

吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿
矿区生态修复方案

吉林富德矿业有限公司

2026年6月



吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿

矿区生态修复方案

编制单位：吉林省嘉阳矿业信息咨询有限公司

法人代表：赵毕环

方案编制负责人：邓淑芹

主要编制人员：臧涛、邓淑芹、高景惠、孔晓鹏



附表 1

矿区生态修复方案编制信息表

采矿权人信息	采矿权人名称	吉林富德矿业有限公司				
	统一社会信用代码	***	联系人	王奕博		
	联系地址	吉林省白山市浑江区东兴街 49 号		联系电话	***	
	采矿权证证号	***	开采方式	地下开采		
	采矿权面积	***km ²	采矿权拐点坐标	附后		
	采矿权有效期限	自***年***月***日至***年***月***日				
	方案编制情形	☐ 首次申请采矿许可 ☐ 扩大开采区域 ☐ 缩小开采区域 ☐ 变更开采方式 ☐ 变更开采主矿种 ☐ 延续 ☒ 其他				
方案编制单位	单位名称	吉林省嘉阳矿业信息咨询有限公司				
	统一社会信用代码	***	联系人	邓淑芹		
	联系地址	白山市浑江区红旗街银河社区 17 号楼二单元		联系电话	***	
	编制负责人					
	姓名	身份证号	专 业	职务/职称	联系电话	签名
	邓淑芹	***	地质	高级工程师	***	
	主要编制人员					
	姓名	身份证号	专业	职务/职称	联系电话	签名
	赵波	***	地质	高级工程师	***	
	邓淑芹	***	地质	高级工程师	***	
	臧涛	***	地质	工程师	***	
	孔晓鹏	***	地质	工程师	***	

附表 1 续

采矿证范围拐点坐标

拐点 编号	1980 西安坐标系		2000 国家坐标系	
	X	Y	X	Y
1	***	***	1	***
2	***	***	2	***
3	***	***	3	***
4	***	***	4	***
5	***	***	5	***
6	***	***	6	***
7	***	***	7	***
开采深度：由***米至***米标高，矿区面积***km ²				

目录

前言.....	1
一、编制目的.....	1
二、编制依据.....	13
三、服务年限.....	18
第一章 矿山基本情况	19
一、矿业权人基本情况.....	19
二、地理位置与区域概况.....	20
三、矿山开采历史及现状.....	21
四、矿山开发利用方案概述.....	39
第二章 矿区基础信息	47
一、矿区自然条件.....	47
二、社会经济概况.....	51
三、矿区地质环境背景.....	54
四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况.....	68
五、矿区生态状况.....	69
六、矿区及周边人类重大工程活动.....	73
七、矿区生态修复工作情况.....	74
八、矿区基本情况调查监测指标.....	74
第三章 问题识别诊断及修复可行性分析.....	76
一、问题识别与受损预测.....	76
二、生态修复可行性分析.....	94
三、生态修复分区及修复时序安排.....	98
四、采矿用地与复垦修复安排.....	110
第四章 生态修复措施与工程内容.....	113
一、保护与预防控制措施.....	113
二、修复措施.....	115
三、工程内容.....	120
第五章 监测与管护	127
一、监测目标与措施.....	127

二、管护目标与措施.....	130
三、工程量.....	131
第六章 工作部署与经费估算	133
一、总体部署.....	133
二、总体经费估算.....	135
三、阶段工作任务与经费安排.....	153
第七章 保障措施与公众参与	156
一、保障措施.....	156
二、公众参与.....	161
三、效益分析.....	162
第八章 结论	165
一、结论.....	165
二、建议.....	166

附图

- 1.吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿实际材料图（比例尺 1:5000）
- 2.吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿矿区地形地质图（比例尺 1:5000）
- 3.吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿矿区土地利用现状图（比例尺 1:5000）
- 4.吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿矿区地质环境问题现状图（比例尺 1:5000）
- 5.吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿矿区土地损毁现状图（比例尺 1:5000）
- 6.吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿矿区地质环境问题预测图（比例尺 1:5000）
- 7.吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿矿区土地损毁预测图（比例尺 1:5000）
- 8.吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿矿区生态修复工程部署图（比例尺 1:5000）
- 9.土地利用现状图（自然资源部门盖章）

附件

- 1.水质分析报告、土壤检测报告
- 2.公众意见调查
- 3.委托书
- 4.采矿证
- 5.存储矿区生态修复费用承诺书
- 6.承诺书（材料真实性）
- 7.采矿权人履行《方案》承诺书
- 8.采矿权人对《方案》的意见
- 9.属地自然资源局对方案的意见
- 10.土地权属人对方案的意见
- 11.土地权属证明
- 12.土源证明
- 13.银行资金证明
- 14.内审意见
- 15.开发利用方案评审意见
- 16.原矿区生态修复方案评审意见

前言

一、编制目的

（一）任务的由来

吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿（以下简称“白山市木通沟铁矿”）为现有采矿权，采矿许可证号：***，有效期自***年***月***日至***年***月***日。

根据《中华人民共和国矿产资源法》《土地复垦条例》《矿山地质环境保护规定》和《吉林省自然资源厅生态修复处关于做好过渡期内矿区生态修复方案编制评审有关工作的通知》等文件要求，“方案不在适用期内，或年度任务安排不符合实际生产等情况，应及时修编。”原《矿山地质环境保护与土地复垦方案》于2020年11月编制，已过适用期。

故吉林富德矿业有限公司委托吉林省嘉阳矿业信息咨询有限公司开展了《吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿矿区生态修复方案》（以下简称《方案》）的编制工作。

（二）编制目的

开展《吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿矿区生态修复方案》编制工作的目的是为矿业开发、地质环境保护与矿区生态修复提供重要科学依据，有效治理矿山开采引发和加剧的地质灾害、水污染、水资源破坏、土地资源占用和破坏等环境问题，保证矿区生态修复义务落实，合理用地、保护耕地，防止水土流失、恢复生

态环境及保护生物多样性，以期实现矿产资源的合理开发利用及矿山地质环境的有效保护，为矿业经济和社会经济的可持续发展服务，落实“边开采、边修复”要求，为矿山申办相关手续提供依据，作为政府监督管理的依据。

贯彻落实科学发展观，规范矿山开采，避免资源浪费，促进铁矿工业健康发展，有效解决矿山开采过程中的矿山地质环境破坏及土地损毁问题，保护和改善区域生活环境和生态环境，积极贯彻落实《中华人民共和国矿产资源法》《土地复垦条例》及《矿山地质环境保护规定》。同时通过调查评估，最大限度地减轻企业在建设、开采矿山各阶段矿山地质灾害和地质环境问题的发生，避免和减轻地质灾害造成的损失，有效遏制水土资源、地形地貌景观的破坏，落实土地复垦管理各项规定，实现矿产资源开发利用和环境保护协调发展，维护矿区及周围地区生态环境，使矿山地质环境得到明显改善，恢复损毁土地的使用功能。

主要任务是：

1. 系统摸排矿山开采工艺、资源赋存、开采布局、地质条件、土地利用、生态基底基础资料，完成全域实地勘查与资料校核；

2. 开展矿区生态、地质环境问题识别诊断：全面调查评估矿区现状崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷等地质灾害发育情况，系统研判含水层结构、地下水位、水质受扰动程度，摸排地形地貌、林地、道路等土地损毁范围、类型、损毁等级，识别水土污染现状、污染来源与危害程度，厘清各类生态地质问题分布规律、形成诱因、现实危害；

3. 开展矿山开采全周期受损预测分析：结合矿山剩余开采规模、

充填工艺、生产布局，预测剩余开采阶段地质灾害发育风险、含水层持续扰动程度、土地新增损毁情况、地貌景观破坏演变趋势及水土污染发展态势，划分轻重受损区域，完成现状与预测综合分级评价；

4. 结合识别诊断、受损预测结论，分区分类配套地质灾害防控、水土治理、地貌重塑、植被重建等工程措施、生物措施与长期管护措施，明确工程实施时序与实施路径；

5. 全面调查矿区土壤、地表水、地下水、植被、生物多样性、土地损毁权属、土地利用历史现状，梳理已开展修复工程成效与现存短板；

6. 综合矿区自然禀赋、开采时序、土地损毁诊断与受损预测结果，科学划定生态修复分区、确定修复适宜方向，衔接开采设计、安全、水土保持、环评、地质灾害评估等专项成果，分阶段制定差异化生态修复工程方案，明确修复资金筹措、存储、使用机制；

7. 精准测算全周期生态修复工程量、分年度投入经费，配套组织、技术、资金、监管、公众参与全方位保障措施，形成完整可落地的矿区生态修复实施体系。

（三）编制过程

本次方案编制工作由吉林富德矿业有限公司和吉林省嘉阳矿业信息咨询有限公司相关技术人员组成联合调查组，共同进行现场踏勘和资料收集。调查了矿山地质及土地资源等情况、矿区建设及生产情况、当地的土地利用状况、土壤情况、已实施的矿区生态修复工程、土壤及地下水污染情况、农业生产及农民收入状况、材料价

格及人工费用情况等，开展了公众参与调查，收集了矿山相关资料、土地利用现状图等技术资料。确定了矿山地质环境评估范围以及土地复垦区域，研究提出矿区生态修复措施、方向，形成该方案。编制工作的编制程序及工作方法如下：

1. 编制程序

本方案的编制按《矿区生态修复方案编制指南（临时）》《矿山生态修复技术规范 第3部分：金属矿山》（TD/T1070.3-2024）《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）和《土地复垦方案编制规程》（TD/T103.1-2011）规定的程序进行，方案编制程序见图0-1。

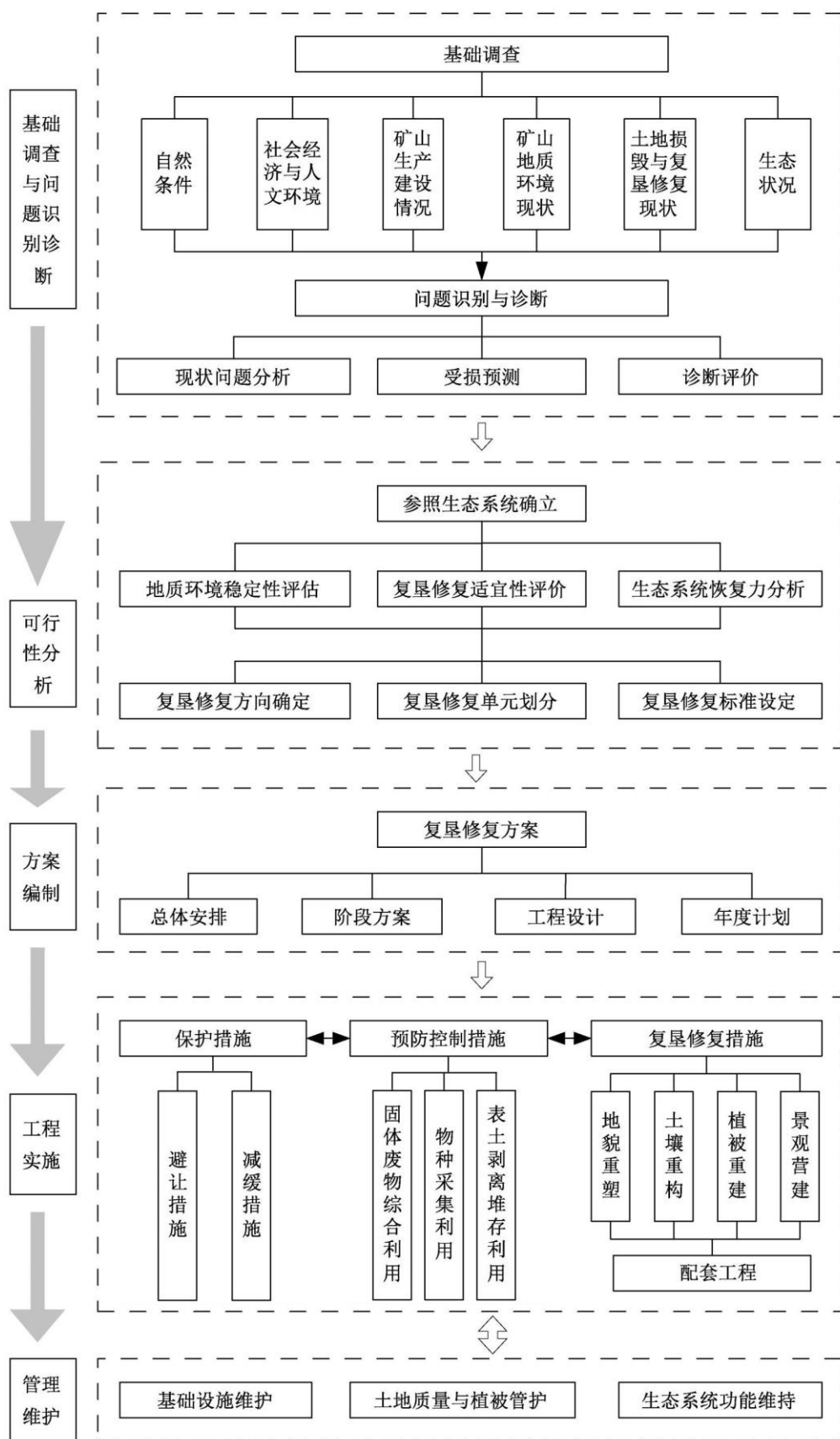


图 0-1 方案编程序流程图

2. 工作方法

根据《矿山地质环境保护规定》《土地复垦条例》及《矿区生态修复方案编制指南（临时）》中确定的矿区生态修复工作的基本要求包括基础调查与问题识别诊断、可行性分析、方案编制、工程实施、管理维护、监测评价与适应性管理。

（1）资料收集与分析

吉林富德矿业有限公司和吉林省嘉阳矿业信息咨询有限公司相关技术人员组成联合调查组，在现场调查前收集《吉林省白山市木通沟铁矿详查报告》（2014 年 8 月）、《吉林星泰集团有限公司白山市木通沟铁矿可行性研究报告》（2015 年 2 月）、《吉林星泰集团有限公司白山市木通沟铁矿矿产资源开发利用方案》（2015 年 3 月）、《吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿初步设计变更说明书》（2020 年 5 月）、《吉林星泰集团有限公司白山市木通沟铁矿项目环境影响报告书》（2015 年 10 月）、《吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（2020 年 11 月）以及矿区的土地利用现状图等资料，初步掌握了矿区地质环境条件、矿山概况及矿区土地利用现状、矿区内采矿工艺、工业布局、项目所在地主要建筑材料单价以及其他工程造价信息等。收集了区内有关地形图、地质图等图件作为评估工作底图和野外工作用图，结合矿山特点，分析已有资料，确定需要补充的资料，初步确定野外主要调查内容、调查方法和调查路线。

（2）野外调查

在对收集的资料初步分析后，项目组于 2026 年 1 月 18 日进行了野外调查。在调查过程中，项目组积极访问矿区工作人员和周围

居民，查明了矿山开采历史、生产现状，项目区各类土地、土壤、植被情况，项目区的地下水类型及补径排等情况，主要地质环境问题的发育和分布以及矿区土地利用等情况。野外调查采用 1:5000 地形图为底图，对重点地段的地质环境问题点和主要地质现象点进行实测描述，调查分析其发生时间、基本特征、危害程度，并对其进行 GPS 定位、数码拍照和填制调查表格等工作，并及时调整室内设计的野外调查路线，优化野外调查工作方法。

（3）室内资料整理及综合分析

在综合分析研究已有资料和现场调查的基础上，编制了矿区土地利用现状图、矿区地质环境问题现状图、矿区土地损毁现状图、矿区地质环境问题预测图、矿区土地损毁预测图、矿区生态修复工程部署图，以图件形式反映评估区地质环境问题的分布、土地利用情况、影响程度和矿区生态修复工程，编写了《吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿矿区生态修复方案》。

3. 工作质量控制

本方案是在全面收集矿山有关资料以及现场实地调查的基础上，严格按照《矿区生态修复方案编制指南（临时）》及其他国家现行的有关规范、规程、技术要求进行编制的。为了此次项目能够按时、保质、保量地完成，公司采取一系列的质量控制措施对项目的管理、进度、质量等方面控制，具体措施如下：

（1）实施统一规程、统一计划、统一组织、统一验收、分步实施和责任到人的分级目标管理。由项目管理组负责任务总体安排、总体进度控制和总体协调管理工作，保证质量体系的正常运作，做好与吉林富德矿业有限公司、项目涉及各级地方政府和村民的协调、

沟通和配合工作；

(2) 主要参加编写技术方案的人员具备十年以上相关的工作经验，具有长期从事矿山地质环境保护与土地复垦方案编制的经历，并在其中担任技术负责人、项目经理等职务，对其他参加编写人员进行必要的岗位培训，以认真负责的科学态度对待方案工作；

(3) 项目组负责人对方案编制工作进行全过程质量监控，对野外矿山地质环境调查工作、室内综合研究和报告编制等工作及时进行质量检查和验收，并组织有关专家对矿山地质环境条件、评估级别、矿山地质灾害、矿区含水层破坏、地形地貌景观、水土环境污染、土地占用与损毁等关键问题进行重点把关；

(4) 保证所使用的各种规范、规定和图式统一，保证使用数据的真实性和科学性。所使用的各种规范、规定和图式是指导方案编写、图件制作的标准，只有严格执行，才能保证成果质量标准的唯一性。

4. 真实性及科学性承诺

我司在本次工作中收集的资料比较全面，吉林富德矿业有限公司提供的基础数据和现场调查数据真实可靠，矿山地质环境和土地资源调查及报告编制工作按国家和吉林省现行有关技术规程规范进行，工作精度符合规程规范要求。我公司承诺方案中所引数据的真实性及产生结论的科学性。

(四) 矿区生态修复方案对比分析

1. 原《矿山地质环境保护与土地复垦方案》概况

本方案是在《吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿矿山地

质环境保护与土地复垦方案》（吉林富德矿业有限公司于 2020 年 11 月编制）的基础上修编。

《吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》主要内容如下（引用）：

（1）吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿生产规模为 ***t/a，矿山采矿证剩余服务年限为 16 年，本方案的适用年限为 20 年。

（2）矿山生产建设规模为中型，矿山地质环境条件复杂程度划分为中等，评估区的重要程度划分为较重要区；因此将本次的评估级别确定为二级，评估区面积为 258.50hm²。

（3）现状评估结果：现状评估矿山地质灾害不发育；对含水层影响程度较轻；对地形地貌景观和土地资源破坏影响程度严重；对水土环境污染程度较轻。综上，现状评估区内采矿工业场地、废石堆场、采矿残留用地为地质环境影响严重区，面积为 3.8233hm²；评估区内其他区域为矿山地质环境影响较轻区，面积为 254.68hm²。

（4）预测评估结果：预测矿山开采结束后会产生岩石移动范围区，预测地质灾害危险性小，采矿活动对地下含水层的影响和破坏程度较轻；矿山开采产生的工业广场等对地形地貌景观影响较严重，评估区内其他区域对地形地貌景观影响较轻；对水土环境污染程度较轻。综上，采矿工业场地、选矿工业场地、废石堆场、采矿残留用地对地形地貌破坏和影响程度较严重，面积 5.2763hm²；评估区内其他区域对地形地貌景观破坏和影响程度较轻，面积为 253.2237hm²。

（5）将评估区分为重点防治区和一般防治区。重点防治区分 4 个区，即采矿工业场地、选矿工业场地、废石堆场、采矿残留用

地，面积共 5.2763hm^2 ；评估区内除上述区域以外的其他区域划分为一般防治区，面积 253.2237hm^2 。

（6）本次矿山地质环境保护工程可划分为生产期工程和闭坑后期工程。矿山地质环境保护与恢复治理工程主要治理对象为采矿工业场地、选矿工业场地、废石堆场、采矿残留用地，主要措施为平整地面、覆土，封闭井口及恢复生态植被等。矿山地质环境监测工程主要为定期对地质灾害巡视监测和地下水位监测，以及土壤质量监测。

（7）吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿复垦区面积为 5.2763m^2 ，损毁方式为挖损、压占，木通沟铁矿复垦区面积 5.2763hm^2 ，挖损损毁 0.7186hm^2 ，压占损毁 4.5577hm^2 ；损毁土地类型为旱地 1.3842hm^2 ，乔木林地 3.8921hm^2 ；矿区内损毁 3.4895hm^2 ，矿区外损毁 1.7868hm^2 。复垦方向为乔木林地，土地复垦率为 100%。

（8）方案涉及的工程量如下：

a. 恢复治理部分：

设立警示牌 6 个，地质灾害监测点 6 个，表土剥离 2385m^3 ，表土运输 2385m^3 ，挡墙挖方 600m^3 ，回填方 200m^3 ，挡墙用石块 1300m^3 ，拆除非钢结构体积 3384m^3 ，拆除砖混构筑物 1575m^3 ，拆除石笼挡墙 700m^3 。回填建筑垃圾 5659m^3 。回填废石量 800m^3 。清理硬覆盖 6008m^3 ，回填硬覆盖 6008m^3 。封闭用浆砌块石 200m^3 。场地平整体积 6008m^3 。地下水水位监测共 6 次/年 $\times$ 20 年=120 次。地下水水质监测共 1 次/年 $\times$ 20 年=20 次。地质灾害隐患巡视 9 次/年 $\times$ 20=180 次。

b. 土地复垦部分：

覆土 9681m^3 。其中表土剥离 2385m^3 。表土养护 0.095hm^2 。客土土源 7296m^3 。土地翻耕 1.9895hm^2 。种植落叶松 17636 株。绿肥

改良面积 5.2763hm²。设置土壤质量监测点 1 个，监测频率 1 次/年，监测 20 年，共监测 20 次。管护对象为乔木林地，管护面积 5.2763hm²，管护期 3 年。

(9) 根据矿山地质环境保护与土地复垦工作部署、工程量及工程技术手段，参照相关标准，木通沟铁矿矿山地质环境治理投资 204.54 万元，土地复垦投资 121.05 万元，矿山地质环境治理与土地复垦总费用 325.59 万元。

2. 原《矿山地质环境保护与土地复垦方案》落实情况

矿山从原《矿山地质环境保护与土地复垦方案》编制，到获得采矿许可证至今，进行了土壤、地下水监测。无其他对原《矿山地质环境保护与土地复垦方案》设计的工程内容落实情况。

3. 存在的问题、取得经验及修编内容

本方案和原方案在工程量上差别具体对比见表 0-1。

表 0-1 本方案和原方案矿区生态修复工程量对比表

内容	工程名称	单位	本方案工程量	原方案工程量	变化	变化原因
矿区生态修复	设置警示牌	个	3	6	-3	重新校核
	钢结构建筑拆除	m ³	3215.7	3384	-168.3	重新校核
	水泥浆砌石建筑拆除	m ³	3217.5	1575	1642.5	重新校核
	钢混结构建筑	m ³	125.1		125.1	重新校核
	挡墙挖方	m ³		600	-600	核减
	回填方	m ³		200	-200	核减
	挡墙石块			1300	-1300	核减
	挡墙拆除	m ³		700	-700	核减
	废石渣充填平硐	m ³	1156		1156	改变工艺
	回填建筑垃圾		2186.6	5659	-3472.4	改变工艺
	回填废石		1156	800	356	改变工艺
	浆砌石封堵平硐	m ³	230	200	30	重新校核
	硬覆盖清理	m ³	6318.1	6008	310.1	重新校核
	回填硬覆盖	m ³		6008	-6008	改变工艺

内容	工程名称	单位	本方案工程量	原方案工程量	变化	变化原因
	场地平整	m ³	13039.4	6008	7031.4	重新核实了面积
	外购运输表土	m ³	6484	7296	-812	核减
	表土剥离	m ³		2385	-2385	核减
	表土覆土	m ³	6484	9681	-3197	核减
	土地翻耕	hm ²		1.9895	-1.9895	核减
	栽植云杉	株	17062	17636	-574	重新核实了面积
	栽植爬山虎	株	2525		2525	新增
	播撒草籽	hm ²	6.8246	5.2763	1.5483	重新核实了面积
	地面变形监测	次	29		29	
	边坡稳定性监测	次	156	180	-24	年限改变
	矿井涌水水质监测	次	22	20	2	年限改变
	矿井涌水水量监测	次	125	120	5	年限改变
	土地资源生态监测	次	29		29	年限改变
	管护	hm ² ×年	7.0223×3	5.2763×3	1.7460×3	重新核实了面积
总费用	环境治理	万元		325.59		
	土地复垦	万元				
	生态修复	万元	301.94			

本方案和原方案在面积、工程量、费用等方面均有调整。主要原因如下；

(1) 原方案是新建矿山，本方案基于现状为生产矿山，工程量设计本质上有区别，如现状无表土，未表土剥离；现状废石堆场堆高较小，未设置截水沟；矿山剩余服务年限减少等。

(2) 基于无人机航拍，新变更的三调图及现场调查，现状总面积有所变化，故方案的生态修复总面积为 7.3544hm²，原方案总复垦区面积为 5.2763hm²。

(3) 预算是根据即时的材料市场价，反映到总费用，会产生较

大变化。

二、编制依据

（一）法律法规

1. 《中华人民共和国矿产资源法》（1986 年 10 月 1 日起施行，2024 年 11 月 8 日第十四届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议修订）；

2. 《中华人民共和国矿山安全法》（2009 年 8 月 27 日）；

3. 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日）；

4. 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日）；

5. 《中华人民共和国水土保持法》（2019 年 7 月 24 日）；

6. 《中华人民共和国土地管理法》（2020 年 1 月 1 日）；

7. 《地质灾害防治条例》（国务院第 394 号令），2003 年 11 月 29 日国务院常务会议通过，自 2004 年 3 月 1 日起施行；

8. 《基本农田保护条例（2017 年修正）》（2017 年）；

9. 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021 年 9 月 1 日）；

10. 《土地复垦条例》（中华人民共和国国务院令第 592 号）；

11. 《土地复垦条例实施办法（修订）》（2019 年修订）；

12. 《矿山地质环境保护规定》（2019 年修正），2009 年 2 月 2 日自然资源部第 4 次会议审议通过，自 2009 年 5 月 1 日起施行（国土资源部令第 44 号），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）；

13. 《吉林省水土保持条例》（吉林省第十二届人民代表大会常务委员会公告第 14 号）；
14. 《吉林省生态环境保护条例》（2021年1月1日起实施）；
15. 吉林省十二届人大常委会第27次会议审议通过《吉林省大气污染防治条例》（自2016年7月1日起施行）；
16. 《吉林省地质灾害防治条例》（2009 年 3 月 27 日省十一届人大常委会第十次会议修订通过）；
17. 《吉林省人民政府办公厅关于印发〈吉林省建设占用耕地耕作层土壤剥离利用管理办法〉的通知》（吉政办发〔2022〕17 号）。

（二）有关文件

1. 《财政部自然资源部关于印发〈土地开发整理项目预算定额标准〉的通知》（财综〔2011〕128 号）；
2. 《自然资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21 号）；
3. 《国务院关于印发矿产资源权益金制度改革方案的通知》（国发〔2017〕29 号）；
4. 《财政部自然资源部环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建〔2017〕638 号）；
5. 财政部、税务总局、海关总署公告 2019 年第 39 号《关于深化增值税改革有关政策的公告》；
6. 《自然资源部关于规范和完善砂石开采管理的通知》（自然资源发〔2023〕57号）；

7.《自然资源部关于深化矿产资源管理改革若干事项的意见》(自然资规〔2023〕6号);

8.《吉林省落实水污染防治行动计划工作方案》(2016年1月7日印发);

9.《吉林省自然资源厅 吉林省财政厅 吉林省生态环境厅关于印发《吉林省矿区生态修复费用管理暂行办法》的通知(吉自然资规〔2025〕5号)。

(三) 规范规程

- 1.《综合工程地质图图例及色标》(GB/T12328-1990)
- 2.《综合水文地质图图例及色标》(GB/T14538-1993)
- 3.《量和单位》(GB3100-3102-1993)
- 4.《1:50000地质图地理底图编绘规范》(DZ/T0157-1995)
- 5.《地质图用色标准及用色原则(1:50000~1:250000)》(DZ/T 0179-2025)
- 6.《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)
- 7.《耕地质量验收技术规范》(NY/T1120-2006)
- 8.《耕地地力调查与质量评价技术规程》(NY/T1634-2008)
- 9.《水土保持综合治理技术规范》(GB/T16453-2008)
- 10.《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)(2009年版)
- 11.《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ / T0223-2011)
- 12.《土地复垦方案编制规程第1部分:通则》(TD/T1031.1-2011)

13. 《土地复垦方案编制规程第4部分：金属矿》
(TD/T1031.4-2011)
14. 《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013)
15. 《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2013)
16. 《生产项目土地复垦验收规程》(TD/T1044-2014)
17. 《区域地质图图例》(GB/T958-2015)
18. 《建设占用耕地表土剥离技术规范》(TB/T 2278-2015)
19. 《中国地震烈度区划图》(GB18306-2015)
20. 《造林技术规程》(GBT/T 15776-2016)
21. 《耕作层土壤剥离利用技术规范》(TD/T1048-2016)
22. 《土地整治项目规划设计规范》(TD/T1012-2016)
23. 《矿山土地复垦基础信息调查规程》(TD/T1049-2016)
24. 《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》(2016 年 12 月)
25. 《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)
26. 《工程测量标准》(GB 50026-2020)
27. 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB 15618-2018)
28. 《第三次全国国土调查技术规程》(TD/T1055-2019)
29. 《地下水环境监测技术规范》(HJ 164-2020)
30. 《地质灾害危险性评估规范》(GB/T 40112-2021)
31. 《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T 12719-2021)
32. 《矿山生态修复技术规范第1部分：通则》(TD/T1070.1-2022)

33. 《矿山生态修复技术规范 第 3 部分：金属矿山》
(TD/T1070. 3-2024)
34. 《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》(GB / T 43933-2024)
35. 《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》(GB / T
43935-2024)

(四) 有关资料

1. 《吉林省白山市木通沟铁矿详查报告》，吉林省第四地质调查所，2014 年 8 月；
2. 《吉林星泰集团有限公司白山市木通沟铁矿可行性研究报告》，吉林东北亚国际工程技术集团有限公司，2015 年 2 月；
3. 《吉林星泰集团有限公司白山市木通沟铁矿矿产资源开发利用方案》，吉林东北亚国际工程技术集团有限公司，2015 年 3 月；
4. 《吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿初步设计变更说明书》，吉林东北亚国际工程技术集团有限公司，2020 年 5 月；
5. 《吉林星泰集团有限公司白山市木通沟铁矿项目环境影响报告书》(吉林省冶金研究院，2015 年 10 月)；
6. 《吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，吉林鸿邦冶金设计研究院有限公司，2020 年 11 月；
7. 《白山市国土空间总体规划 (2021-2035 年)》；
8. 《白山市矿产资源总体规划 (2016—2020 年)》。

三、服务年限

吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿为现有采矿权,《采矿许可证》证号:***,有效期自***年***月***日至***年***月***日。

根据《矿区生态修复方案编制指南(临时)》,“方案服务年限为采矿权(剩余)有效年限(或拟申请的采矿权有效期限)+采矿权到期后的生态修复工程实施及后期管护期限。”截至2026年7月,矿山剩余服务年限为10.4年,加上1年生态修复工程实施期,3年后期管护期,故确定本方案服务年限为14.4年,即2026年7月—2040年11月。

第一章 矿山基本情况

一、矿业权人基本情况

该矿于 2016 年首次取得采矿权，采矿权具体信息如下：

发证机关：吉林省自然资源厅颁发

采矿许可证编号：***

采矿权人：吉林富德矿业有限公司

矿山名称：白山市木通沟铁矿

经济类型：有限责任公司

开采矿种：铁矿

开采方式：地下开采

生产规模：***吨/年

矿区面积：***km²

有效期限：***年***月***日至***年***月***日

现有采矿许可证范围拐点坐标见下表。

表 1-1 现有采矿证范围拐点坐标表

拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
1	***	***
2	***	***
3	***	***
4	***	***
5	***	***
6	***	***
7	***	***
开采深度	***m~***m	

二、地理位置与区域概况

白山市木通沟铁矿位于白山市浑江区 320° 方向，直距 12.8km 处，隶属白山市浑江区板石沟镇管辖。

矿山极值地理坐标：东经：***° ***' ***" -***° ***' ***" ；
北纬：***° ***' ***" -***° ***' ***" 。

矿区距浑江火车站直距 12km，距白山市至营城 S103 省道 4km，其间有水泥路相通，白山市至木通沟口珍珠门村有客运班车往返，交通较为方便。交通位置详见图 1-1。

图 1-1 交通位置图

矿山东侧为通化钢铁集团板石矿业有限责任公司井下矿，其中 18 号矿组距离本矿区较近，矿区范围界线最近距离 460m。

矿区西北侧为白山市胜铭铁矿露天采场，两矿区范围相距1200m。

图 1-2 相邻矿山相对位置图

三、矿山开采历史及现状

（一）矿山开采历史

1. 开采历史

1958 年 7 月—1962 年 12 月，吉林省地质局通化地质大队对板

石沟铁矿勘查的同时，对板石沟铁矿外围进行普查，发现木通沟铁矿点。1963年3月提交的《吉林省浑江市板石沟铁矿地质勘探最终报告》未对该区作出评价。

1961年吉林省地质局物探大队在该区进行了1/10000磁法测量，发现木通沟低缓磁异常。

1976年吉林省地质局通化地质大队进行了1/5000磁法测量工作，共圈出六个异常区，其中III异常规模最大。1977年—1978年对异常查证，所见地表矿体规模较小，初步认为III号低缓异常是矿层呈平缓向斜的反映。

1981年吉林省第四地质调查所在该区进行了1/10000地质填图，补做了部分地表工作，发现花岗岩化作用较强，褶皱构造发育，确认该区为一向斜构造，并有向西翘起之势，依据物探异常认为向斜构造核部具有赋存矿的因素。

1984年国家航测中心在该区进行了航空磁法测量工作，圈出了吉C-77-15号木通沟航磁异常，已知鞍山式铁矿。

1982年—1986年，吉林省第四地质调查所对板石沟外围普查时，对木通沟低缓异常进行了系统地表槽探揭露及磁法精测，深部施工三个钻孔进行验证。完成槽探6900m³，钻探1074.40m，岩芯采样73个，磁法剖面测量2100m。大致了解了矿体产状、形态及规模，认为该区矿体薄、规模较小、品位低，无进一步工作意义而放弃。

2011年—2014年，吉林星泰集团有限公司委托吉林省第四地质调查所开展吉林省白山市浑江区板石镇木通沟铁矿详查工作，并提交了《吉林省白山市浑江区板石镇木通沟铁矿详查报告》，发现矿体8条，其中盲矿体6条，查明了矿体规模、形态、产状、厚度、品位

及其变化情况，矿石类型、矿石中有益、有害组分及含量，选冶加工技术性能、开采技术条件、矿床的成因类型等，其资源储量情况见表 1-2。

表 1-2 木通沟铁矿 2014 年详查资源储量情况 单位：kt

资源储量类型	编码	保有量(kt)	累计查明量(kt)
基础储量	122b	***	***
资源量	333	***	***
资源储量	122b+333	***	***

2014 年 8 月吉林省第四地质调查所编制了《吉林省白山市木通沟铁矿详查报告》，该报告经过吉林省储量评审中心评审通过，并取得了《吉林省白山市木通沟铁矿详查报告》矿产资源储量评审备案证明（吉国土资储备字〔2014〕67 号）。

2015 年 3 月吉林东北亚国际工程技术集团有限公司编制了《吉林星泰集团有限公司白山市木通沟铁矿矿产资源开发利用方案》，并通过吉林省矿业联合会组织的方案设计审查，取得了《吉林星泰集团有限公司白山市木通沟铁矿矿产资源开发利用方案》评审意见（吉矿联矿审字〔2015〕10 号）。

2015 年 12 月白山市木通沟铁矿矿权人变更为吉林富德矿业有限公司。

*****年***月***日，首次取得采矿许可证（证号：***），地下开采，建设规模为 40 万吨/年，开采矿种为铁矿。该矿 2020 年开始进行正式生产。**矿山总体采用平硐+斜坡道的开拓方式。根据不同的矿体形态设计的采矿方法分别有全面房柱法、预切顶中、底盘漏斗分段空场法、留矿全面法、爆力运矿采矿法、无轨机械化房柱法和干式充填法。目前已经形成 580m、620m、660m、690m、720m、750m、780m、810m、840m 等 9 个中段。

根据吉林东北亚国际工程技术集团有限公司编制的《吉林星泰集团有限公司白山市木通沟铁矿矿产资源开发利用方案》及其编制的《吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿建设项目安全设施设计变更》，确定主要生产技术指标如下：

该矿设计生产规模：***吨/年

开采方式：地下开采

开拓方式：平硐+斜坡道

采矿方法：全面房柱法、底盘漏斗分段空场法、留矿全面法、爆力运矿采矿法、无轨机械化房柱法和干式充填法

核定回采率：83%，损失率：17%，贫化率：14%

矿山采用连续工作制度，年工作 300 天，每天工作 3 班，每班工作 8 小时。

采矿建设规模为年产矿石***t。矿山总服务年限为 19 年。

矿山最终产品为铁矿石。

2018 年 6 月 7 日，取得了吉林省发展和改革委员会出具的《吉林省发展和改革委员会关于吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿项目核准的批复》（吉发改审批〔2018〕139 号）。

2018 年 6 月吉林东北亚国际工程技术集团有限公司编制了《吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿安全设施设计》，并通过了吉林省安全生产监督管理局组织的设施设计审查，取得了《非煤矿山建设项目安全许可意见书》（吉安监非煤项目设计审字〔2018〕860 号）。

由于《原设计》回风斜井、750m 平硐口附近征地困难，需调整风井位置，取消 750m 平硐口，同时利旧现有井巷工程等原因，委托

吉林东北亚国际工程技术集团有限公司编制了《吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿初步设计变更说明书》，通过了吉林省安全生产监督管理局组织的设施设计审查，取得了《非煤矿山建设项目安全许可意见书》（白山应急非煤项目审字〔2020〕4号）。

2020 年开始进行正式生产。

该矿 2020 年动用铁矿石***kt，2021 年动用铁矿石***kt，2022 年动用铁矿石***kt，2023 年动用铁矿石***kt，2024 年动用铁矿石***kt。

2025 年初计划开采资源量***kt，实际动用量***kt，采出矿石量***kt，实际回采率***%，损失率***%，实际采出量完成年初开采计划的***。

表 1-3 2025 年采出矿量情况统计表 单位：kt

开采位置	矿体编号	采出量
6202	⑥号	***
5802	⑥号	***
6961	⑥号	***
合计		***

（二）矿山现状

1. 现状布置

结合矿山现场实际情况，将矿山分为三个区，即工业场地，民采场地、探矿场地，面积分别为 6.8838hm²，0.2690hm²，0.2016hm²，总面积为 7.3544hm²。矿山现状布置详见图 1-3。

图 1-3 矿山现状布置图

图 1-4 矿山现状布置遥感影像图

(1) 工业场地

工业场地面积为 6.8838hm^2 ，含所有的采矿设施和选矿设施。工业广场从功能、形态上可以分为建筑物、井硐、矿石堆场、临时废石堆场、临时矿渣堆场、工业场地、矿山道路，面积分别为 0.7043hm^2 、 0.0110hm^2 、 0.1483hm^2 、 1.6616hm^2 、 0.1199hm^2 、 3.7245hm^2 、 0.5142hm^2 。

图 1-5 工业场地全貌航拍

a. 建筑物

建筑物总占地面积 0.7043hm²。827m 标高平台附近场地有企业的选矿厂、办公楼、车库、宿舍等呈平坡式布置，824m 标高平台附近场地有风机房、高位水池及消防泵站、变电所等辅助设施，816m 平硐附近场地布置空压机站、热风炉房、派班室、监控室、调度室、机修室、检斤房、仓库等。具体见下表。

表 1-4 木通沟铁矿建筑物一览表

序号	名称	投影面积 (hm ²)	高度 (m)	结构
1	料仓 (选矿厂)	0.0298	9	彩钢
2	筛分车间 (选矿厂)	0.013	9	彩钢
3	输送通道 (选矿厂)	0.0203	3	彩钢
4	高压辊磨 (选矿厂)	0.0174	9	彩钢
5	粉磨车间 (选矿厂)	0.0764	9	彩钢
6	粉碎车间 (选矿厂)	0.0868	9	彩钢
7	成品库 (选矿厂)	0.1399	6	彩钢
8	尾矿处理车间 (选矿厂)	0.0392	6	彩钢
9	库房	0.0037	3	彩钢
10	废弃空压机房	0.0023	3	彩钢
11	高位水池	0.0139	3	钢筋混凝土
12	净水池	0.0102	3	浆砌石
13	浓缩池	0.0205	3	浆砌石
14	配电室	0.002	3	浆砌石
15	值班室	0.0029	3	浆砌石
16	休息室	0.0136	3	浆砌石

序号	名称	投影面积 (hm ²)	高度 (m)	结构
17	小庙	0.0033	1	浆砌石
18	炸药库	0.002	3	浆砌石
19	消防泵站	0.0013	3	浆砌石
20	宿舍楼 2f	0.0469	6	浆砌石
21	水泵房	0.0041	3	浆砌石
22	热风锅炉房	0.002	3	浆砌石
23	雷管库	0.002	3	浆砌石
24	库房	0.0079	3	彩钢
25	空压机房	0.0019	3	彩钢
26	警卫室	0.0028	3	浆砌石
27	化验室	0.0065	3	浆砌石
28	维修车间	0.015	3	浆砌石
29	检斤室	0.0074	3	彩钢
30	风机配电室	0.0045	3	浆砌石
31	电信机房	0.0009	3	浆砌石
32	地磅	0.0066	1	浆砌石
33	车库	0.0055	3	浆砌石
34	车队调度室	0.0105	3	浆砌石
35	仓库	0.0109	3	浆砌石
36	变电所	0.0171	3	浆砌石
37	办公室 2f	0.0533	6	浆砌石

图 1-6 矿办公楼

图 1-7 值班室等

图 1-8 选矿厂

图 1-9 选矿厂等

图 1-10 警卫室等

图 1-11 宿舍

b. 井硐

井硐总占地面积 0.0110hm^2 。包括生产平硐、废弃平硐、回风井，面积分别为 0.0035hm^2 、 0.0050hm^2 、 0.0025hm^2 。

生产平硐：810m 平硐，其断面尺寸 14.52m^2 ，810m 平硐内施工了盲斜坡道，坡度为 10%—15%，连通 840m 中段，利用其作为回风斜坡道。在 810m 平硐内 41m 处向下掘了斜坡道，坡度为 10%—12%，连接 780m 中段、754m 中段、720m 中段，利用其作为主运斜坡道。

废弃平硐：在 810m 平硐西北侧约 32 米处施工了斜坡道，其断面尺寸 14.52m^2 ，坡度为 0—12%，坑口标高 810m，底部标高为 800m，与主运斜坡道连接，且采用斜上山与 810m 中段连通。该斜坡道现已废弃，坑口已采用栅栏封闭，内部有三处已采用风门封闭。

回风井：在 810m 中段、3 号勘探线附近掘进有透地表风井，其断面为 $3\text{m}\times 3\text{m}$ ，顶标高 826m，底标高 810m，倾角为 75° ，利用其作为风井。

图 1-12 生产平硐

图 1-13 废弃平硐

图 1-14 回风井

c. 矿石堆场

矿石堆场总占地面积 0.1483hm^2 。

810m 平硐口北侧 830m 平台上设置有临时矿石堆场（含料石堆场），堆高 3—4m，按自然安息角进行堆放。

图 1-15 矿石堆场

d. 废石堆场

废石堆场总占地面积 1.6616hm^2 。

矿区统一设临时废石排放场地，堆积基建期内和第一个生产期 0.5 年的废石，陆续充填井下，多余废石用于建筑。现有废石场布置在矿区 810m 平硐南侧直线距离约 50m，地下开采岩石移动范围 20m 之外，现废石场内堆积废石量约 $8.14 \times 10^4\text{m}^3$ 。设计临时废石场顶标高 810m，底标高 770m，按自然安息角堆放，最终坡面角按 37° 设计，废石场总容积约 $37.2 \times 10^4\text{m}^3$ 。

生产期每年废石量约为 $8 \times 10^4\text{t}$ 。基建期内产废石量为 28062m^3 ，废石体重为 $2.8\text{t}/\text{m}^3$ ，需堆积废石总体积约为 $4.23 \times 10^4\text{m}^3$ 。松散系数 1.6，按 20% 沉降率，废石所需堆场体积约为 $5.41 \times 10^4\text{m}^3$ 。

图 1-16 废石堆场

e. 临时矿渣堆场

临时矿渣堆场总占地面积 0.1199hm^2 。

在选矿厂南侧堆放，临时存放磁选后的尾矿渣，堆高 2—3m，按自然安息角进行堆放。

图 1-17 临时矿渣堆场

f. 工业场地

工业场地总占地面积 3.7245hm^2 ，即工业广场内其他场地占地。从坡度上可以分为较平整场地、缓坡、陡坡，较平整场地面积 3.1588hm^2 ，为主要的作业场地；缓坡面积 0.2336hm^2 ，坡度 30° 到 40° ，为作业场地边缘；陡坡面积 0.3321hm^2 ，坡度 75° 到 80° ，局部近直立，为基建开挖形成。

g. 矿山道路

矿山道路总占地面积 0.5142hm^2 。宽度 4—5m，总长约 1.2 km，路面已硬化，连接外部道路。

图 1-18 矿山道路

(2) 民采场地

民采场地占地面积 0.2690hm^2 。为早期民间采矿遗留采坑，位于路边，地势较平坦。经过多年自然生长，区内次生乔、灌木长势良好，植被覆盖率大于 80%，满足自然恢复条件。

图 1-19 民采场地

图 1-20 民采场地

(3) 探矿场地

探矿场地占地面积 0.2016hm^2 。为历史民采、探矿遗留的山坡型露天坑，西北至南东长约 110m，东北至南西宽约 40m，顶标高约为 860m，坑底标高 824m。只形成 1 级台阶，台阶高度为 4—36m，最终边坡角为 $47-58^\circ$ ，边坡稳定性良好。

四、矿山开发利用方案概述

1. 资源储量

(1) 资源储量

依据《吉林省白山市木通沟铁矿详查报告》矿产资源储量评审备案证明（吉国土资储备字〔2014〕67 号），备案的资源储量见下表。

表 1-5 备案的资源储量表

资源储量类型	编码	矿石量 (kt)	TFe 品位 (%)
基础储量	122b	***	***
资源量	333	***	***
资源储量	122b+333	***	***

表 1-6 资源储量估算范围

拐点坐标	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
1	***	***
2	***	***
3	***	***
4	***	***
5	***	***
6	***	***
7	***	***
8	***	***
9	***	***

图 1-21 资源储量估算范围与采矿权关系

(2) 设计利用资源量

设计确定 840m 以上矿体均留作地表保安矿柱，不予回采。

矿区内共 8 条矿体，设计利用 7 条，⑧号矿体距离主矿体较远，规模较小，需单独开设坑口，矿区道路约 1.8km，需增加基建工程量约 7800m³（折标米 1950m），单独开采该矿体经济上不合理，本次设计不利用。

通风行人天井（840—810m）保护矿柱、通风行人上山（810—780m）保护矿柱、通风行人上山（780—754m）保护矿柱、风井保护矿柱、斜坡道保护矿柱、通风行人上山（720—690m）保护矿柱、720m 回风道（第二安全出口）保护矿柱：对以上保护对象外侧 20m 确定保护范围，下盘以 65°、上盘以 65°、侧翼以 70° 向深部矿体划线，以此圈定保安矿柱，该矿柱作为永久损失，不予回采。

扣除设计不利用资源储量后，对剩余资源储量 122b 级按 100% 利用，333 级按 75% 利用，设计利用资源储量为***kt（其中 122b：***kt，***kt），TFe 平均品位为***%。

（3）开采对象

开采对象为矿区范围之内、位于 7 号勘探线到 32 号勘探线之间、赋存在 840m～***m 标高范围内的①—⑦号矿体。

2. 采矿方法、开采顺序

本矿为地下开采，设计推荐以下采矿方法。

表 1-7 推荐采矿方法表

采矿方法名称	适用条件	所占比例 (%)	采矿指标
全面房柱法	倾角<30°，厚度小于 3m 的矿体	12	回收率为 83%，贫化率为 14%。
无轨机械化房柱法	倾角<30°，厚度大于 3m 小于 8m 的矿体	37	回收率为 83%，贫化率为 16%。
底盘漏斗分段空场法	倾角<30°，厚度大于 8m 的矿体	1	回收率为 84%，贫化率为 12%。
留矿全面法	倾角>30°，厚度小于 3m 的矿体	8	回收率为 81%，贫化率为 13%。
干式充填法	倾角>30°，厚度大于 3m 小于 8m 的矿体	35	回收率为 82%，

			贫化率为 16%。
爆力运矿采矿法	倾角 $>30^{\circ}$ ，厚度大于 8m 的矿体	7	回收率为 81%， 贫化率为 18%。

设计矿床自上而下分中段开采，中段内采用自远而近后退式开采。中段内遇平行矿体，首先开采上盘矿体；当矿体下盘、上盘相距 5m~8m，矿房宽度应缩小至正常开采矿房宽度的一半偏下（根据顶板围岩稳固程度及地质构造调整），对应加大矿柱尺寸，并在上下盘开采矿房内留设对应的顶、底柱及矿房内矿柱。若围岩不稳固，可选择性开采其中一条；当两层矿体相距在 5m 以下时，可选择性开采其中一条，或两条矿体与夹石同时开采。

上下两个中段同时回采时，上分段应超前于下中段，超前距离使上中段位于下中段回采工作面的错动范围 20m 外。

基建期在 810m 中段布置 4 个房柱法（3 个回采①号矿体，1 个备采②号矿体）。

3. 生产规模及服务年限

矿山年工作 330 天，每天工作 3 班，每班工作 8 小时。生产规模为***t/a（即 1212t/d）。采矿许可证有效期自***年***月***日至***年***月***日。截至 2026 年 5 月，矿山剩余服务年限为 10.5 年，

4. 开拓运输方案

根据矿体赋存条件，矿山采用平硐+斜坡道开拓。

设计 840m 回风盲中段（利旧）、810m 平硐（利旧），其中 840m 盲中段为 810m 生产中段的回风中段。810m 平硐内施工了盲斜坡道，坡度为 10%—15%，连通 840m 中段，利用其作为回风通道。

在 810m 平硐内 41m 处下掘了斜坡道，坡度为 10%—12%，已连接 780m 中段、754m 中段、720m 中段，从现有主运斜坡道（720m 标高）下延主运斜坡道，连接 690m、660m、620m、580m、540m、510m、480m、450m、420m、390m、***m 中段，最终底标高***m，坡度为 10%~12%，最小曲率半径 20m，最小弯道曲线半径 20m。每隔 300—400m 左右设坡度不大于 3%，长度不小于 20m 的缓坡错车道，采用错车硐室满足错车要求。主要运输矿石、废石、充填尾砂、人员、材料、设备等，兼作入风及第一安全出口。

井下采用 UQ-20B 型井下运输车运输，人员乘坐 RU-16 型无轨运人车进出。矿石出坑口运至临时矿石堆场。废石原则上不出坑，直接充填井下空区，多余废石运至地表废石堆场，用于建筑及外销。

在 810m 中段、3 号勘探线附近掘进有透地表风井，其断面为 $2\text{m} \times 1.6\text{m}$ ，顶标高 826m，底标高 810m，倾角为 75° ，本次设计将其刷大至 $3\text{m} \times 3\text{m}$ ，利用其作为风井。

840m 中段至***m 中段设置了倒段回风上山（井）。

5. 矿井涌水量及排水

矿山实测正常涌水量 $Q_{\text{正}}=167-760\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量 $Q_{\text{max}}=760\text{m}^3/\text{d}$ 。最大总排水量 Q_{maxa} 约 $1010\text{m}^3/\text{d}$ 。

810m 平硐及以上涌水可沿 810m 平硐自流排出地表。

810m 标高以下设置三段机械接力排水系统，第一段排水系统设置在 754m 中段，第二段排水系统设置在 480m 中段，第三段排水系统设置在***m 中段。井下涌水由***m 中段排水系统排至 480m 中段水仓，再由 480m 中段排水系统排至 754m 中段水仓，最后由 754m 中

段排水系统排至 824m 标高的高位水池（800m³）供井下生产、消防使用，多余部分自流排放。

一段排水系统（754m 中段）：选择 D155-30×4 型水泵 4 台，流量 155m³/h，扬程 120m，电机功率 90kW。正常涌水量时 1 台工作，最大涌水时 3 台同时工作，1 台检修。

二段排水系统（480m 中段）：选择 D155-67×6 型水泵 4 台，流量 155m³/h，扬程 402m，电机功率 280kW。正常涌水量时 1 台工作，最大涌水时 3 台同时工作，1 台检修。

三段排水系统（***m 中段）：选择 D155-30×6 型水泵 4 台，流量 155m³/h，扬程 180m，电机功率 132kW。正常涌水量时 1 台工作，最大涌水时 3 台同时工作，1 台检修。

排水管路：选用 $\phi 219 \times 7\text{mm}$ 无缝钢管 2 条，正常涌水时 1 条管路工作，最大涌水时 2 条管路同时工作。管路敷设路径：三段排水（***m 泵站）管子斜道→倒段回风井（上山）→二段排水（480m 泵站）水仓→管子斜道→倒段回风井（上山）→一段排水（754m 泵站）水仓→管子斜道→斜坡道→地表→高位水池。

井下水泵采用自动化控制，实现无人值守。

6. 矿柱回采及采空区处理

全面房柱法：采区间的连续矿柱、间隔矿柱和顶底柱不再回采。崩落顶板处理空区，崩落后保证底部留设不小于 20m 厚的废石缓冲层，同时空区封闭处理，留设泄水孔。

无轨机械化房柱法：矿房间连续矿柱间隔回采后，剩余的矿柱不予回采。采区间的连续矿柱不予回采。采空区处理方法：随着回采，在不影响上部回采时，即可及时采用尾砂充填处理。尾砂为选

厂的压滤尾砂，采用坑内卡车将其运卸至采场，采用铲运机将尾砂堆砌在采空区内，最大限度的充填尾砂后封闭处理，并留设泄水孔。

留矿全面法：矿块顶、底柱及矿房内的连续矿柱在大量放矿前进行间隔回采，留成点柱。间柱及回采后的点柱不予回收。崩落顶板处理空区，崩落后保证底部留设不小于 20m 厚的废石缓冲层，同时空区封闭处理，留设泄水孔。

干式充填法：矿块顶柱、间柱不予回收。采空区采用废石充填处理。

中深孔爆力运矿采矿法：矿块顶、底柱和间柱不予回收。空区采用选厂压滤尾砂充填，最大限度的充填尾砂后封闭处理，并留设泄水孔。

底盘漏斗中深孔分段空场法：间柱和顶柱不回采。空区采用选厂压滤尾砂充填，最大限度的充填尾砂后封闭处理，并留设泄水孔

7. 选矿及尾矿方案

本矿山未设置尾矿库，在工业广场中间设置了磁选的选矿厂，形成的尾矿渣通过充填站将尾矿渣充填入采空区。

8. 固体废弃物处理及废水排放

（1）矿山产生的固体废弃物主要为废石和生活垃圾。废石主要用于场地平整填方、建筑，回填采空区。闭坑后，废石堆场仍余存废石，交由政府废石平台统一处理，严禁私自出售或以赠予为名擅自处置工程建设动用的砂石料，需由所在地自然资源主管部门报县级以上地方人民政府组织纳入公共资源交易平台处置。生活垃圾由环卫定期外运。

（2）矿山废水主要为矿井涌水及生活废水。

井下涌水未经污染，为天然地下水，水质较好，主要用于井下生产。该矿开采原矿石无毒无污染，矿山生产用水取自附近河流及矿井涌水，使用后的废水经过滤沉淀后再行排泄，不会造成污染。

生活污水主要是矿山职工所排放的生活清洗水以及含油污水，主要污染物为 COD、BOD₅、SS 和动植物油等。生活污水先经过化粪池沉淀处理后，再采用小型地埋式一体化污水处理设备进行处理，处理达标后排放至附近地表水体。

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然条件

(一) 地形地貌

1. 地形

木通沟铁矿区位于长白山系龙岗山脉中段南侧，绵延较长，地形起伏中等，属中等切割的中山区。矿区呈北高南低趋势，矿床处于地形向南东倾斜的斜坡地带。矿区附近山峰海拔标高 1042m，最低点位于楸子沟河下游流域，海拔约 670m，相对高差 372m。山坡坡度为 20—40°。

2. 地貌

评估区地貌类型按成因可划分为构造剥蚀地貌和侵蚀堆积地貌两类。构造剥蚀地貌形态为中低山区，侵蚀堆积地貌形态为山间沟谷区。

中低山区：广泛分布于评估区大部分地区，地势较高，并与地层、主要构造线走向基本一致。高程约为 750~1042m，相对高差 302m，山体坡度偏陡，坡角 20°~40°。山体岩性主要为黑云斜长角片麻岩。

山间沟谷区：主要分布在楸子沟河流域，高程 670~800m。沟谷断面形态为 U 型，沟谷沉积物较为发育，地表岩性主要为冲洪积砂砾石和粘性土，一级阶地不发育。地势较缓，自两侧向河谷微倾斜。

图 2-1 地貌照片

（二）气象

矿区属温带季风气候。冬季长，寒冷，多偏北风；春季时间短、天气剧烈，昼夜温差大，多西南风；夏季湿热多雨，秋季凉爽，多晴朗天气。多年平均气温 4.0℃，年最高气温 33.5℃，年最低气温 -42℃。日照时数平均在 2409h， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 2264℃，多年平均蒸发量 1193mm，年平均相对湿度 73%，多年平均降水量 860.10mm，降水比较充沛。二十年一遇 1h 降雨量 72.10mm。多年平均风速 2.5m/s，最大风速 12m/s，主导风向为西南风。无霜期 120 天。最大冻土深度 1.8m。

（三）水文

矿区地处鸭绿江支流浑江上游楸子沟（木通沟）流域，楸子沟河为板石沟河一级支流，板石沟河汇入浑江，最终流入鸭绿江，是“东北水塔”三江水源涵养核心片区，白山市定位为国家重点生态

功能区、东北亚生态屏障。楸子沟河（木通沟）及其支流，发源于矿区西部，河床宽 3—5m，水深 0.3—0.5m，4 月 8 日测得区内流量为 $0.0305\text{m}^3/\text{s}$ 。区外纳入一支流后河水流量为 $0.0428\text{m}^3/\text{s}$ 。向南东汇入板石沟河，板石沟河在矿区东侧 4—5km 处，自北西向南东汇入浑江，属鸭绿江水系。最低侵蚀基准面标高为 650m。

（四）土壤

白山市地形主要为山区，土壤类型主要为灰棕壤，土壤厚度约 30~50cm。表层为黑灰色，由各类岩石风化物、残积物、坡积物组成。

评估区内土壤为灰棕壤土，颜色暗灰，平均厚度 30cm，团粒至团块状结构，壤质，根系密集，由地表向下从松散过渡到紧实。灰棕壤表层有机质含量较高，可达 5%~10%，有的甚至高达 20%。而且明显具有森林土壤的特点，即有机质含量由表层向下锐减。腐殖层不厚，一般 10cm，表层腐殖质中胡敏酸含量较多， $H/F > 1.5$ ，向下明显降低，至 20cm 以下只有 0.5~0.6。土壤阳离子交换量以表层最高，可达 25~35cmol，向下则明显降低。盐基饱和度也有与阳离子交换量相同的变化趋势，表层可达 60%~80%。与盐基饱和度相关的 pH 值在表层可达 6.0 左右，降低，下层只有 5.0 左右。黏土矿物鉴定表明，灰棕壤为风化剥蚀堆积物，砾石、砂及亚粘土为主。土壤照片见图 2-2。



图 2-2 林地土壤剖面照片

（五）植被

区域植被类型属长白植物区系，因此长白山地区植物种类最多。地域性植被以松树为主，伴生多种温性阔叶树种的针阔混交林。其中有水曲柳、黄菠萝、核桃和发育良好的藤本植物，如山葡萄、五味子等。使本区域的温带针阔混交林具有亚热带景色。同时还伴生一些欧亚针叶林的寒温带树种，如云杉和冷杉等。植物群落分布主要以天然、过伐、次生林为主及部分人工针叶、阔叶林等多种森林植被，其中经济价值高、用途广泛的树种 50 余种。评估区植被主要为落叶松、核桃楸、杨、榆等。

全流域原生针阔混交林覆盖度基准值：87.2%；乔木林地原生覆盖度 91.5%，沟谷草甸 82.3%；矿区原生林地覆盖 93.2%，归一化

植被指数原生混交林 NDVI 年均均值 0.72~0.85（7—8 月植被盛期峰值 0.82~0.85；11—4 月休眠期 0.20~0.35）；沟谷草本 NDVI 盛期 0.65~0.72。天然乔木林郁闭度基准 0.70~0.85。



图 2-3 矿区及周边植被

二、社会经济概况

浑江区是吉林省白山市的市辖区，位于吉林省东南部，长白山麓，浑江上游盆地，东南与朝鲜隔江相望，边境线 45 公里，总面积 1388 平方公里，下辖 8 个街道、4 个镇，是白山市政治、经济、文化中心。东南与朝鲜隔江相望，边境线长 45 公里，营白高速、鹤大高速已通车，交通便捷。截至 2024 年末，常住人口约 29 万—32.7 万人，有汉族、回族、满族、朝鲜族等 22 个少数民族。民俗氛围浓厚，同时毗邻边境，生态基底优良，是长白山区域重要的生态屏障和文旅节点。

2023 至 2025 年，浑江区经济运行整体稳中有进、提质转型，发展韧性持续增强，各项核心经济指标呈现阶梯式向好态势。2023 年区域经济稳步开局，全年实现地区生产总值 150 亿元，同比增长 6%，地方级财政收入 2.4 亿元、同比增长 2%，社会消费品零售总额 63.9 亿元、同比增长 6.5%，农林牧渔业产值 23 亿元、同比增长 6.2%，受产业调整影响，当年规上工业增加值、固定资产投资短期承压小幅下行。2024 年区域经济逐步回暖复苏，各项指标稳步回升，地区生产总值、财税收入、消费市场、农业产值均保持正向增长，规上工业增加值实现由负转正、同比增长 16%，固定资产投资止跌回升，产业转型成效初步显现。2025 年区域经济提速增效、势头强劲，地区生产总值提升至约 166 亿元、同比增长 6%，地方级财政收入同比增长 10%，社会消费品零售总额同比增长 6%，农林牧渔业产值稳步攀升，规上工业增加值大幅增长 32.7%，固定资产投资持续扩容，产业升级、项目建设、市场活力同步发力，近三年全区经济年均增速稳定在 5.7%左右，经济发展质量稳步提升。产业结构持续优化，形成多元协同发展格局。

第一产业聚焦长白山特色农业，重点发展蓝莓、人参、五味子等特色种养产业，标准化种植基地规模化发展，特色农产品品牌效应凸显，林下经济、精品农业成为乡村增收核心产业。第二产业立足本地硅藻土、镁等优质矿产资源，推进新材料产业升级，推动传统工矿产业绿色化、智能化转型，培育高新技术企业，完善工业产业集群。第三产业以文旅融合为核心，依托优质生态与红色资源，打造特色文旅业态，带动商贸、服务、休闲产业同步发展。人文与社会发展方面，辖区历史人文底蕴深厚，红色资源底蕴厚重，以七

道江会议旧址等红色地标为核心红色教育基地，承载着东北地区重要的革命历史记忆。同时拥有松花石砚制作、满族刺绣等多项传统非遗民俗文化，结合鸭绿江渔猎文化，形成独具长白山地域特色的人文体系。民生社会事业稳步提质，近三年持续推进义务教育办学条件升级、基层医疗卫生服务改造，完善社区养老、老年助餐等便民服务体系，全方位优化公共服务配套。城乡基础设施持续完善，农村路网、安全饮水、城乡环卫治理、棚户区及沉陷区改造工程有序推进，城乡人居环境持续优化，社会治理平稳有序，整体形成生态优良、产业稳健、人文浓郁、民生完善的区域发展格局。

根据第三次全国国土调查及年度国土变更调查数据，浑江区全域耕地总面积 16384.78 公顷（24.58 万亩），全部以旱地为主，水田、水浇地占比不足 1%，耕地坡度以 6°—25° 坡耕地为主，山地耕作特征显著。永久基本农田划定总量：全区永久基本农田保护面积 2116.33 公顷，分解至各镇街；其中项目属地板石街道永久基本农田保护区面积 317.25 公顷，集中分布于各村平缓沟谷地带，执行“一不得、四严禁”刚性管控要求，严禁采矿、堆放渣土等破坏耕作层行为。耕地质量与农业产能：全区累计建成高标准农田 12.55 万亩，实施黑土地保护工程，土壤有机质稳步提升；2026 年全区耕地轮作任务 2.45 万亩，重点推行玉米—大豆轮作，稳定区域粮食综合产能，年度粮食总产量稳定在 4.3 万吨左右。

——引自白山市浑江区人民政府工作报告

三、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

1. 地层

矿区出露地层有太古界表壳岩鞍山群杨家店岩组，下元古界老岭群珍珠门组。从老至新分叙如下：

（1）太古界表壳岩鞍山群杨家店岩组（Aray）

杨家店岩组是矿区最老的基底岩石，广泛出露于矿区，走向北东，倾向南东、南、南西，倒转层序倾向北西、北、北北东，倾角 $55^{\circ} \sim 88^{\circ}$ ，该组是区内的铁矿赋矿层位。自下而上分两个岩性段。特征叙述如下：

1) 杨家店岩组下段（Aray¹）

分布于矿区的北部，主要由角闪黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩组成。呈北东向展布。

2) 杨家店岩组上段（Aray²）

分布于矿区中北部，是木通沟铁矿的赋矿层位，由于矿区处于板石沟复式向斜的西部翘起端，岩层出露厚度比较薄。自下而上划分为四层。

第一层（Aray²⁻¹）

岩性以黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩为主，其次为斜长角闪岩。地表出露平均宽度 315m。

第二层（Aray²⁻²）

岩性为黑云斜长片麻岩、黑云角闪斜长片麻岩夹斜长角闪岩透镜体。地表出露平均宽度 131m。

第三层 (Aray²⁻³)

岩性为角闪片岩、斜长角闪岩、角闪斜长片麻岩、磁铁石英岩等。铁矿体主要赋存于该层之中。地表出露平均宽度 150m。

第四层 (Aray²⁻⁴)

岩性为黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩为主，其次为变粒岩夹透镜状斜长角闪岩及黑云片岩、绿泥片岩、角闪片岩等。地表出露平均宽度 175m。

(2) 老岭群 (Pt₂l)

矿区南东部出露有珍珠门组 (Pt₂lz)，出露面积较小，呈北东东向展布，倾向南南东，倾角 60° ~85°。与上覆青白口系钓鱼台组呈角度不整合接触。自下而上分为三个岩性层，叙述如下：

第一层 (Pt₂lz¹)：岩性为碳质大理岩。

第二层 (Pt₂lz²)：岩性为含磷角砾状白云石大理岩。

第三层 (Pt₂lz³)：岩性为灰白色厚层、块状白云石大理岩。

该组原岩以浅海相碳酸盐沉积为特征，原岩单一，均为白云岩。变质后为白云石大理岩。变质程度基本属于低绿片岩相。

2. 岩浆岩

矿区内岩浆岩以太古代侵入岩和早元古代侵入岩为主，另见有少量的燕山期脉岩。其中太古代侵入岩主要岩性为混合岩、混合花岗岩（也可称为奥长花岗岩），呈岩株状、岩枝状侵入到杨家店岩组之中，使杨家店岩组呈捕虏体形式断续分布；早元古代侵入岩侵入到杨家店岩组或太古代岩体内，形态不规则，对矿体起破坏作用，并占据矿体部分空间；燕山期脉岩主要有辉长（绿）岩、闪长玢岩、长石斑岩和煌斑岩，呈脉状充填于破碎带中，规模小。

图 2-4 矿区地质图

（二）地质构造

本区大地构造位置地处中朝准地台（Ⅰ）、辽东台隆（Ⅱ）、铁岭—靖宇台拱（Ⅲ）、龙岗断块（Ⅳ）的南缘。

矿区内褶皱构造为木通沟～边家沟宽缓向斜，呈北东东向展布，长度 1.6km，宽 1.1km，南西端翘起，北东向倾没，轴面近直立，北翼南倾，南翼北倾，倾角 $25^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。向斜内部发育有次一级的背斜和向斜构造，形态复杂。

矿区内断裂构造发育有南北向和北东向两组。南北向断裂（F201）分布矿区东部，

北部走向 15° ，其中南部走向近南北，断裂带宽度 2～6m，倾向较陡 60° 左右，性质为压扭性，切割含矿地层，错距 300m，造成北东段矿体由北西向南东倾伏；北东向断裂（F101）分布在矿区的南部，长度约 600m，断裂带宽度 5～15m，对矿体破坏不明显。

根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015），矿区地震动峰值加速度 0.05g，地震烈度Ⅵ度，属地震稳定区。

（三）水文地质条件

1. 地下水类型

依据地下水的赋存条件、富水性和埋藏特征，将矿区附近地下水划分为基岩风化裂隙水含水层、岩溶裂隙水含水层和断裂带脉状含水层。

（1）基岩风化裂隙水含水层

分布在基岩浅部，主要岩性为太古宙表壳岩、斜长角闪岩、黑云斜长片麻岩等及花岗岩、钾长伟晶岩等。风化深度 10m—39m，局部可达 45m 左右，裂隙宽度一般在 0.1cm，个别为 1.0cm，也常伴泥砂质充填，裂隙频率最大的 ZK607 钻孔为 8.55 条/平方米，透水条件不好，渗透系数 15.1 m/d—16.5m/d，是弱富水层，矿区东西两侧泉水流量 0.19—0.36L/S。对矿区东 22 号泉进行水质分析，水化学类型为 $\text{SO}_4\text{—HCO}_3\text{—Ca}$ 水， Ca^{2+} 6.42mg/L、 HCO_3^- 35.33mg/L、 SO_4^{2-} 7.97mg/L，矿化度 75.44 毫克/升。PH 值 7.11mg/L。

（2）岩溶裂隙水含水层

分布在矿区东南部 1.5km 处，主要岩性为早元古界珍珠门组大理岩，风化裂隙带深度 10~35m，岩溶裂隙主要发育在风化裂隙带内，泉流量 0.016~0.019L/S，属弱富水，接受大气降水及风化裂隙水补给，远离矿床，对矿山开采无影响。

（3）断裂带脉状含水层

F101 和 F201 断层是区内较大断层，F101 呈北东东方向分布于详查区南部。断层倾向南南东，倾角较陡，可达 $80^\circ\text{—}85^\circ$ ，断层带由断层泥、构造角砾及构造透镜体等组成，见碳酸岩脉充填，除前人在地表槽探见到该断层外，本次施工 ZK607、ZK1206 钻孔均见到该断层，该断层对矿体影响不大，对矿体错动不明显，仅在 6 线附近对⑦号矿体南端稍有错动。F201 断层分布于详查区东部，为压扭性断层，走向近南北，北端转北东走向，倾向东，倾角 60° 左右，本次施工钻孔未见该断层，但在该断层北段西侧 ZK2801 孔中 210 m 见到次级断裂，由碎裂钾长伟晶岩组成，并见钻孔缓慢溢流涌水，

该次级断裂规模及产状尚未查清。断裂带脉状含水层仅在断裂带小范围存在，不范围断裂带未见该含水层，导水性弱。

2. 隔水层

分布在基岩风化带以下的新鲜岩石，裂隙不发育，含水微弱，透水性差，起隔水作用，为隔水层。

3. 地下水补给、径流和排泄

矿区所处位置为山坡，地表水不发育，地下水补给来源主要为大气降水，降水量比较充沛，地表覆盖较薄，有利于降水渗入补给。但由于地势较高、汇水面积较小，地形坡度较大，地表水径流条件良好，并可在短时间内沿山坡沟谷快速径流排泄。

4. 矿床主要充水因素分析

矿床充水主要来源于基岩风化裂隙水含水层。矿体分布标高887m—***m，矿体分布在隔水层中，含水层中裂隙不发育，断裂构造多为挤压破碎带，往往形成片理化与泥质物充填，张裂隙规模小，分布局限，连续性较差。因此虽有少量地下水活动，但对矿床充水影响不大。对未来矿床开采不会造成明显影响。

（四）岩土工程性质

根据岩体强度及结构特征，将矿区出露的岩体划分为块状坚硬岩组、层状较坚硬岩组两大类。

1. 块状坚硬岩组

矿床大面积出露混合岩、斜长角闪岩、磁铁角闪岩、磁铁石英岩，斜长角闪岩是矿体直接围岩。均为坚硬致密块状岩石，岩石完整，呈块状构造以IV级或V级结构面为主，且结构面多为闭合、粗糙，有一定结合力。属坚硬岩石。岩石力学强度参照板石沟铁矿 18

矿组参数，见表 2-1，岩体完整度较好。该层岩石裂隙水甚为微弱，沿裂隙面可出现渗水、滴水现象，主要表现为对岩石的软化。压缩变形微量，剪切、滑动面多数迁就已有结构面。工程地质岩组为坚硬岩～块状结构，岩体稳定性好。该岩组为坚硬块状结构，岩层完整，稳定性好。

表 2-1 岩石物理力学性质测试结果表

岩样 编号	取样深度 (m)	岩石名称	烘干抗 压强度 (Mpa)	饱和抗压 强度 (Mpa)	抗剪强度		抗拉 强度 (Mpa)
					内聚力 (Mpa)	内摩擦 角度	
ZK5101	164.18-166.40	混合花岗岩	91.95	80.92	7.23	48.67	5.11
ZK5101	402.50-403.05	斜长角闪岩	142.72	134.16	11.02	59.60	7.79
ZK5101	423.30-423.90	斜长角闪岩	112.41	103.42	9.85	57.28	7.46
ZK5101	465.11-466.07	钾长伟晶岩	100.72	88.06	8.55	52.98	6.57
ZK3102	458.40-459.00	钾长伟晶岩	92.12	81.99	8.29	53.26	6.05
ZK5402	443.20-443.68	混合岩	121.40	112.90	10.81	55.27	7.88
ZK5402	465.70-466.24	混合岩	124.71	114.73	11.22	56.32	6.24
ZK5402	603.45-603.90	混合岩	129.34	117.70	11.38	57.35	7.16

2. 层状较坚硬岩组

出露于矿床西部，主要为角闪片麻岩、云母角闪片麻岩，岩石单层厚度一般大于 30—50cm，以Ⅲ、Ⅳ组结构面（层面）为主，结构面延展性较好，一般有 2-3 组结构面，以层为主，层面结合力较差，岩石强度属坚硬一半坚硬，岩体完整，稳定性较好。地下水沿层面具有一定渗透性，应注意地下水对结构面的软化、泥化作用，变形受岩石组合、结构面所控制，地下水开采时拱顶和边墙可能出现引张拗折现象。

（五）矿体特征

1. 矿体特征

木通沟铁矿床共发现 8 条矿体，产于太古宙杨家店组上段含铁角闪质岩石中，南西翘起、北东倾伏、多层斜列宽缓的盲矿体群，北端略呈复式向斜形态。矿体呈似层状、扁豆体状，大致平行间隔迭置产出。矿体总体呈北东 62° 方向展布，南东倾，除⑧号矿体外总体倾角较缓，一般在 $10^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 之间，但由于受多期变质变形改造，矿体沿走向、倾向起伏波动较大，局部反倾。①号、②号矿体向东至 28 线逐渐加深，走向上总体也呈波状，12 线以西剖面上呈平缓向斜构造，矿层较薄，局部间断。呈断续分布，12 线剖面上矿体近水平，6 线以东，南侧矿体倾向南东。

8 条矿体中⑥号矿体规模最大，为主矿体，长 980m，宽 426m，占矿床资源总储量的***%；其次是②、⑤矿体，长度在 429m—748m，宽 299—462m，占矿床资源总储量的***%；其他①、③、④、⑦、⑧号矿体矿模较小，长度在 356m—541m，倾斜延深 127—378m，占矿床资源总储量的***%。矿体特征叙述如下：

②号矿体分布在 1 号矿体之下，两者相距 4m—28m，基本平行展布。分布于 7 线与 6 线间，矿体沿倾向延深 77m—462m，矿体沿走向、倾向已封闭。矿体赋存标高 868m—748m，埋深 25m—185m，矿体厚 1.05m—8.89m，平均厚度 3.89m，厚度变化系数 68.62%，厚度变化中等。

⑤号矿体隐伏于 6 线与 32 线间。矿体沿走向控制间距 100m—112m，沿倾向控制间距 59m—116m，控制断续长 664m，推测长 748m，其中在 10 线间断，沿倾向延深 45m—394m，矿体沿走向北东端未封闭，沿倾向 16 线—32 线未封闭。矿体赋存标高 506m—718m，矿体埋深 59m—320m。矿体厚度 1.02m—5.89m，平均厚 2.98m，厚度变

化系数 55.51%，厚度变化中等。矿石品位 TFe 5.60%~39.35%，平均 TFe29.76%。品位变化系数 32.06%，品位变化均匀。

⑥号矿体规模最大，是区内主要矿体，分布在⑤号矿体之下，两矿体间隔 1.6m—82m，隐伏于 47 线-28 线间，矿体由 42 个钻孔控制。矿体沿走向控制间距 51m~116m，沿倾向控制间距 51m~118m，走向北东端未封闭，倾向北端 12 线、16 线、20 线、32 线未封闭，南端 47 线、10 线、16 线、28 线、32 线未封闭。控制矿体长 881m，推测矿体长 980m，沿倾向延深 166m~426m，矿体赋存标高 803m—479m，埋深 163m—365m。矿体厚度 1.00m—21.98m，平均厚度 7.55m，厚度变化系数 86.02%，厚度变化中等。矿石品位 TFe 3.95 %-35%，平均 TFe30.84%，品位变化系数 34.82%，品位变化均匀。矿体形态为似层状，见有夹石和被伟晶岩脉穿插侵位现象，呈北东—南西向展布，总体走向北东 37°；47 线、4 线、6 线北部略显背斜形态，10 线显小的向斜形态，12 线剖面矿体产状较平缓，12 线以东倾向南东，倾角 10°-30°。矿体受多期构造变形影响，走向倾向均有起伏，16 线北侧翘起，4 线、6 线略显下降，10 线、12 线抬升。走向上 12 线以东向东侧伏，侧伏角 40°-45°。12 线矿体厚度最大，47 线与 6 线之间由于花岗岩化作用较强，致使该处矿体较薄，品位较低。矿体南部 6 线被北东向断层 F101 错断，走向断距 2m，上下断距 41m，对矿体未构成明显的破坏。

其他小矿体特征见下表。

表 2-2 其他小矿体特征一览表

矿体	矿体分布位置	矿体规模 (m)			矿体产状 (°)		品位 (TFe%)	赋存标高 (m)	矿体形态
		矿体长	倾向延伸	平均厚度	倾向	倾角			
①	7-10 线	418	32-20 2	2.2 3	320-15 0	15-3 0	28.72	886-78 6	似层状
③	7-6 线	356	48-37 8	3.2 2	320-32 5 150-15 5	10-5 0	30.42	863-73 6	似层状
④	5-6 线	396	198	3.5 3	332	10-3 0	28.81	837-74 1	似层状
⑦	10-32 线	525	47-12 7	5.1 9	160	5-30	32.08	348-67 9	似层状
⑧	30a-32a	136	138	2.5 8	128	60-6 5	30.33	888-72 1	似层状、扁豆状

2. 矿体围岩和夹石

木通沟铁矿以磁铁石英岩为主。其围岩主要为黑云角闪斜长片麻岩、斜长角闪岩、角闪片岩、混合岩、混合花岗岩（奥长花岗岩），这些岩石坚硬、稳定，结构面以Ⅵ、Ⅴ级结构面为主，抗压强度 91.95—129.34MPa，为坚硬岩一块状结构，岩体稳定性好。

图 2-5 勘探线 5 剖面

图 2-6 勘探线 1 剖面

图 2-7 勘探线 2 剖面

图 2-8 勘探线 6 剖面

图 2-9 勘探线 12 剖面

图 2-10 勘探线 20 剖面

图 2-11 勘探线 28 剖面

图 2-12 勘探线 34A 剖面

图 2-13 勘探线 40A 剖面

四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况

吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿采矿权范围为 103.1800hm²，其中乔木林地 99.3170hm²，采矿用地 3.2418hm²，农村道路 0.6212hm²。

采矿活动可能影响范围为现状损毁的土地。白山市木通沟铁矿现状损毁的土地面积 7.3544hm²，其中乔木林地 0.6363hm²，采矿用地 6.2016hm²，农村道路 0.5165hm²；矿区内面积 3.8326hm²，矿区外面积 3.5218hm²。

表 2-3 矿区土地利用现状统计表

一级地类		二级地类		面积 hm^2			所占比例
地类编码	地类名称	地类编码	地类名称	矿区内	矿区外	小计	%
03	林地	0301	乔木林地	99.3170	0.1335	99.4505	93.2038
06	工矿用地	0602	采矿用地	3.2418	3.1362	6.3780	5.9777
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.6212	0.2521	0.8733	0.8185
合 计				103.1800	3.5218	106.7018	103.1800

白山市木通沟铁矿占用土地地类以乔木林地、采矿用地、农村道路为主，采矿权范围及采矿活动可能影响范围的土地无耕地和永久基本农田分布。

采矿活动可能影响范围为现状损毁的土地总面积 7.3544hm^2 ，即复垦区面积 7.3544hm^2 ，土地所有权归国家所有，土地权属人为白山市板石国营林场。吉林富德矿业有限公司以租赁形式具有土地使用权，土地权属清楚，无土地权属纠纷。

表 2-4 矿区土地权属表

权属	土地利用现状分类及面积 (hm^2)			合计 (hm^2)
白山市板石国营林场	0301	0602	1104	
	乔木林地	采矿用地	农村道路	
	0.6363	6.2016	0.5165	7.3544
	0.6363	6.2016	0.5165	7.3544

五、矿区生态状况

(一) 白山市核心生态功能定位

白山市核心生态功能定位是：国家重点生态功能区、中国北方与东北亚重要生态屏障、“东北水塔”与三江源头生态安全守护者、践行“两山”理念试验区与全国样板。

1. 核心定位（官方权威表述）

(1) 国家重点生态功能区、东北亚生态屏障

处长白山核心腹地，是国家层面划定的重点生态功能区，承担维护东北亚区域生态安全、筑牢北方生态屏障的核心使命。

(2) “东北水塔”、三江源头生态守护者

是松花江、鸭绿江、图们江发源地，肩负保护“东北水塔”、保障流域生态安全与水资源供给的重大职责。

(3) 践行“两山”理念试验区与全国样板

以全域建设“绿水青山就是金山银山”实践创新基地为总牵引，打造生态优先、绿色发展的全国标杆。

(4) 长白山生态核心与生物多样性宝库

森林覆盖率超 84.6%（全国地级市前列），是东北乃至全国重要的生物基因库与生态产品供给地。

2. 核心生态功能

水源涵养与水土保持：保障“三江”水源安全，治理水土流失，维护流域生态平衡。

生物多样性保护：保护长白山珍稀野生动植物，构建自然保护地体系，守护生态系统完整性。

气候调节与碳汇：依托高森林覆盖率，发挥重要碳汇功能，助力“双碳”目标。

生态产品供给：提供优质生态旅游、绿色食品、矿泉水、医药健康等生态产品，实现生态价值转化。

3. 战略目标（2021—2035）

筑牢东北亚生态屏障，生态环境质量稳居全国第一方阵。

建成践行“两山”理念试验区，打通生态“高颜值”到经济“高价值”的转化通道。

打造美丽中国先行区，实现人与自然和谐共生。

（二）矿区及周边生态状况

矿区隶属于白山市浑江区，区域顶层生态定位为国家重点生态功能区、东北亚生态屏障、东北水塔（三江源头）、长白山生物多样性宝库，核心生态服务功能为水源涵养、水土保持、碳汇、珍稀动植物栖息地保育。评估区无自然保护地、生态保护红线、饮用水源保护区、文物古迹等敏感生态目标，不属于公益林核心保护区，无珍稀野生动植物集中栖息廊道。

生态系统可分三类，其中原生乔木林地生态系统：面积 99.3170hm²，占矿区总面积 96.26%；空间分布：采矿权范围外围山体、矿区东西两侧山坡，无采矿扰动完整区域；分为完整针阔混交林斑块、轻度人为干扰次生林斑块两类，是区域水源涵养核心单元。

工矿扰动人工生态系统（损毁生态）：总面积 7.3544hm²（全部为已损毁，无新增拟损毁土地），细分 3 个子单元：①工业广场生态单元：6.8838hm²，矿区中部平地，重度压占挖损，硬化地面、废石堆、厂房连片，原生植被完全消失；②民采场地生态单元：0.2690hm²，历史遗留采坑，中度损毁，次生乔灌自然恢复，植被覆盖率>80%；③探矿场地生态单元：0.2016hm²，露天探采遗留边坡，中度损毁，裸岩 + 少量草本。

道路人工生态系统：农村道路 0.6212hm²，沿沟谷、山坡线性分布，带状破碎原生林地。

矿区地处长白植物区系，原生地带性植被为温带针阔混交林，分 3 层群落结构，各层建群种、伴生种与生境如下：

1. 乔木层（优势建群种）

云杉（先锋修复主选）、落叶松（区域顶级建群种）：占原生林 70% 以上，适宜海拔 700~1040m、坡度 20°~40° 灰棕壤土，土层厚度 $\geq 30\text{cm}$ 、 $\text{pH}5.5\sim 6.5$ ，耐寒耐贫瘠；伴生建群：核桃楸、杨树、榆树，多分布沟谷缓坡、土层较厚区域，楸子沟河沿岸成片发育；原生乔木林平均郁闭度 0.75，树高 8~15m，平均胸径 12cm。

2. 灌木层（亚建群物种）

五味子、山葡萄、忍冬、榛子为核心灌木，依附乔木林下微生境，坡度平缓、腐殖层 $\geq 10\text{cm}$ 区域集中分布；五味子、山葡萄为区域经济伴生物种，是本地特色林下经济资源。

3. 草本层（下层优势种）

羊草、紫花苜蓿、莎草、蕨类为主要草本，山坡旱地以羊草为主，沟谷湿润区蕨类、杂类草发育，有机质高的林下草本盖度可达 40%。

4. 动物关键种

野兔、野猪：区域中型兽类，维持林下草本、灌木种群平衡，为中小型食肉动物食物来源；林间小型鸣禽、啮齿类：传播林木种子，促进群落自然更新。

5. 微生物关键类群

腐生真菌、固氮菌：灰棕壤表层优势菌群，分解枯枝落叶、提升土壤有机质，采矿扰动区该菌群大量流失，是土壤修复核心目标生物。

六、矿区及周边人类重大工程活动

矿山东侧为通化钢铁集团板石矿业有限责任公司井下矿，其中 18 号矿组距离本矿区较近，矿区范围界线最近距离 460m。根据 2016 年 5 月吉林东北亚国际工程技术集团有限公司编制的《通化钢铁集团板石矿业有限责任公司井下矿（18 矿组三期）初步设计》及《建设项目安全设施设计》，18 号矿组最低生产水平标高 390m，与本矿区地表岩石移动界线最近距离 720m，本矿区各坑口及地表工业场地均位于 18 号矿组地表岩石移动界线 20m 以外，板石矿业公司井下矿 18 号矿组对本矿区开采没有影响。

矿区西北侧为白山市胜铭铁矿露天采场，两矿区范围相距 1200m，本矿区各坑口及地表工业场均位于胜铭铁矿爆破飞石范围之外，白山市胜铭铁矿露天开采对本矿区没有影响。

矿区周边 500m 范围内无学校、文物古迹及旅游景点等环境敏感目标，无居民区。矿区生产活动对周围附近居民生产和生活的影响微弱。矿山多年生产已经造成总面积 7.3544hm² 土地损毁，其中工业广场面积为 6.8838hm²，损毁程度重度，民采场地、探矿场地总面积 0.4706hm²，损毁程度中度。对周围生态影响较大。故人类活动对矿山地质环境及周边影响较强烈。

图 2-14 项目区周边人类工程活动分布图

七、矿区生态修复工作情况

本矿未实施过具体矿区生态修复措施，进行过地下水水质、水量监测、土壤监测。

八、矿区基本情况调查监测指标

白山市木通沟铁矿进行了土壤、地表水取样调查，具体见附件。矿区在开采中生态修复监测内容与监测指标如下。

本次分别采集矿区 1 处土壤点位、1 处地下水样品开展检测。土壤样品为棕色砂壤土，pH 值 6.77 呈中性，有机质 19.0g/kg，水解性氮、有效磷、速效钾含量均满足本地乔木林地土壤肥力要求，无重金属超标隐患。地下水各项指标均达标，pH7.4，悬浮物 6mg/L，汞、镉、铅、六价铬、砷、硫化物等有毒污染物检出值均低于检出

限，氟化物、氯化物等常规指标符合《地下水质量标准》III 类限值，矿井涌水水质洁净，可回用于井下生产、场地降尘，矿区水土本底条件良好，采矿活动未造成水土重金属、有机物污染，满足后续覆土造林生态修复的水土基底条件。

表 2-5 矿区开采中生态修复监测内容与监测指标表

监测对象		监测内容	监测指标	监测方法	监测值
损毁现状与拟损毁监测	地质环境损毁	地下水	地下水位	DZ/T 0287-2015 DZ/T 0388-2021	标高（m）
生态修复效果监测	生态系统恢复	生态系统质量	水质	GB/T 42340-2023	pH7.4，悬浮物6mg/L，汞、镉、铅、六价铬、砷、硫化物等有毒污染物检出值均低于检出限，氟化物、氯化物等常规指标符合《地下水质量标准》III 类限值
			土壤		pH 值 6.77 呈中性，有机质19.0g/kg，水解性氮、有效磷、速效钾含量均满足本地乔木林地土壤肥力要求

第三章 问题识别诊断及修复可行性分析

一、问题识别与受损预测

根据矿区地形地貌、地质构造条件、矿床开采条件、环境地质问题以及今后矿山建设可能引发或加剧的环境地质问题，综合考虑矿山未来开采可能对地质环境影响的程度，适当考虑地形起伏变化、分水岭分布情况及矿区范围外扩 300~500m 为边界圈定评估区范围，因此确定本次评估区面积为 323.6645hm²。

根据现场调查和土地利用现状图，评估区内现状无居民居住；区内无重要交通要道或建筑设施，远离各级自然保护区及旅游景区，无重要水源地，破坏土地类型为林地、工矿用地、交通设施用地。（土地利用现状图所示），根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223—2011）附录 B，评估区的重要程度划分为**较重要区**（表 3-1）。

表 3-1 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区
分布有 500 人以上的居民集中居住区	分布有 200~500 人的居民集中居住区	居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下
分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施	分布有二级公路、小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施	无重要交通要道或建筑设施
矿区紧邻国家级自然保护区（含地质公园、风景名胜区等）或重要旅游景区（点）	紧邻省级、县级自然保护区或较重要旅游景区（点）	远离各级自然保护区及旅游景区（点）
有重要水源地	有较重要水源地	无较重要水源地
破坏耕地、园地	破坏林地、草地	破坏其他类型土地
注：评估区重要程度分级确定采取上一级别优先的原则，只要有一条符合者即为该级别。		

矿山的生产规模为 40 万 t/a，根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223—2011）附录 D，**矿山生产建设规模为中型。**

矿山地质环境复杂程度：

（1）本矿含水层为基岩风化裂隙水含水层、岩溶裂隙水含水层和断裂带脉状含水层。矿坑正常涌水量小于 3000m³/d。

（2）床大面积出露混合岩、斜长角闪岩、磁铁角闪岩、磁铁石英岩，斜长角闪岩是矿体直接围岩。均为坚硬致密块状岩石，岩石完整，呈块状构造以Ⅳ级或Ⅴ级结构面为主，且结构面多为闭合、粗糙，有一定结合力。属坚硬岩石。围岩主要为黑云角闪斜长片麻岩、斜长角闪岩、角闪片岩、混合岩、混合花岗岩（奥长花岗岩），这些岩石坚硬、稳定

（3）褶皱、断裂构造较发育，地质构造较复杂。矿体顶底板和矿床围岩稳固性较好。

（4）现状条件下矿山地质环境问题的类型较少，危害较小。

（5）采场面积及采坑深度小，边坡较稳定，不易产生地质灾害。

（6）地形坡度一般坡角 20°～40°，中低山和山间沟谷区地貌。

综上所述根据矿山地质环境条件将其复杂程度划分为**中等类型**（表 3-2）。

表 3-2 地下开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

复杂	中等	简单
1. 主要矿层（体）位于地下水位以下，矿坑进水边界条件复杂，充水水源多，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性强，补给条件好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系密切，老窿（窑）水威胁大，矿坑正常涌水量大于 10000m ³ /d，地下采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏。	1. 主要矿层（体）位于地下水位附近或以下，矿坑进水边界条件中等，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性中等，补给条件较好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水有一定联系，老窿（窑）水威胁中等，矿坑正常涌水量 3000-10000m ³ /d，地下采矿和疏干排水容易造成矿区周围主要充水含水层破坏。	1. 主要矿层（体）位于地下水位以上，矿坑进水边界条件简单，充水含水层富水性差，补给条件差，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系不密切，矿坑正常涌水量小于 3000m ³ /d，地下采矿和疏干排水导致矿区周围主要充水含水层破坏可能性小。
2. 矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱岩层或松散岩层发育，蚀变带、岩溶裂隙带发育，岩石风化强烈，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性差，矿山工程场地地基稳定性差。	2. 矿床围岩岩体结构以薄—厚层状结构为主，蚀变带、岩溶裂隙带发育中等，局部有软弱岩层，岩石风化中等，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度 5—10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固中等，矿山工程场地地基稳定中等。	2. 矿床围岩岩体结构以巨厚状—块状整体结构为主，蚀变作用弱，岩溶裂隙带不发育，岩石风化弱，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于 5m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性好，矿山工程场地地基稳定性好。
3. 地质构造复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有活动断裂，导水断裂切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水性强，对井下采矿安全影响巨大。	3. 地质构造较复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，并切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水断裂带的导水性较差，对井下采矿安全影响较大。	3. 地质构造简单，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造不发育，断裂未切割矿层（体）和围岩覆岩，断裂带对采矿活动影响小。
4. 现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多，危害大。	4. 现状条件下矿山地质环境问题的类型较多，危害较大。	4. 现状条件下矿山地质环境问题的类型较少，危害小。
5. 采空区面积和空间大，多次重复开采及残采，采空区未得到有效处理，采动影响强烈。	5. 采空区面积和空间较大，重复开采较少，采空区部分得到处理，采动影响较强烈。	5. 采空区面积和空间小，无重复开采，采空区得到有效处理，采动影响较轻。
6. 地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于	6. 地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，不利于自然排水，地形坡度一般为	6. 地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形起伏变化平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于

复杂	中等	简单
35°，相对高差大，地面倾向与岩层倾向基本一致。	20°-35°，相对高差较大，地面倾向与岩层倾向多为斜交。	20°，相对高差小，地面倾向与岩层倾向多为反交。
注：采取就上原则。前 6 条中只要有一条满足某一级别，应定为该级别。		

评估区属于较重要区，矿山生产规模为中型，地质条件复杂程度为中等，根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223—2011）相关规定（表 3-3），将矿山地质环境影响评估级别综合评定为二级。

表 3-3 矿山地质环境影响评估分级表

评估区重要程度	矿山生产建设规模	地质环境条件复杂程度		
		复杂	中等	简单
重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	一级	一级
	小型	一级	一级	二级
较重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	二级	二级
	小型	一级	二级	三级
一般区	大型	一级	二级	二级
	中型	一级	二级	三级
	小型	二级	三级	三级

（一）现状问题

1. 矿山地质灾害现状分析

评估区位于长白山脉西缘中低山区，地貌类型、岩体类型较简单，地质环境条件良好，矿体围岩稳固性好，区域稳定性良好，植被覆盖率高。根据现场调查、访问，在调查期间评估区内未发现崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝等地质灾害。现状条件下地质灾害不发育。

2. 矿区含水层破坏现状分析

(1) 矿区开采对含水层结构破坏现状

评估区内地下水主要为基岩风化裂隙水，裂隙发育深度 10m—39m，而大部分矿体位于隔水顶板以下，因此，矿体开采对该区的主要含水层结构影响和破坏较轻。

(2) 对地下水水位的影响

矿区范围内主要为基岩风化裂隙水，预测正常涌水量 $Q_{正}=167-760\text{m}^3/\text{d}$ ，矿坑正常涌水量小于 $3000\text{m}^3/\text{d}$ 。涌水量较小，矿体开采标高***m~***m，侵蚀基准面 650m，大部分矿体位于侵蚀基准面以下，但隔水层岩性为斜长角闪岩、角闪片岩等，岩石完整性好，隔水性能强，对地下水疏干较弱，因此开采矿体的疏干水与基岩裂隙水水力联系微弱，因此对地下水影响较轻。

(3) 对地下水水质的影响

矿山开采产生的污染主要有 S、V、Mn、P、S 等，根据《吉林省白山市木通沟铁矿详查报告》，有害组分含量甚微。且评估区因为地形坡度大，地下水径流速度快，不易渗入地下，同时地层岩性都是基岩，不利于地下水渗入，污染物入渗补给地下水的量较小，对地下水的水质影响较轻。

表 3-4 矿石组合分析结果表

样号	分析结果 (%)										
	TiO ₂	Mn	Cr	Ni	V	Cu	Zn	Pb	P	S	As
ZH ₃ H-1	0.18	0.11	0.001	0.002	0.000	0.00	0.00	0.00	0.10	0.34	1.00
Zh ₃ H-2	0.15	0.08	0.003	0.000	0.001	0.00	0.00	0.00	0.10	0.12	0.00
Zh ₃ H-4	0.15	0.10	0.003	0.000	0.001	0.00	0.00	0.00	0.16	0.17	0.00
Zh ₃ H-5	0.15	0.10	0.003	0.000	0.001	0.00	0.00	0.00	0.10	0.19	0.08

（4）对周边水环境影响

矿区内地下水主要为基岩裂隙水，矿石及顶底板围岩位于隔水层附近及以下，地表水和潜层地下水下渗补给有限，井内采矿的正常排水活动不会造成地表大面积水位明显下降。采矿排放的废水水量有限，经沉淀后回用，不会对地表水体产生明显污染。厂区职工生活污水量较少，也不会对地表水体产生明显影响。

综上所述，现状条件下本矿开采对地下水含水层结构的影响较轻，对地下水水位影响较轻，对地下水水质影响也较轻，因此本矿开采对含水层破坏较轻。

3. 矿区地形地貌景观破坏现状分析

结合矿山现场实际情况，现状破坏分为三个区，即**工业场地**，**民采场地**、**探矿场地**，破坏面积分别为 6.8838hm^2 ， 0.2690hm^2 ， 0.2016hm^2 ，总面积为 7.3544hm^2 。

（1）工业广场

工业场地破坏面积为 6.8838hm^2 ，含所有的采矿设施和选矿设施，功能形态上可以分为建筑物、井硐、矿石堆场、临时废石堆场、临时矿渣堆场、工业场地、矿山道路。

建筑物总破坏面积 0.7043hm^2 。827m 标高平台附近场地有企业的办公楼，车库，宿舍等呈平坡式布置，824m 标高平台附近场地有风机房、高位水池及消防泵站、变电所等辅助设施，816m 平硐附近场地布置空压机站、热风炉房、派班室、监控室、调度室、机修室、检斤房、仓库等。

井硐总破坏面积 0.0110hm^2 。包括生产平硐、废弃平硐、回风井。

生产平硐为 810m 平硐，用其作为主运斜坡道。

废弃平硐在 810m 平硐西北侧约 32 米处施工了斜坡道，坡度为 0—12%，坑口标高 810m，底部标高为 800m，该斜坡道现已废弃，坑口已采用栅栏封闭，内部有三处已采用风门封闭。

回风井在 810m 中段、3 号勘探线附近掘进有透地表风井，其断面为 $3\text{m} \times 3\text{m}$ ，顶标高 826m，底标高 810m，倾角为 75° ，利用其作为风井。

矿石堆场总破坏面积 0.1483hm^2 。810m 平硐口北侧 830m 平台上设置有临时矿石堆场（含料石堆场），堆高 3—4m，按自然安息角进行堆放。

废石堆场总破坏面积 1.6616hm^2 。废石场顶标高 810m，底标高 770m，按自然安息角堆放，最终坡面角按 37° 设计，废石场总容积约 $37.2 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

临时矿渣堆场总破坏面积 0.1199hm^2 。在选矿厂南侧堆放，临时存放磁选后的尾矿渣，堆高 2—3m，按自然安息角进行堆放。

工业场地总破坏面积 3.7245hm^2 ，即工业广场内其他场地占地。从坡度上可以分为较平整场地、缓坡、陡坡，较平整场地面积 3.1588hm^2 ，为主要的作业场地；缓坡面积 0.2336hm^2 ，坡度 30° 到 40° ，为作业场地边缘；陡坡面积 0.3321hm^2 ，坡度 75° 到 80° ，局部近直立，为基建开挖形成。

矿山道路总破坏面积 0.5142hm^2 。宽度 4—5m，总长约 1.2 km，路面已硬化，连接外部道路。

综上，工业广场的建设改变了原有地形地貌，对地形地貌影响和破坏严重。

（2）民采场地

民采场地破坏面积 0.2690hm^2 。为早期采矿遗留采坑，经过多年自然生长，区内次生乔、灌木长势良好，植被覆盖率大于 80%，满足自然恢复条件。对地形地貌影响和破坏较严重。

(2) 探矿场地

探矿场地破坏面积 0.2016hm^2 。为历史民采、探矿遗留的山坡型露天坑，西北至南东长约 110m，东北至南西宽约 40m，顶标高约为 860m，坑底标高 824m。只形成 1 级台阶，台阶高度为 4—36m，最终边坡角为 47° — 58° ，边坡稳定性良好。对地形地貌影响和破坏较严重。

4. 矿区水土环境污染现状分析

(1) 水污染分析

通过对该项目生产工艺分析可知，项目废水主要由生产废水和生活废水两部分组成。生产废水主要为矿井涌水，矿山实测正常涌水量 $Q_{\text{正}}=167\text{--}760\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量 $Q_{\text{max}}=760\text{m}^3/\text{d}$ 。水质情况大体为 pH: 6.5~7.5、SS: 200mg/L、CODcr80mg/L、NH₃-N: 1.0mg/L、BOD₅:15mg/L。矿井涌水水质较好，经过沉淀后全部用于消防、除尘、冷却等。企业对废石堆场进行了淋溶实验，符合地表水Ⅲ类标准，只含有 SS。根据排废石场堆放位置的地层岩性条件和河谷潜水包气带特征，并结合区域资料，确定淋溶水渗入系数为 0.10~0.15。由于废石场空隙率高，因此进入废石场的水排泄速度也较快，垂向接触时间较短，渗漏量也较小。淋溶水对地下水水质基本没有污染。

生活污水主要污染物为 CODcr、BOD₅、SS 及 NH₃-N。水质情况大体为 pH: 6.5~8.0、SS: 150mg/L、CODcr300mg/L、NH₃-N: 30mg/L、BOD₅:150mg/L。项目产生的生活污水经沉淀后达标后，多用于工业场地除尘、绿化等，不外排。

综上，采矿活动对居民生活用水及工矿企业生产用水无影响，对环境的影响甚微。

（2）土地污染分析

矿井废石是矿层顶底板围岩是斜长角闪片麻岩为主，局部夹斜长角闪岩，有害物质较少，在矿区南部设废石临时堆场，用于生产期间的废石中转。矿山正常开采时期产生的废石量很少，全部用于修筑附近内外部道路或回填采空区。生活垃圾定期清运，送至城市垃圾处理站处理，土地污染可能性小。

5. 现状植被损毁、生物多样性丧失现状分析

（1）生境破碎化，物种栖息地破坏

工业场地、堆场、道路割裂原有连片乔木林地，完整森林生境被切割成碎片化斑块，野生动物迁徙、觅食廊道中断，野兔、野猪等本土野生动物活动范围缩减；乔木、乡土草本、藤本原生种群规模缩减。

（2）群落结构单一化，原生植被退化

采矿活动清除原生针阔混交林，厂区仅人工零星绿化，无完整林下灌草、地被层；民采、探坑虽有次生灌草，但缺少原有乔木优势种群，原生植物群落结构破坏，乡土树种、伴生草本大量消失。

（3）核心生态服务功能受损类型

水源涵养功能：地表植被、腐殖土层被压实 / 剥离，土壤持水能力大幅下降，坡面径流增大，水土流失风险提升；

水土保持功能：植被固土根系消失，废石堆、开挖边坡无植被固坡，易产生坡面冲刷；

碳汇功能：原生乔木林被清除，森林碳汇载体缺失，区域碳汇能力下降；

生物栖息供给功能：缺少林木遮阴、果实、巢穴等生存资源，野生动物栖息、繁育生境缺失；

景观调节功能：原生山林自然地貌被人工厂区、渣堆破坏，森林景观服务功能丧失。

（二）受损预测

1. 土地损毁环节与时序

白山市木通沟铁矿开采方式为地下开采，矿山采用平硐+斜坡道开拓。主要采用无轨机械化房柱法和干式充填法，生产过程中，废石基本不出坑，磁选后的尾渣也充填采空区。工业广场、民采场地、探矿场地已经形成，未来不再扩大。

（1）土地损毁形式

挖损：矿山开采导致竖井的原地表形态、土壤结构、地表生物等损毁，土地原有功能完全丧失。

压占：工业广场、民采场地、探矿场地压占使土地功能改变，压占了大量的土地资源，致使土地原有功能丧失。

（2）土地损毁分级标准

对损毁区分析评估应对照损毁前地形地貌景观、土壤类型、土地利用类型、土地生产力及生物多样性等方面进行，按土地损毁类型的不同，将每种损毁类型的损毁程度分为3个级别（轻度、中度、重度）。

（3）土地损毁环节

根据矿山生产建设特点，本项目土地损毁的方式主要为挖损、压占：矿山基建期进行工业场地的建设，对土地产生了压占破坏；早期民采、探矿形成的民采场地、探矿场地、井口的开挖对土地产生了挖损破坏；工业广场内表土场、临时矿石场内矿石、表土的堆放等对土地的压占破坏。

表 3-5 矿区土地损毁时序表

地 点		损毁类型	环节	损毁时序
采 矿 区	工业广场	压占、挖 损	生产期	基建期、生产期
	民采场地、探矿场地	压占、挖 损	生产期	生产期

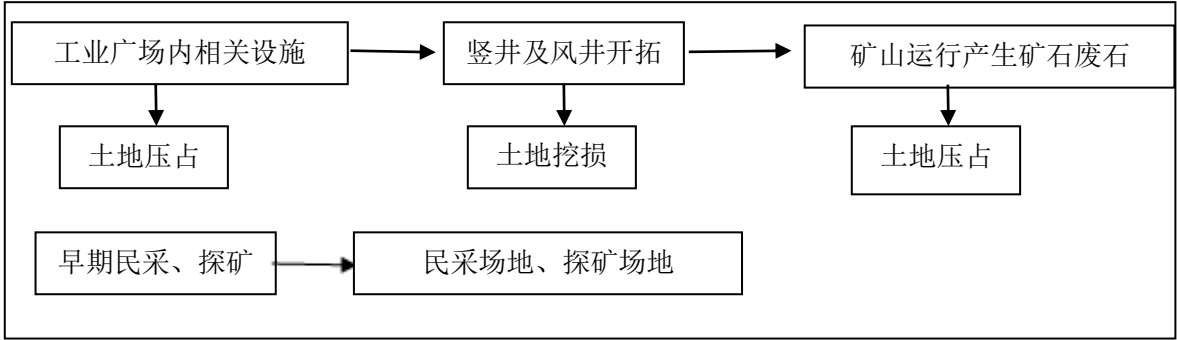


图 3-1 土地损毁环节与时序流程图

2. 矿山地质灾害预测分析

(1) 生产引发地面塌陷及地裂缝地质灾害的预测分析

矿山采矿方法设计采用干式充填法占 35%，废石充填率按 95% 考虑；无轨机械化房柱法占 37%，产生空区采用尾砂充填处理，充填率按 80% 考虑；中深孔爆力运矿采矿法、底盘漏斗中深孔分段空场法共占 8%，产生空区采用尾砂充填处理，充填率按 40% 考虑。上述采矿方法所留设的矿柱均不回收，用于支撑顶板，可以确保在生产期间不会出现大面积的空区塌落。但随着时间的推移，或受到外部因素的干扰（如地震，地表降水渗入等因素），局部空区可能会出现塌落。考虑到设计开采的大部分矿体厚度不大，岩石松散系数为 1.6，则塌落的岩石波及的范围一般在 7~10m，裂隙可能延伸至地表，但地表现出明显塌陷的可能性不大。且形成的采空区利用采矿废石、尾渣进行回填，回采与充填工作交替进行，每采完一层矿石由溜井全部放出，清理后即可进行充填工作。使采空区得到有效的控制，矿山开采后出现地面塌陷及地裂缝地质灾害的可能性小，危险性小。

(2) 废石堆场发生崩塌、滑坡、泥石流地质灾害的预测分析

评估区属于构造剥蚀中低山和侵蚀堆积河谷阶地地貌，地势起伏不平，坡度一般在 $>25^{\circ}$ ，沟谷切割较深，废石堆场只是临时堆放矿山生产过程中产生的废石，且在开采的过程中废石也充填采空区，废石场内废石随着边生产边回填废石量逐渐减少。废石堆场属于山坡型堆场，汇水面积仅为堆场面积，且废石堆场周边设置排水沟，在废石场底部设置石笼挡墙，周围植被覆盖度较好，废石堆角整体呈自然安息状态，废石堆场发生崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害可能性小。

（3）工业广场发生崩塌地质灾害的预测分析

工业广场西北部边坡、东北部边坡为基建期开挖形成，现状形成高差较大的边坡。其中西北部边坡总长约 30m，高差 1.5-4m，坡度在 50° - 80° ，较陡，岩石较完整，风化弱。岩体距离下部建筑较近。发生崩塌地质灾害的可能性小，危险性中等。

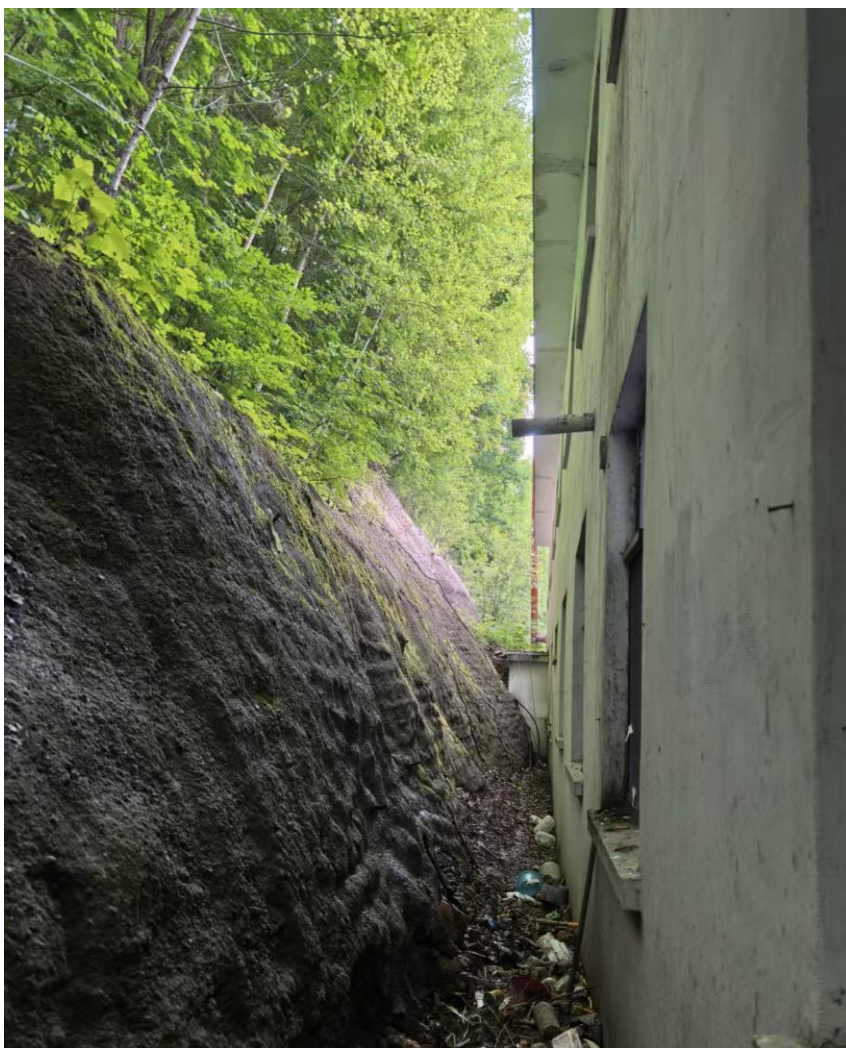


图 3-2 工业广场西北部边坡现状

东北部边坡总长约 60m，高差 1.5-7m，坡度在 35° - 80° ，局部较陡。东北部边坡岩石整体较完整，风化弱，局部岩体破碎，风化强度较高，目前岩体风化强度高及破碎处的边坡下游坡脚已经修建浆砌石挡墙，坡脚未见崩落物。发生崩塌地质灾害的可能性小，危

险性中等。



图 3-3 工业广场东北部边坡现状

3. 矿区含水层破坏预测分析

未来开采方式和开采规模不变，与现状一致，预测本矿开采对地下水含水层结构的影响较轻，对地下水水位影响较轻，对地下水水质影响也较轻，本矿开采对含水层破坏较轻。

4. 矿区地形地貌景观破坏预测分析

未来开采方式和开采规模不变，与现状一致，无拟损毁土地，预测矿区地形地貌景观破坏不发生新增土地面积。

5. 矿区水土环境污染预测分析

未来开采方式和开采规模不变，与现状一致，预测条件下，矿山开采对水土环境污染较轻。

6. 植被损毁、生态服务功能退化预测分析

基于矿山后续不开拓新场地、无新增开挖压占的开采条件，预测问题分为 2 类：

（1）植被损毁预测类型（无新增损毁，仅存量持续退化）

存量裸地、渣堆植被自然恢复缓慢：废石堆场、工业硬化裸地土层贫瘠、砾石含量高，自然条件下乔木难以定植，长期维持裸地、稀疏杂草状态，原生植被无法自然复原；

边坡植被持续退化：厂区开挖陡坡、废石堆坡面坡度大，雨水冲刷易带走表层薄土，已零星生长的草本、灌木持续退化，难以形成稳定植被覆盖；

人为扰动持续抑制植被恢复：矿山生产运输、设备作业、人员活动持续干扰厂区及周边边缘地带，次生植被难以自然扩张、连片恢复。

（2）生态服务功能退化预测类型（存量受损持续维持，无新增破坏但无法自然修复）

水源涵养、水土保持功能持续偏弱：现有损毁区域缺少完整植被与腐殖层，短期内无法自然形成森林蓄水、固土体系，水土流失风险长期存在；

生物多样性持续走低：生境破碎化格局不会改变，森林廊道无法自然连通，本土植物、野生动物种群难以恢复原有规模，物种丰富度持续偏低；

碳汇、景观生态服务长期缺失：现有损毁区域短期内无法自然长成乔木林地，森林碳汇、自然山林景观功能长期无法自主恢复；

生态系统自我修复能力不足：损毁区域土壤基质差、植被种子库缺失，仅依靠自然演替无法重建原生针阔混交林生态系统，生态服务功能退化状态将持续至闭坑人工修复完成。

（三）问题诊断评价结论

根据现状问题和受损预测，白山市木通沟铁矿总损毁土地面积 7.3544hm^2 ，其中已损毁土地面积 7.3544hm^2 ，拟损毁土地面积 0hm^2 ；损毁方式为挖损、压占，其中挖损损毁 0.2800hm^2 ，压占损毁 7.0744hm^2 ；损毁土地类型为乔木林地 0.6363hm^2 ，采矿用地 6.2016hm^2 ，农村道路 0.5165hm^2 ；矿区内面积 3.8326hm^2 ，矿区外面积 3.5218hm^2 。

矿山建设、生产对土地损毁状况如下：

1. 挖损损毁

井硐总损毁面积 0.0110hm^2 。包括生产平硐、废弃平硐、回风井。上述单元破坏方式为挖损，对地面开挖形成通道，破坏了原生的土层和植被，建筑在地面的设施改变了原来的地貌景观，损毁土地类型为乔木林地、采矿用地，**重度损毁**。

民采场地损毁面积 0.2690hm^2 。为早期采矿遗留采坑。上述单元破坏方式为挖损，对地面开挖形成通道，破坏了原生的土层和植被，损毁土地类型为乔木林地，**中度损毁**。

2. 压占损毁

工业场地损毁面积为 6.8838hm^2 ，其中建筑物总损毁面积 0.7043hm^2 。827m 标高平台附近场地有企业的办公楼，车库，宿舍等呈平坡式布置，824m 标高平台附近场地有风机房、高位水池及消防泵站、变电所等辅助设施，816m 平硐附近场地布置空压机站、热风

炉房、派班室、监控室、调度室、机修室、检斤房、仓库等。矿石堆场总损毁面积 0.1483hm^2 。810m 平硐口北侧 830m 平台上设置有临时矿石堆场（含料石堆场），堆高 3—4m，按自然安息角进行堆放。废石堆场总损毁面积 1.6616hm^2 。废石场顶标高 810m，底标高 770m，按自然安息角堆放，最终坡面角按 37° 设计，废石场总容积约 $37.2 \times 10^4\text{m}^3$ 。临时矿渣堆场总损毁面积 0.1199hm^2 。在选矿厂南侧堆放，临时存放磁选后的尾矿渣，堆高 2—3m，按自然安息角进行堆放。工业场地总损毁面积 3.7245hm^2 ，即工业广场内其他场地占地。从坡度上可以分为较平整场地、缓坡、陡坡，较平整场地面积 3.1588hm^2 ，为主要的作业场地；缓坡面积 0.2336hm^2 ，坡度 30° 到 40° ，为作业场地边缘；陡坡面积 0.3321hm^2 ，坡度 75° 到 80° ，局部近直立，为基建开挖形成。矿山道路总损毁面积 0.5142hm^2 。宽度 4—5m，总长约 1.2 km，路面已硬化，连接外部道路。

上述单元为土地压占引起的地形地貌景观破坏，在原地形地貌的基础上建筑、硬化场地等破坏了原有植物覆盖及表土土层，高程变化大，破坏了原有植物覆盖及表土土层，损毁土地类型为乔木林地、采矿用地、农村道路，**重度损毁**。

探矿场地损毁面积 0.2016hm^2 。为历史民采、探矿遗留的山坡型露天坑，上述单元为土地压占引起的地形地貌景观破坏，在原地形地貌的硬化场地等破坏了原有植物覆盖及表土土层，高程变化大，破坏了原有植物覆盖及表土土层，损毁土地类型为采矿用地、农村道路，**中度损毁**。

图 3-4 矿区生态破坏综合评价图

表 3-6 矿区土地损毁汇总表 单位: hm^2

项目 名称	名称	相对矿 区内置	损毁土地类型及面积			面积合 计	损毁方 式
			0301	0602	1006		
			乔木林地	采矿用地	农村道路		
工业 广场	建筑物	矿区内	0.0084	0.4415	0	0.4499	压占
		矿区外	0.0029	0.2507	0.0008	0.2544	压占
	井硐	矿区内	0.0011	0.0024	0	0.0035	挖损
		矿区外	0	0.0075	0	0.0075	挖损
	矿石堆场	矿区内	0	0.1483	0	0.1483	压占
	临时废石堆场	矿区外	0.0756	1.586	0	1.6616	压占
	临时矿渣堆场	矿区内	0	0.1199	0	0.1199	压占
	工业场地	矿区内	0.2325	2.3018	0.0008	2.5351	压占
		矿区外	0.0081	1.1238	0.0575	1.1894	压占
	矿山道路	矿区内	0	0.044	0.2636	0.3076	压占
矿区外		0.0387	0	0.1679	0.2066	压占	
民采场地		矿区内	0.2608	0	0	0.2608	挖损
		矿区外	0.0082	0	0	0.0082	挖损
探矿场地		矿区外	0	0.1757	0.0259	0.2016	压占

合计		0.6363	6.2016	0.5165	7.3544	
----	--	--------	--------	--------	--------	--

表 3-7 矿区损毁程度综合评价表

序号	问题类型	现状及预测受损状况			综合评价结果
		位置	面积 (hm ²)	损毁程度	
受损区块 1	矿山地质环境问题	工业广场	6.8838	严重	重度
	土地损毁			重度	
	生态受损与退化			严重	
受损区块 2	矿山地质环境问题	民采场地	0.2690	较严重	中度
	土地损毁			中度	
	生态受损与退化			较严重	
受损区块 3	矿山地质环境问题	探矿场地	0.2016	较严重	中度
	土地损毁			中度	
	生态受损与退化			较严重	

二、生态修复可行性分析

(一) 技术经济可行性分析

1. 矿山地质灾害治理技术可行性分析

据现场调查，现状地质灾害不发育，预测矿山开采后出现地面塌陷及地裂缝地质灾害的可能性小，危险性小。废石场发生滑坡、泥石流等地质灾害可能性小。根据我省地质灾害治理的实际经验来看，这一系列手段属于常规性防治措施，具有较强的可操作性，且能达到良好的防治效果。同时通过后期的地质灾害监测，能有效减轻或避免地质灾害的威胁，技术上可行。

2. 矿山含水层破坏修复技术可行性分析

矿山采用地下开采，大量的含水层岩体被采掘，形成新的疏干区域，改变了地下水径流。根据现场调查，矿区周边的植被生长依靠包气带水和大气降雨补给，生长良好。在结束地下开采后，通过矿区生态修复工程，能恢复矿区内的水土涵养，对含水层的恢复能

起到积极作用。含水层以自然修复为主。根据我国地下开采的矿区生态修复案例可知，此工程技术上可行。

3. 矿山地形地貌景观治理技术可行性分析

依前所述，矿区周边无自然保护区、风景名胜区、水源保护地、地质遗迹、人文景观、重要交通干线等。对地形地貌景观的影响主要表现为地下开采对地形地貌的直接改变。拟布置的矿区地形地貌治理方案包括：对占用土地进行平整复垦，种树或种草，恢复生态系统。上述治理方案工作较简单，同类矿山有很多较成熟的案例。因此，矿区地形地貌景观治理技术可行。

4. 矿山水土环境污染修复技术可行性分析

根据采样实验结果，目前矿山开采对水土环境污染较轻。根据对矿山环境保护的要求，矿山建设完善的污水处理系统，矿山废水循环使用，做到零排放。废石统一堆放和处理。水土环境污染防治重点是通过定期对矿山水循环利用设施设备的定期维护、水土环境的定期监测，保证污水处理系统的有效运行。整个技术工艺简单，因此矿山水土环境污染防治措施和修复工程技术上可行。

5. 经济可行性分析

矿山开采对地形地貌景观破坏措施以绿化为主，场地平整后，覆土植树种草，种植带有经济效益的树种，可增加一定的经济效益。绿化以种植乔木复绿法为主，乔木复绿法相对投资较低，复绿速度高，能够快速形成绿色景观。本矿山位于丘陵区，周边无重要交通要道或建筑设施，远离各级自然保护区，因此选择种植乔木复绿法，种植费用较低，同时还具有一定的收益；企业经济实力雄厚，有能力足额存储权益矿区生态修复费用，这在经济上是可行的。

根据矿山介绍，该矿正常年份项目净利润为 1201 万元，矿山具备较好的盈利能力、财务生存能力与抗风险能力。因此矿山企业有能力和实力进行矿区生态修复工程。

矿山开采企业应将矿区生态修复工作列为建设项目的一部分，列支专项经费进行矿区生态修复，对可能出现的矿山地质环境问题进行监测。经费要结合方案实施进度统筹安排，做到专款专用，保证经费足额及时到位，确保达到矿区生态修复的防治目标。

矿区生态修复工作是一项投资大、长期受益的工程，是一项利国利民，造福后代的工程，综合效益显著。按照“谁开发、谁保护，谁破坏、谁治理”的原则，矿区生态修复费用由矿山企业全部承担。

（二）目标方向可行性分析

矿区地处长白山龙岗山脉，属东北亚重要生态屏障、白山市“两山”建设试验区，区域原生植被为落叶松、云杉为主的温带针阔混交林，土壤为厚 30~50cm 灰棕壤，水源为大气降水 + 山间溪流，水土匹配度高。矿区损毁前全部为乔木林地，周边未采矿山地均维持稳定森林生态系统，具备成熟自然演替条件；场地坡度、土层厚度、水热条件均适配乔木生长，仅因采矿压占、挖损缺失表层腐殖土，可通过外购客土、乡土苗木栽植实现系统还原，是与损毁前土地利用、区域生态功能匹配度最高的参照系统。

本矿区全部可修复地块(7.0223hm²)修复目标统一为乔木林地，严格按照《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013)设定核心控制指标：

1. 土壤条件：有效土层厚度 $\geq 30\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$ ，砾石含量 $\leq 20\%$ ，pH 值 5.5~6.5，土壤有机质 $\geq 2\%$ ；

2. 植被指标：选用 2~3 年生云杉容器苗，造林株行距 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ，配套混播紫花苜蓿 + 羊草草籽；栽植 3 年后林木成活率 $\geq 85\%$ 、保存率 ≥ 80 ，林地郁闭度稳定达到 0.3 以上；

3. 长期生态：形成稳定针阔混交次生林，恢复区域野生动物栖息环境，匹配长白山生物多样性保护功能定位。



图 3-5 参照系统：原生乔木林地

（三）边开采、边修复可行性分析

白山市木通沟铁矿具备边开采、边修复的条件。矿山选址位置有两处历史遗留采迹。

民采场地占地面积 0.2690hm^2 。为早期采矿遗留采坑，经过多年自然生长，区内次生乔、灌木长势良好，植被覆盖率大于 80%，满足

自然恢复条件。探矿场地占地面积 0.2016hm²。为历史民采、探矿遗留的山坡型露天坑，西北至南东长约 110m，东北至南西宽约 40m，顶标高约为 860m，坑底标高 824m。只形成 1 级台阶，台阶高度为 4—36m，最终边坡角为 47-58°，边坡稳定性良好。上述采坑均可以提前进行生态修复。

矿山为地下开采，设计采用干式充填、尾砂充填为主的采矿工艺，井下掘进、回采产生的废石、选矿尾矿优先直接回填井下采空区，仅少量废石临时堆存地表废石堆场，无大型永久性外排排土场；生产过程中堆场存量逐年消纳，属于边生产边治理。

三、生态修复分区及修复时序安排

（一）生态修复分区

土地生态修复适宜性评价是一种预测性的土地适宜性评价，是依据《白山市国土空间总体规划（2021-2035 年）》及相关规划，按照因地制宜的原则，在充分尊重土地权益人意志的前提下，依据原土地利用类型、土地损毁情况、公众参与意见等，在经济可行、技术合理的条件下，确定土地生态修复的最佳利用方向，划分土地生态修复分区；针对不同的评价分区，建立适宜性评价方法体系和评价指标体系；评价各评价分区的土地适应性等级，明确其限制因素；最终通过方案比选，确定各评价分区的最终土地生态修复方向，划定生态修复分区。

1. 土地生态修复适宜性评价原则

根据国土空间总体规划，并与生态环境保护规划相衔接，从本矿实际出发，通过对井田内自然因素、社会经济因素、政策因素和公众意愿的分析，初步确定土地生态修复方向。

1) 符合国土空间总体规划，并与其他规划相协调

国土空间总体规划是从全局和长远的利用出发，以区域内全部土地为对象，对土地利用、开发、整治、保护等方面所作的统筹安排。土地生态修复适宜性评价应符合国土空间总体规划，避免盲目投资和过度超前浪费土地资源。同时也应与其他规划（如农业区划、农业生产远景规划、城乡规划等）相协调。

2) 因地制宜，农用地优先原则

土地利用受周围环境条件制约，土地利用方式必须与环境特征相适应。根据被损毁前后土地拥有的基础设施，因地制宜，扬长避短，发挥优势，宜农则农，宜林则林，宜牧则牧，宜渔则渔。同时，《土地复垦条例》第四条也规定，复垦的土地应当优先用于农业。

3) 自然因素和社会经济因素相结合原则

在进行复垦责任范围内被损毁土地生态修复适宜性评价时，既要考虑它的自然属性（如土壤、气候、地貌、水资源等），也要考虑它的社会经济属性（如种植习惯、业主意愿、社会需求、生产力水平、生产布局等）。确定损毁土地生态修复方向需综合考虑项目区自然、社会经济以及公众参与意见等。生态修复方向的确定也应该类比周边同类项目的复垦经验。

4) 主导性限制因素与综合平衡原则

影响损毁土地生态修复利用的因素很多，如土源、水源、土壤肥力、坡度以及灌排条件等。根据项目区自然环境、土地利用和土地损毁情况，分析影响损毁土地生态修复利用的主导性限制因素，同时也应兼顾其他限制因素。

5) 综合效益最佳原则

在确定土地的生态修复方向时，应首先考虑其最佳综合效益，选择最佳的利用方向，根据土地状况是否适宜复垦为某种用途的土地，

或以最小的资金投入取得最佳的经济、社会和生态环境效益，同时应注意发挥整体效益，即根据区域国土空间总体规划的要求，合理确定土地生态修复方向。

6) 动态和土地可持续利用原则

土地损毁是一个动态过程，土地生态修复的适宜性也随损毁等级与过程而变化，具有动态性，在进行土地生态修复的适宜性评价时，应考虑矿区工农业发展的前景、科技进步以及生产和生活水平所带来的社会需求方面的变化，确定土地生态修复的开发利用方向。复垦后的土地既能满足保护生物多样性和生态环境的需要，又能满足人类对土地的需求，保证生态安全和人类社会可持续发展。

7) 经济可行与技术合理性原则

土地生态修复所需的费用应在保证复垦目标完整、复垦效果达到复垦标准的前提下，兼顾土地生态修复成本，尽可能减轻企业负担。复垦技术应能满足复垦工作顺利开展、复垦效果达到复垦标准的要求。

2. 土地生态修复适宜性评价依据

土地生态修复适宜性评价在详细调查项目区土地损毁前的利用状况、生产力水平和损毁后土地的自然条件基础上，参考土地损毁预测和程度分析的结果，依据国家和地方的规划和行业标准，采取切实可行的办法，改善被损毁土地的生态环境，确定复垦利用方向。其主要依据包括：

①相关法律法规和规划

包括国家与地方有关土地生态修复的法律法规，如《中华人民共和国土地管理法》《土地复垦条例》、土地管理的相关法律法规和《白山市国土空间总体规划（2021-2035 年）》及其他相关规划等，具体

见前言的“编制依据”。

②相关规程和标准

包括《土地复垦方案编制规程 第 1 部分：通则》（TD/T1031.1-2011）、《土地复垦方案编制规程 第 4 部分：金属矿》（TD/T1031.4-2011）、《土地开发整理规划编制规程》（TD/T107-2000）、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）等。

③其他

包括复垦责任范围内土地资源调查资料、土地损毁分析结果、土地损毁前后的土地利用状况，公众参与意见等。

3. 适宜性评价对象的确定

根据矿山业主的意愿，在矿山生产结束后，无永久建设用地，全部纳入复垦责任范围。本方案的复垦责任范围面积包括工业广场、民采场地、探矿场地，面积共计 7.3544hm²。这也是适宜性评价的范围。

4. 初步生态修复方向的确定

本矿区确定所有可损毁土地生态修复方向为乔木林地，结合国土空间规划、土地权属、公众意见、区域社会经济、技术与资金条件综合论证，该修复方向技术合理、经济可行。

国土空间层面，白山市属国家重点生态功能区，矿区无永久基本农田、生态保护红线，原地类为国有林场乔木林地，采矿仅临时占地，遵循“原址复原”管控要求，复林完全契合区域林地规划。

权属与公众方面，土地权属板石国营林场明确要求恢复林地；全覆盖公众问卷及属地主管部门均 100% 认可复林方案，无复耕、复园等其他诉求，群众基础扎实。社会经济维度，复林匹配当地林下经济、生态文旅发展定位，修复与管护工程可吸纳本地劳动力，新增林地能提升森林覆盖率，平衡矿山税源与区域生态考核需求。

技术上，区域气候土壤适配乡土云杉，针对工业广场、民采、探矿场地制定差异化修复工艺，建筑垃圾、废石可就地消纳利用，配套全周期监测与 3 年管护体系，省内同类矿山已有成熟实践。

经济层面，企业经营稳定修复资金专户可分期足额预存；相较耕地、园地，乔木林地仅需短期抚育，综合治理成本更低，预算依据本地定额编制，资金风险可控。

综合各项条件，复林是兼顾生态、社会效益的最优方案，落地可行性充分。在政策允许的条件下，土地生态修复方向初步确定为林地。

5. 适宜性评价分区划分

项目区待土地生态修复包括工业广场、民采场地、探矿场地。

评价分区的地形地貌均受到严重破坏，地表物质组成、土壤养分等与矿区生产前完全不同，本方案确定对这些评价分区进行宜耕、宜林和宜草的定量适宜性评价。土地生态修复适应性评价分区划分结果及待生态修复分区特征见表 3-8。

表 3-8 土地适宜性评价分区划分结果表 单位：hm²

损毁分区		相对矿 区内置	损毁土地类型及面积（hm ² ）			小计 （hm ² ）	合计 （hm ² ）
			0301	0602	1006		
			乔木林地	采矿用地	农村道路		
工业 广 场	建筑物	矿区内	0.0084	0.4415	0	0.4499	6.8838
		矿区外	0.0029	0.2507	0.0008	0.2544	
	井硐	矿区内	0.0011	0.0024	0	0.0035	
		矿区外	0	0.0075	0	0.0075	
	矿石堆场	矿区内	0	0.1483	0	0.1483	
	临时废石堆场	矿区外	0.0756	1.586	0	1.6616	
	临时矿渣堆场	矿区内	0	0.1199	0	0.1199	
	工业场地	矿区内	0.2325	2.3018	0.0008	2.5351	
		矿区外	0.0081	1.1238	0.0575	1.1894	
	矿山道路	矿区内	0	0.044	0.2636	0.3076	
		矿区外	0.0387	0	0.1679	0.2066	
民采场地		矿区内	0.2608	0	0	0.2608	0.2690

	矿区外	0.0082	0	0	0.0082	
探矿场地	矿区外	0	0.1757	0.0259	0.2016	0.2016
合计		0.6363	6.2016	0.5165	7.3544	7.3544

6. 评价方法和体系

本项目采用极限法对 3 个评价分区进行宜耕、宜林、宜园适宜性评价。

极限条件法即采用土地评价因素的最低级别去评价土地的适宜性等级。

极限条件法的计算公式：

$$Y_i = \min(Y_{ij}) \quad (4.2.1)$$

式中： Y_i —第 i 个评价分区的最终分值；

Y_{ij} —第 i 个评价分区中第 j 参数因子的分值。

方案中土地适宜评价采用土地质量等级评价体系，分为适宜和不适宜（N）；在确定待土地生态修复的适宜范围内，按土地对耕、林、草的适宜程度、生产潜力的大小、限制性因素及其强度分为三等：一等地（1）、二等地（2）、三等地（3）。

7. 定量评价参评因素分级指标和等级标准的确定

根据初步确定的复垦方向，结合复垦区的特点，选取破坏后影响土地利用的主导因素，构建评价指标体系及标准。

根据矿区所在区域自然环境特征、结合矿区土地破坏特点、土地类型等有关指标，参阅有关矿区破坏土地适宜性评价和复垦经验，本方案土地适宜性评价限制因子选取主要考虑以下几个方面指标：矿区土地破坏类型和破坏程度、土地破坏前的利用状况、破坏土地复垦的客观条件。土地适宜性评价系统图见图 3-6。适宜性评价限制因素分级标准见表 3-9。

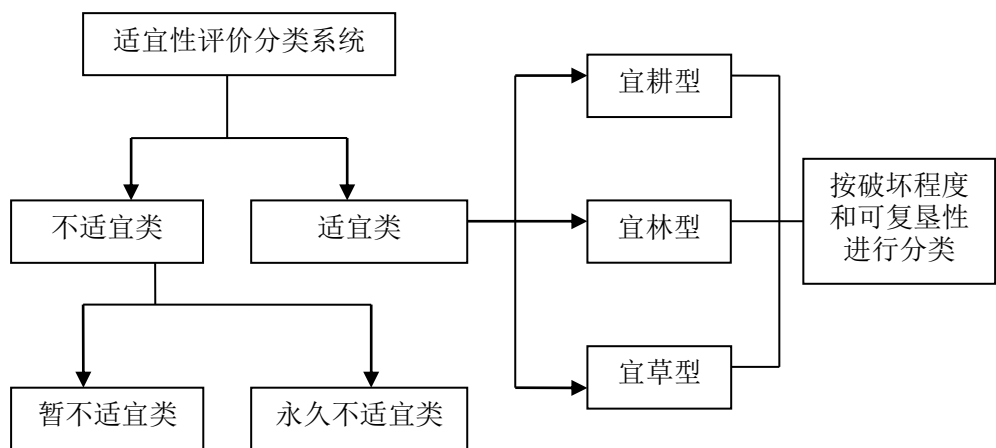


图 3-6 土地适宜性评价系统图

根据项目区的实际情况和复垦后的土地用途，参考《土地复垦技术标准》《第三次全国土壤普查技术规范》等资料，确定选择土地质地、地形坡度、土壤有机质含量、土地利用现状、地质灾害、灌溉条件、排水条件、岩土污染、有效土层厚度等作为适宜性评价的因子，评价本项目待复垦土地的宜垦情况。90 分以上为宜水田类，60～90 分为宜旱地类，40～60 分为宜草宜林类。其评价标准和权重见下表：

表 3-9 适宜性评价限制因素分级标准

因子及满分	指标	权重指数
土壤质地 (10)	壤土	10
	粘土、砂壤土	7
	重黏土、砂土	6
	砂质土、砾质	2
	石质	0
地形坡度 (°) (12)	<2	11
	2~5	10
	5~8	8
	8~15	6
	15~25	3
	>25	0
土壤有机质含量 (g • kg ⁻¹)	>4%	15

因子及满分	指标	权重指数
(15)	4%~3%	13
	3%~2%	11
	2%~1%	5
	0.6%~1%	2
	<0.6%	1
土地利用现状 (15)	耕地（平坦）	15
	耕地（较平坦）	13
	耕地（不平坦）	11
	耕地（极不平坦）	9
	园地	5
	林地	8
	牧草地、荒草地	2
	裸土地、裸岩石砾地	0
地质灾害危险性程度 (8)	良好	8
	轻度	4
	严重	0
灌溉条件 (10)	有稳定灌溉条件	10
	灌溉水源保证一般	8
	灌溉水源保证差	5
	无灌溉水源保证	0
排水条件 (10)	排水好	10
	排水一般	8
	排水差	5
	无	0
岩土污染 (10)	不	10
	轻度	8
	中度	5
	重度	0
有效土层厚度（cm） (10)	>150	10
	100~150	8
	60~100	5
	30~60	5
	<30	0
总分		100

表 3-10 参评单元的土地质量状况结果单位：分

评价单元	土壤质地	地形坡度	土壤有机质含量	土地利用现状	地质灾害危险性程度	灌溉条件	排水条件	岩土污染	有效土层厚度	总分	适宜性
工业广场	2	6	11	8	4	0	10	8	5	54	宜林
民采场地	2	8	11	8	4	0	10	8	5	56	宜林
探矿场地	2	8	11	8	4	0	10	8	5	56	宜林

9. 适宜性评价的最终结论

最终生态修复方向的确定需要综合考虑原有土地利用类型、生态环境、政策因素及土地权属人的意愿、当地居民的建议，并参考复垦标准、实际覆土厚度等；由初步生态修复方向定性分析结果可知，项目区复垦为乔木林地符合《白山市国土空间总体规划（2021-2035年）》。在此基础上，对项目区土地生态修复进行了林地和草地利用方向的适宜性等级评定。依据各分区适宜性等级评定结果表，最终确定各分区的复垦利用方向均为乔木林地。

依据适宜性评价结果，结合原土地利用状况、生态修复方向、复垦标准及措施划定生态修复分区。生态修复分区划分为：工业广场、民采场地、探矿场地。

依据上表，确定生态修复方向为乔木林地，生态修复面积 7.3544hm²。

表 3-11 土地生态修复适宜性评价结果及生态修复分区划分表

生态修复分区	破坏方式	破坏土地类型及面积 (hm ²)			生态修复方向	生态修复面积 (hm ²)
		乔木林地	采矿用地	农村道路		
		0301	0602	1104		
工业广场	挖损、压占	0.3673	6.0259	0.4906	乔木林地	6.8838
民采场地	挖损	0.2690	0	0	乔木林地	0.2690
探矿场地	压占	0	0.1757	0.0259	乔木林地	0.2016
合计		0.6363	6.2016	0.5165		7.3544

(二) 修复时序安排

根据生态修复分区结果，白山市木通沟铁矿共有 3 个生态修复分区，即工业广场、民采场地、探矿场地，其分区拐点坐标如下：

表 3-12 矿区生态修复分区拐点坐标表

2000 国家大地坐标系								
工业广场								
编号	X	Y	编号	X	Y	编号	X	Y
0	***	***	89	***	***	178	***	***
1	***	***	90	***	***	179	***	***
2	***	***	91	***	***	180	***	***
3	***	***	92	***	***	181	***	***
4	***	***	93	***	***	182	***	***
5	***	***	94	***	***	183	***	***
6	***	***	95	***	***	184	***	***
7	***	***	96	***	***	185	***	***
8	***	***	97	***	***	186	***	***
9	***	***	98	***	***	187	***	***
10	***	***	99	***	***	188	***	***
11	***	***	100	***	***	189	***	***
12	***	***	101	***	***	190	***	***
13	***	***	102	***	***	191	***	***
14	***	***	103	***	***	192	***	***
15	***	***	104	***	***	193	***	***
16	***	***	105	***	***	194	***	***
17	***	***	106	***	***	195	***	***
18	***	***	107	***	***	196	***	***
19	***	***	108	***	***	197	***	***
20	***	***	109	***	***	198	***	***
21	***	***	110	***	***	199	***	***

2000 国家大地坐标系								
工业广场								
编号	X	Y	编号	X	Y	编号	X	Y
22	***	***	111	***	***	200	***	***
23	***	***	112	***	***	201	***	***
24	***	***	113	***	***	202	***	***
25	***	***	114	***	***	203	***	***
26	***	***	115	***	***	204	***	***
27	***	***	116	***	***	205	***	***
28	***	***	117	***	***	206	***	***
29	***	***	118	***	***	207	***	***
30	***	***	119	***	***	208	***	***
31	***	***	120	***	***	209	***	***
32	***	***	121	***	***	210	***	***
33	***	***	122	***	***	211	***	***
34	***	***	123	***	***	212	***	***
35	***	***	124	***	***	213	***	***
36	***	***	125	***	***	214	***	***
37	***	***	126	***	***	215	***	***
38	***	***	127	***	***	216	***	***
39	***	***	128	***	***	217	***	***
40	***	***	129	***	***	218	***	***
41	***	***	130	***	***	219	***	***
42	***	***	131	***	***	220	***	***
43	***	***	132	***	***	221	***	***
44	***	***	133	***	***	222	***	***
45	***	***	134	***	***	223	***	***
46	***	***	135	***	***	224	***	***
47	***	***	136	***	***	225	***	***
48	***	***	137	***	***	226	***	***
49	***	***	138	***	***	227	***	***
50	***	***	139	***	***	228	***	***
51	***	***	140	***	***	229	***	***
52	***	***	141	***	***	230	***	***
53	***	***	142	***	***	231	***	***
54	***	***	143	***	***	232	***	***
55	***	***	144	***	***	233	***	***
56	***	***	145	***	***	234	***	***
57	***	***	146	***	***	235	***	***
58	***	***	147	***	***	236	***	***
59	***	***	148	***	***	237	***	***
60	***	***	149	***	***	238	***	***
61	***	***	150	***	***	239	***	***
62	***	***	151	***	***	240	***	***
63	***	***	152	***	***	241	***	***
64	***	***	153	***	***	242	***	***
65	***	***	154	***	***	243	***	***
66	***	***	155	***	***	244	***	***
67	***	***	156	***	***	245	***	***

2000 国家大地坐标系								
工业广场								
编号	X	Y	编号	X	Y	编号	X	Y
68	***	***	157	***	***	246	***	***
69	***	***	158	***	***	247	***	***
70	***	***	159	***	***	248	***	***
71	***	***	160	***	***	249	***	***
72	***	***	161	***	***	250	***	***
73	***	***	162	***	***	251	***	***
74	***	***	163	***	***	252	***	***
75	***	***	164	***	***	253	***	***
76	***	***	165	***	***	254	***	***
77	***	***	166	***	***	255	***	***
78	***	***	167	***	***	256	***	***
79	***	***	168	***	***	257	***	***
80	***	***	169	***	***	258	***	***
81	***	***	170	***	***	259	***	***
82	***	***	171	***	***	260	***	***
83	***	***	172	***	***	261	***	***
84	***	***	173	***	***	262	***	***
85	***	***	174	***	***	263	***	***
86	***	***	175	***	***	264	***	***
87	***	***	176	***	***	265	***	***
88	***	***	177	***	***	266	***	***
民采场地分区								
编号	X	Y	编号	X	Y	编号	X	Y
0	***	***	5	***	***	9	***	***
1	***	***	6	***	***	10	***	***
2	***	***	7	***	***	11	***	***
3	***	***	8	***	***	12	***	***
4	***	***						
探矿场地分区								
编号	X	Y	编号	X	Y	编号	X	Y
0	***	***	11	***	***	22	***	***
1	***	***	12	***	***	23	***	***
2	***	***	13	***	***	24	***	***
3	***	***	14	***	***	25	***	***
4	***	***	15	***	***	26	***	***
5	***	***	16	***	***	27	***	***
6	***	***	17	***	***	28	***	***
7	***	***	18	***	***	29	***	***
8	***	***	19	***	***	30	***	***
9	***	***	20	***	***	31	***	***
10	***	***	21	***	***	32	***	***

本方案服务年限为 14.4 年，矿山剩余服务年限为 10.4 年，加上 1 年生态修复工程实施期，3 年后期管护期，即 2026 年 7 月—2040

年 11 月。对已经停止使用的生态修复分区及时进行生态修复，安排时间如下。

表 3-13 矿区生态修复分区实施时间表

生态修复分区	生态修复方向	生态修复面积 (hm ²)	生态修复阶段	生态修复时间 (年度)	备注
工业广场	乔木林地	6.8838	第三阶段	2037 年	(1) 拆除临时建构筑物；(2) 封堵井口；(3) 对全区进行平整场地；(4) 对全区进行植被绿化；
民采场地	乔木林地	0.2690	第一阶段	2030 年	自然修复为主
探矿场地	乔木林地	0.2016	第一阶段	2026 年	(1) 综合治理；(2) 土地资源监测；(3) 对矿井涌水水量、水质情况进行监测；(4) 对边坡稳定性进行监测；(5) 进行地面变形监测。
合计		7.3544		2030 年	

四、采矿用地与复垦修复安排

(一) 采矿使用土地

白山市木通沟铁矿生产实际使用土地为工业广场、民采场地、探矿场地，面积为 7.3544hm²。总土地面积 7.3544hm²，土地类型为乔木林地 0.6363hm²，采矿用地 6.2016hm²，农村道路 0.5165hm²。

上述土地所有权归国家所有，土地权属人为白山市板石国营林场。吉林富德矿业有限公司以租赁形式具有土地使用权，土地权属清楚，无土地权属纠纷。

(二) 复垦修复目标

拟复垦修复土地的总面积 7.3544hm²，工业广场 0.3321hm² 边坡无法复垦修复，实际复垦修复面积 7.0223hm²，实际复垦率≈95.5%，

全部复垦为乔木林地。

表 3-14 矿区生态修复目标及土地利用变化表

一级地类		二级地类		面积 hm ²	复垦修复 目标面积 hm ²	面积增减 hm ²
地类编码	地类名称	地类编码	地类名称			
03	林地	0301	乔木林地	0.6363	7.0223	6.386
06	工矿用地	0602	采矿用地	6.2016	0	-6.2016
10	交通设施用地	1006	农村道路	0.5165	0	-0.5165
12	其他土地	1206	裸土地	0	0.3321	0.3321
合 计				7.3544	7.3544	0

复垦标准依据《土地复垦质量控制标准》TD/T 1036-2013 结合复垦责任区实际情况，针对各生态修复分区复垦方向为林地，制定以下复垦标准：

复垦为林地的工程标准和生态恢复标准：

- 1) 有效土层厚度 $\geq 30\text{cm}$ ；
- 2) 土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$ ；
- 3) 土壤质地为砂土至砂质黏土；
- 4) 砾石量 $\leq 20\%$ ；
- 5) 土壤 PH 值范围，一般为 5.5~6.5；
- 6) 有机质 $\geq 2\%$ ；
- 7) 道路达到当地本行业建设标准要求；
- 8) 三年后林木郁闭度达 0.3 以上，成活率应不低于 85%，三年保存率应不低于 80%，不应低于损毁前质量标准。

(三) 复垦修复安排

白山市木通沟铁矿复垦修复近期安排（近 3 年，2026 年—2029 年）：含 3 年矿山生产期，主要是对探矿场地区综合治理；土地资源监测；对矿井涌水量、水质情况进行监测；进行地面变形监测；

对边坡稳定性进行监测。白山市木通沟铁矿生产中远期安排（2029年—2036年）：含7.4年矿山生产。闭坑后，即2037年，对工业广场、民采场地、探矿场地全面生态修复。

表 3-15 矿区用地与复垦修复计划表 单位：hm²

用地信息						复垦修复计划		
序号	原地类	位置	面积	是否为临时用地	使用期限	目标地类	面积	复垦修复期限
1	乔木林地、采矿用地、农村道路	工业广场	6.8838	是	到租赁期	乔木林地	6.8838	2037 年
2	乔木林地	民采场地	0.2690	是	到租赁期	乔木林地	0.2690	2037 年
3	采矿用地、农村道路	探矿场地	0.2016	是	到租赁期	乔木林地	0.2016	2037 年

第四章 生态修复措施与工程内容

一、保护与预防控制措施

根据本项目实际情况，可以在矿山企业生产期采取一些预防措施，主要遵循原则“预防为主，保护先行”，为从源头上保护生态环境，按照“统一规划、源头控制、防复结合”的原则。结合项目区的特点、生产方式和工艺，对木通沟铁矿采取下列预防控制措施。

（一）敏感目标保护

经调查、查询，矿区不在“三区三线”范围内，周边无需要保护的耕地、永久基本农田、基本草原、公益林、自然保护区、生态保护红线、珍贵物种、人文景观、文物、重要基础设施等敏感目标。

（二）表土剥离与植被移植利用

依据前述，矿区现状无表土，生态修复需要客土；矿区工业布局已完善，无需进行表土剥离工程；矿区内无需要保护的珍贵物种。

（三）相关协同措施

1.地质灾害预防措施

依据前述，木通沟铁矿矿山开采后出现地面塌陷及地裂缝地质灾害的可能性小，危险性小。废石场底部设置石笼挡墙，周围植被覆盖度较好，废石堆场发生崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害可能性小。工业广场西北部边坡、东北部边坡发生崩塌地质灾害的可能性

小，危险性中等。为切实解决该处隐患，矿山未来将采取如下具体防治措施：

（1）矿山未来开采产生的废石直接回填空区，废石堆场规模不会继续扩大；

（2）矿山废石堆场现有废石在生产期内将陆续回填井下，多余废石交由政府统一平台处理，矿山闭坑时，废石堆场无废石堆存；

（3）建立工业广场西北部边坡、东北部边坡、废石堆场长期监测点，进行边坡稳定性监测，对可能发生的崩塌地质灾害进行及时预警及治理；

（4）在工业广场西北部边坡、东北部边坡、废石堆场设立警示牌，提示可能发生的地质灾害、注意事项、监测方式等内容。

（5）评估区范围内、重点在工业广场周边进行人工巡视及定期观测是否有地面变形产生，若有地面变形第一时间上报处理。

2.含水层保护措施

（1）揭穿含水层的井巷工程，应采取止水措施，防止地下水串层污染。

（2）采取注浆堵漏等工程措施，最大限度的阻止地下水进入矿坑，减少矿坑排水量，保护地下水资源。

3.地形地貌景观保护措施

矿山将破坏区域控制在工业场地内，闭坑后，对矿区内建筑进行拆除，恢复土地利用功能。

4.水土环境污染预防措施

（1）及时清运生活垃圾等，送到市政指定地点，防止污染地表水。

（2）生产生活中的废水经过处理后，确定达标再回水循环使用。

5.土地复垦预防控制措施

(1) 合理规划生产布局，减少土地损毁。生产过程中应加强规划和施工管理，尽量缩小对土地的影响范围，各种生产活动应严格控制在规划区域内。各种运输车辆规定固定路线，道路规划布置应因地制宜、尽量减少压占土地。生产过程中产生的生产、生活垃圾严禁乱堆、乱扔，应采用垃圾桶收集，矿山配备自卸垃圾车将垃圾运往垃圾处理场或运往市政管理部门指定场所进行处理。

(2) 矿山闭坑阶段各场所尽量减少占地，减少地表植被破坏面积。工业场地内各区域的拆除、平整等工程尽量避免二次损毁，尽可能地避免造成土壤与植被大面积损毁。

二、修复措施

木通沟铁矿矿区生态修复分区分为工业广场、民采场地以及探矿场地。根据每个生态修复分区实际情况，设计采取的修复措施方向如下。

表 4-1 生态分区拟采用修复措施

生态修复分区	损毁土地面积 hm ²	生态修复方向	修复面积 hm ²	修复措施
工业广场	6.8838	乔木林地	6.5517	生态重铸
		裸土地（边坡）	0.3321	不复垦
民采场地	0.2690	乔木林地	0.269	自然恢复
探矿场地	0.2016	乔木林地	0.2016	辅助再生
合计	7.3544		7.3544	

（一）地貌重塑

地貌重塑的工程设计即通过一定的工程措施进行造地、整地的过程，同时在造地、整地过程中通过水土保持工程建设减少土地流失发生的可能性，增强再造地地貌的稳定性，为生态恢复创造有利的条件。

1. 拆除建构筑物工程

木通沟铁矿矿区内建构筑物可分为钢结构、水泥浆砌石以及钢筋混凝土，针对不同结构建构筑物，拆除技术措施具体如下：

（1）钢结构建构筑物拆除（如料仓，输送通道等）

螺栓连接结构优先采用“拆卸法”。对于可回收的高强度螺栓，使用扭矩扳手按对称顺序松开；对于锈蚀无法拆卸的螺栓，采用角磨机切割螺栓头部，再拆除构件；拆除后的螺栓分类堆放，完好螺栓可回收复用；焊接连接结构采用“切割拆解法”。其中：小型构件使用手持式气割枪（氧气—乙炔）切割，切割顺序遵循“先次要构件后主要构件”，大型构件采用分段切割，结合起重机吊装配合。

（2）水泥浆砌石结构建构筑物（如办公室、宿舍楼等）

采用机械破碎结合人工清理的方式，拆除前拆除门窗、管线等附属构件，核查墙体是否存在承重功能（如承重砖墙、非承重隔墙），对承重砖墙需先拆除屋顶及楼板荷载，再拆除墙体。小型低矮结构采用“机械破碎法”。使用小型液压锤或破碎镐沿结构长度方向分段破碎，破碎顺序从顶部到底部；破碎后的砖渣及时用装载机清理。中型建筑采用“分层分段拆除法”，先拆除屋面瓦/预制板，再拆除檩条、屋架，墙体使用液压锤从外墙向内墙破碎，或从非承重隔墙向承重砖墙破碎；对于转角、立柱等整体性较强的部位，可先在墙体上钻孔（采用冲击钻），再进行破碎，降低破碎难度，机械破碎后，人工清理残留的水泥浆、碎砖，分离出完整的砖块（可回收复用）。

（3）钢混结构建构筑物（如工业水池）

使用液压锤直接破碎，破碎顺序从边缘向中心，露出钢筋后用钢筋切断机切割回收，混凝土破碎后，人工分拣出钢筋，使用钢筋切断机切割成3—5m长的段，分类堆放回收；残留的混凝土碎块需清理表

面的钢筋残渣，便于后续资源化利用。

2. 井口封堵工程

防止人员误入、阻断有害气体及涌水外溢，矿山闭矿后对三处平硐、斜井进行封闭。回填为 3 部分：浆砌石封堵，井筒封堵厚度 8m（硐口 3m 厚浆砌，硐内末端 5m 厚浆砌，边缘 45° 放坡，采用标号 M7.5 砂浆），中间采用废石渣充填，包括井筒封堵厚度 30m，硐口外根据地形坡度回填至与原地形一致。

3. 清理硬覆盖工程

清理工业广场硬覆盖遵循“分区作业、高效清运、场地复用”的原则，首先对广场进行分区标识，划分清理作业面，避免交叉施工影响效率。针对厚度 0.1m 的硬化层，采用风镐进行破碎清理，清理完成后及时用推土机就地整平，为后续场地平整及生态恢复作业奠定坚实基础。

4. 场地平整工程

对闭矿后的场地进行平整，清除场地内较大石块，平整场地满足复垦场地需求。土地平整施工时按照从高到低的原则，根据现场的实际情况，进行测量、定线，然后将各施工现场划分若干个作业区，并确定施工顺序进行施工，当最后一块作业区完工后，对临时基地实行边撤边离边施工的方法。采用推土机、拖拉机等机械化施工设备进行联合作业。

（二）土壤重构

1. 表土平衡

矿区现状经现场核查，工业广场、探矿、民采场地均无完整、可利用原生腐殖表土，矿区内部无自产表土供给量。修复全部地块复垦

目标为乔木林地，采用穴栽覆土模式，仅工业广场、探矿场地需覆土，民采场地无需覆土，总需表土 6484m³。修复全部依靠外购客土（山皮表土），取土点为白山市浑江区板石街道吊水壶村 3km 范围内林地表土，具备土源证明、有偿取土手续。

内部自产表土供给为 0，外购客土总供应量 6484m³，与全修复区覆土总需求量 6484m³ 完全匹配，无土量缺口、无多余表土积压，土方供需总量平衡。

2. 表土回填工程

考虑白山地区土壤资源贫乏，本方案设计对修复区采用穴栽方式覆土。单穴直径 0.8m，穴深 0.5m，单穴覆土约 0.38m³

（ $3.14 \times 0.4^2 \times 0.5 \times 1.5$ 系数=0.38），土源来自客土，来源于白山市浑江区板石街道吊水壶村辖区附近 3 公里范围内的山皮土(表土层)，有偿调配，详见附件。表土回覆采用人工、机械配合施工，回填前确认基底已完成平整、杂物清理及质量检测（压实度 $\geq 90\%$ 、无污染、无积水），对储存的表土进行二次筛分，去除粒径 $> 5\text{cm}$ 的碎石、根系等杂物；检测表土含水率（控制在 15%—20%），含水率过低需洒水湿润，过高需翻松晾晒；对储存期间板结的表土，采用旋耕机翻松（翻松深度 $\geq 20\text{cm}$ ），确保土壤透气性。按“分层回填、薄层摊铺”原则施工，单次摊铺厚度控制在 10—15cm，严禁一次性摊铺过厚导致压实不密实。

（三）植被重建

1. 植被重建工程

（1）乔木栽植

栽植施工遵循“先稳定基底、再精准种植、后科学养护”的原则，

种植时机优先选择春季（土壤解冻后）或秋季（落叶后），避开高温干旱或严寒季节。选用 2-3 年无病虫害、无机械损伤，根系完整植株健壮的云杉树苗，乔木种植坑直径为土球直径的 1.5-2 倍，深度比土球高度高 20—30cm。栽植方式先将改良表土回填至种植坑底部 1/3 处，踩实后放入苗木，调整苗木垂直度与朝向（乔木主干直立，灌木冠幅朝向通风透光处），再分层回填表土，边回填边轻踩压实，确保根系与土壤紧密结合，种植深度比苗木原土痕高 5—10cm，防止积水烂根。栽植完成后立即浇透定根水，待水分下渗后，用疏松表土或秸秆封坑，防止表土板结与水分蒸发。

（2）栽植爬山虎

栽植爬山虎：在陡坡底部处按 20cm 的间距种植当地适宜生长的爬山虎等蔓藤植物，使其沿立面向上生长，从而达到恢复边坡生态的目的，保证边坡得到全部复绿。栽植爬山虎后，应及时进行洒水并注意后期管护。

（3）播撒草籽

播撒草籽遵循“适地适草、快速覆绿、生态稳定”的原则，优先选择，以提升群落抗逆性。播种前需对表层土进行细耙，确保土块粒径 <3cm，清除石块、草根等杂物；土壤含水率控制在 15%—20%，过低时提前 24 小时洒水浸润。采用人工撒播方式，播种量为 15—20g/m²，播后用细土覆盖 0.5—1cm 并轻压，确保草籽与土壤紧密接触。播种后立即喷雾保湿，保持表层土壤湿润 7—10 天，待幼苗高度达 5—8cm 时，适度刈割促进分蘖，以快速形成致密的地表覆盖，有效抑制水土流失。

（四）景观营建

木通沟铁矿现状

木通沟铁矿生态修复后，消除采矿工业硬质人工景观，实现矿区与周边山林景观一体化。工业广场拆除全部厂房、矿石堆场后，改造为平缓针阔混交林地；探矿、民采场地保留自然坑谷微地形，营造次生野林风貌；废石边坡依靠爬山虎藤蔓柔化裸露岩面，弱化人工开挖痕迹。依托原有矿山硬化道路改造简易巡查步道，不再新增硬质构筑物，无人工硬化景观破坏原生山林格局。修复后景观层次与周边天然乔木林地无缝衔接，符合东北山地矿山生态景观营建规范，生态景观修复目标可实现。

三、工程内容

（一）工业广场生态修复设计

1. 警示牌工程

在工业广场西北部边坡、东北部边坡、废石堆场设立警示牌各 1 个，提示可能发生的地质灾害、注意事项、监测方式等内容。

工程量：设立警示牌 3 个。

2. 拆除建构筑物工程

工业广场内临时建筑总占地面积 0.7153hm^2 ，其中钢结构建筑面积 0.4460hm^2 、水泥浆砌石建筑面积 0.2554hm^2 、钢混结构建筑面积 0.0139hm^2 ，矿山闭坑后，对建筑物场地的废弃建构筑物进行拆除，恢复地形地貌景观。钢结构建筑拆除按折减系数0.1计算，拆除量 3215.7m^3 ；水泥浆砌石建筑拆除按折减系数0.3计算，拆除量 3217.5m^3 ；钢混结构建筑拆除按折减系数0.3计算，拆除量 125.1m^3 。拆除的水泥

浆砌石和钢筋混凝土结构建筑垃圾总计3342.6 m³可用于回填平硐井口，多余的废石渣在封堵井口前回填井下巷道。其中井口封堵需要用1156m³ 废石渣，则2186.6m³ 废石渣需运输回填巷道。

表 4-2 建构筑物拆除量计算表

结构类型	投影面积 (hm ²)	建筑总体积 (m ³)	折减系数	拆除量 (m ³)	用途
钢结构	0.446	32157	0.1	3215.7	回收外卖
水泥浆砌石	0.2554	10725	0.3	3217.5	回填井口、巷道
钢筋混凝土结构	0.0139	417	0.3	125.1	回填巷道
合计	0.7153			6558.3	

工程量：钢结构建筑拆除 3215.7m³，水泥浆砌石建筑拆除 3217.5m³，钢混结构建筑拆除 125.1m³。运输废石渣 2186.6m³。

3. 井口封堵工程

矿山闭坑后，使用 1m³油动单斗挖掘机、59k 推土机、10t 柴油自卸汽车用废石渣回填平硐、井口，浆砌石封堵，避免人员意外落入造成人员伤亡。回填为 3 部分：浆砌石封堵，井筒封堵厚度 8m（硐口 3m 厚浆砌，硐内末端 5m 厚浆砌，边缘 45° 放坡，采用标号 M7.5 砂浆），中间采用拆除建筑垃圾充填，包括井筒封堵厚度 30m，硐口外根据地形坡度回填至与原地形一致。生产平硐断面面积 14.52m²，回风井断面面积 9m²，均为平硐。废弃平硐 14.52m²，为斜井。故生产平硐封堵用浆砌石 85m³。废石渣充填 426m³；废弃平硐封堵用浆砌石 85m³。废石渣充填 426m³；回风井封堵用浆砌石 60m³。废石渣充填 304m³。

工程量：封堵用浆砌石 230m³，废石渣充填 1156m³。

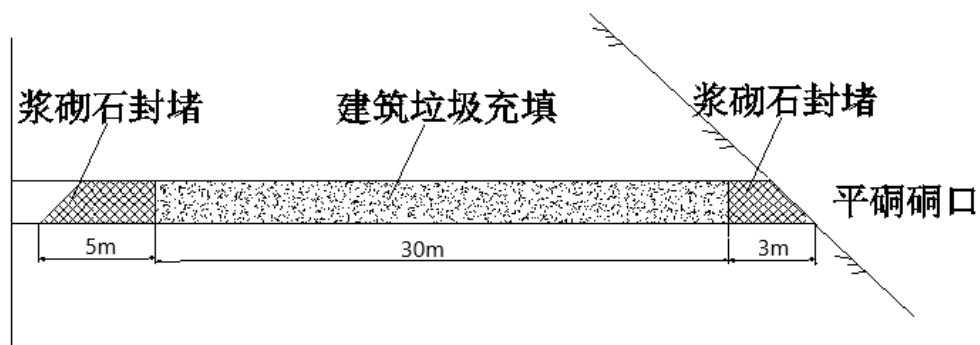


图 4-1 平硐封堵工程示意图

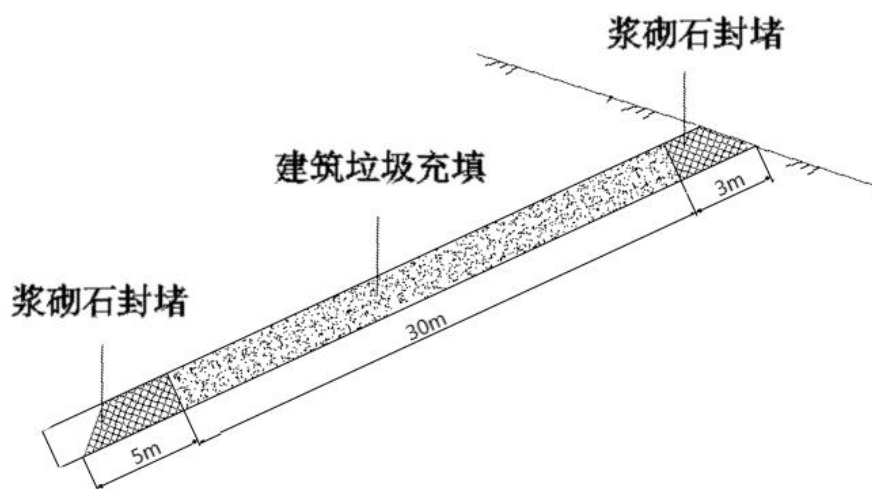


图 4-2 斜井封堵工程示意图

4. 硬覆盖清理工程

工业广场地面已硬化，对这些场地地表硬覆盖进行清理，清理面积为 6.3181hm^2 ，清除厚度 0.1m ，清理石方量为 6318.1m^3 ，清理硬覆盖破碎后就地进行平整。

工程量：清理硬覆盖 6318.1m^3 。

5. 场地平整工程

利用清理破碎的硬覆盖石渣对除边坡以外的工业广场进行场地平整，平整面积 6.3181hm^2 ，平整厚度 0.2m ，平整工作量 12636.2m^3 。

工程量：场地平整6.3181hm²。

6.表土回填工程

本方案设计对修复区采用穴栽方式，对坑穴进行覆土，穴距2m×2m，工业广场栽植云杉 16558 株，回填树坑 16558 个，每坑回填表土 0.38m³，共需表土 6292m³，土源为客土，来源于白山市浑江区板石街道吊水壶村辖区附近 3 公里范围内的山皮土(表土层)，平均运距 3km。

工程量：购运输表土 6292m³，表土覆土 6292m³。

7. 植被重建工程

（1）乔木栽植：工业广场栽植云杉，选用 2-3 年无病虫害、无机械损伤，根系完整植株健壮的云杉树苗，云杉树苗高度 15cm 以上，地径 0.3cm 以上，造林密度为行距 2m，株距 2m，其中：场地栽植面积 6.3181hm²，共 15795 株；缓坡投影面积 0.2336hm²，栽植面积 0.3049hm²，共 763 株，总计 16558 株。

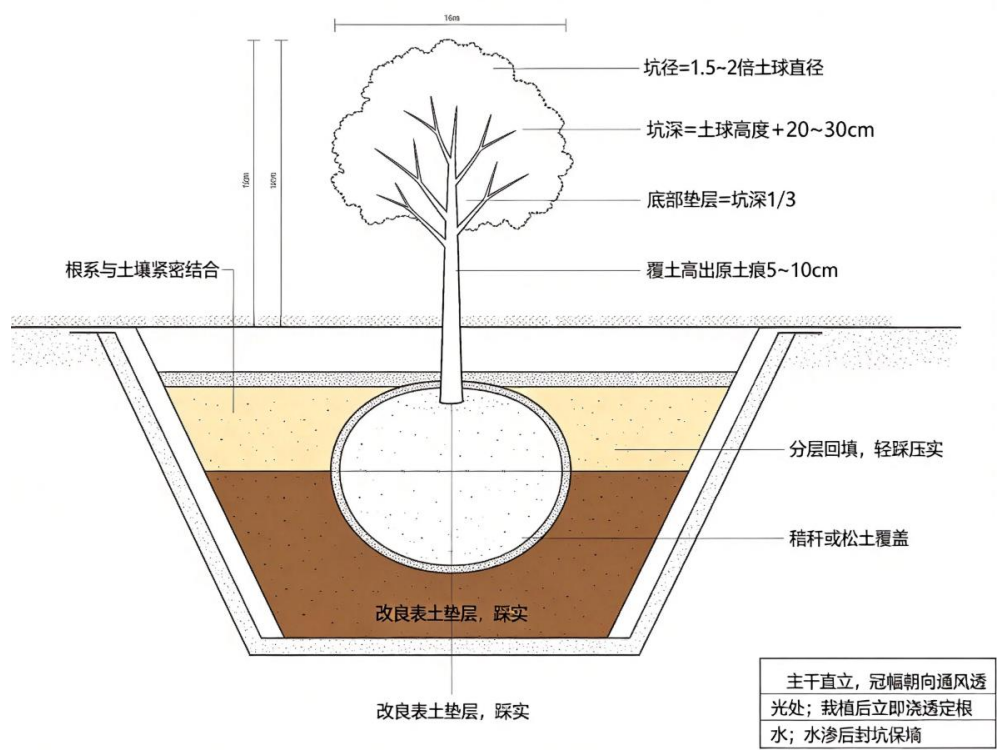


图 4-3 穴栽大样图

工程量：栽植云杉 16558 株。

(2) 栽植爬山虎：在陡坡坡底处栽植爬山虎，20cm 间距，陡坡坡底总长度为 505m，需栽植爬山虎长度为 505m，共种植 2525 株。

工程量：栽植爬山虎 2525 株。

(3) 播撒草籽：对工业广场撒播混合草籽，草种推荐为羊草和紫花苜蓿，技术指标为 $30\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播种草 1 年，其中：场地内撒播面积 6.3181hm^2 ，需草籽 189.543kg ；缓坡投影面积 0.2336hm^2 ，播撒面积 0.3049hm^2 ，需草籽 9.147kg ；总撒播面积 6.6230hm^2 ，需草籽 198.69kg 。

工程量：播撒草籽 6.6230hm^2 。

(二) 民采场地生态修复设计

民采场地区为早期采矿遗留采坑，经过多年自然生长，区内次生乔、灌木长势良好，植被覆盖率大于 80%，满足自然恢复条件，故不再设计治理工程。

(三) 探矿场地生态修复设计

1. 场地平整工程

对探矿场地进行场地平整，平整面积 0.2016hm^2 ，平整厚度 0.2m ，场地平整工作量 403.2m^3 。

工程量：场地平整 0.2016hm^2 。

2. 表土回填工程

本方案设计对探矿场地修复区采用穴栽方式，对坑穴进行覆土，穴距 $2\text{m}\times 2\text{m}$ ，区内栽植云杉 504 株，回填树坑 504 个，每坑回填表土 0.38m^3 ，共需表土 191.52m^3 ，土源为客土，来源于白山市浑江区板

石街道吊水壶村辖区附近 3 公里范围内的山皮土(表土层)，平均运距 3km。

工程量：外购运输表土 191.52m³，表土覆土 191.52m³。

3. 植被重建工程

(1) 栽植苗木：对探矿场地栽植云杉，选用 2-3 年无病虫害、无机械损伤，根系完整植株健壮的云杉树苗，云杉树苗高度 15cm 以上，地径 0.3cm 以上，造林密度为行距 2m，株距 2m，栽植面积 0.2016hm²，共 504 株。

工程量：栽植云杉 504 株。

(2) 播撒草籽：区内撒播混合草籽，草种为紫花苜蓿，技术指标为 30kg/hm²，撒播面积 0.2016hm²，需草籽 6.048kg。

工程量：播撒草籽 0.2016hm²。

(四) 主要工作量

根据本方案设计的工程措施，可估算出矿区生态方案工程量详见表 4-3。工作量：设立警示牌 3 个。钢结构建筑拆除 3215.7m³，水泥浆砌石建筑拆除 3217.5m³，钢混结构建筑拆除 125.1m³。运输废石渣 2186.6m³。封堵用浆砌石 230m³，废石渣充填 1156m³。硬覆盖清理 6318.1m³。场地平整 6.5197hm²。外购运输表土 6484m³，表土覆土 6484m³。栽植云杉 17062 株。栽植爬山虎 2525 株。播撒草籽 6.8246hm²。

表 4-3 矿区生态修复工程工程量统计表

序号	工程类别	单位	工业广场	民采场地	探矿场地	合计	备注
1	设置警示牌	个	3	自然 恢复	-	3	
2	钢结构建筑拆除	m ³	3215.7		-	3215.7	回收
3	水泥浆砌石建筑拆除	m ³	3217.5		-	3217.5	回填平硐、巷道
4	钢混结构建筑拆除	m ³	125.1		-	125.1	回填巷道
5	运输废石渣	m ³	2186.6			2186.6	
6	废石渣充填平硐	m ³	1156		-	1156	
7	浆砌石封堵平硐	m ³	230		-	230	
8	硬覆盖清理	m ³	6318.1		-	6318.1	就地平整
9	场地平整	hm ²	6.3181		0.2016	6.5197	
10	外购运输表土	m ³	6292.04		191.52	6484	全部外购
11	表土覆土	m ³	6292.04		191.52	6484	
12	栽植云杉	株	16558		504	17062	
13	栽植爬山虎	株	2525		-	2525	
14	播撒草籽	hm ²	6.623		0.2016	6.8246	

第五章 监测与管护

为保证生态修复工程实施效果，实现土地功能及生态系统的恢复需进行监测及管护。

一、监测目标与措施

（一）矿山地质环境监测

严格参照《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》GB/T 43935-2024 第 6、7 条款要求，结合本铜矿地下开采工艺、剩余 6 年服务期的实际情况，通过系统化监测，全面掌握矿区矿山地质环境、土地资源、生态系统的动态变化特征及修复成效，及时识别地质灾害、土壤污染、植被退化等潜在风险，为生态修复方案优化调整、工程施工管控提供科学数据支撑；确保修复过程符合相关规范要求，推动矿区生态系统逐步恢复稳定，实现开采活动与生态保护协同推进，为矿山闭矿后生态系统长期稳定奠定基础。

矿山地质环境监测工程包括：地面变形监测、工业广场边坡监测、地下水水量监测和地下水水质监测。

1. 地面变形监测技术措施

（1）监测内容

对评估区范围内、重点在工业广场周边进行人工巡视及定期观测是否有地面变形产生，若有地面变形第一时间上报处理。

（2）监测方法和监测频率

由矿山企业指派专业人员，定期人工巡视及利用高精度测量仪器对设置 10 个监测点的高程及坐标进行准确测量，观测是否有地面变形的失稳趋势。

监测频次 2 次/年，监测 10.4 年，发现不稳定时增加监测频率。

(3) 监测要求

监测完成后，对监测信息进行汇总，形成监测年报。

2. 边坡稳定性监测

(1) 监测内容

对工业广场西北部边坡、东北部边坡、废石堆场各设 1 个监测点，监测边坡稳定性（崩塌地质灾害）。

(2) 监测方法和监测频率

采用人工观测，平常每月 1 次，共 9 个月，9 次；雨季每月 2 次（6-8 月共 3 个月，共 6 次），人工地面观察巡视监测，每年 15 次。监测 10.4 年，发现不稳定时增加监测频率。

(3) 监测要求

按计划配备观测人员，在可能发生地质灾害区域进行重点监测，并填写记录，便于长期保存和查询。记录要准确、数据要可靠，并及时整理观测资料，保存影像资料。

3. 地下水水量监测和地下水水质监测

(1) 监测内容

在使用主井下矿井涌水出口处，设 1 个监测点，对地下水水量监测和地下水水质监测。水位主要监测水量、水流速度；水质监测 pH 值、总硬度、溶解氧、硫酸盐、钙、游离二氧化碳等。

(2) 监测方法和监测频率

地下水水量监测：水量采用水位计现场测量，在矿井涌水出口处流量计，实时采集瞬时流量、累计流量数据，每月 1 次，每年 12 次，监测 10.4 年

地下水水质监测：水质采用现场采样+实验室检测相结合的方式，

严格遵循HJ 164-2020《地下水环境监测技术规范》要求，每年进行一次矿井涌水样品送检，每年2次。监测10.4年。

（3）监测要求

地下水水质监测：采样严格遵循 HJ 164-2020 标准流程，确保采集样品能真实反映地下水实际水质；承担检测任务的实验室须具备相应资质。

地下水水量监测：水量监测所用流量计、流速仪需定期校准，每半年至少校准1次，确保监测精度符合 GB/T 43935-2024、HJ 164-2020 及相关专项规范要求。

（二）土地资源生态监测

本项目土地资源生态监测工程主要目标为：通过土地损毁及修复工程监测及时了解土地损毁及修复工程导致的土地变化以便及时调整复垦工程安排；通过对修复土地质量监测保证修复后土地质量达到周边土地水平；通过生物多样性监测确保修复后生态系统运行良好。

1.监测对象：工业广场、民采场地、探矿场地。

2.监测内容：对土地损毁情况、修复工程进度、质量、生物多样性。

3.监测方法：为满足矿山项目生产过程土地损毁及“边开采、边修复”变化的特点，采取调查与巡查方式进行监测。主要是指定期采取线路调查或全面调查，采用手持 GPS、照相机等项目区范围内土地损毁类型和面积、基本特征进行监测记录，对修复工程措施实施情况：修复土地类型及面积、修复时间、修复质量进行，周边生物多样性变化情况进行拍摄记录，适当随机位置取土样送检，判断土壤质量（土壤质量监测内容包括 pH、有机质、水解性氮、有效磷、速效钾）。

监测频率每 6 个月 1 次，每年 2 次。

4.监测时限：矿山动工开始至生态修复结束，监测总时间为 14.4 年。

5.监测要求：

1)要保留原始的土地利用状况信息，以便对后期的变化进行跟踪对比研究。

2)及时进行整个项目区域踏勘调查，特别是大雨及暴雨后对具有潜在土地危险的地段的临时查看，若发现有较大的土地损毁变化或流失现象，及时采取措施。

3)修复工程质量包括修复场地的地形坡度、有效土层厚度、土壤质量等。

4)定期监测生物多样性变化情况，评估修复效果，并根据监测结果调整修复策略。

二、管护目标与措施

通过植被管护保证复垦工程实施后植被成活率及种植密度达到设计目标，保证复垦后植被与生态环境一致性。

1.管护措施：管护内容主要包括水管理、营养管理以及病虫害防治。

（1）水管理

主要是通过植树带内植树行间和行内的除草松土，防止干旱灾害，以促使幼林正常生长和及早郁闭。植被恢复后前 2 年，每年除草 2 次，而后每年除草 1 次。栽植后，半年进行第一次松土，在第二年进行第二次松土，间隔半年进行第三次松土，每年雨后进行一次穴内松土，松土深度 5~10cm。在有条件的地方可以适当地做一些灌溉，以保护林带苗木的成活率，水源来自矿山。

（2）营养管理

在土壤营养条件不好的情况下，植被的抚育应以防旱施肥为主。每年春季都应该安排专人对复垦的林地进行巡查，是否有缺苗、死苗的现象出现，如果出现以上现象，应及时补植，同时有条件的地方要施肥，费用纳入矿山生产成本。

（3）林木病虫害防治

对于林带中出现各类树木的病、虫、害等要及时的进行管护。对于病株要及时砍伐防止扩散，对于虫害要及时的施用药品等控制灾害的发生。

2.管护方法

（1）在管护期，要安排懂得植被管护知识的专业技术人员负责管护工作。并制定植被管护技术方案；

（2）在抚育过程中，要及时除草松土，抗旱排涝，加强病虫害的防治工作，发现病害及时喷洒杀虫剂；

（3）一年后树苗成活率达不到 90% 的，要进行补栽，保证三年后树木的保存率 90% 以上，郁闭度 30% 以上；

（4）每年要从根部往上 50—60cm 处修剪枯枝、老枝，修剪时要紧贴主干不留茬；

（5）注意防火和防冻，有效保证树苗茁壮成长。

3.管护时间为 3 年，管护面积 7.0223hm²。

三、工程量

根据监测与管护工程设计计算工程量：矿山地质环境监测包括地面变形监测 29 次、边坡稳定性监测 156 次、矿井涌水水质监测 22 次、矿井涌水水量监测 125 次；土地资源生态监测 29 次。管护时间为 3 年，管护面积 7.0223hm²。

表 5-1 监测与管护工程量统计表

序号	工程名称	计算单位	工程量
1	地面变形监测	次	29
2	边坡稳定性监测	次	156
3	矿井涌水水质监测	次	22
4	矿井涌水水量监测	次	125
5	土地资源生态监测	次	29
6	管护面积	hm ² ×a	7.0223×3

第六章 工作部署与经费估算

一、总体部署

（一）总体目标

整个矿山生态修复工作分为四个阶段制定矿区生态修复方案实施工作计划，分为近期、中远期、闭矿期以及监测管护期。

生产近期及中远期主要落实探矿场地区治理工程以及面变形监测、边坡稳定性监测、土地资源监测、地下水环境监测等；闭矿期间要进行详细的施工设计，按照实施方案进行治理，管护期要落实复垦林区域的植被管护以及土地资源监测工作。

（二）总工作量

根据本方案修复目标设计的工程措施，可估算出矿区生态修复工程量详见表 6-1。

表 6-1 生态修复总工程量统计表

序号	工程内容	计算单位	工程量
一	地质灾害防治工程		
1	设置警示牌	个	3
二	地貌重塑工程		
1	钢结构建筑拆除	m ³	3215.7
2	水泥浆砌石建筑拆除	m ³	3217.5
3	钢混结构建筑拆除	m ³	125.1
4	运输废石渣	m ³	2186.6
5	废石渣充填平硐	m ³	1156
6	浆砌石封堵平硐	m ³	230
7	硬覆盖清理	m ³	6318.1
8	场地平整	hm ²	6.5197
三	土壤重构工程		
1	购买表土	m ³	6484
2	运输客土（2—3km）	m ³	6484
3	表土回填	m ³	6484

序号	工程内容	计算单位	工程量
四	植被重建工程		
1	栽植云杉	株	17062
2	栽植爬山虎	株	2525
3	撒播草籽	hm ²	6.8246
五	监测与管护工程		
1	地面变形监测	次	29
2	边坡稳定性监测	次	156
3	矿井涌水水质监测	次	22
4	矿井涌水水量监测	次	125
5	土地资源生态监测	次	29
6	林地管护	hm ²	7.0223
合计			

（三）实施计划

按照矿山服务年限考虑，本方案包含的时间段为 14.4 年，分为 4 个阶段：其中矿山生产近期 3 年、矿山生产中远期 7.4 年、矿区生态修复施工期 1 年、管护期 3 年。阶段实施计划如下：

1.第一阶段（生产近期，2026 年—2029 年）

- （1）探矿场地区综合治理；
- （2）土地资源监测；
- （3）对矿井涌水水量、水质情况进行监测；
- （4）对边坡稳定性进行监测；
- （5）进行地面变形监测。

2.第二阶段（生产中远期，2029 年—2036 年）

- （1）土地资源监测；
- （2）对矿井涌水水量、水质情况进行监测；
- （3）对边坡稳定性进行监测；
- （4）进行地面变形监测。

3.第三阶段（闭矿期，2037 年）

- （1）拆除临时建构物；

- (2) 封堵井口;
- (3) 对全区进行平整场地;
- (4) 对全区进行植被绿化;

4.第四阶段（管护期，2038 年—2040 年）

- (1) 对修复区土地资源监测;
- (2) 对修复后植被进行管护。

二、总体经费估算

（一）经费估算依据

1.估算依据

- (1) 国土资源部《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）;
- (2) 《土地复垦条例实施办法》（2019 年 7 月 16 日修改）;
- (3) 《土地复垦条例》（2011 年 3 月 5 日）;
- (4) 《土地开发整理项目资金管理暂行办法》;
- (5)《土地开发整理项目管理与预算编制审查及农地整理规划设计实用手册》;
- (6)《土地整治项目规划设计规范》（TD/T 1012-2016）;
- (7) 吉林省建筑工程造价信息网（2026 年第二季度）;
- (8)《土地开发整理项目估算定额标准》;
- (9) 国土资源部《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21 号）;
- (10) 国土资源部办公厅《关于印发土地整治工程营业税改增值税计价依据调整过渡实施方案的通知》国土资厅〔2017〕19 号;
- (11)《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工

作的通知》（国土资规〔2016〕21号）；

（12）《财政部 税务总局 海关总署关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部 税务总局 海关总署公告 2019 年第 39 号）；

（13）土地复垦方案编制规程—通则（TD/T1031.1-2011）中的附件 E；

（14）当地材料价格；

（15）地方有关建设工程的管理办法及当地定额资料。

2.取费标准及计算方法

本项目不需要购置复垦设备，该项费用不纳入取费构成。在计算中，取小数点后 2 位。其中工程施工费、其他费用的计算标准依据《土地开发整理项目预算定额标准》，监测与管护费及预备费的计算标准参考《土地复垦方案编制实务》。

（1）工程施工费：由直接费、间接费、利润和税金组成。

1）直接费：由直接工程费和措施费组成

①直接工程费：由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费：按《土地开发整理项目预算定额标准》计取。根据白山市当地工资情况，甲类工取 51.04/日，乙类工取 38.84/日。

材料费：材料费=定额材料用量×材料预算价格

材料预算价格以材料到工地实际价格计算。

施工机械使用费：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）施工机械台班费按《土地开发整理项目施工机械台班费定额》计取。

②措施费：费率 3.4%，包括临时设施费、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和安全施工措施费，计算基础为直接工程费。

2) 间接费：由规费和企业管理费组成，计算基础为直接费。

3) 利润：利润率取 3%，计算基础为直接费和间接费之和。

4) 税金：费率取 9%，根据财政部、税务总局、海关总署公告 2019 年第 39 号《关于深化增值税改革有关政策的公告》的计算方式与标准，税金按增值税率 9% 计算。

$$\text{税金} = (\text{直接费} + \text{间接费} + \text{利润} + \text{材料价差}) \times 9\%$$

以上各项费率标准和计算方法见表 6-2。

表 6-2 费率标准及计算方法明细表

序号	费用名称	费率				计算方法
		土方	砌体	石方	其他	
1	措施费	3.4%	3.4%	3.4%	3.4%	直接工程费×费率
2	间接费	5%	5%	6%	5%	直接费×费率
3	利润	3%	3%	3%	3%	(直接费+间接费)×费率
4	税金	9%	9%	9%	9%	(直接费+间接费+利润+材料价差)× 费率

(2) 其他费用：前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费。

1) 前期费用

前期费用参考《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)和《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》(国土资规〔2016〕21 号)中规定，以工程施工费为基数，按 6% 计取。

2) 工程监理费

按国家有关规定进行全过程的监督与管理所发生的费用，依据《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)中的《土地开发整理项目预算编制规定》，以工程施工费为基数，按 2.4% 计取。

3) 竣工验收收费

竣工验收收费依据《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)中的《土地开发整理项目预算编制规定》，以工程施工费为基数，按4%计取。

4) 业主管理费

业主管理费依据《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)中的《土地开发整理项目预算编制规定》，以工程施工费、前期工作费、工程监理费、竣工验收费为基数，按2.8%计取。

(3) 监测费与管护费

本方案监测费用按照市场价，管护费按白山市当地人工价4000元/hm²年计取。

(4) 预备费：预备费是指考虑了矿区生态修复期间可能发生的风险因素，从而导致治理费用增加的一项费用。预备费主要包括基本预备费、差预备费和风险金。

①基本预备费指为解决在工程施工过程中因自然灾害、设计变更等所增加的费用。可按工程施工费、其他费用之和的5%计取。

②风险金是指可预见而目前技术上无法完全避免的生态修复过程中可能发生风险的备用金。本项目按工程施工费5%计取。

③价差预备费

指为解决在工程施工过程中，因物价（人工工资、材料和设备价格）上涨、国家宏观调控以及地方经济发展等因素而增加的费用。

涨价预备费的测算方法，一般根据国家规定的投资综合价格指数，按预算年费价格水平的投资额为基数，采用复利方法计算。计算公式为：

$$PF = \sum_{t=1}^n I_t [(1+f)^t - 1]$$

式中：PF—涨价预备费；

n—建设期年份数；

It—建设期中第 t 年的投资计划额，包括设备及工器具购置费、建筑安装工程费、工程建设其他费用及基本预备费；

f—年均投资价格上涨率，取 5%。

（二）单项工程量及其经费估算

经计算，木通沟铁矿生态修复工程包括地质灾害防治工程 125.84 万元，地貌重塑投资 73.8782 万元，土壤重构投资 49.7225 万元，植被重建投资 21.6626 万元，

表 6-3 单项工程量及其经费估算汇总表

序号	定额编号	工程内容	计算单位	工程量	综合单价（元）	合计（万元）
一		地质灾害防治				0.06
1	市价 1	设置警示牌	个	3	200	0.06
二		地貌重塑				54.74
2	市价 2	钢结构建筑拆除	m ³	3215.7	50	16.08
3	30069*30%+ 10205*70%	水泥浆砌石建筑拆除	m ³	3217.5	28.69	9.23
4	40193	钢混结构建筑拆除	m ³	125.1	474.98	5.94
5	20295	运输废石渣（0.5-1.0km）	m ³	2186.6	20.61	4.51
6	20294	废石渣充填平硐	m ³	1151	18.49	2.13
7	30020	浆砌石封堵平硐	m ³	230	174.77	4.02
8	20294	硬覆盖清理	m ³	6318.1	18.49	11.68
9	10044	场地平整	hm ²	6.5197	1759.07	1.15
三		土壤重构				49.58
10	市价 3	购买表土	m ³	6484	55	35.66
11	10234	运输购买表土（2-3km）	m ³	6484	16.02	10.39
12	10305	表土回填	m ³	6484	5.44	3.53
四		植被重建				21.46
13	90008	栽植云杉	株	17062	11.14	19.01
14	90018	栽植爬山虎	株	2525	2.99	0.75
15	90030	撒播草籽	hm ²	6.8246	2486.54	1.70
合计						125.84

（三）总工程量及经费估算

木通沟铁矿矿区生态修复动态投资 301.94 万元，静态总投资 179.44 万元，其中，工程施工费 125.84 万元，其他费用 19.56 万元，监测与管护费 20.48 万元，预备费 136.06 万元。

表 6-4 矿区生态修复投资估算总表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	费率（%）
一	工程施工费	125.84	41.68
二	监测费用	20.48	6.78
（一）	监测费	8.97	2.97
（二）	管护费	8.43	2.79
三	其它费用	19.56	6.48
四	预备费	136.06	45.06
（一）	基本预备费	7.27	2.41
（二）	价差预备费	122.50	40.57
（三）	风险金	6.29	2.08
六	静态总投资	179.44	59.43
七	动态总投资	301.94	100

表 6-5 其他费用估算表

序号	费用名称	计算式	预算金额(万元)	各项费用占其他费用的比例(%)
	(1)	(2)	(3)	(4)
一	前期工作费	工程施工费×6%	7.55	38.60
二	工程监理费	工程施工费×2.4%	3.02	15.44
三	竣工验收费	工程施工费×4%	5.03	25.72
四	业主管理费	(工程施工费+前期工作费+工程监理费+竣工验收费)×2.8%	3.96	20.25
总计			19.56	100.00

表 6-6 监测及管护费估算表

序号	工程分类名称	数量	综合单价（万元）	合计（万元）
	(1)	(3)	(4)	(5)
1	边坡稳定性监测	156	0.02	3.12
2	地面变形监测	29	0.05	1.45
3	矿井涌水水质监测	22	0.2	4.40
4	矿井涌水水量监测	125	0.02	2.50
5	土地资源生态监测	29	0.02	0.58
6	林地管护	3	0.40	8.43
	合计			20.48

表 6-7 预备费及风险金估算表

序号	费用名称	费基（万元）	费率（%）	金额（万元）
1	基本预备费	145.40	5.00	7.27
2	风险金	125.84	5.00	6.29
	合计			13.56

表 6-8 价差预备费估算表

年度	静态投资 (万元)	价差预备费 (万元)	动态投资 (万元)	系数 (1.05 ⁿ)-1
2026	3.19	0.00	3.19	0.00
2027	1.08	0.05	1.13	0.05
2028	1.08	0.11	1.19	0.10
2029	1.08	0.17	1.25	0.16
2030	1.08	0.23	1.31	0.22
2031	1.08	0.30	1.38	0.28
2032	1.08	0.37	1.45	0.34
2033	1.08	0.44	1.52	0.41
2034	1.08	0.52	1.60	0.48
2035	1.08	0.60	1.68	0.55
2036	1.08	0.68	1.76	0.63
2037	156.90	111.45	268.36	0.71
2038	2.85	2.27	5.12	0.80
2039	2.85	2.52	5.37	0.89
2040	2.85	2.79	5.64	0.98
合计	179.44	122.50	301.94	

表 6-9 工程施工费单价估算表

序号	定额编号	工程名称	单位	直接费（元）	间接费（元）	利润（元）	材料价差（元）	税金（元）	综合单价（元）
一		地质灾害防治							
1	市价 1	设立标志牌	个						200
二		地貌重塑							
2	市价 2	钢结构建筑拆除	100m ³						5000
3	30069*3 0%+10205 *70%	水泥浆砌石建筑拆除	100m ³	2400.15	120.01	75.60	36.69	236.92	2869.37
4	40193	钢混建筑拆除	100m ³	40292.28	2014.61	1269.21	0.00	3921.85	47497.95
5	20295	运输废石渣（0.5—1.0km）	100m ³	1398.20	83.89	44.46	364.44	170.19	2061.18
6	20294	废石渣充填平硐	100m ³	1257.79	75.47	40.00	323.38	152.70	1849.33
7	30020	浆砌石封堵平硐	100m ³	11558.69	577.93	364.10	3533.05	1443.04	17476.81
8	20294	清理硬覆盖	100m ³	1257.79	75.47	40.00	323.38	152.70	1849.33
9	10044	场地平整	hm ²	1225.65	61.28	38.61	288.29	145.24	1759.07
三		土壤重构							
10	市价 3	购买表土	100m ³						5500
11	10234	运输购买表土（2—3km）	100m ³	1126.89	56.34	35.50	250.87	132.26	1601.86
12	10305	表土回填	100m ³	342.57	17.13	10.79	128.13	44.88	543.50
四		植被重建							
13	90008	栽植云杉	100 株	661.73	33.09	20.84	306.00	91.95	1113.61
14	90018	种植爬山虎	100 株	253.87	12.69	8.00	0.00	24.71	299.27
15	90030	撒播草籽	hm ²	2109.32	105.47	66.44	0.00	205.31	2486.54
五		监测工程							
16	市价 4	边坡稳定性监测	次						200
17	市价 5	地下水水质监测	次						2000
18	市价 6	地下水水量监测	次						200
19	市价 7	土地资源生态监测	次						200
20	市价 8	地表变形监测	次						200

序号	定额编号	工程名称	单位	直接费（元）	间接费（元）	利润（元）	材料价差（元）	税金（元）	综合单价（元）
六		管护工程							500
21	市价 9	林地管护	hm ²						4000

表 6-10-1 甲类工人工预算单价计算表

地区类别	六类工资区	定额人工等级	甲类工
编号	名称	计算式	单价 (元)
1	基本工资	$540 \times 1.00 \times 12 / (250 - 10)$	27.000
2	辅助工资	$0 + 5.057 + 0.8 + 0.832$	6.689
(1)	地区津贴		
(2)	施工津贴	$3.5 \times 365 \times 0.95 / (250 - 10)$	5.057
(3)	夜餐津贴	$(4.5 + 3.5) / 2 \times 0.2$	0.800
(4)	节日加班津贴	$27 \times (3 - 1) \times 11 / 250 \times 0.35$	0.832
3	工资附加费	$4.716 + 0.674 + 6.738 + 1.348 + 0.505 + 0.674 + 2.695$	17.350
(1)	职工福利基金	$(27 + 6.689) \times 14\%$	4.716
(2)	工会经费	$(27 + 6.689) \times 2\%$	0.674
(3)	养老保险	$(27 + 6.689) \times 20\%$	6.738
(4)	医疗保险	$(27 + 6.689) \times 4\%$	1.348
(5)	工伤保险费	$(27 + 6.689) \times 1.5\%$	0.505
(6)	职工失业保险基金	$(27 + 6.689) \times 2\%$	0.674
(7)	住房公积金	$(27 + 6.689) \times 8\%$	2.695
4	人工工日预算单价	$27 + 6.689 + 17.35$	51.04

表 6-10-2 乙类工人工预算单价计算表

地区类别	六类工资区	定额人工等级	乙类工
编号	名称	计算式	单价 (元)
1	基本工资	$445 \times 1.00 \times 12 / (250 - 10)$	22.250
2	辅助工资	$0 + 2.89 + 0.2 + 0.294$	3.384
(1)	地区津贴		
(2)	施工津贴	$2 \times 365 \times 0.95 / (250 - 10)$	2.890
(3)	夜餐津贴	$(4.5 + 3.5) / 2 \times 0.05$	0.200
(4)	节日加班津贴	$22.25 \times (3 - 1) \times 11 / 250 \times 0.15$	0.294
3	工资附加费	$3.589 + 0.513 + 5.127 + 1.025 + 0.385 + 0.513 + 2.051$	13.203
(1)	职工福利基金	$(22.25 + 3.384) \times 14\%$	3.589
(2)	工会经费	$(22.25 + 3.384) \times 2\%$	0.513
(3)	养老保险	$(22.25 + 3.384) \times 20\%$	5.127
(4)	医疗保险	$(22.25 + 3.384) \times 4\%$	1.025
(5)	工伤保险费	$(22.25 + 3.384) \times 1.5\%$	0.385
(6)	职工失业保险基金	$(22.25 + 3.384) \times 2\%$	0.513
(7)	住房公积金	$(22.25 + 3.384) \times 8\%$	2.051
4	人工工日预算单价	$22.25 + 3.384 + 13.203$	38.84

表 6-11 材料预算价格计算表

金额：元

序号	名称及规格	单位	限价	预算价格	材料价差
1	柴油	kg	4.50	8.14	3.64
2	汽油	kg	5.00	9.06	4.06
3	42.5 水泥	kg	0.30	0.53	0.23
4	砂	m ³	60	97.85	37.85
5	树苗（云杉）	株	5.00	8	3.00
6	草籽	kg		48.00	
7	爬山虎	株		2	

表 6-12 机械台班预算单价计算表

编号	机械名称及规格	费用构成											总计
		一类费用				二类费用							
		折旧费	修理及 替换设 备费	安装及 拆卸费	小计	人工	汽油	柴油	电	风	水	小计	
		元	元	元	元	元	元	元	元	元	元	元	
1012	推土机 55kW	26.04	35.83	1.37	63.24	102.08		180.00				282.08	345.32
1013	推土机 59kW	29.66	37.08	1.52	68.27	102.08		198.00				300.08	368.35
4013	自卸汽车 10t	129.66	80.68		210.34	102.08		238.50				340.58	550.92
1025	铲运机 2.5m³	20.14	26.94	2.98	50.06								50.06
1020	拖拉机 55kW	27.49	34.19	1.79	63.47	102.08		193.50				295.58	359.05
1005	挖掘机油动 1.2m³	158.63	176.35	16.38	351.36	102.08		387.00				489.08	840.44
1014	推土机 74kW	81.76	101.76	4.18	187.70	102.08		247.50				349.58	537.28
1004	挖掘机油动 1m³	140.82	150.36	13.39	304.57	102.08		324.00				426.08	730.65

表 6-13 工程施工费单价分析表

1. 水泥浆砌石建筑拆除

定额编号：人工 30069（30%）+机械 10205（70%）			定额单位：100m ³		
施工方法：拆除、清理、就近堆放					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计（元）
一	直接费				2400.15
（一）	直接工程费				2321.23
1	人工费				2321.23
	甲类工	工日	2.64	51.04	134.75
	乙类工	工日	50.44	38.84	1959.09
	其他费用	%	10.86	2093.84	227.39
2	材料费				0.00
3	机械费				0.00
	挖掘机 1m ³	台班	0.14	730.65	102.29
（二）	措施费	%	3.40	2321.23	78.92
二	间接费	%	5.00	2400.15	120.01
三	利润	%	3.00	2520.15	75.60
四	材料价差				36.69
	柴油	kg	10.08	3.64	36.69
五	税金	%	9.00	2632.45	236.92
合计					2869.37

2. 钢混建筑拆除

定额编号：40193			定额单位：100m ³		
施工方法：风镐凿除、清碴					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计（元）
一	直接费				40292.28
(一)	直接工程费				38967.39
1	人工费				11261.27
	甲类工	工日		51.04	0.00
	乙类工	工日	266.00	38.84	10331.44
	其他费用	%	9.00	10331.44	929.83
2	材料费				0.00
3	机械费				27706.12
	电动空气压缩机	台班	54.00	334.99	18089.65
	风镐	台班	108.00	67.86	7328.81
	其他费用	%	9.00	25418.46	2287.66
(二)	措施费	%	3.40	38967.39	1324.89
二	间接费	%	5.00	40292.28	2014.61
三	利润	%	3.00	42306.90	1269.21
四	材料价差				0.00
五	税金	%	9.00	43576.11	3921.85
合计					47497.95

3.废石渣充填平硐

定额编号：20294			定额单位：100m3		
施工方法：装、运、卸、空回。运距 0-0.5km。					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计（元）
一	直接费				1257. 79
(一)	直接工程费				1216. 43
1	人工费				81. 03
	甲类工	工日	0. 10	51. 04	5. 10
	乙类工	工日	1. 90	38. 84	73. 80
	其他费用	%	2. 70	78. 90	2. 13
2	材料费				0. 00
3	机械费				1135. 40
	挖掘机 1.2m3	台班	0. 38	840. 44	319. 37
	推土机 59kW	台班	0. 19	368. 35	69. 99
	自卸汽车 10t	台班	1. 30	550. 92	716. 20
	其他费用	%	2. 70	1105. 55	29. 85
(二)	措施费	%	3. 40	1216. 43	41. 36
二	间接费	%	6. 00	1257. 79	75. 47
三	利润	%	3. 00	1333. 26	40. 00
四	材料价差				323. 38
	柴油	kg	88. 84	3. 64	323. 38
五	税金	%	9. 00	1696. 63	152. 70
合计					1849. 33

4.浆砌石封堵平硐

定额编号：30020			定额单位：100m3		
施工方法：选石、修石、拌和砂浆、砌筑、勾缝。					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计（元）
一	直接费				11558.69
（一）	直接工程费				11178.61
1	人工费				6136.90
	甲类工	工日	7.70	51.04	393.01
	乙类工	工日	147.10	38.84	5713.36
	其他费用	%	0.50	6106.37	30.53
2	材料费				5041.71
	砂浆（M10）	m3	34.65	144.78	5016.63
	其他费用	%	0.50	5016.63	25.08
3	机械费				0.00
（二）	措施费	%	3.40	11178.61	380.07
二	间接费	%	5.00	11558.69	577.93
三	利润	%	3.00	12136.62	364.10
四	材料价差				3533.05
	水泥	kg	9088.70	0.23	2090.40
	沙子	m3	38.12	37.85	1442.65
五	税金	%	9.00	16033.77	1443.04
合计					17476.81

5.石渣运输

定额编号：20295			定额单位：100m ³		
施工方法：装、运、卸、空回。运距 0.5-1.0km。					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计（元）
一	直接费				1398.20
(一)	直接工程费				1352.22
1	人工费				81.03
	甲类工	工日	0.10	51.04	5.10
	乙类工	工日	1.90	38.84	73.80
	其他费用	%	2.70	78.90	2.13
2	材料费				0.00
3	机械费				1271.19
	挖掘机 1.2m ³	台班	0.38	840.44	319.37
	推土机 59kW	台班	0.19	368.35	69.99
	自卸汽车 10t	台班	1.54	550.92	848.42
	其他费用	%	2.70	1237.77	33.42
(二)	措施费	%	3.40	1352.22	45.98
二	间接费	%	6.00	1398.20	83.89
三	利润	%	3.00	1482.09	44.46
四	材料价差				364.44
	柴油	kg	100.12	3.64	364.44
五	税金	%	9.00	1890.99	170.19
合计					2061.18

6.清理硬覆盖

定额编号：20294			定额单位：100m ³		
施工方法：装、运、卸、空回。运距 0-0.5km。					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计（元）
一	直接费				1257.79
(一)	直接工程费				1216.43
1	人工费				81.03
	甲类工	工日	0.10	51.04	5.10
	乙类工	工日	1.90	38.84	73.80
	其他费用	%	2.70	78.90	2.13
2	材料费				0.00
3	机械费				1135.40
	挖掘机 1.2m ³	台班	0.38	840.44	319.37
	推土机 59kW	台班	0.19	368.35	69.99
	自卸汽车 10t	台班	1.30	550.92	716.20
	其他费用	%	2.70	1105.55	29.85
(二)	措施费	%	3.40	1216.43	41.36
二	间接费	%	6.00	1257.79	75.47
三	利润	%	3.00	1333.26	40.00
四	材料价差				323.38
	柴油	kg	88.84	3.64	323.38
五	税金	%	9.00	1696.63	152.70
合计					1849.33

7.场地平整

定额编号：10044			定额单位：hm ²		
施工方法：松土					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计（元）
一	直接费				1225.65
(一)	直接工程费				1185.35
1	人工费				535.54
	甲类工	工日	0.70	51.04	35.73
	乙类工	工日	12.80	38.84	497.15
	其他费用	%	0.50	532.88	2.66
2	材料费				0.00
3	机械费				649.80
	拖拉机 59kW	台班	1.44	438.68	631.69
	三铧犁	台班	1.44	10.33	14.88
	其他费用	%	0.50	646.57	3.23
(二)	措施费	%	3.40	1185.35	40.30
二	间接费	%	5.00	1225.65	61.28
三	利润	%	3.00	1286.93	38.61
四	材料价差				288.29
	柴油	kg	79.20	3.64	288.29
五	税金	%	9.00	1613.83	145.24
合计					1759.07

8.表土运输（2~3km）

定额编号：10234			定额单位：100m3		
施工方法：挖装、运输、卸除、空回。运距 2~3km。					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计（元）
一	直接费				1126.89
（一）	直接工程费				1089.84
1	人工费				40.06
	甲类工	工日	0.10	51.04	5.10
	乙类工	工日	0.90	38.84	34.96
2	材料费				0.00
3	机械费				1049.78
	挖掘机油动 1.2m3	台班	0.20	840.44	168.09
	推土机 59kW	台班	0.15	368.35	55.25
	自卸汽车 10t	台班	1.45	550.92	798.84
	其他费用	%	2.70	1022.18	27.60
（二）	措施费	%	3.40	1089.84	37.05
二	间接费	%	5.00	1126.89	56.34
三	利润	%	3.00	1183.23	35.50
四	材料价差				250.87
	柴油	kg	68.92	3.64	250.87
五	税金	%	9.00	1469.60	132.26
合计					1601.86

9.表土回填

定额编号：10305			定额单位：100m³		
施工方法：推松、运送、卸除、拖平、空回。推土距离 30～40m。					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计（元）
一	直接费				342.57
（一）	直接工程费				331.31
1	人工费				12.23
	甲类工	工日		51.04	0.00
	乙类工	工日	0.30	38.84	11.65
	其他费用	%	5.00	11.65	0.58
2	材料费				0.00
3	机械费				319.08
	推土机 55kW	台班	0.88	345.32	303.88
	其他费用	%	5.00	303.88	15.19
（二）	措施费	%	3.40	331.31	11.26
二	间接费	%	5.00	342.57	17.13
三	利润	%	3.00	359.70	10.79
四	材料价差				128.13
	柴油	kg	35.20	3.64	128.13
五	税金	%	9.00	498.62	44.88
合计					543.50

10.栽植云杉

定额编号：90008			定额单位：100 株		
施工方法：栽植、浇水、覆土保墒、整形、清理					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计（元）
一	直接费				661.73
(一)	直接工程费				639.97
1	人工费				124.91
	甲类工	工日		51.04	0.00
	乙类工	工日	3.20	38.84	124.29
	其他费用	%	0.50	124.29	0.62
2	材料费				515.06
	树苗	株	102.00	5.00	510.00
	水	m³	5.00	0.50	2.50
	其它费用	%	0.50	512.50	2.56
3	机械费				0.00
(二)	措施费	%	3.40	639.97	21.76
二	间接费	%	5.00	661.73	33.09
三	利润	%	3.00	694.82	20.84
四	材料价差				306.00
	云杉	株	102.00	3.00	306.00
五	税金	%	9.00	1021.66	91.95
合计					1113.61

11.栽植爬山虎

定额编号：90018 爬山虎			定额单位：100 株		
施工方法：栽植、浇水、覆土保墒、整形、清理					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计（元）
一	直接费				253.87
(一)	直接工程费				245.52
1	人工费				39.00
	甲类工	工日		51.04	0.00
	乙类工	工日	1.00	38.84	38.84
	其他费用	%	0.40	38.84	0.16
2	材料费				206.53
	树苗（爬山虎）	株	102.00	2.00	204.00
	水	m³	3.00	0.50	1.50
	其它费用	%	0.50	205.50	1.03
3	机械费				0.00
(二)	措施费	%	3.40	245.52	8.35
二	间接费	%	5.00	253.87	12.69
三	利润	%	3.00	266.56	8.00
四	材料价差				0.00
五	税金	%	9.00	274.56	24.71
合计					299.27

12.播撒草籽

定额编号：90030			定额单位：hm2		
施工方法：撒播草籽					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计（元）
一	直接费				2109.32
(一)	直接工程费				2039.96
1	人工费				81.56
	甲类工	工日		51.04	0.00
	乙类工	工日	2.10	38.84	81.56
2	材料费				1958.40
	草籽	kg	40.00	48.00	1920.00
	其它费用	%	2.00	1920.00	38.40
3	机械费				0.00
(二)	措施费	%	3.40	2039.96	69.36
二	间接费	%	5.00	2109.32	105.47
三	利润	%	3.00	2214.79	66.44
四	材料价差				0.00
五	税金	%	9.00	2281.23	205.31
合计					2486.54

三、阶段工作任务与经费安排

（一）阶段工作任务

矿山采矿证有效期至***年***月***日止，剩余生产年限为 10.4 年，加上 1 年生态修复工程实施期，3 年后期管护期，故确定本方案服务年限为 14.4 年，即 2026 年 7 月—2040 年 11 月。根据矿山实际情况对生态修复分期部署。

1.近期（2026 年—2028 年，近 3 年）

2026 年：设置警示牌 3 个。对探矿场地区进行综合治理，复垦方向为乔木林地。边坡稳定性监测 15 次，地表变形监测 2 次，矿井涌水水质监测 2 次，矿井涌水水量监测 12 次，土地资源监测 2 次。

2027 年：边坡稳定性监测 15 次，地表变形监测 2 次，矿井涌水水质监测 2 次，矿井涌水水量监测 12 次，土地资源监测 2 次。

2028 年：边坡稳定性监测 15 次，地表变形监测 2 次，矿井涌水水质监测 2 次，矿井涌水水量监测 12 次，土地资源监测 2 次。

2.中远期（2029 年—2036 年，7.4 年）

边坡稳定性监测 111 次，地表变形监测 15 次，矿井涌水水质监测 16 次，矿井涌水水量监测 89 次，土地资源监测 15 次。

2.闭坑生态修复期（2037 年，1 年）

做好闭矿矿区生态修复工作。对工业广场全区实施生态修复，涉及拆除建筑物工程、封堵平硐、场地平整以及植树播草等绿化工程，完成后申请自然资源主管部门验收，地表变形监测 2 次，土地资源生态监测 2 次。

3.监测管护期（2038 年—2040 年，3 年）

土地资源监测 6 次，地表变形监测 6 次。对生态修复区栽植的乔

木进行管护，管护期 3 年。

表 6-14 生态修复工程各阶段工程部署信息表

阶段	生态修复分区	生态修复方向	生态修复面积 (hm ²)	生态修复阶段	生态修复时间 (年度)	工程量及内容
近 3 年	探矿场地	乔木林地	0.2016	生产期	2026	设置警示牌 3 个。场地平整 0.2016hm ² 、外购运输表土 191.52m ³ 、表土回填 191.52m ³ 、栽植云杉 504 株、播撒草籽 0.2016hm ² 。边坡稳定性监测 15 次，地表变形监测 2 次，矿井涌水水质监测 2 次，矿井涌水水量监测 12 次，土地资源监测 2 次
	全区	—	—	生产期	2027	边坡稳定性监测 15 次，地表变形监测 2 次，矿井涌水水质监测 2 次，矿井涌水水量监测 12 次，土地资源监测 2 次
	全区	—	—	生产期	2028	边坡稳定性监测 15 次，地表变形监测 2 次，矿井涌水水质监测 2 次，矿井涌水水量监测 12 次，土地资源监测 2 次
中远期	全区	—	—	生产期	2029-2036	边坡稳定性监测 111 次，地表变形监测 15 次，矿井涌水水质监测 16 次，矿井涌水水量监测 89 次，土地资源监测 15 次
闭坑生态修复期	全区	乔木林地	6.8207	闭矿期	2037	钢结构建筑拆除 3215.7m ³ ，水泥浆砌石建筑拆除 3217.5m ³ ，钢混结构建筑拆除 125.1m ³ 。运输废石渣 2186.6m ³ 。封堵用浆砌石 230m ³ ，废石渣充填 1156m ³ 。硬覆盖清理 6318.1m ³ 。场地平整 6.3181 hm ² ，运输客土（2—3km）6292.04m ³ ，覆土 6292.04m ³ ，栽植云杉 16558 株，撒播草种 6.623hm ² ，栽植爬山虎 2525 株，地表变形监测 2 次，土地资源生态监测 2 次。
监测管护期	全区	乔木林地	7.0223	监测管护期	2038-2040	土地资源监测 6 次，地表变形监测 6 次，林地管护 3 年，面积 7.0223hm ² 。

（二）近年工作任务与经费进度安排

木通沟铁矿前三年每年经费安排分别为 3.19 万元、1.08 万元、1.08 万元，具体见下表。

表 6-15 前三年度矿区生态修复工作计划表

序号	修复阶段	主要工程措施	所属生态修复区块	是否为临时用地	工程量	目标地类	面积	费用
							(hm²)	万元
1	第一年度（2026）	场地平整	探矿场地	是	0.2016hm²	--	--	0.04
		购买表土			191.52m³			1.05
		运输购买表土（2—3km）			191.52m³			0.31
		表土回填			191.52m³			0.1
		栽植云杉			504			0.56
		撒播草籽			0.2016			0.05
		边坡稳定性监测			15 次			0.3
		地表变形监测			2 次			0.1
		矿井涌水水质监测			2 次			0.4
		矿井涌水水量监测			12 次			0.24
		土地资源生态监测			2 次			0.04
		小计						
2	第二年度（2027）	边坡稳定性监测	全区	是	15 次	--	--	0.3
		地表变形监测			2 次			0.1
		矿井涌水水质监测			2 次			0.4
		矿井涌水水量监测			12 次			0.24
		土地资源生态监测			2 次			0.04
小计							--	1.08
3	第三年度（2028）	边坡稳定性监测	全区	是	15 次	--	--	0.3
		地表变形监测			2 次			0.1
		矿井涌水水质监测			2 次			0.4
		矿井涌水水量监测			12 次			0.24
		土地资源生态监测			2 次			0.04
小计								1.08

第七章 保障措施与公众参与

一、保障措施

(一) 组织保障

1. 政府监管

由白山市自然资源局负责监督管理吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿矿区生态修复行为，确保矿区生态修复工程的实施，以达到矿区生态修复最终效果。

2. 企业组织机构

按照“谁开发，谁保护，谁损坏，谁治理。谁损毁，谁复垦”的原则，《方案》由吉林富德矿业有限公司负责并组织实施，确定公司法定代表人为第一责任人。应自觉地接受地方自然资源行政主管部门的监督检查，吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿要有相应组织机构负责矿区生态修复工程的实施。配备具有管理才能，技术精干专职人员进行具体管理，制定详细设计、施工、验收计划，自觉地接受白山市自然资源局的监督与检查。

为了防止该《方案》的实施流于形式，必须建立和完善专职机构加强对本《方案》实施的组织管理和行政管理，成立矿区生态修复领导小组，由矿长任组长，成员由财务、地测、技术等单位负责人兼任。

根据实际需要，设立主管矿区生态修复工作的职能部门，明确分工，责任落实到人，做好有关各方的联系与协调工作。对矿区生态修复工作进行宣传，对员工培训、教育、负责具体创建措施的落实工作。

在矿区生态修复施工中应严格按照建设项目管理程序实行招标投标制度，选择有施工资质、经验丰富、技术力量强的施工单位具体负

责项目的实施。

（二）技术保障

矿区生态修复工程涉及多学科、多领域多部门，是一项复杂的系统工程，严格按照有关技术规范等要求实施。同时矿区生态修复工作专业性、技术性较强，需要定期培训技术人员咨询相关专家，开展科学试验和引进先进技术，以及对土地损毁情况进行动态监测和评价。具体可采取以下技术保障措施：

（1）方案规划编制、工程施工都应建立在详细调查、科学分析、详细论证的基础上，提出实施方案，工程根据矿山开采情况、环境条件、土地开发利用情况分类分期实施，并兼顾当前的治理与中长期的治理有机结合，使矿区生态修复工程既有阶段性，又有连续性。

（2）引进先进的生产设备、环境监测技术人员和地质灾害治理技术人员等。通过引进专业对口，适应矿山工作环境的技术人员为矿区生态修复工作提供人力资源保证。

（3）加强与相关技术单位的合作，加强对国内外具有先进矿区生态修复技术单位的学习研究，及时吸取经验，完善治理和复垦措施。

（4）技术人员、咨询相关专家、开展科学试验、引进先进技术，以及对矿区生态修复工程情况进行动态监测和评价等。

（5）严格按照建设工程招投标制度选择和确定施工队伍，要求施工队伍具有相关等级资质。其次成立专家顾问组，建立专家支持系统。

（6）完善质量保证体系：一是加强施工监理工作；二是加强质量检查；三是把好原材料关，严禁不合格原材料进入；四是建立“工程质量责任考核办法”，保证实现质量目标。通过质量保证系统，确保工程质量符合有关要求。

(7)完善的矿区生态修复工程的安全保证体系；在项目的实施过程中，必须把安全摆在突出位置，项目主管部门、项目实施部门和施工队伍，按照“管生产必须管安全”和“谁主管谁负责”原则，对项目实施单位全过程进行安全管理。

(8)生态修复项目完成后，提请主管部门组织竣工验收。邀请当地相关政府部门、专家和群众代表一起参加，逐项核实工程量、鉴定工程质量和完成效果，对不合格工程及时返工，并会同参建单位进行经验总结，改进管理工作和技术方法。验收结果将向公众公布。

（三）资金保障

矿区生态修复费用是矿山企业进行矿区生态修复工作取得成功的重要保证。只有资金的充分保障，才能使生态修复技术和生态修复条件落到实处，才能切实保障生态修复实施的效果，实现预期目标。

1. 资金来源

根据《吉林省自然资源厅 吉林省财政厅 吉林省生态环境厅关于印发《吉林省矿区生态修复费用管理暂行办法》的通知（吉自然资规〔2025〕5号），矿区生态修复费用计入吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿生产成本，由吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿负责管理。

2. 存放

矿山企业每年列入生产成本中的矿区生态修复费用采用集中管理，建立矿区生态修复费用账户：矿山企业需在其银行账户中设立矿区生态修复费用专用账户，单独反映矿区生态修复费用的提取情况，不得随便改变使用用途，确保矿区生态修复费用的专款专用。

白山市木通沟铁矿矿区生态修复动态投资 301.94 万元将以矿区生态修复费用的形式存入矿区生态修复费用账户，费用全部由矿方承担，列入矿山生产成本和建设成本，费用安排遵循提前预存、分阶段足额预存原则，根据白山市木通沟铁矿提供的矿区生态修复费用专户证明，目前已经缴纳 82.68 万元，其余未缴费额度 219.26 万元按年度平均预存，计提倒闭坑前一年（即 2035 年，采矿证有效期到 2036 年 11 月）。

表 7-1 矿区生态修复费用预存明细表

序号	年度	总预存金额 (万元)	占总费用百分比 (%)	年度预存费用(万元)
1	2026	219.26	20	43.85
2	2027	219.26	9	19.73
3	2028	219.26	9	19.73
4	2029	219.26	9	19.73
5	2030	219.26	9	19.73
6	2031	219.26	9	19.73
7	2032	219.26	9	19.73
8	2033	219.26	9	19.73
9	2034	219.26	9	19.73
10	2035	219.26	8	17.54
合计				219.26

因采矿权调整（范围扩大、扩界、资源整合），对《矿区生态修复方案》做出修改和调整的，费用累计金额如果低于方案治理费用估算金额，以方案治理费用为标准补缴费用。

3. 管理

地方自然资源部门根据矿区生态修复方案和动态监测情况督查企业。企业需边生产、边治理，对其在矿产资源勘查、开采活动中造成的矿山地质环境问题进行治疗修复、对土地损毁问题进行复垦。

4. 使用

采矿权人应当建立矿区生态修复费用管理制度，明确费用提取和使用程序、职责和权限，按规定提取和使用费用。

采矿权人应当加强生态修复费用管理，编制年度费用提取和使用计划，单设矿区生态修复费用会计科目，单独反映费用的提取和使用情况，并在年度预决算时将费用账户的资金单独列示。

费用由矿山企业自主使用，根据其矿区生态修复方案确定的经费预算、工程实施计划、进度安排等，专项用于因矿产资源勘查开采活动造成的地质灾害、地形地貌景观破坏，地下含水层破坏以及矿山地质环境监测等，不得另作他用。

5. 审计

采矿权人提取的费用应当按照规定用途安排使用，不得挤占、挪用；当年计提费用不能满足矿山生态修复实际支出的，超出部分按矿山企业正常成本费用渠道列支。

（四）监管保障

采矿权人应当与矿区所在地县级人民政府财政部门、自然资源主管部门、金融机构共同签订矿区生态修复费用监管协议，明确矿区生态修复费用提取使用的时间、数额。费用提取、使用及矿区生态修复方案的执行情况需填报在矿业权人勘查开采信息公示系统。各级自然资源、财政部门按照管理权限适时对费用提取使用情况进行监督检查。

采矿权人违反本办法规定，未足额提取、未专款专用、挤占挪用矿区生态修复费用，或者未按要求建立管理制度、报送信息的，由县级以上自然资源主管部门责令限期改正；逾期不改正的，依照《中华人民共和国矿产资源法》《土地复垦条例》等相关法律法规予以处罚，并可以将其违法行为纳入社会信用体系进行管理。

二、公众参与

矿区生态修复的公众参与包括全程参与和全面参与。它是收集当地土地管理及相关部门、矿山企业和矿区周边区域公众对生态修复项目占地及开展后期生态修复工作的意见和建议，以明确生态修复的可行性，同时监督生态修复工作的顺利实施，实现生态修复的民主化、公众化，从而有利于最大限度地发挥生态修复的综合效益和长远效益，使经济效益、社会效益和环境效益得到统一。

（一）公众参与技术路线

生态修复公众参与技术路线图见图 7-1。

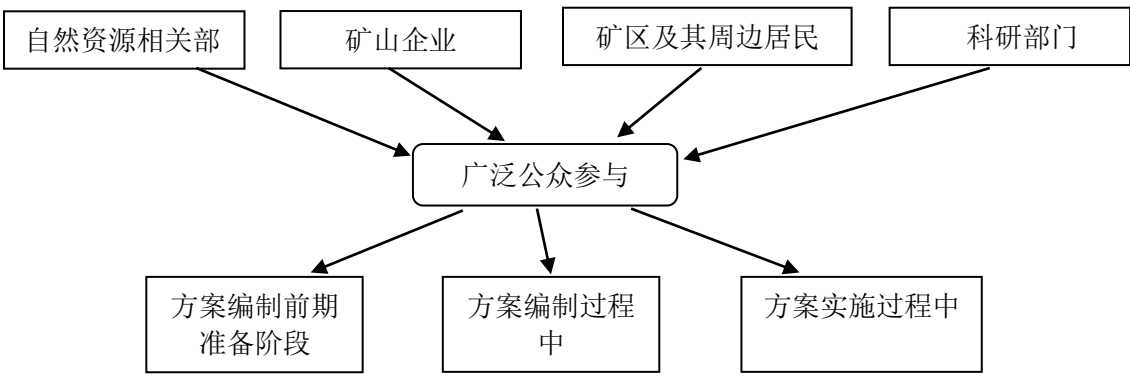


图 7-1 生态修复公众参与技术路线

1.公众参与部门涉及当地土地及相关管理部门、矿山企业、矿区及其周边居民和科研部门。本项目多次征求土地管理部门等相关部门的意见，同时听取借鉴矿区周边地区居民、矿山工作人员以及管理部门对矿区生态修复的意见。

2.公众参与贯穿生态修复方案编制的始终。本项目公众参与涉及矿区生态修复方案编制的前期准备、编制过程以及生态修复方案实施过程中的全过程。通过调查问卷方式，共计 14 份，汇总调查结果如下：

对白山市木通沟铁矿是否支持该矿的开采：100%的受调查者支持该矿。说明当地群众对此项目持支持态度。

开采项目的是否有利于经济发展：100%的受调查者认为有利于经济发展，说明白山市木通沟铁矿开采项目复核当地居民的基本意愿。

矿区生态修复能否恢复当地生态环境：100%的受调查者认为能够恢复，由数据可知，大多数受调查者认为矿区生态修复对于恢复当地生态环境还是充满信心，这就更加促使我们必须把生态修复工作一步步落到实处，恢复由于采矿破坏的当地的生态环境。

对于矿区生态修复是否支持：100%的受调查者支持矿区生态修复；根据调查数据，绝大部分受调查者都意识到矿区生态修复的必要性，这对矿区生态修复工作的开展打下了良好的群众基础。

对于该地的复垦最适宜的方向：100%认为复垦为林地，可见对该区的复垦认为复垦林地的比较合理。

是否愿意监督或参与矿区生态修复：100%的受访者表示愿意。由此可见，矿区生态修复的监督 and 参与工作仍需要调动群众参与的积极性。

三、效益分析

矿区生态修复实施后，将有效地控制因矿区生产造成的土地破坏和水土流失，遏制生态环境的日趋恶化，恢复和重建因矿区生产而破坏的植被，改善矿区周边地区的工农业生产和居民生活环境，促进当地的经济发展。矿区生态修复效益包括社会效益、环境效益和经济效益三个方面。

（一）社会效益

矿区生态修复不仅对国民生产经济和生态环境有重要的意义，而且是区域经济可持续发展的重要组成部分。随着矿区生态修复工程的实施，其所产生的社会效益体现在以下几个方面：

a) 项目矿区生态修复实施后，可以减少矿区开采工程所带来的新增水土流失，减轻所造成的损失和危害，能够确保矿山的安全生产。

b) 项目矿区生态修复工程的实施以及复垦后土地经营管理都需要一定的工作人员，因此也为项目区人民提供了更多的就业机会，对于维护社会稳定起到了积极的促进作用。

（二）生态效益

本项目完成全部生态修复后，将形成 7.0223hm² 乔木林地，长期稳定产出多元生态价值，可从水土保持、碳汇固碳、生物保育、水源涵养四大维度量化核算年均生态收益，综合年均生态效益约 9.3 万元。一是水土保持效益：修复林地可大幅降低区域土壤侵蚀，每年减少土壤流失约 280 吨，削减氮磷面源污染，水土保持年均价值 4.2 万元；二是固碳释氧效益，成林后年均固碳 25.28 吨，碳汇年均价值 1.8 万元，同时净化矿区扬尘、废气；三是生物保育效益，重建针阔混交乡土植被群落，恢复野兔、林下草本、微生物栖息地，每年生物保育价值 1.2 万元；四是水源涵养效益，林地截留降水、补给基岩裂隙水，稳定楸子沟流域径流，年均涵养价值 2.1 万元。

修复工程彻底消除废石堆场、工业场地边坡、硬化场地的生态破坏隐患，恢复长白山龙岗山脉森林基底，契合白山市东北亚生态屏障、“东北水塔”核心功能定位。修复林地管护 3 年后即可稳定达标，林木保存率 $\geq 80\%$ ，长期持续发挥生态缓冲功能，实现矿产开发与区

域生态系统良性循环，补齐采矿损毁区域生态短板。

（三）经济效益

按照恢复治理方向，经查询有关资料，土地类型为乔木林地的土地。植被选用樟子松，草籽选用紫花苜蓿。林木一般 20 年时间可成林，按照林地种植面积、成树径等标准，复垦后的土地不但重新复绿，而且生态矿山具有一定的经济效益，也为畜牧业的发展创造了条件。

第八章 结论

一、结论

1. 吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿采矿权人为吉林富德矿业有限公司，矿区面积***km²，开采矿种为铁矿，开采方式地下开采，生产规模为***t/a。

矿山服务年限为 10.4 年。在矿山开采服务年限的基础上增加 1 年生态修复工程实施期，3 年管护期，确定矿区生态修复方案的服务年限为 14.4 年。

2. 白山市木通沟铁矿总损毁土地面积 7.3544hm²，其中已损毁土地面积 7.3544hm²，其中已损毁土地面积 7.3544hm²，拟损毁土地面积 0hm²；损毁方式为挖损、压占，其中挖损损毁 0.2800hm²，压占损毁 7.0744hm²；损毁土地类型为乔木林地 0.6363hm²，采矿用地 6.2016hm²，农村道路 0.5165hm²；矿区内面积 3.8326hm²，矿区外面积 3.5218hm²。

3. 对本项目涉及土地进行损毁程度综合评价，共 3 个受损区块，其中工业广场面积为 6.8838hm²，损毁程度重度，民采场地、探矿场地总面积 0.4706hm²，损毁程度中度。

4. 吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿复垦修复土地面积 7.3544hm²，复垦方向为乔木林地 7.3544hm²。

5. 生态修复工程主要治理对象为工业广场、民采场地、探矿场地，主要措施为设置警示牌、钢结构建筑拆除、水泥浆砌石建筑拆除、钢混结构建筑、运输废石渣、废石渣充填平硐、浆砌石封堵平硐、硬覆盖清理、场地平整、外购运输表土、表土覆土、栽植云杉、栽植爬山虎、播撒草籽。

矿山地质环境监测主要为地面变形监测、边坡稳定性监测、矿井涌水水质监测、矿井涌水水量监测、土地资源生态监测。

总工程量如下：设立警示牌 3 个。钢结构建筑拆除 3215.7m³，水泥浆砌石建筑拆除 3217.5m³，钢混结构建筑拆除 125.1m³。运输废石渣 2186.6m³。封堵用浆砌石 230m³，废石渣充填 1156m³。硬覆盖清理 6318.1m³。场地平整 6.5197hm²。外购运输表土 6484m³，表土覆土 6484m³。栽植云杉 17062 株。栽植爬山虎 2525 株。播撒草籽 6.8246hm²。

监测：地面变形监测 29 次、边坡稳定性监测 156 次、矿井涌水水质监测 22 次、矿井涌水水量监测 125 次；土地资源生态监测 29 次。

管护：管护时间为 3 年，管护面积 7.0223hm²。

6. 根据矿区生态修复工作部署、工程量及工程技术手段，吉林富德矿业有限公司白山市木通沟铁矿矿区生态修复方案动态投资 301.94 万元，静态总投资 179.44 万元，其中，工程施工费 125.84 万元，其他费用 19.56 万元，监测与管护费 20.48 万元，预备费 136.06 万元。

二、建议

1. 在生态修复工程的实施过程中，应注意周边生态环境保护，避免人为的扰动造成新的破坏。

2. 开采和治理期间应加强巡视，发现异常，及时处理。

3. 矿山应积极响应“边开采、边修复”的原则，对于矿山建设场地已达到最终状态的区域及时治理、恢复植被。矿山生产期加强对项目区损毁土地进行绿化、美化及净化的生态环境工程治理。

4. 根据具体开采情况，应适时地对本方案进行修改，调整矿区生态修复的实施工作。

5. 矿区生态修复方案是实施矿山地质环境保护、治理和监测及生态修复的技术依据之一，但本方案不代替相关工程勘察、治理设计。如需治理设计，建议矿山企业委托具有资质的单位进行详细施工图设计。