

桂阳县大坊矿业有限公司猫儿岭金矿 矿山生态保护修复方案

湖南昌源测绘有限公司

二〇二六年十月

桂阳县大坊矿业有限公司猫儿岭金矿 矿山生态保护修复方案

项目负责：杨 超

报告编写：饶 硕 阳 芳

审 核：刘 韬

总工程师：刘 韬

法人代表：蒋世雄

提交报告单位：湖南昌源测绘有限公司

提交报告时间：二〇二六年十月

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	23
2 矿山生态环境背景	43
2.1 自然地理	43
2.2 地质环境	47
2.3 生物环境	70
2.4 人居环境	70
3 矿山生态问题识别和诊断	73
3.1 地形地貌景观破坏	73
3.2 土地资源占损	78
3.3 水资源水生态影响	84
3.4 矿山地质灾害影响	94
3.5 生物多样性破坏	105
4 生态保护修复工程部署	107
4.1 生态保护修复工程部署思路	107
4.2 生态保护修复目标	107
4.3 生态保护修复工程及进度安排	107
5 经费估算与基金管理	147
5.1 经费估算	147
5.2 基金管理	159
6 保障措施	161
6.1 组织保障	161
6.2 技术保障	161
6.3 监管保障	162
6.4 适应性管理	162

6.5 公众参与	163
7 矿山生态保护修复方案可行性分析	164
7.1 经济可行性分析	164
7.2 技术可行性分析	166
7.3 生态环境可行性分析	166
8 结论与建议	167
8.1 结论	167
8.2 建议和说明	168

1 基本情况

1.1 方案编制基本情况

1.1.1 任务由来

猫儿岭金矿现采矿权人为桂阳县大坊矿业有限公司。现采矿许可证由湖南省自然资源厅于 2020 年 12 月核发。设计开采方式为露天+地下开采；开采矿种为金矿、银、铅、锌。核准的开采规模为***万 t/a，矿区面积*****平方公里，采矿权范围由 10 个拐点圈定，开采深度为+***m~ -***m，有效期：2020 年 12 月 1 日至 2027 年 1 月 11 日。

为进一步查明矿区深部资源情况，为矿山整体开发提供依据，矿山于 2023 年自筹资金委托湖南省国土空间调查监测所对大坊矿区猫儿岭金矿深部开展详查工作，委托湖南省地质灾害调查监测所开展了水文地质勘查工作。2024 年 7 月完成深部详查工作并编制了深部详查报告。

为申请采矿权深部扩界提供地质依据，矿权人委托湖南省国土空间调查监测所在“猫儿岭金矿深部详查”的基础上编制了《湖南省桂阳县大坊矿区猫儿岭矿段金多金属矿资源储量核实报告》，湖南省自然资源事务中心以“湘审查〔2025〕20 号”文评审通过，省自然资源厅以“湘自资储备字〔2025〕29 号”文予以备案。

2025 年 10 月，经矿权人申请，省自然资源厅委托湖南省地球物理地球化学调查所开展了拟设采矿权范围核查。编制提交了《湖南省桂阳县猫儿岭金矿采矿权范围核查报告》，湖南省自然资源事务中心以“湘采矿权核查评字〔2026〕8 号”文评审通过，核查确定的矿区范围由 10 个拐点圈定，面积*****km²，开采标高：+***m~ -***m。

湖南省桂阳县猫儿岭金矿”已纳入《郴州市矿产资源总体规划（2021—2025 年）》，规划设置类型为已设采矿权整合，本次为纯深部扩界。为科学、合理、高效、安全地开发利用区内矿产资源，落实绿色矿山建设要求，2026 年 5 月矿山委托湖南地科院规划设计有限公司编制了《湖南省桂阳县猫儿岭金矿开采方案》（湘矿开采评字〔2026〕8 号），方案确定开采方式由露天地下联合开采变更为地下开采。

为有效保护矿山生态环境，指导矿山“边生产、边修复”实施生态保护修复和监测管护，为矿山生态修复基金计提、生态保护修复验收等提供主要技术依据，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，开采标高及开采

方式变更，需重新编制矿山生态保护修复方案。2026 年 6 月，矿山委托我公司对矿区地质环境、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》）。

我公司接受委托任务后，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) 《中华人民共和国矿产资源法》（2024 年修订）；
- (2) 《中华人民共和国矿产资源法实施条例》（中华人民共和国国务院令第 839 号）；
- (3) 《中华人民共和国生态环境法典》（2026 年 8 月 15 日起正式实施）
- (4) 《中华人民共和国森林法》1984 年 9 月 20 日发布，2019 年 12 月 28 日修订；
- (5) 《中华人民共和国土地管理法》（2020 年修正）；
- (6) 《地质灾害防治条例》国务院令（2003 年）第 394 号；
- (7) 《土地复垦条例》国务院令（2011 年）第 592 号；
- (8) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021 年修订）；
- (9) 《湖南省土地开发整理条例》2006 年；
- (10) 《湖南省地质环境保护条例》（2018 年修订）。

1.1.2.2 有关政策依据

- (1) 《关于加快建设绿色矿山的实施意见》（国土资规〔2017〕4 号）；
- (2) 《湖南省绿色矿山建设工作方案》（湘国土资发〔2018〕5 号；
- (3) 《湖南省绿色矿山管理办法》（湘自然资规〔2019〕4 号）；
- (4) 《湖南省矿山生态修复基金管理办法》（湘自资规〔2022〕3 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) 湖南省生态环境厅《关于执行污染物特别排放限值（第一批）的公告》2018 年；

(7) 《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；

(8) 《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）；

(9) 《国务院办公厅关于科学绿化的指导意见》（国办发〔2021〕19号）；

(10) 湖南省自然资源厅2026年7月22日《关于进一步加强生产矿山生态保护修复监管的工作提示》。

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) 《地下水质量标准》（GB14848-2017）；

(5) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；

(6) 《给水排水工程构筑物结构设计规范》（GB50069-2002）；

(7) 《生态公益林建设技术规程》（GB / T18337.3-2001）；

(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) 《造林技术规程》（GB/T15776-2023）；

(11) 《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；

(12) 《全国生态功能区划（修编版）》（环境保护部、中国科学院，2015.11）；

(13) 《土地利用现状分类》（GB/T21010—2017）；

(14)《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)；

(15)《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)；

(16) 《污水综合排放标准》（GB8978—1996）；

(17) 《铅、锌工业污染物排放标准》（GB 25466—2010）；

(18) 《铅、锌工业大气污染物排放标准》（GB 25466.1—2025）

(19) 《工业废水铊污染物排放标准》(DB43/968-2021)

(20) 《矿山生态保护修复工程质量验收规范》（DB43/T2299—2022）；

(21) 《金属矿绿色矿山标准》（DB43/T1884-2020）；

(22) 《矿山生态保护修复验收规范》(DB43/T2889-2023)；

(23) 《矿山生态保护修复方案编制规范》(DB/T2298-2022)。

1.1.2.4 资料依据

(1) 《湖南省桂阳县大坊矿业公司猫儿岭金矿矿山生态保护修复方案》，湖南省煤田地质局第五勘探队，2021 年 4 月；

(2) 《湖南省桂阳县大坊矿业公司猫儿岭金矿矿山地质环境保护与恢复治理分期验收简报》，湖南省煤田地质局第五勘探队，2020 年 9 月；

(3) 《湖南省桂阳县大坊矿区猫儿岭金矿水文地质勘探报告》，湖南省地质灾害调查监测所，2024 年 8 月；

(4) 《湖南省桂阳县大坊矿区猫儿岭矿段金多金属矿资源储量核实报告》(湘自资储备字〔2025〕29 号)，湖南省国土空间调查监测所，2025 年 8 月；

(5) 《湖南省桂阳县猫儿岭金矿采矿权范围核查报告》(湘采矿权核查评字〔2026〕8 号)，湖南省地球物理地球化学调查所，2025 年 8 月 12 日；

(6) 《湖南省桂阳县猫儿岭金矿开采方案》(湘矿开采评字〔2026〕8 号)，湖南地科院规划设计有限公司，2026 年 5 月；

(7) 《桂阳县大坊矿业有限公司猫儿岭金矿矿山生态保护修复分期验收报告(2020 年 9 月—2026 年 6 月)》，湖南昌源测绘有限公司，2026 年 7 月

(8) 其他编制本《方案》需要的采矿许可证、采矿权设置范围相关信息分析结果简报、《土地利用现状图》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、闭坑各阶段的矿山生态保护修复方案，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，为企业实施矿山生态保护修复提供技术支撑，为生态保护修基金提取、验收与监督管理提供依据。

1.1.3.2 作任务

1、收集资料整理，确定矿山生态保护修复调查范围，开展矿山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。
- 7、为矿山制定生态保护修复年度计划。

1.1.4 工作概况

(1) 委托阶段（2026 年 6 月 1 日）接受委托，签订合同，即开始进行项目策划。

(2) 资料收集阶段（2026 年 6 月 5 日～6 月 6 日）：收集资料包括有地质、矿产开采、工程地质、水文地质、环境地质及自然地理、土地利用、社会经济和人居环境、土地规划等资料，主要为文字报告、图件及表格资料。遥感解译采用现场天地图分辨率达 0.2m-0.5m 的卫星遥感影像，人机交互式解译现状矿山活动及矿业开采情况。

(3) 外业调查阶段（2026 年 6 月 7 日～6 月 12 日）：我单位派出 5 名技术人员开展野外现场调查和访问调查相结合，并使用无人机进行航拍测量，调查内容包括地形地貌、地层、构造、植被生态、人居环境、水资源及水环境、地质灾害、矿山交通、重要工程设施情况，同时调查了居民房屋、农田、灌渠、河（溪）流等情况，测量矿山开采、土地资源占用及土石环境。重点调查矿区地质环境问题，可能产生的影响与破坏、矿区土地权属及类型、矿山地质灾害分布与危害程度及矿山开采现状对土地的破坏程度，污染及治理恢复情况等。

(4) 资料整理、方案编制阶段（2026 年 6 月 13 日～2026 年 9 月 15 日）：通过资料收集与野外调查测量后，即开展室内资料综合整理和分析研究，基本查明了矿山生态环境特征及条件，识别并诊断矿区生态环境问题和地质灾害的形成条件、分布规律、影响因素、发育程度、发展趋势及其对矿业活动的影响，为本次保护修复方案编制工作奠定了良好的基础，具体工作量见表 1-1-1。

表 1-1-1 完成工作量表

工作性质	工作项目	单位	工作量	备注
收集资料	文字报告	份	7	矿山储量核实报告、开采、分期验收报告等相关资料。
	图件	张	10	开采方案附图、土地利用现状图等

遥感 解译	无人机航拍	km ²	***	大疆无人机正射航拍
	遥感地质解译与验证	km ²	***	Bigmap软件下载的天地图影像和谷歌地图影像，人机交互式解译
野外 调查	调查生态区面积	km ²	****	
	调查路线长度	km	**	
	相邻矿山	处	1	矿区300米范围内有桂阳县腊树下金矿
	调查植被覆盖情况	%	85%	实地调查，植被覆盖率85%以上
	地质点	个	15	
	水取样点	个	3	现场采样
	土壤取样点	个	3	现场采样
	基本农田	平方米	***	根据《桂阳县大坊矿业有限公司猫儿岭金矿矿业权设置范围相关信息分析结果简报》查询
	调查民房	栋/人	12/39	
	生物环境	是/否	否	现状无破坏，覆盖率达85%以上、区域内未见珍稀野生动物
	工业广场	处	4	现状地面建设工程
	露天采场	处	1	原露天采场，部分区域已复垦
	生态保护修复工程	处	3	
室内 综合	照片	张	45	采用10张
	编制报告	份	1	
	编制附图	张	3	

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，属中型矿山。根据《矿山生态保护修复方案编制规范》（DB43/T 2298-2022），中型矿山的调查点数量不能少于 9 个。本矿山的调查点数大于 15 个，且按要求在可能的污染区采取了水样和土样，故调查工作满足本次方案编制规范的要求。

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。完成工作量见表 1-1-1。

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、以自然地理单元和划定的采矿权范围为基础，即本方案的适用范围是涵盖全部采矿权范围的自然地理单元；

2、以生态条件、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：北界以腊树下溪沟为界；东界以矿山东部边界外的沟谷为界；南界以矿山南部边界外的山顶及山坡连线为界；西界以花桥河为界。其他地段以矿界外推 200~400m 为原则，其面积约****Km²（见附图 2）。

1.1.6 方案服务年限

根据 2026 年 5 月，湖南地科院规划设计有限公司编制《湖南省桂阳县猫儿岭金矿开采方案》（湘矿开采评字〔2026〕8 号），方案推荐矿山生产规模**万吨/年，服务年限约 16 年。考虑到矿山办证周期等因素，本次生产服务年限从 2027 年 1 月起算，故本方案的服务年限为 20 年（2027 年 1 月—2046 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

大坊矿区猫儿岭金矿位于桂阳县城以西**公里处，行政隶属湖南省桂阳县仁义镇，地理坐标：东经****°**'***"~****°**'***"，北纬****°**'***"~****°**'***"。

矿山北部为莲花大道（X070），经莲花大道向东约*公里可达桂阳县城，向西约 20 公里可达 G0421 高速公路舂陵江互通；桂阳县有 G76 高速公路、G357 国道及 S222 省道等多条交通干线通过，矿山交通较便利。见图 1-2-1。

插图 1-2-1 矿山区位条件图

1.2.1.2 矿山生态区位条件

猫儿岭金矿周边 300m 范围内有“桂阳县腊树下金矿”采矿权及“湖南省桂阳县昭金祠矿区金铅锌矿普查”探矿权。矿区周边 10Km 范围内 5 个采矿权、5 个探矿权、4 个开采规划区块（图 1-2-2）。本次猫儿岭金矿矿区与周边其他矿业权之间无重叠，不存在矿权纠纷。

图 1-2-2 猫儿岭金矿周边 10km 范围内矿业权位置关系图

经湖南省矿产资源在线申报系统综合查询及实地调查核实，本矿区范围与军事设施、水库等工程均保持足够的安全距离。矿山周边 300m 范围内无重要高速公路、国道、省道等公路干线，无重要水利设施、名胜古迹、电信基站等基础设施；矿区地表主要为林地、草地、采矿用地、园地、建设用地；矿区范围与各类自然保护地和生态保护红线无重叠。矿区范围与饮水水资源保护区无重叠，未涉及禁止限制开采区、“三线一单”禁止范围。

矿区北侧有县道 X070 由东向西，矿区西侧大房村和东侧有集中分布民房（图 1-2-3），矿区距村庄民房距离较远。区内中部山头有一座通信基站（即查询结果中的“桂阳县 2009 至 2011 移动工程塔基”建设用地项目）。本矿区已开采多年，据现场调查，矿山以往开采并未对公路及通信基站造成实质影响，矿山未来开采的深部资源距离地表垂深在 350m 以上，采用充填法开采，岩层移动角按 70° 圈定地表移动范围，则公路不在地表岩层移动影响范围内。未来深部资源的开采不影响公路及通信基站正常运行。

图 1-2-3 猫儿岭金矿周边县道、居民区位置关系图

矿区范围内有永久基本农*****m²（图 1-2-4），主要分布在矿区东南边界处，根据自然资源部《永久基本农田保护红线管理办法》（2025 年 10 月 1 日施行）第 22 条：全国矿产资源规划明确的战略性矿产，以及地热、矿泉水等不造成永久基本农田损毁的非战略性矿产，允许在永久基本农田上设立矿业权。本矿开采矿种属战略性矿产，设计拟建地面配套设施避开永久基本农田，矿区遥感影像见图 1-2-5。

图 1-2-4 猫儿岭金矿周边县道、居民区位置关系图

图 1-2-5 猫儿岭金矿周边县道、居民区位置关系图

1.2.1.3 国土空间规划区位

1、总体规划方向

根据《郴州市矿产资源总体规划（2021—2025 年）》“桂阳县主要开发利用铅矿、锌矿、金矿等……”。

2、产业政策符合性

桂阳县大坊矿业有限公司猫儿岭金矿自 2007 年开始设置采矿权，位于湖南省桂阳县仁义镇管辖，根据经湖南省人民政府批准的《郴州市矿产资源总体规划（2021—2025 年）》，该查询范围符合其要求。

矿山位于仁义镇，开采矿种为金矿，开采方式为地下开采，拟调整生产规模为**万 t/a；矿山生产工艺及处理规模不属于产业政策中的限制类和淘汰类，属于允许类，且项目使用的生产设备不属于《产业结构调整指导目录（2019）》淘汰类设备，符合国家产业政策。

3、矿产资源规划符合性

根据《湖南省郴州市矿产资源总体规划（2021—2025 年）》，矿山所在地在该《规划》划定的桂阳县金矿重点开采区内。

1.2.1.4 产业区位条件

桂阳县位于湖南省郴州市西部，南岭北麓，湘江支流的舂陵江中上流，总面积 2973 平方公里。东临北湖区，西与新田、嘉禾相连，北和祁阳、常宁、耒阳、永兴交界，南隔临武邻近广东，县城距郴州市区 31.7 公里。是郴州市的第一人口大县、地域大县和交通大县。先后荣获“中国最具投资潜力特色魅力示范县”、全国休闲农业与乡村旅游示范县、全国首批自然资源节约集约示范县、全国新时代文明实践中心建设试点县、国家园林县城、国家卫生县城、省级历史文化名城，是全国文明城市提名城市。桂阳烟叶现常年种烟在 20 万亩以上，是全省最大、全国第二大烤烟生产基地，“桂阳金叶”品牌享誉全国。桂阳县植物资源丰富，具备粮食作物、经济作物和林木生长的良好自然条件。

桂阳境内地质构造复杂，矿藏资源丰富，古称“八宝之地”，矿藏资源从种类、数量到品位和质量，都是湘南地区的富矿县、大矿县。有些矿藏名冠三湘乃至国内外。黄沙坪矿区和宝山矿区，矿富品多，开采时间悠久，唐宋以来名噪全国，90 年代随着改革开放的深入，吸引不少外国矿业专家前来考察，深受青睐。根据地质勘探资料，目前桂阳县境内已查明的矿种有 60 余种。其中：有色金属矿有铅、锌、铜、锡、钼、铋、锑、钨、镁等；黑色金属有铁、锰等；贵金属有金、银；能源矿产有煤；冶金辅助原料矿产有耐火粘土、白云石、硅石、石灰岩、萤石等；非金属矿产有砷、硫等；建材类有水泥用灰岩、瓷泥、砖瓦粘土、大理石等。煤炭保有储量 2375 万吨，石墨保有储量 1799 万吨，铅金属量 30.08 万吨，锌金属量 48.49 万吨，锰 43 万吨，铁 3082.7 万吨，铜 6.81 万吨，锡 9285 吨。全县现有矿产潜在经济价值 800 亿元以上，每平方公里经济价值 2690.88 万元，人均潜在经济价值为 10.1 万元。矿山开采符合当地产业发展规划。

当地矿产资源丰富，从事矿产资源开发人员较多，符合当地黄金产业发展需求，矿山开采能提供就业岗位，拉动当地经济发展。

1.2.2 矿山采矿许可证及矿权范围

桂阳县大坊矿业有限公司猫儿岭金矿系原猫儿岭金矿和原桂阳县金元铅锌矿整

合而来。原猫儿岭金矿于 2005 年建矿，2005 年 5 月获得原湖南省国土资源厅核发的采矿许可证，证号 4300000510846，有效期自 2005 年 5 月至 2008 年 5 月，主采矿种为金、银、铅、锌矿，开采方式为露天与井下同时开采，露天开采对象为风化金银砂矿；井下开采对象为金、银、铅、锌矿。矿山面积****km²，最低开采标高-**m，生产规模*万 t/a。原金元铅锌矿 2004 年建矿，2004 年 12 月获得原郴州市国土资源局核发的采矿许可证，证号为 4310000414541，有效期限自 2004 年 12 月至 2006 年 12 月。主采矿种为铅锌矿、综合回收银，开采方式为地下开采，生产规模**万 t/a，矿山面积****km²，最低开采标高***m。

2008 年，根据桂阳县人民政府桂政〔2008〕55 号文件，桂阳县金元铅锌矿关闭，整合到桂阳县大坊矿业有限公司。整合后的大坊矿业有限公司充分利用原猫儿岭金矿和原金元铅锌矿已有巷道工程，形成了较完整的开拓运输系统。整合后的大坊矿业公司于 2009 年 3 月获原湖南省国土资源厅核发的采矿许可证，证号为 C4300002009034220009292。同时于 2010 年 3 月对采矿权进行了第一次延续，延续后的采矿权有效期至 2015 年 12 月。

桂阳县大坊矿业有限公司猫儿岭金矿系原猫儿岭金矿和原桂阳县金元铅锌矿整合而来。原猫儿岭金矿于 2005 年建矿，2005 年 5 月获得原湖南省国土资源厅核发的采矿许可证，证号 4300000510846，有效期自 2005 年 5 月至 2008 年 5 月，主采矿种为金、银、铅、锌矿，开采方式为露天与井下同时开采，露天开采对象为风化金银砂矿；井下开采对象为金、银、铅、锌矿。矿山面积****km²，最低开采标高***m，生产规模**万 t/a。原金元铅锌矿 2004 年建矿，2004 年 12 月获得原郴州市国土资源局核发的采矿许可证，证号为 4310000414541，有效期限自 2004 年 12 月至 2006 年 12 月。主采矿种为铅锌矿、综合回收银，开采方式为地下开采，生产规模**万 t/a，矿山面积****km²，最低开采标高-**m。

2008 年，根据桂阳县人民政府桂政〔2008〕55 号文件，桂阳县金元铅锌矿关闭，整合到桂阳县大坊矿业有限公司。整合后的大坊矿业有限公司充分利用原猫儿岭金矿和原金元铅锌矿已有巷道工程，形成了较完整的开拓运输系统。整合后的大坊矿业公司于 2009 年 3 月获原湖南省国土资源厅核发的采矿许可证，证号为 C4300002009034220009292。同时于 2010 年 3 月对采矿权进行了第一次延续，延续后的采矿权有效期至 2015 年 12 月 24 日；2015 年，进行了第二次延续，延续后的采矿

权有效期至 2020 年 12 月 1 日。

2020 年，矿山进行了第三次延续，新证登记矿权范围由 10 个拐点坐标圈定，面积为*****km²，开采标高+***~ -***m；生产规模**万 t/a，主采矿种为金、银、铅、锌矿，开采方式为露天与井下联合开采，露天开采对象为风化金银砂矿，井下开采对象为金、银、铅、锌矿；有效期限为 2020 年 12 月 1 日—2027 年 1 月 11 日。矿区范围拐点见表 1-2-1。

表 1-2-1 矿山范围拐点坐标表

拐点号	CGCS2000 大地坐标系	
	X	Y
1	*****	*****
2	*****	*****
3	*****	*****
4	*****	*****
5	*****	*****
6	*****	*****
7	*****	*****
8	*****	*****
9	*****	*****
10	*****	*****
矿区面积：****km ² ，准采标高+***m~ -***m；		

本次猫儿岭金矿申请采矿权范围综合考虑矿体分布范围、充分利用区内资源等情况。推荐申请采矿权范围包含了已查明的全部资源量，与生态保护红线、永久基本农田，以及自然保护区饮用水水源保护区等各类禁止开采区无重叠，与铁路、公路、输电线路、大型水利工程等重要基础设施保持有足够安全距离。申请采矿权范围与《湖南省桂阳县猫儿岭金矿采矿权范围核查报告》（湘采矿权核查评字〔2026〕8 号）中确定的拟设采矿权范围一致。申请矿区范围拐点坐标在现持采矿许可证基础上小数点取 2 位，开采深度下限调整至****m。因采用《第三次全国国土调查技术规程》中“图幅理论面积与图斑椭球面积计算公式及要求”规定的方式计算，申请矿区面积与原采矿许可证登记的矿区面积略有减少。申请矿区平面范围由 10 个拐点圈定，面积：*****km²，准采标高：+****m~ -****m。申请采矿权范围拐点坐标见表 1-2-2。根据开采方案矿山生态规模拟调整为***万吨/年。

表 1-2-2 申请开采区域拐点坐标表（CGCS2000 大地坐标系）

拐点号	X	Y
1	*****	*****
2	*****	*****
3	*****	*****
4	*****	*****
5	*****	*****
6	*****	*****
7	*****	*****
8	*****	*****
9	*****	*****
10	*****	*****
面积：****km ²		
准采标高：+***m~-***m		
井巷工程标高：+****m~-***m		

1.2.3 企业基本情况和生产经营状况

根据湖南省自然资源厅、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》（湘自然资规〔2022〕3号）文件精神，在中国建设银行股份有限公司开设了桂阳县大坊矿业有限公司矿山地质环境治理恢复基金专户，基金账号为：*****。截至 2026 年 5 月 31 日，矿山专户内余额为*****元。

根据《矿山生态保护修复方案》：矿山生态修复工程费用估算为 807.49 万元。基金计提计划如下，因矿山处于停产状态，未补充计提基金，目前基金账户内 149.78 万元。本次生态保护修复方案计算工程总费用 1965.90 万元，相较于于 2021 年生态保护修复方案增加 1158.41 万元，主要原因是矿山开采标高由-***m 调整为-***m，预测后续水生态和地质灾害需增加预留总费用达到 1108 万元，矿山后续需严格按照新的生态保护修复方案计提方案进行基金计提。

插图 1-2-1 生态修复基金专户余额凭证

1.2.4 采矿用地审批情况

矿山以往为露天开采+地下开采，以往已经形成了露天采场、废石堆、工业广场、矿山公路，现状总占地面积约 7.9876hm²，其中乔木林地面积 0.1152hm²，灌木林地面积 0.014hm²，其他草地面积 3.1013hm²，农村道路面积 1.9648hm²，采矿用地面积 2.7923hm²，土地权属均为桂阳县仁义镇平岗村。矿山用地区域已与当地村民和村民委员会签订了租地协议。矿山下一步将到相关部门完成所有用地审批手续，尤其是两处办公生活区应办理建设用用地手续，矿山关闭后可予以保留。

1.2.5 阶段验收情况

矿山于 2020 年 9 月委托湖南省煤田地质局第五勘探队开展生态保护修复分期验收工作，郴州市自然资源和规划局申请开展矿山生态保护修复分期验收工作，郴州市自然资源和规划局会同郴州市生态环境局于 2020 年 9 月 25 日组织对矿山生态保护修复工作进行了验收，验收结论为合格。

2026 年 7 月 13 日，由郴州市自然资源和规划局会同郴州市生态环境局组织现场验收工作，并出具验收意见。对照验收意见修改完善后，验收报告依次提交技术专家、

桂阳县自然资源局和郴州市自然资源和规划局进行复核认定，由郴州市自然资源和规划局进行最终认定及成果资料备案，验收结论为合格。

桂阳县自然资源局按照要求均及时组织了矿山 2023 年度、2024 年度、2025 年度矿山生态保护修复验收工作，验收结论均为合格。

1.2.6 矿床特征

1.2.5.1 矿体地质特征

矿区较大主矿脉带主要有 8 条，编号分别为 101N、101S、103、103-1、106、I、II、III 号矿脉。根据矿区核实报告估算资源量矿体 76 个。从分布范围来看，其中现采矿权范围-100m 以上内 32 个（101N 号矿脉内 5 个、101S 号脉内 4 个、103 号脉内 10 个、103-1 号脉内 5 个、106 号脉内 3 个、20 号 1 个矿体以及 121 号、145 号、146 号、147 号 4 个小矿体），深部详查区-100m 以下 44 个（I 号矿脉内 16 个矿体、II 号矿脉 12 个矿体、III 号矿脉内 3 个矿体以及 13 个小矿体）。

根据其氧化程度分为氧化型矿体和原生矿体两种基本类型。其中氧化矿分布于地表浅部，受岩脉与围岩接触部位的破碎带控制，呈脉状。原生矿主要分布在氧化矿之下的深部。

（1）氧化矿体

氧化矿体分布于上述矿脉的地表浅部，矿体形态总体呈北西向展布，且呈北西向收敛、南东向展开的“帚”状。矿体赋存最高标高为****m，延深最大深度**m 左右，氧化矿的深部为原生金银铅锌矿。区内氧化矿体主要分布于 101N、101S、103 矿脉浅部。

（2）原生矿体

区内原生矿体主要有三种类型：受层间断裂带控制的似层状金银铅锌多金属矿体、受岩脉接触带控制的银铅锌多金属矿体以及受断裂破碎带控制的金银铅锌多金属矿体。各类型矿体特征简述如下：

1) 受层间破碎带控制的似层状矿体

主要位于深部 F3 断层下盘层间破碎蚀变矿化带内，与矽卡岩化、绢英岩化蚀变关系密切。主要有 II-2 号矿体，分布于 108~111 线和 602~601 线之间，赋存标高为-***m~-***m。矿体形态呈似层状、脉状，矿体形态简单—中等，受猫儿岭背斜形态控制，矿体核部位于 100 线附近，矿体走向北东，南东翼倾角 39°~47°，北西翼倾角 15°~26°，矿体走向控制长***m，倾向控制长***m。矿体厚度***~***m，平均厚度

m，厚度变化系数 100%，较稳定。矿石品位 Au*，平均****；Ag****平均****；Pb 品位****%，平均****%；Zn 品位 0****1%，平均****%；金综合品位****，平均****矿体中矿石有用组分分布较均匀。该矿体资源量占本次矿区资源储量的 41%，占深部详查区资源量的 51%。

2) 受岩脉接触带控制的断裂破碎带控制的矿体

赋存于猫儿岭岩体及其所夹持的壶天群、梓门桥组白云岩中。主要分布在 F3 断层上盘，与 F3 断层关系密切，靠近 F3 断层矿体厚度大、品位稳定，往往形成厚大的管柱状矿体，远离 F3 断层矿化逐渐减弱，矿体连续性逐渐变差，以透镜状矿体为主，矿体厚度小、品位低。主要矿体有：103 号矿脉 1 号矿体、103-1 矿脉 1 号矿体、106 号矿脉 1 号矿体、101N 矿脉 1 号矿体、101S 矿脉 1 号矿体等。

103 号矿脉 1 号矿体：分布于 106~100 线之间，赋存标高+***m~**m。矿体呈脉状、板脉状、透镜状，产状明显受花岗闪长斑岩体与围岩接触部位的破碎带控制，走向上呈弧弯状，北段走向北北东，中段转为南北—北北西，南段转为近东西向，倾向 60~100°，倾角 52~64°。矿体规模中等至小，走向长一般 100~200m，倾向延深约****~****m 左右，最大延深为****m。矿体厚度****~****m，平均厚****m。矿石品位：Au****，平均****；Ag****，平均****；Pb****，平均****%；Zn****，平均****，矿体中矿石有用组分分布均匀。

103-1 矿脉 1 号矿体：分布于 106~100 线之间，赋存标高+****m~****m。矿体呈脉状、板脉状、透镜状。在走向上同呈弧弯状，北段走向北北东，中段转为南北—北北西，南段转为近东西向，倾向 60~100°，倾角 52~64°。矿体规模中等至小，走向长一般****~****m，倾向延深约****~****m 左右，最大延深为****m；矿体厚度****~****m，平均厚****m。矿石品位：Au****，平均****；Ag****，平均****%；Pb****%，平均****；Zn****，平均****%，矿体中矿石有用组分分布均匀。

3) 受断裂破碎带控制的矿体

该类型矿体明显受 F3 断层控制，发育于 F3 断层及下盘次级断裂破碎带内，与矽卡岩化、硅化蚀变关系密切。矿石类型主要为矽卡岩型金银铅锌矿石。主要矿体有 I-1 号矿体、III-1 号矿体。

I-1 号矿体：分布于 108~105 线和 602~605 线之间，赋存标高****m~****m。

矿体呈脉状，受 F3 断层下盘次级断裂控制。倾向及倾角与破碎带产状一致，北东走向、倾向南东，倾角约 42°。矿体走向长****m，倾向长****m，矿体厚度***~***m，平均厚度***m。矿石品位：Au****，平均****；Ag****，平均****；Pb****，平均****；Zn****%，平均****%；金综合品位****，平均****。矿体中矿石有用组分分布较均匀。该矿体资源量占矿区资源储量的 21%，占深部详查区资源量的 26%。

III-1 号矿体：分布于 602~600 线之间，赋存标高***m~***m。矿体为薄脉状的高品位的矽卡岩型金银铅锌矿体，受切层的次级断裂控制，走向北东、倾向南东，倾角约***°。矿体走向长约***m，倾向延伸约***m。矿体厚***~***m，平均厚度***m。矿石品位：Au****，平均****；Ag****，平均****；Pb****，平均****%；Zn****%，平均****%；金综合品位****，平均****。矿体中矿石有用组分分布较均匀。

（3）其他矿体

其他矿体分布较为分散，多为单工程控制的零星矿体。主要赋存于梓门桥组下部和石磴子组上部，明显受控矿构造次级构造控制，一般为构造裂隙充填的脉状矿体。部分零星矿体产于深部岩体接触带矽卡岩内，如 124 号、125 号矿体。

1.2.5.2 矿石特征

（1）矿石类型和品级

1) 矿石自然类型

按矿石氧化程度可分为氧化矿石和原生矿石两大类。

按成因可分为风氧化型矿石、热液型矿石、矽卡岩型矿石。

2) 矿石工业类型

按矿物组合可分土型金矿石、金矿石、含金银方铅—闪锌矿矿石、含金银方铅—铁闪锌矿毒砂矿石、毒砂方铅矿—铁闪锌矿矿石。

（2）矿石矿物组合及品位变化

1) 矿物组成

本区矿物种类较多，已查明的矿物有 22 种，其中金属矿物 18 种，非金属矿物 4 种。按矿物组成，矿区主要有氧化矿石、矽卡岩矿石和硫化物矿石。

氧化矿石中非金属矿物占 85%~90%，主要为粘土和石英，其次为绿泥石、绢云母等；金属矿物占 10%~15%，主要为褐铁矿，其次为赤铁矿、硬锰矿、自然金、银

金矿等。

矽卡岩矿石中，金属矿物主要有：黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、毒砂、黄铜矿等，非金属矿物主要有石榴子石、方解石、绿帘石、磷灰石等。

原生硫化物矿石中，金属矿物主要为黄铁矿、方铅矿、闪锌矿；次为磁黄铁矿、黄铜矿、银金矿、金银矿、自然金等。

2) 矿石构造

土型金矿石中常见粘土矿物组合而成的土状构造，氧化岩金矿石中常见块状、细脉状、浸染状、角砾状构造等。

原生矿石的构造主要是浸染状构造，偶见块状构造。

3) 矿石结构

土型金矿常见自然金呈不规则粒状充填于粘土矿物颗粒间隙，呈他形结构；部分赤铁矿、软锰矿呈胶结状结构；氧化岩金矿中常见自形晶、半自形晶、乳浊状、溶蚀残余、压碎、显微霉群等结构。

原生矿石的结构有他形晶粒状结构、自形一半自形粒状结构、充填结构、交代侵蚀结构、包含结构等。

(3) 矿石的化学成分

1) 氧化矿石

氧化金矿石的有用组分 Au 为：伴生有益组分为 Ag；脉石成分主要为 SiO₂、Al₂O₃、CaO、MgO、Fe₂O₃、FeO、MnO 等；有害元素有 Cu、Pb、Zn、S、As 等，但含量较少。对氧化矿石的选冶试验综合样伴生多元素分析，结果为 Cu***，Pb***，Zn***%，As***，A***，其中仅砷稍高。

2) 原生矿石

深部原生矿石中元素为金、银、铅、锌，共伴生元素含量较高的有硫、铜，经选矿试验，铜含量较低难以选出。有害元素为砷。

表 2-3 矿石多元素分析结果表

元素	Au(10 ⁻⁶)	Ag(10 ⁻⁶)	Pb(%)	Zn(%)	Cu(%)	MgO(%)	SiO ₂ (%)	MnO(%)
含量	1.86	93.35	1.08	1.34	0.051	2.52	40.68	0.37
元素	K ₂ O(%)	Na ₂ O(%)	CaO(%)	Al ₂ O ₃ (%)	S(%)	Fe ₂ O ₃ (%)	Ba(%)	TiO ₂ (%)
含量	3.57	0.15	19.17	5.72	3.37	5.51	0.031	0.025

元素	Cd(%)	Cr ₂ O ₃ (%)	Mo(%)	Ni(%)	Sr(%)	V(%)	As(%)	
含量	0.08	0.01	0.003	0.0022	0.007	0.0053	1.84	

1.2.5.3 风（氧）化带

矿区按不同程度的风化特征，自上而下分为：风（氧）化带、原生带。矿床风（氧）化带主要受地形、岩体接触带和断裂构造带控制，半风化带发育不全，风化带与原生带直接接触，

风（氧）化带主要特征是形成风化红土层，砖红色—黄褐色—黑褐色，矿物组成以粘土矿物为主，含少量砂粒矿物及铁锰质结核，多呈粒状结构及蜂窝状结构，疏松多孔，渗透性好。土体呈较连续的层状或似层状分布，层厚 0~40m。红土层中局部夹有透镜状或扁豆状的黑土，夹层厚度一般为 0.5~6m，在岩溶凹沟处土层变厚。红土层是土型金矿赋存的主要层位，其中的黑土夹层及梓门桥组、壶天群白云岩或灰质白云岩的岩溶沟处的黑土层和铁锰结核层是金的高富集部位。铅的氧化率为 21.80%，锌的氧化率 11.01%，属混合矿石。

原生带主要特征是形成原生矿石，矿石呈原生色，没有铁锰氧化物或极少，具原生结构构造特征。

1.2.5.4 矿体围岩及夹石

（1）围岩

按矿石氧化程度可分为氧化矿石和原生矿石两大类，其围岩特征也有差异性。

氧化矿的围岩：氧化矿体的围岩为白云岩、花岗闪长斑岩以及原生多金属硫化物矿体等风化而成的第四系土层。其中白云岩、花岗闪长斑岩风化后形成红土，而原生多金属硫化物矿体及铁锰硫酸盐化的岩石风化形成黑土，呈透镜体状、扁豆状的夹层分布于红土层中。

原生矿的围岩：浅部原生矿体主要受构造控制，主要赋存在壶天群、梓门桥组地层中，受岩脉接触带和断裂构造控制，断裂破碎带和岩体接触带是矿体赋存的主要场所，而由断裂形成的铁质角砾状白云岩和破碎带白云岩为主要含矿岩石，围岩为受弱风化的或原生的白云岩和花岗闪长斑岩。深部原生矿体主要赋存于测水组和石磴子组地层中，受断层破碎带、层间破碎蚀变带控制，围岩主要是石榴子石透辉石矽卡岩、绢英岩、花岗闪长斑岩、结晶灰岩等。

（2）夹石

氧化矿的夹石：氧化矿分布于地表红土层中，绝大多数氧化矿为单孔控制的零星矿体，不含夹石。

原生矿的夹石特征：浅部原生矿体赋存在壶天群、梓门桥组地层中，矿体受岩脉接触带和断裂构造控制，矿体呈脉状，矿体基本不含夹石，或含少量由断裂形成的破碎带白云岩夹石，对矿体的破坏和影响程度极小。深部原生矿体赋存在测水组和石磴子组砂卡岩化蚀变带内，矿体呈似层状，基本不含夹石。所含夹石厚度均小于 2m，对矿体的破坏和影响程度很小。

1.2.5.5 矿床共（伴）生矿产

深部详查及以往地质工作对矿区共伴生矿产进行了采样测试、选矿试验，共伴生组分进行了评价。结果表明本区主矿种为金、银、铅、锌为共生矿产。

氧化矿石的选冶试验综合样伴生多元素分析，结果为 Cu***，Pb-***%，Zn***%，Ag*****。氧化矿石中仅 Ag 具有综合利用价值。

原生矿产除铅、锌、银外，以往原 408 队、武警黄金十六支队对浅部矿体的共伴生组分进行了评价，主要共伴生组分有镉、镓、钼等元素。深部详查时对对 CaF₂、WO₃、Sb、Sn、Cd、Co、Mo、In、Ga、Te 元素进行了组合分析及选矿试验。通过分析，镉主要在锌精矿产品中富集，锌精矿 Cd 含量为 0.43%。镓为稀散元素，独立矿物极稀少，主要以类质同象形式存在，且含量较低。碲（Te）含量小于 0.01%，萤石（CaF₂）含量仅为 1.04%，因此，原生矿石中伴生组分镉、镓、钼、萤石等综合回收价值不大，详查亦未估算资源储量。

1.2.7 矿山矿产资源储量

《湖南省桂阳县大坊矿区猫儿岭矿段金多金属矿资源储量核实报告》“湘评审〔2025〕20 号”“湘自资储备字〔2025〕29 号”。截至 2024 年 7 月底，本次矿区范围内共保有氧化金矿石量（KZ+TD）*****吨，金***千克；保有氧化银铅锌矿石量（KZ+TD）**万吨，银**吨；保有原生金矿石量（KZ+TD）*****吨，金****千克；原生银铅锌矿石量（KZ+TD）****万吨，银****吨、铅***吨、锌****吨。

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 矿山历史沿革

据记载矿区远在宋代就被发现，并进行过小规模开采和冶炼，地表有古采场和炉渣遗迹，浅部有老窿。

二十世纪 90 年代，大坊矿区一度进入了无序开采阶段。

2004 年~2005 年间，大坊矿区设立了 3 个以金、银、铅、锌等为主采矿种的采矿权。其中猫儿岭金矿主要开采矿种为金、银、铅、锌矿，开采方式为露天与井下联合开采；金元铅锌矿，开采矿种为铅、锌矿，综合回收银，开采方式为地下开采；腊树下金矿开采矿种为金、银矿，开采方式为露天开采，开采对象为氧化金及土金。各矿山实际设计年采选生产能力（矿石量）为**万吨至**万吨，总设计年采选生产能力**万吨。实际年生产规模为**万吨至**万吨，实际年总生产规模为***万吨。

2008 年，根据桂阳县人民政府〔2008〕55 号文件，作出了关闭桂阳县金元铅锌矿的决定，并把它整合到桂阳县大坊矿业有限公司中，将原有 3 座矿山整合为 2 个采矿权。整合后腊树下金矿的开采对象、开采方式及生产能力都没有发生变化。整合后的猫儿岭金矿设计年生产能力仍为*万吨，开采方式为露天与井下联合开采，以井下为主。

大坊矿业有限公司主要以开采金银矿为主要对象兼顾采铅锌矿，其间形成了两套生产系统：一是露天开采原大坊金矿矿区内的地表氧化金矿，生产规模为**万 t/a（现该套系统已全面停产修复）；二是地下开采**m 至**m 标高间含金品位较高的原生矿体，生产规模为**万 t/a。

2008 年整合后，矿山主要进行坑道系统改造，2009 年提交核实报告后矿山因故停产至今，因此矿山近年来没有实际生产数据。根据矿山停产前生产情况估算，生产开采损失率为**%；采矿贫化率为**%；采矿回收率为**%；选矿回收率为 Au**%，Ag***%，Pb***%，Zn***%。

1.3.1.2 矿山开采现状概况

大坊矿区猫儿岭金矿在原猫儿岭金矿和原金元铅锌矿已有的开拓系统基础上整合而成，整合后的矿山现有斜井共五条，其中三条明斜井（主井、副井、风井）、两条盲斜井（1#盲斜井、2#盲斜井）。矿方虽然多年未组织生产，但也安排人员进行矿区值守，对于三条明斜井口设置铁门并上锁，目前五条斜井依旧完好，可以正常使用，矿权范围内无废弃矿硐。

现有主斜井为原金元铅锌矿主斜井，井口方位 248° ，倾角为 -28° ，井底标高为 $+220\text{m}$ 。原金元铅锌矿 $+220\text{m}$ 中段平巷前进 200m 后通过天井与原猫儿岭金矿 $+220\text{m}$ 中段巷道相通， $+220\text{m}$ 中段平巷前进 100m 后通过盲斜井与猫儿岭金矿 $+220\text{m}$ 中段巷道相通。原金元主斜井在 $+1000\text{m}$ 标高落底后沿平巷 200m 后最终向下延伸至 -220m 水平，同时在 -220m 、 -240m 、 -260m 及 -280m 水平开拓有少许井巷工程。

风井为原猫儿岭金矿主斜井，井口方位 248° ，井底标高 $+220\text{m}$ 。原猫儿岭金矿风井方位角 248° ，井底标高 $+220\text{m}$ ，大坊矿区整合后该井已封堵不再使用。该井与整合后的风井在 $+220\text{m}$ 水平相通，之上已开拓了 $+1000\text{m}$ （回风水平）、 $+1000\text{m}$ 中段（已废弃），之下持续开拓了 $+1000\text{m}$ 、 $+800\text{m}$ 、 $+600\text{m}$ 等中段， $+220\text{m}$ 中段通过天井与原金元铅锌矿 $+220\text{m}$ 中段相连， $+220\text{m}$ 等中段通过上山斜井也与原金元铅锌矿 $+220\text{m}$ 中段相连。

现有副井为原猫儿岭金矿风井口，落底标高为 $+220\text{m}$ ，与主井施工盲斜井在 -220m 中段贯通，用作通风和安全通道。

矿山目前有 1#盲斜井 $+220\text{m} \sim -220\text{m}$ ，2#盲斜井 $+1000\text{m} \sim -220\text{m}$ 两条盲斜井，其中 $+1000\text{m}$ 主井与 1#盲斜井组成用于矿石、人员提升系统和通风； $+220\text{m}$ 副井至 $+220\text{m}$ 中段用于行人、排水和通风；2#盲斜井至 $+220\text{m}$ （拟从 2#盲斜井至 $+58\text{m}$ 中段贯穿）组成用于排水、行人、通风；2#盲斜井至 -220m 中段组成用于行人、通风。

矿山共计有 11 个开采中段，最低开采标高为 -220m 。浅部 $+1000\text{m}$ 中段、 $+800\text{m}$ 中段、 $+600\text{m}$ 中段主要开采 103m 号、 104m 号矿脉， $+400\text{m}$ 中段、 $+220\text{m}$ 中段、 $+200\text{m}$ 中段、 $+180\text{m}$ 中段、 $+160\text{m}$ 中段、 $+140\text{m}$ 中段、 $+120\text{m}$ 中段等主要开采 103m 号矿脉， $+220\text{m}$ 中段以下只进行了开拓掘进，未开采，见插图 1-3-1。设有 $+220\text{m}$ 中段水仓、 $+200\text{m}$ 中段水仓、 $+180\text{m}$ 中段水仓、 $+160\text{m}$ 中段水仓和 -220m 中段水仓。

2008 年整合后矿山进行了坑道系统改造和试运行，其间因在 -220m 中段施工揭露 F3 断层导致井下涌水，之后为减少抽排水压力而将 $+220\text{m}$ 以下中段进行封堵，随后的

工作逐渐被动，因抽排水导致生产成本的增高，致使矿山生产基本处于停产状态。

2020 年 8 月 28 日，在湖南省国资委与郴州市政府举办的“省企入郴”战略合作推进会上，湖南有色产业投资集团（现为湖南省矿产资源集团有限责任公司）宝山矿业与桂阳县政府签订了《宝山矿业区域矿山建设合作协议》，并于 2022 年 5 月 26 日，以增资扩股的形式获得桂阳县大坊矿业有限公司 67%的股份。公司增资扩股后，即开展了矿山建设工作，新的供水供电系统已投入使用，井下启动抽排水作业，对主要巷道进行了清理，初步完成了恢复生产的准备工作。

大坊矿业有限公司 2023 年—2024 年在巷道恢复过程中对采空区进行了调查，调查方式主要采用了图纸分析、水平钻探测、巷道恢复现场调查等方法。初步根据原有采场的分布情况，先用水平钻进行钻探，确定原有采场边界和高度后，再安排恢复巷道至采场位置查看。巷道恢复过程中，发现原有巷道规格普遍偏小，平均 1.8m（宽）×2m（高），无法采用机械化作业。据此判断在 2013 年以前，矿方生产经营期间，基本上不使用机械设备，都依赖纯手工作业，采出矿工艺受到限制，井下出矿量少，多年处于未达产状态。用水平钻仰孔探查发现，过了原岩以后出现严重卡钻的情况，采用多次回钻，重新钻进，过了原岩段后，出现孔内垮孔，可以确定水平钻仰孔揭露已经充填的采场。从采场入口处看，已经堆满废渣，2013 年以前，矿方组织生产过程中，就利用废石回填了空区（现场取样化验，都是废石）。+58m 中段和-8m 中段有两个采场，但已经堆满废渣。

猫儿岭金矿停产后，一直到 2022 年 7 月，矿山井下一直处于被水淹没状态（2022 年 8 月 8 日，井内水位标高+***m）。2022 年 8 月 8 日，大坊矿业有限公司开始进行井下抽排水和主要巷道清理恢复和加固工作，先后恢复了+***、+***、+***等中段，2023 年 9 月 19 日井下水位降至-***m 中段。目前仍为井下开拓系统，尚未开采。

表 1-3-1 矿山现有井筒特征表（2000 坐标）

井筒名称	坐 标		
	X	Y	H
主斜井	*****	*****	+***
风井	*****	*****	+***
副井	*****	*****	***

图 1-3-1 矿山已有井巷工程示意图。

1.3.2 矿产资源开发利用方案

根据湖南地科院规划设计有限公司 2026 年 5 月编制的《湖南省桂阳县猫儿岭金矿开采方案》（湘矿开采评字〔2026〕8 号），简介如下：

1.3.2.1 设计利用资源量和设计可采储量

（1）备案资源储量

《湖南省桂阳县大坊矿区猫儿岭矿段金多金属矿资源储量核实报告》“湘评审〔2025〕20 号”“湘自资储备字〔2025〕29 号”。截至 2024 年 7 月底，本次矿区范围内共保有氧化金矿石量（KZ+TD）****吨，金***千克；保有氧化银铅锌矿石量（KZ+TD）***万吨，银**吨；保有原生金矿石量（KZ+TD）*****吨，金***千克；原生银铅锌矿石量（KZ+TD）***万吨，银**吨、铅****吨、锌****吨。

（2）设计利用资源量和可采储量

方案推荐控制（KZ）资源量可信度按 1.0、推断（TD）资源量可信度系数取 0.8。设计利用原生金、银铅锌矿石量***万吨，原矿品位 Au*****g/t、Ag*****g/t、Pb****%、Zn****%。设计开采回采率 88%，可采储量****万吨。回采率指标达到了“三率”的

要求。

1.3.2.2 开采矿种

根据湖南省国土空间调查监测编制 2025 年 3 月编制提交的《湖南省桂阳县大坊矿区猫儿岭矿段金多金属矿资源储量核实报告》“湘评审〔2025〕20 号”“湘自资储备字〔2025〕29 号”。本次设计开采主矿种为金，银、铅、锌为综合利用共生矿产。

1.3.2.3 开采方式、开采顺序、采矿方法

（1）开采方式

本方案推荐矿山采用地下开采方式。

（2）开采顺序

同一矿块，从下往上回采；同一中段，先采靠近矿井边界矿体，后采靠近井筒矿体（后退式）。中段的开采选择下行式，即先采上部中段，后采下部中段，由上而下逐个中段开采。在走向方向上后退式回采。

本次设计先开采浅部-***m 以上 103 号矿脉 1 号矿体、103-1 矿脉 1 号矿体、106 号矿脉 1 号矿体、101N 矿脉 1 号矿体、101S 矿脉 1 号矿体等矿体。后期深部开拓系统建成后开采-***m 至-***m 区间的 II-2 号、I-1 号矿体、III-1 号矿体等矿体。根据矿山资源储量赋存特点以及原有井巷工程，设计首采中段布置在浅部 103 号矿脉 1 号矿体矿体+160m 中段。

（3）采矿方法

方案设计开采矿体倾斜和急倾斜矿体均有，薄和中厚矿体均有，主矿体倾斜中厚矿体可采用上向水平分层胶结充填法，急倾斜厚矿体可采用上向进路充填法开采。设计采矿回采率为 88%、贫化率 10%。

（4）开拓方案、中段划分

方案推荐-***m 以上采用斜井+盲斜井开拓，-***m 以下采用竖井开拓的开拓方案，深部竖井服务深部矿体，浅部斜井系统继续承担浅部生产、兼顾深部辅助作业、应急通道功能。中段高度为**~**m。前期浅部-***m 以上：中段高度**~**m，分为+***中段、+**中段、+**中段、+**中段、-*中段、-**中段、-**中段、**中段等 12 个开采中段。后期深部-100m 以下：中段高度**m，分为矿山设计开采范围内可划分出自上而下设置***中段、***中段、***中段、***中段、***中段、***中段、***中

段、***中段、***中段、***中段、***中段、***中段、***中段、***等 14 个中段。

（5）矿井通风

矿井通风主要分浅部和深部两阶段，其中前期浅部-100m 以上沿用对角式抽出式通风方式，机械抽出式通风方式。新鲜风流通过主斜井进入，经盲斜井进入深部个中段巷道，最后通过回风井排出地表，主风机安装在回风井口。后期深部-100m 以下采用对角式抽出式通风方式，机械抽出式通风方式。新鲜风流通过竖井进入井下各个中段，洗刷工作面后污风通过上部回风中段、回风竖井排出地表。

局部通风：采取增阻和设置辅扇等措施，进行风量调节；上部开拓巷道与已采完的中段应及时布设风门或密闭，避免漏风；已采完的矿块也要及时密闭。

（6）矿井排水

前期浅部-100m 以上采用多级机械接力排水方式，分别在****m 中段水仓、***m 中段水仓、***m 中段水仓、***m 中段水仓和***m 中段水仓、泵房。井下涌水及生产废水依靠巷道坡度自流，经各中段排水沟汇入水仓，自流进入井底水仓进行沉淀，采用机械排水方式。后期深部***m 以下：采用多级机械接力排水，设置井底***m 井底车场附近设置主水仓，****m 水平设置中间分段水仓。井下水依靠巷道坡度自流，经各中段排水沟汇入水仓，通过竖井敷设的专用排水管道集中提升至地表。

（7）矿山运输

前期浅部-100m 以上：井下各中段采矿工作面采出的矿石，采用轨道运输，中段运输采用电机车牵引矿车，各中段矿石从各中段采场出矿，由矿车运输至各中段溜井，通过各中段溜井装矿后，由电机车牵引通过平巷运输后，通过盲斜井和斜井提升至地表后运输至选厂。后期深部***m 以下：井下各中段采矿工作面采出的矿石，经采场出矿巷道、分段溜井（或电耙）汇集至阶段运输大巷，由矿用电机车牵引矿车（或无轨铲运机转运），运送至井底车场矿石溜井，经溜井卸入竖井箕斗，由主竖井提升系统垂直提升至地表后运输至选厂。

（8）充填系统

推荐在地表建充填站，采用全尾砂+水泥进行充填。在选厂新建全尾砂压滤系统，充填料经充填工业泵加压后通过充填管网输送至采场充填。采场出矿结束后，分为 2~3 次进行充填。

1.3.2.4 拟建生产规模、矿山服务年限

(1) 生产规模和服务年限

根据矿山资源量规模、矿山建设外部条件及相关要求等，《方案》推荐生产规模**万 t/a。矿山服务年限 18a（基建期 2 年），可满足矿山长期生产发展需要。

(2) 选矿和产品方案

推荐采用先浮选铅→再浮锌→金浮选工艺流程。最终可获得铅精矿（含 Pb***，Zn***，Ag****）；锌精矿（含 Zn***%、铅**%）；金精矿（Au 含量****；Ag 含量*****）。选矿回收率金***%、银***%、铅***%，锌***%，选矿综合回收率***%，共伴生矿产综合利用率***%。金选矿回收率指标达到自然资源部最低“三率”指标要求。

1.3.2.5 资源综合利用

本次对于氧化矿和+**m 以上原生矿暂不设计利用，该方案符合相关政策与环保要求。本次设计将资源储量核实报告估算的+**m 以下金、银、铅锌原生矿均进行了开发利用。矿区 3 种共生组分银、铅、锌综合利用率**%。达到自然资源部“三率”指标要求。

1.3.2.6 设计井巷工程

矿山于 2025 年委托湖南有色金属研究院有限责任公司，在原有采矿权范围基础上，编制了猫儿岭金矿初步设计和安全设施设计。该设计在充分利用矿山已有斜井开拓系统基础上，设计新增 3#盲斜井，在+**m 中段平巷端部 X: *****, Y: *****沿 140°开掘盲斜井，倾角 25°，作为+***m 以下各中段运输巷道、进风巷和安全出口。本次方案综合考虑核实报告估算矿体赋存情况及初步设计和安全设施设计情况，充分利用矿山已有井巷工程和初步设计中设计巷道。-**m 以上井巷工程分布见图。

图 1-3-2 设计井巷工程示意图（-100m 以上）

本次矿区-**-**m 以下深部详查圈定矿体赋存标高-***m 至-***m。深部继续采用斜井开拓，工程量大，需几段斜井接力运输。结合矿区已形成的浅部井巷工程，深部矿体开采可考虑斜井+盲斜坡道、明斜井+盲斜井、竖井开拓方案。其中斜井+盲斜坡道和斜井+盲斜井投资高，基建时间长，且运距大，运输成本高。采用竖井开拓则相对基建工程量最小，运维成本偏高，符合未来生产运输要求。矿山委托湖南有色金属研究院有限责任公司与 2025 年编制了深部扩界论证报告，该报告亦推荐对深部矿体开采采用竖井开拓。本方案结合矿体赋存情况及已形成井巷工程，设计深部矿体采用竖井开拓。主竖井位于矿区东部，井口坐标：X=*****，Y=*****，井口标高+***m，落底标高-***m。回风竖井位于矿区南部，井口坐标：X=*****，Y=*****，井口标高+****m。深部井巷工程见图 3.4。

图 1-3-3 设计井巷工程示意图（-100m 以下）

综上所述，本方案设计井巷工程全部位于申请矿区范围内，面积***km²，分布标高：+*****m~-*****m。其中井巷工程最高处为浅部主斜井井口（标高*****m），最低处为深部主竖井底水窝（标高-***m）。

图 1-3-4 井巷工程分布示意图

表 1-3-2 方案设计开拓巷道范围坐标表

拐点号	X	Y	拐点号	X	Y
1	*****	*****	8	*****	*****
2	*****	*****	9	*****	*****
3	*****	*****	10	*****	*****
4	*****	*****	11	*****	*****
5	*****	*****	12	*****	*****
6	*****	*****	13	*****	*****
7	*****	*****	/	/	/

本次矿山进行深部扩界，未来矿山将重点开采-***m 以下的资源，通过与矿山协商了解，现有的开拓系统无法满足未来深度开采需求。浅部矿体采用斜井+盲斜井开拓，深部矿体采用竖井开拓。浅部和深部生产系统通过盲斜井、联络巷等关键工程联系。

未来矿山深部开采时，现有的斜井无法满足提升需求。考虑深部尽快基建投产，充分利用浅部现有明斜井、盲斜井、石门、采区巷道减少重复掘进，控制投资，深浅部提升、运输、通风、排水、供电、行人系统独立又连通，保障生产互不干扰。深部竖井服务深部矿体，浅部斜井系统继续承担浅部生产、辅助作业、应急通道功能。

本次设计后期矿山深部开采采用竖井开拓，在考虑经济性的基础上本次设计布置两条竖井，其中混合竖井位于矿区东北侧，井口标高+310m，井底标高-680。回风竖井位于矿区南侧，井口标高+286m，井底标高-660m。本次设计的最高井巷工程为混合竖井，井口标高+310m，最低井巷工程为混合竖井的落底，标高为-680m，本次设计的所有井巷工程均位于矿区范围之内，也位于本次拟申请的采矿权平面范围和标高范围之内。

根据矿山地质条件、矿岩物理力学性质，工程及水文地质情况，并参照类似矿山数据确定矿岩移动角。设计岩移动角为：表土层 45°，基岩为 70°。根据矿体走向、倾向及倾角用作图法圈定矿体开采后的移动监测范围，虑本矿采用充填法进行开采，及时处理采空区，矿山开采基本不会导致地表岩石移动，圈定的岩石移动监测范围仅作参考。圈定岩层移动范围详见“地形地质叠合图”。其中主井位于岩石移动范围外，不压占储量资源，还能保障安全生产和提升能力，开采的矿石均由周边向中部的主井汇集，井下基本不存在反向运输，整体运输功小。另外，该区域相对位置较低，可以有效降低主井的深度，从而节省投资并节约提升成本，因此井巷工程选址基本合理。

方案设计的已有井巷工程和方案新设计的井巷工程分布范围均位于矿区范围内，符合相关要求。

1.3.2.7 选矿方案

本方案推荐矿山未来采用采用先浮选铅→再浮锌→金浮选矿方法，金选矿回收率综合达 83.3%，银选矿回收率综合达 90.2%，铅选矿回收率 85.8%，锌选矿回收率 79.2%。本次设计的回采率金矿指标达到了自然资源部关于金选矿回收率最低指标要求。方案设计选矿方法和选矿回收率符合相关标准要求。

1.3.2.8 产品方案

由上所述，本方案推荐选矿方法最终可获得铅精矿、锌精矿和金精矿。本次推荐方案选矿产品为铅精矿、锌精矿和金精矿，其中铅精矿含 Pb60.0%，Zn4.0%，Ag2692.1g/t，铅精矿产品质量等级为 2 级；锌精矿含 Zn41.1%、铅 1.14%，锌精矿产品质量等级为 7 级；金精矿中砷的质量分数为 18.2%为含砷金精矿，Au 含量 20.0g/t 为九级品，Ag 含量为 398.1g/t。

1.3.2.9 厂址的选择

根据开发利用方案：矿山现在已经建有较为完善的地面生产系统和开拓系统，地设施不需改造，设计利用原有的工业场地及废石堆场。

根据矿山开采工艺，原生矿的选矿及尾矿排放利用湖南宝山有色金属矿业有限公司选厂和尾矿库，所以，本矿不需要考虑选矿厂和尾矿库场所。

见插图 1-3-2、1-3-3

插图 1-3-5 湖南省桂阳县猫儿岭金矿地形地质及井上井下工程叠合图

插图 1-3-6 开拓系统纵投影图

1.3.3 生态保护修复现状

矿山于 2020 年 9 月 25 日组织矿山生态保护修复工作进行了验收，原废石 FS1 已复垦，FS2 利用为现有的临时堆矿场；2022 年起，矿山重视绿色矿山建设，由于未进入生产阶段，尚未申请省级绿色矿山，主要开展了相关的地形地貌景观工程，露天采场进行了复垦，修建井下涌水排水沟和废水处理站，公路边坡修建挡墙等工程，具体内容如下：

1.3.3.1 地形地貌景观修复工程

根据矿山生产需要结合《矿山生态保护修复方案》及绿色矿山建设方案，本验收期内矿山实施的地形地貌景观修复工程主要为新建绿化区 3 处，其基本情况为：

绿化区①：该工程位于矿区主井口工业广场入口处，在矿山主井口工业广场改造建设完成后，为保护矿区生态环境，改善地貌景观，矿山于 2023 年 4 月新建该绿化带，现场调查量，该绿化带总面积约 2762m²，主要修复措施为场地平整后，采用砖砌围挡，回填覆土，地面种植香樟、红叶石楠并播撒草籽建设为绿化带，现场调查植被成活率约 95%，矿山介绍并结合市场行情，该工程综合单价约 30 元/m²，共投入治理费用约 8.29 万元，该处绿化带美化亮化了矿区生态环境，改善了矿区地形地貌景观。

图 1-3-7 主井工业广场绿化带

绿化带②：该工程位于办公生活区 G1，办公楼旁，为保护矿区生态环境，改善地貌景观，矿山于 2023 年 4 月新建该绿化带，现场调查并简易测量，该绿化带总长约 22m，宽约 2.5m，主要修复措施为场地平整后，采用砖砌围挡，回填覆土，地面种植桂花树、香樟、红叶石楠并播撒草籽建设绿化带，现场调查植被成活率约 95%，矿山介绍并结合市场行情，该工程综合单价约 420 元/m，共投入治理费用约 0.92 万元，该处绿化带美化亮化了矿区生态环境，改善了矿区地形地貌景观。

图 1-3-8 办公生活区绿化带

绿化带③：该工程位于矿区西部主井口工业广场入口处，在矿山主井口工业广场改造建设完成后，为保护矿区生态环境，改善地貌景观，矿山于 2023 年 4 月新建该绿化带，现场调查并简易测量，该绿化带总长约 70m，平均宽约 2m，主要修复措施

为场地平整后，采用砖砌围挡，回填覆土，地面种植香樟、红叶石楠并播撒草籽建设绿化带，现场调查植被成活率约 95%，矿山介绍并结合市场行情，该工程综合单价约 340 元/m，共投入治理费用约 2.38 万元，该处绿化带美化亮化了矿区生态环境，改善了矿区地形地貌景观。

图 1-3-9 办公生活区绿化带

综上，本验收期内矿山在地面基础设施技能改造和绿色矿山建设过程中，矿山组织在办公生活区、工业广场内共新建绿化区 2762m²，绿化带 2 条，总长约 92m，共投入治理费用约 11.59 万元，新建绿化带较好的改善了矿区地貌景观，美化亮化了矿区环境。

1.3.3.2 土地复垦与生物多样性修复工程

根据以往验收资料及现场调查，2020 年 9 月矿山对不再使用的 FS1、FS2 废石堆进行覆土复垦，复垦面积约 3500m²，现场调查，废石堆已覆土 0.3m，对 FS1 废石堆铺满草皮，效果明显；对 FS2 废石堆土 0.3m，撒播草籽，现作为临时堆矿区 FS2 使用。

矿山以往形成露天采场总面积约 2.9718hm²，以往已复垦为林地区域面积 1.0980hm²，底盘区域面积约 2.9718hm²，矿山根据生产需要结合《矿山生态保护修复方案》，本验收期内矿区共组织实施 1 处土地复垦工程：

复垦区①：位于露天采场 LC 底盘位置，矿山于 2023 年 8 月播撒冬芒草、白茅草混合草籽复垦为草地，现场调查植被成活率约 95%，该工程复垦面积约 2.9718hm²，土地复垦工程实施后进行管护，补种植被；现场调查复核，该复垦区目前复垦效果良好；矿山介绍并结合市场行情，该复垦工程综合单价约 1 万元/hm²，投入治理费用约 1.87 万元。根据原生态修复方案，该区域未来复垦为林地。

图 1-3-10 露天采场复垦现状

本验收期内矿山实施的土地复垦工程，有效修复了以往矿业活动损毁的土地资源，既美化亮化矿区环境的同时使破坏了的植被、生态环境得到了改善。

1.3.3.3 水资源、水生态的保护与修复现状

本验收期内矿山水资源水生态修复与改善工程主要为新建 1 座矿山涌水处理站、1 条排水沟，其基本情况为：

矿区涌排水量较大，且砷含量较高，涌排水直接排放容易造成区域水环境砷超标。为此，矿区建设有矿山，日处理能力为 800t/h，采用聚合氯化铝、聚丙烯酰胺、石灰等试剂进行絮凝沉淀，以达到降低涌排水中砷含量的目的，再行排放进入花桥河。根据矿山资料，处理站于 2022 年建成，投资约 250.43 万元。根据矿山资料，矿山近 4 年来投入污水处理药剂费用总共约 220 万元。

图 1-3-11 废水处理站

排水沟：为有效收集井下涌水，矿山在副井口和之间修建排水沟，排水沟沟壁及底部为砖砌，水泥砂浆抹面，排水沟总长约 160m，排水沟断面为矩形，宽约 0.8m，深约 0.6m；矿山介绍并结合市场行情，该排水沟综合单价约 300 元/m，共投入治理费用约 4.8 万元；现场调查排水沟无明显开裂变形和渗漏现象，将井下涌水收集后排放至废水处理站，经再次治理后达标排放，治理效果良好。

图 1-3-12 副井口排水沟

综上，本验收期内矿山新建 1 座废水处理站，投入治理费用约 250.43 万元，污水处理药剂费用总共约 220 万元；新建排水沟 1 条，总长约 160.0m，投入治理费用约 4.8 万元；矿山水资源水生态修复与改善工程共投入治理费用约 475.23 万元，对矿山废水废液更好地治理后达标排放，较好地保护了矿区内水资源水生态环境。

1.3.3.4 矿山地质灾害防治及监测工程

1、地质灾害工程

本验收期内矿山实施的地质灾害防治工程主要为新建挡墙 3 处，基本情况为：

挡墙①：该工程位于办公生活区 G1，办公楼区后方，矿山于 2024 年 1 月在边坡坡脚设置挡墙支挡，挡墙总长约 135m，现场调查并简易测量，该处挡墙地面净高 1.5m，采用浆砌块石，水泥抹面，总浆砌块石方量约 135m³，现场调查挡墙未见明显墙体开裂变形现象，该工程综合单价约 400 元/m³，投入治理费用约 5.4 万元，该工程较好保证了办公楼北侧边坡稳定，预防了地质灾害的发生。

挡墙②：该工程位于矿区西北部，矿山于 2024 年 10 月在边坡坡脚设置挡墙支挡，挡墙总长约 204m，现场调查并简易测量，该处挡墙地面净高平均约 1.8m，采用浆砌块石，总浆砌块石方量约 178.5m³，现场调查挡墙未见明显墙体开裂变形现象，该工程综合单价约 350 元/m³，投入治理费用约 6.25 万元，该工程较好保证了道路一侧土质边坡稳定，预防了地质灾害的发生。

挡墙③：矿区西北部，矿山于 2024 年 10 月在边坡坡脚设置挡墙支挡，挡墙总长约 44m，现场调查并简易测量，该处挡墙地面净高平均约 1.6m，采用浆砌块石，总浆砌块石方量约 38.5m³，现场调查挡墙未见明显墙体开裂变形现象，该工程综合单价约 350 元/m³，投入治理费用约 1.35 万元，该工程较好保证了道路一侧土质边坡稳定，预防了地质灾害的发生。

综上，本验收期内矿山共新建挡墙 3 条，总长约 383m，投入治理费用约 13 万元；本验收期内矿山地质灾害防治工程共投入治理费用约 13 万元；矿山实施的挡墙和边坡防护工程较好地保证了矿区内边坡稳定，预防了地质灾害的发生，治理效果良好。

1.3.3.5 其他工程

本验收期内矿山实施的其他修复工程主要为标识标牌工程，简述如下：

为贯彻绿色发展、生态保护理念，本验收期内矿山在矿区内新增设置了较完善的生态保护宣传、警示标语共 20 处，现场调查矿山新设的标识标牌字迹清晰、图面整洁，安全稳定，无明显歪斜；矿山介绍并结合市场行情，每处警示标语平均费用约 0.1 万元，共投入费用约 2 万元，较好的起到了警示作用，保护了矿区生态环境。

1.3.3.6 矿山生态环境监测工程及效果

本验收期内矿山组织对矿区内生态环境进行持续监测，主要监测工程有：

①水资源水生态监测工程：矿山为地下开采矿山，开采矿种为金、银、铅、锌矿，根据矿山生态保护修复方案，矿山矿坑水有害物质含量少，矿山废水中有害物质主要为重金属，经废水处理站治理后对周边水生态水环境影响轻；现场调查矿区内废水经矿区内沉淀池治理后排出矿区，为监测矿山排放废水对周边生态环境的影响，本验收期内安排专人对矿山排放废水水质进行现场监测，主要监测浑浊度、气味、颜色等不借助仪器即可分辨的水质清理，对矿山废水排放主要流经区域周边植被、地表水体内

鱼虾等成活情况进行监测，在出口处设置废水水质检测监测点 1 处，水质监测频率为每月一次；除人工巡查外，本验收期内矿山委托湖南兆晨环境科技有限公司对矿山排放废水水质进行取样检测；矿山实施的水资源水生态监测工程较好地保护了矿区内水生态环境。矿山介绍，水质委托检测费用约 0.2 万元/次，本验收期内水资源水生态监测工程共投入治理费用约 4.8 万元。

②土壤监测工程

矿山生态保护修复方案以来未进行开采，本次工作，矿山委托监测单位对露天采场和两处工业广场下游的土壤进行了检测，检查点 3 处，检测费用约 0.2 万元/次，本验收期内土壤监测工程共投入治理费用约 0.6 万元。

③地质灾害监测工程：矿山为地下开采矿山，矿山需要做好地面变形的监测工作，对塌陷造成的地质灾害最大程度地拉地质灾害隐患减少经济损失，避免人员伤亡。

矿山主要派专人在未来采空区上方开展巡查工作，采用简易观测手段及时反佛（主要监测手段是目测地面是否有变形、塌陷问题）。人工巡查频率一般情况下每月在雨季每月两次，暴雨或汛期宜每周一次，并安排矿山测量技术人员每季度测量一次，如遇险情及时采取措施，有效保护了矿区内职工、村民生命财产安全。近 1 年来，监测工程投资约 1.2 万元。

④植被监测工程：矿区内地表植被主要为林地，本年度矿山安排在矿山地面活动区域周边、矿山废水排放溪沟两侧林木植被等区域共设置巡查监测点 5 处，主要为监测手段为人工巡查，巡查频率为每月一次，监测植被是否有大面积明显枯萎死亡；并对矿山前期复垦复绿区植被成活率、生长情况进行监测管护，对未成活植被及时补种，并浇水施肥。植被监测工程投资约 2 万元。

矿山监测工程共投入费用约 8.6 万元。

经走访、调查当地村民，并召开当地村民座谈会，认为现状条件下矿山采取以上生态保护修复工程及监测工程后，矿山开采所造成的生态问题对矿区周边人居环境的生产生活影响较小。

综上，本验收期内实施的生态保护修复工程主要为土地复垦工程，生态环境监测工程等，共投入生态保护修复费用约 512.29 万元，以上生态保护修复工程及效果达到了《矿山生态保护修复验收规范》（DB43/T 2889-2023）要求，较好地保护了矿区生

态环境，矿山本验收期内主要生态保护修复工程及费用统计见表 1-3-3。

表 1-3-3 本验收期内矿山生态保护修复工程及费用统计表

工程类别	分项工程	实施时间	工程量	单价	投资额 (万元)	生态保护 修复成效
地形地貌景观修复工程	新建绿化区 (m ²)	2023 年 4 月	2762	30	8.29	良好
	新建绿化带 (m)	2023 年 4 月	92	340~420 元/m	3.3	良好
土地复垦和生物多样性恢复工程	草地 (hm ²)	2025 年 3 月	2.9718	1 万元/hm ²	1.87	良好
水资源水生态修复与改善工程		2022 年	1	/	250.43	良好
	污水处理费	2022-2026			220	良好
	排水沟 (m)	2022 年	160	300 元/m	4.8	良好
地质灾害防治工程	挡墙 (m)	2024 年 1 月—2024 年 10 月	383	350~400	13	良好
其他工程	标识标牌 (处)	/	20	0.1 万元/处	2	良好
监测工程 (处)	水生态水环境监测	委托检测	24	0.2	4.8	良好
	土壤检测工程	委托检测	3	0.2	0.6	良好
	地质灾害监测工程	人工巡查每月一次	12	0.1	1.2	
	植被生态监测	人工巡查每月一次	4	/	2	良好
合计					512.29	

1.3.3.7 分期验收结论

本次对猫儿岭金矿的矿山生态保护修复工程分期验收工作，严格遵循了《矿山生态保护修复验收规范》（DB43/T 2889-2023）的要求进行，在修复工程质量及效果验收过程中参照了《矿山生态保护修复工程质量验收规范》（DB43/T2299-2022）。通过对矿山的实地调查和对当地民众的访问，逐项对该矿山生态保护修复工程和措施进行了勘验、检查和验收。

现状条件下，猫儿岭金矿现有的矿山生态问题已采取的保护措施有：在矿山技能改造和绿色矿山建设过程综合功能，新建绿化带等地形地貌景观修复工程；对矿山以往损毁且未来不再利用区域复垦复绿；在办公楼后方和道路内侧边坡坡脚新建挡墙支挡；在矿区内新建涌水处理站、截排水沟等废水治理工程；在矿区内完善标识标牌等其他工程；对矿区内生态环境进行监测等。

矿山生态问题得到了较好的治理恢复，根据本次调查成果，矿山现有生态保护修复工作基本能够满足《矿山生态保护修复验收规范》（DB43/T 2889-2023）要求，矿山主要生态环境问题得到了阶段性保护恢复；结合矿山所在的桂阳县仁义镇、平岗村村民委员会和村民代表意见（本验收期内矿山开采未损坏耕地，矿山开采未损坏房屋和其他基础设施，矿山开采未导致地表水漏失，井泉水下降或干枯，矿山现有生态保护修复工程治理效果良好）、桂阳县自然资源局初步验收意见，对照验收规范中附表 D.2 矿山生态保护修复分期验收结论表，综合确定该矿矿山生态保护修复的验收结论为合格。

1.3.3.8 矿山生态保护修复年度验收结论

本验收期内矿山按要求及时填报了矿山生态保护修复计划，并严格对照生态保护修复方案和年度修复计划开展矿山生态保护修复工作，桂阳县自然资源局按照要求均及时组织了矿山 2023 年度、2024 年度、2025 年度矿山生态保护修复验收工作，验收结论均为合格。

1.3.3.9 矿山生态保护修复现状小结

综上所述，矿山已累计投资约 512.29 万元对矿区的生态环境进行了保护与修复，主要开展了地形地貌景观恢复、土地复垦、水资源、水生态的修复工程、地质灾害防治工程，保护了生态环境。开展了矿山地质灾害防治及监测工程，矿山总体生态保护修复现状为合格。

2 矿山生态环境背景

2.1 自然地理

2.1.1 地形地貌

(1) 地形

本区地处南岭中段，骑田岭北麓的丘陵地带。总的趋势是南高北低，山脊波状起伏，呈北东向展布，顶面较平坦。

矿区内最高点为龙狮顶，位于矿区中部，海拔标高 385.8m；最低处为花桥河，海拔标高约 215m，相对高差 185.8m。地形起伏不大，地势较平坦。

矿区内植被较发育，山坳及山麓均被松树及小型灌木所覆盖，基岩露头较少，多为残坡积物覆盖，覆盖层厚度为 0~40m。

图 2-1-1 猫儿岭矿区远景

(2) 地貌

矿山地貌成因与形态互为因果，依照不同的地貌成因类型，将图区地貌类型划为剥蚀侵蚀构造地貌和溶蚀构造地貌。其中，剥蚀侵蚀构造地貌又可细分为砂页岩丘陵地貌和岩浆岩丘陵地貌；溶蚀构造地貌主要为溶丘洼地。见图 2-2-2。

1) 剥蚀侵蚀构造地貌

①砂页岩丘陵地貌

主要分布于图区西北角莲花坪、中部邦里一斜角岭、东部肖家冲-下马塘—王泗村一带。主要由二叠系龙潭组、孤峰组的砂岩、页岩和硅质岩等组成，山脉走向与构造线一致，呈北北东向。海拔高程一般为 210—385m，相对高差 30—50m，地形较缓，坡度 8-20°。山顶较圆，山脊呈长条状，沟谷呈 U 字型，植被发育。

照片 2-1-1 砂页岩丘陵地貌

照片 2-1-2 岩浆岩丘陵地貌照片

②岩浆岩丘陵地貌

主要分布于图区中部的猫儿岭、腊树下等地，由猫儿岭岩体和腊树下岩体的花岗闪长斑岩组成。地表花岗闪长斑岩强风化呈疏松状灰白色高岭土夹石英颗粒，强风化厚度可达 10—30m。海拔高程一般为 220—375m，地形坡度 10-20°。山顶多呈圆形，缓坡，陡坎处易崩塌，沟谷呈 U 字型，植被发育。

2) 溶蚀构造地貌

区内溶蚀构造地貌主要为溶丘洼地。大面积分布于图区，如图区中部的腊树下-大坊，东部的王泗村—平岗村—雷家坊、侯家村—昭金村一带。海拔高程 390~214m。主要由石炭系梓门桥和壶天群白云岩、栖霞组灰岩组成，溶沟、石芽较发育，沟谷较开阔平缓，谷中一般有地表迳流。

照片 2-1-3 溶蚀构造地貌

图 2-1-2 地貌图

2.1.2 气象

矿区属亚热带湿润季风气候，特点是气候温暖，四季分明，热量充足，雨水集中，春温多变，夏秋多旱，严寒期短，暑热期长。

根据桂阳县气象站资料（1981—2025 年），区内多年平均降雨量 1484.37 毫米。年内降雨量的分配很不均衡，降雨多集中在 4—6 月，多年平均雨季降雨量 644.2 毫米，占全年总降雨量的 43.4%，最高年份达 68%。据记载，矿区日最大暴雨量 121.9 毫米，1973 年 8 月，连续降雨 12 天，降雨量达 214 毫米。由于降雨量集中，雨季常发生山洪暴发；11 月至次年 1 月降雨量稀少，仅占 13%，河溪及地下水表现为枯水期。

表 2-3-1 年降雨量统计表

序号	年份	降雨量 (mm)	序号	年份	降雨量 (mm)	序号	年份	降雨量 (mm)
1	1981	1742.10	16	1996	1438.80	31	2011	1022.70
2	1982	1593.50	17	1997	2077.80	32	2012	1711.60
3	1983	1639.20	18	1998	1376.80	33	2013	1475.00
4	1984	1292.60	19	1999	1674.70	34	2014	1193.10
5	1985	1382.90	20	2000	1501.40	35	2015	1652.60
6	1986	1218.80	21	2001	1756.00	36	2016	1750.10
7	1987	1400.00	22	2002	2094.90	37	2017	1474.00
8	1988	1263.80	23	2003	1176.50	38	2018	1396.10
9	1989	1353.40	24	2004	1321.00	39	2019	1801.40
10	1990	1505.30	25	2005	1356.50	40	2020	1466.80
11	1991	1172.00	26	2006	1821.90	41	2021	1635.00
12	1992	1444.30	27	2007	1421.20	42	2022	1323.10
13	1993	1300.50	28	2008	1140.10	43	2023	1412.30

序号	年份	降雨量 (mm)	序号	年份	降雨量 (mm)	序号	年份	降雨量 (mm)
14	1994	1772.60	29	2009	1317.60	44	2024	1485.5
15	1995	1620.60	30	2010	1387.80	45	2025	1612.4

表 2-3-2 月平均降雨量表

月份	月平均降雨量 (mm)	月份	月平均降雨量 (mm)	月份	月平均降雨量 (mm)
1	77.60	5	206.99	9	72.32
2	109.89	6	205.07	10	75.67
3	165.98	7	120.18	11	83.01
4	190.19	8	160.37	12	51.62

图 2-1-3 年降雨量分布图

图 2-1-4 月平均降雨量分布图

历年平均气温 17.5℃，其中 1 月平均气温 5.5℃，极端最低气温-7.5℃（1977 年 1 月）；7 月平均气温 28.4℃，极端最高气温 39.2℃（1988 年 7 月 19 日）。历年平均日照时数为 1527.8 小时，其中 7 月份历年平均 242.4 小时，2 月份 59.9 小时；太阳光年辐射总量为 112.90 千卡/平方厘米，其中春季占 23.3%，夏季占 37.34%，秋季占 23.4%，冬季占 15.9%。冬季盛行东北季风，偏北风占 69%；夏季盛行西南季风，偏南风占 65%；春季东北季风转向西南季风，秋季则相反。

全年平均相对湿度为 80%，相对湿度春季 83%，夏季 76%，秋季 76%，冬季 82%。湿度最大在 3 月份，高达 85%；最小在 7 月，只有 71%。历年平均霜冻天气为 14.7 天，初霜常出现在 11 月下旬到 12 月初，终霜在次年 2 月中下旬，全年无霜期为 277 天，最长的一年为 329 天，最短的一年为 215 天。

2.1.3 水文

矿区内无大的地表水体，只发育两个小的山塘，位于矿区东部一邦里倒转向斜核部龙潭组砂页岩隔水层中，与矿体之间的水力联系微弱。

矿区西侧发育花桥河，距离矿区约 500m；花桥河属于湘江二级支流，发源于桂阳县岭背冲北麓，自南向北经矿区西侧，流入舂陵江再汇入湘江。

照片 2-1-4 花桥河

花桥河筑有多级人工低坝，可供蓄水、发电、灌溉，花桥河在矿区以上河段汇水

面积为 171km²。在矿区附近，河床水面宽约 20m，水深 1.0—2.0m 左右，流量一般 3.65 万—362.88 万 m³/d，最大洪水流量 717.12 万 m³/d（1985 年 8 月 26 日），动态流量随降雨量变化而变化，变幅大。水化学类型为重碳酸钙镁水，pH 值 7.78，矿化度 0.23 克/升。

矿区周边其他水系主要为山塘和小溪，如：北侧腊树下小溪、东侧邦里小溪、南侧雷家坊小溪，均汇入矿区西侧的花桥河。以上小溪为季节性溪流，冬季流量急剧减少、极端时会断流。

矿区最低侵蚀基准面位于矿区西部花桥河，海拔标高约 215m。

花桥河~矿区，该区域广泛分布有石炭壶天群强岩溶含水层和二叠系梓门桥组中等岩溶含水层，此处这些岩溶含水层的岩溶发育程度较高，并形成了三个地下水的集中径流带，目前矿山排水条件下，该处岩溶地下水构成了矿坑充水的最主要来源，并且沟通了花桥河河水源源不断地流入矿坑，是未来矿山防治水最重要和关键的区域。

图 2-1-5 矿区水系分布图

2.1.4 土壤

矿山土壤主要由残坡积及冲洪积物组成，分布于山地及丘坡，厚度 0~15.0m，平均厚约 3m；冲洪积物为粘性土、砂土、砂砾土，分布于沟谷地带。

残坡积土壤从上而下为根叶土、腐植土、红黄色壤土及母质含碎石土、粉质粘土，红黄色壤土有机质约 6~20g/kg，富含钙质。根叶土、腐殖土、红黄色壤土、母质土，厚度分别为 0.05m、0.1~0.15m，0.8m，1m。冲洪积物上部为耕土，厚 0.3~0.5m，有机质约 10~20g/kg；母质土为粉质粘土，厚 0.5~1.5m。

图 2-1-6 矿区土壤

2.1.5 植被

桂阳是全省重点林区县之一，现有林业用地面积 281 万亩，占全县土地总面积 63.51%。到 2007 年底、2008 年冰灾前，全县有林地面积达 192 万亩，活立木蓄量 370 万立方米，森林覆盖率达到 55.53%。

根据现场调查，矿区地处低山丘陵地带，区内植被主要为天然次生林、人工林野生草本植物。林木种类有毛竹、马尾松、杉木、枫香、泡桐、樟树、刺槐、楠竹油茶、

板栗、桔树等。野生草本植物主要有茅草、冬青、蕨类等。农业作物主要是夏季水稻，早作物有油菜、红薯、黄豆等。矿区占地范围内林草等植被总覆盖率约为 775%。由于自然条件的综合作用，植被垂直分布较为明显，海拔较高的地区有杉、楠毛竹、油茶及常绿阔叶树种，以竹群落为主；海拔较平缓的丘陵地带，以马尾松、茶群落为主；平岗地区多分布刺槐、紫穗槐等抗瘠抗旱力强的树种。根据桂阳县资源局及桂阳县林业局的查询结果，矿区与森林公园、自然保护区均无重叠，矿区属于自然保护区等需要特殊保护的区域，未发现珍稀或濒危树种；矿山范围内无生公益林分布。矿山范围内未发现国家及省重点保护野生动植物，未发现需要特殊保护的野生动植物分布区。

2.2 地质环境

2.2.1 地层岩性

矿山出露地层出露的地层较简单，从老到新有：石炭系下统梓门桥组、中上统壶天群、二叠系下统栖霞组、当冲组、上统龙潭组和第四系：

2.2.2.1 石炭系下统梓门桥组（Cz）

主要分布在猫儿岭、猫儿岭背斜核部。是矿区氧化、原生岩金矿和铅锌银矿的主要赋矿层位。该地层走向为北东南西，倾向南东，倾角为 45°。下段（C1z1）：灰黑厚~巨厚层状微晶~粗晶白云岩，常呈角砾状（又称碎裂白云岩），含单体珊瑚化；中上部偶夹黄绿色薄层砂质页岩、泥岩。上段（C1z2）：灰白色厚层状泥晶白云岩夹钙质白云岩。组厚 170~210m。

2.2.2.2 石炭系中上统壶天群（C₂₊₃ht）

在区内广泛出露。岩性为灰白色厚层状中~粗晶白云岩，中上部细晶白云岩及白云质灰岩。该层岩石为本区矿体赋存的主要岩石层位，主要铅锌矿体赋存于下部白云质灰岩的层间破碎带内。厚约 180~350cm。走向为北东南西，倾向南东，倾角为 47°~55°。与下伏地层梓门桥组整合接触。根据大坊矿区施工的钻孔资料，岩溶发育中等，主要为溶蚀裂隙，溶洞少而小，呈半充填状态，充填物主要为一些棕褐色泥土或溶蚀灰岩的碎块、细砂等。

2.2.2.3 二叠系下统栖霞组（P₁q）

呈条带状分布于猫儿岭矿段南东部，以灰色至浅灰色厚至巨厚层细粒灰岩夹白云质灰岩为主，并含燧石条带及燧石结核，局部夹岩质页岩及角砾状灰岩。厚约 50~80m。

走向为北东南西，倾向南东，倾角为 67°。与下伏地层壶天群组整合接触。

2.2.2.4 二叠系下统当冲组 (P_{1d})

呈条带状分布于猫儿岭矿段南东部，为猫儿岭向斜核部地层，岩性下部为棕褐色硅质页岩，灰色含铁质钙质硅质岩；上部为灰黑色，黑褐色薄~中厚层状含铁锰质硅质岩。地表浅部经次生淋滤可富集成锰矿。厚约 30~50cm。向斜轴面西倒东倾，倾向 100°~130°，倾角 18°~40°。与下伏地层栖霞组整合接触。

2.2.2.5 第四系 (Q)

在矿区内地表广泛分布。由石炭系下统梓门桥和中上统壶天群白云岩及花岗闪长斑岩风化而成，因地貌等风化条件不同，土层厚度不一，与下伏各地层均呈角度不整合接触。上部腐殖土层呈黄褐色~棕黑色~褐黑色，由粘土、亚粘土、砂土及砂粒组成，富含腐殖质及植物根系，厚度 0~15.0m。在矿区内少见，零星分布于地势低洼处和坡角附近。下部红土层，砖红色~黄褐色~黑褐色，矿物组成以粘土矿物为主，含少量砂粒矿物及 Fe、Mn 质结核，多呈粒状结构及蜂窝状结构，疏松多孔，渗透性能好。土体呈较连续的层状或以层状分布，层厚 0~40m。红土层中局部夹有透镜状或扁豆状的黑土，夹层厚度一般为 0.5~6m，在岩溶沟处，土层变厚。红土层是土型 Au 赋存的主要层位，其中的黑土夹层及梓门桥组、壶天群白云岩或灰质白云岩的岩溶沟处的黑土层和 Fe、Mn 结核层是 Au 的高富集部位。

2.2.3 岩浆岩

矿区出露的岩浆岩主要是花岗闪长斑岩，猫儿岭矿段出露岩体 6 个，钻孔揭露深部有花岗闪长斑岩脉。岩体沿北西向断裂侵入，使岩体群走向为北西，倾向北东，倾角上部 60°~80°，向下倾角变为 30°~50°，多呈不规则的岩脉状、岩豆状等，出露面积几百平方米~0.05 平方公里不等，岩体群在地下连为一体，有分枝复合现象。

2.2.4 地质构造

工作区处于大坊矿区 II 级六合~仁义复式倒转向斜北端两翼，由一系列 III 级倒转背、向斜及断裂构造组成。矿区主构造线呈 NNE 向或近 SN 向展布，褶皱构造自西向东有猫儿岭背斜、八里冲向斜、邦里向斜。断裂构造主要有 F1、F2、F3 等。

(1) 褶皱构造：

①猫儿岭背斜

隐伏于 F2 断层的下盘，不对称状。局部倒转，轴面西倒东倾，西翼地层产状陡，东翼缓，形态完整。背斜核部出露地层为梓门桥组白云岩，轴线呈 NE 方向，总体上由北向南侧伏下沉，侧伏角 10°左右。

②八里冲向斜

发育在猫儿岭背斜以东。向斜核部地层由壶天群白云岩组成，两翼为梓门桥组白云岩。轴面西倒东倾，东翼地层陡，西翼地层缓。向斜总体往北扬起，往南开阔下沉，中间被 F3 断层斜切，形态不完整。

③邦里向斜

位于矿区东部。核部地层为龙潭组砂页岩，两翼分别由当冲组硅质岩、栖霞组灰岩和壶天群白云岩组成。向斜轴面西倒东倾，倾向 100°~130°，倾角 18°~40°。

在矿区近围，邦里向斜以东洞水塘发育一较大规模的背斜构造，核部地层为泥盆系上统砭矿山组上段粉砂岩、砂页岩，两翼由砭矿山组下段厚层白云岩、白云质灰岩、孟公坳组下段巨厚层灰岩及上段泥质灰岩等组成。背斜轴向 NNE 向 SSW 侧伏，背斜南端延伸出图。

(2) 断裂构造：

矿区断裂构造依其走向有 SN、EW、NE、NW 四组。其中 SN 组断裂 F2、F3 多为走向逆断层，属早期构造，断面倾向东，倾角 40°~50°，具有多活动特点，既是本区导矿构造，又是导矿及容矿构造：EW 组断裂 F1 横切地层及南北向构造，断面倾向南，倾角 70°左右，为张性正断层：NE 与 NW 组：NE 与 NW 向两组断裂在矿山范围内广泛发育。表现为张性~张扭性断裂性质。破碎带常见次棱角状、似圆状的角砾岩，角砾大小不一，胶结较疏松。破碎带多被后期含矿热液充填，形成多金属硫化物矿脉，是主要容矿构造之一。

其中 NW 向含矿断裂在猫儿岭矿段尤其发育，为主要控矿断裂，呈北该组断裂，呈北西 310°~320°走向，倾向 40°左右，倾角在 60°~70°之间。在走向上呈向北西收敛，向南东展开的“扫帚”组合形态，它不但控制了猫儿岭花岗闪长斑岩的分布，而且控制了地表含金黑土带及断裂两侧含金花岗闪长斑岩中的金矿体分布，同时深部的 101N、101S、106 等金银铅锌矿脉均受此组断裂控制。

综上所述，矿井构造复杂程度属中等类型

2.2.5 水文地质条件

2.2.5.1 含水层和隔水层

(1) 含水层特征

1) 松散岩类孔隙水含水层 (Q)

该含水层遍布全区，覆盖于基岩表面，厚度 0-40m。分为冲洪积层、残坡积层，以及人工堆积层。其中冲洪积层主要分布在花桥河两岸，岩性为灰褐色、灰黄色粉质粘土，厚度 0-13m；残坡积层在工作区地表上广泛分布，岩性为棕红色或红褐色粘土、粉质粘土夹碎块石，厚度 0-27m；人工堆积层主要分布在矿山西南部猫公岭-邦里坳一带，主要为矿山尾矿堆积的碎块石，厚度 0-32m。含水性及透水性较差，未见泉出露，富水性弱。

2) 二叠系中统栖霞组碳酸盐岩裂隙岩溶含水层 (P₂q)

呈条带状分布于矿区东部和南部区域，构成邦里倒转向斜的翼部。岩性为灰色至浅灰色厚至巨厚层细粒灰岩夹白云质灰岩，含燧石条带及燧石结核，局部夹炭质页岩及角砾状灰岩，厚 18~195m。岩溶发育，泉流量一般为 0.15—4.16L/s，最大可达 20.14L/s (S124, 1985 年 10 月 31 日)。富水性中等。

pH 最小值为 7.66, 最大值 8.06, 平均值 7.803。温度最小值 18.5℃, 最大值 21.8℃, 平均值 19.95℃。电导率最小值 359, 最大值 492, 平均值 425.5。

3) 二叠系下统-石炭系中上统壶天群碳酸盐岩裂隙岩溶含水层 (CPH)

广泛分布于矿区北部和西部。岩性为白云岩、白云质灰岩，颜色较浅，灰~灰白色、白色，中细粒~粗粒结构，厚层状。白云岩风化表面如刀切，经强风化可呈砂粒状，蚀变后多形成白云石大理岩，局部形成矽卡岩化白云岩，厚 160~350m。

照片 2-2-1 壶天群中出露的侵蚀下降泉

在该层钻进的 85 个钻孔中遇溶洞 66 个，溶洞总高 190.63m，最大溶洞高达 10.84m，一般溶洞高 2.56—6.54m。泉流量一般 0.01—3.17L/s，最大可达 38.89L/s（S007，1970 年 05 月 15 日）；钻孔涌水量 0.170—7.580L/s，单位涌水量 0.003—3.498L/s.m。富水性强。

4) 石炭系下统梓门桥组碳酸盐岩裂隙岩溶含水层 (C_{1z})

主要分布于西部大磊上、北部猫儿岭背斜一带。分上中下三段：

上段为角砾状或碎裂状白云岩，方解石胶结，厚度约 80m。

中段为白云岩夹薄层钙质泥岩，厚约 80m；其中，钙质泥岩铅直厚度为 3.84m（高程 101.37m—105.21m），具有一定的隔水作用。

下段为白云岩、白云质灰岩，厚度约 40m。岩石性脆，节理发育，岩溶发育，根据钻孔统计，在该层钻进的 72 个钻孔中遇溶洞 17 个，溶洞总高 37.02m，溶洞高度在 0.6~12.32m 之间，一般溶洞高度为 1.0~4.25m，岩溶发育。泉流量一般 0.01—0.05L/s，最大可达 1.5L/s（S010，1971 年 12 月 17 日）8；钻孔涌水量 0.062—4.883L/s，单位涌水量 0.002—0.536L/(s.m)。综合泉水流量和钻孔单位涌水量，确定该含水层富水性中等。

(5) 石炭系下统石磴子组碳酸盐岩裂隙含水层 (C_{1s})

在矿区地表未出露，为深埋的碳酸盐岩裂隙含水层，岩性上部为灰黑、深灰色灰岩、泥质灰岩，下部为灰黑、深灰色灰岩含燧石结核或条带，厚 142—594m。

钻孔抽水试验，降深 145.620m 时、涌水量 0.24L/s，单位涌水量 0.002L/s.m，渗透系数 4.96×10^{-3} m/d、导水系数为 0.3986m²/d、弹性给水度为 5.4×10^{-5} ，富水性弱。但在断裂带和岩体接触带附近，可能存在较丰富的岩溶裂隙水。

(2) 隔水层

1) 二迭系上统龙潭组砂页岩隔水层 (P_{3lt})

分布于矿区东部平岗岭-邦里一带，呈北东向展布，构成邦里倒转向斜的核部。上部为灰~褐色砂页岩互层，含黄铁矿结核；下部为厚层细砂岩夹页岩或炭质页岩，厚 30~100m。泉流量一般为 0.02—0.394L/s，富水性弱，可视为相对隔水层。

pH 最小值为 7.73，最大值 8.94，平均值 8.335。温度最小值 20.4℃，最大值 21.9℃，平均值 21.15℃。电导率最小值 295μs/cm，最大值 321μs/cm，平均值 308μs/cm。

2) 二叠系中统孤峰组硅质岩、硅质页岩隔水层 (P_{2g})

分布于矿区东部平岗岭-邦里一带、邦里倒转向斜的两翼，以及矿区西南部大坊村一带。岩性上部为灰黑色、黑褐色、薄~中厚层含铁锰质硅质岩，隐晶质结构；下部为棕褐色硅质页岩、灰色含铁质钙质硅质岩，厚 30~50m。该层浅部含贫乏风化裂隙水，泉流量一般 0.037—1.688L/s；深部裂隙闭合，含水微弱，可视为相对隔水层。

pH 最小值为 7.60，最大值 7.73，平均值 7.665。温度最小值 18.4℃，最大值 22.5℃，平均值 20.45℃。电导率最小值 416，最大值 470，平均值 443。

3) 石炭系下统测水组砂岩、砂质页岩隔水层 (C_{1c})

主要分布于矿区东南角，矿区内埋藏于梓门桥组 (C_{1z}) 以下。岩性为黄灰、深灰色细粒石英砂岩、粉砂岩、砂质页岩、炭质页岩夹灰岩。地表无泉水出露，富水性弱，为相对隔水层。

4) 花岗闪长斑岩隔水层

主要分布于矿区中部，由猫儿岭岩体组成，岩性为花岗闪长斑岩，呈岩株状和似脉状产出，脉幅有上大下小的趋势，局部呈蘑菇状超覆于白云岩之上。主要沿北西向断裂侵入，岩体走向北西，倾向北东，上部倾角 60-80°，往下倾角变为 30-50°，地表主要呈椭圆形，东部分支明显，其长轴呈北北西向延伸，长约 600 m，最大宽度 360 m，出露面积 0.22km²。

浅部风化层较厚的地区，存在贫乏的风化裂隙水；中深部裂隙不发育地带，富水性弱，可视为相对隔水层。

但在与可溶岩接触带及断裂带附近，存在较丰富的裂隙水。

2.2.5.2 构造导水特征

区内导水构造主要分为两类：断裂构造导水和背斜轴部构造导水：

1) 断裂构造导水性特征

区内断裂构造主要有 4 组：东西向、北北西向、北西西向和南北向等四组。其中，与矿区直接密切相关的主要为东西向的 F133 断层、北北西向的 F3 断层和北西西向的 F₁₃₋₁₇ 断层。

①东西向断裂-F133 断层

位于矿区南部大坊-邦里一带，呈近似东西向延伸，长约十公里，倾向南，倾角 70°，为北盘上升、南盘下降的张性平移正断层。该断裂带破碎带较宽，错断了多个地层、F2 断层、猫儿岭背斜轴部和邦里倒转向斜，并横穿了花桥河：

西段，分布在矿区西南部大坊附近—花桥河一带，该段导水性较好，该段断层主要分布在壶天群白云岩和白云质灰岩中，岩溶较发育，物探显示为带状低阻；

中段，分布在矿区南部宝山炸药库一带。该段断层主要位于地表分水岭附近，地势较高，地下水活动相对较弱。据 QK2 孔揭露，该段发育 4 层溶洞，以半充填—全充填为主，单个溶洞高 0.3—2.0m、总高 4.7m，线岩溶率 3%。经钻孔抽水试验，降深 $S=44.40\text{m}$ 时、流量 $Q=0.912\text{L/s}$ 、单位涌水量 $0.021\text{L}/(\text{s}\cdot\text{m})$ 、渗透系数 0.039m/d ，富水性弱；

东段，分布在矿区西南部的邦里倒转向斜核部，该段导水性最差，地层岩性主要为龙潭组和孤峰组的砂页岩和硅质岩夹页岩，断层破碎带中多被泥质成分充填，导水性差，可视为相对隔水段。

②北北西向断裂- F_3 断层

位于矿区西北部，该断层呈反“S”形走向，北段走向 330° ，中段转为南北向，南段又转为 $330\sim 340^\circ$ ；在猫儿岭岩体南部，该断层隐伏于花岗闪长斑岩之下。全长大于 1.6km ，倾向北东，倾角 $45\sim 60^\circ$ 。该组断裂与矿区的成岩成矿关系极为密切，为矿区的导矿构造，矿体一般赋存于该断层的上下盘：

北段，分布大坊矿区北部的腊树下小溪至腊树下金矿一带，该段出露地层岩性为壶天群白云岩、白云质灰岩，岩溶较发育，地貌上为 v 字型冲沟，物探显示该段为低阻。本段无钻孔控制，结合地形地貌、地层岩性以及物探解释，推测该段导水性较好；

中段，分布在猫儿岭金矿污水处理厂-腊树下小溪之间，该段出露地层岩性主要为梓门桥组白云岩、白云质灰岩夹钙质泥岩。据钻孔揭露，该断层破碎带以钙泥质胶结为主。经钻孔抽水试验，涌水量 $0.062\sim 0.828\text{L/s}$ 、单位涌水量 $0.002\sim 0.017\text{L}/(\text{s}\cdot\text{m})$ 、渗透系数 $0.001\sim 0.015\text{m/d}$ ，导水性弱；

南段，分布在大坊矿业公司污水处理厂以南，该段导水性较好，特别是南段的下盘（西盘）影响带导水性强。根据大坊矿业工作人员介绍，+130m 中段穿越 F_3 断层至揭露西部的壶天群白云岩时，出现涌水，水量约 $200\text{m}^3/\text{h}$ 。矿产详查时（402）CK2 钻孔揭露了 F_3 断层，经钻孔抽水试验，降深 $S=26.86\text{m}$ 时、流量 $Q=3.359\text{L/s}$ ，单位涌水量 $q=0.125\text{L}/\text{m}\cdot\text{s}$ ；该段导水性整体为强-中等，富水性差异较大。

③北西西向断裂- F_{13-17} 断层

该组断层由 F_{13} 、 F_{15} 和 F_{17} 等 3 条平行断层组成，平面间距约 $20\sim 60\text{m}$ 。走向 $310\sim$

320°，倾向 40°，倾角 60~70°，张性—扭性，破碎带常见次棱角状、似圆状角砾岩，角砾大小不一，胶结较疏松：

西段，分布在花桥河—八里冲向斜一带，该段出露地层岩性主要为壶天群白云岩、白云质灰岩。物探显示该段低阻，本次施工的 SK6、SK8 孔在该段揭露了 F₁₃₋₁₇ 断层。其中 SK6 孔自上往下共揭露 3 层断层破碎带，铅直厚度分别为 103.5m、20.20m、20.89m，真厚度分别为 26m、6m 和 8m，受断层影响，共发育 14 层溶洞，溶洞总高 43.3m，最大溶洞高 14.20m，岩溶率 7.88%。该段富水性强；

中段，分布在八里冲向斜-邦里倒转向斜一带，该段主要为猫儿岭花岗闪长斑岩岩体和邦里倒转向斜核部。根据本次施工的 SK4 孔和矿产详查时施工的 101/CK2 孔抽水试验成果，其中，SK4 孔降深 S=67.06m 时、涌水量 Q=0.170L/s、单位涌水量 q=0.003L/(s·m)、渗透系数 K=0.001m/d；101/CK2 孔降深 S=31.01m 时、涌水量 Q=1.53L/s、单位涌水量 q=0.0493L/(s·m)、渗透系数 K=0.0461m/d。该段富水性弱；

东段，分布邦里倒转向斜以东邦里村一带，该段出露壶天群和栖霞组地层，沿着断层走向，发育 S052 和 S055 两个泉，泉水流量分别为 0 和 0.52L/s，富水性中等—弱。

2.2.5.3 地下水补、径、排特征

矿区处于花桥河岩溶水子系统的中部。

(1) 天然状态下

天然状态下，区内地下水补给主要来源于花桥河岩溶水子系统的大气降雨入渗补给，地下水沿着断裂带、围岩接触带、岩溶裂隙由北东往西南运移，通过 S007 号、S008 号泉或地下潜流的形式排泄于花桥河。

① 补给量

根据本次地下水动态监测计算得到的各观测孔的降雨入渗系数的平均值为 0.21746，花桥河岩溶水子系统面积为 3.97km²，本区多年平均降雨量为 1449.5mm，据此可以计算得到区内大气降雨入渗补给量为 143m³/h。

② 排泄量

本岩溶水系统在花桥河河床集中排泄点 S007、S008 号泉因河道治理都已断流，根据 1970 年 05 月 15 日收集测量资料显示，两泉流量分别为 38.89L/s、6.51L/s，泉总排泄量约为 45.20L/s，约为 163m³/h。

天然状态下，泉排泄量基本等于大气降雨入渗补给量，也验证了水文地质单元划

分、降雨入渗系数取值和大气降雨入渗补给量的合理性。

（2）矿山抽排水状态下

矿山抽排水状态下，区内地下水补径排条件发生了显著变化。矿山抽水成为了矿区地下水的的核心排泄方式；地下水补给来源也发生了变化，不仅有大气降雨入渗补给，还有花桥河水漏失补给以及含水层静储量疏干；矿区排水地下水的径流条件也发生了变化，由天然条件下的北东往西南运移、变为四周向矿山运移，然后通过矿山排水系统抽至地表，经腊树下小溪排泄至花桥河下游。

①补给量

大气降雨补给量约为 $143\text{m}^3/\text{h}$ 。

②花桥河河水漏失补给量

采用河流断面测流方法对花桥河河水漏失量进行了测量，在此基础上，采用水均衡法进行验证对比。根据水文地质勘探时期对花桥河多次枯季上下游断面测流结果，计算得到了现状抽排水条件下花桥河漏失补给量平均约为 $531\text{m}^3/\text{h}$ 。采用水均衡法计算得到 $Q_{\text{疏干}}=134\text{m}^3/\text{h}$ 、 $Q_{\text{河}}=528\text{m}^3/\text{h}$ 。两者比较接近，说明河流断面测流法测得的花桥河渗漏补给量可信度较高。

③排泄量

根据矿山排水记录，抽水量枯季时约为 $750\text{m}^3/\text{h}$ 、丰水期时约 $860\text{m}^3/\text{h}$ 。

（3）补给区

QK2、SK5 孔分布在矿区南部、处于地表分水岭附近的补给区，其中 QK2 孔位于尾矿渣回填沟谷附近、SK5 孔位于尾矿渣回填区，下伏为栖霞和壶天碳酸盐岩，浅层岩溶裂隙发育，入渗补给条件较好，强降雨条件下大量地表水入渗导致雨后地下水水位显著回升、反应明显、水位变幅大。QK2 孔，在一次降雨量 13.2mm 的情况下，22h 后钻孔水位即开始上升，水位上升峰值为 1.28m ；SK5 孔，在一次降雨量 18.6mm 的情况下，24h 后钻孔水位即开始上升，水位上升峰值为 0.45m 。

（4）径流排泄区

QK1、SK2、SK9 孔位于排泄径流区，上覆 5—10m 左右的第四系粘土，下伏为壶天和梓门桥碳酸盐岩，以地下水侧向补给为主，次为大气降雨直接补给。

一次强降雨条件下，钻孔水位反应时间一般为 41—90h，变化幅度为 $0.14—0.41\text{m}$ ，相对补给区，水位变化滞后时间较长，变化幅度较小。

2.2.5.4 矿坑充水条件

根据矿山开展的《湖南省桂阳县大坊矿区猫儿岭金矿水文地质勘探报告》，猫儿岭金矿的围岩除了有二叠系当冲组和乐平组硅质岩、砂页岩隔水层和侵入岩隔水岩体外，更多的地方与石炭系壶天群和二叠系梓门桥、栖霞组碳酸盐岩地层直接接触，这些碳酸盐岩地层中裂隙、断层和接触带十分发育，在漫长的地质历时过程中经历了强烈的岩溶化作用，浅部已经普遍发育成溶蚀裂隙和岩溶管道，构成强岩溶含水层中，地下水极为丰富，构成了矿坑的直接充水来源，矿山开采过程中除了含水层静储量释放外，还可以接受大气降雨入渗和河流侧向径流补给，矿坑充水条件较为复杂，经本次水文地质勘察和大型巷道抽水试验，基本查明了该矿坑充水条件如下：

(1) 矿坑充水水源

1) 大气降水

矿床开采方式为井下开采，矿区地表及周边大面积出露石炭系上统壶天群强岩溶含水层、二叠系栖霞组中等岩溶含水层、梓门桥组中等岩溶含水层以及闪长岩体表层强风化风化裂隙含水层、以及现代尾矿渣强渗透堆积层等，具有较好的降雨入渗条件，降雨条件下雨水可以通过上述地层直接入渗进入下伏岩溶含水层，构成矿坑充水的来源。

根据本次地下水动态监测计算得到的各观测孔的降雨入渗系数的平均值为 0.21746，花桥河岩溶水子系统面积为 3.97km^2 ，本区多年平均降雨量为 1449.5mm ，据此可以计算得到大气降雨入渗补给量为： $3428\text{m}^3/\text{d}$ 。

2) 地表水

根据本次水文地质勘察发现矿区所在的花桥河岩溶水子系统地下水水位已经普遍低于花桥河河水位标高 215m ；原来在花桥河河床排泄的岩溶泉（S007、S008）在矿山巷道排水支+ 180m 标高时，该两处泉点断流；在花桥河东侧 SK7、SK1、SK8、QK3 钻孔中投放的荧光素示踪剂均未向西流向花桥河，反而是向东流向矿区，并在矿坑巷道排水中监测到，以上现象表明，矿坑排水条件下矿区西侧的花桥河已经构成了矿坑充水的间接来源，河水先补给到壶天、梓门桥等岩溶含水层，然后再通过这些岩溶含水层进入矿山巷道系统。

本次勘查对花桥河专门开展了多次断面测流，通过枯季时上下游断面的流量差，确定了现状条件下花桥河的渗流补给量约为 $531\text{m}^3/\text{h}$ 。

3) 地下水

矿区内地下水类型主要有第四系松散岩类孔隙水、花岗闪长斑岩岩体风化裂隙水和石炭-二叠系碳酸盐岩岩溶裂隙水,其中第四系松散岩类孔隙水和花岗闪长斑岩岩体风化裂隙水的水量十分贫乏,从矿坑充水以及与石炭-二叠系岩溶含水层富水性比较而言可以忽略不计。石炭-二叠系碳酸盐岩岩溶较发育,含水层的富水性好、透水性强,是矿坑充水的直接来源。

①第四系松散岩类孔隙水 (Q)

第四系松散岩类孔隙含水主要分布于花桥河两岸的八里冲、大坊、肖家一带,含水层主要由含碎石粉质黏土组成,其厚度较薄,一般小于 20m,富水性弱,渗透性差,水量不大,对矿坑涌水影响极小。

②花岗闪长斑岩风化裂隙水 ($\gamma \delta \pi O$)

矿区内分布有燕山期花岗闪长岩和闪长斑岩岩体,这些岩体的裸露区岩体风化作用较强烈,一般呈砂状,但风化层厚度不大,一般小于 10m,富含少量的风化裂隙水,泉水流量一般在 0.1~0.8l/s,水量贫乏,主要起到大气降入入渗补给的缓冲作用。其下伏新鲜的岩体,裂隙不发育,含水性和透水性极差,对矿坑涌水影响极小。

③石炭-二叠系岩溶水 (C-P)

石炭系壶天群、二叠系栖霞组和梓门桥组岩溶含水层在矿区北部、西部和南部三个方向都广泛分布,岩溶总体较为发育,富水性较好,是矿坑充水的直接来源。但是不同层位、不同部位充水条件也还有所不同。

矿区北部: F3 断层以东~邦里倒转向斜西翼当冲组硅质岩隔水层之间,该区域分布的石炭-二叠系岩溶含水层相对而言岩溶发育程度较其它区域稍弱,岩溶含水层的补给来源也只有大气降雨入渗补给,补给来源单一,数量有限,故在矿坑充水过程中以含水层疏干过程的静储量释放为主,水位下降较为明显。

矿区南部: SK5、QK2 一带,该区域分布的石炭-二叠系岩溶含水层相对而言岩溶发育程度也较其它区域稍弱,目前矿山排水条件下,该处与南部花桥河之间的地下水分水岭仍然存在,岩溶含水层的补给来源也只有大气降雨入渗补给,补给来源也较为单一,数量有限,故在矿坑充水过程中以含水层疏干过程的静储量释放为主,水位下降较为明显,但该处地表分布有较多的尾矿渣体,其透水性较好,在强降雨条件下,大气降雨入渗补给条件较好,对下伏岩溶含水层有较好的补充功能。

矿区西部：花桥河~矿区，该区域广泛分布有石炭壶天群强岩溶含水层和二叠系梓门桥组中等岩溶含水层，此处这些岩溶含水层的岩溶发育程度较高，并形成了三个地下水的集中径流带，目前矿山排水条件下，该处岩溶地下水构成了矿坑充水的最主要来源，并且沟通了花桥河河水源不断地流入矿坑，是未来矿山防治水最重要和关键的区域。

（2）矿坑充水途径

从前述分析可见：猫儿岭矿区主要矿坑充水的直接来源为矿体周边石炭-二叠系岩溶地下水，而大气降雨以及花桥河河水则是通过补给石炭-二叠系岩溶含水层构成矿坑充水的间接来源。因此从矿坑充水途径而言更主要的是石炭-二叠系岩溶含水层中岩溶导水介质的特征。

本矿区所在的花桥河岩溶水子系统其面积仅 3.97km^2 ，属于一个规模相对较小的小型岩溶地下水系统，虽然矿区分布的石炭-二叠系碳酸盐岩地层从岩性上看属于质地较纯的碳酸盐岩，但是由于岩溶水系统规模小，没有集中的降雨入渗补给条件（岩溶洼地、槽谷、伏流、落水洞等不发育），补给量有限，在地质历史过程中岩溶的发育和演化也受到一定限制，岩溶作用主要沿断层、碳酸盐岩与岩体接触带、构造裂隙等结构面溶蚀扩展成为溶蚀裂隙，局部形成岩溶管道，但是尚未发育演化成地下暗河。

根据本次野外调查、地球物探勘探、水文地质钻探、地下水示踪试验、钻孔及巷道抽水试验以及矿山疏干过程中巷道涌水情况以及泉水流量变化、钻孔地下水水位变化以及岩溶发育条件等因素综合分析研究认为：本矿区北、南、西三侧均与石炭-二叠系岩溶含水层直接接触，构成岩溶含水层直接充水的充水模式，岩溶含水层中发育的裂隙、溶蚀裂隙和溶洞等都可以构成分散式矿坑充水的途径，除此而外，地质历史时期形成的天然地下水集中径流带以及受区内断裂构造、背斜构造、岩溶含水层与隔水层或侵入岩体接触带等界面发育的地下水集中径流带会在分散式岩溶裂隙充水的基础上叠加形成集中式的岩溶充水通道。

具体而言，本矿区北部和南部主要为受猫儿岭背斜轴向（壶天组地层走向）、构造破碎带以及侵入岩接触带控制的近南北向的溶蚀裂隙或溶洞为主要导水通道的充水模式；矿区西部除了沿溶蚀裂隙和溶洞为主的分散式充水途径外，同时还叠加了 3 个相对比较集中的管道型充水通道。

本矿区西侧壶天群强岩溶含水层分布区岩溶极为发育，是矿坑充水的最主要来

源，不仅存在以溶蚀裂隙为主的分散式岩溶充水通道，而且存在以岩溶管道或断层、溶蚀裂隙密集带组成的 3~4 条集中式管道型矿坑充水通道，且这些通道都与花桥河贯通，具有较好的水源补给条件，是未来矿坑防治水最关键的区域。

2024 年 8 月，桂阳县大坊矿业有限公司为确保后续井下作业免受水害威胁，特委托长沙矿山研究院有限责任公司开展矿山防治水专项设计工作。经过对矿山水文地质条件的详细分析，提出了“地面帷幕+幕内疏干”的总体防治水方案，并将地面帷幕的建设分为先封堵主要导水通道，再延长帷幕线，以封闭裂隙连通路径，提升整体帷幕的连续性与封闭效果，最终完成帷幕整体封闭。该方案预计可有效控制并减少后续开采过程中矿井涌水量和地表塌陷，为矿山的安全生产及地质环境提供有力保障。为矿山的安全生产提供有力保障。2024 年 12 月桂阳县大坊矿业有限公司对“湖南省桂阳县大坊矿业有限公司猫儿岭金矿防治水工程设计施工总承包（EPC）项目”进行公开招标，长沙矿山研究院有限责任公司与湖南省地质建设工程集团有限公司（以下简称“地建集团”）组成的联合体中标后，于 2025 年 3 月 12 日，签订了施工总承包合同。即刻开展猫儿岭金矿防治水工程勘察、设计与施工。

本帷幕对矿区主要导水通道和岩溶进行了有效封堵，减小了矿坑涌水量，但矿区壶天群含水层分布广，帷幕未形成连续隔水墙时，地下水在矿山疏干排水作用下，以矿区为中心，从西、南、北侧含水层裂隙通道持续进入矿坑，水量约 $11286\text{m}^3/\text{d}$ ，矿山开采时，揭露大型岩溶水构造水而产生突水的风险较小。

根据矿井受采掘破坏或者影响的含水层及水体、矿井及周边老空水分布状况、矿井涌水量、矿井开采受水害影响程度以及防治水工作难易程度等综合判断，矿区水文地质条件为复杂。

2.2.6 工程地质条件

2.2.6.1 岩土体工程地质类型

岩石类型、岩体结构和岩石强度等因素是岩土体工程地质类型划分的主要依据。根据岩土体特征及岩土物理力学性质，矿区岩土体可划分为土体、岩体两大类，其中岩体还可划分为较坚硬块状花岗闪长斑岩岩组等 5 个不同岩组。

(1) 土体结构

矿区内土体主要为单一结构土体，由第四系（Q）冲洪积及残坡积物组成，主要分布于矿区西侧花桥河、矿区西北侧腊树下小溪、矿区东侧邦里小溪等沟谷及山前坡麓等区域，主要岩性为粘土，局部夹少量碎石，呈可塑状态，土质较为松散，透水性较弱。

主要物理力学性质：含水量 30.5%~44.2%，平均 36.54%；比重 2.74~2.77，平均 2.76；湿密度 1.72~1.88g/cm³，平均 1.79g/cm³；干密度 1.22~1.44g/cm³，平均 1.31g/cm³；饱和度 79%~97.1%，平均 90.64%；孔隙度 47.6%~55.8%，平均 52.47%；液限 47.2%~62.6%，平均 57.32%；凝聚力 9.5~70.8kPa，平均 30.20kPa；孔隙比 0.910~1.262，平均 1.11；压缩系数 0.23~0.43MPa⁻¹，平均 0.32MPa⁻¹；压缩模量 4.8~9.1MPa，平均 6.82MPa；摩擦角 8.28°~27.77°，平均 18.61°；渗透系数范围为 3.72×10⁻⁶~7.12×10⁻⁶cm/s，平均 2.99×10⁻⁵cm/s。

(2) 岩体结构

①较坚硬块状花岗闪长斑岩岩性综合体

该岩性综合体为岩浆岩，原岩具斑状和变余斑状结构，块状构造，主要矿物为石英、长石、黑云母、角闪石等，普遍受热液蚀变影响，总体呈岩株状和似脉状产出，主要分布于猫儿岭岩体、腊树下岩体等区域，地表风化后呈黄褐色等，结构疏松。主要物理力学性质：风干抗压强度 13.9~68.2MPa，平均 43.57MPa，风干抗拉强度 0.83~4.09MPa，平均 2.61MPa，干燥抗拉强度 0.9~4.43MPa，平均 2.83MPa，饱和抗拉强度 0.58~3.22MPa，平均 2.07MPa，干燥抗剪强度 0.97~5.45MPa，平均 3.44MPa，天然密度 2.53~2.70g/cm³，平均 2.60g/cm³，吸水率 0.31%~1.15%，平均 0.62%，饱和抗压强度 9.59~53.6MPa，平均 34.40MPa，饱和抗剪强度 0.62~3.48MPa，平均 2.23MPa，风干抗剪强度 0.82~4.77MPa，平均 3.00MPa，但 ZK11101 钻孔 546m 深度揭露的花岗闪长斑岩较破碎，饱和抗压强度仅 9.59MPa，而吸水率达 1.15%。

表 2-2-1 岩石试验结果分析表

指标		花岗闪长斑岩			C _{1c} 粉砂岩			CPH 白云岩		
		最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值
风干抗压强度（MPa）		68.2	13.9	43.57	38.30	36.10	37.20	86.10	31.30	66.23
饱和抗压强度（MPa）		53.6	9.59	34.40	28.80	27.30	28.05	76.20	23.50	57.17
风干抗拉强度（MPa）		4.09	0.83	2.61	2.30	2.09	2.20	5.07	1.88	3.94
干燥抗拉强度（MPa）		4.43	0.9	2.83	2.48	2.35	2.42	5.55	2.04	4.29
饱和抗拉强度（MPa）		3.22	0.58	2.07	1.71	1.64	1.68	4.58	1.41	3.43
干燥抗剪断强度	Φ（度）	46.3	39.9	43.90	44.60	42.90	43.75	47.50	42.50	45.73
	C(MPa)	5.45	0.97	3.44	3.07	2.89	2.98	6.89	2.51	5.30
饱和抗剪断强度	Φ（度）	44.6	38.5	42.37	42.50	41.10	41.80	46.30	41.40	44.60
	C(MPa)	3.48	0.62	2.23	1.87	1.78	1.83	4.96	1.53	3.72
风干抗剪断强度	Φ（度）	45.7	39.6	43.47	43.90	42.40	43.15	47.00	42.10	45.30
	C(MPa)	4.77	0.82	3.00	2.68	2.52	2.60	6.03	2.19	4.64
天然密度	g/cm ³	2.7	2.53	2.60	2.76	2.67	2.72	2.81	2.70	2.76
吸水率	%	1.15	0.31	0.62	0.70	0.44	0.57	0.82	0.20	0.43
指标		C _{1s} 灰岩			C _{1z} 白云岩			砂卡岩		
		最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值
风干抗压强度（MPa）		63.80	37.90	48.77	49.70	22.40	38.37	97.20	97.20	97.20
饱和抗压强度（MPa）		53.20	29.20	38.83	38.70	16.20	29.47	76.80	76.80	76.80
风干抗拉强度（MPa）		3.84	2.27	2.93	2.98	1.34	2.30	5.35	5.35	5.35
干燥抗拉强度（MPa）		4.15	2.46	3.19	3.23	1.52	2.52	6.07	6.07	6.07
饱和抗拉强度（MPa）		3.19	1.75	2.31	2.32	0.97	1.77	4.72	4.72	4.72
干燥抗剪断强度	Φ（度）	46.20	43.10	44.60	45.10	41.70	43.80	47.90	47.90	47.90
	C(MPa)	5.11	2.65	3.78	3.98	1.79	3.07	7.62	7.62	7.62
饱和抗剪断强度	Φ（度）	45.50	41.90	43.40	43.70	40.80	42.33	46.70	46.70	46.70
	C(MPa)	3.46	1.90	2.53	2.51	1.05	1.91	5.38	5.38	5.38
风干抗剪断强度	Φ（度）	45.70	42.60	44.10	45.20	41.50	43.60	47.20	47.20	47.20
	C(MPa)	4.47	2.27	3.29	3.48	1.57	2.69	6.33	6.33	6.33
天然密度	g/cm ³	2.69	2.64	2.67	2.78	2.76	2.77	3.02	3.02	3.02
吸水率	%	0.81	0.52	0.67	0.34	0.30	0.33	0.60	0.60	0.60

②较坚硬砂岩、硅质岩、页岩互层岩性综合体

该岩性综合体主要包括：龙潭组 (P₃lt) 砂页岩，孤峰组 (P₂g) 硅质岩夹页岩，测水组 (C_{1c}) 石英砂岩、粉砂岩、页岩等；主要分布于矿区东侧邦里倒转向斜一带。其中，测水组 (C_{1c}) 为矿区深部主要赋矿层位。本次工作取得测水组 (C_{1c}) 粉砂岩的主要物理力学性质为：风干抗压强度 36.1~38.3MPa，平均 37.20MPa，风干抗拉强度 2.09~2.30MPa，平均 2.20MPa，干燥抗拉强度 2.35~2.48MPa，平均 2.42MPa，饱和

抗拉强度 1.64~1.71MPa, 平均 1.68MPa, 干燥抗剪强度 2.89~3.07MPa, 平均 2.98MPa, 风干抗剪强度 2.52~2.68MPa, 平均 2.60MPa, 天然密度 2.67~2.76g/cm³, 平均 2.72g/cm³, 吸水率 0.44%~0.70%, 平均 0.57%, 饱和抗压强度 27.3~28.8MPa, 平均 28.05MPa, 饱和抗剪强度 1.78~1.87MPa, 平均 1.83MPa。本次钻探未取得测水组页岩的完整岩心样, 因此本次测水组页岩的主要物理力学性质采用规范推荐值。页岩属于力学强度相对较低的软质岩石, 其饱和抗压强度一般较低, 根据规范, 一般小于 5MPa。根据相关勘察资料, 当冲组 (P_{1d}) 硅质岩、硅质页岩、钙质页岩夹粉砂岩饱和单轴抗压强度平均为 125.8~192.3MPa

③较坚硬厚层状白云岩、白云质灰岩岩性综合体

该岩性综合体主要由壶天群 (CPH) 白云岩、白云质灰岩组成, 质地较纯, 中细粒—粗粒结构, 呈厚层状, 刀砍纹明显, 广泛分布于矿区西侧和北侧。该岩组岩溶发育程度较高, 钻孔见洞率较高, 容易构成地下水径流的优势通道。主要物理力学性质有: 风干抗压强度 31.3~86.1MPa, 平均 66.23MPa, 风干抗拉强度 1.88~5.07MPa, 平均 3.94MPa, 干燥抗拉强度 2.04~5.55MPa, 平均 4.29MPa, 饱和抗拉强度 1.41~4.58MPa, 平均 3.43MPa, 干燥抗剪强度 2.51~6.89MPa, 平均 5.30MPa, 风干抗剪强度 2.19~6.03MPa, 平均 4.64MPa, 天然密度 2.70~2.81g/cm³, 平均 2.76g/cm³, 吸水率 0.20%~0.82%, 平均 0.43%, 饱和抗压强度 23.5~76.2MPa, 平均 57.17MPa, 饱和抗剪强度 1.53~4.96MPa, 平均 3.72MPa, 但因局部岩溶或裂隙发育, 岩石局部碎裂呈角砾状, 岩石力学强度相应下降, 如 ZK10004 钻孔 223m 深度揭露的壶天群 (CPH) 白云岩饱和抗压强度仅为 23.5MPa, 而饱和抗剪强度降至 1.53MPa

④较坚硬厚层状灰岩岩性综合体

该岩性综合体主要由栖霞组 (P_{2q}) 灰岩、石磴子组 (C_{1s}) 灰岩组成, 呈南北带状分布于矿区中部及东侧。本次工作测得石磴子组 (C_{1s}) 灰岩主要物理力学性质有: 风干抗压强度 37.9~63.8MPa, 平均 48.77MPa, 风干抗拉强度 2.27~3.84MPa, 平均 2.93MPa, 干燥抗拉强度 2.46~4.15MPa, 平均 3.19MPa, 饱和抗拉强度 1.75~3.19MPa, 平均 2.31MPa, 干燥抗剪强度 2.65~5.11MPa, 平均 3.78MPa, 风干抗剪强度 2.27~4.47MPa, 平均 3.29MPa, 天然密度 2.64~2.69g/cm³, 平均 2.67g/cm³, 吸水率 0.52%~0.81%, 平均 0.67%, 饱和抗压强度 29.2~53.2MPa, 平均 38.83MPa, 饱和抗剪强度 1.90~3.46MPa, 平均 2.53MPa。

⑤较坚硬厚层状白云岩、白云质灰岩夹泥岩夹层岩岩性综合体

该岩性综合体主要由梓门桥组(C_{1z})白云岩、白云质灰岩夹钙质泥岩等组成，主要分布于猫儿岭背斜核部及其北部。主要物理力学性质有：风干抗压强度 22.4~49.7MPa，平均 38.37MPa，风干抗拉强度 1.34~2.98MPa，平均 2.30MPa，干燥抗拉强度 1.52~3.23MPa，平均 2.52MPa，饱和抗拉强度 0.97~2.32MPa，平均 1.77MPa，干燥抗剪强度 1.79~3.98MPa，平均 3.07MPa，风干抗剪强度 1.57~3.48MPa，平均 2.69MPa，天然密度 2.76~2.78g/cm³，平均 2.77g/cm³，吸水率 0.30%~0.34%，平均 0.33%，饱和抗压强度 16.2~38.7MPa，平均 29.47MPa，饱和抗剪强度 1.05~2.51MPa，平均 1.91MPa。

2.2.6.2 岩体风化特征

矿区内断裂构造较发育，岩石局部破碎，且风化作用较强。矿区内出露地层多被风化层覆盖，较松散，植被较为发育。碎屑岩区风化层厚度较小，一般小于 3m，岩性为含碎石粘土或碎石土，结构稍密，陡坡地带对边坡稳定性不利，易产生崩滑现象。岩浆岩类强风化层厚度一般为 4~10m，局部区段强风化层厚度达 15m 左右，遇断裂带风化更深，表层风化后多为粘土质砂，风化后呈黄褐色、暗褐色等，结构疏松，力学强度低，稳定性较差。碳酸盐岩类风化后成粘土，厚度 10m 左右，较密实，区内碳酸盐岩类多呈半风化状态，岩溶裂隙较为发育，具脆、碎的特点，脉体附近的白云岩及破碎白云岩多呈碎屑状、碎块状岩石，稳定性相对较好，但人工切坡易引发滑坡等问题。

2.2.6.3 结构面工程地质特征

矿区断裂构造大致可以分为南北向压性断裂(F₂断层等)、东西向张性断裂(F₁₃₃断层等)、北北西向压扭性断裂(F₃断层等)、北西向张扭性断裂(F₁₃₋₁₇断层等)，以上主要断裂构造倾角较大、延伸较远，不仅是矿区主要控矿导矿构造，也是沟通矿区地下水与其他水体的联系通道。受断裂构造影响，矿体节理裂隙较为发育，且与主要断裂构造方向基本吻合，如猫儿岭岩体节理经统计主要有走向北西西、北西、南北、北东、北东东等方向较发育。综上，矿区主要断层 F₂、F₁₃₃、F₃、F₁₃₋₁₇ 等为 II 级结构面，其他节理裂隙多为 IV 级结构面。

①断层构造带结构面

F₂ 断层，走向近南北向，延伸数十公里，断面倾向东，倾角 40°以上，断距约大

于 600m，是矿区规模最大的压性逆冲断裂。矿区内 F₂ 断层主要位于西部肖家—花桥一带，钻孔勘探成果指示该处梓门桥组（C_{1z}）仰冲于壶天群（CPH）之上，并在其南端肖家一带被近东西向断裂错动，造成其北段相对往东错动。

F₁₃₃ 断层，走向近东西向，延伸数十公里，倾向南，倾角 70°，为北盘上升、南盘下降的正断层。矿区内 F₁₃₃ 断层主要位于南部大坊-邦里一带，该处断层北盘为壶天群（CPH），断层南盘为栖霞组（P_{2q}）和孤峰组（P_{2g}），且北盘地层略有向东错动，地层呈断层接触关系。

F₃ 断层，走向近北西向，长度大于 1.6km，倾向北东，倾角 45-60°。F₃ 断层北段走向 330°，中段转为南北向，南段又转为 330~340°，呈反“S”形。F₃ 断层在矿区南部隐伏于花岗闪长斑岩之下，并在矿区范围内造成梓门桥组（C_{1z}）与壶天群（CPH）呈构造不整合接触关系。F₃ 断层与矿区的成矿关系极为密切，为矿区的导矿构造，矿体一般赋存于该断层的上下盘。

F₁₃₋₁₇ 断层，该组断层由 F₁₃、F₁₅ 和 F₁₇ 等 3 组断层组成，平面间距约 20—60m。在矿区内以及矿区西部广泛发育，走向 310~320°，倾向 40°，倾角 60~70°，张性—张扭性断裂性质，破碎带常见次棱角状、似圆状角砾岩，角砾大小不一，胶结较疏松。

②节理裂隙面

本次工作针对矿区主井、副井、1 号斜井、180 中段、130 中段、58 中段等坑道进行了水文地质调查，其中对约 130 条裂隙进行了产状测量、裂隙宽度、潮湿情况等方面的井下裂隙调查。据井下裂隙调查情况分析，裂隙倾角较陡，多为 60°~88°，其中倾角 60°以上裂隙约 92 条，占比 70.8%；裂隙走向主要为北西西向，为矿区优势裂隙发育方向，其次为北东东向、北东向、北西向等；裂隙宽度窄，多为 0.1~0.5mm，多数节理裂隙无填充；裂隙发育程度不均，局部裂隙较为发育，线密度可达 10~12 条/米，半数以上调查裂隙可见潮湿或滴水，以北西向裂隙为主，未见明显淋水段裂隙发育，其余裂隙为干燥状态。

2.2.6.4 岩溶发育特征

根据大坊矿区水文地质资料，矿山范围内主要为白云质灰岩，上覆第四系，为覆盖型岩溶地层，覆盖层为 0~40m，主要为溶蚀裂隙，溶洞少而小，呈半充填状态充填物主要为一些棕褐色泥土或溶蚀灰岩的碎块、细砂等。根据 101 号和 402 号资料，矿区溶洞一般发育深度在地表以 150m 范围内，尤其在地表以 100m 内岩溶发育。102

号线 CK2 钻孔见溶洞 4 个，最大洞高为 4m，最小洞高 0.7m，其洞高 0.96~2m，矿区溶洞多处于充填状态，充填物主要为粘土、亚粘土夹白云岩碎 402 号线 CK2 钻孔在 +189.35m 时见溶障 2 条，溶障宽约 0.05~0.15m，溶蚀裂隙剂粘土及白云岩碎屑：在 +185.33m 时见溶洞 1 个，溶洞最大高度约 10m，充填物为黑黄褐色粘土夹白云岩碎屑。溶洞中上部为全充填，溶洞下部为溶蚀的块状白云岩夹量粘土。+155.2m 处见有 2cm 的溶孔和一条 0.1~0.4cm 的裂隙，为方解石脉充填孔见洞率为 6%。

矿体围岩主要为白云岩和花岗闪长斑岩，白云岩富水性中等，岩溶比较发育至育，岩溶裂隙发育，地下河不发育；花岗闪长斑岩岩性致密完整，硬度较大，含水弱，为相对隔水层。本次野外调查，未见溶蚀洼地，地表未见大的泉水出露。

2.2.6.5 井巷围岩稳固性评价

壶天群 (CPH) 白云岩与白云质灰岩、梓门桥组 (C1z) 白云岩与白云质灰岩是矿区浅部主要赋矿层位，测水组 (C1c) 砂页岩和石磴子组 (C1s) 灰岩是矿区深部主要赋矿层位。本次工作依托水文地质钻孔及其他勘探钻孔分别对矿体及以上不同围岩岩组的代表性岩石进行了样品采集，共计 16 组，并开展了抗压强度、抗剪强度、抗拉强度、吸水率等特性的岩石物理力学试验分析。根据《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2001, 2009 年版) 与《工程岩体分级标准》(GB/T 50218-2014) 等规定，岩石坚硬程度可按照岩石饱和单轴抗压强度 f_r 分为五类，即第一类坚硬岩 ($f_r > 60$ MPa)、第二类较硬岩 ($60 \text{ MPa} \geq f_r > 30 \text{ MPa}$)、第三类较软岩 ($30 \text{ MPa} \geq f_r > 15 \text{ MPa}$)、第四类软岩 ($15 \text{ MPa} \geq f_r > 5 \text{ MPa}$)、第五类极软岩 ($f_r \leq 5 \text{ MPa}$)。经测试分析，每组岩样饱和抗压强度平均值统计如表 7-2-2 表示。结果显示，矿区围岩主要属于第二类较硬岩类，局部受构造裂隙等影响岩石力学强度有所下降后可属第三类较软岩类。综上，矿区围岩主要为较坚硬碳酸盐岩或碎屑岩类。

本次工作在获取岩石饱和单轴抗压强度 f_r 等岩石物理力学参数后，进一步统计了岩样取样段的岩石质量指标 RQD 值，以采用上述岩体质量指标法对围岩岩体质量进行评价，结果如表 7-2-3 所示。据此，壶天群 (CPH)、石磴子组 (C1s) 的 M 值分别为 0.56~1.82、0.80~1.46，M 值平均值分别为 1.37、1.07 (表 7-2-3)，岩体质量等级为良；梓门桥组 (C1z)、测水组 (C1c) 和花岗岩的 M 值分别为 0.28~0.68、0.45~0.87、0.22~1.27，M 值平均值分别为 0.52、0.60、0.81，岩体质量等级为中等。

但需注意到，各岩组计算所得 M 值范围下限值已较为接近岩体质量差的 M 值范

围（0.01~0.12），钻孔揭露过程中岩石破碎程度较高，使用各岩组 RQD 平均值进行计算不能反映此类较差岩体质量的情况。同时，考虑到岩样采集过程中只能采集到完整性相对较高的岩样，这也会使得岩体质量评价结果整体偏高。因此，矿区矿体及围岩岩体质量等级综合确定为总体中等、井巷围岩稳固性总体为中等；局部地段受到断层破碎带、围岩蚀变带等的影响，岩体质量等级差、井巷围岩稳固性差。

矿区开采过程中，因采场岩石裂隙发育或围岩岩体质量相对较差，容易形成岩石松动等现象，继而在施工过程影响或重力作用下发生脱离坠落，从而引发巷道冒顶等事故发生。矿区自 2013 年以来一直处于停产状态，目前主要斜井均处于正常使用状态，井下抽水过程中已对需支护的井巷工程进行了加固支护、井下通风等处理，暂未引发较大规模的巷道冒落等情况发生。本次工作统计了矿区各巷道的支护情况，矿区各巷道支护长度较短，其中-68 中段、-98 中段及 1#盲斜井未进行支护，各巷道支护比例变化范围为 0~27.83%，以+38 中段、2#盲斜井的支护比例最高，矿区巷道平均支护比例为 12.91%。以上现状和数据说明矿区井巷围岩稳定性相对较好。后期，在矿区继续开采过程中，主体工程应尽量选择在较稳固岩层中进行布置，其他辅助联络巷道遇不稳固岩层时，应当结合其具体工程地质条件等及时进行支护，避免空区处置前后过程中地压发生变化导致冒顶片帮等事故发生。

2.2.6.6 采空区稳定性评价

矿区自 2007 年试采至 2011 年期间，以露天开采与地下开采方式共采矿 78755 吨，自 2013 年以后处于停产状态。地下开采矿体埋藏较深，采矿后采空区暴露面积不大以及矿体顶板岩石较为稳固坚固，前期井下开采并未引起地表陷落等稳定性问题。2013 年以前，矿方组织生产过程中，就利用废石废渣回填了采空区，+58 中段和-8 中段有两个采场，但已经堆满废渣。大坊矿业有限公司 2023 年-2024 年在巷道恢复过程中对采空区进行了调查，矿方组织生产过程中，已经利用废石回填了空区，未留下采空区，不存在空区储水的情况。

矿区延续采矿权后有效期至 2027 年 1 月 11 日，主采矿种为金、银、铅、锌矿，开采方式为露天/井下开采，但矿方考虑到目前露天开采面临的环保和安全压力，主动放弃露天开采，主要考虑井下开采，采场主要采用充填采矿法，符合当前新建、改扩建金属非金属地下矿山安全生产工作的要求。充填采矿法工作过程中，随着回采工作面的推进，逐步用充填料充填采空区，可进一步降低采空区安全风险。后期，矿区应

进一步建设完善充填系统，采场充填后，应注意完善采场入口处的警戒与风险提示。

2.2.6.7 边坡类型、稳定性及特征

区内边坡可分为自然斜坡、人工切坡及人工堆积物边坡。

(1) 自然斜坡

区内自然切坡坡度为 10~20，坡面残坡积物厚度小于 10m。区内植被较发石流未发生崩塌、滑坡现象，自然斜坡较稳定。

(2) 人工切坡

区内人工切坡较少，居民房屋及公路大多依山就势修建，切坡高度 3~6m，人工切坡稳定。

2.2.6.8 矿体工程地质条件评价

本次工作除对矿区围岩开展评价外，同时对深部主要矿体岩石物理力学性质、岩石完整等方面进行了分析，其主要特征如下：

(1) 从物理力学性质来看，矿体岩石天然密度可达 3.02g/cm^3 ，吸水率为 0.60%，饱和抗压强度为 76.8MPa，饱和抗剪强度为 5.38MPa，相较其他围岩工程地质岩组而言，矿体岩石的饱和抗压强度、饱和抗剪强度等物理力学参数都相对偏高，属较坚硬岩类。

(2) 从矿体岩石完整性来看，I 号矿体 RQD 平均值仅 49.86%，其岩石质量为 V 级、岩石质量差，岩体完整性差；II 号矿体岩石质量等级 III 级、岩石质量中等，岩体中等完整。此外，进一步对比矿体及其顶板 RQD 值特征可发现，各矿体顶板 RQD 值均接近或高于附近矿体 RQD 值。例如，I 号矿体顶板 RQD 平均值为 57.65%，高于其矿体 RQD 平均值 49.86%，而 III 号矿体顶板 RQD 平均值可达 88.69%，其岩石质量好。

(3) 从矿体岩体质量来看，各矿体岩体质量 M 值范围为 1.28~1.64，岩体质量等级为良。

综上，除受断裂破碎带或层间破碎带等影响外，矿区深部主要矿体岩石属较坚硬岩类，矿体岩石完整性中等-差、岩石质量中等-差、岩体质量良，矿体工程地质条件中等。

2.3 生物环境

据本次现场调查，矿区所处地区气候温暖湿润，雨量充沛，适合植物生长，农业条件优越，当地以种植水稻、烟草和少量玉米等农作物为主。矿区主要树种为杉木、灌木和杂木林为主，灌木主要有山茶花、映山红等，草本植物为白茅、刺芒、夏枯草、结筊草、狗牙根、野菊花、猫儿刺等。矿区范围内无重点保护的野生动植物资源，没有古树名木，少量的普通野生动物对于生长环境要求较宽，主要是食谷、食虫的雀形木鸟类和鼠型啮齿类动物，主要野生动物有野兔、田鼠、青蛙、蟾蜍、蝙蝠、麻雀、乌鸦、燕子、斑鸠等，还有种类和数量众多的昆虫，适应能力较强，林栖兽类分布相对较少。

区域林种相对单一，以人工林、经济林为主。主要用材林树种有杉木等，主要经济林有油茶等，矿区及周边区域农业植被以水稻、柑橘为主，旱土作物有油菜、花生、红薯、玉米等。自然植被以灌木为主，夹杂少量的小型乔木，如樟树、松树、杉树、楠竹等。

区内未发现国家及省级重点野生动植物，未发现需要特殊保护的野生动植物分布区。

插图 2-3-1 矿区内马尾松

插图 2-3-2 矿区内竹林

2.4 人居环境

矿区及周边主要人口集中居住地为矿区西北部腊树下组（照片 2-4-1）、矿区西部的大坊组（照片 2-4-2）、矿区南部的邦里组、矿区东部的平岗岭组等自然村，其中以大坊组居住最为集中。据统计，区内土地利用类型主要为耕地（水田、旱地等），主要分布于花桥河、腊树下小溪两侧沟谷，种植的农作物主要为烤烟、水稻等。

照片 2-4-1 腊树下无人机航拍图像

照片 2-4-2 大坊无人机航拍图像

（1）矿区土地利用结构

矿区土地总面积为 1.0242km²，土地利用类型主要为林地、灌木林地、草地、采矿用地、宅基地、坑塘水面、水田及早地等。项目区土地利用现状结构良好，水土功能较强，生态环境质量较好，具有较强的自调节能力。

（2）矿区土地权属状况

依据矿山矿区土地利用现状图，结合实地调查结果，明确了矿区土地使用权属于湖南省桂阳县仁义镇大坊村。

（3）土地利用现状

矿山为生产多年矿山，现矿山停产多年，原露采形成的采坑、废石堆(FS2、均已复垦，停止使用的区域大部分已自然复绿，现状主要为主井、风井工业广场观地的压占，占用土地类型为采矿用地、林地。

（3）人类活动及地质环境的影响

①民用建筑

矿区内无居民点，区内建筑主要为矿”山办公室和宿舍等 2 层砖混结构房屋，常住人员为矿山职工 4 人；矿区外西面居民点主要为大坊村、大坊小学，均为 2—3 层砖混结构房屋，其中大坊村房屋 108 栋常住人口 315 人，大坊小学房屋 4 栋常住人口 26 人。房屋均为小型民用建筑，工程规模小，未诱发地质灾害，对地质环境影响较轻。

②农林种植

矿山范围土地类型为林地、灌木林地，草地、采矿用地、宅基地，坑塘水面，耕地等。区内居民主要从事农业，以种植水稻为主，对地质环境影响较轻。

③公路建设

矿区北面有桂阳县莲花大道自东向西通过，除乡村公路、矿山公路外无其他重要的道路建设。公路依山就势而建、切坡高度一般小于 5m；边坡基本稳定，未造成滑坡及崩塌，对地质环境的影响较小。

（4）社会经济发展水平

桂阳县仁义镇位于桂阳县城西北方向，距县城约 10 公里，省道 S214 线贯通南北，交通便捷，区位优势明显。

仁义镇的主要农产品为烤烟、水稻、豆类和玉米等，烤烟的种植规模、收购数量，烟叶税收均名列全省乡镇前列。镇内有舂陵江穿境而过，渔业养殖业发达；水利条件优越。全镇干部群众遵循打造“烤烟名镇、渔业强镇、生态大镇、宜居新镇”的工作思路，与时俱进，开拓创新，实现了经济快速发展和社会各项事业的全面进步。2019 年，仁义镇 GDP 总值 9.06 亿元，同比增长 10.9%，其中，一二三产业生产总值分别为 39115

万元、24933 万元、26528 万元，同比增长分别为 17.1%，4.91%，8.25%；财政收入实现 2872 余万元，同比增长 18.4%；农民人均可支配收入达到 19978 元，同比增长 8.39%；完成社会固定资产投资 7.35 亿元，同比增长 5.94%；十三五以来，先后荣获省级生态乡镇、省级文明乡镇、湖南省平安农机示范乡镇、省级标准化财政所、市级信访示范乡镇、市级安全生产示范乡镇、全市政法综治“三无”乡镇等荣誉称号，仁义镇和白云村被评为市级文明村镇，鸿运烤烟专业合作社两次被评为国家级行业示范合作社。

3 矿山生态问题识别和诊断

矿山开采时间久远，以往矿业活动遗留了大量生态环境问题，原矿山开采方式为露天+地下开采，2009 年因故停产至今，因此露天开采生态问题没有进一步扩大，2020 年 8 月 28 日，公司增资扩股后，即开展了矿山建设工作，按照《桂阳县大坊矿业有限公司猫儿岭金矿采矿技术改造工程安全设施设计》及《湖南省桂阳县大坊矿业有限公司猫儿岭金矿绿色矿山建设方案》对地面工程开展了相关的工程，原露天采场已自然复绿为主，绿化效果较好。

根据现场调查，矿山可能引发的现有主要生态环境问题为：①矿山 4 处工业广场建筑物等压占损毁土地资源、破坏地形地貌景观；②矿业活动影响矿区内及周边植被、生物及人居环境。现对矿山主要生态环境问题简述如下：

3.1 地形地貌景观破坏

猫儿岭金矿为露天+地下开采矿山，2009 年以后未生产，后续矿山将全面采用地下开采。以往造成地形地貌景观破坏的矿山生产活动主要为露天采场、废石堆、工业广场等矿业活动，矿区内已开展大量生态保护修复和绿色矿山建设工作，经本验收期内矿山生态修复后，矿业活动范围主要为 1 处露天采场、4 处井口工业广场、4 处地面建筑区、2 处临时堆矿区、1 条矿山公路。

3.1.1 地形地貌景观破坏现状

（1）露天采坑

原露天开采形成的露天采坑，位于矿区西部，开采剥离表土与原生植被，开挖山体形成约 15m 高开采台阶，采坑平面形态呈近圆形，形成采坑面积 2.9718hm²，台阶坡面角约 45°。采矿活动彻底改变原有丘陵原生地形，山体破损、基岩大面积裸露，原有连续自然地貌被切割破坏，地表起伏形态完全改变。露天采场已停产多年，南侧部分已大部分自然复绿为林地，已复垦林地面积约 1.0981hm²，北部底盘区域目前复垦为草地区域较为平坦，现状露天采坑与矿区周边环境已基本融入，对地形地貌景观影响破坏小。矿区周边无交通要道、风景名胜区、地质公园及人口集中区等，矿区内没有铁路、国道、省道等重要设施穿过矿权范围，也无人文景观、风景名胜和自然保护区，矿山矿业活动区域对地形地貌景观整体影响较小。

（2）井口工业广场

矿山开展了相关的井口工业广场重新布局，新建和原有的，总共布置有 4 处工业广场，总面积约 1.5348hm²。

Gy1 位于矿区东北角，为主井口工业广场，占地面积约 0.7954hm²，主要为提升绞房和维修房，矿车轨道等，对地形地貌景观影响破坏小；

Gy2 位于 Gy1 北侧，占地面积约 0.3123hm²，为小车停车区，采用碎石硬化地面，对地形地貌景观影响破坏小；

Gy3 位于矿区西北角，为副井口工业广场，占地面积约 0.2459hm²，主要为提升绞房和维修房，矿车轨道等，对地形地貌景观影响破坏小。

Gy4 矿区西北角，为风井口工业广场，占地面积约 0.1812hm²，主要为原有的维修房等，对地形地貌景观影响破坏小。

工业活动区域整体占地面积小，与矿区周边环境已基本融入，对地形地貌景观影响破坏小。矿区周边无交通要道、风景名胜区、地质公园及人口集中区等，矿区内没有铁路、国道、省道等重要设施穿过矿权范围，也无人文景观、风景名胜和自然保护区，矿山工业广场区域对地形地貌景观整体影响较小。

（3）地面建筑区

地面建筑区主要为矿山近年来新建的办公生活区、废水处理站、炸药库等建筑物，总面积约 0.8451hm²。

办公生活区 G1，位于矿区东北角，主井口旁，主要为新建的 2 栋 2 层楼的砖砌房屋，1 栋 1 层的砖砌房屋，场地内进行了硬化，作为停车区，占地面积约 0.3572hm²，与周边的民居无异，对地形地貌景观整体影响较小；

办公生活区 G2，位于矿区西北角，副井口旁，主要为新建的 1 栋 3 层楼的砖砌房屋，主要为职工宿舍楼，场地内进行了硬化，作为停车区，占地面积约 0.1210hm²，与周边的民居无异，对地形地貌景观整体影响较小；

废水处理站 G3，位于矿区西北角，副井口旁，主要为一新建的废水处理站，占地面积约 0.2392hm²，废水处理站规范修建，对地形地貌景观整体影响较小；

炸药库 G4，位于矿区西侧中部，距离副井工业广场等大于 300m，距离主井工业广场大于 800m，主要为一新建规范的炸药库，占地面积约 0.1277hm²，总体远离人居，对地形地貌景观整体影响较小。

(4) 临时堆矿区

2 处临时堆矿区分别位于主井工业广场和副井工业广场外侧，目前为井下开拓系统的临时堆矿场区，后期作为临时堆矿区，目前总体堆放量少，堆放高度小于 5m，总占地面积约 1.9648hm²，对原始地貌进行少量开挖，与工业广场高程小于 10m，对地形地貌景观整体影响较小。

(5) 矿山公路

矿山公路主要用于连接外部县道、主井口工业广场、副井工业广场、炸药库 等区域，采用水泥硬化，道路宽约 5m，约周边的农村道路无异，总面积约 0.6711hm²，对地形地貌景观影响破坏小。

矿区周边无交通要道、风景名胜区、地质公园及人口集中区等，矿区内没有铁路、国道、省道等重要设施穿过矿权范围，也无人文景观、风景名胜和自然保护区，矿山矿业活动区域对地形地貌景观整体影响较小。

3.1.2 地形地貌景观破坏趋势

根据《开采方案》设计，未来矿山转地下开采，仅在矿区东侧新建主竖井，会形成一处工业广场（Gy5），南侧形成一处回风竖井工业广场（Gy6），会小面积破坏地形地貌景观，破坏面积约 5500m²，总体新增影响小。

各井口均位于现有乡村道路附近，矿山公路主要为乡村道路，现状部分乡村公路均已硬化，未来不需复垦，故本方案不讨论矿山公路对景观的破坏以及对土地资源的占用情况等。

3.1.3 地形地貌景观破坏结论

综上所述，矿山原露天开采破坏已修复，现状未造成新的地形地貌景观破坏，对地形地貌景观破坏现状影响较轻。

4 处井口工业广场、4 处地面建筑区、2 处临时堆矿区、1 条矿山公路在生产过程中不变，根据《开采方案》会新增一处主竖井工业广场。

表 3-1-1 地形地貌景观破坏识别和诊断结果表

名称		地貌类型	影响对象	距离 (m)	是否对地形地貌景观造成破坏	
					现状	趋势
已有	露天采场LC	丘陵	村居民点	300	是	不变
	Gy1工业广场	丘陵	村居民点	300	是	不变

	Gy2工业广场	丘陵	村居民点	300	是	不变
	Gy3工业广场	丘陵	村居民点	300	是	不变
	Gy4工业广场	丘陵	村居民点	300	是	不变
	G1地面建筑	丘陵	村居民点	300	是	不变
	G2地面建筑	丘陵	村居民点	300	是	不变
	G3地面建筑	丘陵	村居民点	300	是	不变
	G4地面建筑	丘陵	村居民点	300	是	不变
	GS1临时堆矿	丘陵	村居民点	300	是	不变
	GS2临时堆矿	丘陵	村居民点	300	是	不变
	矿山公路L	丘陵	村居民点	300	是	不变
新增	主竖井工业广场	丘陵	村居民点	300	否	增加

插图 3-1-1 地形地貌景观破坏分布图

3.2 土地资源占损

3.2.1 土地资源占损现状

本次现场调查，猫儿岭金矿矿业活动占用损毁土地资源主要表现为：矿业活动范围包括 1 处露天采场、4 处井口工业广场、3 处地面建筑区、2 处临时堆矿区、1 条矿山公路等挖损、压占、占用土地资源。矿山占损损毁土地权属为桂阳县仁义镇平岗村。

(1) 露天采场

露天采场 LC 位于矿区西部，主要为挖损土地资源，约 2.9718hm^2 ，挖损土地类型均为其他草地。

(2) 工业广场

Gy1 位于矿区东北角，为主井口工业广场，主要为压占土地资源，约 0.7954hm^2 ，其中乔木林地 0.01hm^2 、其他草地 0.0379hm^2 、采矿用地 0.7475hm^2 。

Gy2 位于 Gy1 北侧，为小车停车区，主要为压占土地资源，约 0.3123hm^2 ，均为采矿用地。

Gy3 位于矿区西北角，为副井口工业广场，主要为压占土地资源，约 0.2459hm^2 ，其中乔木林地 0.0346hm^2 、采矿用地 0.2113hm^2 。

Gy4 矿区西北角，为风井口工业广场，主要为压占土地资源，约 0.1812hm^2 ，均为采矿用地。

(3) 地面建筑区

办公生活区 G1，位于矿区东北角，主要为占用土地资源，约 0.3572hm^2 ，其中乔木林地 0.0706hm^2 、采矿用地 0.2866hm^2 。

办公生活区 G2，位于矿区西北角，主要为占用土地资源，约 0.1210hm^2 ，均为采矿用地。

废水处理站 G3，位于矿区西北角，主要为占用土地资源，约 0.2392hm^2 ，均为采矿用地。

炸药库 G4，位于矿区西侧中部，主要为占用土地资源，约 0.2392hm^2 ，均为采矿用地。

(4) 临时堆矿区

2 处临时堆矿区分别位于主井工业广场和副井工业广场外侧，主要为压占土地资

源,约 0.6711hm²,其中灌木林地 0.0140hm²、其他草地 0.0916hm²、采矿用地 0.5655hm²。

(5) 矿山公路

矿山公路主要用于连接外部县道、主井口工业广场、副井工业广场、炸药库等区域,主要为压占土地资源,约 1.9648hm²,为农村道路。

综上,猫儿岭金矿矿业活动共占损土地资源面积 7.9876hm²,其中乔木林地面积 0.1152hm²,灌木林地面积 0.014hm²,其他草地面积 3.1013hm²,农村道路面积 1.9648hm²,采矿用地面积 2.7923hm²。详细压占土地资源情况见表 3-2-1。

表 3-2-1 矿业活动占损土地资源情况表 (单位:公顷)

序号	名称及编号	总面积 (hm ²)	土地资源情况 (hm ²)					占用 (破 坏、污 染)	占用 权属
			乔木林 地	灌木林 地	其他草 地	农村道 路	采矿用 地		
1	露天采场LC	2.9718			2.9718			挖损	桂阳县仁义镇平岗村
2	Gy1工业广场	0.7954	0.0100		0.0379		0.7475	压占	
3	Gy2工业广场	0.3123					0.3123	压占	
4	Gy3工业广场	0.2459	0.0346				0.2113	压占	
5	Gy4工业广场	0.1812					0.1812	压占	
6	G1地面建筑	0.3572	0.0706				0.2866	占用	
7	G2地面建筑	0.1210					0.1210	占用	
8	G3地面建筑	0.2392					0.2392	占用	
9	G4地面建筑	0.1277					0.1277	占用	
10	GS1临时堆矿	0.4649			0.0916		0.3733	压占	
11	GS2临时堆矿	0.2062		0.0140			0.1922	压占	
12	矿山公路L	1.9648				1.9648		压占	
合计		7.9876	0.1152	0.014	3.1013	1.9648	2.7923		

插图 3-2-1 矿山土地利用现状图（三调）

插图 3-2-2 土地资源占损问题现状和预测图

3.2.2 土地资源占损趋势

根据《开采方案》，未来矿山主要新增主竖井工业广场和回风竖工业广场。

需要说明的是，矿山公路主要为乡村道路，不需复垦，故本方案不讨论矿山公路对景观的破坏以及对土地资源的占用情况等。

3.2.3 土地资源污染现状及预测分析

3.2.3.1 土地资源污染现状

本次在主副井工业广场下游、露天采场复垦区采集土壤样品并分析化验，根据化验结果，本次采集的可能受以往矿业活动影响的土壤样品化验结果中：主井工业广场下游土壤砷、铅超出《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）二类用地筛选值限值，但未超出风险管控制范围，详见表 3-2-2；结果表明矿业活动区域不宜作为农用地。

桂阳自古盛产含砷铅锌矿，20 世纪八 90 年代遍地土法炼砷、无序选矿，大量砷渣露天堆放无防护，形成长期历史污染源。矿区酸性雨水冲刷淋溶砷渣，砷离子持续渗入周边土壤，叠加硫化矿风化成土本底砷偏高，全域土壤普遍砷超标。

矿山现状对土地资源污染有影响，后续应加强相关治理工作。

表 3-2-2 矿区土壤取样分析结果与农用地土壤风险标准限值对照表

序号	检测项目	单位	副井工业广场（T1）	主井工业广场（T2）	露天采场（T3）	风险筛选值	风险管控值
1	pH 值	无量纲	4.28	5.40	4.54	pH≤5.5	
2	镉	mg/kg	0.22	0.30	0.18	0.3	1.5
2	汞	mg/kg	0.302	0.376	0.092	0.5	2
3	砷	mg/kg	37.6	126	175	45	200
4	铅	mg/kg	27.4	95.2	44.1	80	400
5	六价铬	mg/kg	109	92.6	16.2	250	800
6	铜	mg/kg	43.6	50.6	31.6	80	
7	镍	mg/kg	73.9	58.7	6.04	60	
8	锌	mg/kg	182	178	69.0	200	
9	银	mg/kg	ND	ND	ND		

3.2.3.2 土地资源污染预测

未来矿山为地下开采，不设置露天采场，开采活动主要为地下巷道掘进、矿体回采，对地表地形地貌无大面积开挖破坏。开采过程产生的主要固体废物为掘进废石、；

矿体及围岩伴生砷（As）、铅（Pb）、镉（Cd）等重金属，其中砷为本矿区特征污染因子。

污染种类主要为砷，其次为铅、镉。污染源主要来自：井下掘进产生的含砷废石；井下涌水带出的重金属；废石堆场裸露面风化扬尘。

临时堆矿场 GS1 和 GS2 为污染核心区。废石堆体本身含砷，雨水淋溶产生含重金属渗滤水，预测污染范围主要为废石堆场堆体范围及下游冲沟两侧，沿径流方向向外延伸约 30~100m；废石扬尘影响范围为堆场周边 20~60m。

通过建设截排水、拦挡、渗滤水收集及覆土绿化工程，可有效防控重金属污染土地。

3.2.4 土地资源占损小结

现状矿山猫儿岭金矿矿业活动共占损土地资源面积 7.9876hm²，其中乔木林地面积 0.1152hm²，灌木林地面积 0.014hm²，其他草地面积 3.1013hm²，农村道路面积 1.9648hm²，采矿用地面积 2.7923hm²，土地权属全部为仁义镇平岗村。现状矿山开采对土地资源影响较大。

预测未来矿山将拟建主竖井工业广场和回风竖工业广场，预测矿山未来新增压占土地资源 0.5500hm²，均为乔木林地，未来土地资源总占损面积 8.5376hm²，土地权属全部为仁义镇平岗村。预测未来矿山严格按照要求采取措施后，对土地资源污染破坏影响小。

表 3-2-3 矿山占损土地现状及趋势一览表

序号	现状	名称及编号	总面积 (hm ²)	土地资源情况 (hm ²)					占用 (破 坏、污 染)	占用 权属
				乔木林 地	灌木林 地	其他草 地	农村道 路	采矿用 地		
1	已有	露天采场LC	2.9718			2.9718			挖损	桂阳县仁义镇平岗村
2	已有	Gy1工业广场	0.7954	0.0100		0.0379		0.7475	压占	
3	已有	Gy2工业广场	0.3123					0.3123	压占	
4	已有	Gy3工业广场	0.2459	0.0346				0.2113	压占	
5	已有	Gy4工业广场	0.1812					0.1812	压占	
6	已有	G1地面建筑	0.3572	0.0706				0.2866	占用	
7	已有	G2地面建筑	0.1210					0.1210	占用	
8	已有	G3地面建筑	0.2392					0.2392	占用	
9	已有	G4地面建筑	0.1277					0.1277	占用	

10	已有	GS1临时堆矿	0.4649			0.0916		0.3733	压占
11	已有	GS2临时堆矿	0.2062		0.0140			0.1922	压占
12	已有	矿山公路L	1.9648				1.9648		压占
13	新增	主井口工业广场	0.5000	0.5000					压占
14		回风竖工业广场	0.0500	0.0500					压占
合计			8.5376	0.6652	0.014	3.1013	1.9648	2.7923	

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

(1) 地下水枯竭现状

矿区属以溶隙、溶洞为主的岩溶直接充水的大水矿床，矿区自 2022 年 1 月至今一直在进行井下抽排水工作，排水量由开始的 300m³/d 可增加到+58m 中段抽排水时排水量约 1.8 万 m³/d，当前矿区抽排水条件下排水量可达 700~900m³/h，即 16800~21600m³/d。矿区开采过程中进行抽排水后，人为改变了地下水流场，在矿区四周形成了降落漏斗，地下水多从四周向矿坑径流，通过矿区抽排水排泄于地表，最后汇入花桥河。目前，矿区北部、西部及西南部的数个泉（井）已出现干涸或流量减小的情况，北部、西部、西南部影响范围分别已达腊树下、花桥河、大坊等区域。开采状态下，侧向补给已成为矿区地下水的主要补给来源，矿坑排水已成为地下水的主要排泄方式。或对周边居民生活造成一定影响，但因该区域居民人口较少且已逐步实现集中供水，未有明显缺水问题。

(2) 区域地下水均衡现状

矿区开采活动造成的主要影响为矿区北侧、西侧等村组泉点流量减少、地下水水位下降，由于周围居民户数及人口较少，生活用水需水量较少，以大坊组、腊树下组人口数量与用水定额（140L/人·d）进行估计，居民生活用水需水仅为 3.10m³/h，因此矿区开采活动不会对居民生活用水造成明显影响。

(3) 地表水漏失现状

对于地表水，矿区开采活动引发了花桥河渗漏补给，该补给量为 531m³/h，而花桥河多年枯季平均流量为 2004m³/h，则渗漏补给量约为花桥河流量的 25%，且矿井抽

排水处理后仍主要排放汇入花桥河，因此矿区开采活动不会使得花桥河产生脱水河段，也不会影响其灌溉用水，可以保证其生态流量，不会对下游河段水文情势造成明显影响。

综上所述，矿区开采活动造成的水资源破坏问题主要为地下水水位下降。

根据水文地质勘探报告，发现矿区所在的花桥河岩溶水子系统地下水水位已经普遍低于花桥河水位标高 215m；原来在花桥河河床排泄的岩溶泉（S007、S008）在矿山巷道排水支+180m 标高时，该两处泉点断流；在花桥河东侧 SK7、SK1、SK8、QK3 钻孔中投放的荧光素示踪剂均未向西流向花桥河，反而是向东流向矿区，并在矿坑巷道排水中监测到，以上现象表明，矿坑排水条件下矿区西侧的花桥河已经构成了矿坑充水的间接来源，河水先补给到壶天、梓门桥等岩溶含水层，然后再通过这些岩溶含水层进入矿山巷道系统。

本次勘查对花桥河专门开展了多次断面测流，通过枯季时上下游断面的流量差，确定了现状条件下花桥河的渗流补给量约为 531m³/h。根据目前矿山的排水量，判断花桥河水的漏失是矿坑涌水的主要补给来源。

现状矿山对水资源影响较大。

3.3.1.2 矿业活动对水生态影响

项目区无集中式供水水源地。

矿业活动造成水土污染主要包括两个方面的因素，一是水介质携带运移，体现在矿山井下涌水携带的有害物质，进入水体或土体；二是灾害运移，体现在矿山临时堆矿场固体中含有有害物质，进入水体或土体。

根据资料收集，地表水 5 组、地下水 23 组（含矿山涌水处理站处理前后水样），送样完成了全分析测试。本次工作按照水样类型分别利用《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）、《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）进行水环境现状评估。

（1）地表水环境质量现状。区内地表水样品主要采集自花桥河不同断面处，地表水水质受水文动态、人为活动等因素影响而呈现出动态变化，地表水环境质量总体较好，除硒（Se）外均能达到地表水 III 类质量标准，硒（Se）浓度变化范围为 0.01~0.05mg/L，偶有超出其地表水 IV、V 类质量标准限值 0.02mg/L，但总体可达到农业用水区及一般景观要求水域的水质要求。

（2）地下水环境质量现状。区内地下水样品主要采集自泉点、钻孔、矿井涌排水等，共计 23 组，从水质分析结果看，地下水达到 IV 类水的组数为 16 组，占地下

水样品总数的 69.6%，另有 6 组地下水样品水质为 V 类，占比 26.1%，仅有 S049 泉点水质类型可达 III 类。达到 III 类水及以上的最差类别指标主要为硒（Se）、砷（As）、铅（Pb）等，其中硒（Se）、砷（As）、铅（Pb）作为最差类别指标的样品数分别达 18 组、13 组、5 组，分别占地下水样品总数的 78.26%、56.52%、21.74%。由此可见，区内地下水质量总体较差，其主要原因为硒（Se）、砷（As）等微量元素超标。

本次工作按照地表水、岩溶泉点、钻孔地下水、矿井涌排水进行分类，对硒（Se）、砷（As）等微量元素浓度进行了统计，结果如表 3-3-1 所示。分析可知，受本区地层岩性、矿物组成等地质背景影响，区内地表水、岩溶泉点等样品本身具有相对较高的硒（Se）、砷（As）背景值。另一方面，砷（As）等在矿井涌排水中超标情况更为突出，这主要是由于矿区开采活动影响下，水岩相互作用更为充分，毒砂（FeAsS）等金属矿山伴生矿物进一步溶解释放后进入矿区地下水。

表 3-3-1 水样微量元素浓度统计表（单位：mg/L）

类别	样品数量	硒（Se）		砷（As）	
		变化范围	平均值	变化范围	平均值
地表水	5	0.0074~0.051	0.022	0~0.026	0.012
岩溶泉点	4	0.0028~0.014	0.011	0.0052~0.028	0.016
钻孔地下水	14	0.0057~0.19	0.064	0~0.30	0.033
矿井涌排水	5*	0~0.020	0.0075	0.027~0.37	0.19

矿区涌排水量较大，且砷含量较高，涌排水直接排放容易造成区域水环境砷超标。为此，矿区建设有矿山污水处理站，日处理能力为 800t/h，采用聚合氯化铝、聚丙烯酰胺、石灰等试剂进行絮凝沉淀，以达到降低涌排水中砷含量的目的，再行排放进入花桥河。矿山目前主要为技改期，井下开拓系统中，堆矿总体少，主要为井下涌水的影响，根据收集近一年的 13 组废水处理站外排检测报告。

处理后矿井废水中各项指标含量可符合《铅、锌工业污染物排放标准》（GB 25466-2010）表 3 特别排放限值 0.1mg/L，其结果见表 3-3-2，废水处理达标排放

表 3-3-2 矿山涌水处理站处理近一年检测结果

检测项目	采样点位、检测频次及检测结果（mg/L，pH 值：无量纲）						
	2025.4.2	2025.5.19	2025.6.17	2025.7.17	2025.8.15	2025.9.15	2025.10.14
pH 值	7.1	7.4	7.2	7.2	7.6	7.3	7.2
化学需氧量	4L	10	6	5	7	11	9
悬浮物	14	15	13	18	11	12	14

氨氮	0.156	0.215	0.057	0.184	0.132	0.080	0.030
汞	0.00004L	0.00004L	0.00004L	0.00007	0.00008	0.00057	0.00055
砷	0.0013	0.0038	0.0021	0.0032	0.0003L	0.0014	0.0008
铅	0.00009L	0.00011	0.00009L	0.00011	0.00021	0.00151	0.00009L
镉	0.00042	0.00132	0.00059	0.00012	0.00102	0.00096	0.00080
铬	0.00038	0.00129	0.00104	0.00019	0.00117	0.00125	0.00141
铊	0.00006						
镍				0.00527		0.0382	0.114
检测项目	2025.11.26	2025.12.11	2026.1.16	2026.2.27	2026.4.9	2026.5.11	铅、锌工业 污染物排 放标准
pH 值	7.3	7.3	7.4	7.2	7.4	7.5	
化学需氧量	10	7	8	10	6	4L	
悬浮物	16	13	17	15	19	13	
氨氮	0.330	0.206	0.168	0.062	0.038	0.146	
汞	0.00014	0.00076	0.00013	0.00010	0.00019	0.00007	
砷	0.0014	0.0015	0.0021	0.0096	0.0106	0.0009	
铅	0.00016	0.00014	0.00028	0.00042	0.00011	0.00009L	
镉	0.00234	0.00066	0.00219	0.00053	0.00184	0.00044	
铬	0.00108	0.00104	0.00224	0.00253	0.00140	0.00667	
铊	0.00010		0.00006			0.00006	
镍			0.0426			0.0310	

综上，矿业活动未造成矿区周边地下水、地表水污染，未对矿区内主要地表、地下水体用途造成改变。

3.3.2 水资源水生态影响趋势

3.3.2.1 对水资源影响趋势

1、地下水资源枯竭的影响

分别对-98m 开采水平的矿坑涌水量以及未来-200m、-300m、-400m、-500m、-600m 等深部开采水平的矿坑涌水量进行预测。

(1) -98m 开采水平

本次-98m 矿坑涌水量预测以 2024 年 7 月 4 号巷道抽水试验末时刻的地下水流场作为初始流场，根据矿区目前不同开采水平巷道规划的布置，将开采巷道以自由渗出面（Seepage Face）的形式刻画，巷道地下水水位设置为-98m，预测未来一年过程中地下水流场的变化，据此得到本次猫儿岭大坊矿区-98m 水平开采时矿坑的最大涌水量

为 29550m³/d，正常稳定涌水量为 23194m³/d。

(2) 深部其他不同开采水平

在深部开采状态下矿坑涌水形成的降落漏斗范围较-98m 开采时明显扩大，地下水水位普遍下降，这会导致这一带岩溶地下水枯竭，矿坑若仍采取大幅度疏干排水措施，地下水水位大幅度下降，在覆盖型岩溶区且第四系覆盖层较薄处，易诱发岩溶塌陷灾害，鉴于此，从水环境和地质环境保护出发，建议猫儿岭深部开采条件下需要采取以堵为主，限量排放的防治水方案。

表 3-3-3 猫儿岭矿区各开采水平涌水量预测结果表

开采水平	正常涌水量 (m ³ /d)	最大涌水量 (m ³ /d)
-200m 中段	26474	31842
-300m 中段	28053	34300
-400m 中段	28359	34474
-500m 中段	28889	36772
-600m 中段	30061	40516

2、区域地下水均衡的影响

本次工作以花桥河岩溶水子系统作为完整的水文地质单元进行地下水资源量评价。该系统地下水补给主要来源为大气降雨补给、花桥河渗漏补给及矿区地下水静储量疏干。该系统主要排泄方式为矿井涌排水，其余为泉点分散排泄。以上各项补给与排泄项计算如下。

(1) 大气降雨补给：根据本次地下水动态监测计算得到的各观测孔的降雨入渗系数的平均值为 0.21746，花桥河岩溶水子系统面积为 3.97km²，本区多年平均降雨量为 1449.5mm，据此可以计算得到区内大气降雨入渗补给量为 143m³/h。

(2) 花桥河渗漏补给：2023 年 2024 年枯水期间对花桥河上下游断面进行了多次测流，上、下游平均流量分别为 1928m³/h、1397m³/h，即河道渗漏量为 531m³/h。

(3) 矿区地下水静储量疏干：静储量为地下水位变动带以下含水层中重力水的体积，可根据含水层给水度乘以其疏干体积进行计算。其中，给水度参照裂隙率 2% 进行计算，疏干体积按照圆锥体进行估算，疏干半径计 500m、疏干厚度计 264m、疏干总时间计 600d，计算可得矿区地下水静储量疏干量约为 95.94m³/h。

(4) 矿井涌排水量：当前矿井日排水量约为 760-850m³/h。

对于地表水，矿区开采活动引发了花桥河渗漏补给，该补给量为 531m³/h，而花

桥河多年枯季平均流量为 $2004\text{m}^3/\text{h}$ ，则渗漏补给量约为花桥河流量的 25%，且矿井抽排水处理后仍主要排放汇入花桥河，因此矿区开采活动不会使得花桥河产生脱水河段，也不会影响其灌溉用水，可以保证其生态流量，不会对下游河段水文情势造成明显影响。对于地下水，矿区开采活动造成的主要影响为矿区北侧、西侧等村组泉点流量减少、地下水水位下降，由于周围居民户数及人口较少，生活用水需水量较少，以大坊组、腊树下组人口数量与用水定额（ $140\text{L}/\text{人}\cdot\text{d}$ ）进行估计，居民生活用水需水仅为 $3.10\text{m}^3/\text{h}$ ，因此矿区开采活动不会对居民生活用水造成明显影响。综上，矿区开采活动造成的区域地下水水位下降。

3、地表水漏失影响

花桥河的侧向径流补给是猫儿岭矿区最主要和稳定的补给来源。

根据本次勘查，花桥河与矿区之间的水文地质结构如下图 3-3-1 所示，具有垂向上向深部逐渐减弱的层状非均质特点。

即浅部（标高+100m 以上）为壶天+梓门桥组为以溶隙和岩溶管道为主的强岩溶含水层。

+100~0m 为以溶隙为主，局部沿断层、裂隙密集带有溶洞、管道发育的中等岩溶含水层。

0~-300m 以溶洞不发育的裂隙-溶隙型弱岩溶含水层；测水组隔水层以下为石磴子组以裂隙介质为主的承压含水层。

根据猫儿岭矿区巷道排水与巷道水位标高的历时统计以及本次巷道大型抽水试验获得的巷道降深~流量的变化关系，由于花桥河水位基本稳定在 215m，花桥河与矿区的平均水平距离约 700m，矿区西侧花桥河直接来水方向的侧向进水带的平面宽度约 500m，据此可以根据吉林斯基势函数方法，计算得到上述强、中、弱三个潜水含水层的平均渗透系数，然后再以此多层层状非均质含水层预测-200m、-300m 潜水含水层中巷道开拓过程中的矿坑涌水量。

图 3-34-1 矿区与花桥河之间的水文地质结构剖面概化图

花桥河地表水向猫儿岭矿区的漏失具有**垂向分层、逐级入渗**的特点，漏失过程随含水层岩溶化程度差异分为多阶段。第一阶段为浅表强岩溶带快速渗漏，河水沿

溶隙、岩溶管道在标高 +100m 以上壶天 + 梓门桥组强岩溶含水层快速入渗，是地表水漏失最直接、最迅速的通道；第二阶段为中等岩溶带缓慢渗流，入渗水进入 +100~0m 中等岩溶含水层，以溶隙渗流为主，仅在断层、裂隙密集带存在局部管道式集中渗漏；第三阶段为深部弱岩溶带弥散渗透，水流进入 0~-300m 裂隙 - 溶隙型弱岩溶含水层，岩溶管道不发育，渗漏速率显著降低，以裂隙缓慢弥散渗流为主。三层含水层渗透性自上而下逐级减弱，构成地表水由花桥河侧向补给矿坑的多级渗漏系统。

从开采时序上，地表水漏失可划分为水位降落期稳定渗漏与开采扰动期动态渗漏两个阶段。巷道未开拓前，花桥河水位稳定维持在 215m，侧向径流补给处于天然稳态，地表水漏失量基本恒定；随着巷道向下开拓、矿坑排水持续进行，矿坑水位不断下降，花桥河与矿坑之间水力梯度持续增大，地表水侧向漏失量随降深逐步增大，此时为开采扰动动态渗漏阶段；当矿坑排水达到稳定降深后，水力梯度趋于恒定，花桥河侧向漏失量再次达到新的动态平衡。

矿区开采疏干排水影响下，将会导致地表水漏失、地下水位下降等问题，从而造成水资源枯竭等问题。矿区北部（腊树下等）、西部（大坊）均有钻孔水位下降、部分泉点发生断流或流量减小等现象，河流断面测流法测得的花桥河渗漏补给量平均约为 531m³/h，或对周边居民生活造成一定影响，影响面积约 98751m²，但因该区域居民人口较少且已逐步实现集中供水，未有明显缺水问题。

因此，预测评估矿业活动对上述地表水溪地表水漏失影响较大。。

本矿为浅部水文地质条件复杂的岩溶矿山，区内构造、岩溶发育。本区矿体分布特征是：浅部为受岩脉接触带控制的银铅锌多金属矿体，深部为受断裂破碎带控制的金银铅锌多金属矿体和受层间破碎带控制的似层状金银铅锌多金属矿体等。该区浅层壶天群地下水丰富，与花桥河水力联系密切，深部石蹬子组富水性差，仅通过断裂破碎带、围岩接触带等带状通道与浅部含水层存在水力联系，带状通道导水性极不均一。若不对地下水进行有效防治，盲目开采不仅会发生井下突水事故，而且将会诱发大坊、腊树下一带发生岩溶地面塌陷等严重的环境地质问题。因此，防治水工作应确保井下作业人员安全，同时要防止因采矿诱发环境地质问题。防治水工作应该从地面入手，遵循“先勘探后设计”，“先治水后采矿”的原则，对西部花桥河一带（包括花桥河）与矿区地下水联系比较密切的通道可通过防渗注浆等方法堵截花桥河河水流向矿区。同

时地表采矿形成大量采坑，碳酸盐岩裸露，再者矿区堆放了大量的废石堆，改变了原始地形地貌，形成了诸多负地形，增强了地表大气降雨入渗，增加了矿区地下水的补给来源；在地表设置截排水措施，降低大气降水的入渗，减少地下水的补给来源。

井下涌水点采用疏堵相结合措施进行处理。其中浅部以疏水措施为主，减少抽排水扬程，降低抽排水费用；同时浅部为一个富水性好的巨大含水层，在深部开采时易遇到导水好的断裂带等，沟通浅层含水层，引发井下突水事故；当浅部疏干后，即使在深部开采时遇到导水性好的构造，因缺少水源而降低突水的风险。深部采用疏堵相结合的方法进行防治水。

3.3.2.2 对水生态影响趋势

矿业活动造成水土污染主要包括两个方面的因素，一是水介质携带运移，体现在矿坑废水、选矿废水等携带的有害物质，进入水体或土体；二是灾害运移，体现在矿山废石堆固体中含有有害物质，进入水体或土体。

现矿山处于停产状态，未对矿区水生态造成影响。根据《开发利用方案》，矿山未来不设废石堆场，未来矿山生产后，主要是矿坑水及临时堆矿场淋滤废水可能对水生态造成影响。

根据矿床开采方式分析，未来矿坑废水中包括湿式凿岩钻孔作业产生冷却、降尘废水、矿层淋滤水、矿井中顶底板及围岩裂隙渗漏水（含悬浮物、铁、锰、硫酸盐等），矿井涌水量很小，矿山未来开采排出的矿坑水若未经任何处理随意排放，将对水生态造成水质污染。

综上，预测未来矿山开采对水生态影响较大。

根据郴州市生态环境局关于《湖南省桂阳县大坊矿业有限公司井下涌水治理项目环境影响报告表》的批复：

桂阳县大坊矿业有限公司 2010 年以来矿山井下开采停产至今，矿山涌水一直存在，为确保矿山涌水稳定达标排放，于 2022 年在桂阳县仁义镇大坊村(原污水沉淀池)建设了矿山涌水处理站，处理能力为 800t/h,采用“格栅+调质+混凝+絮凝+沉淀+砂滤池+清水池”处理工艺，用地面积 2500 平方米。项目属补办环评手续。根据长沙成智格环境评估有限公司编制的《环境影响报告表》的分析结论和专家评审意见，在建设方严格执行环保“三同时”制度，全面落实环境影响报告表及本批复提出的各项污染防治和生态保护措施的前提下，从生态环境保护的角度原则上同意本项目按照环境影

响报告表所列性质、规模、工艺及采取的污染防治设施等进行建设、运行。

未来矿山在生产过程中，应加强水污染防治，矿山涌水采用“格栅+调质+混凝+絮凝+沉淀+砂滤池+清水池”处理工艺，外排废水达到《铅、锌工业污染物排放标准》（GB25466-2010）表 2、表 3 及 2021 年修改单相关要求，总铊执行《工业废水铊污染物排放标准》（DB43/968-2021）要求后排入花桥河；生活污水经化粪池处理后用作厂区绿化灌。目前井下未生产，井下涌水处理后达到了地表水三类标准，总量暂不纳入考虑。如以后井下生产外排废水达不到地表水三类水标准再核准购买总量或升级污水处理设施，达到地表水三类水标准。严格按照生态环境部门要求处理，采矿区实行完全雨污分流、采矿生产废水、矿坑水实行清污分流，加强废水排放的监测，尤其暴雨时排放管理；废石淋滤水必须收集处理，达标排放的前提下，预测未来不会对下游水生态环境造成大规模污染。

3.3.3 水资源水生态影响小结

综上所述，现状矿山开采对水资源、水生态影响小。预测未来矿山开采对水资源影响大；未来矿坑水、地表淋滤废水对水生态影响较大，存在生态破坏和土壤重金属污染的风险，应按照废水处理环境保护工程设计达标排放。另见表 3-3-3。

表 3-3-4 水资源、水生态影响及趋势一览表

影响类别	影响对象	是否对水资源造成破坏		是否对水生态造成破坏	
		现状	趋势	现状	趋势
矿山地下开采	地下水资源	是	是	否	否
	区域地下水均衡	是	否	否	否
	地表水漏失	是	是	否	否
矿坑废水	地表水、地下水			否	是
矿石淋滤水	地表水、地下水			否	是

插图 3-3-1 水资源水生态影响分布图

3.4 矿山地质灾害影响

矿区自 2007 年试采至 2011 年期间,以露天开采与地下开采方式共采矿 78755 吨,自 2013 年以后处于停产状态。露天矿开采矿体埋藏浅,局部露出地表,矿体规模较大,采矿后对地面植被的破坏性较大,部分地面植被破坏区域经修整、种植等方式有所恢复。地下开采矿体埋藏较深,采空区暴露面积不大,暂未引起地面塌陷等问题。矿区内局部区域因岩石风化、高陡切坡等因素影响,发生过小型崩塌、滑坡,但规模较小,且未造成人财损失。经调查整理分析,矿区及周边范围内当前主要的地质灾害有泥石流、岩溶地面塌陷等。

3.4.1 矿山地质灾害影响现状

3.4.1.1 崩塌、滑坡地质灾害影响

现场调查区内未发生过崩塌、滑坡地质灾害。现状崩塌、滑坡地质灾害影响较轻。

3.4.1.2 泥石流地质灾害

现场调查区内未发生过泥(废)石流地质灾害。现状泥(废)石流影响较轻。

3.4.1.3 岩溶地面塌陷地质灾害

根据矿区溶洞发育特征可知,矿区溶洞高度多小于 2m,最大溶洞高度为 13.10m,可见矿区溶洞发育规模中等。此前,矿区及周边范围内未见有岩溶地面塌陷等地质灾害发生。矿区在腊树下、大坊等河流冲沟区域第四系覆盖层较厚,花桥河东岸、腊树下小溪南岸等范围第四系覆盖层范围较广、厚度较大,SK1、QK1 等水文地质钻孔勘探成果显示第四系覆盖层厚度主要范围为 6.5m~12.5m,仅 SK7 钻孔第四系覆盖层厚仅 2.0m。综上,考虑到矿区岩溶较为发育,规模不等的溶洞在不同高程均有发育,且上覆有一定厚度的第四系冲洪积层或残坡积层,矿区强抽排水并叠加降雨影响下极可能引发岩溶地面塌陷。

目前,矿区周边所发生的岩溶地面塌陷仅 1 处,位于 SK1 钻孔附近。该处岩溶塌陷总计形成 1 个较为明显的塌陷坑,围绕塌陷坑可见明显裂缝,总计影响范围长约 9.5m、宽约 9.0m,长轴方向为北西向(与区域北西向断层走向基本一致),塌陷坑范围内可见 2 处坑洞,其中 1 处位于 SK1 钻孔旁,坑洞长约 1.5m、宽约 1.0m、深约 1.0m;另 1 处坑洞位于 SK1 钻孔旁农田中,坑洞长约 3.5m、宽约 2.5m、深约 1.2m(照片 8-2-5)。该处岩溶塌陷发生在抽排水、SK1 钻孔抽水试验及降雨等因素的共同作用下,调查时水位埋深仅 0.1m,一方面降雨作用下,上覆土层在垂直入渗作用下逐渐软化、饱和,

抗剪强度降低，潜蚀作用不断增强，另一方面，抽水作用下下伏溶洞的充填物不断流失，为上覆土层流失提供了空间，最终上覆土层发生变形失稳或破坏，导致地面形成塌陷坑。

照片 3-4-1 SK1 钻孔岩溶地面塌陷现场图

3.4.1.4 采空区地面变形地质灾害

现场调查区内未发生过采空区地面变形、塌陷。现状采空区地面变形、塌陷影响较轻。

3.4.2 矿山地质灾害预测

3.4.2.1 引发崩塌、滑坡预测

本矿山未来为地下开采，未来在地表无大量的土方挖填，对生态修复区现有边坡不会造成破坏。矿山未来工业广场建设面积小，且位于冲沟的低洼地段，场地建设无高陡切坡，也不会对生态修复区现有边坡造成破坏。因此未来矿山无切坡工程，不会对已有边坡造成破坏，预测引发崩塌地质灾害的可能性小，危险性小。

3.4.2.2 引发滑坡地质灾害的预测

矿业活动引发滑坡应该从切坡 和堆积边坡两个方面进行分析。

切坡引发滑坡：本矿山为地下开采，未来在地表无大量的土方挖填，对生态修复区现有边坡不会造成破坏。矿山工业广场位于冲沟的低洼地段，建设面积小，场地建设无高陡切坡，也不会对生态修复区现有边坡造成破坏。因此未来矿山无切坡工程，不会对已有边坡造成破坏，切坡引发滑坡的可能性小。

堆积边坡引发滑坡：矿山原露天开采产生的排土场，目前已修复，未来矿山废石用于井下充填采空区。地表位于矿部及主斜井工业广场临时堆矿场堆放面积较小，引发废石堆大规模的滑坡可能性小。

综上所述，预测未来引发滑坡地质灾害的可能性小。

3.4.2.3 引发泥石流地质灾害的预测

区内山坡坡度一般 10~25，冲沟一般较宽缓，纵坡降深小，矿权范围内沟度小，汇水面积小；地表残坡积层一般 0~10m，植被覆盖率好；矿山为地下开采，未来产生的废土石均运往湖南宝山有色金属矿业有限责任公司尾矿库，未来矿山仅在矿井工业广场内设置废石堆临时堆放区，堆积方量少，且堆积区位于平缓地段，上方无水流冲刷，形成废石流可能性小。因此，预测矿业活动引发泥（废）石流的可能性小，影响

较轻。

3.4.2.4 引发岩溶地面塌陷地质灾害的影响预测

按可溶岩埋藏条件，岩溶可分为覆盖型、裸露型和埋藏型三种基本类型，其中覆盖型岩溶是指在可溶岩上方覆盖一定厚度的第四系松散堆积层，该岩溶类型具有分布广泛、致灾性强的显著特征，成为地面塌陷灾害防控的重点区域。在致塌因素方面，以往研究表明岩溶地面塌陷的发生模式受上覆土层性质、地下水位变化、岩溶发育特征等多类因素共同影响，而覆盖型岩溶地面塌陷发生须具备三个条件：存在岩溶发育为前提条件，地下水位变化为动力条件，上覆土层为塌陷发生的基本条件，即岩溶、土体和诱发因素是岩溶地面塌陷的三要素。据此，根据矿区实际条件，其岩溶地面塌陷发生的基本条件或影响因素概括为岩溶发育条件、覆盖层条件及地下水动力条件。

1) 岩溶发育条件。岩溶的发育程度和岩溶洞穴的开启程度是决定岩溶地面塌陷的直接因素。地层岩性、断裂构造、地形地貌、地下水循环条件及地下水的侵蚀性等都是影响岩溶发育的重要因素。前文已分析总结出，矿区岩溶发育主要层位为壶天群（CPH）白云岩、白云质灰岩，岩溶发育受断裂构造控制作用明显，表现为沿断层和背斜轴部发育，溶洞发育高度以 100~200m 高程最为集中，且主要为覆盖型岩溶，覆盖型岩溶多分布于河流冲沟等区域。

2) 覆盖层条件。松散破碎的盖层是塌陷体的主要组成部分。覆盖层的厚度、结构、工程地质性质对土洞和塌陷的形成有重要影响，工程地质力学性质差、双层结构以及覆盖层厚度在 5~20m 以内的地段易发生塌陷。根据水文地质钻孔勘探成果显示第四系覆盖层厚度主要范围为 6.5m~12.5m，平均厚度为 10.32m，仅 SK7 钻孔因地形地貌控制而第四系覆盖层厚度较薄，仅 2.0m。总体而言，矿区除岩石裸露区或覆盖层不连续区域外，其他河流冲沟区域覆盖层结构基本一致。本次工作仅针对河流冲沟等连续分布的松散第四系覆盖层分布区域开展塌陷风险预测。

3) 地下水动力条件。地下水流动及其水动力条件的改变是岩溶塌陷形成的最重要动力因素。地下水径流集中和强烈的地带最易产生塌陷。这些地带包括岩溶地下水的主径流带、排泄带、地下水位埋藏浅且变幅大的地带、地下水位在基岩面上下频繁波动的地段等。因此，与矿区地下水系统存在水力联系地段、岩层富水性好的地段（与岩溶发育密切相关）、初始地下水在岩土界面或高于岩土界面而采矿后其地下水位低于岩土界面地段易发生岩溶地面塌陷。

4) 其他因素。主要为地形地貌条件，封闭洼地地势相对低洼，为大气降雨形成

集中地表径流的消纳场所，地表径流在洼地内垂直入渗作用强烈，易于形成土洞产生塌陷，其次为开口型沟谷地形，大气降雨垂直入渗相对较为强烈，坡地地形入渗较弱，分水岭附近入渗作用更弱，即斜坡带、分水岭位置不利于土洞塌陷发生。

(1) 岩溶地面塌陷预测方法

本次工作对岩溶地面塌陷易发程度采用半定量方法预测。根据以上分析，岩溶发育条件选择岩溶发育程度分区、浅部岩溶发育状况、基底岩性等因子，覆盖层条件选择覆盖层厚度、覆盖层结构、覆盖层力学性质（成因）等因子；地下水动力条件选择与矿区地下水系统的水力联系、地下水补径排条件、地下水位埋深等因子来预测岩溶地面塌陷的易发程度；其他主要考虑地形地貌因子。预测过程中对每个因子根据实际条件进行赋分，求取各预测因子分值总和，进而判定其岩溶地面塌陷发生的可能性高低，其预测因子及赋分表如表 3-4-1 所示。

表 3-4-1 岩溶地面塌陷可能性预测因子赋值分级评判表

预测因子		因子赋值			
		4	3	2	1
岩溶发育条件	岩溶发育程度（A）	极强烈区	强烈区	中等区	弱发育区
	首个溶洞距岩土界面深度（B）	小于 10m	10~30m	30~50m	大于 50m
	基底岩性（C）	灰岩、白云质灰岩	白云岩	泥质白云岩或泥质灰岩	隔水层
覆盖层条件	厚度（D）	5~10m	10~20m	20~30m	>30m 或 <5m
	结构（E）	双层（上粘性土下砂）	双层（上砂下粘性土）	多层	单层
	成因（F）	冲积	洪积	残坡积	残积
地下水动力条件	与矿区水力联系密切程度（G）	主径流带或矿区	密切	不密切	无水力联系
	岩溶地下水运动条件（H）	排泄区	排泄区—径流区	径流区—补给区	补给区
	地下水位（I）	岩土界面	高于岩土界面	低于岩土界面	远低于岩土界面
其他	地形地貌（J）	封闭洼地	敞口沟谷	斜坡带	分水岭
总分（N）		≥32	26~32	18~26	≤18
预测判别		可能性极高	可能性高	可能性中等	可能性小

(2) 岩溶地面塌陷预测结果

本次工作主要针对连续分布有松散第四系覆盖层的区域开展塌陷风险预测。矿区受地表剥蚀作用等影响，现今仍保留的典型封闭岩溶洼地较少，多表现为被地表沟谷

切割改造的半封闭或敞口沟谷。

本次工作依据岩溶发育程度与主要径流通道等因素，将预测区范围分别划分为大坊冲沟、代头冲沟及其他区域，其中大坊冲沟、代头冲沟均指代花桥河以东第四系覆盖层分布的区域，不跨越至花桥河以西区域。

1) 岩溶发育条件。根据报告前文岩溶发育程度区划结果，大坊冲沟为极强岩溶区，代头冲沟为中等岩溶区，腊树下冲沟为强岩溶区，其他区域则为中等岩溶区。通过统计各预测范围内钻孔岩溶发育及覆盖层特征可知，大坊冲沟、代头冲沟中首个溶洞距岩土界面深度范围为 8.39~26.71m，深度较浅，有利于土洞形成扩展。此外，矿区第四系覆盖区基底岩性以壶天群（CPH）白云岩与白云质灰岩、梓门桥组（C_{1z}）厚层白云岩为主。

表 3-4-2 钻孔岩溶发育及覆盖层特征统计图

区域	钻孔编号	孔口标高/m	盖层厚度/m	首个溶洞标高/m	静止水位埋深/m	基底岩性
大坊冲沟	SK1	219.613	6.5	186.40	13.95	C _{1z} 白云岩
	SK7	214.845	2.0	-	4.34	CPH 白云岩
	SK8	221.175	12.5	195.65	8.92	CPH 白云岩
代头冲沟	QK3	222.323	11.2	202.73	10.35	CPH 白云岩
其他区域	SK2	276.198	26.1	-	63.40	CPH 白云岩
	SK3	319.330	16.7	174.03	188.00	CPH 白云岩
	SK4	302.641	35.5	-	97.5	P _{2q} 灰岩
	SK5	277.436	42.6	-7.67	69.45	CPH 白云岩
	SK6	269.49	21.0	179.99	66.41	CPH 白云岩
	QK2	266.216	16.1	216.72	47.35	P _{2q} 灰岩

（2）覆盖层条件。大坊冲沟、代头冲沟第四系覆盖层厚度为 2.0~12.5m，平均厚度为 8.05m，而其他区域第四系覆盖层厚度平均值可达 26.3m，其中 SK3 钻孔第四系覆盖层较薄约 16.7m，其余钻孔第四系覆盖层均大于 20m，其中 SK5 钻孔第四系覆盖层总厚可达 42.6m。本区第四系覆盖层结构主要由单层粘土组成，其中大坊冲沟、代头冲沟等区域分布于花桥河河岸，为冲洪积成因，而其他区域则主要为残坡积成因，不连续分布于斜坡地带或分水岭区域。

(3) 地下水动力条件。本次工作对矿区水文地质条件进行了充分研究, 可知位于矿区西部的大坊冲沟区域形成了多个主径流通道, 在当前矿区排水条件下使得花桥河构成了矿区主要充水来源之一, 与矿区水力联系十分密切, 与之相邻的代头冲沟区域同样与矿区水力联系密切, 但未发育主径流通道。从地下水埋深来看, 大坊冲沟在矿区抽排水及降雨耦合作用下容易造成地下水位在岩土界面附近波动, 而代头冲沟区域地下水位略高于岩土界面, 如 QK3 钻孔静止水位仅高于岩土界面 0.85m, 都较为容易形成岩溶地面塌陷。

(4) 其他条件。从地形地貌条件, 大坊、代头等区域均不构成封闭性岩溶洼地, 应判定为敞口型沟谷地区, 而其他区域则主要为分布于矿区附近的斜坡地带或者分水岭区域。

针对岩溶发育条件、覆盖层条件、地下水动力条件等分析, 对大坊冲沟、代头冲沟、腊树下冲沟及其他区域各项预测因子进行了赋分, 从而获得了各区域岩溶地面塌陷可能性大小。结果显示, 大坊冲沟预测得分为 34, 表明其岩溶地面塌陷风险或可能性极高, 矿区 SK1 钻孔处发生的岩溶地面塌陷也属此区域, 此外代头冲沟、发生岩溶地面塌陷的可能性分别为高、中等, 其他区域发生岩溶地面塌陷的可能性较小。

岩溶塌陷区影响耕地 11.65 公顷及房屋 1 栋, 居民 4 人, 地质灾害危险性中等。

表 3-4-3 岩溶地面塌陷可能性预测结果表

预测因子		预测区域		
		大坊冲沟	代头冲沟	其他区域
岩溶发育条件	岩溶发育程度 (A)	4	2	2
	首个溶洞距岩土界面深度 (B)	3	3	1
	基底岩性 (C)	4	4	3
覆盖层条件	厚度 (D)	4	4	1
	结构 (E)	1	1	1
	成因 (F)	4	4	2
地下水动力条件	与矿区水力联系密切程度 (G)	4	3	2
	岩溶地下水运动条件 (H)	3	3	1

	地下水位 (I)	4	3	1
其他	地形地貌 (J)	3	3	2
总分 (N)		34	30	16
预测判别		可能性高	可能性高	可能性小

3.4.2.5 引发采空区地面变形地质灾害的影响预测

根据三下采煤规程类似矿山经验值，上山移动角取 68°，下山移动角取 55°，走向移动角取 72°圈定计算地表岩移范围。

本次选取岩石移动范围内的大坊村组居民区 (B1)、工业广场区 (B2) 作为计算点 (具体见表 3-5)，通过计算来预测未来矿山开采引发采空区地面变形的可能性，计算公式为：

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

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

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)；
tgβ——地表移动影响角正切，取 tgβ=tg55°=1.42
b——水平移动系数，取 b=0.2×(1+0.0086α)
i_{cm}——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)

计算结果见表 3-4-4，地面变形对土地破坏程度等级见表 3-4-5，对砖混结构建筑物损坏等级见表 3-4-6。

表 3-4-4 矿山开采地表移动变形参数计算结果表

项目指标	B1	B2
矿体平均厚度之和 (m)	2.7	2.64
采深取实际平均采深 (m)	300	200
倾角α (°) 取平均倾角	40	45

项目指标	B1	B2
下沉系数q	0.76	0.76
$\text{tg}\beta$	1.42	1.42
水平移动系数b	0.27	0.28
影响半径r (m)	211.27	140.85
Wcm(mm)	1571.92	1418.74
icm (mm/m)	7.44	9.07
Kcm $10^{-3}/\text{m}$	0.05	0.11
εcm (mm/m)	3.04	4.25
对应地表居民点及其它重要设施	大坊村居民区	矿山工业广场区

表 3-4-5 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 /mm·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	严重破坏	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。

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
		ε mm·m ⁻¹	Kcm 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	≤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
		ϵ $\text{mm}\cdot\text{m}^{-1}$	K_{cm} $10^{-3}/\text{m}$	I_{cm} mm/m		
	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	拆建

根据矿山地表沉陷区段计算的变形参数值，按照三下采煤规程，并根据采空区塌陷发育程度分级表（附录 D.8）可能对未来采空区上方及岩移影响范围进行评估，评估结果：

综上所述，经分析可知，未来矿山引发采空区地面变形的可能性中等，对岩石移动范围内的林地影响轻微，即地面有轻微变形，轻微影响农田耕种、林地、植被生长，水土流失略有增加。对工业广场内的房屋影响较重，达到了中度损毁的级别，主要影响工业广场区的 7 栋房屋及林地 46.5hm²。

3.4.2.6 矿山建设可能遭受地质灾害预测分析

（1）矿山建设遭受崩塌、滑坡地质灾害预测分析

矿区地表自然边坡稳定，植被发育（覆盖率 85%以上）；矿山建设（矿部建筑、工业广场及运输公路等地面设施等）多位坡缓处及山坳（顶）中，附近无高切坡、松散岩体；因此，预测矿山建设遭受滑坡、崩塌地质灾害的可能性小。

（2）遭受泥（废）石流地质灾害预测分析

依前述，矿山区现状无废石堆堆放，未来不新增废石堆场地，前文分析，区内地势高差不大，地形坡度小，无高差大流程长的冲沟，不具备发生大规模泥石流的地形条件。由于地势开阔，自然排水通畅，也不具备发生大规模泥石流的水源条件。遭受

泥（废）石流地质灾害的可能性小。

（3）遭受岩溶塌陷地质灾害预测分析

现状未发生过岩溶塌陷地质灾害；按前述，预测开采引发岩溶塌陷地质灾害危险性小；因此，预测矿山建设遭受岩溶地面塌陷地质灾害的危险性小。

（4）遭受采空区地面变形地质灾害预测分析

根据前述，未来矿山引发采空区地面变形的可能性中等，对岩石移动范围内的林地影响轻微，即地面有轻微变形，轻微影响农田耕种、林地、植被生长，水土流失略有增加。对工业广场区的房屋影响较重，达到了中度损毁的级别，主要影响工业广场旁矿部区的 7 栋房屋及林地 46.5hm²。未来建设工程自身遭受采空区地面变形（塌陷）地质灾害可能性中等，危险性中等。

3.4.4 矿山地质灾害影响小结

现状矿山开采未发生崩塌、泥石流、采空区地面变形、岩溶地面塌陷等地质灾害，预测矿山引发崩塌、滑坡、泥石流及的可能性小；预测未来矿山存在岩溶地面塌陷地质灾害的可能，可能影响花桥河东岸面积约耕地 11.65 公顷及房屋 1 栋，居民 4 人；存在引发采空区地面变形的可能，可能影响工业广场旁矿部区的 7 栋房屋及林地 46.5hm²。另见表 3-4-7。

表 3-4-7 矿山地质灾害现状及预测分析结果表

地质灾害类型	矿山地质灾害现状			矿山地质灾害预测		
	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	否	否	无	小	小	无
滑坡	否	否	无	小	小	无
泥石流	否	否	无	小	小	无
岩溶地面塌陷	有	中等	农田	中等	中等	农田、居民
采空区地面变形	否	否	无	中等	中等	影响林地、房屋

插图 3-4-1 矿山地质灾害影响分析图

3.5 生物多样性破坏

3.5.1 生物多样性破坏现状

矿山以往矿业活动主要是矿山露天采场、工业广场等矿业活动区域植被破坏。矿山生产建设占地造成的地表植被的损失将使现有自然生态体系的生物总量有所下降，对生态系统产生一定的影响，但矿山地面矿业活动占损面积小，不会对区域生态系统物种的丰度和生态功能产生大的影响。

区域内常见野生动物兽类有鼠类、蛇类、青蛙等；鸟类有麻雀、山雀等；昆虫有蜘蛛、蜻蜓、蝴蝶、野蜂等，区内无大型渔业、自然保护区，尚未发现国家重点保护珍稀濒危动植物。矿山以往矿业活动对区域野生动物多样性无影响，但对局部野生动物多样性有一定影响。

矿区周边地表水体鱼、虾等水生生物未见死亡现象，矿业活动对矿区内水生生物无影响。

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

(1) 地面工程建设区对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，因为矿山未来属于地下开采。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。

(2) 水资源水生态对矿区及周边植被破坏预测

依前述，未来矿山开采对生态水环境破坏有限，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，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乱猎等现象的出现，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无破坏，未来矿业活动对区内生物的生存、繁衍存在一定不利因素，但总体影响小，不会造成生物多样性破坏的趋势。另见表 3-5-1。

表 3-5-1 生物多样性破坏影响及趋势一览表

名称		是否对生物多样性造成破坏	
		现状	趋势
已有	露天采场LC	否	不变
	Gy1工业广场	否	不变
	Gy2工业广场	否	不变
	Gy3工业广场	否	不变
	Gy4工业广场	否	不变
	G1地面建筑	否	不变
	G2地面建筑	否	不变
	G3地面建筑	否	不变
	G4地面建筑	否	不变
	GS1临时堆矿	否	不变
	GS2临时堆矿	否	不变
	矿山公路L	否	不变
新增	主竖井工业广场	否	增加

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、《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，按照宜耕则耕、宜建则建、宜水则水、宜林则林的原则，桂阳县大坊矿业有限公司猫儿岭金矿矿山保护修复思路为：对矿山生产生活废水进行处理及监测、建立地面变形灾害监测点、将主要建筑物、矿山公路予以保留，露天采场、工业广场、临时堆矿场复垦为林地；矿山闭坑后对所有废弃井口进行封堵。

4.2 生态保护修复目标

1、土地复垦：本矿山无生态公益林分布，不是野生动物栖息地及觅食通道，也非具有重要科普意义的矿山开采遗迹、地质遗迹等，本次无保护保育措施。本矿山位于丘陵地区，考虑当地经济情况及老百姓意愿，未来生态修复时的复垦方向复垦为林地，复垦区域总面积 6.0946hm²；

2、水资源水生态治理：水资源水生态工程，本次设计的恢复治理工程主要为修建两处临时堆矿场淋滤废水收集沉淀、污水处理站废水处理费用预留、加强水质监测；

3、灾害治理：必须严格按照设计的采矿方法进行开采，在未来的开采过程中需采取措施，防治地质灾害，矿山开采，可能引发地质灾害，未来应预留资金；

4、监测和管护：未来矿山存在引发采空区地面变形地质灾害的可能性，应开展地质灾害监测工程、为保护当地的生态环境，矿山应开展废水监测工程、土壤监测工程、植被监测工程；对于现状和未来的复垦区域还应开展管护，管护总面积为 6.0946hm²。

5、其他工程：未来矿山关闭后，需要将矿山 6 处井口封堵。

全面预防地质灾害，避免在开采期间和闭坑后对矿山工作人员及当地居民的生命财产安全造成威胁。

4.3 生态保护修复工程及进度安排

生态保护修复措施主要有保护保育、自然恢复、人工辅助修复等。本矿山只有矿部及主斜井工业广场、西翼回风井工业广场、东翼回风井工业广场、选厂造成了土地

资源的占损，以上区域无法采用保护保育、自然恢复的方式修复。本次设计采取人工辅助修复的方式进行，未来矿山闭坑后部分建筑物、工业广场、露天采场复垦为林地。

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矿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、基建等造成的采场及周围剥离裸露面，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，于采场内形成的终了边坡平台或其他矿山建设开挖剥离裸露区广为播种，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、主井、副井井口区域及矿区居民区，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。共计制作 3 块。

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，共计制作 3 块。

(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定。

(3) 宣传警示牌的制作

大型标识、宣传牌本次设计采用轻质钢结构骨架，以价格实惠的喷绘图为主；每块制作费取市场价 1000 元。

插图 4-3-1 宣传、警示牌设计大样图（单位：mm）

表 4-3-1 宣传、警示牌汇总表

序号	名称	位置	数量
1	野生动、植物保护宣传牌	矿区及周边村民区、林区	3
2	森林防火警示牌	矿区及周边林区	3
合计			6

4.3.2 生态修复工程

4.3.2.1 景观修复工程

矿山已按绿色矿山建设方案，开展了绿化工程，本次设计矿山未来闭坑后需全面恢复植被，因此本次不再设计景观修复工程。

4.3.2.2 土地复垦与生物多样性修复工程

矿山停产多年，以往未办理临时用地，后续所有用地将办理相关用地手续，根据《开采方案》设计，未来矿山的主要占地区为露天采场（LC）、工业广场（Gy1~Gy6）、地面建筑（G3、G4）复垦为林地，办公生活区等，本次将其作为主要的复垦单元。

(1) 复垦方向的选择

1) 根据矿山所在地的自然、交通条件分析土地的复垦方向

矿山占用的土地地类以林地为主，采矿用地在矿山占用前，原为林地，根据当地的土地利用规划，矿区周边为大面积林地分布区，未来规划以林地为主；矿山交通条件十分便利。根据自然、交通条件等因素分析，基本可以确定，未来土地复垦方向以林地为宜，这符合因地制宜的原则。

2) 根据当地居民的意见确定复垦方向

本次现场调查收集了当地居民的意见，大家基本一致认为矿业活动占地未来复垦为林地比较适宜。

3) 矿山公路

矿山公路大部分为已建乡村道路，仅部分进入工业广场、矿部等场地内部道路，矿山闭坑后，可做为村民进出交通道路和消防通道，可交予当地村委会由村民继续使用，故不进行修复。

矿山开采过程中及开采完毕后，根据土地复垦适宜性评价（表 4-3-2），结合国土空间规划、地质环境条件类型和开采规模，并按照走访调查当地居民及村委会意愿，初步确定露天采场（LC）、工业广场（Gy1~Gy6）、地面建筑（G3、G4）复垦为林地，办公生活区（G1-G2）作为建设用地予以保留，矿山公路作为农村道路保留，总体定位以恢复生态系统为主。

表 4-3-2 复垦土地的适宜性评价结果及复垦方向一览表

评价单元 (复垦对象)		破坏前土地类型	适宜性等级				复垦后土地类型	面积 (hm ²)	复垦单元编号
			水田	旱地	草地	林地			
露天采场	LC	草地	3	3	2	2	林地	2.9718	FK1
矿部及建筑物	矿部G1	林地	4	3	2	2	建设用地	0.3572	FK2
	副井办公楼G2	林地	4	3	2	2	建设用地	0.121	
	废水处理站G3	采矿用地	3	3	2	2	林地	0.2392	
	炸药库G4	采矿用地	3	3	2	2	林地	0.1277	
工业广场	主井口工业广场Gy1	采矿用地	4	3	2	2	林地	0.7954	FK3
	主井口停车场Gy2	采矿用地	4	3	2	2	林地	0.3123	
	副井工业广场Gy3	采矿用地	4	3	2	2	林地	0.2459	

	风井工业广场Gy4	采矿用地	4	3	2	2	林地	0.1812	
	主竖井工业广场Gy5	林地	4	3	2	2	林地	0.5000	
	回风竖井工业广场Gy6	林地	4	3	2	2	林地	0.0500	
临时堆矿区	Gs1	采矿用地	4	3	2	2	林地	0.4649	FK4
	Gs2	园地	4	3	2	2	林地	0.2062	
矿山公路	L	农村道路	4	3	2	2	农村道路	1.9648	FK5
合计								8.5376	

(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，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。

其他草地：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）》，本矿山位于丘陵区，本项目林地、其他草地的复垦标准归纳如下：

表 4-3-3 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	国家控制标准	项目区控制标准
林地	有林地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	100
			土壤容重/（g/cm ³ ）	≤1.5	≤1.5
			土壤质地	砂土至壤质粘土	砂土至壤质粘土
			砾石含量/%	≤50	≤20
			pH 值	5.0~8.0	5.5~8.0
			有机质/%	≥1	≥1
		配套设施	道路	达到当地本行业工程建设标准要求	
		生产力水平	定植密度/（株/hm ² ）	满足《造林作业设计规程》（LY/T 1607）要求	
			郁闭度	≥0.35	≥0.35，多年后≥0.75
草地	其他草地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥20	≥30
			土壤容重/（g/cm ³ ）	≤1.45	≤1.45
			土壤质地	砂土至壤质粘土	砂质壤土至壤质粘土
			砾石含量/%	≤50	≤15
			pH 值	5.0~8.0	5.5~8.0
			有机质/%	≥1	≥1
		配套设施	灌 溉	达到当地本行业工程建设标准要求	
			道 路		
		生产力水平	覆盖率/%	≥40	≥50
			产量/（kg/hm ² ）	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平	

（4）土源供需平衡分析

表土供需平衡分析：根据生态修复目标及土地综合整治工程技术措施，原露天采场（LC）、工业广场（Gy1~Gy6）、地面建筑（G3、G4）复垦为林地，将地面设施拆除、剥离硬化层后将土地翻耕平整补充覆土 1m。

井口工房及采矿工业场（含废水处理池）、员工宿舍等地面设施区需将地面设施拆除、剥离硬化层后，将建筑垃圾清除干净作为建设用地，而复垦林地部分则还需将土地翻耕平整覆土后，按株行距 2m×2m、植坑 0.5m×0.5m×0.5m（见图 4-4）复垦为林地。

根据公式“表土覆盖量=表土需求量=覆盖面积×表土厚度”，确定，林地复垦区设计覆土厚度为 1m。可直接利用复垦土堆存场的剥离土层。

表土需求量见表 4-3-4。

表 4-3-4 表土需求量表

场 地 名 称	覆土面积（hm ² ）	覆土厚度（m）	需土方量
---------	------------------------	---------	------

		旱地	林地	草地	旱地	林地	草地	(m ³)
露天采场	LC		2.9718			1		29718
矿部及建筑物	废水处理站G3		0.2392			1		2392
	炸药库G4		0.1277			1		1277
工业广场	主井口工业广场Gy1		0.7954			1		7954
	主井口停车场Gy2		0.3123			1		3123
	副井工业广场Gy3		0.2459			1		2459
	风井工业广场Gy4		0.1812			1		1812
	主竖井工业广场Gy5		0.5000			1		5000
	回风竖井工业广场Gy6		0.0500			1		500
临时堆矿区	Gs1		0.4649			1		4649
	Gs2		0.2062			1		2062
合 计			6.0946					60946

经计算可知,未来复垦工程需土量为 60946m³。需外购覆土,矿山距离县城约 8km,复垦覆土客土来源于县城建设工程剥离的耕作层土壤,外购土方经土壤检测合格后方可进场覆土。该方式统筹利用城镇建设剥离土壤,实现土石方资源化利用,避免单独新设取土地,减少生态扰动,满足本项目土地复垦覆土需求,当地土方每立方米为 7-12 元,本次土方按照最高每立方米 12 元计算,本次土方的比重按照 1.6 计算,即每立方米土方运费约 16 元。装车费用暂按 4 元每立方计算,即每立方米土方的运费约 32 元。

(5) 复垦植被的选择及栽植方法

根据矿区优势植被的分布情况,本次设计植树种草中乔木树种建议选择柏木(柏木胸径 1~2cm,带土球 20cm 以内)、栎树(栎树胸径 1~2cm,带土球 20cm 以内)、女贞(女贞胸径 1~2cm,带土球 20cm 以内)三个树种混交,混交比例为 4:3:3,混交方式为行状或株间。乔木下种植当地绿化常用的紫穗槐。

播撒草籽本次草种选用标准:本次设计采用撒播结缕草、狗牙根等混合草籽复绿。

表 4-3-5 选种植物的生物特性表

树（草） 种名称	选种植物的生物学特性
栾树	栾树是一种喜光，稍耐半荫的植物；耐寒；但是不耐水淹，栽植注意土地，耐干旱和瘠薄，对环境的适应性强，喜欢生长于石灰质土壤中，耐盐渍及短期水涝。栾树具有深根性，萌芽力强，生长速度中等，幼树生长较慢，以后渐快，有较强抗烟尘能力。在中原地区多有栽植。抗风能力较强，可抗零下25℃低温，对粉尘、二氧化硫和臭氧均有较强的抗性。多分布在海拔1500米以下的低山及平原，最高可达海拔2600米。
柏木	柏木适生于温暖湿润的气候条件，自然分布在海拔1800米以上；在中性、微酸及钙质土上均能正常生长；耐干旱瘠薄，枝体散发的特殊香气，使它不易遭受病害、虫害。
女贞	女贞喜温暖，抗逆性强，既耐高温，也较耐寒。因此在中国秦岭、淮河以南的地区均可露地越冬。女贞较喜阳光，亦能耐阴，在全光照下其枝叶生长茂盛，开花繁密，在阴处生长枝叶稀疏、花稀少。女贞对土壤的要求不太严，除碱性土和低洼地或过于粘重、排水不畅的土壤外，一般均可生长，但以土层深厚、疏松肥沃、排水良好的微酸性砂质壤土最为适宜。女贞对氯气、二氧化硫、氟化氢等有害气体都有一定的抗性，还有较强的吸滞粉尘的能力，常被用于城市及工矿区。
紫穗槐	紫穗槐喜欢干冷气候，在年均气温10℃至16℃，年降水量500至700毫升的华北地区生长最好。耐寒性强，耐干旱能力也很强，能在降水量200毫升左右地区生长。也具有一定的耐淹能力，虽浸水1个月也不致死亡。对光线要求充足。对土壤要求不严。
胡枝子	胡枝子生于海拔150~1000米的山坡、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。
结缕草	结缕草生长于海拔200米至500米的地区，多生在山坡、平原和海滨草地。具有抗踩踏、弹性良好、再生力强、病虫害少、养护管理容易、寿命长等优点。
狗牙根	属禾本科、狗牙根属一年生草本植物。适生性强，耐旱耐贫瘠，酸性或碱性土壤均可生长。生于海拔4000米以下的荒野、道旁，为旱地作物常见的一种杂草。

（6）复垦工程设计

1) 露天采场土地复垦工程

本次设计，原露天采场底盘区域复垦为林地，复垦工程包括：覆土平整、翻耕培肥、植树种草。

A、覆土工程

露天采场场地已经平整，外运土方共计 29718m³，覆土后采用推土机对其表面进行平整。

B、翻耕培肥

覆土前树坑进行标识（测量）定位，覆土后进行人工细部翻耕平整，每立方米土添加保水剂 100g，每立方米施 1—2kg 有机肥，保持土壤肥力，翻耕培肥面积 2.9718hm²。

D、植树种草

林地树种选用前文已有详细论述，乔木树种选择柏木、栎树、女贞三个树种混交，混交比例为 4:3:3。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，种植当地绿化常用的紫穗槐，间距也是 2m×2m。树间还可撒播种草，本次设计采用撒播结缕草、狗牙根等混合草籽复绿，播撒草籽面积 2.9718hm²。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。

$$K=nS/ha \times hb$$

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（m²）；

ha—株距（m）；

hb—行距（m）

表 4-3-6 露天采场生态修复工程量及进度安排表

修复单元	土地复垦与生物多样性修复工程项目	单 位	工程量
露天采场	1、土壤重构工程	hm ²	2.9718
	（1）覆土回填	m ³	29718
	（2）覆土推平	m ³	29718
	（3）翻耕	hm ²	2.9718
	（4）土壤培肥	hm ²	2.9718
	2、植被重建工程		
	（1）种植栎树	株	2972
	（2）种植柏木	株	2229
	（3）种植乔木女贞	株	2229
	（4）紫穗槐	株	7430
	（5）播撒草籽	hm ²	2.9718
	进度安排	2027 年 1 月~2027 年 12 月	

2）地面建筑物及 6 处工业广场复垦工程设计

本次设计，地面建筑物、6 处工业广场复垦为林地，复垦工程包括：构建物拆除，硬化物拆（清）除工程及垃圾外运、覆土平整、翻耕培肥、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、推土机或人工对场地 6—15cm 硬化物地面清除，地面建筑物及工业广场的地面建筑部分为砖瓦结构房屋，拆除工程量按每平方米硬化物厚度 0.5m 计算。

废水处理站 G3 总面积 0.2392hm²，构建筑物面积 840m²，建筑物拆除方量 420m³，地面全部硬化，硬化物剥离方量 358.8m³；

炸药库 G4 总面积 0.1277hm²，构建筑物面积 280m²，建筑物拆除方量 140m³，地面全部硬化，硬化物剥离方量 191.6m³；

主井口工业广场 Gy1 总面积 0.7954hm²，构建筑物面积 890m²，建筑物拆除方量 445m³，地面全部硬化或碎石路面，硬化物剥离方量 1193.1m³；

主井口停车场 Gy2 总面积 0.3123hm²，无构建筑物面积，地面为碎石路面，硬化物剥离方量 468m³；

副井口工业广场 Gy3 总面积 0.2459hm²，构建筑物面积 820m²，建筑物拆除方量 410m³，地面全部硬化或碎石路面，硬化物剥离方量 369m³；

风井工业广场 Gy4 总面积 0.1812hm²，构建筑物面积 520m²，建筑物拆除方量 260m³，地面全部硬化或碎石路面，硬化物剥离方量 271.8m³；

主竖井工业广场 Gy5 总面积 0.5000hm²，构建筑物面积 1000m²，建筑物拆除方量 500m³，地面全部硬化或碎石路面，硬化物剥离方量 750m³；

回风竖井工业广场 Gy6 总面积 0.0500hm²，构建筑物面积 200m²，建筑物拆除方量 100m³，地面全部硬化或碎石路面，硬化物剥离方量 75m³。

垃圾外运是指将剥离的硬化物就近运至附近的井巷回填，由于工业广场至井口距离较近，本次按 500m 计算运输费用。

B、覆土工程

场地拆除清运后，外运土方共计 12008.5m³，覆土后采用推土机对其表面进行平整。

C、翻耕培肥

覆土前树坑进行标识（测量）定位，覆土后进行人工细部翻耕平整，每立方米土添加保水剂 100g，每立方米施 1—2kg 有机肥，保持土壤肥力。

D、植树种草

林地树种选用前文已有详细论述，乔木树种选择柏木、栎树、女贞三个树种混交，

混交比例为 4:3:3。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，种植当地绿化常用的紫穗槐，间距也是 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 。树间还可撒播种草，本次设计采用撒播结缕草、狗牙根等混合草籽复绿，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。

$$K=nS/ha hb$$

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）。

图 4-3-2 工业广场植被恢复剖面示意图

表 4-3-7 地面建筑物及 6 处工业广场生态修复工程量及进度安排表

修复单元	土地复垦与生物多样性修复工程项目	单 位	废水处理站 G3	炸药库 G4	主井口工业广场 Gy1	主井口停车 场 Gy2	副井工业广 场 Gy3	风井工业广 场 Gy4	主竖井工 业广场 Gy5	回风竖井 工业广场 Gy5	合计
地面建筑物 及 6 处工业广 场	1、土壤重构工程	hm ²	0.2392	0.1277	0.7954	0.3123	0.2459	0.1812	0.5000	0.0500	2.4517
	(1) 建筑物拆除	m ³	420	140	445	0	410	260	500	100	2275
	(2) 硬化物剥离	m ³	358.8	191.6	1193.1	468	369	271.8	750	75	3677.3
	(3) 硬化物外运	m ³	778.8	331.6	1638.1	468	779	531.8	1250	175	5952.3
	(4) 覆土回填	m ³	2392	1277	7954	3123	2459	1812	5000	500	24517
	(5) 覆土推平	m ³	2392	1277	7954	3123	2459	1812	5000	500	24517
	(6) 翻耕	hm ²	0.2392	0.1277	0.7954	0.3123	0.2459	0.1812	0.5000	0.0500	2.4517
	(7) 土壤培肥	hm ²	0.2392	0.1277	0.7954	0.3123	0.2459	0.1812	0.5000	0.0500	2.4517
	2、植被重建工程										0
	(1) 种植栾树	株	240	128	796	312	245	180	500	49	2450
	(2) 种植柏木	株	180	96	597	234	185	135	375	38	1840
	(3) 种植乔木女贞	株	180	96	597	234	185	135	375	38	1840
	(4) 紫穗槐	株	600	320	1990	780	615	450	1250	125	6130
	(5) 播撒草籽	hm ²	0.2392	0.1277	0.7954	0.3123	0.2459	0.1812	0.5000	0.0500	2.4517
	进度安排	2042 年 1 月~2042 年 12 月									

3) 2 处临时堆放复垦工程设计

本次设计，矿山关闭后 2 处临时堆放复垦为林地，复垦工程包括：硬化物剥离及垃圾外运、覆土平整、翻耕培肥、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、地表硬化物进行清除。可采用挖掘机、推土机或人工对场地 6—15cm 硬化物地面清除算。

临时堆矿区 Gs1 总面积 0.4649hm²，地面为水泥路面，硬化物剥离方量 697.4m³；

临时堆矿区 Gs2 总面积 0.2062hm²，地面为水泥路面，硬化物剥离方量 309.3m³；

垃圾外运是指将剥离的硬化物就近运至附近的井巷回填，由于工业广场至井口距离较近，本次按 500m 计算运输费用。

B、覆土工程

场地拆除清运后，外运土方共计 6711m³，覆土后采用推土机对其表面进行平整。

C、翻耕培肥

覆土前树坑进行标识（测量）定位，覆土后进行人工细部翻耕平整，每立方米土添加保水剂 100g，每立方米施 1—2kg 有机肥，保持土壤肥力。

D、植树种草

林地树种选用前文已有详细论述，乔木树种选择柏木、栎树、女贞三个树种混交，混交比例为 4:3:3。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，种植当地绿化常用的紫穗槐，间距也是 2m×2m，树间还可撒播种草，播撒草籽面积 0.6711hm²。

表 4-3-8 各复垦单元土地复垦工程量测算表

复垦区域名称	复垦面积 (hm ²)	建筑物拆除 (m ³)	硬化物剥离 (m ³)	硬化物外 运 (m ³)	外购土 方(m ³)	覆土平整 (m ³)	翻耕 (hm ²)	培肥 (hm ²)	种植乔木栎树 (株)	种植乔木柏木 (株)	种植乔木女贞 (株)	种植紫穗 槐 (株)	种草 (hm ²)
露天采场LC	2.9718				29718	29718	2.9718	2.9718	2972	2229	2229	7430	2.9718
废水处理站G3	0.2392	420	358.8	778.8	1196	1196	0.2392	0.2392	240	180	180	600	0.2392
炸药库G4	0.1277	140	191.6	331.6	638.5	638.5	0.1277	0.1277	128	96	96	320	0.1277
主井口工业广场Gy1	0.7954	445	1193.1	1638.1	3977	3977	0.7954	0.7954	796	597	597	1990	0.7954
主井口停车场Gy2	0.3123	0	468	468	1561.5	1561.5	0.3123	0.3123	312	234	234	780	0.3123
副井工业广场Gy3	0.2459	410	369	779	1229.5	1229.5	0.2459	0.2459	246	184.5	184.5	615	0.2459
风井工业广场Gy4	0.1812	260	271.8	531.8	906	906	0.1812	0.1812	180	135	135	450	0.1812
主竖井工业广场Gy5	0.5000	500	750	1250	2500	2500	0.50	0.50	500	375	375	1250	0.50
回风竖井工业广场Gy6	0.0500	100	75	175	500	500	0.0500	0.0500	49	38	38	125	0.0500
临时堆矿区Gs1	0.4649		697.4	697.4	2324.5	2324.5	0.4649	0.4649	464	348	348	1160	0.4649
临时堆矿区Gs2	0.2062		309.3	309.3	1031	1031	0.2062	0.2062	208	156	156	520	0.2062
合计	6.0946	2275	4684	6959	60946	60946	6.0946	6.0946	6094	4573	4573	15240	6.0946

表 4-3-9 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
2027.1-2027.12	露天采场复垦	(1) 覆土回填	m ³	29718
		(2) 覆土推平	m ³	29718
		(3) 翻耕	hm ²	2.9718
		(4) 土壤培肥	hm ²	2.9718
		(5) 种植栎树	株	2972
		(6) 种植柏木	株	2229
		(7) 种植乔木女贞	株	2229
		(8) 紫穗槐	株	7430
		(9) 播撒草籽	hm ²	2.9718
2028.1-2041.12	无			
2043.1-2043.12	建筑物及工业广场	建筑物拆除	m ³	2275
		硬化物剥离	m ³	3677.3
		垃圾外运	m ³	5952.3
		土方外购	m ³	24517
		覆土平整	m ³	24517
		翻耕	hm ²	2.4517
		培肥	hm ²	2.4517
		种植乔木栎树	株	2450
		种植乔木柏木	株	1840
		种植乔木女贞	株	1840
		种植紫穗槐	株	6130
		播撒草籽	hm ²	2.4517
	临时堆矿场复垦	硬化物剥离	m ³	1006.7
		垃圾外运	m ³	1006.7
		土方外购	m ³	6711
		覆土平整	m ³	6711
		翻耕	hm ²	0.6711
		培肥	hm ²	0.6711
		种植乔木栎树	株	672
		种植乔木柏木	株	504
		种植乔木女贞	株	504
		种植紫穗槐	株	1680
		播撒草籽	hm ²	0.6711

插图 4-3-3 矿区土地复垦工程平面图

4.3.3 水资源水生态修复工程

现状矿山尚未开采，对水资源、水生态基本无影响。预测矿山未来开采时对水生态有影响，主要表现在如下几个方面：矿山井下矿坑水、生活废水、临时堆矿场淋滤废水可能会造成下游水塘、溪沟中 pH 值、悬浮物、硫超标、重金属等水生态问题。

(1) 临时堆矿场淋滤废水收集处理工程

为有效收集临时堆矿场淋滤废水，在两处临时堆矿场下方修建排水沟和三级沉淀池：

1) 排水沟

为有效收集废石堆淋滤废水，在废石堆外侧修建排水沟，并排放至新建的沉淀池 C2 进行初步处理，最终排放至废水最终汇入污水处理站进行化学处理，经污水处理站集中处理达标后排放。

设计截排水沟的总长约为 74m。截水沟断面为矩形，宽 0.5m，深 0.5m，采用浆砌石结构，混凝土垫底（纯混凝土 C15，2 级配，粒径 40，水泥 42.5，水灰比 0.65），防水砂浆抹面，每 10m 设置一条伸缩缝，见插图 4-3-4。

洪峰流量估算和截排水沟的初步设计

本次按照矿区废石堆最大汇水面积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=10%），m³/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——设计降雨强度，按 20 年一遇暴雨强度计算，最大 1h 降雨强度（P=10%），90.5mm/h；

F——集水面积，以最大的汇水面积计算约 0.06km²。

经校核验算，废石堆上游的最大排洪流量 Q=0.29m³/s

插图 4-3-4 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，本设计排洪沟的最大排洪流量为 $Q=2.23\text{m}^3/\text{s}$ ，

经计算场地内排洪流量 $Q=0.29\text{m}^3/\text{s}$ ，本设计截水沟的排洪流量为 $Q=2.23\text{m}^3/\text{s}$ ，满足最大汇水面积的排洪需求。截排水沟 PG1 工程量见表 4-3-10：

表 4-3-10 设计截排水沟 PG1 工程量测算

恢复治理工程	长度(m)	挖方(m³)	浆砌石(m³)	底板(m³)	砂浆抹面(平面m²)	砂浆抹面(立面m²)	填方(m³)	伸缩缝(m²)	弃方(m³)
截排水沟PG1	154	123.20	46.20	17.56	169.40	154.00	18.48	5.94	105.34
截排水沟PG2	101	80.80	30.30	11.51	111.10	101.00	12.12	3.90	69.08
合计	255	204	76.5	29.07	280.5	255	30.6	9.843	174.42

2) 三级沉淀池

本方案拟在两个临时堆矿场修建的排水沟末端修建沉淀池，对临时堆矿场的淋滤废水进行集中处理，最终综合利用；处理池埋设在地下，池面与地面水平保持一致，设计三级（增加池水的径流距离，保证矿山废水在沉淀池中的停留时间至 1~3 小时以上，以达到沉淀、降解悬浮物（Mn、Fe、P、Al₂O₃、CaO、Mgo、SiO₂ 等）的效果，沉淀池处理采用标准砖衬砌，尺寸根据下列公式确定：

$$S=Q_{\max}/A_p \text{ (m}^2\text{)} \quad h=V_{st}L=V_{tB}=S/L \text{ (公式 4—1)}$$

式中：Q_{max}→最高日最大式流量（m³/h）；

S→沉淀池总面积（m²）；

A_p→水力负荷 m³/（m².H），按规范取 1.5；

V_s→悬浮物沉降速度（m/s），取值 0.07m/min；

h→有效水深（m）；

L→池长（m）

V→水平流速（m/s）≤4.5mm/s；

B→沉淀池宽度（m）；

t→沉淀时间（s）取值 0.20h。

按照开采末期+550m 平硐最大涌水量（ $15.55\text{m}^3/\text{h}$ ） $L=12\text{m}$ ， $B=5.5\text{m}$ ， $h=2.1\text{m}$ ，沉淀池超高 0.4m、底部滞淤层设计 0.6m，综合分析，确定临时堆矿场淋滤水处理池尺寸 $8\text{m}\times 4\text{m}\times 3.5\text{m}$ （净空容积 112m^3 ，有效容积为 $8\text{m}\times 4\text{m}\times 2.5\text{m}=80\text{m}^3$ ，中间设置两道隔墙；为防止人、畜等跌落处理池中，需在池边缘修建 1.8m 高的防护栏。设计沉淀池工程量见表 4-3-11，插图 4-3-5。

表 4-3-11 矿山废水处理池 C1 工程量测算表

治理单元	规格	挖方 (m^3)	浆砌块 石 (m^2)	砂浆立 抹 (m)	砂浆平 抹 (m^2)	砼垫层 (m^2)	墙背回 填 (m^3)	弃方 (m^3)	下池台阶 (m^3)	栏杆 (m)
临时堆矿场 GS1	112	311	33.12	148.80	32	3.21	42.32	268.68	7	27.6
临时堆矿场 GS2	112	311	33.12	148.80	32	3.21	42.32	268.68	7	27.6
合计	224	622	66.24	297.6	64	6.42	84.64	537.36	14	55.2

（2）井下矿坑水、生活废水

前文所述，矿山井下涌水已布置了排水沟和废水处理站。本次设计的地表水污染防治措施包括：运维费用、水质监测等，具体如下：

未来矿山需严格按照环保部门的要求对矿井水、生活废水进行处理。本次设计的水生态修复工程为预留污水处理费用。

生活废水预测，未来矿山职工按照 50 人计算，人均日用水量 100 L，排水系数 0.85，则日产生生活废水量约为 $50\times 100\times 0.85=4250\text{L}\approx 4\text{m}^3$ 。预测矿山年产生生活废水约 0.14 万 m^3 。

根据矿山废水处理站的运行经验，每年污水处理费用合计约 20 万元，矿山服务年限 20 年，共需预留污水处理费用 400 万元。

（3）清淤工程费用

矿山沉淀池、排水沟、截排水沟需定期开展清淤工程，以及已实施工程修复维护费用，每年沉淀池、排水沟及截排水沟合计清淤费用约 3 万元。

污水处理费用及清淤费用每年 23 万元，共计 460 万元。

图 4-3-5 设计井口废水处理池平、剖面示意图（单位：m）

图 4-3-6 水资源水生态修复工程分布图



4.3.4 地质灾害防治工程

(1) 地表水漏失防治工程

依据前述，预测未来开采对花桥河周边地表水漏失可能影响较大。因此，方案设计的地表水漏失防治工程如下：

①封堵陷坑、裂缝工程：未来矿山应加强对岩石移动范围内秀里坪溪地表水漏失巡查监测工作，一旦发现陷坑、裂缝时，应及时将陷坑、裂缝区地表水引出至未渗漏区，同时用废石或石块回填凹坑，并覆盖粘土分层夯实（高出地面 0.5~1.0m）；在无法回填塌陷群时，可用土堤将其围截隔离或分流地表水。

②钻孔注浆治理工程：采用帷幕注浆+一般注浆孔注浆工艺对地表水漏失区段地面以下 15~20m 实施注浆防渗；地表以水 0~5m 范围内，注浆为水和速凝剂，地表 5m 以下范围内，注入水泥粉煤灰浆，浆液配比为水、水泥和速凝剂。

③修建混凝土引水渠：通过修建混凝土引水渠导流上游地表来水，对漏失段农田灌溉，确保水田耕作。

④工程量测算及年度安排

地表水漏失防治工程由矿山统筹安排，本方案只预留资金 200 万元用于填堵、注浆等地表水漏失防治工程。

(2) 采空区地面塌陷防治预留费用

前文章节已计算，存在发生采空区地面岩移的可能性，可能影响 46.5hm² 林地。对土地的影响程度均为轻度破坏，即地面有轻微变形，轻微影响农田耕种、林地、植被生长，水土流失略有增加。

针对存在发生采空区地面岩移的可能性，可能影响 46.5hm²。采空区地面变形地质灾害防治工程主要为：对塌陷的坑洞，采用碎石、黏土、混凝土等材料分层充填压实；地裂缝治理采用柔性材料（如沥青、聚氨酯）充填，防止雨水。参照恢复植被造林费用，6 元/m²，本次设计预留 279 万元用于塌陷区域的回填、平整、植被修复等工作。

(3) 岩溶塌陷防治预留费用

岩溶塌陷地质灾害防治预留资金：根据预测评估，未来矿山开采时采空区地面变形可能对岩溶塌陷可能性中等区，可能影响耕地 11.65 公顷，林地 8.96 公顷及房屋 1 栋。需大修的房屋 1 栋，按地面变形赔付房屋当地补偿标准：楼房（二层以上）补偿

960 元/m²，捣（预）制砖砼结构房屋补偿 800 元/m² 进行补偿估算，按 100m² 计算，房屋预留补充费用 20 万元；水田按每亩 8000 元补偿，水田补偿面积约 175 亩，补偿需预留约 140 万元。岩溶塌陷防治预留费用合计 169 万元。

以上地质灾害防治费用共计约 648 万元，本次按 10 年计提该费用。

表 4-3-12 地质灾害安全隐患消除工程及年度安排

年度	工程或费用名称		单位	工程量
2027	地质灾害安全隐患消除工程	预留地质灾害防治费用	万元	64.8
2028	地质灾害安全隐患消除工程	预留地质灾害防治费用	万元	64.8
2029	地质灾害安全隐患消除工程	预留地质灾害防治费用	万元	64.8
2030	地质灾害安全隐患消除工程	预留地质灾害防治费用	万元	64.8
2031	地质灾害安全隐患消除工程	预留地质灾害防治费用	万元	64.8
2032	地质灾害安全隐患消除工程	预留地质灾害防治费用	万元	64.8
2033	地质灾害安全隐患消除工程	预留地质灾害防治费用	万元	64.8
2034	地质灾害安全隐患消除工程	预留地质灾害防治费用	万元	64.8
2035	地质灾害安全隐患消除工程	预留地质灾害防治费用	万元	64.8
2036	地质灾害安全隐患消除工程	预留地质灾害防治费用	万元	64.8
合计			万元	648

4.3.5 监测和管护工程

本次评估未来矿山存在引发采空区地面变形地质灾害的可能性，应开展地质灾害监测工程；另外为保护当地的生态环境，矿山应开展废水监测工程、土壤监测工程、植被监测工程；对于现状和未来的复垦区域还应开展管护。

4.3.5.1 地质灾害监测工程

（1）地表水漏失监测

①监测方法：坚持“预防为主，监测、事后治理配套”原则，采用人工巡查监测，主要监测短期内需水量有无锐减的情况，同时与矿井水量波动进行对比，分析是否发生水库漏失的情况。同时对矿井水进行长期的观测，若发现短时间内水量激增，则应立即查明原因。

②监测点布设：拟在花桥河、花桥河东侧水塘设置地表水漏失监测点各 1 个。

③监测频率：地表水漏失监测一般情况下每月 1 次，在采矿接近时的变形活跃期时或汛期下雨时段每 10 天一次。

④防治措施：若发生地表水漏失等严重现象，矿山应一方面及时停止井下生产，疏散井下人员，另一方面采取回填、夯实及注浆等防渗防治措施。

⑤监测时间：矿山开采期直至生态修复建设期结束，主要监测工作量见表 4-3-13

表 4-3-13 地表水漏失监测工程量

监 测 区 域	监测点（处）	监测年数（年）	监测频率（次/点•年）	工程量（次）
花桥河	1	20	12+3	300
花桥河东侧水塘	1			300
合 计	2	20	15	600

注：①表中监测频率系为估算投资而一般设置，矿山可根据开采具体情况布置、加密观测（包括巡查、矿群联查及其它工程），在采矿接近时的变形活跃期、汛期、旱季加密次数增加 30%；

（2）采空区地面变形和岩溶塌陷监测工程

未来矿山的主要地质灾害问题是采空区地面变形和岩溶塌陷，本次设计对于采空区地面变形和岩溶塌陷以控制性监测为主，以简易监测为辅

1) 简易监测

①监测方法：矿山可派专人联合当地居民对地面变形区的矿部建筑、林地进行巡查，采用简易观测手段及时反馈。

②监测网点布设：本方案按地面变形监测测量规范拟在这些区段设置变形巡查监测点，其中：采空区地面变形上方房屋建筑和林地，岩溶塌陷区上方耕地和房屋，总共设置变形监测点 7 处；监测点布置在建筑物的角部、纵墙和横墙的连接处、承重柱和窗间墙的勒脚部位。

③监测时段和频次：参照《地质灾害防治工程勘察规范》巡查频率应不少于每 15 天一次，若逢雨季应加密至每周观测 1 次。巡查期至少应包括矿山的全部服务年限，即 20 年。主要监测工作量见表 4-3-14。

表 4-3-14 采空区地面变形监测工程量测算表

采空区地面变形监测区域	监测点（处）	监测年数（年）	监测频率（次/点•年）	监测工程量（次）
采空区地面变形上方房屋建 筑和林地	4	20	34	680
岩溶塌陷区上方耕地和房屋	3			680
合 计	7	20	34	1360

注：①表中监测频率系为估算投资而一般设置，矿山可根据开采具体情况布置、加密观测（包括巡查、矿群联查及其它工程），在采矿接近时的变形活跃期、汛期、旱季加密次数增加 30%；

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/T18314-2009)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、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。如差值很小则不须修正；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，用配备的 TSC1 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。泥石流和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。

（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。

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 200~400 米。

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 200~400m，共布置 5 个监测点。

图 4-3-7 左侧为岩石天线墩，右侧为土层天线墩

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 4-13 所示。

E、监测点工程量

根据目前的市场价格，每个监测点按照 2 万元计算工程投资费用。由于监测工程可实现全自动化管理，监测费用按每年 2 万元计算。

4.3.5.2 水环境监测工程

①设计内容：根据《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91—2002 2003.1.1），方案对矿坑废水处理后外排的水质进行常规监测，以掌握水质发展趋势。

②监测点设置：监测点位根据《矿山土地复垦与修复监测评估技术规范》（GB/T43935-2024），设计在污水处理站排放口花桥河上游 500m、污水处理站排放口花桥河下游 500m、主井口下游水塘、副井口下游水塘、大坊村村民水井各设置 1 个水质监测点，共设置监测点 5 处。

③监测频率：以全年采样检测次数不少于 4 次，采样时间为每季度 1 次，每次采样 4 个；经监测发现排放水质超标时，应加密至每日一次；监测期为 20 年；

④监测项目：以全年采样检测次数不少于 4 次，抽送到当地环境监测局进行水质简分析检验；矿坑水监测因子按《地表水质量标准》（GB3838-2002）表 1 中第 II 类标准限值，项目以 pH 值、COD、SS、氨氮、硫化物、BOD₅、铊、锑等为主。

监测期限应直至矿山闭坑，监测期为 20 年（即 2027 年 1 月至 2046 年 12 月），监测次数共 80 次，每次 5 组。

表 4-3-15 水质监测工程量及进度安排表

工程项 目	监测区域	监测点 (处)	监测时间 (a)	监测频率 (次)•a)	工程量 (次)	进度安排
----------	------	------------	-------------	----------------	------------	------

水环境 监测	花桥河上游500m	1	20	4	400	2027.1— 2046.12
	花桥河下游500m	1				
	主井口下游水塘	1				
	副井口下游水塘	1				
	大坊村水塘	1				
合计		5				

4.3.5.3 地下水监测工程及进度安排

矿山开采对含水层的影响主要集中在地下开采部分，主要包括地下开采对导水裂隙带范围内的含水层结构造成影响和破坏，周边含水层地下水向采空区排泄引起的地下水水位下降，以及矿山废水的排放对地下水水质的影响。为了分析开采对含水层的影响和破坏，需对含水层地下水水位和水质进行监测。通过对监测数据的分析，来掌握地下水水位变化情况、水质是否受到污染，同时检验降落漏斗影响半径，为含水层破坏防治提供可靠资料和科学依据。

（1）监测点部署

在评估区布置 2 个水文观测孔，作为对含水层水位的观测，共 2 个监测点，监测点建设按 10 万元/孔计算（包含监测设备购买）。

（2）地下水水位监测

采场内利用开采水平涌水点所处位置（高程），周边地下水位监测采用自计水位仪进行水位自动监测，1 小时发送一次水位数据。

（3）地下水水质监测

以全年采样检测次数不少于 4 次，抽送到当地环境监测局进行水质简分析检验；矿坑水监测因子按《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)确定；矿坑水监测指标根据《铅锌工业污染物排放标准》(GB24566-2010)，项目以 pH 值、COD、SS、氨氮、总磷、总氮、总锌、总铜、总铅、总镉、总汞、总砷、总镍、总铬、总铊、硫化物、氟化物。经监测发现排放水质超标时，应加密至每日一次；监测 2 个监测井及周边泉点共计 5 个，监测期为整个生态修复服务年 20 年。

表 4-3-16 地下水水质监测工程量测算表

监测单元名称	监测点（处）	年数	频率（次/点•a）	工程量（次）
地下水水质监测	5	20	4	400
合 计	5			400

4.3.5.4 土壤监测工程

①设计内容：根据《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015），方案对矿区周边耕地土壤环境质量进行常规监测，以掌握土壤环境质量发展趋势。

②监测点设置：根据《矿山土地复垦与修复监测评估技术规范》（GB/T43935-2024），设计在主井口、副井口工业广场下方农田、露天采场设土壤环境监测点各 1 个，矿区中部设置一个参照点，并每年采土样进行检测。周边土壤监测期为 20 年，土壤监测 80 组。

③监测频率：每年采土样进行检测，经监测发现排放水、土壤因子超标时，应加密至每月一次。

④监测项目：每年采样抽送一次到第三方检测机构进行土壤质量检验；土壤监测因子按《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中耕地标准执行，项目以 pH、镉、汞、铅、砷、铬、铜、镍、锌为主。

表 4-3-17 土壤环境监测工程量及进度安排表

工程项目	工 程 名 称		单位	工程量	进 度 安 排
土壤环境监测	主井口、副井口 工业广场、露天 采场	1、土壤环境监测工程			2027.1—2046.12
		1) 监测点	处	4	
		2) 监测时间	a	20	
		3) 分析化验	次	80	

4.3.5.5 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，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，设计监测频率为一年一次，监测位置为全矿区范围，监测方式为定期人工巡查，监测林地上土壤 pH 值、土壤有机质和 N、P、K 和主要污染物重金属含量及树草种数量、高度、密度等内容。监测期限应直至矿山闭坑，为方案的服务年限 20 年（即 2027 年 1 月至 2046 年 12 月），监测次数共 20 次。

4.3.5.6 管护工程

本区的矿部及工业广场、建筑物复垦工程完成后，均需要后期的管护与培育，以

防止复垦土地的退化。主要包括松土培土、修剪、施肥浇水、病虫害防治和补栽以及防牛、羊破坏等管护措施。松土在春季进行，培土在入冬前进行。在开春后入冬前进行施肥，施用肥料以有机复合肥为主。春季病虫高峰期喷洒保护剂，防治剂视病虫害发生情况适时喷洒，使用品种为无害农药。浇水主要在夏季节，排涝主要在梅雨季节。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 6.0446hm²，养护期 3 年，管护期为 2044 年至 2046 年。矿山监测和管护工程量见表 4-3-18，年度安排见表 4-3-18。

表 4-3-18 矿山监测及管护工程量表

矿山地质环境监测工程	工程类别	单位	工程量
地质灾害监测	地表水漏失监测	次	600
	采空区地面变形自动监测	个	7
	自动监测运维费	年	20
	采空区地面变形人工监测	次	1360
水资源水生态监测	地表水水质化验、分析	次	400
	地下水水位监测井建设	个	2
	地下水水质监测	组	400
土壤监测	土壤化验、分析	次	80
植被巡查	人工巡查植被	次	20
管护工程	林地、草地管护	hm ²	6.0446

表 4-3-19 矿山监测及管护工程年度安排

年度	工程或费用名称	单位	工程量
2027.1~2027.12	地表水漏失监测	次/年	30
	采空区地面变形自动监测	个	7
	自动监测运维费	年	1
	采空区地面变形人工监测	次/年	34
	地表水水质化验、分析	组/年	20
	地下水水位监测井建设	个	2
	地下水水质监测	组/年	20
	土壤化验、分析	组/年	6
2028.1~2042.12	人工巡查植被	次/年	1
	地表水漏失监测	次/年	30
	自动监测运维费	年	1

	采空区地面变形人工监测		次/年	34
	地表水水质化验、分析		组/年	20
	地下水水质监测		组/年	20
	土壤化验、分析		组/年	6
	人工巡查植被		次/年	1
2043.1~2043.12	地表水漏失监测		次/年	30
	自动监测运维费		年	1
	采空区地面变形人工监测		次/年	34
	地表水水质化验、分析		组/年	20
	地下水水质监测		组/年	20
	土壤化验、分析		组/年	6
	人工巡查植被		次/年	1
2044.1~2046.12	地表水漏失监测		次/年	30
	自动监测运维费		年	1
	采空区地面变形人工监测		次/年	34
	地表水水质化验、分析		组/年	20
	地下水水质监测		组/年	20
	土壤化验、分析		组/年	6
	人工巡查植被		次/年	1
	管护工程	林地、草地管护	公顷	6.0446

插图 4-3-8 矿区监测工程分布平面图

4.3.6 其他工程

本矿山的其他工程为井口封闭工程，本矿山有 6 个井口（主竖井、回风竖井、主斜井、副斜井、风井、3#盲斜井），矿山对 6 个井口进行封闭，恢复自然环境，同时防止意外安全事故发生。由于井型不同，封闭方式也不同。具体设计方案如下：

1、竖井封闭工程

根据《煤矿安全规程》第九十四条的规定，竖井的封闭方案为：“报废的竖井应填实，或在井口浇注一个大于井筒断面的坚实的钢筋混凝土盖板，并应设置栅栏和标志”。

本方案设计竖井填料为工业广场上拆除的硬化物，填实在井口浇筑一个大于井筒断面的坚实的钢筋混凝土盖板。

前文所述，硬化废弃物总方量约 6784m³，完全满足井筒回填需求，不需重复计算。

本矿山竖井井口直径约 5m，本次设计浇筑钢筋混凝土盖板的直径为 6m，厚度至少为 0.3m。

2、斜井封闭工程

另外 4 个井口均为斜井，斜井井口封闭时，先用工业广场上硬化物或矸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。矿山共需封闭 4 个斜井井口，各井口断面积约 5m²（砌筑砂浆 M7.5 水泥 32.5）。封闭工程量见表 4-3-120。

插图 4-3-9 竖井封堵示意图

表 4-3-20 竖井井口封闭工程量表

治理恢复区域	现浇混凝土板工程量（m ³ ）
主竖井	8.48
回风竖井	8.48
注：本次设计矿山风井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。	

插图 4-3-10 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 4-3-11 斜井井口封堵示意图

表 4-3-21 斜井井口封闭工程量表

井口名称	面积 (m ²)	封堵厚度 (m)	废石充填（m ³ ）斜井 按充填20m计算	浆砌块石 (m ³)	外立面抹面 (m ²)
主斜井	5	4	100	20	5

副斜井	5	4	100	20	5
风井	5	4	100	20	5
3#盲斜井	5	4	100	20	5
合计				80	20
注：本次设计工业广场复垦时硬化物全部回填井筒，故不重复计算井筒回填工程量。					

表 4-3-22 其他工程量及年度安排表

年度	工程类别	工程或费用名称		单位	工程量
2026-2042	-	-	-	-	-
2043	其他工程	井口封堵	现浇混凝土板	m ³	16.96
			浆砌块石	m ³	80
			外立面抹面	m ³	20

4.3.7 生态保护修复年度安排

本次设计的生态保护修复工程包括土地复垦与生物多样性修复工程、水资源水生态修复工程、地质灾害防治工程、监测和管护工程等，年度安排如下：

2027.1~2027.12，年将开展露天采场土地复垦工程，水资源水生态修复工程、地质灾害防治工程及监测管护工程。

2028.1~2042.12 开展监测管护工程。

2043.1~2043.12 年完成业广场（Gy1~Gy6）、地面建筑（G3、G4）、临时堆矿场复垦为林地，6 处井口封堵；开展监测管护工程。

2044.1—2046.12 年开展监测管护工程。（见附表 4-3-24）

4.3.7 生态保护修复工程量汇总及年度安排

表 4-3-23 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
生态保护工程	生态保护保育工程施工费	野生动、植物保护宣传牌	块	3
		森林防火警示牌	块	3
土地复垦与生物多样性修复工程	露天采场土地复垦	土方外购	m ³	29718
		覆土平整	m ³	29718
		翻耕	hm ²	2.9718
		培肥	hm ²	2.9718
		种植乔木栎树	株	2972
		种植乔木柏木	株	2229
		种植乔木女贞	株	2229

工程类别	工程或费用名称		单位	工程量
		种植紫穗槐	株	7430
		播撒草籽	hm ²	2.9718
	建筑物、工业广场土地复垦	建筑物拆除	m ³	2275
		硬化物剥离	m ³	3677.3
		垃圾外运	m ³	5952.3
		土方外购	m ³	24517
		覆土平整	m ³	24517
		翻耕	hm ²	2.4517
		培肥	hm ²	2.4517
		种植乔木栎树	株	2450
		种植乔木柏木	株	1840
		种植乔木女贞	株	1840
		种植紫穗槐	株	6130
		播撒草籽	hm ²	2.4517
	临时堆矿场土地复垦	硬化物剥离	m ³	1006.7
		垃圾外运	m ³	1006.7
		土方外购	m ³	6711
		覆土平整	m ³	6711
		翻耕	hm ²	0.6711
		培肥	hm ²	0.6711
		种植乔木栎树	株	672
		种植乔木柏木	株	504
		种植乔木女贞	株	504
		种植紫穗槐	株	1680
		播撒草籽	hm ²	0.6711
水资源水生态修复工程	临时堆矿场排水沟 PG1、PG2	挖方	m ³	331.20
		块石砌体工程	m ³	124.20
		素混凝土底板	m ³	47.20
		砂浆抹面（平面）	m ²	455.40
		砂浆抹面（立面）	m ²	414.00
		填方	m ³	49.68
		伸缩缝	m ²	16.02
		弃方	m ³	283.13
	临时堆矿场C1、C2	挖方	m ³	311
		浆砌块石	m ³	33.12

工程类别	工程或费用名称		单位	工程量
		砂浆立抹	m ²	148.8
		砂浆平抹	m ²	32
		砼垫层	m ³	3.21
		墙背回填	m ³	42.32
		弃方	m ³	268.68
		下池台阶	m ³	7
		栏杆	m	27.6
	废水处理预留费		万元	400
	沉淀池、排水沟清淤费		万元	60
地质灾害防治工程	地质灾害预留费用		万元	648
监测及管护工程	地表水漏失监测		次	600
	采空区地面变形自动监测		个	7
	自动监测运维费		年	20
	采空区地面变形人工监测		次	1360
	地表水水质化验、分析		次	400
	地下水水位监测井建设		个	2
	地下水水质监测		组	400
	土壤化验、分析		次	80
	人工巡查植被		次	20
	林地、草地管护		公顷	6.0946
其他工程	井口封堵	现浇混凝土板	m ³	16.96
		浆砌块石	m ²	80
		外立面抹面	m	20

表 4-3-24 矿区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
2027.1~2027.12	生态保护工程	生态保护保育工程施工费	野生动、植物保护宣传牌	块	3
			森林防火警示牌	块	3
	土地复垦与生物多样性修复工程	露天采场土地复垦	土方外购	m ³	29718
			覆土平整	m ³	29718
			翻耕	hm ²	2.9718
			培肥	hm ²	2.9718
			种植乔木栎树	株	2972
			种植乔木柏木	株	2229
			种植乔木女贞	株	2229

年度	工程类别	工程或费用名称		单位	工程量
			种植紫穗槐	株	7430
			播撒草籽	hm ²	2.9718
	水资源水生态修复工程	临时堆矿场排水沟PG1、PG2	挖方	m ³	331.20
			块石砌体工程	m ³	124.20
			素混凝土底板	m ³	47.20
			砂浆抹面（平面）	m ²	455.40
			砂浆抹面（立面）	m ²	414.00
			填方	m ³	49.68
			伸缩缝	m ²	16.02
			弃方	m ³	283.13
		临时堆矿场C1、C2	挖方	m ³	311
			浆砌块石	m ³	33.12
			砂浆立抹	m ²	148.8
			砂浆平抹	m ²	32
			砼垫层	m ³	3.21
			墙背回填	m ³	42.32
			弃方	m ³	268.68
			下池台阶	m ³	7
			栏杆	m	27.6
		废水处理预留费		万元	20
		沉淀池、排水沟清淤费		万元	3
	地质灾害防治工程	地质灾害预留费用		万元	119.9
	监测及管护工程	地表水漏失监测		次	30
		采空区地面变形自动监测		个	7
		自动监测运维费		年	1
		采空区地面变形人工监测		次	34
		地表水水质化验、分析		组	20
		地下水水位监测井建设		个	2
		地下水水质监测		组	20
		土壤化验、分析		组	4
		人工巡查植被		次	1
2028.1~2042.12	监测及管护工程	地表水漏失监测		次/年	30
		自动监测运维费		年	1
		采空区地面变形人工监测		次/年	34
		地表水水质化验、分析		组/年	20

年度	工程类别	工程或费用名称		单位	工程量
		地下水水质监测		组/年	20
		土壤化验、分析		组/年	4
		人工巡查植被		次/年	1
		林地管护工程（3年）		hm ²	2.9718
2043.1~2043.12	土地复垦与生物多样性修复工程	建筑物、工业广场、土地复垦	建筑物拆除	m ³	2275
			硬化物剥离	m ³	3677.3
			垃圾外运	m ³	5952.3
			土方外购	m ³	24517
			覆土平整	m ³	24517
			翻耕	hm ²	2.4517
			培肥	hm ²	2.4517
			种植乔木栎树	株	2450
			种植乔木柏木	株	1840
			种植乔木女贞	株	1840
			种植紫穗槐	株	6130
			播撒草籽	hm ²	2.4517
		临时堆矿场堆复垦	硬化物剥离	m ³	1006.7
			垃圾外运	m ³	1006.7
			土方外购	m ³	6711
			覆土平整	m ³	6711
			翻耕	hm ²	0.6711
			培肥	hm ²	0.6711
			种植乔木栎树	株	672
			种植乔木柏木	株	504
			种植乔木女贞	株	504
			种植紫穗槐	株	1680
			播撒草籽	hm ²	0.6711
	监测及管护工程	地表水漏失监测		次/年	30
		自动监测运维费		年	1
		采空区地面变形人工监测		次/年	34
		地表水水质化验、分析		组/年	20
		地下水水质监测		组/年	20
		土壤化验、分析		组/年	4
		人工巡查植被		次/年	1
	其他工程	6处井口封堵	现浇混凝土板	m ³	16.96

年度	工程类别	工程或费用名称		单位	工程量
			浆砌块石	m ³	84
			外立面抹面	m ²	36
2044.1~2046.12	监测及管护工程	地表水漏失监测		次/年	30
		自动监测运维费		年	1
		采空区地面变形人工监测		次/年	34
		地表水水质化验、分析		组/年	20
		地下水水质监测		组/年	20
		土壤化验、分析		组/年	4
		人工巡查植被		次/年	1
		林地、草地管护		公顷	3.1228

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、符合国家有关法律法规规定；
- 2、所有生态修复投资应进入工程估算中；
- 3、工程建设与生态修复措施同步设计、公布建设投资；
- 4、科学、合理、高效和准确的原则；
- 5、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、湖南省自然资源厅关于印发《湖南省矿山生态修复基金管理办法》（湘自资规〔2022〕3号）；
- 7、《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）。

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、《郴州建设工程造价》2026 年第 7 期（7 月）。

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）》的通知一湘财建〔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。

表 5-1-1 主材规定价格表

序号	材料名称	单位	限价（元）
1	块石、片石	m ³	40
2	砂子、石子	m ³	60
3	条石、料石	m ³	70
4	水泥	t	410
5	标砖	千块	240
6	钢筋	t	3500
7	柴油	t	7816
8	汽油	t	9349
9	锯材	m ³	1200
10	生石灰	t	180
11	柏木树苗	株	12
12	栎树树苗	株	18
13	女贞树苗	株	15
14	灌木	株	5

材料消耗量依据 2014 年《湖南省农村土地整治项目预算定额标准》（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 5-1-2 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	确定预算价		
柴油	kg	7.53	12.95	6.67		7.84	4.50	3.34
电	kW.h			0.84		0.84		
风	m ³			0.26		0.26	0.26	
水	m ³			4.104		4.104		
粗砂	m ³	256.00	3.60	247.10		111.00	60.00	51
块石	m ³	106.00	3.60	102.32		97.49	40.00	57.49
水泥42.5	kg			0.323		0.323		
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	
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
6	标准砖	千块	1.08	0.54
7	钢筋	t	0.4	0.2
8	水泥42.5	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；

施工用电基准价格取《2026 年 7 月郴州建设工程造价》公布的电价 0.84 元/KW.h。

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 一时间利用系数(取 0.80)；

K₂ 一能量利用系数(取 0.70);供风损耗率取 8%；

单位循环冷却水费取 0.005 元/m³；

供风设施维修摊销费取 0.002~0.003 元/m³

根据台班定额空气压缩机台班总费用 190.08 元，空气压缩机额定容量之和为 3；
则风价=190.08/(3*60*8*0.8*0.7)/(1-8%)+0.005+0.002=0.26 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；

施工用水价格取《2026 年 7 月郴州建设工程造价》公布的基建用水价 4.104 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、业主管理及乡村协调费）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

序号	工程类别	计算基础	间接费费率
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%。

5.1.4.2 设备购置费

本项无设备购置费。

5.1.4.3 其他费用

其他费用包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费等，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，土壤分析按照 1200 元每次计算，植被监测按 1000 元每次计算，采空区地面变形监测人工巡查工作按每次 200 元计算。

（1）管护费

对于复垦为林地、草地区域，本次设计按照每平方米每年 2 元计算管护费用，管护期为 3 年。主要为了防止复垦林地、草地的退化。

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 20 年内，矿山生态修复工程费用估算为 1965.90 万元。其中：生态保护保育工程 0.6 万元，土地复垦与生物多样性修复工程费用 436.77 万元；水资源水生态修复工程费用 480.15 万元；监测和管护费工程费用 241.37 万元；其他工程费用 4.31 万元；其它费用 84.38 万元；不可预见费用 70.32 万元；地质灾害防治工程预留费用 648 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投资预算总表（单位：万元）

序号	工程或费用名称	费用（万元）	计算式（具体费用见表5-1-8）
一	生态保护保育工程	0.60	
二	土地复垦与生物多样性修复工程	436.77	
三	水资源水生态修复工程	480.15	
四	地质灾害防治工程	0.00	-
五	监测和管护工程	241.37	
六	其他工程	4.31	
七	其它费用	84.38	见表5-1-7
八	不可预见费用	70.32	见表5-1-7
九	地质灾预留费用	648.00	
十	总投资	1965.90	

表 5-1-7 方案服务年限内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	生态保护 保育工程 施工费	野生动、植物保护宣传牌	块	3	1000	3000.00	360.00	300.00	3660.00	7320
			森林防火警示牌	块	3	1000	3000.00	360.00	300.00	3660.00	
合计							6000	720	600	7320	
二	土地复垦 与生物多样性 修复工程	露天采场	土方外购	m³	29718	32	950976.00	114117.12	95097.60	1160190.72	5328539.93
			覆土平整	m³	29718	2.34	69540.12	8344.81	6954.01	84838.95	
			翻耕	hm²	2.9718	3423.04	10172.59	1220.71	1017.26	12410.56	
			培肥	hm²	2.9718	7790.53	23151.90	2778.23	2315.19	28245.31	
			种植乔木栎树	株	2972	26.62	79114.64	9493.76	7911.46	96519.86	
			种植乔木柏木	株	2229	19.11	42596.19	5111.54	4259.62	51967.35	
			种植乔木女贞	株	2229	22.87	50977.23	6117.27	5097.72	62192.22	
			种植紫穗槐	株	7430	13.26	98521.80	11822.62	9852.18	120196.60	
			播撒草籽	hm²	2.9718	4998.72	14855.20	1782.62	1485.52	18123.34	
		建筑物及 工业广场	建筑物拆除	m³	2275	342.06	778186.50	93382.38	77818.65	949387.53	
			硬化物剥离	m³	3677.3	137.43	505371.34	60644.56	50537.13	616553.03	
			垃圾外运	m³	5952.3	28.42	169164.37	20299.72	16916.44	206380.53	
			土方外购	m³	24517	32	784544.00	94145.28	78454.40	957143.68	
			覆土平整	m³	24517	2.34	57369.78	6884.37	5736.98	69991.13	
			翻耕	hm²	2.4517	3423.04	8392.27	1007.07	839.23	10238.57	
			培肥	hm²	2.4517	7790.53	19100.04	2292.01	1910.00	23302.05	
			种植乔木栎树	株	2450	26.62	65219.00	7826.28	6521.90	79567.18	
			种植乔木柏木	株	1840	19.11	35162.40	4219.49	3516.24	42898.13	
			种植乔木女贞	株	1840	22.87	42080.80	5049.70	4208.08	51338.58	
			种植紫穗槐	株	6130	13.26	81283.80	9754.06	8128.38	99166.24	
			播撒草籽	hm²	2.4517	4998.72	12255.36	1470.64	1225.54	14951.54	
		临时废石 堆	硬化物剥离	m³	1006.7	137.43	138350.78	16602.09	13835.08	168787.95	
			垃圾外运	m³	1006.7	28.42	28610.41	3433.25	2861.04	34904.71	
			土方外购	m³	6711	32	214752.00	25770.24	21475.20	261997.44	
			覆土平整	m³	6711	2.34	15703.74	1884.45	1570.37	19158.56	
			翻耕	hm²	0.6711	3423.04	2297.20	275.66	229.72	2802.59	
			培肥	hm²	0.6711	7790.53	5228.22	627.39	522.82	6378.43	
			种植乔木栎树	株	672	26.62	17888.64	2146.64	1788.86	21824.14	
			种植乔木柏木	株	504	19.11	9631.44	1155.77	963.14	11750.36	
			种植乔木女贞	株	504	22.87	11526.48	1383.18	1152.65	14062.31	
			种植紫穗槐	株	1680	13.26	22276.80	2673.22	2227.68	27177.70	
			播撒草籽	hm²	0.6711	4998.72	3354.64	402.56	335.46	4092.66	
小计						4367655.68	524118.68	436765.57	5328539.93		
三	水资源水 生态修复工程	临时堆矿 场截排水沟	挖方	m³	204	26.12	5328.48	639.42	532.85	6500.75	4845848.34
			块石砌体工程	m³	76.5	352.48	26964.72	3235.77	2696.47	32896.96	
			素混凝土底板	m³	29.07	482.50	14026.28	1683.15	1402.63	17112.06	
			砂浆抹面（平面）	m²	280.5	110.26	30927.93	3711.35	3092.79	37732.07	
			砂浆抹面（立面）	m²	255	47.53	12120.15	1454.42	1212.02	14786.58	
			填方	m³	30.6	29.31	896.89	107.63	89.69	1094.20	
			伸缩缝	m²	9.843	327.41	3222.70	386.72	322.27	3931.69	
			弃方	m³	174.42	13.33	2325.02	279.00	232.50	2836.52	
			矿山废水 处理池	挖方	m³	622	26.12	16246.64	1949.60	1624.66	
		浆砌块石		m³	66.24	352.48	23348.28	2801.79	2334.83	28484.90	

			砂浆立抹	m²	297.6	110.26	32813.38	3937.61	3281.34	40032.32	
			砂浆平抹	m²	64	47.53	3041.92	365.03	304.19	3711.14	
			砼垫层	m³	6.42	482.50	3097.65	371.72	309.77	3779.13	
			墙背回填	m³	84.64	29.31	2480.80	297.70	248.08	3026.57	
			弃方	m³	537.36	13.33	7163.01	859.56	716.30	8738.87	
			下池台阶	m³	14	564.31	7900.34	948.04	790.03	9638.41	
			栏杆	m	55.2	174.11	9610.87	1153.30	961.09	11725.26	
		废水处理预留费		年	20	200000	4000000			4000000	
		清淤工程费用		年	20	30000	600000			600000	
小计							4801515.04	24181.80	20151.50	4845848.34	
四	监测及管 护工程	地表水漏失监测	次	600	200	120000.00	14400.00	12000.00	146400.00	2944684.72	
		采空区地面变形自动监测	个	7	20000	140000.00	16800.00	14000.00	170800.00		
		自动监测运维费	年	20	20000	400000.00	48000.00	40000.00	488000.00		
		采空区地面变形人工监测	次	1360	200	272000.00	32640.00	27200.00	331840.00		
		地表水水质化验、分析	组	400	1000	400000.00	48000.00	40000.00	488000.00		
		地下水水位监测井建设	个	2	100000	200000.00	24000.00	20000.00	244000.00		
		地下水水质监测	组	400	1000	400000.00	48000.00	40000.00	488000.00		
		土壤化验、分析	次	80	1200	96000.00	11520.00	9600.00	117120.00		
		人工巡查植被	次	20	1000	20000.00	2400.00	2000.00	24400.00		
		林地、草地管护	公顷	6.0946	60000	365676.00	43881.12	36567.60	446124.72		
小计							2413676	289641.12	241367.6	2944684.72	
五	其他工程	6个井口 封堵	现浇混凝土板	m³	16.96	482.5	8183.20	981.98	818.32	9983.50	52610.30
			浆砌块石	m³	80	415.23	33218.40	3986.21	3321.84	40526.45	
			外立面抹面	m²	20	86.08	1721.60	206.59	172.16	2100.35	
小计							43123.20	5174.78	4312.32	52610.30	
六	预留费用	地质灾害防治工程预留					6480000			6480000	6480000
七	合计						18111969.92	843836.39	703196.99	19659003.30	

表 5-1-8 分年度矿山治理恢复工程费用估算表（单位：元）

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
2027.1~2027.12	生态保护工程	生态保护 保育工程 施工费	野生动、植物保护宣传牌	块	3	1000	3000.00	360.00	300.00	3660.00	3153489.24
			森林防火警示牌	块	3	1000	3000.00	360.00	300.00	3660.00	
	土地复垦与生物多样性修复工程	露天采场土地复垦	土方外购	m³	29718	32	950976.00	114117.12	95097.60	1160190.72	
			覆土平整	m³	29718	2.34	69540.12	8344.81	6954.01	84838.95	
			翻耕	hm²	2.9718	3423.04	10172.59	1220.71	1017.26	12410.56	
			培肥	hm²	2.9718	7790.53	23151.90	2778.23	2315.19	28245.31	
			种植乔木栾树	株	2972	26.62	79114.64	9493.76	7911.46	96519.86	
			种植乔木柏木	株	2229	19.11	42596.19	5111.54	4259.62	51967.35	
			种植乔木女贞	株	2229	22.87	50977.23	6117.27	5097.72	62192.22	
			种植紫穗槐	株	7430	13.26	98521.80	11822.62	9852.18	120196.60	
			播撒草籽	hm²	2.9718	4998.72	14855.20	1782.62	1485.52	18123.34	
	水资源 水生态 修复工程	临时堆矿场排水沟 PG1、PG2	挖方	m³	204	26.12	5328.48	639.42	532.85	6500.75	
			块石砌体工程	m³	76.5	352.48	26964.72	3235.77	2696.47	32896.96	
			素混凝土底板	m³	29.07	482.5	14026.28	1683.15	1402.63	17112.06	
			砂浆抹面（平面）	m²	280.5	110.26	30927.93	3711.35	3092.79	37732.07	
			砂浆抹面（立面）	m²	255	47.53	12120.15	1454.42	1212.02	14786.58	

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
	临时堆矿场C1、C2		填方	m³	30.6	29.31	896.89	107.63	89.69	1094.20	
			伸缩缝	m²	9.843	327.41	3222.70	386.72	322.27	3931.69	
			弃方	m³	174.42	13.33	2325.02	279.00	232.50	2836.52	
			挖方	m³	622	26.12	16246.64	1949.60	1624.66	19820.90	
			浆砌块石	m³	66.24	352.48	23348.28	2801.79	2334.83	28484.90	
			砂浆立抹	m²	297.6	110.26	32813.38	3937.61	3281.34	40032.32	
			砂浆平抹	m²	64	47.53	3041.92	365.03	304.19	3711.14	
			砼垫层	m³	6.42	482.5	3097.65	371.72	309.77	3779.13	
			墙背回填	m³	84.64	29.31	2480.80	297.70	248.08	3026.57	
			弃方	m³	537.36	13.33	7163.01	859.56	716.30	8738.87	
			下池台阶	m³	14	564.31	7900.34	948.04	790.03	9638.41	
			栏杆	m	55.2	174.11	9610.87	1153.30	961.09	11725.26	
		废水处理预留费		年	1	200000	200000			200000	
		沉淀池、排水沟清淤费		年	1	30000	30000			30000	
	地质灾害防治工程	地质灾害预留费用		年	1	648000	648000			648000	
	监测及管护工程	地表水漏失监测		次	30	200	6000.00	720.00	600.00	7320.00	
		采空区地面变形自动监测		个	7	20000	140000.00	16800.00	14000.00	170800.00	
		自动监测运维费		年	1	20000	20000.00	2400.00	2000.00	24400.00	
		采空区地面变形人工监测		次	34	200	6800.00	816.00	680.00	8296.00	
		地表水水质化验、分析		组	20	1000	20000.00	2400.00	2000.00	24400.00	
		地下水水位监测井建设		个	1	100000	100000.00	12000.00	10000.00	122000.00	
		地下水水质监测		组	20	1000	20000.00	2400.00	2000.00	24400.00	
		土壤化验、分析		组	4	4800.00	576.00	480.00	5856.00	4800.00	
		人工巡查植被		次	1	1000	1000.00	120.00	100.00	1220.00	
2028.1~2030.12	水资源生态修复工程	废水处理预留费		年	1	200000	200000			200000	1054699.92
		沉淀池、排水沟清淤费		年	1	30000	30000			30000	
	地质灾害防治工程	地质灾害预留费用（3年）		年	1	648000	648000			648000	
	监测及管护工程	地表水漏失监测		次/年	30	200	6000.00	720.00	600.00	7320.00	
		自动监测运维费		年	1	20000	20000.00	2400.00	2000.00	24400.00	
		采空区地面变形人工监测		次/年	68	200	13600.00	1632.00	1360.00	16592.00	
		地表水水质化验、分析		组/年	20	1000	20000.00	2400.00	2000.00	24400.00	
		地下水水质监测		组/年	20	1000	20000.00	2400.00	2000.00	24400.00	
		土壤化验、分析		组/年	4	1200	4800.00	576.00	480.00	5856.00	
		人工巡查植被		次/年	1	1000	1000.00	120.00	100.00	1220.00	
		管护工程（3年）		hm²	2.9718	20000	59436	7132.32	5943.6	72511.92	
2032.1~2042.12	水资源生态修复工程	废水处理预留费		年	1	200000	200000			200000	982188
		沉淀池、排水沟清淤费		年	1	30000	30000			30000	
	地质灾害防治工程	地质灾害预留费用（6年）		元	1	648000	648000			648000	
	监测及管护工	地表水漏失监测		次/年	30	200	6000.00	720.00	600.00	7320.00	
		自动监测运维费		年	1	20000	20000.00	2400.00	2000.00	24400.00	

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
	程	采空区地面变形人工监测		次/年	68	200	13600.00	1632.00	1360.00	16592.00	
		地表水水质化验、分析		组/年	20	1000	20000.00	2400.00	2000.00	24400.00	
		地下水水质监测		组/年	20	1000	20000.00	2400.00	2000.00	24400.00	
		土壤化验、分析		组/年	4	1200	4800.00	576.00	480.00	5856.00	
		人工巡查植被		次/年	1	1000	1000.00	120.00	100.00	1220.00	
2043.1~2043.12	土地复垦与生物多样性修复工程	建筑物、工业广场土地复垦	建筑物拆除	m³	2275	342.06	778186.50	93382.38	77818.65	949387.53	3847426.37
			硬化物剥离	m³	3677.3	137.43	505371.34	60644.56	50537.13	616553.03	
			垃圾外运	m³	5952.3	28.42	169164.37	20299.72	16916.44	206380.53	
			土方外购	m³	24517	32	784544.00	94145.28	78454.40	957143.68	
			覆土平整	m³	24517	2.34	57369.78	6884.37	5736.98	69991.13	
			翻耕	hm²	2.4517	3423.04	8392.27	1007.07	839.23	10238.57	
			培肥	hm²	2.4517	7790.53	19100.04	2292.01	1910.00	23302.05	
			种植乔木栾树	株	2450	26.62	65219.00	7826.28	6521.90	79567.18	
			种植乔木柏木	株	1840	19.11	35162.40	4219.49	3516.24	42898.13	
			种植乔木女贞	株	1840	22.87	42080.80	5049.70	4208.08	51338.58	
			种植紫穗槐	株	6130	13.26	81283.80	9754.06	8128.38	99166.24	
			播撒草籽	hm²	2.4517	4998.72	12255.36	1470.64	1225.54	14951.54	
		临时堆矿场土地复垦	硬化物剥离	m³	1006.7	137.43	138350.78	16602.09	13835.08	168787.95	
			垃圾外运	m³	1006.7	28.42	28610.41	3433.25	2861.04	34904.71	
			土方外购	m³	6711	32	214752.00	25770.24	21475.20	261997.44	
			覆土平整	m³	6711	2.34	15703.74	1884.45	1570.37	19158.56	
			翻耕	hm²	0.6711	3423.04	2297.20	275.66	229.72	2802.59	
			培肥	hm²	0.6711	7790.53	5228.22	627.39	522.82	6378.43	
			种植乔木栾树	株	672	26.62	17888.64	2146.64	1788.86	21824.14	
			种植乔木柏木	株	504	19.11	9631.44	1155.77	963.14	11750.36	
			种植乔木女贞	株	504	22.87	11526.48	1383.18	1152.65	14062.31	
			种植紫穗槐	株	1680	13.26	22276.80	2673.22	2227.68	27177.70	
			播撒草籽	hm²	0.6711	4998.72	3354.64	402.56	335.46	4092.66	
		监测及管护工程	地表水漏失监测	次/年	30	200	6000.00	720.00	600.00	7320.00	
			自动监测运维费	年	1	20000	20000.00	2400.00	2000.00	24400.00	
			采空区地面变形人工监测	次/年	68	200	13600.00	1632.00	1360.00	16592.00	
			地表水水质化验、分析	组/年	20	1000	20000.00	2400.00	2000.00	24400.00	
			地下水水质监测	组/年	20	1000	20000.00	2400.00	2000.00	24400.00	
			土壤化验、分析	组/年	4	1200	4800.00	576.00	480.00	5856.00	
			人工巡查植被	次/年	1	1000	1000.00	120.00	100.00	1220.00	
	其他工程	6处井口封堵	现浇混凝土板	m³	16.96	477.36	8096.03	971.52	809.60	9877.15	
			浆砌块石	m³	80	348.61	29283.24	3513.99	2928.32	35725.55	
			外立面抹面	m²	20	86.08	3098.88	371.87	309.89	3780.63	
2044.1~2046.12	监测及管护工程	地表水漏失监测		次/年	30	200	6000.00	720.00	600.00	7320.00	546652.72
		自动监测运维费		年	1	20000	20000.00	2400.00	2000.00	24400.00	
		采空区地面变形人工监测		次/年	68	200	13600.00	1632.00	1360.00	16592.00	
		地表水水质化验、分析		组/年	20	1000	20000.00	2400.00	2000.00	24400.00	

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
		地下水水质监测	组/年	20	1000	20000.00	2400.00	2000.00	24400.00	
		土壤化验、分析	组/年	4	1200	4800.00	576.00	480.00	5856.00	
		人工巡查植被	次/年	1	1000	1000.00	120.00	100.00	1220.00	
		林地、草地管护（3年）	公顷	3.1228	60000	362676.00	43521.12	36267.60	442464.72	

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
1014	推土机 功率 74kw	695.30	182.54	512.76	1.00	82.88	429.8			55.00	7.816						
1020	履带式拖拉机 功率40～55kw	480.70	61.73	359.26	1.00	82.88	336.09			43.00	7.816						
1052	手持式风镐	83.77	3.77	80												80	0.17
6001	电动空气压缩机 移动式3m³/min	195.24	25.84	169.40	1.00	82.88	86.52					103.00	0.84				
1053	小型挖掘机 油动 斗容0.25m³	354.78	111.67	243.11	1.00	82.88	160.23			20.50	7.816						
3005	插入式振捣器 2.2kw	22.88	12.80	10.08			10.08					12.00	0.84				
4012	自卸汽车 柴油型 载重量8t	630.03	179.80	450.23	1.00	82.88	367.35			47.00	7.816						

表 5-1-10工程施工费单价汇总表

定额编号	单项名称	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)
	土地复垦与生物多样性修复工程													
	工业广场复垦													
40257	机械拆除无钢筋混凝土	m³	133.01		140.58	272.59	13.63	286.22	18.46	9.14			28.24	342.06
30073	地表硬化层剥离	100m³	5280.22		5519.42	10799.64	491.64	11291.28	726.47	359.21			1365.86	13742.82
10314	74kw推土机推土 (20m)	m³	0.14		1.76	1.90	0.08	1.98	0.11	0.06			0.19	2.34
10044	土地翻耕 三类土	公顷	1724.66		918.90	2643.56	103.10	2746.66	149.69	86.89	100.58		339.22	3423.04
10388	人工地力培肥	公顷	2058.44	3865.56		5924.00	236.96	6160.96	767.04	184.83			677.71	7790.53
90001换	栽植乔木栎树（带土球20cm以内）~III类土	100株	325.38	1800.00		2125.38	82.89	2208.27	120.35	69.86			263.83	2662.31
90001换	栽植乔木柏木（带土球20cm以内）~III类土	100株	325.38	1200.00		1525.38	59.49	1584.87	86.38	50.14			189.35	1910.73
90001换	栽植女贞（带土球20cm以内）~III类土	100株	325.38	1500.00		1825.38	71.19	1896.57	103.36	60.00			226.59	2286.52
90013换	栽植灌木（带土球20cm以内）~III类土	100株	291.13	514.08		805.21	31.40	836.61	45.60	26.47	285.60		131.37	1325.64
90030换	撒播•不覆土、原土改良（有机肥+复合肥+保水剂+洒水）~III类土	公顷	182.50	2107.87	1810.37	4100.74	79.97	4180.71	268.82	136.44			412.75	4998.72
10019	人工挖沟槽	m³	20.23			20.23	1.21	21.44	1.07	1.58			2.03	26.12
30022	浆砌块石沟	m³	173.72	108.36		282.08	16.92	299.00	14.95	9.42			29.10	352.48
40098	砼垫层	m³	115.64	270	5.15	390.79	15.63	406.42	24.39	12.92			38.77	482.50
30076	砂浆立抹	m²	6.27	80.50	2.78	89.55	3.58	93.13	5.08	2.95	2.44		9.10	110.26
30075	砂浆平抹	m²	1.85	36.75		38.60	1.54	40.14	2.19	1.27	2.44		3.92	47.53
10343	土方回填	m³	23.46			23.46	1.41	24.87	1.24	0.78			2.42	29.31
40280	伸缩缝	m²	38.734	224.53		263.26	13.16	276.42	17.83	8.29	28.01		24.88	327.41
10045	弃方 (运距<1km)	m³	10.67			10.67	0.64	11.31	0.57	0.36				13.33
30068	砖砌墙	m³	5048.79	40783.91		45832.70	1833.31	47666.01	2597.90	1507.92			4659.46	56431.29
50057	防护栏	m	0.82	141.2		142.02	5.68	147.70	7.39	4.65			14.38	174.11
30020	浆砌石砌墙	m³	130.24	207.32		337.57	13.165	350.73	19.11	11.095			34.28	415.23

5.2 基金管理

5.2.1 资金来源

经分析可知（见后文章节），矿山在提取了生态修复基金的基础上仍可实现较好的盈利，因此矿山在经济上完全有能力提取治理恢复基金，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《湖南省矿山生态修复基金管理办法》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 20 年内，矿山生态修复工程费用估算为 1965.90 万元。其中：生态保护保育工程 0.6 万，土地复垦与生物多样性修复工程费用 436.77 万元；水资源水生态修复工程费用 480.15 万元；监测和管护费工程费用 241.37 万元；其他工程费用 4.31 万元；其它费用 84.38 万元；不可预见费用 70.32 万元；地质灾害防治工程预留费用 648 万元。对于基金计提，一般根据《土地复垦条例实施办法》、《湖南省矿山生态修复基金管理办法》（湘自资规〔2022〕3）号等相关文件执行。

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 16 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，本矿山的剩余服务年限为 16 年，故本次设计基金应在 13 年内全部计提完毕，生态修复工程费用估算为 1965.90 万元，目前基金账户内 149.78 万元，还需计提总金额 1816.12 万元。2027 年~2038 年实际每年计提 139.70 万元，2039 年计提 139.72 万元。

表 5-2-1 项目区矿山地质环境保护治理基金计提安排表

年份（年）	生产规模（万t/a）	计划提取金额（万元）	实际计提金额（万元）
2027	24	289.48	139.70
2028	24	139.70	139.70
2029	24	139.70	139.70
2030	24	139.70	139.70
2031	24	139.70	139.70
2032	24	139.70	139.70
2033	24	139.70	139.70
2034	24	139.70	139.70
2035	24	139.70	139.70
2036	24	139.70	139.70
2037	24	139.70	139.70
2038	24	139.70	139.70
2039	24	139.72	139.72
合计		1965.90	1816.12

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。以确保在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和重要作用的认识。

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，向验收组提供矿山生态修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。

验收合格的，采矿权人向所在地县级自然资源主管部门提出资金划转申请。县级自然资源主管部门应出具基金划转通知书，并明确可划转基金额。专户银行凭基金划转通知书划转基金。经年度、分期验收合格的，可划转基金额不得高于采矿权人年度计提额和验收意见书中当年度矿山生态保护修复工程投资额。

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当地进行公示，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 20 年内，矿山生态修复工程费用估算为 1965.90 万元。其中：生态保护保育工程 0.6 万，土地复垦与生物多样性修复工程费用 436.77 万元；水资源水生态修复工程费用 480.15 万元；监测和管护费工程费用 241.37 万元；其他工程费用 4.31 万元；其它费用 84.38 万元；不可预见费用 70.32 万元；地质灾害防治工程预留费用 648 万元。

7.1.2 矿山经济效益分析

（1）年销售收入：

年产量及入选品位：依前述，未来矿山正常年份的生产规模（24 万 t/a）；根据矿山提供资料，原矿销售价格 1060 元/吨，年销售收入=24 万 t×1060 元/t=25440 万元

（2）生产成本费用：

根据同类矿山情况调查及矿山近年产品成本统计，吨原矿生产成本：450 元。

矿山年总成本费用=年产矿量×采选制造成本=24 万 t×450 元/t=10800 万元。

（3）年增值税：根据财政部和国家税务总局相关文件，金属矿采选产品、非金属矿采选产品增值税税率由 17%调整为 13%，则矿山年增值税 $25440 \times 0.13 = 3307.2$ 万元。

（4）产品销售税金及附加：

包括资源税、城市维护建设税和教育费附加。城市维护建设税根据《中华人民共和国资源税暂行条例》，按“增值税、消费税、营业税”税额的 5%；教育费附加根据国务院《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%。

产品销售税金及附加=增值税×（5%+3%+2%）=3307.2×10%=330.72 万元。

（5）资源税

资源税依据财税〔2020〕32 号文，金按 3%计算，则年资源税=25440×3%=763.2 万元。

（6）所得税

依据 2008 年元月 1 日起实行的《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。

(7) 其它成本费用

采矿权使用费：每年采矿权使用费 1000 元/km²。

矿山维简费：国有大中型冶金矿山企业外的冶金矿山企业按 15 元/t 计提。

矿山安全费用：根据《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136 号）规定，地下矿山按 15 元/t 提取。

环境治理费用：10 元/t。

矿山主要财务指标见表 7-1-1：

表 7-1-1 矿山正常生产年份主要财务指标统计表

序号	主要财务指标	单位	指标值	备注
1	年销售收入	万元	25440	产品产量×价格
2	年成本费用	万元	10800	年采矿+年选矿成本
3	年增值税	万元	3307.2	年销售收入×13 %
4	年销售税金附加	万元	330.72	增值税×10%
5	资源税	万元	763.2	按 3%计算
6	采矿权使用费	万元	0.1	采矿权面积×1000 元/km ²
7	矿山维简费	万元	360	年产量×15 元/t
8	矿山安全费用	万元	360	年产量×15 元/t
9	环境治理费用	万元	240	年产量×10 元/t
10	税前利润	万元	9278.78	1-2-3-4-5-6-7-8-9
11	所得税	万元	2319.70	税前利润×25%
12	税后利润	万元	6959.08	税前利润－所得税
13	缴纳税费	万元	6720.92	年增值税+年销售税金附加+年资源税+采矿权使用费+所得税

7.1.3 经济可行性结论

由上述分析可知，矿山在未来的生产经营过程中，每年为国家缴纳各种税费达 6720.92 万元，矿山年净盈利 6959.08 万元。按照总生产服务年限 16 年计算，总盈利约

111345.28 万元。本次计算的矿山生态修复工程费用估算为 1965.90 万元，即使考虑到自然经济增长率，矿山也可实现良好盈利。

经对比未来矿山完全有能力计提生态修复工程费用，可为当地安排剩余劳动力就业，促进当地经济发展，企业在生产过程中加强生产管理、降低成本，效益将更为可观。但是矿山开采会对环境造成破坏和影响，市场价格的波动和品位的变化，也为给投资者带来一定的风险。

7.2 技术可行性分析

7.2.1 矿山生态保护措施技术可行性分析

本生态保护修复方案设计的生态修复工程主要为监测、闭坑后对场地复垦和井口封堵等工程，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，各场区土地复垦较适宜；按上述工程实施后，矿区生态环境会得到及时治理和恢复，矿山生态修复技术上可行。

7.2.2 矿山生态修复措施技术可行性分析

矿山生态修复工程实施后，能减少矿山开采造成的水土流失及生态环境的破坏，营造良好的生态环境，有利于矿山员工以及附近居民的身心健康；复垦后林地的经营管理需要劳动力，能够为矿山周边居民提供更多的就业机会，对于提高当地农民收入，维护社会安定起到积极的促进作用。因此，矿山生态修复措施技术科学合理、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的各场地安全稳定，对人类和动植物无威胁；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，还给群众另一座绿水青山、金山银山。

8 结论与建议

8.1 结论

8.1.1 方案服务年限

根据 2026 年 5 月，湖南地科院规划设计有限公司编制《湖南省桂阳县猫儿岭金矿开采方案》（湘矿开采评字〔2026〕8 号），方案推荐矿山生产规模***万吨/年，服务年限约 16 年。考虑到矿山办证周期等因素，本次生产服务年限从 2027 年 1 月起算，故本方案的服务年限为 20 年（2027 年 1 月—2046 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

矿业活动范围主要为 1 处露天采场、4 处井口工业广场、4 处地面建筑区、2 处临时堆矿区、1 条矿山公路，对地形地貌景观有影响。预测新增主竖井和回风竖井工业广场 2 处。

（2）土地资源占损

猫儿岭金矿矿业活动共占损土地资源面积 7.9876hm^2 ，其中乔木林地面积 0.1152hm^2 ，灌木林地面积 0.014hm^2 ，其他草地面积 3.1013hm^2 ，农村道路面积 1.9648hm^2 ，采矿用地面积 2.7923hm^2 ，土地权属全部为仁义镇平岗村；预测未来矿山严格按照要求采取措施后，对土地资源污染破坏影响小。

（3）水资源水生态影响

综上所述，现状矿山开采对水资源、水生态影响小。预测未来矿山开采对水资源无影响；未来矿坑水、选矿废水对水生态影响较大，存在生态破坏和土壤重金属污染的风险，应按照废水处理环境保护工程设计达标排放。

（4）矿山地质灾害影响

现状矿山开采未发生崩塌、泥石流、采空区地面变形、岩溶地面塌陷等地质灾害，预测矿山引发崩塌、滑坡、泥石流及的可能性小；预测未来矿山存在岩溶地面塌陷地质灾害的可能，可能影响花桥河东岸面积约耕地 11.65 公顷及房屋 1 栋，居民 4 人；存在引发采空区地面变形的可能，可能影响工业广场旁矿部区的 7 栋房屋及林地 46.5hm^2 。

（5）生物多样性破坏

矿业活动现状对生物多样性无破坏，未来矿业活动对区内生物的生存、繁衍存在一

定不利因素，但总体影响小，不会造成生物多样性破坏的趋势。

8.1.3 主要生态修复方案及经费估算

本次设计的矿山生态修复工程有：对矿山生产生活废水进行处理及监测、建立地面变形灾害监测点、将主要建筑物、矿山公路予以保留，露天采场、工业广场、临时堆矿场复垦为林地；矿山闭坑后对所有废弃井口进行封堵。

通过计算，在方案的服务年限 20 年内，矿山生态修复工程费用估算为 1965.90 万元。其中：土地复垦与生物多样性修复工程费用 436.77 万元；水资源水生态修复工程费用 480.15 万元；监测和管护费工程费用 241.37 万元；其他工程费用 4.31 万元；其它费用 84.38 万元；不可预见费用 70.32 万元；地质灾害防治工程预留费用 648 万元。

通过经济效益分析可知，矿山在未来的生产经营过程中，每年为国家缴纳各种税费达 6720.92 万元，矿山年净盈利 6959.08 万元。按照总生产服务年限 16 年计算，总盈利约 111345.28 万元。本次计算的矿山生态修复工程费用估算为 1965.90 万元。经对比未来矿山完全有能力计提生态修复工程费用，可为当地安排剩余劳动力就业，促进当地经济发展，企业在生产过程中加强生产管理、降低成本，效益将更为可观。但是矿山开采会对环境造成破坏和影响，市场价格的波动和品位的变化，也为给投资者带来一定的风险。

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 建议和说明

1、矿山在今后开采过程中若矿山生态问题与修复工程发生重大变化及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、做好水环境监测，矿山废水一定要达标排放。

4、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，安全生产问题应遵守应急管理部門的标准。

5、基金计提、使用与管理按主管部门要求动态调整。

6、未来矿山关闭后，地下水位回升，有可能引发地质灾害，未来应继续加强监测管护。

7、矿山需严格按照生态环境部门要求采取措施避免粉尘、噪声对周边居民的影响。

8、矿山未来修复工程验收合格后及时移交当地政府或村民使用、管理。

9、严格废水处理，确保达标排放，按生态环境主管部门要求做好矿山环境污染防治工作。

10、按本方案及时开展矿山生态保护修复工作。