境影响评价范围内面积较小，由此可知，项目占地对评价范围内的土地利用类型有一定的影响，但是影响很小。

（1）原地浸矿采场

在施工期，首采矿块的原地浸矿采场内建设注液孔、收液巷道、输送管线，并建设与矿体相应的收液池、高位池、避水沟和临时弃土场。施工结束后，施工期原地浸矿采场的破坏基本结束，不会再扩大；这些占地为临时占地，矿体采矿结束后可以进行复垦，对生态环境的影响有一定的缓解作用。输送管线采用 PVC 管，放置管线时不需要开挖地面，对植被的主要破坏来自人工布置管道时一些人为踩踏，对植被的破坏很小，对周边的生态环境影响也较小。

（2）水冶车间

水冶车间均利用现有试验工程车间改造，无新增占地。

（3）排土场

在施工期，单个注液孔开挖产生的施工土不足 0.2m^3 ，就近分散堆放在各个注液孔附近，浸矿结束后用于回填注液孔，基建期各液巷道掘进产生的废土（约 2700m^3 ）和水冶车间改造基建期产生的土方（约 6300m^3 ）堆存在水冶车间南西侧的山沟内。本项目排土场占地面积较小，

对周边生态环境的影响较小。排土场在堆放废土前，堆场要修筑挡土坝和排水沟，以减轻表土堆存场的水土流失。在种植植被后，排土场存场对周边生态环境影响较小。

6.3.2.2 施工期对植被的影响分析

本项目施工期为 1 年，在施工期，项目各工程建设对植被的破坏程度各不相同。车间、外部连接道路等永久占地工程完全压占破坏植被。表土堆存场和临时弃土场等临时占地在施工期间会临时压占破坏植被。

(1) 对地表植被影响分析

原地浸矿采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。原地浸矿采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，原地浸矿采场的建设主要是注液孔对灌草地的破坏。新建车间、道路等永久性占地工程完全压占破坏植被。表土堆存场和临时弃土场等临时占地在施工期间会临时压占破坏植被。总的来讲，根据原地浸矿采场的建设特性，在矿山施工期其对地表植被影响较小，通过采取在浸矿结束后及时恢复植被的措施，本项目施工期对植被的影响较小，不会产生明显的不利影响。

本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，植被生物量的减少可能加剧当地的土壤侵蚀过程。另外，施工期结束后，车间周边通过绿化，地表将被灌草所替代；道路地表将被路面（硬覆盖）所替代；表土堆存场和临时弃土场也会及时复垦，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。

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，本工程对区域的植物多样性不会产生显著影响。

（2）生物量损失计算

项目占地会破坏项目所在地及其周边地区的植被，带来生物量的损失。但由于占地面积较小，对区域生物量损失影响不大。

6.3.2.3 施工期对景观格局的影响

原地浸矿采场、水冶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。

对于原地浸矿采场，鉴于原地浸矿开采工艺局部破坏地表植被的特点，采场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。对于车间，施工期新增的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。

6.3.2.4 施工期对野生动植物的影响

（1）对野生植物的影响分析

注液孔的挖掘、管道的敷设需要破坏一定数量的灌草，主要是木姜子、赤楠、芒萁等常见物种而且数量不多，实际破坏植被总面积较小，施工期结束后将及时恢复植被，所以对野生植物不会造成明显不利影响。

（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中对动物的惊扰；间接影响主要是项目对植被和土壤的破坏。根据现场调查，矿区周边常见的动物有兔、鼠等兽类；麻雀、灰喜鹊等鸟类，未发现国家珍稀濒危野生动物。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，但是影响不是很大。

6.4 施工期噪声环境影响分析

施工期噪声主要来自土建施工、设备安装调试、材料运输等过程中各类高噪声的施工机械设备。施工机械在运行中产生的噪声对区域声环境产生一定影响，但这种影响是间歇性的、局部的和短期的，随着施工的进行而消失。

施工机械噪声可近似作为点声源处理，根据点声源噪声传播衰减模式，可估算施工期间离噪声源不同距离处的噪声值，从而可就施工噪声对敏感点作出分析评价。预测模式如下：

$$L_P = L_{P_0} - 20 \lg (r/r_0)$$

式中：

L_P ——预测点处声压级；

L_{P_0} ——参考位置 r_0 处声压级；

r ——预测点距声源的距离；

r_0 ——参考位置距声源的距离。

根据类比调查得到的参考声级，通过计算得出不同类型施工机械在不同距离处的噪声预测值，见表 6.4-1。

表 6.4-1 距声源不同距离处的噪声预测值 单位：(dB(A))

声源	噪声源强	位于声源不同距离处的噪声值 (dB(A))					
		10m	30m	50m	100m	150m	200m
挖土机	95	75.0	65.5	61.0	55.0	51.5	49.0
推土机	95	75.0	65.5	61.0	55.0	51.5	49.0
装载机	95	75.0	65.5	61.0	55.0	51.5	49.0
搅拌机	90	70.0	60.5	56.0	50.0	46.5	44.0
压路机	90	70.0	60.5	56.0	50.0	46.5	46.0
空压机	90	70.0	60.5	56.0	50.0	46.5	46.0

可见，施工期噪声经过距离衰减后，施工场界噪声可满足《建筑施

工噪声排放标准》（GB 12523-2025）的要求。产生的噪声均为间歇性噪声，对项目区声环境影响较小，且噪声随着施工期结束而消失。另外施工单位应尽可能采取有效的减噪措施，避免在同一时间集中高噪声设备，通过减振，隔声等措施尽可能地减少由于施工给周围居民带来的影响。

6.5 施工期固体废物环境影响分析

施工期固体废物主要来自施工场所产生的建筑垃圾和施工队伍生活产生的生活垃圾。

（1）建筑垃圾

施工期间将涉及的土地开挖、填埋、道路修筑、管道敷设、材料运输、基础工程、房屋建筑等工程，在此期间将有一定数量的废弃建筑材料如砂石、石灰、混凝土、废砖、土石方等。建筑垃圾能回收利用的钢筋等金属废料全部回收利用，不能回收利用如砖瓦、混凝土碎块等，用于场地内的洼地平整。

（2）生活垃圾

施工过程中产生的生活垃圾如不及时进行清运处理，则会腐烂变质，滋生蚊虫苍蝇，产生恶臭，传染疾病，从而对周围环境和作业人员健康带来不利影响。施工期生活垃圾经工地垃圾箱收集以后，统一由环卫部门集中处理，该部分固体废物对区域环境的影响较小。建设单位在施工过程中须严格监督好施工单位，在建设过程中严禁随意丢弃生活垃圾，造成区域环境污染。

6.6 小结

综上所述，施工期的环境影响主要是施工扬尘、施工噪声、生活污水对周围环境的影响，基本上都是短期的、局部的，但须制定切实可行的污染防治措施，加强管理，使施工期的环境影响降低到最低程度，并在施工结束后，及时清理场地、恢复植被及进行绿化，其影响可以在短

期内消失，甚至可使原有环境状况得到改善。

7 大气环境影响分析

7.1 主要气候统计资料

本次评价统计的气象资料以收集为主。矿区属中亚热带季风气候，四季温和，雨量充沛，阳光充足。

气温：年平均气温 18.4℃，夏季最高气温 39.4℃，冬季最低气温 -6.5℃。

降水：多年平均降雨量 1711.2mm，无霜期 262 天。

蒸发：多年平均陆地蒸发量 740mm。

风速风向：年平均风速 2.0m/s，风向受季风影响，随季节转换，10 月至次年 4 月盛吹西北风、北风，5~9 月以偏南风为主。

7.2 环境空气影响分析

本项目有组织源为现有工程污染源，运营期不新增有组织污染源，主要大气污染物仍跟试验项目相同，主要为盐酸储罐呼吸废气 HCl，以及无组织排放的氯化氢和 VOCs，主要源于萃取车间和有机相回收车间的相关工序与设备；以及原地浸矿采场进行注液孔、收液系统等工程建设时产生的施工扬尘、松散物料装卸扬尘和物料运输过程中产生的道路扬尘。

（1）离心萃取车间、有机相回收车间废气对环境空气的影响分析

根据工程分析，项目无组织排放源主要集中于以下环节：

萃取车间反萃工序：该工序在完全密闭的离心萃取机内进行，并加入 30%浓盐酸。设备采用密闭性设备，并对加料口等采用水封措施，盐酸雾和有机相（特别是磺化煤油）挥发可能性小。挥发的源强极低。

储槽呼吸排放：贫有低位槽、低位饱有槽、产品低位槽等玻璃钢密闭储槽，在进料和出料过程中，因液位变化会产生“呼吸排放”。尽管储槽本体为密闭结构，但其进料/出料口难以实现绝对密封，是盐酸雾和

VOCs 无组织挥发的主要潜在来源。企业已针对该环节采取了水封措施，可有效溶解逸出的氯化氢并阻隔有机废气挥发，显著降低了污染物的无组织排放量。

综上，本项目无组织排放源强总体较小，对周边空气环境不会造成明显不利影响。

（2）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，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。

（3）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 300mg/s~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 75mg/s~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。

7.3 大气环境影响评价自查表

表 7.3-1 建设项目大气环境影响评价自查表

工作内容	评价范围	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（SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、CO、O ₃ ） 其他污染物（HCl、非甲烷总烃）					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	(2024) 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 ☐
大气环境影响预测	预测模型	AERMOD ☐	ADMS ☐	AUSTAL2000 ☐	DEMS/AEDT ☐	CALPUFF ☐	网络模型 ☐	其他 ☐
	预测范围	边长≥50km ☐		边长 5 ~ 50km ☐			边长=5km ☐	

与评价	预测因子	预测因子 ()			包括二次 PM _{2.5} ☐ 不包括二次 PM _{2.5} ☐
	正常排放短期浓度贡献值	C 本项目最大占标率≤100% ☐		C 本项目最大占标率>100% ☐	
	正常排放年均浓度贡献值	一类区	C 本项目最大占标率≤10% ☐	C 本项目最大占标率>10% ☐	
		二类区	C 本项目最大占标率≤30% ☐	C 本项目最大占标率>30% ☐	
	非正常排放 1h 浓度贡献值	非正常持续时长 () h	C 非正常最大占标率≤100% ☐		C 非正常最大占标率>100% ☐
	保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值	C 叠加达标 ☐		C 叠加不达标 ☐	
	区域环境质量的整体变化情况	k≤-20% ☐		k>-20% ☐	
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 ()	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 :(0)t/a	NO _x :(0)t/a	颗粒物: (0) t/a	VOCs:(0)t/a
注: “ ☐ ”为勾选项, 填“√”; “()”为内容填写项					

8 地表水环境影响评价

8.1 项目取水可靠性分析

8.1.1 取水水源与取水量

本项目取水口设于水冷车间附近的中坊溪，取水量约为 18 万 m^3/a 。

8.1.2 水量可靠性分析

根据水资源论证报告，本项目典型年水量供需成果详见表 8.1-1。

表 8.1-1 典型年 P=90%供需平衡成果表（单位：万 m^3 ）

典型年	来水量	本项目用水量	灌溉用水量	生态用水量	节余水量
P=90%	417.31	18	23.61	62.44	313.26

通过对各典型年 P=90%年来水量、可供水量和缺水量分析可知，本项目所在的取水口年来水量基本上能满足本项目生产用水量需求。典型年 P=90%年份，来水量为 417.31 万 m^3 ，灌溉用水量为 23.61 万 m^3 ，生态用水量为 62.44 万 m^3 ，在优先保证生态用水量和灌溉用水量的情况下，节余水量为 331.26 万 m^3 ，本项目最大用水量为 18 万 m^3 ，节余水量能满足本项目取用 18 万 m^3 要求，所以本项目取水口所在河段来水量基本上能满足本项目用水要求。

8.1.3 水质可靠性分析

项目生产用水主要用于配制浸矿液，对水质无特别要求，根据项目建设单位对各生产取水口现状水质调查，水质满足生产用水要求。

综上，本项目用水水量有保障、水质满足项目用水要求。

8.2 地表水环境影响分析

8.2.1 预测模式

（1）预测条件：本次评价按最不利影响考虑，假定渗漏母液全部进入地表水体，预测时不考虑污染物的降解作用，按完全混合模式计算，预测涉及的河流均简化为平直河流。

（2）预测因子：本次评价工艺特征污染物有硫酸盐、镁、铅、

镉、钠。

(3) 预测模式：本次评价按照河流均匀混合模型计算公式预测：

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

式中：C——河流水中某污染物浓度，mg/L；

Q_p——污水排放量，m³/s；

C_p——污染物排放浓度，mg/L；

Q_h——河流流量，m³/s；

C_h——河流上游污染物浓度，mg/L。

8.2.2 预测情景

(1) 本次评价按照小流域划分，分别开展流域级的水环境影响预测；

(2) 本次评价按照生产期和闭矿期两个时期源强分别进行预测分析；

(3) 本次评价按照开采时序，考虑源强叠加情况下，分析矿山开展对地表水逐年的影响变化情况。

8.2.3 混合过程段

混合过程段长度计算根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）中附录 E 公式确定。

$$L_m = \left\{ 0.11 + 0.7 \left[0.5 - \frac{a}{B} - 1.1 \left(0.5 - \frac{a}{B} \right)^2 \right]^{1/2} \right\} \frac{u B^2}{E_y}$$

式中：L_m——混合段长度，m；

B——水面宽度，m；

a——排放口到岸边的距离，m，本次取 0；

u——断面流速，m/s；

E_y——污染物横向扩散系数，m²/s。

E_y 采用泰勒法（Taylor）计算，公式如下：

$$E_y = (0.058H + 0.0065B) (gHI)^{1/2}$$

式中：H——河流深度，m；

I——水力坡度。

本次评价选取各个小流域出矿区断面的河流水文参数(取监测期间的平均值)进行计算,河流混合过程段长度与水文参数相关,不同水期情况下的长度有差异,经计算各个小流域出矿区后的混合过程段长度如下表所示。

表 8.2-1 矿区各个小流域混合过程段长度计算

流域	B	H	u	g	I	Ey	Lm
中坊溪小流域							
廖地溪小流域							
说明: 河流混合过程段长度与水文参数相关, 不同水期情况下的长度有差异。							

8.2.4 预测参数选取

(1) 生产期源强

表 8.2-2 车间生产期渗漏源强 单位: mg/L

(2) 淋洗期源强

表 8.2-3 淋洗期渗漏源强 单位: mg/L

(3) 闭矿期源强

表 8.2-4 闭矿期渗漏源强 单位: mg/L

(3) 各流域断面水环境现状

本次评价主要分析中坊溪小流域、廖地溪小流域,各流域和河流对应的水环境现状情况见表 8.2-5-表 8.2-8。

表 8.2-5 各个小流域生产期逐年渗漏量 t/d

小流域	服务期 (a)									
	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
中坊溪小流域										
廖地溪小流域										
合计										

表 8.2-6 各个小流域淋洗期逐年渗漏量 t/d

小流域	服务期 (a)									
	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
中坊溪小流域										
廖地溪小流域										
合计										

表 8.2-7 各个小流域闭矿期逐年渗漏量 t/d

小流域	服务期 (a)									
	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
中坊溪小流域										
廖地溪小流域										
合计										

表 8.2-8 各小流域出口水质现状 单位: mg/L

流域	监测日期	铅	镉	硫酸盐	镁	钠	石油类
中坊溪流域							
廖地溪流域							

8.2.5 预测结果与评价

8.2.5.1 中坊溪小流域水环境影响评价

根据预测,中坊溪小流域逐年水污染物浓度和标准指数情况如表 8.2-9 所示。

表 8.2-9 中坊溪小流域下游逐年水污染物变化情况

年限	污染物预测值 mg/L						标准指数					
	铅	镉	硫酸盐	镁	钠	石油类	铅	镉	硫酸盐	镁	钠	石油类
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
III 类标准												

图 8.2-1 中坊溪下游铅、石油类和镉浓度逐年变化情况

图 8.2-2 中坊溪下游硫酸盐、镁和钠浓度逐年变化情况

本次评价按渗漏母液全部进入地表水最不利情况考虑,考虑水冶车间生产期的正常渗漏,同时逐年叠加闭矿矿块、淋洗矿块的自然渗

单元的影响

本项目车间和矿块在生产期和闭矿期均无直接排水，本次评价按渗漏母液全部进入地表水最不利情况考虑，考虑水冷车间生产期的正常渗漏，同时逐年叠加淋洗矿块、闭矿矿块的自然渗漏，根据预测结果分析，中坊河流域、廖地河流域的硫酸盐、铅、镉、石油类均满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类水质标准，不改变下游水环境功能类别。

本项目建立从“源头削减控制－过程监管预警－末端防控”的水污染防控体系，环保工程验证效果显著，污染可控，本项目采取的水污染控制和水环境影响减缓措施有效可行。

（2）满足流域水环境质量改善目标的要求

根据预测，生产期间和闭矿后本项目特征污染物硫酸根离子对各个小流域的环境影响较小，不改变流域水环境功能，不影响流域的水环境质量改善目标要求。

综上，在落实施工期、生产期、闭矿期的环保措施的基础上，本评价认为项目对周边地表水环境影响可以接受。

8.3.2 地表水评价自查表

本评价对地表水环境影响评价主要内容与结论进行自查，具体如下表所示。

表 8.3-1 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□ 矿区内不涉及集中式地表水饮用水源地		
	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 监测断面或点位

		丰水期√; 平水期□; 枯水期□; 冰封期□ 春季□; 夏季√; 秋季□; 冬季□	pH 值、COD、BOD ₅ 、 氨氮、总磷、石油类、 总铅、总砷、总镉、铬 (六价)、汞、氟化 物、硫酸盐、硫化物、 氯化物、镁、总铊、总 锑、总硬度、溶解性总 固体、钠、钡。	监测断面或点位个数 (15) 个
影响预测	评价范围	河流: 中坊溪、廖地溪地表水; 湖库、河口及近岸海域: 面积 () km ² ;		
	评价因子	(铅、镉、硫酸盐、镁、钠、石油类等)		
	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□		达标区□不达标区□
	预测范围	河流: 中坊溪、廖地溪地表水及其受影响支流; 湖库、河口及近岸海域: 面积 () km ²		
	预测因子	(铅、镉、硫酸盐、镁、钠、石油类等)		
	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	水污染控制和水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）
	（ ）	（ ）	（ ）	（ ）	（ ）

	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	地表水考核断面	小流域出矿区后的汇水断面； 每个出矿区河流均设置 2—6 个过程监控断面
		监测因子	（pH、镁离子、硫酸盐、钠、铅、砷、镉、铬）	（pH、镁离子、硫酸盐、钠、铅、砷、镉、铬）
	污染物排放清单			
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 地下水环境影响预测与评价

9.1 区域地质及水文地质条件

9.1.1 区域地质概况

项目区位于闽西南拗陷带之清流—武平复式背斜的中部，桃溪韧性剪切带之北东侧，主体构造线呈北东向展布。区内主要在西部发育有 NE 及 NW 向两组断裂。出露地层有下元古界桃溪（岩）组（Pt1t），侏罗系下统梨山组（J1l），侏罗系中统漳平组（J2z）、白垩系上统沙县组（K2s）及第四系（Q）。岩浆岩发育，区内大面积分布燕山早期中粗粒、中细粒黑云母花岗岩（ $\gamma_{52(3)c}$ ）。

（1）地层

区域上地层分布有下元古界桃溪（岩）组（Pt1t），侏罗系下统梨山组（J1l），侏罗系中统漳平组（J2z）、白垩系上统沙县组（K2s）及第四系（Q）。简述如下：

1. 下元古界桃溪（岩）组（Pt1t）

出露分布于本区西北角，F1 断裂之北西盘。由一套中—深变质的斜长变粒岩、云母片岩、黑云斜长变粒岩、黑云母片岩等组成。

2. 侏罗系下统梨山组（J1l）

主要出露于本区西部、F1 断裂之北西盘。主要岩性为一套砂砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩，局部夹煤层、煤线。与下伏桃溪岩组呈角度不整合接触。

3. 侏罗系中统漳平组（J2z）

分布于本区西部、中部、中南部。按其岩性组合可分为上下两个岩性段。下段（J2za）岩性为一套紫红色粉砂岩夹砂岩，局部夹英安岩、流纹质凝灰岩，偶夹流纹岩、凝灰质细粉砂岩；上段（J2zb）岩性为一套黄白色砂岩夹粉砂岩及泥岩。侏罗系中统漳平组（J2z）整合接触于下伏侏罗系漳平组地层之上。

4. 白垩系上统沙县组（K2s）

零星分布于本区西南部及中南部，岩性为一套紫红色钙质泥质粉砂岩、砂砾岩夹紫红色厚层状砂砾岩。不整合于漳平组（J2z）之上。

5. 第四系（Q）

广泛分布于河流两侧及沟谷洼地中，为河流冲积物、洪积物及残坡积层。岩性组合为一套粘土、亚粘土及砂土。

（2）构造

本区主体构造线呈北东向展布。主要发育有北东（F1、F2）及北西（F3）向两组断裂，两组断裂控制着区内地层的展布，破坏了地层的正常延展。其中尤以北东向断裂较为发育，其形成早于北西向断裂，为北西向断裂所错断。区内三条断裂均出露于西部，形成晚于侏罗世，为燕山早期运动产物。

（3）岩浆岩

本区侵入岩为燕山早期中粗粒、中细粒黑云母花岗岩，亦即河田岩体，在区内广为分布。

岩体岩性为中粗粒、中细粒黑云母花岗岩，岩体分中粗粒（中心相）和中细粒（边缘相）两个相带。呈岩基产出，为河田岩体的一部分，岩石呈中粗粒、中细粒花岗结构，主要矿物组分为钾长石（40%—60%）、斜长石（15%—30%）。石英（20%—25%）、黑云母（3%—5%）。该岩体为区内稀土矿的成矿赋矿母岩体。

（4）矿产

本区矿产有下东坑锡矿点，丘坊、兰坊小型稀土矿床。

9.1.2 区域水文地质条件

根据《区域水文地质图（1:20 万、长汀幅）》及现场调查，区域内主要出露岩性有燕山早期侵入的中粗粒、中细粒花岗岩（ $\gamma_5^{2(3)c}$ ）。岩石富水性较差，且不均匀。地下水按含水岩组性质、水理条件、埋藏条件等，主要分为风化裂隙水及基岩裂隙水，仅局部分布有第四系孔隙水。现就区域内主要岩性富水性分述如下：

（1）侵入岩类裂隙水

侵入岩类裂隙水分布在矿区及周边区域。岩性为燕山早期侵入的中粗粒、中细粒花岗岩。岩石裂隙发育一般，以闭合裂隙为主，走向多呈北东、北西向。含水带空间分布形态不尽规则，上部风化裂隙含水带多以近水平的带状为主，下部基岩裂隙含水带受构造裂隙控制与矿体的分布形态近一致。浅表层含基岩裂隙潜水，深部含基岩裂隙承压水。泉流量一般为 $<0.01\text{L/S}$ ，在矿区地下水的径流模数 $3\text{--}6\text{L/S.km}^2$ ，在工作区的外围（东侧与西侧）地下水的径流模数 $<3\text{L/S.km}^2$ 。富水性弱—极弱为主，主要接受大气降雨补给，向周边低洼处径流排泄。

（2）碎屑岩类裂隙水

碎屑岩类裂隙水主要由层状沉积的砂岩、砂砾岩等岩类的裂隙组成含水系统，含水带多以近水平的带状为主，与岩层产状基本一致，浅表层碎屑岩类基岩裂隙潜水，深部为基岩裂隙承压水。泉流量一般为 $<0.01\text{L/S}$ ，在矿区地下水的径流模数 $2\text{--}8\text{L/S.km}^2$ ，富水性弱—极弱为主，主要接受大气降雨补给，向周边低洼处径流排泄，分布于工作区外围的西侧、东侧与东南侧。

（3）第四系孔隙水

第四系孔隙水主要分布于河流（两小山间溪流）一级阶地，在汀江及其支流两侧的一级阶地中的砂砾卵石，赋存孔隙水，其大部分区域为孔隙潜水性，局部为承压水，富水性较好，水量较丰富，渗透性较好，与地表水具水力联系。第四系孔隙水主要接受大气降雨与侧向地表水补给，向河流方向径流排泄。地下水埋藏较浅，一般 $1\text{--}3\text{m}$ 。单孔涌水量可达 $100\text{--}1000\text{m}^3/\text{d}$ 。

（4）构造裂隙水

地下水赋存于构造裂隙中，富水性、水量大小由构造性质与导水性有关，矿区周边多为弱导水、富水性差的构造，仅南西外侧有导水性好的北东向导水构造，形成沿构造的泉群。

此图涉密，详见报批版本

图 9.1-1 长汀中坊稀土矿区区域水文地质略图

9.2 评价区地质环境条件

9.2.1 自然地理环境

评价区属亚热带季风气候，温暖湿润，雨量充沛，冬无严寒，夏无酷暑。根据长汀气象站资料，本区多年平均气温 19.2℃，年平均日照 1852.8 小时，无暑期 260 天，年平均降雨量 1645.0mm，年最大降雨量 2551.6mm，日最大降雨量 384.1mm，年蒸发量 1436.0mm。大气降水是矿区地下水的主要补给来源。

矿区内主要发育 I、II 号两条溪沟，横贯矿区中部。两条溪沟由树枝状水系组成，由西往东流。I 号沟宽 2~3m，深 1m 左右，纵向坡度较小，水深 7~10cm，水面宽 1.0~2.0m，枯旱时溪沟中段流量 77.14L/S；II 号沟宽 3~5m，深 1.5m 左右，纵向坡度较小，水深 8~10cm，水面宽 1.2~2.5m，枯旱时溪沟中段流量为 85.40L/S。

上述两条溪沟流量受季节控制明显，枯季时流量变小，雨季时流量明显增大。

评价区周边与外围的上游区域未见有明显大型的工矿企业，也没有较大规模的养猪场等养殖企业，现状没有较大的污染源。

9.2.2 地形地貌

中坊稀土矿区及周围均属丘陵地貌，区内最高海拔高程 486.6m，最低海拔高程为 299.5m，为本区最低侵蚀基准面，相对高差达 187.1m，工作区标高一般 350—400m。残丘丘顶呈浑圆状，山坡自然坡度一般在 10~25° 之间，局部地段由于崩塌成陡崖，山坡植被稀少。

评价区由丘陵与丘陵间小范围的冲洪积阶地组成，两条溪沟由树枝状水系组成，由西往东流。冲洪积阶地地势平坦，坡度小于 5°，地势由残丘坡脚向溪流方向微倾。

9.2.3 评价区地质条件

一、地层

在矿区内仅出露第四系（Q），分布于河流两侧及沟谷低洼处，

面积约 1.31km^2 。为河流冲积层、洪积层。一般由粘土、亚粘土及砂土组成，呈灰黑色—土黄色，疏松状结构。厚一般 0—2m，最厚达 6m。

二、岩浆岩

矿区岩浆岩主要为燕山早期中粗粒、中细粒黑云母花岗岩 ($\gamma_5^{2(3)c}$)，其他岩脉如辉绿岩脉 ($\beta\mu$)、花岗岩脉 (γ) 等则少量分布。

1. 燕山早期黑云母花岗岩 ($\gamma_5^{2(3)c}$)

为河田岩体的一部分，有下列 ($\gamma_5^{2(3)c1}$)、($\gamma_5^{2(3)c2}$) 两个脉动次：

(1) 第一脉动次中粗粒黑云母花岗岩 ($\gamma_5^{2(3)c1}$)：

在矿区大面积分布，面积约 4.55km^2 ，岩性为中粗粒黑云母花岗岩。岩石呈肉红色—灰白色，风化者呈土黄—褐红—米黄等色，半风化者呈黄褐—灰白色。中粗粒花岗结构，粒径 2—10mm，少量钾长石呈巨斑晶，粒径 $>10\text{mm}$ 。主要矿物组分为钾长石 (40%—60%)、斜长石 (15%—30%) 石英 (20%—25%) 及黑云母 (3%—5%)。该脉动次地表全风化花岗岩层是本矿区唯一赋矿层位。

(2) 第二脉动次中细粒黑云母花岗岩 ($\gamma_5^{2(3)c2}$)：

分布于矿区北部和东南部，面积约 0.14km^2 ，岩性为中细粒黑云母花岗岩。岩石呈浅肉红色，风化后呈灰褐色。中细粒花岗结构，粒径 0.2—5.0mm。主要矿物组分为钾长石 (40%—60%)，斜长石 (15%—30%)，石英 (20%—25%) 及黑云母。

据岩矿鉴定资料，岩石中副矿物主要为磁铁矿、磁赤铁矿、锆石、榍石、磷灰石、褐帘石和电气石。岩石化学成分见表 2 (根据福建省闽西地质大队 1986 年编制的《福建省长汀县南塘稀土矿区详查地质报告》资料)。风化后 SiO_2 、 CaO 、 Na_2O 有所减少， Al_2O_3 、 Fe_2O_3 有所增加。

本区花岗岩风化强烈，风化层发育，全风化花岗岩中的钾长石、斜长石、黑云母等矿物已粘土化，生成高岭石、水云母等粘土矿物，

其矿物组分变为粘土矿物（50%—60%），石英（20%—30%）及长石（5%—30%）等。全风化层厚 5—10m，最厚 > 20m。结构疏松，手握即呈粉末状，含矿性好，是本区稀土矿的主要赋存部位。

表 9.2-1 花岗岩及其风化壳岩石化学成分表

岩性	化 学 成 分（%）										
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
花岗岩	73.81	0.17	13.51	0.65	1.40	0.07	0.43	1.19	3.65	4.11	0.03
花岗岩风化壳	69.79	0.44	16.36	2.23	0.96	0.17	0.20	0.07	0.53	4.60	0.02

风化层之下为半风化层，其与风化层无明显界线，只是各种矿物的风化程度较浅，部分长石被风化成高岭石，一般还保留了原来的外形，手握呈碎块。半风化层不含稀土矿。

2.脉岩

（1）辉绿岩脉（ $\beta\mu$ ）：较大的一条宽 6.5m，走向 305°，分布于中部临近第四系处。其余几条规模较小，宽一般 0.3—2.0m，分布于墓背矿段，走向 70°—100°，延伸一般 10—20m。岩石呈深灰色，风化后呈土黄色，辉绿结构，块状构造。主要矿物组分为辉石、斜长石等。

（2）花岗岩脉（ γ ）：呈细脉状，一般宽 0.2—0.5m，最大 2—3.0m，分布较普遍，三个矿段均有分布，较大的一条宽约 2—3m，走向 110°，分布于本区西南部。岩脉共有三组产状，分别为：走向 35°—40°、倾向 SE、倾角 60°，走向 75°—100° 和走向 140°。延伸一般 10—20m。岩性为中细—细粒花岗岩，岩石呈灰白—灰绿色，中细—细粒花岗结构，块状构造。主要矿物组分为石英、钾长石、斜长石、黑云母等。

此外，在本区还见有少量宽 0.2—0.3m 的小石英脉（q）。

三、构造

矿区内构造不发育，未发现有断层，仅有一些节理、裂隙出现。

四、蚀变

本矿区发育的主要蚀变类型有硅化、绢云母化及绿泥石化三种，蚀变形式以带状蚀变为主，面状蚀变仅见于 $\gamma 52(3) c_2$ 花岗岩体中。

带状蚀变有硅化—绢云母化—绿泥石化带及硅化蚀变带两类，前者仅见于墓背 $\gamma 52$ 矿段，带宽 40—45m，延伸>80m，由每 1—2m 发育一条的蚀变细脉组成，走向 280°左右；后者各矿段均有发育，带宽一般 0.15—1.0m，长 10—20m，最长 40—60m，走向主要为 60°—70°、280°—300°及 320°左右三组。

9.2.4 评价区水文地质条件

根据本次区域综合地质调查、水文地质勘探与现场水文地质试验等，工作区的地下水按埋藏条件、水理性质等，可分为松散岩类孔隙潜水及基岩风化带孔隙裂隙水。

(1) 松散岩类孔隙潜水

松散岩类孔隙潜水赋存于第四系冲洪积(Q^{al-pl})的细砂及卵石中，卵石层仅小范围局部分布，细砂含水层揭示厚 4.8—6.3m，其分布由盆地中间向两侧的外沿变薄，水量较贫乏，地下水位埋藏较浅，水位埋深约 0.10—2.50m，局部更深些，年变幅小于 3m，单井涌水量小于 100m³/d。

松散岩类孔隙潜水主要接受大气降雨及侧向溪流地表水补给，在山坡的坡脚地带则接受风化基岩裂隙水的补给，向东方向的低洼处径流排泄，近溪流区域与地表水具有水力联系，一般向地表溪流排泄，在雨季汛期则由地表溪水补给。原有的民井有少量开采，现多已不开采。

表层包气带局部分布有砂质粘土而呈微承压性质，表层的砂质粘土厚度均大于 1m，分布连续、稳定，渗透系数介于 $10^{-7} \text{cm/s} < K \leq 10^{-4} \text{cm/s}$ 间，由于沉积的不均匀性，局部达 $2.97 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 左右，从安全角度综合分析考虑，其防污性能相对较差，属弱防污的岩土层。

此图涉密，详见报批版本

图 9.2-1 长汀中坊稀土矿区水文地质图

(2) 基岩风化带孔隙裂隙水

基岩风化带孔隙裂隙水主要赋存于风化基岩孔隙裂隙中，含水层厚度较大，水量较贫乏，地下水位埋藏较深，水位埋深随地形变化而变化，主要接受大气降雨补给，向低洼处径流排泄，多在山沟凹沟处以泉的形式排泄，泉流量多数小于 0.11/s。单井出水量均小于 50m³/d，其富水性贫乏且不均，作为少量居民生活用水分散水源。

由于基岩风化带上部无天然的隔水岩土层，表层包气带的残坡积粘性土厚度大于 5m，渗透系数介于 $10^{-7}\text{cm/s} < K \leq 10^{-4}\text{cm/s}$ 间，由于地层风化不均，造成渗透性不均，部分区域渗透系数 $> 10^{-4}\text{cm/s}$ ，虽其分布是连续的、稳定的，其防污性能相对较差，综合判定包气带岩性属弱防污岩土层

工作区由多个小山凹形成各自相对独立的水文地质小单元组成，矿区范围不能构成一个完整、独立的水文地质单元。各个小山凹形成各自相对独立的水文地质单元，地下水的排泄以泉或地下径流的形式向低洼处及溪沟方向径流排泄。各类型的地下水分布、径流等详见图 9.2-1。

9.2.5 评价区地下水流场特征

调查评价区地下水动态特征主要为入渗 - 径流型，接受降水及地表水补给，以径流方式排泄，地下水化学作用以溶滤为主。待开采区处于山区斜坡脊谷地貌，接受入渗补给，地形中等 ~ 浅切割，地下水位埋藏较深，蒸发排泄可以忽略，以径流排泄为主。动态的特点是：年水位变幅较大而不均，由补给区到排泄区，年水位变幅由大到小。水质季节变化不明显，水土向淡化方向演变。

为全面掌握评价区地下水水位、流向等情况，2024 年 11 月（枯水期）和 2025 年 5 月（丰水期）分别对区域内 10 个地下水钻孔和监测井，7 个民井及 3 个泉点的地下水水位开展了全面的调查和统测工作，基本查明了建设项目周边的地下水情况（表 9.2-2、图 9.2-2 和图 9.2-3）。评价区地下水以分散式、小规模民井开采方式，不存在大规模开采地下水现象，地

下水的补、迳、排不会有太大的变化，地下水位随季节变化而产生变化，但变化幅度较小。根据评价区丰水期和枯水期钻孔和民井地下水水位观测数据，沟谷地段地下水位埋深变化介于 0.1 ~ 1.85m，山脊地段地下水位埋深变化介于 3.85 ~ 15.66m。

表 9.2-2 地下水水位统测数据一览表

钻孔编号	枯水期（11 月）水位		丰水期（5 月）水位		水位变幅 (m)
	埋深 (m)	标高 (m)	埋深 (m)	标高 (m)	
DXS1					
DXS2					
DXS3					
DXS4					
DXS5					
DXS6					
DXS9					
DXS10					
DXS11					
DXS12					
DXS13					
DXS14					
DXS15					
DXS16					
DXS17					
DXS18					
DXS19					
DXS20					
DXS21					
DXS22					

总体上，地下水径流受岩性及其透水性和地形地貌的制约，径流方向由源向汇运动，受地形坡度控制，大气降水通过包气带岩土孔隙、裂隙通道向含水层垂向入渗，进入含水层后，在残积砾质粘性土中呈层状运动渗流，在强风化、中风化带中呈垂直 - 水平 - 垂直复杂运动渗流。在地形切割深沟谷地段，地下水径流汇聚于沟谷，少部分溢出地表，形成地表径流，大部分地下水仍沿含水层向低处运移。

同时，矿区周边及上游没有大的污染源，且矿区开采区域位于当地最低侵蚀面以上，地下水的补给来源为大气降雨，其总体向南、东南方向的

汀江方向径流排泄。

此图涉密，详见报批版本

图 9.2-2 评价区枯水期（2024 年 11 月）地下水流场图

此图涉密，详见报批版本

图 9.2-3 评价区丰水期（2025 年 5 月）地下水流场图

9.3 水文地质参数

根据现场水文地质调查、钻孔揭露地层情况，本次引用《中坊稀土矿水文地质调查专题报告》中 4 个钻孔（HZK2、HZK3、HZK6 和 HZK7）开展的现场抽水试验数据、1 个钻孔（HZK5）的 4 段注水试验数据及 6 组试坑渗水试验（SK1~SK6）数据进行参数计算和分析。

9.3.1 抽水试验

抽水试验采用潜水泵进行抽水，HZK2、HZK3、HZK6 和 HZK7 为单孔抽水试验，通过调换相关配套的电机来控制抽水流量，实现稳定流抽水试验。采用堰箱观测出水量。试验过程参照《水电水利工程钻孔抽水试验规程（DL/T 5213-2005）》和《水文地质手册》的相关规定进行。

在抽水过程中测量涌水量和水位降深，动水位和出水量观测的时间，在抽水开始后的第 1、2、5、10、15、20、30min 各测一次，以后每隔 30min 或 60min 测一次。水温、气温观测的时间，宜每隔 2~4h 同步测量一次。抽水结束后测量水位恢复时间。

根据《水文地质手册》（第二版），按单井潜水完整井稳定流抽水试验确定渗透系数。公式如下：

$$K = 0.366 Q(\lg 2d/rw)/0.5Sw(2H - Sw) \quad (1)$$

式中：K——含水层渗透系数（m/d）；d——抽水井与地表补给源的距离（m）；Q——抽水井稳定涌水量（m³/d）；H——抽水前潜水层厚度（m）；Sw——抽水井水位下降值（m）；rw——抽水井半径（m），rw=0.055m。

依据上述公式计算，得到项目区试验段含水层水文地质参数，计算成果表详见表 9.3-1。根据上表中抽水试验成果数据，调查范围内的含水层具有中等透水性。

表 9.3-1 抽水试验成果表

孔号	含水层	涌水量（m ³ /h）	降深（m）	渗透系数（m/d）	渗透系数（cm/s）
HZK2	冲洪积细砂层孔隙潜水				
HZK3					
HZK6	全、强风化花岗岩孔隙—裂隙潜水				
HZK7					

备注：岩体的渗透性分级依据《水利水电工程地质勘察规范》（GB 50487-2008[2023 年局部修订]）中附录 J（极微透水：K ≤ 10⁻⁶cm/s；微透水：10⁻⁶ ≤ K < 10⁻⁵cm/s；弱透水 10⁻⁵ ≤ K < 10⁻⁴ cm/s；中等透水：10⁻⁴ ≤ K < 10⁻² cm/s；强透水：10⁻² ≤ K < 10⁰ cm/s）。

9.3.2 注水试验

本次在工作区的 HZK5 孔分 4 段进行了钻孔注水试验，试验方法为常流量法。试验结果见表 9.3-2。

表 9.3-2 钻孔注水试验成果表

试验段	地层名称	稳定时间（min）	稳定流量（L/min）	渗透系数（cm/s）
0-5.0m				
5.0—9.25m				

9.25—17.0m				
17.0—26.0m				

9.3.3 试坑渗水试验

本次采用试坑渗水试验方法进行现场渗水试验，以求得包气带非饱和土层的渗透系数，在残积土层共做 3 个试坑渗水试验，在冲洪积砂质粘土层做 3 个试坑渗水试验，试验结果见表 9.3-3。

表 9.3-3 试坑渗水试验成果表

点号	位置		地层名称	注水时间 (min)	稳定时间 (min)	稳定流量 (L/min)	渗透系数 (cm/s)
	Y	X					
SK1							
SK2							
SK3							
SK4							
SK5							
SK6							

9.3.4 室内试验

本次采取了 9 组土在室内进行常规物理试验与垂直、水平方向的渗透试验。渗透试验结果见表 9.3-4。

表 9.3-4 室内渗透试验成果表

编号	深度 (m)	地层名称	垂直渗透系数 (cm/s)	水平渗透系数 (cm/s)
HZK3-1				
HZK4-1				
HZK4-2				
HZK5-2				
HZK6-1				
HZK6-2				
HZK7-1				
HZK7-2				
HZK8-2				

9.3.5 水文地质参数综合取值

根据现场抽水试验、试坑渗水试验、钻孔注水试验及地区经验，工作区各包气带及含水层的主要水文地质参数综合取值见表 9.3-5。

表 9.3-5 各包气带及含水层主要水文地质参数综合取值表

地层名称	渗透系数 (cm/s)	影响半径 (m)	给水度 μ	入渗系数	孔隙度

9.4 包气带特征及防污性能

表层包气带局部分布有砂质粘土而呈微承压性质，表层的砂质粘土厚度均大于 1m，分布连续、稳定，渗透系数介于 $10^{-7}\text{cm/s} < K \leq 10^{-4}\text{cm/s}$ 间，由于沉积的不均匀性，局部达 $2.97 \times 10^{-4}\text{cm/s}$ 左右，从安全角度综合分析考虑，其防污性能相对较差，属弱防污的岩土层。

由于基岩风化带上部无天然的隔水岩土层，表层包气带的残坡积粘性土厚度大于 5m，渗透系数介于 $10^{-7}\text{cm/s} < K \leq 10^{-4}\text{cm/s}$ 间，由于地层风化不均，造成渗透性不均，部分区域渗透系数 $> 10^{-4}\text{cm/s}$ ，虽其分布是连续的、稳定的，其防污性能相对较差，综合判定包气带岩性属弱防污岩土层。

9.5 地下水环境影响预测预评价

9.5.1 地下水渗流数值模拟要素总论

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地下水系统的科学概化，是为了适应数学模型的要求而对复杂的实际系统的一种近似处理，是地下水系统模拟的基础。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，综合集成模拟区的各种信息，准确刻画模拟区的实际情况，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，构建符合模拟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。

在准确刻画模拟区的基础上，即可利用地下水渗流模拟软件，将各种要素输入，形成模拟区的数值模型。

9.5.1.1 水文地质概念模型

本项目位于低山丘陵区，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，本模型建立时各个矿区水文地质条件对流态、饱和与非饱和、模型结构、模型底板、边界条件进行概化处理。

9.5.1.2 渗流数学模型

评价区概化为非均质、各向异性、非单一结构的三维稳态地下水系统，可用如下地下水渗流偏微分方程及其定解条件来表示：

$$\begin{cases} \frac{\partial}{\partial x} \left(k_{xx} \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_{yy} \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k_{zz} \frac{\partial h}{\partial z} \right) + W = 0 & (x, y, z) \in \Omega \\ h(x, y, z)|_{\Gamma_1} = f(x, y, z) & (x, y, z) \in \Gamma_1 \\ k_{xx} \frac{\partial h}{\partial x} \cos(\mathbf{n}, x) + k_{yy} \frac{\partial h}{\partial y} \cos(\mathbf{n}, y) + k_{zz} \frac{\partial h}{\partial z} \cos(\mathbf{n}, z) |_{\Gamma_2} + W' = 0 & (x, y, z) \in \Gamma_2 \end{cases}$$

式中： Ω —评价区域；

k —渗透系数（m/d）；

h —含水层地下水的水位标高（m）；

W —源汇项（m/d）；

t —时间（d）；

$h(x, y, z, t)$ —含水层水头值（m）；

$h_0(x, y, z, t_0)$ —初始水头值（m）；

f — Γ_1 上的已知函数；

Γ_1 、 Γ_2 、 Γ_3 —含水体第一类边界、第二类边界和自由面边界；

$\mathbf{n}$ —边界外法线向量；

$\cos(\mathbf{n}, x)$ 、 $\cos(\mathbf{n}, y)$ 、 $\cos(\mathbf{n}, z)$ —流量边界外法线方向与坐标轴方向夹角的余弦；

9.5.1.3 渗流数值模型

GMS 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) 模拟区网格剖分及相关要素设置赋值

利用 GMS 软件对模拟区进行矩形网格剖分,网格剖分时,将水位统测点、地下水开采井、河流及其主要支流放置于相应的网格上。在地下水开采处和矿区内的拟采区域进行适当加密。

网格剖分后,依次将地面高程、初始地下水水位、含水层底板高程等基础数据输入模型。根据模拟区域的地下水均衡,在剖分的网格中设置边界侧向流量、地下水开采量、大气降雨入渗量、边界水头。

根据模拟区已有的水文地质勘查资料,尤其是抽水试验、压水试验获得的含水层渗透系数,进行水文地质参数分区,并合理赋值,作为初始水文地质参数。模型要素全部输入模型后,即可运行模型,得到模拟区各结点的计算水位。

(2) 降雨量参数给定

本区多年平均气温 19.2℃,年平均日照 1852.8 小时,无暑期 260 天,年平均降雨量 1645.0mm,年最大降雨量 2551.6mm,日最大降雨量 384.1mm,年蒸发量 1436.0mm。

(3) 含水层水文地质参数分区

根据各矿区水文地质勘查报告以及各矿区的抽水试验、压水试验、渗水试验、室内渗透试验获得的第四系地层、强风化花岗岩、弱风化花岗岩等的渗透系数,结合地下水流场的空间分布以及地貌特征,划分潜水含水层的渗透性分区,将模拟区划分为若干个渗透系数分区。

(4) 模型识别验证

模型识别和验证过程采用的方法也称试估—校正法,属于反求参数的

间接方法之一。通过各统测水位点的计算值与实测值进行比较，率定参数，校正构建的地下水渗流数值模型。经校正后，即可认为构建的模型能够客观反映模拟区的水文地质条件。

模型校正与检验是建立水文地质数值模型的关键步骤之一，主要遵循以下原则：

①模拟的地下水流场要与实际地下水流场基本一致，即要求地下水模拟等值线与实测地下水位等值线基本吻合，模拟流场可以客观反映地下水渗流的趋势；

②从均衡的角度出发，模拟的地下水均衡变化与实际情况要基本相符；

③识别的水文地质参数要符合模拟区的水文地质条件。

(5) 溶质运移数学模型

描述稳定地下水流系统中 k 组分运移的偏微分方程可写成：

$$\frac{\partial(\theta C^k)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\theta D_{ij} \frac{\partial C^k}{\partial x_j} \right) - \frac{\partial}{\partial x_i} (\theta v_i C^k) + q_s C_s^k + \sum R_n$$

式中：

C^k ：k 组分的溶解相浓度， ML^{-3} ；

θ ：地层介质的孔隙度，无量纲；

x_i ：沿直角坐标系轴向的距离，L；

D_{ij} ：水动力弥散系数张量， L^2T^{-1} ；

v_i ：孔隙水平平均实际流速， LT^{-1} ；它与单宽流量存在如下关系： $v_i = q_i/\theta$ ；

q_s ：单位体积含水层流量，它代表源（正值）和汇（负值）， T^{-1} ；

C_s^k ：源或汇水流中 k 组分的浓度， ML^{-3} ；

$\sum R_n$ ：化学反应项， $ML^{-3}T^{-1}$ 。

本次模拟按照保守预测原则，不考虑吸附解吸附、生物降解和其他化学反应作用影响，仅分析预测对流弥散作用下的污染溶质运移过程，本次构建的地下水溶质运移模型耦合地下水水流模型，用以模拟污染物在地下水水中的迁移状况。

（6）弥散度的确定

评价区含水层介质多为花岗岩风化岩体，纵向弥散度的取值与观测尺度之间存在一定的关系，根据 Gelhar（1992）的研究成果，对应项目地下水类型及含水层岩性，结合地下水预测评价的评价范围需求，评价范围内的含水层介质为风化裂隙介质，本次预测的观测尺度取 1500m，对应的纵向弥散度约为 50m；横向弥散系数取纵向弥散系数的 0.1 计算。

（7）预测时段确定

预测地下水污染因子浓度空间分布的时间点分别为 100 天、1000 天、超标范围影响最大时段及全部矿块开采结束闭矿后衰减 20 年。

预测时段包括：100 天、1000 天、1825 天（5 年）、3650 天（10 年）、5475 天（15 年）、7300 天（20 年）。

（8）标准限值确定

本次地下水硫酸根离子浓度预测中，当地下水中硫酸根离子的浓度大于本底值时，认为硫酸根离子对地下水环境产生了影响；当地下水中的浓度大于 250mg/L 时，即认为硫酸根离子超标。

镁离子浓度预测中，当地下水中镁离子的浓度大于本底值时，认为镁离子对地下水环境产生了影响；由于《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）没有镁离子标准限值，其标准参考波兰地下水环境质量标准中镁的标准限值，取 100mg/L，当地下水中的浓度大于 100mg/L 时，即认为镁离子超标。

钠离子浓度预测中，当地下水中钠离子的浓度大于本底值时，认为钠离子对地下水环境产生了影响；当地下水中的浓度大于 200mg/L 时，即认为钠离子超标。

地下水重金属铅浓度预测中，当地下水中重金属镉的浓度大于本底值时，认为重金属铅对地下水环境产生了影响；当地下水中的浓度大于 0.005mg/L 时，即认为重金属镉超标。

9.5.2 稀土矿块开采对地下水环境影响预测预评价

9.5.2.1 预测情景及预测源强确定

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）要求：须对正常状况和非正常状况的情景分别进行预测。根据项目的生产特点，将正常工况及非正常工况概化。

1. 浸采区污染源概化

离子型稀土矿山在原地浸矿过程中，注液孔按一定的间距呈网格状布设于矿体之上，注液打入矿体后呈面状源发散，在开采期间连续注液。因此，预测目标矿体呈面状连续注液污染源。面源污水渗漏量在注液及清水清洗期为注液量，渗漏污染物浓度根据母液的浓度、清水清洗浓度的降解规律赋值。

图 9.5-1 中坊稀土矿体开采排产计划分布图

2. 预测情景设置

（1）正常工况下预测情景及污染源设置

根据报告工程分析，离子型稀土开采过程分为生产注液期（包含注液浸矿和加注顶水）、清水淋洗期和闭矿期。

① 生产注液期

正常生产工况下，在确保采场收液系统和环保回收井（水力截获）运行良好情况下，母液回收率可以控制在 92%（对应渗漏率 8%），无法收集的渗漏的部分泄漏至地下水环境中。注液浸矿包括 2 个月（60 天）注液浸矿和 3 个月（90 天）加注顶水过程，共 5 个月。

据工程分析，改扩建后矿区生产期间渗漏浸出液总量见表 9.5-1。

表 9.5-1 矿块浸出液渗漏情况统计表（t/d）

小流域	服务期						
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
中坊溪							
廖地溪							

合计							

② 清水淋洗期

在加注顶水完成后，浸矿采场的矿体和土壤内残留以溶解态和吸附态为主的硫酸镁，存在潜在环境风险。因此，在加注顶水完成后，要求生产企业利用原有注液和收液系统，对完成浸采的矿体加注清水进行淋洗，淋洗周期根据尾水中硫酸盐浓度确定，类比同类工程数据，一般持续淋洗周期 2 个月左右。

淋洗期间处理车间将淋洗产生的尾水（含硫酸盐和镁）收集到配液池并回用到下一个矿块，最大程度地利用尾水中的硫酸镁等资源，减少浸矿剂的消耗量，淋洗期间无生产废水排放。当处理车间所对应的矿块全部开采完毕后，清水淋洗的尾水无法再利用到下一个矿块时，利用处理车间内的池体进行尾水处理（去除硫酸盐和镁），处理后的尾水循环用作下批次的淋洗用水，直到淋洗的尾水硫酸盐满足江西省《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016-2018）要求时不再淋洗（硫酸盐小于 800mg/L），最后一批次尾水不外排。

正常生产工况下，淋洗期间矿块渗漏尾水量同生产过程中渗漏浸出液量，在确保采场收液系统、环保回收井、防渗沟（水力截获）运行良好情况下，渗漏率可以控制在 8%。淋洗期按 60 天计。淋洗期间渗漏尾水量见表 9.5-2。

表 9.5-2 淋洗期间总的矿块渗漏情况（t/d）

小流域	服务期						
	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
中坊溪							
廖地溪							
合计							

③ 闭矿期

正常生产工况下，在淋洗结束后进行采场的封孔闭矿，关闭注液系统，并持续跟踪收液系统尾水污染物达到江西省《离子型稀土矿山开采水污染

物排放标准》(DB36 1016-2018)后,封堵矿块收液系统,彻底闭矿。一般在无自然降雨情况下,矿块无尾水渗漏产生;当有自然降雨时,降雨入渗到已闭矿的采空区,大部分雨水通过矿块植被和地表径流排至就近溪流中,少部分降雨入渗到矿块矿体中,并有极少渗漏到地下水,进而汇至地表水。

闭矿后的采场面积取 A , 采场的降雨入渗系数取 $k=0.15$, 矿块年均降雨量取 $Y=1.63\text{m}$, 正常生产工况下渗漏率取 $n=5\%$, 每年渗漏的尾水量核算公式如下:

$$Q=A \cdot k \cdot Y \cdot n$$

本项目每年开采 1000tREO 对应的采场平均服务面积 A 为 8.52hm^2 , 考虑到采场防护距离内不设浸采工程, 浸采面积系数取 0.9。

根据核算, 正常生产工况下, 本项目每生产 1000t/a REO 稀土对应矿块闭矿期自然降雨情况下渗漏量平均为 4.11t/d 。

(2) 非正常工况下预测情景及污染源设置

非正常工况发生的概率较低, 且不会大范围地在开采过程中出现, 且非正常工况下, 浸矿液回收率下降会导致产能下降, 建设单位会及时发现并采取措施。因此非正常工况的特点为发生时间短, 发生范围小。结合各个次级水文地质单元内采区分布情况, 本次非正常工况下的预测考虑设置在注液矿体发生非正常工况, 非正常工况仅存在于开采注液期间, 持续时间 1 个月, 且不考虑清水清洗矿体。

非正常工况下, 无法收集的采场注液渗漏率取值为 30%进行计算, 其发生时间设置为 1 个月, 为面源泄漏, 排放规律为连续面源恒定释放。非正常工况发生后恢复正常生产, 注液渗漏率恢复至 8%的正常水平。因此, 非正常工况下的预测情景设置为: 第五年开采矿体发生非正常工况, 开始注液后第 1 个月为非正常工况, 进入第 2 个月恢复为正常工况下的注液, 淋洗期的持续注液时间分为 2 个月, 闭矿期期间泄漏时长至预测期结束。

3. 预测因子确定

本项目浸矿剂原料使用硫酸镁，除杂沉淀原料使用了碳酸氢钠，在生产注液过程中利用镁离子交换稀土元素，同时矿体内也存在少量重金属元素（Pb、Cd、As 和 Cr 等）进入浸出液中，在生产注液、清水淋洗和降雨淋洗等过程中含有镁离子、硫酸根、钠离子和部分重金属元素的浸出液部分渗漏进入地下水，影响地下水环境。

根据本项目废水污染源分析内容，获得生产注液期、淋洗期和闭矿期渗漏溶液监测浓度值见表 9.5-3、表 9.5-4 和表 9.5-5。

表 9.5-3 生产注液期浸出液污染物含量 单位：mg/L

污染因子							
监测浓度值							

表 9.5-4 清水淋洗期浸出液污染物含量 单位：mg/L

污染因子							
监测浓度值							

表 9.5-5 闭矿后尾水污染物含量 单位：mg/L

污染因子							
监测浓度值							

根据 HJ610-2016 要求，对识别出来的特征因子，按重金属、无机盐等类型污染物分别进行分类，并对每一类型中的因子进行标准指数法排序，分别取标准指数最大的因子作为本次模拟预测因子。

因此，根据生产期的浸出液监测结果，与《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类限值进行对比，其中浸出液中 Pb 标准指数最大为 3.5，Cd 的标准指数最大为 7.6；对无机盐组分进行标准指数法排序，结果显示， SO_4^{2-} （25.56）>Mg（14.9）>Na(0.82)>石油类（0.6）。

表 9.5-6 污染源主要污染物标准评价指数数据表

注：石油类标准限值参考《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类限值，即 0.05mg/L。

同时，考虑向矿体内注入硫酸镁溶液，同时溶解有一定浓度的钠离子，是本项目关注的关键特征污染因子，因此将注入矿体硫酸盐、Mg 和 Na 也作为本次预测因子。由于监测钠离子浓度低于地下水 III类水限值，本次污染预测源强钠离子浓度取值是现状监测值的 5 倍，即 328mg/L。石油类浓度相对较低，随着浸矿过程的进行，在生产期间均符合 III类水限值要求，对地下水环境的影响远低于硫酸盐。因此，本次不将石油类作为地下水预测因子。

综上所述，本项目地下水环境影响预测因子选择：硫酸根、镁离子、钠离子和镉。

9.5.2.2 地下水环境影响预测预评价

9.5.2.2.1 水文地质概念模型建立

本次地下水模拟模型是根据水文地质勘查、地下水现状监测以及地质勘查资料，在综合分析建设项目水文地质条件基础上进行模型区概化，运用 GMS 软件 Modflow 模块计算出区域地下水天然流场，以天然流场为基础，用 MT3DMS 模块模拟计算出建设项目所产生的渗漏浸出液和尾水对原地浸矿采场及下游附近地下水水质的影响。

(1) 模拟范围确定

根据矿区地形地貌及水文地质资料，本次选择项目区所在相对独立的水文地质单元作为模拟计算区域，具体模型东侧、南侧和西侧边界分别以地表分水岭为界，西北侧边界以矿区内次级沟谷山脊和矿区外溪流为界，模型区面积约为 13.45km²。

此图涉密，详见报批版本

图 9.5-2 中坊稀土矿块开采地下水模型范围图

(2) 含水层结构及地下水补径排条件

根据钻孔及水文地质调查资料，矿区地下水类型主要分为松散岩类孔隙水和基岩风化网状裂隙水。松散岩类孔隙水含水介质主要由第四系中粗砂、粘土、粉质粘土等冲洪积物、残坡积物组成，中粗砂渗透性较好，分布于河溪两侧，厚度较薄，残坡积物分布于山前，主要为花岗岩风化产物。基岩风化裂隙水含水介质为中粗粒、中细粒花岗岩，自上而下分别为全风化花岗岩、强风化花岗岩、中风化花岗岩及微风化花岗岩，各含水岩组分布连续，厚度自山区向山前变薄。天然条件下，地下水自山区向沟谷区径流，山区水力梯度较大，沟谷区较小。

此次数值模拟主要是对矿区稀土开采对地下水环境的影响进行预测与评价，与各含水层的地下水流动特征均密切相关，因此本研究选定第四系松散岩类孔隙水和直至微风化的基岩裂隙水作为主要的模拟对象。

模型区地下水在自然状态下主要接受大气降水入渗补给，以孔隙水、裂隙水形态赋存于残坡积层和花岗岩风化壳岩土层中，下部的微风化和未风化基岩为相对隔水层。地下水径流受地形坡度控制，在地形切割深沟谷地段，地下水径流汇聚于沟谷，大部分溢出地表，形成地表径流，少部分地下水仍沿含水层向低处运移，向下游孔隙和裂隙含水层排泄。

此图涉密，详见报批版本

图 9.5-3 中坊稀土矿模型区三维地层结构图

(3) 地下水模型边界条件概化

利用地形数据（DEM）进行流域划分，获取天然子流域范围，并结合水文地质勘查过程中获得的河流、分水岭位置等相关水文地质资料，对子流域范围进行进一步切割，选取合适的模型边界。

中坊稀土矿所在区域地貌结构相对简单，模型区东侧、南侧和西侧部分边界依据地表分水岭划定，可定位零流量边界；模型区北侧沟谷流出的

溪流与河流沉积的第四系松散地层具有直接水力联系，将该边界定为通用水头边界（General head）；模型区域中间低洼溪沟和沙坑定义为排水沟（Drain）。

9.5.2.2.2 地下水流数值模型建立

（1）模型区网格剖分

模型的网格剖分（空间离散）利用软件的自动离散功能完成。考虑到模拟精度尤其是溶质迁移模型精度的要求，根据模拟区典型水文地质钻孔揭露的地层信息，在水平方向上用正交网格剖分为 219 行 × 263 列的网格，每个单元格大小为 20m × 20m，在垂向上将模拟区剖分为 4 层：浅层含水层为第四系松散岩土层（第 1 网格层）；中层为残坡积粉砂质黏土层（第 2 网格层）；深层为强风化、中风化花岗岩层（第 3 和第 4 网格层），各网格层单独厚度均分。该模型区网格剖分示意图见图 9.5-11。

此图涉密，详见报批版本

图 9.5-4 中坊稀土矿模型区网格剖分示意图

（2）含水层水文地质参数分区

模型所采用的参数，主要是依据野外抽水试验和注水试验结果，再结合手工调参拟合获得的最终模拟所用参数，参数基本上符合该地水文地质条件，能够比较客观地反映含水层的性质。本模型第 1 层网格水平渗透系数划分成 20 个区，第 2 层格网概化为均质坡积全风化花岗岩，第 3 和第 4 层将深层地层划分为强风化、中风化花岗岩层分布区，表 9.5-11 给出不同岩性地层水平渗透系数、给水度、给水度和弥散系数等参数的取值。

表 9.5-7 地下水模型各层参数分区取值范围表

含水岩层		渗透系数 (m/s)	入渗 系数	孔隙度	给水度	横向弥散系 数 D_L , m	纵向弥散系 数 D_T , m
第四	沟谷						

系松 散层	山区						
全风化花岗岩							
强风化花岗岩							
中风化花岗岩							
微风化花岗岩							

(3) 源汇项处理

① 大气降水入渗补给量

根据多年降水量统计，本区域多年平均降水量 1687.85mm，降水入渗补给是模型区浅层地下水的主要补给来源。依据有关降水入渗试验数据，并参考包气带岩性、潜水位埋深、地形、植被等因素，给出模型区各区降水入渗系数，加在模型对应的剖分网格单元上。

② 灌溉回归入渗

经调查，模拟区内少有农业灌溉设施，且由于评价区内潜水含水层上部存在稳定的粉质粘性土层，透水性较差，因此表层的田间灌溉入渗量仅是含水层补给来源很少的一部分，因此模型中农业灌溉回渗量为 0。

③ 地下水开采量

模拟区内地下水开采利用强度较低，因此在本模型中可忽略不计。

④ 蒸发

因浅层水蒸发强度随水位埋深的变化而变化，所以计算时将蒸发强度处理为能随水位变化而变化的机制自动变化，其计算公式如下：

$$Z = Z_0 \cdot (1 - S/S_0)^n$$

式中：Z——浅层水蒸发强度（m）；

Z_0 ——水面蒸发强度（m）（即实际水面蒸发强度）；

S——潜水位埋深（m）；

S_0 ——潜水蒸发极限埋深（m）；

N——与岩土性质有关的指数（粉土、粉质粘土取 1.5，粉砂取 1.0）。

在模型中地下水蒸发排泄量通过调用 Modflow 中蒸发蒸腾子程序包进

行计算，根据阿维里扬诺夫提出的理论，蒸发极限埋深取为 5m。本模型地下水埋深均大于 5m，因此蒸发排泄强度可忽略不计。

（4）模型识别和验证

模型校正与检验是建立水文地质数值模型的关键步骤之一，主要遵循以下原则：①模拟的地下水流场要与实际地下水流场基本一致，即要求地下水模拟等值线与实测地下水位等值线吻合，模拟流场可以客观反映地下水流动的趋势；②从均衡的角度出发，模拟的地下水均衡变化与实际要基本相符；③识别的水文地质参数要符合实际水文地质条件。

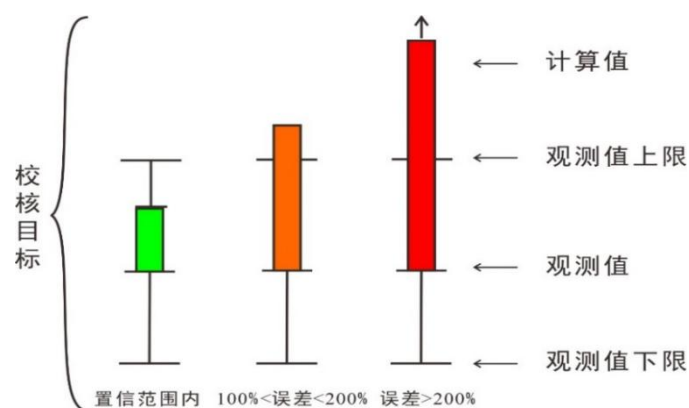


图 9.5-5 实测与计算地下水位误差棒

a. 水位拟合检验

模拟水位和实测水位拟合见图 9.5-6 和图 9.5-7，由图可以看出，模拟水位与实测水位得到了很好的拟合。由此可见，在一定程度上，该模型很好的反映了该地下水流场。

此图涉密，详见报批版本

图 9.5-6 模拟计算区地下水水位拟合效果图

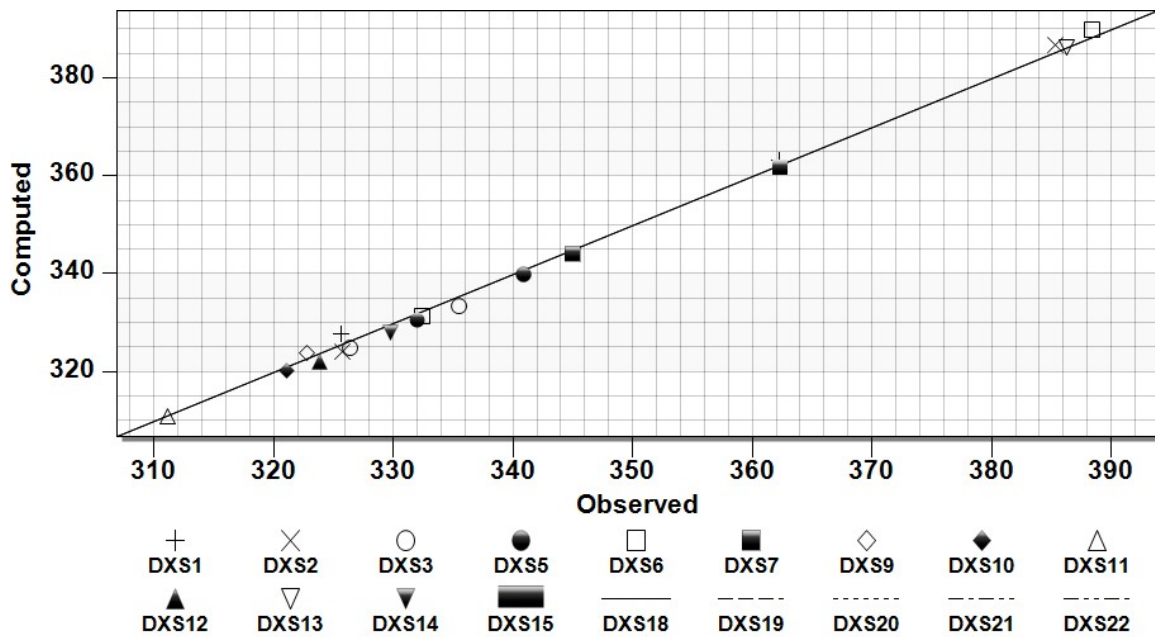


图 9.5-7 实测水位与计算水位拟合曲线图

b. 水文地质参数检验

模拟所采用的参数，主要是依据野外环境水文地质试验结果，再结合手工调参获得最终模拟所用参数，参数基本上符合该地水文地质条件，能够比较客观地反映了含水层的性质。

c. 水均衡分析

由表 9.5-8，模型潜水含水层均衡区内地下水的总补给量与总排泄量基本一致，符合地下水潜水含水层稳定流的特征。

表 9.5-8 模型潜水含水层水均衡分析表

均衡要素	补给 (in) /m ³	排泄 (out) /m ³
侧向边界流量		
降水蒸发水量		
沟渠排水量		
总计		
均衡差		
误差 (%)		

(5) 污染源强给定

根据源强分析内容，中坊稀土矿段以全覆型矿体为主，在注液生产期和清水淋洗期内，原地浸矿采场在确保收液系统防渗和环保回收井运行良

好情况下，母液回收率可以控制在 92%（对应渗漏率 8%）。

根据工程分析，同时考虑丰水期和枯水期不同注液量和渗漏量。综上，中坊稀土矿浸矿采场排产计划、规模、浸出液渗漏强度和预测因子浓度等信息详见表 9.5-9 和表 9.5-10。

中坊稀土矿块浸采排产计划见图 9.5-8。

表 9.5-9 模型区污染源渗漏强度信息表

浸采区 编号	矿体 类型	面积 (m ²)	注液强度 (m/d)					
			注液期 (60d)		顶水期 (90d)		淋洗期 (30d)	闭矿期 (10a)
			枯水期	丰水期	枯水期	丰水期		
1Y	全覆式							
2Y	全覆式							
3Y	全覆式							
4Y	全覆式							
5Y	全覆式							
6Y	全覆式							
7Y	全覆式							

注：各矿体层概化为等厚度，单位面积注液渗漏强度为定值。

表 9.5-10 原地浸矿各阶段渗漏尾水预测因子浓度

原地浸矿 生产阶段	预测因子浓度值 (mg/L)			
注液期 (60d)				
顶水期 (90d)				
淋洗期 (30d)				
闭矿期				

此图涉密，详见报批版本

图 9.5-8 中坊稀土模型区内稀土矿块分布图

9.5.2.2.3 情景一：正常工况下，确保采场收液系统和环保回收井（水力截获）运行良好情况下，母液回收率可以控制在 92%（对应渗漏率 8%）情景下地下水污染预测与分析评价

（1）硫酸根离子预测结果

图 9.5-9 和图 9.5-10 分别给出了原地浸采过程无组织渗漏情况发生 100d、1000d、1825d、3650d、5475d、7300d 时，含水层地下水中硫酸根的污染羽在水平方向上的迁移扩散范围。根据《地下水质量标准》GB/T 14848-2017 类水质标准限值，硫酸盐在图中的超标范围以 250 mg/L 浓度等值线作为边界显示，硫酸盐在水动力条件下向周围及下游扩散，其在含水层污染羽前锋运移距离及浓度变化情况见表 9.5-11。

表 9.5-11 浸矿采场地下水硫酸盐迁移情况

预测时间 (d)	浸采区最大浓度 (mg/L)	超标范围 (km ²)	浸采区下游最大超标距离 (m)	保护目标是 否超标
100				
1000				
1825				
3650				
5475				
7300				

由上述分析结果及模拟图件可知：原地浸矿采场浸出液和淋洗尾水发生渗漏，在浸采期内地下水中硫酸盐污染羽影响范围和超标范围逐步增加，随着浸采区转入闭矿阶段后，硫酸盐污染羽影响范围呈现缓慢增加，但超标范围逐渐变小的趋势，污染羽中心区域硫酸盐浓度由升高转为降低。

在模拟期内，潜水含水层地下水硫酸盐污染羽大约在 1825 天到达下游矿界观测点，在矿区进入闭矿时（第 7 年）硫酸盐浓度达到最高值 2773mg/L。在整个模拟期内，矿区下游矿界外观测点地下水硫酸盐浓度最高值为 106.68mg/L，不会超过Ⅲ类水质标准限值。

因此，在模拟期内，确保采场收液系统和环保回收井（水力截获）运行良好情况下，可满足矿区下游矿界外观测点地下水硫酸盐浓度达到Ⅲ类水质标准限值要求。同时，考虑矿区地下水与地表水水力联系密切，在生产运行及闭矿后一定时期内应加强持续地下水跟踪监测，一旦发现观测井硫酸盐浓度异常，应及时启动地下水污染应急措施进行风险管控，最大限度控制污染羽持续扩散。

图 9.5-9 中坊稀土模型区地下水硫酸盐污染羽变化图

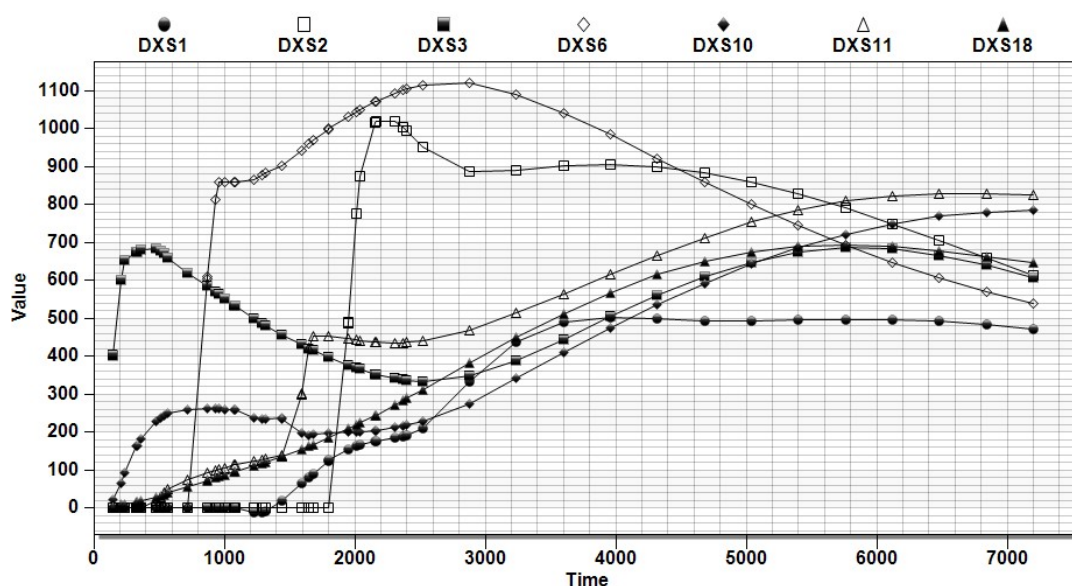


图 9.5-10 稀土矿区地下水观测点处硫酸盐浓度变化曲线

(2) 镁离子预测结果

镁离子在图中的污染超标范围以 100 mg/L 浓度等值线作为边界进行显示，镁离子在水动力条件下向周围及下游扩散，其在含水层污染羽前锋运移距离及浓度变化情况见表 9.5-12。

表 9.5-12 浸矿采场地下水镁离子迁移情况

预测时间 (d)	污染物最大浓度 (mg/L)	超标范围 (m ²)	浸采区下游最 大超标距离 (m)	保护目标是 否超标

由上述分析结果及模拟图件可知：原地浸矿采场浸出液和淋洗尾水发生渗漏，在浸采期内地下水中镁污染羽影响范围和超标范围逐步增加，随着浸采区转入闭矿阶段后，镁污染羽影响范围呈现缓慢增加，但超标范围逐渐变小的趋势，污染羽中心区域镁浓度由升高转为降低。

在模拟期内，潜水含水层地下水硫酸盐污染羽大约在 1825 天到达下游矿界观测点，在矿区进入闭矿时（第 7 年）镁离子浓度达到最高值 670mg/L。在整个模拟期内，矿区下游矿界外观测点地下水镁离子浓度最高值为 55.66mg/L，不会超过管控标准限值（100mg/L）。

因此，在模拟期内，确保采场收液系统和环保回收井（水力截获）运行良好情况下，可满足矿区下游矿界外观测点地下水硫酸盐浓度达到不会超过管控标准限值（100mg/L）要求。

图 9.5-11 中坊稀土模型区地下水镁离子污染羽变化图

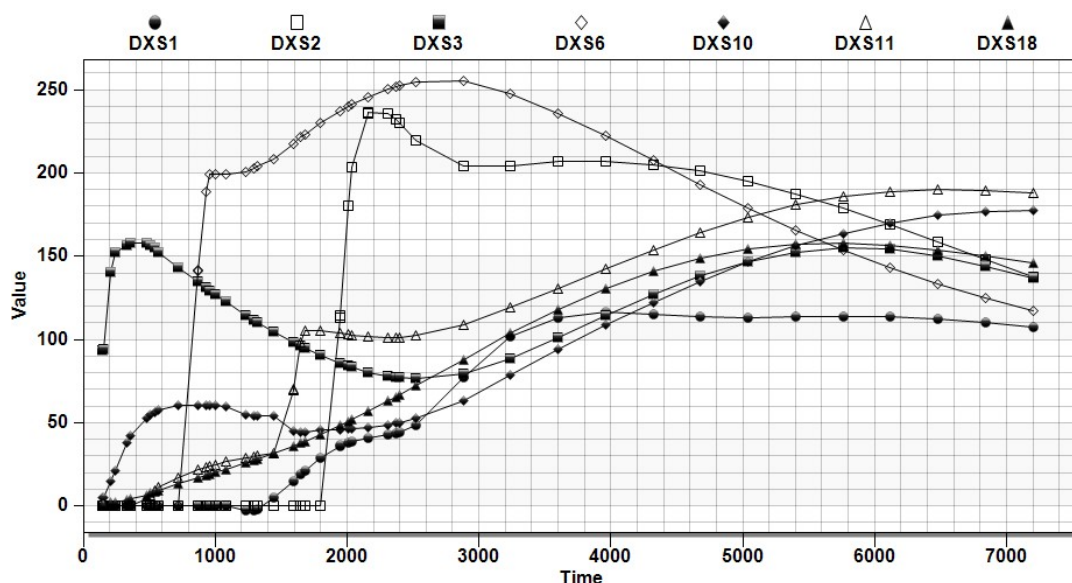


图 9.5-12 稀土矿区地下水观测点处镁离子浓度变化曲线

(3) 钠离子预测结果

钠离子在图中的污染超标范围以 200 mg/L 浓度等值线作为边界进行显示, 钠离子在水动力条件下向周围及下游扩散, 其在含水层污染羽前锋运移距离及浓度变化情况见表 9.5-13。

表 9.5-13 浸矿采场地下水钠离子迁移情况

预测时间 (d)	污染物最大浓度 (mg/L)	超标范围 (m ²)	浸采区下游最大 超标距离 (m)	保护目标 是否超标

由上述分析结果及模拟图件可知: 原地浸矿采场浸出液和淋洗尾水发生渗漏, 在浸采期内地下水中钠污染羽影响范围和超标范围逐步增加, 随着浸采区转入闭矿阶段后, 钠污染羽影响范围呈现缓慢增加, 但超标范围逐渐变小的趋势, 污染羽中心区域钠浓度由升高转为降低。

在模拟期内, 潜水含水层地下水钠离子污染羽大约在 1825 天到达下游矿界观测点, 在矿区进入闭矿时 (第 7 年) 钠离子浓度达到最高值 205.2mg/L。在整个模拟期内, 矿区下游矿界外观测点地下水钠离子浓度最高值为 46.15mg/L, 不会超过Ⅲ类水质标准限值。

因此, 在模拟期内, 确保采场收液系统和环保回收井 (水力截获) 运行良好情况下, 可满足矿区下游矿界外观测点地下水硫酸盐浓度达到Ⅲ类水质标准限值要求。

此图涉密, 详见报批版本

图 9.5-13 中坊稀土模型区地下水钠离子污染羽变化图

此图涉密，详见报批版本

图 9.5-14 稀土矿区地下水观测点处钠离子浓度变化曲线

(4) 镉预测结果

据《地下水质量标准》Ⅲ类水质标准限值，镉在图中的污染范围以 0.005 mg/L 浓度等值线作为边界进行显示，镉在水动力条件下向周围及下游扩散，其在含水层污染羽前锋运移距离及浓度变化情况见表 9.5-14。

表 9.5-14 浸矿采场地下水镉离子迁移情况

预测时间 (d)	污染物浓度范围 (mg/L)	超标范围 (m ²)	浸采区下游最大 超标距离 (m)	保护目标 是否超标

由上述分析结果及模拟图件可知：原地浸矿采场浸出液和淋洗尾水发生渗漏，在浸采期内地下水中镉污染羽影响范围和超标范围逐步增加，随着浸采区转入闭矿阶段后，镉污染羽影响范围呈现缓慢增加，但超标范围逐渐变小的趋势，污染羽中心区域镉浓度由升高转为降低。

在模拟期内，潜水含水层地下水 Cd 污染羽大约在 1825 天到达下游矿界观测点，在矿区进入闭矿时（第 7 年）Cd 浓度达到最高值 0.015mg/L。在整个模拟期内，矿区下游矿界外观测点地下水 Cd 浓度最高值为 0.0026mg/L，不会超过Ⅲ类水质标准限值。

因此，在模拟期内，确保采场收液系统和环保回收井（水力截获）运行良好情况下，可满足矿区下游矿界外观测点地下水 Cd 浓度达到Ⅲ类水质标准限值要求。

此图涉密，详见报批版本

图 9.5-15 中坊稀土模型区地下水镉污染羽变化图

此图涉密，详见报批版本

图 9.5-16 稀土矿区地下水观测点处镉浓度变化曲线

9.5.2.2.4 情景二：非正常工况下，采场收液系统和环保回收井（水力截获）由于未能有效发挥作用情景下，母液回收率仅为 70%（对应渗漏率 30%）情景下地下水污染预测与分析评价

（1）硫酸根离子预测结果

图 9.5-17 和图 9.5-18 分别给出了原地浸采过程无组织渗漏情况发生 100d、1000d、1825d、3650d、5475d、7300d 时，模型第 1 层和第 2 层含水层地下水中硫酸根的污染羽在水平方向上的迁移扩散范围。根据《地下水质量标准》GB/T 14848-2017 类水质标准限值，硫酸盐在图中的超标范围以 250 mg/L 浓度等值线作为边界显示，硫酸盐在水动力条件下向周围及下游扩散，其在含水层污染羽前锋运移距离及浓度变化情况见表 9.5-15。

表 9.5-15 浸矿采场地下水硫酸盐迁移情况

预测时间 (d)	污染物最大浓度 (mg/L)	超标范围 (m ²)	浸采区下游最大 超标距离 (m)	保护目标 是否超标

此图涉密，详见报批版本

图 9.5-17 中坊稀土模型区地下水硫酸盐污染羽变化图

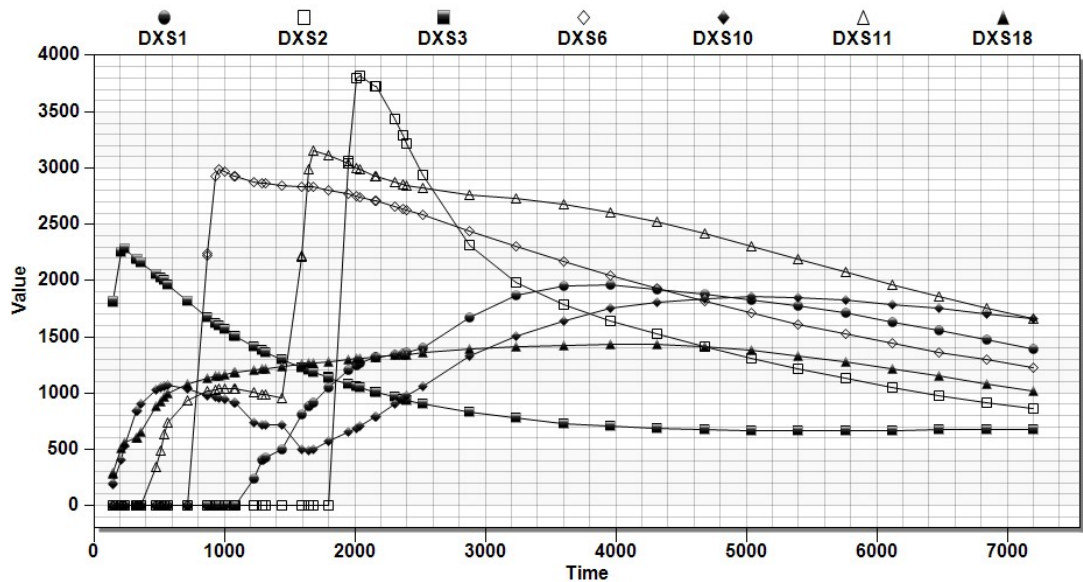


图 9.5-18 稀土矿区地下水观测点处硫酸盐浓度变化曲线

(2) 镁离子预测结果

镁离子在图中的污染超标范围以 100 mg/L 浓度等值线作为边界进行显示，镁离子在水动力条件下向周围及下游扩散，其在含水层污染羽前锋运移距离及浓度变化情况见表 9.5-16。

表 9.5-16 浸矿采场地下水镁离子迁移情况

预测时间 (d)	污染物浓度范围 (mg/L)	超标范围 (m ²)	浸采区下游最大 超标距离 (m)	保护目标 是否超标

由上述分析结果及模拟图件可知：原地浸矿采场浸出液和淋洗尾水发生渗漏，在浸采期内地下水中镁污染羽影响范围和超标范围逐步增加，随着浸采区转入闭矿阶段后，镁污染羽影响范围呈现缓慢增加，

但超标范围逐渐变小的趋势，污染羽中心区域镁浓度由升高转为降低。

在模拟期内，潜水含水层地下水硫酸盐污染羽大约在 1825 天到达下游矿界观测点，在矿区进入闭矿时（第 7 年）镁离子浓度达到最高值 750mg/L。在整个模拟期内，矿区下游矿界外观测点地下水镁离子浓度最高值为 76.22mg/L，不会超过Ⅲ类水质标准限值。

因此，在模拟期内，确保采场收液系统和环保回收井（水力截获）运行良好情况下，可满足矿区下游矿界外观测点地下水硫酸盐浓度达到Ⅲ类水质标准限值要求。

此图涉密，详见报批版本

图 9.5-19 中坊稀土模型区地下水镁离子污染羽变化图

此图涉密，详见报批版本

图 9.5-20 稀土矿区地下水观测点处镁离子浓度变化曲线

（3）钠离子预测结果

钠离子在图中的污染超标范围以 200 mg/L 浓度等值线作为边界进行显示，钠离子在水动力条件下向周围及下游扩散，其在含水层污染羽前锋运移距离及浓度变化情况见表 9.5-17。

表 9.5-17 浸矿采场地下水钠离子迁移情况

预测时间 (d)	污染物浓度范围 (mg/L)	超标范围 (m ²)	浸采区下游最大 超标距离 (m)	保护目标 是否超标

由上述分析结果及模拟图件可知：原地浸矿采场浸出液和淋洗尾

水发生渗漏，在浸采期内地下水中钠污染羽影响范围和超标范围逐步增加，随着浸采区转入闭矿阶段后，钠污染羽影响范围呈现缓慢增加，但超标范围逐渐变小的趋势，污染羽中心区域钠浓度由升高转为降低。

在模拟期内，潜水含水层地下水钠离子污染羽大约在 1825 天到达下游矿界观测点，在矿区进入闭矿时（第 7 年）钠离子浓度达到最高值 312mg/L。在整个模拟期内，矿区下游矿界外观测点地下水钠离子浓度最高值为 159.2mg/L，不会超过Ⅲ类水质标准限值。

因此，在模拟期内，确保采场收液系统和环保回收井（水力截获）运行良好情况下，可满足矿区下游矿界外观测点地下水钠离子浓度达到Ⅲ类水质标准限值要求。

此图涉密，详见报批版本

图 9.5-21 中坊稀土模型区地下水钠离子污染羽变化图

此图涉密，详见报批版本

图 9.5-22 稀土矿区地下水观测点处钠离子浓度变化曲线

（4）镉预测结果

据《地下水质量标准》GB/T 14848-2017 类水质标准限值，镉在图中的污染范围以 0.005 mg/L 浓度等值线作为边界进行显示，镉在水动力条件下向周围及下游扩散，其在含水层污染羽前锋运移距离及浓度变化情况见表 9.5-18。

表 9.5-18 浸矿采场地下水镉迁移情况

预测时间 (d)	污染物浓度范围 (mg/L)	超标范围 (m ²)	浸采区下游最大 超标距离 (m)	保护目标 是否超标

由上述分析结果及模拟图件可知：原地浸矿采场浸出液和淋洗尾水发生渗漏，在浸采期内地下水中镉污染羽影响范围和超标范围逐步增加，随着浸采区转入闭矿阶段后，镉污染羽影响范围呈现缓慢增加，但超标范围逐渐变小的趋势，污染羽中心区域镉浓度由升高转为降低。

在模拟期内，潜水含水层地下水镉污染羽大约在 1825 天到达下游矿界观测点，在矿区进入闭矿时（第 7 年）镉浓度达到最高值 0.042mg/L。在整个模拟期内，矿区下游矿界外观测点地下水镉浓度最高值为 0.0048mg/L，未超过Ⅲ类水质标准限值。

因此，在模拟期内，确保采场收液系统和环保回收井（水力截获）运行良好情况下，可满足矿区下游矿界外观测点地下水镉浓度达到Ⅲ类水质标准限值要求。

此图涉密，详见报批版本

图 9.5-23 中坊稀土模型区地下水镉污染羽变化图

此图涉密，详见报批版本

图 9.5-24 稀土矿区地下水观测点处镉浓度变化曲线

9.5.3 处理车间母液中转池泄漏对地下水影响预测评价

本项模拟预测主要分析非正常工况下处理车间母液中转池对地下水的影响进行预测和评价。

9.5.3.1 预测情景与预测源强确定

母液处理车间母液中转池的最大容积为 4000m³，（40m × 25m × 4m），根据设计，存液的深度为 3.5m。因此计算出集中池的底面积和侧面面积 A1。因浸出液集中池位于地面以下，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 0.5%,根据双环试验,水冶车间存液池所在位置的包气带渗透系数 K 约为 0.115 ~ 1.94m/d, 平均取 0.5m/d, 则泄漏量 V 为: $V=K \times A1 \times 5\%=36.38\text{m}^3/\text{d}$ 。

保守起见,稀土浸出液集中池中溶液硫酸根、镁、钠和铅的浓度取与母液一致,即硫酸根浓度为 8150mg/L、镁浓度取 984mg/L 和铅 0.305mg/L。生产上保守估计,最多一个月即可发现泄漏并切断污染源,因此,假设泄漏时间为 30 天。

9.5.3.2 预测模型与参数选择

(1) 预测模型

浸出液处理车间池体泄漏地下水环境影响预测采用《环境影响评价技术导则—地下水环境》(HJ610-2016)推荐的示踪剂瞬时注入对流扩散模型,预测公式为:

$$C(x, t) = \frac{m/w}{2n_e \sqrt{\pi D_L t}} e^{-\frac{(x-ut)^2}{4D_L t}}$$

表 9.5-19 模型计算参数表

参数符号	物理意义	单位	计算方法/来源
x	距注入点的纵向距离	米 (m)	沿水流方向的实际距离
t	时间	天 (d)	自注入时刻起算的时间
C(x, t)	示踪剂浓度	g/L	计算结果
m	注入的示踪剂总质量	千克 (kg)	根据泄漏量或实验数据确定
w	多孔介质柱体横截面积	平方米 (m ²)	w=含水层厚度×单位宽度
u	地下水实际流速	米/天 (m/d)	$u=K \cdot I/n_e$
n _e	有效孔隙度	无量纲	通过岩土试验或经验值确定
D _L	纵向弥散系数	m ² /d	$D_L=\alpha_L \cdot u$ (α_L 为纵向弥散度)
π	圆周率	无量纲	3.1416

(2) 预测参数选取

①渗透系数 (K)

车间下游为孔隙裂隙风化网状裂隙含水层, 渗透系数取平均值 0.5m/d。

②水力梯度 (I)

根据等水位线图, 车间所在区域水力坡度约为 0.04。

③有效孔隙度 (n_e)

车间所在区域为风化裂隙潜水含水层, 有效孔隙度取经验值 0.2。

④弥散度 (α_L)

由于弥散度有尺度效应, 弥散度的确定相对比较困难。通常空隙介质中的弥散度随着溶质运移距离的增加而增大, 这种现象称之为水动力弥散尺度效应。因此, 本次评价参考前人的研究成果, 纵向弥散度取 10m。

⑤注入示踪剂的质量

浸出液集中池泄漏强度为 $36.38\text{m}^3/\text{d}$, 按生产上保守估计, 假设泄漏时间为 30 天, 镁浓度为 984mg/L 、硫酸根为 8150mg/L 和铅 0.305mg/L , 因此核算短时注入地下水中的污染物总质量分别为: 硫酸根 296.497kg 、镁 35.80kg 和铅 0.0111kg 。

9.5.3.3 预测结果及分析

根据地下水一维瞬时注入对流扩散模型, 得出的污染物硫酸盐、镁离子和铅在风化网状裂隙含水层中的迁移距离随时间变化情况见表 9.5-20、图 9.5-25、图 9.5-27 和图 9.5-29; 不同观测点污染物浓度与时间变化关系见表 9.5-21、图 9.5-26、图 9.5-28 和图 9.5-30。

预测结果显示特征污染物超标范围有限, 主要分布在泄漏源区附近。

表 9.5-20 母液中转池泄漏污染物迁移距离、浓度-时间变化关系

计算时间 (d)	30	100	1000	3650

硫酸根最大浓度 (mg/L)				
镁最大浓度 (mg/L)				
铅最大浓度 (mg/L)				

表 9.5-21 母液中转池泄漏不同观测点污染物浓度 - 时间变化关系

观测点位置	泄漏源区	下游 100m	下游 200m
污染羽最大浓度达到 时间 (d)			
硫酸根最大浓度 (mg/L)			
镁最大浓度 (mg/L)			
铅最大浓度 (mg/L)			

此图涉密，详见报批版本

图 9.5-25 母液中转池泄漏下游硫酸根浓度分布曲线

此图涉密，详见报批版本

图 9.5-26 母液中转池泄漏不同观测点硫酸根浓度分布曲线

此图涉密，详见报批版本

图 9.5-27 母液中转池泄漏下游镁离子浓度分布曲线

此图涉密，详见报批版本

图 9.5-28 母液中转池泄漏不同观测点镁离子浓度分布曲线

此图涉密，详见报批版本

图 9.5-29 母液中转池泄漏下游铅浓度分布曲线

此图涉密，详见报批版本

图 9.5-30 母液中转池泄漏不同观测点铅浓度分布曲线

9.5.4 小结

根据中坊稀土矿区地形地貌、水文地质条件，选择稀土浸采矿段所在由平行山脊组成的沟谷构成的次级地下水流系统（中坊溪地下水流系统和廖地溪地下水流子系统）作为本次地下水模型区范围，按照 HJ610 要求进行地下水环境影响预测分析。

经模型预测，采用原地浸矿开采工艺，在注液阶段，通过注液孔向矿体层注入较高浓度硫酸镁溶液后，浸采区地下水位显著抬升，地下水中特征污染物浓度显著升高，经过与矿体中稀土元素发生离子交换置换出稀土元素，形成稀土母液，超 92% 稀土母液通过导流孔和收液巷道等收液工程回收利用，部分母液经花岗岩风化裂隙发生渗漏并向矿体下游外围进行迁移扩散；在清水淋洗阶段，通过向浸采区注入清水将矿体中的母液浓度在短期内降低至较低浓度水平（硫酸根浓度低于 800mg/L），从而从源头降低地下水污染源负荷；转入闭矿期后，经过长期降雨淋洗作用，浸采区地下水特征污染物浓度缓慢降低，并最终达到地下水风险管控目标，即终止管控措施后矿区外地下水质量可以稳定达标。

根据地下水模型预测结果，在预测期内，受地形和水文地质条件控制，浸采区地下水污染羽沿坡面方向经过短途径流，以下降泉的形

式就近排泄到地表溪流中，通过地表径流向下游迁移；污染羽在地下水中迁移通道空间狭小，渗流速率缓慢，迁移距离有限。

在正常工况下，预测结果显示，在确保采场收液系统、环保回收井（水力截获）及地表溪流拦水坝运行良好情况下，不考虑地表水补给地下水条件下，可以阻断受污染地下水羽状体向矿界外进行迁移扩散，并可满足矿区外地下水特征污染物含量符合Ⅲ类水质标准限值，达到地下水风险管控目标。

综上所述，在注液、淋洗和闭矿等阶段，浸采区地下水特征污染物浓度均表现出先快速升高后快速降低，转入闭矿期后浓度缓慢下降。在采取清水淋洗+拦水坝+地下水抽提系统（环保回收井）等措施后，通过有效管控受污染地表溪流，阻断地下水污染羽状体迁移优势通道，地下水污染超标及影响范围可以控制在矿区范围内，不会对矿区外地下水和地表水环境造成明显影响。

母液处理车间母液中转池在非正常工况泄漏条件下，预测结果显示，特征污染物硫酸盐、镁和铅超标范围有限，源区下游 100m 在预测期污染物浓度均符合地下水Ⅲ类水质标准限值，超标区域主要分布在泄漏源区及下游 100m 范围以内，影响区域全部位于稀土矿区，总体上影响范围有限，地下水污染风险可控。

需要强调的是，本次地下水模拟预测模型是基于现有水文地质条件分析基础上进行模型概化，部分模型参数采用经验数值，且不考虑地表水与地下水的交互补排作用，模型预测结果可能存在一定的不确定性。因此，为了确保有效管控本项目生产带来的不利环境风险，报告提出业主单位应在矿区地下水渗流主要通道分别设置地下水监测井系统，并加密监测频次，一旦监测到地下水监测井水质异常，应立即启动地下水风险应急预案进行风险管控，确保矿界外地下水水质能够满足地下水Ⅲ类水质标准限值要求。

10 土壤环境影响分析

10.1 土壤环境影响识别

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》HJ964-2018，在工程分析结果的基础上，结合土壤环境敏感目标，分析建设项目建设期、生产期和服务期满识别土壤环境影响类型和影响途径。

本项目施工期主要污染物为施工期扬尘，不涉及土壤污染影响。本项目生产期主要为车间、采场的生产及生活污水。变更前后土壤影响途径不变。项目主要土壤影响途径为生产期车间、采场生产用水可能产生土壤酸化、盐化。本项目土壤环境影响类型、影响途径、影响源和影响因子识别见表 10.1-1 和表 10.1-2。

表 10.1-1 建设项目土壤环境影响类型及影响途径分析表

不同时段	污染影响型				生态影响型			
	大气沉降	地面漫流	垂直入渗	其他	盐化	碱化	酸化	其他
施工期								
生产期			√		√		√	
服务期满								
注：在可能产生的土壤环境影响类型处打“√”，列表未涵盖的可自行设计								

表 10.1-2 生态影响型建设项目土壤环境影响途径识别表

影响结果	影响途径	具体指标	土壤环境敏感目标
盐化/酸化/碱化/其他	物质输入/运移	pH/SSC	采场及车间周边土壤

由表 10.1-1 和表 10.1-2 可知，本项目影响途径主要为生产期垂直入渗的影响和可能会造成的土壤酸化、盐化。在本项目预测时重点关注运营期对土壤产生土壤酸化、盐化影响。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，对项目原地浸矿采场和车间分别进行评价。

10.2 预测评价范围

根据前文，本项目土壤环境污染影响评价范围以矿区边界外扩 1km，生态影响评价范围以工程边界外扩 2km。根据《环境影响评价

技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）要求，本项目土壤预测评价范围与现状调查评价范围保持一致。

10.3 预测评价时间

施工期、生产期、清水淋洗期。

10.4 评价因子

本项目采矿方法为原地浸矿，采用硫酸镁为无铵浸矿剂；车间有两种工艺生产，分别为碳酸氢钠除杂沉淀和萃取富集回收。根据工艺特点，选取评价因子为镁、钠、硫酸盐、pH、SSC。

10.5 不同预测时段分析

10.5.1 施工期土壤环境影响分析

项目施工期对土壤的影响范围较小，主要表现在：改变土地的使用功能、地表覆盖层的类型及性质、土壤的坚实度、通透性和机械物理性质。

（1）工程项目永久性占地影响

本次建设永久用地包括新建车间、道路等永久性等，使得相应的土地利用结构发生变化。项目的永久性占地将使地表土壤层被彻底清除或覆盖，失去部分使用功能，从而根本上改变了所占区域地表覆盖层类型和性质，地表土壤永久不可恢复。本工程建设应按照初步设计、施工图等相关报告执行，在满足功能需求的前提下尽量减少占地面积。

（2）工程项目临时性占地影响分析

临时性占地包括原地浸矿采场、表土堆存场、临时弃土场以及施工过程中施工人员活动、施工机械碾轧、施工材料堆放等的影响。临时占地的影响性质是暂时性的，在施工过程结束后采取一定的措施和随着时间的推移，破坏的土地能够得以恢复，属可逆影响。此外，施工期应对原料堆放、机械设备及运输车辆的行走路线做好规划工作，充分利用规划场地，尽量减少临时占地数量，要求将对生态的负效应减少到最低的程度。

（3）工程建设对土壤理化性质的影响分析

工程建设对土壤理化性质的影响主要表现在土壤结构、土壤紧实度及土壤养分方面。土壤结构是在当地自然条件下土壤经过长期的发育过程形成的较为稳定的结构系统，在施工开挖过程中会破坏原有土壤结构：基础施工后一般在短时期内难以恢复其原有的紧实度。表层过于疏松时，因灌溉和降水容易造成水分下渗，使土层明显下陷形成凹沟。过于紧实时又会影响植物根系下扎。施工期间的车辆和重型机械的碾压也会造成表层土壤过于紧实，对植物生长产生不良影响；施工势必扰动原有土体构型，使土壤养分分布状况受到影响，严重者会造成土壤性质的恶化，并影响其表层生长的植被，甚至难以恢复。

10.5.2 生产期土壤环境影响分析

（1）类比分析

由于本项目工艺与赣州稀土实验矿块相同，土壤类型均为南方广布红壤，质地为砂土，地下水埋深、生产规模等类似，本次土壤环境影响预测部分参照“赣州稀土矿业有限公司稀土矿山整合（一期）技改项目环境影响报告书”中土壤环境影响评价结论以及针对钠离子的土壤预测实验。

1) 矿山土壤环境影响分析

本节引用《赣州稀土矿业有限公司稀土矿山整合（一期）技改项目环境影响报告书》中土壤环境影响评价部分，通过对矿山土壤环境全过程监测及数据分析，本项目对土壤环境影响可以得到如下结论：

①根据试验矿跟踪监测，各监测点不同时间段砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍的标准指数均小于 1，均可满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600—2018）筛选值第二类用地要求，表明试验进行的整个过程中砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍未出现超标现象。

因此，本项目不引入重金属，且在开采过程中严格执行环保要求，

对土壤中砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍的影响较小。

②盐化影响：试验矿块坡脚表层土壤中均出现了一定程度的盐化影响，但影响都是短暂的；随着后期清水淋洗，最终恢复至原地浸矿之前的盐化水平。其余各土壤监测点的表层土壤均未出现盐化。根据现场踏勘，试验期间矿块未出现板结现象，环境影响可接受。

因此，本项目对矿体坡脚表层土壤有短暂盐化影响，随着后期清水淋洗将恢复至原有水平。说明本项目开采对土壤盐化的影响较小。

③酸化影响：试验点边坡、坡脚出现一定程度的酸化现象，但是影响是短暂的；随着后期清水淋洗过程的进行，pH 值逐渐升高，最终恢复至原地浸矿之前的轻度酸化。其余各土壤监测点的表层土壤未出现进一步恶化趋势。

因此，本项目对矿体边坡、坡脚表层土壤有短暂酸化影响，随着后期清水淋洗将恢复至原有水平。本项目开采对土壤酸化的影响较小。

④随时间变化趋势：本项目开采对山顶、边坡的表层土壤、0.5~1.5m 深度中硫酸盐含量、镁含量、pH 影响相对较小；对矿体层、底板影响较大，随着注液过程的进行呈现上升趋势；同一监测点位不同深度的土壤中矿体层（或底板层）的影响最为严重。坡脚各深度的土壤中硫酸盐含量随着浸矿剂的不断注入基本呈现出升高趋势，pH 呈降低趋势，镁含量波动幅度较小。各监测点位中污染物含量随着清水淋洗试验环保措施的进行污染水平逐渐降低，最终可达到环境可接受程度；由于开采周期较短，对各土壤监测点位的影响也是短暂的，可恢复的。试验过程对下游土壤及车间的影响较小。

总体来讲，经过清水淋洗后，本项目对土壤环境的影响是可接受的。

⑤随空间变化趋势：本项目开采时山顶、边坡、坡脚的表层土壤中硫酸盐含量在注液初期变化较小，随着浸矿剂不断纵向迁移，硫酸盐含量逐渐呈现出坡脚>边坡>山顶的趋势，pH 的变化趋势相反，

镁的整体波动较小；0.5~1.5m 深度的土壤点位中硫酸盐、镁含量基本呈现出坡脚>边坡>山顶的趋势，pH 的变化趋势相反；矿体层的不同点位土壤中硫酸盐、镁含量基本呈现出边坡>山顶的趋势，pH 的变化趋势相反。

综上，本项目矿山开发对矿山下游土壤及车间土壤产生的影响较小；对山顶、边坡、坡脚土壤产生一定的环境影响，经过清水淋洗后土壤的环境影响可接受。

2) 车间土壤环境影响分析

车间生产期间采取防渗等环保措施后，正常生产情况下不会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、盐化影响。

3) 对土壤保护目标土壤环境影响分析

本项目土壤保护目标为矿区土壤环境影响评价范围内的耕地、园地和村庄等。土壤现状监测结果表明，评价范围内的农田监测点部分点位存在铅、镉、砷超标，其他因子均未超过《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中的风险筛选值。项目集液巷道、导流孔等巷道底板采取了防渗，各池体采取了防渗措施；项目采取了“源头削减+污染监控+流域预警”的地表水和地下水协同控制措施；车间、原地浸矿场和稀土浸出液管线建设了应急池等，通过上述措施，不会对污染监控断面以下地表水和地下水造成明显不利影响。

本项目无废水直接外排，不会对区域地表水体产生直接影响；土壤的酸化、盐化预测结果表明，土壤不会酸化及盐化。因此，本项目对土壤保护目标不会造成明显不利影响。

(2) 盐化分析

本项目运营期会向土壤中引入硫酸镁，可能造成土壤盐化。

1) 预测时段及情景

根据现场调查以及本项目特征，本项目重点预测时段为运营期，

预测工况。

2) 预测评价范围

项目的盐化预测评价范围与生态类调查评价范围一致。

3) 预测评价因子

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）要求，本项目选取土壤盐分含量作为预测评价因子。

4) 预测模型

本次评价采用《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）中附录 F 土壤环境盐化综合评价分法进行预测评价。

具体评价方法如下：

① 土壤盐化综合评分法

采用《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）附录 F.1 土壤盐化综合评分法，根据表 10.5-1 选取各项影响因素的分值与权重，采用公式 (F.1) 计算土壤盐化综合评分值（Sa），根据土壤盐化预测表（表 10.5-2）对照得出土壤盐化综合评分预测结果。

$$Sa = \sum_{i=1}^n W_{xi} \times I_{xi} \quad (F.1)$$

式中：n - 影响因素指标数目；

I_x -影响因素 i 指标评分；

W_x -影响因素 i 指标权重。

② 土壤盐化影响因素赋值表

表 10.5-1 土壤盐化影响因素赋值表

影响因素	分值				权重
	0 分	2 分	4 分	6 分	
地下水位埋深 (GWD) / (m)	$GWD \geq 2.5$	$1.5 \leq GWD < 2.5$	$1 \leq GWD < 1.5$	$GWD < 1.0$	0.35
干燥度（蒸降比值）（EPR）	$EPR < 1.2$	$1.2 \leq EPR < 2.5$	$2.5 \leq EPR < 6$	$EPR \geq 6$	0.25
土壤本底含盐量 (SSC) / (g/kg)	$SSC < 1$	$1 \leq SSC < 2$	$2 \leq SSC < 4$	$SSC \geq 4$	0.15
地下水溶解性总固体 (TDS) / (g/L)	$TDS < 1$	$1 \leq TDS < 2$	$2 \leq TDS < 5$	$TDS \geq 5$	0.15

土壤质地	黏土	砂土	壤土	砂壤、粉土、砂粉土	0.1

③ 土壤盐化预测表

表 10.5-2 土壤盐化预测表

土壤盐化综合评分值 (Sa)	Sa<1	1 ≤ Sa<2	2 ≤ Sa<3	3 ≤ Sa<4.5	Sa ≥ 4.5
土壤盐化综合评分预测结果	未盐化	轻度盐化	中度盐化	中度盐化	极重度盐化

根据调查,根据待开采区丰、枯水期钻孔地下水位观测资料,评价区域内枯水期平均地下水位埋深 3.12m,丰水期平均地下水位埋深 2.86m,地下水位埋深 $GWD \geq 2.5$ (0 分);干燥度(蒸降比值) $EPR < 1.2$, (0 分);土壤本底含盐量 SSC 范围在 0.1~0.5 g/kg, $SSC < 1$, (0 分);地下水溶解性总固体 TDS 取均值 0.28mg/L, $TDS < 1$, (0 分);土壤质地为砂土(2 分)。根据赋值可得,土壤盐化综合评分值 Sa 为 0.7,对照表 10.5-2,结果为未盐化。

本项目实施后,区域干燥度(蒸降比值)(EPR)、地下水埋深(GWD)基本无变化,地下水溶解性总固体无明显变化、土壤质地亦不发生变化。根据项目区水文地质资料,项目区地下水水位平均埋深大于 10m,本项目不会造成大规模的地表错动导致水资源大规模损失,对地下水水位影响是有限的,运营期土壤盐化综合评分值 Sa 不发生明显变化趋势。

10.5.3 清水淋洗期土壤环境影响分析

清水淋洗期,各污染物浓度均小于生产期,按生产期最不利情况下本项目对土壤环境不会造成明显不利影响,所以清水淋洗期不会对土壤环境产生明显的不利影响。

10.5.4 闭矿后跟踪监测分析

本项目尚无开始淋洗的矿块,参考赣州龙南实验矿块的跟踪检测结果,选取实验期清水淋洗后数据与开采后期监测数据进行分析,结果显示在清水淋洗至今,各污染因子浓度均有所降低,对土壤环境的

影响进一步减弱，说明矿山开采并未对土壤带来后续影响。

10.6 钠离子实验预测

因本项目工艺与赣州稀土工艺基本一致，为了验证工艺中新引入的钠离子对土壤的影响，本环评单位已采用赣州稀土矿山土壤进行实验室控制实验-土柱实验并在实验矿块选取典型位置进行土壤取样，检测与钠相关指标的变化。

10.6.1 土柱实验

土柱实验供试土壤取自矿山深度 2~5m 土壤，将稀土土矿石样品充分混合，风干，粉碎，然后通过 20 目筛网进行筛分并置于阴凉干燥处保存，以备实验所用。

一、钠离子浸矿实验设置

(1) 柱子材料和尺寸：柱子材料使用有机玻璃柱，柱子长度 15cm，柱子直径 5.0cm，容积为 294.52cm³。土柱上、下端均铺玻璃珠，用全部充填玻璃珠的柱子作为控制柱。

(2) 填充介质：前处理后的供试矿土样。在柱子顶部和柱子底部设置有石英砂承托层，以确保液体均匀地流入流出；在土壤与承托层之间以及石英砂和柱子进出水口均放置致密尼龙丝网，从而阻挡土壤细颗粒随着水流向承托层渗流，柱子中装填矿土的高度为 100mm。装填实验柱采用干推法，即每次装填高度为 4mm 的土壤（重量为 4±0.005g）用直径为 50mm 的玻璃棒进行夯实，从而保证土壤柱内矿土均匀、致密，防止优先流以及不均匀流的产生。

(3) 淋滤液：淋滤液采用硫酸钠进行配制，钠离子浓度为 100mg/L、420mg/L 和 2000mg/L。对应硫酸钠浓度为 308.70mg/L、1296.52mg/L、6173.91mg/L，每组淋滤 500ml 溶液。

(4) 土柱填充完成后，从下往上注清水（去离子水），直到上端有溶液流出，用以排出柱内空气，测定有效孔隙体积。排完以后再从下往上的注入淋滤液。利用蠕动泵将淋滤液以一定流速（线流速控

制在 20cm/d) 注入土柱内。

(5) 待硫酸钠穿透, 试验结束后, 采集不同高度处浸矿后土壤样品(上、中、下)进行后续分析。

(6) 分析指标包括各处理下土壤 pH 值、含盐量、钠离子含量、交换性钠离子百分比(ESP)、土壤饱和提取液电导率(EC)。

二、钠离子浸矿清水淋洗土柱实验

实验处理(1) - (5) 同上, 待硫酸钠穿透, 试验结束后, 进行清水淋洗(去离子水), 分别进行 1000ml 和 3000ml 清水淋洗组实验, 利用蠕动泵将清水以一定流速(线流速控制在 20cm/d) 注入土柱内, 淋洗 24h 后结束实验。

测定指标包括: 淋洗后每组土柱分三层(上、中、下)采样, 测定土壤 pH、含盐量、钠离子含量、交换性钠离子百分比(ESP)、土壤饱和提取液电导率(EC)。

三、实验结果

钠离子土柱实验结果如下:

注: CK 为矿山原土; A 组为浸矿组, A-1 为 Na^+ 100mg/L 浸矿处理组、A-2 为 Na^+ 420mg/L 浸矿处理组、A-3 为 Na^+ 2000mg/L 浸矿处理组; B 组为浸矿(处理同 A 组)后, 清水 1000ml 淋洗组; C 组为浸矿(处理同 A 组)后, 清水 3000ml 淋洗组。

10.6.2 原山实验矿块取样分析

为监测新工艺浸矿矿山典型位置与钠离子相关的土壤指标的变化, 本次选取以下位置进行取样分析, 具体位置见表 10.6-1。

表 10.6-1 原山土壤取样编号

取样位置	编号
采区边坡 0-20m	T1-1

采区边坡 0-20m	T1-2
采区边坡底板层	T1-3
采区坡脚 0-20m	T2-1
采区坡脚 0.5-1.5 m	T2-2
采区坡脚底板层	T2-3
采区下游（50m 以内）0-20m	T3-1
采区下游（50m 以内）0.5-1.5 m	T3-2
采区下游（50m 以内）底板层	T3-3

结果见

图 10.6-1。pH 在采区边坡、坡脚和采区下游各层土壤中变化不大；采区边坡表层土壤 SSC 含量远高于其他位置，但未到盐化程度；采区边坡和坡脚的钠离子含量各层均高于采区下游；采区边坡的 ESP 要高于采区坡脚采区下游，边坡底板层 ESP 与其他差异显著；EC 在边坡、坡脚和下游的表层均高于其他层。



图 10.6-1 钠离子原山实验监测结果

10.7 小结

本项目不涉及土壤污染重点污染物，镁、钠、硫酸盐不会对土壤环境产生明显的不利影响，不会造成土壤明显的酸化及盐化。综上所述，本工程在确保各项预防措施得以落实并得到良好维护及运营正常的前提下，不会对土壤造成明显的影响，本工程的土壤环境影响是可接受的。由于本工艺中引入的钠离子在土壤中会不断累积，为验证钠离子富集是否会对土壤的物理性质产生不利影响，本环评进行了相关的土壤实验，实验结果表明实验室土柱实验及实验矿块的土壤钠相关指标未表现出钠质化现象，但结果也表明在浸矿剂中钠离子含量不断累积至较高浓度后，土壤中钠离子含量会升高，结合钠盐胁迫生态实验及影响评估，各实验组在硫酸钠浓度大于0.5%时与对照组表现出显著差异影响植物发芽与生长，根据离子型稀土矿开采工艺单个矿块开采时间有限的特点，钠离子不会过长时间累积，为避免开采期钠离子的不断累积对土壤及植物生长可能造成的影响，本环评要求企业密切监测母液中钠离子浓度，在钠离子浓度存在异常时，按照生产情况进行减产/停产，并对异常情况进行溯源排查和污染修复。

10.8 土壤环境影响评价自查表

土壤环境影响评价自查表见下表。

表 10.8-1 土壤环境影响评价自查表

工作内容		完成情况				备注
影响识别	影响类型	污染影响性 ☐ ; 生态影响型 ☐ ; 两者兼有 ☒				
	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	(600)hm ²				
	敏感目标信息	敏感目标 (农田、居民区) 方位 (车间及采区) 距离 (紧邻)				
	影响途径	大气沉降 ☐ ; 地面漫流 ☐ ; 垂直入渗 ☒ ; 地下水位 ☐				
	全部污染物	45 项+特征污染因子				
	特征污染因子	pH、SSC、钠离子、镁离子、硫酸盐、石油烃、铈、铍、铋、氯离子				
	所属项目环境影响评价项目类别	I 类 ☒ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐				
	敏感程度	敏感 ☒ 较敏感 ☐ 不敏感 ☐				
评价工作等级		一 ☒ 二级 ☒ 三级 ☐				
现状调查内容	现状监测点位		占地范围内	占地范围外	深度	
		表层样点数	2	4	0~20cm	
		柱状样点数	5	0	0~0.5m, 0.5~1.5m, 1.5~3m	
	现状监测因子	建设用地: 45 项+特征污染因子; 农用地: pH、SSC、钠离子、镁离子、硫酸盐、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、铈、氯离子				
现状评价	评价因子	同现状监测因子				
	评价标准	GB15618-2018、GB36600-2018				
	现状评价结论	满足 GB36600-2018、GB15618-2018 要求				
影响预测	预测因子	镁、钠、硫酸盐、pH、SSC				
	预测方法	附录 E ☐ ; 附录 F ☐ ; 其他 (✓)				
	预测分析内容	影响范围 (原地浸矿采场及车间周边土壤) 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 ☒				
	跟踪监测	三年监测一次				
	信息公开指标	进行信息公开				
评价结论		从土壤环境影响的角度, 项目建设可行				

11 生态环境影响分析

11.1 运营期生态环境影响分析与评价

项目运营期为第 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。

11.1.1 运营期对土地利用结构影响评价

运营期主要是原地浸矿采场进一步占用土地,而车间、公辅设施等对土地的破坏范围不再进一步扩大。运营期主要是原地浸矿采场开挖注液孔破坏土地,主要破坏的是灌草植被。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。运营期逐年土地破坏和植被恢复示意图见图 15.7-1。

每年采场实际破坏土地的面积远远小于占地总面积,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临时占用林地等。逐年滚动开采各矿块,均为临时占用。各矿块开采时间约 1 年,第 2 年复垦。总体上,对原地浸矿采场采取边开采边复垦的措施情况下,矿山运营期原地浸矿采场的建设对土地利用结构影响较小。

11.1.2 运营期对植被的影响分析

原地浸矿采场分年开采,植被逐步破坏,环评要求运营期原地浸矿采场完成采矿计划并完成清水清洗后,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。

11.1.3 运营期对生态系统的影响分析

本项目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亚热带针叶林和亚热带针阔混交林植被,群落覆盖度、高度和生物量中等,系统结构较稳定。本项目对植被的直接影响主要来自工程施工、开挖注液孔等活动,工程施

工时，开挖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会导致区域林地生态系统稳定性降低。因本项目工艺特点，采场仅破坏少量灌、草丛，不会砍伐乔木，运营期影响的主要为林地生态系统中的林下灌草丛，实际影响面积较小，所以对林地生态系统影响较小。随着采场及时落实植被恢复方案，扰动灌、草植被基本可得到恢复。总体上本项目对区域生态系统的影响较小。

11.1.4运营期对景观格局的影响分析

运营期主要是原地浸矿采场及设施对评价区内现有的景观生态类型造成影响，原地浸矿采场在建设时只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，因此原地浸矿采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。原地浸矿采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，部分原地浸矿采场是处在采矿期，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采场总面积，因此原地浸矿采场对景观格局影响较小。

收液巷道等的开挖土方临时堆放在采场附近，形成一定的小土堆，会对景观造成一定的影响，但是土方量比较小，临时弃土场形成后及时复垦，因此临时弃土场对景观格局的影响不大。

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，对于整体景观板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。

11.1.5 运营期对水生生物的影响分析

矿区周边流域中水生植物常见的有莲、菱、苦草、马来眼子菜等；鱼类鲜见。本次项目采用无铵新工艺浸矿，对水生生物生长影响较小。评价认为，项目运营期，正常生产情况下，不会对周边水生生物造成明显不利影响。

11.2 服务期满后对生态环境影响分析

矿山服务期满后，原地浸矿采场将不再开采，水冶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采场、排土场等已经完成了复垦，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采场、水冶车间，在服务期满后需要做好这部分工程的复垦工作。

11.3 项目开发对生态功能的影响

11.3.1 对水源涵养的影响

(1) 本项目矿块周边小溪就近取水，项目车间服务期满后，废水经处理达标后外排。整体上，项目运营期对矿区水资源量在时空上有一定的影响，最终各稀土矿服务期满后，所在流域的水资源量将恢复原有平衡系统，对区域水源涵养的影响将逐步得到恢复。

(2) 采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，注液孔挖掘时避开树木，只破坏局部灌草，不破坏乔木。原地浸矿采场分年开采，植被逐步破坏，运营期原地浸矿采场完成采矿计划并完成淋洗后，立即进行复垦工作，恢复地表植被。总体上，稀土开采对项目区植被破坏面积不大，对区域水源涵养功能影响不大。

11.3.2 对生物多样性的影响

本项目的运营也可能对林地生态系统和河流生态系统造成影响，影响地表土壤环境、增加河流硫酸根浓度，可能导致陆生和水生生物群落多样性的降低。具体分析如下：

①对陆生动植物的影响

a) 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，群落覆盖度、高度和生物量中等，系统结构较稳定。矿区内野生植物多为豆科、禾本科、菊科、藜科等常见物种。本项目对植被的直接影响主要来自工程施工、开挖注液孔等活动，工程施工时，开挖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次生林，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约 1 年，原地浸矿采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，企业现场作业人员禁止捕猎，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。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。

②对水生生物多样性的影响

本项目对水生生物及鱼类的影响主要表现为对水量和水质的影响。

a) 水量方面：各车间就近取水，水流流速减缓，河段内水文情势改变，喜欢急流水条件的水生生物及鱼类种群将会减少，喜欢缓流水条件的水生生物及鱼类种群将会增多。

b) 水质方面：车间废水和生活用水无外排，对水生生物和鱼类影响较小。非正常情况下，主要是原地浸矿采场注液渗漏到地表水，从而对水生生物和鱼类造成一定的影响。

c) 总体上，项目建设对水生生物及鱼类在种类数量上、个体密度上将会造成一定的影响，但由于矿区河道现状底质多为泥沙，有机物沉积少，水生生物种类较少，种群数量低，无特殊保护鱼类，均为常见种，因此，对评价区水生生物及鱼类的多样性影响较小。

11.4 矿山开采对生态公益林的影响

本项目所涉及林地不在自然保护区、森林公园和风景名胜区范围内，符合《中华人民共和国森林法》《中华人民共和国森林法实施条例》和国家林业和草原局《占用征收林地审核审批管理规范》规定的占用征收林地条件。要求企业在上述林地范围内不允许采用国家禁止的堆浸和池浸等落实的选矿工艺开采稀土。

原地浸矿采场占用林地为临时占用、逐年占用。根据长汀县“森林资源一张图”分析，矿区范围内有公益林 206.75hm²，其中国家级公益林 205.78hm²，省级公益林 0.97hm²。根据原地浸矿工艺特点，原地浸矿采场主要是注液孔扰动林下灌草，不砍伐乔木，采用边破坏、边开采、边复垦工艺，生态公益林分 7 年逐年扰动，逐年办理林地手续，车间不占用公益林，排土场等临时占地也未占用公益林。

根据《国家级公益林管理办法》第十三条 二级国家级公益林在不影响整体森林生态系统功能发挥的前提下,可以按照第十二条第三款(公示无异议后,按采伐管理权限由相应林业主管部门依法核发林木采伐许可证。)相关技术规程的规定开展抚育和更新性质的采伐。在不破坏森林植被的前提下,可以合理利用其林地资源,适度开展林下种植养殖和森林游憩等非木质资源开发与利用,科学发展林下经济。国有二级国家级公益林除执行前款规定外,需要开展抚育和更新采伐或者非木质资源培育利用的,还应当符合森林经营方案的规划,并编制采伐或非木质资源培育利用作业设计,经县级以上林业主管部门依法批准后实施。

本项目矿区开采不砍伐国家及省级公益林,在严格落实占用要求和补偿等相关工作的前提下,矿区开采对当地的生态公益林不会产生明显不利影响。

11.5 胁迫生态实验及影响评估

为了充分了解实际浸矿过程中可能对地表植被和土壤造成的影响,本文分别为浸矿过程中不同胁迫因素对种子萌发的影响、浸矿过程中不同胁迫因素对植物生长的影响、原地浸矿对典型植物和土壤的影响。

11.5.1 浸矿过程中胁迫因子对植物种子萌发的影响

本部分实验胁迫因子主要考虑镁盐、钠盐、酸化和重金属铅的影响。实验材料分别选取典型广布物种狗尾草(C_4 植物)、高羊茅(C_3 植物)、青苜蓿及模式植物拟南芥的种子。实验参考实际浸矿过程中各胁迫因子的含量进行梯度设置。

11.5.1.1 硫酸镁胁迫

(1) 试验方法

数取颗粒饱满的狗尾草、高羊茅、青苜蓿、拟南芥种子,每 50 粒为一组,每组设置三个重复。分别设置 1%硫酸镁处理组、2%硫酸镁

处理组，3%硫酸镁处理组、4%硫酸镁处理组、5%硫酸镁处理组、6%硫酸镁处理组和空白对照组，即分别配制 200ml 质量百分比为 1%、2%、3%、4%、5%、6%的硫酸镁溶液，与 200mL 纯水对照。连续 3 天无种子萌发时即停止实验。实验结束后，不保留苗。

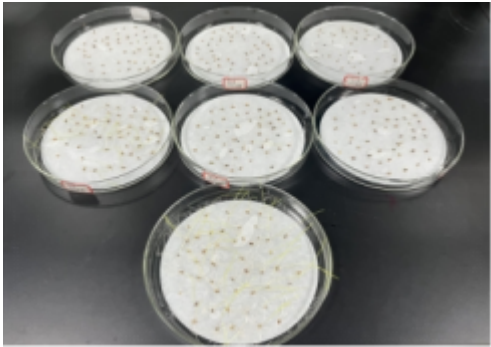
种子平铺在用硫酸镁溶液湿润的双层滤纸中间，置于培养皿中室温（25℃ 左右）培养。每天记录发芽数（以胚根突破种皮、长度为种子一半时记为发芽种子），并根据滤纸干湿情况及时更换，更换时每次用微量注射器每皿加 2ml 溶液，连续三天无新增发芽停止实验，实验结束时测定根长、苗高（芽长）、称植株生物量（因植株小，以每皿总鲜重计），观察根的生长形态并拍照记录。处理方法见表 11.5-1。

表 11.5-1 硫酸镁胁迫处理方法

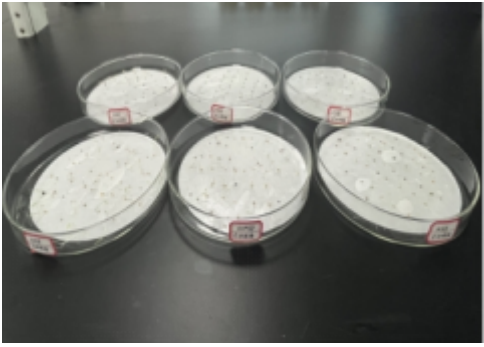
编号	名称	处理方法
0	对照组	200ml 纯水
1	1%硫酸镁	2g 硫酸镁定容至 200ml
2	2%硫酸镁	4g 硫酸镁定容至 200ml
3	3%硫酸镁	6g 硫酸镁定容至 200ml
4	4%硫酸镁	8g 硫酸镁定容至 200ml
5	5%硫酸镁	10g 硫酸镁定容至 200ml
6	6%硫酸镁	12g 硫酸镁定容至 200ml

（2）实验结果

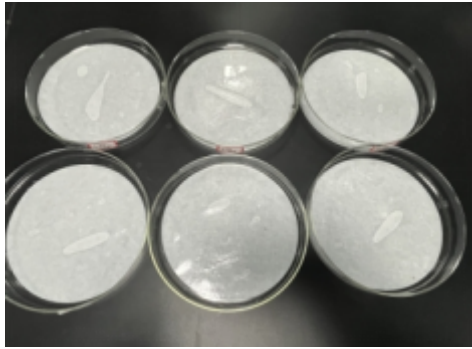
在质量比 1%、2%、3%、4%、5%、6%的硫酸镁溶液，和纯水对照组实验下狗尾草、高羊茅、青苜蓿和拟南芥种子发芽率、芽长、根长和种子重量的实验结果见图 11.5-1 和表 11.5-2。



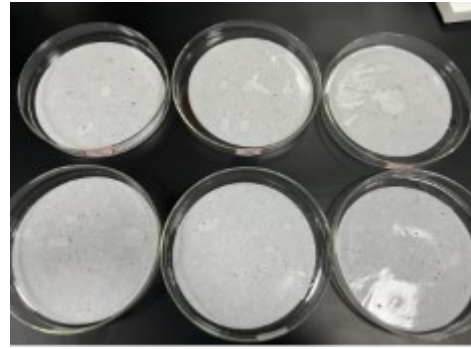
高羊茅



狗尾草



拟南芥



青箱

图 11.5-1 不同浓度硫酸镁胁迫下种子发芽及生长情况（第九天）

表 11.5-2 不同浓度硫酸镁胁迫下种子发芽率、芽长、根长及种子重量结果表

天数	狗尾草																			
	发芽数									芽长（cm）									根长（cm）	重量（g）
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9	9
对照组																				
1%硫酸镁																				
2%硫酸镁																				
3%硫酸镁																				
4%硫酸镁																				
5%硫酸镁																				
6%硫酸镁																				
天数																				
对照组																				
1%硫酸镁																				
2%硫酸镁																				
3%硫酸镁																				
4%硫酸镁																				
5%硫酸镁																				
6%硫酸镁																				
天数																				
对照组																				
1%硫酸镁																				
2%硫酸镁																				

由表 11.5-2 可知,在不同浓度硫酸镁的胁迫下,植物种子发芽数均在第 4~5 天达到最大值。狗尾草种子在 1%、2%、3%、4%、5%、6%的硫酸镁溶液中发芽率分别为对照组的 85%、60%、50%、35%、20%、12.5%;芽长分别为对照组的 66.7%、53.3%、30%、21.6%、3.3%、1.7%;根长%分别为对照组的 27.3%、9.1%、1.8%、1.8%、1.8%、0%;种子重量分别为对照组的 50%、43.2%、20.5%、18.2%、9.1%、4.5%。高羊茅种子在 1%、2%、3%、4%、5%、6%的硫酸镁溶液中发芽率分别为对照组的 97.8%、87%、37%、17.4%、0%、0%;芽长分别为对照组的 61.1%、31.1%、4.4%、3.3%、0%、0%;根长分别为对照组的 11.1%、5.6%、3.3%、1.1%、0%、0%;种子重量分别为对照组的 46.2%、13.3%、3.6%、0.46%、0%、0%。拟南芥种子在 1%、2%、3%、4%、5%、6%的硫酸镁溶液中发芽率均为 0。青苳种子在 1%、2%、3%、4%、5%、6%的硫酸镁溶液中发芽率分别为对照组的 25%、25%、75%、25%、0%、0%;芽长分别为对照组的 10%、10%、6.7%、2.2%、0%、0%;根长分别为对照组的 12.5%、12.5%、0%、0%、0%、0%;种子重量分别为对照组的 3.3%、6.7%、10%、3.3%、0%、0%。

总体上,和纯水对照组相比,各胁迫梯度下狗尾草、高羊茅、青苳和拟南芥种子的发芽率、芽长、根长和生物量(鲜重)均有不同情况的抑制,分析结果见图 11.5-2。1%的硫酸镁溶液对狗尾草和高羊茅种子发芽的影响较小,随着浓度的升高,对植物发芽及生长的胁迫作用逐渐增强;青苳种子在本次实验过程中生长情况不佳,在后续实验中不再进行分析。拟南芥为较敏感的模式植物,低浓度的胁迫也会直接影响其发芽生长。在硫酸镁溶液胁迫作用下,拟南芥种子发芽率相较于狗尾草、高羊茅表现为极敏感。

图 11.5-2 不同浓度硫酸镁胁迫下种子发芽率、芽长、根长及种子生物量变化趋势图

11.5.1.2 酸化胁迫

(1) 试验方法

数取颗粒饱满的狗尾草、高羊茅、青苜蓿、拟南芥种子，每 50 粒为一组，每组设置三个重复。分别用硫酸调节 pH，配置 200ml pH=3、pH=4、pH=5 的处理组。连续 3 天无种子萌发时即停止实验。实验结束后，不保留苗。具体实验处理及记录同硫酸镁组。处理方法见表 11.5-3。

表 11.5-3 酸化胁迫处理方法

编号	名称	处理方法
1	pH=3 处理组	纯水 200ml，调节 pH 为 3
2	pH=4 处理组	纯水 200ml，调节 pH 为 4
3	pH=5 处理组	纯水 200ml，调节 pH 为 4

(2) 实验结果

在 pH=3、pH=4、pH=5 和纯水对照组实验处理下狗尾草、高羊茅、青苜蓿和拟南芥种子发芽率、芽长、根长和种子重量的实验结果见图 11.5-3 和表 11.5-4。

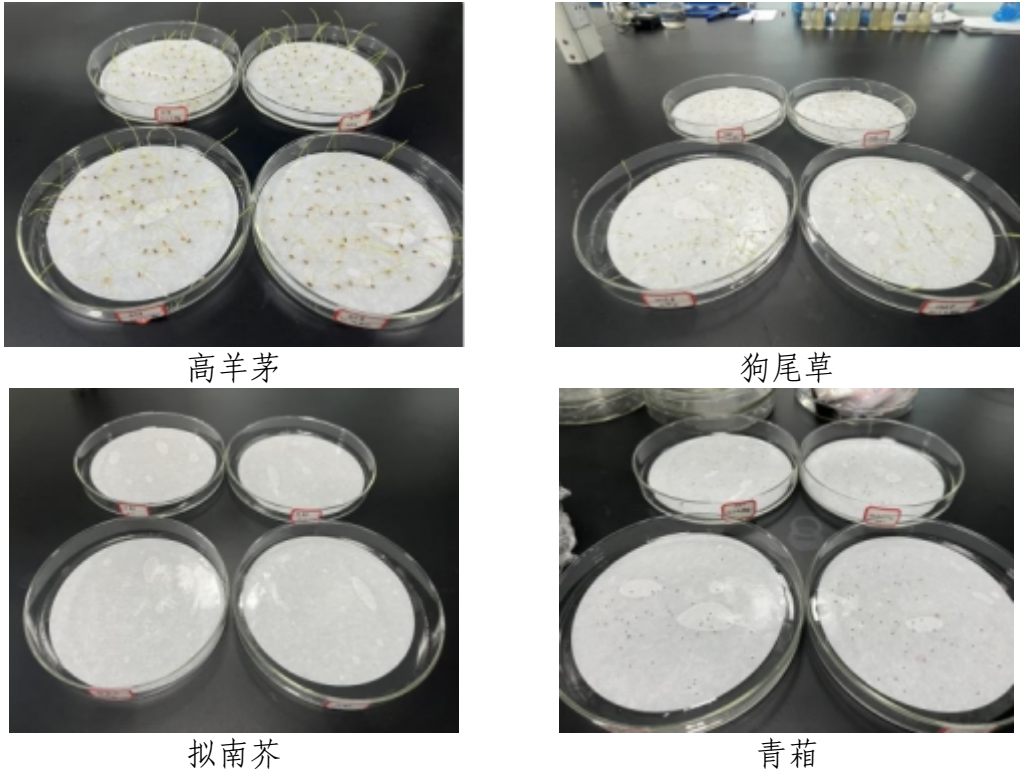


图 11.5-3 不同 pH 胁迫下种子发芽及生长情况（第九天）

表 11.5-4 不同 pH 胁迫下种子发芽率、芽长、根长及种子重量结果表

天数	狗尾草																			
	发芽数										芽长 (cm)									根长 (cm)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9	重量 (g)
对照组																				
pH=3																				
pH=4																				
pH=5																				
天数																				
对照组																				
pH=3																				
pH=4																				
pH=5																				
天数																				
对照组																				
pH=3																				
pH=4																				
pH=5																				
天数																				
对照组																				
pH=3																				

pH=4																			
pH=5																			

由表 11.5-4 可知,在不同 pH 的胁迫下,植物种子发芽数均在第 4~5 天达到最大值。狗尾草种子在 pH=3、pH=4、pH=5 时,发芽率分别为对照组的 65%、80%、90%;芽长分别为对照组的 83.3%、86.7%、91.7%;根长%分别为对照组的 63.6%、72.7%、91%;种子重量分别为对照组的 75%、86.7%、97.7%。高羊茅种子在 pH=3、pH=4、pH=5 时,发芽率分别为对照组的 100%、97.8%、102.2%;芽长分别为对照组的 83.3%、83.3%、94.4%;根长分别为对照组的 83.3%、83.3%、94.4%;种子重量分别为对照组的 74.9%、81%、96.4%。拟南芥种子在 pH=3、pH=4、pH=5 时,发芽率分别为对照组的 61.2%、95.9%、95.9%;芽长分别为对照组的 50%、77.8%、100%;根长分别为对照组的 40%、60%、80%;种子重量分别为对照组的 10%、60%、90%。青菰种子在 pH=3、pH=4、pH=5 时,发芽率分别为对照组的 50%、50%、100%;芽长分别为对照组的 66.7%、71.1%、40%;根长分别为对照组的 75%、75%、15%;种子重量分别为对照组的 50%、66.7%、33.3%。

总体上,和纯水对照组相比,不同 pH 胁迫梯度下狗尾草、高羊茅、青箱和拟南芥种子的发芽率、芽长、根长和生物量(鲜重)均有不同情况的抑制,分析结果见图 11.5-4。pH=5 时对狗尾草和高羊茅种子发芽及生长的影响较小,随着 pH 的降低,对植物发芽及生长的胁迫作用逐渐增强。

图 11.5-4 不同 pH 胁迫下种子发芽率、芽长、根长及种子生物量的变化趋势图

11.5.1.3 重金属铅胁迫

(1) 实验方法

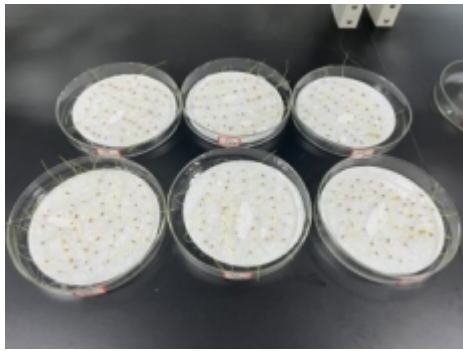
数取颗粒饱满的狗尾草、高羊茅、青箱、拟南芥种子,每 50 粒为一组,每组设置三个重复。本次实验用无水醋酸铅($\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})$)设置 0.0025%、0.005%、0.01%、0.02%、0.04%无水醋酸铅梯度,即配置质量比为 0.0025%、0.005%、0.01%、0.02%、0.04%的 200ml 无水醋酸铅溶液。连续 3 天无种子萌发时即停止实验。实验结束后,不保留苗。具体实验处理及记录同硫酸镁组。处理方法见表 11.5-5。

表 11.5-5 铅胁迫处理方法

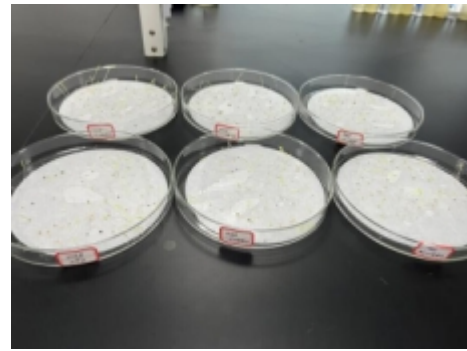
编号	名称	处理方法
1	0.0025%无水醋酸铅	0.005g 无水醋酸铅定容至 200ml
2	0.005%无水醋酸铅	0.01g 无水醋酸铅定容至 200ml
3	0.01%无水醋酸铅	0.02g 无水醋酸铅定容至 200ml
4	0.02%无水醋酸铅	0.04g 无水醋酸铅定容至 200ml
5	0.04%无水醋酸铅	0.08g 无水醋酸铅定容至 200ml

(2) 实验结果

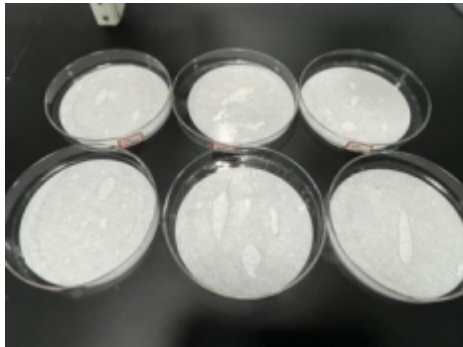
质量比 0.0025%、0.005%、0.01%、0.02%、0.04%无水醋酸铅浓度梯度处理组和纯水对照组实验下狗尾草、高羊茅、青箱和拟南芥种子发芽率、芽长、根长和种子重量的实验结果见图 11.5-5 和表 11.5-6。



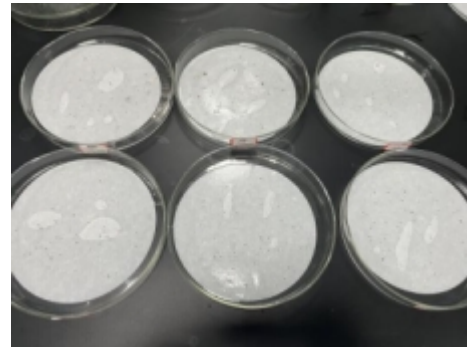
高羊茅



狗尾草



拟南芥



青葙

图 11.5-5 不同浓度无水醋酸铅胁迫下种子发芽及生长情况（第九天）

表 11.5-6 不同浓度无水醋酸铅胁迫下种子发芽率、芽长、根长及种子重量结果表

天数	狗尾草																		
	发芽数									芽长（cm）									根长（cm）
																			重量（g）
对照组																			
0.0025%无水醋酸铅																			
0.005%无水醋酸铅																			
0.01%无水醋酸铅																			
0.02%无水醋酸铅																			
0.04%无水醋酸铅																			
天数																			
对照组																			
0.0025%无水醋酸铅																			
0.005%无水醋酸铅																			
0.01%无水醋酸铅																			
0.02%无水醋酸铅																			
0.04%无水醋酸铅																			
天数																			

对照组																			
0.0025%无水醋酸铅																			
0.005%无水醋酸铅																			
0.01%无水醋酸铅																			
0.02%无水醋酸铅																			
0.04%无水醋酸铅																			
天数																			
对照组																			
0.0025%无水醋酸铅																			
0.005%无水醋酸铅																			
0.01%无水醋酸铅																			
0.02%无水醋酸铅																			
0.04%无水醋酸铅																			

由表 11.5-6 可知，在不同浓度无水醋酸铅胁迫下，植物种子发芽数均在第 4~5 天达到最大值。狗尾草种子在 0.0025%、0.005%、0.01%、0.02%、0.04%无水醋酸铅处理时，发芽率分别为对照组的 92.5%、92.5%、90%、0.85%、0.9%；芽长分别为对照组的 100%、91.7%、86.7%、75%、66.7%；根长分别为对照组的 100%、63.6%、45.5%、36.5%、1.8%；种子重量分别为对照组的 97.7%、95.5%、86.4%、81.8%、56.8%。高羊茅种子在 0.0025%、0.005%、0.01%、0.02%、0.04%无水醋酸铅处理时，发芽率分别为对照组的 104.3%、104.3%、

95.7%、104.3%、95.7%；芽长分别为对照组的 94.4%、94.4%、94.4%、8.3.3%、83.3%；根长分别为对照组的 94.4%、94.4%、38.9%、27.8%、22.2%；种子重量分别为对照组的 75.4%、76.4%、68.7%、63.1%、41%。拟南芥种子在无水醋酸铅质量比为 0.0025%、0.005%、0.01%、0.02%、0.04%时，发芽率分别为对照组的 98%、95.9%、77.6%、20.4%、0%；芽长分别为对照组的 66.7%、61.1%、38.9%、22.2%、0%；根长分别为对照组的 70%、60%、20%、0%、0%；

种子重量分别为对照组的 60%、50%、8%、3%、0%。青箱在无水醋酸铅质量比为 0.0025%、0.005%、0.01%、0.02%、0.04%时，发芽率分别为对照组的 100%、100%、0%、50%、25%；芽长分别为对照组的 66.7%、55.6%、0%、26.7%、13.3%；根长分别为对照组的 100%、75%、0%、20%、0%；种子重量分别为对照组的 100%、66.7%、0%、6.7%、3.3%。

总体上，和纯水对照组相比，不同浓度无水醋酸铅胁迫对狗尾草、高羊茅、青箱和拟南芥种子的发芽率、芽长、根长和生物量（鲜重）均有不同情况的抑制，尤其在浓度 $\geq 0.01\%$ 时对根长有明显的抑制作用，分析结果见图 11.5-6。

此图涉密，详见报批版本

图 11.5-6 不同浓度无水醋酸铅胁迫下种子发芽率、芽长、根长及种子生物量变化趋势图

11.5.1.4 硫酸钠胁迫

（1）实验方法

数取颗粒饱满的狗尾草、高羊茅、青箱、拟南芥种子，每 50 粒为一组，每组设置三个重复。0.05%、0.1%、0.5%、1%、2%硫酸钠浓度梯度，即分别配制 200ml 质量百分比为 0.025%、0.1%、0.5%、1%、2%的硫酸钠溶液。连续 3 天无种子萌发时即停止实验。实验结束后，不保留苗。具体实验处理及记录同硫酸镁组。处理方法见下表。

表 11.5-7 硫酸钠胁迫处理方法

编号	名称	处理方法
1	0.05%硫酸钠	0.1g 硫酸钠定容至 200ml
2	0.1%硫酸钠	0.2g 硫酸钠定容至 200ml
3	0.5%硫酸钠	1g 硫酸钠定容至 200ml
4	1%硫酸钠	2g 硫酸钠定容至 200ml

5	2%硫酸钠	4g 硫酸钠定容至 200ml

(2) 实验结果

由表 11.5-8 可知, 在不同浓度硫酸钠胁迫下, 植物种子发芽数均在第 4~5 天达到最大值。狗尾草种子在 0.05%、0.1%、0.5%、1%、2%硫酸钠处理时, 发芽率分别为对照组的 82.5%、57.5%、62.5%、62.5%、30%; 芽长分别为对照组的 91.7%、83.3%、63.3%、41.7%、16.7%; 根长分别为对照组的 81.8%、63.6%、54.6%、5.5%、1.8%; 种子重量分别为对照组的 88.7%、65.9%、63.6%、45.5%、11.4%。高羊茅种子在 0.05%、0.1%、0.5%、1%、2%硫酸钠处理时, 发芽率分别为对照组的 95.7%、100%、93.5%、95.7%、41.3%; 芽长分别为对照组的 83.3%、83.3%、91.1%、55.6%、16.7%; 根长分别为对照组的 83.3%、83.3%、72.2%、33.3%、1.1%; 种子重量分别为对照组的 61.5%、62.1%、61.0%、41.0%、9.2%。拟南芥种子在 0.05%、0.1%、0.5%、1%、2%硫酸钠处理时, 发芽率分别为对照组的 95.9%、30.6%、8.2%、0%、0%; 芽长分别为对照组的 77.8%、55.6%、5.6%、0%、0%; 根长分别为对照组的 20%、0%、0%、0%、0%; 种子重量分别为对照组的 60%、5%、1%、0%、0%。青葙在 0.05%、0.1%、0.5%、1%、2%硫酸钠处理时, 发芽率分别为对照组的 75%、50%、50%、25%、0%; 芽长分别为对照组的 88.9%、66.7%、44.4%、11.1%、0%; 根长分别为对照组的 87.5%、20%、12.5%、0%、0%; 种子重量分别为对照组的 66.7%、40%、30%、3.3%、0%。总体上, 和对照组相比, 硫酸钠浓度小于 0.5%时, 对物种的发芽率、芽长、根长和生物量抑制作用较小; 浓度大于 0.5%时抑制作用明显增强。分析结果见图 11.5-7。

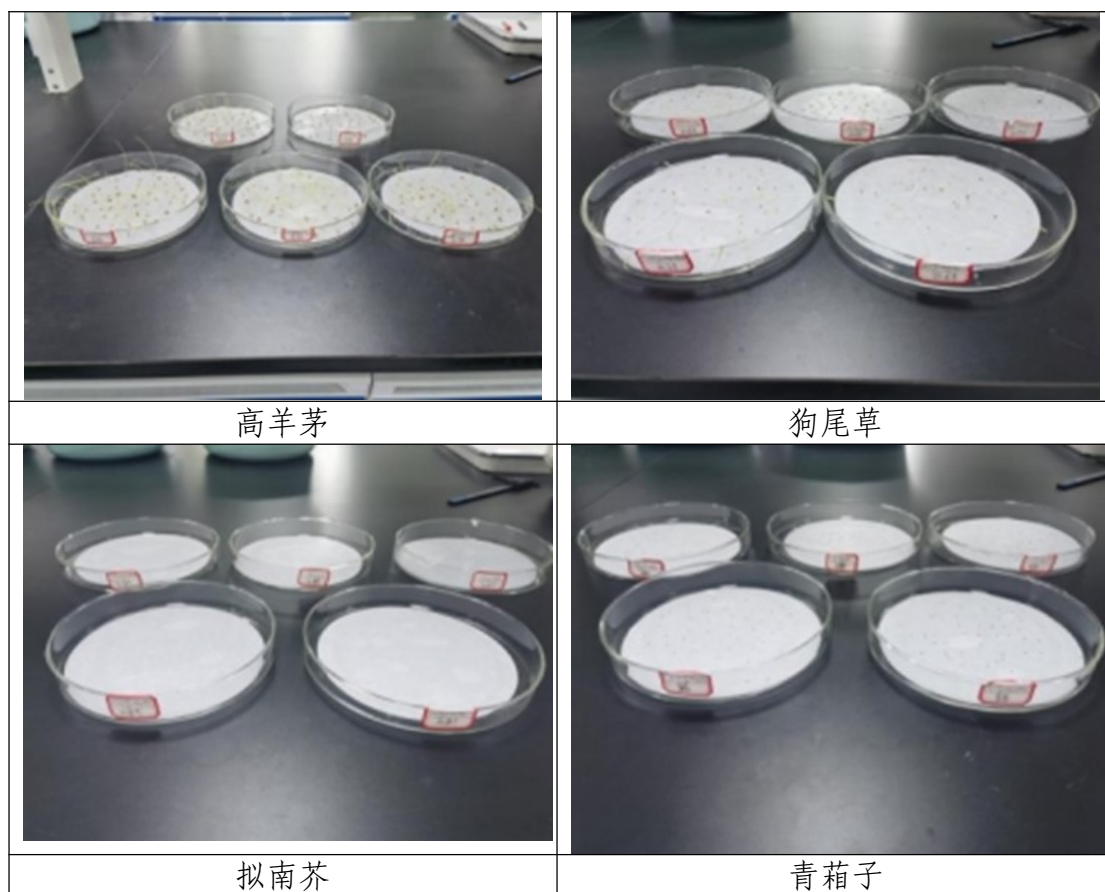


图 11.5-7 不同浓度硫酸钠胁迫下种子发芽及生长情况（第九天）

表 11.5-8 不同浓度硫酸钠胁迫下种子发芽率、芽长、根长及种子重量结果表

天数	狗尾草																			
	发芽数										芽长（cm）								根长（cm）	重量（g）
对照组																				
0.05%硫酸钠																				
0.1%硫酸钠																				
0.5%硫酸钠																				
1%硫酸钠																				
2%硫酸钠																				
天数																				
对照组																				
0.05%硫酸钠																				
0.1%硫酸钠																				
0.5%硫酸钠																				
1%硫酸钠																				
2%硫酸钠																				
天数																				
对照组																				
0.05%硫酸钠																				
0.1%硫酸钠																				
0.5%硫酸钠																				
1%硫酸钠																				

2%硫酸钠																				
天数																				
对照组																				
0.05%硫酸钠																				
0.1%硫酸钠																				
0.5%硫酸钠																				
1%硫酸钠																				
2%硫酸钠																				

此图涉密，详见报批版本

图 11.5-8 不同浓度硫酸钠胁迫下种子发芽率、芽长、根长及种子生物量变化趋势图

11.5.1.5 磺化煤油+P₅₀₇ 萃取剂胁迫

(1) 实验方法

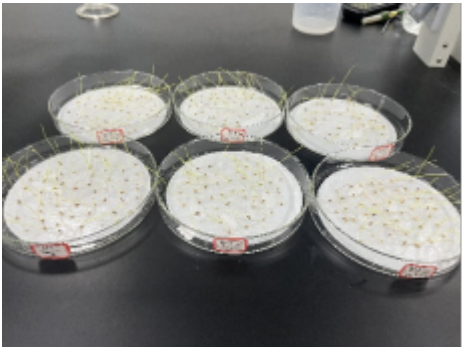
数取颗粒饱满的狗尾草、高羊茅、青苜蓿、拟南芥种子，每 50 粒为一组，每组设置三个重复。分别设置体积比 0.003%、0.006%、0.012%、0.03%、0.06%的磺化煤油和 P₅₀₇ 萃取剂处理组，磺化煤油和 P₅₀₇ 萃取剂体积比为 2:1。连续 3 天无种子萌发时即停止实验。实验结束后，不保留苗。处理方法见表 11.5-9。

表 11.5-9 磺化煤油+P₅₀₇ 萃取剂胁迫处理方法

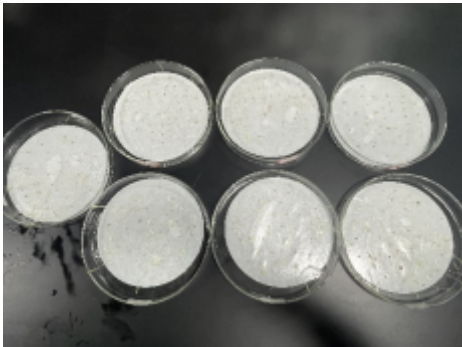
编号	名称	处理方法
1	0.003%处理组	0.004ml 磺化煤油+0.002ml P ₅₀₇ ， 200ml 水
2	0.006%处理组	0.008ml 磺化煤油+0.004ml P ₅₀₇ ， 200ml 水
3	0.012%处理组	0.016ml 磺化煤油+0.008ml P ₅₀₇ ， 200ml 水
4	0.03%处理组	0.04ml 磺化煤油+0.02ml P ₅₀₇ ， 200ml 水
5	0.06%处理组	0.08ml 磺化煤油+0.04ml P ₅₀₇ ， 200ml 水

(2) 实验结果

在体积比 0.003%、0.006%、0.012%、0.03%、0.06%的磺化煤油和 P₅₀₇ 萃取剂处理组和纯水对照组实验下狗尾草、高羊茅、青苜蓿和拟南芥种子发芽率、芽长、根长和种子重量的实验结果见图 11.5-9。



高羊茅



狗尾草

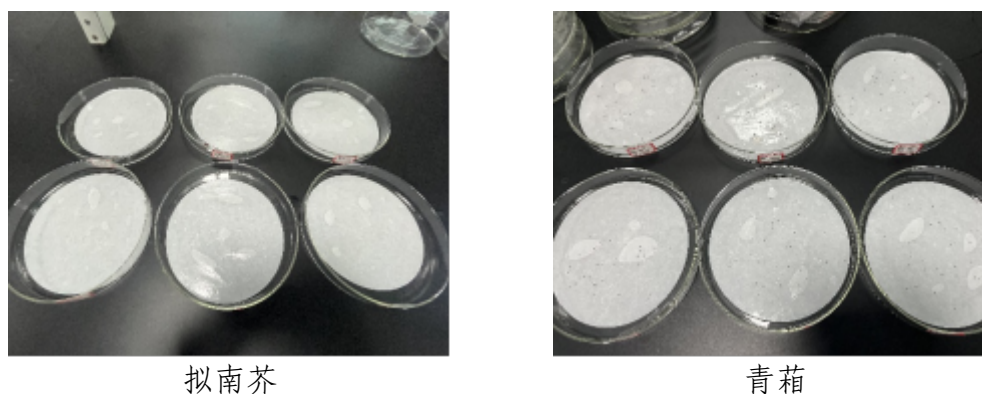


图 11.5-9 不同浓度磺化煤油和 P_{507} 胁迫下种子发芽及生长情况（第九天）

由表 11.5-10 可知，在不同浓度有机物的胁迫下，植物种子发芽数均在第 4~5 天达到最大值。狗尾草种子在磺化煤油和 P_{507} 浓度为 0.003%、0.006%、0.012%、0.03%、0.06% 时，发芽率分别为对照组的 52.5%、82.5%、80%、70%、77.5%；芽长分别为对照组的 70%、75%、70%、75%、66.7%；根长分别为对照组的 54.5%、63.6%、63.6%、72.7%、14.5%；种子重量分别为对照组的 56.8%、97.7%、70.5%、65.9%、52.3%。高羊茅种子在磺化煤油和 P_{507} 浓度为 0.003%、0.006%、0.012%、0.03%、0.06% 时，发芽率分别为对照组的 100%、100%、104.3%、104.3%、106.5%；芽长分别为对照组的 94.4%、100%、100%、88.9%、88.9%；根长分别为对照组的 94.4%、100%、100%、83.3%、72.2%；种子重量分别为对照组的 80%、96.9%、97.9%、78.5%、68.7%。拟南芥种子在磺化煤油和 P_{507} 浓度为 0.003%、0.006%、0.012%、0.03%、0.06% 时，发芽率分别为对照组的 93.9%、91.8%、91.8%、85.7%、93.9%；芽长分别为对照组的 83.3%、83.3%、66.7%、55.6%、38.9%；根长分别为对照组的 80%、80%、60%、40%、20%；种子重量分别为对照组的 70%、70%、50%、25%、9%。青箱种子在磺化煤油和 P_{507} 浓度为 0.003%、0.006%、0.012%、0.03%、0.06% 时，发芽率分别为对照组的 125%、50%、50%、50%、50%；芽长分别为对照组的 100%、40%、44.4%、40%、13.3%；根长分别为对照组的 100%、75%、62.5%、62.5%、

5%；种子重量分别为对照组的 106.7%、43.3%、43.3%、30%、6.7%。

表 11.5-10 不同浓度磺化煤油和 P₅₀₇ 萃取剂胁迫下种子发芽率、芽长、根长及种子重量结果表

天数	狗尾草																			
	发芽数										芽长 (cm)									
对照组																				
0.003%处理组																				
0.006%处理组																				
0.012%处理组																				
0.03%处理组																				
0.06%处理组																				
天数																				
对照组																				
0.003%处理组																				
0.006%处理组																				
0.012%处理组																				
0.03%处理组																				
0.06%处理组																				
天数																				

对照组																				
0.003%处理组																				
0.006%处理组																				
0.012%处理组																				
0.03%处理组																				
0.06%处理组																				
天数																				
对照组																				
0.003%处理组																				
0.006%处理组																				
0.012%处理组																				
0.03%处理组																				
0.06%处理组																				

此图涉密，详见报批版本

图 11.5-10 不同磺化煤油和 P507 胁迫下种子发芽率、芽长、根长及种子生物量变化趋势图

总体上，和纯水对照组相比，不同磺化煤油和 P507 胁迫对狗尾草、高羊茅、青苕和拟南芥种子的发芽率影响不大；低浓度的磺化煤油和 P507 对芽长、根长和生物量（鲜重）的影响不大，高浓度磺化煤油和 P507 对不同种子生长有不同情况的抑制，分析结果见图 11.5-10。随着磺化煤油和 P507 浓度的增加，对植物芽长、根长和生物量（鲜重）的胁迫作用逐渐增强。

11.5.2 浸矿过程中不同胁迫因素对植物生长的影响

为探究镁盐浸矿过程中各胁迫因子对植物生长的影响，分别选取了典型的广布物种狗尾草（C4 植物）和高羊茅（C3 植物）作为本部分实验物种。参考实际浸矿过程中各胁迫因子的含量进行梯度设置。

11.5.2.1 硫酸镁胁迫

（1）试验方法

选取同质源土壤，先过 1cm 筛，阴干，再过 2mm 筛。狗尾草和高羊茅分别进行实验。各取 24 个直径约 20cm 花盆，每个花盆装土 2kg，3 个花盆为一组，每盆播种饱满的狗尾草、高羊茅种子 50 粒。共分为 8 组，分别编号为 0、1、2、3、4、5、6、7。分别为对应空白组、0.5%处理组、1%处理组、2%处理组、3%处理组、4%处理组、5%处理组、6%处理组。每个组的土壤处理见下表 11.5-11，稳定一个月。

实验在温室中进行，保证实验条件一致。每日观察成活率，观测株高，植株在有成熟叶片后每天测植物叶绿素含量。第种植第 50 天时，每组采集相同重量的鲜叶片测定植物生理指标，包括相对电导率（REC）、丙二醛（MDA）、超氧化物歧化酶（SOD）、过氧化物酶（POD）、过氧化氢酶（CAT）、脯氨酸（PRO）。实验结束时，测

量植物的株高、根长，收集植物样品分组进行称鲜重（分为地上和地下部分），烘干后分别称干重。

表 11.5-11 静态试验土壤处理方法

编号	名称	处理方法
0	对照组	2kg 土壤，不处理
1	0.5%硫酸镁	1g 工业硫酸镁，与 2kg 土混匀
2	1%硫酸镁	20g 工业硫酸镁，与 2kg 土混匀
3	2%硫酸镁	40g 工业硫酸镁，与 2kg 土混匀
4	3%硫酸镁	60g 工业硫酸镁，与 2kg 土混匀
5	4%硫酸镁	80g 工业硫酸镁，与 2kg 土混匀
6	5%硫酸镁	100g 工业硫酸镁，与 2kg 土混匀
7	6%硫酸镁	120g 工业硫酸镁溶，与 2kg 土混匀

（2）实验结果

本次参与分析的为不同梯度硫酸镁胁迫下高羊茅和狗尾草在第 20 天、第 30 天、第 40 天的株数和株高，以及实验结束时高羊茅和狗尾草各处理下的植株叶片和根的鲜重/干重，分析结果见图 11.5-11

此图涉密，详见报批版本

图 11.5-11 不同梯度硫酸镁胁迫下高羊茅和狗尾草株数、株高及生物量变化趋势图

由图 13.2-9 可知，与对照组相比，低浓度硫酸镁对高羊茅和狗尾草在第 20 天、第 30 天、第 40 天的株数和株高以及实验结束时叶片和根的鲜重/干重没有表现出明显的胁迫，在随着浓度的升高，其胁迫作用逐渐增强。在硫酸镁浓度大于 2% 时，狗尾草已无法生存；硫

酸镁浓度大于 3% 时，高羊茅也无法生存。

11.5.2.2 酸化胁迫

(1) 实验方法

选取同质源土壤，先过 1cm 筛，阴干，再过 2mm 筛。狗尾草和高羊茅各取 9 个直径约 20cm 花盆，每个花盆装土 2kg，3 个花盆为一组，每盆播种饱满的狗尾草和高羊茅种子各 50 粒。共分为 3 组，编号为 1、2、3，分别为 pH=3、pH=4、pH=5 处理组，对照组 pH 为 8。每个组的土壤处理见下表，稳定一个月。具体实验处理及记录同硫酸镁组。每个组的土壤处理见下表。

表 11.5-12 静态试验土壤处理方法

编号	名称	处理方法
1	pH=3 处理组	调节土壤 pH 为 3，每盆 2kg 土壤
2	pH=4 处理组	调节土壤 pH 为 4，每盆 2kg 土壤
3	pH=5 处理组	调节土壤 pH 为 5，每盆 2kg 土壤

(2) 实验结果

本次参与分析的为不同 pH 胁迫下高羊茅和狗尾草在第 20 天、第 30 天、第 40 天的株数和株高，以及实验结束时高羊茅和狗尾草各处理下的植株叶片和根的鲜重/干重，分析结果见图 11.5-12。

此图涉密，详见报批版本

图 11.5-12 不同梯度 pH 胁迫下高羊茅和狗尾草株数、株高及生物量变化趋势图

由图 11.5-12 可知，与对照组相比，随着土壤 pH 的降低，对高

羊茅和狗尾草在第 20 天、第 30 天、第 40 天的株数和株高以及实验结束时叶片和根的鲜重/干重胁迫作用逐渐增强。

11.5.2.3 重金属铅胁迫

(1) 实验方法

选取同质源土壤，先过 1cm 筛，阴干，再过 2mm 筛。狗尾草和高羊茅分别进行实验。各取 15 个直径约 20cm 花盆，每个花盆装土 2kg，3 个花盆为一组，每盆播种饱满的狗尾草、高羊茅种子 50 粒，共分为 5 组，试剂使用无水醋酸铅 ($\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$)，按 Pb^{2+} 比例（土壤中浓度分别为 25、50、100、200、400mg/kg），称取一定量的醋酸铅加入 2.0kg 土壤中并混合均匀，装入花盆中。分别编号为 1、2、3、4、5。稳定一个月。具体实验处理及记录同硫酸镁组。每个组的土壤处理见下表。

表 11.5-13 静态试验土壤处理方法

编号	名称	处理方法
1	Pb^{2+} 0.0025%处理组 (25mg/kg)	0.049374g 无水醋酸铅，与 2kg 土混匀
2	Pb^{2+} 0.005%处理组 (50mg/kg)	0.09875g 无水醋酸铅，与 2kg 土混匀
3	Pb^{2+} 0.01%处理组 (100mg/kg)	0.1975g 无水醋酸铅，与 2kg 土混匀
4	Pb^{2+} 0.02%处理组 (200mg/kg)	0.395g 无水醋酸铅，与 2kg 土混匀
5	Pb^{2+} 0.04%处理组 (400mg/kg)	0.79g 无水醋酸铅，与 2kg 土混匀

(2) 实验结果

本次参与分析的为不同浓度 Pb^{2+} 胁迫下高羊茅和狗尾草在第 20 天、第 30 天、第 40 天的株数和株高，以及实验结束时高羊茅和狗尾草各处理下的植株叶片和根的鲜重/干重，分析结果见图 11.5-13。

此图涉密，详见报批版本

图 11.5-13 不同梯度 Pb^{2+} 胁迫下高羊茅和狗尾草株数、株高及生物量变化趋势图

由图 11.5-13 可知，与对照组相比，不同梯度 Pb^{2+} 胁迫下高羊茅在第 20 天、第 30 天、第 40 天的株数和株高没有表现出明显变化，高羊茅的叶鲜重及干重在低浓度胁迫时没有表现出明显的胁迫作用，在 Pb^{2+} 大于 0.04% 时表现出显著差异，高羊茅的根鲜重及干重在 Pb^{2+} 大于 0.01% 时表现出显著差异并随着胁迫浓度升高胁迫作用逐渐增强。各处理组狗尾草在第 20 天、第 30 天、第 40 天的株数与对照组相比存在胁迫作用，但在各处理组中间无显著差异，株高与对照组相比未表现出显著差异。狗尾草的叶鲜重及干重在 Pb^{2+} 大于 0.02% 时表现出显著差异，根鲜重及干重在 Pb^{2+} 大于 0.005% 时表现出显著差异。实验结果表明针对铅胁迫，狗尾草比高羊茅更为敏感，植株根性状比叶性状表现更为敏感。

11.5.2.4 硫酸钠胁迫

(1) 实验方法

选取同质源土壤，先过 1cm 筛，阴干，再过 2mm 筛。三个不同物种分别进行实验。各取 15 个直径约 20cm 花盆，每个花盆装土 2kg，3 个花盆为一组，每盆播种饱满的狗尾草/高羊茅/青葙/拟南芥种子 50 粒，共分为 5 组，分别编号为 1、2、3、4、5。分别为 0.05%、0.1%、0.5%、1%、2% 硫酸钠处理组。土壤处理见下表，稳定一个月。具体实验处理及记录同硫酸镁组。每个组的土壤处理见下表。

表 11.5-14 静态试验土壤处理方法

编号	名称	处理方法
1	0.05% 硫酸钠	1g 工业硫酸钠，与 2kg 土混匀
2	0.1% 硫酸钠	2g 工业硫酸钠，与 2kg 土混匀
3	0.5% 硫酸钠	10g 工业硫酸钠，与 2kg 土混匀

4	1%硫酸钠	20g 硫酸钠，与 2kg 土混匀
5	2%硫酸钠	40g 硫酸钠，与 2kg 土混匀

(2) 实验结果

本次参与分析的为不同浓度硫酸钠胁迫下高羊茅和狗尾草在第 20 天、第 30 天、第 40 天的株数和株高，以及实验结束时高羊茅和狗尾草各处理下的植株叶片和根的鲜重/干重，分析结果见图 11.5-14。

此图涉密，详见报批版本

图 11.5-14 不同梯度硫酸钠胁迫下高羊茅和狗尾草株数、株高及生物量变化趋势图

由图 11.5-14 可知，与对照组相比，不同梯度硫酸钠胁迫下高羊茅在第 20 天、第 30 天、第 40 天的株数和株高没有表现出明显变化，高羊茅的叶鲜重及干重在低浓度胁迫时没有表现出明显的胁迫作用，在硫酸钠浓度大于 0.5% 时表现出显著差异。在硫酸钠浓度大于 0.5% 时，狗尾草在第 20 天、第 30 天、第 40 天的株数、株高、叶鲜重及干重均表现出显著差异。

11.5.2.5 磺化煤油+P₅₀₇ 萃取剂胁迫

(1) 实验方法

选取同质源土壤，先过 1cm 筛，阴干，再过 2mm 筛。狗尾草和高羊茅分别进行实验。取 18 个直径约 20cm 花盆，每个花盆装土 2kg，3 个花盆为一组，每盆播种饱满的狗尾草、高羊茅种子 50 粒，共分为 6 组，按比例土壤中磺化煤油+P₅₀₇ 萃取剂含量如下表，分别编号为 1、2、3、4、5。稳定一个月，具体实验处理及记录同硫酸镁组。每个组

的土壤处理见表 11.5-15。

表 11.5-15 静态试验土壤处理方法

编号	名称	处理方法
1	0.003%处理组	0.047ml 磺化煤油+0.023ml P ₅₀₇ , 2kg 土混匀
2	0.006%处理组	0.093ml 磺化煤油+0.047ml P ₅₀₇ , 与 2kg 土混匀
3	0.012%处理组	0.187ml 磺化煤油+0.093ml P ₅₀₇ , 与 2kg 土混匀
4	0.03%处理组	0.467ml 磺化煤油+0.223ml P ₅₀₇ , 与 2kg 土混匀
5	0.06%处理组	0.934ml 磺化煤油+0.467ml P ₅₀₇ , 与 2kg 土混匀
6	0.3%处理组	4.667ml 磺化煤油+2.335ml P ₅₀₇ , 与 2kg 土混匀

(2) 实验结果

本次参与分析的为不同浓度磺化煤油+P₅₀₇ 萃取剂胁迫下高羊茅和狗尾草在第 20 天、第 30 天、第 40 天的株数和株高，以及实验结束时高羊茅和狗尾草各处理下的植株叶片和根的鲜重/干重，分析结果见图 11.5-15。

由图 11.5-15 可知，与对照组相比，不同梯度磺化煤油+P₅₀₇ 萃取剂胁迫下高羊茅在第 20 天、第 30 天、第 40 天的株数没有表现出明显变化，高羊茅的株高在磺化煤油+P₅₀₇ 萃取剂浓度大于 0.3%时表现出显著差异。高羊茅的叶鲜重及干重在低浓度胁迫时表现出一定的促进作用，随着胁迫浓度升高，促进作用逐渐消失并转换为胁迫作用，高羊茅根的鲜重和干重在高浓度胁迫时表现出显著胁迫作用。狗尾草在第 20 天、第 30 天、第 40 天的株数和株高随着磺化煤油+P₅₀₇ 萃取剂浓度的增加胁迫作用逐步增强，狗尾草的叶鲜重及干重在胁迫浓度大于 0.06%时表现出显著的胁迫作用。

此图涉密，详见报批版本

图 11.5-15 不同梯度磺化煤油+P₅₀₇ 萃取剂胁迫下高羊茅和狗尾草株数、株高及生物量变化趋势图

11.5.3 小结

需要指出的是，本项目浸矿剂硫酸镁在实际生产中浓度为 1%~3%，由于浸矿剂直接通过注液孔进入矿体，极少数会进入植物根系所在的土层深度，不会对植物生长造成严重影响，且有研究表明南方土壤普遍缺镁（不同镁肥在中国南方三种缺镁土壤中的迁移和淋洗特征，李丹萍等[J]. 土壤学报），而植物光合作用过程中镁离子是必不可少的，引入的少量镁离子对植物生长有一定的促进作用。本次实验所选材料包括了典型广布草本物种（狗尾草、高羊茅、青苕）和对胁迫响应较敏感的模式植物拟南芥，可以从一定程度上反映更全面地反映植物对引入胁迫的反应，由于木本植物比草本植物有更强的耐胁迫性，且根系需要吸收更多的镁离子使植物进行光合作用，所以本项目引入的镁离子对木本植物的影响更小。综上，在确保在实际生产中浸矿剂硫酸镁浓度稳定在 1%~3%的前提下，引入和镁离子对植物生长的影响较小。石油烃浓度高于 0.06%会表现出胁迫作用，但实际生产中其浓度低于实验浓度，不会造成明显胁迫。

11.6 生态环境影响评价小结

本项目总占地面积为 6km²，大部分为林地。本项目实际占用的面积占生态环境影响评价范围内面积较小，对评价范围内的土地利用类型、景观、植被、水土流失有一定的影响，在采取“边开采边复垦”的措施下，不会产生明显的不利影响。占地范围内动物多为本地区常见植物种类，矿区的建设会破坏地表植被，缩小了野生动物的栖息空间，对其生存与繁衍产生一定的不利影响。但随着施工期的结束，对野生动物的扰动也会结束，对野生动物的影响不是很大。原地浸矿采

场占用林地临时占用、逐年占用。根据原地浸矿工艺特点，原地浸矿采场主要是注液孔扰动林下灌草，不砍伐乔木，采用边破坏、边开采、边复垦工艺，生态公益林分 7 年逐年扰动，逐年办理林地手续，在严格落实占用要求和补偿等工作的前提下，矿区开采对当地的生态公益林不会产生明显不利影响。综上，本项目的实施不会对生态环境造成明显的不利影响。

11.7 生态影响评价自查表

生态环境影响评价自查表见下表。

表 11.7-1 生态影响评价自查表

工作内容		自查项目
生态影响识别	生态保护目标	重要物种□；国家公园□；自然保护区□；自然公园□；世界自然遗产□；生态保护红线☑；重要生境□；其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域□；其他☑
	影响方式	工程占用☑；施工活动干扰☑；改变环境条件□；其他□
	评价因子	物种☑（维管植物 88 科 185 属 237，野生动物资源 9 科 14 属 15 种） 生境☑（无特殊生境） 生物群落☑（4 个植被型组，5 个植被型，7 个群系） 生态系统☑（林地生态系统、草地生态系统、农田生态系统等） 生物多样性☑（动物、植物） 生态敏感区☑（生态公益林） 自然景观☑（林地景观、草地景观等） 自然遗迹□（） 其他□（）
评价等级		一级 □ 二级☑ 三级□ 生态影响简单分析□
评价范围		陆域面积：（38.5644）km ² ；水域面积：（）km ²
生态现状调查与评价	调查方法	资料收集☑；遥感调查☑；调查样方、样线☑；调查点位、断面□；专家和公众咨询法☑；其他□
	调查时间	春季□；夏季☑；秋季□；冬季□ 丰水期□；枯水期□；平水期□
	所在区域的生态问题	水土流失☑；沙漠化□；石漠化□；盐渍化□；生物入侵□；污染危害□；其他□

	评价内容	植被/植物群落 ☒ ; 土地利用 ☒ ; 生态系统 ☒ ; 生物多样性 ☒ ; 重要物种 ☒ ; 生态敏感区 ☒ ; 其他 ☐
生态影响 预测与 评价	评价方法	定性 ☐ ; 定性和定量 ☒
	评价内容	植被/植物群落 ☒ ; 土地利用 ☒ ; 生态系统 ☒ ; 生物多样性 ☒ ; 重要物种 ☒ ; 生态敏感区 ☒ ; 生物入侵风险 ☐ ; 其他 ☐
生态保护 对策措施	对策措施	避让 ☐ ; 减缓 ☒ ; 生态修复 ☒ ; 生态补偿 ☒ ; 科研 ☐ ; 其他 ☐
	生态监测 计划	全生命周期 ☐ ; 长期跟踪 ☒ ; 常规 ☐ ; 无 ☐
	环境管理	环境监理 ☐ ; 环境影响后评价 ☐ ; 其他 ☒
评价结论	生态影响	可行 ☒ ; 不可行 ☐
注: “ ☐ ”为勾选项, 可√; “()”为内容填写项。		

12 固体废物影响分析

12.1 固体废物来源及处置

根据调查,本项目生产期产生的固体废物主要包括注液孔产生的岩土、收液巷道产生的弃土、水处理污泥、除杂渣、废原料袋、废防渗布、精密过滤器滤芯、有机相回收产生的固相物、废油桶及生活垃圾等。

(1) 挖掘注液孔产生的岩土,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) 收液巷道掘进产生的弃土,临时堆存在原地浸矿采场附近的凹地,最终部分回填到收液巷道中,剩余的弃土用于原地浸矿采场收液池,母液中转池和母液处理车间场地平整用土。

(3) 除杂渣

碳酸氢钠除杂沉淀工艺中的除杂渣中含有 Al 和 Fe 等金属元素和极少量未被回收的稀土。类比同类矿山产生的除杂渣监测,除杂渣性质为 I 类一般固废,除杂渣临时堆存于除杂渣池,定期压滤外委进行综合利用。

(4) 离心萃取高效富集回收工艺一般固废

离心萃取高效富集回收工艺预处理车间砂滤设备更换的石英砂和精密过滤流程的废滤芯,堆放于一般固废间,由福建鑫宝环保科技有限公司处置。

(5) 废水处理污泥

完成收液的矿块要进行清水淋洗,当淋洗尾水无可接续利用矿块时,需要在水冶车间自行处理后循环淋洗,采用中和沉淀等工艺,参照同类工程数据,类比同类工程污泥的属性,污泥不具有易燃性、反应性等危险特性,不具有腐蚀性及浸出毒性,不具有毒性物质含量超标的危险特性,不具有急性毒性等危险特性,属于一般工业固体废物。

本项目污泥按照一般工业固体废物管理,污泥在污泥暂存间暂存

后定期外售。

(6) 本项目产生的其他固废包括原料包装袋、破损篷布、废滤布等，车间产生量按大约 2t/a 计算，集中暂存一般固废暂存间，定期外售处置。

(7) 本项目产生的危险废物主要为废油桶、有机相回收车间的萃取酸不溶物，暂存于危废间，委托福建三明海中环保科技有限公司处置。

(8) 本项目生活垃圾集中收集后定期由当地环卫部门统一处理。

12.2 固体废物处置厂址分析

12.2.1 临时弃土场厂址分析

收液巷道掘进产生的岩土，部分回填到收液巷道中，无法回填的岩土堆存在临时弃土场。临时弃土场位置按照运输距离较短、风险最小、恢复最快、相对集中的原则布置。

本项目中临时弃土场设置较多，将岩土按“运输距离较短、风险最小、恢复最快、相对集中”的原则进行堆存，主要原因有以下 5 个方面：

(1) 南方雨水较多，如果所有岩土集中堆置，堆存高度较高，在暴雨天气发生滑坡和泥石流的风险较大。临时弃土场高度不高（2m~3m），坡度不大（一般在 30°以下），可以有效地降低地质灾害的潜在危险，排水系统容易控制。

(2) 从生态破坏来讲，采用集中堆存的方法则需要修路，修路造成的破坏远远大于临时弃土场本身的破坏。如临时弃土场集中堆存，运输道路需环山修建，不能为当地居民利用，在矿山服务期满后，只能废弃。本着不修公路，采用人工堆存，最大程度保护当地生态环境，收液巷道弃土原则就近临时堆存在原地浸矿采场附近的凹地。

(3) 临时弃土场分散设置，可降低临时弃土场高度、坡度变小、排水方便，可以减少水土流失。

(4) 如果岩土采用集中堆存设计, 对于土地复垦而言, 临时弃土场的大部分复垦工作必须等待临时弃土场全部完工才可进行, 而采用就近分散设置临时弃土场, 临时弃土场堆存的为收液巷道弃土, 量较小, 在收液巷道施工结束后即可进行复垦。可以实现边破坏边复垦。

(5) 从景观的角度来讲, 当地为低山丘陵地区, 如果将岩土全部集中堆存由于临时弃土场高度较高, 则对当地景观影响较大; 采用就近分散设置临时弃土场, 堆存高度不大、坡度也不大, 对当地丘陵山地景观影响不大。

因此本项目中的临时弃土场采用运输距离较短、风险最小、恢复最快、相对集中的原则, 因地制宜进行合理设计, 可减少当地生态环境的不利影响。

临时弃土场设在原地浸矿采场附近的凹地, 根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB 18599-2020) 中 I 类场场址选择的环境保护要求进行设置。评价认为, 临时弃土场选址从环境角度考虑是可行的。临时弃土场场址环境可行性分析见表 12.3-1。

表 12.3-1 临时弃土场场址环境可行性分析一览表

序号	一般工业固废 I 类场厂址选择的环境保护要求	本工程实际情况	是否满足要求
1	应符合当地城乡建设总体规划要求。	临时弃土场不在城镇发展规划区范围。	满足
2	应选在工业集中区和居民集中区主导风向下风侧。	场界外围 500m 范围内无居民集中区。	满足
3	应选在满足地基承载力要求的地基上, 以避免地基下沉的影响, 特别是不均匀或局部下沉的影响。	场址地基承载力较好	满足
4	应避免断层、断层破碎带、溶洞区, 以及天然滑坡和泥石流影响区	场址地质灾害危险性小, 无大的不良工程地质条件	满足
5	禁止选在江河、湖泊、水库最高水位线以下的滩地和洪泛区	不在江河、湖泊、水库最高水位线以下的滩地和洪泛区	满足
6	禁止选在自然保护区、风景名胜区和 其他需要特别保护的地区	不在自然保护区、风景名胜区和 其他需要特别保护的地区内	满足

7	应优先选用废弃的采矿坑、塌陷坑	周边无采矿坑和塌陷区	满足

12.2.2 一般固废暂存库厂址分析

一般固废暂存库设置在车间内，地面采取防雨篷布进行防渗，符合标准的要求。评价认为，一般固废暂存间选址从环境角度考虑是可行的。

12.2.3 危废暂存间

危废暂存库设置在水冷车间内，地面采取防雨篷布进行防渗，符合标准的要求。评价认为，危废暂存间选址从环境角度考虑是可行的。

12.3 固体废物贮存处置场环境影响分析

12.3.1 临时弃土场环境影响分析

本项目不设永久固废堆场，临时弃土场在落实好《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）关于I类场设计、运行管理方面的各项环保要求后，根据国内矿山临时弃土场的运行经验，不会对周围大气、水环境造成明显不利影响。

12.3.2 一般固废堆存场所的环境影响分析

为了对固体废物进行更为合理有效控制，避免对水环境的影响，本项目尾水处理污泥暂存于污泥暂存间，与一般固废暂存间合建，按《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）的要求设置，保证雨水不进入、废水不外排、废渣不流失，最大限度地减轻污泥对外环境的影响。除杂渣仓库主要用于暂存除杂渣，定期外售进行综合利用，暂按《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）的要求设置。一般固废暂存间主要用于存放废包装袋和废防渗篷布，定期收集后统一外售。

12.3.3 危险废物场所的环境影响分析

项目危险废物暂存间地面涂有环氧树脂进行防渗，场所并设有警告标志牌，现场配备有管理制度、进出台账，已设置导流沟和收集池，用以收集事故泄漏物，满足“四防”（防风、防雨、防晒、防渗漏）条件，危险废物建设符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-

2023)和《危险废物收集贮存运输技术规范》(HJ2025-2012)的相关要求。危险废物暂存间主要用于存放,定期收集后统一外售。危险废物暂存危废间,委托有资质公司处置。

12.4 固体废物的运输分析

根据固体废物的性质、收集方式、处理处置方式、运距及运输频率,配备带有明显标志的专用运输车辆,对各种废物分区、定期收运。

本项目运输影响主要为污泥的运出影响。运输过程中对运输沿线可能的影响主要为噪声和污泥外漏对环境的影响。运输车辆路过居民点减速慢行,并减少鸣笛,减少噪声影响;采取有效的废物泄漏情况下的应急措施,保证污泥外漏不对外环境产生影响。

综上,在落实运输环境保护措施的前提下,本项目运输对沿途居民影响较小,固废运输过程中产生的环境影响在可接受范围内。

13 声环境影响预测与评价

13.1 预测模型

根据项目建设内容及《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）的要求，项目环评采用北京尚云环境 EIAProN 环境噪声预测评价模拟软件系统。该软件计算工业噪声时采用的模型为环境影响评价技术导则声环境（HJ2.4.2021）附录 B（规范性附录）中“B.1 工业噪声预测计算模型”。

13.2 预测参数

（1）噪声源强

项目在生产过程中，水冶车间新增噪声源主要是压滤设备、空压机和水泵产生的噪声。这些新增设备产生的噪声声级一般在 80dB 以上。项目新增噪声源强调查清单见。

（2）基础数据

项目噪声环境影响预测基础数据见表 13.2-1。

表 13.2-1 项目噪声环境影响预测基础数据表

序号	名称	单位	数据
1	年平均风速	m/s	1.25
2	主导风向	/	东北风
3	年平均气温	°C	19
4	年平均相对湿度	%	80
5	大气压强	atm	1

13.3 预测方案

根据本项目工程建设布局及建设特点，预测本项目各类设备，各厂房内的各类噪声源强衰减至厂界后的噪声情况。噪声源强见表 13.3-1 及表 13.3-2。

表 13.3-1 工业企业噪声源强调查清单（室外声源）

序号	建筑物名称	声源名称	型号	声源源强	声源控制措施	空间相对位置/m			运行时段
				声功率级/dB(A)		X	Y	Z	
1	配液池	搅拌桶	/	70	厂房隔声，基础减振	-83	11	1.2	无
2	配液池	搅拌桶	/	70	厂房隔声，基础减振	-113	18	1.2	无
表中坐标以离心萃取车间（116.35933E，25.63872N）为坐标原点，正东向为 X 轴正方向，正北向为 Y 轴正方向									

表 13.3-2 工业企业噪声源强调查清单（室内声源）

序号	建筑物名称	声源名称	型号	声源源强	声源控制措施	空间相对位置/m			距室内边界距离/m				室内边界声级/dB(A)				运行时段	建筑物插入损失/dB(A)				建筑物外噪声声压级/dB(A)				
				声功率级/dB(A)		X	Y	Z	东	南	西	北	东	南	西	北		东	南	西	北	东	南	西	北	建筑物外距离
1	压滤车间	板框压滤机	/	80	厂房隔声，基础减振	-81	1	1.2	3	16	27	3	77.7	77.6	77.6	77.7	无	35.0	35.0	35.0	16.0	42	42	42	60	1
2	压滤车间	隔膜压滤机	/	80	厂房隔声，基础减振	-83	-13	1.2	5	2	25	17	77.7	77.7	77.6	77.6	无	35.0	35.0	35.0	16.0	42	42	42	60	1
3	空压机房	螺杆式空压机	/	100	厂房隔声，基础减振	-47	147	1	2.7	2	2	6.4	98.7	98.7	98.7	98.6	无	16.0	35.0	35.0	35.0	75	53.5	53.5	53.5	1
4	水泵房	水泵 1	/	85	厂房隔声，基础减振	-127	7	1	2	7	23	3.7	83.6	83.7	83.7	83.6	无	16.0	35.0	35.0	35.0	64.5	45.5	45.5	45.5	1
5	水泵房	水泵 2	/	85	厂房隔声，基础减振	-127	4	1	2	4	23	6.7	83.6	83.7	83.7	83.6	无	16.0	35.0	35.0	35.0	64.5	45.5	45.5	45.5	1
表中坐标以离心萃取车间（116.35933E，25.63872N）为坐标原点，正东向为 X 轴正方向，正北向为 Y 轴正方向																										

13.4 预测结果

根据项目高噪声设备声级所处位置,利用工业企业噪声预测模式和方法对厂区的声环境进行预测计算。厂界噪声预测结果见表 13.4-1。

表 13.4-1 厂界噪声预测结果与达标分析表

预测方位	最大值点空间相对位置/m			时段	贡献值 (dB(A))	标准限值 (dB(A))	达标情况
	X	Y	Z				
厂界东	56	86	1.2	昼间	42.19	60	达标
				夜间	42.19	50	达标
厂界南	-20	-66	1.2	昼间	39.91	60	达标
				夜间	39.91	50	达标
厂界西	-198	5	1.2	昼间	39.50	60	达标
				夜间	39.50	50	达标
厂界北	-35	199	1.2	昼间	49.07	60	达标
				夜间	49.07	50	达标
表中坐标以离心萃取车间（25.63872N, 116.35933E）为坐标原点，正东向为X轴正							

由表 13.4-1 可知,正常工况下,项目厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类标准,对周边环境无不良影响。根据本项目环境保护目标分析可知,项目厂界外 200m 内无噪声敏感点存在。因此,本项目噪声叠加值对周围声环境质量影响较小。

本项目声环境影响预测等值线见图 13.4-1。

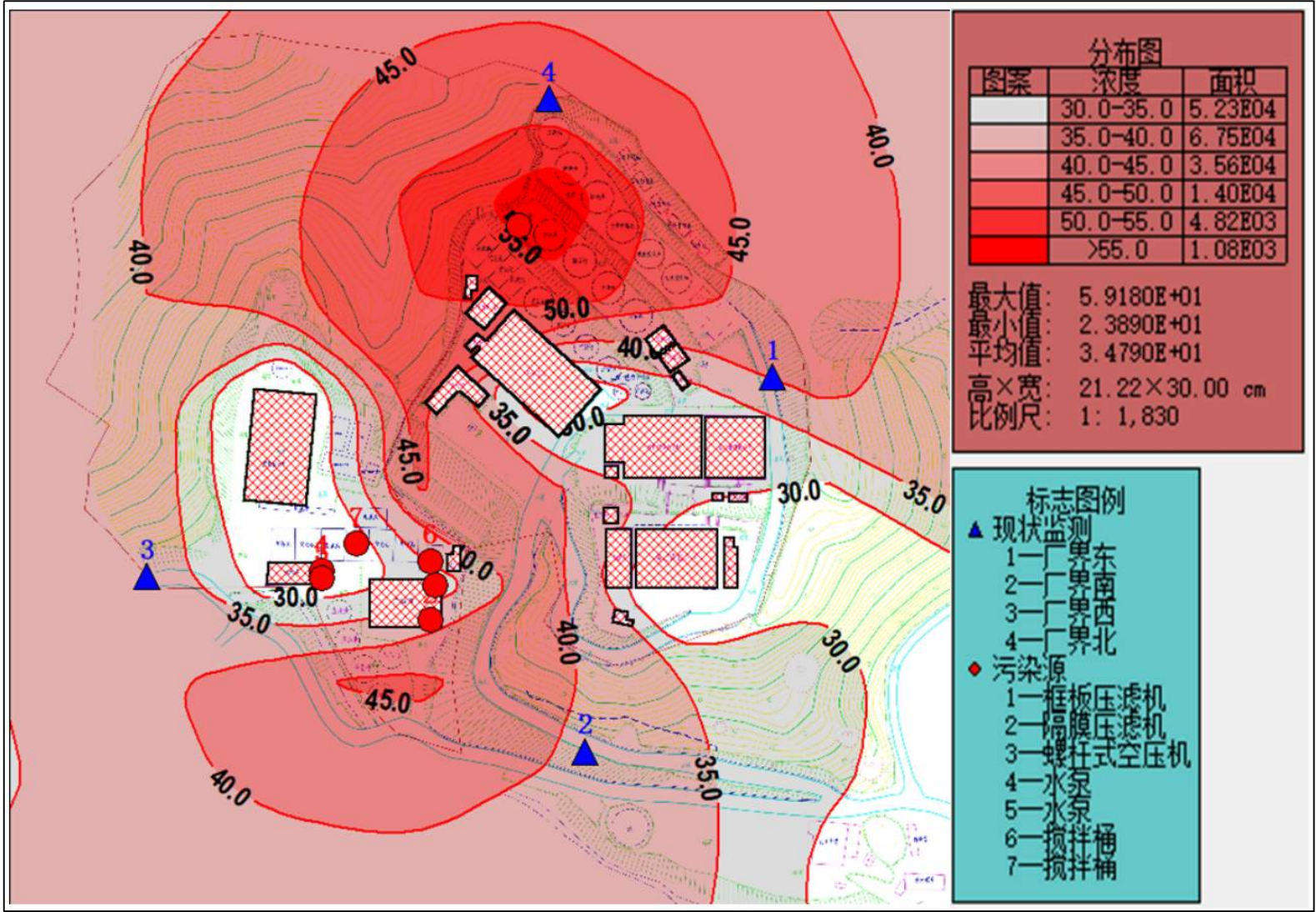


图 13.4-1 本项目噪声预测等值线分布图（贡献值）

13.5 小结

由预测结果可知，运营期间选厂各高噪声设备在采取室内安置、减震、隔声等措施后，预测值达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。为进一步降低噪声影响，本项目要求合理选择低噪声机械设备，对外运输要使用大型专业车辆，有效降低生产及运输噪声；同时要求企业加强管理，杜绝超载现象，按期保养车辆保持车辆良好工况，尽可能将运输噪声控制在最低程度。综上所述，本项目噪声对周边声环境影响较小。

表 13.5-1 声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	200m ☒ 大于 200m ☐ 小于 200m ☐					
评价因子	评价因子	等效连续 A 声级 ☒ 最大 A 声级 ☐ 计权等效连续感觉噪声级 ☐					
评价标准	评价标准	国家标准 ☒ 地方标准 ☐ 国外标准 ☐					
现状评价	环境功能区	0 类区 ☐	1 类区 ☐	2 类区 ☒	3 类区 ☐	4a 类区 ☐	4b 类区 ☐
	评价年度	初期 ☐		近期 ☒		中期 ☐	
	现状调查方法	现场实测法 ☒ 现场实测加模型计算法 ☐ 收集资料 ☐					
	现状评价	达标百分比		100%			
噪声源调查	噪声源调查方法	现场实测 ☐ 已有资料 ☒ 研究成果 ☐					
声环境影响预测与评价	预测模型	导则推荐模型 ☒			其他 ☐		
	预测范围	200m ☒ 大于 200m ☐ 小于 200m ☐					
	预测因子	等效连续 A 声级 ☒		最大 A 声级 ☐		计权等效连续感觉噪声级 ☐	
	厂界噪声贡献值	达标 ☒ 不达标 ☐					
	声环境保护目标处噪声值	达标 ☒ 不达标 ☐					
环境监测计划	排放监测	厂界监测 ☒ 固定位置监测 ☐ 自动监测 ☐ 手动监测 ☐ 无监测 ☐					
	声环境保护目标处噪声监测	监测因子: ()			监测点位数 ()		无监测 ☐
评价结论	环境影响	可行 ☒ 不可行 ☐					
注“ ☐ ”为勾选项, 可√; “()”为内容填写项。							

14 环境风险评价

14.1 风险源调查

14.1.1 风险源及风险物质调查

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）和《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B 中规定的重点关注的风险物质及临界量表中涉及的物质，本项目储存的物质有：98%硫酸、30%盐酸、260#溶剂油、P507 萃取剂、硫酸镁、液碱、氢氧化钙、混凝剂（PAC、PAM）、浸矿液、稀土母液，其中风险物质有 98%硫酸、30%盐酸、260#溶剂油。另外由于 P507 萃取剂、浸矿液、稀土母液进入环境后会产生一定的影响，本次评价将这几类物质列为环境影响类物质，进行环境风险影响分析，并提出风险防范措施。最大储存量及分布情况见表 14.1-1。

表 14.1-1 本项目储存的物质最大储存量和分布情况一览表

序号	名称	储存位置	CAS 号	最大储存量	储存方式	临界量/t
1	98%硫酸				储罐	10
2	30%盐酸				储罐	7.5
3	硫酸镁				袋装	/
4	P507 萃取剂				桶装	/
5	260#溶剂油				桶装	2500
6	液碱				储罐	/
7	氢氧化钙				袋装	/
8	混凝剂 (PAC、PAM)				袋装	/
9	浸矿液				配液池	/
10	稀土母液				中转池	/
11	氯化稀土溶液				储罐	/

本项目涉及的风险物质的理化性质见表 10.1-2。

表 14.1-2 硫酸的理化性质及危险特性表

标识	中文名：硫酸	危险货物编号：81007
	英文名：sulfuric acid	UN 编号：1830

	分子式：H ₂ SO ₄	分子量：98.08		CAS 号：7664-93-9
理化性质	外观与性状	纯品为无色透明油状液体，无臭。		
	熔点（℃）	10.5	相对密度（水=1）	1.83
	沸点（℃）	330	饱和蒸气压（kPa）	0.13(145.8℃)
	溶解性	与水混溶。		
毒性及健康危害	侵入途径	吸入、食入、经皮吸收。		
	毒性	急性毒性：LD ₅₀ :2140mg/kg（大鼠经口）LC ₅₀ :510mg/m ³ ,2 小时（大鼠吸入）；320mg/m ³ ,2 小时（小鼠吸入）		
	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，愈后瘢痕收缩影响功能。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。		
燃烧爆炸危险性	燃烧性	助燃	燃烧分解物	
	闪点（℃）	无意义	爆炸上限（g/m ³ ）：	无意义
	引燃温度（℃）	无意义	爆炸下限（g/m ³ ）：	无意义
	危险特性	遇水大量放热，可发生沸溅。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、雷酸盐、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。		
	禁忌物	碱类、碱金属、水、强还原剂、易燃或可燃物。		
急救措施	皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗至少 15min。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 15min。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。			
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，以免遇水释放出大量热量发生喷溅而灼伤皮肤。			

表 14.1-3 盐酸的理化性质及危险特性表

标识	中文名：盐酸			危险货物编号： 81013
	英文名：hydrochloric acid			UN 编号：1789
	分子式：HCl(aq)	分子量：36.46		CAS 号：7647-01-0
理化性质	外观与性状	无色或微黄色发烟液体，有刺鼻酸味。		
	熔 点 (℃)	-114.8（纯）	相对密度（水 =1）	1.19
	沸 点 (℃)	108.6(20%)	饱和蒸气压 (kPa)	30.66kPa(21℃)
	溶解性	与水混溶，溶于碱液。		
毒性 及健 康危 害	侵入途径	吸入、食入。		
	毒 性	LDs0763mg/kg（大鼠经口）；145mg/kg（小鼠经口）		
	健康危害	接触其蒸气或烟雾，引起眼结膜炎，鼻及口腔粘膜有烧灼感，鼻衄、齿龈出血、气管炎；刺激皮肤发生皮炎，慢性支气管炎等病变。误服盐酸中毒，可引起消化道灼伤、溃疡形成，有可能胃穿孔、腹膜炎等。		
危险特性	能与一些活性金属粉末发生反应，放出氢气。遇氰化物能产生剧毒的氰化氢气体。与碱发生中和反应，并放出大量的热。具有强腐蚀性。			
急救措施	皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗至少 15min，可涂抹弱碱性物质（如 碱水、肥皂水等），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 15min。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：用大量水漱口，吞服大量生鸡蛋清或牛奶（禁止服用小苏打等药品），就医。			
灭火方法	灭火方法：用碱性物质如碳酸氢钠、碳酸钠、消石灰等中和。也可用大量水扑救。			
泄漏处置	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。			

表 14.1-4 P507 萃取剂的理化性质及危险特性表

标识	中文名：P507 磷酸酯萃取剂		危险货物编号：618630
	英文名：sulfuric acid		UN 编号：无资料
	分子式：[CH ₃ (CH ₂) _a CH(C ₂ H)CH ₂ O][CH ₃ (CH ₂) _a CH(C ₂ Hs)CH ₂]HPO ₂	分子量：306.4	CAS 号：14802- 03-0
	外观与性状	无色或微黄色透明黏稠油状液体。	

理化性质	熔 点 (℃)	无资料		相对密度 (水=1)	0.95
	沸 点 (℃)	209℃ (10 毫米汞柱)		饱和蒸气压	无资料
	溶解性	不溶于水。溶于乙醇、煤油、石油醚、苯和十二烷等有机溶剂。			
毒性及健康危害	侵入途径	吸入、食入。			
	毒性	大鼠经口 LDs0:4940mg/kg; 兔经皮 LDs0:1250mg/kg; 小鼠腹腔 LDso:63mg/kg.			
	健康危害	进入人体能引起中毒。			
燃烧爆炸危险性	燃烧性	可燃			
	闪点 (℃)	196	爆炸上限 (g/m³):		无意义
	引燃温度 (℃)	228	爆炸下限 (g/m³):		无意义
	危险类别	第 6.1 类毒害品			
	危险特性	可燃			
灭火方法	用二氧化碳、泡沫、干粉、砂土灭火。				
储运条件	储存于阴凉、通风的室内，远离火种、热源：与食用原料隔离储运。				
泄漏处置	泄漏物用砂土混合倒至空旷地方深埋；被污染地面用碱水或肥皂水洗刷，经稀释的污水放入废水系统。				

表 14.1-5 溶剂油的理化性质及危险特性表

标识	中文名：溶剂油			
	化学品英文名称：Mineral solvents			CAS 号：8008-20-6
	成分：石油烃类混合物			
理化性质	外观与性状	无色易挥发液体，具有特殊臭味		
	熔 点 (°C)	<-60	相对密度 (水=1)	0.73-0.76
	沸 点 (°C)	100-150	饱和蒸气压 (kPa)	无资料
	溶解性	不溶于水，易溶于苯、二硫化碳、脂肪		
毒性及健康危害	侵入途径	吸入、食入、经皮吸收		
	毒性	LD ₅₀ :67000mg/kg (小鼠经口) [溶剂汽油]; LC ₅₀ :300000mg/m ³ /5min(大鼠吸入)		
	健康危害	石脑油蒸气可引起眼及上呼吸道刺激症状，如浓度过高，几分钟即可引起呼环境危害：该物质对环境可能有危害，对水体应给予特别注意。		
	燃烧性	易燃		

燃烧爆炸危险性	闪点 (°C)	≤28	爆炸上限 (g/m³) :	1.3[溶剂汽油]
	引燃温度 (°C)	415-530[溶剂汽油]	爆炸下限 (g/m³) :	6.0[溶剂汽油]
	危险类别	第 3.2 类低闪点液体		
	危险特性	其蒸气与空气可形成爆炸性混合物，遇明火、高热极易燃烧爆炸。与氧化剂能发生强烈反应。其蒸气比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇火源会着火回燃。		
灭火方法	灭火方法：喷水雾冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：泡沫、干粉、二氧化碳、沙土。灭火注意事项：用水流灭火可能引起火焰飞溅和扩散			
储运条件	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30C。保持容器密封。应与氧化剂分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工 具。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。			
泄漏处置	应急行动：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。切断火源。建议 应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服。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、蛭石或其他惰性材料吸收，或在保证安全情况下，就地焚烧。 大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容。用泡沫覆盖，降低蒸气灾害。用防爆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。			

14.1.2 生产工艺特点

通过对本项目的注液工程、收液工程、管路工程、母液萃取富集处理工程及配套的公辅工程、环保工程进行调查, 涉及危险的生产工艺主要为矿块采区巷道集液池、母液收集池和高位池发生事故泄漏, 水冶车间母液中转池、浸出液配液池等池体事故泄漏以及母液输送管线、浸矿液输送管线破损事故泄漏等所引起的地下水污染。水冶车间设有浓硫酸储罐、盐酸储罐, 泄漏后会引引起大气环境污染。

14.1.3 环境敏感目标概况

本项目环境风险评价目标情况见表 14.1-6 和图 14.1-1。

表 14.1-6 环境风险保护目标情况

类别	环境敏感特征					
环境空气	序号	敏感目标名称	相对方位	距离/m	属性	人口数 (人)
	1	中坊村				

	2	廖屋前				
	3	根溪村羊角				
	4	根溪村				
	5	陈坑村				
	6	大廖地				
	7	刘坑村				
	8	寨头村				
	9	兰坊村				
	10	窑下村				
	11	小潭村				
	厂址周边 500m 范围内人口小计					
	厂址周边 5km 范围内人口小计					
	大气环境敏感程度 E 值					
地表水	受纳水体					
	序号	受纳水体名称	排放点水域环境功能		24h 内流经范围/km	
	I	不涉及	/		/	
	内陆水体排放点下游 10km					
	序号	敏感目标名称	环境敏感特征	水质目标	与排放点距离/m	
	I	/	/	/	/	
	地表水环境敏感程度 E 值					E2
地下水	序号	环境敏感区名称	环境敏感特征	水质目标	包气带防护性能	与下游厂界距离/m
	1	下游河边居民区 (中坊村廖屋前)	G2	Ⅲ类	D1	150
	地下水环境敏感程度 E 值					E1

此图涉密，详见报批版本

图 14.1-1 环境风险敏感目标分布图

14.2 环境风险潜势初判及评价等级判定

14.2.1 项目涉及风险物质数量与临界量比值 (Q)

计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其在《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 B 中对应临界量的比值 Q。在不同厂区的同一种物质,按其在厂界内的最大存在总量计算。对于长输管道项目,按照两个截断阀室之间管道危险物质最大存在总量计算:

当企业只涉及一种风险物质时,该物质的数量与其临界量的比值,即为 Q。

当企业存在多种化学物质时,则按下式计算物质总量与其临界量比值 (Q):

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots \frac{q_n}{Q_n}$$

式中: q_1, q_2, q_n ——每种风险物质的存在量, t;

Q_1, Q_2, Q_n ——每种风险物质的临界量, t。

当 $Q < 1$ 时,该项目环境风险潜势为 I。

当 $Q \geq 1$ 时,将 Q 值划分为:(1) $1 \leq Q < 10$;(2) $10 \leq Q < 100$;(3) $Q \geq 100$ 。

本项目涉及危险物质存在量及其临界值量见表 14.2-1。

表 14.2-1 突发环境事件风险物质贮存量及临界量

序号	风险物质名称	CAS 号	最大存量 t	折算后最大存在总量 q_n/t	临界量 Q_n/t	Q 值
1	98%硫酸	7664-93-9				
2	30%盐酸	7647-01-0				
3	260#溶剂油	8008-20-6				

计算得项目危险物质存在量及其临界量比值 $Q=19.052$ 。

14.2.2 项目行业及生产工艺 (M)

分析项目所属行业及生产工艺特点,具有多套工艺单元的项目,

对每套生产工艺分别评分并求和。将 M 划分为 (1) $M > 20$; (2) $10 < M \leq 20$; (3) $5 < M \leq 10$; (4) $M = 5$, 分别以 M1、M2、M3 和 M4 表示。

表 14.2-2 行业及生产工艺 (M)

行业	评估依据	分值	项目 M 分值
石化、化工、医药、轻工、化纤、有色冶炼等	涉及光气及光气化工艺、电解工艺 (氯碱)、氯化工艺、硝化工艺、合成氨工艺、裂解 (裂化) 工艺、氟化工艺、加氢工艺、重氮化工艺、氧化工艺、过氧化工艺、胺基化工艺、磺化工艺、聚合工艺、烷基化工艺、新型煤化工工艺、电石生产工艺、偶氮化工艺	10/套	0
	无机酸制酸工艺、焦化工艺	5/套	0
	其他高温或高压, 且涉及危险物质的工艺过程 a、危险物质贮存罐区	5/套 (罐区)	0
管道、港口/码头等	涉及危险物质管道运输项目、港口/码头等	10	0
石油天然气	石油、天然气、页岩气开采 (含净化), 气库 (不含加气站的气库), 油库 (不含加气站的油库)、油气管道 b (不含城镇燃气管道)	10	0
其他	涉及危险物质使用、贮存的项目	5	5
a 高温指工艺温度 $\geq 300^{\circ}\text{C}$, 高压指压力容器的设计压力 (P) $\geq 10.0\text{MPa}$; b 长输管道运输项目应按站场、管道分段进行评价。			

对照上表, 项目 $M=5$, 以 M4 表示。

表 14.2-3 危险物质及工艺系统危险性等级判断 (P)

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

综上分析可知, 项目的危险物质及工艺系统危险性等级为 P4。

14.2.3 环境敏感程度 (E) 的分级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018), 判断本项目的环境敏感程度等级。

（1）大气环境

依据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）环境敏感目标环境敏感性及人口密度划分环境风险受体的敏感性，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中表 D.1。

项目位于福建省龙岩市中坊村，周边 500m 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数为 0 人，小于 500 人；周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数 11830 人，大于 1 万人小于 5 万人，其大气环境敏感性为环境中度敏感区 E2。

（2）地表水环境

依据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）事故情况下危险物质泄漏到水体的排放点接纳地表水体功能敏感性，与下游环境敏感目标情况，共分为三种类型，

E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见表 D.2。其中地表水功能敏感性分区和环境敏感目标分级分别见《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中表 D.3 和表 D.4。

根据表 D.3 本项目采区内的危险物质泄漏，由于采区离河较近（最近距离为 50m）的集液池容积较小，项目区域包气带的渗透系数较大（ $1.04-8.02 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ），一旦发生泄漏会直接进入地下水环境，不会通过地面漫流进入地表水。水冶车间内设置事故池，一旦发生火灾、爆炸事故，可消洗废水导入事故池中，防止事故废水通过雨水系统排入周边区域，若在极端环境风险事故情况下，水冶车间无法有效收集本项目事故废水时，水冶车间临河一侧设置了挡土墙，在雨水排放口设置了闸门控制，在事故发生后及时关闭排河闸门，可将事故

废水控制在河堤范围内，确保事故废水不入河。

(3) 地下水环境

依据地下水功能敏感性与包气带防污性能，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见表 D.5。根据表 D.6 和表 D.7，本项目地下水环境属于 G2 较敏感区；本项目区域包气带渗透系数为 $1.04-8.02 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，大于 $1.0 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，因此包气带防污性为 D1。本项目地下水环境敏感程度分级为 E1。

14.2.4 环境风险评价等级判定

(1) 环境风险潜势

建设项目环境风险潜势划分为 I、II、III、IV/IV+级。

根据建设项目涉及的物质和工艺系统的危险性及其所在地的环境敏感程度（大气环境敏感程度为 E2，地下水环境敏感程度 E1），结合事故情形下环境影响途径，对建设项目潜在的环境危害程度进行概化分析，按《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）表 2 建设项目环境风险潜势划分本项目大气环境敏感程度为 E2，判断风险潜势为 II 级；地下水环境敏感程度为 E1，判断风险潜势为 III 级。本项目环境风险潜势综合等级取各要素等级的相对高值，即本项目环境风险潜势综合等级为 III 级。

表 14.2-4 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)
环境高度敏感区 (E1)	IV ⁺	IV	III	III
环境中度敏感区 (E2)	IV	III	III	II
环境低度敏感区 (E3)	III	III	II	I

(2) 环境风险评价等级判定

《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中风险评价

工作等级划分见表 14.2-5。

表 14.2-5 环境风险评价工作等级划分

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

根据上述分析,依据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)评价等级划分规定,项目风险单元环境风险评价为二级评价,环境风险评价对事故影响进行定量预测,说明影响范围和程度,提出防范、减缓和应急措施。

表 14.2-6 本项目环境风险评价级别

等级判断	敏感性	行业及生产工艺 (M)	危险物质数量与临界量比值 (Q)	危险物质及工艺系统危险性等级判断 (P)	环境风险潜势划分	评价工作等级
大气环境	E3	M4	10<Q<100	P4	II	三
地下水环境	E1				III	二

其中,大气环境风险评价等级为三级,地下水环境风险评价等级为二级,参照《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)二级评价要求开展地下水环境风险评价。

(4) 环境风险评价范围

大气环境风险评价范围:根据导则规定,本项目大气环境风险等级为三级,评价范围为水冶车间厂界外扩 3km 的范围。

地下水环境风险评价范围:评价范围见地下水评价章节。

14.3 项目风险识别及风险事故情形分析

风险识别包括物质危险性识别、生产系统危险性识别及危险物质向环境转移的途径识别。本次评价主要针对本项目涉及的物质、生产系统进行识别。

物质危险识别,包括主要原辅材料、污染物、火灾和爆炸伴生/次生物等。

生产设施风险识别，包括主要生产装置、储运设施、公用工程和辅助设施，以及环境保护设施。

危险物质向环境转移的途径识别，包括分析危险物质特性及可能的环境风险类型，识别危险物质影响环境的途径，分析可能影响的环境敏感目标。

14.3.1 风险物质识别分析

物质风险识别按《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 B，对项目涉及的有毒有害、易燃易爆物质进行危险性识别和综合评价，筛选出风险评价因子。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)“附录 B 重点关注的危险物质及临界量”，对本项目所有重大危险源进行识别。本项目的风险产生主要在于储运过程，该项目储运过程中涉及的危险品有硫酸、盐酸、260#溶剂油。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 B，本项目涉及的环境风险物质主要包括硫酸、盐酸、260#溶剂油等。

14.3.2 生产系统危险性识别

生产系统风险识别范围主要包括主体工程、管线工程、储运工程、辅助工程及环保工程等。

14.3.2.1 主体工程风险识别

本项目采区高位池、集液池、母液收集池，水冶车间等池体在防渗措施失效的情况下，池体可能发生母液泄漏事故，母液中含有 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 及少量重金属等。防渗措施失效原因主要有施工质量问题（如沙包池底部夯实不佳）、工作人员操作失误引起的防渗膜破裂等。母液泄漏后渗入地下水后会引发地下水污染。

14.3.2.2 管线工程风险识别

母液输送管线、浸矿液输送管线在阀门、接口连接处失效，或管道破裂的情况下会发生泄漏，泄漏的浸矿液将进入地下水。浸矿液中

主要含有 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、母液中主要含 SO_4^{2-} 、 Mg^{2+} 及少量重金属等。

14.3.2.3 储存设施风险识别

P507 萃取剂为液体物质，其储存桶、输送管线、反应槽等破损后会发生泄漏。采取风险防范措施后其泄漏的范围基本可以控制，主要可能影响泄漏点附近的员工，对外环境基本无影响。因此储存设施分析主要考虑硫酸储罐和盐酸储罐。浓硫酸储罐、盐酸储罐泄漏主要是由于阀门、管道等连接处失效及浓硫酸、浓盐酸充装引起。浓硫酸或盐酸泄漏后，产生的酸雾因为比空气重，而沿着地面低空扩散，对大气环境造成一定影响。

(1) 储罐储存的主要风险

1) 储罐冒顶跑料

由于储罐液位监控系统出现故障，或泵发生故障以及操作人员倒错流程等均会造成储罐冒顶跑料。另外，如果操作人员责任心不强，劳动纪律松懈，不按规定时间巡检等也会造成储罐冒顶跑料。

2) 储罐破裂

罐壁本身钢板材料存在缺陷、钢板韧性差等，都会造成低应力脆性破坏，使钢板脆裂。此外焊缝质量低劣，存在夹渣、裂纹、未焊透等缺陷，也会因疲劳破坏造成储罐从焊缝处撕裂。罐底撕裂主要由于储罐基础质量差，造成不均匀下沉所致。

3) 储罐腐蚀

钢制储罐（罐顶、罐壁、罐底）由于防腐的失效，以及受大气中的二氧化碳、水蒸汽等的影响，会产生凹凸不平的蚀坑、斑点、筛子孔及大面积氧化锈蚀层，使储罐的强度、严密性下降，甚至失去使用价值，造成腐蚀破坏事故，引起跑料。

4) 泵泄漏

输转泵在输送过程中，可能由于泵体裂纹或轴封、法兰密封不好、泵的放空阀、扫线阀、压力表引出阀损坏、短节腐蚀穿孔、丝堵螺扣

脱出等发生储罐泄漏。

5) 阀门和法兰破损

法兰、法兰紧固件及阀门用料缺陷或制造工艺不符合要求;垫片、填料老化等。

14.3.2.4 事故中的伴生、次生危害

260#溶剂油泄漏事故与火灾、爆炸等事故是紧密联系在一起的:如发生泄漏后,260#溶剂油遇点火源或高热,则可能会引起火灾或爆炸。

事故中发生的伴生/次生事故,主要决定于物质性质和事故类型。物质性质是事故中物质可能通过氧化、水解、热解、物料间反应过程产生对环境污染的危害性;事故类型不同,可能产生反应过程不同,例如燃烧可能产生物料氧化、热解过程,泄漏冲洗可能发生水解过程,物料不相容过程等。本项目的伴生/次生风险主要为火灾烟气、废气迁移和事故废水的影响。

①火灾烟气

当发生火灾爆炸事故时,除 CO_2 、 SO_2 和 H_2O 等燃烧产物外,在不完全燃烧的条件下,可能产生少量具有毒害作用的 CO 等,对空气环境及人群健康造成一定影响。

②事故废水

物料泄漏事故处理过程中,可能产生冲洗废水,如发生火灾爆炸事故,会产生大量的消防废水,事故处理过程中产生的洗消废水中会含有一定量的石油类等,如不能及时得到有效收集和处置,会对环境造成一定的影响。

14.3.3 风险识别结果

根据以上分析,建设项目环境风险识别汇总见表 14.3-1。

表 14.3-1 项目环境风险识别表

序号	危险单元	风险源	主要危险物质	环境风险类型	环境影响途径	可能受影响的环境敏感目标
1	采区	矿块母液收集池、高位池和巷道集液池	母液 (Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 及少量重金属等)、浸矿液 (Mg^{2+} 、 SO_4^{2-})	泄漏	地下水	下游的含水层地下水水质
2	水冶车间	母液中转池、浸矿液配液池等		泄漏	地下水	下游的含水层地下水水质
3	管线工程	母液输送管线、浸矿液输送管线		泄漏	地下水	下游的含水层地下水水质
4	储罐区域	浓硫酸储罐	硫酸雾	泄漏	大气环境	主要可能影响周边居住区
5	储罐区域	盐酸储罐	盐酸雾	泄漏	大气环境	主要可能影响周边居住区
6	有机相仓库	萃取剂桶	P507 萃取剂	泄漏	液体物质，主要是储存桶、输送管线、反应槽等破损泄漏。	主要可能影响泄漏点附近的员工，对外环境基本无影响
7	有机相仓库	溶剂油桶	260#溶剂油	泄漏、火灾、爆炸等引发的伴生/次生污染物排放	火灾爆炸伴生/次生污染物排放，主要生成 CO 有害气体，产生洗消废水	主要可能影响泄漏点附近的员工，对外环境基本无影响

此图涉密，详见报批版本

图 14.3-1 项目危险单元分布图

14.3.4 风险事故情形分析

14.3.4.1 典型风险事故案例分析

(1) 硫酸泄漏

2004 年 7 月 21 日晚，在邢台市华普化工有限公司院内，一辆运输硫酸的山东罐车，在院内用塑料管向贮存罐卸载硫酸时，不料贮存罐另一端的塑料管接口处突然脱落，罐车内的硫酸开始泄漏。该罐车司机和跟车操作员二人见状，未关闭罐车上的阀门，就逃离现场，导致 500 余公斤硫酸泄漏。硫酸与空气接触后，形成的酸雾飘向附近村庄。几分钟后，该公司发现出事，立即组织职工关闭罐车阀门进行抢险，并用大量碱水、清水来中和、冲洗泄漏在地面上的硫酸，约 20min 后，险情被成功化解。在抢险过程中，一名职工受轻微伤。装卸人员责任心不强是引发事故的主要原因。

2001 年 5 月 26 日中午 11 时 30 分，距离湛江市市区约 5km 的麻章区一家于 1997 年停产的化工厂中，突然涌出大量的带有刺激气味的浓烟，在雨中迅速形成酸雾，向四周弥漫。引发事故的，是该厂长期弃置在露天的一只容积两吨的液体储存罐。由于罐体长期受到日晒雨淋的侵蚀，底部裂开一道口子，罐内储存的浓度为 98% 的两吨硫酸从口子泄漏出来，与雨水发生化学反应，形成酸雾，严重威胁附近居民的生命安全。现场方圆 1km 外都能闻到刺激的气味。附近的群众马上拨打电话报警。30 余名防化官兵火速赶到出事现场时，现场已经笼罩在白色酸雾中。防化兵利用挖掘车在几分钟内完成挖坑，疏导浓硫酸液体作业，排险用的大量烧碱也在 1h 内运到，经过防化官兵的四个多小时的救险，险情排除。泄漏事件中有 9 人因吸入硫酸雾而不同程度中毒灼伤，被迅速送往医院抢救治疗，无人员死亡。事后调查对储罐管理不善是造成事故的原因，不利的天气扩大了事故的危害程度。

(2) 盐酸泄漏

2006 年 7 月 9 日上午 7 时许，宝鸡市陈仓区千河镇冯家咀村一个废弃厂房里存放的装有约 5t 盐酸的储罐发生泄漏，经过消防队员 7 个多小时的紧急抢险，外泄的盐酸已被妥善处置，事故没有造成人员伤亡。

2006 年 1 月 17 日，在广州天河区黄埔大道由东往西与车陂路交界的三角地带，一辆核载 4.6t 的化学危险品运输车因尾部损毁造成车内盐酸泄漏。

14.3.4.2 事故统计

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 E，同时参照国际上和国内同类企业，对储罐发生泄漏的事故概率统计调查分析，此类事故发生概率为 1.0×10^4 次/年。

14.3.4.3 火灾或爆炸事故

发生火灾或爆炸事故的潜在因素分为物质因素和诱发因素，其中物质因素主要涉及物质的危险性、物质系数以及危险物质是否达到一定的规模，它们是事故发生的内在因素，而诱发因素是引起事故的外在动力，包括生产装置设备的工作状态，以及环境因素、人为因素和管理因素。火灾和爆炸事故的主要原因见表 14.3-2。

表 14.3-2 火灾和爆炸事故原因分析

序号	事故原因	
1	明火	生产过程中的焊接和切割动火作业、现场吸烟、机动车辆喷烟排火等。为导致火灾爆炸事故最常见、最直接的原因。
2	违章作业	违章指挥、违章操作、误操作、擅离工作岗位、纪律松弛及思想麻痹等行为是导致火灾爆炸事故的重要原因，违章作业直接或间接引起火灾爆炸事故占全部事故的 60%以上。
3	设备、设施质量缺陷或故障	①电气设施设备：选用不当、不满足防火要求，存在质量缺陷；②储运设施设备：储设施主体选材、制造安装中存在质量缺陷或受腐蚀、老化及不正常操作而引起泄漏，附件和安全装置存在质量缺陷和被损坏。

4	工程技术和设计缺陷	①建筑物布局不合理，防火间距不够；②建筑物的防火等级达不到要求；③消防设施不配套；④装卸工艺及流程不合理。
5	静电、放电	油品在装卸、输送作业中，由于流动和被搅动、冲击、易产生和积聚静电，人体携带静电。
6	雷击及杂散电流	①建筑物、储罐的防雷设施不齐全或防雷接地措施不足； ②杂散电流窜入危险作业场所。
7	其他原因	撞击摩擦、交通事故、人为蓄意破坏及自然灾害等。

发生火灾、爆炸事故时，火灾热辐射和爆炸冲击波会导致人员伤亡和财产损失，同时火灾、爆炸事故中未完全燃烧的危险物质以及燃烧过程中产生的伴生/次生污染物将会对环境产生影响，而前者属于安全评价分析的范畴。因此，环境风险评价主要关注火灾、爆炸事故中未完全燃烧的危险物质以及燃烧过程中的伴生/次生污染物对环境的影响。

14.3.4.4 风险事故情形设定

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）的定义，最大可信事故是指“基于经验统计分析，在一定可能性区间内发生的事故中，造成环境危害最严重的事故”。

根据前述风险识别分析，通过对项目的危险因素进行识别和分析，本项目涉及的危险物质为 98%硫酸、30%盐酸、206#溶剂油，环境影响类物质为 P507 萃取剂、浸矿液、稀土母液。根据危险源的主要工艺参数、危险物质储存、危害等特征事故影响及应急救援难易程度，结合国内类似风险事故的调查分析及项目所在区域环境敏感点的特征、分布情况、风险事故情形设定原则。本次评价预测情景分析如下：

（1）浓硫酸、浓盐酸属于低毒性物质，均为常温常压储罐储存，发生泄漏后存在的环境风险主要为液体物料蒸发对大气环境的影响。

98%浓硫酸是一种高沸点难挥发的强酸，常压下的沸点为 330.0℃，具有很强的吸水性；30%浓盐酸常压常温下的沸点为 90℃。考虑盐酸泄漏后扩散能力最强，本次评价以浓盐酸储罐泄漏作为风险事故案例，进行影响预测。

(2) 浸矿液主要 SO_4^{2-} 、 Mg^{2+} ，稀土母液中主要含 SO_4^{2-} 、 Mg^{2+} 及少量重金属，发生泄漏后进入地下水体会产生环境污染。本次评价考虑污染物种类多且浓度高的母液泄漏后产生的环境影响。

(3) 溶剂油由于其存储量较小，最大存量仅为 3.8t，环境风险事故类型主要为发生火灾、爆炸后产生的次生污染物 CO、洗消废水，本次评价认为在严格落实环境风险防范措施后，环境影响基本可控。

(4) 对其他风险事故类型进行定性分析并提出风险防范措施。
建设项目风险事故情形设定见表 14.3-3。

表 14.3-3 建设项目风险事故情形设定

序号	环境风险类型	危险单元	风险事故描述	主要危险物质	环境影响途径
1	泄漏	盐酸罐区	储罐破损，阀门失效、泵故障等使盐酸泄漏至围堰（14.5*11*1.2m）形成液池；输送管线破损，泄漏至破损点	盐酸	主要是储罐区、输送管线等破损泄漏。形成液池，同时挥发进入大气。
2	泄漏	母液中转池、母液收集池、母液输送管线	矿块采区母液收集池，水冶车间母液中转池等防渗措施防渗破损后、母液输送管线阀门失效或管道破裂后稀土母液泄漏至地下水	母液	主要通过渗漏的形式影响地下水环境

14.4 源项分析

14.4.1 盐酸储罐泄漏事故源强

本次评价考虑到主要物料盐酸的毒性，假定储罐泄漏典型事故为盐酸储罐泄漏蒸发的污染物对周围环境的事故影响。

(1) 泄漏量

本项目共设有两个盐酸储罐，单个储罐容积为 23.4m^3 ，罐区单元

$$Q_L = \rho C_d A_p \sqrt{\frac{2(P - P_0)}{\rho} + 2gh}$$

四周设有围堰（275m²）。计算中假设盐酸储罐出现泄漏后，安全系统报警，操作人员在 30 分钟内制止储罐泄漏。假定管路系统或储罐阀门损坏，破裂孔径为 40mm，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），泄漏源强用流体力学的伯努利方程计算如下：

$$W_T = Q_L \cdot t$$

式中：Q₀—液体的泄漏速度，kg/s；

C_d—液体泄漏系数，取 C_d=0.62；

A—裂口面积，0.000314m²；

p—泄漏液体密度，盐酸 p=1190kg/m³；

P, P₀—储罐内介质压力、环境压力，Pa；

h—裂口之上液位高度，m，取 h=3.8m。

由上式估算盐酸泄漏速度为 2.0kg/s, 30min 溶剂泄漏量为 3600kg。

（2）盐酸蒸发源强

假设泄漏的盐酸在罐区围堰内形成液池。盐酸在常压下的沸点为 108.6℃。泄漏后发生质量蒸发，根据 HJ169-2018 质量蒸发速度 Q₃ 按照下式计算：

$$Q_3 = a \times P \times M / (R \times T_0) \times u^{(2-n)(2+n)} \times r^{(4+n)(2+n)}$$

式中：Q₃—质量蒸发速度，kg/s

a.n—大气稳定系数，见表 14.4-1 所示。

P—液体表面蒸气压，Pa；

R—气体常数，J/mol · K, 8.314；

T₀—环境温度，293K；

U—风速，m/s，1.5m/s；

r—液池半径；

M—液体摩尔质量，kg/mol；

表 14.4-1 a,n 系数与大气稳定度关系

大气稳定状况	n	a
不稳定	0.2	3.846×10 ⁻³

自然稳定	0.25	4.685×10^{-3}
稳定	0.3	5.285×10^{-3}

在对比罐顶面积和围堰面积,评价选择不利的发生围堰泄漏为最大可信事故计算源强,即按围堰面积 275m^2 的液面,事故反应时间取 30min,取出现频率最高的 F 稳定度、风速 1.5m/s 的气象条件,则盐酸储罐发生泄漏时盐酸的蒸发速率为 0.0138kg/s ,蒸发量为 24.906kg 。

(3) 清洗废水

在发生火灾、爆炸事故处理过程中,会产生大量消防废水。根据《化工建设项目环境保护工程设计标准》GB/T 50483-2019 规定,应急事故水池容量应根据发生事故的设备容量、事故时消防用水量及可能进入应急事故水池的降水量等因素综合确定。

根据技术方案报告,本工程室外消防水量 20L/s ,火灾延续时间 2h,同一时间内火灾次数为一次,最大消防水量为 $54\text{m}^3/\text{次}$ 。

14.4.2 地表水环境影响源项分析

本次评价选择矿区代表性池体进行预测,代表性池体选择单个容积最大的池体。事故情况下,池体发生泄漏后首先污染地下水,进而通过水力联系引发地表水的次生污染。

(1) 泄漏量

选择水冷车间母液中转池 (140m^3) 作为代表性池体。池体泄漏量按单个最大池容积的 50% 考虑,则车间池体泄漏量为 70m^3 。池体泄漏控制时间按 1 个班考虑,泄漏时间为 8h,水冷车间母液中转池体泄漏量为 $8.75\text{m}^3/\text{h}$,全部进入地表水体。

(2) 污染物源强

项目整个评价周期分为生产期、淋洗期、闭矿期共三种情景,经分析生产期母液浓度最大,选取该阶段进行水环境影响预测分析,母液浓度选取最大值,主要分析池体发生泄漏后母液对周围地表水体的环境影响。污染物源强见表 14.4-2。

表 14.4-2 泄漏池体母液中污染物主要参数一览表

泄漏地点	富集沉淀车间最大池容积 (m ³)	预测时期	泄漏水量		泄漏浓度 (mg/L)				
			总量 (m ³ /d)	小时量 (m ³ /h)	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	镉	铅	钠离子
水冶车间	140	生产期	70	8.75	1490	6390	0.038	0.035	164

14.4.3 地下水环境影响源项分析

矿块采区高位池、集液池、母液收集池，水冶车间母液中转池、配液池等采取重点防渗，定期有人员进行巡检，发现问题及时处理，正常情况下不会有母液渗漏，或出现少量的渗漏可及时处理。当防渗措施失效后稀土母液泄漏至地下水，泄漏后影响的地下水同属于一个水文地质单元。

本项目地下水预测情景为：非正常工况下，采场收液系统和环保回收井（水力截获）由于未能有效发挥作用情景下，母液回收率仅为 70%（对应渗漏率 30%）情景下地下水污染预测与分析评价。

14.4.4 本项目事故源项

根据上述分析，本项目发生各种最大可信事故时，建设项目源强如表 14.4-2 所示。

表 14.4-2 项目风险源强一览表

序号	风险事故情形描述	危险单元	危险物质	影响途径	释放或泄漏速率 (kg/s)	释放或泄漏时间/min	最大释放或泄漏量/kg	泄漏液体蒸发量/kg	其他事故源参数
1	盐酸储罐泄漏	水冶车间盐酸罐区	盐酸	大气	2.0	30	3600	24.91	泄漏孔径 40mm
2	水冶车间母液中转池泄漏	水冶车间母液中转池	母液	地表水	母液泄漏量为 70m ³				
3	采场收液系统和环保回收井失效	收液系统和环保回收井	硫酸根 镁离子 钠离子 镉	地下水	母液渗漏率达 30%				

14.5 事故后果预测与环境风险分析

14.5.1 泄漏事故大气环境影响预测

14.5.1.1 预测模式

(1) 计算模型选择

本评价采用环境风险评价系统 EIAproA 软件中的 SLAB 模型和 AFTOX 模型计算其影响范围，其中 SLAB 模型适用于平坦地形下重质气体排放的扩散模拟，AFTOX 模型适用于平坦地形下中性气体和轻质气体排放以及液池蒸发气体的扩散模拟。

(2) 预测模式筛选

根据理查德森数公式判断本项目排放的气体类型，首先通过对比排放时间 T_d 和污染物到达最近的受体点的时间 T 判断连续排放还是瞬时排放。公式如下：

$$T=2X/U_r$$

式中：X 事故发生地与计算点的距离，m

U_r ——10m 高处风速，m/s

当 $T_d > T$ 时，可被认为是连续排放的；当 $T_d < T$ 时，可被认为是瞬时排放的。

根据污染物不同的排放性质，理查德森数的计算公式不同，一般地，依据排放类型，理查德森数的计算分为连续排放、瞬时排放两种形式，公式如下：

瞬时排放：

$$R_i = \frac{g (Q_i / \rho_{rel})^{1/3}}{U_i^2} \times \frac{\rho_{rel} - \rho_a}{\rho_a}$$

连续排放：

$$R_i = \frac{[\frac{g (Q_i / \rho_{rel})}{D_{rel}}] \times (\frac{\rho_{rel} - \rho_a}{\rho_i})}{U_i}$$

式中: ρ_{rel} ——排放物质进入大气的初始密度, kg/m^3 ;

ρ_a ——环境空气密度, kg/m^3 ;

Q ——连续排放烟羽的排放速率, kg/s ;

Q_t ——瞬时排放的物质质量, kg ;

D_{rel} ——初始的烟团宽度, 即源直径, m ;

U_r —10m 高处风速, 取 1.5m/s ;

判断标准: 对于连续排放, $Ri \geq 1/6$ 为重质气体, $Ri < 1/6$ 为轻质气体; 对于瞬时排放, $Ri > 0.04$ 为重质气体, $Ri \leq 0.04$ 为轻质气体。本评价选取的预测因子盐酸的密度小于空气密度, 不计算理查德森数。扩散计算采用 AFTOX 模式。

(3) 预测情形

据本项目环境风险潜势初判, 项目大气环境风险评价等级为三级, 根据导则要求, 三级评价可定性分析大气环境影响后果。本次评价考虑选取最不利气象条件进行后果预测。最不利气象条件取 F 类稳定度, 1.5m/s 风速, 温度 25°C , 相对湿度 50% , 详见下表。

表 14.5-1 大气风险预测模型主要参数表

参数类型	选项	参数
基本情况	事故源经度 /(°)	
	事故源纬度 /(°)	
	事故类型	
气象参数	气象条件类型	
	风速/(m/s)	
	环境温度/ $^\circ\text{C}$	
	相对湿度 1%	
	稳定度	
其他参数	地表粗糙度/m	
	是否考虑地形	
	地形数据经度 /m	

(4) 大气毒性终点浓度值选取

大气毒性终点浓度及预测评价标准,本项目涉及物质的大气毒性终点浓度选取见下表。

表 14.5-2 各物质的毒性数据浓度 单位: mg/m^3

序号	污染物	毒性终点浓度-1	毒性终点浓度-2
1	氯化氢	■	■

14.5.1.2 储罐泄漏影响的后果计算

盐酸泄漏事故后基本信息见表 14.5-3,下风向不同距离处盐酸的最大浓度见表 14.5-4。

表 14.5-3 储罐泄漏事故源项及事故后果基本信息表

事故风险分析					
代表性风险事故情形描述	盐酸储罐泄漏				
环境风险类型	泄漏				
泄漏设备类型					
泄漏危险物质					
泄漏速率 (kg/s)					
泄漏高度 (m)					
大气					
盐酸					

此图涉密，详见报批版本

图 14.5-1 最不利气象条件下盐酸储罐泄漏影响范围示意图

表 14.5-4 下风向不同距离处盐酸最大浓度表

下风向 距 离 (m)	浓度出现 时 间 (min)	高峰浓度 (mg/m ³)	下风向距 离 (m)	浓度出现 时 间 (min)	高峰浓度 (mg/m ³)
10					
20					
30					
40					
50					
60					
70					
80					
90					
100					
200					
300					
400					
500					

根据预测结果，盐酸浓度达到毒性终点浓度-1的最远距离为70m，达到毒性终点浓度-2的最远距离为230m，毒性终点浓度-1和毒性终点浓度-2包络线范围主要集中在水冶车间周边，此范围内没有敏感目标。

14.5.2地表水环境风险影响分析

1.预测模式

预测条件：本次评价按最不利影响考虑，假定母液泄漏后集中排放至地表水体。预测时不考虑污染物的降解作用，按混合模式计算，预测涉及的河流均简化为平直河流。预测考虑枯水期地表水环境影响。

预测因子：项目的工艺特征污染物有硫酸盐、镁、铅、镉、钠。

预测模式：评价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，m³/s；

C_p ——污染源排放浓度，mg/L；

Q_h ——河流流量, m^3/s ; 选取枯水期监测流量的平均值;

C_h ——河流上游污染物浓度, mg/L ; 选取枯水期污染物浓度。

预测河流参数见表 14.5-5。

表 14.5-5 中坊溪水文、水质参数一览表

流域	监测日期	铅	镉	硫酸盐	镁	钠	流量 (m^3/h)

水冶车间母液中转池泄漏后对周围地表水体环境影响预测结果见表 14.5-6。

表 14.5-6 水冶车间母液中转池泄漏预测结果一览表

断面	监测水体	泄漏水量 (m^3/h)	污染物完全混合浓度 (mg/L)				
			镁离子	硫酸盐	镉	铅	钠离子
水冶车间下游中坊溪							
GB 3838-2002 中的III类标准限值			/	250	0.005	0.05	/
达标情况			/	超标	达标	达标	/

发生泄漏后, 泄漏污染物流入中坊溪。由上表可知, 经过完全混合后, 中坊溪硫酸盐浓度为 $361.4mg/L$, 超过《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) 表 2 集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值; 镉混合后的浓度为 $0.0042mg/L$, 铅混合后的浓度为 $0.02mg/L$, 可满足 GB 3838-2002 表 1 基本项目标准限值中的III类标准。

总之, 发生泄漏后, 短期内中坊溪污染物浓度将小幅度升高, 除硫酸盐超标外, 其他指标可满足《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) 表 1 的要求, 不会造成明显不利影响, 不会改变水环境功能。由于这种情形是突发的、短暂的, 不会对中坊溪产生明显不利影响。

评价建议建设单位加强地下水防渗措施管理工作, 发现防渗措施

破坏时及时补救。项目实际生产过程中，池体发生泄漏后，母液首先通过岩土层的垂直入渗缓慢进入地下水，通过地下水与地表水的水力联系进而影响地表水环境。由于矿体吸附、矿块含水及地下水稀释等原因，势必会导致实际进入地表水体中的污染物浓度低于假定值，产生的实际影响要小于预测影响。

14.5.3 地下水环境风险影响分析

本项目事故状态下发生渗漏对地下水的环境风险预测情况详见地下水评价。

根据预测结果：

在模拟期内，潜水含水层地下水硫酸盐污染羽大约在 1825 天到达下游矿界观测点，在矿区进入闭矿时（第 7 年）硫酸盐浓度达到最高值 3022mg/L。在整个模拟期内，矿区下游矿界外观测点地下水硫酸盐浓度最高值为 186.53mg/L，不会超过Ⅲ类水质标准限值。

在模拟期内，潜水含水层地下水镁离子污染羽大约在 1825 天到达下游矿界观测点，在矿区进入闭矿时（第 7 年）镁离子浓度达到最高值 750mg/L。在整个模拟期内，矿区下游矿界外观测点地下水镁离子浓度最高值为 76.22mg/L，不会超过Ⅲ类水质标准限值。

在模拟期内，潜水含水层地下水钠离子污染羽大约在 1825 天到达下游矿界观测点，在矿区进入闭矿时（第 7 年）钠离子浓度达到最高值 312mg/L。在整个模拟期内，矿区下游矿界外观测点地下水钠离子浓度最高值为 159.2mg/L，不会超过Ⅲ类水质标准限值。

在模拟期内，潜水含水层地下水镉污染羽大约在 1825 天到达下游矿界观测点，在矿区进入闭矿时（第 7 年）镉浓度达到最高值 0.042mg/L。在整个模拟期内，矿区下游矿界外观测点地下水镉浓度最高值为 0.0048mg/L，未超过Ⅲ类水质标准限值。

14.5.4 其他环境风险事件环境影响分析

14.5.4.1 硫酸储罐泄漏环境影响分析

本项目在水冶车间中部设硫酸罐房一座。浓硫酸用于调节浸矿剂的 pH 值。浓硫酸泄漏后，产生的硫酸雾因为比空气重，而沿着地面低空扩散，对大气环境造成一定影响。硫酸雾对皮肤、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；引起呼吸道刺激症状，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死亡。皮肤灼伤轻者出现红斑，重者形成溃疡，愈后瘢痕收缩影响功能。溅入眼内可造成灼伤，甚至角膜穿孔、全眼炎以至失明。硫酸雾会腐蚀建筑物，对泄漏处地表植被、水环境产生影响。

由于项目的浓硫酸储罐储存量相对较小，距离敏感目标较远，泄漏后流入围堰，最终汇入事故池，及时采取隔断措施，可对其影响加以控制，从而降低对周围大气环境的影响。

14.5.4.2 P507 萃取剂、260#溶剂油泄漏环境影响分析

(1) 可能发生 P507 萃取剂、260#溶剂油污染风险的主要因素有：

- A. 管路系统泄漏（包括管道、阀门、连接法兰等设备及部位）；
- B. 储存桶泄漏、破裂；
- C. 自然因素，如地震等。

(2) 可能产生的污染影响分析

正常情况下，P507 萃取剂、260#溶剂油泄漏后通过风险防控措施可将其控制在有机相仓库范围内，如流入地表水体，由于浓度较高，可对水体造成一定程度的局部污染，漂浮于水面上形成一层薄膜，阻止大气中氧气溶于水中，从而影响水体自净作用，危害水生生物生存。如一旦被水生生物吸收，在食物链循环中不再被分解，因而起到富集作用，最终可把 P507 萃取剂、260#溶剂油成分中长效毒物（如致癌物质）带入人体，危及人体健康，但是 P507 萃取剂、260#溶剂油存储量很小，距离地表水中坊溪最近距离约为 140m，中间有围堰、挡

土墙阻隔，发生泄漏不会流入地表水体。另一方面，P507 萃取剂、260#溶剂油易燃烧，在靠近火源处，一旦泄漏，很容易造成火灾，产生的次生污染物 CO 等有毒气体危害环境和附近人员健康。火灾产生的洗消废水如不及时收集而漫流，将造成周围地表水体污染，由于项目事故废水设置了三级防控体系，事故废水可得到妥善收集处置，不会进入环境水体。综上所述，P507 萃取剂、260#溶剂油的存储量很小，产生的环境风险可控。

14.6 风险事故防范措施

14.6.1 次生环境风险防范措施

为最大限度地防止次生地质灾害引发的次生环境污染事故，需采取如下风险防范措施：

①原地浸矿矿块采区设计前进行详细的工程地质勘察和水文地质勘查，对采区发生崩塌、滑坡等次生地质灾害的可能性、发生崩塌、滑坡等次生地质灾害的局部地段进行风险评估，提出防范措施。

②设计时对发生崩塌、滑坡等次生地质灾害风险较大的局部地段采取加固等处理措施，对发生崩塌、滑坡等次生地质灾害风险大的局部地段预留保护矿体，不开采。

③设计时对注液孔、收液巷道布置进行优化，在发生崩塌、滑坡等次生地质灾害风险大的局部地段尽量少布置注液孔和收液巷道。

④浸矿期间按设计要求严格控制注液时间、注液速度和注液量。

⑤在大雨或暴雨时必须暂停注液。

⑥加强现场巡查，如发现有发生崩塌、滑坡等次生地质灾害的征兆和迹象时，必须立即停止注液，立即上报，成立风险应急处理小组，根据实际情况，采取相应的处理措施。

14.6.2 泄漏环境风险防范措施

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。针对本项目环境风险事故特点，采取如下环

境风险防范措施:

14.6.2.1 防渗措施

(1) 采区

采区的母液收集池和事故池均采用防渗材料（沙包池+内铺防渗膜）进行防渗处理；高位池、集液池、截渗坝采用防渗混凝土结构，满足重点防渗要求；截液沟的沟底和外侧壁用防渗膜或抗渗砂浆进行防渗处理，收液巷道、巷道导流孔采用水泥砂浆进行防渗处理。

(2) 水冷车间

水冷车间的浸出液配液池、事故池等采用沙包池体。池底经原土夯实后，采用素混凝土打垫层，基础采用抗渗钢筋混凝土整体基础，内铺防渗膜；池壁采用沙包池+内铺防渗膜的形式进行防渗，最终防渗效果满足重点防渗的要求。静置澄清池、母液中转池、萃余液池采用防渗混凝土结构，满足重点防渗要求。

为防止母液渗漏后对地下水的影响，需加强事故苗头控制，定期巡检、调节、保养、维修池体及母液输送管线尤其防渗膜接缝处、管线连接法兰及截止阀处，及时消除事故隐患。

(3) 储罐区域

浓硫酸储罐区、浓盐酸储罐区、P507 萃取剂的存储区域均需采取防渗措施，满足重点防渗要求。

14.6.2.2 防范措施

(1) 采区

在采区地下水流向下游低洼处设置风险事故池，保持常空状态。本项目在采区下游设置 1 个母液收集池，容积为 200m³，配套设置 1 个事故风险事故池，容积 200m³，可满足容积需求。要求母液收集池、事故池外围侧高于地面 20cm 以上，防止外侧雨水汇流到母液收集池，起到雨污分流作用，不再单独设置外排水沟。

采场母液收集池、各类事故应急池、富集沉淀车间各池体外围设

排水沟（高于地面 20—30cm），富集沉淀车间各池体上方设彩钢棚，起到雨污分流作用；各类事故应急池应满足废水自流进入且平时应保持空池状态。

在各开采矿快下游低洼处或涌水点，设置直径 0.1—0.2m 的环保回收井或配套观察井，井深视到潜水层或见基岩为准。观察井同时作为地下水监测井，定期监测镁和硫酸盐。一旦发现有母液渗下，立即启动环保回收井回收母液，避免污染下游地下水环境；富集沉淀车间下游沿地下水流向设置地下水监控井，定期监测镁和硫酸盐。

发生崩塌、滑坡等次生地质灾害风险大的局部地段，预留保护矿体、不得开采；对采场底部附近公路、建筑物等地段作为禁采区；浸矿时按设计要求严格控制注液时间、速度和注液量，大雨或暴雨时暂停注液；加强巡查、发现次生地质灾害预兆和迹象时，须立即停止注液。

项目应编制环境事件应急预案，报所在地环境保护主管部门备案，并定期演练。

（2）水冷车间

为防止水冷车间发生事故性排放，在母液中转池北部共设置 2 个总容积为 256m³的母液事故池；在盐酸储罐区设置围堰，围堰容积为 60m³；在水冷车间厂区设 5 个事故应急池，总容积为 1250m³。

事故池采用沙包池体，内铺防渗膜，设置 0.2m 高围堰或在池外设置排水沟。

设置专人巡检，定期对车间的各池体液位和防渗材料完好性进行检查，发现渗漏，及时处理。此外，在水冷车间的浸出液配液池、母液中转池等设置溢流管，液位波动异常时可及时排至事故池。

（3）母液、浸矿剂输送管线

一般在母液、浸矿剂输送管线每隔一定距离设置止回阀和泄压孔，长距离输送管线连接处下游低洼处设置管道事故应急池，有效容积不

小于相邻止回阀间最大管道容积；发生事故后及时将各类事故应急池母液抽至富集沉淀车间处理。

在沉淀富集池、产品池、母液中转池设置液位报警装置，发现液位波动异常，及时采取应急处置。母液和浸矿剂输送管线在跨越河流的地方，要求采用抗压、防爆型的材质，不设置止回阀或阀门、焊接处。加强对输送管线的定期检查，发现问题及时排查、修复，管线沿途设置警示牌。

（4）浓硫酸储罐、浓盐酸储罐

储罐：选用质量合格的管线、储罐等，并精心安装；合理选用防腐材料，保证焊接质量及连接密封性；定期检查跑、冒、滴、漏，保持容器完好无缺；储罐区设置防渗围堰+盐酸事故池，有效容积不小于罐体容积；储罐区保持阴凉、通风，罐体温度应不超过 35℃，超过该温度时给储罐喷淋冷水降温，相对湿度不超过 85%，保持罐体密封。

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漏，具备紧急关闭的功能，一旦发生泄漏能够在最短时间内关闭输送管道，防 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。

运输过程：外购时，使用罐车运送，装罐、运输过程中要注意加强防范措施；在硫酸、盐酸的经营、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。硫酸储罐、管道、阀门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、耐硫酸专门材料，并定期检修和检测。禁止和其他物质混载；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。

14.6.2.3 风险监控措施

(1) 采区

在矿体边缘处设置环保观察井，高出地表 0.5m，井深视到潜水层或见基岩为准，该井主要功能为监测母液中稀土浓度，同时监测镁离子和硫酸根离子。

在矿块下游沿地下水流向垂直方向布置环保回收井，高出地表 0.5m，井深视到潜水层或见基岩为准，用于回收稀土母液和超标的地下水。

(2) 环境监测井

在采区和水冶车间周边沿地下水流向布置环境监测井，井深视到潜水层或见基岩为准，该井主要功能为监测环境污染因子，一旦发现地下水水质超标，便启动环保回收井中潜水泵，将受污染地下水抽至水冶车间回用。

14.6.2.4 其他风险防范措施

(1) 采区清污分流和雨污分流措施

为防止采区收集的母液污染雨水，采取如下分流措施：

内部避水沟：在矿块的收液沟上部沿山体走势设置内部避水沟，以防雨水流入收液沟降低母液浓度的同时污染地表水体，避水沟需采取水泥砂浆抹面处理。

外部排水：在收液沟外部设置排水沟，将雨水和山泉水收集入排水沟，排水沟需采取水泥砂浆抹面处理。

(2) 车间雨污分流措施

对水冶车间采取雨污分流措施。在车间各工艺池体（浸出液配液池、母液中转池等）设置高于地面 20cm 左右的围堰和溢流导排设施，溢流导排设施通往事故池，防止因工艺池体溢流至地表水体造成污染。围堰采用水泥抹面处理。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。

综上,本项目应加强运行管理和环保回收井及地下水监测井的监测工作,确保母液收集系统运行良好。如发现水冷车间池体泄漏,采区集液池、母液收集池泄漏,母液管线、浸矿管线破损泄漏,及时启动应急程序,将事故泄漏的母液及时收集进事故池。当环保回收井、地下水监测井水质超标时,立即将液体回收进入事故池。同时及时上报,及时排查,及时查找源头,及时处理,必要时进行停产。做好应急准备,尽可能减少对地下水环境影响。

在采取上述事故风险防范措施后,可将事故泄漏排放量全部收集至事故池,避免进入地表水体,从而不会对当地地表水造成明显不利影响。

14.6.2.5 车间防范事故废水的收集措施与有效性分析

本项目将形成防范重点毒物及事故废水进入地表水环境的三级防范体系及多级保障措施。

本项目发生风险事故时,特别是火灾爆炸事故时,在进行消防灭火的过程中会产生大量的事故废水。这些事故废水含有大量的有毒有害物质,若直接排放至外环境将会产生严重的水体污染事件。

按照《水体污染防控紧急措施设计导则》(中国石化建标〔2006〕43号)和《事故状态下水体污染的预防与控制技术要求》(Q/SY1190-2013)规定,核算本项目发生事故时可能进入事故水收集系统的事故污水量。事故缓冲设施总有效容积如下公式:

$$V_{\text{总}}=(V_1+V_2-V_3)\max+V_4+V_5$$

V_1 ——收集系统范围内发生事故的一个罐组或一套装置的物料量。

V_2 ——发生事故的储罐或装置的消防水量, m^3 ;

V_3 ——发生事故时可以转输到其他储存或处理设施的物料量, m^3 ;

V_4 ——发生事故时仍必须进入该收集系统的生产废水量, m^3 ;

V_5 ——发生事故时可能进入该收集系统的降雨量, m^3 。

对消防废水等事故污水的储存能力校核情况见表 10.6-1。

表 14.6-1 事故及消防废水收集及储存能力校核表

符号	硫酸储罐区	盐酸储罐区	有机相仓库
V_1			
V_2			
V_3			
$(V_1+V_2-V_3)$			
$(V_1+V_2-V_3)_{\max}$			
V_4			
V_5			
$V_{\text{总}}$			

具体计算过程如下：

①泄漏物料量 V_1

收集系统范围内发生事故的一个罐组或一套装置的物料量：

硫酸储罐容积 $V_1:30\text{m}^3$ ，盐酸单个储罐容积 $V_1:22\text{m}^3$ ，有机相仓库中萃取剂和溶剂油的最大储存量 $V_1:7.5\text{m}^3$ 。

②消防水量 V_2

本项目室外消防水量 20L/s ，火灾延续时间 6h ，同一时间内火灾次数为一次，最大消防水量为 $432\text{m}^3/\text{次}$ 。

③转移物料量 V_3

硫酸储罐围堰容积 $V_3:120\text{m}^3$ ，盐酸储罐围堰容积 $V_3:60\text{m}^3$ ，盐酸罐区事故应急池容积为 6m^3 。

④进入的生产废水 V_4

发生事故时仍必须进入该收集系统的生产废水量，本项目事故污水依托雨水管网收集，无生产废水进入事故污水收集系统， V_4 为 0。

⑤降雨量 V_5

进入事故水收集系统的降雨量采用下列公式计算：

$$V_5=10qf$$

q ——降雨强度， mm ；按平均日降雨量；

$$q=q_a/n$$

q_a ——年平均降雨量， mm ；

n ——一年平均降雨日数。

f ——可能进入事故废水收集系统的雨水汇水面积， ha ；

长汀县年平均降雨量约为 1731.9mm，年平均降雨天数约为 130 天， $q=qa/n=1731.9/130=13.322mm$ 。有机相仓库区域雨水汇水总面积 0.6ha；则 $V_s=10 \times 13.322 \times 0.6=79.93m^3$ 。

水冶车间内发生火灾等事故情况下，核算事故水量为 $513.43m^3$ ，设总事故水池总容积为 $1250m^3$ ，能够满足水冶车间发生事故情况下，事故污水存储要求。

(2) 防止事故伴生/次生污染物向环境转移防范措施

事故发生后，首先切断雨水排放总排口阀门，关闭围堰和挡土墙雨水排放闸口，防止事故废水排出水冶车间。尽量将水冶车间内的事故废水收集在围堰内。当围堰无法收纳事故废水时，通过水泵提升至事故水池。

14.6.2.6 事故污染物一旦进入环境后的消除措施

为了防止毒物及其次生的污染物危害环境，在事故消防救火过程中，设置水幕并在消防水中加入消毒剂，减少次生危害。

针对出现事故，需要及时关闭进料阀门，对泄漏的物料需要回收处理，尽可能减少对大气环境的污染。

14.6.2.7 水体污染防控体系构成

(1) 单元环境风险防控

在每个罐和有机相仓库设置围堰，可作为单元防控设施。发生小规模事故时，事故水可暂存于围堰中。

(2) 厂区环境风险防控

分区设置雨水管网和雨水切换阀，可作为水冶车间防控设施一次屏障，有效防止事故水的外泄。项目内设 5 座总容积 $1250m^3$ 的事故废水收集池。发生火灾时，雨水管道中的消防水可泵入事故池中。

(3) 区域环境风险防控

以水冶车间临河一侧的挡土墙、水闸作为本项目的区域防控，以杜绝事故废水流入水体。

（4）雨水系统与事故水池的连接、封堵措施

正常工况下，未被污染的雨水排入雨水沟外排雨水系统，如雨水受到污染应立即切断排放口并进行收集，防止事故污水通过雨水管道排入水体。

防火堤处所有雨水、污水阀门是常关状态，事故情况下污水都首先被存在防火堤内。

14.6.3 环境风险防范范围人员疏散和撤离计划

为防止发生重大风险事故，对影响范围内人员的影响，对人员的疏散和撤离，要求如下：

① 疏散、撤离负责人

事故发生后，由各生产班组安全员作为疏散、撤离组织负责人。

② 事故现场人员清点、撤离方式、方法

当发生重大泄漏和火灾事故时，由应急指挥部实施紧急疏散、撤离计划。事故区域所有员工必须执行紧急疏散、撤离命令。侦检抢救队员应立即到达事故现场，设立警戒区域，在疏散和撤离的路线上可设立指示牌，指明方向，指导警戒区内的员工有序地离开。警戒区域内的各生产班组安全员应清点撤离人员，检查确认区域内确无任何人员滞留后，向指挥组汇报撤离人数，进行最后撤离。人员不要在低洼处滞留；要查清是否有人留在泄漏区或污染区。如没有及时撤离人员，应由佩戴适宜防护装备的抢险队员两人进入现场搜寻，并实施救助。

当员工接到紧急撤离命令后，应对生产装置进行紧急停车，并对物料进行安全处置无危险后，方可撤离岗位到指定地点进行集合。员工在撤离过程中，应戴好岗位上所配备的防毒面具，在无防毒面具的情况下，不能剧烈奔跑和碰撞容易产生火花的铁器或石块，应屏住呼吸，用湿毛巾捂住口、鼻部位，缓缓地朝逆风方向，或指定的集中地

点走去。

③疏散范围

根据环境风险预测结果同时结合《环境应急响应实用手册》(2013 年修订版中国环境出版社)附录 7, 当发生有毒有害物质泄漏、火灾等事故时, 本评价建议下风向紧急疏散撤离范围见表 14.6-2 所示。

表 14.6-2 应急疏散范围及撤离时间建议一览表

事故情景	预测结果(评价建议值)/m	评价建议值/m	紧急疏散点的撤离时间要求
盐酸储罐泄漏			企业员工

④撤离路线

建设单位应按照《企业突发环境事件应急预案编制指南》, 编制应急预案, 制订项目环境风险紧急撤离方案, 划定紧急疏散人群集中点和撤离路线, 相应负责人应将发生事故的场所, 设施及周围情况、化学品的性质和危害程度, 以及当时的风向(根据设立的风向标)等气象情况向应急指挥部作详细报告后确定疏散、撤离路线, 撤离过程中, 受影响人员应配备防毒面具等必要防护装备。

疏散警报响起, 首先判断风向, 原则上往上风处疏散, 若气体泄漏源为上风处时, 宜向与风向垂直之方向疏散(以宽度疏散)。

为使疏散计划执行期间厂内员工能从容撤离灾区, 要随时了解员工状况, 采取必要应变措施, 根据厂内疏散路线, 员工按照指示迅速撤离、疏散至集合地点大门口, 各生产班组安全员负责人清点人数。

⑤非事故原点/非现场人员的紧急疏散

事故警戒区域外为非事故现场。当发生重大泄漏事故时, 应急指挥部根据事故可能扩大的范围和当时气象条件, 抢险进展情况及预计延展趋势, 综合分析判断, 对可能涉及的生产装置决定是否紧急停车和疏散人员, 并向他们通报这一决定。防止引起恐慌或引发派生事故。

⑥周边区域的工厂、社区人员的疏散

发生重大事故时, 可能危及周边区域的单位、社区安全时, 根据

当时的气象条件、污染物可能扩散的区域和污染物的性质，由应急指挥部决定是否需要向周边地区发布信息，并与政府有关部门联系。

政府部门根据实际需要对周边区域的工厂，社区和村落的人员进行疏散时，由公安、民政部门、街道组织抽调力量负责组织实施，立即组织广播车辆和专业人员协助公安及其他政府有关部门的人员进行动员和疏导，使周边区域的人员安全疏散。

⑦人员在撤离、疏散后的报告

事故现场、非事故现场和周边区域的人员按指挥组命令撤离、疏散至安全地点集中后，由相关负责人清点、统计人数后，及时向指挥组报告。

⑧事故紧急撤离避难场所

项目在办公用地设置紧急撤离集结点，配备呼吸器、急救药品、疏散车辆等必要设施。由事故应急指挥中心根据事故影响情况，决定是否进行远距离疏散。

14.7 应急预案

14.7.1 应急预案内容

本项目建成后应按照《建设项目环境风险评价技术导则》HJ 169-2018、《国家突发环境事件应急预案》、《企业事业单位突发环境应急预案备案管理办法（试行）》（环发〔2015〕4号）、福建省人民政府“关于印发福建省突发环境事件应急预案的通知”（闽政办〔2015〕102号）等文件中规定的“环境风险事故应急预案编制原则”要求，对应急预案进行修编，并报送环境主管部门备案。主要内容如下：

（1）成立环境应急预案编制组，明确编制组组长和成员组成、工作任务、编制计划和经费预算。

（2）开展环境风险评估和应急资源调查。

（3）编制环境应急预案。

（4）评审和演练环境应急预案。

(5) 签署发布环境应急预案。

14.7.2 应急监测

应急监控主要是前面所述的自动控制、火灾自动报警系统、电视监视系统等，发生事故按应急预案的规定进行响应。为应急指挥中心提供预警、救援环境信息支持。

(1) 环境空气污染事故

①按应急监测计划布置环境空气污染气象观测、污染监测监控点位，并根据实际情况进行相应调整；

②启动气象观测系统，实时收集包括风速、风向、气压、温度等气象数据；

③启动污染扩散计算机模拟系统，根据污染事故类型实时模拟污染影响情况，将模拟的结果实时汇报各级应急指挥中心；

④启动现场跟踪监测系统，包括监测车、便携式监测仪器，按监测布点、根据污染事故类型进行实时环境监测（进入应急工作结束后期、适当降低监测频次），将监测结果实时汇报给各级应急指挥中心；

⑤待应急活动结束后，监测停止。

(2) 地下水污染事故

根据污染事故类型，启动应急监测系统，利用地下水污染监测井对污染情况跟踪监测，同时按监测计划，在污染初始期间监测频次进行加密。将监测结果实时汇报给各级应急指挥中心。

风险现场处置

应急指挥中心根据突发性环境污染事故的情况通知安全部门及其应急机构、救援队伍和事故所在地人民政府应急救援指挥机构。各应急机构接到事故信息通报后，应立即派出有关人员和队伍赶赴事发现场，在现场救援指挥部统一指挥下，按照各自的预案和处置规程，相互协同，密切配合，共同实施环境应急和紧急处置行动。现场应急指挥部成立前，各应急救援专业队伍必须在当地政府和事发单位的协

调指挥下坚决、迅速地实施先期处置，果断控制或切断污染源，全力控制事件态势，严防二次污染和次生、衍生事件发生。

应急状态时，专家组组织有关专家迅速对事件信息进行分析、评估，提出应急处置方案和建议，供指挥中心领导决策参考。根据事件进展情况和形势动态，提出相应的对策和意见；对突发性环境污染事故的危害范围、发展趋势作出科学预测，为环境应急领导机构的决策和指挥提供科学依据；参与污染程度、危害范围、事件等级的判定，对污染区域的隔离与解禁、人员撤离与返回等重大防护措施的决策提供技术依据；指导各应急分队进行应急处理与处置；指导环境应急工作的评价，进行事件的中长期环境影响评估。

14.7.2.1 硫酸储罐泄漏应急处置

（1）人员保护

疏散泄漏污染区人员至安全区，禁止无关人员进入污染区。应急处理人员应戴好面罩，穿化学防护服。

（2）控制泄漏源

①通过关闭有关阀门、停止作业或通过采取改变工艺流程、局部停车、打循环、减负荷运行等方法。

②容器发生泄漏后，应采取措施修补和堵塞裂口，制止进一步泄漏，对整个应急处理是非常关键的。当泄漏无法堵住时，应迅速将泄漏储罐中的剩余酸通过围堰导排至硫酸事故池内保存。

（3）泄漏物处置

硫酸储罐区设置围堰能够起到收纳漏酸、防止其四处流淌造成外部环境影响的作用。发生硫酸泄漏事故时，应尽快启用应急措施，确保污染物不流出贮罐区外而影响周围环境。

酸泄漏被控制后，要及时将现场泄漏物进行覆盖、收容、稀释、处理，使泄漏物得到安全可靠的处置，防止二次污染事故的发生。

对于贮罐区发生液体泄漏时，要及时关闭雨水外排口，防止物料

沿明沟外流；对于液体泄漏，为降低物料向大气中的蒸发速度，可用泡沫或其他覆盖物品覆盖外泄的物料，在其表面形成覆盖层，抑制其蒸发，或者采用低温冷却来降低泄漏物的蒸发；对于大型液体泄漏，可选择用隔膜泵将泄漏出的物料及时抽入容器内或槽车内；当泄漏量小时，还可用砂子、吸附材料、中和材料等吸收中和，或者用固化法处理泄漏物。最后，将收集的泄漏物稀释后排至配液池。在处理过程中不要直接接触泄漏物，勿使泄漏物与可燃物质（木材、纸、油等）接触。

（4）运输过程中硫酸泄漏应急处置

在硫酸运输过程中一旦发生泄漏，应迅速向当地公安部门和环保部门报警，同时向公司应急指挥中心报告。报警内容包括：事故发生时间、地点、物质名称和泄漏量、事故原因、事故性质、危害程度、对救援的要求以及报警人与联系电话等。

迅速进行堵漏等措施，尽快控制泄漏量。对漏酸进行收集、覆盖、中和等处置，减轻或消除危害后果。进入泄漏区的工作人员应穿戴防护面具及防护服。要疏散无关人员，隔离泄漏污染区。

14.7.2.2 盐酸储罐泄漏应急处置

（1）通过关闭有关阀门、停止作业或通过采取改变工艺流程、局部停车等方法。

（2）立即采取措施修补和堵塞裂口，制止盐酸进一步泄漏。但进入泄漏现场进行处理时，进入现场人员必须配备必要的个人防护器具；应急处理时严禁单独行动，要有监护人，必要时用水枪、水炮掩护；应从上风、上坡处接近现场，严禁盲目进入。

（3）应将泄漏污染区人员疏散至安全地带，禁止无关人员进入污染区。应急处理人员戴好防毒面具，穿化学防护服，不要直接接触泄漏盐酸，禁止直接向泄漏盐酸喷水，更不要让水进入包装容器内。用沙土、干燥石灰或苏打灰混合，然后收集运至废物处理场所进行处

置。也可以用大量水冲洗，冲洗用水应放入废水系统。如大量泄漏，利用围堰收容，然后收集、转移、回收，或无害处理后废弃。

(4) 泄漏被控制后，要及时将现场泄漏物进行覆盖、收容、稀释处理，使泄漏物得到安全可靠地处置，防止二次事故的发生。

14.7.2.3 池体泄漏应急处置

当地下水监测井水质指标超过《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) 中的 III 类水标准时，及时对各类池体进行排查。将发生泄漏的液体排至对应应急事故池；如环保回收井监测出现超标，可将受污染的地下水抽至水冶车间进行回用；特殊情况下也可以通过减产、限产来进行事故风险的排查和应急。

14.7.2.4 浸矿剂输送管线、母液输送管线应急处置

在定期巡检的过程中如发现浸矿剂输送管线或母液输送管线发生泄漏，及时关闭止回阀，停止动力泵继续输送液体。可将泄漏的母液或浸矿剂放至采区事故池。

14.7.2.5 火灾爆炸、中毒应急事件现场处置

①加强火源的控制。在易发生火灾爆炸部位禁止动火，若生产急需，必须对现场进行处理，达到动火条件。

②加强巡查，岗位工人每两个小时一次，发现问题及时处理。

③加强防护器材管理，定期组织学习、演练，使职工能够熟练使用防护器材。

④加强重点部位的检查，消灭隐患于萌芽状态。

14.7.3 与上一级应急预案联动要求

本项目位于福建省长汀县河田镇中坊村，本项目环境应急预案应纳入福建省长汀县环境突发公共事件应急预案内。

应急预案共分四级，为公司应急预案、县级应急预案、市级应急预案、省级应急预案，事故发生后根据事故的级分别启动相应的应急预案联动方案。

本项目设立紧急应变联络流程,各级人员及主管应熟知该作业流程,以能随时应对。主要分为员工伤害处理和火灾等紧急应急处理。

根据企业风险事故分级及防控要求,必要时启动长汀县环境风险防范措施,实现厂内与区域风险防控设施及管理的有限联动,有效防控环境风险。

14.8 评价结论

本次环境风险评价,主要依据相关法律法规、导则、标准等,根据涉及的主要风险物质,分别拟设了各种可能产生的最大可信风险事故,尽可能地在预设条件下模拟出事故发生后可能产生的影响,具有一定的代表性。而受制于种种不确定性因素的影响,本项目实际发生环境风险事故时,实际的风险影响范围和程度有可能大于以上预测值。建设单位应针对项目可能引起的环境风险事故,加强环境风险防范措施,加强区域应急联动,编制应急预案,并开展应急演练,在落实本评价提出的各项环境风险防范措施后,从环境风险角度分析,本项目的环境风险可控。

表 14.8-1 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				
	环境敏感性				
物质及工艺系统危险性	Q 值				
	M 值				
	P 值				
环境敏感程度	大气				
	地表水				
	地下水				

环境风险潜势		IV ⁺ ☐						
评价等级		一级 ☐		二级 ☒		三级 ☐		
风险识别	物质危险性	有毒有害 ☒			易燃易爆 ☒			
	环境风险类型	泄漏 ☒			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 ☐		
风险预测与评价	大	预测模型		SLAB ☐		AFTOX ☒		
		氯化氢预测结果	大气毒性终点浓度-1 最大影响范围 70m					
			大气毒性终点浓度-2 最大影响范围 230m					
	地表水	最近环境敏感目标/到达时间/h						
	地下水	下游厂区边界到达时间/d						
		最近环境敏感目标/到达时间/d						
重点风险防范措施		①按照防渗分区要求，进行分区防渗。 ②本项目在采区下游设置 1 个母液收集池，容积为 200m³，配套设置 1 个事故风险事故池，容积 200m³，为防止水冶车间发生事故性排放，在水冶车间设置 5 个事故池，总容积 1250m³，容积可满足要求。						
评价结论与建议		本次项目在确保安全生产、避免因安全生产事故引发的环境污染事件，切实落实环评提出的环境风险防范措施，并加强环境管理的前提下，建设项目环境风险是可防控的。						
注：“ ☐ ”为勾选项，“”为填写项。								

15 环境保护措施及其可行性论证

15.1 环保措施概述

本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。原环评建立了水污染防治体系，控制污染源头、监控污染传输，强化末端防控，尽可能将项目对水环境的影响降低到最小。根据本次技改现状监测数据及环境质量趋势分析，项目生产未对环境产生明显不利影响，原环评提出的环境保护措施合理有效。

本次变更在生产期水污染防治末端防控、危险废物贮存等方面加强了防控措施，其他环保措施与原环评保持一致。本评价从设计阶段、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，具体如下：

15.2 设计阶段环保措施

原地浸矿收液工程设计是原地浸矿污染控制的关键，每个原地浸矿采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

开展地质储量核实，明确稀土矿体的空间分布特征，核实离子稀土的品位，以确定浸矿剂硫酸镁的合理浓度和用量，避免过度注液。

（2）开展水文地质勘察和工程地质勘察

查清原地浸矿采场水文地质和工程地质情况，明确矿体底板情况，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。

（3）合理布置收液系统

科学合理地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，最大程度地减少母液的渗漏。

本项目为变更项目，设计阶段已经查明资源储量，开展了详细的水文地质勘察和工程地质勘察，结合资源特征、工程条件和水文条件合理布置矿山收液系统。进行了原地浸矿试验并且在部分矿山

实施了生产，明确了浸矿剂的用量和控制浓度。本项目已严格落实了原环评提出的设计阶段的环保措施。

15.3 施工阶段环保措施

15.3.1 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

导流孔和巷道施工中弃土弃渣、废弃的泥浆应及时清理，防止沟渠堵塞。

15.3.2 其他保护措施

原地浸矿采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，原地浸矿收液工程的施工质量是本项目污染控制的关键，为此，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保措施，严格按照要求施工。

（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防渗材料。

（3）收液隐蔽工程应组织进行阶段验收（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，应进行工程验收，工程验收合格后，方可进入注液工序。

根据施工期环境监理，已建设和在建的矿山和水冶车间均已落实以上环保要求，且取得了应有的效果，尚未建设的矿山需继续履行以上环保措施。

15.4 生产阶段环境保护措施

15.4.1 大气污染防治措施

15.4.1.1 运营期环境空气的防治措施

本项目运营期产生的大气污染物主要包括两大类：一是工艺过程中产生的盐酸雾（以氯化氢计）和挥发性有机物（VOCs）；二是各环节产生的扬尘（粉尘）。

15.4.1.2 工艺废气污染防治措施

(1) 密闭化、自动化操作

在萃取、反萃等核心工艺中，全部使用密闭式离心萃取机，极大地减少了盐酸雾和有机相（VOCs 主要来源为磺化煤油）的挥发机会。

(2) 设备与管线选型

盐酸储罐、贫有机相槽、负载有机相槽等均采用玻璃钢等防腐密闭槽体，并配备呼吸阀。盐酸储罐的呼吸孔废气通过管道引至碱液吸收桶进行中和处理后通过 25m 高排气筒排放，有效处理“大、小呼吸”产生的盐酸雾。

(3) 废气收集与预处理

对于各类低位槽的进、出料口等难以完全密闭的点位，采用水封措施，可有效溶解、吸收逸出的微量盐酸雾，并抑制 VOCs 的挥发。

15.4.1.3 扬尘（粉尘）污染防治措施

(1) 采场扬尘控制

对原地浸矿采场的注液孔、收液系统等工程作业面，在干旱大风天气进行洒水增湿，保持表层土壤湿度，有效抑制施工扬尘。

松散物料的露天临时堆放场，其表面必须采用防尘网（苫布）进行全覆盖。

（2）物料装卸与运输扬尘控制

装卸抑尘：所有松散物料的装卸作业必须配套洒水装置。抑尘效果可达 75% 以上。经该措施后，扬尘源强可控制在 75~225 mg/s 的较低水平。

密闭运输：所有运输松散物料的车辆必须采用全密闭运输方式（如密闭厢式车、篷布严密遮盖），严禁超载、抛洒滴漏。厂区内道路需硬化并定期清扫、洒水。

15.4.2 水污染防治措施

中坊稀土矿区作为典型的南方离子型稀土矿，采用原地浸矿工艺开采，对环境的主要影响是地下水和地表水环境，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、裂隙渗漏进入矿块地下水体，并通过地下水与地表水之间的水力密切联系，影响矿区的水体环境。

原地浸矿工艺特征决定了稀土矿区内浸采矿块周边地下水不可避免会受到污染，地下水一旦受到污染，将很难恢复。因此，针对离子型稀土矿区有必要采取水风险管控措施，将风险管控目标作为阶段性目标，通过科学精细化生产管控从源头削减水污染物，阻断地表水、地下水污染暴露途径，控制地表水、地下水污染迁移扩散，确保矿区外地表水、地下水不受污染影响，并最终使矿区内地下水逐步减少影响并恢复其环境功能。

本次水污染防控体系以稀土矿区为对象，以矿界地下水流出方向为切入点，具体包括“源头消减控制、过程管控预警和末端风险防控”，从源头、过程到末端，分区域、分阶段、分对象提出切合实际的地下水污染防控措施，且污染防治措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。

15.4.2.1 水污染防控体系

据稀土矿区水文地质条件、原地浸矿工艺特点、地下水与地表水补排关系等因素，对稀土矿区地下水污染防控与地表水污染进行协同控制。依据“风险管控”的理论，按照《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》（HJ 25.6-2019）和《建设用土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019），结合稀土矿区水文地质条件，建立“三级”水污染防控措施，并制定相应防控断面地下水控制目标和管控标准，具体见表 15.4-1。

表 15.4-1 项目“三级”水污染控制目标

类别	管控目标
稀土矿原地浸矿开采区	通过渗漏控制措施，浸出液回收率裸脚型不低于 94%，全覆式不低于 91%
地下水风险管控区，即地下水抽提系统水力截获带至矿区边界区域	执行地下水风险管控要求，设置地下水抽提系统并依据启动条件进行污染拦截
矿区边界及矿界外部	执行地下水质量Ⅲ类标准，本底监测超Ⅲ类标准限值的指标（氟化物），应确保水质不恶化

本次水污染风险管控与评价标准体系概念模型示意图见图 15.4-1。在稀土矿原地浸矿开采区，通过设置环保缓冲区、优化排产、清污分流、分区防渗、控制注液强度和环保回收井等渗流控制措施，减少浸矿剂渗漏损失，确保裸脚型稀土浸出液回收率不低于 94%，全覆式不低于 91%，构成地下水污染风险防控“一级”防线。

在浸采矿块所在支沟交汇地段，设置地下水抽提系统拦截断面和地表水拦水坝，从浸采矿块至地下水抽提系统管控断面沿程设置地下水污染扩散监测井，在管控地表受污染溪流的基础上，利用地下水抽提系统拦截受污染地下潜流，在地下水污染防控区实施地下水风险管控，当监测到上游地下水水质接近或超过地下水抽提系统启动阈值时，立即启动抽提系统进行污染拦截，由此构成地下水污染风险防控的“二级”防线。

在稀土矿区边界处，设置地下水环境影响跟踪监测井，在稀土注液期、淋洗期、闭矿期长期进行跟踪监测，确保矿界断面监测井地下

水水质符合地下水质量Ⅲ类标准（硫酸盐 250mg/L），对于本底监测超Ⅲ类标准限值的指标，应确保水质不恶化。如果出现非正常工况下的超标和水质恶化情况，应立即启动地下水污染应急响应，同时组织专业队伍对事故现场进行调查、监测，分析事故原因，尽量将紧急事件局部化，如现有技术条件应予以消除，封堵污染源或截获渗漏途径等措施，防止事故的扩散、蔓延及连锁反应，尽量缩小地下水污染事故对矿区外地下水环境污染的影响。由此，构成地下水污染防控的“三级”防线。

图 15.4-1 稀土矿块水污染防控体系概念模型示意图

15.4.2.2 水污染控制范围

本项目的地下水污染风险管控目标要求稀土矿区边界及矿界外地下水水质按照Ⅲ类水标准进行管控，那么地下水抽提系统边界应设置在矿界以内一定的污染迁移管控距离 L ，即：地下水抽提系统边界 = 稀土矿区边界 - L 。

根据矿区地形和水文地质特征，分别勘定相应的地下水污染迁移管控距离 L ，其中经计算 L 值介于 50m~100m。

根据赣州稀土原铵盐浸矿清水淋溶解析试验，经过 10 年氨氮浓度很低且平稳，可类比认为各矿块滞留的硫酸盐 10 年后不再释放污染物，因此设置污染迁移计算时长 t 为 10 年（即 3650 天）。

中坊稀土矿块所在小流域各沟谷出口地下水抽提系统边界的水文地质参数（水力梯度 I 和渗透系数 K ）参考水文地质勘查成果进行取值，在雨季（丰水期）地下水水力梯度一般大于旱季（枯水期），按照保守性原则，本次公式中取丰水期水力梯度较大值进行计算；有效孔隙度 n_e 采用经验值（0.28）。

本次按照 HJ610-2016 导则附录 D.2 公式要求，计算地下水抽提系统启动值 C_0 ，公式如下：

$$C_0 = 2 \cdot C / [\operatorname{erfc} \left(\frac{L - ut}{2\sqrt{D_L t}} \right) + e^{\frac{uL}{D_L}} \cdot \operatorname{erfc} \left(\frac{L + ut}{2\sqrt{D_L t}} \right)]$$

式中：C₀ 为地下水污染源强浓度，mg/L，即本次待计算的抽提系统启动条件下的硫酸盐阈值；

C 为 t 时刻 L 处的污染物浓度，mg/L，本次取值为 250mg/L，即矿界处硫酸盐浓度值达到地下水Ⅲ类水标准限值；

L 为预测点距污染源强的距离，m，本次地下水抽提系统截获断面与矿界的距离，即地下水污染迁移管控距离；

t 为预测时间，d，本次取值为 3650d；

u 为水流速度，m/d， $u = I \cdot K/n_e$ ；

D_L 为纵向弥散系数，m²/d，取值 5m；

Erfc () 为余误差函数。

经公式计算，得到了矿块所在小流域沟谷地下水抽提系统启动条件下的硫酸盐浓度值 C₀。

按照保守原则，本项目最终设置的地下水抽提系统启动下硫酸盐浓度值为 800mg/L，即当监测到抽提井附近地下水硫酸盐浓度值达到启动值，应立即启动运行抽提系统进行污染羽拦截。

15.4.2.3 水污染防治技术路线

本项目水污染防治的总体思路按照“源头削减控制、过程监管预警、末端风险防控”的原则，根据原地浸矿工艺特点和矿区环境水文地质条件，系统构建水污染防治体系。具体如下：

1) 源头削减控制。主要针对矿区内采场和车间，设置环保缓冲区，在注液之前合理配比浸矿剂及用量、清污分流和分区防渗，在注液过程中控制注液强度和流速、环保回收井收液、尾水处理达标后回用，注液结束后进行矿块淋洗处理、封堵注液孔、保留收液和环保系统、实施动态监控和生态修复（复绿）措施；

2) 过程监管预警。分别针对采场和车间下游、矿区内至外沿途、矿区边界和矿区外围四个层次进行水监控管理，同时设置地表水、地

下水监控风险预警来及时调控生产强度，将过程监管的所有监测数据录入地下水环境智慧化管理预警平台，以分析地表水、地下水环境在时间和空间层面的变化趋势；

3) 末端风险防控。在稀土矿区内一定范围设置地下水抽提系统，包含地下水监控系统、地下水抽提系统和地表处置系统，当上游监控井监测地下水硫酸盐超过设定的地下水抽提井启动值，启动地下水抽提系统，将抽出的受污染地下水收集并按照地表水环境管控要求进行处理后达标排放。

本项目拟在车间下游布置尾水处理设施，可以对最后一个矿块的淋洗尾水及邻近的溪流地表水进行建坝拦截并抽至尾水处理设施，采用调节池+一体化处理系统+沉淀池+三级反应池的方法进行处理，将硫酸盐处理至《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》(DB361016-2018)标准后(<800mg)外排或回用到车间生产工艺中。处理规模为200m³/d，配套监测系统(在线 pH、硫酸盐检测)。

图 15.4-2 稀土矿区水污染防控技术路线图

15.4.2.4 源头削减控制

(1) 范围：稀土采场及浸出液处理车间。

(2) 措施：优化排产计划+设置环保缓冲区+合理浸矿剂配比及用量+分区防渗+清污分流+控制注液强度和速度+环保回收井+尾水处理达标回用+淋洗处理+闭矿后封堵注液孔、保留收液和环保系统。

(3) 详情：

① 在前期安排排产计划过程中，应按照由近及远，由上游向下游，先开采裸角型后开采覆盖型矿体的顺序安排生产计划。

② 根据矿区水文地质勘查成果，将矿区边界附近分布有稀土矿体的区域、断裂破碎带，以及村庄分布区域划出一定距离(50m~100m)的保安矿带作为环保缓冲区，在环保缓冲区内原则上不采用原地浸矿开采方式进行开采，同时可作为上游浸采区渗漏浸出液的监测和控制区，防止渗漏浸出液直接或短期内迁移出矿界进入灰岩区。

③ 根据矿块储量核实报告，明确离子稀土矿体的空间分布特征以及稀土的品位，确定浸矿剂的合理配比、浓度和用量，同时做好注液系统管理以及台账记录，进一步减少渗漏浸出液对地下水环境的污染。

④ 对集液沟、浸出液收集池、浸出液中转池、产品中转池、富集池、应急池、配液池、氧化镁浆池等采取重点防渗（要求：等效黏土防渗层 $M_b \geq 6.0\text{m}$ ，防渗层结构渗透系数 $K \leq 1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ；或参照 GB 18598 执行）；对内部避水沟、产品和物料仓库采取一般防渗（要求等效黏土防渗层 $M_b \geq 1.5\text{m}$ ，防渗层结构渗透系数 $K \leq 1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ；或参照 GB 16889 执行）；对道路、办公区域采取地面硬化，避免在生产过程中的跑冒滴漏对地下水环境的影响。

⑤ 采取清污分流措施，即内部避水沟、外部排水沟（与集液沟

合建），从源头上可减少浸出液渗漏量。

⑥ 在收液过程中，时刻关注注液强度和速度，避免注液过度引起水土流失和地质灾害，进而对地下水环境造成影响。

⑦ 设置环保回收井，在浸采矿块坡脚低洼汇水区域设置若干个环保回收井，沿浸采区间距一般 30~50m，井深至基岩微风化层，直径 1m，安装抽水设备和管道，一旦发现有浸出液渗出，即进行回收，减少向矿区沟谷下游迁移通量。同时可作为地下水监测井进行跟踪监测，浸采矿块所在水文单元内环保回收井不少于 3 个。

⑧ 收液阶段结束后，采取淋洗及尾水处理措施，将淋洗尾水中的特征污染物淋洗达到《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB361016-2018）后不再淋洗，同时，淋洗尾水采用中和+沉淀工艺进行处理后回用。

⑨ 闭矿后，将原地浸矿采场的注液孔进行封闭，并进行生态恢复，但保留收液沟和导流孔等收液系统，保留避水沟等雨污分流环保系统，对浸出液处理车间进行复绿等生态修复工作。

15.4.2.5 过程监管预警

（1）地下水

① 建立稀土矿区内地下水监控体系：针对原地浸矿采场、浸出液处理车间、浸出液中转池、矿区内部浸采区至矿区边界沿途、矿区边界和矿区外环境敏感目标等四个层次构建系统的地下水监控网络体系，同时有计划地开展地下水环境动态监测，并进行时空变化趋势分析，进一步说明开采过程及闭矿后对地下水环境的影响。

地下水监测井的布设原则：**a 功能原则**。按照背景监测井、矿区污染扩散监测井（可利用环保回收井和地下水抽提井）和矿区外环境影响跟踪监测井等功能类型设置。**b 位置原则**。分别在矿区上游、原地浸采矿块和浸出液处理车间、矿区内部浸采区至矿区边界沿途、矿区边界及矿区外围环境敏感点等其他有代表意义的点位布设地下水

监测井，由点成线，由线成面，由面成网，勾勒出比较系统的地下水环境监测网。c 维护原则。由于地下水长期的监测功能，必须做好地下水监测井的维护工作（至少要高出地面 0.5m 左右），防止进一步破坏。

②建立地下水监控风险预警体系。在以采场车间、矿区内部小流域至矿区边界沿途、矿区边界和矿区外围四个层次建立的地下水过程监管体系基础上，配套地下水监控风险预警体系，通过过程监控来实时调控生产强度，避免强度过大带来的水土流失和地质灾害，进一步避免对地下水环境的影响。

（2）地表水

组建矿区水环境监控网络，监控矿区水环境质量的变化情况。在流经矿区的中坊溪、廖地溪等河流向沿程上布设地表水监测断面，整个矿区建立地表水监测网体系。选择 pH 值、镁和硫酸盐等特征因子作为监测因子，通过定期监测和趋势分析，及时发现地表水沿程方向变化情况。

15.4.2.6 末端防控措施

（1）地表水末端防控

淋洗期间处理车间将淋洗产生的尾水（含硫酸盐和镁）收集到配液池并回用到下一个矿块，最大程度地利用尾水中的硫酸镁等资源，减少浸矿剂的消耗量，淋洗期间无生产废水排放。当处理车间所对应的矿块全部开采完毕后，清水淋洗的尾水无法再利用到下一个矿块时，利用处理车间内的池体进行尾水处理（去除硫酸盐和镁），处理后的尾水循环用作下批次的淋洗用水，直到淋洗的尾水硫酸盐满足江西省《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016-2018）要求时不再淋洗（硫酸盐小于 800mg/L），最后一批次尾水不外排。

根据尾水水质情况，采取微生物处理技术对硫酸盐进行治理，工艺为调节池+一体化处理系统+沉淀池+三级反应池，处理规模为

200m³/d, 实现硫酸盐去除率 $\geq 80\%$, 出水硫酸盐浓度 $\leq 250\text{mg/L}$ 。经处理后的尾水可满足《稀土工业污染物排放标准》(GB26451-2011) 后达标排放。

(2) 地下水末端防控

中坊稀土矿区地下水风险管控边界或浸采矿块所在小流域垭口处, 易于采取地下水水力截获措施的区域。地下水风险管控边界设置地下水抽提系统+尾水收集设施。

根据矿区浸采矿块布置和水文地质条件, 在浸采矿块所在小流域垭口处或地下水风险管控边界处, 参照 HJ 25.6、T/GIA005 等文件要求设置地下水抽提系统作为稀土矿区地下水环境末端风险防控措施, 一旦监测到上游地下水受到污染, 应立即启动地下水抽提系统设施, 阻断地下水污染物向下游继续迁移扩散, 并将截获的受污染地下水抽提至尾水处理设施处理达标后排放或回用生产工艺。

地下水抽提系统由地下水抽水井(水力截获井)和上下游监测井组成。

地下水抽提井开孔直径不小于 250mm, 井管内径不小于 160mm, 井深至基岩微风化层; 上下游监测井井径不小于 110mm, 井深控制在枯水期地下水面以下 2~3m; 可依据实际需求优化调整井径和井深; 地下水抽提井应安装具有水位自动控制启停功能的潜水泵, 使抽水井水位保持一定深度的降深(5~10m), 上下游监测井应安装水质在线监测设备(监测指标 pH 值、电导率), 实时掌握地下水综合水质变化趋势。

此图涉密, 详见报批版本

图 15.4-3 地下水抽提系统结构示意图

此图涉密, 详见报批版本

图 15.4-4 地下水水力截获技术原理示意图

地下水抽提系统边界设置原则考虑以下几个方面：

①地下水抽提系统设置在矿区内，以矿界为参照，距离不小于地下水污染物迁移管控距离 L 的区域进行布设。

②考虑地形和水文地质条件。在稀土待开采区海拔位置较高的裸脚型矿块地下水基本上在基岩微风化面出露的地带出露并向地表溪流进行排泄，在此范围内设置地下水抽提系统意义不大，主要采取地表拦水坝切断受污染地表溪流向下游径流。应在冲沟交汇处或地势平缓的斜坡沟谷谷口地段设置地下水抽提系统，才能较易阻断地下水的迁移途径。

③地下水截获难易程度。稀土矿区山脉错综复杂，应根据矿区外山体走向来确定地下水截获工作的难易程度，若出矿区一定范围山体走向逐渐合拢，且存在明显第四系，可在龙口设置地下水抽提系统，确保受影响地下水被进一步完全截获，从而提供地下水抽提系统的最大使用功能。

④环境保护敏感点及地下水使用功能。通常在稀土矿区外部敏感点有地下水使用功能的区域之前设置地下水抽提系统，避免对使用的地下水环境产生影响。

地下水抽提系统启动条件：

①若发现地下水抽提系统上游监测井地下水监测结果变化趋势稳定或未超过启动条件（硫酸盐浓度（以 SO_4^{2-} 计） 800mg/L ），可不启动地下水抽提系统；

②若发现地下水监测结果持续恶化且已接近启动条件（硫酸盐浓度（以 SO_4^{2-} 计） 800mg/L ），启动地下水抽提系统，形成局部地下水降落漏斗，将受污染地下水进行水力截获并抽取至尾水处理设施，处理达标后排放至地表水环境或回用生产工艺，确保矿区地下水环境控制范围外（矿界外）地下水环境不受影响。

15.4.3 表土与固体废物处理处置措施

本次改扩建新增固体废物除杂渣，根据类比，为一般 I 类固体废物，本次新增除杂渣暂存处理措施。

15.4.3.1 表土利用措施分析

表土是一种不可多得的自然资源，本项目新建车间清基产生的表土大部分为优质表土。

矿山清基表土送至表土堆场堆存，作矿山土地复垦时的土壤重构覆盖材料用，表土堆场采取拦挡等措施防止水土流失。

15.4.3.2 原地浸矿采场岩土综合利用、处置措施

本项目挖掘注液孔产生的岩土量就近装袋存放，浸矿结束后及时回填。

挖掘收液巷道和导流孔产生岩土堆存在临时弃土场，最后回填高位池和母液收集池等。

15.4.3.3 尾水处理污泥

根据淋洗期污染源分析，淋洗尾水处理污泥来源于淋洗尾水处理的沉淀工序，其主要成分是硫酸钙、氢氧化镁、钙矾石和微过量的氢氧化钙。根据无铵工艺试验对污泥鉴别检测，污泥暂不具备危险废物浸出毒性和腐蚀性。建设单位应设置符合规范的污泥暂存库房，暂存后定期外售，综合利用，妥善处置。

15.4.3.4 除杂渣

根据《危险废物鉴别标准-通则》（GB 5085.1~7-2019），江西省钨与稀土产品质量监督检验中心对试验矿块进行了腐蚀性鉴别和浸出毒性鉴别试验。各测定项目浓度均低于《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB 5085.3-2007）中浸出毒性鉴别标准值和《危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别》（GB 5085.1-2007），不具备危险废物浸出毒性和腐蚀性，性质为一般固体废物，临时存放于除杂渣池，定期压滤而后外售进行综合利用。

15.4.3.5 生活垃圾及其他固废处置措施分析

本项目生活垃圾集中收集后定期由当地环卫部门统一处理。采用运输车辆应注意遮盖密封，避免遗撒，防止污染道路沿线的环境。

本项目产生的其他固废包括原料包装袋、破损管道、破损篷布等集中暂存，定期外售。

15.4.4 土壤环境保护措施

（1）源头阻控技术

为减少浸矿过程对土壤环境的污染，需从源头控制母液渗漏风险。首先，应根据矿体赋存特征和储量，科学计算母液配比，并采用地质雷达精确定位注液孔，确保注液管深入矿层内部，避免母液上渗至覆土区。同时，建立注液压力实时监测系统，防止因压力异常导致母液外溢。其次，需构建完善的防渗截排体系，包括矿区外围截洪沟、坡面导流渠及应急蓄水池，防止雨水冲刷携带污染物扩散。布设地下水监测井群，实现污染风险动态预警。

（2）过程防控技术

在母液收集、储存及输送过程中，需落实全流程防渗措施。收液沟、集液池、应急池等 HDPE 膜防渗。开采完成后，需实施分级清洗修复，首先清水淋洗至出水 SO_4^{2-} 浓度低于 250mg/L ，根据淋洗后土壤 pH 和养分含量，针对性对表土进行修复（石灰、有机肥等），表层覆盖 30cm 客土并种植耐性先锋植物（如芒草、苜蓿），促进土壤生态功能恢复。

（3）跟踪监测与修复

在开采区、下游区及背景区布设土壤监测点，重点监测 pH、SSC、电导率（EC）及 $\text{Mg}^{2+}/\text{SO}_4^{2-}$ 浓度等指标，每季度开展实验室分析，将数据纳入矿山环境管理平台。若发现土壤酸化或盐碱化趋势，需针对性实施修复。此外，建议设立土壤修复专项基金，推行“一矿一档”土壤健康档案制度，确保污染防治长效化。

15.4.5 运行期噪声的防治措施

生产过程中噪声主要来自各种泵、风机等设备，其声级值约 80 dB (A) -90dB (A)。

为了保护好车间工人的身体健康，同时减少对厂区环境的污染，本项目噪声防治应从声源控制，噪声传播途径控制及受声者个人防护三方面进行，具体防护措施如下：

(1) 对各种机电产品噪声要求

首先从设备选型入手，从声源上控制噪声。

(2) 对装置区噪声防护措施

主要措施包括采取建筑隔声；安放在室内；所有转动机械部位加装减震辅助装置。

(3) 加强厂区绿化措施，降低噪声的传播。

除采取以上降噪措施外，还应加强对物料运输车辆和驾驶人员的管理教育，降低物料运输车辆交通噪声的影响。

噪声源经采取上述控制措施后，噪声通过门、窗、孔洞传播到厂房以外时，环境噪声强度大为降低，厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348-2008 噪声污染防治措施符合《稀土冶炼行业污染防治可行技术指南（试行）》的要求，治理措施可行。

15.4.6 事故应急防控措施与合理性

(1) 为防止车间发生事故性排放，设应急事故池。在事故应急池及时检查防渗膜的完好性，发现渗漏，及时处理。

(2) 在车间山脚低凹处设 1 个事故池，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) 原地浸矿采场下游低洼处按流域设一定数量事故池，原则每个原地浸矿采场至少设 1 个。

(4) 母液输送管线每隔一定距离，设置止回阀和泄压孔。

(5) 车间收液池地面设排水沟，及时将池体外的汇水排出。池体四周高出地面 0.2—0.3m 以上，防止雨水进入其中。

(6) 建立完善的硫酸储罐的储存系统；加强对输送管线的定时检查，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。在硫酸的使用、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。

15.5 闭矿阶段污染防治措施

闭矿阶段，车间工艺系统停止运行。原地浸矿工艺对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，包括导流孔、收液巷道、收液沟、收液管线和母液收集池等。对收液巷道和收液沟中防渗设施进行检查，定期清理收液沟、内部避水沟中淤积的泥沙，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收集池。

建设单位应定时对收集至母液收集池中的降雨尾水进行检测，如有超标现象，则通过“中和+化学沉淀法”处理达标后排放。

(3) 开展地表水和地下水监测

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，见本报告 18.2 节。

15.6 服务期满后环保措施

服务期满后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。本次变更服务期满后环保措施无变化。

本项目所需用地为临时租用当地农民用地，闭矿后的矿区地表水

和地下水稳定达标情况下，可以对地表水和地下水的防控措施进行拆除和矿区恢复治理，地表水和地下水防控措施不作为永久处理设施，环保设施用地不作为永久用地。

15.6.1 生态恢复措施

15.6.1.1 车间复垦

定期对原地浸矿采场尾水水质进行监测，当尾水水质达到排放标准时，停止尾水的收集处理。车间进行土地复垦工作。复垦措施为将车间的池体进行平整，栽植马尾松、杉树等植被。

15.6.1.2 原地浸矿采场的复垦

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注顶水结束后，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。

15.6.2 跟踪监测

根据本报告 18.2 节的环境监测计划，定期开展各环境要素的跟踪监测。

15.7 生态保护措施

项目生态恢复内容主要是指原地浸矿采场和车间的植被恢复。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采场服务年限一般为 1 年左右，因此原地浸矿采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，栽植灌草以恢复、改善生态。对原地浸矿采场进行人工灌草植被恢复的设计和规划；对于车间，以人工恢复为主。

此图涉密，详见报批版本

图 15.7-1 本项目开采恢复计划

15.7.1 生态拟恢复面积

矿山浸矿生产期和闭矿期项目占地界限主要为水冶车间和实际浸矿的采区范围，最终需要恢复车间 2.7hm² 以及原地浸矿采场实际破坏区域，主要破坏采场部分灌草，不会对项目占地范围外的环境造成直接扰动影响。当矿山和水冶车间服务期满后，对采区进行生态恢复，对水冶车间进行复绿，除保留必要的环境监测设施外，与外环境基本融合。

15.7.2 水土流失防治措施

根据《中华人民共和国水土保持法》等有关规定，涉及水土保持的建设内容，必须经水行政主管部门审查同意的水保方案，建设项目中的水土保持设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。本项目水土流失防治措施按《水土保持方案》执行。

水土流失防治措施体系见表 15.7-1。

表 15.7-1 水土流失防治措施体系

场地	防治措施		
原地浸矿采场	工程措施	排水工程 土地整治	截水沟 回填、平整
	植物措施	植被恢复工程	自然恢复
	临时措施	临时措施	装袋堆放
车间/尾水处理站	工程措施	排水工程	浆砌石排水沟
		护坡工程	浆砌石护坡
	植物措施	绿化工程	园林绿化
		护坡工程	种草护坡、栽植攀岩植物
	临时措施	临时防护	草袋挡墙、苫布覆盖
道路	工程措施	临时排水	临时排水沟、沉砂池
	植物措施	排水工程	浆砌石排水沟
表土堆存场 /临时堆土场	工程措施	绿化工程	栽植行道树
	植物措施	排水工程	浆砌石排水沟
	临时措施	植被恢复工程	撒播草籽
		临时防护	草袋挡墙、苫布覆盖

15.7.3 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，可分为原地浸矿采场施工区、车间施工区。

其中原地浸矿采场施工区包括：原地浸矿采场（注液孔、收液巷道、收液沟、收液孔、监控孔、表土堆场、高位池、收液池等）、临时弃土场、表土堆存场等。

车间施工区包括：车间、外部连接道路等。

原地浸矿废弃地生态恢复方向见表 15.7-2。

表 15.7-2 原地浸矿生态恢复方向

复垦对象		复垦方向	选择物种	配置方式
原地浸矿采场		自然恢复	自然恢复	自然恢复
收液池		蓄水池	无	无
车间		林地	马尾松、胡枝子、三叶草	间栽、混播
表土堆存区、临时弃土场	堆存表面	草地	弯叶画眉草、三叶草、狗牙根	混播
	取走后场地	自然恢复	自然恢复	自然恢复

由于评价区降雨量较大，自然恢复较快，因此原地浸矿采场以自然恢复为主，车间最终复垦为林地，表土堆存区与临时弃土场堆存期临时恢复为草地，最终岩土取走后场地自然恢复。

15.7.4 生态恢复措施

（1）生态环境恢复管理措施

原地浸矿采场注液孔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。

表土堆存场、临时弃土场等废弃地形成后及时覆土复垦。

做好生产期矿区的监督和管理工工作，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）生态环境恢复规划

原地浸矿废弃地的复垦对象为注液孔、车间、表土堆存场、临时弃土场等，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，则复垦时间依据矿块开采时序顺延 1 年，即第 1 年开采矿块（原地浸矿采场施工区）在第 2 年完成生态恢复；在服务期满之后第 2 年左右进行车间的生态恢复。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。

原地浸矿采场：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，然后以自然恢复为主。复垦时间为原地浸矿采场浸矿完成后 1 年内。

临时弃土场（表土堆存场）：在表土堆存场和临时弃土场除采取拦挡措施防止水土流失外，可以进行撒播草籽，复垦为草地，主要作用是防沙和水土流失；当表土取走后进行全面松土整地，以自然恢复为主。

车间：车间主要是在施工期间发生植被破坏，在矿山服务期满后形成永久废弃地。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。

（3）植被恢复物种选择

因评价区土壤呈一定酸性，因此要求所选植物种须具有较强的耐酸性和改良土壤的特征；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/T 15776-2023）（附录 C）、《生态公益林建设 技术规程》（GB/T 18337.3-2001），乔木为马尾松、杉木，灌木主要为胡枝子、马棘等；草种主要以豆科、禾本科草类为主，目的是利用豆科作物的固氮能力，改良土壤，禾本科植物萌发成坪迅速，水土保持效果好，主要选择三叶草、弯叶画眉草、狗牙根等。

生态恢复单元物种适宜性见表 15.7-3。

表 15.7-3 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
	杉木	杉科杉木属，适应性强，耐酸性土壤，根系发达，南方造林常用速生树种。	长江下游各地边坡、丘陵均可生长。	适合酸性土壤，在深厚肥沃、排水良好的沙壤土生长最好，对立地条件有较强的适应能力
	柳树	杨柳科落叶乔木，耐涝，耐水湿，耐盐碱、喜温暖至高温。	我国南北方均有分布	对立地条件要求不严
灌木	胡枝子	落叶灌木，喜光，也耐阴，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 500m 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
	紫穗槐	紫穗槐是喜光、耐旱、耐湿、耐盐碱、抗逆性极强的灌木，在荒山坡、道路旁、河岸、盐碱地均可生长，萌芽性强，根系发达。	广布于中国华东、湖北、四川等省（区），是黄河和长江流域很好的水土保持植物。在我国南方各省均有栽植。	对立地条件要求不严，土质瘠薄、山地均能良好生长
	马棘	落叶灌木，喜强光，深根性，根系发达，耐热，耐贫瘠，耐干旱，萌生力强	温带至亚热带常见灌木，适生于华南及长江流域地区	对立地条件要求不严，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	皇竹草	禾本科狼尾草属，直立丛生，具有较强的分蘖能力，单株每年可分蘖 80—90 株。	适用于南方地区，不耐寒草种	耐酸性土壤、其耐酸性可达 pH 值 4.5，粗砂、粘性、红壤土和轻度盐碱性土壤均能生长

三叶草	多年生豆科直立型草本，喜光，喜中性钙质土壤	各地均有生长	对土壤要求不高，与禾本科混播
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
牛筋草	禾本科多年生直立型草本，耐旱、生长力强。	在我国华南、西南均可种植	对土壤要求不严格，耐旱，耐贫瘠
雀稗	禾本科多年生直立型草本，生长力强。	在我国华南、西南均可种植	对土壤要求不严格，耐旱，耐贫瘠
弯叶画眉草	禾本科多年生直立型草本，喜光，生长力强。	在我国华南、西南均可种植	对土壤要求不严格，耐旱，耐贫瘠
类芦	禾本科多年生直立型草本，喜光，耐热耐旱、生长力强。	分布于我国南方	对土壤要求不严，是丘陵谷地、暖热性草地类的优势植物，密丛状，宜刈割。
巴茅草（五节芒）	禾本科多年生耐旱、耐盐直立型草本，喜光，耐热耐旱、生长力强。	分布于我国南方	对土壤要求不严格，耐旱，耐贫瘠。

（4）植被栽植设计

临时弃土场堆存期植被栽植设计为堆存期采用撒草籽恢复。草种选用三叶草、弯叶画眉草、狗牙根，草本采用撒播方式恢复。

草本栽植设计见表 15.7-4。

表 15.7-4 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
草本	三叶草	撒播	一级草种	30kg/hm ²
	弯叶画眉草	撒播	一级草种	30kg/hm ²
	狗牙根	撒播	一级草种	30kg/hm ²

（5）生态恢复措施及单价

生态恢复措施及单价见表 15.7-5。

表 15.7-5 废弃地恢复措施及恢复单价

类型	单价	主要措施

原地浸矿采场	0.1 万元/亩	注液孔回填，自然恢复为主，布局补栽灌木，播撒草籽
车间	1 万元/亩	车间拆除，土地平整，乔灌木恢复
临时弃土场（表土堆存场）	0.1 万元/亩	堆存期撒草籽保护、取土后平整土地，乔灌木恢复
道路	/	保留

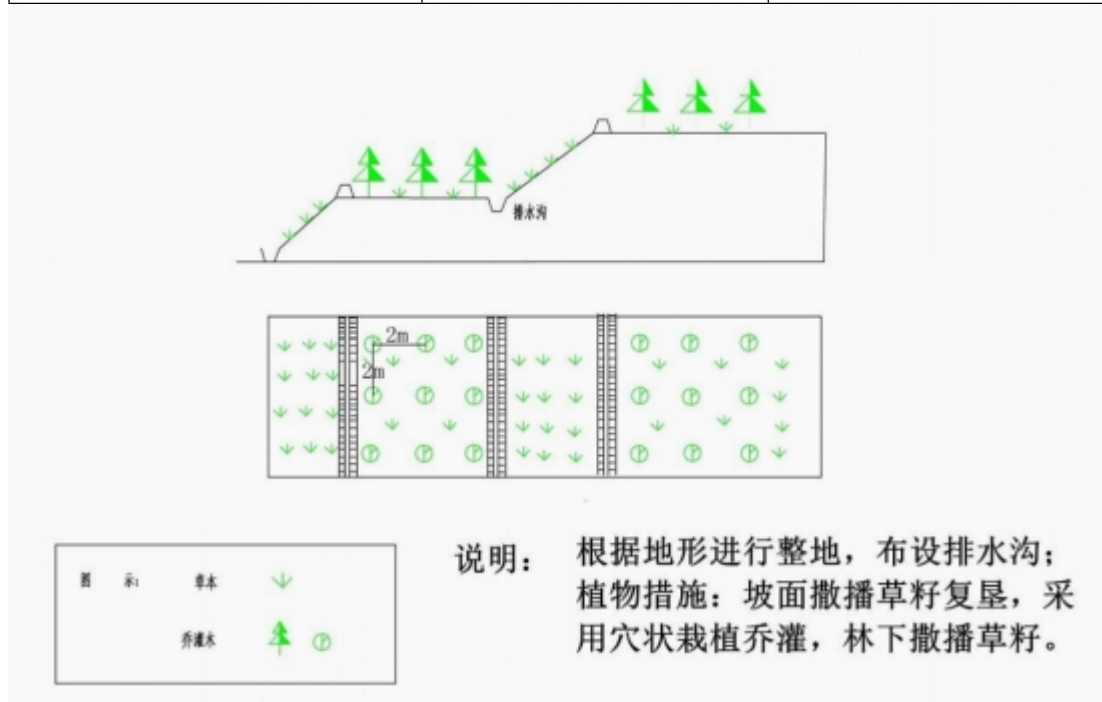


图 15.7-2 生态恢复措施示意图

15.7.5 生态公益林保护措施

本项目涉及生态公益林，其保护措施如下：

（1）工程建设确需占用的生态公益林地，应向林业主管部门办理相关手续，并按相关要求对生态公益林地进行占用和补偿。

（2）工程设计时应优化占地方案，进一步减少生态公益林地占用和对林木植被破坏。

（3）建设过程中应加强施工人员管理，严格限制施工人员活动范围，禁止施工人员对林木乱砍滥伐。

（4）采取监督措施保护生态公益林系统，做好森林火灾防范工作。

16 放射性影响分析

本次环评对原矿、母液、氯化稀土的放射性进行检测，除杂渣的放射性检测结果引用《赣州稀土矿业有限公司稀土矿山整合（一期）技改项目变更环境影响报告书》。

检测单位：江西省钨与稀土产品质量监督检验中心（江西省钨与稀土研究院）。

检测时间：2025 年 10 月。

检测结果见表 16.1-1。

表 16.1-1 放射性检测结果一览表

序号	样品名称		
1	原矿（单位：Bq/g）		
2	母液（单位：Bq/L）		
3	氯化稀土（单位：Bq/L）		
4	除杂渣（单位：Bq/g）		

注：除杂渣检测结果来源于《赣州稀土矿业有限公司稀土矿山整合（一期）技改项目变更环境影响报告书》。

本项目原矿、母液、除杂渣、氯化稀土产品 ^{232}Th 、 ^{238}U 单个核素活度浓度均未超过 1Bq/g ，根据“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”，本项目不需编制辐射环境影响评价专篇。

17 环境影响经济损益分析

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 社会效益分析

本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,由此将会较多地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 65 人,其中部分为当地人员,部分技术管理人员需要外聘,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。

(5) 该项目投产后，年销售税金为当地政府部门增加了税收，因此具有良好的社会效益。

17.2 经济效益分析

本项目总投资为 893 万元，项目生产期，总投资财务内部收益率 13.85%。从该行业的财务收入来看，本项目具有较强的获利能力，投资利润率较高，具有良好的经济效益。

17.3 环境经济损益分析

17.3.1 环保投资

项目总投资合计 893 万元，其中环保投资为 320 万元，约占总投资的 8.8%，具体环保投资情况见表 17.3-1。

表 17.3-1 环保投资一览表

序号	工程项目名称	投资（万元）
1	应急池	100
2	地下水监控井	15
3	环保回收井	50
4	内部避水沟	50
5	防腐防渗	80
6	隔声、减震	5
7	生态复绿	20
合计		320

17.3.2 环境损失分析

本次工程可能造成的环境损失主要包括：

(1) 施工期环境损失

- 1) 施工扬尘对局部环境空气质量产生不利影响；
- 2) 施工期间的生产及生活废（污）水排放，如果管理不善、随意排放，可能产生不良影响。

(2) 运行期环境损失

- 1) 投产后，事故状态下预测因子虽然能够实现环境质量达标，但增加了排放量，造成了对环境的不利影响。

2) 采取降噪措施后, 正常工况下, 各车间厂界均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008) 2 类标准限值要求。

17.4 综合评价

环保投资的效益首先表现为能使“三废一噪”达标排放; 废水循环利用; 固体废物综合利用; 厂区绿化、美化得以落实; 矿山服务期满后土地得到及时复垦, 生态环境走向良性循环; 其次从环保投资的经济损益分析可见, 环保设施的正常运行将为企业带来一定的经济效益。

本项目建成运营对企业自身收益和促进地方经济发展均发挥了重要作用, 具有明显的经济效益, 并为当地农村剩余劳动力提供了就业机会, 具有一定的社会效益。

综合以上社会、经济及环境效益分析, 结果表明, 该项目具有经济合理性, 在经济角度上可行; 项目社会效益显著, 具有较好的环境效益, 环保设施的运行将污染物排放量控制在允许的限度, 同时废物综合利用水平较高, 项目在环境经济角度上是可行的。

18 环境管理与监测计划

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,限制和控制人类损害环境质量、协调社会经济发展与保护环境、维护生态平衡之间关系的一系列活动,最终实现经济、社会和环境效益的和谐统一。

环境监测是环境管理的重要支持手段,是科学管理环境和环境执法监督的基础,是环境保护必不可少的基础性工作。环境监测的核心目标是提供环境质量现状及变化趋势的数据,判断环境质量,评价当前主要环境问题,为环境管理服务。

18.1 环境管理

18.1.1 环境管理体系

环境管理是环境保护工作的重要内容之一,也是企业管理的主要组成部分。环境管理的核心是把环境保护融于企业经营管理的过程之中,使环境保护成为工业企业的重要决策因素,重视研究本企业的环境对策,采用新技术、新工艺,减少有害废物的排放,对废旧产品进行回收处理及循环利用,努力通过环境认证,积极参与社会环境整治,推动员工和公众的环保宣传和引导,树立“绿色企业”的良好形象。

为了贯彻和执行国家和地方环境保护法律法规、政策与标准,及时掌握和了解污染控制措施的效果,以及项目所在区域环境质量的变化情况,更好地监控环保设施的运行情况,协调地方环保职能部门和其他有关部门的工作,同时保证企业生产管理和环境管理的正常运作,建立环境管理体系是非常必要和重要的。

环境管理体系与监测机构的建立能够帮助企业及早发现问题,使企业在发展生产的同时节约能源、降低原材料的消耗,控制污染物排放量,减轻污染物排放对环境产生的影响,为企业创造更好的经济效益和环境效益,树立良好的社会形象。

18.1.2 环境管理的机构设置

中稀（福建）稀土矿业有限公司有着完善的环境管理机构。设置有环保部门和专职环境管理人员，负责公司的安全生产、环境管理、环境监测及环保设施的维护，本项目环境管理机构依托公司已有环保部门，设置 1—2 人专职负责本项目的环保工作。其主要职责是：

（1）在公司统一领导下，认真贯彻执行有关生产、环境保护的法律法规和政策规定，具体负责本企业的环保工作；

（2）组织编制企业环境保护中、长期规划，组织编制企业年度环境保护计划；

（3）组织制订、修订企业环境保护规章、制度、操作规程；

（4）定期组织企业员工环境保护教育和培训工作，并做好培训记录和档案资料管理；

（5）组织编制环境污染等事故应急预案，并组织演练；

（6）定期组织召开环境保护工作例会，掌握和研究公司环境保护的执行情况。查找问题和隐患，及时通报工作情况，整理会议纪要，检查会议有关决议工作的落实；

（7）定期组织对各部门的环保检查、监督。检查部门对环保相关法律法规、企业规章制度的执行情况及对相关工作的落实情况。对执行制度不严，落实工作不力的部门、责令其限期整改，并按规定报公司备案；

（8）组织环保先进经验交流和先进技术推广；

（9）参与公司环保“三同时”项目的论证，设计和施工的工作；

（10）牵头组织依照相关法律法规要求开展实施的环保项目的申报立项、实施、管理和检查验收工作；

（11）深入现场检查，监督并协调解决环保问题；

（12）按照相关法律法规的要求，做好环保工作的统计和材料的整理工作，做好环保台账数据、资料的收集、整理和汇总，准确、及时上报各类报表；

(13) 建立、健全环保体系，做好环保相关档案资料的整理；

(14) 参加环保事故的调查处理，对环保事故的责任进行统计、分析和报告；

(15) 负责做好与安全生产、环境保护等政府部门的沟通联系和协调，配合做好安全与环保的检查、培训工作。

18.1.3 环境管理计划

本项目应根据其建设进展阶段积极做好各项环境管理工作，具体计划见表 18.1-1。企业应根据环境管理计划，做好环境管理工作的过程控制。按照公司环境管理体系程序文件，制定并完善本项目环境管理的过程控制文件和过程记录。企业还应结合自身实际，建立健全环境保护管理实施细则，具体建议见表 18.1-3。

建设单位必须明确环境管理任务，并将其列入岗位职责，与其经济利益挂钩，定时检查、考核，确保公司环境管理制度落到实处。

表 18.1-1 环境管理计划表

阶段	环境管理主要任务内容
项目建 设前期	1.参与建设项目前期各阶段环境保护和环境工程设计方案工作； 2.编制企业环境保护计划，委托环评单位开展项目环境影响评价； 3.积极配合可研及环评单位开展项目区现场踏勘与调研工作； 4.针对项目生产特点，建立健全公司内部环境管理与监测制度； 5.委托设计部门依据环评文件及批复意见，落实工程环保设计，编制环保专篇
建设期	1.按照工程环保设计，与主体工程同步建设，严格执行“三同时”制度； 2.建立环境监理制度与环保档案，制定年度环境管理工作计划； 3.监督和考核各施工单位责任书完成情况，处理施工中偶发环境污染纠纷； 4.认真做好各项环保设施的施工管理与验收，及时与当地环保行政主管部门沟通
环保验 收期	1.对照环评文件及其批复要求和项目设计文件，核查环保设施落实情况； 2.检验环保工程运行状况及其效果，要求记录在案，与主体工程同步运行； 3.向环保行政主管部门提交申请试生产报告，配合竣工检查和验收； 4.组织、配合有资质环境监测部门开展污染源监测，委托第三方编制环境保护验收报告，组织对工程竣工验收；

	5.总结试运行经验，针对存在及出现问题进行整改，提出补救措施方案
运行期	1.强化管理，申报排污许可证，建立环保设施运行卡，定时检查、维护； 2.开展定期、不定期环境与污染源监测，发现问题及时处理； 3.建立健全环境保护档案，负责工厂日常环境保护，并按照国家有关规定及时、准确地上报企业环境报表和环境质量报告书 4.配合公司领导完成环保责任目标，确保污染物达标排放； 5.强化资源能源管理，实现废物减量化和资源化，坚持环境污染有效预防； 6.加强有毒危险化学品贮存、使用安全管理，制定危险点和事故源管理条例，严格岗位操作规程，编制环境风险事故应急预案； 7.加强对相关方环境管理，与危险品供应商、危险废物委外处置方签订协议，明确包装、运输、装卸等过程安全要求及环保要求； 8.处理与群众环境纠纷，组织对突发性污染事故善后处理，追查原因并及时上报 9.推行清洁生产审核，环境体系认证，实现企业可持续发展 10.负责环保宣传与员工培训，提高环保意识教育，提升企业环境管理水平，确保实现清洁生产、持续改进
环境管理工作重点	1.加强污染源监控与管理，提高水资源、能源和一般工业固废的综合利用率； 2.坚持“预防为主、防治结合、综合治理”原则，强化企业污染防治设施管理力度，明确岗位职责，奖罚分明，责任到人； 3.严格控制生产全过程“三废”排放及危险固废的安全处置，保护环境

表 18.1-2 环境管理体系清单

实施部门	主要内容
公司 环保部	1.环保法律法规、环境指标与方案管理程序
	2.环境管理体系培训管理程序
	3.原辅材料、能源及给排水设施管理程序
	4.废气治理、废水处理、噪声控制治理及工业固废贮存、安全处置管理程序
	5.环保设施管理及违章、纠正与预防污染措施程序
	6.资源化利用监督检查管理程序
	7.环境监控、文件记录控制管理程序与环境管理内部审核程序
	8.产品设计环境影响评审程序
	9.合同方环境行为影响程序与供应商管理程序

表 18.1-3 环境保护管理制度表

实施部门	主要内容
公司 环保部	1.内部环境保护审核、例会制度
	2.环境质量管理目标与指标考核制度

3.清洁生产管理、环境保护宣传教育与环境保护岗位职责奖惩制度
4.内部环境管理监督、检查管理制度
5.环保设施与设备定时检查、保养和维护管理制度
6.环境保护日常管理中定期、不定期监测制度
7.环境保护档案管理与环境污染事故管理规定
8.工业固废贮运、使用管理制度
9.工业固废收集、临时贮存、处置等管理制度

18.1.4 环境管理的职责

18.1.4.1 施工期的环境管理

施工期的环境影响主要是施工扬尘、施工噪声、施工期生态破坏等对周围环境的不利影响。为减轻施工过程对环境的影响，该企业在进行施工时，必须加强施工期的施工管理，具体职责如下：

①施工前编制施工组织计划，做到文明施工。

②环保内容体现于项目施工承包合同中，施工方法、施工机械、施工速度和施工时段充分考虑环境保护要求。特别是施工过程中的扬尘、噪声、污水等对周围环境的影响，应采取相应的处理措施，并建议建设单位将此内容作为工程施工招标考核的重要指标之一。

③建设单位在工程施工期间，要认真监督施工单位的环保执行情况，了解施工过程中施工设备物料堆置、临时工棚、便道及施工方法对生态环境造成的影响，保证施工对附近村民的正常生活不产生严重的干扰。若发现噪声影响周围居民正常生活时，应适当调整施工作业时间或作业程序，并采取防噪措施。若发现严重污染环境情况，建设单位有权给予经济制裁，并上报环保部门依法办理。

④项目竣工时，要全面检查施工现场环境状况，施工单位应及时清理占用的土地，拆除临时设施，清除各类垃圾，恢复被破坏的地面，覆土进行绿化；根据厂区周围地形条件，确定并实施水土保持措施，预防水土流失，使项目以良好的环境投入运行。

⑤加强建设期施工环境监理。

施工期的环保要求见表 18.1-4。

表 18.1-4 施工期环保要求一览表

环境问题	环保措施	实施单位
施工噪声	(1) 尽量采用低噪声设备, 合理布局施工场地; (2) 控制施工作业时间, 严禁夜间 (22:00 ~ 06:00) 使用高噪声设备; (3) 加强施工人员的噪声防护。	施工单位
施工扬尘	(1) 施工现场设置围墙或围栏, 适时洒水灭尘; (2) 运送建筑材料车辆用帆布遮盖或采取袋装运输, 堆料场采用临时挡墙; (3) 施工过程中应及时清理堆放在场地上的弃土、弃渣、集中在指定地点妥善处置。	
弃土弃渣	(1) 设置场区生活垃圾集中收集点, 定期运至市政垃圾收集点; (2) 及时清理堆放在场地上的弃土、弃渣。	
植被破坏	(1) 严格控制对工程建设用地范围以外土地、植被的压占和破坏; (2) 对施工场地外的临时占地, 应在施工结束时及时恢复、绿化。 (3) 合理安排施工计划, 尽量减少临时占地面积。	
环境管理	(1) 制定施工期环境管理计划, 并与施工单位组织落实; (2) 实施现场环境监控制度, 确保工程高质量建设; (3) 加强环境监督, 监测和检查; (4) 加强环保宣传教育工作, 增强施工人员环保意识, 杜绝粗放施工。	建设单位 施工单位

18.1.4.2 营运期的环境管理

根据项目的污染物排放特征, 一旦管理不善将可能出现污染事故, 从而影响周围环境。因此, 营运期的环境管理十分重要, 营运期应做好以下工作:

(1) 制定污染治理操作规程, 记录污染治理设施运行及检修情况, 确保治理设施常年正常运行。

(2) 环保部除执行各项有关环境保护工作的指令外, 还应接受当地环保部门的检查监督, 组织环保监测及统计工作, 配合上级部门对本企业环保项目进行检查验收, 定期与不定期地上报各项管理工作的执行情况以及各项有关环境污染源排放指标, 建立污染源及厂区周围环境质量监测数据档案, 定期编写环保简报, 制定公司环保年度计划和长远规划, 为区域整体环境控制服务。

(3) 确保污染治理措施执行“三同时”，检查、监督公司环保设施的正常高效运行，使各项治理设施达到设计要求。

(4) 加强环保知识宣传教育，增强职工环境意识，把环境意识贯彻到企业各车间班组及每个职工的日常生产、生活中；推广治理方面的先进技术。

(5) 贯彻执行环境保护法规和标准。

(6) 组织制定各级环境保护管理的规章制度并监督执行。

(7) 制定并组织实施各项环境保护的规划和计划。

(8) 领导和组织环境监测工作。

(9) 组织和开展本单位的环境保护专业技术培训，提高环保工作人员的素质，推广应用环境保护先进技术和经验，组织环保宣传教育工作；

(10) 处理公司内有关环保的生产事故。

18.2 监测计划

环境监测计划的制定和执行能有效保障环保措施的实施和落实，可以监督环保设施的运行状况，使环保设备及时得到维护和修理，减少或杜绝事故排放。

18.2.1 环境监测

根据本项目特点，建立相应的环境管理与环境监测计划。监测任务是依据排污单位自行监测技术指南的要求，定期监测污染源排放的污染物是否符合国家或地方所规定的排放标准，分析所排污染物的变化规律，为制定污染控制措施提供可靠依据。

环境监测可以由建设单位自行组织开展，也可以委托第三方监测单位开展，同时接受和配合龙岩市环境监测中心站、长汀县环境监测站的监测和监督。

18.2.2 监测计划

18.2.2.1 施工期环境监控计划

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。地表水水质监测内容如下：

- (1) 监测点位：中坊溪、廖地溪、汀江。
- (2) 监测时间及频次：施工高峰期监测 1 次，采样 1 天。
- (3) 监测项目：pH、COD、BOD₅、氨氮。

18.2.2.2 生产期环境监控计划

考虑本项目污染物排放特点和项目所在地环境质量，本项目生产期水环境监控计划参照《排污单位自行监测技术指南 总则》HJ 819-2017 重点排污单位制定，其他环境要素监控计划参照上述监测技术指南中非重点排污单位制定。

(1) 地表水质监测

项目建成后应对周围地表水环境质量进行监测，具体见表 18.2-2。

(2) 地下水水质监测

① 监测布点原则

稀土矿区地下水环境监测系统包括对照监测井、污染扩散监测井、环境影响跟踪监测井，监测井布点原则如下：

a. 对照监测井应布设在矿区地下水流向上游处，尽可能不受矿山生产活动影响，原则上应布设至少 1 个；

b. 污染扩散监测井布设考虑地形地貌对地下水径流的控制作用，结合地下水“近源补给，短途径流，就近排泄”特点进行布设，可在浸采矿块坡脚处环保回收井、浸采矿块下游 30~50m 处或地下水流势汇处、浸出液中转池下游 20~30m 处、浸出液处理车间下游 20~30m 处以及浸采区所在沟谷出口矿界处等区域，分别设置污染扩散监测井；

c.在项目场地外可能受到影响的地下水环境敏感目标的上游、可能受影响的具有供水意义的民井和天然泉点应布设环境影响跟踪监控井;

d.监测层位重点放在易受污染的浅层花岗岩风化裂隙潜水含水层和与之密切相关的第四系孔隙潜水;

e.地下水环境监测井井径不小于 110mm, 井深控制在枯水期地下水面以下 2~3m, 可依据实际需求优化调整井径和井深;

f.参考《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)有关规定, 并参考《地下水环境监测技术规范》(HJ 164-2020)和《工业企业土壤和地下水自行监测技术指南(试行)》(HJ1209-2021), 结合模拟区含水层系统和地下水径流系统特征, 考虑潜在污染源、环境保护目标等因素, 并结合模型模拟预测的结果来布置地下水监测点;

g.充分利用现有民井、监测井, 污染事件发生后监测井可以作为地下水污染事故应急处置的抽水井。

②监测点位布设及监测因子

本项目地下水环境监测井分为三类: A 类(对照监测点)、B 类(污染扩散监测点)和 C 类(环境影响跟踪监测点)。

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因子。

地下水对照监测点(A 类)和地下水环境影响跟踪监测点(C 类)须由具有资质的监测单位实施, 污染扩散监测点(B 类)作为企业污染监测和防控设施, 具备检测条件的以企业自行监测为主, 并且要严格按照国家地下水监测的相关技术规范进行, 要保证监测的结果真实可信。

A 类对照监测井

为判断稀土矿区地下水环境污染程度, 在稀土矿区生产活动所有污染源地下水流向上游处, 能够提供这一区域地下水环境本底值而设

置的地下水监测井，利用现有民井 ZJC01 监测点作为对照监测点。

监测因子：pH 值、镁、钠、硫酸盐、铅、镉、氟化物、铁、锰、高锰酸盐指数和石油类等，共 11 项。

B 类污染扩散监测井

为监测稀土矿区内地下水污染程度和迁移扩散状况，根据地下水流向、污染源分布和污染物在地下水中迁移扩散途径，按浸采区、浸出液处理车间及中转池所在沟谷为单元，利用环保回收井、浸采矿块和车间下游监测井、地下水抽提井等作为矿区内污染扩散监测井。

监测因子：pH 值、硫酸盐、镁、钠、铅、镉和石油类等，共 7 项。

C 类环境影响跟踪监测井

为监测和评估稀土矿区下游地下水环境质量变化状况，在地下水环境控制范围外（矿区边界外）设置的地下水监测井，宜选取稀土矿区外可能受影响的具有供水意义的居民井、天然泉点和地下水环境监测井，监测点数量宜根据可能受影响范围确定。

监测因子：pH 值、镁、钠、硫酸盐、铅、镉、氟化物、铁、锰、高锰酸盐指数和石油类等，共 11 项。

中坊稀土矿区地下水监测点信息见表 18.2-1 和图 18.2-1。

表 18.2-1 本项目地下水监测系统信息一览表

序号	编号	监测井功能			监测点现状	监测类型
1	ZJC01	对照监测井			民井	A 类
2	ZJC02	污染扩散监测井			拟新建监测井	B 类
3	ZJC03	污染扩散监测井				B 类
4	ZJC04	污染扩散监测井			现有监测井	B 类
5	ZJC05	污染扩散监测井				B 类
6	ZJC06	污染扩散监测井			拟新建监测井	B 类
7	ZJC07	环境影响跟踪监测井				C 类
8	LJC01	污染扩散监测井			拟新建监测井	B 类
9	LJC02	污染扩散监测井				B 类
10	LJC03	污染扩散监测井				B 类

序号	编号	监测井功能			监测点现状	监测类型
11	LJC04	污染扩散监测井				B 类
12	LJC05	环境影响跟踪监测井				C 类

图 18.2-1 中坊稀土矿区地下水环境跟踪监测系统布置图

③ 监测频次

对于不同监测点类型和不同阶段（生产期和闭矿期）采用不同的监测频率。有条件的点位可采取自动化在线监测，增强监测的时效性，并与人工取样监测相结合，对自动监测数据进行校核。

在生产期（注液和淋洗）地下水监测频次：

A 类对照监测点监测频率：每年 2 次，丰、枯水期各 1 次；

B 类污染扩散监测点监测频率：每月监测 1 次；

C 类环境影响跟踪监测点监测频率：每季度监测 1 次。

在闭矿期和退役期地下水监测频次：

A 类、B 类和 C 类等各监测井每年 2 次，丰、枯水期各 1 次。

在浸采生产过程中，当 C 类监测点地下水水质出现超标时，超标因子的监测频次应适当加密；稀土浸矿采场结束淋洗进入闭矿期后，可根据监测地下水特征因子浓度的变化趋势情况优化调整监测频次和监测因子。

（3）土壤例行监测

地表水和土壤例行监测点位见表 18.2-2。

表 18.2-2 例行监测方案一览表

要素	监测点位		监测项目	监测频次	监测方式
地表水	管控断面	中坊溪、廖地溪出矿界断面处	pH、镁、硫酸盐、石油类、铅、砷、镉、铬、汞	(pH、氨氮、硫酸盐) 1 次/月	自行监测或委外监测
	达标断面	中坊溪、廖地溪自出矿界下游完全混合处		(镉、铅) 枯、平、丰水期各 1 次	
土壤	每个矿块下游取 1 个柱状样、车间取 1 个柱状样		pH、土壤含盐量、硫酸盐、镁、铅、砷、镉、汞、六价铬、石油类	1 次/年	

18.2.2.3 服务期满后环境监控计划

矿山服务期满后，考虑降雨对采场的淋洗会产生淋洗尾水，前期矿块清水淋洗产生的淋洗尾水可回用于接下来开采的矿块。开采活动结束后，应按照监测计划持续进行地表水各监测断面和地下水监测井的水环境质量监测，直至稳定达标。

18.2.3 排污口管理

建设单位应按照生态环境部门对排放口规范化整治的统一要求，规范排口，便于环境管理及监测部门的日常监督、检查和监测。

(1) 排放口标志

污水排放口、废气排放口、噪声排放源、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 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 18.2-3 和表 18.2-4。

表 18.2-3 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 18.2-4 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

（2）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。

（3）排污口建档

本项目排污口使用国家统一印制的《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；

根据排污口管理内容要求，本项目建成投产后，应将主要污染物种类、数量、排放去向，立标情况及设施运行情况记录于档案。

18.2.4 环保档案管理

建设单位环保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。

18.3 环境监理

18.3.1 环境监理工作目标

（1）环境工程监理依据：国家相关主管部门制定、颁发的有关法律法规、政策、技术标准以及依法签订的监理合同；

（2）工作目标：按环境工程监理服务的范围和内容，履行环境工程监理义务，独立、公正、科学、有效地服务于工程，实施全面环

境工程监理，使工程在施工方面达到环境保护的要求。

18.3.2 环境监理工作原则

从事工程建设环境监理活动，应当遵循守法、诚信、公正、科学的准则。确立环境监理师“第三方”的原则，将环境监理和业主的环境管理、政府部门的环境监督执法严格区分开来。

环境工程监理要纳入工程监理的管理体系，并强化环境工程监理的地位。环境监理单位在监理工作中要理顺、协调好业主单位、施工单位及政府环境行政主管部门等各方面的关系。监理单位要根据工程特点，制定符合工程实际情况规范化的监理制度，使监理工作有序开展。

18.3.3 环境监理范围

本工程所在区域及工程影响区域范围，包括：原地浸矿采场、车间等；上述范围内生产施工对周边造成环境污染和生态破坏的区域；工程运营造成环境影响所采取环保措施的区域。

18.3.4 环境监理时段

本次评价将施工期确定为环境监理时段。

18.3.5 环境监理一般程序

- (1) 编制工程施工期环境监理方案；
- (2) 按工程建设进度及配套的各项环保措施编制环境工程监理细则；
- (3) 按照环境工程监理细则进行施工期间环境监理；
- (4) 参与工程环保验收，签署环境工程监理意见；
- (5) 监理项目完成后，向建设单位提交环境工程监理档案资料。

18.3.6 环境监理工作方法

- (1) 审查经批准的环境影响报告书提出的环境保护措施在工程中的落实情况；
- (2) 协助建设单位组织对人员的环境保护培训；
- (3) 对施工建设过程中的环境措施保护工程（包括生态、水、

气、声环境)施工质量进行监理;

(5) 系统记录工程施工环境影响, 环境保护措施效果, 环境保护工程施工质量;

(6) 及时向建设单位反映有关环保施工问题, 并提出解决建议;

(7) 编制环境监理总结报告。

18.3.7 环境工作制度

环境监理应建立工作记录、人员培训、报告、函件来往、例会等制度。

18.3.8 环境监理机构、工作方式

建设单位应与监理单位签订施工期的环境监理合同。环境监理单位应收集企业的有关资料, 包括项目的基本情况、环境影响评价报告书、生产方式及管理、施工和生产现场的环境情况、施工和生产过程的防治措施等。

18.4 环保“三同时”验收

建设单位对本项目进行自主竣工环保验收。

验收内容主要包括: 源头削减控制环保措施(车间和矿块的环保设施), 过程监管预警环保措施(沿途监控断面、监控井), 末端防控措施(车间下游尾水处理设施)等, 考虑到稀土属于总量控制计划生产的资源, 每年的开采时序会根据当年的生产任务、稀土总量控制指标、环境影响和环境容量等适当调整优化, 验收时以验收期间实际生产情况, 在开采期间开展验收, 并将环境监理实施方案和环境监理总结报告作为竣工环保验收的文件。

表 18.4-1 验收阶段关注的环保工程内容

公用工程	供水系统	矿山新水用量为 538.43m ³ /d。生产用水自车间南侧邻近的中坊溪取水，居民生活用水取自自来水管网供水。
	排水系统	生活污水通过化粪池处理后用于厂区绿化
	供电系统	矿山供电电源从河田-10KV 高压架空线引入，矿山用电设备全部为地面用电，变电所设在水冶车间附近。
环保工程	废气	定期洒水降尘，道路硬化、绿化减少扬尘。
	废水	收集沉淀池上清液和压滤机滤液，并且对废液添加硫酸镁、硫酸调节 pH 值，全部回用到采矿生产中，生产废水不外排。
	地下水	注液孔挖好后，孔的底部铺草，上部覆土，土内埋设注液管（管径 3~5cm），防止雨水进入矿体。收液巷道等均采用水泥浆敷设人工防渗假底。 采场周边修建截排水沟，进行了雨污分流，对每个注液孔采用 PVC 管进行护孔，PVC 管高出地面 5cm，防止雨水进入注液孔。 采区的溪流上设置拦水坝，间隔 20—50m 设置环保回收井（或环保回收沟），定期监测拦水坝及环保回收井（沟）的水质，抽回集液池回用。 采区在拦水坝、环保回收井的下游设置地下水监控井，定期监测采区下游地下水水质。
	噪声	厂房隔声、设备减振、消声
	固废	除杂渣外售给资源综合利用单位。
		设垃圾桶，统一收集后，交环卫部门统一处置。
		危险废物暂存于危废库，最终外售给有危废处理资质的单位处置
	生态	矿区挡墙、护坡、截水沟、植被 在居民点、道路及生产生活设施周边边坡采取修建挡墙等拦挡措施，防止地质灾害的发生。同时对边坡进行喷射混凝土和混凝土砌筑护坡，根据地形地貌、矿土性质、注液井及收液巷道的布置，在坡度较陡或事故易发地段提早施工防滑桩或锚杆条网，将潜在滑坡体固定。 修建了截排水沟。同时采区对每个注液孔均采用 PVC 管进行护孔，PVC 管高出地面 5cm，防止雨水进入注液孔。 在稀土开采完毕后，采场对收液巷道和临时道路回填复垦，工业场地平整或恢复原貌，种植林草，恢复生态环境。
	环境风险	采区及车间共设置 5 座事故池，总容积 1250m ³ ，采用防渗膜的方式对池底及池壁进行防渗

表 18.4-2 环境保护“三同时”验收一览表

项目	验收对象	污染因子	验收内容与指标	验收标准
废气	无组织排放防治措施	粉尘	定期清扫进场道路，物料堆放加以苫盖，原辅料存放于库房内	《稀土工业污染物排放标准》 (GB 26451-2011)
	临时弃土场扬尘	粉尘	临时弃土场做好苫盖，围挡和导排水	
	注液孔扬尘	粉尘	装袋放置在注液孔周边，生产结束后及时撒播草籽	
	离心萃取生产线	HCl	离心萃取槽等采取水封措施	《大气污染物综合排放标准》 (GB 16297-1996)
	离心萃取生产线	非甲烷总烃	离心萃取槽等采取水封措施	
废水	生活污水	COD、NH ₃ -N、SS	设置化粪池，生活污水用作农肥，不外排	不外排
	清水淋洗		浸矿结束后开展清水淋洗，淋洗尾水用作下个矿块配液	
	水冶车间尾水处理		水冶车间最后一个矿块开展尾水处理	江西省《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》(DB36 1016-2018) pH 值: 6~9、COD: 60 mg/L、NH ₃ -N: 15 mg/L、SS: 50 mg/L、SO ₄ ²⁻ : 800mg/L、Pb: 1.0 mg/L、Cd: 0.05 mg/L、As: 0.1 mg/L; 总硬度、溶解性总固体参照《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2022) 中的表 1 限值总硬度: 450 mg/L、溶解性总固体: 1000 mg/L
	过程监管断面、控制断面		满足地表水断面布设原则要求	/
地下水	收液沟、收液巷道、工艺池体防渗，水冶车间地面		采取防渗篷布等防渗措施	满足防渗等级要求，其他地下水措施要求详见地下水章节

	采场内部避水沟和外部排水沟，水冶车间排水沟	满足雨污分流要求	
	地下水末端抽出处理系统	满足地下水水力截获和抽出处理原则要求	
	环保回收井、监控井、过程监管井	满足地下水布设原则要求	
	硫酸储罐	采取防腐防渗措施	
	盐酸储罐	采取防腐防渗措施	
固体 废物	尾水处理污泥 生活垃圾 原料包装袋、破损管道和篷布	设置 1 座污泥暂存间，与一般固废暂存库 合建，定期外售 设置生活垃圾桶，定期清运 设置一般固废暂存库，集中暂存，定期外 售	根据固废属性，满足相应的固废贮存 处置规范和标准要求。
	设备维修产生的废机油和废油桶	按照《危险废物贮存污染控制标准》GB 18597-2023 设危险废物暂存间，暂存在危 废暂存间内，定期委托有资质单位进行运 输、处置。	《危险废物贮存污染控制标准》 (GB 18597-2023)
	萃取酸不溶物		
	精密过滤器滤芯和预处理车间砂滤 设备更换的石英砂	暂存在车间，由有资质的厂家回收利用	《一般工业固体废物贮存和填埋污 染控制标准》(GB 18599-2020)
	除杂渣	设置除杂渣池，定期压滤后综合利用	
	注液孔岩土	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。收液巷道弃土就近回填利用或妥善暂存，弃土堆存须设置拦 挡和导排水。	
风险	采场、水冶车间	原地浸矿采场地下水流向下游低洼处和车 间下游共建设 5 个事故风险应急池，采取 防渗措施。	应急事故池容积等于单个最大池体 容积，采取防渗措施
	硫酸储罐	采取防腐防渗措施，设置围堰	硫酸储罐围堰容积 120m ³
	盐酸储罐	采取防腐防渗措施，设置围堰和事故池	盐酸储罐围堰容积 60m ³ ，盐酸罐 区事故应急池容积为 6m ³ 。

生态	水冶车间	车间地面硬化或绿化，并在陡坡区域设置相应的护坡工程；在水冶车间设水泥排水沟。	闭矿期后采取生态恢复措施
	水冶车间	在原地浸矿采场完成采矿工作后，注液孔进行封孔，服务期满后对水冶车间进行生态恢复。	
	采场	防滑坡	控制注液速度，设置防护距离。
噪声	水冶车间	对水冶车间的压滤设备、搅拌设备和水泵等噪声设备采取减振和隔声等措施。	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）中 2 类标准要求
其他	水冶车间	环境监理报告	满足环境监理要求

19 结论与建议

19.1 结论

19.1.1 工程基本概况

长汀中坊稀土矿年产 1000 吨 REO 技改扩建项目，位于福建省龙岩市长汀县河田镇中坊村，该项目生产规模为年产 1000 t/a（以 REO 计），主要采用两种生产工艺生产氯化稀土和碳酸稀土，第一种采用硫酸镁作为浸矿剂、碳酸氢钠除杂沉淀，年产 500t 碳酸稀土（以 REO 计），第二种工艺采用浸淬一体化工艺生产氯化稀土 500t/a（以 REO 计）。矿山总服务年限为 7 年，其中基建期 1 年，稳产期 5 年，减产期 1 年。

该矿山现有采矿许可证由中华人民共和国国土资源部颁发，采矿权人：福建省稀有稀土（集团）有限公司，采矿许可证编号为：C1000002017045120144388，有效期限自 2017 年 4 月 6 日至 2027 年 4 月 6 日。

本项目工程组成主要由原地浸矿采场工程、水冶车间工程、环保工程和公辅工程等组成。采场工程包括高位浸矿液池、高位水池、注液管、注液孔、收液巷道、收液池、收液管等；水冶车间工程组成为：萃取车间主要工艺设施为非平衡离心萃取富集装置，配套建设硫酸储存设施、母液中转池、滤液中转池、萃余液池、配液池等工艺池体或罐体等，均利用现有设备未作改造。碳酸氢钠除杂沉淀主要工艺设施包括除杂池、沉淀池、配液池、稀土产品池、母液中转池、物料仓库、产品仓库等。

19.1.2 评价区环境质量现状

19.1.2.1 大气环境质量现状

根据福建省生态环境厅公布的《2024 年福建省城市环境空气质量状况》的监测数据，项目所在区域长汀县为环境空气质量达标区域。补充监测的 HCl 和非甲烷总烃均满足相应环境标准的要求。

19.1.2.2 地表水环境质量现状

除 DB13 中坊溪汇入汀江处上游 500m（中坊溪）氨氮，总磷超标外，其他监测断面的监测因子均满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）Ⅲ类地表水体的要求。上述断面氨氮、总磷超标与周边的居民生活、农业耕作有一定关联。

19.1.2.3 地下水环境质量现状

矿区内原地浸矿试验采场附近部分地下水监测点位（DXS3、DXS11 和 DXS12）受浸采活动影响硫酸盐、溶解性总固体、总硬度、铁和锰等因子浓度呈明显升高趋势，主要分布在浸采矿块周边，矿区内部地下水整体符合“近源补给、短途径流、就近排泄”规律，受地形地貌及水文地质条件控制，浸矿液注入地下后沿坡面方向经过短途径流，以下降泉的形式就近排泄到地表溪流中，通过地表径流向下游迁移，浸矿液在地下水中迁移通道空间狭小，迁移距离有限，未对下游地下水监测井造成较严重污染影响，环境风险可控。矿区内尚未进行原地浸矿开采的区域地下水监测点（DXS1、DXS2、DXS6、DXS7、DXS9、DXS10）总体水质稳定，除铊外，其他监测因子均满足评价标准限值，铊超标主要由于区域自然背景偏高引起。

针对矿区边界及矿区外地下水监测点，采用单因子评价法对地下水监测数据进行评价，结果显示矿区下游边界处地下水监测点 DXS4 除铁和铊外，矿区外地下水监测点 DXS5 除铊外，其他监测因子均满足评价标准限值要求，对照区域地下水背景监测数据综合判断，地下水铁和铊超标主要由于区域自然背景偏高引起。

19.1.2.4 底泥环境质量现状

各监测点位监测项目均满足《农用污泥污染物控制标准》（GB 4284-2018）中 A 级污泥产物标准。

19.1.2.5 声环境质量现状

项目厂界昼间、夜间声环境现状监测值均满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中的 2 类声环境功能区标准值，各监测点均未出现超标现象，说明当地声环境质量现状较好。

19.1.2.6 土壤环境质量现状

建设用地监测点各监测指标未超过《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第二类筛选值；农田监测点监测指标超过《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中对应的风险筛选值。矿区评价范围内土壤均表现为轻度酸化或无酸化，酸化原因主要与矿区酸性花岗岩地质条件有关；SSC 的范围为 0.1~0.5g/kg，未盐化。

19.1.3 环境影响预测与评价

19.1.3.1 环境空气影响

本项目采用原地浸矿采矿法。大气污染为无组织排放源为主。无组织排放源主要是注液孔施工、临时堆土场、仓库产生的粉尘，萃取车间、有机物回收车间产生的无组织污染物 HCl、非甲烷总烃等，盐酸储罐产生的呼吸废气经碱液吸收后通过 25m 高排气筒排放。污染物的排放量很小，不会对大气环境造成明显不利影响。

19.1.3.2 地表水环境影响

本项目车间和矿块在生产期和闭矿期均无直接排水，本次评价按渗漏母液全部进入地表水最不利情况考虑，考虑水冶车间生产期的正常渗漏，同时逐年叠加淋洗矿块、闭矿矿块的自然渗漏，根据预测结果分析，中坊河流域、廖地河流域的硫酸盐、铅、镉、石油类均满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的 III 类水质标准，不改变下游水环境功能类别不影响流域的水环境质量改善目标要求。在落实施工期，生产

期、闭矿期的环保措施的基础上，本评价认为项目对周边地表水环境影响可以接受。

19.1.3.3 地下水环境影响

根据地下水模型预测结果，在预测期内，受地形和水文地质条件控制，浸采区地下水污染羽沿坡面方向经过短途径流，以下降泉的形式就近排泄到地表溪流中，通过地表径流向下游迁移；污染羽在地下水中迁移通道空间狭小，渗流速率缓慢，迁移距离有限。

在正常工况下，预测结果显示，在确保采场收液系统、环保回收井（水力截获）及地表溪流拦水坝运行良好情况下，不考虑地表水补给地下水条件下，可以阻断受污染地下水羽状体向矿界外进行迁移扩散，并可满足矿区外地下水特征污染物含量符合Ⅲ类水质标准限值，达到地下水风险管控目标。

在注液、淋洗和闭矿等阶段，浸采区地下水特征污染物浓度均表现出先快速升高后快速降低，转入闭矿期后浓度缓慢下降。在采取清水淋洗+拦水坝+地下水抽提系统（环保回收井）等措施后，通过有效管控受污染地表溪流，阻断地下水污染羽状体迁移优势通道，地下水污染超标及影响范围可以控制在矿区范围内，不会对矿区外地下水和地表水环境造成明显影响。

19.1.3.4 声环境影响

预测结果表示车间厂界噪声均达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）中 2 类声环境功能区标准（昼间 60dB、夜间 50dB）限值要求，未出现超标现象。

19.1.3.5 固体废物影响

本项目产生的各项固体废物均能够得到妥善处理，不会造成明显不利的环境影响。

19.1.3.6 生态环境影响

本项目在施工期、生产期、服务期满后对生态环境造成了一定的破坏，但是破坏程度较小，对生态环境不会产生明显不利影响，并且在采取适当的生态恢复措施后能够很快恢复。

19.1.3.7 环境风险评价

经识别，本项目仅涉及风险物质浓硫酸、盐酸，存在环境风险的生产工艺主要为采场母液收集池防渗措施失效、车间除杂池、除杂沉淀或母液中转池防渗措施失效、环保回收井中渗漏母液、母液输送管线发生破裂后引起的母液渗漏，污染地下水环境、地表水环境；浓硫酸储罐、盐酸储罐发生泄漏后对大气环境的影响。在落实了评价提出的环境风险防范措施并加强风险管理后，项目环境风险可接受。

19.1.4 污染防治措施可行性

19.1.4.1 大气污染防治措施

本项目产生的大气污染物主要包括浸萃工艺过程中产生的盐酸雾（以氯化氢计）和挥发性有机物（VOCs）；二是各环节产生的扬尘（粉尘）。

浸萃工艺产生的 HCl 和挥发性有机物，主要采取盐酸储罐、贫有机相槽、负载有机相槽等均采用玻璃钢等防腐密闭槽体，并配备呼吸阀。对于各类槽体的进、出料口等难以完全密闭的点位，采用水封措施，可有效溶解、吸收逸出的微量 HCl，并抑制 VOCs 的挥发。盐酸储罐的呼吸孔废气，通过管道引至碱液吸收桶进行中和处理后，最终通过 25m 高排气筒排放，有效处理“大、小呼吸”产生的盐酸雾。

各环节产生的粉尘主要为无组织排放源。产生工段为注液孔施工、临时堆土场等，注液孔挖掘、回填复垦和临时堆放采用湿式作业，岩土装袋堆放；临时堆土场及时覆土、恢复植被；道路扬尘污染防治是运输

道路绿化、限制车速、加强管理、严禁超载。

19.1.4.2 水环境防控措施

本项目拟采取措施从源头上减少了浸矿母液的渗漏，在浸矿母液输送途径上监控污染的传输，按照“源头削减控制-过程监管预警-末端防控”的思路，将开采活动对水环境的影响降低到最小。

（1）源头控制

针对矿区内采场及水冶车间，采取合理浸矿剂配比及用量+分区防渗+清污分流+控制注液强度和速度+环保回收井+淋洗处理+闭矿后封堵注液孔、保留收液和环保系统的源头削减控制措施。

（2）过程监管预警

在流经矿区的中坊溪、廖地溪等河流向沿程上布设地表水监测断面，整个矿区建立地表水监测网体系。选择 pH 值、镁和硫酸盐等特征因子作为监测因子，通过定期监测和趋势分析，及时发现地表水沿程方向变化情况。每个矿块的地下水流向布设 2-5 口地下水过程监管井，整个矿区建立地下水监测网体系。

（3）末端防控措施

中坊稀土矿区地下水风险管控边界或浸采矿块所在小流域垭口处，易于采取地下水水力截获措施的区域。地下水风险管控边界设置地下水抽提系统+尾水收集设施。开采最后一个矿块的淋洗尾水，设置尾水处理站，采取微生物处理技术对硫酸盐进行治理，工艺为调节池+一体化处理系统+沉淀池+三级反应池，处理规模为 200m³/d，实现硫酸盐去除率 ≥ 80%，出水硫酸盐浓度 ≤ 250mg/L。经处理后的尾水可满足《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）。

19.1.4.3 噪声控制措施分析

水冶车间噪声主要控制措施：将高噪声设备布置在厂区远离居民点

的位置；工艺设计中产生噪声较大的设备采取降低噪声的措施；设备选型时，选择满足国家噪声标准要求的低噪声设备。

道路交通噪声主要控制措施：合理调度运输车辆作业时间，减少夜间行车时间；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。

19.1.4.4 表土与固体废物处理处置措施

原地浸矿采场单个注液孔产生的岩土量较少，装袋堆存在注液孔附近，浸矿结束后及时回填注液孔；收液巷道掘进产生的弃土，临时堆存在原地浸矿采场附近的凹地，最终部分回填到收液巷道中，剩余的弃土用于原地浸矿采场收液池，母液中转池和水冶车间的填埋用土。

项目运营期的各类固废均得到妥善处置。

19.1.4.5 生态保护措施

原地浸矿工艺作为一种生态友好型开采工艺，基本保留了矿区的灌木和乔木，对生态环境的影响具有短期性。其主要的生态影响发生在清表作业阶段即对地表植被的清理。各矿体的原地浸矿采场服务年限一般为 1 年左右，因此原地浸矿采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，栽植灌草以恢复、改善生态。

19.1.4.6 事故风险防控措施

(1) 采区

采区的母液收集池和事故池均采用防渗材料（沙包池+内铺防渗膜）进行防渗处理；高位池、集液池、截渗坝采用防渗混凝土结构，满足重点防渗要求；截液沟的沟底和外侧壁用防渗膜或抗渗砂浆进行防渗处理，收液巷道、巷道导流孔采用水泥砂浆进行防渗处理。

(2) 水冶车间

水冶车间的浸出液配液池、事故池等采用沙包池体。池底经原土夯实后，采用素混凝土打垫层，基础采用抗渗钢筋混凝土整体基础，内铺防渗膜；池壁采用沙包池+内铺防渗膜的形式进行防渗，最终防渗效果满足重点防渗的要求。静置澄清池、母液中转池、萃余液池采用防渗混凝土结构，满足重点防渗要求。

为防止母液渗漏后对地下水的影响，需加强事故苗头控制，定期巡检、调节、保养、维修池体及母液输送管线尤其防渗膜接缝处、管线连接法兰及截止阀处，及时消除事故隐患。

（3）储罐区域

浓硫酸储罐区、浓盐酸储罐区、P507 萃取剂的存储区域均需采取防渗措施，满足重点防渗要求。

19.1.5 产业政策及选址可行性分析结论

本项目符合《产业结构调整指导目录（2024 年本）》和《稀土行业规范条件（2016 年本）》。符合国家和地方的社会经济发展规划、矿产资源发展规划以及环境保护发展规划。

本项目符合“三线一单”相关要求，从环境承载力（地表水、地下水、大气、生态）、环境保护目标（水源地、自然保护区、风景名胜、文物古迹以及国家规定保护的动植物种类）等方面看，项目选址可行。

19.1.6 公众参与结论

本次公众参与以网络媒体公示、地方报纸刊登公示、张贴告示等多种方式获取公众对本项目环境保护方面的信息。

公示分两个阶段进行，第一阶段，建设单位于 2024 年 10 月 14 日在公司网站开展了本项目公众参与第一次公示。

第二阶段，建设单位于 2025 年 10 月 15 日、10 月 22 日在《闽西日报》和公司网站进行公众参与征求意见稿公示，并在敏感点现场张贴了

公示。

公示期间未收到与环境保护相关的反馈意见，本项目获得了周边群众、单位和有关团体的支持。

19.1.7 项目可行性结论

本项目改扩建后总生产能力为生产 1000t/a 稀土氧化物(以 REO 计)。项目一半规模工艺采用原矿镁盐绿色浸取——离心萃取高效富集回收的全新工艺。该工艺的浸矿剂选用镁盐，避免了铵盐的引入，该工艺缩短了生产流程，直接产出氯化稀土产品，提高了资源利用率。余下一半规模采用硫酸镁浸矿和碳酸氢钠除杂沉淀工艺，从源头上减少铵盐的带入，可显著提高稀土资源回收率，缩短后处理时间，减少带入新的污染物。项目建设符合国家及地方有关环境保护法律法规、标准、政策、规范及规划要求。项目采用的污染防治措施技术可靠、经济可行。环境影响分析表明，项目排放的污染物对大气、声、土壤、生态环境等的影响不会改变所在区域环境功能区质量，环境风险水平可接受。由此可见，该项目具备显著的环境正效益，实现了资源开发与生态保护的动态平衡。因此，从资源合理利用和环境保护的角度来看，项目建设总体可行。

19.2 建议

(1) 加强母液渗漏率观测，合理控制稀土矿山开采注液强度和速度，做好车间地面防渗、采场清污分流、合理设置环保回收井、闭矿后封堵注液孔保留收液系统，从源头上削减地下水污染源。

(2) 密切关注碳酸氢钠除杂沉淀工艺带来的钠离子污染对土壤、地表水、地下水的影响，实时监测母液中钠离子浓度。

(3) 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。