

广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案

广西富丰矿业有限公司

2025 年 1 月

广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿 矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：广西富丰矿业有限公司

编制单位：广西矿环工程技术有限公司

法人代表：黄敦杰

项目负责：李名剑

技术负责：陆慧萍

编写人员：陈达常 李名剑 盘龙平

制图人员：盘龙平 陈达常

审 核：李富念

审 定：黄敦杰

提交时间：2025年1月2日

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	大新县下雷镇布东锰矿		
	通讯地址	大新县桃城镇 养利路 322 号	邮编	532300
	法人代表	言志军	联系人	韦 憬
	联系电话	*****	传真	-
	经济类型	有限责任公司	开采矿种	锰矿
	矿区范围	详见表 2-1-1	矿山面积	*****km ²
	建矿时间	2004 年	生产现状	
	可采资源储量	*****万 t	企业规模	小型
	服务年限	共 11.2 年（不含基建期）		
	设计生产能力	***万 t/年	实际生产能力	-
方案编制单位	单位名称	广西矿环工程技术有限公司		
	通讯地址	南宁市西乡塘区高新大道 55 号	邮编	530000
	法人代表	黄敦杰	联系人	盘龙平
	联系电话	*****	传真	-
	主要编制人员			
	姓名	职责		签名
	李名剑	项目负责、野外调查、编写		
	盘龙平	野外调查、编写、制图		
	陈达常	野外调查、编写		
	陆慧萍	技术负责、编写		
李富念	野外调查、审核			
黄敦杰	法人代表、审定			

	土地类型		面积 (hm ²)			
	一级	二级	小计	已损毁	拟损毁	占用
复垦区土地利用现状	林地	乔木林地	0.2355	0.2333	0.0022	0
		灌木林地	1.5250	0.1457	0.3793	0
		其他林地	0.0230	0.0230	0	0
	工矿仓储用地	工业用地	0.7094	0.7094	0	0
		采矿用地	4.4868	4.4868	0	0
	住宅用地	农村宅基地	0.5889	0.5889	0	0
	交通运输用地	农村道路	0.7343	0.7184	0.0159	0
合计			8.3029	7.9055	0.3974	0
复垦责任范围内土地损毁面积	类型		面积 (hm ²)			
			小计	已损毁或占用	拟损毁或占用	
	损毁	挖损	0	0	0	
		塌陷	0	0	0	
		压占	8.3029	7.9055	0.3974	
		小计	8.3029	7.9055	0.3974	
	占用		0	0	0	
合计		8.3029	7.9055	0.3974		
复垦土地面积	一级地类	二级地类	面积 (hm ²)			
			小计	已复垦	拟复垦	
	林地	乔木林地	1.0550	0	1.0550	
		灌木林地	1.7819	0	1.7819	
	草地	其他草地	4.7476	0	4.7476	
	交通运输用地	农村道路	0.7184	0	0.7184	
	合计		8.3029	0	8.3029	
土地复垦率 (%)		100.00				
投资估算	土地复垦	静态投资 (万元)	140.5692	动态投资 (万元)	190.1183	
		单位面积静态投资 (万元/亩)	1.1287	单位面积动态投资 (万元/亩)	1.5256	
	治理	静态投资 (万元)	74.0605	动态投资 (万元)	93.7036	
	静态总投资 (万元)		214.6297	动态总投资 (万元)	283.8219	
	单位面积静态总投资 (万元/亩)		1.7233	单位面积动态总投资 (万元/亩)	2.2789	

一、自然地理与社会经济概况

(一) 矿山交通位置

布东锰矿位于大新县城***°方位，与县城直距约**km，属崇左市大新县下雷镇管辖。矿区 2000 国家地理坐标：东经***°**'***"~***°**'***"，北纬**°**'***"~**°**'***"，矿区面积*****km²。矿区有公路通大新县、天等县及靖西市，其中大新县至靖西市的 359 国道从矿区北东向约***km 处通过，与本矿区有简易公路相通；矿区至最近的 S60 合那高速收费站直距约*km，总体上交通较为便利。

(二) 采矿权情况

广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿 2004 年 5 月由原广西壮族自治区国土资源厅首次发证，原采矿许可证号：*****，矿证有效期：2004 年 5 月 9 日至 2024 年 12 月 9 日。之后该采矿许可证经历了 2 次变更，布东锰矿最新获得采矿许可时间为 2024 年 4 月 28 日，采矿证范围由 8 个坐标点连线构成，采矿证信息如下：

采矿许可证号：*****

采矿权人：广西富丰矿业有限公司

地址：大新县桃城镇养利路 322 号

矿山名称：广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿

经济类型：有限责任公司

开采矿种：锰矿

矿床采矿方法：地下开采

生产规模：****万 t/年

矿区面积：*****km²

开采深度：由+***m 至+***m 标高

有效期限：自 2024 年 4 月 28 日至 2024 年 12 月 9 日

发证机关：广西壮族自治区自然资源厅；

经核查，矿业权设置范围经大新县自然资源局套核自然资源部下发的“三区三线”划定成果，矿区不涉及大新县城镇开发边界、生态保护红线范围，矿区范围内涉及占用永久基本农田 59.91m²。经套核占用永久基本农田范围未压覆矿产资源。

经核查，矿区以南约 33m 为广西富丰矿业有限公司大新县所锰矿，该矿山同属采矿权人广西富丰矿业有限公司所有。矿区南西毗邻南方锰业公司拥有的大新锰矿采矿权，

上述矿山矿业权界限清楚，无采矿权范围重叠现象，无矿业权纠纷。现采矿权人正在办理采矿权延续登记的相关手续，申请延续的采矿权基本信息不变。

（三）地形地貌

矿区所在区域地貌属峰丛洼地、谷地地貌，矿区南、北面有深切纵向沟谷。主干山脊呈东西走向，与构造线方向相一致。区内峰顶标高一般 500~750m。最高山峰标高 818m，最低 270m，切割深度 250~350m，山峰呈狼牙状、锯齿状，山坡为陡坡、陡崖，坡度 50~85°，基座相连，洼地个体分散，底部呈锅底、漏斗状，局部呈长条状，四周封闭，常发育有竖井、溶洞、漏斗，洼地中一般有溶余堆积粘性土夹碎石覆盖，厚度 1~3m。据统计，每 100km² 有 80~120 个洼地，每个洼地面积 0.083~0.125km²。山坡及山顶基岩几乎裸露，地表溶蚀强烈，溶沟、溶槽、石牙极为发育。

（四）气象、水文

（1）气象

矿区所在地崇左市位于北回归线附近，气候属亚热带季风气候区，冬季低温干燥，春季回暖早频，夏季闷热多雨，秋季昼夜温差大；光照充足，热量丰富，雨量充沛。多年平均气温 19.5℃，极端最高气温 37.1℃，极端最低气温 -2.6℃，最热月平均气温 25.7℃（7 月），最冷月平均气温 11.1℃（1 月）；年平均降雨量 1456.2mm，多集中在 6~8 月，占全年总降雨量的 67%~73%；年平均蒸发量 1363.6mm，年平均相对湿度 81%，年最大降雨量 1261mm，月最大降雨量 192.1mm，日最大降雨量 116.9mm；全年日照总数 1523.0h，太阳辐射总量为 101.9 千卡/m²，太阳辐射量最多是 7 月和 8 月。崇左市由于地形复杂，各地风向难以一致，各种风向频率也不同，县气候站全年风向静风占 51%，东风占 10%，南风占 13%，西风占 1%，多年平均风速 1.1m/s，最大风速 34m/s；年均无霜期 303.7 天。

（2）水文

矿山所在区域上属珠江水系的左江流域，西部为珠江水系与越南红河水系的分水岭。地表水系较发育，主要有自北西向东南流经矿区东北边缘的下雷河（黑水河上游支流）。下雷河发源于靖西县武平乡，流经胡润镇、下雷镇、硕龙镇，于硕龙镇东部汇入黑水河。下雷河全长 56.62km，集雨面积 412.12km²，在湖润~下雷段河床标高为 250~240m，河床宽度 35~50m。坡降约为 1‰，流速为 0.69m/s，平均水深为 5.3m，枯水期最小流量 8.44m³/s（2004 年 11 月），最大洪水流量 31.54m³/s，洪峰水位标高为 247.60m（2009 年 5 月 20 日）。多年平均流量为 21.32m³/s，2018 年 11 月 13 日观测流量为 19.63m³/s。本区为

下雷河的补给区，周边发育的支流水系主要有四明河、晒所溪、布康溪和布东溪，其中矿区范围内地表水体主要是晒所溪和布东溪。

矿区内地表河流明显具有夏雨型特征，河流水位、流量受降雨量控制，季节变化明显，雨季水量较大，枯季水量较小，其流量大小均受上游降水影响。

（五）土壤与植被

（1）土壤

矿区内主要分布有山地灌丛草甸土、红壤土、黄壤土、石质土、冲积土等。自然土壤主要有山地黄壤、页岩红壤、山地灌丛草甸土，旱地多为红壤、棕泥土、潮沙泥土。山地黄壤土主要分布在地，有机质含量多，湿度大，土壤潮湿疏松，植被条件好，土层可达 0.15m~4.7m，自然肥力高。有效土层厚度 0.6m，土壤中有机质含量一般为 0.3~1.2%，pH 值为 6.49~6.98，略偏微酸性。

（2）植被

矿区为亚热带湿润气候区，经现场调查，矿区地表植被以草丛、灌木为主，主要为桉树林及自然生长的杂木林，低矮灌草丛参杂分布于林下常见的草本有狗脊、东方乌毛蕨、淡竹叶、铁芒萁、五节芒、蔓生秀竹、十字台草、山姜、马蹄蕨、金茅、野古草、铺地锦等。常见的藤本植物有流苏子、藤黄檀、野木瓜、粤蛇葡萄、土茯苓、酸藤子、三叶木通、买麻藤等。矿区内未发现珍稀濒危植物，也未发现经济价值很高的地方特有植物种类。

（六）社会经济

矿区所在下雷镇位于广西壮族自治区崇左市大新县西南部，东接天等县，南连硕龙镇，西邻百色市靖西市和越南，北靠天等县和百色市靖西市。镇政府驻地地下雷街，距中越边境仅 8 公里，省道古靖线穿过境内。

下雷镇的经济以锰矿资源为主导，拥有丰富的锰矿储量，是全国锰矿储量最高的地区之一。近年来，下雷镇大力发展锰矿深加工产业，乡镇企业已发展到 263 家，年产值超千万元的冶炼企业产品畅销全国各大钢铁厂，部分化工企业的产品还远销美国、加拿大、澳大利亚等国家。根据 2024 年大新县政府工作报告，全县常住人口 28.06 万，全县地区锰业总产值完成 29.4 亿元，糖业产值完成 15.6 亿元，村集体经济收入 2482 万元，农村居民人均可支配收入 18959 元，全县脱贫人口（含监测对象）人均纯收入 19631 元。全县地区耕地面积净增加 1.01 万亩，治理撂荒耕地 3783.21 亩，完成粮食作物种植 41.05 万亩，推动糖料蔗种植 50.21 万亩。全县域森林覆盖率 47.51%，蓄积量达 915.58

万 m³。

二、矿区地质环境条件

(一) 地层岩性

根据《广西大新县下雷矿区布东锰矿资源储量核实报告》，矿区内地层自老至新有中泥盆统东岗岭组 (D_{2d})、上泥盆统榴江组 (D_{3l})、上泥盆统五指山组 (D_{3w})、下石炭统岩关组 (C_{1y})、下石炭统大塘组 (C_{1d})、和第四系 (Q)。自老至新分述如下：

(1) 中泥盆统东岗岭组 (D_{2d})

分布于矿区外围的北面，出露不全。一般由浅灰色厚层状白云质灰岩和深灰色、灰黑色薄至厚层状灰岩、含硅质泥灰岩、含生物碎屑泥灰岩及稀疏分布的硅质岩条带、透镜体、团块组成。

(2) 上泥盆统榴江组 (D_{3l})

大致呈北东向条带状分布于矿区北侧，厚108.50~147.41m。按岩性又分为上下两部份：下部厚59.80~73.56m，以深灰色为主的薄至微层状硅质灰岩夹少量硅质岩和生物碎屑灰岩，岩石成份不纯，部份含泥质、炭质，局部含泥质高者形成钙质硅质泥岩夹硅质灰岩或二者互层。距上部约10m处主要为含锰硅质岩，其中一段厚2.59m，含锰1.60~5.55%，平均含锰3.40%。上部厚48.70~74.85m，为深灰至灰白色，主要为薄层状间夹微层状，偶见中层状的钙质泥岩、少量硅质岩及生物碎屑灰岩。风化后成为薄~微层状的硅质岩夹硅质泥岩。

(3) 上泥盆统五指山组 (D_{3w})

在矿区中部呈北东向条带状展布，底部以灰岩、泥灰岩、硅质岩的扁豆体、条带、结核的出现与下伏地层榴江组分界，是本矿区的含矿层位，按岩性组合分四段，

五指山组第一段 (D_{3w}¹)：主要为2分层，顶部为3分层；厚10.76~88.32m。主要为钙质泥岩夹少量灰岩、泥灰岩、泥质灰岩的扁豆或条带。顶部 (3分层) 为薄层状泥质灰岩夹少量泥灰岩或钙质泥岩及条带状、扁豆状硅质岩 (北部西段本层则变为薄层状硅质灰岩夹微层状钙质泥岩)。顶部则为薄层状硅质岩夹微层状泥岩。

五指山组第二段 (D_{3w}²)：厚12.97~41.90m。本段包括 (Ⅲ+Ⅱ)、I矿层及两个夹层 (简称“夹一”、“夹二”，下同)，依次编为4~8分层。(Ⅲ+Ⅱ)、I矿层为碳酸锰矿，夹一为薄层硅质灰岩及少量硅质岩夹微层钙质泥岩；夹二为锰质泥灰岩或锰质泥岩。矿层风化后成为氧化锰矿。

五指山组第三段 (D_3w^3)：以10分层为主，厚度31~42m，平均39m。主要为硅质灰岩夹少量硅质岩、钙质泥岩及泥灰岩。本段中上部7~12m处，有1~3层数cm至二十cm厚之锰质灰岩或碳酸锰矿薄层；底部有一层厚度较稳定的薄层硅质岩（即第9分层）。本段风化后成为薄层状硅质岩夹微层状泥岩。

五指山组第四段 (D_3w^4)：为11~17分层，厚度27~52m，平均38m。主要为钙质泥岩、泥灰岩及泥质灰岩，下部夹含碳硅质岩、泥质硅质岩，少量为含钙硅质岩；底部在南部矿段有一层较稳定的含豆状硅质结核钙质硅质泥岩（11分层），至北部矿段则逐渐尖灭，且硅质结核消失。本段风化后主要为泥岩，下部夹硅质岩，底部在南部矿段附近则是含豆状硅质结核泥岩。

(4) 下石炭统岩关组 (C_{1y})

矿区内呈北东向条带状展布，分五个岩性段：

岩关组第一段 (C_{1y}^1)：厚141.76~204.24m，平均188m。岩性主要为含硅泥质灰岩夹硅质灰岩、硅质泥岩，部份为硅质岩，少量生物碎屑灰岩。岩层自上而下硅质、泥质增加。本段风化后成为薄至中层状硅质泥岩夹薄层、条带状硅质岩。

岩关组第五段 (C_{1y}^5)至第二段 (C_{1y}^2)：岩性主要由硅质泥质灰岩、生物碎屑灰岩、硅质岩及少量硅质泥灰岩所组成。划分依据是根据这些岩石在各部位组合数量的不同来划分。一般三、四段含硅质泥质较高，其余部分硅、泥质不同程度的减少。风化后成为薄层硅质岩夹硅质泥岩及硅质泥岩夹硅质岩。第二段顶部及第五段含磷质，局部富集成次生磷矿。厚97.03~142.63m，平均104m。

(5) 下石炭统大塘组 (C_{1d})

大致呈北东向条带状分布于矿区中部及北部，厚137.50~142.30m，平均139m。为含硅质灰岩或硅质灰岩与硅质岩互层夹少量生物碎屑灰岩。薄~中层状构造，底部含泥质较高，并夹较多的硅质岩。风化后为硅质泥岩夹硅质岩。

(6) 第四系 (Q)

厚0~20m。为坡积的亚粘土、亚砂土夹岩石碎块，无分选性，未经固结。在沟谷中有冲积的砂砾层。

(二) 地质构造

(1) 区域地质构造

区内东部纵向断层发育，与褶皱轴向基本一致，仅有少量横断层，如下雷断裂；斜切褶皱走向的断层很少。各种不同走向的断层中以正断层为主，逆断层次之，斜推平移

断层较少。东部 NW 向断层切割 NE 向断层；西部则相反，NE 向断层切割 NW 向断层。被断层切割的最新地层为下三叠统。断层主要发于印支期。

(2) 矿区地质构造

矿区构造以褶皱、断层效应较明显。

1) 褶皱

本区属下雷向斜构造的北东翼东段，总体为向南倾伏的单斜岩层，倾角 10~300，但局部褶皱起伏，次级褶皱十分发育，呈雁行排列。褶幅宽 50~250m，倾角较平缓，东部被北西向断层 F67 和 F68 切割。

2) 断层

整个矿区断层甚多，对矿体形态有程度不同的破坏作用。本区断层大致可分为四期五个组：

第一期第一组：是最早产生的正断层。倾向南南东至北北西。其延伸方向与褶皱枢纽大致平行，偶以低角度斜交。断层延长 300~5800m，破碎带宽度小于 1m，由硅质岩、泥岩角砾及粘土组成，部分有锰染或锰矿碎块。时见石英脉。被其后形成之各断层所切割。属于这一组的断层有：F72、F71 等。F72 以低角度切割矿层，而使北翼 8 线以西的矿层露头支离破碎。

第一期第二组：是最早产生的逆断层。倾向南南东到南东。延伸方向与褶皱枢纽大致平行，长 400m 到大于 750m。破碎带宽度小于 1m，主要由硅质岩、泥岩角砾及岩屑组成并有泥质充填或锰质渲染。属这一组的断层有 F78。

第二期第三组：为次早期生成的正断层。其走向多与褶皱枢纽作 10~20 度的角度斜交，延伸 200~2500m，倾向南东，多与褶皱轴面斜交，破碎带较发育，宽一般 1m 左右，局部可达 7m。断层角砾主要以硅质岩及泥岩碎块或碎屑为主，并有废石土充填。

第三期第四组：为中期生成的逆断层。断层面倾向南东，倾角一般较陡。长度为 400~550m，大致与矿层走向成 10~30 度角斜交，使矿层在平面上出露位置错开，而在剖面上，则矿层重复出现。破碎带不发育，仅使两盘岩石受挤压而发生弯曲。属这一组的断层有 F69、F70 等两条。

第四期第五组：为晚期生成的断层。是一系列横切地层及褶皱枢纽的正（或平推）断层，它明显切割第一、二期断层。该组断层发育，但一般规模不大，延长 300~700m，个别达 1300m，倾向北东到北西，倾角一般较陡，破碎带不发育。属这一组的有 F59、F65、F67、F68、F73 等。该组断层仅偶尔把矿层错开，对矿层影响不大。

矿区范围内对矿层切割较严重的断层主要有发育在北翼露头带附近的走向断层，重要者有 F76、F74 等。其一般倾向不同，倾角 38~60 度不等，多为正断层，延长不一，从 500m 到 4km 不等，往往被 NNW 向平推断层所切割、垂直落差 16~120m，大多数为 30~70m，水平断距 10~200m，一般 20~70m。它们对氧化带附近的矿体切割甚剧，但对深部矿体影响并不严重。其次零星发育一些 NNW 向平推断层，如：F73、F68、F59 等，后三条断层发育在东侧，延长较远，F59、F65 贯通南北两矿段，但一般错距均在几十 m 内。上述各断层之特征详见表 2~2。此外，钻孔见到小的隐伏断层，其中少数孔内的隐伏断层使矿体断失，断层垂直落差 10-20m。

（三）水文地质

（1）区域水文地质条件

矿区所在区域上位于上映~下雷向斜的西段近核部位置，上映~下雷向斜是一个向斜成山的峰丛洼地、谷地地貌类型。上映~下雷向斜两翼次级褶皱十分发育，翼部岩性以粉砂岩、泥质粉砂岩夹、硅质岩夹条带状灰岩为主，形成一个相对阻水的构造，地下水主要赋存于泥盆系中统东岗岭组灰岩的溶蚀裂隙之中，以潜水的形式存在，均有统一的潜水面，其间位于上映~下雷向斜核部的压扭断层起到一定的相对隔水作用，但其总体不连续。于矿区北东侧流过的下雷河为本区的排泄边界，由此组成了一个较为相对独立的下雷地下水系统，即下雷区域水文地质单元I。下雷区域水文地质单元I边界条件清晰，地下水补给、径流、排泄条件相对独立完整。下雷区域水文地质单元I的地下水一般以背斜轴部附近山脊向两侧谷地、河谷径流，排泄于下雷河，下雷河为本区域水文地质单元的排泄边界，区域水文地质边界如下：西面~北面边界为国界---新兴街东侧山脊---湖润镇南侧山脊；北东面边界为下雷河；南东面边界：国界---硕龙镇（德天）---吞屯---下雷镇南侧；南面边界大致为中越边界，该区域水文地质单元中排泄边界下雷河的常水位+241.50m 为当地最低侵蚀基准面。

矿区位于下雷区域水文地质单元I的北侧补给径流区，根据其水文地质特点，可细分为次一级水文地质单元~北侧的布东次级水文地质单元I-1、南侧的唔所次级水文地质单元I-2 及布康次级水文地质单元I-3。矿区主要地下采矿区、矿坑排水口及其他工业场所均位于布东次级水文地质单元I-1 西南侧上游补给径流区，部分南侧地下采矿区位于南侧的唔所次级水文地质单元I-2 内。另外矿区西侧少部分位于布康次级水文地质单元I-3 内，但该矿区西侧范围无地下采矿区，也无地表工业场所和设施分布。因此布东次级水文地质单元I-1 和唔所次级水文地质单元I-2 是本矿山最主要的地下水水文地质论述单元。

(2) 矿山水文地质条件

1) 矿区地下水类型及富水性

根据含水岩组（层）岩性、地下水赋存条件、水力性质特征，将矿区及周边地层划分为五个含水岩组（层）和二一个隔水层，各含水岩组（层）主要特征如下：

①第四系松散岩孔隙含水岩组

主要分布在布康溪、晒所溪沿岸及洼地中。上部为含砾石的亚砂土、粉质粘土，属冲洪积层，下部为碎屑状硅质泥岩、泥岩，属残积层。厚 0~20m，多分布于布康溪及其分支沟谷地带，地下水主要埋藏在土层孔隙中。水位埋深 1~2m，对矿体的开采无直接的影响，原晒所矿区勘探工作未对该层进行水文地质实验，据以往资料渗透系数（K）为 0.140m/d，单位涌水量（q）为 0.028L/s·m。

②中石炭统黄龙组及下石炭统大塘组（C_{2h}、C_{1d}）溶蚀裂隙含水岩组

由灰岩、硅质灰岩组成，薄至中厚层状构造，分布于向斜核部的晒所溪沟谷。地下水主要赋存在灰岩、硅质灰岩的岩溶裂隙中，据 47 个地质孔揭露情况，该含水岩组揭露钻孔数量 23 个，其中中石炭统黄龙组岩组揭露钻孔 5 个，仅在其中 1 个钻孔的中石炭统黄龙组岩组揭露到两个小溶洞，洞高 0.70m，埋深在 5~5.7m 和 53.13~53.83m 段，溶洞内未见充填物，中石炭统黄龙组岩组钻孔遇洞率 20%，线岩溶率 0.27%，岩溶发育较弱。下石炭统大塘组揭露钻孔数量 22 个，局部发育少量溶蚀小孔洞，孔径 0.1~2.0cm 不等，充填有石英团块，遇洞率 0，线岩溶率 0，岩溶总体不发育。该岩组泉水出露标高 356.7~410m，流量 0.1~0.24L/s，弱富水性，由于下伏岩关组（二~四段）隔水层作用，该含水层形成独立的补给、迳流，排泄系统，受降雨补给，主要自晒所沟谷四周山脊向中部的沟谷集中汇聚径流排泄，形成晒所溪后再往东侧径流，最终排泄汇入下雷河，对矿床充水无影响。

③下石炭统岩关组一段（C_{1y}¹）溶蚀裂隙含水岩组

由含硅质泥质灰岩、硅质灰岩及生物碎屑灰岩组成，上部及下部含硅质条带较多，中部层状构造，厚 141.76~204.24m。地下水赋存在岩层节理裂隙和溶蚀裂隙中，据矿区内 47 个地质孔揭露情况，该含水岩组未揭露到溶洞，钻孔遇洞率 0，线岩溶率 0，仅局部发育少量溶蚀小孔洞，孔径 0.1~1.5cm 不等，充填有石英团块，矿区内该岩组岩溶总体不发育。

该含水层地下水化学类型为 HCO₃-Ca 型，是矿床顶板间接充水含水层，当矿床采空放顶后，导水裂隙带和垮落带影响范围到达 C_{1y}¹ 含水层时，则对矿坑进行充水

影响。

④上泥盆统五指山组 (D_{3w}) 裂隙潜水~承压水含水层 (矿层含水层)

由锰矿层 (包括夹层) 及顶板硅质灰岩夹硅质岩、钙质泥岩和泥质灰岩组成。于向斜南、北两翼露头带及西部为潜水, 其他部位为承压水, 于布康洼地及布康溪谷可以自流。该层于向斜南、北两翼出露地表。施工地质钻孔均未揭穿上泥盆统五指山组, 厚度不详, 据矿区内 47 个地质孔揭露情况, 该含水岩组未揭露到溶洞, 钻孔遇洞率 0, 线岩溶率 0, 仅局部发育少量溶蚀小孔洞, 孔径 0.1~2.5cm 不等, 充填有石英团块, 因此矿区内该岩组岩溶总体不发育。地下水赋存在岩层节理裂隙和溶蚀裂隙及构造裂隙中, 钻孔单位涌水量 0.0016~0.0901 L/s.m, 为弱富水性。作为含矿层及顶底板含水岩层, 该含水层为矿体直接充水含水层, 未来矿山开采时作为最重要的矿床充水水源, 也是地下水疏干影响主要含水层。

潜水部分: 浅部为风化岩层含水带, 厚 10~40m, 具溶蚀裂隙和溶蚀小孔洞, 在水平方向上, 其发育程度差异性较大, 在补给区的沟谷中, 地下水偶以线状、片状渗出形成泉, 流量 0.036~0.45L/s。

承压部分: 主要分布在向斜中部, 含水层厚 28~68m。西部、西北和北部变厚, 含构造裂隙水, 其中近翼部断裂构造较发育部位富水性较大。向斜中部断裂构造不发育, 含水层埋藏较深, 富水性小。

该含水层是矿床顶板直接充水含水层, 主要接受大气降雨补给和上部其他含水层的下渗补给, 地下水径流方向一般是自向斜的两侧翼部向轴部谷地 (即向斜沟谷) 径流排泄, 由于上部隔水层的分布, 地下水无处径流排泄具承压性, 而向斜的南侧翼部因 F1 断裂强烈发育切割形成布康沟谷, 沟谷地势低, 断裂构造导水性能好, 形成良好的地下水排泄通道, 导致该层含水层主要自地势较高的北侧翼部 (即布东锰矿区) 流经轴部向斜谷地后继续向地势较低的南侧翼部径流排泄, 于沟谷低洼处和构造破碎带露头处以泉或渗流形式排出地表, 汇入布康沟谷形成布康溪, 再往东侧径流排入下雷地下河, 最终以地下河出口形式排入下雷河。

⑤中泥盆统东岗岭组 (D_{2d}) 裂隙溶洞含水岩组

由灰岩、白云质灰岩组成, 中至厚层状构造, 围绕矿区外围分布, 在南翼与五指山组多为断层接触, 岩溶发育, 但不均一。在垂直方向上, 随深度减弱, 上部裂隙溶洞含水带为强岩溶发育带, 以大溶洞和暗河为主, 溶洞发育下限标高+316~+348m。厚约 66m。以往未针对该层进行水文地质实验。据区域水文资料显示该含水

层渗透系数 (K) 为 2.0788m/d。

下部裂隙溶洞含水带：为弱岩溶发育带，仅发育溶蚀裂隙，据收集资料显示该含水层渗透系数 (K) 为 0.7103~0.7812m/d。

该含水层接受大气降雨补给，补给范围广，补给源丰富，以地下河的形式集中径流排泄，向东补给下雷河，在矿区该层位于向斜南北翼含矿层五指山组 (D_{3w}) 之下，中间有榴江组 (D_{3l}) 隔水层分布，因此该层对矿床充水基本无影响。

⑥隔水层主要特征：

a.下石炭统岩关组 (二~五段) (C_{1y}²、C_{1y}³、C_{1y}⁴、C_{1y}⁵) 隔水层

主要由硅质、泥质灰岩夹生物碎屑灰岩和硅质岩组成，厚 65~148m，分布稳定。原矿所矿区勘探为验证资料亦对本层进行了专门抽水试验其单位涌水量 q 为 0.0008 L/s.m，小于 0.001 L/s.m，为相对隔水层。

b.上泥盆榴江组 (D_{3l}) 隔水层

上部主要由钙质泥岩夹硅质灰岩、少量硅质岩组成，厚 10.01~74.85m；下部主要由硅质灰岩夹少量硅质岩组成，厚 14.44~73.56m。从揭露该层的地质钻孔来看，仅见微弱裂隙，风化后成泥岩，厚度和分布均稳定。

2) 断裂构造带含水导水特征

矿区范围内对矿层切割较严重的断层主要有 F68、F69、F70、F71 以及 F73。其倾向一般不同，倾角 38~60° 不等，多为正断层，延长不一，从 600m 到 2700m 不等，垂直落差一般 30-50m，水平断距一般 40~120m。断层对氧化带附近及上部的矿体切割甚剧，但对深部矿体影响并不严重。

在垂直方向上，随深度增大岩溶发育程度减弱。其它发育在矿层含水层及 D_{3w4} 隔水层中的各组断层：断层破碎带一般都很小，宽度 10-30cm，个别断层在挤压特别强烈地段及断层交叉处，可达 1-2 m。断层角砾被方解石、石英脉胶结良好，受断层影响的裂隙发育带宽度 (包括角砾岩) 一般小于 10 m。裂隙率：矿层含水层、断层影响带为 0.119~0.204%；围岩一般为 0.036%，两者裂隙率相差 3~5 倍。矿层含水层的渗透系数：遇断层破坏的为 0.082~0.181 m/d；未遇断层破坏或破坏极微的为 0.0159~0.0289 m/d，两者相差 6 倍。显然由于断层影响使岩层含水性增强，但就渗透系数绝对值而言，断层裂隙带的透水性仍是弱的，而当断层延伸到 D_{3w4} 泥岩较多的层位时，则断层的透水性更弱，因而，由断层带沟通地表水及含水带的问题不存在，对矿坑充水无影响。但因破碎带存在而具弱透水性。断层水与地表水联系不明显，未发现断层的水文地质异常。

3) 矿体与地下水的关系

整个矿床为一个近于东西走向的向斜构造，西端昂起，向北东、东倾伏，矿层在向斜两翼及西端出露地表，矿区东西长近 5.5km，南北宽约 2.5km。III+II和I矿层层位稳定，连续性好。矿层内部存在一些幅度小的宽缓的起伏，矿层倾角大部份为 10~30°。区内氧化锰矿呈带状分布于边缘浅部，氧化斜深一般为 15~30m 左右。矿层埋深最小地表出露，最深 1017m。矿体产出最低标高-398.00m。小部分矿体位于矿区最低侵蚀基准面（+270m）之上，大部分矿体处于构造裂隙地下水位以下。

4) 地下水补给、径流、排泄特征

根据矿区地层岩性、地质构造和含隔水层分布情况，本矿山拟开采的矿体底板隔水层为上泥盆榴江组（D_{3l}）隔水层，矿体顶板隔水层为下石炭统岩关组（二~五段）（C_{1y}²⁻⁵）隔水层，矿体所在的主要含水层为上泥盆统五指山组（D_{3w}）裂隙潜水~承压水含水层，该含水层位于向斜轴部谷地地段具承压性，位于向斜南北两侧翼部为潜水性，其中布东锰矿位于向斜北翼，北侧翼部地势较高，地下水补给小，现状矿坑涌水小；南侧翼部地势较低，有布康溪从地表沟谷径流，且断裂构造极为发育，连通地表水体密切，井下采矿涌水量大。

从整个大区域来分析，上泥盆统五指山组（D_{3w}）裂隙潜水~承压水含水层地下水径流方向一般是自向斜的两侧翼部向轴部谷地（即向斜沟谷）径流排泄，由于上部隔水层的分布，地下水无处径流排泄具承压性，而向斜的南侧翼部因 F1 断裂强烈发育切割形成布康沟谷，沟谷地势低，断裂构造导水性能好，形成良好的地下水排泄通道，导致该层含水层主要自地势较高的北侧翼部流经轴部向斜谷地后继续向地势较低的南侧翼部径流排泄，于沟谷低洼处和构造破碎带露头处以泉或渗流形式排出地表，汇入布康沟谷形成布康溪，再往东侧径流排入下雷地下河，最终以地下河出口形式排入下雷河。因此南侧翼部的南方锰业在进行地下开采抽排水时涌水量大，其位于含矿含水层的下游排泄区，汇入布康溪的地下水和地表水汇水量大，而北侧翼部的布东矿段位于含矿含水层的上游补给区，补给范围小，井下涌水量小。

矿体顶板隔水层以上还分布一层中石炭统黄龙组及下石炭统大塘组（C_{2h}、C_{1d}）溶蚀裂隙含水层，该层水与下伏含水层主要以断裂构造进行水力联系，据钻探揭露向斜矿段内的 F52、F58、F59、F60 等断层破碎带胶结良好，透水性较差，导水性能一般，因此在进行矿体开采疏干排水时，主要影响上泥盆统五指山组（D_{3w}）裂隙潜水~承压水含水层，对于顶板隔水层之上的中石炭统黄龙组及下石炭统大塘组（C_{2h}、

C_{1d}) 溶蚀裂隙含水层的疏干影响较小。该层水主要自晒所沟谷四周山脊向中部的沟谷集中汇聚径流排泄，形成晒所溪后再往东侧径流，最终排泄汇入下雷河。

矿区地表植被较发育，有利于大气降水入渗补给地下水，大气降水是矿区地下水的重要补给源。矿区内地下水流向总体与地形坡向基本一致，地表沟谷较发育，地下水具有渗透途径短、就地补给、就地排泄的特征。孔隙地下水的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水和岩溶地下水。裂隙潜水~承压水主要赋存于基岩裂隙中，并沿地形自然斜坡作渗流运动，受地形地貌等因素控制，主要自山脊向山谷流动，以分散渗流或小泉的形式在晒所溪沟谷中出露。岩溶地下水径流受岩溶发育管道和地质构造影响控制，地下水多集于岩溶管道中径流，并以岩溶大泉及暗河形式于河谷中或沿硅质岩、松散岩的接触带排出地表。矿区内地下水总体自西向东迳流，补给下雷河，下雷河为矿区地下水最终排泄边界。

5) 矿区水动态特征

矿区地表水和地下水动态主要受大气降雨影响，具有比较明显的季节性特征。矿区内水系不甚发育，主要有布东溪，矿区南侧有晒所溪。根据收集的区域水文地质资料及前人详查期间对地下水进行长期统测，晒所矿区勘探在矿区内及外围设置长期地表水、地下水动态监测网点，长期观测时间从2013年8月1日至2014年7月10日，历时将近一年，包括枯、丰季节。观测成果表明：地下水和地表水的枯、丰季变化幅度大，以大气降水补给为主，一般表现为枯季流量小，雨季流量大，而暴雨后突增等特点，动态类型属极不稳定型。总体流量动态变化与降雨量大小呈正相关关系。

6) 矿床充水因素

根据《大新县下雷镇布东锰矿矿产资源开发利用方案》，未来矿山采用地下开采。根据矿区内矿体与含水层、隔水层分布位置关系分析：

①直接充水水源：矿区含矿地层 D_{3w} 裂隙水将成为矿坑的主要充水水源，该矿层含水层自上而下细分为四段 D_{3w}¹⁻⁴，总厚度 81.73~224.22m，其中底部第一段 D_{3w}¹ 为矿层底板，层厚 10.76~88.32m；含矿层为第二段 D_{3w}²，包括 III+II、I 矿层及两个夹层，层厚 12.97~41.90m；直接顶板为第三~四段 D_{3w}³⁻⁴，层厚 58~94m。该含水层钻孔单位涌水量 0.0016~0.0901 L/s.m，为弱富水性。作为含矿层及顶底板含水岩层，该含水层为矿体直接充水含水层，未来矿山开采时作为最重要的矿床充水水源，也是地下水疏干影响主要含水层。在构造断裂及应力破坏影响的地段，含水量相对较大，矿床开采至这些地段，矿井涌水量会比正常涌水量增大。

②间接充水水源：

a.地下水

1.下石炭统岩关组一段（ C_{1y}^1 ）溶蚀裂隙水

该裂隙含水层位于矿体顶板之上，层厚 141.76~204.24m，钻孔单位涌水量 q 为 0.0014L/s·m，渗透系数（ K ）为 0.0013m/d，弱富水性，弱透水性。属于矿床顶板间接充水含水层，当矿床采空放顶后，导水裂隙带和垮落带影响范围到达 C_{1y}^1 含水层时，则可能对矿坑进行充水影响。未来矿井导水安全厚度为垮落带与导水裂隙带高度之和，根据矿山导水裂隙带和垮落带高度计算，矿井导水安全厚度为 30.57~48.16m，低于矿床直接顶板含水层（ D_{3w}^{3-4} ）厚度 58~94m，因此矿井导水裂隙带尚未到达下石炭统岩关组一段（ C_{1y}^1 ）溶蚀裂隙水含水层，该层含水层主要通过断裂构造对矿坑进行间接充水影响。

2.中石炭统黄龙组及下石炭统大塘组（ C_{2h} 、 C_{1d} ）溶蚀裂隙水

该裂隙含水层位于矿体顶板之上的下石灰统岩关组（二~五段）隔水层上部，层厚 169.5~214.3m，地表出露流量 0.1~0.24L/s，弱富水性，属于间接充水含水层。由于该层底部有下石灰统岩关组（二~五段）隔水层（厚度 65~148m）隔离，地下水下渗补给能力差，直接补给矿床含水层水量小。根据矿山导水裂隙带和垮落带高度计算，矿山开采形成的导水裂隙带尚未达到下石灰统岩关组（二~五段）隔水层，因此该层地下水通过导水裂隙补给含矿含水层的可能性小，主要通过切割深部地层的断裂构造形成充水通道后间接对矿床充水，根据矿山钻孔揭露，矿区内断裂构造带角砾岩胶结良好，透水性差，导水性一般，因此中石炭统黄龙组及下石炭统大塘组（ C_{2h} 、 C_{1d} ）溶蚀裂隙水对矿床间接充水影响较小。

3.中泥盆统东岗岭组（ D_{2d} ）裂隙溶洞水

该裂隙含水层位于矿体底板之下，层厚大于 100m，据区域资料该含水层为强岩溶发育带，以大溶洞和暗河为主，区域内补给范围广，补给源丰富，以地下河的形式集中径流排泄，富水性中等~强。在矿区该层位于唔所向斜南北翼含矿层五指山组（ D_{3w} ）之下，中间有榴江组（ D_{3l} ）隔水层（厚度 108~147m，均厚 123m）分布，因此该层对矿床底板充水影响小，当有深切割的断裂构造切穿含矿含水层和榴江组（ D_{3l} ）隔水层后，可能会使中泥盆统东岗岭组（ D_{2d} ）裂隙溶洞水对矿床产生突涌充水现象。根据矿床安全隔水厚度和突水系数计算，本矿山矿体的安全隔水厚度为 4.89m，而底板隔水层厚度为 123m，大于安全隔水厚度，巷道一般不会发生底板突水。

矿体井下开采的突水系数为 0.076 MPa/m ，隔水层完整无断裂构造破坏时，满足规范要求的不大于 0.1 MPa/m 。因此本矿山中泥盆统东岗岭组 (D_2d) 裂隙溶洞水对矿床产生突涌充水的影响。

b. 大气降水

大气降水是矿区地下水的主要补给来源，其一方面对充水含水层中的地下水进行补给成为间接充水水源；同时又通过采空塌陷带、导水裂隙带或突水带直接进入矿井，从而成为矿井充水的直接水源。为研究大气降水对未来矿井形成充水的可能性，拟根据矿区可采矿层厚度、赋存情况、岩性、顶底板厚度及岩石物理力学测试指标等，选用相关方程估算未来矿井安全采矿厚度。

由于区内矿体的平均倾角为 20° ，矿体属缓倾斜矿体。根据以上条件矿体导水裂隙带的计算采用《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T 12719-2021) 附录 A 中附表 A.1 公式计算，经计算布东矿区 III+II 矿层开采垮落带高度 $H_m=6.28\text{m}$ ，导水裂隙带高度 $H_{li}=24.29\text{m}$ 。

未来矿井采矿安全厚度为垮落带与导水裂隙带高度之和，因此矿区北部及布东段的矿井采矿安全厚度为 30.57m 。据此，当矿山开采上部 III+II 矿层，在距第四系松散地层底板和基岩分布区地面分别小于 30.57m （在矿层厚度大于平均厚度的位置，此值应相应增大）的范围内进行开采时，大气降水、地表水将会对矿井形成充水，从而易发生透水淹井事故。因此，为预防水害事故发生，对浅部矿层开采时，要做好地面防水措施。

c. 地表水

本矿山地表水体为矿区北侧布东溪和矿区外围南侧的唔所溪。布东溪流经上泥盆榴江组 (D_3l) 隔水层往矿区北侧外围低洼处排泄，为季节性溪流，水量受季节影响变化较大，水力坡度大，地表径流快，因此布东溪通过下渗补给地下水后间接对矿床充水影响基本较小。

唔所溪流经矿床顶板之上的中石炭统黄龙组及下石炭统大塘组 (C_2h 、 C_1d) 溶蚀裂隙含水岩组，水量受季节影响变化较大，水力坡度大，地表径流快，由于矿体顶板之上的下石灰统岩关组 (二~五段) 隔水层隔离作用，以及中石炭统黄龙组及下石炭统大塘组 (C_2h 、 C_1d) 岩层的弱透水性，使得唔所溪下渗补给地下的水量不大，同时地表水通过地表断裂构造通道下渗补给地下水，而区内断裂构造带角砾岩一般胶结良好，透水性差，导水性一般，且矿体开采时形成的导水裂隙带也未达到地表，因此唔所溪通过下渗补给地下水后间接对矿床充水影响基本较小。

d.地下老窿废矿坑积水

经调查，矿区中部偏北矿层露头带（氧化锰）位置，自 60 年代以来，由当地民矿站或群众组织开采该处的氧化矿，一般为地下窿道开采，开采斜深一般为 10-40m，局部可达 130m，浅部氧化矿多已被采空。目前已开采完毕。

③充水途径分析

a.岩石节理裂隙

含矿地层（D_{3w}）于区内出露地表，其裂隙破碎带及溶蚀沟槽将成为矿坑充水的天然通道。

b.人为采矿冒落裂隙

未来的采矿活动将产生大量的采矿裂隙，这些人为裂隙将沟通上覆含水层与含矿地层的水力联系，成为地下水活动的良好通道。通过矿体垮落带和导水裂隙带高度计算得知，本矿山垮落带和导水裂隙带还未延伸至顶板之上的隔水层，大气降水和地表水通过导水裂隙带对矿床直接充水影响较小。

c.断层破碎带

矿区内断裂构造切割深度较浅，断层角砾主要以硅质岩及泥岩碎块为主，并有方解石、石英脉胶充填，岩溶发育弱，构造角砾胶结良好，渗透性较弱，其导水性一般。断层下切深度较浅，对深部开采矿体影响不大，在地表未切割地表水体，由于近地表被第四系土层覆盖，其地表水下渗透水能力差，且矿山垮落带和导水裂隙带均未到达地表，大气降水和地表水通过断层对矿床直接充水影响较小。

d.老窿采空区

根据已开采井巷采空区调查，现状老窿和采空区内基本无积水，井下涌水及时外排疏干，当采空区揭穿地层破碎带时见涌水变大，以线状淋水、渗流出水方式为主，区内地下窿道未来采矿时可能会形成采空区积水，当矿层开采至采空区时，巷道沟通采空区将成为充水通道。

④充水方式

矿区内五指山组含矿地层由碳酸盐岩夹碎屑岩组成，含基岩裂隙水，弱富水性，正常情况下，充水通道主要以岩石原生和采矿节理、裂隙、溶蚀通道为主，规模一般不大，少量为断层、采空巷道导水，因此未来矿井充水方式主要以渗水、滴水、淋水为主，局部可能发生突水。另外根据布东锰矿实际开采井巷的涌水调查情况，已开拓井巷各中段如+50m、+75m、+100m、+140m、+180m、+220m、+260m、+300m 等开拓面均未见较

大的集中冒水点，地下水涌水多以渗水、滴水为主，随着开拓深度的加大，越往下部岩体裂隙发育越少，井巷开拓中涌水量越少，呈现涌水量递减现象。

⑤矿坑突水灾害分析评价

矿坑突水水源主要有大气降水、地表水、地下水、废矿坑积水等。大气降水、地表水主要通过采空区导水裂隙带、断层破碎带及封闭不良钻孔对矿坑产生突水。

矿体位于地下水以下，矿体直接接触地下水，为直接充水矿床。垂向上存在层间脉状承压含水带，富水性弱，导水性良好。矿体直接位于含水带内，直接对矿坑充水。含水带通过采空区导水裂隙带、冒落裂隙带、封闭不良钻孔对相邻窿道产生突水可能性大。

采坑积水与矿层直接接触，本身亦属含矿层富水带，对矿坑直接充水。

7) 安全隔水厚度及突水系数

①安全隔水厚度

本矿山矿体底板隔水层为上泥盆榴江组 (D_3I) 钙质泥岩、硅质灰岩、硅质岩等组成，厚 108~147m，平均厚度 123m。矿体所在底板含水层为上泥盆统五指山组第一段 (D_3w^1)，岩性为硅质灰岩、灰岩，其厚度 11~88m，平均厚度 52m。根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T 12719-2021) 附录 C 采用以下公式进行本矿山安全隔水厚度计算，经计算，本矿山矿体的安全隔水厚度为 4.89m，而底板隔水层厚度为 123m，大于安全隔水厚度，巷道一般不会发生底板突水。

②突水系数

根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T 12719-2021) 附录 C 采用以下公式进行本矿山安全隔水厚度计算，经计算，本矿山矿体井下开采的突水系数为 0.076MPa/m，隔水层完整无断裂构造破坏时，满足规范要求的不大于 0.1MPa/m。如遇到隔水层遭受断裂构造切割破坏时，则可能发生底板突水事故，此时需做好预防措施。

8) 矿山水文地质条件评价

矿区位于区域地下水(地表水)分水岭附近，矿区少部分矿体位于最低侵蚀基准面以上，而大部分矿体处于碳酸盐岩夹硅质岩溶蚀裂隙地下水位及最低侵蚀基准面以下。矿体主要充水含水层碳酸盐岩夹硅质岩溶蚀裂隙水 (C_{1y}^1 、 D_3w) 含水层单位涌水量 q 为 0.0014~0.0901L/s.m，富水性弱，矿体顶板透水，为矿床直接充水含水层，开采矿体时，地下水会直接对矿坑进行充水。由于矿体分布于向斜谷地中，顶底板分布有相对稳定的隔水层，矿区位于南北两侧隔水层中间，中间由断裂构造切割隔水层和矿体，因此其水文地质边界较为复杂。

矿区内及周边上部分布有布东溪、晒所溪等地表水体，但矿体与上部地表水体之间夹有下石炭统岩关组二~五段（ C_{1y}^{2-5} ）相对隔水层，布东溪、晒所溪、大气降水与下伏矿体直接水力联系不紧密，通过地表断裂构造间接充水，不构成矿床主要充水因素，主要充水含水层补给条件一般，地表第四系覆盖层主要分布在晒所溪沟谷中，覆盖面积小且厚度不大。

矿体顶板及底部存在良好的相对隔水层（顶板为 C_{1y}^{2-5} ，底部为 D_3l ），区内断层角砾被方解石、石英脉胶结良好，矿层含水层、断层影响带裂隙率为 0.119~0.204%，围岩一般为 0.038%，矿层含水层的渗透系数遇断层破坏时为 0.082~0.181m/d，未遇断层破坏时则为 0.0159~0.0289 m/d，断层裂隙带的透水性为弱透水，当断层延伸到泥岩较多的层位时则断层带的透水性更弱，因此由断层带沟通地表水（布康溪、晒所溪）含水带水的水量基本较小，对矿坑充水危害较小，断层水与地表水联系不明显。

矿区总体无老空水分布，仅在布东矿区见有少量民窿积水现象，积水量较小，易疏干。

由于矿体埋藏较深，顶板有隔水层分布，矿体开采时主要疏干井巷周边地下水含水层，且充水含水层富水性弱，疏干水量小，对于隔水层之上的浅层地下水疏干影响较小，因此因地下疏干排水导致地表产生塌陷现象的可能性基本较小。

根据布东矿区实际生产过程中的涌水情况采用比拟法预测矿坑最大涌水量为 1442m³/d，正常涌水量为 1105m³/d，矿山地形条件不利于自然排水，但矿床人工疏干排水条件较好，应采取切实可行的措施做好人工疏干排水工作。本矿区水文地质类型是以裂隙含水层充水为主的矿床，根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）第 5.1.3 条和“表 1”综合分析矿区水文地质条件为中等类型。

（四）工程地质

（1）矿山岩土体工程地质类型与特征

根据岩石结构、强度和岩性特征将矿区岩体划分为四个工程地质岩组，即坚硬-半坚硬碳酸盐岩组，坚硬厚层状强岩溶化纯碳酸盐岩岩组坚硬~软弱的硅质岩、硅质灰岩岩组，第四系及强风化岩类散体结构软弱岩组，其工程地质特性分述如下：

1) 坚硬-半坚硬碳酸盐岩组

由中石炭统黄龙组及下石灰统大塘组（ C_2h+C_1d ）灰岩、硅质灰岩组成，碳酸盐岩岩溶发育程度低，新鲜基岩性脆，抗压抗剪强度较大，抗压强度一般 55-109 MPa。硅质岩呈致密结构，薄层状构造，节理发育。属坚硬~半坚硬岩性，稳固性较好，一般不用支护，

但在断层破碎带风化较强较破碎岩石段在开采时需支护。岩石单轴饱和抗压强度一般 24.7~121MPa。

2) 坚硬厚层状强岩溶化纯碳酸盐岩岩组

由中泥盆统东岗岭组 (D_2d) 灰岩、白云质灰岩组成, 中至厚层状构造, 围绕矿区分布, 在南翼与五指山组多为断层接触。岩溶发育。灰岩饱和抗压强度一般 65-118MPa, 属半坚~硬质岩石。

3) 坚硬~软弱的硅质岩、硅质灰岩岩组

由上泥盆统五指山组 (一~三段) (D_3w^1 、 D_3w^2 、 D_3w^3) 和下石炭统岩关组 (二~五段) (C_{1y}^2 、 C_{1y}^3 、 C_{1y}^4 、 C_{1y}^5) 硅质岩、硅质灰岩夹泥质灰岩、泥质灰岩及硅质灰岩组成。岩石强度随岩性而变化, 一般硅质岩、硅质灰岩岩强度较大, 岩石单轴饱和抗压强度一般 22.8~127MPa, 属半坚硬质岩石, 软化系数 0.52~0.78。该层岩组为含锰矿层岩组, 组成了开采井巷的主要围岩岩组。

4) 第四系及强风化岩类散体结构软弱岩组

该层岩土体松散易破碎。岩芯多为碎块和颗粒状, 松散, 捶击易碎为粉状。强风化岩母岩结构基本已被完全破坏。因其分布在地表, 易被水冲刷, 容易产生坍塌, 滑坡。

根据勘探钻孔岩石物理力学性质试验数据得知, 硅质灰岩夹泥质灰岩最大饱和抗压强度为 131MPa, 最低为 17.5MPa, 强度相差较大, 属软弱~坚硬岩石; 泥硅质灰岩岩最大饱和抗压强度 56.8MPa, 最低 11.2MPa, 属软弱~半坚硬岩石; 泥质灰岩最大饱和抗压强度为 55.3MPa, 最低为 26.1MPa, 属软弱~半坚硬岩石; 硅质岩最大饱和抗压强度为 60.9MPa, 最低为 26.2MPa, 属软弱~半坚硬岩石; 灰岩最大饱和抗压强度为 61.0MPa, 最低为 23.8MPa, 属软弱~半坚硬岩石。

(2) 工程地质条件评价

1) 自然斜坡的稳定性评价

区内地形切割强烈, 斜坡以岩质斜坡为主, 坡度一般为 25~50°, 坡高一般 15~30m, 斜坡分布范围较广, 其岩性主要为硅质岩, 近地表岩石风化较强。自然岩质斜坡的坡角一般随坡高的增加而减小。调查中虽未发现有大的滑坡, 也未发现危岩体, 仅有一些小崩塌, 说明矿区斜坡自然状态下稳定性较好。

2) 井巷围岩稳固性评价

本矿山开采矿体围岩由硅质岩、硅质灰岩夹泥岩组成, 岩层产状变化较小, 天然边坡稳定。由矿层底板五指山组第一段或矿层间接顶板五指山组第四段泥岩夹硅质组成的

邦、顶稳定性差，常遇片帮、垮落。而由矿层顶板五指山组第三段或五指山组第二段硅质岩夹泥岩组成的邦、顶稳定性好，在硅质岩与泥岩互层地段或潮湿地段，岩体稳定性差。在褶皱、断裂构造复杂地段，岩体稳定性大大降低，常出现片帮、掉块。因此，由矿层顶板五指山组第三段或矿层间接底板五指山组硅质岩夹泥岩组成邦、顶的地段一般不用支护，而由五指山组第一段或矿层间接顶板第四段泥岩夹硅质岩组成的邦、顶的地段或构造复杂地段应采取措施加强支护。

3) 采空区稳定性评价

据观测，井下靠近浅部的岩石节理、裂隙较发育，岩石沿节理于地表附近被溶蚀，形成的裂隙呈张开状，有少量废石土充填，而深部未风化岩石节理闭合，整体呈致密块状，较完整。由此可看出原生岩矿层的稳定性是良好的，而风化岩层和未胶结的破碎带是不稳固的。若从这些不稳固地带掘进坑道，必须加固支护。

据布东矿段采矿巷道勘查，采空区内揭露到断裂带和岩石节理裂隙较发育地段邦、顶稳定性差，易发生片帮、掉块现象，按设计要求留足安全矿柱后，采空区内稳定性基本良好，未见大面积垮塌、垮落现象，因此在进行地下井巷采矿过程中必须严格按照设计要求留足安全矿柱。另外井下断裂带和岩石节理裂隙较发育地段一般见地下涌水较多，以渗流或线状、点滴状冒水，其余完整岩体地段围岩基本干燥不见渗水，当遇到集中冒水点或岩体破碎段，需进行超前探水作用，提前泄水抽水后再进行井巷开拓作业，同时加强井巷围岩体的加固支护措施。

4) 主要工程地质问题

①工程地质现状及预测评价

结合矿山现状，预测未来矿山工程地质灾害主要表现为巷道中局部褶皱和断层破碎带、裂隙发育段矿体顶底板围岩冒顶。矿区局部断层、节理及裂隙发育，目前采矿巷道中可见，矿体顶板及围岩总体尚属较稳定，但局部断层错动地段及节理、小断层发育处，矿体及顶板、围岩较为破碎，稳固性差，预测未来矿区内巷道局部断层错动地段及节理、小断层发育处易发生冒顶现象，矿体顶底板围岩稳固性较差地段需要加强支护。预测矿山未来按设计开采，不会发生危害较大的工程地质问题。

②防治措施建议

严格按开采设计要求进行生产，加强对采矿巷道及采空区的监测及安全防护工作，发现问题，立即整改，避免人为引发地质灾害。

5) 工程地质条件复杂程度

综上所述，矿体埋藏深，宜地下坑道开采。采矿影响范围内的地层岩性主要为坚硬~半坚硬硅质岩、硅质灰岩岩类，岩体工程地质性质较好。局部泥岩为软弱岩类，遇水易软化，岩体工程地质性质较差，容易发生塌邦、冒顶地质灾害，属重点支护地段。矿区内断层发育，断裂破碎带对未来采坑稳定性有一定影响。不良结构面对山体的整体稳定性影响不大。在采矿以及地下水疏干过程中，可能会引发地面塌陷地质，因此要严格执行有关采矿安全规定，做好采矿坑道系统安全防护工作，避免人为引发塌邦、冒顶、地面塌陷等地质灾害，根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T 12719-2021)第 6.1.2 条确定本矿山的工程地质条件为中等类型。

(五) 矿山地质

根据《广西大新县下雷矿区布东锰矿资源储量核实报告》，下雷矿区为特大型锰矿床，有原生沉积碳酸锰矿及其次生氧化锰矿两种类型，总储量一亿三千多万 t。工业矿体呈层状产出，层位稳定。整个矿床为一个近于东西走向的向斜构造，西端仰起，向北东东倾伏，矿层在向斜两翼及西端出露地表，东西长近 9km，南北宽约 2.5km。矿区内工业矿体共两层，即Ⅲ+Ⅱ和Ⅰ矿层，工业矿体的平面面积共约 8km²，其层位稳定，连续性好。矿层内部存在一些幅度小的宽缓的起伏。矿层倾角大部分为 10~30°。总的来说，各矿层在紧靠矿区南部其厚度较大，向西、北、东方向逐渐变薄。氧化锰矿呈带状分布于矿区边缘浅部，南翼的氧化斜深 20~150m，北翼氧化斜深一般为 15~30m 左右。

布东矿区属于下雷矿区的一部分，位于下雷矿区北部。布东矿区范围内有原生沉积碳酸锰矿及其次生氧化锰矿两种类型。锰矿呈层状赋存于上泥盆统五指山组第二段(D₃w²)顶部和底部。矿区内工业矿体有两层，上部矿层为Ⅲ+Ⅱ(注：矿区内对应相邻地区的Ⅲ、Ⅱ矿层之间的夹层即“夹二”基本尖灭，厚度一般小于 0.1m，难以分辨，一般合并成一层矿，但为了便于与整个下雷矿区资料对比利用，故称谓Ⅲ+Ⅱ)，下部矿层为Ⅰ矿层。两矿层之间即为“夹一”，分述如下：

(1) Ⅲ+Ⅱ矿层

Ⅲ+Ⅱ工业矿层东西向长约 1600m，南北向水平最大宽度约 1120m，浅部矿体有 41 个见矿工程(包括探槽、浅井、窿道)控制，深部矿体有 8 个见矿工程(包括 3 个钻探、5 个巷道采样工程)控制。Ⅲ+Ⅱ碳酸锰矿层厚度 0.76~1.30m，平均厚度 0.96m，厚度变化系数 13.36%，厚度稳定，是本矿区的主要工业矿层，矿层产状 103-160<10-40°，矿层沿走向往西变薄，至不可采，往东变厚，沿倾向厚度变化不大；单工程 Mn 品位 15.45%~19.97%，平均 17.73%，品位变化系数为 8.29%，矿化均匀。Ⅲ+Ⅱ氧化锰矿层厚度 0.24~1.24m，

平均厚度 0.84m, 厚度变化系数 32.81%, 厚度稳定; 单工程 Mn 品位 Mn17.42~32.29% (只有 1 个工程 Mn 品位超过 30%), 平均品位 26.29%, 品位变化系数 13.43%, 矿化均匀。

布东锰矿为生产矿山, III+II 工业矿层目前已开采+340m 中段至+140m 中段之间区域资源储量。剩余保有资源储量赋存标高分别为+530m~+340m 和+180m~+50m; 埋深最浅约 30m, 最深约 600m; 矿体结构、产状、厚度及延走向、倾向变化规律总体变化不大。

(2) I 矿层

I 工业矿层东西向长约 900m, 南北向水平最大宽度约 370m, 倾向南东, 倾角 8-35°。浅部矿体有 5 个见矿工程 (包括探槽、浅井) 控制, 中深部有 6 个见矿工程 (包括 3 个钻探工程、3 个巷道采样工程) 控制。I 碳酸锰矿层厚度 0.51~0.76m, 平均厚度 0.62m, 厚度变化系数 17.02%, 厚度稳定, 矿层由南向北厚度渐变薄; 单工程 Mn 品位 16.09%~17.88%, 平均 17.04%, 品位变化系数为 4.57%, 矿化均匀。I 氧化锰矿层厚度 0.15~0.23m, 平均厚度 0.20m, 厚度变化系数 21.17%, 厚度稳定; 单工程 Mn 品位 Mn20.35~23.72%, 平均品位 21.70%, 品位变化系数 8.32%, 矿化均匀。

布东锰矿为生产矿山, I 工业矿层目前已开采+300m 中段至+180m 中段之间区域资源储量。剩余保有资源储量赋存标高为+180m~+50m; 埋深最浅约 360m, 最深约 515m; 矿体结构、产状、厚度及延走向、倾向变化规律总体变化不大。

(3) 夹一 (III+II 与 I 矿层之间隔层)

布东矿区夹一厚度一般为 10.5-17m, 最厚 19 m, 岩性为含锰硅质灰。

(六) 人类工程活动

布东锰矿矿区范围内自 60 年代以来, 由当地民矿站或群众组织开采浅部氧化锰矿层, 2009 年又发现有当地民众非法开采深部碳酸锰矿现象, 全部为地下窿道开采, 在 04 线以西形成了 8 个非法采矿窿口, 分别为 WT17、③号洞、②号洞、①号洞、通风口、PD03、PD506、PD01; 在 04 线以东形成了 10 个非法采矿窿口, 分别为 PD380、Ha92、2#硐口、PD05、PD425 及未命名的窿口 5 个。以上老窿井口已经由政府部门统一炸毁封堵, 现已复垦长满植被, 已经找不到老窿口位置; 老窿井巷都分部在 400m 以上, 未有积水, 地表也未发现有渗水现象。本项目工程没有与老窿井巷相连相近的地方, 未发现有老窿水存在, 其中 PD380 作为回风井保留使用。

目前地表仅存 4 个老窿口, 分别为老窿 1、老窿 2、老窿 3、老窿 4, 其中老窿 1、老窿 2 位于 5 线与 6 线之间, 老窿 3 位于 4 线东侧, 老窿 4 位于 04 线东侧, 2022 年 6 月, 业主采用浆砌砖进行封堵, 无废水流出。

布东锰矿为生产多年的老矿山，其采矿权首次设立时间为2004年12月，矿山最近一次于2022年1月取得广西壮族自治区应急管理厅颁发的安全生产许可证（编号：（桂）FM安许证字（2022）Y0001号）。矿山采用平硐~斜坡道开拓，目前矿区内布置有+380m回风平硐、+340m平硐、主斜坡道（+303m）及+300m平硐共4个井口。井下布置有+340m、+300m、+260m、+220m、+180m、+140m、+100m共7个中段，各中段通过盲斜井、人行通风上山、斜坡道相互贯通。矿山采用的采矿方法为房柱法和全面法。井下采用无轨运输，各中段采出矿石由电耙耙至中段运输巷由扒渣机装入自卸汽车，经斜坡道运至井口堆矿场。目前井下采空区主要分布在4号线以东、+180m以上中段。

目前矿山在+300m平硐口北面建设有空压机房、沉淀池、堆矿场、办公生活区等设施，在主斜坡道（+303m）口附近建设有值班室、高位水池等设施，在+340m平硐北面建设有配电房、选厂、机修间等设施。

矿区位于大新县城西面直距约63km处，交通方便。现有建筑为以砖混结构楼房为主，部分为砖瓦结构民房，矿区及其附近为山多人少的以壮族为主的少数民族地区。农业以种植水稻、玉米为主，次为甘蔗，豆类，花生等。矿区及附近无大的工业设施，无已经划定的文物保护区，无已开发的旅游区和已列入开发规划的旅游区。居民点分布稀疏，劳动力较充足。

本矿山范围内无饮用水源分布，也不在水源保护区和自然保护区范围，距离南侧的下雷镇自然保护区缓冲区和试验区最近为550m，距离北侧下雷河北岸的弄贯饮用水源保护区约1.5km，距离东南侧的岜倬饮用水源保护区约5km，矿区均不在上述饮用水源保护区的上游补给区，因此本矿山采矿活动对周边集中式饮用水源的水质影响较小，未来主要可能会污染矿区下游的布康溪、唔所溪和布康溪以及最终排泄边界下雷河的地表水水质。

经核实，布东锰矿矿区周边300m范围内无居民点分布，500m范围内无高压输电线经过，1000m范围内无铁路经过；矿山周边300m也无文物、风景区、名胜古迹和自然保护区。矿区西南面为南方锰业大新锰矿，矿区南面为唔所锰矿，矿区范围之间留有明确的界线区分，无矿权、矿界纠纷。矿区不在大新县城镇开发边界、生态保护红线范围，涉及占用永久基本农田。矿山周边环境一般。

矿区内移动通信网络覆盖全面，通讯条件良好。综上所述，现状矿山及周边人类工程活动对矿山地质环境影响程度较轻。

（七）矿山地质环境和土地条件小结

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》，结合《地质灾害危险性评估规程》(DB45/T 1625-2014)，矿山地质环境条件复杂程度根据对矿山开采影响较大的7个主要要素，即区域地质背景、矿区水文地质条件、岩土体工程地质特征、地质构造的复杂程度、地质灾害的发育情况、矿山开采复采情况及采动影响、矿区地形地貌形态及复杂程度等，划分为复杂、中等、简单三个级别。采取就上原则，7个要素条件中只要有一个满足某一级别，应定为该级别。广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿开采方式为地下开采，矿山地质环境条件复杂程度需参考《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表C.1《地下开采矿山地质环境条件复杂程度分级表》确定。

(1) 区域地质环境背景：评估区所在区域地质构造条件简单，无全新世活动断裂，地震基本烈度等于VI度，地震动峰值加速度为0.05g，矿区所处区域地质环境背景为简单类型。

(2) 矿区位于区域地下水(地表水)分水岭附近，矿区少部分矿体位于最低侵蚀基准面以上，而大部分矿体处于构造裂隙地下水位及最低侵蚀基准面以下。矿体主要充水含水层富水性弱-中等，矿体顶板弱透水，属直接充水，建议本矿区井下正常总涌水量取值为1105 m³/d，最大总涌水量取值为1442 m³/d。矿区地形条件不利于自然排水，但矿床人工疏干排水条件较好，应采取切实可行的措施做好人工疏干排水工作。本矿区水文地质类型是以裂隙含水层充水为主的矿床，水文地质条件为中等类型。

(3) 矿体埋藏深，宜地下坑道开采。采矿影响范围内的地层岩性主要为坚硬~半坚硬硅质岩、硅质灰岩岩类，岩体工程地质性质较好。局部泥岩为软弱岩类，遇水易软化，岩体工程地质性质较差，容易发生塌邦、冒顶地质灾害，属重点支护地段。矿区内断层发育，断裂破碎带对未来采坑稳定性有一定影响。不良结构面对山体的整体稳定性影响不大。在采矿以及地下水疏干过程中，容易引发地面塌陷地质，因此要严格执行有关采矿安全规定，做好采矿坑道系统安全防护工作，避免人为引发塌邦、冒顶、地面塌陷等地质灾害，工程地质条件为中等类型。

(4) 现状条件下，矿区及其附近地区未发现有崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害的发生。布东锰矿为已开采矿山，已形成一定的采空区。目前矿区周边未发现采空区塌陷地质灾害，矿坑已同步进行疏干排水工作，未发现有由于抽排地下水引发的地面塌陷地质灾害现象。因此，矿区现状地质灾害弱发育。

(5) 矿区地质构造较复杂，地震活动较弱，区域地壳相对稳定，植被较发育，地质

灾害弱发育，地表水和地下水水质较好，土地资源破坏轻微，因此，矿区环境地质条件中等。

(6) 未来矿区范围内地下采空区面积和空间较大，无重复开采，采空区部分得到处理，采动影响较强烈。

(7) 评估区地貌类型单一，微地貌形态较复杂，地形起伏较大，地形条件复杂，自然排水条件较好，地形自然坡度 $15^{\circ}\sim 50^{\circ}$ ，主要井口斜坡与岩层倾向斜交。

综上，矿山地质环境条件复杂程度确定为复杂类型。

三、矿山地质环境问题

(一) 矿山地质环境影响评估范围与级别

(1) 矿山地质环境影响评估范围

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》及有关规定，矿山地质环境影响评估的范围除矿山用地范围外，还应包括采矿活动影响范围及其受影响因素存在的范围。通过实地调查及对地质资料分析研究，考虑到采空塌陷、矿山疏干排水等影响，方案评估区北东部以用地范围为界外扩至第一斜坡，北西部、西部以矿界范围外扩 $50\sim 80\text{m}$ ，南东部及东部以疏干降落漏斗边界外扩至第一斜坡；据此圈定本次工作评估区面积为 510.0438hm^2 。

(2) 矿山地质环境影响级别

1) 评估区重要程度

评估区范围无居民居住区、无重要的交通要道，远离各级自然保护区及旅游景区(点)，无水源地，采矿活动破坏土地资源地类含林地。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》中的附录 B“表 B.1 评估区重要程度分级表”，评估区重要程度属**较重要区**。

2) 矿山生产建设规模

矿山设计年生产锰矿石量***万 t，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》中的附录 D“表 D.1 矿山生产建设规模分类一览表”，判定生产建设规模属**中型**。

3) 矿山地质环境影响评估级别确定

综上所述，评估区重要程度属**较重要区**，矿山生产规模属**中型**，矿山地质环境条件复杂程度属**复杂类型**，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》中的附录 A“表 A.1 矿山地质环境影响评估分级表”，矿山地质环境影响评估级别确定为一

级。

（二）矿山地质灾害

（1）现状评估：矿山地质灾害评估级别为一级，现状矿区及其附近地区未发现有崩塌、滑坡、泥石流、采空塌陷等地质灾害的发生。现状地质灾害弱发育。

（2）预测评估：预测矿山开采过程中引发采空塌陷地质灾害的可能性中等，危害程度小，危险性小；预测矿山开采过程中引发工业场地堆矿场发生崩塌地质灾害可能性中等，危害程度小，危险性小；预测矿山开采结束后引发采空塌陷地质灾害的可能性小等，危害程度小，危险性小；预测矿山开采结束后引发工业场地堆矿场崩塌的可能性小，危害程度小，危险性小。预测采矿活动引发地质灾害对矿山地质环境影响较轻。

（三）地形地貌景观的影响和破坏情况

（1）现状评估：矿区周边 300m 范围内无自然保护区、旅游景区（点）、人文景观和风景旅游区，采矿活动对此无影响。本矿山为生产多年的老矿山，目前矿山现有破坏单元有主井工业场地、选厂、办公区、仓储及生活区、堆料区、PD380 回风井、1#废弃窿及 2#废弃窿等八个单元，综合评估现状采矿活动对矿区地形地貌景观影响和破坏严重。

（2）预测评估：根据分析，采矿活动引发采空区地表地面沉陷移动与变形值较小，属于轻度级别，故本方案不考虑采空塌陷对地形地貌景观影响和破坏，矿山现有主井工业场地、选厂、办公区、仓储及生活区、堆料区、PD380 回风井、1#废弃窿及 2#废弃窿等八个单元对地形地貌景观影响和破坏与现状一致，影响和破坏程度严重。

未来采矿活动对矿区地形地貌景观影响和破坏的单元主要为新增的表土场，该单元对地形地貌景观影响和破坏的预测严重，综上所述，预测采矿活动对地形地貌景观影响和破坏严重。

（四）矿区含水层影响和破坏

（1）现状评估：根据矿山地质资料结合现场调查，矿区地下水类型主要为碳酸盐岩夹碎屑岩溶洞裂隙水，含水岩组具弱透水，富水性弱。矿坑抽水对地表浅层风化带裂隙潜水的水量疏干影响较小，地下水的补、迳、排系统未发生明显改变，地下水位也未发生显著变化。目前矿区周边村屯饮用水源均取自下雷镇和湖润镇自来水厂，水源均不在矿山疏干影响范围，矿山开采未对周边村屯饮用水源产生水量疏干减少的影响。

（2）预测评估：

1) 含水层结构破坏的预测评估

矿区地下水类型主要为碳酸盐岩夹碎屑岩溶洞裂隙水，含水岩组具弱透水，富水性

弱，地下水位埋藏不深，地下开采活动会造成矿层附近区域地下水水位的下降，本次预测选择Ⅲ+Ⅱ矿层作为矿坑疏干排水预测对象。

由于矿层上部隔水层的阻隔作用，矿坑抽水时主要疏干碳酸盐岩夹硅质岩溶蚀裂隙水（ C_{1y}^1 、 D_{3w} ）含水层，该含矿含水层富水性弱，水量疏干小，疏干影响范围最大仅到顶部下石炭统岩关组（二~五段）（ C_{1y}^{2-5} ）隔水层底板，对隔水层顶板的中石炭统黄龙组及下石炭统大塘组（ C_{2h} 、 C_{1d} ）溶蚀裂隙含水岩组浅层风化带裂隙潜水的水量疏干影响基本较小。如前所述，未来矿山重点开采的布东矿段Ⅲ+Ⅱ矿层开采垮落带高度 $H_m=15.14m$ ，导水裂隙带高度 $H_l=51.61m$ ，而Ⅲ+Ⅱ矿层距离顶部下石炭统岩关组（二~五段）（ C_{1y}^{2-5} ）隔水层的底板高度经通过水文地质剖面图测算统计得知为 214~410m 不等，说明矿层开采形成的垮落带和导水裂隙带高度均未到达下石炭统岩关组（二~五段）（ C_{1y}^{2-5} ）隔水层的底板，对隔水层顶板以上的中石炭统黄龙组及下石炭统大塘组（ C_{2h} 、 C_{1d} ）溶蚀裂隙含水岩组基本无影响，开采矿层产生的导水裂隙尚未贯穿隔水层顶板之上和底板以下两层含水层。

目前矿区周边村屯饮用水源均取自下雷镇和湖润镇自来水厂，水源均不在矿山疏干影响范围，因此矿山疏干排水不会对周边村屯饮用水源产生水量疏干减少的影响。

综上，预测评估采矿活动对地下水含水层结构的影响和破坏程度较轻。

2) 地下水水位变化的预测评估

① 含水层疏干及地下水位下降影响范围

本矿山开采方式为地下开采，本矿区地下开采活动会造成地下采空区周边地下含水层暂时性疏干，设计开采最低标高为+**m，远低于矿区地下水位标高，根据《储量核实报告》，在地下采坑系统的所有中段充分开采后，按照理论分析法计算采坑系统形成的疏干降落漏斗影响范围约为 843.52m（其中 $R=10H\sqrt{K}$ ， $H=421.76m$ ， $K=0.0407m/d$ ），但该最大影响半径是在考虑矿区周边含水介质均一、无局部隔水边界的理想条件下计算得来的，但矿区实际含水介质并非均一，含水岩层裂隙发育不均匀，以及根据矿区周边的补给、排泄边界条件、含水层倾伏方向，综合确定本矿山开采活动的最终降落漏斗影响范围。根据以上计算，本矿山地下开采预测形成的降落漏斗南东两侧以分水岭为界，北西两侧以半径 843.52m 为范围圈定。

当井下抽排水时，造成其范围内地下水水位下降，矿区地下水流向由从北向南、从北东向南西径流改变为降落漏斗周边向中央径流，局部改变了地下水流向，但对区域地下水总体流向和地下水位影响较小，矿井停采后，停止抽排地下水，地下水位自动恢复。

因此，预测评估采矿活动对区域地下水位的影响和破坏程度较轻。

②井、泉水干涸及地表水漏失

评估区范围内无大规模地表水体，采矿活动对此无影响。根据最近储量核实工作观测，矿坑抽水对地表浅层风化带裂隙潜水的疏干影响较小，地下水的补、迳、排系统未发生明显改变，地下水位也未发生显著变化。现状矿区周边村屯饮用水源均取自下雷镇和湖润镇自来水厂，水源均不在矿山疏干影响范围，矿山开采未对周边村屯饮用水源产生水量疏干减少的影响。此外，根据前文预测评估结论，预测本矿山地下开采最小开采深度均大于采空区导水裂隙带的高度，导水裂隙带未穿透地表，预测采空塌陷对地表影响较小，因此，预测采矿活动对评估区范围的井、泉水干涸及地表水漏失影响较轻。

综上，预测采矿活动对地下水含水层结构的影响和破坏程度较轻，对区域地下水位影响和破坏程度较轻，对矿井疏干影响范围内井、泉水干涸及地表水漏失影响较轻，总之，预测采矿活动对含水层的影响和破坏较轻。

（五）矿区水土环境污染预测评估

（1）现状评估

1) 水质污染现状评估：本矿山为开采多年的老矿山，矿山生产建设过程中排放的废水主要包括矿坑涌水、选矿废水和尾矿废水，矿区地表（下）水现状分析如下：

①矿区地表水水质现状：根据“2.7 矿区环境地质现状”章节，下雷河、布康溪为矿区内主要地表河流，咱所锰矿勘探分别在下雷河、布康溪采取了 2 组地表水样，分别进行水质全分析。地表水按《地表水环境质量标准》（GB3838~2002）Ⅲ类标准评价。由分析结果可知，所采集的 2 组地表水样均达到Ⅲ类水标准。

②矿区地下水水质现状：咱所锰矿勘探在矿区内 ZK201-水、ZK505-水、ZK702-水孔中分别采取 3 组地下水样。另外布东锰矿进行专项环评水文地质勘察时于 PD300（矿坑水）、监测井 SK01、SK02、SK04、泉 S04、泉 S07 等采集 6 组枯水期地下水样进行水质分析。

根据分析结果，咱所锰矿勘探在矿区内 ZK201-水、ZK505-水、ZK702-水孔中采取的 3 组地下水样水质综合质量类别为Ⅲ~Ⅱ类，水质均为良好。布东锰矿专项环评水文地质勘察时于 PD300（矿坑水）、监测井 SK01、SK02、SK04、泉 S04、泉 S07 等采集的 6 组枯水期地下水样水质综合质量类别为Ⅲ类，水质均为良好。

因此根据矿区及周边各水样分析结果，初步判定矿山现状地表（下）水水质较好，矿山前期采矿活动对矿区水质影响较轻。

2) 土壤污染现状评估: 本次工作对矿区范围内土壤可能受影响的区域进行采样, 采集表层 20cm 的土层, 共 2 个采样点, 所采土样送具有土质检测资质的中化(广西)地质勘查有限公司检测中心进行土质检测。根据矿区土壤检测结果显示, 土壤 pH 值 4.26~6.25, 总体呈酸~弱性, 考虑 H-2 号土壤样本 pH 值过低, 属于极酸性土壤, 根据现场调查, 所取样位置周边无任何工程活动, 本矿山开采矿种不存在酸性污染源, 因此该土壤样本 pH 值过低与该区域地质环境背景有关。且两份土壤样本中各项指标检测项目均低于污染风险筛选值。因此, 本矿山土壤环境较好, 现状采矿活动对土壤环境影响较轻。

总之, 现状采矿活动对水土环境影响较轻。

(2) 预测评估

1) 水质污染预测评估: 根据《大新县下雷镇布东锰矿矿产资源开发利用方案》, 未来采矿活动可能造成地下水水质变化的污染源主要矿坑废水、选矿废水以及固体废弃物淋滤水, 如矿石、废土石淋滤水, 污染因子主要为 Mn、Pb、Cu、Zn、Cr 等。

①矿坑水质污染的预测

根据《大新县下雷镇布东锰矿矿产资源开发利用方案》, 矿山设计井下采用平硐~斜坡道开拓, 采用一级机械排水, 设计井下+300m 水平以上采用平硐开拓, 坑内涌水可沿平硐水沟自流排出地表; 设计在井下+160m 标高和+55m 中段斜坡道底附近分别布置水仓及水泵房。开采+160m 中段以上的矿体时, 各中段涌水汇集至+160m 水仓, 再由水泵经盲斜井抽排至+300m 中段, 然后通过水沟自流至 PD300 井口三级沉淀池; 当开采+160m 中段以下的矿体时, +160m 水仓不再利用, 井下各中段涌水汇集至+55m 中段水仓, 再由水泵经盲斜井抽排至+300m 中段, 然后通过水沟自流至 PD300 井口三级沉淀池。从排水路线来看, 设计的排水系统简单、实用, 排水系统布置合理、安全可靠。矿坑涌水经抽出后只需经沉砂池处理后即可达标排放, 现矿山各排水设施均已建设完善, 未来矿山需制定完善的矿坑涌水监测计划, 对矿坑涌水水质进行跟踪监测, 如若发现监测结果超标, 则需针对水质监测超标情况改进污水处理设施, 确保矿坑涌水的各项污染物能达标排放。因此, 预测矿坑排水对地下水水质污染影响较轻。

②固体废弃物淋滤水对地下水污染的预测

根据《广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿矿产资源开发利用方案》, 未来矿山生产建设过程中开拓产生的废石土以及矿石均堆放至工业场地所设置的临时堆矿场, 而选厂所生产的精矿就地堆放至精矿场, 尾矿外运处理, 现各场地排水设施均已建设完, 根据矿区地质资料, 本矿山废石土不属于危险废物, 属于第 I 类一般工业固体废物。

矿区周边无地表水体，其他发育的地表水体如溪流、水库、泉眼等距开采区较远，开采对其无影响。未来矿山在生产过程中严格按照要求将固体废弃物滤水经沉淀后外排，预计所产生固体废弃物淋滤水对地下水污染较轻。

综上，预测未来采矿活动对矿区地下水污染较轻。

2) 土壤污染预测评估：根据本次野外工作所取得的矿区土壤检测结果，本矿山现状土壤环境总体良好，根据《大新县下雷镇布东锰矿矿产资源开发利用方案》，未来采矿产生的矿坑涌水、矿石淋滤水及废石淋滤水均集中进行处理，循环利用，不外排。因此，预测采矿活动对土壤的污染程度较轻。

综上所述，预测采矿活动对水土环境的影响和破坏程度较轻。

(六) 土地资源的影响和破坏

(1) 现状评估：矿区前期的采矿活动对土地的损毁主要表现为压占形式，目前将矿区现状损毁土地单元划分为：主井工业场地、选厂、办公区、仓储及生活区、堆料区、PD380 回风井、1#废弃窿及 2#废弃窿共 8 个单元。结合矿区土地利用现状图及采矿活动土地损毁程度评价因子等级标准，经统计，矿山现状采矿活动已损毁土地面积共 7.9055hm²，其中，乔木林地 0.2333hm²、灌木林地 1.1457hm²、其他林地 0.0230hm²、工业用地 0.7094hm²、采矿用地 4.4868hm²、农村宅基地 0.5889hm²、农村道路 0.7184hm²，土地资源的损毁方式为压占损毁，所损毁土地的土地权属人为下雷镇仁惠村村委。考虑现状损毁林地面积小于 2hm²，结合《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 E“表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表”，现状矿区采矿活动土地资源影响和破坏较轻。

(2) 预测评估：根据《大新县下雷镇布东锰矿矿产资源开发利用方案》，未来采矿活动沿用现有生产辅助设施，不再新增场地。根据以上预测评估结论，预测采矿活动引发或加剧采空塌陷地质灾害的可能性中等，危害程度小，危险性小，各矿体开采后形成采空区最大下沉值、最大倾斜值和最大水平变形值均在损毁轻度的规定值范围内，采矿活动导致采空区地表沉陷对地表土地损毁的等级为轻度，因此无塌陷损毁土地。本方案设计一表土场以储存后期复垦用表土，主要表现为对土地的压占损毁，结合矿区土地利用现状图及采矿活动土地损毁程度评价因子等级标准，经统计，预测未来采矿活动拟损毁土地面积 0.3974hm²，其中乔木林地 0.0022hm²、灌木林地 0.3793hm²、农村道路 0.0159hm²，损毁方式为压占损毁，损毁程度为轻度损毁，土地权属人为下雷镇仁惠村村委。

经合计，未来矿山累计损毁土地面积 8.3029hm²，其中，乔木林地 0.2355hm²、灌木林地 1.5250hm²、其他林地 0.0230hm²、工业用地 0.7094hm²、采矿用地 4.4868hm²、农村宅基地 0.5889hm²、农村道路 0.7343hm²。各用地单元损毁土地面积、地类、损毁原因、损毁程度统计如下表 3-3-10，由于损毁林地小于 2.0hm²，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 E 矿山地质环境影响程度分级表”，预测采矿活动对土地资源影响和破坏程度较轻。

（七）已采取的防治措施和治理效果

布东锰矿矿区范围内自 60 年代以来，由当地民矿站或群众组织开采浅部氧化锰矿层，2009 年又发现有当地民众非法开采深部碳酸锰矿现象，全部为地下窿道开采，在 04 线以西形成了 8 个非法采矿窿口，分别为 WT17、③号洞、②号洞、①号洞、通风口、PD03、PD506、PD01；在 04 线以东形成了 10 个非法采矿窿口，分别为 PD380、Ha92、2#硐口、PD05、PD425 及未命名的窿口 5 个。以上老窿井口已经由政府部门统一炸毁封堵，现已复垦长满植被，已经找不到老窿口位置；老窿井巷都分部在 400m 以上，未有积水，地表也未发现有渗水现象。本项目工程没有与老窿井巷相连相近的地方，未发现有老窿水存在。

目前地表仅存 4 个老窿口，分别为老窿 1、老窿 2、老窿 3、老窿 4，其中老窿 1、老窿 2 位于 5 线与 6 线之间，老窿 3 位于 4 线东侧，老窿 4 位于 04 线东侧，2022 年 6 月，业主采用浆砌砖进行封堵，无废水流出。

四、拟采取的保护与治理措施

（一）矿山地质环境保护与恢复治理分区

根据现状与预测评估结论，本矿山地质环境保护与治理区域划分为两个大区，即重点防治区、一般防治区，各分区的基本特征描述如下：

（1）重点防治区（I区）：

重点防治区（I区）：为主井工业场地、选厂、办公区、仓储及生活区、堆料区、PD380 回风井、1#废弃窿、2#废弃窿及表土场等 10 个单元，面积共 8.3029hm²，占评估区总面积的 1.63%。综合评估为矿山地质环境影响程度为局部严重。

（2）一般防治区（III区）

一般防治区（III区）：为上述区域外的其它评估范围，面积 501.7409hm²，占评估区总面积的 98.37%。综合评估为矿山地质环境影响程度为较轻。

(二) 矿山地质环境保护与土地复垦措施

本方案设计对各单元部署的防治工程如下：

(1) 主井工业场地：生产期间布设边坡崩塌、滑坡等地质灾害监测工程，布设地形地貌景观破坏和土地损毁监测工程；矿山开采结束后开展全面的恢复治理与土地复垦工作，包括井口封堵、建筑物拆除、硬化层铲除及废渣清理、表土回覆及植被恢复等，以及后期的监测管护工程。

(2) 选厂：生产期间布设边坡崩塌、滑坡等地质灾害监测工程，布设地形地貌景观破坏和土地损毁监测工程；矿山开采结束后开展全面的恢复治理与土地复垦工作，包括井口封堵、建筑物拆除、硬化层铲除及废渣清理、表土回覆及植被恢复等，以及后期的监测管护工程。

(3) 办公区：生产期布设地形地貌景观破坏和土地损毁监测工程，在矿山开采结束后开始实施拆除临时建（构）物、清除地表硬化层、废渣清理、土地平整、回覆表土、种植植被以及布设相应的监测工程等保护治理与复垦工作。

(4) 仓储及生活区：生产期布设地形地貌景观破坏和土地损毁监测工程，在矿山开采结束后开始实施拆除临时建（构）物、清除地表硬化层、废渣清理、土地平整、回覆表土、种植植被以及布设相应的监测工程等保护治理与复垦工作。

(5) 堆料区：由于该场地已停止使用，因此矿山在生产期间即可对该场地开展全面的恢复治理与土地复垦工作，包括废渣清理、表土回覆及植被恢复等，以及后期的监测管护工程。

(6) PD380 回风井：生产期布设地形地貌景观破坏和土地损毁监测工程，矿山开采结束后开展全面的恢复治理与土地复垦工作，包括井口封堵、建筑物拆除、硬化层铲除及废渣清理、表土回覆及植被恢复等，以及后期的监测管护工程。

(7) 1#废弃窿：由于该场地已停止使用，因此矿山在生产期间即可对该场地开展全面的恢复治理与土地复垦工作，包括井口封堵、表土回覆及植被恢复等，以及后期的监测管护工程。

(8) 2#废弃窿：由于该场地已停止使用，因此矿山在生产期间即可对该场地开展全面的恢复治理与土地复垦工作，包括井口封堵、表土回覆及植被恢复等，以及后期的监测管护工程。

(9) 表土场：生产期间按设计建设完成后布设地形地貌景观破坏和土地损毁监测工程及边坡崩塌、滑坡等地质灾害监测工程，修建浆砌石挡土墙和截排水沟等工程，在矿

山开采结束后对该场地开展全面的恢复治理与土地复垦工作，包括土地平整、种植植被以及布设相应的监测工程等保护治理与复垦工作。

五、工程部署

根据方案所划分的重点防治区、一般防治区及本次工作的目标和任务，结合本矿山开采服务年限和资金投入等实际情况，以及矿山开采进度、开采顺序安排及生产工艺流程，统筹安排，将矿山地质环境恢复治理与土地复垦工作总体布置划分为3个阶段实施。

第一阶段（生产前期，5.0年，即2025年1月~2029年12月），主要部署如下：

2025年1月~2025年12月：实施表土收集、养护工程；修建表土场截水沟、挡土墙；实施1#、2#废弃窿、堆料区地形地貌景观恢复工程以及复垦工程，布设崩塌、滑坡和采空塌陷等地质灾害监测、水质水位监测工程、地形地貌景观破坏和土地资源损毁监测；

2026年1月~2026年12月：实施表土养护工程，布设崩塌、滑坡和采空塌陷等地质灾害监测、水质水位监测工程、地形地貌景观破坏和土地资源损毁监测；

2027年1月~2027年12月：实施表土养护工程，布设崩塌、滑坡和采空塌陷等地质灾害监测、水质水位监测工程、地形地貌景观破坏和土地资源损毁监测；

2028年1月~2028年12月：实施表土养护工程，布设崩塌、滑坡和采空塌陷等地质灾害监测、水质水位监测工程、地形地貌景观破坏和土地资源损毁监测；

2029年1月~2029年12月：实施表土养护工程，布设崩塌、滑坡和采空塌陷等地质灾害监测、水质水位监测工程、地形地貌景观破坏和土地资源损毁监测；

第二阶段（生产中后期，6.5年，即2030年1月~2036年6月），主要部署的工程有：实施表土养护工程；布设崩塌、滑坡和采空塌陷等地质灾害监测、水质水位监测工程、地形地貌景观破坏和土地资源损毁监测；

第三阶段（治理复垦期与监测管护期，4.0年，即2036年7月~2040年6月），主要部署的工程有对矿山各用地单元开展全面的保护治理与土地复垦工作，包括临时建筑物拆除、地面硬化层清除、废渣清理、井口封堵、表土回覆、植被恢复；布设崩塌、滑坡和采空塌陷等地质灾害监测、水质水位监测工程、地形地貌景观破坏和土地资源损毁监测等，对复垦工程种植的植被进行管护，土地复垦效果监测等。

六、经费估算及资金来源

（1）经费估算结果

本矿山地质环境保护治理与土地复垦工程总投资283.8219万元，其中静态投资214.6297万元，占投入总资金的75.62%，价差预备费69.1922万元，占投入总资金的

24.38%。该投资预算总额包含矿山地质环境保护治理费用 93.7036 万元，土地复垦费用 190.1183 万元，土地复垦面积 8.3029hm²，复垦工程单位面积动态投资 1.5265 万元/亩，费用明细见下列表：

插表：矿山地质环境保护与土地复垦工程投资构成表 金额单位：万元

序号	费用名称	预算金额		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	建筑工程	57.4984	120.5705	178.0689	62.74
二	设备购置费	0	0	0	0.00
三	临时工程费	0	0	0	0.00
四	独立费用	13.0354	13.3049	26.3403	9.28
五	基本预备费	3.5267	6.6938	10.2205	3.60
六	静态总投资	74.0605	140.5692	214.6297	75.62
七	价差预备费	19.6431	49.5491	69.1922	24.38
八	动态总投资	93.7036	190.1183	283.8219	100.00

(2) 资金来源

本矿山地质环境保护与土地复垦工程投资均由采矿权人自筹，从矿山生产成本中列支。矿山单位应按规定建立矿山地质环境治理恢复基金和及时预存土地复垦费用，落实阶段恢复治理和土地复垦工程投资，严格按照方案的年度实施进度安排，分阶段有步骤的安排资金的预算支出，进行治理与复垦工作，并及时编制验收报告，申请自然资源部门验收，确保治理与复垦工作顺利进行。

目 录

1 前 言	3
1.1 任务由来及编制目的	3
1.2 方案编制工作概况	3
1.3 方案编制依据	5
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	17
2.3 社会经济概况	19
2.4 地质环境背景	19
2.5 土地利用现状	52
2.6 矿山及周边人类工程活动情况	53
2.7 矿区环境地质现状	54
2.8 矿山地质环境和土地条件小结	61
3 矿山地质环境影响评估和土地损毁评估	63
3.1 矿山地质环境影响评估范围与级别	63
3.2 现状评估	64
3.3 预测评估	75
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	92
4.1 地质环境保护与恢复治理分区	92
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	98
5.1 矿山地质环境治理可行性分析	98
5.2 矿区土地复垦可行性分析	99
6 矿山地质环境保护治理与土地复垦工程	111
6.1 矿山地质环境保护与土地复垦预防工程	111
6.2 地质环境治理工程	117
6.3 矿区土地复垦工程	119
6.4 矿山地质环境监测工程	134
6.5 矿区土地复垦监测和管护	136
7 经费估算	139
7.1 估算说明	139
7.2 矿山地质环境防治工程经费估算	145
7.3 矿区土地复垦工程经费估算	163
7.4 估算结果	181
8 矿山地质环境保护治理与土地复垦工作部署及进度安排	183

8.1 总体工程部署	183
8.2 年度实施计划	183
9 保障措施及效益分析	185
9.1 保障措施	185
9.2 效益分析	187
10 结论与建议	189
10.1 结论	189
10.2 建议	190

1 前言

1.1 任务由来及编制目的

根据“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》（以下简称《方案编制技术要求》）的通知（桂国土资规〔2017〕4号）”要求，“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报制度”；广西富丰矿业有限公司下雷镇布东锰矿（以下简称“布东锰矿”）采矿许可证将于2024年12月9日有效期届满，目前矿山企业正在申请办理采矿权延续登记的相关手续，为完善报批材料，依法需编制该矿山的矿山地质环境保护与土地复垦方案。受广西富丰矿业有限公司委托，广西矿环工程技术有限公司承担了《广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》的编制工作，目的是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，为后期采矿权人完善采矿许可证申请的报批材料，同时为自然资源主管部门实施监管以及采矿权人预存复垦费用和建立治理恢复基金提供依据。

1.2 方案编制工作概况

1.2.1 本次编制工作情况

本次工作于2024年10月25日进行准备、搜集数据、编制评估工作大纲，2024年11月1~3日进行野外调查，2024年11月4日至2024年12月31日进行室内数据整理、编制图表、编写报告等工作。通过收集矿区所在区域的区域地质图、水文地质图、土地利用现状图以及永久基本农田保护图等，重点调查矿区地形地貌、地质情况、地质环境条件现状、土地利用现状及矿区经济等，根据矿区范围确定损毁区范围，对矿区最终破坏的土地情况以及未来复垦方向通过座谈的方式了解和听取了相关土地权属人和职能部门的意见，明确矿区范围及拟规划用地范围土地权属人为下雷镇仁惠村村委，明确矿区外连接道路不作为本方案的治理复垦范围，明确矿山开发不占用、不破坏、不影响基本农田，并完成矿山地质环境现状调查表，确定矿山地质环境保护与土地复垦方案信息表，编制矿山地质环境保护与土地复垦章节。

矿山地质环境及土地损毁现状调查以收集资料和现场调查为主，调查范围包括矿区范围和采矿活动可能影响的范围，调查内容包括气象、水文条件，地形地貌，地层岩性、地质构造，工程地质条件，水文地质条件及评估区人类工程活动情况，崩塌、滑坡、岩溶塌陷、采空塌陷等地质灾害调查，矿区各用地单元地形地貌景观破坏和土地资源损毁

等情况。现场调查工作以查明矿山地质环境问题的发育特征为原则，采用定点调查为主，路线调查为辅的调查方法，现场调查采用 RTK 测量仪结合无人机拍摄对矿山损毁土地进行测量，采用专用记录本进行记录，对评估区的地形、地貌、地质点、地质灾害点等进行详细的描述、拍照。初步调查明确矿山各现有场地所在位置以及损毁情况；同时在矿区周边取得土壤样品 2 份。

方案编制过程中，走访了矿区附近的村屯并询问了当地群众，了解矿山过往开采对周边地质环境和土地的影响或损毁情况，同时就方案编制内容与土地权属人及当地自然资源主管部门相互交流，并得到相关的代表或部门的认可。

完成工作量见表 1-2-1 所示。

表 1-2-1 完成工作量表

项目	内容	单位	数量
收集资料	《区域地质测量报告书》(1:20 万 靖西幅)(地质部区域地质测量队广西壮族自治区地质局, 1968)	份	1
	《区域水文地质普查报告》(1:20 万 靖西幅)(广西壮族自治区地质局, 1977)	份	1
	《广西壮族自治区区域地质志》(广西壮族自治区区域地质调查研究院、广西壮族自治区地球物理勘察院, 2017)	份	1
	《矿区土地利用现状局部图》(大新县自然资源局)	份	1
	《矿区土地遥感监测影像图》(天地图截图)	份	1
	《广西大新县下雷矿区布东锰矿资源储量核实报告》(南宁金环地质生态环境工程有限公司, 2024.10)	份	1
	《大新县下雷镇布东锰矿矿产资源开发利用方案》(广西悦翔设计咨询有限公司, 2024.11)	份	1
	《<大新县下雷镇布东锰矿矿产资源开发利用方案>评审意见书》(评审文号:桂储评开审(2025)1 号, 广西壮族自治区矿产资源储量评审中心, 2025.1)	份	1
	《崇左市建设工程造价信息(2024 年 10 月)》	份	1
野外工作	调查面积	km ²	1.25
	调查线路	km	4.2
	水文地质调查点	个	4
	调查崩塌、滑坡等地质灾害隐患点	个	3
	取土壤样	份	2
	土地利用现状调查点	个	9
	拍摄照片	张	66
	拍摄录像	分钟	9

1.2.2 原方案报告编制、实施验收及衔接情况

布东锰矿采矿证范围内自 60 年代以来，由当地民矿站或群众组织开采浅部氧化锰矿层，全部为地下窿道开采，现绝大多数已垮塌或填埋，目前矿证范围内的地表氧化锰矿已开采完。地下碳酸锰矿自 2004 年得到采矿证后，因处理矿权纠纷及矿山建设，2005~2006 年未开采，到 2007 年上半年才试开采，2010 年后矿山由于处理纠

纷一直未开采，至 2017 年末均处于停产状态。矿山于 2018 年后正式进入基建期，基建开拓巷道少量出矿，2019 年正式开采矿块出矿。

矿山于 2013 年 7 月委托安徽金联地矿科技有限公司编制《广西大新县下雷镇布东锰矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》，该方案为布东锰矿最近一次提交的矿山地质环境保护与恢复治理方案报告，该方案于 2013 年 7 月 3 日通过专家评审。方案设计主要治理工程包括废石场排水沟、拦渣墙、监测井、场地平整硬化工程，表土收集堆放及周边截排水沟、主平硐口修建沉淀池，修建生活办公区截排水沟，平整开采平硐工业场地、矿山公路边坡修坡、地质灾害、地形地貌景观、地表水、地下水监测工程以及闭坑后的植被恢复工程，井筒封堵工程等；

矿山于 2013 年 7 月委托安徽金联地矿科技有限公司编制《广西大新县下雷镇布东锰矿开采项目土地复垦方案报告书》，该方案为布东锰矿最近一次提交的土地复垦报告，该方案于 2013 年 7 月 3 日通过专家评审。方案主要设计土地复垦工程包括：表土的收集及存放，修建拦渣墙及截水沟工程；土地损毁监测工程；各井口封堵工程、生活办公区及工棚复垦工程、废石场复垦工程、工业场地及堆矿场复垦工程、矿山道路复垦工程及表土场复垦工程；管护工程等，复垦工程完成后，可实现复垦林地 1.4836hm²、耕地 0.2109 hm²、草地 0.7895 hm²、交通运输用地 3.4788 hm²、永久性建设用地 0.1819 hm²。

考虑矿山自 2010 年后矿山由于处理纠纷一直未开采，至 2017 年末均处于停产状态。矿山于 2018 年后正式进入基建期，2019 年正式开采矿块出矿，经与业主了解，基建期间未实施表土剥离工程，矿区范围未规划有堆存后期复垦用土的场地，因此本方案设计一表土场位于矿区中部以用于堆存表土，经现场调查，该场地不涉及基本农田，地形适宜作表土场使用。同时原土地复垦方案暂未实施，且原土地复垦方案参考数据为全国第二次土地调查数据，本次延续方案参考数据为全国第三次土地调查数据，用地地类存在一定变化，故本方案与原方案不存在衔接内容，未来本方案通过评审后，采矿权人按本方案实施治理复垦工程。

1.3 方案编制依据

1.3.1 法律法规

略

1.3.2 部门规章

略

1.3.3 政策性文件

略

1.3.4 技术标准与规范

略

1.3.5 基础资料

略

1.4 方案的服务年限

布东锰矿为延续矿山，根据矿山于 2024 年 11 月提交的《大新县下雷镇布东锰矿矿产资源开发利用方案》（以下简称为“《开发利用方案》”），设计矿山生产总服务年限为 11.5 年（含 0.3 年基建期），考虑矿山开采结束后，矿山地质环境保护治理与土地复垦工程期 1.0 年，矿山地质环境保护治理与土地复垦工程监测管护期 3.0 年，因此本方案的服务年限为 15.5 年（即自 2025 年 1 月至 2040 年 6 月，具体时间根据矿山申请获得新一期采矿许可证期限进行调整）。

当矿山开采项目性质、规模、范围或采用的生产工艺发生重大变化时，采矿权人应重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，并报主管的自然资源部门审批实施。

2 矿山基本情况

2.1 矿山概况

2.1.1 矿山简介

广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿 2004 年 5 月由原广西壮族自治区国土资源厅首次发证，原采矿许可证号：*****，矿证有效期：2004 年 5 月 9 日至 2024 年 12 月 9 日。之后该采矿许可证经历了 2 次变更，采矿权沿革情况见表 2-1-1。

表 2-1-1 布东锰矿采矿权沿革情况一览表

采矿权人	采矿权沿革	采矿许可证号	有效期	矿山名称	经济类型	开采矿种	生产规模	矿区面积	开采标高
大新县下雷世田锰粉厂	首立	***** ****	2004 年 12 月 9 日至 2024 年 12 月 9 日	大新县下雷镇布东锰矿	私营企业	锰矿	*** 万 t/ 年	***** km ²	+***m 至 +**m
	变更	***** *****	2011 年 5 月 9 日至 2024 年 12 月 9 日		私营合伙企业			***** km ²	+***m 至 +**m
广西富丰矿业有限公司	变更	***** *****	2024 年 4 月 28 日至 2024 年 12 月 9 日		有限责任公司			***** km ²	+***m 至 +**m

布东锰矿最新获得采矿许可时间为 2024 年 4 月 28 日，采矿证范围由 8 个坐标点连线构成（见表 2-1-2），采矿证信息如下：

采矿许可证号：*****

采矿权人：广西富丰矿业有限公司

地址：大新县桃城镇养利路 322 号

矿山名称：大新县下雷镇布东锰矿

经济类型：有限责任公司

开采矿种：锰矿

矿床采矿方法：地下开采

生产规模：***万 t/年

矿区面积：*****km²

开采深度：由+***m 至+**m 标高

有效期限：自 2024 年 4 月 28 日至 2024 年 12 月 9 日

发证机关：广西壮族自治区自然资源厅；

表 2-1-2 矿区范围拐点坐标表

拐点 编号	2000 国家大地坐标	
	X 坐标	Y 坐标
1	*****.**	*****.**
2	*****.**	*****.**
3	*****.**	*****.**
4	*****.**	*****.**
5	*****.**	*****.**
6	*****.**	*****.**
7	*****.**	*****.**
8	*****.**	*****.**
矿区面积：*****km ² ，开采深度：+***m 至+**m		

经核查，矿业权设置范围经大新县自然资源局套核自然资源部下发的“三区三线”划定成果，矿区不涉及大新县城镇开发边界、生态保护红线范围，矿区范围内涉及占用永久基本农田 59.91m²。经套核占用永久基本农田范围未压覆矿产资源。

矿区以南约 33m 为广西富丰矿业有限公司大新县所锰矿，该矿山同属采矿权人广西富丰矿业有限公司所有。矿区南西毗邻南方锰业公司拥有的大新锰矿采矿权，上述矿山矿业权界限清楚，无采矿权范围重叠现象，无矿业权纠纷。

现采矿权人正在办理采矿权延续登记的相关手续，申请延续的采矿权基本信息不变。

2.1.2 矿山开采历史与现状

2.1.2.1 矿山开采历史

布东锰矿采矿证范围内自60年代以来，由当地民矿站或群众组织开采浅部氧化锰矿层，开采范围西起PD02东至58线，全部为地下窿道开采，现绝大多数已垮塌或填埋，目前矿证范围内的地表氧化锰矿已开采完。地下碳酸锰矿自2004年得到采矿证后，因处理矿权纠纷及矿山建设，2005~2006年未开采，到2007年上半年才试开采，在矿山南西角开拓了PD506坑道，据2007年度矿山资源储量年报，当年采出碳酸锰矿石量为****万t。据2009年度矿山资源储量年报，2008~2009年矿山在58线以西开拓了PD425、PD380坑道采矿，实际动用资源量为****万t。

期间由于矿山管理疏漏，发现有非法开采深部碳酸锰矿现象，在矿山4线以西形成了部2个非法采矿硐（布东①、②号硐）。2010年8月广西壮族自治区第四地质队经核实，编写了《大新县下雷镇仁惠村“弄刹”、布东锰矿点非法采矿造成矿产资源破坏价值鉴定报告》，矿山盗硐非法采矿方式为地下开采；采用平硐斜井联合开拓，采用崩落法采矿，斗车和卷扬机提升运输。每个矿硐非法开采III+II矿层，破坏区形态较规则，矿柱较完整。布东①号硐采用平硐+斜井作为运矿巷道，平巷长5m，斜井长为11m，破坏区标高为+*****~+*****m，破坏区面积*****hm²，盗采资源量****万t。布东②号硐主平巷长27.5m，沿脉破坏区长77.5m，破坏区标高为+*****~+*****m，破坏区面积约****m²，盗采资源量****万t。

据2010~2013年度布东锰矿矿产资源开发利用年度报告书，2010年后矿山由于处理纠纷一直未开采。2014年广西壮族自治区第四地质队对矿山进行储量核实，实地核查在4线以东附近见布东③号非法采矿硐，开采III+II矿层，主平巷长73 m，沿脉破坏区长107m，破坏区标高为+*****~+*****m，破坏区面积约*****hm²，盗采资源量****万t。矿山至2017年末均处于停产状态。

矿山于2018年后正式进入基建期，基建开拓巷道少量出矿，2019年正式开采矿块出矿。2024年1月，大新县下雷世田锰粉厂提交了《广西大新县下雷镇布东锰矿2023年度矿山储量年报》，编制单位为南宁金环地质生态环境工程有限公司。该年报已将历年（2018年~2023年）采空区测量成果上图，经估算，截止2023年12月31日布东锰矿范围内（氧化锰+碳酸锰）累计查明资源量*****万t，消耗资源量*****万t，保有（控制+推断）资源量*****万t，其中控制资源量****万t，推断资源量*****万t。2023年度实际开采回采率*****%，选矿回收率*****%，采矿贫

化率*****%。矿山采掘工作面厚度多大于矿层厚度，采出矿石混入围岩较多，经估算 2023 年度矿山动用资源量*****万 t，实际采出矿石*****万 t，混入围岩*****万 t，导致采出矿石贫化率较高。

2024 年 10 月，南宁金环地质生态环境工程有限公司编制了《广西大新县下雷矿区布东锰矿资源储量核实报告》，该报告经过广西煤炭地质一五〇勘探队组织专家评审通过（桂煤评字〔2024〕12 号）。经估算，截止 2024 年 8 月 31 日，查明资源量：*****万 t，锰平均品位*****%。其中探明资源量*****万 t，锰平均品位*****%，控制资源量*****万 t，锰平均品位*****%，探明+控制资源量在查明资源量中占比*****%，推断资源量*****万 t，锰平均品位*****%。

动用资源量：*****万 t，锰平均品位*****%。其中氧化锰*****万 t，锰平均品位*****%，碳酸锰*****万 t，锰平均品位*****%。

（碳酸锰）保有资源量：*****万 t，锰平均品位*****%。其中控制资源量*****万 t，锰平均品位*****%，在保有资源量中占比*****%，推断资源量*****万 t，锰平均品位*****%。

2.1.2.2 矿山开采现状

布东锰矿为生产多年的老矿山，矿山最新获得采矿许可证的时间为 2024 年 4 月 28 日，最近一次于 2022 年 1 月取得广西壮族自治区应急管理厅颁发的安全生产许可证（编号：（桂）FM 安许证字〔2022〕Y0001）。矿山采用平硐~斜坡道开拓，目前矿区内布置有+380m 回风平硐、+340m 平硐、主斜坡道（+303m）及+300m 平硐共 4 个井口。井下布置有+340m、+300m、+260m、+220m、+180m、+140m、+100m 共 7 个中段，各中段通过盲斜井、人行通风上山、斜坡道相互贯通。矿山采用的采矿方法为房柱法和全面法。井下采用无轨运输，各中段采出矿石由电耙耙至中段运输巷由扒渣机装入自卸汽车，经斜坡道运至井口堆矿场。目前井下采空区主要分布在 4 号线以东、+180m 以上中段。

目前矿山在+300m 平硐口北面建设有空压机房、沉淀池、堆矿场、办公生活区等设施，在主斜坡道（+303m）口附近建设有值班室、高位水池等设施，在+340m 平硐北面建设有配电房、选厂、机修间等设施。

2.1.3 矿产资源开发利用方案概述

本矿山《开发利用方案》由广西悦翔设计咨询有限公司于 2024 年 11 月编制完成，并经过广西壮族自治区矿产资源储量评审中心组织专家评审通过，评审文号：桂储评开审〔2025〕1 号。方案主要设计内容简述如下：

2.1.3.1 资源储量概况及可采资源储量

(1) 矿产资源概况

根据南宁金环地质生态环境工程有限公司于 2024 年 10 月编制的《广西大新县下雷矿区布东锰矿资源储量核实报告》(以下简称“储量核实报告”),该报告经过广西煤炭地质一五〇勘探队组织专家评审通过(桂煤评字〔2024〕12号)。经估算,截止 2024 年 8 月 31 日,查明资源量:*****万 t, 锰平均品位*****%。其中探明资源量*****万 t, 锰平均品位*****%, 控制资源量*****万 t, 锰平均品位*****%, 探明+控制资源量在查明资源量中占比*****%, 推断资源量*****万 t, 锰平均品位*****%。

动用资源量:*****万 t, 锰平均品位*****%。其中氧化锰*****万 t, 锰平均品位*****%, 碳酸锰*****万 t, 锰平均品位*****%。

(碳酸锰)保有资源量:*****万 t, 锰平均品位*****%。其中控制资源量*****万 t, 锰平均品位*****%, 在保有资源量中占比*****%, 推断资源量*****万 t, 锰平均品位*****%。

(2) 设计利用资源储量

根据《储量核实报告》,布东锰矿获得采矿许可证后,在+340m 中段总计施工了 47 个穿脉,发现+340m 中段以上区域盗采现象较多,应为 60 年代左右开采,据“详查报告”采矿窿道有 200 条以上,开采斜深一般为 20m~30m,局部可达 130m。现绝大多数已垮塌或填埋,已不能直接进入观测丈量,布东锰矿 2004 年普查和 2014 年核实时均是如此。矿山企业已将+340m 中段穿脉全部封闭,并将+340m 中段作为总回风井。本次核实工作无法进入盗采破坏区进行观测测量,+340m 中段以上区域碳酸锰矿除 2014 年核实报告已查明的采空资源量外,其余部分本次均估算为保有推断资源量。

由于原民采破坏较严重,+340m 标高以上的区域可能存在危险、有害因素有:地压灾害(冒顶片帮、坍塌等)、透水、中毒窒息、淹溺、高处坠落和其它伤害等危险、有害因素,故为了安全起见,+340m 标高以上的矿体暂不设计开采,建议矿山下一步加强隐蔽致灾因素普查,查清隐蔽致灾因素并采取有效措施后方可对+***m 标高以上的区域进行采矿作业。经计算,+340m 标高以暂不开采的资源量碳酸锰为*****万。

根据《中国矿业权评估师协会关于发布《矿业权出让收益评估应用指南(试行)》的公告》(2017 年第 3 号),对控制资源量和推断资源量均不做可信度系数调整。

本矿山设计利用的矿石资源储量为:(*****-*****) \times 1.0=*****万 t,经加权平均计算,设计利用锰矿石平均品位*****%。

(3) 设计可采资源量

经计算，本次设计利用的矿石资源储量为*****万 t，经加权平均计算，设计利用矿石平均品位：*****%。设计开采回采率为**%，贫化率为**%（由于矿体平均厚度为****m~****m，矿山采掘工作面厚度多大于矿层厚度，采出矿石混入围岩较多，经估算 2023 年度矿山动用资源量*****万吨，实际采出矿石*****万吨，混入围岩*****万吨，导致采出矿石贫化率较高），则本矿山可采出矿石量为：*****万 t \times **% \div （*_*%）=*****万 t。采出矿石品位：*****%。

(4) 开采回采率

本资源开发利用方案报告中设计的全面采矿法、房柱采矿法回采率为**%，满足《矿产资源“三率”指标要求 第 3 部分：铁、锰、铬、钒、钛》（DZ/T 0462.3-2023）中“6.2.3.1 地下开采的锰矿开采回采率最低不低于 80%”的要求。

2.1.3.2 开采方式及开采范围

(1) 开采方式

根据矿山现有的开拓系统布置，矿山原有矿床开拓方式为平硐~斜坡道开拓运输系统，本次开拓系统仍沿用平硐~斜坡道开拓系统。

(2) 开采范围

矿山开采范围即为采矿许可证核定的范围，开采深度：由+****m~+**m 标高，开采对象为达到锰矿工业指标的III+II和I矿体。

2.1.3.3 矿山生产规模、产品方案及服务年限

(1) 矿山生产规模***万 t/a；

(2) 产品方案：锰矿石精矿；

(3) 矿山服务年限

设计开采范围内确定设计利用矿石资源储量为*****万 t，矿山总生产服务年限计算如下：

$$T = \frac{Q \cdot K}{A(1-r)} = \frac{***** \times **\%}{* \times (1 - **\%)} = 11.2 \quad (a)$$

式中：A~~矿山生产规模，***万 t/a；

Q~~矿山可利用资源量：*****万 t；

T~~服务年限；

K~~矿石回采率，取**%；

r ~采矿贫化率，取**%；

经计算，地下开采生产服务年限为 11.2 年，矿山基建期为 0.3 年。

2.1.3.4 矿山开拓运输系统

(1) 开拓系统描述

设计利用原有的 PD300 及 XPD303 作为矿井的主运输井口，设计利用原有的 PD380 回风平硐作为矿井的总回风井口，利用原有的 PD340 作为矿井的紧急安全出口，所有井口均布置在采矿权范围内。

参照国内同类矿山的实际经验，确定开采岩体移动角为：确定岩体的移动角为上盘 $\beta=70^\circ$ ，下盘 $\gamma=70^\circ$ ，走向端部 $\delta=70^\circ$ 。划定地表岩石移动监测范围。

根据布东锰矿矿区矿体赋存条件和开拓现状，考虑到业主提出的不影响当前矿山生产方面的要求，在充分利用现有的井巷工程基础上，本次设计沿用平硐~斜坡道开拓，设计利用原有的 PD300 及 XPD303 作为矿井的主运输井口，设计利用原有的 PD380 回风平硐作为矿井的总回风井口，利用原有的 PD340 作为矿井的紧急安全出口。原有及设计的井口、斜坡道、回风巷道均布置在矿体下盘，均未压覆矿体。

(2) 中段运输平巷

根据矿体赋存条件、矿山现有的开拓井巷和设计的开拓井巷布置情况以及所采用的采矿方法，设计确定中段高度为 20~40m，仍沿用并完善现有+340m、+300m、+260m、+220m、+180m、+140m、+100m、+75m、+55m 的 9 个中段平巷。运输平巷一般沿矿体走向布置在矿体下盘岩石中。

(3) 通风系统

新鲜风流从主平硐（PD300）和斜坡道（XPD303）进入，经斜坡道及各中段运输平巷分送至采场和掘进工作面；采场污风由采场回风上山排至上中段回风平巷或已回采结束的生产中段运输平巷，经中段人行通风上山汇入总回风平硐（PD380），由安装在总回风平硐口的主通风机抽出地表。掘进工作面之污风由局部通风机抽至就近采场回风上山或中段人行通风上山，纳入回风系统中，由主通风机抽出地表。

2.1.3.5 开采顺序

根据矿体的赋存条件，开拓系统的布置，井下共布置 4 个生产中段，分别为+140m、+100m、+75m、+55m 中段，开采顺序为：自上而下分中段开采，在同一中段中，一般先开采上盘矿体，后开采下盘矿体，并由矿体端部后退式回采。两个中段同时回采时，上中段应超前下中段 50m。

2.1.3.6 采矿方法

本方案开采的锰矿体属缓~急倾斜薄矿体（矿体厚度为 0.24m~1.37m，倾角 10°~30°，局部 40°~70°），矿石无结块及自燃性，本矿山为生产矿山，已开采多年，矿山目前采用全面采矿法和房柱采矿法开采。

根据矿山地质条件和开采技术条件，对于缓倾斜薄矿体仍采用全面采矿法（嗣后充填）、房柱采矿法（嗣后充填）；对于急倾斜薄矿体（采场数量较少）选用浅孔留矿采矿法（嗣后充填）。

2.1.3.7 防治水方案

（1）地表水防治：矿区内所有的土建工程及相关的生产、生活设施、各平硐口、斜坡道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，且避开山溪沟谷，避免山洪对各井口造成危害，并在各种设施周边开挖排水沟，防止大气降水形成的地表径流对工业场地及各种设施的冲刷。应加强矿区断裂带与河流、溪沟相联间的治理，以防地表水和暴雨形成的山洪沿崩落区和断裂带渗透井下，确保矿山生产的安全。

（2）井下防治水：设计井下采用平硐~斜坡道开拓，采用一级机械排水，设计井下+300m 水平以上采用平硐开拓，坑内涌水可沿平硐水沟自流排出地表；设计在井下+160m 标高和+55m 中段斜坡道底附近分别布置水仓及水泵房。开采+160m 中段以上的矿体时，各中段涌水汇集至+160m 水仓，再由水泵经盲斜井抽排至+300m 中段，然后通过水沟自流至 PD300 井口三级沉淀池；当开采+160m 中段以下的矿体时，+160m 水仓不再利用，井下各中段涌水汇集至+55m 中段水仓，再由水泵经盲斜井抽排至+300m 中段，然后通过水沟自流至 PD300 井口三级沉淀池。从排水路线来看，设计的排水系统简单、实用，排水系统布置合理、安全可靠。

设计水泵房主要排水设备均由同类型的三台泵组成，工作水泵能在 20h 内排出一昼夜的正常涌水量；除检修泵外，其它水泵应能在 20h 内排出一昼夜的最大涌水量。设计井筒内装设两条相同的排水管，其中一条工作，一条备用。各中段水泵房均设两个出口，其中一个通往井底车场，其出口装设密闭防水门；另一个用斜巷与斜井井筒连通，斜巷上口高出水泵房地面标高 7m。水泵房的设置符合《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）要求。

2.1.3.8 废石场及选矿、尾矿设施

（1）废石场

目前矿山在 PD300 平硐北面设置有临时废石场，占地面积为 3000m²，临时废石场仅

用于临时中转废石，为防止汇水冲刷造成临时废石场发生崩塌、滑坡和泥石流地质灾害，矿山已在废石场周边修建截水沟，防止大气降水形成的地表径流对废石场的冲刷。排水沟坡度不小于 3%，水沟采用片石砌筑，壁厚 0.2m，水沟断面为矩形（宽 0.4m，深 0.4m），最终排至沉淀池（规格：长 6.5m，宽 5m，深 2.5m），雨水经沉淀池后外排，废石最终全部赠送给大新县永固混凝土有限责任公司，矿山不设废石场。

（2）选矿设施

下雷世田锰粉厂选矿厂位于 PD340 窿口北面，于 2021 年 12 月投产，设计产能为***t/d。地面采用汽车运输，目前，矿山采选矿均正常生产，选矿工艺流程适用于本矿床矿石，选矿经济技术指标合理稳定。目前生产中采选的矿石特征与未开采矿石的特征相同，为同一矿床同一矿化带、矿体的矿石，可采用相同工艺流程，加工选冶指标和可选性适用于整个矿床的矿石选矿技术指标评价。布东锰矿的碳酸锰矿石经与下雷矿区的碳酸锰矿石进行类比，同属难选的矿石类型，目前矿山内选矿厂已有成熟的碳酸锰矿石加工选冶技术。布东锰矿范围内碳酸锰矿石以往工作未采取矿样进行选矿试验，相邻的晒所锰矿勘探时做了选矿试验。布东锰矿与晒所锰矿同属下雷矿区锰矿石，布东锰矿矿层位于下雷向斜翼部，晒所锰矿矿层主要位于下雷向斜的核部，两矿区各矿层矿石的矿物成份、结构、构造特征均很相似。因此，本报告中采用晒所锰矿的选矿试验结果。

选矿厂设有破碎、筛分、干选、水选（湿式强磁选）及中矿（复选精矿）再碎再选等工序，生产工艺流程简述如下：

原矿（ $\leq 400\text{mm}$ ）由矿车或汽车运送到原矿仓，然后经振动给料机给入 MC100 颚式破碎机进行粗破。破碎到粒度 175mm 以下的破碎产品通过皮带运输机给入香蕉筛加水分级。-15mm 粒级的矿料经皮带运输机送到湿式强磁选机组（水选）进行选别；+15-25mm 的矿料粒度由皮带运输机送到干式强磁选机组进行选别；+25mm 粒级的矿料由皮带运输机送到圆锥破碎机进行中碎，破碎后的物料与颚式破碎机破碎产品合并经皮带运输机返回香蕉筛分级作业。

-15mm 粒级的矿料经水选作业分选后得到水选精矿和水选尾矿和水选溢流三种产品；+15mm~+25mm 粒度经干选作业分选后得到干选精矿和干选尾矿两种产品。水选精矿和干选精矿合并经皮带运输机送到精矿堆场暂存。干选尾矿经圆锥破碎机细破后，由皮带运输机送到直线筛分级，-15mm 粒度经皮带运输机送到复选水选机进行扫选，+15mm 粒度经皮带运输机送到细碎圆锥破碎机细破，破碎产品返回直线筛。水选尾矿经皮带运输机送到复选水选机扫选。复选精矿由对辊机破碎后分出再选精矿和再选尾矿。复选尾矿

和再选尾矿合并为总尾矿由皮带输送机送到尾矿堆场暂存。所有水选作业的溢流集中到沉淀池，经沉淀压滤脱水，滤饼为 0+1mm 低品位（8%-10%）的矿泥。

选矿产品为品位 $\geq 15\%$ 的精矿，精矿产品销售给广西新振锰业集团有限公司。尾矿赠送给大新县永固混凝土有限责任公司，2022 年 9 月原业主单位已经与大新县永固混凝土有限责任公司签定了供应合同，该合同转至现在布东锰矿的业主单位广西富丰矿业有限公司实行。

整个生产过程均为湿式半湿式作业，破碎过程中产生的含尘废气经袋式除尘器收集过滤后达标排放；压滤后的工业废水经沉淀池沉淀后返回高位水池循环利用，实现了工业废水零排放。整个选矿生产过程中不添加任何化学药剂，不会对环境造成不利影响。精矿、尾矿、矿泥运输过程中，车厢上部均由防尘布封闭，防止粉尘及矿料洒落。主要设备见表 2-1-4。

表 2-1-4 选矿厂主要设备表

序号	设备名称	型号	数量
1	振动给料机	ZSW4911	1
2	颚式破碎机	MACKORNMC100	1
3	圆锥破碎机	MACKORNMH400-EF	1
4	液压圆锥破碎机	MACKORNMH400-C	1
5	双层香蕉筛	ZKB3061	1
6	直线筛	ZKX2445	1
7	快开厢式压滤机	GKXMZ250-1250-U	2
8	水选磁选机	ZX600×1800（双筒）	3
9	水选磁选机	ZX600×1800（单筒）	1
10	干选磁选机	ZX600×1800（单筒）	3
11	螺旋机	FJ1500×6000	2
12	袋式除尘器		1
13	皮带输送系统	TD75 型 120/100/80 型	28m/8m/300m
14	装载机	856H 型	2

（3）选矿技术经济指标

1) 选矿回收率

根据选矿厂的实际生产情况，选矿的经济技术指标是稳定的，本次仍采用目前选矿厂正常运行的生产技术指标，近三年选矿回收率均大于 83.7%，满足《矿产资源“三率”指标要求 第 3 部分：铁、锰、铬、钒、钛》（DZ/T 0462.3-2023）的“6.2.3.2 碳酸锰矿选矿回收率最低不低于 78%”的要求。

2) 综合利用率

本矿山伴生元素均达不到综合利用指标，故暂不考虑伴生矿产资源综合利用率。

(4) 尾矿设施

经放射性检测和有毒有害物质检测，尾矿符合标准建筑材料规定的要求，选矿产生的尾矿经压滤后，作为水泥厂原料运输至大新县永固混凝土有限责任公司。

2.1.3.9 总平面布置

根据矿区地形特征、井口及矿体的分布情况，设计在矿山各井口附近地势平缓处的布置生产辅助设施，生产辅助设施主要包括空压机房、变电站、堆矿场、仓库、机修车间及高位水池等。办公生活区布置于 PD300 主平硐北侧。矿山道路与矿区及外部道路相连，各场地均不占用基本农田，周边影响因素较少。

2.2 矿山自然概况

2.2.1 地理位置

矿区位于大新县城***°方位，与县城直距约**km，属崇左市大新县下雷镇管辖。矿区 2000 国家地理坐标：东经***°***'***"~***°***'***"，北纬***°***'***"~***°***'***"，矿区面积***km²。矿区有公路通大新县、天等县及靖西市，其中大新县至靖西市的 359 国道从矿区北东向约***km 处通过，与本矿区有简易公路相通；矿区至最近的 S60 合那高速收费站直距约*km，总体上交通较为便利。

2.2.2 地形地貌

矿区南部为中低山地貌，矿区北部多为低山地貌，地形起伏较大，外围为岩溶地貌环绕。矿区内部为弧峰、坡谷、洼地等地貌，中部为正地形，地势陡峻。含矿岩系出露部位多为低山丘陵；矿区南、北面有深切纵向沟谷。主干山脊呈东西走向，与构造方向相近。矿区地势西高东低，绝对标高最高+780m(蹬高梁山)，最低侵蚀基准面标高+270m，切割深度 250~350m，山峰呈狼牙状、锯齿状，山坡为陡坡、陡崖，坡度 50~85°，基座相连，洼地个体分散，底部呈锅底、漏斗状，局部呈长条状，四周封闭，常发育有竖井、溶洞、漏斗，洼地中一般有溶余堆积粘性土夹碎石覆盖，厚度 1~3m。据统计，每 100km² 有 80~120 个洼地，每个洼地面积 0.083~0.125km²。山坡及山顶基岩几乎裸露，地表溶蚀强烈，溶沟、溶槽、石牙极为发育。

2.2.3 气象、水文

2.2.3.1 气象

矿区所在地崇左市位于北回归线附近，气候属亚热带季风气候区，冬季低温干燥，

春季回暖早频，夏季闷热多雨，秋季昼夜温差大；光照充足，热量丰富，雨量充沛。多年平均气温 19.5℃，极端最高气温 37.1℃，极端最低气温-2.6℃，最热月平均气温 25.7℃（7月），最冷月平均气温 11.1℃（1月）；年平均降雨量 1456.2mm，多集中在 6~8 月，占全年总降雨量的 67%~73%；年平均蒸发量 1363.6mm，年平均相对湿度 81%，年最大降雨量 1261mm，月最大降雨量 192.1mm，日最大降雨量 116.9mm；全年日照总数 1523.0h，太阳辐射总量为 101.9 千卡/m²，太阳辐射量最多是 7 月和 8 月。崇左市由于地形复杂，各地风向难以一致，各种风向频率也不同，县气候站全年风向静风占 51%，东风占 10%，南风占 13%，西风占 1%，多年平均风速 1.1m/s，最大风速 34m/s；年均无霜期 303.7 天。

2.2.3.2 水文

矿山所在区域上属珠江水系的左江流域，西部为珠江水系与越南红河水系的分水岭。地表水系较发育，主要有自北西向东南流经矿区东北边缘的下雷河（黑水河上游支流）。下雷河发源于靖西县武平乡，流经胡润镇、下雷镇、硕龙镇，于硕龙镇东部汇入黑水河。下雷河全长 56.62km，集雨面积 412.12km²，在湖润~下雷段河床标高为 250~240m，河床宽度 35~50m。坡降约为 1‰，流速为 0.69m/s，平均水深为 5.3m，枯水期最小流量 8.44m³/s（2004 年 11 月），最大洪水流量 31.54m³/s，洪峰水位标高为+247.60m（2009 年 5 月 20 日）。多年平均流量为 21.32m³/s，2018 年 11 月 13 日观测流量为 19.63m³/s。本区为下雷河的补给区，周边发育的支流水系主要有四明河、咱所溪、布康溪和布东溪，其中矿区范围内地表水体主要是咱所溪和布东溪。

矿区内地表河流明显具有夏雨型特征，河流水位、流量受降雨量控制，季节变化明显，雨季水量较大，枯季水量较小，其流量大小均受上游降水影响。

2.2.4 土壤、植被

（1）土壤

矿区内主要分布有山地灌丛草甸土、红壤土、黄壤土、石质土、冲积土等。自然土壤主要有山地黄壤、页岩红壤、山地灌丛草甸土，旱地多为红壤、棕泥土、潮沙泥土。山地黄壤土主要分布在地带，有机质含量多，湿度大，土壤潮湿疏松，植被条件好，土层可达 0.15m~4.7m，自然肥力高。有效土层厚度 0.6m，土壤中有机质含量一般为 0.3~1.2%，pH 值为 6.49~6.98，略偏微酸性。

（2）植被

矿区为亚热带湿润气候区，经现场调查，矿区地表植被以草丛、灌木为主，主要为桉树林及自然生长的杂木林，低矮灌草丛参杂分布于林下常见的草本有狗脊、东方乌毛

蕨、淡竹叶、铁芒萁、五节芒、蔓生秀竹、十字台草、山姜、马蹄蕨、金茅、野古草、铺地锦等。常见的藤本植物有流苏子、藤黄檀、野木瓜、粤蛇葡萄、土茯苓、酸藤子、三叶木通、买麻藤等。矿区内未发现珍稀濒危植物，也未发现经济价值很高的地方特有植物种类。

2.3 社会经济概况

矿区所在下雷镇位于广西壮族自治区崇左市大新县西南部，东接天等县，南连硕龙镇，西邻百色市、靖西市和越南，北靠天等县和百色市靖西市。镇政府驻地下雷街，距中越边境仅 8 公里，省道古靖线穿过境内。

下雷镇的经济的发展以锰矿资源为主导，拥有丰富的锰矿储量，是全国锰矿储量最高的地区之一。近年来，下雷镇大力发展锰矿深加工产业，乡镇企业已发展到 263 家，年产值超千万元的冶炼企业产品畅销全国各大钢铁厂，部分化工企业的产品还远销美国、加拿大、澳大利亚等国家。根据 2024 年大新县政府工作报告，全县常住人口 28.06 万，全县地区锰业总产值完成 29.4 亿元，糖业产值完成 15.6 亿元，村集体经济收入 2482 万元，农村居民人均可支配收入 18959 元，全县脱贫人口（含监测对象）人均纯收入 19631 元。全县地区耕地面积净增加 1.01 万亩，治理撂荒耕地 3783.21 亩，完成粮食作物种植 41.05 万亩，推动糖料蔗种植 50.21 万亩。全县域森林覆盖率 47.51%，蓄积量达 915.58 万 m³。

2.4 地质环境背景

2.4.1 地层岩性

2.4.1.1 区域地层

矿区位于南华准地台右江再生地槽的西南部，地处三级构造单元下雷--灵马拗陷西段，北西属靖西--田东隆起西部，南东为西大明山隆起北西部。区域上广泛出露晚寒武世以来的沉积岩系，岩相丰富。区域构造复杂，并有少量基性--酸性岩浆岩分布。是著名的沉积锰矿富集地区。

2.4.1.2 矿区地层

矿区内地层自老至新有中泥盆统东岗岭组（D_{2d}）、上泥盆统榴江组（D_{3l}）、上泥盆统五指山组（D_{3w}）、下石炭统岩关组（C_{1y}）、下石炭统大塘组（C_{1d}）、和第四系（Q）。自老至新分述如下：

（1）中泥盆统东岗岭组（D_{2d}）

分布于矿区外围的北面，出露不全。一般由浅灰色厚层状白云质灰岩和深灰色、灰黑色薄至厚层状灰岩、含硅质泥灰岩、含生物碎屑泥灰岩及稀疏分布的硅质岩条带、透镜体、团块组成。

(2) 上泥盆统榴江组 (D_3I)

大致呈北东向条带状分布于矿区北侧，厚108.50~147.41m。按岩性又分为上下两部份：下部厚59.80~73.56m，以深灰色为主的薄至微层状硅质灰岩夹少量硅质岩和生物碎屑灰岩，岩石成份不纯，部份含泥质、炭质，局部含泥质高者形成钙质硅质泥岩夹硅质灰岩或二者互层。距上部约10m处主要为含锰硅质岩，其中一段厚2.59m，含锰1.60~5.55%，平均含锰3.40%。上部厚48.70~74.85m，为深灰至灰白色，主要为薄层状间夹微层状，偶见中层状的钙质泥岩、少量硅质岩及生物碎屑灰岩。风化后成为薄~微层状的硅质岩夹硅质泥岩。

(3) 上泥盆统五指山组 (D_3w)

在矿区中部呈北东向条带状展布，底部以灰岩、泥灰岩、硅质岩的扁豆体、条带、结核的出现与下伏地层榴江组分界，是本矿区的含矿层位，按岩性组合分四段，

五指山组第一段 (D_3w^1)：主要为2分层，顶部为3分层；厚10.76~88.32m。主要为钙质泥岩夹少量灰岩、泥灰岩、泥质灰岩的扁豆或条带。顶部（3分层）为薄层状泥质灰岩夹少量泥灰岩或钙质泥岩及条带状、扁豆状硅质岩（北部西段本层则变为薄层状硅质灰岩夹微层状钙质泥岩）。顶部则为薄层状硅质岩夹微层状泥岩。

五指山组第二段 (D_3w^2)：厚12.97~41.90m。本段包括（III+II）、I矿层及两个夹层（简称“夹一”、“夹二”，下同），依次编为4~8分层。（III+II）、I矿层为碳酸锰矿，夹一为薄层硅质灰岩及少量硅质岩夹微层钙质泥岩；夹二为锰质泥灰岩或锰质泥岩。矿层风化后成为氧化锰矿。

五指山组第三段 (D_3w^3)：以10分层为主，厚度31~42m，平均39m。主要为硅质灰岩夹少量硅质岩、钙质泥岩及泥灰岩。本段中上部7~12m处，有1~3层数cm至二十cm厚之锰质灰岩或碳酸锰矿薄层；底部有一层厚度较稳定的薄层硅质岩（即第9分层）。本段风化后成为薄层状硅质岩夹微层状泥岩。

五指山组第四段 (D_3w^4)：为11~17分层，厚度27~52m，平均38m。主要为钙质泥岩、泥灰岩及泥质灰岩，下部夹含碳硅质岩、泥质硅质岩，少量为含钙硅质岩；底部在南部矿段有一层较稳定的含豆状硅质结核钙质硅质泥岩（11分层），至北部矿段则逐渐尖灭，且硅质结核消失。本段风化后主要为泥岩，下部夹硅质岩，底部

在南部矿段附近则是含豆状硅质结核泥岩。

(4) 下石炭统岩关组 (C_{1y})

矿区内呈北东向条带状展布，分五个岩性段：

岩关组第一段 (C_{1y}¹)：厚141.76~204.24m，平均188m。岩性主要为含硅泥质灰岩夹硅质灰岩、硅质泥岩，部份为硅质岩，少量生物碎屑灰岩。岩层自上而下硅质、泥质增加。本段风化后成为薄至中层状硅质泥岩夹薄层、条带状硅质岩。

岩关组第五段 (C_{1y}⁵)至第二段 (C_{1y}²)：岩性主要由硅质泥质灰岩、生物碎屑灰岩、硅质岩及少量硅质泥灰岩所组成。划分依据是根据这些岩石在各部位组合数量的不同来划分。一般三、四段含硅质泥质较高，其余部分硅、泥质不同程度的减少。风化后成为薄层硅质岩夹硅质泥岩及硅质泥岩夹硅质岩。第二段顶部及第五段含磷质，局部富集成次生磷矿。厚97.03~142.63m，平均104m。

(5) 下石炭统大塘组 (C_{1d})

大致呈北东向条带状分布于矿区中部及北部，厚137.50~142.30m，平均139m。为含硅质灰岩或硅质灰岩与硅质岩互层夹少量生物碎屑灰岩。薄~中层状构造，底部含泥质较高，并夹较多的硅质岩。风化后为硅质泥岩夹硅质岩。

(6) 第四系 (Q)

厚0~20m。为坡积的亚粘土、亚砂土夹岩石碎块，无分选性，未经固结。在沟谷中有冲积的砂砾层。

2.4.1.3 岩浆岩

区域出露的岩浆岩主要有加里东期花岗岩及中生代基性-超基性侵入岩，局部为次火山岩及火山岩。花岗岩出露于钦甲穹隆核部，为一平面形状近圆形的岩株，与寒武系呈明显的侵入接触关系，与中、下泥盆统在地表多为断层接触。基性-超基性侵入岩主要分布于地州~向都弧形褶皱带的中、西部地区，以龙邦背斜两翼及地州北面最发育，岩体呈小岩株、岩墙、岩床产出；主要岩性为黑云母二辉橄榄岩、辉长辉绿岩及辉绿岩。火山岩及次火山岩分布于岳圩向斜北翼，呈筒状侵入于下石炭统中，主要为凝灰熔岩、熔岩角砾岩、玄武玢岩等。火山岩分布于龙邦背斜两翼及北西向断层或次一级裂隙中，为裂隙喷发式，岩体呈透镜状，为基性的凝灰熔岩、熔岩凝灰岩等。

矿内没有岩浆岩出露。岩浆岩主要出露在矿区外围的东北部，大小共约9个岩体，呈小岩株或岩脉产出。主要岩石为钠长石化辉绿岩、蚀变辉绿岩、蚀变辉绿玢岩、弱黄铁矿化蚀变闪长玢岩、蚀变多孔状玄武玢岩等浅成侵入一喷出岩。这些岩体侵

入 $D_2d \sim D_3w^3$ 、 $C_{1y}^1 \sim C_{1d}$ 及 C_2h 等地层，多沿断裂侵入到远离矿层的顶、底板地层中。尚未见到因岩浆岩的侵入而使地层（包括碳酸锰矿层）发生明显变质和蚀变等现象。

2.4.1.4 变质作用及围岩蚀变

矿区周边未见区域变质作用，只在钦甲花岗岩体的外接触带有强烈的接触交代作用和接触热变质作用，使围岩发生矽卡岩化和角岩化；基性-超基性岩的外接触带，只有硅化、白云岩化、黄铁矿化和重结晶等蚀变作用。

矿区未见区域变质作用，仅Ⅲ+Ⅱ和Ⅰ矿层围岩（灰岩、泥岩）具有硅化蚀变现象。

2.4.2 地质构造与地震等级

2.4.2.1 地质构造

（1）区域地质构造

根据《广西壮族自治区区域地质志》，下雷锰矿区位于西大明山凸起的西端和桂西坳陷南缘的地州-向都弧形褶皱带西南部，上映~下雷向斜的南部。发育有一系列褶皱及断裂。其中，西部的卜屯~那造向斜、中部的岳圩向斜呈东西向，构造形态较完整，只有少量NW~SE向的断层斜交切割。龙邦背斜亦在本区域西部，基本上呈NW~SE向被较多的纵向断层切割，其南翼次级小褶皱发育。东部荣华-建屯向斜、把荷-湖润背斜、上映~下雷向斜、泗城岭背斜等基本都是NE~SW走向，为较紧密的线状褶皱（泗城岭背斜除外）。上映~下雷向斜南东翼常常倒转。

区内东部纵向断层发育，与褶皱轴向基本一致，仅有少量横断层，如下雷断裂；斜切褶皱走向的断层很少。各种不同走向的断层中以正断层为主，逆断层次之，斜推平移断层较少。东部NW向断层切割NE向断层；西部则相反，NE向断层切割NW向断层。被断层切割的最新地层为下三叠统。断层主要发于印支期。

2.4.2.2 矿区构造

矿区构造以褶皱、断层效应较明显。

（1）褶皱

本区属下雷向斜构造的北东翼东段，总体为向南倾伏的单斜岩层，倾角 $10^\circ \sim 300^\circ$ ，但局部褶皱起伏，次级褶皱十分发育，呈雁行排列。褶幅宽50~250m，倾角较平缓，东部被北西向断层F67和F68切割。

（2）断层

整个矿区断层甚多，对矿体形态有程度不同的破坏作用。本区断层大致可分为四期五个组：

第一期第一组：是最早产生的正断层。倾向南南东至北北西。其延伸方向与褶皱枢纽大致平行，偶以低角度斜交。断层延长 300~5800m，破碎带宽度小于 1m，由硅质岩、泥岩角砾及粘土组成，部分有锰染或锰矿碎块。时见石英脉。被其后形成之各断层所切割。属于这一组的断层有：F72、F71 等。F72 以低角度切割矿层，而使北翼 8 线以西的矿层露头支离破碎。

第一期第二组：是最早产生的逆断层。倾向南南东到南东。延伸方向与褶皱枢纽大致平行，长 400m 到大于 750m。破碎带宽度小于 1m，主要由硅质岩、泥岩角砾及岩屑组成并有泥质充填或锰质渲染。属这一组的断层有 F78。

第二期第三组：为次早期生成的正断层。其走向多与褶皱枢纽作 10~20 度的角度斜交，延伸 200~2500m，倾向南东，多与褶皱轴面斜交，破碎带较发育，宽一般 1m 左右，局部可达 7m。断层角砾主要以硅质岩及泥岩碎块或碎屑为主，并有废石土充填。

第三期第四组：为中期生成的逆断层。断层面倾向南东，倾角一般较陡。长度为 400~550m，大致与矿层走向成 10~30 度角斜交，使矿层在平面上出露位置错开，而在剖面上，则矿层重复出现。破碎带不发育，仅使两盘岩石受挤压而发生弯曲。属这一组的断层有 F69、F70 等两条。

第四期第五组：为晚期生成的断层。是一系列横切地层及褶皱枢纽的正（或平推）断层，它明显切割第一、二期断层。该组断层发育，但一般规模不大，延长 300~700m，个别达 1300m，倾向北东到北西，倾角一般较陡，破碎带不发育。属这一组的有 F59、F65、F67、F68、F73 等。该组断层仅偶尔把矿层错开，对矿层影响不大。

矿区范围内对矿层切割较严重的断层主要有发育在北翼露头带附近的走向断层，重要者有 F76、F74 等。其一般倾向不同，倾角 38~60 度不等，多为正断层，延长不一，从 500m 到 4km 不等，往往被 NNW 向平推断层所切割、垂直落差 16~120m，大多数为 30~70m，水平断距 10~200m，一般 20~70m。它们对氧化带附近的矿体切割甚剧，但对深部矿体影响并不严重。其次零星发育一些 NNW 向平推断层，如：F73、F68、F59 等，后三条断层发育在东侧，延长较远，F59、F65 贯通南北两矿段，但一般错距均在几十 m 内。此外，钻孔见到小的隐伏断层，其中少数孔内的隐伏断层使矿体断失，断层垂直落差 10-20m。矿区范围内主要断层特征见表 2-4-2：

表 2-4-2 下雷矿区布东锰矿区断层特征一览表

编号	位置	延长 (m)	倾向	倾角	垂直落差 (m)	水平错距 (m)	性质	交切关系
F76	10~34线北部	2800	SE	38~50	30~50	20~55	正断层	被F73切割
F73	9-10线北部	550	SWW				正断层	切F76、F71、F72
F72	8-9线北部	550	SE				正断层	与F71平行分布
F71	8-9线北部	550	NW				正断层	
F70	6线北部	500	SE	85			逆断层	与F69平行分布
F69	4线北部	600	SE				逆断层	
F68	04线北部	2200					平推	只有500m伸入矿体

2.4.2.3 地震等级

矿区位于大新县的西北部，其大地构造单元属南华准地台，右江再生地槽、靖西~田东隆起的西南部。根据历史地震资料，矿区属桂西弱震地震构造区。地震频率不高，强度不大，震源浅。历史上大新县的地震记载：明正德二年（1507年）9月14日，归顺州（今靖西）发生地震，震声如雷，波及下雷土州（今下雷镇）；1978年4月9日，县城发生3.6级地震，房屋掉瓦，桌椅摇动，少数天花板、墙壁龟裂，未造成人畜伤亡。另外大新县附近的扶绥、平果、靖西发生四级以上的地震时，本矿区内也有震感。根据《中国地震动峰值加速度区划图（1:400万）》（GB18306-2015图A1），评估区地震动峰值加速度为0.05g，相当于地震烈度为VI度区；根据《中国地震动反应谱特征周期区划图（1:400万）》（GB18306-2015图B1），调查区地震动反应谱特征周期为0.35s，属弱震区。评估区50km范围内未发生过5级地震，20km范围内无活动断裂，根据《活动断层与区域地壳稳定性调查评价规范》（DD2015-02）表5、表6、表7（表2-4-3~2-4-5）的规定，评估区所在区域构造稳定，地表稳定，区域地壳稳定性分级为稳定。

表 2-4-3 构造稳定性评价基本指标及分级标准

构造稳定性分级	地震活动性			地块特征	邻近50km范围内断层活动性 ^a	构造应力应变特征		地球物理场特征	
	地震峰值加速度g	区域内历史最大地震震级M	潜在震源区（震级上限） M_u			构造应力场	区域地表变形s（mm/a）	重力布格异常梯度（ $10^{-5}/(s^2 \times km)$ ）	大地热流值 ^b （ mW/m^2 ）
稳定	≤ 0.05	M<5级地震	$M_u < 5.5$	古老结晶基底（前寒武纪），工作区范围内没有活动火山或潜在火山灾害不能影响划分单元，划分单元内没有第四纪火山。	无活动	岩石饱和单轴抗压强度与最大主应力比值大于10，主应力方向变化 $0^\circ \sim 10^\circ$ 。	均匀上升或下降（ $s < 0.1$ ）	< 0.6	≤ 60 ，基本无温泉
次稳定	0.05~0.15	有 $5 \leq M < 6$ 级地震	$5.5 \leq M_u < 6.5$	古生代褶皱带中地（岩）块、地壳较完	弱活动	岩石饱和单轴抗压强度与最大主	不均匀升降，轻微	0.60~1.0	60~75，有零星温泉

构造稳定性分级	地震活动性			地块特征	邻近50km范围内断层活动性 ^a	构造应力应变特征		地球物理场特征	
	地震峰值加速度g	区域内历史最大地震震级M	潜在震源区(震级上限)M ₀			构造应力场	区域地表变形s(mm/a)	重力布格异常梯度(10 ⁻⁵ /(s ² ×km))	大地热流值 ^b (mW/m ²)
		活动或不多于1次M≥6级地震		整,工作区范围内可能存在活火山,但潜在火山灾害不能影响划分单元,划分单元内有第四纪火山,但没有活火山。		应力比值7~10,主应力方向变化10°~30°。	差异运动(s=0.1~0.4)		分区
次不稳定	0.15~0.4	有6≤M<7级地震活动或不多于1次M≥7级地震	5.5≤M ₀ <6.5	中、新生代褶皱带盆地、槽地边缘、裂谷带、地壳破碎,工作区范围内存在影响地区安全性的活火山,划分单元范围内可能存在活火山。	较强活动或中等活动	岩石饱和单轴抗压强度与最大主应力比值4~7,主应力方向变化30°~60°。	显著断层差异(s=0.4~1)	1.1~1.2	75~85,有热泉、沸泉发育
不稳定	≥0.4	有多次M≥7级的强地震活动或次M≥8级地震	M ₀ ≥7.5	新生代褶皱带、板块碰撞带、现代板块俯冲带,现代岛弧深断层发育,地壳破碎,划分单元范围内存在影响安全的活火山。	强活动	岩石饱和单轴抗压强度与最大主应力比值<4,主应力方向变化60°~90°。	强烈断层差异运动(s>1)	>1.2	>85,热泉、沸泉密集发育

表 2-4-4 地表稳定性评价指标及分级标准

稳定性分级	地质灾害			岩土体类型	构造地貌	
	活动断层展布	外动力地质灾害	内动力地质灾害			人类活动地质灾害
稳定	划分单元及外延20km范围内无活动断层	基本无外动力地质灾害	无构造地质灾害,不具备地震震动诱发地质灾害的岩土体条件	无采矿、水库蓄水等工程建设,或大规模工程建设不易造成地质灾害	完整坚硬岩体:火成岩,厚层、巨厚层沉积岩,结晶变质岩等坚硬岩石	剥蚀准平原、山前平原、冲积平原、构造平原
次稳定	划分单元及外延5km范围内无活动断层	降雨、河流冲蚀等水动力诱发的地质灾害偶有发生、规模较小	无构造地裂缝,具有地震砂土液化的岩土体条件	采矿或地下工程诱发地质灾害偶有发生,库岸斜坡基本稳定,抽汲地下液体或气体未诱发地表变形	较坚硬的沉积岩,砂砾土,砂土的粗颗粒第四纪地层	山间凹地,冲积平原,河口三角洲,湖泊平原,黄土派、梁、崕,溶蚀准平原
次不稳定	划分单元内有弱活动断层和中等活动性断层	降雨、河流冲蚀等水动力诱发的地质灾害较频繁、规模中等	存在构造地裂缝,具有发震断层地表破裂、地震砂土液化构造和岩土体条件,未来可能发生	采矿或地下工程易诱发地质灾害,库岸斜坡有蓄水失稳,抽汲地下气液体诱发地表变形	页岩、粘土岩、千枚岩及其它软弱岩石,风化较强烈(未解体)若石,松散土体	丘陵,剥蚀残丘,洪积扇,坡积裙,阶地,沼泽堆积平原,冰川堆积刨蚀区,海岸阶地、平原,石穿残丘,峰林地形,风蚀盆地
不稳定	划分单元内有较强活动断层和强活动断层	降雨、河流冲蚀等水动力诱发的地质灾害频繁、规模大	构造地裂缝成带分布,或发震断层地表破裂、地震砂土液化历史上曾有发生,未来发生可能性大	采矿或地下工程诱发地质灾害频繁发生、库岸斜坡严重失稳、抽汲地下气液体导致地表严重变形	砂土层,特别是淤泥、粉细砂层、粘土类土发育。劣质岩土,如冻融土层、湿陷性土、分布较宽的构造岩带(糜棱化破碎带)、风化严重导致解体的松、严重的岩溶地段,以及膨胀性岩土,浅水位松散土	构造或剥蚀山地、丘陵,河床,河漫滩,牛轭湖,河间地块,沼泽,沙漠砂丘,岩溶盆地

表-2-4-5 依据地表稳定性和构造稳定性划分的区域地壳稳定性

区域地壳稳定性分级	构造稳定性	地表稳定性
稳定	稳定	稳定
	稳定	次稳定
次稳定	稳定	次不稳定
	次稳定	稳定
	次稳定	次稳定
次不稳定	稳定	不稳定
	次稳定	次不稳定
	次稳定	不稳定
	次不稳定	稳定
	次不稳定	次稳定
	不稳定	稳定
不稳定	次不稳定	次不稳定
	次不稳定	不稳定
	不稳定	次稳定
	不稳定	次不稳定
	不稳定	不稳定

2.4.3 岩溶发育特征

根据 2023 年南宁地矿地质工程勘察院对布东矿区的地面调查，未在矿区地表发现岩溶漏斗、塌陷、溶洞、落水洞、溶井、地下河天窗等岩溶现象发育，矿区地表第四系土层覆盖，地表岩溶现象发育弱，地表岩溶发育密度低。

矿区地层以碳酸盐岩夹硅质岩为主，岩溶总体以溶蚀裂隙和孔洞发育为主，局部地段发育小溶洞。根据地质孔钻探揭露情况，仅在 1 个钻孔 ZK205 内揭露到 2 个小溶洞，溶洞发育地层为中石炭统黄龙组，岩性为灰岩夹硅质灰岩，洞高 0.70m，埋深在 5~5.7m 和 53.13~53.83m 段，发育标高+574.52~+573.82m、+526.39~+525.69m，溶洞内未见充填物，矿区内中石炭统黄龙组岩组揭露钻孔 5 个，钻孔遇洞率 20%，线岩溶率 0.27%，岩溶发育较弱。下石炭统大塘组揭露钻孔数量 22 个，局部发育少量溶蚀小孔洞，孔径 0.1~2.0cm 不等，充填有石英团块，遇洞率 0，线岩溶率 0，岩溶总体不发育。下石炭统岩关组岩组未揭露到溶洞，钻孔遇洞率 0，线岩溶率 0，仅局部发育少量溶蚀小孔洞，孔径 0.1~1.5cm 不等，充填有石英团块，岩溶总体不发育。上泥盆统五指山组（D₃w）岩组未揭露到溶洞，钻孔遇洞率 0，线岩溶率 0，仅局部发育少量溶蚀小孔洞，孔径 0.1~2.5cm 不等，充填有石英团块，岩溶总体不发育。因此综合分析矿区内岩溶发育总体较弱，岩溶发育形式以溶蚀为主，局部发育中等，偶见小溶洞。综上，确定评估区岩溶发育程度属弱发育。

2.4.4 水文地质条件

2.4.4.1 区域水文地质条件

矿区所在区域上位于上映~下雷向斜的西段近核部位置，上映~下雷向斜是一个向斜成山的峰丛洼地、谷地地貌类型。上映~下雷向斜两翼次级褶皱十分发育，翼部岩性以粉砂岩、泥质粉砂岩夹、硅质岩夹条带状灰岩为主，形成一个相对阻水的构造，地下水主要赋存于泥盆系中统东岗岭组灰岩的溶蚀裂隙之中，以潜水的形式存在，均有统一的潜水面，其间位于上映~下雷向斜核部的压扭断层起到一定的相对隔水作用，但其总体不连续。于矿区北东侧流过的下雷河为本区的排泄边界，由此组成了一个较为相对独立的下雷地下水系统，即下雷区域水文地质单元I。下雷区域水文地质单元I边界条件清晰，地下水补给、径流、排泄条件相对独立完整。下雷区域水文地质单元I的地下水一般以背斜轴部附近山脊向两侧谷地、河谷径流，排泄于下雷河，下雷河为本区域水文地质单元的排泄边界，区域水文地质边界如下：西面~北面边界为国界---新兴街东侧山脊---湖润镇南侧山脊；北东面边界为下雷河；南东面边界：国界---硕龙镇（德天）---吞屯---下雷镇南侧；南面边界大致为中越边界。该区域水文地质单元中排泄边界下雷河的常水位+241.50m为当地最低侵蚀基准面。

矿区位于下雷区域水文地质单元I的北侧补给径流区，根据其水文地质特点，可细分为次一级水文地质单元~北侧的布东次级水文地质单元I-1、南侧的唔所次级水文地质单元I-2及布康次级水文地质单元I-3。矿区主要地下采矿区、矿坑排水口及其他工业场所均位于布东次级水文地质单元I-1西南侧上游补给径流区，部分南侧地下采矿区位于南侧的唔所次级水文地质单元I-2内。另外矿区西侧少部分位于布康次级水文地质单元I-3内，但该矿区西侧范围无地下采矿区，也无地表工业场所和设施分布。因此布东次级水文地质单元I-1和唔所次级水文地质单元I-2是本矿山最主要的地下水水文地质论述单元。

2.4.4.2 矿山水文地质条件

（1）矿区地下水类型及富水性

根据含水岩组（层）岩性、地下水赋存条件、水力性质特征，将矿区及周边地层划分为五个含水岩组（层）和二一个隔水层，各含水岩组（层）主要特征如下：

1）第四系松散岩孔隙含水岩组

主要分布在布康溪、唔所溪沿岸及洼地中。上部为含砾石的亚砂土、粉质粘土，属冲洪积层，下部为碎屑状硅质泥岩、泥岩，属残积层。厚0~20m，多分布于布康溪及其分支沟谷地带，地下水主要埋藏在土层孔隙中。水位埋深1~2m，对矿体的

开采无直接的影响，原晒所矿区勘探工作未对该层进行水文地质实验，据以往资料渗透系数(K)为0.140m/d，单位涌水量(q)为0.028L/s·m。

2) 中石炭统黄龙组及下石炭统大塘组(C_{2h}、C_{1d})溶蚀裂隙含水岩组

由灰岩、硅质灰岩组成，薄至中厚层状构造，分布于向斜核部的晒所溪沟谷。地下水主要赋存在灰岩、硅质灰岩的岩溶裂隙中，据47个地质孔揭露情况，该含水岩组揭露钻孔数量23个，其中中石炭统黄龙组岩组揭露钻孔5个，仅在其中1个钻孔的中石炭统黄龙组岩组揭露到两个小溶洞，洞高0.70m，埋深在5~5.7m和53.13~53.83m段，溶洞内未见充填物，中石炭统黄龙组岩组钻孔遇洞率20%，线岩溶率0.27%，岩溶发育较弱。下石炭统大塘组揭露钻孔数量22个，局部发育少量溶蚀小孔洞，孔径0.1~2.0cm不等，充填有石英团块，遇洞率0，线岩溶率0，岩溶总体不发育。该岩组泉水出露标高+356.7~+410m，流量0.1~0.24L/s，弱富水性，由于下伏岩关组(二~四段)隔水层作用，该含水层形成独立的补给、迳流、排泄系统，受降雨补给，主要自晒所沟谷四周山脊向中部的沟谷集中汇聚径流排泄，形成晒所溪后再往东侧径流，最终排泄汇入下雷河，对矿床充水无影响。

3) 下石炭统岩关组一段(C_{1y}¹)溶蚀裂隙含水岩组

由含硅质泥质灰岩、硅质灰岩及生物碎屑灰岩组成，上部及下部含硅质条带较多，中部层状构造，厚141.76~204.24m。地下水赋存在岩层节理裂隙和溶蚀裂隙中，据矿区内47个地质孔揭露情况，该含水岩组未揭露到溶洞，钻孔遇洞率0，线岩溶率0，仅局部发育少量溶蚀小孔洞，孔径0.1~1.5cm不等，充填有石英团块，矿区内该岩组岩溶总体不发育。

该含水层地下水化学类型为HCO₃-Ca型，是矿床顶板间接充水含水层，当矿床采空放顶后，导水裂隙带和垮落带影响范围到达C_{1y}¹含水层时，则对矿坑进行充水影响。

4) 上泥盆统五指山组(D_{3w})裂隙潜水~承压水含水层(矿层含水层)

由锰矿层(包括夹层)及顶板硅质灰岩夹硅质岩、钙质泥岩和泥质灰岩组成。于向斜南、北两翼露头带及西部为潜水，其他部位为承压水，于布康洼地及布康溪谷可以自流。该层于向斜南、北两翼出露地表。施工地质钻孔均未揭穿上泥盆统五指山组，厚度不详，据矿区内47个地质孔揭露情况，该含水岩组未揭露到溶洞，钻孔遇洞率0，线岩溶率0，仅局部发育少量溶蚀小孔洞，孔径0.1~2.5cm不等，充填有石英团块，因此矿区内该岩组岩溶总体不发育。地下水赋存在岩层节理裂隙和溶蚀裂隙及构造裂

隙中，钻孔单位涌水量 0.0016~0.0901 L/s.m，为弱富水性。作为含矿层及顶底板含水岩层，该含水层为矿体直接充水含水层，未来矿山开采时作为最重要的矿床充水水源，也是地下水疏干影响主要含水层。

潜水部分：浅部为风化岩层含水带，厚 10~40m，具溶蚀裂隙和溶蚀小孔洞，在水平方向上，其发育程度差异性较大，在补给区的沟谷中，地下水偶以线状、片状渗出形成泉，流量 0.036~0.45L/s。

承压部分：主要分布在向斜中部，含水层厚 28~68m。西部、西北和北部变厚，含构造裂隙水，其中近翼部断裂构造较发育部位富水性较大。向斜中部断裂构造不发育，含水层埋藏较深，富水性小。

该含水层是矿床顶板直接充水含水层，主要接受大气降雨补给和上部其他含水层的下渗补给，地下水径流方向一般是自向斜两侧翼部向轴部谷地（即向斜沟谷）径流排泄，由于上部隔水层的分布，地下水无处径流排泄具承压性，而向斜的南侧翼部因 F1 断裂强烈发育切割形成布康沟谷，沟谷地势低，断裂构造导水性能好，形成良好的地下水排泄通道，导致该层含水层主要自地势较高的北侧翼部（即布东锰矿区）流经轴部向斜谷地后继续向地势较低的南侧翼部径流排泄，于沟谷低洼处和构造破碎带露头处以泉或渗流形式排出地表，汇入布康沟谷形成布康溪，再往东侧径流排入下雷地下河，最终以地下河出口形式排入下雷河。

5) 中泥盆统东岗岭组 (D_{2d}) 裂隙溶洞含水岩组

由灰岩、白云质灰岩组成，中至厚层状构造，围绕矿区外围分布，在南翼与五指山组多为断层接触，岩溶发育，但不均一。在垂直方向上，随深度减弱，上部裂隙溶洞含水带为强岩溶发育带，以大溶洞和暗河为主，溶洞发育下限标高+316~+348m。厚约 66m。以往未针对该层进行水文地质实验。据区域水文资料显示该含水层渗透系数 (K) 为 2.0788m/d。

下部裂隙溶洞含水带：为弱岩溶发育带，仅发育溶蚀裂隙，据收集资料显示该含水层渗透系数 (K) 为 0.7103~0.7812m/d。

该含水层接受大气降雨补给，补给范围广，补给源丰富，以地下河的形式集中径流排泄，向东补给下雷河，在矿区该层位于向斜南北翼含矿层五指山组 (D_{3w}) 之下，中间有榴江组 (D_{3l}) 隔水层分布，因此该层对矿床充水基本无影响。

6) 隔水层主要特征：

①下石炭统岩关组 (二~五段) (C_{1y}²、C_{1y}³、C_{1y}⁴、C_{1y}⁵) 隔水层

主要由硅质、泥质灰岩夹生物碎屑灰岩和硅质岩组成，厚 65~148m，分布稳定。原矿所矿区勘探为验证资料亦对本层进行了专门抽水试验（见表 3.3-1）其单位涌水量 q 为 0.0008 L/s.m，小于 0.001 L/s.m，为相对隔水层。

②上泥盆榴江组（ D_3I ）隔水层

上部主要由钙质泥岩夹硅质灰岩、少量硅质岩组成，厚 10.01~74.85m；下部主要由硅质灰岩夹少量硅质岩组成，厚 14.44~73.56m。从揭露该层的地质钻孔来看，仅见微弱裂隙，风化后成泥岩，厚度和分布均稳定。

（2）断裂构造带含水导水特征

矿区范围内对矿层切割较严重的断层主要有 F68、F69、F70、F71 以及 F73。其倾向一般不同，倾角 $38^\circ\sim 60^\circ$ 不等，多为正断层，延长不一，从 600m 到 2700m 不等，垂直落差一般 30-50m，水平断距一般 40~120m。断层对氧化带附近及上部的矿体切割甚剧，但对深部矿体影响并不严重。

在垂直方向上，随深度增大岩溶发育程度减弱。其它发育在矿层含水层及 D_3w^4 隔水层中的各组断层；断层破碎带一般都很小，宽度 10-30cm，个别断层在挤压特别强烈地段及断层交叉处，可达 1-2 m。断层角砾被方解石、石英脉胶结良好，受断层影响的裂隙发育带宽度（包括角砾岩）一般小于 10 m。裂隙率：矿层含水层、断层影响带为 0.119~0.204%；围岩一般为 0.036%，两者裂隙率相差 3~5 倍。矿层含水层的渗透系数：遇断层破坏的为 0.082~0.181 m/d；未遇断层破坏或破坏极微的为 0.0159~0.0289 m/d，两者相差 6 倍。显然由于断层影响使岩层含水性增强，但就渗透系数绝对值而言，断层裂隙带的透水性仍是弱的，而当断层延伸到 D_3w^4 泥岩较多的层位时，则断层的透水性更弱，因而，由断层带沟通地表水及含水带的问题不存在，对矿坑充水无影响。但因破碎带存在而具弱透水性。断层水与地表水联系不明显，未发现断层的水文地质异常。

（3）矿体与地下水的关系

整个矿床（布东矿区与矿所矿区）为一个近于东西走向的向斜构造，西端昂起，向北东、东倾伏，矿层在向斜两翼及西端出露地表，矿区东西长近 5.5km，南北宽约 2.5km。 $III+II$ 和 I 矿层层位稳定，连续性好。矿层内部存在一些幅度小的宽缓的起伏，矿层倾角大部份为 $10^\circ\sim 30^\circ$ 。矿区内氧化锰矿呈带状分布于边缘浅部，氧化斜深一般为 15~30m 左右。矿层埋深最小地表出露，最深 1017m。矿体产出最低标高-398.00m。小部分矿体位于矿区最低侵蚀基准面（+270m）之上，大部分矿体处于构造裂隙地下水位以下。

（4）地下水补给、径流、排泄特征

根据矿区地层岩性、地质构造和含隔水层分布情况，本矿山拟开采的矿体底板隔水层为上泥盆榴江组（ D_3l ）隔水层，矿体顶板隔水层为下石炭统岩关组（二~五段）（ C_{1y}^{2-5} ）隔水层，矿体所在的主要含水层为上泥盆统五指山组（ D_{3w} ）裂隙潜水~承压水含水层，该含水层位于唔所向斜轴部谷地地段具承压性，位于唔所向斜南北两侧翼部为潜水性质，其中布东锰矿位于唔所向斜北翼，北侧翼部地势较高，地下水补给小，现状矿坑涌水小；南侧翼部地势较低，有布康溪从地表沟谷径流，且断裂构造极为发育，连通地表水体密切，井下采矿涌水量大。

从整个大区域来分析，上泥盆统五指山组（ D_{3w} ）裂隙潜水~承压水含水层地下水径流方向一般是自唔所向斜的两侧翼部向轴部谷地（即唔所沟谷）径流排泄，由于上部隔水层的分布，地下水无处径流排泄具承压性，而唔所向斜的南侧翼部因 F1 断裂强烈发育切割形成布康沟谷，沟谷地势低，断裂构造导水性能好，形成良好的地下水排泄通道，导致该层含水层主要自地势较高的北侧翼部流经轴部唔所谷地后继续向地势较低的南侧翼部径流排泄，于沟谷低洼处和构造破碎带露头处以泉或渗流形式排出地表，汇入布康沟谷形成布康溪，再往东侧径流排入下雷地下河，最终以地下河出口形式排入下雷河。因此南侧翼部的南方锰业在进行地下开采抽排水时涌水量大，其位于含矿含水层的下游排泄区，汇入布康溪的地下水和地表水汇水量大，而北侧翼部的布东矿段位于含矿含水层的上游补给区，补给范围小，井下涌水量小。

矿体顶板隔水层以上还分布一层中石炭统黄龙组及下石炭统大塘组（ C_{2h} 、 C_{1d} ）溶蚀裂隙含水层，该层水与下伏含水层主要以断裂构造进行水力联系，据钻探揭露唔所矿段内的 F52、F58、F59、F60 等断层破碎带胶结良好，透水性较差，导水性能一般，因此在进行矿体开采疏干排水时，主要影响上泥盆统五指山组（ D_{3w} ）裂隙潜水~承压水含水层，对于顶板隔水层之上的中石炭统黄龙组及下石炭统大塘组（ C_{2h} 、 C_{1d} ）溶蚀裂隙含水层的疏干影响较小。该层水主要自唔所沟谷四周山脊向中部的沟谷集中汇聚径流排泄，形成唔所溪后再往东侧径流，最终排泄汇入下雷河。

矿区地表植被较发育，有利于大气降水入渗补给地下水，大气降水是矿区地下水的重要补给源。矿区内地下水流向总体与地形坡向基本一致，地表沟谷较发育，地下水具有渗透途径短、就地补给、就地排泄的特征。孔隙地下水的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水和岩溶地下水。裂隙潜水~承压水主要赋存于基岩裂隙中，并沿地形自然斜坡作渗流运动，受地形地貌等因素控制，主要自山脊向山谷流动，以分散渗流或小泉的形式在唔所溪沟谷中出露。岩溶地下水径

流受岩溶发育管道和地质构造影响控制，地下水多集于岩溶管道中径流，并以岩溶大泉及暗河形式于河谷中或沿硅质岩、松散岩的接触带排出地表。矿区内地下水总体自西向东迳流，补给下雷河，下雷河为矿区地下水最终排泄边界。

(5) 矿区水动态特征

矿区地表水和地下水动态主要受大气降雨影响，具有比较明显的季节性特征。矿区内水系不甚发育，主要有布东溪，矿区南侧有唔所溪。根据收集的区域水文地质资料及前人详查期间对地下水进行长期统测，唔所矿区勘探在矿区内及外围设置长期地表水、地下水动态监测网点，并按原《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T12719-1991)对地表水、地下水动态观测要求进行观测，长期观测时间从2013年8月1日至2014年7月10日，历时将近一年，包括枯、丰季节。观测成果表明：地下水和地表水的枯、丰季变化幅度大，以大气降水补给为主，一般表现为枯季流量小，雨季流量大，而暴雨后突增等特点，动态类型属极不稳定型。总体流量动态变化与降雨量大小呈正相关关系

(6) 矿床充水因素

根据《开发利用方案》，未来矿山采用地下开采。根据矿区内矿体与含水层、隔水层分布位置关系分析：

1) 直接充水水源：矿区含矿地层 D_3w 裂隙水将成为矿坑的主要充水水源，该矿层含水层自上而下细分为四段 D_3w^{1-4} ，总厚度 81.73~224.22m，其中底部第一段 D_3w^1 为矿层底板，层厚 10.76~88.32m；含矿层为第二段 D_3w^2 ，包括III+II、I矿层及两个夹层，层厚 12.97~41.90m；直接顶板为第三~四段 D_3w^{3-4} ，层厚 58~94m。该含水层钻孔单位涌水量 0.0016~0.0901 L/s.m，为弱富水性。作为含矿层及顶底板含水岩层，该含水层为矿体直接充水含水层，未来矿山开采时作为最重要的矿床充水水源，也是地下水疏干影响主要含水层。在构造断裂及应力破坏影响的地段，含水量相对较大，矿床开采至这些地段，矿井涌水量会比正常涌水量增大。

2) 间接充水水源：

①地下水

a.下石炭统岩关组一段 (C_{1y}^1) 溶蚀裂隙水

该裂隙含水层位于矿体顶板之上，层厚 141.76~204.24m，钻孔单位涌水量 q 为 0.0014L/s·m，渗透系数 (K) 为 0.0013m/d，弱富水性，弱透水性。属于矿床顶板间接充水含水层，当矿床采空放顶后，导水裂隙带和垮落带影响范围到达 C_{1y}^1 含水层时，则可能对矿坑进行充水影响。未来矿井导水安全厚度为垮落带与导水裂隙带高度之

和, 根据矿山导水裂隙带和垮落带高度计算, 矿井导水安全厚度为 30.57~48.16m, 低于矿床直接顶板含水层 (D_3w^{3-4}) 厚度 58~94m, 因此矿井导水裂隙带尚未到达下石炭统岩关组一段 (C_{1y}^1) 溶蚀裂隙水含水层, 该层含水层主要通过断裂构造对矿坑进行间接充水影响。

b. 中石炭统黄龙组及下石炭统大塘组 (C_2h 、 C_{1d}) 溶蚀裂隙水

该裂隙含水层位于矿体顶板之上的下石灰统岩关组 (二~五段) 隔水层上部, 层厚 169.5~214.3m, 地表出露流量 0.1~0.24L/s, 弱富水性, 属于间接充水含水层。由于该层底部有下石灰统岩关组 (二~五段) 隔水层 (厚度 65~148m) 隔离, 地下水下渗补给能力差, 直接补给矿床含水层水量小。根据矿山导水裂隙带和垮落带高度计算, 矿山开采形成的导水裂隙带尚未达到下石灰统岩关组 (二~五段) 隔水层, 因此该层地下水通过导水裂隙补给含矿含水层的可能性小, 主要通过切割深部地层的断裂构造形成充水通道后间接对矿床充水, 根据矿山钻孔揭露, 矿区内断裂构造带角砾岩胶结良好, 透水性差, 导水性一般, 因此中石炭统黄龙组及下石炭统大塘组 (C_2h 、 C_{1d}) 溶蚀裂隙水对矿床间接充水影响较小。

c. 中泥盆统东岗岭组 (D_2d) 裂隙溶洞水

该裂隙含水层位于矿体底板之下, 层厚大于 100m, 据区域资料该含水层为强岩溶发育带, 以大溶洞和暗河为主, 区域内补给范围广, 补给源丰富, 以地下河的形式集中径流排泄, 富水性中等~强。在矿区该层位于唔所向斜南北翼含矿层五指山组 (D_3w) 之下, 中间有榴江组 (D_3l) 隔水层 (厚度 108~147m, 均厚 123m) 分布, 因此该层对矿床底板充水影响小, 当有深切割的断裂构造切穿含矿含水层和榴江组 (D_3l) 隔水层后, 可能会使中泥盆统东岗岭组 (D_2d) 裂隙溶洞水对矿床产生突涌充水现象。根据矿床安全隔水厚度和突水系数计算, 本矿山矿体的安全隔水厚度为 4.89m, 而底板隔水层厚度为 123m, 大于安全隔水厚度, 巷道一般不会发生底板突水。矿体井下开采的突水系数为 0.076 MPa/m, 隔水层完整无断裂构造破坏时, 满足规范要求的不大于 0.1 MPa/m。因此本矿山中泥盆统东岗岭组 (D_2d) 裂隙溶洞水对矿床产生突涌充水的影响较小。

② 大气降水

大气降水是矿区地下水的主要补给来源, 其一方面对充水含水层中的地下水进行补给成为间接充水水源; 同时又通过采空塌陷带、导水裂隙带或突水带直接进入矿井, 从而成为矿井充水的直接水源。为研究大气降水对未来矿井形成充水的可能性, 拟根据

矿区可采矿层厚度、赋存情况、岩性、顶底板厚度及岩石物理力学测试指标等，选用相关方程估算未来矿井安全采矿厚度。

由于矿区内矿体的平均倾角为 20° ，矿体属缓倾斜矿体。根据以上条件矿体导水裂隙带的计算采用《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T 12719-2021) 附录 A 中附表 A.1 公式：

$$H_m = \frac{100 \sum M}{4.7 \sum M + 19} \pm 2.2 \text{ 和 } H_{li} = \frac{100 \sum M}{1.6 \sum M + 3.6} \pm 5.6 \text{ 进行计算。}$$

在公式中： H_m 为垮落带高度 (m)， H_{li} 为导水裂隙带高度 (m)，M 为矿层法线高度 (m)。

主要计算矿层取埋藏于上部的 III+II 矿层，在布东矿区 III+II 矿层取 0.96m；在晒所矿区 III+II 矿层取 2.42m。

经计算布东矿区 III+II 矿层开采垮落带高度 $H_m=6.28\text{m}$ ，导水裂隙带高度 $H_{li}=24.29\text{m}$ 。

未来矿井采矿安全厚度为垮落带与导水裂隙带高度之和，因此矿区北部及布东段的矿井采矿安全厚度为 30.57m。据此，当矿山开采上部 III+II 矿层，在距第四系松散地层底板和基岩分布区地面分别小于 30.57m（在矿层厚度大于平均厚度的位置，此值应相应增大）的范围内进行开采时，大气降水、地表水将会对矿井形成充水，从而易发生透水淹井事故。因此，为预防水害事故发生，对浅部矿层开采时，要做好地面防水措施。

③地表水

本矿山地表水体为矿区北侧布东溪和矿区外围南侧的晒所溪。布东溪流经上泥盆榴江组 (D_3I) 隔水层往矿区北侧外围低洼处排泄，为季节性溪流，水量受季节影响变化较大，水力坡度大，地表径流快，因此布东溪通过下渗补给地下水后间接对矿床充水影响基本较小。

晒所溪流经矿床顶板之上的中石炭统黄龙组及下石炭统大塘组 (C_2h 、 C_1d) 溶蚀裂隙含水岩组，水量受季节影响变化较大，水力坡度大，地表径流快，由于矿体顶板之上的下石灰统岩关组 (二~五段) 隔水层隔离作用，以及中石炭统黄龙组及下石炭统大塘组 (C_2h 、 C_1d) 岩层的弱透水性，使得晒所溪下渗补给地下的水量不大，同时地表水通过地表断裂构造通道下渗补给地下水，而矿区内断裂构造带角砾岩一般胶结良好，透水性差，导水性一般，且矿体开采时形成的导水裂隙带也未达到地表，因此晒所溪通过下渗补给地下水后间接对矿床充水影响基本较小。

④地下老窿废矿坑积水

经调查，矿区中部偏北矿层露头带（氧化锰）位置，自 60 年代以来，由当地民矿站或群众组织开采该处的氧化矿，一般为地下窿道开采，开采斜深一般为 10-40m，局部可达 130m，浅部氧化矿多已被采空。目前已开采完毕，虽采坑多已被废填埋，但在未来开采条件下，采空区积水极易渗入或溃入矿井而成为矿井直接充水水源。特别易造成废弃矿坑透水和造成淹井，废矿坑积水将成为未来矿井建设开采的重要隐患。开采设计时应在矿层露头一带预留足够预留区，以确保安全生产。

3) 充水途径分析

①岩石节理裂隙

含矿地层（D_{3w}）于区内出露地表，其裂隙破碎带及溶蚀沟槽将成为矿坑充水的天然通道。

②人为采矿冒落裂隙

未来的采矿活动将产生大量的采矿裂隙，这些人为裂隙将沟通上覆含水层与含矿地层的水力联系，成为地下水活动的良好通道。通过矿体垮落带和导水裂隙带高度计算得知，本矿山垮落带和导水裂隙带还未延伸至顶板之上的隔水层，大气降水和地表水通过导水裂隙带对矿床直接充水影响较小。

③断层破碎带

矿区内断裂构造切割深度较浅，断层角砾主要以硅质岩及泥岩碎块为主，并有方解石、石英脉胶充填，岩溶发育弱，构造角砾胶结良好，渗透性较弱，其导水性一般。断层下切深度较浅，对深部开采矿体影响不大，在地表未切割地表水体，由于近地表被第四系土层覆盖，其地表水下渗透水能力差，且矿山垮落带和导水裂隙带均未到达地表，大气降水和地表水通过断层对矿床直接充水影响较小。

④老窿采空区

2023 年南宁地矿地质工程勘察院根据现状布东矿段已开采井巷采空区调查，现状老窿和采空区内基本无积水，井下涌水及时外排疏干，当采空区揭穿地层破碎带时见涌水变大，以线状淋水、渗流出水方式为主，区内地下窿道未来采矿时可能会形成采空区积水，当矿层开采至采空区时，巷道沟通采空区将成为充水通道。因此未来需要加强采空区积水查探和外排疏干工作，防止产生冒顶、突水、透水事故发生。

4) 充水方式

矿区内五指山组含矿地层由碳酸盐岩夹碎屑岩组成，含基岩裂隙水，弱富水性，正常情况下，充水通道主要以岩石原生和采矿节理、裂隙、溶蚀通道为主，规模一般不大，

少量为断层、采空巷道导水，因此未来矿井充水方式主要以渗水、滴水、淋水为主，局部可能发生突水。另外根据布东锰矿实际开采井巷的涌水调查情况，已开拓井巷各中段如+50m、+75m、+100m、+140m、+180m、+220m、+260m、+300m等开拓面均未见较大的集中冒水点，地下水涌水多以渗水、滴水为主，随着开拓深度的加大，越往下部岩体裂隙发育越少，井巷开拓中涌水量越少，呈现涌水量递减现象。

5) 矿坑突水灾害分析评价

矿坑突水水源主要有大气降水、地表水、地下水、废矿坑积水等。大气降水、地表水主要通过采空区导水裂隙带、断层破碎带及封闭不良钻孔对矿坑产生突水。

矿体位于地下水以下，矿体直接接触地下水，为直接充水矿床。垂向上存在层间脉状承压含水带，富水性弱，导水性良好。矿体直接位于含水带内，直接对矿坑充水。含水带通过采空区导水裂隙带、冒落裂隙带、封闭不良钻孔对相邻窿道产生突水可能性大。

采坑积水与矿层直接接触，本身亦属含矿层富水带，对矿坑直接充水。

由于矿区存在多种矿坑突水水源，水文地质条件较复杂，未来矿山开采前，应进行勘探阶段的进一步水文工作，开采过程中应遵循“有疑必探，先探后采（掘）”的探放水原则。

(7) 安全隔水厚度及突水系数

1) 安全隔水厚度

本矿山矿体底板隔水层为上泥盆榴江组（D₃l）钙质泥岩、硅质灰岩、硅质岩等组成，厚 108~147m，平均厚度 123m。矿体所在底板含水层为上泥盆统五指山组第一段（D₃w¹），岩性为硅质灰岩、灰岩，其厚度 11~88m，平均厚度 52m。根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）附录 C 采用以下公式进行本矿山安全隔水厚度计算，计算如下：

$$t = \frac{L(\sqrt{r^2 L^2 - 8K_p p} - rL)}{4K_p}$$

式中：t 为安全隔水厚度（m）；

L 为巷道底板宽度（m），根据原设计方案，其取值为实际巷道宽度取（4m）+两侧破坏影响带宽度（0.5m），即取值 5m；

r 为底板隔水层的平均重度（MN/m³），取经验值 0.027 MN/m³；

K_p 为底板隔水层平均抗拉强度（MPa），经采样测试取值为 4.84 MPa；

p 为底板隔水层承受的水压（MPa），取 ZK505-水的水位标高（+471.76m）至隔水层

上泥盆榴江组 (D_3l) 所承受的水压, 即 p 为 9.39MPa。

经计算, 本矿山矿体的安全隔水厚度为 4.89m, 而底板隔水层厚度为 123m, 大于安全隔水厚度, 巷道一般不会发生底板突水。

2) 突水系数

根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T 12719-2021) 附录 C 采用以下公式进行本矿山安全隔水厚度计算, 计算如下:

$$T = \frac{P}{M}$$

式中: T 为突水系数 (MPa/m);

p 为底板隔水层承受的水压 (MPa), 取 ZK505-水的水位标高 (+471.76m) 至隔水层上泥盆榴江组 (D_3l) 所承受的水压, 即 p 为 9.39MPa;

M 为底板隔水层厚度 (m), 取值 123m;

经计算, 本矿山矿体井下开采的突水系数为 0.076MPa/m, 隔水层完整无断裂构造破坏时, 满足规范要求的不大于 0.1MPa/m。如遇到隔水层遭受断裂构造切割破坏时, 则可能发生底板突水事故, 此时需做好预防措施。

2.4.4.3 矿山水文地质条件评价

矿区位于区域地下水 (地表水) 分水岭附近, 矿区少部分矿体位于最低侵蚀基准面以上, 而大部分矿体处于碳酸盐岩夹硅质岩溶蚀裂隙地下水位及最低侵蚀基准面以下。矿体主要充水含水层碳酸盐岩夹硅质岩溶蚀裂隙水 (C_{1y}^1 、 D_3w) 含水层单位涌水量 q 为 0.0014~0.0901L/s.m, 富水性弱, 矿体顶板透水, 为矿床直接充水含水层, 开采矿体时, 地下水会直接对矿坑进行充水。由于矿体分布于向斜谷地中, 顶底板分布有相对稳定的隔水层, 矿区位于南北两侧隔水层中间, 中间由断裂构造切割隔水层和矿体, 因此其水文地质边界较为复杂。

矿区内及周边上部分布有布东溪、唔所溪等地表水体, 但矿体与上部地表水体之间夹有下石炭统岩关组二~五段 (C_{1y}^{2-5}) 相对隔水层, 布东溪、唔所溪、大气降水与下伏矿体直接水力联系不紧密, 通过地表断裂构造间接充水, 不构成矿床主要充水因素, 主要充水含水层补给条件一般, 地表第四系覆盖层主要分布在唔所溪沟谷中, 覆盖面积小且厚度不大。

矿体顶板及底部存在良好的相对隔水层 (顶板为 C_{1y}^{2-5} , 底部为 D_3l), 区内断层角砾被方解石、石英脉胶结良好, 矿层含水层、断层影响带裂隙率为 0.119~0.204%, 围岩

一般为 0.038%，矿层含水层的渗透系数遇断层破坏时为 0.082~0.181m/d，未遇断层破坏时则为 0.0159~0.0289 m/d，断层裂隙带的透水性为弱透水，当断层延伸到泥岩较多的层位时则断层带的透水性更弱，因此由断层带沟通地表水（布康溪、咱所溪）含水带水的水量基本较小，对矿坑充水危害较小，断层水与地表水联系不明显。

矿区总体无老空水分布，仅在布东矿区见有少量民窿积水现象，积水量较小，易疏干。

由于矿体埋藏较深，顶板有隔水层分布，矿体开采时主要疏干井巷周边地下水含水层，且充水含水层富水性弱，疏干水量小，对于隔水层之上的浅层地下水疏干影响较小，因此因地下疏干排水导致地表产生塌陷现象的可能性基本较小。

根据布东矿区实际生产过程中的涌水情况采用比拟法预测矿坑最大涌水量为 1442m³/d，正常涌水量为 1105m³/d，矿山地形条件不利于自然排水，但矿床人工疏干排水条件较好，应采取切实可行的措施做好人工疏干排水工作。本矿区水文地质类型是以裂隙含水层充水为主的矿床，根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T 12719-2021) 第 5.1.3 条和“表 1”综合分析矿区水文地质条件为中等类型。

2.4.5 工程地质特征

2.4.5.1 矿山岩土体工程地质类型与特征

根据岩石结构、强度和岩性特征将矿区岩体划分为四个工程地质岩组，即坚硬-半坚硬碳酸盐岩组，坚硬厚层状强岩溶化纯碳酸盐岩岩组坚硬~软弱的硅质岩、硅质灰岩岩组，第四系及强风化岩类散体结构软弱岩组，其工程地质特性分述如下：

(1) 坚硬-半坚硬碳酸盐岩组

由中石炭统黄龙组及下石灰统大塘组 (C_{2h}+C_{1d}) 灰岩、硅质灰岩组成，碳酸盐岩岩溶发育程度低，新鲜基岩性脆，抗压抗剪强度较大，抗压强度一般 55-109MPa。硅质岩呈致密结构，薄层状构造，节理发育。属坚硬~半坚硬岩性，稳固性较好，一般不用支护，但在断层破碎带风化较强较破碎岩石段在开采时需支护。岩石单轴饱和抗压强度一般 24.7~121MPa。

(2) 坚硬厚层状强岩溶化纯碳酸盐岩岩组

由中泥盆统东岗岭组 (D_{2d}) 灰岩、白云质灰岩组成，中至厚层状构造，围绕矿区分布，在南翼与五指山组多为断层接触。岩溶发育。灰岩饱和抗压强度一般 65-118MPa，属半坚~硬质岩石。

(3) 坚硬~软弱的硅质岩、硅质灰岩岩组

由上泥盆统五指山组（一~三段）（ D_3w^1 、 D_3w^2 、 D_3w^3 ）和下石炭统岩关组（二~五段）（ C_{1y}^2 、 C_{1y}^3 、 C_{1y}^4 、 C_{1y}^5 ）硅质岩、硅质灰岩夹泥质灰岩、泥质灰岩及硅质灰岩组成。岩石强度随岩性而变化，一般硅质岩、硅质灰岩岩强度较大，岩石单轴饱和抗压强度一般 22.8~127MPa，属半坚硬质岩石，软化系数 0.52~0.78。该层岩组为含锰矿层岩组，组成了开采井巷的主要围岩岩组。

（4）第四系及强风化岩类散体结构软弱岩组

该层岩土体松散易破碎。岩芯多为碎块和颗粒状，松散，捶击易碎为粉状。强风化岩母岩结构基本已被完全破坏。因其分布在地表，易被水冲刷，容易产生坍塌，滑坡。

根据勘探钻孔岩石物理力学性质试验数据得知，硅质灰岩夹泥质灰岩最大饱和抗压强度为 131MPa，最低为 17.5MPa，强度相差较大，属软弱~坚硬岩石；泥质灰岩最大饱和抗压强度 56.8MPa，最低 11.2MPa，属软弱~半坚硬岩石；泥质灰岩最大饱和抗压强度为 55.3MPa，最低为 26.1MPa，属软弱~半坚硬岩石；硅质岩最大饱和抗压强度为 60.9MPa，最低为 26.2MPa，属软弱~半坚硬岩石；灰岩最大饱和抗压强度为 61.0MPa，最低为 23.8MPa，属软弱~半坚硬岩石。

2.4.5.2 工程地质条件评价

（1）自然斜坡的稳定性评价

区内地形切割强烈，斜坡以岩质斜坡为主，坡度一般为 25~50°，坡高一般 15~30m，斜坡分布范围较广，其岩性主要为硅质岩，近地表岩石风化较强。自然岩质斜坡的坡角一般随坡高的增加而减小。调查中虽未发现大的滑坡，也未发现危岩体，仅有一些小崩塌，说明矿区斜坡自然状态下稳定性较好。

（2）井巷围岩稳固性评价

本矿山开采矿体围岩由硅质岩、硅质灰岩夹泥岩组成，岩层产状变化较小，天然边坡稳定。由矿层底板五指山组第一段或矿层间接顶板五指山组第四段泥岩夹硅质组成的邦、顶稳定性差，常遇片帮、垮落。而由矿层顶板五指山组第三段或五指山组第二段硅质岩夹泥岩组成的邦、顶稳定性好，在硅质岩与泥岩互层地段或潮湿地段，岩体稳定性差。在褶皱、断裂构造复杂地段，岩体稳定性大大降低，常出现片帮、掉块。因此，由矿层顶板五指山组第三段或矿层间接底板五指山组硅质岩夹泥岩组成邦、顶的地段一般不用支护，而由五指山组第一段或矿层间接顶板第四段泥岩夹硅质岩组成的邦、顶的地段或构造复杂地段应采取措施加强支护。

(3) 采空区稳定性评价

据观测，井下靠近浅部的岩石节理、裂隙较发育，岩石沿节理于地表附近被溶蚀，形成的裂隙呈张开状，有少量废石土充填，而深部未风化岩石节理闭合，整体呈致密块状，较完整。由此可看出原生岩矿层的稳定性是良好的，而风化岩层和未胶结的破碎带是不稳固的。若从这些不稳固地带掘进坑道，必须加固支护。

据布东矿段采矿巷道勘查，采空区内揭露到断裂带和岩石节理裂隙较发育地段邦、顶稳定性差，易发生片帮、掉块现象，按设计要求留足安全矿柱后，采空区内稳定性基本良好，未见大面积垮塌、垮落现象，因此在进行地下井巷采矿过程中必须严格按照设计要求留足安全矿柱。另外井下断裂带和岩石节理裂隙较发育地段一般见地下涌水较多，以渗流或线状、点滴状冒水，其余完整岩体地段围岩基本干燥不见渗水，当遇到集中冒水点或岩体破碎段，需进行超前探水作用，提前泄水抽水后再进行井巷开拓作业，同时加强井巷围岩体的加固支护措施。

(4) 主要工程地质问题

1) 工程地质现状及预测评价

结合矿山现状，预测未来矿山工程地质灾害主要表现为巷道中局部褶皱和断层破碎带、裂隙发育段矿体顶底板围岩冒顶。矿区局部断层、节理及裂隙发育，目前采矿巷道中可见，矿体顶板及围岩总体尚属较稳定，但局部断层错动地段及节理、小断层发育处，矿体及顶板、围岩较为破碎，稳固性差，预测未来矿区内巷道局部断层错动地段及节理、小断层发育处易发生冒顶现象，矿体顶底板围岩稳固性较差地段需要加强支护。预测矿山未来按设计开采，不会发生危害较大的工程地质问题。

2) 防治措施建议

严格按开采设计要求进行生产，加强对采矿巷道及采空区的监测及安全防护工作，发现问题，立即整改，避免人为引发地质灾害。

(5) 工程地质条件复杂程度

综上所述，矿体埋藏深，宜地下坑道开采。采矿影响范围内的地层岩性主要为坚硬~半坚硬硅质岩、硅质灰岩岩类，岩体工程地质性质较好。局部泥岩为软弱岩类，遇水易软化，岩体工程地质性质较差，容易发生塌邦、冒顶地质灾害，属重点支护地段。矿区内断层发育，断裂破碎带对未来采坑稳定性有一定影响。不良结构面对山体的整体稳定性影响不大。在采矿以及地下水疏干过程中，可能会引发地面塌陷地质，因此要严格执行有关采矿安全规定，做好采矿坑道系统安全防护工作，避免人为引发塌邦、冒顶、地

面塌陷等地质灾害,根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T 12719-2021)第 6.1.2 条确定本矿山的工程地质条件为中等类型。

2.4.6 矿体地质特征

2.4.6.1 矿体特征

下雷矿区为特大型锰矿床,有原生沉积碳酸锰矿及其次生氧化锰矿两种类型,总储量一亿三千多万 t。工业矿体呈层状产出,层位稳定。整个矿床为一个近于东西走向的向斜构造,西端仰起,向北东东倾伏,矿层在向斜两翼及西端出露地表,东西长近 9km,南北宽约 2.5km。矿区内工业矿体共两层,即Ⅲ+Ⅱ和Ⅰ矿层,工业矿体的平面面积共约 8km²,其层位稳定,连续性好。矿层内部存在一些幅度小的宽缓的起伏。矿层倾角大部分为 10~30°。总的来说,各矿层在紧靠矿区南部其厚度较大,向西、北、东方向逐渐变薄。氧化锰矿呈带状分布于矿区边缘浅部,南翼的氧化斜深 20~150m,北翼氧化斜深一般为 15~30m 左右。

布东矿区属于下雷矿区的一部分,位于下雷矿区北部。布东矿区范围内有原生沉积碳酸锰矿及其次生氧化锰矿两种类型。锰矿呈层状赋存于上泥盆统五指山组第二段(D₃W²)顶部和底部。矿区内工业矿体有两层,上部矿层为Ⅲ+Ⅱ(注:矿区内对应相邻地区的Ⅲ、Ⅱ矿层之间的夹层即“夹二”基本尖灭,厚度一般小于 0.1m,难以分辨,一般合并成一层矿,但为了便于与整个下雷矿区资料对比利用,故称谓Ⅲ+Ⅱ),下部矿层为Ⅰ矿层。两矿层之间即为“夹一”。各矿层特征见表 2-4-7,分述如下:

表2-4-7 本矿区矿体特征一览表

矿体编号	矿体长度(m)	矿体延深(m)	矿体展布面积(km ²)及规模	形态	产状	碳酸锰矿体厚度指标				碳酸锰矿石质量指标			
						两级值(m)	平均值(m)	变化系数(%)	稳定性	两级值(Mn%)	平均值(Mn%)	变化系数(%)	均匀性
Ⅲ+Ⅱ	1600	1120	0.86 (大型)	规则层状	倾角一般 10~30°	0.76~1.30	0.96	13.36%	稳定	15.45~19.97	17.73	8.29	均匀
Ⅰ	900	370	0.27 (中型)	较规则似层状		0.51~0.76	0.62	17.02	稳定	16.09~17.88	17.04	4.57	均匀

(1) III+II矿层

III+II工业矿层东西向长约 1600m，南北向水平最大宽度约 1120m，浅部矿体有 41 个见矿工程（包括探槽、浅井、窿道）控制，深部矿体有 8 个见矿工程（包括 3 个钻探、5 个巷道采样工程）控制。III+II碳酸锰矿层厚度 0.76~1.30m，平均厚度 0.96m，厚度变化系数 13.36%，厚度稳定，是本矿区的主要工业矿层，矿层产状 $103-160 < 10-40^\circ$ ，矿层沿走向往西变薄，至不可采，往东变厚，沿倾向厚度变化不大；单工程 Mn 品位 15.45%~19.97%，平均 17.73%，品位变化系数为 8.29%，矿化均匀。III+II氧化锰矿层厚度 0.24~1.24m，平均厚度 0.84m，厚度变化系数 32.81%，厚度稳定；单工程 Mn 品位 Mn17.42~32.29%（只有 1 个工程 Mn 品位超过 30%），平均品位 26.29%，品位变化系数 13.43%，矿化均匀。

布东锰矿为生产矿山，III+II工业矿层目前已开采+340m 中段至+140m 中段之间区域资源储量。剩余保有资源储量赋存标高分别为+530m~+340m 和+180m~+50m；埋深最浅约 30m，最深约 600m；矿体结构、产状、厚度及延走向、倾向变化规律总体变化不大。

(2) I矿层

I工业矿层东西向长约 900m，南北向水平最大宽度约 370m，倾向南东，倾角 $8-35^\circ$ 。浅部矿体有 5 个见矿工程（包括探槽、浅井）控制，中深部有 6 个见矿工程（包括 3 个钻探工程、3 个巷道采样工程）控制。I碳酸锰矿层厚度 0.51~0.76m，平均厚度 0.62m，厚度变化系数 17.02%，厚度稳定，矿层由南向北厚度渐变薄；单工程 Mn 品位 16.09%~17.88%，平均 17.04%，品位变化系数为 4.57%，矿化均匀。I氧化锰矿层厚度 0.15~0.23m，平均厚度 0.20m，厚度变化系数 21.17%，厚度稳定；单工程 Mn 品位 Mn20.35~23.72%，平均品位 21.70%，品位变化系数 8.32%，矿化均匀。

布东锰矿为生产矿山，I工业矿层目前已开采+300m 中段至+180m 中段之间区域资源储量。剩余保有资源储量赋存标高为+180m~+50m；埋深最浅约 360m，最深约 515m；矿体结构、产状、厚度及延走向、倾向变化规律总体变化不大。

(3) 夹一（III+II与I矿层之间隔层）

布东矿区夹一厚度一般为 10.5-17m，最厚 19 m，岩性为含锰硅质灰。

2.4.6.2 矿石特征

(1) 矿石类型和品级

本矿区锰矿矿石按主要矿物可分为氧化锰矿和碳酸锰矿两种自然类型。氧化锰矿石分布于地表矿体露头带附近；碳酸锰分布于矿体的中深部，是矿区主要的自然工业类型。本区贫锰矿石工业类型（冶金用锰矿石）为中~高铁、中~高磷、酸性锰矿石，具体如

下:

1) 贫锰矿石 $\omega(\text{Mn})/\omega(\text{TFe})$: III+II矿层=0.1753/0.0623=2.81, 属高铁锰矿石; I矿层=0.1523/0.0617=2.47, 属高铁锰矿石。咱所矿区贫锰矿石 $\omega(\text{Mn})/\omega(\text{TFe})$: III+II矿层=0.1662/0.0583=2.85, 属高铁锰矿石; I矿层=0.1963/0.0516=3.80, 属中铁锰矿石。

2) 贫锰矿石 $\omega(\text{P})/\omega(\text{Mn})$: III+II矿层=0.00117/0.1753=0.0067, 属高磷矿石; I矿层=0.00117/0.1523=0.0077, 属高磷矿石。咱所矿区贫锰矿石 $\omega(\text{P})/\omega(\text{Mn})$: III+II矿层=0.0011/0.1662=0.0066, 属高磷矿石; I矿层=0.001/0.1963=0.0051, 属中磷矿石。

3) 贫锰矿石 $\omega(\text{CaO}+\text{MgO})/\omega(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)$: III+II矿层=(7.97+3.57)/(30.80+1.46)=0.36, 属酸性矿石; I矿层=(10.64+2.82)/(26.75+1.27)=0.48, 属酸性矿石。

(2) 矿物组成与结构构造

咱所矿区锰矿层即是布东矿区锰矿层沿倾向深部延伸的部分, 矿石特征基本相同, 通过布东矿区和咱所矿区进行综合对比后, 本矿区的矿石表观及组构特征主要如下:

1) 矿石颜色

碳酸锰矿石: III+II矿层以灰色、深灰色为主, 灰绿色、浅灰绿色次之, 夹少量棕红及肉红色。偶见灰白色。I矿层以浅灰色为主, 灰绿色次之, 夹深灰色、棕红色、肉红色、铁黑色

2) 矿石构造

①碳酸锰矿石III+II矿层: 以条带状、薄层状为主, 豆状次之, 夹有块状、鲕状、微层状, 偶见结核状。在南部矿段的地方, 豆状构造所占比重有较明显的增加, 局部成为主要构造并且主要是集中在矿层下部。矿石具薄-微层构造、块状构造、斑状构造、脉状穿插构造、星散浸染构造。

a.薄-微层构造~矿石中菱锰矿及锰方解石、石英、绿泥石、绢云母等不均匀地嵌布在一起, 形成(相对)富菱锰矿及(含锰)方解石, 或(相对)富石英, 或(相对)富绿泥石、绢云母的微、薄层理, 其中薄层理厚度在10~100mm间, 微层理的厚度<10mm。

b.块状构造~矿石中菱锰矿及锰方解石、石英等单独或共同较均匀地嵌布在一起形成的构造。

c.斑状构造~指矿石中菱锰矿、锰方解石、石英、绿泥石、钙蔷薇辉石等单独或不均匀共同组成不规则的斑块。

d.脉状穿插构造~矿石中微量方解石、石英、绿泥石单独或共同组成不规则的脉

体分布形成的构造。

e 星散浸染构造~指矿石中黄铁矿、褐铁矿等金属矿物的单体或细小聚集体零星地分布于菱锰矿、石英等脉石矿物粒间形成的构造，它们在矿石中的含量不超过矿石的 5%。

②碳酸锰矿石I矿层：以条带状、薄层状为主，块状次之，夹有结核状和豆状等构造。矿石具薄-微层构造、块状构造、鲕粒豆粒构造及斑状构造、脉状穿插构造、星散浸染构造。

a.薄—微层构造~矿石中菱锰矿及锰方解石、石英、高岭石、绢云母、绿泥石等不甚均匀地嵌布在一起，形成（相对）富菱锰矿及（含锰）方解石，或（相对）富石英，或（相对）富高岭石、绢云母、绿泥石的微、薄层理，其中薄层理厚度在 10~100mm 间，微层理的厚度<10mm。

b.块状构造~矿石中菱锰矿及锰方解石、石英、绿泥石、高岭石、钙蔷薇辉石单独或共同较均匀地嵌布在一起形成的构造。

c.斑状构造~指矿石中少量菱锰矿、锰方解石、石英、绿泥石、高岭石、钙蔷薇辉石等单独或不均匀共同组成不规则状的斑块。

d.脉状穿插构造~矿石中微量方解石、石英、菱锰矿、绿泥石、绢云母单独或共同组成不规则的脉体分布形成的构造。

星散浸染构造~指矿石中黄铁矿、褐铁矿等金属矿物的单体或细小聚集体零星地分布于菱锰矿、石英等脉石矿物粒间形成的构造，它们在矿石中的含量不超过矿石的 5%。

3) 矿石结构

碳酸锰矿石：各矿层的矿石均以微粒结构为主，夹有少量的细粒、细柱状及鳞片结构，偶见显微叶片结构和生物碎屑结构矿石具微晶结构、泥晶结构、鲕粒豆粒结构、粉屑砂屑及碎屑结构、生物碎屑结构、显微鳞片及隐晶质泥质结构、显微粒状结构。

①微晶结构~~主要指矿石中大部分菱锰矿及锰方解石呈显微他形粒状、半自形菱形粒状，它们的工艺矿物学粒度大部分在0.004—0.02mm间；也指石英呈显微他形粒状，粒度也多在0.004~0.02mm间。

②泥晶结构~~指矿石中的部分菱锰矿及（含锰）方解石、石英的粒度<0.004mm。

③鲕粒豆粒结构~~指矿石中少量菱锰矿、锰方解石、石英、绿泥石、高岭石、

钙蔷薇辉石等单独或不均匀共同组成近椭圆形、近圆形、尖纺锤形、不规则状的具同心环带结构的的鲕粒和豆粒，其中鲕粒<2mm，豆粒>2mm。

④粉屑砂屑砾屑结构~~指矿石中少量锰方解石、菱锰矿单独或共同组成砂屑、粉屑，它们大小多在0.02~4mm间，常呈近椭圆形，其中粉屑<0.06mm，砂屑在0.06~2mm间，砾屑>2mm。

⑤生物碎屑结构~~指矿石中少量锰方解石、石英单独或共同组成生物碎屑，它们多比较细小，常呈近椭圆形或不规则状。

⑥显微鳞片及隐晶质泥质结构~~指矿石中的高岭石呈隐晶质尘状、显微鳞片状结晶形态，绢云母呈显微鳞片状结晶形态。

⑦碎裂结构~~指个别矿石因动力作用而碎裂的现象，且碎块间的位移并不明显。

⑧角砾结构~~指个别矿石因动力作用而碎裂形成大小不一、棱角状的碎块，较多碎块的大小>2mm，且碎块具明显位移的现象。

(3) 矿石的矿物成分

咱所矿区锰矿层即是布东矿区锰矿层沿倾向往深部延伸的部分，矿石特征基本相同，通过布东矿区和咱所矿区进行综合对比后，本矿区的矿石矿物成份主要如下：

1) 碳酸锰Ⅲ+Ⅱ矿层

Ⅲ+Ⅱ矿层碳酸锰矿石的主要矿石矿物为菱锰矿，次为锰方解石，少量为钙蔷薇辉石；脉石矿物主要为石英，其次为绿泥石、沸石、高岭石、绢云母。根据鉴定结果，Ⅲ+Ⅱ矿层碳酸锰矿石的矿物成分及其含量见表2-4-8。

表2-4-8 咱所矿区碳酸锰矿石的矿物成分及含量表

矿物成分		平均含量 (%)	
		Ⅲ+Ⅱ	I
矿石矿物	菱锰矿	38	44
	锰方解石	12	13
	钙蔷薇辉石	5	6
脉石矿物	石英	29	20
	黄铁矿	≤1	<1
	白铁矿	<1	<1
	褐铁矿	<1	<1
	黄铜矿	<1	<1
	阳起石及透闪石	<1	<1
	金红石及白钛石	<1	<1
	沸石	5	5
	高岭石	2	5

	绿泥石	5	2
	炭质	<1	<1
	绢云母	2	2
	黑云母	<1	<1
	电气石	<1	
	重晶石	<1	
	石榴石	<1	
	磁黄铁矿		<1
注：资料来源于 2016 年晒所矿区勘探报告			

各矿物形态、分布及粒度特征如下：

菱锰矿~呈半自形菱形或他形粒状，工艺矿物学粒度在0.001~0.04mm间，一般在0.005~0.02mm间。

锰方解石~多呈他形粒状，少量呈自形或半自形菱形，大部分为沉积作用形成的锰方解石，少量为后期穿插矿体的脉体中的（锰）方解石，工艺矿物学粒度在0.001~2mm间，一般在0.005~0.02mm间。

钙蔷薇辉石~呈半自形板状、他形粒状，粒度在0.005~0.9mm。

石英~呈他形粒状，大部分为沉积作用的产物，还有部分为热液蚀变作用的产物，粒度在0.001~4mm间，一般在0.005~0.02mm间。

高岭石~呈隐晶质尘状或显微鳞片状。

绢云母~呈显微鳞片状。

绿泥石~呈显微鳞片状。

沸石~呈纤维状。

石榴石~呈自形、半自形的等轴粒状，粒度多在0.01~0.04mm间。

黄铁矿~呈半自形或他形粒状，工艺矿物学粒度在<0.001~0.36mm间。

褐铁矿~呈细微质点状，部分聚集成黄铁矿假象。

炭质~呈细微质点状或微纹状。

白铁矿~呈细小半自形板状、梳状，工艺矿物学粒度在<0.001~0.05mm间。

黄铜矿~呈细微他形粒状，工艺矿物学粒度在<0.001~0.05mm间。

电气石~呈细微半自形柱状。

阳起石及透闪石~呈纤维状。

金红石及白钛石~呈细小他形粒状。

黑云母~呈细小鳞片状。

重晶石~呈细小他形粒状。

矿石中菱锰矿呈显微他形粒状、半自形菱形粒状，工艺矿物学粒度在0.001~0.04mm间，一般在0.005~0.02mm间；石英绝大部分呈显微他形粒，粒度在0.001~0.03mm间，一般在0.005~0.02mm间；高岭石呈隐晶质尘状；绢云母呈显微鳞片状；绿泥石呈显微鳞片状；沸石呈纤维状；钙蔷薇辉石呈半自形板柱状或他形粒状。它们不均匀或不甚均匀地嵌布在一起。

在较多的矿石中可以观察到明显的薄层理及微层理，这是由于前述矿物各自程度不同地富集而形成的，这些微、薄层理部分主要由富钙菱锰矿及（含）锰方解石组成，部分主要由菱锰矿及锰方解石、石英组成，部分主要由石英组成，还有少量微层理主要由绿泥石、高岭石及绢云母组成。

III+II矿层碳酸锰矿石主要菱锰矿和锰方解石组成，矿石中以菱锰矿及锰方解石为主的微层理（A）及以绿泥石、高岭石为主的微层理（B）相间排布。

其中有部分矿石内部矿物的分布相对较均匀而不具微、薄层理，它们的矿物组成主要是菱锰矿、锰方解石，或主要是石英，同时有少量绿泥石、高岭石散布其中。很少量矿石因动力作用而碎裂形成大小不一、棱角状的碎块，碎块的矿物成份也主要是菱锰矿、锰方解石。较多碎块的大小>2mm，这些碎块部分位移比较明显，但也有不明显的，碎块间多填充着后期的方解石和石英。

少量矿石（包括具微、薄层理或不具层理的矿石）内部见菱锰矿、锰方解石、石英、绿泥石各自相对聚集或共同形成的豆粒、鲕粒、砂屑、砾屑、斑团、不规则条纹零星分布，有时还见石英、锰方解石组成细微的椭圆形、长条形生物碎屑不均匀地分布。黄铁矿呈细微或细小半自形、他形粒状，白铁矿呈细微或细小半自形板状或梳状（常与黄铁矿嵌布在一起），它们或分散或聚集成细小点状集合体，多零星且不均匀地散布于矿石中，有时也见黄铁矿、白铁矿不均匀地分布于前述钙菱锰矿、锰方解石、石英、绿泥石组成的豆粒、鲕粒、砂屑、砾屑中；褐铁矿呈质点状、黄铁矿假象，不均匀地分布于锰方解石及钙菱锰矿粒间，个别地方褐铁矿还相对富集形成微层理；黄铜矿呈细微他形粒状，零星分布于矿石中。石榴石呈细微自形、半自形粒状，零星分布于少量矿石中。金红石及白钛石呈细小他形粒状，电气石呈半自形显微柱状，偶见。

很少量大小不一的他形粒状石英、（锰）方解石单独或共同组成粗细不一的脉体不均匀地穿插于矿石中。黑云母呈细小鳞片，重晶石呈他形粒状，绿泥石呈显微

鳞片状（常组成蠕虫状集合体），它们不均匀地分布于少量（锰）方解石石英脉中。

2) 碳酸锰I矿层

I矿层碳酸锰矿石的矿物成分与III+II矿层碳酸锰矿石大体相同。其主要矿石矿物为菱锰矿，次为锰方解石，少量为钙蔷薇辉石；脉石矿物主要为石英，其次为高岭石、沸石、绿泥石、绢云母。根据鉴定结果，I矿层碳酸锰矿石的矿物成分及其含量见表2-4-8。

各矿物形态、分布及粒度特征如下：

菱锰矿~呈半自形菱形或他形粒状，工艺矿物学粒度在0.001~0.04mm间，一般在0.005~0.02mm间。

锰方解石~多呈他形粒状，少量呈自形或半自形菱形，大部分为沉积作用形成的锰方解石，少量为后期穿插矿石的脉体中的（锰）方解石，工艺矿物学粒度在0.001~1.36mm间，一般在0.005~0.02mm间。

钙蔷薇辉石~多呈半自形板状、他形粒状，也有部分呈细微的纤维状，粒度在0.005~1.2mm。

石英~呈他形粒状，大部分为沉积作用的产物，还有部分为热液蚀变作用的产物，粒度在0.001~8.5mm间，一般在0.005~0.02mm间。

高岭石~呈隐晶质尘状或显微鳞片状。

绢云母~呈显微鳞片状。

绿泥石~呈显微鳞片状。

沸石~呈纤维状。

黄铁矿~呈半自形或他形粒状，工艺矿物学粒度在<0.001~0.1mm间。

褐铁矿~呈细微质点状，部分聚集成黄铁矿假象。

炭质~呈细微质点状或微纹状。

白铁矿~呈细小半自形板状、梳状。

黄铜矿~呈细微他形粒状。

阳起石及透闪石~呈纤维状。

金红石及白钛石~呈细小他形粒状。

黑云母~呈显微鳞片状。

磁黄铁矿~呈显微他形粒状。

矿石中菱锰矿呈显微他形粒状、半自形菱形粒状，工艺矿物学粒度在

0.001~0.04mm间，一般在0.005~0.02mm间；石英绝大部分呈显微他形粒，粒度在0.001~0.03mm间，一般在0.005~0.02mm间；高岭石呈隐晶质尘状；绢云母呈显微鳞片状；绿泥石呈显微鳞片状；沸石呈纤维状；钙蔷薇辉石呈半自形板柱状或他形粒状。它们不均匀或不甚均匀地嵌布在一起，矿石主要由显微粒状的锰方解石和一些菱锰矿组成，其中菱锰矿常聚集形成近椭圆形的砂屑、砾屑分布。

部分矿石中可以观察到明显的薄层理及微层理，这是由于前述矿物各自程度不同地富集而形成的，这些微、薄层理部分主要由富钙菱锰矿及（含）锰方解石组成，部分主要由菱锰矿及锰方解石、石英组成，部分主要由石英组成，还有少量微层理主要由绿泥石、高岭石及绢云母组成。

部分矿石内部矿物的分布相对均匀而不具微、薄层理，它们的矿物组成主要是菱锰矿、锰方解石，还有部分主要是石英，或主要是蔷薇辉石，当然，这些矿石中也常有少量绿泥石、高岭石分布。

很少量矿石因动力作用而碎裂形成大小不一、棱角状的碎块，碎块的矿物成份也主要是菱锰矿、锰方解石。较多碎块的大小>2mm，这些碎块部分位移比较明显，但也有不明显的，碎块间多填充着后期的方解石和石英。

部分矿石（包括具微、薄层理或不具层理的矿石）内部见菱锰矿、锰方解石、石英、绿泥石、高岭石各自相对聚集或共同形成的豆粒、鲕粒、斑团、砂屑、粉屑、砾屑、不规则条纹零星分布，有时还见石英、锰方解石组成细微的不规则状、近圆形生物碎屑零星地分布。黄铁矿呈细微或细小半自形、他形粒状，白铁矿呈细微或细小半自形板状或梳状（常与黄铁矿嵌布在一起），它们或分散或聚集成细小点状集合体，多零星且不均匀地散布于矿石中，局部黄铁矿相对富集成微层理分布，有时也见黄铁矿、白铁矿不均匀地分布于前述钙菱锰矿、锰方解石、石英、绿泥石、高岭石组成的豆粒、鲕粒中；褐铁矿呈质点状、黄铁矿假象，不均匀地分布于锰方解石及钙菱锰矿粒间；黄铜矿、磁黄铁矿呈细微他形粒状，零星分布于矿石中，它们常与黄铁矿、白铁矿连生。金红石及白钛石呈细小他形粒状偶见。

很少量大小不一的他形粒状石英、（锰）方解石单独或共同组成粗细不一的脉体不均匀地穿插于矿石中。黑云母、绿泥石呈显微鳞片状，它们或单独组成微脉穿插于矿石中或不均匀地分布于少量（锰）方解石石英脉中。

3) 氧化锰矿

氧化锰矿石的矿石矿物有硬锰矿25-35%，软锰矿20-30%，偏锰酸矿3-20%，次

为赤铁矿3-15%，褐铁矿3-10%；脉石矿物有石英5-15%，高岭石3-10%，水云母5-15%等。

(3) 矿石的化学成分

1) 各矿层的主要化学组分含量和变化

根据2004年普查报告,III+II矿层矿石化学组分Mn含量最小13.28%,最大22.06%,平均20.6%; TFe含量最小4.35%,最大7.14%,平均6.23%; P含量最小0.075%,最大0.141%,平均0.117%; SO₂含量最小21.67%,最大37.53%,平均29.75%; P/Mn最小0.0056,最大0.0064, Mn/TFe最小3.05,最大3.09,属低~中磷、中铁贫锰矿石。I矿层矿石化学组分Mn含量最小12.39%,最大19.67%,平均15.23%; TFe含量最小4.22%,最大10.17%,平均6.17%; P含量最小0.077%,最大0.142%,平均0.117%; SO₂含量最小11.99%,最大24.69%,平均22.39%; P/Mn最小0.0062,最大0.0072, Mn/TFe最小1.93,最大2.94,属高磷、高铁贫锰矿石。

2) 锰在矿石中的赋存状态

咱所矿区锰矿层即是布东矿区锰矿层沿倾向深部延伸的部分,矿石特征基本相同,根据咱所矿区勘探成果,物相样分析结果见表2-4-9。各锰矿层矿石中的锰的赋存状态大体相同。锰绝大部分以碳酸盐状态存在,少数以硅酸盐状态存在,极微量赋存在氧化物中。矿石中碳酸锰中的Mn占总含量:III+II矿层平均为90.02%,I矿层平均为92.19%;硅酸锰中的Mn占总含量:III+II矿层平均为8.06%,I矿层平均为7.42%;氧化锰中的Mn仅占总含量:III+II矿层平均为1.92%,I矿层平均为0.36%。

各锰矿层的矿石中赋存锰的矿物也大体一致。以碳酸盐类的菱锰矿为主,其次为锰方解石。少量的碳酸盐类矿物是钙蔷薇辉石。此外,还有微量的水锰矿、褐锰矿和软锰矿。

表2-4-9 咱所矿区锰矿物相样分析结果表

样品编号	矿层编号	碳酸锰中之锰 (%)	氧化锰中之锰 (%)	硅酸锰中之锰 (%)	Mn (%)
WX1	I	17.43	0.054	1.36	18.85
WX2	I	19.89	0.042	1.56	21.49
WX3	I	18.25	0.122	1.49	19.86
WX4	I	17.05	0.065	1.43	18.55
平均含量 (%)		18.15	0.071	1.46	19.69
相对含量 (%)		92.19	0.359	7.42	100.00
WX5	III+II	13.48	0.378	1.27	15.13
WX6	III+II	15.67	0.225	1.36	17.26

WX7	III+II	14.76	0.381	1.34	16.48
WX8	III+II	15.09	0.273	1.31	16.67
平均含量 (%)		14.75	0.314	1.32	16.39
相对含量 (%)		90.02	1.918	8.06	100.00

(4) 矿石风(氧)化带

氧化锰矿呈带状分布于矿区边缘浅部, 氧化斜深一般为 15~30m 左右。氧化矿是据根物相分析结果综合对比, 确定样品中 MnO_2 中的 Mn, 占全锰 75%以上时定为氧化矿石; 占 25~75%定为半氧化矿石; <25 定为原生锰矿石。在野外具体划分时, 尚须依肉眼观察的矿石特征来判别。

(5) 矿体(层)围岩及夹石

1) 围岩

各矿层的围岩岩性基本相同, 主要有薄层状硅质灰岩、硅质岩夹钙质泥岩, 微粒~致密结构, 质较坚硬, 紧随矿层顶底分布。据“详勘报告”及本次工作, 其特征如下:

①顶板

矿层直接顶板为 0.05~0.92m 厚的微粒石英硅质岩 (9 分层), 其间局部夹深灰色微粒碳酸锰矿透镜体, 往上为 10 分层底部厚 0.5~0.7m 的灰黑色含炭含锰及黄铁矿的泥灰岩, 局部为灰色钙质泥岩、硅质灰岩。顶板岩石的主要矿物以石英、方解石为主, 次为绢云母及少量黄铁矿、炭质、锰矿物等。

②夹一

岩性主要为浅灰色微层状硅质灰岩夹灰白色微层状泥岩。顶、底部常有一层 0.1m 厚的石英硅质岩, 底部的硅质岩之上常有灰白色含锰灰岩薄层, 顶部的硅质岩之下 (或紧靠矿层) 常有含锰泥岩薄层、透镜体。该层的主要矿物成分为方解石、石英、绢云母, 次为锰方解石、白云母及少量炭质、黄铁矿等。据矿区内所用钻探工程揭露统计, 夹一的厚度为 9.03~25.10m, 平均为 15.66m。矿区内夹一的厚度变化有一定的规律, 总体上, 南部夹一的厚度较薄, 往北及东部厚度逐渐变大。夹一厚度与锰矿层厚度的变化有一定相关关系, 大体上, 南部锰矿层厚度较大而夹一较薄, 北东矿层厚度较小而夹一较变厚。

③底板

直接底板为灰白色石英质硅质岩, 厚 0.05~0.3m, 往下为灰~深灰色, 偶见灰绿色泥质灰岩夹泥灰岩、钙质泥岩、灰岩等。矿物成分主要有方解石、绢云母, 次为石英、含锰方解石及少量炭质黄铁矿等。岩石一般含锰 2~9%。

2) 夹石

各矿层中都有少量薄层~透镜状与矿层层面平行分布的石英硅质岩。其厚度 0.02~0.42m, 一般 0.05~0.10m。(III+II) 矿层中硅质岩较少, 0~2 层不等, 且矿层中的硅质岩含泥质锰质较高。I 矿层中硅质岩较多并且质较纯, 0~3 层不等, 绝大多数出现在矿层的中、下部, 以矿层中部的一层较为稳定。

此外矿层中含有少量的脉状、透镜状或不规则团块状的石英脉石(部份为方解石~石英脉), 白色或乳白色, 脉厚 1~34cm。多数脉体与矿层层面基本垂直, 少数斜交或平行。矿层层面的脉石极少见。脉石仅产在矿层中, 不穿入夹层及顶、底板。

(6) 共(伴)生矿产

根据《广西大新县下雷锰矿区南部碳酸锰矿详细勘探地质报告》, 在布东锰矿估算锰矿石资源量范围内, 没有发现共生矿产, 主要伴生元素是 Co 和 Ni。III 矿层中 Co 的含量范围是 0.005-0.018%, 平均值为 0.010%; Ni 的含量范围是 0.007-0.041%, 平均值为 0.019%。II 矿层中 Co 的含量范围是 0.007-0.012%, 平均值为 0.009%; Ni 的含量范围是 0.015-0.043%, 平均值为 0.026%。因此, 这两矿层的矿石中所含的 Co、Ni 的含量较低, 综合利用价值小。I 矿层中 Co 的含量范围为 0.004-0.009%, 一般含量 0.005-0.007%; Ni 的含量范围为 0.003-0.031%; 故含量均低, 没有综合利用价值。

根据《广西大新县下雷矿区中-东部(9~74 勘探线) 矿段锰矿勘探报告》, 经组合样分析, III+II 和 I 矿层中 Co 的含量范围是 0.0045~0.0077%; Ni 的含量范围是 0.0032~0.0045%、Cu 的含量范围是 0.0014~0.0026%, Au、Ag 含量亦很低。参照《铁、锰、铬矿地质勘查规范》(DZ/T0200~2020) 中锰矿石伴生评价参考值, 矿层中 Co、Ni 等元素的含量均很低, 远达不到伴生有用组分的综合回收指标。目前的选冶技术条件尚难综合利用。

2.5 土地利用现状

根据大新县自然资源局提供的的土地利用现状局部图(图幅号: *****) 及全国第三次土地调查 2022 年年度变更成果数据, 矿区面积为 328.3899hm², 矿区范围内土地类型有水田、旱地、乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、工业用地、采矿用地、农村宅基地、特殊用地、公路用地、农村道路和设施农用地等, 矿区范围内涉及部分基本农田, 经套核占用永久基本农田范围未压覆矿产资源; 本矿区土地权属为大新县下雷镇仁惠村村委。矿区范围内土地地类及面积详见表 2-5-1。

表 2-5-1 矿区土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	土地权属	占总面积比例 (%)
编码	名称	编码	名称			
01	耕地	0101	水田	1.5033	下雷镇 仁惠村	0.46
		0102	旱地	3.7466		1.14
02	园地	0201	果园	2.1045		0.64
03	林地	0301	乔木林地	88.9809		27.10
		0305	灌木林地	213.0279		64.87
		0307	其他林地	3.8657		1.18
04	草地	0404	其他草地	1.1386		0.35
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	0.7800		0.24
		0602	采矿用地	6.8241		2.08
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.0818		0.02
09	特殊用地	09	特殊用地	0.3298		0.10
10	交通运输用地	1003	公路用地	1.8401		0.56
		1006	农村道路	4.1085	1.25	
12	其他土地	1202	设施农用地	0.0581	0.02	
合计				328.3899		100.00

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

布东锰矿矿区范围内自 60 年代以来,由当地民矿站或群众组织开采浅部氧化锰矿层,2009 年又发现有当地民众非法开采深部碳酸锰矿现象,全部为地下窿道开采,在 04 线以西形成了 8 个非法采矿窿口,分别为 WT17、③号洞、②号洞、①号洞、通风口、PD03、PD506、PD01;在 04 线以东形成了 10 个非法采矿窿口,分别为 PD380、Ha92、2#窿口、PD05、PD425 及未命名的窿口 5 个。以上老窿井口大部分已经由政府部门统一炸毁封堵,现已复垦长满植被,基本已经找不到老窿口位置,其中 PD380 已作为回风平硐沿用至今。老窿井巷都分部在 400m 以上,未有积水,地表也未发现有渗水现象。本项目工程没有与老窿井巷相连相近的地方,未发现有老窿水存在。

目前地表仅存 6 个老窿口,分别为老窿 1、老窿 2、老窿 3、老窿 4,1#废弃窿、2#废弃窿,其中老窿 1、老窿 2 位于 5 线与 6 线之间,老窿 3 位于 4 线东侧,老窿 4 位于 04 线东侧,1#废弃窿、2#废弃窿为本次现场调查发现,分别位于 6 线北侧、4 线中部,现状暂未封堵。2022 年 6 月,业主采用浆砌砖对 1~4 老窿进行封堵,现无废水流出。

矿山采用平硐~斜坡道开拓,目前矿区内布置有+380m 回风平硐、+340m 平硐、主斜坡道(+303m)及+300m 平硐共 4 个井口。井下布置有+340m、+300m、+260m、+220m、+180m、+140m、+100m 共 7 个中段,各中段通过盲斜井、人行通风上山、斜坡道相互贯通。矿山采用的采矿方法为房柱法和全面法。井下采用无轨运输,各中段采出矿石由

电耙耙至中段运输巷由扒渣机装入自卸汽车，经斜坡道运至井口堆矿场。目前井下采空区主要分布在4号线以东、+180m以上中段。

目前矿山在+300m平硐口北面建设有空压机房、沉淀池、堆矿场、办公生活区等设施，在主斜坡道（+303m）口附近建设有值班室、高位水池等设施，在+340m平硐北面建设有配电房、选厂、机修间等设施。

2.6.2 农业、林业及居民房屋建设

矿区位于大新县城西面直距约63km处，交通方便。现有建筑为以砖混结构楼房为主，部分为砖瓦结构民房，矿区及其附近为山多人少的以壮族为主的少数民族地区。农业以种植水稻、玉米为主，次为甘蔗，豆类，花生等。矿区及附近无大的工业设施，无已经划定的文物保护区，无已开发的旅游区和已列入开发规划的旅游区。居民点分布稀疏，劳动力较充足。

本矿山范围内无饮用水源分布，也不在水源保护区和自然保护区范围，距离南侧的下雷镇自然保护区缓冲区和试验区最近为550m，距离北侧下雷河北岸的弄贯饮用水源保护区约1.5km，距离东南侧的岜倬饮用水源保护区约5km，矿区均不在上述饮用水源保护区的上游补给区，因此本矿山采矿活动对周边集中式饮用水源的水质影响较小，未来主要可能会污染矿区下游的布康溪、晒所溪和布康溪以及最终排泄边界下雷河的地表水水质。

2.6.3 工程设施

经核实，布东锰矿矿区周边300m范围内无居民点分布，无文物、风景区、名胜古迹和自然保护区。500m范围内无高压输电线经过，1000m范围内无铁路经过；矿区西南面为南方锰业大新锰矿，矿区南面为晒所锰矿，矿区范围之间留有明确的界线区分，无矿权、矿界纠纷。矿区不在大新县城镇开发边界、生态保护红线范围，涉及占用部分永久基本农田。矿山周边环境一般。

矿区内移动通信网络覆盖全面，通讯条件良好。综上所述，现状矿山及周边人类工程活动对矿山地质环境影响程度较轻。

2.7 矿区环境地质现状

（1）矿区地质灾害现状

根据本次调查及收集资料情况，现状矿区及其附近地区未发现有崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害的发生。布东锰矿已形成一定的采空区，2023年6月10日在井下260中段

244#采场，发生一起采场作业人员站在未支护的不稳固顶板下进行撬毛作业引发的一般伤亡责任事故，造成2人死亡，顶板冒落原因是244#采场层状节理发育，围岩破碎，离层现象严重，事故现场未采取任何支护。目前矿区周边未发现采空区塌陷地质灾害，矿坑已同步进行疏干排水工作，未发现有由于抽排地下水引发的地面塌陷地质灾害现象。因此，现状地质灾害弱发育。

(2) 矿区地表水及地下水现状

1) 矿区地表水水质现状

下雷河、布康溪为矿区周边主要地表河流，可以利用其作为该矿区的供水水源。2023年矿区南部的唔所锰矿（同为采矿权人所有）进行勘探时分别在下雷河、布康溪采取了2组（H1-丰、H4-丰）地表水样，分别进行水质全分析。地表水按《地表水环境质量标准》（GB3838~2002）III类标准评价。由分析结果（见表2-7-1）可知，所采集的2组地表水样均达到III类水标准，因此矿区现状地表水可以作为矿山的生产、生活用水水源。

表 2-7-1 唔所锰矿地表水质主要项目检测结果表

序号	项目 (mg/L)	检测值				III类水标准值	备注
		H1	H4	H1-丰	H4-丰		
1	pH 值	7.69	7.57	7.70	7.43	6-9	
2	氨氮 NH ₄ ⁺	0.03	0.04	0.03	0.04	≤1.0	
3	铜	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	≤1.0	
4	锌	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	≤1.0	
5	氟化物 (以 F ⁻ 计)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	≤1.0	
6	砷	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	≤0.05	
7	汞	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	≤0.0001	
8	镉	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	≤0.005	
9	铬(六价)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	≤0.05	
10	铅	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	≤0.05	
11	铁	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	0.3	
12	锰	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
13	硫酸盐	44	88	44	88	250	
14	氯化物	<1	<1	<1	<1	250	
15	硝酸盐	1.9	4.7	1.7	4.4	10	

2) 矿区地下水质量现状

根据《储量核实报告》，唔所锰矿勘探在矿区内 ZK201-水、ZK505-水、ZK702-水孔中分别采取3组地下水样。另外在对布东锰矿进行专项环评水文地质勘察时于 PD300（矿坑水）、监测井 SK01、SK02、SK04、泉 S04、泉 S07 等采集6组枯水期地下水样进行水质分析。

根据《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）对采取的 9 个地下水水样进行评价，进行综合评价时，先进行单指标评价，先将单项组分实测值与分类标准（表 2-7-2）比较，划分其所属质量类别（不同类别标准值相同时，从优不从劣），其结果见表 2-7-3、表 2-7-4。其次进行地下水质量综合评价，按单指标评价结果最差的类别确定，并指出最差类别的指标。

表 2-7-2 地下水质量各类别评分值表

类别	I	II	III	IV	V
其中：I类、II类主要反映地下水化学组分的天然低背景和天然背景含量，适用于各种用途；III类以人类健康基准值（生活饮用水水质标准）为依据，主要适用于集中式生活饮用水水源及工、农业生产用水；IV类以农业和工业用水要求为依据，除适用于农业和部分工业用水外，适当处理后可作为生活饮用水；V类不宜作生活饮用水，其他用水可根据使用目的选用。					

参加评价的项目有：pH、总硬度（以 CaCO₃）、溶解性总固体、硫酸盐 SO₄²⁻、氯化物 Cl⁻、铁 Fe、锰 Mn、铜 Cu、锌 Zn、硝酸盐 NO₃⁻、亚硝酸盐 NO₂⁻、氨氮 NH₄⁺、氟化物 F⁻、汞 Hg、砷 As、镉 Cd、铬 Cr⁶⁺、铅 Pb 等。

表 2-7-3 咱所锰矿地下水水质主要项目检测结果质量综合评价

序号	项目（mg/L）	地下水III类标准值	ZK201-水		ZK505-水		ZK702-水	
			检测值	分值	检测值	分值	检测值	分值
1	pH 值	6.5~8.5	7.49	I	7.5	I	7.64	I
2	总硬度（以 CaCO ₃ ）	≤450	262.29	II	281.38	II	176.27	II
3	溶解性总固体	≤1000	599.00	III	372.00	II	246.50	I
4	硫酸盐 SO ₄ ²⁻	≤250	107	II	43	I	65	II
5	氯化物 Cl ⁻	≤250	<1.0	I	<1.0	I	<1.0	I
6	铁 Fe	≤0.3	<0.3	II	<0.3	II	<0.3	II
7	锰 Mn	≤0.1	<0.1	II	<0.1	II	<0.1	II
8	铜 Cu	≤1.0	<0.2	II	<0.2	II	<0.2	II
9	锌 Zn	≤1.0	<0.05	I	<0.05	I	<0.05	I
10	硝酸盐 NO ₃ ⁻	≤20	1.1	I	0.64	I	0.7	I
11	亚硝酸盐 NO ₂ ⁻	≤1.00	<0.01	I	<0.01	I	<0.01	I
12	氨氮 NH ₄ ⁺	≤0.5	0.13	II	0.48	III	0.2	II
13	氟化物 F ⁻	≤1.0	<1.0	I	<1.0	I	<1.0	I
14	砷 As	≤0.01	<0.01	I	<0.01	I	<0.01	I
15	汞 Hg	≤0.001	<0.001	II	<0.001	II	<0.001	II
16	镉 Cd	≤0.005	<0.005	II	<0.005	II	<0.005	II
17	铬 Cr ⁶⁺	≤0.05	<0.004	I	<0.004	I	<0.004	I
18	铅 Pb	≤0.01	<0.01	I	<0.01	I	<0.01	I
综合评价质量类别			III		III		II	

咱所锰矿勘探在矿区内 ZK201-水、ZK505-水、ZK702-水孔中采取的 3 组地下水样水质综合质量类别为III~II类，水质均为良好。

布东锰矿进行专项环评水文地质勘察时于 PD300(矿坑水)、监测井 SK01、SK02、SK04、泉 S04、泉 S07 等采集的 6 组枯水期地下水样水质综合质量类别为Ⅲ类，水质均为良好。

综上所述，矿区内地下水水质与地表水质相近，总体上属于良好级别，符合饮用水水质标准

表 2-7-4 布东锰矿环评专项地下水水质主要项目检测结果质量综合评价

序号	检测项目 (mg/L)	地下水 III类标 准值	PD300 (SY4)		SK01 (SY3)		SK02 (SY5)		SK04 (SY10)		泉 S07 (SY8)		泉 S04 (SY6)	
			检测值	分值	检测值	分值	检测值	分值	检测值	分值	检测值	分值	检测值	分值
1	pH 值	6.5~8.5	8.3	I	7.76	I	7.94	I	6.7	I	8.39	I	8.24	I
2	总硬度 (CaCO ₃)	≤450	370.82	III	121.35	I	285.51	II	300.74	III	150.4	II	218	II
3	溶解性总 固体	≤1000	495	II	102.5	I	302.5	II	222.5	I	160	I	260	I
4	硫酸盐 SO ₄ ²⁻	≤250	222.55	III	32.73	I	15.5	I	182.19	III	14.15	I	15.54	I
5	氯化物 Cl ⁻	≤250	1.01	I	1.31	I	3.57	I	21.9	I	1.4	I	1.36	I
6	铁 Fe	≤0.3	0.024	I	0.032	I	0.0038	I	0.0087	I	0.0069	I	0.028	I
7	锰 Mn	≤0.1	0.073	III	0.0018	I	0.048	I	0.00076	I	0.0012	I	0.0044	I
8	铜 Cu	≤1.0	<0.0003	I	<0.0003	I	<0.0003	I	<0.0003	I	<0.0003	I	<0.0003	I
9	锌 Zn	≤1.0	<0.001	I	0.031	I	0.17	II	<0.001	I	0.063	II	<0.001	I
10	硝酸盐 NO ₃ ⁻	≤20	4.05	II	0.85	I	1.01	I	15.42	III	6.39	III	2.13	II
11	亚硝酸盐 NO ₂ ⁻	≤1.00	0.2600	III	0.1000	II	0.0052	I	0.1100	III	0.0065	I	0.0046	I
12	氨氮 NH ₄ ⁺	≤0.5	0.15	III	0.17	III	0.16	III	0.022	II	0.17	III	0.16	III
13	氟化物 F ⁻	≤1.0	<0.04	I	<0.04	I	<0.04	I	<0.04	I	<0.04	I	<0.04	I
14	砷 As	≤0.01	<0.01	I	<0.0003	I	<0.0003	I	<0.0003	I	<0.0003	I	<0.0003	I
15	汞 Hg	≤0.001	<0.001	I	<0.00004	I	<0.00004	I	<0.00004	I	<0.00004	I	<0.00004	I
16	镉 Cd	≤0.005	<0.005	II	<0.0002	II	<0.0002	II	<0.0002	II	<0.0002	II	<0.0002	II
17	铬 Cr ⁶⁺	≤0.05	<0.004	I	<0.004	I	<0.004	I	<0.004	I	<0.004	I	<0.004	I
18	铅 Pb	≤0.01	<0.01	I	<0.002	I	<0.002	I	<0.002	I	<0.002	I	<0.002	I
综合评价质量类别			III		III		III		III		III		III	

(3) 矿区开采后对含水层影响现状

矿区地下水类型主要为碳酸盐岩夹碎屑岩溶洞裂隙水，含水岩组具弱透水，富水性弱。矿坑抽水对地表浅层风化带裂隙潜水的疏干影响较小，地下水的补、迳、排系统未发生明显改变，地下水位也未发生显著变化。目前矿区周边村屯饮用水源均取自下雷镇和湖润镇自来水厂，水源均不在矿山疏干影响范围，矿山开采未对周边村屯饮用水源产生水量疏干减少的影响。

(4) 矿山开采后对土地资源破坏现状

矿山的采矿场、堆矿场、选矿厂及辅助生产、生活设施均建在居民稀少地区，且多为荒坡地。矿山不设尾矿库及废石堆场，尾矿均外销至水泥厂，废石大部分已外销用于乡村公路铺垫，少部分用于矿山选矿厂、办公楼等场地的填埋平整场地。矿山建设现状对土地资源的破坏主要表现为对土地资源的挖损和压占，对矿区土地资源的影响和破坏程度较严重。

(5) 矿山开采后粉尘、噪音、废气现状

根据矿山提供的 2022 年 6 月 20 日《工作场所职业卫生检测报告》，检测单位为广西瑞安安全检验有限公司，资质证书：（桂）卫职技字（2021）第 007 号。检测结果见表 2-7-5。

表 2-7-5 粉尘、噪音、废气检测结果表

检测项目	粉尘性质	判定结果	备注
总粉尘浓度	矽尘	未超标	部分工作场所噪音超标是因为作业点空间狭窄，作业过程产生的噪音不易消减。
呼吸性粉尘浓度	矽尘	未超标	
总粉尘峰接触浓度	矽尘	未超出	
呼吸性粉尘峰接触浓度	矽尘	未超出	
噪声 8h 等效声级		部分超标	
一氧化碳		未超标	
一氧化氮		未超标	
二氧化氮		未超标	
二氧化硫		未超标	
硫化氢		未超标	
锰及其化合物浓度		未超标	
锰及其化合物峰接触浓度		未超出	

(6) 矿山开采后矿坑废水及矸石（尾矿）现状

1) 矿坑废水

本选矿流程为重选、磁选工艺，不需添加任何药剂，选矿废水的水质主要与给水有关。根据《储量核实报告》，核实工作对浸泡了5天的选矿尾矿水进行有毒有害成分分析，选矿废水中有毒有害成分含量均远低于国家《污水排放综合标准》（GB8978~1996）中的一级标准，可做到达标排放。选矿废水经澄清后将返回选矿厂循环使用，即使有少量外排，选矿废水对周围环境也不会造成污染。

根据矿山提供的2021年枯、丰水期水样《检测报告》，检测单位为广西冶金研究院分析测试中心，检测枯、丰水期地下水水样10件，检测结果均符合技术条件要求，达到Ⅲ类水标准。根据2023年12月15日广西壮族自治区崇左市生态环境监测中心对矿山的水质调查监测结果表可知（详见表2-7-6），矿区300平硐处的排洪沟积水锰含量超标，该位置的水质异常由开采矿种引起，其余位置的水样监测结果均符合监测标准。现状矿山生活废水经沉淀池沉淀后排放，矿坑水用于矿山生产用水和选矿厂补充用水，不外排。矿区不设尾矿库及废石堆场，不存在尾矿废水和废石淋滤水外排或渗漏情况。

表 2-7-6 废水监测结果表

样品名称	pH 值	氨氮 (mg/L)	锰 (mg/L)
300 沉淀处理水	7.8	0.024	0.506
160 水仓涌水	8.0	0.020L	0.582
排洪沟积水 (300 平硐处)	8.0	0.020L	6.20
厂属排洪沟出口	8.2	0.020L	0.156
160 主水仓涌水 (矿硐内)	7.9	0.059	0.744
GB8978-1996 一级标准限值	6~9	≤15	≤2.0

2) 矸石 (尾矿)

尾矿中主要组分是石英、方解石、高岭石、绿泥石、绢云母等。尾矿中不含有毒有害的元素或物质，尾矿对环境无直接或间接的污染。现状矿山矸石和尾矿均已外销，不设矸石堆场和尾矿库。

(7) 矿石及围岩放射性

根据《储量核实报告》，本区的主要岩性有泥岩、钙质泥岩、泥灰岩、泥质灰岩、石灰岩和硅质岩等。根据钻孔测井实测曲线统计各种岩性物理特征数值结果显示，本区泥岩自然伽玛值最高，锰矿体自然伽玛值最低。本区自然伽玛最高值1.57 PA/kg（约为21.89γ），低于《地质工程不良地质勘察规程》（Tb10027-2001）规定的放射性地区下限值100γ，即该区属非放射性地区，对人体无放射性危害。

(8) 地温

根据 2023 年 9 月提交的《广西大新县所矿区锰矿水文地质、工程地质、环境地质详查报告》，布东开采矿区的+55 标高巷道内钻探 1 个 100m 孔深的钻孔进行地温测量，根据井温成果，孔底 100m 处最高温度为 23.51°C。从所测温度数值看 10m 以下为增温带，平均地温梯度为 1.01°C/100m。经测定布东矿区内地温梯度在 3°C/100m 以下，属正常地温梯度，无异常区。

2.8 矿山地质环境和土地条件小结

根据《方案编制技术要求》，结合《地质灾害危险性评估规程》(DB45/T 1625-2024)，矿山地质环境条件复杂程度根据对矿山开采影响较大的 7 个主要要素，即区域地质背景、矿区水文地质条件、岩土体工程地质特征、地质构造的复杂程度、地质灾害的发育情况、矿山开采复采情况及采动影响、矿区地形地貌形态及复杂程度等，划分为复杂、中等、简单三个级别。采取就上原则，7 个要素条件中只要有一个满足某一级别，应定为该级别。布东锰矿开采方式为露天开采方式，矿山地质环境条件复杂程度需参考《方案编制技术要求》附录 C 表 C.1《地下开采矿山地质环境条件复杂程度分级表》确定。

(1) 区域地质环境背景：评估区所在区域地质构造条件简单，无全新世活动断裂，地震基本烈度等于 VI 度，地震动峰值加速度为 0.05g，矿区所处区域地质环境背景为简单类型。

(2) 矿区位于区域地下水（地表水）分水岭附近，矿区少部分矿体位于最低侵蚀基准面以上，而大部分矿体处于构造裂隙地下水位及最低侵蚀基准面以下。矿体主要充水含水层富水性弱-中等，矿体顶板弱透水，属直接充水，建议本矿区井下正常总涌水量取值为 1105 m³/d，最大总涌水量取值为 1442 m³/d。矿区地形条件不利于自然排水，但矿床人工疏干排水条件较好，应采取切实可行的措施做好人工疏干排水工作。本矿区水文地质类型是以裂隙含水层充水为主的矿床，水文地质条件为中等类型。

(3) 矿区内矿体埋藏深，宜地下坑道开采。采矿影响范围内的地层岩性主要为坚硬~半坚硬硅质岩、硅质灰岩岩类，岩体工程地质性质较好。局部泥岩为软弱岩类，遇水易软化，岩体工程地质性质较差，容易发生塌邦、冒顶地质灾害，属重点支护地段。矿区内断层发育，断裂破碎带对未来采坑稳定性有一定影响。不良结构面对山体的整体稳定性影响不大。在采矿以及地下水疏干过程中，容易引发地面塌陷地质，因此要严格执行有关采矿安全规定，做好采矿坑道系统安全防护工作，避免人为引发塌邦、冒顶、地面塌陷等地质灾害，工程地质条件为中等类型。

(4) 现状条件下，矿区及其附近地区未发现有崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害的发生。布东锰矿为已开采矿山，已形成一定的采空区。目前矿区周边未发现采空区塌陷地

质灾害，矿坑已同步进行疏干排水工作，未发现有由于抽排地下水引发的地面塌陷地质灾害现象。因此，矿区现状地质灾害弱发育。

(5) 矿区地质构造较复杂，地震活动较弱，区域地壳相对稳定，植被较发育，地质灾害弱发育，地表水和地下水水质较好，土地资源破坏轻微，因此，矿区环境地质条件中等。

(6) 未来矿区范围内地下采空区面积和空间较大，无重复开采，采空区部分得到处理，采动影响较强烈。

(7) 评估区地貌类型单一，微地貌形态较复杂，地形起伏较大，地形条件复杂，自然排水条件较好，地形自然坡度 $15^{\circ}\sim 50^{\circ}$ ，主要井口斜坡与岩层倾向斜交。

综上，矿山地质环境条件复杂程度确定为复杂类型。

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

根据《方案编制技术要求》及有关规定，矿山地质环境影响评估的范围除矿山用地范围外，还应包括采矿活动影响范围及其受影响因素存在的范围。通过实地调查及对地质资料分析研究，考虑到采空塌陷、矿山疏干排水等影响，方案评估区北东部以用地范围为界外扩至第一斜坡，北西部、西部以矿界范围外扩 50~80m，南东部及东部以疏干降落漏斗边界外扩至第一斜坡；据此圈定本次工作评估区面积为 510.0438hm²。

3.1.2 矿山地质环境影响评估级别

根据《方案编制技术要求》，矿山地质环境影响评估级别根据评估区重要程度、矿山生产建设规模及矿山地质环境复杂程度等综合确定。

(1) 评估区重要程度

评估区范围无居民居住区、无重要的交通要道，远离各级自然保护区及旅游景区(点)，无水源地，采矿活动破坏土地资源地类含林地。根据《方案编制技术要求》中的附录 B“表 B.1 评估区重要程度分级表”（详见表 3-1-1），评估区重要程度属**较重要区**。

表 3-1-1 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区
分布有 500 人以上的居民集中居住区	分布有 200~500 人的居民集中居住区	居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下
分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施	分布有二级公路、小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施	无重要交通要道或建筑设施
矿区紧邻国家级自然保护区（含地质公园、风景名胜区等）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、淡泉水，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、淡泉水，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

(2) 矿山生产建设规模

矿山设计年生产锰矿石量***万 t，根据《方案编制技术要求》中的附录 D“表 D.1 矿山生产建设规模分类一览表”，判定生产建设规模属**中型**。

(3) 矿山地质环境影响评估级别确定

综上所述，评估区重要程度属**较重要区**，矿山生产规模属**中型**，矿山地质环境条件复杂程度属**复杂类型**，根据《方案编制技术要求》中的附录 A“表 A.1 矿山地质环境影响评估分级表”（表 3-1-2），矿山地质环境影响评估级别确定为**一级**。

表 3-1-2 矿山地质环境影响评估分级表

评估区重要程度	矿山建设规模	地质环境条件复杂程度		
		复杂	中等	简单
重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	一级	一级
	小型	一级	一级	二级
较重要区	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

本矿山为生产项目，开采矿种为锰矿，开采方式为地下开采，矿山前期基建工程中需开拓平窿口、斜井至地下各中段采区，并修建主井工业场地、办公区、仓储及生活区、选厂及矿山道路等；前期掘进产生的废石部分回填采空区，运出地表部分临时堆存在工业场地废石场中，采出矿石直接输送至选厂进行加工，产生的尾矿外运处理。综合分析，整个矿山生产建设过程中主井工业场地、办公区、仓储及生活区、选厂及矿山道路等的建设对矿区地形地貌景观造成破坏，对土地资源造成损毁，井口人工切坡可能引发不稳定斜坡发生崩塌、滑坡地质灾害，地下开采可能引发采空塌陷地质灾害。

3.2 现状评估

3.2.1 地质灾害现状评估

3.2.1.1 地质灾害危险性评估与级别

本矿山生产规模为**中型**，根据《地质灾害危险性评估规程》（DB45/T 1625-2024）附录 B 确定本矿山属**较重要建设工程**，本矿山地质环境条件复杂程度划分为**复杂类型**，对照《地质灾害危险性评估规程》（DB45/T1625-2024）（以下简称“评估规程”）中有关地质环境条件复杂程度及重要性分类划分标准（见表 3-2-1），确定本矿山地质灾害危险性评估级别为**一级**。

表 3-2-1 地质灾害危险性评估分级表

类别	重要性	地质环境条件复杂程度		
		复杂	中等	简单
建设工程	重要	一级	一级	一级
	较重要	一级	二级	三级
	一般	二级	三级	三级
规划区		一级	二级	三级

注：规划区是指城镇及村庄规划区、城镇开发区、园区，其中园区指政府集中统一规划区域，如工业园区、农业园区、科技园区、物流园区、文化创意产业园区等。

3.2.1.2 地质灾害现状评估

本矿山为延续矿山项目，根据采矿活动的特点和地质灾害形成机理分析，选取地质环境条件、人类工程活动、地质灾害发育程度，以及危害对象、损失情况与防治难易程度等，作为地质灾害危险性评估的主要要素。地质灾害诱发因素、地质灾害危害程度分级依据《评估规程》中表 3、表 4 确定，详见表 3-2-2、3-2-3。

表 3-2-2 地质灾害诱发因素分类表

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

注：不稳定斜坡的诱发因素根据其变形破坏方式参照滑坡、崩塌地质灾害进行分析。

表 3-2-3 地质灾害危害程度分级表

危害程度	灾情		险情	
	死亡人数（人）	直接经济损失（万元）	受威胁人数（人）	可能直接经济损失（万元）
大	>10	>500	>100	>500
中等	3~10	100~500	10~100	100~500
小	≤3	<100	<10	<100

注 1：灾情：指已发生的地质灾害，采用“人员伤亡情况”“直接经济损失”指标评价
注 2：险情：指可能发生的地质灾害（地质灾害隐患），采用“受威胁人数”“可能直接经济损失”指标评价
注 3：危害程度采用“灾情”或“险情”指标评价

根据本次调查及收集资料情况，现状矿区及其附近地区未发现有崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害的发生。目前矿区周边未发现采空区塌陷地质灾害，矿坑已同步进行疏干

排水工作，未发现有由于抽排地下水引发的地面塌陷地质灾害现象。因此，现状矿山地质灾害弱发育。

3.2.2 地形地貌景观影响和破坏现状评估

矿区周边 300m 范围内无自然保护区、旅游景区（点）、人文景观和风景旅游区，采矿活动对此无影响。本矿山为生产多年的老矿山，目前矿山现有破坏单元有主井工业场地、选厂、办公区、仓储及生活区、堆料区、PD380 回风井、1#废弃窿及 2#废弃窿等八个单元，各单元对地形地貌景观影响和破坏情况如下：

（1）主井工业场地

该单元包含斜坡道 303 井口、平硐 300、堆矿场、值班室及部分矿山运输道路等，其中矿山道路建设过程中部分区域需开挖平整，道路均为水泥硬化路面，主要表现为压占破坏，矿山道路的建设破坏了原有的植被景观，局部改变了原有的地形，对地形地貌景观的影响和破坏较严重；其余斜坡道 303 井口、平硐 300、堆矿场、值班室等设施对矿区地形地貌景观表现为压占破坏，破坏了原有的植被景观，局部改变了原有的地形，对地形地貌景观的影响和破坏严重。综上，主井工业场地对矿区地形地貌景观的影响和破坏严重。

（2）选厂

该单元包含选矿设备、精矿场、值班室、平硐 340 及部分矿山运输道路等，其中矿山道路建设过程中部分区域需开挖平整，道路均为水泥硬化路面，主要表现为压占破坏，矿山道路的建设破坏了原有的植被景观，局部改变了原有的地形，对地形地貌景观的影响和破坏较严重；其余选矿设备、精矿场、值班室、平硐 340 等设施对矿区地形地貌景观表现为压占破坏，破坏了原有的植被景观，局部改变了原有的地形，对地形地貌景观的影响和破坏严重。综上，选厂对矿区地形地貌景观的影响和破坏严重。

（3）办公区

该单元布置的设施含办公楼、员工宿舍、停车场、球场及部分矿山道路等。其中矿山道路建设过程中部分区域需开挖平整，道路均为水泥硬化路面，主要表现为压占破坏，矿山道路的建设破坏了原有的植被景观，局部改变了原有的地形，对地形地貌景观的影响和破坏较严重；其余各建筑物均为砖混结构，建筑物面积约 2500m²，对矿区地形地貌景观表现为压占破坏，破坏了原有的植被景观，局部改变了原有的地形，对地形地貌景观的影响和破坏严重。

（4）仓储及生活区

该单元布置的设施含员工宿舍、停车场、仓库及修理厂等。建筑物设施为砖混、铁棚结构等，各建筑物面积约 3600m²，其对矿区地形地貌景观表现为压占破坏，破坏了原有的植被景观，局部改变了原有的地形，对地形地貌景观的影响和破坏严重。

(5) 堆料区

该单元为民用堆放石料所占用场地，考虑堆放碎石时间较长，其对矿区地形地貌景观表现为压占破坏，破坏了原有的植被景观，局部改变了原有的地形，对地形地貌景观的影响和破坏严重。

(6) PD380 回风井

该单元为矿山过往开采所建井口，含回风设施、检修室等，其对矿区地形地貌景观表现为压占破坏，破坏了原有的植被景观，局部改变了原有的地形，对地形地貌景观的影响和破坏严重。

(7) 1#废弃窿

该单元该单元为矿山过往民采所建井口，现已废弃，其对矿区地形地貌景观表现为压占破坏，破坏了原有的植被景观，局部改变了原有的地形，对地形地貌景观的影响和破坏严重。

(8) 2#废弃窿

该单元该单元为矿山过往民采所建井口，现已废弃，其对矿区地形地貌景观表现为压占破坏，破坏了原有的植被景观，局部改变了原有的地形，对地形地貌景观的影响和破坏严重。

综上，现状采矿活动对矿区地形地貌景观影响和破坏严重。

3.2.3 含水层的影响和破坏现状评估

根据矿山地质资料结合现场调查，矿区地下水类型主要为碳酸盐岩夹碎屑岩溶洞裂隙水，含水岩组具弱透水，富水性弱。矿坑抽水对地表浅层风化带裂隙潜水的疏干影响较小，地下水的补、迳、排系统未发生明显改变，地下水位也未发生显著变化。目前矿区周边村屯饮用水源均取自下雷镇和湖润镇自来水厂，水源均不在矿山疏干影响范围，矿山开采未对周边村屯饮用水源产生水量疏干减少的影响。

3.2.4 矿区水土环境污染现状评估

3.2.4.1 矿区水质污染现状评估

本矿山为开采多年的老矿山，矿山生产建设过程中排放的废水主要包括矿坑涌水、选矿废水和尾矿废水，矿区地表（下）水现状分析如下：

(1) 矿区地表水水质现状：根据“2.7 矿区环境地质现状”章节，下雷河、布康溪为矿区内主要地表河流，矿区临近的咱所锰矿勘探时分别在下雷河、布康溪采取了 2 组地表水样，分别进行水质全分析。地表水按《地表水环境质量标准》(GB3838~2002) III类标准评价。由分析结果（见表 2-7-1）可知，所采集的 2 组地表水样均达到 III 类水标准。

(2) 矿区地下水水质现状：咱所锰矿勘探在矿区内 ZK201-水、ZK505-水、ZK702-水孔中分别采取 3 组地下水样。另外布东锰矿进行专项环评水文地质勘察时于 PD300（矿坑水）、监测井 SK01、SK02、SK04、泉 S04、泉 S07 等采集 6 组枯水期地下水样进行水质分析。

根据分析结果（见表 2-7-3、2-7-4），咱所锰矿勘探在矿区内 ZK20-水、ZK505-水、ZK702-水孔中采取的 3 组地下水样水质综合质量类别为 III~II 类，水质均为良好。布东锰矿专项环评水文地质勘察时于 PD300（矿坑水）、监测井 SK01、SK02、SK04、泉 S04、泉 S07 等采集的 6 组枯水期地下水样水质综合质量类别为 III 类，水质均为良好。

因此根据矿区及周边各水样分析结果，初步判定矿山现状地表（下）水水质较好，矿山前期采矿活动对矿区水质影响较轻。

3.2.4.2 矿区土壤污染现状评估

本次工作对矿区范围内土壤可能受影响的区域进行采样，采集表层 20cm 的土层，共 2 个采样点，所采土样送具有土质检测资质的中化（广西）地质勘查有限公司检测中心进行土质检测。土质分析结果。根据矿区土壤检测结果显示（见表 3-2-8），土壤 pH 值 4.26~6.25，总体呈酸~弱性，且两份土壤样本中各项指标检测项目均低于污染风险筛选值。考虑 H-2 号土壤样本 pH 值过低，属于极酸性土壤，根据现场调查，所取样位置周边无任何工程活动，本矿山开采矿种不存在酸性污染源，因此该土壤样本 pH 值过低与该区域地质环境背景有关。因此，本矿山土壤环境总体较好，现状采矿活动对土壤环境影响较轻。

总之，现状采矿活动对水土环境影响较轻。

表 3-2-4 土壤样品分析结果表

采样点 及编号	分析项目									
	pH 值	有机质 (g/kg)	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	铅 (mg/kg)	镉 (mg/kg)	铬 (mg/kg)	铜 (mg/kg)	镍 (mg/kg)	锌 (mg/kg)
H-1	6.25	6.12	0.144	7.59	18	0.152	28	37	34	32
H-2	4.26	13.8	0.133	7.93	17	0.140	25	35	33	29
检测日期：2024 年 1 月 12 日										

表 3-2-5 农用地土壤污染风险筛选值及管控值 单位：mg/kg

pH 值	镉		汞		砷		铅		铬		铜		锌	镍	
	水田	其他	水田	其他	水田	其他	水田	其他	水田	其他	果园	其他	/	/	
(GB1561 8-2018) 表 1 筛选 值	≤5.5	0.3	0.3	0.5	1.3	30	40	80	70	250	150	150	50	200	60
	5.5<pH≤6.5	0.4	0.3	0.5	1.8	30	40	100	90	250	150	150	50	200	70
	6.5<pH≤7.5	0.6	0.3	0.6	2.4	25	30	140	120	300	200	200	100	250	100
	>7.5	0.8	0.6	1.0	3.4	20	25	240	170	350	250	200	100	300	190
(GB1561 8-2018) 表 3 管制 值	≤5.5	1.5		2.0		200		400		800		—		—	—
	5.5<pH≤6.5	2.0		2.5		150		500		850		—		—	—
	6.5<pH≤7.5	3.0		4.0		120		700		1000		—		—	—
	>7.5	4.0		6.0		100		1000		1300		—		—	—

3.2.5 土地损毁现状评估

矿区前期的采矿活动对土地的损毁主要表现为压占形式，目前将矿区现状损毁土地单元划分为：主井工业场地、选厂、办公区、仓储及生活区、堆料区、PD380 回风井、1#废弃窿及 2#废弃窿共 8 个单元。结合矿区土地利用现状图及采矿活动土地损毁程度评价因子等级标准（详见表 3-2-6），各单元对土地资源的损毁分析如下：

表 3-2-6 土地损毁程度评价因子及等级标准表

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

（1）主井工业场地

该单元包含斜坡道 303 井口、平硐 300、堆矿场、值班室、空压机房及部分矿山运输道路等，其中矿山道路为部分开挖平整，且均采用水泥硬化，硬化平均厚度为 0.1m；值班室等建筑物为浆砌砖结构，建筑物面积约 800m²；空压机房与堆矿场上方钢棚为钢质结构，堆矿场内卸矿平台高度 8~12m，现状有临时堆存矿石；场地外临时堆矿场高 2~5m，均为临时堆放。该单元对土地的损毁形式为矿山道路及建筑物、矿石的压占损毁，该单元地形总体较为平缓，前期建设过程中未收集有表土，场地底部仍保留有一定厚度的土壤层，总体上该单元复垦条件较好。经测算，主井工业场地现状已损毁土地面积 2.9562hm²，其中乔木林地 0.0872hm²、灌木林地 0.2696hm²、其他林地 0.0230hm²、工业用地 0.0006hm²、采矿用地 2.2031hm²、农村道路 0.3727hm²，损毁方式为压占损毁，根据表 3-2-6 确定该单元损毁程度为轻度损毁，土地权属人为下雷镇仁惠村村委。

（2）选厂

根据矿山总平面布置，选厂位于矿区北东部一山谷中，该场地通过部分开挖平整后建设选矿设施，包含选矿设备、精矿场、值班室、平硐 340 及部分矿山运输道路等，整个场地均采用水泥硬化，硬化平均厚度为 0.1m，值班室等建筑物为浆砌砖结构，建筑物面积约 500m²，整个场地上部均为钢棚结构，该单元对土地的损毁形式为建设过程中部分区域开挖平整以及建筑物、设备等压占对土壤结构和原生植被造成破坏，此外，在后期选矿活动过程中所生产的精矿就地堆放也将对土地造成压占损毁。考虑该场地经部分开挖平整后，地形总体较为平缓，且场地土层较厚，因此复垦条件相对较好。经测算，

选厂现状已损毁土地面积 2.3779hm²，其中灌木林地 0.4222hm²、采矿用地 1.7419hm² 及农村道路 0.2138hm²，损毁方式为压占损毁，根据表 3-2-6 确定该单元损毁程度为轻度损毁，土地权属人为下雷镇仁惠村村委。

(3) 办公区

该单元布置的设施含办公楼、员工宿舍、停车场、球场及部分矿山道路等。整个场地均采用水泥硬化，硬化平均厚度为 0.1m；其余各建筑物均为砖混结构，建筑物面积约 2000m²。该单元地形平缓，前期建设过程中未开展表土剥离工作，场地底部仍保留有一定厚度的土壤层，总体上复垦条件较好，经测算，办公区现状已损毁土地面积 0.7186hm²，其中灌木林地 0.0098hm²，工业用地 0.7088hm²，损毁方式为压占损毁，根据表 3-2-6 确定该单元损毁程度为轻度损毁，土地权属人为下雷镇仁惠村村委。

(4) 仓储及生活区

该单元布置的设施含员工宿舍、停车场、仓库及修理厂等。建筑物设施为砖混、铁棚结构等，各建筑物面积约 3600m²，部分区域采用水泥硬化，硬化平均厚度为 0.1m，硬化面积约 5000m²。该单元地形平缓，前期建设过程中未开展表土剥离工作，场地底部仍保留有一定厚度的土壤层，总体上复垦条件较好，经测算，仓储及生活区现状已损毁土地面积 1.0550hm²，其中乔木林地 0.0342hm²、灌木林地 0.0570hm²、采矿用地 0.3749hm²、农村宅基地 0.5889hm²，损毁方式为压占损毁，根据表 3-2-6 确定该单元损毁程度为轻度损毁，土地权属人为下雷镇仁惠村村委。

(5) 堆料区

该单元为民用堆放石料所占用场地，总体上该单元地形平缓，且场地底部仍保留有一定厚度的土壤层，考虑堆放碎石时间较长，部分土壤层已胶结，复垦条件相对较好，经测算，堆料区现状已损毁土地面积 0.2777hm²，其中灌木林地 0.2132hm²，农村道路 0.0645m²，损毁方式为压占损毁，根据表 3-2-6 确定该单元损毁程度为轻度损毁，土地权属人为下雷镇仁惠村村委。

(6) PD380 回风井

该单元为矿山过往开采所建井口，含回风设施、检修室等，经测算，PD380 回风井现状已损毁灌木林地面积 0.0128hm²，损毁方式为压占损毁，根据表 3-2-6 确定该单元损毁程度为轻度损毁，土地权属人为下雷镇仁惠村村委。

(7) 1#废弃窿

该单元该单元为矿山过往民采所建井口，现已废弃，经测算，1#废弃窿现状已损毁

土地面积 0.2284hm²，其中灌木林地 0.0615hm²、采矿用地 0.1669hm²，损毁方式为压占损毁，根据表 3-2-6 确定该单元损毁程度为轻度损毁，土地权属人为下雷镇仁惠村村委。

(8) 2#废弃窿

该单元该单元为矿山过往民采所建井口，现已废弃，经测算，2#废弃窿现状已损毁土地面积 0.2789hm²，其中乔木林地 0.1119hm²、灌木林地 0.0996hm²、农村道路 0.0674hm²，损毁方式为压占损毁，根据表 3-2-6 确定该单元损毁程度为轻度损毁，土地权属人为下雷镇仁惠村村委。

经统计，矿山现状采矿活动已损毁土地面积共 7.9055hm²，其中，乔木林地 0.2333hm²、灌木林地 1.1457hm²、其他林地 0.0230hm²、工业用地 0.7094hm²、采矿用地 4.4868hm²、农村宅基地 0.5889hm²、农村道路 0.7184hm²，土地资源的损毁方式为压占损毁，所损毁土地的土地权属人为下雷镇仁惠村村委。

现状采矿活动损毁土地面积、地类、损毁原因、损毁程度及所属土地权属人统计如下表 3-2-11；考虑现状损毁林地面积小于 2hm²，结合《方案编制技术要求》附录 E“表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表”，现状矿区采矿活动土地资源影响和破坏较轻。

表 3-2-7 矿山已损毁土地地类面积统计表

单位: hm²

场地名称	损毁方式	损毁程度	损毁时段	合计	土地地类							土地权属	
					林地(03)			工矿仓储用地(06)		住宅用地(07)	交通运输用地(10)		
					乔木林地(0301)	灌木林地(0305)	其他林地(0307)	工业用地(0601)	采矿用地(0602)	农村宅基地(0702)	农村道路(1006)		
主井工业场地	压占	轻度	2018-2024	2.9562	0.0872	0.2696	0.0230	0.0006	2.2031		0.3727	下雷镇 仁惠村	
选厂	压占	轻度	2018-2024	2.3779		0.4222			1.7419		0.2138		
办公区	压占	轻度	2018-2024	0.7186		0.0098		0.7088					
仓储及生活区	压占	轻度	2018-2024	1.0550	0.0342	0.0570			0.3749	0.5889			
堆料区	压占	轻度	2018-2024	0.2777		0.2132					0.0645		
PD380 回风井	压占	轻度	2018-2024	0.0128		0.0128							
1#废弃窿	压占	轻度	2009-2024	0.2284		0.0615			0.1669				
2#废弃窿	压占	轻度	2009-2024	0.2789	0.1119	0.0996					0.0674		
合计				7.9055	0.2333	1.1457	0.0230	0.7094	4.4868	0.5889	0.7184		

3.2.6 现状评估小结

根据以上评估结果，现状矿区及其附近地区未发现有崩塌、滑坡、泥石流、采空塌陷等地质灾害的发生。现状地质灾害弱发育；现状采矿活动对原生地形地貌景观影响和破坏程度严重，对含水层的影响和破坏较轻，对矿区水土环境污染影响较轻；矿山现状采矿活动已损毁土地面积共 7.9055hm²，其中，乔木林地 0.2333hm²、灌木林地 1.1457hm²、其他林地 0.0230hm²、工业用地 0.7094hm²、采矿用地 4.4868hm²、农村宅基地 0.5889hm²、农村道路 0.7184hm²。现状采矿活动对土地资源影响和破坏较轻。因此，现状采矿活动对矿山地质环境影响程度为局部严重。

矿山地质环境影响现状评估结果归纳如表 3-2-8 所示：

表 3-2-8 矿山地质环境影响现状评估结果表

矿山地质环境问题现状		分布位置	影响与危害对象	损失情况	影响程度级别
含水层	结构破坏	无	无	无	较轻
	地表水漏失	无	无	无	
	疏干影响	无	无	无	
	水质污染	无	无	无	
土地资源	矿山建设压占	主井工业场地、选厂、办公区、仓储及生活区、堆料区、PD380 回风井、1#废弃窿及 2#废弃窿	土壤结构及植被	乔木林地 0.2333hm ² 、灌木林地 1.1457hm ² 、其他林地 0.0230hm ² 、工业用地 0.7094hm ² 、采矿用地 4.4868hm ² 、农村宅基地 0.5889hm ² 、农村道路 0.7184hm ² ，合计 7.9055hm ² 。	较轻
	地面变形损毁	无	无	无	无
	矿山建设挖损	无	无	无	无
	地质灾害损毁	无	无	无	无
	土壤污染损毁	无	无	无	较轻
地质灾害	滑坡、崩塌	无	无	无	无
	泥石流	无	无	无	无
	采空塌陷（地裂、沉陷）	无	无	无	无
	不稳定斜坡	无	无	无	无
	老窑突水、突泥	无	无	无	无
地形地貌景观	原生地形地貌	各用地范围	原生地形地貌及景观	改变了原生地形地貌，原有的景观消失	严重
	自然保护区、人文、风景旅游区景观	无	无	无	无
	主要交通干线	无	无	无	无

3.2.7 现状评估影响程度分级

根据《方案编制技术要求》附录 E“表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表”，采矿活动对矿山地质环境的影响程度分级由矿山地质灾害危害程度和危险性、破坏土地面积类型、大小等条件判定，本方案将矿山现状地质环境评估划分为地质环境影响严重区和较轻两个等级分区。具体见“矿山地质环境影响与土地损毁现状评估图”。各分区的基本特征描述如下：

(1) 地质环境影响严重区：为主井工业场地、选厂、办公区、仓储及生活区、堆料区、PD380 回风井、1#废弃窿及 2#废弃窿，面积 7.9055hm²。该区范围内现状未发现有崩塌、滑坡、泥石流、采空塌陷等地质灾害的发生，现状地质灾害弱发育；现状采矿活动对原生地形地貌景观影响和破坏程度严重，对含水层的影响和破坏较轻，对矿区水土环境污染影响较轻；矿山现状采矿活动已损毁土地面积共 7.9055hm²，其中，乔木林地 0.2333hm²、灌木林地 1.1457hm²、其他林地 0.0230hm²、工业用地 0.7094hm²、采矿用地 4.4868hm²、农村宅基地 0.5889hm²、农村道路 0.7184hm²。现状采矿活动对土地资源影响和破坏较轻。因此，现状采矿活动对矿山地质环境影响程度为局部严重。

(2) 地质环境影响较轻区：该分区范围为评估区范围内除上述较严重外的其它范围，面积 502.1383hm²，该区范围内的现状地质灾害发育弱发育；采矿活动对地形地貌景观破坏影响破坏程度较轻，对含水层影响和破坏程度较轻，对矿区水土环境污染较轻，对土地资源影响和破坏程度较轻；因此，现状采矿活动对该分区地质环境影响程度为较轻。

3.3 预测评估

预测评估是在现状评估的基础上，根据矿山《开发利用方案》和矿山地质环境条件，预测分析采矿活动可能引发或加剧和遭受的地质灾害、对矿区地形地貌破坏、对含水层、水土环境污染和土地资源的影响和破坏等地质环境问题及其危害，评估矿山建设和生产可能对矿山地质环境造成的影响。

3.3.1 地质灾害预测评估

根据评估区的地形地貌、地层岩性、地质构造、岩土体工程地质特征、水文地质条件和工程建设对地质环境的影响，结合各类地质灾害发育规律及形成条件，预测本矿山开采可能引发和遭受的地质灾害为采空塌陷等地质灾害，本矿山为开采多年的矿山，生产配套设施已修建完善，根据《矿产资源开发利用方案》，未来不再新增井口和新建矿山道路，无新增人工开挖边坡；此外由于评估区不同时具备泥石流形成基本条件（即松散

固体物质丰富、陡峭便于集水集物的地形和短期内突然性的大量流水来源)，因此评估区范围难以形成泥石流地质灾害，故本次评估不对采矿活动引发井口、道路边坡崩塌、滑坡和评估区泥石流等地质灾害进行评估。工程建设引发地质灾害的可能性分级表、引发地质灾害危险性预测评估分级依据《评估规程》中的表 8~表 9（详见表 3-3-1~表 3-3-2）进行划分。

表 3-3-1 工程建设引发地质灾害的可能性分级表

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

表 3-3-2 工程建设引发地质灾害危险性预测评估分级表

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

3.3.1.1 矿山开采过程中可能引发地质灾害危险性预测评估

(1) 矿山开采过程中引发采空塌陷的危险性预测

1) 采空区垮落带、导水裂隙带高度计算

未来随着矿山对矿体进一步的开采，形成地下采空区，上部覆岩及边邦形成自由面，在上部岩土层重力作用下形成垮落带、导水裂隙带和弯曲带的变形破坏，并有可能导致地面出现塌陷、地裂和地面沉陷等现象，由于各中段采场均保留有安全矿柱，因此本次评估仅计算埋藏于上部的Ⅲ+Ⅱ矿层（340 中段）所开采形成的采空区的垮落带和导水裂隙带的高度。为了客观地评估采空区变形对矿山地质环境影响，本次评估工作根据《评估规程》附录 E 和附录 F 相关公式结合拟开采矿体及围岩性质计算采空区垮落带、导水裂隙带高度和地表移动变形值，具体分析和评估如下：

根据矿体围岩的特点、矿井井巷开拓现状、所选用的采矿方法以及国内外类似矿山的开采资料，本矿井选取的岩石移动角为：开采岩体移动角为：上盘为 65°，下盘和两翼为 70°，表土 45°。按上述确定的参数并依据地质勘探剖面线和储量计算投影图开采矿体的最深、最突出部位圈定开采后引起的地表错动范围。

由于本区内矿层的平均倾角为 20°，矿层属缓倾斜矿层。结合岩样力学测试，矿井主要开采的矿体围岩为较坚硬~坚硬硅质岩、硅质灰岩岩组，由硅质岩、硅质灰岩夹泥质灰岩、泥质灰岩及硅质灰岩组成，因此本方案采用《评估规程》附录 E 中的相关公式对本矿井开采矿层的采空区导水裂隙带和垮落带高度进行计算。计算结果见表 3-3-3：

采空区垮落带高度：

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

采空区导水裂隙带高度：

$$H_{li} = \frac{100 \sum M}{1.6 \sum M + 3.6} \pm 5.6$$

式中： H_m 为垮落带高度 (m)， H_{li} 为导水裂隙带高度 (m)，M 为矿层法线高度 (m)。

表 3-3-3 采空区垮落带、导水裂隙带高度预测值计算表

矿体编号	浅部中段开采矿层厚度 M (m)	矿体倾角 (°)	矿体最小采深 (m)	垮落带高度 (m)	导水裂隙带高度 (m)
Ⅲ+Ⅱ	6.28	20	76	10.74~15.14	33.07~44.27

根据以上分析矿层厚度越大，采空区垮落带高度及导水裂隙带高度越大，冒落带和裂隙带值越高；根据经验，矿井采空区的埋深小于垮落带高度地表一般表现为塌陷，采

空区埋深在垮落带高度和导水裂隙带高度之间一般表现为地裂缝，大于导水裂隙带高度一般表现为地表整体沉陷。结合计算结果表明，本矿山地下开采最小开采深度均大于采空区垮落带的高度和导水裂隙带的高度，采空区围岩为坚硬~软弱的硅质岩、硅质灰岩，因此，未来开采地下采空区形成后，地表变形主要表现为变形量较小的地面沉陷。

2) 采空区地表移动变形值的计算

地下矿体被采空后，采空区上部的岩层失去支撑，平衡条件被破坏，随之可能产生塌落、弯曲，以致发展到使地表下沉变形。本方案采用《评估规程》附录 F 中相关公式对本矿山采空区地表移动与变形值进行计算如下：

①充分采动程度及采动系数

充分采动程度用单个采区宽深比 (D/H_0) 表示：

$$N_1 = D_1/H_0$$

$$N_2 = D_3/H_0$$

式中： D_1 、 D_3 ~采空区沿倾斜方向和走向方向的实际长度； H_0 ~平均采深

根据以上计算公式，结合各采区相关参数，本矿山各采区充分采动程度结果见表 3-3-4：

表 3-3-4 采区充分采动程度表

矿体编号	沿倾斜方向宽 D_1 (m)	沿走向方向宽 D_3 (m)	平均采深 H_0 (m)	倾斜方向宽深比 (D_1/H_0)	倾斜方向宽深比 (D_3/H_0)	倾斜方向采动系数 n_1	走向方向采动系数 n_2	充分采动程度
III+II	6.28	50.00	483	0.013	0.104	0.009	0.072	非充分采动

根据以上计算结果，未来本矿山采区地表为非充分采动，因此设计按非充分采动计算。

②地表移动与变形预计的计算

地表移动与变形值预计的计算公式如下：

$$\text{最大下沉值: } W_{cm} = Mq\cos\alpha\sqrt{n_1 \cdot n_2} \quad (\text{mm}) \quad (\text{非充分采动})$$

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

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

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

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

式中： M ~矿体厚度 (m)；

q ~单层采动的下沉系数； $q=0.5(0.9+P)$ ， P 为覆岩综合评价指数，本矿山为

坚硬围岩取 0;

α ~矿体倾角 (°);

b ~水平移动系数;

r ~采空区边界影响半径 (m), 按下式计算:

$$r = \frac{H}{\text{tg}\beta}$$

式中: r ~采空区边界影响半径 (m)

H ~开采深度

β ~移动角 (°), 按 $\beta=70^\circ$ 计算

$\text{tg}\beta$ ~主要影响角正切

水平移动系数 b , 按下式计算:

$$b = 0.3 (1 + 0.0086\alpha), \text{ 本次计算取 } 0.3$$

式中: α ~矿体倾角 (°)。

据上述计算公式, 计算地表移动与变形值预测计算结果如下表 3-3-5:

表 3-3-5 采空区地表移动与变形值计算结果

矿体编号	最大下沉值 (m)	最大倾斜值 (mm/m)	最大曲率 ($10^{-3}/\text{m}$)	最大水平移动值 (mm)	最大水平变形值 (mm/m)	采空区边界影响半径 r (m)
III+II	0.06	0.14	0.001	16.69	0.06	402.50

从上述计算结果得到, III+II矿层开采后形成采空区对地表影响相对较小, 其最大下沉值、最大倾斜值和最大水平变形值分别为 0.06m、0.14mm/m 和 0.06mm/m, 经分析, 地下开采引发采空区地面沉降范围内无村庄及重要设施分布。

采空区地表地类有林地、草地, 按照《土地复垦方案编制规程》附录 B 的规定, 沉陷土地损毁程度分级参考标准见表 3-3-6 所示:

表 3-3-6 林地、草地损毁程度分级标准

损毁等级	水平变形 mm/m	附加倾斜 mm/m	下沉 m	沉陷后潜水位埋深 m	生产力降低%
轻度	≤ 8.0	≤ 20.0	≤ 2.0	≥ 1.0	≤ 20.0
中度	8.0~20.0	20.0~50.0	2.0~6.0	0.3~1.0	20.0~60.0
重度	> 20.0	> 50.0	> 6.0	< 0.3	> 60.0

综合以上沉陷土地损毁程度分级标准, 预测未来III+II矿层开采后形成采空区最大下沉值、最大倾斜值和最大水平变形值均在损毁轻度的规定值范围内, 因此, 预测未来采矿活动导致采空区地表沉陷对地表土地损毁的等级为轻度。

根据《开发利用方案》, 未来本矿山主要开采+340m 标高以下矿体, 拟采区均位于深

部，矿山目前采用全面采矿法和房柱采矿法开采。考虑未来矿山仅往深部进行开采，采场位于采空塌陷灾害的影响范围内，采矿活动对采空塌陷的稳定性影响较小，因此，根据表 3-3-1 预测矿山地下开采过程中引发采空塌陷的可能性中等。

根据表 3-2-2，未来矿山地下开采过程中，引发采空塌陷的因素主要为采矿活动以及抽排地下水等，考虑地表影响范围内无村庄及重要设施分布，因此未来一旦发生采空塌陷地质灾害，受威胁对象为矿山生产辅助设施、工人及地表林地、草地，预计受威胁人数小于 10 人，造成的直接经济损失小于 100 万元，危害程度小。

根据收集资料，目前矿区周边未发现采空区塌陷地质灾害，矿坑已同步进行疏干排水工作，未发现有由于抽排地下水引发的地面塌陷地质灾害现象，地表无变形和裂缝，地表生产辅助设施建筑无开裂现象，根据《评估规程》附录 D 表 D.10“采空塌陷发育程度分级表”（见表 3-3-7）确定本矿山采空塌陷弱发育。

表 3-3-7 采空塌陷发育程度分级表

发育程度	发育特征	参考指标						
		地表移动变形值				开采深厚比	采空区及其影响带占建设场地面积(%)	治理工程面积占建设场地面积(%)
		下沉量 (mm/a)	倾斜 (mm/m)	水平变形 (mm/m)	地形曲率 (mm/m ²)			
强发育	地表存在塌陷和裂缝，地表建（构）筑物变形开裂明显	>60	>6	>4	>0.3	<40	>10	>10
中等发育	地表存在变形和裂缝，地表建（构）筑物有开裂现象	20~60	3~6	2~4	0.2~0.3	40~80	3~10	3~10
弱发育	地表无变形和裂缝；地表建（构）筑物无开裂现象	<20	<3	<2	<0.2	>80	<3	<3

综上，预测矿山开采过程中引发采空塌陷地质灾害的可能性中等，现状采空塌陷弱发育，危害程度小，危险性小。

（2）矿山开采过程中引发工业场地堆矿场崩塌的危险性预测评估

根据现场调查，主井工业场地分别设置有一个堆矿场和废石场，结合矿山《开发利用方案》，后期不再往废石场永久堆放废石，本矿山堆矿场和废石场均作为临时堆料场使用，现状堆矿场和废石场形成的人工边坡边坡高度 2~12m，边坡角度 30~60°，废石场边坡高度 2~10m，边坡角度 55~65°，边坡均为由矿石及废石组成，其岩性为较坚硬~坚硬硅质岩、硅质灰岩岩组，岩石节理较发育，结构较松散，稳定性较差。根据表 3-3-1 预测

堆矿场和废石场引发崩塌的可能性中等，在强降雨、机械振动等诱发因素的影响下，人工边坡易失稳发生崩塌地质灾害。一旦发生崩塌、滑坡地质灾害，主要威胁至现状工作人员和运输设备等，受威胁人数小于 10 人，可能造成的直接经济损失小于 100 万元，危害程度小，根据现场调查及结合《评估规程》附录 D 表 D.3“崩塌发育程度分级表”指标判定（详见表 3-3-8），现状堆矿场和废石场崩塌地质灾害弱发育，因此预测矿山开采过程中引发工业场地堆矿场发生崩塌地质灾害可能性中等，危害程度小，危险性小。

表 3-3-8 崩塌发育程度分级表

发育程度	发育特征
强发育	崩塌处于欠稳定~不稳定状态，评估区或周边同类崩塌分布多，发育密度每平方千米大于 5 点；崩塌体坡度 $>55^{\circ}$ ，上方发育多条平行沟谷的张性裂隙，主控裂隙面上宽下窄，且下部向外倾，裂隙内近期有碎石土流出或掉块，底部岩（土）体有压碎或压裂状；崩塌上方平行沟谷的新生裂隙明显；坡体岩体破碎一极破碎或存在软硬相间岩层、软弱结构面或外倾结构面
中等发育	崩塌处于基本稳定状态，评估区或周边同类崩塌分布较少，发育密度每平方千米 2 点~5 点；崩塌体坡度 $35^{\circ}\sim 55^{\circ}$ ，危岩体主控破裂面直立呈上宽下窄，上部充填杂土生长灌木杂草，裂面内近期有碎石土流出或掉块现象；崩塌上方有新生的细小裂隙分布；岩体较破碎~较完整，局部较破碎，存在结构面与坡向斜交
弱发育	崩塌处于稳定状态，评估区或周边同类崩塌分布极少，发育密度每平方千米小于 2 点；崩塌体坡度 $<35^{\circ}$ ，危岩体破裂面直立，上部充填杂土，灌木年久茂盛，多年来裂面内无掉块现象；崩塌上方无新裂隙分布；岩体完整，结构面内倾或近水平，或不不存在结构面
注 1:外倾结构面指倾向与坡向夹角小于 30° 的结构面； 注 2:岩体完整程度按 GB/T 50218 确定。	

3.3.1.2 矿山开采结束后可能引发地质灾害危险性预测评估

（1）矿山开采结束后引发采空塌陷的危险性预测

根据《开发利用方案》，本矿山未来主要开采+340m 标高以下矿体、设计确定中段高度为 20~40m，沿用并完善现有+340m、+300m、+260m、+220m、+180m、+140m、+100m、+75m、+55m 的 9 个中段平巷。采区均位于深部，矿山开采结束后均留设有保安矿柱，采空区围岩为较坚硬~坚硬硅质岩、硅质灰岩，围岩稳固性较好，结合前述计算，本矿山地下开采最小开采深度均大于采空区垮落带的高度和导水裂隙带的高度，各采区地表均为非充分采动，现状无采空塌陷现象，因此，矿山开采结束后地表水裂隙带涌入采空区的可能性小，且开采结束后，停止人为的开挖扰动，故预测矿山开采结束后引发或加剧采空塌陷的可能性小，预计受威胁人数小于 10 人，造成的直接经济损失小于 100 万元，危害程度小，危险性小。

（2）矿山开采结束后引发工业场地堆矿场崩塌的危险性预测评估

根据现场调查，主井工业场地分别设置有一个堆矿场和废石场，结合矿山《开发利

用方案》，后期不再往废石场永久堆放废石，本矿山堆矿场和废石场均作为临时堆料场使用，现状堆矿场和废石场形成的人工边坡边坡高度 2~12m，边坡角度 30~60°，废石场边坡高度 2~10m，边坡角度 55~65°，边坡均为由矿石及废石组成，矿山开采结束后，矿石全部运往选厂进行分选，废石全部综合利用，堆矿场及废石场清空平场，因此，预测矿山开采结束后引发工业场地堆矿场崩塌的可能性小，危害程度小，危险性小。

3.3.1.3 矿山工程自身可能遭受已存在的地质灾害危险性预测评估

根据现状评估结果，现状评估区范围未发现有崩塌、滑坡、泥石流、岩溶塌陷和采空塌陷等地质灾害，无已存在的地质灾害，故不存在采矿活动自身可能遭受已存在的地质灾害的可能性。

3.3.1.4 地质灾害危险性预测评估小结

综上所述，预测矿山开采过程中引发采空塌陷地质灾害的可能性中等，危害程度小，危险性小；预测矿山开采过程中引发工业场地堆矿场发生崩塌地质灾害可能性中等，危害程度小，危险性小；预测矿山开采结束后引发采空塌陷地质灾害的可能性小等，危害程度小，危险性小；预测矿山开采结束后引发工业场地堆矿场崩塌的可能性小，危害程度小，危险性小。预测采矿活动引发地质灾害对矿山地质环境影响较轻。

3.3.2 矿山其它地质环境问题

本矿山采矿活动引发其它地质环境问题主要为表土场边坡发生崩塌、滑坡等，具体评述如下：

为保证后期复垦用土足量，未来需收集表土作为后期复垦用土，为储存表土，设计在矿区中部布置一个表土场，面积约 0.3974hm²，堆高约 10m，经计算，表土场库容量约为 2.07 万 m³。未来采矿权人在生产过程中按需收集表土并存放于表土场内，用于场地复垦即可。表土场采用浆砌石挡土墙进行支挡，表土堆放过程中坡面角按自然安息角 27°堆放，顶部应保持斜面以有利于排水，土方堆放将于表土场下方形成人工填方边坡，考虑该表土场土方结构较为松散，在暴雨季节，若不采取任何防治措施，表土场易受上游地表径流和雨水冲刷，导致岩土体自重增大，抗剪强度变小，可能发生崩塌、滑坡流等地质环境问题，受威胁对象主要有下游土地，影响较轻，未来矿山在堆放表土前应严格按设计建设挡土墙等工程措施，预防发生崩塌、滑坡等地质环境问题，并且矿山企业需委托有资质单位对表土场进行专项设计，按国家有关规定报应急管理部门审查审批，并严格按设计建设表土场，同时建立相应的安全监测制度，随时监视表土场的安全情况，预报陷患，现场操作及管理严格按照《金属非金属矿山排土场安全生产规则》要求运行。

3.3.3 地形地貌景观影响和破坏预测评估

矿区周边 300m 范围内无自然保护区、旅游景区（点），人文景观及风景旅游区，采矿活动对此无影响。根据以上分析，采矿活动引发采空区地表地面沉陷移动与变形值较小，属于轻度级别，故本方案不考虑采空塌陷对地形地貌景观影响和破坏，矿山现有主井工业场地、选厂、办公区、仓储及生活区、堆料区、PD380 回风井、1#废弃窿及 2#废弃窿等八个单元对地形地貌景观影响和破坏与现状一致，影响和破坏程度严重。

未来采矿活动对矿区地形地貌景观影响和破坏的单元主要为新增的表土场，该单元对地形地貌景观影响和破坏的预测分析如下：

为保证后期复垦用土足量，未来需收集表土作为后期复垦用土，为储存表土，设计在矿区中部布置一个表土场，面积约 0.3974hm²，堆高约 10m，经计算，表土场库容量约为 2.07 万 m³。表土场对地形地貌景观的影响和破坏方式为堆土压占破坏，一定程度上改变了原生的地形地貌，破坏原生植被景观，影响和破坏程度严重。

综上所述，预测采矿活动对地形地貌景观影响和破坏严重。

3.3.4 含水层的影响和破坏预测评估

3.3.4.1 含水层结构破坏的预测评估

矿区地下水类型主要为碳酸盐岩夹碎屑岩溶洞裂隙水，含水岩组具弱透水，富水性弱，地下水位埋藏不深，地下开采活动会造成矿层附近区域地下水水位的下降，本次预测选择Ⅲ+Ⅱ矿层作为矿坑疏干排水预测对象。

由于矿层上部隔水层的阻隔作用，矿坑抽水时主要疏干碳酸盐岩夹硅质岩溶蚀裂隙水（C_{1y}¹、D_{3w}）含水层，该含矿含水层富水性弱，水量疏干小，疏干影响范围最大仅到顶部下石炭统岩关组（二~五段）（C_{1y}²⁻⁵）隔水层底板，对隔水层顶板的中石炭统黄龙组及下石炭统大塘组（C_{2h}、C_{1d}）溶蚀裂隙含水岩组浅层风化带裂隙潜水的疏干影响基本较小。如前所述，未来矿山重点开采的布东矿段Ⅲ+Ⅱ矿层开采垮落带高度 H_m=15.14m，导水裂隙带高度 H_i=51.61m，而Ⅲ+Ⅱ矿层距离顶部下石炭统岩关组（二~五段）（C_{1y}²⁻⁵）隔水层的底板高度经通过水文地质剖面图测算统计得知为 214~410m 不等，说明矿层开采形成的垮落带和导水裂隙带高度均未到达下石炭统岩关组（二~五段）（C_{1y}²⁻⁵）隔水层的底板，对隔水层顶板以上的中石炭统黄龙组及下石炭统大塘组（C_{2h}、C_{1d}）溶蚀裂隙含水岩组基本无影响，开采矿层产生的导水裂隙尚未贯穿隔水层顶板之上和底板以下两层含水层。

目前矿区周边村屯饮用水源均取自下雷镇和湖润镇自来水厂，水源均不在矿山疏干

影响范围，因此矿山疏干排水不会对周边村屯饮用水源产生水量疏干减少的影响。

综上，预测评估采矿活动对地下水含水层结构的影响和破坏程度较轻。

3.3.4.2 地下水水位变化的预测评估

(1) 含水层疏干及地下水位下降影响范围

本矿山开采方式为地下开采，本矿区地下开采活动会造成地下采空区周边地下含水层暂时性疏干，设计开采最低标高为+50m，远低于矿区地下水位标高，根据《储量核实报告》，在地下采坑系统的所有中段充分开采后，按照理论分析法计算采坑系统形成的疏干降落漏斗影响范围约为843.52m（其中 $R=10H\sqrt{K}$ ， $H=421.76\text{m}$ ， $K=0.0407\text{m/d}$ ），但该最大影响半径是在考虑矿区周边含水介质均一、无局部隔水边界的理想条件下计算得来的，但矿区实际含水介质并非均一，含水岩层裂隙发育不均匀，以及根据矿区周边的补给、排泄边界条件、含水层倾伏方向，综合确定本矿山开采活动的最终降落漏斗影响范围。根据以上计算，本矿山地下开采预测形成的降落漏斗南东两侧以分水岭为界，北西两侧以半径843.52m为范围圈定。

当井下抽排水时，造成其范围内地下水水位下降，矿区地下水流向由从北向南、从北东向南西径流改变为降落漏斗周边向中央径流，局部改变了地下水流向，但对区域地下水总体流向和地下水位影响较小，矿井停采后，停止抽排地下水，地下水位自动恢复。因此，预测评估采矿活动对区域地下水位的影响和破坏程度较轻。

(2) 井、泉水干涸及地表水漏失

评估区范围内无大规模地表水体，采矿活动对此无影响。根据最近储量核实工作观测，矿坑抽水对地表浅层风化带裂隙潜水的水量疏干影响较小，地下水的补、迳、排系统未发生明显改变，地下水位也未发生显著变化。现状矿区周边村屯饮用水源均取自下雷镇和湖润镇自来水厂，水源均不在矿山疏干影响范围，矿山开采未对周边村屯饮用水源产生水量疏干减少的影响。此外，根据前文预测评估结论，预测本矿山地下开采最小开采深度均大于采空区导水裂隙带的高度，导水裂隙带未穿透地表，预测采空塌陷对地表影响较小，因此，预测采矿活动对评估区范围的井、泉水干涸及地表水漏失影响较轻。

综上，预测采矿活动对地下水含水层结构的影响和破坏程度较轻，对区域地下水位影响和破坏程度较轻，对矿井疏干影响范围内井、泉水干涸及地表水漏失影响较轻，总之，预测采矿活动对含水层的影响和破坏较轻。

3.3.5 矿区水土环境污染预测评估

3.3.5.1 地下水水质污染的预测评估

根据《开发利用方案》，未来采矿活动可能造成地下水水质变化的污染源主要矿坑废水、选矿废水以及固体废弃物淋滤水，如矿石、废土石淋滤水，污染因子主要为 Mn、Pb、Cu、Zn、Cr 等。

(1) 矿坑水质污染的预测

根据《开发利用方案》，矿山设计井下采用平硐~斜坡道开拓，采用一级机械排水，设计井下+300m 水平以上采用平硐开拓，坑内涌水可沿平硐水沟自流排出地表；设计在井下+160m 标高和+55m 中段斜坡道底附近分别布置水仓及水泵房。开采+160m 中段以上的矿体时，各中段涌水汇集至+160m 水仓，再由水泵经盲斜井抽排至+300m 中段，然后通过水沟自流至 PD300 井口三级沉淀池；当开采+160m 中段以下的矿体时，+160m 水仓不再利用，井下各中段涌水汇集至+55m 中段水仓，再由水泵经盲斜井抽排至+300m 中段，然后通过水沟自流至 PD300 井口三级沉淀池。从排水路线来看，设计的排水系统简单、实用，排水系统布置合理、安全可靠。

本选矿流程为重选、磁选工艺，不需添加任何药剂，选矿废水的水质主要与给水有关。对浸泡了 5 天的选矿尾矿水进行有毒有害成分分析，选矿废水有毒有害成分含量的分析结果见表 3-3-9~表 3-3-11。

表 3-3-9 布东锰矿 I 号矿层尾矿成分 ICP 半定量分析结果表 (mg/l)

项目	Al ₂ O ₃	As	Ba	Be	CaO	Co	Cr	Cu	Fe ₂ O ₃
含量	5.0	0.01	0.1	<0.01	15	0.01	0.01	<0.01	5.7
项目	Li	MgO	Mn	Mo	Ni	P	Pb	S	Sb
含量	<0.01	1.1	6.7	<0.01	0.01	0.02	0.03	0.1	<0.01
项目	SiO ₂	Sn	Sr	TiO ₂	V ₂ O ₅	WO ₃	Zn	ZrO ₂	
含量	37	<0.01	0.05	0.3	<0.01	<0.01	0.01	0.01	

表 3-3-10 布东锰矿 III+II 矿层选矿废水有毒有害成分含量的分析结果表

项 目	选矿废水 (μg/l)	污水排放标准 (mg/l)
总 汞	0.000	0.05
总 镉	0.000	0.1
总 铬	0.01	1.5
总 砷	0.001	0.5
总 铅	0.005	1.0
总 铜	0.003	0.5
总 锌	0.01	2.0
总 氟	0.08	10.0
pH	7	6-9

表 3-3-11 布东锰矿 I 矿层选矿废水有毒有害成分含量的分析结果表

项 目	选矿废水 ($\mu\text{g/l}$)	污水排放标准 (mg/l)
总 汞	0.000	0.05
总 镉	0.000	0.1
总 铬	0.01	1.5
总 砷	0.002	0.5
总 铅	0.03	1.0
总 铜	0.003	0.5
总 锌	0.01	2.0
总 氟	0.08	10.0
pH	7	6-9

选矿废水中有毒有害成分含量均远低于国家《污水排放综合标准》(GB8978~1996)中的一级标准,可做到达标排放。选矿废水经澄清后将返回选矿厂循环使用,即使有少量外排,选矿废水对周围环境也不会造成污染。

现状矿山生活废水经沉淀池沉淀后排放,矿坑水用于矿山生产用水和选矿厂补充用水,不外排。矿区不设尾矿库及废石堆场,不存在尾矿废水和废石淋滴水外排或渗漏情况。现矿山各排水设施均已建设完善,未来矿山需制定完善的矿坑涌水监测计划,对矿坑涌水水质进行跟踪监测,如若发现监测结果超标,则需针对水质监测超标情况改进污水处理设施,确保矿坑涌水的各项污染物能达标排放。因此,预测矿坑排水对地下水水质污染影响较轻。

(2) 固体废弃物淋滤水对地下水污染的预测

根据《开发利用方案》,未来矿山生产建设过程中开拓产生的废石土以及矿石均堆放至工业场地所设置的临时堆矿场,而选厂所生产的精矿就地堆放至精矿场,尾矿外运处理,根据《储量核实报告》,尾矿中主要组分是石英、方解石、高岭石、绿泥石、绢云母等。尾矿中不含有毒有害的元素或物质,尾矿半定量分析结果见表 3-3-12、表 3-3-13,对环境无直接或间接的污染。现状矿山矸石和尾矿均已外销,不设矸石堆场和尾矿库。考虑现各场地排水设施均已建设完善,矿区周边无地表水体,其他发育的地表水体如溪流、水库、泉眼等距开采区较远,开采对其无影响。未来矿山在生产过程中严格按照要求将固体废弃物滤水经沉淀后外排,预计所产生固体废弃物淋滤水对地下水污染较轻。

表 3-3-12 布东锰矿 III+II 矿层尾矿 X 荧光半定量分析结果表

项 目	SiO ₂	MnO ₂	CaCO ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	SO ₃	K ₂ O	P ₂ O ₅
含量 (%)	53.3	18.4	13.2	8.3	2.9	1.8	0.8	0.6	0.2
项 目	Ba	Ti	Ni	Cl	Sr	Pb	Zn	Zr	
含量 (%)	0.1	0.08	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	

表 3-3-13 布东锰矿 I 矿层尾矿 X 荧光半定量分析结果表

项目	SiO ₂	CaCO ₃	MnO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	K ₂ O
含量 (%)	50.2	23.0	15.9	6.0	2.1	1.9	0.3
项目	SO ₃	P ₂ O ₅	Ba	Ti	Cl	Sr	Zn
含量 (%)	0.2	0.17	0.1	0.05	0.04	0.03	0.01

综上，预测未来采矿活动对矿区地下水污染较轻。

3.3.5.2 土壤污染及其影响的预测评估

根据本次野外工作所取得的矿区土壤检测结果，本矿山现状土壤环境总体良好，根据《开发利用方案》，未来采矿产生的矿坑涌水、矿石淋滤水及废石淋滤水均集中进行处理，循环利用，不外排。因此，预测采矿活动对土壤的污染程度较轻。

综上所述，预测采矿活动对水土环境的影响和破坏程度较轻。

3.3.6 土地损毁预测评估

根据矿山《开发利用方案》，未来采矿活动沿用现有生产辅助设施，不再新增场地。根据以上预测评估结论，预测采矿活动引发或加剧采空塌陷地质灾害的可能性中等，危害程度小，危险性小，各矿体开采后形成采空区最大下沉值、最大倾斜值和最大水平变形值均在损毁轻度的规定值范围内，采矿活动导致采空区地表沉陷对地表土地损毁的等级为轻度，因此无塌陷损毁土地。本方案设计一表土场以储存后期复垦用表土，主要表现为对土地的压占损毁，结合矿区土地利用现状图及采矿活动土地损毁程度评价因子等级标准（详见表 3-2-6），新增表土场对土地资源的损毁分析如下：

（1）表土场：为保证后期复垦用土足量，未来需收集表土作为后期复垦用土，为储存表土，本方案设计在矿区中部布置一个表土场，面积约 0.3974hm²，堆高约 10m，经计算，表土场库容量约为 2.07 万 m³。经测算，表土场拟损毁土地面积 0.3974hm²，其中乔木林地 0.0022hm²、灌木林地 0.3793hm²、农村道路 0.0159hm²，损毁方式为压占损毁，根据表 3-2-6 确定该单元损毁程度为轻度损毁，土地权属人为下雷镇仁惠村村委。

经统计，预测未来采矿活动拟损毁土地面积 0.3974hm²，其中乔木林地 0.0022hm²、灌木林地 0.3793hm²、农村道路 0.0159hm²，损毁方式为压占损毁，损毁程度为轻度损毁，土地权属人为下雷镇仁惠村村委。矿山拟损毁土地地类面积及具体权属情况详见表 3-3-14。

表 3-3-14 矿山拟损毁土地地类面积统计表 单位: hm²

场地名称	损毁方式	损毁程度	损毁时段	合计	土地地类			土地权属
					林地(03)		交通运输用地(10)	
					乔木林地(0301)	灌木林地(0305)	农村道路(1006)	
表土场	压占	轻度	2025-2036	0.3974	0.0022	0.3793	0.0159	下雷镇仁惠村
合计				0.3974	0.0022	0.3793	0.0159	

经合计,未来矿山累计损毁土地面积 8.3029hm²,其中,乔木林地 0.2355hm²、灌木林地 1.5250hm²、其他林地 0.0230hm²、工业用地 0.7094hm²、采矿用地 4.4868hm²、农村宅基地 0.5889hm²、农村道路 0.7343hm²。各用地单元损毁土地面积、地类、损毁原因、损毁程度统计如下表 3-3-15,由于损毁林地小于 2.0hm²,根据《方案编制技术要求》“附录 E 矿山地质环境影响程度分级表”,预测采矿活动对土地资源影响和破坏程度较轻。

表 3-3-15 矿山累计损毁土地地类面积统计表 单位: hm²

场地名称	损毁方式	损毁程度	损毁时段	合计	土地地类							土地权属
					林地(03)			工矿仓储用地(06)		住宅用地(07)	交通运输用地(10)	
					乔木林地(0301)	灌木林地(0305)	其他林地(0307)	工业用地(0601)	采矿用地(0602)	农村宅基地(0702)	农村道路(1006)	
主井工业场地	压占	轻度	2025-2036	2.9562	0.0872	0.2696	0.0230	0.0006	2.2031		0.3727	下雷镇 仁惠村
选厂	压占	轻度	2025-2036	2.3779		0.4222			1.7419		0.2138	
办公区	压占	轻度	2025-2036	0.7186		0.0098		0.7088				
仓储及生活区	压占	轻度	2025-2036	1.0550	0.0342	0.0570			0.3749	0.5889		
堆料区	压占	轻度	2018-2024	0.2777		0.2132					0.0645	
PD380回风井	压占	轻度	2018-2036	0.0128		0.0128						
1#废弃窿	压占	轻度	2009-2024	0.2284		0.0615			0.1669			
2#废弃窿	压占	轻度	2009-2024	0.2789	0.1119	0.0996					0.0674	
表土场	压占	轻度	2025-2036	0.3974	0.0022	0.3793				0	0.0159	
合计				8.3029	0.2355	1.5250	0.0230	0.7094	4.4868	0.5889	0.7343	

3.3.7 预测评估小结

根据以上预测评估结果，预测矿山开采过程中引发采空塌陷地质灾害的可能性中等，危害程度小，危险性小；预测矿山开采过程中引发工业场地堆矿场发生崩塌地质灾害可能性中等，危害程度小，危险性小；预测矿山开采结束后引发采空塌陷地质灾害的可能性小等，危害程度小，危险性小；预测矿山开采结束后引发工业场地堆矿场崩塌的可能性小，危害程度小，危险性小。预测采矿活动引发地质灾害对矿山地质环境影响较轻。预测采矿活动对矿山地形地貌景观的影响和破坏严重，对含水层影响和破坏较轻，对水土环境的影响和破坏程度较轻；未来矿山累计损毁土地面积 8.3029hm²，其中，乔木林地 0.2355hm²、灌木林地 1.5250hm²、其他林地 0.0230hm²、工业用地 0.7094hm²、采矿用地 4.4868hm²、农村宅基地 0.5889hm²、农村道路 0.7343hm²。采矿活动对土地资源影响和破坏程度较轻；综上所述，预测未来采矿活动对矿山地质环境影响程度为局部严重。矿山地质环境影响预测评估结果归纳如表 3-3-16 所示：

表 3-3-16 矿山地质环境影响预测评估结果表

矿山地质环境问题预测		分布位置	影响与危害对象	损失情况	影响程度级别
含水层	结构破坏	无	无	无	较轻
	地表水漏失	无	无	无	无
	疏干影响	采区及周边范围	裂隙潜水~承压水含水层	-	较轻
	水质污染	无	地下水	无	较轻
土地资源	矿山建设压占	表土场	土壤结构及植被	乔木林地 0.0022hm ² 、灌木林地 0.3793hm ² 、农村道路 0.0159hm ² ，合计 0.3974hm ² 。	较轻
	地面变形损毁	无	无	无	无
	矿山建设挖损	无	无	无	无
	地质灾害损毁	无	无	无	无
	土壤污染损毁	无	无	无	较轻
地质灾害	不稳定斜坡	无	无	无	无
	泥石流	无	无	无	无
	采空塌陷（地裂、沉陷）	采区及周边范围	地表植被、人员、设备	受威胁人数 < 10 人，直接经济损失 < 100 万元	较轻
	岩溶塌陷	无	无	无	无
	老窑突水、突泥	无	无	无	无
地形地貌景观	原生地形地貌	各用地单元	原生地形地貌及景观	改变了原生地形地貌，原有的景观消失	严重
	自然保护区、人文、风景旅游区景观	无	无	无	无
	主要交通干线	无	无	无	无

3.3.8 预测评估影响程度分级

根据《方案编制技术要求》附录 E“表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表”，矿山破坏土地面积类型、大小、地质灾害危险程度等条件判定，将矿区地质环境预测评估划分为地质环境影响严重和较轻两个等别分区。具体见矿山地质环境预测评估图。各分区的基本特征描述如下：

(1) 地质环境影响严重区：为主井工业场地、选厂、办公区、仓储及生活区、堆料区、PD380 回风井、1#废弃窿、2#废弃窿及表土场，面积 8.3029hm²。该区范围内预测矿山开采过程中引发采空塌陷地质灾害的可能性中等，危害程度小，危险性小；预测矿山开采过程中引发工业场地堆矿场发生崩塌地质灾害可能性中等，危害程度小，危险性小；预测矿山开采结束后引发采空塌陷地质灾害的可能性小等，危害程度小，危险性小；预测矿山开采结束后引发工业场地堆矿场崩塌的可能性小，危害程度小，危险性小。预测采矿活动引发地质灾害对矿山地质环境影响较轻。预测采矿活动对矿山地形地貌景观的影响和破坏严重，对含水层影响和破坏较轻，对水土环境的影响和破坏程度较轻；未来矿山累计损毁土地面积 8.3029hm²，其中，乔木林地 0.2355hm²、灌木林地 1.5250hm²、其他林地 0.0230hm²、工业用地 0.7094hm²、采矿用地 4.4868hm²、农村宅基地 0.5889hm²、农村道路 0.7343hm²。采矿活动对土地资源影响和破坏程度较轻；综上所述，预测未来采矿活动对矿山地质环境影响程度为局部严重。

(2) 地质环境影响较轻区：该分区范围为评估区范围内除上述严重区外的其它范围，面积 501.7409hm²，预测评估采矿活动引发地质灾害对矿山地质环境影响较轻；采矿活动对地形地貌景观破坏影响破坏程度较轻，对含水层影响和破坏程度较轻，对矿区水土环境污染较轻，对土地资源影响和破坏程度较轻。总之，预测采矿活动对该分区地质环境影响程度为较轻。

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 地质环境保护与恢复治理分区

4.1.1 分区原则及方法

根据矿山地质环境问题类型、分布特征及其危害性，矿山地质环境影响现状与预测评估结果，进行矿山地质环境保护治理分区。当同一区内存在不同的矿山地质环境问题时，根据问题的类型及治理方法的需要，进一步细分为亚区，以便于防治工程布署。为了给矿山地质环境问题及地质灾害防治提供依据，拟对评估区内地质环境影响程度及地质灾害危险性进行分区分级，其分区分级的原则为：

(1) 综合矿山地质环境条件和矿山地质环境影响现状评估、预测评估结果，当现状评估与预测评估结果不一致时，综合评估取影响高值确定；

(2) 分区分级应反映区内地质环境影响程度及地质灾害程度；

(3) 分区分级必须对各类地质灾害进行有针对性的单因素评估；

(4) 对分区有重叠部分，采取去就高原则，重叠部分划分为高一级的影响区。

结合矿山地质环境背景条件，依据《方案编制技术要求》附录 F“表 F.1 矿山地质环境保护与治理恢复分区表”见表 4-1-1 所示：

表 4-1-1 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

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

4.1.2 分区评述

根据上述分区原则，本矿山地质环境保护与恢复治理区域划分为两个大区，即重点防治区和一般防治区，各分区的基本特征描述如下：

(1) 重点防治区 (I区)：

重点防治区 (I区)：为主井工业场地、选厂、办公区、仓储及生活区、堆料区、PD380 回风井、1#废弃窿、2#废弃窿及表土场等 9 个单元，面积共 8.3029hm²，占评估区总面积的 1.63%。综合评估为矿山地质环境影响程度为严重。

现状评估：现状矿区及其附近地区未发现有崩塌、滑坡、泥石流、采空塌陷等地质灾害的发生。现状地质灾害弱发育；现状采矿活动对原生地形地貌景观影响和破坏程度

严重，对含水层的影响和破坏较轻，对矿区水土环境污染影响较轻；矿山现状采矿活动已损毁土地面积共 7.9055hm²，其中乔木林地 0.2333hm²、灌木林地 1.1457hm²、其他林地 0.0230hm²、工业用地 0.7094hm²、采矿用地 4.4868hm²、农村宅基地 0.5889hm²、农村道路 0.7184hm²。现状采矿活动对土地资源影响和破坏较轻。因此，现状采矿活动对矿山地质环境影响程度为局部严重。

预测评估：预测矿山开采过程中引发采空塌陷地质灾害的可能性中等，危害程度小，危险性小；预测矿山开采过程中引发工业场地堆矿场发生崩塌地质灾害可能性中等，危害程度小，危险性小；预测矿山开采结束后引发采空塌陷地质灾害的可能性小等，危害程度小，危险性小；预测矿山开采结束后引发工业场地堆矿场崩塌的可能性小，危害程度小，危险性小。预测采矿活动引发地质灾害对矿山地质环境影响较轻。预测采矿活动对矿山地形地貌景观的影响和破坏严重，对含水层影响和破坏较轻，对水土环境的影响和破坏程度较轻；未来矿山累计损毁土地面积 8.3029hm²，其中，乔木林地 0.2355hm²、灌木林地 1.5250hm²、其他林地 0.0230hm²、工业用地 0.7094hm²、采矿用地 4.4868hm²、农村宅基地 0.5889hm²、农村道路 0.7343hm²。采矿活动对土地资源影响和破坏程度较轻；综上所述，预测未来采矿活动对矿山地质环境影响程度为局部严重。

重点防治区范围内布置的主要防治和土地复垦工作如下：

1) 主井工业场地：生产期间布设边坡崩塌、滑坡等地质灾害监测工程，布设地形地貌景观破坏和土地损毁监测工程；矿山开采结束后开展全面的恢复治理与土地复垦工作，包括井口封堵、建筑物拆除、硬化层铲除及废渣清理、表土回覆及植被恢复等，以及后期的监测管护工程。

2) 选厂：产期间布设边坡崩塌、滑坡等地质灾害监测工程，布设地形地貌景观破坏和土地损毁监测工程；矿山开采结束后开展全面的恢复治理与土地复垦工作，包括井口封堵、建筑物拆除、硬化层铲除及废渣清理、表土回覆及植被恢复等，以及后期的监测管护工程。

3) 办公区：生产期布设地形地貌景观破坏和土地损毁监测工程，在矿山开采结束后开始实施拆除临时建（构）物、清除地表硬化层、废渣清理、土地平整、回覆表土、种植植被以及布设相应的监测工程等保护治理与复垦工作。

4) 仓储及生活区：生产期布设地形地貌景观破坏和土地损毁监测工程，在矿山开采结束后开始实施拆除临时建（构）物、清除地表硬化层、废渣清理、土地平整、回覆表土、种植植被以及布设相应的监测工程等保护治理与复垦工作。

5) 堆料区：由于该场地已停止使用，因此矿山在生产期间即可对该场地开展全面的恢复治理与土地复垦工作，包括废渣清理、表土回覆及植被恢复等，以及后期的监测管护工程。

6) PD380 回风井：生产期布设地形地貌景观破坏和土地损毁监测工程，矿山开采结束后开展全面的恢复治理与土地复垦工作，包括井口封堵、建筑物拆除、硬化层铲除及废渣清理、表土回覆及植被恢复等，以及后期的监测管护工程。

7) 1#废弃窿：由于该场地已停止使用，因此矿山在生产期间即可对该场地开展全面的恢复治理与土地复垦工作，包括井口封堵、表土回覆及植被恢复等，以及后期的监测管护工程。

8) 2#废弃窿：由于该场地已停止使用，因此矿山在生产期间即可对该场地开展全面的恢复治理与土地复垦工作，包括井口封堵、表土回覆及植被恢复等，以及后期的监测管护工程。

9) 表土场：生产期间按设计建设完成后布设地形地貌景观破坏和土地损毁监测工程及边坡崩塌、滑坡等地质灾害监测工程，修建浆砌石挡土墙和截排水沟等工程，在矿山开采结束后对该场地开展全面的恢复治理与土地复垦工作，包括土地平整、种植植被以及布设相应的监测工程等保护治理与复垦工作。

(2) 一般防治区 (III区)

一般防治区 (III区)：为上述区域外的其它评估范围，面积 501.7409hm²，占评估区总面积的 98.37%。综合评估为矿山地质环境影响程度为较轻。

该分区采矿活动对矿山地质环境影响较轻，因此不需要采取地质环境保护治理与土地复垦工程措施，只需加强对地质环境影响的监测，即在方案服务年限内，布设采空塌陷地质灾害监测工程，布设水质水位监测工程等。

4.2 土地复垦区与复垦责任范围确定

土地复垦区由生产建设项目损毁土地和永久性建设用地构成，土地复垦责任范围为复垦区中损毁土地及不再留包括续使用的永久性建设用地共同构成的区域。本矿山的生产建设过程中，用地单元包括主井工业场地、选厂、办公区、仓储及生活区、堆料区、PD380 回风井、1#废弃窿、2#废弃窿及表土场等 9 个单元，面积共 8.3029hm²，未占用永久性建设用地，后期复垦工程无留续使用的永久性建设用地。因此，本矿山土地复垦区即为土地复垦责任范围，均为矿山采矿活动损毁土地范围，面积 8.3029hm²，详见表 4-2-1，复垦责任范围拐点坐标表详见表 4-2-2。

表 4-2-1 复垦区和复垦责任范围表 单位: hm²

序号	单元名称	复垦区		复垦责任范围	
		损毁	永久性建设用地	损毁	留续使用的永久性建设用地
1	主井工业场地	2.9562	0	2.9562	0
2	选厂	2.3779	0	2.3779	0
3	办公区	0.7186	0	0.7186	0
4	仓储及生活区	1.0550	0	1.055	0
5	堆料区	0.2777	0	0.2777	0
6	PD380 回风井	0.0128	0	0.0128	0
7	1#废弃窿	0.2284	0	0.2284	0
8	2#废弃窿	0.2789	0	0.2789	0
9	表土场	0.3974	0	0.3974	0
	小计	8.3029	0	8.3029	0
	合计	8.3029		8.3029	

表 4-2-2 复垦责任范围拐点坐标表

拐点 编号	2000 国家大地坐标系		拐点 编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y		X	Y
单元名称：办公区；面积：0.7186hm ²					
J1	*****.***	*****.***	J7	*****.***	*****.***
J2	*****.***	*****.***	J8	*****.***	*****.***
J3	*****.***	*****.***	J9	*****.***	*****.***
J4	*****.***	*****.***	J10	*****.***	*****.***
J5	*****.***	*****.***	J11	*****.***	*****.***
J6	*****.***	*****.***			
单元名称：选厂；面积：2.3779hm ²					
J12	*****.***	*****.***	J21	*****.***	*****.***
J13	*****.***	*****.***	J22	*****.***	*****.***
J14	*****.***	*****.***	J23	*****.***	*****.***
J15	*****.***	*****.***	J24	*****.***	*****.***
J16	*****.***	*****.***	J25	*****.***	*****.***
J17	*****.***	*****.***	J26	*****.***	*****.***
J18	*****.***	*****.***	J27	*****.***	*****.***
J19	*****.***	*****.***	J28	*****.***	*****.***
J20	*****.***	*****.***	J29	*****.***	*****.***
单元名称：主井工业场地；面积：2.9562hm ²					
J30	*****.***	*****.***	J39	*****.***	*****.***
J31	*****.***	*****.***	J40	*****.***	*****.***
J32	*****.***	*****.***	J41	*****.***	*****.***
J33	*****.***	*****.***	J42	*****.***	*****.***
J34	*****.***	*****.***	J43	*****.***	*****.***
J35	*****.***	*****.***	J44	*****.***	*****.***
J36	*****.***	*****.***	J45	*****.***	*****.***
J37	*****.***	*****.***	J46	*****.***	*****.***
J38	*****.***	*****.***	J47	*****.***	*****.***
单元名称：仓储及生活区；面积：1.0550hm ²					
J48	*****.***	*****.***	J56	*****.***	*****.***
J49	*****.***	*****.***	J57	*****.***	*****.***
J50	*****.***	*****.***	J58	*****.***	*****.***
J51	*****.***	*****.***	J59	*****.***	*****.***
J52	*****.***	*****.***	J60	*****.***	*****.***
J53	*****.***	*****.***	J61	*****.***	*****.***
J54	*****.***	*****.***	J62	*****.***	*****.***
J55	*****.***	*****.***	J63	*****.***	*****.***
单元名称：堆料区；面积：0.2777hm ²					
J64	*****.***	*****.***	J67	*****.***	*****.***
J65	*****.***	*****.***	J68	*****.***	*****.***
J66	*****.***	*****.***			
单元名称：1#废弃窿；面积：0.2284hm ²					

拐点 编号	2000 国家大地坐标系		拐点 编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y		X	Y
J69	*****.***	*****.***	J72	*****.***	*****.***
J70	*****.***	*****.***	J73	*****.***	*****.***
J71	*****.***	*****.***	J74	*****.***	*****.***
单元名称：2#废弃窿；面积：0.2789hm ²					
J74	*****.***	*****.***	J77	*****.***	*****.***
J75	*****.***	*****.***	J78	*****.***	*****.***
J76	*****.***	*****.***			
单元名称：表土场；面积：0.3974hm ²					
J78	*****.***	*****.***	J85	*****.***	*****.***
J79	*****.***	*****.***	J86	*****.***	*****.***
J80	*****.***	*****.***	J87	*****.***	*****.***
J81	*****.***	*****.***	J88	*****.***	*****.***
J82	*****.***	*****.***	J89	*****.***	*****.***
J83	*****.***	*****.***	J90	*****.***	*****.***
J84	*****.***	*****.***	J91	*****.***	*****.***
单元名称：PD380 回风井；面积：0.0128hm ²					
J99	*****.***	*****.***	J102	*****.***	*****.***
J100	*****.***	*****.***	J103	*****.***	*****.***
J101	*****.***	*****.***	J104	*****.***	*****.***
合计：8.3029hm ²					

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

(1) 崩塌、滑坡、采空塌陷预防措施及治理工程

矿山开采期间对表土场修建挡土墙、浆砌石截水沟；此外，生产期期间定期进行崩塌、滑坡、采空塌陷等地质灾害监测。本方案设计的工程措施技术成熟，是现阶段常用的防治工程措施，技术难度不大，技术上可行。

(2) 地形地貌景观破坏的预防及治理工程

根据现状及预测评估分析，本矿山采矿活动对矿区地形地貌景观影响和破坏程度严重，方案设计在整个服务年限内布置地形地貌景观破坏监测工程。以上工程措施简单，施工难度不大，技术上可行。

(3) 土地复垦工程

矿山开采结束后实施，通过拆除建筑物、清除地面硬化层、废渣清理、土地平整、表土回覆、种植植被，恢复生态环境，结合类似工程经验，施工难度不大，技术上可行。

5.1.2 经济可行性分析

根据对项目投资估算结果，矿山地质环境保护治理与土地复垦工程总投资 283.8219 万元，其中矿山地质环境保护治理费用 93.7036 万元，土地复垦费用 190.1183 万元，项目工程投资全部由广西富丰矿业有限公司承担支付。矿山生产规模为***万 t/a，年销售收入 2796 万元，扣除生产成本、年销售税金及相关的附加费，年净利润 548.97 万元，矿山服务年限为 11.2 年，总的来说，矿山经济效益较好，矿山地质环境保护治理费用和土地复垦费用有保障，本方案在经济上的可承受性上分析是可行的。

5.1.3 生态环境协调性分析

矿山开采结束后，通过矿山地质环境治理工程的实施，采取种树植草绿化的恢复措施，品种优选矿山周边植被物种，使矿山生态结构、生态环境和生态平衡得以恢复，并向良性方向发展，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或优于原来的生态环境，同时与周边生态环境协调，适宜人、动物的活动及植物的生长。使环境得到和谐、持续的发展。

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

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主井工业场地、选厂、办公区、仓储及生活区、堆料区、PD380回风井、1#废弃窿、2#废弃窿及表土场共9个单元，面积共8.3029hm²，根据大新县自然资源局提供的土地利用现状局部图（图幅号：*****）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：乔木林地0.2355hm²、灌木林地1.5250hm²、其他林地0.0230hm²、工业用地0.7094hm²、采矿用地4.4868hm²、农村宅基地0.5889hm²、农村道路0.7343hm²，无基本农田，复垦区内土地权属均为下雷镇仁惠村集体所有，本方案批准后，矿山企业应及时依法向自然资源主管部门申请办理用地手续。

表 5-2-1 矿山复垦区土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	土地权属	占总面积比例 (%)
编码	名称	编码	名称			
03	林地	0301	乔木林地	0.2355	下雷镇仁惠村	2.84
		0305	灌木林地	1.5250		18.37
		0307	其他林地	0.0230		0.28
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	0.7094		8.54
		0602	采矿用地	4.4868		54.04
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.5889		7.09
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.7343		8.84
合计				8.3029		100.00

5.2.2 土地复垦适宜性评价

5.2.2.1 土地复垦适宜性评价原则

(1) 综合分析原则：待复垦土地除受区域气候、地貌、土壤、水文、地质等自然因素的影响外，还要受人为因素的影响，如土地破坏类型、破坏程度和利用方式等，故复垦后土地质量状况是各种因素综合作用的结果。

(2) 主导因素原则：在土地利用中，土地质量可能因某一个因素的影响而有着显著的差异。这种情况下，在综合分析的基础上，要对主导因素做出较为准确的判断并对其影响重点考虑，以消除这种因素的影响。

(3) 综合效益原则：复垦应当充分考虑国家和企业经济条件承受能力，以适度的复垦投入获得最佳的经济、生态和社会效益。

(4) 农业用地优先原则：在评价被破坏土地复垦适宜性时，应当分别根据所评价

土地的区域性和差异性等具体条件确定其复垦利用方向，一般情况下原有农业用地仍应优先考虑复垦为农业用地，以贯彻保护农田的基本国策。

(5) 复垦方向原则：复垦单元最终确定的复垦方向应符合当地土地利用总体规划和所涉及的土地权属人的意愿。

5.2.2.2 土地复垦适宜性评价依据

土地复垦适应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现状的基础上，结合当地土地利用总体规划，依据国家和地方法律及相关规划，综合考虑土地损毁分析结果、公众参与意见以及周边类似项目的复垦经验等，采取可行性的办法，确定复垦利用方向，参考的主要依据如下：

略

5.2.2.3 初步复垦方向的确定

本矿山建设生产所损毁的土地原地类有乔木林地、灌木林地、其他林地、工业用地、采矿用地、农村宅基地及农村道路等，矿山在生产过程中对土地损毁的方式主要表现为压占损毁，土地损毁后，地表植被被破坏，土壤质地发生了变化，含砂量有所增加。本方案在确定复垦土地用途时，尊重土地权属人的意见，并结合矿区地形条件及周边植被特点，具体初步复垦方向如下：

(1) 主井工业场地

该单元布置的设施包括 303 斜坡道、300 平硐、临时堆矿场、值班室、空压机房及部分矿山运输道路等，损毁地类包括乔木林地、灌木林地、其他林地、工业用地、采矿用地及农村道路等，考虑前期在建设过程中未收集有表土，场地底部仍保留有一定厚度的土壤层，总体上复垦条件较好。因此本方案设计将该单元原农村道路范围按原位置复垦，剩余范围复垦为其他草地。

(2) 选厂

该单元布置的设施包括选矿设备、精矿场、值班室、340 平硐及部分矿山运输道路等，损毁地类包括灌木林地、采矿用地及农村道路，考虑该场地地形总体较为平缓，且场地土层较厚，复垦条件相对较好。因此本方案设计将该单元原农村道路范围按原位置复垦，剩余范围复垦为其他草地。

(3) 办公区

该单元布置的设施包括办公楼、员工宿舍、停车场、球场及部分矿山道路等。损毁地类包括灌木林地，工业用地，总体上该单元地形平缓，前期建设过程中未开展表土剥

离工作，场地底部仍保留有一定厚度的土壤层，复垦条件较好，因此本方案设计将该单元范围内均复垦为灌木林地。

(4) 仓储及生活区

该单元布置的设施包括员工宿舍、停车场、仓库及修理厂等。损毁地类包括乔木林地、灌木林地、采矿用地、农村宅基地，该单元地形平缓，前期建设过程中未开展表土剥离工作，场地底部仍保留有一定厚度的土壤层，总体上复垦条件较好，因此本方案设计将该单元范围内均复垦为乔木林地。

(5) 堆料区

该单元为民用堆放石料所占用场地，损毁地类包括灌木林地，农村道路，该单元地形平缓，且场地底部仍保留有一定厚度的土壤层，考虑堆放碎石时间较长，部分土壤层已胶结，总体上复垦条件相对较好，因此本方案设计将该单元原农村道路范围按原位置复垦，剩余范围复垦为灌木林地。

(6) PD380 回风井

该单元为矿山过往开采所建井口，含回风设施、检修室等，损毁地类为灌木林地，本方案设计将该单元范围内均复垦为灌木林地。

(7) 1#废弃窿

该单元该单元为矿山过往民采所建井口，损毁地类包括灌木林地、采矿用地，本方案设计将该单元范围内均复垦为灌木林地。

(8) 2#废弃窿

该单元该单元为矿山过往民采所建井口，损毁地类包括乔木林地、灌木林地、农村道路，本方案设计将该单元原农村道路范围按原位置复垦，剩余范围复垦为灌木林地。

(9) 表土场

该单元为本方案设计存放复垦用土场地，损毁地类包括乔木林地、灌木林地、农村道路，该单元地形平缓，且场地底部仍保留有一定厚度的土壤层，总体上复垦条件相对良好，因此本方案设计将该单元范围内均复垦为灌木林地。

5.2.2.4 土地复垦适宜性评价

土地适宜性评价是土地复垦利用方向决策和改良途径选择的基础。按照一般土地适宜性评价步骤，首先对需进行评价的土地作土地质量调查编制图表，并依据土地利用总体规划方案，提出土地利用类型，两者进行匹配后，调节土地适宜性评价结果，最终确定复垦后土地利用类型。

(1) 复垦土地适宜性评价单元的划分

1) 复垦土地适宜性评价单元划分方法

目前,从国内外工作实践来看,待复垦土地适宜性评价单元的划分大致有四种方式:一是以土地类型单元作为评价单元,即以土壤、地形地貌、植被和土地利用现状的相对一致性作为划分依据;二是以土壤分类单元作为评价单元,划分依据是土壤分类体系;三是以生产地段和地块作为评价单元;四是以行政区划单位作为评价单元。本项目区待复垦土地适宜性评价单元的划分,采用第三种方法,即以生产地段和地块作为评价单元。

2) 复垦土地适宜性评价单元划分结果

根据以上原则和方法,对复垦责任范围待复垦土地进行适宜性评价单元划分,划分结果见表 5-2-2。

表 5-2-2 待复垦土地适宜性评价单元划分结果

编号	评价单元					
	单元类型	原地类	损毁方式	损毁程度	面积 (hm ²)	主导限制因素
1	主井工业场地	乔木林地、灌木林地、其他林地、工业用地、采矿用地、农村道路	压占	轻度	2.9562	植被土壤缺失、土壤含砂量增加、有机质下降
2	选厂	灌木林地、采矿用地、农村道路	压占	轻度	2.3779	
3	办公区	灌木林地, 工业用地	压占	轻度	0.7186	
4	仓储及生活区	乔木林地、灌木林地、采矿用地、农村宅基地	压占	轻度	1.0550	
5	堆料区	灌木林地, 农村道路	压占	轻度	0.2777	
6	PD380 回风井	灌木林地	压占	轻度	0.0128	
7	1#废弃窿	灌木林地、采矿用地	压占	轻度	0.2284	
8	2#废弃窿	乔木林地、灌木林地、农村道路	压占	轻度	0.2789	
9	表土场	乔木林地、灌木林地、农村道路	压占	轻度	0.3974	

备注: 矿山道路拟保留作为农村道路使用, 因此此不进行复垦适宜性评价

(2) 待复垦土地单元适宜性评价

根据我国土地复垦技术标准要求, 本方案选定的参评因子包括: 土层厚度、土壤质地、地形坡度、pH 值、灌排条件、土壤有机质, 提取各评价因子的特征值, 再根据特征值求评价因子权重, 得出的结果如表 5-2-3 所示。

评价因子权重计算公式: $R' = (B_i / \sum B_i) \times 100$

其中:

R' ~为评价因子权重;

B_i 为评价因子特征值

$\sum B_i$ 为各评价因子特征值之和

表 5-2-3 适宜性评价参评因子权重

评价因子	坡度	土层厚度	土壤质地	pH 植	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

不同的土地利用方向，其影响因素也不同，各因素之间的重要性也存在差异性。结合矿山损毁原地类类别、初步复垦方向、复垦措施及当地的自然条件，因本方案选定林地的评价因子进行分析，各复垦地类参评因子赋值如表 5-2-4~5-2-5 所示：

表 5-2-4 林地复垦适宜性评价参评因子赋值表

参评因子	高等适宜	中等适宜	勉强适宜	不适宜
地形坡度	<15	15~25	25~35	>35
分值	100	80	60	20
土层厚度 (cm)	>50	30~50	10~30	<10
分值	100	80	60	20
土壤质地	壤土	粘壤土、砂土	砂砾质	砾质
分值	100	80	60	20
pH 值	6.0~7.5	5~6 或 7.5~8	4~5 或 8~9	<4 或 >9
分值	100	80	40	20
排水条件	有保证	基本保证	困难	无法排水
分值	100	80	60	20
有机质含量 (%)	>1.00	0.7~1.00	0.5~0.7	<0.5
分值	100	80	40	20

表 5-2-5 草地复垦适宜性评价参评因子赋值表

参评因子	高等适宜	中等适宜	勉强适宜	不适宜
地形坡度	<20	20~30	30~35	>35
分值	100	80	60	20
土层厚度 (cm)	>40	30~40	10~30	<10
分值	100	80	60	20
土壤质地	粘壤土、壤土	砂土	砂砾质	砾质
分值	100	80	60	20
pH 值	6.0~7.5	5~6 或 7.5~8	4~5 或 8~9	<4 或 >9
分值	100	80	40	20
排水条件	有保证	基本保证	困难	无法排水
分值	100	80	60	20
有机质含量 (%)	>1.00	0.7~1.00	0.5~0.7	<0.5
分值	100	80	40	20

根据上述分析和对项目区各评价单元的实地考察，参考《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013)、《农用地质量分等规程》(GB/T 28407-2012)、《农用地定级规程》(GB/T 28405-2012)、《第三次全国土壤普查技术规范》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、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，依次为高等适宜（85~100分），中等适宜（70~85分），勉强适宜（60~70分），不适宜（<60分）。本项目土地适宜性评价采取以下评价模型评定各单元等级：

$$S = \sum P_i W$$

式中：S~各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

根据被评价单元各参评因子的基本特征（见表 5-2-6），引用上述公式对各个复垦单元的适宜性评价进行计算，计算结果见表 5-2-7 所示：

表 5-2-6 评价单元参评因子基本特征表

评价因子	评价单元								
	主井工业场地	选厂	办公区	仓储及生活区	堆料区	PD380回风井	1#废弃窿	2#废弃窿	表土场
地形坡度 (°)	2~5	15~25	2~5	2~5	15~25	2~5	15~25	15~25	15~25
土层厚度 (cm)	>40 (覆土)	>40 (覆土)	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>60
土壤质地	粘壤土	粘壤土	粘壤土	粘壤土	粘壤土	粘壤土	粘壤土	粘壤土	粘壤土
pH 值	5.5~6.0	5.5~6.0	5.5~6.0	5.5~6.0	5.5~6.0	5.5~6.0	5.5~6.0	5.5~6.0	5.5~6.0
排水条件	基本保证	基本保证	基本保证	基本保证	基本保证	基本保证	基本保证	基本保证	基本保证
有机质含 (g/kg)	1.5~1.7	1.5~1.7	1.5~1.7	1.5~1.7	1.5~1.7	1.5~1.7	1.5~1.7	1.5~1.7	1.5~1.7

表 5-2-7 评价单元适宜性评价分值表

评价因子	权重值	主井工业场地	选厂	办公区	仓储及生活区	堆料区	PD380回风井	1#废弃窿	2#废弃窿	表土场
		其他草地	其他草地	灌木林地	乔木林地	灌木林地	灌木林地	灌木林地	灌木林地	灌木林地
地形坡度	0.19	100	80	100	100	80	80	80	80	80
土层厚度	0.16	100	100	100	100	100	100	100	100	100
土壤质地	0.17	80	80	80	80	80	80	80	80	80
pH 值	0.14	80	80	80	80	80	80	80	80	80
排水条件	0.19	80	80	80	80	80	80	80	80	80
有机质含量	0.15	100	100	100	100	100	100	100	100	100
适宜性评价最终得分		90	86.2	90	90	86.2	86.2	86.2	86.2	86.2
评价结果		高等适宜	高等适宜	高等适宜	高等适宜	高等适宜	高等适宜	高等适宜	高等适宜	高等适宜

5.2.2.5 最终复垦方向确定

根据表 5-2-7 计算表明,本矿山各个复垦单元拟复垦为相应的地类的适宜性等级为高等,本方案初定的复垦方向合理,本方案最终确定的复垦方向如表 5-2-8 所示:

表 5-2-8 评价单元评价结果及最终复垦方向汇总表

编号	评价单元				
	单元类型	原地类	最终复垦方向	面积 (hm ²)	复垦措施
1	主井 工业场地	乔木林地、灌木林地、其他 林地、工业用地、采矿用地、 农村道路	其他草地、农村道路	2.5835	回覆表土、 撒播草籽
2	选厂	灌木林地、采矿用地、农村 道路	其他草地、农村道路	2.1641	回覆表土、 撒播草籽
3	办公区	灌木林地, 工业用地	灌木林地	0.7186	回填树坑、 种植灌木、 撒播草籽
4	仓储及 生活区	乔木林地、灌木林地、采矿 用地、农村宅基地	乔木林地	1.0550	回填树坑、 种植乔木、 撒播草籽
5	堆料区	灌木林地, 农村道路	灌木林地、农村道路	0.2777	回填树坑、 种植灌木、 撒播草籽
6	PD380 回风井	灌木林地	灌木林地	0.0128	回填树坑、 种植灌木、 撒播草籽
7	1#废弃窿	灌木林地、采矿用地	灌木林地	0.2284	回填树坑、 种植灌木、 撒播草籽
8	2#废弃窿	乔木林地、灌木林地、农村 道路	灌木林地、农村道路	0.2115	回填树坑、 种植灌木、 撒播草籽
9	表土场	乔木林地、灌木林地、农村 道路	灌木林地	0.3974	回填树坑、 种植灌木、 撒播草籽

5.2.3 水土资源平衡分析

根据土地复垦规划,本项目将复垦区复垦地类有乔木林地、灌木林地、其他草地和农村道路,不涉及水田复垦,因此无需对水资源进行平衡分析;本方案只对需复垦单元所需土资源进行供需平衡分析:

(1) 复垦工程表土需求量计算

本方案根据各个用地单元的损毁情况,结合土地复垦规划,对各复垦单元所需表土进行供求平衡分析如下:

1) 主井工业场地:根据复垦规划,该单元拟复垦为其他草地和农村道路,其中农村道路范围按原地类复垦,考虑此用地单元对土地资源的损毁方式均为压占损毁,对底部

土壤结构损毁程度较轻，用地结束后仍保留有一定厚度的表土层，故本方案设计复垦为其他草地范围均匀回覆 0.2m 厚度的表土即可满足植被生长需求，主井工业场地拟复垦为其他草地面积 2.5835hm²，考虑 7%损失率，经计算，该单元表土需求量为 $2.5835\text{hm}^2 \times 0.2\text{m} \div (1-0.07) = 0.5556 \text{万 m}^3$ 。

2) 选厂：根据复垦规划，该单元拟复垦为其他草地和农村道路，其中农村道路范围按原地类复垦，考虑此用地单元对土地资源的损毁方式均为压占损毁，对底部土壤结构损毁程度较轻，用地结束后仍保留有一定厚度的表土层，故本方案设计复垦为其他草地范围均匀回覆 0.2m 厚度的表土即可满足植被生长需求，选厂拟复垦为其他草地面积 2.1641hm²，考虑 7%损失率，经计算，该单元表土需求量为 $2.1641\text{hm}^2 \times 0.2\text{m} \div (1-0.07) = 0.4654 \text{万 m}^3$ 。

3) 办公区：根据复垦规划，该单元拟复垦为灌木林地，考虑此用地单元对土地资源的损毁方式均为压占损毁，对底部土壤结构损毁程度较轻，用地结束后仍保留有一定厚度的表土层，因此本方案拟复垦为灌木林地范围设计按树坑规格回覆表土即可满足灌木生长要求，灌木林地按株行距 2.0m×2.0m 交叉坑栽灌木，树坑规格 0.4m×0.4m×0.4m。办公区拟复垦为灌木林地面积 0.7186hm²，考虑 7%损失率，经计算，该单元表土需求量为 $0.7186\text{hm}^2 \div 4\text{m}^2 \times (0.064) \text{m}^3 \div (1-0.07) = 0.0124 \text{万 m}^3$ 。

4) 仓储及生活区：根据复垦规划，该单元拟复垦为乔木林地，考虑此用地单元对土地资源的损毁方式均为压占损毁，对底部土壤结构损毁程度较轻，用地结束后仍保留有一定厚度的表土层，因此本方案拟复垦为乔木林地范围设计按树坑规格回覆表土即可满足乔木生长要求，乔木林地按株行距 2.0m×3.0m 交叉坑栽乔木，树坑规格 0.5m×0.5m×0.5m。仓储及生活区拟复垦为乔木林地面积 1.0550hm²，考虑 7%损失率，经计算，该单元表土需求量为 $1.0550\text{hm}^2 \div 6\text{m}^2 \times (0.125) \text{m}^3 \div (1-0.07) = 0.0236 \text{万 m}^3$ 。

5) 堆料区：根据复垦规划，该单元拟复垦为灌木林地和农村道路，其中农村道路范围按原地类复垦，考虑此用地单元对土地资源的损毁方式均为压占损毁，对底部土壤结构损毁程度较轻，用地结束后仍保留有一定厚度的表土层，因此本方案拟复垦为灌木林地范围设计按树坑规格回覆表土即可满足灌木生长要求，灌木林地按株行距 2.0m×2.0m 交叉坑栽灌木，树坑规格 0.4m×0.4m×0.4m。堆料区拟复垦为灌木林地面积 0.2132hm²，考虑 7%损失率，经计算，该单元表土需求量为 $0.2132\text{hm}^2 \div 4\text{m}^2 \times (0.064) \text{m}^3 \div (1-0.07) = 0.0037 \text{万 m}^3$ 。

6) PD380 回风井：根据复垦规划，该单元拟复垦为灌木林地，考虑此用地单元对土

地资源的损毁方式均为压占损毁，对底部土壤结构损毁程度较轻，用地结束后仍保留有一定厚度的表土层，因此本方案拟复垦为灌木林地范围设计按树坑规格回覆表土即可满足灌木生长要求，灌木林地按株行距 2.0m×2.0m 交叉坑栽灌木，树坑规格 0.4m×0.4m×0.4m。PD380 回风井拟复垦为灌木林地面积 0.0128hm²，考虑 7%损失率，经计算，该单元表土需求量为 0.0128hm²÷4m²×(0.064)m³÷(1-0.07)=0.0002 万 m³。

7) 1#废弃窿：根据复垦规划，该单元拟复垦为灌木林地，考虑此用地单元对土地资源的损毁方式为压占损毁，对底部土壤结构损毁程度较轻，用地结束后仍保留有一定厚度的表土层，因此本方案拟复垦为灌木林地范围设计按树坑规格回覆表土即可满足灌木生长要求，灌木林地按株行距 2.0m×2.0m 交叉坑栽灌木，树坑规格 0.4m×0.4m×0.4m。1#废弃窿拟复垦为灌木林地面积 0.2284hm²，考虑 7%损失率，经计算，该单元表土需求量为 0.2284hm²÷4m²×(0.064)m³÷(1-0.07)=0.0039 万 m³。

8) 2#废弃窿：根据复垦规划，该单元拟复垦为灌木林地和农村道路，其中农村道路范围按原地类复垦，考虑此用地单元对土地资源的损毁方式为压占损毁，对底部土壤结构损毁程度较轻，用地结束后仍保留有一定厚度的表土层，因此本方案拟复垦为灌木林地范围设计按树坑规格回覆表土即可满足灌木生长要求，灌木林地按株行距 2.0m×2.0m 交叉坑栽灌木，树坑规格 0.4m×0.4m×0.4m。2#废弃窿拟复垦为灌木林地面积 0.2115hm²，考虑 7%损失率，经计算，该单元表土需求量为 0.2115hm²÷4m²×(0.064)m³÷(1-0.07)=0.0036 万 m³。

9) 表土场：根据复垦规划，该单元拟复垦为灌木林地，考虑此用地单元用于存放未来矿山复垦用表土，对底部土壤结构损毁程度较轻，用地结束后仍保留有一定厚度的表土层，因此本方案拟复垦为灌木林地范围采用原有表土即可，该单元不再另外回覆表土。

经合计，本矿山复垦工程表土需求量共 1.0684 万 m³，各单元复垦工程土方需求计算表具体详见表 5-2-9。

表 5-2-9 复垦工程各单元土方需求量计算表

复垦单元	复垦地类	复垦面积 (hm ²)	覆土面积 (hm ²)	覆土厚度 (m)	损失率 (%)	土方需求量 (万 m ³)
主井工业场地	其他草地	2.5835	2.5835	0.20	7%	0.5556
选厂	其他草地	2.1641	2.1641	0.20		0.4654
办公区	灌木林地	0.7186	0.7186	回填树坑		0.0124
仓储及生活区	乔木林地	1.0550	1.0550	回填树坑		0.0236
堆料区	灌木林地	0.2132	0.2132	回填树坑		0.0037

复垦单元	复垦地类	复垦面积 (hm ²)	覆土面积 (hm ²)	覆土厚度 (m)	损失率 (%)	土方需求量 (万 m ³)
PD380 回风井	灌木林地	0.0128	0.0128	回填树坑		0.0002
1#废弃窿	灌木林地	0.2284	0.2284	回填树坑		0.0039
2#废弃窿	灌木林地	0.2115	0.2115	回填树坑		0.0036
表土场	灌木林地	0.3974	0	回填树坑		0.0000
合计		7.1871	7.1871			1.0684

(2) 土方供应量

考虑矿山前期建设未开展表土剥离工作，因此为保证后期土地复垦工程表土来源，本方案设计土方采自临近晒所锰矿规划工业场地范围建设前所剥离出的表土，据现场调查及收集资料，拟建设区域面积约 22.9413hm²，现状自然植被生长较好，土层厚度大于 0.3m，其可剥离范围按 50%计算，平均按 0.10m 厚度收集，考虑 1.2 的松散系数，则可获得松方表土量为 22.9413hm²×0.1×50%×1.2=1.3765 万 m³。由于表土在剥离和保存过程中存在一定的损失，平均按 7%估算，则后期实际可供使用的表土方量为 1.3765 万 m³×0.93=1.2801 万 m³。

(3) 土方平衡分析

根据以上土方需求量和土方供应量计算，本项目实际土方需求量为 1.0684 万 m³，可供土方量为 1.2801 万 m³，收集的土方量可满足复垦工程土方需求，表土来源有保证，收集表土就地存放于表土场中。

5.2.4 土地复垦质量要求

根据复垦适宜性和可行性分析结果确定复垦利用方向，依据《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013)、《土地复垦技术要求与验收规范》(DB45/T 892-2012)和《土地开发整理项目规划设计规范》(TD/T 1012-2016)，结合当地实际情况，制定本方案土地复垦标准，具体如下：

(1) 林地复垦标准

- 1) 坡度≤30°;
- 2) 采用坑栽方式，坑内回填表土，树坑规格：0.5m×0.5m×0.5m;
- 3) 土壤质地砂粘适中、壤土（轻、中、重质）;
- 4) 有效土层厚度≥30cm，表层石砾含量≤20%;
- 5) 土壤 pH 值 5.0~8.0，有机质 10~15g/kg;
- 6) 排水设施满足排水要求，防洪标准为 10 年一遇;
- 7) 植被（树苗、草苗）恢复效果：一年后苗木成活率 85%以上。

(2) 其他草地复垦标准

- 1) 地面坡度 $\leq 35^\circ$;
- 2) 土层厚度 $\geq 20\text{cm}$, 石砾含量 $\leq 20\%$;
- 3) 土壤 pH 值 5.0~8.0;
- 4) 排水设施满足排水要求, 防洪标准为 10 年一遇;
- 5) 土壤有机质 5~10 g/kg;
- 6) 植被恢复效果: 三年后覆盖率 85%以上。

6 矿山地质环境保护治理与土地复垦工程

6.1 矿山地质环境保护与土地复垦预防工程

6.1.1 目标任务

(1) 目标：预防控制人工边坡发生崩塌、滑坡等地质灾害，采空区在生产期间发生采空塌陷，取相应措施降低采矿活动对地下含水层、地形地貌景观破坏等地质环境问题；预防控制未来矿山生产矿坑排水造成地表水和地下水污染的地质环境问题。

(2) 任务

1) 矿山在地下开采过程中，必须严格按《开发利用方案》要求布置巷道和对矿体层进行回采，确保预留设计要求的矿柱尺寸；

2) 利用水文观测孔及地表泉水动态监测采矿活动对地下含水层影响和破坏情况；

3) 采用测量仪器测量采矿活动对地形地貌景观破坏情况；

4) 布置水质监测点、布设崩塌、滑坡、采空塌陷等地质灾害监测工程。

5) 工业场地井口封堵工程，预防闭坑后发生地质灾害；

6) 清理工业场地内采矿留下的废弃物，恢复采矿活动损毁的土地资源；

7) 各用地单元种植植被，恢复地形地貌景观。

6.1.2 主要预防工程

6.1.2.1 矿山地质灾害的预防措施

(1) 主井工业场地堆矿场边坡崩塌、滑坡预防措施

根据预测评估结论，未来采矿活动引发崩塌、滑坡地质灾害的单元主要位于主井工业场地堆矿场人工堆坡，结合各单元实际情况，本方案设计布置的预防措施如下：

1) 在生产过程中，若发现滑坡、崩塌隐患的区域，要消除隐患或采取避让措施。

2) 预防崩塌、滑坡等地质灾害的根本措施还在于加强矿山管理，严格按照科学合理的方法进行堆矿，并在附近树立地质灾害警示牌。

3) 生产过程中做好边坡崩塌、滑坡的巡视监测工程（详见“6.4.2 地质灾害监测”一节）。

(2) 采空塌陷地质灾害预防措施

采矿活动引发采空塌陷地质灾害可能性小，采空塌陷主要分布于地下采空区岩石移动范围之内，未来矿山地下开采过程中，必须严格按《矿产资源开发利用方案》设计要求矿体进行回采，确保预留设计要求的矿柱尺寸，掘进产生的废石用于回填地下采空区，

同时对采空区地表布置变形监测点，具体详见“6.4.2 地质灾害监测”一节。

6.1.2.2 其他地质环境问题的预防措施

(1) 表土场边坡引发崩塌、滑坡和泥石流的预防措施

1) 截水沟工程

结合矿区地形条件分析，为防止雨季场地上游汇集地表径流直接冲刷表土场引发边坡崩塌、滑坡和泥石流等地质环境问题，本方案设计露表土场上游汇水面积较大一侧开挖修建 1 条截水沟，截断场地上游季节性地表径流，并将其疏导至下游水沟中。

截水沟初步设计：截水沟均采用 M7.5 浆砌 MU30 块石梯形结构，底部采用 M7.5 水泥砂浆抹处理，水泥砂浆抹面厚度为 2.0cm，以达到保护截水沟及防渗的目的，截水沟尽量沿山坡等高线修筑，沟底纵向坡降（i）不大于 0.025。

截水沟设计的流量为截水沟上游控制的山坡集雨汇流面积形成的地表径流量，截排水沟设计流量采用《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ-T0219-2006）中的汇水面积设计流量公式计算即：

$$Q_p = 0.278 \phi S_P F$$

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 ~设计降雨强度，十年一遇 1h 降雨强度，本项目区取 77.30mm/h；

F ~排水沟控制的山坡集雨汇水面积（ km^2 ），本方案设计截水沟向表土场南北两侧分流，计算汇水面积=总汇水面积/2；

0.278~单位换算系数。

根据矿区地形条件分析，设计修建的截水沟汇水面积及相应的洪峰流量计算结果见表 6-1-1：

表 6-1-1 截水沟洪峰流量计算结果表

水沟名称	汇水面积（ km^2 ）	径流系数	设计降雨强度（mm/h）	洪峰流量（ m^3/s ）
截水沟	0.015	0.5	77.30	0.16

根据截水沟的最大流量，截水沟保证不冲不淤的前提，采用明渠均匀流公式计算确定截水沟的断面。

$$Q = \omega c \sqrt{Ri}$$

式中： Q ~截水沟最大过流量（ m^3/s ）；

ω ~过流断面面积（ m^2 ）；

C ~流速系数, ($C = \frac{1}{\eta} R^{1/6}$);

η ~糙率, 浆砌沟取 0.03;

R ~水力半径, m;

i ~渠底纵坡;

此外, 截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, 其计算公式如下: $R_{\min} = 1.1v^2A^{1/2} + 12$

式中: R_{\min} ~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 (m²)。

将拟选的计算参数代入明渠均匀流公式, 进行多次试算确定合理的截水沟参数, 由于四条截水沟上游汇水面积相差不大, 为方便施工, 设计采用统一尺寸, 截水沟水力计算成果表见表 6-1-2, 截水沟参数见表 6-1-3。

经计算, 截水沟挖土方工程量 45.36m³, 浆砌石工程量 142.5m³, 变形缝工程量 25.08m², 砂浆抹面 (平面) 工程量 100.0m², 砂浆抹面 (立面) 工程量 263.50m², 矿山地质环境保护治理工程施工完成后, 保留截水沟。工程实施时间为 2025 年 1 月。

表 6-1-2 截水沟水力计算成果表

水沟名称	下底宽 b (m)	边坡系数	沟深 H (m)	水深 h (m)	过流断面 (m ²)	湿周 (m)	水力半径	糙率	水力坡降	流速系数	流速 (m/s)	最小弯曲半径 (m)
截水沟	0.30	0.33	0.40	0.35	0.15	1.04	0.14	0.03	0.025	24.03	1.42	12.85

表 6-1-3 截水沟参数表

参数 水沟名称	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)	截排水沟截面					
							上底宽 B (m)	底宽 b (m)	沟深 H (m)	水深 h (m)	净断面 (m ²)	砂浆抹面厚度 (m)
截水沟	0.015	0.16	0.21	250	0.025	0.025	0.56	0.30	0.40	0.35	0.17	0.05

表 6-1-4 截水沟工程量表

水沟编号	长度 (m)	断面面积 (m ²)	挖土方工程量 (m ³)	每米延长浆砌石工程量 (m ³)	浆砌石工程量 (m ³)	变形缝工程量 (m ²)	砂浆抹面平面工程量 (m ²)	砂浆抹面立面工程量 (m ²)
截排水沟	250	0.1728	45.36	0.57	142.5	25.08	100.00	263.50
合计	250		45.36		142.5	25.08	100.00	263.50

2) 表土场挡土墙工程

本方案设计于矿区南部布置一表土场用于收集未来复垦用表土,为保证矿山所收集的表土质量,同时预防崩塌、滑坡地质环境问题发生,本方案设计在矿山基建期拟在表土场下游修建一座挡土墙,挡土墙墙体采用 M7.5 浆砌 MU30 片石结构,设计墙体高度为 1.5m,顶宽 0.5m,墙面坡率 1: 0.4,墙趾台阶宽度 0.2m,墙踵台阶宽度 0.3m,基础深 0.5m,入持力层深 0.2m,每 10m 设一道宽 2cm 的伸缩缝(伸缩缝采用沥青麻筋充填),墙身布设 ϕ 110PVC 排水管,纵横间距为 1.5m,基础垫层需压实,基础开挖断面面积 0.8m²,挡土墙断面积 2.0m²,挡墙设计为重力式挡墙,经北京理正软件详细验算,正常运行滑移最小安全系数 $K_c=1.380$,大于规范要求的 1.3;倾覆最小安全系数 $K_0=4.838$,大于规范要求的 1.5,墙体的稳定性符合《滑坡防治工程设计与施工技术规范》(DZ/T0219-2006)的规定,经测算,表土场挡土墙长度 23m,经计算,挡土墙基础挖土方 18.4m³,浆砌片石工程量为 46m³,伸缩缝工程量为 4m²,工程实施时间为 2025 年 2 月。考虑矿山工程地质条件较为中等复杂,结合相关规定,未来采矿权人需另外委托相关资质单位对表土场挡墙施工地段的工程地质条件进行进一步的勘察后进行专项设计与施工,本方案仅做规划设计,并估算相应的费用。

6.1.2.3 含水层破坏的预防措施

根据预测评估结论,预测评估采矿活动对含水层结构的影响和破坏程度较轻。未来矿山开采过程中,为减轻采矿活动对地下开采系统周边含水层的影响,提出以下预防措施:

(1) 开采过程中应遵循“先探后采,有疑必探”的原则,预测导水带或地下水富集带,防止揭穿导水带导致矿井突水,不但影响矿井的正常生产,也会导致地下水资源的破坏。

(2) 避开地下水资源集中地段,利用岩溶发育的不均一性,采掘时躲开富水带,主要开采弱含水地段。

(3) 井下观测,掘进过程对围岩裂隙、断层构造及溶隙发育段进行观测、统计描述。

(4) 每天观测巷道水位、水量变化情况,出水点涌水方式,如出水呈渗流、雨淋或喷射状况,以及水质夹杂物成分,如水中含夹带含泥、砂、石成分和水质颜色变化。

(5) 对井下被巷道揭露的各种水点采用挡水墙、地面钻孔注浆堵水和水口直接封堵等方法,减少矿井中的出水量,防治工程属矿井安全生产工程,不列入本方案中。

6.1.2.4 水土环境污染的预防措施

(1) 矿山水土污染的预防措施

未来矿山开采可能引发地下水污染的污染源主要为排出地表的矿坑废水、固体废弃物淋滤水等。考虑现状矿山的地下地表排水、沉淀、处理设施均已建设完善，因此未来矿山按要求将废水经沉淀处理后循环利用或外排即可，本方案不再新增措施。

(2) 矿区周边水井、泉水、水库和地表水污染的预防措施

考虑本矿山的排水、沉淀、处理设施均已建设完善，因此未来矿山按要求将废水经沉淀处理后循环利用或外排即可，并落实好矿山责任主体人监督污染源排放工作，防止污染源外泄导致矿区周边泉水，水库及地表水遭受污染即可。

6.1.2.5 矿区地形地貌景观破坏和土地损毁的预防措施

矿山在生产过程中应合理堆放矿石，尽量少占耕地，收集表土应按要求堆放至表土场中，合理利用现有场地，同时应加强地形地貌景观和土地损毁的监测工程。

此外，经查询，采空区地表岩体移动范围含林地、草地，根据“采矿活动引发采空塌陷的危险性预测”评估结论，预测矿山地下开采形成的采空区导致最大下沉值、最大倾斜值和最大水平变形值分别为 0.06m、0.14mm/m 和 0.06mm/m，未来矿山地下开采形成采空区最大下沉值、最大倾斜值和最大水平变形值均在林地损毁轻度的规定值范围内，因此，预测未来采矿活动导致采空区地表沉陷对地表土地损毁的等级为轻度，未来矿山需加强采空塌陷地质灾害监测，以及地形地貌景观破坏和土地损毁监测。

6.1.3 地质环境预防工程量统计

表 6-1-7 矿山地质环境预防工程量统计表

序号	防治工程项目	计量单位	工程量	计算方法	备注
一	第一阶段防治工程（2025年1月-2029年12月，共5.0年）				
(一)	预防工程				
1	截排水沟修筑工程				
(1)	水沟挖土方	m ³	45.36	等于水沟开挖断面×长度	
(2)	浆砌石水沟	m ³	142.50	等于水沟断面×长度	
(3)	砂浆抹面（平面）	m ²	100.00	沟底宽度×长度	厚度 2.0cm
(4)	砂浆抹面（立面）	m ²	263.50	沟高×长度×2	厚度 2.0cm
(5)	变形缝	m ²	25.08	截排水沟断面×数量	
2	挡土墙修筑工程				
(1)	挡土墙基础挖土方	m ³	18.40	等于基础断面×长度	
(2)	挡土墙浆砌石	m ³	46.00	等于挡墙断面×长度	
(3)	伸缩缝	m ²	4	等于面积×长度	

序号	防治工程项目	计量单位	工程量	计算方法	备注
二	第二阶段防治工程（2030年1月-2036年6月，共6.5年）				
三	第三阶段防治工程（2036年7月-2040年6月，共4.0年）				
(一)	治理工程				
1	井口封堵工程				
(1)	废石土充填	m ³	669.40	等于封堵断面×长度	运距 0.5km
(2)	浆砌石封墙	m ³	48.84	等于封堵断面×长度	
(3)	种植爬山虎	株	24.00	按平均6株/井口种植	

6.2 地质环境治理工程

6.2.1 目标任务

(1) 目标：坚持科学发展，最大限度地避免或减轻采矿活动引发的地质灾害和其它地质环境问题，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，恢复矿山生产用地单元生态环境，掩盖采矿痕迹，最大限度和修复矿山地质环境。

(2) 任务：采用边开采边治理的方式，各治理区采取措施恢复地形地貌景观。

6.2.2 地质灾害治理工程设计

根据预测评估结论，预测矿山开采过程中引发采空塌陷地质灾害的可能性中等，危害程度小，危险性小；预测矿山开采过程中引发工业场地堆矿场发生崩塌地质灾害可能性中等，危害程度小，危险性小；预测矿山开采结束后引发采空塌陷地质灾害的可能性小等，危害程度小，危险性小；预测矿山开采结束后引发工业场地堆矿场崩塌的可能性小，危害程度小，危险性小。综合以上评估结果，结合现场调查现状未发现有地质灾害发生，因此本方案不布置关于采空塌陷、崩塌、滑坡等地质灾害的治理工程。

6.2.3 含水层破坏治理工程

根据现状评估与预测评估结论，采矿活动对含水层的影响和破坏程度较轻。因此，本方案针对含水层破坏不部署专门的治理工程。

6.2.4 水土环境污染治理工程

现状采矿活动对水土环境污染较轻，考虑矿山现有地下（表）排水、沉淀、处理设施均已建设完善，未来生产过程中产生的矿坑废水和废石场淋滤水集中排入沉淀池处理达到环评排放标准后外排或者循环利用，可有效预防采矿活动对水土环境污染，因此，本方案针对水土环境污染不部署专门的治理工程。

6.2.5 地形地貌景观破坏治理工程

本矿山现有利用的井口包括 380 回风平硐、340 平硐、303 主斜坡道及 300 平硐共 4 个井口，以及两个废弃井口（1#废弃窿、2#废弃窿），各井口在使用结束后设计采取井口封堵进行治理，在井口外封墙砌好后种植爬山虎复绿掩盖采矿痕迹，其中两个废弃井口（1#废弃窿、2#废弃窿）预计在 2025 年 1 月实施封堵，其余井口在矿山开采结束后实施封堵。斜井口和平硐口封堵工艺如下：

（1）斜坡道封堵工艺：首先拆除斜坡道井口以下斜长 25m 内的钢轨、管网、线缆后，在 20m 处沿垂线方向，采用浆砌块石（砂浆标号：M7.5，块石材质 Mu30）砌筑一座厚度 1.0m 的封墙，墙体宜镶入斜坡道支护内且基础 30cm，然后从里往外采用废石土进行充填至井口（充填井筒的废石土拆除场地建筑所余废石土），最后在井口采用 M7.5 浆砌块石砌筑一座厚度 1.0m 的封墙。

（2）平硐口封堵工艺：首先拆除平硐口以内长 25m 内的钢轨、管网、线缆后，从里往外采用废石土进行充填至井口（充填井筒的废石土来源于掘进产生的废石土以及后续拆除场地建筑所余废石土），最后在井口采用 M7.5 浆砌块石砌筑一座厚度 1.0m 的封墙。

（3）斜坡道和平硐口封堵墙种植攀缘植物绿化遮盖，品种选择爬山虎，种植密度 0.5m/株，平均每个井口按 6 株计。

斜坡道及各平硐口断面尺寸及封堵工程量计算详见表 6-2-1，经测算，井口封堵废石土充填工程量合计 903.80m³，浆砌石封墙工程量合计 61.15m³，爬山虎种植工程量合计 36 株，工程实施时间：2036 年 7 月~2036 年 9 月。

表 6-2-1 斜坡道及各平硐口断面尺寸及封堵工程量计算表

井口名称	井口断面面积 (m ²)	废石土充填工程量 (m ³)	封墙厚度 (m)	内封墙断面面积 (m ²)	外封墙断面面积 (m ²)	封墙工程量 (m ³)	废石土运距 (km)
303 主斜坡道	13.70	274.00	1	13.70	14.39	28.09	1.0
300 平硐口	6.59	131.80	1	0	6.92	6.92	1.0
340 平硐口	6.59	131.80	1	0	6.92	6.92	1.0
380 回风平硐	6.59	131.80	1	0	6.92	6.92	1.0
合计		669.40				48.84	

表 6-2-2 废弃平硐口断面尺寸及封堵工程量计算表

井口名称	井口断面面积 (m ²)	废石土充填工程量 (m ³)	封墙厚度 (m)	内封墙断面面积 (m ²)	外封墙断面面积 (m ²)	封墙工程量 (m ³)	废石土运距 (km)
1#废弃窿	6.44	128.80	1	0	6.76	6.76	0.5
2#废弃窿	5.28	105.60	1	0	5.54	5.54	0.5
合计		234.40				12.31	

6.2.6 地质环境治理工程量统计

表 6-2-3 矿山地质环境治理工程量统计表

序号	防治工程项目	计量单位	工程量	计算方法	备注
一	第一阶段防治工程 (2025 年 1 月-2029 年 12 月, 共 5.0 年)				
(一)	治理工程				
1	井口封堵工程				
(1)	废石土充填	m ³	234.40	等于封堵断面×长度	运距 0.5km
(2)	浆砌石封墙	m ³	12.31	等于封堵断面×长度	
(3)	种植爬山虎	株	12.00	按平均 6 株/井口种植	
二	第二阶段防治工程 (2030 年 1 月-2036 年 6 月, 共 6.5 年)				
三	第三阶段防治工程 (2036 年 7 月-2040 年 6 月, 共 4.0 年)				
(一)	治理工程				
1	井口封堵工程				
(1)	废石土充填	m ³	669.40	等于封堵断面×长度	运距 0.5km
(2)	浆砌石封墙	m ³	48.84	等于封堵断面×长度	
(3)	种植爬山虎	株	24.00	按平均 6 株/井口种植	

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”的原则和土地复垦适宜性评价结果，结合当地土地利用总体规划、土地权属人意见以及与周边地类相协调等因素，确定本矿山各个复垦单元的最终复垦方向及复垦工程实施前后地类面积对照表，详见表 6-3-1，通过实施全部复垦工程，获得乔木林地 1.0550hm²、灌木林地 1.7819hm²、其他草地 4.7476hm²、农村道路 0.7184hm²，合计 8.3029hm²，复垦率 100.0%。

表 6-3-1 矿山土地复垦前后地类及面积对照表

面积单位：hm²

地类		场地名称		主井工业场地		选厂		办公区		仓储及生活区		堆料区	
				损毁	复垦								
一级地类		二级地类											
03	林地	0301	乔木林地	0.0872	0	0	0	0	0	0.0342	1.0550	0	0
		0305	灌木林地	0.2696	0	0.4222	0	0.0098	0.7186	0.0570	0	0.2132	0.2132
		0307	其他林地	0.0230	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04	草地	0404	其他草地	0	2.5835	0	2.1641	0	0	0	0	0	0
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	0.0006	0	0	0	0.7088	0	0	0	0	0
		0602	采矿用地	2.2031	0	1.7419	0	0	0	0.3749	0	0	0
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0	0	0	0	0	0	0.5889	0	0	0
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.3727	0.3727	0.2138	0.2138	0	0	0	0	0.0645	0.0645
损毁合计				2.9562		2.3779		0.7186		1.0550		0.2777	
复垦合计				2.9562		2.3779		0.7186		1.0550		0.2777	

续表 6-3-1 矿山土地复垦前后地类及面积对照表

面积单位: hm²

地类		场地名称		PD380		1#废弃窿		2#废弃窿		表土场		合计		面积 增减
				损毁	复垦									
03	林地	0301	乔木林地	0	0	0	0	0.1119		0.0022		0.2355	1.0550	0.8195
		0305	灌木林地	0.0128	0.0128	0.0615	0.2284	0.0996	0.2115	0.3793	0.3974	1.5250	1.7819	0.2569
		0307	其他林地	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0230	0	-0.0230
04	草地	0404	其他草地	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.7476	4.7476
06	工矿仓储 用地	0601	工业用地	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7094	0	-0.7094
		0602	采矿用地	0	0	0.1669	0	0	0	0	0	4.4868	0	-4.4868
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5889	0	-0.5889
10	交通运输 用地	1006	农村道路	0	0	0	0	0.0674	0.0674	0.0159	0.0000	0.7343	0.7184	-0.0159
损毁合计				0.0128		0.2284		0.2789		0.3974		8.3029		0
复垦合计				0.0128		0.2284		0.2789		0.3974		8.3029		
复垦率				100%										

6.3.2 土地复垦工程设计

6.3.2.1 表土收集及存放工程

(1) 表土收集

考虑矿山前期建设未开展表土剥离工作，因此为保证后期土地复垦工程表土来源，本方案设计土方采自临近晒所锰矿规划工业场地范围建设前所剥离出的表土，据现场调查及收集资料，拟建设区域面积约 22.9413hm²，现状自然植被生长较好，土层厚度大于 0.3m，其可剥离范围按 50%计算，平均按 0.10m 厚度收集，考虑 1.2 的松散系数，则可获得松方表土量为 22.9413hm²×0.1×50%×1.2=1.3765 万 m³。由于表土在剥离和保存过程中存在一定的损失，平均按 7%估算，则后期实际可供使用的表土方量为 1.3765 万 m³×0.93=1.2801 万 m³。平均运距 2.0km。工程实施时间：2025 年 1 月~2025 年 12 月。

(2) 表土堆放及养护工程

为储存表土，本方案设计在矿区中部布置一个表土场，所收集表土存放于表土场中，由于表土存放时间超过一个水文年，为防止水土流失，并保护有益的土壤微生物活跃群，在表土表面撒播草籽，草籽品种选择适合当地生长的草种，如糖蜜草，撒播面积即为表土场面积 0.3974hm²，该表土场服务年限矿山开采结束，即 11.5 年，撒播标准为 50kg/hm²，每年撒播一次（共 12 次），工程量合计 4.7688hm²，草籽需求量为 600kg，工程实施时间：2025 年 1 月~2029 年 12 月。

6.3.2.2 主井工业场地复垦工程

根据土地复垦规划，本单元拟复垦为其他草地、农村道路，其中复垦为农村道路范围按原位置保留使用即可，面积为 0.3727hm²，不再布置复垦工程。该单元在开采结束后即可开展植被恢复工作，具体工程设计如下：

(1) 临时建（构）筑物拆除

矿山开采结束后，需对主井工业场地中临时建（构）筑物的砌体进行拆除，拆除方式采用机械方式，估算拆除的建（构）筑物面积约 800m²，平均拆除砌体厚度 0.5m，则拆除的工程量为 400m³。工程实施时间为 2036 年 7 月。

(2) 地面硬化层铲除

根据现场调查，该场地范围内局部采用水泥砂浆硬化，平均厚度约 0.1m，总硬化面积约占该单元复垦为其他草地面积的 70%，本方案设计在进行覆土之前，需对场地地面水泥硬化层进行彻底铲除，经计算，该单元复垦为其他草地面积为 2.5835hm²，则地面水泥硬化层铲除方量为：2.5835hm²×0.1m×70%×10000=1808m³。工程实施时间为 2036 年 7

月。

(3) 废渣清理

对拆除的建（构）筑物和场地铲除出的硬化层废渣需进行清理，清理的废渣用于填入 303 主斜坡道及 300 平硐中，平均运距 0.5km，则清理废渣工程量： $1808\text{m}^3+400\text{m}^3=2208\text{m}^3$ 。工程实施时间为 2036 年 8 月。

(4) 覆土工程

根据土地复垦规划，本单元拟复垦为其他草地面积为 2.5835hm^2 ，设计回覆 0.2m 厚度的表土即可满足植被的生长要求，经计算，该单元覆土工程量为 0.5556 万 m^3 。平均运距 1.0km。工程实施时间为 2036 年 8 月。

(5) 植被恢复工程

本方案设计复垦为其他草地的范围设计采取撒播草籽复绿。结合矿区所在地的气候条件，草籽品种首选草种为糖蜜草，草种撒播标准为 $50\text{kg}/\text{hm}^2$ ，本单元复垦为其他草地面积为 2.5835hm^2 ，则撒播草籽面积为 2.5835hm^2 ，共需草籽量 129.18kg，工程实施时间为 2036 年 9 月。

6.3.2.3 选厂复垦工程

根据土地复垦规划，本单元拟复垦为其他草地、农村道路，其中复垦为农村道路范围按原位置保留使用即可，面积为 0.2138hm^2 ，不再布置复垦工程。该单元在开采结束后即可开展植被恢复工作，具体工程设计如下：

(1) 临时建（构）筑物拆除

矿山开采结束后，需对选厂中临时建（构）筑物的砌体进行拆除，拆除方式采用机械方式，估算拆除的建（构）筑物面积约 500m^2 ，平均拆除砌体厚度 0.5m，则拆除的工程量为 250m^3 。工程实施时间为 2036 年 7 月。

(2) 地面硬化层铲除

根据现场调查，该场地范围内局部采用水泥砂浆硬化，平均厚度约 0.1m，总硬化面积约占该单元复垦为其他草地面积的 70%，本方案设计在进行覆土之前，需对场地地面水泥硬化层进行彻底铲除，经计算，该单元复垦为其他草地面积为 2.1641hm^2 ，则地面水泥硬化层铲除方量为： $2.1641\text{hm}^2 \times 0.1\text{m} \times 70\% \times 10000 = 1515\text{m}^3$ 。工程实施时间为 2036 年 7 月。

(3) 废渣清理

对拆除的建（构）筑物和场地铲除出的硬化层废渣需进行清理，清理的废渣用于填

入 340 平硐中，平均运距 0.5km，则清理废渣工程量： $1515\text{m}^3+250\text{m}^3=1765\text{m}^3$ 。工程实施时间为 2036 年 8 月。

(4) 覆土工程

根据土地复垦规划，本单元拟复垦为其他草地面积为 2.1641hm^2 ，设计回覆 0.2m 厚度的表土即可满足植被的生长要求，经计算，该单元覆土工程量为 0.4654 万 m^3 。平均运距 1.0km。工程实施时间为 2036 年 8 月。

(5) 植被恢复工程

本方案设计复垦为其他草地的范围设计采取撒播草籽复绿。结合矿区所在地的气候条件，草籽品种首选草种为糖蜜草，草种撒播标准为 $50\text{kg}/\text{hm}^2$ ，本单元复垦为其他草地面积为 2.1641hm^2 ，则撒播草籽面积为 2.1641hm^2 ，共需草籽量 108.21kg，工程实施时间为 2036 年 9 月。

6.3.2.4 办公区复垦工程

根据土地复垦规划，本单元拟复垦为灌木林地，该单元在开采结束后即可开展植被恢复工作，具体工程设计如下：

(1) 临时建（构）筑物拆除

矿山开采结束后，需对办公区中临时建（构）筑物的砌体进行拆除，拆除方式采用机械方式，估算拆除的建（构）筑物面积约 2000m^2 ，平均拆除砌体厚度 0.5m，则拆除的工程量为 1000m^3 。工程实施时间为 2036 年 8 月。

(2) 地面硬化层铲除

根据现场调查，该场地范围均采用水泥砂浆硬化，平均厚度约 0.1m，本方案设计在进行覆土之前，需对场地地面水泥硬化层进行彻底铲除，经计算，该单元复垦为灌木林地面积为 0.7186hm^2 ，则地面水泥硬化层铲除量为： $0.7186\text{hm}^2 \times 0.1\text{m} \times 10000 = 719\text{m}^3$ 。工程实施时间为 2036 年 8 月。

(3) 废渣清理

对拆除的建（构）筑物和场地铲除出的硬化层废渣需进行清理，清理的废渣用于填入 303 主斜坡道及 300 平硐中，平均运距 0.5km，则清理废渣工程量： $1000\text{m}^3+719\text{m}^3=1719\text{m}^3$ 。工程实施时间为 2036 年 8 月。

(4) 覆土工程

根据土地复垦规划，本单元拟复垦为灌木林地面积为 0.7186hm^2 ，设计按树坑规格回填表土即可满足植被的生长要求，树坑规格为 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ ，经计算，该单元覆土工

程量为 0.0124 万 m^3 。平均运距 1.0km。工程实施时间为 2036 年 9 月。

(5) 植被恢复工程

1) 种植灌木

根据当地植被种植情况，本单元拟复垦为灌木林地范围设计种植周边常见且市场上可购买的灌木品种，树苗品种选三角梅，树苗要求采用营养杯苗，种植密度为 $4.0m^2/株$ （株距×行距=2.0m×2.0m），树坑规格 0.4m×0.4m×0.4m，三角梅树苗要求及种植方法：苗高约 70cm 的袋装苗木，径粗大于 3.0cm，带土团，土团直径和高度分别不小于 15cm 和 25cm，按穴坑规格挖坑深 0.4m 左右，然后施加商品有机肥 1.0kg 及 0.5kg 复合肥后，回覆一层表土，将树苗放进去，注意根部不能露出地面，然后回覆表土，踩实，浇水。本单元复垦为灌木林地面积 $0.7186hm^2$ ，则种植三角梅工程量为 1797 株。工程实施时间为 2036 年 9 月。

2) 撒播草籽

本单元复垦为灌木林地范围采取灌草结合的复垦措施防止水土流失，草籽撒播标准为 $50kg/hm^2$ ，需撒播草籽范围即为复垦灌木林地范围，面积 $0.7186hm^2$ ，共需草籽 35.93kg，草籽品种选择适合当地生长的草种，如糖蜜草、蜈蚣草，为达到复垦要求，可采取混播方式，工程实施时间为 2036 年 9 月。

6.3.2.5 仓储及生活区复垦工程

根据土地复垦规划，本单元拟复垦为乔木林地，该单元在开采结束后即可开展植被恢复工作，具体工程设计如下：

(1) 临时建（构）筑物拆除

矿山开采结束后，需对仓储及生活区中临时建（构）筑物的砌体进行拆除，拆除方式采用机械方式，估算拆除的建（构）筑物面积约 $3600m^2$ ，平均拆除砌体厚度 0.5m，则拆除的工程量为 $1800m^3$ 。工程实施时间为 2036 年 10 月。

(2) 地面硬化层铲除

根据现场调查，该场地范围内局部采用水泥砂浆硬化，平均厚度约 0.1m，总硬化面积约 $0.5000hm^2$ ，本方案设计在进行覆土之前，需对场地地面水泥硬化层进行彻底铲除，经计算，该单元硬化面积约 $0.5000hm^2$ ，则地面水泥硬化层铲除方量为： $0.5000hm^2 \times 0.1m \times 10000 = 500m^3$ 。工程实施时间为 2036 年 10 月。

(3) 废渣清理

对拆除的建（构）筑物和场地铲除出的硬化层废渣需进行清理，清理的废渣外运处

理,平均运距 2.0km,则清理废渣工程量: $1800\text{m}^3+500\text{m}^3=2300\text{m}^3$ 。工程实施时间为 2036 年 11 月。

(4) 覆土工程

根据土地复垦规划,本单元拟复垦为乔木林地面积为 1.0550hm^2 ,设计按树坑规格回填表土即可满足植被的生长要求,树坑规格为 $0.5\text{m}\times 0.5\text{m}\times 0.5\text{m}$,经计算,该单元覆土工程量为 0.0236 万 m^3 。平均运距 2.0km。工程实施时间为 2036 年 11 月。

(5) 植被恢复工程

1) 种植乔木

根据当地植被种植情况,本单元拟复垦为乔木林地范围设计种植周边常见且市场上可购买的乔木品种,树苗品种选桉树,树苗要求采用营养杯苗,种植密度为 $6.0\text{m}^2/\text{株}$ (株距 \times 行距= $2.0\text{m}\times 3.0\text{m}$),树坑规格 $0.5\text{m}\times 0.5\text{m}\times 0.5\text{m}$,桉树树苗要求及种植方法:苗高约 100cm 的袋装苗木,径粗大于 3.0cm,带土团,土团直径和高度分别不小于 15cm 和 25cm,按穴坑规格挖坑深 0.5m 左右,然后施加商品有机肥 1.0kg 及 0.5kg 复合肥后,回覆一层表土,将树苗放进去,注意根部不能露出地面,然后回覆表土,踩实,浇水。本单元复垦为乔木林地面积 1.0550m^2 ,则种植桉树工程量为 1758 株。工程实施时间为 2036 年 12 月。

2) 撒播草籽

本单元复垦为乔木林地范围采取乔草结合的复垦措施防止水土流失,草籽撒播标准为 $50\text{kg}/\text{hm}^2$,需撒播草籽范围即为复垦乔木林地范围,面积 1.0550hm^2 ,共需草籽 52.75kg,草籽品种选择适合当地生长的草种,如糖蜜草、蜈蚣草,为达到复垦要求,可采取混播方式,工程实施时间为 2036 年 12 月。

6.3.2.6 堆料区复垦工程

根据土地复垦规划,本单元拟复垦为灌木林地、农村道路,其中复垦为农村道路范围按原位置保留使用即可,面积为 0.0645hm^2 ,不再布置复垦工程。该单元预计在 2025 年 7 月开展植被恢复工作,具体工程设计如下:

(1) 废渣清理

该场地所堆石料转运结束后,底部所残留废渣需进行清理,清理的废渣直接填入 2# 废弃窿中,平均运距 0.5km,估算清理厚度约 0.1m,清理面积为复垦灌木林地面积 0.2132hm^2 ,则清理废渣工程量: $0.2132\text{hm}^2\times 0.1\text{m}\times 10000=213\text{m}^3$ 。工程实施时间为 2025 年 1 月。

(2) 覆土工程

根据土地复垦规划，本单元拟复垦为灌木林地面积为 0.2132m^2 ，设计按树坑规格回填表土即可满足植被的生长要求，树坑规格为 $0.4\text{m}\times 0.4\text{m}\times 0.4\text{m}$ ，经计算，该单元覆土工程量为 0.0037 万 m^3 。平均运距 0.5km 。工程实施时间为 2025 年 1 月。

(3) 植被恢复工程

1) 种植灌木

根据当地植被种植情况，本单元拟复垦为灌木林地范围设计种植周边常见且市场上可购买的灌木品种，树苗品种选三角梅，树苗要求采用营养杯苗，种植密度为 $4.0\text{m}^2/\text{株}$ （株距 \times 行距= $2.0\text{m}\times 2.0\text{m}$ ），树坑规格 $0.4\text{m}\times 0.4\text{m}\times 0.4\text{m}$ ，三角梅树苗要求及种植方法：苗高约 70cm 的袋装苗木，径粗大于 3.0cm ，带土团，土团直径和高度分别不小于 15cm 和 25cm ，按穴坑规格挖坑深 0.4m 左右，然后施加商品有机肥 1.0kg 及 0.5kg 复合肥后，回覆一层表土，将树苗放进去，注意根部不能露出地面，然后回覆表土，踩实，浇水。本单元复垦为灌木林地面积 0.2132hm^2 ，则种植三角梅工程量为 533 株。工程实施时间为 2025 年 1 月。

2) 撒播草籽

本单元复垦为灌木林地范围采取灌草结合的复垦措施防止水土流失，草籽撒播标准为 $50\text{kg}/\text{hm}^2$ ，需撒播草籽范围即为复垦灌木林地范围，面积 0.2132hm^2 ，共需草籽 10.66kg ，草籽品种选择适合当地生长的草种，如糖蜜草、蜈蚣草，为达到复垦要求，可采取混播方式，工程实施时间为 2025 年 1 月。

6.3.2.7 PD380 回风井复垦工程

根据土地复垦规划，本单元拟复垦为灌木林地，该单元在开采结束后即可开展植被恢复工作，具体工程设计如下：

(1) 临时建（构）筑物拆除

矿山开采结束后，需对 PD380 回风井井口的临时建（构）筑物的砌体进行拆除，拆除方式采用机械方式，估算拆除的建（构）筑物面积约 40m^2 ，平均拆除砌体厚度 0.5m ，则拆除的工程量为 20m^3 。工程实施时间为 2037 年 1 月。

(2) 废渣清理

对拆除的建（构）筑物废渣需进行清理，清理的废渣直接填入 380 平硐中，则清理废渣工程量为 20m^3 ，运距 0.5km ，工程实施时间为 2037 年 1 月。

(3) 覆土工程

根据土地复垦规划，本单元拟复垦为灌木林地面积为 0.0128hm^2 ，设计按树坑规格回填表土即可满足植被的生长要求，树坑规格为 $0.4\text{m}\times 0.4\text{m}\times 0.4\text{m}$ ，经计算，该单元覆土工程量为 0.0002 万 m^3 。平均运距 1.0km 。工程实施时间为 2037 年 1 月。

(4) 植被恢复工程

1) 种植灌木

根据当地植被种植情况，本单元拟复垦为灌木林地范围设计种植周边常见且市场上可购买的灌木品种，树苗品种选三角梅，树苗要求采用营养杯苗，种植密度为 $4.0\text{m}^2/\text{株}$ （株距 \times 行距= $2.0\text{m}\times 2.0\text{m}$ ），树坑规格 $0.4\text{m}\times 0.4\text{m}\times 0.4\text{m}$ ，三角梅树苗要求及种植方法：苗高约 70cm 的袋装苗木，径粗大于 3.0cm ，带土团，土团直径和高度分别不小于 15cm 和 25cm ，按穴坑规格挖坑深 0.4m 左右，然后施加商品有机肥 1.0kg 及 0.5kg 复合肥后，回覆一层表土，将树苗放进去，注意根部不能露出地面，然后回覆表土，踩实，浇水。本单元复垦为灌木林地面积 0.0128hm^2 ，则种植三角梅工程量为 32 株。工程实施时间为 2037 年 1 月。

2) 撒播草籽

本单元复垦为灌木林地范围采取灌草结合的复垦措施防止水土流失，草籽撒播标准为 $50\text{kg}/\text{hm}^2$ ，需撒播草籽范围即为复垦灌木林地范围，面积 0.0128hm^2 ，共需草籽 0.64kg ，草籽品种选择适合当地生长的草种，如糖蜜草、蜈蚣草，为达到复垦要求，可采取混播方式，工程实施时间为 2037 年 1 月。

6.3.2.8 1#废弃窿复垦工程

根据土地复垦规划，本单元拟复垦为灌木林地，该单元预计于 2025 年 2 月开展植被恢复工作，具体工程设计如下：

(1) 临时建（构）筑物拆除

矿山开采结束后，需对 1#废弃窿井口的临时建（构）筑物的砌体进行拆除，拆除方式采用机械方式，估算拆除的建（构）筑物面积约 100m^2 ，平均拆除砌体厚度 0.5m ，则拆除的工程量为 50m^3 。工程实施时间为 2025 年 2 月。

(2) 废渣清理

对拆除的建（构）筑物废渣需进行清理，清理的废渣直接填入 1#废弃窿中，则清理废渣工程量为 50m^3 ，运距 0.5km ，工程实施时间为 2025 年 2 月。

(3) 覆土工程

根据土地复垦规划，本单元拟复垦为灌木林地面积为 0.2284hm^2 ，设计按树坑规格回

填表土即可满足植被的生长要求，树坑规格为 $0.4\text{m}\times 0.4\text{m}\times 0.4\text{m}$ ，经计算，该单元覆土工程量为 0.0039 万 m^3 。平均运距 0.5km 。工程实施时间为 2025 年 2 月。

(4) 植被恢复工程

1) 种植灌木

根据当地植被种植情况，本单元拟复垦为灌木林地范围设计种植周边常见且市场上可购买的灌木品种，树苗品种选三角梅，树苗要求采用营养杯苗，种植密度为 $4.0\text{m}^2/\text{株}$ （株距 \times 行距= $2.0\text{m}\times 2.0\text{m}$ ），树坑规格 $0.4\text{m}\times 0.4\text{m}\times 0.4\text{m}$ ，三角梅树苗要求及种植方法：苗高约 70cm 的袋装苗木，径粗大于 3.0cm ，带土团，土团直径和高度分别不小于 15cm 和 25cm ，按穴坑规格挖坑深 0.4m 左右，然后施加商品有机肥 1.0kg 及 0.5kg 复合肥后，回覆一层表土，将树苗放进去，注意根部不能露出地面，然后回覆表土，踩实，浇水。本单元复垦为灌木林地面积 0.2284hm^2 ，则种植三角梅工程量为 571 株。工程实施时间为 2025 年 2 月。

2) 撒播草籽

本单元复垦为灌木林地范围采取灌草结合的复垦措施防止水土流失，草籽撒播标准为 $50\text{kg}/\text{hm}^2$ ，需撒播草籽范围即为复垦灌木林地范围，面积 0.2284hm^2 ，共需草籽 11.42kg ，草籽品种选择适合当地生长的草种，如糖蜜草、蜈蚣草，为达到复垦要求，可采取混播方式，工程实施时间为 2025 年 2 月。

6.3.2.9 2#废弃窿复垦工程

根据土地复垦规划，本单元拟复垦为灌木林地、农村道路，其中复垦为农村道路范围按原位置保留使用即可，面积为 0.0674hm^2 ，不再布置复垦工程。该单元预计于 2025 年 2 月开展植被恢复工作，具体工程设计如下：

(1) 临时建（构）筑物拆除

矿山开采结束后，需对 2#废弃窿井口的临时建（构）筑物的砌体进行拆除，拆除方式采用机械方式，估算拆除的建（构）筑物面积约 10m^2 ，平均拆除砌体厚度 0.5m ，则拆除的工程量为 5m^3 。工程实施时间为 2025 年 2 月。

(2) 废渣清理

根据现场调查，该地区地面存在厚度约 0.1m 的石料废渣，在覆土前需进行清理，估算清理面积为复垦为灌木林地的 50% ，复垦灌木林地面积为 0.2115hm^2 ，则需清理的废渣量为： $0.2115\text{hm}^2\times 0.1\text{m}\times 50\%\times 10000=106\text{m}^3$ ，同时对拆除的建（构）筑物废渣需进行清理，所有清理的废渣直接填入 2#废弃窿中，则清理废渣工程量： $106+5=111\text{m}^3$ ，运距 0.5km ，

工程实施时间为 2025 年 2 月。

(3) 覆土工程

根据土地复垦规划，本单元拟复垦为灌木林地面积为 0.2115hm^2 ，设计按树坑规格回填表土即可满足植被的生长要求，树坑规格为 $0.4\text{m}\times 0.4\text{m}\times 0.4\text{m}$ ，经计算，该单元覆土工程量为 0.0036 万 m^3 。平均运距 0.5km 。工程实施时间为 2025 年 2 月。

(4) 植被恢复工程

1) 种植灌木

根据当地植被种植情况，本单元拟复垦为灌木林地范围设计种植周边常见且市场上可购买的灌木品种，树苗品种选三角梅，树苗要求采用营养杯苗，种植密度为 $4.0\text{m}^2/\text{株}$ （株距 \times 行距= $2.0\text{m}\times 2.0\text{m}$ ），树坑规格 $0.4\text{m}\times 0.4\text{m}\times 0.4\text{m}$ ，三角梅树苗要求及种植方法：苗高约 70cm 的袋装苗木，径粗大于 3.0cm ，带土团，土团直径和高度分别不小于 15cm 和 25cm ，按穴坑规格挖坑深 0.4m 左右，然后施加商品有机肥 1.0kg 及 0.5kg 复合肥后，回覆一层表土，将树苗放进去，注意根部不能露出地面，然后回覆表土，踩实，浇水。本单元复垦为灌木林地面积 0.2115hm^2 ，则种植三角梅工程量为 529 株。工程实施时间为 2025 年 2 月。

2) 撒播草籽

本单元复垦为灌木林地范围采取灌草结合的复垦措施防止水土流失，草籽撒播标准为 $50\text{kg}/\text{hm}^2$ ，需撒播草籽范围即为复垦灌木林地范围，面积 0.2115hm^2 ，共需草籽 10.58kg ，草籽品种选择适合当地生长的草种，如糖蜜草、蜈蚣草，为达到复垦要求，可采取混播方式，工程实施时间为 2025 年 2 月。

6.3.2.10 表土场复垦工程

根据土地复垦规划，本单元拟复垦为灌木林地，该单元在表土场转运结束后即可开展植被恢复工作，具体工程设计如下：

(1) 挡土墙拆除

矿山开采结束后，需对表土场中临时建（构）筑物的砌体（挡土墙）进行拆除，拆除方式采用机械方式，计算拆除工程量为挡土墙断面 \times 挡土墙长度，即 $2.0\text{m}^2\times 23\text{m}=46\text{m}^3$ 。工程实施时间为 2037 年 2 月。

(2) 废渣清理

对拆除的建（构）筑物废渣运至 2#废弃窿并填入井筒中，运距约 0.5km ，则清理废渣工程量为 46m^3 。工程实施时间为 2037 年 2 月。

(3) 植被恢复工程

1) 种植灌木

根据当地植被种植情况，本单元拟复垦为灌木林地范围设计种植周边常见且市场上可购买的灌木品种，树苗品种选三角梅，树苗要求采用营养杯苗，种植密度为 $4.0\text{m}^2/\text{株}$ （株距 \times 行距= $2.0\text{m}\times 2.0\text{m}$ ），树坑规格 $0.4\text{m}\times 0.4\text{m}\times 0.4\text{m}$ ，三角梅树苗要求及种植方法：苗高约 70cm 的袋装苗木，径粗大于 3.0cm ，带土团，土团直径和高度分别不小于 15cm 和 25cm ，按穴坑规格挖坑深 0.4m 左右，然后施加商品有机肥 1.0kg 及 0.5kg 复合肥后，回覆一层表土，将树苗放进去，注意根部不能露出地面，然后回覆表土，踩实，浇水。本单元复垦为灌木林地面积 0.3974hm^2 ，则种植三角梅工程量为 994 株。工程实施时间为 2037 年 3 月。

2) 撒播草籽

本单元复垦为灌木林地范围采取灌草结合的复垦措施防止水土流失，草籽撒播标准为 $50\text{kg}/\text{hm}^2$ ，需撒播草籽范围即为复垦灌木林地范围，面积 0.3974hm^2 ，共需草籽 19.87kg ，草籽品种选择适合当地生长的草种，如糖蜜草、蜈蚣草，为达到复垦要求，可采取混播方式，工程实施时间为 2037 年 3 月。

6.3.3 矿区土地复垦工程量统计

表 6-3-7 矿山土地复垦工程量统计表

序号	复垦工程项目	计量单位	工程量	计算方法	备注
一	第一阶段复垦工程（2025 年 1 月-2029 年 12 月，共 5.0 年）				
(一)	复垦工程				
1	表土收集及存放工程				
1)	表土收集	m^3	12801		运距 2.0km
2)	表土堆放及养护工程	hm^2	1.9870	等于表土场面积 $\times 5$ 次	糖蜜草、蜈蚣草
2	堆料区复垦工程				
1)	废渣清理	m^3	213.00	等于清理面积 \times 清理厚度	
2)	覆土工程	m^3	37	等于复垦面积 \times 回填树坑规格	运距 0.5km
3)	种植灌木	株	533	种植密度为 $4.0\text{m}^2/\text{株}$	三角梅
4)	撒播草籽	hm^2	0.2132	等于复垦为灌木林地面积	糖蜜草、蜈蚣草
2	1#废弃窿复垦工程				
1)	临时建（构）筑物拆除	m^3	50.00	等于砌体面积 \times 砌体厚度	

序号	复垦工程项目	计量单位	工程量	计算方法	备注
2)	废渣清理	m ³	50.00	等于清理面积×清理厚度	运距 0.5km
3)	覆土工程	m ³	39	等于复垦面积×回填树坑规格	运距 0.5km
4)	种植灌木	株	571	种植密度为 4.0m ² /株	三角梅
5)	撒播草籽	hm ²	0.2284	等于复垦为灌木林地面积	糖蜜草、 蜈蚣草
3	2#废弃窿复垦工程				
1)	临时建(构)筑物拆除	m ³	5.00	等于拆除面积×砌体厚度	
2)	废渣清理	m ³	111.00	等于清理面积×清理厚度+拆除砌体	运距 0.5km
3)	覆土工程	m ³	36	等于复垦面积×回填树坑规格	运距 0.5m
4)	种植灌木	株	529	种植密度为 4.0m ² /株	三角梅
5)	撒播草籽	hm ²	0.2115	等于复垦为灌木林地面积	糖蜜草、 蜈蚣草
二	第二阶段复垦工程(2030年1月-2036年6月,共6.5年)				
(一)	复垦工程				
1	表土收集及存放工程				
1)	表土堆放及养护工程	hm ²	2.7818	等于表土场面积×7次	糖蜜草、 蜈蚣草
三	第三阶段复垦工程(2036年7月-2040年6月,共4.0年)				
(一)	复垦工程				
1	主井工业场地复垦工程				
1)	临时建(构)筑物拆除	m ³	400	等于砌体面积×砌体厚度	
2)	地面硬化层清除	m ³	1808	等于硬化层厚度×面积	
3)	废渣清理	m ³	2208	等于构筑物拆除方量+地面硬化层清除方量	运距 0.5km
4)	覆土工程	m ³	5556	等于复垦面积×覆土厚度	运距 1.0km
5)	撒播草籽	hm ²	2.5835	等于复垦其他草地面积	糖蜜草、 蜈蚣草
2	选厂复垦工程				
1)	临时建(构)筑物拆除	m ³	250	等于砌体面积×砌体厚度	
2)	地面硬化层清除	m ³	1515	等于硬化层厚度×面积	
3)	废渣清理	m ³	1765	等于构筑物拆除方量+地面硬化层清除方量	运距 0.5km
4)	覆土工程	m ³	4654	等于复垦面积×覆土厚度	运距 1.0km
5)	撒播草籽	hm ²	2.1641	等于复垦其他草地面积	糖蜜草、

序号	复垦工程项目	计量单位	工程量	计算方法	备注
					蜈蚣草
3	办公区复垦工程				
1)	临时建(构)筑物拆除	m ³	1000	等于砌体面积×砌体厚度	
2)	地面硬化层清除	m ³	719	等于硬化层厚度×面积	
3)	废渣清理	m ³	1719	等于构筑物拆除方量+地面硬化层清除方量	运距 0.5km
4)	覆土工程	m ³	124	等于复垦面积×回填树坑规格	运距 1.0km
5)	种植灌木	株	1797	种植密度为 4.0m ² /株	三角梅
6)	撒播草籽	hm ²	0.7186	等于复垦为灌木林地面积	糖蜜草、 蜈蚣草
4	仓储及生活区复垦工程				
1)	临时建(构)筑物拆除	m ³	1800	等于砌体面积×砌体厚度	
2)	地面硬化层清除	m ³	500	等于硬化层厚度×面积	
3)	废渣清理	m ³	2300	等于构筑物拆除方量+地面硬化层清除方量	运距 2.0km
4)	覆土工程	m ³	236	等于复垦面积×回填树坑规格	运距 2.0km
5)	种植乔木	株	1758	种植密度为 6.0m ² /株	桉树
6)	撒播草籽	hm ²	1.0550	等于复垦为灌木林地面积	糖蜜草、 蜈蚣草
5	PD380 回风井复垦工程				
1)	临时建(构)筑物拆除	m ³	20.00	等于砌体面积×砌体厚度	
2)	废渣清理	m ³	20.00	等于清理面积×清理厚度	运距 0.5km
3)	覆土工程	m ³	2	等于复垦面积×回填树坑规格	运距 1.0km
4)	种植灌木	株	32	种植密度为 4.0m ² /株	三角梅
5)	撒播草籽	hm ²	0.0128	等于复垦为灌木林地面积	糖蜜草、 蜈蚣草
6	表土场复垦工程				
1)	临时建(构)筑物拆除	m ³	46.00	等于表土场中挡墙断面面积×长度	
2)	废渣清理	m ³	46.00	等于构筑物拆除方量	运距 0.5km
3)	种植灌木	株	994	种植密度为 4.0m ² /株	三角梅
4)	撒播草籽	hm ²	0.3974	等于复垦灌木林地面积	糖蜜草、 蜈蚣草

6.4 矿山地质环境监测工程

6.4.1 目的任务

矿山开采过程中要切实加强矿山环境监测工作，明确监测的内容，适时监测，及时发现问题，调整矿山开采方案或部署相应的治理工程，防患于未然。

6.4.2 地质灾害监测

本矿山设计采用地下方式开采，主要存在崩塌、滑坡以及采空塌陷地质灾害问题，地质灾害监测的对象主要为地表岩移范围、主井工业场地、选厂堆矿边坡以及表土场边坡。

(1) 监测点布设

主井工业场地、选厂边坡各布设 1 个监测点，表土场挡土墙布设 1 个监测点，地表岩移范围内布置 3 个监测点，合计 7 个地质灾害监测点。

(2) 监测内容

监测边坡崩塌、滑坡、采空区地面变形、塌陷地质灾害情况，通过定期目视监测、记录地质灾害监测点有无异常变化，了解地质灾害演变特征，及时发现边坡、采空区地面开裂、鼓胀、墙体开裂等微观变化，及时捕捉地质灾害前兆信息。

(3) 监测方法

宏观变形监测，即采用人工巡视监测结合测量仪器测量（钢卷尺、全站仪），监测边坡变形情况、动态监测地表塌陷变形情况。

(4) 监测频率

宏观变形监测频率：每月巡视 1 次，每次 5 人，雨季加密 50%。

(5) 技术要求

监测的技术要求应符合《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）及其它相关规定。

(6) 监测时限

为本方案的服务年限，即自 2025 年 1 月至 2040 年 6 月。

6.4.3 含水层监测

(1) 监测项目及监测点布设

根据对矿山含水层的现状及预测评估结果，预测矿山的地下采矿活动对地下水含水层影响和破坏程度较轻，预测采矿活动对矿区水土环境污染较轻，未来矿山在按要求处

理矿坑涌水以及固体废弃物淋滤水的同时，仍需加强矿区及周边地下水、地表水水质和水位监测。

1) 水质监测：根据对采矿活动对地表水、地下水水质影响分析，本方案设计共布置 5 个水质监测点，分别位于矿区范围内两处水文监测井、矿区周边两处下降泉以及矿区北部下雷河。监测矿区及配套设施排水对周边地下水和地表水的水质影响情况。选取参加评分的项目为色度、浊度、pH、总硬度 (CaCO₃)、固溶物、硫酸盐 (SO₄²⁻)、氨氮 (NH₄⁺)、铁 (Fe)、锰 (Mn)、锌 (Zn)、镉 (Cd)、铅 (Pb)、高锰酸钾指数 COD_{Mn}、硝酸盐 NO₃⁻、亚硝酸盐 NO₂⁻、氟化物 F⁻、砷 As、硒 Se 等。

2) 水位水量监测：根据对采矿活动对地表水、地下水水位影响分析，本方案设计布置 4 个水位监测点，分别位于矿区范围内两处水文监测井及矿区周边两处下降泉，监测地表水、地下水水位水量。

各监测点布置位置及监测项目见表 6-4-1。

表 6-4-1 矿区含水层监测点布置位置及项目

布置位置	布置监测项目	
工业场地下游水文监测井 SK01	水质监测	水位监测
工业场地下游水文监测井 SK02	水质监测	水位监测
疏干影响范围内下降泉 S04	水质监测	水位监测
矿区范围内下降泉 S07	水质监测	水位监测
工业场地、选厂下游下雷河	水位监测	

(2) 监测方法及监测频率

地下水、地表水水质采取水样分析，地表水参照《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准，地下水参照《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III类标准；水位监测采用人工电位水位计测量。

每年枯、平、丰水期各监测一次，即每年取样 3 次，监测时限为本方案的服务年限，即自 2025 年 1 月至 2040 年 6 月。

6.4.4 地形地貌景观监测

根据《矿山地质环境监测技术规程》(DZ/T0287-2015)，地形地貌景观监测包括生产过程中对矿区地形地貌景观破坏的监测和闭坑后对地形地貌景观恢复的监测。

地形地貌景观监测点：布置在各个破坏单元。

监测项目：各破坏单元的范围、面积和程度。

监测方法：以地形图测量法为主，全站仪人工实地测绘，测量精度不小于 1:500。

监测频率：1次/年。

监测技术要求：执行《1:500、1:1000、1:2000 地形图数字化规范》(GB/T17160-2008)及《工程测量规范》(GB 50026-2020)。

监测时限：为本方案的服务年限，2025年1月至2040年6月。

6.4.5 主要工程量

根据上述地质环境监测设计，测算矿山地质环境监测工程量汇总见表 6-4-1：

表 6-4-1 矿山地质环境监测工程量汇总表

监测内容	监测场地	监测点 布设	监测方法	监测时间	监测频次	监测工 程量
崩塌、滑坡、采空区地面塌陷、沉陷、地裂缝	主井工业场地、表土场、地表岩体移动范围等	7	巡视观测结合采用皮尺和全站仪测量	2025.1~2040.6	每月1次,每次5人,雨季加密10%计	930工日
水质监测	矿区范围内两处水文监测井、矿区周边两处下降泉以及下雷河	5	取水样化验	2025.1~2040.6	每年3次	240组
地表水位和流量监测、地下水位监测	矿区范围内两处水文监测井、矿区周边两处下降泉	4	人工皮尺、流速仪、电位水位计实地测量	2025.1~2040.6	每年3次	192次
地形地貌景观破坏和土地损毁监测	各个用地单元	9	采用全站仪人工实地测量	2025.1~2040.6	每年1次	0.7489km ²

6.5 矿区土地复垦监测和管护

6.5.1 目标任务

在矿山生产过程中对土地损毁的监测目的是为了掌握矿山用地范围面积、地类及权属情况，是否超出本方案预测损毁土地范围或存在二次损毁土地情况，根据监测成果尽可能地减少矿山用地范围，保护耕地；矿区土地复垦工程实施后对土地复垦效果监测目的是为了监测种植植被的生长情况，同时根据植被生产情况对其进行开展管护工作，使项目所复垦的地类达到复垦质量要求，按时向自然资源部门提出验收申请。

6.5.2 土地复垦监测

本矿山土地复垦监测内容包括土地损毁与土地复垦效果监测两方面。

(1) 土地损毁监测

监测内容：监测各损毁土地单元每年的损毁范围、面积、地类等情况，与预测损毁

土地结果进行对比分析。

监测范围：每个损毁土地单元。

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 5 人。

监测时间：为本方案的服务年限，即自 2025 年 1 月至 2040 年 6 月。

（2）土地复垦效果监测

1）监测内容

本项目主要为土复垦植被监测，主要对种植的植物长势、覆盖度进行监测，并记录数据。

2）监测点的布设

复垦效果监测于各复垦单元共布置 9 个监测点。

3）监测方法

采用抽样方随机调查法，巡视观测植被生长情况；主要对植被长势、覆盖度进行巡视监测。

4）监测频率及时间

每个单元每年 1 次，每次 20 人，监测时间为实施土地复垦工程结束后的 3.0 年，监测时间 2037 年 7 月至 2040 年 6 月。

6.5.3 土地复垦管护

复垦单元复垦工程实施后的 3.0 年内为管护期，管护期需对种植植被实施相应的管护工作，工程实施时间为 2037 年 7 月至 2040 年 6 月。具体设计如下：

（1）林地管护措施

1）水分及养分管理

在幼林时期以防旱施肥为主。

2）林木更新

按照一定的顺序，在时间和空间上合理安排，逐步更新。

3）林木病虫害防治

对于林带中出现树木的病、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）植被补种：本项目管护期 2.0 年，每年管护 1 次，种植的树苗每年补种率按复垦

工程植入量的 10%计。

(2) 草地管护设计

本方案设计乔木林地、灌木林地和其他草地采取撒播草籽进行复绿，为保证土地复垦质量要求，尽量在春季进行草籽撒播，遇到干旱天气要淋水。同时复垦后还要采取管护措施，保证复垦草地成活率。具体管护包括如下内容：

1) 破除土表板结

播种后出苗前，土壤表层时常形成板结层，妨碍种子顶土出苗，如不采取处理措施，严重时甚至可造成缺苗。土表板结形成的情形大致有 4 种：一是播种后遇雨，特别是中到大雨，然后连续晴天，土表蒸发失水后形成板结；二是地势低洼地段，土表蒸发失水后形成板结；三是土壤潮湿，播种后镇压，土表蒸发失水后形成板结；四是播种后灌溉，然后连续晴天，土表蒸发失水后形成板结。土表板结的处理措施是用具有短齿的圆形镇压器轻度镇压，或用短齿钉齿耙轻度耙地。

2) 灌溉与施肥

草在苗期根系不够发到，遇旱则严重影响生长发育，在出现旱象时及时灌溉。由于苗期草对肥的需求量不多，一般不需要施肥，但出现明显的缺素症状时，亦应及时追肥。

3) 病虫害管理

病虫害是草地建植与管理的大敌。苗期的草极易受病虫害的侵袭，控制不好很可能造成建植失败。

4) 植被补种：出苗后发现缺苗严重时，须采取补种或移栽的措施补苗。为加速出苗，补种宜进行浸种催芽，补苗须保证土壤水分充足。本项目管护期 3.0 年，每年管护 1 次，撒播草籽每年补种率按复垦工程植入量的 10%计。

6.5.4 主要工程量

根据上述土地复垦监测设计，测算土地复垦监测与管护工程量汇总见表 6-5-1：

表 6-5-1 矿山土地复垦监测与管护工程量统计表

监测/管护项目及内容	监测/管护频率	监测/管护时限	工程量
土地损毁监测	每年 1 次，每次 5 人	2025.1-2040.6	80 工日
土地复垦效果监测	每年 1 次，每次 20 人	2037.7-2040.6	60 工日
林地管护	每年管护 1 次，共 3 年	2037.7-2040.6	120 工日
乔木补种	1 次/年，按 10%补种	2037.7-2040.6	527 株
灌木补种	1 次/年，按 10%补种	2037.7-2040.6	1337 株
草籽补种	1 次/年，按 10%补种	2037.7-2040.6	2.2754hm ²

7 经费估算

7.1 估算说明

7.1.1 投资估算的依据及费用计算说明

本方案投资预算根据《方案编制技术要求》要求，主要参照广西壮族自治区水利水电建筑工程预算定额的有关规定进行编制。本方案投资预算费用暂时参考相关依据如下：
略

7.1.2 费用项目组成

项目的投资估算为动态投资估算，其投资总额包括静态投资和涨价预备费。本项目静态投资估算由建筑工程、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、基本预备费组成，本项目不涉及移民与环境部分，本项目工程主要为建筑工程，结合本项目特点，不涉及机电设备及安装工程、金属结构设备及安装工程、临时工程和建设期融资利息等内容。

7.1.3 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、独立费用、预备费、建设期融资利息五部分组成。

1、建筑及安装工程费

工程费由直接工程费、间接费、企业利润、价差和税金组成。

(1) 直接工程费

直接工程费由直接费、其他直接费、现场经费组成。

1) 直接费

直接工程费由人工费、材料费和施工机械使用费组成。

①人工费的计算按《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）等有关规定计取，工人预算单价为7.46元/工时，其中3.46元/工时进入直接费，超过部分（4.0元/工时）的人工预算单价在工程单价计算表的价差项内计算。

②主要材料费预算价格计算公式为：材料费预算价格=（材料原价+包装费+运杂费）×（1+采购保管费率）+运输保险费。

柴油、汽油、水泥、砂石、水、电等材料价格及其他材料预算价格均参考《崇左市建设工程造价信息》（2024年第10期）中的大新县除税信息价。

相关地面测量实物工作取费预算价格参考《广西壮族自治区地质灾害防治工程预算标准》2.2“地面测量”标准并结合项目复杂程度以及项目所在地市场情况定价。

③施工机械使用费定额的计算：施工机械使用费=定额机械使用量（台班）×施工机械台班费（元/台班）。

2) 其他直接费

其他直接费=直接费×其他直接费率之和。

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和其他。

冬雨季施工增加费：指在冬雨季施工期间为保证工程质量所需增加的费用。按直接费的0.5%~1.0%算，其中不计冬季施工增加费的地区取0.5%，计算冬季施工增加费的地区取1.0%。结合项目实际情况，项目位于南方，南方地区不计取。

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，统一按2.5%。

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1.5%。

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+2.5+1.0=4.0%；植物工程费率=0.5+2.5+1.0=4.0%，安装工程费率=0.5+2.5+1.5=4.5%。

3) 现场经费。

根据工程性质不同现场经费标准分为枢纽工程、其他水利水电工程两部分标准，对于一些施工条件复杂的其他水利水电工程（如小水电站、中型以上泵站）可执行枢纽工程的费率标准。根据本项目性质，现场经费费率应执行其他水利水电工程现场经费标准，如表7-1-1所示。

表 7-1-1 现场经费费率表

序号	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
一	建筑工程				
1	土方工程	直接费	4	2	2
2	石方工程	直接费	6	2	4
3	土石填筑工程	直接费	6	2	4
4	混凝土浇筑工程	直接费	6	3	3
5	模板工程	直接费	6	3	3
6	钻孔灌浆及锚杆工程	直接费	7	3	4
7	植物措施	直接费	4	1	3
8	疏浚工程	直接费	5	2	3
9	其他工程	直接费	5	2	3

二	机电、金属结构设备安装工程	人工费	45	20	25
---	---------------	-----	----	----	----

(2) 间接费

间接费=管理费+社会保障及企业计提费

1) 管理费=人工费×间接费率

2) 社会保障及企业计提费=人工费×费率

根据工程性质不同，间接费标准分为枢纽工程、其他水利水电工程两部分标准。对于一些施工条件复杂的其他水利水电工程（如小水电站、中型以上泵站）可执行枢纽工程的费率标准。根据本项目性质，间接费率应执行其他水利水电工程现场经费标准，如表 7-1-2 和表 7-1-3 所示。

表 7-1-2 管理费费率表

序号	工程类别	计算基础	费率 (%)
			其他水利水电工程
一	建筑工程		
1	土方工程	直接工程费	3.7
2	石方工程	直接工程费	5.7
3	土石填筑工程	直接工程费	5.8
4	混凝土工程	直接工程费	3.7
5	模板工程	直接工程费	5.7
6	钻孔灌浆及锚固工程	直接工程费	6.6
7	疏浚工程	直接工程费	4.6
8	植物措施	直接工程费	3.8
9	其他工程	直接工程费	4.8
二	机电、金属结构设备安装工程	人工费	47

表 7-1-3 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	5	住房公积金	5
2	失业保险费	0.5	6	工会经费	2
3	医疗保险费	6.5	7	职工教育经费	1.5
4	工伤保险费	1.3			
合计			32.8		

(3) 企业利润

依据《广西壮族自治区水利水电工程设计概（预）算编制规定》（桂水基〔2007〕38号），企业利润按直接工程费和间接费之和的 7.0% 计算。

(4) 价差

按《崇左市建设工程造价信息》（2024 年第 10 期）中大新县（除税价格）市场信息公布价的材料价格与《广西壮族自治区水利水电工程设计概（预）算编制规定》中的材料基价计算。

价差=用量×(预算价-基价)。

工人预算单价为 7.46 元/工时，其中 3.46 元/工时进入直接费，超过部分(4.0 元/工时)的人工预算单价在工程单价计算表的价差项内计算。

(5) 税金

税金=(工程费+间接费+企业利润+材料价差)×税率。

根据“桂水建设〔2019〕4 号”文，自 2019 年 4 月 1 日起，一般计税方法的增值税税率调整为 9%，结合矿山企业性质(为一般纳税人)及项目情况，本项目适用一般计税方法，故本方案税金费率取 9%。

2、设备费

本项目不涉及设备的购置。

3、临时工程费

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

4、独立费用

独立费用由建设管理费、生产准备费、科研勘察设计费、建设及施工场地征收费和其他组成。

(1) 建设管理费

建设管理费包括项目建设管理费、工程建设监理费、联合试运转费、前期工作咨询服务费和项目技术经济评审费等。根据《广西壮族自治区水利水电工程设计概(预)算编制规定》，结合本项目性质，各项费用取费情况如下：

1) 项目建设管理费

①建设单位开办费取 0 万元；

②建设单位管理费，建设单位管理费请参照“财建〔2016〕504 号”文说明收取，本项目工程总预算小于 1000 万元，费率取 1.5%；建筑及安装工程费在 1000~5000 万元间时费率取 1.2%；

③工程管理经常费，本项目建筑及安装工程费小于 500 万元，费率取 2.0%，即建筑及安装工程费的 2.0%。

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，详见表 7-1-4。

表 7-1-4 施工监理服务收费基价表

序号	计费额	收费基价	序号	计费额	收费基价
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	181.0	16	600000	6835.6
8	10000	218.6	17	800000	8658.4
9	20000	393.4	18	1000000	10390.1

注：计费额在两者之间的，采用内插法计算

3) 联合试运转费

本项目无机电安装工程，不计联合试运转费。

4) 前期工作咨询服务费

项目施工前不再需编制《项目建议书》及《项目可行性研究报告》，本方案不计该项费用。

5) 项目技术经济评审费

以建筑及安装工程费、永久设备费、建设征地和移民安置补偿费之和为计费基础，按 0.1%~0.5% 计算。技术复杂、建设难度大的项目取上限，反之取下限，本项目技术经济评审费费率取值 0.5%。

表 7-1-5 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费之和	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

生产准备费指项目的生产、管理单位为准备正常的生产运行或管理发送的费用，包括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、备品备件购置费和工器具及生产家具购置费。

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

本项目不涉及设备费，故不考虑备品备件购置费。

4) 备品备件购置费

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

本项目不涉及设备费，故不考虑备品备件购置费。

(3) 科研勘察设计费

科研勘察设计费为工程建设所需的科研、勘察和设计等费用，包括工程科学研究试验费和工程勘察设计费。

1) 工程科学研究试验费：结合本项目施工特点，不涉及工程科学研究试验费。

2) 工程勘察设计费：按建筑及安装工程费的 3% 计算。

(4) 建设及施工场地征用费

本项目无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 4.5‰~5‰ 计算，本项目取 5‰。

3) 招标业务费：本矿山不涉及。

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，按工程一至五部分投资合计的 5% 计算。

(2) 价差预备费

价差预备费是指目在建设期内因价格等变化引起工程造价变化的预留费用。费用内容包括人工、设备、材料、施工机械等的价差费。

价差预备费的测算方法，一般根据国家规定的投资综合价格指数，按预算年份价格水平的投资额为基数，采用复利的方法计算，其计算公式为：

$$PC = \sum_{t=1}^n I_t [(1+f)^t - 1]$$

式中：PC~涨价预备费；

I_t ~第 t 年的各项投资之和；

n ~建设期；

f ~建设期价格上涨指数

根据广西壮族自治区统计局网站查询的相关数据，2010~2022 年广西壮族自治区居民消费价格指数（CPI）年度涨幅分别为 3.0%、5.9%、3.2%、2.2%、2.1%、1.5%、1.6%、1.6%、2.3%、3.7%、2.25%、0.9%、1.9%，平均 2.47%，考虑近年央行利率调整幅度较大，结合市场经济表现与国际局势变动等因素，综合评估决定本方案动态投资价差预备费率取 3.0%。

6、建设期融资利息

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

7.2 矿山地质环境防治工程经费估算

7.2.1 矿山地质环境防治总工程量

矿山地质环境防治工程包括矿山地质环境预防工程量、治理工程量、监测工程量，本项目矿山地质环境防治工程量汇总详见表 7-2-1。

表 7-2-1 矿山地质环境防治工程量汇总表

序号	防治工程项目	计量单位	工程量	计算方法	备注
一	第一阶段防治工程（2025 年 1 月-2029 年 12 月，共 5.0 年）				
(一)	预防工程				
1	截排水沟修筑工程				
(1)	水沟挖土方	m ³	45.36	等于水沟开挖断面×长度	
(2)	浆砌石水沟	m ³	142.50	等于水沟断面×长度	
(3)	砂浆抹面（平面）	m ²	100.00	沟底宽度×长度	厚度 2.0cm
(4)	砂浆抹面（立	m ²	263.50	沟高×长度×2	厚度

序号	防治工程项目	计量单位	工程量	计算方法	备注
	面)				2.0cm
(5)	变形缝	m ²	25.08	截排水沟断面×数量	
2	挡土墙修筑工程				
(1)	挡土墙基础挖土方	m ³	18.40	等于基础断面×长度	
(2)	挡土墙浆砌石	m ³	46.00	等于挡墙断面×长度	
(3)	伸缩缝	m ²	4	等于面积×长度	
(二)	治理工程				
1	井口封堵工程				
(1)	废石土充填	m ³	234.40	等于封堵断面×长度	运距 0.5km
(2)	浆砌石封墙	m ³	12.31	等于封堵断面×长度	
(3)	种植爬山虎	株	12.00	按平均 6 株/井口种植	
(三)	监测工程				
1	地质灾害监测	工日	300	每个月 1 次，每次 5 工日，雨季加密 50%	
2	地下水水位计流量监测	次	60	每年监测 3 次，共 4 个监测点	
3	地下(表)水水质监测	组	75	每年监测 3 次，共 5 个监测点	
4	地形地貌景观监测	km ²	0.4160	每年监测 1 次，范围为各个用地单元	
二	第二阶段防治工程(2030年1月-2036年6月，共6.5年)				
(一)	监测工程				
1	地质灾害监测	工日	405	每个月 1 次，每次 5 工日，雨季加密 50%	
2	地下水水位计流量监测	次	84	每年监测 3 次，共 4 个监测点	
3	地下(表)水水质监测	组	105	每年监测 3 次，共 5 个监测点	
4	地形地貌景观监测	km ²	0.5825	每年监测 1 次，范围为各个用地单元	
三	第三阶段防治工程(2036年7月-2040年6月，共4.0年)				
(一)	治理工程				
1	井口封堵工程				
(1)	废石土充填	m ³	669.40	等于封堵断面×长度	运距 0.5km
(2)	浆砌石封墙	m ³	48.84	等于封堵断面×长度	
(3)	种植爬山虎	株	24.00	按平均 6 株/井口种植	
(二)	监测工程				
1	地质灾害监测	工日	240	每个月 1 次，每次 5 工日，雨季加密 50%	
2	地下水水位计流量监测	次	48	每年监测 3 次，共 4 个监测点	
3	地下(表)水水质监测	组	60	每年监测 3 次，共 5 个监测点	
4	地形地貌景观	km ²	0.3328	每年监测 1 次，范围为各个用地单元	

序号	防治工程项目	计量单位	工程量	计算方法	备注
	监测				

7.2.2 投资估算及单项工程费用构成

经预算，本矿山地质环境防治工程动态总投资为 93.7036 万元，其中，静态总投资 74.0605 万元，价差预备费 19.6431 万元，费用明细见下列表 7-2-2~7-2-12：

表 7-2-2 矿山地质环境防治工程投资预算结果表

阶段	年度	静态投资（元）	价差预备费（元）	动态投资（元）
第一阶段工程 (2025.1-2029.12)	2025 年	122077	3662	125740
	2026 年	39143	2384	41527
	2027 年	39143	3630	42773
	2028 年	39143	4913	44056
	2029 年	39143	6234	45377
小计		278649	20823	299472
第二阶段工程 (2030.1-2036.6)	2030 年	41910	8133	50043
	2031 年	41910	9634	51544
	2032 年	41910	11180	53091
	2033 年	41910	12773	54684
	2034 年	41910	14414	56324
	2035 年	41910	16103	58014
	2036 年	20955	8922	29877
小计		272417	81159	353577
第三阶段工程 (2036.7-2040.6)	2036 年	52538	22369	74907
	2037 年	39143	18340	57483
	2038 年	39143	20064	59207
	2039 年	39143	21840	60983
	2040 年	19571	11835	31406
小计		189539	94448	283987
合计		740605	196431	937036

注：价差预备费的计费基数由每阶段的静态投资按月分摊计算

表 7-2-3 工程项目预算总表

工程名称：广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿矿山地质环境防治工程

单位：万元

序号	工程或费用名称	建安工程费	设备购置费	独立费用	合计
I	工程部分投资				
一	建筑工程	57.4984			57.4984
(一)	第一阶段防治工程	21.6335			21.6335
(二)	第二阶段防治工程	21.1497			21.1497
(三)	第三阶段防治工程	14.7152			14.7152

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				13.0354
(一)	建设管理费			5.5232	
(二)	生产准备费			0.0172	
(三)	科研勘察设计费			6.0000	
(四)	建设及施工场地征用费				
(五)	其他			1.4950	
	一至五部分投资合计	57.4984		13.0354	70.5338
	基本预备费(5%)				3.5267
	静态总投资				74.0605
	价差预备费				19.6431
	建设期融资利息				
	工程部分总投资				74.0605
II	移民与环境投资				
一	征地移民补偿				
二	水土保持工程				
三	环境保护工程				
	移民与环境总投资				
III	工程投资总计				
	静态总投资				74.0605
	总投资				93.7036

表 7-2-4 工程部分总预算表

工程名称：广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿矿山地质环境防治工程 单位： 万元

编号	工程或费用名称	建筑 工程费	安装 工程费	设备 购置费	独立 费用	合计	占总投 资比例 (%)
一	建筑工程	57.4984				57.4984	81.52
(一)	第一阶段防治工程	21.6335				21.6335	
(二)	第二阶段防治工程	21.1497				21.1497	
(三)	第三阶段防治工程	14.7152				14.7152	
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				13.0354	13.0354	18.48
(一)	建设管理费				5.5232	5.5232	
(二)	生产准备费				0.0172	0.0172	
(三)	科研勘察设计费				6.0000	6.0000	
(四)	建设及施工场地征用费						
(五)	其他				1.4950	1.4950	

	一至五部分投资合计	57.4984			13.0354	70.5338	100
	基本预备费					3.5267	
	静态总投资					74.0605	
	价差预备费					19.6431	
	建设期融资利息						
	总投资					93.7036	

表 7-2-5 建筑工程预算表

工程名称: 广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿矿山地质环境防治工程

单位: 元

编号	单价 编号	工程或费用名称	单位	数量	单价	合计
第一部分 建筑工程						574984.09
一		第一阶段防治工程				216334.98
(一)		预防工程				56565.58
1		表土场截水沟修筑工程				45086.42
(1)	1	人工挖沟槽, III类土, 上口宽≤1m, 深≤1m	m ³	45.36	20.06	909.92
(2)	2	浆砌块石, 排水沟	m ³	142.5	266.33	37952.03
(3)	12	常态混凝土伸缩缝, 沥青油毛毡, 一毡二油	m ²	100	26.37	2637.00
(4)	3	砌体砂浆抹面, 平均厚 2cm, 平面	m ²	263.5	12.68	3341.18
(5)	13	砌体砂浆抹面, 平均厚 2cm, 立面	m ²	25.08	9.82	246.29
2		表土场挡土墙修筑工程				11479.16
(1)	8	挖掘机挖III类土	m ³	18.4	3.31	60.90
(2)	10	浆砌块石, 挡土墙	m ³	46	245.93	11312.78
(3)	12	常态混凝土伸缩缝, 沥青油毛毡, 一毡二油	m ²	4	26.37	105.48
(二)		治理工程				7822.13
1		井口封堵工程				7822.13
(1)	9	1.5m ³ 装载机挖装土自卸汽车运输, 运距 0.5km	m ³	234.4	20.27	4751.29
(2)	10	浆砌块石, 挡土墙	m ³	12.31	245.93	3027.40
(3)	11	栽植攀缘植物, 3年生	株	12	3.62	43.44
(三)		监测工程				151947.27
1	4	地质灾害监测	工日	300	82.00	24600.00
2	5	地下水位、水量监测工程	次	60	352.62	21157.20
3	6	水质监测工程	组	75	1378.48	103386.00
4	7	地形地貌景观监测	km ²	0.416	6740.55	2804.07
二		第二阶段防治工程				211496.85
(一)		监测工程				211496.85
1	4	地质灾害监测	工日	405	82.00	33210.00
2	5	地下水位、水量监测工程	次	84	352.62	29620.08
3	6	水质监测工程	组	105	1378.48	144740.40

工程名称：广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿矿山地质环境防治工程 单位： 元

编号	单价 编号	工程或费用名称	单位	数量	单价	合计
4	7	地形地貌景观监测	km ²	0.5825	6740.55	3926.37
三		第三阶段防治工程				147152.26
(一)		治理工程				25594.44
1		井口封堵工程				25594.44
(1)	9	1.5m ³ 装载机挖装土自卸汽车运输，运距0.5km	m ³	669.4	20.27	13568.74
(2)	10	浆砌块石，挡土墙	m ³	48.84	245.93	12011.22
(3)	11	栽植攀缘植物，3年生	株	4	3.62	14.48
(二)		监测工程				121557.82
1	4	地质灾害监测	工日	240	82.00	19680.00
2	5	地下水位、水量监测工程	次	48	352.62	16925.76
3	6	水质监测工程	组	60	1378.48	82708.80
4	7	地形地貌景观监测	km ²	0.3328	6740.55	2243.26

表 7-2-6 独立费用预算表

工程名称：广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿矿山地质环境防治工程 单位： 万元

编号	工程或费用名称	金额	计算式
第五部分	独立费用	13.0354	
一	建设管理费	5.5232	
(一)	项目建设管理费	2.0125	
1	建设单位开办费		开办费=0人
2	建设单位管理费	0.8625	建管费=建安工程费*1.5%=57.4984*1.5%
3	工程管理经常费	1.1500	经常费=建安工程费*2%=57.4984*2%
(二)	工程建设监理费	3.2232	工程建设监理费=4.63+(11.25-4.63)*(建安工程费-100)/(300-100)=4.63+(11.25-4.63)*(57.4984-100)/(300-100)
(三)	联合试运转费		试运转费=0*0
(四)	前期工作咨询服务费		前期咨询费=0万元
(五)	项目技术经济评审费	0.2875	一至四部分投资*0.5%=57.4984*0.5%
二	生产准备费	0.0172	
(一)	生产及管理单位提前进场费		
(二)	生产职工培训费		
(三)	管理用具购置费	0.0172	建安工程费*0.03%=57.4984*0.03%
(四)	备品备件购置费		
(五)	工器具及生产家具购置费		
三	科研勘察设计费	6.0000	
(一)	工程科学研究试验费		
(二)	工程勘察设计费	6.0000	工程勘察费按项目合同计算，与土地复垦工程共用
四	建设及施工场地征用		

	费		
五	其他	1.4950	
(一)	工程保险费	0.2875	一至四部分投资*0.5%=57.4984*0.5%
(二)	招标业务费	0.5750	招标业务费=建安工程费*1.0%=57.4984*1.0%
(三)	工程抽检费	0.4600	
1	工程竣工验收抽检费	0.2300	建安工程费*0.4%=57.4984*0.4%
2	工程平行检测费	0.2300	建安工程费*0.4%=57.4984*0.4%
(四)	其他税费	0.1725	
1	建筑工程意外伤害保险费	0.1725	建安工程费*0.3%=57.4984*0.3%
2	水资源报告评价费		
3	地质灾害及地震安全性评价费		
4	工程安全鉴定费		
5	水利工程确权划界费		
(五)	水库安全蓄水鉴定费		

表 7-2-7 建筑工程单价汇总表

工程名称：广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿矿山地质环境防治工程

单位：元

单价 编号	名称	单位	单价	其中									
				人工费	材料费	机械 使用费	嵌套项	其他 直接费	现场 经费	间接费	企业 利润	材料 价差	税金
1	人工挖沟槽，III类土，上口宽≤1m，深≤1m	m ³	20.06	6.71	0.27			0.21	0.28	2.48	0.70	7.76	1.66
2	浆砌块石，排水沟	m ³	266.33	32.76	68.77	2.00		3.11	6.21	17.39	9.12	104.99	21.99
3	砌体砂浆抹面，平均厚 2cm，平面	m ²	12.68	2.27	2.33	0.08		0.14	0.28	1.04	0.43	5.06	1.05
4	地质灾害监测	工日	82.00	27.68				0.83	1.38	10.51	2.83	32.00	6.77
5	地下水位、水量监测工程	次	352.62	27.68	5.00	200.00		6.98	11.63	21.14	19.07	32.00	29.12
6	水质监测工程	组	1378.48	55.36	120.00	800.00		29.26	48.77	68.72	78.55	64.00	113.82
7	地形地貌景观监测	km ²	6740.55	1384.00		2000.00		101.52	169.20	629.38	299.89	1600.00	556.56
8	挖掘机挖III类土	m ³	3.31	0.14	0.07	1.34		0.05	0.06	0.14	0.13	1.11	0.27
9	1.5m ³ 装载机挖装土自卸汽车运输，运距 0.5km	m ³	20.27	3.08	0.22	5.54		0.27	0.35	1.45	0.76	6.92	1.67
10	浆砌块石，挡土墙	m ³	245.93	27.36	67.17	1.94		2.89	5.79	15.16	8.42	96.89	20.31
11	栽植攀缘植物，3年生	株	3.62	0.26	2.23			0.05	0.10	0.19	0.20	0.30	0.30
12	常态混凝土伸缩缝，沥青油毛毡，一毡二油	m ²	26.37	3.92	11.19	0.01		0.45	0.91	1.89	1.29	4.53	2.18
13	砌体砂浆抹面，平均厚 2cm，立面	m ²	9.82	3.19	0.09	0.09		0.10	0.20	1.27	0.35	3.71	0.81

表 7-2-8 主要材料预算价格汇总表

工程名称：广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿矿山地质环境防治工程 单位：元

编号	名称及规格	单位	预算价格	其中				
				原价	包装费	运杂费	运输保管费	采购及保管费
C030005	水泥 32.5MPa	t	323.89					
C051001	柴油	kg	7.61					
C120038	块石	m ³	53.40					

表 7-2-9 次要材料预算价格汇总表

工程名称：广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿矿山地质环境防治工程

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			2.00
C062035	复合肥料	kg			2.98
C130025	木柴	t			300.00
C141001	沥青	t			3.96
C142186	油毛毡	m ²			8.50
C142198	中砂	m ³			116.50

表 7-2-10 施工机械台时费汇总表

工程名称：广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿矿山地质环境防治工程 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	111.26	57.22	9.34	44.70	
J1029	装载机 轮胎式 斗容 1.5m ³	58.36	24.46	4.50	29.40	
J1042	推土机 功率 59kW	55.11	21.61	8.30	25.20	
J2002	砂浆搅拌机 出料 0.4m ³	10.80	4.10	4.50	2.20	
J3020	自卸汽车 载重量 15t	107.81	64.01	4.50	39.30	
J3077	双胶轮车	0.81	0.81			
J9901	测量设备	10.00	10.00			
J9902	实验设备	50.00	50.00			
J9903	水位测量仪	25.00	25.00			

表 7-2-11 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	3.82	0.60
C030005	水泥 32.5MPa	kg	261	0.25	65.25
C142198	中砂	m ³	1.11	30.00	33.30
	合计				99.15

表 7-2-12 建筑工程单价计算表

人工挖沟槽, III类土, 上口宽≤1m, 深≤1m 工程

建筑单价编号: 1

定额编号: 01031

定额单位: 100m³

施工方法: 挖土、修底边、将土倒运至槽边两侧 0.5m 以外。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			746.95
1	直接费	元			698.09
(1)	人工费	元			671.24
A0001	人工	工时	194	3.46	671.24
(2)	材料费	元			26.85
C9003	零星材料费	%	4	671.24	26.85
(3)	机械使用费	元			0.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3%	698.09	20.94
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	698.09	27.92
二	间接费	元			247.81
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	746.95	27.64
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	671.24	220.17
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	994.76	69.63
四	价差	元			776.00
A0001	人工	工时	194	4.00	776.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	1840.39	165.64
	合计	元			2006.03
	单价	元			20.06

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			11285.11
1	直接费	元			10353.31
(1)	人工费	元			3275.93
A0001	人工	工时	946.8	3.46	3275.93
(2)	材料费	元			6877.49
C120038	块石	m ³	108	30.00	3240.00
C8146	M7.5 水泥砂浆	m ³	36	99.15	3569.40
C9001	其他材料费	%	1	6809.40	68.09
(3)	机械使用费	元			199.89
J2002	砂浆搅拌机 出料 0.4m ³	台时	6.48	10.80	69.98
J3077	双胶轮车	台时	160.38	0.81	129.91
(4)	嵌套项	元			0.00

2	其他直接费=直接费*费率	元	3%	10353.31	310.60
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	10353.31	621.20
二	间接费	元			1738.61
1	管理费=直接工程费*费率	元	5.8%	11285.11	654.54
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%	13023.72	911.66
四	价差	元			10498.91
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	73.89	694.27
C120038	块石	m ³	108	23.40	2527.20
C142198	中砂	m ³	39.96	86.50	3456.54
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	24434.29	2199.09
	合计	元			26633.38
	单价	元			266.33

建筑工程单价计算表

砌体砂浆抹面，平均厚 2cm，平面工程

建筑单价编号：3

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			510.11
1	直接费	元			467.99
(1)	人工费	元			226.63
A0001	人工	工时	65.5	3.46	226.63
(2)	材料费	元			233.13
C0002	水	m ³	2	3.82	7.64
C8146	M7.5 水泥砂浆	m ³	2.1	99.15	208.22
C9001	其他材料费	%	8	215.86	17.27
(3)	机械使用费	元			8.23
J2002	砂浆搅拌机 出料 0.4m ³	台时	0.38	10.80	4.10
J3077	双胶轮车	台时	5.1	0.81	4.13
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3%	467.99	14.04
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	467.99	28.08
二	间接费	元			104.49
1	管理费=直接工程费*费率	元	5.8%	510.11	29.59
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%	614.60	43.02
四	价差	元			506.11
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	0.5481	73.89	40.50
C142198	中砂	m ³	2.331	86.50	201.63
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	1163.73	104.74
	合计	元			1268.47
	单价	元			12.68

建筑工程单价计算表

地质灾害监测工程

建筑单价编号：4

定额编号：B2

定额单位：工日

施工方法：巡视监测

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			29.89
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	3%	27.68	0.83
3	现场经费=直接费*费率	元	5%	27.68	1.38
二	间接费	元			10.51
1	管理费=直接工程费*费率	元	4.8%	29.89	1.43
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%	40.40	2.83
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%	75.23	6.77
	合计	元			82.00
	单价	元			82.00

建筑工程单价计算表

地下水位、水量监测工程

建筑单价编号：5

定额编号：B1

定额单位：次

施工方法：测量仪测量

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			251.29
1	直接费	元			232.68
(1)	人工费	元			27.68
A0001	人工	工时	8	3.46	27.68
(2)	材料费	元			5.00

C9002	其他材料费	元	5	1.00	5.00
(3)	机械使用费	元			200.00
J9903	水位测量仪	台时	8	25.00	200.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3%	232.68	6.98
3	现场经费=直接费*费率	元	5%	232.68	11.63
二	间接费	元			21.14
1	管理费=直接工程费*费率	元	4.8%	251.29	12.06
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%	272.43	19.07
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%	323.50	29.12
	合计	元			352.62
	单价	元			352.62

建筑工程单价计算表

水质监测工程

建筑单价编号：6

定额编号：B4

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			1053.39
1	直接费	元			975.36
(1)	人工费	元			55.36
A0001	人工	工时	16	3.46	55.36
(2)	材料费	元			120.00
C9002	其他材料费	元	120	1.00	120.00
(3)	机械使用费	元			800.00
J9902	实验设备	台时	16	50.00	800.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3%	975.36	29.26
3	现场经费=直接费*费率	元	5%	975.36	48.77
二	间接费	元			68.72
1	管理费=直接工程费*费率	元	4.8%	1053.39	50.56
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	55.36	18.16
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	1122.11	78.55
四	价差	元			64.00
A0001	人工	工时	16	4.00	64.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	1264.66	113.82
	合计	元			1378.48
	单价	元			1378.48

建筑工程单价计算表

地形地貌景观监测工程

建筑单价编号：7

定额编号：B3

定额单位：km²

施工方法：测量设备测量					
编号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接工程费	元			3654.72
1	直接费	元			3384.00
(1)	人工费	元			1384.00
A0001	人工	工时	400	3.46	1384.00
(2)	材料费	元			0.00
(3)	机械使用费	元			2000.00
J9901	测量设备	台时	200	10.00	2000.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3%	3384.00	101.52
3	现场经费=直接费*费率	元	5%	3384.00	169.20
二	间接费	元			629.38
1	管理费=直接工程费*费率	元	4.8%	3654.72	175.43
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	1384.00	453.95
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	4284.10	299.89
四	价差	元			1600.00
A0001	人工	工时	400	4.00	1600.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	6183.99	556.56
	合计	元			6740.55
	单价	元			6740.55

建筑工程单价计算表

挖掘机挖Ⅲ类土工程

建筑单价编号：8

定额编号：01212

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			165.55
1	直接费	元			154.72
(1)	人工费	元			13.84
A0001	人工	工时	4	3.46	13.84
(2)	材料费	元			7.37
C9003	零星材料费	%	5	147.35	7.37
(3)	机械使用费	元			133.51
J1009	单斗挖掘机 液压 斗容 1m ³	台时	1.2	111.26	133.51
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3%	154.72	4.64

3	现场经费=直接费*费率	元	4%	154.72	6.19
二	间接费	元			14.35
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	165.55	6.13
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	25.05	8.22
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	179.90	12.59
四	价差	元			111.39
A0001	人工	工时	4	4.00	16.00
A0002	机械工	工时	3.24	4.00	12.96
C051001	柴油	kg	17.88	4.61	82.43
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	303.88	27.35
	合计	元			331.23
	单价	元			3.31

建筑工程单价计算表

1.5m³装载机挖装土自卸汽车运输，运距 0.5km 工程
 定额编号：01288+01160

建筑单价编号：9
 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			946.56
1	直接费	元			884.63
(1)	人工费	元			307.94
A0001	人工	工时	3	3.46	10.38
A0001	人工	工时	86	3.46	297.56
(2)	材料费	元			22.44
C9003	零星材料费	%	3	519.27	15.58
C9003	零星材料费	%	2	342.92	6.86
(3)	机械使用费	元			554.25
J1029	装载机 轮胎式 斗容 1.5m ³	台时	1.18	58.36	68.86
J1042	推土机 功率 59kW	台时	0.59	55.11	32.51
J3020	自卸汽车 载重量 15t	台时	3.78	107.81	407.52
J3077	双胶轮车	台时	56	0.81	45.36
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3%	884.63	26.54
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	884.63	35.39
二	间接费	元			144.95
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	946.56	35.02
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	335.15	109.93
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	1091.51	76.41
四	价差	元			691.90
A0001	人工	工时	89	4.00	356.00
A0002	机械工	工时	7.864	4.00	31.46
C051001	柴油	kg	66.038	4.61	304.44

五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	1859.82	167.38
	合计	元			2027.20
	单价	元			20.27

建筑工程单价计算表

浆砌块石，挡土墙工程

建筑单价编号：10

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			10514.90
1	直接费	元			9646.70
(1)	人工费	元			2735.82
A0001	人工	工时	790.7	3.46	2735.82
(2)	材料费	元			6717.27
C120038	块石	m ³	108	30.00	3240.00
C8146	M7.5 水泥砂浆	m ³	34.4	99.15	3410.76
C9001	其他材料费	%	1	6650.76	66.51
(3)	机械使用费	元			193.61
J2002	砂浆搅拌机 出料 0.4m ³	台时	6.19	10.80	66.85
J3077	双胶轮车	台时	156.49	0.81	126.76
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3%	9646.70	289.40
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	9646.70	578.80
二	间接费	元			1516.34
1	管理费=直接工程费*费率	元	5.8%	10514.90	609.86
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%	12031.24	842.19
四	价差	元			9688.52
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	73.89	663.41
C120038	块石	m ³	108	23.40	2527.20
C142198	中砂	m ³	38.184	86.50	3302.92
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	22561.95	2030.58
	合计	元			24592.53
	单价	元			245.93

建筑工程单价计算表

栽植攀缘植物，3年生工程

建筑单价编号：11

定额编号：09121

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			263.63
1	直接费	元			248.71
(1)	人工费	元			25.95
A0001	人工	工时	7.5	3.46	25.95
(2)	材料费	元			222.76
C0002	水	m ³	0.62	3.82	2.37
C053008	攀缘植物	株	102	2.00	204.00
C062035	复合肥料	kg	5.5	2.98	16.39
(3)	机械使用费	元			0.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	2%	248.71	4.97
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	248.71	9.95
二	间接费	元			18.53
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.8%	263.63	10.02
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	25.95	8.51
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	282.16	19.75
四	价差	元			30.00
A0001	人工	工时	7.5	4.00	30.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	331.91	29.87
	合计	元			361.78
	单价	元			3.62

建筑工程单价计算表

常态混凝土伸缩缝，沥青油毛毡，一毡二油工程

建筑单价编号：12

定额编号：04452

定额单位：100m²

施工方法：清洗缝面、熔化、涂刷沥青、铺油毡。刷沥青、铺面毡。					
编号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接工程费	元			1648.56
1	直接费	元			1512.44
(1)	人工费	元			391.67
A0001	人工	工时	113.2	3.46	391.67
(2)	材料费	元			1119.41
C130025	木柴	t	0.42	300.00	126.00
C141001	沥青	t	1.22	3.96	4.83
C142186	油毛毡	m ²	115	8.50	977.50
C9001	其他材料费	%	1	1108.33	11.08
(3)	机械使用费	元			1.36
J3077	双胶轮车	台时	1.68	0.81	1.36
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3%	1512.44	45.37

3	现场经费=直接费*费率	元	6%	1512.44	90.75
二	间接费	元			189.47
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	1648.56	61.00
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	391.67	128.47
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	1838.03	128.66
四	价差	元			452.80
A0001	人工	工时	113.2	4.00	452.80
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	2419.49	217.75
	合计	元			2637.24
	单价	元			26.37

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：13

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			368.21
1	直接费	元			337.81
(1)	人工费	元			319.36
A0001	人工	工时	92.3	3.46	319.36
(2)	材料费	元			9.49
C0002	水	m ³	2.3	3.82	8.79
C040005	砂浆	m ³	2.3	0.00	0.00
C9001	其他材料费	%	8	8.79	0.70
(3)	机械使用费	元			8.96
J2002	砂浆搅拌机 出料 0.4m ³	台时	0.41	10.80	4.43
J3077	双胶轮车	台时	5.59	0.81	4.53
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3%	337.81	10.13
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	337.81	20.27
二	间接费	元			126.71
1	管理费=直接工程费*费率	元	5.8%	368.21	21.36
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%	494.92	34.64
四	价差	元			371.33
A0001	人工	工时	92.3	4.00	369.20
A0002	机械工	工时	0.533	4.00	2.13
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	900.89	81.08
	合计	元			981.97
	单价	元			9.82

7.3 矿区土地复垦工程经费估算

7.3.1 矿区土地复垦总工程量

表 7-3-1 矿区土地复垦工程量汇总表

序号	复垦工程项目	计量单位	工程量	计算方法	备注
一	第一阶段复垦工程（2025年1月-2029年12月，共5.0年）				
(一)	复垦工程				
1	表土收集及存放工程				
1)	表土收集	m ³	12801		运距2.0km
2)	表土堆放及养护工程	hm ²	1.9870	等于表土场面积×5次	糖蜜草、蜈蚣草
2	堆料区复垦工程				
1)	废渣清理	m ³	213.00	等于清理面积×清理厚度	运距0.5km
2)	覆土工程	m ³	37	等于复垦面积×回填树坑规格	运距0.5km
3)	种植灌木	株	533	种植密度为4.0m ² /株	三角梅
4)	撒播草籽	hm ²	0.2132	等于复垦为灌木林地面积	糖蜜草、蜈蚣草
2	1#废弃窿复垦工程				
1)	临时建（构）筑物拆除	m ³	50.00	等于砌体面积×砌体厚度	
2)	废渣清理	m ³	50.00	等于清理面积×清理厚度	运距0.5km
3)	覆土工程	m ³	39	等于复垦面积×回填树坑规格	运距0.5km
4)	种植灌木	株	571	种植密度为4.0m ² /株	三角梅
5)	撒播草籽	hm ²	0.2284	等于复垦为灌木林地面积	糖蜜草、蜈蚣草
3	2#废弃窿复垦工程				
1)	临时建（构）筑物拆除	m ³	5.00	等于拆除面积×砌体厚度	
2)	废渣清理	m ³	111.00	等于清理面积×清理厚度+拆除砌体	运距0.5km
3)	覆土工程	m ³	36	等于复垦面积×回填树坑规格	运距0.5km
4)	种植灌木	株	529	种植密度为4.0m ² /株	三角梅
5)	撒播草籽	hm ²	0.2115	等于复垦为灌木林地面积	糖蜜草、蜈蚣草
(二)	监测工程				
1	土地损毁监测	工日	25	每年监测1次，每次5工日，共5次	
二	第二阶段复垦工程（2030年1月-2036年6月，共6.5年）				
(一)	复垦工程				

序号	复垦工程项目	计量单位	工程量	计算方法	备注
1	表土收集及存放工程				
1)	表土堆放及养护工程	hm ²	2.7818	等于表土场面积×7次	糖蜜草、蜈蚣草
(二)	监测工程				
1	土地损毁监测	工日	35	每年监测1次,每次5工日,共7次	
三	第三阶段复垦工程(2036年7月-2040年6月,共4.0年)				
(一)	复垦工程				
1	主井工业场地复垦工程				
1)	临时建(构)筑物拆除	m ³	400	等于砌体面积×砌体厚度	
2)	地面硬化层清除	m ³	1808	等于硬化层厚度×面积	
3)	废渣清理	m ³	2208	等于构筑物拆除方量+地面硬化层清除方量	运距0.5km
4)	覆土工程	m ³	5556	等于复垦面积×覆土厚度	运距1.0km
5)	撒播草籽	hm ²	2.5835	等于复垦其他草地面积	糖蜜草、蜈蚣草
2	选厂复垦工程				
1)	临时建(构)筑物拆除	m ³	250	等于砌体面积×砌体厚度	
2)	地面硬化层清除	m ³	1515	等于硬化层厚度×面积	
3)	废渣清理	m ³	1765	等于构筑物拆除方量+地面硬化层清除方量	运距0.5km
4)	覆土工程	m ³	4654	等于复垦面积×覆土厚度	运距1.0km
5)	撒播草籽	hm ²	2.1641	等于复垦其他草地面积	糖蜜草、蜈蚣草
3	办公区复垦工程				
1)	临时建(构)筑物拆除	m ³	1000	等于砌体面积×砌体厚度	
2)	地面硬化层清除	m ³	719	等于硬化层厚度×面积	
3)	废渣清理	m ³	1719	等于构筑物拆除方量+地面硬化层清除方量	运距0.5km
4)	覆土工程	m ³	124	等于复垦面积×回填树坑规格	运距1.0km
5)	种植灌木	株	1797	种植密度为4.0m ² /株	三角梅
6)	撒播草籽	hm ²	0.7186	等于复垦为灌木林地面积	糖蜜草、蜈蚣草
4	仓储及生活区复垦工程				
1)	临时建(构)筑物拆除	m ³	1800	等于砌体面积×砌体厚度	
2)	地面硬化层清除	m ³	500	等于硬化层厚度×面积	
3)	废渣清理	m ³	2300	等于构筑物拆除方量+地面硬化层清除方量	运距2.0km

序号	复垦工程项目	计量单位	工程量	计算方法	备注
4)	覆土工程	m ³	236	等于复垦面积×回填树坑规格	运距 2.0km
5)	种植乔木	株	1758	种植密度为 6.0m ² /株	桉树
6)	撒播草籽	hm ²	1.0550	等于复垦为灌木林地面积	糖蜜草、蜈蚣草
5	PD380 回风井复垦工程				
1)	临时建(构)筑物拆除	m ³	20.00	等于砌体面积×砌体厚度	
2)	废渣清理	m ³	20.00	等于清理面积×清理厚度	运距 0.5km
3)	覆土工程	m ³	2	等于复垦面积×回填树坑规格	运距 1.0km
4)	种植灌木	株	32	种植密度为 4.0m ² /株	三角梅
5)	撒播草籽	hm ²	0.0128	等于复垦为灌木林地面积	糖蜜草、蜈蚣草
6	表土场复垦工程				
1)	临时建(构)筑物拆除	m ³	46.00	等于表土场中挡墙断面面积×长度	
2)	废渣清理	m ³	46.00	等于构筑物拆除方量	运距 0.5km
3)	种植灌木	株	994	种植密度为 4.0m ² /株	三角梅
4)	撒播草籽	hm ²	0.3974	等于复垦灌木林地面积	糖蜜草、蜈蚣草
(二)	监测与管护工程				
1	土地损毁监测	工日	20	每年监测 1 次, 每次 5 工日, 共 4 次	
2	土地复垦效果监测	工日	60	每年 1 次, 每次 20 工日, 共监测 3.0 年	
3	林地管护	工日	120	每年管护 1 次, 每次 40 个工日, 共管护 3 年	
4	乔木补种	株	527	每年按 10%补种, 共管护 3.0 年	桉树
5	灌木补种	株	1337	每年按 10%补种, 共管护 3.0 年	三角梅
6	草籽补种	hm ²	2.2754	每年按 10%补种, 共管护 3.0 年	糖蜜草、蜈蚣草

7.3.2 投资估算及单项工程费用构成

经预算, 本矿山土地复垦工程动态总投资为 190.1183 万元, 其中, 静态总投资 140.5692 万元, 价差预备费 49.5491 万元, 费用明细见下列表 7-3-2~7-3-11:

表 7-3-2 矿区土地复垦工程投资预算结果表

阶段	年度	静态投资 (元)	价差预备费 (元)	动态投资 (元)
第一阶段工程 (2025.1-2029.12)	2025 年	259465	7784	267249
	2026 年	2539	155	2693
	2027 年	2539	235	2774
	2028 年	2539	319	2857
	2029 年	2539	404	2943
小计		269619	8897	278516
第二阶段工程 (2030.1-2036.6)	2030 年	2734	531	3264
	2031 年	2734	628	3362
	2032 年	2734	729	3463
	2033 年	2734	833	3567
	2034 年	2734	940	3674
	2035 年	2734	1050	3784
	2036 年	1367	582	1949
小计		17770	5294	23065
第三阶段工程 (2036.7-2040.6)	2036 年	1062044	452177	1514221
	2037 年	21976	10297	32273
	2038 年	13713	7029	20742
	2039 年	13713	7651	21364
	2040 年	6856	4146	11002
小计		1118302	481300	1599602
合计		1405692	495491	1901183

注：价差预备费的计费基数由每阶段的静态投资按月分摊计算

表 7-3-3 工程项目预算总表

工程名称：广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿矿山土地复垦工程

单位：万元

序号	工程或费用名称	建安工程费	设备购置费	独立费用	合计
I	工程部分投资				
一	建筑工程	120.5705			120.5705
(一)	第一阶段复垦工程	23.1261			23.1261
(二)	第二阶段复垦工程	1.5242			1.5242
(三)	第三阶段复垦工程	95.9202			95.9202
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				13.3049
(一)	建设管理费			10.1338	
(二)	生产准备费			0.0362	
(三)	科研勘察设计费				
(四)	建设及施工场地征用费				
(五)	其他			3.1349	

	一至五部分投资合计	120.5705		13.3049	133.8754
	基本预备费（5%）				6.6938
	静态总投资				140.5692
	价差预备费				49.5491
	建设期融资利息				
	工程部分总投资				140.5692
II	移民与环境投资				
一	征地移民补偿				
二	水土保持工程				
三	环境保护工程				
	移民与环境总投资				
III	工程投资总计				
	静态总投资				140.5692
	总投资				190.1183

表 7-3-4 工程部分总预算表

工程名称：广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿矿山土地复垦工程

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	120.5705				120.5705	90.06
（一）	第一阶段复垦工程	23.1261				23.1261	
（二）	第二阶段复垦工程	1.5242				1.5242	
（三）	第三阶段复垦工程	95.9202				95.9202	
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				13.3049	13.3049	9.94
（一）	建设管理费				10.1338	10.1338	
（二）	生产准备费				0.0362	0.0362	
（三）	科研勘察设计费						
（四）	建设及施工场地征用费						
（五）	其他				3.1349	3.1349	
	一至五部分投资合计	120.5705			13.3049	133.8754	100
	基本预备费					6.6938	
	静态总投资					140.5692	
	价差预备费					49.5491	
	建设期融资利息						
	总投资					190.1183	

表 7-3-5 建筑工程预算表

工程名称：广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿矿山土地复垦工程 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						1205704.60
一		第一阶段复垦工程				231260.70
(一)		复垦工程				229210.70
1		表土收集及养护工程				202516.43
(1)	11	1.5m ³ 装载机挖装土自卸汽车运输, 运距2km	m ³	12801	15.13	193679.13
(2)	5	直播种草, 撒播, 不覆土	hm ²	1.987	4447.56	8837.30
2		堆料区复垦工程				10409.93
(1)	8	2m ³ 挖掘机装石碴, 汽车运输, 洞内作业, 运距≤0.5km	m ³	213	24.66	5252.58
(2)	4	1.6m ³ 挖掘机挖装土自卸汽车运输, 运距0.5km	m ³	37	11.77	435.49
(3)	9	栽植带土球灌木, 土球直径 20cm, (挖坑直径×坑深) 40cm×30cm	株	533	7.08	3773.64
(4)	5	直播种草, 撒播, 不覆土	hm ²	0.2132	4447.56	948.22
3		1#废弃窿复垦工程				8284.03
(1)	1	挖掘机拆除砌体, 浆砌石, 水泥浆	m ³	50	30.67	1533.50
(2)	8	2m ³ 挖掘机装石碴, 汽车运输, 洞内作业, 运距≤0.5km	m ³	50	24.66	1233.00
(3)	4	1.6m ³ 挖掘机挖装土自卸汽车运输, 运距0.5km	m ³	39	11.77	459.03
(4)	9	栽植带土球灌木, 土球直径 20cm, (挖坑直径×坑深) 40cm×30cm	株	571	7.08	4042.68
(5)	5	直播种草, 撒播, 不覆土	hm ²	0.2284	4447.56	1015.82
4		2#废弃窿复垦工程				8000.31
(1)	1	挖掘机拆除砌体, 浆砌石, 水泥浆	m ³	5	30.67	153.35
(2)	8	2m ³ 挖掘机装石碴, 汽车运输, 洞内作业, 运距≤0.5km	m ³	111	24.66	2737.26
(3)	4	1.6m ³ 挖掘机挖装土自卸汽车运输, 运距0.5km	m ³	36	11.77	423.72
(4)	9	栽植带土球灌木, 土球直径 20cm, (挖坑直径×坑深) 40cm×30cm	株	529	7.08	3745.32
(5)	5	直播种草, 撒播, 不覆土	hm ²	0.2115	4447.56	940.66
(二)		监测工程				2050.00
1	7	土地损毁监测	工日	25	82.00	2050.00
二		第二阶段复垦工程				15242.22
(一)		复垦工程				12372.22
1		表土收集及养护工程				12372.22
(1)	5	直播种草, 撒播, 不覆土	hm ²	2.7818	4447.56	12372.22
(二)		监测工程				2870.00
1	7	土地损毁监测	工日	35	82.00	2870.00
三		第三阶段复垦工程				959201.68

广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿矿山地质环境保护与土地复垦方案

工程名称：广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿矿山土地复垦工程 单位： 元

编号	单价 编号	工程或费用名称	单位	数量	单价	合计
(一)		复垦工程				923506.50
1		主井工业场地复垦工程				297317.83
(1)	1	挖掘机拆除砌体，浆砌石，水泥浆	m ³	400	30.67	12268.00
(2)	2	岩石破碎机拆除混凝土	m ³	1808	85.02	153716.16
(3)	8	2m ³ 挖掘机装石碴，汽车运输，洞内作业，运距≤0.5km	m ³	2208	24.66	54449.28
(4)	4	1.6m ³ 挖掘机挖装土自卸汽车运输，运距1km	m ³	5556	11.77	65394.12
(5)	5	直播种草，撒播，不覆土	hm ²	2.5835	4447.56	11490.27
2		选厂复垦工程				244400.24
(1)	1	挖掘机拆除砌体，浆砌石，水泥浆	m ³	250	30.67	7667.50
(2)	2	岩石破碎机拆除混凝土	m ³	1515	85.02	128805.30
(3)	8	2m ³ 挖掘机装石碴，汽车运输，洞内作业，运距≤0.5km	m ³	1765	24.66	43524.90
(4)	4	1.6m ³ 挖掘机挖装土自卸汽车运输，运距1km	m ³	4654	11.77	54777.58
(5)	5	直播种草，撒播，不覆土	hm ²	2.1641	4447.56	9624.96
3		办公区复垦工程				171407.06
(1)	1	挖掘机拆除砌体，浆砌石，水泥浆	m ³	1000	30.67	30670.00
(2)	2	岩石破碎机拆除混凝土	m ³	719	85.02	61129.38
(3)	8	2m ³ 挖掘机装石碴，汽车运输，洞内作业，运距≤0.5km	m ³	1719	24.66	42390.54
(4)	4	1.6m ³ 挖掘机挖装土自卸汽车运输，运距1km	m ³	124	11.77	1459.48
(5)	6	栽植带土球乔木，土球直径 50cm，（挖坑直径×坑深）70cm×50cm	株	1797	18.12	32561.64
(6)	5	直播种草，撒播，不覆土	hm ²	0.7186	4447.56	3196.02
4		仓储及生活区复垦工程				197617.58
(1)	1	挖掘机拆除砌体，浆砌石，水泥浆	m ³	1800	30.67	55206.00
(2)	2	岩石破碎机拆除混凝土	m ³	500	85.02	42510.00
(3)	3	2m ³ 挖掘机装石碴，汽车运输，露天作业，运距 2km	m ³	2300	25.72	59156.00
(4)	12	1.6m ³ 挖掘机挖装土自卸汽车运输，运距2km	m ³	236	17.79	4198.44
(5)	6	栽植带土球乔木，土球直径 50cm，（挖坑直径×坑深）70cm×50cm	株	1758	18.12	31854.96
(6)	5	直播种草，撒播，不覆土	hm ²	1.055	4447.56	4692.18
5		PD380 回风井复垦工程				1413.63
(1)	1	挖掘机拆除砌体，浆砌石，水泥浆	m ³	20	30.67	613.40
(2)	8	2m ³ 挖掘机装石碴，汽车运输，洞内作业，运距≤0.5km	m ³	20	24.66	493.20
(3)	4	1.6m ³ 挖掘机挖装土自卸汽车运输，运距0.5km	m ³	2	11.77	23.54

工程名称：广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿矿山土地复垦工程 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)	9	栽植带土球灌木，土球直径 20cm，（挖坑直径×坑深）40cm×30cm	株	32	7.08	226.56
(5)	5	直播种草，撒播，不覆土	hm ²	0.0128	4447.56	56.93
6		表土场复垦工程				11350.16
(1)	1	挖掘机拆除砌体，浆砌石，水泥浆	m ³	46	30.67	1410.82
(2)	8	2m ³ 挖掘机装石碴，汽车运输，洞内作业，运距≤0.5km	m ³	46	24.66	1134.36
(3)	9	栽植带土球灌木，土球直径 20cm，（挖坑直径×坑深）40cm×30cm	株	994	7.08	7037.52
(4)	5	直播种草，撒播，不覆土	hm ²	0.3974	4447.56	1767.46
(二)		监测与管护工程				35695.18
1	7	土地损毁监测	工日	20	82.00	1640.00
2	10	土地复垦效果监测	工日	60	82.00	4920.00
3	6	栽植带土球乔木，土球直径 50cm，（挖坑直径×坑深）70cm×50cm	株	527	18.12	9549.24
4	9	栽植带土球灌木，土球直径 20cm，（挖坑直径×坑深）40cm×30cm	株	1337	7.08	9465.96
5	5	直播种草，撒播，不覆土	hm ²	2.2754	4447.56	10119.98

表 7-3-6 独立费用预算表

工程名称：广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿矿山土地复垦工程 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		13.3049	
一	建设管理费	10.1338	
(一)	项目建设管理费	4.2200	
1	建设单位开办费		开办费=0 人
2	建设单位管理费	1.8086	建管费=建安工程费*1.5%=120.5705*1.5%
3	工程管理经常费	2.4114	经常费=建安工程费*2%=120.5705*2%
(二)	工程建设监理费	5.3109	工程建设监理费=4.63+(11.25-4.63)*(建安工程费-100)/(300-100) =4.63+(11.25-4.63)*(120.5705-100)/(300-100)
(三)	联合试运转费		试运转费=0*0
(四)	前期工作咨询服务费		前期咨询费=0 万元
(五)	项目技术经济评审费	0.6029	一至四部分投资*0.5%=120.5705*0.5%
二	生产准备费	0.0362	
(一)	生产及管理单位提前进场费		
(二)	生产职工培训费		
(三)	管理用具购置费	0.0362	建安工程费*0.03%=120.5705*0.03%
(四)	备品备件购置费		
(五)	工器具及生产家具购置费		
三	科研勘察设计费		
(一)	工程科学研究试验费		
(二)	工程勘察设计费		与矿山地质环境保护治理工程共用
四	建设及施工场地征用费		
五	其他	3.1349	
(一)	工程保险费	0.6029	一至四部分投资*0.5%=120.5705*0.5%
(二)	招标业务费	1.2057	招标业务费=建安工程费*1.0%=120.5705*1.0%
(三)	工程抽检费	0.9646	
1	工程竣工验收抽检费	0.4823	建安工程费*0.4%=120.5705*0.4%
2	工程平行检测费	0.4823	建安工程费*0.4%=120.5705*0.4%
(四)	其他税费	0.3617	
1	建筑工程意外伤害保险费	0.3617	建安工程费*0.3%=120.5705*0.3%
2	水资源报告评价费		
3	地质灾害及地震安全性评价费		
4	工程安全鉴定费		
5	水利工程确权划界费		
(五)	水库安全蓄水鉴定费		

表 7-3-7 建筑工程单价汇总表

工程名称：广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿矿山土地复垦工程

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	挖掘机拆除砌体，浆砌石，水泥浆	m ³	30.67	0.55	1.07	12.79		0.43	0.87	1.45	1.20	9.78	2.53
2	岩石破碎机拆除混凝土	m ³	85.02	0.38		40.82		1.24	2.47	2.81	3.34	26.95	7.02
3	2m ³ 挖掘机装石碴，汽车运输，露天作业，运距 2km	m ³	25.72	0.31	0.25	12.20		0.38	0.77	1.08	1.05	7.56	2.12
4	1.6m ³ 挖掘机挖装土自卸汽车运输，运距 0.5km	m ³	11.77	0.17	0.19	4.69		0.15	0.20	0.40	0.41	4.58	0.97
5	直播种草，撒播，不覆土	hm ²	4447.56	51.90	3347.50			67.99	135.98	153.95	263.01	60.00	367.23
6	栽植带土球乔木，土球直径 50cm，（挖坑直径×坑深）70cm×50cm	株	18.12	3.11	7.02			0.20	0.41	1.43	0.85	3.60	1.50
7	土地损毁监测	工日	82.00	27.68				0.83	1.38	10.51	2.83	32.00	6.77
8	2m ³ 挖掘机装石碴，汽车运输，洞内作业，运距≤0.5km	m ³	24.66	0.38	0.24	11.61		0.37	0.73	1.06	1.01	7.22	2.04
9	栽植带土球灌木，土球直径 20cm，（挖坑直径×坑深）40cm×30cm	株	7.08	0.83	3.62			0.09	0.18	0.45	0.36	0.96	0.58
10	土地复垦效果监测	工日	82.00	27.68				0.83	1.38	10.51	2.83	32.00	6.77
11	1.5m ³ 装载机挖装土自卸汽车运输，运距 2km	m ³	15.13	0.10	0.22	7.21		0.23	0.30	0.45	0.60	4.77	1.25
12	1.6m ³ 挖掘机挖装土自卸汽车运输，运距 2km	m ³	17.79	0.17	0.29	7.10		0.23	0.30	0.58	0.61	7.04	1.47

表 7-3-8 主要材料预算价格汇总表

工程名称：广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿矿山土地复垦工程 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
C051001	柴油	kg	7.61					

表 7-3-9 次要材料预算价格汇总表

工程名称：广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿矿山土地复垦工程 单位： 元

编号	名称及规格	单位	原价	运杂费	合计
C130012	草籽	kg			65.00
C130015	灌木（带土球）	株			3.50
C130033	乔木（带土球）	株			6.50
C1801	商品有机肥	kg			2.26

表 7-3-10 施工机械台时费汇总表

工程名称：广西富丰矿业有限公司大新县下雷镇布东锰矿矿山土地复垦工程 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
J1009	单斗挖掘机 液压 斗容 1m ³	111.26	57.22	9.34	44.70	
J1010	单斗挖掘机 液压 斗容 1.6m ³	144.53	79.39	9.34	55.80	
J1011	单斗挖掘机 液压 斗容 2m ³	202.80	132.86	9.34	60.60	
J1029	装载机 轮胎式 斗容 1.5m ³	58.36	24.46	4.50	29.40	
J1042	推土机 功率 59kW	55.11	21.61	8.30	25.20	
J1044	推土机 功率 88kW	96.58	50.48	8.30	37.80	
J3014	自卸汽车 载重量 5t	45.97	14.17	4.50	27.30	
J3020	自卸汽车 载重量 15t	107.81	64.01	4.50	39.30	

表 7-3-11 建筑工程单价计算表

挖掘机拆除砌体，浆砌石，水泥浆工程

建筑单价编号：1

定额编号：YB0308

定额单位：100m³

施工方法：挖掘机拆除砌体，浆砌石，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			1571.39
1	直接费	元			1441.64
(1)	人工费	元			55.36
A0001	人工	工时	16	3.46	55.36
(2)	材料费	元			106.79
C9003	零星材料费	%	8	1334.85	106.79
(3)	机械使用费	元			1279.49
J1009	单斗挖掘机 液压 斗容 1m ³	台时	11.5	111.26	1279.49
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3%	1441.64	43.25

3	现场经费=直接费*费率	元	6%	1441.64	86.50
二	间接费	元			144.54
1	管理费=直接工程费*费率	元	5.8%	1571.39	91.14
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	162.79	53.40
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	1715.93	120.12
四	价差	元			978.12
A0001	人工	工时	16	4.00	64.00
A0002	机械工	工时	31.05	4.00	124.20
C051001	柴油	kg	171.35	4.61	789.92
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	2814.17	253.28
	合计	元			3067.45
	单价	元			30.67

建筑工程单价计算表

岩石破碎机拆除混凝土工程

建筑单价编号：2

定额编号：04445

定额单位：100m³

施工方法：岩石破碎机拆除混凝土。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			4490.40
1	直接费	元			4119.63
(1)	人工费	元			38.06
A0001	人工	工时	11	3.46	38.06
(2)	材料费	元			0.00
(3)	机械使用费	元			4081.57
J1009	单斗挖掘机 液压 斗容 1m ³	台时	33.35	111.26	3710.52
J9999	其他机械费	%	10	3710.52	371.05
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3%	4119.63	123.59
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	4119.63	247.18
二	间接费	元			280.82
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	4490.40	166.14
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	349.62	114.68
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	4771.22	333.99
四	价差	元			2694.96
A0001	人工	工时	11	4.00	44.00
A0002	机械工	工时	90.045	4.00	360.18
C051001	柴油	kg	496.915	4.61	2290.78
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	7800.17	702.02
	合计	元			8502.19
	单价	元			85.02

建筑工程单价计算表

2m³挖掘机装石碴，汽车运输，露天作业，运距 2km 工程

建筑单价编号：3

定额编号：02544

定额单位：100m³

施工方法：挖装、运输、卸除、空回。

平洞内装载、组车、洞内外运输、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			1390.84
1	直接费	元			1276.00
(1)	人工费	元			31.14
A0001	人工	工时	9	3.46	31.14
(2)	材料费	元			25.02
C9003	零星材料费	%	2	1250.98	25.02
(3)	机械使用费	元			1219.84
J1011	单斗挖掘机 液压 斗容 2m ³	台时	1.49	202.80	302.17
J1044	推土机 功率 88kW	台时	0.75	96.58	72.44
J3020	自卸汽车 载重量 15t	台时	7.84	107.81	845.23
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3%	1276.00	38.28
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	1276.00	76.56
二	间接费	元			107.67
1	管理费=直接工程费*费率	元	5.7%	1390.84	79.28
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	86.55	28.39
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	1498.51	104.90
四	价差	元			755.84
A0001	人工	工时	9	4.00	36.00
A0002	机械工	工时	16.015	4.00	64.06
C051001	柴油	kg	142.252	4.61	655.78
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	2359.25	212.33
	合计	元			2571.58
	单价	元			25.72

建筑工程单价计算表

1.6m³挖掘机挖装土自卸汽车运输，运距 0.5km 工程

建筑单价编号：4

定额编号：01232

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			541.53
1	直接费	元			506.11
(1)	人工费	元			17.30
A0001	人工	工时	5	3.46	17.30
(2)	材料费	元			19.47

C9003	零星材料费	%	4	486.64	19.47
(3)	机械使用费	元			469.34
J1010	单斗挖掘机 液压 斗容 1.6m ³	台时	0.78	144.53	112.73
J1042	推土机 功率 59kW	台时	0.39	55.11	21.49
J3014	自卸汽车 载重量 5t	台时	7.29	45.97	335.12
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3%	506.11	15.18
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	506.11	20.24
二	间接费	元			39.92
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	541.53	20.04
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	60.62	19.88
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	581.45	40.70
四	价差	元			457.89
A0001	人工	工时	5	4.00	20.00
A0002	机械工	工时	12.519	4.00	50.08
C051001	柴油	kg	84.123	4.61	387.81
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	1080.04	97.20
	合计	元			1177.24
	单价	元			11.77

建筑工程单价计算表

直播种草，撒播，不覆土工程

建筑单价编号：5

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			3603.37
1	直接费	元			3399.40
(1)	人工费	元			51.90
A0001	人工	工时	15	3.46	51.90
(2)	材料费	元			3347.50
C130012	草籽	kg	50	65.00	3250.00
C9001	其他材料费	%	3	3250.00	97.50
(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	2%	3399.40	67.99
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	3399.40	135.98
二	间接费	元			153.95
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.8%	3603.37	136.93
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%	3757.32	263.01
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%	4080.33	367.23
	合计	元			4447.56
	单价	元			4447.56

建筑工程单价计算表

栽植带土球乔木，土球直径 50cm，（挖坑直径×坑深）70cm×50cm 工程
定额编号：09109

建筑单价编号：6
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			1073.82
1	直接费	元			1013.04
(1)	人工费	元			311.40
A0001	人工	工时	90	3.46	311.40
(2)	材料费	元			701.64
C0002	水	m ³	4.2	3.82	16.04
C130033	乔木（带土球）	株	102	6.50	663.00
C1801	商品有机肥	kg	10	2.26	22.60
(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	2%	1013.04	20.26
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	1013.04	40.52
二	间接费	元			142.95
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.8%	1073.82	40.81
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	311.40	102.14
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	1216.77	85.17
四	价差	元			360.00
A0001	人工	工时	90	4.00	360.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	1661.94	149.57
	合计	元			1811.51
	单价	元			18.12

建筑工程单价计算表

土地损毁监测工程

建筑单价编号：7

定额编号：B5

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			29.89
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	3%	27.68	0.83
3	现场经费=直接费*费率	元	5%	27.68	1.38
二	间接费	元			10.51
1	管理费=直接工程费*费率	元	4.8%	29.89	1.43
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%	40.40	2.83
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%	75.23	6.77
	合计	元			82.00
	单价	元			82.00

建筑工程单价计算表

2m³挖掘机装石碴，汽车运输，洞内作业，运距≤0.5km 工程
 定额编号：02549

建筑单价编号：8
 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			1333.07
1	直接费	元			1223.00
(1)	人工费	元			38.06
A0001	人工	工时	11	3.46	38.06
(2)	材料费	元			23.98
C9003	零星材料费	%	2	1199.02	23.98
(3)	机械使用费	元			1160.96
J1011	单斗挖掘机 液压 斗容 2m ³	台时	1.88	202.80	381.26
J1044	推土机 功率 88kW	台时	0.94	96.58	90.79
J3020	自卸汽车 载重量 15t	台时	6.39	107.81	688.91
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3%	1223.00	36.69
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	1223.00	73.38
二	间接费	元			106.21
1	管理费=直接工程费*费率	元	5.7%	1333.07	75.98
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	92.17	30.23
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	1439.28	100.75
四	价差	元			722.13
A0001	人工	工时	11	4.00	44.00
A0002	机械工	工时	15.639	4.00	62.56
C051001	柴油	kg	133.529	4.61	615.57
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	2262.16	203.59

	合计	元			2465.75
	单价	元			24.66

建筑工程单价计算表

栽植带土球灌木，土球直径 20cm，（挖坑直径×坑深）40cm×30cm 工程
定额编号：09101

建筑单价编号：9
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			472.12
1	直接费	元			445.39
(1)	人工费	元			83.04
A0001	人工	工时	24	3.46	83.04
(2)	材料费	元			362.35
C0002	水	m ³	1.4	3.82	5.35
C130015	灌木（带土球）	株	102	3.50	357.00
(3)	机械使用费	元			0.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	2%	445.39	8.91
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	445.39	17.82
二	间接费	元			45.18
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.8%	472.12	17.94
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	83.04	27.24
三	企业利润=（一+二）*费率	元	7%	517.30	36.21
四	价差	元			96.00
A0001	人工	工时	24	4.00	96.00
五	税金=（一+二+三+四）*税率	元	9%	649.51	58.46
	合计	元			707.97
	单价	元			7.08

建筑工程单价计算表

土地复垦效果监测工程

建筑单价编号：10

定额编号：B6

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			29.89
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	3%	27.68	0.83
3	现场经费=直接费*费率	元	5%	27.68	1.38
二	间接费	元			10.51
1	管理费=直接工程费*费率	元	4.8%	29.89	1.43
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%	40.40	2.83
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%	75.23	6.77
	合计	元			82.00
	单价	元			82.00

建筑工程单价计算表

1.5m³装载机挖装土自卸汽车运输，运距 2km 工程
定额编号：01290

建筑单价编号：11
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			806.36
1	直接费	元			753.61
(1)	人工费	元			10.38
A0001	人工	工时	3	3.46	10.38
(2)	材料费	元			21.95
C9003	零星材料费	%	3	731.66	21.95
(3)	机械使用费	元			721.28
J1029	装载机 轮胎式 斗容 1.5m ³	台时	1.18	58.36	68.86
J1042	推土机 功率 59kW	台时	0.59	55.11	32.51
J3020	自卸汽车 载重量 15t	台时	5.75	107.81	619.91
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3%	753.61	22.61
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	753.61	30.14
二	间接费	元			45.08
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	806.36	29.84
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	46.45	15.24
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	851.44	59.60
四	价差	元			477.11
A0001	人工	工时	3	4.00	12.00
A0002	机械工	工时	10.425	4.00	41.70
C051001	柴油	kg	91.845	4.61	423.41
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	1388.15	124.93
	合计	元			1513.08

单价	元			15.13
----	---	--	--	-------

建筑工程单价计算表

1.6m³挖掘机挖装土自卸汽车运输，运距 2km 工程
 定额编号：01234
 建筑单价编号：12
 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			809.07
1	直接费	元			756.14
(1)	人工费	元			17.30
A0001	人工	工时	5	3.46	17.30
(2)	材料费	元			29.08
C9003	零星材料费	%	4	727.06	29.08
(3)	机械使用费	元			709.76
J1010	单斗挖掘机 液压 斗容 1.6m ³	台时	0.78	144.53	112.73
J1042	推土机 功率 59kW	台时	0.39	55.11	21.49
J3014	自卸汽车 载重量 5t	台时	12.52	45.97	575.54
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	3%	756.14	22.68
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	756.14	30.25
二	间接费	元			57.54
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	809.07	29.94
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	84.14	27.60
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	866.61	60.66
四	价差	元			704.48
A0001	人工	工时	5	4.00	20.00
A0002	机械工	工时	19.318	4.00	77.27
C051001	柴油	kg	131.716	4.61	607.21
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	1631.75	146.86
	合计	元			1778.61
	单价	元			17.79

7.4 估算结果

本矿山地质环境保护治理与土地复垦工程总投资 283.8219 万元，其中静态投资 214.6297 万元，占投入总资金的 75.62%，价差预备费 69.1922 万元，占投入总资金的 24.38%。该投资预算总额包含矿山地质环境保护治理费用 93.7036 万元，土地复垦费用 190.1183 万元，土地复垦面积 8.3029hm²，复垦工程单位面积动态投资 1.5265 万元/亩，费用明细见下列表：

表 7-4-1 矿山地质环境保护治理与土地复垦工程预算汇总表 金额单位：万元

序号	费用名称	预算金额		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	建筑工程	57.4984	120.5705	178.0689	62.74
二	设备购置费	0	0	0	0.00
三	临时工程费	0	0	0	0.00
四	独立费用	13.0354	13.3049	26.3403	9.28
五	基本预备费	3.5267	6.6938	10.2205	3.60
六	静态总投资	74.0605	140.5692	214.6297	75.62
七	价差预备费	19.6431	49.5491	69.1922	24.38
八	动态总投资	93.7036	190.1183	283.8219	100.00

8 矿山地质环境保护治理与土地复垦工作部署及进度安排

8.1 总体工程部署

根据方案所划分的重点防治区、一般防治区及本次工作的目标和任务，结合本矿山开采服务年限和资金投入等实际情况，以及矿山开采进度、开采顺序安排及生产工艺流程，统筹安排，将矿山地质环境恢复治理与土地复垦工作总体布置划分为3个阶段实施。

第一阶段（生产前期，5.0年，即2025年1月~2029年12月），主要部署如下：

2025年1月~2025年12月：实施表土收集、养护工程；修建表土场截水沟、挡土墙；实施1#、2#废弃窿、堆料区地形地貌景观恢复工程以及复垦工程，布设崩塌、滑坡和采空塌陷等地质灾害监测、水质水位监测工程、地形地貌景观破坏和土地资源损毁监测；

2026年1月~2026年12月：实施表土养护工程，布设崩塌、滑坡和采空塌陷等地质灾害监测、水质水位监测工程、地形地貌景观破坏和土地资源损毁监测；

2027年1月~2027年12月：实施表土养护工程，布设崩塌、滑坡和采空塌陷等地质灾害监测、水质水位监测工程、地形地貌景观破坏和土地资源损毁监测；

2028年1月~2028年12月：实施表土养护工程，布设崩塌、滑坡和采空塌陷等地质灾害监测、水质水位监测工程、地形地貌景观破坏和土地资源损毁监测；

2029年1月~2029年12月：实施表土养护工程，布设崩塌、滑坡和采空塌陷等地质灾害监测、水质水位监测工程、地形地貌景观破坏和土地资源损毁监测；

第二阶段（生产中后期，6.5年，即2030年1月~2036年6月），主要部署的工程有：实施表土养护工程；布设崩塌、滑坡和采空塌陷等地质灾害监测、水质水位监测工程、地形地貌景观破坏和土地资源损毁监测；

第三阶段（治理复垦期与监测管护期，4.0年，即2036年7月~2040年6月），主要部署的工程有对矿山各用地单元开展全面的保护治理与土地复垦工作，包括临时建筑物拆除、地面硬化层清除、废渣清理、井口封堵、表土回覆、植被恢复；布设崩塌、滑坡和采空塌陷等地质灾害监测、水质水位监测工程、地形地貌景观破坏和土地资源损毁监测等，对复垦工程种植的植被进行管护，土地复垦效果监测等。

8.2 年度实施计划

本矿山地质环境保护与土地复垦方案服务年限为15.5年，即从2025年1月至2040年6月，根据该矿山地质环境保护治理与土地复垦工作总体部署，工程划分为3个阶段

实施，矿山地质环境保护治理与土地复垦工程年度实施进度安排表见 8-2-1~表 8-2-2。

表 8-2-1 矿山地质环境保护治理工程年度实施进度安排表

工程位置	防治工程项目	第一阶段					第二阶段		第三阶段			
		2025	2026	2027	2028	2029	2030-2036	2036	2037	2038	2039	2040
表土场	截水沟修筑工程	■										
	挡土墙修筑工程	■										
	地质灾害监测	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1#、2#废弃窿	井口封堵工程	■										
选厂	井口封堵工程							■				
	地质灾害监测	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
主井工业场地	井口封堵工程							■				
	地质灾害监测	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PD380回风井	井口封堵工程							■				
下雷河	水质监测	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
矿区周边水文监测井、下降泉	水质水位监测	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	水质水位监测	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
各单元	地形地貌景观监测	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

表 8-2-2 矿区土地复垦工程年度实施进度安排表

工程位置	复垦工程项目	第一阶段					第二阶段		第三阶段			
		2025	2026	2027	2028	2029	2030-2036	2036	2037	2038	2039	2040
表土场	表土收集	■										
	表土养护	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	临时建构筑物拆除							■				
	废渣清理							■				
	植被恢复工程							■				
1#、2#废弃窿	临时建构筑物拆除	■										
	废渣清理	■						■				
	覆土工程	■										
	植被恢复工程	■										
堆料区	废渣清理	■										
	覆土工程	■										
	植被恢复工程	■										
主井工业场地、选厂	临时建构筑物拆除							■				
	废渣清理							■				
	覆土工程							■				
	植被恢复工程							■				
办公区、仓储及生活区	临时建构筑物拆除							■				
	废渣清理							■				
	覆土工程							■				
PD380回风井	植被恢复工程							■				
	临时建构筑物拆除							■				
	废渣清理							■				
	覆土工程							■				
各用地单元	植被恢复工程							■				
	土地损毁监测	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	土地复垦效果监测							■	■	■	■	■
	植被管护							■	■	■	■	

9 保障措施及效益分析

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，谁恢复”，“谁损毁，谁复垦”原则，矿山生产建设单位应成立项目实施管理机构，由法人代表直接领导，抽调人员组成，并吸收设计、施工单位加入，负责治理工程任务的施工、组织、管理和落实，做到责任明确、奖惩分明，编制单位积极配合矿山企业负责处理技术问题。当地自然资源主管部门监督、协调和技术指导、检查、竣工验收工作，成立项目实施督察小组，采用抽查方式，不定期对工程情况进行抽检，并负责组织地质环境保护与土地复垦工作的竣工验收。

9.1.2 技术保障措施

(1) 方案编制阶段中，矿山建设单位成立专业技术人员组成的技术小组，与方案编制单位密切合作，对矿山地质环境保护和土地复垦方案进行专门研究、咨询，确保方案的设计符合矿山实际。

(2) 方案实施阶段中，根据各项工程的技术要求，技术指导小组对项目进行全面的指导，并且提供技术支持，以保证项目的顺利实施。技术指导小组按方案实施计划和年度计划开展恢复治理工作，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方案。因此，该工程的矿山地质环境保护和土地复垦方案在技术上是有所保证的。

(3) 矿山企业应定期培训技术人员，咨询相关专家、开展科学实验、引进先进技术，以及对土地损毁情况进行动态观测和评价。

9.1.3 资金保障措施

本矿山地质环境保护与土地复垦工程总投资 283.8219 万元，其中矿山地质环境保护治理费用 93.7036 万元，土地复垦费用 190.1183 万元。矿山地质环境保护与土地复垦工程投资均由矿山企业自筹，从矿山生产成本或收益中列支。根据 2023~2024 年度矿山企业的生产经营数据，矿山月均锰矿生产量稳定在***万 t 左右，锰矿石的市场售价为***元/t，据此计算，月销售额可达约***万元，年度总销售额则约为****万元。考虑到每吨矿石的综合采选成本约为**元，扣除这部分成本后，企业的年税前利润约为****万元。鉴于企业当前生产经营状况良好且盈利能力显著，完全具备自主承担矿山地质环境保护与土地复垦工程全部投资费用的财务实力。

为确保地质环境保护与土地复垦工作的顺利实施，矿山企业应按规定建立矿山地质

环境恢复治理基金和及时预存土地复垦费用，该项资金需依据既定的年度实施计划，分阶段、有步骤地投入到恢复治理和土地复垦工作中。为确保资金使用的透明度和安全性，企业还需执行由自然资源主管部门、企业自身及银行共同参与的三方监管机制，对地质环境保护与土地复垦工程的资金账户进行严格的监督和管理。同时，企业需严格按照方案的进度安排，有序安排资金预算支出，稳步开展治理与复垦工作，并及时编制验收报告，向自然资源主管部门申请验收，以确保治理与复垦工作的顺利进行及最终验收的圆满完成。

未来矿山开展矿山地质环境保护治理工程过程中，治理恢复基金提取后应及时用于矿山地质环境治理恢复工程，不得挤占和挪用，保证专款专用。当基金不能够满足矿山地质环境治理恢复工作需要或因矿山地质环境变化、治理恢复方案变更资金加大时，矿山企业要按实际需要补充计提基金或者自筹资金实施矿山地质环境治理。矿山企业应根据自然资源主管部门批准的《方案》编制年度实施方案并明确基金的使用计划，报矿山所在地设区市和县（市）自然资源主管部门备案，并接受自然资源主管部门与银行三方共同监管，严格落实矿山地质环境保护与治理恢复工作措施。结合本《方案》，本矿山地质环境治理恢复基金使用范围包括：①矿山建设和开采引发的崩塌、滑坡、地面塌陷、地面沉降和地裂缝等地质灾害的预防和治理；②矿山建设和开采活动引发的地下水、地表水、植被、土壤、地形地貌景观破坏等矿山地质环境破坏的治理和恢复；③矿山地质环境监测；④《方案》中其它列支的矿山地质环境治理恢复工程。

矿山企业应当建立矿山地质环境治理恢复基金管理制度，规范基金管理，明确基金提取和使用的程序、职责及权限，按规定提取和使用基金，基金使用纳入矿山企业财务预算，基金的会计处理，应当符合国家统一的会计制度的规定。矿山企业按《方案》完成年度或阶段矿山地质环境治理恢复工程，经自检合格后 60 天内应向自然资源主管部门申请工程验收，工程验收合格后核算基金使用情况。

根据《广西壮族自治区国土资源厅关于加强土地复垦管理工作的通知》（桂国土资发〔2013〕91号）文件要求，矿山企业应在获得本《矿山地质环境保护治理与土地复垦方案》的备案批文后尽快与自然资源主管部门重新签订《土地复垦费用监管协议书》，并按照本《方案》要求履行土地复垦义务。

9.1.4 监管保障措施

本方案经批准后，若矿山开采方式、开采范围、生产规模有变更时，矿山企业应向自然资源主管部门报告，征得同意后，委托编制单位或者自行组织技术人员对方案修编，

修编后的方案经自然资源主管部门同意的组织评审单位评审通过再经备案后，方可施行。矿山应强化施工管理，严格按照方案要求进行自查，并主动与自然资源主管部门取得联系，自觉接受主管部门的监督管理。

在本《方案》的适用期限内，矿山企业要按《方案》的工作部署，主动做好和完成矿山地质环境保护治理与土地复垦工作，承担保护与治理责任，接受当地自然资源主管部门的监督管理，确保《方案》能够全面实施。

9.1.5 公众参与

在治理复垦工作实施过程中，自然资源主管部门、农业林业部门及有关土地权属人需共同协商，充分征求有关人的意见；方案编制好后，技术人员需再次走访当地的群众，向他们讲述最终方案，征求其对治理复垦目标、标准、植物选择的意见，填写征求意见表并签认。复垦结束后，自然资源主管部门进行验收时，除组织相关专家外，也需邀请部分群众代表参加，确保验收工作公平、公正、公开。

9.1.6 土地权属调整方案

本项目在土地复垦责任范围内进行原地复垦，土地权属关系未发生改变，因此本方案不涉及土地权属的调整。

9.2 效益分析

9.2.1 社会效益

通过对本项目的矿山地质环境保护与土地复垦方案的实施，一是采矿活动引发的采空塌陷等地质灾害得到有效预防，避免或尽可能地减少矿山地质灾害对矿山及周围矿山地质环境的危害，确保人民群众生命和财产安全；二是在充分利用矿产资源的同时，通过土地复垦使土地利用结构更加合理，合理利用了土地，提高了环境容量，促进了生态良性循环，维持了生态平衡，保障了社会的和谐发展；三是在矿区内营造适生长的植被，有效地防止和减少了区域水土流失，改良了地貌景观，为区域生态环境、农业生产环境的改造创造了有利条件，将会提高当地群众的生产、生活质量。总之，矿山地质环境保护与土地复垦工程实施对社会安定团结和稳定发展起着重要作用。

9.2.2 环境效益

按本方案实施后，获得的土地类型有乔木林地、灌木林地、其他草地、农村道路等，通过实施相应的复垦工程和措施，使矿山原有的生态结构、生态环境和生态平衡得以恢复，并向良性方向发展。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

态平衡或优于原来的生态环境，最大程度减少了水土流失破坏程度，适宜人、动物的活动及植物的生长，使环境得到和谐、持续的发展。

9.2.3 经济效益

按本方案完成全部复垦工程后，获得乔木林地 1.0550hm²、灌木林地 1.7819hm²、其他草地 4.7476hm²、农村道路 0.7184hm²，合计 8.3029hm²，复垦率 100.0%。本矿山土地复垦工程以恢复矿山生态环境为主，不直接产生经济效益。

10 结论与建议

10.1 结论

(1) 本《方案》是严格按照《方案编制技术要求》的要求进行编制，工作过程中充分收集了与本方案编制工作有关的矿产地质、水文地质、开发利用方案、矿区土地利用状况等资料，通过野外实地调查和室内综合研究，大致掌握矿区地质环境条件，主要矿山地质环境问题类型、成因、规模、分布特征、危害对象、影响程度等，针对矿区地质环境问题提出了经济可行的地质环境保护与土地复垦方案，完成了预期任务。

(2) 本矿山开采方式为地下开采，评估区重要程度属较重要区，矿山地质环境复杂程度为复杂类型，矿山设计生产锰矿矿石***万 t/年，属中型，为较重要建设项目，因此，本矿山地质环境影响评估级别为一级，矿山地质灾害危险性评估级别为一级。

(3) 现状评估：现状矿区及其附近地区未发现有崩塌、滑坡、泥石流、采空塌陷等地质灾害的发生。现状地质灾害弱发育；现状采矿活动对原生地形地貌景观影响和破坏程度严重，对含水层的影响和破坏较轻，对矿区水土环境污染影响较轻；矿山现状采矿活动已损毁土地面积共 7.9055hm²，其中，乔木林地 0.2333hm²、灌木林地 1.1457hm²、其他林地 0.0230hm²、工业用地 0.7094hm²、采矿用地 4.4868hm²、农村宅基地 0.5889hm²、农村道路 0.7184hm²。现状采矿活动对土地资源影响和破坏较轻。因此，现状采矿活动对矿山地质环境影响程度为局部严重。

(4) 预测评估：预测矿山开采过程中引发采空塌陷地质灾害的可能性中等，危害程度小，危险性小；预测矿山开采过程中引发工业场地堆矿场发生崩塌地质灾害可能性中等，危害程度小，危险性小；预测矿山开采结束后引发采空塌陷地质灾害的可能性小等，危害程度小，危险性小；预测矿山开采结束后引发工业场地堆矿场崩塌的可能性小，危害程度小，危险性小。预测采矿活动引发地质灾害对矿山地质环境影响较轻。预测采矿活动对矿山地形地貌景观的影响和破坏严重，对含水层影响和破坏较轻，对水土环境的影响和破坏程度较轻；未来矿山累计损毁土地面积 8.3029hm²，其中，乔木林地 0.2355hm²、灌木林地 1.5250hm²、其他林地 0.0230hm²、工业用地 0.7094hm²、采矿用地 4.4868hm²、农村宅基地 0.5889hm²、农村道路 0.7343hm²。采矿活动对土地资源影响和破坏程度较轻；综上所述，预测未来采矿活动对矿山地质环境影响程度为局部严重。

(5) 矿山地质环境保护和恢复治理工作划分为重点防治区和一般防治区两个分区，其中重点防治区（I区）为主井工业场地、选厂、办公区、仓储及生活区、堆料区、PD380

回风井、1#废弃窿、2#废弃窿及表土场等 10 个单元，面积共 8.3029hm²，占评估区总面积的 1.63%。综合评估为矿山地质环境影响程度为严重；一般防治区（Ⅲ区）为上述域外的其它评估范围，面积 501.7409hm²，综合评估为矿山地质环境影响程度为较轻。

（6）本矿山地质环境保护与治理工程主要有：修建表土场挡土墙、截水沟，实施井口封堵工程、布设崩塌、滑坡、采空塌陷等地质灾害监测工程，布设水质水位监测工程，布设地形地貌景观破坏和土地损毁监测等；矿山土地复垦工程主要有：表土收集及养护、临时建（构）筑物拆除、废渣清理、覆土工程、植被恢复等，布设土地复垦监测工程及管护等，通过实施全部复垦工程，获得乔木林地 1.0550hm²、灌木林地 1.7819hm²、其他草地 4.7476hm²、农村道路 0.7184hm²，合计 8.3029hm²，复垦率 100.0%。

（7）本矿山地质环境保护治理与土地复垦工程总投资 283.8219 万元，其中静态投资 214.6297 万元，占投入总资金的 75.62%，价差预备费 69.1922 万元，占投入总资金的 24.38%。该投资预算总额包含矿山地质环境保护治理费用 93.7036 万元，土地复垦费用 190.1183 万元，土地复垦面积 8.3029hm²，复垦工程单位面积动态投资 1.5652 万元/亩。

（8）通过对矿山实施矿山地质环境保护治理与土地复垦工程，无论从社会效益方面还是环境效益方面分析，都可取得良好的效果，这将使矿山地质环境得到良性、和谐、持续的发展。

10.2 建议

（1）矿山建设及开采过程中，应按照矿山地质环境保护及土地复垦方案要求，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）矿山生产过程中要严格按环保部门要求做好废水的处理与排放。

（3）如矿山扩大开采规模、变更开采范围或者开采方式，需重新进行矿山地质环境保护与土地复垦方案的编制工作。

（4）考虑矿山工程地质条件为中等复杂类型，未来采矿权人需另外委托相关资质单位对岩土排弃场、表土场挡墙施工地段的工程地质条件进行进一步的勘查后进行专项设计与施工。

（5）本《矿山地质环境保护与土地复垦方案》不代替相关工程勘察、治理设计，在方案实施之前，建议委托有资质的单位进行勘察设计。