永顺县通大矿业有限公司永顺县朗溪钒矿
矿山生态保护修复方案

湖南恒炬勘查有限公司

二〇二五年十二月

永顺县通大矿业有限公司永顺县朗溪钒矿
矿山生态保护修复方案

委托单位:　永顺县通大矿业有限公司

项目负责:　王紫隆

编写人员:　唐超海　王紫隆

审　　核:　王　昕

总工程师:　刘　云

总 经 理:　吴艳霞

提交单位：湖南恒炬勘查有限公司

提交日期：二〇二五年十二月

目　录

第一章　基本情况 1

一、方案编制概况 1

二、矿山基本情况 8

三、矿山开采与生态保护修复现状 20

第二章　矿山生态环境背景 24

一、自然地理 24

二、地质环境 28

三、生物环境 46

四、人居环境 47

第三章　矿山生态问题识别和诊断 49

一、　地形地貌景观破坏 49

二、土地资源占损 51

三、水资源水生态破坏 60

四、矿山地质灾害影响 71

五、生物多样性破坏 78

第四章　生态保护修复工程部署 80

一、保护修复工程部署思路 80

二、保护修复目标 81

三、生态保护修复工程 85

四、生态保护修复工程进度安排 136

第五章　经费估算与基金管理 138

一、经费估算 138

二、基金管理 159

第六章　保障措施 163

一、组织保障 163

二、技术保障 163

三、监管保障 164

四、适应性管理.....165
五、公众参与.....166
第七章　矿山生态保护修复方案可行性分析.....167
一、经济可行性分析.....167
二、技术可行性分析.....169
三、生态环境可行性分析.....170
第八章　结论与建议.....172
一、结论.....172
二、建议.....173

第一章　基本情况

一、方案编制概况

（一）任务由来

永顺县通大矿业有限公司永顺县朗溪钒矿（以下简称“朗溪钒矿”）现有采矿许可证由湖南省自然资源厅颁发，证号**********，有效期为2016年3月21日至2026年3月21日；根据《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）的要求，矿山以往未按《矿山生态保护修复方案编制规范》（DB43/T2298-2022）编制生态保护修复方案，为办理采矿许可证延续手续，合理利用矿产资源、有效保护矿山地质环境，永顺县通大矿业有限公司委托湖南恒炬勘查有限公司编制《永顺县通大矿业有限公司永顺县朗溪钒矿矿山生态保护修复方案》。

我公司接受委托任务后，严格按照湖南省自然资源厅办公室《关于进一步加强新建和生产矿山生态保护修复工程的通知》湘自资办发〔2021〕39号文要求，以及相应的评估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实地调查及遥感、航拍测量及访问，经室内综合分析整理，完成了该方案的编制工作。

（二）目的任务

1、主要目的

通过对矿山自然环境、生态环境、社会经济环境等调查，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，实现矿山“边开采、边修复”，落实矿山企业对矿山生态保护修复义务，为矿山企业实施矿山生态保护修复提供技术支撑，并为自然资源主管部门对矿山生态保护修复的有效监督管理提供依据。

2、主要任务

（1）收集资料整理，确定矿山生态修复调查范围，开展矿山生态环境调查，查明矿区生态环境背景（地质环境、土环境、水环境、生物环境、人居环境）。

（2）开展矿山生态问题现状识别与诊断，根据矿山开采计划，矿山开采期间采矿活动对生态破坏的发展趋势进行定性－定量分析。

（3）根据矿山生态问题识别与诊断结果，针对矿山开采期间采矿活动对生态破坏、环境污染提出矿山生态保护修复思路与措施。

（4）针对目前已存在和今后可预测产生的生态环境问题，确定生态保护修复实施内容和进度安排。

（5）对矿山生态保护修复工程经费进行估算。

（6）对矿山生态保护修复进行的经济、技术、环境可行性分析，明确矿山开采是否影响矿区局部生态系统的生态功能，制定矿山生态保护修复保障措施，并提出合理建议。

（7）为矿山制定年度生态保护修复计划，年度基金计提计划。

（三）编制依据

1、法律法规

（1）《地质灾害防治条例》国务院令（2004.3.1）第 394 号;

（2）《中华人民共和国水土保持法》（2011.3.1）;

（3）《土地复垦条例》国务院令（2011.3.5）第 592 号;

（4）《中华人民共和国环境保护法》主席令 9 号（2015.1.1）;

（5）《中华人民共和国水污染防治法》（2017.6.27）;

（6）《中华人民共和国建设项目环境保护管理条例》（2017.7.16）

（7）《中华人民共和国土壤污染防治法》（2018.8.31）

（8）《中华人民共和国大气污染防治法》（2018.10.26）;

（9）《湖南省地质环境保护条例》（2018.11.30）

（10）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018.12.29）;

（11）《湖南省土地复垦实施办法》（2019.8.14）;

（12）《中华人民共和国土地管理法》（2019.8.26）;

（13）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020.9）;

（14）《地下水管理条例》国务院令第 748 号（2021.10.21）;

（15）《中华人民共和国矿产资源法》（2024.11.8）。

2、政策文件

（1）《矿山地质环境保护规定》中华人民共和国国土资源部第 44 号令，2009 年 5 月 1 日起施行;

（2）《关于加强矿山生态环境保护工作的通知》（国土资发〔1999〕36 号）;

（3）《关于加强和改进土地开发整理工作的通知》（国土资发〔2005〕29 号）;

（4）《关于加强生产建设项目土地复垦管理工作的通知》（国土资发〔2006〕

225 号）；

（5）《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;

（6）《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）；

（8）《湖南省国土空间生态保护修复项目预算编制指导意见（暂行）》，（湘自资办发〔2022〕28 号）；

（9）《湘西土家族苗族自治州矿产资源总体规划（2021-2025 年）》（调整方案），湘西土家族苗族自治州自然资源和规划局，2024 年 10 月;

（10）《永顺县国土空间总体规划（2021—2035 年》（2025 年修订）；

（11）《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）。

3、标准规范

（1）《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）；

（2）《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330-2013）；

（3）《造林技术规程》（GB/T 15776-2006）；

（4）《室外排水设计规范》（GB 50014-2006（2016 年版））；

（5）《灌溉与排水工程设计标准》（GB 50288-2018）；

（6）《水土保持综合治理技术规范》（GB/T16344.3-2008）；

（7）《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；

（8）《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）；

（9）《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；

（10）《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T 1012-2016）；

（11）《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；

（12）《林业生态造林技术规程》（DB867-2013）；

（13）《矿山生态保护修复验收规范》DB43/T2889-2023;

（14）《矿山生态保护修复方案编制规范》（DB43/T2298-2022）；

（15）《地质灾害防治工程勘察规范》（DB50/143-2003）；

（16）《滑坡防治工程勘查规范》（GB/T 32864-2016）；

（17）《崩塌防治工程勘查规范》（TCAGHP011-2018）；

（18）《泥石流灾害防治工程勘查规范》（DZ/T0220-2006）；

（19）《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）；

（20）《钒工业污染物排放标准》（GB26452-2011）；

（21）《污水综合排放标准》(GB8798-1996)

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

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

4、技术资料

（1）《湖南省永顺县朗溪矿区钒矿详查地质报告》【湘国土资储备字（2013）048号】，湖南省核工业地质局三〇一大队，2013年5月;

（2）《永顺县通大矿业有限公司永顺县朗溪钒矿资源开发利用方案》，湖南华中矿业有限公司，2014年10月;

（3）《永顺县通大矿业有限公司永顺县朗溪钒矿矿山地质环境保护与恢复治理(含土地复垦)方案》，湖南省地质勘探院，2014年12月;

（4）《永顺县通大矿业有限公司300万吨/年钒矿开采项目环境影响报告书》及批复（湘环评〔2015〕135号），南京国环环境科技发展股份有限公司、长沙市玺成工程技术咨询有限责任公司，2015年9月;

（5）《湖南省永顺县通大矿业有限公司朗溪钒矿矿山生态保护修复分期验收报告》，湖南省地质灾害调查监测所，2025年9月;

（6）采矿权设置查询结果简报;

（7本次调查及测量测绘资料。

（四）工作概况

（1）项目启动阶段（2025年6月28日~7月1日）：接受委托后，即开始进行项目策划，开展基础资料收集并进行遥感地质解译。收集资料包括地质、矿产开采、工程地质、水文地质、环境地质及自然地理、土地利用、社会经济和人居环境、土地规划等资料，主要为文字报告、图件及表格。遥感解译采用Bigmap软件下载的分辨

率达 0.5m—1m 的天地图影像和谷歌地图影像，人机交互式解译现状民采活动及矿业开采情况。

（2）外业调查阶段（2025 年 7 月 3 日~7 月 6 日）：我公司派出 3 名技术人员开展野外现场调查和访问调查相结合，并使用无人机进行航拍测量，调查内容包括地形地貌、地层、构造、矿床、人居环境、水资源及水环境、地质灾害、矿山交通、重要工程设施情况，测量矿山开采、土地资源占用及土石环境，矿区范围内沉淀池进行水质采样。重点调查矿区地质环境问题，可能产生的影响与破坏矿区土地权属及类型、矿山地质灾害分布与危害程度及矿山开采现状对土地的破坏程度，污染及治理恢复情况等。

（3）资料整理、方案编制阶段（2025 年 7 月 7 日~2025 年 11 月 31 日）：通过资料收集与野外调查测量后，即开展室内资料综合整理和分析研究，基本查明了矿山生态环境特征及条件，识别并诊断矿区生态环境问题和地质灾害的形成条件、分布规律、影响因素、发育程度、发展趋势及其对矿业活动的影响，为本次保护修复方案编制工作奠定了良好的基础。针对 2025 年 10 月 16 日第一次审查提出的问题进行进一步完善，主要加强了生态问题的识别和诊断，并提出来更全面、更具体的工程部署。方案具体工作量见表 1-1。

表 1-1　　完成主要工作量表

工作项目		单位	工作量	内　容
搜集资料	文字报告	份	4	矿山储量年报、资源开发利用方案、综合防治方案及其他资料。
	图件	张	4	地形地质图、剖面图、开发利用方案平面图、土地利用现状图等。
	附件及附表	张	8	矿山生态问题调查表
遥感解译	遥感地质解译与验证	km^2	22.34	Bigmap 软件下载的高清天地图影像和谷歌地图影像，人机交互式解译
野外调查	调查面积	km^2	22.34	
	土壤植被调查	km^2	22.34	
	调查线路长	km	25.5	
	地表水（水库、溪流、山塘）调查	条	12	
	露天采场	处	1	
	房屋与人口	栋/人	87/274	
	地质地貌点	个	20	地层界线、断层、地貌点
	照片	张	40	采用 12 张
	矿部	处	1	
	野外调查表	份	5	
	水样	件	10	水质全分析

	岩土样	件	10	
室内综合	文字报告	份	1	
	附图	张	3	
	视频	份	1	

由上表可知，本次调查工作量中其调查点和调查路线长度均超过了规范中的中型矿山调查点不少于9个的调查精度要求，且按要求采取了水样和土样，故调查工作满足本次方案编制规范的要求。

（五）适用范围及服务年限

1、适用范围

依照“评估技术规范”及朗溪钒矿矿山规模的性质、开拓方案及地质环境相互影响的关系，将矿山活动可能影响到的区域作为评估范围的原则，结合本矿矿山地质环境条件的特点、矿体分布、设计开采范围、废渣（废石、尾渣）堆放、矿山废水（矿坑废水、选冶废水及淋滤水）水污染、采空区可能塌陷、地面沉降变形、矿坑排水降落漏斗影响范围以及地面设施安全等因素，确定评估区面积为*****Km^2，具体边界为：北边沿矿界外推300～400m，以中山坪+*****m山顶→+*****m山顶连线为界；东边沿矿界外推300～400m，以+****m→+****m→+****m→+****m→+****m→+****m→+****m山顶连线为界；南边、西边沿矿界外推300～500m连线为界。

2、服务年限

按照《开发利用方案》【湘国土资开发备字（2014）085号】，矿山可采储量可采资源储量******万t、五氧化二钒****万t，按设计生产规模****万t/年，贫化率10％计算，矿山服务年限=可采储量÷〔生产能力×（1—贫化率）〕=******/〔***×（1—10％）〕=****年。考虑到矿山闭坑后生态修复期1a，加3a管护期，本方案服务年限40.3年。因矿山后续需办理用地手续等，以2026年1月起计，为2026年1月—2066年4月。

图 1-1　矿山生态保护修复范围简图

二、矿山基本情况

（一）矿山区位条件

1、地理位置及交通区位

行政区划分属朗溪乡营盘村、黄洞村及永茂镇的樟木村、尖山村。矿区地理坐标:东经**********，北纬**********。

矿山交通运输主要靠公路，西部有铁路枝柳线及公路省道 S229、国道 G209、高等级公路 1828 线。矿山的北部和南部多处有乡级公路分别与上述省道、国道、铁路火车站相接，距永顺县城运距 75Km，距张家界市区运距 58Km，距枝柳铁路永茂站 5Km，矿区交通较方便（见图 1-2）。

图 1-2　朗溪钒矿交通位置图

2、生态区位

矿区所在区位，为一般农村地区，据湘西州“三区三线”划定结果和采矿权设置范围相关信息分析结果简报矿区划定范围与实际开采范围不在划定的各类生态功能保护区内，矿区内无有价值的自然景观，不在县级以上城市规划区等重要居民集中区周边；所在区址目前不触及湘西州生态保护红线，符合所在区域现行生态环境约束性要求，满足环境质量底线要求；本项目属于朗溪钒矿开采，矿山建设符合规划要求，开采矿种不涉及禁止、限制性矿种和国家总量调控矿种，不属于以上产能严重过剩行业的项目，不属于环境准入负面清单中的禁止、限制类项目；矿山开采产生的污染物经采取相应防护措施后可做到达标排放，不会降低区域环境质量等级，对环境影响不大。因此，矿区范围及其工业场地与永顺县生态保护红线无重叠，未与自然保护地、风景名胜区等生态红线冲突，无重大制约环境因素，符合所在区域对矿产资源开发利用的生态环境保护要求。

3、国土空间规划区位

（1）产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，钒矿石被明确列为国家战略性矿产资源，其开发与利用受到政策重点支持，尤其是与钛共生的钒钛磁铁矿资源。这类资源对保障高端制造业（如航空航天、新能源、特种钢材等）的关键材料供应具有战略意义。

（2）矿产资源规划符合性

根据《湘西土家族苗族自治州矿产资源总体规划（2021-2025 年）》（调整方案），近年来，钒液流储能电池发展迅速，对资源需求增长较快，国内钒矿选冶工艺日臻成熟，生产工艺以及污染治理措施已明显优化，环境影响基本可控。规划将“限制钒矿开采，严格钒矿开发项目环境影响评价”调整为“严格钒矿开发项目环境影响评价，允许符合开发利用准入条件的探矿权、矿产地转采矿权。修订钒矿开发利用准入条件。新增了产业配套准入和环保准入要求，修订了钒矿一般性开采准入要求。

（3）与环境功能区划的符合性分析

矿山所在地区为一般农村地区，区域大气环境为二类功能区，地表水环境为III类功能区，声环境为 2 类功能区。经环境影响评价，矿山开采项目对产生的废水、废气及噪声污染源均采取了有效的治理措施，对大气环境、地表水环境、声环境影响较小，不会改变环境功能区类别，符合环境保护功能区划的要求。

（4）与国土空间规划相符性

根据《《永顺县国土空间总体规划（2021—2035 年》（2025 年修订），矿山为地下项目，项目开采范围内土地用途主要为林地、耕地、草地、公路用地，未来地面设施将占用少量土地，以林地、公路用地、坑塘水域为主，不涉及生态公益林（无重叠），没有基本农田。

此外，经查询其他相关规划，矿区范围不在城乡建设和国家重大工程建设规划区内，区内无基本农田，也无已经查询的建设用地项目。

矿区范围符合土地利用总体规划及其他相关规划。

（二）矿权设置

2016 年由永顺县通大矿业有限公司取得现有采矿许可，采矿许可证号：**********；有效期：自 2016 年 3 月 21 日~2026 年 3 月 21 日；经济类型：有限责任公司；开采矿种：钒矿；生产规模：******万吨/年；准采标高：+***m～+**m；矿区面积：******km^2；开采方式：地下开采。

表 1-2 矿区范围拐点坐标表

拐点编号	2000 坐标系		拐点编号	2000 坐标系	
	X	Y		X	Y
1	**********	**********	20	**********	**********
2	**********	**********	21	**********	**********
3	**********	**********	22	**********	**********
4	**********	**********	23	**********	**********
5	**********	**********	24	**********	**********
6	**********	**********	25	**********	**********
7	**********	**********	26	**********	**********
8	**********	**********	27	**********	**********
9	**********	**********	28	**********	**********
10	**********	**********	29	**********	**********
11	**********	**********	30	**********	**********

12	**********	**********	31	**********	**********
13	**********	**********	32	**********	**********
14	**********	**********	33	**********	**********
15	**********	**********	34	**********	**********
16	**********	**********	35	**********	**********
17	**********	**********	36	**********	**********
18	**********	**********	37	**********	**********
19	**********	**********			
面积：8.9938km^2			标高：+780 至+***m		

（三）矿床特征及资源储量

1、含钒岩系特征

朗溪矿区钒矿属浅海相沉积矿床，以层状、似层状赋存于牛蹄塘组底部含钒岩系地层中。含钒岩系岩性组合为：黑色炭质页岩、含磷结核炭质页岩、偶夹硅质岩炭质页岩、炭质页岩夹白云岩、硅质岩夹炭质页岩等。含钒岩系按岩性及沉积特征划分为10个小层。现以矿区南部为例，将含钒岩系各小层厚度、品位特征分述如下:

⑩黑色炭质页岩，厚度大于*m，V_2O_5含量0.2～0.5％。

⑨黑色炭质页岩，见磷结核，偶夹硅质岩，厚****～****m，平均****m，V_2O_5含量0.500～0.950％，平均0.610％。

⑧黑色炭质页岩，含炭量较高，由于岩性较为破碎，裂隙面显炭质光泽，因而俗称石煤层，厚*～*m，V_2O_5含量0.2～0.5％，局部含量高于0.5％。

⑦黑色炭质页岩偶夹薄层硅质岩，磷结核发育，薄层硅质岩一般厚*～*cm。该层厚****～*****m，平均****m，V_2O_5含量0.500～1.220％，平均0.883％。

⑥黑色炭质页岩偶夹薄层硅质岩，含少量磷结核，厚*～*m，V_2O_5含量0.2～0.5％。

⑤黑色炭质页岩夹薄层硅质岩，磷结核发育，硅质岩一般可见1～3小层，单层厚5～10cm。该层厚****～****m，平均****m，V_2O_5含量0.500～1.751％，平均0.881％。

④炭质页岩夹白云岩，厚*～*m，V_2O_5含量0.1～0.5％。白云岩呈透镜状，局部缺失，一般厚****～****m，白云岩越厚，V_2O_5含量越低。

③灰黑色中—薄层硅质岩夹炭质页岩，厚*～*m，V_2O_5含量一般0.200～1.00％，该层可见厚****～****m ，平均厚****m，V_2O_5含量0.500～1.560％，平均品位0.841％的矿体较稳定出现。硅质岩以薄层状为主，炭质页岩占总厚度20～30％。

②灰黑色中—薄层硅质岩夹炭质页岩，厚*～*m，V_2O_5含量一般0.200％～1.00％。该层可见上、下2个矿体不稳定断续出现，上部矿体厚度0.59～6.39m，平均1.70m，V_2O_5含量0.500～1.040％，平均0.702％；下部矿体厚度****～****m，平均1.41m，V_2O_5含量0.503～1.030％，平均0.633％。硅质岩为薄层状，炭质页岩占总厚度10～30％。

①灰黑色薄—中层硅质岩夹炭质页岩，厚*～*m，V_2O_5含量0.2～0.5％，硅质岩厚度逐渐增大，达10cm左右，炭质页岩含量逐渐减少，占总厚度比例15～10％。

2、矿体产状、形态与规模

本区钒矿分为上、下二个矿层，上矿层（II 矿层）即产于寒武系牛蹄塘组炭质页岩（偶夹硅质岩）中，下矿层（I 矿层）即产于寒武系牛蹄塘组薄层硅质岩夹页岩中。上、下矿层中各有三个矿体。其中上含矿层位(II含矿层)中II_2矿体是矿区主矿体，其资源量占全矿区V_2O_5总资源量70.1％，占全矿区工业品位矿石类型V_2O_5资源量79.5％。各矿体特征分含矿层叙述如下:

（1）上含矿层(II含矿层)

由3个矿体组成，其中主矿体位于中部，在矿区南部主矿体上、下1～5m内各有一矿体(上部II_3矿体，下部II_1矿体)。

①主矿体(II_2矿体)：沿走向自南(40勘探线)至北(49勘探线)范围内稳定连续出现，沿走向长7700m，已控制的矿体沿倾向上的宽度，南部为1200～1600m，北部为400～1000m，深部未控制到矿体边界。矿体产状基本受地层产状控制，呈层状、似层状，底板上下起伏，与标志层对比，并非固定在相等距离的位置上。厚度0.89～12.81m，平均5.06m，其中9勘探线以南一般5～8m，以北一般*～*m。V_2O_5含量0.500～1.220％，平均0.883％。矿体厚度变化系数为42.42％，矿体形态属简单型，品位变化系数为22.35％，属均匀变化。

②下部矿体(II_1矿体)：分布在1-38号勘探线范围内，厚度一般****～****m，平均****m，V_2O_5含量0.500～1.751％，平均0.881％。

③上部矿体(II_3矿体)：分布在40-9号及21-37勘探线范围内，厚度一般*****～****mm，平均****m，V_2O_5含量0.500～0.950％，平均0.610％。

（2）下含矿层(I含矿层)

主要分布在矿区南部，也由3个矿体组成，其中:

①顶部矿体(I_3)：产于标志层底板以下 0～5m 范围内，是I含矿层中的主矿体，主要分布在 9 号勘探线以南，其中 0～4 号勘探线在浅部(沿倾向离地表露头线大于600m)稳定性较差。矿体沿走向长 3200m，沿倾向宽 470～1500m ，厚度一般****～****m ，平均厚 2.17m，矿体品位 0.500％～1.560％，平均品位 0.841％。矿体厚度变化系数为 51.03％，矿体形态属简单型，品位变化系数为 30.06％，属均匀变化。

②中、下部矿体(中部I_2矿体，下部I_1矿体)：在矿区南部标志层(白云岩)底板以下 5～15m 范围内断续出现，厚度一般*～*m，矿石品位较低，其中I_1矿体矿石多为低品位。

3、矿石质量

（1）矿石矿物成分

矿石中的矿物成分为粘土矿物（水云母、高岭石、炭质物），含少量的黄铁矿、石英，但未见独立的钒矿物。

表 1-3　区内钒矿体地质特征一览表

矿层	矿体编号	产状			规模			连续展布面积(km^2)	平均厚度(m)	厚度变化系数(％)	平均品位V_2O_5(10^{-2})	品位变化系数(％)	工程控制(个)	
		走向	倾向	平均倾角(°)	延伸长(m)	延展宽(m)	类型						钻孔	探槽
上矿层(II)	II_3	NE～NW	SE～NE	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	II_2	NE～NW	SE～NE	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	II_1	NE～NW	SE～NE	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
下矿层(I)	I_3	NE～NW	SE～NE	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	I_2	NE～NW	SE～NE	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	I_1	NE～NW	SE～NE	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

（2） 矿石的化学成分

矿石中的有益成分为V_2O_5，（含量0.5～1.3％）平均含量0.826％。其它化学成分为SiO_2（65～75％），Al_2O_3、CaO较高，其次Fe_2O_3，MgO，K_2O，而FeO，Na_2O，P_2O_5，TiO_2含量较低，一般低于1％。

主要有害成分硫（S）为1.63％，含量较高。有毒有害重金属元素As、Sb、Hg含

量均在规范允许范围以内。

总的来看，矿区钒矿矿石化学成分以富硅富炭为特征，而铁、镁、磷、钛含量相对较低。

（3）矿石结构、构造

矿石主要为泥质结构，薄层状构造及条带状构造。

（4）矿石自然类型

矿石自然类型为炭质页岩偶夹硅质岩型和薄层硅质岩夹炭质页岩型。

（5）矿石工业类型

矿石工业类型为黑色页岩型。

（6）区域放射性背景值评述情况

为了查明矿区放射性强度及对矿山生产的影响，保证矿山生产人员的身体健康，详查工作对矿区放射性背景值进行了测量，主要方法是放射性顺便检查，测量结果表明各相关地层y值均未超标

4、矿体顶、底板及夹石岩性特征

矿体顶板围岩岩性为炭质页岩，稳固性较好，岩体质量等级一般，岩体质量中等，属II类岩石；底板围岩岩性为硅质岩，裂隙发育，岩石质量等级坏，岩体质量差，属III类岩石。

除II_1矿体底面即上含矿层底面和I_3矿体顶面即下含矿层顶面，含矿层与顶（底）板关系较易区分和识别外，其余矿体（层）与其顶、底板及夹石很难肉眼识别区分，要靠化验来区分。由于主矿体矿石品位较高，品位变化均匀，矿体中夹石较少，次要矿体由于厚度薄、品位相对较低，矿体圈定时，如果夹石不能带入，夹石连同品位较低、厚度较薄的样品直接剔除。

5、矿床共生矿产

矿层中镍含量较低，钼含量在29线以北部分工程达到边界品位，钼矿层位于钒矿层中或其上部，一般厚度**** ~ *m，主要是低品位矿，详查阶段估算了少量334低资源量（矿石量*****万t，金属量1473.8t，平均品位0.0491％），但未予评审备案。位于含钒岩系中的炭质页岩(石煤)，其发热量较低，普遍低于800千卡/Kg，详查阶段未对其进行资源储量估算。另外对Ag、Cu、Pb、Zn、Pt、In、Ga等元素进行了概略了解，结果表明，所有元素均没有达到边界品位。

区内含矿层铀含量一般低于50ppm，有毒有害重金属元素As、Sb、Hg含量均在规范允许范围以内。矿石中主要有害非金属元素为硫，硫平均为1.63％，含量较高。

（四）矿产资源开发利用方案

永顺县通大矿业有限公司朗溪钒矿委托湖南华中矿业有限公司于2014年10月编制了《永顺县通大矿业有限公司永顺县朗溪钒矿资源开发利用方案》简介如下:

1、矿山设计规模、服务年限及产品方案

推荐的生产能力为***万t/a，则矿山服务年限=可采储量÷〔生产能力×（1—贫化率）〕=******/〔***×（1—10％）〕=36.3a。

矿山拟建有选冶厂、尾渣临时中转库，推荐的产品方案为销售99％的片状V_2O_5【GB3283—2011】。

2、设计利用储量和可采储量

根据【湘国土资储备字（2013）048号】文，拟设采矿权范围内探明资源量（332+333+332$_{低}$+333$_{低}$）矿石量*******万t，五氧化二钒资源量**********万t。其中:332类资源量矿石量*********万t，五氧化二钒资源量*****万t；资源量333矿石量******万t，五氧化二钒资源量*******万t；资源量***$_{低}$矿石量*******万t，五氧化二钒资源量*****万t；资源量333$_{低}$矿石量*********万t，五氧化二钒资源量***万t。方案推荐：332资源量的可信度系数取1.0；333资源量的可信度系数取0.8；332$_{低}$、333$_{低}$资源量与资源量（332、333）相连的分别按1.0、0.8系数利用，单独产出的322$_{低}$、333$_{低}$资源量矿体或矿块暂不利用；计算的设计利用储量为*******万t；采矿回采率85%,贫化率10%,设计的尖山水库永久矿柱损失量****万t，计算的开采储量******万t。

3、开拓方案

方案推荐矿山未来开采为地下开采、平硐+斜坡道开拓方式。确定的开拓方案简述如下:

首期在中部采区（首采区）5线附近+***m标高处施工首采区主斜坡道至+**m标高，作为开采+***m标高以下矿体的人行、进风、安全及矿用汽车进入；在1线附近+***m标高处施工首采区主平硐，并由+***m中段施工下向斜坡道至+***m中段，担负中部采区380m中段矿（废）石运输；在25线开掘斜井至+**m标高，担负排水、回风及安出口。第二期待整合云盘矿区资源后形成4～40线南部采区的开拓系统；后期在25～49线形成北部采区的开拓系统。

4、采矿方法及采场结构参数

根据矿体的赋存特点和开采技术条件，考虑矿山的装备水平，设计采矿方法为盘区机械化房柱嗣后充填采矿法，采用废石、尾渣充填采空区。

矿块构成要素：沿矿体走向按**～***m 划分盘区，盘区垂高**m，斜长取有效距离**～***m，区内设 10 个分层（矿房）进行回采。房间矿柱随分层回采逐步形成 3.5m×3.5m 方型点柱，点柱间隔延走向**～**m，延倾向*～**m，顶部每隔****m 保留 2.5m×10m 矿柱，盘区间柱宽***m、底柱宽***m。

5、中段划分

根据矿体赋存条件和设计采用的采矿方法，中段高度确定为***m，划分+***m、+***m、+***m、+***m、+***m、+***m、+***m、+***m、+***m、+***m、+***m、+***m、+***m、+***m、+***m、+***m、+***m 共 18 个中段。

6、通风系统

方案推荐矿井通风采用机械抽出式、两翼对角式通风系统。

7、排水系统

方案推荐矿井+***m 以上采用排水沟自流排水；+***m 以下采用集中式机械排水，在排水斜井+***m、+***m 中段井底附近设水泵站（配三台水泵：工作一台、备用一台、检修一台）和水仓（要求储水量均能容纳 8h 以上的正常涌水量），将井下废水逐级排至地表；排出地表的矿坑水经沉淀池沉淀后，作选冶用水，多余水达标排入附近山沟或溪沟。

8、运输方案

方案推荐矿山选择坑内无轨运输方案：坑内采用矿用汽车运输矿石、岩石及材料；利用铲运机出矿，在各中段采场直接将矿岩装入矿用汽车，将矿、岩运输通过斜坡道运至地表；车辆将矿石运出地表后，通过地面公路运输到选冶厂破碎站；井下废石用铲运机运输到相邻矿房中充填采空区，井下废石不出井。

9、厂址方案

本工程工业厂区建在云盘村下山溪。云盘村下山溪位于矿区中部矿体底板西部 0 号勘探线附近，向北到 5 号勘探线、向南至 2 号勘探线之间，地形相对平缓，基本没有基本农田，居民稀少；该处位于矿区矿量分布重心点附近，有利于利用自然地形条件减少运输量，比较适宜将工业厂区布置在该区域；未来将厂房布置在山坡基岩上，利用采矿基建废石将小山谷填平，布置非承重的工业设施；将生活区布置在从云盘村

到工业场地的道路旁；在安全部门的指导下，建议将火药临时储存硐室布置在荒芜人烟的矿区中部 9 号勘探线附近山谷中（注：工业场地等建设时应尽量避开汇水溪沟）。

矿山采矿基建废石和生产废石在临时废石堆场临时堆存，由业主与当地政府协调转运至其它地方堆存或外卖；位于井口附近临时废石堆场中的废石，一旦井下形成采空区后，由矿用汽车运回井下充填采空区。

选冶尾矿临时堆场（临时中转库）拟建于选冶工业场地北侧的下山溪上游，依据生产堆存废渣情况，采用租、征用地方式，以满足临时安全堆存废渣的需求。

10、煤提钒工艺

采场原矿经汽车运输至拟建钒冶炼厂原矿堆场(存矿时间≥14d),其密度为 2.53g/cm³,最大块度为 450mm,原矿经过三段一闭路破碎筛分工艺，细矿料粒度为-5mm。

细矿料仓内的物料经电磁振动给料机和计量皮带秤进行定量给料至双轴加湿混料机，并向双轴加湿混料机内物料添加入适量水份搅拌至均匀后，再配入适量的 98%浓硫酸入物料中搅拌均匀。在 60 ~ 120℃温度下，将物料放置于熟化车间保温且进行熟化处理，熟化时间≥21h。

在常温条件下，按液固比 1.5 ~ 2.5:1 的要求，将熟化后的物料送至配置槽，并配入适量的水均匀搅拌，再将配置矿浆输入浸出槽，浸出时间为 3 ~ 6h。

浸出结束后，将浸出矿浆送入真空带式过滤机进行固液分离和洗涤，使含钒溶液和浸出渣分离。采取三段逆流洗涤，即第一段洗液合并到浸出液贮存，进入陈化工序陈化处理；第二段洗液作为下次的第一段洗涤用；第三段用新水(或处理水)洗涤，本段洗液作为下次第二段洗涤用。

浸出液加入适量碳酸钙调节 pH 至 2.5±后，再加入适量氯酸钠进行氧化(pH 降至 2.0±);得到的氧化液经吸附—氢氧化钠溶液解吸后得到富钒解吸液；在恒 pH 条件下，富钒解吸液选用氯化镁进行净化除杂(除 P、Si 等);得到的净化液选用沉淀剂氯化铵进行沉钒得到偏钒酸铵；固液分离后，用 4%的氯化铵溶液洗涤沉淀物，以防止偏钒酸铵水解；湿偏钒酸铵采用闪蒸干燥，经过煅烧得 99%V_2O_5产品。

浸出渣送至浸出渣堆场堆放，经有序、分区堆放(或有效脱水工序处理)后，控制其含水量≤10%,然后输送至发电厂燃料转运场进行备料，再通过循环流化床锅炉燃烧生产大量的热量，并进行蒸汽发电；其烧渣作为建材原(辅)料销售至附近相关建材生

产企业。

图 1-3　冶炼、发电工艺流程图

（10）选冶废渣、废水的综合利用和治理

1）酸浸渣综合利用和治理

传统的酸浸渣处理方法多采用建立尾矿库堆放处理或填充荒地，这些方法对废渣的处理不完全，易对环境产生二次污染，也存在巨大的安全隐患、造成了资源的严重

浪费和土地的大量占用，不符合国家资源综合利用和环保要求。根据本试验酸浸渣的实际成分，可以进行综合利用的途径主要有:

①在内燃法生产多孔砖中，原料参入一定比例的粉状酸浸渣。酸浸渣既是燃料，又是原料，可以节约原煤，提高砖的质量。

②利用酸浸渣生产碳化砖及其他碳化制品。碳化原理主要是利用生石灰的水化生成氢氧化钙，然后与二氧化碳反应生成碳酸钙而硬化，与酸浸渣结合在一起，广泛用于各种建筑物。

③浸出前矿石经球磨机磨细，再经长时间浸出，废渣粒径小，作为建筑用材掺合料，有利于与其它建筑材料形成“二级微观填充体系”，使建筑材的密实度增加，耐腐蚀能力增强。

④送发电厂做发电燃料。

2）废水治理

根据选冶厂位置，选冶厂生产污水经厂区生产污水排水管网排至污水处理站进行处理后，由回水泵扬送至回水高位水池，用于选冶工艺及除尘、道路浇洒、地面冲洗等，正常情况下，无废水外排。处理工艺详见污水处理工艺流程图图 4-2。

选冶厂设备冷却回水至冷却调节池，泵回用于选冶设备冷却等。

锅炉房废水直接排入附近山沟或作为绿化用水。

图 1-4　污水处理工艺流程

（11）废石堆建设

矿山采矿基建废石和生产废石在临时废石堆场临时堆存，由业主与当地政府协调

转运至其它地方堆存或外卖；位于井口附近临时废石堆场中的废石，一旦井下形成采空区后，由矿用汽车运回井下充填采空区；在未来开采过程中产生的废石应集中规范堆放，后缘修建截水沟、前缘修筑挡石墙，同时开展废石综合利用，如用废石铺设道路、充填采空区等，以减少在井口附近的堆放量，根据井口情况，共设置有 9 个废石堆。

（12）采空区回填

盘区矿房或矿柱回采结束后，设置盘区底部充填挡墙（胶结便于回采底柱、减少矿石损失），并预留泄水管孔，然后从上阶段平巷往采场接通充填软管，按照要求进行充填；方案采用废石、尾渣充填，废石为中段采场废石，尾渣为矿山选冶后无害处理尾渣。进行尾渣充填时，在地表设充填料制备站，充填料在站内搅拌制备后，通过料管输送到各生产中段，而后根据充填要求输送到各中段采场充填，其程序为:

选冶厂废渣→地表充填料制备站→混合泵送→充填管路→采空区→渗滤水→水仓沉淀→泵送地表水池→选冶厂。

（五）生产经营状况及基金账号情况

矿山一直未开采。矿山尚未建立矿山生态修复基金专用账户。

三、矿山开采与生态保护修复现状

（一）矿山开采历史和现状

据了解，普查工作开展前，矿区西南营盘村附近有村民乱采乱挖现象。矿区内西侧浅部拥有已设采矿权一个，即“永顺县亿丰矿业有限公司云盘矿区页岩、钼矿”，目前该采矿权已过期，州自然资源和规划局暂停了延续。该矿地质工作程度很低，探获钼和伴生镍矿资源量较少，矿山设计规模***万 t/a，开采方式为地下开采，经核实该矿自设立后未开采过，无采矿设备、开采井口、巷道工程等。根据现场，原原露天采矿留下的残余边坡已自然恢复，未见民采老窿。

朗溪钒矿从 2009 年 6 月详查地质工作以来，至 2013 年 3 月均以探矿为主，未正规采矿。目前，正在着手探矿权转采矿权申报及采矿证办理准备相关工作；已完成钒矿浮选和酸浸提钒工艺试验(实验室扩大连续试验)；可研报告已通过专家评审论证。2016 年取得采矿许可证后一直处于停产状态，现正在开展项目立项、证照办理、道路建设等相关基建工作。

（二）生态保护修复现状

矿山取得采矿许可证后一直处于未投产状态，尚未产生生态环境问题，未开展相关的生态保护修复工程。

（三）环境影响评估报告简述

根据2015年南京国环环境科技发展股份有限公司、长沙市玺成工程技术咨询有限责任公司编制的《永顺县通大矿业有限公司***万吨/年钒矿开采项目环境影响报告书》及批复（湘环评〔2015〕135号），基于已完成的试验研究成果，通大矿业拟采用的技术方案，包括熟化酸浸提钒技术以及循环流化床技术燃烧发电、发电烟气治理和污水深度处理与回用技术，拟在湖南省永顺县实施石煤钒矿常温低酸浸出提钒新技术综合利用工程，项目规划总规模为年综合利用钒矿***万t。

本项目即为通大矿业石煤钒矿常温低酸浸出提钒新技术综合利用工程(冶炼厂)前期矿山部分，矿山的建设与冶炼厂建设同期进行，建设方承诺不单独对矿山进行开采(见附件)，本评价内容仅包含石煤矿山的开采工程。

1、废水防治措施

(1)开拓期

①、井下涌水

开拓期井下涌水自巷道开拓至地下水位以下或开拓至潜水层时产生，产生量不定，范围自0~98.73m³h。

开拓期间涌水水质受扰动及开采机械影响，化学需氧量、总悬浮物及石油类的含量将有上升。开拓期间井下涌水应设置临时沉淀池进行处理，废水需达《污水综合排放标准》GB8978-1996中的一级标准后方能排入附近水体。开拓期井下水经地面沉淀池处理后，南部区及中部区排入云盘溪(0.1~0.2m³/s),北部区排入樟木河(0.9~1.4m³/s),云盘溪、樟木河主要功能为区域行洪，井下水的排入不会导致河流功能发生改变。

②、生活污水

开拓期生活污水随工作人数变化而变化，掘进期施工营地生活废水需经化粪池处理达《污水综合排放标准》GB8978-1996中的一级标准后方能排入外界水环境。

(2)、营运期

①、井下涌水

矿坑总涌水量为98.45m³/h(2362.8m³/d),矿井+***m以上采用排水沟自流排水;

+***m 以下采用集中式机械排水，在排水斜井+***m、+***m 中段井底附近设水泵站和水仓，将井下废水逐级排至地表。井下涌水需经地表沉淀池处理达《污水综合排放标准》GB8978-1996 中的一级标准后方能排入樟木河。

运营期间涌水水质受扰动及开采机械影响，化学需氧量、总悬浮物及石油类的含量将有上升，类比同类矿山开采项目，COD 浓度在 30mg/L 左右，SS 浓度在 200mg/L 左右，石油类浓度在 1~2mg/L 之间。

项目井下涌水(1362.8m³d,约 0.016m³/s)经处理后排入北部樟木河(0.9~1.4m³/s),流经约 5km 进入永茂河(2.129m³/s),经永茂河约 10km 再进入澧水，樟木河无灌溉功能，只有行洪功能，樟木河汇入的永茂河主要为行洪功能，兼顾永茂镇区附近少量农田灌溉功能。

②、生活污水

本工程生活用水来自山溪水，用水量采用 120L/人.d,按用水量的 80%计算，则生活污水的产生量为 1.152 万 m³/a,其主要污染因子为 COD、BODs、SS、NH_3 -N 和动植物油，浓度范围约为：COD 250~300mg/l,BOD_5 150~250mg/l,SS200~400mg/1,NH_3 -N 20~30mg/l,动植物油 25~45mg/1。收集经地埋式生活污水处理系统处理后达《污水综合排放标准》GB8978-1996 中的一级标准排放。生活污水主要含 COD、BODs、NH_3 -N 和 SS,采用地埋式生活污水处理系统处理。

项目生活污水(38.4 m³/d,约 0.0004 m³/s)经处理后排入云盘溪(0.1~0.2m³/s),经约 30km 进入酉水。

2、固废防治措施

(1)、开拓期

开拓期主要固废为开拓废石，本项目所有井口均设置在矿体露头处，开拓巷道均沿矿体走向设置在矿体内，开拓期产出主要为原矿及少量废石。开拓期矿石堆存于原矿堆坪。废石暂存于井口附近废石临时堆场，待开拓完成正式开采后回填于采空区，废石暂存场需修建挡石墙、撇洪沟等措施。根据永顺县监测站 2015 年 3 月为本项目提供的废石浸出实验数据，本项目废石为一般 I 类固废。

（2）营运期

运营期主要固废为采矿废石、生活垃圾。采矿废石产生量为****t/d,废石不出窿直接回填于采空区。根据永顺县监测站 2015 年 3 月为本项目提供的废石浸出实验数

据，本项目废石为一般 I 类固废。

生活垃圾的产生量按照 1kg 人·d 计算，400 人，垃圾产生量为 0.4t/d(***t/a),生活垃圾经收集后外运永茂镇集中处置。

第二章　矿山生态环境背景

一、自然地理

（一）地形地貌

生态修复区属中、低山溶蚀与剥蚀构造地貌，多高山峡谷，山高坡陡，区内总体地势呈东部高，西部低，中部高，南、北、西面低；中东部以寒武系白云岩、灰岩为主的溶蚀构造地貌，多悬崖峭壁，地势高，地形陡峭，山坡坡度多 40～80°，前缘多跌水、瀑布或大泉；中西部以寒武系、震旦系砂页岩夹灰岩、白云岩为主的剥蚀构造地貌，地势较陡，山坡坡度在 20～60°，山坡分布不对称；最高点位于中东部边缘方石岩，海拔标高+1322.16m，最低点位于北部边缘牛皮溪，标高+*****m，相对高差达 886.86m，南部最低点在云盘溪，标高+585m；地形切割强烈，沟谷纵横，“V”字形沟谷发育，以地表沟谷径流为主，局部形成小山塘和人工小水库；同时区内分布极少量的带状冲积河滩，两侧为主要的稻田分布区，地势最低洼。区内植被较发育，覆盖率 85％以上。总体地貌类型较复杂。

照片 2-1　矿山周边地形地貌

（二）气象

生态修复区属大温暖湿润的亚热带季风性气候，阳光充足，降水量丰沛，四季分明。属亚热带季风山地湿润气候，四季分明，降雨充沛。根据永顺县气象 1971~2024 年的气象资料,多年平均降雨量为 1365.9mm，年最大降雨量为 2108.5(1998 年)，年平均降雨天数 153 天日最大降雨量 353.5mm(2003 年 7 月 8 日)月最大降雨量 294.6m(1999 年 8 月)。多年平均发量 1456.76mm。年平均气温 16.5℃，极端最高气温 40.2℃(1972 年 8 月 29 日),极端最低气温-2℃(1977 年 1 月 30 日)。年平均降雪厚度为 21cm 年最大降雪厚度 45cm。每年 1 月至 2 月间断性冰冻，年最长冰冻期 21 天，最短冰冻期 5 天。主导风为东北风，年平均风速 11m/s,最大风速为每年 8~9 月可达 20m/s,月相对湿度 81%。

（三）水文

矿区水系发育，其分布受分水岭控制，总体从图区中部高峰周围向四周呈放射状展开，呈树枝状分布；矿区地处两个分水岭交汇处，分属两个水系；中部以方石岩—小寒溶—鹅场垭一线为界，以北属澧水水系，以南属沅水支流酉水水系。另一条分水岭位于评估区东部边界的大垭—方石岩—牛儿岩一线。

区内主要溪流均长年不断，其中南面云盘溪为最大河流，南面的大寒溶河、山方溶河、下山溪等主要河流均汇入于此，且源头发于区内；南面另有小山溪和蛇窝两条溪流，溪水流量较小，旱季均出现断流；北面溪流主要为三条，樟木河为北面最大溪流，李家湾及小寒溶河均汇于此，然后延伸至矿区外；李家湾及小寒溶河雨季流量大，旱季流量很小甚至出现断流。最北面另有牛皮溪由东向西穿过矿区，流量较大，源头在区外。尖山河上游有一小水库，河水流量受水库调节。据区域水文资料：下山溪河流总流量在 3.656L/s ~ 8.20L/s，一般流量均小于 10L/s；瞿家溶附近小山溪总流量在 1.828L/s ~ 4.36m^3/s，一般流量均小于 15L/s；云盘溪流量较稳定，最大流量 114.49m^3/s，最小流量 80L/s，一般流量为 100 ~ 200L/s。

区内最大地表水体为尖山水库及附带小山塘。尖山水库，位于矿区北面的尖山村东南面 1Km，面积 0.25Km^2,最大水深 10m，库容 4 万 m^3，属区内骨干塘，用于生活、灌溉和养鱼。其下基岩为留茶坡组硅质岩与牛蹄塘组炭质页岩，为矿区主要赋含矿层位，对未来采矿产生影响。

矿区内溪流直接接受大气降水补给，流量随降雨暴涨骤落，变化幅度可达百倍，为典型山区溪流特点。降水补给后，就地排泄，径流时间短，溪流起天然排水作用。

矿区水文地质单元应属补给—径流区范畴。

图 2-1　矿山周边水系图

（四）土壤

本区土壤以黄壤为主，由第四系（Q）全新统洪冲积、残坡积形成，岩性复杂以黄褐色、灰褐色粘土、亚粘土、砂质粘土及中粗砂、卵石层为主；土层厚度因地形而异，一般洼地厚，坡地薄，土壤层厚度多在0~8m之间，土壤pH值为7左右，呈中性，风化淋溶系数0.16。区内土壤物理性质较好，疏松易耕，但养分一般，其中有机质含量3.4g/kg左右，全氮0.4～0.8g/kg，全磷0.6～2.1g/kg，有效钾24.5～52mg/kg，铜含量20～35mg/kg，锌含量28～49 mg/kg。

根据收集2015年土壤检测数据，矿区周边4处农田各采样点监测因子均能满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB 15618-2018低于农用地土壤污染风险筛选值。

表2-1 土壤环境现状监测结果

监测点		监测因子								
		pH	Cd	Hg	As	Cu	Pb	Zn	Cr	V
李家湾农田	监测值	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	超标倍数	/	0	0	0	0	0	0	0	/
	评价结果	/	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	/
樟木村农田	监测值	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	超标倍数	/	0	0	0	0	0	0	0	/
	评价结果	/	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	/
禾场垭农田	监测值	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	超标倍数	/	0	0	0	0	0	0	0	/
	评价结果	/	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	/
云盘村	监测值	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	超标倍数	/	0	0	0	0	0	0	0	/
	评价结果	/	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	/
GB 15618-2018		****	****	****	****	****	****	****	****	/

照片 2-2　矿山周边土壤

二、地质环境

（四）水文地质

1、含、隔水层特征

（1）含水层特征

根据地层岩性、地下水类型、地下水赋存的空间特征及富水性强弱，将矿区含水层分为第四系松散堆积层孔隙潜水含水层、基岩裂隙含水层及碳酸盐岩裂隙岩溶含水层三类。现分述如下:

①第四系松散堆积层孔隙潜水含水层（Q）：矿区第四系分布零星狭小，由第四系（Q）全新统洪冲积、残坡积形成。岩性复杂以黄褐色、灰褐色粘土、亚粘土、砂质粘土及中粗砂、卵石层为主。冲、洪积物主要分布在河流两岸及河水淹没过后的河漫滩上，成分为滚石与细颗粒混杂，厚度小于 8m，最大宽度 50m，砂砾石层厚约*m;地层松散，含孔隙潜水，为强透水层；地下水分布不均，地下水位埋深* ~ ***m，未见有泉、井出露；含水贫乏，属弱富水的孔隙含水层。矿区广泛覆盖有第四系残坡积层，厚度均很薄，为风化残积形成，风化程度及厚度不一，内含孔隙水，泉流量均小

于 0.1L/s，含水贫乏，受大气降水影响明显，运移及赋存时间短，沿山坡及利于排水地形排泄至下方山沟及溪流中；该类型水水质良好，是当地村民的主要饮用水源；动态受季节影响明显，且易受污染；水化学类型 $HCO_3 \cdot SO_4$—Ca·Mg 型，PH 值为 8.16；总硬度 77.1mg/L,矿化度 150.95mg/L。

②寒武系下统牛蹄塘组（$\in_1 n$）底部（含矿层位）与震旦系上统留茶坡组（$Z_2 1$）基岩弱裂隙含水层：该层分布于矿区中部偏西，地表呈条带状，南北均分布。寒武系下统牛蹄塘组（$\in_1 n$）底部含矿岩系厚约*～***m，岩性为薄层炭质页岩、薄层硅质岩，部分夹砂质页岩、白云岩，含磷结核。震旦系上统留茶坡组（$Z_2 1$）厚约*～**m，岩性为灰黑色硅质岩。寒武系下统牛蹄塘组（$\in_1 n$）底部和震旦系上统留茶坡组（$Z_2 1$）在地表调查中见有褶皱构造现象，多为褶皱与褶曲，规模不大。特别是在界线两侧，褶皱多形成宽大裂隙及挤压破碎，受其影响裂隙普遍发育，裂隙间连通性一般。钻孔揭露炭质页岩底部（含矿层位）、硅质岩岩心多呈碎块、碎渣状，其上裂隙溶蚀较发育，多为细小溶隙。寒武系下统牛蹄塘组（$\in_1 n$）底部地表未见有泉出露。硅质岩中溶蚀现象较牛蹄塘组底部明显，地表该层出露泉水少，见有一裂隙上升泉。泉水流量为 0.05～0.5L/s。寒武系下统牛蹄塘组（$\in_1 n$）与震旦系上统留茶坡组（$Z_2 1$）整合接触，且寒武系下统牛蹄塘组（$\in_1 n$）底部为矿区的主要赋矿层位，下部震旦系上统留茶坡组（$Z_2 1$）硅质岩为矿区底板围岩，且含水性连续，故将寒武系下统牛蹄塘组（$\in_1 n$）含矿部位与震旦系上统留茶坡组（$Z_2 1$）划分为同一含水层。ZK_{8-5} 因穿透震旦系上统留茶坡组（$Z_2 1$）硅质岩，终孔后出现涌水，承压水头高出地表+4.56m，涌水流量为 0.008 L/s。该层为承压裂隙含水层，富水性弱。钻孔平均单位涌水量为 0.003716L/s·m，渗透系数为 0.01262m/d。水化学类型为 $HCO_3 \cdot CO_3$—Na 型，PH 值为 9.21；属碱水，具较强腐蚀性，总硬度 5.874mg/L,总矿化度为 863.49mg/L。

③震旦系下统南沱组基岩弱裂隙含水层（$Z_1 n$）：分布在矿区西、西北部，区内出露不全，推测厚度大于 50m。岩性主要为冰碛砾岩、灰绿色含砾石英砂岩，砂岩坚硬，颗粒细小且致密，为细砂岩。基岩裂隙不发育，在近地表部分存在风化裂隙水，泉流量一般为 0.01～0.1L/s。根据区域资料：钻孔单位涌水量 0.0185～0.044L/s·m，地下水径流模数为 0.819L/s·km^2。水量贫乏，为弱基岩裂隙含水层。该层水的水化学类型为 HCO_3—Ca·Mg 或 HCO_3—Ca 型，PH 为 6.8，总硬度 94.8mg/L，总矿化度小于 100 mg/L。

④寒武系中统花桥组裂隙溶洞含水层（$\in_2$h）：分布在矿区南面东部大块、北面东部小块，矿区内出露不全。含水岩性为薄—中厚层灰岩、白云岩。岩溶发育，主要发育在其厚层—巨厚层灰岩、白云岩中。地表发现有溶洞，洞内均无水。同时发现有大量岩溶泉及地下暗河出口，均为北部河流的主源头，南部部分河流源头在该层中。溶洞地下河中等发育，含裂隙岩溶水。泉水流量一般为 10～15L/s，属中等富水的岩溶含水层。因其分布在矿区最东面，地形陡峭，厚度不详，推测厚度大于 50m。其远距含矿层，调查工作开展较困难，对其岩溶发育程度不甚详细；底部发育有一层很薄的黑色页岩，岩溶发育止于此；黑色页岩不含水。水化学类型为 HCO_3—Ca·Mg，PH 为 7.65；总硬度 113～170.3mg/L，总矿化度为 130～365mg/L。

⑤寒武系中统敖溪组裂隙岩溶含水层（$\in_2$a）：分布在矿区近南东部，岩溶含水层厚约 58.6m。含水岩性为上部的中厚层白云岩。岩溶较发育，多发育在中—厚层状白云岩中，相对花桥组弱，岩溶发育不均等。调查中溶洞出露少，面溶洞率小于 0.02％。岩溶主要为溶隙、溶槽及溶孔，多为宽大的溶隙、溶孔。溶洞地下河不发育，含裂隙岩溶水。岩溶泉出露少，泉流量一般为 0.5～5L/s，属中等富水的岩溶含水层。该层下部为钙质页岩，岩性单一，厚度约 188.9m。岩溶发育止于此，钙质页岩不含水，隔水性能好。该层水质类型为 HCO_3—Ca·Mg 型，PH 为 8.16，总硬度 77.01mg/L，总矿化度 150.95mg/L。

⑥寒武系下统清虚洞组裂隙岩溶含水层（$\in_1$q）：分布在矿区中偏东部，含水层厚约 48.5m，含水岩性为中厚层灰岩。岩溶发育，多发育在其厚层—巨厚层状灰岩中。地表发现有几处大型溶洞，溶洞内均无水，岩溶已停止发育。面溶洞率小于 0.02％，属溶洞地下河不发育的岩溶含水层。地表多见有岩溶泉，泉水流量为 0.5～2L/s。在河流中发现有一上升泉，为烂梨子湾河流主源头。钻孔揭露显示：该层溶蚀发育，多见有溶蚀裂隙及小溶孔，溶隙间连通性较好，岩溶发育较弱。其中在 ZK8—5、ZK8—6 中见存在破碎带，见有角砾岩。ZK8—6 破碎带上有晶洞，层面有小溶槽，深 2cm，面岩溶率 3.8％，线裂隙率 3.7％。钻孔中均未遇溶洞。该含水层厚度约 4～20.4m，标高在 543.64～806.4m。该层岩溶发育不强烈，不均等，岩溶上部止于泥灰岩，下部止于薄层状灰岩。钻孔平均单位涌水量为 0.00804L/s·m，渗透系数为 0.018467m/d。该含水层富水性弱。水质类型为 HCO_3—Na·Mg 型，PH 为 8.08，总硬度 110.1mg/L，总矿化度 527.64mg/L。寒武系下统清虚洞组（$\in_1$q）中存在大量泥质

灰岩和泥灰岩，泥质成分含量高，裂隙不发育，透水性差，多属隔水的。该组底部为薄—中层状灰岩，下部厚层灰岩岩溶止于此。该层位于两地层接触部位，局部受挤压破坏，裂隙发育，部分地段裂隙贯通河流，但整体不连续、不稳定。

⑦震旦系上统陡山沱组碳酸盐岩夹页岩类裂隙岩溶含水层（Z_2d）：分布于矿区西部，含水层厚度约**～**m。含水岩性以中厚层碳酸盐岩（灰岩、白云岩）为主。该层岩溶弱发育，面溶洞率小于0.2％，溶洞、地下河不发育，含岩溶裂隙水，岩溶多沿裂隙发育。出露有少量岩溶泉，泉水流量为0.01～1 L/s。该层为弱富水的岩溶含水层。震旦系上统陡山沱组顶部（Z_2d）为中厚层白云岩。该层上部震旦系上统留茶坡组（Z_21）硅质岩为赋含矿层位，而钻孔对该层控制少，其含水性有待进一步工作查明。水质类型为HCO_3—Ca·Mg型，PH为7.97，总硬度130.58mg/L,总矿化度217.1mg/L。

（2）隔水层特征

①寒武系下统杷榔组相对隔水层：分布于矿区中偏西部，分布广泛，总厚约228m。岩性上部为钙质页岩，下部为灰绿色页岩。地层完整，岩性单一，裂隙多不发育。在层间局部存在破碎，破碎部位岩心多呈碎块、碎渣状，裂隙发育，含裂隙水，总体上不连续不稳定，厚度小。近地表部分易风化，风化层厚度小于15m，含少量孔隙裂隙水。泉流量一般为0.01～0.25L/s。钻孔平均单位涌水量为0.00804L/s·m，渗透系数为0.024567m/d。富水性弱，水量贫乏。水质类型为$HCO_3·CO_3$～Na型，PH为9.09，总硬度49.08mg/L，总矿化度641.22mg/L。

②寒武系下统牛蹄塘组隔水层：分布于矿区中偏西部，分布广泛，总厚约220m。岩性为炭质页岩，除底部0～40m为薄层炭质页岩和薄层硅质岩的含矿层外，本组地层很完整，岩性单一，裂隙不发育，隔水性能较杷榔组更好，为稳定的隔水层。局部层间也存在破碎，破碎部位岩心多呈碎块、碎渣状，裂隙十分发育，含裂隙水。近地表部分易风化，风化裂隙发育，风化层厚度小于10m，含少量孔隙裂隙水。在ZK_{8-6}水文地质孔对该段做的简易试抽试验，钻孔单位涌水量为0.003514L/s·m，渗透系数为0.0008036m/d，可见富水性很弱，水量贫乏。水质类型为$HCO_3·CO_3$—Na型，PH为9.21，总硬度5.874mg/L，总矿化度863.49mg/L。

2、老窿水特征

矿区内民采活动少；据调查，区内有老窿*个，老窿均规模很小。少量老窿内见

有积水，其中仅**个出现自流，流量小于0.01L/s，积水量小，对矿床充水影响小。因工作中条件有限，积水老窿调查时长度和积水情况没有调查清楚，今后需进一步工作查明。

3、断层的水文地质特征

区内断裂构造不发育，次级构造局部发育，主要是层间存在的小褶皱、小破碎，亦为层间的挤压破碎。在这些破碎部位均出现有含水现象，但均不具连续性，厚度小，不稳定，含水微弱。

4、矿坑充水因素

（1）大气降水

钒矿体（层）露头多位于山坡及近山脚，倾向与坡向相反，倾角20～30°。由于山体坡度较陡，降雨后汇水可通过地表井口进入矿井或沿山坡向冲沟径流在地表的井口引起倒灌；当遇到大雨或暴雨时，矿井涌水量大，矿井涌水受季节性大气降水的影响较大；大气降雨是矿床主要充水因素之一。

（2）地表水

北部尖山水库为小山塘，矿体露头带贯穿水库而过，水库与含矿层之间存在水力联系；区内河流水系发育，部分河流横穿含矿层，与含矿层之间亦存在水力联系，在这些部位地表水体较易进入含矿层，由于矿区河流动态变化剧烈，暴涨骤落，在暴雨季节这些部位对矿床充水形成威胁，但不构成矿床的主要充水因素。

（3）地下水

大气降水通过上覆第四系含水层渗入下伏基岩风化裂隙中进入矿井，对矿床直接充水，使得基岩裂隙水成为矿床主要充水因素之一；矿区内碳酸盐岩裂隙岩溶水在未来矿山开拓时有可能经井筒直接或未封钻孔入渗进入矿坑，对矿床充水有一定影响。

（4）构造裂隙水

区内局部发育层间挤压破碎形成的小褶皱、小破碎。在这些破碎部位有含水现象，但不具连续性，厚度小、不稳定，含水微弱，对矿床开采影响小。

（5）老窿水

当开采遇到老窿时，其静水量直接进入矿坑；部分老窿洞口在河流旁，标高与河床齐平，雨季地表水可通过其灌入含矿层，对矿床充水存在威胁，因此在雨季需引起注意。

综上，矿区地下水唯一补给来源是大气降水，未来开采矿坑充水主要因素为地表

水和矿层顶板弱裂隙含水层裂隙水。

5、矿井水文地质特征

矿区钒矿位于地表分水岭地带，区内河流水系发育，矿体露头带贯穿北部尖山水库而过，水库与含矿层之间存在水力联系；矿体绝大部分位于当地侵蚀基准面标高以下；矿体赋存于寒武系下统牛蹄塘组（$\in_1$n）底部，该层与底板震旦系上统留茶坡组（$Z_2$1）硅质岩为基岩裂隙含水层，富水性很弱；其上存在寒武系中统花桥组（$\in_2$h）、寒武系中统敖溪组（$\in_2$a）、寒武系下统杷榔组（$\in_1$p）岩溶含水层，富水性中等至弱，同时寒武系下统牛蹄塘组（$\in_1$n）、寒武系下统杷榔组（$\in_1$p）局部层间含微弱水，对矿床直接充水；天然状态下含矿层顶板地层为隔水层，矿床充水主要为矿体和底板所在的基岩裂隙水沿裂隙通道、个别封孔质量较差的钻孔渗透补给，大气降水主要经地表倒灌及近地表风化裂隙进入矿坑，同时通过矿体露头带补给直接充水含水层。未来矿山开采时，其上各含水层的地下水有可能经井筒、未封钻孔进入矿坑，造成含矿层直接充水。当遇老窿时，老窿水也会涌入矿坑。

6、矿坑涌水量预测

按《开发利用方案》，开采方式为地下开采、平硐+斜坡道开拓方式；依上述分析可知，未来矿坑充水主要来源为地表水和矿层顶板弱裂隙含水层裂隙水。《详查报告》采用大井法对矿区涌水量预测如下:

（1）计算块段的划分

本矿床为层状岩类矿床，矿体呈层状、似层状产出，倾向上形成条带层状延伸，走向上北东延伸分布；空间形态整体呈倾斜的面状分布；含矿层平缓，倾角多在22～28°；含矿层为缓倾斜向下延伸，分布连续稳定；含矿层自上而下分为6个含矿层，各个含矿层之间并无明显界线，且矿体之间标高彼此交错，加之寒武系下统牛蹄塘组（$\in_1$n）底部与震旦系上统留茶坡组（$Z_2$1）整体为矿床的直接充水含水层，因此把含矿层作为一个层状整体而不单独划分块段预测。预算块段面积为矿区332资源量矿体平面投影最大分布范围。

（2）计算标高的确定

根据矿体埋深，计算标高确定在332资源量平面投影最大面积范围内最低标高，为矿体最低采矿标高；涌水量预测以工业品位矿体最低标高为最低采矿标高。

（3）“大井”边界的确定

由于各层矿体均连续，呈层状分布，故采取矿体平面投影后，最大含矿层分布面积范围作为边界，经概化后作为“大井边界”。即 332 资源量分布的边界范围。

（4）静止水位的确定

以等水位线与“大井”边界连接线交点水位标高的平均值作为“大井”的静止水位标高。最大涌水量采用 ZK8—5 长期观测资料的水位最大变化幅度约 6m。

（5）含水层厚度的确定

在水文地质勘探线剖面图上，分别量取钻孔所揭露承压含水层的垂直厚度，进行平均处理，所得之含水层平均厚度。潜水含水层平均厚度 8.755m，寒武系下统牛蹄塘组（$\in_1 n$）底部与震旦系上统留茶坡组（$Z_2 1$）整体含水层平均厚度****m。

（6）渗透系数的确定

确定平均渗透系数方法：利用 ZK8—6 水文地质孔分层抽水试验获得的各次降深渗透系数，求取各含水层的平均渗透系数，计算整个充水含水层的加权平均渗透系数。计算结果：渗透系数为 0.013678m/d。

（7）“大井”引用半径（r_o）

采用公式：$r_o = P \div 2\pi$（预测范围为不规则多边形，且矿体团块长宽之比大于 2～3），由于矿体数量多，且分布连续，采取以矿体平面投影最大范围作为边界，经概化后作为“大井边界”。周长 P=9825.358m。

（8）影响半径(R)

采用经验公式：$R = 2S \times (H \times K)^{1/2}$ 求取。

（9）引用影响半径(Ro)

采用经验公式：$Ro=R+r_o$ 求取。

（10）计算公式的选择

矿区含矿层倾角平缓，斜井井筒与垂线交角大于 45°，可视所有坑道为一个大井。由于矿床水文地质边界条件简单，计算公式仅采用地下水承压转无压裘布衣公式，均质无限补给边界条件计算。计算公式如下：

$Q = 1.366K(2H—M)M \div (LgRo - Lgr_o)$

计算结果（见表 2-2）

表 2-2 矿 坑 涌 水 量 预 测 结 果 表

涌水量预测	最低采矿标高（m）	静止水位标高 H/	水位降深 S/	含水层厚度 M/	大井引用半径 r_o/	影响半径 R/（m）	引用影响半径 Ro/	渗透系数 K/	涌水量 Q/（m^3/h）

		（m）	（m）	（m）	（m）		（m）	（m/d）	
正 常	120.634	688.21	567.576	48.455	1563.75	3482.778	5046.538	0.013678	98.45
最 大	120.634	694.21	573.576	48.455	1563.75	3519.595	5083.500	0.013678	98.73
说明：以上计算结果为矿床开采最终涌水量，实际上矿区水文地质条件变化较大，部分地段存在层间破碎，含水层厚度不均，导致含水层厚度难以确定；同时矿区地形条件变化起伏大，水位标高难以确定，对预测均有影响。矿区涌水量预测深度大，地层深部水文地质条件较简单，首采区浅部与之差别大，未来需进一步工作确定；其估算的涌水量仅供参考。									

7、地下水的补给、径流、排泄条件

（1）天然状态下

矿区内地下水主要由大气降水及上部松散堆积层的入渗补给；降雨后迅速沿山坡汇聚、径流于各地表溪流，又通过溪流排泄于区外，从而使矿区为径流—排泄区。地下水径流、排泄方向与地表水基本一致。地表溪流是矿区地下水的主要排泄渠道；区内地下水径流距离较短，具有就地补给排泄特点，径流排泄畅通。其中:

①松散堆积层类孔隙水主要补给来源为大气降水，其次为局部地段接受地表水体（河流、水库、稻田水）补给，一般向其邻近的河流、溪沟及低洼地径流，以潜流和泉的形式排泄，在低洼地带多以下降泉形式出露，其水位及流量随季节变化极大，明显是由降雨所支配。

②基岩裂隙水以大气降水通过松散堆积层间入渗接补给为主，部分为降雨直接补给；地下水循环深度不大（如碎屑岩类、页岩类以风化裂隙含水为主的），而径流速度较快，径流途径较短。地下水流向随地形及风化层产状而变化，地下水分水岭与地表分水岭基本一致，多为垂直或斜交附近冲沟，径流方向由山脊向冲沟方向径流，或向当地侵蚀基准面方向径流。地下水多集中于低洼地段以下降泉的形式排泄，其动态亦与大气降水相关，随季节性变化大；部分地层裂隙发育，如寒武系下统牛蹄塘组（$\in_1 n$）底部与震旦系上统留茶坡组（$Z_2 l$）基岩裂隙水，部分直接出露地表，地下水通过大气降水直接或间接补给，受地层产状及地形变化影响，地下水循环深度大，循环时间长，地下水多向当地侵蚀基准面方向径流、排泄，动态较稳定。

③矿区内碳酸盐岩大部分属覆盖型，局部为半裸露型，其上有第四系松散堆积、坡积物分布；碳酸盐岩裂隙岩溶水主要补给来源为大气降水，局部接受地表水的补给。大气降水及地表水通过上部覆盖层渗透补给，由于岩溶发育不均匀，地下水以裂隙流及管道流为主，径流途径较长，地下水向当地排泄基准面方向径流，在有利地段以泉

的形式排泄，流量较稳定，动态较稳定。由于地势较陡，地下水径流速度快，地下水径流于埋藏较深的岩溶管道及溶蚀裂隙中，其流向基本上与坡度一致，多以岩溶泉的形式排泄。

（2）未来开采状态下

区内开采矿体位于当地侵蚀基准面以下，矿体赋存于寒武系下统牛蹄塘组（$\in_1 n$）底部，未来矿山开采时，其上各含水层的地下水及老窿水有可能经井筒、未封钻孔及裂隙进入矿坑，造成含矿层直接充水，矿坑未来排水是评估区地下水的主要排泄方式。

8、矿山水文地质条件复杂程度

综上所述，本矿区钒矿大多位于当地最低侵蚀基准面以下，未来矿坑充水主要来源为地表水和矿层顶板弱裂隙含水层裂隙水；经“大井法”预测开采最终的矿坑正常涌水量为 98.45m^3/h，最大涌水量为 98.73m^3/h；根据技术规范附录 C 定，矿区水文地质类型属中等类型。

图 2-2　矿区水文地质剖面图

（一）地层岩性

矿区分布地层主要为震旦系下统南沱组（Z_1n）、震旦系上统陡山沱组（Z_2d）、留茶坡组（Z_21），寒武系下统牛蹄塘组（$\in_1n$）、杷榔组（$\in_1p$）、清虚洞组（$\in_1q$），寒武系中统敖溪组（$\in_2a$）、花桥组（$\in_2h$）及第四系（Q），与区内钒矿等成矿作用密切相关的含矿地层，主要为寒武系下统牛蹄塘组（$\in_1n$）。现将矿区内地层特征自新至老分述如下:

（1）第四系（Q）:

主要以残、坡积土零星分布，厚度小、连续分布面积不大，其中厚度及分布面积稍大的地方为樟木村两条小溪汇合处、烂梨子湾和孙家湾两条小溪交汇处以及上山溪部分耕地，其岩性为冲积砾石及风化砂土。厚度多在0～8.0m之间。

（2）寒武系中统花桥组（$\in_2h$）

主要分布在矿区中东部；上部多为裸露的陡崖，下部植被发育。本组下部两小层:

②深灰色薄—中厚层灰岩，夹纹层状白云岩。　　厚****m。

①黑色页岩，层理发育。　　厚****m。

（3）寒武系中统敖溪组（$\in_2a$）

主要分布在矿区的近南东部，一般植被发育。根据岩性大致分为四段，其中第二段又可分为两小层，总厚度****m。

$\in_2a^4$：灰色中厚白云岩。　　厚****m。

$\in_2a^3$：灰色薄—中厚层灰岩。　　厚****m。

$\in_2a^2$：②灰黑色钙质页岩。　　厚****m。

①深灰色薄层含泥质灰岩夹泥云质条带。　厚****m。

$\in_2a^1$：灰—黄绿色钙质页岩，层理发育。厚****m。

（4）寒武系下统清虚洞组（$\in_1q$）

主要分布在矿区中偏东部，分布区一般植被发育，地形上局部形成陡坎。根据岩性可分为上下两段，上段主要为白云岩及泥灰岩，下段主要为灰岩及泥质灰岩、含泥质灰岩等。该层在矿区南部厚****m。兹叙述如下:

$\in_2q^2$：②灰色中层状泥质灰岩夹页岩，层理发育。厚****m。

①灰色巨厚层白云岩。　厚****m。

$\in_2q^1$：⑥灰色薄—中厚层泥质灰岩。厚****m。

⑤灰黑色薄层泥灰岩，方解石脉不发育。厚****m。

④灰色薄—中层灰岩夹泥质条带。厚****m

③灰色薄层，局部为中厚层灰岩，方解石脉发育。厚****m。

②灰黑色薄层泥质灰岩。厚****m。

①灰色薄层为主，局部见中层灰岩，层理发育。厚****m。

（5）寒武系下统杷榔组（$\in_1 p$）：

主要分布在矿区中部，为矿区主要分布地层之一。分布区植被发育，近地表风化裂隙发育。可分为两段，总厚****m；叙述如下：

②$\in_1 p^2$：灰色钙质页岩，见稀疏方解石脉。厚****m。

①$\in_1 p^1$：灰色、灰绿色页岩，局部有黄褐色泥质砂岩透镜体。厚****m。

（6）寒武系下统牛蹄塘组（$\in_1 n$）

岩性较为单一，主要为黑色炭质页岩，页理较发育，局部含少量砂质，为含砂质炭质页岩，与上覆杷榔组地层主要是从颜色加以区别。本组厚209～235m，其中底部以上15～40m岩性为页岩偶夹薄层硅质岩，磷结核发育，薄层硅质岩往下有增多趋势，底部以上0～15m为黑色薄层致密胶状结构硅质岩夹炭质页岩，硅质岩以薄层状为主，炭质页岩占总厚度比例达10～30％。两层之间常见一层白云岩，厚****～****m，一般****m。

牛蹄塘组底部是本矿区钒矿的赋矿层位，同时也是区域主要石煤层、钼矿层层位及磷矿层位之一。

（7）震旦系上统留茶坡组（$Z_2 1$）：

岩性为黑色中—薄层致密胶状结构硅质岩夹炭质页岩，硅质岩以中层状为主，炭质页岩含量一般＜10％。本组厚度平均****～****m。

留茶坡组在矿区内由南往北白云岩逐渐增多，至45勘探线以北岩性变为中—厚层白云岩与中—薄层硅质岩互层。

（8）震旦系上统陡山沱组（$Z_2 d$）

本组岩性较为复杂，韵律变化频繁。总体以碳酸盐岩（灰岩、白云岩）为主夹一部分页岩。总厚196.0～233.3m。

（9）震旦系下统南沱组（$Z_1 n$）。

岩性为灰绿色厚层含砾砂岩，砾石成分主要为石英及板岩颗粒，砾径1～2mm，

所占比例约1～3％。在矿区出露不全，推测厚度大于50m。

（二）地质构造

本矿区在区域上的位置属天门山—黄洞向斜北西翼的南部近向斜转折部。该向斜主体构造形迹与区域构造形迹保持一致。向斜轴总体走向呈北东向，只是在南西尾部略向东弯曲。受此区域构造的影响，本矿区总体为一单斜构造。地层走向大致以鹅场垭—小寒溶一线为界，以南走向为北北东，倾向为南东东，以北走向为北东，倾向南东。地层倾角最小 5°，最大 41°，一般 20～ 30°，地层倾角变化有以下规律：其中寒武系下统杷榔组以下地层倾角要陡一些，寒武系下统清虚洞组以上地层倾角要缓一些，也就是近向斜核部地层倾角缓一些，近向斜翼部地层倾角要陡一些。矿区未发现断层构造。

综上所述，矿山构造属简单类型。

（三）岩浆岩

矿区内未见岩浆岩出露。

（五）工程地质

1、岩土体工程地质类型及特征

根据矿区内分布的地层、岩性、结构特征，并参考有关岩、土体物理力学特征，区内岩土体分为土体和岩体两大类。其工程地质特征概况如下：

（1）土体类型及工程地质特征

主要分布于樟木河及云盘溪两侧及河流汇合处，少量分布在沟谷和坡麓地带；岩性为第四系黄色粘土、褐黄色粉砂质粘土、腐植土、原岩风化后碎石土、砂砾土及冲洪积中粗砂、砂砾石和残坡积、洪坡积含粘土砂砾石，厚度小于 8m，结构松散—稍密，透水；据区域资料，其粘土主要物理力学性质特征是：塑性指数 10.0～20.3，内磨擦角 3.5～38.5，压缩系数 0.03～0.55MPa^{-1}，孔隙比 0.54～1.18，凝聚力 5.0～80.0KPa，坚硬—硬塑性，为中高压缩性土。存在的主要工程地质问题是土体稳固性较差，工程切坡易引起滑坡、崩塌，为洞穴围岩时，容易出现坍塌。

（2）岩体类型及工程地质特征

①坚硬厚—中厚层状碳酸盐岩岩性综合体：分布在矿区中、中东部，主要由寒武系中统花桥组、敖溪组三、四段及下统清虚洞组的白云岩、灰岩及泥灰岩组成，多呈中—厚层状，部分为薄层状。白云岩、泥灰岩岩石坚硬，性脆，整体性

和稳定性都较好，饱和抗压强度为71.9Mpa，岩石软化系数0.59。

②坚硬—半坚硬碎屑岩岩性综合体：矿区基岩地层主要有震旦系下统南沱组（Z_1n）、震旦系上统陡山沱组（Z_2d）、震旦系上统留茶坡组（Z_21）、寒武系下统牛蹄塘组（$\in_1n$）、寒武系下统杷榔组（$\in_1p$）、寒武系中统敖溪组（$\in_2a^{1-2}$），其次为寒武系中统花桥组（$\in_2h$），主要由一套以页岩为主，其次为石英砂岩、长石石英砂岩及杂砂岩，含砾岩、硅质岩、硅质页岩、泥质灰岩的碎屑岩组成的碎屑岩。岩石多为钙质胶结，结构致密，质地较坚硬；其代表性岩石为石英砂岩、硅质岩，岩石坚硬，抗风化能力强。根据矿区详查工作钻孔的岩芯 RQD 值统计，RQD 值大都在 75％以上，岩体质量好。根据区域资料，黑色页岩的饱和抗压强度在 55.1～112Mpa 之间，软化系数为 0.62，岩石主要表现为坚硬，抗风化能力较强，少量含碳质、泥质较高的岩石，抗压强度较低，为半坚硬岩石，抗风化能力差；灰黑色页岩，饱和抗压强度为 113～141Mpa，软化系数为 0.72，岩石硅质含量高，抗风化能力强，为坚硬岩石；其它岩石为半坚硬岩石，抗风化能力一般；石英砾岩及砾岩岩石坚硬，抗风化能力强。

2、岩体结构面特征

（1）原生结构面

本区属沉积岩区，其沉积过程中存在层面、层理面，其倾向大多与地层倾向一致；原生结构面主要为III级结构面（即：不稳定的原生软弱层及层间错动带）。其中：

①层间破碎裂隙带：本区较稳定的层间破碎出现在寒武系下统牛蹄塘组（$\in_1n$）底部与震旦系上统留茶坡组（Z_21）上部，该层受褶皱构造影响，出现层间破碎，为压扭性褶皱破碎。破碎带主要由炭质页岩、硅质岩组成，常见有少量方解石脉充填于裂隙中。走向南北，沿倾向延展，部分地段尖灭。产状平缓，倾向北东、东向。另外在寒武系下统牛蹄塘组（$\in_1n$）与寒武系下统杷榔组（$\in_1p$）中局部存在层间错动带，呈破碎状，由相应层的页岩组成。厚度很小，不连续易尖灭。

②原生软弱带：矿区中存在石煤层，因炭质含量很高，岩性很破碎，多呈碎块状、碎渣状，遇水部分变成烂泥状，属工程地质软弱夹层。石煤层出露厚度不一，厚度小于*m。分布不规律，部分地段不存在，连续性差，规模小。

（2）次生结构面

区内次生结构面为大小不一的节理、层理及裂隙等（属IV—V级结构面）；矿区节理裂隙较发育，且以北西向、北北西向、近南北向、北东东向四组节理为主。节理密度较大，一般以压性、压扭性裂隙为主，局部表现为张性、张扭性，结构面平直光滑，倾角较陡，有一定的延展性，充填物一般为方解石脉，少量为泥质，各组节理裂隙互有切割，破坏岩石的完整性，降低了岩石强度，对岩石力学性质及局部稳定性有一定的影响。

（3）构造结构面

矿区断裂构造不发育，次级断裂发育弱，主要是受褶皱构造影响，对岩石力学性质及稳定性影响较小。

3、岩体风化带、岩溶发育特征

（1）岩石风化特征

矿区属中低山区，地形起伏变化大，不同地段风化程度也不同。在冲沟及溪流两侧地段，残积土覆盖层薄，强—弱风化层厚度均小；在山包及山脊地段次之，其上为残积土，其下为强—弱风化层，部分强弱风化无明显界限；在山坡地段风化最强烈，风化层厚度大。

矿区碳酸盐岩属覆盖型，零星裸露，其下为强风化—弱风化，残积土厚度薄，部分强弱风化无明显界线。页岩区其岩性易风化，风化程度较强，其上覆的残积土相对较厚，其下为强风化—弱风化；特别是灰绿色页岩出露区域，部分地段泥质条带多，单位吸水率大于 0.01L/m，地表风化裂隙极其发育，表层风化破碎成 1～2cm 大小的棱形碎块，部分风化差异地段易形成软弱夹层，特别是在岩层倾角大于山坡坡角地段，容易形成滑坡。而在碳酸盐岩与页岩相间区，岩性混杂，其风化程度不一。

（2）岩溶发育特征

区内存在寒武系中统花桥组（$\in_2$h）、寒武系中统敖溪组（$\in_2$a）、寒武系下统清虚洞组（$\in_1$q）岩溶含水层，分布面积大。岩溶含水层均远距含矿层，其下分布寒武系下统牛蹄塘组（$\in_1$n）与寒武系下统杷榔组（$\in_1$p）隔水层，寒武系下统牛蹄塘组（$\in_1$n）与寒武系下统杷榔组（$\in_1$p）隔水层南北分布稳定，总厚度一般在 396～447m，隔水性能良好。天然状态下，岩溶水对矿床充水无影响。

未来岩溶水主要是通过未封钻孔入渗进入矿坑。同时寒武系下统清虚洞组（$\in_1 q$）岩溶弱发育，且富水性弱，其对矿床充水的影响小；未来矿山开拓时，岩溶水有可能经井筒直接进入矿坑。

震旦系上统陡山沱组（$Z_2 d$）中的碳酸盐岩夹碎屑岩裂隙岩溶水又属水量贫乏、弱富水的含水层，其顶部为一厚层白云岩，厚度在 10～30m，岩溶弱发育，属隔水的，对矿床充水影响甚微。

4、未来生产矿井工程地质特征预测

矿区属沉积型矿床，钒矿体受一定层位控制，钒矿主要赋存于寒武系牛蹄塘组底部，矿层呈层状、似层状，走向为北东向，倾向东、东南，矿层倾角多在 22～28°，呈缓倾斜向下延伸，倾向与山坡坡向相反；拟定矿山开拓采取平硐+斜坡道的开拓方式。矿体延伸长，底板起伏较大，矿体总体厚度较大，斜坡道拟采取下盘脉外式开拓，采用盘区机械化房柱嗣后充填采矿法开采。

钒矿层顶板围岩炭质页岩稳固性较好，岩体质量等级一般，岩体质量中等，属II类岩石，产状平缓，地质构造简单；主含矿层裂隙发育，矿体岩体各向异性，强度变化大，存在软弱结构面，矿体所在的炭质页岩及硅质岩，岩体质量等级坏，岩体质量差，且存在褶皱构造破碎，属III类岩石；矿层底板围岩为硅质岩，裂隙发育，岩石质量等级坏，岩体质量差，属III类岩石。

因含矿层顶板处存在的石煤层，为软弱夹层，稳固性差，同时矿体赋存部位层间裂隙发育，存在褶皱构造破碎，坑道掘进过程中易发生掉块、甚至坍塌等不良工程地质问题，开采过程中应引起足够重视。

5、边坡稳定性

区内边坡有自然坡、人工切坡及人工堆积坡三种类型。

（1）自然坡

矿区内地形较陡，切割强烈，坡型多为直线型，上覆盖第四系残积土，其下为强风化—弱风化，矿区边坡属土质与岩石混合边坡。边坡稳定性主要取决于上覆残积土及其下岩体的稳定性。区内岩层倾角与地形坡角复杂；当土层厚度小，与基岩接触面基本一致时，对边坡稳定不利，在大气降雨促使边坡失稳，特别是暴雨，极易产生崩塌、滑坡；当土层下岩石风化程度低、地层倾角小、风化裂隙弱发育时，对边坡有利，在大气降雨时大部分降水顺山坡流走，只有少部分水通

过土层深入地下，水迅速运移至深部，停留在接触面的时间短。矿山内地表植被发育，对水土起了重要作用，自然边坡处于基本稳定状态。

（2）人工切坡

人工切坡主要为公路及居民建筑切坡（矿山尚未建设），高度一般1～3m左右，以岩石边坡为主，除局部有小型崩落外，未发生崩塌、滑坡地质灾害。

（3）人工堆积坡

现状矿山尚未开采，且当地居民无大的农垦、开挖活动，无人工堆积坡。因此，区内自然坡、人工切坡稳定性基本较好。

综上所述，矿山工程地质条件应属中等类型。

图 2-3 矿区综合地层柱状图

三、生物环境

区内生态环境主要为林业生态区，没有占用基本农田。林业生态主要指森林分布区，主要包括乔木林、灌木林等。

（一）植被群落及种类

矿区地处云贵高原东缘武陵山脉腹地，地貌属构造侵蚀剥蚀中低山，气候多雨湿润，植被生长条件较好，植被分区属常绿落叶混交林及马尾松林区，地带原生植被已破坏，多次生马尾松、杉木、油茶、白栎等。本区域内主要植被群落有：常绿阔叶林、落叶常绿阔叶混交林、针叶林、灌丛、草丛等五个群系型组。矿区为溶蚀低山丘陵与岩溶洼地区域，以人工植被和退化的天然植被为主。山丘植被乔木为白栎、青冈、杉树、马尾松林、竹林，次为低矮灌木、杂木等，地被物以蕨类或禾本科草丛为主，植被种类不复杂。区内常见树种有：马尾松、杉木、松柏、白栎、枫香、青冈等，林下灌木主要有：野蔷薇、油茶、杜鹃等。藤蔓植物有荆棘、野生葛藤、阎王刺等。草本竹类植物主要有小毛竹、箭竹、楠竹，草被主要有芨芨草、针茅、狗牙根、蕨类及蒿类等。沟谷耕地、园地区受人类经济活动影响，以农作物、经济作物植被为主。区内粮食作物以水稻为主；经济作物以豆类、油菜、红薯为主；主要蔬菜作物有白菜类、薯芋类、根菜类、葱蒜类、瓜类、豆类等；经济林以桃树、梨树、板栗、李等果树分布。矿区内森林覆盖率高，达90％以上，植被生长条件较好。

未来开采区、矿山公路原始丘陵山坡上植被发育，林地地段自然植被覆盖较好，破坏的植被树种主要为马尾松、杉树、毛竹、油茶、桐木等，林下灌木主要有青冈、白栎、野茉莉等。在山坡、岩石半裸露山地，或土壤瘠薄的岗地成片分布竹林，为灌木形式的小竹丛。

图 2-4 矿区周边植被

通过现场实地调查和查询资料，本项目建设主要开采区为属Ⅲ级保护林地，无公益林分布，不涉及天然林保护区，不在自然保护区和森林公园内，矿区内未发现国家和地方重点保护野生植物。

（二）野生动物情况

矿区野生动物主要以鼠型啮齿类和食谷、食虫的鸟类为主，林栖兽类分布相对较少，周边野生动物中有野猪、黄鼠狼、岩蛙等分布较少，以鼠类、青蛙、壁虎、山雀、菜花蛇、黄鼠狼等为主。其余为居民所养家禽、家畜，如猪、鸡、鸭、狗；附近居民开挖的池塘，饲养少量的常见鱼类，主要为鲫鱼、鲤鱼、草鱼等。根据调查，评价区未发现省级和国家级重点保护野生动物。

经查阅相关资料、现场踏勘，矿区近年来尚未发现野生珍稀保护动物。矿山范围界线不涉及主要河流和滩涂，不涉及鱼类三场（鱼类产卵场、索饵场、越冬场）。矿区及附近范围内无自然保护区、湿地公园、森林公园、国家公园、地质公园及风景名胜区。

四、人居环境

1、周边矿业活动

本次拟设采矿权范围西侧为永顺县亿丰矿业有限公司云盘矿区页岩、钼矿（详见附图 1），目前该采矿权已过期，州国土局暂停了延续。经本次核实，该矿自设立后未开采过，现场无采矿设备和巷道工程等，仅有原露天采矿留下的残余边坡，未发生过崩塌、滑坡地质灾害，对地质环境的影响较小。

2、其他人类工程活动及其影响

（1）民用建筑

评估区内居民大多处于平洼地带，居民建筑多为三层以下，属小型民用建筑，

多建在平地或缓坡地带；建房工程活动规模小，人工切坡少，切坡 1～3m，挖掘土方量不多，未造成边坡失稳，对矿山地质环境影响小。

（2）林业及农垦

评估区绝大部分处于山坡地段，多为草地、林地；耕作田地相对集中溪沟两侧坡缓平洼处，种植水稻、杂粮等农作物；林业为各户林地，其它以天然灌木林及乔灌混生林为主，植被覆盖率较高；农业耕作及林业活动对区内地质环境影响较小。

（3）道路建设

评估区内只有乡村公路（矿山公路尚未建设），公路建设依山就势,切坡均小于 3m,无深切坡与高填土现象，未造成滑坡及崩塌，对地质环境的影响较小。

（4）水利设施

区内无水利设施建设。

综上所述，本区人类工程经济活动以农垦活动为主，对地质环境影响较小。

第三章　矿山生态问题识别和诊断

永顺县通大矿业有限公司永顺县朗溪钒矿为2016年设立矿山，其后一直处于停产状态，现状未发生崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害，地质灾害不发育。根据详查时期及最近水土样检测结果显示，矿山生态环境质量良好。对生态环境问题现状进行分析诊断，并对未来开采后的生态问题进行识别和诊断。未来矿山开采将对不可避免地对生态环境产生破坏，预测其主要生态环境问题为对矿区土地资源和植被资源的破坏占损、地形地貌景观破坏、水资源水生态破坏及矿山开采引发的地质灾害隐患。

一、地形地貌景观破坏

（一）地形地貌景观破坏现状

矿山为2016年设立，其后一直未开采。尚未开发开采利用，尚未进行基建施工，不存在矿业活动占用，对地形地貌景观尚无破坏现象。

照片3-1　　矿区现状

（二）地形地貌景观破坏趋势

根据《开发利用方案》，矿山开始建设后，主要形成矿山地面设施、选冶厂、废石堆、冶炼尾渣临时堆场、综合利用车间以及开采地面变形，对地形地貌景观造成一定破坏，具体如下:

1、矿山工业广场设破坏地形地貌景观预测分析

根据工业广场总平面布置图，总面积用占用约********hm^2，工业广场依照地形而建，建造破碎车间、熟化车间、浸出车间、带式过滤车间、浸出渣临时堆场、一期发电厂场地（含锅炉场地）、离子交换车间交换区、废水处理车间、循环水贮水池；办公生活区位于南侧，主要修建办公室、化验室、宿舍、食堂、修理间等，建筑物面积约 49174m^2。工业广场建造对原始地貌进行开挖，将大面积挖损地表植被、土壤及岩石，将大面积造成地面波澜起伏，致使岩石、山体裸露，对破坏原地表形态、地层层序、植被等将造成更大程度的破坏，破坏了当地自然景观，并将造成视觉污染。

2、废石堆破坏地形地貌景观预测分析

根据《开发利用方案》，矿山开采时基建废石和生产废石在临时废石堆场临时堆存，由业主与当地政府协调转运至其它地方堆存或外卖；位于井口附近临时废石堆场中的废石，一旦井下形成采空区后，由矿用汽车运回井下充填采空区；废石堆，临时废石堆共计 9 处，废石堆平均堆高 5m，破坏原地表形态、地层层序、植被等将造成更大程度的破坏，破坏了当地自然景观，并将造成视觉污染。

3、矿山公路破坏地形地貌景观预测分析

根据工业广场总平面布置图，未来修建一条矿山公路用于连接工业广场和主井口，道路开挖挖损地表植被、土壤及岩石，将大面积造成地面波澜起伏，致使岩石、山体裸露，破坏了当地自然景观，并将造成一定视觉污染。

（三）地形地貌景观破坏小结

现状未开采，对地形地貌景观暂无破坏。按照预测，未来矿山开采，地面活动区域将对地形地貌景观破坏不断增大，可视范围内对周围地形地貌景观有一定破坏，污染了视觉景观，但矿区活动范围不在“三线”、“三区”、县级以上城市规划区及等重要居民集中区周边，完成基建后不再扩大

表 3-1　　地形地貌景观破坏识别和诊断结果表

存在状态	破坏方式	地貌类型	是否对地形地貌景观造成破坏	
			现状	趋势
已有	无			
新增	工业广场	丘陵、山坡	否	增大
	废石堆	丘陵、沟谷	否	增大
	矿山公路	丘陵山坡	否	增大

二、土地资源占损

（一）土地资源占损现状

矿山为2016年设立，其后一直未开采。现状未占用土地资源、破坏土石环境。

（二）土地资源占损破坏趋势

1、土地资源影响趋势

（1）矿山地面设施建设占用土地资源影响较大

矿山为拟建矿山，根据《开发利用方案》厂址选择方案，矿山生活辅助设施区主要由生活区、办公区域、原材料及成品储存库等组成，预计:

①生活辅助设施区：位于拐点17、18西侧缓坡处，预计占用土地面积约***hm^2（其中：灌溉水田****hm^2、林地面积****hm^2、其它草地****hm^2、农村宅基地****hm^2）。

②采矿工业场地：位于各井口附近，地采移动界限以外，预计占用土地面积约*****hm^2（其中：主斜坡井口工业场地预计占用林地面积****hm^2，北平硐、中区平硐、南平硐预计各占用林地面积约****hm^2，北风井、中区1号风井、中区2号风井、南风井工业场地预计各占用林地面积约****hm^2，排水斜井工业场地预计占用其它草地面积约****hm^2）。

③辅助工业场地：炸药库、中心水池、变电所、生活用水池以安环部门的专项设计为准，预测将占用林地面积****hm^2。

矿山地面设施建设共占用灌溉水田面积约****hm^2，属非基本农田，但使土地属性发生了改变。因此，预测影响土地利用较大。

（2）选冶厂破坏土地资源影响较大

根据《开发利用方案》，未来钒矿选冶厂位于主斜坡道井西侧的山坡与冲沟处，在地采移动界限以外，主要由破碎车间、选冶车间、钒碳精矿储矿场地、冶炼车间及水处理车间等组成，预计占用土地面积约*****hm^2（其中：灌溉水田面积约****hm^2、有林地面积约****hm^2、灌木林地面积约****hm^2、其它草地面积*hm^2）。如前述，钒矿选冶厂占用灌溉水田属非基本农田，使土地属性发生了改变。因此，预测对土地资源影响较大。

（3）废石堆占用土地资源影响较小

根据《开发利用方案》，矿山开采时基建废石和生产废石在临时废石堆场临

时堆存，由业主与当地政府协调转运至其它地方堆存或外卖；位于井口附近临时废石堆场中的废石，一旦井下形成采空区后，由矿用汽车运回井下充填采空区；废石堆（由北往南编号）前期堆存预计如下:

①北风井井口附近临时废石堆场 Fs_1：按井巷净面积 4.51m^2、开拓井巷长度 200m（后期不出窿）、岩石的松散系数 1.25 估算，预计出窿废石方量 = 200×4.51×1.25≈1128m^3，在不考虑综合利用情况下，按平均堆高 5m 计，预计占用林地面积******hm^2。

②北平硐井口附近临时废石堆场 Fs_2：按井巷净面积 10.48m^2、前期开拓井巷长度 600m（后期不出窿）、岩石的松散系数 1.25 估算，预计出窿废石方量 = 600×10.48×1.25 = 7860m^3，在不考虑综合利用情况下，按平均堆高 5m 计，预计占用其它草地面积******hm^2。

③排水井井口附近临时废石堆场 Fs_3：按井巷净面积 5.80m^2、前期开拓井巷长度 500m（后期不出窿）、岩石的松散系数 1.25 估算，预计出窿废石方量 = 500×5.80×1.25 = 3625m^3，在不考虑综合利用情况下，按平均堆高 5m 计，预计占用灌木林地面积*****hm^2。

④中 1 风井井口附近临时废石堆场 Fs_4：按井巷净面积 4.51m^2、开拓井巷长度 200m（后期不出窿）、岩石的松散系数 1.25 估算，预计出窿废石方量 = 200×4.51×1.25 = 1128m^3，在不考虑综合利用情况下，按平均堆高 5m 计，预计占用林地面积******hm^2。

⑤主斜坡道井口附近临时废石堆场 Fs_5：按井巷净面积 10.22m^2、前期开拓井巷长度 1000m（后期不出窿）、岩石的松散系数 1.25 估算，预计出窿废石方量 = 1000×10.22×1.25 = 12775m^3，在不考虑综合利用情况下，按平均堆高 5m 计，预计占用灌木林地面积约****hm^2、其它草地面积约****hm^2。

⑥中平硐井口附近临时废石堆场 Fs_6：按井巷净面积 10.48m^2、前期开拓井巷长度 600m（后期不出窿）、岩石的松散系数 1.25 估算，预计出窿废石方量 = 600×10.48×1.25 = 7860m^3，在不考虑综合利用情况下，按平均堆高 5m 计，预计占用林地面积约*****hm^2。

⑦中 2 风井井口附近临时废石堆场 Fs_7：按井巷净面积 4.51m^2、开拓井巷长度 200m（后期不出窿）、岩石的松散系数 1.25 估算，预计出窿废石方量 =

200×4.51×1.25≈≈1128m^3，在不考虑综合利用情况下，按平均堆高 5m 计，预计占用林地面积****hm^2。

⑧南平硐井口附近临时废石堆场 Fs$_8$：按井巷净面积 10.48m^2、前期开拓井巷长度 600m（后期不出窿）、岩石的松散系数 1.25 估算，预计出窿废石方量 = 600×10.48×1.25 = 7860m^3，在不考虑综合利用情况下，按平均堆高 5m 计，预计占用林地面积****hm^2。

⑨南风井井口附近临时废石堆场 Fs$_9$：按井巷净面积 5.80m^2、开拓井巷长度 200m（后期不出窿）、岩石的松散系数 1.25 估算，预计出窿废石方量 = 200×5.80×1.25≈1450m^3，在不考虑综合利用情况下，按平均堆高 5m 计，预计占用林地面积****hm^2。

依上，未来矿山开采时基建废石和生产废石在临时废石堆场临时堆存约 44814m^3、共占用林地面积约*****hm^2、灌木林地面积约*****hm^2、其它草地面积约*****hm^2；未来废石堆场未占用耕地、园地。因此，预测对土地资源影响较小。

（4）冶炼尾渣临时堆场和综合利用车间破坏土地资源影响较大

根据《开发利用方案》，未来冶炼尾渣临时堆场和综合利用车间位于未来钒矿选冶厂北侧山坡与冲沟处，在地采移动界限以外；预计占用土地面积约****hm^2（其中：灌溉水田面积约****hm^2、有林地面积约****hm^2、灌木林地面积约 0.20hm^2、其它草地面积****hm^2、农村宅基地****hm^2）。如前述，冶炼尾渣临时堆场和综合利用车间占用灌溉水田属非基本农田，使土地属性发生了改变。因此，预测对土地资源影响较大。

（5）矿山开采地面变形影响利用土地较大

根据《开发利用方案》，未来地下采用盘区机械化房柱嗣后充填采矿法开采，从理论上分析，能形成对上覆岩层的支撑，阻止或延缓采空区上部岩石的塌落、变形与地表下沉，从而达到保护采区上部原岩层的目的；但未来开采因回采顺序和结构参数掌握、控制不当及充填不及时，均会导致采空区上方软硬相间岩层的不均匀沉降而导致地表岩层移动，可能引发地面危险性变形和破坏（评判见下节）；参考类似矿山的岩层情况和有关资料，按上山移动角δ=70°、走向移动角γ=64°及补充详查报告中勘探线剖面图，用作图法圈定开采钒矿层岩移影响范围

（见附图 2）；矿山未来开采区上方可能受岩移影响变形的范围大多为林地、荒草地，也有居民房屋及耕地（见表 3—2），遭受地面变形引起的可能中等；危及居民房屋（墙壁开裂倾斜、损毁等）及破坏人居土地资源安全环境。因此，预测评估矿山开采地面变形影响利用土地较大。

表 3—2　采空区地面沉陷影响区情况预测表

影响区名 称	分区	房屋栋数	居住人数	影响面积（hm^2）	影响主要地类		
					012 灌溉水田	021 果园地	072 农村宅基地
樟木村三组	$II_{3—1}$	****	****	****	****	****	****
樟木村四组	$II_{3—2}$	****	****	****	****	****	****
樟木村五组	$II_{3—3}$	****	****	****	****	****	****
云盘村大寒溶组	$II_{3—4}$	****	****	****	****	****	****
合　　计		****	****	****	****	****	****

（6）复垦土堆存场

在矿区选矿厂与冶炼厂中间山坡上布置复垦用土临时堆存场地，将矿山基建时剥离土源收集用于生产后期复垦时的取土；据调查，区内覆土厚度约**～***m 左右，按矿山地面设施建设区、废石堆区、选冶工业场地、冶炼尾渣临时堆场和综合利用车间及矿山公路等处可剥离土平均厚度****m 估算，预测复垦用土堆存场堆放土方 92694m^3（见表 3－3），按平均堆高 3.7m，占地面积约****hm^2；依据土地利用现状图，复垦用土堆存场地占用土地类型为灌溉水田面积约****hm^2、林地面积约****hm^2、灌木林地面积约***hm^2。

表 3—3　　复垦土堆存场堆放土方估算表

场地名称		占地面积（hm^2）	复垦土剥离厚度(m)	复垦土剥离(m^3)
矿山地面设施建设	生活辅助设施区	****	****	****
	采矿工业场地	****		****
	辅助工业场地	****		****
选冶厂区		****		****
废石堆区	Fs1	****		****
	Fs2	****		****
	Fs3	****		****
	Fs4	****		****

	Fs5	****		****
	Fs6	****		****
	Fs7	****		****
	Fs8	****		****
	Fs9	****		****
尾渣临时堆存区		****		****
矿山公路		****		****
合　计		****	****	****

（7）矿山公路占用土地资源影响较小

根据总平面布置图，矿山修建一条矿山公路，用于连接工业广场和主井口，预计挖损林地********hm^2；矿山公路占用土地未来能恢复治理，因此，预测对土地资源影响较小。

图 3-1 矿区土地利用现状图

图 3-2 矿区土地资源占损分布图

表 3－4　　未来矿业活动占用、破坏土地预测评估表

名　　称		总计（hm^2）	预测占用、破坏、污染土地情况（hm^2）								能否恢复
			01 耕　地		02 园 地	03 林 地		04 草地	06 工矿仓储用地	07 住宅用地	
			012 灌溉水田	013 旱地	021 果园地	031 有林地	032 灌木林地	043 其它草地	062 采矿用地	07 农村宅基地	
矿山地面建筑设施	生活辅助设施区	****	****	——	——	****	——	****	——	****	能
	采矿工业场地	****	——	——	——	****	——	****	——	——	能
	辅助工业场地	****	——	——	——	****	——	——	——	——	能
	∑	****	****	——	——	****	——	****	——	****	能
钒矿选冶厂		12.50	****	——	——	****	****	****	****	——	能
废石堆	Fs_1	****	——	——	——	****	——	——	——	——	能
	Fs_2	****	——	——	——	——	——	****	——	——	能
	Fs_3	****	——	——	——	****	——	——	——	——	能
	Fs_4	****	——	——	——	****	——	——	——	——	能
	Fs_5	****	——	——	——	——	****	****	——	——	能
	Fs_6	****	——	——	——	****	——	——	——	——	能
	Fs_7	****	——	——	——	****	——	——	——	——	能
	Fs_8	****	——	——	——	****	——	——	——	——	能
	Fs_9	****	——	——	——	****	——	——	——	——	能
	∑	****	——	——	——	****	****	****	——	——	能
复垦土堆存场		****	****	——	——	****	****	——	——	——	能
尾渣临时堆存区		****	****	——	——	****	****	****	——	****	能
矿 山 公 路		****	****	——	——	****	****	——	——	——	能
合　　计		****	****	0	0	****	****	****	0	****	

2、对土石环境影响预测分析

（1）矿业活动对土石环境破坏影响预测评估

①采空区地面变形破坏土石环境影响较大：依前述，矿山未来地下开采掘引发的采空区地面变形破坏土地资源影响较大。因此，预测评估未来矿业活动引起采空区地面塌陷破坏土石环境影响较大。

②岩溶塌陷地面变形破坏土石环境影响较小：矿山未来开采形成的导水裂隙带波及到区内主要含水层寒武系下统清虚洞组裂隙岩溶含水层的可能性小，且区内无断裂发育，地下水侧向补给条件差，未使矿层与富水性较强的含水层沟通，不足以成为供水边界，引起地面岩溶塌陷的可能性小。因此，预测评估未来矿业活动引起岩溶地面塌陷破坏土石环境影响较小。

（2）废石堆破坏土石环境预测影响较大

未来矿山开采时基建废石和生产废石在临时废石堆场临时堆存约44814m^3、共占用林地面积约****hm^2；虽然未来废石堆场未占用耕地、园地，但未来废石堆将使压占土地在一定时间内无法使用，岩石裸露，破坏堆积地土壤，改变土地属性；因此，预测评估对土石环境破坏影响较大。

3、对土石环境污染影响预测分析

未来矿业活动对土石环境影响的主要污染源为废水、废渣。

（1）矿山废水对土石环境污染影响大

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，存在硫化物、磷酸盐类析出，其淋滤水对流经地土石环境污染较大；钒矿选冶矿废水（含废渣水）中含离子交换产生吸附尾液中产生的含Na^{1+}、SO_4^{2-}、CO_3^{2-}及微量的重金属离子、沉钒产生沉钒尾液主要有害杂质为氨氮、设备冷却废水及锅炉房废水主要污染物为悬浮物等，对下山溪（云盘溪上游）水质造成污染，影响长度约2000m，面积约****hm^2，危及下游居民生活用水及约200亩农田灌溉水、牲畜饮水等用水安全。因此，矿山废水对土石环境污染影响大。

（2）尾渣对土石环境污染影响大

钒矿选冶矿形成的渣矿属于《国家危险废物名录》（2025年版）中的危险废物，对土石环境存在污染，破坏土地利用环境条件。因此，尾渣对土石环境污染

影响大。

（3）废石堆对土石污染预测影响较大

废石堆淋滤废水如未经处理，经受风化雨淋，存在硫化物、磷酸盐类析出，其淋滤水对流经地土石环境污染较大。

综上，预测评估矿业活动占用土地资源影响较大，矿山开采地面变形影响利用土地土石环境影响较大，废石（渣）堆破坏土石环境影响大，矿山废水（矿坑废水、废石淋滤水、选冶废水、废渣淋滤水）污染土石环境影响大。

（三）土地资源占损小结

综上所述，现状对土地资源占损无影响；矿山开采后，基建期占损土地资源面积为 39.796 公顷，主要耕地、林地、农村宅基地等，预测废石堆和浸出渣临时堆场对土石环境造成影响，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。

三、水资源水生态破坏

（一）水资源水生态影响现状

1、水资源现状

矿区尚未开发，也无大的工程活动，水资源利用仅为区内居民灌溉及生活用水。区内水资源丰富，水资源现状良好。

2、地表水环境现状

矿区植被发育，水土涵养好。据《湖南省永顺县朗溪矿区钒矿详查地质报告》，区内地表水无色、无味、无嗅、透明，水化学类型为 HCO_3—Ca·Mg 型。其中 PH 值为 7.09～7.16，为中性水，溶解性总固体小于 0.1g/L，属淡水，总硬度为 0.113g/L，水质质量好。云盘溪及小山溪地表水根据《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》评价，水质属II类水，水质良好，主要适用于集中式生活饮用水地表水源地。但枯水季节沿岸河段，由于附近村民乱丢垃圾，水流不畅，亚硝酸盐含量略有超标，不宜直接作为饮用水使用。

表 3－5　　地表水监测结果

断面	项目	pH	CODcr	氨氮	SS	石油类	硫化物	六价铬	铜	铅	锌	镉	汞	砷	铊	钒	氟化物
S_1	第 1 次	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	第 2 次	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	第 3 次	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	均值	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	超标率(%)	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	最大超标倍数	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
S_2	第 1 次	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	第 2 次	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	第 3 次	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	均值	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	超标率(%)	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	最大超标倍数	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
S_3	第 1 次	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	第 2 次	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	第 3 次	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	均值	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

断面	项目	pH	CODcr	氨氮	SS	石油类	硫化物	六价铬	铜	铅	锌	镉	汞	砷	铊	钒	氟化物
	超标率(%)	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	最大超标倍数	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
S_4	第 1 次	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	第 2 次	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	第 3 次	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	均值	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	超标率(%)	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	最大超标倍数	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
S_5	第 1 次	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	第 2 次	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	第 3 次	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	均值	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	超标率(%)	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	最大超标倍数	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
GB3838-2002II 类		6-9	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

3、地下水环境现状

矿区第四系孔隙水泉水出露多，该类型水水质良好，是当地村民的主要饮用水源。据《湖南省永顺县朗溪矿区钒矿详查地质报告》，地下水水化学类型$HCO_3 \cdot SO_4$—Ca·Mg 型，PH 值为 8.16；总硬度 77.1mg/L,矿化度****mg/L。地下水中岩溶水水质良好，岩溶水地下水类型为HCO_3—Ca·Mg 型，PH 在**** ~ ****，属中性水，总硬度**** ~ **** g/L，溶解性总固体为**** ~ **** g/L，属淡水。根据《地下水环境质量标准》评价，水质属II类水，水质较好。基岩裂隙水地下水类型为$HCO_3 \cdot CO_3$—Na，PH 多在**** ~ ****，属碱性水，总硬度**** ~ ****g/L，溶解性总固体为**** ~ ****g/L。基岩裂隙水水质质量差，属IV—V类，PH 值呈碱性，腐蚀性强，特别是矿床充水含水层中的水，属高矿化度、强碱性水，属V类。

根据环境影响评估报告资料，目前该地区居民主要是利用矿区附近山上泉水及引山间溪流水作为分散性生活用水及饮用水源，矿区下游地下水未被利用。对 3 处地下水进行了取样检测，各监测点位的各监测因子均达到《地下水质量标准》14848-2017Ⅲ类标准，未出现超标情况。

表 3－6　地下水监测结果

点位	项目	pH	CODMn	氨氮	氟化物	V	$Cr^{6}+$	As	Pb	Cd	Cu	Zn	Hg
D1	第 1 次	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	第 2 次	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	第 3 次	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	三日均值	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	超标率(%)	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	最大超标倍数	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
D2	第 1 次	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	第 2 次	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	第 3 次	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

点位	项目	pH	CODMn	氨氮	氟化物	V	Cr^{6+}	As	Pb	Cd	Cu	Zn	Hg
	三日均值	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	超标率(%)	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	最大超标倍数	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
D3	第 1 次	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	第 2 次	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	第 3 次	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	三日均值	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	超标率(%)	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	最大超标倍数	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
GB/T14848-93 I类		6.5~8.5	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

综上所述，矿区地表水环境较好，地下水现状一般；矿山现处于筹建期，无采矿活动，对水资源、水环境影响较小。

（二）水资源水生态影响预测分析

（1）地下水资源枯竭影响的预测评估

①含水层疏干影响预测评估：根据《资源开发利用方案》，矿山可采含矿层为缓倾斜、分布连续、总体较厚（II矿层矿体平均厚**** ~ ****m；I矿层矿体平均厚**** ~ ****m；两矿层的矿体倾角为 20 ~ 30°），矿体及围岩稳固性较好，未来开采为地下开采、平硐+斜坡道开拓方式；未来矿坑充水主要来源为地表水和矿层顶板弱裂隙含水层裂隙水，矿床为顶底板直接进水、以单一含水层通过未封钻孔入渗补给且各含水层均弱富水的水文地质条件简单类型的矿床。

2013 年 3 月湖南省核工业地质局三〇一大队提交的《湖南省永顺县朗溪矿区钒矿详查地质报告》选用地下水动力学大井法对钒矿体开采涌水量进行计算，预测矿床开采最终正常涌水量为 98.45m^3/h、最大涌水量为 98.73m^3/h（见表 1—8），疏干影响最大半径 3519.595m、一般影响半径 3482.778m。

依前述，未来钒矿开采中，矿坑抽排水疏干影响最大半径为3519.595m，在降落漏斗影响范围内的地下水向矿坑集中径流排泄；钒矿顶板为牛蹄塘组黑色炭质页岩，岩层为坚硬—软弱，未来矿山开采过程中形成的冒落带及导水裂缝带高度根据我国煤炭部门总结的经验公式，计算结果如下：

冒落带高度：$H_i = \sum M \div (K-1) \times \cos\alpha = 7.23 \div (1.20-1) \times \cos 20 \sim 30°$

$= 31.31 \sim 33.97m$;

导水裂缝带高度：$H_f = 20 \times (\sum M)^{1/2} + 10 = 20 \times (7.23)^{1/2} + 10 = 63.78m$;

式中：Hi—垮落带（冒落带）高度（m）；

Hf—导水裂缝带高度（m）；

∑M—矿层累计厚 = 2.17 + 5.06 = 7.23m;

K—冒落岩石碎胀系数（区域勘探资料为1.27～1.39之间，取值1.20）；

α—矿层倾角（矿体倾角为20～30°）。

计算结果（$H_i = 31.31 \sim 33.97m$，$H_f = 63.78m$）表明：未来钒矿开采矿坑疏排水仅对降落漏斗内钒矿层附近的寒武系牛蹄塘组底部和震旦系留茶坡组弱裂隙含水层地下水疏干，牛蹄塘组上伏为寒武系下统杷榔组相对隔水层（总厚227.0m），波及到寒武系下统清虚洞组裂隙岩溶含水层的可能性小；震旦系留茶坡组（总厚18.8m）下伏为震旦系上统陡山沱组碳酸盐岩夹页岩类裂隙岩溶含水层（Z_2d），但震旦系上统陡山沱组中的碳酸盐岩夹碎屑岩裂隙岩溶水又属含水贫乏、弱富水的含水层，其顶部为一厚层白云岩，厚度在10～30m，岩溶弱发育，属相对隔水层，对矿床充水影响较小；区内断裂构造不发育（连次级构造断裂也没有），地下水侧向补给条件差；且受开采疏干影响的上述含水层多为弱裂隙含水层，对区内主要含水层寒武系下统清虚洞组（$Є_1q$）裂隙岩溶含水层疏干影响较小。因此，预测评估未来开采对地下含水层疏干影响较小。

②地下水位超常降低影响预测评估：依前述，未来钒矿开采矿坑疏排水造成的水位超常降低主要局限在降落漏斗影响范围内，寒武系牛蹄塘组底部和震旦系留茶坡组弱裂隙含水层不是区内主要供水含水层，波及区内主要含水层寒武系下统清虚洞组裂隙岩溶含水层的可能性小。因此，预测评估未来开采对地下水位超常降低影响较小。

③井泉水干涸影响预测评估：据本次调查，区内水井主要分布于地势相对低洼的第四系地层及寒武系下统清虚洞组裂隙岩溶含水层中，现状井水水量充盈，水质清澈；未来开采多位于人迹稀少的丘坡岗地，植被茂密，矿井排水疏干受影响的含水层，富水性弱，不是区内主要供水含水层，主要含水层未受矿井排水疏干影响，水位超常降低的可能性小。因此，预测评估未来开采导致评估区内井泉干涸的可能性小，影响较小。

因此，未来矿业活动对本区地下水资源枯竭影响较小。

（2）区域地下水均衡影响较小

依前述，受未来开采矿坑疏排水造成的水位超常降低主要局限在降落漏斗影响范围内，寒武系牛蹄塘组底部和震旦系留茶坡组弱裂隙含水层不是区内主要供水含水层，波及区内主要含水层寒武系下统清虚洞组裂隙岩溶含水层的可能性小，对地下水资源枯竭影响较小；当地降水充沛（年降水量937.7～1992.0mm/a，平均1364.5mm/a），浅部岩层裂隙较发育，易受大气降雨补给，区内生态较好，植被覆盖率高，有利于降水渗入补给地下水。因此，预测评估对区域地下水均衡破坏影响较小。

（3）地表水漏失影响较大

按前述求得的导水裂隙带高度为63.78m高度划定，未来开采区受导水裂隙带影响的地表水溪有:

①李家湾溪位于矿区北侧；受未来开采导水裂隙带影响的长度约450m，面积约****hm^2，下游约有120亩农田灌溉水、牲畜饮水等受到影响（编号：II_{1-1}）。

②尖山水库（含附近山塘）位于尖山村东南面1Km，面积0.25Km^2,最大水深10m，库容4万m^3，属区内骨干塘；因矿体露头带贯穿水库而过，虽《资源开发利用方案》将其周边100m内设为禁采区，但开采后产生的侧向裂隙及矿层与底板所在的基岩裂隙水沿裂隙通道沟通导致尖山水库漏失的可能性存在；一旦水库漏失将影响尖山村约****人居民生活用水、下游约200亩农田灌溉、丧失骨干塘功能（编号：II_{1-2}）。

③樟木河位于樟木村三组居民生活区；受未来开采导水裂隙带影响的长度约1000m，面积约****hm^2，下游约有****亩农田灌溉水、牲畜饮水等受到影响（编号：II_{1-3}）。

④小寒溶溪位于矿区中部；受未来开采导水裂隙带影响的长度约 150m，面积约****hm^2，下游约有****亩农田灌溉水、牲畜饮水等受到影响（编号：II_{1-4}）。

⑤下山溪河位于矿区中部；受未来开采导水裂隙带影响的长度约 800m，面积约****hm^2，下游约有****亩农田灌溉水、牲畜饮水等受到影响（编号：II_{1-5}）。

⑥大寒溶河位于矿区南部；受未来开采导水裂隙带影响的长度约 900m，面积约****hm^2，下游约有****亩农田灌溉水、牲畜饮水等受到影响（编号：II_{1-6}）。

因此，预测评估矿业活动对上述地表水溪地表水漏失影响较大。

图 3-3 地表水漏失影响分布示意图

（4）对地表水生态影响趋势

本矿山未来开采对地表水环境影响主要来自于矿坑废水、废石堆淋滤水及选冶废水（含废渣水）三个方面。

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。

未来钒矿选冶中，离子交换产生吸附尾液中产生的含 Na^{1+}、SO_4^{2-}、CO_3^{2-}及微量的重金属离子，沉钒产生沉钒尾液主要有害杂质为氨氮，设备冷却废水及锅炉房废水主要污染物为悬浮物，若未经任何处理随意排放，将对压占地造成重金属污染；未来钒矿选冶废渣有酸浸渣、化学除杂渣、废水净化渣，其中化学除杂渣、废水净化渣属于《国家危险废物名录》（2025 年版）中的危险废物，《开发利用方案》要求对酸浸渣采取封闭式囤积、化学除杂渣和废水净化渣送有危险废物处理资质的单位进行处理，但废渣产生的淋滤水未经有效处理随意排放，对云盘溪下游约 200 亩农田灌溉水、牲畜饮水造成的污染影响较大。因此，预测评估选冶废水（含废渣水）对水环境影响较大。

项目井下涌水外排量为 1362.8m³/d(约 0.016m³/s),经处理后排入北部樟木河(0.9~1.4 m³/s),流经约 5km 进入永茂河(2.129m³/s),经永茂河约 10km 再进入澧水；井下涌水纳污水体樟木河下游(500~3000m)及永茂镇附近(5km)零星分布有约 150 亩农田，其中樟木河切深较大，附近农田均采用山溪水或尖山水库作为农田灌溉水，樟木河无灌溉功能，只有行洪功能，樟木河汇入的永茂河主要为行洪功能，兼顾永茂镇区附近少量农田灌溉功能，执行地表水 I 类水质标准，永顺县环境监

测站提供的水质监测结果表明，区域水体水质满足地表水III类水质标准要求。。经处理后的井下水排入不会导致河流功能发生改变。

（5）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；选冶废水（含废渣水）经厂区生产污水排水管网排至污水处理站进行处理后，一部分进入渣浆池用于稀释尾矿，其余全自流至回用水池，再由回水泵扬送至回水高位水池，用于选冶工艺及地面冲洗水等，受第四系粘土阻隔污染地下水可能性小。因此，预测评估矿坑废水、废石淋滤水、选冶废水（含废渣水）对水环境影响较小。

（6）对水生态影响趋势

矿坑平硐、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。

（7）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和选冶过程中的氨氮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，预测评估矿山对水资源、水生态影响较大。

（三）水资源水生态影响小结

综上所述，现状对水资源水生态无影响，预测未来开采期间抽排水将造成地下水位持续下降，对地下水资源影响较大。矿坑水，地表淋滤水，工业广场废水，尾渣堆场淋滤水影响，存在水资源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。

表 3-7　水资源水生态影响及趋势一览表

影响类别	影响对象	是否对水资源造成破坏		是否对水生态造成破坏	
		现状	趋势	现状	趋势

矿山地下开采	地下水资源	否	是	否	否
	区域地下水均衡	否	否	否	否
	地表水漏失	否	是	否	否
矿坑废水	地表水、地下水	否	是	否	是
矿石淋滤水	地表水、地下水	否	是	否	是

四、矿山地质灾害影响

（一）矿山地质灾害影响现状评估

1、崩塌、滑坡地质灾害危害小

据本次调查，附近由于修建公路开挖路基，人为切割边坡，曾发生 5 处小型崩塌、滑坡现象，但对居民居住未造成危害。因此，现状评估崩塌、滑坡地质灾害危害小。

2、泥石流地质灾害危害小

据访问，区内历史上未发生过泥石流。因此，现状评估泥石流地质灾害危害小。

3、岩溶地面塌陷地质灾害危害小

据访问，评估区未曾发生过岩溶地面塌陷地质灾害。因此，现状评估岩溶地面塌陷地质灾害危害小。

4、采空区地面变形地质灾害危害小

现状未开采，无采空区。因此，现状评估采空区地面变形地质灾害危害小。

综上所述，现状地质灾害不发育，危害小。

（二）矿山地质灾害预测评估

1、矿业活动可能引发地质灾害的危险性评估

（1）引发崩塌、滑坡的危险性小

评估区属中、低山溶蚀与剥蚀构造地貌，多高山峡谷，山高坡陡，山坡坡度多 40～80°，区内植被较发育，覆盖率 85％以上；未来矿山钒地面工业区位于评估区西部缓坡地段，该地段基岩为坚硬—半坚硬由石英及板岩组成的厚层含砾砂岩，未来矿山地面建设工程及井口开挖工程会有切坡，但因基岩致密、坚硬，岩层较完整，且建设工程行业防护规范，引发崩塌、滑坡的可能性小；未来主要矿业活动为地下开采，钒矿体呈层状产出，均与地面坡向成逆向坡，随着开采深加大对南

部陡峭山体及地面斜坡稳定性影响变小，引发崩塌、滑坡的可能性小。因此，预测评估引发崩塌、滑坡的可能性小，危险性小。

（2）引发泥石流、废石（渣）流的危险性小

①引发泥石流的危险性小：依现状评估，区内地表风化残坡积层薄、植被覆盖率较好，冲沟上游无松散堆积物，地表水流畅通，形成泥石流的条件有限，现状未发生过泥石流地质灾害。矿山未来采矿为地下开采，对地面扰动影响有限。因此，预测评估矿业活动引发泥石流的可能性小，危险性小。

②引发废石流的危险性小：依前述，未来矿山开采产生的废石堆场（含复垦土堆存场）共有 10 个，均为临时堆场；据调查，未来临时堆场区地势均较为平缓，地面汇水面积有限，且下游附近无重要影响对象；未来堆放量小，高度约 5m，且能及时拖运至井下充填，引发废石流地质灾害可能性小。因此，预测评估矿业活动引发废石流地质灾害的可能性小，危险性小。

③引发废渣流的危险性小：与废石堆场一样未来冶炼尾渣经无害化处理后及时拖运至井下充填，引发废渣流地质灾害可能性小。因此，预测评估矿业活动引发废渣流地质灾害的可能性小，危险性小。

（3）引发岩溶地面塌陷的危险性小

据前述，未来钒矿开采矿坑疏排水造成的水位超常降低主要局限在降落漏斗影响范围内的寒武系牛蹄塘组底部和震旦系留茶坡组弱裂隙含水层中，区内断裂构造不发育（连次级构造断裂也没有），地下水侧向补给条件差，波及到区内寒武系下统清虚洞组裂隙岩溶含水层的可能性小，矿业活动抽排地下水对该含水层地下水影响小，导致岩溶地面塌陷的可能性小；因此，预测未来矿业活动导致岩溶地面塌陷的危险性小。

（4）引发采空区地面沉陷变形的危险性中等

根据《开采利用方案》推荐盘区机械化房柱嗣后充填采矿法开采，结合垮落带（冒落带）高度计算结果（Hi=31.31～33.97m），从理论上分析，嗣后充填能形成对上覆岩层的支撑，阻止或延缓采空区上部岩石的塌落、变形与地表下沉，从而达到保护采区上部原岩层的目的；但未来开采因回采顺序和结构参数掌据、控制不当及充填不及时，均会导致采空区上方软硬相间岩层的不均匀沉降而导致地表岩层移动，使地表出现变形区，在局部可能形成采空区地面变形，但变形较

全塌陷的采煤顶板管理程度轻；依据类似矿山开采经验，参考类似矿山的岩层情况和有关资料，按上山移动角=70°、走向移动角γ=64°及详查报告中勘探线剖面图，用作图法圈定开采钒矿层岩移影响范围（见附图 2）；在假设因回采顺序和结构参数掌据、控制不当及充填不及时的情况下，按煤炭工业出版社 2006 年 6 月出版的《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》（以下简称：三下采煤规程）计算公式（如下），对未来岩移影响范围的樟木村三组、樟木村四组、樟木村五组、云盘村大寒溶组的地表最大移动、变形和倾斜值进行计算。采用公式如下:

最大下沉值：$W_{max}=M\times q\times\cos\alpha$

最大倾斜值（mm/m）：$I_{max}=W_{max}/r$

最大曲率（10^{-3}/m）：$K_{max}=\pm1.52W_{max}/r^2$

最大水平移动值：$U_{max}=b_{max}\times W_{max}$

沉陷区地表最大水平变形值（mm/m）：$\xi cm=\pm1.52bmax\times Wmax/r$

式中：q—下沉系数，本区为中硬岩层取 $q_{初}=0.63$，$q_{复}=（1+0.2）q_{初}=0.76$;

M—采厚〔两矿重复开采，采厚 = 7.23×（1 + 15％〕 = 8.31m）；

α—矿体倾角（两矿体倾角均为 20 ~ 30°，取 25°）；

r—地表移动影响半径 = 埋深/影响角（65°）正切值（tgβ取 2.14）；

b_{max}—水平移动系数｛矿井最大水平移动系数 = 0.2×（1+0.0086α）｝。

对照上述参数参照详查报告中勘探线剖面图，计算结果如表 3—8。

表 3—8　　未来开采地表移动变形参数计算结果表

影响范围	埋深（m）	r（m）	W_{max}（mm）	I_{max}（mm/m）	K_{max}（mm/m）	U_{max}（mm）	ξ_{max}（mm/m）	可能性评判
樟木村三组（II_{3-1}）	135	63.084	5.724	0.091	**±1.438**	1.391	±0.034	**中等**
樟木村四组（II_{3-2}）	236	110.280	5.724	0.052	**±0.715**	1.391	±0.019	**中等**
樟木村五组（II_{3-3}）	325	151.869	5.724	0.038	**±0.377**	1.391	±0.014	**中等**
云盘村大寒溶组（II_{3-4}）	130	60.748	5.724	0.094	**±2.358**	1.391	±0.035	**中等**
注：①倾斜 $I_{max}\leq\pm3.0$mm/m、曲率 $K_{max}\leq\pm0.2\times（10^{-3}$/m）、水平变形$\xi_{max}\leq\pm2.0$（mm/m），其中一项超出上述允许值确定为地表移动变形性可能中等，而二项指标超出上述允许值确定为地表移动变形可能性大；②加粗数为超出允许值；预测结果仅为本评估时参考用。								

比照技术规范附录 F 及表 3—8、9 对未来采空区地表移动变形范围内的居民点

进行危险性评估。

表 3—9　　砖混结构建筑物的损坏等级

损坏等级	建筑物损坏程度	地表变形值			处理方式
		倾斜 I_{max}（mm/m）	曲率 K_{max}（10^{-3}/m）	水平变形ξ_{max}（mm/m）	
II	墙壁上不出现或仅出现少量宽度小于 4mm 的细微裂缝	≤3.0	≤0.2	≤2.0	不修
II	墙壁上出现 4～15mm 宽的裂缝，门窗略有歪斜，墙皮局部脱落，梁支承处稍有异样。	≤6.0	≤0.4	≤4.0	小修
III	墙壁上出 16～30mm 宽的裂缝，门窗严重变形，墙身倾斜，梁头有抽动现象，室内地墙开裂或鼓起。	≤10.0	≤0.6	≤6.0	中修
IV	墙身严重倾斜、错动、外鼓或内凹，梁头抽动较大，屋顶、墙身挤坏，严重者有倒塌危险。	＞10.0	＞0.6	＞6.0	大修、重建或拆除

按表 3—6 计算结果，对照表 3—7、表 3—5 可以看出:

①樟木村三组：未来遭受采空区地面变形可能性中等；对照表 3—7 可以看出:采空区地面变形对樟木村三组居民房屋造成的损坏程度为IV等；再对照表 3—5《地质灾害危险性分级表》，未来采空区地面变形对樟木村三组（居民****人、房屋****栋、面积约****hm^2）造成的危险性中等（编号：II_{3-1}）。

②樟木村四组：未来遭受采空区地面变形可能性中等；对照表 3—7 可以看出:采空区地面变形对樟木村四组居民房屋造成的损坏程度为IV等；再对照表 3—7《地质灾害危险性分级表》，未来采空区地面变形对樟木村四组（居民**人、房屋**栋、面积约****hm^2）造成的危险性中等（编号：II_{3-2}）。

③樟木村五组：未来遭受采空区地面变形可能性中等；对照表 3—7 可以看出:采空区地面变形对樟木村五组居民房屋造成的损坏程度为II等；再对照表 3—5《地质灾害危险性分级表》，未来采空区地面变形对樟木村五组（居民**人、房屋*栋、面积约****hm^2）造成的危险性大（编号：II_{3-3}）。

④云盘村大寒溶组：未来遭受采空区地面变形可能性中等；对照表 3—7 可以

看出：采空区地面变形对云盘村大寒溶组居民房屋造成的损坏程度为IV等；再对照表 3—5《地质灾害危险性分级表》，未来采空区地面变形对云盘村大寒溶组（居民**人、房屋**栋、面积约****hm^2）造成的危险性中等（编号：II_{3-4}）。

因此，预测未来矿业活动导致采空区地面沉陷变形的危险性大。

2、矿业活动可能加剧地质灾害的危险性小

现状未发生崩塌、滑坡、泥石流、采空区地面变形及岩溶地面塌陷地质灾害；因此，未来矿业活动不存在加剧这些矿山地质灾害的情况。

3、矿山建设可能遭受地质灾害的危险性评估

（1）矿山建设可能遭受崩塌、滑坡地质灾害的危险性小

根据《开发利用方案》，未来矿山地面设施建筑在拐点 17～22 西侧标高+***～+***m 区间相对坡缓处；据调查，厂址区为一舒宽山沟，周边山坡坡角一般在 20^0 以内，附近无高切坡、松散岩体。未来矿山地面建筑工程施工虽有开挖切坡、削高填低，但均按施工规范要求实施，且厂址区位于开采岩移影响范围外，遭受自然条件及未来矿山开采引发崩塌、滑坡地质灾害的可能性小；因此，预测矿山建设（地面建设的居住和办公区、工业广场及钒矿选冶厂等）遭受崩塌、滑坡的危险性小。

（2）矿山建设可能遭受泥石流地质灾害的危险性小

未来矿山建设（地面建设的居住和办公区、工业广场及钒矿选冶厂等）地处近平缓处，附近山体边坡及建筑切坡稳定，且未来矿业活动引发泥石流、废石（渣）流的可能性小。因此，预测评估矿山建设可能遭受废石流地质灾害危险性小。

（3）矿山建设可能遭受采空区地面沉陷变形地质灾害的危险性小

如前所述，矿山建设（地面建设的居住和办公区、工业广场及钒矿选冶厂等）位于采空区地面岩移范围外，遭受采空区地面沉陷变形地质灾害的可能性小；因此，预测矿山建设遭受采空区地面沉陷变形地质灾害的危险性小。

（4）矿山建设可能遭受岩溶塌陷地质灾害的危险性小

未来开采引发岩溶地面塌陷可能性小，且矿山建设（地面建设的居住和办公区、工业广场及钒矿选冶厂等）所处地段基岩为坚硬—半坚硬由石英及板岩组成的厚层含砾砂岩，属非岩溶发育区（无断裂沟通），遭受采空区地面沉陷变形地质灾害的可能

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。

（三）矿山地质灾害影响小结

综合前述，现状矿山未发生地质灾害，其危害程度小；预测未来矿山开采引发和遭受崩塌、滑坡、泥石流地质灾害可能性小，而未来开采可能引发采空区地面变形的可能性中等，可能影响矿山建设、职工生命及财产安全，可能影响林地造成植被损毁或退化；影响程度均为大，危险性大。而引发其它地质灾害的可能性小，危险性小。

表 3-10　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			开采期预测		
	是否发生地质灾害	危险性	影响对象	可能性	危险性	影响对象
崩塌、滑坡	否	小	无	小	小	无
泥石流	否	小	无	小	小	
岩溶地面塌陷	否	小	无	小	小	
采空区地面变形	否	小	无	大	大	矿区建筑物、村庄、农田

图 3-4　采空区地面沉陷变形影响中等区分布示意图

五、生物多样性破坏

（一）矿区及周边生态多样性破坏现状

本矿尚未开采利用，也未进行基础建设，为原始地貌状态，现状无破坏植被、造成野生动植物数量减少的现象，为一般农村地区。

（二）生物多样性破坏趋势

1、矿区及周边植被破坏预测分析

（1）地面工程建设对矿区及周边植被破坏预测

根基建时期地面工程建设时会使原有植被遭到局部损失，使现有自然生态体系的生物总量有所下降，生态系统产生一定的影响，但工程规模较小、占损面积较小，清除的植被为保护修复区广泛分布的植被类型和常见种类，不存在破坏珍稀濒危保护植物及古树名木的情况；对区域植被类型和植物种类的多样性不构成明显的影响，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。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。因此，矿区及周边生态系统的功能和结构基本保持不变。

（2）水生态水环境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，植被以林地和草类为主，耐旱能力较强，这部分土壤水分的流失不会对植被造成明显不利。

2、野生动物影响预测

未来矿山开采，地面建筑区及工业广场等挖损植被、表土及岩石，，将侵占自然植被，其面积将逐步增大；人员活动以及机械生产、爆炸噪声震动等会使一些野生动物失去部分觅食地、栖息场所和活动区域，对野生动物的生存环境产生轻微影响；人为干扰如工作人员滥捕乱猎等将直接影响到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。矿区野生动物种类少，无大型野生哺乳动物，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。矿山闭采后通过生态治理可恢复，没有造成不可逆损。

（三）生物多样性破坏小结

综上所述，现状未开采对生态多样性无影响，而未来矿业活动地面建筑区不

断扩大而导致新侵占、破坏自然植被及动物的场地，开采中人员活动以及机械生产、爆炸噪声震动等会使一些野生动物失去部分觅食地、栖息场所和活动区域，对野生动物的生存环境产生轻微的不利影响。这种不利影响没有造成不可逆损失，因此矿山对生态多样性主要是植被占损和种群数量减少，但破坏性有限，影响较小，不会对生物多样性造成结构性破坏。

表 3-11　　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	无	否
趋势	矿山工业广场及地面建设区	否
	选冶厂	否
	废石堆区	否
	复垦土堆存场	否
	尾渣临时堆存区	否
	矿山公路	否

第四章　生态保护修复工程部署

一、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，提出矿山保护修复思路。按照宜耕则耕、宜建则建、宜水则水、宜林则林的原则，优先考虑能带动周边土地价值升值空间大的修复方式。结合本矿山的实际情况，本次提出的生态保护修复思路如下:

1、对水环境污染的处理

（1）选冶厂区

应建好环循水、雨水、生活废水排放系统；做到雨污分流、污污分流、清污分流；严格按环境保护部门的相关规范进行处理后达标排放。对冶选厂区离子交换废水、树脂清洗废水、沉钒废水与树脂再生废水，利用回收焙烧余热全部蒸干处理不得外排；初期雨水收集沉淀后回收利用不外排。

（2）矿山开采区

应修建好截排水沟、沉淀池等水处理排放系统；做到雨污分流、清污分流；对矿坑水必须加化学药剂处理；严格按环境保护部门的相关规范达标排放。各项指标应符合《污水综合排放标准》(GB8798-1996)中Ⅲ类水的要求。

（3）矿坑水如果用化学药剂中和处理不能做到达标排放，矿山必须修建污水处理厂，对废水进行深度处理后达标排放。

（4）对矿区范围内废水、地表水、地下水进行水质检测及监测，发现问题及时治理修复。

2、对冶选尾渣处理

现矿山修建尾渣中转厂，以后的冶选尾渣做无害化处理后，外销给水泥厂等建材生产企业。但现在尾渣的无害化处理技术是否能成熟的用于生产实践成疑。公司应请有资质的单位做好尾渣的无害化处理方案，并实验成功经有关主管部门验收合格后，方可投入实施。

3、对弃土、废石的堆放处理

（1）按开发利用方案选择设计的场地进行建设。

（2）排土场、废石堆场在建设前，应由有资质的单位做好场地的岩土工程勘察工作；请有资质的单位设计截排水沟、挡墙，论证其安全性。

（3）用防水复合土工膜（两布一膜）做好场地的防渗处理工程；工程建设完成，验收合格后方可投入使用。

4、对矿区土壤污染的监测

对矿区可能受污染的土地进行土质检测和监测，发现问题及时治理修复。

5、对地质灾害的防治

对采空区上的农田和房屋应加强防护，民房集中的区域尽量按规范留设保护矿柱。设立监测点加强监测，对受损的房屋及时维修或搬迁避让和补偿。对受损的农田及填堵修复和补偿。

6、土地复垦

对矿区内临时破坏的区域及时进行复垦绿化；矿山闭坑后将各广场、尾渣中转场、废石堆场、矿山公路等所占土地全部复垦为林地，并进行管护。

7、井口封堵

矿山闭坑后，对各井口采用浆砌块石的方式进行永久性封堵。

二、保护修复目标

该矿山保护修复总体目标是：坚持科学发展观，最大限度的避免、减轻因矿山开采引发的地质灾害，减少对土地资源的影响和破坏，减轻对矿山生态环境的影响，实现资源开发与环境保护相协调，走上经济效益与社会效益、资源效益与生态效益、保障资源安全与保护生态环境、矿业企业发展与矿区群众意愿统筹协调的内涵式发展道路，促进矿山企业健康可持续发展。从矿区环境与生态、资源开发、资源综合利用、数字化等方面进行绿色矿山建设。矿山建设过程中和闭坑后能全面消除灾害安全隐患，实现可复垦率、可绿化率 100%,能保持区域生态系统功能稳定。以下按照今后修复工程类型提出具体的目标:

1、生态保护保育目标

通过树立警示牌、标识牌，加强生态环境保护，保护矿区及周边的生态环境，将绿色发展、绿色办矿的理念贯穿至矿山开采全生命周期。

2、生态修复目标

（1）水生态的保护

①冶选废水循环利用，多余的全部蒸干处理100%不得处排。

②矿坑水、排土场废石堆场淋滤水处理后100%达标排放。

③矿山所有废水做到100%达标排放。各项指标应符合《污水综合排放标准》(GB8798-1996)排放标准。

（2）土石环境的保护

①废石堆场请有资质的单位勘查、设计确保其安全性。修好截排水沟、挡墙，严防水土流失。

②对堆场底部和周围做好防渗处理，做到100%不渗漏。

③冶选尾渣请有资质的单位做好无害化处理，处理做到100%无害化，方可对外销售或充填采空区。

（3）地质灾害隐患消除工程

对民房集中区按规范预留保安矿柱；严格按照设计充填采空区，最大限度地减少地面变形破坏。

（4）土地复垦

矿山闭坑后将工业广场、废石堆场、矿山公路等所占土地全部复垦为林地，工业广场，特别是选冶设备拆除清水冲洗，清洗设备后的废水集中处，剩余浮选药剂和残留药剂应由具有相应资质的机构处置，消除水土污染隐患。复垦率100%,成活率大于80%。

3、监测与后期管护目标

在采空区地面变形区设置地面变形监测点，发现房屋开裂的现象及时报告相关管理部门，进维修或搬迁避让；在露采场设置滑坡监测点，在排土场、废石堆场及附近设置泥石流监测点，安非专人进对地质灾害隐患进行监测，开展专业监测与群测群防相结合的防治手段，防止地质灾害的发生。对滑坡、泥石流灾害及时预警避让。

设置水质监测点，对外排废水、地表水、地下水水质定期进行取样分析监测，严防水质污水；定期对矿区植被情况进行巡查、监测，对复垦的林草地进行管护，确保植被的成活率80%以上。

矿区生态环境保护方面能达标绿色矿山建设要求，保持区域生态系统功能稳定。

主要生态保护修复工程部署示意见图 4-1。

图 4-1　　矿山生态保护修复工程部署示意图

三、生态保护修复工程

（一）生态保护工程

拟设采矿权所在地不属于生态红线管控区，矿权范围内百分之八十为林地。矿山后续矿业活动应严格控制矿山建设工程计划用地，保护建设场地以外往的生态环境，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。

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。

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。

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 18 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。

（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。

图 4-2　宣传、警示牌设计大样图

矿山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。

1、野生动、植物的保护

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宣传保护野生动植物，提高施工人员的动植物保护意识，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）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。

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、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部位广为播种，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。

3、生态环境保护宣传栏

在矿部办公楼及进矿道路和主要井口显眼位置新增设置矿山宣传栏及安全警示牌，防止无关人员误入发生危险。加强生态环境保护宣传工作，主要是生态保护宣传栏，宣传生态环境保护思想，加强生态修复意识。

该部分内容及工程量按绿色矿山建设方案实施，本次不进行设计。

（二）生态修复工程

1、地形地貌景观修复工程

矿山生产加工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、修坡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、矿山公路及地面建设区的景观修复将在“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。

2、土地复垦与生态多样性修复工程

（1）土地复垦单元划分

依据矿山生态问题识别和诊断结果，矿山土地复垦单元划分为：矿山地面建筑设施区（G1-G3）、选冶厂（G4）、废石堆（FS1~FS9）、复垦土堆存场、尾渣临时堆存区及矿山公路等 6 个单元。

（2）土地复垦方向

矿山开采过程中及开采完毕后，根据土地复垦适宜性评价（表 4-1），结合国土空间规划、地质环境条件类型和开采规模，并按照走访调查当地居民及村委会意愿，初步确定复垦土堆存场复垦为旱地、矿山地面建筑设施区（G1-G3）、选冶厂（G4）、废石堆（FS1~FS9）、尾渣临时堆存区等区域，复垦后污染程度较大，不宜复垦为耕地，宜复垦为林地，总体定位以恢复生态系统为主。G1 矿山生活辅助设施区作为建设用地保留，矿山公路留作日后未来林区生产便道。

表 4-1　　复垦土地的适宜性评价结果及复垦方向一览表

评价单元（复垦对象）		破坏前土地类型	适宜性等级				复垦后土地类型	面积 (hm^2)	复垦单元编号
			水田	旱地	草地	林地			
矿山工业广场及地面建设区	生活辅助设施区 G1	耕地、林地、农村宅基地	4	3	2	2	林地	***	FK1
	采矿工业场地 G2	林地、草地	4	3	2	2	林地	***	
	辅助工业场地 G3	林地	4	3	2	2	林地	***	
选冶厂	G4	耕地、林地、草地	4	3	2	2	林地	***	FK2
废石堆区	Fs1	林地、草地	4	3	2	2	林地	***	FK3
	Fs2	林地、草地	4	3	2	2	林地	***	
	Fs3	林地、草地	4	3	2	2	林地	***	

	Fs4	林地、草地	4	3	2	2	林地	***	
	Fs5	林地、草地	4	3	2	2	林地	***	
	Fs6	林地、草地	4	3	2	2	林地	***	
	Fs7	林地、草地	4	3	2	2	林地	***	
	Fs8	林地、草地	4	3	2	2	林地	***	
	Fs9	林地、草地	4	3	2	2	林地	***	
复垦土堆存场	DK1	耕地、林地	4	3	2	2	旱地	***	FK4
尾渣临时堆存区	DK2	耕地、林地	4	3	2	2	林地	***	FK5
矿山公路	L1	林地	4	3	2	2	农村道路	***	FK6

综上所述，本方案设计复垦土堆存场复垦为旱地，矿山地面建筑设施区（G1-G3）、选冶厂（G4）、废石堆（FS1~FS9）、尾渣临时堆存区复垦为林地，总体定位以恢复生态系统为主。矿山公路留作日后未来林区生产便道，朗溪钒矿土地复垦方向初步确定旱地、为林地、农村道路、建设用地。

（3）根据《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036—2013）中附录 D.7 的规定，结合本矿山情况，本方案采用的旱地、林地和草地复垦质量控制标准见表 4-2

表 4-2 土 地 复 垦 质 量 控 制 标 准

复垦方向		指标类型	基本指标	国家控制标准	项目区控制标准
耕地	旱地	地形	田面坡度/（°）	≤15	≤10
		土壤质量	有效土层厚度/cm	≥50	80
			土壤容重/（g/cm³）	≤1.4	≤1.4
			土壤质地	砂质壤土至壤质粘土	砂质壤土至壤质粘土
			砾石含量/%	≤5	≤5
			pH 值	5.5-8.0	6.0-8.5
			有机质/%	≥1	≥1
			电导率/（ds/m）	≤2	≤2
		配套设施	排水	达到当地各行业工程建设标准要求	达到当地各行业工程建设标准要求
			道路		
			林网		
		生产力水平	产量/（kg/hm²）	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平
林地	有林地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	40
			土壤容重/（g/cm³）	≤1.5	≤1.5
			土壤质地	砂土至壤质粘土	砂土至壤质粘土
			砾石含量/%	≤50	≤20
			pH 值	5.0 ~ 8.0	5.5~8.0
			有机质/%	≥1	≥1

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

（4）土源供需平衡分析

A、需土量分析

表土供需平衡分析：根据生态修目标复及土地综合整治工程技术措施，矿山矿山地面建筑设施区（G1-G3）、选冶厂（G4）、废石堆（FS1~FS9）、尾渣临时堆存区复垦为林地，矿山基建时开挖的土层厚度总体为 0.4m，其下方基本仍未土层，将地面设施拆除、剥离硬化层后将土地翻耕平整补充覆土 0.4m，复垦土堆存场无需覆土。

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

根据公式“表土覆盖量=表土需求量=覆盖面积 × 表土厚度”，确定旱地复垦区设计覆土厚度 0.8m，林地复垦区设计覆土厚度为 0.4m。可直接利用复垦土堆存场的剥离土层。

表 4-3　复垦土源需求量分析表

场 地 名 称		覆土面积（hm^2）			覆土厚度（m）			需土方量（m^3）
		旱地	林地	草地	旱地	林地	草地	
矿山工业广场及地面建设区	生活辅助设施区 G1		***			0.4		****
	采矿工业场地 G2		***			0.4		****
	辅助工业场		***			0.4		****

	地 G3							
选冶厂	G4		***			0.4		****
废石堆	Fs1		***			0.4		****
	Fs2		***			0.4		****
	Fs3		***			0.4		****
	Fs4		***			0.4		****
	Fs5		***			0.4		****
	Fs6		***			0.4		****
	Fs7		***			0.4		****
	Fs8		***			0.4		****
	Fs9		***			0.4		****
复垦土堆存场	DK1	***	***		0			****
尾渣临时堆存区	DK2	***	***			0.4		****
合　计		***	***					****

B、土源供应量分析

前文所述，矿山基建期剥离土总方量约****m^3，仍需外购土方****m^3，据实地考察，矿山当地地表土壤厚度一般*～****m 左右，较薄，且仅在坡脚及冲沟中分布，而当地政府对生态环境保护措施严格，不允许随意砍伐树木、破坏生态；因此，矿山复垦用土只能通过外购客土解决。

据调查，矿山可购土源距离矿山约 3Km 左右，按当地市场价：土方价格约 25 元/m^3（含运费）****m^3 约占用林地面积****m^2（合 22.9 亩），按 15000 元/亩，预留异地取土复垦林地费用*****万元。

C、水资源平衡分析

矿山所在地区永顺县属温暖湿润的亚热带季风性气候，阳光充足，降水量丰沛，年平均降水量 1365.9mm，年平均降雨日 159.6d（雨季 4～8 月），较适应植被生长；矿山复垦为林地、草地区生长初期需要一定的灌溉措施（沟渠、坑塘、蓄水池等设施对地表水进行蓄积雨水）来保证成活率，灌溉方式为人工洒水，待 3a 管护、抚育期满后可转为依靠自然降水。

D、植被选择的科学性分析

通过本项目区林地植被分布实地考察，本方案林地优先采用乡土树种，乔木为柏木、栾树、青冈，灌木为红叶石楠、卫矛等，能适应本地区环境，长势良好。

遵循“乔—灌—草”相结合的标准要求，本次树种采用柏树、栾树、红叶石楠混合，栽种比例为 4：3:3 混交，乔木树种地径 3cm，高 1.2~1.5m，带土球苗，女贞、红叶石楠等冠幅 0.5~1.0m。草籽采用高羊茅、百喜草、狗牙根、多花木兰、刺槐混播，配比为 2.4:2.4:1.5:8.5:9.5g/m^2。

柏树作为乔木，柏木喜光，喜温暖湿润的气候条件，比较耐干旱瘠薄。它对土壤的适应性广，在中性、微酸性及钙质土上均能生长。

栾树作为乔木，耐干旱和瘠薄，喜欢生长于石灰质土壤中，具有深根性。对二氧化硫等有害气体及粉尘有较强抗性。

红叶石楠为常绿小乔木或灌木，有极强的抗阴能力和抗干旱能力，抗盐碱性较好，适宜生长于各种土壤中，耐瘠薄，很容易移植成株。它对二氧化硫等有害气体也有较强的抗性。

照片 4-1　柏树树栽种图效果　　**照片 4-2　栾树栽种图效果**

照片 4-3　红叶石楠树栽种图效果

表 4-4　苗木品种和规格一览表

序号	苗木名称	苗木规格
1	柏　　树	株高 150cm，胸径 2～3cm
2	栾　　树	1～2 年生苗，高度 100～180cm，胸径 1～2cm
3	红叶石楠	株高 80cm，胸径 3m

（5）土地复垦工程措施

A.工程技术措施

土地复垦其工程内容包括：设施基础拆除工程、硬化层剥离工程、渣土清运工程、土地翻耕平整工程、覆土回填工程、植树种草工程及配套排水沟工程等。

①设施基础拆除、硬化层剥离、渣土清运工程

土地复垦工程开始时，需要将工业广场及矿部地面建筑（含废水处理池）、选矿厂、等建筑设施拆除和垃圾清除干净、地表硬化物进行清除。可采用挖掘机或人工对场地 0.3m 硬化物地面铲除，场区地表需要清除的硬化物每平方米约有 0.3m^3，金属废弃物送垃圾回收点综合利用，并对场地进行表土清理，其余建筑垃圾分散填埋场区内，用于填方。

②坡面及场地土地翻耕工程

根据场区地形特征及工程特点，不进行大的削坡和填埋，只对局部坑洼不平和有孔洞处整平；场地拆除达到生态修复要求后，使用机械对场地进行翻耕、平整，翻松厚度不小于 0.5m，达到修复为旱地、林地、草地的要求。

③覆土复垦工程

设计林地区补充覆土厚度为0.4m，覆土前树坑进行标识（测量）定位，覆土后进行人工细部平整，并采用商用有机肥、堆肥、饼肥等有机肥配施，增加土壤肥力，使损坏的土地恢复到可利用状态。

B.生物化学工程措施

①土壤改良、培肥措施

矿山土地复垦的基本原则是通过植物改良，增加土地覆盖，改善土壤环境，培肥地力，防治水土流失和风沙。瘠薄土壤应增施肥料，种植时种植穴内施有机肥，有机肥必须经济、充分腐熟后才能施用；有机肥主要选用商用有机肥、堆肥、饼肥等配施。有机肥要与土充分混匀，表层覆盖种植土，然后充分浇水。

②植物措施

通过人工整理和覆土措施后，及时种植树苗及撒播草种，逐渐恢复植被，保土保水，减少水土流失，增加绿化面积，改善生态环境。在复垦工程的植被选择，综合矿山周边植被环境与生长特征、矿山开采引发的生态环境变化等因素论证植被选取的适应性和种植可行性，优先选择乡土植被，体现生物多样性。废石坡面选择生长快、成活率高、能耐干旱、瘠薄和寒冷，在废石土地上能生长，适宜本地土壤生长的红叶石楠和栾树作为恢复林地的主要树种。

红叶石楠为常绿小乔木或灌木，有极强的抗阴能力和抗干旱能力，抗盐碱性较好，适宜生长于各种土壤中，耐瘠薄，很容易移植成株。

场区覆土整平完整、开挖植树坑，按2.0×2.0m布置，种植乔木，乔木植树坑圆形，直径0.5m、深≥0.5m，覆土、上肥，保持土壤肥力。

C.管护措施

对于生态修复完毕的土地，需要3年的管护期，防止土地的退化。矿山设有专门负责矿山生态保护修复、绿化的管理部门，负责矿区生态修复区和绿化区的管理工作，并对管护人员进行培训；负责生态修复管护中所需的资金、劳动力等问题。

对已完工项目明显位置采取设立标志牌、粉刷标语等多种形式进行广泛宣传，提高人民群众参与管护的积极性。

建立长效管护机制。制定林地管护办法，落实管护责任制度，明确管护责任，进行挂牌管理。并实行轮流巡查制度，对发现人为毁坏行为及时制止。

图 4-3　林地复垦示意图

（6）复垦单元工程设计

①矿山工业广场及地面建设区生态修复工程

矿山关闭后第一复垦单元（FK1）：包括办公生活区、采矿工业场地（主斜坡井口工业场地、北平硐、中区平硐、南平硐、北风井、中区 1 号风井、中区 2 号风井、南风井工业场、排水斜井工业场）、辅助工业场地（炸药库、中心水池、变电所、生活用水池），修复为林草地，其工程内容包括：设施基础拆除工程、硬化层剥离工程、渣土清运工程、土地翻耕平整工程、覆土回填、植树种草工程等。（工程方案设计见图 4-4）

图 4-4 矿山工业广场及地面建设区生态修复工程设计方案剖面图

a、设施基础拆除、硬化层剥离工程

总占损面积约 5.5hm^2，进行设施基础拆除、地表硬化层铲除（剥离厚度约 0.3m），垃圾等进行清除（回填废巷等）。需用挖掘机对厂房、废弃建筑物及工业广场等拆除，构筑物占地面积约****m^2，需要拆除建筑物约 0.3m^3/m^2，拆除方量约****m^3；用挖掘机或人工对场地** ~ **cm 硬化物地面铲除（清除硬化表土厚度约 0.3m），地表清除的硬化物为****m^3，渣土清运量****m^3。

b、场地翻耕平整工程

利用机械对工业广场区等进行表层清理后，进行翻耕、平整，达到修复为林地、草地的要求。共需进行场地平整面****hm^2。

c、场地覆土复垦工程

对需复垦为林地的场地进行覆土后人工细部平整，并采用商用有机肥、堆肥、饼肥等有机肥配施，增加土壤肥力。场区整平完整、开挖植树坑，按 2.0×2.0m 布

置，种植乔木，乔木植树坑圆形，直径 0.5m、深≥0.5m，覆土、上肥，保持土壤肥力，并在熟化土表面散布狗牙根草籽（20Kg/hm^2）进行保水、绿化。共计覆土****m^3，复垦林地面积***hm^2，种植柏树 5500 株、栾树 4125 株、红叶石楠 4125 株，撒播草籽***hm^2。

②选冶厂生态修复工程

矿山关闭后第二复垦单元（FK2）：主要为选冶厂。（工程方案设计见图 4-5）修复为林草地，其工程内容包括：设施基础拆除工程、硬化层剥离工程、渣土清运工程、土地翻耕平整工程、覆土回填、植树种草、配套林地排水沟工程等。

图 4-5 矿山选冶厂生态修复工程设计方案剖面图

a、设施基础拆除、硬化层剥离工程

总占损面积约****hm^2，进行设施基础拆除（0.05m^3/m^2）、地表硬化层铲除（剥离厚度约 0.3m），垃圾等进行清除（回填废巷等）。需用挖掘机对厂房拆除，拆除方量约****m^3；用挖掘机或人工对场地 10 ~ 30cm 硬化物地面铲除（清除硬化表土厚度约 0.3m），地表清除的硬化物为****m^3，渣土清运量****m^3。

b、场地翻耕平整工程

利用机械对工业广场区等进行表层清理后，进行翻耕、平整，达到修复为林地、草地的要求。共需进行场地平整面****hm^2。

c、场地覆土复垦工程

对需复垦为林地的场地进行覆土后人工细部平整，并采用商用有机肥、堆肥、饼肥等有机肥配施，增加土壤肥力。场区整平完整、开挖植树坑，按 2.0×2.0m 布置，种植乔木，乔木植树坑圆形，直径 0.5m、深≥0.5m，覆土、上肥，保持土壤

肥力，并在熟化土表面散布狗牙根草籽（20Kg/hm^2）进行保水、绿化。共计覆土****m^3，复垦林地面积****hm^2，种植柏树 12500 株、栾树 9375 株、红叶石楠 9375 株，撒播草籽****hm^2

③废石堆生态修复工程

矿山关闭后第三复垦单元（FK3）：主要为 9 处废石堆（Fs1~Fs9）,修复为林草地，其工程内容包括：硬化层剥离工程、渣土清运工程、土地翻耕平整工程、覆土回填、植树种草工程等。

a、硬化层剥离工程

废石回填井下后，对地表硬化层进行剥离。废石堆总占损面积约*****hm^2，用挖掘机或人工对场地** ~ **cm 硬化物地面铲除（清除硬化表土厚度约****m），地表清除的硬化物为****m^3，渣土清运量****m^3，回填井下。

b、场地翻耕平整工程

利用机械对工业广场区等进行表层清理后，进行翻耕、平整，达到修复为林地、草地的要求。共需进行场地平整面******hm^2。

c、场地覆土复垦工程

对需复垦为林地的场地进行覆土后人工细部平整，并采用商用有机肥、堆肥、饼肥等有机肥配施，增加土壤肥力。场区整平完整、开挖植树坑，按 2.0×2.0m 布置，种植乔木，乔木植树坑圆形，直径 0.5m、深≥0.5m，覆土、上肥，保持土壤肥力，并在熟化土表面散布狗牙根草籽（20Kg/hm^2）进行保水、绿化。共计覆土****m^3，复垦林地面积****hm^2，种植柏树 898 株、栾树 674 株、红叶石楠 674 株，撒播草籽****hm^2。

④复垦土堆存场生态修复工程

复垦土堆存场为第四复垦单元（FK4），基建期完成后，开采期间修复为草地、矿山关闭后修复为旱地，其工程内容包括：播撒草籽、土地翻耕平整工程，配套灌溉农沟。

a、开采期修复为草地

为减少开采期间堆土场的水土流失，在基建期完成堆土后，对场地进行播撒草籽，播撒面积****hm^2。

b、场地翻耕平整工程

矿山关闭后治理期，各复垦区的覆土运离后，利用机械对场地进行翻耕、平整，达到修复为旱地的要求。共需进行场地平整面积***hm^2。

c、地力培肥

对需复垦为旱地的场地进行覆土后人工细部平整，并采用商用有机肥、堆肥、饼肥等有机肥配施，增加土壤肥力，培肥面积***hm^2。利用后文的排水沟作为灌溉农沟。

⑤尾渣临时堆存区生态修复工程

矿山关闭后第五复垦单元（FK5）：主要为尾渣临时堆存区,修复为林草地，其工程内容包括：硬化层剥离工程、渣土清运工程、土地翻耕平整工程、覆土回填、植树种草、配套林地排水沟工程等。

a、硬化层剥离工程

尾砂清运后，对地表硬化层进行剥离。尾渣临时堆存区总占损面积约**hm^2，用挖掘机或人工对场地** ~ **cm 硬化物地面铲除（清除硬化表土厚度约 0.3m），地表清除的硬化物为****m^3，渣土清运量****m^3。

b、场地翻耕平整工程

利用机械对工业广场区等进行表层清理后，进行翻耕、平整，达到修复为林地、草地的要求。共需进行场地平整面**hm^2。

c、场地覆土复垦工程

对需复垦为林地的场地进行覆土后人工细部平整，并采用商用有机肥、堆肥、饼肥等有机肥配施，增加土壤肥力。场区整平完整、开挖植树坑，按 2.0×2.0m 布置，种植乔木，乔木植树坑圆形，直径 0.5m、深≥0.5m，覆土、上肥，保持土壤肥力，并在熟化土表面散布狗牙根草籽（20Kg/hm^2）进行保水、绿化。共计覆土****m^3，复垦林地面积**hm^2，种植柏树 10000 株、栾树 7500 株、红叶石楠 7500 株，撒播草籽**hm^2。

（7）复垦前场地土壤污染状况调查

矿山经多年开采，矿山闭坑后，由于长期松散裸露于地表，经受风化雨淋，存在硫化物、磷酸盐类析出，其淋滤水对流经地土石环境污染较大，闭坑生态修复前，依据 Hj25.2-2019 技术导则开展工业广场场地土壤污染风险评估，根据风险评估报告结论部署生态修复工程，开展土壤与地下水修复工程：治理钒、重金属及酸碱污染土壤（采用淋洗、固化稳定化等技术），处理受污染地下水，阻断

污染物迁移，预留土壤污染调查评价费用***万元。

3、水资源水生态修复与改善工程

（1）冶选厂区的水资源水生态修复

按“雨污分流、清污分流、污污分流”原则，规范建好冶选厂区循环用水和雨水管网。离子交换废水、树脂清洗废水、沉钒废水与树脂再生废水利用回收焙烧余热采用三效蒸发器全部蒸干处理，不得外排。初期雨水经雨水管网收集进收集池，经澄清后返回浸出或用于烟气脱硫，不得外排。生活污水经化粪池和地埋式污水处理设施处理后达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中一级标准后外排。

（2）矿山开采区水资源水生态修复

本项目开采过程中须对井下涌水、废石场淋滤水进行跟踪监测，根据监测水质情况来增补、完善污水处理工艺及措施，确保达标排放，并在实际生产中加强管理，对生产废水做到多回用于生产，少外排或不排。处理后井下用不完的矿坑水可用管道接至冶选厂用于选矿。

本矿还未开采，本方案设计的水资源水生态保护修复工程主要有截水沟、集水沟、排水沟、沉淀池、水质处理等。本方案设计预留矿山废水深度处理费用纳入企业生产成本，矿山可根据生产实际情况费用不够可随时追加。

1）工业广场东侧截水沟工程

为减少工业广场东侧山坡地表水汇流至工业工业广场，设计在工业广场中部原溪沟截（排）水沟，直接连接至工业广场西侧的溪沟内，直接排放，实现雨污分流。

①工程设计：截水沟依山坡地形而建（经现场实测截水沟长约 1325m）。

地表水流量：根据《开发建设项目水土保持方案技术规范》（（GB50433—2008））公式确定地表水流量:

$$Q=0.278q\Psi F \qquad （公式 3—1）$$

式中：Q—设计地表水汇流量（m^3/s）；

q—10 年重现期的降雨强度（58.25mm/h）；

Ψ—径流系数（细—粗粒土坡面取 0.60）；

F—汇水面积，取 0.065Km^2;

计算结果：Q=0.175m^3/s。

截水沟结构形式尺寸验算：根据失稳防治要求及当地山坡土质，设计截水沟浆砌块石倒梯形断面现浇底板，断面尺寸按明渠均匀流计算确定，计算公式如下：

$Q=WC$　　$C=R^{1/6}/n$　　（公式 3—2）

式中：Q—过水流量（m^3/s）；　　R—水力半径（m）；

i—渠道底坡（复垦后渠道底坡 1/1000）

水力半径计算公式：$R=A/X$;　　（公式 3—3）

式中：A—过流断面面积（m^2）；　　X— 湿周(m);　　C— 谢才系数($m^{1/2}/s$);

过流断面面积计算公式：$A=h_0b$；湿周计算公式：$X=b+2h_0$;　　（公式 3—4）

式中：h_0—水深(m);　　b—底宽(m);

n—糙率（底板与侧墙建材不同，糙率不同，$n_1=0.018$,$n_2=0.02$ 经计算

$nr=〔（n_1^2x1+n_2^2x^2）÷（x_1+x_2）〕^{1/2}$ 得其综合糙率 $n_r\approx0.023$）

按以上水力计算公式设计渠道断面尺寸后,应保证渠道流速满足不冲不淤条件,设渠道的设计流速为 V,则应保证 $V_{不淤}<V<V_{不冲}$。

表 4-5　工业广场东侧截（排）水沟参数成果表

位　置	径流系数（k）	平均 1h 降雨量(mm/h)	集雨面积(km^2)	截水流量(m^3/s)	断面形式	断面尺寸				
						上宽(m)	下宽(m)	净高(m)	水深(m)	安全超高(m)
截水沟	0.60	76.82	0.10	0.49	倒梯形	0.8	0.6	0.8	0.7	0.10

根据表 3—6 截水沟参数成果表，方案设计的截水沟工程见图 3—2

图 4-6　工业广场东截水沟断面示意图（单位:mm）

②工程量测算（见表 4-6）

表 4-6 工业广场东侧截（排）水沟工程量测算表

治理区域	长度(m)	挖方(m^2)	浆砌石(m^2)	伸缩缝(m^2)	砂浆抹立面2cm(m^2)	砂浆抹平面2cm(m^2)	开挖回填(m^3)	弃方(m^2)	φ75mmPVC管(m)	土工布反滤包(个)
工业广场	1325	2161.74	944.07	93.65	2295	1458	429	1732.74	135.10	529

2）工业广场雨污水排水沟

为有效收集工业广场内部淋滤废水，沿工业广场北侧、东侧修建一条排水沟，最终汇入南侧新建废水处理池进行集中处置。

为保障排洪能力需进行计算验证:

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 0.60;

i——最大 1h 降雨强度(P=10%),45.2mm/h;

F——集水面积，按排土场上游计算，约 $0.14km^2$。

经校核验算，场地内排洪流量 $Q=0.29m^3/s$

设计截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 1/10C 为谢才系数，$C=n^{-1}R1/6$,其中 n 为渠床糙率。本设计截水沟为粗糙的水泥护面，糙率取值 0.017

经校核验算，本设计截水沟的排洪流量为 $Q=0.44m^3/s$,满足最大汇水面积的排洪需求。

表 4-7 工业广场内部排水沟工程量测算表

位　置	径流系数（k）	平均 1h 降雨量(mm/h)	集雨面积(km^2)	截水流量(m^3/s)	断面形式	断面尺寸				
						上宽(m)	下宽(m)	净高(m)	水深(m)	安全超高(m)
截水沟	0.60	76.82	0.080	0.44	倒梯形	0.8	0.6	0.8	0.7	0.10

图 4-7　工业广场西侧排水沟水沟断面示意图（单位:mm）

表 4-8 工业广场内部排水沟工程量测算表

治理区域	长度(m)	挖方(m^2)	浆砌石(m^2)	伸缩缝(m^2)	砂浆抹立面2cm(m^2)	砂浆抹平面2cm(m^2)	开挖回填(m^3)	弃方(m^2)	φ75mmPVC管(m)	土工布反滤包(个)
工业广场	****	3284.22	1434.27	142.28	3486.52	2214.30	652.21	2632.01	205.25	804

图 4-8　工业广场废水处理示意图

3）废石堆截水沟工程设计及工程量测算

为有效收集处理废石堆淋滤废水，在 9 处废石堆上游修建截水沟，下游修建排水沟，并最终汇入废水沉淀池进行化学处理。

废石堆淋滤废水可能会造成地下水、地表水、土壤的污染，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，并可有效减少废石堆流的风险（示意图见图 4-9）。土工布（防渗用 HDPE 土工膜，厚度****-***mm）面积约****m^2，防雨布（PE/PVC 材质，厚度***mm）面积约****m^2。

图 4-9　废石堆淋滤废水处置示意图

①工程设计：截水沟依山坡地形而建。

地表水流量：根据《开发建设项目水土保持方案技术规范》（（GB50433—2008））公式确定地表水流量:

$Q=0.278q\Psi F$　　（公式 3—1）

式中：Q—设计地表水汇流量（m^3/s）；

q—10 年重现期的降雨强度（58.25mm/h）；

Ψ—径流系数（细—粗粒土坡面取 0.60）；

F—汇水面积，取 0.065Km^2;

计算结果：Q=0.175m^3/s。

截水沟结构形式尺寸验算：根据失稳防治要求及当地山坡土质，设计截水沟浆砌块石倒梯形断面现浇底板，断面尺寸按明渠均匀流计算确定，计算公式如下:

$Q=WC$　　$C=R^{1/6}/n$　　（公式 3—2）

式中：Q—过水流量（m^3/s）；　　R—水力半径（m）；

i—渠道底坡（复垦后渠道底坡 1/1000）

水力半径计算公式：R=A/X;　　（公式 3—3）

式中：A—过流断面面积（m^2）；　　X— 湿周(m);　　C— 谢才系数($m^{1/2}/s$);

过流断面面积计算公式：$A=h_0b$；湿周计算公式：$X=b+2h_0$;　　（公式 3—4）

式中：h_0—水深(m);　　b—底宽(m);

n—糙率（底板与侧墙建材不同，糙率不同，$n_1=0.018$,$n_2=0.02$ 经计算

$nr=〔（n_1^2x1+n_2^2x^2）÷（x_1+x_2）〕^{1/2}$ 得其综合糙率 $n_r\approx0.023$）

按以上水力计算公式设计渠道断面尺寸后,应保证渠道流速满足不冲不淤条件,设渠道的设计流速为 V,则应保证 $V_{不淤}<V<V_{不冲}$。

表 4-9　Fs 废石堆、复垦土堆存场截（排）水沟参数成果表

位　置	径流系数（k）	平均 1h 降雨量(mm/h)	集雨面积(km^2)	截水流量(m^3/s)	断面形式	断面尺寸				
						上宽(m)	下宽(m)	净高(m)	水深(m)	安全超高(m)
截水沟	0.60	76.82	0.065	0.23	倒梯形	0.60	0.40	0.45	0.35	0.10

根据表 4-9 截水沟参数成果表，方案设计的截水沟工程见图 4—10。

图 4-10　Fs 废石堆、复垦土堆存场截（排）水沟断面示意图（单位:mm）

为了增加截水沟的坚固性，应先砌沟壁，后砌沟底，并在迎水面沟壁（沟底上方 20cm）留设池水孔（10cm×20cm、间距为 2.5m、坡度 10％），以宣池土中渗水；每隔 10m 设置一条伸缩缝，缝中用沥青及麻料填充。

②工程量测算（见表 4-10、11）

表 4-10　废石堆截水沟工程量测算表

治理区域	长度(m)	挖方(m^3)	浆砌石(m^3)	伸缩缝（m^2）	砂浆抹立面 3cm(m^2)	砂浆抹平面 2cm(m^2)	弃方(m^3)
Fs_1废石堆	****	****	****	****	****	****	****
Fs_2废石堆	****	****	****	****	****	****	****
Fs_3废石堆	****	****	****	****	****	****	****
Fs_4废石堆	****	****	****	****	****	****	****
Fs_5废石堆	****	****	****	****	****	****	****
Fs_6废石堆	****	****	****	****	****	****	****
Fs_8废石堆	****	****	****	****	****	****	****
Fs_9废石堆	****	****	****	****	****	****	****
合计	****	****	****	****	****	****	****

表 4-11　废石堆排水沟工程量测算表

治理区域	长度(m)	挖方(m^3)	浆砌石(m^3)	伸缩缝（m^2）	砂浆抹立面 3cm(m^2)	砂浆抹平面 2cm(m^2)	弃方(m^3)
Fs_1废石堆	****	****	****	****	****	****	****
Fs_2废石堆	****	****	****	****	****	****	****
Fs_3废石堆	****	****	****	****	****	****	****
Fs_4废石堆	****	****	****	****	****	****	****
Fs_5废石堆	****	****	****	****	****	****	****
Fs_6废石堆	****	****	****	****	****	****	****
Fs_7废石堆	****	****	****	****	****	****	****
Fs_8废石堆	****	****	****	****	****	****	****
Fs_9废石堆	****	****	****	****	****	****	****
合计	****	****	****	****	****	****	****

4）废石淋滤水处理池工程设计及工程量测算

①工程设计：本方案按照《污水综合排放标准》（GB8978—1996）及其他相关标准的规定，拟在废石堆前缘挡墙前修建淋滤水处理池，确保下游农田灌溉水质达标。沉淀处理池设计为三级,以增加池水的径流距离，保证实际废水在池中的停留时间在 3 小时以上，以达到沉淀悬浮物和降解 CODCR、BOD5、SS 等污染物的效果。

设计沉淀池采用浆砌块石，沉淀池尺寸根据公式 4—3 确定:

$S = Qmax/Ap$（m^2）　　（公式 4—3）

$h = Vst$　　$L=Vt$　　$B=S/L$

式中：Qmax→最高日最大式流量（m^3/h）；

S→沉淀池总面积（m^2）；

Ap→水力负荷 $m^3/（m^2.$ H），按规范取 1.5;

Vs→悬浮物沉降速度（m/s），取值 0.07m/min;

h→有效水深（m）；

L→池长（m）

V→水平流速（m/s）≤4.5mm/s;

B→沉淀泄宽度（m）；

t→沉淀时间（s）取值 0.5h。

据前述，本区 10 年一遇平均 1h 降雨强度为 62.10m^3/h，则 S≈64m^2，L = 12m，B = 5.5m，h = 2.1m，沉淀池超高***m、底部滞淤层设计***m，综合分析，确定废石堆淋滤水处理池尺寸 8m×4m×3.5m（净空容积***m^3，有效容积为 8m×4m×2.5m=80m^3，中间设置二道隔墙；为防止人、畜等跌落处理池中，需在池边缘修建 1.2m 高的防护拦。具体工程设计示意图如图 4—12 所示。

②工程量测算（表 4—12）

表 4—12 废石淋滤水处理池工程量测算表

治理单元	规格	挖方 (m^3)	浆砌块石 (m^2)	砂浆立抹(m)	砂浆平抹(m^2)	砼垫层 (m^2)	墙背回填(m^3)	弃方 (m^3)	下池台阶 (m^3)	栏杆 (m)
单个沉淀池	112	167.13	26.81	129.36	40.14	3.21	26.64	140.49	7	25.92
9 个沉淀池	1008	1504.17	241.29	1164.24	361.26	28.89	239.76	1264.41	63	323.28

图 4-11　废石淋滤水处理系统示意图

图 4-12　废石淋滤水处理池设计示意图

5）废石淋滤水水质处理工程设计及工程量测算

处理含 CODCR、BOD5、SS 等的废石淋滤水（呈酸性）可采用添加相应化学药剂处理，矿山可灵活应用。本方案选用在水处理池中投放化学药剂进行水处理，化学药剂处理投放应每天进行（1Kg/d），并定期清淤（2 次/a）。

表 4—13　废石淋滤水处理池明矾投放及清淤工程量

治理恢复单元	年数	化学药剂（Kg）	清淤（m^3/a)	频率（次/点•a）	清淤（m^3)
水质处理及监测	36.3	119245.5	201.6	2	14636.16
注：沉淀池的清淤方量每次按淤积达到池容积 20％时估算；清淤物倒入废石堆中。					

6）矿坑废水及工业广场处理池工程设计及工程量测算

本方案拟在排水井排水口附近和工业广场南侧修建矿坑废水三级沉淀处理池（增加池水的径流距离，保证露采坑废水在沉淀池中的停留时间至 3 小时以上，以达到沉淀和降解废水中的 CODCR、BOD5、SS 等污染物悬浮颗粒的效果），沉淀池处理采用浆砌块石，尺寸根据公式 4—3 确定。据矿坑涌水量预测：未来开采至最终的最大涌水量 98.73m^3/h，确定 S ≈ 72m^2，按沉淀池超高 0.4m、底部滞淤层设计**m，综合分析确定矿坑废水处理池尺寸尺寸 30m × 8m × 3.5m（净空容积 840m^3，有效容积为 30m × 8m × 2.5m=600m^3）；中间设置二道隔墙；为防止人、畜等跌落处理池中，需在池边缘修建 1.2m 高的防护拦。具体工程设计示意图如图 4—13 所示。

工程量测算：见表 4-14。

表 4-14　矿坑废水处理池工程量测算表

治理单元	规格	挖方（m^3）	浆砌块石（m^2）	砂浆立抹(m)	砂浆平抹(m^2)	砼垫层（m^2）	墙背回填(m^3)	弃方（m^3）	下池台阶（m^3）	栏杆(m)
排水口矿坑废水	****	993.3	77.21	367.36	262.54	21.00	74.41	918.89	7	77.92
工业广场废水处理	****	993.3	77.21	367.36	262.54	21.00	74.41	918.89	7	77.92
合计		1986.6	154.42	734.72	525.08	42	148.82	1837.78	14	155.84

图 4-13　矿坑废水处理池工程设计示意图（单位:cm）

7）矿坑废水处理工程设计及工程量测算

矿坑废水含 CODCR、BOD5、SS 等污染物悬浮颗粒（呈酸性），处理应达标排放；本方案选用在水处理池可采用添加相应化学药剂处理，化学药剂投放应每天进行（2Kg/d），并定期清淤（2 次/a），工程量测算（见表 4—15）。

表 4—15　　矿坑废水处理及清淤工程量表

治理恢复单元	年数	化学药剂投放（Kg）	清淤（m^3/次)	清淤频率（次/点•a）	清淤工程量(m^3)
水质处理	36.3	26499	336	2	24393.6
注：沉淀池的清淤方量每次按淤积达到池容积 20％时估算；清淤物倒入废石堆中。					

4、地质灾害防治工程

（1）废石堆（FS）综合防治工程设计及工程量测算

因未来堆放量较大，设计在废石堆（FS1~9）前缘砌筑挡渣墙（现场量测须顺坡势砌建挡渣墙长约****m）及修建废石淋滤水处理池与水质处理工程（见上面截水沟章节，已计算工程量）；挡墙断面采用梯形

按预测结果，矿山未来临时废石堆共计**处，须矿山生产期间做好规范废石堆放工作，即可达到防止废石（土）扩散、崩滑；因此，本方案设计：在 9 处废石堆前缘砌筑挡渣墙，位于废石堆和前文的排水沟之间。

根据坡形及支挡效果，拟在废石堆前缘设置重力式挡墙；挡墙断面采用梯形，上宽 0.5m、下宽 0.84m、墙高 2.5m、基础埋深 0.6m，基础设置稳定的硬土持力层上，用浆砌块石（块石软化系≮0.8）衬砌并砂浆勾缝（砂浆标号均为 M10），每隔 10m 设置一条伸缩缝，缝中用沥青及麻料填充；在墙体上设计梅花形泄水孔（孔径ф400mm 的 PVC 管），间距为 2.5m、坡度 10％，其进口处设反滤层；墙背采用挖基础土方回填，墙顶用 1：3.0 水泥砂浆抹平（见图 4-14 所示）。

图 4-14　废石堆前缘浆砌石挡墙典型设计断面示意图（单位:mm）

①稳定性验算：采用理正岩土系列软件 4.0 版本，其尺寸及物理参数见表 4-16、4-17。

表 4-16　墙身尺寸参数表（单位:cm）

墙身高	250	墙顶宽	60
基础底宽	130	基础挖深	60
面坡倾斜坡度	1：0.2	背坡倾斜坡度	1：0
墙趾外台阶 b1	20	墙趾内台阶 b2	0

表 4-17　相关物理参数表

圬工砌体容重（KN/m³）	23.00	圬工之间摩擦系数	0.4
地基土摩擦系数	0.500	挡墙类型	一般挡墙
墙后填土内摩擦角（0）	35.00	墙背与墙后填土摩擦角（⁰）	17.50
墙后填土容重（KN/m³）	18.00	地基土容重（KN/m³）	17.60
墙底摩擦系数	0.500	地基土类型	岩体地基
地基土内摩擦角（0）	30.00	坡线与滑坡推力	
坡面线段数	1	折线序号	1
水平投影长（m）	3.00	竖向投影长（m）	0.00
坡面起始距离（m）	0.00	地面横坡角（0）	10.00
墙顶标高（m）	0.00	集水沟	0.10m×0.10m

经计算和验算：滑移 Kc = 1.502 > 1.300；倾覆 Ko = 1.982 > 1.500。因此该挡墙的抗滑、抗倾覆的稳定性满足《建筑地基基础设计规范》规定的工程要求，设计合理。

②工程量测算（见表 4—18）

表 4—18　　Fs 废石堆前缘浆砌石挡墙工程量测算表

治理工程	长度 (m)	挖方 (m^3)	浆砌石 (m^3)	伸缩缝 (m^2)	砂浆抹平面 2cm (m^2)	PVC 管 (m)	开挖回填(m^3)	弃方 (m^3)
废石堆前缘挡墙	546	306.85	1393.67	104.45	327.60	436.80	5.46	301.39
注：挡墙挖方的弃方一部分用于挡墙外陪护，多余的倒入废石堆场中。								

（2）警示牌

参照《矿山安全标志》（GB14161-2008）中规定，本矿山所有生产地点涉及到的生态保护修复标识标牌见下表。一般设计长为 330mm，宽为 200mm，白边宽为 5mm，立杆则采用半径 40mm 圆钢管，钢管一般总长 2.5m，其中地表以上长为 2.2m，钉入地下长约 0.3m。矿山有沉淀池 11 个较大，需设警示牌 2 个。因此，预计需制作矿区标识标牌 76 块。时间安排在延续完成后，即 2026 年。具体工作量见表 4-19。

表 4-19　　警示牌说明牌工作量估算表

分项工程	技术手段	单位	工程量	备注
警示牌、说明牌	生物多样性保护宣传栏	块	****	9 个井口
	加强生态环境保护	块	****	办公楼和各井口
	井口警示牌	块	****	废石堆周边
	禁带烟火	块	****	
	沉淀池禁止入内	块	****	沉淀池
	地质灾害隐患处	块	****	地面塌陷隐患区
	合计	块	****	

图 4-15　警示牌制作示意图

表 4-20　　矿区警示牌设置说明表

编号	符号	名称	设置地点	说明
1		禁止入内	设置在用栅栏隔离的危险区及沉淀池区域，禁止人员入内。	
2		水深危险	沉淀池和沉沙池区域，禁止人员戏水	

（3）地表水漏失防治工程

依前述，预测未来开采对下游地表水漏失可能影响较大。因此，方案设计的地表水漏失防治工程如下:

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

②钻孔注浆治理工程：采用帷幕注浆 + 一般注浆孔注浆工艺对地表水漏失区段地面以下** ~ ***m 实施注浆防渗；地表以水* ~ *m 范围内，注浆为水和速凝剂，地表

5m 以下范围内，注入水泥粉煤灰浆，浆液配比为水、水泥和速凝剂。

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

④工程量测算及年度安排

地表水漏失防治工程由矿山统筹安排，本方案只预留资金***万用于填堵、注浆等地表水漏失防治工程。

（4）地面变形防治工程

采空区地面变形地质灾害防治预留资金：根据预测评估，未来矿山开采时采空区地面变形可能对评估区地表岩移角影响界线范围内的居民房屋和水田，按影响 50%房屋和水田受影响计算。损坏程度为Ⅱ，需小修的房屋 5 栋，每栋按 8 万元计算，预留维修费用 40 万元；损坏程度为Ⅳ，需大修的房屋 35 栋，按地面变形赔付房屋当地补偿标准：楼房(二层以上)补偿 960 元/m^2，捣（预）制砖砼结构房屋补偿 800 元/m^2 进行补偿估算（据调查，评估区多为 2 层砖瓦房为主），按每栋 100m^2 计算，房屋按每栋**万元维修、补偿，预留补充费用****万元；工业占用水田规模****公顷，水田按每亩 4 万元补偿，补偿需预留约****万元。

综上，地面变形防治总预留费用约*****万元。

（三）环境监测和管护工程

1、水生态监测工程及进度安排

①设计内容：根据《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91—2002　2003.1.1），方案对评估区水质监测工程设计内容为：对矿坑废水、选治废水（含废渣淋滤水）水质进行常规监测，以掌握水质发展趋势;

②监测点：设置在矿坑废水、选治废水（含废渣淋滤水）上下游及下山溪、云盘溪处设置水质监测点，共设置监测点 20 处，编号依次 SZ1～SZ20;

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 1 个；经监测发现排放水质超标时，应加密至每日一次；外排水质监测期为整个方案服务年限 40.3 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《污水综合排放标准》(GB8798-1996)，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、硫化物、

BOD5、钒、铜、锌、铅、砷、镉、六价铬为主。

（2）工程量测算（如表 4-21）

表 4-21　水质污染监测工程量测算表

监测单元名称	监测点(处)	年数	频率（次/点•a）	工程量(次)
矿坑废水水质监测	14	40.3	4	2268
下山溪水质监测	3			486
云盘溪水质监测	3			486
合　　计	20			3240

2、含水层监测监测工程及进度安排

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

（1）监测点部署

在评估区布置 5 个水文观测孔，作为对含水层水位的观测，共 5 个监测点，监测点建设按 5 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；监测期为整个生态修复服务年限 40.3 年。

表 4-22　地下水水质监测工程量测算表

监测单元名称	监测点(处)	年数	频率（次/点•a）	工程量(次)
地下水水质监测	5	40.3	4	810

合　计	5			810

3、土壤环境监测及进度安排

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：设计在工业广场 2 处、云盘溪组、排水井下方农田区、废石堆下游各设土壤环境监测点 1 个，并每半年采土样进行检测。周边土壤监测期为整个方案服务期，土壤监测 40.3 × 10 × 2=810 组。

③监测频率：每半年采土样进行检测，闭坑前可适当增加一次监测，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、钒、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌为主。

表 4-23 矿区排水下游土壤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	云盘溪组下方灌溉农田	**1、土壤环境监测工程**			2026 年 1 月 ~ 2066 年 4 月
		1）监测点	处	10	
		2）监测时间	a	40.3	
		3）分析化验	组	810	

4、地质灾害监测工程及进度安排

本次矿山在开采、闭采及恢复治理过程中，均应开展地质环境监测工作，本次设计对地表水漏失及地面变形情况进行监测。

（1）地表水漏失监测

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

②监测点布设：拟在李家湾溪（Ⅱ1－1）、尖山水库（Ⅱ1－2）、樟木河（Ⅱ1－3）、小寒溶溪（Ⅱ1－4）、下山溪河（Ⅱ1－5）、大寒溶河（Ⅱ1－6）设置地表水漏失监测点各 1 个。

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

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

⑤监测时间：矿山开采期直至生态修复建设期结束，主要监测工作量见表 4-24

表 4-24　地表水监测工程量

监　测　区　域	监测点(处)	监测年数（年）	监测频率（次/点•年）	工程量(次)
李家湾溪（II_{1-1}）	1	36.3+4	12 + 3	605
尖山水库（II_{1-2}）	1			605
樟木河（II_{1-3}）	1			605
小寒溶溪（II_{1-4}）	1			605
下山溪河（II_{1-5}）	1			605
大寒溶河（II_{1-6}）	1			605
合　　计	6	40.3	15	3630
注：①表中监测频率系为估算投资而一般设置，矿山可根据开采具体情况布置、加密观测（包括巡查、矿群联查及其它工程），在采矿接近时的变形活跃期、汛期、旱季加密次数增加 30%；				

（2）采空区地面变形监测

未来矿山的主要地质灾害问题是采空区地面变形和地表水漏失，本次设计对于采空区地面变形以控制性监测为主，以简易监测为辅。

1）简易监测

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

②监测网点布设：本方案按地面变形监测测量规范拟在这些区段设置变形巡查监测点，其中：樟木村三组设置 3 处、樟木村四组设置 1 处、樟木村五组设置 1 处、云盘村大寒溶组设置 2 处，总共设置变形监测点 7 处；监测点布置在建筑物的角部、纵墙和横墙的连接处、承重柱和窗间墙的勒脚部位。

③监测时段和频次：参照《地质灾害防治工程勘察规范》巡查频率应不少于每 15 天一次，若逢雨季应加密至每周观测 1 次。巡查期至少应包括矿山的全部服务年限，即 40.3 年。主要监测工作量见表 4-24。

表 4-25 采空区地面变形监测工程量测算表

采空区地面变形监测区域	监测点(处)	监测年数（年）	监测频率（次/点•年）	监测工程量(次)

樟木村三组（II_{3-1}）	3	40.3	34	1370
樟木村四组（II_{3-2}）	1			1370
樟木村五组（II_{3-3}）	1			1370
云盘村大寒溶组（II_{3-4}））	2			1370
合　　计	7	38.3	34	5480
注：①表中监测频率系为估算投资而一般设置，矿山可根据开采具体情况布置、加密观测（包括巡查、矿群联查及其它工程），在采矿接近时的变形活跃期、汛期、旱季加密次数增加 30％；				

2）控制性监测

本次设计采用《全球定位系统(GPS)测量规范》(GB/T 18314-2009)布置矿山的监测工程。

①监测系统的建设原则

卫星位移在线监测系统建设中应坚持“技术先进、高效可靠、经济实用”的原则，系统建设应保证建成后系统的可扩展性，即随着地表移动范围的扩大，增加新的监测点，能为今后系统升级改造后使用。

②位移监测系统建设目的

根据监测任务和目的，位移监测系统建设工作主要是监测地表沉降观测线范围内的建(构)筑物与基础设施的沉降和位移，以保证圈定的地表沉降观测线范围内的建(构)筑物安全。

③监测点布设要求

A、矿山监测点布设依据

(A)应对观测环境进行调查，调查埋设地点的地质条件，监测点的标志必须与坝体或岩体牢固结合在一起，每一观测点必须埋设混凝土观测墩。

(B)地表变形监测应满足下列要求:

a、观测基点必须定期进行检验，确定其可能出现的位移;

b、在选择监测点点位时，必须考虑测量的方便和监测人员的安全。

B、GPS 基准点和监测点的选择依据

根据中华人民共和国国家标准《全球定位系统(GPS)测量规范》(GB/T18314-2009)中第 7.2 节的规定，选点的具体要求为:

(A)周围应便于安置接收设备和操作，视野开阔，视场内障碍物的高度角不宜超过 15°；

(B)远离大功率无线电发射源(如电视台、电台、微波站等),其距离不小于 200m;远

离高压输电线和微波无线电信号传送通道，其距离不得小于 50m;

(C)附近不应有强烈反射卫星信号的物件(如大型建(构)筑物等);

(D)交通方便，并有利于其他测量手段扩展和联测;

(E)地面基础稳定，易于标石的长期保存;

(F)充分利用符合要求的原有控制点;

(G)选站时应尽可能使测站附近的局部环境(地形、地貌、植被等)与周围的大环境保持一致，以减少气象元素的代表性误差。

④监测方案

根据矿山的工程水文地质条件、沉陷观测区地表建(构)

筑物设施的位置与监测要求，监测方案可选择实时动态测量(RTK)。北斗、RTK 测量系统主要由基准站和流动站两部分组成。

A、基准站

RTK 系统基准站由北斗接收机及卫星接收天线、无线电数据链电台及发射天线、直流电源等组成。根据基准站观测点的选择原则和现有的控制点，结合北斗设备的各项参数以及矿区的面积，基准站观测点应该选在沉陷区之外。

基准站上空应尽可能开阔，让基准站尽可能跟踪和观测到所有在视野中的卫星，在基准站 GPS 天线的 5° ~15° 高度角以上不能有成片的障碍物。在基准站周围约 200m 的范围内不能有强电磁波干扰源，如大功率无线电发射设施、高压输电线等。

B、控制点

为了保证流动站的测量精度和可靠性，应在整个测区选择高精度的控制点进行检测校对，选择的控制点应有代表性，均匀地分布在整个测区。在安置好基准站并启动流动站后，必须用流动站分别到已知点上进行定位测量，以求得该点的坐标，然后与该点的原有坐标相比较，求出其差值。如差值很小则不需修正；否则必须将该点的原有坐标输入到 TCS1 控制器中进行修正。

C、监测点

流动站从基准站接收到的信号由流动站电台接收，流动站同时也接收相同的卫星信号，用配备的 TSC1 控制器进行实时解算。在地表布设监测点应考虑到主矿体与地表建(构)筑物的位置，再根据点位的布设依据和设计原则，在矿区地表移动界线范围内布设监测点位。矿区应根据以上监测点和基准点布设原则，在地表重点保护建(构)

筑物位置布设监测点。

(A)设计监测点的等级

根据《建筑变形测量规范》(JGJ 8-2016),建筑物变形共分为四个等级。泥石流和采空区地面变形破坏的主要为民用建筑，本次设计监测等级为四等。

(B)监测点的网度及位置设计

在采空区地面变形区，根据《建筑变形测量规范》(JGJ 8-2016),采用全站仪进行位移监测时，四等级别的监测点观测距离应小于等于 1000m。

考虑到矿区及各工业场地的地形复杂还受地下开采影响，地下开采地表变形影响区面积较大且地表有敏感目标，本次设计地面变形监测点观测距离为 200～400 米。

结合本次岩石移动范围的宽度与长度，本次设计监测点的网度为 200～400m，共布置 7 个监测点。

图 4-16　左侧为岩石天线墩，右侧为土层天线墩

D、监测点设计

中华人民共和国国家标准《全球定位系统(GPS)测量规范》(GB/T 18314-2009)中规定的岩石中和土层中天线墩如图 4-13 所示。

E、监测点工程量

根据目前的市场价格，每个监测点按照 1 万元计算工程投资费用。由于监测工程可实现全自动化管理，监测费用按每年 1 万元计算。

5、植被恢复监测

主要是针对植被生长情况进行监测。本次监测主要采用遥感技术方法为主，辅以人工现场调查和量测方法。

a、监测内容：监测植被非自然死亡、退化的情况。

b、监测方法：定期巡查，对破坏范围内的植被破坏情况、土壤破坏情况、植被绿化的效果等进行调查。

c、监测频率：共 2 处，半年一次，每次 2 人，计 2 工班/日，以随时掌握地表情况，监测时间为整个服务年限 40.3 年。

d、监测范围**********公顷。

综上所述，矿山生态保护修复工程量汇总见表 4-26。

表 4-26　植被恢复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
修复复垦区	**3、植被恢复监测**			2026 年 1 月 ~ 2066 年 4 月
	1）监测点	个	2	
	2）监测时间	a	40.3	
	3）监测测量	次	81	
	4）监测工班	班	324	
	注：表中监测频率系为估算投资而一般设置，矿山可根据开采情况加密观测（包括巡查、矿群联查工程），在汛期、雨季加密巡查次数。			

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。

采样点需布设在采矿作业面、选矿厂排气口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***万元。

图 4-17　监测工程分布示意图

6、生态修复管护工程及进度安排

（1）工程设计

根据当地气候条件和林木生长规律，闭坑后修复的管护期定为3a；而矿山开采期间修复的，其监测管护时间应与开采期限相同。管护工程主要针对修复成林地、草地及水田的地段，主要包括松土培土、修剪、施肥浇水、病虫害防治和补栽。松土在春季进行，培土在入冬前进行。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。按绿化养护市场价1.5元/m^2每年估算。聘请林业专业技术人员实施林草水田管护。

（2）管护目标

根据生态修复计划及复垦目标，本矿山复垦主要复垦工业广场、废石堆（FS1~FS9）和矿山公路5个复垦单元，未来管护目标即为该3个复垦单元复垦后的植被。未来矿区5个单元复垦为耕地和林地。管护目标为上述复垦林地区林木成活率达到85%以上，林草地郁闭度达0.3以上。最终以《湖南省矿山生态保护修复验收标准（DB43/T1391-2022）》为准。

（3）管护质量标准

植物长势良好，无枯黄现象、病虫害控制在12%以下，不至成灾；及时清除枯死树木，补植成林；防火措施得当，全年杜绝发生大的火灾事故；维持层次丰富、稳定、多样的植物群落结构，维护良好的自然生态景观。

（四）其他工程

1、井口封堵工程设计及工程量测算

（1）工程设计

闭坑后，所有井口必须进行密闭，恢复自然环境，同时防止意外安全事故发生。

本方案封堵井口有两种：平硐、斜井；平硐须在井筒填20m硬化物，再在井口砌建2.0m的浆砌石挡墙封堵、M7.5砂浆抹面即可；斜井封堵工程分为：①在斜井井口往里20m处砌建2m厚的浆砌石挡墙（嵌入基岩0.20m）封堵（预留泄水孔，孔径φ400mm），②利用工业广场上拆除的硬化物或废石回填，③在井口砌建2.0m的浆砌石挡墙封堵、M7.5砂浆抹面。

图 4- 18 矿山平硐井筒封堵剖面示意图（单位: cm）

图 4-19　斜井口封堵工程示意图（单位: cm）

图 4-20　平硐井及风井封堵工程示意图（单位: cm）

（2）工程量测算（表 4—27）

表 4—27　　井口密闭工程量测算表

治理恢复单元	断面(m^2)	挖方(m^3)	墙厚（m）		浆砌石(m^3)		外墙砂浆立抹(m^2)	井筒回填(m^3)	备注
			内墙	外墙	内墙	外墙			
北风井	4.51	2.70	2	2	9.92	20.52	8.91	178.20	风井有 3 个井口，2 个次井筒断面 2.0m×2.2m、长约 10m。
北平硐	10.48	2.10	-	2	- -	23.06	10.48	209.6	
排水井	5.80	2.32	2	2	12.76	12.76	5.80	116.00	
中 1 风井	4.51	2.70	2	2	9.92	20.52	8.91	178.20	
主斜坡道	10.22	4.09	2	2	22.48	22.48	10.22	204.40	
中平硐井	10.48	2.10	-	2	- -	23.06	10.48	209.6	
中 2 风井	4.51	2.70	2	2	9.92	20.52	8.91	178.20	
南平硐井	10.48	2.10	-	2	- -	23.06	10.48	209.6	
南风井	5.80	4.08	2	2	12.76	22.44	10.20	160.00	
合　　计		24.89			266.18		84.39	1643.8	

（五）修复工程量汇总及年度安排

1、按工程类别工程量汇总

朗溪钒矿生态修复按工程类别工程量测算汇总详见 4-28。

表 4-28　　矿山生态保护修复工程量测算汇总表（按工程类别）

序号	工程类别	工程内容	分项工程名称	计算单位	工程量
一	生态保护工程	宣传栏	生态宣传栏	块	18
二	土地复垦与生物多样性	硬化物拆除、清运工程	建筑物拆除	m^3	14125
			硬化物剥离	m^3	86694

	修复工程		渣土清运	m^3	100819
		土壤重构工程	覆土工程	m^3	115592
			翻耕平整	hm^2	31.398
			土壤培肥	hm^2	31.398
		植被重建工程	种植柏树	株	28898
			种植栾树	株	21674
			种植红叶石楠	株	21674
			撒播草籽	hm^2	31.398
三	水资源水生态修复与改善工程	工业广场截水沟	挖方	m^3	2161.74
			浆砌石	m^3	944.07
			伸缩缝	m^2	93.65
			砂浆抹立面	m^2	2295
			砂浆抹平面	m^2	1458
			开挖回填	m^3	429
			弃方	m^3	1732.74
			PVC 管	m	135.1
			土工布反滤包	个	529
		工业广场排水沟	挖方	m^3	3284.22
			浆砌石	m^3	1434.27
			伸缩缝	m^2	142.28
			砂浆抹立面	m^2	3486.52
			砂浆抹平面	m^2	2214.30
			开挖回填	m^3	652.21
			弃方	m^3	2632.01
			PVC 管	m	205.25
			土工布反滤包	个	804
		废石堆防渗工程	土工布	m^2	8980
			防雨布	m^2	13470
		废石堆截水沟	挖土方	m^3	1657.97
			弃方	m^3	1657.97
			浆砌废石沟	m^3	1011.15
			砂浆抹立面 3cm	m^2	1605.00
			砂浆抹平面 2cm	m^2	1605.00
			伸缩缝	m^2	75.44
		废石堆排水沟	挖土方	m^3	603.27
			弃方	m^3	603.27
			浆砌废石沟	m^3	367.92
			砂浆抹立面 3cm	m^2	584.00
			砂浆抹平面 2cm	m^2	584.00

			伸缩缝	m^2	27.45
		废石淋滤水处理池	挖方	m^3	1504.17
			弃方	m^3	1264.41
			浆砌废石	m^3	241.29
			砂浆抹立面 3cm	m^2	1164.24
			砂浆抹平面 2cm	m^2	361.26
			砼垫层	m^3	28.89
			下池台阶	m^3	63
			粗砂垫层	m^3	239.76
			防护栏杆	m	323.28
		矿坑废水及工业广场废水处理池	挖方	m^3	1986.6
			弃方	m^3	1837.78
			浆砌块石	m^3	154.42
			砂浆抹立面 3cm	m^2	734.72
			砂浆抹平面 2cm	m^2	525.08
			砼垫层	m^3	42
			下池台阶	m^3	14
			粗砂垫层	m^3	148.82
			防护栏杆	m	155.84
		废水处理及清淤	化学药剂投放	m^3	145744.5
			清淤工程量	m^3	39029.76
四	地质灾害安全隐患消除工程	废石堆前缘挡墙	挖土方	m^3	306.85
			弃方	m^3	301.39
			浆砌石	m^3	1393.67
			砂浆抹面（厚 0.02m）	m^2	327.60
			PVC 管	m	436.80
			伸缩缝（m^2）	m^2	104.45
		警示标志	警示牌	块	76
五	监测工程	地质灾害监测	地表水漏失监测	次	3630
			采空区地面变形自动监测	个	7
			自动监测运维费	年	40.3
			采空区地面变形人工监测	次	5480
		地表水水质监测		组	3240
		地下水水位监测井建设		个	5
		地下水水质监测		组	810
		土壤质量监测		组	810
		植被监测		工班	324
	管护工程	面积		hm^2	31.398
		年限		年	3

六	其他工程	井口封堵	挖方	m^3	24.89
			浆砌石	m^3	266.18
			外墙砂浆立抹	m^2	84.39
			井筒回填	m^3	1643.8
		土壤污染调查评价费		万元	100
		异地取土区复垦费用		万元	34.35
		地表水漏失地质灾害防治预备费用		万元	200
		地面变形防治工程预备费用		万元	1330
		天然放射性环境监测费用		万元	100

2、按年度工程量统计

朗溪钒矿生态修复按年度工程量测算，每个年度工程量如下:

表 4-29　　第 1 年矿山生态保护修复工程量测算表

序号	工程类别	工程内容	分项工程名称	计算单位	工程量
一	生态保护工程	宣传栏	生态宣传栏	块	18
二	土地复垦与生物多样性修复工程	植被重建工程	撒播草籽	hm^2	2.5
三	水资源水生态修复与改善工程	工业广场截水沟	挖方	m^3	2161.74
			浆砌石	m^3	944.07
			伸缩缝	m^2	93.65
			砂浆抹立面	m^2	2295
			砂浆抹平面	m^2	1458
			开挖回填	m^3	429
			弃方	m^3	1732.44
			PVC 管	m	135.1
			土工布反滤包	个	529
		工业广场排水沟	挖方	m^3	3284.22
			浆砌石	m^3	1434.27
			伸缩缝	m^2	142.28
			砂浆抹立面	m^2	3486.52
			砂浆抹平面	m^2	2214.30
			开挖回填	m^3	652.21
			弃方	m^3	2632.01
			PVC 管	m	205.25
			土工布反滤包	个	804
		废石堆防渗工程	土工布	m^2	8980
			防雨布	m^2	13470
		废石堆截水沟	挖土方	m^3	1657.97
			弃方	m^3	1657.97
			浆砌废石沟	m^3	1011.15
			砂浆抹立面 3cm	m^2	1605.00
			砂浆抹平面 2cm	m^2	1605.00
			伸缩缝	m^2	75.44
		废石堆排水沟	挖土方	m^3	603.27
			弃方	m^3	603.27
			浆砌废石沟	m^3	367.92
			砂浆抹立面 3cm	m^2	584.00
			砂浆抹平面 2cm	m^2	584.00

			伸缩缝	m^2	27.45
		废石淋滤水处理池	挖方	m^3	1504.17
			弃方	m^3	1264.41
			浆砌废石	m^3	241.29
			砂浆抹立面 3cm	m^2	1164.24
			砂浆抹平面 2cm	m^2	361.26
			砼垫层	m^3	28.89
			下池台阶	m^3	63
			粗砂垫层	m^3	239.76
			防护栏杆	m	323.28
		矿坑废水及工业广场废水处理池	挖方	m^3	1986.6
			弃方	m^3	1837.78
			浆砌块石	m^3	154.42
			砂浆抹立面 3cm	m^2	734.72
			砂浆抹平面 2cm	m^2	525.08
			砼垫层	m^3	42
			下池台阶	m^3	14
			粗砂垫层	m^3	148.82
			防护栏杆	m	155.84
		废水处理及清淤	化学药剂投放	m^3	4015
			清淤工程量	m^3	1075.2
四	地质灾害安全隐患消除工程	废石堆前缘挡墙	挖土方	m^3	306.85
			弃方	m^3	301.39
			浆砌石	m^3	1393.67
			砂浆抹面（厚 0.02m）	m^2	327.60
			PVC 管	m	436.80
			伸缩缝（m^2）	m^2	104.45
		警示标志	警示牌	块	76
五	监测工程	地质灾害监测	地表水漏失监测	次	90
			采空区地面变形自动监测	个	7
			采空区地面变形人工监测	次	136
		地表水水质监测		组	80
		地下水水位监测仪器		个	5
		地下水水质监测		组	20
		土壤质量监测		组	20
		植被监测		工班	8

表 4-30　　第 2 年矿山生态保护修复工程量测算表

序号	工程类别	工程内容	分项工程名称	计算单位	工程量
一	水资源水生态修复与改善工程	两座废水处理及清淤	化学药剂投放	m^3	4015
			清淤工程量	m^3	1075.2
二	监测工程	地质灾害监测	地表水漏失监测	次	90
			采空区地面变形监测	次	60
		地表水水质监测		组	80
		地下水水质监测		组	20
		土壤质量监测		组	20
		植被监测		工班	8

表 4-31　　第 3 年矿山生态保护修复工程量测算表

序号	工程类别	工程内容	分项工程名称	计算单位	工程量
一	水资源水生态修复与改善工程	两座废水处理及清淤	化学药剂投放	m^3	4015
			清淤工程量	m^3	1075.2
二	监测工程	地质灾害监测	地表水漏失监测	次	90
			采空区地面变形监测	次	60
		地表水水质监测		组	80
		地下水水质监测		组	20
		土壤质量监测		组	14
		植被监测		工班	8

表 4-32　　第 4 年矿山生态保护修复工程量测算表

序号	工程类别	工程内容	分项工程名称	计算单位	工程量
一	水资源水生态修复与改善工程	两座废水处理及清淤	化学药剂投放	m^3	4015
			清淤工程量	m^3	1075.2
二	监测工程	地质灾害监测	地表水漏失监测	次	90
			采空区地面变形监测	次	60
		地表水水质监测		组	80
		地下水水质监测		组	20
		土壤质量监测		组	14
		植被监测		工班	8

表 4-33　　第 5 年矿山生态保护修复工程量测算表

序号	工程类别	工程内容	分项工程名称	计算单位	工程量
一	水资源水生态修复与改善工程	两座废水处理及清淤	化学药剂投放	m^3	4015
			清淤工程量	m^3	1075.2
二	监测工程	地质灾害监测	地表水漏失监测	次	90
			采空区地面变形监测	次	60
		地表水水质监测		组	80
		地下水水质监测		组	20
		土壤质量监测		组	14

		植被监测	工班	8

表 4-34　第 6~36.3 年矿山生态保护修复工程量测算表

序号	工程类别	工程内容	分项工程名称	计算单位	工程量
一	水资源水生态修复与改善工程	两座废水处理及清淤	化学药剂投放	m^3	4015
			清淤工程量	m^3	1075.2
二	监测工程	地质灾害监测	地表水漏失监测	次	90
			采空区地面变形监测	次	60
		地表水水质监测		组	80
		地下水水质监测		组	20
		土壤质量监测		组	14
		植被监测		工班	8

表 4-35　　治理期 1 年矿山生态保护修复工程量测算表

序号	工程类别	工程内容	分项工程名称	计算单位	工程量
一	土地复垦与生物多样性修复工程	硬化物拆除、清运工程	①建筑物拆除	m^3	14125
			②硬化物剥离	m^3	86694
			③渣土清运	m^3	100819
		土壤重构工程	①覆土工程	m^3	103592
			②翻耕平整	hm^2	28.398
			③土壤培肥	hm^2	28.398
		植被重建工程	①种植柏树	株	28898
			②种植栾树	株	21674
			③种植红叶石楠	株	21674
			④撒播草籽	hm^2	28.398
二	监测工程	地质灾害监测	地表水漏失监测	次	90
			采空区地面变形监测	次	60
		地表水水质监测		组	80
		地下水水质监测		组	20
		土壤质量监测		组	4
		植被监测		工班	12
三	其他工程	井口封堵	挖方	m^3	24.89
			浆砌石	m^3	266.18
			外墙砂浆立抹	m^2	84.39
			井筒回填	m^3	1643.8

表 4-36　　管护期 3 年矿山生态保护修复工程量测算表

序号	工程类别	工程内容	分项工程名称	计算单位	工程量
一	监测工程	地质灾害监测	地表水漏失监测	次	270
			采空区地面变形监测	次	60
		植被监测		工班	24
	管护工程	面积		hm^2	31.398
		年限		年	3

四、生态保护修复工程进度安排

根据《开发利用方案》推荐的开采方式、服务年限等，矿山生态保护修复工程必须严格按照国家有关法律法规和技术规程、规范要求，循序渐进，精心施工，本方案的工程总体部署分为四期:

1、第 1 年基建期（2026 年 1 月—2026 年 12 月）

根据“预防为主、治理为辅”的原则，优先对矿山即将正式开采的场地部分进行治理。矿山基建期间主要开展以下矿山生态保护修复工程:

（1）土地复垦与生物多样性修复工程

复垦土堆存场播撒草籽。

（2）水生态水环境保护修复工程

修建 2 条截排水沟、两座废水处理池、化学处理药剂投放、定期清淤;

（3）地质灾害安全隐患消除工程

修建挡墙、设置警示牌;

（4）监测工程

开展水质监测、土壤质量监测、地质灾害监测、植被监测;

2、开采期（2027 年 1 月—2062 年 4 月）

（1）开展水质监测、土壤质量监测、地质灾害监测、植被监测;

（2）矿山开采期间对突发矿山生态环境问题进行保护修复，确保保护修复与生产同步实施。

3、闭采修复期（2062 年 5 月~2062 年 4 月）

按照“谁破坏、谁治理、谁复垦”的原则，矿山做好以下矿山生态保护修复工程:

（1）复垦土堆存场复垦为旱地，矿山地面建筑设施区（G1-G3）、选冶厂（G4）、废石堆（FS1~FS9）、尾渣临时堆存区复垦为林地。

（2）井口封堵

（3）开展水质监测、土壤质量监测、植被监测。

4、监测管护期（2063 年 5 月~2066 年 4 月）

对矿山生态修复单元进行监测管护工作，管护工作与生态修复工程实施的时期基本一致，全部修复工程完工后，再顺延三年，防止修复土地的退化，保证植树三年后成活率 85%以上、郁闭度 30%以上。开展水质监测、土壤质量监测、植被监测。

根据“边生产、边治理、边复垦”的原则及本矿山工程建设特点和开采时序进度安排。本方案服务年限为40.3年（2026年1月~2066年4月）。

第五章　经费估算与基金管理

一、经费估算

（一）估算原则

1、符合国家有关法律、法规规定;

2、治理恢复及土地复垦投资应进入工程估算中;

3、工程建设与治理恢复及复垦措施同步设计、同步建设投资;

4、科学、合理、高效的原则。

（二）估算依据

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】;

（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】;

（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】;

（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）《湖南省矿山生态修复基金管理办法》【湘自资规〔2022〕3 号】;

（7）《关于印发《湖南省国土空间生态保护修复项目预算编制指导意见(暂行)》的通知》(湘自资办发[2022]38 号)。

2、行业技术标准

（1）《湖南省土地开发整理项目工程建设标准（试行）》;

（2）《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）》（2014 年）;

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

（4）《土地整治项目规划设计规范》【TD/T1012-2016】;

（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）《湖南省土地开发整理项目施工机械台班费补充定额（试行）》;

（8）《湘西州建设工程造价》（2025 年第 5 期）。

（三）基础预算单价计算依据

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】。

2、人工单价

本项目按《湖南省水利水电工程设计概估算编制规定》（2015 年）的人工预算单价标准进行调整，甲类工按水利工程的高级工标准为82.88元/日，乙类工按水利工程的高中级工标准为68.16元/日。

3、主要材料预算价格

①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（见表5-5）；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【湘财建〔2017〕24号】扣除税率。设备安装工程按有关定额指标计算；其它费用按有关规定计算。

②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。

③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。

（四）取费标准和计算方法说明

根据〔湘财建〔2014〕22号〕，本项目预算由工程施工费、设备费、其它费用（包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费、拆迁补偿费）、复垦监测与管护费用和不可预见费等几个部分构成，计算单位以元为单位，取小数点后两位计到分，汇总后取整数到元。

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。

依据“湘国土资发〔2017〕24号”文,土地整治工程施工费按“价税分离”的原则计算。工程造价=税前工程造价×（1+9%）。其中，9%为增值税税率，税前工程造价为人工费、材料费、施工机械使用费、措施费、间接费、利润、材料价差、未计价材料费之和，各费用项目均以不包含增值税可抵扣进项税额的价格计算。税前工程造价以不含增值税价格为计算基础，计取各项费用。

（1）直接费

由直接工程费（人工费、材料费、施工机械使用费）和措施费组成。

a、人工费 = 定额劳动量 × 人工预算单价。

b、材料费 = 定额材料用量×材料预算单价

材料费定额的计算，材料用量按照2014年土整定额标准编制，本次概算编制材料价格全部以材料到工地实际价格计算。材料费 = 定额材料用量×材料概算单价。

c、施工机械使用费 = 定额机械使用量×施工机械台班费

施工机械使用费定额的计算，台班定额和台班费定额依据《湖南省土地开发整理项目预算定额》。施工机械使用费 = 定额机械使用量（台班）×施工机械台班费（元/台班）。

d、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；项目措施费计算具体见表5-1。

表5-1　　工程措施费费率表

工程类别	临时设施费率	冬雨季施工增加费率	夜间施工增加费	施工辅助费率	特殊地区施工增加费	安全施工措施费	合计
土方工程	2	1.1	0	0.7	0	0.2	4.0
石方工程	2	1.1	0	0.7	0	0.2	4.0
砌体工程	2	1.1	0	0.7	0	0.2	4.0
混凝土工程	3	1.1	0	0.7	0	0.2	5.0
农用井工程	3	1.1	0	0.7	0	0.2	5.0
其他工程	2	1.1	0	0.7	0	0.2	4.0
安装工程	3	1.1	0	1.0	0	0.3	5.4

临时设施费指施工企业为进行工程施工所必须搭设的生活和生产用的临时建筑物、构筑物和其他临时设施费用等，费用包括：临时设施的搭设、维修、拆除费或摊销费。

冬雨季施工增加费：指在冬雨季施工期间为保证工程质量所需增加的费用。《编制规定》根据不同地区，按直接工程费的百分率计算，费率确定为0.7～1.5%。该项目冬雨季施工增加费按1.1%计取，取费基础为直接工程费。

施工辅助费包括：二次搬运费、已完工程及设备保护费、施工排水及降水费、检验试验费、工程定位复测费、工程点交等费用。该项目施工辅助费按照直接工程费的百分率计取，其中：安装工程为0.8%，建筑工程为0.5%。

（2）间接费

间接费包括企业管理费和规费；依据【湘财建〔2014〕22号】规定，间接费按工程类别进行计取，将《定额标准》中的“城市维护建设税”“教育费附加”和“地方教育费附加”调整到间接费的企业管理费中，相应的间接费费率调增0.45%（以人工费为计费基础的安装工程费率不调整）。其取费标准如表5-2所示。

表5-2　　间接费费率表

序号	工程类别	计算基础	间接费费率（%）	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	5	农用井工程	直接费	8.45
2	石方工程	直接费	6.45	6	其它工程	直接费	5.45
3	砌体工程	直接费	5.45	7	安装工程	人工费	65
4	混凝土工程	直接费	6.45				

（3）利润

依据【湘财建〔2014〕22号】及湘财建价〔2017〕24号文规定，该项目利润率取3.0%，计算基础为直接费和间接费之和。

（4）税金

依据【湘财建〔2014〕22号】和【湘国土资办〔2017〕24号】的规定，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=（直接费+间接费+利润+材料价差+未计价材料费）×9%；该项目税金费率标准为9%，计算基础为直接费、间接费和利润之和。

2、设备购置费

设备购置费包括设备原价、运杂费、运输保险费和采购及保管费。其计算应依据土地复垦的性质，复垦所需的设备选定。依据“湘国土资发〔2017〕24号”文：

（1）施工机械使用费以不含增值税款的价格计算。折旧费按除以1.17计算，修理及替换设备费按除以1.11计算，安装拆卸费、台班人工费不做调整。

（2）土地整治项目设备购置费和其他费用按“价税分离”的原则进行计算，计费基数和费率标准不做调整。

3、其它费用

包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费等。

（1）前期工作费

指土地开发整理项目在工程施工前所发生的各项支出，包括：土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与概算编制费、项目招标费和重大工程规划编制费等。

（2）工程监理费

工程监理费是指委托具有工程监理资质的单位，按国家有关规定对工程质量、进度、安全和投资进行全过程监督与管理所发生的费用。

（3）竣工验收费

主要包括项目工程验收费、项目决算的编制与审计费，整理后土地的重估与登记费，基本水田补划与标记设定费等。

本项目前期工作费和工程监理费及竣工验收费三项按施工费的12%计算，统筹使用。

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。依《补充定额标准》规定，不可预见费费率按工程施工费的10.00%计取。

5、监测与管护费用

（1）监测费

本项目有水质监测、土壤监测、地质灾害监测及复垦监测。

（2）管护费

对复垦区林地进行有针对的巡查、补植、除草、施肥绕水、修枝、喷药等管护工作所发生的费用；灌溉方式采用人工灌溉，利用矿山生产时期购置的洒水车进行浇水施工。以保证复垦植被的成活率，从而保证复垦工程达到预期效果。林草地的管护费用按1.5元/m^2.a计取，一般林草地管护期为3a。

6、预留费用

包括拆迁补偿费（对房屋拆迁、林木及青苗损毁等所发生的适当补偿费用）、地灾隐患有可能发生预留的费用、耕地占补平衡等预留费用；采取适量一次补偿方式编制预算。

5、基础单价

（1）人工预算单价

本项目按《湖南省水利水电工程设计概估算编制规定》（2015 年）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 82.88 元/工日、乙类工按中级工标准 68.16 元/工日计算。

（2）材料估算单价

依据湘西州材料价格信息最新的 2025 年第 5 期，主要材料价格采用主体工程价格，其它材料和植物措施材料价格由当地市场价格加运杂费、采购和保管费组成（见表 5-3），其中苗木仅区分乔木和灌木类别统一价。

表 5-3　主要材料价格预算表

名称及规格	单位	含税估算价	税率 （%）
92#汽油		11.01	12.95
0#柴油	kg	9.06	12.95
电	kW.h	1.03	12.95
风	m^3	0	
水	m^3	5.18	9.00
粗砂	m^3	170.94	3.60
砾石	m^3	130.54	3.60
块石	m^3	51.8	3.60
沥青	t	3950.00	12.95
水泥 42.5	kg	0.37	12.95
铁钉	kg	5.50	12.95
铁丝	kg	5.81	12.95
栾树	株	13.55	12.95
红叶石楠	株	10.17	12.95
卫矛	株	6.78	12.95
爬藤植物	株	2.26	12.95
草籽	kg	27.11	12.95
模板（胶合板）	m^2	45.57	13.93

（3）施工机械单价

按《湖南省土地开发整理项目施工机械台班定额》计算，施工机械以不含增值税款的价格计算。折旧费按除以 1.17 计算，修理及替换设备费按除以 1.11 计算，安装拆卸费、台班人工费不做调整。按《湖南省土地开发整理项目施工机械台班费定额》计算。

（4）材料预算价格按以下方式调整

依据“湘国土资发〔2017〕24 号”文:

①材料预算价格组成内容中，材料原价、包装费、运输保险费、运杂费和采购及保管费分别按不含增值税可抵扣进项税额的价格确定，材料采购及保管费费率调整为 2.17%。《定额标准》中主要材料限价标准为不含增值税的限价;

① 材料预算价格=材料含税价格/（1+综合税率）。建设造价管理部门发布的材料预算价格中注明了增值税综合税率的，按该税率执行。未注明增值税综合税率的，综合税率按下表执行:

表 5-4　　增值税条件下材料综合税率表

序号	材料种类	综合税率（%）
1	砂、石子、水泥为原料的普通及轻骨料商品混凝土	3.60
2	园林苗木	9
3	水泥、砖、瓦、灰及混凝土制品	12.95
	沥青混凝土、特种混凝土等其他混凝土	12.95
	砂浆及其他配合比材料	12.95
	黑色及有色金属	12.95
	其他未列明分类的材料	12.95

③混凝土、砂浆等配合比材料如为现场拌合，则按对应的材料分别扣税;

④电、水、风预算价格取建设工程材料预算价格公布的价格，为不含增值税的价格;

⑤湖南省住房和城乡建设厅调整材料综合税率时，土地整治项目预算应采用最新的综合税率标准，不再另行通知。

6、分项工程施工费单价

以各单位分项工程为基础，在计算人工、用材量、施工机械台时量后，分别按人工预算单价、材料估算单价、施工机械台时费计算出直接工程费，再根据不同工程类别措施费费率、间接费费率、利润率和税金率，计算出各分项工程施工费综合单价。见表 5-8。

7、水质土壤监测费用

根据实际情况水质监测按 1200 元/组计算，土壤监测按 1500 元/组计算。

8、植被监测费用

植被监测按实班计，每个工班按市场价 200 元/日计算。

9、地质灾害监测费用

地质灾害监测每次按工班计，每个工班按市场价 200 元/日计算。

表 5-5　矿山生态保护修复分项工程施工单价估算一览表　　单位：元

工程或费用名称	定额编号	工程类别	单位	直接费							间接费		利润(3%)	材料价差	未计价材料费	税金(9%)	综合单价
				直接工程费				措施费		合计	费率(%)	费用					
				人工费	材料费	机械费	合计	费率	费用								
机械拆除无钢筋混凝	30073	石方工程	m3	114.41	4.72	75.71	194.84	6.0%	11.699	206.53	5.0	10.32	6.20	25.30		20.07	268.42
地表硬化层剥离	20251	石方工程	100m³	1207.52		59.47	1266.99	6.0%	76.01	1343	5.0	67.15	42.30			130.72	1583.17
石渣清运（运距>=100m）	10135	石方工程	m³	8.03		14.71	22.74	6.0%	1.36	24.10	5.0	1.21	0.76			2.33	28.26
覆土工程	10316	土方工程	m³	0.66		3.34	4	6.0%	0.42	7.42	5.0	0.371	0.22			0.67	4.68
场地平整	10040	土方工程	hm²	1358.18		4.55	1362.73	6.0%	54.51	1417.24	5.0	77.24	44.83			138.54	1677.85
人工地力培肥	10388	土方工程	hm²	2058.44	3865.56		5924.00	6.0%	236.96	6160.96	5.0	767.04	184.83			677.71	7790.53
栽植柏树	90001换	其他工程	100 株	218.47	1200		1418.47	4.00%	56.74	1475.21	5	73.76	44.26			143.39	1736.62
栽植栾树	90001换	其他工程	100 株	328.99	900		1228.99	4.00%	49.16	1278.15	5	63.91	38.34			124.24	1504.64
栽植红叶石楠	90001换	其他工程	100 株	308.75	600		908.75	4.00%	36.35	945.10	5	47.26	28.35			91.86	1112.57
植草撒播不覆土~Ⅲ类土	90030	其他工程	公顷	600.92	1667.27		2268.18	4.0%	88.46	2356.64	5	128.44	74.55			230.37	2790
人工挖沟槽	10019	土方工程	m3	20.23			20.23	4.0%	0.81	21.04	5.45	1.15	0.67			2.44	25.30
原土夯实	10341	土方工程	100m²	224.99		399.42	624.41	4.0%	24.98	649.39	5.00	32.47	19.48			63.12	764.46
弃方（运距<1km）	10045	土方工程	m³	17.9		0.53	18.43	6.0%	0.74	19.17	5.0	1.04	0.61			1.87	22.69
浆砌废石沟	30022	砌体工程	m³	157.80	101.20	15.54	274.54	0.06	16.47	291.01	5.00	14.55	9.17			25.18	339.91
砂浆立抹（3cm）	30076	砌体工程	m²	6.27	80.50	2.78	89.55	4.0%	3.58	93.13	5.45	5.08	2.95	2.44		9.10	110.26
砂浆平抹（2cm）	30075	砌体工程	m²	1.85	36.75		38.60	4.0%	1.54	40.14	5.45	2.19	1.27	2.44		3.92	47.53

伸缩缝	40280	混凝土工程	m2	38.734	224.53		263.26	5.0%	13.16	276.42	6.45	17.83	8.29	28.01		24.88	327.41
砼垫层	40098	砌体工程	m^3	115.64	270	5.15	390.79	4.00 %	15.63	406.42	6	24.39	12.92			38.77	482.50
粗砂垫层	30001	砌体工程	m^3	19.30	107.46		126.76	6.0%	7.61	134.37	5.0	6.72	4.23			13.08	158.39
人工清淤泥	10004	土方工程	m^3	16.92			16.92	4.0%	0.64	17.56	5.45	0.96	0.56			2.04	21.12
浆砌块石墙	30072	砌体工程	m^3	41.24	382.23		423.47	4.00 %	25.41	381.7	6	19.09	12.14			33.03	445.96
PVC 管	50067	辅助工程	m	0.71	16.20		16.91	6.0%	1.01	17.92	65.0	11.65	0.89			2.74	33.20
土工布铺设	90069 水利	安装工程	$100m^2$	102.91	464.94		567.85	4.0%	22.71	590.56	7.5	44.29	19.05			58.85	693.7
防雨布铺设	90069 水利	安装工程	$100m^2$	164.96	327.42		492.38	4.0%	19.70	512.08	7.5	38.41	16.51			51.03	618.03
警示牌		其他工程	块	市场价													250
水质监测+简分析		其他工程	件	人工工资+简分析（悬浮物 20 元+pH 值 9 元+C0D31 元+Pb、As、Mn 等）													1200
土壤监测+含量分析		其他工程	件	人工工资+PH+重金属含量分析													1500
植被监测		其他工程	次	市场价 200 元													200
地质灾害监测		其他工程	工班	市场价 200 元													200
投放化学药剂			Kg	按市场价每千克化学药剂费用+													10

（五）工程总预算

1、工程经费估算

矿山生态修复工程总投资估算如表 5-10 所示，方案服务年限（40.3a）内矿山生态修复工程总投资 5183.13 万元（其中：工程费用 2802.28 万元，其他费用 336.27 万元，不可预见费用 280.23 万元，预留费用 1764.35 万元）。

表 5-6　方案服务年限内矿山生态保护修复工程费用估算总表　　单位：万元

序号	工程或费用名称	计算式	造价
一	**工程施工费**	1.1+1.2+1.3+1.4+1.5	2802.28
1.1	生态保护工程	1.8	
1.2	土地复垦与生物多样性修复工程	1058.06	
1.3	水生态水环境修复工程	617.97	
1.4	矿山地质灾害防治工程	71.94	
1.5	监测与管护工程	1034.77	
1.6	其他工程	17.73	
二	**其他费用**	工程施工费×12%	336.27
三	**不可预见费用**	工程施工费×10%	280.23
四	**预留费用**	预留费用	1764.35
	总投资		**5183.13**

项目工程费用预算结果见下表 5-7 所示:

表 5-7　方案服务年限内矿山各工程类别生态修复工程费用估算总表（单位：元）

序号	工程方案或费用名称			单位	工程量	单价	合计	其它费用	不可预见费	总投资
1	2	3	4	5	6	7	8=6*7	9=8*12%	10=8*10%	11=8+9+10
总　计							**28022772.99**	**3362732.759**	**2802277.299**	**51831283.05**
一	生态保护工程	宣传栏	生态宣传栏	块	18	1000	**18000.00**	**2160.00**	**1800.00**	**21960.00**
二	土地复垦与生物多样性修复工程	硬化物拆除、清运工程	建筑物拆除	m^3	14125	268.42	3791432.50	454971.90	379143.25	4625547.65
			硬化物剥离	m^3	86694	15.83	1372366.02	164683.92	137236.60	1674286.54
			渣土清运	m^3	100819	28.26	2849144.94	341897.39	284914.49	3475956.83
		小　计					**8012943.46**	**961553.22**	**801294.35**	**9775791.02**
		土壤重构工程	土方外购	m^3	22898	25	572450.00	68694.00	57245.00	698389.00
			覆土工程	m^3	115592	4.68	540970.56	64916.47	54097.06	659984.08
			翻耕平整	hm^2	31.398	1677.85	52681.13	6321.74	5268.11	64270.98
			土壤培肥	hm^2	31.398	7790.53	244607.06	29352.85	24460.71	298420.61
		小　计					**1410708.76**	**169285.05**	**141070.88**	**1721064.68**
		植被重建工程	种植柏树	株	28898	17.37	501958.26	60234.99	50195.83	612389.08
			种植栾树	株	21674	15.05	326193.70	39143.24	32619.37	397956.31
			种植红叶石楠	株	21674	11.13	241231.62	28947.79	24123.16	294302.58
			撒播草籽	hm^2	31.398	2790	87600.42	10512.05	8760.04	106872.51
		小　计					**1156984.00**	**138838.08**	**115698.40**	**1411520.48**
		合　计 1					**10580636.22**	**1269676.35**	**1058063.62**	**12908376.18**
三	水资源水生态修复与改善工程	工业广场截水沟	挖方	m^3	2161.74	25.30	54692.02	6563.04	5469.20	66724.27
			浆砌石	m^3	944.07	339.91	320898.83	38507.86	32089.88	391496.58
			伸缩缝	m^2	93.65	327.41	30661.95	3679.43	3066.19	37407.57
			砂浆抹立面	m^2	2295	110.26	253046.70	30365.60	25304.67	308716.97
			砂浆抹平面	m^2	1458	47.53	69298.74	8315.85	6929.87	84544.46
			开挖回填	m^3	429	25.30	10853.70	1302.44	1085.37	13241.51
			弃方	m^3	1732.44	22.69	39309.06	4717.09	3930.91	47957.06
			PVC 管	m	135.1	33.20	4485.32	538.24	448.53	5472.09
			土工布反滤包	个	529	30	15870.00	1904.40	1587.00	19361.40
			小　计				**799123.13**	**95894.78**	**79912.31**	**974930.22**
		工业广场	挖方	m^3	3284.22	25.30	83090.77	9970.89	8309.08	101370.73

			浆砌石	m^3	1434.27	339.91	487522.72	58502.73	48752.27	594777.71
			伸缩缝	m^2	142.28	327.41	46583.89	5590.07	4658.39	56832.35
			砂浆抹立面	m^2	3486.52	110.26	384423.70	46130.84	38442.37	468996.91
			砂浆抹平面	m^2	2214.3	47.53	105245.68	12629.48	10524.57	128399.73
			开挖回填	m^3	652.21	25.30	16500.91	1980.11	1650.09	20131.11
			弃方	m^3	2632.01	22.69	59720.31	7166.44	5972.03	72858.77
			PVC 管	m	205.25	33.20	6814.30	817.72	681.43	8313.45
			土工布反滤包	个	804	30	24120.00	2894.40	2412.00	29426.40
			小　计				**1214022.27**	**145682.67**	**121402.23**	**1481107.17**
		废石堆防渗工程	土工布	m^2	8980	6.94	**62321.20**	7478.54	6232.12	76031.86
			防雨布	m^2	13470	6.18	**83244.60**	9989.35	8324.46	101558.41
			小　计				**145565.80**	**17467.90**	**14556.58**	**177590.28**
		废石堆截水沟	挖土方	m^3	1657.97	25.30	41946.64	5033.60	4194.66	51174.90
			弃方	m^3	1657.97	22.69	37619.34	4514.32	3761.93	45895.59
			浆砌废石沟	m^3	1011.15	339.91	343700.00	41244.00	34370.00	419314.00
			砂浆抹立面 3cm	m^2	1605.00	110.26	176967.30	21236.08	17696.73	215900.11
			砂浆抹平面 2cm	m^2	1605.00	47.53	76285.65	9154.28	7628.57	93068.49
			伸缩缝	m^2	75.44	327.41	24699.81	2963.98	2469.98	30133.77
			小　计				**719591.33**	**86350.96**	**71959.13**	**877901.43**
		废石堆排水沟	挖土方	m^3	603.27	25.30	15262.73	1831.53	1526.27	18620.53
			弃方	m^3	603.27	22.69	13688.20	1642.58	1368.82	16699.60
			浆砌废石沟	m^3	367.92	339.91	125059.69	15007.16	12505.97	152572.82
			砂浆抹立面 3cm	m^2	584.00	110.26	64391.84	7727.02	6439.18	78558.04
			砂浆抹平面 2cm	m^2	584.00	47.53	27757.52	3330.90	2775.75	33864.17
			伸缩缝	m^2	27.45	327.41	8987.40	1078.49	898.74	10964.63
		小　计					**261832.49**	**31419.90**	**26183.25**	**319435.63**
		废石淋滤水处理池	挖方	m^3	1504.17	25.3	38055.50	4566.66	3805.55	46427.71
			弃方	m^3	1264.41	22.69	28689.46	3442.74	2868.95	35001.14
			浆砌块石	m^3	241.29	445.96	107605.69	12912.68	10760.57	131278.94
			砂浆抹立面 3cm	m^2	1164.24	110.26	128369.10	15404.29	12836.91	156610.30
			砂浆抹平面 2cm	m^2	361.26	47.53	17170.69	2060.48	1717.07	20948.24
			砼垫层	m^3	28.89	482.5	13939.43	1672.73	1393.94	17006.10
			下池台阶	m^3	63	564.31	35551.53	4266.18	3555.15	43372.87

			粗砂垫层	m^3	239.76	158.39	37975.59	4557.07	3797.56	46330.22
			防护栏杆	m	323.28	119	38470.32	4616.44	3847.03	46933.79
		小　计					**447827.60**	**53739.31**	**44782.76**	**546349.67**
		矿坑废水处理池	挖方	m^3	1986.6	25.3	50260.98	6031.32	5026.10	61318.40
			弃方	m^3	1837.78	22.69	41699.23	5003.91	4169.92	50873.06
			浆砌块石	m^3	154.42	445.96	68865.14	8263.82	6886.51	84015.47
			砂浆抹立面 3cm	m^2	734.72	110.26	81010.23	9721.23	8101.02	98832.48
			砂浆抹平面 2cm	m^2	525.08	47.53	24957.05	2994.85	2495.71	30447.60
			砼垫层	m^3	42	482.5	20265.00	2431.80	2026.50	24723.30
			下池台阶	m^3	14	564.31	7900.34	948.04	790.03	9638.41
			粗砂垫层	m^3	148.82	158.39	23571.60	2828.59	2357.16	28757.35
			防护栏杆	m	155.84	119	18544.96	2225.40	1854.50	22624.85
		小　计					**338354.67**	**40602.56**	**33835.47**	**412792.70**
		废水处理	化学药剂投放	m^3	145744.5	10	1457445.00	174893.40	145744.50	1778082.90
			清淤工程量	m^3	39029.76	21.12	824308.53	98917.02	82430.85	1005656.41
		小　计					**2281753.53**	**273810.42**	**228175.35**	**2783739.31**
		合　计 2					**6179732.69**	**741567.92**	**617973.27**	**7539273.88**
四	地质灾害安全隐患消除工程	废石堆前缘挡墙	挖土方	m^3	306.85	25.30	7763.31	931.60	776.33	9471.23
			弃方	m^3	301.39	22.69	6838.54	820.62	683.85	8343.02
			浆砌石	m^3	1393.67	445.96	621521.07	74582.53	62152.11	758255.71
			砂浆抹面（厚 0.02m）	m^2	327.60	47.53	15570.83	1868.50	1557.08	18996.41
			PVC 管	m	436.80	33.20	14501.76	1740.21	1450.18	17692.15
			伸缩缝（m^2）	m^2	104.45	327.41	34197.97	4103.76	3419.80	41721.53
		小　计					**711947.00**	**85433.64**	**71194.70**	**868575.35**
		警示牌		块	76	250	19000.00	2280.00	1900.00	23180.00
		合　计 3					**719393.48**	**86327.22**	**71939.35**	**877660.05**
五	监测与管护工程	监测工程	地表水漏失监测	次	3630	200	726000.00	87120.00	72600.00	885720.00
			采空区地面变形自动监测	个	7	10000	70000.00	8400.00	7000.00	85400.00
			自动监测运维	年	40.3	10000	403000.00	48360.00	40300.00	491660.00
			采空区地面变形人工监测	次	5480	200	1096000.00	131520.00	109600.00	1337120.00
			地表水水质监测	组	3240	1200	3888000.00	466560.00	388800.00	4743360.00
			地下水水位自动监测仪	个	5	100000	500000.00	60000.00	50000.00	610000.00
			地下水水质监测	组	810	1200	972000.00	116640.00	97200.00	1185840.00

			土壤质量监测	组	810	1500	1215000.00	145800.00	121500.00	1482300.00
			植被监测	工班	324	200	64800.00	7776.00	6480.00	79056.00
		小　计					**8934800.00**	**1072176.00**	**893480.00**	**10900456.00**
			管护工程	hm^2	31.398	15000	1412910.00	169549.20	141291.00	1723750.20
		合　计 4					**10347710.00**	**1241725.20**	**1034771.00**	**12624206.20**
六	其他工程	井口封堵工程	挖方	m^3	24.89	25.30	629.72	75.57	62.97	768.25
			浆砌石	m^3	266.18	454.25	120912.27	14509.47	12091.23	147512.96
			外墙砂浆立抹	m^2	20180657.5	110.26	9304.84	1116.58	930.48	11351.91
			井筒回填	m^3	1643.8	28.26	46453.79	5574.45	4645.38	56673.62
		合　计 5					**177300.61**	**21276.07**	**17730.06**	**216306.75**
七	预备防治工程	闭坑后场地修复预留费		**1000000**						
		异地取土区复垦预留费		**343500**						
		地表水漏失地质灾害防治预备费用		2000000						
		地面变形防治工程预备费用		13300000						
		天然放射性环境监测费用		**1000000**						

表 5-8 第 1 年矿山生态保护修复工程费用估算表（单位：元）

序号	工程方案或费用名称			单位	工程量	单价	合计	其它费用	不可预见费	总投资
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8=6*7**	**9=8*12%**	**10=8*10%**	**11=8+9+10**
一	生态保护工程	宣传栏	生态宣传栏	块	18	1000	**18000.00**	**2160.00**	**1800.00**	**21960.00**
二	土地复垦与生物多样性修复工程	植被重建工程	撒播草籽	hm^2	2.5	2790	6975.00	837.00	697.50	8509.50
三	水资源水生态修复与改善工程	工业广场截水沟	挖方	m^3	2161.74	25.30	54692.02	6563.04	5469.20	66724.27
			浆砌石	m^3	944.07	358.08	338052.59	40566.31	33805.26	412424.15
			伸缩缝	m^2	93.65	327.41	30661.95	3679.43	3066.19	37407.57
			砂浆抹立面	m^2	2295	110.26	253046.70	30365.60	25304.67	308716.97
			砂浆抹平面	m^2	1458	47.53	69298.74	8315.85	6929.87	84544.46
			开挖回填	m^3	429	25.30	10853.70	1302.44	1085.37	13241.51
			弃方	m^3	1732.44	22.69	39309.06	4717.09	3930.91	47957.06
			PVC 管	m	135.1	33.20	4485.32	538.24	448.53	5472.09
			土工布反滤包	个	529	30	15870.00	1904.40	1587.00	19361.40
		工业广场排水沟	挖方	m^3	3284.22	25.30	50929.15	6111.50	5092.92	62133.57
			浆砌石	m^3	1434.27	358.08	314795.29	37775.43	31479.53	384050.25
			伸缩缝	m^2	142.28	327.41	28553.43	3426.41	2855.34	34835.18
			砂浆抹立面	m^2	3486.52	110.26	235626.72	28275.21	23562.67	287464.60
			砂浆抹平面	m^2	2214.30	47.53	64508.67	7741.04	6450.87	78700.57
			开挖回填	m^3	652.21	25.30	10113.93	1213.67	1011.39	12338.99
			弃方	m^3	2632.01	22.69	36604.64	4392.56	3660.46	44657.66
			PVC 管	m	205.25	33.20	4176.56	501.19	417.66	5095.40
			土工布反滤包	个	804	30	14776.50	1773.18	1477.65	18027.33
		废石堆防渗工程	土工布	m^2	8980	6.94	62321.20	7478.54	6232.12	76031.86
			防雨布	m^2	13470	6.18	83244.60	9989.35	8324.46	101558.41
		废石堆截水沟	挖土方	m^3	1657.97	25.30	41946.64	5033.60	4194.66	51174.90
			弃方	m^3	1657.97	22.69	31974.52	3836.94	3197.45	39008.92

			浆砌废石沟	m^3	1011.15	358.08	362072.59	43448.71	36207.26	441728.56
			砂浆抹立面 3cm	m^2	1605.00	110.26	176967.30	21236.08	17696.73	215900.11
			砂浆抹平面 2cm	m^2	1605.00	47.53	76285.65	9154.28	7628.57	93068.49
			伸缩缝	m^2	75.44	327.41	24699.81	2963.98	2469.98	30133.77
		废石堆排水沟	挖土方	m^3	603.27	25.3	15262.73	1831.53	1526.27	18620.53
			弃方	m^3	603.27	22.69	13688.20	1642.58	1368.82	16699.60
			浆砌废石沟	m^3	367.92	358.08	131744.79	15809.38	13174.48	160728.65
			砂浆抹立面 3cm	m^2	584	110.26	64391.84	7727.02	6439.18	78558.04
			砂浆抹平面 2cm	m^2	584	47.53	27757.52	3330.90	2775.75	33864.17
			伸缩缝	m^2	27.45	327.41	8987.40	1078.49	898.74	10964.63
		废石淋滤水处理池	挖方	m^3	1504.17	25.3	38055.50	4566.66	3805.55	46427.71
			弃方	m^3	1264.41	22.69	28689.46	3442.74	2868.95	35001.14
			浆砌块石	m^3	241.29	454.25	109605.98	13152.72	10960.60	133719.30
			砂浆抹立面 3cm	m^2	1164.24	110.26	128369.10	15404.29	12836.91	156610.30
			砂浆抹平面 2cm	m^2	361.26	47.53	17170.69	2060.48	1717.07	20948.24
			砼垫层	m^3	28.89	482.5	13939.43	1672.73	1393.94	17006.10
			下池台阶	m^3	63	564.31	35551.53	4266.18	3555.15	43372.87
			粗砂垫层	m^3	239.76	158.39	37975.59	4557.07	3797.56	46330.22
			防护栏杆	m	323.28	119	38470.32	4616.44	3847.03	46933.79
		矿坑废水处理池	挖方	m^3	1986.6	25.3	50260.98	6031.32	5026.10	61318.40
			弃方	m^3	1837.78	22.69	41699.23	5003.91	4169.92	50873.06
			浆砌块石	m^3	38.27	454.25	17384.15	2086.10	1738.41	21208.66
			砂浆抹立面 3cm	m^2	734.72	110.26	81010.23	9721.23	8101.02	98832.48
			砂浆抹平面 2cm	m^2	525.08	47.53	24957.05	2994.85	2495.71	30447.60
			砼垫层	m^3	42	482.5	20265.00	2431.80	2026.50	24723.30
			下池台阶	m^3	14	564.31	7900.34	948.04	790.03	9638.41
			粗砂垫层	m^3	148.82	158.39	23571.60	2828.59	2357.16	28757.35
			防护栏杆	m	155.84	119	18544.96	2225.40	1854.50	22624.85
		废水处理	化学药剂投放	m^3	4015	10	1457445.00	174893.40	145744.50	1778082.90
			清淤工程量	m^3	1075.2	21.12	824308.53	98917.02	82430.85	1005656.41
四	地质灾害安全隐患消	废石堆前缘挡墙	挖土方	m^3	306.85	25.30	7763.31	931.60	776.33	9471.23
			弃方	m^3	301.39	22.69	6838.54	820.62	683.85	8343.02
			浆砌石	m^3	1393.67	454.25	633074.60	75968.95	63307.46	772351.01

			砂浆抹面（厚 0.02m）	m^2	327.60	47.53	15570.83	1868.50	1557.08	18996.41
			PVC 管	m	436.80	33.20	14501.76	1740.21	1450.18	17692.15
			伸缩缝（m^2）	m^2	104.45	327.41	34197.97	4103.76	3419.80	41721.53
		警示牌		块	76	250	19000.00	2280.00	1900.00	23180.00
五	监测与管护工程	监测工程	地表水漏失监测	次	90	200	18000.00	2160.00	1800.00	21960.00
			采空区地面变形自动监测	个	7	10000	70000.00	8400.00	7000.00	85400.00
			采空区地面变形人工监测	次	136	200	27200.00	3264.00	2720.00	33184.00
			地表水水质监测	组	80	1200	96000.00	11520.00	9600.00	117120.00
			地下水水位自动监测仪	个	5	100000	500000.00	60000.00	50000.00	610000.00
			地下水水质监测	组	20	1200	24000.00	2880.00	2400.00	29280.00
			土壤质量监测	组	20	1500	30000.00	3600.00	3000.00	36600.00
			植被监测	工班	8	200	1600.00	192.00	160.00	1952.00
		合　计					5502344.01	660281.28	550234.40	6712859.70

表 5-9　　第 2 年矿山生态保护修复工程费用估算表（单位：元）

序号	工程类别	工程内容	分项工程名称	计算单位	工程量	单价	合计	其它费用	不可预见费	投资（元）
一	水资源水生态修复与改善工程	两座废水处理及清淤	化学药剂投放	m^3	4015	10	40150	4818	4015	48983
			清淤工程量	m^3	1075.2	21.12	22708.224	2724.98688	2270.8224	27704.03328
二	监测工程	地质灾害监测	地表水漏失监测	次	90	200	18000	2160	1800	21960
			采空区地面变形监测	次	60	200	12000	1440	1200	14640
		地表水水质监测		组	80	1200	96000	11520	9600	117120
		地下水水质监测		组	20	1200	24000	2880	2400	29280
		土壤质量监测		组	20	1500	30000	3600	3000	36600
		植被监测		工班	8	200	1600	192	160	1952
合　计							244458.22	29334.99	24445.82	298239.03

表 5-10　　第 3 年矿山生态保护修复工程费用估算表（单位：元）

序号	工程类别	工程内容	分项工程名称	计算单位	工程量	单价	合计	其它费用	不可预见费	投资（元）
一	水资源水生态修复与改善工程	两座废水处理及清淤	化学药剂投放	m^3	4015	10	40150	4818	4015	48983
			清淤工程量	m^3	1075.2	21.12	22708.224	2724.98688	2270.8224	27704.03328
二	监测	地质灾害监测	地表水漏失监测	次	90	200	18000	2160	1800	21960

	工程		采空区地面变形监测	次	60	200	12000	1440	1200	14640
		地表水水质监测		组	80	1200	96000	11520	9600	117120
		地下水水质监测		组	20	1200	24000	2880	2400	29280
		土壤质量监测		组	20	1500	30000	3600	3000	36600
		植被监测		工班	8	200	1600	192	160	1952
合　计							244458.22	29334.99	24445.82	298239.03

表 5-11　　第 4 年矿山生态保护修复工程费用估算表（单位：元）

序号	工程类别	工程内容	分项工程名称	计算单位	工程量	单价	合计	其它费用	不可预见费	投资（元）
一	水资源水生态修复与改善工程	两座废水处理及清淤	化学药剂投放	m^3	4015	10	40150	4818	4015	48983
			清淤工程量	m^3	1075.2	21.12	22708.224	2724.98688	2270.8224	27704.03328
二	监测工程	地质灾害监测	地表水漏失监测	次	90	200	18000	2160	1800	21960
			采空区地面变形监测	次	60	200	12000	1440	1200	14640
		地表水水质监测		组	80	1200	96000	11520	9600	117120
		地下水水质监测		组	20	1200	24000	2880	2400	29280
		土壤质量监测		组	20	1500	30000	3600	3000	36600
		植被监测		工班	8	200	1600	192	160	1952
合　计							244458.22	29334.99	24445.82	298239.03

表 5-12　　第 5 年矿山生态保护修复工程费用估算表（单位：元）

序号	工程类别	工程内容	分项工程名称	计算单位	工程量	单价	合计	其它费用	不可预见费	投资（元）
一	水资源水生态修复与改善工程	两座废水处理及清淤	化学药剂投放	m^3	4015	10	40150	4818	4015	48983
			清淤工程量	m^3	1075.2	21.12	22708.224	2724.98688	2270.8224	27704.03328
二	监测工程	地质灾害监测	地表水漏失监测	次	90	200	18000	2160	1800	21960
			采空区地面变形监测	次	60	200	12000	1440	1200	14640
		地表水水质监测		组	80	1200	96000	11520	9600	117120
		地下水水质监测		组	20	1200	24000	2880	2400	29280
		土壤质量监测		组	20	1500	30000	3600	3000	36600
		植被监测		工班	8	200	1600	192	160	1952
合　计							244458.22	29334.99	24445.82	298239.03

表 5-13　第 6~36.3 年矿山生态保护修复工程费用估算表（单位：元）

序号	工程类别	工程内容	分项工程名称	计算单位	工程量	单价	合计	其它费用	不可预见费	投资（元）
一	水资源水生态修复与改善工程	两座废水处理及清淤	化学药剂投放	m^3	4015	10	40150	4818	4015	48983
			清淤工程量	m^3	1075.2	21.12	22708.224	2724.98688	2270.8224	27704.03328
二	监测工程	地质灾害监测	地表水漏失监测	次	90	200	18000	2160	1800	21960
			采空区地面变形监测	次	60	200	12000	1440	1200	14640
		地表水水质监测		组	80	1200	96000	11520	9600	117120
		地下水水质监测		组	20	1200	24000	2880	2400	29280
		土壤质量监测		组	20	1500	30000	3600	3000	36600
		植被监测		工班	8	200	1600	192	160	1952
合　计							244458.22	29334.99	24445.82	298239.03

表 5-14　治理期 1 年矿山生态保护修复工程费用估算表（单位：元）

序号	工程类别	工程内容	分项工程名称	计算单位	工程量	单价	合计	其它费用	不可预见费	投资（元）
一	土地复垦与生物多样性修复工程	硬化物拆除、清运工程	①建筑物拆除	m^3	14125	268.42	3791432.50	454971.90	379143.25	4625547.65
			②硬化物剥离	m^3	86694	15.83	1372366.02	164683.92	137236.60	1674286.54
			③渣土清运	m^3	100819	28.26	2849144.94	341897.39	284914.49	3475956.83
		土壤重构工程	①外购土方	m^3	22898	25	1075920.00	129110.40	107592.00	1312622.40
			②覆土工程	m^3	115592	4.68	1250355.44	150042.65	125035.54	1525433.64
			③翻耕平整	hm^2	28.398	1677.85	47647.58	5717.71	4764.76	58130.05
			④土壤培肥	hm^2	28.398	7790.53	221235.47	26548.26	22123.55	269907.27
		植被重建工程	①种植柏树	株	28898	17.37	449848.26	53981.79	44984.83	548814.88
			②种植栾树	株	21674	15.05	292331.20	35079.74	29233.12	356644.06
			③种植红叶石楠	株	21674	11.13	216189.12	25942.69	21618.91	263750.73
			④撒播草籽	hm^2	28.398	2790	72255.42	8670.65	7225.54	88151.61
二	监测工程	地质灾害监测	地表水漏失监测	次	90	82.88	7459.20	895.10	745.92	9100.22
			采空区地面变形监测	次	60	82.88	4972.80	596.74	497.28	6066.82
		地表水水质监测		组	80	1200	96000	11520	9600	117120

		地下水水质监测		组	20	1200	24000	2880	2400	29280
		土壤质量监测		组	14	1500	6000.00	720.00	600.00	7320.00
		植被监测		工班	8	200	2400.00	288.00	240.00	2928.00
三	其他工程	井口封堵	挖方	m^3	24.89	25.30	629.72	75.57	62.97	768.25
			浆砌石	m^3	266.18	454.25	120912.27	14509.47	12091.23	147512.96
			外墙砂浆立抹	m^2	84.39	110.26	9304.84	1116.58	930.48	11351.91
			井筒回填	m^3	1643.8	28.26	28683.90	3442.07	2868.39	34994.36
合　计							11978033.56	1437364.014	1197803.353	14613200.95

表 5-15　　管护期 3 年矿山生态保护修复工程费用估算表（单位：元）

序号	工程类别	工程内容	分项工程名称	计算单位	工程量	单价	合计	其它费用	不可预见费	投资（元）
一	监测工程	地质灾害监测	地表水漏失监测	次	270	82.88	22377.60	2685.31	2237.76	27300.67
			采空区地面变形监测	次	60	82.88	4972.80	596.74	497.28	6066.82
		植被监测		工班	24	200	4800.00	576.00	480.00	5856.00
	管护工程	面积		hm^2	31.398	15000	1412910.00	169549.20	141291.00	1723750.20
		年限		年	3					
合　计							1445060.4	173407.25	144506.04	1762973.69

二、基金管理

（一）资金来源

根据《土地复垦条例实施办法》（2019，根据2019年7月16日自然资源部第2次部务会议《自然资源部关于第一批废止修改的部门规章的决定》第三次修正），由采矿权人负责保护修复，其费用列入生产成本。采矿权人应当依照国家有关规定，计提矿山生态保护修复基金；基金由企业自主使用，根据其矿山生态保护修复方案确定的经费预算、工程实施计划、进度安排等，统筹用于开展矿山生态保护修复工作。采矿生产项目的土地复垦费用预存，统一纳入矿山生态保护修复基金管理。

永顺县通大矿业有限公司永顺县朗溪钒矿根据上述规定，设立矿山生态保护修复基金来管理矿山生态保护修复相关费用。根据本方案，将矿山生态保护修复费用按照企业会计准则相关规定预计弃置费用，计入相关资产的入账成本，该费用计入生产成本，在所得税前列支。

（二）资金管理使用办法

（1）设立资金专户，专款专用；

（2）资金实行先计划后使用；

（3）取之于矿，用之于矿山生态保护修复，保障资金专项专用；

（4）自然资源行政主管部门先审核批准复垦计划，然后按照批复的复垦计划使用资金；

（5）生态保护修复工程施工结束后，由自然资源行政主管部门组织专家进行竣工验收；

（6）专项资金的使用，接受社会和群众的监督。

（7）银行、自然资源等主管部门应引导、督促该矿区对生态保护修复等专项资金进行合理安排，科学设账、规范核算。同时应加强协调配合，对专项资金的存放和使用管理情况组织经常性的监督与检查，对专项资金进行追踪问效。

（三）基金计提

永顺县通大矿业有限公司永顺县朗溪钒矿矿山生态保护修复工程按近年度工作安排情况进行投入资金治理，并按年度进行项目决算。资金计入生产成本并逐年以动态投资提取，为确保矿山生态保护修复工程的实施，在资金使用上，应明

确提、存、管、用、审计等措施。复垦义务人结合工程项目制定一套行之有效的管理措施，为保证矿山生态保护修复项目的顺利实施奠定基础，确保资金全部用于项目区生态保护修复工程之中。

（1）计提方式

对于基金计提，一般根据《土地复垦条例实施办法》、湖南省自然资源厅湖南省生态环境厅关于印发《湖南省矿山生态修复基金管理办法》的通知（湘自资规〔2022〕3号）等相关文件执行。

本矿山的剩余服务年限为36.3年，根据《湖南省矿山生态修复基金管理办法》的通知（湘自资规〔2022〕3号），基金计提实行一次性计提和分年计提两种方式。

1、矿山剩余服务年限不足3年（含3年）的，应当一次性完成基金总额计提。

2、矿山剩余服务年限3年以上的，可以分年完成基金总额计提。

矿山生态保护修复费用均由永顺县通大矿业有限公司永顺县朗溪钒矿支付，本次矿山生态修复工程总投资*****万元，可以采取从矿产品销售收入中提成的方法解决，提取的费用从成本中列支。矿山开采年限为36.3年，最后3不计提，本次设计生态修复基金按33年计提，开采首年计提数不低于工程施工费（扣除预留费）的20%，其逐年基金提取见表5-10。

表5-10　　山生态保护修复逐年基金提取表

基金提取年度	基金提取金额（万元）	备　注
2026	******	不低于工程施工费20%
2027	******	
2028	******	
2029	******	
2030	******	
2031	******	
2032	******	
2033	******	

2034	******	
2035	******	
2036	******	
2037	******	
2038	******	
2039	******	
2040	******	
2041	******	
2042	******	
2043	******	
2044	******	
2045	******	
2046	******	
2047	******	
2048	******	
2049	******	
2050	******	
2051	******	
2052	******	
2053	******	
2054	******	
2055	******	
2056	******	
2057	******	
2058	******	
合计	******	

（2）预存计划

建立生态保护修复项目资金专户、设置专账，及时将每年计提（首年资金计提不低于第一年治理费）的生态保护修复资金存入专户，实行专账专管，并实行先入后拨的办法；矿山为项目资金的核算主体，其他任何个人不得以任何名目提取项目资金。矿山要严格按照批准的项目计划和支出预算，合理安排项目资金的使用，不得擅自扩大支出范围，不得用于与项目无关的其他支出。

（3）资金管理

项目单位为项目资金的核算主体，其他任何个人不得以任何名目提取项目资金。项目单位要严格按照批准的项目计划和支出预算，合理安排项目资金的使用，不得擅自扩大支出范围，不得用于与项目无关的其他支出。并建立健全会计核算制度，做到专款专用，建立专账，明确专人负责，任何个人不得截留、挤占、挪用或改变资金用途。

（4）资金使用

项目资金开支范围为组织、实施、管理矿山生态保护修复项目发生的各项支出，包括前期工作费、工程施工费、竣工验收费、业主管理费、不可预见费、动态监测费和风险金等。

（5）资金审计

为加强专项资金的监管，审计部门要定期或不定期地对资金的运作进行审计监督。永顺县财政局、永顺县自然资源局应对矿山的组织实施、预算执行和资金使用管理等情况定期组织监督和检查，并严格项目竣工决算审计，其竣工决算原则上由市财政局委托有资质的社会中介机构进行审计；矿山要主动接受财政、自然资源、审计、监察、检察等部门的监督和检查，并对项目预算执行情况、资金使用与管理情况进行自查和自验。

（6）法律责任

项目费专项用于矿山生态保护修复项目，对滥用、挪用项目资金的，追究当事人、相关责任人的责任，给予相应的行政、经济、刑事处罚。

第六章　保障措施

一、组织保障

（一）组织保障

根据“谁开发，谁保护；谁破坏，谁恢复”、“谁损毁，谁复垦”的原则，永顺县通大矿业有限公司永顺县朗溪钒矿负责组织具体的治理与土地复垦实施工作。矿山应成立专门的矿山生态保护修复领导小组及组织机构，切实保障生态保护修复工作顺利进行。其主要任务是负责地质环境恢复治理与土地复垦实施工作。生态保护修复领导小组组长由矿山负责人承担，全面负责生态保护修复工程实施，保证资金人员的投入到位，协调矿山与地方的关系，做好依法开采和生态保护等工作；副组长由分管环保的负责人承担，负责协助组长工作，做好矿山地灾防治、土地复垦、环境保护、施工管理等工作。小组成员由安全环保处、办公室、供应处和财务处组成。安全环保处具体负责环境保护、安全生产、生态修复治理进度督促等工作；办公室具体负责修复计划制定等工作；供应处、财务处及质控处则具体在分管范围内做好生态保护修复建议的具体落实工作，从组织上保障生态保护修复的顺利开展。

（二）管理保障

进一步健全和完善矿山生态环境保护管理制度，将矿山生态保护修复建设实施管理纳入企业的管理体系中，实现矿山生态保护修复管理的科学化、制度化和规范化。并将本方案确定的目标和任务进行分解落实，与矿山年度生产考核目标相结合，坚持一级抓一级，做到责任到人，措施到位。

矿山所在地的永顺县自然资源局负责对工作进行监督、协调和技术指导、分析存在问题，向朗溪钒矿反映实施过程中存在的问题并提出改正建议，并负责向矿区群众做好地质环境保护与恢复治理法律法规方面的宣传工作，同时协调土地权属人与项目建设业主的关系。永顺县自然资源局负责监督项目工作实施情况，成立项目实施督察小组，采用抽查方式，不定期对工程情况进行抽检，并负责组织矿山生态保护修复工程的竣工验收。

二、技术保障

根据矿山生态保护修复工程各项工程的技术要求，具体可采取以下技术保障

措施:

（1）为加强技术指导和咨询服务工作，矿山应成立专业技术人员组成的技术小组，对矿山生态保护修复方案进行专门研究、咨询。根据各项工程的技术要求，技术指导小组对项目进行全面的指导，并且提供技术支持，以保证项目的顺利实施。

（2）修复实施中，根据修复方案内容，与相关实力雄厚的技术单位合作，编制阶段生态修复实施计划和年度生态修复实施计划，及时总结阶段性生态修复实施经验，并修订生态修复方案。

（3）加强与相关技术单位的合作，加强对国内外具有先进生态修复技术单位的学习研究，及时吸取教训，完善生态修复措施。

（4）根据实际生产情况和土地损毁情况，进一步完善矿山生态保护修复方案，拓展矿山生态保护修复方案编制的深度和广度，做到所有复垦工程遵循复垦工程方案设计。

（5）严格按照建设工程招投标制度选择和确定施工队伍，要求施工队伍具有等级的资质。

（6）选择有技术优势和较强社会责任感的监理单位，委派技术人员与监理单位密切合作，确保施工质量。

（7）定期培训技术人员，咨询相关专家、开展科学实验、引进先进技术，以及对土地损毁情况进行动态观测和评价。

三、监管保障

本方案经批准后不得擅自变更；后期方案若有重大变更的，矿山需向永顺县自然资源主管部门申请，永顺县自然资源主管部门有权依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，并主动与永顺县自然资源主管部门取得联系，加强与永顺县自然资源主管部门合作，自觉接受永顺县自然资源主管部门的监督管理。

按《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》要求（湘自资办发〔2021〕82号），为保障自然资源主管部门实施监管工作，矿山首先应当根据方案编制并实施阶段生态保护修复计划和年度实施计划。具体为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。

生产期间定期向永顺县自然资源主管部门报告当年进度情况，并提交年度验收申请，接受永顺县自然资源主管部门对方案实施情况的监督检查，并进行年度验收。具体为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。

永顺县自然资源主管部门从监管系统接收到年度验收申请后，在 5 个工作日内组织形成验收组，开展现场验收。验收组实地核验矿山生态保护修复工程措施，查阅相关资料，并听取矿山所在地乡镇人民政府、村委和村民代表的意见。验收组共同商定形成的年度验收意见，由县级自然资源主管部门填报至监管系统。如验收意见不合格，责令矿山企业在规定整改期限内整改。

市级自然资源主管部门通过监管系统对年度验收中的矿山生态保护修复年度计划、年度验收申请和年度验收意见及时备案，采取备案资料查阅、现场核查、咨询访谈等形式，对矿山企业生态保护修复情况，验收技术专家、县级自然资源主管部门履职情况进行“双随机”抽查，定期在门户网站公布抽查结果。

各级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永顺县自然资源主管部门及有关部门处罚。

四、适应性管理

为了加强矿山生态保护修复工程管理，成立由永顺县资源管理部门及矿山生态修复工作小组组成的生态保护修复质量检查组，每半年进行一次质量检查，并根据矿山生态保护修复监测结果及时调整生态保护修复方案及管理方式，修正矿山生态保护修复工程方案及建设资金使用额，确保生态保护修复符合矿区生态系统，满足当地居民对生态修复的预期要求与可接受度，保障专项资金足额到位。

矿山生态保护修复工程设施竣工验收时，朗溪钒矿应就生态保护修复工程投资概算调整情况、分年度投资安排、资金到位情况和经费支出情况写出总结、下

一步资金安排计划，确保矿山生态保护修复工程适应矿区生态系统良性化要求。

五、公众参与

（1）矿山生态保护修复方案编制过程中，得到了湖南省自然资源厅、永顺县自然资源局、永顺县通大矿业有限公司永顺县朗溪钒矿等相关部门的指导和大力支持。通过广泛调查和征求农业、林业、水利等相关部门的意见和建议，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，使本方案更加科学、合理，各项措施操作性更强。

（2）同项目建设业主工程技术人员一起进行实地踏勘，充分听取业主及周边当地人民群众的意见，获得项目区的基础资料，经综合分析、整理后形成矿山生态保护修复方案简本，并再次征求项目业主和项目区周边当地人民群众的意见，使项目设计方案更切合实情。

第七章　矿山生态保护修复方案可行性分析

一、经济可行性分析

钒是一种银灰色的金属。熔点 1919±2℃，属于高熔点稀有金属之列。它的沸点 3000~3400℃，钒的密度为 6.11g/cm3。纯钒具有展性，但是若含有少量的杂质，尤其是氮，氧，氢等，也能显著的降低其可塑性。钒的化学性质十分稳定、在常温下；不会被氧化。钒对食盐溶液及海水具有高度的耐蚀性。钒与硅和碳形成的硅化物和碳化物具有高的硬度及化学稳定性。

钒产品称为“现代工业味精”，是发展现代工业、现代国防和现代科学技术不可缺少的重要材料，可以添加于钢、铁中，并以钛-铝-钒合金的形式用于航天领域。钒的化合物可以被广泛地用来生产如催化剂、化妆品、燃料以及电池等。钒在其它领域的应用也在不断扩展，且具有良好发展前景。

钒的精深加工产品有：①硫酸氧钒：硫酸氧钒的主要作用：a、帮助输送营养，如氨基酸和葡萄糖进入肌细胞，增大肌细胞的体积。有近似于胰岛素的功能。b、促进蛋白质的合成，显著增强力量。c、硫酸氧钒在工业上也可以用作织物的媒染剂、催化剂和还原剂。②钒铁：五氧化二钒与铁的合金。钒铁是钢铁工业重要的合金添加剂。③金属钒：金属钒在有色合金中主要用于生产钒钛合金。④钒氮合金：钒氮合金是一种新型合金添加剂，可以替代钒铁用于微合金化钢的生产。氮化钒添加于钢中能提高钢的强度、韧性、延展性及抗热疲劳性等综合机械性能，并使钢具有良好的可焊性。钒氮合金目前世界上仅有攀钢和美国一家企业生产。

五氧化二钒主要用于冶金工业制造优质合金钢，基于五氧化二钒在优质合金钢中的特殊作用，市场的需求量越来越大，市场价格也波浪式上升。随着改革开放的深入，高科技产品大量使用优质合金，各种特殊钢材的需求量也不断增加。我国 2005 年的钢产量为*****万 t，按 20％为优质钢计算，每吨钢材添加钒 0.2％，就钢材这一行业，每年需钒 14 万 t，折合五氧化二钒约**万 t。由于钒的用途非常广，而且还在向不同领域扩展，所以五氧化二钒在较长一段时期内仍属市场紧俏产品，给矿山带来较大的市场商机。其经济可行性分析如下:

（一）基本参数

1、估算指标

根据实地调查，在当前的经济形势下，本次经济估算指标参考有关政策并结

合矿山资源开发利用方案确定的技术经济参数取值如下:

（1）年产量：年产矿石量***万吨;

（2）产品销售主要包括主流程生产出的98％的片状V2O5、浸出渣、电、石膏和含锌镍冶炼渣等（不包括综合利用生产的白炭黑、加气混凝土砌块等），销售价格按参照近5年销售价格：98％的片状V2O5价7.50万元/t；浸出渣20元/t；电0.35元/度；石膏50元/t；含锌16.5％、镍1.5％的冶炼渣250元/t；年销售收入*********万元。

（3）年均采矿成本：采、选、冶生产成本****万元，工资及附加费为1368万元/年，年固定资产折旧为2010万元，采矿成本****万元。

（4）增值税率：根据2019年政府工作报告，税率按13%，按销售收入的13%计算;

（5）销售税金附加：包括城市维护建设税和教育费附加。共计10%根据《中华人民共和国企业所得税法实施条例》其中：城市维护建设税根据，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%，地方教育费附加2%;

（6）资源税：钒矿石（含石煤钒）资源税适用税额标准为每吨12元;

（7）采矿权使用费：1000元/km^2；不足1km^2按1km^2计;

（8）矿山安全费：《高危行业企业安全生产费用财务管理暂行办法》及相关规定，钒矿作为金属矿山，其安全费用地下开采每吨原矿提取8元安全费用，适当上浮为10元/吨;

（9）环境治理费：参照同类新建矿山，环境治理基金按10元/t 提取;

（10）矿山维简费：根据财政部2004年发布的文件，冶金矿山（含钒矿）维简费提取标准为15~18元/吨原矿，该标准适用于黑色金属、有色金属及贵金属矿山，本矿山按计18元/t;

（11）生态保护修复费用：按本方案所估算资金÷服务年限计算

（12）其他费用：按产值2%计;

（13）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，所得税按照销售利润的 25%征收。

表 7-1 矿山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	**********	年采矿成本
3	年增值税	万元	**********	增值税税率 13%
4	年销售税金附加	万元	**********	增值税×10%
5	年资源税	万元	**********	****万吨*12 元/吨
6	采矿权使用费	万元	**********	采矿权面积×1000 元/km^2
7	矿山安全费用	万元	**********	年产量×10 元/t
8	环境治理费用	万元	**********	年产量×10 元/t
9	矿山维简费	万元	**********	年产量×18 元/t
10	生态保护修复费用	万元	**********	****** ÷ 36.3 年
12	其它费用	万元	**********	产值的 2%
13	税前利润	万元	**********	1-2-3-4-6-7-8-9-10-11
14	所得税	万元	**********	税前利润×25%
15	税后利润	万元	**********	税前利润-所得税

（2）估算结果

通过计算，矿山在每年开采***万吨的情况下，年净利润为*********万元；同时可为国家增加各种税费********万元。根据上估算，矿山生态修复工程费用估算为********万元，矿山有充足的利润空间，矿山在经济上完全有能力提取生态修复基金。

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。

二、技术可行性分析

（一）矿山生态保护措施技术可行性分析

1、水生态水环境保护措施可行性分析

依前述，方案对矿山水生态水环境保护措施为砌建截排水沟及修建沉砂池，并定时清淤工程；该措施在目前国内是常用于处理一般雨水最成熟的处理工艺，经处理后的水质符合《地表水环境质量标准》（GB3838－2002）Ⅲ类水标准，该技术成熟、可操作强；因此，矿山水生态水环境保护措施技术科学、合理、可

行。

2、矿山地质灾害保护措施可行性分析

我国在崩塌、滑坡地质灾害防治技术已积累的许多实践经验，矿山实施的防治工程为常规性防治措施，具较强的操作性；未来通过斜坡变形监测、人工巡查工作及加强矿山地质灾害治理，完全能从根本上消除、减轻或避免地质灾害对周边环境构成的潜在威胁；因此，矿山地质灾害保护措施技术科学、合理、可行。

（二）矿山生态修复措施技术可行性分析

本着恢复与周边地表景观相协调的原则，并能促进当地农业的发展，落实相应的生态恢复措施，配套截排水沟、生态袋、机耕道及储水池等，就地取材用碎石浆砌截排水沟、储水池侧壁。选择乡土植被，体现生物多样性，具较强的操作性。该矿山生态修复工程属于较为常规的复垦工程，我国在矿山生态修复技术已积累许多实践经验；矿山生态修复工程实施后既可以减少矿山开采造成的水土流失、减轻生态环境的破坏，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。

三、生态环境可行性分析

随着近年钒电解液及钒电池技术的不断进步，攀枝花、山西、四川等地正形成 “钒资源开发 - 关键材料 - 电堆制造 - 系统集成” 的全产业链集群。

湖南省钒深加工企业也涌现出了诸如：湖南省银峰新能源有限公司、汇锋矿业有限责任公司、湖南众鑫新材料科技股份有限公司等企业。这些企业不仅面向钢厂占领了氮合金、钒铝合金、钒铁合金的市场；而且在钒电解液、钒电池领域也有重要地位，有些还成为国内钒电解液行业的领军企业。

在国家 “双碳” 目标和《促进钒电池储能产业高质量发展的实施方案》等政策推动下，钒电池作为长时储能技术的核心方向，预计到 2027 年国内电解液产能将达 20 万立方米/年，系统集成产能突破 12GWh /年。市场需求方面，2025 年新增装机量预计达 2.3GW 以上，市场规模超**亿元，年复合增长率超 50%。

鉴于上述开发、利用现状，湖南省湘西自治州政府十分重视全州钒矿资源的

综合开发利用，近期制定下发了《湘西州钒产业（全产业链）建设实施方案》，围绕打造全国一流“钒电之都”的总体目标，加大推动湘西州钒产业高端化、智能化、绿色化、集群化发展，打造“钒矿--材料--电池--终端应用--尾渣综合利用”全产业链。从而规范全州石煤钒矿资源科学、合理、有效的综合开发利用，造福当地人民，增加地方财源，促进湘西经济的健康发展。

自 2013 年以来，永顺县通大矿业有限公司就一直致力于朗溪钒矿资源的综合开发与利用研究，先后委托吉首大学、马鞍山矿山研究院、中南大学、湖南省有色研究院、湖南省节能中心、湘潭互创洁净能源有限公司、湖南常兴能源环保工程科技有限公司和长沙院等科研（院）所、高校和相关企业，就石煤钒矿的选矿富集、综合利用工艺技术路线、石煤提钒技术方案与设备选型、钒的富集机理与富集效应、提钒工艺技术方案、发电烟气治理方案、污水处理方案等进行了大量深入研究。

长沙矿冶研究院针对永顺朗溪钒矿资源进行了大量的试验研究，并提出了全湿法熟化酸浸提钒、浸出渣燃烧发电和“三废 ”治理等综合利用的提钒新工艺，较传统石煤提钒、钢渣提钒有明显的技术优势。该工艺能满足国家环保、节能的要求，在技术上解决了传统意义上的石煤提钒环境污染问题，为我国石煤大规模经济开发利用开辟了一条全新途径与模式。

矿山生态保护修复工程方案实施后，将使矿区内地质灾害得到防治，矿山生态问题得到治理，矿区地下水和地表水土环境不再会受到污染威胁，避免了矿山地质灾害引起的生态环境破坏和水土环境破坏引起的生态退化等矿山开采对生态环境、人居环境的负面影响，生态环境的改善有助于植被的恢复和保持生态的稳定，将对局部环境空气和小气候产生正效与长效影响，通过生态系统对空气的净化，继续保持本区域的良好的大气环境质量；随着矿区整治复绿工作的完成，绿树成荫、环境优美、空气清新的绿色矿山景观必将产生明显的环境效益，满足当地居民对生态修复的预期要求与可接受度。

第八章　结论与建议

一、结论

1、《永顺县通大矿业有限公司永顺县朗溪钒矿矿山生态保护修复方案》是在矿山自然环境、生态环境、社会经济环境等进行了全面调查，并结合矿区生态环境现状，对矿区生态环境现状进行分析、存在的环境问题进行识别、诊断和对生态环境预测的基础上编制的。《方案》编制年限2025年12月，本方案实施年限为40.3年（2026年1月—2066年4月，含3年管护期）。

2、方案通过矿山生态问题识别和诊断，并结合矿山开发方案分析认为：状未产生生态问题，矿山开采后地面工程大面积毁损土地资源和植被、破坏地形地貌景观39.796公顷；预测未来地下开采地下水抽排导致地表水漏失；地下开采采空区引发采空区地面沉陷变形的危险性中等，其他地质灾害可能性小状未产生生态问题，矿山开采后地面工程大面积毁损土地资源和植被、破坏地形地貌景观39.796公顷；预测未来地下开采地下水抽排导致地表水漏失；地下开采采空区引发采空区地面沉陷变形的危险性中等，其他地质灾害可能性小。

3、《方案》通过部署绿色矿山建设、教育警示等生态保护工程，可以营造一个绿色安全、舒适、和谐的生产生活环境，并能较好地保护好生物栖息地和生态系统的多样性；通过部署矿山工业广场和选冶厂、废石堆和土地复垦复绿，能减少损毁土地资源和对地形地貌的影响，保护好生物栖息地和生态系统的多样性，保持区域生态系统功能稳定，促进矿业开发与环境保护、人类生存环境、社会经济的持续、科学、和谐发展；通过部署砌建挡土墙、截排水沟及警示牌等地灾隐患消除工程，能保护场地内人员安全；通过部署生态修复管护工程，能保障土地复垦工程的质量，实现生态修复土地复垦科学化、规范化、标准化，改善工农关系，促进社会、经济全面发展，达到绿色矿山建设要求，保持区域生态系统功能稳定；通过防护栏工程，可防止无关人员误入开采区内发生危险事故，有效恢复自然环境。

4、《方案》估算服务年限（40.3a）内，朗溪钒矿山生态保护工程估算总投资5183.13万元（其中：工程费用2802.28万元，其他费用336.27万元，不可预见费用280.23万元，预留费用1764.35万元）。矿山开采年限为36.3年，生态保护修复基金计划在33年内提取完，2026年计提683.77万元，2027年-2058每年提取140.605万元。

5、结合《方案》诊断的矿山生态问题，经过经济、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，不会影响矿区局部生态系统的生态功能，矿山可以开采。

二、建议

1、矿山闭坑施工期间，应严格按照《方案》提出的保护修复措施进行矿山生态保护修复；完工后，依然要按照相关法律法规继续进行矿山生态保护修复。修复工程验收合格后及时移交当地政府或村民使用、管理。

2、修复基金据主管部门要求与生态保护修复需要动态调整。

3、矿山应按照环保相关政策要求重新办理环境影响评估审批手续，严格按照环境管理要求，做好废水、固废、土壤和地下水污染防治工程，建议矿坑水下游修建专门污水处理站；按照排污许可证自行监测要求做好污染源监测；按照生态环境部门要求做好周边环境质量监测。

4、矿山正在对工业广场进行总平面部署和办理用地手续，矿山应该根据实际内部道路和建筑物布局开展相关的地表淋滤水收集处理工程。

5、建议矿山生态保护修复与绿色矿山建设、水土保持等统筹部署。

6、矿山应在施工完毕并自检后向当地自然资源主管部门以文字和图件形式报告矿山现状、生态保护修复措施情况并申请竣工验收；建议当地自然资源管理部门对矿区进行验收检查，重点是矿山生态保护修复措施的落实情况，发现问题及时解决，把矿山生态保护修复的工作落到实处，确保区域生态系统的生态功能良好。

7、若矿山开采过程中开发利用方案发生变化、矿山开采规模发生变化、资源利用情况发生变化或变更用地位置、改变开采方式，均应重新编制或修订矿山生态保护修复方案；并报自然资源部门批准机关批准。矿山生态问题与修复工程发生重大变化时重编或修编方案。

8、《方案》中所设计的各项工程图件，其目的仅为获得大致的工程量而作为估算投资金额的依据，所提供的工程尺寸不能完全作为具体施工使用，矿山在实施生态保护修复工作前，应按方案进行技术交底并对投资进行经费计算。