湖南省沅陵县白雾坪钒矿

矿山生态保护修复方案

湖南明达资源规划设计院有限公司

二〇二五年十二月

湖南省沅陵县白雾坪钒矿

矿山生态保护修复方案

项目负责：肖蔚添

报告编写：肖蔚添　　李明驰　　杨　超

审　　核：陈正义

总工程师：陈正义

法人代表：米晓芳

提交报告单位：湖南明达资源规划设计院有限公司

提交报告时间：二〇二五年十二月

目　　录

1 基本情况 3

1.1 方案编制基本情况 3

1.2 矿山基本情况 9

1.3 矿山开采与生态保护修复现状 16

2 矿山生态环境背景 24

2.1 自然地理 24

2.2 地质环境 25

2.3 生物环境 36

2.4 人居环境 37

3 矿山生态问题识别和诊断 39

3.1 地形地貌景观破坏 39

3.2 土地资源占损 44

3.3 水资源水生态影响 50

3.4 矿山地质灾害影响 54

3.5 生物多样性破坏 62

4 生态保护修复工程部署 65

4.1 生态保护修复工程部署思路 65

4.2 生态保护修复目标 65

4.3 生态保护修复工程及进度安排 66

5 经费估算与基金管理 103

5.1 经费估算 103

5.2 基金管理 115

6 保障措施 117

6.1 组织保障 117

6.2 技术保障 117

6.3 监管保障 118

6.4 适应性管理 119

6.5 公众参与 119

7 矿山生态保护修复方案可行性分析 120
7.1 经济可行性分析 120
7.2 技术可行性分析 122
7.3 生态环境可行性分析 122
8 结论与建议 124
8.1 结论 124
8.2 建议和说明 126

1 基本情况

1.1 方案编制基本情况

1.1.1 任务由来

湖南省沅陵县白雾坪钒矿（以下简称“白雾坪钒矿”）为证照齐全的合法矿山。采矿许可证由原怀化市国土资源局颁发，矿山开采钒矿，采用地下开采方式，生产规模*****万吨/年，矿区面积******km^2，采矿证编号为**********，有效期自******年***月***日至***年***月***日，矿山采矿许可证现已过期。由于当时政策及矿山企业自身等因素，导致未能办理采矿许可证延续登记手续，相关事宜搁置至今。

该矿开采矿种为钒矿，属战略性矿产。根据 2019 年，自然资源部印发自然资规〔2019〕7 号文件中明确自 2020 年 5 月 1 日起钒矿属省级发证权限，故本次矿山需要变更发证主体以及办理采矿许可证登记手续。

为办理采矿许可证登记手续，有效保护矿山生态环境，指导矿山“边生产、边修复”实施生态保护修复和监测管护，为矿山生态修复基金计提、生态保护修复验收等提供主要技术依据，根据我省自然资源厅 2021 年颁布的《关于进一步加强新建和生产矿山生态保护修复工作的通知》（以下简称《通知》）湘自资办发〔2021〕39 号文件精神，矿山办理采矿许可证登记手续需编制矿山生态保护修复方案。2025 年 9 月，矿山委托我公司对矿区地质环境、生态环境进行了调查，并在以上资料的基础上编制《矿山生态保护修复方案》（以下简称《方案》）。

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

1.1.2 任务由来

1.1.2.1 工作目的

《方案》编制的主要目的是通过矿山生态环境识别和诊断，制定矿山企业在建设、

开发、闭坑各阶段的矿山生态保护修复方案，最大限度地减轻矿业活动对生态环境的影响，实现矿山生态环境保护修复，落实矿山企业对生态保护修复义务，为企业实施矿山生态保护修复提供技术支撑，为生态保护修基金提取、验收与监督管理提供依据。

1.1.2.2 工作任务

1、收集资料整理，确定矿山生态保护修复调查范围，开展矿山生态问题现状识别与诊断；根据矿山后续开采计划，对地形地貌景观破坏、土地资源损毁、水资源水生态破坏、诱发加剧与遭受矿山地质灾害可能与危险程度进行生态问题发展趋势分析。

2、根据矿山生态问题识别和诊断结果，提出生态保护修复思路、目标和措施。

3、拟定矿山生态保护修复实施内容的总体部署和进度安排。

4、对矿山生态保护修复工程经费进行估算。

5、提出保障矿山生态保护修复落实的措施。

6、对矿山生态保护修复方案进行可行性分析。

7、为矿山制定生态保护生态保护修复年度计划。

1.1.3 编制依据

1.1.3.1 法律法规

1、《中华人民共和国矿产资源法》（2024 年修订）；

2、《中华人民共和国水土保持法》（2010 年修正）；

3、《中华人民共和国环境保护法》（2015 年）；

4、《中华人民共和国森林法》1984 年 9 月 20 日发布，2019 年 12 月 28 日修订；

5、《中华人民共和国土地管理法》（2020 年修正）；

6、《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年修正）；

7、《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年修订）；

8、《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年修正）；

9、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年修订）；

10、《地质灾害防治条例》国务院令（2003 年）第 394 号；

11、《土地复垦条例》国务院令（2011 年）第 592 号；

12、《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2014 年）；

13、《湖南省土地整理条例》（2006 年；

14、《湖南省地质环境保护条例》（2018 年修订）；

15、《矿山地质环境保护规定》自然资源部令（2019 年）第 5 号。

1.1.3.2 有关政策依据

1、《关于加快建设绿色矿山的实施意见》（国土资规〔2017〕4 号）；

2、《湖南省绿色矿山建设工作方案》（湘国土资发）〔2018〕5 号；

3、《湖南省绿色矿山管理办法》（湘自然资规〔2019〕4 号）；

4、《湖南省矿山生态修复基金管理办法》（湘自资规〔2022〕3）号；

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

6、湖南省生态环境厅《关于执行污染物特别排放限值(第一批)的公告》2018 年

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

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

9、《国务院办公厅关于科学绿化的指导意见》（国办发〔2021〕19 号）；

10、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020 年)。

1.1.3.3 技术规范依据

1、《地质灾害防治工程勘察规范》（DB50/143-2003）；

2、《开发建设项目水土保持方案技术规范》（SL204-98）；

3、《水土保持综合治理技术规范沟壑治理技术》（GB/T16453.3-2008）；

4、《地下水质量标准》（GB14848-2017）；

5、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；

6、《给水排水工程构筑物结构设计规范》（GB50069-2002）；

7、《生态公益林建设技术规程》（GB／T18337.3-2001）；

8、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036—2013）；

9、《林业生态造林技术规程》（DB867-2013）；

10、《造林技术规程》(GB/T15776-2023)；

11、《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）》2014 年 4 月省财政厅、省国土资源厅编制；

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

13、《土地利用现状分类》（GB/T21010—2017）；

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

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

16、《污水综合排放标准》(GB8979—1996）；

17、《固体废物综合治理行动计划》(国发[2025]14 号);

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

19、《金属矿绿色矿山标准》（DB43/T1884-2020）；

20、《矿山生态保护修复验收规范》（DB43/T2889-2023）；

21、《矿山生态保护修复方案编制规范》（DB/T2298-2022）。

1.1.3.4 资料依据

1、2008 年 12 月，郴州联盛勘察设计有限公司编制的《湖南省沅陵县白雾坪钒矿矿产资源开发利用方案》；

2、2005 年 3 月，湖南省地质矿产勘查开发局四 0 七队编制的《湖南省沅陵县白雾坪钒矿矿产资源储量报告》（怀国土资储备字[2005]31 号）；

3、2009 年 5 月，湖南省建设工程勘察院编制的《湖南省沅陵县马底驿乡白雾坪钒矿矿山地质环境影响保护方案》；

4、2012 年 5 月，湖南省建设工程勘察院编制的《湖南省沅陵县菩恩矿业有限责任公司白雾坪钒矿矿山地质环境保护与恢复治理及土地复垦方案》；

5、2009 年 5 月，湖南省建设工程勘察院编制的《湖南省沅陵县马底驿乡白雾坪钒矿矿山地质环境影响评估报告》；

6、2025 年 10 月，湖南明达资源规划设计院有限公司编制的《沅陵县白雾坪钒矿矿山生态保护修复分期验收报告》；

7、其它编制本《方案》需要的采矿许可证、采矿权设置范围相关信息分析结果简报、《土地利用现状图》等。

1.1.4 工作概况

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

野外实际调查识别内容包括地形地貌、地层、构造、矿床及矿床开发、地表水、井泉、人居环境、水生态及水环境、土地资源及土石环境、地质灾害、重要工程建设设施、矿山开采情况、矿区水文及工程地质情况、矿山生态环境破坏及保护修复情况，矿山交通情况等。遥感解译采用现场天地图分辨率达 0.2m-0.5m 的卫星遥感影像，人机交互式解译现状矿山活动及矿业开采情况。

表 1-1-1　　完成工作量表

工作性质	工作项目	单位	工作量	备注
收集资料	文字报告	份	8	矿山储量核实报告、开发利用方案、矿山地质环境保护与治理恢复及土地复垦方案方案等相关资料。
	图件	张	6	开发利用方案附图、土地利用现状图等
遥感解译	无人机航拍	km^2	****	大疆无人机正射航拍
	遥感地质解译与验证	km^2	****	Bigmap软件下载的天地图影像和谷歌地图影像，人机交互式解译
野外调查	调查生态区面积	km^2	**km^2	
	调查路线长度	km^2	**km	
	相邻矿山	处	*	现场调查及资料收集，矿区300范围内无其它相邻矿权
	调查植被覆盖情况	%	**	
	地质点	个	**	
	水取样点	个	2	现场采样
	土壤取样点	个	2	现场采样
	基本农田	平方米	****	根据2025年10月13日《沅陵县白雾坪钒矿矿业权设置范围相关信息分析结果简报》查询
	调查民房	栋/人	**/**	
	生物环境	是/否	否	现状无破坏，覆盖率达80％以上、区域内未见珍稀野生动物
	矿山生产建设布局	处	0	矿山自2010年获得采矿许可证至今处于停产状态，尚未开采
	矿山生态环境问题	处	1	矿历史遗留原民采3号露采场占损土地资源问题、地形地貌景观破坏问题
	生态保护修复工程	处	0	矿山自2010年获得采矿许可证至今处于停产状态，故未开展生态保护修复工程。
	照片	张	45	采用5张
室内综合	编制报告	份	1	
	编制附图	张	3	

经过室内总结归纳，本次收集的资料、野外调查工作面积大于矿山开采对生态环

境影响的最大面积。本矿山生产规模为***万 t/a 每年，属大型矿山。根据《矿山生态保护修复方案编制规范》（DB43/T 2298-2022），大型矿山的调查点数量不能少于 15 个。本矿山的调查点数大于 20 个，且按要求在可能的污染区采取了水样和土样，故调查工作满足本次方案编制规范的要求。

经过室内总结归纳，本次收集的资料和野外调查工作基本能够满足矿山生态保护修复方案编制规范的要求。完成工作量见表 1-1-1。

1.1.5 方案适用范围

本方案的适用范围划分主要考虑以下几个因素：

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

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

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

具体生态修复区范围如下：西起塘子坪，北及东边至公路及小溪边，南至洪岩场，本次生态修复区面积约**km^2（见附图 2）。

1.1.6 方案适用年限

根据 2008 年 12 月，郴州联盛勘察设计有限公司编制的《湖南省沅陵县白雾坪钒矿矿产资源开发利用方案》，设计矿山的生产能力为***万 t/a，矿山的服务年限为***年。矿山在****年获得采矿许可证以来至今处于停产状态，尚未生产，因此剩余服务年限不变，仍为***年。

考虑到矿山办证周期以及矿山基建期的准备工作等因素，本次剩余服务年限从***年***月起算，即***年***月至***年***月。

本次设计闭坑后矿山生态保护修复期为*年，修复工程完成后*年为监测管护期。以上合计为***年，故本方案的适用年限为***年（****年*月～****年*月）。

1.2 矿山基本情况

1.2.1 矿山区位条件

1.2.1.1 矿山交通区位条件

白雾坪钒矿位于沅陵县城北东**km 处，行政区划隶属于沅陵县马底驿乡白雾坪村管辖，与凉水井镇松溪桥村毗邻，地理座标为东经***° ***′ ***″～***° ***′ ***″，北纬：***° ***′ ***″～***° ***′ ***″。矿山位于 319 国道、常吉高速公路以南，有****m 简易公路与****国道相连，通往马底驿乡与沅陵县城,距马底驿乡约****km，距官庄镇约****km，交通较为方便。另见图 1-1-1。

插图 1-1-1　矿山交通区位条件图

1.2.1.2 矿山生态区位条件

根据 2025 年 10 月 13 日《沅陵县白雾坪钒矿矿业权设置范围相关信息分析结果

简报》，矿区位于“三生空间”（城镇空间、农业空间、生态空间）中的生态空间内。矿权范围周边 300m 范围内无其它采矿权设置，矿区范围内有基本农田****平方米，不在县级以上城市规划区及等重要居民集中区周边；不在生态公益林区。因此，矿区建设符合《全国生态环境保护纲要》对矿产资源开发利用的生态环境保护要求。

1.2.1.3 国土空间规划区位

根据《怀化市矿产资源总体规划（2021～2025 年）》和采矿权信息核查，本矿区范围未涉及限制开采区/限制勘查区，不在环保、林业、水利、农业、住建等相关部门划定的各类保护区，与省生态环境厅自然保护区、自然资源部下发自然保护区、风景区信息、国家级自然保护区、生态红线、饮用水水源保护区禁止开发区边界信息均无重叠。根据市域生态修复和综合整治规划图，矿山在武陵——雪峰山生态修复重点区域内，属山水林田湖草生态修复复区，见插图 1-2-3。

综上所述，矿业权设置的范围总体符合沅陵县矿产资源总体规划。

插图 1-2-2　矿山在市域生态修复和综合整治规划中的位置

插图 1-2-3　矿山在国土空间总体规划区中的位置

1.2.1.4 产业区位条件

沅陵县位于湖南省西北部，怀化市北端，沅水中游，处武陵山东南麓与雪峰山东北尾端交汇处，总面积**平方公里。沅陵是湖南省版图面积最大的县，水能蕴藏量、黄金年产量、活立木蓄积量均居全省首位，是全国十大水电基地、全省林业十强县、全国十大生态产茶县、中国生态有机茶之乡、中国名茶之乡。

沅陵县植物资源丰富，具备粮食作物、经济作物和林木生长的良好自然条件。已探明的有金、钨、铜、锑、铅锌、硫铁等**余种。已探明储量的矿种达**种，产地**处，其中大型矿床**处，中型矿床**处，已探明主要矿产有黄金、硫铁矿、铅、锌、锑、钨、铜、金刚石、重晶石、石灰石、煤、石煤等，居全国前**位的有磷矿、石煤矿，居全国前五名的有石煤矿产，主要探明的储量铁矿**亿吨，石灰石**亿吨，石煤**亿吨，目前正在开采的有黄金、硫铁矿、锑、钨、铜、金刚石、铅、锌、石灰石、石煤等。矿山开采符合当地产业发展规划。

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

1.2.2 矿山采矿许可证及矿权范围

沅陵县白雾坪钒矿（以下简称“白雾坪钒矿”）为原怀化市国土资源局核发采矿证的合法矿山。矿山开采钒矿，采用地下开采方式，生产规模**万 t//a，矿区面积****平方公里，采矿证编号为 C**********，有效期自****年*月**日至****

年*月**日。矿权范围由 7 个拐点圈定，准采标高+***m～+***m。见表 1-2-1。

表 1-2-1　　矿山范围拐点坐标表（2000 国家大地坐标系）

拐点	拐点坐标		拐点	拐点坐标	
	X	Y		X	Y
1	***	***	5	***	***
2	***	***	6	***	***
3	***	***	7	***	***
4	***	***			
矿区面积：***平方公里，准采标高：+***m～+***m					

1.2.3 矿床特征

1.2.3.1 矿体地质特征

钒矿体赋存于含矿岩系中下部，距含矿岩系底界面 0~3m 不等，即 4 线距底界面 3m，0 线在底界面上，3 线距底界面 1.55m。地表矿体出露最高标高 446m，最低标高 352m。已基本查明工业矿体一个，矿体走向长度 1680m，矿体呈层状，似层状产出，层位稳定。矿体厚度 1.52~5.05m，平均 3.74m，单样 V_2O_5 含量 0.5-1.20%，单工程 0.72-1.14%，平均 0.94%（332 类）。 矿体呈北东、南西走向，约 230°～250°，倾向北西，倾角 42°~55°，平均 47°。但在矿区的西端，5 线附近，矿体受 F_3 压扭性断层的影响，使矿体遭到破坏而倒转，F_3 断层西盘矿体倾向南、南南东，倾角 34°~44°。

1.2.3.2 矿石类型

根据矿石用途和成分、结构构造等特征，钒矿石可按工业类型和自然类型分类。

矿石工业类型：主要根据 V_2O_5 的含量可以划分为贫钒矿石（V_1O_5＜0.7%）、中钒矿石（0.7%≤V_2O_5＜1%)和富钒矿石（V_2O_5≥1%）

矿石自然类型：按矿石的矿物成分组合和结构构造特点来划分，矿石自然类型主要有块状、条纹状和条带状矿石，其次有片状、叶片状和结核状矿石等。

1.2.3.3 矿石结构构造

钒矿石呈灰黑—黑色，风化后为灰白—灰褐色。其结构主要为炭泥质结构，其次为粉砂质结构，显微隐晶结构，微晶结构等。

钒矿石构造：主要为块状构造和藻纹状构造，其次为条带状构造和水平层理构造，

还有结核状、透镜纹理状、叶片状、片状等构造。

1.2.3.4 矿石的矿物成分

本矿区与麻阳大桥江钒矿、洪江市双溪煤矿钒矿类型基本相似，以及沅陵凉水井界天坪同层位的炭质页岩和野外实地观察所知：

钒矿产于硅炭质页岩中。钒矿石中未见独立的钒矿物，钒多呈分散状态，常与其它元素伴生。据镜下鉴定，炭质页岩呈炭泥质结构、藻纹构造、矿物成分：石英 15%，炭泥质 80%，球状藻 1-2%，黄铁矿 2-3%。炭泥质污染呈不透明或半透明状，有机质的存在呈淡褐色。层纹出现与藻迹有关，球粒状藻屑，粒径一般 0.08 毫米左右，中心炭化，边缘呈放射纤维状。石英中除 10%左右为砂，有 5%左右为成岩条纹石英。矿石中硅质 50-60%、泥质 20-40%、炭质 8-12%，发热量 800-1000 千卡/千克。

1.2.3.5 矿体围岩

矿体赋存于两个不同地层时代的接触面上，即寒武系小烟溪组底部，震旦系灯影组之上。现将矿体顶、底板围岩特征分述如下：

矿体顶板围岩：灰黑—黑色炭泥质页岩，薄层状，炭泥质—隐晶结构，片状构造，含星散状黄铁矿。矿石与顶板围岩一般肉眼难以辩认，但可以不含磷结构或炭泥质结核和硅质高低或不夹薄层状硅质岩，或含炭量增加，而污染手加以区别。

矿体底板围岩：为灰黑色硅质岩，薄—中厚层状，单层厚 1-20 厘米，坚硬，性脆。锤击之有大蒜嗅味，隐晶结构，块状构造。含硅高，$Si0_2$ 含量大于 80%，它是含矿岩系与矿体对比连接的标志层。

1.2.3.6 矿床共（伴）生矿产

本矿区只作 V_2O_5 的单项分析，对伴生矿物具体含量等情况无法了解，只能根据其它地区类似的矿床提供参考资料。现以双溪煤矿钒矿为例，钒矿中有害元素分析为：化学分析钒矿石含钙质，钒矿中有害元素分析为：化学分析钒矿石含钙 CaO1.0～1.67，锶 Sy0.015，钡 Ba 0.05，大部分元素均未达到综合利用的工业要求。

1.2.4 矿山矿产资源储量

根据湖南省地质矿产勘查开发局四 0 七队于 2005 年 3 月编制的《湖南省沅陵县

白雾坪钒矿资源储量报告》，截止 2005 年 3 月：重点控制圈定了Ⅰ号矿体，其资源储量为 122b 类别，矿石量*****吨，V2O5 量****吨。另有 334 矿石量*****吨，V2O5 量****吨。

1.2.5 企业基本情况和生产经营状况

沅陵县菩恩矿业有限责任公司于****年成立。经济类型为有限责任公司。企业的经营范围为矿石的开采、加工、销售。钒矿石加工相关技术的转让、咨询服务。(依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动)

矿山设置有矿山地质环境治理恢复基金专户，开户行为湖南沅陵新阳村镇银行股份有限公司龙兴支行，基金账户账号为**********，截至 12 月 1 日，基金账户余额为**万元（见附件）。矿山后续基金计提应根据最新编制《生态保护修复方案》进行计提，并根据年度修复计划进行提取。

1.3 矿山开采与生态保护修复现状

1.3.1 矿山开采历史与现状

1.3.1.1 矿山历史沿革

该区石煤开采历史悠久，据调查访问民国期间就已露天开采石煤烧石灰，盛于1970～2000年期间，现已停止开采。调查区内有三个“石煤”采场，由西向东即4、3、2号采场，4号采场规模最大，呈东西向带状，长度为530米，南北宽80～120米，面积约******m^2；3号采场东西长250米，南北宽70～110米，面积25952m^2，2号采场呈南北向带状，南北长150米，东西宽60米，面积7996m^2。其开采深度几米～50米，平均约25米。矿区范围内含矿层在走向上三分之二地段石煤层均有开采痕迹，开采宽度一般20～30米，开采深度一般20～30米，局部可达50米，均为露天开采石煤，未作钒矿开采，据本次调查，部分露采矿已自然复绿。

该矿山经怀化市国土资源局矿管部门统一规划挂牌出让，由沅陵县菩恩矿业有限责任公司***取得该矿的采矿权。该矿于***年***月***日换发了采矿许可证，证号为**********，有效期至***年***月***日，矿山后续分别于2012年、2015年进行延续。

近期采矿许可证由原怀化市国土资源局于***年***月***日颁发，证号为**********，有效期限自****年*月**日至****年*月**日。主要开采矿种为钒矿，登记的生产规模为***万t/a，准采标高+***～+***m标高，面积：******km^2，开采方式为地下开采。

自2010年以来至今，矿山处于停产状态，未开采。据《湖南省沅陵县白雾坪钒矿资源储量报告》,白雾坪钒矿圈定了Ⅰ号矿体,其资源储量为332类别,矿石量******吨，V_2O_5量******吨。另有334矿石量******吨，V_2O_5量******吨。

1.3.1.2 矿山开采现状概况

1、矿井建设概况

矿山设计生产规模为***万t/年，采用地下开采、主平硐暗斜井联合开拓方式。根据本次现场调查，矿山自2010年获得采矿许可证以来至今处于停产状态，未开采，

地表未破坏，井下未形成开拓系统。

2、废石堆

通过资料收集和对当地村民及矿山企业访问了解，自 2010 年获得采矿许可证以来至今处于停产状态，未开采，目前地表无废石堆放。

3、排水情况

自 2010 年获得采矿许可证以来至今处于停产状态，未开采，无井下矿坑水。

4、矿井通风

矿山设计该矿井通风方式为机械压入式通风。

5、采空区面积

矿山尚未地下开采，无采空区。

1.3.2 矿产资源开发利用方案

根据 2008 年 12 月，郴州联盛勘察设计有限公司编制的《湖南省沅陵县白雾坪钒矿矿产资源开发利用方案 》，简介如下：

1.3.2.1 设计利用资源储量、可采储量、开采规模、服务年限

设计利用资源储量：矿山设计利用资源储量******万 t；

可采储量为：按**%的回采率计算，可确定矿山可采储量为 ******万 t；

设计生产规模：***万 t/年；

服务年限：矿山服务年限为******年。

1.3.2.2 矿山采矿方式及采矿方法

开发利用方案设计采用地下开采方式；

方案推荐采用房柱采矿法开采。

1.3.2.3 矿井开拓方式

推荐的方案为平硐暗斜井开拓。

考虑到主平硐井口，应在矿区范围内靠近公路且标高较低，能使暗斜井长度最短，且有利于工业广场的布置等。确定主平硐井口在矿区范围北东端（即坐标拐点 4 附近），其坐标为（X=******,Y=******，Z=***m）；确定风斜井井口坐标（X=******，

Y=******，Z=***m， a =***°， θ =-***°）。先在矿区东北部+***m 平行矿体露头开掘主平硐口，掘好 220m 主平硐；再在+***m 变坡点（X=******,Y=******，Z=***m），沿***°方向掘进暗斜井（ θ =-27°）至+***水平，落底标高+***水平，与矿层底部相通，然后在脉内往南西以 θ =+***°的坡度掘进+***水平。分别从两斜井的北东和南西端***m 标高反掘沿脉天井，至+***、+***，再分别从+***、+***北东向南西端以 θ =+***°的坡度掘进+***中段、***回风巷，每隔 60m 把+***水平、+***中段、***回风巷通过沿脉天井连接起来。各采掘中段通过行沿脉天井（做人通风上山贯通和放矿用）。至此，矿井开拓系统已经形成，可以满足全矿的开采、通风及安全的要求。设计 2 个井口（各井筒特征如表 1-3-1）：

表 1-3-1　　白雾坪钒矿矿井口特征表

井硐名称	井口中心坐标			备注
	X	Y	Z	
主平硐	***	***	***	拟建
风井	***	***	***	拟建

1.3.2.4 中段划分

根据该矿的储量报告，该矿体的上界为+***m，下界为+***m，为大体呈一斜面状矿体，矿体平均倾角为 47°，划分为 2 个中段，即+***、+***中段开采。

1.3.2.5 采区划分

本矿井只有一层可采钒矿层，因此为单矿层采区,只划分为一采区。

1.3.2.6 运输方案

该矿井为主平硐暗斜井联合开拓方式。井下采场运输方式为电耙、各采掘水平为电机车牵引串联矿车的联合运输方式。地面为公路运输，在工业广场装车后，直接销售。

1.3.2.7 矿山通风、排水

通风：该矿井通风采用机械通风，整个矿井通风系统布置方式为两翼对角式，通风方式为机械压入式通风。

排水：排水方法采用机械排水，在暗斜井井底车场附近设水仓和水泵房，并备用

两台大功率水泵用于掘进排水及矿山防洪，矿坑水抽排至地表，矿坑废水经地表拟建污水处理站处理后，达标排入附近溪沟。

1.3.2.8 矿山废石

根据本方案，拟设废石堆场 1 处，堆放场的废石还能利用。废石堆放场设计在主平峒南东方***m 的山沟设置一个面积***m^2、堆高***m、堆方***m^3 的废石场，按岩石松散系数 1.3 计，矿床开拓将产生***m^3 废石，可满足要求。（目前现状尚未建设）

1.3.2.9 厂址的选择

工业广场在主井口附近，生产、生活设施利用要配套齐全。工业场地内无村民房屋。

1.3.2.10 产品方案

产品为钒矿石，钒原矿经手选后直接销售。

见插图 1-3-1、1-3-2

插图 1-3-1　　沅陵县白雾坪钒矿平面布置图（附井上、下工程图）（比例尺 1：5000）

插图 1-3-2　　白雾坪钒矿开括系统垂直纵投影图（比例尺 1：2000）

1.3.3 已开展生态保护修复工程

1.3.3.1 土地复垦与生物多样性修复工程

该矿山自2010年获得采矿许可证至今一直处于停产状态，未造成土地复垦与生物多样破坏，未开展土地复垦与生物多样性修复工程。

1.3.3.2 水资源、水生态的保护与修复现状

矿山自2010年获得采矿许可证以来至今处于停产状态，未开采，未开展水资源水生态修复与改善工程。

1.3.3.3 矿山地质灾害防治及监测工程

矿山自2010年以来至今处于停产状态，未发生过地质灾害，矿山未采取矿山地质灾害防治工程。

水生态和土地资源破坏是矿山开采的主要生态问题，矿山对此十分重视，主要采用了定期取样监测。矿山组织了人员对矿山水质和土壤进行定期取样进行监测，一旦发现问题矿山可及时掌握情况，近期为2025年9月27日由湖南省水文地质环境地质调查监测所取样检测，并出具检测报告，各项指标均达标（见附件）。

1.3.3.4 分期验收结论

矿山在2025年为办理采矿许可证延续登记手续，向怀化市自然资源和规划局申请分期验收，湖南明达资源规划设计院有限公司于2025年10月对矿山进行了分期验收并编制了《沅陵县白雾坪钒矿矿山生态保护修复分期验收报告》，该报告的结论为：合格。

1.3.3.5 矿山生态保护修复年度验收结论

矿山2010年获得采矿许可证以来至今处于停产状态，未开展矿山生态保护修复年度验收。

1.3.3.6 矿山生态保护修复现状小结

综上所述，矿山 2010 年获得采矿许可证以来至今处于停产状态，未开展生态保护修复工程。2025 年开展分期验收，验收结论为合格。

2 矿山生态环境背景

2.1 自然地理

2.1.1 地形地貌

生态修复区位于雪峰山脉北东段西麓沅陵县东北部，区内最高点位于生态修复区南东部，海拔 551.8 米，最低点位于生态修复区北东部，海拔 313.0 米（可视为最低侵蚀基准面），相对高差 238 米。区内山体大致呈北东走向，山体绵亘，地势南东高，北西低，属构造剥蚀低山地貌。总体地貌类型简单。

插图 2-1-1　矿山的地形地貌

2.1.2 气象

本区寒暑适度，四季分明，属亚热带季风性湿润气候区，阳光充足,温暖潮湿，雨

量充沛、四季分明。夏秋之际炎热，冬春之交寒冷。根据沅陵气象站资料，1980-2024年沅陵县年平均气温16.5℃；极端最高气温为39.1℃（1997年8月3日），极端最低气温-5.1℃（1983年1月6日），无霜期260天。区内雨量充沛，春季多阴雨，大暴雨多在夏季（4～8月份），秋冬季雨水较少。月最大降雨量475.6mm（1995年6月），最大暴雨强度为90.5mm/h（1990年6月14日沅陵气象站）。多年平均降雨量1450.0mm，最大年降雨量2000.7mm，最小年降雨量1157.0mm（1986年）平均蒸发量1356.7mm，最大年蒸发量1364.0mm。

2.1.3 水文

生态修复区属沅水流域，区内水系较发育，矿区北部发育一条自北西流向北东的常年性溪流，溪水流量0.3～0.5m³/S，为下游农田灌溉水源。

插图2-1-1　矿区周边水系图

2.2 地质环境

2.2.1 土壤

矿区的土壤主要是黄壤，成土母质为粉砂质板岩、板岩等风化残坡积物，表土层

的厚度一般为 0~10m，土壤呈酸性反应，pH 值 6.4-7.1 左右，风化淋溶系数 0.17。土层厚度因地形而异，一般山顶部较薄、坡脚较厚。由于植被茂密，土壤物理性较好，疏松易耕，土壤养分一般。

土壤物理性较好，疏松易耕，土壤质地轻而富含钾。矿区土壤 pH 值为 5.4～7.1，含水量 15～19%，容重一般在 1.13～1.50g/cm³，通气孔隙度多在 60％左右，有机质含量 1.47～1.72g/kg，全氮含量 0.060～0.178％，速效磷含量 1.35～17.7ppm，速效钾含量平均 50～150ppm。

根据沅陵县白雾坪钒矿最新的土壤监测结果显示，项目占地范围内的点位土壤监测因子均符合《土壤环境质量-农用地土壤污染风险筛选标准（试行）》（GB15618-2018）的标准限值要求。

插图 2-2-1　矿区土壤

2.2.2 地层岩性

据历次地质工作成果，板溪群五强溪组、震旦系、寒武系下统小烟溪组、二叠系、

白垩系和第四系。矿山仅分布震旦系及寒武系下统小烟溪组及零星的第四系。板溪群五强溪组见于矿山南部，二叠系、白垩系见于矿山北部，现将各地层由老至新分述如下：

2.2.2.1 板溪群五强溪组（Ptbnw）

为一套碎屑岩建造岩石，以灰绿～灰白色夹浅紫红色，中细粒浅变质砂岩、长石石英砂岩。含凝灰质，中夹细砂岩，绢云母板岩等，呈断层接触未见底。

2.2.2.2 震旦系（Z）

呈北东向条带展布，见于图区的南部。下部为碎屑岩岩类，上部为炭酸盐和硅质岩类沉积。

下统南沱冰碛岩组（Z_{ban}）：深灰色、灰绿色冰碛砾泥岩，无层理。砾石成份复杂，主要有砂岩，板岩、硅质岩；砾径大小不一，一般 0.25～5 厘米，大者可达数十厘米；呈浑圆至棱角状，分选性差。厚 50～240 米。

局部下部夹凝灰质砂岩、砂岩和页岩。该组与板溪群五强溪组呈不整合接触。

上统陡山沱组（Z_{bd}）：上部：为黑色白云质灰岩、硅质灰岩、白云岩夹黑色硅质炭质页岩，局部含磷结核。厚 20～30 米。

中部：为互层状磷矿，由 2～5 米厚之深灰色白云质灰岩、白云岩和黑色硅质炭质页岩与磷矿组成。厚 13.2～30 米，磷矿层位较稳定。

下部为灰白色中厚层状硅质白云岩，夹炭质页岩，局部具铅锌矿化，厚 10～20 米，本组总厚 50～80 米。

上统灯影组（Z_{bdn}）：本组全为黑色条带状硅质岩，本组岩石坚硬、地貌上多组成山脊或陡坎，又称为“留茶坡燧石层”，厚 60 米左右。

2.2.2.3 寒武系下统小烟溪组（∈1）

主要为灰黑色至黑色炭质页岩，风化后呈灰白色，灰褐色等，炭泥质结构；板状构造。中部含炭泥质较高，多为“石煤”开采的对象。近底部一段（约 10 米左右）含硅质较高，中夹 0.5～3 厘米厚的硅质岩互层，硅炭质页岩中含直径约 1 厘米大小的星散状磷结构或炭泥质结核。在底部见有断续分布的结核状磷矿层，厚约 0.3 米左右。

近底部一段亦是钒矿化层，亦含铀、锶、镉、镓等稀有、放射性元素。本组已见厚 120～170 米。

该组与灯影组呈假整合～整合接触。

2.2.2.4 二叠系下统（P_1）

深灰色中厚层状泥质灰岩、泥灰岩和硅质团块或条带状灰岩，含沥青质，层间常夹数厘米厚的黑色灰质页岩。

该层与寒武系呈不整合接触。

2.2.2.5 白垩系下段（K_1）

为湖盆陆相碎屑沉积，分布于矿区的北面，分布面积约占图区面积的 1/5。紫红色、棕红色厚至块状长石石英砂岩，灰泥质胶结，间夹薄层砂泥岩，局部含砾。常见明显的水平层理、交错层理，上部为棕红色砂质泥岩夹泥质粉砂岩及长石石英砂岩，局部含砾石呈条带状顺层排列。

本段岩性单一，以一套厚至块状长石石英砂岩为显着标志。地貌上常呈现陡坡，悬崖。未见顶，厚度不详。

该层与寒武系呈不整合接触。

2.2.2.6 第四系（Q）

主要成分为粘土、亚粘土和岩石碎块，以冲积物为主，沿山间谷地山坡形成残坡积物，呈零星分布，厚度 0～10 米。

2.2.3 岩浆岩

矿区内无岩浆岩。

2.2.4 地质构造

本区位于江南地轴中段，雪峰弧形构造由西南段的北东走向向北段呈近东西走向的转折部位。

1、褶皱：调查区及矿区范围内褶皱构造较为简单，为一个向北西倾斜的单倾斜构造。它是属于向北西突出的泸溪～马底驿～茶庵铺弧形复式背斜的北西翼。岩层走向一般为北东 60°～南西 240°左右，倾向北西，岩层倾角中等，一般 30°～50°，局部 70°。背斜轴部由冷家溪群（Ptbnw）地层组成。

2、断裂：区内断裂构造不太发育，现有二条断层，即 F_3、F_4。

① F_3 北东向压扭性断层：已见走向长度大于 2800 米；斜切图区矿区所有地层，走向北东 40°左右，倾向南东，倾角 60°—70°。北东方向延伸出图区，南西方向从王家经矿区南西端，构造形迹不太明显，从矿区拐点 7，向南西延伸 360 米即消失。

在矿区的南西端由于受 F_3 断层的影响，从 5 勘探线以西，寒武系地层倒转，断距不明。

② F_4 断裂压扭性断层：见于矿区南部，发生在板溪群与震旦系的南沱冰碛岩组之间，已见走向长度 2400 米，向北东及南西方向均延伸出图区。断层走向北东 70°～80°，与地层走向基本一致。倾向不明，生成时期较早，可能属于雪峰—加里东期的产物。

综上所述，矿区构造复杂程度属简单类型。

插图 2-2-2　综合地质柱状图

2.2.5 水文地质

2.2.5.1 含水层和隔水层

1、含水层特征：

1、含水层特征

①第四系弱含水层（Q）：主要分布于第四系残坡积层中，残坡积层主要由结构松散的碎石土和块石土组成，分布在山麓坡脚及洼地之中，厚度薄、岩性松散，含弱孔隙潜水，富水性弱，透水性、赋水性较差，含水量与季节关系密切，受地表及大气降水补给，沿山沟排泄，排泄条件好，周边泉水流量多为 0.01~0.1L/S。

②岩溶裂隙水含水层

由二叠系下统深灰色中厚层状泥质灰岩、泥灰岩和硅质团块或条带状灰岩组成，含岩溶裂隙水。但该层位于矿山可采矿层底板方向，且与矿体之间有震旦系上统陡山沱组、灯影组阻隔，厚度大于 80m，对矿山开采无影响，本次不予详述。

③裂隙含水岩组：为震旦系下统南沱组冰碛层、陡山沱组硅质岩、上统灯影组条带状硅质岩、寒武系下统小烟溪组炭质页岩二迭系下统深灰色中厚层状泥质灰岩，近地表风化带组成的裂隙含水岩组。其透含水性较差。其主要接受大气降水的补给。沿山麓坡脚排泄，迳流途径短。深部裂隙不发育，可视为隔水层。

2、隔水层特征：

震旦系下统南沱组冰碛层、陡山沱组硅质岩、上统灯影组条带状硅质岩、寒武系下统小烟溪组炭质页岩二叠系下统深灰色中厚层状泥质灰岩深部裂隙不发育，可视为隔水层。

2.2.5.2 地下水补给、迳流、排泄特征

天然状况下：大气降水通过残坡积层孔隙入渗后，补给岩溶地下水，一部分通过裂隙、溶隙进入地下深部后在地层的裂隙和溶隙中随区域地下水的运动方向远距离迳流。一部分在浅部沿山坡通过溶隙裂隙短暂迳流后以发散的形式排泄于山坡脚；部分以间歇泉的形式排泄于地表沟谷中；少部分通过蒸发排泄。

开采条件下：由于采矿影响，局部改变了地下水的迳流、排泄条件，一定范围的

地下水通过裂隙流向矿坑，再由矿山排水设备排出地表。

2.2.4.3 老窿水

本矿尚无地下开采历史，无老窿水影响问题。

2.2.5.4 矿井充水因素分析

矿山区内地表水系较发育，多细小溪涧，且有一处 9000m^3 的地表水体，地表水与地下水有一定水力联系，对矿床充水有一定影响。大气降水是其主要补给来源；顶板砂岩裂隙水小，裂隙含水性弱，导水性弱，对矿井充水影响小。

2.2.5.5 矿山涌水量预测

现状矿山尚未开采，未来矿坑充水以顶板弱裂隙含水层为主，顶板由雨季降水透过裂隙渗透进入矿坑。采用降雨渗入法计算矿坑涌水量：

其公式：$Q = F \lambda Hnp$

式中：Q：计算涌水量(m^3/年)；

F：集雨面积(m^2)，由储量做算面积、开发利用设计压覆面积及地形坡度计算得 0.22km^2；

λ：为降雨渗入率，综合观测得其为 0.3024；

Hnp：历年平均降雨量。由湖南省沅陵县气象站获得为 1.450m，最大年降雨量 2.0007m。

代入计算得：$Q = F \lambda Hnp = 220000 \times 0.3024 \times 1.450 = 96465.6$（$m^3$/年）

利用上述计算公式，计算出未来矿坑正常涌水量约 11m^3/h，最大矿坑涌水量约 15m^3/h（不含突水时下的瞬时涌水量，仅供矿山参考）。

2.2.5.6 矿山水文地质条件结论

本矿坑充水因素大气降水是其主要补给来源；顶板砂岩裂隙水小，裂隙含水性弱，导水性弱。矿坑未来开采后未来一般涌水量约为 11m^3/h，最大涌水量约为 15m^3/h。综上所述，矿区水文地质条件为简单类型。

2.2.6 工程地质条件

2.2.6.1 岩土体工程地质条件

1、土体

区内土体主要为残坡积层粘土，亚粘土、碎块石土组成，主要分布于坡地及低洼谷地，厚度 0～10 米，工程地质稳定性差。根据区域资料，含水量一般为 26～43％，液限为 43～54％，塑限 24～27％，塑性指数 17～28，抗压强度为 0.149～0.25Mpa。

2、岩体

（1）软弱～较坚硬陆相红色碎屑岩组

由白垩系下段构成，岩性以紫红色厚层状长石砂岩、泥岩互层为主，局部含砾砂岩。新鲜岩石饱和单轴极限抗压强度为 15～45MPa，岩体结构松散，胶结程度较差，风化作用强烈，地表风化层厚度可达 5～10m，完整性差；

（2）坚硬中厚层状泥质灰岩、泥灰岩岩组

由二叠系深灰色中厚层状泥质灰岩、灰质页岩组成。新鲜岩石饱和单轴极限抗压强度为 80～120MPa，岩石完整性较好，泥质成分的掺杂使岩体兼具一定韧性，抗剪强度中等，风化后易形成弱风化壳，厚度多在 1～3m 范围内。

（3）软弱～较坚硬砂泥质岩组

由寒武系下统小烟溪组构成。岩性为碳质页岩、粉砂质页岩、细砂岩，夹少量灰岩或白云岩结核；新鲜岩石饱和单轴极限抗压强度差异较大，页岩类 15～30MPa、砂岩类 50～65MPa；岩体节理裂隙发育，易软化崩解，完整性较差。

（4）坚硬厚层～巨厚层白云岩岩组

由震旦系上统灯影组构成。岩性以厚层～巨厚层白云岩为主，局部夹硅质白云岩、硅质岩透镜体；新鲜岩石饱和单轴极限抗压强度为 85～110MPa；岩体完整性较好，仅层理面及构造破碎带裂隙较发育，抗风化能力强。

（5）坚硬薄～中厚层状白云岩、硅质岩岩组

由震旦系上统陡山沱组构成。硅质岩、白云岩新鲜岩石饱和单轴极限抗压强度大于 80Mpa；除硅质岩地表风化裂隙较发育外，其它岩石完整性相对较好，岩体力学性质稳定，抗风化能力较强，多构成区域内的硬性地层骨架。

（6）软弱～较坚硬冰碛岩组

由震旦系下统南沱冰碛岩组成，新鲜岩石饱和单轴极限抗压强度为 10～35MPa，岩体软弱，岩性以杂砾岩为主，砾石成分复杂且胶结疏松，易受风化剥蚀和水动力作用影响，岩体完整性差，节理裂隙发育，力学性质不稳定，常形成软弱夹层或易崩解地层。

（7）较坚硬～坚硬浅变质砂泥质岩组

由板溪群五强溪组构成。岩性以长石石英砂岩、粉砂岩、板岩、千枚岩为主，夹少量凝灰岩；新鲜岩石饱和单轴极限抗压强度为 40～75MPa；岩体完整性中等，受浅变质作用及构造影响节理裂隙较发育，风化后强度显著降低。

2.2.6.2 矿体及其顶底板围岩工程地质特征

矿体顶板围岩：灰黑—黑色炭泥质页岩，薄层状，炭泥质—隐晶结构，片状构造，含星散状黄铁矿。矿石与顶板围岩一般肉眼难以辩认，但可以不含磷结构或炭泥质结核和硅质高低或不夹薄层状硅质岩，或含炭量增加，而污染手加以区别。

矿体底板围岩：为灰黑色硅质岩，薄—中厚层状，单层厚 1-20 厘米，坚硬，性脆。锤击之有大蒜嗅味，隐晶结构，块状构造。含硅高，Si02 含量大于 80%，它是含矿岩系与矿体对比连接的标志层。矿体顶底板均稳定性好。

2.2.6.3 岩体风化特征

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

2.2.6.4 岩溶发育特征

矿区内无岩溶地层分布。

2.2.6.5 边坡类型、特征及稳定性

生态修复区内边坡可分为自然坡、人工切坡和人工堆积边坡。

自然斜坡：矿区内自然边坡稳定，地形坡度较缓，一般 10～25º；表层多为第四系残坡积层覆盖，一般 0～10m，植被覆盖率较高（80％），自然边坡主要受地面流水侵蚀作用的影响，一般呈基本稳定状态天然状态下山体边坡基本稳定。现场调查，

未发现有山体滑坡、崩塌等地质灾害。

人工切坡：区内人工切坡主要为矿山公路和历史民采露天开采石煤烧石灰产生的露采坑，区内矿山公路因依山就势修建，据调查，切坡地段较少，切坡高度一般小于3m，矿山公路人工切坡稳定，露采坑为1970～2000年期间历史民采露天开采石煤烧石灰产生，时间较久远，多年来未发生边坡垮塌现象，现状大部分已自然复绿，未来发生边坡垮塌现象可能性小。

人工堆积边坡：主要为废石堆积边坡，矿山尚未开采，现状矿山范围内无废石堆堆放，原民采产生的废石堆已自然复绿，目前地表已不可见。

2.2.6.6 工程地质条件小结

该区矿床底板围岩为厚度较大的硅质岩，顶板为厚度较大的炭质页岩，经弱硅化作用，岩石机械物理性能增强；岩性比较致密、坚硬，f值可达7~8，抗压及抗剪强度比较好，岩层比较稳固。

综上所述：矿山工程地质条件复杂程度为简单类型。

2.3 生物环境

2.3.1 植被环境

矿山属构造剥蚀低山地貌，矿区的地形起伏较大，矿区内山林较多，山坡上部主要为竹林地。植物繁茂，多产杉木、马尾松。植被覆盖率达 80％以上。矿山所处区域气候温和，雨量充沛，适合植物生长，农业条件优越，经济作物有油茶及少量茶叶，农作物以稻谷为主。

植物资源比较丰富，种类以松木、杉木、灌木和杂木林为主，灌木主要有山茶花、映山红等，草本植物为白茅、刺芒、夏枯草、结篾草、狗尾草、野菊花、猫儿刺等。经过现场调查和资料查阅，生态保护修复区范围内未发现国家重点保护野生植物，总体而言，生态保护修复区内植被生态较好。

插图 2-3-1　矿区内杉木

插图 2-3-2 矿区内马尾松

插图 2-3-3 矿区内白茅

2.3.2 动物环境

生态保护修复区域内常见的野生动物有蛇、松鼠、蛙类、野鸡、野兔、竹林猪（俗称冬茅老鼠）等，区域内未见珍稀野生动物。

生态保护修复区域也无大型渔业、水产养殖业，无自然保护区和名胜古迹。

2.4 人居环境

2.4.1 矿区人口数量与分布

矿区行政区划属沅陵县马底驿乡白雾坪村所辖，经统计在整个生态保护修复区内有：矿界范围内无居民居住，但在生态修复区内有居民房屋约**栋，居民约***余人。

2.4.2 相邻矿山及占用土地资源现状

本矿山周边无其它矿山分布。

根据矿区土地利用现状图分析，矿山占地总面积约***hm^2，矿山开采境界内大部分为采矿用地和乔木林地。土地权属为沅陵县马底驿乡白雾坪村。

2.4.2 矿区人类活动范围及强度

1、民用建筑

区内的民用建筑主要位于生态保护区洞中村、中山坪村，均在矿界外。民房为3层以下砖混或砖木结构房屋。当地地势平坦，房屋一般依山就势修建，切坡高度一般小于5m，对生态环境有一定影响，但不需进行修复。

2、道路建设

本次生态保护修复区的道路，无铁路、高速公路、省道等交通设施，主要以乡村道路为主，道路宽度小于6m，切坡高度小于3m，一般依山就势修建，对生态环境有一定影响，但大部分路段已采取了护坡、复绿措施。

3、林业及农垦

根据《采矿权设置范围相关信息分析结果简报》，矿山范围内有永久基本农田****平方米，矿山属构造剥蚀低山地貌，主要地类为林地，生态修复区内以种植水稻的农

田为主，并种植有玉米、红薯、花生和蔬菜等作物。经济来源主要以出外打工、烧石灰为主，其次为少量的林、牧业等，对地质环境影响较小。

2.5.3 社会经济概况

马底驿乡是沅陵县工业、农业和矿业重镇，根据《沅陵县 2024 年国民经济和社会发展统计公报》，全县城乡居民人均可支配收入为****元，同比增长**%。其中，城镇居民人均可支配收入*****元，同比增长**%；农村居民人均可支配收入****元，同比增长**%。本区为剥蚀构造丘陵及侵蚀堆积谷地地貌，平坦地势适于耕种的基本农田少或无，荒坡地和林地面积广。区内经济以农林业为主，工业和加工业无，青壮劳力多外出打工。地方经济水平欠发达。

3 矿山生态问题识别和诊断

3.1 地形地貌景观破坏

矿业活动对地形地貌的破坏影响一方面是指对原生的地形地貌景观影响和破坏，另一方面指对重要自然保护区、景观区、居民集中生活区、重要交通干线、河流湖泊直观可视范围内地形地貌景观影响。

根据采矿权信息查询结果，本次采矿权范围与省生态环境厅自然保护区、自然资源部下发自然保护区、风景区信息、国家级自然保护区、禁止开发区边界、省林业局下发自然保护地均无重叠，矿山不在“三区两线”可视范围内，矿区与重要基础设施建设无冲突。

3.1.1 地形地貌景观破坏现状

本矿为地下开采，据调查访问，该矿山自 2010 年获得采矿许可证至今一直处于停产状态，未造成地形地貌景观破坏。

调查区内原有三个“石煤”采场，据调查访问，该区域民国期间就已露天开采石煤烧石灰，盛于 1970～2000 年期间，现已停止开采。由西向东即 4、3、2 号露采场。4 号露采场规模最大，呈东西向带状，长度为 530 米，南北宽 80～120 米，面积约 6.23hm^2；3 号采场东西长 250 米，南北宽 70～110 米，面积 2.60hm^2；2 号采场呈南北向带状，南北长 150 米，东西宽 60 米，面积 0.80hm^2。均为露天开采石煤，未作钒矿开采。

据本次调查，4 号露采场露采区域已自然复绿，且离居民区及乡村道路较远，对地形地貌景观破坏影响较小。

3 号露采场露采区域部分已自然复绿，但仍然存在部分裸露区域，靠近乡村道路，视觉冲突强烈，对地形地貌景观造成了破坏。

2 号露采场露采区域已自然复绿，同样存在部分裸露区域，且靠近乡村道路，视觉冲突强烈，对地形地貌景观造成了破坏。

插图 3-1-1　　4 号露采场露采区域对地形地貌景观影响小

插图 3-1-2　　3 号露采场露采区域对地形地貌景观有影响

插图 3-1-3　2 号露采场露采区域对地形地貌景观有影响

3.1.2 地形地貌景观破坏趋势

根据《开发利用方案》拟定的矿山建设方案、开采方式，伴随矿业活动相继展开，造成原生地形地貌景观破坏的主要方式表现为场地建设、废石堆堆场二个方面。

3.1.2.1 场地建设

未来矿山工业广场建设主要为 2 处（矿部及主井工业广场、风井工业广场），分别位于主井、风井井口处。

矿部及主井工业广场场址选在矿区南侧山坳内，设置矿部办公区、职工宿舍、食堂、设备维修车间等工业广场设施，拟占地 0.2hm^2，其建设需场地平整，建筑物对场地压占，破坏了大面积植被，其房屋建筑与当地民房风格迥异，视觉冲突强烈，对地形地貌景观造成破坏。

风井工业广场场址选在矿区风井井口前方，拟占地 0.03hm^2，其建设需场地平整，

建筑物对场地压占，破坏了大面积植被，其房屋建筑与当地民房风格迥异，视觉冲突强烈，对地形地貌景观造成破坏。

需要说明的是，开发利用方案设计的各井口均位于乡村道路附近，矿山公路主要为乡村道路，现状乡村公路均已硬化，未来不需复垦，故本方案不讨论矿山公路对景观的破坏以及对土地资源的占用情况等。

3.1.2.2 废石堆

根据《开发利用方案》，未来矿山将拟设废石堆场 1 处，废石堆放场设计在主平峒南东方 60m 的山沟设置一个面积 0.55hm^2、堆高 9m、堆方 49500m^3 的废石场，按岩石松散系数 1.3 计，矿床开拓将产生 38077m^3 废石，可满足要求，其占地面积大，且破坏了大面积植被，距离乡村道路较近，视觉冲突强烈。因此未来矿山的废石堆场地对地形地貌景观造成破坏。

插图 3-1-4　土地利用现状图（国有三调数据作底图）

3.1.3 地形地貌景观破坏结论

综上所述，现状矿山未开采，未对地形地貌景观造成影响。

未来将新增矿部及主井工业广场、风井工业广场、废石堆场地会破坏大面积植被，会造成地形地貌景观的破坏，对地形地貌景观有影响。

表 3-1-1　　地形地貌景观破坏识别和诊断结果表

名称		地貌类型	影响对象	距离(m)	是否对地形地貌景观造成破坏	
					现状	趋势
已有	-	-	-	-	-	-
新增	矿部及主井工业广场	丘陵	村居民点	300	否	是
	风井工业广场	丘陵	村居民点	300	否	是
	废石堆	丘陵	村居民点	300	否	是
	矿山公路	丘陵	村居民点	300	否	是

插图 3-1-5　矿山地形地貌景观破坏分析图　比例尺 1:500

3.2 土地资源占损

本次利用矿山的正射影像图和土地利用现状图叠合，圈定了矿山各单元的位置及占地范围、面积，对于未来矿山拟占地区域，本次采用土地利用现状图和《开发利用方案》涉及的平面图叠合的方式进行圈定（以下各区域的占地范围与面积的确定均采用本方法，不再进行说明）。

3.2.1 土地资源占损现状

矿山为地下开采，矿山自 2010 年获得采矿许可证以来至今处于停产状态，现状尚未开采，未造成土地资源占损。仅历史遗留有三处“石煤”露天开采采场，其占地面积统计如下：

4 号露采场占地总面积约 3.33hm^2，其中占用灌木林地约 2.32hm^2、乔木林地约 1.01hm^2；

3 号露采场占地总面积约 3.18hm^2，占用采矿用地约 1.25hm^2、乔木林地约 1.93hm^2；

2 号露采场占地总面积约 0.92hm^2，占用采矿用地约 0.27hm^2、乔木林地约 0.65hm^2；

累计现状矿山占损土地总面积为 7.43hm^2，其中占用采矿用地 1.52hm^2、乔木林地 3.59hm^2、灌木林地 2.32hm^2，土地权属全部为底驿乡白雾坪村。矿山占损土地现状见表 3-2-1。

目前矿山一直处于停产状态，原民采导致的 3 处历史遗留露采场场地，其中 4 号露采场已自然复绿，2 号露采场和 3 号露采场部分区域自然复绿，目前矿山已自然复绿区复绿效果良好（其中 4 号露采场自然复绿效果较好，植被覆盖率在 75%以上，据航拍照片宣示，无明显斑秃现象，且多年来 4 号民采露采场未发生滑坡、崩塌等地质安全灾害，并且通过 2025 年分期验收），为准确估算未来矿山的修复区域面积，本次将已自然复绿区民采 4 号露采场剔除。矿山的占损土地情况见表 3-2-3。

经统计，现状矿山占损总面积为 4.1hm^2，其中占用采矿用地约 1.52hm^2、乔木林地约 2.58hm^2，土地权属全部为底驿乡白雾坪村。

表 3-2-1　　矿山占损土地现状一览表

名称		占损土地类别（hm^2）						总计（hm^2）	土地权属
		乔木林地		灌木林地		采矿用地			
		已占	拟占	已占	拟占	已占	拟占		
已有	4号露采场	1.01		2.32				3.33	马底驿乡白雾坪村
	3号露采场	1.93				1.25		3.18	
	2号露采场	0.65				0.27		0.92	
合计		3.59		2.32		1.52		7.43	

3.2.2 土地资源占损趋势

根据《开发利用方案》矿区拟定的矿山建设方案、开采方式，伴随矿业活动相继展开，矿山为地下开采，未来矿山将拟建矿部及主井工业广场、风井工业广场、废石堆。原有民采露采场场地将尽快修复，其中 4 号露采场已自然复绿，2 号露采场、3 号露采场部分区域自然复绿，但 2 号露采场、3 号露采场仍有部分裸露区域，故矿山生产后将近期对民采 2 号露采场、3 号露采场场地进行修复治理。

2 号露采场占地总面积约 0.92hm^2，占用采矿用地约 0.27hm^2、乔木林地约 0.65hm^2；

3 号露采场占地总面积约 3.18hm^2，占用采矿用地约 1.25hm^2、乔木林地约 1.93hm^2；

根据《开发利用方案》设计，拟设矿部及主井工业广场占地面积约 0.2hm^2，均占用乔木林地；

风井工业广场占地面积约 0.03hm^2，均占用其他林地；

废石堆占地面积约 0.55hm^2，均占用乔木林地；

综上所述，预测未来矿山共占损总面积为 4.88hm^2，其中占用采矿用地 1.52hm^2、乔木林地 3.33hm^2、其他林地 0.03hm^2，土地权属全部为底驿乡白雾坪村，矿山的预测占损土地情况见表 3-2-3。

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

3.2.3 土地资源破坏现状及预测分析

3.2.3.1 土地资源破坏现状

矿山开采矿种为钒矿。本次收集了矿山 2025 年 9 月 27 日由湖南省水文地质环境

地质调查监测所出具的检测报告，检测报告共取土样两处，分别为 T-1(矿山拟设矿部及主井工业广场下方土壤)、T-2（拟设废石堆放场地下方土壤样品进行检测）。

矿山下游存在农村宅基地及农田，故本次选用《土壤环境质量-农用地土壤污染风险筛选标准（试行）》（GB15618-2018）对土壤污染程度进行判断，结果显示（详见下表 3-2-2）：采样点各监测因子均达到《土壤环境质量-农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）表 1 中其农田准限值，PH 值、砷、镉、铬、铜、汞、镍、铅、锌等各项检测元素均未超标，可得结论现状矿山开采未对土地资源造成损毁。

表 3-2-2　　矿山土壤检测结果

	检测项目	单位	采样点位及检测结果		标准值
			拟设矿部及主井工业广场下方土壤（T-1）	拟设废石堆放场地下方土壤（T-2）	
采样时间	铅	mg/kg	****	***	140
	镉	mg/kg	****	***	0.6
	铬	mg/kg	****	***	300
	锌	mg/kg	****	***	250
	铊	mg/kg	****	***	-
	砷	mg/kg	****	***	25
	汞	mg/kg	****	***	0.6
	有机质	g/kg	****	***	-
	PH值	无量纲	****	***	6.5＜pH≤7.5
《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）表1中农田标准限值					

3.2.3.2 土地资源破坏预测

本次现场调查通过土壤取样点的分析结果可知，各监测点均可达到《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）的各项指标，现状矿山未造成土地资源破坏。

依前述，未来钒矿开采矿坑废水主要污染物为水中 CODCR、BOD5、SS；矿山未来开采排出的矿坑水若未经任何处理随意排放，对流经地土石环境污染较大；废石堆中仍含部分矿石，长期松散裸露于地表，经受风化雨淋，黄铁矿在空气中氧化和水解，形成硫酸根离子，浸出矿石中的镉，砷，铅，砷，钒等，矿石中含磷结核，也容易形成磷酸盐导致水体含磷，在酸性条件下，五价钒很容易迁移且毒性大，其淋滤水对流经地土石环境污染较大；

综上，预测未来对土地资源破坏影响较大。

3.2.4 土地资源占损小结

现状矿山共占损总面积为 4.1hm^2，其中占用采矿用地约 1.52hm^2、乔木林地约 2.58hm^2，土地权属全部为底驿乡白雾坪村。

预测未来矿山共占损总面积为 4.88hm^2，其中占用采矿用地 1.52hm^2、乔木林地 3.33hm^2、其他林地 0.03hm^2，土地权属全部为底驿乡白雾坪村。预测废石堆对土地资源破坏造成影响，需在基建期开展相关的防治工程，避免对土地环境造成污染。

表 3-2-3　　矿山占损土地现状及趋势一览表（剔除已自然复绿区域）

名称		占损土地类别（hm^2）						总计（hm^2）	土地权属
		其他林地		乔木林地		采矿用地			
		已占	拟占	已占	拟占	已占	拟占		
已有	2号露采场			0.65		0.27		0.92	马底驿乡白雾坪村
	3号露采场			1.93		1.25		3.18	
新增	矿部及主井工业广场				0.2			0.2	
	风井工业广场		0.03					0.03	
	废石堆				0.55			0.55	
合计			0.03	2.58	0.75	1.52		4.88	

插图 3-2-1　土地资源占损问题分布图

3.3 水资源水生态影响

3.3.1 水资源水生态影响现状

3.3.1.1 矿业活动对水资源影响现状

1、地下水资源枯竭的影响现状

矿山自 2010 年以来至今处于停产状态，经调查，生态保护修复区内发育在主要含水层的民用水井水位未下降、泉水流量未减少。因此，现状矿业活动对地下水枯竭未产生影响。

2、对区域地下水均衡破坏影响现状

矿山自 2010 年以来至今处于停产状态。因此，现状对区域地下水均衡破坏未产生影响。

3、地表水漏失影响现状

据调查，矿山自 2010 年以来至今处于停产状态，矿区内地表溪沟、山塘及农田未发生漏失，耕种正常。因此，现状对地表水漏失未产生影响。

3.3.1.2 矿业活动对水生态影响

根据调查，矿山自 2010 年获得采矿许可证以来至今未开采，停产多年。现场调访，矿山下游附近农作物生产正常。

为证明以上分析，2025 年 9 月 17 日由湖南省水文地质环境地质调查监测所对区内周边地表水、地下水进行取样检测分析，地表水取样点分别为（S-1:矿区周边小溪溪水水样），地下水取样点为（S-2:居民区井水水样），并于 2025 年 9 月 23 日出具检测报告（见附件）。

分析结果表明，经检测分析可知，矿区处理后外排地表水达到了《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）中水田作物的各项指标。

矿山开采对周边居民地下水无影响，根据检测结果可知，地下水达到了《地下水质量标准》(GB3838-2002）表 1 中第Ⅰ类标准限值限定的各项指标。

实地调查，矿区小溪、水井水质较清澈，感官较好，流经地段植物生长正常；下游用于农田灌溉也未见农作物生长异常。因此现状开采对水生态影响小。

表 3-3-1　　水质检测结果

采样日期	检测项目	单位	采样点位及检测结果		《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）水田作物标准限值	《地表水质量标准》（GB3838-2002）表1中第Ⅰ类标准限值
			S-1矿区周边小溪溪水水样	S-2居民区井水水样		
2025.9.17	PH	/	****	***	5.5-8.5	6-9
	硫酸盐	mg/L	****	***	-	250
	氯化物	mg/L	****	***	350	250
	氟化物	mg/L	****	***	2	1.0
	六价铬	mg/L	****	***	0.1	0.01
	化学需氧量	mg/L	****	***	150	15
	砷	mg/L	****	***	0.05	0.05
	锌	mg/L	****	***	2	0.05
	镉	mg/L	****	***	0.01	0.001
	溶解性固体总量	mg/L	****	***	-	-
	铅	mg/L	****	***	0.2	0.01
	汞	mg/L	****	***	0.001	0.00005
	悬浮物	mg/L	****	***	80	-
	氨氮	mg/L	****	***	-	0.15
	磷酸根	mg/L	****	***	-	-

3.3.2 水资源水生态影响趋势

3.3.2.1 对水资源影响趋势

1、地下水资源枯竭的影响

依前述，区内断层及其它断裂不发育，不利于地下水的聚集与传导，接受侧向补给能力差，地下水联系较弱，受矿井疏排水影响的含水层与现状相似，依现状条件推测，未来开采深度加大，对矿山附近井泉影响较轻，造成井泉点干枯的可能性小。

2、区域地下水均衡的影响

依前述，区内断层及其它断裂不发育，不利于地下水的聚集与传导，接受侧向补给能力差，地下水联系较弱，不会引起区域主要含水层地下水位超常降低；当地降水充沛，浅部碳酸盐岩岩层裂隙较发育，易受大气降雨补给，区内植被覆盖率高，有利于降水渗入补给地下水。因此，预测本矿山开采对区域地下水均衡破坏影响较轻。

3、地表水漏失影响

矿区生态修复区范围内主要有北部小溪及中部山塘，无其它地表水体，小溪为常年性流水溪沟，溪水流量 0.3～0.5m^3/S。山塘面积 3000m^2、水体约 9000m^3。小溪在矿界之外，远离矿山开采区，不在岩石移动角范围内，对矿山开采无影响。但山塘在岩石移动范围内（详见后文地质灾害章节），可能造成影响。因此未来矿山开采存在引发地表水漏失问题。

3.3.2.2 对水生态影响趋势

1、对地表水水生态影响趋势

本矿山为销售原矿，不选矿，故未来开采对地表水环境影响主要来自于井下矿坑废水、废石堆淋滤水二个方面。

根据矿床开采方式分析，未来矿坑废水中包括湿式凿岩钻孔作业产生冷却、降尘废水、矿层淋滤水、矿井中顶底板及围岩裂隙渗漏水。未来钒矿开采矿坑废水主要污染物为水中悬浮颗粒 SS（按钒矿矿石化学成份分析结果，悬浮颗粒含 S、V 等元素，有毒有害重金属元素 As、Sb、Hg 含量均在规范允许范围以内，铁、镁、磷、钛含量相对较低）；矿山未来开采排出的矿坑水若未经任何处理随意排放，将对地表水造成水质污染。因此，预测评估对地表水环境影响较大。

因废石中含矿石成份，其淋滤水也含有 S、V 等元素悬浮颗粒 SS，加之废石中的少量矿石与空气接触氧化后易形成溶于水的硫化物、磷酸盐类等，并随水流带走将对地表水水质污染。因此，预测评估未来矿业活动中废石淋滤水对水环境影响较大。

2、对地下水生态影响趋势

未来矿坑废水、废石淋滤水有限，下伏地表泥质粘土居多，渗滤性差，遁入地下含水层的水量极为有限，矿区无断裂贯穿地表溪流，遁入地下含水层的可能性小；因此，预测评估矿坑废水、废石淋滤水对水环境影响较小。

3、对水生态影响趋势

临时矿石堆、废石堆、工业广场等淋滤酸性水（由于矿石中含黄铁矿，硫含量为 1.63%，黄铁矿氧化和水解导致水体 ph 值急剧下降），如果各类废水不处理处理到位，会严重危害水生态系统。

4、重金属复合污染的风险

矿山酸性废水会溶解矿石中伴生的铬、镉、铅、锑、铜、砷等有害重金属，形成复合污染，毒性更大。一旦风险管控不到位，将导致地表水、地下水、土壤重金属污染；在酸性条件下，五价钒容易活化迁移，影响面大，毒性更强；由于矿石中含磷结核，在酸性条件下高浓度磷酸盐很容易造成水体富营养化风险；各类酸性盐类导致土壤退化的风险，含钒等重金属悬浮颗粒物大气沉降的风险，采掘巷道相对封闭空间中氡浓度聚集影响作业人员健康的风险。

综上，预测未来矿山建设对水生态影响较大。

3.3.3 水资源水生态影响小结

综上所述，现状矿山开采对水资源、水生态影响小。预测未来矿山开采对地下水资源枯竭及区域地下水均衡影响小，但存在引发地表水漏失问题，未来矿坑水、工业广场地表淋滤水、废石堆淋滤水影响，存在生态破坏和土壤重金属污染的风险，应按照废水处理环境保护工程设计达标排放。另见表 3-3-2。

表 3-3-2　　水资源、水生态影响及趋势一览表

影响类别	影响对象	是否对水资源造成影响		是否对水生态造成影响	
		现状	趋势	现状	趋势
地下开采	地下水资源	否	是		
矿井水	地表水、地下水			否	是
废石堆淋滤水	地表水、地下水			否	是

插图 3-3-1　水资源水生态影响分布图

3.4 矿山地质灾害影响

3.4.1 矿山地质灾害影响现状

3.4.1.1 崩塌、滑坡地质灾害影响

据调查访问及资料查询，自 2010 年矿山获得采矿许可证以来至今处于停产状态，生态修复区内没有发生过崩塌、滑坡地质灾害。

3.4.1.2 泥石流地质灾害

据调查访问及资料查询，生态修复区未发生过泥石流地质灾害。

3.4.1.3 岩溶地面塌陷地质灾害

据调查访问及资料查询，生态修复区内未发生过岩溶地面塌陷地质灾害。

3.4.1.4 采空区地面变形地质灾害

据地面调查及访问，目前地表未发生过采空区地面变形地质灾害。

3.4.2 矿山地质灾害预测

3.4.2.1 引发崩塌地质灾害的预测

本矿山为地下开采，未来在地表无大量的土方挖填，对生态修复区现有边坡不会造成破坏。矿山工业广场场地建设也不会产生较大高陡切坡，且位于冲沟的低洼地段，也不会对生态修复区现有边坡造成破坏。因此预测引发崩塌地质灾害的可能性小，危险性小。

3.4.2.2 引发滑坡地质灾害的预测

矿业活动引发滑坡应该从切坡和堆积边坡两个方面进行分析。

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

堆积边坡引发滑坡：前文已述，现状矿山无废石堆堆放场地。矿山未来废石堆堆放面积较小，且下方将拟建有挡渣墙，大规模的滑坡可能性小。

综上所述，预测未来引发引发滑坡地质灾害的可能性小。

3.4.2.3 引发泥石流地质灾害的预测

泥石流的形成须具备三个方面条件：即有利集水（物）的地形，丰富的固体物质来源及短时间内大量来水。

本区山高谷深，冲沟纵坡比较大，不会形成淤积，自然排水通畅，不具备发生泥石流的地形、水源条件；本区自然风化程度较弱，松散堆积物少，自然条件下发生泥石流地质灾害的可能性小。未来矿山废石堆场地废石堆放量较小，且下方未来将拟建挡渣墙。故不存在丰富的固体物质来源。因此预测未来矿山开采引发泥石流地质灾害的可能性小。

3.4.2.4 引发岩溶地面塌陷地质灾害的影响预测

一般来说，岩溶地面塌陷必须满足三个基本条件：地下水位的波动、覆盖层厚度、岩溶发育程度。

依前述，现状条件下，矿山未发生过岩溶地面塌陷地质灾害。为岩溶不发育区，且区内断层及其它断裂不发育，不利于地下水的聚集与传导，接受侧向补给能力差，地下水联系较弱，不会发生此类灾害，综合矿区岩溶地质条件及未来开采计划，采用半定量评分法对引发岩溶塌陷的可能性进行评估。评分标准见表 3-4-1（引自“湖南省地质灾害危险性评估报告编制与审查要点（试行）”中的“表 H.17”），本次根据表 3-4-1 评分表进行打分，为 11 分，为不易塌陷，发生岩溶塌陷的可能性小，危险性小；

表 3-4-1　　引发岩溶地面塌陷预测判别因子赋值及可能性判别表

指标 / 因子		4	3	2	1
K	岩溶发育程度	特　强	强　烈	中　等	微　弱
S	覆盖层岩性结构及厚度	砂土；双层或多层结构土，底为砂砾土；厚度＜5m	砂土；双层或多层结构土，底为砂砾土；厚度 5—8m	双层或多层结构粘性土—砂砾土；厚度＞8—20m	单层结构粘性土，厚度＞20m
Q	基坑排水量（m^3/h）	＞2000	＜2000，＞1200	＜1200，＞500	＜500

W	岩溶地下水位(m)	＜5，在基岩面附近波动	5—10，在基岩面波动或土层中	＞10，在土层中，＜10，在基岩中	＞10，在基岩中
F	岩溶地下水迳流条件	主径流带，排泄带		潜水和岩溶水双层含水层分布	径流区
G	地　貌	岩溶洼地、谷地、盆地、平原，低阶地		丘陵或山前缓坡，岩溶台地	谷地
M	工程加载	特大桥、大桥，20 层以上超高层建筑，或体形复杂的 14 层以上高层建筑		中桥，8—20 层高层建筑	小桥，7 层及 7 层以下低层建筑，公路路基
		2+2+1+1+2+2+1=11			
预测指标总分值：**N=K+S+Q+W+F+G+M** N=17-20，极易塌陷，可产生大量塌陷，发生岩溶塌陷的可能性大； N=13-16，易塌陷，可产生较多塌陷，发生岩溶塌陷的可能性中等； N=9-12，不易塌陷，可产生少量或零星塌陷，发生岩溶塌陷的可能性小； N≤8，一般不塌陷，属稳定区，在特殊条件下可能产生个别塌陷，发生岩溶塌陷的可能性小。					

3.4.2.5 引发采空区地面变形地质灾害的影响预测

据调查访问本矿开采的钒矿，矿区范围内只有一个独立的矿体，即Ⅰ号矿体，其倾角为 42～55°，平均倾角 47°，矿厚 1.52～5.05m，平均厚 3.74m，属倾斜薄～中厚矿体。采用房柱采矿法开采，开采产生顶、底板移动，形成“三带”，采动影响波及地表，致使地表形成移动和变形盆地。按照《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》中规定的经验公式计算，移动角取值：走向移动角δ=70°、下山移动角β=60°、上山移动角λ=65°，圈出了未来矿山地下开采的岩石移动范围，详见附图 2。

本次通过“三下”开采规程中地面变形的计算方法来预测未来矿山开采引发采空区地面变形的可能性。在未来采空区设置计算点（B1、B2），据“三下采煤规程”，采空区地表下沉、变形、开裂形成地表移动盆地的上覆岩层变形参数按以下公式计算：

$$Wcm=M\times q\times\cos\alpha \qquad r=\frac{H}{tg\beta} \qquad icm=Wcm/r \qquad Kcm=1.52\left(\frac{Wcm}{r^2}\right)$$

$$\varepsilon cm=1.52\times b\times Wcm/r$$

式中：Wcm——地表移动最大下沉值（mm）；

q——下沉系数，取 q 初＝0.63；q 复＝（1+0.2）Q 初＝0.76；

M——矿层厚度（m）；α——矿层倾角（°）；r——地表移动影响半径（m）；

H——矿层采深（m）；tgβ——地表移动影响角正切，取 tgβ＝tg55°=1.42

b——水平移动系数，取 b＝0.2×（1+0.0086α）；

icm——地表移动倾斜最大值（mm/m）；

Kcm——地表移动曲率最大值（10^{-3}/m）；

ε_{cm}——地表移动水平变形最大值（mm/m）。

表 3-4-2　　矿山开采地表移动变形参数计算结果表

项目指标	B1	B2
矿体最大厚度（m）	5.05	4.65
采深取实际平均采深（m）	80	60
倾角α（°）取平均倾角	47°	47°
下沉系数q	0.76	0.76
tgβ	1.42	1.42
水平移动系数b	0.28	0.28
影响半径r（m）	56.34	42.25
Wcm（mm）	2617.51	2410.18
icm（mm/m）	46.46	57.04
Kcm10^{-3}/m	1.25	2.05
ε_{cm}（mm/m）	19.83	24.35

表 3-4-3　　开采沉陷土地破坏程度等级

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

表 3-4-4　　砖混结构建筑物损坏等级表

损坏等级	建筑物破坏程度	地表变形值			损坏分类	结构处理
		ε /mm·m-1	Kcm$^{10-3}$/m	icm（mm/m）		
Ⅰ	自然间砖墙上出现宽度1～2mm的裂缝	≤2.0	≤0.2	≤3.0	极轻微损坏	不修
	自然间砖墙上出现宽度小于4mm的裂缝；多条裂缝总宽度小于10mm				轻微损坏	简单维修
Ⅱ	自然间砖墙上出现宽度小于15mm的裂缝，多条裂缝总宽度小于30mm；钢筋混凝土梁、柱上裂	≤4.0	≤0.4	≤6.0	轻度损坏	小修

损坏等级	建筑物破坏程度	地表变形值			损坏分类	结构处理
		ε /mm·m-1	Kcm$^{10-3}$/m	icm（mm/m）		
	缝长度小于1/3截面高度；梁端抽出小于20mm；砖柱上出现水平裂缝，缝长大于1/2截面边长；门窗略有歪斜					
Ⅲ	自然间砖墙上出现宽度小于30mm的裂缝，多条裂缝总宽度小于50mm；钢筋混凝土梁、柱上裂缝长度小于1/2截面高度；梁端抽出小于50mm；砖柱上出现小于5mm的水平错动；门窗严重变形	≤6.0	≤0.6	≤10.0	中度损坏	中修
Ⅳ	自然间砖墙上出现宽度大于30mm的裂缝，多条裂缝总宽度大于50mm；梁端抽出小于60mm；砖柱上出现小于25mm的水平错动	>6.0	>0.6	>10.0	严重损坏	大修
	自然间砖墙上出现严重交叉裂缝、上下贯通裂缝，以及墙体严重外鼓、歪斜；钢筋混凝土梁、柱裂缝沿截面贯通；梁端抽出大于60mm，砖柱出现大于25mm的水平错动；有倒塌危险				极度严重损坏	拆建

综上，表 3-4-2 以上计算结果对照表 3-4-3、3-4-4 进行对比看出，根据采空区地面变形的影响范围估算，未来可能受影响的区域内无房屋及农田分布，且根据遥感解译，图上采空区范围距离最近民房距离约为 200m 以外，不在影响范围内，主要可能影响为林地、山塘。根据采空区地面变形的影响范围估算，影响周边林地约 16hm^2、1 处山塘。

根据表 3-4-3 对土地的影响程度，为重度破坏，即地面严重塌陷破坏，出现塌方和小滑坡，农田、林地与植被破坏严重，水土流失严重，生态环境恶化。

综上所述，影响周边林地约 16hm^2、1 处山塘。

3.4.2.6 矿山建设可能遭受地质灾害预测分析

（1）矿山建设遭受崩塌、滑坡地质灾害预测分析

矿区地表自然边坡稳定，植被发育（覆盖率 80%以上）；矿山建设（矿部建筑、工业广场及运输公路等地面设施等）多位坡缓处及山坳（顶）中，附近无高切坡、松散岩体；因此，预测矿山建设遭受滑坡、崩塌地质灾害的可能性小。

（2）遭受泥（废）石流地质灾害预测分析

依前述，矿山未来将拟设废石堆场地 1 处，未来且前文分析，区内地势高差不大，地形坡度小，无高差大流程长的冲沟，不具备发生大规模泥石流的地形条件。由于地势开阔，自然排水通畅，也不具备发生大规模泥石流的水源条件，且未来将在下方修建挡渣墙，遭受泥（废）石流地质灾害的可能性小。

（3）遭受岩溶塌陷地质灾害预测分析

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

（4）遭受采空区地面变形地质灾害预测分析

前面的预测估算可知，根据走向移动角 70°、下山移动角 60°、上山移动角 65°计算可能产生采空区地面下沉变形破坏的范围，根据该计算结果划定的变形区域，矿部及主井工业广场、风井工业广场均不在地面变形区内；因此，预测矿山建设遭受采空区地面变形的可能性小。

3.4.4 矿山地质灾害影响小结

现状矿山开采未发生崩塌、泥石流、采空区地面变形、岩溶地面塌陷等地质灾害，预测矿山引发崩塌、泥石流及岩溶地面塌陷地质灾害的可能性小。预测未来矿山存在引发采空区地面变形的可能，可能影响约 16hm^2 林地、山塘 1 处。另见表 3-4-5。

表 3-4-5　　矿山地质灾害现状及预测分析结果表

地质灾害类型	矿山地质灾害现状			矿山地质灾害预测		
	是否有地质灾害	危险性	影响对象	可能性	危险性	影响对象
崩塌	否	否	无	小	小	无
滑坡	否	否	无	小	小	无
泥石流	否	否	无	小	小	无
岩溶地面塌陷	否	否	无	小	小	无
采空区地面变形	否	否	无	存在	重度	影响林地、山塘，无农田、居民、住房等构、建筑物

插图 3-4-1　矿山地质灾害影响分析图　比例尺 1:5000

3.5 生物多样性破坏

3.5.1 生物多样性破坏现状

矿区范围为低山-丘陵地貌，农业、林业条件优越，当地的优势树种有梓树、檫树、枫树、樟树、桐树、楠竹等乔木，黄荆、肤盐木、葛根、冬茅、蒿草、苎麻等植物。山上则为枞树、杉树，下部多为竹林。野生动物有黄鹂、斑鸠、杜鹃、麻雀、蝙蝠、黄鼬，野兔、蛇类等。区域内无大型渔业、自然保护区，未见珍稀动植物。

本矿为地下开采矿山，现状矿山尚未开采，主要为原历史遗留民采 2 号露采场、3 号露采场占损破坏土地资源，造成的地表植被损失，对生态系统产生一定的影响，但由于其占损面积较小，未造成当地某一种植被或生物的毁灭性破坏，没有对区域生态系统物种的丰度和生态功能产生大的影响。

3.5.2 生物多样性破坏趋势

3.5.2.1 矿区及周边植被破坏预测

1、地面工程建设区对矿区及周边植被破坏预测

现状及未来矿山地面工程建设有限，尽管工程建设会使原有植被遭到局部损失，因为矿山属于地下开采。总体工程规模较小，不会使整个评价区域植物群落和生物多样性发生明显变化，也不会造成某一植物物种的消失。且在矿山闭采后，在人工辅助下，通过恢复植被等措施可逐渐弥补因矿山建设造成生物量和多样性减少的损失。

2、水资源水生态对矿区及周边植被破坏预测

依前述，未来矿山开采对生态水环境破坏有限，同时由于矿区雨量充沛，植被以灌木和草类为主，耐旱能力较强，这部分土壤水份的流失不会对植被造成明显不利。

3.5.2.2 野生动物影响预测

未来矿山地面工程建设有限，对自然植被破坏程度有限。但人员活动以及机械生产、爆炸噪声震动等，对野生动物的生存环境产生轻微的不利影响。

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

矿业活动对野生动物影响原已存在，未来矿业活动不会使区域野生动物物种数发生明显变化，其种群数量也不会发生明显变化。依前述，区域野生动物种类较少，无大型野生哺乳动物，矿山范围内现有的野生动物多为一些常见的鸟类、蛙类及昆虫等，未发现珍稀野生保护动物，这种不利影响是轻微的，能在矿山闭采后通过生态修复，目前存在的常见野生动物也将重新得到生存空间。

3.5.3 生物多样性破坏小结

矿业活动现状对生物多样性无破坏，未来矿业活动对区内生物的生存、繁衍存在一定不利因素，但总体影响小，不会造成生物多样性破坏的趋势。

另见表 3-5-1。

表 3-5-1　　生物多样性破坏影响及趋势一览表

影响类别		是否对生物多样性造成破坏
现状	历史遗留民采2号露采场	否
	历史遗留民采3号露采场	否
趋势	矿部及主井工业广场	否
	风井工业广场	否
	废石堆	否

4 生态保护修复工程部署

4.1 生态保护修复工程部署思路

按照“边开采、边修复”的原则，综合矿山所在地的生态功能区划定位、《国土空间规划》中的土地用途管制、区域产业经济发展战略布局、特色产业经济及周边群众对矿山生态修复的诉求等多方面因素，以不破坏局部生态系统的生态功能为前提，按照宜耕则耕、宜建则建、宜水则水、宜林则林的原则，沅陵县白雾坪钒矿矿矿山保护修复思路为：对矿山生产生活废水进行处理及监测、建立地面变形灾害监测点、将矿部及主井工业广场、风井工业广场、废石堆、原历史遗留民采 2 号露采场、3 号露采场复垦为林地为宜、矿山闭坑后对所有废弃井口进行封堵。

4.2 生态保护修复目标

1、土地复垦：本矿山无生态公益林分布，不是野生动物栖息地及觅食通道，也非具有重要科普意义的矿山开采遗迹、地质遗迹等，本次无保护保育措施。本矿山位于丘陵地区，考虑当地经济情况及老百姓意愿，未来生态修复时的复垦方向为矿部及主井工业广场、风井工业广场、废石堆、原历史遗留民采 2 号露采场、3 号露采场均复垦为林地，复垦区域总面积 4.91hm^2；

2、水资源水生态治理：水资源水生态工程，本次设计的恢复治理工程主要为修建污水处理站、截排水沟以及清淤及运营费、加强水质监测；

3、灾害治理：必需严格按照设计的采矿方法进行开采，在未来的开采过程中需采取措施，防治地质灾害，矿山开采，可能引发采空区地面变形地质灾害，未来应预留资金；

4、监测和管护：未来矿山存在引发采空区地面变形地质灾害的可能性，应开展地质灾害监测工程、为保护当地的生态环境，矿山应开展废水监测工程、土壤监测工程、植被监测工程；对于现状和未来的复垦区域还应开展管护，管护总面积为 4.91hm^2。

5、其它工程：未来矿山关闭后，需要将矿山 2 处井口封堵(主井、风井）。

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

4.3 生态保护修复工程及进度安排

生态保护修复措施主要有保护保育、自然恢复、人工辅助修复等。本矿山只有矿部及主井工业广场、风井工业广场、废石堆、历史遗留民采 2 号露采场、3 号露采场造成了土地资源的占损，以上区域无法采用保护保育、自然恢复的方式修复。本次设计采取人工辅助修复的方式进行，未来矿山闭坑后矿部及主井工业广场、风井工业广场、废石堆、历史遗留民采 2 号露采场、3 号露采场复垦为林地。

4.3.1 生态保护保育工程

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

4.3.1.1 野生动、植物的保护

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

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

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

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

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

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

4.3.1.2 植被恢复生物多样性保护措施

针对矿山开采、基建等造成的采场及周围剥离裸露面，于每年秋季组织人力采集本地野生草籽，本地生植物树苗，或适合种植的草本植物，于采场内形成的终了边坡平台或其他矿山建设开挖剥离裸露区广为播种，以期迅速恢复植被，保持本地物种及多样性，与当地自然景观调和。

4.3.1.3 宣传警示标牌工程

（1）宣传、警示标牌类型

①野生动植物保护宣传牌

可在进矿道路旁、矿部广场内及矿区居民区，设置野生动、植物保护宣传牌。宣传的内容有：本区内野生动植物的种类、数量，生活习性、生长情况；禁址砍伐、捕猎的物种；保护措施。共计制作 6 块。

②森林防火警示牌

在矿部附近、区内森地区设置森林防火警示牌，共计制作 6 块。

（2）宣传警示内容

宣传、警示牌内容要符合相关管理部门的要求和有关规范。

（3）宣传警示牌的制做

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

插图 4-3-1　宣传、警示牌设计大样图

表 4-3-1　　宣传、警示牌汇总表

序号	名称	位置	数量
1	野生动、植物保护宣传牌	矿区及周边村民区、林区	6
2	森林防火警示牌	矿区及周边林区	6
合计			12

4.3.2 生态修复工程

4.3.2.1 景观修复工程

矿山生产区和办公区应严格按绿色矿山目标进行建设，场地空闲地绿化率 100%，应遵守生态优先、因地制宜、就地取材的原则，强调“自然的植物群落”、“与周边环境和谐共生”，主要是采取覆土土壤重构、平整等对地形景观改造，后开展植被重构工程，恢复植被，营造与周边和谐的景观。另外针对矿区内地形挖损破坏严重地段，场地起伏过大，需对该类场地进行修整后方可进行下一步生态修复工作。而闭坑后工业广场、矿山公路的景观修复将在“土地复垦与生态多样性修复工程”中一同阐述，不进行专项设计。

4.3.2.2 土地复垦与生物多样性修复工程

根据《开发利用方案》设计，未来矿山的主要占地区为矿部及主井工业广场、风井工业广场、废石堆、2 号露采场、3 号露采场等，本次将其作为主要的复垦单元。

1、复垦方向的选择

（1）根据矿山所在地的自然、交通条件分析土地的复垦方向

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

（2）根据当地居民的意见确定复垦方向

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

（3）矿部及主井工业广场、风井工业广场、废石堆、2 号露采场、3 号露采场

矿部及主井工业广场、风井工业广场、废石堆、2 号露采场、3 号露采场占用了大面积土地，造成了地形地貌景观的破坏，根据矿山及当地居民意愿，未来矿部及主井工业广场、风井工业广场、废石堆、2 号露采场、3 号露采场的复垦的方向以林地为主。

因此本次设计矿部及主井工业广场、风井工业广场、废石堆、2 号露采场、3 号露采场复垦为林地。

（4）矿山公路

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

综上各类因素，本次设计未来矿山的矿部及主井工业广场、风井工业广场、废石堆、2 号露采场、3 号露采场复垦方向为林地，矿山公路不复垦，这符合矿山所在地的总体规划、交通条件、符合因地制宜的原则。

表 4-3-2　　各复垦单元复垦方向一览表

场地名称	占地面积（hm^2）	复垦方向
矿部及主井工业广场	0.2	林地
风井工业广场	0.03	林地
废石堆	0.55	林地
2号露采场	0.92	林地
3号露采场	3.18	林地
矿山公路	----	不复垦
合计	4.88	

2、土地复垦的质量要求和标准

（1）土地复垦的质量要求

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

A、复垦利用类型应当与当地地形、地貌和周围环境相协调；

B、复垦场地的稳定性和安全性应有可靠保证；

C、不同的破坏类型标准应不一样；

D、保存原有地表表层土壤。单独剥离，单独贮存，应充分利用原有表土为顶部覆盖层，覆盖后的表层应规范、平整，覆盖层的容重应满足复垦利用要求；

E、复垦场地要有满足要求的排水设施，防洪标准符合当地要求；

F、复垦场地有控制水土流失的措施；

G、复垦场地有控制污染的措施，包括空气、地表水和地下水等；

H、复垦场地的道理、交通干线布置合理；

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

（2）土地复垦方向的基本概念

本次设计的复垦方向为林地，其基本概念如下：

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

其它草地：指树木郁闭度<0.1，表层为土质，不用于放牧的草地。

（3）土地的复垦标准

根据《土地复垦质量控制标准（TD/T 1036-2013）》，本矿山位于丘陵区，本项目林地、其它草地的复垦标准归纳如下：

表 4-3-3　　丘陵区土地复垦质量控制标准

复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准
其它草地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30
		土壤容重/（g/cm³）	≤1.45
		土壤质地	砂土至壤粘土
		砾石含量/%	≤20
		pH值	6.0～8.5
		有机质/%	≥1
	配套设施	道路	达到当地各行业工程建设标准要求
	生产力水平	覆盖度%	≥40
林地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30
		土壤容重/（g/cm³）	≤1.45
		土壤质地	砂土至粉粘土
		砾石含量/%	≤20
		pH值	6.0～8.5
		有机质/%	≥2
	配套设施	道路	达到当地各行业工程建设标准要求
	生产力水平	定植密度	2m×2m
		郁闭度	≥0.3
根据《土地复垦质量控制标准（TD/T 1036-2013）》表D.7 《造林技术规程》（GB/T 15776-2016）			

3、土源供需平衡分析

矿部及主井工业广场、风井工业广场下部表土未损失，复垦时不需覆土，只需拆除地面建筑物及硬化层，将建筑垃圾清除干净并平整场地、植树种草即可，不需要覆盖土源，根据矿山最新土壤检测，矿山未对矿部及主井工业广场下方土壤造成污染，不影响矿山后续复垦。

矿山废石堆复垦为林地。为充分考虑土壤的保水性及种植林木的成活率，本次设计复垦林地的土壤厚度为0.5m。

矿山历史遗留民采2号露采场、3号露采场复垦为林地，复垦时需覆土。为充分考虑土壤的保水性及种植植被的成活率，本次设计复垦林地的土壤厚度为0.5m。

据现场调查了解，矿区土壤厚度在0~10m，土壤较厚，未来矿山早期复垦露采场时，可考虑将拟建废石堆场地做为取土场，2号露采场、3号露采场复垦共需要复垦土壤20500m^3，废石堆场地0.55hm^2，故未来废石堆仅需要剥离约4m厚表土即可满足早期2处民采露采场的复垦工作。

未来矿山废石堆复垦时，废石堆需要复垦土壤2900m^3，可考虑将矿部及主井工业广场做为复垦土壤来源，矿部及主井工业广场场地0.2hm^2，故未来废石堆仅需要剥离约1.5m厚表土即可满足废石堆的复垦工作。

综上所述，废石堆、2号露采场、3号露采场未来均需要覆土，无需外购客土，需土量=复垦面积×覆土厚度。表土需求量见表4-3-4。

表4-3-4　　表土需求量表

场地名称	占地面积（hm^2）	覆土面积（hm^2）	覆土厚度（m）	需土量（m^3）
废石堆	0.55	0.58（含斜面积）	0.5	2900
2号露采场	0.92	0.92	0.5	4600
3号露采场	3.18	3.18	0.5	15900
合计				23400

4、复垦植被的选择及栽植方法

根据矿区优势植被的分布情况，矿部及主井工业广场、风井工业广场、废石堆、历史遗留民采3号露采场复垦为林地（林间为草地），本次设计植树种草中乔木树种建议选择柏树（柏树胸径1～2cm，带土球20cm以内）、栾树（栾树胸径1～2cm，带土球20cm以内）、女贞（女贞胸径1～2cm，带土球20cm以内）三个树种混交，混交比例为4:3:3，混交方式为行状或株间。乔木下种植当地绿化常用的紫穗槐。

播撒草籽本次草种选用标准：本次设计采用撒播结篓草、狗尾草、小蓬草等混合草籽复绿。

表4-3-5　　选种植物的生物特性表

树（草）种名称	选种植物的生物学特性

树（草）种名称	选种植物的生物学特性
栾树	栾树是一种喜光，稍耐半荫的植物；耐寒；但是不耐水淹，栽植注意土地，耐干旱和瘠薄，对环境的适应性强，喜欢生长于石灰质土壤中，耐盐渍及短期水涝。栾树具有深根性，萌蘖力强，生长速度中等，幼树生长较慢，以后渐快，有较强抗烟尘能力。在中原地区多有栽植。抗风能力较强，可抗零下25℃低温，对粉尘、二氧化硫和臭氧均有较强的抗性。多分布在海拔1500米以下的低山及平原，最高可达海拔2600米。
柏树	柏木适生于温暖湿润的气候条件，自然分布在海拔高度1800米以上；在中性、微酸及钙质土上均能正常生长；耐干旱瘠薄，枝体散发的特殊香气，使它不易遭受病害、虫害。
女贞	女贞喜温暖，抗逆性强，既耐高温，也较耐寒。因此在中国秦岭、淮河以南的地区均可露地越冬。女贞较喜阳光，亦能耐阴，在全光照下其枝叶生长茂盛，开花繁密，在阴处生长枝叶稀疏、花稀少。女贞对土壤的要求不太严，除碱性土和低洼地或过于粘重、排水不畅的土壤外，一般均可生长，但以土层深厚、疏松肥沃、排水良好的微酸性砂质壤土最为适宜。女贞对氯气、二氧化硫、氟化氢等有害气体都有一定的抗性，还有较强的吸滞粉尘的能力，常被用于城市及工矿区。
紫穗槐	紫穗槐喜欢干冷气候，在年均气温10℃至16℃，年降水量500至700毫升的华北地区生长最好。耐寒性强，耐干旱能力也很强，能在降水量200毫升左右地区生长。也具有一定的耐淹能力，虽浸水1个月也不至死亡。对光线要求充足。对土壤要求不严。
胡枝子	胡枝子生于海拔150~1000米的山坡、林缘、路旁、灌丛及杂木林间；耐旱、耐瘠薄、耐酸性、耐盐碱、耐寒，再生能力很强；对土壤适应性强，但最喜疏松肥沃的壤土和腐植土；常用播种繁殖或扦插繁殖。
结篓草	结缕草生长于海拔200米至500米的地区，多生在山坡、平原和海滨草地。具有抗踩踏、弹性良好、再生力强、病虫害少、养护管理容易、寿命长等优点。
狗尾草	别名狗尾草，属禾本科、狗尾草属一年生草本植物。适生性强，耐旱耐贫瘠，酸性或碱性土壤均可生长。生于海拔4000米以下的荒野、道旁，为旱地作物常见的一种杂草。
小蓬草	中国南北各省区均有分布。常生长于旷野、荒地、田边和路旁，为一种常见的杂草，耐旱，耐贫瘠。

6、复垦工程设计

（1）矿部及主井工业广场、风井工业广场复垦工程设计

本次设计矿部及主井工业广场、风井工业广场、复垦为林地，复垦工程包括：硬化物拆（清）除工程及垃圾外运、土地翻耕、植树种草、培肥。

A、硬化物拆（清）除工程及垃圾外运

矿山矿部及主井工业广场、风井工业广场主要占用地为林地，根据占用地类结合实际及调查的村民复垦意愿将矿部及主井工业广场、风井工业广场修复成林地，矿山公路作为消防通道，不进行修复，因此矿部及主井工业广场、风井工业广场只需拆除地面建筑物及硬化层，将建筑垃圾清除干净并平整场地即可，不需要覆盖土源，矿山道路作为消防连接道路保留。

矿部及主井工业广场、风井工业广场等场地房屋建筑设施拆除和垃圾清除干净、

地表硬化物进行清除。

可采用挖掘机、推土机或人工对场地 6-15cm 硬化物地面清除。矿部及主井工业广场、风井工业广场的地面建筑部分为轻质钢结构房屋，未来拆除时不会产生大量硬化物，但考虑到矿山矿部及主井工业广场也有部分砖混结构房屋，本次设计也一并拆除，因此，本次设计拆除工程量按平均每平方米硬化物厚度 0.5 计算。

矿部及主井工业广场需要拆除的硬化物面积约为 0.2hm^2，需要拆除硬物量约 1000m^3，以上拆除地面硬化物和建筑硬化物总方量约 1000m^3；

风井工业广场需要拆除的硬化物面积约为 0.03hm^2，需要拆除硬物量约 150m^3，以上拆除地面硬化物和建筑硬化物总方量约 150m^3。

总共拆除地面硬化物、建筑总方量约 1150m^3。

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

B、土地翻耕

土地翻耕针对矿部及主井工业广场、风井工业广场，在恢复植被前，需对长期压占的地表进行翻耕，有利于植被生长。

C、植树种草

林地树种选用前文已有详细论述，乔木树种选择柏树、栾树、女贞三个树种混交，混交比例为 4:3:3，混交方式为行状或株间。乔木下种植当地绿化常用的紫穗槐，株行距根据具体树种确定，一般可取 2m×2m；乔木中间穿插种灌木，间距也是 2m×2m。树间还可撒播种草，本次设计采用撒播结篓草、狗尾草、小蓬草等混合草籽复绿。这样可保持林地生态平衡。栽植季节为春季。每公顷范围内种植苗木数量可根据下列公式计算。

K=nS/hahb

式中：K—苗木数量（株）；n—平台面或边坡面积占总面积比例；

S—总面积（㎡）；ha—株距（m）；hb—行距（m）。

D、地力培肥

本次设计全复垦区可采用拖拉机牵引三铧犁翻耕的方式进行机械培肥。

图 4-3-2　　工业广场植被恢复剖面示意图

表 4-3-6　矿部及主井工业广场、风井工业广场土地复垦工程量测算表

复垦区域名称	占地面积（hm^2）	复垦面积（hm^2）	场地平整（hm^2）	硬化物拆除（m^3）	垃圾外运（m^3）	翻耕（hm^2）	培肥（hm^2）	种植乔木栾树（株）	种植乔木柏树（株）	种植乔木女贞（株）	种植灌木（株）	种草（hm^2）
矿部及主井工业广场	0.2	0.2	0.2	1000	1000	0.2	0.2	200	150	150	500	0.2
风井工业广场	0.03	0.03	0.03	150	150	0.03	0.03	30	23	22	75	0.03
合计	0.23	0.23	0.23	1150	1150	0.23	0.23	230	173	172	575	0.23

（2）废石堆复垦工程设计

矿山废石堆复垦方向为林地（林间为草地），其复垦工程为：防渗工程、土地平整、覆土、培肥、种树播撒草种。

A、防渗工程

废石堆淋滤废水可能会造成地下水、地表水、土壤的污染，本次设计在堆放废石堆前期，废石堆形成之初用防水复合土工膜（两布一膜）做好场地的防渗处理工程，并覆盖防雨布，减少雨水冲刷，关闭修复时在废石堆表面也需铺设防渗膜，采用平铺方式施工（示意图见图 4-3-3）。

前期防渗工程量：土工布（防渗用 HDPE 土工膜，厚度 0.75-1.5mm）面积约 5500m^2，防雨布（PE/PVC 材质，厚度 1.0mm）面积约 5500m^2。

后期复垦防渗工程量：土工布（防渗用 HDPE 土工膜，厚度 0.75-1.5mm）面积约 5800m^2，防雨布（PE/PVC 材质，厚度 1.0mm）面积约 5800m^2。

合计，土工布（防渗用 HDPE 土工膜，厚度 0.75-1.5mm）面积约 11300m^2，防雨布（PE/PVC 材质，厚度 1.0mm）面积约 11300m^2。

图 4-3-3　废石堆防渗工程示意图

B、覆土及平整

废石堆占地面积约 0.55hm^2（含斜面积约为 0.58hm^2），对恢复为林地的区域以进行覆土和平整，为充分考虑土壤的保水性及种植林木的成活率，本次设计将从各工业广场上剥取的表土按 0.5m 厚均匀的覆盖在废石堆上面并人工平整，达到植树种草的要求即可。

C、植树种草

对复垦区域种树优先选用乡土乔木树种（柏树、栾树、女贞），三个树种混交，混交比例为 4:3:3，株行距根据具体树种确定，一般可取 2m×2m；乔木中间穿插种灌木（选择紫穗槐），间距也是 2m×2m。树间还可播撒草籽恢复植被，根据本项目区及区域生态植物生长情况，草地选择采用撒播结篓草、狗尾草、小蓬草等混合混合草籽复绿这样可保持林地生态平衡。

D、地力培肥

本次设计全复垦区可采用拖拉机牵引三铧犁翻耕的方式进行机械培肥。其复垦工

程量测算见表 4-3-7。

图 4-3-4　废石堆植树示意图

表 4-3-7　　废石堆土地复垦工程量测算表

复垦区域名称	占地面积（hm^2）	复垦面积含斜面积（hm^2）	防渗工程		覆土（m^3）	场地平整（hm^2）	培肥（hm^2）	种植乔木栾树（株）	种植乔木柏树（株）	种植乔木女贞（株）	种植灌木（株）	种草（hm^2）
			土工布（m^2）	防雨布（m^2）								
废石堆	0.55	0.58（含斜面积）	11300	11300	2900	0.58	0.58	580	435	435	1450	0.58
合计	0.55	0.58（含斜面积）	11300	11300	2900	0.58	0.58	580	435	435	1450	0.58

（3）2 号露采场、3 号露采场复垦工程设计

矿山 2 号露采场、3 号露采场为历史遗留早期民采形成露采坑，本次设计 2 号露采场近期 2028 年复垦为林地，3 号露近期 2029 年复垦为林地，

民采 2 号露采场据本次现场调查，露采场场地整体东高西低，较为平整，除底部平台外，未形成多个开采平台，仅东、北、南三面形成边坡。

民采 3 号露采场据本次现场调查，露采场场地整体南高北低，较为平整，除底部平台外，未形成多个开采平台，仅东、南、西三面形成边坡。

故本次设计，2 号露采场、3 号露采场复垦为林地、边坡脚种植爬藤类（油麻藤）复垦为草地，其生态修复复垦工程设计方案如下：

工程技术措施：2 号露采场面积约 0.92hm^2；3 号露采场面积约 3.18hm^2，对 2 号露采场、3 号露采场进行整平、覆土（厚度 50cm）。

生物化学措施：施用无机肥结合覆土覆盖一并进行；平台按照株距、行距均为 2.0m×2.0m、种植坑规格 0.5m×0.5m×0.5m 进行挖坑种植，乔木树种选择柏树、栾树、女贞三个树种混交，混交比例为 4:3:3，混交方式为行状或株间。乔木中间穿插种灌木（选择紫穗槐），树间还可播撒草籽恢复植被。本次设计采用撒播结篓草、狗尾草、小蓬草等混合草籽复绿。这样可保持林地生态平衡（见插图 4-3-5），斜面部分无法覆土，边坡脚种植上爬的爬藤类草（油麻藤），距离坡脚 20cm 种植，2 号露采场边坡总长约 250m，3 号露采场边坡总长约 480m，每米种植 5 株，2 号露采场边坡种植藤本植 1250 株，3 号露采场边坡种植藤本植 2400 株。

插图 4-3-5　民采露采场生态修复复垦工程设计方案横断面图 1；1500

表 4-3-8　　历史遗留民采 3 号露采场土地复垦工程量测算表

复垦区域名称	占地面积（hm^2）	复垦面积（hm^2）	覆土（m^3）	场地平整（hm^2）	培肥（hm^2）	种植乔木栾树（株）	种植乔木柏树（株）	种植乔木女贞（株）	种植灌木（株）	种植爬藤类植物（株）	种草（hm^2）
2号露采场	0.92	0.92	4600	0.92	0.92	920	690	690	2300	1250	0.92
3号露采场	3.18	3.18	15900	3.18	3.18	3180	2385	2385	7950	2400	3.18
合计	4.1	4.1	20500	4.1	4.1	4100	3075	3075	10250	3650	4.1

7、土地复垦工程量汇总及年度安排

土地复垦工程量汇总及年度安排工程量见表 4-3-9、4-3-10。

表 4-3-9　　土地复垦工程量汇总表

复垦区域	占地面积（hm^2）	复垦面积（hm^2）	硬化物拆除（m^3）	垃圾外运（m^3）	防渗工程		覆土（m^3）	场地平整（hm^2）	翻耕（hm^2）	培肥（hm^2）	种植乔、灌、草					
					土工布（m^2）	防雨布（m^2）					种植乔木栾树（株）	种植乔木柏树（株）	种植乔木女贞（株）	种植灌木（株）	种植爬藤类植物（株）	种草（hm^2）
矿部及主井工业广场	0.2	0.2	1000	1000				0.2	0.2	0.2	200	150	150	500		0.2
风井工业广场	0.03	0.03	150	150				0.03	0.03	0.2	30	23	22	75		0.03
废石堆	0.55	0.58（含斜面积）			11300	11300	2900	0.58	0.58	0.58	580	435	435	1450		0.58
2号露采场	0.92	0.92					4600	0.92	0.92	0.92	920	690	690	2300	1250	0.92
3号露采场	3.18	3.18					15900	3.18	3.18	3.18	3180	2385	2385	7950	2400	3.18
合计	4.88	4.91	1150	1150	11300	11300	23400	4.91	4.91	5.08	4910	3683	3682	12275	3650	4.91

表 4-3-10　　土地复垦与生物多样性修复工程年度安排

年度	工程或费用名称		单位	工程量
2027	废石堆防渗工程	土工布	m^2	5500
		防雨布	m^2	5500
2028	无	-	-	-
2029	2号露采场	覆土	m^3	4600
		平整	hm^2	0.92
		机械培肥	hm^2	0.92
		种植乔木栾树	株	920
		种植乔木柏树	株	690
		种植乔木女贞	株	690
		种植灌木	株	2300
		种植爬藤类植物	株	1250
		播撒草籽	hm^2	0.92
2030	3号露采场	覆土	m^3	15900
		平整	hm^2	3.18
		机械培肥	hm^2	3.18
		种植乔木栾树	株	3180
		种植乔木柏树	株	2385
		种植乔木女贞	株	2385
		种植灌木	株	7950
		种植爬藤类植物	株	2400
		播撒草籽	hm^2	3.18
2031-2037	无	-	-	-
2038	矿部及主井工业广场	硬化物拆除	m^3	1000
		垃圾外运	m^3	1000
		平整	hm^2	0.2
		翻耕	hm^2	0.2
		机械培肥	hm^2	0.2
		种植乔木栾树	株	200
		种植乔木柏树	株	150
		种植乔木女贞	株	150
		种植灌木	株	500
		植草	hm^2	0.2
	风井工业广场	硬化物拆除	m^3	150
		垃圾外运	m^3	150
		平整	hm^2	0.03
		翻耕	hm^2	0.03
		机械培肥	hm^2	0.03
		种植乔木栾树	株	30
		种植乔木柏树	株	23
		种植乔木女贞	株	22
		种植灌木	株	75
		植草	hm^2	0.03

	废石堆	土工布	m^2	5800
		防雨布	m^2	5800
		覆土	m^3	2900
		平整	hm^2	0.58
		机械培肥	hm^2	0.58
		种植乔木栾树	株	580
		种植乔木柏树	株	435
		种植乔木女贞	株	435
		种植灌木	株	1450
		播撒草籽	hm^2	0.58

插图 4-3-6　矿区土地复垦工程平面图

4.3.3 水资源水生态修复工程

现状矿山尚未开采，对水资源、水生态基本无影响。预测矿山未来开采时对水生态有影响，主要表现在如下几个方面：矿山井下矿坑水、废石堆淋滤水、生活废水可能会造成下游水塘、溪沟中 PH、悬浮物、硫超标等水生态问题。

本次设计的地表水污染防治措施包括：修建截排水沟、修建污水处理站及运维费用、水质监测等，具体如下：

（1）截排水沟

拟设废石堆场地较为平整，周边无较大汇水面，但考虑到矿山雨季，山水及雨水有可能冲刷拟设废石堆场地，形成废石堆淋滤水，有可能造成水资源水生态问题，故本次规划设计在废石堆下方及四周修建截排水沟，将收集废石堆淋滤水及周边雨水，防止周边山水及雨水冲刷废石堆，污染周边水生态，该工程且有效规范矿山废石堆淋滤水排放。

本次设计，在废石堆下游及四周修建截排水沟，将废石堆淋滤水收集后排往矿区污水处理站统一处理。设计截排水沟的总长约为 280m。截水沟断面为矩形，宽 0.5m，深 0.5m，采用浆砌石结构，混凝土垫底（纯混凝土 C15，2 级配，粒径 40，水泥 32.5，水灰比 0.65），防水砂浆抹面，每 10m 设置一条伸缩缝，见插图 4-3-5。

洪峰流量估算和截排水沟的初步设计

本次按照矿区废石堆最大汇水面积来初步估算矿山截排水沟的洪峰流量，按《开发建设项目水土保持方案技术规范》公式确定：

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

式中：Q——最大洪水洪峰流量（P=10%），m^3/s；

k——径流系数，按当地水文地质手册中的有关参数确定，取 0.70；

i——设计降雨强度，按 20 年一遇暴雨强度计算，最大 1h 降雨强度（P=10%），90.5mm/h；

F——集水面积，以最大的汇水面积计算约 $0.15km^2$。

经校核验算，废石堆上游的最大排洪流量 $Q=0.49m^3/s$

插图 4-3-7　设计截水沟示意图（单位：cm）

为保障排洪能力需进行计算验证：

设计截排水沟允许最大排洪流量的确定：（按《灌溉排水学》公式计算）

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

式中：Q 为渠道设计流量(m^3/s)；A 为渠道过水断面面积（m^2）；

R 为水力半径(m)；R=A/X　X 为湿周

i 为渠底比降；本截水沟近似取值为 10/100

C 为谢才系数，$C=n^{-1}R^{1/6}$，其中 n 为渠床糙率。

本设计排水沟为粗糙的水泥护面，糙率取值 0.017

经校核验算，本设计排洪沟的最大排洪流量为 $Q=2.23m^3/s$，

经计算场地内排洪流量 $Q=0.49m^3/s$，本设计截水沟的排洪流量为 $Q=2.23m^3/s$，满足最大汇水面积的排洪需求。截水沟工程量见表 4-3-11：

表 4-3-11　　设计截水沟工程量测算

恢复治理工程	长度(m)	挖方(m^3)	浆砌石(m^3)	底板(m^3)	砂浆抹面(平面m^2)	砂浆抹面(立面m^2)	填方(m^3)	伸缩缝(m^2)	弃方(m^3)
截排水沟	280	225.12	84	31.92	308	280	33.6	11.72	191.52

（2）修建污水处理站

考虑到近年环保政策的收紧，本次设计在废石堆附近修建污水处理站一座，用于处理矿山井下矿坑水、废石堆淋滤水、生活废水，污水处理站建设属于基础设施投资，造价需要单独核算，需要根据相关环保部门要求，请有资质单位专门设计建设，并通过生态环境部门验收合格后使用，本次不预留污水处理站相关费用。

（3）水处理及清淤工程

依前述，未来矿山将在地表修建截排水沟及 1 处污水处理站，未来矿山需严格按照环保部门的要求对矿井水、生活废水、废石堆堆淋滤水进行处理。本次设计的水生态修复工程为预留污水处理费用及清淤费用。

生活废水预测，未来矿山职工按照 50 人计算，人均日用水量 100 L，排水系数 0.85，则日生活废水量约为 $50\times100\times0.85=4250L\approx4m^3$。预测矿山年产生活废水约 $1460m^3$。

废石堆淋滤水预测，拟设废石堆占地面积约 $0.55hm^2$，沅陵县多年平均降雨量 1450.0mm，径流系数取 0.70，故预测废石堆年产生淋滤水水量约为 $5582m^3$。

井下矿坑水预测，根据前文介绍，未来本矿正常井下涌水量为 11m³ /h，最大涌水量为 15m³ /h（日排放量本次取平均值约 312m³ ），预测矿山井下矿坑水年涌水约为 113880m³ 。

以上矿山废水合计约 120922m³ /年。

矿山污水处理费用按照相同矿山处理费用进行估算，本次按 1.4 元/m³ 计算，由此可以估算年污水处理费用约 16.92 万元。

矿山未来截排水沟需定期开展清淤工程，根据周边矿山以往清淤费用估算，未来矿山拟设截排水沟总长约 280m，每 2 个月 1 次，按照每次每米 7 元计算，每年截排水沟清淤费用约为 1.18 万元。

以上污水处理费用及截排水沟清淤费用合计 18.1 万元/年。

综上所述，矿山的生产服务年限为 10.4 年，预留污水处理站废水处理费用及截排水沟清淤费用共约为 188.24 万元。

本次按 7 年计划计提该费用，第一年计提 26.90 万元，后面 6 年，平均每年计提 26.89 万元。

水资源水生态修复工程年度安排见表 4-3-12。

表 4-3-12　　水资源水生态修复工程及年度安排

年度	水资源水生态修复工程	单位	拟建工程	计提金额
2027	设置截排水沟	m	280	
	水处理及清淤工程费用预留	万元		26.90
2028	水处理及清淤工程费用	万元		26.89
2029	水处理及清淤工程费用	万元		26.89
2030	水处理及清淤工程费用	万元		26.89
2031	水处理及清淤工程费用	万元		26.89
2032	水处理及清淤工程费用	万元		26.89
2033	水处理及清淤工程费用	万元		26.89

4.3.4 地灾安全隐患消除工程

1、采空区地面变形地质灾害隐患消除工程

现状矿区无各类地质灾害问题；前文章节已计算，存在发生采空区地面变形的可能性，主要可能受影响的对象为林地面积约 16hm²、山塘 1 处，为重度破坏。本次需考虑预留防治费用。

地下开采区的防治措施主要是通过保留安全矿柱，结合监测和巡查，因此本次设计的防治工程主要是：设置专业监测点，采取人工监测和巡查、预留防治费用。

对于可能影响的约 16hm^2 林地，本次参考《湖南省生态公益林管理与补偿办法》对宜林地补偿标准，对于宜林地每平方米按 10 元计算，本次设计预留 160 万元用于塌陷区域的回填、平整、植被修复等工作。

针对山塘，考虑到山塘面积较小，故本次预留 10 万元，用于治理山塘漏失。

以上采空区地面变形防治费用合计约 170 万元，本次按 7 年计划预提该费用，第 1 年计提 24.32 万元，后面 6 年每年平均计提 24.28 万元。

表 4-3-13　　采空区地面变形地质灾害隐患消除工程及年度安排

年度	工程或费用名称		单位	工程量
2027	地质灾害安全隐患消除工程	预留采空区地面变形防治费用	万元	24.32
2027	地质灾害安全隐患消除工程	预留采空区地面变形防治费用	万元	24.28
2028	地质灾害安全隐患消除工程	预留采空区地面变形防治费用	万元	24.28
2029	地质灾害安全隐患消除工程	预留采空区地面变形防治费用	万元	24.28
2030	地质灾害安全隐患消除工程	预留采空区地面变形防治费用	万元	24.28
2031	地质灾害安全隐患消除工程	预留采空区地面变形防治费用	万元	24.28
2032	地质灾害安全隐患消除工程	预留采空区地面变形防治费用	万元	24.28
合计			万元	170

2、挡渣墙工程

根据前述，未来矿山将拟设废石堆场 1 处，设计在主平峒南东方 60m 的山沟处，堆放废石量约 3.8 万 m^3。为避免未来废石堆中废石下滑占用更多土地资源，造成水、土生态环境破坏。本次设计在废石堆前缘修建挡渣墙一座。挡渣墙为仰斜式结构，采用浆砌石砌体，外侧竖直，内侧面坡比 1：0.33。均高 3m，基础埋深≥0.6m，基底宽 2.5m，墙顶宽度 1m；在挡渣墙体内每隔 2m 设置泄水孔，进水口设土工滤布，以防堵塞；每隔 10m 留一条伸缩缝。挡渣墙长约 60m。

另见重力式挡渣墙计算书，挡渣墙总工程量见表 4-3-14：

表 4-3-14　　设计挡渣墙工程量测算

复垦区 名称	长度 (m)	挖方 (m^3)	浆砌石 (m^3)	泄水孔长度 (m)	填方 (m^3)	伸缩缝 (m^2)	弃方 (m^3)
废石堆下方挡渣墙	60	100.8	360	54	10.8	30	90

2、挡墙截面面积（不含墙趾）：

$$A = (h\cdot m+2\cdot c+h/\tan\alpha)\cdot h/2+(H-h+d+s\cdot\tan\alpha_0)\cdot(h\cdot m+c+H/\tan\alpha)/2-(H-h)^2/(2\tan\alpha)$$

$$= (3\times0.500+2\times1+3/\tan90°)\times3/2$$
$$+(3.8-3+0.6+0\times\tan4.6°)\times(3\times0.500+1+3.8/\tan90°)/2$$
$$-(3.8-3)^2/(2\times\tan90°)$$
$$= 7.0 \quad m^2$$

3、挡墙每延米自重（不含墙趾）：

$$G=\gamma_d\cdot A = 22\times7.0$$
$$= 154 \quad KN$$

4、每延米主动土压力：

$$E_a=\psi_c\cdot\gamma\cdot H^2\cdot k_a/2 = 1.1\times22\times3.8^2\times0.21744/2$$ 《地规》公式(6.6.3-1)
$$= 38 \quad KN$$

三、抗滑移稳定性验算：

1、挡墙自重沿基底法线方向分量：

$$G_n=G\cdot\cos\alpha_0 = 154\times\cos4.6°$$
$$= 154 \quad KN$$

2、挡墙自重沿基底平行方向分量：

$$G_t=G\cdot\sin\alpha_0 = 154\times\sin4.6°$$
$$= 12 \quad KN$$

3、主动土压力沿基底法线方向分量：

$$E_{an}=E_a\cdot\cos(\alpha-\alpha_0-\delta) = 38\times\cos(90°-4.6°-0°)$$
$$= 3 \quad KN$$

4、主动土压力沿基底平行方向分量：

$$E_{at}=E_a\cdot\sin(\alpha-\alpha_0-\delta) = 38\times\sin(90°-4.6°-0°)$$
$$= 38 \quad KN$$

5、抗滑移稳定系数：

$$K_s = (G_n+E_{an})\cdot\mu/(E_{at}-G_t)$$ 《地规》公式(6.6.5-1)
$$= (154+3)\times0.5/(38-12)$$
$$= 3.06$$

≥ 1.3，满足《地规》6.6.5条第1款要求

四、抗倾覆稳定性验算：

1、主动土压力作用点距墙背底端高度：

$$z=H/3 = 3.8/3$$
$$= 1.267 \quad m$$

2、主动土压力作用点距墙趾底端高度：

$$z_f = z - b \cdot \tan\alpha_0 = 1.267 - 2.5 \times \tan 4.6°$$
$$= 1.067 \quad m$$

3、挡墙截面形心距墙趾底端水平距离：

1) 挡墙截面对通过墙背底端竖轴的静距为：

$$S = [h \cdot (c + H/\tan\alpha)^2/2] + [h^2 \cdot m \cdot (h \cdot m/3 + c + H/\tan\alpha)/2)]$$
$$+ [(H-h)/6 + (d + s \cdot \tan\alpha_0)/3] \cdot (h \cdot m + c + H/\tan\alpha)^2$$
$$- [H^3/(\tan^2\alpha)]/6$$
$$= [3 \times (1 + 3.8/\tan 90°)^2/2] + [3^2 \times 0.500 \times (3 \times 0.500/3 + 1 + 3.8/\tan 90°)/2]$$
$$+ [(3.8 - 3)/6 + (0.6 + 0 \times \tan 4.6°)/3] \times (3 \times 0.500 + 1 + 3.8/\tan 90°)^2$$
$$- [3.8^3/(\tan 90°)^2)]/6$$
$$= 6.96 \quad m^3$$

2) 挡墙截面形心距墙背底端竖轴的水平距离：

$$x_1 = S/A = 6.96/7.00$$
$$= 0.994 \quad m$$

3) 挡墙截面形心距墙趾底端水平距离：

$$x_0 = b - x_1 = 2.5 - 0.994$$
$$= 1.506 \quad m$$

4、主动土压力作用点距墙趾底端水平距离：

$$x_f = b - z/\tan\alpha = 2.5 - 1.267/\tan 90°$$
$$= 2.500 \quad m$$

5、主动土压力沿水平方向分量：

$$E_{ax} = E_a \cdot \sin(\alpha - \delta) = 38 \times \sin(90° - 0°)$$
$$= 38 \quad KN$$

6、主动土压力沿重力方向分量：

$$E_{az} = E_a \cdot \cos(\alpha - \delta) = 38 \times \cos(90° - 0°)$$
$$= 0 \quad KN$$

7、抗倾覆稳定系数：

$$K_t = (G \cdot x_0 + E_{az} \cdot x_f) \cdot / (E_{ax} \cdot z_f) \qquad \text{《地规》公式(6.6.5-2)}$$
$$= (154 \times 1.506 + 0 \times 2.500)/(38 \times 1.067)$$
$$= 5.72$$

≥ 1.6，满足《地规》6.6.5条第2款要求

五、地基承载力验算：

1、修正后的地基承载力特征值：

基础底面斜宽 $B = b/\cos\alpha_0 =$ 2.51 ＜3m，仅承载力修正时取 $B =$ 3.00 m

基础埋深 $d \geq 0.5$m，承载力修正时 $d =$ 0.60 m

$$f_a = f_{ak} + \eta_b \cdot \gamma \cdot (B-3) + \eta_d \cdot \gamma_m \cdot (d-0.5)$$

$= 180+0.3\times22\times(3.00-3)+1.6\times22\times(0.60-0.5)$

$= 184 \quad KN/m^2$

2、作用在基础底面法线方向的每延米总作用力为：

$F = G_n+E_{an}$

$= 154+3$

$= 157 \quad KN$

3、轴心荷载作用时，基础底面的平均压力值：

$p_k = F/B$

$= 157/(2.5/\cos4.6°)$

$= 62.4 \quad KN/m^2$

$\leqslant f_a$= 184，满足《地规》5.2.1条第1款要求

4、挡墙自重及土压力的合力在基础底面的偏心距：

$e= B/2-(G\cdot x_0+E_{ax}\cdot x_f-E_{ax}\cdot z_f)/F$

$= 2.51/2-(154\times1.506+0\times2.500-38\times1.067)/157$

$= 0.03 \quad m$

$\leqslant b_0/4$ = 0.63，满足《地规》6.6.5条第4款要求

5、挡墙自重及土压力的合力在基础底面产生的偏心力距：

$M = F\cdot e$

$= 157\times0.03$

$= 4.9 \quad KN\cdot m$

6、偏心荷载作用时，基础底面的最大压应力值：

$B/6$= 0.42 ≥e，应按《地规》公式5.2.2-2计算

$p_{kmax} = F/B+6M/B^2$

$= 157/2.51+6\times4.9/2.51^2$

$= 67.1 \quad KN/m^2$

$\leqslant 1.2f_a$ = 220.2，满足《地规》5.2.1条第2款要求

表 4-3-15　　地质灾害安全隐患消除工程及年度安排表

年度	工程或费用名称	单位	工程量
2027	预留地灾安全隐患消除工程费用	万元	24.32
	设置废石堆下方挡渣墙	m	60
2028	预留地灾安全隐患消除工程费用	万元	24.28
2029	预留地灾安全隐患消除工程费用	万元	24.28
2030	预留地灾安全隐患消除工程费用	万元	24.28
2031	预留地灾安全隐患消除工程费用	万元	24.28
2032	预留地灾安全隐患消除工程费用	万元	24.28
2033	预留地灾安全隐患消除工程费用	万元	24.28

4.3.5 监测和管护工程

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

4.3.5.1 地质灾害监测工程

未来矿山应派专人对潜在可能产生采空区地面变形的区域开展监测工作。

本次设计以人工巡查方式进行，矿山应派专人对岩石移动范围进行巡查并及时反馈情况。矿山应派专人开展巡查工作，并按月支付工资，采用简易观测手段及时反馈情况。巡查频率应不少于每周一次，每月不少于四次，若逢雨季应每天进行。考虑到采空区地面变形的滞后性，本次设计巡查期为方案的适用年限 14.4 年（2027 年 1 月～2041 年 6 月），共 173 个月，本次设计按照 1000 元每月预留。

4.3.5.2 地下水监测工程

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

（1）监测点部署

在生态修复区西部边界布置 2 个水文观测孔，作为对含水层水位的观测，共 2 个监测点，监测点建设按 10 万元/孔计算（包含监测设备购买）。

（2）水位监测

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

（3）水质监测

以全年采样检测次数不少于 4 次，抽送到当地环境监测局进行水质简分析检验；矿坑水监测因子按《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ级标准执行，地下水按《地下水质量标准》（GB14848-2017）中的Ⅲ类标准，项目以 PH 值、COD、SS、氨氮、硫化物、BOD5、钒、铜、锌、铅、砷、镉、六价铬为主。经监测发现排放水质超标时，应加密至每日一次；监测期为矿山生产服务年限 10.4 年（即 2027 年 1 月至 2037 年 6 月）。监测次数共 42 次。

表 4-3-16　地下水水质监测工程量测算表

监测单元名称	监测点(处）	年数	频率（次/点•a）	工程量(次)
地下水水位及水质监测	2	10.4	4	42
合　　计	2			

4.3.5.3 废水监测工程

①设计内容：方案对矿坑废水处理后外排的水质进行常规监测，以掌握水质发展趋势。

②监测点设置：拟设计在矿坑水污水处理站的排水口、废石堆下游、工业广场下游、小溪下游 500m、周边水井各设置 1 个水质监测点，共设置监测点 5 处。

③监测频率：以全年采样检测次数不少于 4 次，采样时间为每季度 1 次，每次采样 3 个；经监测发现排放水质超标时，应加密至每日一次；监测期为 10.4 年；

④监测项目：以全年采样检测次数不少于 4 次，抽送到当地环境监测局进行水质简分析检验；矿坑水监测因子按《地表水质量标准》（GB3838-2002）表 1 中第Ⅱ类标准限值项目以 PH 值、COD、SS、氨氮、硫化物、BOD_5、总铅、总锌、钒、总镉和铬(六价)等为主，矿山外排水需要达标排放。监测期限应直至矿山闭坑，废水监测期为矿山生产服务年限 10.4 年（即 2027 年 1 月至 2037 年 6 月），监测次数共 42 次。

表 4-3-17　　水质监测工程量及进度安排表

工程项目	监测区域	监测点（处）	监测时间	监测频率（次）	工程量	进 度 安 排
水环境监测	矿坑水污水处理站的排水口	1	10.4	4	42	2027.1—2037.6
	废石堆下游	1				
	工业广场下游	1				
	污水处理站排放口小溪下游500m	1				
	周边水井	1				
合计		5				

4.3.5.4 土壤监测工程

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

②监测点设置：设计在矿部及主井工业广场、废石堆下方周边农田附近设土壤环境监测点各 1 个，并一年一次采土样进行检测。周边土壤监测期为矿山生产服务年限 10.4 年，土壤监测 11 次。

③监测频率：每一年一次采土样进行检测，经监测发现排放水、土壤因子超标时，应加密至每月一次。

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

表 4-3-18 土壤环境监测工程量及进度安排表

工程项目	工 程 名 程		单 位	工程量	进 度 安 排
土壤环境监测	矿部及主井工业广场、废石堆下方周边农田附近设土壤	1、土壤环境监测工程			2027.1—2037.6
		1）监测点	处	2	
		2）监测时间	a	10.4	
		3）分析化验	次	11	

4.3.5.5 植被监测工程

在开采期间矿山应对矿区的植被进行定期的巡查监测，主要监测内容为：矿区的植被是否有退化或植被种类减少的现象，植被覆盖面积是否有缩减的现象，主要监测林地上树草种数量、生长量、高度、多度等，设计监测频率为一年一次，监测位置为全矿区范围，监测方式为定期人工巡查。监测期限应直至矿山闭坑，为方案的适用年限 14.4 年（即 2027 年 1 月至 2041 年 6 月），监测次数共 15 次。

4.3.5.6 天然放射性环境监测

钒矿开采、选矿及冶炼过程中，可能伴随天然放射性核素（如铀、钍、镭系核素等）的释放与迁移，对周边大气、水体、土壤及生物造成潜在辐射风险。因此，开展钒矿天然放射性环境监测是保障生态环境安全和人群健康的关键环节，需遵循 “全链条覆盖、多介质协同、标准化实施” 的原则。

天然放射性监测的核心是核素识别与活度浓度测量，需针对不同介质选择适配的监测技术，同时满足《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB 23727-2020）、《天然石材产品放射性防护分类控制标准》（GB 6566-2010）等国家标准要求。

采样点需布设在井下采矿作业面、下风向周边及居民区，避免遮挡；氡监测需同步记录环境温度、湿度、气压，减少气象因素对数据的影响。该项工程为日常监测工程，预留天然放射性环境监测费用 26 万元。

表 4-3-19　　天然放射性环境监测费用年度安排

年度	工程类型	单位	计提金额
2027	预留天然放射性环境监测费用	万元	2.5
2028	预留天然放射性环境监测费用	万元	2.5
2029	预留天然放射性环境监测费用	万元	2.5
2030	预留天然放射性环境监测费用	万元	2.5
2031	预留天然放射性环境监测费用	万元	2.5
2032	预留天然放射性环境监测费用	万元	2.5
2033	预留天然放射性环境监测费用	万元	2.5
2034	预留天然放射性环境监测费用	万元	2.5
2035	预留天然放射性环境监测费用	万元	2.5
2036	预留天然放射性环境监测费用	万元	2.5
2037	预留天然放射性环境监测费用	万元	2.5

4.3.5.7 管护工程

本区的矿部及主井工业广场、风井工业广场、废石堆、2 号露采场、3 号露采场复垦工程完成后，均需要后期的管护与培育，以防止复垦土地的退化。主要包括松土培土、修剪、施肥浇水、病虫害防治和补栽以及防牛、羊破坏、去除乔木周边杂草等管护措施。第二、三年 5 月在树蔸周边松土除草、培土。修剪，一年一次在冬季落叶后进行，在开春后入冬前进行施肥，施用肥料以有机复合肥为主。春季病虫高峰期喷洒保护剂，防治剂视病虫害发生情况适时喷洒，使用品种为无害农药。浇水主要在夏季节，排涝主要在梅雨季节。按绿化管护市场价 2 元/m^2•年估算。本次设计复垦区（林地）总面积为 3.99hm^2，养护期 3 年，管护期为 2039 年至 2041 年。

矿山监测和管护工程量见表 4-3-20，年度安排见表 4-3-21。

表 4-3-20　　矿山监测及管护工程量表

矿山地质环境监测工程	工程类别	单位	工程量
地质灾害监测	地面变形人工巡查监测	月	173
地下水监测	地下水水位及水质监测	次	42
水质监测	水质化验、分析	次	42
土壤监测	土壤化验、分析	次	11
植被巡查	人工巡查植被	次	15
天然放射性环境监测	预留天然放射性环境监测费用	万元	26
管护工程	林地管护	hm^2	4.91

表 4-3-21　　矿山监测及管护工程年度安排

年度	工程或费用名称	单位	工程量
2027	地面变形人工巡查监测	月	12
	地下水水位及水质监测	次	4
	水质化验、分析	次	4
	土壤化验、分析	次	1
	人工巡查植被	次	1
	天然放射性环境监测费用	万元	2.5
2028	地面变形人工巡查监测	月	12
	地下水水位及水质监测	次	4
	水质化验、分析	次	4
	土壤化验、分析	次	1
	人工巡查植被	次	1
	天然放射性环境监测费用	万元	2.5
2029	地面变形人工巡查监测	月	12
	地下水水位及水质监测	次	4
	水质化验、分析	次	4
	土壤化验、分析	次	1
	人工巡查植被	次	1
	天然放射性环境监测费用	万元	2.5
2030	地面变形人工巡查监测	月	12
	地下水水位及水质监测	次	4
	水质化验、分析	次	4
	土壤化验、分析	次	1
	人工巡查植被	次	1
	天然放射性环境监测费用	万元	2.5
2031	地面变形人工巡查监测	月	12
	地下水水位及水质监测	次	4
	水质化验、分析	次	4
	土壤化验、分析	次	1
	人工巡查植被	次	1
	天然放射性环境监测费用	万元	2.5
2032	地面变形人工巡查监测	月	12
	地下水水位及水质监测	次	4
	水质化验、分析	次	4

	土壤化验、分析		次	1
	人工巡查植被		次	1
	天然放射性环境监测费用		万元	2.5
2033	地面变形人工巡查监测		月	12
	地下水水位及水质监测		次	4
	水质化验、分析		次	4
	土壤化验、分析		次	1
	人工巡查植被		次	1
	天然放射性环境监测费用		万元	2.5
2034	地面变形人工巡查监测		月	12
	地下水水位及水质监测		次	4
	水质化验、分析		次	4
	土壤化验、分析		次	1
	人工巡查植被		次	1
	天然放射性环境监测费用		万元	2.5
2035	地面变形人工巡查监测		月	12
	地下水水位及水质监测		次	4
	水质化验、分析		次	4
	土壤化验、分析		次	1
	人工巡查植被		次	1
	天然放射性环境监测费用		万元	2.5
2036	地面变形人工巡查监测		月	12
	地下水水位及水质监测		次	4
	水质化验、分析		次	4
	土壤化验、分析		次	1
	人工巡查植被		次	1
	天然放射性环境监测费用		万元	2.5
2037	地面变形人工巡查监测		月	5
	地下水水位及水质监测		次	2
	水质化验、分析		次	2
	土壤化验、分析		次	1
	人工巡查植被		次	1
	天然放射性环境监测费用		万元	2.5
2038	地面变形人工巡查监测		月	12
	人工巡查植被		次	1
2039-2041	地面变形人工巡查监测		月	36
	人工巡查植被		次	3
	管护工程	林地管护	公顷	4.91

插图 4-3-8　矿区监测工程分布平面图

4.3.6 其它工程

1、井口封堵工程

本矿山的其它工程为井口封闭工程，本矿山有 2 个井口（主井、风井），均为平硐，矿山闭坑时，矿山对主井、风井进行封闭，恢复自然环境，同时防止意外安全事故发生。

具体设计方案如下：平硐封堵时，先在距离井口 20m 处砌建 2.0m 的浆砌石挡墙封堵，在用工业广场上硬化物对各井筒进行充填。在井口砌建 2.0m 的浆砌石挡墙封堵、M7.5 砂浆抹面（砌筑砂浆 M7.5 水泥 32.5 水灰比 0.65）。（示意图见 4-3-9）

表 4-3-22　　平硐封闭工程量表

井口名称	井口类型	井口断面积（㎡）	封闭厚度（m）		浆砌片石(m^3)		井筒回填(m^3)	外墙砂浆立抹(m^2)	备注
			外墙	内墙	外墙	内墙			
主井	平硐	5.75	2	2	11.5	11.5		5.75	风井一般有3个井口，2个次井筒2.0m×2.0m、长约10m。
风井	主硐井	4.40	2	2	8.80	8.80		4.40	
	次井筒	4.00	2	2	8.00	8.80		8.00	
合计					58.2			18.15	
注：本次设计工业广场复垦时硬化物全部回填井筒，在前文中已计入拆除硬化物外运。									

表 4-3-23　　其它工程年度安排

年度	工程或费用名称		单位	工程量
2038	主井、风井封闭	浆砌块石	m^3	58.2
		外立面抹面	m^2	18.15

插图 4-3-9　平硐井口封堵示意图（单位: cm）

4.3.7 生态保护修复工程量汇总及年度安排

本次设计的生态保护修复工程包括土地复垦与生物多样性修复工程、水资源水生态修复工程、地灾安全隐患消除工程、监测和管护工程等，年度安排如下：

2027 年将开展生态保护保育工程、水资源水生态修复工程、地灾安全隐患消除工程及监测管护工程。

2028 年将开展水资源水生态修复工程、地灾安全隐患消除工程及监测管护工程。

2029 年将开展土地复垦与生物多样性修复工程，将 3 号露采场复垦为林地、地灾

安全隐患消除工程及监测管护工程。

2030-2033 年开展水资源水生态修复工程、地灾安全隐患消除工程及监测管护工程。

2034-2037 年开展水资源水生态修复工程、监测管护工程。

2038 年完成矿部及主井工业广场、风井工业广场、废石堆的复垦工程，复垦为林地；二处井口封堵（主井、风井）；水资源水生态修复工程、开展监测管护工程。

2039-2041 年开展监测管护工程。（见附表 4-3-25）

4.3.7 生态保护修复工程量汇总及年度安排

表 4-3-24　　矿山生态修复工程量汇总表

工程类别	工程或费用名称		单位	工程量
生态保护保育工程	生态保护保育工程施工费	野生动、植物保护宣传牌	块	6
		森林防火警示牌	块	6
土地复垦与生物多样性修复工程	矿部及主井工业广场复垦为林地	硬化物拆除	m^3	1000
		垃圾外运	m^3	1000
		平整	hm^2	0.2
		翻耕	hm^2	0.2
		机械培肥	hm^2	0.2
		种植乔木栾树	株	200
		种植乔木柏树	株	150
		种植乔木女贞	株	150
		种植灌木	株	500
		植草	hm^2	0.2
	风井工业广场复垦为林地	硬化物拆除	m^3	150
		垃圾外运	m^3	150
		平整	hm^2	0.03
		翻耕	hm^2	0.03
		机械培肥	hm^2	0.03
		种植乔木栾树	株	30
		种植乔木柏树	株	23
		种植乔木女贞	株	22
		种植灌木	株	75
		植草	hm^2	0.03
	废石堆复垦为林地	土工布	m^2	11300
		防雨布	m^2	11300
		覆土	m^3	2900
		平整	hm^2	0.58
		机械培肥	hm^2	0.58
		种植乔木栾树	株	580

工程类别	工程或费用名称		单位	工程量
		种植乔木柏树	株	435
		种植乔木女贞	株	435
		种植灌木	株	1450
		播撒草籽	hm^2	0.58
	2号露采场复垦为林地	覆土	m^3	4600
		平整	hm^2	0.92
		机械培肥	hm^2	0.92
		种植乔木栾树	株	920
		种植乔木柏树	株	690
		种植乔木女贞	株	690
		种植灌木	株	2300
		种植爬藤类植物	株	1250
		播撒草籽	hm^2	0.92
	3号露采场复垦为林地	覆土	m^3	15900
		平整	hm^2	3.18
		机械培肥	hm^2	3.18
		种植乔木栾树	株	3180
		种植乔木柏树	株	2385
		种植乔木女贞	株	2385
		种植灌木	株	7950
		种植爬藤类植物	株	2400
		播撒草籽	hm^2	3.18
水资源水生态修复工程	废石堆处截排水沟	挖方	m^3	225.12
		块石砌体工程	m^3	84
		素混凝土底板	m^3	31.92
		砂浆抹面(平面)	m^2	308
		砂浆抹面(立面)	m^2	280
		填方	m^3	33.6
		伸缩缝	m^2	11.72
		弃方	m^3	191.52
	污水处理及清淤费用		万元	188.24
地灾安全隐患消除工程	废石堆下方挡渣墙	挖方	m^3	100.8
		浆砌石	m^3	360
		伸缩缝	m^2	54
		砂浆抹面(平面)	m^2	10.8
		开挖回填	m^3	30
		弃方	m^3	90
	地质灾害预留费用		万元	170
监测及管护工程	采空区地面变形人工巡查监测		月	173
	地下水水位自动监测仪		个	2
	地下水水位及水质监测		次	42
	水质化验、分析		次	42
	土壤化验、分析		次	11

工程类别	工程或费用名称		单位	工程量
	人工巡查植被		次	15
	林地、草地管护		公顷	4.91
	天然放射性环境监测费用		万元	26
其它工程	主井、风井井口封闭	浆砌块石	m^3	58.2
		外立面抹面	m^2	18.15

表 4-3-25　　矿区生态保护修复工程量年度安排表

年度	工程类别	工程或费用名称		单位	工程量
2027	生态保护保育工程	生态保护保育工程施工费	野生动、植物保护宣传牌	块	6
			森林防火警示牌	块	6
	土地复垦与生物多样性修复工程	废石堆防渗工程	土工布	m^2	5500
			防雨布	m^2	5500
	水资源水生态修复工程	设置截排水沟		m	280
		污水处理及清淤费用预留		万元	26.90
	地灾安全隐患消除工程	设置废石堆下方挡渣墙		m	60
		地质灾害预留费用		万元	24.32
	监测及管护工程	采空区地面变形人工巡查监测		月	12
		地下水水位自动监测仪		个	2
		地下水水位及水质监测		次	4
		水质化验、分析		次	4
		土壤化验、分析		次	1
		人工巡查植被		次	1
		天然放射性环境监测费用		万元	2.5
2028	水资源水生态修复工程	污水处理及清淤费用预留		万元	26.89
	地灾安全隐患消除工程	地质灾害预留费用		万元	24.28
	监测及管护工程	采空区地面变形人工巡查监测		月	12
		地下水水位及水质监测		次	4
		水质化验、分析		次	4
		土壤化验、分析		次	1
		人工巡查植被		次	1
		天然放射性环境监测费用		万元	2.5
2029	土地复垦与生物多样性修复工程	2号露采场复垦为林地	覆土	m^3	4600
			平整	hm^2	0.92
			机械培肥	hm^2	0.92
			种植乔木栾树	株	920
			种植乔木柏树	株	690
			种植乔木女贞	株	690
			种植灌木	株	2300
			种植爬藤类植物	株	1250
			播撒草籽	hm^2	0.92
	水资源水生态修复工程	污水处理及清淤费用预留		万元	26.89
	地灾安全隐患消除工程	地质灾害预留费用		万元	24.28

年度	工程类别	工程或费用名称		单位	工程量
	监测及管护工程	采空区地面变形人工巡查监测		月	12
		地下水水位及水质监测		次	4
		水质化验、分析		次	4
		土壤化验、分析		次	1
		人工巡查植被		次	1
		天然放射性环境监测费用		万元	2.5
2030	土地复垦与生物多样性修复工程	3号露采场复垦为林地	覆土	m^3	15900
			平整	hm^2	3.18
			机械培肥	hm^2	3.18
			种植乔木栾树	株	3180
			种植乔木柏树	株	2385
			种植乔木女贞	株	2385
			种植灌木	株	7950
			种植爬藤类植物	株	2400
			播撒草籽	hm^2	3.18
	水资源水生态修复工程	污水处理及清淤费用预留		万元	26.89
	地灾安全隐患消除工程	地质灾害预留费用		万元	24.28
	监测及管护工程	采空区地面变形人工巡查监测		月	12
		地下水水位及水质监测		次	4
		水质化验、分析		次	4
		土壤化验、分析		次	1
		人工巡查植被		次	1
		天然放射性环境监测费用		万元	2.5
2031	水资源水生态修复工程	污水处理及清淤费用预留		万元	26.89
	地灾安全隐患消除工程	地质灾害预留费用		万元	24.28
	监测及管护工程	采空区地面变形人工巡查监测		月	12
		地下水水位及水质监测		次	4
		水质化验、分析		次	4
		土壤化验、分析		次	1
		人工巡查植被		次	1
		天然放射性环境监测费用		万元	2.5
2032-2033		与2030同			
2034	监测及管护工程	采空区地面变形人工巡查监测		月	12
		地下水水位及水质监测		次	4
		水质化验、分析		次	4
		土壤化验、分析		次	1
		人工巡查植被		次	1
		天然放射性环境监测费用		万元	2.5
2035-2036		与2034相同			
2037	监测及管护工程	采空区地面变形人工巡查监测		月	5
		地下水水位及水质监测		次	2
		水质化验、分析		次	2
		土壤化验、分析		次	1
		人工巡查植被		次	1

年度	工程类别	工程或费用名称		单位	工程量
		天然放射性环境监测费用		万元	2.5
2038	土地复垦与生物多样性修复工程	矿部及主井工业广场复垦为林地	硬化物拆除	m^3	1000
			垃圾外运	m^3	1000
			平整	hm^2	0.2
			翻耕	hm^2	0.2
			机械培肥	hm^2	0.2
			种植乔木栾树	株	200
			种植乔木柏树	株	150
			种植乔木女贞	株	150
			种植灌木	株	500
			植草	hm^2	0.2
		风井工业广场复垦为林地	硬化物拆除	m^3	150
			垃圾外运	m^3	150
			平整	hm^2	0.03
			翻耕	hm^2	0.03
			机械培肥	hm^2	0.03
			种植乔木栾树	株	30
			种植乔木柏树	株	23
			种植乔木女贞	株	22
			种植灌木	株	75
			植草	hm^2	0.03
		废石堆复垦为林地	土工布	m^2	5800
			防雨布	m^2	5800
			覆土	m3	2900
			平整	hm^2	0.58
			机械培肥	hm^2	0.58
			种植乔木栾树	株	580
			种植乔木柏树	株	435
			种植乔木女贞	株	435
			种植灌木	株	1450
			播撒草籽	hm^2	0.58
	监测及管护工程	采空区地面变形人工巡查监测		月	12
		人工巡查植被		次	1
	其它工程	主井、风井井口封闭	浆砌块石	m^3	58.2
			外立面抹面	m^2	18.15
2039-2041	监测及管护工程	采空区地面变形人工巡查监测		月	36
		人工巡查植被		次	3
		林地管护		公顷	4.91

5 经费估算与基金管理

5.1 经费估算

5.1.1 经费估算原则

1、符合国家有关法律、法规规定；

2、所有生态修复投资应进入工程估算中；

3、工程建设与生态修复措施同步设计、公布建设投资；

4、科学、合理、高效和准确的原则；

5、实事求是、依据充分、公平合理的原则。

5.1.2 经费估算依据

5.1.2.1 国家及有关部门的政策性文件

1、财政部、国土资源部文件《财政部、国土资源部关于印发土地开发整理项目预算定额标准的通知》（财综〔2011〕128 号）；

2、财政部、国土资源部《关于印发〈新增建设用地土地有偿使用费资金管理办法〉的通知》（财建〔2017〕423 号）；

4、湖南省国土资源厅办公室文件关于发布《湖南省农村土地整治项目建设标准》的通知（湘国土资办发〔2014〕14 号）；

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

5、湖南省国土资源厅办公室关于增值税条件下调整土地整治项目预算计价依据的通知（湘国土资办〔2017〕24 号）；

6、湖南省自然资源厅关于印发《湖南省矿山生态修复基金管理办法》（湘自资规〔2022〕3）号；

7、《关于进一步加强新建和生产矿山生态保护修复工作的通知》（湘自资办发[2021]39 号）。

5.1.2.2 行业技术标准

1、《土地整治项目规划设计规范》（TD/T1012-2016）；

2、《湖南省土地开发整理项目工程建设标准》（试行）；

3、2014 年湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）；

4、《湖南省地方标准高标准农田建设》（（DB43/T876.1-2014））；

5、土地整治工程建设标准编写规程（TD/T1045-2016）；

6、土地整治权属调整规范（TD/T1046-2016）；

7、怀化市建设工程造价管理站关于印发怀化市 2025 年 5 月、6 月建设工程材料市场综合价的通知（衡建价信[2025]3 号）。

5.1.3 基础预算单价计算依据

5.1.3.1 定额标准

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

5.1.3.2 人工单价

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

5.1.3.3 主要材料预算价格

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

对砂石料、水泥及钢筋等十一类主要材料进行限价，上述材料除块石在距离矿区 10km 购买。当上述材料预算价格等于或小于“主材规定价格表”中所列的规定价格

时，直接计入工程施工费单价；当材料预算价格大于“主材规定价格表”中所列的规定价格时，超出限价部分单独计算材料价差（只计取材料费和税金），不参与取费。

表 5-1-1　　主材规定价格表

序号	材料名称	单位	限价（元）
1	块石、片石	m3	40
2	砂子、石子	m3	60
3	条石、料石	m3	70
4	水泥	t	410
5	标砖	千块	240
6	钢筋	t	3500
7	柴油	t	8859
8	汽油	t	8940
9	锯材	m3	1200
10	生石灰	t	180
11	柏树树苗	株	12
12	栾树树苗	株	18
13	女贞树苗	株	15
14	灌木	株	5

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

表 5-1-2　　材料预算价格表

名称及规格	单位	含税预算价	税率（%）	预算价			主材限价	价差
				除税预算价	超运距费	取定预算价		
柴油	kg	7.53	12.95	6.67		7.84	4.50	3.34
电	kW.h	0.66		0.66		0.81	0.81	
风	m3	0.17		0.17		0.17	0.17	
水	m3	3.82	9.00	3.50		0.76	0.76	
粗砂	m3	256.00	3.60	247.10		111.00	60.00	51
块石	m3	106.00	3.60	102.32		97.49	40.00	57.49
水泥32.5	kg	0.41	12.95	0.36		0.36	0.30	0.06
树苗	株	8.50	9.00	7.80		7.80	5.00	2.8
种籽	kg	50.00	9.00	45.87		45.87	45.87	
肥料	项	120.00	16.93	102.63		102.63	102.63	

表 5-1-3　　主材超运距费标准

序号	材料名称	单位	超运距费标准	
			（元/公里、m3、t、千块）	
			超运距离20km以内	超运距离20km以外
1	砂	m3	0.6	0.3
2	粗砂	m3	0.6	0.3

序号	材料名称	单位	超运距费标准	
			（元/公里、m3、t、千块）	
			超运距离20km以内	超运距离20km以外
3	卵石40	m3	0.6	0.3
4	块石	m3	0.68	0.32
5	碎石	m3	0.6	0.3
6	标准砖	千块	1.08	0.54
7	钢筋	t	0.4	0.2
8	水泥32.5	kg	0.4	0.2
9	中粗砂	m3	0.6	0.3

5.1.3.4 电、风、水预算价格

1、施工用电基准价格取建设工程材料预算价格公布的价格；

2、施工用风价格计算：

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

式中：K1—时间利用系数（一般取 0.7-0.8）取 0.80；

K2—能量利用系数一般取（0.7-0.85）取 0.70；

供风损耗率取 8％；

单位循环冷却水费 0.005 元/m^3；

供风设施维修摊销费 0.002～0.003 元/m^3

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

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

3、施工用水基准价格取建设工程材料预算价格公布的价格；

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

式中：K1—时间利用系数（一般取 0.7-0.8）,取 0.8；

K2—能量利用系数,取 0.85；供水损耗率取 5％；

供水设施维修摊销费取 0.02 元/m^3；

根据台班定额水泵组班总费用为 109.63 元，水泵额定容量之和为 26.40；施工用水价格＝[109.63÷（26.40×8×0.8×0.85）]÷（1-5％）+0.02＝0.824 元/m^3。

5.1.4 取费标准和计算方法说明

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

5.1.4.1 工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。

1、直接费

由直接工程费（人工费、材料费和施工机械使用费）和措施费组成。

人工费＝定额劳动量×人工预算单价

材料费＝定额材料用量×材料预算单价

施工机械使用费＝定额机械使用量×施工机械台班费

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

2、间接费

间接费=直接费（或人工费）×间接费率

表 5-1-4　　措施费费率表　　单位：%

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

表 5-1-5　　间接费费率表　　单位：%

序号	工程类别	计算基础	间接费费率
1	土方工程	直接费	5.45
2	石方工程	直接费	6.45
3	砌体工程	直接费	5.45
4	混凝土工程	直接费	6.45
5	农用井工程	直接费	8.45
6	其它工程	直接费	5.45

序号	工程类别	计算基础	间接费费率
7	安装工程	人工费	65

3、利润

依据规定，利润按直接费和间接费之和的3%计取，即

利润=（直接费+间接费）×3%。

4、税金

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

税金=（直接费+间接费+利润+材料价差+未计价材料费）×9%。

5.1.4.2 设备购置费

本项无设备购置费。

5.1.4.3 其他费用

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

5.1.4.4 不可预见费

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

5.1.4.5 监测与管护费用

1、监测费

本项目有水质监测，监测费用按5000元每次计算；土壤分析按照3000元每次计算；植被监测按1000元每次计算；采空区地面变形监测人工巡查工作按每月1000元计算；地下水水位自动监测仪10万元每个计算；地下水水位及水质监测按1200元每次计算。

2、管护费

对于复垦为林地、草地区域，本次设计按照每平方米每年2元计算管护费用，管

护期为 3 年。主要为了防止复垦林地、草地的退化。

5.1.5 矿山生态修复工程估算

通过计算，在方案的适用年限 14.4 年内，矿山生态修复工程费用估算为*****万元。其中：生态保护保育工程费用**万元；土地复垦与生物多样性修复工程费用***万元；水资源水生态修复工程费用****万元；地灾安全隐患消除工程费用****万元；监测和管护费工程费用****万元；其它工程费用***万元；其它费用***万元；不可预见费用****万元；预留费用****万元（见表 5-1-6～表 5-1-11）。

表 5-1-6　　矿山生态修复工程费用投资预算总表（单位：万元）

序号	工程或费用名称	费用（万元）	计算式（具体费用见表5-1-8）
一	生态保护保育工程	***	
二	土地复垦与生物多样性修复工程	****	
三	水资源水生态修复工程	****	
四	地灾安全隐患消除工程	****	-
五	监测和管护工程	****	
六	其它工程	****	
七	其它费用	****	见表5-1-7
八	不可预见费用	****	见表5-1-7
九	预留费用	***	见表5-1-7
十	总投资	****	

表 5-1-7　　方案适用年限内矿山生态修复工程费用估算分类表

编号	工程方案或费用名称			单位	工程量	单价	合价（元）	其他费用	不可预见费投资	投资(元)	总计
1	2	3	4	5	6	7	8=6*7	9=8*12%	10=8*10%	11=8+9+10	12
一	生态保护保育工程	生态保护保育工程施工费	野生动、植物保护宣传牌	块	6	1000	6000	720	600	****	*****
			森林防火警示牌	块	6	1000	6000	720	600	****	
小计							**12000**				
二	土地复垦与生物多样性修复工程	矿部及主井工业广场复垦为林地	硬化物拆除	$100m^3$	10.00	12809.43	128094.3	15371.32	12809.43	*****	*******
			垃圾外运	$100m^3$	10.00	3023.64	30236.4	3628.37	3023.64	*****	
			翻耕	hm^2	0.2	3423.04	684.61	82.15	68.46	*****	
			平整	hm^2	0.2	3609.06	721.81	86.62	72.18	*****	
			机械培肥	hm^2	0.2	1326.42	265.28	31.83	26.53	*****	
			种植乔木栾树	100株	2.00	2662.31	5324.62	638.95	532.46	*****	
			种植乔木柏树	100株	1.50	1910.73	2866.10	343.93	286.61	*****	
			种植乔木女贞	100株	1.50	2286.52	3429.78	411.57	342.98	*****	
			种植灌木	100株	5.00	1325.64	6628.2	795.38	662.82	*****	
			播撒草籽	hm^2	0.2	814.68	162.94	19.55	16.29	*****	
		风井工业广场复垦为林地	硬化物拆除	$100m^3$	1.50	12809.43	19214.15	2305.70	1921.41	*****	
			垃圾外运	$100m^3$	1.50	3023.64	4535.46	544.26	453.55	*****	
			翻耕	hm^2	0.03	3423.04	102.69	12.32	10.27	*****	
			平整	hm^2	0.03	3609.06	108.27	12.99	10.83	*****	
			机械培肥	hm^2	0.03	1326.42	39.79	4.78	3.98	*****	
			种植乔木栾树	100株	0.30	2662.31	789.69	95.84	79.87	*****	
			种植乔木柏树	100株	0.23	1910.73	439.47	52.74	43.95	*****	
			种植乔木女贞	100株	0.22	2286.52	503.03	60.36	50.30	*****	
			种植灌木	100株	0.75	1325.64	994.23	119.31	99.42	*****	
			播撒草籽	hm^2	0.03	814.68	24.44	2.93	2.44	*****	
		废石堆复垦为林地	土工布	$100m^2$	113.00	693.7	78388.1	9406.57	7838.81	*****	
			防雨布	$100m^2$	113.00	618.03	69837.39	8380.49	6983.74	*****	
			覆土	$100m^3$	29.00	3023.64	87685.56	10522.27	8768.56	*****	
			平整	hm^2	0.58	3609.06	2093.25	251.19	209.33	*****	
			机械培肥	hm^2	0.58	1326.42	769.32	92.32	76.93	*****	
			种植乔木栾树	100株	5.80	2662.31	15441.40	1852.97	1544.14	*****	
			种植乔木柏树	100株	4.35	1910.73	8311.68	997.40	831.17	*****	
			种植乔木女贞	100株	4.35	2286.52	9946.36	1193.56	994.64	*****	
			种植灌木	100株	14.50	1325.64	19221.78	2306.61	1922.18	*****	
			播撒草籽	hm^2	0.58	814.68	472.51	56.70	47.25	*****	
		2号露采场复垦为林地	覆土	$100m^3$	46.00	3023.64	139087.44	16690.49	13908.74	*****	
			平整	hm^2	0.92	3609.06	3320.34	398.44	332.03	*****	
			机械培肥	hm^2	0.92	1326.42	1220.31	146.44	122.03	*****	
			种植乔木栾树	100株	9.20	2662.31	24493.25	2939.19	2449.33	*****	
			种植乔木柏树	100株	6.90	1910.73	13184.04	1582.08	1318.40	*****	
			种植乔木女贞	100株	6.90	2286.52	15776.99	1893.24	1577.70	*****	
			种植灌木	100株	23.00	1325.64	30489.72	3658.77	3048.97	*****	
			种植爬藤	100株	12.50	125.26	1565.75	187.89	156.58	*****	
			播撒草籽	hm^2	0.92	814.68	749.51	89.94	74.95	*****	
		3号露采场复垦为林地	覆土	$100m^3$	159.00	3023.64	480758.76	57691.05	48075.88	*****	
			平整	hm^2	3.18	3609.06	11476.81	1377.22	1147.68	*****	
			机械培肥	hm^2	3.18	1326.42	4218.02	506.16	421.80	*****	
			种植乔木栾树	100株	31.80	2662.31	84661.46	10159.37	8466.15	*****	
			种植乔木柏树	100株	23.85	1910.73	45570.91	5468.51	4557.09	*****	
			种植乔木女贞	100株	23.85	2286.52	54533.50	6544.02	5453.35	*****	
			种植灌木	100株	79.50	1325.64	105388.38	12646.61	10538.84	*****	
			种植爬藤	100株	24.00	125.26	3006.24	360.75	300.62	*****	
			播撒草籽	hm^2	3.18	814.68	2590.68	310.88	259.07	*****	
小计							**1519424.72**				
三	水资源水生态修复工程	废石堆处截排水沟	挖方	$100m^3$	2.2512	2193.10	4937.11	592.45	493.71	*****	******
			块石砌体工程	$100m^3$	0.84	46935.56	39425.87	4731.10	3942.59	*****	
			素混凝土底板	$100m^3$	0.3192	47736.10	15237.36	1828.48	1523.74	*****	
			砂浆抹面(平面)	$100m^2$	3.08	2335.16	7192.29	863.07	719.23	*****	
			砂浆抹面(立面)	$100m^2$	2.80	2824.92	7909.78	949.17	790.98	*****	
			填方	$100m^3$	0.336	5293.16	1778.50	213.42	177.85	*****	
			伸缩缝	$100m^2$	0.1172	11253.80	1318.95	158.27	131.90	*****	
			弃方	$100m^3$	1.9152	160.16	306.74	36.81	30.68	*****	
		污水处理及清淤费用		元			1882400			*****	
小计							**1960506.6**				
四	地灾安全隐患消除工程	废石堆下方挡渣墙	挖方	$100m^3$	1.008	2193.10	2210.64	265.28	221.06	*****	*******
			浆砌石	$100m^3$	3.60	46935.56	168968.02	20276.16	16896.80	*****	
			伸缩缝	$100m^2$	0.54	11253.80	6077.05	729.25	607.71	*****	

编号	工程方案或费用名称			单位	工程量	单价	合价（元）	其他费用	不可预见费投资	投资(元)	总计
1	2	3	4	5	6	7	8=6*7	9=8*12%	10=8*10%	11=8+9+10	12
			砂浆抹面(平面)	100m²	0.108	5293.16	571.66	68.60	57.17	*****	
			开挖回填	100m³	0.30	11253.80	3376.14	405.14	337.61	*****	
			弃方	100m³	0.90	160.16	144.14	17.30	14.41	*****	
小计							**181347.65**				
五	监测及管护工程	专业及人工巡查监测		月	173	1000	173000	20760	17300	*****	******
		地下水水位自动监测仪		个	2	100000	200000	24000	20000	*****	
		地下水水位及水质监测		次	42	1200	50400	6048	5040	*****	
		水质化验、分析		次	42	5000	210000	25200	21000	*****	
		土壤化验、分析		次	11	3000	33000	3960	3300	*****	
		人工巡查植被		次	15	1000	15000	1800	1500	*****	
		林地管护		公顷	4.91	60000	294600	35352	29460	*****	
小计							**976000**				
六	其他工程	主井、风井井口封堵	浆砌块石	100m³	0.582	34861.22	20289.23	2434.71	2028.92	*****	*****
			外立面抹面	100m³	0.1815	2824.92	512.72	61.53	51.27	*****	
小计							**20801.95**				
七	预留费用	地灾安全隐患消除工程预留		元			**1700000**			*****	******
		天然放射性环境监测费用		元			**200000**			*****	
八	**合计**						*******	********	*******	*******	******

表 5-1-8　　分年度矿山治理恢复工程费用估算表（单位：元）

年度	工程类别	工程或费用名称		单位	工程量	单价	合价（元）	其他费用	不可预见费投资	投资(元)	总计
2027	生态保护保育工程	生态保护保育工程施工费	野生动、植物保护宣传牌	块	6	1000	6000	720	600	7320	********
			森林防火警示牌	块	6	1000	6000	720	600	7320	
	土地复垦与生物多样性修复工程	废石堆防渗	土工布	100m²	55.00	693.7	38153.5	4578.42	3815.35	46547.27	
			防雨布	100m²	55.00	618.03	33991.65	4079.00	3399.17	41469.82	
	水资源水生态修复工程	废石堆处截排水沟	挖方	100m³	2.2512	2193.10	4937.11	592.45	493.71	6023.27	
			块石砌体工程	100m³	0.84	46935.56	39425.87	4731.10	3942.59	48099.56	
			素混凝土底板	100m³	0.3192	47736.10	15237.36	1828.48	1523.74	18589.58	
			砂浆抹面(平面)	100m²	3.08	2335.16	7192.29	863.07	719.23	8774.59	
			砂浆抹面(立面)	100m²	2.80	2824.92	7909.78	949.17	790.98	9649.93	
			填方	100m³	0.336	5293.16	1778.50	213.42	177.85	2169.77	
			伸缩缝	100m²	0.1172	11253.80	1318.95	158.27	131.90	1609.12	
			弃方	100m³	1.9152	160.16	306.74	36.81	30.68	374.23	
		污水处理及清淤费用		元			269000			269000	
	地灾安全隐患消除工程	废石堆下方挡渣墙	挖方	100m³	1.008	2193.10	2210.64	265.28	221.06	2696.98	
			浆砌石	100m³	3.60	46935.56	168968.02	20276.16	16896.80	206140.98	
			伸缩缝	100m²	0.54	11253.80	6077.05	729.25	607.71	7414.01	
			砂浆抹面(平面)	100m²	0.108	5293.16	571.66	68.60	57.17	697.43	
			开挖回填	100m³	0.30	11253.80	3376.14	405.14	337.61	4118.89	
		地质灾害预留费用		元			243200			243200	
	监测及管护工程	地面变形人工巡查监测		月	12	1000	12000	1440	1200	14640	
		地下水水位自动监测仪		个	2	100000	200000	24000	20000	244000	
		地下水水位及水质监测		次	4	1200	4800	576	480	5856	
		水质化验、分析		次	4	5000	20000	2400	2000	24400	
		土壤化验、分析		次	1	3000	3000	360	300	3660	
		人工巡查植被		次	1	1000	1000	120	100	1220	
		天然放射性环境监测费用		元			25000			25000	
2028	监测及管护工程	地面变形人工巡查监测		月	12	1000	12000	1440	1200	14640	*****
		地下水水位及水质监测		次	4	1200	4800	576	480	5856	
		水质化验、分析		次	4	5000	20000	2400	2000	24400	
		土壤化验、分析		次	1	3000	3000	360	300	3660	
		人工巡查植被		次	1	1000	1000	120	100	1220	
		天然放射性环境监测费用		元			25000			25000	
	水资源水生态修复工程	污水处理及清淤费用		元			268900			268900	
	地质灾害预留费用			元			242800			242800	
2029	土地复垦与生物多样性修复工程	2号露采场复垦为林地	覆土	100m³	46.00	3023.64	139087.44	16690.49	13908.74	169686.67	******
			平整	hm²	0.92	3609.06	3320.34	398.44	332.03	4050.81	
			机械培肥	hm²	0.92	1326.42	1220.31	146.44	122.03	1488.78	
			种植乔木栾树	100株	9.20	2662.31	24493.25	2939.19	2449.33	29881.77	
			种植乔木柏树	100株	6.90	1910.73	13184.04	1582.08	1318.40	16084.52	
			种植乔木女贞	100株	6.90	2286.52	15776.99	1893.24	1577.70	19247.93	
			种植灌木	100株	23.00	1325.64	30489.72	3658.77	3048.97	37197.46	
			种植爬藤	100株	12.50	125.26	1565.75	187.89	156.58	1910.22	
			播撒草籽	hm²	0.92	814.68	749.51	89.94	74.95	914.4	

年度	工程类别	工程或费用名称		单位	工程量	单价	合价（元）	其他费用	不可预见费投资	投资(元)	总计
	监测及管护工程	地面变形人工巡查监测		月	12	1000	12000	1440	1200	14640	
		地下水水位及水质监测		次	4	1200	4800	576	480	5856	
		水质化验、分析		次	4	5000	20000	2400	2000	24400	
		土壤化验、分析		次	1	3000	3000	360	300	3660	
		人工巡查植被		次	1	1000	1000	120	100	1220	
		天然放射性环境监测费用		元			25000			25000	
	水资源水生态修复工程	污水处理及清淤费用		元			268900			268900	
	地质灾害预留费用			元			242800			242800	
2030	土地复垦与生物多样性修复工程	3号露采场复垦为林地	覆土	$100m^3$	159.00	3023.64	480758.76	57691.05	48075.88	586525.69	******
			平整	hm^2	3.18	3609.06	11476.81	1377.22	1147.68	14001.71	
			机械培肥	hm^2	3.18	1326.42	4218.02	506.16	421.80	5145.98	
			种植乔木栾树	100株	31.80	2662.31	84661.46	10159.37	8466.15	103286.98	
			种植乔木柏树	100株	23.85	1910.73	45570.91	5468.51	4557.09	55596.51	
			种植乔木女贞	100株	23.85	2286.52	54533.50	6544.02	5453.35	66530.87	
			种植灌木	100株	79.50	1325.64	105388.38	12646.61	10538.84	128573.83	
			种植爬藤	100株	24.00	125.26	3006.24	360.75	300.62	3667.61	
			播撒草籽	hm^2	3.18	814.68	2590.68	310.88	259.07	3160.63	
	监测及管护工程	地面变形人工巡查监测		月	12	1000	12000	1440	1200	14640	
		地下水水位及水质监测		次	4	1200	4800	576	480	5856	
		水质化验、分析		次	4	5000	20000	2400	2000	24400	
		土壤化验、分析		次	1	3000	3000	360	300	3660	
		人工巡查植被		次	1	1000	1000	120	100	1220	
		天然放射性环境监测费用		元			25000			25000	
	水资源水生态修复工程	污水处理及清淤费用		元			268900			268900	
	地质灾害预留费用			元			242800			242800	
2031	监测及管护工程	地面变形人工巡查监测		月	12	1000	12000	1440	1200	14640	*****
		地下水水位及水质监测		次	4	1200	4800	576	480	5856	
		水质化验、分析		次	4	5000	20000	2400	2000	24400	
		土壤化验、分析		次	1	3000	3000	360	300	3660	
		人工巡查植被		次	1	1000	1000	120	100	1220	
		天然放射性环境监测费用		元			25000			25000	
	水资源水生态修复工程	污水处理及清淤费用		元			268900			268900	
	地质灾害预留费用			元			242800			242800	
2032-2033	与2030同										
2034	监测及管护工程	地面变形人工巡查监测		月	12	1000	12000	1440	1200	14640	*****
		地下水水位及水质监测		次	4	1200	4800	576	480	5856	
		水质化验、分析		次	4	5000	20000	2400	2000	24400	
		土壤化验、分析		次	1	3000	3000	360	300	3660	
		人工巡查植被		次	1	1000	1000	120	100	1220	
		天然放射性环境监测费用		元			25000			25000	
2035-2036	与2034同										
2037	监测及管护工程	地面变形人工巡查监测		月	5	1000	5000	600	500	6100	*****
		地下水水位及水质监测		次	2	1200	2400	288	240	2928	
		水质化验、分析		次	2	5000	10000	1200	1000	12200	
		土壤化验、分析		次	1	3000	3000	360	300	3660	
		人工巡查植被		次	1	1000	1000	120	100	1220	
		天然放射性环境监测费用		元			25000			25000	
2038	土地复垦与生物多样性修复工程	矿部及主井工业广场复垦为林地	硬化物拆除	$100m^3$	10.00	12809.43	128094.3	15371.32	12809.43	156275.05	******
			垃圾外运	$100m^3$	10.00	3023.64	30236.4	3628.37	3023.64	36888.41	
			翻耕	公顷	0.2	3423.04	684.61	82.15	68.46	835.22	
			平整	公顷	0.2	3609.06	721.81	86.62	72.18	880.61	
			机械培肥	公顷	0.2	1326.42	265.28	31.83	26.53	323.64	
			种植乔木栾树	100株	2.00	2662.31	5324.62	638.95	532.46	6496.03	
			种植乔木柏树	100株	1.50	1910.73	2866.10	343.93	286.61	3496.64	
			种植乔木女贞	100株	1.50	2286.52	3429.78	411.57	342.98	4184.33	
			种植灌木	100株	5.00	1325.64	6628.2	795.38	662.82	8086.4	
			播撒草籽	公顷	0.2	814.68	162.94	19.55	16.29	198.78	
		风井工业广场复垦为林地	硬化物拆除	$100m^3$	1.50	12809.43	19214.15	2305.70	1921.41	23441.26	
			垃圾外运	$100m^3$	1.50	3023.64	4535.46	544.26	453.55	5533.27	
			翻耕	公顷	0.03	3423.04	102.69	12.32	10.27	125.28	
			平整	公顷	0.03	3609.06	108.27	12.99	10.83	132.09	
			机械培肥	公顷	0.03	1326.42	39.79	4.78	3.98	48.55	
			种植乔木栾树	100株	0.30	2662.31	789.69	95.84	79.87	965.4	
			种植乔木柏树	100株	0.23	1910.73	439.47	52.74	43.95	536.16	
			种植乔木女贞	100株	0.22	2286.52	503.03	60.36	50.30	613.69	
			种植灌木	100株	0.75	1325.64	994.23	119.31	99.42	1212.96	
			播撒草籽	公顷	0.03	814.68	24.44	2.93	2.44	29.81	

年度	工程类别	工程或费用名称		单位	工程量	单价	合价（元）	其他费用	不可预见费投资	投资(元)	总计
		废石堆复垦为林地	土工布	$100m^2$	58.00	693.7	40234.6	4828.15	4023.46	49086.21	
			防雨布	$100m^2$	58.00	618.03	35845.74	4301.49	3584.57	43731.8	
			覆土	$100m^3$	29.00	3023.64	87685.56	10522.27	8768.56	106976.39	
			平整	hm^2	0.58	3609.06	2093.25	251.19	209.33	2553.77	
			机械培肥	hm^2	0.58	1326.42	769.32	92.32	76.93	938.57	
			种植乔木栾树	株	5.80	2662.31	15441.40	1852.97	1544.14	18838.51	
			种植乔木柏树	株	4.35	1910.73	8311.68	997.40	831.17	10140.25	
			种植乔木女贞	株	4.35	2286.52	9946.36	1193.56	994.64	12134.56	
			种植灌木	株	14.50	1325.64	19221.78	2306.61	1922.18	23450.57	
			播撒草籽	hm^2	0.58	814.68	472.51	56.70	47.25	576.46	
	监测及管护工程	专业及人工巡查监测		月	12	1000	12000	1440	1200	14640	
		人工巡查植被		次	1	1000	1000	120.00	100	1220	
		主井、风井井口封堵	浆砌块石	$100m^3$	0.582	34861.22	20289.23	2434.71	2028.92	24752.86	
			外立面抹面	$100m^3$	0.1815	2824.92	512.72	61.53	51.27	625.52	
2039-2041	监测及管护工程	专业及人工巡查监测		月	36	1000	36000	4320	3600	43920	******
		人工巡查植被		次	3	1000	3000	360	300	3660	
	管护工程	林地、草地管护		公顷	4.91	60000	294600	35352	29460	359412	

表 5-1-9　　机械台班单价计算表

定额编号	机械名称及规格	台班费	一类费用小计	二类费													
				二类费合计	人工费（元/日）		动力燃料费小计	汽油（元/kg）		柴油（元/kg）		电（元/kw.h）		水（元/m3）		风（元/m3）	
					工日	金额		数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额
1014	推土机 功率 74kw	595.80	182.54	413.26	2.00	82.88	247.50			55.00	4.50						
1020	履带式拖拉机 功率40～55kw	420.99	61.73	359.26	2.00	82.88	193.50			43.00	4.50						
1052	手持式风镐	58.17	3.77	54.40			54.40									320.00	0.17
6001	电动空气压缩机 移动式3m3/min	192.15	25.84	166.31	1.00	82.88	83.43					103.00	0.81				
1052	手持式风镐	266.17	3.77	262.40			262.40									320.00	0.82
1053	小型挖掘机 油动 斗容0.25m3	369.68	111.67	258.01	2.00	82.88	92.25			20.50	4.50						
3005	插入式振捣器 2.2kw	23.84	12.80	11.04			11.04					12.00	0.92				
4012	自卸汽车 柴油型 载重量8t	557.06	179.80	377.26	2.00	82.88	211.50			47.00	4.50						

表 5-1-10　　混凝土、砂浆单价计算表

编号	混凝土（砂浆）等级	水泥强度等级	级配	水泥标号	水泥		粗砂		碎石		水		外加剂		单价（元）
					kg	单价	m3	单价	m3	单价	m3	单价	kg	单价	
1	纯混凝土C15 2级配 粒径40 水泥32.5 水灰比0.65	32.5	2级配	C15	242.00	0.30	0.52	60.00	0.81	60.00	0.15	2.94	0.00	0.00	152.84
2	砌筑砂浆 M7.5 水泥32.5	32.5	M7.5		261.00	0.30	1.11	60.00	0.00	0.00	0.16	2.94	0.00	0.00	145.36

表 5-1-11　　工程施工费单价汇总表

定额编号	单项名称	单位	直接费						间接费	利润	材料价差	未计价材料费	税金	综合单价
			人工费	材料费	机械使用费	直接工程费	措施费	合计						
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)		(13)	(14)
	土地复垦与生物多样性修复工程													
	工业广场复垦													
40257	机械拆除无钢筋混凝土	$100m^3$	5280.22		4753.19	10033.41	491.64	10525.05	678.87	336.12			1269.40	12809.43
20283换	1m3挖掘机装自卸汽车运石碴运距0.5～1km~自卸汽车5T	$100m^3$	182.80		1622.20	1804.99	70.39	1875.39	120.96	59.89	667.76		299.64	3023.64
10386	人工细部平整	公顷	2881.19			2881.19	112.37	2993.56	163.15	94.70			357.65	3609.06
10044	土地翻耕 三类土	公顷	1724.66		918.90	2643.56	103.10	2746.66	149.69	86.89	100.58		339.22	3423.04
10391	机械地力培肥 三类土	公顷	165.22	103.66	608.04	876.92	34.20	911.12	49.66	28.82	205.38		131.45	1326.42
90001换	栽植乔木栾树（带土球20cm以内）~III类土	100株	325.38	1800.00		2125.38	82.89	2208.27	120.35	69.86			263.83	2662.31
90001换	栽植乔木柏树（带土球20cm以内）~III类土	100株	325.38	1200.00		1525.38	59.49	1584.87	86.38	50.14			189.35	1910.73
90001换	栽植女贞（带土球20cm以内）~III类土	100株	325.38	1500.00		1825.38	71.19	1896.57	103.36	60.00			226.59	2286.52
90013换	栽植灌木（带土球20cm以内）~III类土	100株	291.13	514.08		805.21	31.40	836.61	45.60	26.47	285.60		131.37	1325.64
90030换	撒播 不覆土~III类土	公顷	182.50	467.87		650.37	25.36	675.74	36.83	21.38			80.73	814.68
	废石堆复垦													
90069	土工布铺设	$100m^2$	102.91	464.94		567.85	22.71	590.56	44.29	19.05			58.85	693.7
90069	防雨布铺设	$100m^2$	164.96	327.42		492.38	19.70	512.08	38.41	16.51			51.03	618.03
20283换	1m3挖掘机装自卸汽车运石碴运距0.5～1km~自卸汽车5T	$100m^3$	182.80		1622.20	1804.99	70.39	1875.39	120.96	59.89	667.76		299.64	3023.64
10386	人工细部平整	公顷	2881.19			2881.19	112.37	2993.56	163.15	94.70			357.65	3609.06
10044	土地翻耕 三类土	公顷	1724.66		918.90	2643.56	103.10	2746.66	149.69	86.89	100.58		339.22	3423.04
10391	机械地力培肥 三类土	公顷	165.22	103.66	608.04	876.92	34.20	911.12	49.66	28.82	205.38		131.45	1326.42
90001换	栽植乔木栾树（带土球20cm以内）~III类土	100株	325.38	1800.00		2125.38	82.89	2208.27	120.35	69.86			263.83	2662.31

定额编号	单项名称	单位	直接费						间接费	利润	材料价差	未计价材料费	税金	综合单价
			人工费	材料费	机械使用费	直接工程费	措施费	合计						
90001换	栽植乔木柏树（带土球20cm以内）~III类土	100株	325.38	1200.00		1525.38	59.49	1584.87	86.38	50.14			189.35	1910.73
90001换	栽植女贞（带土球20cm以内）~III类土	100株	325.38	1500.00		1825.38	71.19	1896.57	103.36	60.00			226.59	2286.52
90013换	栽植灌木（带土球20cm以内）~III类土	100株	291.13	514.08		805.21	31.40	836.61	45.60	26.47	285.60		131.37	1325.64
90030换	撒播 不覆土~III类土	公顷	182.50	467.87		650.37	25.36	675.74	36.83	21.38			80.73	814.68
	露采场复垦													
20283换	1m3挖掘机装自卸汽车运石碴运距0.5～1km~自卸汽车5T	100m^3	182.80		1622.20	1804.99	70.39	1875.39	120.96	59.89	667.76		299.64	3023.64
10386	人工细部平整	公顷	2881.19			2881.19	112.37	2993.56	163.15	94.70			357.65	3609.06
10044	土地翻耕 三类土	公顷	1724.66		918.90	2643.56	103.10	2746.66	149.69	86.89	100.58		339.22	3423.04
10391	机械地力培肥 三类土	公顷	165.22	103.66	608.04	876.92	34.20	911.12	49.66	28.82	205.38		131.45	1326.42
90001换	栽植乔木栾树（带土球20cm以内）~III类土	100株	325.38	1800.00		2125.38	82.89	2208.27	120.35	69.86			263.83	2662.31
90001换	栽植乔木柏树（带土球20cm以内）~III类土	100株	325.38	1200.00		1525.38	59.49	1584.87	86.38	50.14			189.35	1910.73
90001换	栽植女贞（带土球20cm以内）~III类土	100株	325.38	1500.00		1825.38	71.19	1896.57	103.36	60.00			226.59	2286.52
90013换	栽植灌木（带土球20cm以内）~III类土	100株	291.13	514.08		805.21	31.40	836.61	45.60	26.47	285.60		131.37	1325.64
90030换	撒播 不覆土~III类土	公顷	182.50	467.87		650.37	25.36	675.74	36.83	21.38			80.73	814.68
	种植爬藤类植物	100株				100.00	3.90	103.90	5.66	3.29		12.41	125.26	
	截排水沟													
10377	小型挖掘机挖沟渠土方 三类土	100m^3	1200.98		517.75	1718.74	67.03	1785.77	97.32	56.49	36.18		217.33	2193.10
30022换	浆砌块石 排水沟~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥32.5	100m^3	24023.45	9480.66		33504.11	1306.66	34810.77	1897.19	1101.24	4475.10		4651.27	46935.56
40097换	现浇混凝土渠道底板~换:纯混凝土C15 2级配 粒径40 水泥32.5 水灰比0.65	100m^3	15097.48	17370.10	221.86	32689.44	1601.78	34291.22	2211.78	1095.09	5407.41		4730.60	47736.10
40280换	伸缩缝 沥青砂浆 1：3~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥32.5	100m^2	2689.86	5934.47		8624.33	422.59	9046.93	583.53	288.91	219.20		1115.24	11253.80
50064	PVC管道安装|直径50mm以内	100m	22.13	1.3		23.43	1.27	24.70	14.38	1.17		524.28	50.81	615.34
30075换	砌体砂浆抹面 平均厚2cm 平面~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥32.5	100m^2	1469.65	315.28		1784.93	69.61	1854.54	101.07	58.67	89.47		231.41	2335.16
30076换	砌体砂浆抹面 平均厚2cm 立面~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥32.5	100m^2	1823.06	345.30		2168.36	84.57	2252.93	122.78	71.27	97.99		279.95	2824.92
10344	土方回填 机械夯填	100m^3	3505.52		720.12	4225.64	164.80	4390.44	239.28	138.89			524.55	5293.16
10312换	推土机推土(一、二类土) 推土距离0～10m ~推土机74KW	100m^3	13.24		105.95	119.19	4.65	123.84	6.75	3.92	9.78		15.87	160.16
	挡渣墙													
10377	小型挖掘机挖沟渠土方 三类土	100m^3	1200.98		517.75	1718.74	67.03	1785.77	97.32	56.49	36.18		217.33	2193.10
30022换	浆砌块石 排水沟~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥32.5	100m^3	24023.45	9480.66		33504.11	1306.66	34810.77	1897.19	1101.24	4475.10		4651.27	46935.56
50064	PVC管道安装|直径50mm以内	100m	22.13	1.3		23.43	1.27	24.70	14.38	1.17		524.28	50.81	615.34
10344	土方回填 机械夯填	100m^3	3505.52		720.12	4225.64	164.80	4390.44	239.28	138.89			524.55	5293.16
40280换	伸缩缝 沥青砂浆 1：3~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥32.5	100m^2	2689.86	5934.47		8624.33	422.59	9046.93	583.53	288.91	219.20		1115.24	11253.80
10312换	推土机推土(一、二类土) 推土距离0～10m ~推土机74KW	100m^3	13.24		105.95	119.19	4.65	123.84	6.75	3.92	9.78		15.87	160.16
	其它工程													
30020换	浆砌块石 挡土墙~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥32.5	100m^3	10717.83	9391.64		20109.48	784.27	20893.75	1138.71	660.97	8713.08		3454.72	34861.22
30076换	砌体砂浆抹面 平均厚2cm 立面~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥32.5	100m^2	1823.06	345.30		2168.36	84.57	2252.93	122.78	71.27	97.99		279.95	2824.92

5.2 基金管理

5.2.1 资金来源

经分析可知（见后文章节），矿山在提取了生态修复基金的基础上仍可实现较好的盈利，因此矿山在经济上完全有能力提取治理恢复基金，本项目的各项生态保护修复费用均由矿山支付。

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

5.2.2 资金管理

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

1、基金核定储存

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

2、基金的计提

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

3、监督管理

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

5.2.3 基金计提计划

通过计算，在方案的适用年限 14.4 年内，矿山生态修复工程费用估算为*****万元。其中：生态保护保育工程费用**万元；土地复垦与生物多样性修复工程费用****万元；水资源水生态修复工程费用****万元；地灾安全隐患消除工程费用***万元；监测和管

护费工程费用****万元；其它工程费用***万元；其它费用****万元；不可预见费用****万元；预留费用****万元

对于基金计提，一般根据《土地复垦条例实施办法》、湖南省自然资源厅湖南省生态环境厅关于印发《湖南省矿山生态修复基金管理办法》的通知(湘自资规(20223 号)等相关文件执行。

本矿山的剩余服务年限为 10.4 年，根据《湖南省矿山生态修复基金管理办法》的通知(湘自资规(2022)3 号)，基金计提实行一次性计提和分年计提两种方式。

1、矿山剩余服务年限不足 3 年(含 3 年)的，应当一次性完成基金总额计提；

2、矿山剩余服务年限 3 年以上的，可以分年完成基金总额计提。

在实际操作中，在矿山闭坑的前三年，一般不再计提基金，本次设计基金应在 7 年内全部计提完毕，第一年计提不得低于基金总额 20%，故第一年计提****万元，后面 6 年，平均每年计提****万元。生态修复基金账户余额可在第一年抵扣。

表 5-2-1　项目区矿山地质环境保护治理基金计提安排表

年份（年）	生产规模（万t/a）	提取金额（万元）
2027	**	****
2028	**	****
2029	**	****
2030	**	****
2031	**	****
2032	**	****
2033	**	****
合计		****

6 保障措施

6.1 组织保障

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

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

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

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

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

6.2 技术保障

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

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

6.3 监管保障

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

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

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

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

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

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

6.4 适应性管理

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

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

6.5 公众参与

审查通过的《矿山生态保护修复方案》和年度生态修复计划应在当地进行公示，接受当地群众的监督。

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

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

7 矿山生态保护修复方案可行性分析

7.1 经济可行性分析

7.1.1 矿山生态保护修复费用

通过计算，在方案的适用年限 14.4 年内，矿山生态修复工程费用估算为*****万元。其中：生态保护保育工程费用**万元；土地复垦与生物多样性修复工程费用****万元；水资源水生态修复工程费用*****万元；地灾安全隐患消除工程费用****万元；监测和管护费工程费用***万元；其它工程费用***万元；其它费用****万元；不可预见费用****万元；预留费用****万元

7.1.2 矿山经济效益分析

（1）年销售收入

销售价格：矿山现状为销售原矿，近年及市场近五年销售价格为***元/吨。

年销售收入＝*****×***＝****万元。

（2）生产成本估算

根据同类矿山采选情况调查及矿山近年产品成本统计，采矿单位成本 80 元/t。则正常年份年成本费用＝**×*****＝****万元。

（3）年增值税：根据财政部和国家税务总局相关文件，增值税税率按 13%计算，考虑抵扣因素，则矿山年增值税＝****×0.13≈***万元。

（4）产品销售税金及附加

包括资源税、城市维护建设税和教育费附加。城市维护建设税根据《中华人民共和国资源税暂行条例》，按“增值税、消费税、营业税”税额的 5％；教育费附加根据国务院《关于教育费附加征收问题的紧急通知》，按“增值税、消费税、营业税”税额的 3％＋省 2％。

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

（5）资源税

资源税依据《湖南省人民代表大会常务委员会关于资源税具体适用税率等事项的决

定》，钒矿原矿按 5%计算，则年资源税=****×5%≈***万元。

（6）所得税

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

（7）其它成本费用

采矿权使用费：每年采矿权使用费 1000 元/km²。

矿山维简费：按 15 元/t 计提。

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

环境治理费用：5 元/t。

矿山主要财务指标见表 7-1-1：

表 7-1-1　　矿山正常生产年份主要财务指标统计表

序号	主要财务指标	单位	指标值	备注
1	年销售收入	万元	***	产品产量×价格
2	年成本费用	万元	****	年采矿+年选矿成本
3	年增值税	万元	***	年销售收入×13％
4	年销售税金附加	万元	***	增值税×10%
5	资源税	万元	***	按 5%计算
6	采矿权使用费	万元	***	采矿权面积×1000 元/km²
7	矿山维简费	万元	***	年产量×15 元/t
8	矿山安全费用	万元	***	年产量×15 元/t
9	环境治理费用	万元	***	年产量×5 元/t
10	税前利润	万元	****	1-2-3-4-5-6-7-8-9
11	所得税	万元	****	税前利润×25%
12	税后利润	万元	****	税前利润-所得税
13	缴纳税费	万元	****	年增值税+年销售税金附加+年资源税+采矿权使用费+所得税

7.1.3 经济可行性结论

由上述分析可知，矿山在未来的生产经营过程中，每年为国家缴纳各种税费达***万元，矿山年净盈利**** 万元。按照总生产服务年限 10.4 年计算，总盈利约*****万元。本次计算的矿山生态修复工程费用估算为*****万元，即使考虑到自然经济增长率，矿山也可实现良好盈利。

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

7.2 技术可行性分析

7.2.1 矿山生态保护措施技术可行性分析

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

7.2.2 矿山生态修复措施技术可行性分析

矿山生态修复工程实施后，能减少矿山开采造成的水土流失及生态环境的破坏，营造良好的生态环境，有利于矿山员工以及附近居民的身心健康；复垦后林地的经营管理需要劳动力，能够为矿山周边居民提供更多的就业机会，对于提高当地农民收入，维护社会安定起到积极的促进作用。因此，矿山生态修复措施技术科学合理、可行。

7.3 生态环境可行性分析

预期矿山按照本方案实施生态保护修复后的各场地安全稳定，对人类和动植物无威胁；对周边环境不产生污染；复垦方向与周边自然环境和景观相协调；恢复了土地基本

功能，因地制宜地实现土地可持续利用。通过矿山生态修复形成了绿色经济产业链，持续带动地方经济发展，还给群众另一座绿水青山、金山银山。

8 结论与建议

8.1 结论

8.1.1 方案适用年限

根据 2008 年 12 月，郴州联盛勘察设计有限公司编制的《湖南省沅陵县白雾坪钒矿矿产资源开发利用方案》，设计矿山的生产能力为**万 t//a，矿山的服务年限为 10.4 年。矿山在 2010 年获得采矿许可证以来至今处于停产状态，尚未生产，因此剩余服务年限不变，仍为 10.4 年。

考虑到矿山办证周期的准备工作等因素，本次剩余服务年限从 2027 年 1 月起算，即 2027 年 1 月至 2037 年 6 月。

本次设计闭坑后矿山生态保护修复期为 1 年，修复工程完成后 3 年为监测管护期。以上合计为 14.4 年，故本方案的适用年限为 14.4 年（2027 年 1 月～2041 年 6 月）。

8.1.2 矿山生态问题识别和诊断

1、地形地貌景观破坏

现状矿山未开采，未对地形地貌景观造成影响。

未来将新增矿部及主井工业广场、风井工业广场、废石堆场地会破坏大面积植被，会造成地形地貌景观的破坏，对地形地貌景观有影响。

2、土地资源占损

现状矿山共占损总面积为 4.1hm^2，其中占用采矿用地约 1.52hm^2、乔木林地约 2.58hm^2，土地权属全部为底驿乡白雾坪村。

预测未来矿山共占损总面积为 4.88hm^2，其中占用采矿用地 1.52hm^2、乔木林地 3.33hm^2、其他林地 0.03hm^2，土地权属全部为底驿乡白雾坪村。预测废石堆对土地资源破坏造成影响，需在基建期开展相关的防治工程，避免对土地环境造成污染。

3、水生态水环境影响

现状矿山开采对水资源、水生态影响小。预测未来矿山开采对地下水资源枯竭及区域地下水均衡影响小，但存在引发地表水漏失问题，未来矿坑水、工业广场地表淋滤水、

废石堆淋滤水影响，存在水生态破坏和土壤重金属污染的风险，应按照废水处理环境保护工程设计达标排放

4、矿山地质灾害影响

现状矿山未发生过崩塌、滑坡、泥石流、采空区地面变形、岩溶地面塌陷等地质灾害。预测未来矿山存在发生采空区地面变形的可能，主要威胁林地和水塘。引发其它地质灾害的可能性小。

5、生物多样性破坏

矿业活动现状对生物多样性无破坏，未来矿业活动对区内生物的生存、繁衍存在一定不利因素，但总体影响小，不会造成生物多样性破坏的趋势。

8.1.3 主要生态修复方案及经费估算

本次设计的矿山生态修复工程有：矿部及主井工业广场、风井工业广场、废石堆、3 号露采场复垦为林地；加强采空区地面变形地质灾害监测并预留防治费用；加强全区的水质、土壤、植被监测工作；矿山关闭后，对井口进行封堵等。

通过计算，在方案的适用年限 14.4 年内，矿山生态修复工程费用估算为*****万元。其中：生态保护保育工程费用**万元；土地复垦与生物多样性修复工程费用***万元；水资源水生态修复工程费用****万元；地灾安全隐患消除工程费用***万元；监测和管护费工程费用***万元；其它工程费用***万元；其它费用****万元；不可预见费用**万元；预留费用***万元

通过经济效益分析可知，矿山在未来的生产经营过程中，每年为国家缴纳各种税费达****万元，矿山年净盈利****万元。按照总生产服务年限 10.4 年计算，总盈利约****万元。而本次计算的矿山生态修复工程费用估算为*****万元。经对比未来矿山完全有能力计提生态修复工程费用，可为当地安排剩余劳动力就业，促进当地经济发展，企业在生产过程中加强生产管理、降低成本，效益将更为可观。但是矿山开采会对环境造成破坏和影响，市场价格的波动和品位的变化，也为给投资者带来一定的风险。

8.1.4 结论

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

可继续开采。

8.2 建议和说明

1、矿山在今后开采过程中若矿山生态问题与修复工程发生重大变化及矿山开发利用方案及采矿权界线等发生变化时，本方案需重新编制。

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

3、本方案对于矿山的环境问题、安全生产问题只做定性评价，矿山开采对水土环境的污染应遵守环保部门的标准，安全生产问题应遵守应急管理部门的标准。

4、基金计提、使用与管理按主管部门要求动态调整。

5、矿山需严格按照生态环境部门要求采取措施避免粉尘、噪声对周边居民的影响。

6、未来矿山开采前，需要尽快办理规划使用的工业广场、废石堆等场地的用地手续。

7、按本方案及时开展矿山生态保护修复工作。