

吉首市龙昇新材料科技有限责任公司
古者矿区钒矿矿山生态保护修复方案

湖南金石勘查有限公司

二〇二六年二月

吉首市龙昇新材料科技有限责任公司
古者矿区钒矿矿山生态保护修复方案

项目负责：贺丽林

报告编写：马海冰 汪 敏

审 核：陈 亮

总工程师：贺丽林

法人代表：董继荣

提交报告单位：湖南金石勘查有限公司

提交报告时间：二〇二六年二月

目 录

1 基本情况	1
1.1 方案编制基本情况.....	1
1.2 矿山基本情况.....	7
1.3 矿山开采与生态保护修复现状.....	18
2 矿山生态环境背景	35
2.1 自然地理.....	35
2.2 地质环境.....	39
2.3 生物环境.....	59
2.4 人居环境.....	61
3 矿山生态问题识别和诊断	65
3.1 地形地貌景观破坏.....	65
3.2 土地资源占损.....	73
3.3 水资源水生态影响.....	80
3.4 矿山地质灾害影响.....	89
3.5 生物多样性破坏.....	99
4 生态保护修复工程部署	101
4.1 生态保护修复工程部署思路.....	101
4.2 生态保护修复目标.....	101
4.3 生态保护修复工程及进度安排.....	103
5 经费估算与基金管理	145
5.1 经费估算.....	145
5.2 基金管理.....	155
6 保障措施	157
6.1 组织保障.....	157
6.2 技术保障.....	157
6.3 监管保障.....	158
6.4 适应性管理.....	158

6.5 公众参与.....	159
7 矿山生态保护修复方案可行性分析	160
7.1 经济可行性分析.....	160
7.2 技术可行性分析.....	162
7.3 生态环境可行性分析.....	163
8 结论与建议	164
8.1 结论.....	164
8.2 建议.....	166

1 基本情况

1.1 方案编制基本情况

1.1.1 任务由来

吉首市龙昇新材料科技有限责任公司古者矿区钒矿（后简称为“古者钒矿”）现持采矿许可证编号为：*****，采用地下开采方式开采钒矿，生产规模为**万 t/a，有效期限为 2016 年 11 月 16 日至 2021 年 11 月 16 日，现已到期。

为办理采矿许可证延续登记手续，合理利用矿产资源、有效保护矿山地质环境。根据我省自然资源厅 2021 年颁布的《关于进一步加强新建和生产矿山生态保护修复工作的通知》（以下简称《通知》）湘自资办发〔2021〕39 号文件精神，矿山委托我单位对矿区地质环境、生态环境进行了调查，并在以上资料的基础上编制《矿山生态保护修复方案》（以下简称《方案》）。

我单位接受委托任务后，严格按照《通知》及相应的生态修复调查工作程序与委托书的要求开展工作，收集有关技术资料及人文社会经济资料，并赴现场进行了野外调查及访问，经室内综合分析整理，完成了该《方案》的编制工作。

1.1.2 编制依据

1.1.2.1 法律法规

1、《中华人民共和国水土保持法》（2010 年 12 月 25 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十八次会议修订）；

2、《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）；

3、《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 7 月 27 日修订，2018 年 1 月 1 日施行）；

4、《中华人民共和国土壤污染防治法》（2018 年 8 月 31 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第五次会议通过）；

5、《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日第十三届全国人民

代表大会常务委员会第六次会议第二次修正)；

6、《中华人民共和国森林法》(2019年修订)；

7、《矿山生态环境保护规定》自然资源部令(2019年7月24日)第5号；

8、《中华人民共和国土地管理法》(2019年8月26日)；

9、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020年10月29日修订，2020年9月1日施行)；

10、《中华人民共和国民法典》(2020年5月28日颁布，2021年1月1日起施行)；

11、《中华人民共和国土地管理法实施条例》(2021年7月2日)；

12、《中华人民共和国矿产资源法》(2025年7月1日起施行)；

1.1.2.2 有关政策依据

1、《关于精简采矿权审批相关矿山地质环境资料的通知》(湘国土资发[2010]13号)；

2、《关于加快建设绿色矿山的实施意见》(国土资规〔2017〕4号)；

3、《湖南省绿色矿山建设工作方案》(湘国土资发)〔2018〕5号；

4、《湖南省绿色矿山管理办法》(湘自然资规〔2019〕4号)。

5、湖南省人民政府办公厅关于全面推动矿业绿色发展的若干意见(湘政办发〔2019〕71号)

6、《关于进一步加强新建和生产矿山生态保护修复工作的通知》(以下简称《通知》)湘自资办发〔2021〕39号文件；

7、《关于做好新建和生产矿山生态保护修复年度验收工作的通知》(湘自资办发〔2021〕82号)；

8、《国务院办公厅关于科学绿化的指导意见》(国办发〔2021〕19号)；

9、湖南省自然资源厅湖南省生态环境厅关于印发《湖南省矿山生态修复基金管理办法》的通知(湘自资规〔2022〕3号)。

1.1.2.3 技术规范依据

1、《地质灾害防治工程勘察规范》(DB50/143-2003)；

- 2、《开发建设项目水土保持方案技术规范》（SL204-98）；
- 3、《水土保持综合治理技术规范沟壑治理技术》（GB/T16453.3-2008）；
- 4、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- 5、《给水排水工程构筑物结构设计规范》（GB50069-2002）；
- 6、《生态公益林建设技术规程》（GB / T18337.3-2001）；
- 7、《煤炭工业污染物排放标准》（GB20426-2006）；
- 8、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- 9、《林业生态造林技术规程》（DB867-2013）；
- 10、《矿山生态环境保护与恢复治理技术规范（试行）》（HJ 651-2013）；
- 11、《造林技术规程》（DB43T140-2014）；
- 12、《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）》2014年4月省财政厅、省国土资源厅编制；
- 13、《全国生态功能区划（修编版）》环境保护部、中国科学院（2015.11）
- 14、《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；
- 15、《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- 16、《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》（后文简称《三下采煤规范》）国家安全监管总局、国家煤矿安监局、国家能源局、国家铁路局 2017年5月发布；
- 17、《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）；
- 18、《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）；
- 19、《矿山地质环境保护与恢复治理验收标准》（DB43T 1393-2018）；
- 20、《煤炭行业绿色矿山建设规范》（DZ/T0315-2018）。
- 21、《湖南省地质灾害危险性评估报告编制与审查要点（试行）》（湘自然资办发〔2019〕85号）；
- 22、《农田灌溉水质标准》（GB 5084-2021）；
- 23、《地质灾害危险性评估规范》（DB/T 40112-2021）；
- 24、《矿山生态保护修复方案编制规范》（DB43/T 2298-2022）。

1.1.2.4 资料依据

- 1、2012年2月，湖南省有色地质勘查局二四五队编制提交的《湖南省吉首市古者矿区钒矿详查报告》；
- 2、2012年5月，湖南省金石勘查有限公司编制提交的《湖南省吉首市古者矿区钒矿矿业权设置方案》；
- 3、2012年10月，怀化湘西金矿设计科研有限公司编制提交的《湖南省吉首市古者矿区钒矿资源开发利用方案》；
- 4、2013年3月，湖南省环境保护科学研究院编制的《吉首市龙昇新材料科技有限责任公司石煤资源综合利用项目环境影响报告书》；
- 5、2021年10月，湖南省勘测设计院编制的《吉首市龙昇新材料科技有限责任公司古者矿区钒矿矿山地质环境保护与恢复治理分期验收报告》；
- 6、2025年6月，湘西土家族苗族自治州人民政府公示的《湘西土家族苗族自治州国土空间总体规划（2021-2035年）》；
- 7、2026年2月，湖南省金石勘查有限公司编制提交的《吉首市龙昇新材料科技有限责任公司古者矿区钒矿矿山生态保护修复分期验收报告》；
- 8、其它编制本《方案》需要的采矿许可证、矿业权设置范围相关信息分析结果简报、土地利用现状图*****（三调2024数据）等。

1.1.3 目的任务

1.1.3.1 工作目的

《方案》编制的主要目的是通过矿山生态环境识别和诊断，制定矿山企业在建设、开发、闭坑各阶段的生态保护修复方案，最大限度地减轻矿业活动对生态环境的影响，实现矿山生态环境保护修复，落实矿山企业对生态保护修复义务，为矿山企业实施矿山生态保护修复提供技术支撑，为矿山的生态保护修复基金提取、验收与监督管理提供依据。

1.1.3.2 工作任务

- 1、收集资料整理，确定矿山生态保护修复调查范围，开展生态问题现状识别与

诊断；根据矿山后续开采计划，对地形地貌景观破坏、土地资源损毁、水资源水生态破坏、诱发加剧与遭受矿山地质灾害可能与危险程度进行生态问题发展趋势分析。

- 2、根据矿山生态问题识别和诊断结果，提出生态保护修复思路、目标和措施。
- 3、拟定矿山生态保护修复实施内容的总体部署和进度安排。
- 4、对矿山生态保护修复工程经费进行估算。
- 5、提出保障矿山生态保护修复落实的措施。
- 6、对矿山生态保护修复方案进行可行性分析。

1.1.4 完成的工作量

本次工作搜集资料包括地质、采矿、工程地质、水文地质及生态环境、人文、社会经济、自然地理及林业资源等资料，主要为文字报告、图件及表格资料。

野外实际调查识别内容包括地形地貌、地层、构造、矿床及矿床开发、地表水、井泉、人居环境、水生态及水环境、土地资源及土石环境、地质灾害、重要工程建设设施、矿山开采情况、矿区水文及工程地质情况、矿山生态环境破坏及保护修复情况，矿山交通情况等。

表 1-1-1 完成工作量表

工作项目	工作量	备注
调查日期	2025年7月10日至15日，2025年10月5日至8日、2025年12月4日至8日现场调查，2026年1月29日现场核查。	
资料收集	矿山详查报告、矿业权设置范围相关信息分析结果简报、开发利用方案等相关资料。	
调查生态区面积	29.8km ²	
调查路线长度	36km	
水文点	36个（泉水24处，溪沟测流点12处）	溪沟及井泉
地质点	55个	
地表水样点	收集历史资料9个，本次取样4个	
地下水样点	收集历史资料4个，本次取样2个	
土壤取样点	收集历史资料2个，本次取样3个	
河流溪沟	5条（10000m）	
调查风化层厚度	5处	
调查民房	380栋/1170人	
生态保护修复工程	地形地貌景观修复工程，水、土环境污染修复工程	
照片	225（采用26张）	

经过室内总结归纳，本次收集的资料、野外调查工作面积大于矿山开采对生态环境影响的最大面积。本矿山生产规模为**万 t/a 每年，属大型矿山。根据《矿山生态

保护修复方案编制规范》（DB43/T 2298-2022），大型矿山的调查点数量不能少于 15 个。本矿山的调查点数大于 55 个，满足规范要求。

经过室内总结归纳，本次收集的资料和野外调查工作基本能够满足矿山生态保护修复方案编制规范的要求。

1.1.5 方案适用范围

本方案的适用范围划分主要考虑以下几个因素：

1、以划定的采矿权范围为基础，即本方案的适用范围涵盖了全部采矿权范围以及现状和预测生态问题分布范围（含可能影响的范围）为依据；

2、以矿山的水文地质条件、工程地质条件为主要影响因素，考虑环境地质因素，以分水岭作为划分依据；

3、以矿山的生态环境作为控制因素，主要考虑植被分布情况、农田分布情况、人居因素、岩石移动范围等，并结合矿山具体情况，确定生态修复区范围。具体生态修复区范围如下：

矿区生态修复区范围：东部、南部、西部、北部均以自然分水岭为界，该区域包含矿山开采可能对水土生态、地形地貌景观的最大影响范围，以上生态修复区总面积约 29.8k m²（见附图 2）。

1.1.6 方案服务年限

依据怀化湘西金矿设计科研有限公司 2012 年 10 月编制的《湖南省吉首市古者矿区钒矿资源开发利用方案》，在生产能力为**万 t/a 的前提下，矿山服务年限为 77 年。该矿山自 2012 年取得采矿许可证以来一直未开采，因此矿山剩余服务年限仍为 77 年。

目前钒矿的市场前景受到其在传统工业和新兴储能领域双重需求的推动，整体呈现稳中有升的趋势，尤其在新能源领域的应用被视为未来增长的关键驱动力。因此矿山拟在本次办理延续后投入生产，本次以方案编制的 2026 年 3 月作为基准期。

本矿山的投资规模大，生产规模大，前期需开展基建工程，原开发利用方案未计算其基建期。根据矿山投资规划，计划于 2026 年、2027 年完成基建投资，2028 年正式投产，其服务期约为 79 年。因此矿山的服务期为 2026 年 3 月至 2104 年 12 月。

本次设计闭坑后矿山生态保护修复期为 1 年（修复工程完成后 3 年为监测管护期），以上合计为 83 年。故本方案的服务年限为 83 年（2026 年 3 月～2108 年 12 月）。

1.2 矿山基本情况

1.2.1 矿山区位条件

1.2.1.1 矿山交通区位条件

古者钒矿位于湖南省吉首市北直距约 15km 处，行政隶属于吉首市已略乡管辖。地理坐标为：东经*****~*****，北纬*****~*****。

S99 龙吉高速、352 国道从矿区东南部通过。经乡村公路及国道约 20km 即可到达湘西州府吉首市。在吉首市，铁路方面有张家界至吉首的高速客运铁路、焦柳线通过。公路方面，有 S99 龙吉高速、S65 包茂高速、S56 杭瑞高速、219 国道、352 国道、319 国道等通过市区。未来矿山的选厂拟选址于吉首市河溪镇西南 2km 处，距离矿区 27km，从矿区出发经 G352 国道约 40km 可抵达选厂，运输条件良好。

综上所述，矿山交通十分便利（见交通位置图，插图 1-2-1）。

1.2.1.2 矿山生态区位条件

根据《全国生态功能区划（修编版）》，生态修复区位于武陵山区生物多样性保护与水源涵养重要区。

该区域的主要生态问题是人类活动干扰强度大；森林资源过度开发导致植被破坏、水土流失以及森林、草原、湿地等自然栖息地遭到破坏，生物多样性受到严重威胁等。可采取的生态保护主要措施主要为：加强对水源涵养区的保护与管理；加强生态保护与恢复，恢复与重建水源涵养区森林、草地、湿地等生态系统；控制水污染，减轻水污染负荷；保护自然生态系统与重要物种栖息地，限制或禁止各种损害栖息地的经济社会活动和生产方式，如无序采矿、毁林开荒、湿地和草地开垦、道路建设等。防止生态建设导致栖息环境的改变等。

插图 1-2-1 矿山区位条件图

根据《湘西土家族苗族自治州国土空间总体规划（2021-2035 年）》，矿山所在的已略乡生态定位主要是围绕其优越的自然环境和民族文化资源，以发展休闲农业和生态旅游为核心，致力于打造成为吉首市的“后花园”。

1.2.1.3 国土空间规划区位

根据《湘西土家族苗族自治州国土空间总体规划（2021-2035 年）》和采矿权信息核查，本矿区范围未涉及限制开采区/限制勘查区，不在环保、林业、水利、农业、住建等相关部门划定的各类保护区，与省生态环境厅自然保护区、自然资源部下发自然保护区、风景区信息、国家级自然保护区、生态红线、饮用水水源保护区禁止开发区边界信息均无重叠。

矿山所在地位则位于矿产能源发展区（见插图 1-2-2），矿产能源发展区重点勘查开发铅、锌、锰、钒等湘西州优势金属矿种，有序开发陶瓷土、方解石（碳酸钙）、砂石土矿等优质非金属和地热、矿泉水等清洁矿产资源，保障新兴产业、先进制造业和重点产业链发展，满足民生需求；落实限制性、禁止性矿种勘查开发产业政策，逐步退出石煤（碳沥青）、汞矿勘查开采，促进资源勘查开发与环境承载力相匹配，加强重要成矿区带勘查开发，优化矿业开发布局。

插图 1-2-2 矿山在国土空间规划分区中的位置

根据新矿产资源法，钒矿已被列为国家战略性矿产资源，湖南省在“十四五”矿产资源规划中明确将钒作为重点勘查和开发的矿种之一，并支持其产业链发展，包括

高纯五氧化二钒、钒合金、钒电池电解液等精深加工等。

1.2.1.4 产业区位条件

矿山位于吉首市已略乡红坪村和龙舞村一带，位于湖南省湘西土家族苗族自治州吉首市已略乡东北部，距离吉首城区约 15 公里，地处吉首市与保靖县交界区域，区位优势明显。该村是纯苗族聚居地，2018 年被列入中国传统村落名录，拥有独特的民族文化资源和优美的自然环境。

在产业区位条件方面，红坪村、龙舞村依托其地理位置和资源优势，重点发展乡村旅游和特色农业，形成了以“农旅融合”为核心的产业格局：

交通区位优势：吉保二级公路穿矿区而过，连接吉首市区与保靖县吕洞景区，并与 209 国道相连，形成乡村旅游经济圈闭环，为客源输送提供了便利条件。公路沿线经过美化升级，打造了“网红公路”景观，提升了村庄的可达性和吸引力。

资源禀赋突出：村域内山水资源丰富，拥有浪头河、茶园、山林等生态资源，为发展生态旅游、休闲度假奠定了基础。同时，作为苗族聚居村，苗寨文化、农耕文化等非物质资源也为文旅融合提供了支撑。

产业布局清晰：以“七彩红坪”为主题，规划了九大功能区，包括苗族农产品展销区、生态田园区、露营探险区、烧烤聚会区等，形成了集观光、体验、度假、康养于一体的现代休闲农业产业链。主导产业为湘西黄金茶，种植面积达 2100 多亩，并配套发展了牛蛙、鹌鹑、黄牛、黑猪、蜜蜂等特色养殖 23。

政策与平台支持：作为已略乡乡村旅游示范点，红坪村、龙舞村获得了政府专项规划和资金支持。为实现抱团发展，乡政府牵头成立全州首家乡镇级文化旅游发展公司，整合 7 个村资源，推动区域旅游一体化运营 2。

综上，红坪村、龙舞村凭借便捷的交通、丰富的生态与文化资源，以及明确的产业规划和政策支持，形成了以乡村旅游和特色农业为主导、农旅深度融合的产业区位优势。

1.2.2 矿山采矿许可证及矿权范围

古者钒矿现持采矿许可证编号为：*****，采用地下开采方式开采钒矿，生产规模为**万 t/a，矿区采矿权范围由 19 个拐点坐标圈定，矿区面积为*****k

m²，准采标高+540m~-50m，有效期限为2016年11月16日至2021年11月16日。矿山范围拐点坐标见表1-2-1。

表 1-2-1 矿山范围拐点坐标表（CGCS2000 坐标系）

点号	X	Y	点号	X	Y
1	*****	*****	11	*****	*****
2	*****	*****	12	*****	*****
3	*****	*****	13	*****	*****
4	*****	*****	14	*****	*****
5	*****	*****	15	*****	*****
6	*****	*****	16	*****	*****
7	*****	*****	17	*****	*****
8	*****	*****	18	*****	*****
9	*****	*****	19	*****	*****
10	*****	*****			
标高：+540m~-50m；			面积：*****km ²		

1.2.3 矿山生产经营情况及生态修复基金的计提

1.2.3.1 矿山生产经营情况

吉首市龙昇新材料科技有限责任公司成立于2011年3月15日，法定代表人为***，注册资本10000万元人民币，统一社会信用代码为91433101570276826K，注册地址位于湖南省吉首市乾州办事处世纪大道州水利大厦二单元21楼。公司主要从事钒矿开采、冶炼、加工销售及矿产品销售业务。

2011年1月27日，该公司取得吉首古者钒矿探矿权，同年3月完成工商注册及相关资质办理，通过探矿权转采矿权方式，在湖南省吉首市已略乡建立钒矿生产基地，并与专业勘探机构合作开展矿区详探。作为湘西州三大钒矿开采企业之一，其未来投产的五氧化二钒为当地钒储能电池产业链提供基础材料支撑。

2012年，该公司取得古者钒矿采矿权后，一直未投入生产，尚未产生经济效益。

1.2.3.2 生态修复基金的计提

矿山已按湖南省矿山生态修复基金管理辦法的要求，建立生态修复专项基金账户，开户银行为：中国建设银行股份有限公司吉首支行，账号名称为：吉首市古者矿区钒矿，账号为：*****，金额：120万元。矿山一直未投产，基金账户未动用。

1.2.4 矿体特征

1.2.4.1 矿体特征

古者矿区钒矿属生物化学沉积型钒矿床。区内矿化主要为钒，钒矿层即为钒矿化体，钒矿体产于其中。在平面上，因矿区背斜构造向南西倾伏，故钒矿层在区内成似“马蹄形”出露，转折端岩层倾向南西，倾角较平缓，为 $8\sim 12^\circ$ ，北西翼岩层倾向北西，倾角平缓，为 $5\sim 10^\circ$ ，从转折端向东，岩层倾向南东，倾角逐渐变陡，为 $10^\circ\sim 25^\circ$ 。局部受断裂构造影响，岩层倾角可变陡至 40° 。钒矿层在矿区出露较好，露头在16线附近向北西、39线附近向北东分别延伸出矿区。钒矿层及矿体露头在背斜北西翼长约9.5km，在背斜南东翼长约5.5km，区内总长约15.0km，在地表仅发现被F2断层小规模切割，垂直断距约10~20m。

在倾向上，沿露头向深部钒矿层已有工程控制宽度为400~2000m，而且全矿区钒矿仍向深部延伸。在垂向上，钒矿层呈稳定层状顺层产于牛蹄塘组下段含钒岩系中，产状与上下岩层产状完全一致。

矿区划分的3个钒矿层对应于赋矿地层牛蹄塘组下段含钒岩系各岩性小层，均有其固定的产出层位，在含钒岩系中分布普遍，层位稳定连续，厚度变化不大，品位均匀。

I矿层位于含钒岩系的下部，为矿区主要矿层之一，其矿体稳定、连续，且品位最高。经勘查，区内I矿层共探获2个工业矿体，分别为I1、I2矿体。属硅质岩与页岩互层型钒矿。

II矿层既是含钒矿层，又是区内的标志层，含矿岩石特征明显（含磷结核），共探获2个工业矿体，分别为II1、II2矿体，属页岩型钒矿。

III矿层也是主要矿层，探获1个工业矿体，即III1矿体，属页岩型钒矿。

以上五个矿体中，I1、III1矿体为矿区主矿体，其它3个矿体为次要矿体或小矿体。钒矿体分布于全矿区，但主要集中产于0~20线。在构造部位上，矿体则主要产于背斜的北西翼。在空间上，各层矿体平行叠置产出。各钒矿体描述分别如下：

1、I矿层

(1) I1矿体

I1矿体探获332+333类 V_2O_5 资源量****万t，占矿区332+333类 V_2O_5 总资源量的40.37%。从西20线到东39线，工程控制走向长度7200m，倾向宽400~1950m，

连续展布面积 5.59km²。矿体产于背斜的两翼，背斜轴部较为宽缓，背斜轴向 NE 扬起，向 SW 倾伏。矿体地表出露标高为 240~520m，北东翼矿体出露较高，全部位于最低侵蚀基准面（235m）以上，而南西翼矿体出露较低，在 31 线深部有少部分矿体位于最低侵蚀基准面以下。工程控制矿体最低埋藏标高为 154.13m（ZK311）。

I1 矿体北西翼走向 95°~135°，倾向 185°~225°，倾角一般为 4°~7°，南东翼走向 40°~80°，倾向 1300~1700，倾角 9°~18°。矿体厚度 1.01~6.45m，平均厚度为 1.90 m，矿体形态属简单型。矿体各单工程 V₂O₅ 含量为 0.50×10⁻²~2.30×10⁻²，平均为 1.02×10⁻²。

（2）I2 矿体

I2 矿体位于 41~45 线，为山顶剥蚀残留，走向长度 500m，倾向最大宽度 80m，连续展布面积 0.05km²。矿体分布于背斜南东翼，走向 45°~50°，倾向 135°~140°，倾角 6°~10°。矿体赋存标高为 495~565m，全部位于最低侵蚀基准面（235m）以上。在其南东为 F3 断层，矿体厚度 1.40~1.50m，平均 1.45m，矿体形态属简单型。据探槽资料，单工程 V₂O₅ 含量为 1.04×10⁻²~1.61×10⁻²，全矿体平均为 1.33×10⁻²。

2、II矿层

（1）II1 矿体

II1 矿体分布于背斜的两翼，主要在北西翼，从西 20 线到东 39 线，工程控制走向长度 7100m，倾向宽 400~1950m，连续展布面积 3.58km²。矿体在背斜轴部较为宽缓，背斜轴向 NE 扬起，向 SW 倾伏。

矿体在平面上出现无矿天窗 1 处（8 线~12 线之间），低品位矿 4 处（12 线附近、0 线附近、3 线~4 线之间、23 线~25 线之间）。矿体地表出露标高为 245~525m，北东翼矿体出露较高，全部位于最低侵蚀基准面（235m）以上，而南西翼矿体出露较低，在 23 线深部有少量低品位矿体位于最低侵蚀基准面以下。工程控制矿体最低埋藏标高为 232.56m（ZK231）。

II1 矿体北西翼走向 95°~135°，倾向 185°~225°，倾角一般为 4°~7°，南东翼走向 40°~80°，倾向 130°~170°，倾角 9°~18°。

据地表探槽资料，矿体厚度为 1.00~4.22m，平均为 1.59m（算术平均）；深部钻孔资料，矿体厚度为 1.01~4.93m，平均为 1.71m（算术平均）。深部厚度略有增加，但增幅小，为 7.02%，表明 II1 矿体地表和深部矿体厚度变化较小。全矿体平均厚度

1.63m（资源量估算平均值），厚度变化系数为 112.84%，矿体形态中等。

矿体单工程 V_2O_5 含量为 $0.50 \times 10^{-2} \sim 1.37 \times 10^{-2}$ ，平均为 0.83×10^{-2} 。据全区共 138 个样品分析， V_2O_5 含量为 $0.50 \times 10^{-2} \sim 1.74 \times 10^{-2}$ ，均方差为 0.23，偏离平均值小，品位变化系数为 29.38%，属均匀变化。变化性指数为 0.08，属规则变化，矿石品位变化均匀。

（2）II2 矿体

II2 矿体位于 41~45 线，为山顶剥蚀残留，走向长度 500m，倾向宽度 80m，连续展布面积 0.05km²。矿体分布于背斜南东翼，走向 $45^\circ \sim 50^\circ$ ，倾向 $135^\circ \sim 140^\circ$ ，倾角 $6^\circ \sim 10^\circ$ 。矿体赋存标高为 500~565m，全部位于最低侵蚀基准面（235m）以上。在其南东为 F3 断层，矿体厚度 1.09~2.00m，平均 1.55m，矿体形态属简单型。据探槽资料统计，单工程 V_2O_5 含量为 $0.79 \times 10^{-2} \sim 1.00 \times 10^{-2}$ ，全矿体平均为 0.93×10^{-2} 。

3、III矿层

III矿层仅赋存有III1 矿体，为矿区主要工业矿体之一。

III1 矿体分布于背斜的两翼，主要在北西翼，从西 20 线到东 39 线，工程控制走向长度 7200m，倾向宽 400~1950m，连续展布面积 4.42km²。矿体在背斜轴部较为宽缓，背斜轴向 NE 扬起，向 SW 倾伏。矿体在平面上出现无矿天窗 1 处（12 线），低品位矿 1 处（8 线~12 线之间）。矿体地表出露标高为 245~535m，北东翼矿体出露较高，全部位于最低侵蚀基准面（235m）以上，而南东翼矿体出露较低，在 31 线深部有少部分矿体位于最低侵蚀基准面以下。工程控制矿体最低埋藏标高为 161.52m（ZK311）。

III1 矿体北西翼走向 $95^\circ \sim 135^\circ$ ，倾向 $185^\circ \sim 225^\circ$ ，倾角一般为 $4^\circ \sim 7^\circ$ ，南东翼走向 $40^\circ \sim 80^\circ$ ，倾向 $130^\circ \sim 170^\circ$ ，倾角 $9^\circ \sim 18^\circ$ 。

据地表探槽资料，矿体厚度 1.00~9.04m，平均 3.98m（算术平均）；深部钻孔资料，矿体厚度 1.10~6.60m，平均 3.02m（算术平均）。深部矿体厚度比地表减小，减幅为 24.12%。全矿体平均厚度为 3.39m（资源量估算平均值），厚度变化系数为 108.91%，矿体形态属中等型。在地表矿体自然分布曲线图上，呈较平缓的多峰值起伏变化。在深部钻孔矿体厚度自然分布曲线图上，呈平缓多峰值起伏，但起伏幅度较地表小。在 8 号勘探线矿体厚度自然分布曲线图上，曲线较为平缓，表明矿体沿倾向厚度变化较为稳定。

据探槽资料统计，单工程 V_2O_5 含量为 $0.52 \times 10^{-2} \sim 1.03 \times 10^{-2}$ ，平均为 0.79×10^{-2} ；据深部钻孔资料统计，单工程 V_2O_5 含量为 $0.53 \times 10^{-2} \sim 0.88 \times 10^{-2}$ ，平均为 0.70×10^{-2} 。 V_2O_5 含量深部比地表降低 11.39%。全矿体各单工程 V_2O_5 含量为 $0.52 \times 10^{-2} \sim 1.03 \times 10^{-2}$ ，平均为 0.77×10^{-2} 。

1.2.4.2 矿石特征

1、矿石类型及矿物组成

区内钒矿石类型可分为硅质岩-页岩互层型和页岩型 2 种类型，2 种类型钒矿石的矿物成分基本一致，主要由炭泥质和石英粉砂（或石英）组成，只是因含量的多少而存在差异。

（1）互层型钒矿石

主要由石英粉砂质炭泥质页岩与含炭质硅质岩组成，其厚度比例，石英粉砂质炭泥质页岩一般约占 40%，含炭质硅质岩一般约占 60%。

石英粉砂质炭泥质页岩中主要矿物成分为炭泥质，含量 45%~75%。石英粉砂含量 25%~50%，方解石含量约 1%~2%，另外见有少量云母碎片、褐铁矿、氧化铁质和沥青。

含炭质硅质岩中主要矿物成分为石英，含量 >90%，另外炭质含量约 5%，方解石含量约 3%，偶见少量石英粉砂、石英脉、膏盐假晶和硅质骨针。

（2）页岩型钒矿石

分布于互层型钒矿石之上，主要矿物为炭泥质，含量 60%-80%，其中粘土矿物（水云母）与炭质在镜下观察不易区分，也未见独立的钒矿物。石英粉砂含量 15%~35%，另外见有云母碎片、胶磷矿（结核）、细线状黄铁矿及少量方解石、沥青等。

2、矿石结构、构造

区内矿石主要为粉砂-泥质结构、显微鳞片结构和显微晶粒结构，条带状构造、纹层状构造及薄层状构造。

3、矿石的化学成分

矿石中主要有用组分为 V_2O_5 ，其它化学成分在不同自然类型矿石中略有差异。互层型钒矿石主要化学成分 SiO_2 含量高，为 $72.81 \times 10^{-2} \sim 78.85 \times 10^{-2}$ ，平均 75.83×10^{-2} ，而 Al_2O_3 含量低，为 $3.76 \times 10^{-2} \sim 5.04 \times 10^{-2}$ ，平均 4.40×10^{-2} 。页岩型钒矿石主要化学成分 SiO_2 低于互层型钒矿石，分别为 $62.62 \times 10^{-2} \sim 75.64 \times 10^{-2}$ ，平均 69.13×10^{-2} ，而 Al_2O_3

含量则高于互层型钒矿石，为 $5.12 \times 10^{-2} \sim 7.54 \times 10^{-2}$ ，平均 6.33×10^{-2} 。次要化学成分中钙、铁等差别不大。总的来说，古者钒矿为高硅页岩型。

4、矿石中共（伴）生有用、有益、有害组分

钒矿石中共生有用组分主要为石煤。全区经对 21 个钻孔中 246 个钒矿样品的发热量测定，仅有 2 个达工业发热量，其余钒矿样品发热量较低，一般仅在 2500~3500J/g 之间，均小于工业发热量。

另据 30 件矿石组合样品分析结果，矿石中主要伴生有益组分为 Cu、Ni、Mo、Ag、RE（Y）、Zn 等，Cu 含量为 $0.005 \times 10^{-2} \sim 0.039 \times 10^{-2}$ ，平均 0.020×10^{-2} ，Ni 含量为 $0.0035 \times 10^{-2} \sim 0.0870 \times 10^{-2}$ ，平均 0.0219×10^{-2} ，Mo 含量为 $0.0007 \times 10^{-2} \sim 0.0030 \times 10^{-2}$ ，平均 0.0015×10^{-2} ，Ag 含量为 $0.5 \times 10^{-6} \sim 10 \times 10^{-6}$ ，平均 5.6×10^{-6} ，RE(Y) 含量为 $91.7 \times 10^{-6} \sim 269.0 \times 10^{-6}$ ，平均 169.5×10^{-6} ，Zn 含量为 $0.01 \times 10^{-2} \sim 0.34 \times 10^{-2}$ ，平均 0.10×10^{-2} ；

有害组分主要是 ^{238}U ，As， ^{238}U 含量为 359.39(Bq/kg)~721.24(Bq/kg)，平均 561.31(Bq/kg)，As 含量为 $0.005 \times 10^{-2} \sim 0.015 \times 10^{-2}$ ，平均 0.009×10^{-2} ，二者含量均很低。

5、矿石类型

按矿物组合特征及矿石构造划分为硅质岩-页岩互层型与页岩型矿石 2 类。其中前者 V_2O_5 资源量占矿区工业 V_2O_5 资源总量的比例为 40.75%，但其工业价值最高，为区内最主要的矿石类型。I 矿层中矿体的矿石类型属硅质岩-页岩互层型，矿石中含钒高的是其中的页岩部分；II、III 矿层中矿体的矿石类型属页岩型。

按矿石氧化程度可分为原生矿石、氧化矿石 2 类，但区内地表及浅部矿石仅局部氧化，且氧化深度很浅，原生矿石占绝大部分（95%以上），氧化矿数量极少，故矿体圈定未划分原生矿和氧化矿。

区内钒矿赋存于黑色含炭质硅质岩与石英粉砂质炭泥质页岩互层和黑色石英粉砂质炭泥质页岩、含磷结核石英粉砂质炭泥质页岩中，具有水平层理，矿体呈层状、似层状，矿床工业类型属层状矿床。

6、矿石品级

区内钒矿石中主要有用组分 V_2O_5 的含量分布较均匀，故未划分矿石品级。全区工业矿石的 V_2O_5 平均品位为 0.87×10^{-2} ，各工业矿体 V_2O_5 平均品位在 $0.77 \times 10^{-2} \sim 1.33 \times 10^{-2}$ 之间，单工程矿体 V_2O_5 含量一般在 $0.70 \times 10^{-2} \sim 1.00 \times 10^{-2}$ 之间。

1.2.4.3 矿床共（伴）生矿产

矿区勘查钒矿的同时，对共生的石煤作出了综合评价，对矿区可能存在的其它伴生有用矿产也进行了分析和了解。

1、石煤

石煤目前国家尚无正式规范要求和工业指标，对其评价参照湖南省会同县鲁冲—铁溪矿区土洞井田石煤矿床的工业指标，即石煤边界发热量： $Q_{net.ar}800\text{kcal/kg}$ （3350j/g），单工程工业发热量： $Q_{net.ar}1000\text{kcal/kg}$ （4180j/g），最低可采厚度：4m，夹石剔除厚度：4m。

矿区含钒岩系内与钒矿同体共生的石煤，据本次 21 个钻孔中 246 个钒矿样品发热量测试资料中，仅有 2 个达工业发热量（4180 j/g），但矿体均厚度小于最低可采厚度，且为单工程见矿，分别为 ZK081 钻孔 13 号样（发热量为 4208 j/g，厚度 0.69m）和 ZK202 钻孔 11 号样（发热量为 4295 j/g，厚度 1.13m）。其余钒矿样品发热量较低，一般仅在 2500 ~3500j/g 之间，均小于工业发热量。

含钒岩系上部 25m 范围内为区域含石煤层位（与钒矿异体共生），本次对 10 个钻孔中的牛蹄塘组上、下段交界处石煤层位采取的 106 个石煤样品测定了发热量，结果一般也仅在 2500~3500j/g 之间。

因此，区内石煤均达不到工业利用要求，在目前技术经济条件下无综合利用价值。

2、其它伴生矿产

区内伴生矿产主要有益组分为 Cu、Ni、Mo、Ag、RE（Y）、Zn 等，矿石中其平均含量分别为 $0.005\times 10^{-2}\sim 0.039\times 10^{-2}$ 、 $0.0035\times 10^{-2}\sim 0.0870\times 10^{-2}$ 、 $0.0007\times 10^{-2}\sim 0.0030\times 10^{-2}$ 、 $0.5\times 10^{-6}\sim 10\times 10^{-6}$ 、 $91.7\times 10^{-6}\sim 269.0\times 10^{-6}$ 和 $0.01\times 10^{-2}\sim 0.34\times 10^{-2}$ ，但由于无单独钒矿床伴生有益组分综合利用指标，其经济意义尚不清楚。

有害组分主要是 ^{238}U ，As，其含量分别为 359.39（Bq/kg）~721.24（Bq/kg）、 $0.005\times 10^{-2}\sim 0.015\times 10^{-2}$ ，其含量均很低，对矿床开采和冶炼不会造成危害。

另外互层型钒矿石中页岩除主要组分 V_2O_5 的含量较整体矿石超过 2 倍以上外，Cu、Ni、Mo、Ag、RE（Y）等若干伴生有益组分也有一定地富集。页岩在互层型钒矿中的比例一般为 40%左右，若能将其单独选出，对含量较高的伴生有益组分的利用有利。

1.2.4.4 矿石技术加工性能

2010年4~8月，湖南省矿产测试利用研究所受湖南发展投资集团有限公司委托对古丈县岩头寨钒矿直接硫酸浸出提取五氧化二钒进行了实验室流程试验和实验室扩大连续流程试验。

试验提交了《湖南省古丈县岩头寨矿区钒矿提钒试验（实验室扩大连续试验）报告》，该试验对古丈县岩头寨矿区钒矿石采用硫酸浸出→除杂氧化→离子交换→沉钒→煅烧制取V₂O₅成品（98级）的工艺和技术路线，流程简单，并且避免了以往的焙烧→浸取工艺中对环境的污染。

2010年11月，湖南省国土资源厅组织专家进行了评审，专家一致认为：“试验工艺可行，效果良好。其特点是：浸出过程中酸用量较少；废水大部分循环利用；在入选矿石V₂O₅平均品位为0.83×10⁻²时，钒浸出率达到79.76%，最终综合回收率达到75.92%；产品V₂O₅质量达到GB3283-2006 98级标准；初步概算成本为81396.12元/吨V₂O₅。因此，本工艺具有明显的先进性和可行性”。

1.2.5 矿山矿产资源储量

2012年2月，湖南省有色地质勘查局二四五队在经过矿区近一年的地质勘查工作后编制提交了《湖南省吉首市古者矿区钒矿详查报告》。本次详查工作共探获332+333+332_低+333_低类钒矿石量****万t，V₂O₅资源量****万t，其中332+333类钒矿石量****万，V₂O₅资源量****万t，占全区332+333+332_低+333_低类V₂O₅总资源量的83.16%，（332类钒矿石量****万t，V₂O₅资源量****万t，占全区332+333类V₂O₅资源量的36.54%；333类钒矿石量****万t，V₂O₅资源量****万t，占全区332+333类V₂O₅资源量的63.46%）。

1.3 矿山开采与生态保护修复现状

1.3.1 矿山开采历史与现状

1.3.1.1 矿山开采历史

古者矿区一直未进行过正规的钒矿开发，本矿区范围内原无采矿权设置，不存在矿业权纠纷和重叠问题，无相邻矿山。

但是从 20 世纪 80 年代起，由于交通条件的改善，为当地私采矿石创造了有利条件，区内陆续有小规模的民采问题，形成了大大小小多个废石堆积区及一个遗留的露采场。

2007 年，吉首市人民政府开展了非法开采矿山的专项整治工作，强力打击私挖盗采，本区的民采行为终止。

根据各单元的修复情况，本次将其划分为已修复区及未修复区分别进行介绍。

1、已修复区

本次的已修复区位于已略村东北部约 500m 左右，由一个露采场和四个废石堆组成（本次编号为 FS I ~FSIV），目前原露采场已利用修建了饲养家禽的厂房，做了绿化工作。周边的四个废石堆均为为自然修复，现场调查修复效果良好。

根据 2026 年 2 月，湖南省金石勘查有限公司编制提交的《吉首市龙昇新材料科技有限责任公司古者矿区钒矿矿山生态保护修复分期验收报告》，以上露采场和四个废石堆已通过了 2021 年度的分期验收。

见插图 1-3-1。

插图 1-3-1 原露采场已修建了养殖基地，四个废石堆已修复

2、未修复区

民采遗留未修复的废石堆分布在已略村东北部约 500m~1200m 区域，经调查统计共有 6 个废石堆（本次编号为 FSa~FSf），共占地约 5.08h m²。各废石堆堆放情况如下：

FSa 废石堆：共占地约 0.26h m²，其中林地约 0.05h m²，采矿用地约 0.21h m²，废石最大堆高约 5m，总方量约 6000m³。

FSb 废石堆：共占地约 0.81h m²，其中林地约 0.01h m²，裸岩石砾地约 0.80h m²，废石最大堆高约 3m，总方量约 12000m³。

FSc 废石堆：共占采矿用地约 0.33h m²，废石顺山坡堆放，最大堆高约 25m，平均厚度约 1.5m，总方量约 5000m³。

FSd 废石堆：共占地约 1.57h m²，其中林地约 0.21h m²，采矿用地约 1.36h m²，废石顺山坡堆放，最大堆高约 20m，平均厚度约 1.5m，总方量约 24000m³。

FSe 废石堆：共占地约 1.16h m²，其中林地约 0.01h m²，农村道路约 0.03h m²，采矿用地约 1.12h m²，废石顺山坡堆放，最大堆高约 23m，平均厚度约 1.2m，总方量约 14000m³。

FSf 废石堆：共占地约 0.96h m²，其中林地约 0.01h m²，采矿用地约 0.95h m²，废石最大堆高约 10m，总方量约 16000m³。

插图 1-3-2 FSa 废石堆

插图 1-3-3 FSb 废石堆

插图 1-3-4 FSc 废石堆、FSd 废石堆

插图 1-3-5 FSe 废石堆

插图 1-3-6 FSf 废石堆

1.3.1.2 矿山开采现状

2012 年矿山取得采矿许可证后，由于矿区用地、政策原因、钒矿市场行情持续不景气，以及 2018 年 12 月省发改委《关于印发〈湖南省新增 19 个国家重点生态功能区产业准入负面清单（试行）〉的通知》（湘发改规划[2018]972 号）文件规定，造成采矿证到期后未能及时办理延续登记手续。因此，矿山自由探矿权转为采矿权以后，矿山一直未投入生产。

根据《湖南省重新制定国家重点生态功能区产业准入负面清单工作方案》（湘自资发〔2025〕4 号）和 2025 年 4 月省厅发布的《湖南省国土空间规划（2021-2035 年）》，吉首市已被调出国家级重点生态功能区内，不再制定产业准入负面清单。因此矿山具备了开采的基本条件，拟投入生产。

1.3.2 矿产资源开发利用方案

依据怀化湘西金矿设计科研有限公司 2012 年 10 月编制的《湖南省吉首市古者矿区钒矿资源开发利用方案》现简介如下：

1.3.2.1 设计利用资源储量、可采储量

根据设计规范要求以及矿山储量的实际情况，对 332 类资源量****万吨设计予以全部利用；对 333 类资源量****万吨按可信度系数 k 值取 0.8 考虑进行利用，则 333 类设计可利用矿石量为****万吨。所以，本设计利用资源储量合计为****万 t。

本次设计为保护已略村、红坪村和夯卡河，分别在两村庄及夯卡河留设永久性保护矿柱，核算的保安矿柱总矿量为****万吨（其中：已略村****万吨、红坪村****万吨、夯卡河****万吨）。采场总损失率约为 15%，设计回采率取 85%。经计算，本矿山的可采储量为****万吨。

1.3.2.2 矿山设计规模、服务年限

设计生产能力为**万 t/a，本矿山设计总服务年限为 77.0 年（其中一期开采区服务年限为 57.8 年，二期开采区服务年限为 17.7 年，三期开采区服务年限为 1.5 年）。

根据矿山开采规划，基建期为两年。因此矿山的全部服务年限为 79.0 年。

1.3.2.3 采矿方法及主要采矿技术经济指标

1、采矿方法

本次设计的采矿方法为房柱采矿法。

2、主要采矿技术经济指标

矿山采矿回采率为 85%，贫化率为 10%，损失率为 15%。

为保证采矿回采率达到 85%，矿山在开采后期对矿块顶柱、底柱、间柱进行回采。

1.3.2.4 矿区开采顺序

1、矿体的开采顺序

同一中段，先采上矿体，后采下矿体。

2、中段的开采顺序

选择下行式，即先采上部中段，后采下部中段，由上而下逐个中段开采。

3、多中段同时回采

上中段应超前下中段，其超前距离应保证上部顶区的地压已稳定。

4、矿房中矿石的开采顺序

在矿块一侧有一条切割上山，利用切割上山作自由面沿矿体走向推进，开采到房间矿柱后，利用超前导硐作自由面，再开采下一个矿块。凿岩设备用 YT27 型凿岩机，用电耙耙运矿石。一次采全高。

5、同一矿块开采顺序

分矿房、矿柱开采，先采矿房、后采间柱或顶底柱，也可不采。矿房中的矿柱不采。

根据资源储量分布情况，工业场地及交通条件，首期开采矿段选择第一期开采区 +345m 中段的 36 个为首采矿房。

6、矿区内开采顺序

矿区内开采总的原则是：先采储量级别较高的，再采储量级别较低的。根据开拓方案的布置，矿区内开采总的顺序为：先采 3~20 线之间的走向长约 2600m，倾向宽约 1650m 的 I 1、II 1、III 1 矿体，再采 3~39 线以北约 340m（到硐河保护矿柱）的 I 1、II 1、III 1 矿体，最后采夯卡河保护矿柱以北到矿山北部边界的 I 1、II 1、III 1 矿体和 I 2、II 2 矿体。

1.3.2.5 开采方案

本矿山因范围大，走向长，矿体赋存标高不同，需分区建设，分期开采。根据矿体赋存特点，I 1、II 1、III 1 号矿体沿走向划分为三期开采，分别命名为一期开采区、二期开采区和三期开采区。其中一期开采区的范围为 3~20 线，二期开采区的范围为 3~39 线以北的硐河，三期开采区为硐河到北边界+ I 1、II 1 号矿体。三期采区开拓方案如下：

1、一期开采区

(1) 开拓方案

一期开采区位于矿区北西，即 3~20 线。该区走向长约 2600m，倾向宽约 1650m，矿体露头类似马蹄形，I 1、II 1、III 1 号矿体的 332 级别的资源储量均分布在该区。

根据地形地貌和矿体赋存特点，本次设计由一个主井和两个风井开拓，三个井筒均为斜井。主井井口位于 10 线的 I 1 号矿体露头底板方向，用于提升废石、检修和下放设备及材料；东风井位于 4 线的 I 1 号矿体露头底板方向，专用于南翼的回风，同时兼作为一个安全出口。北风井位于 16 线的 I 1 号矿体露头底板方向，专用于北翼的回风，同时兼作为一个安全出口。

各井筒特征如表 1-3-1。

表 1-3-1 一期开采区设计井筒特征简表

井筒名称	X	Y	底板标高	方位角	倾角	备注
一期开采区主井	*****	*****	+395m	220°	7°	斜井
一期开采区东风井	*****	*****	+428.667m	220°	6°	斜井
一期开采区北风井	*****	*****	+370.868m	220°	7°	斜井

(2) 中段划分

矿体倾角 4~7°，按斜长 50m 左右划分一个中段，垂高约 4~6m。

共划分为若干个中段，主井井口标高以下分别为+240、+245、+250、+255、+261、+266、+271、+276、+283、+289、+295、+301、+306、+310、+315|、+320、+325、+330|+335、+340、+345、+350、+355、+360、+365、+370、+375、+380、+385、+390、+395m 等中段，主井井口标高以上分别为+400、+405、+410、+405、+410、+415、+420 m 等中段。投产中段为+345m 中段，+350m 中段为回风中段。+345m 中段距主井口较近，共划分 65 个矿房，可在南、北两翼布投产矿房。

设计投产时期新掘坑道长共计约 11474m，其中井筒 1334m，沿脉平巷 6540m，

沿脉斜巷 3600m。

(3) 通风及排水

通风：根据设计的开拓方案，主井为进风井，东、北风井为出风井，设计采用机械抽出式通风。

排水：设计采用机械排水方式，在主井底设计主、副水仓，采场涌水经各巷道边缘的排水沟汇集于水仓内，再由水泵排到主井口地面。

2、二期开采区

(1) 开拓方案

二期开采区位于矿区南东，即 3~39 线以北的矿山东北边界。该区走向长约 5200m，倾向宽约 750~1000m，矿体倾向南东，倾角 $9^{\circ} \sim 18^{\circ}$ 。I 1、II 1、III 1 号矿体的储量级别均为 333 级，分布在沿露头一带，全区无 332 级储量。

根据地形地貌和矿体赋存特点，本次设计由一个主斜井和五个风井开拓。上述 6 个井筒，除主井和西一风井为斜井外，其余四个风井均为平硐。其中主井位于 23 线以东约 130m 的 I 1 号矿体露头底板方向，即红坪村以西 300m 的地方，巷道设备布置及井筒用途与一期主井布置一样。

东一风井位于 31 线西南约 270m 的 I 1 号矿体露头底板方向，巷道沿 I 1 号矿体 +290m 中段沿脉布置，专用于东翼 +290m 中段以下各中段的回风，同时兼作为一个安全出口。

东二风井位于 39 线西南约 200m 的 I 1 号矿体露头底板方向，巷道沿 I 1 号矿体 +426m 中段沿脉布置，专用于东翼 +426~+290m 中段的回风，同时兼作为一个安全出口。

西一风井位于 15 线以东约 230m 的 I 1 号矿体露头底板方向，巷道沿 I 1 号矿体露头倾斜向下沿脉布置，落底到 +300m 回风中段，专用于西翼 15 线以东到主井之间的 +300~+240m 中段的回风，同时兼作为一个安全出口；

西二风井位于 15 线西南约 470m 的 I 1 号矿体露头底板方向，巷道沿 I 1 号矿体 +340m 中段沿脉布置，主要用于西翼 15 线以西到西三风井之间的 +340~+240m 中段的回风，同时兼作为一个安全出口；西三风井位于 7 线以东约 38m 的 I 1 号矿体露头底板方向，巷道沿 I 1 号矿体 +295m 中段沿脉布置，主要用于西翼 7 线以西到一开采期边界之间的 +295~+240m 中段的回风，同时兼作为一个安全出口。

各井筒特征如表 1-3-2。

表 1-3-2 二期开采区设计井筒特征简表

井筒名称	X	Y	底板标高	方位角	倾角	备注
二期开采区主斜井	*****	*****	+250m	180°	7°	斜井
二期开采区东一风井	*****	*****	+290m	70°	0°	平硐
二期开采区东二风井	*****	*****	+426m	46°	0°	平硐
二期开采区西一风井	*****	*****	+360m	180°	8°	斜井
二期开采区西二风井	*****	*****	+340m	80°	0°	平硐
二期开采区西三风井	*****	*****	+310m	255°	0°	平硐

(2) 中段划分

矿体倾角 9~18°，按斜长 40~50m 左右划分一个中段，垂高约 7~14m 左右，设计按 10m 划分一个中段。

东北翼共划分 29 个中段，分别为+150、+160、+170、+180、+190、+200、+210、+220、+230、+240、+250、+260、+270、+280、+290、+300、+310、+320、+330、+340、+350、+360、+370、+380、+390、+400、+410、+420、+426m 等中段。

西南翼共划分为 6~11 个中段，分别为+240、+250、+260、+270、+280、+290、+300、+310、+320、+330、+340m 等中段。首采中段为+290m 中段。

(3) 通风及排水

根据设计的开拓方案，主井为进风井，东、西各风井为出风井，设计采用机械抽出式通风。设计采用机械排水方式，在主井底设计主、副水仓，采场涌水经各巷道边缘的排水沟汇集于水仓内，再由水泵排到主井口地面。

3、三期开采区

(1) 开拓方案

三期开采区位于矿区东北角，即 39 线以北的硐河以北的 I 1、II 1、III 1 号矿体，再加上 I 2、II 2 号矿体赋存区。本期开采区分为两块，即东部和西部。

东部分别由 I 1、II 1、III 1 的储量块段 I 1-333-11、II 1-333-12、III 1-333-14 部分储量组成。该区走向长约 750m，倾向宽约 230m，但估算的浅部储量只占倾向宽的一半，宽约 150m。矿体倾向南东，倾角 16°~22°。I 1、II 1、III 1 号矿体的储量级别均为 333 级，分布在沿露头一带，全区无 332 级储量。

西部的一块分别由 I 2、II 2 矿体组成。位于东部开采矿体以西 660m 处，该区走向长约 500m，倾向宽约 80m，矿体倾向南东，倾角 12°~17°。I 2、II 2 号矿体的

储量级别均为 333 级，分布在沿露头一带，全区既无 332 级储量，也无 III2 号矿体。

根据地形地貌和矿体赋存特点，本次设计采取区内再分区开拓，即再分成东、西两个开采小区开拓。

(1) 东开采区

A、开拓方案

采用平硐开拓，由一个主平硐（东主井）和一个回风平硐（东风井）组成开拓系统，其中主平硐位于硐河以北约 65m 的 I 1 号矿体露头底板方向，巷道沿 I 1 号矿体 +350m 中段沿脉布置。主要用于矿石、废石、设备及材料运输；东风井位于矿区北边界东北角附近的 I 1 号矿体露头底板方向，巷道沿 I 1 号矿体 +485m 中段沿脉布置。专用于本开采小区的回风，同时兼作为一个安全出口。井筒特征如表 1-3-4。

表 1-3-4 三期开采区东区设计井筒特征简表

井筒名称	X	Y	底板标高	方位角	倾角	备注
三期开采区东主井	*****	*****	+350m	35°	0°	平硐
三期开采区东风井	*****	*****	+485m	48°	0°	平硐

B、中段划分

矿体倾角 16~22°，按斜长 50m 左右划分一个中段，垂高约 14~18m 左右，设计按 15m 划分一个中段。共划分 12 个中段，分别为 +320、+335、+350、+365、+380、+395、+410、+425、+440、+455、+470、+485m 等中段。

首采中段为 +470m 中段，+485m 中段为回风中段。

C、通风及排水

根据设计的开拓方案，主井为进风井，风井为出风井，设计采用机械抽出式通风。矿井水可沿平硐内水沟自流排出。

(2) 西开采区

A、开拓方案

本次设计采用平硐开拓，由一个主平硐（西主井）和一个回风平硐（西风井）开拓，其中主平硐位于 TC412 以北约 115m 的 I 1 号矿体露头底板方向，巷道沿 I 2 号矿体 +510m 中段沿脉布置。用于矿石、废石、设备及材料运输；西风井位于矿区北边界西北角附近的 I 1 号矿体露头底板方向，巷道沿 I 1 号矿体 +540m 中段沿脉布置。专用于本开采小区的回风，同时兼作为一个安全出口。

井筒特征如表 1-3-5

表 1-3-5 三期开采区西区设计井筒特征简表

井筒名称	X	Y	底板标高	方位角	倾角	备注
三期开采区西主井	*****	*****	+510m	228°	0°	平硐
三期开采区西风井	*****	*****	+540m	228°	0°	平硐

B、中段划分

矿体倾角 12° ~17° 左右，按斜长 50m 左右划分一个中段，垂高约 10~15m ，设计按 10~15m 划分一个中段。共划分为 4 个中段，分别为+510、+525、+535、+540m 等中段。首采中段为+535m 中段，+540m 中段为回风中段。

C、通风及排水

根据设计的开拓方案，主井为进风井，风井为出风井，设计采用机械抽出式通风。矿井水可沿平硐内水沟自流排出。

1.3.2.6 运输方案

1、井下运输

一、二期均为斜井开拓，设计主井采用带式输送机运输。各中段采用翻斗式矿车运输，用电机车牵引列车运输，因为运量较大，每个中段均设计为双轨断面。

三期的东、西两个开采小区均为平硐开拓，因储量少，开采规模小，设计井下均采用翻斗式矿车运输，斜巷用绞车提升。

2、地面运输

一、二、三期采区地面采用公路运输。投产时期，主井带式输送机运出的矿石直接上仓入矿仓，入矿仓前，在仓口再由人工手选废石一次，以减少矿石贫化率，提高入仓矿石的品位。汽车在仓下装矿后通过公路运入选厂。

1.3.2.7 厂址选择

本矿山为新建矿山，设计在地面工业广场内应布置有储矿仓、地磅房、机修间、变电所、空压机房、食堂、职工宿舍和办公房。

1.3.2.8 选矿及尾矿设施

本次设计采用浸出法进行选矿。

矿山准备自建选厂，拟选厂址位于吉首市河溪镇西南 2km 处，距离矿区 27km。尾矿库选址在选厂附近。

1.3.2.9 废石堆场

矿山废石为井下开采产生，生产过程中可多用于充填井下采空区，仅有少量集中堆放在主井口附近，设计可沿地形等高线自然堆放，平均堆高不超过 8 米，依需要在其下方修筑挡石墙。另外，矿山在开采过程中产生的废石也可进行综合利用，如用废石铺设道路、老百姓砌房屋作地基、铺晒谷坪等，以减少在井口附近的堆放量。

1.3.2.10 产品方案

矿山最终产品为精钒矿（ V_2O_5 ，品位 $\geq 98\%$ ）。

见插图 1-3-7、1-3-8

1.3.2.11 矿山开采年度计划

本矿山设计总开采服务年限为 77.0 年（其中一期开采区服务年限为 57.8 年，二期开采区服务年限为 17.7 年，三期开采区服务年限为 1.5 年），前 2 年（2026-2027 年）为基建期，总服务年限为 79 年，矿山开采年度计划如下：

表 1-3-6 矿山开采年度计划

年度	开采阶段
2026-2027	基建期
2028-2085	一期开采区
2086-2103	二期开采区
2103-2104	三期开采区

1.3.3 矿山生态保护修复现状

1.3.3.1 矿区的生态保护修复工作

本矿山尚未开采，未开展过矿山生态保护工作。

上文已述，原遗留的露采场和四个废石堆已得到了修复。目前原露采场已由当地村民利用修建了饲养家禽的厂房，做了绿化工作。周边的四个废石堆均为为自然修复，现场调查修复效果良好。

根据 2021 年 10 月，湖南省勘测设计院编制的《吉首市龙昇新材料科技有限责任公司古者矿区钒矿矿山地质环境保护与恢复治理分期验收报告》，以上露采场和四个废石堆已通过了 2021 年度的分期验收。

除此以外，本区无其它的生态保护修复工程。

插图 1-3-7

插图 1-3-8

1.3.3.2 环评报告结论

2013年3月，矿山委托湖南省环境保护科学研究院编制了《吉首市龙昇新材料科技有限责任公司石煤资源综合利用项目环境影响报告书》，其结论如下：

工程符合国家产业政策及相关规划要求，采用了国内清洁生产先进水平的设备、工艺技术，同时采用切实有效的污染防治措施，能实现污染物达标排放，满足总量控制要求，对外环境产生的影响较小；并针对工程的相关环节风险要素，采取了有针对性的风险防范措施，制定了相应的应急预案，确保环境风险可接受。在严格落实“三同时制度”和本次评价提出的各种环境保护措施的前提下，从环境保护的角度分析，拟建工程的建设是可行的。

1.3.3.3 本次分期验收工作

2025年10月，矿山委托湖南省金石勘查有限公司编制提交了《吉首市龙昇新材料科技有限责任公司古者矿区钒矿矿山生态保护修复分期验收报告》，其主要结论如下：

1、本期矿山生态保护修复工程及效果

本次分期验收中经现场调查、资料查阅，矿山此轮验收周期内按照“方案”要求需地表水进行定期监测。因矿山一直未投产，该项工作未正常开展。本次验收前对矿区废石堆及周边居民点随机采取土样3个；矿区上下游地表水样4个、地下水样2个。根据检测结果，矿区除废石堆区域外，矿区其它区域土壤尚未污染；矿区水资源、水环境尚未污染。矿山生态环境尚未受到进一步破坏。

2、验收结论

该矿矿地关系较为和谐，当地政府、村组、居民反响较好，满意度较高。县局、州局初检意见为通过验收。古者钒矿在本轮验收周期内矿山一直未生产，矿区范围遗留的废石堆为2016年取得采矿证以前2007年以前当地居民非法乱采形成的，矿山未造成新的生态问题。矿山企业按要求建立了基金账户。

综上，本次对该矿的矿山生态保护修复分期验收结论为合格。

1.3.3.4 生态修复基金的计提

矿山已按湖南省矿山生态修复基金管理办法的要求，建立生态修复专项基金账

户，开户银行为：中国建设银行股份有限公司吉首支行，账号名称为：吉首市古者矿区钒矿，账号为：*****，金额：120 万元。矿山一直未投产，基金账户未动用。

1.3.3.5 小结

本矿山尚未开采，未开展过矿山生态保护工作。原民采遗留的露采场和部分废石堆基本得到了利用和修复，矿山环境影响报告书结论为拟建工程的建设可行，分期验收结论为合格。矿山已建立生态修复专项基金账户，由于一直未投产，基金账户未动用。

2 矿山生态环境背景

2.1 自然地理

2.1.1 地形地貌

矿区属剥蚀、侵蚀低山丘陵地貌。总体地势西高东低，地形高低起伏。最高点为图幅西部山丘上，高程为+886.1m。最低为图幅东南部排打拉一带的冲沟，高程约为+223.7m。相对高差最大为 662.4m，一般相对高差为 50m~150m 左右。矿区中部为一条自西向东的冲沟，中部偏东有一条近南北走向的冲沟，两条冲沟交汇于评估区的中东部。在矿区东西两侧，各发育有一条近南北走向的冲沟。以上冲沟中均发育有季节性冲沟或水系。

插图 2-1-1 矿区中部及北部地形地貌

区内山包起伏连绵，沟谷纵横交错。地形坡度一般为 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，局部最大坡度约为 45° 左右（不包括人工切坡）。岩层倾角总体较缓，受背斜构造控制，与矿层相同，也具有“马蹄形”特征。在“马蹄形”转折端，岩层倾向南西，倾角较平缓，一般为 $8 \sim 12^{\circ}$ 。北西翼岩层倾向北西，倾角一般为 $5 \sim 10^{\circ}$ 。从转折端向东，岩层倾向南东，倾角逐渐变陡，一般为 $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 。局部受断裂构造影响，岩层倾角可变陡至 40° 。

插图 2-1-2 矿区西部（上）及南部（下）地形地貌

综上所述，矿区地形复杂，受褶皱影响，在矿体露头线一带，绝大部分为逆向坡，仅在红坪村、里溪寨和夯坨下寨一带存在有小范围的斜交坡或顺层坡。除此以外，在矿区的其它地段均以逆向坡和斜交坡为主，少见顺层坡。

2.1.2 气象

矿区气候属于大陆性季风气候区，为东亚热带向北亚热带过渡气候带。

据吉首市 1981~2025 年气象资料：区内多年平均降雨量 1473.1mm，最大年降雨

量 2009.9mm (1994 年), 最小年降雨量 1071.2mm (1985 年), 最大月降雨量 463.7mm (1996 年 7 月), 最大日降雨量 173.2mm (1996 年 7 月 15 日), 最大 1h 降雨强度 54mm (2011 年 6 月 4 日 8 时至 9 时); 多年平均蒸发量 1203.9mm, 最大年蒸发量 1687.9mm (2003 年), 最小年蒸发量 1136.9mm (1982 年), 最大月蒸发量 326.2mm (2003 年 7 月), 最小月蒸发量 23.6mm (1982 年 1 月), 最大日蒸发量 15mm (2003 年 7 月 30 日)。

最高年平均气温 17.7℃, 最低平均气温 15.8℃, 最高月平均气温 30.4℃, 最低月平均气温 1.3℃, 最高日平均气温 33℃, 最低日平均气温 -10.7℃。多年平均湿度 79%, 多年最小湿度 13%。下雪时间一般 12 月初至次年 3 月中旬。降霜时间一般 11 月中旬至次年 3 月中旬。

2.1.3 水文

矿区属湘江二级支流沅江水系, 区内地表水系较发育, 由一系列横穿矿区的常年性地表溪流组成。

矿区主要河流 (已略河, 浪头河上游) 由数条北西~南东及北~南流向的常年性地表溪流汇集而成, 由矿区南东角流出矿区, 经碛河汇入沅江支流武水 (泸溪县), 最后注入沅江。已略河的主要支流自西向东分别为: 里溪、古者河沟、夯沱河沟、夯卡河沟, 其中古者及夯沱两条溪流流量较大, 在矿区南东角红坪村汇合成已略河最大的支流: 红坪河。

里溪发育于矿区西部, 流向东南, 溪沟宽度 2~4m, 深度 0.5~2m, 在图区内长约 4.5km。

古者河沟位于矿区中部, 流向西东, 河沟宽度 1~5m, 深度 0.5~3m, 全部位于评估区内长度约 5km。

夯沱河沟发育于矿区北西角, 流向南东。河沟宽度 1~6m, 深度 0.5~2.5m, 在评估区内长度约 4.5km。

夯卡河沟发育于矿区东北角, 流向正南, 河沟宽度 0.5~3m, 深度 0.5~1.5m, 在评估区内长度约 3.5km。

根据收集详查报告长期观测的水文资料, 里溪流量为: 26.9~432.0L/s; 红坪河流量为: 22.5~1110.7L/s。另见表 2-1-1、插图 2-1-3

插图 2-1-3 矿区水系分布图

表 2-1-1

矿区主要溪流流量统计表

溪流名称	观测（测定）时间 (年、月、日~年、月、日)	流 量 (L/s)
里溪	2025.4.5-2025.12.4	26.9-432
红坪河	2025.4.5-2025.12.4	22.5-1110.7
古者河沟	2025.4.5-2025.12.4	1.66-457.6
夯沱河	2025.10.5	129

本次现场调查时已为枯水季节，各溪沟流量不大。经现场观测，其流量如下：里溪约 31L/s，古者河沟约 42L/s，夯沱河沟约 36L/s，夯卡河沟约 21L/s。

古者矿区最低侵蚀基准面标高为 235.0m。

2.2 地质环境

2.2.1 地层岩性

矿区内出露地层有第四系；寒武系下统清虚洞组、石牌组、牛蹄塘组；震旦系留茶坡组、陡山沱组及南沱组。自上至下岩性特征如下：

2.2.1.1 第四系（Q）

矿区第四系仅零星分布于冲沟相对平坦地区，由于分布面积小，本次图幅上未予划分。第四系以残坡积层为主，其次为冲洪积层。残坡积层主要分布于山坡地带，由黄色粘土、亚粘土、黑色腐殖土、岩石碎块及砾石等构成，厚度 0.5~10m，一般为 0.5~5m。冲洪积层主要沿河床分布，其次在大的冲沟沟口及部分常年性地表溪流有零星分布，厚 1~20m 不等，一般小于 5m，主要由块石、砂卵石、砂性土、粘性土等构成。

2.2.1.2 寒武系（Є）

1、清虚洞组（Є_q）

小面积分布于矿区北西和南东隅，由薄-中厚层块状灰岩、泥质灰岩、泥质炭质页岩和白云岩组成。上部以灰白色-灰色中厚层块状泥粉晶灰岩为主，表面溶蚀光滑，局部见夹少量薄层状泥质炭质页岩。下部以薄层状泥质灰岩夹细晶白云岩为主，细晶白云岩多呈条带状分布。该组与下伏石牌组为整合接触关系，在地貌上常形成陡崖，厚

度大于 150m。

(2) 石牌组 ($\in s$)

呈“U”形大面积分布在矿区，多为黄绿色薄层状页岩，局部为含石英粉砂质页岩，顶部夹薄层状泥质灰岩。黄绿色页岩矿物成分主要为水云母，含量占 98%，其它为少量石英粉砂、铁质物，可见线理状分布的黄铁矿，岩石具显微鳞片结构，定向构造，单层厚 0.5~4cm。石英粉砂质页岩中泥质占 95%，石英粉砂占 5%，其它为少量云母碎片和铁质物，岩石具显微鳞片结构，定向构造。地表出露均呈黄绿色，强-中等风化，薄片状、泥土状，极易破碎，钻孔内原生色为灰黑色，页理清晰。

该组与下伏牛蹄塘组为整合接触关系，厚度 212.20~234.51m。

(3) 牛蹄塘组 ($\in n$)

该组为矿区钒矿赋矿地层，呈“U”形大面积分布在矿区，稳定且厚度巨大，总厚 142.42~177.70m，与下伏留茶坡组为整合接触关系。按其岩性、沉积特征和含矿性又可划分为上、下两段。

A、上段 ($\in n^2$)

以黑色含石英粉砂质页岩为主，中下部多见星点状、断线状黄铁矿，局部黄铁矿呈团块状。含石英粉砂质页岩矿物成分，炭泥质占 70%~90%，石英粉砂约占 5%，其它为少量石英、云母碎片，岩石具显微鳞片结构，定向构造。上段底部为区域含石煤层位，但矿区内石煤矿体多为扁豆状，厚度薄。该地层在地表风化为黄褐色、浅黑色。

上段地层厚度 129.35~161.74m。

B、下段 ($\in n^1$)

下段地层即为含钒岩系，岩石类型从上至下有：黑色含钒石英粉砂炭泥质页岩、含钒含磷结核石英粉砂质炭泥质页岩、含磷结核石英粉砂炭泥质页岩、含钒含磷结核石英粉砂质炭泥质页岩并偶夹深灰色薄层硅质岩、含炭质白云岩、薄层炭质硅质岩与黑色硅质炭泥质页岩互层、炭质硅质页岩、薄—中厚层含炭质硅质岩夹黑色石英粉砂质炭泥质页岩。

下段地层与下伏留茶坡组为整合接触关系，厚度 6.35~18.70m。

2.2.1.3 震旦系 (Z)

区内震旦系发育，主要分布在矿区北部、北东部。上统由留茶坡组和陡山沱组构

成，下统为南沱组。

(1) 震旦系上统留茶坡组 (Zl)

呈马蹄形分布于矿区北部、北东部。黑色-灰黑色薄至中厚层含炭质硅质岩、硅质岩和粉砂质炭泥质页岩。上部为中厚层含炭质硅质岩夹黑色粉砂质炭泥质页岩，往中部黑色粉砂质炭泥质页岩含量明显减少。含炭质硅质岩中石英占 90%~95%，炭质占 5% 左右，其它为少量云母碎片和石英粉砂，岩石具显微晶结构，单层厚 2~30cm。下部为中厚层硅质岩，底部见少量薄层状硅质岩，硅质岩中石英占 97%，炭质占 1%~2%，其它为少量云母碎片和氧化铁质，岩石具显微晶结构，断口锋利。

该组与下伏陡山沱组为整合接触关系，在地貌上常形成陡崖，厚度 51.70~55.57m。

(2) 震旦系上统陡山沱组 (Zds)

呈马蹄形分布于矿区北部、北东部。顶部为薄层黑色页岩夹含泥质硅质岩，单层厚 2~8cm。上部为灰白色薄-中厚层粉晶白云岩，单层厚 5~20cm，粉晶白云岩中白云石占 98%，自形、半自形晶，其它为极少量的氧化铁质、炭质和石英粉砂，岩石具泥粉晶结构，微层状构造。中部为黑色页岩及磷块岩，偶夹薄层灰白色粉晶白云岩，单层厚 2~10cm，风化后多形成陡崖，为区内含磷层位。下部为灰、青灰色薄-中厚层泥粉晶泥质云岩夹含粉砂质页岩，单层厚 5~25cm。

该组地层与下伏南沱组为假整合接触关系，厚度 77.24m。

(3) 震旦系下统南沱组 (Zn)

出露于矿区北部。为浅绿色、黄绿色冰碛含砾泥质砂岩偶夹灰色或紫红色砂质页岩，冰碛含砾泥质砂岩中粘土矿物占 45%，不等粒砂屑占 50%，砾屑占 5%，岩石具不等粒砂屑砾屑结构。该组地层层理不清，岩石中普遍含砾石，但砾石不均，大小不一，分选性及磨圆度差，总厚大于 112.26m。

2.2.2 地质构造

2.2.2.1 褶皱

矿区位于古丈复式背斜之次级褶皱万岩溪背斜向南西倾伏延伸部位，矿区褶皱构造也总体表现为一向南西倾伏的背斜构造，含矿地层在区内出露近于马蹄形，转折端岩层倾向南西，两翼岩层总体上分别倾向北西和南东，北西翼产状平缓，岩层倾角一般为 5~10°，南东翼产状变陡，岩层倾角一般为 15~25°，局部岩层倾角可变陡至 40°，

背斜核部产状近于水平。

矿区地表含矿岩系及背斜核部岩层受应力作用，轴向 NE 或 NW 的次级牵引褶皱和小挠曲发育，走向长一般 200~1500m，幅宽 50~500m。发生在含矿岩系范围内，常使矿体同步褶曲（图 2-2），使其顶、底板产生起伏变化，对未来矿床开采巷道的布置有一定的影响；另外，互层型钒矿层内部偶见有 2~6m 厚的层间塑性流动小褶曲分布，它是成岩期形成的小褶皱，与后期构造影响无关。

2.2.2.2 断裂

区内断裂构造发育程度较低，规模较小，见大小断层 6 条，以 NE 向为主，次为 NNE 与近 NW 向。它们均为成矿后期断层，对矿层、矿体的连续和稳定影响也较小。各断层特征见表 2-2-1，具体分述如下：

表 2-2-1 矿区断层构造特征一览表

断裂编号	产状			断层特征			
	走向	倾向	倾角 (度)	区内长度 (km)	破碎带宽 (m)	垂直断距 (m)	性质
F1	NE	NW	54	0.5	1~2	10~15	正断层
F2	NE	NW	55	1.1	1~2	10~20	正断层
F3	NE	SW	55~60	1.4	1~2	5~10	正断层
F4	NE	SW	50	1.5	1	20~30	正断层
F5	近EW	S	75	0.3	1	5~8	正断层
F6	NNE	NWW	50	0.6	1	5~10	逆断层

1、NE 向断层

(1) F1 断层

位于矿区 23 线至 31 线地段，区内延伸长约 0.5km。断面较平直，走向 38°~45°，倾向 NW，倾角 54°。破碎带宽 1~2m，带内主要由陡山沱组粉晶白云岩的碎裂岩组成，见少量白云石、方解石团块，碎块大小一般为 1~5cm，排列杂乱无序，由岩粉胶结，胶结较松散。垂直断距约 10~15m，两盘岩层具有牵引现象，切割陡山沱组地层，南东盘抬升，北西盘下降，属正断层性质。该断层对区内矿体无影响。

(2) F2 断层

位于矿区 23 线至 31 线地段，区内延伸长约 1.1km。断面较平直，走向 35°~50°，倾向 NW，倾角 55°。破碎带宽 1~2m，局部浮土覆盖，带内由留茶坡组和牛蹄塘组岩石的碎裂岩和断层泥组成，见少量石英团块和黄褐色铁质物（图 3-2），碎块大小

一般为 1~4 cm，排列杂乱无序，泥质胶结，胶结较紧密。垂直断距约 10~20m，两盘岩层具有牵引现象，切割留茶坡组和牛蹄塘组地层，南东盘抬升，北西盘下降，属正断层性质，对矿体起错断作用。

(3) F3 断层

位于矿区北东 31 线以东地段，区内长约 1.4km，其南西端在 31 线与 39 线间消失，北东端延出图外。断面呈舒缓波状，局部见较多的擦痕，走向 45°~60°，倾向 SW，倾角 55°~60°。破碎带宽 1~2m，局部浮土覆盖，带内由碎裂岩组成，见硅质岩、粉晶白云岩、炭质页岩、冰碛含砾泥质砂岩及少量石英团块，碎块大小一般为 1~5cm，排列杂乱无序，由岩粉胶结，胶结较松散。垂直断距 5~10m，两盘岩层具有牵引褶皱现象，切割留茶坡组、陡山沱组和南沱组地层，北西盘抬升，南东盘下降，属正断层性质。该断层对区内矿体无影响。

(4) F4 断层

位于矿区北西角 20 线以西地段，区内长约 1.5km，两端延出图外。断面较平直，走向 45°~65°，倾向 SW，倾角 50°。破碎带宽约 1m，由灰岩、泥质灰岩、黄绿色页岩碎块组成，碎块大小一般为 2~8cm，杂乱无序，由岩粉胶结，胶结松散。垂直断距 20~30m，切割清虚洞组和石牌组地层，北西盘抬升，南东盘下降，属正断层性质。该断层对区内矿体无影响。

2、近 EW 向断层

F5 断层：位于矿区北西部 16 线至 20 线之间，地表长仅 0.3km。断面较平直，走向 105°，倾向 S，倾角 75°。破碎带宽约 1m，由碎裂岩组成，见灰岩、泥质灰岩、炭质页岩和硅质岩碎块，碎块大小一般 1~3cm，排列杂乱无序，由岩粉胶结，胶结较紧密。垂直地层断距 5~8m，切割陡山沱组和留茶坡组地层，北盘抬升，南盘下降，属正断层性质。该断层对区内矿体无影响。

(3) NNE 向断层

F6 断层：位于矿区北部 4 线附近，区内延伸长约 0.6km，其南西端在秀沱下寨处消失，北东端延出图外。断面平直，走向 20°~35°，倾向 NWW，倾角 50°。破碎带宽约 1m，局部浮土覆盖，带内由碎裂岩组成，见粉晶白云岩、炭质页岩、硅质岩、冰碛含砾泥质砂岩，碎块大小一般为 2~5cm，排列较乱，由岩粉胶结，胶结较紧密。垂直地层断距 5~10m，切割陡山沱组、留茶坡组和南沱组地层，北西盘抬升，南东

盘下降，属逆断层性质。该断层对区内矿体无影响。

插图 2-2-1 矿山综合地质柱状图

从上述可以看出，矿区褶皱构造总体表现为一向南西倾伏的背斜构造，北西翼产状平缓，南东翼产状变陡；断层构造发育程度较低，规模较小，以 NE 向为主，次为 NNE 与近 NW 向，对矿体的连续和稳定影响也较小。因此，矿区构造复杂程度属中等复杂类型。

2.2.3 岩浆岩

本矿区无岩浆岩侵入体。

2.2.4 土壤

本区的土壤主要为红壤，是当地典型的土壤类型，全区分布面积大于 70%，典型特征为中度富铝风化、黏粒硅铝率 1.8~2.4，pH4.6~7.6，均值 5.3，土层呈深红色，一般有效土层厚度小于 2m。本次收集了当地葡萄园种植时的相关取样分析结果，在采取的 20 个表层 20cm 土样中，红壤的有机质含量为 9.2~66.6g/kg，均值为 27.9g/kg。速效氮含量 113.7~263.3g/kg，均值 178.4g/kg。速效磷含量 0.3~56.3g/kg，平均 8.8g/kg；速效钾含量 21.3~264.6mg/kg，平均 81.9mg/kg。

其剖面结构可分为淋溶层（A）、淀积层（B）和木质层（C）。

插图 2-1-6 矿区红壤（左）及典型剖面（右）

2.2.5 水文地质

2.2.5.1 泉水出露情况

本次在详查报告基础上，详细调查了矿区水文地质条件，综合详查报告的水文地质工作，共调查收集了 24 处泉水流量情况及 8 个（2010 年）水质分析结果。

古者矿区泉点的特征详见表 2-2-2；

水质分析见表 2-2-3。

表 2-2-2

古者矿区泉点综合统计表

泉点 编号	调查情况				动态观测情况	
	调查日期 (年.月.日)	流量 (L/s)	出露 层位	出露 标高 (m)	观测时间范围 (年.月.日)	流量范围 (L/s)
Q10	2025.10.7	0.07	Q	334.00		
Q21	2025.10.8	0.04	Z1	338.00		
Q8	2025.10.5	0.05		238.00		
Q17	2025.10.6	0.07	Zds	385.00		
Q18	2025.10.6	0.09		383.00		
Q4	2025.10.7	0.06		361.00		
Q3	2025.11.15	0.12	Zn	265.00	2025.4.5-2025.12.4	0.05-0.8
Q6	2025.10.5	0.03		287.00		
Q9	2025.10.5	0.02		215.00		
Q5	2025.10.7	0.03		302.00		
Q20	2025.10.7	0.1		284.00	2025.4.5-2025.12.4	0.01-0.32
Q22	2025.10.8	0.06	E _q	372.00		
Q7	2025.11.15	0.02		240.00		
Q23	2025.10.5	0.1		346.00	2025.4.5-2025.12.4	0.1-1.2
Q24	2025.10.5	0.05		718.00		
Q12	2025.10.7	0.05	E _s	313.00		
Q14	2025.11.15	0.03		360.00		
Q15	2025.10.8	0.1		370.00		
Q16	2025.10.5	0.07		328.00		
Q1	2025.10.5	0.06	E _n	273.00	2025.4.5-2025.12.4	0.05-0.61
Q2	2025.10.5	0.05		442.00	2025.4.5-2025.12.4	0.03-0.6
Q13	2025.10.5	0.1		315.00		
Q11	2025.10.5	0.11		413.00		
Q19	2025.10.5	0.08		379.00		

由于矿山未开采，本次引用了 2010 年详查期间的水质分析结果。

表 2-2-3

各取水点水质分析成果综合统计表

水点性质	取水点位置	分析类别	水质评价
地表水	夯沱下寨	生活饮用水分析	除细菌指标超标外，其它病理、毒理学指标基本符合现行《生活饮用水卫生标准》（GB5749—2006）。
地表水	里溪寨	生活饮用水分析	细菌指标、病理、毒理学指标符合现行《生活饮用水卫生标准》（GB5749—2006）。
地下水	己略村 (Q2)	简分析	在直接临水或强透水层时，对混凝土具有弱腐蚀性；在弱透水层中时，对混凝土具有微弱腐蚀性；水化学类型为HCO ₃ —Ca·Mg
地下水	夯沱下寨 (Q3)	简分析	对混凝土具有微弱腐蚀性，水化学类型为HCO ₃ —Ca·Mg
地下水	红坪村	简分析	对混凝土具有中等腐蚀性，水化学类型为

	(Q1)		HCO ₃ · SO ₄ ²⁻ · Ca ²⁺ · K (Na)
地下水	里溪寨	简分析	对混凝土具有微弱腐蚀性，水化学类型为 HCO ₃ · SO ₄ ²⁻ · Ca ²⁺ · Mg ²⁺
地下水	夯沱下寨 (Q3)	放射性检测	总α、总β均符合《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)中的限值。泉水中放射性核素活度均在湘西自治州水体中天然放射性核素浓度范围。
地下水	己略村 (Q2)	放射性检测	总α、总β均符合《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)中的限值。泉水中放射性核素活度均在湘西自治州水体中天然放射性核素浓度范围。

综合以上资料，可对矿山水文地质条件进行评述。

2.2.5.2 含、隔水层

1、含水层

矿区地下水按含水介质成因、赋存部位及水力性质的不同可划分成三个含水层(组)，分别为：松散岩类孔隙水(I)、碎屑岩风化裂隙含水层(II)、碎屑岩构造裂隙含水层(III)

(1) 松散岩类孔隙水(I)

赋存于第四系松散岩类岩层中，含水层由残坡积物、冲洪积物组成，其成分主要为粘性土、砂土、砂土夹碎石、砂砾、碎石等，主要分布于山坡地带，其次是河床及地形低洼的冲沟沟口。含水层结构松散，透水性较好但不均匀，接受大气降水和地表水的渗入补给，由高处向低处径流，主要以泉的形式排泄，为潜水，局部微承压。该含水层厚度变化较大，一般为0.5~5m，最大厚度达20m，但总体上该含水层厚度薄、规模小，为区域次要含水层。

(2) 碎屑岩风化裂隙含水层(II)

矿区风化裂隙含水层由寒武系下统石牌组、牛蹄塘组，震旦系留茶坡组、陡山沱组及南沱组地层组成，广泛分布于矿区，含水介质为发育于岩层近地表的风化裂隙。

根据钻探揭露及地面水文地质调查，该含水层厚度一般为10~40m，最厚超过50m，含水层最大发育深度近60m。其组成地层中以下寒武牛蹄塘组及震旦系留茶坡组富水性相对较好，富水程度弱一中弱，矿区井泉绝大部分出露其中或与其有关的地层接触带、断层破碎带中。其它地层的富水性极弱，很少有井泉出露，仅局部陡坎见有小股渗水，流量小于0.1L/s。

矿区碎屑岩风化裂隙含水层主要接受大气降水的垂直渗入补给，其次是接受横穿矿区的地表溪流的补给，以大气降水渗入补给为主。

插图 2-2-2

地表溪流的补给仅占整个地下水补给源的一小部分。大气降水主要通过广泛分布于矿区的第四系松散透水层补给。由于矿区地形切割比较强烈，岩层透水性普遍较差，含水层埋藏标高受地形控制。根据钻孔静止水位观测，地下水位标高为 93.226~567.801m、没有统一的地下水位，水位标高与地形标高关系密切，表明岩层连通性差。

地下水顺地形坡向由高处向低处径流，以井泉或地表渗流的形式排泄于坡脚、沟坎或溪流等地形低洼处。根据取水样分析，水质受到了人畜粪便的轻度污染，但其病理、毒理学指标符合现行生活饮用水卫生标准，水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 或 $\text{HCO}_3\text{-Ca} \cdot \text{K}(\text{Na})$ 。

(3) 碎屑岩构造裂隙含水层 (III)

矿区碎屑岩构造裂隙含水层主要赋存于含矿层及上下接触带中，呈带状产出。含水岩层由牛蹄塘组（黑色~灰黑色薄至中厚层含炭质硅质页岩、硅质岩和粉砂质炭质页岩及震旦系留茶坡组中厚层含炭质硅质岩、硅质岩和粉砂质炭质页岩组成。含水介质为发育在上述岩石中的构造裂隙，根据钻孔简易注水试验、简易抽水试验，含水层富水性极弱，为矿区次要含水层，地下水接受两个方面的补给：

其一，在中部～北西部，地形切割深，含水层直接接受大气降水的渗入补给；
其二，局部接受横穿矿区的地表溪流补给。

2、隔水层

(1) 寒武系下统清虚洞组隔水层

该层浅部含岩溶裂隙水，深部基本不含水，可视为隔水层。

(2) 寒武系下统石牌组隔水层

该层浅部含风化裂隙水，深部不含水，为矿区隔水层。

(3) 震旦系上统留陡山沱组相对隔水层

呈窄长带状分布在红坪村到夯沱下寨一带，顶部为薄层黑色页岩夹含泥质硅质岩，上部为灰白色薄-中厚层粉晶白云岩，中下部为灰、青灰色薄-中厚层泥粉晶泥质云岩夹含粉砂质页岩。总厚度 77.24m。根据地面水文地质调查，该层节理裂隙发育程度一般，本次调查发现 3 眼泉（Q18、Q4、Q21）出露于该层裂隙中，3 眼泉水集中分布于背斜南东翼背斜轴附近破碎带中，流量很小，在 0.04～0.09L/s 之间。勘查中钻探没有揭露该层，从地表调查情况看，该层大部分岩石节理裂隙面无明显的地下水活动痕迹。该层含水性弱，可作为相对隔水层。

2.2.5.2 矿脉带、断裂带富水性特征

区内断裂构造发育程度较低，规模较小，见大小断层 6 条，以 NE 向为主，其次为 NNE 与近 NW 向。它们均为成矿后期断层，对矿层、矿体的连续和稳定影响也较小。

1、F1、F3、F4、F5、F6 断层含水导水性分析

从地面水文地质调查情况看，除 F5 断层外，矿区其它断层内没有发现地下水露头点，但与其附近断层关系密切。Q11 号泉出露于 F5 断层破碎带内，岩性为黑色页岩，泉流量为 0.11L/s。Q17、Q18 号泉出露于 F3 旁陡山沱组地层的裂隙中，流量在 0.07—0.09L/s 之间。Q24 号泉出露于 F4 断层旁清虚洞组灰岩溶洞中，泉流量为 0.05L/s。

本次评估认为断层在深部的富水性与围岩无明显区别，主要依据有：

- (1) 钻孔揭露断层附近的裂隙后，没有出现明显的动水位变化、漏水等现象；
- (2) 钻孔简易注水、抽水试验的单位水量很小。
- (3) 裂隙带多为泥质物包裹角砾，胶结较紧密，无明显地下水活动痕迹。

因此可得结论，除 F2 断层外其它各断层主要浅部含水，深部基本不含水。

2、F2 断层的含水导水性分析

矿山的各断层中，只有 F2 错断了矿体，因此需对其含导水性单独进行分析。F2 断层为拉张断层，倾向 NW，走向 NE。其错断的矿体大致走向与断层一致，但倾向相反。F2 断层的垂直断距仅 10~20m，由此可得结论，该断层仅在浅部对矿层产生了错断，在深部对矿层并未造成影响。

该断层破碎带宽 1~2m，碎块大小一般为 1~4cm，排列杂乱无序，泥质胶结，胶结较紧密，因此其含水量不大。Q8、Q21 出露于 F2 断层破碎带内，流量 0.04~0.05L/s，其水量也很小。

由此可得结论，F2 断层主要浅部含水，深部基本不含水，对矿山开采影响小。

2.2.5.3 老窿水

本区为新设矿山，除少量地表露采场外，未进行过地下开采，基本无老窿水问题。

2.2.5.4 地下水补给、径流、排泄条件

矿区大气降水丰沛，是区内地下水的主要补给来源。松散岩类孔隙水接受大气降水和地表水的渗入补给，由高处向低处径流，主要以泉的形式排泄于地表冲沟及小溪中。

碎屑岩风化裂隙水赋存于碎屑岩类岩石近地表的风化裂隙带中，呈层状产出，水力性质总体表现为潜水，局部微承压。但由于地形切割的原因，大部分风化裂隙带不含水，仅仅是一个透水层，是深部构造裂隙水接受补给的通道。含水层直接接受大气降水渗入补给或接受上部松散岩类孔隙含水层的补给，顺地形坡向由高处向低处径流，最后排泄于坡脚、沟谷等地形低洼地带。

区域碎屑岩类构造裂隙水，含水介质以构造破碎带及两侧的派生构造为主，呈带状产出。该含水带主要接受大气降水的垂直渗入补给，其次是接受横穿矿区的地表溪流的补给，以大气降水渗入补给为主，地表溪流的补给仅占整个地下水补给源的一小部分。裂隙水顺地形坡向由高处向低处径流，最后排泄于坡脚、沟谷等地形低洼地带。

2.2.5.5 矿坑充水因素及涌水量预测

1、矿床充水因素

(1) 矿区地表水与矿床充水的关系

自然条件下，矿区地表水为矿床的次要充水因素，对矿床充水的影响小。红坪村至夯沱、古者一带，由于含矿层位标高均高于溪流。所以不存在地表溪流对矿床充水的情况，虽然浅部岩层透水性强，但浅部岩层含水性主要受大气降水影响，分布面积小，对矿床充水影响小。

(2) 断裂构造对矿床充水的影响

从地面水文地质调查、钻探揭露及调查情况看，矿区断裂构造浅部具有一定含水性，但深部基本不含水，矿区不存在大的含（导）水断层。根据目前掌握的资料，矿区内没有发现大的含（导）水断层。因此，断裂构造不会对矿床充水造成影响。

(3) 在矿区中西部、南部边沿及南东角，含矿层埋深在 200m 以上，碎屑岩风化裂隙含水层（II）与碎屑岩构造裂隙含水层（III）之间存在可靠的隔水层，在天然条件下没有水力联系，不是矿床充水因素。

(4) 碎屑岩构造裂隙含水层（III）与矿体为同一层位，矿水交融，为矿床直接充水因素；但根据目前掌握的资料，该含水层与近地表含水层无大规模导水构造，水力联系弱，因而该含水层富水性不强，对矿床充水影响小。

2、生产矿坑水文地质情况

通过钻孔简易水文试验可得结论，矿区岩层富水性较弱，连通性差。矿区地下水没有统一的地下水位，主要受地形控制，岩层透水性差。

矿区范围内虽然绝大部分矿体的埋藏标高高于当地侵蚀基准面，但矿体均在地表以下，且矿区面积大，须设置多个独立的采拓系统，因而未来采矿过程中矿坑水多不能自然排泄。

3、矿坑涌水量预测计算

矿坑涌水量大小是评价矿坑充水条件复杂程度的主要标志，它也是制定矿山疏干排水设计的主要依据。

见表 2-2-4、2-2-5

表 2-2-4 钻孔简易注水试验成果综合统计表

孔号	试验层位	试验孔深 (m)		试验时间 (时:分)		试验成果			试验日期 (年.月.日)
		自	至	延续时间	稳定时间	Q(L/s)	h(m)	q(L/s.m)	
ZK001	En Zl	2.2	78.16	4:30	2:00	0.421	18.39	0.023	2011.9.24
ZK123	Es En Zl	0	179.60	3:00	2:00	0.184	22.90	0.008	2011.6.30
ZK161	En Zl	2.50	160.10	3:00	2:50	0.201	24.8	0.008	2011.9.3
ZK163	En Zl	1.5	82.45	3:00	1:20	0.32	19.00	0.017	2011.10.14

表 2-2-5

钻孔简易抽水试验成果综合统计表

试验孔号	试验日期 (年.月.日)	试验时间段 (分)					单次抽水用时 (秒)		水泵流量 (L/s)	单次抽出水量 (L)	抽出总水量 (L)	水位降深 (m)	折算的单位涌水量 (L/s.m)
		自		至		计	开泵时间	用时					
		时	分	时	分								
ZK161	2011.9.3	12	26	18	00	334	12	26	720	1.09	784.8	38.80	0.0022
							33	180					
							15	15	300				
ZK162	2011.10.12	11	00	18	08	428	17	56	180	2.42	435.6	57.00	0.0020
							40	180					
							11	00	900				
ZK001	2011.9.15	08	30	14	35	365	14	20	600	1.50	900	49.90	0.0017
							480	1.50	720				
							08	30	420				
备注	1、将水泵下至一定深度，水泵流量固定。开启水泵并出水开始计时，出水停止结束计时，水位恢复一定水头后再次开启水泵，反复进行。												
	2、以水泵下入深度作为稳定水位降深（实际上是没有稳定的）（S）；用每次抽出水量之和与第一次开始抽水到最后结束抽水的时间段长之比作为抽水涌水量（Q）计算单位水量涌水量（q）。												
	3、三个孔的抽水试验为全孔混合抽水。												

(1) 确定岩层渗透系数 K 和地下水位下降影响半径 R

本次收集了详查报告中 ZK001、ZK161、ZK162 三个钻孔的抽水试验数据及 ZK001、ZK123、ZK161、ZK163 四个钻孔的注水试验数据，以此作为计算渗透系数的依据，计算过程如下：

A、根据注水试验数据计算渗透系数

计算公式为： $K = (0.366 \times Q \div LS) \times \lg 2L/r$ ($L/r > 4$)

式中：

Q 为稳定注水量；S 为水位抬升；L 为试验段长度；r 为试验段半径。

计算结果为：

ZK161: $K = (13.176 \div 3970.48) \times 3.77 = 0.013 \text{m/d}$

ZK123: $K = (5.77 \div 4112.84) \times 3.81 = 0.005 \text{m/d}$

ZK163: $K = (10.04 \div 1566.55) \times 3.48 = 0.022 \text{m/d}$

ZK001: $K = (13.21 \div 1437.40) \times 3.45 = 0.032 \text{m/d}$

B、根据简易抽水试验数据计算渗透系数

计算公式为： $K=0.732 \times Q \times (\lg R - \lg r) \div (2H - S) \times S$ $R=2S \sqrt{HK}$

式中：Q 为涌水量，S 为水位降升，H 含水层厚度，R 为影响半径，r 为钻孔半径。

计算结果为：

ZK161: $K=0.732 \times 6.86 \times (\lg 2 \times 38.8 \sqrt{26.2K} - \lg 0.55) \div (2 \times 26.2 - 38.8) \times 38.8$
 $=0.33 \text{ m/d}$

$R=228\text{m}$

ZK162: $K=0.732 \times 9.94 \times (\lg 2 \times 57.0 \sqrt{93.0K} - \lg 0.55) \div (2 \times 93.0 - 57.0) \times 57.0$
 $=0.27 \text{ m/d}$

$R=180\text{m}$

综合简易注水试验和简易抽水试验成果，古者矿区钒矿矿层顶板岩层渗透系数值
K 取： $K=0.072\text{m/d}$ ； $R \approx 200\text{m}$

(2) 计算未来矿坑单位涌水量

井下开采涌水量为竖井和坑道涌水量的总和，除被直接揭露的含水层充水外，还有由于井下开采形成的人工裂隙引起的顶板含水层充水，古者矿区未来矿坑涌水属于具有圆形补给边界的类型，按裘布依公式：

$Q=1.336 \times K \times [(2H - S) S \div (\lg R - \lg r)]$

式中 Q 为矿坑单位涌水量，K、S、R 同前文计算取值。r 为井筒半径，按 2m 算。
H 为含水层平均厚度，按 60m 计算。

计算可得古者矿区未来矿坑单位涌水量 $Q=12.05\text{m}^3/\text{d} \cdot \text{m}$

根据开发利用方案设计，本矿山未来最大开采深度为+150m，根据钻孔静水位标高资料可知，未来相对地下水位最大降深约为 400m，则未来最大矿坑涌水量约为 $4820\text{m}^3/\text{d}$ ，合 $200.8\text{m}^3/\text{h}$ 。以上计算结果为矿床开采最终水量，不含老窿突然穿水或与地表水体回灌矿坑等突发事件涌水量。

2.2.5.6 矿山水文地质条件小结

前面已述，矿山充水因素为浅部碎屑岩构造裂隙含水层，若今后矿山采用地下开采方式往深部开采，其岩层逐渐变得完整，其充水性逐渐变差。经计算，预测未来矿坑最大涌水量为 $200.8\text{m}^3/\text{h}$ ，矿坑进水边界条件相对简单，涌水量较大，矿山水文地质条件属中等类型。

2.2.6 工程地质条件

2.2.6.1 岩土体结构类型

1、土体

该岩组由第四系残坡积层及冲洪积层组成，覆盖于基岩面上。区内可分为单层结构土体和双层结构土体。

(1) 单层结构土体

其广泛分布于山坡及坡脚地带，为残坡积层，广泛分布于丘坡、坡脚下平坦及低洼处。由粘土、砂质粘土、砂土及碎石组成。厚度一般为 0.5~3m。据区域资料允许承载力为 125~200Kpa。

(2) 双层结构土体

为冲洪积层，分布于各溪沟、河流的下游区域。厚度一般为 0.5~10m。上部为粘土、砂质粘土。下部为砂土、砂砾石层。

由于土体结构松散、透水性好，因而土层凝聚力降低，易失稳崩塌，甚至形成滑坡及泥石流地质灾害，工程地质条件相对较差。

2、岩体

(1) 薄~厚层状软硬相间的页岩及碎屑岩岩性综合体

矿区基岩地层主要有寒武系下统石牌组 (ϵ_s)、牛蹄塘组 (ϵ_n) 及震旦系留茶坡组 (Zl)、陡山沱组 (Zds)、南沱组 (Zn)，这些地层由一套以页岩为主，其次为石英粉砂岩、硅质岩、粉砂质页岩、泥质灰岩的碎屑岩组成的碎屑岩。岩石多为钙质胶结，结构致密，质地较坚硬。抗风化能力强，是矿体直接顶底板围岩。

根据岩石物理力学试验，主要组成页岩的干抗压强度在 24.1~53.6Mpa 之间，软化系数为 0.56。岩石主要表现为半坚硬，抗风化能力差。

(2) 厚层状坚硬白云岩、白云质灰岩、细晶灰岩岩性综合体

主要由寒武系下统清虚洞组 (ϵ_q) 组成，该岩组岩石坚硬，性脆，主要由白云岩、白云质灰岩、细晶灰岩组成，其整体性和稳定性都较好，距含矿层直接顶底板厚度大于 50m。

根据岩石物理力学试验，主要组成白云岩的干抗压强度在 104.5~179.5Mpa 之间，白云质灰岩的干抗压强度在 114.93~143.67 之间。

矿区岩体工程地质特征见表 2-2-6

表 2-2-6

矿区岩体工程地质特征一览表

工程地质岩组名称	分布层位	岩性	主要岩石物理力学指标	
			干抗压强度 (Mpa)	软化系数
厚层状坚硬碳酸盐岩组	∈q	白云质灰岩	114.93~143.67	0.71~0.90
		白云岩	104.5~179.5	0.75~0.88
薄~厚层状软硬相间的碎屑岩岩组	∈s、∈n、Zl、Zds、Zn	黑色页岩	50.7~79.6	0.41~0.67
		灰绿色页岩	39.2~102	0.12~0.57
		硅质岩	64.6	0.47

2.2.6.2 矿体围岩与夹石

1、I 矿层

(1) I 1 矿体

A、矿体顶板

该矿体直接顶板是含矿岩系中第三岩性小层，厚度 0.12~0.77m，岩性为浅灰色中厚层含炭质粉晶白云岩，为矿区主要标志层，属坚硬岩石。

间接顶板为含矿岩系中第四岩性小层，厚度 1.00~5.71m，岩性为黑色含钒含磷结核石英粉砂质炭泥质页岩夹深灰色薄层硅质岩，若其中 V_2O_5 含量大于 0.50×10^{-2} 则为矿区 II 1 矿体，层理清晰，属半坚硬—坚硬岩石。矿体顶板稳固性中等至较好。

B、矿体底板

该矿体底板为震旦系留茶坡组上部的黑色薄-中厚层含炭质硅质岩夹黑色石英粉砂质炭泥质页岩，其中的 V_2O_5 含量一般为 $0.03 \times 10^{-2} \sim 0.49 \times 10^{-2}$ ，层理清晰，属坚硬岩石，稳固性好。

C、夹石

根据工业指标对夹石剔除具体要求， V_2O_5 含量 $< 0.50 \times 10^{-2}$ ，厚度 $\geq 2.00m$ 者，则作为夹石剔除。据全区所有工程资料，该矿体内未出现夹石。

(2) I 2 矿体

该矿体为与 I 1 矿体属同一层矿，矿体顶、底板的情况与其基本一致。矿体内未出现夹石。

2、II 矿层

(1) II 1 矿体

A、矿体顶板

该矿体直接顶板是含矿岩系中第五岩性小层（III 矿层），厚度 2.13~10.58m，岩

性为黑色含钒石英粉砂质炭泥质页岩，若其中 V_2O_5 含量大于 0.50×10^{-2} 则为矿区 III1 矿体。间接顶板为牛蹄塘组上段含石煤地层，厚度 $>25m$ ，岩性为黑色含石英粉砂质页岩。该矿体顶板层理清晰，属半坚硬—坚硬岩石，稳固性中等至较好。

B、矿体底板

该矿体直接底板为含矿岩系中第三岩性小层，厚度和岩性为与上述 I 1 矿体的直接顶板一致，属坚硬岩石。

间接底板是矿区含矿岩系中第一、第二岩性小层，层理清晰，属坚硬岩石。第一岩性小层厚度 $1.01 \sim 4.18m$ ，岩性为黑色薄层含炭质硅质岩与黑色石英粉砂质炭泥质页岩互层，第二岩性小层厚度 $0.20 \sim 0.94m$ ，岩性为黑色石英粉砂质炭泥质页岩，第一、第二岩性小层合并为矿区 I 矿层，若其中 V_2O_5 含量大于 0.50×10^{-2} 则为矿区 I 1 矿体。该矿体底板稳固性好。

C、夹石

据全区所有工程资料，该矿体内未出现夹石。

(2) II2 矿体

该矿体与 II1 矿体属同一层矿，矿体顶、底板的情况与其基本一致。矿体内未出现夹石。

3、III矿层

(1) III1 矿体

A、矿体顶板

该矿体顶板为牛蹄塘组上段含石煤地层，厚度 $>25m$ ，岩性为黑色含石英粉砂质页岩，层理清晰，属半坚硬—坚硬岩石，稳固性中等至较好。

B、矿体底板

该矿体直接底板为含矿岩系中第四岩性小层（II矿层）。

间接底板为含矿岩系中第一至三岩性小层，厚度、岩性和含矿性与上述情况一致，层理清晰，属半坚硬—坚硬岩石，稳固性中等至较好。

C、夹石

据所有工程资料，全区该矿体仅有一层夹石，出现 1 次，夹石率为 1.1%。夹石出现在 TC211 探槽的 11、12 号样，总厚度 $2.00m$ ， V_2O_5 平均含量为 0.48×10^{-2} 。夹石在

剖面上呈顺层透镜体状，岩性基本与该层矿体一致，为黑色含钒石英粉砂质炭泥质页岩，层理清晰，属半坚硬岩石。

4、矿坑稳定性评价

(1) 矿体顶、底板围岩由一套粉砂岩、页岩及硅质岩组成，这些岩石抗压强度较高，为半坚硬岩石，抗压强度较高，抗风化能力较强。

(2) 未来矿山深部采矿深度不大，平均采深不到 300m，地压较小。

根据岩石完整性、力学强度及断层发育情况综合判定，矿区矿坑稳定性较好。

2.2.6.3 软弱结构面及其特征

由于矿区构造活动强烈，形成了各种正断层、逆断层 6 条，这些断层的走向基本上与背斜轴平行。由于断层的拉张、牵引，在断层两侧形成了一系列派生裂隙。这些结构面在空间上表现为构造破碎带，但由于矿区断层规模小，因此对矿区岩石的完整性、矿体围岩的稳定性影响不大。

2.2.6.3 岩体风化带、岩溶发育特征

1、岩体风化带特征

区内岩体地表风化程度弱，强风化带深度一般 2.0~3.5m，页岩风化后较破碎，呈土状、细碎状等，结构松散，强度较低，稳固性较差，强风化带以下岩体稳固性较好。

2、岩溶发育特征

矿区内无碳酸盐岩等可溶性岩类分布。本区的碳酸岩主要分布于矿区外东西两翼，未来矿山开采排水不影响岩溶地层，本次对岩溶发育情况不进行论述。

2.2.6.4 边坡稳固性

区内边坡可分自然斜坡、人工切坡及人工堆积物边坡。

1、自然坡

矿区属剥蚀、侵蚀丘陵地貌，山包起伏连绵，沟谷纵横交错。区内相对高差不大，地形坡度一般，植被较发育，地表风化较为强烈。总体来说自然边坡一般较稳定。局部地段不稳定，曾发生过崩塌、滑坡及泥石流地质灾害。

2、人工坡

(1) 人工切坡

矿区的人工边坡主要为矿山建设和居民房屋建设形成的切坡；当地居民建房切坡高度一般小于 3m，边坡稳定性良好。

本区有 S253 省道和龙吉高速公路通过，S253 省道按地势修建在平缓地带，主要为路基通过，无深挖路堑；

插图 2-2-2 S253 省道修建于地势平缓地段

插图 2-2-3 龙吉高速大部分以高架路基形式通过

龙吉高速公路在本区东南部，大部分为高架桥路基，局部路堑地段高速公路在建设时已采取了护坡措施，人工边坡稳定性良好。

(2) 人工堆积坡

区内的人工堆积坡主要为几处废石堆边坡，根据调查，废石堆一般沿自然边坡堆放，最大堆高约 23m，平均堆厚约 1.2m。各废石堆在本区均有十五年以上的堆放历史，期间未发生过崩塌、滑坡地质灾害，因此人工堆积边坡稳定性良好。

2.2.6.5 工程地质条件小结

综上所述，矿体围岩较坚硬，预测矿坑稳定性较好。但地表风化较为强烈，曾发生过崩塌、滑坡及泥石流地质灾害。总体来说矿区工程地质条件属中等类型。

2.3 生物环境

2.3.1 植物

矿山所在的已略乡红坪村、龙舞村常见的散生木本植物包括桂花、香椿、板栗、香樟、化香、盐肤木、冬青、泡桐、栓皮栎、麻栎、白栎、朴树、黄檀、黄连木、宜昌胡颓子、银果胡颓子、枳椇、枇杷、锦鸡儿、苦楝、火棘、野柿、紫藤、铁仔、扶芳藤、插田泡、冻绿、箬竹、杜鹃等。

矿区则以人工植被、人工+天然植被、天然植被三种植被类型为主。

插图 2-3-1 矿区的杉木+盐肤木林

人工植被：主要包括杜仲林、油茶林、杉木林、杉檫混交林等。

人工+天然植被：常见类型有杉木+盐肤木林、杜仲+栎木林等。

天然植被：以马尾松+白栎林、香樟+化香林、香樟+盐肤木林为主；在岩石裸露、土层瘠薄的区域，多为篾竹+铁仔+小果蔷薇+胡枝子丛，此外还有少量水竹林、毛竹林及桂竹林。

插图 2-3-2 矿区的香樟+盐肤木林

插图 2-3-3 矿区人工种植的桂花树

调查区内未发现国家重点保护的珍稀植物。

2.3.2 动物

矿山所在的已略乡常见的野生动物中，以下物种具有代表性，它们多栖息于农村的田野、山林、溪流等环境中：

鸟类：包括斑鸠、喜鹊、麻雀等，常在村舍周围活动；野鸡（环颈雉）多见于低山丘陵和灌丛地带；猫头鹰则在夜间出没于林地附近。

哺乳动物：野兔（如草兔）在田间地头较为常见，而黄鼠狼（黄鼬）常出没于农舍周边，以捕鼠为食。

两栖爬行动物：娃娃鱼（大鲵）生活在清澈的溪流中，青蛙和蟾蜍在稻田和水沟里常见；蛇类（如水蛇、王锦蛇等）在山区和草丛中也有分布。

其他动物：田螺、泥鳅、黄颡鱼（黄辣丁）等水生生物在沟渠、稻田和小河中较为丰富；白鹭有时会在湿地或水田中觅食。

区内无大型渔业、自然保护区，无国家重点保护野生动物。

2.4 人居环境

2.4.1 矿区人口数量与分布

矿区居民主要分布于已略乡、已略村、里溪寨、红坪村、夯坨上寨、夯坨下寨、夯卡村等，共有民房 381 栋，居民 1175 人。

生态修复区人口数量分布见表 2-4-1。

表 2-4-1 生态修复区人口数量分布一览表

居民区	相对矿山位置	房屋栋数	人数
已略乡	矿区东南部	52	183
已略村	矿区中部	61	211
里溪寨	矿区西南部	65	152
红坪村	矿区东北部	81	261
夯坨上寨	矿区北部	34	84
夯坨下寨	矿区北部	72	240
夯卡村	矿区东北部	16	44
合计		381	1175

以上居民区与矿山的未来的各工业广场或废石堆通视条件良好，是未来矿山开采

影响的主要对象。

2.4.2 相邻矿山及占用土地资源现状

2.4.2.1 相邻矿山情况

本矿周边无其他矿业权设置。

2.4.2.2 矿山占用土地资源现状

根据矿区土地利用现状图分析，矿区大部分为林地、农村宅基地、采矿用地，矿区总占地面积约 1790.58h m²，其中林地约 1655.21h m²，采矿用地约 10.5h m²，园地约 16.72h m²，水田及旱地约 21.66，农村宅基地约 65.77，其它为水域或交通运输用地。土地权属为已略乡、已略村、红坪村、龙舞村等。

2.4.3 矿区人类活动范围及强度

2.4.3.1 民用建筑

区内无其它重要工程设施，仅有居民建筑，住房一般为 1~3 层式砖木及砖混结构，建房人工切坡少，挖掘土方量不多，其主要分布于舒溪两岸的平缓地段，对矿区生态环境基本无影响。

2.4.3.2 道路及交通设施

在本次方案图幅内，距离矿山最近的重要交通设施为东南部的龙吉高速，高速公路在本区大部分为高架桥路基，局部路堑地段高速公路在建设时已采取了护坡措施，由于切坡段均有护坡措施，基本消除了地质灾害隐患。

矿区周边除 S253 省道、农村道路外无其它重要的道路建设，道路依山就势而建，切坡高度小于 5m，边坡稳定，无深切坡与高填土现象，未造成滑坡及崩塌等地质灾害。对矿区生态环境基本无影响。

2.4.3.3 林业及农垦

矿山处于低山、丘陵地区，主要地类为林地，林业活动对区内地质环境影响较轻；区内耕地主要分布在山谷坡缓区，山地无大规模的农垦活动。

2.4.4 矿业活动对当地居民生产生活的主要影响

矿区为大面积的林地，居民区相对较少，本次生态修复区的居民区有已略乡、已略村、里溪寨、红坪村、夯坨上寨、夯坨下寨、夯卡村等。以上居民区与矿山的废石堆通视条件良好，是矿山开采影响的主要对象。目前除废石堆对当地的地形地貌及景观造成了破坏问题外，暂无其它生态环境问题。

2.4.5 德夯风景区简介

德夯风景区位于矿区外西北部，总面积 108.47 平方公里。

景区于 1987 年对外开放，2005 年被评为国家级风景名胜区，并于 2021 年作为“矮寨·十八洞·德夯大峡谷”的重要组成部分成功晋升为国家 5A 级旅游景区。

景区地处武陵山脉与云贵高原交汇形成的武陵大峡谷中段，以典型的喀斯特岩溶峡谷地貌著称，垂直落差达 400~600 米。其核心区域由德夯、矮寨大桥、峒河、洽比河四大景区组成，拥有 127 处景观单元，融合了壮丽的自然风光与浓郁的苗族文化。核心景观特色简介如下：

路桥奇观：景区内包含被誉为工程奇迹的矮寨公路奇观以及主跨 1176 米、桥面距谷底 355 米的矮寨特大悬索桥。

峡谷瀑布：峡谷内溪河交错，分布着流纱瀑布、九龙瀑布等众多瀑布，其中流纱瀑布落差大，被誉为中国游客最喜欢的十大瀑布之一。

苗寨风情：德夯苗寨是著名的苗鼓之乡，保存着完整的苗族传统文化，可体验拦门对歌、苗家跳歌晚会等民俗活动。

地质地貌：作为湘西世界地质公园的重要组成部分，其寒武纪地质层中存在国际公认的“金钉子”剖面，具有重要的科研价值。

受山脊阻隔，矿山开采区与德夯风景区无通视条件（见附图 1）。

2.4.6 社会经济概况

根据《吉首市 2024 年国民经济和社会发展的统计公报》，2024 年全市全体居民人均可支配收入 35631 元，同比增长 4.2%。城镇居民人均可支配收入 41801 元，比上年增加 1531 元，增长 3.8%。其中，工资性收入 27750 元，增加 1127 元，增长 4.2%；经营净收入 3345 元，增加 202 元，增长 6.4%；财产净收入 2590 元，下降 100 元，下

降 3.7%，转移性收入 8116 元，增加 303 元，增长 3.9%。农村居民人均可支配收入 17298 元，增加 995 元，增长 6.1%。其中，工资性收入 8465 元，增加 507 元，增长 6.4%；家庭经营净收入 3774 元，增加 230 元，增长 6.5%；财产性净收入 158 元，增加 6 元，增长 3.8%；转移性净收入 4901 元，增加 252 元，增长 5.4%。

在产业区位条件方面，红坪村、龙舞村依托其地理位置和资源优势，重点发展乡村旅游和特色农业，形成了以“农旅融合”为核心的产业格局。依托地理位置和资源优势，矿山所在的红坪村、龙舞村当地农村居民人均可支配收入约为 18000 元，略高于当地的平均水平。

3 矿山生态问题识别和诊断

3.1 地形地貌景观破坏

根据《矿业权设置范围相关信息分析结果简报》，采矿权范围与自然保护地、禁止开发区边界均无重叠现象，未在历史文化名村、交通主干线、输电线等重大基础设施设置周边禁止矿业开发活动区域。

在本次方案图幅内，矿山周边无重要的交通设施，主要的地形地貌敏感点为附近的居民集中居住区。

3.1.1 地形地貌景观破坏现状

古者矿区一直未进行过正规的钒矿开发，但是从 20 世纪 80 年代起，由于交通条件的改善，为当地私采矿石创造了有利条件，区内陆续有小规模的民采问题，形成了大大小小多个废石堆积区及一个遗留的露采场。

2007 年，吉首市人民政府开展了非法开采矿山的专项整治工作，强力打击私挖盗采，本区的民采行为终止。目前已有的原露采场和 10 个废石堆中，四个废石堆和原露采场已得到修复或利用，剩余的 6 个废石堆对地形地貌景观造成了破坏。

各废石堆堆放情况如下：

FSa 废石堆：共占地约 0.26h m²，其中林地约 0.05h m²，采矿用地约 0.21h m²，废石最大堆高约 5m，总方量约 6000m³。

FSb 废石堆：共占地约 0.81h m²，其中林地约 0.01h m²，裸岩石砾地约 0.80h m²，废石最大堆高约 3m，总方量约 12000m³。

FSc 废石堆：共占采矿用地约 0.33h m²，废石顺山坡堆放，最大堆高约 25m，平均厚度约 1.5m，总方量约 5000m³。

FSd 废石堆：共占地约 1.57h m²，其中林地约 0.21h m²，采矿用地约 1.36h m²，废石顺山坡堆放，最大堆高约 20m，平均厚度约 1.5m，总方量约 24000m³。

FSe 废石堆：共占地约 1.16h m²，其中林地约 0.01h m²，农村道路约 0.03h m²，采矿用地约 1.12h m²，废石顺山坡堆放，最大堆高约 23m，平均厚度约 1.2m，总方量约 14000m³。

FSf 废石堆：共占地约 0.96h m²，其中林地约 0.01h m²，采矿用地约 0.95h m²，废石最大堆高约 10m，总方量约 16000m³。

插图 1-3-1 FSa 废石堆（上）、FSb 废石堆（下）

插图 1-3-2 FSc 废石堆、FSd 废石堆

插图 1-3-3 FSe 废石堆

插图 1-3-4 FSf 废石堆

以上各废石堆总占地面积约 5.08h m²，其改变了原始地形地貌，破坏了大面积原生植被，其与附近的已略村具备通视条件，是地形地貌景观影响的主要对象。

3.1.2 地形地貌景观破坏趋势

根据开发利用方案设计，未来可能对土地资源造成影响的主要为矿山工业广场及废石堆。另外选厂和尾矿库也可能破坏地形地貌景观。

3.1.2.1 工业广场地形地貌景观破坏趋势

1、主井工业广场形地貌景观破坏趋势

本次开发利用方案为矿山各主井口都设计了工业广场，但并未明确各工业广场的位置。参照同类金属矿山的工业广场布置情况以及矿山**万 t/a 的产能，其主井口工业广场一般至少应占地 1h m²。本报告参照开发利用方案布置井筒的情况，对各工业广场位置及占地情况预测如下：

一期开采区主井工业广场：预测占林地 1h m²，其位于一期开采区主井口前。

二期开采区主斜井工业广场：预测共占地 1h m²，其中农村宅基地约 0.5h m²，林地约 0.5h m²，其位于二期开采区主斜井口前方。

三期开采区东主井工业广场：预测占林地 1h m²，其位于三期开采区东主井口前。

三期开采区西主井工业广场：预测占草地 1h m²，其位于三期开采区西主井口前。

2、风井工业广场

按照开发利用方案设计，风井口一般只安装风机，并作为安全出口，因此占地面积不大。根据同类金属矿山风井占地情况，一般风井口采用井筒废石平整，至少应占地 0.1h m²（含废石占地）。本报告参照开发利用方案布置井筒的情况，各风井工业广场位于风井口前。结合土地利用现状图分析，占地地类均为林地，预测其各风井工业广场占地面积约为 0.1h m²。

以上各工业广场预测总占地面积约 4.9h m²（详见后文统计），会改变原始地形地貌、破坏大面积原生植被，预测对地形地貌景观有影响。

3.1.2.2 废石堆地形地貌景观破坏趋势

本次开发利用方案设计未来废石多用于充填井下采空区，仅有少量集中堆放在主井口附近。方案预计主要废石来源为前期开拓巷道产生的废石，其次为矿石运出井口后混入的废石。但方案中未进行废石量的计算，废石堆的具体位置也并不明确。以下根据开发利用方案的设计分采区计算未来废石量，并大致规划废石堆场的位置。

各采区的废石来源为前期开拓巷道产生的废石和矿石运出井口后混入的废石，可根据开发利用方案的设计对各采区的其废石量进行简单的计算，计算公式如下：

开拓巷道的废石量：开拓巷道长度×巷道断面积×1.25（松散系数）

废石混入量：矿石量×废石混入率÷1.7（容重）×1.25（松散系数）

表 3-1-1 一期和二期开采区开拓巷道废石量计算表

采区	井口名称	设计巷道长度	巷道断面积	废石量
一期开采区	主井	12674m	18 m ²	28.5万m ³
二期开采区	主井	6800m	18 m ²	10万m ³

表 3-1-2 一期和二期开采区废石混入量计算表

采区	矿石量	废石混入率	废石量
一期开采区	*****吨	1%	32.5万m ³
二期开采区	*****吨	1%	10万m ³

1、一期开采区未来废石情况

综合以上计算数据，未来一期采区主井口废石量将达（28.5万+32.5万）61万 m³，风井开拓虽然也会产生少量废石，但可用于平整场地，本次计入工业广场占地面积中，不单独计算。

本报告设计，在一期采区，未来废石可堆放于主井口西北部的山包上。该处地势相对平缓，不会受到雨水及沟谷流水的冲击，下部无居民居住，可以避免各种地质灾害问题。各风井口由于矸石量少，就近堆放于井口即可。未来各废石堆占地情况如下：

一期开采区主井废石堆：预计共占林地约 10h m²，平均堆厚约 6m，最大堆高约 50m。总方量约 61 万 m³。

2、二期开采区未来废石情况

未来二期采区主井口废石量将达（10万+10万）20万 m³。风井开拓虽然也会产生少量废石，但可用于平整场地，本次计入工业广场占地面积中，不单独计算。

本报告设计，二期采区未来废石可堆放于主井口西部的山包上。该处地势相对平缓，可以避免各种地质灾害问题。各风井口由于矸石量少，就近堆放于井口附近的山包或山坡上即可。未来各废石堆占地情况如下：

二期开采区主井废石堆：预计占林地约 3h m²，预计平均堆厚约 5m，最大堆高约 70m。总方量约 20 万 m³。

3、三期开采区未来废石情况

与前文描述相同，三期采区开拓巷道产生的废石和矿石运出井口后混入的废石。但三期采区本次方案设计分为东西两个小采区，且设计采用绞车提升，因此巷道断面面积相对前面两个采区要更小。参照煤矿斜井提升的井筒规格，井口宽度应不小于 2.5m，高度不小于 3m，则断面积约 7.5m²。下文分别计算东西采区的废石量。

（1）东采区废石量

计算公式为：[开拓巷道长度×巷道断面面积×1.25（松散系数）+[矿石量×废石混入率÷1.7（容重）×1.25（松散系数）]

本次开发利用方案并未明确未来三期采区东区开拓巷道总长度，根据设计图纸量取该采区设计巷道长度约 1200m。与前文计算相同，本报告按 0.1%确定废石混入率。将以上参数代入公式可计算出废石量约为 34500m³。

$[1200 \times 7.5 \times 1.25 \text{（松散系数）}] + [***** \text{（三期采区东区开采矿石量）} \times \text{废石混入率} \div 1.7 \text{（容重）} \times 1.25 \text{（松散系数）}] \approx 34500 \text{m}^3$

三期采区东采区未来废石可堆放于主井口的山坡上，废石堆占地情况如下：

三期开采区东主井废石堆：预计占林地约 1h m^2 。预计平均堆厚约 5m ，最大堆高约 50m 。总方量约 3.45万 m^3 。

(2) 西采区废石量

计算公式为： $[\text{开拓巷道长度} \times \text{巷道断面积} \times 1.25 (\text{松散系数})] + [\text{矿石量} \times \text{废石混入率} \div 1.7 (\text{容重}) \times 1.25 (\text{松散系数})]$

本次开发利用方案并未明确未来三期采区西区开拓巷道总长度，根据设计图纸量取该采区设计巷道长度约 600m 。与前文计算相同，本报告按 0.1% 确定废石混入率。将以上参数代入公式可计算出废石量约为 15000m^3 。

$[600 \times 7.5 \times 1.25 (\text{松散系数})] + [***** (\text{三期采区西区开采矿石量}) \times \text{废石混入率} \div 1.7 (\text{容重}) \times 1.25 (\text{松散系数})] \approx 15000\text{m}^3$

三期采区西区未来废石可堆放于主井口东部的山坡上，废石堆占地情况如下：

三期开采区西主井废石堆：预计占林地约 0.6h m^2 。预计平均堆厚约 2m ，最大堆高约 50m 。总方量约 1.5万 m^3 。

以上各废石堆预测总占地面积约 14.4h m^2 （详见后文统计），未来大量的废石堆积会改变原始地形地貌，破坏大面积原生植被，预测对地形地貌景观有影响。

3.1.2.3 矿山公路地形地貌景观破坏趋势

从矿山的各工业广场选址可以看出，大部分工业场地位于 $S253$ 省道或农村道路附近，但并无直接通达各场地的已有道路。因此未来需新建多条矿山公路，由于矿山尚无初步设计，本次无法确定道路占地位置、面积。

但根据各场地与附近道路的位置关系可以初步预估未来矿山公路的总长度约 6km ，按照矿山公路平均 5m 宽度计算，矿山公路占地面积约 3h m^2 。道路建设会破坏大面积原生植被，改变原始地形地貌，预测未来对地形地貌景观有影响。

3.1.3 地形地貌景观破坏结论

现状原民采遗留的废石堆对地形地貌景观造成了破坏；预测矿山新增的各工业广场、各废石堆、选厂及尾矿库、矿山公路对地形地貌景观有破坏的趋势。

见表 3-1-3

插图 3-1-5 地形地貌景观破坏分布图

表 3-1-3 地形地貌景观破坏识别和诊断结果表

名称	破坏面积 (hm ²)	地貌类型	影响对象	是否对地形地貌景观造成破坏		
				现状	趋势	
已有	FSa~FSf废石堆	5.08	低山、丘陵	居民区、植被	是	是
新增	各工业广场	4.36	低山、丘陵	居民区、植被	-	是
	各废石堆	21.55	低山、丘陵	居民区、植被	-	是
	选厂及尾矿库	不确定	不确定	地形地貌、植被	-	是
	矿山公路	3	不确定	地形地貌、植被	-	是

3.2 土地资源占损

3.2.1 土地资源占损及污染现状

3.2.1.1 土地资源占损现状

古者矿区一直未进行过正规的钒矿开发，但是从 20 世纪 80 年代起，由于交通条件的改善，为当地私采矿石创造了有利条件，区内陆续有小规模的民采问题，形成了多个废石堆积区及一个遗留的露采场。目前已有原露采场和 10 个废石堆中，4 个废石堆和原露采场已得到修复或利用，剩余的 6 个废石堆占用了土地资源，堆放情况如下：

FSa 废石堆：共占地约 0.26h m²，其中林地约 0.05h m²，采矿用地约 0.21h m²，废石最大堆高约 5m，总方量约 6000m³。

FSb 废石堆：共占地约 0.81h m²，其中林地约 0.01h m²，裸岩石砾地约 0.80h m²，废石最大堆高约 3m，总方量约 12000m³。

FSc 废石堆：共占采矿用地约 0.33h m²，废石顺山坡堆放，最大堆高约 25m，平均厚度约 1.5m，总方量约 5000m³。

FSd 废石堆：共占地约 1.57h m²，其中林地约 0.21h m²，采矿用地约 1.36h m²，废石顺山坡堆放，最大堆高约 20m，平均厚度约 1.5m，总方量约 24000m³。

FSe 废石堆：共占地约 1.16h m²，其中林地约 0.01h m²，农村道路约 0.01h m²，采矿用地约 1.12h m²，废石顺山坡堆放，最大堆高约 23m，平均厚度约 1.2m，总方量约 14000m³。

FSf 废石堆：共占地约 0.96h m²，其中林地约 0.01h m²，采矿用地约 0.95h m²，废石最大堆高约 10m，总方量约 16000m³。

据统计，现状矿山民采活动共占地约 5.09h m²，其中林地约 0.29h m²，采矿用地

约 3.97h m²，农村道路 0.01h m²，裸岩石砾地 0.8h m²，土地权属为吉首市已略乡红坪村、龙舞村，矿山占地情况见表 3-2-1。

表 3-2-1 矿山占损土地现状一览表

名称	占损土地类别 (hm ²)				总计 (hm ²)	土地权属
	林地	采矿用地	农村道路	裸岩石砾地		
FSa废石堆	0.05	0.21			0.26	红坪村
FSb废石堆	0.01			0.80	0.81	红坪村
FSc废石堆		0.33			0.33	红坪村
FSd废石堆	0.21	1.36			1.57	红坪村
FSe废石堆	0.01	1.12	0.01		1.16	红坪村
FSf废石堆	0.01	0.95			0.96	龙舞村
合计	0.29	3.97	0.01	0.8	5.09	

3.2.1.2 土地资源破坏污染现状

为查明矿区土壤污染情况，本次收集了 2013 年环评报告中的土壤分析结果。另外本次现场调查时也对土壤进行了取样分析，本次对 2013 年环评报告监测点和本次取样点进行统一编号，见表 3-2-2。取样分析结果见表 3-2-3、3-2-4。

表 3-2-2 土壤取样点位置及编号对照表

取样点编号	位置	备注
T1	红坪村水田土壤	2013年、2025年两次取样
T2	矿区中部水田土壤	2013年取样
T3	FSe废石堆	2025年取样
T4	FSc废石堆	2025年取样

表 3-2-3 2013 年土壤分析结果 (单位: mg/kg, pH 值: 无量纲)

采样地点		监测结果									
		pH	Cd	Mn	As	Cu	Pb	Cr	Zn	V	Ni
T2	监测值	5.78	0.21	219	26.88	35.57	21.1	84	120.5	98	34
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
T1	监测值	5.64	0.13	286	6.02	29.05	44.5	74	128.6	105	29
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
参考标准		-	0.3	/	40	50	90	150	200	-	70

表 3-2-4 2025 年土壤分析结果 (单位: mg/kg, pH 值: 无量纲)

取样位置	检测项目										
	砷	镉	铬	铜	铅	镍	汞	锌	铊	钒	pH
T3	96.5	9.4	274	318	106	115	0.401	585	ND	1830	5.45
T4	160	25	869	679	55.9	309	0.323	964	0.8	4450	5.57
T1	20.6	ND	74.8	45.6	25.8	34.4	1.2	133	0.8	115	5.31
标准限值	40	0.3	150	50	90	70	1.8	200	-	-	

标准限值为：《土壤环境质量-农用地土壤污染风险筛选标准（试行）》（GB15618-2018）；铊、钒无明确标准限制，比照红坪村聚居区T3结果。

经取样分析可知，在农田区域，除钒没有参考指标外，各监测指标均达标。在废石堆区域，砷、镉、铬、铜、铅、镍、锌、钒超标对土壤造成了污染。

综上所述，现状原民采活动形成的废石堆对土地资源造成了污染。

3.2.2 土地资源占损及污染趋势

3.2.2.1 土地资源占损趋势

上文已根据开发利用方案设计分析了未来各工业广场、废石堆的占地面积，情况如下：

1、工业广场土地资源占损趋势

一期开采区主井工业广场：预测占林地 1h m²，其位于一期开采区主井口前。

一期开采区东风井工业广场：预测占林地约 0.1h m²；

一期开采区北风井工业广场：预测占林地约 0.1h m²；

二期开采区主斜井工业广场：预测共占地 1h m²，其中农村宅基地约 0.5h m²，林地约 0.5h m²，其位于二期开采区主斜井口前方；

二期开采区东一风井工业广场：预测占林地约 0.1h m²；

二期开采区东二风井工业广场：预测占林地约 0.1h m²；

二期开采区西一风井工业广场：预测占林地约 0.1h m²；

二期开采区西二风井工业广场：预测占林地约 0.1h m²；

二期开采区西三风井工业广场：预测占林地约 0.1h m²；

三期开采区东主井工业广场：预测占林地 1h m²，其位于三期开采区东主井口前。

三期开采区西主井工业广场：预测占草地 1h m²，其位于三期开采区西主井口前。

三期开采区东风井工业广场：预测占林地约 0.1h m²；

三期开采区西风井工业广场：预测占林地约 0.1h m²；

2、废石堆土地资源占损趋势

本次将设计废石堆进行统一编号，预测各废石堆占地情况见表 3-2-5：

表 3-2-5 设计废石堆编号对照表

设计废石堆	编号	面积 (hm ²)	最大堆高 (m)	平均堆厚 (m)	方量 (m ³)
一期开采区主井废石堆	FS5废石堆	10	50	6	约61万
二期开采区主井废石堆	FS6废石堆	3	70	5	约20万
三期开采区东主井废石堆	FS7废石堆	1	50	5	约3.45万
三期开采区西主井废石堆	FS8废石堆	0.6	50	2	约1.5

FS5 废石堆：预计共占林地约 10h m²，平均堆厚约 6m，最大堆高约 50m。总方量约 61 万 m³。

FS6 废石堆：预计占林地约 3h m²，预计平均堆厚约 5m，最大堆高约 70m。总方量约 20 万 m³。

FS7 废石堆：预计占林地约 1h m²。预计平均堆厚约 5m，最大堆高约 50m。总方量约 3.45 万 m³。

FS8 废石堆：预计占林地约 0.6h m²。预计平均堆厚约 2m，最大堆高约 50m。总方量约 1.5 万 m³。

3、矿山公路土地资源占损趋势

从矿山的各工业广场选址可以看出，大部分工业场地位于 S253 省道或农村道路附近，但并无直接通达各场地的已有道路。因此未来需新建多条矿山公路，由于矿山尚无初步设计，本次无法确定道路占地位置、面积。

但根据各场地与附近道路的位置关系可以初步预估未来矿山公路的总长度约 6km，按照矿山公路平均 5m 宽度计算，矿山公路占地面积约 3h m²，由于地类无法准确确定，本次暂全部按林地计算。

4、土地资源占损趋势小结

现状及预测矿山开采活动共占地约 27.39h m²，其中林地约 22.29h m²，采矿用地约 3.97h m²，农村道路约 0.01h m²，裸岩石砾地约 0.8h m²，农村宅基地约 0.5h m²，土地权属为吉首市已略乡红坪村、已略村、龙舞村。

未来矿山土地资源占损见表 3-2-6。

3.2.2.2 土地资源破坏污染趋势

为查明矿区土壤污染情况，本次收集了 2013 年环评报告中的土壤分析结果。另外本次现场调查时也对土壤进行了取样分析。经取样分析可知，在农田区域，除钒没有参考指标外，各监测指标均达标。在废石堆区域，砷、镉、铬、铜、铅、镍、锌、钒超标对土壤造成了污染。

这说明，矿区的钒元素背景值较高，未来矿山的废石堆未来将长期堆存，参考民采废石堆的污染情况分析可知，废石中的砷、镉、铬、铜、铅、镍、锌、钒等重金属元素在长期雨水淋滤作用下会在压占区土壤中富集，会造成压占区的土壤污染问题。

表 3-2-6

土地资源占损趋势一览表

名称	占损土地类别 (hm ²)										总计 (hm ²)	土地 权属
	林地		采矿用地		农村道路		裸岩石砾地		农村宅基地			
	已占	拟占	已占	拟占	已占	拟占	已占	拟占	已占	拟占		
FSa废石堆	0.05		0.21								0.26	红坪村
FSb废石堆	0.01						0.80				0.81	红坪村
FSc废石堆			0.33								0.33	红坪村
FSd废石堆	0.21		1.36								1.57	红坪村
FSe废石堆	0.01		1.12		0.01						1.16	红坪村
FSf废石堆	0.01		0.95								0.96	龙舞村
一期开采区主井工业广场		1									1	龙舞村
一期开采区东风井工业广场		0.1									0.1	龙舞村
一期开采区北风井工业广场		0.1									0.1	龙舞村
二期开采区主斜井工业广场		0.5							0.5		1	红坪村
二期开采区东一风井工业广场		0.1									0.1	红坪村
二期开采区东二风井工业广场		0.1									0.1	红坪村
二期开采区西一风井工业广场		0.1									0.1	已略村
二期开采区西二风井工业广场		0.1									0.1	已略村
二期开采区西三风井工业广场		0.1									0.1	已略村
三期开采区东主井工业广场		1									1	红坪村
三期开采区东风井工业广场		0.1									0.1	红坪村
三期开采区西主井工业广场		1									1	红坪村
三期开采区西风井工业广场		0.1									0.1	红坪村
FS5废石堆		10									10	龙舞村
FS6废石堆		3									3	红坪村
FS7废石堆		1									0.8	红坪村
FS8废石堆		0.6									0.6	红坪村
矿山公路		3									3	
合计	0.29	22	3.97		0.01		0.8			0.5	27.39	

插图 3-2-1 土地资源占损分布图

插图 3-2-2 矿山土地利用现状图

一般来说钒矿石开采会对生态环境有比较严重的影响，主要原因如下：

一是钒矿石矿物组成的特殊性和生态敏感性，钒矿石含有黄铁矿等金属硫化物，磷酸盐，其易溶于水，可能会在水力搬运的作用下在土壤中富集，造成土壤酸化。

二是含镉、砷、铅、锌、铀等重金属，也可能在水力搬运的作用下在土壤中富集，造成土壤中重金属等有毒有害元素超标。

三是钒矿石一旦暴露在空气中，经氧化水解后形成游离五价钒、硫酸盐、磷酸盐等对生态环境危害性较大。

因此，预测未来矿山废石堆的压占区域会对土壤造成污染。

3.2.3 土地资源占损小结

现状矿山民采活动共占地约 5.09h m²，其中林地约 0.29h m²，采矿用地约 3.97h m²，农村道路 0.01h m²，裸岩石砾地 0.8h m²，土地权属为吉首市已略乡红坪村、龙舞村；

现状及预测矿山开采活动共占地约 27.39h m²，其中林地约 22.29h m²，采矿用地约 3.97h m²，农村道路约 0.01h m²，裸岩石砾地约 0.8h m²，农村宅基地约 0.5h m²，土地权属为吉首市已略乡红坪村、已略村、龙舞村。

预测未来矿山废石堆的压占区域对土壤会造成污染。

3.3 水资源水生态影响

3.3.1 水资源水生态影响现状

3.3.1.1 矿业活动对水资源影响

现状矿山尚未开采，对水资源无影响。

3.3.1.2 矿业活动对水生态影响

1、水质取样分析

为查明矿区水生态污染情况，本次收集了 2013 年环评报告中的地表水、地下水质质的分析结果。另外本次现场调查时也对地表水、地下水进行了取样分析。

本次对 2013 年环评报告监测点和本次取样点进行统一编号见表 3-3-1，分析结果见 3-3-2~3-3-5。

表 3-3-1

水质取样点位置及编号对照表

取样点编号	位置	备注
W1	里溪小溪沟	2013年、2025年两次取样
W2	红坪村水塘	2013年、2025年两次取样
W3	红坪村小溪沟	2013年、2025年两次取样
W4	龙舞村小溪	2013年、2025年两次取样
W5	己略河	2013年取样
W6	己略河入浪头河汇入点	本次图幅下游3公里处
D1	里溪寨居民点水井	2013年、2025年两次取样
D2	龙舞村居民水井	2013年、2025年两次取样
D3	红坪村水井	2013年取样
D4	己略村水井	2013年取样

表 3-3-2

2013 年地表水质分析结果

日期	断面	pH	SS	COD	氨氮	Zn	V	Cd	Cr ⁶⁺	Pb	Mn	石油类
2013年1月6日	W1	7.95	4L	5.3	1.531	0.163	0.002	0.00258	0.037	0.0018	0.061	0.02L
	W2	8.16	4L	6.9	1.552	0.145	0.004	0.00175	0.010	0.0007	0.027	0.02L
	标准值 (IV类)	6-9	/	30	1.5	2.0	0.05*	0.005	0.05	0.05	0.1*	0.5
	W3	8.34	4L	5.0L	0.337	0.002L	0.005	0.00016	0.004	0.0004	0.094	0.02L
	W4	8.13	4L	5.0L	0.796	0.046	0.001	0.00095	0.008	0.0004	0.037	0.02L
	W5	8.26	4L	6.9	0.534	0.027	0.004	0.00003	0.004	0.0004	0.022	0.02L
	W6	8.15	4L	5.0L	0.265	0.012	0.006	0.00003	0.004	0.0004	0.038	0.02L
	标准值 (III类)	6-9	/	20	1.0	1.0	0.05*	0.005	0.05	0.05	0.1*	0.05
2013年1月7日	W1	7.89	4L	6.1	1.666	0.130	0.004	0.00659	0.076	0.0018	0.052	0.02L
	W2	8.12	4L	6.9	1.776	0.092	0.005	0.00383	0.008	0.0004	0.081	0.02L
	标准值 (IV类)	6-9	/	30	1.5	2.0	0.05*	0.005	0.05	0.05	0.1*	0.5
	W3	8.13	4L	5.0L	0.846	0.002L	0.007	0.00031	0.004	0.0004	0.014	0.02L
	W4	8.27	4L	6.1	0.295	0.041	0.006	0.00149	0.004	0.0004	0.072	0.02L
	W5	8.27	4L	6.8	0.552	0.011	0.007	0.00003	0.004	0.0004	0.088	0.02L
	W6	8.20	4L	5.0L	0.317	0.008	0.004	0.00003	0.004	0.0004	0.022	0.02L

	标准值 (III类)	6-9	/	20	1.0	1.0	0.05*	0.005	0.05	0.05	0.1*	0.05
2013年1月10日	W1	7.92	4L	6.7	1.820	0.132	0.006	0.0045	0.011	0.0013	0.047	0.02L
	W2	8.15	4L	6.7	1.581	0.107	0.005	0.00417	0.007	0.0021	0.064	0.02L
	标准值 (IV类)	6-9	/	30	1.5	2.0	0.05*	0.005	0.05	0.05	0.1*	0.5
	W3	8.14	4L	7.5	0.891	0.116	0.003	0.00351	0.008	0.0009	0.071	0.02L
	W4	8.28	4L	5.0L	0.723	0.078	0.005	0.00427	0.007	0.0004	0.023	0.02L
	W5	8.28	4L	6.7	0.556	0.002	0.004	0.00023	0.004	0.0004	0.052	0.02L
	W6	8.16	4L	5.0L	0.267	0.002	0.007	0.00003	0.004	0.0004	0.003	0.02L
	标准值 (III类)	6-9	/	20	1.0	1.0	0.05*	0.005	0.05	0.05	0.1*	0.05

注：采用《地表水环境质量标准》III类、IV水质标准，钒、锰的标准采用《地表水环境质量标准》集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值。

表 3-3-3 2025 年地表水质分析结果

检测点位	检测项目														
	镍	总磷	砷	悬浮物	汞	总氮	铬	钒	铜	铊	硫化物	氟化物	PH	化学需氧量	氨氮
	/	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	ug/L	mg/L	mg/L	无量纲	mg/L	mg/L
W1	0.005	0.03	0.0006	6	0.00009	0.87	0.03	0.003	0.012	0.01	0.01	0.02	7.3	4	0.183
W2	0.005	0.02	0.0005	6	0.00006	0.79	0.03	0.005	0.006	0.01	0.01	0.05	6.7	4	0.196
W3	0.005	0.05	0.0005	7	0.00005	0.92	0.03	0.003	0.001	0.01	0.01	0.05	7	4	0.0185
W4	0.005	0.05	0.0005	6	0.00004	0.95	0.03	0.003	0.001	0.01	0.01	0.05	7.9	4	0.191
标准值	0.02	0.2	0.05	/	0.0001	1	0.05	0.05	1	0.1	0.2	1	6~9	20	1

注：采用《地表水环境质量标准》III类、IV水质标准，钒、铊的标准采用《地表水环境质量标准》集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值。

表 3-3-4 2013 年地下水水质分析结果

监测点	检测项目													
	pH	高锰酸盐指数	氨氮	总磷	铜	镍	砷	锰	锌	铅	六价铬	镉	总硬度 (mmol/L)	
D1	6.82	0.5	0.072	0.037	0.05L	0.01L	0.0001L	0.01L	0.0.2L	0.0004L	0.004L	0.0001L	41.71	
D2	6.67	0.57	0.066	0.033	0.05L	0.01L	0.0001L	0.01L	0.0.2L	0.0004L	0.004L	0.0001L	22.22	
D3	6.62	0.5	0.106	0.04	0.05L	0.01L	0.0001L	0.01L	0.0.2L	0.0004L	0.004L	0.0001L	35.42	
D4	6.74	0.5	0.055	0.064	0.05L	0.01L	0.0001L	0.01L	0.0.2L	0.0004L	0.004L	0.0001L	145.25	
评价标准	6.5-8.5	3	0.2	0.2	1.0	0.05	0.01	0.1	1.0	0.05	0.05	0.01	450	

注：采用《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) III类水质标准。

表 3-3-5 2025 年地下水水质分析结果

监测点	检测项目										
	PH	铅	锌	镉	铜	铊	砷	汞	钒	氨氮	高锰酸盐指数
	无量纲	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	ug/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
D1	7.4	0.002	0.05	0.0001	0.006	0.01	0.0008	0.00008	0.003	0.207	0.5
D2	6.8	0.002	0.05	0.0001	0.018	0.01	0.0006	0.00007	0.003	0.224	0.05
评价标准	6.5~8.5	0.2	1	0.05	1	0.1	0.01	0.001	/	0.5	3

注：采用《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类水质标准。

2、地表水生态影响

由 2013 年水质分析结果可知，W1~W3 断面除氨氮外，各监测因子都能达到《地表水环境质量标准》III类、IV水质要求。现场勘查表明，氨氮超标主要是受上游农田施用化肥影响。由 2025 年水质分析结果可知，各监测点均能达到《地表水环境质量标准》III类水质要求。

3、地下水生态影响

由 2013 年、2025 年地下水水质分析结果可知，采矿区内 4 个地下水监测断面监测因子均达到《地下水质量标准》（GB/T14848-1993）III类标准，采矿区域地下水环境良好。

4、放射性污染问题

本矿山矿石组分中含有 ^{238}U ，因此矿井水和废石堆淋滤水将可能含有放射性。根据矿石化验结果， ^{238}U 含量为 359.39 (Bq/kg)~721.24 (Bq/kg)，平均 561.31 (Bq/kg)。

为确定放射性污染状况，2011 年 10 月湖南有色地质勘查局 245 队委托核工业二三〇研究所分析测试中心对夯沱下寨及已略村的地下水进行取样分析，并编制了《湖南省吉首市古者矿区钒矿辐射环境监测报告》。同时取样的还包括了 8 个矿石样、173 个钻孔岩芯样、133 个探槽样及 30 个工程组合样品。

分析结果表明，地下水样总 α 、总 β 均符合《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006) 中的限值。泉水中放射性核素活度均在湘西自治州水体中天然放射性核素浓度范围内。同时参与分析的其它样品均在安全标准之内。

因此可得结论，现状矿业活动对水生态无污染问题。

3.3.2 水资源水生态影响预测

3.3.2.1 水资源影响预测

1、对地下水资源及区域地下水均衡的影响预测

从水文地质条件看，本矿山开采矿层上部无重要含水层。虽然预测矿坑的充水因素为矿层附近的碎屑岩构造裂隙水，但其富水性极弱。因此可以判断，矿区地下水资源并不丰富，未来矿山开采对地下水资源枯竭影响较轻。

矿山排水主要影响的是弱裂隙含水层。由于裂隙含水层的含水性及透水性较弱，因此矿山开采引起的地下含水层疏干范围不大。加之区内雨量充沛，被矿山疏排少量地下水很容易得到补给。

以下用地下水均衡方程计算并预测矿山未来开采对地下水的影响程度：

矿山建设对地下水均稳衡破坏的影响采用一般简化形式的地下水均衡方程进行预测评估，计算式如下：

$$\mu \Delta H = (Q_1 + W_f + f_k + f_v) - (Q_2 + Y_B + Q_P)$$

式中：

$\mu \Delta H$ ——地下水储存量变化量 (m^3/d)；

Q_1 ——地下水总流入量 (m^3/d)；

$$Q_1 = K \times I \times \omega$$

K ——含水层渗透系数 (m/d)；

I ——水力坡度；

ω ——过水断面面积 (m^2)；

W_f ——降水入渗补给量 (m^3/d)；

$$W_f = F \times P \times a$$

F ——矿界面积 (m^2)

P ——日平均降水量 (m/d)

a ——降水入渗系数

f_k ——地表水入渗补给量 (m^3/d)

f_v ——灌溉水入渗补给量 (m^3/d)

Q_2 ——地下水总流出量 (m^3/d)

Y_B ——地下水溢流量 (m^3/d)

Q_P ——矿坑日排水量，预测的一般涌水量 ($4820m^3/d$)

预测矿坑疏干一般排水量为 $4820m^3/d$ 。本次调查矿区无明显溢流，因此地下水溢流量 $Y_B=0$ ；在评估区范围内共有 24 个下降泉，流量合计为 1.48 升/秒，则每天为

1278.72m³，则 Q₂=6098.72m³/d。

矿区地表灌溉水的补给有限，取近似值 f_v=0；地下水的总流入量 Q₁=18584.64m³/d，（K 根据矿区钻孔抽水试验值计算为 0.072m/d，I 值由附图上估算取 2%，ω 系矿界的边界的周长乘以含水层的厚度，本矿山裂隙含水层的平均厚度取 60m，ω 为 12906000m²）。降雨补给量 W_r=14324.64m³/d（F 为 17905800m²，P 取 0.004m/d，a 取经验值 0.2），经计算矿山开采抽排地下水，引起地下水在储量的变化值：

$$\begin{aligned}\mu \Delta H &= (18584.64 + 14324.64) - (4820 + 6098.72) \\ &= 32909.28 - 10918.72 = 21990.56 \text{m}^3/\text{d}\end{aligned}$$

由于本次现场调查时为枯水期，地表泉流量较小，导致计算的正均衡值较大。但即使在丰水期，泉流量较大时，也不会改变以上正均衡的计算结果。因此未来矿山开采对区域地下水均衡影响较轻。

2、对地表水漏失影响预测

现状矿山尚未进行地下开采，未造成地表水漏失问题。

从矿山水文地质条件来看，未来采空区上方的主要含水层为近地表裂隙含水层，其厚度不大（一般 60m 左右），60m 以下均可视为相对隔水层。现通过导水裂隙带高度计算来预测未来矿山开采直接导致地表水漏失的可能性。

导水裂隙带高度计算：

本矿未来开采的五个矿体中，I 1 厚度最大（最大厚度 6.45m），其它各矿脉均小于此厚度。I 1 矿体倾角取平均 5° 进行导水裂隙带高度计算，计算公式如下：

$$H_{li} = 100 \sum M / (1.6M + 3.6) \pm 5.6$$

式中：

H_{li}-导水裂隙带最大高度（m）；

M-累计采厚；矿体取最大厚度进行计算。

I 1 号矿脉取最大厚度 6.45m，计算其导水裂隙高度为 51.94m。因此可以推断，未来矿山开采各矿层时，开采深度在大于 111.94m（浅部 60m 含水层+导水裂隙高度 51.94m）时对浅部裂隙水及地表水基本没有影响。

现综合考虑未来各矿块的开采情况及地表水的分布情况。评估区内仅西部的古者河上游、东南部红坪村一带的红坪河部分地段及东部夯卡河部分地段位于未来采空区上方。本次开发利用方案为保护红坪村居民区及夯卡河地段设计留设了保安矿柱，因

此未来红坪河及夯卡河不存在地表水漏失问题。

在矿区西部古者河上游区域，未来下方矿层开采标高约 300m，地面标高在 400m 左右，故采空区距离地表仅 100m，小于上文计算的 111.94m。因此在该区域，未来很可能发生地表水漏失问题，影响河道约 1km。在古者河两岸还分布有约 7.1h m²水田，未来矿山开采也可能影响其正常蓄水。

另外采空区地面变形也可能导致夯坨上寨附近约 20h m²水田发生漏失，其可能性中等，详见后文论述。

综上所述，未来矿山开采导致古者河上游地段及夯坨上寨附近地表水发生漏失的可能性中等，故预测未来矿山开采对地表水漏失有影响。

3.3.2.2 对水生态影响趋势

未来矿山开采对水环境的影响主要表现在矿井水、废石堆淋滤水两个方面。

根据矿层围岩及夹石成分分析，其主要为含钒石英粉砂质炭泥质页岩、含炭质粉晶白云岩或硅质岩，其所含的有害成分极少。

1、放射性污染问题

本矿山矿石组分中含有 ²³⁸U，因此矿井水和废石堆淋滤水将可能含有放射性。根据矿石化验结果，²³⁸U 含量为 359.39 (Bq/kg)~721.24 (Bq/kg)，平均 561.31 (Bq/kg)。

为确定放射性污染状况，2011 年 10 月湖南有色地质勘查局 245 队委托核工业二三〇研究所分析测试中心对夯坨下寨及已略村的地下水进行取样分析，并编制了《湖南省吉首市古者矿区钒矿辐射环境监测报告》。同时取样的还包括了 8 个矿石样、173 个钻孔岩芯样、133 个探槽样及 30 个工程组合样品。

分析结果表明，地下水样总 α、总 β 均符合《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006) 中的限值。泉水中放射性核素活度均在湘西自治州水体中天然放射性核素浓度范围内。同时参与分析的其它样品均在安全标准之内。因此未来矿井水、废石堆淋滤水放射性污染程度较轻。

2、重金属元素污染问题

但是根据本次废石堆的土壤分析结果可知，废石堆区域的砷、镉、铬、铜、铅、镍、锌、钒超标对土壤造成了污染。由此可以推断，未来矿山的矿井水水质、淋滤水中均可能存在重金属污染问题。

插图 3-3-1 水资源水生态影响分布图

目前矿山尚未开采，未修建矿井水处理设施及废石堆淋滤水收集设施，未来含重金属元素的废水外排，可能造成下游水体的污染问题。其它重金属元素的危害后果目前已较为普及，本次不详述。主要对钒的污染后果进行分析。

钒对身体的危害主要取决于接触剂量和方式。正常环境中，钒的天然存在量较低，通常不会对人体造成显著伤害；但长期过量接触（如职业暴露或高剂量补充剂）可能引发呼吸系统损伤、肝肾毒性、神经功能异常等健康风险。

短期吸入高浓度钒化合物（如五氧化二钒粉尘）可引发鼻咽刺激、咳嗽、胸闷，严重时导致支气管肺炎、肺水肿，甚至出现神经系统症状（如头晕、嗜睡）和肾脏损害（如蛋白尿）。

长期接触可能造成慢性呼吸系统损害（如支气管炎）、肾病、心血管问题（如心悸、血压升高），并可能与肺癌死亡率呈弱联系。

钒化合物对皮肤和黏膜有刺激性，接触后可能引发皮炎或绿色舌苔（因钒盐形成）；其毒性随化合价升高而增强，五价钒化合物毒性最强。

3、对水生态影响结论

综上所述，本次预测未来矿井水、废石堆淋滤水均可能含钒及砷、镉、铬、铜、铅、镍、锌等重金属元素，其外排可能造成下游冲沟及已略河的污染问题。

3.3.3 水资源水生态影响小结

现状矿业活动对水资源、水生态基本无影响；

预测未来矿山开采对水资源有影响，可能引发地表水漏失；矿井水、废石堆淋滤水可能造成水生态的污染问题，主要污染物为钒及砷、镉、铬、铜、铅、镍、锌等重金属元素，污染对象为各主井口及废石堆下游的冲沟及已略河。

表 3-3-6 水资源、水生态影响及趋势一览表

影响类别	是否对水资源造成影响		是否对水生态造成影响	
	现状	趋势	现状	趋势
地下开采	否	是		
矿井水及废石堆淋滤水			否	是

3.4 矿山地质灾害影响

3.4.1 矿山地质灾害影响现状

3.4.1.1 崩塌、滑坡地质灾害危害中等

据现场实地调查，当地村民介绍，矿区西南部里溪寨附近 20 世纪 70 年代曾发生过崩塌、滑坡地质灾害。

1、崩塌地质灾害危害程度小~中等

据当地村民介绍，1978 年，在里溪寨后部，曾发生过一次崩塌地质灾害（本次编号：B1 崩塌点）。由于当年连续强降雨，导致里溪寨后部硅质岩岩体发生崩塌，崩塌方量约 40m³。涉及范围造成 4 户房屋遭冲击，并半掩埋，6 户房屋倒塌，经济损失约 30 万元，2 人死亡。

另外在已略村村委房屋前，因 2005 年左右修建公路时切坡较陡（约为 70° 左右），高度较大（约为 15m），曾发生了小规模崩塌灾害（本次编号：B2 崩塌点），崩塌方量约 5m³。未造成人员伤亡及经济损失，但当地村委在其下方设置了警示牌，提醒路人注意。

2、滑坡地质灾害危害小~中等

据当地村民回忆，1978 年，在里溪寨北西向约 800m 处，发生了一次滑坡地质灾害（本次编号：H1 滑坡点）。由于当年长时间强降水，导致山体页岩顺层位发生下滑，影响深度约 20m，滑坡体方量约 22 万 m³，影响面积约 25 万 m²。本次滑坡造成了田地毁，河流阻塞，经济损失约 110 万元。崩塌发生后当地政府立即组织人员开展了治理工作，地质灾害的影响已全部消除。

同样也是在 1978 年，在里溪寨北西向约 2km 处，也发生了一次滑坡（本次编号：H2 滑坡点），其诱因仍是强降水。该滑坡体上部为灰岩，下部为页岩。影响深度约 15m，滑坡体方量约 6 万 m³，影响面积约 7 万 m²。本次滑坡造成了田地毁，并诱发了次生泥石流的地质灾害，经济损失约 50 万元。滑坡发生后当地政府立即组织人员开展了治理工作，地质灾害的影响已全部消除。

3、地质灾害的危害程度评价

对于地质灾害的影响程度，本次参考国家市场监督管理总局，国家标准化管理委员会发布的《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）的地质灾害危险性综合

分区分级表（见表 3-4-1）进行评判，经分析可知，B1 崩塌点、H1 滑坡点地质灾害危害程度中等；B2 崩塌点、H2 滑坡点地质灾害危害程度小。

表 3-4-1 地质灾害危险性综合分区分级表

危害程度 分级	死亡人数 (人)	受威胁人数 (人)	直接经济损失 (万元)	定性说明
小	1	<10	<100	灾害体规模小，影响范围不大，容易恢复
中等	1-10	10-100	100-500	灾害体规模小至中等，影响范围较大，对工程建设损毁较严重，受灾体需经一定的工程措施才能消除。
大	10-30	100-1000	500-1000	灾害体规模中等至大，影响范围较大，需专门的工程措施才能消除或难以恢复。

3.4.1.2 泥石流地质灾害危害中等

1978 年，在里溪寨上部冲沟内，发生了一次较为严重的泥石流地质灾害（本次编号 N1 泥石流）。由于冲沟上部风化岩石破碎堆积，加之连续强降水，引发了本次泥石流灾害。同时前文所述的滑坡也是其诱因之一。据当地村民介绍，泥石流体积约 10 万 m³，影响面积约 2.5 万 m²。在影响范围内造成了 8 人死亡，15 栋房屋被掩埋，大片农田被毁的惨剧，经济损失约 250 万元。

灾害发生后，当地政府立即组织人员开展了治理工作，地质灾害的影响已全部消除。根据地质灾害危险性综合分区分级表（见表 3-4-1）进行评判，其危害中等。

3.4.1.3 采空区地面变形危害小

本矿山为新设采矿权，除小范围露天民采外，未进行过地下开采。因此无采空区地面变形问题，采空区地面变形危害小。

3.4.2 矿山地质灾害预测

3.4.2.1 崩塌地质灾害预测

矿区地形复杂，受褶皱影响，在矿体露头线一带，绝大部分为逆向坡，仅在红坪村、里溪寨和夯坨下寨一带存在有小范围的斜交坡或顺层坡。除此以外，在矿区的其它地段均以逆向坡和斜交坡为主，少见顺层坡。

历史上本区因持续降雨引发过两处崩塌地质灾害，目前以上地质灾害点均已得到全面治理，四十多年来稳定性良好，且其全部位于未来矿山地下开采的影响范围外，未来再次发生崩塌地质灾害的可能性小。

本矿山为地下开采，对地表的影响不大。矿区虽然沟谷纵横，相对高差较大，但未来矿山建设一般依山就势修建，不会形成高陡切坡，因此引发崩塌地质灾害的危险性小。

综上所述，矿区以逆向坡为主，历史上的崩塌地质灾害已得到全面治理，未来矿山开采引发崩塌地质灾害的可能性小，危险性小。

3.4.2.2 滑坡地质灾害预测

上文已述，区内地形高差大，以逆向坡为主，总体来说自然边坡比较稳定。

历史上本区因持续降雨引发过两处滑坡地质灾害，目前以上地质灾害点均已得到全面治理，四十多年来稳定性良好，且其全部位于未来矿山地下开采的影响范围外，未来再次发生滑坡地质灾害的可能性小。

本矿山未来为地下开采，对地表的影响不大。矿区虽然沟谷纵横，相对高差较大，但未来矿山建设一般依山就势修建，不会形成高陡切坡，因此矿山建设引发滑坡地质灾害的危险性小。

未来矿山的废石堆虽然堆高较大，但一般厚度不大，大多数均位于山包上，尽量避免堆放在溪沟中及山坡下，受雨水的影响不大。且废石堆多位于林地区域，远离农田及居民集中区，因此废石堆积引发滑坡地质灾害的可能性小，危险性小。

综上所述，矿区以逆向坡为主，历史上的滑坡地质灾害已得到全面治理，未来矿山开采引发滑坡地质灾害的可能性小，危险性小。

3.4.2.3 泥石流地质灾害预测

矿区属剥蚀、侵蚀低山丘陵地貌。总体地势西高东低，地形高低起伏。最高点为图幅西部山丘上，高程为+886.1m。最低为图幅东南部排打拉一带的冲沟，高程约为+223.7m。相对高差最大为662.4m，一般相对高差为50m~150m左右。矿区中部为一条自西向东的冲沟，中部偏东有一条近南北走向的冲沟，两条冲沟交汇于矿区的中东部（本次命名为红坪村冲沟）。在矿区东西两侧，各发育有一条近南北走向的冲沟，本次分别命名为里溪寨冲沟（西侧）和夯卡冲沟（东侧）。以上冲沟中均发育有季节性冲沟或水系。以上冲沟形成了本区的主要泥石流沟，本次采用半定量分析法进行预测，见表3-4-2、3-4-3，评分结果见表3-4-4。

表 3-4-2

泥石流沟谷严重程度（易发程度）数量化表

序号	影响因素	权重	量级划分							
			严重	得分	中等	得分	轻微	得分	一般	得分
1	崩塌、滑坡及水土流失的严重程度	0.159	崩塌、滑坡等重力侵蚀严重，多深层滑坡和大型崩塌，表土疏松，冲沟十分发育。	21	崩塌、滑坡发育，多浅层滑坡、和中小型崩塌，有零星植被覆盖，冲沟发育。	16	有零星崩塌、滑坡存在。	12	无崩塌、滑坡、冲沟不发育。	1
2	泥石流沿程补给长度比（%）	0.118	>60	16	60~30	12	30~10	8	<10	1
3	沟口泥石流堆积程度	0.108	河形弯曲和堵塞，大河主流受挤压偏移	14	河形无较大变化，仅大河主流受迫偏移	11	河形无变化，大河主流在高水偏，低水不偏	7	无河形变化，主流不偏	1
4	沟沟纵坡（°，‰）	0.090	>12°（213）	12	12°~6°（213~105）	9	6°~3°（105~52）	6	<3°（52）	1
5	区域构造影响程度	0.075	强烈抬升区，6级以上地震	9	抬升区，4~6级地震，有中小支断层或无断层	7	相对稳定区，4级以下地震区，有小断层	5	沉降区，构造影响小或无影响	1
6	流域植被覆盖率（%）	0.067	<10	9	10~30	7	30~60	5	>60	1
7	河谷近期一次变幅（m）	0.062	2	8	2~1	6	1~0.2	4	0.2	1
8	岩性影响	0.054	软岩、黄土	6	软硬相间	5	风化和节理发育的硬岩	4	硬岩	1
9	沿沟松散物贮量（10 ⁴ m ³ /km ² ）	0.054	>10	6	10~5	5	5~1	4	<1	1
10	沟岸山坡坡度（°，‰）	0.045	>32°（625）	12	32°~25°（625~466）	9	25°~15°（466~286）	6	<15°（286）	1
11	产沙区沟槽横断面	0.036	V型谷、谷中谷、U型谷	5	拓宽U型谷	4	复式断面	3	平坦型	1
12	产沙区松散物平均厚度（m）	0.036	>10	5	10~5	4	5~1	3	<1	1
13	流域面积（km ² ）	0.036	0.2~5	5	5~10	4	10~100	3	>100	1
14	流域相对高差（m）	0.030	>500	4	500~300	3	300~100	3	<100	1
15	河谷堵塞程度	0.030	严重	4	中	3	轻	2	无	1

注：总分>114分为极易发（严重）、总分84~114为中易发（中等），总分41~80为轻度易发（轻度），总分≤40为不易发生。

插图 3-4-1 矿区泥石流沟分布情况

表 3-4-3 矿区泥石流沟主要特征定量化汇总表

序号	影响因素	里溪寨冲沟	红坪村冲沟	秀卡冲沟
1	崩塌、滑坡及水土流失的严重程度	崩塌、滑坡发育，多浅层滑坡、和中小型崩塌，有零星植被覆盖，冲沟发育。	无崩塌、滑坡、冲沟不发育。	无崩塌、滑坡、冲沟不发育。
2	泥石流沿程补给长度比 (%)	<10	<10	<10
3	沟口泥石流堆积程度	无河形变化，主流不偏	无河形变化，主流不偏	无河形变化，主流不偏
4	河沟纵坡 (° , ‰)	6° ~3°	<3° (52)	<3° (52)
5	区域构造影响程度	沉降区，构造影响小或无影响	沉降区，构造影响小或无影响	沉降区，构造影响小或无影响
6	流域植被覆盖率 (%)	>60	>60	>60
7	河谷近期一次变幅 (m)	0.2	0.2	0.2
8	岩性影响	风化和节理发育的硬岩	风化和节理发育的硬岩	风化和节理发育的硬岩
9	沿沟松散物贮量 (10 ⁴ m ³ /km ²)	<1	>10	<1
10	沟岸山坡坡度 (° , ‰)	32° ~25°	25° ~15°	25° ~15°
11	产沙区沟槽横断面	V型谷	V型谷	V型谷
12	产沙区松散物平均厚度 (m)	5~1	5~1	5~1
13	流域汇水面积 (km ²)	10~100	10~100	10~100
14	流域相对高差 (m)	300~100	300~100	300~100
15	河谷堵塞程度	无	无	无

经分析（见表 3-4-4），里溪寨冲沟历史上曾发生过泥石流地质灾害，未来发生泥

石流地质灾害的可能性中等，其主要威胁里溪寨居民区及下游农田，其危险性中等；

表 3-4-4 泥石流沟谷严重程度（易发程度）打分表

冲沟	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	合计
里溪寨冲沟	16	1	1	6	1	1	1	4	1	9	5	3	3	3	1	56
红坪村冲沟	1	1	1	1	1	1	1	4	5	6	5	3	3	3	1	37
夯卡冲沟	1	1	1	1	1	1	1	4	1	6	5	3	3	3	1	33

未来矿山的废石几乎全部位于红坪村冲沟中，本次充分考虑了未来废石的堆积情况，但由于该冲沟排水通畅，未来发生泥石流地质灾害的可能性小，危险性小。

夯卡冲沟流域面积大，排水通畅，未来发生泥石流地质灾害的可能性小，危险性小。

综上所述，未来里溪寨冲沟发生泥石流地质灾害的可能性中等，其主要威胁里溪寨居民区及下游农田，其危险性中等。

3.4.2.4 采空区地面变形地质灾害预测

1、采空区地面变形的影响范围

本矿共设计开采 5 个矿块的资源，一般矿体倾角较小，综合采厚较大，采深较浅，有引发采空区地面变形的可能。

本矿未来为地下开采，可参考《“三下”采煤规程》确定矿山开采岩层上山移动角（ γ ） 70° ，下山移动角（ β ） 55° ，走向移动角（ δ ） 70° ，圈出了未来矿山地下开采的岩石移动范围，见附图 3。

本次开发利用方案设计在已略村、红坪村及矿区东部的夯卡河均留设了保安矿柱，因此未来开采引发以上地段采空区地面变形的可能性不大。唯有夯坨山寨部分房屋位于岩石移动范围内。本次岩石移动范围内有夯坨上寨约 14 栋房屋（约 36 人），水田约 20hm^2 ， 112h m^2 林地是未来矿山地下开采主要的影响对象。

2、采空区地面变形的影响程度

本次针对以上地面设施选取 5 个计算点（B1、B2、B3、B4、B5）来分析地面变形程度，计算点的选取依据主要为矿体的典型特征点、地表是否有重要的影响对象等，计算公式如下：

$$W_{cm} = M \times q \times \cos \alpha \quad r = \frac{H}{\text{tg} \beta} \quad I_{cm} = W_{cm} / r \quad K_{cm} = 1.52 \left(\frac{W_{cm}}{r^2} \right)$$

$$\varepsilon_{cm} = 1.52 \times b \times W_{cm} / r$$

式中： W_{cm} ——地表移动最大下沉值（mm）；
 q ——下沉系数，取 $q_{初}=0.63$ ； $q_{复}=(1+0.2)Q_{初}=0.76$ ；
 M ——矿层厚度（m）；
 α ——矿层倾角（°）；
 r ——地表移动影响半径（m）；
 H ——矿层采深（m）；
 $tg\beta$ ——地表移动影响角正切，取 $tg\beta=tg55^{\circ}=1.42$
 b ——水平移动系数，取 $b=0.2\times(1+0.0086\alpha)$ ；
 icm ——地表移动倾斜最大值（mm/m）；
 K_{cm} ——地表移动曲率最大值（ $10^{-3}/m$ ）；
 ε_{cm} ——地表移动水平变形最大值（mm/m）。

计算点位见插图 3-4-3，采空区地面变形计算结果见表 3-4-5，地面变形对土地的影响程度评价标准见表 3-4-5。

表 3-4-5 矿山开采地表移动变形参数计算结果表

项目指标	B1	B2	B3	B4	B5
开采矿体的块段厚度（m）	1.81	1.45	1.49	2.03	1.33
采深取实际平均采深（m）	280	80	200	281	160
倾角 α （°）取平均倾角	5	8	5	5	5
下沉系数 q	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
$tg\beta$	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42
水平移动系数 b	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
影响半径 r （m）	197.18	56.34	140.85	197.89	112.68
W_{cm} （mm）	1370.37	1091.28	1128.09	1536.93	1006.95
icm （mm/m）	6.95	9.37	8.01	7.77	8.94
$K_{cm}10^{-3}/m$	0.05	0.52	0.09	0.06	0.12
（mm/m）	2.20	6.29	2.54	2.46	2.83
备注	I 1 矿体	I 2 矿体	II 1 矿体	II 2 矿体	II 1 矿体

表 3-4-6 砖混结构建筑物损坏等级表

损坏等级	建筑物破坏程度	地表变形值			损坏分类	结构处理
		$\varepsilon /mm\cdot m^{-1}$	$K_{cm}10^{-3}/m$	icm （mm/m）		
I	自然间砖墙上出现宽度 1~2mm 的裂缝	≤ 2.0	≤ 0.2	≤ 3.0	极轻微损坏	不修
	自然间砖墙上出现宽度小于 4mm 的裂缝；多条裂缝总宽度小于 10mm				轻微损坏	简单维修
II	自然间砖墙上出现宽度小于 15mm 的裂缝，多条裂缝总宽度小于 30mm；钢筋混凝土梁、柱上裂缝长度小于 1/3 截面高度；梁端抽出小于 20mm；砖柱上出现水平裂缝，缝长大于 1/2 截	≤ 4.0	≤ 0.4	≤ 6.0	轻度损坏	小修

损坏等级	建筑物破坏程度	地表变形值			损坏分类	结构处理
		$\varepsilon / \text{mm} \cdot \text{m}^{-1}$	$K \text{cm} 10^{-3} / \text{m}$	$i \text{cm} (\text{mm}/\text{m})$		
	面边长；门窗略有歪斜					
III	自然间砖墙上出现宽度小于 30mm 的裂缝，多条裂缝总宽度小于 50mm；钢筋混凝土梁、柱上裂缝长度小于 1/2 截面高度；梁端抽出小于 50mm；砖柱上出现小于 5mm 的水平错动；门窗严重变形	≤ 6.0	≤ 0.6	≤ 10.0	中度损坏	中修
IV	自然间砖墙上出现宽度大于 30mm 的裂缝，多条裂缝总宽度大于 50mm；梁端抽出小于 60mm；砖柱上出现小于 25mm 的水平错动	> 6.0	> 0.6	> 10.0	严重损坏	大修
	自然间砖墙上出现严重交叉裂缝、上下贯通裂缝，以及墙体严重外鼓、歪斜；钢筋混凝土梁、柱裂缝沿截面贯通；梁端抽出大于 60mm，砖柱出现大于 25mm 的水平错动；有倒塌危险				极度严重损坏	拆迁

表 3-4-7 开采沉陷土地破坏程度等级

破坏等级	地表下沉与变形值			破坏分类	地表破坏程度
	下沉 W/mm	水平变形 $\varepsilon / \text{mm} \cdot \text{m}^{-1}$	倾斜 $i / \text{mm} \cdot \text{m}^{-1}$		
I	≤ 500	≤ 6	≤ 3	轻微破坏	地面有轻微变形，但不影响农田耕种、林地、植被生长，水土流失基本上没有增加。
II	≤ 2000	≤ 10	≤ 20	轻度破坏	地面有轻微变形，轻微影响农田耕种、林地、植被生长，水土流失略有增加。
III	> 2000	≤ 20	≤ 40	重度破坏	地面塌陷破坏较严重，出现方向明显的拉裂缝，影响农田耕种，导致减产，影响林地与植被生长，水土流失有所加剧。
V		> 20	> 40	重度破坏	地面严重塌陷破坏，出现塌方和小滑坡，农田、林地与植被破坏严重，水土流失严重，生态环境恶化。

本次评估将本次计算结果与表中的取值进行对比可知，未来矿山地下开采引发采空区地面变形的可能性中等，其对土地的破坏程度为轻度破坏，地面可能有轻微变形，轻微影响林地、植被生长，水土流失略有增加。对砖混结构建筑物的损毁程度为中度损坏。采空区地面变形主要的影响对象为夯坨上寨的 14 栋房屋（约 36 人），水田约 20h m²，林地约 112h m²。

综上所述，预测未来矿山开采引发和加剧采空区地面变形的可能性中等，主要影响对象为夯坨上寨的 14 栋房屋（约 36 人），水田约 20h m²，林地约 112h m²，影响溪沟约 1km，其危险性中等。

3.4.2.5 岩溶塌陷地质灾害预测

本矿山开采区内无岩溶地层发育，因此引发岩溶塌陷的可能性小，危险性小。

插图 3-4-2 矿山地质灾害影响分布图

3.4.2.6 矿山建设遭受地质灾害的危险性评估

矿山建设主要有矿部及各工业广场

1、矿山建设遭受崩塌、滑坡地质灾害的可能性小、危险性小

前面章节已述及，本矿山各工业广场均可依山就势修建，无高陡切坡，遭受崩塌、滑坡地质灾害的可能性小，危险性小。

2、矿山建设遭受泥石流的可能性小、危险性小

除里溪寨冲沟外，矿区一般自然排水通畅，植被发育，发生泥石流的可能性不大。本次设计的废石堆大多数均位于山包上，尽量避免堆放在溪沟中及山坡下，受雨水的影响不大。因此未来矿山建设遭受泥（废）石流的可能性小、危险性小。

3、矿山建设遭受岩溶塌陷的可能性小、危险性小

本矿山无岩溶地层发育，因此矿山建设遭受岩溶塌陷的可能性小，危险性小。

4、矿建设遭受采空区地面变形破坏的可能性小，危险性小

本矿山未来矿山建设均在矿层下盘，不在岩石移动范围内，其遭受采空区地面变形的可能性小，危险性小。

3.4.2.7 矿山公路引发及遭受地质灾害的说明

从矿山的各工业广场选址可以看出，大部分工业场地位于 S253 省道或农村道路附近，但并无直接通达各场地的已有道路。因此未来需新建多条矿山公路，由于矿山尚无初步设计，本次无法确定道路占地位置、面积。本次对于矿山公路引发及遭受各类地质灾害的可能性暂不分析，未来矿山需进行专项评估。

3.4.3 矿山地质灾害影响小节

现状矿区周边曾发生过崩塌、滑坡及泥石流地质灾害，其危害小~中等，现以上地质灾害的影响已全面治理消除。

预测未来里溪寨冲沟发生泥石流地质灾害的可能性中等，其主要威胁里溪寨居民区及下游农田，其危险性中等。预测未来矿山开采引发和加剧采空区地面变形的可能性中等，主要影响对象为夯坨上寨的 14 栋房屋（约 36 人），水田约 20h m²，林地约 112h m²，其危险性中等。

预测矿山开采引发其它地质灾害的可能性小，危险性小。矿山建设遭受各类地质

灾害的可能性小，危险性小。

表 3-4-8 矿山地质灾害现状及预测分析结果表

地质灾害类型	现状			预测		
	是否有地质灾害	危险性	影响对象	可能性	危险性	影响对象
崩塌	是	小~中	民房、农田	小	小	无
滑坡	是	小~中	民房、农田	小	小	无
泥石流	是	小~中	民房、农田	中等	中等	民房、农田
采空区地面变形	否	否	否	中等	中等	民房、农田、林地

3.5 生物多样性破坏

3.5.1 生物多样性破坏现状

矿山所在的已略乡红坪村、龙舞村常见的散生木本植物包括桂花、香椿、板栗、香樟、化香、盐肤木、冬青、泡桐、栓皮栎、麻栎、白栎、朴树、黄檀、黄连木、宜昌胡颓子、银果胡颓子、枳椇、枇杷、锦鸡儿、苦楝、火棘、野柿、紫藤、铁仔、扶芳藤、插田泡、冻绿、箬竹、杜鹃等。矿区则以人工植被、人工+天然植被、天然植被三种植被类型为主。

调查区内未发现国家重点保护的珍稀植物。总体而言，生态修复区内植被生态较好。

本矿现状未开采，原民采遗留了几处废石堆，总占地面积约 5.09h m²，该区域原为林地。主要植被为杉树、盐肤木等，目前以上特征植被仍分布于各废石堆周边的山坡上。因此，现状原民采活动未造成当地某一种植被或生物的毁灭性破坏，对生物多样性不造成破坏。

3.5.2 生物多样性破坏趋势

3.5.2.1 矿区及周边植被破坏预测

现状及未来矿山地面工程建设有限，尽管工程建设会使原有植被遭到局部损失，植被减少面积约 24.39h m²。但总体工程规模较小，不会使整个评价区域植物群落和生物多样性发生明显变化，也不会造成某一植物物种的消失。

且在矿山闭采后，在人工辅助下，通过恢复植被等措施可逐渐弥补因矿山建设造成生物量和多样性减少的损失。

依前述，未来矿山开采对水资源、水生态破坏有限，同时由于矿区雨量充沛，植被以灌木和草类为主，耐旱能力较强，这部分土壤水分的流失不会对植被造成明显不利。

3.5.2.2 野生动物影响预测

未来矿山地面工程建设有限，对自然植被破坏程度有限。但人员活动以及机械生产、爆炸噪声震动等会使一些野生动物失去部分觅食地、栖息场所和活动区域，对野生动物的生存环境产生轻微的不利影响。

开采期间人为干扰如工作人员滥捕滥猎等现象的出现，将直接影响到这一地区的某些野生动物种群数量，这种影响通过加强对员工的宣传教育和管理可以得到消除。

但矿业活动对野生动物影响原已存在，未来矿业活动不会使区域野生动物物种数量发生明显变化，其种群数量也不会发生明显变化。

依前述，区域野生动物种类较少，无大型野生哺乳动物，矿山范围内现有的野生动物多为一些常见的鸟类、蛙类及昆虫等，未发现珍稀野生保护动物，这种不利影响是轻微的，能在矿山闭采后通过生态修复，目前存在的常见野生动物也将重新得到生存空间。

3.5.3 生物多样性破坏小结

矿业活动现状对生物多样性基本无影响，预测造成生物多样性破坏的影响轻微且可修复，对区域生物多样性影响小。见表 3-5-1。

表 3-5-1 生物多样性破坏影响及趋势一览表

	影响类别	是否对生物多样性造成破坏
现状	原民采遗留的废石堆	否
趋势	矿山地面建设	否
	地下开采	否

4 生态保护修复工程部署

4.1 生态保护修复工程部署思路

按照“边开采、边修复”的原则，综合矿山所在地的生态功能区划定位（从不同尺度角度）、《国土空间规划》中的土地用途管制、区域产业经济发展战略布局、特色产业经济及周边群众对矿山生态修复的诉求等多方面因素，以不破坏局部生态系统的生态功能为前提，提出矿山保护修复思路。按照宜耕则耕、宜建则建、宜水则水、宜林则林的原则，优先考虑能带动周边土地价值升值空间大的修复方式。

未来矿山的主要生态问题是地形地貌景观破坏、土地资源破坏及污染、地表水流失及污染、泥石流及采空区地面变形地质灾害等。

结合本矿山的实际情况，本次提出的生态保护修复思路如下：

1、矿山所在地下游为沅江，本次提出矿山未来必须确保排水水质达标，避免对下游水、土生态环境造成污染；

2、对于土壤污染问题，需提前采取防治措施，如防渗、截排水、污水处理等；

3、对于非矿山开采引发的泥石流地质灾害，矿山可加强监测巡查，提前预警，减轻或消除地质灾害隐患；

4、必须严格按照设计采矿方法开采，避免引发采空区地面变形问题。本次预测未来矿山开采引发采空区地面变形的可能性中等，矿山需要充分做好监测工作，并预留足够的费用用于后期治理。

5、未来矿山闭坑后，根据周边地类的分布情况，将各工业广场、废石堆全部进行修复，以提升土地的利用价值。

6、闭坑后，对各井口采用浆砌块石的方式进行永久性封堵。

4.2 生态保护修复目标

该矿山保护修复总体目标是：坚持科学发展观，最大限度的避免、减轻因矿山开采引发的地质灾害，减少对土地资源的影响和破坏，减轻对矿山生态环境的影响，实现资源开发与环境保护相协调，走上经济效益与社会效益、资源效益与生态效益、保障资源安全与保护生态环境、矿业企业发展与生态修复区群众意愿统筹协调的内涵式

发展道路，促进矿山企业健康可持续发展。

从生态修复区环境与生态、资源开发、资源综合利用、数字化等方面进行绿色矿山建设。矿山建设过程中和闭坑后能全面消除灾害安全隐患，实现可复垦区域、可绿化区域 100%复垦、绿化，保持区域生态系统功能稳定。以下按照今后修复工程类型提出具体的目标：

4.2.1 生态保护保育目标

通过竖立警示牌、标识牌，加强生态环境保护，保护生态修复区及周边的生态环境，将绿色发展、绿色办矿的理念贯穿至矿山开采全生命周期。

4.2.2 生态修复目标

1、土地复垦及生物多样性工程

矿山闭坑后，除污水处理站留用不复垦外，其他单元均需复垦为林地、草地；矿山为有色金属矿山，存在对周边耕地造成重金属超标，矿山生产过程中，严格控制“三废”排放，对周边受影响的耕地区域实时监测，周边耕地土壤“零”污染。

2、地质灾害隐患消除工程

加强监测和巡查工作，在开采过程中按规范预留保安矿柱，最大限度地减少地面变形破坏。减轻或消除泥石流地质灾害隐患。

3、水资源水生态修复工程

建设污水处理设施，加强水质监测，确保不污染区域水生态。

4.2.3 监测与后期管护目标

在采空区地面变形区设置地面变形监测点，安排专人对地质灾害隐患进行监测，开展专业监测与群测群防相结合的防治手段，防止地质灾害的发生；地表水、地下水水质应定期进行取样分析监测，严防污水外排；开采至闭坑后管护期，定期开展生态修复区植被恢复情况的巡查监测，对复垦为林草地区进行管护，确保植被的成活率。

生态修复区生态环境保护方面能达标绿色矿山建设要求，保持区域生态系统功能稳定。

4.3 生态保护修复工程及进度安排

4.3.1 生态保护保育工程

本矿山非水源涵养区，无生态公益林分布，不是野生动物栖息地及觅食通道，也并非具有重要科普意义的矿山开采遗迹、地质遗迹等。但考虑到矿区位于大面积林地分布区，矿山后续矿业活动应严格控制矿山建设工程计划用地，保护建设场地以外的生态环境，禁止非建设的乱砍滥伐、毁损植被和猎捕行为。将生态保护理念贯穿至矿山开采全生命周期。

4.3.1.1 野生动、植物的保护

生物多样性是生态系统不可缺少的组成部分，保护野生动、植物是保护生态环境的重要内容。本次生态保护修复区内没有需重点保护的动植物，但矿山应在采矿权范围及其周围，进行生物监测、监视，采取以下有效措施保护动植物：

1、矿山应与林业部门配合在生态修复区内张贴项目区野生保护动植物宣传画及材料，提高职工和当地村民的动植物保护意识，宣传保护生物多样性的重要性，不乱砍滥伐林木，不破坏使用林地范围以外的森林植被，不乱捕滥猎野生动物。

2、矿山在开采施工过程中如发现有珍稀野生植物要立即报地方林业主管部门，采取移植等保护措施。

3、野生鸟类和兽类大多在清晨、黄昏或许多夜间外出觅食，正午是休息时间。矿山生产建设活动期间，要采取一定的降噪措施，减少施工噪音和频繁的人为活动，保护鸟类免受惊吓和干扰。

4、矿山在矿业开发活动中如发现有珍稀野生植物，需在林业部门的技术人员指导下，制订保护树种移植工程实施方案，进行精心策划和准确掌握保护植物移栽的配套技术以及加强移栽后的精心管理，确保保护植物的移栽成功。

5、森林防火措施。在矿山建设和生产期间，应在施工区周围竖立防火警示牌，划出禁火区域，严格护林防火制度，巡回检查，预防和杜绝森林火灾发生。

4.3.1.2 植被恢复生物多样性保护措施

针对矿山开采、基建等造成的剥离裸露而且暂不使用地块，于每年秋季组织人力

采集本地野生草籽，本地生植物树苗，或适合种植的草本植物，以期迅速恢复植被，保持本地物种及多样性，与当地自然景观调和。

4.3.1.3 宣传警示标牌工程

1、宣传、警示标牌类型

(1) 野生动植物保护宣传牌

可在进矿道路旁、矿部广场内及生态修复区村民区，设置野生动、植物保护宣传牌。宣传的内容有：本区内野生动植物的种类、数量，生活习性、生长情况；禁止砍伐、捕猎的物种；保护措施。

(2) 森林防火警示牌

在矿部附近、区内森地区设置森林防火警示牌。

插图 4-3-1 宣传、警示牌设计大样图（单位：mm）

(3) 矿山安全标识牌

矿山需按照安监部门的要求设置矿山内部的安全标识牌，其主要内容见插图 4-3-2。

2、宣传警示内容

宣传、警示牌内容要符合相关管理部门的要求和有关规范。

3、宣传警示牌的制做

大型标识宣传牌，设计采用轻质钢结构骨架、铝合金不锈钢面板，板面字画为喷绘图；每块制作费取市场价 10000 元，主要设计方案见大样图 4-3-1。

矿山内部安全标识牌可选择金属质地、PCV 质地等，具体矿山可按相关标准执行。本次设计预留 5 万元。

表 4-3-1 宣传、警示牌汇总表

序号	名称	位置	单位	数量
1	野生动、植物保护宣传牌	矿区及周边村民区、林区	块	5
2	森林防火警示牌	矿区及周边林区	块	5
3	矿山安全标识牌	矿区内部	万元	5

4.3.2 生态修复工程

4.3.2.1 景观修复工程

现状原民采遗留的废石堆对地形地貌景观造成了破坏，未来仍有对地形地貌景观破坏的趋势。本次设计的景观修复工程则主要为新建的各工业广场、各废石堆的复垦复绿，具体见后文土地复垦与生物多样性修复工程章节。

4.3.2.2 土地复垦与生物多样性修复工程

前文已进行了分析，矿山的地面建设对当地的生物多样性不造成影响，未来闭坑后主要应采取的措施是对地面建设进行复垦。

1、复垦方向的选择

(1) 复垦单元划分

现状及预测矿山土地资源占损的区域主要为各废石堆、各工业广场、矿山公路等，本次将其全部作为复垦单元。

(2) 根据交通条件确定复垦方向

为各废石堆、各工业广场现状及未来均有道路联通，交通便利，复垦工程开展的成本较低。该区域原为大面积原生林地，初步确定复垦为林地较适应当地的交通条件。

(3) 根据各复垦单元周边的原生植被确定复垦方向

矿山占用的土地地类以林地为主，因此未来的复绿方向应以林地为主。矿山对土地造成损毁的主要为各工业广场的占用和废石堆的压占，各工业广场、废石堆可在停用后开展复垦工作。根据矿山及当地公众的意见，未来的复垦的方向以林地为主。

(4) 根据各单元的实际特征确定复垦方向

A、各工业广场、各废石堆

矿山的各工业广场未来无继续利用价值，本次设计将其全部复垦为林地。

矿山闭坑后，废石堆不再堆放废石，但为避免淋滤水对下游水、土生态造成污染，废石堆应全面复垦为林地。

C、矿山公路

从矿山的各工业广场选址可以看出，大部分工业场地位于 S253 省道或农村道路附近，但并无直接通达各场地的已有道路。因此未来需新建多条矿山公路，由于矿山尚无初步设计，本次无法确定道路占地位置、面积。考虑到未来矿山公路可为管护工

程及当地居民提供便利，本次暂不设计修复工程。

(5) 复垦方向的确定

综上所述，因此本次设计各工业广场、各废石堆全部复垦为林地（林间为草地）。

表 4-3-2 各复垦单元复垦方向一览表

场地名称	占地面积 (h m ²)	复垦面积 (h m ²)	复垦方向
FSa废石堆	0.26	0.3	林地（林间为草地）
FSb废石堆	0.81	0.96	林地（林间为草地）
FSc废石堆	0.33	0.38	林地（林间为草地）
FSd废石堆	1.57	1.66	林地（林间为草地）
FSe废石堆	1.16	1.3	林地（林间为草地）
FSf废石堆	0.96	1.04	林地（林间为草地）
一期开采区主井工业广场	1	1	林地（林间为草地）
一期开采区东风井工业广场	0.1	0.1	林地（林间为草地）
一期开采区北风井工业广场	0.1	0.1	林地（林间为草地）
二期开采区主斜井工业广场	1	1	林地（林间为草地）
二期开采区东一风井工业广场	0.1	0.1	林地（林间为草地）
二期开采区东二风井工业广场	0.1	0.1	林地（林间为草地）
二期开采区西一风井工业广场	0.1	0.1	林地（林间为草地）
二期开采区西二风井工业广场	0.1	0.1	林地（林间为草地）
二期开采区西三风井工业广场	0.1	0.1	林地（林间为草地）
三期开采区东主井工业广场	1	1	林地（林间为草地）
三期开采区东风井工业广场	0.1	0.1	林地（林间为草地）
三期开采区西主井工业广场	1	1	林地（林间为草地）
三期开采区西风井工业广场	0.1	0.1	林地（林间为草地）
FS5废石堆	10	11.6	林地（林间为草地）
FS6废石堆	3	3.4	林地（林间为草地）
FS7废石堆	0.8	1	林地（林间为草地）
FS8废石堆	0.6	0.66	林地（林间为草地）
合计	24.39	27.2	林地（林间为草地）
废石堆复垦面积含斜坡面积，因此大于占地面积。			

2、土地复垦的质量要求和标准

(1) 土地复垦的质量要求

依据《土地复垦质量控制标准（TD/T 1036-2013）》，结合矿区的现状，依据土地复垦适宜性评价结果，确定本项目的土地复垦质量要求如下：

- A、复垦利用类型应当与当地地形、地貌和周围环境相协调；
- B、复垦场地的稳定性和安全性应有可靠保证；
- C、不同的破坏类型标准应不一样；
- D、保存原有地表表层土壤。单独剥离，单独贮存，应充分利用原有表土为顶部

覆盖层，覆盖后的表层应规范、平整，覆盖层的容重应满足复垦利用要求；

E、复垦场地要有满足要求的排水设施，防洪标准符合当地要求；

F、复垦场地有控制水土流失的措施；

G、复垦场地有控制污染的措施，包括空气、地表水和地下水等；

H、复垦场地的道路、交通干线布置合理；

I、用于覆盖的材料应当无毒无害。材料如含有有害成分应事先进行处理，必要时应设置隔离层后再复垦。

(2) 土地复垦方向的基本概念

本次设计的复垦方向为林地、草地，其基本概念如下：

林地：《中华人民共和国森林法》规定，林地是指县级以上人民政府规划确定的用于发展林业的土地。包括郁闭度 0.2 以上的乔木林地以及竹林地、灌木林地、疏林地、采伐迹地、火烧迹地、未成林造林地、苗圃地等。

其它草地：指树木郁闭度<0.1，表层为土质，不用于放牧的草地。

(3) 土地的复垦标准

根据《土地复垦质量控制标准（TD/T 1036-2013）》，本矿山位于中部山地丘陵区，本项目林地、草地的复垦标准归纳如下，见表 4-3-3

表 4-3-3 中部山地丘陵区土地复垦质量控制标准

复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准
其它草地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.45
		土壤质地	砂土至壤粘土
		砾石含量/%	≤20
		pH 值	6.0~8.5
		有机质/%	≥1
	配套设施	道路	达到当地各行业工程建设标准要求
生产力水平	覆盖度%	≥40	
林地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.45
		土壤质地	砂土至粉粘土
		砾石含量/%	≤20
		pH 值	6.0~8.5
		有机质/%	≥2
	配套设施	道路	达到当地各行业工程建设标准要求
	生产力水平	定植密度	2m×2m
郁闭度		≥0.3	
根据《土地复垦质量控制标准（TD/T 1036-2013）》表 D.7 《造林技术规程》（GB/T 15776-2016）			

3、土源供需平衡分析

(1) 需土量分析

未来矿山的各工业广场表土未损失，复垦时不需额外考虑土源问题，原有表土即可满足修复序曲。但是废石堆区域需要覆土，考虑废石堆的孔隙较大，本次设计覆土厚度为 0.8m。需土量计算方法为：覆土面积×覆土厚度。

表 4-3-4 表土需求量表

场地名称	占地面积 (h m ²)	复垦面积 (h m ²)	覆土厚度 (m)	需土量 (m ³)
FSa 废石堆	0.26	0.3	0.8	2400
FSb 废石堆	0.81	0.96	0.8	7680
FSc 废石堆	0.33	0.38	0.8	3040
FSd 废石堆	1.57	1.66	0.8	13280
FSe 废石堆	1.16	1.3	0.8	10400
FSf 废石堆	0.96	1.04	0.8	8320
FS5 废石堆	10	11.6	0.8	92800
FS6 废石堆	3	3.4	0.8	27200
FS7 废石堆	0.8	1	0.8	8000
FS8 废石堆	0.6	0.66	0.8	5280
合计	19.49	22.3	8	178400

经分析计算，未来矿山复垦工程需土总量为 178400m³。

(2) 土源供应量分析

本区地表土壤有一定厚度，矿山的各工业广场及设计的废石堆尚未堆放，可在前期先剥离表土，用于矿区的复垦工作。

FSa~FSf 废石堆可利用前期修建的工业广场上的表土进行修复。上文已计算分析，矿山的总需土量约 178400m³，矿山设计的各废石堆总面积约 16.66h m²，经计算，未来仅剥离近地表约 1.1m 表土即可满足复垦需求，因此不需外购客土。

本次设计可将前期剥离的表土统一堆放在各废石堆场的上游边缘，配合本次设计的工业广场截排水沟（详见下文）可有效避免水土流失问题。但是剥离表土时，需考虑砍挖林地的工程量，剥离表土及砍挖林地工程量见表 4-3-6。

4、复垦植被的选择及种植工艺流程

考虑到金属矿山可能有重金属元素，本次选择可以吸附重金属元素的树种、草种开展复垦工程。本次参考了江苏农业科学 2017 年第 45 卷第 14 期发表的《不同园林植物对土壤重金属的吸收及修复效应》（方松林）及植物学通报 2003 年第 20 期发表的《植物对重金属的吸收和分布》（罗春玲、沈振国）等多篇论文及目前我省已开展

的重金属污染区域的土壤修复实践经验，对树种进行优选。

杉木是优良的速生树种，两年内杉木的高度可生长至 70cm 以上，对重金属有良好的吸附能力，本次选择杉木作为林地的主要复垦树种。一般林地修复需采用乔、灌木混交的形式，因此还需选择两种灌木树种。

矿区的天然植被有白栎树、胡枝子，其均对重金属元素有良好的吸附作用。

根据现场调查，区域灌丛和灌草丛面积较小，多分散于林缘、河岸及农田旱地的田头地角，也有大面积分布山坡的灌丛和灌草丛，以草种为例，乌毛蕨是稀土元素的富集植物，对钒元素有良好的吸附能力。另外丝茅草、蜈蚣草也对重金属元素有较好的吸附能力。因此本次选择的草种为乌毛蕨、丝茅草、蜈蚣草。

根据相关的林业标准，乔、灌混栽时间距至少要大于 1m，本次设计乔木、灌木的种植间距为 2m×2m，乔木和灌木的种植比例为 5:5。乔木、灌木均选择（带土球 20cm 以内）的容器苗。植树工程完成后，树间进行撒播种草，这样可保持林地生态平衡。

表 4-2-5 选种植物的生物特性

树（草）种名称	选种植物的生物学特性	对重金属的吸收特性
杉木	较喜光。喜温暖湿润，多雾静风的气候环境，不耐严寒及湿热，怕风，怕旱。适应年平均温度 15℃~23℃，极端最低温度-17℃，年降水量 800~2000mm 的气候条件。耐寒性大于它的耐旱能力，水湿条件的影响大于温度条件。怕盐碱，对土壤要求比一般树种要高，喜肥沃、深厚、湿润、排水良好的酸性土壤。	对锌、镉有良好的富集作用。
白栎树	喜欢阳光充足、土壤肥沃的环境，通常生长在山坡、森林和河边。它对湿度的要求也比较高，适应能力强，能够在多种土壤中扎根。	对铜、锌、铅、汞具有良好的吸附作用
胡枝子	胡枝子生于海拔 150~1000m 的山坡、林缘、路旁、灌丛及杂木林间；耐旱、耐瘠薄、耐酸性、耐盐碱、耐寒，再生能力很强；对土壤适应性强，但最喜疏松肥沃的壤土和腐殖土；常用播种繁殖或扦插繁殖。	对铜、铅、锌具有良好的吸附作用。
乌毛蕨	乌毛蕨喜温暖阴湿环境，抗逆性、耐热性强。生长适温 16~24℃，耐高温多雨，适应性较广，在夏季高温条件下生长良好；但不耐寒，冷时生长不良。生长于较阴湿的水沟旁及坑穴边缘，也生长于山坡灌丛中或疏林下，海拔 300-800 米。该种为中国热带和亚热带的酸性土指示植物，其生长地土壤的 pH 值为 4.5-5.0。	对钒元素有良好的吸附能力。
丝茅草	适应性强，生态幅度广，自谷地河床至干旱草地，是森林砍伐或火烧迹地的先锋植物，也是空旷地、果园地、撂荒地以及田坎、堤岸和路边的极常见植物和杂草。	对铜、铅、锌具有良好的吸附作用，对锌具有超富集作用。
蜈蚣草	为多年生草本，原产于南亚热带地区，秆密丛生，纤细直立，高达 60 厘米。常生于山坡、路旁草丛中。喜湿、耐热、耐酸。适于于山地粘质红壤土上，在亚热带山丘草丛草地为常见种。	对砷具有超强的富集能力。

5、土地复垦与生物多样性修复工程

(1) 各工业广场的复垦工程

本次设计各工业广场复垦为林地，复垦工程包括：硬化物拆（清）除工程及垃圾外运、翻耕、覆土及平整、土壤培肥、植树种草。

A、硬化物拆（清）除工程及垃圾外运

复垦工程开始时，需要将建筑物拆除和垃圾清除干净、地表硬化物进行清除。可采用挖掘机或人工对场地 5~15cm 硬化物地面清除，由于各工业场地尚未建成，本次按照已有矿山的相关标准推算，即硬化面积约占总占地面积的 30%，清除厚度一般为 0.2m；建筑物面积占总占地面积的 10%，清除厚度约按 1m 计算。由此可以估算，本次场区地表需要清除的硬化物每平方米统一按 0.3m³ 计算；

垃圾外运主要是指将拆除的硬化物运至井筒回填。

B、翻耕

矿山各工业广场原有表土未损失，本次设计拆除硬化物后应对场地进行翻耕；

C、覆土及平整

对于需要覆土的区域，可使用挖掘机挖装，自卸汽车运输。覆土完成后需采用推土机推平并进行人工平整，达到植被种植的条件即可。

D、土壤培肥

有农家肥时，可结合犁耙整地一次性施足腐熟有机农家肥；或用腐熟的稀人畜粪撒一层作底肥。无农家肥的，可选用颗粒状专用有机肥，在深耕后、旋耕前，均匀撒施 600 公斤/公顷（每亩 60 公斤）左右。有效元素含量指标：有机氮磷钾含量 20% 以上，氨基酸类含量超过 20%，有机质超过 20%，腐植酸大于 5%，硫元素含量大于 10%。本次设计采用机械辅助培肥。

插图 4-3-2 各工业广场区域植树示意图

E、植树种草

林地树种选用具体前文已述。株行距根据具体树种确定，一般可取 2m×2m；乔

木中间穿插种灌木，间距也是 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 。树间还可撒播种草，这样可保持林地生态平衡。栽植季节为春季。每公顷范围内种植苗木数量可根据下列公式计算。

$$K=nS/hahb$$

式中：K—苗木数量（株）；n—平台面或边坡面积占总面积比例；

S—总面积（ m^2 ）；ha—株距（m）；hb—行距（m）。

E、复垦工程量测算：复垦工程量见表 4-3-6。

（2）各废石堆的复垦工程

本次设计各废石堆复垦为林地，复垦工程包括：表土剥离、铺设防渗膜、覆土及平整、土壤培肥、植树种草。

A、表土剥离

为确保未来覆土土源能满足矿山复垦需求，本次设计在各废石堆建设前先剥离 0.5m 厚度的表土堆放在各废石堆场地上游，用于未来复垦工作。

B、铺设防渗膜

本次设计在各废石堆场上部部铺设防渗膜，避免淋滤水下渗污染土壤。本次设计采用 1.5mm 的加厚土工膜，铺设在各废石堆上部，铺设工艺见下文。

C、覆土及平整

本次设计将早期剥离的的土方覆盖在各废石堆上，覆土后需推平并进行人工平整。

D、土壤培肥

有农家肥时，可结合犁耙整地一次性施足腐熟有机农家肥；或用腐熟的稀人畜粪撒一层作底肥。无农家肥的，可选用颗粒状专用有机肥，在深耕后、旋耕前，均匀撒施 600 公斤/公顷（每亩 60 公斤）左右。有效元素含量指标：有机氮磷钾含量 20% 以上，氨基酸类含量超过 20%，有机质超过 20%，腐植酸大于 5%，硫元素含量大于 10%。本次设计采用机械辅助培肥。

E、植树种草

林地树种选用具体前文已述。株行距根据具体树种确定，一般可取 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ；乔木中间穿插种灌木，间距也是 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 。树间还可撒播种草，这样可保持林地生态平衡。栽植季节为春季。每公顷范围内种植苗木数量可根据上文公式进行计算。

F、复垦工程量测算：复垦工程量见表 4-3-6。

6、土地复垦修复工程量及年度安排

表 4-3-6

土地复垦工程量测算表

复垦区域	占地 面积	复垦 面积	硬化物 拆除	垃圾 外运	砍挖 林地	表土 剥离	铺设 土工膜	翻耕	覆土	推平	人工 平整	培肥	植树、种草			
													杉木	白栎树	胡枝子	草籽
单位	h m ²	h m ²	m ³	m ³	m ²	m ³	m ²	h m ²	m ³	m ³	h m ²	h m ²	株	株	株	h m ²
FSa废石堆	0.26	0.3					3000		2400	2400	0.3	0.3	650	650	1300	0.3
FSb废石堆	0.81	0.96					9600		7680	7680	0.96	0.96	2025	2025	4050	0.96
FSc废石堆	0.33	0.38					3800		3040	3040	0.38	0.38	825	825	1650	0.38
FSd废石堆	1.57	1.66					16600		13280	13280	1.66	1.66	3925	3925	7850	1.66
FSe废石堆	1.16	1.3					13000		10400	10400	1.3	1.3	2900	2900	5800	1.3
FSf废石堆	0.96	1.04					10400		8320	8320	1.04	1.04	2400	2400	4800	1.04
一期开采区主井工业广场	1	1	3000	3000				1			1	1	2500	2500	5000	1
一期开采区东风井工业广场	0.1	0.1	300	300				0.1			0.1	0.1	250	250	500	0.1
一期开采区北风井工业广场	0.1	0.1	300	300				0.1			0.1	0.1	250	250	500	0.1
二期开采区主斜井工业广场	1	1	3000	3000				1			1	1	2500	2500	5000	1
二期开采区东一风井工业广场	0.1	0.1	300	300				0.1			0.1	0.1	250	250	500	0.1
二期开采区东二风井工业广场	0.1	0.1	300	300				0.1			0.1	0.1	250	250	500	0.1
二期开采区西一风井工业广场	0.1	0.1	300	300				0.1			0.1	0.1	250	250	500	0.1
二期开采区西二风井工业广场	0.1	0.1	300	300				0.1			0.1	0.1	250	250	500	0.1
二期开采区西三风井工业广场	0.1	0.1	300	300				0.1			0.1	0.1	250	250	500	0.1
三期开采区东主井工业广场	1	1	3000	3000				1			1	1	2500	2500	5000	1
三期开采区东风井工业广场	0.1	0.1	300	300				0.1			0.1	0.1	250	250	500	0.1
三期开采区西主井工业广场	1	1	3000	3000				1			1	1	2500	2500	5000	1
三期开采区西风井工业广场	0.1	0.1	300	300				0.1			0.1	0.1	250	250	500	0.1
FS5废石堆	10	11.6			100000	92800	116000			92800	11.6	11.6	25000	25000	50000	11.6
FS6废石堆	3	3.4			30000	27200	34000			27200	3.4	3.4	7500	7500	15000	3.4
FS7废石堆	0.8	1			8000	8000	10000			8000	1	1	2000	2000	4000	1
FS8废石堆	0.6	0.66			6000	5280	6600			5280	0.66	0.66	1500	1500	3000	0.66
合计	24.39	27.2	14700	14700	144000	133280	223000	4.9	45120	178400	27.2	27.2	60975	60975	121950	27.2

插图 4-3-3 土地复垦与生物多样性修复工程

本矿山设计总服务年限为 77.0 年（其中一期开采区服务年限为 57.8 年，二期开采区服务年限为 17.7 年，三期开采区服务年限为 1.5 年），矿山开采年度计划如下：

表 4-3-7 矿山开采年度计划

年度	开采阶段
2026-2027	基建期
2028-2085	一期开采区
2086-2104	二期开采区
2104-2105	三期开采区

目前 FSa~FSf 废石堆需立即完成修复工作，因此在基建期内应完成修复。本次设计的一期开采区的各工业广场、FS5 废石堆的表土剥离工作应在基建期内完成；二期开采区的各工业广场、FS6 废石堆的表土剥离工作应在 2085 年完成；三期开采区的各工业广场、FS7 废石堆、FS8 废石堆的表土剥离工作应在 2103 年完成。

土地复垦与生物多样性修复工程年度安排见表 4-3-8。

表 4-3-8 土地复垦与生物多样性修复工程年度安排

年度	工程或费用名称	单位	工程量
2026-2027	FS5 废石堆	砍挖林地	m ² 100000
		表土剥离	m ³ 92800
	FSa 废石堆 FSb 废石堆 FSc 废石堆 FSd 废石堆 FSe 废石堆 FSf 废石堆	铺设土工膜	m ² 56400
		覆土	m ³ 41520
		推平	m ³ 41520
		人工细部平整	h m ² 5.64
		培肥	h m ² 5.64
		种植杉木	株 12725
		种植白栎树	株 12725
		种植胡枝子	株 25450
		播撒草籽	h m ² 5.64
2028-2084	-	-	-
2085	FS6 废石堆	砍挖林地	m ² 30000
		表土剥离	m ³ 27200
2086	一期开采区主井工业广场 一期开采区东风井工业广场 一期开采区北风井工业广场 FS5 废石堆	硬化物拆除	m ³ 3600
		垃圾外运	m ³ 3600
		铺设土工膜	m ² 116000
		覆土	m ³ 92800
		推平	m ³ 92800
		人工细部平整	h m ² 12.8
		培肥	h m ² 12.8
		种植杉木	株 28000
		种植白栎树	株 28000
		种植胡枝子	株 56000
播撒草籽	h m ² 12.8		
2087-2102	-	-	-

年度	工程或费用名称	单位	工程量
2103	FS7、FS8 废石堆	砍挖林地	m ² 14000
		表土剥离	m ³ 13280
2104	二期开采区主斜井工业广场 二期开采区东一风井工业广场 二期开采区东二风井工业广场 二期开采区西一风井工业广场 二期开采区西二风井工业广场 二期开采区西三风井工业广场 FS6 废石堆	硬化物拆除	m ³ 4500
		垃圾外运	m ³ 4500
		铺设土工膜	m ² 34000
		覆土	m ³ 27200
		推平	m ³ 27200
		人工细部平整	h m ² 4.9
		培肥	h m ² 4.9
		种植杉木	株 11250
		种植白栎树	株 11250
		种植胡枝子	株 22500
		播撒草籽	h m ² 4.9
		2105	三期开采区东主井工业广场 三期开采区东风井工业广场 三期开采区西主井工业广场 三期开采区西风井工业广场 FS7、FS8 废石堆
垃圾外运	m ³ 6600		
铺设土工膜	m ² 16600		
覆土	m ³ 12706		
推平	m ³ 12706		
人工细部平整	h m ² 3.86		
培肥	h m ² 3.86		
种植杉木	株 9000		
种植白栎树	株 9000		
种植胡枝子	株 1800		
播撒草籽	h m ² 3.86		

4.3.2.3 土地资源污染生态修复工程

1、FSa~FSf 废石堆土地资源污染生态修复工程

前文已诊断分析，在已有的 FSa~FSe 废石堆区域，砷、镉、铬、铜、铅、镍、锌、钒超标对土壤造成了污染。需采取措施减轻污染问题。

本次设计在废石堆场上部部铺设防渗膜，避免淋滤水下渗污染土壤。本次设计采用 1.5mm 的加厚土工膜，铺设在 FSa~FSf 废石堆上部，其工程量已计入土地复垦工程，本小结不再计算。

2、FS5~FS8 废石堆土地资源污染生态修复工程

预测未来矿山废石堆的压占区域对土壤会造成污染，目前矿山的各设计废石堆尚未形成，可提前采取预防措施。本次设计在废石堆场下部铺设防渗膜，避免淋滤水下渗污染土壤。本次设计采用 1.5mm 的加厚土工膜，铺设在本次设计的 FS5、FS6、FS7、FS8 废石堆下部。

另外各废石堆还需配套截排水沟及挡石墙（详见下文水生态修复工程章节），FSa~FSe 废石堆铺设土工膜可在覆土修复前施工；FS5~FS8 废石堆铺设土工膜需在剥离表土后施工。

土地资源污染生态修复工程量见表 4-3-9；

土地资源污染生态修复工程年度安排见表 4-3-10。

插图 4-3-4 铺设土工膜的施工现场

表 4-3-9 土地资源污染生态修复工程量表

工程或费用名称		单位	工程量
FS5废石堆	铺设土工膜	m ²	100000
FS6废石堆	铺设土工膜	m ²	30000
FS7废石堆	铺设土工膜	m ²	8000
FS8废石堆	铺设土工膜	m ²	6000
合计			144000

表 4-3-10 土地资源污染生态修复工程年度安排

年度	工程或费用名称		单位	工程量
2026-2027	FS5 废石堆	铺设土工膜	m ²	100000
2028-2084	-	-	-	-
2085	FS6 废石堆	铺设土工膜	m ²	30000
2086-2102	-	-	-	-
2103	FS7、FS8 废石堆	铺设土工膜	m ²	14000
2104-2105	-	-	-	-
合计				144000

4.3.2.4 水资源水生态修复工程

现状矿业活动对水资源、水生态基本无影响；

预测未来矿山开采对水资源有影响，可能引发地表水漏失；矿井水、废石堆淋滤水可能造成水生态的污染问题，主要污染物为钒及砷、镉、铬、铜、铅、镍、锌等重金属元素，污染对象为各主井口及废石堆下游的冲沟及已略河。

1、水资源生态修复工程

矿山开采对水资源的影响主要是地表水漏失，本次设计了采空区地面变形的生态修复工程，详见后文论述。

2、水生态修复工程

预测矿井水、废石堆淋滤水可能造成水生态的污染问题，主要污染物为钒及砷、镉、铬、铜、铅、镍、锌等重金属元素，污染对象为各主井口及废石堆下游的冲沟及已略河。针对矿井水，本次设计需修建污水处理站；针对废石堆淋滤水本次设计需修建截排水沟、挡石墙及沉淀池。具体分述如下：

（1）矿井水生态修复工程

矿山的服务年限长，且分三个采区分期开采，本次规划在各期主井口附近修建污水处理站。

A、修建污水处理站

矿山目前未在规划中，未来矿井水、废石堆淋滤水成分无法判断，但参考同类矿山（湖南三丰钒业有限公司废水零排放处理案例、攀钢攀宏公司三氧化二钒废水处理案例）的污水处理工艺，本次采用沉淀—过滤工艺初步规划一个污水处理方案，以供矿山参考，该方案将详细描述处理流程、所需设备以及设计参数。

（A）设计概述

本设计旨在处理钒矿开采过程中产生的污水，通过沉淀—过滤工艺去除污水中的悬浮物、重金属离子和其他污染物，使出水水质达到排放标准或回用标准。

（B）处理流程

a、污水收集

设立污水收集池，用于暂时储存从主井口排放的污水。

污水收集池应配备搅拌装置，以防止污水中的固体颗粒沉淀。

b、调节水质

在污水进入沉淀池之前，通过添加调节剂（如酸碱调节剂）调整污水的 pH 值，使其达到沉淀反应的最佳条件。

c、沉淀处理

污水进入沉淀池，通过加入沉淀剂（如硫化物、氢氧化物等）与污水中的重金属离子发生化学反应，生成不溶于水的沉淀物。

沉淀池应设计为平流式或斜板式，以提高沉淀效率。

沉淀池底部设置污泥斗，用于收集沉淀下来的污泥。

d、污泥处理

定期排出污泥斗中的污泥，并通过污泥泵输送至污泥浓缩池进行浓缩处理。

浓缩后的污泥可进一步进行脱水处理，如采用板框压滤机或带式压滤机，最终形成泥饼外运处置。

e、过滤处理

沉淀池的上清液进入过滤池进行过滤处理，以去除残留的悬浮物和细小颗粒。

过滤池可采用砂滤池或活性炭过滤池，根据水质情况选择合适的过滤介质。

f、清水排放或回用

经过过滤处理后的清水可排放至环境水体或回用于选矿生产过程中的某些环节。

（C）设备选型与参数

a、污水收集池

容量：根据污水排放量确定，建议设计为能够储存 2~4 小时的污水排放量。

搅拌装置：选择适合污水性质的搅拌器，确保污水均匀混合。

b、沉淀池

类型：平流式沉淀池或斜板式沉淀池。

尺寸：根据污水流量和沉淀时间确定，确保足够的沉淀面积和停留时间。

沉淀剂投加系统：选择精确的计量泵和搅拌装置，确保沉淀剂的均匀投加。

c、污泥浓缩池与脱水设备

污泥浓缩池：根据污泥产量确定容量，设计为重力浓缩式。

脱水设备：选择板框压滤机或带式压滤机，根据污泥性质和处理量确定型号和数量。

d、过滤池

类型：砂滤池或活性炭过滤池。

过滤介质：选择适合钒矿选矿污水特性的过滤介质，如石英砂、活性炭等。

反冲洗系统：设计合理的反冲洗周期和强度，确保过滤池的正常运行。

（D）整体布局与运行管理

a、整体布局

根据处理流程将各个处理单元合理布局，确保污水能够顺畅流动，减少管道阻力和泵送能耗。设立必要的监测点和取样口，便于对处理过程进行监控和调整。

b、运行管理

制定详细的操作规程和运行管理制度，确保处理站的稳定运行。定期对处理设备进行检查和维护，延长设备使用寿命。对处理出水进行定期监测和分析，确保出水水质达标。

通过以上设计方案，采用沉淀、过滤工艺的铅钼矿选矿污水处理站能够有效地处理铅钼矿选矿过程中产生的污水，实现水资源的可持续利用和环境保护的双重目标。在实际设计过程中，还需要根据具体情况对设计方案进行优化和调整，以满足实际需求。

（E）投资概算

参考同类矿山的污水处理厂的污水处理系统，本次规划的一期污水处理站投资约为 1200 万元。考虑到大部分设备可以继续利用，未来仅需基建工程，本次设计二期、三期污水处理站投资分别为 100 万元，以上三期污水处理站合计为 1400 万元。

另外污水处理站需考虑运行费用，但本矿山服务年限长，若计算污水处理站运行费用会增加矿山初期负担，本次考虑按我省最长采矿许可证 10 年期预留污水处理费用，参考同类矿山标准，本次按每年 20 万元预留污水处理费用，10 年共计 200 万元，该费用在 10 年内计提完毕，10 年后矿山换证时本方案应重新编制，污水处理费用可在下一轮方案中再次计提。

（2）废石堆淋滤水生态修复工程

为作好雨污分流，本次设计在设计各主井工业广场上游修建截排水沟，阻隔上游来水，形成封闭圈（风井工业广场由于占地面积很小，且无生产出矿工艺，本次暂不设计截排水沟，未来矿山视具体情况补充修建）。为避免废石堆淋滤水污染水土生态，本次设计在各废石堆（FSa~FSf 废石堆、FS5~FS8 废石堆）上游需修建排水沟

阻隔上游来水，形成封闭圈，在下部修建挡石墙，另外需在各废石堆下部修建淋滤水沉淀池。具体工程如下。

A、修建截排水沟

本次按照各废石堆中最大汇水面积（FS5 废石堆）来初步估算矿山排水沟的洪峰流量，按《开发建设项目水土保持方案技术规范》公式确定：

$$Q=0.278 \times k \times i \times F$$

式中： Q ——最大洪水洪峰流量（ $P=5\%$ ）， m^3/s ；

k ——径流系数，按当地水文地质手册中的有关参数确定，取 0.70；

i ——最大 1h 降雨强度（ $P=10\%$ ）， $54mm/h$ ；

F ——集水面积，以最大的汇水面积计算约 $0.2k m^2$ 。

经校核验算，露采场上游的最大排洪流量 $Q=0.83m^3/s$ 。

本次设计截水沟断面为矩形，宽 0.5m，深 0.5m，采用浆砌石结构（砌筑砂浆 M7.5，水泥 32.5），混凝土垫底（纯混凝土 C15，2 级配，粒径 40，水泥 32.5，水灰比 0.65），防水砂浆抹面，每 10m 设置一条伸缩缝，实际建设时可根据具体情况调整截水沟规格。

插图 4-3-5 设计截水沟示意图（单位：cm）

为保障排洪能力需进行计算验证：

设计截排水沟允许最大排洪流量的确定：（按《灌溉排水学》公式计算）

$$Q = AC \times \sqrt{Ri}$$

式中：Q 为渠道设计流量（m³/s）；A 为渠道过水断面面积（m²）；

R 为水力半径（m）； $R=A/X$ X 为湿周；

i 为渠底比降；本截水沟近似取值为 10/100；

C 为谢才系数， $C=n^{-1}R^{1/6}$ ，其中 n 为渠床糙率；

本设计排水沟为粗糙的水泥护面，糙率取值 0.017。

经校核验算，本设计截排水沟的最大排洪流量为 $Q=2.23\text{m}^3/\text{s}$ ，满足设计废石堆的最大汇水面积的排洪需求。

本次设计 FSa 废石堆截排水沟（截排水沟 a）总长度为 200m，FSb 废石堆截排水沟（截排水沟 b）总长度为 300m，FSc 废石堆截排水沟（截排水沟 c）总长度为 200m，FSd 废石堆截排水沟（截排水沟 d）总长度为 500m，FSe 废石堆截排水沟（截排水沟 e）总长度为 500m，FSf 废石堆截排水沟（截排水沟 f）总长度为 200m。

本次设计 FS5 废石堆截排水沟（截排水沟 1）长度为 1400m，FS6 废石堆截排水沟（截排水沟 2）长度为 300m，FS7 废石堆截排水沟（截排水沟 3）长度为 200m，FS8 废石堆截排水沟（截排水沟 4）长度为 150m。

本次设计一期开采区主井工业广场截排水沟（截排水沟 5）长度为 300m，二期开采区主斜井工业广场截排水沟（截排水沟 6）长度为 300m，三期开采区东主井工业广场截排水沟（截排水沟 7）长度为 200m，三期开采区西主井工业广场截排水沟（截排水沟 8）长度为 200m。设计截排水沟工程量见表 4-3-11

表 4-3-11 设计截排水沟工程量测算

修复工程	长度 (m)	挖方 (m ³)	浆砌石 (m ³)	底板 (m ³)	砂浆抹面 (平面m ²)	砂浆抹面 (立面m ²)	填方 (m ³)	伸缩缝 (m ²)	弃方 (m ³)
截排水沟 a	200	187.6	60.0	45.6	220.0	200.0	28.0	10.4	159.6
截排水沟 b	300	281.4	90.0	68.4	330.0	300.0	42.0	15.9	239.4
截排水沟 c	200	187.6	60.0	45.6	220.0	200.0	28.0	10.4	159.6
截排水沟 d	500	469.0	150.0	114.0	550.0	500.0	70.0	26.3	399.0
截排水沟 e	500	469.0	150.0	114.0	550.0	500.0	70.0	26.3	399.0
截排水沟 f	200	187.6	60.0	45.6	220.0	200.0	28.0	10.4	159.6
截排水沟 1	1400	1313.2	420.0	319.2	1540.0	1400.0	196.0	76.2	1117.2
截排水沟 2	300	281.4	90.0	68.4	330.0	300.0	42.0	15.9	239.4
截排水沟 3	200	187.6	60.0	45.6	220.0	200.0	28.0	10.4	159.6
截排水沟 4	150	140.7	45.0	34.2	165.0	150.0	21.0	7.7	119.7
截排水沟 5	300	281.4	90.0	68.4	330.0	300.0	42.0	15.9	239.4
截排水沟 6	300	281.4	90.0	68.4	330.0	300.0	42.0	15.9	239.4
截排水沟 7	200	187.6	60.0	45.6	220.0	200.0	28.0	10.4	159.6
截排水沟 8	200	187.6	60.0	45.6	220.0	200.0	28.0	10.4	159.6
合计		4643.1	1485	1128.6	5445	4950	693	262.5	3950.1

B、修建挡石墙

(A) 工程方案设计

为防止废石堆向下游滑动，污染水土生态，本次设计在各废石堆下部需修建挡石墙。本次设计的抗滑挡墙断面采用梯形，平均墙高 2.5m，坝顶宽 0.6m，坝外边坡为 1:0.2，基础埋深 0.65m。其尺寸及物理参数见表 4-3-12。

插图 4-3-6 设计挡石墙断面示意图 (单位:mm)

表 4-3-12 设计挡石墙身尺寸参数表 (单位: cm)

墙身高	基础底宽	基础挖深	墙顶宽	面坡倾斜坡度	背坡倾斜坡度	墙趾外台阶 b1	墙趾内台阶 b2
250	130	65	60	1:0.2	1:0	20	0

设计的挡石墙基础设置稳定的硬土持力层上，用浆砌块石（块石软化系数 ≤ 0.8 ）衬砌并砂浆勾缝（砌筑砂浆 M7.5），每隔 15m 设置一条伸缩缝，缝中用沥青及麻料填充；在墙体上设计梅花形泄水孔（孔径 $\phi 75\text{mm}$ 的 PVC 管），间距为 2.5m、坡度为 10%，其进口处设反滤层并采用块石回填，回填后不应小于 2m；墙顶用混凝土砂浆压顶，厚度 5cm。

(B) 挡墙稳定性分析

挡墙稳定性分析的相关参数见表 4-3-13。

表 4-3-13 相关物理参数表

圬工砌体容重 (KN/m ³)	23.00	圬工之间摩擦系数	0.4
地基土摩擦系数	0.500	挡墙类型	抗滑挡墙
墙后填土内摩擦角 (°)	35.00	墙背与墙后填土摩擦角 (°)	17.50
墙后填土容重 (KN/m ³)	18.00	地基土容重 (KN/m ³)	17.60
墙底摩擦系数	0.500	地基土类型	岩体地基
地基土内摩擦角 (°)	30.00	坡线与滑坡推力	
坡面线段数	1	折线序号	1
水平投影长 (m)	3.00	竖向投影长 (m)	0.00
坡面起始距离 (m)	0.00	地面横坡角 (°)	10.00

按照库仑土压力理论，抗滑安全系数 $K_c \geq 1.300$ 、抗倾覆安全系数 $K_o \geq 1.60$ 。挡墙相关物理参数见表 4-3-12；经采用理正岩土系列软件 4.0 版本计算和验算：滑移 $K_c = 1.502 > 1.300$ ；倾覆 $K_o = 2.09 > 1.60$ 。因此，该抗滑挡墙的抗滑、抗倾覆的稳定性满足工程要求，设计较合理。

(C) 工程量测算

本次设计 FSa 废石堆挡石墙（挡石墙 a）总长度为 100m，FSb 废石堆挡石墙（挡石墙 b）总长度为 100m，FSc 废石堆挡石墙（挡石墙 c）总长度为 50m，FSd 废石堆挡石墙（挡石墙 d）总长度为 200m，FSe 废石堆挡石墙（挡石墙 e）总长度为 300m，FSf 废石堆挡石墙（挡石墙 f）总长度为 200m。

本次方案设计 FS5 废石堆挡石墙（挡石墙 1）总长度为 1200m，FS6 废石堆挡石墙（挡石墙 2）总长度为 200m，FS7 废石堆挡石墙（挡石墙 3）总长度为 120m，FS5 废石堆挡石墙（挡石墙 4）总长度为 100m。设计挡土墙工程量测算见表 4-3-14。

表 4-3-14 设计挡石墙工程量测算表

工程名称	长度 (m)	挖方 (m ³)	浆砌石 (m ³)	泄水孔长度 (m)	填方 (m ³)	弃方 (m ³)	伸缩缝 (m ²)	碎石回填 (m ³)	压顶 (m ²)
挡石墙 a	100	168	600	90	18	150	54	200	60
挡石墙 b	100	168	600	90	18	150	54	200	60
挡石墙 c	50	84	300	45	9	75	27	100	30
挡石墙 d	200	336	1200	180	36	300	114	400	120
挡石墙 e	300	504	1800	270	54	450	168	600	180
挡石墙 f	200	336	1200	180	36	300	114	400	120
挡石墙 1	1200	2016	7200	1080	216	1800	714	2400	720
挡石墙 2	200	336	1200	180	36	300	114	400	120
挡石墙 3	120	201.6	720	108	21.6	180	66	240	72
挡石墙 4	100	168	600	90	18	150	54	200	60
合计	2570	4318	15420	2313	463	3855	1479	5140	1542

C、修建淋滤水沉淀池

废石堆淋滤水未来可能会造成下游水生态的污染问题，本次设计在各废石堆下游修建一个淋滤水沉淀池。

(A) FS5 废石堆淋滤水沉淀池

FS5 废石堆上游的总汇水面积约 100000 m²，按照日最大降水量 173.2mm，径流系数 0.8 计算，最大汇水量约 13.6m³/h。废石堆淋滤水一般处理时间在 2 个小时以上，因此设计的沉淀池容积不应小于 27.2m³。

本次设计采用浆砌石结构，水泥砂浆抹底抹面（沥青砂浆，厚度 2cm），长方形，墙厚 0.3m、长 6m、宽 3m、深 2m、底板厚度 0.15m，总容积 36m³。完全满足最大排水量的需求，工程示意图见 4-3-7 所示。

插图 4-3-7 设计 FS5 废石堆淋滤水沉淀池平、剖面示意图（单位:m）

该沉淀池分为三级沉淀，池体为块石衬砌，以防水砂浆抹面，抹面厚度为 2cm，现浇混凝土底板厚 0.15m，并铺设塑料薄膜防渗。围栏本次按 200 元/m 计算施工费用。

(B) FSa~FSf 废石堆及 FS6、FS7、FS8 废石堆淋滤水沉淀池

FSa~FSf 废石堆及 FS6、FS7、FS8 废石堆规模较小，汇水面积小于 30000 m²。本次按照日最大降水量 173.2mm，径流系数 0.8 计算，最大汇水量约 13.6m³/h。废石堆淋滤水一般处理时间在 2 个小时以上，因此设计的 FSa~FSf 废石堆及 FS6、FS7、FS8 废石堆淋滤水沉淀池容积不应小于 8.2m³。

本次设计采用浆砌石结构，水泥砂浆抹底抹面（沥青砂浆，厚度 2cm），长方形，墙厚 0.3m、长 4.6m、宽 2.6m、深 1.5m、底板厚度 0.15m，总容积 12m³，完全满足最大排水量的需求，工程示意图见 4-3-8 所示。

插图 4-3-8 设计其它废石堆淋滤水沉淀池平、剖面示意图（单位:m）

插图 4-3-8 水资源水生态修复工程部署图

本次对设计的沉淀池进行编号，FS5 废石堆为沉淀池 1，FS6 废石堆为沉淀池 2，FS7 废石堆为沉淀池 3，FS8 废石堆为沉淀池 4，FSa~FSf 废石堆编号沉淀池 a~沉淀池 f，各沉淀池工程量如下：

表 4-3-15 废石堆淋滤水沉淀池工程量

沉淀池编号	挖方 (m ³)	浆砌石 (m ³)	素砼土底板 (m ³)	砂浆抹面 (m ²)		墙背回填 (m ³)	弃方 (m ³)	防渗 (m ²)	围栏 (m)
				平面	立面				
沉淀池 a	33.4	9.0	2.6	33.9	17.6	6.6	26.8	12	16
沉淀池 b	33.4	9.0	2.6	33.9	17.6	6.6	26.8	12	16
沉淀池 c	33.4	9.0	2.6	33.9	17.6	6.6	26.8	12	16
沉淀池 d	33.4	9.0	2.6	33.9	17.6	6.6	26.8	12	16
沉淀池 e	33.4	9.0	2.6	33.9	17.6	6.6	26.8	12	16
沉淀池 f	33.4	9.0	2.6	33.9	17.6	6.6	26.8	12	16
沉淀池 1	78.3	16.6	4.9	32.8	62.4	12.1	66.2	25	21
沉淀池 2	33.4	9.0	2.6	33.9	17.6	6.6	26.8	12	16
沉淀池 3	33.4	9.0	2.6	33.9	17.6	6.6	26.8	12	16
沉淀池 4	33.4	9.0	2.6	33.9	17.6	6.6	26.8	12	16
合计	379	98	28	338	221	72	307	133	165

(3) 清淤工程

未来矿山需定期对设计的截排水沟和沉淀池开展清淤工作。据统计，本次设计的截排水沟总长度约 4950m，本次按每米每年 8 元预留清淤费用。对于沉淀池，本次按每年 5 万元预留清淤费用。

矿山的剩余服务年限为 77 年，服务年限长，若按照矿山全部服务周期计算清淤费用会增加矿山初期负担，本次考虑按我省最长采矿许可证 10 年期预留清淤费用，10 年共计 89.6 万元，该费用在 10 年内计提完毕，10 年后矿山换证时本方案应重新编制，清淤工程可在下一轮方案中再次计提，见表 4-3-17。

3、水资源水生态修复工程量统计及年度安排

表 4-3-16 水生态水环境修复工程量

工程或费用名称		单位	工程量
修建污水处理站		万元	1400
预留污水处理费用		万元	200
清淤费用		万元	89.6
截排水沟	挖方	m ³	4643.1
	浆砌石	m ³	1485
	底板	m ³	1128.6
	砂浆抹面 (平面)	m ²	5445
	砂浆抹面 (立面)	m ²	4950
	填方	m ³	693
	伸缩缝	m ²	262.5

工程或费用名称		单位	工程量
	弃方	m ³	3950.1
挡石墙	挖方	m ³	4318
	块石砌体工程	m ³	15420
	泄水工程	m	2313
	伸缩缝	m ²	1479
	压顶抹面	m ³	1542
	填方	m ³	463
	碎石回填	m ³	5140
	弃方	m ³	3855
	沉淀池	挖方	m ³
浆砌石		m ³	98
底板		m ³	28
砂浆抹面（平面）		m ²	338
砂浆抹面（立面）		m ²	221
填方		m ³	72
弃方		m ³	307
防渗		m ²	133
围栏		m	165

表 4-3-17 水生态水环境修复工程年度安排

年度	工程或费用名称		单位	工程量
2026-2027	修建一期污水处理站		万元	1200
	污水处理费用		万元	40
	清淤费用		万元	17.92
	截排水沟 (a~f) 截排水沟 1	挖方	m ³	2907.8
		浆砌石	m ³	930
		底板	m ³	706.8
		砂浆抹面（平面）	m ²	3410
		砂浆抹面（立面）	m ²	3100
		填方	m ³	434
		伸缩缝	m ²	165.5
		弃方	m ³	2473.8
	挡石墙 (a~f) 挡石墙 1	挖方	m ³	1596
		块石砌体工程	m ³	5700
		泄水工程	m	855
		填方	m ³	171
		弃方	m ³	1425
		伸缩缝	m ²	531
		碎石回填	m ³	4300
		压顶抹面	m ³	570
	沉淀池 (a~f) 沉淀池 1	挖方	m ³	278.7
		浆砌石	m ³	70.6
		底板	m ³	20.5
		砂浆抹面（平面）	m ²	236.2
砂浆抹面（立面）		m ²	168	

年度	工程或费用名称		单位	工程量	
		填方	m ³	51.7	
		弃方	m ³	227	
		防渗	m ²	97	
		围栏	m	117	
2028-2035	污水处理费用		万元	160	
	清淤费用		万元	71.68	
2035-2084	-	-	-	-	
2085	修建二期污水处理站		万元	100	
	截排水沟 2 截排水沟 6	挖方	m ³	562.8	
		浆砌石	m ³	180	
		底板	m ³	136.8	
		砂浆抹面（平面）	m ²	660	
		砂浆抹面（立面）	m ²	600	
		填方	m ³	84	
		伸缩缝	m ²	31.8	
		弃方	m ³	478.8	
	挡石墙 2	挖方	m ³	200	
		块石砌体工程	m ³	336	
		泄水工程	m	1200	
		填方	m ³	180	
		弃方	m ³	36	
		伸缩缝	m ²	300	
		碎石回填	m ³	400	
		压顶抹面	m ³	114	
	沉淀池 2	挖方	m ³	33.4	
		浆砌石	m ³	9	
		底板	m ³	2.6	
		砂浆抹面（平面）	m ²	33.9	
		砂浆抹面（立面）	m ²	17.6	
		填方	m ³	6.6	
		弃方	m ³	26.8	
		防渗	m ²	12	
	围栏	m	16		
	2086-2102	-	-	-	-
	2103	修建三期污水处理站		万元	100
		截排水沟 3 截排水沟 4 截排水沟 7 截排水沟 8	挖方	m ³	703.5
			浆砌石	m ³	225
			底板	m ³	171
			砂浆抹面（平面）	m ²	825
砂浆抹面（立面）			m ²	750	
填方			m ³	105	
伸缩缝			m ²	38.9	
弃方		m ³	598.5		
挡石墙 3		挖方	m ³	220	

年度	工程或费用名称		单位	工程量		
	挡石墙 4	块石砌体工程	m ³	369.6		
		泄水工程	m	1320		
		填方	m ³	198		
		弃方	m ³	39.6		
		伸缩缝	m ²	330		
		碎石回填	m ³	440		
		压顶抹面	m ³	120		
	沉淀池 3 沉淀池 4	挖方	m ³	66.8		
		浆砌石	m ³	18		
		底板	m ³	5.2		
		砂浆抹面（平面）	m ²	67.8		
		砂浆抹面（立面）	m ²	35.2		
		填方	m ³	13.2		
		弃方	m ³	53.6		
		防渗	m ²	24		
		围栏	m	32		
		2104	-	-	-	-

4.3.2.5 地灾安全隐患消除工程

预测未来里溪寨冲沟发生泥石流地质灾害的可能性中等，其主要威胁里溪寨居民区及下游农田，其危险性中等。预测未来矿山开采引发和加剧采空区地面变形的可能性中等，主要影响对象为夯坨上寨的 14 栋房屋（约 36 人），水田约 20h m²，林地约 112h m²，影响溪沟约 1km，其危险性中等。

针对以上问题需有针对性设计地质灾害安全隐患消除工程。

1、滑坡、泥石流地质灾害安全隐患消除工程

由于泥石流地质灾害不是矿山开采引发，本次设计的里溪寨冲沟地质灾害安全隐患消除工程主要为巡查监测（详见后文监测管护工程章节）。

未来矿山还会形成 4 个废石堆，可能有滑坡、泥石流地质灾害隐患，本次设计预留 50 万元应急治理费用。

2、采空区地面变形地灾安全隐患消除工程

预测未来矿山开采引发和加剧采空区地面变形的可能性中等，主要影响对象为夯坨上寨的 14 栋房屋（约 36 人），水田约 20h m²，林地约 112h m²，影响溪沟约 1km。针对采空区地面变形问题，需预留地灾安全隐患消除费用并开展巡查监测工程。

（1）预留防治费用

对于可能影响的 20h m²水田（约 300 亩），参考 2024 年吉首市地区高标准农田

建设项目亩均投资 2000 元预留防治费用并考虑未来的填堵农赔等，本次按 5000 元/亩预留防治费用，共约 150 万元。

对于可能影响的 14 栋民房，本次设计参考当地民房中修标准 10 万元每栋，本次预留约 140 万元。

对于可能影响的 112h m²（约 1680 亩）林地，根据本次计算分析可知对土地的破坏程度为轻度破坏，地面可能有轻微变形，轻微影响林地、植被生长，水土流失略有增加。根据最新公开资料，湖南省林地保育补偿标准因林地类型（如国家级公益林、省级公益林、天然商品林等）造林补助为 300~1200 元每亩，本次取中位数 800 元，则本次设计林地的防治费用约为 131 万元。

对于可能影响的溪沟，本次设计预留 20 万元用于回填、填堵工程。

以上采空区地面变形地质灾害费用合计为 440 万元。

（2）巡查监测工程

本次设计的巡查监测工作主要为采空区地面变形的巡查监测工作。主要采用人工巡查方式，具体工程量见后文监测和管护工程章节。

3、地灾安全隐患消除工程量统计及年度安排

以上地灾安全隐患消除工程防治费用共约 481 万元，本次设计矿山的生态修复费用按 74 年计提完毕，地灾安全隐患消除工程费用也按 74 年平均计提。

地灾安全隐患消除工程年度安排见表 4-3-18

表 4-3-18 地灾安全隐患消除工程年度安排

年度	工程或费用名称	单位	工程量
2026	地灾安全隐患消除工程费用预留	万元	6.5
2027	地灾安全隐患消除工程费用预留	万元	6.5
2028-2099	地灾安全隐患消除工程费用预留	万元	468
合计			481

4.3.3 监测和管护工程

4.3.3.1 地质灾害监测工程

未来矿山的主要地质灾害问题是泥石流及采空区地面变形，本次设计对于泥石流地质灾害以简易监测为主；对于采空区地面变形以控制性监测为主，以简易监测为辅。

1、简易监测

简易监测主要采取巡查方式进行，矿山可派专人对泥石流沟及全部岩石移动范围

上部进行定期巡查并及时反馈情况（主要监测手段是目测地面是否有位移、变形、开裂问题，冲沟是否有排水不畅问题）。在巡查过程中需考虑安全因素，在矿体厚大的近地表可能发生突发性的塌陷坑，采空塌陷地裂缝地表一旦出现表征迹象，在巡查过程中应立即远离，并设置警示标识。

矿山应派专人开展巡查工作，采用简易观测手段及时反馈情况。巡查频率应不少于每周一次，每月不少于四次，若逢雨季应每天进行。考虑到采空区地面变形的滞后期，巡查期为本方案的服务年限 83 年（2026 年 3 月~2108 年 12 月，共 994 个月）。

2、控制性监测

本次设计采用《全球定位系统（GPS）测量规范》（GB/T 18314-2009）布置矿山的监测工程。

（1）监测系统的建设原则

卫星位移在线监测系统建设中应坚持“技术先进、高效可靠、经济实用”的原则，系统建设应保证建成后系统的可扩展性，即随着地表移动范围的扩大，增加新的监测点，能为今后系统升级改造后使用。

（2）位移监测系统建设目的

根据监测任务和目的，位移监测系统建设工作主要是监测地表沉降观测线范围内的建（构）筑物与基础设施的沉降和位移，以保证圈定的地表沉降观测线范围内的建（构）筑物安全。

（3）监测点布设要求

A、矿山监测点布设依据

（A）应对观测环境进行调查，调查埋设地点的地质条件，监测点的标志必须与坝体或岩体牢固地结合在一起，每一观测点必须埋设混凝土观测墩。

（B）地表变形监测应满足下列要求：

- a、观测基点必须定期进行检验，确定其可能出现的位移；
- b、在选择监测点点位时，必须考虑测量的方便和监测人员的安全。

B、GPS 基准点和监测点的选择依据

根据中华人民共和国国家标准《全球定位系统（GPS）测量规范》（GB/T 18314-2009）中第 7.2 节的规定，选点的具体要求为：

（A）周围应便于安置接收设备和操作，视野开阔，视场内障碍物的高度角不宜

超过 15° ；

(B) 远离大功率无线电发射源（如电视台、电台、微波站等），其距离不小于 200m；远离高压输电线和微波无线电信号传送通道，其距离不得小于 50m；

(C) 附近不应有强烈反射卫星信号的物件（如大型建（构）筑物等）；

(D) 交通方便，并有利于其他测量手段扩展和联测；

(E) 地面基础稳定，易于标石的长期保存；

(F) 充分利用符合要求的原有控制点；

(G) 选站时应尽可能使测站附近的局部环境（地形、地貌、植被等）与周围的大环境保持一致，以减少气象元素的代表性误差。

(4) 监测方案

根据矿山的工程水文地质条件、尾矿库库坝分布情况、沉陷观测区地表建（构）筑物设施的位置与监测要求，监测方案可选择实时动态测量（RTK）。北斗、RTK 测量系统主要由基准站和流动站两部分组成。

A、基准站

RTK 系统基准站由北斗接收机及卫星接收天线、无线电数据链电台及发射天线、直流电源等组成。根据基准站观测点的选择原则和现有的控制点，结合北斗设备的各项参数以及矿区的面积，基准站观测点应该选在沉陷区之外。

基准站上空应尽可能开阔，让基准站尽可能跟踪和观测到所有在视野中的卫星，在基准站 GPS 天线的 $5^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 高度角以上不能有成片的障碍物。在基准站周围约 200m 的范围内不能有强电磁波干扰源，如大功率无线电发射设施、高压输电线等。

B、控制点

为了保证流动站的测量精度和可靠性，应在整个测区选择高精度的控制点进行检测校对，选择的控制点应有代表性，均匀地分布在整个测区。在安置好基准站并启动流动站后，必须用流动站分别到已知点上进行定位测量，以求得该点的坐标，然后与该点的原有坐标相比较，求出其差值。如差值很小则不需修正；否则必须将该点的原有坐标输入到 TCS1 控制器中进行修正。

C、监测点

流动站从基准站接收到的信号由流动站电台接收，流动站同时也接收相同的卫星信号，使用配备的 TCS1 控制器进行实时解算。在地表布设监测点应考虑到主矿体与

地表建（构）筑物的位置，再根据点位的布设依据和设计原则，在矿区地表移动界线范围内布设监测点位。矿区应根据以上监测点和基准点布设原则，在地表重点保护建（构）筑物位置布设监测点。

(A) 设计监测点的等级

根据《建筑变形测量规范》（JGJ 8-2016），建筑物变形共分为四个等级，见表 4-3-19。采空区地面变形破坏的主要为民用建筑，本次设计监测等级为四等。

表 4-3-19 建筑变形测量的等级、精度指标及其适用范围

等级	沉降监测点测站高差中误差 (mm)	位移监测点坐标中误差 (mm)	主要适用范围
特等	0.05	0.3	特高精度要求的变形测量。
一等	0.15	1.0	地基基础设计为甲级的建筑的变形测量；重要的古建筑、历史建筑的变形测量；重要的城市基础设施的变形测量等。
二等	0.5	3.0	地基基础设计为甲、乙级的建筑的变形测量；重要场地的边坡监测，重要的是基坑监测；重要管线的变形测量，地下工程施工及运营中的变形测量，重要的城市基础设施的变形测量等。
三等	1.5	10.0	地基基础设计为乙、丙级的建筑的变形测量；一般场地的边坡监测，一般的基坑监测；地表、道路及一般管线的变形测量；一般的城市基础设施的变形测量；日照变形测量；风振变形测量等。
四等	3.0	20.0	精度要求低的变形测量。

(B) 监测点的网度及位置设计

在采空区地面变形区，根据《建筑变形测量规范》（JGJ 8-2016），采用全站仪进行位移监测时，四等级别的监测点观测距离应小于等于 1000m。基准点及工作基点网边长要求见表 4-3-20。

表 4-3-20 基准点及工作基点网边长要求

位移观测等级	边长 (m)	位移观测等级	边长 (m)
一等	≤300	三等	≤800
二等	≤500	四等	≤1000

考虑到矿区及各工业场地的地形复杂还受地下开采影响，地下开采地表变形影响区面积较大且地表有敏感目标，本次设计地面变形监测点观测距离为 400 米。

综上所述，结合本次岩石移动范围的宽度与长度，本次设计监测点的网度为 400m，共布置 60 个监测点，其中位于岩石移动范围外的可作为基准点。另外本次还应在一期开采区可能受损房屋区域布置 2 个监测点。在本次设计的 10 个挡石墙各设置一个监测点。以上合计为 72 个监测点。

D、监测点设计

中华人民共和国国家标准《全球定位系统（GPS）测量规范》（GB/T 18314-2009）中规定的岩石中和土层中天线墩如图 4-3-8 所示。

插图 4-3-9 左侧为岩石天线墩，右侧为土层天线墩

E、监测点工程量

参考《测绘事业单位财务制度》、《测绘事业单位会计制度》、《建筑变形测量规程》（JGJ/T 8-97 及 2024 年修订补充条款），结合 2024~2025 年行业技术发展现状，经多地区实测数据测算单个监测点的埋设价格本次按 10000 元计算。

由于监测点可以实现自动监测，其成本很低，本次不计算监测费用。

4.3.3.2 水生态监测工程

为确保达标排放，未来需在沉淀池下游定期采样分析水质。水质分析应按当地环保部门的要求进行。监测内容至少应包括 pH、COD、BOD、氨氮、悬浮物、高锰酸盐指数、氟化物、氰化物、硫化物、总磷、挥发酚、石油、铅、锌、铜、砷、汞、镉、六价铬、铁、锰、钒等。

本次设计监测频率为三个月一次，地表水监测点布置在各沉淀池、污水处理站排水口的上下游，共 26 个。在已略河流经矿区上、下游各布设 1 个地表水和地下水监测点，在河流流出矿区范围，已略河乡溪流交汇处下游 50 米布设地表水监测点。

插图 4-3-10 设计监测工程部署图

经统计，本次共设计 31 个水质监测点，其中地表水 29 个，地下水监测点 2 个。

监测期限为本方案的服务年限 83 年（2026 年 3 月~2108 年 12 月），监测次数共 10292 点·次。

4.3.3.3 土壤监测工程

矿山应对矿区的土壤进行定期分析、监测，确保达标。监测点设置在设计的各废石堆及下游溪沟的汇入口，共 6 个。采用取样监测，取样深度不应小于 30cm。土壤分析应按当地环保部门的要求进行。

监测内容至少应包括 pH、镉、汞、砷、铅、铬（六价）铜、镍、锌、石油烃等，其它参考《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》、《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》的相关要求。

设计监测频率为一年一次。监测方式为定期取样、分析。监测期限为方案的服务年限 83 年（2026 年 3 月~2108 年 12 月），监测次数共 498 点·次。

4.3.3.4 植被监测工程

在开采期间矿山应对矿区的植被进行定期的巡查监测，监测点位于各工业广场、废石堆上游，主要监测内容为：矿区的植被是否有退化或植被种类减少的现象，植被覆盖面积是否有缩减的现象等，主要监测指标包括植物数量、种类、高度、地径、生长情况等。

本次设计植被监测频率为一年一次，监测方式为定期人工巡查。监测期限为本方案的服务年限 83 年（2026 年 3 月~2108 年 12 月），监测次数共 83 次。

4.3.3.5 管护工程

本区的地面设施复垦工程完成后，均需要后期的管护与培育，以防止复垦土地的退化，场地复垦、复绿后按绿化管护市场价 2 元/m²·年估算。本次设计复垦区（林地、草地）总面积为 27.2h m²全部为管护区，管护期为 2107 年至 2109 年。

4.3.3.6 矿山监测和管护工程量统计

矿山监测及管护工程量见表 4-3-21。

表 4-3-21 矿山监测及管护工程量表

监测和管护工程	工程类别	单位	工程量
地质灾害监测工程	设置监测点	个	72
	人工巡查	月	994
水质监测	水质化验、分析	点·次	10292
土壤监测	土壤化验分析	点·次	498
植被巡查	人工巡查植被	次	83
管护工程	林地、草地管护工程	h m ²	27.2

矿山监测工程年度安排见表 4-3-22。

表 4-3-22 矿山监测工程年度安排

年度	工程或费用名称	单位	工程量
2026-2027	设置监测点	个	72
	地质灾害人工巡查	月	22
	水质化验、分析	点·次	248
	土壤化验分析	点·次	12
	人工巡查植被	次	2
2028-2035	地质灾害人工巡查	月	72
	水质化验、分析	点·次	992
	土壤化验、分析	点·次	48
	植被巡查	次	8
2036-2105	地质灾害人工巡查	月	864
	水质化验、分析	点·次	8680
	土壤化验、分析	点·次	420
	植被巡查	次	70
2106-2108	地质灾害人工巡查	月	36
	水质化验、分析	点·次	372
	土壤化验、分析	点·次	18
	植被巡查	次	3
	林地、草地管护工程	h m ²	27.2

4.3.4 其他工程

生产结束后矿山应对井口实施封堵，本矿山共涉及 13 个井口，分别为：一期开采区主井、一期开采区东风井、一期开采区北风井、二期开采区主斜井、二期开采区东一风井、二期开采区东二风井、二期开采区西一风井、二期开采区西二风井、二期开采区西三风井、三期开采区东主井、三期开采区东风井、三期开采区西主井、三期开采区西风井。其中有 5 个斜井，8 个平硐。

根据相关规范，井口封闭时，先用工业广场上硬化物或废石对各井筒进行充填。井口封闭时采用浆砌块石的方式进行，浆砌块石厚度应大于 1m。

本次设计封闭浆砌石的厚度为 2m。可采用 M7.5 砌筑砂浆，水泥 32.5，抹面厚度 2cm，采用 M7.5 砌筑砂浆，水泥 32.5。

井口封闭工程量见表 4-3-23、4-3-24。

插图 4-3-11 矿山井口封闭浆砌石墙示意图，左为正视图，右为侧视图

插图 4-3-12 平硐、斜井封堵示意图

表 4-3-23 井口封堵工程量统计表

井口名称	井型	断面积 (m ²)	封堵厚度 (m)	废石充填 (m ³) 按充填 20m 计算	浆砌块石 (m ³)	外立面抹面 (m ²)
一期开采区主井	斜井	7.62	4	152.4	30.48	7.62
一期开采区东风井	斜井	5.0	4	100	20	5.0
一期开采区北风井	斜井	5.0	4	100	20	5.0
二期开采区主斜井	斜井	7.62	4	152.4	30.48	7.62
二期开采区东一风井	平硐	5.0	2	100	10	5.0
二期开采区东二风井	平硐	5.0	2	100	10	5.0
二期开采区西一风井	斜井	5.0	4	100	20	5.0
二期开采区西二风井	平硐	5.0	2	100	10	5.0

井口名称	井型	断面积 (m ²)	封堵厚度 (m)	废石充填 (m ³) 按充填 20m 计算	浆砌块石 (m ³)	外立面抹面 (m ²)
二期开采区西三风井	平硐	5.0	2	100	10	5.0
三期开采区东主井	平硐	7.62	2	152.4	15.24	7.62
三期开采区东风井	平硐	5.0	2	100	10	5.0
三期开采区西主井	平硐	7.62	2	152.4	15.24	7.62
三期开采区西风井	平硐	5.0	2	100	10	5.0
合计				1509.6	211.44	75.48

注：本次设计工业广场复垦时硬化物全部回填井筒，在前文中已计入拆除硬化物外运。

表 4-3-24 其它工程年度安排

年度	工程或费用名称		单位	工程量
2026-2085	-		-	-
2086	一期开采区井口	浆砌块石	m ³	70.48
		外立面抹面	m ²	17.62
2087-2103	-		-	-
2104	二期开采区井口	浆砌块石	m ³	90.48
		外立面抹面	m ²	32.62
2105	三期开采区井口	浆砌块石	m ³	50.48
		外立面抹面	m ²	25.24

4.3.5 生态保护修复工程量及进度安排

4.3.5.1 生态保护修复工程进度安排

本矿山因范围大，走向长，矿体赋存标高不同，需分区建设，分期开采。根据矿体赋存特点，开发利用方案设计矿体沿走向划分为三期开采，分别命名为一期开采区、二期开采区和三期开采区。

1、一期开采区（服务期 2028-2085 年）

2026 年至 2027 年，完成野生动、植物的保护的宣传牌、警示牌的设置工程；完成一期开采区的各工业广场、FS5 废石堆的表土剥离工作；完成 FSa 废石堆、FSb 废石堆、FSc 废石堆、FSd 废石堆、FSe 废石堆、FSf 废石堆的修复工程及配套截排水沟、挡石墙建设；完成 FS5 废石堆的土工膜覆盖工程；完成污水处理站的建设工程；完成截排水沟 1、挡石墙 1、沉淀池 1 的修建工程；预留污水处理、清淤及地灾安全隐患消除工程费用；设置地质灾害监测点，开展各类监测工作；

2028 年至 2035 年，预留污水处理、清淤及地灾安全隐患消除工程费用；开展各类监测工作；

2036 年至 2084 年，预留地灾安全隐患消除工程费用；开展各类监测工作；

2085 年，完成二期开采区的各工业广场、FS6 废石堆的表土剥离工作；完成 FS6 废石堆的土工膜覆盖工程；完成二期开采区铺设引水管道工程；完成截排水沟 2、挡石墙 2、沉淀池 2 的修建工程；预留地灾安全隐患消除工程费用；开展各类监测工作；

2、二期开采区（服务期 2086-2103 年）

2086 年，完成一期开采区主井工业广场、一期开采区东风井工业广场、一期开采区北风井工业广场、FS6 废石堆的复垦修复工程；完成一期开采区井口的封堵工程；预留地灾安全隐患消除工程费用；开展各类监测工作；

2087 年至 2099 年，预留地灾安全隐患消除工程费用；开展各类监测工作；

2100 年至 2102 年，开展各类监测工作；

2103 年，完成三期开采区的各工业广场、FS7、FS8 废石堆的表土剥离工程；完成 FS7、FS8 废石堆的土工膜覆盖工程；完成三期开采区铺设引水管道工程，完成截排水沟 3、挡石墙 3、沉淀池 3 的修建工程；开展各类监测工作；

3、三期开采区（服务期 2103-2104 年）

2104 年，完成二期开采区主斜井工业广场、二期开采区东一风井工业广场、二期开采区东二风井工业广场、二期开采区西一风井工业广场、二期开采区西二风井工业广场、二期开采区西三风井工业广场的复垦修复工程；完成二期开采区井口的封堵工程；开展各类监测工作；

4、闭采期

2105 年，完成三期开采区东主井工业广场、三期开采区东风井工业广场、三期开采区西主井工业广场、三期开采区西风井工业广场、FS7 废石堆、FS8 废石堆的复垦修复工程；完成三期开采区井口的封堵工程；开展各类监测工作；

5、管护期

2106 年至 2108 年，开展各类监测工作及管护工程。

4.3.5.2 生态保护修复工程量统计及年度安排

矿山生态修复工程量见表 4-3-25；

矿山生态修复工程年度安排见表 4-3-26。

表 4-3-25 矿山生态修复工程量汇总表

工程类别	工程或费用名称		单位	工程量	
生态保护 保育工程	宣传、警示牌	野生动、植物保护宣传牌	块	5	
		森林防火警示牌	块	5	
		矿山安全标识牌	万元	50000	
生态修复工程	土地复垦与生物多样性修复工程	各工业广场、各废石堆	硬化物拆除	m ³	14700
			垃圾外运	m ³	14700
			砍挖林地	m ²	144000
			表土剥离	m ³	133280
			铺设土工膜	m ²	223000
			翻耕	h m ²	4.9
			覆土	m ³	45120
			推平	m ³	178400
			人工平整	h m ²	27.2
			培肥	h m ²	27.2
			种植杉木	株	60975
			种植白栎树	株	60975
			种植胡枝子	株	121950
	播撒草籽	h m ²	27.2		
	土地资源污染生态修复工程	铺设土工膜	m ²	144000	
	水资源水生态 修复工程	修建污水处理站	修建污水处理站	万元	1400
			预留污水处理费用	万元	200
			清淤费用	万元	89.6
		截排水沟	挖方	m ³	4643.1
			浆砌石	m ³	1485
			底板	m ³	1128.6
			砂浆抹面（平面）	m ²	5445
			砂浆抹面（立面）	m ²	4950
			填方	m ³	693
			伸缩缝	m ²	262.5
			弃方	m ³	3950.1
		挡石墙	挖方	m ³	4318
			块石砌体工程	m ³	15420
			泄水工程	m	2313
			伸缩缝	m ²	1479
			压顶抹面	m ³	1542
			填方	m ³	463
碎石回填			m ³	5140	
弃方			m ³	3855	
沉淀池		挖方	m ³	379	
		浆砌石	m ³	98	
		底板	m ³	28	
		砂浆抹面（平面）	m ²	338	
	砂浆抹面（立面）	m ²	221		
	填方	m ³	72		
	弃方	m ³	307		
	防渗	m ²	133		
围栏	m	165			
地灾安全隐患消除工程	地灾安全隐患消除工程费用预留	万元	481		
监测和 管护工程	设置监测点	个	72		
	人工巡查	月	994		
	水质化验、分析	点·次	10292		
	土壤化验分析	点·次	498		
	人工巡查植被	次	83		
	林地、草地管护工程	h m ²	27.2		
其它工程	井口封闭工程	浆砌块石	m ³	211.44	
		外立面抹面	m ²	75.48	

表 4-3-26 生态保护修复工程量年度安排表

年度	工程类别		工程或费用名称	单位	工程量		
2026-2027	生态保护保育工程	宣传、警示牌	野生动、植物保护宣传牌	块	5		
			森林防火警示牌	块	5		
			矿山安全标识牌	万元	5		
			FS5 废石堆	砍挖林地	m ²	100000	
	生态修复工程	土地复垦与生物多样性修复工程	FS5 废石堆	表土剥离	m ²	92800	
			FSa 废石堆 FSb 废石堆 FSc 废石堆 FSd 废石堆 FSe 废石堆 FSf 废石堆	铺设土工膜	m ²	56400	
				覆土	m ³	41520	
				推平	m ³	41520	
				人工细部平整	h m ²	5.64	
				培肥	h m ²	5.64	
				种植杉木	株	12725	
				种植白栎树	株	12725	
				种植胡枝子	株	25450	
				播撒草籽	h m ²	5.64	
				FS5 废石堆	铺设土工膜	m ²	100000
			土地资源污染生态修复工程	FS5 废石堆	铺设土工膜	m ²	100000
	生态修复工程	水资源水生态修复工程	修建一期污水处理站	万元	1200		
			污水处理费用	万元	40		
			清淤费用	万元	17.92		
			截排水沟 (a~f) 截排水沟 1	挖方	m ³	2907.8	
浆砌石				m ³	930		
底板				m ³	706.8		
砂浆抹面 (平面)				m ²	3410		
砂浆抹面 (立面)				m ²	3100		
填方				m ³	434		
伸缩缝				m ²	165.5		
弃方				m ³	2473.8		
挡石墙 (a~f) 挡石墙 1				挖方	m ³	1596	
	块石砌体工程	m ³		5700			
	泄水工程	m	855				
	填方	m ³	171				
	弃方	m ³	1425				
	伸缩缝	m ²	531				
沉淀池 (a~f) 沉淀池 1	挖方	m ³	278.7				
	浆砌石	m ³	70.6				
	底板	m ³	20.5				
	砂浆抹面 (平面)	m ²	236.2				
	砂浆抹面 (立面)	m ²	168				
	填方	m ³	51.7				
生态修复工程	地灾安全隐患消除工程	挖方	m ³	227			
		防渗	m ²	97			
		围栏	m	117			
		地灾安全隐患消除工程费用预留	万元	13			
		设置监测点	个	72			
		地质灾害人工巡查	月	22			
		水质化验、分析	点·次	248			
		土壤化验、分析	点·次	12			
		人工巡查植被	次	2			
		污水处理费用	万元	160			
		清淤费用	万元	71.68			
		地灾安全隐患消除工程	地灾安全隐患消除工程费用预留	万元	58.5		
生态修复工程	监测和管护工程	监测工程	地质灾害人工巡查监测	月	72		
		水质化验、分析	点·次	992			
		土壤化验、分析	点·次	48			
		人工巡查植被	次	8			
生态修复工程	地灾安全隐患消除工程	地灾安全隐患消除工程费用预留	万元	318.5			
		地质灾害人工巡查监测	月	588			
		水质化验、分析	点·次	6076			
		土壤化验、分析	点·次	294			
生态修复工程	监测和管护工程	人工巡查植被	次	49			
		二期开采区东主井工业广场 二期开采区东二风井工业广场 二期开采区西一风井工业广场 二期开采区西二风井工业广场 二期开采区西三风井工业广场 FS6 废石堆	硬化物拆除	m ³	36000		
		垃圾外运	m ³	27200			
		铺设土工膜	m ²	30000			
生态修复工程	土地复垦与生物多样性修复工程	FS6 废石堆	覆土	m ³	27200		
		推平	m ³	27200			
		人工细部平整	h m ²	4.9			
		培肥	h m ²	4.9			
		种植杉木	株	11250			
		种植白栎树	株	11250			
		种植胡枝子	株	22500			
		播撒草籽	h m ²	4.9			
		生态修复工程	水资源水生态修复工程	修建二期污水处理站	万元	100	
				截排水沟 2 截排水沟 6	挖方	m ³	562.8
					浆砌石	m ³	180
					底板	m ³	136.8
砂浆抹面 (平面)	m ²				660		
砂浆抹面 (立面)	m ²				600		
填方	m ³				84		
伸缩缝	m ²				31.8		
弃方	m ³				478.8		
挡石墙 2	挖方				m ³	200	
	块石砌体工程				m ³	336	
	泄水工程			m	1200		
	填方	m ³	180				
	弃方	m ³	36				
	伸缩缝	m ²	300				
沉淀池 2	碎石回填	m ³	400				
	压顶抹面	m ²	114				
	挖方	m ³	33.4				
	浆砌石	m ³	9				
	底板	m ³	2.6				
	砂浆抹面 (平面)	m ²	33.9				
生态修复工程	地灾安全隐患消除工程	砂浆抹面 (立面)	m ²	17.6			
		填方	m ³	6.6			
		弃方	m ³	26.8			
		防渗	m ²	12			
		围栏	m	16			
		地灾安全隐患消除工程费用预留	万元	6.5			
		地质灾害人工巡查监测	月	12			
		水质化验、分析	点·次	124			
		土壤化验、分析	点·次	6			
		人工巡查植被	次	1			
		生态修复工程	监测和管护工程	监测工程	人工巡查植被	次	1
				水质化验、分析	点·次	124	
生态修复工程	土地复垦与生物多样性修复工程	一期开采区主井工业广场	硬化物拆除	m ³	3600		
		一期开采区东风井工业广场	垃圾外运	m ³	3600		

年度	工程类别	工程或费用名称	单位	工程量			
2026-2027	生态修复工程	一期开采区北凤井工业广场 FS5 废石堆	铺设土工膜	m ²	116000		
			覆土	m ³	92800		
			推平	m ³	92800		
			人工细部平整	h m ²	12.8		
			培肥	h m ²	12.8		
			种植杉木	株	28000		
			种植白栎树	株	28000		
			种植胡枝子	株	56000		
			播撒草籽	h m ²	12.8		
			地灾安全隐患消除工程	地灾安全隐患消除工程费用预留	万元	6.5	
			生态修复工程	监测和管护工程	地质灾害人工巡查监测	月	12
					水质化验、分析	点·次	124
土壤化验、分析	点·次	6					
人工巡查植被	次	1					
生态修复工程	其它工程	一期开采区井口封闭	浆砌块石	m ³	70.48		
		外立面抹面	m ²	17.62			
2027-2029	生态修复工程	地灾安全隐患消除工程	地灾安全隐患消除工程费用预留	万元	78		
			地质灾害人工巡查监测	月	156		
			水质化验、分析	点·次	312		
			土壤化验、分析	点·次	78		
2100-2102	生态修复工程	监测和管护工程	人工巡查植被	次	13		
			地质灾害人工巡查监测	月	36		
			水质化验、分析	点·次	72		
			土壤化验、分析	点·次	18		
2103	生态修复工程	人工巡查植被	次	3			
			三期开采区的各工业广场、 FS7、FS8 废石堆	表土剥离	m ³	16920	
2028-2035	生态修复工程	水资源水生态修复工程	土地资源污染生态修复工程	FS7、FS8 废石堆	铺设土工膜	m ²	14000
			修建三期污水处理站	万元	100		
			截排水沟 3 截排水沟 4 截排水沟 7 截排水沟 8	挖方	m ³	703.5	
				浆砌石	m ³	225	
				底板	m ³	171	
				砂浆抹面 (平面)	m ²	825	
				砂浆抹面 (立面)	m ²	750	
				填方	m ³	105	
				伸缩缝	m ²	38.9	
				弃方	m ³	598.5	
				挡石墙 3 挡石墙 4	挖方	m ³	220
					块石砌体工程	m ³	369.6
泄水工程	m	1320					
填方	m ³	198					
弃方	m ³	39.6					
伸缩缝	m ²	330					
2036-2084	生态修复工程	监测和管护工程	碎石回填	m ³	440		
			压顶抹面	m ²	120		
			挖方	m ³	66.8		
			浆砌石	m ³	18		
			底板	m ³	5.2		
			砂浆抹面 (平面)	m ²	67.8		
			砂浆抹面 (立面)	m ²	35.2		
			填方	m ³	13.2		
			弃方	m ³	53.6		
			防渗	m ²	24		
			围栏	m	32		
			2085	生态修复工程	监测和管护工程	地质灾害人工巡查监测	月
水质化验、分析	点·次	124					
土壤化验、分析	点·次	6					
人工巡查植被	次	1					
2104	生态修复工程	土地复垦与生物多样性修复工程	二期开采区东主井工业广场 二期开采区东二风井工业广场 二期开采区西一风井工业广场 二期开采区西二风井工业广场 二期开采区西三风井工业广场 FS6 废石堆	硬化物拆除	m ³	4500	
			垃圾外运	m ³	4500		
			铺设土工膜	m ²	34000		
			覆土	m ³	27200		
			推平	m ³	27200		
			人工细部平整	h m ²	4.9		
			培肥	h m ²	4.9		
			种植杉木	株	11250		
			种植白栎树	株	11250		
			种植胡枝子	株	22500		
			播撒草籽	h m ²	4.9		
			2105	生态修复工程	监测和管护工程	地质灾害人工巡查监测	月
水质化验、分析	点·次	124					
土壤化验、分析	点·次	6					
人工巡查植被	次	1					
2106-2108	生态修复工程	其它工程	二期开采区井口封闭	浆砌块石	m ³	90.48	
			外立面抹面	m ²	32.62		
			硬化物拆除	m ³	6600		
			垃圾外运	m ³	6600		
			铺设土工膜	m ²	16600		
			覆土	m ³	12706		
			推平	m ³	12706		
			人工细部平整	h m ²	3.86		
			培肥	h m ²	3.86		
			种植杉木	株	9000		
			种植白栎树	株	9000		
			种植胡枝子	株	1800		
播撒草籽	h m ²	3.86					
2106-2108	生态修复工程	监测和管护工程	地质灾害人工巡查监测	月	12		
			水质化验、分析	点·次	124		
			土壤化验、分析	点·次	6		
			人工巡查植被	次	1		
2086	生态修复工程	土地复垦与生物多样性修复工程	三期开采区井口封闭	浆砌块石	m ³	50.48	
			外立面抹面	m ²	25.24		
2086	生态修复工程	监测和管护工程	地质灾害人工巡查监测	月	36		
			水质化验、分析	点·次	72		
			土壤化验、分析	点·次	18		
			人工巡查植被	次	3		
2086	生态修复工程	林地、草地管护工程	林地、草地管护工程	h m ²	27.2		

5 经费估算与基金管理

5.1 经费估算

5.1.1 经费估算原则

- 1、符合现行政策、法规、办法的原则；
- 2、全面、合理、科学和准确的原则；
- 3、实事求是、依据充分、公平合理的原则。

5.1.2 经费估算依据

5.1.2.1 国家及有关部门的政策性文件

- 1、财政部、国土资源部文件《财政部、国土资源部关于印发土地开发整理项目预算定额标准的通知》（财综〔2011〕128号）；
- 2、财政部、国土资源部《关于印发〈新增建设用地土地有偿使用费资金管理办法〉的通知》（财建〔2017〕423号）；
- 4、湖南省国土资源厅办公室文件关于发布《湖南省农村土地整治项目建设标准》的通知（湘国土资办发〔2014〕14号）；
- 3、湖南省财政厅、湖南省国土资源厅关于印发《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）》的通知（湘财建〔2014〕22号）；
- 5、湖南省国土资源厅办公室关于增值税条件下调整土地整治项目预算计价依据的通知（湘国土资办〔2017〕24号）；
- 6、《关于进一步加强新建和生产矿山生态保护修复工作的通知》（湘自资办发〔2021〕39号）。
- 7、湖南省自然资源厅湖南省生态环境厅关于印发《湖南省矿山生态修复基金管理办法》的通知（湘自资规〔2022〕3号）。

5.1.2.2 行业技术标准

- 1、《土地整治项目规划设计规范》（TD/T1012-2016）；

- 2、《湖南省土地开发整理项目工程建设标准》（试行）；
- 3、2014 年湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）；
- 4、《湖南省地方标准高标准农田建设》（（DB43/T876.1-2014））；
- 5、土地整治工程建设标准编写规程（TD/T1045-2016）；
- 6、土地整治权属调整规范（TD/T1046-2016）；
- 7、湘西自治州建设工程造价管理站文件 2025 年第 6 期建设工程材料价格预算的通知。

5.1.3 基础预算单价计算依据

5.1.3.1 定额标准

湖南省财政厅、湖南省国土资源厅关于印发《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）》的通知-湘财建[2014]22 号。

5.1.3.2 人工单价

2014 年湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）中的人工预算单价已偏低，本项目按《湖南省水利水电工程设计概估算编制规定》（2015 年）的人工预算单价标准进行调整，甲类工按水利工程的高级工标准为 82.88 元/日，乙类工按水利工程的高中级工标准为 68.16 元/日。

5.1.3.3 主要材料预算价格

本项目预算工程施工费用按同类型工程造价指标。钢材、水泥、木材、砂石料等主要材料的预算价格均以当地工程造价管理站提供的最新造价文件为准，根据湖南省国土资源厅办公室关于增值税条件下调整土地整治项目预算计价依据的通知（湘国土资办〔2017〕24 号）扣除税率。设备安装工程按有关定额指标计算；工程其它费用按有关规定计算。

对砂石料、水泥及钢筋等十一类主要材料进行限价，上述材料除块石在距离矿区 10km 购买。当上述材料预算价格等于或小于“主材规定价格表”中所列的规定价格时，直接计入工程施工费单价；当材料预算价格大于“主材规定价格表”中所列的规定价格时，超出限价部分单独计算材料价差（只计取材料费和税金），不参与取费。

材料消耗量依据 2014 年《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）》计取，材料价格依据当地工程造价管理信息，部分次要材料价格参考地方提供材料预算价格，主要材料根据实际情况计取超运距费。材料取定预算价格=材料发布预算价格+材料超运距费。

表 5-1-1 主材规定价格表

序号	材料名称	单位	限价（元）	序号	材料名称	单位	限价（元）
1	块石、片石	m ³	40	7	柴油	t	4500
2	砂子、石子	m ³	60	8	汽油	t	5000
3	条石、料石	m ³	70	9	锯材	m ³	1200
4	水泥	t	300	10	生石灰	t	180
5	标砖	千块	240	11	树苗	株	5
6	钢筋	t	3500	7	柴油	t	4500

表 5-1-2 材料预算价格表

名称及规格	单位	含税预算价	税率（%）	预算价			主材限价	价差
				除税预算价	超运距费	取定预算价		
砂	m ³	143.00	3.60	138.03		138.03	60.00	78.03
柴油	kg	7.86	16.93	6.72		6.72	4.50	2.22
电	kW.h	0.81		0.81		0.81	0.81	
风	m ³	0.17		0.17		0.17	0.17	
水	m ³	5.52	9.00	5.06		5.06	5.06	
粗砂	m ³	110.00	3.60	106.18		106.18	60.00	46.18
卵石 20	m ³	90.00	3.60	86.87		86.87	60.00	26.87
块石	m ³	86.00	3.60	83.01		83.01	40.00	43.01
沥青	t	4200.00	12.95	3718.46		3718.46	3718.46	
密封胶	kg	55.00	16.93	47.04		47.04	47.04	
水泥	t	0.41	12.95	0.36		0.36	0.36	
水泥 32.5	kg	0.41	12.95	0.36		0.36	0.30	0.06
铁钉	kg	5.50	12.95	4.87		4.87	4.87	
铁丝	kg	5.30	12.95	4.69		4.69	4.69	
树苗	株	8.50	9.00	7.80		7.80	5.00	2.8
种籽	kg	50.00	9.00	45.87		45.87	45.87	
复合土工膜	m ²	1.70		1.70		1.70	1.70	
工程胶	kg	4.20		4.20		4.20	4.20	
锯材	m ³	900.00	13.93	789.96		789.96	789.96	
肥料	项	120.00	16.93	102.63		102.63	102.63	

表 5-1-3 主材超运距费标准

序号	材料名称	单位	超运距费标准	
			（元/公里、m ³ 、t、千块）	
			超运距离 20km 以内	超运距离 20km 以外
1	砂	m ³	0.6	0.3
2	粗砂	m ³	0.6	0.3
3	卵石 40	m ³	0.6	0.3
4	块石	m ³	0.68	0.32
5	碎石	m ³	0.6	0.3

序号	材料名称	单位	超运距费标准	
			(元/公里、m ³ 、t、千块)	
			超运距离 20km 以内	超运距离 20km 以外
6	标准砖	千块	1.08	0.54
7	钢筋	t	0.4	0.2
8	水泥 32.5	kg	0.4	0.2
9	中粗砂	m ³	0.6	0.3

5.1.3.4 电、风、水预算价格

1、施工用电基准价格取建设工程材料预算价格公布的价格；

2、施工用风价格计算：

风价=[(空气压缩机组(台)班总费用)/(空气压缩机额定容量之和×60分钟×8小时×K1×K2)]÷(1-供风损耗率)+单位循环冷却水费+供风管道维修摊销费

式中：K1—时间利用系数(一般取0.7-0.8)取0.80；

K2—能量利用系数一般取(0.7-0.85)取0.70；供风损耗率取8%；

单位循环冷却水费0.005元/m³；

供风设施维修摊销费0.002~0.003元/m³

根据台班定额空气压缩机台班总费用117.93元，空气压缩机额定容量之和为3；

风价=117.93÷(3×60×8×0.8×0.8)÷(1-8%)+0.005+0.002=0.166元/m³。

3、施工用水基准价格取建设工程材料预算价格公布的价格；

施工用水价格=[水泵组(台)班总费用÷(水泵额定容量之和×8小时×K1×K2)]÷(1-供水损耗率)+供水设施维修摊销费

式中：K1—时间利用系数(一般取0.7-0.8)，取0.8；

K2—能量利用系数，取0.85；供水损耗率取5%；

供水设施维修摊销费取0.02元/m³；

根据台班定额水泵组班总费用为109.63元，水泵额定容量之和为26.40；施工用水价格=[109.63÷(26.40×8×0.8×0.85)]÷(1-5%)+0.02=0.824元/m³。

5.1.4 取费标准和计算方法说明

根据《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准》(试行)，项目预算由工程施工费、设备购置费、其他费用(包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理)和不可预见费组成。

5.1.4.1 工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。

1、直接费

由直接工程费（人工费、材料费和施工机械使用费）和措施费组成。

人工费=定额劳动量×人工预算单价

材料费=定额材料用量×材料预算单价

施工机械使用费=定额机械使用量×施工机械台班费

措施费：由临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费、特殊地区施工增加费、安全施工措施费组成：

2、间接费：间接费=直接费（或人工费）×间接费率

表 5-1-4 措施费费率表 单位：%

工程类别	临时设施费率	冬雨季施工增加费率	夜间施工增加费	施工辅助费率	特殊地区施工增加费	安全施工措施费	合计
土方工程	2	1.1	0	0.7	0	0.2	4.0
石方工程	2	1.1	0	0.7	0	0.2	4.0
砌体工程	2	1.1	0	0.7	0	0.2	4.0
混凝土工程	3	1.1	0	0.7	0	0.2	5.0
农用井工程	3	1.1	0	0.7	0	0.2	5.0
其他工程	2	1.1	0	0.7	0	0.2	4.0
安装工程	3	1.1	0	1	0	0.3	5.4

表 5-1-5 间接费费率表 单位：%

序号	工程类别	计算基础	间接费费率
1	土方工程	直接费	5.45
2	石方工程	直接费	6.45
3	砌体工程	直接费	5.45
4	混凝土工程	直接费	6.45
5	农用井工程	直接费	8.45
6	其他工程	直接费	5.45
7	安装工程	人工费	65

3、利润

依据规定，利润按直接费和间接费之和的 3% 计取，即：利润=（直接费+间接费）×3%。

4、税金

依据湘国土资发[2017]24 号文规定，土地整治工程施工费中的税金是指按国家税法规定应计入工程造价内的增值税销项税额。税金按建筑业适用的增值税率 9% 计算。

故有：税金=（直接费+间接费+利润+材料价差+未计价材料费）×9%。

5.1.3.2 设备购置费

本项目无设备购置费。

5.1.4.3 其他费用

其他费用包括前期工作费、工程监理费、竣工资收费等，本次按工程施工费的 12% 计算，统筹使用。

5.1.4.4 不可预见费

指在施工过程中因自然灾害、人工、材料、设备、工程量等的变化而增加的费用，本次不可预见费率按工程施工费的 10% 计算，统筹使用。

5.1.4.5 监测与管护费用

1、监测费

本项目有水质监测，监测费用按 1000 元每次计算；土壤分析本次按 2000 元每次计算；植被监测按 1000 元每次计算；地质灾害巡查工程按每月 1000 元计算。

2、管护费

本区的复垦工程完成后，均需要后期的管护与培育，以防止复垦土地的退化，场地复垦、复绿后按绿化管护市场价每年 2 元/m²估算，三年为 6 元/m²。

5.1.5 矿山生态修复工程估算

通过计算，在方案的服务年限 83 年内，矿山生态修复工程费用估算为 6579.37 万元。其中：生态保护保育工程施工费 15 万元；生态修复工程施工费 3599.65 万元；其它费用 433.16 万元；不可预见费 360.96 万元；预留费用 2170.6 万元。

见表 5-1-6~表 5-1-11。

表 5-1-6

矿山生态修复工程费用（按类别分）预算总表（单位：万元）

序号	工程或费用名称	费用（万元）	备注
一	生态保护保育工程施工费	15.0	
二	生态修复工程施工费	3599.65	
1	土地复垦与生物多样性修复工程	2120.57	
2	监测和管护工程	1471.7	
3	其它工程	7.38	
三	其他费用	433.16	
四	不可预见费	360.96	
五	预留费用	2170.6	修建污水处理站、预留污水处理费用 清淤费用、地灾安全隐患消除工程费用预留
六	总投资	6579.37	

表 5-1-7

矿山生态修复工程费用估算分类表

编号	工程方案或费用名称			单位	工程量	单价	合价 (元)	其他费用	不可预见 费投资	投资 (元)	总计
1	2	3	4	5	6	7	8=6*7	9=8*12%	10=8*10%	11=8+9+10	12
一	生态保护保育工程施工费										
1	野生动、植物保护宣传牌			块	5	10000	50000	6000.00	5000.00	61000.00	172000.0
2	森林防火警示牌			块	5	10000	50000	6000.00	5000.00	61000.00	
3	矿山安全标识牌			元	50000		50000			50000	
	小计						150000				
二	生态修复工程施工费										
1	土地复垦与生物多样性修复工程	各工业广场、各废石堆	硬化物拆除	100m ³	147.00	12808.16	1882798.83	225935.86	188279.88	2297014.57	25870893.78
			垃圾外运	100m ³	147.00	3078.89	452597.31	54311.68	45259.73	552168.72	
			砍挖林地	1000m ²	144.00	797.51	114841.87	13781.02	11484.19	140107.08	
			表土剥离	100m ³	1332.80	752.58	1003037.33	120364.48	100303.73	1223705.54	
			铺设土工膜	100m ²	2230.00	816.37	1820502.97	218460.36	182050.30	2221013.62	
			翻耕	公顷	4.90	2291.06	11226.20	1347.14	1122.62	13695.96	
			覆土	100m ³	451.20	2471.61	1115192.31	133823.08	111519.23	1360534.62	
			推平	100m ³	1784.00	752.49	1342437.00	161092.44	134243.70	1637773.14	
			人工平整	公顷	27.20	3609.06	98166.51	11779.98	9816.65	119763.14	
			培肥	公顷	27.20	1249.88	33996.79	4079.61	3399.68	41476.08	
			种植杉木	100株	609.75	2468.81	1505356.61	180642.79	150535.66	1836535.06	
			种植白栎树	100株	609.75	2531.44	1543546.13	185225.54	154354.61	1883126.28	
			种植胡枝子	100株	1219.50	1355.60	1653150.80	198378.10	165315.08	2016843.98	
		播撒草籽	公顷	27.20	814.59	22156.86	2658.82	2215.69	27031.37		
2	土地资源污染生态修复工程	废石堆铺设土工膜	铺设土工膜	100m ²	1440.00	816.37	1175571.43	141068.57	117557.14	1434197.14	
3	水资源水生态修复工程	铺设引水管道	铺设引水管道	100m	80.00	98.30	7864.00	943.68	786.40	9594.08	25870893.78
			截排水沟	挖方	100m ³	46.43	1381.34	64137.00	7696.44	6413.70	
		浆砌石		100m ³	14.85	35963.13	534052.51	64086.30	53405.25	651544.06	
		底板		100m ³	11.29	40986.25	462570.85	55508.50	46257.09	564336.44	
		砂浆抹面（平面）		100m ²	54.45	4084.19	222384.14	26686.10	22238.41	271308.65	
		砂浆抹面（立面）		100m ²	49.50	5653.62	279854.06	33582.49	27985.41	341421.95	
		填方		100m ³	6.93	2917.26	20216.64	2426.00	2021.66	24664.30	
		伸缩缝		100m ²	2.63	11194.66	29385.97	3526.32	2938.60	35850.88	
		弃方	100m ³	39.50	156.03	6163.37	739.60	616.34	7519.31		
		挡石墙	挖方	100m ³	43.18	1381.34	59646.27	7157.55	5964.63	72768.45	
			块石砌体工程	100m ³	154.20	32949.03	5080740.68	609688.88	508074.07	6198503.63	
			泄水工程	100m	23.13	8411.30	194553.40	23346.41	19455.34	237355.15	
			伸缩缝	100m ²	14.79	11194.66	165568.97	19868.28	16556.90	201994.14	
			压顶抹面	100m ²	15.42	4084.19	62978.21	7557.39	6297.82	76833.42	
			填方	100m ³	4.63	2917.26	13506.93	1620.83	1350.69	16478.45	
			碎石回填	100m ³	51.40	2460.25	126456.71	15174.81	12645.67	154277.19	
		弃方	100m ³	38.55	156.03	6014.99	721.80	601.50	7338.29		
		沉淀池	挖方	100m ³	3.79	1381.34	5235.28	628.23	523.53	6387.04	
			浆砌石	100m ³	0.98	35963.13	35243.87	4229.26	3524.39	42997.52	
			底板	100m ³	0.28	40986.25	11476.15	1377.14	1147.62	14000.90	
			砂浆抹面（平面）	100m ²	3.38	4084.19	13804.56	1656.55	1380.46	16841.56	
			砂浆抹面（立面）	100m ²	2.21	5653.62	12494.49	1499.34	1249.45	15243.28	
			填方	100m ³	0.72	2917.26	2100.43	252.05	210.04	2562.52	
弃方	100m ³		3.07	156.03	479.01	57.48	47.90	584.39			
防渗	100m ²		1.33	258.07	343.23	41.19	34.32	418.74			
		围栏	m	69.00	200.00	13800.00	1656.00	1380.00	16836.00		
	小计						21205650.67				
三	监测和管护工程										
	监测和管护工程	置监测点		个	72	10000	720000	86400.00	72000.00	878400.00	17954740
		地质灾害人工巡查		月	994	1000	994000	119280.00	99400.00	1212680.00	
		水质化验、分析		次	10292	1000	10292000	1235040.00	1029200.00	12556240.00	
		土壤化验分析		次	498	2000	996000	119520.00	99600.00	1215120.00	

编号	工程方案或费用名称			单位	工程量	单价	合价 (元)	其他费用	不可预见 费投资	投资 (元)	总计
		人工巡查植被		次	83	1000	83000	9960.00	8300.00	101260.00	
		林地管护工程		h m ²	27.2	60000	1632000	195840.00	163200.00	1991040.00	
		小计					14717000				
四	其它工程										
	井口封闭	井口封闭	浆砌块石	100m ³	2.11	32949.03	69667.43	8360.09	6966.74	84994.26	90083.19
			外立面抹面	100m ²	0.75	5526.29	4171.25	500.55	417.13	5088.93	
		小计					73838.68				
		总计					35996489.35				
五	预留费用										
	预留费用	修建污水处理站		元	14000000		14000000			14000000	21706000
		预留污水处理费用		元	2000000		2000000			2000000	
		清淤费用		元	896000		896000			896000	
		地灾安全隐患消除工程费用预留		元	4810000		4810000			4810000	
六	合计						57852489.35	4331578.73	3609648.95	65793716.97	65793716.97

由于矿山服务年限很长，本次按最长采矿许可证年限 10 年期安排矿山生态修复工程费用，十年后本方案应重新编制，并对矿山生态修复工程费用年度安排进行调整。

表 5-1-8 十年内矿山生态修复工程费用年度安排表

年度	工程类别		工程或费用名称		单位	工程量	单价	合价 (元)	其他费用	不可预见 费投资	投资 (元)	总计		
2026-2027	生态保护 保育工程	宣传、警示牌	野生动、植物保护宣传牌		块	5	10000	50000	6000.00	5000.00	61000.00	27863139.37		
			森林防火警示牌		块	5	10000	50000	6000.00	5000.00	61000.00			
			矿山安全标识牌		元	50000		50000			50000			
	土地复垦与生物多样性修复工程	FS5 废石堆	砍挖林地		1000 m ²	100	797.51	79751.00	9570.12	79.75	89400.87			
			表土剥离		100m ³	928.0	752.58	698394.24	83807.31	75.26	782276.81			
		FSa 废石堆 FSb 废石堆 FSc 废石堆 FSd 废石堆 FSe 废石堆 FSf 废石堆	铺设土工膜		100 m ²	564.0	816.37	460432.68	55251.92	81.64	515766.24			
			覆土		100m ³	415.2	2471.61	1026212.47	123145.50	247.16	1149605.13			
			推平		100m ³	415.2	752.49	312433.85	37492.06	75.25	350001.16			
			人工细部平整		h m ²	5.64	3609.06	20355.10	2442.61	360.91	23158.62			
			培肥		h m ²	5.64	1249.88	7049.32	845.92	124.99	8020.23			
			种植杉木		100 株	127.25	2468.81	314156.07	37698.73	246.88	352101.68			
			种植白栎树		100 株	127.25	2531.44	322125.74	38655.09	253.14	361033.97			
			种植胡枝子		100 株	254.50	1355.60	345000.20	41400.02	135.56	386535.78			
			播撒草籽		h m ²	5.64	814.59	4594.29	551.31	81.46	5227.06			
			土地资源污染生态修复工程		FS5 废石堆	铺设土工膜		100 m ²	1000	816.37	816370.00		97964.40	81.64
		生态修复工程	水资源水生态修复工程	修建一期污水处理站		元	12000000		12000000				12000000	
				污水处理费用		元	400000		400000				400000	
	清淤费用			元	179200		179200			179200				
	截排水沟 (a~f) 截排水沟 1			挖方		100m ³	29.08	4084.19	118768.25	14252.19	408.42		133428.85	
				浆砌石		100m ³	9.30	5653.62	52578.67	6309.44	565.36		59453.47	
				底板		100m ³	7.07	2917.26	20625.03	2475.00	291.73		23391.76	
				砂浆抹面(平面)		100 m ²	34.10	11194.66	381737.91	45808.55	1119.47		428665.92	
				砂浆抹面(立面)		100 m ²	31.00	156.03	4836.93	580.43	15.60		5432.96	
				填方		100m ³	4.34	1381.34	5995.02	719.40	138.13		6852.55	
				伸缩缝		100 m ²	1.66	32949.03	54695.39	6563.45	3294.90		64553.74	
	弃方			100m ³	24.74	8411.30	208095.56	24971.47	841.13	233908.16				
	挡石墙 (a~f) 挡石墙 1			挖方		100m ³	15.96	11194.66	178666.77	21440.01	1119.47		201226.25	
				块石砌体工程		100m ³	57.00	4084.19	232798.83	27935.86	408.42		261143.11	
				泄水工程		100m	8.55	2917.26	24942.57	2993.11	291.73		28227.41	
			填方		100m ³	1.71	2460.25	4207.03	504.84	246.03	4957.90			
			弃方		100m ³	14.25	156.03	2223.43	266.81	15.60	2505.84			
			伸缩缝		m ²	5.31	1381.34	7334.92	880.19	138.13	8353.24			
			碎石回填		100m ³	43.0	35963.13	1546414.59	185569.75	3596.31	1735580.65			
			压顶抹面		100m ³	5.7	40986.25	233621.63	28034.60	4098.63	265754.85			
	沉淀池 (a~f) 沉淀池 1		挖方		100m ³	2.79	4084.19	11394.89	1367.39	408.42	13170.70			
			浆砌石		100m ³	0.71	5653.62	4014.07	481.69	565.36	5061.12			
			底板		100m ³	0.21	2917.26	612.62	73.51	291.73	977.87			
			砂浆抹面(平面)		100 m ²	2.36	156.03	368.23	44.19	15.60	428.02			
			砂浆抹面(立面)		100 m ²	1.68	258.07	433.56	52.03	25.81	511.39			
			填方		100m ³	0.52	200.00	104.00	12.48	20.00	136.48			
			弃方		100m ³	2.27	1381.34	3135.64	376.28	138.13	3650.05			
			防渗		100 m ²	0.97	35963.13	34884.24	4186.11	3596.31	42666.66			
	围栏		m	117	40986.25	4795391.25	575446.95	4098.63	5374936.83					
		地灾安全隐患消除工程	地灾安全隐患消除工程费用预留		元	130000		130000			130000			
		监测和管护工程	设置监测点		个	72	10000	720000.00	86400.00	1000.00	807400.00			
			地质灾害人工巡查		月	22	1000	22000.00	2640.00	100.00	24740.00			

年度	工程类别		工程或费用名称	单位	工程量	单价	合价 (元)	其他费用	不可预见 费投资	投资 (元)	总计
			水质化验、分析	点·次	248	1000	248000.00	29760.00	100.00	277860.00	
			土壤化验分析	点·次	12	2000	24000.00	2880.00	200.00	27080.00	
			人工巡查植被	次	2	1000	2000.00	240.00	100.00	2340.00	
2028- 2035	生态修复工程	水资源生态 修复工程	污水处理费用	元	1600000		1600000			1600000	4210460.0
			清淤费用	元	716800		716800			716800	
		地灾安全 隐患消除工程	元	585000		585000			585000		
	监测和 管护工程	监测工程	地质灾害人工巡查监测	月	72	1000	72000.00	8640.00	100.00	80740.00	
			水质化验、分析	点·次	992	1000	992000.00	119040.00	100.00	1111140.00	
			土壤化验、分析	点·次	48	2000	96000.00	11520.00	200.00	107720.00	
			人工巡查植被	次	8	1000	8000.00	960.00	100.00	9060.00	
合计							30279755.99	1754250.72	39592.69	32073599.37	32073599.37

表 5-1-9 机械台班单价计算表

定额编号	机械名称及规格	台班费	一类费用 小计	二类费													
				二类费 合计	人工费 (元/日)		动力 燃料费 小计	汽油 (元/kg)		柴油 (元/kg)		电 (元/kW.h)		水 (元/m³)		风 (元/m³)	
					工日	金额		数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额
1004	单斗挖掘机 油动 斗容 1m3	785.91	296.15	489.76	2.00	82.88	324.00			72.00	4.50						
1005	单斗挖掘机 油动 斗容 1.2m3	894.50	341.74	552.76	2.00	82.88	387.00			86.00	4.50						
1013	推土机 功率 59kw	430.15	66.39	363.76	2.00	82.88	198.00			44.00	4.50						
1014	推土机 功率 74kw	595.80	182.54	413.26	2.00	82.88	247.50			55.00	4.50						
1020	履带式拖拉机 功率 40~55kw	420.99	61.73	359.26	2.00	82.88	193.50			43.00	4.50						
1021	履带式拖拉机 功率 59kw	499.93	86.67	413.26	2.00	82.88	247.50			55.00	4.50						
1039	蛙式打夯机 功率 2.8kw	186.49	6.15	180.34	2.00	82.88	14.58					18.00	0.81				
1049	无头三铧犁	10.08	10.08														
1052	手持式风镐	58.17	3.77	54.40			54.40									320.00	0.17
1053	小型挖掘机 油动 斗容 0.25m3	369.68	111.67	258.01	2.00	82.88	92.25			20.50	4.50						
3005	插入式振捣器 2.2kw	22.52	12.80	9.72			9.72					12.00	0.81				
4012	自卸汽车 柴油型 载重量 8t	557.06	179.80	377.26	2.00	82.88	211.50			47.00	4.50						
4040	双胶轮车	2.85	2.85														
6001	电动空气压缩机 移动式 3m3/min	192.15	25.84	166.31	1.00	82.88	83.43					103.00	0.81				

表 5-1-10 混凝土、砂浆单价计算表

编号	混凝土(砂浆)等级	水泥强 度等级	级配	水泥 标号	水泥		粗砂		碎石		水		外加剂		单价 (元)
					kg	单价	m³	单价	m³	单价	m³	单价	kg	单价	
1	纯混凝土 C15 1 级配 粒径 20 水泥 32.5 水灰比 0.65	32.5	1 级配	C15	270.00	0.30	0.57	60.00	0.70	60.00	0.17	5.06	0.00	0.00	158.06
2	砌筑砂浆 M7.5 水泥 32.5	32.5	M7.5		261.00	0.30	1.11	60.00	0.00	0.00	0.16	5.06	0.00	0.00	145.69

表 5-1-11 工程施工费单价汇总表

定额编号	项目名称	单位	直接费						间接费	利润	材料 价差	未计价 材料费	税金	综合 单价
			人工费	材料费	机 械 使用费	直 接 工程费	措施费	合计						
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
	生态保护保育工程													
	野生动、植物保护宣传牌	个				1000.00	39.00	1039.00	56.63	32.87			124.13	1000.00
	森林防火警示牌	个				1000.00	39.00	1039.00	56.63	32.87			124.13	1000.00
	矿山安全标识牌	个				50000.00	1950.00	51950.00	2831.28	1643.44			6206.72	50000.00
	土地复垦与生物多样性修复工程													
	各工业广场、各废石堆													
40257	机械拆除无钢筋混凝土	100m3	5279.69		4752.72	10032.41	491.59	10524.00	678.80	336.08			1269.28	12808.16
20285 换	1m3 挖掘机装自卸汽车运石碴 运距 1.5~2km~自卸汽车 8T	100m3	182.78		1930.63	2113.40	82.42	2195.83	141.63	70.12	366.20		305.12	3078.89
10380	砍挖灌木林 稀	1000m2	636.67			636.67	24.83	661.50	36.05	20.93			79.03	797.51
10327 换	推土机推土(三类土) 推土距离 70~80m~推土机 74KW	100m3	35.78		481.70	517.49	20.18	537.67	29.30	17.01	94.02		74.58	752.58
100012	土工膜铺设 斜铺(边坡) 1:1.5	100m2	461.24	190.49		651.72	25.42	677.14	36.90	21.42			80.90	816.37
10044	土地翻耕 三类土	公顷	935.12		738.08	1673.20	65.25	1738.45	94.75	55.00	175.82		227.04	2291.06
10241 换	1.2m3 挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 5~6km~自卸汽车 8T	100m3	70.82		1629.91	1700.72	66.33	1767.05	96.30	55.90	307.43		244.93	2471.61
10327 换	推土机推土(三类土) 推土距离 70~80m~推土机 74KW	100m3	35.78		481.64	517.43	20.18	537.60	29.30	17.01	94.00		74.57	752.49
10386	人工细部平整	公顷	2881.19			2881.19	112.37	2993.56	163.15	94.70			357.65	3609.06
10391	机械地力培肥 三类土	公顷	165.21	103.65	608.00	876.85	34.20	911.05	49.65	28.82	136.50		123.86	1249.88
90001 换	种植杉木(带土球 20cm 以内)~III类土	100 株	1120.90	850.00		1970.90	76.87	2047.77	111.60	64.78			244.66	2468.81
90001 换	种植白栎树(带土球 20cm 以内)~III类土	100 株	1120.90	900.00		2020.90	78.82	2099.72	114.43	66.42			250.86	2531.44
90013 换	栽植胡枝子(带土球 20cm 以内)~III类土	100 株	582.20	500.00		1082.20	42.21	1124.41	61.28	35.57			134.34	1355.60
90030 换	撒播 不覆土~III类土	公顷	182.48	467.83		650.30	25.36	675.67	36.82	21.37			80.73	814.59
	土地资源污染生态修复工程													
100012	土工膜铺设 斜铺(边坡) 1:1.5	100m2	461.24	190.49		651.72	25.42	677.14	36.90	21.42			80.90	816.37

定额编号	项目名称	单位	直接费						间接费	利润	材料价差	未计价材料费	税金	综合单价
			人工费	材料费	机械使用费	直接工程费	措施费	合计						
	水生态水环境修复工程													
	设计截排水沟													
10377	小型挖掘机挖沟渠土方 三类土	100m3	654.56		392.15	1046.71	40.82	1087.53	59.27	34.40	63.24		136.89	1381.34
30022 换	浆砌块石 排水沟~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥 32.5	100m3	13022.76	9487.42		22510.18	877.90	23388.07	1274.65	739.88	6996.61		3563.91	35963.13
40097 换	现浇混凝土渠道底板~换:纯混凝土 C15 1级配 粒径 20 水泥 32.5 水灰比 0.65	100m3	8286.86	18113.92	210.63	26611.42	1303.96	27915.38	1800.54	891.48	6317.15		4061.70	40986.25
40269	防水层 抹防水砂浆(平面)	100m2	2165.19	493.45	9.29	2667.93	130.73	2798.66	180.51	89.38	610.90		404.74	4084.19
40268	防水层 抹防水砂浆(立面)	100m2	3113.48	625.41	11.81	3750.69	183.78	3934.48	253.77	125.65	779.45		560.27	5653.62
10344	建筑物土方回填 机械夯填	100m3	1900.21		428.70	2328.91	90.83	2419.74	131.88	76.55			289.10	2917.26
40280 换	伸缩缝 沥青砂浆 1: 3~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥 32.5	100m2	2689.86	5938.50		8628.36	422.79	9051.15	583.80	289.05	161.28		1109.38	11194.66
10320 换	推土机推土(三类土) 推土距离 0~10m ~推土机 74KW	100m3	7.16		100.09	107.25	4.18	111.43	6.07	3.53	19.54		15.46	156.03
	设计挡石墙													
10377	小型挖掘机挖沟渠土方 三类土	100m3	654.56		392.15	1046.71	40.82	1087.53	59.27	34.40	63.24		136.89	1381.34
30020 换	浆砌块石 挡土墙~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥 32.5	100m3	10717.83	9415.15		20132.99	785.19	20918.17	1140.04	661.75	6963.85		3265.22	32949.03
50065	PVC 管道安装 直径 50~75mm 以内	100m	39.99	5.08		45.07	2.39	47.45	25.99	2.20		7502.10	833.55	8411.30
40280 换	伸缩缝 沥青砂浆 1: 3~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥 32.5	100m2	2689.86	5938.50		8628.36	422.79	9051.15	583.80	289.05	161.28		1109.38	11194.66
40269	防水层 抹防水砂浆(平面)	100m2	2165.19	493.45	9.29	2667.93	130.73	2798.66	180.51	89.38	610.90		404.74	4084.19
10344	建筑物土方回填 机械夯填	100m3	1900.21		428.70	2328.91	90.83	2419.74	131.88	76.55			289.10	2917.26
20282 换	1m3 挖掘装载机自卸汽车运石碴 运距 0~0.5km~自卸汽车 8t	100m3	182.80		1509.11	1691.91	65.98	1757.89	113.38	56.14	289.02		243.81	2460.25
10320 换	推土机推土(三类土) 推土距离 0~10m ~推土机 74KW	100m3	7.16		100.09	107.25	4.18	111.43	6.07	3.53	19.54		15.46	156.03
	设计沉淀池													
10377	小型挖掘机挖沟渠土方 三类土	100m3	654.56		392.15	1046.71	40.82	1087.53	59.27	34.40	63.24		136.89	1381.34
30022 换	浆砌块石 排水沟~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥 32.5	100m3	13022.76	9487.42		22510.18	877.90	23388.07	1274.65	739.88	6996.61		3563.91	35963.13
40097 换	现浇混凝土渠道底板~换:纯混凝土 C15 1级配 粒径 20 水泥 32.5 水灰比 0.65	100m3	8286.86	18113.92	210.63	26611.42	1303.96	27915.38	1800.54	891.48	6317.15		4061.70	40986.25
40269	防水层 抹防水砂浆(平面)	100m2	2165.19	493.45	9.29	2667.93	130.73	2798.66	180.51	89.38	610.90		404.74	4084.19
40268	防水层 抹防水砂浆(立面)	100m2	3113.48	625.41	11.81	3750.69	183.78	3934.48	253.77	125.65	779.45		560.27	5653.62
10344	建筑物土方回填 机械夯填	100m3	1900.21		428.70	2328.91	90.83	2419.74	131.88	76.55			289.10	2917.26
10320 换	推土机推土(三类土) 推土距离 0~10m ~推土机 74KW	100m3	7.16		100.09	107.25	4.18	111.43	6.07	3.53	19.54		15.46	156.03
100001	塑料薄膜铺设 防渗(反滤) 平铺	100m2	89.05	116.97		206.02	8.03	214.06	11.67	6.77			25.57	258.07
	围栏	m												200.00
	其他工程													
	井口封闭													
30020 换	浆砌块石 挡土墙~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥 32.5	100m3	10717.83	9415.15		20132.99	785.19	20918.17	1140.04	661.75	6963.85		3265.22	32949.03
30076 换	砌体砂浆抹面 平均厚 2cm 立面~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥 32.5	100m2	2965.13	1037.46		4002.59	156.10	4158.69	226.65	131.56	461.75		547.65	5526.29

5.2 基金管理

5.2.1 资金来源

本项目的各项生态保护修复费用均由矿山支付。

矿山企业应按照本《方案》估算的金额足额提取，根据经费估算核定基金确保满足矿山生态环境恢复需求，资金按照本《方案》实行一次核定、分年计提、逐年摊销按照企业会计准则等规定计算弃置费用，计入相关资产的入账成本。根据当年发生的费用计入生产成本，基金计提应在当年一季度完成。

5.2.2 资金管理

矿山应根据《湖南省矿山地质环境治理恢复基金管理办法》的通知要求，建立基金专户、核定存储、按时提取、高效使用的长效机制。

1、基金核定储存

矿山在银行建立基金专户，由所在的（市、县）自然资源管理部门和矿山企业双控管理；并与银行签订监管协议。矿山按照综合方案及发证年限要求足额存入资金。

2、基金的计提

矿山按照年度治理恢复计划，向所在的（市、县）自然资源管理部门提出计提申请，其主管部门应及时办理基金计提手续。基金计提应在当年一季度完成。

3、监督管理

矿山所在的（市、县）自然资源管理部门，应根据矿山的治理情况进行实地核查，确保基金专款专用。

5.2.3 基金计提计划

通过计算，在方案的服务年限 83 年内，矿山生态修复工程费用估算为 6579.37 万元。其中：生态保护保育工程施工费 15 万元；生态修复工程施工费 3599.65 万元；其它费用 433.16 万元；不可预见费 360.96 万元；预留费用 2170.6 万元。

对于基金计提，一般根据《土地复垦条例实施办法》、湖南省自然资源厅湖南省生态环境厅关于印发《湖南省矿山生态修复基金管理办法》的通知（湘自资规〔2022〕

3号)等相关文件执行。

本矿山的剩余服务年限为77年，根据《湖南省矿山生态修复基金管理办法》的通知(湘自资规〔2022〕3号)，基金计提实行一次性计提和分年计提两种方式。

1、矿山剩余服务年限不足3年(含3年)的，应当一次性完成基金总额计提。

2、矿山剩余服务年限3年以上的，可以分年完成基金总额计提。

矿山的的服务年限为77年，本次设计按74年计提生态修复基金。上文分析计算，在矿山基建期(2026-2027年)由于要修建污水处理站，投资较大，预算的总投资额为2786.31万元，需在两年内计提完毕。剩余部分则可在72年中平均计提。矿山已建立生态保护修复基金账户，现有余额120万元，可在第一年缴纳基金时抵扣。

表 5-2-1 项目区矿山地质环境保护治理基金计提安排表

序号	年份(年)	提取金额(万元)	提取比例
1-2	2026-2027	2786.31	42.35%
3	2028	52.68	0.80%
4	2029	52.68	0.80%
5	2030	52.68	0.80%
6	2031	52.68	0.80%
7-74	2032-2099	3582.24	54.45%
	合计	6579.37	

6 保障措施

6.1 组织保障

为了有效保障矿山生态保护修复工作实施，矿山设立生态保护修复管理机构，全面负责矿山生态保护修复工作。按照矿山生产规模，生态保护修复管理机构配备足够的工作人员，同时制定严格的工作制度，落实领导责任制，同时自觉接受地方自然资源主管部门的监督管理。

1、矿山设立的生态保护修复管理机构人员应接受培训，学习湖南省矿山生态保护修复监测监管系统的使用和上报操作。以确保每年对矿山生态环境问题进行定期申报和上报。

2、矿山企业在建立机构的同时，加强与政府主管部门的合作，自觉接受地方主管部门的监督管理。对监督检查中发现的问题应及时处理，以便生态保护修复工作顺利实施。矿山对主管部门的监督检查应做好记录，监督部门对于不符合设计要求或质量要求的工程，责令其重建，直到满足要求。

3、矿山已承诺按照本矿山生态保护修复方案确定的年度进度安排，逐地落实，及时调整因矿山生产产生变动的计划。对矿山生态保护修复工程实施统一管理。

4、加强矿山生态保护修复宣传，深入开展我国土地基本国情和国策教育，调动生态保护修复的积极性。提高社会对矿山生态保护修复在保护生态环境和经济持续发展重要作用的认识。

6.2 技术保障

选择有技术优势及具有资质的单位对矿山生态保护修复进行设计、施工及监理，各项工作严格按照有关规定，按年度有序进行。生态保护修复实施中，根据本方案的总体框架，及时总结阶段性生态保护修复实践经验，修订本方案。加强对工作人员的技术培训，确保监测人员能及时发现和解决问题。

设立专门办公室，具体负责恢复生态保护修复工程的规划指导、监督、检查、组织协调和工程实施，并对其实行目标管理，确保规划设计目标的实现。

6.3 监管保障

本方案经批准后不得擅自变更。后期方案有重大变更的，矿山需向自然资源主管部门申请、湖南省自然资源厅主管部门批准，县自然资源主管部门有权依法对本方案实施情况进行监督管理。矿山应强化施工管理，严格按照方案要求进行自查，并主动与县自然资源主管部门取得联系，加强与县自然资源主管部门合作，自觉接受县自然资源主管部门的监督管理。

为保障县自然资源主管部门实施监管工作，矿山应当根据方案编制并实施阶段计划和年度实施计划，定期向县自然资源主管部门报告当年进度情况，接受县自然资源主管部门对方案实施情况的监督检查和社会对方案实施情况监督，具体流程如下：

1、编制年度生态保护修复计划：在每个年度验收周期的第一个月内，矿山企业根据经审查并公示的《矿山生态保护修复方案》及矿山生态环境问题动态变化情况，在湖南省矿山生态保护修复监测监管系统（以下简称监管系统）中填报矿山生态保护修复年度计划，上传年度生态保护修复工程部署图，报矿山所在地县级自然资源主管部门审核。审核未通过的，县级自然资源主管部门在监管系统中注明原因，并退回矿山企业重新填报。

2、提交年度验收申请：在每个年度验收周期的最后一个半月内，矿山企业在监管系统中向矿山所在地县级自然资源主管部门提交年度验收申请。在现场实地验收时，向验收组提供矿山地质环境治理恢复基金计提和使用台账及票据、《矿山生态保护修复方案》等相关资料。

县自然资源主管部门在监管中发现矿业权人不履行矿山生态保护修复义务的，按照法律法规和政策文件的规定，矿业权人应自觉接受县自然资源主管部门及有关部门处罚。

6.4 适应性管理

对可能导致偏离生态保护修复目标或者对生态系统造成新的破坏的保护修复措施和技术、子项目的空间布局和时序安排等按规定程序报批后进行相应调整修正。

生态保护修复实施中，及时总结阶段性生态保护修复实践经验，制定适应性管理制度，监测矿区水质、粉尘、噪声、生物多样性是否发生新的变化，并根据变化情况

及时调整生态保护修复方案及管理方式。

6.5 公众参与

审查通过的《矿山生态保护修复方案》和年度生态修复计划应在省自然资源厅网站进行公示，接受当地群众的监督。

由于矿山开采会给周围的自然环境和社会环境带来影响，直接或间接的影响当地人民群众生活，本次矿山生态保护修复方案报告编制过程中始终遵循公众参与的原则。

本项目在生态保护修复方案报告编制过程中，得到了省自然资源厅、市自然资源局、县自然资源局、地方等相关部门的指导和大力支持。通过广泛调查和征求项目区周边当地人民群众的意见和建议，根据项目区的社会经济发展状况，结合可持续发展的要求，和谐发展的理念，使本生态保护修复方案报告书更加科学、合理，各项措施操作性更强。

7 矿山生态保护修复方案可行性分析

7.1 经济可行性分析

7.1.1 矿山生态保护修复费用

通过计算，在方案的服务年限 83 年内，矿山生态修复工程费用估算为 6579.37 万元。其中：生态保护保育工程施工费 15 万元；生态修复工程施工费 3599.65 万元；其它费用 433.16 万元；不可预见费 360.96 万元；预留费用 2170.6 万元。

7.1.2 矿山经济效益分析

7.1.2.1 投资分析

本次直接引用开发利用方案的设计分析结果，根据矿山的生产规模和开采技术要求，矿山工程投资估算范围包括矿山开采运输设备、运矿道路、基建井巷工程量、工业场地、废石场、选矿厂等。根据类似矿山生产投入情况和矿山开拓、运输、生产等工序和设备所需资金的预算，预计矿山需投资约 45100.57 万元（详见表 7-1-1）。

表 7-1-1 矿山工程建设项目投资估算一览表

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	金额 (万元)	备注
一	矿山					
1	基建井巷工程量	m	11474			
	其中：井筒	m	1334	10000	1334	
	沿脉平巷	m	6540	5000	3270	
	沿脉斜巷	m	3600	6000	2160	
2	新建矿山公路	Km	65	12	780	
3	租用土地	亩	155	10	1550	
4	供电线路	Km	58	25	1450	
5	地面土建工程	m ²	48400	2000	9680	办公、宿舍、厕所、配电房、仓库等
6	地面土建工程	m ³	55000	50	275	包括水池、护坡、保坎、排洪沟、挡墙等
7	机电设备	台、件	55		11240	空压机、皮带、水泵、凿岩机、 电缆、压风管、水管、通风机
8	安全设施				5717.55	
	小计				37456.55	
二	选矿厂				5350.81	包括征地、拆迁、建厂、人员培训等
三	铺底流动资金				2293.21	
13	总计				45100.57	

7.1.2.1 基本参数

1、销售价

按现有精钒 ($V_2O_5 \geq 98\%$) 售价 80000 元/t 计算如下:

精钒年产值=年原矿产量 \times 入选品位 \times 选矿回收率 \times 钒销售价=*****万元。

2、矿石综合(采矿)成本

采矿成本为 155 元/t;

选矿成本为 85 元/t;

钒矿采选成本=155+85=240 元/t。

则年采选成本=*****万元/a

3、企业经营成本

因矿山前期办理各种权证及建设投入大,按运输费用 18 元/t(大量生产材料采购及产品销售运输、生活物质采购运输);管理费用 15 元/t;财务费用 12 元/t,合计:45 元/t。

*****万元/a

4、增值税:按《中华人民共和国增值税暂行条例实施细则》,增值税率为 13%, $41412 \times 13\% = 5384$ 万元/年;

5、销售税金附加

(1) 资源税

依据 2020 年 6 月 28 日,为贯彻落实《中华人民共和国资源税法》,湖南省人民代表大会常务委员会关于资源税具体适用税率等事项的决定(2020 年 7 月 30 日 湖南省第十三届人民代表大会常务委员会第十九次会议通过),实行从价计征,根据以上规定,钒矿按 4% 税率计算。

则资源税= $41412 \times 4\% = 1657$ 万元。

(2) 城市维护建设税

根据《中华人民共和国城市维护建设税法》,按“增值税、消费税、营业税”税额的 5%,则城市维护建设税 $5384 \times 5\% = 269.2$ 万元。

(3) 教育费附加税

根据国务院《关于教育费附加征收问题的紧急通知》,按“增值税、消费税、营业税”税额的 3%+省 2%,则教育费附加税= $5384 \times (3\% + 2\%) = 269.2$ 万元。

以上销售税金附加共计 2195.4 万元。

6、环境保护税

根据 2018 年 1 月 1 日起施行的《中华人民共和国环境保护税法》，参照有色矿山固体废弃物污染征收 5~1000 元/t 的标准，按矿山固体废弃物污染征收 10 元/t 估算，矿山环境保护税约 330 万元/a。

7、其它

(1) 采矿权使用费：1000 元/年·k m²，本矿山为 0.3 万元；

(2) 矿山维简费：除国有大中型冶金矿山企业外的，矿山企业按 15 元/t 提取，则年维简费为 1275 万元；

(3) 矿山安全费用：根据国家安全生产监督管理总局《高危行业企业安全生产费用财务管理暂行办法》规定，井下矿山按 8 元/t 提取，则年安全费用为 680 万元；

(4) 其它费用：按产值 6% 计，每年约 2485 万元。

以上其它费用合计约 4440.3 万元。

7、所得税

依据 2008 年元月 1 日起施行的《中华人民共和国企业所得税法暂行条例》规定，所得税率按销售利润的 25% 计取。

年所得税为：*****万元。

8、税后利润

矿山的税后利润为：*****万元。

7.1.3 经济可行性结论

经初步估算，该矿若达到设计生产能力**万 t/a 的产量，则每年可获净利润*****万元。根据上文分析计算，矿山总投资为*****万元，投资回收期为 12.4 年。本次计算矿山的生态修复工程费用估算为 6579.37 万元，矿山 2 年的净利润即可足够用于计提生态修复工程费用。未来矿山的服务年限为 77 年，即使考虑到初期投资，也有充足的利润空间，矿山在经济上完全有能力提取生态修复基金。

7.2 技术可行性分析

本次设计的生态保护修复工程包括了土地复垦与生物多样性修复工程、水资源水

生态修复工程、地灾安全隐患消除工程、监测与管护工程等。矿山建设、生产期间和闭坑后设置的生态修复工程工艺简单，难度小，场区土地复垦较适宜；按上述工程实施后，矿区环境会得到及时治理和恢复。矿区生态修复技术上可行。

7.3 生态环境可行性分析

预期矿山按照本方案实施生态保护修复后可以减轻对矿山开采对生态环境的影响，减轻对人类和动植物无威胁；减轻对周边环境不产生污染；复垦方向与周边自然环境和景观相协调；恢复了土地基本功能，因地制宜地实现土地可持续利用。通过矿山生态修复形成了绿色经济产业链，持续带动地方经济发展，还给群众一座绿水青山、金山银山。

8 结论与建议

8.1 结论

8.1.1 方案服务年限

依据怀化湘西金矿设计科研有限公司 2012 年 10 月编制的《湖南省吉首市古者矿区钒矿资源开发利用方案》，在生产能力为**万 t/a 的前提下，矿山服务年限为 77 年。该矿山自 2012 年取得采矿许可证以来一直未开采，因此矿山剩余服务年限仍为 77 年。

目前钒矿的市场前景受到其在传统工业和新兴储能领域双重需求的推动，整体呈现稳中有升的趋势，尤其在新能源领域的应用被视为未来增长的关键驱动力。因此矿山拟在本次办理延续后投入生产，本次以方案编制的 2026 年 3 月作为基准期。

本矿山的投资规模大，生产规模大，前期需开展基建工程，原开发利用方案未计算其基建期。根据矿山投资规划，计划于 2026 年、2027 年完成基建投资，2028 年正式投产，其服务期约为 79 年。因此矿山的服务期为 2026 年 3 月至 2104 年 12 月。

本次设计闭坑后矿山生态保护修复期为 1 年（修复工程完成后 3 年为监测管护期），以上合计约为 83 年。故本方案的服务年限为 83 年（2026 年 3 月~2108 年 12 月）。

8.1.2 矿山生态问题识别和诊断

1、地形地貌景观破坏

现状原民采遗留的废石堆对地形地貌景观造成了破坏；预测矿山新增的各工业广场、各废石堆、选厂及尾矿库对地形地貌景观有破坏的趋势。

2、土地资源占损

现状矿山民采活动共占地约 5.09h m²，其中林地约 0.29h m²，采矿用地约 3.97h m²，农村道路 0.01h m²，裸岩石砾地 0.8h m²，土地权属为吉首市已略乡红坪村、龙舞村；

现状及预测矿山开采活动共占地约 27.39h m²，其中林地约 22.29h m²，采矿用地约 3.97h m²，农村道路约 0.01h m²，裸岩石砾地约 0.8h m²，农村宅基地约 0.5h m²，土

地权属为吉首市已略乡红坪村、已略村、龙舞村。

预测未来矿山废石堆的压占区域对土壤会造成污染。

3、水资源水生态影响

现状矿业活动对水资源、水生态基本无影响；

预测未来矿山开采对水资源有影响，可能引发地表水漏失；矿井水、废石堆淋滤水可能造成水生态的污染问题，主要污染物为钒及砷、镉、铬、铜、铅、镍、锌等重金属元素，污染对象为各主井口及废石堆下游的冲沟及已略河。

4、矿山地质灾害影响

现状矿区周边曾发生过崩塌、滑坡及泥石流地质灾害，其危害小~中等，现以上地质灾害的影响已全面治理消除。

预测未来里溪寨冲沟发生泥石流地质灾害的可能性中等，其主要威胁里溪寨居民区及下游农田，其危险性中等。预测未来矿山开采引发和加剧采空区地面变形的可能性中等，主要影响对象为夯坨上寨的 14 栋房屋（约 36 人），水田约 20h m²，林地约 112h m²，其危险性中等。

预测矿山开采引发其它地质灾害的可能性小，危险性小。矿山建设遭受各类地质灾害的可能性小，危险性小。

5、生物多样性破坏

矿业活动现状对生物多样性基本无影响，预测造成生物多样性破坏的影响轻微且可修复，对区域生物多样性影响小。

8.1.3 主要生态修复方案及经费估算

本次设计的生态保护修复工程包括了土地复垦与生物多样性修复工程、水资源水生态修复工程、地灾安全隐患消除工程、监测与管护工程等。矿山建设、生产期间和闭坑后设置的生态修复工程工艺简单，难度小，场区土地复垦较适宜；按上述工程实施后，矿区环境会得到及时治理和恢复。矿区生态修复技术上可行。

通过计算，在方案的服务年限 83 年内，矿山生态修复工程费用估算为 6579.37 万元。其中：生态保护保育工程施工费 15 万元；生态修复工程施工费 3599.65 万元；其它费用 433.16 万元；不可预见费 360.96 万元；预留费用 2170.6 万元。

经初步估算，该矿若达到设计生产能力**万 t/a 的产量，则每年可获净利润*****

万元。根据上文分析计算，矿山总投资为*****万元，投资回收期为 12.4 年。本次计算矿山的生态修复工程费用估算为 6579.37 万元，矿山 2 年的净利润即可足够用于计提生态修复工程费用。未来矿山的服务年限为 77 年，即使考虑到初期投资，也有充足的利润空间，矿山在经济上完全有能力提取生态修复基金。

8.1.4 结论

结合前面所诊断的矿山生态问题，经对方案的经济、技术、环境可行性分析，矿山采取科学合理的生态保护修复措施后，不影响矿区局部生态系统的生态功能，矿山可继续开采。

8.2 建议

1、矿山在今后开采过程中若矿山开发利用方案及采矿权界线等发生变化时，本方案需重新编制。

2、本方案中所涉及的工程设计图、工程估算不能代表实际施工过程中施工图及费用估算，矿山实施复垦工作前，应该聘请有专业资质的单位对工程进行重新设计及费用预算等。

3、矿山原编制的环评报告已过期，由于历史原因，环评报告评价的主采矿种与未来矿山的开采矿种不一致，矿山应立即开展新一轮环评报告的编制，若存在重大环境问题，矿山需重新编制开采方案和生态修复方案。

4、矿山应按照生态环境部门的要求做好水、土生态监测，矿山废水一定要达标排放，确保不污染下游水、土环境，若发现有污染问题，则应立即采取相关措施。

5、未来矿山开采时应严格按照开发利用方案设计进行开采。条件允许时，在确保安全及生态环境不受污染的前提下可考虑利用废石对采空区进行充填。

6、由于矿山的选厂及尾矿库尚未完成选址，本次生态修复方案未考虑选厂及尾矿库的生态环境问题，未来矿山选厂、尾矿库选址完成后需编制专项生态修复方案或重编本方案。

7、矿山开采过程中应严格按照有关技术规范和管理规定，规范采矿废石综合利用和沉淀池污泥的处理，加强生产管理和风险防范。

8、在未来矿山采矿活动中，应加强井下放射性衰变子体氢浓度定期监测，确保

井下通风。

9、本次估算的经费与基金计提可根据主管部门要求和实际需要进行动态调整。

10、本方案对于矿山的环境问题、安全生产问题只做定性评价，矿山开采对水土环境的污染应遵守环保部门的标准；井下开采等安全生产问题应遵守应急管理部門的标准。