

广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司
龙胜县陡洞金矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案

广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司
2025 年 6 月

广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司 龙胜县陡洞金矿 矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司

编制单位：中国有色桂林矿产地质研究院有限公司

法人代表：卢宗柳

总工程师：张静

项目负责：刘芳

编写人员：刘芳 唐名富 段娜

制图人员：刘芳 段娜

审 核：张紫峰

审 定：全洪波

提交时间：2025 年 6 月

矿山地质环境保护与土地复垦方案信息表

矿 山 企 业	企业名称	广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司		
	法人代表	唐建伟	联系电话	*****
	单位地址	广西桂林龙胜各族自治县 江底乡陡洞村	传真	
	矿山名称	广西龙胜县陡洞金矿		
	采矿许可证	☐ 新申请 ☐ 持有 ☐ 变更 ☒ 延续 ☐ 到期		
		以上情况请选择一种并打“√”		
编 制 单 位	单位名称	中国有色桂林矿产地质研究院有限公司		
	法人代表	卢宗柳	联系电话	*****
	单位地址	桂林市辅星路9号		
	主要编制人员			
	姓名	职责		签名
	刘芳	项目负责、报告编写、制图		
	唐名富	报告编写		
	段娜	报告编写、制图		
	张紫峰	技术审核		
	全洪波	技术审定		
	审 查 申 请	我单位已按要求编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，保证方案中所引数据的真实性，同意按国家相关保密规定对文本进行相应处理后进行公示，承诺按批准后的方案做好矿山地质环境保护与土地复垦工作。 请予以审查。 申请单位（矿山企业）盖章 联系人：金鑫 联系电话：*****		

矿山地质环境保护与土地复垦方案报告表

矿山企业概况	矿山名称	广西龙胜县陡洞金矿 (签章)					
	通讯地址	广西桂林龙胜各族自治县江底乡陡洞村		邮 编	541700		
	法人代表	唐建伟		联系人	金鑫		
	联系电话	*****		传 真			
	经济类型	国有 集体 个体 ☒ 其他		开采矿种	金矿		
	矿区范围	拐点 编号	2000 大地坐标系		备注	矿山面积	****km ²
			X	Y			
		1	*****	*****	主区 域		
		2	*****	*****			
		3	*****	*****			
		4	*****	*****			
		5	*****	*****			
		6	*****	*****			
		7	*****	*****			
		8	*****	*****			
		9	*****	*****			
		10	*****	*****			
11		*****	*****				
12		*****	*****				
13		*****	*****	扣除 区域 (村 庄及 其影 响范 围)			
14		*****	*****				
15		*****	*****				
16		*****	*****				
17		*****	*****				
18		*****	*****				
19		*****	*****				
20	*****	*****					
21	*****	*****					
建矿时间	2016 年 1 月 19 日		生产现状	新建 生产 ☒ 改扩建			
可采资源储量	****万 t		企业规模	大 中 小 ☒			
服务年限	9 年						
设计生产能力	***万吨/年		实际生产能力	***万吨/年			
方案编制单位	单位名称	中国有色桂林矿产地质研究院有限公司 (签章)					
	通讯地址	桂林市辅星路 9 号		邮 编	541004		
	法人代表	卢宗柳		联系人	刘芳		
	联系电话	*****		传 真			
	主要编制人员						
	姓名	职务/职称		专业	签 名		
	刘 芳	工程师		水工环			
	唐名富	教授级高级工程师		水工环			
	段 娜	高级工程师		地质勘探工程			
	张紫峰	高级工程师		水工环			
全洪波	教授级高级工程师		水工环				

复垦区土地利用现状	土地类型			面积（hm ² ）				
	一级		二级		小计	已损毁	拟损毁	占用
	耕地（01）		水田（0101）		0.0123	0.0123		
	林地（03）		乔木林地（0301）		1.0407	0.9980	0.0427	
			灌木林地（0305）		0.0127	0.0127		
	工矿用地（06）		采矿用地（0602）		1.3541	1.3541		
	住宅用地（07）		农村宅基地（0702）		0.1230	0.1230		
	交通用地（10）		农村道路（1006）		0.2768	0.2768		
合计					2.8196	2.7769	0.0427	
复垦责任范围内土地损毁面积	类型		面积（hm ² ）					
	损毁			小计	已损毁或占用		拟损毁或占用	
			挖损	0.7270	0.3388		0.3882	
			压占	2.8811	2.8384		0.0427	
			塌陷	0	0		0	
			小计	3.6081	3.1772		0.4309	
	占用							
合计		3.6081	3.1772		0.4309			
复垦土地面积	一级地类		二级地类		面积（hm ² ）			
					已复垦		拟复垦	
	耕地		水田		0		0.0123	
	林地		乔木林地		0		3.3290	
	交通用地		农村道路		0		0.3388	
	合计			0		3.6081		
	土地复垦率（%）					100		
投资估算	土地复垦	静态投资(万元)		21.78		动态投资(万元)		28.09
		单位面积静态投资（万元/亩）		0.40		单位面积动态投资（万元/亩）		0.52
	治理	静态投资(万元)		88.50		动态投资(万元)		107.82
		单位面积静态投资（万元/亩）		1.64		单位面积动态投资（万元/亩）		1.99
	静态总投资(万元)			110.28		动态总投资(万元)		135.91
	单位面积静态总投资（万元/亩）			2.04		单位面积动态总投资（万元/亩）		2.51

一、自然地理与社会经济概况

1、矿山交通位置

本矿山位于广西桂林市龙胜各族自治县城 45° 方向直距约 30km 处的江底乡李家一带，行政区属桂林市龙胜各族自治县江底乡管辖。

2、地形地貌、气象、水文

矿区属于构造侵蚀中-低山地貌，地势为北高南低，东西高中间低。矿区范围内地形北侧最高点海拔 1123.8m，西侧最高点海拔为 1401m，东侧最高点海拔为天鹅岭 1027m，最低点为矿区以南的河沟处约 438.5m（为当地的侵蚀基准面），最大相对高差 962.5m，一般相对高差 200~500m。地形中等切割，地形坡度一般 30° ~50°，局部大于 60°，地形起伏大。植被较发育。

项目区属中亚热带季风气候区，四季分明。多年平均气温为 18.1℃，极端最高气温 39.5℃，最低为-4.8℃。多年平均日照数为 1200 小时。多年平均降雨量为 1544.69mm，每年 3~8 月份为雨季，11~12 月份为枯水期，多年平均相对湿度达 80%以上。

矿区及其附近地表水较为发育，矿区内有一条常年性流水李家小溪。矿山所有矿体（563 米以上）远高于当地侵蚀基准面（最低水面标高为 438.5m），地表水体对本矿山开采无影响。

3、土壤与植被

据调查资料显示，以黄壤土居多。该区黄壤土腐殖质层，暗棕色，壤质，疏松，碎块状结构；pH6.49-6.98，略偏微酸性；为棕黄色、轻壤质、紧实、大块状结构的淀积层，层内仍有较多草根分布；有机质含量多，植被条件好，土层可达 0.15m~4.7m，自然肥力好。有效土层厚度 0.6m，土壤中有机质含量一般为 2.0%~2.5%。区内现有植被覆盖率 90%以上，本矿区植被多为杂树灌木为主，还有部分杉木等经济林木。

4、社会经济

矿区所在地位于龙胜各族自治县的江底乡，全乡辖 8 个行政村，129 个村民小组，总人口 8926 人，瑶(盘瑶、红瑶)、苗等少数民族占总人口 61.11%。全乡森林覆盖率达 89.6%。全乡有耕地总面积 35482.2 亩，人均耕地 1.28 亩，主要种植玉米、洋芋、花生、荞麦等作物，拥有林地 70522.7 亩，其中经济林果地 12740.1 亩，人均经济林果地 0.43 亩，主要种植板栗、核桃、油桐、蚕桑等经济林果；草地 12027 亩；荒山荒地 63633 亩，其他面积 29606.6 亩。有石灰石、煤、建材等资源。

李家位于矿区中部，村民多为苗族，以农业、林业、周边矿山务工为主，经济条件一般，农民经济来源以农林业和外务工为主，农民人均年纯收入 20000 元左右。

二、矿区地质环境条件

1、地层岩性

矿区出露地层有寒武系清溪组下段($\in_q^1$)、中段($\in_q^2$)和上段($\in_q^3$)以及第四系(Q)。

2、地质构造

矿区位于马海背斜北倾伏端，马堤~和平与矮岭~麻岭界两大断裂之间。矿区岩层总体上表现为向南东东倾的单斜构造层，但小规模次级褶皱、褶皱构造发育，轴向多为北北东向。矿区断裂构造发育，以北东向断裂为主，规模较大的有三条。区内未见有岩浆岩出露，区域地壳稳定性较好。

3、水文地质条件

根据地下水的赋存条件，水理性质及水力特征，地下水类型主要为松散岩类孔隙水、碎屑岩构造裂隙水 2 类。未来矿山开采，主要开采矿体均位于当地侵蚀基准面以上，但主要充水含水层富水性弱，积水威胁小，现状矿坑正常涌水量为 600.5m³/d，小于 3000m³/d，为裂隙直接充水矿床，需抽排地下水，采坑系统形成的疏干排水降落漏斗影响范围为 814.26m，矿坑疏干排水影响范围内无居民点和水源点分布，但因受疏干排水影响，矿区地下水水位的下降可能对泉流量产出有一定的影响，矿区水文地质条件复杂程度为简单。

4、工程地质条件

矿区范围内的岩体划分为：厚层状中~微风化坚硬砂质板岩、砂岩、炭质板岩岩组和第四系残坡积粉质粘性土单层结构土体。矿体顶底板围岩为寒武系清溪组中段中厚层状浅灰色砂质板岩夹浅变质砂岩及炭质板岩，板岩、砂岩自身强度属中等，在受构造、风化、地下水等影响下，岩石较为破碎，特别是构造带、矿体及其周围，多破碎成

碎裂状，稳定性较差，有可能形成冒顶、片帮、掉块事故；较多地段炭质，局部地段绿泥石化、碎裂（化）较强且硅化较弱，近地表风化较强，不良工程地质现象影响程度中等。本矿区岩土工程地质条件中等。

5、人类工程活动

评估区一带破坏地质环境的人类活动主要为探矿、采矿、选矿。

本矿山从 2007 年开始地质探矿，2024 年 9 月正式开采，平硐及工业场地、选厂、尾矿中转站、废石中转站、巷道等已建设完整。各体系运行良好。主要工程活动有平硐及工业场地、选厂及道路的建设、废石堆填、尾矿排放等。

平硐及工业场地、选厂、尾矿中转站及道路的建设及场地平整，形成部分的开挖边坡，对地形地貌改变较大，对原有山林植被有一定的破坏。

废石主要堆放于斜坡地带，形成废石堆高 5~20m，坡度一般 30°~50°，对地形地貌改变较大，对原有山林植被有一定的破坏。

尾矿中转站设在坡脚下，下游一公里范围内有 1 个居民点，尾矿中转站对地形地貌改变较大，对原有山林植被造成一定的破坏。

上述人类工程活动已对矿区原始地质环境造成了一定的破坏和影响。

三、矿山地质环境问题

1、矿山现状共发现 11 处不稳定斜坡，其中不稳定斜坡 XP2 发育程度强，危害程度小，危险性中等，属高易发地质灾害；不稳定斜坡 XP1、XP3、XP4、XP9、XP10、XP11 发育程度中等，危害程度小，危险性小，属中等易发地质灾害；XP5、XP6、XP7、XP8 发育程度弱，危害程度小，危险性小，属低易发地质灾害。预测废石中转站等地段引发崩塌、滑坡的发育程度强，危害程度中等，危险性大；预测矿山道路等地段引发崩塌、滑坡的发育程度弱-强，危害程度中等，危险性中等-大；预测平硐口等地段引发崩塌、滑坡的发育程度弱，危害程度小，危险性小；预测尾矿中转站等地段引发崩塌、滑坡的发育程度强，危害程度小，危险性中等；预测废石中转站引发泥石流的发育强度弱，危害程度中等，危险性中等；预测 PD805、PD765 工业场地引发泥石流的发育强度弱，危害程度中等，危险性中等；预测该区引发采空地面临陷的可能性中等，危害程度中等，危险性中等；预测建设工程本身遭受不稳定斜坡地质灾害的可能性大，危害程度小，发育程度弱-强发育，危险性小-大。预测采矿活动对地形地貌景观影响程度较严重。

2、现状矿区范围内无风景名胜区、地质公园、森林公园、湿地公园、石漠公园、海洋公园、生态保护红线（三区三线成果）的任何图斑，远离主要交通干线，矿山道路、4 个平硐口开挖边坡造成对地形地貌景观的破坏，PD805 工业场地、PD765 工业场地、废石中转站、尾矿中转站对原生的地形地貌景观影响严重。预测采矿活动对地形地貌景观影响程度较严重。

3、矿山井巷开拓使得相对封闭的地下水结构被破坏，由于该含水岩组富水性不强，裂隙导水性差，透水性弱，可视为相对隔水层，对地下含水层的破坏有限，现状矿坑正常涌水量为 600.5m³/d，矿区及周边地表水体未明显漏失，采矿活动未影响到矿区及周围生产生活供水，采矿活动对地下水含水层影响或破坏程度较轻，采矿活动对评估区水土环境污染影响程度较轻。

4、采矿活动已破坏土地资源总面积为 3.1772hm²，其中损毁水田（0101）0.0123hm²，乔木林地（0301）1.1511hm²，灌木林地（0305）0.2378hm²，采矿用地（0602）1.3762hm²，农村宅基地（0702）0.1230hm²，农村道路（1006）0.2768hm²，废石中转站、尾矿中转站及矿山道路对土地资源的占用破坏或影响程度严重，高位水池对土地资源的占用破坏或影响程度较严重。预测 PD610 平硐及工业场地损毁土地面积 0.0427hm²，取土场损毁土地面积为 0.3882hm²。

四、拟采取的保护与治理措施

1、地质灾害防治工程

（1）现状地质灾害防治措施

现状调查共发现 11 处不稳定斜坡，XP2 是因废石堆放产生的，目前堆放较高，建议矿山实施分级堆放并及时用废石充填采空区。XP9 是修建 PD685 工业场地产生的填方边坡，目前比较稳定，建议矿山实施分级放坡，设置合理的边坡坡率。XP10、XP11 是因修建平硐工业场地产生的，下游已修建挡土墙，建议矿山实施分级放坡，设置合理的边坡坡率。XP1、XP3、XP4、XP6、XP7、XP8 均因修建道路削坡造成岩土体卸荷，现状未发现崩塌、滑坡现象，现坡角已修建了截排水沟，目前处于暂时稳定状态；XP5 是修建平硐 PD685 硐口及工业场地产生的，局部已边坡喷浆

锚固，剩余地段现状未发现崩塌、滑坡现象，目前处于暂时稳定状态，建议加强监测，特别是遇连续大雨或者强降雨天气时要加强边坡巡查，遇危险情况及时撤离和疏散周边建筑物内人员，封锁危险区域。

（2）采空塌陷预防控制措施

矿山未来开采产生的废石优先用于充填各采空区，预测引发或遭受采空区地面塌陷的可能性小-中等，建议矿山企业做专项充填方案，将尾砂也及时充填至各采空区。平时应加强监测，特别是对塌陷风险区，建议矿山建立完善的地压活动声发射监测系统，实现了井下地压活动全方位、全天候的监测，监测地表的变形监测，发现问题及时处理。该项工作列入矿山正常生产中，治理费用作为矿山正常生产费用，不单独计算恢复治理费用，因此本方案仅对采空塌陷进行监测工作，不再重复布置工程措施。

（3）泥石流预防控制措施

矿山 PD725-PD805 段矿山道路侧边修建了 $0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$ 的截排水沟；已在 PD768-PD725 段矿山道路侧边修建了 $0.8\text{m} \times 1.0\text{m}$ 的截排水沟；已在废石中转站周围修建了 $0.8\text{m} \times 0.8\text{m}$ 的截水沟；已在尾矿中转站周围修建了 $0.4\text{m} \times 0.6\text{m}$ 的截水沟；截断山体水流，以防止雨水直接冲刷坡面而产生水土流失、泥石流、边坡坍塌、水体污染等灾害，故建议及时清理截排水沟，确保雨季排水通畅，无积水。并及时清运废石中转站的废石、尾矿中转站的尾砂，减少物源；建议在废石中转站废石实施分级堆放。

2、含水层破坏的预防控制措施

矿山采用地下井工开采，矿山开采不可避免的要对地下含水层造成破坏，矿坑疏排地下水，将改变地下水循环交替条件，形成地下水集中排泄通道，导致地下含水层结构破坏、地下水资源量减少和水位下降。矿山已在 PD805、尾矿中转站、废石中转站、选厂工业场地修建了初期雨水沉淀池，收集的雨水经达标处理后外排。采矿产生的生产废水需经沉淀池沉淀处理后绝大部分废水循环回用，剩余水量（ $116.1\text{m}^3/\text{d}$ ）处理达标后排入李家村小溪。废石中转站下游已建设 150m^3 的淋溶水处理池（满足淋溶水最大量的 6 小时停留时间），并设置有专人维护，对收集的淋溶水经沉淀处理后的淋溶水后达标外排。尾矿中转站已做 HDPE 膜防渗和搭设雨棚，选矿废水处理站已采用钢筋混凝土防渗，并周围修好截排水沟。尾矿中转站和选矿废水站泄漏发生后，污染物影响范围从泄漏点向外，强度由大到小，影响范围很小。连续泄漏发生后，区域地下水中的污染物浓度逐渐增加，连续泄漏 50 天后，污染物在下游 5m 处的浓度不再增加。瞬时泄漏迁移强度远远低于连续泄漏，区域地下水水质仍可满足《地下水环境质量标准》（GB/T14848-93）III 类标准。矿山采矿后，建议矿山及时监测。

3、水土环境污染预防控制措施

目前矿山对水土环境治理采用了一些方面的措施：比如采矿产生的生产废水需经沉淀池沉淀处理后绝大部分废水循环回用，少部分处理达标后排放，建议矿山提高废水综合利用率；为减少固体废弃物淋溶水污染地表水、地下水和土壤，尾矿中转站已做 HDPE 膜防渗，选矿废水处理站已采用钢筋混凝土防渗，矿坑涌水已经截排水沟进入沉淀池。目前地表水基本达标，地下水锰、砷超标，建议在井巷工程施工时，采取分层止水、堵漏、隔水等措施，防止地下水串层污染。目前土壤中镉、砷、铜、汞、镍部分超过风险筛选值，但不超风险管控值，建议矿山做土壤专项调查，查清土壤污染状况。同时建议矿山企业做好地表水、地下水、土壤的监测，及时发现污染场地，迅速阻断污染物在水土环境中的扩散，做好清除污染应急预案。

4、地形地貌景观保护措施

由于 PD805 工业场地、PD765 工业场地及废石中转站废石堆放、尾矿中转站尾矿堆放对地形地貌景观和破坏较大，建议实施分级堆放，加大综合利用量，减少对地形地貌景观的破坏，加强矿山各工业场地的地形地貌景观监测，监测其损毁地类范围、面积和程度等。同时建议矿山企业优化开采方案，尽量避免或少破坏耕地。

5、土地复垦预防控制措施

通过合理规划生产布局，减少损毁土地范围。对于项目区而言，植被覆盖度本身较高，在建设和生产过程中应加强规划和施工管理，尽量缩小对土地的影响范围，各种生产建设活动应严格控制在规划区域内，将临时占地面积控制在最低限度，尽可能避免造成土地与植被的大面积损毁。

（1）按照开发中的土地损毁产生时序及时实施复垦，及时恢复植被，减少水土流失。

（2）加强对已恢复植被的抚育管理，纳入矿区日常管理，做到责任明确、资金到位。

（3）地下工程生产中，应严格按照有关规范和规程进行，减轻采空区地质灾害的发生，并对采区地面进行监测，

做到及时采取塌陷防范措施。

(4) 落实水土保持、环评报告、工程设计等报告中的各项防止水土流失、崩塌、滑坡、泥石流、采空塌陷、不稳定斜坡引发崩塌滑坡等地质灾害等预防控制措施。

6、监测工程

(1) 地质灾害监测

监测点的布设：主要对现状 11 处不稳定斜坡地带各布置一个监测点，共 11 个监测点；在地表岩移范围内，布置 2 条监测断面，每一条监测断面 3 个监测点，总计 6 个监测点。一共 17 个。

监测内容：矿山开采过程中可能产生崩塌、滑坡、泥石流、采空区塌陷地质灾害，因此地质灾害监测内容为：开采区各边坡变形、位移、稳定性，地面的宏观变形等。

监测方法：定期采用地质路线调查方法对宏观变形迹象和与其有关的各种异常现象进行定期的观测、记录。

监测频率：监测频率一般 1 次/月，雨季加密（当地每年的雨季为 5、6、7，3 个月 1 周 1 次）。

(2) 含水层监测

监测点的布设：由于矿山地下开采已经造成了对上部含水层局部的水位下降和疏干现象，因此在矿区地下水位漏斗区外围，利用水文钻孔、井泉，设置水位、水质、流量监测点共 3 个。

监测项目：含水层监测包括地下水水位、流量和水质简分析。

监测方法：送有资质单位做水质分析、人工皮尺做简单测量、流量监测。

监测频率：水质监测频率每年 3 次（即：枯、平、丰各 1 次），地下水水位、流量监测频率为 1 次/月。

(3) 水土环境污染监测

监测点的布设：根据本矿山的水土污染物特性，并结合项目所在区域地表水和土壤的分布状况，在李家溪沟上中下处设置 3 个地表水监测点，在废石中转站、尾矿中转站及高位水池处 3 个土壤监测点。

监测项目：主要监测地表水的水质、流量和土质。水质监测主要包括浑浊度、pH 值、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铜、锌、氨氮、硫化物、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、汞、砷、镉、六价铬、铅、氰化物、铁、锰共 20 项。土壤监测主要包括镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌共 8 项。

监测方法：取水样和土样，送有资质单位做水质分析、流量监测。

监测频率：水质监测频率每年 3 次（即：枯、平、丰各 1 次），地表水流量监测频率为 1 次/月，一次 2 人。土壤监测每年 4 次，一次 1 人。

(4) 地形地貌景观监测

监测点的布设：废石中转站、尾矿中转站、选厂、矿山道路、5 个平硐工业场地、2 个总回风井及工业场地、高位水池、取土场等各布设一个，总共 13 个。

监测项目：各项目相关区占用破坏土地的范围、面积和程度。

监测方法：以地形图测量法为主、结合局部的人工调查法、照相等。

监测频率：一般为 1 次/年。

(4) 土地复垦监测

①土地损毁监测

监测内容：记录损毁范围、面积、地类、权属等，并与预测结果进行对比分析。

监测点布设：废石中转站、尾矿中转站、选厂、矿山道路、5 个平硐工业场地、2 个总回风井及工业场地、高位水池、取土场等各布设一个，总共 13 个点。

监测方法：用卷尺或手持 GPS 野外定点监测损毁范围、面积，对照土地利用现状图记录损毁地类、权属走访。

监测频率：每年 1 次进行土地损毁监测，每次两组，2 人/组。

②复垦效果监测

监测内容：本项目主要为土壤质量监测、复垦植被监测和复垦工程监测。①土壤质量监测：对复垦为水田、乔木林地的单元地形坡度、有效土层厚度、土壤有效水分、容重、pH、有机质含量进行监测；②复垦植被监测：乔木林地的植被监测，主要对植物长势、覆盖度进行监测；③复垦工程监测：主要对截排水沟监测。

监测点布设：废石中转站、尾矿中转站、选厂、矿山道路、5 个平硐工业场地、2 个总回风井及工业场地、高位

水池、取土场等各布设一个，总共 13 个。

监测方法：土壤质量监测主要采取人工巡视的方法监测地形坡度、有效土层厚度等，并对每个监测点土壤取一组化验土壤有效水分、容重、pH、有机质含量；复垦植被监测主要对草地、林地长势、覆盖度进行巡视监测；对挡土墙、排水沟进行巡视监测。

监测频率：①土壤质量监测：复垦完成后 3 年内进行每年 1 次巡视监测，每次 4 人，取土样化验一次，一次 1 组/个复垦点；②复垦植被监测：1 年 1 次，每次 4 人。

监测时间：复垦结束后 3 年。

③管护工程

管护对象：本项目主要针对林地采取植被管护措施和挡土墙、截排水沟管护。

（1）林地管护

①为保证苗木一年后成活率 $\geq 85\%$ ，对复垦工程中种植的杉树进行补种，每年按复垦工程植入量的 10% 计，补种 3 年，补种杉树 1947 株。

②开沟：一是树高小于 1m，离树兜 30cm 处，在四周开环形沟；二是树高 1~2m，离树兜 45cm 处，在四周开环形沟；三是树高大于 2m，离树兜 60cm 处，在四周开环形沟。

③施肥：每年追施专用肥一次，均施于施肥沟内，肥料不能与苗木直接接触，成块肥料要粉碎。一年生 0.1kg（定植 3 月后才能施），二年生 0.2kg，二年生 0.3kg，施肥覆土后浇水一次。

④防虫：对于林带中出现树木的病、虫、害等要及时进行管护。要坚持“预防为主、防治结合”方针，建立和健全病虫害防治体系，防止危险性病虫害的传播和蔓延，对于病株要及时砍伐防止扩散，对于虫害要及时地施药品等控制灾害的发生。

⑤防火：林区内严禁用火。

⑥管护频率：每年 1 次，一次 8 人。

⑦管护时间：复垦单元复垦工程实施后的 3 年内为管护期。

（2）设施管护工程

①管护内容：对各挡土墙、截排水沟等进行维护和保养，在雨季前对各场地截排水沟等进行疏通清理。

②管护频率：每 3 月 1 次，每次 2 人。

③管护时间：复垦实施后 3 年。

五、工作部署

本矿山的设计服务年限为 9 年，且复垦后要进行管护 3 年。故本方案复垦规划服务年限为 12 年。本方案将恢复治理和土地复垦工作分为两期进行：

1、第一期（2025 年 6 月—2030 年 5 月）

（1）矿山地质环境防治工程：

①对废石中转站、尾矿中转站、矿山道路、5 个平硐口及工业场地及地表岩移范围的地质灾害监测；②对 3 个地下水水位水量水质和 3 个地表水水质流量监测；③对矿区内上中下 3 个土壤监测。④对废石中转站、尾矿中转站、矿山道路、5 个平硐口及工业场地及地表岩移范围等地段进行地形地貌景观监测。

（2）矿区土地复垦工程：

①对总回风井 2 工业场地表土收集并编织袋土填筑；②对矿山进行土地损毁监测。

2、第二期防治工程（2030 年 6 月—2037 年 5 月）

（1）矿山地质环境防治工程：

①对矿山废石场、矿山道路、平硐口、采空区地表等地段进行地质灾害监测；②对矿山进行含水层水质、水位水量监测和地形地貌景观监测。

（2）矿区土地复垦工程：

①矿井闭矿后，对矿山所有的地面建（构）筑物进行拆除；②矿山闭坑后 5 个平硐口和 2 个回风井口进行封堵；③地面建（构）筑物拆除后，对废石中转站、尾矿中转站、矿山道路、5 个平硐口及工业场地、选厂、生产生活区等进行场地平整；④场地平整后，对废石中转站、尾矿中转站、5 个平硐口及工业场地、选厂、生产生活区等地段挖树

坑、回填表土、种植杉树、撒播草籽和培肥，对高位水池地段修田坎；⑤对矿山进行土地损毁监测；⑥对复垦区进行复垦效果监测和植被管护与补种；⑦对矿山挡土墙、截排水沟进行管护。

六、经费估算及资金来源

经估算，本矿山地质环境保护与土地复垦工程总投资为 135.91 万元，静态投资 110.28 万元。其中矿山地质环境治理工程动态投资为 107.82 万元，静态投资 88.50 万元；土地复垦工程动态投资为 21.78 万元，静态投资 28.09 万元。矿山恢复治理和土地复垦资金全部由广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司承担。

目 录

1	前言	1
1.1	任务由来及编制目的	1
1.2	方案编制工作概况	1
1.3	方案编制依据	12
1.4	方案的服务年限	12
2	矿山基本情况	13
2.1	矿山概况	13
2.2	矿山自然概况	34
2.3	社会经济概况	37
2.4	矿区地质环境背景	37
2.5	土地利用现状	53
2.6	矿山及周边人类工程活动情况	54
2.7	矿山地质环境和土地条件小结	56
3	矿山地质环境影响评估范围与级别	58
3.1	矿山地质环境影响评估范围与级别	58
3.2	现状评估	60
3.3	预测评估	81
4	矿山地质环境保护与恢复治理分区和土地复垦区、复垦责任范围划分	102
4.1	地质环境保护与恢复治理分区	102
4.2	土地复垦区与复垦责任范围确定	105
5	矿山地质环境保护治理与土地复垦可行性分析	106
5.1	矿山地质环境治理可行性分析	106
5.2	矿区土地复垦可行性分析	107
6	矿山地质环境保护治理与土地复垦工程设计	120
6.1	矿山地质环境保护与土地复垦预防工程	120
6.2	地质环境治理工程设计	124
6.3	矿区土地复垦工程	127
6.4	矿山地质环境监测	136

6.5	矿区土地复垦监测和管护.....	140
7	经费估算及经济可行性分析.....	143
7.1	估算说明.....	143
7.2	矿山地质环境防治工程经费估算.....	150
7.3	土地复垦工程经费估算.....	161
7.4	估算结果.....	188
8	矿山地质环境保护治理与土地复垦工作部署及进度安排.....	190
8.1	总体工程部署.....	190
8.2	年度实施计划.....	191
9	保障措施与效益分析.....	193
9.1	保障措施.....	193
9.2	效益分析.....	195
10	结论与建议.....	197
10.1	结论.....	197
10.2	建议.....	199

1 前言

1.1 任务由来及编制目的

1、任务由来

广西龙胜县陡洞金矿矿业权人为广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司，该矿山为生产矿山。2016 年首次取得采矿许可证，由广西壮族自治区国土资源厅颁发，证号：*****，有效期自 2016 年 1 月 19 日至 2026 年 1 月 19 日。此采矿许可证即将到期，但由于该矿山还有一定的资源储量，继续开采具有一定的经济价值，业主需延续采矿许可证，除拟申请延续生产服务年限外，其余各事项均未变更。根据广西壮族自治区自然资源厅下发的《关于进一步规范矿山地质环境保护与土地复垦方案编制和审查要求的通知》（桂自然资办〔2019〕232 号）文件的要求，采矿权人需要重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。因此矿山企业委托中国有色桂林矿产地质研究院有限公司编制“广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司龙胜县陡洞金矿矿山地质环境保护与土地复垦方案”（下称“方案”）。

2、编制方案的目的

为顺利延续采矿许可证，落实矿山地质环境保护、土地复垦有关法律法规和政策要求；保证矿山地质环境恢复治理和土地复垦义务的落实；保证矿山地质环境恢复治理与土地复垦的任务、措施、计划和资金落到实处；为自然资源主管部门实施监管和矿山业主申请办理采矿许可证提供依据。

1.2 方案编制工作概况

1、以往方案编制情况

根据调查及收集资料，本矿山于 2014 年委托安徽金联地矿科技有限公司编制了《广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司陡洞金矿开采项目土地复垦方案报告书》和《广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司陡洞金矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》。

（1）《广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司陡洞金矿开采项目土地复垦方案报告书》概况

安徽金联地矿科技有限公司 2014 年 3 月编制的《广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司陡洞金矿开采项目土地复垦方案报告书》，土地复垦责任区面积为 4.6255 公顷，预期土地复垦 4.3507 公顷，复垦率为 94.06%，主要复垦为旱地、林地、其他草地、坑塘水面、

农村道路，土地复垦方案静态投资估算为 310009.02 元，动态投资估算为 415378.29 元。
复垦安排 4 个阶段：

第一阶段 2014 年 10 月—2019 年 10 月：主要是完成探矿平硐口的封堵（利用废石渣从里往外充填至平硐口，长度约 20 米，再在平硐口处砌一座厚 1 米挡墙封闭）及对原地形地表（只监测第 1 年，每次 2 人）及土地损毁的监测（监测 4 年，每年 4 次，每次 1 人）。

第二阶段 2019 年 11 月—2024 年 10 月：主要是对土地损毁的监测，每年 4 次，每次 1 人。

第三阶段 2024 年 11 月—2025 年 10 月：主要是对三个平硐口（PD685、PD805、PD845）及两个总回风口（FJ1、FJ2）进行封堵，利用废石渣从里往外充填至平硐口，长度约 20 米，再在平硐口处砌一座厚 1 米挡墙封闭；对探矿平硐及工业场地、工棚、三个平硐及工业场、2 个总回风及工业场地、废石场、尾矿库、表土场及选厂进行砌体拆除、表土回填、土地施肥、撒播草籽、种植松树等复垦工程。

第四阶段 2025 年 11 月—2027 年 10 月：主要是土壤质量监测（每年取土样化验一次，一次 2 组）及植被管护。工程量详见表 1-1。

表 1-1 前期复垦方案的工程汇总表

项目第一阶段复垦工程量汇总表（2014 年 10 月—2019 年 10 月）					
序号	工程名称	计量单位	工程量	计算方法	与本方案对比
一	探矿平硐口封堵工程				
1	M7.5 水泥 32.5 浆砌石挡墙	100m³	0.0448	封墙面积×封墙厚度×平硐口个数 =4.48m²×1.0m×1=4.48m³	现已沿用作为总回风井 2，后期封堵方案与前期方案一致
2	废石渣封堵平硐口	100m³	0.896	封墙面积×充填厚度×平硐口个数 =4.48m²×20m×1=89.6m³	
二	监测与管护工程				
1	原地貌地表监测	工日	2	地形地貌、土壤植被 1 次，每次 1 人；居民点 1 次，每次 1 人，2014 年	矿山企业已监测，费用计算在矿山安全生产成本中
2	土地损毁监测	工日	18	基建期整个矿区 1 次/2 人，生产期 4 年，每年 4 次，每次 1 人	
项目第二阶段复垦工程量汇总表（2019 年 11 月—2024 年 10 月）					
序号	工程名称	计量单位	工程量	计算方法	备注
一	监测与管护工程				矿山企业已监测，费用计算在矿山安全生产成本中
1	监测工程				
	土地损毁监测	工日	20	生产期 5 年，每年 4 次，每次 1 人	

项目第三阶段复垦工程量汇总表（2024 年 11 月—2025 年 10 月）					
序号	工程名称	计量单位	工程量	计算方法	备注
一	探矿平硐及工业场地复垦工程				由于矿山 2024 年 9 月才正式开采，这些平硐及工业场地生产还需使用，故目前没有复垦，本期复垦方案与前期复垦方案基本一致，由于当地植被是杉树，为了土地适宜性，将前方案的乔木松树变更为杉树。
1	表土回填	100m ³	0.3	工棚、探矿平硐及工业场地栽种乔木棵数×回填单个树坑表土量=41 株×0.729m=30m ³	
2	栽种乔木（松树）	100 株	0.41	面积÷株间距=205m ² ÷（2.5m×2m）=41 株	
二	工棚（包括住房、机房等）复垦工程				
1	表土回填	100m ³	1.16	工棚、探矿平硐及工业场地栽种乔木棵数×回填单个树坑表土量=159 株×0.729m=116m ³	
2	栽种乔木（松树）	100 株	1.59	面积÷株间距=795m ² ÷（2.5m×2m）=159 株	
三	PD685、PD805、PD845 三个平硐口封堵工程				
1	M7.5 水泥 32.5 浆砌石挡墙	100m ³	0.1344	封墙面积×封墙厚度×封墙个数=4.48m ² ×1.0m×3=13.44m ³	
2	废石渣封堵平硐口	100m ³	2.688	封墙面积×充填厚度×封墙个数=4.48m ² ×20m×3=268.8m ³	
四	PD685、PD805、PD845 三个平硐及工业场地复垦工程				
1	表土回填	100m ³	1.25	PD685、PD805、PD845 三个平硐及工业场地栽种乔木棵数×回填单个树坑表土量=172 株×0.729m=125m ³	
2	栽种乔木（松树）	100 株	1.72	面积÷株间距=858m ² ÷（2.5m×2m）=172 株	
五	FJ1、FJ2 两个总回风井口封堵工程				
1	M7.5 水泥 32.5 浆砌石挡墙	100m ³	0.2104	封墙面积×封墙厚度×封墙个数=5.26m ² ×1.0m×4=21.04m ³	
2	废石渣封堵平硐口	100m ³	2.104	封墙面积×充填厚度×封墙个数=5.26m ² ×20m×4=210.4m ³	
六	FJ1、FJ2 两个总回风井及工业场地复垦工程				
1	表土回填	100m ³	0.85	FJ1、FJ2 及工业场地栽种乔木棵数×回填单个树坑表土量=116 株×0.729m=85m ³	
2	栽种乔木（松树）	100 株	1.16	面积÷株间距=580m ² ÷（2.5m×2m）=116 株	

项目第三阶段复垦工程量汇总表（2024 年 11 月—2025 年 10 月）					
序号	工程名称	计量单位	工程量	计算方法	备注
七	废石场复垦工程				前期方案未平整场地，根据野外调查，狗牙草更适合，故将糯米草换成了狗牙草，撒播种量按规范，其余与本期方案一致，
1	表土回填	100m ³	14.59	废石场植草面积×覆土厚度 =2432×0.6m=1459m ³	
2	撒播草籽（糖蜜草）	hm ²	0.2432	废石场面积（40kg/hm ² ）	
八	尾矿库复垦工程				
1	表土回填	100m ³	49.77	尾矿库植草面积×覆土厚度 0.3m=16590×0.3m=4977m ³	本期方案是尾款中转站，不设尾矿库，前期方案未平整场地，拆除建筑物，矿山闭坑后，需要拆除建筑物及地面硬化，场地平整，回填表土种植杉树，复垦成乔木林地，前期方案是复垦成草地，破坏乔木林地就应该复垦成乔木林地，不应该降级复垦，故就没有再种植爬山虎。
2	撒播草籽（蜈蚣草）	hm ²	1.659	等于尾矿库面积之和（40kg/hm ² ）	
3	种植爬山虎	100 株	2.00	爬山虎的种植间距为 2 枝/m，共 100m	
九	表土场复垦工程				
1	挡土墙拆除	100m ³	0.89	表土场挡土墙体积之和≈89m ³	矿山开采前设计了表土场，根据野外调查没有表土场，本方案复垦回填的表土只能从取土场来。
2	栽种乔木（松树）	100 株	4.1	面积÷株间距=2050m ² ÷ (2.5m×2m) =410 株	
十	选厂复垦工程				
1	砌体拆除	100m ³	10	等于选厂内砌体体积之和≈1000m ³	由于矿山 2024 年 9 月才正式开采，目前处于生产中，还在使用，未进行复垦，本方案与前期方案复垦一致，复垦面积变大
2	表土回填	100m ³	25.4	选厂表土量=选厂复垦旱地面积 ×0.7m=2540m ³	
3	土地培肥	hm ²	0.3629	选厂面积（40kg/hm ² ）	

项目第三阶段复垦工程量汇总表（2024 年 11 月—2025 年 10 月）					
序号	工程名称	计量单位	工程量	计算方法	备注
十一	各复垦单元植物施肥工程				
1	植物培肥	100kg	44.7	坑栽种乔木棵数×0.5kg/株+植草面积×1500kg/公顷+旱地面积×3000kg/公顷 =1058×0.5+1.9022×1500+0.3629×3000=4470.8kg	工程布置不一样，复垦地类有差别
项目第四阶段复垦工程量汇总表（2025 年 11 月—2027 年 10 月）					
序号	工程名称	计量单位	工程量	计算方法	备注
一	监测与管护工程				
1	复垦效果监测				还没有到复垦时间，土壤质量监测、植被监测本方案与前期基本一致，前期方案管护 2 年，本期方案管护 3 年
	土壤质量监测	工日	4	每年取土样化验一次，一次 2 组，共 2 年	
	复垦植被监测	工日	8	4 次/年，每次 1 人，共 2 年	
2	植被管护工程				
	有林地管护	hm ²	0.8976	等于复垦为有林地的面积×管护期 =0.4488×2=0.8976hm ²	
	其他草地管护	hm ²	3.8044	等于复垦为其他草地的面积×管护期 =1.9022×2=3.8044hm ²	
	爬山虎管护	100 株	0.2	补种率按植入量的 5% 计， 200×0.05×2=20 株	

（2）《广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司陡洞金矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》概况

安徽金联地矿科技有限公司 2014 年 3 月编制的《广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司陡洞金矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》矿区现状地质灾害弱发育；探矿平硐口及工业场地、工棚对地形地貌景观产生较严重的破坏和影响；对地下含水层影响程度较轻；矿山挖损和压占对土地资源影响破坏较轻，影响破坏土地类型为有林地，矿业活动对矿山地质环境影响程度划分为地质环境影响较严重、较轻。预测矿区开采可能引发采空区地面沉陷（塌陷）地质灾害，地面建筑可能遭受滑坡、崩塌，废石场、表土场引发泥石流及地下水污染等。其中，建设工程（地面建设）本身遭受崩塌、滑坡地质灾害可能性中等，危害程度小，危险性小；废石场引发崩塌、滑坡的可能性中等、危害程度小，危险性小；各个平硐口和总回风井及其工业场地建设引发边坡崩塌、滑坡的可能性中等、危害程度小，危险性小；矿山公路修建引发边坡崩塌、滑坡的可能性中等，危害程度小~中等，危险性小~中等；办公生产区修建引发崩塌、滑坡的可能性小，危害程度小，危险性小；表土堆放场引发崩塌、滑坡的可能性中等，危害程度小~中等，危险性小~中等；废

石场引发泥石流的可能性中等、危害程度小~中等，危险性小~中等；表土场引发泥石流地质灾害的可能性中等，危害程度小~中等，危险性小~中等；采矿活动引发地下水（地表水）污染的可能性中等，危害程度中等，危险性中等。预测未来采矿抽排地下水对矿区含水层影响或破坏局部较严重；采矿活动对地形地貌景观的影响和破坏程度严重；矿山挖损和压占对土地资源产生严重的影响破坏。预测矿业活动对矿山地质环境影响程度划分为地质环境影响严重、较轻。地质环境治理恢复区划分为两个大区，即重点防治区和一般防治区。方案规划期 11 年，施行时间 2014 年 10 月—2025 年 10 月，具体的年度实施计划如下：

第一阶段 2014 年 10 月至 2019 年 10 月：探矿平硐口封堵工程、对挡土墙体和拦砂坝体沉降、开裂、边坡崩塌滑坡、采空沉陷区沉降、地形地貌、地表水、地下水污染的监测工程。

第二阶段 2019 年 10 月至 2024 年 10 月：对废石场挡土墙体沉降、开裂、边坡崩塌滑坡、采空沉陷区沉降、地形地貌、地表水、地下水污染的监测工程。

第三阶段 2024 年 10 月至 2025 年 10 月：矿井闭坑后的地形地貌恢复、植被恢复及巡视监测工程，包括各井口工业场地、选矿厂、堆矿场、废石场植被恢复工程，井筒封堵工程，以及采空沉陷区巡视工程等；矿区水文（地下水位自然恢复情况）监测和地表变形监测工程。

矿山地质环境治理恢复工程总费用为：324119.27 元。其中治理方案第一阶段估算费用 166177.82 元，第二阶段估算费用 131617.87 元，第三阶段估算费用 26323.57 元。

2、实施情况

本矿山于 2016 年首次取得采矿许可证，2024 年 9 月正式开采，矿山开采至今半年左右。根据野外调查，矿山平面布置是依据最新的《初步设计》布置，与 2014 年 3 月编写的《广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司陡洞金矿开采项目土地复垦方案报告书》和《广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司陡洞金矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》布置不一致。探矿平硐口目前沿用作为总回风井 2，故第一阶段的探矿平硐口未封堵。第二阶段主要是对土地损毁、地质灾害、地形地貌、地表水、地下水污染的监测，矿山于 2024 年 6 月自行进行了废水监测，土地损毁、地质灾害、地形地貌、地表水等的监测列入矿山生产成本中，第三阶段由于矿山还在生产，故未实施。矿山目前已经在矿山道路、废石中转站、尾矿中转站、选厂外围修建了截排水沟，在 PD805 及 PD765 下游修建了挡土墙。

截至目前，广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司缴存矿山地质环境恢复保证金 734184

元，缴纳土地复垦保证金 378500 元。

3、本次方案编制概况

根据本矿山的地质环境问题特点及土地损毁情况，本方案编制工作主要采用收集现有资料、地面调绘及室内综合分析评估的工作方法。全面收集矿山自然地理、水文气象、矿产地质、水工环地质、土地利用类型、矿山勘查开发等方面的资料。在分析研究上述有关资料的基础上，依照工程程序，我公司于 2024 年 11 月 25—26 日对评估区内地质环境问题及土地损毁情况等进行了野外实地调查，调查内容主要包括采矿活动对评估区地形地貌、土地资源等影响和损毁情况以及该区地质灾害发育情况等，调查面积约 4.96km²。

通过调查，获取了丰富的实地资料，为编制本方案奠定了良好的基础。基本查明了矿山地质环境问题、土地利用情况等，并进行矿山地质环境影响评估、土地损毁程度评估，划分矿山地质环境保护与恢复治理分区、土地复垦区及复垦责任区，在此基础上提出相应的矿山地质环境保护与土地复垦措施，估算矿山地质环境保护与土地复垦工程费用。根据调查结果及综合分析成果编制并提交《广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司龙胜县陡洞金矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》。本次工作于 2024 年 11 月进行准备、搜集资料，2024 年 11 月 25 日—26 日进行野外调查，2024 年 11 月 27 日至 2025 年 2 月 10 日进行室内资料整理、编制图表、编写报告、内审等工作，2025 年 2 月中旬送广西壮族自治区自然资源厅专家组评审。所完成工作量见表 1-2。

表 1-2 完成工作量表

序号	工作项目	工作内容	单位	数量
1	收集资料	1: 20万兴安幅区域水文地质普查报告, 贵州省地质矿产局九一〇水文地质工程地质大队, 1988年	份	1
		1: 20万兴安幅区域地质调查报告, 地质部广西壮族自治区地质局区域地质普查大队, 1963年	份	1
		1: 50万广西壮族自治区环境地质调查报告, 1996—2000年	份	1
		广西壮族自治区水文地质工程地质志, 1993年10月	份	1
		1: 50万广西壮族自治区数字地质图, 广西地矿局, 2006年	份	1
		1: 50万广西地质灾害区划报告, 广西水文工程地质队, 1993年10月	份	1
		广西壮族自治区区域地质志, 广西壮族自治区地质矿产局, 1985年	份	1
		广西壮族自治区区域水文地质工程地质志, 广西壮族自治区地质矿产局, 1993年	份	1
		龙胜各族自治县地质灾害调查与区划报告(2010—2020年), 龙胜各族自治县国土资源局、广西地质环境监测总站, 2009年9月	份	1
		《广西龙胜县陡洞矿区金矿详查报告》广西壮族自治区二七一地质队, 2013年1月	份	1
		《广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司陡洞金矿开采设计方案》广西壮族自治区工业设计院, 2013年10月	份	1
		《广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司陡洞金矿矿山地质环境恢复治理水文地质详查报告》广西壮族自治区第四地质队, 2013年11月	份	1
		《广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司陡洞金矿开采项目土地复垦方案报告书》安徽金联地矿科技有限公司, 2014年3月	份	1
		《广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司陡洞金矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》安徽金联地矿科技有限公司, 2014年3月	份	1
		《广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司陡洞金矿***万t/a采选建设项目环境影响报告书》中国有色桂林矿产地质研究院有限公司, 2014年8月	份	1
2	野外调查	《广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司广西龙胜县陡洞金矿初步设计》广东安元矿业勘察设计有限公司, 2021年6月	份	1
		《广西龙胜县陡洞矿区金矿资源储量核实报告(2024年12月31日)》广西中绘资源科技产业有限公司, 2025年4月	份	1
		调查面积	km ²	4.96
		地质地貌点	点	3
		地质灾害调查点	点	11
		水文地质点	点	10
		土地利用现状调查点	点	11
		村庄调查	点	5
		调查线路	km	45
		拍摄相关照片	张	165

4、本方案与前方案对比

(1) 与 2014 年土地复垦方案对比

表 1-3 本方案与前方案对比表

对比项	2014 年方案	本方案	差异原因
损毁土地及复垦面积	损毁土地面积为 4.6255hm ² ，预期土地复垦 4.3507hm ² ，复垦率为 94.06%	损毁土地面积 3.6081hm ² ，复垦面积 3.6081hm ² ，土地复垦率为 100%	①前方案依据 2013 年的开发利用方案，本方案依据最新的初步设计编制； ②原方案未将截排水沟、挡土墙等治理防护构筑物占地计入复垦面积造成复垦率差异。
复垦方向	复垦区土地复垦为旱地、林地、其他草地、坑塘水面、农村道路	高位水池复垦为水田，矿山道路复垦为农村道路，其他复垦区复垦为乔木林地	因依据的开发利用方案不同，土地损毁的地类不同
投资金额	总投资估算为 415378.29 元	总投资为 19.56 万元	复垦面积减少及投资金额计算方法和依据定额不一致所致。

①损毁土地及复垦面积

2014 年方案预测矿山复垦责任区面积为 4.6255hm²（其中平硐及工业场地合计 0.0858 hm²、总回风井合计 0.0580 hm²、探矿平硐口及工业场地面积为 0.0205 hm²、工棚（包括办公区、住房、机房）占地面积为 0.0795 hm²、废石场（包括拦渣墙）合计 0.2890 hm²、尾矿库（包括拦砂坝）1.7590 hm²、表土场（包括挡土墙）合计 0.285 hm²、选厂合计 0.3629 hm²、沉淀池合计 0.0568 hm²、矿山道路合计 1.500 hm²、截排水沟 0.1290 hm²），预期土地复垦 4.3507hm²，复垦率为 94.06%；本方案预测损毁土地面积 3.6081hm²，复垦面积 3.6081hm²，土地复垦率为 100%。造成预测损毁面积差异较大原因为 2014 年方案依据 2013 年的开发利用方案，因现场跟 2013 年的开发利用方案布置不一致，故本方案依据 2021 年的初步设计；造成复垦率差异原因为 2014 年方案未将截排水沟、挡土墙等治理、防护构筑物占地计入复垦面积。

②复垦方向

2014 年方案的土地复垦方向：

将平硐口及工业场地、总回风井及工业场地、探矿平硐口及工业场地和工棚（包括办公区、住房、机房等）、表土堆场复垦为有林地；废石场、尾矿库复垦为其他草地；选厂复垦为旱地；矿山道路复垦为农村道路；沉淀池保留使用，复垦成坑塘水面。

本方案的土地复垦方向：高位水池复垦成水田；将平硐工业场地、废石中转站、选

厂及沉淀池、尾矿中转站、2 个总回风井、办公生活区复垦成乔木林地；矿山道路复垦为农村道路。

由于两方案损毁土地地类不同，复垦稍有差别，但大部分地段都是复垦成林地，复垦方向基本一致。

③投资金额

2014 年方案总投资估算为 415378.29 元，本方案土地复垦总投资为 19.56 万元，投资金额相差较大原因主要为复垦面积差异较大及投资金额计算方法和依据定额不一致所致。

(2) 与 2014 年矿山地质环境保护与治理恢复方案对比

表 1-4 本方案与 2014 年方案对比表

对比项	2014 年方案	本方案	差异原因
方案服务年限	11 年	12 年	本方案加了管护期
方案级别	一级	一级	一致
预测评估结果	预测地质灾害影响较严重，含水层影响局部较严重，地形地貌景观的影响和破坏严重，土地资源破坏和影响严重。	预测地质灾害影响较严重，含水层影响局部较严重，地形地貌景观的影响和破坏严重，土地资源破坏和影响严重。	基本一致
治理分区	分为 1 个重点防治区和 1 个一般防治区。	分为 1 个重点防治区、1 个次重点防治区和 1 个一般防治区。	基本一致
治理措施及工程部署	分为 3 期：第一期：对探矿平硐口封堵工程、对挡土墙体和拦砂坝体沉降、开裂、边坡崩塌滑坡、采空沉陷区沉降、地形地貌、地表水、地下水污染的监测工程；第二期：对废石场挡土墙体沉降、开裂、边坡崩塌滑坡、采空沉陷区沉降、地形地貌、地表水、地下水污染的监测工程；第三期：矿井闭坑后的地形地貌恢复、植被恢复及巡视监测工程，包括各井口工业场地、选矿厂、堆矿场、废石场植被恢复工程，井筒封堵工程，以及采空沉陷区巡视工程等；矿区水文（地下水位自然恢复情况）监测和地表变形监测工程。	分为 2 期：第一期：对 PD805、PD765 工业场地、废石中转站、尾矿中转站、矿山道路等地段加强地质灾害隐患监测及含水层水质、水位水量和地形地貌景观监测；第二期：进行地质灾害、含水层水质、水位水量监测和地形地貌景观监测和高位水池、平硐口封堵、平硐工业场地、废石中转站、尾矿中转站、选厂等地段的拆除地面建筑物、平整场地、挖坑种植杉树等复绿措施。	基本一致
投资金额	总投资估算为 371706.91 元	总投资为 107.82 万元	因为治理面积不同造成的工程量不同

①方案服务年限

2014 年治理方案总服务年限为 11 年，以 2014 年为基准年，即 2014 年 10 月至 2025 年 10 月；本方案依据 2021 年的初步设计，确定方案服务年限为 12 年（即自 2025 年 6

月起至 2037 年 5 月结束）。

②方案级别

2014 年方案矿山地质环境影响评估级别为一级；本方案确定矿山地质环境影响评估级别也为一级。

③预测评估结果

2014 年方案预测地质灾害影响较严重，含水层影响局部较严重，地形地貌景观的影响和破坏严重，土地资源破坏和影响较严重；本方案预测地质灾害影响较严重，含水层影响较严重，地形地貌景观的影响和破坏严重，土地资源破坏和影响严重，预测结果基本一致。

④治理分区

前 2014 年方案及本方案均将矿山地质环境保护与恢复治理区域划分为两个大区，即重点防治区（Ⅰ）和一般防治区（Ⅲ）。

⑤治理措施及工程部署

原方案将治理工作分为 3 期：

第一阶段 2014 年 10 月至 2019 年 10 月：探矿平硐口封堵工程、对挡土墙体和拦砂坝体沉降、开裂、边坡崩塌滑坡、采空沉陷区沉降、地形地貌、地表水、地下水污染的监测工程。

第二阶段 2019 年 10 月至 2024 年 10 月：对废石场挡土墙体沉降、开裂、边坡崩塌滑坡、采空沉陷区沉降、地形地貌、地表水、地下水污染的监测工程。

第三阶段 2024 年 10 月至 2025 年 10 月：矿井闭坑后的地形地貌恢复、植被恢复及巡视监测工程，包括各井口工业场地、选矿厂、堆矿场、废石场植被恢复工程，井筒封堵工程，以及采空沉陷区巡视工程等；矿区水文（地下水位自然恢复情况）监测和地表变形监测工程。

本方案将恢复治理和土地复垦工作分为两期进行：

第一期（2025 年 5 月—2030 年 4 月）

矿山地质环境防治工程：①对废石中转站、尾矿中转站、矿山道路、5 个平硐口及工业场地及地表岩移范围的地质灾害监测；②对 3 个地下水水位水量水质和 3 个地表水水质流量监测；③对矿区内上中下 3 个土壤监测。④对废石中转站、尾矿中转站、矿山道路、5 个平硐口及工业场地及地表岩移范围等地段进行地形地貌景观监测。

第二期（2030 年 5 月—2037 年 4 月）

矿山地质环境防治工程：①对废石中转站、尾矿中转站、矿山道路、5 个平硐口及工业场地及地表岩移范围的地质灾害监测；②对 3 个地下水水位水量水质和 3 个地表水水质流量监测；③对矿区内上中下 3 个土壤监测。④对废石中转站、尾矿中转站、矿山道路、5 个平硐口及工业场地及地表岩移范围等地段进行地形地貌景观监测。

⑥投资金额

2014 年方案总投资估算为 324119.27 元，本方案矿山地质环境治理工程总投资为 107.82 万元，投资金额相差较大主要原因为投资金额计算方法和依据定额不一致。

1.3 方案编制依据

略

1.4 方案的服务年限

根据《矿产资源开采登记管理办法》第七条规定（2014 年 7 月 29 日国务院令第 653 号修改），设计开采规模为***万 t/a（属小型矿山），采矿许可证有效期最长为 10 年。根据《广西龙胜县陡洞矿区金矿资源储量核实报告（2024 年 12 月 31 日）》，截至 2024 年 12 月 31 日，累计动用矿山储量****万吨，矿山设计开采范围内设计利用资源量****_****=****万吨，则矿山矿石总回采率为 90%，本矿山生产系统已形成，并配套有相应的生产、生活辅助设施，故矿山总服务年限为 9 年。治理、土地复垦期及监测管护期为 3 年，确定方案服务年限为 12 年（即自 2025 年 6 月起至 2037 年 5 月结束）。

2 矿山基本情况

2.1 矿山概况

2.1.1 矿山简介

广西龙胜县陡洞金矿采矿权人为广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司，该矿山为生产矿山，2016 年 1 月 19 日首次由广西壮族自治区国土资源厅颁发了采矿许可证（证号：*****），有效期自 2016 年 1 月 19 日至 2026 年 1 月 19 日。采矿许可证核定矿区范围由 21 个拐点圈定，各拐点坐标详见表 2-1。

表 2-1 原采矿权矿区范围拐点坐标表

点号	1980 西安坐标系		2000 坐标系		备注
	X 坐标	Y 坐标	X 坐标	Y 坐标	
1	*****	*****	*****	*****	主区域
2	*****	*****	*****	*****	
3	*****	*****	*****	*****	
4	*****	*****	*****	*****	
5	*****	*****	*****	*****	
6	*****	*****	*****	*****	
7	*****	*****	*****	*****	
8	*****	*****	*****	*****	
9	*****	*****	*****	*****	
10	*****	*****	*****	*****	
11	*****	*****	*****	*****	
12	*****	*****	*****	*****	
13	*****	*****	*****	*****	扣除区域（村庄及其影响范围）
14	*****	*****	*****	*****	
15	*****	*****	*****	*****	
16	*****	*****	*****	*****	
17	*****	*****	*****	*****	
18	*****	*****	*****	*****	
19	*****	*****	*****	*****	
20	*****	*****	*****	*****	
21	*****	*****	*****	*****	

矿区面积：****平方公里

开采标高：由***米至***米

采矿权人：广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司

矿山名称：广西龙胜县陡洞金矿

开采矿种：金矿

经济类型：有限责任公司

开采方式：地下开采

生产规模：***万吨/年

采矿许可证即将到期，采矿权人拟办理采矿许可证延续，除拟申请生产服务年限外，其余各事项均未变更。

表 2-2 拟申请延续矿区范围拐点坐标表

点号	2000 坐标系		备注
	X 坐标	Y 坐标	
1	*****	*****	主区域
2	*****	*****	
3	*****	*****	
4	*****	*****	
5	*****	*****	
6	*****	*****	
7	*****	*****	
8	*****	*****	
9	*****	*****	
10	*****	*****	
11	*****	*****	
12	*****	*****	
13	*****	*****	扣除区域（村庄及其影响范围）
14	*****	*****	
15	*****	*****	
16	*****	*****	
17	*****	*****	
18	*****	*****	
19	*****	*****	
20	*****	*****	
21	*****	*****	

拟申请矿区面积****平方公里

拟申请开采标高：由***米至***米

采矿权人：广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司

矿山名称：广西龙胜县陡洞金矿

拟申请开采矿种：金矿

经济类型：有限责任公司

拟申请开采方式：地下开采

拟申请生产规模：***万吨/年

2.1.2 矿山开采历史与现状

1、矿山开采历史与现状

本矿山于 1999 年 11 月 26 日首次获得探矿权（原探矿权范围拐点坐标详见表 2-3），探矿证面积为***km²，后经历多次延续变更（变更情况详见表 2-4），变更过程中探矿权范围未发现变化，2016 年 1 月 19 日广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司通过探矿权转采矿权首次获得了广西壮族自治区国土资源厅颁发的“广西龙胜县陡洞金矿”新立采矿权。

表 2-3 原探矿权范围拐点坐标表

拐点编号	西安 80 坐标系		2000 国家大地坐标系	
	X	Y	X	Y
1	*****	*****	*****	*****
2	*****	*****	*****	*****
3	*****	*****	*****	*****
4	*****	*****	*****	*****
5	*****	*****	*****	*****
6	*****	*****	*****	*****
面积：***km ²				

表 2-4 探矿权变化一览表

勘查项目名称	探矿权人	勘查单位	探矿权证号	有效期限	面积	变化原因
广西龙胜县陡洞金矿普查	广西有色地质勘查总院	广西有色地质勘查总院	*****	1999 年 11 月 26 日至 2001 年 11 月 26 日	***km ²	新立
广西龙胜县陡洞金矿普查	广西有色地质勘查总院	广西有色地质勘查总院	*****	2001 年 12 月 14 日至 2003 年 12 月 14 日	***km ²	续登
广西龙胜县陡洞金矿普查	广西有色地质勘查总院	广西有色地质勘查总院	*****	2003 年 12 月 30 日至 2005 年 12 月 30 日	***km ²	续登
广西龙胜县陡洞金矿普查	广西二七一地质队	广西二七一地质队	*****	2004 年 8 月 31 日至 2005 年 12 月 30 日	***km ²	变更探矿权人及勘查单位
广西龙胜县陡洞金矿普查	广西二七一地质队	广西二七一地质队	*****	2006 年 6 月 26 日至 2007 年 12 月 30 日	***km ²	续登
广西龙胜县陡洞金矿普查	广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司	广西二七一地质队	*****	2007 年 7 月 27 日至 2007 年 12 月 30 日	***km ²	变更探矿权人

勘查项目名称	探矿权人	勘查单位	探矿权证号	有效期限	面积	变化原因
广西龙胜县陡洞金矿普查	广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司	广西二七一地质队	*****	2007年12月14日至2009年12月30日	***km ²	矿权保留
广西龙胜县陡洞金矿普查	广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司	广西二七一地质队	*****	2010年2月9日至2011年12月30日	***km ²	续登
广西龙胜县陡洞金矿详查	广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司	广西二七一地质队	*****	2012年1月19日至2013年12月30日	***km ²	变更探矿权名称

受金价下跌影响，建设自 2022 年启动，首先开展井巷基建工程建设，主要包括施工 PD805、PD765、PD725、PD685 四条平硐，同步推进+805m 中段脉外运输巷、+685m~+805m 中段人行通风天井、溜矿井、溜渣井及井底车场等开拓系统，并完成总回风井 1、2 的贯通；地面部分建成职工生活区及配套的风机房、变压器房、监控室和 685-805 硐口值班室。2023 年重点转向选矿系统，开工建设选矿厂、尾矿中转站及 685 硐口堆矿场，于 2024 年 1 月 25 日首次取得安全生产许可证，最终于 2024 年 9 月实现 I-1 号矿体+805m 中段首采采场 1 的建成投产。

2024 年 11 月开始进行选矿，根据矿山选矿厂提供的相关数据，截至 2024 年 12 月 31 日，选矿厂共处理矿石 1671.12t，原矿入选 Au 品位 2.5~20.64g/t，平均品位约 11.26g/t，生产金精矿约 253.35t，金精矿产率约为 15.16%，金精矿 Au 品位 65~80g/t，平均品位约为 72.43g/t，回收黄金约 18.35kg，回收率约 97.52%，金精矿 Ag 品位<50g/t（不计价），尾矿 Au 品位小于 0.1g/t。伴生组分 Ag 回收利用效果不大理想，原因可能是首采场原矿 Ag 品位较低，真正原因仍需探索研究。

矿山在以往探矿过程中掘进探矿坑道少，只有少量民窿，前期探矿形成一个斜井，斜井井口坐标为 X=*****，Y=*****，斜井井口标高为+852m，斜井长度为 62m，斜井底部标高为+825m，联通+825m 平巷。

2、矿山采空区情况

根据广西迅立达地质勘查有限公司于 2025 年 4 月编制的《广西龙胜县陡洞矿区金矿资源储量核实报告（2024 年 12 月 31 日）》，采空区主要分布在+805m 中段首采采场 1，采空区面积 223.14m²（拐点坐标详见表 2-5）。

表 2-5 采空区测量成果表

点号	2000 国家大地坐标系		高程(m)	
	X	Y	底板	顶板
A1	*****	*****	807.98	811.04
A2	*****	*****	805.45	808.48
A3	*****	*****	805.51	809.54
A4	*****	*****	805.65	807.84
A5	*****	*****	805.88	808.95
A6	*****	*****	806.02	809.65
A7	*****	*****	805.75	809.15
A8	*****	*****	805.48	809.74
A9	*****	*****	807.92	811.75
A10	*****	*****	807.84	811.01
A11	*****	*****	806.48	810.85
A12	*****	*****	808.54	810.96
A13	*****	*****	807.47	811.08
A14	*****	*****	808.56	811.11
采空区面积: 223.14m ²				
开采标高: +****~+****m				

3、矿山资源利用情况

根据广西迅立达地质勘查有限公司于 2025 年 4 月编制的《广西龙胜县陡洞矿区金矿资源储量核实报告（2024 年 12 月 31 日）》（此报告的矿产资源储量已经通过广西矿业协会评审（桂矿协评（储量）（2025）5 号），矿区保有金矿石资源量（332+333）矿石量*****t，金金属量*****kg，平均品位 6.02g/t。其中保有控制+推断资源量金矿矿石量*****t，金金属量***** kg，Au 平均品位为 5.99g/t，动用探明资源量金矿矿石量*****t，金金属量*****kg，Au 平均品位为 14.80g/t。另外，在采矿许可证范围内，保有低品位金矿矿石量*****t，金金属量***** kg，Au 平均品位为 1.56g/t。

根据广西国土资源规划院出具的“关于<广西龙胜县陡洞矿区金矿详查报告>评审意见书的补充说明”及广西壮族自治区工业设计院 2013 年 10 月编制的《广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司陡洞金矿开采设计》评审意见书，I-1-⑤、I-2-⑤、II-2-①、II-3-①号矿体为基本农田压覆；II-4-①、IV-1-①、III-1-①号矿体为公路压覆而不能开发利用。故本设计不对 I-1-⑤、I-2-⑤、II-2-①、II-3-①、II-4-①、IV-1-①、III-1-①号矿体进行设计开采。另外，由于 I-1-②、I-1-④、I-1-⑥、I-2-③、I-2-④、I-3-②、II-1-①号矿体分布零散，大部分为单线单工程控制，储量规模小，开采时需独立形成系统，开拓工程量大，在经济上不合理，且部分矿体靠近农田和乡村公路，距离村庄不够 100m，故暂不对上述矿体进行设计开采）。开采设计开采范围内设计利用资源量*****万 t，金属量

u*****kg, 平均品位 Au 5.43g/t。

根据《采矿设计手册》对同类矿山矿石回采率及贫化率两指标的取值范围（急倾斜薄矿体留矿法一般回采率为 85%~95%，贫化率为 5%~10%），结合该矿山的实际情况，确定矿石回采率为 90%，贫化率为 10%，预计可采出矿石量为****万 t，金属量 Au*****t。

根据广西迅立达地质勘查有限公司于 2025 年 4 月编制的《广西龙胜县陡洞矿区金矿资源储量核实报告（2024 年 12 月 31 日）》，累计动用矿石量*****t，即****万吨。故开采设计开采范围内可设计利用资源量为****_****=*****万。

4、矿山现状生产系统情况

（1）矿山现状工程

目前矿山基础设施建设基本完备。地下已建好 PD805、PD765、PD725、PD685 四条平硐，总回风井 1、2 的地面贯通；地面已建好职工办公生活区及配套的风机房、变压器房、监控室和 685-805 硐口值班室。

4 条平硐均采用三心拱形状，净宽 3350mm，净高 2600mm，净断面为 8.23m²。巷道一侧设置宽为 1.2m 人行道，巷道水沟位于人行道一侧，水沟设钢筋砼盖板。

溜井采用圆形断面，分别在+805m、+765m、+725m 中段设置一个溜井口，净断面直径为 2000mm，净断面面积为 3.14m²，矿石通过溜井下放至+685m 中段然后通过自卸汽车运至选厂。

总回风井 1 在地面+849m 标高开口，沿+805m 回风平巷端部以 339° 方位角方向掘进至回风井底部，再向上打通地面。总回风井 2 在地面+852m 标高开口，利用原有的民采斜井。总回风井 1、总回风井 2 主要担负回风的任务，同时作为矿井的安全出口之一。

总回风井 1、总回风井 2，净宽 2300mm，净高 2295mm，净断面为 5m²。

各井筒的技术参数如下表 2-6、表 2-7。

表 2-6 现状开拓工程三维坐标表

巷道名称	井口坐标（2000 国家大地坐标系）			掘进方位角 （°）	坡度 （%）	井筒斜长 （m）
	X	Y	Z			
PD805	*****	*****	+805m	292	0	195
PD765	*****	*****	+765m	276	0	296
PD725	*****	*****	+725m	275	0	413
PD685	*****	*****	+685m	266	0	526
总回风井 1	*****	*****	+849m	348		47
总回风井 2	*****	*****	+852m	223		62

表 2-7 现状井筒及其配置情况表

矿井及井筒名称	井筒深度	井筒净断面 （宽×高）	井筒支护形式	井筒配置	用途
PD805	+805m	3.35m×2.6m	在穿过第四系、基岩风化带及破碎带，采用强度等级为 C30 的浇筑混凝土支护，支护厚度为 200mm；围岩坚固稳定处可采取锚杆或喷射混凝土支护。	无轨运输系统、人行道及管线布置	主要承担矿、岩、材料及设备运输任务，作为人员进出、进风、供气、供排水、供电等管线的通道，同时作为安全出口之一。
PD765	+765m	3.35m×2.6m			
PD725	+725m	3.35m×2.6m			
PD685	+685m	3.35m×2.6m			
总回风井 1	+849m~+805m	2.3m×2.295m		井口安装主风机	专用回风井，同时作为安全出口之一。
总回风井 2	+852m~+805m	2.3m×2.295m			

职工办公生活区布置在 PD685 附近工业场地内及尾矿中转站下游约 350 米处，地形较缓，用地类型为采矿用地，建筑采用框架结构、楼面、屋面均为现浇板，框架柱基础采用钢筋砼独立基础，围护结构基础采用钢筋砼条形基础。

空压电站布置在 PD685 硐口附近，地形较缓，用地类型为采矿用地，地下开采所需压缩空气用镀锌钢管沿 PD685 敷设输送入井，供采矿、掘进等凿岩设备使用。

矿山供电电源主要来自当地电力网 10kV 农网，该线路从农村电网李家村变电所接至矿山，供电距离约 2km，经矿山总电力变压器和配电室统一供配电，矿山已配备 2 台柴油发电机，2 套中性点接地作为通风机备用电源，1 套中性点不接地作为井下排水泵的备用电源。

每个井口设置值班室，值班室内装有直通调度室的直通电话，并悬挂反风系统图。值

班室采用钢板结构。

（3）矿山开采方式、矿山道路及开拓运输系统

目前主要开采+685m 标高以上的矿体，采用地下开采，采用平硐+溜井开拓系统，分别有 PD805、PD765、PD725、PD685，溜井布设于 PD685 主运输巷道附近。矿石通过各中段运输平巷经自卸汽车运至各中段溜井口下放至+685m 中段，然后经振动给矿机装入自卸汽车运至选厂。

矿山道路为单行道，矿山III级公路，道路路面宽 5m，平均坡度 6.5%，最大纵坡 $\leq 9\%$ ，最小曲线半径 $\geq 15\text{m}$ ，每隔 200m~300m 设有一宽 8m、长 18m 的错车道，车辆运行速度 $\leq 20\text{km/h}$ ，道路结构应满足载重量 15t 运输车辆行驶的要求。

（4）排水系统

目前矿山采用平硐水沟自流排水系统。各中段坑内涌水通过中段平巷、中段平硐经主平硐自流至地表三级沉淀池。

（5）通风系统

矿山现有 2 个总回风井，矿井通风采用抽出式通风方式，局部采用局扇辅助通风。新鲜风流从各中段平硐进入，经各中段运输平巷分送至各采场和掘进工作面。采场污风由采场回风天井排至上中段回风平巷或已回采结束的中段运输平巷，汇入总回风平巷，由安装在回风井口的主扇风机抽出地表；掘进工作面之废风由局扇抽至就近采场回风天井或中段人行回风天井，纳入回风系统中，由主扇风机抽出地表。

（6）矿岩运输

+805m 中段、+765m 中段、+725m 中段采出的矿石均通过溜井下放至+685m 中段运输平巷，通过 PD685 采用 UQ-5 型矿用自卸式汽车运出地表，再运往选厂，矿山尾矿通过脱水临时存放于尾矿中转站，采用自卸汽车外运，初期巷道掘进产生废渣用于修筑路基和场地整平，多余的堆放于临时废石场以及外运综合利用。

（7）供水系统

在矿区北西面+875m 标高的地方（总回风井 2 附近）建一座 200m^3 （生产与消防用）和一座 50m^3 （生活用水）高位水池，水源取自麻子坳上游约 300 米的地表溪流水，采用水泵扬送至高位水池。本矿山生产和生活用水由高位水池直接供水。

（8）压风系统

本矿山配了 2 台 LG-20/8G 型螺杆空压机，由空压机站向井下生产中段集中供气，供气系统兼作压风自救系统。

（9）采矿方法

目前矿山采用的采矿方法为浅孔留矿采矿方法。

（10）安全避险“六大系统”设施

矿山已按照国家有关规定的要求建立健全地下矿山安全避险“六大系统”，井下建设了监测监控系统、井下人员定位系统、紧急避险系统、压风自救系统、供水施救系统和通信联络系统。

（11）选矿厂及尾矿中转站

2022年3月本矿山在PD685东侧修建了一选矿厂，占地面积约0.3558hm²，建设内容包括原矿破碎、筛分车间、磨矿间、浮选间、浓密机、尾矿脱水间、药剂库、矿仓等。选矿厂处理矿石147t/d。工作天数每年300天，每天三班，破碎每班3~4小时，磨矿、浮选，每班8小时。采用全浮选工艺，选矿废水中主要污染物为悬浮物和浮选药剂。选厂总用水量为344m³/d。选矿过程中，精矿带水和选厂用水损耗4m³/d，选矿废水量为340m³/d，选矿废水经浓密池和陶瓷过滤机固液分离，尾矿带水量为35.8m³/d，剩余选矿废水(304.2m³/d)进入处理站深度处理后泵至选矿厂高位水池回用，深度处理站采用絮凝沉淀+砂滤+臭氧工艺，可去除剩余的悬浮物（细小尾矿颗粒）和部分COD（氧化分解去除部分COD以及改变选矿药剂分子结构）后，尾水泵至选矿厂高位水池回用，不外排。

本矿山不设尾矿库，在选厂东南侧一山坳内建设一尾矿中转站。占地面积约8471m²，有一套尾矿压滤装置，尾矿由管道运至污水处理站，通过浓密机、澄清，通过高压泵送入压滤机脱水，脱水后存放于尾矿中转站内，之后外售。最大堆放量约2.8万m³，目前已存放废石量约1500m³。

（12）废石中转站、排土场

在矿区东北部、选厂东面山坳处修建了一废石中转站，未建排土场。为露天堆放，占地面积约7486m²，最大堆放量约27.2万m³。矿山前期井下采掘工程产生的废石大部分外销给当地村民，用于修路和其他建设工程，后期井下采掘工程产生的废石提升至地面后堆放于废石中转站，定期清理废石优先用于回填井下采空区或外销。

（13）已采取的防护措施

矿区地表场地已实行雨污分流，已建设雨污水截排沟渠，并在主硐口、选矿厂、废石中转站、尾矿中转站分别修建初期雨水沉淀池，在各工业场地初期雨水经收集沉淀池处理达标后排放。每次降雨时都必须收集初期雨水，所收集的初期雨水量须超过初期雨水收集

池有效容积 80%的雨水后方可外排，降雨停后三天内处理完毕初期雨水沉淀池中收集的雨水。矿区生活污水经三级化粪池后，以林业灌溉形式消纳，不得排入地表水体。

废石中转站地面已水泥硬化，在废石中转站上游及两侧已修建截排水沟，导流上游来水至废石中转站下游，修建了 150 立方米废石中转站淋溶水沉淀池。废石淋溶水经废石中转站淋溶水处理池沉淀处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级排放标准限值要求后排放。

尾矿中转站建设过程中已布好防渗措施，周围已修建截排水沟，建设一有效池容为 900 立方米的尾矿中转站收集池处理淋溶水，收集池为三级沉淀池，尾矿中转站淋溶水经沉淀处理后全部返回选厂使用不外排。

（14）矿产品方案

矿山产品方案为金精矿(含 Au 190g/t)。

（15）矿山总平面布置

本矿山目前有办公生活区、4 个平硐（PD805、PD765、PD725、PD685）及工业场地、2 个总回风井（总回风井 1、总回风井 2）、选厂、废石中转站、尾矿中转站、临时工棚、尾矿泵房、沉淀池、高位水池等。

5、相邻矿山分布与开采情况。

本矿区范围内只核发一个采矿许可证，矿区界线清楚，没有矿权纠纷。本矿山北侧约 500 米处有一废弃民采硅矿。

2.1.3 矿山开发利用方案概述

2013 年 10 月广西壮族自治区工业设计院编制了《广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司陡洞金矿》开采设计，2021 年 6 月广东安元矿业勘察设计有限公司编制的《广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司广西龙胜县陡洞金矿初步设计》。矿山企业 2025 年 4 月 21 日已向广西壮族自治区自然资源厅申请沿用原开发利用方案办理采矿权延续登记的请示，且开采方式严格按照开发利用方案和初步设计的要求采矿，矿山开发利用方案如下。

1、设计开采方式、范围、顺序、储量及规模

（1）开采方式

根据矿区地形地貌特点和矿体的赋存状况、矿床开采技术、水文地质条件等因素，确定矿床采用地下开采方式。

（2）开采范围

设计开采范围为采矿权矿区范围内+***m~+***m 标高间具有工业开采价值的I-1-①、I-1-③、I-2-①、I-2-②、I-3-①、I-3-③、I-3-④、I-4-①、I-4-②、I-4-③号矿体。

(3) 开采顺序

根据矿体的分布、开采现状及开拓布置，设计矿床总的开采顺序为：自上而下分中段开采，I-1-①、I-1-③、I-2-①、I-2-②、I-3-①、I-3-③、I-3-④、I-4-①、I-4-②、I-4-③号矿体同时开采，同一中段的开采顺序为：先采上盘矿体，再采下盘矿体。同一矿体的开采顺序为：由矿体端部向平硐口或斜坡道方向后退式回采。相邻两个中段回采时，上中段回采工作面应比下中段工作面超前一个工作面斜长的距离，且应不小于 20m。设计先采正规采场，后回收矿柱、残矿。

(4) 开采储量

根据广西迅立达地质勘查有限公司于 2025 年 4 月编制的《广西龙胜县陡洞矿区金矿资源储量核实报告（2024 年 12 月 31 日）》（此报告的矿产资源储量已经通过广西矿业协会评审（桂矿协评（储量）（2025）5 号），截至 2024 年 12 月 31 日，在采矿许可证范围内，估算保有控制+推断资源量金矿矿石量（332+333）*****t，金金属量*****kg，平均品位 5.99g/t。其中保有控制资源量金矿矿石量*****t，金金属量****kg，Au 平均品位为 14.80g/t。累计查明探明+控制+推断资源量金矿矿石量*****t，金金属量*****kg，Au 平均品位为 6.02g/t。另外，在采矿许可证范围内，估算保有低品位金矿矿石量*****t，金金属量*****kg，Au 平均品位为 1.56g/t。

根据广西国土资源规划院出具的“关于<广西龙胜县陡洞矿区金矿详查报告>评审意见书的补充说明”及广西壮族自治区工业设计院 2013 年 10 月编制的《广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司陡洞金矿开采设计》评审意见书，I-1-⑤、I-2-⑤、II-2-①、II-3-①号矿体为基本农田压覆；II-4-①、IV-1-①、III-1-①号矿体为公路压覆而不能开发利用。故本设计不对I-1-⑤、I-2-⑤、II-2-①、II-3-①、II-4-①、IV-1-①、III-1-①号矿体进行设计开采。另外，由于I-1-②、I-1-④、I-1-⑥、I-2-③、I-2-④、I-3-②、II-1-①号矿体分布零散，大部分为单线单工程控制，储量规模小，开采时需独立形成系统，开拓工程量大，在经济上不合理，且部分矿体靠近农田和乡村公路，距离村庄不够 100m，故暂不对上述矿体进行设计开采）。开采设计开采范围内设计利用资源量****万 t，金属量 Au*****kg，平均品位 Au 5.43g/t。

根据《广西龙胜县陡洞矿区金矿资源储量核实报告（2024 年 12 月 31 日）》，累计动用矿石量*****t，即*****万吨。故开采设计开采范围内可设计利用资源量为

****_****=****万。

(5) 开采规模

根据金矿产业政策，并经过采矿生产能力计算验证，设计确定矿山采矿规模为***万吨/年(***吨/天)。

2、矿山设计服务年限

矿山服务年限由下公式计算：

$$T = \frac{Q \cdot a}{A(1 - \beta)} = \frac{**** \times 90\%}{** \times (1 - 10\%)} \approx 9(a)$$

式中：

Q~设计利用矿石量	****万吨
a~ 开采回采率	90%
β ~采矿贫化率	10%
A~矿山生产规模	**万吨/年

故矿山总服务年限为 9 年。

3、开拓运输方案

本项目为续采工程，根据开采矿体的赋存情况及矿山开采现状和开拓井巷布置情况，设计仍然利用矿山现有的开拓运输系统开采，后期增加 PD610 平硐+斜坡道联合开拓方案。

设计采用平硐+溜井、平硐+斜坡道联合开拓。开拓系统布置有 PD805、PD765、PD725、PD685、PD610、斜坡道(+610m~+645m)、斜坡道(+610m~+605m)、斜坡道(+610m~+568m)、总回风井 1、总回风井 2、溜井共 11 个井口，PD805、PD765、PD725、PD685 均位于工业场地西侧的地势平缓处，PD610 位于村级道路西侧的地势平缓处，总回风井 1 位于矿体西侧山坡处，总回风井 2 利用原有的民采斜井。设计斜坡道(+610m~+645m)按 15%的坡度 292°方位角方向向上掘进 280m 至+645m 中段，设计斜坡道(+610m~+605m)按 15%的坡度 277°方位角方向向下掘进 35m 至+605m 中段，设计斜坡道(+610m~+568m)按 15%的坡度 292°方位角方向向下掘进 260m 至+568m 中段。总回风井 1 在地面+849m 标高开口，沿+805m 回风平巷端部以 339°方位角方向掘进至回风井底部，再向上打通地面，总回风井 2 在地面+852m 标高开口，利用原有的民采斜井。溜井布设于 PD685 主运输巷道附近。然后在脉外运输巷内各水平中段矿体端部，掘进人行通风天井连通各中段运输平巷，从而构成矿体开拓、运输、通风、排水系统。

考虑到减少水泵房的建设费用及降低矿井排水费用，设计+610m 中段以上采用自流方

式排水，+610m 中段至+568m 中段的I-1、I-2 号矿体采用集中排水方式，即在矿井斜坡道底部+568m 中段布置水泵房及水仓，I-1、I-2 号矿体+610m 中段以下井下涌水全部汇集至+568m 中段水仓，统一由该中段水泵房水泵排出地表。

（1）平硐+溜井开拓系统（已建）

+685m 标高以上矿体采用平硐+溜井开拓系统，分别布设了 PD805、PD765、PD725、PD685，溜井布设于 PD685 主运输巷道附近。矿石通过各中段运输平巷经自卸汽车运至各中段溜井口下放至+685m 中段，然后经振动给矿机装入自卸汽车运至选厂。各平硐作为人员进出、进风、供气、供排水、供电等管线的通道，同时作为安全出口之一。

平硐采用三心拱形状，净宽 3350mm，净高 2600mm，净断面为 8.23m²。巷道一侧设置宽为 1.2m 人行道，巷道水沟位于人行道一侧，水沟设钢筋砼盖板。

溜井采用圆形断面，分别在+805m、+765m、+725m 中段设置一个溜井口，净断面直径为 2000mm，净断面面积为 3.14m²，矿石通过溜井下放至+685m 中段然后通过自卸汽车运至选厂。

总回风井 1 在地面+849m 标高开口，沿+805m 回风平巷端部以 339° 方位角方向掘进至回风井底部，再向上打通地面，总回风井 2 在地面+852m 标高开口，利用原有的民采斜井。总回风井 1、总回风井 2 主要担负回风的任务，同时作为矿井的安全出口之一。总回风井 1、总回风井 2，净宽 2300mm，净高 2295mm，净断面为 5m²。

（2）平硐+斜坡道开拓系统（拟建）

+685m 标高以下矿体采用平硐+斜坡道开拓系统，分别布设了 PD610、+610m~+645m 斜坡道、+610m~+605m 斜坡道、+610m~+568m 斜坡道，斜坡道起点位于 PD610 内。PD610 位于矿区南东面村级公路旁地势平缓处，作为运输、人员进出、进风、供气、供排水、供电等管线的通道，同时作为该矿井的安全出口之一。

平硐、斜坡道、中段平巷均采用三心拱形状，净宽 3350mm，净高 2600mm，净断面为 8.23m²，巷道底板铺设轨道。井筒一侧设置宽为 1.2m 人行道。巷道水沟位于人行道一侧，水沟设钢筋砼盖板。

（3）中段运输平巷

根据I-1 号矿体赋存条件和设计的开拓井巷布置情况以及所采用的采矿方法，矿体井下布置+820m、+805m、+765m、+725m、+685m、+645m、+605m 共 7 个中段，中段高度为 40m，其中+825m 中段为回风中段，其他中段为生产中段。

根据I-2 号矿体赋存条件和设计的开拓井巷布置情况以及所采用的采矿方法，矿体井下

布置+805m、+765m、+725m、+685m、+645m、+605m、+568m 共 7 个中段，中段高度为 37m、40m，其中+805m 中段为回风中段，其他中段为生产中段。

根据I-3 号矿体赋存条件和设计的开拓井巷布置情况以及所采用的采矿方法，矿体井下布置+805m、+765m、+725m、+685m、+645m 共 5 个中段，中段高度为 40m，其中+805m 中段为回风中段，其他中段为生产中段。

根据I-4 号矿体赋存条件和设计的开拓井巷布置情况以及所采用的采矿方法，矿体井下布置+805m、+765m、+725m 共 3 个中段，中段高度为 40m，所有中段为生产中段。

(4) 开拓工程三维坐标

设计开拓工程布置 PD805、PD765、PD725、PD685、PD610、斜坡道（+610m～+645m）、斜坡道（+610m～+605m）、斜坡道（+610m～+568m）、总回风井 1、总回风井 2、溜井共 11 个井口，各井筒的技术参数如下表 2-8、表 2-9。

表 2-8 主要开拓工程三维坐标表

巷道名称	井口坐标（2000 国家大地坐标系）			掘进方位角 （°）	坡度 （%）	井筒斜长 （m）	备注
	X	Y	Z				
PD805	*****	*****	+805m	292	0	195	已建
PD765	*****	*****	+765m	276	0	296	
PD725	*****	*****	+725m	275	0	413	
PD685	*****	*****	+685m	266	0	526	
PD610	*****	*****	+610m	278	0	660	拟建
斜坡道（+610m～ +645m）	*****	*****	+610m	292	15	278	
斜坡道（+610m～ +605m）	*****	*****	+610m	278	15	35	
斜坡道（+610m～ +568m）	*****	*****	+610m	292	15	261	
总回风井 1	*****	*****	+849m	348		47	已建
总回风井 2	*****	*****	+852m	223		62	

表 2-9 井筒及其配置情况表

矿井及井筒名称	井筒深度	井筒净断面 (宽×高)	井筒支护形式	井筒配置	用途	备注
PD805	+805m	3.35m×2.6m	在穿过第四系、基岩风化带及破碎带时,采用强度等级为C30的浇筑混凝土支护,支护厚度为200mm;围岩坚固稳定处可采取锚杆或喷射混凝土支护。	无轨运输系统、人行道及管线布置	主要承担矿、岩、材料及设备运输任务,作为人员进出、进风、供气、供排水、供电等管线的通道,同时作为安全出口之一。	已建
PD765	+765m	3.35m×2.6m				
PD725	+725m	3.35m×2.6m				
PD685	+685m	3.35m×2.6m				
PD610	+610m	3.35m×2.6m				拟建
斜坡道(+610m~+645m)	+610m~+645m	3.35m×2.6m				
斜坡道(+610m~+605m)	+610m~+605m	3.35m×2.6m				
斜坡道(+610m~+568m)	+610m~+568m	3.35m×2.6m				
总回风井 1	+849m~+805m	2.3m×2.295m		井口安装主风机。	专用回风井,同时作为安全出口之一。	已建
总回风井 2	+852m~+805m	2.3m×2.295m				

(5) 坑内无轨运输系统

采用无底柱浅孔留矿采矿法开采时, +685m 以上矿体采用平硐+溜井联合开拓运输系统, 其中+805m 中段、+765m 中段、+725m 中段矿石均通过溜井下放至+685m 中段运输平巷, 通过 PD685 运输, +645m、+605m、+586m 中段矿石为斜坡道运输, 矿井生产中段运输采用 UQ-5 型矿用自卸式汽车运输。

中段矿石经采场出矿穿扒渣机装 UQ-5 型矿用自卸式汽车或溜井口振动给矿机装 UQ-5 型矿用自卸式汽车后, 由 UQ-5 型矿用自卸式汽车运出地表。

中段废石经掘进工作面扒渣机装 UQ-5 型矿用自卸式汽车后, 由 UQ-5 型矿用自卸式汽车运出地表。

+685m 以下矿体采用平硐+斜坡道联合开拓运输系统, 平硐 PD610、斜坡道+610m~+645m、斜坡道+610m~+605m、斜坡道+610m~+568m 作为主运输井, 主要负担井下的矿石、废石、设备材料和运送人员出入井, 矿、废石运输采用 UQ-5 型矿用自卸式汽车, 在距 PD610 洞口 370m 处水平布置长 20m、宽 5.5m 错车道。

(6) 水仓水泵设置

在+568m 中段斜坡道底部附近布置一排水泵房及水仓。水泵房设置有 2 个安全出口,

其中一个安全出口通往+568m中段运输平巷，并装设防水门，防水门压力等级不低于0.1MPa，设防水头高度10m；另一个安全出口通过泵房管子道采用斜巷与人行通风天井连接，斜巷上口高出泵房地面标高7m，且泵房地面标高均高出其泵房入口处巷道底板0.5m，水泵房硐室规格15m×3.6m×4.2m（长×宽×高），水泵房配电硐室规格：6m×3.6m×4.2m（长×宽×高）。水泵房吸水井上设置盖板，并沿吸水井周围设置1.5m高安全护栏，水泵房变配电硐室内电缆沟上均设盖板。在+568m水泵房配备主、副两个水仓，主水仓规格：18m×2.2m×2.2m（长×宽×高），有效容积87m³；副水仓规格：12m×2.2m×2.2m（长×宽×高），有效容积58m³。主、副两个水仓的配水井各安装一个配水闸阀，三台水泵的吸水井各安装一个配水闸阀，配水闸阀型号规格为PZ500-1型。水仓总容积可满足《金属非金属矿山安全规程》要求水仓容积能容纳4h的正常涌水量。

4、采矿方法

本矿山I-1-①、I-1-③、I-2-①、I-2-②、I-3-①、I-3-③、I-3-④、I-4-①、I-4-②、I-4-③号矿体属陡倾斜薄矿体。根据矿体赋存条件和矿床开采技术条件，按照我国金属矿床采矿方法分类原则，参考类似矿山生产实践经验，经技术经济分析比较，推荐采用浅孔留矿采矿方法，运输巷沿矿体下盘脉外布置。

（1）矿块结构参数

矿块长度：40~60m；中段高度37~40m，矿房宽度为矿体水平厚度，间柱宽8m，顶柱高3m，运输巷脉外布置，每隔7m布置一条出矿穿。

（2）采准、切割工作

采掘工程有：人行通风天井、采场联络巷。切割工程有：拉底平巷、出矿横巷等。主要切割步骤为：从中段运输平巷垂直矿体走向掘装矿横巷穿脉，然后沿矿体走向掘脉内拉底平巷，根据矿块走向长度自脉内拉底平巷向上掘脉内人行通风天井、采场联络道等。采准巷道布置如下：

①采准天井布置在间柱中，规格2.0m×2.0m，每隔5m开凿断面为2.0m×2.0m的人行联络巷道通往采场。

②底部结构为无底柱，布置有出矿穿、切割拉底巷道等。装矿横巷与切割拉底巷道同时掘进，每隔7m开掘一条装矿横巷，规格为2.5m×2.5m；切割拉底巷道高度一般为2.0m，宽度为矿体厚度，极薄矿脉时拉底宽度不小于1.5m，以利于形成补偿空间和矿石下放。

③采场侧帮稳固地段一般不需支护，不稳固地段采用锚喷支护。喷锚网支护时锚杆为φ18mm螺纹钢，长度2000mm，网度800mm×800mm，菱形布置。混凝土强度等级不低于

C30。

采切工程掘进设备有 YSP-45 型凿岩机、YT-28 型凿岩机及 FBYN_{5.0/11} (II) 型局扇。

(3) 矿房回采

采场回采工艺系由打眼、装填、爆破、通风、处理浮石、平场、装矿等环节组成。采场用 YSP-45 型凿岩机穿孔，采用 2#岩石乳化炸药、数码雷管或导爆管雷管起爆方法落矿，STB-60TS 型轮胎输送带式扒渣机出矿穿装矿。

①凿岩工作：

当矿体稳定时，采用 YSP-45 型凿岩机打上向炮孔，孔深 1.5m~2.2m，炮孔前倾 75°~85°，最小抵抗线 0.8m~1.0m，可采用梯形工作面或不分梯段的整层一次打完，梯段工作面长度为 10m~15m，长梯形或不分梯形工作面，可减少撬顶和平场的时间；矿石稳定性较差时，采用 YT-28 型凿岩机打水平炮孔，炮孔上仰 5°~8°，梯段长度为 2.0m。

②爆破工作

井下回采工作面采用浅孔爆破，根据矿岩特征，通常采用 2#岩石炸药，在矿体较薄的情况下采用 25mm~28mm 的小直径药卷；炮孔深度 1.5m~2.2m，炮孔排距 0.8m~1.0m，孔间距 0.8m~1.2m，炮孔封眼长度不低于 0.5m，采用数码雷管或导爆管雷管起爆。

③采场通风

爆破作业时产生大量的炮烟、粉尘、有害气体，对工人的健康危害比较大，因此工作面的通风应保证满足排烟排尘的要求，采掘工作面中的氧气不得低于 20%，风速不得小于 0.25m/s，新鲜风流从矿房两侧的通风人行天井输送到采场工作面中，浑浊的风流经回风天井到达上一中段的回风巷道中。为保证采场工作面通风条件良好，应根据现场实际情况加以局扇辅助通风。

④采场清理浮石、支护、平场

爆破结束，经过 30 分钟的通风后，人员方可进入采场，首先排除顶板浮石，洒水降尘，检查不安全的地方，对不稳固的地方进行处理和支护（特别在采场靠近矿柱部位），遇到岩石破碎时在顶板采用锚杆护顶支护，采场内安全隐患排查结束后进行平场，以上工作完成后，方可进行下一循环的工作。

⑤放矿

为了维持采场 2.0m 高的作业空间，每次爆破后放出（出矿穿内装矿）约 30%~40% 的矿石，剩余矿石存留在矿房中作为下一循环工作平台，直至整个矿房采完，才进行最后大量放矿。

⑥采空区管理

矿房开采完成后，及时采用 2m 厚浆砌石封闭进入采空区的通道，并在底部预留泄水孔。同时还应加强采空区日常管理及监测，消除安全隐患，确保矿山开采安全。

（4）采场通风

新鲜风流由运输平巷经采场一侧天井进入采场回采工作面，污风从另一侧采场回风天井排出至上中段回风平巷，纳入总回风系统中，由主通风机抽出地表。

采场内设人行通风井，人行通风井内设梯子，梯子倾角不大于 80° ，梯子平台垂直高度为 8m，平台梯子孔长为 0.7m，宽 0.6m。梯子宽度 0.6m，踢蹬间距 0.3m，人行通风井上口处设 1.5m 高的防护网。废弃的天井入口处采取封闭处理，避免人员误入发生事故。

（5）顶板管理

由于工人直接在空场顶板下作业，做好顶板管理工作十分重要，顶板管理主要措施有：

- ①每次爆破后均要细心处理浮石，敲帮问顶；
- ②用高压水清洗工作面顶板；
- ③局部不稳固地段用锚杆支护，必要时加留临时矿柱支撑；
- ④加强采场内照明；
- ⑤配备专职安全员检查和处理顶板浮石；

⑥对顶板不稳定的采场，指定专人检查，设立专门机构负责地压、顶板管理，及时进行现场监测，做好预测预报工作。发现有冒顶预兆时，应停止作业及时进行处理，危险区域人员要及时撤离。

（6）矿柱回采

矿房出矿结束后进行矿柱回采，先自天井联络道打眼回采间柱，间柱回采 $2/3$ 的宽度，留下 $1/3$ 宽度的间柱支护空区。

（7）采空区处理

矿体赋存范围内，地表不允许陷落，采空区必须有间隔矿柱支撑一般不会塌陷。为保证巷道及作业安全，采取以下防范措施：

①严格按采矿方法确定的采场结构参数进行回采，在回采空区底部矿体时，留永久性的底柱，以增加采空区支撑力，矿石回采结束后，采空区内底柱不回采；根据矿山实际情况，开采顺序为 I-1→I-2→I-4→I-3。

②封闭采空区，封闭通往作业区与采空区的一切通道，具体办法是在采空区的巷道中，砌筑一米厚的密闭墙，以缓冲采空区中部分围岩掉落时所产生的冲击气流，同时阻挡人员

进入，以策安全；主要适用于矿石已采完，人员不再进入的采场。

③加强测量监控和安全管理，及时圈定采空区塌陷范围，发现位移立即采取措施，防止地表塌陷，成立监测监控小组，每月把监测数据汇交矿部。

通过以上措施能有效保证作业安全，防止地表塌陷，矿山生产以来，未引起山体崩塌、滑坡等地质灾害。

5、掘进工作

根据矿山设计生产能力，选取矿山掘进比为 80m/kt，年掘进工程量 2400m。日平巷掘进工程量为 9.83m，平巷天井掘进选用 YT-28 气腿式凿岩机，按作业面效率 1.5m/班计，每天进尺 1 个循环，布置 2 个掘进作业面，每个掘进作业面安排 2 台凿岩机，按 50%备用，则共需 6 台，4 用 2 备。

掘进出碴平巷采用 STB-60TS 型轮胎输送带式扒渣机配 UQ-5 型矿车。掘进作业面配备 1 台 STB-60TS 型轮胎输送带式扒渣机。

井下采用一台 MQT1405 型气动锚杆钻机和一台 PZ-6 型喷浆机用于井下喷锚支护工作。

平巷及天井掘进需利用局扇，采用压入式加强局部通风。本次设计选用 FBYN_{5.0/11}（II）型局扇 4 台（3 用 1 备）。

6、坑内运输系统

根据采矿工艺确定，I-1、I-2、I-3、I-4 号矿体均划分为中段开采，其中+805m 中段、+765m 中段、+725m 中段矿石均通过溜井下放至+685m 中段运输平巷，通过 PD685 运输，+645m、+605m、+586m 中段矿石为斜坡道运输，矿井生产中段运输采用 UQ-5 型矿用自卸式汽车运输。

中段矿石经采场出矿穿扒渣机装 UQ-5 型矿用自卸式汽车或溜井口振动给矿机装 UQ-5 型矿用自卸式汽车后，由 UQ-5 型矿用自卸式汽车运出地表。

中段废石经掘进工作面扒渣机装 UQ-5 型矿用自卸式汽车后，由 UQ-5 型矿用自卸式汽车运出地表。

7、通风系统

矿井通风采用抽出式通风方式，局部采用局扇辅助通风，矿井通风采用每年工作 300 天，每天 3 班，每班 8 小时的连续通风工作制度。新鲜风流从各中段平硐、斜坡道进入，经各中段运输平巷分送至各采场和掘进工作面。采场污风由采场回风天井排至上中段回风平巷或已回采结束的中段运输平巷，汇入总回风平巷，由安装在回风井口的主扇风机抽出地表；掘进工作面之废风由局扇抽至就近采场回风天井或中段人行回风天井，纳入回风系

统中，由主扇风机抽出地表。

8、排水系统

（1）平硐排水

平硐排水采用自流排水系统，主要包括+610m 标高以上各中段坑内涌水可通过中段平巷、中段平硐、斜坡道、行人通风天井汇集到+610m 中段后，经主平硐自流至地表三级沉淀池。

（2）机械排水

+610m 以下各中段坑内排水采用一段式机械排水系统。设计于底部+568m 中段布置水仓及水泵房，井下中段涌水汇至+568m 中段水仓，再由水泵直接采用一级排水抽至斜坡道平硐口（PD610），然后自流至地表三级沉淀池。

9、排泥系统

根据本矿使用的采矿方法，预计坑内泥沙清理量较少，新设计水仓采用一段沉砂池，即水仓既作贮水用同时也作为泥砂沉淀池。水仓排泥设计采用 QW50-15-25-2.2 潜没式泥浆泵，由于本矿山属小型地下矿山，排泥较简单，不再对相关排泥管进行详细的选型计算，即配 D50mm 排泥管，将水仓内泥浆排入+465m 运输中段的汽车内，然后经主斜坡道运输至地面。为防止异物进入水仓，在水仓入口处设置篦子。经矿山业主介绍，沉淀池收集的泥沙检测达标后用泵送到尾矿中转站的浓密机，经过压滤机脱水存于尾矿中转站和尾矿一起处理。

10、供水

矿区属中高山区，地形切割较深，沟谷常年流水，地表水补给主要是大气降水，矿区附近地表山溪水、沟谷水均可作为矿山生活、生产供水水源。本矿山生产和生活用水由高位水池直接供水，设计在矿区北西面+875m 标高的地方（总回风井 2 附近）建一座 200m³（生产与消防用）和一座 50m³（生活用水）高位水池，水源取自麻子坳上游约 300 米的地表溪流水，采用水泵扬送至高位水池。

11、地表水防治

矿区内所有的土建工程及相关的生产、生活设施、各井口及工业场地均位于较高地势，且高于当地历年最高洪水水位 1m 以上。同时也避开山溪沟谷处，避免山洪等危害。此外，还应加强矿区断裂带与溪沟相连间的治理，在矿区周边及各种设施周边开挖截排水沟，以防地表水和暴雨形成的山洪沿崩落区和断裂带渗透井下，确保矿山生产的安全。

12、开采岩体地表移动范围的确定

矿体赋存于破碎带中，其顶、底板围岩主要为中厚层状浅灰色砂质板岩夹浅变质砂岩及炭质板岩，围岩坚硬，稳固性较好，但在炭泥质较多地段、绿泥石化、碎裂（化）较强且硅化较弱局部地段，以及近地表风化较强地段，需要支护以确保安全。

根据矿床开采技术条件,并参考国内同类矿山的实践经验及所选用的采矿方法等因素，确定岩体的移动角为：上盘 65° ，下盘 70° ，两翼 75° ，表土层 45° 。按上述确定的参数并依据地质勘探剖面线和储量计算投影图所控制矿体的最深、最突出部位圈定开采岩体移动范围。

13、选矿及尾矿设施

（1）选矿

2013 年 3 月，广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司委托广西冶金研究院对广西龙胜县陡洞矿区金矿进行选矿试验研究，根据试验结果，结合类似矿山生产实践经验。

本矿山的选矿技术指标如下：

生产能力：*****t/a

原矿品位：***g/t

磨矿细度：—0.074mm（200 目）占 65%

浮选原矿品位：5.03g/t(采出矿石品位)

浮选精矿产率：2.38%

浮选精矿品位：190g/t

浮选尾矿品位：0.49g/t

浮选金回收率：90%

年产浮选精矿量：*****t

年产浮选精矿金金属量：*****kg。

伴生银金属量有*****kg，应在金精矿冶炼中综合回收。

选矿厂处理矿石***t/d。

工作天数每年 300 天，每天三班，破碎每班 3~4 小时，磨矿、浮选，每班 8 小时。

（2）尾矿及废石中转站

矿山尾矿通过脱水临时存放于尾矿中转站，采用自卸汽车外运，不设尾矿库。尾矿中转站，设计总库容 5000m³，未来在总回风井 2 附近新增一座充填站，尾矿及时充填采空区，速凝剂和尾砂配比为 1:20。矿山初期巷道掘进产生废渣用于修筑路基和场地整平，多余的堆放于临时废石中转站以及外运综合利用。

14、排水方案

矿坑内排出涌水经坑口澄清池澄清处理后，供采矿生产和选矿厂循环使用，少量剩余水量经废石场截水沟排至李家村小溪。本设计选金采用浮选工艺，选矿废水经处理后全部回用，无外排。选厂初期雨水收集后沉淀处理，中后期雨水沿山冲排入李家村小溪。矿区生活废水经化粪池处理后用于山林浇灌，不排放。

2.2 矿山自然概况

2.2.1 地理位置

本矿山位于广西桂林市龙胜各族自治县城 45° 方向直距约 30km 处的江底乡李家一带，行政区属桂林市龙胜各族自治县江底乡管辖。矿区地理坐标（2000 国家坐标系）：东经 *****~*****，北纬 *****~*****，矿区中心地理坐标：*****、*****。矿区内有水泥硬化乡村公路通江底乡，江底乡至龙胜各族自治县为 S301 省道相通，龙胜各族自治县有高速公路南通桂林，交通较便利。

2.2.2 地形地貌

矿区属构造侵蚀中-低山地貌，地势为北高南低，东西高中间低。矿区范围内地形北侧最高点海拔 1123.8m，西侧最高点海拔为 1401m，东侧最高点海拔为天鹅岭 1027m，最低点为矿区以南的河沟处约 438.5m（为当地的侵蚀基准面），最大相对高差 962.5m，一般相对高差 200~500m。地形切割强烈，地形坡度一般 30°~50°，局部大于 60°，地形起伏大。矿区山坡自然稳定，山坡上草木茂密，植被发育。总体地形复杂，地貌类型单一。

2.2.3 气象水文

1、气象

项目区属中亚热带季风气候区，四季分明，气候温和，雨量充沛。从流域内各雨量站及勒黄水文站的雨量资料看，降雨多集中在 3 月~8 月，占全年降雨量的 70%左右。根据龙胜各族自治县气象局观测的县城有关气候特征值（详见表 2-10）。该气象局有气象资料 40 多年，年平均降雨量 1524.4 毫米，年最大降雨量为 2032.6 毫米（1970 年）24 小时最大降雨量为 166.9 毫米（2022 年 6 月 3 日 20 时至 4 月 20 时），一小时最大降雨量 80mm（1985 年 5 月 27 日）。多年平均气温 18.1℃，极端最高气温 39.5℃（1962 年 7 月 30 日），极端最低气温 -4.8℃（1977 年 1 月 30 日）。每年 12 月至次年 2 月，为全年气温最低时期。3 月份气温逐渐上升，但 3、4 月仍出现 <12℃ 连续 3~7 天的“倒春寒”。7、8 月份为年气温高月份，

月平均气温在 26℃ 以上。日照短，多年平均日照时数 1200 小时，日照率为 28%；气候湿润，多年平均相对湿度达 80%以上，绝对湿度 18.1%；全年无霜期最长 349 天，最短 256 天，历年平均无霜期 314 天。风向受地形影响，主导风向为东南，多年平均风速 2.1m/s，历年最大为 28m/s，多年平均最大风速 18.1m/s。多年平均蒸发量为 1200mm，最大年蒸发量为 1400mm。

表 2-10 龙胜各族自治县气象资料表

项 目	单 位	数 值
多年平均雨量	mm	1544.69
1. 气温		
多年平均	℃	18.1
极端最高	℃	39.5
极端最低	℃	-4.8
2. 日照		
多年平均时数	h	1200
占可照时数	%	28
3. 蒸发		
多年平均蒸发量	mm	1200
最大年蒸发量	mm	1400
4. 相对湿度		
多年平均	%	81
历年最小	%	20
项 目	单 位	数 值
5. 水温		
多年平均	℃	18.3
6. 气压		
多年平均	mb	983.8
7. 雷暴日数		
多年平均	日	65

2、水文

矿区及其附近地表水较为发育，矿区内有一条常年性流水李家小溪，属于珠江水系西江支流柳江干流融江段左岸支流寻江支流，李家小溪自北向南径流，寻江从东向西径流，流向龙胜，龙胜下游段称为龙胜河。

寻江：又称古宜河，该河流属珠江流域西江水系柳江干流融江段左岸支流。发源于湘、桂交界的金紫山南麓--广西资源县车田苗族乡脚古冲村政冲山顶东 1.5 千米处，经龙胜各族自治县和三江侗族自治县，于三江侗族自治县老堡口汇入融江(柳江上游别称)，河道全程 215.4 千米，平均坡降 6.79‰，河道弯曲系数 1.83。主要支流为平等河。寻江多年平均径流量 60.32 亿 m³，多年平均流量 179.16m³/s，最大洪峰流量 7650m³/s，最小流量 15.8 m³/s。

据古宜水文站资料：龙胜族自治县寻江最高洪峰水位 186.4m。寻江流域内水土流失程度较轻，年平均含沙量为 0.0567kg/m³。

区内对矿山开采和建设工程有影响的主要水系有李家溪沟。李家溪沟是寻江的支流，发源于麻子坳，经李家、毛坪、山岔、渡江最终在泥塘村汇入寻江，李家溪沟全长约 5 千米，为矿区南面的侵蚀基准面（标高+438.5m），丰水季最大流量为 0.8m³/s，枯水季节最小流量为 0.05m³/s，年平均流量为 0.2m³/s。

矿区周边饮用水水源取水点见表 2-11，矿区及矿区周围的陡洞、百竹、岩山脚居民点生活用水源为矿区西部溪沟水；李家、麻子坳居民点生活用水源为李家小溪东面的山泉水，均位于矿区上游补给区，生产、生活用水水量充足，水质皆符合相应国家标准要求。由于矿区开采疏干范围小，对矿区及矿区周边居民饮用水水源影响较小。

表 2-11 周边饮用水源调查表

序号	村寨名称	饮用水类型	饮用水源位置	与矿区位置关系	标高
1	陡洞	山溪水	村西北 1.2km 溪沟	矿区上游，矿区分水岭以西	945m
2	麻子坳	山泉水	村东北 200m 山泉	矿区上游	700m
3	李家村	山泉水	村东北 800m 山泉	矿区上游	700m
4	百竹	山溪水	村北面 330m 溪沟	矿区上游，矿区分水岭以西	850m
5	岩山脚	山溪水	村西面 600 溪沟	矿区上游，矿区分水岭以南	583m

矿山所有矿体（563 米以上）远高于当地侵蚀基准面（最低水面标高为 438.5m），矿区基建区位于矿区北部缓坡地段，经寻访调查，矿区的侵蚀基准面为矿区南侧的李家溪及陡洞溪历年最高洪水位远远低于设计开采矿体标高，矿区所处地段从未被洪水淹没，不属洪泛区。矿区南侧有龙胜温泉，该泉位于桑江南岸，与矿区不在一个区域分水岭中，无影响。因此，矿区不会发生洪水淹没矿山生产设施和开拓坑口的情况。

2.2.5 植被

本矿区地处亚热带湿润气候区，森林植被发育，以杂树灌木为主，还有部分杉木等经济林木，低矮灌木、草丛掺杂分布于林下。常见的草本有狗脊、东方乌毛蕨、淡竹叶、铁芒萁、五节芒、蔓生秀竹、十字台草、山姜、马蹄蕨、金茅、野古草、铺地锦等；常见的藤本植物有流苏子、藤黄檀、野木瓜、粤蛇葡萄、土茯苓、酸藤子、三叶木通、买麻藤等，植被覆盖率达 90%以上。矿区内无重点保护的珍稀植物。

矿区内的农作物少，有少量玉米、水稻、罗汉果，主要分布在李家、麻子坳，其他地方都是零星分布，矿区的生产、生活对农作物生长的影响较小。

2.3 社会经济概况

龙胜各族自治县位于广西东北部、桂林市西北部，介于东经 $109^{\circ} 43' 28''$ - $110^{\circ} 21' 14''$ ，北纬 $25^{\circ} 29'$ - $26^{\circ} 12'$ 之间，东邻兴安、资源，南接灵川、临桂，西与融安、三江为邻，北毗湖南城步，西北与湖南通道接壤。县境南北最大纵距 78 千米，东西最大横距 60 千米，全县总面积 2568 平方千米，居住有苗、瑶、侗、壮、汉等五个民族，辖龙胜镇、三门镇、瓢里镇、平等镇、龙脊镇、乐江镇、泗水乡、马堤乡、江底乡和伟江乡共 6 镇 4 乡，119 个行政村，9 个（社区）居委会，1639 个村民小组。全县人口 17.1773 万人，其中城镇人口 3.6497 万人，乡村人口 13.5276 万人，少数民族 14.0866 万人，人口自然增长率为 -2.6‰。县城距桂林市 88 公里，是大桂林旅游圈内的旅游大县之一，广州至成都的国道 321 线从龙胜境内通过，是湘西南、黔东南与四川进入广西之咽喉与物资集散地。

矿区所在地位于龙胜各族自治县的江底乡，处于两省五县八乡交界之地，毗邻兴安、灵川、资源和湖南城步四县，行政区域 251.17 平方千米，根据 2023 年江底乡政府统计数据，全乡辖 8 个行政村，129 个村民小组，总人口 8926 人，瑶（盘瑶、红瑶）、苗等少数民族占总人口 61.11%。全乡森林覆盖率达 89.6%。全乡有耕地总面积 35482.2 亩，人均耕地 1.28 亩，主要种植玉米、洋芋、花生、荞麦等作物，拥有林地 70522.7 亩，其中经济林果地 12740.1 亩，人均经济林果地 0.43 亩，主要种植板栗、核桃、油桐、蚕桑等经济林果；草地 12027 亩；荒地 63633 亩，其他面积 29606.6 亩。有石灰石、煤、建材等资源，2023 年江底乡财政收入完成 1504.72 万元。

李家（约 35 人）位于矿区中部，村民多为苗族，以农业、林业、周边矿山务工为主，经济条件一般，农民人均年纯收入 20000 元左右。

2.4 矿区地质环境背景

2.4.1 地层岩性

区域出露地层有寒武系清溪组下段($\in q_1^1$)、中段($\in q_1^2$)和上段($\in q_1^3$)以及第四系(Q)，区域内未发育岩浆岩，各地层为整合接触，北东向带状展布，矿区出露地层有寒武系清溪组中段($\in q_1^2$)以及第四系(Q)。

第四系残坡积层：分布于矿区的缓坡及沟谷地带，主要由残坡积层粉质粘土及砂砾石、碎石组成，土质较均匀，刀切面略有光滑，无摇振反应、韧性干强度较高，可冲击钻进，岩芯呈短柱状。该层为砂岩风化物，矿区内其下伏主要为石英杂砂岩等经过长期风化而成

的残坡积层，根据地质勘探施工的钻孔数据统计可以，残坡积层厚度在 1.5~7.5m 不等，平均厚度 3.64m。

寒武系清溪组下段 ($\in q^1$)：分布于评估区外的西北侧，岩性主要为中薄层状深灰、灰黑色炭质板岩夹砂质板岩，厚度 262.0m。

寒武系清溪组中段 ($\in q^2$)：分布在矿区中，岩性主要为中厚层状浅灰色砂质板岩夹浅变质砂岩及炭质板岩，厚度 253.3m。岩石主要成分为石英，次含少许云母、铁质等组成。岩石中节理和裂隙发育，裂隙中由石英脉充填，脉纯，呈乳白色，脉幅一般为 2~4cm，大都达 10cm 左右，中间局部段夹有薄层状，灰黑色的炭质板岩。岩芯主要呈长柱状为主，节长 10~30cm，少量为短柱状，质地坚硬。

寒武系清溪组上段 ($\in q^3$)：分布在评估区外的东北侧，岩性主要为灰~深灰色中厚层状砂质板岩与炭质板岩互层，夹白云质灰岩、泥灰岩，岩石中节理和裂隙发育，裂隙中由石英脉充填，岩芯主要呈长柱状为主，节长 10~35cm，少量为短柱状，质地坚硬。

2.4.2 地质构造与地震等级

1、地质构造

矿区位于马海背斜北倾伏端，马堤~和平与矮岭~麻岭界两大断裂之间。

矿区岩层总体上表现为向南东东倾的单斜构造层，但小规模次级褶皱、褶皱构造发育，轴向多为北北东向。

矿区断裂构造发育，以北东向断裂为主，规模较大的有三条 (F_3 、 F_7 、 F_{13})，其特征如下：

F_3 ：位于矿区的北面，走向 20~50°，倾向北西，倾角 75°，宽 0.5~1.5 米，长 3.5km，主要由白色石英组成，偶夹含砾砂岩团包。

F_7 ：位于矿区的中部，走向 40~50°，倾向北西或南东，倾角 65~85°，宽 0.3~3m，长 1.8km，带中由碎裂（化）岩或断层角砾岩、石英（网）脉组成，岩石较破碎，硅化较强，并有石英细脉（网）脉充填。

F_{13} ：位于矿区的东南部，走向 40~50°，倾向南东，倾角 70~85°，宽 0.3~1.5m，长 0.9km，带中岩石较破碎，硅化较强，并有石英细脉（网）脉充填。

2、岩浆岩

区内未见有岩浆岩出露。

3、变质作用及围岩蚀变

矿区岩石普遍有轻微变质现象。区域变质岩主要有浅变质砂岩，砂质板岩、炭质板岩等。动力变质岩主要为脆性构造岩，包括碎裂（化）岩、构造角砾岩等。在区域及动力变质作用下，Au 活化、迁移，最后沿北北东向动力变质破碎带沉淀富集成矿。矿体围岩为寒武系清溪组（ ϵ_q ）浅变质砂岩夹砂质板岩、炭质板岩，蚀变弱，主要有硅化、黄铁矿化、绿泥石化，局部见碳酸盐化，前两种蚀变与金成矿关系密切。

4、地震

矿区在地震构造分区上，属于桂北低强震构造区。根据历史记载及仪器记录，沿桂林—柳州（来宾）区域性大断层的灵川附近曾发生过 4.75 级地震。本区邻近地区曾发生过 4 级以上地震 8 次，最大地震 5 级，而且大多发生在 1700 年以前；1700 年以后，4.75 级以上地震活动基本平息，小震活动也很稀少。1970 年至 1985 年，仪器记录到的地震很少，强度都在 3.0 级以下。在《龙胜各族自治县县志》中尚未有地震灾害的记载。本区是一个可以发生 4.5~5 级地震的低强震地震构造区。本区邻近地区发生过 4 级以上的地震简况见表 2-12。

表 2-12 4 级以上地震概况表

地震日期	参考震中位置			震 级 (换算为 Ms)
	地 名	E	N	
1587 年	平乐、富川间	111.0°	24.7°	4
1598 年	阳朔北	110.5°	25.0°	4.5
1599 年	灵川	110.3°	25.5°	4.75
1635 年	平乐	110.6°	24.6°	4

地震日期	参考震中位置			震 级 (换算为 Ms)
	地 名	E	N	
1639 年	阳朔南	110.5°	24.7°	4.75
1650 年	桂林	110.3°	25.3°	4
1665 年	昭平、平乐间	110.8°	24.4°	5
1672 年	阳朔南	110.4°	24.7°	4.75
1686 年	阳朔南	110.5°	24.7°	4.75

据地震记载资料，项目区及邻近地区范围内历史上未发生过破坏性大地震，小震活动也很稀少。因此，项目区所在区域地壳稳定性较好。

根查阅 2015 年 1:400 万《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015），项目区地震动峰值加速度为 0.05g，区域内历史最大地震震级为 5 级，相当于地震基本烈度Ⅵ度，地震动反应谱特征周期值为 0.35s；抗震设防烈度为Ⅵ度区，其地震活动频率和强度低，根据《活动断层与区域地壳稳定性调查评价规范》（DD2015-02）中的表 5 确定属构造次稳定。

评估区及邻近 20km 范围内无全新世活动性断裂，偶有大降雨诱发地质灾害，规模小，岩体以砂岩夹页岩、千枚岩及其他软弱岩石为主，风化较强烈，地貌类型为构造侵蚀中~低山地貌，根据《活动断层与区域地壳稳定性调查评价规范》（DD2015-02）中的表 6 确定地表属次稳定。根据《活动断层与区域地壳稳定性调查评价规范》（DD2015-02）中的表 7 确定地壳属次不稳定。

综上所述，区域地质构造较复杂，项目区附近存在全新世活动性断裂，地震基本烈度 VI 度，地震动峰值加速度为 0.05g，区域地质背景复杂程度为中等。

2.4.3 矿体（层）地质特征

寒武系清溪组是本区含金脉带重要赋矿层位，陡洞矿区含金脉带主要赋存于 ϵ_q^2 中。属产于碎屑岩系中的中低温地下热卤水溶滤型金矿。

1、矿体特征

根据《广西龙胜县陡洞矿区金矿资源储量核实报告》评审意见书（桂矿协评（储量）〔2025〕5号），本矿区具有“带中脉，脉中体”特征。矿区可分为2个带（编号为 I 号、II 号）。I 号带：位于矿区中部南木田一带，长2200m，宽100~500m，向南逐渐撒开。目前在 I 号带发现4条含金矿脉 I -1、I -2、I -3、I -4号矿脉。II 号带：位于矿区东部麻子坳李家-庄房一带，距 I 号带约600m，长1700m，宽50~300m，目前在 II 号带发现4条含金矿脉 II -1、II -2、II -3、II -4号矿脉。其中 II -1号矿脉在采矿许可证范围内。矿脉矿化类型为破碎带石英脉型。

表 2-13 陡洞金矿区含矿脉主要地质特征表

矿带号	矿脉号	长度 (m)	厚度 (m)	控制深度(m)	产状	金品位($\times 10^{-6}$)	
						最低	最高
I	1	1800	0.5-4.1	250	110-128°/65-85° 局部反倾	0.01	29.67
	2	1600	0.35-3.58	210	110-140°/70-83° 局部反倾	0.01	16.62
	3	1500	0.5—3.93	120	110-140°/65-83°	0.01	10.13
	4	900	0.5—1.47	—	110-140°/65-85°	0.01	3.38
II	1	1200	0.6-1.61	—	65-110°/62-85°	0.28	3.58

本次核实在采矿许可证范围内共圈定16个金矿体，在 I 号矿化脉带圈定15个，编号为 I -1-①~④、I -2-①~④、I -3-①~④、I -4-①~③，在 II 号矿化脉带圈定1个，编号为 II -1-①。其中工业矿体11个；规模较大的主要矿体1个，编号为 I -1-①。

表 2-14 矿体特征一览表

脉带 编号	矿体 编号	控制工程	矿体规模 (m)			矿体产状		平均品位
			长度	产出标高	平均厚度	倾向	倾角	Au (g/t)
I	I-1-①	TC1 等 2 个探槽, ZK1101 等 11 个钻孔, ML4 等 2 个民窿	350	612~850	2.38	SE	70°	6.27
	I-1-②	ZK1601	40	733~771	1.32	SE	72°	4.47
	I-1-③	ZK0801	40	813~853	3.54	SE	59°	3.04
	I-1-④	ZK0401	30	870~894	1.41	SE	56°	3.05
	I-2-①	ZK0003 等 8 个钻孔	160	615~820	1.67	SE	70°	10.32
	I-2-②	ZK0501 等 3 个钻孔	120	568~670	3.26	SE	70°	3.62
	I-2-③	ZK1601	40	622~662	1.24	SE	78°	1.09
	I-2-④	BT149	40	808~835	3.00	SE	71°	2.11
	I-3-①	ZK0901	140	662~785	2.33	SE	70°	5.02
	I-3-②	ZK0801	40	890~811	1.64	SE	63°	1.33
	I-3-③	ZK0202	30	754~795	2.01	SE	56°	4.62
	I-3-④	ZK0202	30	764~825	9.13	SE	56°	1.23
	I-4-①	ZK0501	40	745~815	2.28	SE	70°	2.87
	I-4-②	ZK0202	38	837~867	5.22	SE	52°	3.86
	I-4-③	ZK0202	38	830~860	1.15	SE	52°	1.21
II	II-1-①	BT15、BT16	40	617~637	2.13	SE	88°	2.91

2、矿石特征

(1) 矿石的类型

本矿区矿石类型为石英脉金矿石。

(2) 矿石的化学成分

根据《广西龙胜县陡洞矿区金矿选矿试验研究报告》，对矿石进行了多元素化学分析，其分析结果见表 2-15。

表 2-15 原矿多元素化学分析结果

元 素	Au	Ag	S	As	C	Fe	Cu	Pb
含量(%)	6.42	3.76	0.38	0.012	1.44	3.89	0.0054	0.0036
元 素	Zn	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Hg	Cd
含量(%)	0.014	0.85	1.96	68.68	13.40	0.015	0.000014	0.00023
备注：Au、Ag 单位为 g/t								

从表 2-15 原矿多元素化学分析结果看：主要原矿金品位 6.42g/t、银品位 3.76g/t、硫品位 0.38%、碳品位 1.44%，有害组分砷、铬、汞、镉含量都很低。脉石成分主要为 SiO₂ 和 Al₂O₃。综合化学成分特点，认为该矿为含碳低砷低硫的金矿石。

(3) 矿石的矿物成分

矿体中矿石矿物组成简单，金属矿物主要为黄铁矿、钛铁矿、褐铁矿，微量闪锌矿、黄铜矿、金矿物、毒砂、方铅矿；脉石矿物主要为石英、绿泥石，少量长石、方解石、绢云母、白云母、黑云母，此外还含有少量石墨和有机炭质。根据《广西龙胜县陡洞矿区金矿选矿试验研究报告》，矿物含量测定结果见表 2-16。

表 2-16 原矿矿物含量测定结果

矿物名称	黄铁矿	钛铁矿	褐铁矿	石英、长石	方解石
含量(%)	0.7	0.3	3~4	57	1.5
矿物名称	绿泥石	绢（白）云母	黑云母	炭质	其他
含量(%)	15	18	2~3	1.5	<0.2
注：其他中包括自然金、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、毒砂、锆英石等微量矿物					

金主要以自然金的形式出现，以间隙金、裂隙金为主，赋存于石英间隙及硫化物间隙中，淘洗肉眼可见，以片状、不规则粒状为主，粒度一般 0.01~0.02mm，最大可达 0.9mm。

(3) 矿石的结构构造

矿石结构有自形、半自形、它形粒状结构、碎裂结构、变余结构等；矿石构造主要有脉状、透镜状、浸染状、角砾状、碎裂构造等。

3、围岩及夹石

矿体主要赋存于寒武系清溪组中段的浅变质砂岩夹砂质板岩、炭质板岩中。围岩岩性以浅变质细砂岩、粉砂岩、板岩为主，普遍经历轻微区域变质作用，局部发育硅化、黄铁矿化及绿泥石化，其中硅化与黄铁矿化与金矿化关系密切。矿体顶底板围岩多为坚硬或半坚硬的浅变质砂岩和板岩，工程地质稳定性总体较好，但在炭泥质富集或碎裂化强烈地段需支护。

矿体基本上不存在夹石。

3、矿石加工选冶技术性能

2013年3月，广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司委托广西冶金研究院完成了《广西龙胜县陡洞矿区金矿选矿试验研究报告》，高品位矿（金品位6.42g/t）经过一粗三扫二精工艺流程选别，闭路试验获得的最终指标：金精矿产率3.25%，金品位193.35g/t，银品位110.89g/t，金回收率97.30%，银回收率76.25%。低品位矿（1.45g/t）套用高品位样的工艺流程(一粗三扫二精)进行了浮选闭路试验，获得的最终指标：金精矿产率1.23%，金品位108.86g/t，银品位116.55g/t，金回收率90.64%，银回收率60.44%。

本矿山2024年11月开始进行选矿，采用上述《报告》推荐的矿石加工选冶方式—浮选

工艺。由于生产时间较短，相关数据记录较少，未能对选矿指标进行系统研究总结。矿山生产中采用一粗三扫二精工艺流程，截至2024年12月31日，选矿厂共处理矿石*****t，原矿入选Au品位2.5~20.64g/t，平均品位约11.26g/t，生产金精矿约*****t，金精矿产率约为15.16%，金精矿Au品位65~80g/t，平均品位约为72.43g/t，回收黄金约****kg，回收率约97.52%，金精矿Ag品位<50g/t（不计价），尾矿Au品位小于0.1g/t。

伴生组分Ag回收利用效果不大理想，原因可能是首采场原矿Ag品位较低，真正原因仍需探索研究。

2.4.4 水文地质条件

1、区域水文地质条件

区域位于潯江流域水文地质单元内，地形地貌属中-低山地貌区，地形起伏较大。局部受地形、含水岩组及地下水分水岭控制，将区域划分为李家溪水文地质单元，区域地下水具有渗透途径较短、就近补给、就近排泄的特征。矿区位于李家溪水文地质单元的补给、径流区内，该水文地质单元以西南侧及西侧弯里一百竹屯以西一带碎屑岩山脊的地下水分水岭为界，北侧以高峰屯以南一麻子坳以北一带碎屑岩山脊的地下水分水岭为界，以东侧及南东侧以麻子坳以东一界头屯一毛坪屯一带碎屑岩山脊的地下水分水岭为界，中部以李家溪为地下水排泄边界。地下水分水岭基本与地表水分水岭基本一致，地下水类型主要为碎屑岩类构造裂隙水。区域地下水随地势向冲沟谷地内部径流，最终以分散流及泉的形式排泄于冲沟底部形成季节性冲沟流水，局部地区地下水于地势低洼处受隔水层岩层或构造影响汇集成下降泉排泄于冲沟底部，地下水总体流向受地形影响由地表分水岭向沟谷中汇流，在谷底排泄并形成沟流，谷底区地下水与季节性溪沟流水总体上自北向南方向径流，以渗流或下降泉形式排泄于中部的陡洞溪等其他次级冲沟后汇入李家溪，最后经李家溪汇入潯江。为相对独立的水文地质单元。

（1）地下水类型及含水岩组富水性

根据地下水的赋存条件，水理性质及水力特征，本区域地下水类型主要为松散岩类孔隙水和碎屑岩基岩裂隙水 2 类。

①松散岩类孔隙水

分布于山坡及沟谷地带，厚度各地不一，一般厚度 0~10m，主要由第四系残坡积层及少量冲洪积层组成，上部主要为砂质粘土，下部为砂砾石及碎石组成。主要赋存于孔隙裂隙中，含孔隙裂隙水，孔隙含水层储水性能差，一般只在丰水期才有水。根据区域水文

地质资料，单井涌水量为 $<100\text{m}^3/\text{d}$ ，水量贫乏，透水性等级为中等透水，为透水不含水层。根据调查该含水岩组无天然水点出露。

②碎屑岩基岩裂隙水

分布于调查区西部、中部及东部一带，出露面积广。含水岩组主要赋存于寒武系清溪组下段(ϵ_q^1)、中段(ϵ_q^2)及上段(ϵ_q^3)板岩、砂岩、细砂岩裂隙中，地下水主要赋存于轻变质细砂岩风化及构造裂隙带中，该岩组除断层破碎带和风化带含水外，仅变质岩层个别地方有滴水而已，钻孔最大涌水量 171.25t/d ，地下径流模数值 $2.62\sim 3.58\text{L/s.km}^2$ ，根据区域水文地质资料，该含水岩组枯水径流模数 $<3\text{L/s.km}^2$ ，泉流量 $0.1\sim 1.0\text{L/s}$ ，水量贫乏，水质类型主要为 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 型水，矿化度 $0.04\sim 0.08\text{g/L}$ ，pH 值 6.2-7.8，总硬度 1.48-3.59 德国度。

(2) 地下水的补给、径流、排泄条件及动态特征

本区地下水的主要补给来源为大气降水，雨期长是降雨垂直入渗补给的有利因素。大气降水渗入地表松散岩类孔隙、碎屑岩类构造裂隙渗入补给地下水，渗入补给量的大小及地下水位埋深受地形地貌、地层岩性及植被条件的制约。山体坡度陡，大气降水形成地表流较快，加上岩土体的渗透性较差，入渗补给地下水的量有限。地下水在碎屑岩类构造裂隙中运移，受地形控制就近向冲沟溪流方向径流，地下水流程短。地下水受地形控制多以泉或分散渗流形式在沟谷低洼处排泄，最后汇入李家溪。

矿区地下水补给主要为大气降雨，地下水具有渗透途径短，就地补给，就地排泄的特征。地下水动态属气象型，地下水动态变化受大气降雨影响明显，地下水位、泉水流量随季节变化较明显。丰水期地下水位上升、泉水流量增大，枯水期地下水位下降、泉水流量减小；随着深度增加，地下水径流途径增大，地下水动态变化趋于平缓，年比幅变小，水位峰值滞后于降雨峰值时间增大。根据本次钻孔水位及泉流量资料统计，基岩裂隙水水位动态变化受降雨影响明显，水力坡降大时，地下水的动态变化幅度较大，根据本矿区的地下水位观测资料，地下水水位年变化幅度为 $0.5\sim 5.5\text{m}$ ，泉水流量变化一般为 3~5 倍，泉水多属季节泉。由于区域内的各类地下水之间存在互补关系，地下水动态呈现滞后现象，强降水后，水位峰值出现时间一般滞后降雨峰值 1~2 天。

2、矿区水文地质条件

(1) 地下水的类型及含水岩组及其富水性

根据地下水的赋存条件，水理性质及水力特征，地下水类型主要为松散岩类孔隙水和碎屑岩构造裂隙水 2 类。

①第四系松散岩类孔隙水

分布于矿区山坡及沟谷地带，厚度各地不一，根据地质勘探施工的钻孔数据统计可以，残坡积层厚度在 1.5~7.5m 不等，平均厚度 3.64m，分布不连续。

含水岩组主要由第四系残坡积层及少量冲洪积层组成，地下水主要赋存于孔隙裂隙中，含孔隙裂隙水，孔隙含水层储水性能差，一般只在丰水期才有水。根据区域水文地质资料，单井涌水量为<100m 吨/日，富水性弱，透水性等级为中等透水，为透水不含水层。根据调查该含水岩组无天然水点出露。

②碎屑岩构造裂隙水

分布于整个矿区，含水岩组主要由寒武系清溪组中段(ϵ_q^2)和上段(ϵ_q^3)地层组成，岩性以轻变质细砂岩为主，其次为轻变质粉砂岩、板岩，岩石质地紧密坚硬，分布于整个矿区，为矿区主要控矿地层。据调查，近地表岩层呈弱风化或半风化状。岩石细微裂隙发育，裂隙及断裂带多为有石英和方解石充填呈闭合型。地下水主要赋存于风化裂隙及构造裂隙带中，钻孔在钻进过程中常出现有返水，水量消耗约为 0.010L/s，民隆调查未见有大的出水，仅局部有滴水现象。表明该层富水性不强和裂隙导水性差，可视为弱含水层。在水文地质勘查期间，根据矿区共施工 27 个勘探孔及 5 个水文监测孔数据统计，矿区地下水水位埋深为 1.20~56.8m，水位标高为 562.2~909.78m（钻孔水位监测见表 2-17），平均水位标高 816.33m。在该含水岩组发现 10 处泉点，勘查期间测得泉流量一般为 0.26~2.789L/s，富水性弱。对该含水岩组进行了 3 组钻孔注水试验，测得的渗透系数结果为 $1.76 \times 10^{-4} \text{cm/s} \sim 2.32 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，平均渗透系数为 $1.53 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，该含水岩组透水性等级为弱透水。该含水岩组地下水的水量、水位受大气降水影响较强，季节性动态变化较大，与降水的关系较密切。

（2）地下水补给、径流、排泄条件及动态特征

矿区地表植被发育，利于大气降水渗透补给地下水，大气降水是矿区地下水的主要补给源。矿区内地下水流向与地形坡向基本一致，地表沟谷中等发育，地下水有渗透途径短，就地补给，就地排泄的特征。各种地下水类型的补给、径流、排泄条件简述如下：

表 2-17 钻孔水位一览表

序号	钻孔 编号	孔深 (m)	孔口标高 (m)	钻孔水位 (m)		风化带深度 (m)
				埋深	标高	
1	ZK0002	289.1	917.83	56.8	861.03	3.5
2	ZK0003	280.2	902.71	33.42	869.28	5.29
3	ZK0101	300	891.95	19.51	872.44	3.5
4	ZK0201	243.98	879.13	22.66	856.48	2.45
5	ZK0202	398	925.23	26.5	898.73	3.25
6	ZK0203	180	879.13	9.97	869.17	3.3
7	ZK0204	250.2	887.45	15.45	872	6.2
8	ZK0205	330	887.41	19.42	868	8.51
9	ZK0301	319.4	877.53	35.59	841.94	5.81
10	ZK0302	220	877.53	10.31	867.22	10.89
11	ZK0303	350	877.53	25.34	852.19	2.91
12	ZK0401	151.82	911.48	1.7	909.78	4.6
13	ZK0405	360	927.94	56.66	871.27	4
14	ZK0501	250	861.37	36.8	824.57	0.8
15	ZK0502	300	862.09	45.39	816.7	4.8
16	ZK0701	176.79	858.25	4.636	853.62	9.3
17	ZK0702	451.1	859.35	33.9	825.45	6
18	ZK0703	301.1	864.11	45.2	818.91	6.5
19	ZK0704	300	855.22	17.28	837.94	5.2
20	ZK0705	446	819.71	18.16	801.55	16.27
21	ZK0801	250.22	910.21	31.96	878.24	3.78
22	ZK0901	220	839.21	26.92	812.29	2.55
23	ZK0902	280	842.93	33.38	809.55	2.65
24	ZK1101	300.01	835.7	18.14	817.56	3.9
25	ZK1601	350.2	905.45	16.42	889.03	5.9
26	ZK1901	400.1	842.28	24.72	817.56	5.7
27	ZK2701	500.23	842.35	24.99	817.36	3.9
28	SK1	28.4	868.5	8.7	659.8	2.5
29	SK2	5.9	668	2.4	665.6	1.2
30	SK3	10.5	658	1.2	656.8	2.4
31	SK4	6.5	649.5	1.3	648.2	1.36
32	SK5	5.7	564	1.8	562.2	2.01

①松散岩类孔隙水

主要接受大气降水的入渗补给，其次为地表水入渗补给，受地形地貌等因素控制，自山脊向山谷流动。该地下水的一部分下渗补给碎屑岩基岩裂隙水，一部分以分散渗流的形

式在坡脚及沟谷中向地表溪沟排泄，其径流路径一般较短。本次野外调查期间，未发现天然泉水点出露。

②碎屑岩类基岩裂隙水

该类型地下水是矿坑的主要充水水源，以大气降水入渗补给为主，其次为第四系松散岩类孔隙水的下渗补给，受地形地貌等因素控制，在浅部风化带中地下水一般由山脊向山谷径流；一部分于沟谷及低洼处以渗流及下降泉的形式向地表溪沟排泄，另一部分则沿岩石中裂隙向西及东南方向两个径流，于南侧经地下流出矿区外，汇入李家溪，经李家溪最终汇入浔江。本次野外调查中，在矿区及周边共发现 10 个泉水点位于该含水岩组中。

本矿区地下水动态属气象型，受大气降雨影响明显，地下水位、泉水流量随季节变化较明显。丰水期地下水位上升、泉水流量增大，枯水期地下水位下降、泉水流量减小。地下水的动态变化具有比较明显的季节性特征，动态变化与降雨有密切的关系，雨季大雨后地下水量剧增，增幅可达数倍，地下水位迅速升高。枯季地下水位和流量变化幅度较小而且变化缓慢。由于各含水岩组的分布、富水程度及补迳排条件不同，其动态特征也有差异，各种地下水类型地下水动态条件特征简述如下：

①松散岩类孔隙水：地下水赋存于第四系（Q）残坡积的含砾粘土、粉质粘土的孔隙中，地下水的贮存条件较差。与下伏含水岩组的水力联系较密切，其地下水的动态变化主要受季节的影响，地下水水位年变化幅度一般为 0.20~1.50m。

②碎屑岩构造裂隙水：分布于整个矿区，富水性弱，地下水的动态变化幅度不大，根据野外长期观测点调查及区域地质资料，地下水水位年变化幅度为 0.5~8.0m，泉水流量变化一般为 1~3 倍，出露泉水大部分属季节泉，少量常年排泄。水力坡降大，地下水的动态变化幅度较大，矿区内的地下水动态呈现滞后现象，强降水后，水位峰值出现时间一般滞后降雨峰值 1~2 天。

（3）地下水与构造裂隙、地表水的水力联系

矿山开采标高为 890m~563m，采矿方式为地下开采。矿体均位于侵蚀基准面（+438.5m）之上，属构造裂隙水直接充水的矿床，充水通道主要为断层破碎带中的相互联通的裂隙，但矿床的围岩含水层透水性弱，富水性弱，矿区的补给条件差；矿区内地表河流不发育，地表水对采矿影响较小；矿山开采区深层含水层透水性弱，矿山开采区与溪流之间的无导水裂隙带发育，断层破碎带对矿坑充水影响较小。在李家溪沟与地下水的相互作用中，当李家溪沟流量大、地下水位低时，溪沟水渗入地下形成补给；而当李家溪沟流量小、地下水位高时，地下水则会补给李家溪沟。

(4) 矿坑充水因素分析

矿山设计采用地下开采方式，地下水主要赋存于寒武系清溪组中段(ϵ_q^2)和上段(ϵ_q^3)地层中，岩性以轻变质细砂岩为主，其次为轻变质粉砂岩、板岩，岩石质地紧密坚硬，细微裂隙发育，裂隙及断裂带多为有石英和方解石充填呈闭合型。拟申请开采标高为+890~+563m，矿体大部分位于当地侵蚀基准面以上，矿山开采区深层含水层透水性弱，矿山开采区与溪流之间无导水断裂带发育，溪流、顶、底板对矿床充水的水量较小。

1、大气降水对矿床充水的影响

矿区属丘陵地貌，区内海拔标高为450~1401m，地势总体呈北高南低，局部较陡，区内植被发育。设计采用地下开采方式，拟申请开采标高为+890~+563m，表层岩性为含碎石粘性土，属中等透水性，加上矿区沟谷发育且深切，地形有利于大气降水的排泄，地表径流条件好，但由于浅部岩石构造裂隙发育，从而导致大气降水通过构造裂隙含水层向下渗透补给矿坑，据调查，近地表岩层呈弱风化或半风化状。岩石细微裂隙发育，裂隙及断裂带多为有石英和方解石充填呈闭合型。因此，大气降水也是浅部矿坑充水的主要影响因素，但影响较小。

2、地表水对矿床充水的影响

矿区周边的地表水主要是中部的李家溪，李家溪沟全长约5千米，为矿区南面的最低侵蚀基准面（标高+438.5m），丰水季最大流量为 $0.8\text{m}^3/\text{s}$ ，枯水季节最小流量为 $0.05\text{m}^3/\text{s}$ ，年平均流量为 $0.2\text{m}^3/\text{s}$ 。矿山设计标高为+890~+563m，深部砂岩、细砂岩等岩石透水性差，富水性弱，地表水与矿坑之间的岩土层多属弱透水层。因此，地表水沿岩石节理、劈理、裂隙及断层破碎带缓慢运动，向矿坑渗透直接补给碎屑岩类裂隙含水层水量较小。矿山开采区与溪流之间无导水断裂带发育，李家溪及周边季节性冲沟渗漏对矿床充水的水量甚微，因此地表水对矿坑充水的影响小，不会发生洪水淹没矿坑的情况。

3、矿区地下水对矿床充水的影响

1) 第四系松散岩类孔隙水对矿床充水的影响

第四系残坡积层在矿区内的分布较小，厚度较薄，属中等透水性，富水性弱，多为透水不含水层，且其地下水多在沟谷、山脚等低洼处以渗流的形式向地表排泄，水量较小。据此说明矿区第四系松散岩类孔隙水对矿床充水的影响较小。

2) 碎屑岩裂隙水对矿床充水的影响

碎屑岩基岩裂隙水分布于整个矿区，含水岩组主要由寒武系清溪组中段和上段地层组成，岩性以轻变质细砂岩为主，其次为轻变质粉砂岩、板岩，岩石质地紧密坚硬。地下水

主要赋存于风化裂隙及构造裂隙带中，细微裂隙发育，裂隙及断裂带多为有石英和方解石充填呈闭合型。最发育的层位是寒武系清溪组中段轻变质细砂岩、粉砂岩、板岩等混合岩，结构面密集，密度约为 5 条/m—10 条/m，发育方向以北东走向为主，延展不长，但破坏岩石完整性，使局部钻孔岩心较破碎。矿区寒武系清溪组下段，IV 级结构面较发育，发育延伸方向以北东向为主，其次为北西向，密度 2~3 条/m，局部见沿结构面有溶蚀现象。破坏岩层完整性，切割岩层呈块状，对岩体稳定性影响不大。对该含水岩组进行了 3 组钻孔注水试验，测得的渗透系数结果为 $1.76 \times 10^{-4} \text{cm/s} \sim 2.32 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，平均渗透系数为 $1.53 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，该含水岩组透水性等级为弱透水，富水性弱。矿山设计采用地下开采方式，矿山设计标高为 +890~+563m，矿体位于当地侵蚀基准面以上，矿山开采区深层含水层透水性弱，矿山开采区与溪流之间无导水断裂带发育，底板对矿床充水的水量较小，据此说明矿区碎屑岩裂隙水对矿床充水的影响较小。

3) 构造破碎带对矿床充水的影响

矿区浮土覆盖较薄，矿区断裂构造发育，以北东向断裂为主，规模较大的有三条（F₃、F₇、F₁₃），其特征如下：

F₃：位于矿区的北面，走向 20~50°，倾向北西，倾角 75°，宽 0.5~1.5m，长 3.5km，主要由白色石英组成，偶夹含砾砂岩团包，该断层岩石节理裂隙发育，但多闭合，透水性差。

F₇：位于矿区的中部，走向 40~50°，倾向北西或南东，倾角 65~85°，宽 0.3~3m，长 1.8km，带中由碎裂（化）岩或断层角砾岩、石英（网）脉组成，岩石较破碎，硅化较强，并有石英细脉（网）脉充填。该断层透水性中等，由于该断层未切割地表水体，不会对矿床充水产生较大的影响。

F₁₃：位于矿区的东南部，走向 40~50°，倾向南东，倾角 70~85°，宽 0.3~1.5m，长 0.9km，带中岩石较破碎，硅化较强，并有石英细脉（网）脉充填。该断层位于 I 号矿体所在山体的南东侧下方，对矿床充水的影响较小。

另外，在平硐坑道中，发现有北北东向横断层，但规模较小，长数 10m，宽 <1m，水平断距一般小于 4m，此组断裂破坏矿脉的连续性、完整性，属成矿后期断裂，对矿床充水作用不明显。

F₃、F₇、F₁₃ 断裂带上下盘围岩以轻变质细砂岩为主，其次为轻变质粉砂岩、板岩，岩石质地紧密坚硬。根据钻探揭露，岩石完整性较好，风化及节理裂隙弱发育，透水性差，富水性弱。根据本次矿山实际调查及长期观测数据统计，目前各中段平硐开拓系统的顶底

板围岩地段多为干燥、潮湿区和稀疏滴水区，坑道涌水量较小；各中段平硐中裂隙发育地段及近构造破碎带地段为地下水富水段，坑道裂隙发育处有滴水及水流现象，出水点多为岩体裂隙及构造裂隙较为发育地带，流量约 0.01~0.15L/s，矿山开采期最小总排水量为 436.9m³/d，正常总排水量为 600.5m³/d，最大排水量为 1192.8m³/d，排水量较小。根据调查结果，开采巷道仅在接近地表处含矿破碎带有少量涌水外，深部并未见断裂破碎带充水现象。断裂破碎带仅在浅部和深部的局部地段含少量裂隙水，以大气降水入渗补给为主，动态随季节变化，深部的大部分岩石，裂隙为充填型，透水性差，呈相对隔水性质。同时根据对坑道动态观测资料及编录资料，巷道内在构造破碎带处主要表现为顶板滴水，局部涌水，其余区域均较为干燥，可知构造破碎带为不导~弱导水断层，但非完全隔水，上部构造裂隙水亦可通过节理裂隙及构造破碎带补给采坑，对矿山开采有一定影响，但影响较小。

(5) 矿坑涌水特征

本矿区采用地下水开采方式，根据本次野外调查及矿山多年建设资料，矿区内地下采坑一般无充水现象，只有局部地段的矿坑因层间裂隙水或断层破碎带裂隙水的渗入而造成矿坑涌水现象，但一般水量不大。此外，据矿山实际调查及长期流量数据统计，目前各中段中裂隙发育地段及近断层段为地下水富水段，坑道裂隙发育处有滴水及水流现象，流量为 0.01~0.15L/s。矿区目前施工的中段主要有 PD805、PD765、PD725、PD685 四条平硐，根据中段涌水量长期统计，矿山开采期最小排水量为 436.9m³/d，正常排水量为 600.5m³/d，最大排水量为 1192.8m³/d（各中段排水量统计见表 2-18）。

表 2-18 矿坑现状各中段涌水量长期统计表 单位：m³/d

矿坑名称	涌水量（最小值）	涌水量（正常值）	涌水量（最大值）
+805	42	134.2	294
+765	168.1	168.8	378
+725	92.4	112.7	159.6
+685	134.4	184.8	361.2
合计	436.9	600.5	1192.8

根据井巷调查资料，矿体围岩体比较完整，风化裂隙稍发育，基本进入微风化带，井巷内出水点较少，涌水量小，出水点多为岩体裂隙及构造裂隙较为发育地带。本矿区矿体顶底板及围岩均为轻变质细砂岩、板岩及砂岩，窿道涌水特征有五个：一是处在沟谷内及其附近，随着窿道控制面积的增大涌水量增大；二是充水水源主要来自岩体裂隙及构造破碎带等裂隙中，受季节性影响较明显；三是随着开采深度的加大，接近微风化层或深入微风化层后，涌水量明显减少；四是涌水多以滴点、裂隙渗流的方式出水；五是井巷内岩体

构造破碎带裂隙越发育、越集中、岩体越破碎的地方，涌水点越多，涌水量越大，说明矿坑涌水与岩体裂隙及构造破碎带发育的程度有关。

（6）水质及供水情况

①水源:本区地表溪流水发育，沟谷常年有流水，矿区上游溪水可作为供水水源，可供生产生活用水。

②水质:矿坑涌水经水泵排至地面三级沉淀池，经综合处理后循环利用；选厂及尾矿中转站废水总外排口废水达到地表水Ⅲ类水质量标准《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）循环利用。

（7）矿区水文地质条件复杂程度

未来矿山开采，主要开采矿体均位于当地侵蚀基准面以上，但主要充水含水层富水性弱，积水威胁小，现状矿坑正常涌水量为 $600.5\text{m}^3/\text{d}$ ，小于 $3000\text{m}^3/\text{d}$ ，为裂隙直接充水矿床，需抽排地下水，采坑系统形成的疏干排水降落漏斗影响范围为 814.26m ，矿坑疏干排水影响范围内无居民点和水源点分布，但因受疏干排水影响，矿区地下水水位的下降，可能对泉流量产出有一定的影响。据《广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求》（2017年7月）表 C.1 判别，矿区水文地质条件复杂程度为简单。

2.4.5 工程地质特征

岩土体工程地质类型根据地层、岩性组合及岩土体物理力学性质、结构构造、成因等，划分为 1 个土体类型和 1 个工程地质岩组。

1、第四系残坡积粉质粘性土单层结构土体

岩性为含风化碎石的砂岩、粉砂质亚粘土，根据地质勘探施工的钻孔数据统计可以，残坡积层厚度在 $1.5\sim 7.5\text{m}$ 不等，平均厚度 3.64m ，该土体类型结构松散，透水性中等，稳固性较差，工程地质性质较差。根据调查，矿区范围内在自然条件下，未发生滑坡、崩塌等地质灾害，人工开挖后产生小规模土滑，但由于土体仅分布于矿区坡脚洼地地带及缓坡的表面风化带上，对矿产开采无影响。

2、厚层状中～微风化坚硬砂质板岩、砂岩、炭质板岩岩组

该工程地质岩组地层为寒武系清溪组中段和上段，主要由轻变质细砂岩、粉砂岩、板岩等组成，岩石质地紧密坚硬，细微裂隙发育，裂隙及断裂带多为有石英和方解石充填呈闭合型。据岩石抗压强度试验结果，围岩岩石饱和状态抗压强度约 $96.51\sim 178.52\text{MPa}$ （岩石力学试验结果见表 2-19），平均为 123.61MPa ，均属坚硬岩石，RQD 值为 75%，岩石

完整性较好，工程性质较好。

表 2-19 岩石力学性质测试表

检测编号	野外编号	取样深度 m	岩性描述	抗剪强度		抗拉强度		饱和单轴抗压强度		说明
				内摩擦角	凝聚力	R _t	平均	R _w	平均	
				Φ。	C MPa	Mpa		Mpa		
0747-001	K1	30.15-30.45	砂岩	36.60	18.75	11.23	10.56	162.35	160.46	
						10.80		156.68		
						9.65		162.33		
0747-002	K2	32.52-32.85	板岩	37.11	13.84	6.94	6.34	100.62	98.86	
						5.79		95.39		
						6.28		100.57		
0747-003	K3	40.24-40.58	板岩	37.59	12.90	5.79	5.70	97.48	96.51	
						5.05		95.10		
						6.26		96.95		
0747-004	K4	155.25-155.55	板岩	36.63	15.93	6.75	6.85	110.89	109.58	
						7.20		105.73		
						6.61		112.11		
0747-005	K5	163.02-163.35	板岩	37.41	13.89	6.13	5.52	97.89	97.71	
						5.32		101.70		
						5.11		93.54		
0747-006	K6	168.06-168.35	砂岩	35.95	21.59	10.38	11.05	176.20	178.52	
						11.57		188.66		
						11.91		170.69		
注：本次岩石力学性质试验样采样位置为主要在可采矿层控制顶板 30m、底板 20m 及井巷围岩的位置，采样点为 ZK02001。										

区内不良结构面主要为断层，岩石风化裂隙面、层理劈理面、构造裂隙（节理）面等。矿区断裂以北东向断裂为主，规模较大的有三条（F₃、F₇、F₁₃）据野外调查及已有资料显示，矿区断层破碎带对矿区内山体的稳定未见有明显的影响，沿断层带未见有大规模山体滑坡、崩塌现象，亦未发现危害较严重的山体滑坡隐患。矿区地层以寒武系下统清溪组（∈q）为主，岩性主要由轻变质细砂岩、粉砂岩、板岩等组成，为含矿层位，IV、V级结构面较发育，地层周边有II、III级结构面发育，岩石强度不均一，岩体稳定性好，局部较差。构造裂隙发育。最发育的层位是寒武系清溪组中段轻变质细砂岩、粉砂岩、板岩等混合岩，结构面密集，密度约为5条/m~10条/m，发育方向以北东走向为主，延展不长，但破坏岩石完整性，使钻孔岩心较破碎。矿区其他寒武系清溪组上段、寒武系清溪组下段，IV级结构面较发育，发育延伸方向以北东向为主，其次为北西向，密度2~3条/m，局部见沿结构面有溶蚀现象，说明构造破碎带中存在一定的软弱层。软弱岩层主要为构造破碎带，层状或块状构造，总厚度变化较大，地表附近岩层风化较强，受构造影响，岩层产状变化大。构造破碎带破坏了岩石的完整性，影响局部岩体的稳定性。破碎带岩石完整性较破碎，工程性质较差。

矿体顶底板围岩为寒武系清溪组中段中厚层状浅灰色砂质板岩夹浅变质砂岩及炭质板岩，板岩、砂岩自身强度属中等，在受构造、风化、地下水等影响下，岩石较为破碎，特别是构造带、矿体及其周围，多破碎成碎裂状，稳定性较差，有可能形成冒顶、片邦、掉块事故；较多地段炭质，局部地段绿泥石化、碎裂（化）较强且硅化较弱，近地表风化较强，不良工程地质现象影响程度中等。

综上所述，本矿区岩土工程地质条件中等。

2.5 土地利用现状

2.5.1 矿区土地利用现状

参照全国土地利用现状调查技术规程、全国土地利用现状分类标准（GB/T21010-2017），根据龙胜各族自治县三调土地利用现状图，本项目范围内用地面积 113.7192hm²(其中矿区范围 113.3000hm²,矿区范围外 0.4192hm²),其中水田(0101)1.3427hm²，旱地(0103)0.0647hm²，乔木林地(0301)95.0547hm²，竹林地(0302)4.9960hm²，灌木林地(0305)0.2562hm²，其他林地(0307)9.1064hm²，采矿用地(0602)1.3839hm²，农村宅基地(0702)0.2237hm²，农村道路(1006)0.8762hm²，田坎(1203)0.4147hm²。详见表 2-20。

表 2-20 矿区土地利用结构一览表

一级地类		二级地类		面积 hm²	占总面积比例%	土地权属
01	耕地	0101	水田	1.3427	1.18	龙胜各族自治县江底乡泥塘村
		0103	旱地	0.0647	0.06	
03	林地	0301	乔木林地	95.0547	83.59	
		0302	竹林地	4.9960	4.39	
		0305	灌木林地	0.2562	0.23	
		0307	其他林地	9.1064	8.01	
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	1.3839	1.22	
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.2237	0.20	
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.8762	0.77	
12	其他土地	1203	田坎	0.4147	0.36	
合计				113.7192	100.00	-

依据龙胜各族自治县自然资源局提供的三区三线图，矿区范围与基本农田重叠面积为 2652.52m²，主要位于总回风井 1 南侧，标高约 850m，不涉及生态红线。矿区内无自然保护地，矿区周围无省市级重点文物保护单位、名胜古迹及自然保护区。矿山采用地下开采方式进行采矿，项目区范围内的基本农田并未被占用和破坏。项目用地方式为临时用地，

通过龙胜各族自治县自然资源局提供资料，矿区土地利用权属清晰，属于龙胜各族自治县江底乡泥塘村所有，业主正在按照《中华人民共和国土地管理法》、《关于规范临时用地管理的通知》（自然资规〔2021〕2号文）等办理用地手续。

2.5.2 土壤现状

1、耕地

矿区耕地面积总计 1.4074hm²，其中水田 1.3427hm²、旱地 0.0647hm²，主要分布于矿区西侧，根据调查矿山高位水池压占破坏水田，破坏面积为 0.0123hm²（经核实该处水田不是基本农田）。耕地面积占项目用地总面积的 1.24%。项目区农田耕层土壤养分含量整体上处于中等肥力水平。其中，有机质含量 11.9g/kg，速效氮 52.49mg/kg，有效磷 3.8mg/kg，有效钾 59.6mg/kg。耕作层厚度约 20cm，根据调查矿区内水田地力等级为三级，主要种植水稻。

矿区内耕地主要为黄壤，适种多种农作物，土层深厚，耕性良好，为所在地区的主要耕作土壤。黄壤分布于山谷间相对平坦地带，灌溉用水主要来源于山间溪流及大气降水。pH 值在 6.5~7.3 之间，盐基饱和度>70%。一般表土厚度 10~20cm，心土层 40~120cm 左右，有机质含量 1.2%左右。

2、林地

矿区林地类型为乔木林地、竹林地、灌木林地和其他林地，以乔木林地为主，林地总面积 109.4133hm²，占项目用地总土地面积的 96.19%，其中乔木林地面积 95.0547hm²，为项目区的主要地类类型，占总项目区土地面积的 83.59%，该地类表土层厚度一般在 20~50cm，上部腐殖质土质疏松，下部心土层质地紧密，结构团粒，土性较粘，因淋溶作用较强，土壤有机质含量 11.5g/kg，速效氮 69.13mg/kg，有效磷 4.1mg/kg，有效钾 126.7mg/kg，pH 值 7.1，土壤肥力较高，适合马尾松、杉树、毛竹、低矮灌木和茅草的生长。矿山开采未发现植被受影响。

2.6 矿山及周边人类工程活动情况

2.6.1 矿业活动影响特征

矿区一带破坏地质环境的人类活动主要为探矿、采矿、选矿。

本矿山从 2007 年开始地质探矿，2024 年 9 月正式开采，平硐及工业场地、选厂、尾矿中转站、废石中转站、巷道等已建设完整。各体系运行良好。主要工程活动有平硐及工

业场地、选厂及道路的建设、废石堆填、尾矿排放等。

平硐及工业场地及道路的建设及场地平整，形成部分的开挖填边坡，对地形地貌改变较大，对原有山林植被有一定的破坏。

废石主要堆放于沟谷地带，形成废石堆高约 30m，坡度约 45° ，对地形地貌改变较大，对原有山林植被有一定的破坏。

尾矿中转站设在坡脚下，尾矿中转站对地形地貌改变较大，对原有山林植被造成一定的破坏。

上述人类工程活动已对矿区原始地质环境造成了一定的破坏和影响。

2.6.2 农业、林业及居民房屋建设

矿区地处山区，周围人烟稀少，距离最近的居民点是矿区扣除区域内的李家（约 35 人）、矿区外西北面约 300m 陡洞屯（约 28 人）和矿区外东北面约 50m 麻子坳（约 16 人），矿区周围主要为林地，农作物较少，没有对矿山及周边地质环境造成明显的破坏。

2.6.3 工程设施

采矿活动影响范围内无重要水利电力工程设施，无重要交通干线通过。矿区范围内仅有简易的农村道路及矿山道路，该道路一般沿溪流依山而建，在道路内侧一般存在高 3~35m、坡角 30° ~ 50° 的人工挖方边坡，对矿山及周边地质环境造成的破坏较严重。

2.6.4 农业耕植

矿山所处的区域气候条件良好，土壤、地形、地貌都具有多样性，为众多种类的植被生长提供了适宜的生存环境。评估区范围内存在部分水田及旱地，水田主要种植水稻、玉米，矿山开采没有占用或破坏基本农田。

综上所述，矿区及其附近人类工程活动较频繁，破坏地质环境的人类工程活动较严重。

评估区主要人类工程活动见下表 2-21。

表 2-21 矿山及周边其他人类工程活动情况表

农业耕种	居民点	人口（人）	类型	耕地（亩）
	李家	35	旱地、水田	约21亩
	陡洞村	28		
	麻子坳	16		
矿区建设	主要为平硐及工业场地、选厂及道路的建设、废石堆填、尾矿排放，对地质环境影响较强烈。			
城镇村庄及交通建设	村庄	李家、陡洞屯及麻子坳3处居民点，合计人口约79人，居民点没有进行大规模的人类工程活动。		
	交通	乡村道路、矿山道路。		
周边采矿活动	矿山周边无采矿权纠纷，对地质环境影响较轻。			
水利、电力通信工程	水利电力通信建设工程对地质环境影响一般。			

2.7 矿山地质环境和土地条件小结

2.7.1 影响矿山开采各要素复杂程度

矿山地质环境条件复杂程度根据对矿山开采影响很大的六大要素，即矿区水文地质条件、岩土体工程地质特征、地质构造的复杂程度、地质灾害的发育情况、矿山开采复杂情况及采动影响、矿区地形地貌形态及复杂程度等，划分为复杂、中等、简单三个级别。采取就上原则。6个要素条件中只要有一个满足某一级别，应定为该级别。本矿山设计为地下开采矿山，矿山地质环境条件复杂程度根据《广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求》（2017年7月）附录C.1来确定。

1、矿山开采标高***m~***m，开采矿体均位于当地侵蚀基准面（438.5m）以上，矿坑进水主要是碎屑岩裂隙水，充水含水层富水性弱，裂隙导水性差，补给来源主要是大气降水，补给条件差，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系不密切，现状矿坑正常涌水量为600.5m³/d，小于3000m³/d，地下采矿和疏干排水导致矿区周围主要充水含水层破坏可能性小，据《广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求》(2017年7月)表C.1判别，矿区水文地质条件复杂程度为简单。

2、矿床围岩岩体以薄-厚层状较坚硬-坚硬砂质板岩、砂岩、炭质板岩为主，轻微变质现象，蚀变弱，构造裂隙发育中等，岩石风化弱，采空区面积小，基岩风化破碎带5~10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性中等，矿体陡倾（60~85°），矿体普遍硅化，矿山工程场地地基稳定性较好。但在炭质较多地段、绿泥石化、碎裂（化）较强且硅化较弱局部地段，以及地表风化较强地段的人工边坡需要支护以确保安全。开采半年来，未发生坍塌现象，因此本矿区工程地质条件属中等。

3、矿区位于马海背斜北倾伏端，马堤～和平与矮岭～麻岭界两大断裂的旁侧。矿区岩层总体上表现为向南东东倾的单斜构造，仅发育有小规模次级褶皱，轴向多为北北东向，地质构造复杂，矿层(体)和矿床围岩岩层倾角 $52^{\circ} \sim 88^{\circ}$ ，岩层产状变化大，断裂构造发育，导水断裂带的导水性差，对井下采矿安全影响较大，该要素评定为复杂。

4、现状条件下，未发现崩塌、滑坡、采空塌陷、地裂缝、泥石流等地质灾害，现状条件下，矿山地质环境问题的类型发育，危害程度小，该要素评定为简单级别。

5、目前矿山采空区较少，未来采空区面积和空间较大，重复开采较少，采空区预留矿柱支撑，部分得到处理，采动影响较强烈。该要素评定为中等级别。

6、项目区属构造侵蚀中-低山地貌，地貌类型单一，最大相对高差 962.5m，一般相对高差 200~500m，地形中等切割，地形坡度一般 $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$ ，局部大于 60° ，地形起伏变化大，+610m 标高以上矿体能自然排水，主要硐口斜坡与岩层倾向斜交。因此综合评定该要素综合评定为中等级别。

2.7.2 矿山地质环境复杂程度

综上所述，矿山地质环境条件复杂程度确定为复杂。

3 矿山地质环境影响评估范围与级别

3.1 矿山地质环境影响评估范围与级别

3.1.1 矿山地质环境影响评估范围

矿山地质环境影响评估范围根据矿山开采对矿山地质环境影响的范围确定，包括矿区用地范围和采矿活动可能影响的范围。依据《规范》有关规定，通过矿山地质环境调查、分析，本次评估区范围确定为第一分水岭为界，评估区面积约 3.96km²。

3.1.2 矿山地质环境影响评估级别

根据《广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求》（2017 年 7 月），矿山地质环境影响评估级别，要根据评估区重要程度、矿山地质环境条件复杂程度及矿山生产建设规模等综合确定。

1、评估区重要程度

表3-1 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区
分布有500人以上的居民集中居住区	分布有200~500人的居民集中居住区	居民居住分散，居民集中居住区人口在200人以下
分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施	分布有二级公路、小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施	无重要交通要道或建筑设施
矿区紧邻国家级自然保护区（含地质公园、风景名胜区分等）或重要旅游景区（点）	紧邻省级、县级自然保护区或较重要旅游景区（点）	远离各级自然保护区及旅游景区（点）
有重要水源地	有分散居民饮用水水源地	无较重要水源地
破坏耕地、园地	破坏林地、草地	破坏其它类型土地

注：评估区重要程度分级确定采取上一级别优先的原则，只要有一条符合者即为该级别。

评估区内居民有李家（约 35 人）、麻子坳（约 16 人）陡洞屯（约 28 人），居住分散，居民集中居住区人口在 100 人以下；无重要交通要道或建筑设施；矿区远离各级自然保护区及旅游景区（点）；矿区生产生活用水水源为李家溪沟，李家、麻子坳居民饮用水水源为李家小溪东面的山泉水，陡洞屯居民饮用水水源为矿区南部的小溪，评估区范围内有分散居民饮用水源地；损毁土地资源类型为耕地、林地、工矿用地、住宅用地及交通用地，未破坏基本农田。依据《广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求》中的附录 B “表 3-1 评估区重要程度分级表”，矿区重要程度属重要区。

2、矿山生产建设规模

矿山设计年生产金矿石共***万吨，依据《广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求》中的附录 D：“矿山生产建设规模分类一览表”，判定生产建设规模属小型。

3、矿山地质环境条件复杂程度

依据《广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求》中的附录 C1 中“地下开采矿山地质环境条件复杂程度分级表”，且采取就上原则，矿山地质环境条件复杂程度属复杂级别。

综上所述，矿山生产建设规模属小型，矿区重要程度属重要区，矿山地质环境条件复杂程度为复杂，按《广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求》中的附录 A“表 3-2 矿山环境影响评估精度分级表”，矿山地质环境影响评估精度确定为一级。

表 3-2 矿山环境影响评估精度分级表

矿区重要程度	矿山建设规模	地质环境条件复杂程度		
		复杂（√）	中等	简单
重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	一级	一级
	小型（√）	一级（√）	一级	二级
较要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	二级	二级
	小型	一级	二级	三级
一般区	大型	一级	二级	二级
	中型	一级	二级	三级
	小型	二级	三级	三级

3.1.3 生产工艺流程分析

矿山开采出原矿石直接拉至选厂进行浮选，选出精矿后外运出售。废石存放于废石中转站中，后期优先用于回填采空区，部分外售。尾砂堆存于尾矿中转站中，后续外售。

1、修建矿山道路、平硐口及取土场取土复垦需要挖损土地，选厂、废石中转站、尾矿中转站、各平硐工业场地、总回风井及工业场地等压占损毁土地，破坏原生的地形地貌景观。

2、土地破坏的时序为破坏时开始至采取复垦工作恢复其用途时为止。

3、矿山道路边坡、平硐口边坡、废石堆填边坡等可能引发崩塌滑坡地质灾害，废石堆放可能引发泥石流地质灾害，地下开采形成采空区可能引发采空塌陷地质灾害。

3.2 现状评估

3.2.1 地质灾害现状评估

1、矿山地质灾害评估级别

根据《地质灾害危险性评估规程》（DB45/T1625-2024）（下文简称《评估规程》），评估区位于中~低山地貌，地形复杂；评估区现状地质灾害发育弱-强；地质构造复杂；水文地质条件简单；矿区内顶、底板围岩为浅变质砂岩及炭质板岩等致密岩石，岩石力学强度高，稳定性好，工程地质条件中等；破坏地质环境的人类工程活动较强烈，地质环境条件复杂程度复杂。矿山的设计年生产能力***万吨，为小型矿山，矿区属一般建设工程。参照《评估规程》地质灾害危险性评估分级（表 3-3），确定本矿山地质灾害危险性评估级别为一级。

3-3 地质灾害危险性评估分级表

类别		地质环境条件复杂程度		
		复杂（√）	中等	简单
建设工程	重要	一级	一级	二级
	较重要	一级	一级	二级
	一般	一级（√）	二级	二级
规划区		一级	一级	二级
注：规划区是指城镇及村庄规划区、城镇开发区、园区，其中园区指政府集中统一规划区域，如工业园区、农业园区、科技园区、物流园区、文化创意产业园区等。				

2、地质灾害现状评估

通过对评估区及附近的地质灾害调查、访问及收集有关资料，评估区一带可能发生的地质灾害类型主要有滑坡、崩塌、不稳定斜坡、采空塌陷、泥石流。本次对整个评估区包括已建各工业场地等区域进行了调查，共发现 11 处不稳定斜坡地质灾害。

因此，选取不稳定斜坡作为评估区地质灾害危险性现状评估的主要类型，并结合本矿山特点及地质灾害类型、成因，采取地质环境条件、人类工程活动以及地质灾害的危害对象、损失情况和稳定状态等作为地质灾害危险程度的评估要素。地质灾害诱发因素、地质灾害危害程度及危险性分级标准采用《评估规程》中分级规定来进行确定见表 3-4、表 3-5、表 3-6。

表 3-4 地质灾害诱发因素分类表

地质灾害类型	滑坡	崩塌（危岩）	泥石流	岩溶塌陷	采空塌陷
自然因素	地震、降水、融雪、融冰、地下水位上升、河流侵蚀、新构造运动	地震、降水、融雪、融冰、温差变化、河流侵蚀、树木根劈、雷击	降水、融雪、融冰、堰塞湖溢流、地震	地下水位变化、地震、降水	地下水位变化、地震
人为因素	开挖扰动、爆破、震动、加载、抽排水、灌水、采矿、沟渠溢流或渗水	开挖扰动、爆破、机械震动、加载、抽排水、灌水、灌浆、采矿	水库溢流或垮坝、弃渣加载、沟渠溢流、植被破坏	开挖扰动、爆破、机械震动、加载、抽排水、灌水、灌浆、采矿、水库浸没	开挖扰动、震动、加载、抽排水、灌水、采矿
注：不稳定斜坡的诱发因素根据其变形破坏方式参照滑坡、崩塌地质灾害进行分析。					

表 3-5 地质灾害危害程度分级表

危害程度	灾情		险情	
	死亡人数（人）	直接经济损失（万元）	受威胁人数（人）	可能直接经济损失（万元）
大	>10	>500	>100	>500
中等	3~10	100~500	10~100	100~500
小	<3	<100	<10	<100
注 1：灾情：指已发生的地质灾害，采用“人员伤亡情况”“直接经济损失”指标评价。				
注 2：险情：指可能发生的地质灾害（地质灾害隐患），采用“受威胁人数”“可能直接经济损失”指标评价。				
注 3：危害程度采用“灾情”或“险情”指标评价。				

表 3-6 地质灾害危险性现状评估分级表

危害程度	发育程度		
	强	中等	弱
大	危险性大	危险性大	危险性中等
中等	危险性大	危险性中等	危险性中等
小	危险性中等	危险性小	危险性小

表 3-7 评估区地质灾害易发程度分级表

易发程度分级	评价指标		
	单体地质灾害发育程度	单体地质灾害规模	地质灾害发育数量（点/km ² ）
高易发	以强发育为主	中、大型为主	多（>5）
中等易发	以中等发育为主	小-中型	中等（2-5）
低易发	以弱发育为主	小型为主	少（<2）
注：按就高原则，有二项指标符合较高级别则判定为该级别。			

依据项目建设的特点，同时依据表 3-8 确定不稳定斜坡的发育程度。

表 3-8 不稳定斜坡发育程度 (可能性)分级表

岩土体类型		地下水特征	坡高 (m)	发育程度
土体	全新世以来河流、滨海堆积、湖沼沉积土体, 膨胀土, 软土, 人工堆积松散填土	有地下水	> 4	强发育
			2~4	中等发育
			<2	弱发育
		无地下水	> 5	强发育
			3~5	中等发育
			<3	弱发育
	晚更新世及其以前堆(沉)积、坡积、残积土体, 压实填土(压实度 90% 以上)	有地下水	> 10	强发育
			5~10	中等发育
			<5	弱发育
		无地下水	> 15	强发育
			8~15	中等发育
			<8	弱发育
岩体	膨胀岩, 成岩程度较差的粉砂岩、泥岩、页岩、凝灰岩, 风化带、构造破碎带、散体或碎裂结构岩体	有地下水	> 10	强发育
			5~10	中等发育
			<5	弱发育
		无地下水	> 15	强发育
			10~15	中等发育
			<10	弱发育
	有泥页岩软弱夹层, 软质碎屑岩	有地下水	> 15	强发育
			8~15	中等发育
			<8	弱发育
		无地下水	> 20	强发育
			15~20	中等发育
			<15	弱发育
	均质较硬的碎屑岩、碳酸盐岩、变质岩	有地下水	> 20	强发育
			10~20	中等发育
			<10	弱发育
		无地下水	> 30	强发育
			15~30	中等发育
			<15	弱发育
	较完整坚硬的石英砂岩、碳酸盐岩、变质岩、岩浆岩	有地下水	> 25	强发育
			15~25	中等发育
			<15	弱发育
		无地下水	> 40	强发育
			20~40	中等发育
			<20	弱发育

注 1: 应先判别是否属不稳定斜坡, 判定为不稳定斜坡后, 才能参照该表参数进行评估;

注 2: 岩、土质边坡的划分标准: 覆盖土层的厚度占边坡总高度的 2/3 以上为土质边坡; 覆盖土层厚度小于边坡总高度的 1/6, 为岩质边坡; 覆盖土层厚度占边坡总高度的 1/6~2/3 为混合边坡;

注 3: 地下水特征指边坡有泉水出露或地下水星面状渗流;

注 4: 可计算 F_s 的优先按 F_s 判定稳定状态;

注 5: 有设计坡率的按设计坡率进行评估; 无设计坡率的, 土质边坡按坡率 1: 1、岩质边坡按坡率 1:0.5~1:0.75 进行评估;

注 6: 有外倾软弱结构面或顺向斜坡应相应提高一个级别评定;

注 7: 现状有变形特征的不稳定斜坡应根据其破坏模式按滑坡、崩塌进行评估;

注 8: 经过专项设计或有效治理的斜坡不应判定为不稳定斜坡。

(1)自然斜坡

评估区自然斜坡，地形坡度 $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$ ，局部大于 60° ，植被发育，坡体由寒武系清溪组深灰色、灰黑色碳质板岩夹砂质板岩组成。一般相对高差 200m~500m，经野外调查，未发现裂缝、掉块、崩塌现象，现状稳定，调查时未发现不稳定斜坡。

(2)不稳定斜坡

经本次调查，共发现不稳定斜坡 11 处，分述如下：

XP1：位于废石中转站平台上方，由修建废石中转站平台开挖形成的临时边坡。该边坡长约 51 米，坡高约 5~10m，坡度约 50° ，坡体由寒武系清溪组深灰色、灰黑色碳质板岩夹砂质板岩组成，岩体破碎，稳定性较差。在机械震动和降雨等其他因素影响下，不稳定斜坡 XP1 容易出现崩塌滑坡。岩层产状 $125^{\circ} \angle 58^{\circ}$ ，节理产状 $292^{\circ} \angle 69^{\circ}$ 、 $93^{\circ} \angle 57^{\circ}$ ，边坡产状 $134^{\circ} \angle 50^{\circ}$ ，利用赤平投影，对边坡稳定性最不利的是 J0、J1 楔形体，其与坡向夹角为 72.9° 为大斜交坡，倾角为 12.6° ，倾角小，判别该边坡稳定。对照表 3-8 散体或碎裂结构岩体、无地下水、坡高 $< 15\text{m}$ ，发育程度为中等发育，坡脚下设有截排水沟；现状未有人员伤亡和未产生直接经济损失，可能直接经济损失 < 100 万元，主要威胁来往废石中转站平台的车辆及工作人员，危害程度小，危险性小，属于中等易发地质灾害。

XP2：位于废石中转站内，由矿山开采生产的废石堆放而形成填方边坡。该边坡长约 88 米，坡高约 25 米，坡度约 45° ，坡体由松散岩体组成，块体大小不一，岩体结构松散，稳定性较差。在机械震动和降雨等其他因素影响下，不稳定斜坡 XP2 容易出现崩塌滑坡。对照表 3-8 人工堆积松散填土、无地下水、坡高 $> 5\text{m}$ ，发育程度为强发育，外围设有截排水沟，现状未有人员伤亡和未产生直接经济损失，可能直接经济损失 < 100 万元，主要威胁废石中转下方的道路、来往车辆及行人、水田，危害程度小，危险性中等，属于高易发地质灾害。

XP3：位于矿区东北角（矿山道路旁），由修建矿山道路开挖形成的挖方边坡。该边坡长约 30 米，坡高约 20m，坡度约 30° ，坡体由寒武系清溪组深灰色、灰黑色碳质板岩夹砂质板岩组成，岩体破碎，稳定性较差。在机械震动和降雨等其他因素影响下，不稳定斜坡 XP3 容易出现崩塌滑坡。对照表 3-8 散体或碎裂结构岩体、无地下水、坡高 $> 15\text{m}$ 分析，发育程度为强发育，边坡采用了分级放坡，每级边坡高约 15m，平台宽约 1m，坡脚下设有截排水沟，故发育强度降低一级，即发育程度为中等发育，根据现状未有人员伤亡和未产生直接经济损失，可能直接经济损失 < 100 万元，主要威胁为不稳定斜坡下方来往车辆及行人，危害程度小，危险性小，属于中等发地质灾害。

XP4: PD725 附近的矿山道路，由修建矿山道路开挖而形成挖方边坡。该边坡长约 168 米，坡高约 5~15m，坡度约 50°，坡体由寒武系清溪组深灰色、灰黑色碳质板岩夹砂质板岩组成，岩体破碎，稳定性较差。在机械震动和降雨等其他因素影响下，不稳定斜坡 XP4 容易发现崩塌滑坡。对照表 3-8 碎裂或散体结构岩体、无地下水、坡高 10~15m 分析，发育程度为中等发育；坡脚下设有截排水沟，根据现状未有人员伤亡和未产生直接经济损失，可能直接经济损失<100 万元，主要威胁为不稳定斜坡下方来往车辆及行人，危害程度小，危险性小，属于中等易发地质灾害。

XP5: 位于 PD685 平硐口，由修建 PD685 平硐口工业场地开挖形成的挖方边坡。该边坡长约 30 米，坡高约 2~8m，坡度约 40°-60°，坡体为寒武系清溪组深灰色、灰黑色碳质板岩夹砂质板岩，岩体破碎，稳定性较差，在机械震动和降雨等其他因素影响下，不稳定斜坡 XP5 容易发现崩塌滑坡。对照表 3-8 散体或碎裂结构岩体、无地下水、坡高<10m 分析，发育程度为弱发育，局部边坡已喷浆锚固，现状未有人员伤亡和未产生直接经济损失，可能直接经济损失<100 万元，主要威胁 PD685 平硐工业场地来往车辆及工作人员及设备建筑物，危害程度小，危险性小，属于低易发地质灾害。

XP6: 位于 765 平硐附近的矿山道路，由修建矿山道路开挖而形成的挖方边坡。该边坡长约 96 米，坡高约 3-8m，坡度约 40°，坡体由寒武系清溪组深灰色、灰黑色碳质板岩夹砂质板岩组成，岩体破碎，稳定性较差。在机械震动和降雨等其他因素影响下，不稳定斜坡 XP6 容易发现崩塌滑坡。对照表 3-8 散体或碎裂结构岩体、无地下水、坡高<10m 分析，发育程度为弱发育；坡脚下设有截排水沟，根据现状未有人员伤亡和未产生直接经济损失，可能直接经济损失<100 万元，主要威胁为不稳定斜坡下方来往车辆及行人，危害程度小，危险性小，属于低易发地质灾害。

XP7、XP8: 位于尾矿中转站两侧，由修建尾矿中转站开挖而形成的挖方边坡。XP7 边坡长约 20 米，坡高约 2~6m，坡度约 30°；XP8 边坡长约 40 米，坡高约 2~8m，坡度约 50°。坡体均由寒武系清溪组深灰色、灰黑色碳质板岩夹砂质板岩组成，岩体破碎，稳定性较差。在机械震动和降雨等其他因素影响下，不稳定斜坡 XP7、XP8 容易发现崩塌滑坡。对照表 3-8 散体或碎裂结构岩体、无地下水、坡高<10m 分析，发育程度为弱发育；坡脚下设有截排水沟，根据现状未有人员伤亡和未产生直接经济损失，可能直接经济损失<100 万元，主要威胁为尾矿中转站来往车辆、工作人员及机械设备，危害程度小，危险性小，属于低易发地质灾害。

XP9: 位于 PD685 平硐工业场地，由修建 PD685 平硐工业场地而形成的填方边坡。该边坡长约 15 米，坡高约 1~5m，填方边坡坡率 1:1.5，坡体由块石、碎石土等组成，结构松散，稳定性较差，在机械震动和降雨等其他因素影响下，不稳定斜坡 XP9 容易发现崩塌滑坡。对照表 3-8 人工堆积松散填土、无地下水、坡高 3~5m 分析，发育程度为中等发育；根据现状未有人员伤亡和未产生直接经济损失，可能直接经济损失<100 万元，主要威胁为 PD685 平硐工业场地上的建筑物、机械设备及来往车辆及工作人员，危害程度小，危险性小，属于中等易发地质灾害。

XP10: 位于 PD765 平硐附近，由修建 PD805 平硐工业场地而形成的填方边坡。该边坡长约 50 米，坡高 16m，填方边坡坡率 1:1.5，坡体由块石、碎石土等组成，结构松散，稳定性较差，在机械震动和降雨等其他因素影响下，不稳定斜坡 XP10 容易发现崩塌滑坡。对照表 3-8 人工堆积松散填土、无地下水、坡高 > 5m 分析判断，发育程度为强发育，在坡角处修建了挡土墙，侧边修建了截排水沟，故发育强度降一级，为中等发育；根据现状未有人员伤亡和未产生直接经济损失，可能直接经济损失<100 万元，主要威胁 PD765 平硐工业场地来往车辆及工作人员，危害程度小，危险性小，属于中等易发地质灾害。

XP11: 位于 PD725 平硐附近，由修建 PD765 平硐工业场地而形成的填方边坡。该边坡长约 76 米，坡高 13m，填方边坡坡率 1:1.5，坡体由块石、碎石土等组成，结构松散，稳定性较差，在机械震动和降雨等其他因素影响下，不稳定斜坡 XP11 容易发现崩塌滑坡。对照表 3-8 人工堆积松散填土、无地下水、坡高 > 5m 分析判断，发育程度为强发育，在坡角处修建了挡土墙，侧边修建了截排水沟，故发育强度降一级，为中等发育；根据现状未有人员伤亡和未产生直接经济损失，可能直接经济损失<100 万元，主要威胁 PD725 平硐工业场地来往车辆及工作人员，危害程度小，危险性小，属于中等易发地质灾害。

废石中转站位于一条长约 500m，底宽约 15~60m 的“U”字型峡谷中，坡度约 15° ~ 25°，面环山，开口方向 60°，调查时废石堆放高度约 25m，外围修建截排水沟，调查时未有水汇聚，现状发现泥石流的可能性小，危害程度小，危险性小。尾矿中转站位于“U”字型峡谷中，坡度约 15° ~ 25°，面环山，开口方向 22°，调查时尾砂较少，外围修建截排水沟，调查时未有水汇聚，现状发现泥石流的可能性小，危害程度小，危险性小。

(3) 地质灾害危险性现状评估小结

根据野外，自然斜坡较稳定，评估区范围内共发现 11 处不稳定斜坡地质灾害。其中不稳定斜坡 XP2 发育程度强，危害程度小，危险性中等，属高易发地质灾害；不稳定斜坡 XP1、XP3、XP4、XP9、XP10、XP11 发育程度中等，危害程度小，危险性小，属中等易发地质灾害；XP5、XP6、XP7、XP8 发育程度弱，危害程度小，危险性小，属低易发地质灾害。

表 3-9 不稳定斜坡边坡现状评估汇总表

编号	位置	坡长 (m)	坡高 (m)	坡率	主要物质成分	边坡 性质	不稳定斜坡可能性 分级表	已采取的工程措施	现状评估			
									发育 程度	威胁对象	危害 程度	危险 性
XP1	废石中转站 平台上方	51	5-10	50°	寒武系清溪组深 灰色、灰黑色碳质 板岩夹砂质板岩	挖方 岩质 边坡	散体或碎裂结构岩 体、无地下水、坡 高 > 15m	坡脚下设有截排水沟	中 等	来往废石中转站平台的 车辆及工作人员	小	小
XP2	废石中转站 内	88	25	45°	松散岩体	废石 填方 边坡	人工堆积松散填 土、无地下水、坡 高 > 5m	外围设有截排水沟	强	废石中转下方的道路、来 往车辆及行人、水田	小	中 等
XP3	矿区东北角 (矿山道路 旁)	30	20	30°	寒武系清溪组深 灰色、灰黑色碳质 板岩夹砂质板岩	挖方 岩质 边坡	散体或碎裂结构岩 体、无地下水、坡 高 > 15m	边坡采用了分级放坡，每级 边坡高约 15m，平台宽约 1m，坡脚下设有截排水沟	强	不稳定斜坡下方来往车 辆及行人	小	中 等
XP4	PD725 附近 的矿山道路	168	5-15	50°	寒武系清溪组深 灰色、灰黑色碳质 板岩夹砂质板岩	挖方 岩质 边坡	散体或碎裂结构岩 体、无地下水、坡 高 10~15m	坡脚下设有截排水沟	中 等	不稳定斜坡下方来往车 辆及行人	小	小
XP5	PD685 平硐 口	30	2-8	40-60°	寒武系清溪组深 灰色、灰黑色碳质 板岩夹砂质板岩	挖方 岩质 边坡	散体或碎裂结构岩 体、无地下水、坡 高 < 10m	局部边坡已喷浆锚固	弱	PD685 平硐工业场地来 往车辆及工作人员及设 备及建筑物	小	小
XP6	765 平硐附 近的矿山道 路	96	3-8	40°	寒武系清溪组深 灰色、灰黑色碳质 板岩夹砂质板岩	挖方 岩质 边坡	散体或碎裂结构岩 体、无地下水、坡 高 < 10m	坡脚下设有截排水沟	弱	不稳定斜坡下方来往车 辆及行人	小	小
XP7	尾矿中转站 两侧	20	2-6	30°	寒武系清溪组深 灰色、灰黑色碳质 板岩夹砂质板岩	挖方 岩质 边坡	体或碎裂结构岩 体、无地下水、坡 高 < 10m	坡脚下设有截排水沟	弱	尾矿中转站来往车辆、工 作人员及机械设备	小	小
XP8	尾矿中转站 两侧	40	2-8	50°	寒武系清溪组深 灰色、灰黑色碳质 板岩夹砂质板岩	挖方 岩质 边坡	体或碎裂结构岩 体、无地下水、坡 高 < 10m	坡脚下设有截排水沟	弱	尾矿中转站来往车辆、工 作人员及机械设备	小	小

编号	位置	坡长 (m)	坡高 (m)	坡率	主要物质成分	边坡 性质	不稳定斜坡可能性 分级表	已采取的工程措施	现状评估			
									发育 程度	威胁对象	危害 程度	危险 性
XP9	PD685 平硐 工业场地	15	1-5	1:1.5	块石、碎石土	填方 边坡	人工堆积松散填 土、无地下水、坡 高 3~5m	无工程措施	中 等	PD685 平硐工业场地上的 建筑物、机械设备及来 往车辆及工作人员	小	小
XP10	PD765 平硐 附近	50	16	1:1.5	块石、碎石土	填方 边坡	人工堆积松散填 土、无地下水、坡 高 > 5m	在坡角处修建了挡土墙，侧 边修建了截排水沟	强	PD765 平硐工业场地来 往车辆及工作人员	小	中 等
XP11	PD725 平硐 附近	76	13	1:1.5	块石、碎石土	填方 边坡	人工堆积松散填 土、无地下水、坡 高 > 5m	在坡角处修建了挡土墙，侧 边修建了截排水沟	强	PD725 平硐工业场地来 往车辆及工作人员	小	中 等

3.2.2 地形地貌景观影响和破坏现状评估

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)附录 E, 本次评估工作专门进行了现场地质环境综合调查, 对评估区地形地貌景观影响作出评估, 调查及评估标准如表 3-10。

表 3-10 矿山地质环境影响分级表

影响程度分级	严重	较严重	较轻
地形地貌景观	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大; 对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大; 对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较重	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小; 对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较轻
注: 分级确定采取上一级别优先原则, 只要有一项要素符合某一级别, 就定为该级别。			

(1) 周边景区景观

经现场调查, 矿区范围内无风景名胜区、地质公园、森林公园、湿地公园、石漠公园、海洋公园、生态保护红线(三区三线成果)的任何图斑, 温泉自然保护区边界在矿区边界西南侧外 500m, 为县级保护区, 标高约 400~1360m。采矿活动不会对各类自然保护区、人文景观、风景名胜区等地形地貌的影响和破坏。

(2) 采矿设施建设对地形地貌景观的影响

矿山开采对原生的地形地貌景观的破坏主要体现在三个方面: 一是矿山道路开挖形成道路边坡及 4 个平硐口的开挖边坡造成对地形地貌景观的破坏; 二是废石堆放、尾砂的堆放等改变原有边坡形态, 掩埋了原有的地表植被, 植被无法生长, 造成对地形地貌景观的破坏; 三是修建 4 个平硐工业场地、选矿厂、高位水池、2 个总回风井及办公生活区等, 造成原地貌、植被破坏, 占用土地, 使原有的自然景观类型变为工矿场地等, 造成对地形地貌景观的破坏。

矿山道路开挖形成道路边坡及 4 个平硐口的开挖边坡造成对地形地貌景观的破坏。为了修建矿山道路开挖了原有地形地貌, 形成了道路边坡, 矿山道路为 III 级公路, 道路路面宽 5m, 平均坡度 6.5%, 最大纵坡 $\leq 9\%$, 最小曲线半径 $\geq 15\text{m}$, 每隔 200m~300m 设有一宽 8m、长 18m 的错车道。本矿山为地下开采, 现状共修建了 4 个平硐口, 平硐均采用三心拱形状, 净宽 3350mm, 净高 2600mm, 净断面为 8.23m^2 。

采矿废石、尾砂堆放改变原有边坡形态，造成对地形地貌景观的破坏。矿区内现有 1 处废石中转站及 1 处尾矿中转站，废石中转站位于矿区东北部、选厂东面山坳处，设计最大堆放量约 27.2 万 m³，高度 25m，坡度约 45°，占地面积约 7486m²。尾矿中转站位于选厂东南侧一山坳内，设计最大堆放量约 2.8 万 m³，高度 2~8m，坡度约 30°，占地面积约 5359m²。

4 个平硐工业场地、选矿厂、高位水池、2 个总回风井及办公生活等工业场地造成对地形地貌景观的破坏。矿山目前有 4 个平硐工业场地，PD805 工业场地占地面积 558m²，使原有的地形地貌景观改变为工业场地类型，影响程度为轻度。PD765 工业场地占地面积 1603m²，使原有的地形地貌景观改变为工业场地类型，影响程度为轻度。PD725 工业场地占地面积 256m²，使原有的地形地貌景观改变为工业场地类型，影响程度为轻度。PD685 工业场地占地面积 3501m²，使原有的地形地貌景观改变为工业场地类型，影响程度为轻度。在 PD685 东侧修建了一选矿厂，占地面积约 3558m²，使原有的地形地貌景观改变为工业场地类型，影响程度为轻度。在矿区北西面+875m 标高的地方建一座 200m³（生产与消防用）和一座 50m³（生活用水）高位水池，占地面积约 123m²，使原有的地形地貌景观改变为工业场地类型，影响程度为中度。矿山共建了 2 个总回风井，总回风井 1 占地面积 25m²，总回风井 2 占地面积 2355m²，使原有的地形地貌景观改变为工业场地类型，影响程度为轻度。在尾矿中转站下游约 350 米处修建了办公生活区，占地面积 2957m²，使原有的地形地貌景观改变为工业场地类型，影响程度为轻度。

由于矿山处在山区里，各临时建筑物在山坡上，矿体开采在地下，废石、尾矿堆放在凹谷中，这些工程相对较隐蔽，不在公众显著视野范围内，只有 PD805 工业场地、PD765 工业场地及废石、尾矿堆放对视觉景观产生较大的影响，因此采矿总体上对矿区地形地貌景观格局的产生影响较大。

根据《编制规范》附录 E 判定，PD805 工业场地、PD765 工业场地、废石中转站、尾矿中转站对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大，矿山开采对地形地貌景观影响较严重。

3.2.3 含水层的影响和破坏现状评估

根据《广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求》(2017 年 7 月)附录 E，本次评估工作专门进行了现场地质环境综合调查，对评估区含水层影响作出评估，调查及评估标准如表 3-11。

表 3-11 矿山地质环境影响程度分级表

影响程度分级	严重	较严重	较轻
含水层	矿床充水主要含水层结构破坏，产生导水通道； 矿井正常涌水量大 10000m ³ /d； 区域地下水水位下降； 矿区周围主要含水层(带)水位大幅下降，或呈疏干状态，地表水体漏失严重； 不同含水层(组)串通水质恶化； 影响集中水源地供水，矿区及周围生产、生活供水困难	矿井正常涌水量 3000m ³ /d~10000m ³ /d； 矿区及周围主要含水层(带)水位下降幅度较大，地下水呈半疏干状态； 矿区及周围地表水体漏失较严重； 影响矿区及周围部分生产生活供水	矿井正常涌水量小于 3000m ³ /d； 矿区及周围主要含水层水位下降幅度小； 矿区及周围地表水体未漏失； 未影响到矿区及周围生产生活供水
注：分级确定采取上一级别优先原则，只要有一项要素符合某一级别，就定为该级别。			

1、含水层结构破坏

矿区开采至今半年左右，对矿山含水层结构产生主要影响是井巷开拓，形成众多的相互贯通、纵横交错的井巷，使得相对封闭的地下水结构被破坏，井巷开拓破坏了隔水层、相对隔水层和穿越导水断裂，井巷成为地下水向深部运移连通深部矿床的充水通道，一定程度上改变了碎屑岩裂隙水的排泄方式，由于该含水岩组富水性不强，裂隙导水性差，透水性弱，可视为相对隔水层，对地下含水层的破坏有限，故对含水层及矿床充水影响较轻。

2、现状矿坑涌水特征

根据矿山企业提供的矿坑涌水统计资料，矿山最大矿坑涌水量 1192.8m³/d、最小涌水量 436.9m³/d，正常涌水量 600.5m³/d。根据矿区水文地质报告，坑道绝大部分为干燥或潮湿区，只在裂隙发育地段及断层破碎带附近存在范围不大的滴水地段，矿区及周围主要含水层水位下降幅度小。故矿坑涌水对含水层的影响较轻。

3、矿区及周围地表水的漏失情况

根据调查，未发现矿区及周边地表水体存在漏水现象，溪沟的主要补给来源为大气降水，矿坑涌水经沉淀池处理后的循环利用，溪沟水量也不受矿山地下开采影响。因此，矿山开采对矿区及周围地表水水量影响较轻。

4、采矿活动对矿区及周边用水影响分析

据调查，矿区职工及周围居民（李家、麻子坳）用水主要采用李家溪沟上游山泉水。矿区周边的农田以旱地为主，基本为望天田，灌溉用水量极少，主要来自李家溪沟水及山间泉水，农田灌溉基本能维持灌溉用水，目前没有发现生产生活缺水的现象，矿区内没有发现地表水往矿坑渗漏。矿山开采对矿区及周围居民生产、生活供水影响较轻。

综上所述，矿山开采影响最低开采标高以上的含水层部分，在小范围内改变地下水的流场和循环，部分改变当地地下水的补径排条件，矿山开采包括巷井等地下水含水层结构产生了破坏，矿坑正常涌水量为 600.5m³/d，矿区周围主要的含水层水位下降幅度较小，矿区地表水体漏失较轻，井巷等造成不同含水层串通，但水质没有恶化，对当地居民的生活饮用水影响较轻。因此，采矿活动导致地下水含水层破坏的影响程度较轻。

3.2.4 矿区水土环境污染现状评估

本矿山采矿活动对矿区水环境产生的影响主要为生产废水和生活废水。生产废水主要为采矿废水和矿坑涌水及选矿废水，生产废水对地表水及地下水水质产生污染和不同含水层（组）串通使水质恶化。

1、地下水水质污染现状评估

根据开采区工业场地及地下开采区的分布特点及环境水文地质条件，本次地下水污染的现状调查分别布置了 3 处矿坑涌水点水质监测，地下水监测布点具体见表 3-12。

表 3-12 地下水监测点布设一览表

分项	编号	监测点	取样时间	位置关系	坐标
矿坑涌水	DX1	中段 805	2024.11.25	距 PD805 硐口约 147m	X: ***** Y: *****
	DX2	中段 725	2024.11.25	距 PD765 硐口约 220m	X: ***** Y: *****
	DX3	中段 765	2024.11.25	距 PD765 硐口约 240m	X: ***** Y: *****

地下水水质现状检测统计结果见表 3-13。

表 3-13 地下水质量监测结果与评价单位：mg/L

检测项目	DX1	DX2	DX3	《地下水质量标准》GB/T 14848-2017 III类标准
浑浊度(NTU)	0.12	0.010	0.85	≤3
pH 值（无量纲）	7.34	8.07	7.55	6.5≤pH≤ 8.5
总硬度（以 CaCO ₃ 计，mg/L）	76.1	65.1	83.9	≤450
溶解性总固体(mg/L)	24.0	200	118	≤1000
硫酸盐(mg/L)	5.0	108	44.1	≤250
氯化物(mg/L)	0.70	0.73	0.55	≤250
铁(mg/L)	0.028	ND	0.041	≤0.3
锰(mg/L)	0.12	0.084	0.095	≤0.10
铜(mg/L)	ND	0.000092	ND	≤1.00
锌(mg/L)	ND	0.00081	0.00069	≤1.00

检测项目	DX1	DX2	DX3	《地下水质量标准》GB/T 14848-2017 III类标准
氨氮(mg/L)	0.14	0.24	0.12	≤0.50
硫化物(mg/L)	ND	ND	ND	≤0.02
亚硝酸盐氮(mg/L)	ND	ND	ND	≤1.00
硝酸盐氮(mg/L)	1.97	0.37	5.24	≤20.0
氰化物(mg/L)	ND	ND	ND	≤0.05
汞(mg/L)	0.000047	0.000046	0.000050	≤0.001
砷(mg/L)	0.0022	0.019	0.00052	≤0.01
镉(mg/L)	ND	ND	ND	≤0.005
六价铬(mg/L)	ND	ND	0.0040	≤0.05
铅(mg/L)	ND	0.00021	0.00011	≤0.01
备注：当测定结果低于方法检出限时，用“ND”表示				

由表 3-13 可知，除 DX1 矿坑涌水监测点锰超标（锰超标 0.2 倍）和 DX2 矿坑涌水砷超标外（砷超标 0.9 倍），其他监测因子均达到《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准要求。矿山开采抽排地下水形成局部降落漏斗，增强了地下水在岩层中的垂向与侧向流动，扩大了水流与富锰/砷岩层的接触范围或开采过程中岩体暴露通风使岩层接触氧气，引发氧化溶解反应，考虑矿山开采不久，且污染物尚未扩散，加之矿区岩土体中天然富含较高锰、砷矿物，造成 DX1 矿坑涌水监测点锰超标（锰超标 0.2 倍）和 DX2 矿坑涌水砷超标（砷超标 0.9 倍）的原因可能是岩层中的锰、砷溶解到水中，进而造成锰、砷超标。矿坑涌水平硐水沟或排水泵站抽排至地面沉淀池经处理达标后供生产循环使用，小量达标后外排李家溪沟，且下游 DB2 未发现锰、砷超标，地下水污染对灌溉土壤的影响较轻；与龙胜温泉保护区不在一个区域分水岭中，地下水污染对龙胜温泉保护区不影响；饮用水源不在李家溪沟下游，地下水污染对饮用水源无影响。

因此，现状矿山采矿活动对地下水水质影响程度较轻。

2、地表水污染的现状分析

本矿山采矿活动对矿区地表水环境产生影响主要为生产废水和生活污水。生产废水主要为井下废水（采矿废水和矿坑涌水）及选矿废水，生产废水经平硐水沟或排水泵站抽排至地面沉淀池经处理达标后供生产循环使用，小量达标后外排李家溪沟。矿区生活废水经化粪池处理后用于山林浇灌，不排放。

根据矿坑涌水、采矿废水、生活废水、选矿废水的处理流程，考虑了各种废水处理过程中各沉淀池采取了防渗措施，因此，本次选用沉淀池废水及地表水体李家溪沟上中下游

4 个地表水监测断面布设，具体布设情况见表 3-14。监测期间，矿山生产、沉淀池等设施正常运行。

表 3-14 地表水监测断面布设一览表

编号	取样位置	取样时间	坐标
废水	沉淀池	2024.06.24	X: ***** Y: *****
DB1	李家小溪上游	2024.11.25	X: ***** Y: *****
DB2	李家小溪中游	2024.11.25	X: ***** Y: *****
DB3	李家小溪下游	2024.11.25	X: ***** Y: *****

地表水检测、监测结果见表 3-15。

表 3-15 地表水检测结果表

检测项目	废水	DB1	DB2	DB3	《地表水环境质量标准》GB
pH 值（无量纲）	6.8	7.84	8.02	7.83	6~9
高锰酸指数		0.50	0.79	0.73	≤6
化学需氧量(mg/L)	4	ND	ND	ND	≤20
氨氮(mg/L)	0.598	0.12	0.19	0.098	≤1.0
总磷（以 P 计，mg/L）		ND	ND	0.021	≤0.2
总氮（以 N 计，mg/L）		0.46	0.95	1.02	≤1.0
铜(mg/L)	0.013L	ND	0.00071	0.00026	≤1.0
锌(mg/L)	0.013L	ND	0.0033	0.00085	≤1.0
氟化物（以 F 计，mg/L）		0.050	0.044	0.038	≤1.0
砷(mg/L)	0.0030	0.0043	0.0061	0.0041	≤0.05
汞(mg/L)	0.00004L	<0.00004	<0.00004	<0.00004	≤0.0001
镉(mg/L)	0.013L	ND	0.000050	ND	≤0.005
铬（六价）(mg/L)	0.007	ND	ND	ND	≤0.05
铅(mg/L)	0.05L	0.000095	0.0011	0.00017	≤0.05
氰化物	0.001L	ND	ND	ND	≤0.2
硫化物(mg/L)		ND	ND	ND	≤0.2
备注： 1.废水中的检测结果小于方法检出限以“检出限+L”表示； 2.DB1、DB2、DB3 中的测定结果低于方法检出限时，用“ND”表示。					

由表 3-15 可知，DB3 监测点除总氮超标 0.02 倍外，其余监测因子均达到《地表水环境质量标准》III类标准要求。因上游地表水体未受到污染，DB3 附近为李家村，造成 DB3 监测点总氮超标的原因可能是李家村居民生活污水地表漫流、下渗或生活固体废物降雨径流冲刷、淋滤下渗或周边农田氮肥通过地表径流、淋溶流失。

因此，现状矿山采矿活动对地表水质影响程度较轻。

3、土壤污染现状评估

根据现场调查、访问及收集资料，本次土壤现状在矿区范围内共布设 3 个土壤监测点，具体位置及详细情况见表 3-16。

表 3-16 土壤监测布点

编号	土壤类	取样时间	坐标	备注
TR1	林地	2024.11.25	X: ***** Y: *****	取土场附近土壤
TR2	旱地	2024.11.25	X: ***** Y: *****	办公生活区附近土壤
TR3	水田	2024.11.25	X: ***** Y: *****	李家附近土壤

农用地监测点执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）。各项标准值见表 3-17。

表 3-17 农用地土壤评价标准值 单位：mg/kg

项目		风险筛选值				风险管制值			
		pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5	pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8	1.5	2.0	3.0	4.0
	其他	0.3	0.3	0.3	0.6				
汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0	2.0	2.5	4.0	6.0
	其他	1.3	1.8	2.4	3.4				
砷	水田	30	30	25	20	200	150	120	100
	其他	40	40	30	25				
铅	水田	80	100	140	240	400	500	700	1000
	其他	70	90	120	170				
铬	水田	250	250	300	350	800	850	1000	1300
	其他	150	150	200	250				
铜	园地	150	150	200	200	/	/	/	/
	其他	50	50	100	100				
镍		60	70	100	190	/	/	/	/
锌		200	200	250	300	/	/	/	/

本次评价采用标准指数法对土壤质量现状进行评价。

$$P_i=C_i/S_i$$

式中：P_i—土壤中 i 元素标准指数；

C_i—i 元素的实际浓度，mg/kg；

S_i —i 元素的评价标准浓度，mg/kg。

表 3-18 评估地区土壤监测结果及评价一览表

监测点位名称	监测项目	pH 值	镉	汞	砷	铅	六价铬	铜	镍	锌
		(无量纲)	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
TR1 林地	监测值	6.85	1.82	0.23	61.1	44.2	75.1	102	95.9	177
	筛选值	$6.5 < \text{pH} \leq 7.5$	0.3	2.4	30	120	200	100	100	250
	标准指数	-	6.07	0.10	2.04	0.37	0.38	1.02	0.96	0.71
	评价结果	-	超标	达标	超标	达标	达标	超标	达标	达标
	管制值	$6.5 < \text{pH} \leq 7.5$	3.0	6.0	100	1000	1300	/	/	/
	标准指数	-	0.61	0.038	0.611	0.442	0.058	/	/	/
	评价结果	-	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
TR2 旱地	监测值	5.10	0.60	0.14	26.2	37.0	81.5	61.5	64.2	142
	筛选值	$\text{pH} \leq 5.5$	0.3	1.3	40	70	150	50	60	200
	标准指数	-	2.00	0.11	0.66	0.53	0.54	1.23	1.07	0.71
	评价结果	-	超标	达标	达标	达标	达标	超标	超标	达标
	管制值	$\text{pH} \leq 5.5$	1.5	2.0	200	400	800	/	/	/
	标准指数	-	0.4	0.07	0.131	0.0925	0.102	/	/	/
	评价结果	-	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
TR3 水田	监测值	5.18	0.47	1.46	7.95	61.6	77.4	43.3	42.8	129
	筛选值	$\text{pH} \leq 5.5$	0.3	0.5	30	80	250	50	60	200
	标准指数	-	1.57	2.92	0.27	0.77	0.31	0.87	0.71	0.65
	评价结果	-	超标	超标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	管制值	$\text{pH} \leq 5.5$	1.5	2.0	200	400	800	/	/	/
	标准指数	-	0.313	0.73	0.04	0.154	0.097	/	/	/
	评价结果	-	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

由表 3-18 可知，3 个土壤监测点的各监测因子均能满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）的风险管制值要求。所以监测点监测值均不超风险管控值，但 TR1 监测点镉、砷、铜超过风险筛选值，TR2 监测点镉、铜、镍超过风险筛选值，TR3 监测点镉、汞超过风险筛选值，超标倍数为 0.02-5.07。生产废水经平硐水沟或排水泵站抽排至地面沉淀池经处理达标后供生产循环使用，小量达标后外排李家溪沟，矿区生活废水经化粪池处理后用于山林浇灌，不排放，且本矿山采矿不久，根据《广西龙胜县陡洞矿区金矿选矿试验研究报告》可知，该成矿元素镉、汞、砷、铜、镍等丰度较高，在空间上与成矿关系密切，可视为金矿的成矿母岩，其浓度相对非成矿岩土中的浓度要高；根据查询 2014 年《广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司陡洞金矿***万 t/a 采选建设项目环境影响报告书（报批稿）》超标位置本底值较高；故造成 3 个监测点镉、汞、

砷、铜、镍超标的原因因为自然背景值高再加上农业生产活动及土壤地表氧化带矿体重金属元素流失所致。建议矿山企业做土壤专项调查，查清污染原因。

因此，现状矿山采矿活动对土壤环境影响程度较轻。

综上，现状评估认为，采矿活动对评估区水土环境污染影响程度较轻。

3.2.5 土地损毁现状评估

1、土地损毁情况

矿山已开采半年左右，对周围土地资源造成较大的影响和破坏，其破坏形式主要为挖损、压占。根据野外调查及矿山资料显示，矿山开采活动占用损毁土地面积 3.1772hm^2 （其中压占土地 2.8384hm^2 、挖损土地 0.3388hm^2 ）。其中损毁水田（0101） 0.0123hm^2 （不是基本农田），乔木林地（0301） 1.1511hm^2 ，灌木林地（0305） 0.2378hm^2 ，采矿用地（0602） 1.3762hm^2 ，农村宅基地（0702） 0.1230hm^2 ，农村道路（1006） 0.2768hm^2 。详见表 3-19。

表 3-19 已损毁土地地类面积统计表 单位 hm²

场地名称	损毁方式	损毁程度	损毁时段	合计	一、二级地类						土地权属
					耕地 (01)	林地 (03)		工矿用地 (06)	住宅用地 (07)	交通用地 (10)	
					水田 (0101)	乔木林地 (0301)	灌木林地 (0305)	采矿用地 (0602)	农村宅基地 (0702)	农村道路 (1006)	
PD805 及工业场地	压占	轻度	自基建始至复垦工作完成后止	0.0558		0.0195		0.0363			龙胜各族自治县江底乡泥塘村
PD765 及工业场地	压占	轻度		0.1603		0.0566		0.1037			
PD725 及工业场地	压占	轻度		0.0256		0.0199		0.0057			
PD685 及工业场地	压占	轻度		0.3501		0.2562			0.0939		
挡土墙	压占	轻度		0.0076		0.0054		0.0022			
废石中转站	压占	重度		0.7486		0.5581		0.1905			
选厂及沉淀池等	压占	轻度		0.4085		0.0527	0.1346	0.1921	0.0291		
尾矿中转站	压占	重度		0.5359		0.0080		0.5279			
高位水池	压占	中度		0.0123	0.0123						
总回风井 1	压占	轻度		0.0025		0.0025					
总回风井 2 及工业场地	压占	轻度		0.2355		0.1102	0.1032	0.0221			
办公生活区	压占	轻度		0.2957				0.2957			
矿山道路	挖损	中度		0.3388		0.0620				0.2768	
合计				3.1772	0.0123	1.1511	0.2378	1.3762	0.1230	0.2768	

矿山占用了水田，经龙胜族自治县自然资源局查询不是基本农田，对土地资源影响较严重。

根据《中华人民共和国土地管理法》、国务院颁布的《土地复垦条例》等，将土地损毁程度等级数确定为3级标准，分别定为：轻度损毁、中度损毁、重度损毁三级。矿区几种土地损毁类型损毁程度评价因素及等级标准见表3-20，评价结果见表3-19。

表 3-20 土地损毁程度评价因子及等级标准表

评价因素	评价因子	评价等级		
		轻度损毁（Ⅰ级）	中度损毁（Ⅱ级）	重度损毁（Ⅲ级）
挖损、压占、塌陷、污染	塌、挖、填深（高）度	<6 米	6~10 米	>10 米
	面积	林地或草地≤2 hm ² ，荒山或未开发利用土地≤10 hm ²	耕地≤2 hm ² ，林地或草地2~4 hm ² ，荒山或未开发利用土地 10~20 hm ²	基本农田，耕地>2 hm ² ，林地或草地>4 hm ² ，荒地或未开发利用土地>20 hm ²

3.2.6 现状评估小结

评估区为中-低山地貌，调查共发现 11 处不稳定斜坡，其中不稳定斜坡 XP2 发育程度强，危害程度小，危险性中等，属高易发地质灾害；不稳定斜坡 XP1、XP3、XP4、XP9、XP10、XP11 发育程度中等，危害程度小，危险性小，属中等易发地质灾害；XP5、XP6、XP7、XP8 发育程度弱，危害程度小，危险性小，属低易发地质灾害。矿区范围内无风景名胜、地质公园、森林公园、湿地公园、石漠公园、海洋公园、生态保护红线（“三区三线”成果）的任何图斑，远离主要交通干线，矿山道路、4 个平硐口开挖边坡造成对地形地貌景观的破坏；废石及尾砂临时堆放改变原有边坡形态，造成对地形地貌景观的破坏；4 个平硐工业场地、选厂、高水位池、2 个总回风井、办公生活区等压占土地，使原有的自然景观类型变为工矿场地等；PD805 工业场地、PD765 工业场地、废石中转站、尾矿中转站对原生的地形地貌景观影响严重。矿山井巷开拓使得相对封闭的地下水结构被破坏，由于该含水岩组富水性不强，裂隙导水性差，透水性弱，可视为相对隔水层，对地下含水层的破坏有限，现状矿坑正常涌水量为 600.5m³/d，矿区及周边地表水体未明显漏失，采矿活动未影响到矿区及周围生产生活供水，采矿活动对地下水含水层影响或破坏程度较轻；采矿活动对评估区水土环境污染影响程度较轻；采矿活动已破坏土地资源总面积为 3.1772hm²（其中压占土地 2.8384hm²、挖损土地 0.3388hm²），其中损毁水田（0101）0.0123hm²，乔木林地（0301）1.1511hm²，灌木林地（0305）0.2378hm²，采矿用地（0602）1.3762hm²，农村宅基地（0702）0.1230hm²，农村道路（1006）0.2768hm²，废石中转站、尾矿中转站

及矿山道路对土地资源的占用破坏或影响程度严重，高位水池对土地资源的占用破坏或影响程度较严重。（详见表 3-21）。

表 3-21 矿山地质环境影响现状评估结果表

矿山地质环境问题现状		分布位置	影响与危害对象	损失情况	影响程度级别
含水层	结构破坏	井巷开拓	破坏隔水层	无	较轻
	地表水漏失			无	较轻
	疏干影响			无	较轻
	水质污染			无	较轻
土地资源	矿山建设压占	废石中转站、尾矿中转站、平硐工业场地、选厂、高水位池、总回风井、办公生活区等	水田、乔木林地、灌木林地、采矿用地、农村宅基地、农村道路	总损毁面积 2.8384hm ²	严重
	地面变形损毁			无	较轻
	矿山建设挖损	矿山道路		总损毁面积 0.3388hm ²	较严重
	地质灾害损毁			无	较轻
	土壤污染损毁			无	较严重
地质灾害	滑坡、崩塌	废石中转站及旁边矿山道路、PD805 工业场地及 PD765 工业场地	不稳定斜坡下方的工作人员及来往车辆等	无	较严重
	泥石流			无	较轻
	采空区地面塌陷（地裂、沉陷）			无	较轻
	岩溶地面塌陷			无	较轻
	老窑突水、突泥			无	较轻
地形地貌景观	原生地形地貌	矿山道路、废石中转站、尾矿中转站、平硐及工业场地、选厂、高水位池、总回风井、办公生活区等	地形地貌	无	较严重
	自然保护区、人文、风景旅游区景观			无	较轻
	主要交通干线			无	较轻

根据《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》附录 E “矿山地质环境影响程度分级表”，对矿山占用破坏土地面积类型、大小、地质灾害危险程度等条件判定，将矿区现状地质环境现状评估划分为地质环境影响严重（Ⅰ）、较严重（Ⅱ）、地质环境影响一般（Ⅲ）三个区。各分区的基本特征描述如下：

根据上述原则及前述的现状评估结果，本矿山地质环境影响程度现状评估分区分为严重、较严重区和较轻区 3 个级别。

严重区：分布于废石中转站、尾矿中转站等地段，面积约 0.019km²。现状未发生崩塌、滑坡、泥石流、地面沉陷等地质灾害，现状不稳定斜坡地质灾害强发育，危害程度小，危险性中等，属高易发地质灾害；采矿活动导致矿区及周围地表水及地下水的污染程度较轻；对含水层影响或破坏程度较轻；对原生地形地貌影响和破坏程度严重；对土地资源影响和破坏程度严重。

较严重区：分布于 PD805 工业场地、PD765 工业场地、高位水池及矿山道路等地段，面积约 0.024km²。现状未发生崩塌、滑坡、泥石流、地面沉陷等地质灾害，现状不稳定斜坡地质灾害弱-强发育，危害程度小，危险性小-中等，属中等易发地质灾害；采矿活动导致矿区及周围地表水及地下水的污染程度较轻，对地下含水层影响或破坏程度较轻；对原生地形地貌影响和破坏程度较严重；对土地资源影响和破坏程度较严重。

较轻区：除上述区域以外评估区地段，面积约 3.907km²。现状未发生崩塌、滑坡、泥石流、地面沉陷等地质灾害，现状不稳定斜坡地质灾害弱发育，危害程度小，危险性小，属低易发地质灾害；采矿活动导致矿区及周围地表水及地下水的污染程度较轻，对地下含水层影响或破坏程度较轻；对地形地貌的影响和破坏程度较轻；对土地资源的影响和破坏程度较轻。

表 3-22 评估区地质环境现状影响分区说明表

分区名称及编号		规模面积 (km ²)	环境地质问题类型、分布及影响程度	防治难度
I	矿山地质影响严重区	0.019	分布于废石中转站、尾矿中转站等地段。现状未发生崩塌、滑坡、泥石流、地面沉陷等地质灾害，现状不稳定斜坡地质灾害强发育，危害程度小，危险性中等，属高易发地质灾害；采矿活动导致矿区及周围地表水及地下水的污染程度较轻；对含水层影响或破坏程度较轻；对原生地形地貌影响和破坏程度严重；对土地资源影响和破坏程度严重。	困难
II	矿山地质影响较严重区	0.024	分布于 PD805 工业场地、PD765 工业场地、高位水池及矿山道路等地段。现状未发生崩塌、滑坡、泥石流、地面沉陷等地质灾害，现状不稳定斜坡地质灾害弱-强发育，危害程度小，危险性小-中等，属中等易发地质灾害；采矿活动导致矿区及周围地表水及地下水的污染程度较轻，对地下含水层影响或破坏程度较轻；对原生地形地貌影响和破坏程度较严重；对土地资源影响和破坏程度较严重。	较困难
III	矿山地质影响较轻区	3.907	除上述区域以外评估区地段。现状未发生崩塌、滑坡、泥石流、地面沉陷等地质灾害，现状不稳定斜坡地质灾害弱发育，危害程度小，危险性小，属低易发地质灾害；采矿活动导致矿区及周围地表水及地下水的污染程度较轻，对地下含水层影响或破坏程度较轻；对地形地貌的影响和破坏程度较轻；对土地资源的影响和破坏程度较轻。	容易

3.3 预测评估

3.3.1 地质灾害预测评估

根据评估区的地形地貌、地层岩性、地质构造、岩土体工程地质特征、水文地质条件和采矿活动对地质环境的影响等要素，结合野外现状调查和地质灾害发育规律及形成条件及该场地建设特点分析。依据本矿山采矿活动特点和地质灾害形成机理，选取岩土层性质、地下水埋藏与波动特征、地形地貌、水文气象、人类工程活动以及地质灾害发育程度和危害对象、损失情况等，作为地质灾害危险性程度的评价要素。

在矿山建设和生产过程中，修建矿山道路及平硐工业场地等需要进行场地平整、地下采矿开拓掘进等人类工程活动，将改变评估区内局部岩土体中的力学平衡状态，如不及时采取防护措施或防护措施不当，则容易引发地质灾害。因此，预测矿山建设及开采过程中可能引发或加剧的地质灾害有不稳定斜坡引发崩塌、滑坡、泥石流、采空塌陷。结合这些地段地质环境条件与矿区的关系特点，在评估分区内按地质灾害种类分别进行预测评估。

矿山建设及开采过程中、开采完成（闭坑）后可能引发或加剧地质灾害危险性预测评估中，地质灾害诱发因素、危害程度、危险性预测评估按《评估规程》的划分标准表（见表 3-23～3-28）。

表 3-23 地质灾害诱发因素分类表

地质灾害类型	滑坡	崩塌（危岩）	泥石流	岩溶塌陷	采空塌陷
自然因素	地震、降水、融雪、融冰、地下水位上升、河流侵蚀、新构造运动	地震、降水、融雪、融冰、温差变化、河流侵蚀、树木根劈、雷击	降水、融雪、融冰、堰塞湖溢流、地震	地下水位变化、地震、降水	地下水位变化、地震
人为因素	开挖扰动、爆破、震动、加载、抽排水、灌水、采矿、沟渠溢流或渗水	开挖扰动、爆破、机械震动、加载、抽排水、灌水、灌浆、采矿	水库溢流或垮坝、弃渣加载、沟渠溢流、植被破坏	开挖扰动、爆破、机械震动、加载、抽排水、灌水、灌浆、采矿、水库浸没	开挖扰动、震动、加载、抽排水、灌水、采矿

注：不稳定斜坡的诱发因素根据其变形破坏方式参照滑坡、崩塌地质灾害进行分析。

表 3-24 建设工程与地质灾害的位置关系确定表

建设工程与地质灾害的位置关系	判 别 依 据
位于地质灾害的影响范围内	建设工程位于地质灾害体可能威胁到边界内
临近地质灾害的影响范围	建设工程位于地质灾害影响范围的边界外扩灾点中心至影响边界的最大距离之 2 倍的区域
位于地质灾害的影响范围外	建设工程位于临近地质灾害影响范围之外

表 3-25 工程建设引发崩塌、滑坡、危岩、采空塌陷、不稳定斜坡地质灾害可能性分级表

工程建设与地质灾害的位置关系	工程活动影响程度		
	拟建工程活动对地质灾害的稳定性影响大	拟建工程活动对地质灾害的稳定性影响中等	拟建工程活动对地质灾害的稳定性影响小
位于地质灾害的影响范围内	可能性大	可能性大	可能性中等
临近地质灾害的影响范围	可能性大	可能性中等	可能性小
位于地质灾害的影响范围外	可能性中等	可能性小	可能性小

表 3-26 工程建设引发沟谷泥石流地质灾害的可能性分级表

工程建设与泥石流的位置关系	工程活动影响程度		
	工程建设开挖山坡和破坏植被范围大，弃渣量大，造成沟谷堵塞严重，沟谷水流不畅通。	工程建设开挖山坡和破坏植被范围较大，弃渣量较大，造成沟谷堵塞程度中等，沟谷水流基本通畅。	工程建设对山坡和植被影响小，弃渣量小，沟谷堵塞程度轻微，沟谷水流通畅。
位于地质灾害的影响范围内	可能性大	可能性大	可能性中等
临近地质灾害的影响范围	可能性大	可能性中等	可能性小
位于地质灾害的影响范围外	可能性中等	可能性小	可能性小

表 3-27 地质灾害危害程度分级表

危害程度	灾情		险情	
	死亡人数（人）	直接经济损失（万元）	受威胁人数（人）	可能直接经济损失（万元）
大	>10	>500	>100	>500
中等	3~10	100~500	10~100	100~500
小	<3	<100	<10	<100
注 1：灾情：指已发生的地质灾害，采用“人员伤亡情况”“直接经济损失”指标评价。 注 2：险情：指可能发生的地质灾害（地质灾害隐患），采用“受威胁人数”“可能直接经济损失”指标评价。 注 3：危害程度采用“灾情”或“险情”指标评价。				

表 3-28 沟谷泥石流发育程度量化评判表

序号	判别指标	量级划分							
		强发育 (A)	得分	中等发育 (D)	得分	弱发育 (E)	得分	不发育 (D)	得分
1	崩塌、滑坡及水土流失 (自然和人为活动的) 严重程度。	崩塌、滑坡严重, 多层滑坡和大型崩塌, 表土疏松, 冲沟十分发育。	21	崩塌、滑坡较发育, 多层滑坡和中小型崩塌, 有零星植被发育, 冲沟发育。	16	有零星崩塌、滑坡和冲沟存在。	12	无崩塌、滑坡, 冲沟或发育轻微。	1
2	泥沙沿程补给长度比 (%)	>60	16	60~>30	12	<30~10	8	<10	1
3	沟口泥石流堆积活动程度	主河河形弯曲或堵塞, 主流受挤压偏移。	14	主河河形无较大变化, 仅主流受迫偏移。	11	主河形无变化, 主流在高水位时偏, 低水位时不偏。	7	主河无河形变化, 主流不偏。	1
4	河沟纵比降 (%)	>12	12	12~6	6	6~3	6	<3	1
5	区域构造影响程度	强抬升区, 6级以上地震区, 断层破碎带。	9	抬升区, 4~6级地震区, 有中小支断层。	7	相对稳定区, 4级以下地震区, 有小断层。	5	沉降区, 构造影响小或无影响。	1
6	流域植被覆盖率 (%)	<10	9	10~30	7	<30~60	5	>60	1
7	河沟近期一次变幅 (m)	>2.0	8	2.0~1.0	6	<1.0~0.2	4	<0.2	1
8	岩性影响	软岩、残坡积土、全风化侵入岩	6	软硬相间岩体	5	风化强烈和节理发育的硬岩	4	硬岩	1
9	沿沟松散物储量 ($10^4\text{m}^3/\text{km}^2$)	>10	6	10~5	5	<5~1	4	<1	1
10	沟岸山坡坡度 (°)	>32	6	32~25	5	<25~15	4	<15	1
11	产沙区沟槽横断面	V型谷、U型谷、谷中谷	5	宽U型谷	4	复式断面	3	平坦型	1
12	产沙区松散物平均厚度 (m)	>10	5	<10~5	4	<5~1	3	<1	1
13	流域面积 (km^2)	$0.2 \sim <5^2$	5	$5 \sim <10$	4	<0.2 以下 $10 \sim <100$	3	>100	1
14	流域相对高差 (m)	>500	4	500~300	3	<300~100	2	<100	1
15	河沟堵塞程度	严重	4	中等	3	轻微	2	无	1
评判等级标准		发育程度		强发育		中等发育		弱发育	
		综合得分		116~130		87~115		<86	

表 3-29 工程建设引发地质灾害危险性预测评估分级表

可能性	发育程度	危害程度	危险性
可能性大	强发育	危害大	危险性大
	中等发育		危险性大
	弱发育		危险性中等
	强发育	危害中等	危险性大
	中等发育		危险性大
	弱发育		危险性中等
	强发育	危害小	危险性大
	中等发育		危险性中等
	弱发育		危险性小
可能性中等	强发育	危害大	危险性大
	中等发育		危险性大
	弱发育		危险性中等
	强发育	危害中等	危险性大
	中等发育		危险性中等
	弱发育		危险性中等
	强发育	危害小	危险性中等
	中等发育		危险性中等
	弱发育		危险性小
可能性小	强发育	危害大	危险性大
	中等发育		危险性中等
	弱发育		危险性小
	强发育	危害中等	危险性中等
	中等发育		危险性中等
	弱发育		危险性小
	强发育	危害小	危险性中等
	中等发育		危险性小
	弱发育		危险性小

1、工程建设引发地质灾害危险性的预测评估

根据前述地质环境条件、现状评估、地质灾害发生规律和建设工程特征分析，矿山未来开采活动可能引发或加剧的地质灾害类型有：不稳定斜坡引发崩塌、滑坡、泥石流、采空塌陷。结合矿区规划开采区分布、具体开采方法、主要矿业活动、地质环境条件与矿区的关系特点，在评估分区内按地质灾害种类分别进行预测评估。

(1) 矿业活动引发崩塌、滑坡地质灾害危险性预测评估

① 矿山废石中转站引发崩塌、滑坡地质灾害的预测

根据《开采设计方案》，在服务年限内，井巷掘进和采矿所产生的废石部分用于修筑矿山道路或在今后生产过程中用于充填采空区，但矿床开采过程中还会有部分废石需运出地表，约 2 万 m^3 ，矿山废石中转站位于一条长约 500m，底宽约 15~60m 的“U”字型峡谷中，坡度约 $15^\circ \sim 25^\circ$ ，面环山，开口方向 60° 。将在废石中转站下方形成填方边坡，边坡高约 25 米，边坡坡率 1:0.5，坡体为废石堆积，堆积物结构松散。工程建设中经过机械震动、雨水的冲刷及渗入作用下，土体吸水饱和自重增加，粘聚力降低，使边坡失稳形成崩塌、滑坡地质灾害。拟建工程活动对地质灾害的稳定性影响小，建设工程位于不稳定斜坡发生崩塌、滑坡地质灾害的影响范围内，预测废石中转站引发崩塌、滑坡地质灾害的可能性中等；对照表 3-7 人工堆积松散填土、无地下水、坡高 $> 5\text{m}$ ，发育程度为强发育；危害对象主要为该边坡上的工作人员及该边坡下方的过往人员、来往车辆、行人及水田等，预测受威胁人数小于 10 人，可能造成的直接经济损失 100 万-500 万元，危害程度中等，危险性大。

② 矿山道路引发崩塌、滑坡地质灾害的预测

矿山道路盘山而行，用于连接各工业场地、选厂至农村道路，矿山道路的修建需要开挖山体，挖方形成高 3~20m，坡度 $40^\circ \sim 60^\circ$ 的人工挖方边坡，组成坡体的上部为含碎石粉质粘土，下部为全~微风化碎屑岩。工程建设中经过开挖、震动影响下，改变了边坡的原有的结构，使土体变得松散，破坏了土体的自然稳定性，按照现行设计规范，在不防护条件下，工程建设中在机械开挖扰动、雨水的冲刷及渗入作用下，土体吸水饱和自重增加，粘聚力降低，上层土体和下部强风化岩体可能引发道路边坡失稳形成滑坡、崩塌地质灾害。拟建工程活动对地质灾害的稳定性影响小，建设工程位于不稳定斜坡发生崩塌、滑坡地质灾害的影响范围内，预测矿山道路边坡失稳发生崩塌、滑坡地质灾害的可能性中等；对照表 3-7 散体或碎裂结构岩体、无地下水、坡高 $> 15\text{m}$ 分析，发育程度为弱-强发育，危害对象主要为道路边坡下方的过往行人及车辆的安全等，预测受威胁人数小于 10 人，可能造成的直接经济损失 100 万-500 万元，危害程度中等，危险性中等-大。

③ 平硐口边坡引发崩塌、滑坡地质灾害的预测

矿山为地下开采，因此开凿平硐时将在平硐口形成人工边坡，根据调查，矿区内现有 4 个平硐口，未来新增 1 个（PD610）平硐口，目前 4 个平硐口均采用混凝土加固，且在硐口悬挂了安全警示牌。新增 PD610 平硐口边坡一般高 2~8m，坡度约 $40^\circ \sim 60^\circ$ ，坡

体为寒武系清溪组浅灰色砂质板岩夹浅变质砂岩及炭质板岩，岩体破碎。经过开挖、震动影响下，改变了边坡的原有的结构，使土体变得松散，破坏了土体的自然稳定性，按照现行设计规范，在不防护条件下，工程建设中在机械开挖扰动、雨水的冲刷及渗入作用下，土体吸水饱和自重增加，粘聚力降低，上层土体和下部强风化岩体可能引发硐口边坡发生崩塌、滑坡地质灾害。拟建工程活动对地质灾害的稳定性影响小，建设工程位于不稳定斜坡发生崩塌、滑坡地质灾害的影响范围内，预测平硐口引发崩塌、滑坡地质灾害的可能性中等；对照表 3-7 散体或碎裂结构岩体、无地下水、坡高小于 10m 分析，发育程度为弱发育，危害对象主要为平硐口进出行人及运矿车辆的安全等，预测受威胁人数小于 10 人，可能造成的直接经济损失小于 100 万元，危害程度小，危险性小。

④尾矿中转站引发崩塌、滑坡地质灾害的预测

尾矿中转站位于矿区东侧沟谷内，地形坡度 20° - 25° ，矿山生产的尾砂堆积于此，堆积物结构松散，边坡一般高 2~6m，坡度约 30° 。经过开挖、震动影响下，改变了边坡的原有的结构，使土体变得松散，破坏了土体的自然稳定性，按照现行设计规范，在不防护条件下，工程建设中在机械开挖扰动、雨水的冲刷及渗入作用下，土体吸水饱和自重增加，粘聚力降低，可能引发边坡失稳发生崩塌、滑坡地质灾害。拟建工程活动对地质灾害的稳定性影响小，建设工程位于不稳定斜坡发生崩塌、滑坡地质灾害的影响范围内，预测尾矿中转站引发崩塌、滑坡地质灾害的可能性中等；对照表 3-7 人工堆积松散填土、无地下水、坡高 $> 5\text{m}$ ，发育程度为强发育，危害对象主要为尾矿中转站工作人员及运输车辆及坡下林地的安全等，预测受威胁人数小于 10 人，可能造成的直接经济损失小于 100 万元，危害程度小，危险性中等。

(2) 矿业活动引发泥石流地质灾害危险性预测评估

①废石中转站引发泥石流预测

泥石流的形成主要取决于降雨、物源条件、地形地貌及人类工程活动。降雨是泥石流发生不可缺少的水动力条件，是自然因素，废土及植被的破坏形成物源条件是泥石流发生不可或缺的人为因素。废石中转站位于一条长约 500m，底宽约 15~60m 的“U”字型峡谷中，坡度约 15° ~ 25° ，面环山，开口方向 60° ，便于水流汇集，具备发生泥石流地质灾害的自然条件。未来废石中转站将形成坡度约 50° ，高度约 60m 的人工堆积斜坡，堆积物质主要为砂岩、板岩碎石，块体大小不一，结构松散，以上松散土体为泥石流地质灾害提供了物源。工程建设中废石堆放，对原有地形地貌和自然生态有一定的改变，对评估区原有的地质环境条件也有了不同程度的影响，特别是地表植被的破坏，使场地原有的

水土保持功能降低或局部丧失，在降雨及地表水的作用下，有可能引发泥石流地质灾害。废石中转站周边山体标高+653.71m~+713.84m，最大高差约 60m。从地形上分析，废石中转站所在范围汇水面积约 0.09km²，河沟纵坡<3%，沟岸山坡坡度约 30~45°。评估区多年平均降雨量 1544.69mm。遇长时间暴雨，上游地表汇水迅速渗入松散岩土体中，松散岩土体饱和后易产生流动，为形成泥石流地质灾害创造了条件。在自然诱发因素主要有降水、地震以及人为因素包括松散土体、植被破坏等诸多因素的影响下，可能形成泥石流地质灾害。

工程建设对山体和破坏植被范围较大，弃渣量较大，弃渣无序堆放容易造成沟谷堵塞，目前在废石中转站的一侧设置了矩形截排水沟，截排水沟规格为宽 0.8m，深 0.8m，沟谷水流通畅，建设工程位于泥石流地质灾害的影响范围内，预测废石中转站引发沟谷泥石流地质灾害的可能性大。根据沟谷泥石流发育程度量化评判表（表 3-28），计算泥石流地质灾害的发育程度综合评分为 83 分（表 3-30），泥石流弱发育，在连续持续强降雨情况下，预测泥石流地质灾害规模以小型为主（<10000m³）。项目区周边无村屯和设施分布，灾害对象为矿山过往车辆及人员及下游水田（不是基本农田）及水田作业人员等，受威胁人数小于 10 人，预估其可能直接经济损失 100 万-500 万元，危害程度中等，危险性中等。

②PD805、PD765 工业场地引发泥石流预测

泥石流的形成主要取决于降雨、物源条件、地形地貌及人类工程活动。降雨是泥石流发生不可缺少的水动力条件，是自然因素，废土及植被的破坏形成物源条件是泥石流发生不可或缺的人为因素。PD805、PD765 工业场地位于一条长约 430m，底宽约 20m 的“U”字型峡谷中，坡度约 15°~25°，面环山，开口方向 100°，便于水流汇集，具备发生泥石流地质灾害的自然条件。矿山开采过程中已填方边坡坡率 1:1.5，高度约 60m 的人工堆积斜坡，堆积物质主要为块石、碎石土，结构松散，以上松散土体为泥石流地质灾害提供了物源。工程建设中人工堆积，对原有地形地貌和自然生态有一定的改变，对评估区原有的地质环境条件也有了不同程度的影响，特别是地表植被的破坏，使场地原有的水土保持功能降低或局部丧失，在降雨及地表水的作用下，有可能引发泥石流地质灾害。PD805、PD765 工业场地周边山体标高+650.98m~+937.93m，最大高差约 285m。从地形上分析，PD805、PD765 工业场地所在范围汇水面积约 0.16km²，河沟纵坡<3%，沟岸山坡坡度约 30~45°。评估区多年平均降雨量 1544.69mm。遇长时间暴雨，上游地表汇水迅速渗入松散岩土体中，松散岩土体饱和后易产生流动，为形成泥石流地质灾害创造了条件。在自然

诱发因素主要有降水、地震以及人为因素包括松散土体、植被破坏等诸多因素的影响下，可能形成泥石流地质灾害。

工程建设对山体和破坏植被范围较大，弃渣量较大，弃渣无序堆放容易造成沟谷堵塞，目前在 PD805、PD765 工业场地的一侧设置了矩形截排水沟，截排水沟规格为宽 0.6m，深 0.6m，沟谷水流通畅，建设工程位于泥石流地质灾害的影响范围内，预测 PD805、PD765 工业场地引发沟谷泥石流地质灾害的可能性大。根据沟谷泥石流发育程度量化评判表（表 3-28），计算泥石流地质灾害的发育程度综合评分为 83 分（表 3-30），泥石流弱发育，在连续持续强降雨情况下，预测泥石流地质灾害规模以小型为主（ $<10000\text{m}^3$ ）。项目区周边无村屯和设施分布，灾害对象为矿山过往车辆及人员等，受威胁人数小于 10 人，预估其可能直接经济损失 100 万-500 万元，危害程度中等，危险性中等。

表 3-30 泥石流发育程度量化评分及评判等级

判别指标	废石中转站泥石流		PD805、PD765 工业场地泥石流	
	描述	得分	描述	得分
崩塌、滑坡及水土流失(自然和人为活动的)严重程度	零星植被覆盖、冲沟发育。	16	零星植被覆盖、冲沟发育。	16
泥砂沿程补给长度比	25%	8	25%	8
沟口泥石流堆积活动程度	主河形无变化，主流在高水位时偏，低水位时不偏	7	主河形无变化，主流在高水位时偏，低水位时不偏	7
河沟纵比降	12~6	9	12~6	9
区域构造影响程度	抬升区，4~6 级地震区，有中小支断层	7	抬升区，4~6 级地震区，有中小支断层	7
流域植被覆盖率	>60	1	>60	1
河沟近期一次变幅	<0.2	1	<0.2	1
岩性影响	软岩、残坡积土、全风化侵入岩	6	软岩、残坡积土、全风化侵入岩	6
沿沟松散物储量($10^4\text{m}^3/\text{km}^2$)	5~1	4	5~1	4
沟岸山坡坡度	25-45°	6	25-45°	6
产沙区沟槽横断面	U 型谷	4	U 型谷	4
产沙区松散物平均厚度	>10m	5	>10m	5
流域面积	0.2-5km ²	5	0.2-5km ²	5
流域相对高差	100~300m	2	100~300m	2
河沟堵塞程度	轻微	2	轻微	2
评判等级标准	综合得分	83		

（3）矿业活动引发采空塌陷地质灾害危险性预测评估

矿山为地下开采，采矿方法采用浅孔留矿法，地下矿体被采空后，采空区上部的岩层失去支撑，平衡条件被破坏，随之可能产生弯曲、塌落，以致发展到使地表下沉变形。

地表移动与变形值的预计及参数求取方法依广西壮族自治区地方标准《评估规程》附录 F 中有关公式进行计算。本矿山主要开采矿体为 I -1-①、I -1-③、I -2-①、I -2-②、I -3-①、I -3-③、I -3-④、I-4-①、I-4-②、I-4-③号，矿体属陡倾斜矿体，倾角 $52\sim 70^\circ$ ，矿体厚度为 $0.8\sim 8.11\text{m}$ 。岩体的移动角为：上盘 65° ，下盘 70° ，两翼 75° ，表土层 45° 。中段高度 40m 、 37m ，采用浅孔留矿法进行开采，预留矿柱，矿体围岩为中硬～坚硬，计算时取中硬。

未来开采垮落带高度按下式计算

$$H_m = \frac{100 \sum M}{4.7 \sum M + 19} \pm 2.2$$

式中：h—阶段开采高度，取 40m ；

$\sum M$ —矿体累计厚度(m)， $0.8+8.11=8.91\text{m}$ ；

H_m —垮落带高度。

由上述公式计算， $H_m=14.64 \pm 2.2\text{m}$ ，开采中段距地表高度为 $\min[H_{\text{地}}] \approx 20\text{m}$ ， $H_m < \min[H_{\text{地}}]$ ，可知垮落带未发育至地表。

各矿体采区宽深比 (D_1/H_0) 均小于 $1.2\sim 1.4$ ，计算时采用地表为非充分采动公式。

地表移动与变形值的预测：

计算所用参数：矿体倾角 α ，矿体平均厚度 m ，开采平均深度 H_0 ，岩石移动角 $\beta = 75^\circ$ ，下沉系数 $q=0.65$ 。依据《评估规程》附录 F 中的相关公式计算结果如下：

用覆岩综合评价系数 $P=2q-0.9=2 \times 0.65-0.9=0.4$

地表移动与变形值预测按下列公式计算：

最大下沉值 $W_{\text{cm}} = Mq \cos \alpha \sqrt{n_1 \times n_2}$ (mm)

最大倾斜值 $i_{\text{cm}} = W_{\text{cm}}/r$ (mm/m)

最大曲率值 $K_{\text{cm}} = 1.52 W_{\text{cm}}/r^2$ (mm/m²)

最大水平变形值 $u_{\text{cm}} = 1.52 b W_{\text{cm}}/r$ (mm/m)

最大水平移动值 $\varepsilon_{\text{cm}} = b W_{\text{cm}}$ (mm)

其中： M ——矿体厚度 (m)；

q ——下沉系数，按工程经验取 0.65 ；

α ——矿体倾角；

r ——采空区边界影响半径（m）， $r=H_0/\text{tg } \beta$ ；

b ——水平移动系数， $b=0.3(1+0.0086\alpha)$ ；

$\text{tg } \beta$ ——主要影响角正切， $\text{tg } \beta=\text{tg } 75=3.73$ ；

H_0 ——开采深度（m）。

计算结果见表 3-31。

表 3-31 地表移动与变形值计算结果表

采场编号	采深 H	矿体 倾角 α	拟开 采厚 M	下沉 系数 q	地表影 响最大 半径 r	水平移 动系数 b	最大下 沉值 W_{cm}	最大 倾斜 值 i_{cm}	最大 曲率 值 K_{cm}	最大水 平移动 值 ε_{cm}	最大水 平变形 值 u_{cm}
	m	°	m		m		mm	mm/m	mm/m ²	mm	mm/m
+805m I-1-① 采场	70	70	2.61	0.65	18.77	0.48	33.48	1.78	0.14	16.09	1.30
+765m I-3-① 采场	65	70	2.33	0.65	17.43	0.48	32.22	1.85	0.16	15.48	1.35
+765m I-3-③ 采场	55	56	2.01	0.65	14.75	0.44	57.26	3.88	0.40	25.45	2.62

从表 3-31 中可以估算出本矿山未来开采形成地下采空区后，对地表影响最大半径 18.77m，最大下沉值 57.26mm，分析以上计算数据，并参考《土地复垦方案编制规程 第 3 部分：井工煤矿》（TD/T 1031.3-2011）中的采煤沉陷土地损毁程度分级标准可知，本矿山设计开采矿体厚度较薄，且矿山采用浅孔留矿采矿法，采空区留有矿柱支撑，同时井下大部分采空区都采用废石进行充填，起到支撑采空区顶板作用，另如上述，从已施工的探矿巷道看，总体上采矿井巷稳定性较好，预测采场的顶板不会冒落。根据区内类似矿山，采用浅孔留矿采矿法一般采场的顶板一般不会冒落（如冒落，采场上方的回风巷与下方的中段运输巷由于受到支撑压力的影响，肯定会变形或遭到破坏，巷道无法正常使用）。拟建工程活动对地质灾害的稳定性影响小，建设工程位于采空区地面塌陷地质灾害的影响范围内，预测矿山开采后引发采空区地面塌陷的可能性中等；预测圈定的地表岩石移动范围面积约 7.72hm²，岩移范围内分布无永久建筑物，无村庄，主要是林地，因此预测采空塌陷造成的经济损失 100 万～500 万元，受威胁人数一般 10～50 人，危害程度中等，危险性中等。

2、建设工程本身可能遭受已存在的地质灾害的预测

现状调查共发现 11 处不稳定斜坡，没有崩塌、滑坡、泥石流、采空塌陷等地质灾害，矿山工程自身遭受现有不稳定斜坡地质灾害的危害。工程建成后，各功能区开始投入使用，人类频繁活动加剧了对评估区各边坡稳定性的破坏，现状评估不稳定斜坡 XP2、XP3、XP10、XP11 发育程度强，工程建设位于这些地质灾害的影响范围内，根据《评估规程》中的遭受已存在地质灾害的可能性分级表（表 3-32），预测工程建设自身遭受不稳定斜坡 XP2、XP3、XP10、XP11 的可能性大，危害对象主要为边坡下方的来往车辆及行人等，受威胁人数小于 10 人，可能直接经济损失小于 100 万，危害程度小，危险性大。现状评估不稳定斜坡 XP1、XP4、XP9 发育程度中等，工程建设位于这些地质灾害的影响范围内，根据《评估规程》中的遭受已存在地质灾害的可能性分级表（表 3-32），预测工程建设自身遭受不稳定斜坡 XP1、XP4、XP9 的可能性大，危害对象主要为边坡下方的来往车辆及行人、机械设备等，受威胁人数小于 10 人，可能直接经济损失小于 100 万，危害程度小，危险性中等。现状评估不稳定斜坡 XP5、XP6、XP7、XP8 发育程度弱，工程建设位于这些地质灾害的影响范围内，根据《评估规程》中的遭受已存在地质灾害的可能性分级表（表 3-32），预测工程建设自身遭受不稳定斜坡 XP5、XP6、XP7、XP8 的可能性大，危害对象主要为边坡下方的来往车辆及行人、机械设备等，受威胁人数小于 10 人，可能直接经济损失小于 100 万，危害程度小，危险性小。

表 3-32 遭受已存在地质灾害的可能性分级表

可能性	判别特征	
	工程建设	规划区
大	位于地质灾害的影响范围内	位于地质灾害的影响范围内的规划地段
中等	临近地质灾害的影响范围	临近地质灾害的影响范围的规划地段
小	位于地质灾害的影响范围外	位于地质灾害的影响范围外的规划地段

表 3-33 不稳定斜坡边坡预测评估汇总表

编号	位置	坡长 (m)	坡高 (m)	坡率	主要物质成分	边坡性质	不稳定斜坡可能性分级表	预测评估				
								发育程度	可能性	威胁对象	危害程度	危险性
XP1	废石中转站平台上方	51	5-10	50°	寒武系清溪组浅灰色砂质板岩夹浅变质砂岩及炭质板岩	挖方岩质边坡	散体或碎裂结构岩体、无地下水、坡高 > 15m	中等	可能性大	来往废石中转站平台的车辆及工作人员	小	中等
XP2	废石中转站内	88	25	45°	松散岩体	废石堆放形成边坡	人工堆积松散填土、无地下水、坡高 > 5m	强	可能性大	废石中转下方的道路、来往车辆及行人、水田	小	大
XP3	矿区东北角(矿山道路旁)	30	20	30°	寒武系清溪组浅灰色砂质板岩夹浅变质砂岩及炭质板岩	挖方岩质边坡	散体或碎裂结构岩体、无地下水、坡高 > 15m	强	可能性大	不稳定斜坡下方来往车辆及行人	小	大
XP4	PD725 附近的矿山道路	168	5-15	50°	寒武系清溪组浅灰色砂质板岩夹浅变质砂岩及炭质板岩	挖方岩质边坡	散体或碎裂结构岩体、无地下水、坡高 10~15m	中等	可能性大	不稳定斜坡下方来往车辆及行人	小	中等
XP5	PD685 平硐口	30	2-8	40-60°	寒武系清溪组浅灰色砂质板岩夹浅变质砂岩及炭质板岩	挖方岩质边坡	散体或碎裂结构岩体、无地下水、坡高 < 10m	弱	可能性大	PD685 平硐工业场地来往车辆及工作人员及设备建筑物	小	小
XP6	765 平硐附近的矿山道路	96	3-8	40°	寒武系清溪组浅灰色砂质板岩夹浅变质砂岩及炭质板岩	挖方岩质边坡	散体或碎裂结构岩体、无地下水、坡高 < 10m	弱	可能性大	不稳定斜坡下方来往车辆及行人	小	小
XP7	尾矿中转站两侧	20	2-6	30°	寒武系清溪组浅灰色砂质板岩夹浅变质砂岩及炭质板岩	挖方岩质边坡	体或碎裂结构岩体、无地下水、坡高 < 10m	弱	可能性大	尾矿中转站来往车辆、工作人员及机械设备	小	小
XP8	尾矿中转站两侧	40	2-8	50°	寒武系清溪组浅灰色砂质板岩夹浅变质砂岩及炭质板岩	挖方岩质边坡	体或碎裂结构岩体、无地下水、坡高 < 10m	弱	可能性大	尾矿中转站来往车辆、工作人员及机械设备	小	小
XP9	PD685 平硐工业场地	15	1-5	1:1.5	块石、碎石土	填方边坡	人工堆积松散填土、无地下水、坡高 3~5m	中等	可能性大	PD685 平硐工业场地上的建筑物、机械设备及来往车辆及工作人员	小	中等
XP10	PD765 平硐附近	50	16	1:1.5	块石、碎石土	填方边坡	人工堆积松散填土、无地下水、坡高 > 5m	强	可能性大	PD765 平硐工业场地来往车辆及工作人员	小	大
XP11	PD725 平硐附近	76	13	1:1.5	块石、碎石土	填方边坡	人工堆积松散填土、无地下水、坡高 > 5m	强	可能性大	PD725 平硐工业场地来往车辆及工作人员	小	大

3.3.2 地形地貌景观影响和破坏程度预测评估

矿区内及周围没有旅游景区(点)，矿区附近没有地质遗迹、人文景观等保护区（点），远离主要交通干线，未来采矿活动仅限于矿区范围内，因此采矿活动一般不会带来对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区等地形地貌的影响和破坏。

矿山道路开挖形成道路边坡及 4 个平硐口的开挖，使原地形地貌、地面自然排水系统、地表植被受到强烈的扰动、破坏，现状共有 4 个平硐口，根据《初步设计》未来增加 1 个新的平硐及工业场地，新增平硐工业场地共压占损毁土地面积约 0.0427hm²，损毁乔木林地，预测对地形地貌景观影响和破坏较轻。

矿区北西面+875m 标高的地方建一座 200m³（生产与消防用）和一座 50m³（生活用水）高位水池，占地面积约 123m²，使原有的地形地貌景观改变为工业场地类型，影响程度为中度。

矿山的开采将造成原地貌、植被破坏，占用土地，使原有的自然景观类型变为工矿场地、废石中转站、尾矿中转站等，矿业活动对原生的地形地貌景观产生了影响和破坏。根据《编制规范》附录 E 判定，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大，矿山开采对地形地貌景观影响严重。

3.3.3 含水层的影响和破坏预测评估

1、含水层结构改变

《开发利用方案》设计最低开采标高为 563m，地下水位也会随着井巷的加深而加深，下降幅度与开采深度一致。矿坑排水的疏干将会引起开采区域内地下水位下降，形成降落漏斗。对矿山含水层结构产生影响的主要是预测井巷开拓及采空区，矿体开拓后，将形成众多的相互贯通、纵横交错的井巷及采空区，破坏了隔水层、相对隔水层和穿越导水断裂，井巷成为地下水向深部运移通道，使矿体相对隔离的含水层体系不复存在，变得相对复杂，这些渗入的地下水向矿坑运动，并以矿坑排水方式排泄。矿山开采形成采空区后，采用废石或尾砂回填采空区后，回填作业产生的振动应力波在岩体中传播，可能促使岩石节理与裂隙扩张，进而改变含水层的含水性及透水性，由于金矿主要赋存于寒武系清溪组 ϵ_q^2 中，视为弱含水层，富水性也弱，透水性弱，对含水层的含水性及透水性改变不大。

2、矿井涌水量

根据《广西龙胜县陡洞矿区金矿资源储量核实报告》，本矿区的矿坑涌水量采用“比拟法”预测 I 号矿体开采至最低开采标高+563m 时，正常涌水量为 1158.34m³/d，最大涌水

量为 2300.86m³/d。采用“大井法”预测 I 号矿体开采至最低开采标高+563m 时，正常涌水量为 838.15m³/d，最大涌水量为 854.52m³/d。采用“水平廊道法”预测 I 号矿体开采至最低开采标高+563m 时，正常涌水量为 537.67m³/d，最大涌水量为 693.59m³/d。

(3)区域地下水水位下降

矿床主要充水含水层为寒武系清溪组，其富水性弱，透水性弱，地下水天然补给条件差，水量贫乏。主要采用平硐开采，巷道均设计有排水沟系统，老窿积水可通过排水系统自然排出矿硐，不会造成老窿积水。矿山长期地下开采伴随地下水长期抽排，不可避免地会引起矿区及周边局部范围内地下水水位的下降，并形成以矿区为中心的降落漏斗。这种人为干预改变了原有的地下水天然流场，导致地下水径流向降落漏斗中心汇聚，排泄点位置发生显著改变，由天然状态下的分散排泄转变为集中的矿井排水。由于清溪组含水层本身富水性弱、透水性差且补给条件不佳，其可动用的地下水资源量有限，因此预测未来矿区采矿疏干影响范围较小，主要局限在采矿岩体的移动及应力扰动范围内。由于本矿山位于水文地质单元的补给径流区，分水岭距离矿区较远，透水性差，预测当前规模的抽排活动对区域性地表水分水岭位置产生明显迁移的可能性较低。对含水层疏干对其上部植被影响也不明显，影响程度较轻。

(4)矿区周围主要含水层(带)水位下降幅度、疏干状态、地表水漏失情况

矿区地表水漏失较轻，地表水的补给来源为矿坑排水及大气降水，矿区含水层的水位下降与矿井开采的深度基本一致，矿井开采的深度即为地下水的下降深度，预测矿体的开采引起矿区周围相邻含水层地下水位下降，形成降落漏斗，使矿区范围内上部主要含水层呈半疏干状态。

预测方法采用分析算法中的大井法，采用稳定流承压转无压公式：

$$Q = 1.366 \frac{K(2HM - M^2)}{\lg \frac{R_0}{r_0}} \quad (3-1)$$

$$r_0 = 0.565 \sqrt{F} \quad (3-2)$$

式中： Q----涌水量（m³/d）

K----含水层渗透系数（m/d）

r₀----引用半径（m）

R₀----含水层引用补给半径（m）

M-----含水层厚度（m）

F-----巷道截面或采区面积 (km²)

H-----降低水头高度 (m)

水文地质参数的确定，疏干范围内含水层的最低标高按 563m 考虑计算，把有关数据代入公式 (3-1) 和 (3-2)，预测开采矿体的矿坑涌水量，按平均矿坑涌水量为 15.7m³/h，反演计算含水层影响半径为 127m，影响面积为 0.28km²，通过大井法预测的矿山影响范围面积，是不考虑矿山周围的含水层富水性、阻力、导水强弱得出，其实矿体充水来源更多来源于井巷沟通地表、地下不同水体，导水断层导水，加之矿体充水含水层本身具有不均匀性，只能作为矿区含水层破坏范围的一个参考。

(5)不同含水层（组）串通与水质恶化

矿山开采会引发不同含水层串通，使不同含水层地下水通过井巷等渗入下部含水层，这些渗入的地下水向矿坑运动，以矿坑排水方式排泄。采矿工程为地下开采，在矿石开采过程中会产生一定的矿坑涌水，其主要污染物为 pH。地表水在雨季通过采空区沿裂隙渗透，成为矿坑涌水主要来源，涌水量与大气降雨等因素有关。根据现有的监测资料可知，矿坑涌水水质较好，地下水露出点水质良好，未受到周边矿区采选的污染，推测矿山后续开采抽排地下水一般不会对区域内地下水水质造成恶化。

根据《广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司陡洞金矿***万 t/a 采选建设项目环境影响报告书》，废石毒性浸出试验结果（表 3-34）表明，废石毒性浸出实验结果所有指标均低于《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）为一类一般固体废物，全部指标均可达到《污水综合排放标准》（Gb8978-1996）一级排放标准和《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，各金属成分的含量均很低。废石场淋溶水经沉淀处理后的淋溶水后达标外排，对下游地表水影响不大。

表 3-34 废石浸出水结果 单位 mg/L

监测项目	硫酸硝酸法	水平振荡法	《危险废物鉴别标准-浸出毒性鉴别》	《污水综合排放标准》一级标准	《地表水环境质量标准》III类标准
pH 值	--	7.79	6-9	6-9	6-9
汞	0.0001L	0.00005L	100	0.05	0.0001
铜	0.003	0.001L	100	0.5	1.0
锌	0.001	0.05L	5	2.0	1.0
铅	0.001L	0.01L	1	1.0	0.05
镉	0.0005L	0.001L	5	0.1	0.005
砷	0.0001L	0.0092	15	0.5	0.05
氰化物	0.002L	-	5	0.5	0.2

监测项目	硫酸硝酸法	水平振荡法	《危险废物鉴别标准-浸出毒性鉴别》	《污水综合排放标准》一级标准	《地表水环境质量标准》Ⅲ类标准
总铬	0.001	0.004L	6	1.5	0.05
硫酸根	-	10.0	-	-	-

根据《广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司陡洞金矿***万 t/a 采选建设项目环境影响报告书》，尾矿为Ⅰ类固体废物，其浸出液浓度低于地表水Ⅲ类水质标准，雨季尾矿淋溶水污染物主要悬浮物。本项目尾矿中转站采用干式堆存工艺，尾矿浆经浓缩、脱水后，尾矿的含水率在 25%以下，由汽车运至尾矿中转站堆存，尾矿中转站采用 HDPE 膜防渗，因此，正常情况下，尾矿中转站无渗滤水产生，对周边水体影响很小。

(6)对矿区及邻近地段的集中水源地供水、矿区及周围居民生产、生活供水影响程度

矿山开采后，根据水文地质调查报告的预测，在开采最低标高+568m 时疏干地下水水位影响半径为 127m，该范围位于李家村小溪西面，在疏干地下水水位影响范围内无村寨。矿区周边的李家村、百竹村、岩山脚村、麻子坳村饮用水点距开采最低标高+568m 时疏干地下水水位影响半径为 127m 边缘分别为 1420m、760m、1100m 和 810m，百竹村饮用水源为矿区西部小溪，李家、麻子坳村饮用水点位于李家村小溪东面的山泉水，均位于矿区上游补给区，岩山脚村饮用水源位于矿区南部的 2km 小溪，由于矿区开采疏干范围小，对上述村寨饮用水水源影响很小。

矿山用水取自麻子坳上游约 300 米的地表溪流水，麻子坳村饮用水点为东面的山泉水，由于为弱含水层，预测矿山用水对麻子坳村饮用水源点影响不大。

综上所述，根据《编制规范》附录 E 判定，采矿活动对含水层的影响总体较严重。

3.3.4 矿区水土环境污染预测评估

1、水环境污染预测评估

预测对水环境造成污染的主要有采矿废水、选矿废水、尾矿淋溶水、废石场淋溶水、工业场地废水、生活污水等。全部矿井涌水经+685m 沉淀池达标处理后供采矿生产和选矿厂循环使用，少量剩余水量排入李家溪沟。选矿废水全部回用不外排，全部进入处理站深度处理后泵至选矿厂高位水池回用。尾矿中转站已做 HDPE 膜防渗和搭设雨棚，选矿废水处理站已采用钢筋混凝土防渗，并周围修好截排水沟。尾矿中转站淋溶水经沉淀处理后全部返回选厂使用，不外排。尾矿中转站和选矿废水站泄漏发生后，污染物影响范围从泄漏点向外，强度由大到小，影响范围很小。连续泄漏发生后，区域地下水中的污染物浓度逐

渐增加,连续泄漏 50 天后,污染物在下游 5m 处的浓度不再增加。瞬时泄漏迁移强度远远低于连续泄漏,区域地下水水质仍可满足《地下水环境质量标准》(GB/T14848-93) III类标准。废石中转站下游已建设 150m³ 的淋溶水处理池(满足淋溶水最大量的 6 小时停留时间),并设置有专人维护,对收集的淋溶水经沉淀处理后的淋溶水后达标外排。工业场地初期雨水达标处理后外排。矿区生活废水经化粪池处理后用于山林浇灌,不排放。根据《广西龙胜县陡洞金矿环评水文地质详查报告》,矿区内包气带(第四系残坡积层粉质粘土)平均渗透系数为 0.259m/d $>1.0\times 10^{-6}$ cm/s,包气带厚度约为 4.75~10.4m <100 m,达不到天然防渗要求,但是考虑到沉淀池底部开裂或渗漏等情况下,超标的废水会沿裂隙下渗,而引起地下水水质污染,预测未来采矿正常情况下对地下水水质影响较小,但如发生废水泄漏事故将会对沉淀池下游地下水水质造成污染,污染范围为沉淀池至下游李家溪沟,污染对象为下游的地下水或地表水体。因此矿山采矿活动对地下水水质影响程度较严重。

2、土壤污染及其影响

采矿活动可能造成土壤环境污染的污染源主要为矿坑涌水,废石中转站、工业场地等淋滤水。由于各矿坑涌水和废石中转站淋溶水采取了收集处理的措施(项目采用“反应池→絮凝沉淀→过滤”工艺对矿井涌水进行处理),经沉淀后达标循环使用,小量达标后外排李家溪沟,矿区生活废水经化粪池处理后用于山林浇灌,不排放,因此预测采矿活动对矿区土壤影响程度较轻,一般不会造成土壤污染。

3.3.5 土地损毁预测评估

1、土地损毁环节与时序

根据《初步设计》矿山为未来矿业活动需要除继续沿用现有工业场地、选厂、废石中转站和尾矿中转站外,还将新建 1 个新的平硐工业场地(PD610),因此 PD610 平硐工业场地土地损毁时序为:自基建始至复垦工作完成后止。矿山闭坑后,各工业场地复垦时需要表土,前期又没有收集表土,故矿山闭坑复垦时需设一取土场取表土。因此取土场土地损毁时序为:自矿山复垦开始至复垦工作完成后止。

2、土地损毁预测

预测未来生产 PD610 平硐及工业场地损毁土地面积 0.0427hm²,为压占损毁;预测矿山闭坑复垦期间,取土场将产生土地挖损,挖损深度约 0.5m,边坡坡角设计 45°,挖损总面积 0.3882 hm²。取土作业时需加强边坡稳定性监测,确保施工安全。根据现状及预测矿山开采对土地损毁评估,矿山共计损毁土地面积为 3.6081hm²。其中水田(0101)0.0123hm²,

乔木林地（0301）1.5820hm²，灌木林地（0305）0.2378hm²，采矿用地（0602）1.3762hm²，农村宅基地（0702）0.1230hm²，农村道路（1006）0.2768hm²（见表 3-35）。

3、地质灾害损毁土地预测

根据前文预测：矿体开采引发或加剧采空塌陷地质灾害的可能性小，采空塌陷将在各矿段矿体地表形成岩体移动圈（即采空塌陷可能影响范围），根据土地利用现状图岩体移动圈内主要分布为林地，该部分土地在地表下沉后，土层结构仍保留原样，灌排条件等未受破坏，地表下沉对原土地的影响较轻，无需采取工程措施即可恢复其原来的土地用途，不计入土地损毁面积。

表 3-35 预测损毁土地地类面积统计表 单位 hm²

场地名称	损毁方式	损毁程度	损毁时段	合计	一、二级地类						土地权属
					耕地 (01)	林地 (03)		工矿用地 (06)	住宅用地 (07)	交通用地 (10)	
					水田 (0101)	乔木林地 (0301)	灌木林地 (0305)	采矿用地 (0602)	农村宅基地 (0702)	农村道路 (1006)	
PD805 及工业场地	压占	轻度	自基建始至复垦工作完成后止	0.0558		0.0195		0.0363			龙胜各族自治县江底乡泥塘村
PD765 及工业场地	压占	轻度		0.1603		0.0566		0.1037			
PD725 及工业场地	压占	轻度		0.0256		0.0199		0.0057			
PD685 及工业场地	压占	轻度		0.3501		0.2562			0.0939		
PD610 及工业场地	压占	轻度		0.0427		0.0427					
挡土墙	压占	轻度		0.0076		0.0054		0.0022			
废石中转站	压占	重度		0.7486		0.5581		0.1905			
选厂及沉淀池等	压占	轻度		0.4085		0.0527	0.1346	0.1921	0.0291		
尾矿中转站	压占	重度		0.5359		0.0080		0.5279			
高位水池	压占	中度		0.0123	0.0123						
总回风井 1	压占	轻度		0.0025		0.0025					
总回风井 2 及工业场地	压占	轻度		0.2355		0.1102	0.1032	0.0221			
办公生活区	压占	轻度		0.2957				0.2957			
矿山道路	挖损	中度		0.3388		0.0620				0.2768	
取土场	挖损	轻度		0.3882		0.3882					
合计				3.6081	0.0123	1.5820	0.2378	1.3762	0.1230	0.2768	

3.3.6 预测评估小结

根据预测评估结果见表 3-35，按照《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》附录 E “矿山地质环境影响程度分级表”，矿山占用损毁土地面积类型、大小、地质灾害危险程度等条件判定，将矿区现状地质环境预测评估划分为地质环境影响较严重和地质环境影响较轻。

表 3-36 矿山地质环境影响预测评估结果表

矿山地质环境问题预测		分布位置	影响与危害对象	损失情况	影响程度级别
含水层	结构破坏	井巷开拓	破坏隔水层	无	较轻
	地表水漏失			无	较轻
	疏干影响	采矿岩体的移动范围	含水层	无	较轻
	水质污染	沉淀池渗漏	李家溪沟	无	较严重
土地资源	矿山建设压占	废石中转站、尾矿中转站、平硐工业场地、选厂、高水位池、总回风井、办公生活区等	水田、乔木林地、灌木林地、采矿用地、农村宅基地、农村道路	总损毁面积 32199.hm ²	严重
	地面变形损毁			无	较轻
	矿山建设挖损	矿山道路		总损毁面积 0.3388hm ²	严重
	地质灾害损毁			无	较轻
	土壤污染损毁			无	较轻
地质灾害	滑坡、崩塌	矿山道路、废石中转站	不稳定斜坡下方人员、车辆	危险性中等	较严重
	泥石流	废石中转站	不稳定斜坡下方人员、车辆	危险性中等	较严重
	采空区地面塌陷（地裂、沉陷）	采矿岩体的移动范围	林地、人员	危险性中等	较严重
	地面塌陷			无	较轻
	老窑突水、突泥			无	较轻
地形地貌景观	原生地形地貌	矿山道路、废石中转站、尾矿中转站、平硐及工业场地、选厂、高水位池、总回风井、办公生活区等	地形地貌	无	较严重
	自然保护区、人文、风景旅游区景观			无	较轻
	主要交通干线			无	较轻

根据预测评估结果，本矿山地质环境影响程度预测评估分为严重、较严重和较轻三个级别。

严重区：分布于废石中转站、尾矿中转站等地段，面积约 0.019km²。预测该区引发或加剧崩塌、滑坡的可能性中等，危害程度小-中等，危险性小-中等；预测废石中转站引发泥石流的可能性小，危害程度中等，危险性中等；预测该区引发采空地地面塌陷的可能性小，

危害程度中等，危险性中等；预测建设工程本身遭受不稳定斜坡地质灾害的可能性大，危害程度小，危险性中等。预测采矿导致地下水含水层的影响和破坏程度较严重；采矿活动对地形地貌景观影响程度较严重；采矿活动对土地资源的影响和破坏程度严重。

较严重区：分布于 PD805 工业场地、PD765 工业场地、高位水池、矿山道路及地表岩移范围等地段，面积约 0.306km²。预测该区引发或加剧崩塌、滑坡的可能性小-中等，危害程度小-中等，危险性小-中等；预测引发泥石流的可能性小，危害程度小，危险性小；预测该区引发采空地地面塌陷的可能性小，危害程度中等，危险性中等；预测建设工程本身遭受不稳定斜坡地质灾害的可能性大，危害程度小，危险性中等。预测采矿导致地下水含水层的影响和破坏程度较严重；采矿活动对地形地貌景观影响程度较严重；采矿活动对土地资源的影响和破坏程度严重。

较轻区：分布于评估区除严重区及较严重区以外的地段，面积约 3.625km²。该区地质灾害对地质环境的影响和破坏程度较轻；采矿导致地下水含水层的影响和破坏程度较轻；采矿活动对地形地貌景观影响程度较轻；采矿活动对土地资源的影响和破坏程度较轻。

表 3-37 矿山地质环境影响程度预测分区表

分区名称及编号		规模面积 (km ²)	环境地质问题类型、分布及影响程度	防治 难度
I	矿山地质影响严重区	0.019	分布于废石中转站、尾矿中转站等地段。预测该区引发或加剧崩塌、滑坡的可能性中等，危害程度小-中等，危险性小-中等；预测废石中转站引发泥石流的可能性小，危害程度中等，危险性中等；预测该区引发采空地地面塌陷的可能性小，危害程度中等，危险性中等；预测建设工程本身遭受不稳定斜坡地质灾害的可能性大，危害程度小，危险性中等。预测采矿导致地下水含水层的影响和破坏程度较轻；采矿活动对地形地貌景观影响程度较严重；采矿活动对土地资源的影响和破坏程度严重。	困难
II	矿山地质影响较严重区	0.306	分布于 PD805 工业场地、PD765 工业场地、高位水池、矿山道路及地表岩移范围等地段。预测该区引发或加剧崩塌、滑坡的可能性小-中等，危害程度小-中等，危险性小-中等；预测引发泥石流的可能性小，危害程度小，危险性小；预测该区引发采空地地面塌陷的可能性小，危害程度中等，危险性中等；预测建设工程本身遭受不稳定斜坡地质灾害的可能性大，危害程度小，危险性中等。预测采矿导致地下水含水层的影响和破坏程度较轻；采矿活动对地形地貌景观影响程度较严重；采矿活动对土地资源的影响和破坏程度严重。	较困难
III	矿山地质影响较轻区	3.625	分布于评估区除严重区及较严重区以外的地段。该区地质灾害对地质环境的影响和破坏程度较轻；采矿导致地下水含水层的影响和破坏程度较轻；采矿活动对地形地貌景观影响程度较轻；采矿活动对土地资源的影响和破坏程度较轻。	容易

4 矿山地质环境保护与恢复治理分区和土地复垦区、复垦责任范围划分

4.1 地质环境保护与恢复治理分区

4.1.1 分区原则及方法

（1）分区原则

- ①坚持“以人为本”原则，充分考虑矿山地质环境问题对矿区人居环境的影响程度；
- ②坚持统筹规划，突出重点，具有可操作性原则，在保持矿山运营安全及正常生产的同时，努力降低或消除矿山开采对地质环境的不良影响；
- ③根据矿产资源开发利用方案及开采规划、矿山地质环境问题的类型、分布特征及其危害性、矿山地质环境影响评估结果，进行矿山地质环境保护与恢复治理分区；
- ④坚持区内相似，区际相异原则来开展矿山地质环境保护与恢复治理分区，根据区内地质环境问题类型及重点防治对象的不同分区。

（2）分区方法

①在对地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土环境污染影响和破坏现状与预测评估的基础上，根据防治难易程度，对矿山地质环境保护与恢复治理进行分区。选取地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土环境污染现状与预测评估结果作为分区指标，利用叠加法进行分区，采取就上原则，依据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录 F，将矿山地质环境保护与恢复治理区域划分为重点防治区、次重点防治区、一般防治区(见表 4-1)。

表 4-1 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

现状评估	预测评估		
	严重	较严重	较轻
严重	重点区	重点区	重点区
较严重	重点区	次重点区	次重点区
较轻	重点区	次重点区	一般区

②按照重点防治区、次重点防治区和一般防治区的顺序，分别阐明防治区的面积，区内存在或可能引发的矿山地质环境问题的类型、特征及其危害，以及矿山地质环境问题的防治措施等。

4.1.2 分区评述

根据矿山地质环境问题类型、分布特征及其危害性，该矿山地质环境影响现状评估和

预测评估结果，对该矿山进行矿山地质环境保护与恢复治理区划分。将评估区划分为重点防治区（Ⅰ）、次重点防治区（Ⅱ）和一般防治区（Ⅲ）。

（1）重点防治区（Ⅰ）：分布于废石中转站、尾矿中转站及矿山道路等地段，面积约 0.019km^2 。预测该区引发或加剧崩塌、滑坡的可能性中等，危害程度小-中等，危险性小-中等；预测废石中转站引发泥石流的可能性小，危害程度中等，危险性中等；预测该区引发采空地地面塌陷的可能性小，危害程度中等，危险性中等；预测建设工程本身遭受不稳定斜坡地质灾害的可能性大，危害程度小，危险性中等。预测采矿导致地下水含水层的影响和破坏程度较轻；采矿活动对地形地貌景观影响程度较严重；采矿活动对土地资源的影响和破坏程度严重。治理恢复措施包括废石中转站、尾矿中转站外围排水工程、建（构）筑物拆除等植物恢复措施，以及崩塌、滑坡监测、废石中转站泥石流监测、采空区地面沉降监测、不稳定斜坡监测、地形地貌景观监测、地下水污染监测。

次重点防治区（Ⅱ）：分布于 PD805 工业场地、PD765 工业场地、高位水池、矿山道路及地表岩移范围等地段，面积约 0.306km^2 。预测该区引发或加剧崩塌、滑坡的可能性小-中等，危害程度小-中等，危险性小-中等；预测引发泥石流的可能性小，危害程度小，危险性小；预测该区引发采空地地面塌陷的可能性小，危害程度中等，危险性中等；预测建设工程本身遭受不稳定斜坡地质灾害的可能性大，危害程度小，危险性中等。预测采矿导致地下水含水层的影响和破坏程度较轻；采矿活动对地形地貌景观影响程度较严重；采矿活动对土地资源的影响和破坏程度较严重。治理恢复措施包括平硐口的封堵工程、工业场地建（构）筑物拆除等植物恢复措施，地表岩移范围的加强巡视监测，地质环境影响的监测和保护。

矿山地质环境一般防治区（Ⅲ）：分布于评估区除严重区及较严重区以外的地段，面积约 3.625km^2 。该区地质灾害对地质环境的影响和破坏程度较轻；采矿导致地下水含水层的影响和破坏程度较轻；采矿活动对地形地貌景观影响程度较轻；采矿活动对土地资源的影响和破坏程度较轻。不需要采取恢复治理工程措施，只需加强对地质环境影响的监测和保护，确保地质环境不被破坏。

表 4-2 评估区矿山地质环境保护与恢复治理分区表

分 区		重点防治区	次重点防治区	一般防治区
编 号		I	II	III
位 置		废石中转站、尾矿中转站及矿山道路等地段	PD805 工业场地、PD765 工业场地、高位水池、矿山道路及地表岩移范围等地段	评估区内除上述区域外的其他范围
面积 (km ²)		0.019	0.306	3.625
地质环境 问题	地质灾害	预测该区引发或加剧崩塌、滑坡的可能性中等，危害程度小-中等，危险性小-中等；预测废石中转站引发泥石流的可能性小，危害程度中等，危险性中等；预测该区引发采空地面塌陷的可能性小，危害程度中等，危险性中等；预测建设工程本身遭受不稳定斜坡地质灾害的可能性大，危害程度小，危险性中等。	预测该区引发或加剧崩塌、滑坡的可能性小-中等，危害程度小-中等，危险性小-中等；预测引发泥石流的可能性小，危害程度小，危险性小；预测该区引发采空地面塌陷的可能性小，危害程度中等，危险性中等；预测建设工程本身遭受不稳定斜坡地质灾害的可能性大，危害程度小，危险性中等。	现状地质弱发育，预测引发、加剧或遭受地质灾害可能性小，危险性小，危害程度小。
	含水层破坏	影响程度较轻	影响程度较严重	影响程度较轻
	土地资源	对土地资源的占用破坏或影响程度严重	对土地资源的占用破坏或影响程度严重	影响程度较轻
	地形地貌景观破坏	矿山开采形成的地形地貌景观影响严重	矿山开采形成的地形地貌景观影响严重	影响程度较轻
防治措施		采矿期间主要预防采场崩塌、滑坡、泥石流、采空塌陷地质灾害，采矿结束后，对泥石流影响区域定期清理堵塞的滚石和泥沙。注意冲沟上游物源区域植被的保护，严禁乱砍滥伐。采空塌陷区加强监测，修筑挡墙、排水沟、覆土及植被重建措施恢复，种树、撒播草种等恢复生态，地质环境影响的监测和保护。	加强巡视监测，地质环境影响的监测和保护	地质环境影响的监测和保护

4.2 土地复垦区与复垦责任范围确定

4.2.1 土地复垦区与复垦责任范围确定

根据《土地复垦方案编制规程》，复垦区为生产建设项目损毁土地和永久性建设用地构成的区域。根据矿山已损毁土地现状调查和拟损毁土地分析，本矿山损毁土地总面积为 3.6081hm²，为复垦区，占用全部为临时用地，无其他预留后续使用土地，因此属于复垦责任范围，面积为 3.6081hm²。

4.2.2 土地复垦区土地利用类型及权属情况

1、土地利用类型

矿山开采共损毁土地面积 3.6081hm²，全部为临时用地，其中压占土地 2.8811hm²，挖损土地 0.7270hm²。其中水田（0101）0.0123hm²，乔木林地（0301）1.5820hm²，灌木林地（0305）0.2378hm²，采矿用地（0602）1.3762hm²，农村宅基地（0702）0.1230hm²，农村道路（1006）0.2768hm²。矿山损坏土地类型中水田不属于基本农田。

2 土地权属情况

经统计核对，矿山所损毁的土地面积 3.6081hm²，矿区内土地利用权属清晰，属于龙胜各族自治县江底乡泥塘村所有，矿区占用的集体土地业主正在按照《中华人民共和国土地管理法》、《关于规范临时用地管理的通知》（自然资规〔2021〕2 号文）等办理临时用地手续，矿山用地未占用基本农田。

5 矿山地质环境保护治理与土地复垦可行性分析

5.1 矿山地质环境治理可行性分析

5.1.1 技术可行性分析

矿山现状及预测可能引发加剧不稳定斜坡、崩塌、滑坡、泥石流、采空塌陷等地质灾害。针对不稳定斜坡、崩塌、滑坡地质灾害可采用放坡、挡土墙、截排水沟等加固或防治同时监测预警；对泥石流影响区域定期清理堵塞的滚石和泥沙，注意冲沟上游物源区域植被的保护，严禁乱砍滥伐；采空塌陷地质灾害主要采用充填法开采将采出的废石充填至采空区同时监测地压力与地表变形。因此不稳定斜坡、崩塌、滑坡、采空塌陷等地质灾害预防和治理措施是可行的，难度不大。

矿山为小型地下开采金属矿山，开采矿体均位于当地侵蚀基准面以上，各矿段开采范围小，矿山开采小范围形成地下水降落漏斗和疏干区，对矿区及周边主要含水层水位影响小，地表水体未明显漏失，未影响到周边的井、泉水和当地居民的生产生活用水，采矿活动对地下含水层的影响和破坏程度较轻，一般不需要专门采取治理措施。采矿对地表水质、地下水水质、土壤环境影响程度较轻，但是可能会造成矿区局部地下水水质指标超标，造成地下水水质污染的污染源为矿井涌水、废石场、工业场地和堆矿场等淋滤水，目前矿山已经通过矿区环境综合治理修建了矿井涌水、废石中转站、工业场地等淋滤水收集处理系统，将收集的废水经沉淀池或污水处理站处理达标后排放。因此本方案不再对水土环境污染破坏不专门设计防护工程。

矿山开采、废石中转站、选厂、尾矿中转站、办公生活区、工业场地、矿山道路等对地形地貌景观影响和破坏程度较严重，改变了原始的地形地貌景观。因此采用复垦复绿措施治理地形地貌景观是可行的，但难度较大。

矿山地质环境保护治理设计由具有相应技术力量部门承担，施工单位由具有相应资质的工程施工单位承担。在矿山地质环境保护治理工作实施过程中，本矿山与方案编制单位密切联系，严格按照要求进行施工，加强地质环境保护治理技术培训，统一质量标准，强化施工人员地质环境保护治理意识，定期培训技术人员，提高施工人员的地质环境保护治理技术水平。整个工程项目的发包标书中应有地质环境保护治理要求，并将其列入承包合同，明确承包商按业主要求完成地质环境保护治理的责任，用合同的形式进行管理。

5.1.2 经济可行性分析

按照本方案设计，本次复垦后土地类型为水田、乔木林地和农村道路，种植乔木可以带来一定的经济效益，还可以防止水土流失，美化环境。通过恢复治理与土地复垦方案实施，保障了当地居民的生产收入，同时有助于土地植被的保持、恢复和改善，有利于当地林业和农业的发展。

根据《开发利用方案》，本矿山年均利润总额为 1288.28 万元，总利润额为 11594.52 万元，矿山地质环境治理与土地复垦工程共需投入资金 127.38 万元，相当于总利润额的 1.10%，所占比重较小，对企业总利润的影响较小。因此，矿山在经济上可以承受该方案的实施，该方案在经济上是可行的。

综上所述，从矿山开发角度分析，该矿开发外部条件优越，保有储量可靠，生产技术成熟，经济效益显著。矿山在经济上可承受矿山地质环境保护治理与土地复垦所需费用。从土地复垦的效益分析来看，社会效益和环境效益较为明显，经济效益相对较低，难于定量分析，只能定性分析。从国家的长远发展来看，具有深远意义。

5.1.3 生态环境协调性分析

矿区实施恢复治理及土地复垦后，土地利用类型水田、乔木林地、农村道路。使项目区生态结构、生态环境和生态平衡得以恢复，地面坡度得到较好调整，增加了土地的保水保肥能力，改善了生产生活条件。这样的环境基本维持原来的生态平衡或优于原来的生态环境，最大程度地减少了土地损毁和水土流失，适宜人、动物的活动及植物的生长。

5.2 矿区土地复垦可行性分析

5.2.1 土地复垦区土地利用现状及权属情况

根据统计结果，复垦区面积为 3.6081hm²。土地类型为水田、乔木林地、灌木林地、采矿用地、农村宅基地、农村道路。该矿山复垦区不包含基本农田。土地权属为龙胜族自治县江底乡泥塘村所有。

表 5-1 复垦区土地利用现状表

地类				面积 (hm ²)	占总面积的比例(%)		土地权属
一级地类		二级地类					
01	耕地	0101	水田	0.0123	0.34	0.34	龙胜各族自治县 江底乡泥塘村
03	林地	0301	乔木林地	1.5820	43.85	50.44	
		0305	灌木林地	0.2378	6.59		
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	1.3762	38.14	38.14	
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.1230	3.41	3.41	
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.2768	7.67	7.67	
合计				3.6081	100.00	100	

5.2.2 土地复垦适宜性评价

土地适宜性评价是土地复垦的基础评价，是决定土地复垦方向的依据。为了科学、准确地选择本地区的土地复垦方向，根据现有的生产力经营水平和本地区的土地利用规划，以土地的自然要素和社会经济要素相结合作为鉴定指标，通过考察和综合分析土地对各种用途的适宜程度、质量高低及其限制状况等，对需要复垦的土地作适宜性评价。

1、土地复垦适宜性评价原则和依据

(1) 评价原则

对造成损毁的土地进行复垦可以优化土地利用，提高土地利用效益。本方案土地复垦适宜性评价必须遵循以下原则：

- ①符合桂林市龙胜各族自治县土地利用总体规划，并与其他规划相协调；
- ②符合土地权属人意愿；
- ③耕地占一补一原则；
- ④自然因素和社会经济因素相结合的原则；
- ⑤主导限制因素与综合平衡原则；
- ⑥综合效益最佳原则；
- ⑦动态和土地可持续利用原则；
- ⑧经济可行与技术合理原则。

(2) 评价依据

土地复垦适宜性评价在详细分析项目区自然条件、社会经济以及土地利用状况的基础上，结合当地土地利用总体规划，依据国家和地方的法律及相关规划，综合考虑土地损毁分析结果、公众参与意见以及周边类似项目的复垦经验等，采取切实可行的办法，确定复

垦利用方向。

2、土地复垦适宜性评价技术路线

本项目与普通的土地适宜性评价相比，具有时间上的未来性与空间上的预测性。因此，必须考虑采矿引起的损毁状况对土地利用的影响，并选取其中的主导因素作为土地利用受损毁状况影响的评价因素。同时，不同的复垦适宜利用方向，其影响因素不尽相同，因素间的重要性也存在或大或小的差异。该矿山开采结束后，水土可以保证，复垦难度不大，本方案设计矿山主要恢复复垦为水田、乔木林地、农村道路，部分地段没有耕土层，但是根据以往复垦经验及复垦林地所选用的树种，对场地进行平整、翻耕、覆土，即可达到复垦条件；矿山道路复垦农村道路保留。

土地复垦适宜性评价以损毁土地为评价对象，在综合分析待评价土地的自然状况、损毁类型及程度等基础上，对待复垦土地进行评价单元划分，进行适宜性评价，确定损毁土地的复垦方向。根据本项目的特点，因地制宜制定如下的适宜性评价技术路线，以期得到最佳合理的土地复垦方案。

3、评价单元划分

评价单元是土地适宜性评价的基本单元，是评价的具体对象。土地对农林牧业利用类型的适宜性和适宜程度及其地域分布状况，都是通过评价单元及其组合状况来反映的。评价单元的划分与确定应在遵循评价原则的前提下，根据评价区的具体情况来决定。根据本项目已损毁土地现状和拟损毁土地预测结果。在土地复垦适宜性评价单元划分上，根据各破坏土地特征进行评价单元划分。评价单元应按以下原则进行划分：

- (1) 单元内部性质相对均一或相近；
- (2) 单元之间具有差异性，能客观反映土地在一定时空上的差异性；
- (3) 具有一定的可比性。
- (4) 单元内部的土地特征、复垦所采取的工程措施相似。

根据以上划分原则，本方案对复垦土地的评价单元划分如下：

- (1) 平硐口及工业场地作为一个评价单元进行适宜性评价；
- (2) 废石中转站作为一个评价单元进行适宜性评价；
- (3) 选厂及沉淀池等宜作为一个评价单元进行适宜性评价；
- (4) 尾矿中转站宜作为一个评价单元进行适宜性评价；
- (5) 高位水池宜作为一个评价单元进行适宜性评价；
- (6) 总回风井 1 宜作为一个评价单元进行适宜性评价；

- (7) 总回风井 2 及工业场地宜作为一个评价单元进行适宜性评价；
- (8) 办公生活区宜作为一个评价单元进行适宜性评价；
- (9) 矿山道路宜作为一个评价单元进行适宜性评价；
- (10) 取土场宜作为一个评价单元进行适宜性评价；

根据项目区的特点及损毁土地的基本情况，本方案将项目区分为 10 个不同的评价单元。

4、初步复垦方向

本矿区土地在破坏前主要为水田、乔木林地、灌木林地、采矿用地、农村宅基地及农村道路等，矿区土地在压占破坏后，原状土地全被破坏，土壤层缺失或板结。根据当地土地利用总体规划及前期复垦报告，广泛征求了有关专家和土地权人的意见。考虑到地类的协调性，本方案初步规划复垦方向原则上遵循前期土地复垦方案报告书规划的土地复垦方向。将高位水池复垦成水田；将平硐工业场地、废石中转站、选厂及沉淀池、尾矿中转站、2 个总回风井、办公生活区复垦成乔木林地；矿山道路复垦为农村道路。

综上所述，本方案初步拟定复垦方向水田+乔木林地+农村道路。

5、土地复垦适宜性评价

(1) 评价因子的选择

根据我国土地复垦技术标准要求，在前人研究的基础上选定水田、林地复垦评价因子，包括土层厚度、土壤质地、地形坡度、pH、排灌条件、土壤有机质。提取各评价因子的特征值，再根据各因子的特征值及权重公式（见公式（1））算得评价因子权重得出的结果如表 5-2 所示。评价因子权重按下式计算：

$$a = (P / \Sigma P) \times 100\% \quad (1)$$

式中：a—评价因子权重值；

P—评价因子特征值；

ΣP—各评价因子特征值之和。

表 5-2 土地适宜性评价因子权重

评价因子	坡度	土层厚度	土壤质地	pH	排灌条件	有机质含量
特征值	1. 2011	0. 9941	1. 0332	0. 8571	1. 1714	0. 9342
权重（%）	19.4	16. 06	16. 69	13. 84	18. 92	15. 09
调整后权重（%）	19	16	17	14	19	15

水田、林地参评因子赋值见表 5-3、表 5-4。

表 5-3 水田可行性评价参评因子赋值表

评价因子	权重	I	II	III	IV
坡度	19	<2°	2-6°	6-15°	15°
分值		100	80	60	20
土层厚度 (cm)	16	> 100	75-100	50-75	< 50
分值		100	80	60	20
土壤质地	17	壤土	砂质土、粘壤土	粘土	砂土
分值		100	80	60	20
pH	14	6-8	5-7 或 7-8	<5 或 >8	
分值		100	80	60	20
排水条件	19	有保证	基本保证	困难	无水源
分值		100	80	60	20
有机质 (%)	15	> 2.0%	1.5-2.0%	1.0-1.5%	< 1.0%
分值		100	80	60	20

表 5-4 林地可行性评价参评因子赋值表

评价因子	权重	I	II	III	IV
地形坡度	19	<10°	10-25°	25-35°	>35°
分值		100	80	60	20
土层厚度	16	> 50cm	30-50cm	10-30cm	< 10cm
分值		100	80	60	20
土壤质地	17	壤土	粉壤土、砂土	砂壤、质	砾质
分值		100	80	60	20
pH	14	6-8	5-7 或 7-8	<5 或 >8	
分值		100	80	60	20
排水条件	19	有保证	基本保证	困难	无水源
分值		100	80	60	20
有机质含量	15	> 1.2%	1.0-1.2%	0.6-1.0%	< 0.6%
分值		100	80	60	20

(2) 土地适宜性能评价

①评价单元的等级划分

根据项目区土壤采样对项目区各评价单元实地考察,参考《土地复垦技术标准》、《第二次全国土壤普查技术规范》、《农用地定级规程》(TD/T1005~2003)和《农用地分等规程》(TD/T1004~2003)中关于农用地的评价标准,对各评价因子进行分类,针对各单元,对各评价因子进行打分,再采用加权平均的方法进行综合打分,按得分从高到低分为

四级，分别定为：一级(高度适宜)、二级(中度适宜)、三级(勉强适宜)、四级(不适宜)。评价单元的赋值与对应的划分等级如表 5-5 所示。

表 5-5 评价单元得分与等级划分

得分	90～100	75～90	60～75	60 以下
等级	一级	二级	三级	四级

②评价单元的得分计算方法

本项目土地评价采取以下评价模型（见公式②），评定各单元等级公式：

$$S=\sum P_iW \qquad \text{②}$$

式中：S——评价单元适宜性得分值； W——该评价因子权重； P_i——评价单元因子得分值。

③评价单元的最终评价结果

根据被评价单元各参评因子的基本特征，采用上述公式对评价单元的复垦适宜性评价进行计算，针对水田、林地的参评因子计算评价结果如下表 5-6、表 5-7。

表 5-6 水田地适宜性评价结果表

评价单元	土壤质地	地形坡度	土壤有机质 (%)	排灌条件	pH	土层厚度 (cm)	总分	适宜性
平硐口及工业场地	砂质土	25-35°	< 1.0%	困难	7-8	<50	46.2	四级 (不适宜)
	13.6	3.8	3	11.4	11.2	3.2		
废石中转站	砂土	>35°	< 1.0%	困难	7-8	<50	36	四级 (不适宜)
	3.4	3.8	3	11.4	11.2	3.2		
选厂及沉淀池等	砂质土	<10°	< 1.0%	困难	7-8	<50	53.8	四级 (不适宜)
	13.6	11.4	3	11.4	11.2	3.2		
尾矿中转站	砂土	25-35°	< 1.0%	困难	7-8	<50	36	四级 (不适宜)
	3.4	3.8	3	11.4	11.2	3.2		
高位水池	砂壤土	<10°	1.0～1.5	基本保证	6-8	>100	77.4	二级 (中度适宜)
	8	11.4	9	15.2	14	16		
总回风井 1	砂质土	<10°	< 1.0%	困难	7-8	<50	53.8	四级 (不适宜)
	13.6	11.4	3	11.4	11.2	3.2		
总回风井 2 及工业场地	砂质土	<10°	< 1.0%	困难	7-8	<50	53.8	四级 (不适宜)
	13.6	11.4	3	11.4	11.2	3.2		
办公生活区	砂质土	<10°	< 1.0%	基本保证	7-8	<50	57.6	三级

评价单元	土壤质地	地形坡度	土壤有机质 (%)	排灌条件	pH	土层厚度 (cm)	总分	适宜性
平硐口及工业场地	砂质土	25-35°	< 1.0%	困难	7-8	<50	46.2	四级 (不适宜)
	13.6	3.8	3	11.4	11.2	3.2		
废石中转站	砂土	>35°	< 1.0%	困难	7-8	<50	36	四级 (不适宜)
	3.4	3.8	3	11.4	11.2	3.2		
选厂及沉淀池等	砂质土	<10°	< 1.0%	困难	7-8	<50	53.8	四级 (不适宜)
	13.6	11.4	3	11.4	11.2	3.2		
尾矿中转站	砂土	25-35°	< 1.0%	困难	7-8	<50	36	四级 (不适宜)
	3.4	3.8	3	11.4	11.2	3.2		
	13.6	11.4	3	15.2	11.2	3.2		(勉强适宜)
矿山道路	砂质土	10-25°	< 1.0%	困难	7-8	<50	46.2	四级 (不适宜)
	13.6	3.8	3	11.4	11.2	3.2		
取土场	砂壤土	10-25°	1.0~1.5	基本保证	7-8	<50	56	四级 (不适宜)
	13.6	3.8	9	15.2	11.2	3.2		

表 5-7 林地适宜性评价结果表

评价单元	土壤质地	地形坡度	土壤有机含量	灌排条件	pH	土层厚度 (cm)	总分	适宜性
平硐口及工业场地	砂壤土	25-35°	1.0~1.2	基本保证	7-8	30-50	76.2	二级 (中度适宜)
	13.6	11.4	12	15.2	11.2	12.8		
废石中转站	砂壤土	25-35°	1.0~1.2	基本保证	7-8	10-30	73	三级 (勉强适宜)
	13.6	11.4	12	15.2	11.2	9.6		
选厂及沉淀池等	砂壤土	<10°	1.0~1.2	基本保证	7-8	30-50	83.2	二级 (中度适宜)
	13.6	19	12	15.2	11.2	12.8		
尾矿中转站	砂壤土	25-35°	1.0~1.2	基本保证	7-8	10-30	73	二级 (中度适宜)
	13.6	11.4	12	15.2	11.2	9.6		
高位水池	砂壤土	<10°	> 1.2%	基本保证	6-8	50-100	90	一级 (高度适宜)
	13.6	19	15	15.2	14	16		
总回风井 1	砂壤土	<10°	1.0~1.2	基本保证	7-8	50-100	87	二级 (中度适宜)
	13.6	19	12	15.2	11.2	16		
总回风井 2 及工业场地	砂壤土	<10°	1.0~1.2	基本保证	7-8	50-100	87	二级 (中度适宜)
	13.6	19	12	15.2	11.2	16		
办公生活区	砂壤土	<10°	1.0~1.2	基本保证	7-8	30-50	83.8	二级 (中度适宜)
	13.6	19	12	15.2	11.2	12.8		

评价单元	土壤质地	地形坡度	土壤有机含量	灌排条件	pH	土层厚度 (cm)	总分	适宜性
矿山道路	砂壤土	10-25°	1.0~1.2	基本保证	7-8	30-50	80	二级 (中度适宜)
	13.6	15.2	12	15.2	11.2	12.8		
取土场	砂壤土	10-25°	1.0~1.2	基本保证	7-8	50-100	83.2	二级 (中度适宜)
	13.6	15.2	12	15.2	11.2	16		

根据表 5-6 计算，高位水池复垦为水田的适宜性为二级（中度适应），其他的不适宜。根据表 5-7 计算，废石中转站、尾矿中转站复垦单元复垦为林地的适宜性为三级(勉强适宜)，其余复垦单元复垦为林地的适宜性等级达到二级及以上，根据土地复垦综合效益优先原则，因此结合前期经验及地类的整体协调性，将高位水池复垦为水田；将平硐工业场地、废石中转站、选厂及沉淀池、尾矿中转站、2 个总回风井、办公生活区复垦成乔木林地；将矿山道路复垦为农村道路。复垦单元初步利用方向及限制性因素，见表 5-8。

表 5-8 复垦单元初步利用方向及限制性因素表

序号	评价单元	面积(hm ²)	初步复垦利用方向	限制性因素						
				地形坡度	地表组成物质	土地损毁程度	表土厚度(cm)	灌溉条件	排水条件	交通条件
1	平硐口及工业场地	0.6421	林地	25°~35°	岩土混合物	轻度	30-50	无稳定灌溉水源	不淹没或偶然淹没，排水好	交通较便利，通达条件好
2	废石中转站	0.7486	林地	25°~35°	砂土	轻度	10-30	无稳定灌溉水源	不淹没或偶然淹没，排水好	交通较便利，通达条件好
3	选厂及沉淀池等	0.4085	林地	<10°	岩土混合物	轻度	30-50	无稳定灌溉水源	不淹没或偶然淹没，排水好	交通较便利，通达条件好
4	尾矿中转站	0.5359	林地	25°~35°	砂土	轻度	10-30	无稳定灌溉水源	不淹没或偶然淹没，排水好	交通较便利，通达条件好
5	高位水池	0.0123	水田	<10°	岩土混合物	中度	50-100	无稳定灌溉水源	不淹没或偶然淹没，排水好	交通较便利，通达条件好
6	总回风井 1	0.0025	林地	<10°	岩土混合物	轻度	50-100	无稳定灌溉水源	不淹没或偶然淹没，排水好	交通较便利，通达条件好

序号	评价单元	面积(hm ²)	初步复垦利用方向	限制性因素						
				地形坡度	地表组成物质	土地损毁程度	表土厚度(cm)	灌溉条件	排水条件	交通条件
7	总回风井 2 及工业场地	0.2355	林地	<10°	岩土混合物	轻度	50-100	无稳定灌溉水源	不淹没或偶然淹没,排水好	交通较便利,通达条件好
8	办公生活区	0.2957	林地	<10°	岩土混合物	轻度	30-50	无稳定灌溉水源	不淹没或偶然淹没,排水好	交通较便利,通达条件好
9	矿山道路	0.3388	农村道路	10-25°	砂质、碎石	轻度	30-50	无稳定灌溉水源	不淹没或偶然淹没,排水好	交通较便利,通达条件好
10	取土场	0.3882	林地	10-25°	岩土混合物	轻度	50-100	无稳定灌溉水源	不淹没或偶然淹没,排水好	交通较便利,通达条件好

7、复垦最终方案确定

根据以上土地可行性评价,结合原土地权属人的意见,最终确定矿区损毁土地复垦为水田、乔木林地、农村道路。经过恢复治理和土地复垦后,可以重新得到水田 0.0123hm² 乔木林地 3.3290hm²、农村道路 0.3388hm²,总复垦面积 3.6081hm²,土地复垦率为 100% (排水沟、拦渣墙等地质环境治理永久构筑物计入复垦面积)。本方案土地复垦方向均与原《土地复垦方案》一致。

5.2.3 水土资源平衡分析

1、水源平衡分析

可供水量包括复垦区域内可利用的一切水资源,如河川径流、地面径流和地下水等。本项目可供水量主要来源于地面径流及附近沟渠,其中李家小溪的年平均流量约为 631 万 m³/a,因此通过渠道引水或机械提水可为各复垦区提供灌溉用水。

复垦责任区需水量主要是水田农作物,林地种植的树木生长所需要的用水。各复垦区灌溉需水量=区域面积×灌溉定额。根据广西地方标准《农林牧渔业及乡村居民生活用水定额》(DB45/T804-2019),选取桂西地区,水田农作物按照水稻晚稻采用沟灌方式平水年用水定额345m³/667m²·造,有林地按照管道淋灌方式平水年用水定额250m³/667m²·a,经计算复垦总用水量约1.2272万m³/a,见表5-9。

表 5-9 复垦水资源平衡分析表

场地名称	复垦面积/ 需水量	合计 hm ² / m ³ /a	复垦地类		需水量	可供水源
			耕地 01	林地 03		
			水田 0101	乔木林地 0301		
平硐口及工业 场地	复垦面积	0.6421		0.6421	12272m ³ /a 即 1.2272 万 m ³ /a	李家溪沟 631 万 m ³ /a 及附 近的沟渠
	需水量	2407		2407		
废石中转站	复垦面积	0.7486		0.7486		
	需水量	2806		2806		
选厂及沉淀池 等	复垦面积	0.4085		0.4085		
	需水量	1531		1531		
尾矿中转站	复垦面积	0.5359		0.5359		
	需水量	2009		2009		
高位水池	复垦面积	0.0123	0.0123			
	需水量	64	64			
总回风井 1	复垦面积	0.0025		0.0025		
	需水量	9		9		
总回风井 2 及 工业场地	复垦面积	0.2355		0.2355		
	需水量	883		883		
办公生活区	复垦面积	0.2957		0.2957		
	需水量	1108		1108		
取土场	复垦面积	0.3882		0.3882		
	需水量	1455		1455		

根据以上计算可知，供水量大于需水量，且复垦区属亚热带季风气候，雨量充足。因此，矿山用水可满足后期复垦要求。

2、土源平衡分析

（1）表土收集

本方案分析的土壤资源平衡主要针对表土资源。总回风井 2 及工业场地地段未来需要新建充填站，可以收集表土，考虑交通运输方便及土源厚度，只收集供总回风井 2 及工业场及高位水池这两个地段复垦所需。PD805 工业场地、PD765 工业场地、PD725 工业场地、PD685 工业场地、PD610 工业场地、废石中转站、选厂及沉淀池等、尾矿中转站、总回风

井 1、办公生活区等地段位于封山育林区，不适宜进行大面积表土剥离工作，考虑交通运输方便及土源厚度，主要在尾矿中转站东北侧靠农村道路旁区域设置取土场取土，见表 5-10。

表 5-10 表土收集量

场地名称	表土收集的厚度	表土收集面积	表土收集量（按 10%损失计算）
总回风井 2 及工业场地	0.5m	0.0518hm ²	259m ³
取土场	0.5m	0.3882hm ²	1942m ³
合计	-	-	2201m ³

（2）复垦单元表土回填覆盖需要量

高位水池地段复垦为水田，需覆 0.6m 表土，故高位水池地段覆土为 123×0.6=73.8m³，考虑到客土损失（按 10%损失计算）共需土方量 73.8×（1+10%）≈81m³。PD805 工业场地、PD765 工业场地、PD725 工业场地、PD685 工业场地、PD610 工业场地、废石中转站、选厂及沉淀池等、尾矿中转站、总回风井 1、总回风井 2 及工业场地、办公生活区等地段复垦为乔木林地，需土量主要为树坑的表土回填，单个乔木树坑规格为 0.7m×0.7m×0.7m，即单坑表土回填量 0.343m³，种植行间距 2m×2.5m，因此总需土量为 2002m³（见表 5-11），考虑到客土损失（按 10%损失计算）共需土方量 2002×（1+10%）≈2201m³。

表 5-11 复垦单元表土覆土需求量一览表

场地名称	复垦面积（hm ² ）		人工回填表土（m ³ ）	合计（考虑到客土损失）
高位水池	水田	0.0123	73.8	81
PD805 工业场地	林地	0.0558	38	42
PD765 工业场地	林地	0.1603	110	121
PD725 工业场地	林地	0.0256	18	20
PD685 工业场地	林地	0.3501	240	264
PD610 工业场地	林地	0.0427	29	32
废石中转站	林地	0.7486	514	565
选厂及沉淀池等	林地	0.3558	244	268
尾矿中转站	林地	0.5359	368	405
总回风井 1	林地	0.0025	2	2
总回风井 2 及工业场地	林地	0.2355	162	178
办公生活区	林地	0.2957	203	223
合计		2.8205	2002	2201

（3）平衡分析

根据以上分析，总回风井 2 及工业场地、高位水池地段可从总回风井 2 及工业场地收

集 $178+81=259\text{m}^3$ 土供其复垦使用，PD805 工业场地、PD765 工业场地、PD725 工业场地、PD685 工业场地、PD610 工业场地、废石中转站、选厂及沉淀池等、尾矿中转站、总回风井 1、办公生活区等地段土地复垦所需覆土量 $2201-259=1942\text{m}^3$ （已按 10%客土损失计算）需从取土场取土。

5.2.4 土地复垦质量要求

根据可行性分析结果，确定土地复垦最终土地利用方向为水田、乔木林地、农村道路，复垦面积 3.6081hm^2 。本次复垦根据《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）、《土地复垦技术要求与验收规范》（DB45/T892-2012）和土地整治工程（DB45/T1055-2014、DB45/T1056-2014、DB45/T1057-2014）等相关技术标准：

1、复垦为水田的标准

- ①坡度 $\leq 3^\circ$ ；
- ②地面平整度 $\pm 3\text{cm}$ ；
- ③耕表层厚度：15~20cm；
- ④耕表层石砾量 $\leq 7\%$ ；
- ⑤土层厚度 $\geq 50\text{cm}$ ；
- ⑥40cm 内无障碍层；
- ⑦灌溉设计保证率 $> 70\%$ ；
- ⑧土壤 pH 值 5.0~8.0；
- ⑨排水设施满足排水要求，防洪标准为 10 年一遇；
- ⑩土壤有机质 15~25g/kg。3 年后达到亩产水稻约 500kg；

⑪客土重金属含量应满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）要求。

2、复垦为乔木林地的标准

- ①土壤 pH 值 5.0~8.0；
- ②土壤层厚度 $\geq 30\sim 50\text{cm}$ ；
- ③硬盘层深度 $\geq 30\text{cm}$ ；
- ④坡度 $\leq 25^\circ$ ，裸岩面积 $\leq 30\%$ ；
- ⑤一年后植树成活率 85%以上；
- ⑥三年后郁闭度 30%以上；

⑦有水土保持措施，防洪排水系统，满足要求。

3、复垦为农村道路

路基不宜小于 4.5m，必要时应设置错车道曲线半径不小于 10m，最大纵坡不宜大于 12%。

6 矿山地质环境保护治理与土地复垦工程设计

6.1 矿山地质环境保护与土地复垦预防工程

6.1.1 目标任务

1、目标

(1) 坚持按照“以人为本，安全第一，预防为主，备战结合”的要求，本着“预防为主，避让与防治相结合；因地制宜、技术可行、注重实效；注重生态、综合防治”的原则，最大限度地减少地质灾害造成的生命财产的损失。

(2) 确保矿山及周边居民点及重要设施、生态敏感目标不受采矿活动诱发地质灾害影响，周边村民生产生活用水得到保障，不改变地表水、地下水、土壤环境质量目标。

(3) 保障矿山正常的生产秩序，促进当地经济建设和社会的和谐发展。

2、任务

(1) 科学合理地制定开采计划与开采设计，规范采矿活动；

(2) 针对地下采场的特点，采取有针对性的工程措施，构建拦挡措施、截排水系统，避免泥石流、滑坡、崩塌、采空塌陷等危害；

(3) 结合开发利用方案，合理安排矿山地质环境保护与恢复治理工作部署，以边开采边治理的方式及时恢复植被、生态，尽量减少水土流失造成的危害、原生地形地貌景观的破坏，改善矿区生态、景观环境，实现区域生态环境的协调发展；

(4) 建立矿山地质环境监测预警预报系统，根据矿山地质环境问题类型、特征、重点保护对象等，提出矿山地质环境监测方案，对矿山地质环境问题进行动态监测、管理；

(5) 根据矿山地质环境问题类型和矿山地质环境保护与恢复治理分区结果，结合开发利用方案，按照轻重缓急、分阶段实施的原则，提出总体工作部署和本方案适用期内分年度实施计划；

(6) 根据矿山地质环境保护与恢复治理工作部署，明确矿山地质环境保护、恢复治理对象和内容，提出矿山地质环境保护工程，制定有针对性的技术措施；

(7) 根据矿山地质环境保护与土地复垦工程部署、工程量、技术手段，参照现行有关标准，进行矿山地质环境保护与土地复垦经费估算，制定治理经费分年度投资计划；

(8) 提出切实可行的组织保障、技术保障和资金保障措施，保障矿山地质环境保护与土地复垦工作的顺利进行；

(9) 客观评价矿山地质环境保护与土地复垦工程实施后所产生的社会效益、环境效益和经济效益。

6.1.2 主要预防工程

1、矿山地质灾害的预防措施

(1) 崩塌、滑坡预防控制措施

①矿山开采过程中需加强监测，对潜在的地质灾害及时发现，一旦发现，应及时清理崩塌体或滑坡体，尽量减少地质灾害对施工人员和施工设备的危害。

②矿山开采过程中要采用合理的开采布局，严格按照开采设计方案进行开采。应合理设计确定稳定坡率、及时做好边坡的支挡和削坡工作；搞好防护、种植草皮，以及坡顶、坡面的截水防渗工作，注意减少坡上附加荷载，以确保边坡稳定，防止边坡失稳产生崩塌。

③要对崩塌、滑坡等地质灾害隐患进行排查，并进行长期观测，建立有效的监测机制，做到早预防早治理。特别是遇连续大降雨或者强暴雨天气时要加强边坡巡查，遇危险情况及时撤离和疏散边坡下建筑物内工作人员，封锁区域内矿山道路。

④目前已建好的 4 个平硐口均采用 C30 的浇筑混凝土支护，支护厚度为 200mm，并在平硐口上方悬挂警示牌。建议在后期在 PD610 平硐也采用 C30 的浇筑混凝土支护并在平硐口上方悬挂警示牌。

⑤矿山道路旁、平硐口附近、废石中转站及尾矿中转站周围均已布置了截（排）水沟，截断山体水流，建议及时清理截排水沟，确保雨季排水通畅，无积水。

⑥建议在废石中转站实施废石分级堆放，并做到及时清理。同时，应在堆场下方修建防护挡墙，以防范地质灾害发生。此外，需制定地质灾害应急预案，确保一旦发现险情，能立即组织人员疏散撤离，并采取有效应对措施。

⑦建议尾矿中转站尾砂及时外运防止地质灾害发生。

(2) 采空塌陷预防控制措施

①在矿山地下开采过程中，应进行合理开采设计，并严格依据开发利用方案实施采矿作业，按规定预留保安矿柱。同时，须加强生产管理，科学、协调、均匀地控制开采推进速度。必须始终坚持“有疑必探、先探后掘、先治后采”的原则，严禁盲目采掘行为。

②加强顶板管理，对围岩松软不稳固回采工作面切割巷道要及时采取支护等有效措施。

③须加强矿山地质构造评估与岩体稳定性监测，及时预测采空区地面塌陷风险，并据此动态修正开采计划。

④加强对采空区的监测工作，特别是对塌陷风险区，能够及时发现异常迹象并采取相应的措施。对采空区及时进行充填，最大程度限制地表变形，减少地面塌陷及地裂缝的发生，减轻对地形地貌及土地资源的破坏。开采产生的废石优先用于充填各采空区，同时建议矿山企业做专项充填方案，将尾砂也及时充填至各采空区。

⑤对将来采空形成的塌陷及伴生地裂缝，应及时委托有资质单位进行专项勘察、设计及治理，及时消除其危害，同时强化地面、地下长期地质灾害监测网点，进行变形预报研究为地质灾害防治提供可靠的依据。

⑥采空地面塌陷预防工程的实施贯穿于整个地下开采过程中。对出现异常的部位进行重点监测，发现问题及时解决。不得在预测地面塌陷范围内新建构筑物或其他工程设施。

（3）泥石流预防控制措施

①已废石中转站、尾矿中转站外围修建截排水沟，截断山体水流，建议及时清理截排水沟，确保雨季排水通畅，无积水。并及时清运废石中转站的废石、尾矿中转站的尾砂，减少物源。建议在废石中转站废石实施分级堆放。

②注意冲沟上游物源区域植被的保护，严禁乱砍滥伐。

③加强监测，注意巡视观察，暴雨期间要加强巡察，发现异常及时采取防范措施和撤离人员，尽可能减轻灾害造成的损失。

④PD805 及 PD725 下游已修建挡土墙，并在外围也已修建截排水沟防雨水冲刷。

（4）不稳定斜坡

①11 处不稳定斜坡均已在坡角布置了截排水沟，建议及时清理截排水沟，确保雨季排水通畅，无积水。并对 11 处不稳定斜坡加强监测，特别是遇连续大雨或者强暴雨天气时要加强边坡巡查，遇危险情况及时撤离和疏散周边建筑物内人员，封锁危险区域。

②对不稳定斜坡 XP2 建议矿山实施分级堆放并及时用废石充填采空区。

③对不稳定斜坡 XP3、XP9 建议矿山实施分级放坡，设置合理的边坡坡率。

④不稳定斜坡 XP10、XP11 下游已修建挡土墙，建议矿山实施分级放坡，设置合理的边坡坡率。

2、含水层破坏的预防控制措施

①矿山已在 PD805、尾矿中转站、废石中转站、选厂工业场地修建了初期雨水沉淀池，收集的雨水经达标处理后外排。采矿产生的生产废水需经沉淀池沉淀处理后绝大部分废水循环回用，剩余水量（116.1m³/d）处理达标后排入李家村小溪。

②废石中转站下游已建设 150m³ 的淋溶水处理池（满足淋溶水最大量的 6 小时停留时间），并设置有专人维护，对收集的淋溶水经沉淀处理后的淋溶水后达标外排。

③尾矿中转站已做 HDPE 膜防渗，选矿废水处理站已采用钢筋混凝土防渗。尾矿中转站和选矿废水站泄漏发生后，污染物影响范围从泄漏点向外，强度由大到小，影响范围很小。连续泄漏发生后，区域地下水中的污染物浓度逐渐增加，连续泄漏 50 天后，污染物在下游 5m 处的浓度不再增加。瞬时泄漏迁移强度远远低于连续泄漏，区域地下水水质仍可满足《地下水环境质量标准》（GB/T14848-93）III 类标准。

④矿区矿体位于当地最低侵蚀面之上，矿坑涌水可以通过平硐自流排泄，矿山地下开采会在矿区局部小范围内形成地下水降落漏斗和疏干区，疏干地下水水位影响半径为 127m，在这范围内无村落，地下水水位下降对附近的居民饮用水水源（饮用水和山泉水等）、农业生态环境、龙胜温泉保护区、龙胜温泉等影响小，故建议采取监测的措施。

⑤矿山采矿后，建议矿山及时利用充填灌浆法及时充填密实，隔绝矿体与外界含水层之间的水力联系作用。

⑥向下开采时，当发现出水点、断层、破碎带等导水通道，要及时封堵，最大限度地阻止地下水进入矿坑，减少矿坑排水量。

3、水土环境污染预防控制措施

目前矿山对水土环境治理采用了一些方面的措施：比如采矿产生的生产生活废水需经沉淀池沉淀处理后绝大部分废水循环回用，少部分处理达标后排放，建议矿山提高废水综合利用率；为减少固体废弃物淋溶水污染地表水、地下水和土壤，尾矿中转站已做 HDPE 膜防渗，选矿废水处理站已采用钢筋混凝土防渗，矿坑涌水已经截排水沟进入沉淀池。目前地表水基本达标，地下水锰、砷超标，建议在井巷工程施工时，采取分层止水、堵漏、隔水等措施，防止地下水串层污染。目前土壤中镉、砷、铜、汞、镍部分超过风险筛选值，但不超风险管控值，建议矿山做土壤专项调查，查清土壤污染状况。同时建议矿山企业做好地表水、地下水、土壤的监测，及时发现污染场地，迅速阻断污染物在水土环境中的扩散，做好清除污染应急预案。

4、地形地貌景观保护措施

①由于 PD805 工业场地、PD765 工业场地及废石中转站废石堆放、尾矿中转站尾矿堆放对地形地貌景观和破坏较大，建议实施分级堆放，加大综合利用量，减少对地形地貌景观的破坏，加强矿山各工业场地的地形地貌景观监测，监测其损毁地类范围、面积和程

度等。同时建议矿山企业优化开采方案，尽量避免或少破坏耕地。

②边开采边治理，及时恢复、补种和管护植被，改善矿山景观。

5、土地复垦预防控制措施

通过合理规划生产布局，减少损毁土地范围。对于项目区而言，植被覆盖度本身较高，在建设和生产过程中应加强规划和施工管理，尽量缩小对土地的影响范围，各种生产建设活动应严格控制在规划区域内，将临时占地面积控制在最低限度，尽可能避免造成土地与植被的大面积损毁。

(1) 按照开发中的土地损毁产生时序及时实施复垦，及时恢复植被，减少水土流失。

(2) 加强对已恢复植被的抚育管理，纳入矿区日常管理，做到责任明确、资金到位。

(3) 地下工程生产中，应严格按照有关规范和规程进行，减轻采空区地质灾害的发生，并对采区地面进行监测，做到及时采取塌陷防范措施。

(4) 落实水土保持、环评报告、工程设计等报告中的各项防止水土流失、崩塌、滑坡、泥石流、采空塌陷、不稳定斜坡引发崩塌滑坡等地质灾害等预防控制措施。

6.2 地质环境治理工程设计

6.2.1 目标任务

依据矿山地质环境现状评估和预测评估结果，结合矿山服务年限和开采计划，矿山地质灾害治理目标是：最大限度地避免或减轻因矿山工程建设和采矿活动对矿山地质环境的影响和破坏，对存在的地质灾害隐患应采取永久性防治措施，使矿山地质环境问题得到有效治理，保证矿区经济社会发展和周围居民生命财产安全。

1、矿山地质环境保护目标

最大程度地减少矿山地质环境问题的发生，避免和减缓地质灾害造成的损失。

2、恢复治理目标

根据前文现状评估和预测评估，现状地质灾害弱发育，危险性小，预测矿山可能引发或加剧的地质灾害为采空塌陷、泥石流、不稳定斜坡引发崩塌、滑坡等。因此矿山地质灾害治理目标主要为采取有效的工程及监测措施，防止或减少地质灾害的发生。

3、任务

提出地质灾害恢复治理方案。在矿山开采过程中，减少或避免采空塌陷、泥石流、不稳定斜坡引发崩塌、滑坡等地质灾害的发生。

6.2.2 地质灾害治理工程

根据矿山地质灾害现状分析与预测，矿山可能引发或遭受的地质灾害主要为采空塌陷、泥石流、不稳定斜坡引发崩塌滑坡，因此，以下工程设计主要针对以上灾种进行分析。

1、现状地质灾害防治措施

现状调查共发现 11 处不稳定斜坡，XP2 是因废石堆放产生的，目前堆放较高，建议矿山实施分级堆放并及时用废石充填采空区。XP9 是修建 PD685 工业场地产生的填方边坡，目前比较稳定，建议矿山实施分级放坡，设置合理的边坡坡率。XP10、XP11 是因修建平硐工业场地产生的，下游已修建挡土墙，建议矿山实施分级放坡，设置合理的边坡坡率。XP1、XP3、XP4、XP6、XP7、XP8 均因修建道路削坡造成岩土体卸荷，现状未发现崩塌、滑坡现象，现坡角已修建了截排水沟，目前处于暂时稳定状态；XP5 是修建平硐 PD685 硐口及工业场地产生的，局部已边坡喷浆锚固，剩余地段现状未发现崩塌、滑坡现象，目前处于暂时稳定状态，建议加强监测，特别是遇连续大降雨或者强暴雨天气时要加强边坡巡查，遇危险情况及时撤离和疏散周边建筑物内人员，封锁危险区域。

2、预测地质灾害防治措施

（1）不稳定斜坡引发崩塌、滑坡防治工程

未来矿山生产引发不稳定斜坡产生崩塌、滑坡的区域主要是废石中转站堆放废石边坡、尾矿中转站堆放尾砂边坡、矿山道路边坡及平硐口边坡，目前处于暂时稳定状态，且边坡下方已修建截排水沟及 XP10、XP11 下游已修建挡土墙，目前暂时稳定，建议矿山及时清理截排水沟，确保雨季排水通畅，无积水；对废石中转站边坡实施分级堆放，并及时用废石充填采空区；加强监测，特别是遇连续大降雨或者强暴雨天气时要加强边坡巡查，遇危险情况及时撤离和疏散周边建筑物内人员，封锁危险区域。

对于新增平硐口 PD610 采取混凝土支护措施治理，并悬挂安全警示牌，平硐口的加固因在《开发利用方案》中专门设计，故本方案不再设计支护。

（2）泥石流防治措施

矿山 PD725-PD805 段矿山道路侧边修建了 $0.6\text{m}\times 0.6\text{m}$ 的截排水沟；已在 PD768-PD725 段矿山道路侧边修建了 $0.8\text{m}\times 1.0\text{m}$ 的截排水沟；已在废石中转站周围修建了 $0.8\text{m}\times 0.8\text{m}$ 的截水沟；已在尾矿中转站周围修建了 $0.4\text{m}\times 0.6\text{m}$ 的截水沟；截断山体水流，以防止雨水直接冲刷坡面而产生水土流失、泥石流、边坡坍塌、水体污染等灾害，故建议及时清理截排水沟，确保雨季排水通畅，无积水。并及时清运废石中转站的废石、尾矿中转站的尾砂，

减少物源；建议在废石中转站废石实施分级堆放。

（3）采空塌陷防治措施

矿山未来开采产生的废石优先用于充填各采空区，预测引发或遭受采空区地面塌陷的可能性小-中等，建议矿山企业做专项充填方案，将尾砂也及时充填至各采空区。平时应加强监测，特别是对塌陷风险区，建议矿山建立完善的地压活动声发射监测系统，实现了井下地压活动全方位、全天候的监测，监测地表的变形监测，发现问题及时处理。该项工作列入矿山正常生产中，治理费用作为矿山正常生产费用，不单独计算恢复治理费用，因此本方案仅对采空塌陷进行监测工作，不再重复布置工程措施。

6.2.3 含水层破坏防治工程

矿山采用地下井工开采，矿山开采不可避免的要对地下含水层造成破坏，矿坑疏排地下水，将改变地下水循环交替条件，形成地下水集中排泄通道，导致地下含水层结构破坏、地下水资源量减少和水位下降。矿山已在 PD805、尾矿中转站、废石中转站、选厂工业场地修建了初期雨水沉淀池，收集的雨水经达标处理后外排。采矿产生的生产生活废水需经沉淀池沉淀处理后绝大部分废水循环回用，剩余水量（116.1m³/d）处理达标后排入李家村小溪。废石中转站下游已建设 150m³ 的淋溶水处理池（满足淋溶水最大量的 6 小时停留时间），并设置有专人维护，对收集的淋溶水经沉淀处理后的淋溶水后达标外排。尾矿中转站已做 HDPE 膜防渗和搭设雨棚，选矿废水处理站已采用钢筋混凝土防渗，并周围修好截排水沟。尾矿中转站和选矿废水站泄漏发生后，污染物影响范围从泄漏点向外，强度由大到小，影响范围很小。连续泄漏发生后，区域地下水中的污染物浓度逐渐增加，连续泄漏 50 天后，污染物在下游 5m 处的浓度不再增加。瞬时泄漏迁移强度远远低于连续泄漏，区域地下水水质仍可满足《地下水环境质量标准》（GB/T14848-93）Ⅲ类标准。矿山采矿后，建议矿山及时监测。

矿区矿体位于当地最低侵蚀面之上，矿坑涌水可以通过平硐自流排泄，将造成地下水的水位、水量、水质改变，矿山地下开采会在矿区局部小范围内形成地下水降落漏斗和疏干区，疏干地下水水位影响半径为 127m，在这范围内无村落，地下水水位下降对附近的居民饮用水水源（饮用水和山泉水等）、农业生态环境、龙胜温泉保护区、龙胜温泉等影响小，故建议采取监测的措施，并建议矿山做专项应急预案。具体工程量见后文“矿山地质环境监测”一节。

6.2.4 水土环境污染治理工程

目前矿山对水土环境治理采用了一些方面的措施：比如采矿产生的生产生活废水需经沉淀池沉淀处理后绝大部分废水循环回用，少部分处理达标后排放，建议矿山提高废水综合利用率；为减少固体废弃物淋溶水污染地表水、地下水和土壤，尾矿中转站已做 HDPE 膜防渗，选矿废水处理站已采用钢筋混凝土防渗，矿坑涌水已经截排水沟进入沉淀池。目前地表水基本达标，地下水锰、砷超标，建议在井巷工程施工时，采取分层止水、堵漏、隔水等措施，防止地下水串层污染。目前土壤中镉、砷、铜、汞、镍部分超过风险筛选值，但不超风险管控值，建议矿山做土壤专项调查，查清土壤污染状况。同时建议矿山企业做好地表水、地下水、土壤的监测，及时发现污染场地，迅速阻断污染物在水土环境中的扩散，做好清除污染应急预案。具体工程量见后文“矿山地质环境监测”一节。

6.2.5 地形地貌景观破坏防治

由于 PD805 工业场地、PD765 工业场地及废石中转站废石堆放、尾矿中转站尾矿堆放对地形地貌景观和破坏较大，建议实施分级堆放，加大综合利用量，减少对地形地貌景观的破坏，加强矿山各工业场地的地形地貌景观监测，监测其损毁地类范围、面积和程度等。同时建议矿山企业优化开采方案，尽量避免或少破坏耕地。这些将在土地复垦工程章节详细介绍。

6.2.6 地质环境治理工程量汇总

根据以上设计工程，矿山地质灾害治理主要为监测工程，后文详细阐述。

6.3 矿区土地复垦工程

6.3.1 目标任务

根据土地复垦“占一补一，占优补优”的原则和矿区地形地貌特征、当地土地规划及复垦单元适宜性评价分析，受损毁的土地经采取复垦技术措施后可复垦为水田、乔木林地、农村道路。本方案复垦责任范围包括：5 个平硐口及工业场地、1 号总回风井、2 号总回风井及工业场地、高位水池、选厂及沉淀池等、废石中转站、尾矿中转站、办公生活区、矿山道路、取土场等，其总面积为 3.6081hm²，本方案设计复垦水田 0.0123hm²，乔木林地 3.3290hm²、农村道路 0.3388hm²，总复垦面积为 3.6081hm²，土地复垦率为 100%。矿区土地复垦前后地类面积对比表见 6-1。

表 6-1 矿区土地复垦前后地类面积对比表 单位 hm²

场地名称	损毁复垦	合计	一、二级地类					
			耕地 (01)	林地 (03)		工矿用地 (06)	住宅用地 (07)	交通用地 (10)
			水田 (0101)	乔木林地 (0301)	灌木林地 (0305)	采矿用地 (0602)	农村宅基地 (0702)	农村道路 (1006)
平硐口及工业场地	损毁	0.6421		0.4003		0.1457	0.0939	
	复垦	0.6421		0.6421				
废石中转站	损毁	0.7486		0.5581		0.1905		
	复垦	0.7486		0.7486				
选厂及沉淀池等	损毁	0.3558		0.0527	0.1346	0.1921	0.0291	
	复垦	0.3558		0.3558				
尾矿中转站	损毁	0.5359		0.0080		0.5279		
	复垦	0.5359		0.5359				
高位水池	损毁	0.0123	0.0123					
	复垦	0.0123	0.0123					
总回风井 1	损毁	0.0025		0.0025				
	复垦	0.0025		0.0025				
总回风井 2 及工业场地	损毁	0.2355		0.1102	0.1032	0.0221		
	复垦	0.2355		0.2355				
办公生活区	损毁	0.2957				0.2957		
	复垦	0.2957		0.2957				
矿山道路	损毁	0.3388		0.0620				0.2768
	复垦	0.3388						0.3388
取土场	损毁	0.3882		0.3882				
	复垦	0.3882		0.3882				
合计	损毁	3.6081	0.0123	1.5820	0.2378	1.3762	0.1230	0.2768
	复垦	3.6081	0.0123	3.3290	0	0	0	0
面积增减		0	0	+1.7470	-0.2378	-1.3762	-0.1230	-0.2768

6.3.2 土地复垦工程设计

工程设计针对不同土地复垦单元的复垦措施进行，分别对 10 个复垦单元进行工程设计，监测和管护工程单独进行设计。

（1）平硐口及工业场

矿区内共有 5 个（PD805、PD765、PD725、PD685、PD610）平硐口，面积共 0.6421hm^2 ，全部复垦为乔木林地。

①封堵工程

为了消除安全隐患，防止当地村民进入平硐，矿山闭坑后，必须对 5 个平硐口利用废石、废渣、废土从里到外充填至平硐口并压实，充填长度 20m，再在平硐口一座封闭挡墙（挡墙厚 1.0m），墙体嵌入井筒支护体 0.5m，水泥勾缝封死。平巷均采用三心拱形状，净宽 3350mm，净高 2600mm，各硐口净断面为 8.23m^2 。故每个硐口废石充填量为断面面积 $\times$ 废石充填厚度，即 $8.23\times 20=164.6\text{m}^3$ ；每个硐口砌筑石墙量为断面面积 $\times$ 厚，即 $8.23\times 1=8.23\text{m}^3$ 。

②建（构）筑物拆除工程

矿山开采结束后，对 5 个平硐工业场地的地面建（构）筑物的砌体进行人工拆除。将这些地段的建（构）筑物及地面硬化等全部拆除，地面建（构）筑物平均厚度按 0.3m，平均高按 3m，拆除后的建筑废渣全部和钢材外运处理。

③场地平整

对 5 个平硐工业场地进行场地平整，平整土地采用机械平整，平整场地时，要求留有约 5% 的坡度以利于自然排水，平整后地形坡度 $\leq 25^\circ$ 。平整深度按照平均 30cm 计算，平整土地方量 1903.5m^3 。

④植被工程

平硐口及工业场的复垦方向为乔木林地，场地翻耕平整后，在整理好的场地上进行挖坑、回填表土、种植杉树。杉树坑单个乔木树坑规格为 $0.7\text{m}\times 0.7\text{m}\times 0.7\text{m}$ ，即单坑回填表土量 0.343m^3 ；种植行间距 $2.0\times 2.5\text{m}$ ，即种植行间距为 5m^2 。每株杉树需培肥 0.5kg 有机复合肥。为减少水土流失，还需按 $20\text{kg}/\text{hm}^2$ 撒播狗牙根草籽进行固土保水。

表 6-2 5 个平硐及工业场地工程量一览表

项目位置	PD805 工业场地	PD765 工业场地	PD725 工业场地	PD685 工业场地	PD610 工业场地	合计
一、封堵工程						
砌筑石墙 (m ³)	8.23	8.23	8.23	8.23	8.23	41.15
废石充填井口 (m ³)	164.6	164.6	164.6	164.6	164.6	823
二、建（构）筑物拆除工程						
砌体拆除量 (m ³)	347	553	183	2985	128	4196
三、场地平整						
平整方量 (m ³)	167.4	480.9	76.8	1050.3	128.1	1903.5
四、植被工程						
挖树坑方量 (m ³)	38	110	17	240	29	434
人工回填表土量 (m ³)	38	110	17	240	29	434
种植杉树 (株)	112	321	51	700	85	1269
培肥 (kg)	56	160.5	25.5	350	42.5	634.5
撒播草籽 (hm ²)	0.0558	0.1603	0.0256	0.3501	0.0427	0.6421

(2) 废石中转站

矿区内共有 1 个废石中转站，面积共 0.7486hm²，全部复垦为乔木林地。

①场地平整

对废石中转站进行场地平整，平整土地采用机械平整，平整场地时，要求留有约 5%的坡度以利于自然排水，平整后地形坡度 $\leq 25^\circ$ 。平整深度按照平均 30cm 计算，平整土地方量 2245.8m³。

②植被工程

废石中转站的复垦方向为乔木林地，场地翻耕平整后，在整理好的场地上进行挖坑、回填表土、种植杉树。杉树坑单个乔木树坑规格为 0.7m $\times$ 0.7m $\times$ 0.7m，即单坑回填表土量 0.343m³；种植行间距 2.0 $\times$ 2.5m，即种植行间距为 5m²。每株杉树需培肥 0.5kg 有机复合肥。为减少水土流失，还需按 20kg/hm² 撒播狗牙根草籽进行固土保水。

表 6-3 废石中转站工程量一览表

项目位置	废石中转站	合计
一、场地平整		
平整方量 (m ³)	2245.8	2245.8
二、植被工程		
挖树坑方量 (m ³)	512	512
人工回填表土量 (m ³)	512	512
种植杉树 (株)	1493	1493
培肥 (kg)	746.5	746.5
撒播草籽 (hm ²)	0.7486	0.7486

(3) 选厂及沉淀池、尾矿中转站、办公生活区

①建（构）筑物拆除工程

矿山开采结束后，对选厂及沉淀池、尾矿中转站、办公生活区地段的地面建（构）筑物的砌体进行人工拆除。将这些地段的建（构）筑物及地面硬化等全部拆除，地面建（构）筑物平均厚度按 0.3m，平均高按 3m，拆除后的建筑废渣全部和钢材外运处理。

②场地平整

对选厂及沉淀池、尾矿中转站、办公生活区地段进行场地平整，平整土地采用机械平整，平整场地时，要求留有约 5%的坡度以利于自然排水，平整后地形坡度 $\leq 25^\circ$ 。平整深度按照平均 30cm 计算。

③植被工程

选厂及沉淀池、尾矿中转站、办公生活区地段等地的复垦方向为乔木林地，场地翻耕平整后，在整理好的场地上进行挖坑、回填表土、种植杉树。杉树坑单个乔木树坑规格为 0.7m×0.7m×0.7m，即单坑回填表土量 0.343m³；种植行间距 2.0×2.5m，即种植行间距为 5m²。每株杉树需培肥 0.5kg 有机复合肥。为减少水土流失，还需按 20kg/hm² 撒播狗牙根草籽进行固土保水。

表 6-4 选厂及沉淀池、尾矿中转站工程量一览表

项目位置	选厂及沉淀池	尾矿中转站	办公生活区	合计
一、建（构）筑物拆除工程				
砌体拆除量 (m ³)	5248	7000	2381	14629
二、场地平整				
平整方量 (m ³)	1225.5	1607.7	887.1	3720.3
三、植被工程				
挖树坑方量 (m ³)	280	368	203	851
人工回填表土量 (m ³)	280	368	203	851
种植杉树 (株)	817	1072	591	2480
培肥 (kg)	408.5	536	295.5	1240
撒播草籽 (hm ²)	0.4085	0.5359	0.2957	1.2401

（4）高位水池

①建（构）筑物拆除工程

矿山开采结束后，对高位水池的地面建（构）筑物的钢体结构进行人工拆除。将这些地段的建（构）筑物及地面硬化等全部拆除，地面建（构）筑物平均厚度按 0.3m，拆除后的建筑废渣全部和钢材外运处理。

②场地平整

对高位水池进行场地平整，平整土地采用机械平整，平整场地时，要求留有约 5%的坡度以利于自然排水，平整后地形坡度 $\leq 10^\circ$ 。平整深度按照平均 30cm 计算，平整土地方量 36.9m^3 。

③表土回填工程

场地平整后，在整理好的场地上覆土，覆土厚度为 0.6m，共需表土回填量为 $0.0123 \times 10000 \times 0.6 = 73.8\text{m}^3$ 。

④田坎工程

高位水池复垦方向为水田，呈长条形，长 14.88m，宽 6.9~9m，根据复垦单元实际情况，结合矿区周围田块布置规格，计 1 块田坎设计田块宽 6.9~9m，田块长 14.88m，设计田埂宽 0.5m、高 0.2m，需修筑田埂总长 48m，截面规格为 $0.2\text{m} \times 0.5\text{m}$ ，修筑方量 4.8m^3 。设计农田灌溉沟渠采用土沟形式，过水断面采用梯形断面，口宽 0.8m、底宽 0.5m、高 0.5m，侧面及底面覆粘性土进行夯实。渠道长 56m，需人工挖土方量约 18.2m^3 。田块整理好后，对土壤进行改良，主要为施有机肥，施肥量按 $15000\text{kg}/\text{hm}^2$ 、施用 3 年标准设计，故需要有机肥 $15 \times 0.123 \times 3 \approx 5500\text{kg}$ ，复垦完成后，交付给当地的村民组织进行农作物的种植。

表 6-5 高位水池工程量一览表

项目位置	高位水池	合计
一、建（构）筑物拆除工程		
砌体拆除量（ m^3 ）	286.9	286.9
二、场地平整		
平整方量（ m^3 ）	36.9	36.9
三、表土回填工程		
人工表土回填量（ m^3 ）	73.8	73.8
四、田坎工程		
修筑土方量（ m^3 ）	4.8	4.8
人工挖土方（ m^3 ）	18	18
培有机肥（kg）	5500	5500

（5）总回风井 1

①建（构）筑物拆除工程

矿山开采结束后，对总回风井 1 的地面建（构）筑物的砌体进行人工拆除。将这些地段的建（构）筑物及地面硬化等全部拆除，地面建（构）筑物平均厚度按 0.3m，拆除后的建筑废渣全部和钢材外运处理。

②封堵工程

为了消除安全隐患，防止当地村民进入总回风井，矿山闭坑后，必须对总回风井 1 利用废石、废渣、废土从里到外充填至平硐口并压实，充填长度 20m，再在回风井口一座封闭挡墙（挡墙厚 1.0m），墙体嵌入井筒支护体 0.5m，水泥勾缝封死。回风井采用三心拱形状，净宽 2300mm，净高 2295mm，各井口净断面为 5m²。故总回风井 1 废石充填量为断面面积×废石充填厚度，即 $5 \times 20 = 100\text{m}^3$ ；总回风井 1 砌筑石墙量为断面面积×厚，即 $5 \times 1 = 5\text{m}^3$ 。

表 6-6 总回风井 1 工程量一览表

项目位置	PD805 工业场地	合计
一、封堵工程		
砌筑石墙（m ³ ）	5	5
废石充填井口（m ³ ）	100	100
二、建（构）筑物拆除工程		
砌体拆除量（m ³ ）	82.5	82.5

（6）总回风井 2 及工业场

①表土收集

总回风井 2 及工业场地未来需要新增 1 座充填站，可以收集表土，考虑交通运输方便及土源厚度，在总回风井 2 工业场地收集表土供高位水池复垦为水田的表土回填及总回风井 2 及工业场地复垦为林地所需的树坑的表土回填，将收集的表土堆放至总回风井 2 工业场地内，不另设置表土堆放场。单个乔木树坑规格为 0.7m×0.7m×0.7m，种植行间距 2m×2.5m，因此总回风井 2 及工业场地需要收集表土量为 $0.2355 \times 10000 \times \div (2 \times 2.5) \times 0.343 \approx 162\text{m}^3$ ，考虑到表土运输过程损失（按 10%损失计算），故共需收集表土量为 $162 \times (1+10\%) \approx 178\text{m}^3$ 。高位水池需收集表土量为 $0.0123 \times 10000 \times 0.6 \approx 73.8\text{m}^3$ ，考虑到表土运输过程损失（按 10%损失计算），故共需收集表土量为 $73.8 \times (1+10\%) \approx 81\text{m}^3$ 。故共需收集表土量为 $178+81=259\text{m}^3$ 。表土收集按 0.5m 计算，表土收集的面积为 0.0518hm²。为防止雨水冲刷，造成表土水土流失，在临时表土场外侧修建编织袋挡墙，堆放高度小于 5m，用尾砂

装满编织袋并扎好袋口，按自下往上 3-2-1 式堆放，底部 3 个，中间 2 个，顶部 1 个，编织袋排列上、下应错缝搭放，搭放长度一般为编织袋的 1/2，挡墙每延米的工程量为约 6m³。编织袋挡土墙总工程量为编织袋挡土墙的长度×每延米的工程量，即 104m×6m³/m=240m³。

②建（构）筑物拆除工程

矿山开采结束后，对总回风井 2 及工业场地的地面建（构）筑物的砌体进行人工拆除。将这些地段的建（构）筑物及地面硬化等全部拆除，地面建（构）筑物平均厚度按 0.3m，拆除后的建筑废渣全部和钢材外运处理。

③封堵工程

为了消除安全隐患，防止当地村民进入总回风井，矿山闭坑后，必须对总回风井 2 利用废石、废渣、废土从里到外充填至平硐口并压实，充填长度 20m，再在回风井口一座封闭挡墙（挡墙厚 1.0m），墙体嵌入井筒支护体 0.5m，水泥勾缝封死。回风井采用三心拱形状，净宽 2300mm，净高 2295mm，各井口净断面为 5m²。故总回风井 2 废石充填量为断面面积×废石充填厚度，即 5×20=100m³；总回风井 2 砌筑石墙量为断面面积×厚，即 5×1=5m³。

④场地平整

对总回风井 2 工业场地进行场地平整，平整土地采用机械平整，平整场地时，要求留有约 5% 的坡度以利于自然排水，平整后地形坡度≤25°。平整深度按照平均 30cm 计算。

⑤植被工程

总回风井 2 及工业场地的复垦方向为乔木林地，场地翻耕平整后，在整理好的场地上进行挖坑、回填表土、种植杉树。杉树坑单个乔木树坑规格为 0.7m×0.7m×0.7m，即单坑回填表土量 0.343m³；种植行间距 2.0×2.5m，即种植行间距为 5m²。每株杉树需培肥 0.5kg 有机复合肥。为减少水土流失，还需按 20kg/hm² 撒播狗牙根草籽进行固土保水。

表 6-7 总回风井 2 及工业场地工程量一览表

项目位置	总回风井 2 及工业场地	合计
一、表土收集		
表土收集量（m³）	259	
编织袋土填筑（m³）	240	
二、建（构）筑物拆除工程		
砌体拆除量（m³）	1428	
三、封堵工程		
砌筑石墙（m³）	5	5
废石充填井口（m³）	100	100

项目位置	总回风井 2 及工业场地	合计
四、场地平整		
平整方量 (m ³)	706.2	
四、植被工程		
挖树坑方量 (m ³)	162	
人工回填表土量 (m ³)	162	
种植杉树 (株)	471	
培肥 (kg)	235.5	
撒播草籽 (hm ²)	0.2355	

(7) 矿山道路

根据土地权属人意愿，矿山道路复垦单元最终保留为农村道路，矿山道路路面硬度高，自然排水条件好，只需适当平整，按平整厚度 0.15m，可保留为当地道路使用。

表 6-8 矿山道路工程量一览表

场地名称	复垦面积 (hm ²)	平整工程量 (m ³)
矿山道路	0.3388	508.2

(8) 取土场

取土场设计位于尾矿中转站东侧，挖损深度约 0.5m，边坡坡角设计 45°，挖损总面积 0.3882 hm²。取土作业时需加强边坡稳定性监测，确保施工安全。取土后将产生 0.5m 高的边坡，由于场地较平整，待取土工作完成后，直接按品字形，行间距、株间距按 2.5m × 2m，种植坑规格 0.7m × 0.7m × 0.7m，种植杉树，种植杉树 776 株，树坑挖方量约 266m³，每株杉树需培肥 0.5kg 有机复合肥。为减少水土流失，还需按 20kg/hm² 撒播狗牙根草籽进行固土保水。

表 6-9 取土场工程量一览表

项目位置	取土场	合计
一、植被工程		
挖树坑 (m ³)	266	266
种植杉树 (株)	776	776
培肥 (kg)	388	388
撒播草籽 (hm ²)	0.3882	0.3882

6.3.3 矿区土地复垦工程量汇总

土地复垦工程量见表 6-10。

表 6-10 矿区土地复垦工程量汇总表

序号	工程名称	计量	工程量	计算方法	备注
一	表土收集工程				
1	表土收集量	100m ³	2.59	收集面积×收集表土厚度	
2	编织袋土填筑	100m ³	2.40	单位长度方量×总长	
二	建（构）筑物拆				
1	砌体拆除量	100m ³	206.224		
三	封堵工程				
1	浆砌石墙量	100m ³	0.5115	内砌+外砌石墙面积×1m	
2	废石充填量	100m ³	10.23	井口断面×20m	
四	场地平整工程				
1	平整工程量	100m ³	91.209	平整面积×平整深度	
五	植被工程				
1	挖树坑方量	100m ³	22.25	树数量×树坑尺寸	
2	表土回填量	100m ³	20.328	覆土量+回填树坑量	
3	种植杉树	100 株	64.89	复垦乔木林地面积/株间距	
4	播种草籽	hm ²	3.2545	复垦为草地面积	20kg/hm ² 草籽
5	培肥	kg	3244.5	乔木 0.5kg ×株数	
六	田坎工程				
1	修筑土方量	100m ³	0.048	田坎宽×高×长	
2	人工挖土方	100m ³	0.018	（上底+下底）×高÷2×渠长	
3	培有机肥	kg	5500	15000kg/ hm ² ×复垦面积×3 年	

6.4 矿山地质环境监测

6.4.1 目标任务

矿山地质环境监测是从保护水土资源、维护良好的地质环境、降低和避免地质灾害风险为出发点，运用多种手段和办法，对地质灾害成因、数量、强度、范围和后果进行监测，是准确把握矿山地质环境动态变化及地质灾害防治措施效果的重要手段和基础性工作。

采矿活动产生的地质环境问题为：不稳定斜坡引发崩塌、滑坡、泥石流、采空区塌陷地质灾害、矿区含水层、矿区地形地貌景观和矿区水土环境污染的影响和破坏。本次矿山地质环境监测的目标任务为：建立地表监测线和监测点，加强对不稳定斜坡引发崩塌、滑坡、泥石流、采空区塌陷地质灾害、矿区含水层、矿区地形地貌景观和矿区水土环境污染的监测。

矿山地质环境监测工作由广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司负责并组织实施，并成

立专职机构，加强对本方案实施的组织管理和行政管理，由辖区内各级自然资源主管部门负责监督管理。

6.4.2 地质灾害监测

1、监测点的布设

主要对现状 11 处不稳定斜坡地带各布置一个监测点，共 11 个监测点；在地表岩移范围内，布置 2 条监测断面，每一条监测断面 3 个监测点，总计 6 个监测点。一共 17 个。

2、监测内容

矿山开采过程中可能产生崩塌、滑坡、泥石流、采空区塌陷地质灾害，因此地质灾害监测内容为：开采区各边坡变形、位移、稳定性，地面的宏观变形等。

3、监测方法

定期采用地质路线调查方法对宏观变形迹象和与其有关的各种异常现象进行定期的观测、记录。

4、监测频率

监测频率一般 1 次/月，雨季加密（当地每年的雨季为 5、6、7，3 个月 1 周 1 次）。

5、监测时限

监测时限为本方案的服务年限为 12 年（即自 2025 年 1 月起至 2036 年 12 月结束）。

监测工程量见表 6-11。

6.4.3 含水层监测

1、监测点的布设

由于矿山地下开采不可避免会造成了对上部含水层局部的水位下降和疏干现象，因此在矿区地下水降落漏斗区外围，利用井泉，设置水位、水质、流量监测点共 3 个，分别布置在岩石移动范围内。

2、监测项目

含水层监测包括地下水水位、流量和水质变化情况。水质监测主要包括浑浊度、pH 值、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铜、锌、氨氮、硫化物、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、汞、砷、镉、六价铬、铅、氰化物、铁、锰共 20 项。

3、监测方法

（1）水质分析方法：取水样，送有资质单位做水质分析；

（2）水位监测：人工皮尺做简单测量；

(3) 流量监测：人工容器、堰板、流速仪实地测量。

4、监测频率

水质监测频率每年 3 次（即：枯、平、丰各 1 次），地下水水位、流量监测频率为 1 次/月。

5、监测技术要求

(1) 地下水监测井的建设参照《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2020）；

(2) 地下水监测的方法和精度满足《地下水监测工程技术标准》（GB/T 51040-2023）和《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287）要求。

6、监测时限

监测时限为本方案的服务年限为 12 年（即自 2025 年 1 月起至 2036 年 12 月结束）。

监测工程量见表 6-11。

6.4.4 水土环境污染监测

1、监测点的布设

根据本矿山的水土污染物特性，并结合项目所在区域地表水和土壤的分布状况，在李家溪沟上中下处设置 3 个地表水监测点，在废石中转站、尾矿中转站及高位水池处 3 个土壤监测点。

2、监测项目

主要监测地表水的水质、流量和土壤质量。水质监测主要包括浑浊度、pH 值、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铜、锌、氨氮、硫化物、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、汞、砷、镉、六价铬、铅、氰化物、铁、锰共 20 项。土壤监测主要包括镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌共 8 项。

3、监测方法

(1) 水质分析方法：取水样和土样，送有资质单位做水质分析；

(2) 流量监测：人工容器、堰板、流速仪实地测量。

4、监测频率

水质监测频率每年 3 次（即：枯、平、丰各 1 次），地表水流量监测频率为 1 次/月，一次 2 人。土壤监测每年 4 次，一次 1 人。

5、监测时限

监测时限为本方案的服务年限为 12 年（即自 2025 年 1 月起至 2036 年 12 月结束）。

监测工程量见表 6-11。

6.4.5 地形地貌景观监测

1、监测点的布设

地形地貌景观监测点的布设为：废石中转站、尾矿中转站、选厂、矿山道路、5 个平硐工业场地、2 个总回风井及工业场地、高位水池、取土场等各布设一个，总共 16 个。

2、监测项目

监测项目为各项目相关区占用损毁土地的范围、面积和程度。

3、监测方法

以地形图测量法为主、结合局部的人工调查法、照相等。

4、监测频率

一般为 1 次/年。

5、监测时限

监测时限为本方案的服务年限为 12 年（即自 2025 年 1 月起至 2036 年 12 月结束）。

监测工程量见表 6-11。

6.4.6 主要工程量

矿山地质环境监测主要工程量见表 6-11。

表 6-11 矿山地质环境监测工程量汇总表

监测内容		监测点	监测场地	监测频率	监测时间	监测工程量		合计
						近期 (2025 年—2029 年)	中远期 (2030 年—2036 年)	
地质灾害监测	崩塌、滑坡、采空塌陷等监测	17 个	11 处不稳定斜坡及地表岩移范围	每月 1 次，汛期增加到 1 周 1 次，一年 21 次，一次 2 人	2025.1-2036.12	210 工日	294 工日	504 工日
含水层及水土环境监测	地下水水位、水质、流量	3 个	地下水监测点	水质每年枯、平、丰各 1 次，水位、流量每月 1 次，一次 2 人	2025.1-2036.12	水质 45 组，水位、流量 120 工日	水质 63 组，水位、流量 168 工日	水质 108 组，水位、流量 288 工日
	地表水水质、流量监测	3 个	地表水监测点	水质每年枯、平、丰各 1 次，水位、流量每月 1 次，一次 2 人	2025.1-2036.12	水质 45 组，水位、流量 120 工日	水质 63 组，水位、流量 168 工日	水质 108 组，水位、流量 288 工日
	土壤监测	3 个	土壤监测点	每年 4 次，一次 1 人	2025.1-2036.12	60 组	84 组	144 组
地形地貌监测	地形地貌景观、土地损毁的范围、面积和程度	16 个	各工业场地、矿山道路	每年 1 次，每次 2 人	2025.1-2036.12	10 工日	14 工日	24 工日

6.5 矿区土地复垦监测和管护

6.5.1 目标任务

1、土地复垦监测工程目标任务

为保障矿山土地复垦效果达到预期，在本项目服务期内，对所复垦土地的复垦效果进行监测，包含土地损毁和复垦植被监测。

2、土地复垦管护工程目标任务

矿山土地复垦管护工程主要为林地管护。应根据土地复垦利用类型、土壤、当地的气候和水文等条件，提出适合的管护方案，以提高复垦工程的经济、社会和生态效益。

6.5.2 措施和内容

1、土地损毁监测

监测内容：记录损毁范围、面积、地类、权属等，并与预测结果进行对比分析。

监测点布设：废石中转站、尾矿中转站、选厂、矿山道路、5 个平硐工业场地、2 个总回风井及工业场地、高位水池、取土场等各布设一个，总共 16 个。

监测方法：用卷尺或手持 GPS 野外定点监测损毁范围、面积，对照土地利用现状图记录损毁地类、权属走访。

监测频率：每年 1 次进行土地损毁监测，每次两组，2 人/组。

监测时间：本方案的服务年限为 11 年（即自 2025 年 1 月起至 2035 年 12 月结束）。

监测工程量见表 6-12。

2、复垦效果监测

监测内容：本项目主要为土壤质量监测、复垦植被监测和复垦工程监测。①土壤质量监测：对复垦为水田、乔木林地的单元地形坡度、有效土层厚度、土壤有效水分、容重、pH、有机质含量进行监测；②复垦植被监测：乔木林地的植被监测，主要对植物长势、覆盖度进行监测；③复垦配套设施监测：为复垦的辅助设施，本方案为截排水设施等的监测。

监测点布设：废石中转站、尾矿中转站、选厂、矿山道路、5 个平硐工业场地、2 个总回风井及工业场地、高位水池、取土场等各布设一个，总共 16 个。

监测方法：土壤质量监测主要采取人工巡视的方法监测地形坡度、有效土层厚度等，并对每个监测点土壤取样一组化验土壤有效水分、容重、pH、有机质含量；复垦植被监测主要对林地种植杉树及进行巡视监测；对挡土墙、排水沟进行巡视监测。

监测频率：①土壤质量监测：复垦完成后 3 年内进行每年 1 次巡视监测，每次 4 人，取土样化验一次，一次 1 组/个复垦点；②复垦植被监测：1 年 1 次，每次 4 人。

监测时间：复垦结束后 3 年。

监测工程量见表 6-12。

3、管护工程

管护对象：本项目主要针对林地采取植被管护措施和挡土墙、截排水沟管护。

（1）林地管护

①为保证苗木一年后成活率 $\geq 85\%$ ，对复垦工程中种植的杉树进行补种，每年补种数量按复垦工程植入量的 10%计补种 3 年。

②开沟：一是树高小于 1m，离树兜 30cm 处，在四周开环形沟；二是树高 1~2m，离树兜 45cm 处，在四周开环形沟；三是树高大于 2m，离树兜 60cm 处，在四周开环形沟。

③施肥：每年追施专用肥一次，均施于施肥沟内，肥料不能与苗木直接接触，成块肥料要粉碎。一年生 0.1kg（定植 3 月后才能施），二年生 0.2kg，二年生 0.3kg，施肥覆土

后浇水一次。

④防虫：对于林带中出现树木的病、虫、害等要及时进行管护。要坚持“预防为主、防治结合”方针，建立和健全病虫害防治体系，防止危险性病虫害的传播和蔓延，对于病株要及时砍伐防止扩散，对于虫害要及时地施药品等控制灾害的发生。

⑤防火：林区内严禁用火。

⑥管护频率：每年 1 次，一次 8 人。

⑦管护时间：复垦单元复垦工程实施后的 3 年内为管护期。

（2）设施管护工程

①管护内容：对各挡土墙、截排水沟等进行维护和保养，在雨季前对各场地截排水沟等进行疏通清理。

②管护频率：每 3 月 1 次，每次 2 人。

③管护时间：复垦实施后 3 年。

管护工程量见表 6-12。

6.5.3 主要工程量

矿山土地复垦监测和管护工程量见表 6-12

表 6-12 土地复垦监测和管护工程量汇总表

监测内容		监测点	监测频率	监测时间	近期（2025 年—2029 年）监测工程量	中远期（2030 年—2036 年）监测工程量	合计
土地损毁监测	土地损毁范围、面积、地类、权属	16 个	1 次/年，每次 4 人，	2025-2036，共 12 年	20 工日	28 工日	48 工日
复垦效果监测	土壤质量、复垦植被和复垦工程监测	16 个	每年 1 次，一次 4 人	复垦结束后 3 年		12 工日 12 组	12 工日 12 组
植被管护	开沟施肥、防虫	16 个	每年 1 次，每次 8 人。	复垦实施后 3 年		24 工日	24 工日
植被补种	对死亡的树木进行补种		每年补种 10%	复垦实施后 3 年		种植杉树 1947 株	种植杉树 1947 株
设施管护	复垦区挡土墙、截排水沟	5 个	每 3 月 1 次，每次 2 人	复垦实施后 3 年		24 工日	24 工日

7 经费估算及经济可行性分析

7.1 估算说明

7.1.1 投资估算的依据及费用计算说明

1、投资估算依据

矿山地质环境保护与土地复垦方案是根据国家规定矿山项目建设配套方案，目前尚未出台与之配套的相关费用计算定额和标准。本方案投资预算费用暂时参考的相关依据如下：

（1）《广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求》，本项目预算原则上以 2007 年《广西壮族自治区水利水电建筑工程预算定额》《广西壮族自治区水利水电工程设计概（预算编制规定》桂水基〔2007〕38 号）及相关配套文件为主。如部分工程中所选择的主要定额标准无定额标准的，则可参照其他定额标准作为依据无定额标准的可参照同类或类似商品（服务）市场价，并作说明；

（2）《广西壮族自治区国土资源厅关于印发广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求的通知》（桂国土资规〔2017〕4 号）；

（3）《国家发展改革委、建设部关于印发<水利、水电、电力建设项目前期工作工程勘察收费暂行规定>的通知》（发改价格〔2006〕1352 号文）；

（4）《国家发展改革委、建设部关于印发<建设工程监理与相关服务收费管理规定>的通知》（发改价格〔2007〕670 号文）；

（5）《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 号文）；

（6）《广西壮族自治区财政厅 国土资源厅〈转发财政部 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〉》（桂财建〔2012〕21 号）。

（7）《关于调整广西水利水电建设工程定额人工预算单价的通知》（桂水基〔2016〕1 号）；

（8）关于发布《广西壮族自治区水利水电工程概（预）算补充定额》的通知（桂水基〔2016〕41 号）；

（9）《广西壮族自治区水利水电工程设计概（预）算编制规定》（2007）；

（10）《自治区水利厅关于调整水利工程增值税计算标准的通知》（桂水建设〔2019〕4 号）；

(11) 《广西壮族自治区人力资源和社会保障厅广西壮族自治区财政厅关于印发降低社会保险费率实施方案的通知》(桂人社规〔2019〕9号), 养老保险费费率由 19%调整为 16%;

(12) 材料价格按《桂林市建设工程造价信息》(2025 年第 5 期) 信息价。

(13) 计量依据: 即本方案中的工程量、图纸等。

2、项目组成

水利水电建设工程项目由建筑工程、机电设备及安装工程、金属结构设备及安装工程、临时工程、独立费用等五部分组成。结合本项目特点, 本项目工程主要为建筑工程, 不涉及机电设备及安装工程、金属结构设备及安装工程等内容。

3、费用计算

本项目投资预算为动态投资, 其投资总额包括静态投资、价差预备费。本项目静态投资估算构成由建筑及安装工程费、设备费、临时工程费、独立费用、预备费五部分组成。

(1) 建筑及安装工程费

由直接工程费、间接费、企业利润、价差和税金组成。

①直接工程费由直接费、其他直接费和现场经费组成。

a.直接费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。人工费和机械台班费按《广西壮族自治区水利水电建筑工程预算定额》(2007 版) 及《关于调整广西水利水电建设工程定额人工预算单价的通知》等定额标准及有关规定计取。

人工单价: 根据《关于调整广西水利水电建设工程定额人工预算单价的通知》(桂水基〔2016〕1号), 人工单价, 由原来的 42 元/工日调整为 59.68 元/工日, 相应工时单价由原来的 5.25 元/工时调整为 7.46 元/工时。

人工预算单价调整后, 进入直接费的人工预算单价仍按原规定的 3.46 元/工时执行, 超过 3.46 元/工时部分 (即 4.00 元/工时) 的人工预算单价在工程单价计算表的价差项内计列。

材料费=定额材料用量×材料预算单价 (或材料基价)。

施工机械使用费=定额机械使用量 (台时) ×施工机械台时费 (元/台时)。

柴油、水泥、砂、水、电等主要材料价格均参考桂林市建设工程综合监督站的《桂林市工程造价信息 2024 年第 12 期》, 并参考当地 2024 年 11 月主要材料到项目地的市场实际价格, 见表 7-1, 表 7-2。

表 7-1 主要材料单价表

单位：元

材料名称	单位	预算价格（除税价）	材料基价	材料价差
柴油 0#	kg	7.63	3.00	4.63
块石	m ³	86.41	30	56.41
水泥 32.5MPa	t	340.71	250	90.71
中砂	m ³	99.03		

表 7-2 次要材料单价表

单位：元

材料名称	单位	预算价格（除税价）	材料名称	单位	预算价格（除税价）
杉树（营养杯苗）	kg	5.0	化肥	kg	4.1
草籽	kg	51.12			

b.其他直接费

其他直接费包括冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、安全文明施工措施费和其他。

冬雨季施工增加费：指在冬雨季施工期间为保证工程质量所需增加的费用。按直接费的 0.5%~1.0%算，其中不计冬雨季施工增加费的地区取 0.5%，计算冬雨季施工增加费的地区取 1.0%。本项目冬雨季施工时间少，冬季施工不用采取相关措施，故费率按 0.5%取。

夜间施工增加费：指施工场地和公用施工道路的照明费用。实行一班制作业的工程，不得计算此项费用。本项目没有夜间作业工程。

安全文明施工措施费：指为保证施工现场安全、文明施工所发生的各种措施费用。按直接费的百分率计算，建筑工程取 1.5%，植物措施取 0.5%，安装工程取 1.0%。

其他：按直接费的百分率计算，其中建筑工程、植物措施取 1.0%，安装工程取 0.7%。

因此，其他直接费=直接费×其他直接费率之和，建筑工程费率=0.5+1.5+1.0=3.0%；植物工程费率=0.5+0.5+1.0=2.0%。

c.现场经费

现场经费包括临时设施费和现场管理费，=直接费×现场经费费率之和。

临时设施费：指施工企业为进行建筑安装工程施工所必需的但又未被划入施工临时工程的临时建筑物、构筑物和各种临时设施的建设、维修、拆除、摊销等费用。

现场管理费：现场管理人员的基本工资、工资性补贴、辅助工资、职工福利费、劳动保护费；现场办公用具、印刷、邮电、书报、会议、水、电、烧水和集体取暖(包括现场临时宿舍取暖)用燃料等办公费用；现场职工因公出差期间的差旅费、住勤补助费、误餐补助

费，职工探亲路费，劳动力招募费，职工离退休、退职一次性路费，工伤人员就医路费，工地转移费以及现场职工使用的交通工具运行费、养路费及牌照费等差旅交通费；现场管理使用的属于固定资产的设备、仪器等的折旧、修理、维修费或租赁费等固定资产使用费；现场管理使用的不属于固定资产的工具、器具、家具、交通工具和检验、试验、测绘、消防用具等的购置、维修和摊销费等工具用具使用费；施工管理用财产、车辆保险费等。

根据不同的工程性质，现场经费费率可见表 7-3。

表 7-3 现场经费费率表

工程类别	计算基础	现场经费费率（%）		
		合计	临时设施费	现场管理费
土方工程	直接费	4	2	2
石方工程	直接费	6	2	4
土石填筑工程	直接费	6	2	4
混凝土浇筑工程	直接费	6	3	3
钢筋制安工程	直接费	3	1.5	1.5
模板工程	直接费	6	3	3
植物工程	直接费	4	1	3
其他工程	直接费	5	2	3

②间接费

间接费指施工企业为建筑安装工程施工而进行组织与经营管理所发生的各项费用。它构成产品成本。由管理费、社会保障及企业计提费组成。间接费=管理费+社会保障及企业计提费。

a.管理费=直接工程费×费率。

b.社会保障及企业计提费=人工费×费率。

根据不同的工程性质管理费费率可见表 7-4，社会保障及企业计提费率见表 7-5。

表 7-4 管理费费率表

序号	工程类别	计算基础	管理费费率（%）
1	土方工程	直接工程费	3.7
2	石方工程	直接工程费	5.7
3	土石填筑工程	直接工程费	5.8
4	混凝土浇筑工程	直接工程费	3.7
5	模板工程	直接工程费	5.7

序号	工程类别	计算基础	管理费费率（%）
6	植物措施	直接工程费	3.8
7	钢筋制作安装工程	直接工程费	3.5
8	其他工程	直接工程费	4.8

表 7-5 社会保障及企业计提费率表

序号	名称	费率（%）	序号	名称	费率（%）
1	养老保险	16	6	生育保险费	0.5
2	失业保险费	0.5	7	工会经费	2
3	医疗保险费	6	8	职工教育经费	1.5
4	工伤保险费	1.3		合计	32.8
5	住房公积金	5			

③企业利润按直接工程费和间接费之和的 7%计算，

即企业利润=(直接工程费+间接费)×企业利润率（7%）。

④价差

材料价差=材料用量×(材料预算价-材料基价)。

⑤税金

税金=（直接工程费+间接费+企业利润+价差）×税率。

根据《自治区水利厅关于调整水利工程增值税计算标准的通知》（桂水建设〔2019〕4 号）规定，税率为 9%。

（2）设备费

本项目不涉及设备的购置与安装。

（3）临时工程费

包括导流工程、施工交通工程、施工场外供电工程、缆机平台工程、施工房屋建筑工程以及其他施工临时工程六部分组成。结合本项目工程特点，本项目不涉及临时工程费。

（4）独立费用

由建设管理费、生产准备费、科研勘察设计费、建设及施工场地征用费和其他组成。

①建设管理费

由项目建设管理费、工程建设监理费、联合试运转费、前期工作咨询服务费、项目技术经济评审费组成。

a.建设管理费

由建设单位开办费、建设单位管理费及工程管理经常费组成。

建设单位开办费：本项目不涉及建设单位开办费。

建设单位管理费：按五部分投资（去除建设单位管理费）插值计算。本项目按表 7-6 插值计算费率。

工程管理经常费：按建筑及安装工程费的百分率计算。本项目建筑及安装工程费小于 500 万元，费率取 2.0%。

b.工程建设监理费

按照国家发展和改革委员会、建设部发改价格〔2007〕670 号文的规定计算。对计费额（建安费、设备费、联合试运转费之和）小于 100 万元的施工监理服务收费基价按表 7-6 确定。

表 7-6 建设单位管理费费率表

工程总概算（万元）	费率（%）	算例	
		工程总概算	
1000 以下	1.5	1000	$1000 \times 1.5\% = 15$
1001~5000	1.2	5000	$15 + (5000 - 1000) \times 1.2\% = 63$
5001~10000	1.0	10000	$63 + (10000 - 5000) \times 1.0\% = 113$
10001~50000	0.8	50000	$113 + (50000 - 10000) \times 0.8\% = 433$
50001~100000	0.5	100000	$433 + (100000 - 50000) \times 0.5\% = 683$
100001~200000	0.2	200000	$683 + (200000 - 100000) \times 0.2\% = 883$
200000 以上	0.1	280000	$883 + (280000 - 200000) \times 0.1\% = 963$

c.联合试运转费

本项目为非水利水电工程，不计联合试运转费。

d.前期工作咨询服务费

本项目不含前期工作咨询服务费。

e.项目技术经济评审费

按《广西壮族自治区水利水电工程概（预）算补充定额》规定，计费额小于 300 万元的按 0.5%计算，计费额在 300 万-20000 万元的按费率内插计算，计费额大于 20000 万元的按 0.1%计算，本项目取 0.5%。

② 生产准备费

由生产及管理单位提前进场费、生产职工培训费、管理用具购置费、备品备件购置费、工器具及生产家具购置费等五部分组成。

a.生产及管理单位提前进场费

本项目属改扩建工程，不涉及生产及管理单位提前进场费。

b.生产职工培训费

本项目属改扩建工程，不涉及生产职工培训费。

c.管理用具购置费

根据本项目施工特点，按建筑及安装工程费的 0.03%计算。

d.备品备件购置费

按占设备费的 0.4%~0.6%计算。本项目不涉及设备费，故不考虑备品备件购置费。

e.生产家具购置费

按占设备费的 0.08%~0.2 %计算。本项目不涉及设备费，故不考虑备品备件购置费。

③ 科研勘察设计费由工程科学研究试验费、工程勘察设计费组成。

a.工程科学研究试验费：按建筑及安装工程费的 0.2%计算。

b.工程勘察设计费：工程投资小于 100 万元的，按建筑及安装工程费的 3%计算。

④建设及施工场地征用费本项目不涉及建设及施工场地征用费。

⑤其他

由工程平行检测费、工程保险费、招标业务费、工程验收抽检费、其他税费等组成。

a.工程平行检测费：按建筑及安装工程费的 0.2%~0.4% 计算，本项目取 0.4%。

b.工程保险费：按建筑及安装工程费的 4.5‰~5‰计算，本项目取 5‰。

c.招标业务费：根据国家计委(审计价格〔2002〕1980 号)关于印发《招标代理服务收费管理暂行办法》的通知的标准计算，见表 7-7。

表 7-7 招标代理服务收费标准 单位：万元

费率类型 中标金额	货物招标	服务招标	工程招标
<100	1.5	1.5	1.0
100~500	1.1	0.8	0.7
500~1000	0.8	0.45	0.55
1000~5000	0.5	0.25	0.35
5000~100000	0.25	0.1	0.2
10000~100000	0.05	0.05	0.05
>100000	0.01	0.01	0.01

d.工程验收抽检费：按建安工程费的 0.3%~0.6%计算，本项目取 0.6%。

e.其他税费

根据国家、广西壮族自治区人民政府和有关部门的法规规定计列。包括建筑工程意外伤害保险费、水资源报告评价费、地质灾害及地震安全性评价费、工程安全鉴定费、水利工程确权划界费等。结合项目本身特点，本方案只计取建筑工程意外伤害保险费，按建筑及安装工程费的 0.3% 计算。

（5）预备费

预备费包括基本预备费和价差预备费。

①基本预备费

主要为解决在工程施工过程中，经上级批准的设计变更和国家政策性变动增加的投资以及为解决意外事故而采取的措施所增加的工程项目和费用。根据工程规模、施工年限和地质条件等不同情况，按工程一至五部分投资合计的 5% 计算。

②价差预备费

主要为解决在工程项目建设过程中，因人工工资、材料和设备价格上涨以及费用标准调整而增加的投资。根据施工年限，以现金流量表的静态投资为计算基数。计算公式：

$$E = \sum F_n [(1+p)^n - 1]$$

式中 E —价差预备费； N —合理建设工期； n —施工年度； F —建设期间现金流量表内第 n 年的投资； P —年物价指数。

由于 2020 年、2021 年、2022 年广西的 CPI 受新冠疫情影响与往年变化较大，代表性不强，故依据国家统计局发布的 2018 年 1 月—2019 年 12 月，我国（CPI）指数年度涨幅分别为 2.6%、2.0%、1.4%、2.0%、1.9%、2.1%、2.9%、2.5%、0.9%、2%，平均上涨指数 2.03%。本方案年物价指数按 3.0% 来计算价差预备费。

（6）建设期融资利息根据国家财政金融政策规定，工程在建设期内需偿还并应计入工程总投资的融资利息。本项目不涉及融资利息计算。

7.2 矿山地质环境防治工程经费估算

7.2.1 矿山地质环境防治总工程量

矿山地质环境防治工程量包括矿山地质环境预防工程量、治理工程量、监测工程量，本矿山地质环境防治工程量仅包括治理工程、监测工程，工程量汇总见表 7-8。

表 7-8 矿山地质环境恢复治理工程量汇总表

序号	治理工程项目	计量单位	工程量	计算方法	备注
一	第一阶段防治工程（2025 年 5 月—2030 年 4 月）				
（一）	监测工程				
1	地质灾害监测	工日	210	监测年限×频次	
2	含水层及水土环境监测				
（1）	地下水水位水量监测	工日	120	监测年限×频次	
（2）	地下水水质监测	组	45	监测年限×频次×监测点数	
（3）	地表水流量监测	工日	120	监测年限×频次	
（4）	地表水水质监测	组	45	监测年限×频次×监测点数	
（5）	土壤监测	组	60	监测年限×频次×监测点数	
3	地形地貌景观监测	工日	10	监测年限×频次	
二	第二阶段防治工程（2030 年 5 月—2037 年 4 月）				
（一）	监测工程				
1	地质灾害监测	工日	294	监测年限×频次	
2	含水层及水土环境监测				
（1）	地下水水位水量监测	工日	168	监测年限×频次	
（2）	地下水水质监测	组	63	监测年限×频次×监测点数	
（3）	地表水流量监测	工日	168	监测年限×频次	
（4）	地表水水质监测	组	63	监测年限×频次×监测点数	
（5）	土壤监测	组	84	监测年限×频次×监测点数	
3	地形地貌景观监测	工日	14	监测年限×频次	

7.2.2 投资估算及单项工程费用构成

经估算，本项目的矿山地质环境治理防治工程动态投资总额 107.82 万元，静态投资为 88.50 万元（其中工程施工费 78.39 万元，独立费用 5.90 万元，基本预备费 4.21 万元），价差预备费 19.32 万元。投资估算结果表见表 7-9，各分部费用构成和工程单价表详见表 7-10-表 7-21。

表 7-9 投资估算结果表

工程阶段		矿山地质环境防治工程估算金额(万元)		
		静态投资	涨价预备费	动态投资
近期防治工程(2025年—2029年)	2025年6月—2026年5	7.37	0.22	7.59
	2026年6月—2027年5	7.37	0.45	7.82
	2027年6月—2028年5	7.37	0.68	8.05
	2028年6月—2029年5	7.37	0.92	8.29
	2029年6月—2030年5	7.37	1.17	8.54
	小计	36.85	3.45	40.30
中远期防治工程(2029年—2036年)	2030年6月—2031年5	7.37	1.43	8.80
	2031年6月—2032年5	7.38	1.70	9.08
	2032年6月—2033年5	7.38	1.97	9.35
	2033年6月—2034年5	7.38	2.25	9.63
	2034年6月—2035年5	7.38	2.54	9.92
	2035年6月—2036年5	7.38	2.84	10.22
	2036年6月—2037年5	7.38	3.14	10.52
	小计	51.65	15.87	67.52
合计		88.50	19.32	107.82

表 7-10 工程项目估算总表

工程名称：广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司龙胜县陡洞金矿矿山地质环境防治工程

单位：万元

序号	工程或费用名称	建安工程费	设备购置费	独立费用	合计
I	工程部分投资				
一	建筑工程	78.39			78.39
(一)	近期防治工程(2025年6月—2030年5月)	32.66			32.66
(二)	中远期防治工程(2030年6月—2037年5月)	45.73			45.73
二	机电设备及安装工程				
三	金属结构设备及安装工程				
四	临时工程				
五	独立费用				5.90
(一)	建设管理费			3.92	3.92
(二)	生产准备费			0.72	0.72
(三)	科研勘察设计费			0.16	0.16
(四)	建设及施工场地征用费				
(五)	其他			1.10	1.10
	一至五部分投资合计	78.39		5.90	84.29
六	基本预备费(5%)				4.21
	静态总投资				88.50

表 7-11 工程部分总估算表

工程名称：广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司龙胜县陡洞金矿矿山地质环境防治工程

单位： 万元

编号	工程或费用名称	建筑工程费	安装工程费	设备购置费	独立费用	合计	占总投资比例(%)
一	建筑工程	78.39				78.39	88.58
(一)	近期防治工程（2025 年 6 月—2030 年 5 月）	32.66				32.66	
(二)	中远期防治工程（2030 年 6 月—2037 年 5 月）	45.73				45.73	
二	机电设备及安装工程						
三	金属结构设备及安装工程						
四	临时工程						
五	独立费用				5.90	5.90	6.67
(一)	建设管理费				3.92	3.92	
(二)	生产准备费				0.72	0.72	
(三)	科研勘察设计费				0.16	0.16	
(四)	建设及施工场地征用费						
(五)	其他				1.10	1.10	
	一至五部分投资合计	78.39			5.90	84.29	
六	基本预备费					4.21	4.75
	静态总投资					88.50	100

工程名称: 广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司龙胜县陡洞金矿矿山地质环境防治工程

单位: 元

编号	单价编号	工程或费用名称	单位	数量	单价	合计
第一部分 建筑工程						783864.24
一		第一阶段防治工程(2025年6月—2030年5月)				326610.10
(一)		监测工程				326610.10
1	1	地质灾害监测	工日	210	292.93	61515.30
2		含水层及水土环境监测				263092.80
(1)	2	地下水水位水量监测	工日	120	200.20	24024.00
(2)	3	地下水水质监测	组	45	1641.66	73874.70
(3)	2	地表水流量监测	工日	120	200.20	24024.00
(4)	3	地表水水质监测	组	45	1641.66	73874.70
(5)	4	土壤监测	组	60	1121.59	67295.40
3	2	地形地貌景观监测	工日	10	200.20	2002.00
二		第二阶段防治工程(2030年6月—2037年5月)				457254.14
(一)		监测工程				457254.14
1	1	地质灾害监测	工日	294	292.93	86121.42
2		含水层及水土环境监测				368329.92
(1)	2	地下水水位水量监测	工日	168	200.20	33633.60
(2)	3	地下水水质监测	组	63	1641.66	103424.58
(3)	2	地表水流量监测	工日	168	200.20	33633.60
(4)	3	水质监测	组	63	1641.66	103424.58
(5)	4	土壤监测	组	84	1121.59	94213.56
3	2	地形地貌景观监测	工日	14	200.20	2802.80

7-13 独立费用估算表

工程名称：广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司龙胜县陡洞金矿矿山地质环境防治工程 单位：万元

编号	工程或费用名称	金额	计算式
第五部分 独立费用		5.90	
一	建设管理费	3.92	
(一)	项目建设管理费	3.53	
1	建设单位开办费		开办费=0 人
2	建设单位管理费	1.18	建管费=按四部分投资加开办费插值=78.39*1.5%
3	工程管理经常费	2.35	经常费=建安工程费*新建费率=78.39*3%
(二)	工程建设监理费		
(三)	联合试运转费		试运转费=0*0
(四)	前期工作咨询服务费		前期咨询费=0 万元
(五)	项目技术经济评审费	0.39	一至四部分投资*0.5%=78.39*0.5%
二	生产准备费	0.72	
(一)	生产及管理单位提前进场费	0.31	建安工程费*0.4%=78.39*0.4%
(二)	生产职工培训费	0.39	建安工程费*0.5%=78.39*0.5%
(三)	管理用具购置费	0.02	建安工程费*0.03%=78.39*0.03%
(四)	备品备件购置费		设备费*0.4%=0.00*0.4%
(五)	工器具及生产家具购置费		设备费*0.08%=0.00*0.08%
三	科研勘察设计费	0.16	
(一)	工程科学研究试验费	0.16	建安工程费*0.2%=78.39*0.2%
(二)	工程勘察设计费		
四	建设及施工场地征用费		
五	其他	1.10	
(一)	工程保险费	0.39	一至四部分投资*0.5%=78.39*0.5%
(二)	招标业务费		
(三)	工程抽检费	0.47	
1	工程竣工验收抽检费	0.16	建安工程费*0.2%=78.39*0.2%
2	工程平行检测费	0.31	建安工程费*0.4%=78.39*0.4%
(四)	其他税费	0.24	
1	建筑工程意外伤害保险费	0.24	建安工程费*0.3%=78.39*0.3%
2	水资源报告评价费		
3	地质灾害及地震安全性评价费		
4	工程安全鉴定费		
5	水利工程确权划界费		
(五)	水库安全蓄水鉴定费		

表 7-14 价差预备费估算表

序号	年份	静态投资金额(万元)	涨价预备费(万元)
1	2025 年 6 月—2026 年 5 月	7.37	0.22
2	2026 年 6 月—2027 年 5 月	7.37	0.45
3	2027 年 6 月—2028 年 5 月	7.37	0.68
4	2028 年 6 月—2029 年 5 月	7.37	0.92
5	2029 年 6 月—2030 年 5 月	7.37	1.17
6	2030 年 6 月—2031 年 5 月	7.37	1.43
7	2031 年 6 月—2032 年 5 月	7.38	1.70
8	2032 年 6 月—2033 年 5 月	7.38	1.97
9	2033 年 6 月—2034 年 5 月	7.38	2.25
10	2034 年 6 月—2035 年 5 月	7.38	2.54
11	2035 年 6 月—2036 年 5 月	7.38	2.84
12	2036 年 6 月—2037 年 5 月	7.38	3.14
总计		88.50	19.32
涨价预备费 $P = \sum I_t \cdot [(1+f)^n - 1]$			
式中： I_t 为建设期中第 t 年的投资计划额			
N 为建设期年份数			
f 为年平均价格预计上涨率(取值 3%)			

7-15 建筑工程单价汇总表

工程名称：广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司龙胜县陡洞金矿矿山地质环境防治工程

单位：元

单价 编号	名称	单位	单价	其中									
				人工费	材料费	机械 使用费	嵌套项	其他 直接费	现场 经费	间接费	企业 利润	材料 价差	税金
1	地质灾害监测	工日	292.93	55.36	100.00			5.44	6.21	24.34	13.39	64.00	24.19
2	地形地貌监测或水位及流量监测	工日	200.20	41.52	60.00			3.55	4.06	17.66	8.88	48.00	16.53
3	地下水、地表水水质监测	组	1641.66	27.68	1200.00			42.97	49.11	57.91	96.44	32.00	135.55
4	土壤监测	组	1121.59	27.68	800.00			28.97	33.11	42.00	65.22	32.00	92.61

7-16 主要材料预算价格汇总表

工程名称：广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司龙胜县陡洞金矿矿山地质环境防治工程

单位：元

编号	名称及规格	单位	预算价格	其中				
				原价	包装费	运杂费	运输保管费	采购及保管费
C1702	土壤分析化验	组	800.00					
C1703	水质全分析取样、实验费	组	1200.00					

7-17 建筑工程单价计算表

地质灾害监测工程

建筑单价编号：1

定额编号：B01

定额单位：工日

施工方法：					
编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			167.01
1	直接费	元			155.36
(1)	人工费	元			55.36
A0001	人工	工时	16	3.46	55.36
(2)	材料费	元			100.00
C9004	零星材料费	元	100	1.00	100.00
(3)	机械使用费	元			0.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3.5%	155.36	5.44
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	155.36	6.21
二	间接费	元			24.34
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	167.01	6.18
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	55.36	18.16
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	191.35	13.39
四	价差	元			64.00
A0001	人工	工时	16	4.00	64.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	268.74	24.19
	合计	元			292.93
	单价	元			292.93

建筑工程单价计算表

地形地貌监测或水位及流量监测工程

建筑单价编号：2

定额编号：B02

定额单位：工日

施工方法：人工巡视，记录，简单测量

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			109.13
1	直接费	元			101.52
(1)	人工费	元			41.52
A0001	人工	工时	12	3.46	41.52
(2)	材料费	元			60.00
C9004	零星材料费	元	60	1.00	60.00
(3)	机械使用费	元			0.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3.5%	101.52	3.55
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	101.52	4.06
二	间接费	元			17.66
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	109.13	4.04
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	41.52	13.62
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	126.79	8.88
四	价差	元			48.00
A0001	人工	工时	12	4.00	48.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	183.67	16.53
	合计	元			200.20
	单价	元			200.20

建筑工程单价计算表

地下水、地表水水质监测工程

建筑单价编号：3

定额编号：B03

定额单位：组

施工方法：人工取样、化验

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			1319.76
1	直接费	元			1227.68
(1)	人工费	元			27.68
A0001	人工	工时	8	3.46	27.68
(2)	材料费	元			1200.00
C1703	水质全分析取样、实验费	组	1	1200.00	1200.00
(3)	机械使用费	元			0.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3.5%	1227.68	42.97
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	1227.68	49.11
二	间接费	元			57.91
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	1319.76	48.83
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	27.68	9.08
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	1377.67	96.44
四	价差	元			32.00
A0001	人工	工时	8	4.00	32.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	1506.11	135.55
	合计	元			1641.66
	单价	元			1641.66

建筑工程单价计算表

土壤监测工程

建筑单价编号：4

定额编号：B04

定额单位：组

施工方法：人工取土样、化验

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			889.76
1	直接费	元			827.68
(1)	人工费	元			27.68
A0001	人工	工时	8	3.46	27.68
(2)	材料费	元			800.00
C1702	土壤分析化验	组	1	800.00	800.00
(3)	机械使用费	元			0.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3.5%	827.68	28.97
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	827.68	33.11
二	间接费	元			42.00
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	889.76	32.92
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	27.68	9.08
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	931.76	65.22
四	价差	元			32.00
A0001	人工	工时	8	4.00	32.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	1028.98	92.61
	合计	元			1121.59
	单价	元			1121.59

7.3 土地复垦工程经费估算

7.3.1 土地复垦工程量

矿区土地复垦总工程量，详见下表 7-22。

表 7-22 矿山土地复垦工程量汇总表

序号	土地复垦工程项目	计量单位	工程量	计算方法	备注
一	第一阶段防治工程（2025 年 5 月—2030 年 4 月）				
(一)	治理工程				
1	表土收集工程				
(1)	表土收集量	100m ³	2.59	收集面积×收集表土厚度	
(2)	编织袋土填筑	100m ³	2.40	单位长度方量×总长	
(二)	监测工程				
1	土地损毁监测	工日	20	监测年限×频次	
二	第二阶段防治工程（2030 年 5 月—2037 年 4 月）				
(一)	治理工程				
1	建（构）筑物拆除				
(1)	砌体拆除量	100m ³	206.224	砌体方量	
2	封堵工程				
(1)	浆砌石墙量	100m ³	0.5115	内砌+外砌石墙面积×1m	5 个平硐+2 个回风井
(2)	废石充填量	100m ³	10.23	井口断面×20m	
3	场地平整工程				
(1)	平整工程量	100m ³	91.209	平整面积×平整深度	
4	植被工程				
(1)	挖树坑方量	100m ³	22.25	树数量×树坑尺寸	
(2)	表土回填量	100m ³	20.328	覆土量+回填树坑量	
(3)	种植杉树	100 株	64.89	复垦乔木林地面积/株间距	
(4)	播种草籽	hm ²	3.2545	复垦为草地面积	20kg/hm ² 草籽
(5)	培肥	kg	3244.5	乔木 0.5kg×株数	
5	田坎工程				
(1)	修筑土方量	100m ³	0.048	田坎宽×高×长	
(2)	人工挖土方	100m ³	0.0182	(上底+下底)×高÷2×渠长	
(3)	培有机肥	kg	5500	15000kg/hm ² ×复垦面积×3 年	
(二)	监测工程				
1	土地损毁监测	工日	28	监测年限×频次	
2	复垦效果监测				
(1)	巡视监测	工日	12	监测年限×频次	
(2)	土壤质量监测	组	12	监测年限×频次×复垦点数	
3	植被管护	工日	24	监测年限×频次×监测点数	
4	植被补种	株	1947	二阶段总株数 10%×3 年	
5	设施管护	工日	24	管护时间×频次	

7.3.2 投资估算及单项工程费用构成

经估算，本项目土地复垦工程动态投资总额 28.09 万元，静态投资 21.78 元（其中工

程施工费 18.41 万元，独立费用 1.39 万元，基本预备费 1.98 万元），价差预备费 6.31 万元。投资估算结果表见表 7-23，各分部费用构成和工程单价表详见表 7-24～表 7-34。

表 7-23 投资估算结果表

工程阶段		矿山地质环境防治工程估算金额(万元)		
		静态投资	涨价预备费	动态投资
近期防治工程(2025年—2029年)	2025年6月—2026年5	0.36	0.01	0.37
	2026年6月—2027年5	0.36	0.02	0.38
	2027年6月—2028年5	0.36	0.03	0.39
	2028年6月—2029年5	0.36	0.05	0.41
	2029年6月—2030年5	0.36	0.06	0.42
	小计	1.82	0.17	1.99
中远期防治工程(2029年—2036年)	2030年6月—2031年5	2.85	0.55	3.4
	2031年6月—2032年5	2.85	0.66	3.51
	2032年6月—2033年5	2.85	0.76	3.61
	2033年6月—2034年5	2.85	0.87	3.72
	2034年6月—2035年5	2.86	0.98	3.84
	2035年6月—2036年5	2.86	1.10	3.96
	2036年6月—2037年5	2.86	1.22	4.08
	小计	19.96	6.14	26.1
合计		21.78	6.31	28.09

表 7-24 工程项目估算总表

工程名称：广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司龙胜县陡洞金矿土地复垦工程

单位：万元

序号	工程或费用名称	建安工程费	设备购置费	独立费用	合计
I	工程部分投资				
一	建筑工程	18.41			18.41
(一)	第一阶段防治工程（2025 年 6 月—2030 年 5 月）	0.42			0.42
(二)	第二阶段防治工程（2030 年 6 月-2037 年 5 月）	17.98			17.98
二	机电设备及安装工程				
三	金属结构设备及安装工程				
四	临时工程				
五	独立费用				1.39
(一)	建设管理费			0.92	0.92
(二)	生产准备费			0.17	0.17
(三)	科研勘察设计费			0.04	0.04
(四)	建设及施工场地征用费				
(五)	其他			0.26	0.26
	一至五部分投资合计	18.41		1.39	19.80
六	基本预备费(5%)				1.98
	静态总投资				21.78

表 7-25 工程部分总估算表

工程名称：广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司龙胜县陡洞金矿土地复垦工程 单位： 万元

编号	工程或费用名称	建筑工程费	安装工程费	设备购置费	独立费用	合计	占总投资比例(%)
一	建筑工程	18.41				18.41	92.97
(一)	第一阶段防治工程（2025 年 6 月—2030 年 5 月）	0.42				0.42	
(二)	第二阶段防治工程（2030 年 6 月—2037 年 5 月）	17.98				17.98	
二	机电设备及安装工程						
三	金属结构设备及安装工程						
四	临时工程						
五	独立费用				1.39	1.39	7.02
(一)	建设管理费				0.92	0.92	
(二)	生产准备费				0.17	0.17	
(三)	科研勘察设计费				0.04	0.04	
(四)	建设及施工场地征用费						
(五)	其他				0.26	0.26	
	一至五部分投资合计	13.42			1.39	19.80	100
六	基本预备费					1.98	
	静态总投资					21.78	

表 7-26 建筑工程估算表

工程名称：广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司龙胜县陡洞金矿土地复垦工程 单位：元

编号	单价编号	工程或费用名称	单位	数量	单价	合计
第一部分 建筑工程						184078.53
一		第一阶段防治工程（2025 年 6 月—2030 年 5 月）				4247.10
(一)		治理工程				243.10
1		表土收集工程				243.10
(1)	1	表土收集量	m ³	2.59	4.21	10.90
(2)	2	编织袋土填筑	m ³	2.4	96.75	232.20
(二)		监测工程				4004.00
1	3	土地损毁监测	工日	20	200.20	4004.00
二		第二阶段防治工程（2030 年 6 月—2037 年 5 月）				179831.43
(一)		治理工程				92679.23
1		建（构）筑物拆除				31319.24
(1)	4	砌体拆除量	m ³	206.224	151.87	31319.24
2		封堵工程				354.96
(1)	5	浆砌石墙量	m ³	0.5115	332.17	169.90
(2)	6	废石充填量	m ³	10.23	18.09	185.06
3		场地平整工程				954.96
(1)	8	平整工程量	m ³	91.209	10.47	954.96
4		植被工程				10218.28
(1)	7	挖树坑方量	m ³	22.25	4.21	93.67
(2)	9	表土回填量	m ³	20.328	22.89	465.31
(3)	10	种植杉树	株	64.89	12.28	796.85
(4)	11	撒播草籽	hm ²	3.2545	2715.27	8836.85
(5)	12	培肥	kg	3.2445	7.89	25.60
5		田坎工程				49831.79
(1)	13	修筑土方量	m ³	0.048	27.06	1.30
(2)	16	人工挖土方	m ³	0.0182	27.06	0.49
(3)	17	培有机肥	kg	5500	9.06	49830.00
(二)		监测工程				87152.20
1	3	土地损毁监测	工日	28	200.20	5605.60
2		复垦效果监测				42844.32
(1)	15	巡视监测	工日	12	308.19	3698.28
(2)	14	土壤质量监测	组	12	3262.17	39146.04
3	15	植被管护	工日	24	308.19	7396.56
4	10	植被补种	株	1947	12.28	23909.16
5	15	设施管护	工日	24	308.19	7396.56

表 7-27 独立费用估算表

工程名称：广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司龙胜县陡洞金矿土地复垦工程 单位：万元

编号	工程或费用名称	金额	计算式
第五部分 独立费用		1.39	
一	建设管理费	0.92	
(一)	项目建设管理费	0.83	
1	建设单位开办费		开办费=0 人
2	建设单位管理费	0.28	建管费=按四部分投资加开办费插值=13.42*1.5%
3	工程管理经常费	0.55	经常费=建安工程费*新建费率=13.42*3%
(二)	工程建设监理费		
(三)	联合试运转费		试运转费=0*0
(四)	前期工作咨询服务费		前期咨询费=0 万元
(五)	项目技术经济评审费	0.09	一至四部分投资*0.5%=13.42*0.5%
二	生产准备费	0.17	
(一)	生产及管理单位提前进场费	0.07	建安工程费*0.4%=13.42*0.4%
(二)	生产职工培训费	0.09	建安工程费*0.5%=13.42*0.5%
(三)	管理用具购置费	0.01	建安工程费*0.03%=13.42*0.03%
(四)	备品备件购置费		设备费*0.4%=0.00*0.4%
(五)	工器具及生产家具购置费		设备费*0.08%=0.00*0.08%
三	科研勘察设计费	0.04	
(一)	工程科学研究试验费	0.04	建安工程费*0.2%=13.42*0.2%
(二)	工程勘察设计费		
四	建设及施工场地征用费		
五	其他	0.26	
(一)	工程保险费	0.09	一至四部分投资*0.5%=13.42*0.5%
(二)	招标业务费		
(三)	工程抽检费	0.11	
1	工程竣工验收抽检费	0.04	建安工程费*0.2%=13.42*0.2%
2	工程平行检测费	0.07	建安工程费*0.4%=13.42*0.4%
(四)	其他税费	0.06	
1	建筑工程意外伤害保险费	0.06	建安工程费*0.3%=13.42*0.3%
2	水资源报告评价费		
3	地质灾害及地震安全性评价费		
4	工程安全鉴定费		
5	水利工程确权划界费		
(五)	水库安全蓄水鉴定费		

表 7-28 价差预备费估算表

序号	年份	静态投资金额(万元)	涨价预备费(万元)
1	2025 年 6 月—2026 年 5 月	0.36	0.01
2	2026 年 6 月—2027 年 5 月	0.36	0.02
3	2027 年 6 月—2028 年 5 月	0.36	0.03
4	2028 年 6 月—2029 年 5 月	0.36	0.05
5	2029 年 6 月—2030 年 5 月	0.36	0.06
6	2030 年 6 月—2031 年 5 月	2.85	0.55
7	2031 年 6 月—2032 年 5 月	2.85	0.66
8	2032 年 6 月—2033 年 5 月	2.85	0.76
9	2033 年 6 月—2034 年 5 月	2.85	0.87
10	2034 年 6 月—2035 年 5 月	2.86	0.98
11	2035 年 6 月—2036 年 5 月	2.86	1.10
12	2036 年 6 月—2037 年 5 月	2.86	1.22
总计		21.78	6.31
涨价预备费 $P = \sum I_t [(1+f)^n - 1]$			
式中： I_t 为建设期中第 t 年的投资计划额			
N 为建设期年份数			
f 为年平均价格预计上涨率(取值 3%)			

7-29 建筑工程单价汇总表

工程名称：广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司龙胜县陡洞金矿土地复垦工程

单位：元

单价 编号	名称	单位	单价	其中									
				人工费	材料费	机械 使用费	嵌套项	其他 直接费	现场 经费	间接费	企业 利润	材料 价差	税金
1	表土收集	m ³	4.21	0.14	0.11	1.99		0.08	0.09	0.15	0.18	1.13	0.35
2	编织袋土填筑	m ³	96.75	13.87	41.89			1.95	2.79	7.46	4.76	16.04	7.99
3	土地损毁监测	工日	200.20	41.52	60.00			3.55	4.06	17.66	8.88	48.00	16.53
4	现浇混凝土拆除，风镐凿除路(地)面混凝土	m ³	151.87	28.41	20.43	24.41		2.56	4.40	13.90	6.59	38.63	12.54
5	浆砌石墙量	m ³	332.17	43.18	54.10	1.74		3.47	5.94	20.52	9.03	166.77	27.43
6	废石充填量	m ³	18.09	4.68	0.31	1.43		0.22	0.39	2.29	0.65	6.63	1.49
7	挖树坑	m ³	4.21	0.14	0.11	1.99		0.08	0.09	0.15	0.18	1.13	0.35
8	平整工程量	m ³	10.47	0.14	0.47	4.60		0.18	0.21	0.35	0.42	3.24	0.86
9	表土回填	m ³	22.89	3.11	10.07	0.48		0.48	0.55	1.57	1.14	3.60	1.89
10	栽植带土球乔木，土球直径 30cm，(挖坑直径×坑深)50cm×40cm	株	12.28	1.66	5.75			0.19	0.30	0.84	0.61	1.92	1.01
11	撒播狗牙根草籽，30kg/hm ² 工程	hm ²	2715.27	217.98	1610.28			45.71	73.13	145.49	146.48	252.00	224.20
12	土壤培肥	kg	7.89	0.87	4.10			0.17	0.20	0.49	0.41	1.00	0.65
13	人工修筑田坎土方	m ³	27.06	9.00	0.45			0.33	0.38	3.33	0.94	10.40	2.23
14	土壤质量监测	组	3262.17	224.90	2000.00			77.87	89.00	162.27	178.78	260.00	269.35
15	植被、设施管护	工日	308.19	103.80	2.08			3.71	4.24	38.26	10.65	120.00	25.45
16	人工挖渠道，III类土，上口宽≤1m	m ³	27.06	9.00	0.45			0.33	0.38	3.33	0.94	10.40	2.23
17	培有机肥	kg	9.06	0.87	5.00			0.21	0.23	0.52	0.48	1.00	0.75

7-30 主要材料预算价格汇总表

工程名称：广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司龙胜县陡洞金矿土地复垦工程

单位：元

编号	名称及规格	单位	预算 价格	其中				
				原价	包装费	运杂费	运输 保管费	采购及 保管费
C010049	空心钢	kg	4.42					
C051001	柴油	kg	7.63					
C110067	锯材	m ³	980.00					
C110096	铁件	kg	5.49					
C120041	料石	m ³	109.31					
C120050	片石	m ³	127.99					
C130034	原木	m ³	1124.78					
C1701	取样及化验费	组	2000.00					
C1703	表土	m ³	10.00					
C1704	肥料	kg	4.10					
C1704	有机肥	kg	5.00					

7-31 次要材料预算价格汇总表

工程名称：广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司龙胜县陡洞金矿土地复垦工程

单位：元

编号	名称及规格	单位	原价	运杂 费	合计
C010001	编织袋	个			0.25
C053001	煤	kg			8.63
C110094	铁钉	kg			4.87
C130012	草籽	kg			51.12
C130033	乔木(带土球)	株			5.00
C159049	粘土	m ³			28.16

7-32 施工机械台时费汇总表

工程名称：广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司龙胜县陡洞金矿土地复垦工程

单位：元

编号	名称及规格	台时费	其中			
			一类费用	人工费	动力燃 料费	三类费 用
J1013	单斗挖掘机 液压 斗容 3m ³	348.79	235.65	9.34	103.80	
J1046	推土机 功率 118~120kW	131.78	72.48	8.30	51.00	
J1099	蛙式夯实机 功率 2.8kW	9.48	1.08	6.92	1.48	
J1103	风镐(铲) 手持式	9.17	1.96	3.46	3.75	
J1139	修钎设备	408.28	105.14	16.61	286.53	
J2002	砂浆搅拌机 出料 0.4m ³	10.90	4.16	4.50	2.24	
J3077	双胶轮车	0.82	0.82			
J3127	V 型斗车 窄轨 容积 1m ³	0.77	0.77			

7-33 主要材料价格计算表

工程名称：广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司龙胜县陡洞金矿土地复垦工程 单位：元

编号	名称及规格	单位	原价 依据	单位 毛重 (t)	每吨 运费	价格	其中				
							原价	包装费	运杂费	运输 保险费	采购及 保管费
C010049	空心钢	kg				4.42					
C051001	柴油	kg				7.63					
C110067	锯材	m ³				980.00					
C110096	铁件	kg				5.49					
C120041	料石	m ³				109.31					
C120050	片石	m ³				127.99					
C130034	原木	m ³				1124.78					
C1701	取样及化验费	组				2000.00					
C1703	表土	m ³				10.00					
C1704	肥料	kg				4.10					
C1705	有机肥	kg				5.00					

7-34 建筑工程单价计算表

表土收集工程

建筑单价编号：1

定额编号：01193

定额单位：100m³

施工方法：挖松、堆放。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			240.02
1	直接费	元			223.28
(1)	人工费	元			13.84
A0001	人工	工时	4	3.46	13.84
(2)	材料费	元			10.63
C9003	零星材料费	%	5	212.65	10.63
(3)	机械使用费	元			198.81
J1013	单斗挖掘机 液压 斗容 3m ³	台时	0.57	348.79	198.81
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3.5%	223.28	7.81
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	223.28	8.93
二	间接费	元			15.16
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	240.02	8.88
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	19.16	6.28
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	255.18	17.86
四	价差	元			113.47
A0001	人工	工时	4	4.00	16.00
A0002	机械工	工时	1.539	4.00	6.16
C051001	柴油	kg	19.722	4.63	91.31
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	386.51	34.79
	合计	元			421.30
	单价	元			4.21

建筑工程单价计算表

编织袋土填筑工程

建筑单价编号：2

定额编号：11048

定额单位：100m³ 堰体方

施工方法：装土（石）、封包、堆筑。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			6050.85
1	直接费	元			5576.82
(1)	人工费	元			1387.46
A0001	人工	工时	401	3.46	1387.46
(2)	材料费	元			4189.36
C010001	编织袋	个	3300	0.25	825.00
C159049	粘土	m ³	118	28.16	3322.88
C9001	其他材料费	%	1	4147.88	41.48
(3)	机械使用费	元			0.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3.5%	5576.82	195.19
3	现场经费=直接费*费率	元	5%	5576.82	278.84
二	间接费	元			745.53
1	管理费=直接工程费*费率	元	4.8%	6050.85	290.44
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	1387.46	455.09
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	6796.38	475.75
四	价差	元			1604.00
A0001	人工	工时	401	4.00	1604.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	8876.13	798.85
	合计	元			9674.98
	单价	元			96.75

建筑工程单价计算表

土地损毁监测工程

建筑单价编号：3

定额编号：B01

定额单位：工日

施工方法：人工巡视，记录

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			109.13
1	直接费	元			101.52
(1)	人工费	元			41.52
A0001	人工	工时	12	3.46	41.52
(2)	材料费	元			60.00
C9004	零星材料费	元	60	1.00	60.00
(3)	机械使用费	元			0.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3.5%	101.52	3.55
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	101.52	4.06
二	间接费	元			17.66
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	109.13	4.04
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	41.52	13.62
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	126.79	8.88
四	价差	元			48.00
A0001	人工	工时	12	4.00	48.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	183.67	16.53
	合计	元			200.20
	单价	元			200.20

建筑工程单价计算表

现浇混凝土拆除，风镐凿除路(地)面混凝土工程

建筑单价编号：4

定额编号：04424

定额单位：100m³

施工方法：风镐凿除、清渣等。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			8020.93
1	直接费	元			7325.05
(1)	人工费	元			2840.66
A0001	人工	工时	821	3.46	2840.66
(2)	材料费	元			2043.18
C010049	空心钢	kg	6.6	3.00	19.80
C053001	煤	kg	195	8.63	1682.85
C9001	其他材料费	%	20	1702.65	340.53
(3)	机械使用费	元			2441.21
J1103	风镐(铲) 手持式	台时	132.8	9.17	1217.78
J1139	修钎设备	台时	2	408.28	816.56
J9999	其他机械费	%	20	2034.34	406.87
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3.5%	7325.05	256.38
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	7325.05	439.50
二	间接费	元			1390.12
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	8020.93	296.77
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	3333.37	1093.35
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	9411.05	658.77
四	价差	元			3862.97
A0001	人工	工时	821	4.00	3284.00
A0002	机械工	工时	142.4	4.00	569.60
C010049	空心钢	kg	6.6	1.42	9.37
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	13932.79	1253.95
	合计	元			15186.74
	单价	元			151.87

建筑工程单价计算表

浆砌石墙量工程

建筑单价编号：5

定额编号：03094

定额单位：100m³

施工方法：拱架及支撑制作、安装、拆除、选石、修石、冲洗、拌制砂浆、砌筑、填缝、勾平缝。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			10842.91
1	直接费	元			9902.20
(1)	人工费	元			4318.43
A0001	人工	工时	1248.1	3.46	4318.43
(2)	材料费	元			5409.57
C040005	砂浆	m ³	26	0.00	0.00
C110067	锯材	m ³	0.96	980.00	940.80
C110094	铁钉	kg	5.95	4.87	28.98
C110096	铁件	kg	27.3	5.49	149.88
C120041	料石	m ³	86.7	30.00	2601.00
C120050	片石	m ³	46.4	30.00	1392.00
C130034	原木	m ³	0.45	600.00	270.00
C9001	其他材料费	%	0.5	5382.66	26.91
(3)	机械使用费	元			174.20
J2002	砂浆搅拌机 出料 0.4m ³	台时	4.82	10.90	52.54
J3077	双胶轮车	台时	22.23	0.82	18.23
J3127	V 型斗车 窄轨 容积 1m ³	台时	134.33	0.77	103.43
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3.5%	9902.20	346.58
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	9902.20	594.13
二	间接费	元			2052.45
1	管理费=直接工程费*费率	元	5.8%	10842.91	628.89
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	4340.11	1423.56
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	12895.36	902.68
四	价差	元			16676.53
A0001	人工	工时	1248.1	4.00	4992.40
A0002	机械工	工时	6.266	4.00	25.06
C120041	料石	m ³	86.7	79.31	6876.18
C120050	片石	m ³	46.4	97.99	4546.74
C130034	原木	m ³	0.45	524.78	236.15
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	30474.57	2742.71
	合计	元			33217.28
	单价	元			332.17

建筑工程单价计算表

废石充填量工程

建筑单价编号：6

定额编号：03003

定额单位：100m³ 实方

施工方法：包括 5m 内取土(石渣)、倒土、平土、洒水、夯实(干容量 1.6t/m³ 以下)。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			703.43
1	直接费	元			642.41
(1)	人工费	元			468.48
A0001	人工	工时	135.4	3.46	468.48
(2)	材料费	元			30.59
C9003	零星材料费	%	5	611.82	30.59
(3)	机械使用费	元			143.34
J1099	蛙式夯实机 功率 2.8kW	台时	15.12	9.48	143.34
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3.5%	642.41	22.48
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	642.41	38.54
二	间接费	元			228.78
1	管理费=直接工程费*费率	元	5.8%	703.43	40.80
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	573.11	187.98
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	932.21	65.25
四	价差	元			662.56
A0001	人工	工时	135.4	4.00	541.60
A0002	机械工	工时	30.24	4.00	120.96
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	1660.02	149.40
	合计	元			1809.42
	单价	元			18.09

建筑工程单价计算表

挖树坑工程

建筑单价编号：7

定额编号：01193

定额单位：100m³

施工方法：挖松、堆放。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			240.02
1	直接费	元			223.28
(1)	人工费	元			13.84
A0001	人工	工时	4	3.46	13.84
(2)	材料费	元			10.63
C9003	零星材料费	%	5	212.65	10.63
(3)	机械使用费	元			198.81
J1013	单斗挖掘机 液压 斗容 3m ³	台时	0.57	348.79	198.81
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3.5%	223.28	7.81
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	223.28	8.93
二	间接费	元			15.16
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	240.02	8.88
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	19.16	6.28
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	255.18	17.86
四	价差	元			113.47
A0001	人工	工时	4	4.00	16.00
A0002	机械工	工时	1.539	4.00	6.16
C051001	柴油	kg	19.722	4.63	91.31
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	386.51	34.79
	合计	元			421.30
	单价	元			4.21

建筑工程单价计算表

平整工程量工程

建筑单价编号：8

定额编号：01191

定额单位：100m³

施工方法：推松、运输、卸除、拖平、空回。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			560.22
1	直接费	元			521.13
(1)	人工费	元			13.84
A0001	人工	工时	4	3.46	13.84
(2)	材料费	元			47.38
C9003	零星材料费	%	10	473.75	47.38
(3)	机械使用费	元			459.91
J1046	推土机 功率 118~120kW	台时	3.49	131.78	459.91
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3.5%	521.13	18.24
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	521.13	20.85
二	间接费	元			34.77
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	560.22	20.73
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	42.82	14.04
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	594.99	41.65
四	价差	元			324.20
A0001	人工	工时	4	4.00	16.00
A0002	机械工	工时	8.376	4.00	33.50
C051001	柴油	kg	59.33	4.63	274.70
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	960.84	86.48
	合计	元			1047.32
	单价	元			10.47

建筑工程单价计算表

表土回填工程

建筑单价编号：9

定额编号：01151

定额单位：100m³

施工方法：挖、装、运、卸土并平整土。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			1469.32
1	直接费	元			1366.81
(1)	人工费	元			311.40
A0001	人工	工时	90	3.46	311.40
(2)	材料费	元			1007.19
C1703	表土	m ³	100	10.00	1000.00
C9003	零星材料费	%	2	359.62	7.19
(3)	机械使用费	元			48.22
J3077	双胶轮车	台时	58.8	0.82	48.22
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3.5%	1366.81	47.84
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	1366.81	54.67
二	间接费	元			156.50
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	1469.32	54.36
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	311.40	102.14
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	1625.82	113.81
四	价差	元			360.00
A0001	人工	工时	90	4.00	360.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	2099.63	188.97
	合计	元			2288.60
	单价	元			22.89

建筑工程单价计算表

栽植带土球乔木，土球直径 30cm，(挖坑直径×坑深)50cm×40cm 工程
定额编号：09107

建筑单价编号：10
定额单位：100 株

施工方法：挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、整形、清理。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			788.93
1	直接费	元			740.78
(1)	人工费	元			166.08
A0001	人工	工时	48	3.46	166.08
(2)	材料费	元			574.70
C0002	水	m ³	4.2	3.50	14.70
C130033	乔木(带土球)	株	112	5.00	560.00
(3)	机械使用费	元			0.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	2.5%	740.78	18.52
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	740.78	29.63
二	间接费	元			84.45
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.8%	788.93	29.98
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	166.08	54.47
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	873.38	61.14
四	价差	元			192.00
A0001	人工	工时	48	4.00	192.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	1126.52	101.39
	合计	元			1227.91
	单价	元			12.28

建筑工程单价计算表

撒播狗牙根草籽，30kg/hm² 工程

建筑单价编号：11

定额编号：09052

定额单位：hm²

施工方法：种子处理、人工撒播草籽、不覆土或用耙、耢、碌子碾等方法覆土。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			1947.10
1	直接费	元			1828.26
(1)	人工费	元			217.98
A0001	人工	工时	63	3.46	217.98
(2)	材料费	元			1610.28
C130012	草籽	kg	30	51.12	1533.60
C9001	其他材料费	%	5	1533.60	76.68
(3)	机械使用费	元			0.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	2.5%	1828.26	45.71
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	1828.26	73.13
二	间接费	元			145.49
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.8%	1947.10	73.99
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	217.98	71.50
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	2092.59	146.48
四	价差	元			252.00
A0001	人工	工时	63	4.00	252.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	2491.07	224.20
	合计	元			2715.27
	单价	元			2715.27

建筑工程单价计算表

土壤培肥工程

建筑单价编号：12

定额编号：B02

定额单位：kg

施工方法：人工施肥

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			5.34
1	直接费	元			4.97
(1)	人工费	元			0.87
A0001	人工	工时	0.25	3.46	0.87
(2)	材料费	元			4.10
C1704	肥料	kg	1	4.10	4.10
(3)	机械使用费	元			0.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3.5%	4.97	0.17
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	4.97	0.20
二	间接费	元			0.49
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	5.34	0.20
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	0.87	0.29
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	5.83	0.41
四	价差	元			1.00
A0001	人工	工时	0.25	4.00	1.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	7.24	0.65
	合计	元			7.89
	单价	元			7.89

建筑工程单价计算表

人工修筑田坎土方工程

建筑单价编号：13

定额编号：01054

定额单位：100m³

施工方法：挖土、修底边。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			1015.42
1	直接费	元			944.58
(1)	人工费	元			899.60
A0001	人工	工时	260	3.46	899.60
(2)	材料费	元			44.98
C9003	零星材料费	%	5	899.60	44.98
(3)	机械使用费	元			0.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3.5%	944.58	33.06
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	944.58	37.78
二	间接费	元			332.64
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	1015.42	37.57
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	899.60	295.07
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	1348.06	94.36
四	价差	元			1040.00
A0001	人工	工时	260	4.00	1040.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	2482.42	223.42
	合计	元			2705.84
	单价	元			27.06

建筑工程单价计算表

土壤质量监测工程

建筑单价编号：14

定额编号：B02

定额单位：组

施工方法：人工取样、实验

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			2391.77
1	直接费	元			2224.90
(1)	人工费	元			224.90
A0001	人工	工时	65	3.46	224.90
(2)	材料费	元			2000.00
C142075	零星材料费	%	2	0.00	0.00
C1701	取样及化验费	组	1	2000.00	2000.00
(3)	机械使用费	元			0.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3.5%	2224.90	77.87
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	2224.90	89.00
二	间接费	元			162.27
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	2391.77	88.50
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	224.90	73.77
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	2554.04	178.78
四	价差	元			260.00
A0001	人工	工时	65	4.00	260.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	2992.82	269.35
	合计	元			3262.17
	单价	元			3262.17

建筑工程单价计算表

植被、设施管护工程

建筑单价编号：15

定额编号：B04

定额单位：工日

施工方法：人工巡视，记录

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			113.83
1	直接费	元			105.88
(1)	人工费	元			103.80
A0001	人工	工时	30	3.46	103.80
(2)	材料费	元			2.08
C9003	零星材料费	%	2	103.80	2.08
(3)	机械使用费	元			0.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3.5%	105.88	3.71
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	105.88	4.24
二	间接费	元			38.26
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	113.83	4.21
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	103.80	34.05
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	152.09	10.65
四	价差	元			120.00
A0001	人工	工时	30	4.00	120.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	282.74	25.45
	合计	元			308.19
	单价	元			308.19

建筑工程单价计算表

人工挖渠道，Ⅲ类土，上口宽≤1m 工程

建筑单价编号：16

定额编号：01054

定额单位：100m³

施工方法：挖土、修底边。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			1015.42
1	直接费	元			944.58
(1)	人工费	元			899.60
A0001	人工	工时	260	3.46	899.60
(2)	材料费	元			44.98
C9003	零星材料费	%	5	899.60	44.98
(3)	机械使用费	元			0.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3.5%	944.58	33.06
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	944.58	37.78
二	间接费	元			332.64
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	1015.42	37.57
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	899.60	295.07
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	1348.06	94.36
四	价差	元			1040.00
A0001	人工	工时	260	4.00	1040.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	2482.42	223.42
	合计	元			2705.84
	单价	元			27.06

建筑工程单价计算表

培有机肥工程

建筑单价编号：17

定额编号：B03

定额单位：kg

施工方法：					
编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			6.31
1	直接费	元			5.87
(1)	人工费	元			0.87
A0001	人工	工时	0.25	3.46	0.87
(2)	材料费	元			5.00
C1705	有机肥	kg	1	5.00	5.00
(3)	机械使用费	元			0.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3.5%	5.87	0.21
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	5.87	0.23
二	间接费	元			0.52
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	6.31	0.23
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	0.87	0.29
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	6.83	0.48
四	价差	元			1.00
A0001	人工	工时	0.25	4.00	1.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	8.31	0.75
	合计	元			9.06
	单价	元			9.06

7.4 估算结果

经估算，本项目动态总投资为 135.91 万元，由静态投资和价差预备费组成。其中静态投资 110.28 万元，占总费用的 81.14%；价差预备费 25.63 万元，占总费用的 18.86%，恢复治理与土地复垦责任区面积为 3.6081hm²（54.1215 亩），单位面积静态总投资 2.04 万元/亩，单位面积动态总投资 2.51 万元/亩。

表 7-35 矿山地质环境保护与土地复垦工程估算汇总表（单位：万元）

序号	费用名称	预算金额（万元）		费用合计	占总费用的比例（%）
		防治工程	土地复垦工程		
一	建安工程费	78.39	18.41	96.80	71.22
二	设备购置费	0.00	0.00	0.00	0.00
三	临时工程费	0.00	0.00	0.00	0.00
四	独立费用	5.90	1.39	7.29	5.36
五	基本预备费	4.21	1.98	6.19	4.55
六	静态投资	88.50	21.78	110.28	81.14
七	价差预备费	19.32	6.31	25.63	18.86
八	动态总投资	107.82	28.09	135.91	100.00

8 矿山地质环境保护治理与土地复垦工作部署及进度安排

8.1 总体工程部署

本矿山的设计服务年限为 9 年，且复垦后要进行管护 3 年。故本方案复垦规划服务年限为 12 年（2025 年 6 月—2037 年 5 月）。本方案将恢复治理和土地复垦工作分为两期进行：

1、第一期（2025 年 6 月—2030 年 5 月）

（1）矿山地质环境防治工程：

①对废石中转站、尾矿中转站、矿山道路、5 个平硐口及工业场地及地表岩移范围的地质灾害监测；②对 3 个地下水水位水量水质和 3 个地表水水质流量监测；③对矿区内上中下 3 个土壤监测。④对废石中转站、尾矿中转站、矿山道路、5 个平硐口及工业场地及地表岩移范围等地段进行地形地貌景观监测。

（2）矿山土地复垦工程：

①对总回风井 2 工业场地表土收集并编织袋土填筑；②对矿山进行土地损毁监测。

2、第二期防治工程（2030 年 6 月—2037 年 5 月）

（1）矿山地质环境防治工程：

①对废石中转站、尾矿中转站、矿山道路、5 个平硐口及工业场地及地表岩移范围的地质灾害监测；②对 3 个地下水水位水量水质和 3 个地表水水质流量监测；③对矿区内上中下 3 个土壤监测。④对废石中转站、尾矿中转站、矿山道路、5 个平硐口及工业场地及地表岩移范围等地段进行地形地貌景观监测。

（2）矿山土地复垦工程：

①矿井闭矿后，对矿山所有的地面建（构）筑物进行拆除；②矿山闭坑后 5 个平硐口和 2 个回风井口进行封堵；③地面建（构）筑物拆除后，对废石中转站、尾矿中转站、矿山道路、5 个平硐口及工业场地、选厂、生产生活区等进行场地平整；④场地平整后，对废石中转站、尾矿中转站、5 个平硐口及工业场地、选厂、生产生活区等地段挖树坑、回填表土、种植杉树、撒播草籽和培肥，对高位水池地段修田坎；⑤对矿山进行土地损毁监测；⑥对复垦区进行复垦效果监测和植被管护与补种；⑦对矿山挡土墙、截排水沟进行管护。

8.2 年度实施计划

恢复治理和土地复垦工作分为两期进行，矿山地质环境保护与恢复治理和土地复垦年度实施计划见表 8-1、表 8-2。

表 8-1 矿山地质环境保护与恢复治理年度实施计划表

工程位置	保护治理项目	第一阶段					第二阶段						
		第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	第六年	第七年	第八年	第九年	第十年	第十一年	第十二年
废石中转站、尾矿中转站、矿山道路、5 个平硐口及工业场地及地表岩移范围等	地质灾害监测												
	含水层及水土污染监测												
	地形地貌景观监测												
总投资（万元）		40.30					67.52						

表 8-2 矿山土地复垦年度实施计划表

工程位置	土地复垦项目	第一阶段					第二阶段						
		第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	第六年	第七年	第八年	第九年	第十年	第十一年	第十二年
总回风井 2 工业场	表土收集并编织袋土填筑												
5 个平硐口和 2 个回风井口	硐井封堵工程												
废石中转站、尾矿中转站、矿山道路、5 个平硐口及工业场地、选厂、生产生活区	拆除地面建（构）筑物												
	场地平整工程												
	田坎工程												
	植被恢复工程												
	地质灾害监测												
	土地损毁监测												
	复垦效果监测												
	植被管护												
总投资（万元）		1.82					19.96						

9 保障措施与效益分析

9.1 保障措施

1、组织保障措施

根据“谁开采，谁保护；谁破坏，谁恢复”、“谁损毁、谁复垦”的原则，业主成立专门的矿山地质环境恢复治理与土地复垦工作实施管理机构，其主要任务是负责矿山地质环境恢复治理与土地复垦工作的施工、监理、验收、资金和物资使用、项目建设资金审计，以及项目组织协调等工作。加强对该工作的领导，保证矿山地质环境恢复治理与土地复垦工作的顺利实施。

项目所在地龙胜各族自治县自然资源局负责对工作进行监督、协调和技术指导，分析存在问题，向业主单位反映实施过程中存在的问题并提出改正建议，并负责向项目区群众做好矿山地质环境恢复治理与土地复垦法律法规方面的宣传工作；成立项目实施督察小组，采用抽查方式，不定期对工程情况进行抽检，并负责组织矿山地质环境保护与土地复垦方案的竣工验收。

2、技术保障措施

矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程设计与施工时委托有设计资质的单位进行施工图设计。为加强技术指导和咨询服务工作，矿山应成立专业技术人员组成的技术小组，对矿山地质环境保护与土地复垦方案进行专门研究、咨询。根据各项工程的技术要求，技术指导小组对项目进行全面的指导，并且提供技术支持，以保证项目的顺利实施。因此，该工程的矿山地质环境恢复治理与土地复垦在技术上是有所保证的。

3、资金保障措施

采矿企业需要按照《财政部国土资源部环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建〔2017〕638号）的规定，在矿山地质环境治理恢复保证金取消后，应严格按照审查通过的本方案和矿山地质环境治理与土地复垦的实际需要，将有关费用按照企业会计准则的相关规定，预计弃置费用，计入相关资产的入账成本，同时在其银行账户中设立基金账户，单独反映资金的提取，使用情况并列入矿业权人勘查开采信息公示

系统，以保证该项资金的落实和相关工作的开展。

4、监管保障措施

经批准后的方案具有法律强制性，不得擅自变更。方案有重大变更的，业主需向自然资源主管部门申请，自然资源主管部门有权依法对方案实施情况进行监督管理。业主应强化施工管理，严格按照方案要求进行自查，并主动与自然资源主管部门取得联系，加强与自然资源主管部门合作，自觉接受自然资源主管部门的监督管理。

为保障自然资源主管部门对矿山地质环境保护与土地复垦方案报告表实施监管工作，业主应当根据方案编制实施阶段计划和年度计划，定期向自然资源主管部门报告当年情况，接受自然资源主管部门对实施情况的监督检查，接受社会对实施情况监督。

自然资源主管部门在监管中发现矿山地质环境恢复治理与土地复垦义务人不履行义务的，按照法律法规和政策文件的规定，义务人应自觉接受自然资源主管部门及有关部门处罚。

5、公众参与

在编制方案报告书阶段，方案编制人员到项目所在地自然资源局、乡、村的干部及群众中进行调查，将方案规划的目标和内容与他们相互交流，得到他们的拥护和支持，在治理复垦工作实施过程中，当地自然资源局、地方政府、农业部及有关土地权属人共同协商，充分征求有关人员的意见；方案编制好后，编制人员再次走访当地的群众，向他们讲述最终方案，他们对治理复垦目标、标准、植物的选择的意见。复垦结束后，自然资源主管部门进行验收时，除组织相关专家外，也将邀请部分群众代表参加，确保验收工作公平、公正、公开。

6、土地权属调整方案

由于该矿山用地是临时用地，土地所有权归龙胜族自治县江底乡泥塘村所有，不涉及权属调整。待矿山闭坑完成保护治理与土地复垦后交予龙胜族自治县江底乡泥塘村李家组村委会。在土地复垦完成后，应充分尊重原所有权人和使用权人的意愿，依法确定调整后的权属，进行变更登记：

①在实施准备阶段要核实矿区地类、面积、界址、权属（所有权和使用权）等，保证数据、资料准确，无争议，通过公布栏和村民小组动员会等，及时将土

地权利状况、面积等情况进行公告，让有关土地权利人充分享有知情权。

②在工程施工阶段要认真检查核实方案公告内容执行情况，及时调整因规划设计变化而造成上次权属重新调整的范围，对原权属调整方案及时做修改和补充。

③竣工验收阶段，项目竣工后，按照经批准的土地权属调整方案，确定土地所有权、使用权、承包经营权；及时进行土地变更调查和土地变更登记；建立新的地籍档案，完善有关土地登记资料。

9.2 效益分析

1、社会效益

通过对本项目的矿山地质环境恢复保护与土地复垦方案的实施，一是对采矿活动可能引发的崩塌、滑坡、采空塌陷等地质灾害得到有效防治，避免或尽可能减少矿山地质灾害对矿山及周围地质环境的危害，确保人民群众生命和财产安全；二是在矿区内进行植被复垦，有效防治和减少了区域水土流失和土地沙化，改良了地貌景观，为区域生态环境、农业生产环境的改造创造了有利条件，将会提高当地群众的生产、生活质量；三是改善了土地利用结构，发挥了生态系统的功能，合理利用了土地，提高了环境容量，促进了生态良性循环，维持了生态平衡。所以，矿山地质环境恢复保护与土地复垦是关系国计民生的大事，不仅对生态环境有着重大意义，而且对全社会的安定团结和稳定发展有着重要意义。

2、环境效益

本方案实施后，土地类别主要为草地，使矿山生态结构、生态环境和生态平衡得以恢复，并向良性发展，有利于空气、土地质量的提高，这样的环境基本维持了原来的生态平衡，最大程度减少了水土流失破坏程度，使环境得到和谐持续的发展。

3、经济效益

矿山土地复垦后，获得水田 0.0123hm²、乔木林地 3.3290hm²、农村道路 0.3388hm²，乔木林地不仅可以美化环境，还能为当地创造收益。杉树成材约 15 年，15 年后每亩成材积约 20m³，按照目前松木 750 元/m³ 计算，可获得 15000

元/亩，复垦后共获有林地面积 3.3290hm^2 （约 49.935 亩），因此可获得 $49.935 \times 15000 \approx 74.90$ 万元收益，平均每年 4.99 万元收益。同时通过复垦可以获得农村道路 0.3388hm^2 ，改善当地的交通，使当地山林产出更方便外运销售，促进当地经济发展。

10 结论与建议

10.1 结论

1、广西龙胜华岳矿产资源开发有限公司龙胜县陡洞金矿矿区面积****平方公里，设计年生产能力***万吨，矿山生产建设规模属小型；矿区重要程度属重要区；矿山地质环境条件复杂程度属复杂级别，按《广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求》中的附录 A，矿山地质环境影响评估精度确定为一级，评估范围约 3.96km²。

2、评估区范围内共发现 11 处不稳定斜坡地质灾害。其中不稳定斜坡 XP2、XP3、XP10、XP11 发育程度强，危害程度小，危险性中等；不稳定斜坡 XP1、XP4、XP5、XP6、XP7、XP8、XP9 发育程度弱-中等，危害程度小，危险性小。矿区范围内无风景名胜区、地质公园、森林公园、湿地公园、石漠公园、海洋公园、生态保护红线（三区三线成果）的任何图斑，远离主要交通干线，矿山道路、4 个平硐口开挖边坡造成对地形地貌景观的破坏；废石及尾砂临时堆放改变原有边坡形态，造成对地形地貌景观的破坏；4 个平硐工业场地、选厂、高水位池、2 个总回风井、办公生活区等压占土地，使原有的自然景观类型变为工矿场地等；PD805 工业场地、PD765 工业场地、废石中转站、尾矿中转站对原生的地形地貌景观影响严重。矿山井巷开拓使得相对封闭的地下水结构被破坏，由于该含水岩组富水性不强，裂隙导水性差，透水性弱，可视为相对隔水层，对地下含水层的破坏有限，现状矿坑正常涌水量为 600.5m³/d，矿区及周边地表水体未明显漏失，采矿活动未影响到矿区及周围生产生活供水，采矿活动对地下水含水层影响或破坏程度较轻；采矿活动对评估区水土环境污染影响程度较轻；采矿活动已破坏土地资源总面积为 3.1772hm²（其中压占土地 2.8384hm²、挖损土地 0.3388hm²），其中损毁水田（0101）0.0123hm²，乔木林地（0301）1.1511hm²，灌木林地（0305）0.2378hm²，采矿用地（0602）1.3762hm²，农村宅基地（0702）0.1230hm²，农村道路（1006）0.2768hm²，废石中转站、尾矿中转站及矿山道路对土地资源的占用破坏或影响程度严重，高位水池对土地资源的占用破坏或影响程度较严重。矿区现状地质环境现状评估划分为地质环境影响严重区、较严重和地质环境影响较

轻区三个级别的区。

3、预测该区引发或加剧崩塌、滑坡的可能性中等，危害程度小-中等，危险性小-中等；预测废石中转站引发泥石流的可能性小，危害程度中等，危险性中等；预测该区引发采空地地面塌陷的可能性小，危害程度中等，危险性中等；预测建设工程本身遭受不稳定斜坡地质灾害的可能性大，危害程度小，危险性中等。预测采矿导致地下水含水层的影响和破坏程度较轻；采矿活动对地形地貌景观影响程度较严重；采矿活动对土地资源的影响和破坏程度严重。矿区地质环境预测评估划将分为地质环境影响严重区、较严重区和地质环境影响较轻区三个区。

4、矿山地质环境影响评估区划分为：重点区、次重点区和一般区。其中重点区分布于废石中转站、尾矿中转站及矿山道路等地段，面积约 0.019km^2 。预测该区引发或加剧崩塌、滑坡的可能性中等，危害程度小-中等，危险性小-中等；预测废石中转站引发泥石流的可能性小，危害程度中等，危险性中等；预测该区引发采空地地面塌陷的可能性小，危害程度中等，危险性中等；预测建设工程本身遭受不稳定斜坡地质灾害的可能性大，危害程度小，危险性中等。预测采矿导致地下水含水层的影响和破坏程度较轻；采矿活动对地形地貌景观影响程度较严重；采矿活动对土地资源的影响和破坏程度严重。治理恢复措施包括废石中转站、尾矿中转站外围排水工程、建（构）筑物拆除等植物恢复措施，以及崩塌、滑坡监测、废石中转站泥石流监测、采空区地面沉陷监测、不稳定斜坡监测、地形地貌景观监测、地下水污染监测。

次重点区分布于 PD805 工业场地、PD765 工业场地、高位水池、矿山道路及地表岩移范围等地段，面积约 0.306km^2 。预测该区引发或加剧崩塌、滑坡的可能性小-中等，危害程度小-中等，危险性小-中等；预测引发泥石流的可能性小，危害程度小，危险性小；预测该区引发采空地地面塌陷的可能性小，危害程度中等，危险性中等；预测建设工程本身遭受不稳定斜坡地质灾害的可能性大，危害程度小，危险性中等。预测采矿导致地下水含水层的影响和破坏程度较轻；采矿活动对地形地貌景观影响程度较严重；采矿活动对土地资源的影响和破坏程度较严重。治理恢复措施包括平硐口的封堵工程、工业场地建（构）筑物拆除等植物恢复措施，地表岩移范围的加强巡视监测，地质环境影响的监测和保护。

一般区：分布于评估区除严重区及较严重区以外的地段，面积约 3.625km^2 。该区地质灾害对地质环境的影响和破坏程度较轻；采矿导致地下水含水层的影响

和破坏程度较轻；采矿活动对地形地貌景观影响程度较轻；采矿活动对土地资源的影响和破坏程度较轻。不需要采取恢复治理工程措施，只需加强对地质环境影响的监测和保护，确保地质环境不被破坏。

5、本方案设计的矿山地质环境治理工程主要有：地质灾害监测；含水层及水土环境污染监测；地形地貌监测等。土地复垦工程主要有：表土收集并编织袋土填筑、硐井封堵工程、地面建（构）筑物拆除工程、场地平整、修筑田坎工程、挖树坑、回填表土、种植杉树、播撒草籽及培肥、土地损毁监测；复垦效果监测；植被管护等。

6、资金概算：经估算，本矿山地质环境保护与土地复垦工程总投资为 135.91 万元，静态投资 110.28 万元。其中矿山地质环境治理工程动态投资为 107.82 万元，静态投资 88.50 万元；土地复垦工程动态投资为 28.09 万元，静态投资 21.78 万元。

7、第一阶段防治工程（2025 年—2029 年）5 年内矿山地质环境保护与土地复垦总费用为 42.12 万元，其中矿山地质环境保护治理费用 40.30 万元，土地复垦治理费用 1.82 万元。第二阶段防治工程（2030 年—2036 年）矿山地质环境保护与土地复垦总费用为 87.48 万元，其中矿山地质环境保护治理费用 67.52 万元，土地复垦治理费用 19.96 万元。

8、本矿山地质环境保护与土地复垦工程总投资为 135.91 万元，静态投资 110.28 万元，亩均总投资为 2.04 万元/亩，亩均静态投资为 2.51 万元/亩。

9、矿山复垦区面积 3.6081hm²，复垦责任范围面积为 3.6081hm²，土地复垦率为 100%。矿山土地复垦后，获得水田 0.0123hm²、乔木林地 3.3290hm²、农村道路 0.3388hm²。

10.2 建议

1、矿山建设及开采过程中，应按照矿山地质环境保护与土地复垦方案要求，真正做到“在开发中保护”和“在保护中开发”，最大限度地减少矿产资源开发对地质环境的影响，促进采矿活动健康发展。

2、矿山在地下开采过程中，需严格按照开发利用方案设计的采矿方法进行开采，保留安全矿柱，充填采空区，加强巷道支护，保证矿山开采的安全。

3、加强矿山技术管理工作，完善矿山各项规章制度，达到开采程序有章可

循，以营造矿山技术管理工作的良好环境范围。

4、成立安全领导小组，加强安全教育树立安全意识，把责任落实到个人、到岗位，同时按照矿山安全工作要求，配置好安全设施。

5、建立矿山地质灾害及环境问题监测系统，对生产过程产生的各种生产安全方面的问题及环境问题，如地下采矿系统的冒顶、塌方；废石中转站崩塌滑坡及水土环境的污染等问题做到及时发现、及时处理。建议矿山企业在年度计划中增加矿山地质环境保护与土地复垦监测专项实施方案、场地污染和水系污染核查专项实施方案或计划。

6、矿山企业应承担矿山地质环境保护治理恢复责任，要及时缴纳土地复垦费，及时完成矿山地质环境治理恢复基金的设立、存入工作，矿山“三废”实行达标排放，切实做好矿山废弃物资源化利用，矿山应严格按审查通过的《矿山地质环境保护与土地复垦方案》及时做好矿山地质环境保护治理与土地复垦工作。

7、矿山要经常对排水沟、挡土墙进行清淤及稳定性监测，保证排水沟的排水通畅及挡土墙的稳定。

8、为减少人为作用造成的地质环境问题，建议在今后的采场掘进过程中，避免雨季施工，加强对地表变形及地下水水质进行监测。

9、建议根据本矿的实际编制地质灾害处理紧急预案，应包括：采空塌陷、崩塌、滑坡、泥石流等灾害的应急处理措施，发生事故时立即启动相应的应急预案，做到防患于未然。

9、本次矿山地质环境保护与恢复治理方案不代替治理工程施工设计方案，建议在治理时进行治理工程施工设计方案的编制，并委托专业队伍进行治理工程施工。对于重要的防治工程，如挡土墙、排水沟等在进行矿山地质环境恢复治理前应先行勘察和设计，编制施工方案及施工图，并进行详细的地质环境和经济效益论证。

10、本方案是依据现有开发利用方案进行分析的，若开发利用方案发生变动，应修订或重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案；为保证方案的时效性和可操作性在方案适用年限内，如采矿权人申请变更矿区范围、矿种、生产规模、开采方式，必须重新编制或修编矿山地质环境保护与土地复垦方案。

11、认真实施开发利用方案确定的矿山地质环境保护措施，与水保方案、环评方案和本方案措施共同形成系统、全面的防治体系。

12、为了地形地貌景观和土地损毁、矿山水土环境监测质量，建议矿山企业采用遥感监测方法。

13、矿山企业应定期开展矿区及场地污染调查，掌握矿区污染状况，确定污染源分布，加强防治措施安排。

14、建议矿山企业加强治理，治理完成及时竣工验收，加大基金计提力度。

15、建议矿山在今后的开采过程中宜科学规划开采区及开采时序，按次序开采和复垦，体现“边开采、边治理、边恢复”原则。

16、建议矿山在今后及时外运尾矿及废石，并建议按台阶堆放，台阶分层高度为5m，台阶边坡角小于岩石自然安息角，坡率1:2~2.5，并采用砌0.3~0.5m厚片石护坡；为防治地表水汇入废石场或减少地表降水对废石场的冲刷而引起的泥石流。

17、现场调查发现地下水、土壤有污染，特别是土壤中镉、汞、砷、铜、镍超标，建议矿山做水土污染专项调查与设计。

18、为保障矿山安全，防治采空区塌陷风险，建议矿山业主及时采用尾砂充填采空区。鉴于当前开发利用方案未包含充填系统，建议矿山另行开展充填系统专项设计。

19、矿山边界外麻子坳附近有一条断层F₇、F₁₃其产状相近，是同一组断裂，由于靠近矿山主生产区域为推断断层，可能构成导水通道的情况，建议矿山委托专业单位进行专项勘查。

20、由于原开发利用方案对沉淀池的沉积物的去向未详细介绍，经矿山业主介绍，沉淀池收集的泥沙泵送到尾矿中转站的浓密机，经过压滤机脱水进入尾矿中转站和尾矿一起处理。建议矿山建立泥沙管理台账，泥沙一定要检测达标后才可以泵送至尾矿中转站。