

凭祥市东华投资开发有限公司埂土金矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案

凭祥市东华投资开发有限公司

2025年1月

凭祥市东华投资开发有限公司埂土金矿 矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：凭祥市东华投资开发有限公司

编制单位：广西南宁全桂矿业投资咨询有限公司

编写人：莫正德 唐平贞 杨玉虎 庞年祥

李 鹏 冯海湘

审查人：黄桂强

总工程师：吴德林

总经理：陈斌

提交时间：2025年1月21日

矿山地质环境保护与土地复垦方案信息表

矿山企业	矿山企业名称	凭祥市东华投资开发有限公司		
	法人代表	俞洪绪	联系电话	*****
	单位地址	凭祥市白云分场三期10号地（职工住宅铺面）一楼		
	矿山名称	凭祥市东华投资开发有限公司埂土金矿		
	采矿许可证	<input type="checkbox"/> 新申请 <input type="checkbox"/> 持有 <input type="checkbox"/> 变更 <input checked="" type="checkbox"/> 延续		
以上情况请选择一种并打“√”				
编制单位	单位名称	广西南宁全桂矿业投资咨询有限公司		
	法人代表	陈斌	联系电话	*****
	单位地址	南宁市青秀区东葛路118号青秀万达广场西3栋508号		
	主要编制人员			
	姓名	职责	签名	
	莫正德	项目负责、野外调查、审核		
	唐平贞	野外调查、方案编写、制图		
	杨玉虎	野外调查、方案编写、制图		
	庞年祥	野外调查、方案编写		
黄桂强	审定			
审查申请	<p>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。</p> <p style="text-align: center;">申请单位（矿山企业）盖章</p> <p>联系人：徐总 联系电话：*****</p>			

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	凭祥市东华投资开发有限公司埂土金矿		
	矿山企业名称	(签章) 凭祥市东华投资开发有限公司		
	通讯地址	凭祥市白云分场三期10号	邮编	
	法人代表	俞洪绪	联系人	徐总
	联系电话	*****	传真	
	经济类型	有限责任公司	开采矿种	金矿
	矿区范围	见表2.1-2	矿山面积	1.5004km ²
	建矿时间		生产现状	停产
	设计利用资源储量	氧化矿+原生矿(控制+推断)资源量(工业矿): 矿石量**万t, 金金属量***kg	企业规模	中型
	服务年限	**年	土地利用现状图幅号	
	设计生产能力	露天开采**万t/a, 地下开采**万t/a	实际生产能力	--
方案编制单位	单位名称	广西南宁全桂矿业投资咨询有限公司		
	通讯地址		邮编	
	法人代表	陈斌	联系人	黄剑辉
	联系电话	*****	传真	*****
	主要编制人员			
	姓名	职责		签名
	莫正德	项目负责、野外调查、审核		
	唐平贞	野外调查、方案编写、制图		
	杨玉虎	野外调查、方案编写、制图		
	庞年祥	野外调查、方案编写		
黄桂强	审定			

	土地类型		面积hm ²			
	一级地类	二级地类	小计	已损毁	拟损毁	占用“三区三线”
复垦区土地利用现状	园地02	其他园地0204	1.0180	0.2001	0.8179	/
		可调整其他园地0204k	0.0102	0.0102	0	/
	林地 03	乔木林地 0301	6.4509	1.3788	5.0721	/
		灌木林地 0305	19.1914	2.3564	16.8350	/
		其他林地 0307	6.9143	0	6.9143	/
	草地 04	其他草地 0404	18.2614	15.6402	2.6212	/
	工矿仓储用地06	采矿用地 0602	36.6455	36.0815	0.564	/
	住宅用地07	农村宅基地0702	1.3377	1.2171	0.1206	/
	交通运输用地10	公路用地1002	1.8396	1.8339	0.0057	/
		农村道路 1006	1.3542	1.2778	0.0764	/
	其他土水域及水11	坑塘水面1104	1.1124	1.0706	0.0418	/
合计			94.1356	61.0666	33.0690	/
复垦责任范围内土地损毁面积	类型		面积 (hm ²)		其中	
	损毁	挖损	36.8153	28.3452	8.4701	
		压占	57.3203	32.7214	24.5989	
		小计	94.1356	61.0666	33.0690	
	占用“三区三线”		/	/	/	
合计		94.1356	61.0666	33.0690		
复垦土地面积	一级地类	二级地类	面积 hm ²			
			已复垦		拟复垦	
	园地02	果园0201	-	0.4761		
	林地 03	乔木林地 0301	-	37.8928		
	草地 04	其他草地 0404	-	38.1999		
	住宅用地07	农村宅基地0702	-	1.3377		
	交通运输用地 10	公路用地1003	-	1.7879		
		农村道路 1006	-	0.7819		
	其他土水域及水利11	坑塘水面1104	-	0.8829		
	合计		-	81.3592		
土地复垦率%			86.43			
投资预算	土地复垦	静态投资 (万元)	629.84	动态投资 (万元)		773.68
		单位面积静态投资 (万元/亩)	0.5161	单位面积动态投资 (万元/亩)		0.6340
	治理	静态投资 (万元)	602.98	动态投资 (万元)		664.72
		单位面积静态投资 (万元/亩)	0.4941	单位面积动态投资 (万元/亩)		0.5447
	静态总投资 (万元)		1232.82	动态总投资 (万元)		1438.41
单位面积静态总投资 (万元/亩)		1.0102	单位面积动态总投资 (万元/亩)		1.1786	

一、自然地理与社会经济概况（一）矿山交通位置

凭祥市垭土矿区金矿位于凭祥市区北东向75° 直距约13km处，北侧紧邻龙州县，行政区划属凭祥市上石镇板布村（西段）及夏石镇丰乐村垭土屯（东段）。地理坐标：东经**° **' **" _**° **' **"，北纬**° **' **" _**° **' **"。矿区中心坐标：X*****，Y*****。

矿区距湘桂铁路的上石站和“322”国道**km，距南友高速（G7211）夏石收费站公路里程**km，距巴友高速（S65）上降收费站公路里程约**km，有公路相通，交通较方便。

（二）地形地貌

矿区属中低山的半岩溶峰丛山地混杂地貌，山峰标高338.1-435.8m，谷底为230.2-279.3m，相对高差108-156.5m左右。附近未见常年水流，多为下雨沟满，雨过沟干的小溪流，岩溶区内为密灌植物半覆盖，熔岩区为浮土植被覆盖，岩层露头较少。

（三）气象

矿区位于北回归线以南，属于亚热带季风性气候，夏无酷暑，冬无严寒，雨量充沛。年均气温21-23℃，最高气温35.9℃（9月份），最低气温-3.4℃（元月份）。年均无霜冻期353天，6-9月份气候炎热，雨季多集中在4-9月份，年均降雨量为1350.0mm，年均蒸发量1641.2mm，年均相对湿度为78%，平均日照1614小时。全年主导风向夏季为东风和南风，冬季以东北风为主，年平均风速5-17m/s。

（四）水文

区附近未见常年水流，多为下雨沟满，雨过沟干的小溪流。矿区主矿体位于垭土山塘，山塘水位标高约+276m，坝型为粘土坝，容量约10万m³，面积约7000m²，水源来自大气降水及上游水沟和一个下降泉，泉水出露标高+305m，平水期涌水量427m³/d。山塘平水期排泄量约700 m³/d。

（五）土壤与植被

土壤多为赤红壤和紫色土，共同特点是土层松厚且含腐植质较多，土质较好，肥力较高，适宜农作物生长，矿区土层厚度为1m-3m，其中表土层厚度约为0.5m-1m。岩溶区内为密灌植物半覆盖，熔岩区为浮土植被覆盖，岩层露头较少。

项目区属亚热带季风湿润气候。经现场调查，矿区植被较发育，植被覆盖率约为80%。植被多为自然植被草丛（艾草、沙草、鸭嘴草、五节芒、青皮藤等）、灌丛（桃金娘、山麻杆、扁担杆等），临时排土场所处冲沟沟尾人工种植少量速生桉等经济林木，水田种植水稻，旱地主要种植甘蔗、玉米、木薯等农作物。

（六）社会经济

夏石镇是凭祥市经济的后花园，全镇现辖9个行政村1个社区，98个自然屯187个村民小组，镇域面积193.3km²，总人口2.65万人，其中农业人口约2.25万人，城镇常住人口约0.4万人，有壮、苗、京、瑶、侗等少数民族。夏石镇距市区22km，距首府南宁151km，距国家一级口岸友谊关口岸30km，东面与宁明县交界，西、南面与上石镇毗邻，北与龙州县接壤。夏石镇是全国第二批小城镇发展改革试点镇，是崇左市三大工业园区之一——友谊关工业园区所在地，是全崇左工业化、城镇化建设的主要目标镇。

本区居民以壮族为主，人口密度在100~150人/km²左右。但宜耕种面积少，是广西贫困市县之一。农作物主要为水稻、玉米等，经济作物以八角、甘蔗为主，辅以热带水果林木。居民总体生活水准不高。近年来，随着金矿的勘查与开发，居民通过劳务输出、入股开矿及从事相关的服务业，有不少的居民已经走上致富之路。

二、矿区地质环境条件

（一）地层岩性

区域上出露地层有上石炭统、二叠系、三叠系、古近系及第四系。其中三叠系为赋矿层位，分布最广；二叠系次之，其余地层零星分布。石炭系~二叠系以海相碳酸盐岩沉积为主，三叠系为海相碳酸盐岩和碎屑岩沉积并夹巨厚的中酸性火山岩。古近系为陆相沉积。

（二）地质构造

（1）区域地质构造

褶皱：区域内褶皱多为开阔褶皱，主要有北东向和近东西向两组。由于断裂破坏，大多仅保存其中一翼或核部，有些甚至无法恢复。主要褶皱有凭祥背斜、夏石背斜、八角向斜和馗塘向斜等。

断层：区域断裂以近东西向凭祥~大黎深大断裂（西段）为主，宽大于500m，长度大于20km，产状300°~20°∠50°~80°，从区域看，该断裂不仅控制南北两侧构造线的展布，而且对两侧的沉积构造和岩浆活动也有明显的控制作用，从早三叠世的南北沉积情况可见，该断裂沉积时间应早于印支期，而又切割早白垩世及第三纪地层，证明它在燕山喜山期仍有活动，是本区金矿最主要的导矿、容矿、控矿断裂构造。凭祥~大黎深大断裂两侧为与其派生的次级断裂，按走向分为近东西向、北东向、北西向三组。以北东向~北东东向最为发育，本区金矿（化）体多赋存于此类断裂带中。北西向断裂规模较小，多为平移性质。一般来说，东西向断裂发生最早，北西向较晚，切割东西向断裂。

（2）矿区地质构造

褶皱：矿区位于龙州~凭祥弧形构造南段，因受断裂破坏，褶皱形迹表现不完整。在

上石~夏石背斜北西翼，出露地层有石炭系上统马平组第二段（ $C_2P_1m^2$ ）及三叠系下统北泗组第四段（ λT_1b^4 ）。

断裂：矿区主要构造为断裂构造，大体可分为东西向、北东向、北西向及南北向，区域地质构造稳定性为次不稳定。

（三）地震等级及地壳稳定性

本区位于右江再生地槽大明山隆起西南端的凭祥~大黎深断裂与龙州~凭祥弧形构造的交汇处。据历史记载矿区及附近10km范围内未发生过大于5.5级地震。据广西地震构造图，该区属桂东南强震地震构造区。据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），该区地震动峰值加速度为 $<0.05g$ （相当于地震基本烈度 $<VI$ 度），区域地震动反应谱特征周期0.35s，区域地壳稳定性为稳定。综上所述，该区区域地壳稳定性为次不稳定。

（四）水文地质

区域内出露地层由老至新有出露地层有上石炭统、下二叠统、下三叠统碳酸盐岩；上二叠统铁铝岩、碎屑岩，中三叠统中至细碎屑岩；下侏罗统砂岩、泥岩互层；古近系泥岩、粉砂岩及砂砾岩；北泗组第四段灰绿色块状中酸性熔岩、火山碎屑岩；第四系残坡积层、洪积层和冲积层的砂砾层、亚砂土、亚粘土等。根据区域内出露的岩性及岩性组合，将区域内地下水划分为基岩裂隙水、碳酸盐岩类岩溶水、碎屑岩类孔隙裂隙水、松散岩类孔隙水四大类。

综上所述，矿区水文地质勘探类型为以碳酸盐岩溶洞裂隙水、火山岩类块状基岩裂隙水、断层裂隙水及地下河管道直接充水为主、地表水间接充水的矿床，矿区水文地质勘查复杂程度为第二型：水文地质条件中等型矿床。

（五）工程地质

根据地层岩性、组合特征、结构、构造、岩石力学性质等，将矿区地层划分为松散岩组、层状坚硬中等岩溶化碳酸盐岩岩组、层状软弱—较坚硬碎屑岩岩组、块状软弱—较坚硬火成岩岩组、软弱—坚硬断层角砾岩岩组。矿体赋存于F2断裂破碎带中，工程控制长约825m，矿体呈楔形透镜体产出，总体倾向南东，倾角 $80\sim 85^\circ$ ，工程控制矿体标高 $0\sim 317m$ ，矿体最大埋深317m，矿石为黄铁矿化角砾岩、碎裂岩、英安岩。矿体顶板岩石为中厚层状微晶灰岩、白云质灰岩、角砾岩。矿体与顶板界线清楚。矿体底板岩性为角砾岩、压碎岩，局部岩性为英安岩、熔岩。与矿体的界线不甚清楚。

矿层、底板工程地质勘查类型属于块状火成岩类、断层角砾岩类，顶板的工程地质勘查类型则属于可溶岩类（碳酸盐岩），工程地质条件属复杂类型。

（六）人类工程活动

据本次现状调查，矿山经过多年开采，目前已开掘矿（岩）体被切割挖掘后，形成一个长约1200m，宽约120-400m的采坑，采坑面积约255000m²，深度10-50m，采动区域的地貌景观发生很大的改变，原有地形遭破坏，在矿区采坑周边形成多级岩体裸露的阶状边坡或斜坡，边坡标高由+379.70-+230m。边坡植被遭破坏，且短期内难以恢复。因此，露天采矿活动对开采矿区地形地貌景观的破坏程度严重。开采区现状遭受破坏的区域主要为挖损破坏和矿渣堆放，采矿活动对土地资源的占用和破坏程度严重。

综上，现状矿业活动对地质环境的影响程度严重。

三、矿山地质环境问题

（一）矿山地质灾害及其隐患

已产生：现状评估地质灾害强发育，危害程度小，危险性中等；现状地质灾害对矿山地质环境影响程度严重。

可能产生：矿山建设中（生产阶段）预测评估区露天采场不稳定斜坡引发或加剧崩塌、滑坡地质灾害的可能性大，其危害程度中等，危险性大；预测引发或加剧采空区地面沉陷地质灾害可能性小，危害程度小，危险性小；预测评估区引发或加剧岩溶地面塌陷地质灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性中等；预测露天采场引发泥石流地质灾害可能性大，危害程度中等，危险性大；预测临时排土场引发泥石流地质灾害的可能性大，危害程度中等，危险性大；预测排土场引发泥石流地质灾害的可能性中等，危害程度小，危险性中等。矿山建成后（闭坑后）引发或加剧不稳定斜坡发生崩塌滑坡地质灾害的可能性小，其危害程度小，危险性小。引发或加剧采空区地面沉陷地质灾害可能性小，其危害程度小，危险性小。引发或加剧泥石流地质灾害可能性小，危害程度小，危险性小。工程自身遭受崩塌地质灾害的可能性中等，危害程度

小，危险性中等；工程自身遭受滑坡地质灾害的可能性大，危害程度中等，危险性大；工程自身遭受不稳定斜坡地质灾害的可能性大，危害程度中等，危险性大。

预测地质灾害对矿山地质影响程度严重。

（二）地形地貌景观、地质遗迹、人文景观等的影响和破坏

已产生：现状采矿活动对地形地貌景观的影响和破坏程度严重，破坏区域主要位于现状露天采场、工业场地及矿山道路等地段，损毁或压占地形地貌区域达61.0666hm²。

可能产生：未来采矿活动拟建设临时排土场、排土场、选矿厂、沉淀池、堆淋场（西南）、2号排土场、办公生活区、堆淋场、干堆场、3号排土场、平硐口及斜井口工业场地

及场外道路等，总占地面积约57.3203hm²，场地所在位置为中低山的半岩溶峰丛山地，地形起伏较大。场地的平整、开挖以及表土、矿石堆放改变了原有缓坡地形，挖损或压占破坏地表植被，对地形地貌的破坏程度严重。

（三）矿区含水层破坏

已产生：现状采矿活动对评估区内地下水含水层结构影响和破坏程度较轻。

可能产生：预测本矿山采矿活动对地下水含水层结构的破坏程度中等，对含水层影响和破坏程度较严重。

（四）水土环境污染

已产生：现状水质污染影响程度较严重；现状土壤污染影响程度严重。

可能产生：预测采矿活动对水土环境的污染程度较严重。

（五）土地资源的影响和破坏，包括压占、毁损、塌陷的土地类型及面积

已产生：矿山现状损毁的土地类型包括其他园地（0204）、可调整其他园地（0204K）、乔木林地（0301）、灌木林地（0305）、其他草地（0404）、采矿用地（0602）、农村宅基地（0702）、公路用地（1003）、农村道路（1006）、坑塘水面（1104），损毁面积共计61.0666hm²。

可能产生：截止矿山闭坑后预测矿山拟损毁土地面积合计94.1356hm²，损毁地类为其他园地（0204）、可调整其他园地(0204K)、乔木林地（0301）、灌木林地（0305）、其他林地（0307）、其他草地（0404）、采矿用地（0602）、农村宅基地(0702)、公路用地(1003)、农村道路（1006）、坑塘水面（1104），损毁土地权属凭祥市夏石镇丰乐村、燕安村、白龙村委集体所有。

（六）对主要交通干线、水利工程、村庄、工矿企业及其它各类建（构）筑物等的影响与破坏。

已产生：无

可能产生：预测采矿活动对周围交通干线、水利工程、工矿企业的影响程度较轻。

（七）已采取的防治措施和治理效果

无

四、拟采取的保护与治理措施

（一）矿山地质灾害防治措施

1、不稳定斜坡预防措施

规范开采+崩塌及危岩清理+截排水沟+坡面防护+巡视监测。

2、采空塌陷预防措施

规范开采+地面裂缝充填+采空区重点监测

3、泥石流预防措施

规范废渣土排放+修筑拦砂坝+截排水沟+拦渣墙+巡视监测。

4、矿山其他地质环境问题的预防措施

(1) 临时排土场、排土场崩塌、滑坡及泥石流预防措施

预防措施与其所在沟谷的沟谷型泥石流地质灾害的预防措施基本一致。

(2) 含水层破坏防治工程破坏防治措施

预测对含水层的破坏程度较轻，无需采取防治工程，只采取监测措施。

(3) 水土污染防治措施

按生态环境部门要求部署地下水污染防治工程。

(4) 地形地貌景观破坏防治措施

对露天采场、临时排土场、排土场、选矿厂、沉淀池、堆淋场（西南）、2号排土场、办公生活区、堆淋场、干堆场、3号排土场、平硐口、斜井口工业场地等损毁土地单元进行植被恢复，配合土地复垦工程，对地形地貌景观进行有效防治。

(5) 土地复垦工程

通过采区建（构）筑物与硬化地面拆除、场地回填工程、植被恢复等复垦防治工程，复垦土地总面积81.3592hm²，包括果园0.4761hm²、乔木林地37.8928hm²、其他草地38.1999hm²、农村宅基地1.3377hm²、公路用地1.7879hm²、农村道路0.7819hm²、坑塘水面0.8829hm²，土地复垦率86.43%。

(6) 监测工程

1、地质灾害监测

地质灾害

不稳定斜坡：布置在露天采场、井口附近、矿山公路上方周围高陡斜坡，一般在不稳定斜坡的分布范围或斜坡顶布置监测点，并对整个影响范围进行巡视。

泥石流：布置在排土场、干堆场堆放边坡。

2、其它地质环境问题

崩塌、滑坡及泥石流：布置在堆淋场、排土场、干堆场边坡。

其它地质环境问题

宏观变形监测：人工巡视观测露天采场边坡、矿山公路边坡变形情况。

宏观变形监测：人工巡视监测并记录堆淋场、排土场、干堆场堆放边坡变形情况。位移监测：主要用水准仪及全站仪测量，通过监测点的相对位移量测，了解掌握地质灾害的演变过程。

3、含水层监测

对矿区周围地下水进行水质监测，动态监测地下水水位、水质及流量。水位、流量每个监测点，枯、平、丰水期各1次，即每年3次/点；水质每个监测点，每年1次/点。监测时限从生产至矿山保护治理工程竣工后一个水文年。

4、地形地貌景观监测

布置在各损毁土地单元地段，监测各损毁土地单元的范围、面积和程度。监测频率：1次/年。监测时限为从生产至矿山保护治理工程竣工后一个水文年。

5、土地复垦监测

包括土地损毁与土地复垦效果监测。土地损毁监测为监测各损毁土地单元的范围、面积、地类等情况；土地复垦效果监测为植被监测及配套设施监测。

(7) 管护措施工程设计

管护内容为对复垦林草地的管护，包括水分及养分管理、修枝、密度调控、树林病虫害防治及园林木补种等。

五、工作部署

本方案按矿山生产年限12年，矿山地质环境与土地复垦保护治理工程期1.0年及监测管护期3.0年进行规划，生产期对矿山开采破坏情况按5年为一个阶段进行规划，设计分5个阶段进行部署。分述如下：

第一阶段（露天开采阶段）：2025年至2030年，共5.0年，主要工作包括近期内部署截排水沟工程等预防工程及表土收集工程；生产过程中部署矿山地质环境监测工程。

第二阶段（露天开采后期及地下开采）：2030年至2035年，共计5.0年，生产过程中按边生产边治理复垦的原则，对已完成开采的露天采场进行治理与土地复垦工程；

生产过程中部署矿山地质环境监测工程，土地损毁及复垦配套设施监测工程，以及已复垦土地的监测及管护工程。

第三阶段（地下开采）：2035年至2037年，共计2.0年，生产过程中按边生产边治理复垦的原则，进行治理与土地复垦工程；生产过程中部署矿山地质环境监测工程，土地损毁及复垦配套设施监测工程，以及已复垦土地的监测及管护工程。

第四阶段时间为闭坑后的综合治理和复垦期，为期1.0年，从2037年至2038年，主要的

恢复治理与土地复垦工程为：对排土场、工业场地、井口工业场地、沉淀池及选矿厂等进行地质环境恢复治理和土地资源复垦；对整个评估区地质环境和土地复垦进行监测。

第五阶段为闭坑治理期结束后的管护阶段，为期3.0年，从2038年至2041年，主要的恢复治理与土地复垦工程为：对复垦区进行监测、管护。

六、经费预算及资金来源

本矿山地质环境保护与土地复垦方案的投资预算编制依据采用《广西壮族自治区水利水电建筑工程预算定额（2007年版）》计价的要求完成，所用的工程材料价格参考崇左市建设工程造价管理站最新发布的《崇左建设工程造价信息 2024年8期》，项目建设期的年物价指数按3.0%计。

（一）经费预算

本项目土地复垦和环境恢复治理的投入估算资金为1438.41万元，由静态投资和涨价预备费组成，其中静态投资1232.82万元，占投入总资金的85.71%，价差预备费205.59万元，占投入总资金的14.29%。其中地质环境治理工程投入估算资金为664.72万元，土地复垦投入估算资金为773.68万元。

（二）资金来源

本项目动态投资1438.41万元，全部由项目业主自行承担。正常生产后，矿山年利润总额3120万元，净利润为2340万元，矿山总服务年限为12年，矿山的经济效益较好，矿山地质环境保护治理与土地复垦费用有保障，项目经济上基本可行。

填表人：莫正德

填表日期：2024年10月12日

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	2
1.3 方案编制依据	6
1.4 方案的服务年限	6
2 矿山基本情况	7
2.1 矿山概况	7
2.2 矿山自然概况	22
2.3 社会经济概况	24
2.4 矿区地质环境背景	25
2.5 矿区土地利用现状	51
2.6 矿山及周边人类工程活动情况	53
2.7 矿山地质环境和土地条件小结	54
3 矿山地质环境影响评估和土地损毁评估	56
3.1 矿山地质环境影响评估范围与级别	56
3.2 现状评估	61
3.3 预测评估	72
4 矿山地质环境保护治理分区和土地复垦区、复垦责任范围划分	93
4.1 矿山地质环境保护治理分区	93
4.2 土地复垦区与复垦责任范围确定	94
5 矿山地质环境保护治理与土地复垦可行性分析	100
5.1 矿山地质环境治理可行性分析	100
5.2 矿区土地复垦可行性分析	101
5.3 水土资源平衡分析	109
6 矿山地质环境保护治理与土地复垦工程设计	114
6.1 矿山地质环境保护与土地复垦预防工程	114
6.2 地质环境治理工程设计	116
6.3 矿区土地复垦工程	126
6.4 矿山地质环境监测	144

6.5 矿区土地复垦监测和管护	147
7 经费估算	150
7.1 估算说明	150
7.2 矿山地质环境防治工程经费估算	157
7.3 矿山地质环境复垦工程经费估算	181
7.4 估算结果	214
8 工程总体部署及进度安排	215
8.1 总体工程部署	215
8.2 年度实施计划	215
9 保障措施与效益分析	219
9.1 保障措施	219
9.2 效益分析	221
10 结论与建议	222
10.1 结论	222
10.2 存在问题及建议	223
附表:	错误! 未定义书签。
附表1 矿山地质环境现状调查表1-1	错误! 未定义书签。
附件:	错误! 未定义书签。
附件1: 采矿许可证(复印件)	错误! 未定义书签。
附件2: 矿山企业营业执照(复印件)	错误! 未定义书签。
附件3: 编制方案委托书	错误! 未定义书签。
附件4: 编制单位承诺书	错误! 未定义书签。
附件5: 矿山企业承诺书	错误! 未定义书签。
附件6: 矿山开发利用方案评审意见书	错误! 未定义书签。
附件7: 编制单位对方案的初审意见	错误! 未定义书签。
附件8: 矿山企业对方案的意见	错误! 未定义书签。
附件9: 当地自然资源部门对本方案的初审意见	错误! 未定义书签。
附件10: 土地权属人意见	错误! 未定义书签。
附件11: 矿山水质分析检测报告	错误! 未定义书签。
附件12: 矿山土壤有毒有害元素分析检测报告	错误! 未定义书签。
附件13: 矿山岩石有毒有害元素分析检测报告	错误! 未定义书签。

附图目录

图号	图名	比例尺
1	矿山地质环境及土地损毁现状评估图	1: 5000
2	矿山地质环境及土地损毁预测评估图	1: 5000
3	矿山土地利用现状图	1: 5000
4	矿山土地复垦规划图	1: 5000
5	矿山地质环境保护治理工程部署图	1: 5000
6-1	矿山地质环境保护治理与土地复垦工程AA'、BB'、CC'剖面图	1: 2000
6-2	矿山地质环境保护治理与土地复垦工程00线剖面图	1: 1000
6-3	矿山地质环境保护治理与土地复垦工程27线剖面图	1: 1000
6-4	矿山地质环境保护治理与土地复垦工程47线剖面图	1: 1000
7	矿山遥感影像图	1: 5000
8	矿山总平面布置	1: 5000
9	矿山井上井下对照图	1: 5000
10	矿山露天开采终了图	1: 5000
11	区域水文地质图	1: 5000

1 前言

1.1 任务由来及编制目的

1.1.1 任务由来

广西凭祥市垭土矿区金矿采矿权人为凭祥市东华投资开发有限公司，该矿山属已建矿山，2006年首次设立，2011年9月18日广西鑫宝矿业有限公司经国土部门批准（桂国土资采转【2011】第16号文）将采矿权转让给凭祥市东华投资开发有限公司，凭祥市东华投资开发有限公司重新办理新的采矿许可证，证号*****，2013年2月、2017年7月矿山分别办理了采矿证延续，采矿许可证于2023年12月22日到期。

本项目为凭祥市东华投资开发有限公司垭土金矿申请采矿权延续、采矿权下部探矿权转采矿权、扩建及增加开采方式，即：①矿山采矿许可证于2023年12月22日到期，故办理采矿权延续，同时变更矿区范围（延深开采深度）；②矿山现持有采矿许可证生产规模为3万吨/年（120t/d），根据《国家产业结构调整指导目录（2024年本）》，日处理岩金矿石300t（不含）以下的露天采选项目、100t（不含）以下的地下采选项目属限制类项目，故矿山变更生产规模为露天生产规模**万t/年（**t/d），新增地下开采生产规模**万t/年（**t/d）；③矿山采矿许可证开采方式为露天开采，本设计拟增加地下开采方式。

根据原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），各级国土资源主管部门发证的矿山全部实行《矿山企业矿山地质环境保护与治理恢复方案》和《土地复垦方案》合并编制《矿山地质环境保护与土地复垦方案》，以及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矿山地质环境保护与土地复垦方案。因此矿山企业委托广西南宁全桂矿业投资咨询有限公司编制“广西凭祥市垭土矿区金矿矿山地质环境保护与土地复垦方案”（下称“方案”）。

1.1.2 编制目的

为顺利延续采矿证、采矿权下部探矿权转采矿权、扩建及增加开采方式，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

1.2.1 以往方案编制情况

根据调查及收集资料，本矿山于2013年2月委托北京红晶石不动产评估有限责任公司编制了《凭祥市东华投资开发有限公司垭土金矿土地复垦方案报告书》。

根据《凭祥市东华投资开发有限公司垭土金矿土地复垦方案报告书》，复垦方案项目用地面积为50.934hm²，其中已损毁或占用的土地面积共36.837hm²（包括：采矿场挖损14.453hm²、堆淋场压占14.242hm²、氰化池挖损0.255hm²、办公生活区压占0.818hm²、排土场压占7.029hm²、拦渣坝压占0.045hm²），破坏程度为重度，其中破坏有林地的面积为0.029hm²，未成林造林地的面积为2.176hm²。拟损毁或占用的面积共14.097hm²（包括：采矿场拟挖损11.81hm²、排土场拟压占2.242hm²、拦渣坝拟压占0.045hm²）。按复垦方案，预计土地复垦面积为43.896hm²，复垦地类有林地10.535hm²、旱地7.873hm²、其他草地18.221hm²、坑塘水面6.449hm²、村庄用地0.818hm²，复垦率为86.18%。土地复垦方案静态投资为188.79万元，本方案服务年限为10年（2013-2022年）。

方案将矿山地质环境保护与恢复治理工作总体布置分为三个阶段实施。对崩塌、滑坡、泥石流、地下水污染等地质灾害和地下水位、水质、水量及地形地貌景观的监测贯穿矿山开采全过程。

第一阶段：矿山整改期，主要完善预防控制工程，对已造成的地质环境影响或破坏区域进行恢复治理和监测，治理和监测范围包括所有评估区域，主要工作有：

(1)严格执行有关矿山工作条例和国家有关技术规范要求进行开采，杜绝不合理、不规范的开采，按照设计部门设计的矿山开发利用方案，科学施工，有计划、有条件合理开采。整改期间，对露天采场北面大于45°南面大于55°的地段要进行降坡，其工程量列入主体工程中。

(2)沿露天采场周边修建截水沟，拦截周边汇水进入采坑；

(3)在排土场、堆淋场周边修建截水沟，防止泥石流影响下游；

(4)对遗留采矿场进行场地平整、植被恢复等治理工程；

(5)对露天采场、排土场、堆淋场、氰化池等容易发生地质灾害的地段进行定期、巡视监测。

(6)在采场东面修建污水处理池及监测井，采坑抽排水经污水池处理达标后方能外排；

(7)在排土场及堆淋场下游修建监测井。

第二阶段：边生产边治理期，在矿山开采过程，主要对采矿工程引发的地质灾害、地形

地貌景观以及土地资源的定期监测，主要工作有：

- (1)修整采矿过程产生的不稳定边坡，尤其是采场南面的岩质边坡；
- (2)定期对采场、排土场和堆淋场边坡崩塌、滑坡的监测；
- (3)对堆淋场1下游、伏流出口及下游地下水污染的定期取水样进行监测；
- (4)定期对采矿活动影响范围内地形地貌、土地资源的监测；

第三阶段:矿山闭坑期，采矿结束后，对地质环境影响或破坏区域进行全面治理和监测，重点在于露天采场，排土场、堆淋场等。对崩塌、滑坡、泥石流、地下水污染等地质灾害和地形地貌景观的监测贯穿矿山治理全过程。主要工作有：

- (1)采场最终采坑边坡进行修整、采坑恢复为坑塘水面，在坑塘水面外缘修建隔离栅并立警示牌；
- (2)对排土场、堆淋场进行场地平整，堆淋场、氰化池等用漂白粉处理后种树植草进行植被恢复；
- (3)修建场地排水沟，完善矿区排水系统；
- (4)对矿区破坏单元全面进行植被恢复。

1.2.2 实施情况

2018年12月，崇左市自然资源局组织专家对埂土金矿完成的矿山地质环境恢复分部工程进行现场验收，该分部工程为遗留采矿场恢复治理，遗留矿场为板布采矿场及那兰采矿场（这两处采矿场均位于埂土金矿区外围）。板布采矿场恢复治理工作已按设计进行表土回填，撒播草籽，实际完成植被恢复面积为3.473hm²；那兰采矿场采取了表土回填及撒播草籽、种植芭蕉树、桉树等恢复治理措施，完成植被恢复面积达3.824hm²。崇左市自然资源局于2018年12月28日出局了《埂土金矿矿山地质环境治理恢复分部工程野外验收意见书》（桂地272队审〔2018〕047号）。

根据凭祥市东华投资开发有限公司提供资料，矿山于2012~2021年12月31日未开采，原因为安全隐患整改、矿山复垦及处理与当地关系问题。矿山于2022年开始生产。

据现场调查，矿山对现有开采形成的边坡进行降坡处理，台阶高度为5~15m不等，台阶坡度40°~50°。位于排土场1南侧沟口修建拦砂坝，拦砂坝为高约2.5m的土坝，有效了拦挡排土场内的水土流入下游旱地，现拦渣坝下游约20m处，又修筑了高约5m，长约80m，坝底宽8m，顶宽约5m，坡度约45°的拦渣坝。堆淋场1周边设置了排水沟，位于堆场最北端，已修建有一座长32m，高约1.5m的砼拦渣坝。各项设施目前能够较好安全运行。矿山前期收集的表土集中堆放在排土场1内。

1.2.3 本方案编制工作概况

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》，在充分收集、分析矿山现有相关资料的基础上，广西南宁全桂矿业投资咨询有限公司接受委托后，按《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》中要求的工作程序，在充分收集、分析矿山现有相关资料的基础上，于2024年8月中旬组织技术人员对矿区及其周围采矿活动影响范围区域进行实地调查、走访，主要调查区域为露天采场、排土场、堆淋场、矿山公路、沉淀池、周边泉水点及周围村庄等。重点调查矿区的地质灾害发育现状、地层岩性、地质构造，通过现场调查及走访当地居民，明确矿山现状地质灾害发育情况及潜在危害对象。同时收集项目区及周边自然地理、生态环境、社会经济、土地利用现状及权属问题等相关资料；根据土地利用现状，对土地复垦义务人、土地使用权人、政府相关部门及相关权益人进行公众调查，在充分听取他们的意愿之后拟定初步确定土地复垦方向。

在矿山地质环境和土地现状调查基础上，根据矿产资源开发利用方案，对矿山开采区及矿业活动的影响区，进行矿山地质环境影响评估，划分地质环境保护治理分区，提出矿山地质环境保护治理总体工程部署和方案适用期内分年度实施计划；明确矿山地质环境保护、治理、监测的对象和内容，提出有矿山地质环境保护治理工程的矿山地质环境监测工程，并分别提出有针对性的技术措施。同时，分析预测矿山采矿活动损毁土地类型、面积、程度，考虑矿山地区复垦条件、工程地质环境条件及土地权利人的意愿，对损毁土地进行复垦适宜性分析，进而确定土地复垦方向并部署相应的复垦工程措施。最后制定详细的矿山地质环境保护和土地复垦经费预算和效益分析。提出切实可行的组织保障、技术保障、资金保障措施，保障矿山地质环境保护和土地复垦工作顺利进行。方案编制完成后，按程序提交材料给当地自然资源主管部门，并获得自然资源主管部门出具的方案初审意见。

本次矿山地质环境和土地资源调查以收集资料和现场调查为主，调查范围包括采矿权范围和采矿可能影响的范围。收集资料共7套，野外调查面积约7.3km²，调查线路约15.6km，定地质地貌点20处，水文地质点5处，拍摄照片50张。本次工作于2024年8月初进行准备、搜集资料、编制评估工作大纲，2024年9月至2024年10月进行室内资料整理、编制图表、编写方案。具体的工作程序见图1-2-1，完成工作量见表1-2-1。

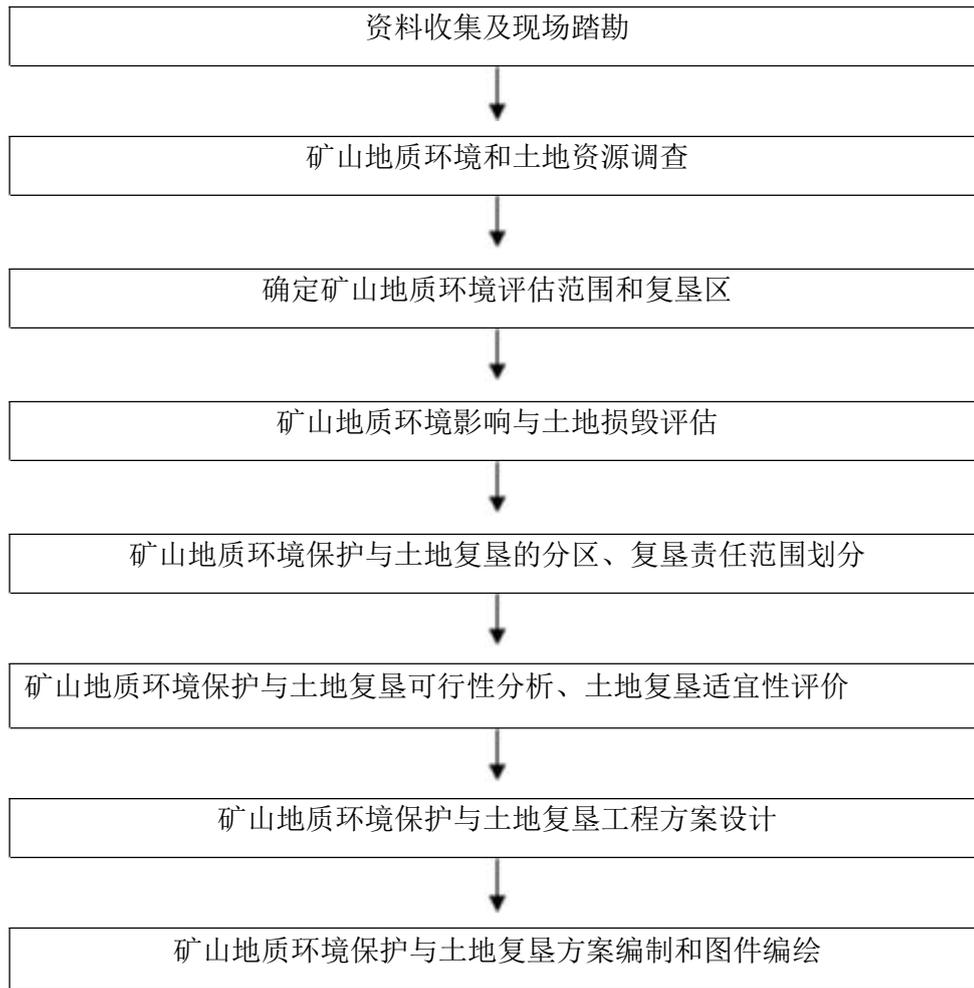


图 1-2-1 工作程序框图

表 1-2-1 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 万区域水文地质普查报告》（凭祥幅）	份	1
		《广西壮族自治区数质地质图 2006 版说明书》	份	1
		《广西凭祥市垠土矿区金矿资源储量核实报告》（2023 年 7 月）	份	1
		《凭祥市东华投资开发有限公司垠土金矿土地复垦方案报告书》（2013 年 2 月）	份	1
		《凭祥市东华投资开发有限公司垠土金矿矿产资源开发利用方案》（2024 年 7 月）	份	1
		《土地利用现状图》	份	1
		《崇左市建设工程造价信息（2024 年第八期）》	份	1
2	野外调查	调查面积	km ²	7.3
		地质地貌及水文地质点	处	25
		拍摄相关照片	张	50

1.3 方案编制依据

1.3.1 法律、法规

略

1.3.2 部门规章及政策文件

略

1.3.3 技术规范

略

1.3.4 资料依据

略

1.4 方案的服务年限

根据《凭祥市东华投资开发有限公司垵土金矿矿产资源开发利用方案》，设计开采范围内露天开采可利用工业矿+尚难利用金矿石资源量（控制+推断）矿石量为矿石量**万t，金金属量**kg。地下开采设计可利用工业矿+尚难利用金矿石资源量（控制+推断）矿石量为**万t。矿山拟建露天开采生产规模为**万t/a，地下开采生产规模为**万t/a。矿山首先进行露天开采，其生产服务年限为4.6年，基建期1.1年，露天开采的总服务年限为5.7年。地下开采生产服务年限为4.8年，其基建期为1.5年。为保证开采安全，露天开采结束后进行地下开采，故本方案确定矿山总的服务年限为12年。本矿山闭矿后实施矿山地质环境保护治理和土地复垦工程约需1年，监测管护期约3年，确定方案服务年限为16年（即自2025年起至2041年结束，实际以取得采矿权许可证起始日为准）。当采矿权人扩大开采规模、变更矿区范围或者开采方式的，应重新编制矿山地质环境保护与治理恢复方案。

2 矿山基本情况

2.1 矿山概况

2.1.1 矿山简介

一、采矿权情况

该矿山属已建矿山，2006年首次设立，2011年9月18日广西鑫宝矿业有限公司经国土部门批准（桂国土资采转【2011】第16号文）将采矿权转让给凭祥市东华投资开发有限公司，凭祥市东华投资开发有限公司重新办理新的采矿许可证，证号****，2013年2月、2017年7月矿山分别办理了采矿证延续，采矿许可证于2023年12月22日到期。现采矿许可证内容如下：

采矿许可证号：*****；

采矿权人：凭祥市东华投资开发有限公司；

矿山名称：凭祥市东华投资开发有限公司垵土金矿

经济类型：有限责任公司

开采矿种：金矿；

开采方式：露天开采；

生产规模：**万t/a；

矿区面积：1.5004平方公里；

开采深度：412m-230m；

有效期限：2017年12月22日至2023年12月22日。

矿区范围及拐点坐标如下表2-1-1：

表2-1-1 采矿权范围拐点坐标表

拐点 编号	1980 标系		2000 国家大地坐标系	
	X	Y	X	Y
**	*****	*****	*****	*****
**	*****	*****	*****	*****
**	*****	*****	*****	*****
**	*****	*****	*****	*****
**	*****	*****	*****	*****
**	*****	*****	*****	*****

表2-1-2 采矿权延续情况一览表

序号	许可证号	项目 类型	有效期起	有效期止	首次设立 时间	总面积 (km ²)
1	*****	新立	2006-07-07	2009-07-07	2006-07- 07	1.6131
2	*****	延续	2011-01-17	2013-01-17		1.6131

3	*****	变更	2011-09-27	2013-09-27		1.5004
4	*****	延续	2013-02-10	2016-02-10		1.5004
5	*****	延续	2017-12-22	2023-12-22		1.5004

二、探矿权情况

2021年12月，广西壮族自治区自然资源厅与凭祥市东华投资开发有限公司签订了探矿权出让合同（桂自然探合〔2021〕03号），凭祥市东华投资开发有限公司获得了凭祥市东华投资开发有限公司垵土金矿采矿权230m标高以下金矿详查探矿权，探矿权证号为：*****，图幅号：*****，勘查面积：1.5003km²，有效期限：自2022年05月12日至2023年12月22日止。勘查平面范围与采矿证平面范围一致，均由6个拐点坐标组成，面积为1.5004km²。见下表。

表2-1-3 勘查范围拐点坐标表

拐点 编号	1980 标系		2000 国家大地坐标系	
	X	Y	X	Y
E	*****	*****	*****	*****
F	*****	*****	*****	*****
G1	*****	*****	*****	*****
H1	*****	*****	*****	*****
I1	*****	*****	*****	*****
J	*****	*****	*****	*****
矿区面积：1.5004km ² ；开采深度：412m 至 230m				

三、采矿权申请

本矿山采矿权人为凭祥市东华投资开发有限公司，现矿山采矿许可证已经到期，目前正在办理采矿权延续、采矿权下部探矿权转采矿权手续。其中采矿权人、矿山名称、经济类型、采矿权平面范围等事项均未改变，但拟申请变更以下事项：

(1) 生产规模：据《国家产业结构调整指导目录（2024年本）》，日处理岩金矿石 300 t（不含）以下的露天采选项目、100 t（不含）以下的地下采选项目属限制类项目，且根据矿山可设计利用的资源储量，故设计拟将生产规模从**万t/a变更为**万t/a。

(2) 开采方式：根据矿体赋存情况，设计确定增加地下开采方式，即开采方式为露天/地下开采。

(3) 矿区范围：拟申请矿区平面范围与原采矿许可证矿区平面范围一致，根据矿体埋藏深度，设计确定增加地下开采方式，开采深度由原412m-230m变更为+412m--17m（含5m水仓）。

现拟申请采矿许可证各个要素如下：

采矿权人：凭祥市东华投资开发有限公司；

矿山名称：凭祥市东华投资开发有限公司垵土金矿；

经济类型：有限责任公司
 开采矿种：金矿（伴生银、砷）；
 开采方式：露天开采/地下开采；
 生产规模：露天开采**万t/年，地下开采**万t/年；
 矿区面积：1.5004平方公里；
 开采深度：由+412m至-17m标高；
 有效期限：壹拾叁年。
 拟申请矿区范围拐点坐标见表2-1-4。

表2-1-4 拟申请采矿权范围拐点坐标表

拐点 编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
1	*****	*****
2	*****	*****
3	*****	*****
4	*****	*****
5	*****	*****
6	*****	*****
矿区面积：1.5004km ² ；开采深度：412m 至-17m		

注：上表中拐点编号1、2、3、4、5、6分别对应现采矿许可证上的矿区范围拐点编号E、F、G1、H1、I1、J。

2.1.2 矿山开采历史与现状

一、以往地质工作概况

- 1973-1975年广西区地质局区域地质调查队对该区开展了1：20万区域地质调查；
- 1989-1994年原广西南宁水文地质工程地质勘察研究院开展1：20万区域地球化学调查；
- 1993-1994年广西第一地质队进行1：5万区域地质测量；1992-1994年原广西南宁水文地质工程地质勘察研究院进行化探异常检查发现①号矿体，1993-1994年提交了埂土金矿TC33至TC27地段储量计算说明书，经广西地矿局审查，提交E级氧化矿矿石量***万t，金金属量***kg；原生矿E级矿石量***万t，金金属量***kg。随后夏石镇人民政府和市黄金公司组织民采；
- 1995-1997年进行1：5万地球化学普查，在本区圈定了Au成矿远景区。1997-1998年对部分民采坑进行地质编录。2000年5月，广西鑫宝公司和广西第四地质队对该矿区进行普查，对①号矿体地表做了较系统控制，深部以稀疏钻孔控制，完成的工作量见表1-1。同年9月提交了《广西凭祥市埂土矿区金矿中间性普查报告》，控制D+E级表内氧化矿黄金储量

kg, 其中D级kg, E级***kg。矿石量为***万t。表外原生矿E级黄金储量***kg。2001年, 鑫宝公司在板布旧采坑周围进行了以冲击钻为主要手段的普查, 发现了小金矿体。

5、2002年11月, 广西鑫宝矿业有限公司对矿山的资源储量进行了核实, 编写了《广西凭祥金矿垭土矿区资源储量核实报告》, 经南宁市储伟资源咨询有限公司评审(桂储伟审[2002]43号)通过, 并报广西国土资源厅认定(2003年1月13日出具〈关于《广西凭祥金矿垭土矿区资源储量核实报告》矿产资源储量认定书〉)(桂国土资认储[2003]4号), 保有矿产资源量如表2-1-5。

表2-1-5 2002年资源量估算结果表

矿证开采标高	矿段名称	矿石类型	储量类别	储量级别	资源量编码	矿石量 (t)	金金属量 (kg)	平均品位 (g/t)
开采标高+200m以上	垭土矿段	氧化矿石	表内	****	****	****	****	****
			表外	****	****	****	****	****
		原生矿	表外	****	****	****	****	****
	板布矿	氧化矿	表外	****	****	****	****	****
开采标	垭土矿	原生矿	表外	****	****	****	****	****

6、2009年12月广西鑫宝矿业有限公司为了办理采矿证延续, 委托广西第四地质队利用原有资料及少量的地表样坎资料对矿山的资源储量进行核实, 编写了《广西凭祥市垭土矿区金矿资源储量核实报告》, 经南宁市储伟资源咨询有限公司评审(桂储伟审[2010]07号)通过。并经广西国土资源厅备案(桂资储备案[2010]20号), 矿产资源量见表2-1-6。

表2-1-6 2009年资源量估算结果表

分布范围	利用情况	矿段及矿体号	矿石类型	资源储量类别及编码	矿石量 (t)	金金属量 (kg)	平均品位 Au (g/t)
采矿证范围内	消耗	垭土矿段为主+板布矿段	氧化矿	****	****	****	****
				****	****	****	****
				****	****	****	****
				****	****	****	****
	保有		原生矿	****	****	****	****
				****	****	****	****
				****	****	****	****
				****	****	****	****
			氧化矿+原生矿	****	****	****	****
				****	****	****	****
				****	****	****	****
				****	****	****	****
	累计查明		氧化矿+原生矿	****	****	****	****
				****	****	****	****
				****	****	****	****
				****	****	****	****

采矿证范围外 (开采标高 230米以下)	保有	原生矿	****	****	****	****
估算资源储量采用的工业指标: 边界品位: 氧化矿***g/t; 原生矿*** g/t。最低工业品位: 氧化矿***g/t; 原生矿***g/t。最小可采厚度: 0.80m; 夹石剔除厚度: 3m。						

7、2011年9月18日采矿权由广西鑫宝矿业有限公司有偿转让给凭祥市东华投资开发有限公司, 同时进行委托广西壮族自治区第四地质队对矿山的资源储量进行了核实, 编写了《广西凭祥市垵土矿区金矿资源储量核实报告》, 报告经广西壮族自治区国土资源规划院评审(桂规储评字[2012]35号)通过, 并经广西国土资源厅备案(桂资储备案[2012]66号)。截止2012年5月底, 广西凭祥市垵土矿区金矿采矿证范围内保有矿石量见表2-1-7。

表2-1-7 2012年资源储量估算结果汇总表

矿体 编号	利用 情况	矿石 类型	资源储量 类别	平均 品位 Au (10 ⁻⁶)	矿石量 (吨)	金属量 (kg)	备注
①	保有	氧化矿	****	****	****	****	低品位
			****	****	****	****	
			****	****	****	****	
		原生矿	****	****	****	****	
			****	****	****	****	
			****	****	****	****	
		氧化 +原生	****	****	****	****	
			****	****	****	****	
			****	****	****	****	
	采空	氧化矿	****	****	****	****	2009年核实
累计 查明	氧化 +原生	****	****	****	****		
估算资源储量采用的工业指标: 边界品位: 氧化矿***g/t; 原生矿*** g/t。最低工业品位: 氧化矿***g/t; 原生矿***g/t。最小可采厚度: 0.80m; 夹石剔除厚度: 3m。							

2013年2月、2017年12月矿山两次办理了采矿证延续, 但因矿山环境治理、处理矿权及与当地关系一直未开采, 采矿权延续沿用2012年通过评审备案的核实报告。2017年采矿权延续时, 按2012年核实报告资源量缴纳了采矿权权益金***万元。

二、2022-2023年矿区资源储量核实工作

凭祥市东华投资开发有限公司的采矿权于2023年12月22日到期, 为采矿证延续及申请向深部扩大采矿权范围, 凭祥市东华投资开发有限公司委托广西壮族自治区第四地质队(以下简称四队)进行矿山资源储量勘查核实工作。广西壮族自治区第四地质队(以下简称四队)2022年2月四队编写了《广西凭祥市垵土矿区金矿勘查核实实施方案》, 于2022年3月14日通过广西壮族自治区自然资源厅评审中心评审。

广西第四地质队受凭祥市东华投资开发有限公司委托后，收集了本矿区2012年的核实报告及相关附图、附表，并以此为基础，于2022年3月1日-2022年12月20日开展野外工作，2022年12月21日转入资料综合整理及报告编写工作。累计完成主要实物工作量：1:2000地形测量1.80km²，1:2000地质修测1.50km²，1:5000水文地质、环境地质调查4.5km²，1:5000工程地质调查2.0km²，1:50000水文地质调查47km²，钻探2770.35m，槽探1502m³。采集和分析测试了化学分析样728件，岩矿鉴定样7件，小体重样30件，物性样、物理性能测试样18件，放射性样4件，物相分析10件等样品，各项工作已按设计或超额完成。资源储量核实以2012年7月13日提交的《广西凭祥市垭土矿区金矿资源储量核实报告》为基础，该报告经广西壮族自治区国土资源规划院评审（桂规储评字[2012]35号）通过，并经广西国土资源厅备案（桂资储备案[2012]66号）。

2022-2023年资源储量核实工作取得的主要成果如下：

1、在原有的地质资料基础上，通过矿床1：2000地质修测，进一步查明了矿山金矿体控矿地层、构造特征等。

2、通过工程揭露勘基本查明了矿区金矿体数量、规模、产状、品位变化等。基本查明F2断层破碎带及①号矿体总体向南东倾伏。

3、本矿山为扩大延深勘查矿区，通过1：5000水文地质、工程地质、环境地质调查地质调查，进一步查明了矿床开采技术条件，确定水文地质、工程地质勘查类型。为矿山后继开采提供了基础资料。

4、通过开展矿区原生金矿石加工选（冶）技术性能实验室流程试验研究，获得简单成熟的选矿工艺，并获得了较好的选矿指标，可作为矿产资源评价及今后矿山生产的参考依据。

5、资源储量估算

凭祥市东华投资开发有限公司于2023年7月提交了《广西凭祥市垭土矿区金矿资源储量核实报告》，广西壮族自治区矿产资源储量评审中心于2023年9月11日对该报告出具了评审意见书（桂储评字[2023]20号），广西壮族自治区自然资源厅于2023年9月18日完成资源储量备案（桂资储备案【2023】26号）。

采矿权范围内资源储量估算对象为采矿证平面范围内，标高在+412m至+230.00m的金矿体；采矿权外的资源量估算对象为采矿证平面范围内，标高在+230m至-12.00m范围内的金矿体。资源储量估算范围拐点坐标、矿体估算标高详见表2-1-8。

表2-1-8 矿区资源储量估算范围拐点坐标、面积、矿体赋存标高及埋藏深度表

矿体编号	拐点序号	拐点坐标（2000 国家大地坐标系）		估算标高	矿体埋深	估算面积
		X	Y			
①	N1	*****	*****	矿体最高标高为 305m 最低标高为 -12m。	最大埋深 360m 最小埋深为 0m。	估算面积 0.0379km ²
	N2	*****	*****			
	N3	*****	*****			
	N4	*****	*****			
	N5	*****	*****			
	N6	*****	*****			
	N7	*****	*****			
	N8	*****	*****			
	N9	*****	*****			
	N10	*****	*****			
	N11	*****	*****			
	N12	*****	*****			
	N13	*****	*****			
	N14	*****	*****			
	N15	*****	*****			
	N16	*****	*****			
	N17	*****	*****			
	N18	*****	*****			
	N19	*****	*****			
	N20	*****	*****			
	N21	*****	*****			
	N22	*****	*****			
	N23	*****	*****			
	N24	*****	*****			
	N25	*****	*****			
	N26	*****	*****			
	N27	*****	*****			

截止2022年12月31日，凭祥市垵土矿区金矿经评审及备案资源储量估算结果如下：

①采矿证内

累计查明氧化矿（探明+控制+推断）资源量：矿石量**万t，Au品位** g/t，金金属量**kg；其中探明资源量矿石量**万t，Au品位**g/t，金金属量**kg；控制资源量矿石量**万t，Au品位**g/t，金金属量**kg；推断资源量矿石量**万t，Au品位**g/t，金金属量**kg。

保有氧化矿（控制+推断）资源量：矿石量**万t，Au品位**g/t，金金属量**kg；其中控制资源量矿石量**万t，Au品位**g/t，金金属量**kg；推断资源量矿石量**万t，Au品位**g/t，金金属量**kg。

动用探明资源量矿石量**万t，Au品位**g/t，金金属量**kg。

查明（保有）原生矿（控制+推断）资源量：矿石量**万t，Au品位**g/t，金金属量**kg；其中控制资源量矿石量**万t，Au品位**g/t，金金属量**kg；推断资源量矿石量**万t，

Au品位**g/t, 金金属量**kg。伴生银金属量**kg, 砷元素量**t。

另估算原生矿尚难利用矿产资源: 矿石量**万t, 金属量**kg。

②探矿证内

查明(保有)氧化矿(控制+推断)资源量: 矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg; 其中控制资源量矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg; 推断资源量矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg。

查明(保有)原生矿(控制+推断)资源量: 矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg; 其中控制资源量矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg; 推断资源量矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg。伴生银金属量**kg, 砷元素量**t。

③采矿证+探矿证

累计查明氧化矿(探明+控制+推断)资源量: 矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg; 其中探明资源量矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg; 控制资源量矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg; 推断资源量矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg。

保有氧化矿(控制+推断)资源量: 矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg; 其中控制资源量矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg; 推断资源量矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg。

动用氧化矿探明资源量矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg。

查明(保有)原生矿(控制+推断)资源量: 矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg; 其中控制资源量矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg; 推断资源量矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg。伴生银金属量**kg, 砷元素量**t。

累计查明氧化+原生矿(探明+控制+推断)资源量: 矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg。其中探明资源量矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg; 控制资源量矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg; 推断资源量矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg。

保有氧化+原生矿(控制+推断)资源量: 矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg。其中控制资源量矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg; 推断资源量矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg。

另估算原生矿尚难利用矿产资源: 矿石量**万t, 金属量**kg。

④矿区内储量

矿区金矿累计动用证实储量: 氧化矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg, 其中2009年之前动用资源量矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg; 2022年1月-12月动用资源量矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg。

矿区保有可信储量：保有氧化矿石量**万t，Au品位**g/t，金金属量**kg，其中采矿证内矿石量**万t，Au品位**g/t，金金属量**kg，探矿证内矿石量**万t，Au品位**g/t，金金属量**kg；保有原生矿石量**万t，Au品位**g/t，金金属量**kg，其中采矿证内矿石量**万t，Au品位**g/t，Au品位**g/t，金金属量**kg，探矿证内矿石量**万t，Au品位**g/t，金金属量**kg。

三、矿山开采简史

1991-1994年进行矿点检查时，发现了①号矿体，地方便组织民采，矿区属于乱采乱挖阶段。采出的矿石量、金属量无法统计。直到2000年5月，外部关系逐步理顺，广西第四地质队和广西鑫宝矿业有限公司才对①号矿体进行正规的金矿普查。当时①号矿体已被开采得七零八落。2000年9月提交了《广西凭祥市垭土矿区金矿中间性普查报告》，根据自治区国土资源厅对该报告矿产资源储量认定书（桂国土资认储[2000]4号）及四队与广西鑫宝矿业有限公司签订的合同，四队于2001年1月取得采矿许可证，鑫宝公司投资进行基建，2001年7月开始对矿体实施开发，至2002年2月，采出矿石量约**万t。

2002年11月该矿区完成了一次资源储量核实。资源储量核实后一直停产至2006年7月。2005年12月广西鑫宝矿业有限公司委托广西工业建筑设计研究院编写了《广西鑫宝矿业有限公司凭祥市垭土金矿开采设计》，开采方式为露天开采，公路-汽车开拓，矿山设计生产能力**万t/a。矿山原采矿证于2006年4月到期，经过申请延续，于2006年7月7日拿到新的采矿证可证后重新开采，开采利用情况见下表（表2-1-9）。

表2-1-9 鑫宝公司2006-2009年垭土金矿①号矿体开发利用情况简表

项目 年份	年初保有氧化矿资源量			当年开发利用情况			
	矿石量 (万 t)	平均品位 (g/t)	金属量 (kg)	矿石量 (万 t)	入堆品位 (g/t)	产金量 (kg)	回收率 (%)
2006年	***	***	***	***	***	***	***
2007年	***	***	***	***	***	***	***
2008年	***	***	***	***	***	***	***
2009年	***	***	***	***	***	***	***
合计	***	***	***	***	***	***	***

上表仅为鑫宝公司开发①号矿体利用情况，村民开采的板布矿段和①号矿体部分无法统计，到2009年7月，估计总共采出的矿石量不下**万t。

2010年-2011年由于矿山存在安全隐患被停产进行安全整改，故未生产，2011年底矿山保有储量（氧化矿石量）还是2009年核实提交的保有氧化矿石量**万t（凭祥市东华投资开

发有限公司埂土金矿2011年度报表)。

根据凭祥市东华投资开发有限公司提供资料, 矿山于2012-2021年12月31日未开采, 原因为安全隐患整改、矿山复垦及处理与当地关系问题。

矿山于2022年开始生产, 根据凭祥市东华投资开发有限公司提供的2022年矿山储量年报, 矿山①号矿体07线以东的金矿体进行采掘, 采剥面积约0.1760km², 采掘标高范围: +380m至+233.82m, 动用矿体标高范围: +263.87至+230.82m。现已形成北东向长约480m, 北西向宽约390m的采坑, 基本采到了最低开采标高+230m。形成台阶高度: 10m; 台阶坡面角围岩层≤60°, 第四系表土层≤45°, 安全平台宽度: ≥4m, 清扫平台宽度≥8m (每隔两个安全平台设一清扫平台), 采场最终边坡角≤55°, 采场底宽: 100×130m, 实际工作平台宽度≥30m, 满足开采设计的相关要求。动用的均为氧化矿, 采出的矿石经堆浸、活性炭吸附、熔炼后形成合质金产品 (99.9%)。

矿山采用公路开拓-汽车运输方案。根据围岩情况采剥工艺采用直接挖掘装载和爆破后再挖掘装载, 矿山2022年度采矿回采率为95.28%。氧化矿选矿工艺采用成熟的堆淋法提金工艺。喷淋氰化后浸出率86.25%, 吸附率99.2%, 解吸率99%, 炼金回收率99.5%, 金总回收率86.25%。

2.1.3 矿山开发利用方案概述

2024年7月, 广西南宁全桂矿业投资咨询有限公司已完成《凭祥市东华投资开发有限公司埂土金矿矿产资源开发利用方案》的编制工作, 方案概况具体如下:

一、设计对象、资源储量及矿山服务年限

(一) 设计对象

设计开采的工作范围是为拟申请采矿权矿区范围内、资源储量估算范围内+412m--12m标高间具有工业价值的金矿体。

(二) 资源储量

设计利用氧化矿+原生矿 (控制+推断) 资源量 (工业矿): 矿石量**万t, 金金属量**kg。其中:

露天开采设计利用氧化矿+原生矿 (控制+推断) 资源量 (工业矿): 矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg。尚难利用矿产资源: 矿石量**万t, 金属量**kg。

地下开采设计利用氧化矿+原生矿 (控制+推断) 资源量 (工业矿): 矿石量**万t, Au品位**g/t, 金金属量**kg。尚难利用矿产资源: 矿石量**万t, 金属量**kg。

总计可利用伴生银金属量**kg, 砷元素量**t。

(三) 服务年限

设计开采范围内露天开采可利用工业矿+尚难利用金矿石资源量（控制+推断）矿石量为矿石量**万t，金金属量**kg。地下开采设计可利用工业矿+尚难利用金矿石资源量（控制+推断）矿石量为**万t。矿山拟建露天开采生产规模为**万t/a，地下开采生产规模为**万t/a。

矿山首先进行露天开采，其生产服务年限为4.6年，考虑矿山扩产需办理用地手续、修建上山运输道路、基建剥离、修建排土场等，基建期1.1年，露天开采的总服务年限为5.7年。地下开采生产服务年限为4.8年，其基建期为2.0年，其中：地下开采基建工程中一级明斜井（285m-165m标高）、320m回风平硐、回风斜井（320m-260m标高）等部分工程位于露天开采境界外，在露天开采后期可进行基建施工，施工期为0.5年，其余地下开采基建工程位于露天采场下部，待露天开采结束后再进行施工，其施工期为1.5年。为保证开采安全，露天开采结束后进行地下开采，故矿山总的服务年限为12.0年。

二、矿床开采方式

（一）开采方式

开发设计确定07-12号勘探线、11-35号勘探线、35-51号勘探线之间的矿体分别在200m、230m、260m标高以上仍采用露天开采方式，其之下在留有保安矿柱后采用地下开采方式。

（二）开拓运输方案

1.露天开采

设计矿山270m平台以上为山坡露天开采，270m平台-200m平台为深凹露天开采。设计采用灵活、方便的公路—汽车开拓运输方案。矿石从采场南面、东面的运出，经矿山主运输公路运往矿石堆浸场堆浸（选冶生产系统）；废石亦运往南面废石场，后期由于进行地下开采，废石用于充填露天采坑。

采场内部公路（支线公路）均采用矿山临时公路，一般设单车道，道路宽8.0-10m，每隔50-100m设错车道，错车道路面宽10.0-15m。按矿山二级道路设计标准，最大允许纵坡为8%，最小转弯半径为15m。矿山现已有12t自卸汽车共15辆。

2.地下开采

本次地下开采范围为露天采场下部35-14号勘探线210m--12m标高间、39-51号勘探线245m-175m标高间金矿体。设计地下开采采用明+盲斜井开拓。在矿体东南部、岩体移动范围外00-04号勘探线之间地表+285m标高处向下开掘一级提升明斜井至120m中段，再从120m中段开掘二级提升盲斜井至-12m中段，开掘+210m、+165m、+120m、+40m、-12m中段平巷与提升斜井连通。在开采区西南端、岩体移动范围外71号勘探线东北向地表320m标高处开掘回风平硐，再从回风平硐开掘320m-245m回风斜井至245m中段回风平巷。分别在

120m、-12m中段设置一、二级水仓及水泵房用于坑内排水。在+245m、+210m、+165m、+120m、+40m、-12m各中段之间开掘中段人行通风天井与320m-245m回风斜井、320m回风平硐及一、二级提升斜井贯通，构成了矿床开拓运输系统。地下开采井巷工程分布最高标高为320m（320m回风平硐），最低标高为-17m（含5m井底水仓）。

三、矿山开采

（一）开采范围

本开发利用方案设计开采范围为拟申请采矿权矿区范围内、资源储量估算范围内+412m--12m标高间具有工业价值的金矿体。

（二）开采顺序

矿山分为露天开采和地下开采。首先进行露天开采，待露天开采结束后再进行地下开采，严禁露天和地下同时开采。

露天采场位于地下采场上部，首先进行露天开采。露天采场采用自上而下分台阶开采。从运输公路旁开始，按10m台阶高度从上而下采剥，直至露天开采的最低开采标高（即采场底平面标高）为止。

待露天开采结束后即转入地下开采。采用自上而下分中段开采，并从矿体端头向斜井方向后退式回采。两个以上的中段同时工作时，上中段应超前下中段一个采场的长度。

四、露天采场边坡参数及境界

（一）露天采场边坡参数

根据矿体的开采技术条件、矿岩物理力学性质、设计确定的开采深度、露天采场服务年限等因素和参考同类矿山实际经验合理选定采场边坡参数。设计选定的露天采场边坡参数为：

台阶高度：10m；

台阶坡面角：第四系表土层，矿体北盘火山熔岩取45°，矿体南盘取55°；

安全平台宽度：4m；

清扫平台宽度：8m（每隔两个安全平台设一清扫平台）；

运输平台宽度：8m；

露天采场最终边坡角： $\leq 40^\circ$ ；

露天采场最小底宽：根据采矿设计手册，采用公路运输、装载设备斗容4m³、运输设备载重10-32t，最小底宽取值为20m，本设计选用挖掘机斗容1.6-3.8m³、载重12t矿用自卸车，故露天采场最小底宽取20m。

汽车运输最小工作平台：

根据《有色金属采矿设计规范》（GB50771-2012），当矿岩普氏系数 $f < 6$ ，台阶高度为10m时，汽车运输最小工作平台宽度为27-29m。本设计取取27m。

（二）露天开采境界

根据设计确定的露天开采境界圈定的原则，按选定的露天采场边坡参数，设计先在各地质横剖面上确定露天矿底部标高，将各横剖面图上露天矿底部周界投影到分层平面图上，逐层圈定露天采场开采境界。本方案圈定的露天开采境界几何参数见2-1-10。

表2-1-10 露天采场开采境界几何参数表

序号	参数名称	单位	参数	备注
1	境界尺寸	m	地表：1055×375（长×宽）	
2	最低开采标高	m	200	
3	采场最高标高	m	410	
4	最终边坡角	°	≤40°	
5	原矿量	万 t	***	
6	剥离量	万 m ³	***	
7	平均剥采比	m ³ /m ³	***	***t/t

五、采剥工艺

露天开采确定矿床采用自上而下分台阶进行开采、深孔爆破、挖掘机装矿、自卸汽车运输的台阶式采剥工艺。采剥工作按照“剥离先行，采剥并举”的原则，首先是剥离表土覆盖层，然后自上而下分台阶回采矿体。

地下开采采用无底柱浅孔留矿嗣后充填采矿法及无底柱分段嗣后充填采矿法。

六、防治水方案

矿区内所有的生产、生活设施均布置在高于当地侵蚀基准面以上，影响矿山生产的主要水源是大气降水，故在矿区露天采场周边及各种设施周边开挖排水沟，避免山洪对矿山工业场地、建构筑物、露天采场等造成危害。

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5m以上。同时也避开山溪沟谷处，避免山洪等危害。此外，还应加强露天采场与地下采坑、矿区断裂带与溪沟相联间的治理，在矿区周边及各种设施周边开挖排水沟，以防地表水和暴雨形成的山洪沿崩落区、露天采坑和断裂带渗透井下，确保矿山生产的安全。矿山露采结束后回填露天凹陷采坑至地面标高，避免采场形成积水影响地下开采。

七、选矿及废石设施

（一）选矿方案

根据选矿试验研究结果，参考同类型矿山生产实际，本次设计采用的选矿方案为：

（1）对原生金矿原矿采用浮选的原则工艺流程，可获得质量较佳的金精矿产品。

（2）选矿产生的尾矿主要成分为 SiO_2 和 Al_2O_3 ，与原矿主要成份差别不大，拟采用干堆的方式堆存于尾矿干堆场中。

（二）堆淋和废渣排放场

矿山设计利用堆淋场地为现有的堆淋场1，位于采场东南部办公生活区附近。根据《凭祥市东华投资开发有限公司垵土金矿项目环境影响报告书》（2015年4月），矿山堆淋场地容积为 100万m^3 ，已堆矿量为 16.89万m^3 ，剩余库容 83.11万m^3 。本方案矿山开采氧化矿 40.9万t （含露天开采及地下开采矿量），产生堆淋废渣 17.6万m^3 。堆淋废渣场可满足堆放要求。

堆淋废渣排放场内采取防渗设施，在山体边坡表土进行清理，将树根清理彻底。边坡需修平修缓，利于土工膜铺设，边坡修整分台阶进行。将山体的石芽清理，并将在填埋线以下的岩溶裂隙及构造裂隙发育部分作素砼封堵，堵塞岩溶裂隙渗漏通道。铺设HDPE土工膜，要求土工膜透率不大于 10^{-7}cm/s ，厚度不少于 1.5mm 。在其周边设有防洪排水系统，以保证堆浸和废渣场不受地表雨水冲刷。堆淋区周围设置规格为 $1\text{m}\times 0.6\text{m}\times 500\text{m}$ 的简易排水沟截排堆淋场场外雨水，同时堆淋区又分为5个小堆淋场，各小堆淋场周围设置 0.6m 高的环形围堰，保留上矿出入通道，出入通道设置为斜坡，坡体与围堰相接，形成闭合区域。每个小堆淋场设置有 700m^3 池子作为防洪备用池。暴雨期间，停止喷淋作业，淋溶水可控制于围堰内，随后淋溶水经贵液池并经过活性炭吸附塔吸附其中的可溶性金络合物处理后，进入贫液池，如有溢流则进入防洪池备用池。对堆淋场做了防渗漏处理，对渗漏水做严格监控，方案周密，措施到位。在堆淋和废渣排放场内采取防渗设施，在其周边设有防洪排水系统，以保证堆浸和废渣场不受地表雨水冲刷，同时汇集堆浸场的暴雨雨水，防止暴雨时含药物的水冲入下游。矿山多年生产实践表明，其选冶生产废水经澄清处理后供堆淋生产循环使用，无废水往外排放。

尾渣处理：尾渣含其他有益有害成分都很低，不具特殊物理性质。矿山堆淋采用的“金火炬”环保黄金选矿剂生产的废渣，废水符合国家排放标准，大大降低环境污染。广西众贺联炬环保科技有限公司委托广东省测试分析研究所（中国广州分析测试中心）对该药剂进行测试出具的货物危险性鉴定书（编号ST20201134-2），该药剂无危险性，未被列入《危险货物物品名表》（GB12268-2012）中的危险品，不属于毒性物质，无其他危险性。尾渣目前暂时不能综合利用，如今后研究可利用时需依法依规进行回收利用。

堆浸后的尾渣原地堆放，而后压实铺上彩条布作为新矿的堆场地基。单层厚（高）度

5m，喷淋结束再覆以彩条布后上第二层矿石，以此类推。堆浸场最终高度以仍能方便上矿为准。由于尾渣中含水量很低，且被压实，其边坡角一般约19.1°，小于矿岩安息角（40°），堆淋和废渣场一般不会垮塌，同时堆淋场下方做好拦挡设施。

八、矿山总图布置

本设计为露天及地下开采，矿山利用及新增工业场地。设计共设置1个堆淋场，1个永久排土场，1个临时排土场，1个堆矿坪，1个选矿厂，1个干堆场。矿部及相应的生活辅助设施（生活区、浴室、更衣室、洗衣间、保健食堂和娱乐室等生活福利设施）均设在东华公司办公生活区内。

九、矿山主要人员及设备

矿山主要人员及设备如下表所示。

表 2-1-11 矿山主要技术人员配备一览表

专业	数量（人）	备注
地质	2	
采矿	3	
机电	2	
测量	2	
环境保护	2	
专职安全管理人员	3	（露天开采 2 人）
合计	14	

表2-1-12 采矿主要设备一览表

序号	设备名称	型号及规格	单位	数量	备注
露天开采					
1	挖掘机	徐工 XE360 型（1.6m ³ ）	台	2	原有
2	挖掘机	沃尔沃 EC480D 型（3.8m ³ ）	台	2	原有
3	装载机	柳工 ZL50C 型（3.0m ³ ）	台	3	原有
4	推土机	山推 160 型	台	3	原有
5	汽车	重汽豪沃 12.5t	台	24	原有 15 辆、新增 9 辆
6	渣浆泵	GMZ150-90-400 型，性能： Q=400m ³ /h，H=90m，配套电动机功率 250kW	台	2	新增
7	潜孔钻机	孔径：φ110mm	台	1	原有
地下开采					
一	采矿设备				
1	凿岩机	YT-28	台	12	6 用 6 备
	凿岩机	YG90	台	4	2 用 2 备
2	局扇	YBT-11	台	6	5 用 1 备
	局扇	YBT-5.5	台	6	5 用 1 备

序号	设备名称	型号及规格	单位	数量	备注
3	装岩机	QLP-15	台	3	
4	探水钻	KHYD75A 型	台	3	2用1备
二	矿山机械设备				
1	蓄电池电机车	CTY2.5/6G 型	台	4	3用1备
2	翻转厢式矿车	YFC0.7-6 型	辆	42	35用7备
3	285-120m 一级明斜井提升机	JTP1.6×1.2P 型 φ=1.6m B=1.2m	台	1	
	配用电动机	YTS-315M1-6 型, N=132kW, V=380V, n=988r/min	台	1	
4	120--12m 二级盲斜井提升机	JTP1.6×1.2P 型 φ=1.6m B=1.2m	台	1	
	配用电动机	YTS-315M1-6 型, N=132kW, V=380V, n=988r/min	台	1	
5	固定式空压机	DLGF21/8-110B 型风冷式 Q=21m ³ /min, P=0.8MPa	台	3	2用1备
	配用电动机	380V, 110kW			
6	120m 中段水泵房水泵	DF280-43×5 型多级离心泵 流量 280m ³ /h, 扬程 215m	台	3	1用1备1检修
	配套电动机	250kW	台	3	1用1备1检修
7	-12m 中段水泵房水泵	DF46-30×7 型多级离心泵 流量 55m ³ /h, 扬程 189m	台	3	1用1备1检修
	配套电动机	45kW	台	3	1用1备1检修
8	320m 回风平硐通风机	FBCDZ (A) -8-№17 型 风量: 13.8-46.8m ³ /s 全压: 765-2473Pa	台	2	风机本身配 2 台电动机, 另购 2 台作备用。
	配用电动机型号	YBF315S—8 型 V=380V N=2×55kW n=740r/min	台	2	
三	矿山电气设备				
1	电力变压器	S11-500-10/0.4kV	台	2	原有
2	矿用变压器	KSG11-125/10 10/0.4kV	台	2	新增
3	矿用变压器	KSG11-500/10 10/0.4kV	台	1	新增
4	柴油发电机	THY-400GF.400KW	台	1	原有
5	柴油发电机	1000kW	台	1	新增
四	选矿设备见表 6.1.3-3				

2.2 矿山自然概况

2.2.1 地理位置

凭祥市垭土矿区金矿位于凭祥市区北东向75°直距约13km处, 北侧紧邻龙州县, 行政区划属凭祥市上石镇板布村(西段)及夏石镇丰乐村垭土屯(东段)。地理坐标: ****, ****。矿区中心坐标: ****。

矿区距湘桂铁路的上石站和“322”国道6km，距南友高速（G7211）夏石收费站公路里程9km，距巴友高速（S65）上降收费站公路里程约15km，有公路相通，交通较方便。

2.2.2 地形地貌

矿区属中低山的半岩溶峰丛山地混杂地貌（见图2-2-2），山峰标高338.1-435.8m，谷底为230.2-279.3m，相对高差108-156.5m左右。附近未见常年水流，多为下雨沟满，雨过沟干的小溪流，岩溶区内为密灌植物半覆盖，熔岩区为浮土植被覆盖，岩层露头较少。

矿山对地形地貌破坏区域主要表现在矿区西南部露天采场，现已形成北东向长约480m，北西向宽约390m的采坑，基本采到了最低开采标高+230m。形成台阶高度：10m；台阶坡面角围岩层 $\leq 60^\circ$ ，第四系表土层 $\leq 45^\circ$ ，采场最终边坡角 $\leq 55^\circ$ ；其次为设置于矿区西南面“V”型沟谷内的临时排土场，调查时沟口及附近已堆积大量块石，沟谷两侧坡面坡度 $30^\circ-50^\circ$ ，所处冲沟宽度30-280m，高差10-100m，冲沟平均坡度约 $17^\circ\sim 23^\circ$ 。

综上，评估区地形地貌复杂程度属复杂类型。

2.2.3 气象水文

一、气象

矿区位于北回归线以南，属于亚热带季风性气候，夏无酷暑，冬无严寒，雨量充沛。年均气温 $21-23^\circ\text{C}$ ，最高气温 35.9°C （9月份），最低气温 -3.4°C （元月份）。年均无霜冻期353天，6-9月份气候炎热，雨季多集中在4-9月份，年均降雨量为1350.0mm，年均蒸发量1641.2mm，年均相对湿度为78%，平均日照1614小时。全年主导风向夏季为东风和南风，冬季以东北风为主，年平均风速5-17m/s。

二、水文

区附近未见常年水流，多为下雨沟满，雨过沟干的小溪流，岩溶区内为密灌植物半覆盖，岩溶区为浮土植被覆盖，岩层露头较少。矿区主矿体位于埂土山塘，山塘水位标高约+276m，坝型为粘土坝，容量约 10万m^3 ，面积约 7000m^2 ，水源来自大气降水及上游水沟和一下降泉，泉水出露标高+305m，平水期涌水量 $427\text{m}^3/\text{d}$ 。山塘平水期排泄量约 $700\text{m}^3/\text{d}$ 。

2.2.4 土壤

土壤多为赤红壤和紫色土，表土层厚度共同特点是土层松厚且含腐植质较多，土质较好，肥力较高，适宜农作物生长，矿区土层厚度为1m-3m，其中表土层厚度约为0.5m-0.8m，心土层厚度0.5-1m，底土层厚度1-2m。土壤质地包括有机质1.5~2%，碱解氮 $30\text{g}/\text{kg}$ ，速效磷 $40\text{mg}/\text{kg}$ ，速效钾 $35\text{mg}/\text{kg}$ ，Ph值为6.5~7.5。岩溶区内为密灌植物半覆盖，熔岩区为浮土植被覆盖，岩层露头较少。

2.2.5 植被

项目区属亚热带季风湿润气候。岩溶区内为密灌植物半覆盖，熔岩区为浮土植被覆盖，岩层露头较少。经现场调查，矿区植被较发育，植被覆盖率约为80%。植被多为自然植被草丛（艾草、沙草、鸭嘴草、五节芒、青皮藤等）、灌丛（桃金娘、山麻杆、扁担杆等），临时排土场所处冲沟沟尾人工种植少量速生桉等经济林木，水田种植水稻，旱地主要种植甘蔗、玉米、木薯等农作物。

2.3 社会经济概况

夏石镇是凭祥市经济的后花园，全镇现辖9个行政村1个社区，98个自然屯187个村民小组，镇域面积193.3km²，总人口2.65万人，其中农业人口约2.25万人，城镇常住人口约0.4万人，有壮、苗、京、瑶、侗等少数民族。夏石镇距市区22km，距首府南宁151km，距国家一级口岸友谊关口岸30km，东面与宁明县交界，西、南面与上石镇毗邻，北与龙州县接壤。夏石镇是全国第二批小城镇发展改革试点镇，是崇左市三大工业园区之一——友谊关工业园区所在地，是全崇左工业化、城镇化建设的主要目标镇。

夏石镇以“广西特色名镇”建设为契机，依托友谊关工业园区大力发展工业产业。目前已有才源（糖业）公司、丰浩酒精有限公司等一批企业进驻园区，再加上近年来引进的中医堂药业、恒宇水泥厂、恒源造花厂等企业，我镇已初步形成了制糖、酒精、建材等产业的集聚，成为了凭祥市工业化程度最高的乡镇。全镇共有林地19.2万亩，主要种植有西南桦、速生桉、八角等经济作物。夏石镇充分利用山林资源优势，间种麻竹、细叶龙竹，打造千亩竹林种植基地。目前已成功培育麻竹、细叶龙竹苗50000多株，发展竹林面积3000亩，通过1-2年时间产生效益，届时将形成促进农民增产增收的绿色产业。2022年，夏石镇地区生产总值完成45225万元，财政总收入5038万元，全社会固定资产投资42536万元，农民人均纯收入3868元；2023年，夏石镇地区生产总值完成56352万元，财政总收入5567万元，全社会固定资产投资58457万元，农民人均纯收入4515元；2024年，夏石镇地区生产总值完成66352万元，财政总收入5965万元，全社会固定资产投资63669万元，农民人均纯收入4613元。

本区居民以壮族为主，人口密度在100~150人/km²左右。但宜耕种面积少，是广西贫困市县之一。农作物主要为水稻、玉米等，经济作物以八角、甘蔗为主，辅以热带水果林木。居民总体生活水准不高。近年来，随着金矿的勘查与开发，居民通过劳务输出、入股开矿及从事相关的服务业，有不少的居民已经走上致富之路。

2.4 矿区地质环境背景

2.4.1 地层岩性

一、区域地层

区域上出露地层有上石炭统、二叠系、三叠系、古近系及第四系。其中三叠系为赋矿层位，分布最广；二叠系次之，其余地层零星分布。石炭系~二叠系以海相碳酸盐岩沉积为主，三叠系为海相碳酸盐岩和碎屑岩沉积并夹巨厚的中酸性火山岩。古近系为陆相沉积。

石炭系上统至二叠系下统马平组（ C_2P_{1m} ）：为区域内出露的最老地层，仅出露上段，为灰色、浅灰色厚层~块状灰岩、白云质灰岩、白云岩质。

二叠系（P）：台地前缘斜坡相沉积相有中统四大寨组（ P_{2s} ）深灰色、浅灰色中一薄层状灰岩含硅质条带、燧石结核灰岩，中部夹钙质浊积岩，底部有大理岩和基性火山岩；浅海碳酸盐岩台地沉积相有栖霞组（ P_{1-2q} ）为深灰色厚层一块状灰岩；茅口组（ P_{2m} ）为浅灰色块状灰岩、生物碎屑灰岩、砂屑灰岩；合山组（ P_{3h} ）底部为褐红色铁铝岩，中部为泥岩夹煤线、凝灰岩，顶部为灰岩夹硅质岩，该组为本区铝土矿主要赋矿层位。上统大隆组（ P_{3d} ）土黄色薄层状硅质岩、硅质粉砂岩夹凝灰岩，为本区域金矿赋矿层位之一。

三叠系（T）：北泗组（ T_{1b} ）为浅海碳酸盐岩相沉积夹巨厚层中酸性火山岩，为本区金矿的主要赋矿层位；碎屑岩沉积有板纳组（ T_{2b} ）褐红、灰黄色薄~中层状泥岩夹粉砂质泥岩和兰木组（ T_{2l} ）灰黄色薄层泥岩、细砂岩。陆棚相碎屑岩沉积有陈刘组（ T_{1c} ）土黄、砖红色粉砂岩、泥岩；此外在凭祥东面也出露较大面积的北泗组第四段灰绿色块状中酸性熔岩、火山碎屑岩。

侏罗系（J）：汪门组（ J_{1w} ）为泥岩夹砂岩。

古近系（E）：为河流-湖泊沼泽相沉积，少量出露于调查区东南角，主要为凤凰山组（ E_{2f} ）土黄、褐黄色，由底部为砾岩，中部为浅灰-灰白色砂岩、顶部为泥质粉砂岩的沉积旋回组成，局部泥灰岩，偶夹煤线、含磷层。

第四系（Q）：属山区河流阶地洪冲积物，由灰黄色巨砾、砾石、砂土层组成。

二、矿区地层

矿区内出露地层较简单，因受断层破坏出露不完整，从老到新有：

1、石炭系上统马平组第二段（ $C_2P_{1m}^2$ ）：分布于矿区南部（凭祥~大黎断裂以南），岩性为灰白色、浅灰色块状~厚层状白云质灰岩、白云岩、微晶灰岩夹白云质条带，局部见条纹、条带构造。岩层产状 $243^\circ \angle 40^\circ$ ，厚度192m，本区出露不全。

2、三叠系下统北泗组：按岩性划分为六个岩性段，矿区内出露三、四、五、六段，分

述如下：

(1) 第三段 (T_1b^3)：分布矿区中南、南东部，岩性为灰色中~厚层状微晶灰岩、白云质灰岩，岩层倾向北~北东，倾角 $49\sim 81^\circ$ ，厚度大于100m，出露不全，与 $C_2P_1m^2$ 为断层接触。

(2) 第四段 (λT_1b^4)：按岩性可划分为三层，矿区内出露二层：第二层 (λT_1b^{4-2})，分布于矿区中部，岩性为酸性熔岩，凝灰质熔岩，英安岩，为矿区金矿的赋矿岩系，厚度约205.1m；第三层 (λT_1b^{4-3})，分布于 λT_1b^{4-2} 北侧，岩性为凝灰质熔岩、凝灰岩、沉凝灰岩，与 λT_1b_{4-2} 熔岩呈整合接触，厚度109.90m。

(3) 第五段 (T_1b^5)：分布于矿区北东部，岩性为深灰色中~薄层状疙瘩状灰岩、泥岩、砂屑灰岩，岩层产状 $15^\circ \angle 70^\circ$ ，与 btT_1b^{4-3} 呈整合接触，本区出露不全。

3、第四系 (Q)：主要分布于北西部的洼地中，为一套冲积物、洪积物和溶积物的含砂粘土及砂砾，其次为少数分布于山坡上的残坡积层。

2.4.2 地质构造与地震等级

一、区域地质构造

褶皱：区域内褶皱多为开阔褶皱，主要有北东向和近东西向两组。由于断裂破坏，大多仅保存其中一翼或核部，有些甚至无法恢复。主要褶皱有凭祥背斜、夏石背斜、八角向斜和墟塘向斜等。

断层：区域断裂以近东西向凭祥~大黎深大断裂（西段）为主，宽大于500m，长度大于20km，产状 $300^\circ \sim 20^\circ \angle 50^\circ \sim 80^\circ$ ，从区域看，该断裂不仅控制南北两侧构造线的展布，而且对两侧的沉积构造和岩浆活动也有明显的控制作用，从早三叠世的南北沉积情况可见，该断裂沉积时间应早于印支期，而又切割早白垩世及第三纪地层，证明它在燕山喜山期仍有活动，是本区金矿最主要的导矿、容矿、控矿断裂构造。

凭祥~大黎深大断裂两侧为与其派生的次级断裂，按走向分为近东西向、北东向、北西向三组。以北东向~北东东向最为发育，本区金矿（化）体多赋存于此类断裂带中。北西向断裂规模较小，多为平移性质。一般来说，东西向断裂发生最早，北西向较晚，切割东西向断裂。

二、矿区地质构造

1、褶皱

矿区位于龙州~凭祥弧形构造南段，因受断裂破坏，褶皱形迹表现不完整。在上石~夏石背斜北西翼，出露地层有石炭系上统马平组第二段 ($C_2P_1m^2$) 及三叠系下统北泗组第四段 (λT_1b_4)。

2、断裂

矿区主要构造为断裂构造，大体可分为东西向、北东向、北西向及南北向，区域地质构造稳定性为次不稳定。

(1) 东西向断裂

F₁（凭祥～大黎活动性深断裂）：位于垭土以南一线，近东西向展布，两端均延伸出矿区外，产状 $360^{\circ}\angle 80^{\circ}$ ，北盘为北泗组灰岩，南盘为马平组灰岩。从区域看，该断裂不仅控制南北两侧构造线的展布，而且对两侧的沉积构造和岩浆活动也有明显的控制作用，从早三叠世的南北沉积情况可见，该断裂沉积时间应早于印支期，而又切过早白垩世及第三纪地层，证明它在燕山喜山期仍有活动。

(2) 北东向断裂

F₂（垭土断裂）：分布于矿区中部，为凭祥～大黎F₁深断裂的侧翼断裂，长大于1600m，破碎带宽20～80m，走向45～60°，南西端与凭祥～大黎深断裂成30°交角，倾向南东，倾角83～88°，属压扭断层。该断层具有断层角砾岩和压碎岩，角砾由两侧英安岩、酸性熔岩、灰岩组成；岩石多受不同程度的蚀变，具褐铁矿化、黄铁矿化、绢云母化、绿泥石化、方解石化等。为容矿构造，矿区金矿体产于其中。

F₅：分布于矿区北端，长大于800m，破碎带宽20～35m，走向45°，南西端与F₂（垭土断裂）成50°交角，倾向南东，倾角70～83°，属压扭断层。该断层岩性为角砾岩和压碎岩，岩石多受不同程度的蚀变。

F₆：分布于矿区中部，长约380m，破碎带宽40-60m，推测走向74°，南西端与F₂（垭土断裂）成30°交角，倾向南东，倾角70～83°，断层性质不清，界线不甚明显。

(3) 北西向断裂

F₄：分布于矿区4号勘探线附近，出露长约425m，倾向北东，倾角67～86°，破碎带宽0.1～10m。该断层为后期断层，切割含矿断层F₂及①号金矿体，断层岩性为压碎岩，推测为逆断层。

(4) 南北向断裂

F₃：分布于板弄屯以东，切割三叠系下统北泗组三层（ $\lambda T_1 b_3$ ）、北泗组四层（ $\lambda T_1 b_3$ ）地层，出露长约200m，南北向延伸，断层性质不清。

三、地震等级及地壳稳定性

本区位于右江再生地槽大明山隆起西南端的凭祥～大黎深断裂与龙州～凭祥弧形构造的交汇处。据历史记载矿区及附近10km范围内未发生过大于5.5级地震。

据广西地震构造图，该区属桂东南强震地震构造区。据《中国地震动参数区划图》

(GB18306-2015)，该区地震动峰值加速度为 $<0.05g$ （相当于地震基本烈度 $<VI$ 度），区域地震动反应谱特征周期 $0.35s$ ，区域地壳稳定性为稳定。

综上所述，该区区域地壳稳定性为次不稳定。

矿区所在区域地震动峰值加速度及地震动加速度反应谱特征周期区划图

2.4.3 岩浆岩及蚀变

一、区域岩浆岩

区域岩浆岩分布广泛，分布上凭祥～大黎深断裂北侧以中酸性熔岩为主，南侧以中基性岩为主，主要有海西期和印支期岩体出露。海西期侵入岩有单辉橄榄岩（ σ_{41} ）、辉绿岩（ $\beta\mu_{41}$ ）岩墙，喷出岩有熔岩、集块岩、玄武岩等中基性岩，分布于那哮屯附近的下二叠统灰岩中。印支期侵入岩为黑云母花岗斑岩（ $\gamma\beta\pi_{51}$ ）、花岗闪长斑岩（ $\gamma\delta\pi_{51}$ ），呈岩珠状分布于南缘的南洪组中；喷出岩普遍分布于区内，以巨厚的中酸性熔岩（英安岩、流纹岩、霏细岩）、凝灰岩、沉凝灰岩、火山碎屑岩等夹于北泗组碳酸盐岩中，与本区金矿成矿关系密切。

二、矿区岩浆岩

岩浆岩属印支早期的海底喷发的英安岩、酸性熔岩，分布于矿区中部，呈层状产于北泗组灰岩中。

酸性熔岩：斑晶（含量5～12%），由棱角状-次棱角状石英、少量细长片状白云母组成，粒度以0.0～0.1mm为主；基质（含量>80%），由绢云母、粘土矿物组成，呈显微鳞片状较均匀分布，局部弱定向排列，局部被铁质渲染，显微鳞片结构，块状构造。

英安岩：斑晶（含量20～50%），由石英（2～20%）、长石（15～45%）组成，石英斑晶多呈浑圆状，少部分可见熔蚀边或微碎裂，大小在0.4-5.0mm之间，长石斑晶呈半自形板状假晶，大小在0.5-2.8mm不等，具变余斑状结构；基质（含量20～77%），以长英质为主，强绢云母化、粘土化，弱方解石化，部分弱蚀变的长英质仍隐约可见保留原球粒状形态酸性熔岩，球粒大小0.05～0.35mm，变余斑状结构、球粒结构酸性熔岩，块状构造、杏仁状构造。

岩石蚀变与断裂的关系密切，在断层破碎带中岩石硅化强烈，石英呈团块状、细脉状、网脉状，普遍具黄铁矿化、褐铁矿化、绢云母化、绿泥石化、方解石化等，远离破碎带，岩石的蚀变明显减弱。

2.4.4 水文地质条件

一、区域水文地质条件

1、区域地形地貌

矿区处于龙州～凭祥弧形构造带，地处峰丛洼（谷）地、低山丘陵两种地貌，最高山峰标高+564.3m，谷底为+250m左右，最大相对高差214m左右，总体地势为西高东低，矿区南部为岩溶山峰，山形陡峭，北部为火山岩丘陵，山形浑厚圆缓，山坡自然坡度一般为

20~30°。

2、气象

矿区位于凭祥市区北东向75°直距约8.5km的夏石镇丰乐村，北侧紧邻龙州县。地处亚热带，主要气候特点是：长夏无冬，雨量较充沛，半年高温多雨，半年少雨温凉。年无霜期344天，平均日照1614小时。4月下旬进入雨季，持续到10月上旬结束。6-9月雨量集中，多大雨或暴雨天气，10月至翌年3月雨量较少。根据广西地情网凭祥县志资料，夏石镇年平均气温20.7-21.9℃，1月平均气温11.4-13.5℃，是一年最冷的月份。7月最热，平均气温达25.7-27.7℃。凭祥市极端最高气温38.7℃，极端最低气温-1.2℃。根据广西地情网凭祥县志资料，年平均雨量1062-1772毫米，最大年降雨量为2140mm，年平均雨量1062-1772mm，最大月降雨量为405mm，日最大降雨量206.5mm，最大小时降雨量为84.5mm。全年主导风向夏季为东风和南风，冬季以东北风为主，年平均风速5-17m/s。

3、水文地质单元特征

凭祥市河流属珠江水系，主要有平而河、凭祥河、夏石河。该区域内较大的地表河流主要为明江，明江为左江上游南岸最大支流，发源于十万大山北面的上思县为军隘，自东向西流贯上思县、宁明县，于龙州县上金乡注入左江。区域内主要地表河为明江上游支流派连河，地下水总体由北西向东南方向径流，最终向明江排泄，明江河床标高可视为本区域最低侵蚀基准面标高（约110m）。矿区则属派连河源头流域埂土次级水文地质单元的补给区。矿区地表水系不发育，地表水主要来自埂土山塘。矿区地表水由北向东流约1km后进入东洼地中的落水洞，以伏流形式绕过山体径流并排泄于矿区下游3km的那标水库。矿区下游叫茶西面有一季节性溪流叫茶小溪，自北向南与埂土小溪汇合流入下游那标水库。地下水总体由北西向东南方向径流向那标水库排泄。那标水库最低侵蚀基准面标高约为220m。汇入夏石—矿区一段支流流向明江。

4、含水岩组特征

区域内出露地层由老至新有出露地层有上石炭统、下二叠统、下三叠统碳酸盐岩；上二叠统铁铝岩、碎屑岩，中三叠统中至细碎屑岩；下侏罗统砂岩、泥岩互层；古近系泥岩、粉砂岩及砂砾岩；北泗组第四段灰绿色块状中酸性熔岩、火山碎屑岩；第四系残坡积层、洪积层和冲积层的砂砾层、亚砂土、亚粘土等。根据区域内出露的岩性及岩性组合，将区域内地下水划分为基岩裂隙水、碳酸盐岩类岩溶水、碎屑岩类孔隙裂隙水、松散岩类孔隙水四大类（详见表2-4-4）。

表2-4-4 凭祥市垭土矿区金矿区域含水岩组水文地质特征表

岩组名称	厚度(m)	包括地层	主要岩性	含水类型	泉、地下河枯季流量(L/s)	富水性	水化学类型
松散岩孔隙含水岩组	1~15	Q	第四系松散堆积层	孔隙水	0.01~0.5	弱	
碎屑岩类孔隙裂隙水岩组	309~1521	E ₂	砂岩、泥岩	孔隙裂隙水	小于0.1	弱	HCO ₃ -Ca
碳酸盐岩裂隙溶洞水岩组	196~617	C ₂ P _{1m} 、P _{1s} 、	石灰岩、白云岩、泥灰岩	岩溶水	2~6.5	中	HCO ₃ -Ca HCO ₃ -CaMg
	187~858	P _{1q} 、P _{1m} 、T _{1b}	灰岩、白云岩、燧石灰岩	岩溶水		中	
层状裂隙水岩组	536~2030	T _{1n} 、T _{2l}	砂岩、页岩、泥岩	层状裂隙水	0.02~0.5	中	HCO ₃ -Ca.Mg
块状裂隙水岩组		P _{2d} 、P _{2h} 、βP _{1s} 、mbP _{1s1} 、btT _{1b} 、λT _{1b} 、γβπ ₅₁ 、βμ ₄₁ 、σ ₄₁	熔岩夹角砾岩、花岗斑岩、花岗岩、花斑岩、辉绿岩、铁铝岩	块状裂隙水	0.1~0.5	中	

二、矿区水文地质条件

1、露天开采(+230m)标高以上水文地质

矿区主矿体位于垭土屯前半封闭洼地中，属派连河源头流域垭土次级水文地质单元的补给区。水文地质边界为南、北侧以矿区-板弄-板增-板角分水岭为界，西侧至板布屯东分水岭，东至叫茶溪。地表水系不发育，地表水主要来自垭土山塘，垭土山塘位于矿区现采坑00线330°方向200m处，山塘水位标高约+276m，坝型为粘土坝，库容约10万m³，面积约7000m²，水源来自大气降水及上游水沟和一下降泉，泉水出露标高+305m，平水期涌水量427m³/d。山塘平水期排泄量约700 m³/d。矿山已埋设管道将水塘流出的水排到矿区采坑外。山塘功能主要为养殖。塘底及塘岸岩土体上部为第四系粘土、下部为火山岩，粘土为相对隔水层。部分水体排泄主要是以分散渗流的形式下泄补给裂隙地下水，补给水量小。矿区00线至14线现状已开采至采矿证底标高+230m，山塘对垭土矿区现状开采及未来深部开采产生的影响较小。矿区东部已开采至+230m标高，低洼处有地下水渗出。场地地下水总体由北西向东南方向径流，向那标水库排泄。

本矿山采矿许可证于2023年12月22日到期，在采矿证到期之前，矿山正常开采，抽排采坑内涌水，采坑内无积水。矿山现采矿证到期后，矿山停止开采，目前采坑内07号勘探线以东凹陷采坑内有积水，深20m左右，水面标高约250m，水量约53万m³。待矿山办理采矿许可证、安全生产许可证等相关手续后方可进行开采，在进行开采前，应先抽干采坑内

积水，再进行开采。

赋矿岩石火山岩为岩石裂隙水，富水性中等，矿体顶板灰岩为溶洞裂隙含水层，富水性中等。目前采坑最低标高+230m，坑底长180m，宽130m，露天采坑主要充水来源为地下水，次为大气降水充水补给。充水通道主要是岩石裂隙及构造破碎带裂隙出露于采坑底部。历史上未发生过洪涝灾害。矿坑排水的影响范围根据钻孔ZK3001和ZK0901揭露的地下水位变化情况，矿坑排水影响到31勘探线钻孔，47勘探线钻孔地下水位未受影响，其影响半径约500m。

矿区受断裂构造影响主要有凭祥~大黎深大断裂（F₁）两侧为与其派生的次级断裂，按走向分为近东西向、北东向、北西向三组，以北东向~北东东向最为发育（F₂、F₅）。断层F₁（凭祥~大黎深大断裂）位于埂土以南一线，近东西向展布，两端均延伸出矿区外，产状360°∠80°，断裂距矿体最近距离约60m，断裂具角砾岩化、硅化，断裂为阻水断裂，地下水沿F₁对矿坑充水小，富水性弱，对未来采坑影响小。矿体赋存于F₂构造破碎带中，F₂属压扭断层，破碎带宽20~80m，走向45~60°，南西端与凭祥~大黎深断裂（F₁）成30°交角，倾向南东，倾角83~88°。地下水沿F₂断层裂隙直接对矿坑充水，但矿体位于氧化带之下，火山熔岩风化裂隙不发育，富水性弱，对未来采坑影响小。F₅分布于矿区北端，长大于800m，破碎带宽20~35m，走向45°，南西端（10勘探线附近）与F₂（埂土断裂）成50°交角，倾向南东，倾角70~83°，属压扭断层。断层岩性为火山熔岩中的角砾岩和压碎岩，岩石风化裂隙不发育，地下水沿F₅断层裂隙对矿坑充水小，富水性弱，对未来采坑影响小。F₆分布于矿区中部，长约380m，破碎带宽40-60m，推测走向74°，南西端与F₂成30°交角，倾向南东，倾角70~83°，断层性质不清。断层岩性为火山熔岩中的角砾岩和压碎岩，岩石风化裂隙不发育，地下水沿F₆断层裂隙对矿坑充水小，富水性弱，对未来采坑影响小。F₄分布于矿区4号勘探线附近，出露长约425m，倾向北东，倾角67~86°，破碎带宽0.1~10m。该断层为后期断层，切割含矿断层F₂及①号金矿体，断层岩性为火山熔岩中的压碎岩，断层分布于矿体中位置少，岩石风化裂隙不发育，地下水沿F₄断层裂隙对矿坑充水小，富水性弱，对未来采坑影响小。F₃分布于板弄屯以东，切割三叠系下统北泗组三层（λT₁b³）、北泗组四层（λT₁b³）地层，出露长约200m，南北向延伸，断层性质不清，F₃远离矿体，不会对矿坑充水，对未来采坑影响小。

2、地下开采（+230m）标高以下水文地质

（1）岩（矿）层的富水性

矿区出露的地层有：石炭系（C）、二叠系（P）、三叠系（T）及第四系（Q），根据岩性组合特征、含水类型、岩溶发育程度及其富水性将它们划分为松散岩孔隙含水岩组、

碳酸盐岩含水岩组、层状碎屑岩裂隙含水岩组、火山岩类含水岩组及断层角砾岩裂隙含水岩组等六个含水岩组。

松散岩孔隙含水岩组：主要由棕黄、灰黄、土红色粘土、亚粘土及砂岩、泥岩等碎块组成，为冲积物、洪积物和溶积物，厚0~15m。主要分布于北西部的洼地中，与下伏地层呈角度不整合接触，富水性弱。

为求取该土层渗透系数，2022~2023核实工作在矿区范围内采用双环法分别做了3组试坑渗水试验。试验时采用内外环水面高度保持10cm，用量筒按一定时间加水到固定的10cm高度，并记录渗水量，当单位时间渗水量相对稳定持续时间达两小时以上时终止试验。求取渗透系数采用的公式为： $K=Q*L/F(H_k+Z+L)$

式中：Q—稳定的入渗量(ml/s)；F—试坑(内环)渗水面积(cm²)。

根据上述公式，计算出各试坑的渗透系数，具体见表2-4-5。

表2-4-5 凭祥市垭土矿区金矿第四系土层双环试坑渗水试验成果表

试验编号	试验层岩性	试验地层	试验深度(m)	试坑直径(m)	内环直径(m)	内外环水层厚度(cm)	渗透系数K(m/d)	平均渗透系数K(m/d)
SK1	粉质粘土	Q	0.50	0.5	0.21	10	2.6266	1.9512
SK2	粉质粘土	Q	0.40	0.5	0.21	10	0.4622	
SK3	粉质粘土	Q	0.55	0.5	0.21	10	2.7648	

从试验结果来看，矿区及外围洼地中第四系土层渗透系数 $K=0.4622—2.7648$ m/d，平均渗透系数 $K=1.9512$ m/d，根据《水利水电工程地质勘察规范》GB50487-2008附录F中岩土体透水性分级表划分，矿区第四系土层属中等透水层。试坑渗水试验结果表明该层的渗透性具有不均匀特征。

(2) 碳酸盐岩含水岩组：

①石炭系上统马平组第二段(C₂P_{1m}²)、二叠系下统(P_{1s}¹)裂隙溶洞含水层：上石炭统(C₂m²)主要由灰岩、白云质灰岩、微晶灰岩夹白云质条带组成，地层厚度192m，二叠系下统(P_{1s}¹)主要由灰岩夹燧石结核、条带，局部钙屑浊积岩组成，厚度314.17m。上石炭统(C₂P_{1m})、二叠系下统(P_{1s}¹)分布于矿区南部(凭祥~东门深断裂以南)，岩溶中~强发育，富水性强，地下水位埋深一般大于10m，现场调查未发现泉点出露。

②三叠系下统(T_{1b}³、T_{1b}⁵、T_{1b}⁶)裂隙溶洞水含水层：主要由白云质灰岩、微晶灰岩、疙瘩状灰岩、泥岩、砂屑灰岩组成，厚度76~473.2m，分布于矿区中南部(凭祥~东门深断裂以北)、北东部及北西部，岩溶弱~中等发育，连通性较差，富水性中等，本次施工钻孔地下水水位标高为+213.73m~+312.60m左右。

(3) 碎屑岩裂隙水岩组：

三叠系下统南洪组 (T_{1n}) 层状碎屑岩裂隙水岩组：分布于矿区南西侧采矿证外，主要由细砂岩、粉砂岩、泥岩等组成，节理裂隙较发育，但连续厚度一般仅为1~2m，并常见泥岩、页岩所隔，赋水条件差，加之地形切割较强烈，地下水补给范围不大，径流条件好，大气降水多形成地表径流迅速排走，补给地下水不多，富水性弱。泉水枯水流量一般在0.02~0.5L/s。

(4) 火山岩类含水岩组：

三叠系下统 (λT_{1b}⁴⁻²、btT_{1b}⁴⁻³) 块状基岩裂隙水岩组：主要由酸性熔岩、凝灰质熔岩、凝灰岩、沉凝灰岩组成，厚度大于223.9m，分布于矿区中、北部，富水性弱，本次施工钻孔地下水水位标高为+213.73m~+312.60m左右，含水岩层透水性弱，属相对隔水层。

(5) 断层角砾岩含水岩组

断层角砾岩含水岩组：岩性主要由断层角砾岩、压碎岩组成，角砾由两侧英安岩、酸性熔岩、灰岩组成，岩石多受不同程度的蚀变，厚度20~50m，分布于矿区中部，富水性弱。

3、岩溶发育特征

根据本次地表调查及钻探成果统计，地表岩溶形态较少，在矿区东侧发育有S07落水洞和伏流(S08、S04)。本次施工钻孔16个，遇溶洞9个，遇洞率约56.25%，钻孔总进尺2983.5m，溶洞总高度44.22m，线岩溶率约2.27%。溶洞发育深度大致在2.9~213.15m之间，主要发育段在50m左右。

因此，据表2-4-5（场地岩溶发育等级划分表）综合判断评估区岩溶发育程度为中等。

表2-4-5 场地岩溶发育等级划分表

岩溶发育等级	地表岩溶发育密度 (个/km ²)	线岩溶率 (%)	遇洞隙率 (%)	单位涌水量 (l/m. s)	岩溶发育特征
岩溶强烈发育	>6	>10	>60	>1	岩性纯，分布广，地表有较多的洼地、漏斗、落水洞，泉眼、暗河、溶洞发育
岩溶中等发育	5~1	10~3	60~30	1~0.1	以次纯碳酸盐岩为主，地表发育有洼地、漏斗、落水洞，泉眼、暗河稀疏、溶洞少见
岩溶弱发育	<1	<3	<30	<0.1	以不纯碳酸盐岩为主，地表岩溶形态稀疏，泉眼、暗河及洞穴少见

注：

- (1) 同一档次的四个划分指标中，根据最不利组合的原则，从高到低，有1个达标即可定为该等级；
- (2) 地表岩溶发育密度是指单位面积内岩溶空间形态（塌陷、落水洞等）的个数；
- (3) 线岩溶率是指单位长度上岩溶空间形态长度的百分比，即：线岩溶率 = (钻孔所遇岩溶洞隙长度) / (钻孔穿过可溶岩的长度) × 100%；
- (4) 遇洞隙率是指钻探中遇岩溶洞隙的钻孔与钻孔总数的百分比；
- (5) 本表引自《广西壮族自治区岩土工程勘察规范》(DBJ/T45 - 002-2011)。

4、地下动态特征及其水补给、迳流、排泄

矿区地势较低，区内地下水主要接受大气降雨补给。孔隙水主要贮藏和运移于松散层

孔隙中，径流特征主要为分散垂直向下渗透，排泄特征主要是以分散渗流的形式下泄补给裂隙地下水。裂隙地下水埋藏、分布、运动规律主要受岩石的裂隙类型、裂隙性质、裂隙发育程度及地层岩性、地质构造、地形地貌等因素控制；根据本次施工的16个钻孔测量的稳定水位，最低标高为+213.43m，最高为+312.60m，地下水埋深0.00~73.60m，沿岩石裂隙渗流及网脉流动，部分以小泉的形式排泄到采坑里。

5、矿床充水因素分析

矿区只有一个矿体即①号金矿体：位于16线至55线之间，矿体总长约900m，受F2断裂控制，矿体赋存于断裂破碎带中，矿体呈楔形透镜体产出，产状近直立（ $>83^\circ$ ），总体倾向南东。本矿山为露天开采，矿体地表已基本采空，位于矿区中部分布于长600m，宽330m、深50m的采坑，开采坑底部标高为230m。矿区位于明江支流派连河的补给区，本方案设计矿体开采至-12m（位于31号勘探线），大部分地下水位位于开采标高+210m~-12m及当地最低侵蚀基准面之上，矿体位于埂土屯前半封闭洼地中，地表水系不发育，矿区无常年流动水体。露天采坑主要充水来源为地下水，次为大气降水充水补给。未来矿坑充水影响因素有自然地理因素、地质因素及人为因素，主要为地质因素，次为自然地理因素。矿坑充水的水源主要为矿体直接顶板碳酸盐岩溶洞裂隙水、火山岩类块状基岩裂隙水、断层裂隙水及地下河管道，充水通道主要是岩石裂隙及断裂构造破碎带（F₂）。

未来采坑充水来源主要为位于矿区南面三叠系北泗组第三段（T₁b³）灰岩含水层，岩性为微晶灰岩、白云质灰岩，为矿体顶板，岩溶弱~中等发育，为矿体直接顶板碳酸盐岩溶洞裂隙水，主要接受大气降水补给，补给来源较单一，岩溶连通性较差，富水性中等。采坑南盘局部揭露含水岩组，裂隙溶洞地下水直接对矿床充水，为矿坑涌水的次要来源，对未来采坑有影响；断裂南面为石炭系上统马平组（C₂P₁m²），岩性为白云质灰岩、白云岩、微晶灰岩，岩溶强发育，富水性强，受F1断层（凭祥~大黎深大断裂）阻隔，该含水岩组不会对采坑充水，且矿区位于该水文地质单元补给区，地下水向南方向径流，对未来采坑影响小。

矿区北面为三叠系北泗组第四段，该岩组为赋矿岩层，属火山岩类块状基岩裂隙水，富水性弱，属于相对隔水层，该岩层对采坑直接充水作用，为未来采坑主要充水来源之一，但地下水补给条件差，赋水条件差，水量贫乏，对未来采坑影响小。

矿山抽排疏干主要影响三叠系北泗组含水层，三叠系北泗组含水层通过断层（F₂）与采矿有水力联系，矿体分布于断层（F₂）破碎带中，地下水沿断层裂隙直接对矿床充水，但矿体位于氧化带之下，风化裂隙不发育，富水性弱，对未来采坑影响小。可能影响的范

围位于矿区北侧的隔水层边界线之间，向矿区南侧外延至F1断层，长期的疏干排水将会影响矿区周围主要含水层地下水位下降。

矿区施工的钻孔ZK0601于204.55-213.15m遇到高8.60m的溶洞，溶洞底部充填粉细砂，推测为地下河管道，洞底标高+69.00m，地下河管道标高低于该区域最低开采标高（+120.00m），地下河管道对矿坑充水无影响。但在10~12号勘探线之间开采标高为+40~+80m，矿山采掘前应做好探水工作，做好防范工作。

三、矿坑涌水量预测计算

1、以往地质工作采用的涌水量预测方法

(1) 广西壮族自治区第四地质队于2012年10月~2013年3月间为凭祥市东华投资开发有限公司埡土金矿展水文地质详查工作，目的是查明矿区的水文地质、工程地质和环境地质条件，为编制《矿山地质环境保护与恢复治理方案》提供水文工程环境地质依据。详查工作采用了比拟法来预测地下水涌水量，其所有公式如下：具体公式如下：

$$Q=Q_0\sqrt{\frac{SF}{S_0F_0}}$$

式中：Q—预测矿坑开采标高的涌水量，m³/d；

Q₀—现采坑涌水量，m³/d；

S—采坑开采至底标高时的水位降深值，m；

S₀—现采坑的水位降深值，m；

F—采坑开采至底标高时的开拓系统面积，m²；

F₀—现采坑开拓系统面积，m²；

(2) 凭祥市东华投资开发有限公司的采矿权于2023年12月22日到期，为采矿证延续及申请向深部扩大采矿权范围，凭祥市东华投资开发有限公司委托广西壮族自治区第四地质队（以下简称四队）进行矿山资源储量勘查核实工作。四队于2022~2023年对埡土矿区进行资源储量核实工作，通过1:5000水文地质、工程地质、环境地质调查地质调查，进一步查明了矿床开采技术条件，确定水文地质、工程地质勘查类型。详查工作矿坑涌水量计算公式采用《矿坑涌水量预测计算规程》（DZ/T 0342-2020）中G.8公式：

$$Q = Q_0 \sqrt{\frac{Fs}{F_0s_0}}$$

式中：Q—下一个开采水平(或中段)采坑地下水涌水量，m³/d；

Q₀—目前开采水平(或中段)采坑地下水涌水量，m³/d；

F—下一个开采水平(或中段)采坑坑底境界面积，m²；

F_0 —目前开采水平(或中段)采坑坑底境界面积, m^2 ;

s —下一个开采水平(或中段)采坑地下水位降深, m ;

s_0 —目前开采水平(或中段)采坑地下水位降深, m 。

2、本开发利用方案采用的预测方法

未来采坑将往深部扩展, 核实资源量估算标高为-12.3~+304.9m, 露天开采最深为+200m标高, 地下开采最深标高为-12m。根据前述报告所用方法, 本次仍采用比拟法预测未来露天采坑及地下开采矿坑涌水量, 所选参数与储量核实报告一致。

根据2022~2023年储量核实工作钻孔资料, 矿区地下水位平均为+257.4m, 弱风化层底部平均标高+220.4m, 划分含水层厚度为37m。矿坑抽水量已包含地下水涌水量及降雨入渗量, 因此用比拟法预测时不再单独预测矿坑的降雨入渗量, 已免重复计算。矿坑涌水量计算公式采用《矿坑涌水量预测计算规程》(DZ/T 0342-2020)中G.8公式:

$$Q = Q_0 \sqrt{\frac{Fs}{F_0s_0}}$$

式中: Q —下一个开采水平(或中段)采坑地下水涌水量, m^3/d ;

Q_0 —目前开采水平(或中段)采坑地下水涌水量, m^3/d ;

F —下一个开采水平(或中段)采坑坑底境界面积, m^2 ;

F_0 —目前开采水平(或中段)采坑坑底境界面积, m^2 ;

s —下一个开采水平(或中段)采坑地下水位降深, m ;

s_0 —目前开采水平(或中段)采坑地下水位降深, m 。

本设计矿山露天开采结束后用露天采场剥离的废石回填露天凹陷采坑至地面标高(266m标高), 设计在露天开采境界及回填废石的采坑周边均设置有截排水沟。但降雨时, 采坑回填处降雨除部分沿地表流出外, 仍有部分降雨将往下渗透为地下开采系统的坑内水, 需抽排出地表。故本设计的坑内涌水仍需加入采坑回填处的渗透水。根据储量核实报告, 雨季坑内涌水量占总涌水量 12.5%, 露天采坑回填面积为 138821 m^2 , 按比拟法计算则降雨渗入坑内涌水正常为 454 m^3/d , 最大为 519 m^3/d , 根据地下开采采场及井巷工程布置情况, 渗入水将分别下渗至 210m、165m、120m 中段, 渗入面积分别为 59586 m^2 , 29326 m^2 , 49909 m^2 , 由此得到 210m、165m、120m 中段采坑渗入的平均水量分别为 195 m^3/d , 96 m^3/d , 163 m^3/d , 最大水量分别为 223 m^3/d , 110 m^3/d , 187 m^3/d 。

根据上述预测出矿区露天采坑及地下开采矿坑内涌水量见表2-4-6。

表2-4-6 比拟法计算坑内涌水量计算表

开采水平	采坑面积 (m ²)	地下水位 (m)	水位降深 (m)	正常涌水量 (m ³ /d)	最大涌水量 (m ³ /d)	备注
现状采至+230m	147200	257.4	27.4	3850	4400	露天采坑
预测开采至+200m (03号线以东)	233000	257.4	27.4	7011	8012	
预测开采至+210m (03号线以西)	4853	257.4	47.4	1000	1142	地下矿坑
预测开采至+165m	5642	257.4	92.4	1258	1438	
预测开采至+120m	3958	257.4	137.4	1400	1604	
预测开采至+40m	123	257.4	217.4	218	249	
预测开采至-12m	235	257.4	272.4	422	484	

矿坑涌水量是一动态变化的过程，随着开采面积的增大及深度的增加，水文地质条件将发生变化，因此建议矿山在生产过程中，根据矿井实际涌水量资料，对预测涌水量数据加以修正完善，使其更符合开采区水文地质条件，同时还应准备有足够排水能力的水泵确保矿井在最大涌水量情况下正常排水，保障矿井安全生产。在开采深部矿层时，加强水文地质工作。

四、矿坑突（涌）水危险性评价

根据矿区现状采坑及周边同类型矿场的调查资料，至今尚未发生过突水事件，因此，预测矿坑发生突水可能性小，危害程度小，危险性小。

五、矿区水资源综合利用评价

矿区为中低山的半岩溶峰丛山地混杂地貌，地形切割中等，地表溪流不发育，区内碳酸盐岩溶洞裂隙水及块状火成岩裂隙水分布面积较大，主要接受大气降雨补给，补给方式为渗透式，通过覆土和构造、风化裂隙下渗补给，于坡脚和沟谷地带排泄，水量中等。矿区将来开采，矿区用水主要为生产、生活用水，用水量少。矿区附近及周边洼地、谷地地下水量中等，可以直接在洼地、谷地钻井汲取作为矿山生产、生活水源。

六、水文地质勘探类型

根据对矿区的实地调查，矿区经多年开采后，水文地质条件比原来的水文地质条件有一定变化，但变化不大。在矿体的16线至15线形成较大的采坑，坑口长约600m，宽约300m，采坑底长180m，宽130m，坑底标高+230m，大气降水及地下水排泄形成的积水，需要人工排水方可排干。雨季特别注意对采坑积水及时排泄。

露天采场边坡南侧出露三叠系下统北泗组第三段 (T_1b^3) 的灰岩、白云质灰岩, 北侧出露三叠系下统北泗组第二层 (λT_1b^{4-2}) 凝灰质熔岩、英安岩, 亦为矿区金矿的赋矿岩系以及第三层 (λT_1b^{4-3}) 凝灰质熔岩、凝灰岩、沉凝灰岩。目前开采方式为露天开采, 继续往西扩大开采面积, 采坑低于矿区地下水位, 矿坑涌水主要为地下水及雨季的降雨入渗, 涌水量将增加, 需人工抽排。根据勘查区地形地貌、开采技术条件、岩土体工程地质特征, 预测矿山扩大开采及降低开采标高时会增加矿坑涌水量。未来矿坑充水影响因素有自然地理因素、地质因素及人为因素, 主要为地质因素, 次为自然地理因素。矿坑充水的水源主要为矿体直接顶板碳酸盐岩溶洞裂隙水、火山岩类块状基岩裂隙水、断层裂隙水及地下河管道, 充水通道主要是岩石裂隙及断裂构造破碎带 (F_2)。

未来采坑充水来源主要为位于矿区南面三叠系北泗组第三段 (T_1b^3) 灰岩含水层, 岩性为微晶灰岩、白云质灰岩, 为矿体顶板, 岩溶弱~中等发育, 为矿体直接顶板碳酸盐岩溶洞裂隙水, 主要接受大气降水补给, 补给来源较单一, 岩溶连通性较差, 富水性中等。采坑南盘局部揭露含水岩组, 裂隙溶洞地下水直接对矿床充水, 为矿坑涌水的次要来源, 对未来采坑有影响; 断裂南面为石炭系上统马平组 ($C_2P_1m^2$), 岩性为白云质灰岩、白云岩、微晶灰岩, 岩溶强发育, 富水性强, 受 F_1 断层(凭祥~大黎深大断裂)阻隔, 该含水岩组不会对采坑充水, 且矿区位于该水文地质单元补给区, 地下水向南方向径流, 对未来采坑影响小。

矿区北面为三叠系北泗组第四段, 该岩组为赋矿岩层, 属火山岩类块状基岩裂隙水, 富水性弱, 属于相对隔水层, 该岩层对采坑直接充水作用, 为未来采坑主要充水来源之一, 但地下水补给条件差, 赋水条件差, 水量贫乏, 对未来采坑影响小。

矿山抽排疏干主要影响三叠系北泗组含水层, 三叠系北泗组含水层通过断层 (F_2) 与采矿有水力联系, 矿体分布于断层 (F_2) 破碎带中, 地下水沿断层裂隙直接对矿床充水, 但矿体位于氧化带之下, 风化裂隙不发育, 富水性弱, 对未来采坑影响小。可能影响的范围位于矿区北侧的隔水层边界线之间, 向矿区南侧外延至 F_1 断层, 长期的疏干排水将会影响矿区周围主要含水层地下水位下降。。

综上所述, 矿区水文地质勘探类型为以碳酸盐岩溶洞裂隙水、火山岩类块状基岩裂隙水、断层裂隙水及地下河管道直接充水为主、地表水间接充水的矿床, 矿区水文地质勘查复杂程度为第二型: 水文地质条件中等型矿床。

2.4.5 工程地质特征

一、工程地质岩组特征

根据地层岩性、组合特征、结构、构造、岩石力学性质等，将矿区地层划分为松散岩岩组、层状坚硬中等岩溶化碳酸盐岩岩组、层状软弱—较坚硬碎屑岩岩组、块状软弱—较坚硬火成岩岩组、软弱—坚硬断层角砾岩岩组。

1、松散岩岩组

由第四系组成，岩性为粘土、亚粘土夹火山熔岩碎块及灰岩碎块。强度较低，质地松散，形成露天采坑边坡时易发生崩塌、滑坡灾害，是本区工程地质条件差地段。

2、层状坚硬中等岩溶化碳酸盐岩岩组

由上石炭统二段（ $C_2P_1m^2$ ）、二叠系下统（ P_1s^1 ）、三叠系下统（ T_1b^3 、 T_1b^5 、 T_1b^6 ）组成：上石炭统二段（ $C_2P_1m^2$ ）主要由灰岩、白云质灰岩、微晶灰岩夹白云质条带组成，二叠系下统（ P_1s^1 ）主要由灰岩夹燧石结核、条带，局部钙屑浊积岩组成，三叠系下统（ T_1b^3 、 T_1b^5 、 T_1b^6 ）主要由白云质灰岩、微晶灰岩、疙瘩状灰岩、泥岩、砂屑灰岩组成。据钻探资料，灰岩岩心完整坚硬。该类岩层未受风化，构造作用影响较小，岩石致密坚硬，岩石RQD值为74.80%（50-75%），岩石质量中等，岩体中等完整，岩石质量等级为III级。灰岩力学试验结果见表2-4-7。

表2-4-7 凭祥市垵土矿区金矿灰岩力学试验结果表

样品编号	取样位置	取样深度(m)	岩石定名	单轴抗压强度(MPa)		抗剪断压强度(MPa)			
				饱和状态		饱和状态			
				单块值	平均值	垂直应力 σ (MPa)	剪应力 (MPa)	内摩擦角 φ (°)	粘聚力 c (MPa)
GY05	ZK0601	136.60~137.10	灰岩	63.9	65.4	—	—	—	—
				67.1		—	—		
				65.2		—	—		
GY06	ZK0601	184.70~185.10	灰岩	56.6	55.6	—	—	—	—
				54.3		—	—		
				55.8		—	—		
GY01	ZK0601	10.95~11.55	灰岩	59.4	60.2	0.1	4.41	57.6	4.25
				62.3		0.2	4.57		
				58.9		0.3	4.72		
				—		0.4	4.88		
GY02	ZK0601	38.00~38.60	灰岩	54.2	57.2	0.1	4.13	55.6	3.98
				60.3		0.2	4.27		
				57.1		0.3	4.42		
				—		0.4	4.56		
GY03	ZK0601	71.05~71.65	灰岩	64.1	68.0	0.1	4.29	58.3	4.10
				70.3		0.2	4.45		
				69.5		0.3	4.62		
				—		0.4	4.81		

样品编号	取样位置	取样深度(m)	岩石定名	单轴抗压强度(MPa)		抗剪断压强度(MPa)			
				饱和状态		饱和状态			
				单块值	平均值	垂直应力 σ (MPa)	剪应力(MPa)	内摩擦角 φ (°)	粘聚力c(MPa)
GY04	ZK060	120.85~ 103.45	灰岩	70.1	71.1	0.1	4.72	59.7	4.42
				74.3		0.2	4.91		
				68.9		0.3	5.10		
				—		0.4	5.24		
组数				6	6	—	4	4	4
最大值(Max)				74.30	71.10	—	5.24	59.37	4.42
最小值(Min)				53.10	55.60	—	4.13	55.60	3.98
平均值(Mean)				62.91	62.91	—	4.63	57.80	4.19
标准差(SD)				6.01	5.67	—	0.30	1.48	0.16
变异系数(CV)(%)				9.55	9.01	—	6.41	2.56	3.94

3、层状软弱—较坚硬碎屑岩岩组

由三叠系下统南洪组 (T_{1n}) 组成, 主要由细砂岩、粉砂岩、泥岩等组成, 节理裂隙较发育, 浅部岩石风化强烈, 层理难以辨认, 具弱塑性, 岩石质量差, 岩体破碎, 岩石质量等级为V级。分布于南西侧采矿证范围外, 对矿山开采无影响。

4、块状软弱—较坚硬火成岩岩组

由三叠系下统 (λT_{1b}^{4-2} 、 btT_{1b}^{4-3}) 组成, 主要由酸性熔岩、凝灰质熔岩、凝灰岩、沉凝灰岩组成, 节理裂隙稍发育, 分布于矿区中、北部, 地表呈强风化, 岩石中有较多的粘土矿物, 其结构比较松但不很散, 属松散-半松散非层状边坡结构, 开采时一般不需要爆破, 可用挖掘机直接挖掘, 边坡角不宜大于45度; 据钻探资料, 岩心较破碎、坚硬。该类岩层具中等-弱风化, 受构造作用影响, 岩石致密坚硬, 岩石RQD值为36.84% (25-50%), 岩石质量差, 岩体完整性差, 岩石质量等级为IV级。火山熔岩力学试验结果见表2-4-8。

表2-4-8 凭祥市埂土矿区金矿火山熔岩力学试验结果表

样品编号	取样位置	取样深度(m)	岩石定名	单轴抗压强度(MPa)		抗剪断压强度(MPa)			
				饱和状态		饱和状态			
				单块值	平均值	垂直应力 σ (MPa)	剪应力(MPa)	内摩擦角 φ (°)	粘聚力c(MPa)
GY11	ZK140 1	73.50~ 74.00	火山熔岩	42.5	40.5	—	—	—	—
				38.6		—	—		
				40.3		—	—		
GY12	ZK140 1	83.40~ 83.90	火山熔岩	39.4	37.4	—	—	—	—
				35.6		—	—		
				37.2		—	—		

样品编号	取样位置	取样深度(m)	岩石定名	单轴抗压强度(MPa)		抗剪断压强度(MPa)			
				饱和状态		饱和状态			
				单块值	平均值	垂直应力 σ (MPa)	剪应力 (MPa)	内摩擦角 φ (°)	粘聚力 c(MPa)
GY13	ZK140 1	114.20~ 114.50	火山熔岩	28.3	27.4	—	—	—	—
				26.6		—	—		
				27.4		—	—		
GY14	ZK140 1	126.80~ 127.30	火山熔岩	31.2	31.8	—	—	—	—
				30.5		—	—		
				33.8		—	—		
GY15	ZK140 1	140.50~ 141.00	火山熔岩	27.9	26.3	—	—	—	—
				24.9		—	—		
				26.1		—	—		
GY07	ZK230 4	128.20~ 128.60	火山熔岩	29.9	32.5	0.1	3.10	50.3	2.98
				34.1		0.2	3.22		
				33.6		0.3	3.34		
				—		0.4	3.46		
GY08	ZK230 4	135.20~ 135.50	火山熔岩	30.2	27.5	0.1	2.24	47.5	2.13
				25.4		0.2	2.35		
				27.0		0.3	2.46		
				—		0.4	2.57		
GY09	ZK140 1	59.20~ 59.70	火山熔岩	30.4	30.0	0.1	2.90	49.2	2.77
				28.5		0.2	3.02		
				31.1		0.3	3.14		
				—		0.4	3.20		
GY10	ZK140 1 钻孔	66.30~ 66.60	火山熔岩	26.7	25.6	0.1	2.08	46.3	1.98
				24.4		0.2	2.19		
				25.8		0.3	2.29		
				—		0.4	2.40		
组数				9	9	—	4	4	4
最大值(Max)				42.50	40.50	—	3.46	50.30	2.98
最小值(Min)				24.40	26.30	—	2.08	46.30	1.98
平均值(Mean)				31.01	31.01	—	2.75	48.33	2.47
标准差(SD)				5.04	4.83	—	0.45	1.54	0.42
变异系数(CV)(%)				16.26	15.58	—	16.48	3.18	17.04

5、软弱—坚硬断层角砾岩岩组

由断层破碎带组成，主要由断层角砾岩、压碎岩组成，角砾由两侧英安岩、酸性熔岩、灰岩组成，分布于矿区中部，据钻探资料，岩心较破碎、坚硬。该类岩层具中等-弱风化，局部强风化，多受不同程度的蚀变，受断裂构造控制，大部分岩石致密坚硬，浅部风化破碎，岩石RQD值为31.13%（25-50%），岩石质量差，岩体完整性差，岩石质量等级为IV级。角砾岩力学试验结果见表2-4-9。

表2-4-9 凭祥市垭土矿区金矿角砾岩力学试验结果表

样品 编号	取样位 置	取样深 度(m)	岩石定 名	单轴抗压强度(MPa)		抗剪断压强度(MPa)			
				饱和状态		饱和状态			
				单块值	平均值	垂直应力 σ (MPa)	剪应力 (MPa)	内摩擦角 φ (°)	粘聚力 c(MPa)
GY1 7	ZK230 4	42.10 ~ 42.50	角砾岩	85.7	86.5	—	—	—	—
				81.6		—	—		
				92.3		—	—		
GY1 8	ZK230 4	55.70 ~ 51.10	角砾岩	97.5	97.9	—	—	—	—
				102.0		—	—		
				94.1		—	—		
GY1 6	ZK230 4	20.40 ~20.8	角砾岩	61.4	58.0	0.1	4.19	57.1	4.04
				58.9		0.2	4.34		
				53.7		0.3	4.50		
				—		0.4	4.65		
组 数				3	3	—	1	1	1
最 大 值(Max)				102.00	97.90	—	4.65	57.10	4.04
最 小 值(Min)				53.70	58.00	—	4.19	57.10	4.04
平 均 值(Mean)				80.80	80.80	—	4.42	57.10	4.04
标 准 差(SD)				17.17	16.77	—	0.17	0.00	0.00
变 异 系 数(CV)(%)				21.25	20.76	—	3.90	0.00	0.00

二、矿区结构面工程地质特征

矿区位于F1（凭祥~大黎活动性深断裂）北侧，F1断裂呈近东西向展布，两端均延伸出矿区外，产状 $360^\circ \angle 80^\circ$ ，北盘为北泗组灰岩，南盘为马平组灰岩。断裂控制南北两侧构造线的展布，而且对两侧的沉积构造和岩浆活动也有明显的控制作用，从早三叠世的南北沉积情况可见，该断裂沉积时间应早于印支期，而又切过早白垩世及第三纪地层，证明它在燕山喜山期仍有活动。F2（垭土断裂）分布于矿区中部，为凭祥~大黎F1深断裂的侧翼断裂，长1600多米，破碎带宽20~80m，走向 $45^\circ \sim 60^\circ$ ，南西端与凭祥~大黎深断裂成 30° 交角，倾向南东，倾角 $83^\circ \sim 88^\circ$ ，属压扭断层。该断层具有断层角砾岩和压碎岩，角砾由两侧英安岩、酸性熔岩、灰岩组成；岩石多受不同程度的蚀变，具褐铁矿矿化、黄铁矿化、绢云母化、绿泥石化，方解石化等。为容矿构造，矿区金矿体产于其中。

区内不良结构面有断层，软弱夹层，岩石风化裂隙面、构造裂隙（节理）面等。不良结构面是近于直立的F2次级断裂破碎带和矿体底板的蚀变熔岩。既控矿，又关系矿体围岩稳定性，也是主要采掘对象与边坡体。破碎带宽度往往就是矿化带宽度。由于断裂带内岩石破碎和劈理化程度不同，矿体顶板灰岩，致密坚硬，层理不发育，有中-弱溶蚀现象，稳定性较好。但局部（27-39线的采坑边缘）发育顺开采面的垂直劈理，调查发现沿劈理面发生坍塌，在矿体与灰岩接触面陡立和高临空状态下，陡立和高临空状态下，不能以火山岩与灰岩界接触界面作为自然边坡，边坡角不宜大于 60° 。

1、断层：矿区构造复杂，断裂构造发育，根据断裂走向与区域构造线延伸方向的关系，大体可分为东西向（F₁）、北东向（F₂、F₅、F₆）、北西向（F₃）及南北向（F₄）。以压扭断层为主，断层的延伸长度数公里，带宽数米至数十米。矿区内断层不良结构面为北东向断层（F₂）。据调查结果，断层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。

2、软弱夹层：软弱夹层主要为泥岩和构造破碎带：泥岩呈薄层-中厚层状构造，节理裂隙较发育，浅部岩石风化强烈，具弱塑性，分布于南西侧采矿证范围外，对矿山开采无影响。

据已有调查资料显示，构造破碎带对矿区内山体稳定未见明显影响。但由于该软弱夹层多构成矿体顶底板，距离矿体较近，对开采的围岩稳固性有一定影响，在未来采矿活动中，务必对该软弱夹层给予特别注意，采取安全可靠的防护措施，防止顶板坍塌。

岩石风化裂隙面、构造裂隙（节理）面：岩石风化裂隙面发育于与残坡积层接触带附近压碎熔岩或破碎带中，一般位于残坡积层往下3~80m，呈网格状分布；构造裂隙（节理）面发育于构造带附近。岩石风化裂隙面、构造裂隙（节理）面延展有限，延伸长度一般数十厘米至数米，其张开程度随埋深增大而减小，结构面产状因地而异，层理面、裂隙面一般均有水浸蚀、浸透。结构面破坏了岩石的完整性，影响局部岩体的稳定性。

三、工程地质评价

1、工程地质现状

矿山目前采用露天开采方式开采矿床，主要开采在16~55线地段的矿体，矿体采掘较深，形成较大的采空区。03号勘探线以东已开采至230m标高，03~31号勘探线以西已开采至270m标高，31号勘探线以西已开采至280m标高。在27~39线的采坑南缘，顺开采面有沿灰岩垂直劈理形成的高临空区，极易发生坍塌和掉块。在16~15线的采坑北缘，地表剥离较深，在边坡形成较大的采空边坡，边坡标高由+379.70-+230m，坡高149.70m，易发生塌方或掉块。采掘作业过程中要随时注意边坡安全，遇有边坡不稳情况要随时排险。在15~23线的采坑南缘存在较厚松散的填土，极易发生崩塌和滑坡，现状稳定性差。

2、主要矿体（层）顶底板特征

矿体赋存于F₂构造破碎带中，含矿岩性为角砾岩、压碎岩，岩石普遍具硅化、绢云母化、绿泥石化、黄铁矿化、褐铁矿化等蚀变。矿体顶板岩石07号勘探线以西为中厚层状微晶灰岩、白云质灰岩，质地坚硬，岩石较完整，灰岩岩心完整坚硬。该类岩层未受风化，构造作用影响较小，岩石致密坚硬，轴向抗压强度为55.60~71.10MPa，平均62.91MPa，岩石坚硬程度为较硬~坚硬。该层富水性中等。是本区工程地质条件良好地段；07号勘探线

以东以角砾岩为主。矿体顶板与矿体界线清楚。矿体底板岩性为角砾岩、压碎岩、英安岩、熔岩，岩心较破碎、坚硬，具中等-弱风化，受构造作用影响，岩石较坚硬，统计岩石RQD值为36.84%，岩石质量差，岩体完整性差，岩石质量等级为IV级，轴向抗压强度为26.30~40.50MPa，平均31.01MPa，岩石坚硬程度为较软~较硬。该层富水性弱-中等。与矿体的界线不甚清楚。

3、井巷围岩岩体质量评价

采用岩体质量系数法和岩体质量指标法，对矿体及顶底板围岩岩体质量作对比评价：估算公式为：

$$Z=I \cdot \mu \cdot S \text{ 和 } M=f_r \cdot RQD/30。$$

式中：Z--岩体质量系数

I--岩体完整系数（按RQD值代替）

μ --结构面摩擦系数

S--岩体坚硬系数（ $S=f_r/10$ ）

f_r --岩块饱和抗压强度

RQD--按钻进岩心测定的岩石质量指标

计算取值依据勘查区岩石力学试验结果及钻孔岩芯RQD统计结果，具体取值及估算结果见表2-4-10。

表2-4-10 岩体质量取值及估算表

项目代号	灰岩		火山熔岩		压碎岩		
	最小	最大	最小	最大	最小	最大	
I	0.45	0.96	0.15	0.59	0.02	0.64	
μ	0.56	0.59	0.46	0.50	0.53	0.57	
f_r	55.6	71.1	26.3	40.5	58.0	97.9	
RQD	0.45	0.96	0.15	0.59	0.02	0.64	
计算结果	Z	1.40	4.03	0.18	1.19	0.06	3.57
	M	0.83	2.28	0.13	0.80	0.04	2.09

估算结果为：灰岩Z值最小1.40，最大4.03，据GB12719-2021附录G.2有关指标，井巷围岩灰岩质量等级为一般或好类型。M值最小0.83，最大2.28。据GB12719-2021附录G.3有关指标，井巷围岩灰岩岩体质量等级属中等或良类型。火山熔岩Z值最小0.18，最大1.19，据GB12719-2021附录G.2有关指标，井巷围岩火山熔岩质量等级为坏或一般类型。M值最小0.13，最大0.80。据GB12719-2021附录G.3有关指标，井巷围岩火山熔岩岩体质量等级属中等类型。压碎岩Z值最小0.06，最大3.57，据GB12719-2021附录G.2有关指标，井巷围岩压碎岩质量等级为极坏或好类型。M值最小0.04，最大2.09。据GB12719-2021附录G.3有关指

标，并巷围岩压碎岩岩体质量等级属差或良类型。

四、工程地质勘探类型

矿体赋存于F₂断裂破碎带中，工程控制长约825m，矿体呈楔形透镜体产出，总体倾向南东，倾角80~85°，工程控制矿体标高0~317m，矿体最大埋深317m，矿石为黄铁矿化角砾岩、碎裂岩、英安岩。矿体顶板岩石为中厚层状微晶灰岩、白云质灰岩、角砾岩。矿体与顶板界线清楚。矿体底板岩性为角砾岩、压碎岩，局部岩性为英安岩、熔岩。与矿体的界线不甚清楚。

矿层、底板工程地质勘查类型属于块状火成岩类、断层角砾岩类，顶板的工程地质勘查类型则属于可溶岩类（碳酸盐岩），工程地质条件属复杂类型。

2.4.6 矿体地质特征

目前矿区发现①号主矿体以及赋存于①号矿体下盘围岩中的两个小矿体，编号分别为①-1、①-2特征如下：

①号矿体位于10线至51线之间，赋存于F₂断裂破碎带中，工程控制长约***m，矿体呈楔形透镜体产出，总体倾向南东，倾角58~88°。矿体地表主要由14个工程控制，深部由32个钻探工程控制，工程控制矿体标高305~-12m，矿体最大埋深360m；51勘探线以西及10勘探线以东矿体有变薄的趋势，39~43勘探线及07勘探线深部出现尖灭的趋势；0勘探线、47勘探线往深部矿体品位有变低趋势；19~31勘探线矿体深部工程没有控制完全，该地段矿体厚度较大（*****m），品位较高（*****g/t），31勘探线的ZK3103已控制矿体标高到12.1m，19、23、27号勘探线的工程控制矿体标高142.4~224.2m，因此，该地段有较大找矿前景。

①号金矿体工程控制厚度***m，平均厚***m，变化系数***%；单工程平均品位Au品位*****g/t，平均***g/t，变化系数*****%。矿石岩性为角砾岩、压碎岩为主，角砾由酸性熔岩、凝灰岩、英安岩及灰岩组成，具较强褐铁矿化、黄铁矿化、绢云母化、绿泥石化、方解石化；金属矿物主要有黄铁矿、褐铁矿及少量毒砂等，脉石矿物有石英、方解石、绿泥石、绢云母等；矿体与围岩界线较难肉眼区分，特别是浅部破碎带中的氧化金矿，大多以采样结果划分矿体与围岩界线。矿区地表金矿体已开采，目前还有少量氧化矿。

矿体顶板为北泗组微晶灰岩、白云质灰岩，与矿体界线清楚；矿体底板为蚀变较弱的压碎熔岩、英安岩（ $\lambda T_1 b^{4-2}$ ）、角砾岩，与矿体的界线不甚清楚，需由分析结果确定

矿体氧化带界面大致随地形起伏，由西向东倾伏，氧化带深度最浅0m，最深>200m。23号勘探线以西矿体氧化界线标高168~285m；23-10号勘探线之间由于矿山当时正在生产作业，未能在最有利的位罝布设施工钻孔，本次仅在23线、00线及10线施工钻孔，23线的

ZK2303揭露到氧化带界线；00线的ZK0001揭露到均为氧化带的岩矿石；10线的ZK1002在177m标高揭露到氧化带界线。因此23-10线的氧化界线仅在23线和10线的工程揭露到，中间部分为推测界线，氧化带界线推测标高122~237m。

①-1、①-2号矿体均位于①号矿体下盘围岩中，①-1由ZK1001控制，①-2由ZK2304控制，均为单工程控制，具体见表2-4-11。

表2-4-11 埭土矿区小矿体统计表

矿体编号	控制工程	真厚度(m)	品位(g/t)	见矿标高(m)	矿体埋深(m)	备注
①-1	ZK1001	***	***	***	***	原生矿
①-2	ZK2304	***	***	***	***	原生矿

2.4.7 矿石质量

按矿石的氧化程度，矿区金矿石类型可分为氧化矿石和原生矿石。

一、颜色

氧化金矿石的颜色主要为褐红色、褐黄色、土黄色等；

原生金矿石的颜色为浅灰色、青灰色。

二、矿石的结构、构造

1、矿石的结构

氧化矿石具泥质结构、压碎结构，风化后呈松散粒状；

原生矿石为碎裂结构、致密结构、细粒结构、斑状结构、隐晶质结构等。

2、矿石的构造

氧化矿石具角砾状构造、压碎状构造、松散状构造；

原生矿石为浸染状构造、条带状构造、压碎状构造、角砾状构造及块状构造。

三、矿石矿物

1、氧化金矿石：主要金属矿物为褐铁矿（****%）；脉石矿物为石英****%，绢云母****%，长石****%，高岭石****%等。

褐铁矿：与氧化硅、泥质等混合组成，有两种，一种为交代黄铁矿形成的，呈不规则粒状或粒状集合体散布在岩石中，与岩石边界不规则，粒径大小不一，一般小于0.2mm；另一种褐铁矿呈脉状充填于矿石裂隙中。

2、原生矿石：矿物主要成分黄铁矿，少量褐铁矿及毒砂；脉石矿物为石英、长石、方解石、绢云母、绿泥石等。在实验室选冶试验的样品中分别手选矿石标本、围岩标本若干，将样品制成光片和薄片，通过对光片、薄片的显微镜下鉴定，查明原矿中的矿物组成，原矿的矿物组成及大致含量测定结果见表2-4-12。

表2-4-12 原生矿的矿物组成及大致含量测定结果

矿物名称	占矿石总量	占金属矿物总量
黄铁矿	****	****
毒砂	****	****
褐铁矿	****	****
金属矿物	****	****
矿物名称	占矿石总量	占脉石矿物总量
石英	****	****
长石	****	****
方解石	****	****
白云石	****	****
绿泥石	****	****
白云母	****	****
透闪石	****	****
绢云母	****	****
脉石矿物	****	****

黄铁矿：为矿石中主要金属硫化矿物，呈自形晶~他形晶粒状或集合体嵌布于脉石矿物中，粒度最大 2.8mm，最小 0.01mm，一般在 0.2~1.8mm 之间居多。黄铁矿压碎结构明显，其裂隙中被脉石矿物充填，结晶粒状黄铁矿产出形式主要呈立方体、五角十二面体自形晶或其聚晶，为本区主要载金矿物。

毒砂：呈菱形、长柱状、矛头状等自形晶嵌布于脉石矿物中，压碎结构明显，粒度最大为 0.56mm，最小为 0.01mm，一般在 0.02~0.12mm 之间。

褐铁矿：半自形-他形粒状或粒状集合体嵌布于脉石矿物中，是交代黄铁矿的产物，交代强烈者仅有部分残留或其外形轮廓假象残留，与黄铁矿、毒砂等相伴产出。褐铁矿的粒度最大为 0.24mm，最小为 0.01mm，一般在 0.02~0.16mm 之间。

石英：多数呈不规则粒状，部分可见碎裂粒化、波状消光等现象。石英粒度最大为 2.8mm，最小为 0.04mm，多数为 0.2~2.0mm。

长石：呈不规则粒状，多数长石出现不同程度的蚀变，蚀变产物为绢云母，所以常被绢云母等胶结成小团粒，或在其表面附着绢云母。粒度最大为 1.7mm，最小为 0.02mm，多数在 0.2~1.7mm 之间。

绢云母：呈细鳞片状或集合体产出，粒度多在 0.01~0.03mm 之间。

白云母：呈片状集合体，粒径在 0.09~0.32mm 为主。

四、矿石的化学成分

据矿区以往工作矿石光谱半定量全分析及氧化矿石化学全分析结果，矿石主要有用组分为 Au，其它组份含量较低，无可供综合回收利用的共伴生组分。氧化矿及原生矿石谱半

定量全分析结果见表 2-4-13，氧化矿石化学全分析结果见表 2-4-14。

表2-4-13 壤土金矿矿石光谱半定量全分析结果表

项目	含量(%)		项目	含量(%)		项目	含量(%)	
	氧化矿 ⁺	原生矿 ⁺		氧化矿 ⁺	原生矿 ⁺		氧化矿 ⁺	原生矿 ⁺
Cu	****	****	Fe	****	****	La	****	****
Pb	****	****	W	****	****	Zr	****	****
Zn	****	****	Mn	****	****	Yb	****	****
Ag	****	****	Ga	****	****	Na	****	****
Sn	****	****	Nb	****	****	Co	****	****
Ba	****	****	Cr	****	****	K	****	****
Be	****	****	Ni	****	****	Sr	****	****
As	****	****	Ti	****	****			
P	****	****	Al	****	****			
Sc	****	****	V	****	****			
Mg	****	****	Ca	****	****			
Si	****	****	Y	****	****			

表2-4-14 氧化矿石化学全分析结果表

项目	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	SiO ₂
含量	****	****	****	****	****	****	****	****
项目	TFe	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	灼失量	
含量	****	****	****	****	****	****	****	

①号矿体原生金矿组合样分析项目 Ag、Mo、Co、Cu、Pb、Zn、As、Sb、WO₃、S，分析结果显示 Ag、As 达到伴生矿产评价指最低要求，其他元素含量较低，达不到可综合利用价值，组合样分析结果详见表 2-4-15。

表2-4-15 ①号矿体原生金矿组合样分析结果表

样号	Ag (g/t)	分析结果 (%)								
		Mo	Co	Cu	Pb	Zn	As	Sb	WO ₃	S
ZH1	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
ZH2	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
ZH3	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
ZH4	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
ZH5	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
平均	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
参考指标	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

五、矿石类型

1、矿石自然类型

①按矿石主要矿物成分可分为：黄铁矿化角砾岩、碎裂岩型金矿石、黄铁矿化英安岩型金矿石。

②按矿石结构构造特征可分为：块状矿石、浸染状矿石、角砾状矿石。其中以块状、角砾状矿石最为常见。

③按矿石氧化程度可分为：氧化矿石和原生矿石。

2、矿石工业类型

矿区内金矿石工业类型为微细粒浸染型金矿。

六、氧化带特征

氧化带和原生带之间大部分没有明显的分界线，两者呈渐变过渡关系。但从矿石颜色、矿物组合上，两者存在比较明显的差别。氧化带以褐黄、褐红色为主，杂黄白、灰黄色，褐铁矿化普遍，肉眼可见褐铁矿呈不规则状分布于矿石裂隙、孔隙中；原生带呈浅灰色、绿灰色、深灰色，呈致密结构，块状构造，普遍发育黄铁矿化，局部见毒砂化。

七、矿体围岩和夹石

1、围岩

矿体赋存于 F₂ 构造破碎带中，含矿岩性为角砾岩、压碎岩，岩石普遍具硅化、绢云母化、绿泥石化、黄铁矿化、褐铁矿化等蚀变。矿体顶板岩石 07 号勘探线以西为微晶灰岩、白云质灰岩，质地较硬，岩石较完整；07 号勘探线以东以角砾岩为主，Au 品位****g/t。矿体底板岩性为角砾岩、压碎岩，局部岩性为英安岩、熔岩，Au 品位****g/t。控矿破碎带与顶板围岩接触界线比较清楚，与底板围岩接触界线不清。

2、夹石

矿体夹石较少，在 BT0401 夹石厚 4.82m，Au 品位****g/t；BT0001 夹石两层，厚度分别为 4.96m、13.39m，Au 品位****g/t，岩性为压碎岩，具褐铁矿化、绢云母化蚀变。ZK2704 夹石厚 4.28m，Au 品位****g/t。ZK2704 夹石厚 3.19m，Au 品位****g/t，为原生金矿中的夹石，岩性为压碎岩，具黄铁矿化。

八、矿床共（伴）生矿产

矿区为矿体金矿石主要有用组分为 Au，根据本次对原生矿组合分析结果及岩金的矿伴生矿产综合评价参考指标，本矿区原生矿中 Ag、As 元素达到伴生矿产评价指最低要求，Ag 最高品位****g/t，最低****g/t，平均品位****g/t；As 最高品位****%，最低****%，平均品位****%，因此本矿区伴生矿产为 Ag、As。根据资源量估算结果，本矿区工业品位的原生矿石保有量****万 t，初步计算其伴生矿产 Ag 金属量****kg，As 金属量****t。

2.4.8 矿石技术加工性能

1.氧化矿

本矿区氧化矿石经堆浸提金生产实践检验具有良好效果，属易选冶矿石，矿山一直采用此选矿工艺，产品为合质金，故氧化矿产品为合质金（99.5%）**kg/a。

2.原生矿

2023年4月，凭祥市东华投资开发有限公司委托广西冶金研究院有限公司对广西凭祥市垭土矿区金矿的原生矿进行实验室流程选矿试验研究。根据该矿石性质特点，试验采用“破碎—磨矿—浮选”的工艺流程，产品为金精矿品位，选矿指标理想，选矿工艺简单成熟，该工艺目前在类似矿山广泛应用。故本设计原生矿产品方案为金精矿（Au30g/t）**t/a（含Ag**g）。

2.5 矿区土地利用现状

根据凭祥市自然资源局提供的2022年度土地利用现状图，矿区范围内的土地类型包括乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路、坑塘水面及沟渠，以林地为主。各类型土地汇总面积详见表2-5-1。

表 2.5-1 矿区土地利用现状表（汇总）

一级地类		二级地类		土地面积及权属（hm ² ）			汇总（hm ² ）
编码	名称	编码	名称	白龙村	燕安村	丰乐村	
02	园地	0204	其他园地	0.1571		0.8609	1.0180
		0204k	可调整其他园地			0.0102	0.0102
03	林地	0301	乔木林地	0.6393		5.8116	6.4509
		0305	灌木林地	14.5862	0.1364	4.4688	19.1914
		0307	其他林地	6.9143			6.9143
04	草地	0404	其他草地	9.1640	0.7782	8.3192	18.2614
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.3273	0.4477	35.8705	36.6455
07	住宅用地	0702	农村宅基地			1.3377	1.3377
10	交通运输用地	1002	公路用地	0.0000	0.0874	1.7522	1.8396
		1006	农村道路	0.1151		1.2391	1.3542
11	其他土水域及水利	1104	坑塘水面	0.0000		1.1124	1.1124
总计				31.9032	1.4497	60.7826	94.1356

根据凭祥市自然资源局提供的土地利用现状图，矿山现状损毁的土地类型包括其他园地（0204）、可调整其他园地（0204K）、乔木林地（0301）、灌木林地（0305）、其他草地（0404）、采矿用地（0602）、农村宅基地（0702）、公路用地（1003）、农村道路（1006）、坑塘水面（1104），损毁面积共计63.6043hm²，汇总详见表2.5-2。损毁土地未占用“三区三线”范围（永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界）。

表 2.5-2 矿山生产建设损毁土地面积统计 (单位:hm²)

场地名称	合计	一、二级地类										土地权属人
		园地 (02)		林地 (03)		草地 (04)	工矿仓储用地 (06)	交通运输用地 (10)			水域及设施用地 (11)	
		其他园地 (0204)	可调整其他园地 (0204K)	乔木林地 (0301)	灌木林地 (0305)	其他草地 (0404)	采矿用地 (0602)	农村宅基地 (0702)	公路用地 (1003)	农村道路 (1006)	坑塘水面 (1104)	
露天采场	28.3452	0.2001	0.0102	1.2685	0.8499	0.5957	22.8364	0.0074	0.5586	1.0418	0.9766	夏石镇 丰乐村、 白龙村、 燕安村 委
堆淋场 (西南)	1.3938	\	\	\	0.2934	0.7109	0.2647			0.1248		
2号排土场	12.6320	\	\	\	0.4773	11.7595	0.2840			0.1112		
办公生活区	1.6497	\	\	\	\	\	0.4400	1.2097				
堆淋场	7.9165	\	\	0.1103	0.1209	1.2682	5.7530		0.5701		0.0940	
干堆场	6.8757	\	\	\	0.4160	0.0447	5.8230		0.5920			
3号排土场	2.2537	\	\	\	0.1989	1.2612	0.6804		0.1132			
合计	61.0666	0.2001	0.0102	1.3788	2.3564	15.6402	36.0815	1.2171	1.8339	1.2778	1.0706	

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

据本次现状调查，矿山经过多年开采，目前已开掘矿（岩）体被切割挖掘后，形成一个长约1200m，宽约120-400m的采坑，采坑面积约255000m²，深度10-50m，采动区域的地貌景观发生很大的改变，原有地形遭破坏，在矿区采坑周边形成多级岩体裸露的阶状边坡或斜坡，边坡标高由+379.70-+230m。边坡植被被破坏，且短期内难以恢复。因此，露天采矿活动对开采矿区地形地貌景观的破坏程度严重。开采区现状遭受破坏的区域主要为挖损破坏和矿渣堆放，采矿活动对土地资源的占用和破坏程度严重。

综上，现状矿业活动对地质环境的影响程度严重。

2.6.2 农业、林业及居民房屋建设

矿区范围内土地类型以林地为主。矿区周边分布有板弄屯、新埂土屯、板布屯及那兰屯等4个村屯，当地居民多以外出打工为主，部分在当地发展农业及林业。近年来，随着金矿的勘查与开发，居民通过劳务输出、入股开矿及从事相关的服务业，有不少的居民已经走上致富之路。当地的农业活动主要为水田耕作，农田种植稻谷，林业主要为种植桉树，房屋建筑以1层砖瓦房及2-4层砖混结构建筑为主。采矿活动影响范围内无需特殊保护的风景区、自然保护区，未发现文物古迹等敏感区域和目标，分布位置详见图2-6-1。

表2-6-1 矿区周边村屯、矿山饮用水源点一览表

序号	敏感点	人口(人)	饮用水源	与矿区的距离	饮用水源基本情况
1	板弄屯	50	山泉水	矿区外东南侧 150m	与矿区同属一个水文地质单元，属松散岩孔隙含水岩组，位于排水疏干影响范围内，项目开采标高均低于当地村屯饮用水水源取水点，处于矿区排水下游，受采矿活动影响中等。
2	新埂土屯	60	山泉水	矿区外东南侧 200m	与矿区同属一个水文地质单元，属松散岩孔隙含水岩组，位于排水疏干影响范围内，项目开采标高均低于当地村屯饮用水水源取水点，处于矿区排水下游，受采矿活动影响中等。
3	板增屯	130	山泉水	矿区外南侧 200m	与矿区同属一个水文地质单元，属松散岩孔隙含水岩组，位于排水疏干影响范围内，项目开采标高均低于当地村屯饮用水水源取水点，处于矿区排水下游，受采矿活动影响中等。
4	板布屯	180	山泉水	矿区外西侧 1km	与矿区不同属一个水文地质单元，属层状碎屑岩裂隙含水岩组，处于排水疏干影响范围外，项目开采标高低于当地村屯饮用水水源取水点，受采矿活动影响小。

5	那兰屯	150	山泉水	矿区外西北侧 800m	与矿区不同属一个水文地质单元，属碳酸盐岩溶洞裂隙含水岩组，处于排水疏干影响范围外，项目开采标高低于当地村屯饮用水水源取水点，受采矿活动影响小。
---	-----	-----	-----	----------------	---

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，无水源地、风景区及生态保护区等敏感区域。

综上，现状矿山及周边人类工程活动对矿山地质环境影响程度严重。

图2-6-1 矿区周边敏感点关系图

2.7 矿山地质环境和土地条件小结

矿山地质环境条件复杂程度根据对矿山开采影响很大的8大要素，即区域地质背景、矿区水文地质条件、工程地质特征、地质构造的复杂程度、地质灾害的发育情况、地质灾害、地形地貌形态及土地资源等复杂程度，划分为复杂、中等、简单三个级别，采取就上原则，8个要素条件中只要有一个满足某一级别，应定为该级别。凭祥市东华投资开发有限公司垠土金矿设计为露天与地下开采结合矿山，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》中附录C.1、C.2及《地质灾害危险性评估规程》（DB45/T1625-2024）中附录C.1、C.2综合确定。

1、矿区范围内有区域活动断裂，区域地质构造稳定性为次不稳定，地震基本烈度为<VI度，地震动峰值加速度为<0.05g，地表稳定性为稳定，区域地壳稳定性为次不稳定。区域地质背景条件复杂程度为中等。

2、目前矿区发现①号主矿体以及赋存于①号矿体下盘围岩中的两个小矿体，其中：①号矿体位于10线至51线之间，赋存于F2断裂破碎带中，工程控制长约825m，矿体呈楔形透镜体产出，总体倾向南东，倾角58~88°。矿体地表主要由14个工程控制，深部由32个钻探工程控制，工程控制矿体标高305~-12m，矿体最大埋深360m；①-1号矿体真厚度0.92m，见矿标高-26m，矿体埋深298m；①-2号矿体真厚度1.38m，见矿标高166m，矿体埋深108m。矿区地下水位标高在+213.73m~+312.60m之间，最低侵蚀基准面标高约+110m（明江河床标高），侵蚀基准面以上的矿体、坑道开采时可自然排水，以下的矿体，需人工排水。矿区构造裂隙、节理裂隙、风化裂隙较发育，矿体赋存于断裂破碎带中，含溶洞裂隙水、基岩裂隙水、构造裂隙水，富水性弱~强，开采矿体时，地下水会直接对矿坑进行充水。地表水可以通过裂隙对矿坑进行间接充水，但不构成矿床的主要充水因素。综上所述，矿区水文地质勘探类型为以碳酸盐岩溶洞裂隙水、火山岩类块状基岩裂隙水、断层裂隙水及地

下河管道直接充水为主、地表水间接充水的矿床，矿区水文地质勘查复杂程度为第二型：水文地质条件中等型矿床。

3、矿石为黄铁矿化角砾岩、碎裂岩、英安岩。矿体顶板岩石为中厚层状微晶灰岩、白云质灰岩、角砾岩。矿体与顶板界线清楚。矿体底板岩性为角砾岩、压碎岩，局部岩性为英安岩、熔岩。与矿体的界线不甚清楚。矿层、底板工程地质勘查类型属于块状火成岩类、断层角砾岩类，顶板的工程地质勘查类型则属于可溶岩类（碳酸盐岩），工程地质条件属复杂类型。

4、地质构造较复杂，矿体及围岩产状变化较大。岩层产状变化较大，断裂构造较发育，切割矿体围岩，导水裂隙带的导水性较差，对采场充水影响小。评估区矿山地质构造条件复杂程度为中等。

5、现状条件下，矿山崩塌、滑坡等地质灾害中等发育，危害程度小，危险性中等。

6、露天采场面积及采坑深度较大，边坡较不稳定，较易产生地质灾害。

7、评估区属中低山的半岩溶峰丛山地混杂地貌，植被覆盖率高，山峰标高338.1-435.8m，谷底为230.2-279.3m，相对高差108-156.5m左右，地势较陡，切割强烈，山脊多呈尖棱状，沟谷多呈“V”型谷。评估区地形地貌条件复杂程度复杂。

8、矿山现状生产建设共计损毁土地资源61.0666hm²，包括其他园地（0204）、可调整其他园地（0204K）、乔木林地（0301）、灌木林地（0305）、其他草地（0404）、采矿用地（0602）、农村宅基地（0702）、公路用地（1003）、农村道路（1006）、坑塘水面（1104），对土地资源的影响程度严重。

综上，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和土地损毁评估

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应根据矿山地质环境调查的范围确定，包括矿区范围、矿山用地范围和采矿活动可能影响到的范围。通过实地调查及对地质资料分析研究，根据《开发利用方案》中矿山附属设施布置位置，结合矿区地质环境条件，本项目主要考虑不稳定斜坡、危岩及泥石流等地质灾害的影响，圈定评估范围大致为：矿区南部以临时排土场及旧排土场外第一斜坡顶部为界，北部按2倍坡高结合分水岭圈连，大致以矿区范围及场地设置范围外扩200-400m的范围为界，东部、西部以建设场地外150m-400m为界。圈定本矿山地质环境影响评估范围约为804.5198hm²。范围拐点坐标见下表：

表3-1-1 矿山地质环境影响评估范围坐标表

序号	X	Y	序号	X	Y
1	*****	*****	5	*****	*****
2	*****	*****	6	*****	*****
3	*****	*****	7	*****	*****
4	*****	*****	面积：804.5198hm ²		

3.1.2 矿山地质环境影响评估级别

本方案根据《广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求》，按矿区重要程度、矿山生产建设规模和矿山地质环境条件复杂程度综合判定矿山地质环境影响评估级别。

表3-1-2 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）
有集中供水水源地和饮用天然矿泉水、淡水、地热、温泉等水源地及其保护区	有分散居民饮用水水源地；集中供水水源地和饮用天然矿泉水、淡水、地热、温泉等水源地及其保护区外的上游补给区	无水源地
破坏耕地、园地	破坏林地、草地	破坏其它地类

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。

3.1.2.1 矿区重要程度

根据野外调查，评估区内主要有以下特征：

- (1) 评估区内南部、西南部有居民居住，人数在200-500人；
- (2) 无重要交通要道或建筑设施；
- (3) 无各级自然保护区及旅游景区；
- (4) 评估区内无水源地；

(5) 矿山对土地资源破坏主要表现为：矿山现状及开采过程中破坏的土地类型主要为其他园地（0204）、可调整其他园地（0204K）、乔木林地（0301）、灌木林地（0305）、其他草地（0404）、采矿用地（0602）、农村宅基地（0702）、公路用地（1003）、农村道路（1006）、坑塘水面（1104）等。

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》附录B.1（表3-1-2），评估区重要程度属**重要区**。

3.1.2.2 矿山生产规模

矿山开采矿种为岩金矿，采用露天与地下开采相结合方式。矿山设计露天开采生产规模**万t/年（**t/d）、地下开采生产规模**万t/年（**t/d），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》附录D.1，属于**大型矿山**。

3.1.2.3 矿山地质环境条件复杂程度

如前所述，区域地质背景条件复杂程度为中等，矿区水文地质条件复杂类型属中等类型，工程地质条件复杂程度为复杂，矿区构造复程度属于中等，现状条件下，矿山崩塌、滑坡等地质灾害中等发育，危害程度小，危险性中等，露天采场面积及采坑深度较大，边坡较不稳定，较易产生地质灾害，评估区地形地貌条件复杂程度复杂。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》附录C.1、C.2，将矿山地质环境影响程度定为**复杂**（表3-1-3、表3-1-4）。

表3-1-3 地下开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

复 杂	中 等	简 单
70%以上矿层（体）位于地下水位以下，矿坑进水边界条件复杂，充水水源多，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性强，补给条件好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系密切，老窿(窑)水威胁大，矿坑正常涌水量大于10000m ³ /d，地下采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏	70%以上矿层（体）位于地下水位附近或以下，矿坑进水边界条件中等，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性中等，补给条件较好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水有一定联系，老窿(窑)水威胁中等，矿坑正常涌水量3000~10000m ³ /d，地下采矿和疏干排水容易造成矿区周围主要充水含水层破坏	70%以上矿层（体）位于地下水位以上，矿坑进水边界条件简单，充水含水层富水性差，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，矿坑正常涌水量小于3000m ³ /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

矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱岩层或松散岩层发育，蚀变带、岩溶裂隙带发育，岩石风化强烈，采空区距地表残坡积层、基岩风化破碎带大于10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性差，矿山工程场地地基稳定性差	矿床围岩岩体以薄-厚层状结构为主，蚀变带、岩溶裂隙带发育中等，局部有软弱岩层，岩石风化中等，采空区距地表残坡积层、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，矿山工程场地地基稳定性中等	矿床围岩岩体以巨厚层状-块状整体结构为主，蚀变作用弱，岩溶裂隙带不发育，岩石风化弱，采空区距地表残坡积层、基岩风化破碎带小于5m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性好，矿山工程场地地基稳定性好
地质构造复杂，矿层(体)和矿床围岩岩层倾角大于55°，岩层产状变化大，断裂构造发育或有活动断裂，导水断裂带切割矿层(体)围岩、覆岩和主要含水层（带），导水性强，对井下采矿安全影响巨大	地质构造较复杂，矿层(体)和矿床围岩岩层倾角36°~55°，岩层产状变化较大，断裂构造较发育，并切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水断裂带的导水性较差，对井下采矿安全影响较大	地质构造简单，矿层(体)和矿床围岩岩层倾角小于36°，岩层产状变化小，断裂构造不发育，断裂未切割矿层（体）和围岩覆岩，断裂带对采矿活动影响小
现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多，危害大	现状条件下矿山地质环境问题的类型较多，危害较大	现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小
采空区面积和空间大，多次重复开采及残采，采空区未得到有效处理，采动影响强烈	采空区面积和空间较大，重复开采较少，采空区部分得到处理，采动影响较强烈	采空区面积和空间小，无重复开采，采空区得到有效处理，采动影响较轻
地貌单元类型多于3个，地形条件可使30%以下矿体开采时能自然排水，主要硐口斜坡与岩层倾向同向。	地貌单元类型2-3个，地形条件可使30%~70%开采矿体能自然排水，主要硐口斜坡与岩层倾向斜交。	地貌单元类型单一，地形条件可使70%以上开采矿体能自然排水，主要硐口斜坡与岩层倾向反向。

注：采取就上原则，只要有一条满足某一级别，应定为该级别。

表3-1-4 露天开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

复杂	中等	简单
采场矿层(体)位于地下水位以下，采场汇水面积大，采场进水边界条件复杂，与区域含水层或地表水联系密切，地下水补给、径流条件好，采场正常涌水量大于 10000 m ³ /d；采矿活动和疏干排水容易导致区域主要含水层破坏	采场矿层（体）局部位于地下水位以下，采场汇水面积较大，与区域含水层或地表水联系较密切，采场正常涌水量 3000-10000 m ³ /d；采矿和疏干排水比较容易导致矿区周围主要含水层影响或破坏	采场矿层（体）位于地下水位以上，采场汇水面积小，与区域含水层、或地表水联系不密切，采场正常涌水量小于 3000 m ³ /d；采矿和疏干排水不易导致矿区周围主要含水层的影响或破坏
矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱结构面、不良工程地质层发育，存在饱水软弱岩层或松散软弱岩层，含水砂层多，分布广，残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10m、稳固性差，采场岩石边坡风化破碎或土层松软，边坡外倾软弱结构面或危岩发育，易导致边坡失稳	矿床围岩岩体结构以薄到厚层状结构为主，软弱结构面、不良工程地质层发育中等，存在饱水软弱岩层和含水砂层，残坡积层、基岩风化破碎带厚度 5-10m、稳固性较差，采场边坡岩石风化较破碎，边坡存在外倾软弱结构面或危岩，局部可能产生边坡失稳	矿床围岩岩体结构以巨厚层状-块状整体结构为主，软弱结构面、不良工程地质层不发育，残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于 5m、稳固性较好，采场边坡岩石较完整到完整，土层薄，边坡基本不存在外倾软弱结构面或危岩，边坡较稳定

地质构造复杂。矿床围岩岩层倾角大于 55°，岩层产状变化大，断裂构造发育或有全新世活动断裂，导水断裂切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带）或沟通地表水体，导水性强，对采场充水影响大	地质构造较复杂。矿床围岩岩层倾角 36°-55°，层产状变化较大，断裂构造较发育，切割矿层（体）围岩、覆岩和含水层（带），导水性差，对采场充水影响较大	地质构造较简单。矿床围岩岩层倾角小于 36°，岩层产状变化小，断裂构造较不发育，断裂未切割矿层（体）围岩、覆岩，对采场充水影响小
现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多、危害大	现状条件下，矿山地质环境问题的类型较多、危害较大	现状条件下，矿山地质环境问题的类型少、危害小
采场面积及采坑深度大，边坡不稳定，易产生地质灾害	采场面积及采坑深度较大，边坡较不稳定，较易产生地质灾害	采场面积及采坑深度小，边坡较稳定，不易产生地质灾害
地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于 35°，相对高差大，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为同向	地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，自然排水条件一般，地形坡度一般 20°-35°，相对高差较大，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为斜交	地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形较平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于 20°，相对高差较小，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为反向坡

注：采取就上原则，只要有一条满足某一级别，应定为该级别。

综上所述，该矿山生产建设规模属**大型**，评估区重要程度属**重要区**，矿山地质环境条件复杂程度为**复杂**，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》附录A.1，确定本矿山地质环境影响评估级别为**一级**（表3-1-5）。

表3-1-5 矿山地质环境影响评估分级表

评估区重要程度	矿山生产建设规模	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
较重要区	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

根据开发利用方案，本矿山采用露天与地下开采相结合的方式，开采顺序采用07~12号勘探线、11~35号勘探线、35~51号勘探线之间的矿体分别在200m、230m、260m标高以上仍使用露天开采，其之下在留有保安矿柱后使用地下开采的方案。

露天开采部分采用公路-汽车开拓运输的方案，采用挖掘机直接挖掘采装、自卸汽车运输的采剥工艺，采出的矿石从采场南面、东面的运出，经矿山主运输公路运往矿石堆浸场堆浸（选冶生产系统），废石亦运往南面废石场或用于充填露天采坑；地下开采部分采用

明+盲斜井开拓-蓄电池电机车牵引矿车运输的方案，井下各中段回采及掘进产生的矿岩，分别由装岩机装入矿车，用蓄电池电机车牵引矿车运至斜井井底车场，通过一、二级斜井提出地表，矿石堆放于堆淋场或堆矿坪，废石用于充填采空区。

矿山生产总体工艺详细流程见图3-1-1、3-1-2：

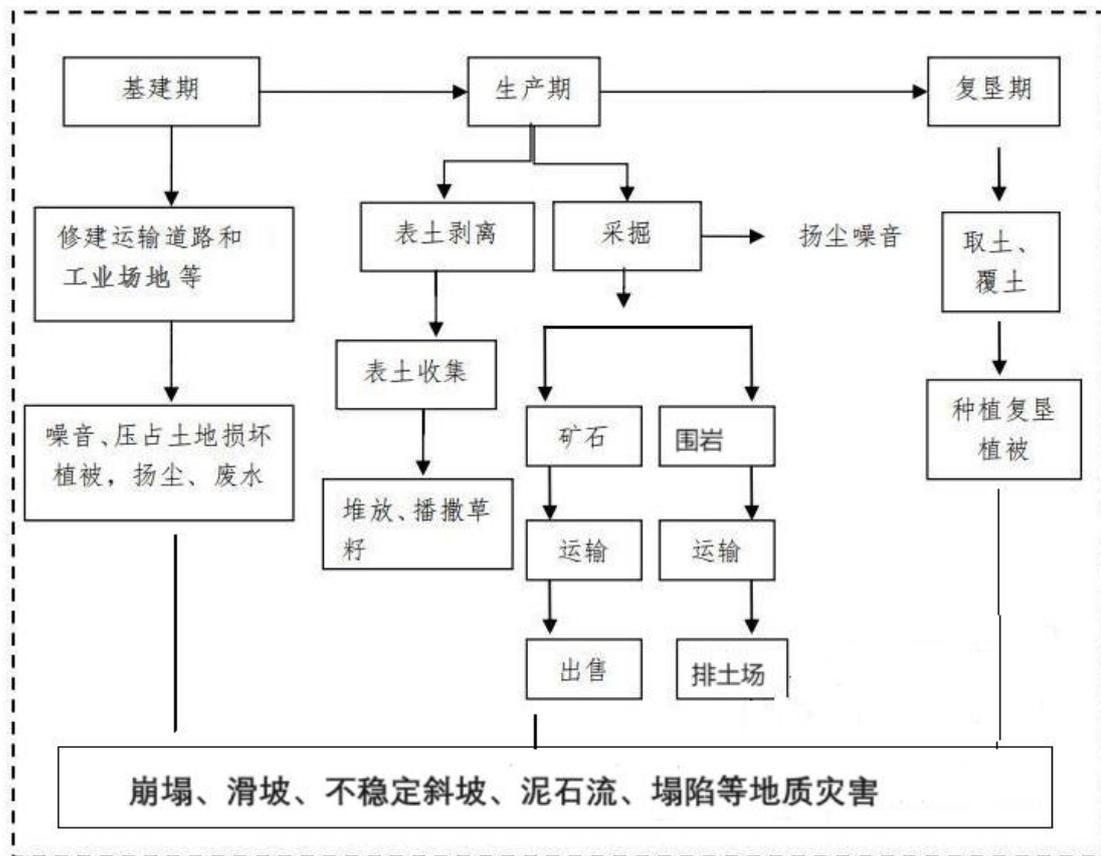


图3-1-1 露天开采工艺流程图

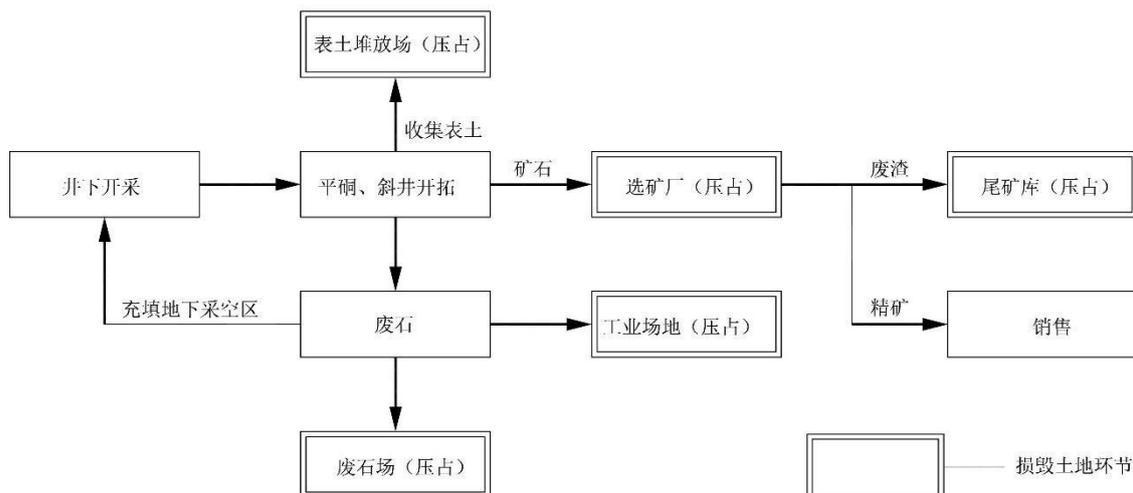


图3-1-2 地下开采工艺流程图

矿山开采对地质环境造成的影响或破坏如下：

(1) 在基建期间，工业场地建设、上山道路修建对地形地貌景观造成影响和破坏，也

将造成土地一定的损毁，且可能存在边坡失稳、崩塌及滑坡等地质灾害的发生。

(2) 开采前的表土剥离，导致地形地貌景观受到影响和破坏，也将造成一定程度的土地损毁。

(3) 采掘环节对地形地貌景观造成影响和破坏，可能导致滑坡、崩塌等地质灾害的发生，也可能导致土地损毁；对地下含水层浅部造成一定的切割破坏；运输环节，也可能导致局部土地损毁。

另外，上述各环节生产过程中产生的噪音及扬尘、废水、废气有可能对周边自然环境造成污染。

3.2 现状评估

3.2.1 地质灾害现状评估

3.2.1.1 矿山地质灾害评估与级别

矿山设计露天开采及地下开采建设规模均为**万t/a，生产规模属大型。参照广西《地质灾害危险性评估规程》（DB45/T1625-2024）中建设项目重要性分类表（B.1）确定本矿山项目属重要建设项目；根据3.1.2一节可知道矿山地质环境条件复杂程度为**复杂**。

综上所述参照广西《地质灾害危险性评估规程》（DB45/T1625-2024）地质灾害危险性评估分级表（表3-2-1），确定本矿区地质灾害危险性评估确定为**一级评估**。

表3-2-1 地质灾害危险性评估分级表

重要性	矿山地质环境条件复杂程度		
	复杂	中等	简单
重要建设项目	一级	一级	二级
较重要建设项目	一级	二级	三级
一般建设项目	二级	三级	三级

3.2.1.2 地质灾害现状评估

矿山经多年生产，目前已开拓的露天采场周边分布有1个堆矿场、4个堆淋场和2个排土场。评估区属中低山的半岩溶峰丛山地混杂地貌，山峰标高338.1-435.8m，谷底为230.2-279.3m，相对高差108-156.5m。根据现场调查，现状评估区内主要发育的地质灾害类型有崩塌、滑坡及不稳定斜坡，主要分布在露天采场北面及西南面附近，经访问，未造成人员和财产的损失，堆矿场、堆淋场及排土场亦未发生岩溶塌陷或泥石流等地质灾害。

1、崩塌

B1: 经现场勘查，评估区内崩塌地质灾害主要分布在采场西南面的岩溶区山体附近，该处山体岩溶发育强烈，坡面基岩裸露，可见大小不一的溶槽或溶洞，宽度1-10m，深度不

明，整体坡度 $>55^\circ$ ，上方发育多条平行沟谷的张性裂隙，主控裂隙面上宽而下窄，且下部外倾明显，裂隙内常有碎石土流出或掉块现象，其主要成因为坡脚常年受水流冲刷、侵蚀，近年来矿区开山炸石震动后引发。主崩方向 345° ，体积约 1200m^3 ，规模为中型，由于坡体岩体存在软弱结构面，在暴雨或振动等作用下极易形成二次崩塌，目前仍处于不稳定状态，地质灾害发育程度强烈，主要威胁山体下方矿区道路及过往车辆人员安全，威胁人数 <10 人，威胁财产 <100 万元，危害程度小，危险性中等。

2、滑坡

评估区内现状主要发育两处滑坡地质灾害，分别位于采场北面H1和西南角H2。

H1：该滑坡位于露天采场北面所在斜坡，体积约 2800m^3 ，规模为小型。主要成因为降雨、震动及坡脚开挖。滑坡陡坎及后壁欠发育，在后缘有轻微开裂现象。原始斜坡坡度为 60° ，滑床岩性为三叠系下统北泗组第四段第三层($\lambda T_1 b^{4-3}$)中风化沉凝灰岩，产状 $5^\circ \angle 68^\circ$ 。滑坡两侧以冲沟为界，前缘至采面公路边，前缘剪出口在公路开挖时已掩埋，不可辨。滑体为第四系残坡积层含砂粘土及砂砾，厚度 $3-5\text{m}$ ，结构松散，力学强度低。滑面形态为折线形，岩性为三叠系下统北泗组第四段第三层($\lambda T_1 b^{4-3}$)强风化沉凝灰岩，结构较破碎，风化强烈。调查时在滑坡中部及后缘均未见拉张裂缝或剪切掠风或地面隆起及陷落，仅在前缘及两侧见数条剪切裂缝，错落方向 110° ，错落高度 $0.5-0.7\text{m}$ ，长 $2-4\text{m}$ ，可见深度 $0.3-0.5\text{m}$ ，滑坡前缘无冒渗水现象。

目前该滑坡处于加速变形阶段，尚未出现整体滑动现象，可能的滑动方式为牵引式，主滑方向 230° ，地质灾害发育程度强烈，其潜在威胁对象为坡脚矿区道路的过往车辆及作业人员，威胁人口 <10 人，威胁财产 <100 万元，危害程度小，危险性中等。

H2：该滑坡位于露天采场西南面所在斜坡，斜长约 80m ，宽 $60-80\text{m}$ ，厚度 $10-12\text{m}$ ，体积约 50400m^3 ，规模为中型。主要成因为降雨、震动及坡脚开挖。滑坡陡坎主要发育在其中部和后缘附近，坎高 $8-10\text{m}$ ，近直立，原始斜坡坡度在 $55-60^\circ$ ，滑床岩性为三叠系下统北泗组第四段第三层($\lambda T_1 b^{4-3}$)中风化沉凝灰岩，产状 $5^\circ \angle 68^\circ$ ，滑坡两侧边界不明显，前缘与剪出口目前在修建公路时已清除或掩埋，不可辨。滑体为第四系残坡积层含砂粘土及砂砾，厚度 $10-12\text{m}$ ，结构松散，力学强度低。滑面形态为折线形，岩性为三叠系下统北泗组第四段第三层($\lambda T_1 b^{4-3}$)强风化沉凝灰岩，结构较破碎，风化强烈。据访，该处滑坡于2022年8月暴雨过后曾发生过一次滑动，滑体堆积至坡脚公路，目前坡脚处滑体已被清除，但下部滑体仍不断位移，使得滑坡中部发育羽状裂缝，裂缝整体走向近南，宽 $0.5-0.8\text{m}$ ，长 $2-4\text{m}$ ，可见深度 $0.3-0.5\text{m}$ 。

滑坡目前处于加速变形阶段，可能得滑动方式为牵引式，主滑方向 170° ，地质灾害发

育程度强烈，依据目前滑坡所处位置及两侧人工边坡的情况，判断该滑坡将威胁坡脚矿区道路过往车辆及作业人员安全，威胁人数 <10 人，威胁财产 <100 万元，危害程度小，危险性中等。

3、不稳定斜坡

露天采场西采面分级放坡较合理，节理裂隙欠发育，坡面植被情况良好，因此未形成不稳定斜坡。评估区内不稳定斜坡地质灾害主要位于露天采场的北部采面上段P1，为上部土体、下部三叠系下统北泗组第四段第三层（ $\lambda T_1 b^{4-3}$ ）强~中风化沉凝灰岩的人工切坡，因未进行支护而形成不稳定斜坡，存在发生滑坡、崩塌的可能。该处不稳定斜坡由矿山开采建设开挖形成，最大坡高32m，坡面倾向约 205° ，整体坡度约 50° ，根据现场调查情况，边坡岩土结构由上部约6m第四系残坡积层含砂粘土及砂砾、中部约10m强风化岩、下部中风化岩组成。基岩为三叠系下统北泗组第四段第三层（ $\lambda T_1 b^{4-3}$ ）沉凝灰岩，受构造影响岩层褶皱较发育，代表性岩层产状为 $5^\circ \angle 68^\circ$ ，为逆向坡。

该处斜坡进行了分级放坡处理，坡顶未见排水沟，调查前斜坡已局部发生不规则崩塌，崩塌处高差约15m，宽约5m，无连续破坏面，崩塌原因是较软质强风化沉凝灰岩层发生失稳，崩塌堆积体厚度2-3m，总体积约 $190m^3$ ，未造成损失。该处坡体现状为不稳定状态，在降雨因素下极有可能继续发生失稳破坏，地质灾害发育程度强烈，主要威胁坡脚矿区道路过往车辆及作业人员，威胁人口 <10 人，威胁财产 <100 万元，危害程度小，危险性中等。

综上所述，评估区现状地质灾害发育程度强烈，危害程度小，危险性中等。现状地质灾害对矿山地质环境影响程度较严重。

3.2.2 地形地貌景观影响和破坏现状评估

评估区内现状采矿活动对水利、电力、交通设施影响小。矿区及周边5km范围内无自然保护区、人文景观、风景旅游区及名胜古迹分布，采矿活动暂未对人文景观、风景旅游区等造成影响和破坏。现状采矿活动主要是对原生地形地貌景观产生影响及破坏，破坏区域主要为现状露天采场、工业场地及矿山道路等地段，损毁或压占地形地貌区域达 $61.0666hm^2$ 。采区挖损区域长约1200m，宽约120-400m，面积约 $255000m^2$ ，深度10-50m，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大。

综上，现状矿山采矿活动对地形地貌景观的影响和破坏局部严重。

3.2.3 含水层的影响和破坏现状评估

1. 含水层结构破坏

根据现场调查并结合1:20万区域水文地质资料、1:5000矿区水文地质资料，评估区

含水层可划分为四类地下水类型：基岩裂隙水、碳酸盐岩类岩溶水、碎屑岩类孔隙裂隙水、松散岩类孔隙水。矿区地下水位标高在+213.73m~+312.60m之间，矿山目前已开掘矿（岩）体被切割挖掘后，形成一个长约1200m，宽约120-400m的采坑，破坏了含水层包气带的连续性，部分地改变了当地地下水的入渗补给条件。根据矿山提供的2021年1月-2022年8月的抽水记录，矿山现阶段日排水量大致在3800-3900m³/d。矿区周边取水点S09、S11、S12地下水位、流量并未发生明显变化，矿区及周围村屯生产生活用水未受到影响。因此，矿区抽排水影响范围主要集中在采坑附近，对区域地下水含水层的影响程度较轻。

综上，现状采矿活动对评估区内地下水含水层结构影响和破坏程度**较轻**。

2.地下水水位变化

① 矿山开采后对地下水水位变化及其影响

目前评估区内露天采场的最低开采标高为+230m，矿区及周边地区地下水水位标高约为+213.73m~+312.60m，采场内+230m以下部分已揭露地下水，局部改变了当地地下水的入渗补给条件，根据现场调查访问，矿区及周围主要含水层水位下降幅度小，说明矿山开采对地下水水位的变化影响程度较轻。

② 井、泉水干涸

据现状调查及访问，矿区周边范围无井、泉干涸现象。

③ 地表水漏失

据现状调查及访问，矿区周边范围无地表水漏失现象。

综上所述，矿区及周围无井、泉水干涸、地表水漏失，对地下水水位的水位变化影响程度**较轻**。

3.2.4 矿区水土环境污染现状评估

3.2.4.1 水质污染现状评估

2022~2023年储量核实工作，采集地表水样2组：矿区北西侧上游溪沟S02、下游板增小溪伏流出口S04；采集地下水样4组：矿区西侧上游的溶井S09、板步饮用水源点S11泉、采坑积水以及矿部机井S12。水样做饮用水全分析，检测结果地表水水质现状评价标准按照《地表水环境质量标准》（GB/T 3838-2002）执行，地下水水质现状评价标准按照《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）执行。按单组分方法进行评价。评价结果见表3-2-2、3-2-3。

表3-2-2 凭祥市垭土矿区金矿地表水水质分析结果表

检测项目	地表水Ⅲ类标准	垭土 S0 ₂	垭土 S0 ₄
pH值	6-9	7.82	7.98
化学需氧量(COD)	≤20	1.76	0.80
氰化物(CN ⁻)	≤0.2	<0.002	<0.002

挥发酚	≤0.005	<0.002	<0.002
锰(Mn)	≤0.1	0.0056	0.0071
铜(Cu)	≤1.0	0.0014	0.0013
铅(Pb)	≤0.05	0.0004	0.0003
锌(Zn)	≤1.0	0.0024	0.0030
镉(Cd)	≤0.005	<0.0001	<0.0001
汞(Hg)	≤0.0001	<0.0002	<0.0002
钡(Ba)	≤0.70	0.070	0.40
铍(Be)	≤0.002	<0.0001	<0.0001
砷(As)	≤0.05	0.0082	0.11
钼(Mo)	≤0.07	0.0005	0.0006
镍(Ni)	≤0.02	0.0043	0.0049
锑(Sb)	≤0.005	0.0005	0.0012
铊(Tl)	≤0.0001	<0.0001	<0.0001
氨氮(NH ³ -N)	≤1.0	0.012	0.14
铁 Fe ³⁺ +Fe ²⁺	≤0.3	0.034	0.025
氯化物 (Cl ⁻)	≤250	8.00	7.00
硫酸根(SO ₄ ²⁻)	≤250	20.0	66.8
硝酸盐 (以 N 计)	≤10	4.80	5.29
氟化物(F ⁻)	≤1.0	0.26	0.24
水质类型		III	V

表3-2-3 凭祥市垭土矿区金矿地下水水质分析结果表

检测项目	地下水III类标准	垭土 S 采坑	垭土 S09	垭土 S11	垭土 S12
pH 值	6.5-8.5	7.61	7.66	7.54	7.58
总硬度(CaCO ₃)	≤450	326	270	273	322
溶解性总固体	≤1000	419	318	315	374
耗氧量 (CODMn)	≤3.0	0.65	0.80	0.65	0.73
氰化物(CN ⁻)	≤0.05	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
挥发酚	≤0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
锰(Mn)	≤0.1	0.040	0.0051	0.0045	0.0047
铜(Cu)	≤1.0	0.0013	0.0014	0.0014	0.0014
铅(Pb)	≤0.01	0.0010	0.0005	0.0003	0.0005
锌(Zn)	≤1.0	0.0032	0.0014	0.0035	0.0059
镉(Cd)	≤0.005	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
铬(TCr)	≤0.05	0.0020	0.0027	0.0014	0.0014
汞(Hg)	≤0.001	0.0004	<0.0002	<0.0002	<0.0002
钡(Ba)	≤0.70	0.38	0.053	0.064	0.08
铍(Be)	≤0.002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
砷(As)	≤0.01	0.20	0.0017	0.0008	0.0082
钼(Mo)	≤0.07	0.0009	0.0004	0.0004	0.0003
镍(Ni)	≤0.02	0.0058	0.0050	0.0059	0.0054
银(Ag)	≤0.05	0.0075	0.0009	0.0005	0.0009
锑(Sb)	≤0.005	0.0016	0.0001	0.0001	0.0003
铊(Tl)	≤0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
氨氮(NH ³ -N)	≤0.5	0.048	0.015	0.000	0.000

检测项目	地下水III类标准	埂土 S 采坑	埂土 S09	埂土 S11	埂土 S12
钠(Na ⁺)	≤200	10.7	2.99	5.00	3.99
铁 Fe ₃ +Fe ²⁺	≤0.3	0.12	0.019	0.015	0.032
氯化物 (Cl ⁻)	≤250	7.25	5.75	7.50	10.0
硫酸根(SO ₄ ²⁻)	≤250	81.0	10.2	14.5	37.6
硝酸根 (NO ₃ ⁻)	≤20	5.45	4.82	10.6	13.5
亚硝酸盐 (NO ₂ ⁻)	≤1.0	0.007	0.013	0.28	0.014
氟化物(F ⁻)	≤1.0	0.33	0.26	0.14	0.20
水质类型		V	III	III	III

根据检测结果，现状矿坑抽水地下水影响范围（半径约500m）内上游小溪S02水质达地表水III类水标准，地下水影响范围（半径约500m）外S09、S11及S12也均达到地下水III类水标准，水质较好。采坑中地下水涌水的砷含量超地下水III类水标准20倍，为V类水，采坑下游板增小溪伏流出口S04砷含量超地表水III类水标准2.2倍，为V类水，分析超标原因是由于采矿引起的超标，矿坑涌水未得到有效处理，排入下游地表水后，造成地表水的污染。

综上所述，评估区现状采坑内水质污染程度较严重，影响范围小，未造成直接经济损失，现状水质污染影响程度较严重。

3.2.4.2 土壤污染现状评估

2022~2023年储量核实工作，共采集6件土壤样，检测矿区土壤有害元素含量，其中HT01为矿区西侧山坡林地土壤样、HT02为采场中部山坡林地土壤样、HT03位于采场北侧山坡林地土壤样，HT04采场下游排水口附近半坡上林地土壤样，HT05、采场下游的旱地土壤样，HT06堆淋场下游的旱地土壤样，由广西壮族自治区第四地质队实验室根据HJ803-2016等标准检验方法进行检测。按照《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）进行评价。评价结果见表3-2-4。

表3-2-4 凭祥市埂土矿区金矿土壤重金属检测结果表

样品编号		HT01	HT02	HT03	HT04	HT05	HT06	筛选(管制)值
pH		7.43	7.26	7.48	7.04	6.56	6.59	6.5<pH≤7.5
砷 As	ug/g	5.20	106.00	12.00	37.20	46.30	47.80	30(120)
汞 Hg	ug/g	0.055	0.433	0.120	0.057	0.139	0.099	2.4(4.0)
镉 Cd	ug/g	0.33	3.04	0.21	0.19	0.19	0.29	0.3(3.0)
铬 Cr	ug/g	645.0	274.0	82.5	41.0	97.8	201.0	200(1000)
铜 Cu	ug/g	161.0	83.2	14.5	22.0	14.9	23.6	100
铅 Pb	ug/g	7.8	64.2	36.9	43.2	29.3	42.5	120(700)
锌 Zn	ug/g	137.0	238.0	76.2	108.0	93.3	78.5	250
镍 Ni	ug/g	669.0	261.0	12.3	14.4	17.3	16.5	100
锰 Mn	ug/g	1076.0	1569.0	157.0	178.0	452.0	499.0	
银 Ag	ug/g	0.100	0.310	0.079	0.033	0.045	0.150	

根据检测结果，HT01的铬、铜、镍超过筛选值；HT02的砷、镉、镍超过筛选值，镉超过了管制值；HT03未受污染；HT04、HT05的砷超过筛选值，HT05的砷、铬超过筛选值。

采场周边现状分布有1个堆矿场、4个堆淋场和2个排土场，根据现状堆淋场下游的HT01、HT02、HT06土壤重金属检测结果，HT01的铬、铜、镍超过筛选值；HT02的砷、镉、镍超过筛选值，镉超过了管制值；HT06的砷、铬超过筛选值。结果表明堆淋场已对下游土壤造成污染。矿区原有土壤砷含量均超标，即砷元素的地球化学背景值较高，在大气降雨淋滤后，砷元素溶解于地表水体中，随地表水体径流扩散以及下渗，可能由此造成土壤中砷含量超标原因之一。排土场主要为矿山开采剥离矿体顶底板围岩的废渣，对场地污染主要为粉尘。

综上，矿业活动已对土壤造成了一定程度的污染，影响程度**严重**。

3.2.5 土地损毁现状评估

目前评估区范围内采矿活动形成的破坏主要是露天采场及工业场地，对土地资源的破坏方式为挖损或压占破坏。根据凭祥市自然资源局提供的土地利用现状图，矿山现状损毁的土地类型包括其他园地（0204）、可调整其他园地（0204K）、乔木林地（0301）、灌木林地（0305）、其他草地（0404）、采矿用地（0602）、农村宅基地（0702）、公路用地（1003）、农村道路（1006）、坑塘水面（1104），损毁面积共计61.0666hm²。

综上，评估区范围内损毁土地总面积达到61.0666hm²，土地权属单位为凭祥市夏石镇丰乐村委，现状土地损坏统计结果见表3-2-6，本项目各损毁单元损毁程度评价因子及等级标准详见表3-2-5，其中露天采场最大开采高差达210m，因此，评估区范围内现状采矿活动对土地资源的损毁程度**严重**。

表3-2-5 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≤2hm ² ，荒山或未开发利用土地≤10hm ²	耕地≤2hm ² ，林地或草地2-4hm ² ，荒山或未开发利用土地 10-20hm ²	基本农田，耕地>2hm ² ，林地或草地>4hm ² ，荒地或未开发利用土地>20hm ²

根据土地损毁程度评价因子及等级标准表，项目对土地损毁现状如下：

1、露天采场

位于评估区北部，采场剥采了大部分地表浅层岩，形成了多级阶梯平台。露天采场及矿山道路对土地损毁严重，损毁形式为挖损，损毁土地类型其他园地（0204）、可调整其他园地（0204K）、乔木林地（0301）、灌木林地（0305）、其他草地（0404）、采矿用地（0602）、农村宅基地（0702）、公路用地（1003）、农村道路（1006）、坑塘水面（1104），损毁面积分别0.2001hm²、0.0102hm²、1.2685hm²、0.8499hm²、0.5957hm²、22.8364hm²、0.0074hm²、0.5586hm²、1.0418hm²、0.9766hm²，土地损毁面积合计28.3452hm²，由于开采形成的挖坡高度>10m，根据表3-2-5，判定露天采场现状对土地资源损毁**严重**。

2、2号排土场及堆淋场

位于评估区西南部，主要包含2号排土场、堆淋场。2号排土场、堆淋场对土地损毁较严重，损毁形式为挖损和压占，损毁土地类型灌木林地（0305）、其他草地（0404）、采矿用地（0602）、农村道路（1006），损毁面积分别0.7707hm²、12.4704hm²、0.5487hm²、0.2360hm²，土地损毁面积合计14.0258hm²，原堆淋场2（不利用）的平均堆方高度6.5m，根据表3-2-5，判定2号排土场及堆淋场现状对土地资源损毁**较严重**。

3、3号排土场、堆淋场、办公生活区

位于评估区东南部，主要包括3号排土场、堆淋场、办公生活区等场地。3号排土场、堆淋场、办公生活区对土地损毁较严重，损毁形式主要为挖损和压占，损毁土地类型乔木林地（0301）、灌木林地（0305）、其他草地（0404）、采矿用地（0602）、农村宅基地（0702）、公路用地（1003）、坑塘水面（1104），损毁面积分别0.1103hm²、0.7358hm²、2.5741hm²、12.6964hm²、1.2097hm²、1.2753hm²、0.0940hm²，土地损毁面积合计18.6956hm²，堆淋场的平均堆方高度7m，且旧排土场已部分自然复绿，根据表3-2-5，判定3号排土场（不利用）、堆淋场、办公生活区现状对土地资源损毁**较严重**。

3.2.6 现状评估小结

评估区现状崩塌地质灾害强发育，危害程度小，危险性中等，滑坡地质灾害强发育，危害程度小，危险性中等，不稳定斜坡地质灾害强响和破坏程度局部发育，危害程度小，危险性中等；现状采矿活动对地形地貌景观的影响程度局部严重；矿山开采现状对地下含水层的影响和破坏程度较轻，对地下水位的水位变化影响程度较轻，矿区及周边无井、泉水干涸、地表水漏失；现状采矿活动对地下水水质污染影响程度较严重；现状采矿活动对土壤污染影响程度严重；现状采矿活动对土地资源损毁程度**严重**。

综上，现状矿活动对矿山地质环境的影响程度为**严重**。

3.2.7 矿山地质环境影响程度分级和范围

依据评估区现状地质灾害、地形地貌、含水层、土地资源四项指标，参照《广西矿山地质环境恢复治理与土地复垦方案编制技术要求（试行）》附录E.1的矿山地质环境影响程度分级表（分严重、较严重、较轻三级）进行影响程度分析（结果见表3-2-7），最后采用图层叠加法对各单元影响严重程度进行叠加，按就高不就低的原则确定矿山地质环境影响评估分区。

综上，现状评估将本矿山地质环境影响程度分为**严重区（Ⅰ）**和**较轻区（Ⅱ）**两个级别区（表3-2-8）。

表3-2-6 现状矿山损坏地类面积统计表 单位：hm²

场地名称	合计	一、二级地类										土地权属人
		园地 (02)		林地 (03)		草地 (04)	工矿仓储用地 (06)		交通运输用地 (10)		水域及设施用地 (11)	
		其他园地 (0204)	可调整其他园地 (0204K)	乔木林地 (0301)	灌木林地 (0305)	其他草地 (0404)	采矿用地 (0602)	农村宅基地 (0702)	公路用地 (1003)	农村道路 (1006)	坑塘水面 (1104)	
露天采场	28.3452	0.2001	0.0102	1.2685	0.8499	0.5957	22.8364	0.0074	0.5586	1.0418	0.9766	夏石镇 丰乐村、 白龙村、 燕安村 委
堆淋场 (西南)	1.3938	\	\	\	0.2934	0.7109	0.2647			0.1248		
2号排土场	12.6320	\	\	\	0.4773	11.7595	0.2840			0.1112		
办公生活区	1.6497	\	\	\	\	\	0.4400	1.2097				
堆淋场	7.9165	\	\	0.1103	0.1209	1.2682	5.7530		0.5701		0.0940	
干堆场	6.8757	\	\	\	0.4160	0.0447	5.8230		0.5920			
3号排土场	2.2537	\	\	\	0.1989	1.2612	0.6804		0.1132			
合计	61.0666	0.2001	0.0102	1.3788	2.3564	15.6402	36.0815	1.2171	1.8339	1.2778	1.0706	

表3-2-7 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
地质灾害	崩塌	露天采场西南面岩溶区	矿区道路、采场设备及现场作业工作人员	现状崩塌地质灾害强发育，危害程度小，危险性中等。	较严重
	滑坡	露天采场北面和西南角	矿区道路、采场设备及现场作业工作人员	现状滑坡地质灾害强发育，危害程度小，危险性中等。	较严重
	不稳定斜坡	露天采场北部采面上段	矿区道路、采场设备及现场作业工作人员	现状不稳定斜坡地质灾害强发育，危害程度小，危险性中等。	较严重
地形地貌景观	原生地形地貌	露天采场、2号排土场、堆淋场3号排土场（不利用）、干堆场、办公生活区及矿山道路等地段	挖损、压占损毁地表植被及改变地形	评估区内现状损毁或压占地形地貌区域61.0666hm ² 。采区挖损区域长约1200m，宽约120-400m，面积约255000m ² ，深度10-50m，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大。	局部严重
	自然保护区、人文、风景旅游区	无	无	无	无
	主要交通干线	无	无	无	无
含水层	结构破坏	矿区浅部地下含水层	含水层厚度、结构	现状矿区采坑开挖已揭露矿区主要含水层，破坏了含水层包气带的连续性，部分地改变了当地地下水的入渗补给条件。根据抽水记录矿坑在排水时周边取水点水位及流量无明显变化，其影响范围只集中在采坑附近，因此现状露天采矿活动对含水层结构破坏程度较轻。	较轻
	地表水漏失	无	无	无	无
	疏干影响	无	无	无	无
	水质污染	评估区内的地下水	评估区地下水的水质	采坑中地下水涌水的砷含量超地下水III类水标准20倍，为V类水，采坑下游板增小溪伏流出口S04砷含量超地表水III类水标准2.2倍，为V类水，现状水质污染影响程度较严重。	较严重
土地资源	矿山建设压占、挖损	露天采场、堆矿场、堆淋场、排土场及矿山道路等地段	土地资源	评估区内现状损毁或压占地形地貌区域61.0666hm ² 。	严重

	地面变形损毁	无	无	无	无
	地质灾害损毁	露天采场北面 和西南面	土地资源	灾害影响范围内土地资源	较严重
	土壤污染损毁	堆淋场、排土 场	土地资源	根据现状堆淋场下游的土壤重金属检测结果表明堆淋场已对下游土壤造成污染。排土场主要对场地污染为粉尘。矿业活动已对土壤造成了一定程度的污染，影响程度严重。	严重

表3-2-8 矿山地质环境影响现状评估分区表

分区	范围	面积 (hm ²)	地质灾害	含水层	地形地貌景观	土地资源
严重区 (I)	露天采场、2号排土场、堆淋场、3号排土场(不利用)、堆淋场、办公生活区及现状地质灾害影响区域	61.0666	较严重	较严重	局部严重	严重
较轻区 (II)	评估区内除严重区以外的区域	743.4532	较轻	较轻	较轻	较轻

3.3 预测评估

3.3.1 地质灾害预测评估

本矿山的地质灾害预测评估是对矿山工程建设过程中、工程建成后可能引发或加剧的地质灾害及矿山建设工程本身可能遭受已存在的地质灾害进行预测。

根据评估区现有地形地貌、地层岩性、地质构造、岩土体工程地质特性、水文地质条件、矿山生产对地质环境的改变及影响等要素，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、岩溶发育特征、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。

根据矿山开发利用方案，未来矿山生产建设对地质环境的影响和破坏主要表现为露天开采和地下开采采矿活动，采矿活动将改变评估区内的原有地形地貌，在机械振动、爆破振动等因素影响下，改变岩土体中的力学平衡状态和不稳定斜坡的稳定性，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，预测采矿活动可能引发或加剧的地质灾害有不稳定斜坡、采空区地面沉陷、岩溶地面塌陷及泥石流，建设工程本身可能遭受的已存在的地质灾害为崩塌、滑坡及不稳定斜坡。

本矿山参照《地质灾害危险性评估规程》(DB45/T1625-2024)，地质灾害诱发因素按

表3-3-1确定，地质灾害预测危害程度及地质灾害危险性预测评估等级按表3-3-2、表3-3-3确定，不稳定斜坡发生崩塌、滑坡地质灾害的可能性按《规程》附表D.10进行分级（即表3-3-4）。矿山建设工程自身及附属设施遭受已存在地质灾害危害危险性预测按表3-3-14确定。

表3-3-1 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	挖填扰动、震动、加载、抽排水、灌水、灌浆、采矿	挖填扰动、震动、加载、抽排水、灌水、灌浆、采矿	水库溢流或垮坝、弃渣、植被破坏	挖填扰动、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、灌浆、采矿
不稳定斜坡可参照滑坡、崩塌地质灾害种类分析。					

表3-3-2 地质灾害危害程度（可能性）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	4-9	100-＜500	10-99	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3-3-3 地质灾害危险性预测评估分级表

危害程度	引发或加剧地质灾害的可能性		
	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3-3-4 不稳定斜坡可能性分级表

判别指标	岩土体类型	大	中等	小
坡高 H（m）	欠固结堆积土、膨胀岩土、软土	>5	3~5	<3
	其他堆积土	>10	5~10	<5
	新近系软质岩土，碎裂或散体结构岩体	>15	5~15	<5
	层状软质泥、页、片岩	>20	10~20	<10

判别指标	岩土体类型	大	中等	小
	层状次硬~坚硬的碎屑岩和碳酸盐岩类	>30	15~30	<15
	块状坚硬岩类	>40	20~40	<20
稳定系数 Fs		欠稳定、不稳定状态	基本稳定	稳定

注 1: 按“就高不就低”的原则确定, 有一项指符合该级别则判定为该级别。
注 2: 可计算 Fs 的优先按 Fs 和稳定状态判定, 稳定系数和稳定状态根据 DZ/T 0218 确定, 膨胀岩土不稳定斜坡 DB45/T-1250 确定。
注 3: 符合 6.8.1 b) 中 2)、3)、4)、5) 款特征的斜坡可按滑坡或崩塌评估。
注 4: 土质边坡粘性土按 1:1 坡率, 岩质边坡按 1:0.5~1:0.75 坡率, 填方边坡按设计坡率考虑; 超过上述坡率的则就高级评定。

本次评估, 预测矿山建设中(生产阶段)引发或加剧的不稳定斜坡地质灾害位于三叠系下统北泗组第四段第三层(λT_1b^{4-3})地层, 其基岩岩性为强~中风化沉凝灰岩, 边坡岩性从上至下依次为: 含砂黏土及砂砾、强风化层、中风化层, 本次评估将边坡黏土及全风化层按“其他堆积土”, 强风化层按“碎裂岩或散体结构岩体”, 中风化层按照“层状软质泥、页、片岩”进行评估。

3.3.1.1 矿山建设中(生产阶段)可能引发或加剧地质灾害危险性预测评估

(一) 引发或加剧不稳定斜坡发生崩塌、滑坡地质灾害的危险性预测

位于露天采场北部采面上段, 该处不稳定斜坡由矿山开采建设开挖形成, 最大坡高32m, 坡面倾向约205°, 整体坡度约50°, 边坡主要岩性为第四系残坡积层含砂粘土及砂砾、强~中风化沉凝灰岩等, 以软质岩为主, 全风化层厚度一般厚约6m, 强风化层厚度约8m, 土体自稳能力较差, 露天采场附近有多条断层经过, 受构造作用影响, 岩体破碎, 局部产状变化较大。该段挖方边坡的地质环境条件、人类工程活动特征及引发或加剧不稳定斜坡产生崩塌、滑坡的可能性、危害程度、危险性主要预测指标评价结果见表3-3-5。

表3-3-5 矿山建设中(生产阶段)引发或加剧不稳定斜坡产生崩塌、滑坡预测评估

编号	长度(m)	最大坡高(m)	地质环境条件及人类工程特征	危害对象	可能性	危害程度	危险性
P1	260	32	位于露天采场北部采面上段, 原始地形坡度约50°; 基岩为三叠系下统北泗组第四段第三层(λT_1b^{4-3})沉凝灰岩, 以软质岩为主, 受构造作用影响, 岩层倾向倾角变化较大, 代表性岩层产状为5°∠68°。开挖后坡体整体坡向约205°, 为逆向坡, 坡体上部为厚约6m的含砂粘土及砂砾, 强风化岩厚度约8m, 坡体下部为中风化岩层; 坡体顶部陡峭, 坡度约55°, 坡顶无建筑物。主要工程建设活动为坡脚开挖的矿区道路及矿石开采。	过往车辆、作业人员	大	中等	大

按照结构面产状, 编制成赤平投影图, 对边坡的稳定性进行预测分析。

由以上分析可知, 边坡坡度较陡, 对边坡稳定性最不利的是J2结构面, 其与坡向夹角

为26.0°，为顺向坡，倾角为45.0°，倾角大且小于坡面倾角，在震动、暴雨等工况条件下，岩体较易向231°方向崩滑。

综上露天采场北部上段挖方边坡坡体主要为含砂黏土、砂砾、强风化层、中风化层，含砂黏土及砂砾属其他堆积土，强~中风化层为层状软质岩，预测露天采场北部上段挖方不稳定斜坡产生崩塌、滑坡地质灾害可能性大，主要威胁过完车辆及作业人员安全，威胁人数10-20人，可能直接经济损失100-500万元，其危害程度中等，危险性大。

(二) 引发或加剧采空区地面沉陷地质灾害的危险性预测

随着地下采矿的进行，特别是在矿山采矿后期，当矿层大面积采空后，顶板岩层失去支撑，原有平衡条件被破坏，顶部基岩可能会发生弯曲、塌落，导致周围岩石移动，逐渐影响到地面变形，引发采空区地面沉陷。方案的地表移动与变形值的预计及参数求取方法按广西壮族自治区地方标准《地质灾害危险性评估规程》（DB45/T 1625-2024）附录F矿山地表移动与变形值的预计及参数求取方法进行计算。

根据该矿山的矿体特征，设计确定07-12号勘探线、11-35号勘探线、35-51号勘探线之间的矿体分别在200m、230m、260m标高以上仍采用露天开采方式，其之下在留有保安矿柱后采用地下开采方式，矿体顶底板主要为中厚层状灰岩，属于坚硬岩石，岩体综合单向抗压强度 $R=80\text{Mpa}$ ，选用覆岩分层岩性评价系数 $Q=0.1$ ，覆岩综合评价系数 $P=Q=0.1$ ，则岩石影响系数对应从表G.2中查得 $D=0.93$ ，下沉系数 $q=0.5 \times (0.9+P)=0.5 \times (0.9+0.1)=0.5 \times 1.0=0.5$ 。最大影响角正切 $tg\beta=(D-0.0032H)(1-0.0038\alpha)$ ，水平移动系数 $b=0.3$

$(1+0.0086\alpha)$ 。非充分采动的最大下沉值 $W_{cm}=M \cdot q \cdot \cos\alpha \sqrt{n_1 n_2}$ ，其中 $n_1=0.9^{\frac{D_1}{H_0}}$ ， $n_2=0.9^{\frac{D_2}{H_0}}$ ；计算结果如表3-3-6。

表3-3-6 地下开采部分各矿体采空区地表移动与变形值预测计算结果表

勘探线编号	07-12号勘探线	11-35号勘探线	35-51号勘探线
矿块平均长度 D_1 (m)	142.5	140	145
中段平均高度 D_2 (m)	25	25	25
矿体平均采深 H_0 (m)	285	304	322
D_1/H_0	0.5	0.46	0.45
D_3/H_0	0.42	0.36	0.33
采动程度	非充分采动	非充分采动	非充分采动
矿体平均厚度 M (m)	8.2	8.5	8
矿体倾角 α (°)	4.6	4.8	5
倾斜方向采动系数 n_1	0.47	0.44	0.46
走向方向采动系数 n_2	0.33	0.28	0.25
采区边界开采最大深度 H (m)	110	127	118
覆岩综合评价系数 $P=Q$	0.1	0.1	0.1

下沉系数 q	0.5	0.5	0.5
岩石影响系数 D	0.92	0.92	0.92
采空区边界影响角正切 $\text{tg}\beta$	0.54	0.52	0.56
$\text{tg}\beta$ 可取否	否	否	否
采空区边界影响角 β	48.7	48.7	48.7
采空区边界影响半径 r (m)	56.95	79.86	58.44
水平移动系数 b	0.31	0.37	0.32
最大下沉值 W_{cm} (mm)	105.48	56.47	75.21
最大倾斜值 i_{cm} (mm/m)	2.36	0.77	0.36
最大曲率值 K_{cm} ($10^{-3}/\text{m}$)	0.04	0.02	0.01
最大水平变形值 u_{cm} (mm/m)	56.27	12.58	34.52

根据表3-3-13的地面变形参数计算结合开采设计所取用的岩体移动角上盘 65° 、下盘和两端 60° 、表土 45° ，通过预测计算可知，在推测的地表移动范围内，在推测的地表移动范围内，没有分布建筑物，经调查矿区内未发生地面沉陷地质灾害历史，因此预测采矿工程引发采空区地面沉陷地质灾害的可能性小，预测未来采空区上部及附近无村庄，主要危害地面露天采场和林地，危害人数 <10 人，直接经济损失 <100 万，危害程度小，危险性小。

(三) 引发或加剧岩溶地面塌陷地质灾害的危险性预测

岩溶塌陷的诱发因素包括自然和人为因素（参见下表3-3-7），引发或加剧岩溶塌陷的可能性大小有诸多影响因素，其中主要与地下水及加载震动、覆盖层岩性及厚度、地貌及岩溶发育程度等因素关系较为密切，其可能性大小的预测指标列于下表3-3-8。

表3-3-7 地质灾害诱发因素分类表

地质灾害类型	岩溶塌陷
自然因素	地下水位变化、地震、降水
人为因素	挖填扰动、震动、加载、抽排水、灌水、灌浆、采矿、水库浸没

表3-3-8 岩溶塌陷发育程度（可能性）分级表

判别指标		发育特征	得分
地下水 (30分)		评估区及附近地下水位长期在基岩面上下反复波动	30
		评估区及附近地下水位长期在基岩面以下波动	25
		评估区及附近地下水位长期在土体中波动	20
第四系覆盖土体	土体结构 (5分)	多层结构	5
		双层结构	3
		单层结构	1
	土层底部 (8分)	流塑状~软塑淤泥、粘性土，砂土	8
		可塑状粘性土，粉土	5
		硬塑状~坚硬粘性土，碎石土、全风化岩土	2
土体厚度 (15分)	$<10\text{m}$	20	
	$10\sim 20\text{m}$	15	
	$>20\text{m}$	10	
岩溶发育程度 (25分)		评估区及附近岩溶强发育，地表有较多的洼地、漏斗、落水洞，地下溶洞发育，多岩溶大泉和暗河；地面塌陷发育密度每平方公里大于5个	25
		评估区及附近岩溶中等发育，地表有洼地、漏斗、落水洞发育，地下洞穴同	20

	道不多，岩溶大泉、暗河较少；地面塌陷发育密度每平方公里2个~5个	
	评估区内及附近岩溶弱发育，地表岩溶形态稀疏发育，地下洞穴较少，无岩溶大泉及暗河；地面塌陷发育密度每平方公里小于2个	15
微地貌（4分）	平原、谷地、溶蚀洼地	4
	谷坡、岩溶丘陵、缓坡	0
人类工程活动（8分）	抽排水、灌浆、爆破、加载、震动等工程活动对塌陷稳定性影响强烈	8
	抽排水、灌浆、爆破、加载、震动等工程活动对塌陷稳定性影响中等	4
	抽排水、灌浆、爆破、加载、震动等工程活动对塌陷稳定性影响弱	0
注1：预测岩溶塌陷的可能性按综合得分确定，可能性大 ≥ 85 ；可能性中等 $70\sim 84$ ，可能性小 < 70 ；		
注2：当评估区现状发育岩溶塌陷时，在岩溶塌陷区及其影响范围内应不计综合得分直接判定为可能性大，临近岩溶塌陷影响范围、位于岩溶塌陷影响范围外的，可参照该表量化评判可能性等级；		
注3：双层结构土体指二元结构土体，多层结构土体指多元结构土体。		

矿区地处岩溶区，据本场地工程勘察报告及周边场地勘察资料分析，评估区上覆土层厚度一般15-20m，下伏基岩为石炭系上统马平组第二段（ $C_2P_1m^2$ ）白云质灰岩、白云岩、微晶灰岩夹白云质条带，三叠系下统北泗组第三段（ T_1b^3 ）微晶灰岩、白云质灰岩，第四段（ λT_1b^4 ）凝灰质熔岩，凝灰岩、沉凝灰岩，第五段（ T_1b^5 ）的疙瘩状灰岩、泥岩、砂屑灰岩，岩溶中等发育；矿区地下水水位埋深大于20m，水位标高在325m以下，其年变幅约1-3m，水位在岩体中变动。矿区整体开挖至+230m标高时地下水影响半径约788.70m，岩溶区地下情况复杂多变，可能存在一些隐伏土洞、浅层溶洞。矿坑开挖致使上覆土体厚度产生变动，导致隐伏土洞、浅层溶洞上部盖层变薄或加厚，在车辆碾压、振动及建筑荷载作用下，隐伏土洞、浅层溶洞顶板应力平衡状态发生改变，当不足以支撑洞顶岩土体时，就会导致岩溶塌陷的产生。参考上表，按地下水、第四系覆盖土体、岩溶发育程度、微地貌及人类工程活动对矿山建设中（生产阶段）引发或加剧岩溶塌陷的可能性大小评述如下表3-3-9：

表3-3-9 矿山建设中（生产阶段）预测岩溶塌陷可能性各指标得分情况

判别指标		发育特征	得分
地下水		评估区及附近地下水位长期在基岩面以下波动	25
覆盖土	土体结构	双层结构	3
	土层底部	硬塑状~坚硬粘性土，碎石土、全风化岩土	2
	土体厚度	10~20m	15
岩溶发育程度		评估区及附近岩溶中等发育，地表有洼地、漏斗、落水洞发育，地下洞穴通道不多，岩溶大泉、暗河较少；地面塌陷发育密度每平方公里2个~5个	20
微地貌		平原、谷地、溶蚀洼地	4
人类工程活动		抽排水、灌浆、爆破、加载、震动等工程活动对塌陷稳定性影响强烈	10
总分			79

据表3-3-16，评估区岩溶塌陷可能性得分为79，其可能性中等；预测发生岩溶塌陷个体面积一般小于50m²，灾害主要危害矿区范围内车辆和人员、施工机械设备的安全，预测受威胁的人数10-20人，可能的直接经济损失100-500万元，危害程度中等，危险性中等。

（四）引发或加剧泥石流地质灾害的危险性预测

（1）露天采场

根据开发利用方案，未来露天采场最低开采标高200m；开采坑工作台阶高度：10m；台阶坡面角：第四系表土层、矿体北盘火山熔岩取45°，矿体南盘取55°；安全平台宽度：4m；清扫平台宽度：8m（每隔两个安全平台设一清扫平台）；运输平台宽度：8m；最终边坡角： $\leq 40^\circ$ ；采场最小底宽：20m。采坑的边坡为土岩结合边坡，主要由第四系残坡积层含砂黏土及砂砾、强~中风化火山熔岩等构成。开采过程中，坡面上土层受扰动，结构较松散，加上随坡堆弃的废岩土，这些大量松散堆积的废岩土未经防护，一旦遇强降雨，极易与雨水混合，迅速形成泥石流，沿坡面向下游流动。评估区属亚热带季风气候区，雨量较充沛，本地2015年-2023年多年平均降雨量为1350mm，露天采坑汇水面积较大，短时间内可汇集大量的水源的可能性大。采矿活动引发泥石流地质灾害危及对象为采矿人员、钩机、铲车、推土机及运输车及周边路过村民等，预测直接经济损失100-500万元，受威胁人数10-50人。因此，预测采矿活动引发露天采坑产生泥石流地质灾害的可能性大，危害程度中等，危险性大。

（2）临时排土场

根据开发利用方案，矿区设有1个临时排土场，有对外的沟谷出口，且场地外围均未设置截排水沟。临时排土场的堆积物成分主要为耕植层和部分含砂粘土、砂砾及强风化沉凝灰岩、中风化块状灰岩等，结构较松散，不稳定性较高，随着采矿活动的继续，堆放高度将逐渐增高，在重力、降雨等影响下，可能引发泥石流地质灾害，主要危及对象为临近的河流、过往车辆、行人、村庄以及周边农作物，因此，预测临时排土场引发泥石流地质灾害的可能性中等，威胁对象主要是沟谷下游的采场、旱地，预测造成直接经济损失100-500万元，受威胁人数10-20人，危害程度中等，危险性中等。

（3）排土场

根据开发利用方案，矿区设1个永久排土场，有对外的沟谷出口，且场地外围均未设置截排水沟。排土场内的堆积物成分主要为耕植层和部分含砂粘土、砂砾及强风化沉凝灰岩、中风化块状灰岩等，结构较松散，不稳定性较高，随着采矿活动的继续，堆放高度将逐渐增高，在重力、降雨等影响下，可能引发泥石流地质灾害，主要危及对象为临近的河流、过往车辆、行人、村庄以及周边农作物，因此，预测排土场引发泥石流地质灾害的可能性中等，威胁对象主要是沟谷下游的采场、旱地，预测造成直接经济损失100-500万元，受威胁人数10-20人，危害程度中等，危险性中等。

3.3.1.2 矿山建成后（闭坑后）可能引发或加剧地质灾害预测评估

根据评估区地质环境条件和矿山建设可能引发或加剧地质灾害危险性预测评估结果，结合矿区本身特点分析，矿山建成后（闭坑后）可能引发或加剧地质灾害为不稳定斜坡产生崩塌、滑坡、采空区地面沉陷及泥石流。

（一）引发或加剧不稳定斜坡发生崩塌滑坡地质灾害的危险性预测

采矿活动结束后，原有采区大部分区域进行回填，边坡坡度降低，并进行复垦，通过植被覆盖护坡。因此，预测露天采场采矿活动结束后引发崩塌、滑坡可能性小，危害对象为周边人员等，预测造成直接经济损失<100万元，受威胁人数小于10人，危害程度小，危险性小。

（二）引发或加剧采空区地面沉陷地质灾害的危险性预测

矿山建成后，采空区封闭、回填、复绿，处于相对稳定状态。矿山闭坑后，工程荷载、机械振动、爆破震动等人为因素已经不存在，因此预测采空塌陷发生可能性小，其危害程度小，危险性小。

（三）引发或加剧泥石流地质灾害的危险性预测

采矿活动结束后，露天采场、临时排土场、排土场进行回填，边坡坡度降低，并进行复垦，通过植被覆盖护坡。开采结束后，因坡面通过植被覆盖，土层受扰动小，在强降雨条件下，形成泥石流可能性减小，因此，预测采矿活动引发泥石流地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小。

3.3.1.3 工程自身可能遭受已存在的地质灾害危险性预测评估

（一）工程自身可能遭受崩塌地质灾害的危险性预测

依据收集的资料、现场调查结果以及对评估区地质灾害危险性评估结果，评估区现状崩塌地质灾害发育程度强烈，危害程度小，危险性中等，地质灾害位于采场西南面的岩溶区山体附近，矿山采场建设工程邻近地质灾害影响范围，按表3-3-14预测建设工程自身遭受不稳定斜坡地质灾害的可能性中等，崩塌地质灾害主要危及工程本身以及场地内工作人员，威胁人数<10人，可能造成的直接经济损失<100万元，按表3-3-3预测其危害程度小，预测其危险性中等。

（二）工程自身可能遭受滑坡地质灾害的危险性预测

依据收集的资料、现场调查结果以及对评估区地质灾害危险性评估结果，评估区现状滑坡地质灾害发育程度强烈，危害程度小，危险性中等，地质灾害位于采场北面和西南角附近，矿山采场建设工程位于地质灾害影响范围内，按表3-3-14预测建设工程自身遭受不稳定斜坡地质灾害的可能性大，滑坡地质灾害主要危及工程本身以及场地内工作人员，威胁

人数10-15人，可能造成的直接经济损失100-200万元，按表3-3-3预测其危害程度中等，预测其危险性大。

(三) 工程自身可能遭受不稳定斜坡地质灾害的危险性预测

依据收集的资料、现场调查结果以及对评估区地质灾害危险性评估结果，评估区现状不稳地斜坡地质灾害发育程度强烈，危害程度小，危险性中等，地质灾害位于露天采场北部采面上段，矿山采场建设工程位于地质灾害影响范围内，按表3-3-10预测建设工程自身遭受不稳定斜坡地质灾害的可能性大，不稳定斜坡地质灾害主要危及工程本身以及场地内工作人员，威胁人数10-15人，可能造成的直接经济损失100-500万元，按表3-3-3预测其危害程度中等，预测其危险性大。

表3-3-10 建设工程自身遭受已存在地质灾害危害可能性预测评估分级

建设工程与地质灾害影响范围位置关系	建设工程遭受地质灾害的可能性等级
建设工程位于地质灾害影响范围内	大
建设工程邻近地质灾害影响范围	中等
建设工程位于地质灾害影响范围外	小

注 1: 地质灾害影响范围内是指地质灾害体及预测地质灾害可能威胁到边界内。
 注 2: 邻近地质灾害影响范围是指超出地质灾害可能威胁的边界外 2 倍灾点中心至边界距离内。
 注 3: 地质灾害影响范围外是指超出地质灾害可能威胁的边界外 2 倍灾点中心至边界距离外。

3.3.1.4 地质灾害预测评估小结

矿山建设中（生产阶段）：预测评估区露天采场不稳定斜坡引发或加剧崩塌、滑坡地质灾害的可能性大，其危害程度中等，危险性大；预测引发或加剧采空区地面沉陷地质灾害可能性小，危害程度小，危险性小；预测评估区引发或加剧岩溶地面塌陷地质灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性中等；预测露天采场引发泥石流地质灾害可能性大，危害程度中等，危险性大；预测临时排土场引发泥石流地质灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性中等；预测排土场引发泥石流地质灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性中等。

矿山建成后（闭坑后）：引发或加剧不稳定斜坡发生崩塌滑坡地质灾害的可能性小，其危害程度小，危险性小。引发或加剧采空区地面沉陷地质灾害可能性小，其危害程度小，危险性小。引发或加剧泥石流地质灾害可能性小，危害程度小，危险性小。

工程自身遭受崩塌地质灾害的可能性中等，危害程度小，危险性中等；工程自身遭受滑坡地质灾害的可能性大，危害程度中等，危险性大；工程自身遭受不稳定斜坡地质灾害的可能性大，危害程度中等，危险性大。

3.3.2 地形地貌景观影响和破坏程度预测评估

经现场调查，矿区及紧邻周边远离城市，无各类自然保护区、无人文景观、无风景旅

游区、可视范围内无主要交通干线。未来采矿活动对地形地貌景观的影响及破坏，主要表现在露天采场继续推进、加工场地调整等改变原有地形，造成新的地形地貌景观破坏。具体表现为：

1.露天采场

根据现状开采格局，结合矿产资源开发利用方案一章中的设计，矿区最终形成一个采区，随着矿山未来持续开采矿区范围内矿体，将挖损土地和破坏植被，改变原有地形，对微地貌改变较大。因此采矿终了时，将形成16个采场平台，采场边坡最大开采高差210m，最终边坡坡度 $\leq 40^\circ$ 的台阶最终边坡。拟破坏土地资源面积36.8153hm²，采矿活动破坏了原有的地形地貌和原生植被，岩石表土裸露，构成严重的反差和视觉不协调，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度**局部严重**。

2.临时排土场、排土场、选矿厂、沉淀池、堆淋场（西南）、2号排土场、办公生活区、堆淋场、干堆场、3号排土场、平硐坑口及明斜井坑口等

根据《开发利用方案》，未来采矿活动拟建设临时排土场、排土场、选矿厂、沉淀池、堆淋场（西南）、2号排土场、办公生活区、堆淋场、干堆场、3号排土场、平硐坑口及明斜井坑口及场外道路等，总占地面积约57.3203hm²，场地所在位置为中低山的半岩溶峰丛山地，地形起伏较大。场地的平整、开挖以及表土、矿石堆放改变了原有缓坡地形，挖损或压占破坏地表植被，对地形地貌的破坏程度**局部严重**。

3.3.3 含水层影响和破坏预测评估

1.含水层结构的破坏

矿区采用露天与地下开采相结合的方式进行，采区最终形成的露天采空区底部平台标高最低为+200m。矿区地下水类型主要为碎屑岩裂隙水和碳酸盐岩夹碎屑岩溶洞裂隙水，透水性弱，富水性中等，地下水埋藏不深。矿山抽排疏干主要影响三叠系北泗组含水层，三叠系北泗组含水层通过断层与采矿有水力联系，可能影响的范围位于矿区北侧的隔水层边界线之间，向矿区南侧外延约0.5km，长期的疏干排水将会影响矿区周围主要含水层地下水位下降。因此预测本矿山采矿活动对地下水含水层结构的破坏程度中等，对含水层影响和破坏程度**较严重**。

2.地下水水位变化

①矿山开采后对地下水影响及其水位变化

矿山开采方式为露天开采及地下开采，采区最终形成的露天采空区底部平台标高为+200 m。根据矿山水文地质资料，矿区地下水水位埋深大于20m，水位标高在325m以下，其年变幅约1-3m，水位在岩体中变动。矿区整体开挖至+230m标高时地下水影响半径约

788.70m，矿坑疏干排水资源量较大，影响半径较大，对区域地下水位影响较大，结合未来矿山开采对含水层结构的影响，预测采矿活动对地下水水位的影响**较严重**。

②井、泉水干涸

据现状调查及访问，矿区周边范围无井、泉干涸现象。目前本矿区、板弄、板增饮用水来自矿区上游那荷泉水，距离约1.5km，采矿疏干排水对饮用水无影响。位于矿区北部的埂土泉水有相对隔水层阻隔，采矿活动对其影响小；位于矿区东部的板增泉水，其位于矿区水文地质单元的下游，距离采坑的距离约1.0km，采矿活动的疏干排水对其会有一些的影响，预测会对板增泉水的涌水量会减小。结合未来矿山开采对含水层结构及地下水位变化的影响，预测采矿活动将使矿区附近区域地下水水位下降，有可能造成井、泉水将出现干涸现象。

③地表水漏失

矿区矿坑排水产生的降落漏斗的影响半径内地表水系不发育，地表水主要为矿区北侧的埂土山塘，水源来自大气降水及上游水沟和一下降泉，矿山经多年开采山塘水体未见流失，说明山塘底粘土层及下三叠统北泗组第二层（ $\lambda T_1 b^{4-2}$ ）凝灰质熔岩、英安岩以及第三层（ $\lambda T_1 b^{4-3}$ ）凝灰质熔岩、凝灰岩、沉凝灰岩具较好隔水性，矿区今后往深部开采，对山塘影响较大，但山塘本身库容量不大，因此预测本矿山的采矿活动对地表水流失影响程度中等。

因此预测采矿活动对含水层的影响和破坏程度**较严重**，对地下水位影响及变化的影响程度**较严重**。

3.3.4 矿区水土环境污染预测评估

3.3.4.1 水质污染预测评估

本矿山于2022~2023年开展的储量核实工作中采集地表水样2组：矿区北西侧上游溪沟S02、下游板增小溪伏流出口S04；采集地下水样4组：矿区西侧上游的溶井S09、板步饮用水源点S11泉、采坑积水以及矿部机井S12。水样做饮用水全分析，检测结果地表水水质现状评价标准按照《地表水环境质量标准》（GB/T 3838-2002）执行，地下水水质现状评价标准按照《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）执行。按单组分方法进行评价。评价结果见表3-3-11、3-3-12。

表3-3-11 凭祥市埂土矿区金矿地表水水质分析结果表

检测项目	地表水III类标准	埂土 S0 ₂	埂土 S0 ₄
pH值	6-9	7.82	7.98
化学需氧量(COD)	≤20	1.76	0.80
氰化物(CN ⁻)	≤0.2	<0.002	<0.002

挥发酚	≤0.005	<0.002	<0.002
锰(Mn)	≤0.1	0.0056	0.0071
铜(Cu)	≤1.0	0.0014	0.0013
铅(Pb)	≤0.05	0.0004	0.0003
锌(Zn)	≤1.0	0.0024	0.0030
镉(Cd)	≤0.005	<0.0001	<0.0001
汞(Hg)	≤0.0001	<0.0002	<0.0002
钡(Ba)	≤0.70	0.070	0.40
铍(Be)	≤0.002	<0.0001	<0.0001
砷(As)	≤0.05	0.0082	0.11
钼(Mo)	≤0.07	0.0005	0.0006
镍(Ni)	≤0.02	0.0043	0.0049
锑(Sb)	≤0.005	0.0005	0.0012
铊(Tl)	≤0.0001	<0.0001	<0.0001
氨氮(NH ³ -N)	≤1.0	0.012	0.14
铁 Fe ³⁺ +Fe ²⁺	≤0.3	0.034	0.025
氯化物 (Cl ⁻)	≤250	8.00	7.00
硫酸根(SO ₄ ²⁻)	≤250	20.0	66.8
硝酸盐 (以 N 计)	≤10	4.80	5.29
氟化物(F ⁻)	≤1.0	0.26	0.24
水质类型		III	V

表3-3-12 凭祥市垭土矿区金矿地下水水质分析结果表

检测项目	地下水III类标准	垭土 S 采坑	垭土 S09	垭土 S11	垭土 S12
pH 值	6.5-8.5	7.61	7.66	7.54	7.58
总硬度(CaCO ₃)	≤450	326	270	273	322
溶解性总固体	≤1000	419	318	315	374
耗氧量 (CODMn)	≤3.0	0.65	0.80	0.65	0.73
氰化物(CN ⁻)	≤0.05	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
挥发酚	≤0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
锰(Mn)	≤0.1	0.040	0.0051	0.0045	0.0047
铜(Cu)	≤1.0	0.0013	0.0014	0.0014	0.0014
铅(Pb)	≤0.01	0.0010	0.0005	0.0003	0.0005
锌(Zn)	≤1.0	0.0032	0.0014	0.0035	0.0059
镉(Cd)	≤0.005	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
铬(TCr)	≤0.05	0.0020	0.0027	0.0014	0.0014
汞(Hg)	≤0.001	0.0004	<0.0002	<0.0002	<0.0002
钡(Ba)	≤0.70	0.38	0.053	0.064	0.08
铍(Be)	≤0.002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
砷(As)	≤0.01	0.20	0.0017	0.0008	0.0082
钼(Mo)	≤0.07	0.0009	0.0004	0.0004	0.0003
镍(Ni)	≤0.02	0.0058	0.0050	0.0059	0.0054
银(Ag)	≤0.05	0.0075	0.0009	0.0005	0.0009
锑(Sb)	≤0.005	0.0016	0.0001	0.0001	0.0003
铊(Tl)	≤0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
氨氮(NH ³ -N)	≤0.5	0.048	0.015	0.000	0.000

检测项目	地下水III类标准	埂土 S 采坑	埂土 S09	埂土 S11	埂土 S12
钠(Na ⁺)	≤200	10.7	2.99	5.00	3.99
铁 Fe ₃ +Fe ²⁺	≤0.3	0.12	0.019	0.015	0.032
氯化物 (Cl ⁻)	≤250	7.25	5.75	7.50	10.0
硫酸根(SO ₄ ²⁻)	≤250	81.0	10.2	14.5	37.6
硝酸根 (NO ₃ ⁻)	≤20	5.45	4.82	10.6	13.5
亚硝酸盐 (NO ₂ ⁻)	≤1.0	0.007	0.013	0.28	0.014
氟化物(F ⁻)	≤1.0	0.33	0.26	0.14	0.20
水质类型		V	III	III	III

根据检测结果，现状矿坑抽水地下水影响范围（半径约500m）内上游小溪S02水质达地表水III类水标准，地下水影响范围（半径约500m）外S09、S11及S12也均达到地下水III类水标准，水质较好。采坑中地下水涌水的砷含量超地下水III类水标准20倍，为V类水，采坑下游板增小溪伏流出口S04砷含量超地表水III类水标准2.2倍，为V类水，分析超标原因是由于采矿引起的超标，矿坑涌水未得到有效处理，排入下游地表水后，造成地表水的污染。

矿山开采引发地下水污染主要来源于矿坑排水、堆淋场浸出液、排土场及堆矿场淋溶水和矿部的生活污水。矿山堆淋场底部设防渗设施，杜绝不合格水进含水层，选矿排出的污水循环使用，综合治理，废水达标方可排放。根据本次对矿坑积水采样结果和对矿石及其顶底板采样做浸溶试验结果，矿坑积水和淋溶水的砷含量超标。根据矿山2015年环评报告，堆淋场浸出液呈碱性，砷含量较高，分别超过GB8978-1996《污水综合排放标准》中的一级标准）最高允许排放浓度3.6倍、2.1倍。未来矿坑排水、选矿废水如不经处理直接排放，将污染下游地表水，受污染的水体通过裂隙等入渗补给地下水，则会造成下游地下水污染。故预测矿山坑道排水、选矿废水排放引发地表水、地下水污染的可能性中等，附近及下游村屯饮用水源点高于矿山污染源，因此，矿山开采及废水排放对村屯居民饮用水影响小，但受污染地表水流经下游旱地，对农田灌溉用水安全产生影响，危害程度中等，危险性中等，影响程度较严重。

3.3.4.2 土壤污染预测评估

（1）评价标准及评价方法

评价标准为《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（GB 15618-2018）。评价方法为直接对标法。

（2）土壤监测及评价结果

本矿山于2022~2023年储量核实工作中共采集6件土壤样，检测矿区土壤有害元素含量，其中HT01为矿区西侧山坡林地土壤样、HT02为采场中部山坡林地土壤样、HT03位于采场

北侧山坡林地土壤样，HT04采场下游排水口附近半坡上林地土壤样，HT05、采场下游的旱地土壤样，HT06堆淋场下游的旱地土壤样，由广西壮族自治区第四地质队实验室根据HJ803-2016等标准检验方法进行检测。按照《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）进行评价。评价结果见表3-3-13。

表3-3-13 凭祥市埂土矿区金矿土壤重金属检测结果表

样品编号	HT01	HT02	HT03	HT04	HT05	HT06	筛选(管制)值
pH	7.43	7.26	7.48	7.04	6.56	6.59	6.5<pH≤7.5
砷 As ug/g	5.20	106.00	12.00	37.20	46.30	47.80	30(120)
汞 Hg ug/g	0.055	0.433	0.120	0.057	0.139	0.099	2.4(4.0)
镉 Cd ug/g	0.33	3.04	0.21	0.19	0.19	0.29	0.3(3.0)
铬 Cr ug/g	645.0	274.0	82.5	41.0	97.8	201.0	200(1000)
铜 Cu ug/g	161.0	83.2	14.5	22.0	14.9	23.6	100
铅 Pb ug/g	7.8	64.2	36.9	43.2	29.3	42.5	120(700)
锌 Zn ug/g	137.0	238.0	76.2	108.0	93.3	78.5	250
镍 Ni ug/g	669.0	261.0	12.3	14.4	17.3	16.5	100
锰 Mn ug/g	1076.0	1569.0	157.0	178.0	452.0	499.0	
银 Ag ug/g	0.100	0.310	0.079	0.033	0.045	0.150	

采场周边现状分布有1个堆矿场、4个堆淋场和2个排土场，根据现状堆淋场下游的HT01、HT02、HT06土壤重金属检测结果，HT01的铬、铜、镍超过筛选值；HT02的砷、镉、镍超过筛选值，镉超过了管制值；HT06的砷、铬超过筛选值。结果表明堆淋场已对下游土壤造成污染。排土场主要为矿山开采剥离矿体顶底板围岩的废渣，对场地污染主要为粉尘。

根据《凭祥市东华投资开发有限公司埂土金矿项目环境影响报告书》（2015年4月），堆淋场1选址基本符合要求，堆淋场地选址合理性分析如下表。

表3-3-14 堆淋区选址合理性分析表

序号	场址选择的环境保护要求	本项目堆淋区场址情况	符合标准情况
1	所选场址应符合当地城乡建设总体规划要求	位于凭祥市下石镇埂土屯附近，凭祥市对该区域尚未作出明确规划要求。堆淋区为临时用地，封场复垦后归还于当地农民	符合标准要求
2	应选在满足承载力要求的地基上，以避免地基下沉的影响，特别是不均匀或局部下沉的影响	根据《凭祥市东华投资开发有限公司埂土金矿水文地质详查报告》（2012年10月~2013年3月）堆淋区下伏上石炭统马平组，岩体抗压强度较高，属坚硬~较坚硬岩石。碳酸盐岩岩体完整性较好，稳定性较好。	符合标准要求
3	应避开断层、断层破碎带、溶洞区，以及天然滑坡或泥石流影响区	根据《凭祥市东华投资开发有限公司埂土金矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》(2013年5月)：场地未见大型崩塌和滑坡、泥石流等地质灾害存在，自然边坡较稳定。根据《区域水文地质图》，拟建堆淋区场地无断层穿过	符合标准要求
4	禁止选在江河、湖泊、水库最高水位线以下的滩地和洪	不选在江河、湖泊、水库最高水位线以下的滩地和洪泛区	符合标准要求

	泛区		
5	禁止选在自然保护区、风景名胜区和需要特别保护的区域	不在自然保护区、风景名胜区和需要特别保护的区域。	符合标准要求
6	应避免地下水主要补给区和饮用水源含水层	根据《凭祥市东华投资开发有限公司垭土金矿水文地质详查报告》：区域地下水补给主要来自大气降水，堆淋区上方汇水面积占整个水文单元比例较小，不属于主要补给区，如渗漏措施没做好，影响范围为1#堆淋区下游至板弄屯附近及通过伏流入口影响泉2及下游；附近居民已不再饮用该影响范围的地下水，由此不影响饮用水源含水层	符合标准要求
7	应选在防渗性能好的地基上。天然基础层地表距地下水位的距离不得小于1.5m	堆淋区地下水埋深小于10m，地下水总体向北东径流，上覆为1~5m左右的粘性土层，渗透系数分别为0.140m/d，天然地基防渗性能差。扩建项目对堆淋区采用天然+人工复合防渗层，使渗透系数 $\leq 1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，在采取措施后可满足要求；	采取措施后可防治地下水污染

堆淋废渣排放场内采取防渗设施，在山体边坡表土进行清理，将树根清理彻底。边坡需修平修缓，利于土工膜铺设，边坡修整分台阶进行。将山体的石芽清理，并将在填埋线以下的岩溶裂隙及构造裂隙发育部分作素砼封堵，堵塞岩溶裂隙渗漏通道。铺设HDPE土工膜，要求土工膜透率不大于 10^{-7}cm/s ，厚度不少于1.5mm。在其周边设有防洪排水系统，以保证堆浸和废渣场不受地表雨水冲刷。堆淋区周围设置规格为 $1\text{m} \times 0.6\text{m} \times 500\text{m}$ 的简易排水沟截排堆淋场场外雨水，同时堆淋区又分为5个小堆淋场，各小堆淋场周围设置0.6m高的环形围堰，保留上矿出入通道，出入通道设置为斜坡，坡体与围堰相接，形成闭合区域。每个小堆淋场设置有 700m^3 池子作为防洪备用池。暴雨期间，停止喷淋作业，淋溶水可控制于围堰内，随后淋溶水经贵液池并经过活性炭吸附塔吸附其中的可溶性金络合物处理后，进入贫液池，如有溢流则进入防洪池备用池。对堆淋场做了防渗漏处理，对渗漏水做严格监控，方案周密，措施到位。在堆淋和废渣排放场内采取防渗设施，在其周边设有防洪排水系统，以保证堆浸和废渣场不受地表雨水冲刷，同时汇集堆浸场的暴雨雨水，防止暴雨时含药物的水冲入下游。矿山多年生产实践表明，其选冶生产废水经澄清处理后供堆淋生产循环使用，无废水往外排放。

尾渣处理：尾渣含其他有益有害成分都很低，不具特殊物理性质。矿山堆淋采用的“金火炬”环保黄金选矿剂生产的废渣，废水符合国家排放标准，大大降低环境污染。广西众贺联炬环保科技有限公司委托广东省测试分析研究所（中国广州分析测试中心）对该药剂进行测试出具的货物危险性鉴定书（编号ST20201134-2），该药剂无危险性，未被列入《危险货物物品名表》（GB12268-12）中的危险品，不属于毒性物质，无其他危险性。尾渣目前暂时不能综合利用，如今后研究可利用时需依法依规进行回收利用。

堆浸后的尾渣原地堆放，而后压实铺上彩条布作为新矿的堆场地基。单层厚（高）度5m，喷淋结束再覆以彩条布后上第二层矿石，以此类推。堆浸场最终高度以仍能方便上矿为准。由于尾渣中含水量很低，且被压实，其边坡角一般约19.1°，小于矿岩安息角（40°），堆淋和废渣场一般不会垮塌，同时堆淋场下方做好拦挡设施。

未来堆淋废渣排放场内将采取防渗设施，选冶生产废水经澄清处理后供堆淋生产循环使用。矿区废水集中排放至沉淀池中，处理达标后循环使用，或处理达到III类地表水排放标准后外排。矿山生活废水集中收集排放于化粪池，经化粪池处理达标后用于附近耕地灌溉，因此预测未来采坑水、堆淋水以及生活污水排放对矿区及周边土壤造成污染的可能性小，危害程度小，危险性小。

综上，预测未来矿业活动产生污水对附近地下（表）水造成污染可能性中等，危害程度中等，危险性中等，对矿区及周边土壤造成污染的可能性小，危害程度小，危险性小。影响程度**较严重**。

3.3.5 土地损毁预测评估

（1）土地损毁环节和时序

根据生产工艺流程分析，本矿山生产过程中可能导致矿山地质环境问题和土地损毁主要在两个时段。首先是在基建期修建运矿道路、沉淀池、工业场地、斜井口工业场地、平硐坑口及截排水设施等过程中压占土地及损坏植被；其次是矿山继续开采将扩大采坑面积，采动区域的地貌景观发生更大的改变，原有地形遭破坏更多，在矿区采坑周边形成多级岩体裸露的阶状边坡或斜坡，边坡植被被破坏，且短期内难以恢复。

（2）土地损毁预测

根据《开发利用方案》，对土地损毁的区域包括露天采场、临时排土场、排土场、选矿厂、沉淀池、堆淋场（西南）、2号排土场、办公生活区、堆淋场、干堆场、3号排土场、平硐坑口及明斜井坑口等，包含了预测地质灾害影响区及地表移动区范围。截止矿山闭坑后预测矿山拟损毁土地面积合计94.1356hm²（含现状已损毁区域），损毁地类为其他园地（0204）、可调整其他园地(0204K)、乔木林地（0301）、灌木林地（0305）、其他林地（0307）、其他草地（0404）、采矿用地（0602）、农村宅基地(0702)、公路用地(1003)、农村道路（1006）、坑塘水面（1104），详见表3-3-15。

表3-3-15 矿区拟总损毁土地地类面积统计总表 计量单位: hm²

场地名称	损毁方式	损毁程度	损毁时段	合计	一、二级地类											土地权属人
					园地 02		林地 03			草地 04	工矿仓储用地 06	交通运输用地 10			其他土水域及水利 11	
					其他园地(0204)	可调整其他园地(0204K)	乔木林地 0301	灌木林地 0305	其他林地 0307	其他草地 0404	采矿用地 0602	农村宅基地(0702)	公路用地(1003)	农村道路 1006	坑塘水面 1104	
露天采场	挖损	严重	基建期、生产期	36.8153	1.0180	0.0102	5.5754	3.3371		0.7273	23.4004	0.1280	0.5643	1.0362	1.0184	凭祥市夏石镇丰乐村、白龙村、燕安村村委
临时排土场	挖损、压占	严重	基建期、生产期	16.3919			0.5297	8.1353	6.9143	0.7306				0.0820		
排土场	挖损、压占	严重	基建期	7.0665				6.0651		1.0014						
选矿厂	损毁	较严重	基建期	0.8192				0.0615		0.7576						
沉淀池	损毁	较严重	基建期	0.1514			0.0679	0.0835								
堆淋场(西南)	损毁	严重	基建期	1.3938				0.3153		0.7109	0.2647			0.1029		
2号排土场	损毁	较严重	基建期	12.6320				0.4554		11.7595	0.2840			0.1331		
办公生活区	损毁	较严重	基建期	1.6497							0.4400	1.2097				
堆淋场	损毁	严重	基建期	7.9165			0.1103	0.1209		1.2682	5.7530		0.5701		0.0940	
干堆场	损毁	严重	基建期	6.8757				0.4160		0.0447	5.8230		0.5920			
3号排土场	损毁	严重	基建期	2.2537			0.0000	0.1989		1.2612	0.6804		0.1132			
平硐坑口	损毁	较轻	基建期、生产期	0.0440			0.0417	0.0024								
明斜井坑口	损毁	较轻	基建期、生产期	0.1259			0.1259									
损毁合计				94.1356	1.0180	0.0102	6.3406	18.3392	6.9143	16.2376	24.3648	0.1280	0.6775	1.2513	1.0184	

表3-3-16 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≤2hm ² ，荒山或未开发利用土地≤10hm ²	耕地≤2hm ² ，林地或草地2-4hm ² ，荒山或未开发利用土地10-20hm ²	基本农田，耕地>2hm ² ，林地或草地>4hm ² ，荒地或未开发利用土地>20hm ²

由以上表可以看出，未来采矿活动损毁的土地面积为：94.1356hm²（含现状已损毁区域）。按照《技术要求》附录E表E.1矿山地质环境影响程度分级表，综合评定预测采矿活动对土地资源的影响程度分级为程度**严重**。

3.3.6 预测评估小结

矿山建设中（生产阶段）：预测评估区露天采场不稳定斜坡引发或加剧崩塌、滑坡地质灾害的可能性大，其危害程度中等，危险性**大**；预测引发或加剧采空区地面沉陷地质灾害可能性小，危害程度小，危险性**小**；预测评估区引发或加剧岩溶地面塌陷地质灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性**中等**；预测露天采场引发泥石流地质灾害可能性大，危害程度中等，危险性**大**；预测临时排土场引发泥石流地质灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性**中等**；预测排土场引发泥石流地质灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性**中等**。

矿山建成后（闭坑后）：引发或加剧不稳定斜坡发生崩塌滑坡地质灾害的可能性小，其危害程度小，危险性**小**。引发或加剧采空区地面沉陷地质灾害可能性小，其危害程度小，危险性**小**。引发或加剧泥石流地质灾害可能性小，危害程度小，危险性**小**。

工程自身遭受崩塌地质灾害的可能性中等，危害程度小，危险性**中等**；工程自身遭受滑坡地质灾害的可能性大，危害程度中等，危险性**大**；工程自身遭受不稳定斜坡地质灾害的可能性大，危害程度中等，危险性**大**。

预测地质灾害对矿山地质影响程度**严重**。

预测露天采场、临时排土场、排土场、选矿厂、沉淀池、堆淋场（西南）、2号排土场、办公生活区、堆淋场、干堆场、3号排土场、平硐坑口及明斜井坑口等对地形地貌景观的影响和破坏程度**局部严重**。预测采矿活动对含水层的影响和破坏程度总体**较严重**。对地下水位影响及变化的影响程度**较严重**。水土污染对地质环境影响程度**较严重**。未来采矿活动对土地资源的影响和破坏程度**严重**。

综上，预测未来矿活动对矿山地质环境的影响程度**严重**。

3.3.7 矿山地质环境影响程度分级和范围

依据预测将露天采场、临时排土场、排土场、选矿厂、沉淀池、堆淋场（西南）、2号排土场、办公生活区、堆淋场、干堆场、3号排土场、平硐坑口及明斜井坑口等地段及周边区域划分为3个单元，之后对每一单元取地质灾害、地形地貌、含水层、土地资源四项指标，参照《编制技术要求》附录E表E.1的矿山地质环境影响程度分级表分别进行影响程度分析（结果见表3.3-17），最后采用图层叠加法对各单元影响严重程度进行叠加，按就高不就低的原则确定矿山地质环境影响评估分区。综上，预测评估将本矿山地质环境影响程度分为严重（Ⅰ）和较轻区（Ⅱ）2个级别区。

表3-3-17 矿山地质环境影响预测评估结果表

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
地质灾害	不稳定斜坡	矿区内	采场设备及现场作业人员	预测采矿活动采场形成边坡发生不稳定斜坡发生崩塌、滑坡地质灾害的可能性大，其危害程度中等，危险性大。	严重
	采空区地面沉陷			预测采矿活动引发或加剧采空区地面沉陷塌陷可能性为小，危害程度小，危险性小。	较轻
	岩溶地面塌陷			预测采矿活动引发或加剧岩溶地面塌陷可能性中等，危害程度中等，危险性中等。	较严重
	泥石流			预测采矿活动引发的泥石流的可能性中等，危害程度小，危险性中等。	较严重
地形地貌景观	原生地形地貌	露天采场、临时排土场、排土场、选矿厂、沉淀池、堆淋场（西南）、2号排土场、办公生活区、堆淋场、干堆场、3号排土场、平硐坑口及明斜井坑口等	挖损、压占损毁地表植被及改变地形	露天采场、临时排土场、排土场、选矿厂、沉淀池、堆淋场（西南）、2号排土场、办公生活区、堆淋场、干堆场、3号排土场、平硐坑口及明斜井坑口等场地，改变了原有地形，破坏了原有的植被，对微地貌改变程度大，对原生地形地貌景观影响和破坏程度严重。	局部严重
	自然保护区、人文、风景旅游区	无	无	无	无
	主要交通干线	无	无	无	无

含水层	结构破坏	矿区浅部地下含水层	含水层厚度、结构	对含水层结构、地下水水位变化影响或破坏较严重。	较严重
	地表水漏失	无	无	矿山开采活动可能会造成地下水位下降、地表水体漏失和其他不利影响。	较严重
	疏干影响	无	无	预测采矿活动将使矿区附近区域地下水水位下降，有可能造成井、泉水将出现干涸现象。	较严重
	水质污染	评估区内的地下(表)水	评估区水质	预测未来矿业活动产生污水对附近地下(表)水造成污染可能性中等，危害程度小，危险性中等，影响程度较严重。	较严重
土地资源	地面变形损毁	无	无	无	无
	本矿山建设压占或者挖损	露天采场、临时排土场、排土场、选矿厂、沉淀池、堆淋场(西南)、2号排土场、办公生活区、堆淋场、干堆场、3号排土场、平硐坑口及明斜井坑口	土地资源	损毁地类为其他园地(0204)、可调整其他园地(0204K)、乔木林地(0301)、灌木林地(0305)、其他林地(0307)、其他草地(0404)、采矿用地(0602)、农村宅基地(0702)、公路用地(1003)、农村道路(1006)、坑塘水面(1104)合计损毁94.1356hm ² 。综合评定预测采矿活动对土地资源的影响程度分级为程度严重。	严重
	地质灾害损毁	露天采场	土地资源	灾害影响范围内土地资源	严重
	土壤污染损毁	矿区及周边	矿区及周边土体	预测未来矿业活动对矿区及周边土壤造成污染的可能性小，危害程度小，危险性小。	较轻

表3.3-18 矿山地质环境影响预测评估分区表

分区	范围	面积(hm ²)	地质灾害	含水层	地形地貌景观	土地资源
严重区(I)	预测露天采场、临时排土场、排土场、选矿厂、沉淀池、堆淋场(西南)、2号排土场、办公生活区、堆淋场、干堆场、3号排土场、平硐坑口及明斜井坑口、预测地质灾害影响区域	94.1356	地质灾害对矿山地质环境影响程度严重。	较严重	严重	严重

较轻区 (II)	评估区内除较严重区以外的区域	710.6081	地质灾害弱发育，危害程度小，危险性小，地质灾害对矿山地质环境影响程度较轻。	较轻	较轻	较轻
-------------	----------------	----------	---------------------------------------	----	----	----

严重区（I）：包括露天采场、临时排土场、排土场、选矿厂、沉淀池、堆淋场（西南）、2号排土场、办公生活区、堆淋场、干堆场、3号排土场、平硐坑口及明斜井坑口等地段，面积94.1356hm²。矿山建设中（生产阶段）：预测评估区露天采场不稳定斜坡引发或加剧崩塌、滑坡地质灾害的可能性大，其危害程度中等，危险性大；预测引发或加剧采空区地面沉陷地质灾害可能性小，危害程度小，危险性小；预测评估区引发或加剧岩溶地面塌陷地质灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性中等；预测露天采场引发泥石流地质灾害可能性大，危害程度中等，危险性大；预测临时排土场引发泥石流地质灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性中等；预测排土场引发泥石流地质灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性中等。矿山建成后（闭坑后）：引发或加剧不稳定斜坡发生崩塌滑坡地质灾害的可能性小，其危害程度小，危险性小。引发或加剧采空区地面沉陷地质灾害可能性小，其危害程度小，危险性小。引发或加剧泥石流地质灾害可能性小，危害程度小，危险性小。工程自身遭受崩塌地质灾害的可能性中等，危害程度小，危险性中等；工程自身遭受滑坡地质灾害的可能性大，危害程度中等，危险性大；工程自身遭受不稳定斜坡地质灾害的可能性大，危害程度中等，危险性大。预测地质灾害对矿山地质影响程度**严重**。预测露天采场、临时排土场、排土场、选矿厂、沉淀池、堆淋场（西南）、2号排土场、办公生活区、堆淋场、干堆场、3号排土场、平硐坑口及明斜井坑口等对地形地貌景观的影响和破坏程度**局部严重**。预测采矿活动对含水层的影响和破坏程度总体**较严重**。对地下水位影响及变化的影响程度**较严重**。水土污染对地质环境影响程度**较严重**。未来采矿活动对土地资源的影响和破坏程度**严重**。

较轻区（II）：评估区内除严重区以外的其它区域，面积为710.6081hm²。该区未发现地质灾害隐患，矿山生产建设引发和遭受该区域地质灾害的可能性小，危险性小；不存在对原地形地貌景观影响和破坏；该区无采矿活动和无地下水开采及其它矿山工程建设活动，对含水层的影响和破坏较轻；水土环境污染小，影响程度轻；不存在对土地资源影响和破坏问题。因此，预测评估采矿活动对矿山地质环境的影响程度**较轻**。

4 矿山地质环境保护治理分区和土地复垦区、复垦责任范围划分

4.1 矿山地质环境保护治理分区

4.1.1 分区原则及方法

一、分区原则

按矿山地质环境影响程度轻重级别划分矿山地质环境保护治理区，然后按矿山地质环境问题的差异划分矿山地质环境保护与保护治理亚区，再按防治区分布的自然地段划分矿山地质环境保护治理地段。

二、分区及其表示方法

以矿山地质环境影响程度的严重、较严重、较轻的级别，分别对应划分为矿山地质环境保护治理重点、次重点、一般防治区，分别用代号 I、II、III 表示；凡影响严重、较严重的地质环境问题，按单个地质环境问题划分亚区，并冠以该环境地质问题的名称，可再按地质环境问题的具体自然地段的名称进一步划分地段。

根据上述分区原则，将矿山划分为“矿山地质环境保护治理重点防治区（I）”、“矿山地质环境保护治理一般防治区（III）”2 个防治区。

4.1.2 分区评述

根据上述分区原则，将整个评估范围划分为“重点”、“一般”2 个矿山地质环境保护治理分区，分述如下：

（1）地质环境保护治理重点防治区（I）

位于露天采场、临时排土场、排土场、选矿厂、沉淀池、堆淋场（西南）、2 号排土场、办公生活区、堆淋场、干堆场、3 号排土场、平硐坑口及明斜井坑口等地段，面积 94.1356hm²（含现状已损毁区域和预测未来新增损毁区）。矿山建设中（生产阶段）：预测评估区露天采场不稳定斜坡引发或加剧崩塌、滑坡地质灾害的可能性大，其危害程度中等，危险性大；预测引发或加剧采空区地面沉陷地质灾害可能性小，危害程度小，危险性小；预测评估区引发或加剧岩溶地面塌陷地质灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性中等；预测露天采场引发泥石流地质灾害可能性大，危害程度中等，危险性大；预测临时排土场引发泥石流地质灾害的可能性大，危害程度中等，危险性大；预测排土场引发泥石流地质灾害的可能性中等，危害程度小，危险性中等。矿山建成后（闭坑后）：引发或加剧不稳定斜坡发生崩塌滑坡地质灾害的可能性小，其危害程度小，危险性小。引发或加剧采空区地面沉陷地质灾害可能性小，其危害程度小，危险性小。引发或加剧

泥石流地质灾害可能性小，危害程度小，危险性小。工程自身遭受崩塌地质灾害的可能性中等，危害程度小，危险性中等；工程自身遭受滑坡地质灾害的可能性大，危害程度中等，危险性大；工程自身遭受不稳定斜坡地质灾害的可能性大，危害程度中等，危险性大。预测地质灾害对矿山地质影响程度严重。预测露天采场、临时排土场、排土场、选矿厂、沉淀池、堆淋场（西南）、2号排土场、办公生活区、堆淋场、干堆场、3号排土场、平硐坑口及明斜井坑口等对地形地貌景观的影响和破坏程度局部严重。预测采矿活动对含水层的影响和破坏程度总体较严重。对地下水位影响及变化的影响程度较严重。水土污染对地质环境影响程度较严重。未来采矿活动对土地资源的影响和破坏程度为严重。

主要防治措施为：近期内部署露天采场、临时排土场、排土场截排水沟工程等；生产过程中按边生产边治理复垦的原则，生产过程中对开采完毕的露天采场及不再使用的损毁单元进行治理与土地复垦工程及相应的矿山地质环境监测、管护工程；闭坑后对露天采场、临时排土场、排土场、选矿厂、沉淀池、堆淋场（西南）、2号排土场、办公生活区、堆淋场、干堆场、3号排土场、平硐坑口及明斜井坑口及矿山道路等未复垦单元进行治理与土地复垦工程及相应的矿山地质环境监测、管护工程。

（2）地质环境保护治理一般防治区（III）

位于评估范围内除重点防治区外的区域，面积约 710.6081hm²。预测评估采矿活动引发或加剧地质灾害可能性小，危害程度小，危险性小；地质灾害对矿山地质环境影响程度较轻；采矿活动对含水层、地形地貌源及土地资源的影响和破坏程度较轻。预测评估区采矿活动对矿山地质环境的影响程度较轻。

主要防治措施为：整个生产过程中进行矿山地质环境监测；闭坑后对矿山道路进行治理与土地复垦工程及相应的矿山地质环境监测、管护工程。

4.2 土地复垦区与复垦责任范围确定

复垦区是指生产建设项目损毁土地和永久性建设用地构成的区域。复垦责任范围是指复垦区中损毁土地及不再留续使用的永久性建设用地构成的区域。因此，项目复垦区为矿山生产建设损毁土地区域，等于项目复垦责任范围 94.1356hm²。复垦区（复垦责任范围）具体位置详见附图 4 及以下各表。

表4-2-1 露天采场区域复垦责任范围拐点坐标表

序号	X	Y	序号	X	Y
2000 国家大地坐标系					
1	*****	*****	51	*****	*****
2	*****	*****	52	*****	*****
3	*****	*****	53	*****	*****
4	*****	*****	54	*****	*****
5	*****	*****	55	*****	*****
6	*****	*****	56	*****	*****
7	*****	*****	57	*****	*****
8	*****	*****	58	*****	*****
9	*****	*****	59	*****	*****
10	*****	*****	60	*****	*****
11	*****	*****	61	*****	*****
12	*****	*****	62	*****	*****
13	*****	*****	63	*****	*****
14	*****	*****	64	*****	*****
15	*****	*****	65	*****	*****
16	*****	*****	66	*****	*****
17	*****	*****	67	*****	*****
18	*****	*****	68	*****	*****
19	*****	*****	69	*****	*****
20	*****	*****	70	*****	*****
21	*****	*****	71	*****	*****
22	*****	*****	72	*****	*****
23	*****	*****	73	*****	*****
24	*****	*****	74	*****	*****
25	*****	*****	75	*****	*****
26	*****	*****	76	*****	*****
27	*****	*****	77	*****	*****
28	*****	*****	78	*****	*****
29	*****	*****	79	*****	*****
30	*****	*****	80	*****	*****
31	*****	*****	81	*****	*****
32	*****	*****	82	*****	*****
33	*****	*****	83	*****	*****
34	*****	*****	84	*****	*****
35	*****	*****	85	*****	*****
36	*****	*****	86	*****	*****
37	*****	*****	87	*****	*****
38	*****	*****	88	*****	*****
39	*****	*****	89	*****	*****
40	*****	*****	90	*****	*****
41	*****	*****	91	*****	*****
42	*****	*****	92	*****	*****

43	*****	*****	93	*****	*****
44	*****	*****	94	*****	*****
45	*****	*****	95	*****	*****
46	*****	*****	96	*****	*****
47	*****	*****	97	*****	*****
48	*****	*****	98	*****	*****
49	*****	*****	99	*****	*****
50	*****	*****			

表4-2-2 临时排土场区域复垦责任范围拐点坐标表

序号	X	Y	序号	X	Y
2000 国家大地坐标系					
0	*****	*****	34	*****	*****
1	*****	*****	35	*****	*****
2	*****	*****	36	*****	*****
3	*****	*****	37	*****	*****
4	*****	*****	38	*****	*****
5	*****	*****	39	*****	*****
6	*****	*****	40	*****	*****
7	*****	*****	41	*****	*****
8	*****	*****	42	*****	*****
9	*****	*****	43	*****	*****
10	*****	*****	44	*****	*****
11	*****	*****	45	*****	*****
12	*****	*****	46	*****	*****
13	*****	*****	47	*****	*****
14	*****	*****	48	*****	*****
15	*****	*****	49	*****	*****
16	*****	*****	50	*****	*****
17	*****	*****	51	*****	*****
18	*****	*****	52	*****	*****
19	*****	*****	53	*****	*****
20	*****	*****	54	*****	*****
21	*****	*****	55	*****	*****
22	*****	*****	56	*****	*****
23	*****	*****	57	*****	*****
24	*****	*****	58	*****	*****
25	*****	*****	59	*****	*****
26	*****	*****	60	*****	*****
27	*****	*****	61	*****	*****
28	*****	*****	62	*****	*****
29	*****	*****	63	*****	*****
30	*****	*****	64	*****	*****
31	*****	*****	65	*****	*****
32	*****	*****	66	*****	*****
33	*****	*****	67	*****	*****

表4-2-3 排土场区域复垦责任范围拐点坐标表

序号	X	Y	序号	X	Y
2000 国家大地坐标系					
0	*****	*****	22	*****	*****
1	*****	*****	23	*****	*****
2	*****	*****	24	*****	*****
3	*****	*****	25	*****	*****
4	*****	*****	26	*****	*****
5	*****	*****	27	*****	*****
6	*****	*****	28	*****	*****
7	*****	*****	29	*****	*****
8	*****	*****	30	*****	*****
9	*****	*****	31	*****	*****
10	*****	*****	32	*****	*****
11	*****	*****	33	*****	*****
12	*****	*****	34	*****	*****
13	*****	*****	35	*****	*****
14	*****	*****	36	*****	*****
15	*****	*****	37	*****	*****
16	*****	*****	38	*****	*****
17	*****	*****	39	*****	*****
18	*****	*****	40	*****	*****
19	*****	*****	41	*****	*****
20	*****	*****	42	*****	*****
21	*****	*****			

表4-2-4 选矿厂区域复垦责任范围拐点坐标表

序号	X	Y	序号	X	Y
2000 国家大地坐标系			2000 国家大地坐标系		
1	*****	*****	3	*****	*****
2	*****	*****	4	*****	*****

表4-2-5 临时排土场沉淀池区域复垦责任范围拐点坐标表

序号	X	Y	序号	X	Y
2000 国家大地坐标系			2000 国家大地坐标系		
1	*****	*****	3	*****	*****
2	*****	*****	4	*****	*****

表4-2-6 排土场沉淀池区域复垦责任范围拐点坐标表

序号	X	Y	序号	X	Y
2000 国家大地坐标系			2000 国家大地坐标系		
1	*****	*****	3	*****	*****
2	*****	*****	4	*****	*****

表4-2-7 2号排土场区域复垦责任范围拐点坐标表

序号	X	Y	序号	X	Y
2000 国家大地坐标系					
0	*****	*****	24	*****	*****
1	*****	*****	25	*****	*****
2	*****	*****	26	*****	*****

3	*****	*****	27	*****	*****
4	*****	*****	28	*****	*****
5	*****	*****	29	*****	*****
6	*****	*****	30	*****	*****
7	*****	*****	31	*****	*****
8	*****	*****	32	*****	*****
9	*****	*****	33	*****	*****
10	*****	*****	34	*****	*****
11	*****	*****	45	*****	*****
12	*****	*****	46	*****	*****
13	*****	*****	47	*****	*****
14	*****	*****	48	*****	*****
15	*****	*****	49	*****	*****
16	*****	*****	50	*****	*****
17	*****	*****	51	*****	*****
18	*****	*****	52	*****	*****
19	*****	*****	53	*****	*****
20	*****	*****	54	*****	*****
21	*****	*****	55	*****	*****
22	*****	*****	56	*****	*****
23	*****	*****			

表4-2-8 堆淋场区域复垦自认范围拐点坐标表

序号	X	Y	序号	X	Y
2000 国家大地坐标系					
34	*****	*****	41	*****	*****
35	*****	*****	42	*****	*****
36	*****	*****	43	*****	*****
37	*****	*****	44	*****	*****
38	*****	*****	45	*****	*****
39	*****	*****			
40	*****	*****			

表4-2-9 3号排土场（不利用）、干堆场、堆淋场、办公生活区区域复垦责任范围拐点坐标表

序号	X	Y	序号	X	Y
2000 国家大地坐标系					
0	*****	*****	46	*****	*****
1	*****	*****	47	*****	*****
2	*****	*****	48	*****	*****
3	*****	*****	49	*****	*****
4	*****	*****	50	*****	*****
5	*****	*****	51	*****	*****
6	*****	*****	52	*****	*****
7	*****	*****	53	*****	*****
8	*****	*****	54	*****	*****
9	*****	*****	55	*****	*****
10	*****	*****	56	*****	*****
11	*****	*****	57	*****	*****

12	*****	*****	58	*****	*****
13	*****	*****	59	*****	*****
14	*****	*****	60	*****	*****
15	*****	*****	61	*****	*****
16	*****	*****	62	*****	*****
17	*****	*****	63	*****	*****
18	*****	*****	64	*****	*****
19	*****	*****	65	*****	*****
20	*****	*****	66	*****	*****
21	*****	*****	67	*****	*****
22	*****	*****	68	*****	*****
23	*****	*****	69	*****	*****
24	*****	*****	70	*****	*****
25	*****	*****	71	*****	*****
26	*****	*****	72	*****	*****
27	*****	*****	73	*****	*****
28	*****	*****	74	*****	*****
29	*****	*****	75	*****	*****
30	*****	*****	76	*****	*****
31	*****	*****	77	*****	*****
32	*****	*****	78	*****	*****
33	*****	*****	79	*****	*****
34	*****	*****	80	*****	*****
35	*****	*****	81	*****	*****
36	*****	*****	82	*****	*****
37	*****	*****	83	*****	*****
38	*****	*****	84	*****	*****
39	*****	*****	85	*****	*****
40	*****	*****	86	*****	*****
41	*****	*****	87	*****	*****
42	*****	*****	88	*****	*****
43	*****	*****	89	*****	*****
44	*****	*****			
45	*****	*****			

表4-2-10 平硐坑口区域复垦责任范围拐点坐标表

序号	X	Y	序号	X	Y
2000 国家大地坐标系			2000 国家大地坐标系		
1	*****	*****	3	*****	*****
2	*****	*****	4	*****	*****

表4-2-11 明斜井口区域复垦责任范围拐点坐标表

序号	X	Y	序号	X	Y
2000 国家大地坐标系			2000 国家大地坐标系		
1	*****	*****	3	*****	*****
2	*****	*****	4	*****	*****

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

根据前述分析，本矿山历史采矿活动已产生的和预测将来可能产生的地质灾害有崩塌、不稳定斜坡、滑坡、岩溶地面塌陷、采空塌陷、泥石流等，并造成地形地貌景观破坏等问题。

1、矿山崩塌、不稳定斜坡治理可行性

矿山+270m平台以上为山坡露天开采，+270m~+200m平台为深凹露天开采，爆破、挖掘使得矿山所在山体形成崩塌和不稳定斜坡，可能发生崩塌、滑坡，对采矿、运矿的工人、机械设备构成威胁，采矿过程中采矿权人应安排专人负责边坡及自然斜坡的巡视监测，不定期进行专业排查、清除或治理、监测及配合土地复垦工程等措施，可有效防治崩塌、不稳定斜坡地质灾害，技术上基本可行。

2、矿山采空塌陷治理可行性

露天采场下部35~14号勘探线+210m~-12m标高间、39~51号勘探线+245m~175m标高间采用地下开采，矿山地下开采存在抽排水、爆破震动、机械震动等会诱发采空塌陷，形成的规模小，采矿过程中应加强巡视。由于地面塌陷的发生具有不确定性，大小规模也无法确定，要求采矿权人安排专项基金。采空区地面塌陷治理因地制宜，如果采空塌陷对地质环境产生危害，应及时回填治理，技术上基本可行。

3、矿山泥石流治理可行性

矿区具备发生泥石流的条件，对于采空区及排土场边坡，应采用安全合理坡型，保证边坡稳定。定期巡视排土场和评估区其他区域，并进行边坡的沉降变形监测，发现异常，及时上报相关部门，并邀请有相关资质的单位进行勘查，提出合理的处置方案。另外排土场增设拦渣坝，外加截、排水、坡面植草护坡等综合措施，防止产生滑坡泥石流。若排土场或评估区其他部位发生崩滑，及时清理崩滑体，避免崩滑体堆积沟谷引发泥石流。

4、矿山地形地貌景观破坏和土地资源损毁治理可行性

矿山地形地貌景观破坏主要表现在矿山露天开采形成的采区及，地下开采形成的地下采场，道路切坡边坡及矿山附属设施、排土场、选矿厂、堆淋场（西南）、2号排土场、办公生活区、堆淋场、干堆场、3号排土场、斜井口工业场地（含提升机房、空压机房、堆矿坪、供配电、供水等设施）、平硐口等对土地的挖损和压占。损毁的土地以采矿用地、乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地为主，其次为其他园地、可调整其他园地、农村

宅基地、公路用地、农村道路、坑塘水面等，根据复垦要求采用原地类复垦，复垦难度不大且复垦对开采造成的地形地貌景观破坏能够有一定修复作用，治理工程简单易执行。

5、含水层和水土环境污染治理可行性

矿区采用露天与地下开采相结合的方式，矿山开采对含水层的切割、采空垮落带、导水裂隙带对含水层结构有一定的破坏。局部小范围改变了当地地下水的入渗补给条件，采矿活动对地下水水质和矿区及周边土壤造成污染的可能性小，通过设计的截排水沟、沉淀池将矿山地下采场污水进行沉淀后排放可减轻矿山对地质环境的影响，治理方法可行。

综上，对于本矿山出现的地质灾害、地形地貌景观破坏等问题所采取的工程措施在当地或其他地区同类矿山中常见，其施工难度总体上不大，技术上基本可行。

5.1.2 经济可行性分析

本项目土地复垦和环境恢复治理的投入估算资金为1438.41万元，正常生产后，矿山年利润总额3120万元，净利润为2340万元，矿山总服务年限为12年，矿山的经济效益较好，矿山地质环境保护治理与土地复垦费用有保障，项目经济上基本可行。

5.1.3 生态环境协调性分析

通过矿山地质环境预防工程和治理工程，基本达到了水土保持、生态环境恢复的目的，实现绿色矿山、保护环境和可持续协调发展。矿山地质环境恢复治理选择植物与周边环境相协调。复绿植物适应性强、生长速度快，能快速达到复绿的效果。矿山进行地质环境保护治理与土地复垦工作开展后，矿区环境能与周边生态环境相协调。

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

一、土地复垦区土地利用现状

经现场调查及预测分析，矿山开采预测损毁的土地单元主要为用地单元包括露天采场、排土场、临时排土场、堆淋场（西南）、2号排土场、办公生活区、堆淋场、干堆场、3号排土场、选矿厂、平硐口及斜井口工业场地、沉淀池等13个单元，面积共94.1356hm²，根据凭祥市自然资源局提供的土地利用现状局部图及全国第三次土地调查2022年年度变更成果数据，以上单元土地利用现状为：其他园地1.0180hm²、可调整其他园地0.0102hm²、乔木林地6.4509hm²、灌木林地19.1914hm²、其他林地6.9143hm²、其他草地18.2614hm²、采矿用地36.6455hm²、农村宅基地1.3377hm²、公路用地1.8396hm²、农村道路1.3542hm²、坑塘水面1.124hm²，项目损毁土地未占用“三区三线”范围（永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界），损毁土地方式为压占、挖损。复垦区土地利用现状详见表 5.2-1、5.2-2。

表5.2-1 复垦区土地利用现状表 单位hm²

一级地类		二级地类		面积合计 (hm ²)	占总面积比例 (%)
02	园地	0204	其他园地	1.0180	1.08
		0204K	可调整其他园地	0.0102	0.01
03	林地	0301	乔木林地	6.4509	6.85
		0305	灌木林地	19.1914	20.39
		0307	其它林地	6.9143	7.35
04	草地	0404	其他草地	18.2614	19.40
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	36.6455	38.93
07	住宅用地	0702	农村宅基地	1.3377	1.42
10	交通运输用地	1002	公路用地	1.8396	1.95
		1006	农村道路	1.3542	1.44
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	1.1124	1.18
合计				94.1356	100

表5.2-2 复垦区土地权属明细表

一级地类		二级地类		土地面积及权属 (hm ²)			汇总 (hm ²)
编码	名称	编码	名称	白龙村	燕安村	丰乐村	
02	园地	0204	其他园地	0.1571		0.8609	1.0180
		0204k	可调整其他园地			0.0102	0.0102
03	林地	0301	乔木林地	0.6393		5.8116	6.4509
		0305	灌木林地	14.5862	0.1364	4.4688	19.1914
		0307	其他林地	6.9143			6.9143
04	草地	0404	其他草地	9.1640	0.7782	8.3192	18.2614
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.3273	0.4477	35.8705	36.6455
07	住宅用地	0702	农村宅基地			1.3377	1.3377
10	交通运输用地	1002	公路用地	0.0000	0.0874	1.7522	1.8396
		1006	农村道路	0.1151		1.2391	1.3542
11	其他土水域及水利	1104	坑塘水面	0.0000		1.1124	1.1124
总计				31.9032	1.4497	60.7826	94.1356

二、土地权属状况

项目用地范围土地权属明确，权界清楚，没有土地权属纠纷，土地权属为夏石镇丰乐村、燕安村及白龙村委集体所有。

5.2.2 土地复垦适宜性评价

一、适宜性评价原则和依据

（一）评价原则

土地复垦适宜性评价应包括以下原则：

- 1、符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调；
- 2、因地制宜原则；
- 3、土地复垦耕地优先和综合效益最佳原则；
- 4、占一补一，占优补优原则，占水田补水田；
- 5、主导性限制因素与综合平衡原则；
- 6、复垦后土地可持续利用原则；
- 7、经济可行、技术合理性原则；
- 8、社会因素和经济因素相结合原则；
- 9、符合土地权益人意愿的原则；
- 10、边生产边复垦的原则。

（二）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《凭祥市国土空间总体规划(2021-2035年)》，依据国家和地方的法律及相关规范要求，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。主要评价规范如下：

- 1、《土地复垦技术要求及验收规范》(DB45/T892-2012)；
- 2、《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013)；
- 3、《土壤环境质量-农用地土壤污染风险管控标准》(G815618-2018)；
- 4、《土壤环境质量-建设用地土壤污染风险管控标准》(G836600-2018)。

二、评价单元划分和复垦方向的确定

1、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期和空间上的差异性；
- 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) 采场底部平台：损毁方式为挖损损毁，损毁地类为其他园地、可调整其他园地、其他草地、采矿用地、公路用地、农村道路及坑塘水面，土地损毁程度严重。闭坑后拟通过采坑回填、场地平整、覆土、林草恢复等复垦为园地、乔木林地、公路用地、农村道路及坑塘水面，按“采场底部平台”统一进行适宜性分析。

(2) 采场台阶平台（包含安全平台及清扫平台）：损毁方式为挖损损毁，损毁地类为其他园地、乔木林地、灌木林地、其他草地、采矿用地、公路用地及农村道路，土地损毁程度为严重。闭坑后，对场地进行整理可恢复为其他草地，按“采场台阶平台”统一进行适宜性分析。

(3) 采场边坡：损毁方式为挖损损毁，损毁地类为其他园地、可调整其他园地、乔木林地、灌木林地、其他草地、采矿用地、公路用地及农村道路等，土地损毁程度严重。采场边坡由于出露新鲜基岩，坡度较陡（大于 35° ），参考《土地复垦技术要求及验收规范》(DB45/T892-2012)“5.1.1.1.4 采场边坡坡度 $>35^{\circ}$ 时，不适宜复垦为林地或草地，可在平台上和坡脚种植上爬下挂蔓生植物，令其沿坡面覆盖绿化”，仅在边坡坡脚处种植爬山虎进行边坡绿化，不进行适宜性评价。

(4) 排土场：位于矿区范围外西南部，损毁方式为压占损毁，损毁地类为灌木林地、其他草地，土地损毁程度较严重。闭坑后，对场地内废石土清空、通过覆土、林草恢复后复垦为乔木林地，按“排土场”统一进行适宜性分析。

(5) 临时排土场：位于矿区范围外西南部，损毁方式为压占损毁，损毁地类为乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、农村道路等，土地损毁程度较严重。露天开采结束后将临时排土场中的废石运至露天凹陷采坑回填，废石土清空完毕后临时排土场取消，整理可恢复为乔木林地、其他草地及农村道路，按“临时排土场”统一进行适宜性分析。

(6) 沉淀池：设计布置2个沉淀池，一个位于排土场拦渣坝下游，另一个位于临时排土场拦渣坝，损毁土地类型乔木林地、灌木林地，损毁方式主要为压占，损毁程度中度。闭坑后，通过覆土、林草恢复等措施复垦为乔木林地，按“沉淀池”统一进行适宜性分析。

(7) 堆淋场（西南）：位于采场外西南部，损毁土地类型灌木林地、其他草地、采矿用地、农村道路，损毁方式主要为压占，损毁程度中度。闭坑后，通过覆土、林草恢复等措施复垦为乔木林地、其他草地、农村道路，按“堆淋场（西南）”统一进行适宜性分析。

(8) 2号排土场：紧挨堆淋场（西南），损毁土地类型灌木林地、其他草地、采矿用地、农村道路，损毁方式主要为压占，损毁程度中度。闭坑后，通过覆土、林草恢复等措

施复垦为乔木林地、其他草地、农村道路，按“2号排土场”统一进行适宜性分析。

(9) 办公生活区：位于矿区外东南部，损毁土地类型为采矿用地、农村宅基地、损毁方式主要为压占，损毁程度中度。闭坑后，通过覆土、植草等措施复垦为其他草地、农村宅基地，按“办公生活区”统一进行适宜性分析。

(10) 堆淋场：位于办公生活区南部，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地、其他草地、采矿用地、公路用地及坑塘水面，损毁方式主要为压占，损毁程度中度。闭坑后，通过覆土、林草恢复等措施复垦为乔木林地、其他草地、公路及坑塘水面，按“堆淋场”统一进行适宜性分析。

(11) 干堆场：位于堆淋场南部，损毁土地类型为灌木林地、其他草地、采矿用地、公路用地，损毁方式主要为压占，损毁程度中度。闭坑后，通过覆土、林草恢复等措施复垦为乔木林地、其他草地、公路，按“干堆场”统一进行适宜性分析。

(12) 3号排土场：位于干堆场南部，损毁土地类型为灌木林地、其他草地、采矿用地、公路用地，损毁方式主要为压占，损毁程度中度。闭坑后，通过覆土、林草恢复等措施复垦为乔木林地、其他草地、公路，按“3号排土场”统一进行适宜性分析。

(13) 选矿厂：位于工业场地2西侧，损毁土地为灌木林地、其他草地，损毁方式主要为压占，损毁程度中度，拟按乔木林地进行复垦，按“选矿厂”统一进行适宜性分析。

(14) 斜井口工业场地：位于露天采场东南侧，含提升机房、空压机房、堆矿坪、供配电、供水等设施，损毁土地为乔木林地，损毁方式主要为挖损，损毁程度重度，拟按乔木林地进行复垦，按“斜井口工业场地”统一进行适宜性分析。

(15) 平硐口：位于露天采场西南侧，损毁土地为乔木林地、灌木林地，损毁方式主要为挖损，损毁程度重度，拟按乔木林地进行复垦，按“平硐口”统一进行适宜性分析。

综上所述，根据项目实际，划分为14个评价单元：采场底部平台、采场台阶平台、堆淋场（西南）、2号排土场、办公生活区、堆淋场、干堆场、3号排土场、排土场、临时排土场、沉淀池、选矿厂、平硐口、斜井口工业场地。

2、复垦方向的确定

(1) 初定复垦方向

根据《凭祥市国土空间总体规划(2021-2035年)》，并与生态环境保护规划相衔接，从矿山实际出发，通过对矿区自然因素、社会经济因素、政策因素和公众意愿的分析，初步确定项目区土地复垦方向。

(2) 自然和社会经济因素分析

经现场调查，项目区表土资源较为丰富。项目区土地利用现状为园地、林地、草地、

交通运输用地等，据自然和社会经济因素分析，损毁土地以恢复耕地及改善项目区生态环境（林草地）为主，注重防止水土流失。

（3）政策因素分析

根据相关规划，项目区的土地复垦工作应本着耕地占一补一、因地制宜、合理利用原则，坚持矿区开发与保护、开采与复垦相结合，实现土地资源的永续利用，并与社会、经济、环境协调发展。综合项目区的自然条件和土地利用规划，项目区的土地复垦为林地、草地等。

（4）公众参与分析

复垦义务人和编制单位以走访、座谈的方式了解和听取了相关土地权益人和职能部门的意见，得到了他们的大力支持。土地权益人希望通过项目区土地复垦工作能够恢复原有耕地，同时改善项目区生态环境，建议复垦为果园、乔木林地、草地、农村道路、坑塘水面等。此外，当地自然资源局核实当地的土地利用现状和权属后，提出复垦土地用途须符合土地利用总体规划，故根据当地土地利用总体规划，复垦方向为果园、乔木林地、其他草地等。

综合上述，初步确定项目区的复垦方向为果园、乔木林地、草地、农村宅基地、公路用地及农村道路、坑塘水面。下文通过对各评价单元选择合适的指标和方法进行定量适宜性评价后，最终确定项目区的土地复垦方向。拟复垦公路用地、农村道路区域，直接保留，不进行适宜性分析。

（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，选定园地、林地、草地复垦评价因子，包括土层厚度、土壤质地、地形坡度、土壤pH值、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 5.2-3 所示。

评价因子权重按下式计算：

$$a = (P_i / \sum P_i) \times 100\% \quad (1)$$

式中：a——评价因子权重值；

P_i ——评价因子特征值； $\sum P_i$ ——各评价因子特征值之和。

表 5.2-3 土地适宜性评价评价因子权重

评价因子	坡度	土层厚度	土壤质地	土壤pH值	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 (%)	19.40	16.06	16.69	13.84	18.92	15.09
调整后权重 (%)	19	16	17	14	19	15

园地、林地及草地参评因子赋值见表 5.2-4、表 5.2-5。

表5.2-4 园、林地适宜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°
		100	80	60	20
土层厚度	16	>50cm	30-50cm	10-30cm	<10cm
		100	80	60	20
土壤质地	17	壤土	壤土、砂土	砂砾质	砾质
		100	80	60	20
PH 值	14	6.0—7.9	5.0—6.0	4.0—5.0	<4.0
		100	80	60	20
排水条件	19	有保证	基本保证	困难	无水源
		100	80	60	20
有机质含量	15	>1.2%	1.0-1.2%	0.6-1.0%	<0.6%
		100	80	60	20

表5.2-5 草地适宜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	<20°	20~<30°	30~40°	>40°
		100	80	60	20
土层厚度 (cm)	16	>30	20~30	3~<20	<3
		100	80	60	20
土壤质地	17	壤土	砂壤土	砂砾质	砾质
		100	80	60	20
pH 值	14	6.5—7.5	5.5—6.5 或 7.5-8.0	4.5—5.5 或 8.0-8.5	<4.5 或 >8.5
		100	80	60	20
排水条件	19	有保证	基本保证	困难	不能排水
		100	80	60	0
有机质含量 (%)	15	>1.0%	0.8~1.0%	0.4~<0.8%	<0.4%
		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)。评价单元的得赋值与对应的划分等级如表 5.2-6所示。

表5.2-6 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： $S = \sum P_i W$ （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，最终得出的结果见表 5.2-7:

表 5.2-7 评价单元参评因子特征值及评价结果表

评价单元	土壤质地	地形坡度	土壤有机含量	排水条件	pH 值	土层厚度	总分	适宜性
采场底部平台	壤土	10~<25°	>1.2	有保证	5.5-6.5	30~50cm	86.8	果园、林地
		13.6	15.2	15	19	11.2		
采场台阶平台	壤土	<5°	0.8~1.0%	有保证	5.5-6.5	3~<20cm	84.4	草地
		13.6	19	12	19	11.2		
堆淋场(西南)	壤土	10~20°	>1.2	有保证	5.5-6.5	>50cm	93.0	林地、草地
		13.6	15.2	15	19	11.2		
2号排土场	壤土	10~20°	>1.2	有保证	5.5-6.5	>50cm	93.0	林地、草地
		13.6	15.2	15	19	11.2		
办公生活区	壤土	<2°	>1.2	有保证	5.5-6.5	30~50cm	90.6	草地
		13.6	19	15	19	11.2		
堆淋场	壤土	10~20°	>1.2	有保证	5.5-6.5	>50cm	90.0	林地、草地
		13.6	15.2	15	19	11.2		
干堆场	壤土	10~20°	1.0-1.2	有保证	5.5-6.5	>50cm	87.0	林地、草地
		13.6	15.2	12	19	11.2		
3号排土场	壤土	10~20°	1.0-1.2	有保证	5.5-6.5	30~50cm	87.6	林地、草地
		13.6	19	12	19	11.2		

选矿厂	壤土	<5°	>1.0%	有保证	5.5-6.5	>30cm	96.8	林地
	13.6	19	15	19	11.2	16		
沉淀池	壤土	<5°	1.0-1.2	有保证	5.5-6.5	>50cm	93.8	林地
	13.6	19	12	19	11.2	16		
排土场	壤土	<2°	>1.2	有保证	5.5-6.5	>50cm	96.8	林地、草地
	13.6	19	15	19	11.2	16		
临时排土场	壤土	<5°	0.8~1.0%	有保证	5.5-6.5	>30cm	93.8	林地、草地
	13.6	19	12	19	11.2	16		
斜井工业场地	壤土	<2°	>2.0	基本保证	5.5-6.5	>100cm	90	林地
	13.6	19	15	15.2	11.2	16		
平硐口	壤土	<5°	>1.2	有保证	5.5-6.5	>50cm	96.8	林地
	13.6	19	15	19	11.2	16		

(6) 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，最终确定矿区复垦为果园、乔木林地、草地、农村宅基地、公路用地、农村道路及坑塘水面。经过恢复治理和土地复垦后，可以得到果园0.4761hm²、乔木林地37.8928hm²、其他草地38.3279hm²、农村宅基地1.2097hm²、公路用地1.7879hm²、农村道路0.7819hm²、坑塘水面0.8829hm²，总复垦面积81.3592hm²，土地复垦率为86.43%，复垦率未达到100%的原因是采场边坡坡度较陡(>35°)(采场边坡面积12.7764hm²)，出露新鲜基岩，只适合滕蔓植物(爬山虎)进行复绿，不计入复垦面积。

5.3 水土资源平衡分析

以上土地复垦可行性分析可知，本项目拟复垦地类有果园、乔木林地、其他草地、农村宅基地、公路用地及农村道路、坑塘水面，不包括水田。矿山地处亚热带季风气候区，雨量充沛，气温宜人，季节气候相当分明，年均降雨量为1350.0mm，较适应植被生长。

林地的苗木在栽种初期(春季或初冬)需要灌溉，才能确保成活率。根据矿区的实际情况，矿山生产用水主要来自埂土山塘，该山塘库容约10万m³，水源来自上游水沟和一下降泉，平水期排泄量约700 m³/d。泉水出露标高+305m，平水期涌水量427m³/d。本方案在林地苗木栽种初期的灌溉水源可以从山塘引流沟渠中直接取水灌溉。由于复垦区内降雨充沛，苗木一旦成活后，本方案在管护期内供水主要考虑依靠自然降水，干旱季节，可人工对复垦林地进行养护，灌溉水源有保障。

5.3.1 土方供求平衡分析

一、土方需求量计算

1、表土需求量

本项目复垦方向为果园、乔木林地、草地、农村宅基地、公路用地及农村道路、坑塘水面。拟复垦果园区域，按 0.3m 厚度进行覆土，再按树坑进行回填土方；复垦乔木林地区域，先回填0.3m厚度表土，再按树坑回填表土；复垦草地区域先回填0.2m厚度表土，再撒播草籽；为了预防水土流失，复垦成农村宅基地、坑塘水面区域先回填0.2m厚度表土，再撒播草籽。公路用地及农村道路不用回填表土，平台复垦其他草地覆土已能满足坡脚接触线种植爬山虎需求，故无需再覆土。

此外，土方运输过程中，考虑 5% 的运输损失量。因此，项目土方需求详见表 5.3-1。

表 5.3-1 土方需求量汇总表

用土单元	覆土面积 hm ²	复垦地类	覆土厚度	表土用土 量 m ³	考虑5%损失 量m ³
露天采场	0.4761	园地	0.3m+坑栽	2142	2250
	13.6525	乔木林地	0.3m+坑栽	61436	64508
	8.0169	草地	0.2m	16034	16835
	0.1280	农村宅基地	0.2m	256	269
	0.7889	坑塘水面	0.2m	1578	1657
临时排土场	15.4179	乔木林地	0.3m+坑栽	69381	72850
	0.8920	草地	0.2m	1784	1873
排土场	6.0651	乔木林地	0.3m+坑栽	27293	28658
	1.0014	草地	0.2m	2003	2103
选矿厂	0.8192	乔木林地	0.3m+坑栽	3686	3871
沉淀池	0.1514	乔木林地	0.3m+坑栽	681	715
堆淋场（西南）	0.2934	乔木林地	0.3m+坑栽	1320	1386
	0.9756	草地	0.2m	1951	2049
2号排土场	0.4773	乔木林地	0.3m+坑栽	2148	2255
	12.0435	草地	0.2m	24087	25291
办公生活区	0.4400	草地	0.2m	880	924
	1.2097	农村宅基地	0.2m	2419	2540
堆淋场	0.2312	乔木林地	0.3m+坑栽	1040	1092
	7.0212	草地	0.2m	14042	14745
	0.0940	坑塘水面	0.2m	188	197
干堆场	0.4160	乔木林地	0.3m+坑栽	1872	1966
	5.8677	草地	0.2m	11735	12322
3号排土场	0.1989	乔木林地	0.3m+坑栽	895	940
	1.9416	草地	0.2m	3883	4077
平硐坑口	0.0440	乔木林地	0.3m+坑栽	198	208
明斜井坑口	0.1259	乔木林地	0.3m+坑栽	567	595
小计	78.7894	-	-	253501	266176

2、废石土回填需求量

本矿山+270m平台以上为山坡露天开采，+270m~+200m平台为凹陷开采。为了将来复垦区能自然排水，设计露天开采结束后对露天凹陷采坑进行回填，回填标高必须高于天然地形最低排水标高。根据矿山实际地形，最低标高位于矿区东侧（+265.6m），故露天采场

回填平均标高为+268m，大于排水出口方向的天然地形标高。采坑回填标高及废石土需求量详见表5.3-2。

回填后采用推土机推高填低方式对复垦场地进行整平压实，施工时尽量采用单一缓坡进行整平，地面坡度 $<2^\circ$ ，以利于自然排水。

表5.3-2 采坑回填标高及废石土需求量

回填位置	最低开采标高(m)	露天采场顶面积 m^2	露天采场底面积 m^2	最低排水标高(m)	拟回填标高(m)	设计拟回填高度m	拟回填体积 m^3	备注
露天采场	+200	132128	3427	+265.6	+268.0	68	3554908	采用截锥体公式

二、土方可供量计算

1、可收集表土供量估算

根据实地调查，矿山现状已对①号矿体07线以东的金矿体进行采掘，采剥面积约 $0.1760km^2$ ，矿山前期对表土进行收集，存放于3号排土场内，堆放面积 $4.6557hm^2$ ，堆高6m，土方量约为 $199141m^3$ 。

根据土地损毁预测分析，未来生产建设新增损毁土地总面积 $24.5169hm^2$ ，损毁土地类型林地、草地及农村道路，其中林地、草地可进行表土剥离。经调查，拟剥离区域土壤多为赤红壤和紫色土，土层松厚且含腐植质较多，土质较好，肥力较高，土层厚度为1m-3m，其中表土层厚度约为0.5m-0.8m。本方案林地、草地分别按平均厚度0.5m、0.4m进行剥离表土。为减少对土地资源的破坏，将剥离的表土堆放于排土场内，与废石土分开堆放。表土收集时应注意：为保持土壤结构、避免土壤板结，应避免雨季剥离、搬运和堆存表土；表土堆存时应防止放牧、机器和车辆的进入，防止粉尘、盐碱的覆盖；同时保护土壤中微生物活性、土壤结构和土壤养分，确保将来复垦时所需的表土质量满足复垦需求。可收集土方来源详见表5.3-3。

表5.3-3 表土收集量统计表

土方来源	原地类	单元面积	剥离厚度	可收集表土方量	可收集土方量合计
		hm^2	(m)	(m^3)	(m^3)
临时排土场	林地	15.5793	0.5	77897	74002
	草地	0.7306	0.4	2922	2776
排土场	林地	6.0651	0.5	30326	28809
	草地	1.0014	0.4	4006	3805
选矿厂	林地	0.0615	0.5	308	292
	草地	0.7576	0.4	3031	2879
沉淀池	林地	0.1514	0.5	757	719
平硐坑口	林地	0.0440	0.5	220	209
明斜井坑口	林地	0.1259	0.5	630	598

小计	24.5169		120095	114090
----	---------	--	--------	--------

经估算，未来生产建设可收集的表土量114090m³，旧排土场内存有表土量199141m³，故矿山可提供表土量为313231m³。

2、可收集废土供量估算

根据开发利用方案，项目露天剥离废石土量为361.19万m³，地下开采产生废石量为4.69万m³，露天及地下开采产生废石量为365.87万m³。预计回填地下采空区需用废石12.17万m³，剩余353.70万m³废石土可用于回填露天凹陷采坑。

三、平衡分析

由表5.3-1和表5.3-3可知，未来复垦所需表土量为266176m³，可收集的表土量为313231m³，因此未来收集的表土量能满足矿山复垦所需表土。

由表5.3-2可知，本矿山回填露天采坑的废石土需求量355.49万m³，后期可提供废土方量约为358.41万m³（含剩余表土量4.71万m³），可供回填废石土满足回填需求。

5.3.2 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果园、乔木林地、其他草地、农村宅基地、公路用地、农村道路及坑塘水面，复垦面积81.3592hm²。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、园地技术标准

- ①覆土后场地平整，地面坡度一般≤10°；
- ②采用坑栽方式，坑内回填表土，土壤质地为沙壤土-轻粘土；
- ③有效土层厚度≥50cm，表层石砾量≤15%，40cm内无障碍层；
- ④排水设施满足排水要求，防洪标准为10年一遇；
- ⑤要有控制水土流失措施；
- ⑥土壤PH值5.0~8.0，土壤有机质10-15g/kg；
- ⑦土壤符合《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（G815618-2018）；
- ⑧农作物产量达到周边同类土地中等水平；
- ⑨一年后树苗成活率≥85%。

2、乔木林地技术标准

- ①场地地面坡度一般不超过25°；

- ②采用坑栽方式，坑内回填表土；
- ③土壤质地为沙壤土—轻粘土，表层石砾量≤20%；
- ④排水设施满足排水要求，防洪标准为10年一遇；
- ⑤要有控制水土流失措施；
- ⑥土壤pH值5.0~8.0，土壤有机质10-15g/kg；
- ⑦土壤符合《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（G815618-2018）；
- ⑧一年后树苗成活率≥85%；
- ⑨有效土层厚度30~50cm。

3、其它草地复垦技术标准

- ①覆土后场地地面坡度一般不超过35°；
- ②覆土厚度≥20cm；
- ③土壤质地为沙壤土-轻粘土，表层石砾量≤20%；
- ④排水设施满足排水要求，防洪标准为10年一遇；
- ⑤土壤pH值范围5.0~8.0，土壤有机质5-10g/kg；
- ⑥土壤符合《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（G815618-2018）；
- ⑦三年后覆盖率≥85%。

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

坚持科学发展，贯彻“预防为主、防治结合”的方针，并结合当地生态修复规划，最大限度地避免或减轻采矿活动引发的矿山环境地质问题和地质灾害危害，减少对地质环境的影响和破坏，减轻对地形地貌景观及含水层的影响和破坏，最大限度和修复矿山地质环境；依据土地复垦适宜性评价结果和土地权属人意愿，确定拟复垦土地的地类、面积和复垦率，落实复垦后土地利用结构调整，使其达到可利用状态，努力创建绿色矿山，使矿业经济科学、和谐、持续发展，预期达到一个安全、卫生舒适的工作生活环境并造福于后人。

6.1.2 主要预防工程

一、矿山地质灾害的预防措施

（一）不稳定斜坡、崩塌、滑坡预防措施

根据预测评估结果，未来采矿活动可能引发或加剧不稳定斜坡、崩塌、滑坡地质灾害主要发生在露天采场。因此，本方案拟采取以下工程措施进行预防，并按应急部门相关要求进行管理：

①规范开采：设计露天采场严格按照开发利用方案进行开采，临近最终边坡的采掘作业，须按设计确定的宽度预留安全、清扫平台，要保持阶段的安全坡面角，不超挖坡底，保证最终边坡的稳定性。

②崩塌及危岩清理：不定期对评估区不稳定斜坡、崩塌及危岩进行专业排查，若发现危岩应及时清除治理，列入安全生产投入经费。

③截排水沟：按边生产边治理的原则，开采前在存在汇水面积的各露天采场上游及开采后在露天采场底部平台及安全（清扫）平台（间隔二个平台）坡脚处，修建浆砌石排水沟，防止雨水冲刷坡面。

④坡面防护：采场边坡面以采坑的边坡为土岩结合边坡，主要由第四系残坡积层含砂黏土及砂砾、强～中风化火山熔岩等构成，因此采取种植爬山虎复绿进行坡面防护。

⑤监测工程：生产过程中加强采场不稳定斜坡、崩塌、滑坡地质灾害的巡视监测工程，结合岩层产状，重点预防顺向坡失稳。

（二）采空塌陷预防控制措施

①矿山地下开采过程中，应严格按照开发利用方案采矿，加强顶板管理；废石尽量回填采空区，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。

②对地下开采引发的地面裂缝及时充填，歪斜树木及时填土扶正，防止地表水沿地裂缝渗入地下与地下巷道贯通，危及矿山安全。

③加强对采空区的监测工作，特别是对塌陷风险区，采取监测、示警及临时工程措施，消除安全隐患。不得在预测地面塌陷范围内新建构筑物或其他工程设施。

④采空地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。

（三）泥石流预防措施

根据评估结果，采矿活动可能引发或加剧的泥石流地质灾害主要发生在排土场、堆淋场及干堆场。因此，本方案拟采取以下工程措施进行预防，并按应急部门相关要求进行规范管理：

①规范矿石、废石土排放，严格按开发利用方案堆放矿石、废石土。为使排土场、干堆场不产生人为的地质灾害，从场地底部起向上逐层堆置矿石、废岩（推平、碾压，压实度达80%以上），采用汽车运输、推土机推排相结合的排土工艺，每隔5m高分台阶（一层）排放废石，台阶坡角一般小于岩石自然安息角，边坡的坡率为1:2-2.5，安全平台宽4m，总边坡角不大于37°。

②修筑拦渣墙(坝)：设计在排土场、临时排土场低洼出口处构筑拦渣墙(坝)，加强对场地及坝坡巡视，定期对拦渣墙(坝)坝体稳定性进行监测。同时雨季加强巡视监测，积水消除隐患。

③截排水沟：为防止排土场、堆淋场及干堆场上游的山坡地表降水冲涮，在存在汇水面积的排土场、堆淋场及干堆场靠山坡一侧上游设置排水沟，防止雨水冲刷土体，保护土体安全。

④生产过程中加强泥石流地质灾害的巡视监测工程。

二、含水层破坏的预防控制措施

预测评估采矿活动对地下含水层影响或破坏程度较轻，对矿山所在区域水文地质单元的地下水位、地下水渗流场不会产生明显改变，对区域地下水的补径排条件影响程度较小，开采不会导致地表水漏失，对矿区及周围生产生活用水影响程度较轻，无需采取防治工程，只采取监测措施。

三、地形地貌景观保护措施

严格按照开发利用方案开采，采取有效措施尽量减少对原生地形地貌景观及土地资源的破坏。对露天采场、排土场、选矿厂、工业场地等损毁土地单元进行植被恢复，配合土地复垦工程，对地形地貌景观进行有效防治。通过上述措施，减少对地形地貌的压占破坏。

四、水土环境污染预防控制措施

根据评估结果，预测矿山采矿活动对水土环境的污染程度较轻，应严格按照开发利用

方案及生态环境部门要求部署地下水污染防治工程，修建沉淀池，同时按要求修建地下水污染监测井，生产中定期取水样进行分析，确保地下水不受污染；并做好堆淋场、排土场防渗措施，同时做好生产过程中堆淋场、排土场淋滤水等的处理达标后排放，本方案不再部署针对水土环境污染的预防工程。上述工程属于环保方面防治工程，不列入本方案投资预算中。

另外，采矿权人在采矿过程中要对可能产生污染的其它污染源加强管理，具体如下：

矿山生产用水应循环利用，生活污水、机械油污等难于利用、排放可能造成污染的部分，应集中收集，达标排放，避免矿区及周围水环境质量受到影响。

矿区内的工业垃圾、生活垃圾要进行集中堆放，及时拉走处理，防止造成二次污染。

五、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。

按照开发中的土地损毁产生时序及时进行实时复垦，及时恢复植被，减少水土流失；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；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；落实水土保持、安评报告、工程设计的等报告中的各项防止水土流失、滑坡、泥石流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、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、崩塌、滑坡等地质灾害的发生。

6.2.2 地质灾害治理工程

一、不稳定斜坡、崩塌、滑坡及泥石流治理措施

(一) 露天采场

根据预测评估结果，矿区内开采形成的露天采场为+200m标高以上矿体开采时形成的采坑，采场长1055m，宽约375m，边坡高度210m，最终边坡角 $\leq 40^\circ$ ，边坡岩土层主要由粘土夹碎石组成，局部地段强风化基岩裸露，在受降雨冲刷、浸润作用下，雨水的渗入裂面会降低岩土体的抗剪强度，进一步削弱边坡的稳定性，从而导致边坡失稳，引发崩塌、滑坡地质灾害的发生。为防止产生崩塌、滑坡地质灾害，本方案拟采取以下工程措施进行防治：边坡修整+修建截排水沟。

(1) 边坡修整

现状露天采场为凹陷采坑，根据现场调查，露天采场雨季时采坑会形成积水坑，采坑底部最低标高+200m，地表植被已被破坏，地表大部分为浮土，局部地段强风化基岩裸露，在对采空区地表变形值进行监测达到稳定时，采用挖掘机挖高填低，清除边坡上的浮石浮土。边坡修整开挖的废土用于回填露天采场底部，经计算，露天采场边坡修整开挖土方量为10700m³。列入主体安全工程。

(2) 截排水工程

为防止雨水冲刷采场边坡，在露天采场周围修建截水沟，纵向水沟采用矩形断面，水沟总长度约3981m。工作量见下文“1、截排水沟设计”。

(二) 排土场、临时排土场治理措施

矿山现状有4个堆淋场，2个排土场，根据《开发利用方案》可知，4个堆淋场中利用1个继续堆淋，1个用做原生矿选矿后尾渣的干堆场，剩余2个不利用；原有2个排土场由于存在断层故均不利用；设计新建一个排土场和一个临时排土场，露天开采结束后先将临时排土场中的废石运至露天凹陷采坑回填，废石土清空完毕后临时排土场取消。堆淋场及干堆场周边已建排水沟，目前能够较好安全运行，已经满足生产及安全的需要，本方案不再另外安排新的排水沟工程。本方案需在露天采场、排土场、临时排土场周边设置截（排）水沟，并在排土场及临时排土场下游设置拦渣坝。

1、截排水沟设计

本方案对存在汇水面积的露天采场上游及开采后在露天采场底部平台及清扫平台（间隔二个平台）坡脚处，修建浆砌石排水沟；另外设计在存在汇水面积的排土场、临时排土场周边修建截排水沟。排水沟平面布局见工程部署图。排水流量为各排水沟所控制的山坡、边坡集雨汇流面积形成的地表径流量，采用中华人民共和国地质矿产行业标准《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T 0219-2006）中的山坡坡面洪峰流量计算公式，即：

$$Q_p = 0.278 \phi S_p F$$

式中 Q_p —设计频率地表水汇流量， m^3/s ；

ϕ —当地径流系数，本项目区取 0.5；

S_p —十年一遇 1h 降雨强度；

F —截排水沟控制的山坡集雨汇流面积， km^2 。

查广西壮族自治区年最大 1 小时点雨量均值等值线图，得当地最大 1 小时点雨量均值为 40；查广西壮族自治区年最大 1 小时点雨量变差系数等值线图，得当地最大 1 小时点雨量变差系数 C_v 为 0.26；按离差系数 $C_s = 3.5 C_v$ 计算设计频率最大 1 小时降水量，查皮尔逊 III 型曲线模比系数 K_p 值表，查得 10 年一遇 K_p 值为 1.35，相应平均 10 年一遇 1h 降雨强度为 54mm。

根据各场地汇水面积确定排水沟断面，汇水面积相差不大区域，设计采用相同断面。经计算，本方案设计 3 种断面排水沟，其中采场截排水沟编号为 P1，排土场、临时排土场外围及内部截排水沟编号为 P2（两个场地空间位置距离较近，汇水面积相同），采场底部平台、台阶平台内侧排水沟编号为 P3（由于场地较集中，汇水面积相差不大，为了便于施工，统一设计 1 种断面排水沟）。排水沟采用浆砌石砌筑（水泥砂浆标号 M7.5，块石材质 Mu30）。

排水沟的过流量按下列公式计算，考虑到可能存在废土堵塞排水沟，故考虑了 1.2 的堵塞系数：

$$Q = WC (Ri)^{1/2} / 1.1; C = R^{1/6} / n; R = W/X; X = b + s;$$

式中： Q —过流量， m^3/s ；

W —过水断面面积， m^2 ；

C —流速系数， m/s ；

R —水力半径， m ；

i —水力坡降；

n —糙率，取 0.025；

X —水沟湿周， m ；

b —沟底宽， m ；

S —斜坡长， m 。

此外，排水沟的弯曲段弯曲半径不应小于最小容许半径及沟底宽的 5 倍，其计算公式： $R = 1.1v^2A^{1/2} + 12$

式中： R_{\min} —排水沟最小容许半径，m；

v —沟道水流流速，m/s；

A —沟道过流断面面积， m^2 。

根据表 6.2-1 计算结果，确定水沟的设计参数，排水沟断面规格见表 6.2-2。

表 6.2-1 排水沟水力计算成果表

编号	上底	下底	水深	过水断面(m^2)	斜坡	湿周
	宽 (m)	宽 (m)	(m)		长 (m)	(m)
P1	1.0	0.5	0.45	0.33	1.10	1.60
P2	0.90	0.4	0.4	0.24	0.98	1.38
P3	0.60	0.3	0.35	0.15	0.82	1.12
编号	水力	糙率	水力	流速	流量	流速
	半径		坡降	系数	(m^3/s)	(m/s)
P1	0.204	0.025	0.320	30.68	2.323	7.120
P2	0.174	0.025	0.270	29.89	1.413	5.888
P3	0.135	0.025	0.110	28.64	0.478	3.169

表 6.2-2 排水沟参数

场地	编号	集雨面积 (km^2)	洪峰流量 (m^3/s)	设计流量 (m^3/s)	长度 (m)	水力坡降 i	糙率 n
采场	P1	0.3682	1.8306	2.323	3981	0.32	0.025
排土场	P2	0.0707	0.7437	1.413	1585	0.27	0.025
临时排土场	P2	0.1639	1.2195	1.413	2603	0.27	0.025
采场台阶	P3	0.0401	0.3021	0.478	17319	0.11	0.025
场地	编号	排水沟截面					
		上底宽 a (m)	底宽 b (m)	水深 h (m)	沟深 H (m)	面积(m^2)	浆砌石厚度
采场	P1	1.0	0.5	0.45	0.6	0.405	0.3
排土场	P2	0.9	0.4	0.4	0.5	0.325	0.3
临时排土场	P2	0.9	0.4	0.4	0.5	0.325	0.3
采场台阶	P3	0.6	0.3	0.35	0.4	0.18	0.3

因此所设计的截排水沟为采用明渠、梯形断面排水沟满足排洪要求，排水沟坡度设计依地形为主，平缓处保证坡度大于等于 3°，以确保顺利排水。并在采场及排土场、临时排土场下游设置沉淀池，经过沉淀消能后排入地表沟渠中。

根据《开发利用方案》，矿山+200m标高以上仍采用露天开采方式，其之下在留有保安矿柱后采用地下开采方式，露天开采生产服务年限为4.6年，基建期1.1年；地下开采生产服务年限为4.8年，其基建期为1.5年，故矿山总的服务年限为12.0年。为保证开采安全，露天开采结束后进行地下开采。

采场周边及配套排土场截水沟安排在第一阶段近期内修建，台阶平台坡脚排水沟在堆放形成平台时完成修建，相关场地修建排水沟安排及建设工程量详见表 6.2-3。

表 6.2-3 各场地修建排水沟工程量表

施工阶段	修建场地	排水沟类型	长度 (m)	排水沟挖土方	水沟浆砌石砌筑	砂浆抹面 (立面)	砂浆抹面 (平面)
				(m ³)	(m ³)	(m ²)	(m ²)
第一阶段	采场周边	P1	3981	4538.34	2707.08	4180.05	1990.50
	排土场周边	P2	1267	1203.73	791.91	1393.70	506.80
	临时排土场周边	P2	1971	1872.57	1231.94	2168.10	788.40
	采场东北部台阶	P3	2605	1849.77	1354.31	2214.61	781.50
	采场西南部台阶	P3	4940	3507.82	2568.25	4199.69	1482.00
	小计			14764	9464.41	6085.24	9956.46
第二阶段	排土场内部	P2	318	302.12	198.76	349.80	127.20
	临时排土场内部	P2	319	303.07	199.38	350.90	127.60
	+200m台阶平台	P3	9774	6940.36	5081.38	8309.27	2932.20
	小计			10411	7243.43	5280.77	8660.17
合计			25175	16707.84	11366.01	18616.63	7127.00

注：露天采场周边截排水沟费用列入主体工程经费投入。

2、拦渣墙（坝）工程

防止废土石渣被雨水冲刷引发泥石流地质灾害，需要在排土场及临时排土场下游坡脚处设置拦渣墙（坝），坝址要选择在岩石比较稳定、坚硬，无明显裂隙的地点，必须严格按照设计进行施工。

设计拦渣墙基础深为 0.5-1m，施工时按实际地基开挖情况可做适当调整。墙体背坡垂直，面坡坡比为 1: 0.4，每 10m 设一道宽 2cm 的沉降缝，墙身布设φ50 塑料排水管，纵横间距分别为 1.0-1.5m、5.0m，排水管出水口离地面高 0.35m。反滤层必须用透水性材料，如卵石、砂砾

石等，在排泄水孔底部夯填 0.3m 厚的粘土隔水层。建墙使用的石料为 Mu30 块石，采用 M7.5 水泥砂浆砌筑。拦渣墙墙顶高程以上堆放坡度 1: 1.5~1:2.0。

表6.2-4 拦渣墙（坝）参数表

场地名称	坝高 (m)	坝长 (m)	坝顶宽 (m)	坝底宽 (m)	基底摩擦系 数 μ	墙背倾 角 α	墙底水平 角 α_0	容积 (万m^3)
排土场	6	241	0.7	1.5	0.4	90	0	140.85
临时排土场	6	353	0.7	1.5	0.4	90	0	381.66

根据规范《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T0219-2006）中重力式挡渣稳定性计算复核算，计算公式为：

$$\text{抗滑稳定系数: } K_s = \frac{(G_n + E_{an})\mu}{E_{at} + G_t} \geq 1.3$$

$$\text{抗倾覆稳定系数: } K_t = \frac{G\chi_0 + E_{az}\chi_f}{E_{ax}Z_t} \geq 1.5$$

其中， $G_n = G \cos \alpha_0$ $G_t = G \sin \alpha_0$

$E_{at} = E_a \sin(\alpha - \alpha_0 - \delta)$ $E_{ax} = E_a \sin(\alpha - \delta)$

$E_{an} = E_a \cos(\alpha - \alpha_0 - \delta)$ $E_{az} = E_a \cos(\alpha - \delta)$

$x_t = b - Z_t \text{ctg} \alpha$ $Z_t = Z - b \tan \alpha_0$

式中： G —拦渣墙每延米的自重（kN）；

X_0 —拦渣墙重心离墙趾的水平距离（m）；

α_0 —拦渣墙的基底倾角（°）； α —拦渣墙的墙背倾角（°）；

δ —土对拦渣墙墙背摩擦角（°）； b —基底的水平投影宽度（m）；

Z —土压力的作用点离墙踵的高度（m）；

μ —土对拦渣墙基底的摩擦系数。

$$\text{主动土压力: } E_a = \frac{1}{2} \gamma \cdot H^2 K_a$$

式中 γ —土重度（kN/m³）； H —土体厚度（m）； K_a —土压力系数。

$$\text{基底压力: } P_{\max} = \frac{G_n + E_{an} - W_n + P_n}{b} \leq 1.2[\delta]$$

根据《建筑边坡工程技术规范》中重力式挡墙按抗滑移稳定性 $K_c \geq 1.3$ ，抗倾覆稳定性 $KO \geq 1.5$ ，地基平均承载力 ≤ 200.0 （kPa）的要求，本次设计拦渣墙的抗滑移稳定性和抗倾覆稳定性验算，计算参数为：表土体堆容重为 16.0 kN/m³，内摩擦角 35°，荷载基本组合=脚墙自重+墙背主动土压力。从拦渣墙稳定性分析可知，设计拦渣墙的整体抗滑稳定性、抗倾覆稳定性及地基平均承载力均满足规范要求，安全可靠，场地稳定性较好。根据《开发利用方案》，排土

场容量为140.85万m³，临时排土场容量为381.66万m³，均设置在冲沟内，地质条件良好，地质结构稳定，但表层为土壤较松散，修建时应对应地基进行夯实，以保证拦渣墙稳定性。拦渣墙(坝)设计工程量见表6.2-5。

表6.2-5 拦渣墙(坝)设计工程量

场地	修建阶段	M7.5 浆砌 MU30 毛石 (m ³)	挖土方 (m ³)	反滤层 (m ³)
排土场	第一阶段	2024.4	723	35.79
临时排土场		2965.2	1059	52.42

在主体工程设计中，建议业主委托有工程设计资质单位对拦渣墙(坝)进行单体设计。

二、采空区塌陷防治工程

矿山采用地下开采，根据矿体围岩特点，并参照国内同类型矿山的经验，确定开采岩体移动角为：上盘65°，下盘及两端60°，表土45°。矿山开采引发采空塌陷地质灾害可能性小~中等，本方案对采空区地面塌陷采用工程措施、监测措施。

工程措施：利用采出的废石就近回填采空区，以防止引发采空区地面塌陷地质灾害，此部分工程量已列入矿山主体工程投资概算，因此不列入本方案投资概算。

监测措施：采矿过程中要加强对地表的变形监测，发现问题及时处理。

6.2.3 矿山其他地质环境问题治理工程

1、矿区明斜井口、平硐口地段崩塌、滑坡防治工程

由于井口开拓开挖打破了边坡岩土体内的原始应力的平衡状态，出现了次生应力场，常使边坡岩土体发生变形破坏，使岩体失稳，导致崩落、散落、座落、倾倒坍塌和滑动等。

①对存在崩塌隐患的井口采取浆砌石或混凝土支护措施治理。

②对矿区特别是进入平硐道路等地可能出现的崩塌、滑坡隐患，应适当放坡，并采用挡墙支护加固，避免发生崩塌、滑坡对矿山工作人员等带来影响。

③明斜井口工业场区域(含提升机房、空压机房、堆矿坪、供配电、供水等设施)、平硐口周边悬挂或安装警示牌，共需要警示牌56块。

井口的加固因在《开发利用方案》中专门设计，故本方案不再设计支护。

2、矿区道路地段崩塌防治工程

矿区道路或周边农村道路的人工边坡上容易发生崩塌地质灾害，因此其治理应因地制宜，通过监测并悬挂或安装警示牌进行防治。本方案设计设立警示牌采用矩形结构，规格为1.5m×1.0m，1mm厚防锈合金铝板，并在铝板正面贴反光膜。确定安装位置后，支柱采用0.1m×0.1m×2m混凝土桩，警示牌埋深0.5m，不得倾斜。安装完成后应对所有的标志板进行清扫，保持版面清洁。共需要警示牌20块。

3、矿坑突水防治工程

- (1) 雨季加强防范措施，遇到暴雨时停止井下施工。
- (2) 在主要泵房井巷建造防水闸门，防止大的突水瘫痪井下排水系统。
- (3) 分区分级排水，将井巷系统分成若干防水区，建立既独立又联合的排水系统，避免一处突水殃及全井。
- (4) 矿坑涌水要及时抽排，实现矿井正常生产。
- (5) 应用废石及时回填采空区，采空区回填率应达 30%以上，并在掘进和采矿生产过程中必须做好超前探水工作（打大于 5m 的超前钻孔探水）。

6.2.4 含水层破坏防治工程

含水层破坏治理工程措施与含水层破坏的预防措施一致，本节不再复述。

6.2.5 水土环境污染治理工程

在排土场及临时排土场拦渣坝下游设置淋溶水沉淀池，沉淀池用于收集废石淋滤水，定期对其水质进行监测，并经过适当处理后再外排，对排水的污染处理应按环保部门的要求进行，沉淀池的沉淀渣要进行无害化处理；共修建沉淀池2个，规格为10m×5m×3m，沉淀池采用M7.5 砂浆砌筑砖，厚度为400mm，内侧采用 M7.5 砂浆抹面，厚度2.0cm，单个沉淀池开挖土方量为43.6m³，底部铺设防渗层。

表 6.2-6 沉淀池工程量统计表

编号	名称	位置	规格(m)	单位 (m ³)		单位 (m ²)	
				挖土方	浆砌石	砂浆抹面 (立面)	防渗层铺 设
1	沉淀池 C1	排土场截排水沟排放口	10×5×3	43.6	36	90	50
2	沉淀池 C2	临时排土场截排水沟排放口	10×5×3	43.6	36	90	50
合计				87.2	72	180	100

6.2.6 地形地貌景观破坏治理工程

本项目的对地形地貌景观破坏主要表现在露天采场、排土场、选矿厂、堆淋场（西南）、2号排土场、办公生活区、堆淋场、干堆场、3号排土场、斜井口工业场地、平硐口、沉淀池等地段。露天采场、排土场、选矿厂、堆淋场（西南）、2号排土场、办公生活区、堆淋场、干堆场、3号排土场、沉淀池治理措施见下文“土地复垦工程设计”，斜井口工业场地、平硐口治理措施为：井口封闭、植被恢复等。

根据开发利用方案，矿山采用“明+盲斜井”开拓方案，包括斜井、回风平硐。

1、平硐回填封堵

设计在闭矿后封堵平硐口，设计从硐口充填废石渣至硐内20m处，并在硐口修筑一道1m厚的浆砌石挡墙进行封口（采用砂浆 7.5、水泥 32.5、石材就近采用矿内的废石，但需达到 MU30

级别)，同时预留泄水通道(管道)。平硐口平均断面积为5.19m²，则封堵工程量如下表6.2-7所示。

表 6.2-7 平硐封堵工程量表

位置	充填废石渣			浆砌石挡墙	
	回填深 m	净断面积	回填量	挡墙厚度	浆砌石
		(m ²)	(m ³)	(m)	(m ³)
平硐口	20	5.19	103.8	1	5.19

2、斜井口封堵

地表的斜井口只有1个，即一级提升明斜井（285~120m）。斜井井筒封堵工艺：先位于井口以内20m处修一铅直封面墙（嵌入围岩0.5m）封堵井筒，采用浆砌石墙（砂浆标号：M7.5，块石材质 Mu30），厚度2.0m，再往井筒内充填废石渣至井口，再在井口处修建厚1.0m的浆砌石墙。根据开发利用方案，明斜井净断面积为6.3m²，封堵工程量如下表6.2-8所示。

表 6.2-8 斜井封堵工程量表

位置	充填废石渣			浆砌石挡墙	
	回填深 m	净断面积	回填量	挡墙厚度	浆砌石
		(m ²)	(m ³)	(m)	(m ³)
一级明斜井口	20	6.3	126	4	25.2

3、栽植爬山虎

硐口为切坡修建，封堵后，在各井口封墙墙脚种植爬山虎，使其爬满整个墙面。爬山虎种植密度为0.5m/株，每个井口宽约8m，经计算，硐口（斜井口）需要种植爬山虎8×2×2=32株。

6.2.7 地质环境治理工程量汇总

地质环境治理工程量汇总见表6.2-9。

表6.2-8 地质环境恢复治理工程汇总量表

序号	工程项目	单位	工程量	计算方法
一	第一阶段防治工程		实施时间：2025年1月-2029年12月	
(一)	排水沟工程			
1	排土场周边排水沟工程			
(1)	排水沟挖土方	m ³	1203.73	等于水沟长度×断面
(2)	水沟浆砌石砌筑	m ³	791.91	等于水沟长度×砌筑断面
(3)	砂浆抹面（立面）	m ²	1393.70	等于水沟断面斜长×长度
(4)	砂浆抹面（平面）	m ²	506.80	等于水沟断面底长×长度
2	临时排土场周边排水沟工程			
(1)	排水沟挖土方	m ³	1872.57	等于水沟长度×断面
(2)	水沟浆砌石砌筑	m ³	1231.94	等于水沟长度×砌筑断面
(3)	砂浆抹面（立面）	m ²	2168.10	等于水沟断面斜长×长度
(4)	砂浆抹面（平面）	m ²	788.40	等于水沟断面底长×长度
3	采场东北部台阶排水沟工程			
(1)	排水沟挖土方	m ³	1849.77	等于水沟长度×断面

(2)	水沟浆砌石砌筑	m ³	1354.31	等于水沟长度×砌筑断面
(3)	砂浆抹面（立面）	m ²	2214.61	等于水沟断面斜长×长度
(4)	砂浆抹面（平面）	m ²	781.50	等于水沟断面底长×长度
4	采场西南部台阶排水沟工程			
(1)	排水沟挖土方	m ³	3507.82	等于水沟长度×断面
(2)	水沟浆砌石砌筑	m ³	2568.25	等于水沟长度×砌筑断面
(3)	砂浆抹面（立面）	m ²	4199.69	等于水沟断面斜长×长度
(4)	砂浆抹面（平面）	m ²	1482.00	等于水沟断面底长×长度
(二)	拦渣墙（坝）工程			
1	排土场拦渣墙（坝）工程			
(1)	挖土方	m ³	723.00	等于拦渣墙基础挖方量
(2)	浆砌石砌筑	m ³	2024.40	等于挡墙长度×墙体断面
(3)	反滤层	m ³	35.79	等于挡墙长度×反滤层断面
2	临时排土场拦渣墙（坝）工程			
(1)	挖土方	m ³	1059.00	等于拦渣墙基础挖方量
(2)	浆砌石砌筑	m ³	2965.20	等于挡墙长度×墙体断面
(3)	反滤层	m ³	52.42	等于挡墙长度×反滤层断面
(三)	沉淀池修筑工程			
1	排土场沉淀池C1修筑工程			
(1)	土方开挖	m ³	43.60	等于长×宽×高
(2)	浆砌石	m ³	36	等于墙体长度×厚度×高度
(3)	砂浆抹面（立面）	m ²	90	等于高度×长度
(4)	砂浆抹面（平面）	m ²	100	等于宽度×长度
2	临时排土场沉淀池C2修筑工程			
(1)	土方开挖	m ³	43.60	等于长×宽×高
(2)	浆砌石	m ³	36	等于墙体长度×厚度×高度
(3)	砂浆抹面（立面）	m ²	90	等于高度×长度
(4)	砂浆抹面（平面）	m ²	100	等于宽度×长度
二	第二阶段防治工程		实施时间：2030年1月至2034年12月	
(一)	排水沟工程			
1	排土场内部排水沟工程			
(1)	排水沟挖土方	m ³	302.12	等于水沟长度×断面
(2)	水沟浆砌石砌筑	m ³	198.76	等于水沟长度×砌筑断面
(3)	砂浆抹面（立面）	m ²	349.80	等于水沟断面斜长×长度
(4)	砂浆抹面（平面）	m ²	127.20	等于水沟断面底长×长度
2	临时排土场内部排水沟工程			
(1)	排水沟挖土方	m ³	303.07	等于水沟长度×断面
(2)	水沟浆砌石砌筑	m ³	199.38	等于水沟长度×砌筑断面
(3)	砂浆抹面（立面）	m ²	350.90	等于水沟断面斜长×长度
(4)	砂浆抹面（平面）	m ²	127.60	等于水沟断面底长×长度
3	+200m台阶平台排水沟工程，根据实际情况，边生产边实施			
(1)	排水沟挖土方	m ³	6940.36	等于水沟长度×断面
(2)	水沟浆砌石砌筑	m ³	5081.38	等于水沟长度×砌筑断面
(3)	砂浆抹面（立面）	m ²	8309.27	等于水沟断面斜长×长度
(4)	砂浆抹面（平面）	m ²	2932.20	等于水沟断面底长×长度
三	第三阶段防治工程		实施时间：2035年1月至2036年12月	
(一)	设置警示牌			

1	平硐口、明斜井口工业场区域	块	56	
2	矿山道路区域	块	20	
四	第四阶段防治工程		实施时间: 2037年1月至2040年12月	
(一)	平硐封堵工程量表			
1	充填废石渣	m ³	103.80	等于回填深度×净断面
2	浆砌石砌筑	m ³	5.19	等于挡墙厚度×净断面
(二)	斜井封堵工程量表			
1	充填废石渣	m ³	126.00	等于回填深度×净断面
2	浆砌石砌筑	m ³	25.20	等于挡墙厚度×净断面
(三)	爬山虎种植工程			
	爬山虎	棵	32	种植密度为0.5m/株

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果园、乔木林地、草地、农村宅基地、公路用地、农村道路及坑塘水面。拟复垦单元场地有：露天采场、排土场、临时排土场、堆淋场（西南）、2号排土场、办公生活区、堆淋场、干堆场、3号排土场、沉淀池、选矿厂、平硐口、斜井口工业场地等，损毁总面积为94.1356hm²，实施本方案后，复垦土地总面积为81.3592hm²，其中果园0.4761hm²、乔木林地37.8928hm²、其他草地38.1999hm²、农村宅基地1.3377hm²、公路用地1.7879hm²、农村道路0.7819hm²、坑塘水面0.8829hm²，土地复垦率为86.43%，复垦率未达到100%的原因是采场边坡坡度较陡（>35°）（采场边坡面积12.7764hm²），出露新鲜基岩，只适合藤蔓植物（爬山虎）进行复绿，不计入复垦面积。项目矿区各场地复垦前后土地利用结构调整表、项目复垦前后土地利用结构调整表见表 6.3-1、表 6.3-2。

一级地类	二级地类		面积 (hm ²)		面积增减 (hm ²)
			复垦前	复垦后	
02 果园	0201	果园	0.0000	0.4761	0.4761
	0204	其他果园	1.0180	0.0000	-1.0180
	0204K	可调整其他果园	0.0102	0.0000	-0.0102
03 林地	0301	乔木林地	6.4509	37.8928	31.4419
	0305	灌木林地	19.1914	0.0000	-19.1914
	0307	其它林地	6.9143	0.0000	-6.9143
04 草地	0404	其他草地	18.2614	38.1999	19.9385
06 工矿仓储用地	0602	采矿用地	36.6455	0.0000	-36.6455
07 住宅用地	0704	农村宅基地	1.3377	1.3377	0.0000
10 交通运输用地	1002	公路用地	1.8396	1.7879	-0.0517
	1006	农村道路	1.3542	0.7819	-0.5723
11 水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	1.1124	0.8829	-0.2295
合计			94.1356	81.3592	-12.7764

表6.3-2 复垦地类前后对照表 单位: hm²

场地名称	损毁或复垦	合计	一、二级地类											
			园地02			林地 03			草地 04	工矿仓储用地06	住宅用地 07	交通运输用地 10		其他土水域及水利11
			果园 (0201)	其他园地 (0204)	可调整其他园地 (0204K)	乔木林地 (0301)	灌木林地 (0305)	其他林地 (0307)	其他草地 (0404)	采矿用地 (0602)	农村宅基地(0702)	公路用地(1003)	农村道路 1006	坑塘水面 (1104)
露天采场	损毁	36.8153		1.0180	0.0102	5.5754	3.3371		0.7273	23.4004	0.1280	0.5643	1.0362	1.0184
	复垦	24.0389	0.4761			13.6525			8.0169		0.1280	0.5126	0.4639	0.7889
临时建排土场	损毁	16.3919				0.5297	8.1353	6.9143	0.7306				0.0820	
	复垦	16.3919				15.4179			0.8920				0.0820	
排土场	损毁	7.0665					6.0651		1.0014					
	复垦	7.0665				6.0651			1.0014					
选矿厂	损毁	0.8192					0.0615		0.7576					
	复垦	0.8192				0.8192								
沉淀池	损毁	0.1514				0.0679	0.0835							
	复垦	0.1514				0.1514								
堆淋场(西南)	损毁	1.3938					0.2934		0.7109	0.2647			0.1248	
	复垦	1.3938				0.2934			0.9756				0.1248	
2号排土场	损毁	12.6320					0.4773		11.7595	0.2840			0.1112	
	复垦	12.6320				0.4773			12.0435				0.1112	
办公生活区	损毁	1.6497								0.4400	1.2097			
	复垦	1.6497							0.4400		1.2097			
堆淋场	损毁	7.9165				0.1103	0.1209		1.2682	5.7530		0.5701		0.0940
	复垦	7.9165				0.2312			7.0212			0.5701		0.0940
干堆场	损毁	6.8757					0.4160		0.0447	5.8230		0.5920		
	复垦	6.8757				0.4160			5.8677			0.5920		
3号排土场	损毁	2.2537					0.1989		1.2612	0.6804		0.1132		
	复垦	2.2537				0.1989			1.9416			0.1132		
平硐坑口	损毁	0.0440				0.0417	0.0024							
	复垦	0.0440				0.0440								
明斜井坑口	损毁	0.1259				0.1259								
	复垦	0.1259				0.1259								
损毁合计		94.1356	0.0000	1.0180	0.0102	6.4509	19.1914	6.9143	18.2614	36.6455	1.3377	1.8396	1.3542	1.1124
复垦合计		81.3592	0.4761	0.0000	0.0000	37.8928	0.0000	0.0000	38.1999	0.0000	1.3377	1.7879	0.7819	0.8829
面积增减		-12.7764	0.4761	-1.0180	-0.0102	31.4419	-19.1914	-6.9143	19.9385	-36.6455	0.0000	-0.0517	-0.5723	-0.2295
复垦率%		86.43												

6.3.2 土地复垦工程设计

一、表土收集及堆放

根据前文表土供求平衡分析可知，矿山在未来生产过程中，对拟新增损毁区域进行表土收集，预计可收集表土约为114090m³（按5%的损耗量计算）。矿山前期在旧排土场内堆存有表土量199141m³，故矿山可提供总表土量为313231m³，大于未来复垦所需表土量266176m³，满足复垦需求。据项目区现状植被生长情况及现场调查，因表土中含大量植物根系和种子，表土堆放一定时间后茅草等植被将会自然生长覆盖表土，因此表土堆放无需采取工程防护措施。

表土收集时应注意：为保持土壤结构、避免土壤板结，应避免雨季剥离、搬运和堆存表土；表土堆存时应防止放牧、机器和车辆的进入，防止粉尘、盐碱的覆盖；同时保护土壤中微生物活性、土壤结构和土壤养分，确保将来复垦时所需的表土质量满足复垦需求。

二、废石土回填工程

露天开采结束后，先对采坑进行回填，将临时排土场内的废石土运至采坑回填，为达到自然排水标高要求，回填标高+268m。

在回填到设定标高后，将含土质较多的废渣，分层回填到废渣面上，对大块料石头进行破碎，摊铺平整，振动碾压2~3遍，平地机整平夯实，压实度达90%以上。根据矿山生产时序安排及开采的先后顺序，生产过程中利用采场剥离废渣进行回填，因此废渣回填采坑列入矿山主体工程。

三、建（构）筑物拆除工程

主要拆除地表各个复垦场地地面以上的建构筑物、挖除硬化地面，并清理场地，采用机械挖除地面硬化以上建构筑物，清理出来的建筑材料留给附近村屯建设使用，地面硬化物可用于充填井下采空区或农村道路铺设。各单元的建（构）筑物与硬化地面拆除及废渣清理工程详见各单元复垦工程设计。

四、平整工程

露天采场在回填夯实之后局部会出现一定的坡度，此外，矿山开采采用机械作业，开采结束后场地局部会出现凹凸不平的地形，因此，在后期治理复垦过程中对各个复垦单元需实施平整工程，采用推土机推高填低的方式对场地进行整平，使之适合植被的生长。

五、覆土工程

本项目的复垦方向为果园、乔木林地、其它草地、农村宅基地、公路用地、农村道

路及坑塘水面，复垦工程需根据有关技术标准对复垦单元覆盖一定厚度的表土层。拟复垦果园、乔木林地，按 0.3m 厚度进行覆土，再按树坑进行回填土方；复垦草地区域，先回填0.2m厚度表土，再撒播草籽；为了预防水土流失，复垦成农村宅基地、坑塘水面区域先回填0.2m厚度表土，再撒播草籽。公路用地及农村道路不需回填表土，采场边坡坡脚坡顶采用“上爬下挂”方式种植爬山虎进行复绿，也无需回填表土。

六、土壤培肥工程

对复垦果园、乔木林地单元每个树坑施用1.0kg商品有机肥，同时每株果树、西南桦施0.5kgNPK三元复合肥（含量30%），以促进树苗的生长。各复垦单元土壤培肥改良工程详见各单元复垦工程设计。

七、林草植被恢复工程

1、物种选择

物种选择遵循的原则是：①适应能力强。对干旱、贫瘠、风蚀等不良因子有较强的忍耐能力；②生存能力强，有固氮能力，能形成稳定的植被群落；③根系发达，生长速度快；④播种栽培较容易，成活率高；⑤优先选择乡土物种，防止外来物种入侵。参照周边植物种类，果园种植柑橘；根据《造林技术规程》(GB/T15776-2016)附录 B，广西壮族自治区崇左凭祥市属于亚热带区，再从附录 C 中选取适宜亚热带区种植树种，考虑本区土层下垫面多为岩溶地层，结合当地的气象气候条件及生物多样性，选择造林树种主要为西南桦、柚木等；草种主要选择猪屎豆、决明等。

2、物种配置设计

物种配置遵循的原则是：①林地遵循草、乔相结合原则；②物种多样性原则，多种物种相配合，避免物种单一；③最佳种植密度原则，根据植物对水热条件的适应性，采取不同的种植密度；一般喜光而速生的、干形通直自然整枝好的宜种植稀一些；在土壤瘠薄地区，种植密度要相对大一些。

结合周边种植情况，本项目果园种植柑橘；乔木物种选用西南桦，柑橘与西南桦采用穴状栽植，采用矩形穴坑，规格均为 0.8×0.8×0.9m（深），种植间距 3×2m，栽植密度为 1667 株/hm²，乔木林地采用乔草结合，种植乔木后林下撒播草籽，采用猪屎豆、决明等混合草籽（比例 2:1），播种量按照 60kg/hm²。林草植被恢复工程详见各单元复垦工程设计。

八、各土地复垦单元复垦工程设计

1、露天采场复垦工程

根据开发利用方案开采顺序，按边生产边治理复垦的原则分阶段对损毁土地进行复垦。

复垦地类包括果园、乔木林地、草地，公路用地及农村道路、坑塘水面，设计工程如下：

①采坑回填

采坑复垦第一步，需要进行废石土回填。如“5.2.3水土资源平衡分析”一节所述，回填废石土方量为355.49万m³。

②土地平整

采用挖掘机挖高填低对场地进行平整，整平地面要求保证地面有一定的坡度，既利于防洪排水，又可防止强降雨时，水流速过快冲刷表土，平整平均厚度0.15m。经计算，平整面积24.0389hm²，平整土方量24.0389hm²×0.15m=36058m³。

③覆土工程

复垦果园、乔木林地区域，均先回填0.3m厚度表土，再按树坑回填表土，树坑规格0.8×0.8×0.9m（深），行株距2.0×3.0m；复垦草地及坑塘水面区域，先回填0.2m厚度表土，再撒播草籽。经统计，采区覆土工程量合计为85519m³。

④坑栽果树、西南桦

采区拟复垦果园面积为0.4761hm²，复垦乔木林地面积13.6525hm²，果树、西南桦种植密度为6m²/株(株距/行距—2m×3m)，树坑规格为0.8m×0.8m×0.9m，共种果树794棵，西南桦22755株。

⑤撒播草籽

乔木林地采用乔草结合，种植西南桦后林下撒播草籽，采用猪屎豆、决明等混合草籽（比例2:1），播种量按照60kg/hm²。为了防止水土流失，复垦成农村宅基地及坑塘水面区域也撒播草籽。撒播面积为复垦为乔木林地13.6525hm²、其他草地8.0169hm²、农村宅基地0.1280hm²、坑塘水面0.7889hm²。

⑥施有机肥

为提高土壤肥力，对拟复垦为果园、林地区域进行培肥。复垦果园、乔木林地单元每个树坑施用1.0kg商品有机肥，同时每株果树、西南桦施0.5kgNPK三元复合肥（含量30%），以促进树苗的生长；该区复垦果园面积为0.4761hm²，共植果树794株，需有机肥0.794t，需复合肥0.397t；复垦乔木林地面积为13.6525hm²，共植西南桦22755株，需有机肥23548kg，需复合肥11774kg。

⑦种植爬山虎

采用“上爬、下挂”的方法分别在各边坡的上、下边沿接触线处种植爬山虎，种植方法：以平台上回填表土为爬山虎扦插基质，将处理后的插条直接插入基质中，压实后及时喷、灌水。经测算，采场共需种植爬山虎的边坡接触线总长26319m，按0.5m/株进行

栽种，需栽种爬山虎52638株。

⑧修筑公路（三级公路）

采区共修公路长630m。路基面积：路面宽度7m×长度630m=4410m²；混凝土路面面积：路面宽度7m×长度630m=4410m²。

⑨修筑农村道路（四级公路）

采区共修农村道路长686m。路床压实面积：路面宽度4m×长度686m=2744m²；泥结碎石路面面积：路面宽度4m×长度686m=2744m²。

2、堆淋场（西南）复垦工程

位于矿区外西南部，损毁土地类型有灌木林地、其他草地、采矿用地、农村道路，拟复垦土地类型为乔木林地、其他草地、农村道路。设计工程如下：

①场地平整

采用挖掘机挖高填低对场地进行平整，整平地面要求保证地面有一定的坡度，既利于防洪排水，又可防止强降雨时，水流速过快冲刷表土，平整平均厚度0.15m。经计算，堆淋场（西南）总复垦面积1.3938hm²，平整土方量1.3938hm²×0.15m=2091m³。

②覆土工程

为保证复垦林地及草地的质量，复垦工程需根据有关技术标准对复垦单元覆盖一定厚度的表土层。复垦乔木林地区域种植西南桦，先回填0.3m厚度表土，再按树坑回填表土，树坑规格0.8×0.8×0.9m（深），行株距2.0×3.0m；复垦草地区域，先回填0.2m厚度表土，再撒播草籽。经统计，覆土工程量合计为3435m³。

③坑栽西南桦

采区拟复垦乔木林地面积为0.2934hm²，苗木种植密度为6m²/株(株距/行距—2m×3m)，树坑规格为0.8m×0.8m×0.9m，共植树489株。

④施有机肥

为提高土壤肥力，对拟复垦为林地区域进行培肥。复垦乔木林地面积为0.2934hm²，共植苗木489株，需有机肥489kg，需复合肥245kg。

⑤撒播草籽

乔木林地采用乔草结合，种植西南桦后林下撒播草籽，采用猪屎豆、决明等混合草籽（比例2:1），播种量按照60kg/hm²。撒播面积为复垦为乔木林地0.2934hm²、其他草地0.9756hm²。

⑥修筑农村道路（四级公路）

场地内共修农村道路长204m。路床压实面积：路面宽度4m×长度204m=816m²；泥结碎石路面面积：路面宽度4m×长度204m=816m²。

3、2号排土场复垦工程

位于矿区西南部，损毁土地类型有灌木林地、其他草地、采矿用地、农村道路，拟复垦土地类型为乔木林地、其他草地、农村道路。设计工程如下：

①场地平整

采用挖掘机挖高填低对场地进行平整，整平地面要求保证地面有一定的坡度，既利于防洪排水，又可防止强降雨时，水流速过快冲刷表土，平整平均厚度0.15m。经计算，2号排土场总复垦面积12.6320hm²，平整土方量12.6320hm²×0.15m=18948m³。

②覆土工程

为保证复垦林地及草地的质量，复垦工程需根据有关技术标准对复垦单元覆盖一定厚度的表土层。复垦乔木林地区域先回填0.3m厚度表土，再按树坑回填表土，树坑规格0.8×0.8×0.9m（深），行株距2.0×3.0m；复垦草地区域，先回填0.2m厚度表土，再撒播草籽。经统计，覆土工程量合计为27547m³。

③坑栽西南桦

采区拟复垦乔木林地面积为0.4773hm²，苗木种植密度为6m²/株(株距/行距—2m×3m)，树坑规格为0.8m×0.8m×0.9m，共植树796株。

④施有机肥

为提高土壤肥力，对拟复垦为林地区域进行培肥。复垦乔木林地面积为0.7707hm²，共植西南桦1285株，需有机肥1285kg，需复合肥642kg。

⑤撒播草籽

乔木林地采用乔草结合，种植西南桦后林下撒播草籽，采用猪屎豆、决明等混合草籽（比例2:1），播种量按照60kg/hm²。撒播面积为复垦为乔木林地0.4773hm²、其他草地12.0435hm²。

⑥修筑农村道路（四级公路）

场地内共修农村道路长239m。路床压实面积：路面宽度4m×长度239m=956m²；泥结碎石路面面积：路面宽度4m×长度239m=956m²。

4、临时排土场复垦工程

本矿山露天开采结束后将临时排土场中的废石运至露天凹陷采坑回填，废石土清空完毕后临时排土场取消。临时排土场损毁土地类型乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地及农村道路，拟复垦土地类型为乔木林地、其他草地及农村道路。设计如下：

①拆除拦渣墙

临时排土场内废石土清空完毕后拆除拦渣墙，根据前文“2、拦渣墙（坝）工程”可知，拆除砌体工作量为2965m³。

②废渣外运

拆除的砌体材料可交付给附近村民使用或充填井下采空区。运距 $<1.0\text{km}$ 。外运工程等于拆除量 2965m^3 。

③场地平整

拟采用挖掘机挖高并用堆土机堆填低的方式对复垦场地进行整平压实，施工时尽量采用单一缓坡进行整平，以利于自然排水，平均修整厚度 0.15m ，复垦面积 16.3919hm^2 ，平整土方量 $16.3919\text{hm}^2 \times 0.15\text{m} = 24588\text{m}^3$ 。

④覆土工程

为保证复垦林地的质量，先回填 0.3m 厚度表土，再按树坑回填表土；复垦草地区域，先回填 0.2m 厚度表土，再撒播草籽。经统计，覆土工程量合计为 71165m^3 。

⑤坑栽西南桦

拟复垦乔木林地面积 15.4179hm^2 ，苗木种植密度为 $6\text{m}^2/\text{株}$ (株距/行距 $2\text{m} \times 3\text{m}$)，树坑规格为 $0.8\text{m} \times 0.8\text{m} \times 0.9\text{m}$ ，共种西南桦 25697 株。

⑥撒播草籽

乔木林地采用乔草结合，种植西南桦后林下撒播草籽，采用猪屎豆、决明等混合草籽(比例 $2:1$)，播种量按照 $60\text{kg}/\text{hm}^2$ 。撒播面积为 16.3919hm^2 。

⑦施有机肥

为提高土壤肥力，对拟复垦为林地区域进行培肥。复垦乔木林地面积为 15.4179hm^2 ，共植西南桦 25697 株，需有机肥 25697kg ，需复合肥 12848kg 。

⑧修筑农村道路(四级公路)

场地内共修农村道路长 216m 。路床压实面积：路面宽度 $4\text{m} \times$ 长度 $216\text{m} = 864\text{m}^2$ ；泥结碎石路面面积：路面宽度 $4\text{m} \times$ 长度 $216\text{m} = 864\text{m}^2$ 。

5、沉淀池复垦工程

沉淀池占地 0.1514hm^2 ，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地，拟复垦土地类型为乔木林地。设计工程如下：

①拆除砌体及地面硬化

矿山闭坑后，拆除沉淀池砌体并挖除、清理硬化地面，根据“表 6.2-6 沉淀池工程量统计表”可知，砌体拆除量 72m^3 ，挖除地面硬化工程量 40m^3 。共计 112m^3 。

②废渣外运

拆除的建筑物材料可交付给附近村民使用，地面硬化废料用于充填井下采空区。运距 $<1.0\text{km}$ 。外运工程等于拆除量 112m^3 。

③场地平整

拟采用挖掘机挖高并用堆土机堆填低的方式对复垦场地进行整平压实，施工时尽量采用单一缓坡进行整平，以利于自然排水，平均修整厚度 0.15m，复垦面积0.1514hm²，平整土方量0.1514hm²×0.15m=227m³。

④覆土工程

为保证复垦林地的质量，先回填0.3m厚度表土，再按树坑回填表土。经统计，覆土工程量合计为681m³。

⑤坑栽西南桦

拟复垦乔木林地面积0.1514hm²，苗木种植密度为6m²/株(株距/行距—2m×3m)，树坑规格为0.8m×0.8m×0.9m，共种西南桦252株。

⑥撒播草籽

乔木林地采用乔草结合，种植苗木后林下撒播草籽，采用猪屎豆、决明等混合草籽（比例 2:1），播种量按照 60kg/hm²。撒播面积为复垦为乔木林地0.1514hm²。

⑦施有机肥

为提高土壤肥力，对拟复垦为林地区域进行培肥。复垦乔木林地面积为0.1514hm²，共植苗木252株，需有机肥252kg，需复合肥126kg。

6、选矿厂复垦工程

选矿厂占地0.8192hm²，损毁土地类型为灌木林地、其他草地，拟复垦土地类型为乔木林地。设计工程如下：

①拆除砌体及地面硬化

矿山闭坑后，拆除场地内的建（构）筑物，并挖除、清理硬化地面，以每 m² 拆除 0.50m³ 估算拆除工程量，本场地拆除建构筑物+硬化地面，估算拆除工程量为4096m³。

②废渣外运

拆除的建筑物材料可交付给附近村民使用，地面硬化废料用于充填井下采空区。运距<1.0km。外运工程等于拆除量4096m³。

③场地平整

拟采用挖掘机挖高并用堆土机堆填低的方式对复垦场地进行整平压实，施工时尽量采用单一缓坡进行整平，以利于自然排水，平均修整厚度 0.15m，复垦面积0.8192hm²，平整土方量0.8192hm²×0.15m=1229m³。

④覆土工程

为保证复垦林地的质量，先回填0.3m厚度表土，再按树坑回填表土。经统计，覆土

工程量合计为3686m³。

⑤坑栽西南桦

拟复垦乔木林地面积0.8192hm²，苗木种植密度为6m²/株(株距/行距一2m×3m)，树坑规格为0.8m×0.8m×0.9m，共种西南桦1365株。

⑥撒播草籽

乔木林地采用乔草结合，种植西南桦后林下撒播草籽，采用猪屎豆、决明等混合草籽(比例2:1)，播种量按照60kg/hm²。撒播面积为复垦为乔木林地0.8192hm²。

⑦施有机肥

为提高土壤肥力，对拟复垦为林地区域进行培肥。复垦乔木林地面积为0.8192hm²，共植西南桦1365株，需有机肥1365kg，需复合肥683kg。

7、排土场复垦工程

矿山闭坑后，将排土场内的废石土运至露天采坑及地下采空区进行回填，待场内废石土清空以后进行复垦。损毁土地类型灌木林地、其他草地，拟复垦土地类型为乔木林地、其他草地。设计如下：

①拆除拦渣墙

排土场内废石土清空完毕后拆除拦渣墙，根据前文“2、拦渣墙(坝)工程”可知，拆除砌体工作量为2024m³。

②废渣外运

拆除的砌体材料可交付给附近村民使用或农村道路铺设。运距<1.0km。外运工程等于拆除量2024m³。

③场地平整

拟采用挖掘机挖高并用堆土机堆填低的方式对复垦场地进行整平压实，施工时尽量采用单一缓坡进行整平，以利于自然排水，平均修整厚度0.15m。复垦面积7.0665hm²，平整土方量7.0665hm²×0.15m=10600m³。

④覆土工程

为保证复垦林地的质量，先回填0.3m厚度表土，再按树坑回填表土；复垦草地区域，先回填0.2m厚度表土，再撒播草籽。经统计，覆土工程量合计为29296m³。

⑤坑栽西南桦

拟复垦乔木林地面积6.0651hm²，苗木种植密度为6m²/株(株距/行距一2m×3m)，树坑规格为0.8m×0.8m×0.9m，共种西南桦10109株。

⑥撒播草籽

乔木林地采用乔草结合，种植西南桦后林下撒播草籽，采用猪屎豆、决明等混合草籽（比例 2:1），播种量按照 60kg/hm²。撒播面积为复垦为 7.0665hm²。

⑦施有机肥

为提高土壤肥力，对拟复垦为林地区域进行培肥。复垦乔木林地面积为 6.0651hm²，共植西南桦 10109 株，需有机肥 10109kg，需复合肥 5054kg。

8、斜井口工业场地复垦工程

斜井口工业场地布置有提升机房、空压机房、堆矿坪、供配电、供水等设施，损毁土地类型为乔木林地，拟复垦土地类型为乔木林地。设计工程如下：

①拆除砌体及地面硬化

矿山闭坑后，拆除场地内的建（构）筑物，并挖除、清理硬化地面，以每 m² 拆除 0.50m³ 估算拆除工程量，本场地拆除机房+硬化地面，估算拆除工程量为 630m³。

②废渣外运

拆除的建筑物材料可交付给附近村民使用，地面硬化废料用于充填井下采空区。运距 < 1.0km。外运工程等于拆除量 630m³。

③场地平整

拟采用挖掘机挖高并用堆土机堆填低的方式对复垦场地进行整平压实，施工时尽量采用单一缓坡进行整平，以利于自然排水，平均修整厚度 0.15m。经计算，斜井坑口工业场地复垦面积 0.1259hm²，平整土方量 0.1259hm² × 0.15m = 189m³。

④覆土工程

为保证复垦林地的质量，先回填 0.3m 厚度表土，再按树坑回填表土。经统计，覆土工程量合计为 567m³。

⑤坑栽西南桦

拟复垦乔木林地面积 0.1259hm²，苗木种植密度为 6m²/株（株距/行距—2m×3m），树坑规格为 0.8m×0.8m×0.9m，共种西南桦 210 株。

⑥撒播草籽

乔木林地采用乔草结合，种植西南桦后林下撒播草籽，采用猪屎豆、决明等混合草籽（比例 2:1），播种量按照 60kg/hm²。撒播面积为复垦为乔木林地 0.1259hm²。

⑦施有机肥

为提高土壤肥力，对拟复垦为林地区域进行培肥。复垦乔木林地面积为 0.1259hm²，共植西南桦 210 株，需有机肥 210kg，需复合肥 105kg。

9、平硐口复垦工程

平硐坑口占地 0.044hm^2 ，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地，拟复垦土地类型为乔木林地。设计工程如下：

①挖除硬化地面

矿山闭坑后，挖除平硐坑口周边硬化地面，地面硬化厚度为 0.2m ，估算挖除工程量为 88m^3 。

②废渣外运

将地面硬化废料用于充填井下采空区。运距 $<1.0\text{km}$ 。外运工程等于拆除量 88m^3 。

③场地平整

拟采用挖掘机挖高并用堆土机堆填低的方式对复垦场地进行整平压实，施工时尽量采用单一缓坡进行整平，以利于自然排水，平均修整厚度 0.15m 。经计算，平硐坑口工业场地复垦面积 0.044hm^2 ，平整土方量 $0.044\text{hm}^2 \times 0.15\text{m} = 66\text{m}^3$ 。

④覆土工程

为保证复垦林地的质量，先回填 0.3m 厚度表土，再按树坑回填表土。经统计，覆土工程量合计为 198m^3 。

⑤坑栽西南桦

拟复垦乔木林地面积 0.0440hm^2 ，苗木种植密度为 $6\text{m}^2/\text{株}$ (株距/行距 $1.2\text{m} \times 3\text{m}$)，树坑规格为 $0.8\text{m} \times 0.8\text{m} \times 0.9\text{m}$ ，共种西南桦73株。

⑥撒播草籽

乔木林地采用乔草结合，种植西南桦后林下撒播草籽，采用猪屎豆、决明等混合草籽(比例2:1)，播种量按照 $60\text{kg}/\text{hm}^2$ 。撒播面积为 0.0440hm^2 。

⑦施有机肥

为提高土壤肥力，对拟复垦为林地区域进行培肥。复垦乔木林地面积为 0.1259hm^2 ，共植西南桦73株，需有机肥 73kg ，需复合肥 37kg 。

10、办公生活区复垦工程

位于矿区外东南部，损毁土地类型为采矿用地、农村宅基地，拟复垦土地类型为其他草地、农村宅基地。设计工程如下：

①拆除砌体及地面硬化

复垦前需拆除场地内的建(构)筑物，并挖除、清理硬化地面，本场地拆除生活区厂房+硬化地面，经估算，拆除工程量约为 3500m^3 。

②废渣外运

拆除的建筑材料可交付给附近村民使用或农村道路铺设使用，运距 $<1.0\text{km}$ 。外运工

程等于拆除量3500m³。

③土地平整

拟采用挖掘机挖高并用堆土机堆填低的方式对复垦场地进行整平压实，施工时尽量采用单一缓坡进行整平，以利于自然排水，平均修整厚度 0.15m。经计算，办公生活区复垦面积1.6497hm²，平整土方量 $1.6497\text{hm}^2 \times 0.15\text{m} = 2475\text{m}^3$ 。

④覆土工程

复垦草地、农村宅基地区域，先回填0.2m厚度表土，再撒播草籽。经计算，覆土工程量为3464m³。

⑦撒播草籽

撒播的草籽类型采用猪屎豆、决明等混合草籽（比例 2:1），播种量按照60kg/hm²，撒播面积为1.6497hm²。

11、堆淋场复垦工程

位于办公生活区东南部，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地、其他草地、采矿用地、公路用地及坑塘水面，拟复垦土地类型为乔木林地、其他草地、公路用地及坑塘水面。设计工程如下：

①土地平整

拟采用挖掘机挖高并用堆土机堆填低的方式对复垦场地进行整平压实，施工时尽量采用单一缓坡进行整平，以利于自然排水，平均修整厚度 0.15m。经计算，堆淋场复垦面积7.9165hm²，平整土方量 $7.9165\text{hm}^2 \times 0.15\text{m} = 11875\text{m}^3$ 。

②覆土工程

复垦乔木林地区域先按复垦区域面积覆土0.3m，再按树坑进行回填表土，树坑规格0.8m×0.8m×0.9m，行株距3×2m；复垦草地、坑塘水面区域，先回填0.2m厚度表土，再撒播草籽。经计算，覆土工程量为16034m³。

③坑栽西南桦

拟复垦乔木林地面积0.2312hm²，苗木种植密度为6m²/株(株距/行距—2m×3m)，树坑规格为0.8m×0.8m×0.9m，共种西南桦385株。

④土壤培肥

复垦乔木林地单元每个树坑施用1.0kg商品有机肥，同时每株苗木施0.5kgNPK三元复合肥（含量30%），以促进树苗的生长。经计算，商品有机肥施肥量385kg、复合肥施肥量193kg。

⑤撒播草籽

林地采取林草结合方式，土方回填后，除种植西南桦外，同时撒播草籽防止水土流失。撒播的草籽类型采用猪屎豆、决明等混合草籽（比例2:1），播种量按照60kg/hm²，撒播面积为7.3464hm²。

⑥修筑公路（三级公路）

场地内共修公路长474m。路基面积：路面宽度7m×长度474m=3318m²；混凝土路面面积：路面宽度7m×长度474m=3318m²。

12、干堆场复垦工程

位于堆淋场西南部，损毁土地类型为灌木林地、其他草地、采矿用地及公路用地，拟复垦土地类型为乔木林地、其他草地及公路用地。设计工程如下：

①土地平整

拟采用挖掘机挖高并用堆土机堆填低的方式对复垦场地进行整平压实，施工时尽量采用单一缓坡进行整平，以利于自然排水，平均修整厚度0.15m。经计算，干堆场复垦面积6.8757hm²，平整土方量6.8757hm²×0.15m=10314m³。

②覆土工程

复垦乔木林地区域先按复垦区域面积覆土0.3m，再按树坑进行回填表土，树坑规格0.8m×0.8m×0.9m，行株距3×2m；复垦草地区域，先回填0.2m厚度表土，再撒播草籽。经计算，覆土工程量为14288m³。

③坑栽西南桦

拟复垦乔木林地面积0.4160hm²，苗木种植密度为6m²/株(株距/行距—2m×3m)，树坑规格为0.8m×0.8m×0.9m，共种西南桦693株。

④土壤培肥

复垦乔木林地单元每个树坑施用1.0kg商品有机肥，同时每株苗木施0.5kgNPK三元复合肥（含量30%），以促进树苗的生长。经计算，商品有机肥施肥量693kg、复合肥施肥量347kg。

⑤撒播草籽

林地采取林草结合方式，土方回填后，除种植西南桦外，同时撒播草籽防止水土流失。撒播的草籽类型采用猪屎豆、决明等混合草籽（比例2:1），播种量按照60kg/hm²，撒播面积为6.2837hm²。

⑥修筑公路（三级公路）

场地内共修公路长566m。路基面积：路面宽度7m×长度566m=3962m²；混凝土路面面积：路面宽度7m×长度566m=3962m²。

13、3号排土场区复垦工程

位于干堆场南部，损毁土地类型为灌木林地、其他草地、采矿用地及公路用地，拟复垦土地类型为乔木林地、其他草地、公路用地。设计工程如下：

①土地平整

拟采用挖掘机挖高并用堆土机堆填低的方式对复垦场地进行整平压实，施工时尽量采用单一缓坡进行整平，以利于自然排水，平均修整厚度0.15m。经计算，3号排土场复垦面积2.2537hm²，平整土方量2.2537hm²×0.15m=3381m³。

②覆土工程

复垦乔木林地区域先按复垦区域面积覆土0.3m，再按树坑进行回填表土，树坑规格0.8m×0.8m×0.9m，行株距3×2m；复垦草地区域，先回填0.2m厚度表土，再撒播草籽。经计算，覆土工程量为5017m³。

③坑栽西南桦

拟复垦乔木林地面积0.1989hm²，苗木种植密度为6m²/株(株距/行距—2m×3m)，树坑规格为0.8m×0.8m×0.9m，共种西南桦332株。

④土壤培肥

复垦乔木林地单元每个树坑施用1.0kg商品有机肥，同时每株苗木施0.5kgNPK三元复合肥（含量30%），以促进树苗的生长。经计算，商品有机肥施肥量332kg、复合肥施肥量166kg。

⑤撒播草籽

林地采取林草结合方式，土方回填后，除种植西南桦外，同时撒播草籽防止水土流失。撒播的草籽类型采用猪屎豆、决明等混合草籽（比例2:1），播种量按照60kg/hm²，撒播面积为2.1405hm²。

⑥修筑公路（三级公路）

场地内共修公路长201m。路基面积：路面宽度7m×长度201m=1407m²；混凝土路面面积：路面宽度7m×长度201m=1407m²。

6.3.3 矿区土地复垦工程量汇总

矿山土地复垦工程设计见附图4，土地复垦工程量见表6.3-1。

表6.3-1 矿区土地复垦工程量汇总表

序号	工程项目	单位	工程量	计算方法
一	第一阶段土地复垦工程			实施时间：2025年-2030年
(一)	表土收集堆放工程			
1	自有表土收集	m ³	114090	计入主体工程，不计费

(二)	堆淋场（西南）复垦工程			
1	土地平整	m ³	2091	平整平均厚度0.15m
2	覆土工程	m ³	3435	林地先回填 0.3m, 再按树坑回填; 草地覆土0.2m
3	坑栽西南桦	株	489	行株距 3m×2m
4	商品有机肥施肥	kg	489	西南桦1kg/株
5	复合肥施肥	kg	245	西南桦0.5kg/株
6	撒播草籽	hm ²	1.269	等于林地、草地复垦面积
7	修筑农村道路			
	路床	m ²	816	等于路床压实面积（压实厚度0.1m）
	泥结碎石路面	m ²	816	等于泥结碎石路面面积（压实厚度0.2m）
(三)	2号排土场复垦工程			
1	土地平整	m ³	18948	平整平均厚度0.15m
2	覆土工程	m ³	27547	林地先回填 0.3m, 再按树坑回填; 草地覆土0.2m
3	坑栽西南桦	株	796	行株距 3m×2m
4	商品有机肥施肥	kg	796	西南桦1kg/株
5	复合肥施肥	kg	398	西南桦0.5kg/株
6	撒播草籽	hm ²	12.5208	等于林地、草地复垦面积
7	修筑农村道路			
	路床	m ²	956	等于路床压实面积（压实厚度0.1m）
	泥结碎石路面	m ²	956	等于泥结碎石路面面积（压实厚度0.2m）
二	第二阶段土地复垦工程			实施时间：2030年-2035年
(一)	露天采场回填工程			
1	采坑回填	m ³	3554908	等于采坑面积×回填高度（计入主体工程）
2	土地平整	m ³	36058	平整平均厚度0.15m
3	覆土工程	m ³	85519	果园、林地先回填 0.3m, 再按树坑回填; 草地、坑塘水面覆土0.2m
4	坑栽果树	株	794	行株距 3m×2m
5	坑栽西南桦	株	22754	行株距 3m×2m
6	商品有机肥施肥	kg	23548	果树、西南桦1kg/株
7	复合肥施肥	kg	11774	果树、西南桦0.5kg/株
8	撒播草籽	hm ²	23.0624	等于林地、草地、坑塘水面复垦面积
9	种植爬山虎	株	52638	上爬下挂, 株距 0.5m
10	修筑农村道路			
	路床	m ²	2744	等于路床压实面积（压实厚度0.1m）
	泥结碎石路面	m ²	2744	等于泥结碎石路面面积（压实厚度0.2m）
11	修筑公路			
	路基	m ²	4410	等于路基面积（厚度0.1m砂土, 0.14m碎石）
	水泥混凝土路面	m ²	4410	等于混凝土路面面积（厚度0.15m）
(二)	土地复垦监测及管护工程			
1	土地损毁监测	工日	10	人工巡视, 2 工日/年, 监测 5 年
2	配套设施监测	工日	20	人工巡视, 4 工日/年, 监测 5 年
3	复垦植被监测	工日	36	人工巡视, 12 工日/年, 监测 3 年
4	林草地管护	hm ²	69.187242	等于复垦林草地面积×3
5	果树补种	株	80	每年按 5%补种, 2 年
6	西南桦补种	株	2276	每年按 5%补种, 2 年
7	草籽补撒	hm ²	2.3062	每年按 5%补种, 2 年

8	补种爬山虎	株	5264	每年按 5%补种, 2 年
三	第三阶段土地复垦工程			实施时间: 2035 年至 2036年
(一)	临时排土场复垦工程			
1	拆除拦渣墙	m ³	2965	等于临时排土场拦渣墙拆除量
2	废渣外运	m ³	2965	等于拆除量
3	场地平整	m ³	24588	平均修整厚度 0.15m
4	覆土工程	m ³	74723	林地先回填 0.3m, 再按树坑回填; 草地覆土0.2m
5	坑栽西南桦	株	25697	行株距 3m×2m
6	商品有机肥施肥	kg	25697	西南桦1kg/株
7	复合肥施肥	kg	12848	西南桦0.5kg/株
8	撒播草籽	hm ²	16.3099	等于林地、草地复垦面积
9	修筑农村道路			
	路床压实	m ²	864	等于路床压实面积 (压实厚度0.1m)
	泥结碎石路面	m ²	864	等于泥结碎石路面面积 (压实厚度0.2m)
(二)	土地复垦监测及管护工程			
1	土地损毁监测	工日	4	人工巡视, 2 工日/年, 监测 2 年
2	配套设施监测	工日	8	人工巡视, 4 工日/年, 监测 2年
3	复垦植被监测	工日	36	人工巡视, 12 工日/年, 监测 3 年
4	林草地管护	hm ²	48.9297	等于复垦林草地面积×3
5	西南桦补种	株	2570	每年按 5%补种, 2 年
6	草籽补撒	hm ²	1.6310	每年按 5%补种, 2 年
四	第四阶段土地复垦工程			实施时间: 2036年至 2038年
(一)	沉淀池复垦工程			
1	拆除砌体及地面硬化	m ³	112	等于沉淀池工程量
2	废渣外运	m ³	112	等于拆除量
3	场地平整	m ³	227.1	平均修整厚度 0.15m
4	覆土工程	m ³	715.365	林地先回填 0.3m, 再按树坑回填
5	坑栽西南桦	株	252	行株距 3m×2m
6	商品有机肥施肥	kg	252	西南桦1kg/株
7	复合肥施肥	kg	126	西南桦0.5kg/株
8	撒播草籽	hm ²	0.1514	等于林地复垦面积
(二)	选矿厂复垦工程			
1	拆除砌体及地面硬化	m ³	4096	以每m ² 拆除0.50m ³ 估算拆除工程量
2	废渣外运	m ³	4096	等于拆除量
3	场地平整	m ³	1229	平均修整厚度 0.15m
4	覆土工程	m ³	3871	林地先回填 0.3m, 再按树坑回填
5	坑栽西南桦	株	1365	行株距 3m×2m
6	商品有机肥施肥	kg	1365	西南桦1kg/株
7	复合肥施肥	kg	683	西南桦0.5kg/株
8	撒播草籽	hm ²	0.8192	等于林地复垦面积
(三)	排土场复垦工程			
1	拆除拦渣墙	m ³	2024	等于排土场拦渣墙拆除量
2	废渣外运	m ³	2024	等于拆除量
3	场地平整	m ³	10600	平均修整厚度 0.15m
4	覆土工程	m ³	30761	林地先回填 0.3m, 再按树坑回填; 草地覆土0.2m

5	坑栽西南桦	株	10109	行株距 3m×2m
6	商品有机肥施肥	kg	10109	西南桦1kg/株
7	复合肥施肥	kg	5054	西南桦0.5kg/株
8	撒播草籽	hm ²	7.0665	等于林地、草地复垦面积
(四)	斜井坑口工业场地复垦工程			
1	拆除砌体及地面硬化	m ³	630	以每m ² 拆除0.50m ³ 估算拆除工程量
2	废渣外运	m ³	630	等于拆除量
3	场地平整	m ³	189	平均修整厚度0.15m
4	覆土工程	m ³	595	林地先回填 0.3m，再按树坑回填
5	坑栽西南桦	株	210	行株距 3m×2m
6	商品有机肥施肥	kg	210	西南桦1kg/株
7	复合肥施肥	kg	105	西南桦0.5kg/株
8	撒播草籽	hm ²	0.1259	等于林地复垦面积
(五)	平硐口复垦工程			
1	拆除硬化地面	m ³	88	地面硬化厚度为0.2m
2	废渣外运	m ³	88	等于拆除量
3	场地平整	m ³	66	平均修整厚度0.15m
4	覆土工程	m ³	207.9	林地先回填 0.3m，再按树坑回填
5	坑栽西南桦	株	73	行株距 3m×2m
6	商品有机肥施肥	kg	73	西南桦1kg/株
7	复合肥施肥	kg	37	西南桦0.5kg/株
8	撒播草籽	hm ²	0.044	等于林地复垦面积
(六)	办公生活区复垦工程			
1	拆除砌体及地面硬化	m ³	3500	场地内建构筑物拆除工程量
2	废渣外运	m ³	3500	等于拆除量
3	场地平整	m ³	2475	平均修整厚度 0.15m
4	覆土工程	m ³	3464	复垦草地、农村宅基地区域，回填0.2m厚度表土
5	撒播草籽	hm ²	1.6497	等于林地复垦面积
(七)	堆淋场复垦工程			
1	场地平整	m ³	11875	平均修整厚度 0.15m
2	覆土工程	m ³	16034	乔木林区域先，覆土0.3m，再按树坑进行回填表土；复垦草地、坑塘水面区域，回填0.2m厚度表土
3	坑栽西南桦	株	385	行株距 3m×2m
4	商品有机肥施肥	kg	385	西南桦1kg/株
5	复合肥施肥	kg	193	西南桦0.5kg/株
6	撒播草籽	hm ²	7.3464	等于复垦为林地、草地、坑塘水面面积
7	修筑公路			
	路基	m ²	3318	等于路基面积（厚度0.1m砂土，0.14m碎石）
	混凝土路面	m ²	3318	等于混凝土路面面积（厚度0.15m）
(八)	干堆场复垦工程			
1	场地平整	m ³	10314	平均修整厚度 0.15m
2	覆土工程	m ³	14288	乔木林区域先，覆土0.3m，再按树坑进行回填表土；复垦草地区域，回填0.2m厚度表土
3	坑栽西南桦	株	693	行株距 3m×2m

4	商品有机肥施肥	kg	693	西南桦1kg/株
5	复合肥施肥	kg	347	西南桦0.5kg/株
6	撒播草籽	hm ²	6.2837	等于复垦为林地、草地面积
7	修筑公路			
	路基	m ²	3962	等于路基面积（厚度0.1m砂土，0.14m碎石）
	混凝土路面	m ²	3962	等于混凝土路面面积（厚度0.15m）
(九)	3号排土场复垦工程			
1	场地平整	m ³	3381	平均修整厚度 0.15m
2	覆土工程	m ³	5017	乔木林区域先，覆土0.3m，再按树坑进行回填表土；复垦草地区域，回填0.2m厚度表土
3	坑栽西南桦	株	332	行株距 3m×2m
4	商品有机肥施肥	kg	332	西南桦1kg/株
5	复合肥施肥	kg	166	西南桦0.5kg/株
6	撒播草籽	hm ²	2.1405	等于复垦为林地、草地面积
7	修筑公路			
	路基	m ²	1407	等于路基面积（厚度0.1m砂土，0.14m碎石）
	混凝土路面	m ²	1407	等于混凝土路面面积（厚度0.15m）

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，是准确掌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、崩塌、滑坡、泥石流、采空区塌陷/沉陷、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、采空塌陷/沉陷、崩塌、滑坡、泥石流地质灾害、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，主要加强对不稳定斜坡、采空塌陷地质灾害和矿区含水层监测。

矿山地质环境监测工作由凭祥市东华投资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，而辖区内各级自然资源管理部门负责监督管理。

6.4.2 地质灾害监测

一、监测点的布设

1、地质灾害

不稳定斜坡：布置在露天采场、井口附近、矿山公路上方周围高陡斜坡，一般在不稳定斜坡的分布范围或斜坡顶布置监测点，并对整个影响范围进行巡视。

泥石流：布置在排土场、临时排土场堆放边坡。

2、其它地质环境问题

崩塌、滑坡及泥石流：布置在堆淋场、排土场、临时排土场、干堆场边坡。

二、监测内容

1、地质灾害

宏观变形监测：人工巡视观测露天采场边坡、矿山公路边坡、地表变形情况。

2、其它地质环境问题

宏观变形监测：人工巡视监测并记录堆淋场、排土场、干堆场堆放边坡变形情况。位

移监测：主要用水准仪及全站仪测量，通过监测点的相对位移量测，了解掌握地质灾害的演变过程。

3、监测方法

宏观变形监测：采用地质路线调查方法，对露天采场边坡、矿山公路边坡、排土场、表土场堆放边坡范围内的山体、地表进行巡视观测、记录，动态监测变形情况。

位移监测：在排土场拦渣墙墙顶上标记监测点，采用水准仪测量墙体变形情况。

4、监测频率

宏观变形监测频率：5-9月雨季平均每月监测3次，其余时期每月监测1次（1工日），则每年监测22次（22工日）。

位移监测频率：每2月监测1次（1工日），平均每年监测6次（6工日）。

5、技术要求

监测技术要求符合《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）、《崩塌·滑坡·泥石流监测规范》（DZ/T0221-2006）以及《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB 51016-2014）、《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）、《尾矿库安全规程》（GB 39496-2020）有关规定。

6、监测时限

监测时限从生产至矿山保护治理工程竣工后一个水文年。

6.4.3 含水层监测

1、监测点的布设

水位监测点：矿坑排水口、沉淀池排水口、丰乐村泉水点、排土场、临时排土场、堆淋场、干堆场下方监测井，共计8个点。

水质监测点：矿坑排水口、沉淀池排水口、丰乐村泉水点、排土场、临时排土场、堆淋场、干堆场下方监测井，共计8个点。

流量监测点：矿坑排水口、沉淀池排水口、丰乐村泉水点、排土场、临时排土场、堆淋场、干堆场下方监测井，共计8个点。

2、监测项目

水位监测：监测水位监测点的地下水水位。

水质监测：取上述各水质监测点的水样，做水质全分析检测。

流量监测：监测各监测点的地下水流量，分析判断采矿疏干影响程度。

3、监测方法

水质分析方法：采用原国家环保局《水和废水监测分析方法》（第四版）。

水位监测：人工电位水位计测量。

流量监测：人工流速仪实地测量。

4、监测频率

水位、流量每个监测点，枯、平、丰水期各1次，即每年3次；水质每个监测点，每年1次。

5、技术要求

《地下水监测井建设规范》（DZ/T0270-2014）；

《地下水监测工程技术规范》（GB/T51040-2014）。

6、监测时限

监测时限从矿山建设开始到矿山保护治理工程竣工后一个水文年。

6.4.4 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：各个土地损毁单元。

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16年（即自2025年起至2041年结束）。

6.4.5 主要工程量

矿山地质环境监测主要工程量见表 6.4-1。

表 6.4-1 矿山地质环境监测工程量汇总表

监测位置	点数	监测内容	监测方法	监测期(年)	监测频次	工程量
露天采场边坡、平硐口、斜井口、采空区地表、矿山公路斜坡、排土场、干堆场、堆淋场边坡	--	不稳定斜坡、采空塌陷、崩塌、滑坡、泥石流	巡视监测	16	22 工日/年	352工日
拦渣墙	--	位移监测	全站仪	16	6次/年, 每次 1 工日	96工日
矿坑排水口、沉淀池排水口、丰乐村泉水点、排土场、临时排土场、堆淋场、干堆场下方监测井	8	地下水水位及流量监测	水位及水量监测	16	3次/年, 每次 1工日	48工日
	8	地下水水质监测	水质全分析	16	1 组/12月, 1组/年	16组
地形地貌景观破坏及恢复	--	剥离岩土体积植被损毁面积	人工巡视	16	3次/年, 每次2 工日	96工日
	--	损毁土地1:500地形测量	GPS、全站仪	1	各损毁单元的面积×1.5, 测量1次/年	1.4120km ²

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

一、土地损毁监测

监测内容: 监测各损毁土地单元的损毁范围、面积、地类等情况。

监测点布设范围: 布置在每个损毁土地单元, 各损毁土地单元均设置1个监测点。

监测方法: 用卷尺或手持 GPS 野外定点监测损毁范围、面积, 对照预测图、土地利用现状图记录损毁地类、面积和权属等情况。

监测频率: 每年1次, 每次 2 人 (2 工日)。

监测时间：等于本方案的服务年限。

二、复垦效果监测

监测内容：包括耕复垦植被监测及复垦配套设施监测。①复垦植被监测：复垦为林地及园地的监测内容是林木长势、高度、种植密度、成活率、郁闭度及生长量等。②复垦配套设施监测：对拦渣墙及排水沟进行巡视监测，必要时进行修复。

监测点布设范围：布置在每个损毁土地单元，各损毁单元设1个监测点。

监测方法：植被监测采用样方随机调查法，巡视观测植被生长及水土流失情况；复垦配套设施监测主要采用人工巡视，对损毁地段进行修复。

监测频率：土壤监测为复垦工程竣工后每个耕地地块监测1次。复垦植被监测每年2次，每次2工日；复垦配套设施监测每年2次，每次2工日。

监测时间：复垦植被监测时间为复垦工程结束后的3年，复垦配套设施监测为方案的服务年限。

三、管护工程

对复垦的园地、林地进行管护，管护年限为复垦工程结束后的3年，管护次数：每年1次，管护工作包括：水分及养分管理、林木修枝、林木病虫害防治、补种等。

①水分及养分管理

在幼林时期以防旱施肥为主。

②果树林木修枝

通过修枝，在保证林木树冠有足够营养空间的条件下，可提高园林木质量和促进园林生长。关于修枝技术，根据当地经验，修枝高度不超过林木全高的 1/3~1/2。

③林木病虫害防治

对于出现树木的病、虫、害等要及时进行管护。对于病株要及时砍伐防治扩散，对于虫害要及时地施药品等控制灾害的发生。

④苗木补种

为保证一年后树苗成活率 $\geq 85\%$ ，管护期间需进行苗木补种，按每年 5%补种量，连续补种三年。

6.5.3 主要工程量

矿山土地复垦监测和管护工程量见表 6.5-1

表6.5-1 土地复垦监测和管护工程量汇总表

监测及管护内容		监测方法	监测频率	监测时间(年)	年监测量	监测工程量
土地 损毁监测	损毁土地范围、面积、地类、权属等	地测法	每年1次, 每次2人	16	2工日	32工日
复垦效果监测	复垦植被	实测样方及巡视	每年2次, 每次1工日	16	2工日	32工日
	配套设施	人工巡视	每年2次, 每次1工日	16	2工日	32工日
林草地管护		施肥、防虫、浇水等	每年1次	3	面积: $78.3133 \times 3 = 234.9398 \text{hm}^2$	
果树补种		种树	每年按5%补种	2	$=0.4761 \times 10000 / 6 \times 10\% = 80 \text{株}$	
西南桦补种		种树	每年按5%补种	2	$=37.8928 \times 10000 / 6 \times 10\% = 6315 \text{株}$	
草籽补撒		补撒	每年按5%补撒	2	$=78.3133 \times 10\% = 7.8313 \text{hm}^2$	
爬山虎补种		补种	每年按5%补种	2	$=52670 \times 10\% = 5267 \text{株}$	

7 经费估算

7.1 估算说明

7.1.1 投资估算的依据

略

7.1.2 费用计算说明

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两部分内容。

费用计算

本项目投资预算为动态投资，其费用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、建设期融资利息六部分组成。

(1)建筑及安工费由直接工程费、间接费、企业利润、材料价差和税金组成。

1)直接工程费

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

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》等定标准及有关规定计取。

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)。

汽油、柴油、水泥、砂、水、电等主要材料价格均参考广西区建设工程造价管理总站

最新发布的《崇左市建设工程造价信息》2024 第8 期，并参考当地2022年8月主要材料到项目地的市场实际价格，详见后文。

b.其他直接费

其它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。

现场经费=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、大修理、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7-1-1。

表7-1-1 现场经费费率

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
土石建筑工程	直接费	6	2	4
混凝土浇筑工程	直接费	6	3	3
钢精制安工程	直接费	3	1.5	1.5
模板工程	直接费	6	3	3
植物措施	直接费	4	1	3
其它工程	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及组成。

间接费=管理费+社会保障及企业计提及。

a.管理费=直接工程费×费率。

b.社会保障及企业计提及=人工费×费率。

根据不同的工程性质，管理费费率可见表7-1-3，社会保障及企业计提及费率见表7-1-4。

表7-1-3 管理费费率表

工程类别	计算基础	管理费费率
土方工程	直接工程费	3.7
石方工程	直接工程费	5.7
土石建筑工程	直接工程费	5.8
混凝土浇筑工程	直接工程费	3.7
钢精制安工程	直接工程费	3.5
模板工程	直接工程费	5.7
植物措施	直接工程费	3.8
其它工程	直接工程费	4.8

表7-1-4 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	养老保险费	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	9	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材料价差

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+材料价差)×税率

根据《关于调整除税价计算适用增值税税率的通知》(桂造价(2019)10号),本项目采用一般计税方法,税金的税率应为9.0%。

(2)设备费

本项目不涉及设备的购置与安装。

(3)临时工程费

由导流工程、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,临时工程费不计导流工程、施工交通工程、施工场外供电工程及缆机平台工程。

①施工房屋建筑工程:包括施工仓库和办公、生活及文化福利建筑两部分。本项目不计施工仓库工程费,生活及文化福利建筑按其他水利水电工程计算,以一至四部分建筑及安装工程费的百分率计算,项目不涉及该项费用。

②其他施工临时工程

按工程一至四部分建筑及安装工程费(不包括其他施工临时工程)之和的百分率计算,项目不涉及该项费用。

(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。

①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。

a.建设单位开办费：本项目不涉及建设单位开办费。

b.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6-1-5插值计算费率。

表7-1-5 建设单位管理费费率表

工程总概算表（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.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3%。

②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。计费额按表7-1-6确定。

表7-1-6 施工监理服务收费计价表（万元）

序号	计费额	收费计价	序号	计费额	收费计价
1	≤100	4.63	10	40000	708.2
2	300	11.25	11	60000	991.4
3	500	16.5	12	80000	1255.8
4	1000	30.1	13	100000	1507
5	3000	78.1	14	200000	2712.5
6	5000	120.8	15	400000	4882.6
7	8000	181	16	600000	6835.6
8	10000	218.6	17	800000	8658.4
9	20000	393.4	18	1000000	10390.1

③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。

④前期工作咨询服务费

本项目不涉及前期工作咨询服务费。

⑤项目技术经济评审费

按建安工程费、永久设备费、建设征地和移民安置补偿费的0.1%~0.5%计算。本项目按下表7-1-7插值计算。

表7-1-7 项目技术经济评审费费率表

序号	计费额（万元）	计算基础	费率（%）
1	300	建筑及安装工程费、永久设备费、建设征地和移民安置补偿之和	0.5
2	500		0.42
3	1000		0.35
4	3000		0.3
5	5000		0.2
6	10000		0.15
7	20000		0.1

2) 生产准备费

由生产及管理单位提前进厂费、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。

①生产及管理单位提前进厂费

本项目属改扩建工程，不涉及生产及管理单位提前进厂费。

②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。

③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。

④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。

⑤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，故不考虑生产家具购置费。

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。

①工程科学研究试验费：按建筑及安装工程费的0.2%计算。

②工程勘察设计费：工程勘察另外安排设计，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。

①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%。

②工程保险费：按建筑及安装工程费的0.45%~0.5%。计算，本项目取0.5%。

③招标业务费：根据国家计委(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。招标代理服务收费按差额定率累进法计算。

本项目不涉及招标，不计该费用。

④工程验收抽检费：按建筑及安装工程费的0.3%~0.6%计算，本项目取0.4%。

⑤其他税费：其他税费主要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，根据本项目性质，只计建筑工程意外伤害保险费，按一至四部分建筑及安装工程费的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：

$$E = \sum_{n=1}^N F_n [(1+p)^n - 1]$$

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。

据国家统计局网站提供的相关数据，2016年~2023年我国(CPI)指数年度涨幅分别为2.0%、1.9%、2.1%、2.9%、2.5%、0.9%、2%、0.2%，平均上涨指数1.8%。本方案按居民消费物价指数增幅2%来计算差价预备费。

(6) 建设期融资利息

本项目投资资金从矿山开发资金中划出地质环境恢复治理及土地复垦专项资金，矿山提前缴存矿山环境保护恢复治理保证金、土地复垦保证金，并实行专户储存、专款专用，单独核算，不截留，不挤占挪用的原则，保证地质环境恢复治理及土地复垦资金的对口使用。故方案不考虑建设期融资利息。

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

矿山地质环境防治总工程量包括矿山地质环境预防工程量、治理工程量、治理监测工程量、治理管护工程量。详见表7-2-1。

表7-2-1 矿山地质环境治理工程量汇总表

序号	工程项目	单位	工程量	计算方法
一	第一阶段防治工程			实施时间：2025年1月-2029年12月
(一)	排水沟工程			
1	排土场周边排水沟工程			
(1)	排水沟挖土方	m ³	1203.73	等于水沟长度×断面
(2)	水沟浆砌石砌筑	m ³	791.91	等于水沟长度×砌筑断面
(3)	砂浆抹面（立面）	m ²	1393.70	等于水沟断面斜长×长度
(4)	砂浆抹面（平面）	m ²	506.80	等于水沟断面底长×长度
3	临时排土场周边排水沟工程			
(1)	排水沟挖土方	m ³	1872.57	等于水沟长度×断面
(2)	水沟浆砌石砌筑	m ³	1231.94	等于水沟长度×砌筑断面
(3)	砂浆抹面（立面）	m ²	2168.10	等于水沟断面斜长×长度
(4)	砂浆抹面（平面）	m ²	788.40	等于水沟断面底长×长度
4	采场东北部台阶排水沟工程			
(1)	排水沟挖土方	m ³	1849.77	等于水沟长度×断面
(2)	水沟浆砌石砌筑	m ³	1354.31	等于水沟长度×砌筑断面
(3)	砂浆抹面（立面）	m ²	2214.61	等于水沟断面斜长×长度
(4)	砂浆抹面（平面）	m ²	781.50	等于水沟断面底长×长度
5	采场西南部台阶排水沟工程			
(1)	排水沟挖土方	m ³	3507.82	等于水沟长度×断面
(2)	水沟浆砌石砌筑	m ³	2568.25	等于水沟长度×砌筑断面
(3)	砂浆抹面（立面）	m ²	4199.69	等于水沟断面斜长×长度
(4)	砂浆抹面（平面）	m ²	1482.00	等于水沟断面底长×长度
(二)	拦渣墙工程			
1	排土场拦渣墙工程			
(1)	挖土方	m ³	723.00	等于拦渣墙基础挖方量

(2)	浆砌石砌筑	m ³	2024.40	等于挡墙长度×墙体断面
(3)	反滤层	m ³	35.79	等于挡墙长度×反滤层断面
2	临时排土场拦渣墙工程			
(1)	挖土方	m ³	1059.00	等于拦渣墙基础挖方量
(2)	浆砌石砌筑	m ³	2965.20	等于挡墙长度×墙体断面
(3)	反滤层	m ³	52.42	等于挡墙长度×反滤层断面
(三)	沉淀池修筑工程			
1	排土场沉淀池 C1修筑工程			
(1)	土方开挖	m ³	43.60	等于长×宽×高
(2)	浆砌石	m ³	36	等于墙体长度×厚度×高度
(3)	砂浆抹面（立面）	m ²	90	等于高度×长度
(4)	砂浆抹面（平面）	m ²	100	等于宽度×长度
2	临时排土场沉淀池 C2修筑工程			
(1)	土方开挖	m ³	43.60	等于长×宽×高
(2)	浆砌石	m ³	36	等于墙体长度×厚度×高度
(3)	砂浆抹面（立面）	m ²	90	等于高度×长度
(4)	砂浆抹面（平面）	m ²	100	等于宽度×长度
(四)	矿山地质环境监测工程			
1	地质灾害巡视监测	工日	110	22次/年，监测5年
2	墙体变形监测	次	30	6次/年，监测5年
3	水质监测	组	5	1年/组，监测5年
4	地下水水位、水量监测	次	20	3月/次，监测5年
二	第二阶段防治工程			实施时间：2030年1月至2034年12月
(一)	排水沟工程			
1	排土场内部排水沟工程			
(1)	排水沟挖土方	m ³	302.12	等于水沟长度×断面
(2)	水沟浆砌石砌筑	m ³	198.76	等于水沟长度×砌筑断面
(3)	砂浆抹面（立面）	m ²	349.80	等于水沟断面斜长×长度
(4)	砂浆抹面（平面）	m ²	127.20	等于水沟断面底长×长度
2	临时排土场内部排水沟工程			
(1)	排水沟挖土方	m ³	303.07	等于水沟长度×断面
(2)	水沟浆砌石砌筑	m ³	199.38	等于水沟长度×砌筑断面
(3)	砂浆抹面（立面）	m ²	350.90	等于水沟断面斜长×长度
(4)	砂浆抹面（平面）	m ²	127.60	等于水沟断面底长×长度
2	+200m台阶平台排水沟工程，根据实际情况，边生产边实施			
(1)	排水沟挖土方	m ³	6940.36	等于水沟长度×断面
(2)	水沟浆砌石砌筑	m ³	5081.38	等于水沟长度×砌筑断面
(3)	砂浆抹面（立面）	m ²	8309.27	等于水沟断面斜长×长度
(4)	砂浆抹面（平面）	m ²	2932.20	等于水沟断面底长×长度
(二)	矿山地质环境监测工程			
1	地质灾害巡视监测	工日	110	22次/年，监测5年
2	墙体变形监测	次	30	6次/年，监测5年
3	水质监测	组	5	1年/组，监测5年
4	地下水水位、水量监测	次	20	3月/次，监测5年
三	第三阶段防治工程			实施时间：2035年1月至2036年12月
(一)	设置警示牌			
1	明斜井口工业场区域	块	56	
2	矿山道路区域	块	20	
(二)	矿山地质环境监测工程			

1	地质灾害巡视监测	工日	44	22次/年, 监测2年
2	墙体变形监测	次	12	6次/年, 监测2年
3	水质监测	组	2	1年/组, 监测2年
4	地下水水位、水量监测	次	8	3月/次, 监测2年
四	第四阶段防治工程			实施时间: 2037年1月至2037年12月
(一)	平硐封堵工程量表			
1	充填废石渣	m ³	103.80	等于回填深度×净断面
2	浆砌石砌筑	m ³	5.19	等于挡墙厚度×净断面
(二)	斜井封堵工程量表			
1	充填废石渣	m ³	126.00	等于回填深度×净断面
2	浆砌石砌筑	m ³	25.20	等于挡墙厚度×净断面
(三)	爬山虎种植工程			
1	爬山虎	棵	32	种植密度为0.5m/株
(四)	矿山地质环境监测工程			
1	地质灾害巡视监测	工日	22	22次/年, 监测1年
2	墙体变形监测	次	6	6次/年, 监测1年
3	水质监测	组	2	1年/组, 监测1年
4	地下水水位、水量监测	次	3	3月/次, 监测1年
五	第五阶段管护工程			实施时间: 2038年1月至2040年12月
(一)	矿山地质环境监测工程			
1	地质灾害巡视监测	工日	66	22次/年, 监测3年
2	墙体变形监测	次	18	6次/年, 监测3年
3	水质监测	组	3	1年/组, 监测3年
4	地下水水位、水量监测	次	12	3月/次, 监测3年

7.2.2 投资估算及单项工程费用构成

矿山地质环境防治工程投资估算结果见表7-2-2至表7-2-8:

表7-2-2 工程部分总预算表

工程名称: 垭土采矿场防治工程

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	总投资比例(%)
一	建筑工程	507.80				507.80	88.43
(一)	第一阶段防治工程 (2025.1-2029.12)	325.35				325.35	
(二)	第二阶段防治工程 (2030.1-2034.12)	178.00				178.00	
(三)	第三阶段防治工程 (2035.1-2036.12)	1.38				1.38	
(四)	第四阶段防治工程 (2037.1-2037.12)	2.00				2.00	
(五)	第五阶段管护工程 (2038.1-2040.12)	1.07				1.07	
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				66.47	66.47	11.57
(一)	建设管理费				42.10	42.10	
(二)	生产准备费						
(三)	科研勘察设计费				16.25	16.25	
(四)	建设及施工场地征用费						
(五)	其他				8.12	8.12	
	一至五部分投资合计	507.80			66.47	574.27	100
	基本预备费					28.71	
	静态总投资					602.98	
	价差预备费					61.74	
	建设期融资利息						
	总投资					664.72	

注：本表由五部分预算表汇总生成，如因万元转换四舍五入产生显示偏差，以五部分预算表为准。

表7-2-3 建筑工程预算表

工程名称：埧土采矿场防治工程

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						5078029.29
一		第一阶段防治工程（2025.1-2029.12）				3253504.19
(一)		排土场周边排水沟工程				257870.20
1	1	挖土方	m ³	1203.73	9.76	11748.40
2	2	浆砌石砌筑	m ³	791.91	273.60	216666.58
3	3	立面抹面	m ²	1393.7	16.40	22856.68
4	4	平面抹面	m ²	506.8	13.02	6598.54
(二)		临时排土场周边排水沟工程				401156.87
1	1	挖土方	m ³	1872.57	9.76	18276.28
2	2	浆砌石砌筑	m ³	1231.94	273.60	337058.78
3	3	立面抹面	m ²	2168.1	16.40	35556.84
4	4	平面抹面	m ²	788.4	13.02	10264.97
(三)		采场东北部台阶排水沟工程				435087.71
1	1	挖土方	m ³	1849.77	9.76	18053.76
2	2	浆砌石砌筑	m ³	1354.31	273.60	370539.22
3	3	立面抹面	m ²	2214.61	16.40	36319.60
4	4	平面抹面	m ²	781.5	13.02	10175.13
(四)		采场西南部台阶排水沟工程				825080.08

1	1	挖土方	m ³	3507.82	9.76	34236.32
2	2	浆砌石砌筑	m ³	2568.25	273.60	702673.20
3	3	立面抹面	m ²	4199.69	16.40	68874.92
4	4	平面抹面	m ²	1482	13.02	19295.64
(五)		排土场拦渣墙（坝）工程				524107.30
1	1	挖土方	m ³	723	9.76	7056.48
2	5	浆砌块石，挡土墙	m ³	2024.4	253.15	512476.86
3	6	反滤层	m ³	35.79	127.80	4573.96
(六)		临时排土场拦渣墙（坝）工程				767675.50
1	1	挖土方	m ³	1059	9.76	10335.84
2	5	浆砌块石，挡土墙	m ³	2965.2	253.15	750640.38
3	6	反滤层	m ³	52.42	127.80	6699.28
(七)		排土场沉淀池 C1修筑工程				12316.94
1	1	挖土方	m ³	43.6	9.76	425.54
2	5	浆砌块石，挡土墙	m ³	36	253.15	9113.40
3	3	立面抹面	m ²	90	16.40	1476.00
4	4	平面抹面	m ²	100	13.02	1302.00
(八)		临时排土场沉淀池 C2修筑工程				12316.94
1	1	挖土方	m ³	43.6	9.76	425.54
2	5	浆砌块石，挡土墙	m ³	36	253.15	9113.40
3	3	立面抹面	m ²	90	16.40	1476.00
4	4	平面抹面	m ²	100	13.02	1302.00
(九)		矿山地质环境监测工程				17892.65
1	7	巡视监测工程	工日	110	81.80	8998.00
2	8	坝体变形监测工程	次	30	121.92	3657.60
3	9	水质监测工程	组	5	720.21	3601.05
4	10	地下水水位、水量监测工程	次	20	81.80	1636.00
二		第二阶段防治工程（2030.1-2034.12）				1779992.13
(一)		排土场内部排水沟工程				64722.29
1	1	挖土方	m ³	302.12	9.76	2948.69
2	2	浆砌石砌筑	m ³	198.76	273.60	54380.74
3	3	立面抹面	m ²	349.8	16.40	5736.72
4	4	平面抹面	m ²	127.2	13.02	1656.14
(二)		临时排土场内部排水沟工程				64924.44
1	1	挖土方	m ³	303.07	9.76	2957.96
2	2	浆砌石砌筑	m ³	199.38	273.60	54550.37
3	3	立面抹面	m ²	350.9	16.40	5754.76

4	4	平面抹面	m ²	127.6	13.02	1661.35
(三)		+200m台阶平台排水沟工程，根据实际情况，边生产边实施				1632452.75
1	1	挖土方	m ³	6940.36	9.76	67737.91
2	2	浆砌石砌筑	m ³	5081.38	273.60	1390265.57
3	3	立面抹面	m ²	8309.27	16.40	136272.03
4	4	平面抹面	m ²	2932.2	13.02	38177.24
(四)		矿山地质环境监测工程				17892.65
1	7	巡视监测工程	工日	110	81.80	8998.00
2	8	坝体变形监测工程	次	30	121.92	3657.60
3	9	水质监测工程	组	5	720.21	3601.05
4	10	地下水水位、水量监测工程	次	20	81.80	1636.00
三		第三阶段防治工程（2035.1-2036.12）				13810.86
(一)		设置警示牌				6653.80
1	12	平硐口、明斜井口工业场区域警示牌	块	56	87.55	4902.80
2	12	矿山道路区域警示牌	块	20	87.55	1751.00
(二)		矿山地质环境监测工程				7157.06
1	7	巡视监测工程	工日	44	81.80	3599.20
2	8	坝体变形监测工程	次	12	121.92	1463.04
3	9	水质监测工程	组	2	720.21	1440.42
4	10	地下水水位、水量监测工程	次	8	81.80	654.40
四		第四阶段防治工程（2037.1-2037.12）				19986.52
(一)		平硐封堵工程量表				4890.80
1	13	充填废石渣	m ³	103.8	34.46	3576.95
2	5	浆砌石砌筑	m ³	5.19	253.15	1313.85
(二)		斜井封堵工程量表				10721.34
1	13	充填废石渣	m ³	126	34.46	4341.96
2	5	浆砌石砌筑	m ³	25.2	253.15	6379.38
(三)		爬山虎种植工程				157.44
1	14	种植爬山虎	株	32	4.92	157.44
(四)		矿山地质环境监测工程				4216.94
1	7	巡视监测工程	工日	22	81.80	1799.60
2	8	坝体变形监测工程	次	6	121.92	731.52
3	9	水质监测工程	组	2	720.21	1440.42
4	10	地下水水位、水量监测工程	次	3	81.80	245.40
五		第五阶段管护工程（2038.1-2040.12）				10735.59
(一)		矿山地质环境监测工程				10735.59

1	7	巡视监测工程	工日	66	81.80	5398.80
2	8	坝体变形监测工程	次	18	121.92	2194.56
3	9	水质监测工程	组	3	720.21	2160.63
4	10	地下水水位、水量监测工程	次	12	81.80	981.60

表7-2-4 独立费用预算表

工程名称：埂土采矿场防治工程

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		66.47	
一	建设管理费	42.10	
(一)	项目建设管理费	22.85	
1	建设单位开办费		开办费=0人
2	建设单位管理费	7.62	建管费=按四部分投资加开办费插值=507.80*1.5%
3	工程管理经常费	15.23	经常费=建安工程费*新建费率=507.80*3%
(二)	工程建设监理费	16.71	监理费=16.50+(30.1-16.50)/(1000-500)*(507.8-500)
(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	2.54	一至四部分投资*0.5%=507.80*0.5%
二	生产准备费		
(一)	生产及管理单位提前进场费		本项目不涉及该项费用
(二)	生产职工培训费		本项目不涉及该项费用
(三)	管理用具购置费		本项目不涉及该项费用
(四)	备品备件购置费		本项目不涉及该项费用
(五)	工器具及生产家具购置费		本项目不涉及该项费用
三	科研勘察设计费	16.25	
(一)	工程科学研究试验费	1.02	建安工程费*0.2%=507.80*0.2%
(二)	工程勘察设计的费	15.23	建安工程费*3%=507.80*3%
四	建设及施工场地征用费		
五	其他	8.12	
(一)	工程保险费	2.54	一至四部分投资*0.5%=507.80*0.5%
(二)	招标业务费		
(三)	工程抽检费	4.06	
1	工程竣工验收抽检费	2.03	建安工程费*0.4%=507.80*0.4%
2	工程平行检测费	2.03	建安工程费*0.4%=507.80*0.4%
(四)	其他税费	1.52	
1	建筑工程意外伤害保险费	1.52	建安工程费*0.3%=507.80*0.3%

表 7-2-5 防治工程动态投资估算资结果表

治理阶段		静态投资（万元）	涨价预备费（万元）	动态投态（万元）
第一阶段防治工程（5年）	2025.1-2025.12	77.27	1.55	78.81
	2026.1-2026.12	77.27	3.12	80.39
	2027.1-2027.12	77.27	4.73	82.00
	2028.1-2028.12	77.27	6.37	83.64
	2029.1-2029.12	77.27	8.04	85.31
	小计	386.33	23.81	410.14
第二阶段防治工程（5年）	2030.1-2030.12	42.27	5.33	47.61
	2031.1-2031.12	42.27	6.29	48.56
	2032.1-2032.12	42.27	7.26	49.53
	2033.1-2033.12	42.27	8.25	50.52
	2034.1-2034.12	42.27	9.26	51.53
	小计	211.36	36.38	247.74
第三阶段防治工程（2年）	2035.1-2035.12	0.82	0.20	1.02
	2036.1-2036.12	0.82	0.22	1.04
	小计	1.64	0.42	2.06
第四阶段防治工程（1年）	2037.1-2037.12	2.37	0.70	3.07
	小计	2.37	0.70	3.07
第五阶段管护工程（3年）	2038.1-2038.12	0.42	0.14	0.56
	2039.1-2039.12	0.42	0.15	0.57
	2040.1-2040.12	0.42	0.16	0.58
	小计	1.27	0.44	1.71
合计		602.98	61.74	664.72

表7-2-6 建筑工程单价汇总表

工程名称：埂土采矿场防治工程

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	挖土方	m ³	9.76	1.66	0.20	2.34		0.19	0.17	0.83	0.38	3.18	0.81
2	浆砌块石，排水沟	m ³	273.60	32.76	94.28	2.02		5.81	7.74	19.11	11.32	77.97	22.59
3	砌体砂浆抹面，平均厚2cm，立面	m ²	16.40	3.19	2.81	0.09		0.27	0.37	1.44	0.57	6.29	1.35
4	砌体砂浆抹面，平均厚2cm，立面	m ²	13.02	2.27	2.57	0.08		0.22	0.29	1.06	0.45	4.99	1.07
5	浆砌块石，挡土墙	m ³	253.15	27.36	92.68	1.96		5.49	7.32	16.88	10.62	69.95	20.90
6	反滤层	m ³	127.80	12.49	33.94			2.09	2.79	7.07	4.09	54.78	10.55
7	巡视监测工程	工日	81.80	27.68				1.25	1.11	10.19	2.82	32.00	6.75
8	坝体变形监测工程	次	121.92	13.84		44.42		2.62	2.33	11.42	5.22	32.00	10.07
9	水质监测工程	组	720.21	10.38	515.00			23.64	26.27	31.01	42.44	12.00	59.47
10	地下水水位、水量监测工程	次	81.80	27.68				1.25	1.11	10.19	2.82	32.00	6.75
12	警示牌	块	87.55	6.92	50.00			2.56	2.85	5.26	4.73	8.00	7.23
13	充填废石渣	m ³	34.46	0.80	0.44	13.91		0.68	0.91	1.57	1.28	12.04	2.85
14	种植爬山虎	株	4.92	0.93	1.64			0.12	0.10	0.41	0.22	1.08	0.41

表7-2-7 主要材料预算价格汇总表

工程名称：埂土采矿场防治工程

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
C030005	水泥 32.5MPa	t	305.31					
C05001	碎石	m ³	63.11					
C051001	柴油	kg	7.98					
C120038	块石	m ³	53.40					
C142102	砂	m ³	77.67					
C170101	水质化验 水质分析	组	500.00					

表7-2-8 次要材料预算价格汇总表

工程名称：埂土采矿场防治工程

单位： 元

编号	名称及规格	单位	原价	运杂费	合计
C053008	攀缘植物	株			1.50
C062030	肥料	kg			1.50
C142007	标志牌	个			50.00
C142198	中砂	m ³	145.63	4.37	116.50

表7-2-9 施工机械台时费汇总表

工程名称：埂土采矿场防治工程

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
J1009	单斗挖掘机 液压 斗容1m ³	112.25	58.21	9.34	44.70	
J1043	推土机 功率74kW	78.70	38.60	8.30	31.80	
J1044	推土机 功率88kW	97.48	51.38	8.30	37.80	
J2002	砂浆搅拌机 出料0.4m ³	10.86	4.16	4.50	2.20	
J3016	自卸汽车 载重量8t	67.52	32.42	4.50	30.60	
J3077	双胶轮车	0.82	0.82			
J990101	全站仪	44.42	30.00	13.84	0.58	
JB0101	单斗挖掘机 液压 斗容0.25m ³	60.71	38.17	9.34	13.20	

表7-2-10 混凝土、砂浆单价计算表

基础单价编号：C8146

名称：M7.5水泥砂浆

定额单位：m³

编号	材料名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
C0002	水	m ³	0.157	3.43	0.54
C030005	水泥 32.5MPa	kg	261	0.31	79.69
C142198	中砂	m ³	1.11	116.50	129.32
	合计				209.54

表7-2-11 混凝土、砂浆单价计算表

基础单价编号：C8147

名称：M10水泥砂浆

定额单位：m³

编号	材料名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
C0002	水	m ³	0.183	3.43	0.63
C030005	水泥 32.5MPa	kg	305	0.31	93.12
C142198	中砂	m ³	1.1	116.50	128.15
	合计				221.90

表7-2-12 建筑工程单价计算表

挖土方工程

建筑单价编号：1

定额编号：YB0106

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			456.18
1	直接费	元			420.44
(1)	人工费	元			166.08
A0001	人工	工时	48	3.46	166.08
(2)	材料费	元			20.02
C9003	零星材料费	%	5	400.42	20.02
(3)	机械使用费	元			234.34
JB0101	单斗挖掘机 液压 斗容0.25m ³	台时	3.86	60.71	234.34
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4.5%	420.44	18.92
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	420.44	16.82
二	间接费	元			83.18
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	456.18	16.88
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	202.14	66.30
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	539.36	37.76
四	价差	元			318.27
A0001	人工	工时	48	4.00	192.00
A0002	机械工	工时	10.422	4.00	41.69
C051001	柴油	kg	16.984	4.98	84.58
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	895.39	80.59
	合计	元			975.98
	单价	元			9.76

续表7-2-12 建筑工程单价计算表

浆砌块石，排水沟工程

建筑单价编号：2

定额编号：03094

定额单位：100m³

施工方法：选石、修石、冲洗、拌浆、砌筑、勾缝。					
编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			14260.68
1	直接费	元			12905.59
(1)	人工费	元			3275.93
A0001	人工	工时	946.8	3.46	3275.93
(2)	材料费	元			9427.78
C120038	块石	m ³	108	53.40	5767.20
C8146	M7.5水泥砂浆	m ³	36	99.09	3567.24
C9001	其他材料费	%	1	9334.44	93.34
(3)	机械使用费	元			201.88
J2002	砂浆搅拌机 出料0.4m ³	台时	6.48	10.86	70.37
J3077	双胶轮车	台时	160.38	0.82	131.51
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4.5%	12905.59	580.75
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	12905.59	774.34
二	间接费	元			1911.19
1	管理费=直接工程费*费率	元	5.8%	14260.68	827.12
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	3305.08	1084.07
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	16171.87	1132.03
四	价差	元			7797.13
A0001	人工	工时	946.8	4.00	3787.20
A0002	机械工	工时	8.424	4.00	33.70
C030005	水泥 32.5MPa	t	9.396	55.31	519.69
C142198	中砂	m ³	39.96	86.50	3456.54
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	25101.03	2259.09
	合计	元			27360.12
	单价	元			273.60

续表7-2-12 建筑工程单价计算表

砌体砂浆抹面，平均厚2cm，立面工程

建筑单价编号：3

定额编号：03159

定额单位：100m²

施工方法：冲洗、抹灰、罩面、压光等。					
编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			673.88
1	直接费	元			609.85
(1)	人工费	元			319.36
A0001	人工	工时	92.3	3.46	319.36
(2)	材料费	元			281.46
C0002	水	m ³	2.3	3.43	7.89
C8147	M10水泥砂浆	m ³	2.3	109.88	252.72
C9001	其他材料费	%	8	260.61	20.85
(3)	机械使用费	元			9.03
J2002	砂浆搅拌机 出料0.4m ³	台时	0.41	10.86	4.45
J3077	双胶轮车	台时	5.59	0.82	4.58
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4.5%	609.85	27.44
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	609.85	36.59
二	间接费	元			144.44
1	管理费=直接工程费*费率	元	5.8%	673.88	39.09
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	321.20	105.35
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	818.32	57.28
四	价差	元			628.98
A0001	人工	工时	92.3	4.00	369.20
A0002	机械工	工时	0.533	4.00	2.13
C030005	水泥 32.5MPa	t	0.7015	55.31	38.80
C142198	中砂	m ³	2.53	86.50	218.85
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	1504.58	135.41
	合计	元			1639.99
	单价	元			16.40

续表7-2-12 建筑工程单价计算表

砌体砂浆抹面，平均厚2cm，立面工程

建筑单价编号：4

定额编号：03158

定额单位：100m²

施工方法：冲洗、抹灰、罩面、压光等。					
编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			543.17
1	直接费	元			491.56
(1)	人工费	元			226.63
A0001	人工	工时	65.5	3.46	226.63
(2)	材料费	元			256.62
C0002	水	m ³	2	3.43	6.86
C8147	M10水泥砂浆	m ³	2.1	109.88	230.75
C9001	其他材料费	%	8	237.61	19.01
(3)	机械使用费	元			8.31
J2002	砂浆搅拌机 出料0.4m ³	台时	0.38	10.86	4.13
J3077	双胶轮车	台时	5.1	0.82	4.18
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4.5%	491.56	22.12
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	491.56	29.49
二	间接费	元			106.40
1	管理费=直接工程费*费率	元	5.8%	543.17	31.50
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	228.34	74.90
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	649.57	45.47
四	价差	元			499.23
A0001	人工	工时	65.5	4.00	262.00
A0002	机械工	工时	0.494	4.00	1.98
C030005	水泥 32.5MPa	t	0.6405	55.31	35.43
C142198	中砂	m ³	2.31	86.50	199.82
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	1194.27	107.48
	合计	元			1301.75
	单价	元			13.02

续表7-2-12 建筑工程单价计算表

浆砌块石，挡土墙工程

建筑单价编号：5

定额编号：03091

定额单位：100m³

施工方法：选石、修石、冲洗、拌浆、砌筑、勾缝。					
编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			13479.92
1	直接费	元			12199.02
(1)	人工费	元			2735.82
A0001	人工	工时	790.7	3.46	2735.82
(2)	材料费	元			9267.66
C120038	块石	m ³	108	53.40	5767.20
C8146	M7.5水泥砂浆	m ³	34.4	99.09	3408.70
C9001	其他材料费	%	1	9175.90	91.76
(3)	机械使用费	元			195.54
J2002	砂浆搅拌机 出料0.4m ³	台时	6.19	10.86	67.22
J3077	双胶轮车	台时	156.49	0.82	128.32
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4.5%	12199.02	548.96
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	12199.02	731.94
二	间接费	元			1688.32
1	管理费=直接工程费*费率	元	5.8%	13479.92	781.84
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	2735.82	906.48
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	15168.24	1061.78
四	价差	元			6994.51
A0001	人工	工时	790.7	4.00	3162.80
A0002	机械工	工时	8.047	4.00	32.19
C030005	水泥 32.5MPa	t	8.9784	55.31	496.60
C142198	中砂	m ³	38.184	86.50	3302.92
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	23224.53	2090.21
	合计	元			25314.74
	单价	元			253.15

续表7-2-12 建筑工程单价计算表

反滤层工程

建筑单价编号：6

定额编号：03063

定额单位：100m³

施工方法：运料、分层铺筑、压实、整平与修坡，基本运距30m。					
编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			5130.14
1	直接费	元			4642.66
(1)	人工费	元			1249.06
A0001	人工	工时	361	3.46	1249.06
(2)	材料费	元			3393.60
C05001	碎石	m ³	89.6	30.00	2688.00
C142102	砂	m ³	22.4	30.00	672.00
C9001	其他材料费	%	1	3360.00	33.60
(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	4.5%	4642.66	208.92
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	4642.66	278.56
二	间接费	元			707.24
1	管理费=直接工程费*费率	元	5.8%	5130.14	297.55
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	1249.06	409.69
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	5837.38	408.62
四	价差	元			5478.47
A0001	人工	工时	361	4.00	1444.00
C05001	碎石	m ³	89.6	33.11	2966.66
C142102	砂	m ³	22.4	47.67	1067.81
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	11724.47	1055.20
	合计	元			12779.67
	单价	元			127.80

续表7-2-12 建筑工程单价计算表

巡视监测工程

建筑单价编号：7

定额编号：补3

定额单位：工日

施工方法：人工巡视观测，发现险情及时上报。					
编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			30.04
1	直接费	元			27.68
(1)	人工费	元			27.68
A0001	人工	工时	8	3.46	27.68
(2)	材料费	元			0.00
C9001	其他材料费	%	3	0.00	0.00
(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	4.5%	27.68	1.25
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	27.68	1.11
二	间接费	元			10.19
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	30.04	1.11
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%	40.23	2.82
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%	75.05	6.75
	合计	元			81.80
	单价	元			81.80

续表7-2-12 建筑工程单价计算表

坝体变形监测工程

建筑单价编号：8

定额编号：补4

定额单位：次

施工方法：全站仪变形监测					
编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			63.21
1	直接费	元			58.26
(1)	人工费	元			13.84
A0001	人工	工时	4	3.46	13.84
(2)	材料费	元			0.00
C9001	其他材料费	%	3	0.00	0.00
(3)	机械使用费	元			44.42
J990101	全站仪	台时	1	44.42	44.42
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4.5%	58.26	2.62
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	58.26	2.33
二	间接费	元			11.42
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	63.21	2.34
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%	74.63	5.22
四	价差	元			32.00
A0001	人工	工时	4	4.00	16.00
A0002	机械工	工时	4	4.00	16.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	111.85	10.07
	合计	元			121.92
	单价	元			121.92

续表7-2-12 建筑工程单价计算表

水质监测工程

建筑单价编号：9

定额编号：补5

定额单位：组

施工方法：人工取水样、水质分析化验					
编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			575.29
1	直接费	元			525.38
(1)	人工费	元			10.38
A0001	人工	工时	3	3.46	10.38
(2)	材料费	元			515.00
C170101	水质化验 水质分析	组	1	500.00	500.00
C9001	其他材料费	%	3	500.00	15.00
(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	4.5%	525.38	23.64
3	现场经费=直接费*费率	元	5%	525.38	26.27
二	间接费	元			31.01
1	管理费=直接工程费*费率	元	4.8%	575.29	27.61
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	10.38	3.40
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	606.30	42.44
四	价差	元			12.00
A0001	人工	工时	3	4.00	12.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	660.74	59.47
	合计	元			720.21
	单价	元			720.21

续表7-2-12 建筑工程单价计算表

地下水水位、水量监测工程

建筑单价编号：10

定额编号：补6

定额单位：次

施工方法：现场调查测试					
编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			30.04
1	直接费	元			27.68
(1)	人工费	元			27.68
A0001	人工	工时	8	3.46	27.68
(2)	材料费	元			0.00
C9001	其他材料费	%	3	0.00	0.00
(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	4.5%	27.68	1.25
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	27.68	1.11
二	间接费	元			10.19
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	30.04	1.11
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%	40.23	2.82
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%	75.05	6.75
	合计	元			81.80
	单价	元			81.80

续表7-2-12 建筑工程单价计算表

警示牌工程

建筑单价编号：12

定额编号：补7

定额单位：块

施工方法：人工安装					
编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			62.33
1	直接费	元			56.92
(1)	人工费	元			6.92
A0001	人工	工时	2	3.46	6.92
(2)	材料费	元			50.00
C142007	标志牌	个	1	50.00	50.00
(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	4.5%	56.92	2.56
3	现场经费=直接费*费率	元	5%	56.92	2.85
二	间接费	元			5.26
1	管理费=直接工程费*费率	元	4.8%	62.33	2.99
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	6.92	2.27
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	67.59	4.73
四	价差	元			8.00
A0001	人工	工时	2	4.00	8.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	80.32	7.23
	合计	元			87.55
	单价	元			87.55

续表7-2-12 建筑工程单价计算表

充填废石渣工程

建筑单价编号：13

定额编号：02532+02514

定额单位：100m³

施工方法：挖装、运输、卸除、空回。
推运、堆集、空回、平场。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			1673.05
1	直接费	元			1514.08
(1)	人工费	元			79.58
A0001	人工	工时	16	3.46	55.36
A0001	人工	工时	7	3.46	24.22
(2)	材料费	元			43.80
C9003	零星材料费	%	2	1230.42	24.61
C9003	零星材料费	%	8	239.86	19.19
(3)	机械使用费	元			1390.70
J1009	单斗挖掘机 液压 斗容1m ³	台时	2.74	112.25	307.57
J1044	推土机 功率88kW	台时	1.37	97.48	133.55
J3016	自卸汽车 载重量8t	台时	10.87	67.52	733.94
J1043	推土机 功率74kW	台时	2.74	78.70	215.64
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4.5%	1514.08	68.13
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	1514.08	90.84
二	间接费	元			157.09
1	管理费=直接工程费*费率	元	5.7%	1673.05	95.36
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	188.20	61.73
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	1830.14	128.11
四	价差	元			1203.64
A0001	人工	工时	23	4.00	92.00
A0002	机械工	工时	31.393	4.00	125.57
C051001	柴油	kg	198.006	4.98	986.07
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	3161.89	284.57
	合计	元			3446.46
	单价	元			34.46

续表7-2-12 建筑工程单价计算表

种植爬山虎工程

建筑单价编号：14

定额编号：09124

定额单位：100株

施工方法：挖坑、栽植、回土、捣实、浇水、覆土地、整理、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			279.44
1	直接费	元			257.55
(1)	人工费	元			93.42
A0001	人工	工时	27	3.46	93.42
(2)	材料费	元			164.13
C0002	水	m ³	0.84	3.43	2.88
C053008	攀缘植物	株	102	1.50	153.00
C062030	肥料	kg	5.5	1.50	8.25
(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	4.5%	257.55	11.59
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	257.55	10.30
二	间接费	元			41.26
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.8%	279.44	10.62
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	93.42	30.64
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	320.70	22.45
四	价差	元			108.00
A0001	人工	工时	27	4.00	108.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	451.15	40.60
	合计	元			491.75
	单价	元			4.92

7.3 矿山地质环境复垦工程经费估算

7.3.1 矿区土地复垦总工程量

矿区土地复垦工程量包括矿山土地复垦预防工程量、复垦工程量、复垦监测工程量、复垦管护工程量。详见表7-3-1。

表7-3-1 矿山土地复垦工程量汇总表

序号	工程项目	单位	工程量	计算方法
一	第一阶段土地复垦工程			实施时间：2025年-2030年
(一)	表土收集堆放工程			
1	自有表土收集	m ³	114090	计入主体工程，不计费
(二)	堆淋场（西南）复垦工程			
1	土地平整	m ³	2091	平整平均厚度0.15m
2	覆土工程	m ³	3435	林地先回填 0.3m，再按树坑回填；草地覆土0.2m
3	坑栽西南桦	株	489	行株距 3m×2m
4	商品有机肥施肥	kg	489	西南桦1kg/株
5	复合肥施肥	kg	245	西南桦0.5kg/株
6	撒播草籽	hm ²	1.269	等于林地、草地复垦面积
7	修筑农村道路			
	路床	m ²	816	等于路床压实面积（压实厚度0.1m）
	泥结碎石路面	m ²	816	等于泥结碎石路面面积（压实厚度0.2m）
(三)	2号排土场复垦工程			
1	土地平整	m ³	18948	平整平均厚度0.15m
2	覆土工程	m ³	27547	林地先回填 0.3m，再按树坑回填；草地覆土0.2m
3	坑栽西南桦	株	796	行株距 3m×2m
4	商品有机肥施肥	kg	796	西南桦1kg/株
5	复合肥施肥	kg	398	西南桦0.5kg/株
6	撒播草籽	hm ²	12.5208	等于林地、草地复垦面积
7	修筑农村道路			
	路床	m ²	956	等于路床压实面积（压实厚度0.1m）
	泥结碎石路面	m ²	956	等于泥结碎石路面面积（压实厚度0.2m）
(四)	土地复垦监测及管护工程			
1	土地损毁监测	工日	10	人工巡视，2 工日/年，监测 5 年
2	配套设施监测	工日	20	人工巡视，4 工日/年，监测 5 年
3	复垦植被监测	工日	36	人工巡视，12 工日/年，监测 3 年
4	林草地管护	hm ²	41.3694	等于复垦林草地面积×3
5	西南桦补种	株	128	每年按 5%补种，2 年
6	草籽补撒	hm ²	1.3790	每年按 5%补种，2 年
二	第二阶段土地复垦工程			实施时间：2030年-2035年
(一)	露天采场回填工程			
1	采坑回填	m ³	3554908	等于采坑面积×回填高度（计入主体工程，不计费）
2	土地平整	m ³	36058	平整平均厚度0.15m
3	覆土工程	m ³	85519	果园、林地先回填 0.3m，再按树坑回填；草地、坑塘水面覆土0.2m
4	坑栽果树	株	794	行株距 3m×2m
5	坑栽西南桦	株	22754	行株距 3m×2m

6	商品有机肥施肥	kg	23548	果树、西南桦1kg/株
7	复合肥施肥	kg	11774	果树、西南桦0.5kg/株
8	撒播草籽	hm ²	23.0624	等于林地、草地、坑塘水面复垦面积
9	种植爬山虎	株	52638	上爬下挂，株距 0.5m
10	修筑农村道路			
	路床	m ²	2744	等于路床压实面积（压实厚度0.1m）
	泥结碎石路面	m ²	2744	等于泥结碎石路面面积（压实厚度0.2m）
11	修筑公路			
	路基	m ²	4410	等于路基面积（厚度0.1m砂土，0.14m碎石）
	水泥混凝土路面	m ²	4410	等于混凝土路面面积（厚度0.15m）
(二)	土地复垦监测及管护工程			
1	土地损毁监测	工日	10	人工巡视，2工日/年，监测5年
2	配套设施监测	工日	20	人工巡视，4工日/年，监测5年
3	复垦植被监测	工日	36	人工巡视，12工日/年，监测3年
4	林草地管护	hm ²	69.1872	等于复垦林草地面积×3
5	果树补种	株	80	每年按5%补种，2年
6	西南桦补种	株	2276	每年按5%补种，2年
7	草籽补撒	hm ²	2.3062	每年按5%补种，2年
8	补种爬山虎	株	5264	每年按5%补种，2年
三	第三阶段土地复垦工程			实施时间：2035年至2036年
(一)	临时排土场复垦工程			
1	拆除拦渣墙	m ³	2965	等于临时排土场拦渣墙拆除量
2	废渣外运	m ³	2965	等于拆除量
3	场地平整	m ³	24588	平均修整厚度0.15m
4	覆土工程	m ³	74723	林地先回填0.3m，再按树坑回填；草地覆土0.2m
5	坑栽西南桦	株	25697	行株距3m×2m
6	商品有机肥施肥	kg	25697	西南桦1kg/株
7	复合肥施肥	kg	12848	西南桦0.5kg/株
8	撒播草籽	hm ²	16.3099	等于林地、草地复垦面积
9	修筑农村道路			
	路床压实	m ²	864	等于路床压实面积（压实厚度0.1m）
	泥结碎石路面	m ²	864	等于泥结碎石路面面积（压实厚度0.2m）
(二)	土地复垦监测及管护工程			
1	土地损毁监测	工日	4	人工巡视，2工日/年，监测2年
2	配套设施监测	工日	8	人工巡视，4工日/年，监测2年
3	复垦植被监测	工日	36	人工巡视，12工日/年，监测3年
4	林草地管护	hm ²	48.9297	等于复垦林草地面积×3
5	西南桦补种	株	2570	每年按5%补种，2年
6	草籽补撒	hm ²	1.6310	每年按5%补种，2年
四	第四阶段土地复垦工程			实施时间：2036年至2038年
(一)	沉淀池复垦工程			
1	拆除砌体及地面硬化	m ³	112	等于沉淀池工程量
2	废渣外运	m ³	112	等于拆除量
3	场地平整	m ³	227	平均修整厚度0.15m
4	覆土工程	m ³	715	林地先回填0.3m，再按树坑回填
5	坑栽西南桦	株	252	行株距3m×2m
6	商品有机肥施肥	kg	252	西南桦1kg/株

7	复合肥施肥	kg	126	西南桦0.5kg/株
8	撒播草籽	hm ²	0.1514	等于林地复垦面积
(二)	选矿厂复垦工程			
1	拆除砌体及地面硬化	m ³	4096	以每m ² 拆除0.50m ³ 估算拆除工程量
2	废渣外运	m ³	4096	等于拆除量
3	场地平整	m ³	1229	平均修整厚度 0.15m
4	覆土工程	m ³	3871	林地先回填 0.3m，再按树坑回填
5	坑栽西南桦	株	1365	行株距 3m×2m
6	商品有机肥施肥	kg	1365	西南桦1kg/株
7	复合肥施肥	kg	683	西南桦0.5kg/株
8	撒播草籽	hm ²	0.8192	等于林地复垦面积
(三)	排土场复垦工程			
1	拆除拦渣墙	m ³	2024	等于排土场拦渣墙拆除量
2	废渣外运	m ³	2024	等于拆除量
3	场地平整	m ³	10600	平均修整厚度 0.15m
4	覆土工程	m ³	30761	林地先回填 0.3m，再按树坑回填；草地覆土0.2m
5	坑栽西南桦	株	10109	行株距 3m×2m
6	商品有机肥施肥	kg	10109	西南桦1kg/株
7	复合肥施肥	kg	5054	西南桦0.5kg/株
8	撒播草籽	hm ²	7.0665	等于林地、草地复垦面积
(四)	斜井坑口工业场地复垦工程			
1	拆除砌体及地面硬化	m ³	630	以每m ² 拆除0.50m ³ 估算拆除工程量
2	废渣外运	m ³	630	等于拆除量
3	场地平整	m ³	189	平均修整厚度0.15m
4	覆土工程	m ³	595	林地先回填 0.3m，再按树坑回填
5	坑栽西南桦	株	210	行株距 3m×2m
6	商品有机肥施肥	kg	210	西南桦1kg/株
7	复合肥施肥	kg	105	西南桦0.5kg/株
8	撒播草籽	hm ²	0.1259	等于林地复垦面积
(五)	平硐口复垦工程			
1	拆除硬化地面	m ³	88	地面硬化厚度为0.2m
2	废渣外运	m ³	88	等于拆除量
3	场地平整	m ³	66	平均修整厚度 0.15m
4	覆土工程	m ³	208	林地先回填 0.3m，再按树坑回填
5	坑栽西南桦	株	73	行株距 3m×2m
6	商品有机肥施肥	kg	73	西南桦1kg/株
7	复合肥施肥	kg	37	西南桦0.5kg/株
8	撒播草籽	hm ²	0.044	等于林地复垦面积
(六)	办公生活区复垦工程			
1	拆除砌体及地面硬化	m ³	3500	场地内建构筑物拆除工程量
2	废渣外运	m ³	3500	等于拆除量
3	场地平整	m ³	2475	平均修整厚度 0.15m
4	覆土工程	m ³	3464	复垦草地、农村宅基地区域，回填0.2m厚度表土

5	撒播草籽	hm ²	1.6497	等于林地复垦面积
(七)	堆淋场复垦工程			
1	场地平整	m ³	11875	平均修整厚度 0.15m
2	覆土工程	m ³	16034	乔木林地区域先，覆土0.3m，再按树坑进行回填表土；复垦草地、坑塘水面区域，回填0.2m厚度表土
3	坑栽西南桦	株	385	行株距 3m×2m
4	商品有机肥施肥	kg	385	西南桦1kg/株
5	复合肥施肥	kg	193	西南桦0.5kg/株
6	撒播草籽	hm ²	7.3464	等于复垦为林地、草地、坑塘水面面积
7	修筑公路			
	路基	m ²	3318	等于路基面积（厚度0.1m砂土，0.14m碎石）
	混凝土路面	m ²	3318	等于混凝土路面面积（厚度0.15m）
(八)	干堆场复垦工程			
1	场地平整	m ³	10314	平均修整厚度 0.15m
2	覆土工程	m ³	14288	乔木林地区域先，覆土0.3m，再按树坑进行回填表土；复垦草地区域，回填0.2m厚度表土
3	坑栽西南桦	株	693	行株距 3m×2m
4	商品有机肥施肥	kg	693	西南桦1kg/株
5	复合肥施肥	kg	347	西南桦0.5kg/株
6	撒播草籽	hm ²	6.2837	等于复垦为林地、草地面积
7	修筑公路			
	路基	m ²	3962	等于路基面积（厚度0.1m砂土，0.14m碎石）
	混凝土路面	m ²	3962	等于混凝土路面面积（厚度0.15m）
(九)	3号排土场复垦工程			
1	场地平整	m ³	3381	平均修整厚度 0.15m
2	覆土工程	m ³	5017	乔木林地区域先，覆土0.3m，再按树坑进行回填表土；复垦草地面积区域，回填0.2m厚度表土
3	坑栽西南桦	株	332	行株距 3m×2m
4	商品有机肥施肥	kg	332	西南桦1kg/株
5	复合肥施肥	kg	166	西南桦0.5kg/株
6	撒播草籽	hm ²	2.1405	等于复垦为林地、草地面积
7	修筑公路			
	路基	m ²	1407	等于路基面积（厚度0.1m砂土，0.14m碎石）
	混凝土路面	m ²	1407	等于混凝土路面面积（厚度0.15m）
(十)	土地复垦监测及管护工程			
1	土地损毁监测	次	2	人工巡视，2工日/年，监测1年
2	配套设施监测	次	4	人工巡视，4工日/年，监测1年
3	复垦植被监测	次	12	人工巡视，12工日/年，监测1年
五	第五阶段管护工程			实施时间：2038年至2041年
1	土地损毁监测	次	6	人工巡视，2工日/年，监测3年
2	配套设施监测	次	12	人工巡视，4工日/年，监测3年
3	耕地质量评定	hm ²	0	委托第三方机构评价
4	复垦植被监测	次	36	人工巡视，12工日/年，监测3年
5	林草地管护	hm ²	76.8818	等于复垦林草地面积×3
6	西南桦补种	株	1342	每年按5%补种，2年
7	草籽补撒	hm ²	2.5627	每年按5%补撒，2年

7.3.2 投资估算及单项工程费用构成

矿山地质环境复垦投资估算结果见表7-3-2 至表7-3-10:

表7-3-2 工程部分总预算表

工程名称：埂土采矿场土地复垦工程

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	513.00				513.00	85.52
(一)	第一阶段土地复垦工程（2025年1月-2029年12月）	40.89				40.89	
(二)	第二阶段土地复垦工程（2030年1月至 2034年12月）	168.25				168.25	
(三)	第三阶段土地复垦工程（2035年1月至 2036年12月）	109.42				109.42	
(四)	第四阶段土地复垦工程（2037年1月至 2037年12月）	182.99				182.99	
(五)	第五阶段管护工程（2038年1月至 2040年12月）	11.45				11.45	
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				86.85	86.85	14.48
(一)	建设管理费				42.46	42.46	
(二)	生产准备费						
(三)	科研勘察设计费				16.42	16.42	
(四)	建设及施工场地征用费						
(五)	其他				27.97	27.97	
	一至五部分投资合计	513.00			86.85	599.85	100
	基本预备费					29.99	
	静态总投资					629.84	
	价差预备费					143.84	
	建设期融资利息						
	总投资					773.68	

注：本表由五部分预算表汇总生成，如因万元转换四舍五入产生显示偏差，以五部分预算表为准。

表7-3-3 建筑工程预算表

工程名称：垭土采矿场土地复垦工程

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						5129957.22
一		第一阶段土地复垦工程（2025年1月-2029年12月）				408945.83
(一)		堆淋场（西南）复垦工程				68037.28
1	2	土地平整	m ³	2091	2.65	5541.15
2	1	表土运输回填	m ³	3435	5.62	19304.70
3	3	坑栽西南桦	株	489	7.45	3643.05
4	4	商品有机肥施肥	kg	489	2.32	1134.48
5	5	复合肥施肥	kg	245	3.42	837.90
6	6	撒播草籽	hm ²	1.269	1979.89	2512.48
7	7	路床压实	m ²	816	16.56	13512.96
8	8	结碎石路面	m ²	816	26.41	21550.56
(二)		2号排土场复垦工程				280033.55
1	2	土地平整	m ³	18948	2.65	50212.20
2	1	表土运输回填	m ³	27547	5.62	154814.14
3	3	坑栽西南桦	株	796	7.45	5930.20
4	4	商品有机肥施肥	kg	796	2.32	1846.72
5	5	复合肥施肥	kg	398	3.42	1361.16
6	6	撒播草籽	hm ²	12.5208	1979.89	24789.81
7	7	路床压实	m ²	956	16.56	15831.36
8	8	结碎石路面	m ²	956	26.41	25247.96
(三)		土地复垦监测及管护工程				60875.00
1	9	土地损毁监测	工日	10	183.27	1832.70
2	10	配套设施监测	工日	20	81.80	1636.00
3	11	复垦植被监测	工日	36	81.80	2944.80
4	12	林草地管护	hm ²	41.3694	1227.42	50777.63
5	3	坑栽西南桦	株	128	7.45	953.60
6	6	撒播草籽	hm ²	1.379	1979.89	2730.27
二		第二阶段土地复垦工程（2030年1月至2034年12月）				1682497.31
(一)		露天采场复垦工程				1543091.36
1	2	土地平整	m ³	36058	2.65	95553.70
2	1	覆土回填	m ³	85519	5.62	480616.78
3	13	坑栽果树	株	794	8.12	6447.28

表7-3-3 建筑工程预算表

工程名称：垭土采矿场土地复垦工程

单位：元

编号	单价编号	工程或费用名称	单位	数量	单价	合计
4	3	坑栽西南桦	株	22754	7.45	169517.30
5	4	商品有机肥施肥	kg	23548	2.32	54631.36
6	5	复合肥施肥	kg	11774	3.42	40267.08
7	6	撒播草籽	hm ²	23.0624	1979.89	45661.02
8	14	栽植爬山虎	株	52638	4.92	258978.96
9	7	农村道路路床压实	m ²	2744	16.56	45440.64
10	8	农村道路结碎石路面	m ²	2744	26.41	72469.04
11	15	公路路基	m ²	4410	36.84	162464.40
12	16	公路混凝土路面	m ²	4410	25.18	111043.80
(二)		土地复垦监测及管护工程				139405.95
1	9	土地损毁监测	工日	10	183.27	1832.70
2	10	配套设施监测	工日	20	81.80	1636.00
3	11	复垦植被监测	工日	36	81.80	2944.80
4	12	林草地管护	hm ²	69.1872	1227.42	84921.75
5	13	果树补种	株	80	8.12	649.60
6	3	坑栽西南桦	株	2276	7.45	16956.20
7	6	撒播草籽	hm ²	2.3062	1979.89	4566.02
8	14	栽植爬山虎	株	5264	4.92	25898.88
三		第三阶段土地复垦工程（2035年1月至 2036年12月）				1094170.72
(一)		临时排土场复垦工程				1007405.45
1	17	砌体拆除	m ³	2965	31.38	93041.70
2	18	废渣清运	m ³	2965	21.87	64844.55
3	2	场地平整	m ³	24588	2.65	65158.20
4	1	表土运输回填	m ³	74723	5.62	419943.26
5	3	坑栽西南桦	株	25697	7.45	191442.65
6	4	商品有机肥施肥	kg	25697	2.32	59617.04
7	5	复合肥施肥	kg	12848	3.42	43940.16
8	6	撒播草籽	hm ²	16.3099	1979.89	32291.81
9	7	路床压实	m ²	864	16.56	14307.84
10	8	结碎石路面	m ²	864	26.41	22818.24
(二)		土地复垦监测及管护工程				86765.27
1	9	土地损毁监测	工日	4	183.27	733.08
2	10	配套设施监测	工日	8	81.80	654.40

表7-3-3 建筑工程预算表

工程名称：垭土采矿场土地复垦工程

单位：元

编号	单价编号	工程或费用名称	单位	数量	单价	合计
3	11	复垦植被监测	工日	36	81.80	2944.80
4	12	林草地管护	hm ²	48.9297	1227.42	60057.29
5	3	坑栽西南桦	株	2570	7.45	19146.50
6	6	撒播草籽	hm ²	1.631	1979.89	3229.20
四		第四阶段土地复垦工程（2037年1月至 2037年12月）				1829879.32
(一)		沉淀池复垦工程				13776.57
1	17	砌体拆除	m ³	112	31.38	3514.56
2	18	废渣清运	m ³	112	21.87	2449.44
3	2	场地平整	m ³	227	2.65	601.55
4	1	覆土回填	m ³	715	5.62	4018.30
5	3	坑栽西南桦	株	252	7.45	1877.40
6	4	商品有机肥施肥	kg	252	2.32	584.64
7	5	复合肥施肥	kg	126	3.42	430.92
8	6	撒播草籽	hm ²	0.1514	1979.89	299.76
(二)		选矿厂复垦工程				260417.71
1	17	砌体拆除	m ³	4096	31.38	128532.48
2	18	废渣清运	m ³	4096	21.87	89579.52
3	2	回填土平整	m ³	1229	2.65	3256.85
4	1	表土运输回填	m ³	3871	5.62	21755.02
5	3	坑栽西南桦	株	1365	7.45	10169.25
6	4	商品有机肥施肥	kg	1365	2.32	3166.80
7	5	复合肥施肥	kg	683	3.42	2335.86
8	6	撒播草籽	hm ²	0.8192	1979.89	1621.93
(三)		排土场复垦工程				438785.32
1	17	砌体拆除	m ³	2024	31.38	63513.12
2	18	废渣清运	m ³	2024	21.87	44264.88
3	2	回填土平整	m ³	10600	2.65	28090.00
4	1	表土运输回填	m ³	30761	5.62	172876.82
5	3	坑栽西南桦	株	10109	7.45	75312.05
6	4	商品有机肥施肥	kg	10109	2.32	23452.88
7	5	复合肥施肥	kg	5054	3.42	17284.68
8	6	撒播草籽	hm ²	7.0665	1979.89	13990.89
(四)		斜井口工业场地复垦工程				40052.32

表7-3-3 建筑工程预算表

工程名称：坝土采矿场土地复垦工程

单位：元

编号	单价编号	工程或费用名称	单位	数量	单价	合计
1	17	砌体拆除	m ³	630	31.38	19769.40
2	18	废渣清运	m ³	630	21.87	13778.10
3	2	回填土平整	m ³	189	2.65	500.85
4	1	表土运输回填	m ³	595	5.62	3343.90
5	3	坑栽西南桦	株	210	7.45	1564.50
6	4	商品有机肥施肥	kg	210	2.32	487.20
7	5	复合肥施肥	kg	105	3.42	359.10
8	6	撒播草籽	hm ²	0.1259	1979.89	249.27
(五)		平硐口复垦工程				6956.73
1	17	砌体拆除	m ³	88	31.38	2761.44
2	18	废渣清运	m ³	88	21.87	1924.56
3	2	回填土平整	m ³	66	2.65	174.90
4	1	表土运输回填	m ³	208	5.62	1168.96
5	3	坑栽西南桦	株	73	7.45	543.85
6	4	商品有机肥施肥	kg	73	2.32	169.36
7	5	复合肥施肥	kg	37	3.42	126.54
8	6	撒播草籽	hm ²	0.044	1979.89	87.12
(六)		办公生活区复垦工程				215667.65
1	17	砌体拆除	m ³	3500	31.38	109830.00
2	18	废渣清运	m ³	3500	21.87	76545.00
3	2	回填土平整	m ³	2475	2.65	6558.75
4	1	表土运输回填	m ³	3464	5.62	19467.68
5	6	撒播草籽	hm ²	1.6497	1979.89	3266.22
(七)		堆淋场复垦工程				346328.76
1	2	回填土平整	m ³	11875	2.65	31468.75
2	1	表土运输回填	m ³	16034	5.62	90111.08
3	3	坑栽西南桦	株	385	7.45	2868.25
4	4	商品有机肥施肥	kg	385	2.32	893.20
5	5	复合肥施肥	kg	193	3.42	660.06
6	6	撒播草籽	hm ²	7.3464	1979.89	14545.06
7	15	公路路基	m ²	3318	36.84	122235.12
8	16	公路混凝土路面	m ²	3318	25.18	83547.24
(八)		干堆场复垦工程				373752.28

表7-3-3 建筑工程预算表

工程名称：坝土采矿场土地复垦工程

单位：元

编号	单价编号	工程或费用名称	单位	数量	单价	合计
1	2	回填土平整	m ³	10314	2.65	27332.10
2	1	表土运输回填	m ³	14288	5.62	80298.56
3	3	坑栽西南桦	株	693	7.45	5162.85
4	4	商品有机肥施肥	kg	693	2.32	1607.76
5	5	复合肥施肥	kg	347	3.42	1186.74
6	6	撒播草籽	hm ²	6.2837	1979.89	12441.03
7	15	公路路基	m ²	3962	36.84	145960.08
8	16	公路混凝土路面	m ²	3962	25.18	99763.16
(九)		3号排土场复垦工程				132466.64
1	2	回填土平整	m ³	3381	2.65	8959.65
2	1	表土运输回填	m ³	5017	5.62	28195.54
3	3	坑栽西南桦	株	332	7.45	2473.40
4	4	商品有机肥施肥	kg	332	2.32	770.24
5	5	复合肥施肥	kg	166	3.42	567.72
6	6	撒播草籽	hm ²	2.1405	1979.89	4237.95
7	15	公路路基	m ²	1407	36.84	51833.88
8	16	公路混凝土路面	m ²	1407	25.18	35428.26
(十)		土地复垦监测及管护工程				1675.34
1	9	土地损毁监测	工日	2	183.27	366.54
2	10	配套设施监测	工日	4	81.80	327.20
3	11	复垦植被监测	工日	12	81.80	981.60
五		第五阶段管护工程（2038年1月至 2040年12月）				114464.04
(一)		土地复垦监测及管护工程				114464.04
1	9	土地损毁监测	工日	6	183.27	1099.62
2	10	配套设施监测	工日	12	81.80	981.60
3	11	复垦植被监测	工日	36	81.80	2944.80
4	12	林草地管护	hm ²	76.8818	1227.42	94366.26
5	3	坑栽西南桦	株	1342	7.45	9997.90
6	6	撒播草籽	hm ²	2.5627	1979.89	5073.86

表7-3-4 独立费用预算表

工程名称：垭土采矿场土地复垦工程

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		86.85	
一	建设管理费	42.46	
(一)	项目建设管理费	23.04	
1	建设单位开办费		开办费=0人
2	建设单位管理费	7.70	建管费=按四部分投资加开办费插值=513.00*1.5%
3	工程管理经常费	15.34	经常费=建安工程费*新建费率=513.00*2.99%
(二)	工程建设监理费	16.85	监理费=16.50+(30.1-16.50)/(1000-500)*(513.0-500)
(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	2.57	一至四部分投资*0.5%=513.00*0.5%
二	生产准备费		不计
三	科研勘察设计费	16.42	
(一)	工程科学研究试验费	1.03	建安工程费*0.2%=513.00*0.2%
(二)	工程勘察费	15.39	建安工程费*3%=513.00*3%
四	建设及施工场地租用费		
五	其他	27.97	
(一)	工程保险费	2.57	一至四部分投资*0.5%=513.00*0.5%
(二)	招标业务费		
(三)	工程抽检费	4.10	
1	工程竣工验收抽检费	2.05	建安工程费*0.4%=513.00*0.4%
2	工程平行检测费	2.05	建安工程费*0.4%=513.00*0.4%
(四)	竣工验收费	19.76	
1	工程复核费	3.58	按四部分投资插值=500*0.7%+(513.0-500)*0.65%
2	工程验收费	7.17	按四部分投资插值=500*1.4%+(513.0-500)*1.3%
3	项目决算编制与审计费	5.12	按四部分投资插值=500*1%+(513.0-500)*0.9%
4	整理后土地重估与登记费	3.33	按四部分投资插值=500*0.65%+(513.0-500)*0.6%
5	标识设定费	0.56	按四部分投资插值=500*0.11%+(513.0-500)*0.1%
(五)	其他税费	1.54	
1	建筑工程意外伤害保险费	1.54	建安工程费*0.3%=513.00*0.3%

表 7-3-5 土地复垦工程动态投资估算资结果表

土地复垦阶段		静态投资（万元）	涨价预备费（万元）	动态投态（万元）
第一阶段土地复垦工程（5年）	2025.1-2025.12	10.04	0.20	10.24
	2026.1-2026.12	10.04	0.41	10.45
	2027.1-2027.12	10.04	0.61	10.66
	2028.1-2028.12	10.04	0.83	10.87
	2029.1-2029.12	10.04	1.05	11.09
	小计	50.20	3.09	53.30
第二阶段土地复垦工程（5年）	2030.1-2030.12	41.31	5.21	46.53
	2031.1-2031.12	41.31	6.14	47.46
	2032.1-2032.12	41.31	7.09	48.41
	2033.1-2033.12	41.31	8.06	49.37
	2034.1-2034.12	41.31	9.05	50.36
	小计	206.57	35.55	242.12
第三阶段土地复垦工程（2年）	2035.1-2035.12	67.17	16.35	83.52
	2036.1-2036.12	67.17	18.02	85.19
	小计	134.34	34.37	168.71
第四阶段土地复垦工程（1年）	2037.1-2037.12	224.67	65.96	290.63
	小计	224.67	65.96	290.63
第五阶段管护工程（3年）	2038.1-2038.12	4.69	1.50	6.18
	2039.1-2039.12	4.69	1.62	6.31
	2040.1-2040.12	4.69	1.75	6.43
	小计	14.06	4.86	18.92
合计		629.84	143.84	773.68

表7-3-6 建筑工程单价汇总表

工程名称：埂土采矿场土地复垦工程

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	表土运输回填	m ³	5.62	0.26	0.14	3.32		0.17	0.15	0.30	0.30	0.52	0.46
2	场地平整	m ³	2.65	0.03	0.17	1.64		0.08	0.07	0.12	0.15	0.16	0.22
3	坑栽西南桦	株	7.45	1.59	2.09			0.17	0.15	0.67	0.33	1.84	0.61
4	有机肥培肥	kg	2.32	0.06	1.63			0.08	0.07	0.09	0.14	0.06	0.19
5	复合肥培肥	kg	3.42	0.06	2.49			0.11	0.10	0.12	0.20	0.06	0.28
6	撒播草籽	hm ²	1979.89	51.90	1390.50			64.91	57.70	76.49	114.91	60.00	163.48
7	路床压实	m ²	16.56	1.22	3.97	0.53		0.26	0.29	0.72	0.49	7.72	1.37
8	结碎石路面	m ²	26.41	1.96	8.09	0.87		0.49	0.55	1.24	0.92	10.11	2.18
9	土地损毁监测	工日	183.27	27.68		51.34		3.56	3.16	19.06	7.34	56.00	15.13
10	配套设施监测	工日	81.80	27.68				1.25	1.11	10.19	2.82	32.00	6.75
11	复垦植被监测	工日	81.80	27.68				1.25	1.11	10.19	2.82	32.00	6.75
12	林草地管护	hm ²	1227.42	415.20				18.68	16.61	153.31	42.27	480.00	101.35
13	坑栽果树	株	8.12	1.59	2.60			0.19	0.17	0.69	0.37	1.84	0.67
14	栽植爬山虎	株	4.92	0.93	1.64			0.12	0.10	0.41	0.22	1.08	0.41
15	公路路基	m ²	36.84	3.04	9.39	1.30		0.62	0.69	1.76	1.18	15.83	3.04
16	公路混凝土路面	m ²	25.18	6.62	0.22	3.57		0.47	0.52	2.79	0.99	7.91	2.08
17	砌体拆除	m ³	31.38	0.55	1.62	19.68		0.98	1.31	1.33	1.78	1.53	2.59
18	废渣清运	m ³	21.87	0.31	0.30	14.54		0.68	0.91	1.21	1.26	0.86	1.81

表7-3-7 主要材料预算价格汇总表

工程名称：埂土采矿场土地复垦工程

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
C040015	砂子	m ³	77.67					
C05001	碎石	m ³	63.11					
C051001	柴油	kg	7.98					
C110067	锯材	m ³	930.97					
C142102	砂	m ³	77.67					
C170301	复合肥	kg	2.30					

表7-3-8 次要材料预算价格汇总表

工程名称：埂土采矿场土地复垦工程

单位：元

编号	名称及规格	单位	原价	运杂费	合计
C053008	攀缘植物	株			1.50
C062030	肥料	kg			1.50
C120056	石屑	m ³			30.00
C130012	草籽	kg			30.00
C130015	果树(带土球)	株			2.50
C130032	乔木	株			2.00
C159049	粘土	m ³			5.00

表7-3-9 施工机械台时费汇总表

工程名称： 垭土采矿场土地复垦工程

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
J1008	单斗挖掘机 液压 斗容0.6m ³	135.24	50.09	9.34	75.81	
J1010	单斗挖掘机 液压 斗容1.6m ³	238.53	80.76	9.34	148.43	
J1011	单斗挖掘机 液压 斗容2m ³	305.73	135.19	9.34	161.20	
J1042	推土机 功率59kW	97.32	21.99	8.30	67.03	
J1043	推土机 功率74kW	131.49	38.60	8.30	84.59	
J1044	推土机 功率88kW	160.23	51.38	8.30	100.55	
J1095	压路机 内燃 重量12~15t	84.98	24.81	8.30	51.87	
J2004	混凝土搅拌机 出料0.4m ³	18.37	8.88	4.50	4.99	
J3014	自卸汽车 载重量5t	91.55	14.43	4.50	72.62	
J3016	自卸汽车 载重量8t	118.32	32.42	4.50	81.40	
J3020	自卸汽车 载重量15t	174.20	65.16	4.50	104.54	
J3021	自卸汽车 载重量18t	194.50	71.10	4.50	118.90	
J9901	测量及成图设备	51.34	30.00	20.76	0.58	

表7-3-10 建筑工程单价计算表

表土运输回填工程

建筑单价编号：1

定额编号：01218

定额单位：100m³

施工方法：挖装、运输、卸除、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			403.60
1	直接费	元			371.98
(1)	人工费	元			25.95
A0001	人工	工时	7.5	3.46	25.95
(2)	材料费	元			14.31
C9003	零星材料费	%	4	357.67	14.31
(3)	机械使用费	元			331.72
J1008	单斗挖掘机 液压 斗容0.6m ³	台时	0.348	135.24	47.06
J1042	推土机 功率59kW	台时	0.56	97.32	54.50
J3014	自卸汽车 载重量5t	台时	2.514	91.55	230.16
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4.5%	371.98	16.74
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	371.98	14.88
二	间接费	元			29.74
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	403.60	14.93
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	45.16	14.81
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	433.34	30.33
四	价差	元			52.21
A0001	人工	工时	7.5	4.00	30.00
A0002	机械工	工时	5.5518	4.00	22.21
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	515.88	46.43
	合计	元			562.31
	单价	元			5.62

续表7-3-10 建筑工程单价计算表

场地平整工程

建筑单价编号：2

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			200.29
1	直接费	元			184.60
(1)	人工费	元			3.46
A0001	人工	工时	1	3.46	3.46
(2)	材料费	元			16.78
C9003	零星材料费	%	10	167.82	16.78
(3)	机械使用费	元			164.36
J1043	推土机 功率74kW	台时	1.25	131.49	164.36
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4.5%	184.60	8.31
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	184.60	7.38
二	间接费	元			11.95
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	200.29	7.41
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	13.84	4.54
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	212.24	14.86
四	价差	元			16.00
A0001	人工	工时	1	4.00	4.00
A0002	机械工	工时	3	4.00	12.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	243.10	21.88
	合计	元			264.98
	单价	元			2.65

续表7-3-10 建筑工程单价计算表

坑栽西南桦工程

建筑单价编号：3

定额编号：09107

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			399.24
1	直接费	元			367.96
(1)	人工费	元			159.16
A0001	人工	工时	46	3.46	159.16
(2)	材料费	元			208.80
C0002	水	m ³	1.4	3.43	4.80
C130032	乔木	株	102	2.00	204.00
(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	4.5%	367.96	16.56
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	367.96	14.72
二	间接费	元			67.37
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.8%	399.24	15.17
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	159.16	52.20
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	466.61	32.66
四	价差	元			184.00
A0001	人工	工时	46	4.00	184.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	683.27	61.49
	合计	元			744.76
	单价	元			7.45

续表7-3-10 建筑工程单价计算表

有机肥培肥工程

建筑单价编号：4

定额编号：补3

定额单位：kg

施工方法：人工撒播有机肥

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			1.84
1	直接费	元			1.69
(1)	人工费	元			0.06
A0001	人工	工时	0.016	3.46	0.06
(2)	材料费	元			1.63
C062030	肥料	kg	1.05	1.50	1.58
C9001	其他材料费	%	3	1.58	0.05
(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	4.5%	1.69	0.08
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	1.69	0.07
二	间接费	元			0.09
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.8%	1.84	0.07
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	0.06	0.02
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	1.93	0.14
四	价差	元			0.06
A0001	人工	工时	0.016	4.00	0.06
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	2.13	0.19
	合计	元			2.32
	单价	元			2.32

续表7-3-10 建筑工程单价计算表

复合肥培肥工程

建筑单价编号：5

定额编号：补4

定额单位：kg

施工方法：人工撒播

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			2.76
1	直接费	元			2.55
(1)	人工费	元			0.06
A0001	人工	工时	0.016	3.46	0.06
(2)	材料费	元			2.49
C170301	复合肥	kg	1.05	2.30	2.42
C9001	其他材料费	%	3	2.42	0.07
(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	4.5%	2.55	0.11
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	2.55	0.10
二	间接费	元			0.12
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.8%	2.76	0.10
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	0.06	0.02
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	2.88	0.20
四	价差	元			0.06
A0001	人工	工时	0.016	4.00	0.06
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	3.14	0.28
	合计	元			3.42
	单价	元			3.42

续表7-3-10 建筑工程单价计算表

撒播草籽工程

建筑单价编号：6

定额编号：09051

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			1565.01
1	直接费	元			1442.40
(1)	人工费	元			51.90
A0001	人工	工时	15	3.46	51.90
(2)	材料费	元			1390.50
C130012	草籽	kg	45	30.00	1350.00
C9001	其他材料费	%	3	1350.00	40.50
(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	4.5%	1442.40	64.91
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	1442.40	57.70
二	间接费	元			76.49
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.8%	1565.01	59.47
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	51.90	17.02
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	1641.50	114.91
四	价差	元			60.00
A0001	人工	工时	15	4.00	60.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	1816.41	163.48
	合计	元			1979.89
	单价	元			1979.89

续表7-3-10 建筑工程单价计算表

路床压实工程

建筑单价编号：7

定额编号：11116

定额单位：1000m²

施工方法：推平土料

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			6268.01
1	直接费	元			5724.21
(1)	人工费	元			1222.76
A0001	人工	工时	353.4	3.46	1222.76
(2)	材料费	元			3969.30
C142102	砂	m ³	131	30.00	3930.00
C9001	其他材料费	%	1	3930.00	39.30
(3)	机械使用费	元			532.15
J1095	压路机 内燃 重量12~15t	台时	6.2	84.98	526.88
J9999	其他机械费	%	1	526.88	5.27
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4.5%	5724.21	257.59
3	现场经费=直接费*费率	元	5%	5724.21	286.21
二	间接费	元			718.81
1	管理费=直接工程费*费率	元	4.8%	6268.01	300.86
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	1274.24	417.95
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	6986.82	489.08
四	价差	元			7717.89
A0001	人工	工时	353.4	4.00	1413.60
A0002	机械工	工时	14.88	4.00	59.52
C142102	砂	m ³	131	47.67	6244.77
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	15193.79	1367.44
	合计	元			16561.23
	单价	元			16.56

续表7-3-10 建筑工程单价计算表

结碎石路面工程

建筑单价编号：8

定额编号：11126

定额单位：1000m²

施工方法：包括5m内取土、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			11949.71
1	直接费	元			10912.98
(1)	人工费	元			1961.13
A0001	人工	工时	566.8	3.46	1961.13
(2)	材料费	元			8085.05
C05001	碎石	m ³	234	30.00	7020.00
C120056	石屑	m ³	23	30.00	690.00
C159049	粘土	m ³	59	5.00	295.00
C9001	其他材料费	%	1	8005.00	80.05
(3)	机械使用费	元			866.80
J1095	压路机 内燃 重量12~15t	台时	10	84.98	849.80
J9999	其他机械费	%	2	849.80	17.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4.5%	10912.98	491.08
3	现场经费=直接费*费率	元	5%	10912.98	545.65
二	间接费	元			1244.08
1	管理费=直接工程费*费率	元	4.8%	11949.71	573.59
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	2044.17	670.49
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	13193.79	923.57
四	价差	元			10110.94
A0001	人工	工时	566.8	4.00	2267.20
A0002	机械工	工时	24	4.00	96.00
C05001	碎石	m ³	234	33.11	7747.74
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	24228.30	2180.55
	合计	元			26408.85
	单价	元			26.41

续表7-3-10 建筑工程单价计算表

土地损毁监测工程

建筑单价编号：9

定额编号：补1

定额单位：工日

施工方法：巡视、测量、成图

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			85.74
1	直接费	元			79.02
(1)	人工费	元			27.68
A0001	人工	工时	8	3.46	27.68
(2)	材料费	元			0.00
(3)	机械使用费	元			51.34
J9901	测量及成图设备	台时	1	51.34	51.34
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4.5%	79.02	3.56
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	79.02	3.16
二	间接费	元			19.06
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	85.74	3.17
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	48.44	15.89
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	104.80	7.34
四	价差	元			56.00
A0001	人工	工时	8	4.00	32.00
A0002	机械工	工时	6	4.00	24.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	168.14	15.13
	合计	元			183.27
	单价	元			183.27

续表7-3-10 建筑工程单价计算表

配套设施监测工程

建筑单价编号：10

定额编号：补2

定额单位：工日

施工方法：人工巡视

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			30.04
1	直接费	元			27.68
(1)	人工费	元			27.68
A0001	人工	工时	8	3.46	27.68
(2)	材料费	元			0.00
C9001	其他材料费	%	3	0.00	0.00
(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	4.5%	27.68	1.25
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	27.68	1.11
二	间接费	元			10.19
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	30.04	1.11
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%	40.23	2.82
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%	75.05	6.75
	合计	元			81.80
	单价	元			81.80

续表7-3-10 建筑工程单价计算表

复垦植被监测工程

建筑单价编号：11

定额编号：补5

定额单位：工日

施工方法：人工监测

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			30.04
1	直接费	元			27.68
(1)	人工费	元			27.68
A0001	人工	工时	8	3.46	27.68
(2)	材料费	元			0.00
(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	4.5%	27.68	1.25
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	27.68	1.11
二	间接费	元			10.19
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	30.04	1.11
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%	40.23	2.82
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%	75.05	6.75
	合计	元			81.80
	单价	元			81.80

续表7-3-10 建筑工程单价计算表

林草地管护工程

建筑单价编号：12

定额编号：补6

定额单位：hm²

施工方法：除草、施肥、浇水、喷砂农药等

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			450.49
1	直接费	元			415.20
(1)	人工费	元			415.20
A0001	人工	工时	120	3.46	415.20
(2)	材料费	元			0.00
C9001	其他材料费	%	30	0.00	0.00
(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	4.5%	415.20	18.68
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	415.20	16.61
二	间接费	元			153.31
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.8%	450.49	17.12
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	415.20	136.19
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	603.80	42.27
四	价差	元			480.00
A0001	人工	工时	120	4.00	480.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	1126.07	101.35
	合计	元			1227.42
	单价	元			1227.42

续表7-3-10 建筑工程单价计算表

坑栽果树工程

建筑单价编号：13

定额编号：09102

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			454.57
1	直接费	元			418.96
(1)	人工费	元			159.16
A0001	人工	工时	46	3.46	159.16
(2)	材料费	元			259.80
C0002	水	m ³	1.4	3.43	4.80
C130015	果木(带土球)	株	102	2.50	255.00
(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	4.5%	418.96	18.85
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	418.96	16.76
二	间接费	元			69.47
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.8%	454.57	17.27
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	159.16	52.20
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	524.04	36.68
四	价差	元			184.00
A0001	人工	工时	46	4.00	184.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	744.72	67.02
	合计	元			811.74
	单价	元			8.12

续表7-3-10 建筑工程单价计算表

栽植爬山虎工程

建筑单价编号：14

定额编号：09124

定额单位：100株

施工方法：挖坑、栽植、回土、捣实、浇水、覆土地、整理、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			279.44
1	直接费	元			257.55
(1)	人工费	元			93.42
A0001	人工	工时	27	3.46	93.42
(2)	材料费	元			164.13
C0002	水	m ³	0.84	3.43	2.88
C053008	攀缘植物	株	102	1.50	153.00
C062030	肥料	kg	5.5	1.50	8.25
(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	4.5%	257.55	11.59
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	257.55	10.30
二	间接费	元			41.26
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.8%	279.44	10.62
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	93.42	30.64
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	320.70	22.45
四	价差	元			108.00
A0001	人工	工时	27	4.00	108.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	451.15	40.60
	合计	元			491.75
	单价	元			4.92

续表7-3-10 建筑工程单价计算表

公路路基工程

建筑单价编号：15

定额编号：11120+11114

定额单位：1000m²

施工方法：挖路槽、培路基、基础材料的铺压等。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			15030.97
1	直接费	元			13726.91
(1)	人工费	元			3037.88
A0001	人工	工时	524.6	3.46	1815.12
A0001	人工	工时	353.4	3.46	1222.76
(2)	材料费	元			9393.00
C05001	碎石	m ³	179	30.00	5370.00
C9001	其他材料费	%	1	5370.00	53.70
C040015	砂子	m ³	131	30.00	3930.00
C9001	其他材料费	%	1	3930.00	39.30
(3)	机械使用费	元			1296.03
J1095	压路机 内燃 重量12~15t	台时	9.2	84.98	781.82
J9999	其他机械费	%	1	781.82	7.82
J1095	压路机 内燃 重量12~15t	台时	5.9	84.98	501.38
J9999	其他机械费	%	1	501.38	5.01
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4.5%	13726.91	617.71
3	现场经费=直接费*费率	元	5%	13726.91	686.35
二	间接费	元			1759.04
1	管理费=直接工程费*费率	元	4.8%	15030.97	721.49
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	3163.27	1037.55
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	16790.01	1175.30
四	价差	元			15828.42
A0001	人工	工时	878	4.00	3512.00
A0002	机械工	工时	36.24	4.00	144.96
C040015	砂子	m ³	131	47.67	6244.77
C05001	碎石	m ³	179	33.11	5926.69
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	33793.73	3041.44
	合计	元			36835.17
	单价	元			36.84

续表7-3-10 建筑工程单价计算表

公路混凝土路面工程

建筑单价编号：16

定额编号：11132

定额单位：1000m²

施工方法：包括模板制安、混凝土配料、拌和、运输、浇筑、振捣、养护等。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			11401.22
1	直接费	元			10412.08
(1)	人工费	元			6624.86
A0001	人工	工时	1914.7	3.46	6624.86
(2)	材料费	元			218.40
C110067	锯材	m ³	0.23	930.97	214.12
C120006	混凝土	m ³	153	0.00	0.00
C9001	其他材料费	%	2	214.12	4.28
(3)	机械使用费	元			3568.82
J2004	混凝土搅拌机 出料0.4m ³	台时	24	18.37	440.88
J3016	自卸汽车 载重量8t	台时	25	118.32	2958.00
J9999	其他机械费	%	5	3398.88	169.94
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4.5%	10412.08	468.54
3	现场经费=直接费*费率	元	5%	10412.08	520.60
二	间接费	元			2792.51
1	管理费=直接工程费*费率	元	4.8%	11401.22	547.26
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	6845.26	2245.25
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	14193.73	993.56
四	价差	元			7913.60
A0001	人工	工时	1914.7	4.00	7658.80
A0002	机械工	工时	63.7	4.00	254.80
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	23100.89	2079.08
	合计	元			25179.97
	单价	元			25.18

续表7-3-10 建筑工程单价计算表

砌体拆除工程

建筑单价编号：17

定额编号：YB0308

定额单位：100m³

施工方法：挖掘机拆除砌体，浆砌砖，水泥浆

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			2414.53
1	直接费	元			2185.09
(1)	人工费	元			55.36
A0001	人工	工时	16	3.46	55.36
(2)	材料费	元			161.86
C9003	零星材料费	%	8	2023.23	161.86
(3)	机械使用费	元			1967.87
J1010	单斗挖掘机 液压 斗容1.6m ³	台时	8.25	238.53	1967.87
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4.5%	2185.09	98.33
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	2185.09	131.11
二	间接费	元			132.78
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	2414.53	89.34
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	132.43	43.44
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	2547.31	178.31
四	价差	元			153.10
A0001	人工	工时	16	4.00	64.00
A0002	机械工	工时	22.275	4.00	89.10
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	2878.72	259.08
	合计	元			3137.80
	单价	元			31.38

续表7-3-10 建筑工程单价计算表

废渣清运工程

建筑单价编号：18

定额编号：02543

定额单位：100m³

施工方法：挖装、运输、卸除、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			1673.54
1	直接费	元			1514.52
(1)	人工费	元			31.14
A0001	人工	工时	9	3.46	31.14
(2)	材料费	元			29.70
C9003	零星材料费	%	2	1484.82	29.70
(3)	机械使用费	元			1453.68
J1011	单斗挖掘机 液压 斗容2m ³	台时	1.49	305.73	455.54
J1044	推土机 功率88kW	台时	0.75	160.23	120.17
J3020	自卸汽车 载重量15t	台时	5.04	174.20	877.97
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4.5%	1514.52	68.15
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	1514.52	90.87
二	间接费	元			121.33
1	管理费=直接工程费*费率	元	5.8%	1673.54	97.07
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	73.96	24.26
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	1794.87	125.64
四	价差	元			85.50
A0001	人工	工时	9	4.00	36.00
A0002	机械工	工时	12.375	4.00	49.50
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	2006.01	180.54
	合计	元			2186.55
	单价	元			21.87

7.4 估算结果

本项目土地复垦和环境恢复治理的投入估算资金为1438.41万元，由静态投资和涨价预备费组成，其中静态投资1232.82万元，占投入总资金的85.71%，价差预备费205.59万元，占投入总资金的14.29%。其中地质环境治理工程投入估算资金为664.72万元，土地复垦投入估算资金为773.68万元，详见表7-4-1。

表7-4-1 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		费用合计	占总费用的比例 (%)
		地质环境保护治理工程	土地复垦工程		
一	工程施工费	507.80	513.00	1020.80	70.97
二	独立费用	66.47	86.85	153.32	10.66
三	基本预备费	28.71	29.99	58.70	4.08
四	静态总投资	602.98	629.84	1232.82	85.71
七	价差预备费	61.74	143.84	205.59	14.29
八	动态总投资	664.72	773.68	1438.41	100

8 工程总体部署及进度安排

8.1 总体工程部署

根据《凭祥市东华投资开发有限公司垵土金矿矿产资源开发利用方案》，矿山总的服务年限为12年，矿山地质环境保护治理和土地复垦工程约需1年，监测管护期约3年，确定方案服务年限为16年（即自2025年起至2041年结束）。本方案实施起始日期为获得审批的起始日，当方案审批提前或延后获得，方案的实施起始日期作相应的提前或延后。当矿山扩大生产规模、变更矿区范围、变更开采矿种或者开采方式时，应当重新编制方案，并报自然资源部门批准。

本方案主要分为生产防治期、闭坑综合治理复垦期和管护期。其中生产防治期按5年一个阶段划分，最后一个阶段不足5年单独做一个阶段，则方案共分5个阶段。

第一阶段（露天开采阶段）：2025年至2030年，共5.0年，主要工作包括近期内部署截排水沟工程等预防工程及表土收集工程；堆淋场（西南）及2号排土场地质环境恢复治理和土地资源复垦；生产过程中部署矿山地质环境监测工程。

第二阶段（露天开采后期及地下开采）：2030年至2035年，共计5.0年，生产过程中按边生产边治理复垦的原则，对已完成开采的露天采场进行治理与土地复垦工程；生产过程中部署矿山地质环境监测工程，土地损毁及复垦配套设施监测工程，以及已复垦土地的监测及管护工程。

第三阶段（地下开采）：2035年至2037年，共计2.0年，生产过程中按边生产边治理复垦的原则，进行治理与土地复垦工程；生产过程中部署矿山地质环境监测工程，土地损毁及复垦配套设施监测工程，以及已复垦土地的监测及管护工程。

第四阶段时间为闭坑后的综合治理和复垦期，为期1年，从2037年至2038年，主要的恢复治理与土地复垦工程为：对排土场、各工业场地、井口工业场地、沉淀池及选矿厂等进行地质环境恢复治理和土地资源复垦；对整个评估区矿山地质环境和土地复垦进行监测。

第五阶段为闭坑治理期结束后的管护阶段，为期3年，从2038年至2041年，主要的恢复治理与土地复垦工程为：对复垦区进行监测、管护。

8.2 年度实施计划

本方案规划期16年，计划实行时间为2025年至2041年，具体的年度实施计划如表8-2-1、表8-2-2。

表 8-2-1 矿山地质环境保护治理年度实施进度安排表

工程位置	保护治理项目	第一阶段					第二阶段					第三阶段		第四阶段	第五阶段		
		2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029	2029-2030	2030-2031	2031-2032	2032-2033	2033-2034	2034-2035	2035-2036	2036-2037	2037-2038	2038-2039	2039-2040	2040-2041
露天采场、排土场、临时排土场	排水沟工程																
排土场、临时排土场	拦渣墙工程																
排土场、临时排土场	沉淀池																
露天采场	边坡修整																
井口、矿山道路	设置警示牌																
斜井、平硐口	封堵工程																
各损毁场地	矿山地质环境监测工程																
动态投资（万元）		78.81	80.39	82.00	83.64	85.31	47.61	48.56	49.53	50.52	51.53	1.02	1.04	3.07	0.56	0.57	0.58
动态投资合计（万元）		664.72															

表 8-2-2 矿区土地复垦年度实施计划表

工程位置	复垦项目	第一阶段					第二阶段					第三阶段		第四阶段	第五阶段			
		2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029	2029-2030	2030-2031	2031-2032	2032-2033	2033-2034	2034-2035	2035-2036	2036-2037	2037-2038	2038-2039	2039-2040	2040-2041	
各损毁单位	表土收集堆放工程	—————																
堆淋场（西南）	堆淋场（西南）复垦工程	—————																
2号排土场	2号排土场复垦工程	—————																
露天采场	露天采场复垦工程						—————	—————	—————	—————	—————							
排土场	排土场复垦工程													—————				
临时排土场	临时排土场复垦工程										—————							
选矿厂	选矿厂复垦工程													—————				
沉淀池	沉淀池复垦工程													—————				
办公生活区	办公生活区复垦工程													—————				
堆淋场	堆淋场复垦工程													—————				
干堆场	干堆场复垦工程													—————				
2号排土场	2号排土场复垦工程													—————				
斜井工业场	斜井工业场													—————				

地	地复垦工程																
平硐口	平硐口复垦工程																
各复垦单元	复垦监测与管护工程																
动态投资（万元）		10.24	10.45	10.66	10.87	11.09	46.53	47.46	48.41	49.37	50.36	83.52	85.19	290.63	6.18	6.31	6.43
动态投资合计（万元）		773.68															

说明：本表主要以区域划分复垦项目，具体复垦工作内容见上文“7.3.1小节 表7-3-1 矿山土地复垦工程量汇总结果表”。

9 保障措施与效益分析

9.1 保障措施

9.1.1 组织保障措施

根据“谁开发、谁保护；谁破坏，谁治理”和“谁损毁，谁复垦”原则，明确方案实施的组织机构及其职责。项目业主负责组织具体的治理与土地复垦工程实施工作；当地自然资源局做好监督、协调、检查、竣工验收等。

9.1.2 技术保障措施

1、方案编制阶段，应了解方案中的技术要点，确保施工质量。

2、方案实施过程中，根据方案内容，与有关技术单位合作，按方案实施计划和年度计划开展保护治理工作，并及时总结阶段性治理与复垦实施经验，及时修订更符合实际治理与复垦方案。

3、加强对矿山企业技术人员的培训，组织专家咨询研讨，开展试验示范研究，引进先进技术，跟踪监测，追踪绩效。

9.1.3 资金保障措施

按规定预存矿山土地复垦费，按照批准《方案》中概算确定的复垦工程投资预算计划，存入与当地自然资源管理部门约定的银行专户，确保专款专用。本矿山在本方案备案表签发30天内将签订的土地复垦费用监管协议和土地复垦费用缴存凭证，报上级自然资源管理部门备案。根据《土地复垦条例实施办法》第十九条，本矿山分期预存土地复垦费用，第一次预存的数额不得少于土地复垦费用总金额的百分之三十，余额按照土地复垦方案确定的土地复垦费用预存计划预存，在生产建设活动结束前一年预存完毕。另外，土地复垦义务人应当按照土地复垦方案确定的工作计划和土地复垦费用使用计划，向损毁土地所在地县级自然资源主管部门申请出具土地复垦费用支取通知书。土地复垦义务人凭土地复垦费用支取通知书，从土地复垦费用专门账户中支取土地复垦费用，专项用于土地复垦。

同时，矿山企业应分阶段做好本矿山地质环境保护与土地复垦工作，根据广西矿山地质环境治理恢复基金管理办法要求设立矿山地质环境治理恢复基金账号，按时足额存入基金，主动向凭祥市自然资源局报告矿山地质环境治理恢复基金设立、存入、计提使用情况和矿山地质环境治理恢复情况。

表9-1 土地复垦费用分期预存计划表 单位：万元

计划预存时间	预存治理费用	预存复垦费用	预存费用合计
2025年1月	199.42	232.11	431.53
2030年1月	132.94	154.74	287.68
2035年1月	132.94	154.74	287.68
2036年1月	199.42	232.09	431.51
合计	664.72	773.68	1438.40

9.1.4 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。当矿山扩大生产规模、变更矿区范围、变更开采矿种或者开采方式时，矿山应当重新编制《矿山地质环境保护与土地复垦方案》。经专家组评审通过后按有关要求向自然资源主管部门申请备案。取得备案后，矿山业主应严格按照新的《矿山地质环境保护与土地复垦方案》组织实施。

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。应强化施工管理，落实阶段治理与复垦费用，落实严格按照方案的年度工程实施计划安排，分阶段有步骤的安排治理与复垦项目资金的预算支出，定期向项目所在地自然资源主管部门报告当年治理复垦情况，接受自然资源主管部对工程实施情况的监督检查，接受社会监督。并及时编制验收报告，申请自然资源主管部门验收。

9.1.5 公众参与

本次矿山地质环境保护治理与土地复垦方案编制期间，项目业主工作人员与设计人员走访了矿山附近的群众和当地自然资源、水利、农业、环保等部门，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，工作具有较好的社会基础。从群众对方案的意见来看，群众是支持矿山地质环境保护治理与土地复垦工作的。在治理复垦工作实施过程中，矿山业主、编制单位、施工单位、监理单位等要加强与地方乡镇政府以及有关土地权属人保持联系，充分征求有关人员的意见，共同协商解决实施过程中遇到的问题。复垦结束后，矿山业主应及时编制验收报告，提请由自然资源管理部门进行验收。

9.1.6 土地权属调整方案

由于该矿山用地是乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、农村宅基地、公路用地、农村道路及坑塘水面，为凭祥市夏石镇丰乐村、白龙村、燕安村集体土地所有，不涉及权属调整；待矿山闭坑完成保护治理与复垦竣工验收合格后，直接交付夏石镇丰乐村、白龙村、燕安村委处置。

9.2 效益分析

9.2.1 经济效益

本矿区到现有采矿证到期时，本项目共损毁土地面积94.1356hm²，可复垦土地面积81.3592hm²。其中：其中果园0.4761hm²、乔木林地37.8928hm²、其他草地38.1999hm²、农村宅基地1.3377hm²、公路用地1.7879hm²、农村道路0.7819hm²、坑塘水面0.8829hm²，土地复垦率为86.43%，复垦率未达到100%的原因是采场边坡坡度较陡（>35°）（采场边坡面积12.7764hm²），出露新鲜基岩，只适合滕蔓植物（爬山虎）进行复绿，不计入复垦面积。果园种植柑橘，乔木林地种植西南桦。根据当地居民种植经验，柑橘成林后年均收益约1500元/亩，西南桦成林后年均收益约600元/亩。因此，矿区实施地质环境保护与土地复垦工程后，年效益约29.37万元。土地复垦实施并达标后，土地具备长期产生经济效益的条件，可见投资实施复垦工程从长远看，可以获得的经济效益良好。

9.2.2 社会效益

通过对本项目的矿山地质环境保护治理与土地复垦方案的实施，一是对避免或尽可能的减少地质灾害对矿山及周围的危害，确保人民群众生命和财产安全；二是有效地解决因采矿引起长期困扰矿山的矿农矛盾；三是有利于减少采矿造成的土地的损坏，有效地保护土地资源，有利于矿区及当地村屯的农业生产，实现当地社会经济的可持续发展，使企业获得最大的经济、社会效益；四是保障了土地类型总量的动态平衡。所以，矿山地质环境保护治理与土地复垦方案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也起着重要作用。

9.2.3 环境效益

矿区进行矿山地质环境保护治理与土地复垦，方案实施后，将大大改善矿区及周边地区因采矿破坏而的地质环境、地形地貌条件，植被也得到及时的恢复，矿区的生态环境得以恢复和改善，有效防治和减少对周边区域生态环境和农业生产的负面影响。

土地复垦后，土地类别主要为裸地和采矿用地。通过土地复垦，使矿山生态结构、生态环境和生态平衡得以恢复。将形成灌木林地、林地、其他草地地相结合的生态环境，比较有利于空气、土地质量的提高，这样的环境基本维持原来的生态平衡保护的生态环境，最大程度地减少了水土流失损毁，适宜人、动物的活动及植物的生长。

10 结论与建议

10.1 结论

本方案仅对矿山进行保护治理和土地复垦设计部署。

1. 凭祥市东华投资开发有限公司埂土金矿采用露天与地下联合开采，设计露天开采及地下开采建设规模均为**万t/a，生产规模属大型。矿山开采破坏的土地类型为损毁的土地类型及面积为：其他园地1.0180hm²、可调整其他园地0.0102hm²、乔木林地6.4509hm²、灌木林地19.1914hm²、其他林地6.9143hm²、其他草地18.2614hm²、采矿用地36.6455hm²、农村宅基地1.3377hm²、公路用地1.8396hm²、农村道路1.3542hm²、坑塘水面1.124hm²，合计损毁94.1356hm²。矿区重要程度为重要区，矿山地质环境条件复杂程度为复杂。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》附录A的表A.1，确定本矿山地质环境影响评估级别为一级。地质灾害危险性评估确定为一级。

2. 现状评估：评估区现状崩塌地质灾害强发育，危害程度小，危险性中等，滑坡地质灾害强发育，危害程度小，危险性中等，不稳定斜坡地质灾害强发育，危害程度小，危险性中等；现状采矿活动对地形地貌景观的影响和破坏程度局部严重；矿山开采现状对地下含水层的影响和破坏程度较轻，对地下水位的水位变化影响程度较轻，矿区及周边无井、泉水干涸、地表水漏失；现状采矿活动对地下水水质污染影响程度较严重；现状采矿活动对土壤污染影响程度严重；现状采矿活动对土地资源损毁程度为严重。现状矿活动对矿山地质环境的影响程度为**严重**。

3. 预测评估：矿山建设中（生产阶段）：预测评估区露天采场不稳定斜坡引发或加剧崩塌、滑坡地质灾害的可能性大，其危害程度中等，危险性**大**；预测引发或加剧采空区地面沉陷地质灾害可能性小，危害程度小，危险性**小**；预测评估区引发或加剧岩溶地面塌陷地质灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性**中等**；预测露天采场引发泥石流地质灾害可能性大，危害程度中等，危险性**大**；预测临时排土场引发泥石流地质灾害的可能性大，危害程度中等，危险性**大**；预测排土场引发泥石流地质灾害的可能性中等，危害程度小，危险性**中等**。矿山建成后（闭坑后）：引发或加剧不稳定斜坡发生崩塌滑坡地质灾害的可能性小，其危害程度小，危险性**小**。引发或加剧采空区地面沉陷地质灾害可能性小，其危害程度小，危险性**小**。引发或加剧泥石流地质灾害可能性小，危害程度小，危险性**小**。工程自身遭受崩塌地质灾害的可能性中等，危害程度小，危险性**中等**；工程自身遭受滑坡地质灾害的可能性大，危害程度中等，危险性**大**；工程自身遭受不稳定斜坡地质灾害的可能性大，危害程度中等，危险性**大**。预测地质灾害对矿山地质影响程度**严重**。预测露天采场、临时排土场、排土场、选矿厂、沉淀池、堆淋场（西南）、2号排土场、办公生活区、堆淋场、干堆场、3号排土场、平硐口

及斜井口工业场地等对地形地貌景观的影响和破坏程度**局部严重**。预测采矿活动对含水层的影响和破坏程度总体**较严重**。对地下水位影响及变化的影响程度**较严重**。水土污染对地质环境影响程度**较严重**。未来采矿活动对土地资源的影响和破坏程度**严重**。预测未来矿活动对矿山地质环境的影响程度**严重**。

4. 矿山治理分区：根据现状及预测评估结果，将评估范围划分为“重点”和“一般”两个矿山地质环境保护治理分区，土地复垦责任区为项目损毁土地范围，面积94.1356hm²。

5. 本方案实施后，危岩、采空塌陷和不稳定斜坡等地质灾害、地形地貌景观及土地资源损毁等矿山地质环境问题得到有效防治。本项目共损毁土地面积94.1356hm²，可复垦土地面积81.3592hm²。其中：其中果园0.4761hm²、乔木林地37.8928hm²、其他草地38.1999hm²、农村宅基地1.3377hm²、公路用地1.7879hm²、农村道路0.7819hm²、坑塘水面0.8829hm²，土地复垦率为86.43%，复垦率未达到100%的原因是：露天采坑护坡及外围各损毁区较陡边坡坡度大于35度，该区域通过种植爬山虎覆盖，面积12.7764hm²，不计入复垦面积。

6. 项目土地复垦和环境恢复治理的投入估算资金为1438.41万元，由静态投资和涨价预备费组成，其中静态投资1232.82万元，占投入总资金的85.71%，价差预备费205.59万元，占投入总资金的14.29%。其中地质环境治理工程投入估算资金为664.72万元，土地复垦投入估算资金为773.68万元。

7. 据本矿山开发利用方案经济评价，本项目按年产合质金(99.5%)**kg、金精矿(Au30g/t)**t，经估算，矿山年利润总额3120万元，净利润为2340万元，矿山总服务年限为12年，本方案在经济上的可承受性上分析是可行的。

10.2 存在问题及建议

1、矿山建设及开采过程中，应严格按照本方案工作计划安排，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，促进矿业活动健康发展。

2、建立矿山地质灾害及环境问题监测系统，并始终贯穿于矿井开发的全过程，坚持边开发、边治理的原则，最大限度地减少矿山开采对环境的影响。

3、本区土层下垫面多为岩溶地层，复垦植被恢复时应根据实际情况选择合适的树种，以便恢复生态多样性。

4、矿山应按有关法律法规的要求，完善环保审批手续，严格执行环保“三同时”制度，做好矿山开采、生产期的噪声、废气（扬尘、粉尘）、废渣、废水等处理工作，防止对周边环境的污染影响而引发矿群纠纷。

5、建议矿山在做好本方案的环境保护措施的同时，应按国家有关规定，另行编制《绿色矿山建设实施方案》，在绿色山的建设过程中，坚决遵守政府引导，在自然资源管理部门及相

关管理部门指导下做好矿山企业创建绿色矿山的相关工作。

6、在实际的露天开采过程中，对于可能出现的顺向边坡，应重点监测和巡视，出现边坡失稳的情况应及时汇报设计等相关单位，及时出具防治方案。