

内蒙古冰石河矿泉水有限公司
宁城县黑里河镇南毛扎子饮用天然矿泉水
矿区生态修复方案

内蒙古冰石河矿泉水有限公司

2026 年 7 月

内蒙古冰石河矿泉水有限公司
宁城县黑里河镇南毛扎子饮用天然矿泉水
矿区生态修复方案

编 制 单 位：***

法 定 代 表 人：***

方案编制负责人：***

主 要 编 制 人 员：***

目 录

前 言	1
第一章 矿山基本情况	10
第一节 矿业权人基本情况	10
第二节 地理位置与区域概况	10
第三节 矿山开采历史及现状	12
第二章 矿区基础信息	14
第一节 矿区自然条件	14
第二节 社会经济概况	19
第三节 矿区地质环境背景	20
第四节 矿区土地利用现状及采矿用地审批情况	42
第五节 矿区生态状况	43
第六节 矿区及周边人类重大工程活动	48
第七节 矿区生态修复工作情况	52
第八节 矿区基本情况调查监测指标	52
第三章 问题识别诊断及修复可行性分析	55
第一节 问题识别与受损预测	55
第二节 生态修复可行性分析	69
第三节 生态修复分区及修复时序安排	83
第四节 采矿用地与复垦修复安排	87
第四章 生态修复措施与工程内容	89
第一节 保护与预防控制措施	89
第二节 修复措施	98
第三节 工程内容	102
第五章 监测与管护	109
第一节 监测目标与措施	109
第二节 管护目标与措施	120
第三节 监测与管护工程量	121
第六章 工程部署与经费估算	123
第一节 总体部署	123
第二节 总体经费估算	123
第三节 阶段工作任务与经费安排	138
第七章 保障措施与公众参与	150
第一节 保障措施	150
第二节 公众参与	154
第三节 效益分析	160
第八章 结论	162

前 言

一、编制目的

（一）任务由来

内蒙古冰石河矿泉水有限公司宁城县黑里河镇南毛扎子饮用天然矿泉水为探转采新建矿山，2025 年 6 月，内蒙古冰石河矿泉水有限公司提交了《内蒙古自治区宁城县黑里河镇南毛扎子饮用天然矿泉水资源勘查报告》（赤自储评备字〔2025〕13 号）。2025 年 8 月，内蒙古冰石河矿泉水有限公司提交了《内蒙古自治区宁城县黑里河镇南毛扎子饮用天然矿泉水开采方案》（赤自储评字[2025]115 号），根据《中华人民共和国矿产资源法》、《矿产资源开采登记管理办法》等法律法规，对于首次申请采矿许可情形的，应当编制矿区生态修复方案。

为保护矿山地质环境和生态环境，促进矿产资源合理开发，提高矿产资源利用效率，避免和减少矿产资源开采活动中对矿区地质环境、土地及生态环境的破坏，实现矿产资源开发与地质环境保护、生态环境协调发展，依据《中华人民共和国矿产资源法》（2024 年修订）、《土地复垦条例》（国务院令第 592 号）等相关法律法规。2026 年 1 月，矿山委托***进行《内蒙古冰石河矿泉水有限公司内蒙古自治区宁城县黑里河镇南毛扎子饮用天然矿泉水矿区生态修复方案》的编制工作，以下简称《方案》。

本方案仅作实施保护、监测及生态修复的技术依据之一，不代替相关工程勘查、治理设计。

（二）编制目的

为保护和合理利用土地资源，本着“预防为主、防治结合”、“在保护中开发、在开发中保护”、“科学规划、因地制宜、综合治理、经济可行、合理利用”、“边开采、边修复”的原则，避免和减少矿山地质环境问题，土地资源占用破坏，减少对生态系统的破坏，使其修复后的土地恢复达到可供利

用状态，恢复生态结构和功能，达到植被覆盖率 80%并提升土壤有机质含量。为矿山申请办理采矿许可证，确保本项目矿山地质环境治理、土地复垦和生态系统功能目标、任务、措施和计划落到实处，为矿区生态修复治理工程的实施、管理、监督、检查以及土地复垦费用预提提供依据，特编制本《方案》。

本《方案》的编制与实施，将实现矿区生态环境的有效治理和保护，达到矿产资源的开发利用和矿区社会经济的综合发展相协调的目的，对保护土地资源、矿山地质环境及周边生态环境具有重要的意义。

主要任务为：

1、通过收集资料与野外调查，实地开展矿山地质环境、土地资源、生态问题等调查，查明矿山概况、矿区地质环境条件、土地资源利用现状、生态本底状况及生态功能定位；

2、查明矿区地质环境问题、地质灾害发育现状及造成的危害，土地损毁情况，生态受损与退化等问题，矿山开采后可能产生的地质环境影响，土地损毁，生态问题，分析研究主要地质环境问题的分布规律、形成机理及影响因素，论述土地损毁环节与时序；论述植被损毁、生物多样性丧失、地表水系、土壤和地下水污染等问题，根据调查情况、矿山开采方案、采矿地质环境条件对采矿权范围及采矿活动问题识别诊断；

3、在现状和预测问题分析，综合诊断评价的基础上，进行分区和确定土地生态修复区与生态修复责任范围；

4、从地质环境治理、复垦修复、生态恢复力等方面进行矿区生态修复可行性进行分析；

5、提出矿区生态修复技术措施，矿山地质环境监测、土地复垦监测、生态系统监测和管护方案，明确各项工作的目标任务；

6、对矿区生态修复工作分阶段进行工作部署，并明确阶段工作安排情况；

7、进行矿区生态修复的经费估算，提出生态修复的保障措施。

（三）编制工作概况

1、工作程序

本次矿区生态修复方案的编写工作严格按照《矿区生态修复方案编制指南》规定的程序进行（见图 0-1）。

图 0-1 工作程序框图

大致工作流程为：接受委托→成立项目组→收集资料→开展野外调查→资料汇总、综合研究→编制方案。

2、工作方法

（1）收集矿区社会经济、自然地理、地质条件、土壤植被分布、土地利用现状及规划、矿山开发利用方案等相关资料，对矿区内地质环境条件的基本特征进行综合分析，找出与矿区开采活动相关的矿山地质环境问题、土地资源损毁问题、生态系统受损问题，确定矿区生态修复影响范围。

（2）基础调查：引用***地形图（实测或利用）作为底图，开展矿山基础调查，实地调查生态修复区土壤、水文、土地利用、土地损毁、矿山地质环境破坏、生态系统，生物多样性等情况，调查范围面积 4.26km²，对灾害点和重要地质现象进行详细记录和拍照，基础调查内容主要是对区内交通、居民饮用水井、村庄、植被覆盖率、地形地貌、现状地质环境条件、生物多样性状况、水土污染情况等进行了调查，完成矿泉水井水质全分析样 1 件，矿泉水井微生物分析样 1 件，矿泉水井放射性（总 β 、²²⁶Ra、Rn）1 件，矿泉水井同位素分析（D、¹⁸O、T）同位素样 1 件；工程点测量 1 个；周边民用井（泉）水质全分析 8 件、土壤检测样品 1 件。基本查明了评估区内的地质环境现状问题、土地损毁现状，生态本底状况等，保证了调查的质量。

（3）水土污染分析

对矿区生态修复影响范围进行地下水、土壤采样与分析测试，开展问

题识别诊断，潜在污染风险分析。

（4）公众调查

开展村民委员会、农村集体经济组织、村民代表及当地农牧民公众调查，发放问卷调查表 4 份，回收 4 份；依据调查表，汇总公众调查统计分析表以及村民委员会意见，对分析结果进行整理归纳，方案编制予以采纳。

（5）资料整理，选定矿区生态修复治理的标准和措施，明确矿区生态修复的目标，确定矿区生态修复影响范围以及土地生态修复区和生态修复责任范围；进行问题识别诊断（包括地质环境影响、土地资源和生态问题的现状问题和受损预测情况）和复垦修复适宜性评价（包括土地利用现状分析、土地损毁分析与预测）；根据矿山地质环境影响、土地损毁、生态问题现状和预测问题分析综合诊断评价结果，进行矿区生态修复分区；根据矿山基础调查和诊断评价结果，选择参照生态系统，同时结合国土空间规划及相关规划、公众参与意见及土地复垦适宜性评价结果，确定拟复垦修复的最佳利用方向；结合不同修复单元的参照生态系统和复垦修复目标，提出相应生态系统和地类的复垦修复标准；根据矿区生态修复单元，提出矿区生态修复措施，进行相关生态修复工程设计及经费估算，同时对矿区生态修复计划进行年度工作安排，给出相应的保障措施，完成了矿区生态修复方案的编制及图件绘制工作。

3、完成的工作量

矿山实地调查完毕后，至附近的南毛扎子村、大营子村走访了当地村民，了解了矿区周边矿山分布情况及当地自然地理概况、对于矿山地质环境治理的意见等。矿山现状调查完毕后，与矿方沟通了有关该矿具体治理工程问题。在此基础上编制了《内蒙古冰石河矿泉水有限公司宁城县黑里河镇南毛扎子饮用天然矿泉水矿区生态修复方案》。完成工作量见表 1。

表 1 工作量统计一览表

（四）编制依据

1、法律、法规

- （1）《中华人民共和国矿产资源法》（2025年7月1日起施行）；
- （2）《中华人民共和国土地管理法》（2019年8月26日修正）；
- （3）《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021年9月1日修正）；
- （4）《中华人民共和国草原法》（2021年4月29日修正）；
- （5）《中华人民共和国水土保持法》（2011年3月1日修正）；
- （6）《中华人民共和国环境保护法》（2014年4月24日修正）；
- （7）《中华人民共和国森林法》（2019年12月28日修正）。

2、政策性文件

- （1）《自然资源部办公厅关于<矿产资源法>实施衔接过渡有关事项的通知》（自然资办函〔2025〕1704号）；
- （2）《自然资源部办公厅关于做好<矿产资源法>实施过渡期内矿区生态修复方案编制评审有关工作的通知》（自然资办函〔2025〕2043号）；
- （3）《自然资源部关于进一步完善矿产资源勘查开采登记管理的通知》（自然资规〔2023〕4号）；
- （4）《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）；
- （5）《内蒙古自治区政府办公厅关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（内政办发〔2025〕24号）；
- （6）内蒙古自治区财政厅、自然资源厅和生态环境厅制定《内蒙古自治区矿山地质环境治理恢复基金管理办法（试行）》（内国土资规〔2019〕3号）；
- （7）《内蒙古自治区人民政府办公厅关于进一步加强耕地保护工作的实施意见》（内政办发〔2021〕32号）；
- （8）《永久基本农田保护红线管理办法》（中华人民共和国自然资源

部、农业农村部联合发布，2025 年 10 月 1 日起施行）。

3、规范及规程

- (1) 《矿区生态修复方案编制指南（临时）》；
- (2) 《国土空间生态保护修复工程实施方案编制规程》（TD/T 1068-2022）；
- (3) 《天然矿泉水资源地质勘查规范》（GB/T13727-2016）；
- (4) 《天然矿泉水地质勘探规范》（GB/T13727-2023）；
- (5) 《食品安全国家标准 饮用天然矿泉水》(GB 8537-2018)；
- (6) 《饮用水水源地保护区划分技术规范》(HJ338-2018)
- (7) 《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T43933-2024）；
- (8) 《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021)；
- (9) 《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）；
- (10) 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；
- (11) 《地下水动态监测规程》（DZ/T0133-1994）；
- (12) 《地下水监测规范》（SL/T193-2005）；
- (13) 《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；
- (14) 《矿区土地复垦基础信息调查规程》（TD/T 1049-2016）；
- (15) 《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；
- (16)《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》(GB/T 42362-2023)；
- (17) 《第三次全国国土调查技术规程》（TD/T1055-2019）；
- (18) 内蒙古自治区财政厅、国土资源厅关于印发《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准（试行）》（内财建〔2013〕600 号）；
- (19) 《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》GB/T 43934-2024；
- (20)《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》DZ/T 0223-2011；
- (21)《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》(GB/T 42362-2023)；
- (22) 《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T

43935-2024)；

(23) 《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013)；

(24) 《矿山生态修复技术规范 第1部分：通则》(TD/T1070.1-2022)；

(25) 《矿山生态修复技术规范 第3部分：金属矿山》(《TD/T 1070.3-2024》)；

(26) 《建筑抗震设计标准(2024年版)》(GB/T 50011-2010)；

(27) 《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2022)；

(28) 《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》(GB/T 43935-2024)；

(29) 《行业用水定额》(DB15/T 385-2025)。

4、技术资料

(1) 2025年6月，赤峰冠诚地质勘查有限责任公司编制的《内蒙古自治区宁城县黑里河镇南毛扎子饮用天然矿泉水资源勘查报告》(赤自储评备字〔2025〕13号)；以下简称《勘查报告》。

(2) 2025年8月，赤峰冠诚地质勘查有限责任公司编制的《内蒙古自治区宁城县黑里河镇南毛扎子饮用天然矿泉水开采方案》(赤自储评字[2025]115号)；以下简称《开采方案》。

(3) 宁城县全国第三次土地利用现状图，图幅号***；

(4) 宁城县气象局近十年气象资料及水文地质工程地质资料。

(5) 1980年，***在该区进行了***区域水文地质普查，普查区范围：***，并提交了《***区域水文地质普查报告》。

(6) 2018年，内蒙古煤炭建设工程(集团)总公司开展了宁城县水文地质普查工作，并提交***《内蒙古自治区宁城县地下水资源勘查与区划报告》；

(7) 宁城县2024年国土变更调查数据；

(8) 2015年11月环境保护部和中国科学院共同编制完成的《全国生态功能区划》；

- (9) 《内蒙古自治区生态功能区划报告》；
- (10) 《赤峰市生态环境功能区划报告》赤政字[2003]112 号；
- (11) 《赤峰市国土空间生态修复规划（2021-2035）》；
- (12) 《宁城县国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》；
- (13) 《赤峰市国土空间总体规划（2021-2035 年）》；
- (14) 《赤峰市生态环境保护“十四五”规划》；
- (15) 《内蒙古冰石河矿泉水有限公司 2 万吨/年生产项目环境影响报告表》，以下简称“《环评报告》”；
- (16) 《关于对内蒙古冰石河矿泉水有限公司 2 万吨/年生产项目环境影响报告表批复》（宁环审字[2023]28 号）；
- (17) 矿山提供的其他资料。

二、服务年限

（一）生产服务年限

根据 2025 年 8 月，赤峰冠诚地质勘查有限责任公司编制的《内蒙古自治区宁城县黑里河镇南毛扎子饮用天然矿泉水开采方案》（以下简称《开采方案》），申请采矿权矿区范围内设计利用资源量***m³/d（设计利用天数为***天/年），矿山服务年限约为***年。

（二）方案服务年限

矿山总服务年限为 20 年，根据《矿产资源法》及相关规定，新建矿山考虑基建期 2 年，依据《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T43933-2024）10.2.1 矿山后续管护期一般宜为 3 年~5 年，本方案计划后续修复管护期为 5 年，据此确定本方案服务年限为 27 年，即 2026 年 1 月至 2052 年 12 月。方案基准年为 2026 年，方案基准期以自然资源部门批准该方案之日算起（通过审查的公告日）。

依据《中华人民共和国矿产资源法》、《矿产资源开采登记管理办法》等法律规定，经评审通过的方案涉及方案服务到期，开采规模、开采布局、

开采工艺等发生重大变化，方案不能与初步设计、安全设施设计、环评、水土保持方案以及用地安排等充分衔接的，应对《矿区生态修复方案》进行修编。当矿山扩大开采范围或缩小开采区域、变更开采方式、变更开采主矿种时，需重新编制《矿区生态修复方案》。

第一章 矿山基本情况

第一节 矿业权人基本情况

一、矿业权人基本情况

内蒙古冰石河矿泉水有限公司宁城县黑里河镇南毛扎子饮用天然矿泉水隶属于内蒙古冰石河矿泉水有限公司，企业性质为有限责任公司。

公司名称：内蒙古冰石河矿泉水有限公司

法定代表人：***

统一社会信用代码：***

公司类型：有限公司

成立日期：2021 年 6 月 4 日

公司住所：***

注册资本：***万元

经营范围：饮料生产

第二节 地理位置与区域概况

一、地理位置

1、位置

矿区位于宁城县西南部南毛扎子村和大营子村，北东东直距宁城县人民政府所在地天义镇约 76km，行政区划隶属宁城县黑里河镇管辖。

矿区范围极值坐标为：

东经***

北纬***。

2、交通

黑里河镇南部毗邻河北省平泉市柳溪满族乡，西北与河北省隆化县七家镇相接，西南紧邻河北省承德县磴上乡，正北与喀喇沁旗美林镇接壤，

东北与宁城县八里罕镇相连，东与宁城县右北平镇交界，交通较方便。S505省道在矿区中间穿过，紧邻黑里河国家级自然保护区，采矿权范围内不压覆宁城县生态红线、永久基本农田及城镇开发边界范围。矿区范围不在各级各类自然保护区，不涉及Ⅰ级Ⅱ级保护林地、天然林保护重点区域、基本草原、国际重要湿地、国家重要湿地、世界自然(自然与文化)遗产地、沙化土地封禁保护区、饮用水水源保护区。矿区在“三区两线”可视范围内（详见交通位置图 1-1）。

图 1-1 交通位置图

二、矿区周边概况

1、周边城镇

矿区东南侧 1.9km 为黑里河镇，黑里河镇下辖 22 个行政村、159 个村民小组；户籍人口约 2.56 万人，常住人口约 1.61 万人；镇政府驻地在大营子村。

2、周边村庄

矿区北侧为南毛扎子村，现有居民 260 户，常住人口 600 多人；矿区南侧为大营子村，现有居民 278 户，常住人口 782 人；矿区北西侧 2.7km 为北毛渣子村，现有居民 233 户，常住人口 620 人。

3、公路

省道 S505 从矿区中穿过。

4、河流

矿区东侧距离黑里河约 13m，黑里河为老哈河一级支流，河长约 65km。

5、周边矿权关系

矿区周围 5km 范围内有***个采矿权，***，相邻矿权基本信息见表 1-2，矿区周边矿权设置情况见图 1-2。各矿权之间界限明晰，无争议及地质环境问题纠纷。

图 1-2 相邻矿山位置关系图

第三节 矿山开采历史及现状

一、矿山开采历史

内蒙古自治区宁城县黑里河镇南毛扎子饮用天然矿泉水属探转采新建矿山，目前正在为申请采矿权许可证办理相关工作。经现场核实，矿区范围内及周边未见民采及正式开采情况。前期仅在自建水源井的基础上开展了勘查工程，并提交了相应的《勘查报告》及《开采方案》。

二、矿山开采现状

（一）《开采方案》设计情况

本方案编制依据为内蒙古冰石河矿泉水有限公司 2025 年 8 月提交的《内蒙古自治区宁城县黑里河镇南毛扎子饮用天然矿泉水开采方案》。

1、拟建生产规模

《开采方案》设计推荐生产规模为***m³/d，***万吨/年。

产品方案为瓶装矿泉水、桶装矿泉水。

2、矿山服务年限

矿山服务年限约为***年。

3、可供开采矿产资源的范围

根据经评审备案的《内蒙古自治区宁城县黑里河镇南毛扎子饮用天然矿泉水资源勘查报告》（备案文号：赤自储评备字[2025]13号），矿泉水水源地容积储存量***m³，允许开采量为***m³/d。

4、申请开采区域

申请采矿权开采区域在探矿权范围内，由***个拐点坐标圈定，面积***km²，资源储量估算范围标高由***m 至***m，申请采矿权开采区域拐点坐标见表 1-5。根据矿山提供的《采掘计划》，基建期 2026、2027 年对拟建场地基础及结构主体施工，对路面进行硬化，同时完成矿区周边的绿化工程，2028 年正式投产。

表 1-1 申请采矿权开采区域拐点坐标表

5、开采矿种

开采矿种为矿泉水

6、开采方式

采用地下开采方式。

图 1-3 开采方案工程布局图

（二）现状工程单元布局

本次现状调查实测，矿山属探转采新建矿山，目前只建成 1 处井房，未开采。现状工程场地分布见下图（图 1-4）。

图 1-4 现状布局图

第二章 矿区基础信息

第一节 矿区自然条件

一、地形地貌

1、地形

矿区地处燕山山脉东段北缘，属七老图山支脉。地势总体由西北向东南倾斜，最高海拔 1888m，位于喀喇沁与黑里河镇交界处葫芦峪西北，山势陡峻，剧烈起伏，山脊走向主要为北东和北西向，山顶多呈尖顶、锯齿状，地形坡度 30-60°。沿黑里河支谷（四道沟、道须沟及下拐河）两侧均为中山，山麓地带多被坡洪积碎石覆盖；沿中山坡麓则分布有条带状河谷平原，地势自上游向下游缓倾开阔，最低海拔 770m，位于打鹿沟门南黑里河河谷。

2、地貌

经过实地调查，根据本区地貌形态特征，将矿区地貌类型划分为中山及山间河谷。

（1）中山

中山山顶多呈尖顶状，其次呈长梁状、锯齿状，海拔标高 780～1760m，相对高差 270～550m。中山区山高林密，地势陡峭，坡角多在 30°～60°，局部直立形成悬崖峭壁，冲沟发育，多呈“V”字型。河谷宽缓而较平坦，微向下游倾斜，宽 50～600m 不等。河谷前缘与阶地界线较明显，两者呈陡坡相接，坡高 1～3m，坡度 5～15°；阶地后缘与中山有明显陡坡，坡度 20-30°。地表植被发育，草木繁盛，主要以阔叶、针叶乔木等原始森林为主，灌木较少；沟谷常有溪流。地层岩性主要为晚太古界乌拉山岩群片麻岩类、三叠-白垩纪花岗岩类。

（2）山间河谷

沿四道沟河、道须沟河及下拐河等河谷两侧呈断续、不对称条带状展布，大体沿河流走向发育。海拔标高 780-1140m，河谷两侧地形崎岖，河流落差大，河流流速较快，向源侵蚀及底蚀作用强于侧蚀作用。河谷上游往往呈深“V”型，河谷宽 10~50m 不等，切割深 5~20m；河流下游呈宽“U”型，以侧蚀为主，河谷宽缓而较平坦，微向下游倾斜，宽 50~600m 不等。河谷前缘与阶地界线较明显，两者呈陡坡相接，坡高 1~3m，坡度 5~15°；阶地后缘与中山有明显陡坡，坡度 20-30°。地表植被极发育，覆盖率达到 60%以上，人类活动及改造作用较大，以居住区及少量耕地为主。岩性主要由第四系全新统冲积（Qh^{alp}）砂砾卵石、中粗砂及碎石土组成，厚度由上游向下游逐渐增厚。（见照片 2-1）。

照片 2-1 地貌

二、气象

宁城县气候类型属温带半干旱大陆性季风气候，在气候带划分上是内蒙古唯一位于中、暖（南）温带交界的县域。各季主要气候特点：冬季漫长寒冷，多偏北风，雨雪稀少；春季干旱多风，气温回升快；夏季炎热，多偏南风，雨热同期，降水集中；秋季雨水偏少，气候多变，日夜温差大。宁城县大雨一般年份自 5 月下旬开始，到 9 月底结束，集中在 7、8 两月，可占年总次数的 71~75%。平均每年出现大雨 4 次，暴雨 0.5~0.6 次。暴雨多呈局部性，县域性暴雨 1962 年和 1998 年各出现 1 次。一般年份冬季降雪不多，折合降水量只有 10mm 左右。最大一次为 1979 年 12 月 18 日，降水量 18.7mm（降雪深 15~17cm），年平均降水量 391.91mm。无霜期 110~150 天，平均年冰冻期 171 天，一般十月末开始结冰，翌年四月解冻，最大冻土层厚 1.5m。10~翌年 2 月一般平均风速 3-3.3m/s；3~5 月风速略大，为 4~4.6m/s；6~9 月为 2~3m/s。本县冬季最大风速一般为 17~20m/s，

春季最大一般 20~30m/s。6 级以上大风，冬季平均每月 5~7 天，春季平均每月 8~13 天。8 级以上的大风，冬季为 4~6 天，春季为 7~11 天。大风春季多，冬季次之，夏秋季较少，一般多是雷阵雨伴随短时大风。示意图见图 2-1。

表 2-1 近十年年降水量统计表(2016 年~2025 年)
图 2-1 近十年降雨量统计柱状图

三、水文

拟申请矿权范围属西辽河流域老哈河水系。

矿区东侧紧邻黑里河，黑里河为老哈河一级支流。黑里河发源于内蒙古与河北省交界处的燕山山脉，由多条支流汇入。黑里河由北西向南东东流，全长 59km，主河长 36km，总流域面积 653.16km²。河流总落差 1068m，平均比降为 5.5‰，多年平均天然径流量约 1.005 亿 m³，多年平均含沙量为 2.71kg/m³，枯、丰水期流量悬殊，经查阅资料，黑里河近 20 年最大洪水水位标高 848.25m。

黑里河上游有三支源头：四道沟河、道须沟河及下拐河，其中四道沟河与道须沟河在南毛扎子村汇流，向南东流经镇区以东（大营子村）与下拐河汇流后始称黑里河河源，黑里河向南东东排泄至打虎石水库，由打虎石水库季节性调水泄洪经甸子镇黑城村东南汇入老哈河。黑里河上游三条支流分述如下：

1、四道沟河

发源于宁城县黑里河镇西北部松枫山庄西侧约 2.0Km 处（丈房沟），为黑里河北北西发源地，地理坐标：***。流向北北西~南南东，全长 23Km，总流域面积 214.73Km²。四道沟河在南毛扎子村北与四道沟河汇流后流经矿区东北侧，在黑里河镇大营子村汇入黑里河（黑里河河源）。总落差 845m，平均比降为 14.1‰，多年平均天然径流量为 0.3433 亿 m³，多年平均含沙量为 2.62kg/m³。

收集赤勘公司在四道沟河中下游北毛扎子布设的地表水测流点（HC01）资料,实测其断面流量为 $0.329\sim 0.873\text{m}^3/\text{s}$ 。

2、道须沟河

发源于宁城县黑里河镇南梁台山，地理坐标为***。流向北西～南东东，全长 16.5Km，总流域面积 60.97Km^2 ，在南毛扎子村北汇入四道沟河后流经矿区东北侧，在黑里河镇大营子村汇入黑里河（黑里河河源）。总落差 900m，平均比降为 23.8‰，多年平均天然径流量为 0.0932 亿 m^3 ，多年平均含沙量为 $2.60\text{kg}/\text{m}^3$ 。

收集赤勘公司在道须沟中下游山神庙子东南布设的地表水测流点（HC02）资料,实测其断面流量为 $0.515\sim 1.007\text{m}^3/\text{s}$ 。

两河汇流后，收集赤勘公司在南毛扎子村东南布设的地表水测流点（HC03）资料,实测其断面流量为 $0.681\sim 1.428\text{m}^3/\text{s}$ 。

除黑里河 3 条源流外，其南毛扎子一带（四道沟河与道须沟河汇流后约 800m 处）发育有东西两沟：

① 南毛扎子东沟：发源地地理坐标为***，流向北东～南西，全长约 2.7Km，高程 1025～857m，纵比降 62.22‰。支沟呈“V”型谷，沟宽 1～8m，向源侵蚀强烈，沟头出露侵蚀下降泉，泉流 0.12L/s，见季节性流水。

② 南毛扎子西沟：发源地地理坐标为***，流向南西西～北东东，全长约 2.2Km，高程 1033～857m，纵比降 80.0‰。支沟呈“V”型谷，沟宽 1～5m，向源侵蚀强烈，沟头出露侵蚀下降泉，泉流 0.06L/s，见季节性流水。

3、下拐河

发源于宁城县黑里河镇上拐村东大山，发源地地理坐标为***。全长 16.5Km，总流域面积 103.37Km^2 ，该河自南西流向东北，其下游穿越了勘查区南东端，在黑里河镇大营子村汇入黑里河。总落差 766m，

平均比降为 41.7%，多年平均天然径流量为 0.1664 亿 m³，多年平均含沙量为 2.60kg/m³。

上游大部属黑里河国家自然保护区，植被繁盛，地下水蓄存条件好，地表常年有水，且人类活动影响较小，故水质较好。

矿区东侧距离黑里河约 13m，地表水系不发育，仅季节性降水部分补给地下水，大部分将通过地表汇集径流方式流出矿区。

图 2-2 区域地表水系图

四、植被

1、森林植被

矿区位置属暖温带落叶阔叶林带，山体阴坡低海拔区域，是油松与山杨白桦的混交林，高海拔地带是山杨白桦混交林，并逐渐过度到亚高山草甸，石质山地为山杏、绣线菊、杜鹃花灌丛。

2、草甸植被

山地杂类草草甸分布于山体顶部较平坦且土层较厚地区，亚高山地带林间空地形成了亚高山草甸和林缘草甸。山地杂类草草甸植物种类丰富，植被覆盖度为 40%左右，主要植物种有白莲蒿、羊草、苔草、地榆等。

3、灌丛植被

灌木林植被主要为山杏灌丛、绣线菊灌丛、杜鹃花灌丛，山杏灌丛建群种山杏为中生落叶阔叶灌木，区系地理成分为华北分布种。山杏灌丛是华北山地常见的一种灌丛，群落盖度可达 50%，灌木层除建群种山杏外，常见的伴生种有土庄绣线菊；杜鹃花灌丛生于山地落叶松林、桦木林下或林缘。

4、农田植被

农田植被多为玉米、土豆等。

照片 2-2 矿区植被

五、土壤

根据矿区占用土地类型的不同,将矿区土壤类型划分为耕地土壤、草地土壤。

1、土壤

该区域耕地土壤为棕壤土,颜色为暗灰棕色,母岩为花岗岩,土壤质地为轻壤,一般为 0-30cm,根据《环评报告》, pH 值 7.88,砾石含量 15%-20%,坡度<5°,灌溉保证率 75%,土壤容重为 1.04g/cm³,且无重金属、农药残留和工矿企业污染,主要种植植物为玉米、大豆。

照片 2-3 土壤

第二节 社会经济概况

黑里河镇行政区总面积 531km²,下辖 22 个行政村,150 个村民小组,10039 户、26354 人。

该镇经济呈现多元化发展态势,主要包括农业、林业、旅游业和特色农业项目等。

全镇农作物播种总面积 2762.13 公顷,其中粮食作物播种面积 2054.2 公顷,以玉米、谷子、大豆为主,总产量 17778 吨;林菌、山野菜等经济作物种植面积 66.1 公顷,总产量 2806 吨;药材种植面积 295 公顷。

畜牧业以牛、羊、猪及禽类为主,牲畜存栏 20704 头(只/口),其中肉牛 12137 头、驴 155 头、羊 2700 只、生猪 5672 口。

该区植被茂密,具完整的森林生态系统,区内属天然油松林为代表的暖温带针阔叶混交林生态系统。区内有天然油松林 4667 公顷,是华北山地面积最大,长势最好,最为集中连片的分布区,常与白桦、蒙古栎等阔叶乔木组成针阔混交林带;灌木少见,以人工种植的山杏、山榆树为主。

工业主要为采矿业，矿产种类较少，金属矿产以铁为主，非金属矿为建筑石料开采，规模以上有工矿企业 6 家。

当地拥有丰富的红色文化资源和绿色生态资源，政府依托黑里河国家森林公园、道须沟生态旅游、紫蒙湖渔游共进、燕山北麓百里画廊等，大力改善当地基础条件，倡导当地开发农家乐、庭院旅游等，增加就业岗位的同时，也带动了当地经济的发展。

矿区周边电力充足，劳动力资源较丰富。

表 2-2 矿区所在村 2025 年社会经济数据统计表

第三节 矿区地质环境背景

一、区域地质概况

(一) 地层

区域地层由老至新分述如下：

(1) 新太古界乌拉山岩群 (Ar_3W)

出露于区域东北部、中东及南西部，四道沟河东南侧、下拐河及打鹿沟两侧。岩性主要为灰黑色角闪斜长片麻岩、黑云角闪斜长片麻岩等。地层倾向北东-北北东向，倾角 $38^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ，出露面积较小，且不连续，多被中生代岩浆岩分割侵入，上部被第四系覆盖，厚度大于 1000m。

(2) 新生界 (Q)

主要分布于黑里河流域，形成山间河谷及坡麓，以上更新统 (Qp) 及全新统 (Qh) 松散岩类为主。

① 第四系上更新统 (Qp)

岩性为浅黄色-杂色、灰黄色粉土、粉土含砾（碎）石等组成，仅在黑里河镇区西北一带沿坡麓发育，出露面积小于 1.0km^2 。砾石主要由花岗岩、片麻岩等组成，砾径一般 15-60mm，大者可达 200mm 以上，多为次棱角状-次圆状，分选性较差，厚度 2.0~5.0m。

②第四系全新统 (Qh)

分布于区域各河谷及支沟两侧,组成河流阶地及漫滩,岩性以砂砾卵石、圆砾、中粗砂为主,砾石成分多为花岗岩、片麻岩类,含少量砂粒。砾径一般 10-45mm,大者可达 200mm 以上,分选中等,流域内下游较上游磨圆度普遍较好。该层总体分布规律与上更新统基本一致。该层厚 3.0~10.0m,主要为孔隙潜水含水层,是当地主要供水目的层。

卵石成分多为片麻岩、花岗岩类,含少量砂粒,厚度一般在 3.0-10.00m 左右。

(二) 岩浆岩

大地构造环境决定了本区岩浆活动频繁而强烈,岩浆活动表现为多期次、多旋回特点。按构造旋回分期,可划分为华力西晚期、印支期及燕山早~晚 3 个侵入旋回,按岩浆岩生成时代可划分为二叠纪、三叠纪、侏罗纪~白垩纪等四个期次。区域岩浆岩以中酸性花岗岩为主,中基性岩浆岩仅在南毛扎子石砬子沟一带零星出露,岩体多呈岩株、岩枝状产出。其中以侏罗纪~白垩纪岩浆岩最为发育。各旋回侵入顺序及特征见表 2-3。

表 2-3 区域各各期次岩浆岩侵入顺序及主要特征表

(三) 构造

区域一级大地构造单元划属华北地台 (I),二级构造单元为内蒙古台隆 (I₂),三级构造单元为喀喇沁断隆 (I₂⁴) 之内。

该区地处阴山东西向复杂构造带与大兴安岭北东向构造带的交汇部位。区域上经历多旋回构造运动和断裂活动,岩浆活动频繁,构造形迹以近东西向、北西向为主。

区域上基底由太古界乌拉山岩群组区域变质岩类组成,其上中元古代以来的沉积盖层都未经变质。中-新元古代形成早期裂陷阶段,古生代以来地台处于最稳定时期,寒武纪-中奥陶世主要为从南向北

超覆的浅海相碳酸盐岩沉积，晚奥陶世-早石炭世地台整体抬升、沉积缺失，中石炭世-中三叠世为一套从滨海沼泽相和陆相煤系沉积到红层的碎屑岩系；晚三叠世开始，华北地台解体，成为大陆边缘的一部分，晚中生代有强烈的火山喷发-深成岩浆活动，地层发生褶皱并伴有逆冲-推覆构造，中生代湖相地层仍保持近水平产状。中生代末地台东部转化为伸展拉张环境。

区内自更新世以来新构造运动比较强烈，以间歇性的升降运动为主要形式。更新世早期，以上升为主，伴随冰川活动或冰水作用，开始塑造河谷地形；更新世中期，是新构造运动的极盛时期，以急剧的上升侵蚀与相对稳定的下降堆积为特点，其幅度达百余米，该期基本奠定了各河谷的切割深度与现代地貌形态；更新世晚期新构造运动强度较中期略弱，升降幅度仅±80m。全新世早期运动再度兴起，河流下切深度达60m；晚期新构造运动不活跃，水系发育，以冲洪积堆积为主。区域性构造主要有：

①黑里河-四道沟北西向断裂（韧性剪切带）；

②黑里河-宁城断褶带：分布在区域大面积的片麻岩地层内，平面上呈微向北凸的弧形，由总体走向近东西向的紧闭褶皱带、破碎带、糜棱岩化带组成。区域构造见图2-3。

图 2-3 区域构造纲要图

二、矿区地质

（一）地层

矿区地层由老至新叙述如下：

1、新太古界乌拉山岩群（Ar_{2w}）

为一套区域变质岩，主要为角闪斜长片麻岩类。出露于勘查区四周的中山，多被二叠~白垩纪中酸性岩体所侵入，地势低缓处被第四系松散岩类所覆盖。岩石风化面呈浅褐黄色，新鲜面灰色，褐色，

柱粒状变晶结构，片麻状构造。岩石由黑云母 5%、角闪石 35%、钾长石 5%、斜长石 50%和石英 5%组成。地表以强风化-中等风化为主，片麻理较发育，片麻理倾向以北西、北东最为发育，倾角 $32^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 之间。本次钻孔未揭露，区域资料显示岩层厚度大于 1000m。

2、第四系

(1) 上更新统坡洪积层 (Qp^{dpl})

仅出露于南毛扎子-黑里河镇区西南半坡及坡麓地带，面积约 0.5km^2 ，岩性为粉土，含少量碎石，呈黄褐、浅黑棕色，具有垂直节理，大孔隙及虫孔。层内多夹粉质砂土薄层，层厚 2.0-8.0m。后缘覆于片麻岩及二长花岗岩之上，前缘与冲洪积砂砾卵石层相接。地表已改造成当地主要耕地（梯田、山坡旱地）。钻孔内未揭露。

(2) 全新统冲洪积层 (Qh^{alp})

分布于四道沟河、道须沟河及下拐河等山间河谷两侧，呈连续不对称出露，上游岩性以洪积卵石、漂砾为主，含量达 60%~70%以上，夹杂中粗砂；在南毛扎子、下拐村一带河床两侧则卵石减少，圆砾、中粗砂逐渐增多。砾径多在 2~15mm 左右，磨圆度一般，多呈次圆状及圆状，分选性差。砾卵石成分多为片麻岩、花岗岩类，含少量粘土颗粒。经水井调查访问得知，该层在上游区（山神庙子村以西、北毛扎子村以北）厚度约 2.0~5.0m；该层在黑里河镇东南一带经冲刷堆积则增厚（四道沟河与下拐河交汇后），厚度约 2.0~10.0m；经勘查孔揭露，该层厚度为 5.40m。

(二) 岩浆岩

1、三叠纪 (T)

(1) 中细粒石英闪长岩 ($T\delta o$)

出露于勘查区北西及北东部，道须沟河两侧、北毛扎子~南毛扎子村两侧及南毛扎子东沟北西侧中山区。其北西、北东部与新太古

界乌拉山岩群片麻岩呈断层接触，南～西南则与同期二长花岗岩、辉长岩类呈整合接触，呈岩株状产出；在地势低洼部位则被全新统冲洪积砂砾卵石覆盖，地表风化强烈，裂隙发育。

岩石风化面呈浅黄褐色，新鲜面呈灰色，细粒花岗结构，块状构造。岩石中斜长石约 40-45%，角闪石含量约 15-20%；石英含量 25～30%，各矿物粒径约 0.5-2.0mm。黑云母偶见，呈灰黑色零星鳞片状夹于各矿物之间。

（2）细粒二长花岗岩（T_{ηγ}）

出露于勘查区西南，黑里河河谷两侧、下拐河支沟上游两侧及南毛扎子东沟下游两侧的中山区。其南东部侵入于新太古界乌拉山岩群片麻岩之中，北西侧与同期石英闪长岩、辉长岩类呈整合接触，呈岩株状产出。在地势低洼部位则被上更新统坡洪积粉土、全新统冲洪积砂砾卵石覆盖，地表风化强烈，裂隙发育。

岩石风化面呈土黄色、黄褐色，新鲜面呈灰色，细粒花岗结构，块状构造。岩石中钾长石含量 40%、斜长石约 30%，长石类呈浅肉红～浅灰色，半自形板、柱状；石英含量 20～25%，呈烟灰色它形粒状，各矿物粒径约 0.5-2.0mm。黑云母偶见，呈灰黑色零星鳞片状夹于各矿物之间。经勘查孔揭露，该层厚度大于 190m。

（3）辉长岩（T_υ）

出露于勘查区中西部、道须沟河与四道沟河交汇部位两侧的中山区。北侧与同期石英闪长岩呈整合接触、南东与二长花岗岩呈整合接触，呈岩枝状产出；在四道沟河及道须沟河下游河谷区则被全新统冲洪积砂砾卵石覆盖。

岩石风化面呈灰褐色，新鲜面呈浅灰黑色，细粒辉长结构，块状构造。

岩石中斜长石约 50-55%，辉石含量约 20-25%，角闪石含量

10-15%，各矿物粒径约 0.5-2.0mm。黑云母偶见，呈灰黑色零星鳞片状夹于各矿物之间。

2、侏罗纪

出露于勘查区东南端，下拐河下游南侧及下店村西南一带的中山区。岩性为中细粒黑云母花岗岩，北东侵入于新太古界乌拉山岩群片麻岩之中，西北部地势低洼地段则被全新统冲洪积砂砾卵石所覆盖。

岩石风化面呈黄褐色，新鲜面浅肉红色，中细粒花岗结构，块状构造。岩石中钾长石含量 40-45%、斜长石约 20-25%，长石类呈浅肉红~浅灰色，半自形板、柱状；石英含量 20~25%，呈烟灰色它形粒状，各矿物粒径约 2.0-5.0mm。黑云母偶见，呈灰黑色零星鳞片状夹于各矿物之间。

（三）矿区构造

根据区内布设的 8 条瞬变电磁剖面，推断物探工作区分布 3 条隐伏构造（F1~F3）。推测在南毛扎子东西两沟、四道沟河下游存在 3 条断裂带，编号为 F1~F3，推断 F1 为区内主级构造，与四道沟河走向近乎平行，呈北北西走向，与区域构造方向基本一致；其南毛扎子东西两沟发育 F2、F3 次级构造，与主级构造 F1 交汇、错动、破坏，形成了较新的沟谷地貌。

断裂带控制着含水层岩层露头、厚度、倾向、导水性及连续性，从而直接决定了地层中各岩性及其岩层的富水性。地下水通过线性导水通道，控制着地下水的总体流向。

图 2-4 矿区地质及构造简图

（四）区域地壳稳定性

1、新构造运动

区内自更新世以来新构造运动比较强烈，以间歇性的升降运动为主要形式。更新世早期，以上升为主，伴随冰川活动或冰水作用，开始

塑造河谷地形；更新世中期,是新构造运动的极盛时期,以急剧的上升侵蚀与相对稳定的下降堆积为特点,其幅度达百余米,该期基本奠定了各河谷的切割深度与现代地貌形态；更新世晚期新构造运动强度较中期略弱,升降幅度仅±80m。全新世早期运动再度兴起,河流下切深度达 60m；晚期新构造运动不活跃,水系发育,以冲洪积堆积为主。区域性构造主要有:

①黑里河-四道沟北西向断裂（韧性剪切带）；

②黑里河-宁城断褶带：分布在区域大面积的片麻岩地层内，平面上呈微向北凸的弧形，由总体走向近东西向的紧闭褶皱带、破碎带、糜棱岩化带组成。

2、地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），本区地震动峰值加速度为 0.20g, 反应谱特征周期 0.35s, 地震基本烈度Ⅶ度, 区域地壳稳定性属于基本稳定区。

三、水文地质

地下水按含水岩性及赋存条件划分为第四系松散岩类孔隙潜水、基岩裂隙水两种类型。

（一）矿区含水层概述

1、第四系松散岩类孔隙潜水含水岩组

①坡洪积粉土含碎石透水不含水层

仅在黑里河镇大营子村西南一带的山前坡麓呈扇形发育，出露面积约 0.5Km²，地表均为耕地，岩性为上更新统粉土、粉土夹碎石透镜体。

坡洪积粉土、碎石分选性差，磨圆度差，多呈棱角状～次棱角状，粒径 2～20cm 居多，成分主要为花岗岩、片麻岩等。厚度在 2.0～5.0m。该层不含水，透水性中等。当大气降水持续且直接入渗至下伏强风化

岩基岩上部时，使之与下伏基岩风化带构成统一的储水构造，则形成少量孔隙潜水，含水层分布极不均匀，富水性差。经本次调查该区无水井分布。

②冲洪积砂砾卵石孔隙潜水含水层

主要分布在东北南毛扎子一带，四道沟、道须沟及下拐河山间河谷。含水层岩性以砂砾卵石、圆砾及中粗砂等组成，经勘查孔揭露砂砾卵石层厚度 5.40m，经调查水井得知，该层厚度普遍在 3.0~10.0m 之间，该层透水性好、富水性中等，单井涌水量 $***m^3/d$ ，是当地居民主要取水目的层，该含水岩组地下水位埋深一般在 $***m$ 。

松散岩类孔隙潜水含水岩组地下水化学类型多为 $HCO_3 \cdot SO_4 - Ca$ 型水为主，局部为 $HCO_3 \cdot SO_4 - Ca \cdot Ma$ 型水(松树底 SJ13)、山神庙子村 (SJ07) 为 $HCO_3 \cdot SO_4 - Ca \cdot Na$ 型水。总硬度 59~247mg/L，pH 值 7.1~7.5，溶解性总固体一般 115~339mg/L。

(2) 基岩裂隙含水岩组

基岩裂隙含水岩组主要分布于勘查区内大部中山及伏于松散岩类孔隙潜水含水层下部。地下水运移方式有二：

① 大气降水在中山区直接入渗补给，基岩风化裂隙发育地段可形成富水性不均的含水层，大部则沿分水岭形成地表径流补给地势低洼处的地表水；部分沿 F2、F3 次级构造进行深远距离运移，活动断裂附近的地下水经深部水化学作用后，汇流至四道沟内对地下水进行补给。如南毛扎子东沟集体供水井 (SJ05)、南毛扎子东西两沟的泉流 (Q1、Q2)。

② 地势低洼处的松散岩类孔隙潜水后经重力作用沿下伏的基岩风化裂隙持续入渗，松散岩类孔隙潜水与基岩风化带构成统一储水构造 (混合水)，富水性中等。

(1) 泉流调查

本次调查南毛扎子东西两沟泉流两处，均为侵蚀下降泉，含水岩组为新太古界乌拉山岩群片麻岩及三叠纪二长花岗岩类，泉流量为 0.06~0.12L/s,按天然泉水流量富水性分级,为弱富水性。

（2）民用井调查

本次调查供水目的层为基岩裂隙水的民用井共 3 处：南毛扎子东沟集体供水井 SJ05（井深***m）、南毛扎子西沟个人民用井 SJ10（井深***m）、下拐河羊草沟个人民用井 SJ23（井深***m）。含水岩组主要由新太古界乌拉山岩群片麻岩及三叠纪辉长岩及石英闪长岩类，由于东沟集体供水井深仅为 14.0m，推断未完全揭露基岩风化裂隙带，含水层受地形、岩性及风化程度的不同，故含水层不连续且分布不均。对两处民用井（SJ05、SJ10）开展简易抽水试验，含水层厚度 6.725~28.568m,地下水位埋深 7.275~11.379m，单井涌水量***m³/d，降深 4.432~6.836m，钻孔单位涌水量（ q ）为***L/(s·m)，富水性弱。勘查区大部为中山区，其基岩裂隙含水岩组富水性总体较弱。

区域上地下水埋深总体较浅，推测地下水易接受大气降水补给、在近河谷区易与地表水互相补给，溶滤、浓缩、氧化还原作用的程度不同，基岩裂隙水化学类型较复杂，南毛扎子东沟为 HCO₃—Ca 型水（SJ05），南毛扎子西沟为 HCO₃·SO₄—Ca·Mg 型水（SJ10）；基岩区地下水总硬度 165~198mg/L，pH 值 7.1~7.6,溶解性总固体 250.7~279.5mg/L，锶含量为 0.50~0.87mg/L。

（3）矿泉水水源井

SKQ-1 矿泉水水源井位于山间河谷中后缘，地势低洼，有利于地下水的汇集及南毛扎子东西两沟侧向补给。经勘查孔揭露，含水层岩性主要为三叠纪中细粒二长花岗岩类。

经勘查孔揭露：0.0~5.40m 为砂砾卵石，5.40~14.75m 为全风化中细粒二长花岗岩，14.75~31.68m 为强风化中细粒二长花岗岩，

31.68~62.59m 为中等风化中细粒二长花岗岩，62.59~198.10m 为二长花岗岩原生带。基岩自 5.40~62.59m 处因裂隙发育、连通性较好、岩石破碎，本次将风化基岩裂隙带合并为 1 段，因 SKQ-1 对上部松散岩类孔隙潜水含水层进行了封堵，水位埋深 8.232m，故含水层总厚度 54.358m。SKQ-1 单井涌水量 $***m^3/d$ ，降深 41.244m，渗透系数 0.77m/d，影响半径 534m，钻孔单位涌水量 (q) 为 $***L/(s \cdot m)$ ，富水性中等。

地下水水化学类型位 $HCO_3 \cdot SO_4 - Ca$ 型水，总硬度 138mg/L，pH 值 7.13，溶解性总固体 318mg/L，锶含量 3.76mg/L。

3、地下水的补给、迳流、排泄条件

(1) 区域地下水

区域内地形起伏较大，垂直入渗补给低，多以地表径流形式排泄至黑里河各源头支流。

(2) 矿区地下水

1) 松散岩类孔隙水

勘查区内松散岩类孔隙含水岩组地下水主要补给来源为大气降水入渗，其次为断面径流补给、河流渗入补给及基岩裂隙水的侧向补给。

河谷区内的松散岩类孔隙含水层由于水位埋藏较浅，水位埋藏深度小于 5m，上部含水层连续，蒸发对其影响很大，主要通过蒸发、断面径流及人工开采方式进行排泄。

矿区地形总体为东南高西北低，地下水径流方向严格受地形地貌及地层岩性控制，总体流向为东南~北西向。下拐河呈南西~北东向，在南毛扎子东沟，地下水流向由北东~西南；南毛扎子西沟则为南西西~北东东向。山间河谷水力坡度约 8.5‰左右，主要以径流方式排泄。

黑里河在汛期的大雨或暴雨过后，常形成洪水，持续时间数小时到数天不等，并以垂直入渗的形式补给河谷区地下水。河谷区地表水常年接受两侧山区的地下水侧向径流的补给。

2) 基岩裂隙水

基岩裂隙含水层位于中山区及山间河谷松散岩类的下部，松散岩类孔隙含水层能够通过松散孔隙、风化裂隙对地下水进行补给；大气降水是该含水层的直接补给来源，通过径流及人工开采方式进行排泄。

中山区为地下水的补给区，其间的山间河谷为地下水的暂短径流排~泄区。矿区基岩区水力坡度较大，约 46.62~54.82‰左右。

本次经瞬变电磁推测在南毛扎子东西两沟、四道沟河下游存在 3 条断裂带，编号为 F1~F3。推断 F1 为区内主级构造，与四道沟河走向近乎平行，呈北北西走向，与区域构造方向基本一致；其南毛扎子东西两沟发育 F2、F3 次级构造，与主级构造（F1）交汇、错动、破坏，形成了较新的沟谷地貌。

断裂带控制着含水层岩层露头、厚度、倾向、导水性及连续性，从而直接决定了地层中各岩性及其岩层的富水性。地下水通过线性导水通道，控制着地下水的总体流向。

区内中山区在长期内外营力的作用下，片麻岩、花岗岩的成岩片麻理及风化裂隙以及植物的根劈作用、冻融破坏，使岩石表层极其破碎，裂隙规模大且切割深、密度高，易于地下水入渗补给。

而大气降水又是本区地下水的主要补给来源，加之植被较发育，即利于降水的渗入补给，又延长了补给时间，也相应增加了降水入渗补给量，山区的地下水以泉、向河谷径流及植物蒸腾等形式排泄。

区内山间河谷平坦开阔，一般微向南东下游倾斜，坡度小于 3°，与两侧中山构成负地形。含水层覆盖较薄，局部地段砾卵石层直接出露地表，易接受大气降水的入渗补给，基岩裂隙水部分排泄于河谷，

是松散岩类孔隙潜水的主要侧向补给来源。

在丰水期地表水暂短排泄地下水；但在枯水期和平水季节，矿区内各个支流则主要补给山间河谷区。

图 2-5 构造与矿泉水补给关系平面图

图 2-6 地层柱状图

4、矿区水文地质勘查类型

根据《勘查报告》矿泉水水源地地貌类型简单，以中山和山间河谷为主，在镇区西北仅分布 0.5km^2 的坡洪积裙裾，水文地质边界条件简单；矿区岩性以片麻岩类、花岗岩类为主，岩性单一且构造简单；矿泉水以基岩裂隙含水岩组为主，地下水类型以潜水为主，含水层稳定均一、补给条件一般~中等，开采时不会产生塌陷及沉降。

依据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T12719-2021），矿区水文地质勘查类型为第二类第一型，即以基岩裂隙含水层充水为主、水文地质条件简单型矿床。

四、工程地质特征

（一）矿区岩土体类型、分布、特征

1、第四系松散岩类

根据勘查孔揭露第四系地层，地层厚度最大为 5.40m，地层岩性及主要成分有：

①为粉土，含少量碎石，呈黄褐、浅黑棕色，具有垂直节理，大孔隙及虫孔。层内多夹粉质砂土薄层，层厚 0.3-0.5m。

②中粗砂：黄褐色，结构松散，含量大于 70%，粒径 0.3-0.5mm，成分由石英、长石类岩屑等组成，分选性中等，磨圆度好，以次圆状为主；在 0.5~0.8m 处砾卵石含量占 25%~30%，粒径 3~40mm，岩性以二长花岗岩为主。

③砂砾卵石：杂色，由 30-35%的圆砾、30-35%的中粗砂和 25-30%

的卵石组成。岩芯呈松散碎块状，结构松散杂乱，分选性差，圆砾砾径 2-15mm，卵石直径一般 20~40mm，个别者达 60mm。砾卵石岩性主要由二长花岗岩类组成，磨圆度中等，一般为次棱角-次圆状状。砂的成分主要为石英、长石类岩屑等，大小 0.3-0.5mm。承载力特征值 140-150kPa，工程地质条件较好。

2、块状岩类

经勘查孔钻孔揭露，该孔第四系中粗砂下伏三叠世中细粒二长花岗岩，花岗岩层厚 216.60m。其中：5.40~14.75m 为全风化花岗岩，岩石破碎呈土状、砂砾状，透水性强，饱和，厚度 9.35m；14.75~31.68m，岩石遭受强风化，破碎呈碎块状、扁柱状，裂面普遍发育且陈旧，具严重铁染现象，水蚀明显，厚度 16.93m；在 31.68~62.59m 处为中风化花岗岩，厚度 30.91m，裂隙 2-6 条/米，岩心破碎，裂隙呈张开状，裂面粗糙、陈旧，局部见水蚀。饱和单轴抗压强度平均值 45MPa，上部偶见风化裂隙，向下逐渐过度为完整岩石，工程地质特性良好。

（二）不良工程地质问题

1、矿区内地层相对简单，沟谷内、沟谷边缘两侧山坡坡脚处为粉土、砂砾卵石，山顶、山坡岩性为中细粒二长花岗岩，岩性较稳定，无软弱夹层分布；

2、矿区构造行迹仅表现为断裂构造，在南毛扎子东西两沟、四道沟河下游存在 3 条断裂带，推断 F1 为区内主级构造，与四道沟河走向近乎平行，呈北北西走向，与区域构造方向基本一致；其南毛扎子东西两沟发育 F2、F3 次级构造，与主级构造 F1 交汇、错动、破坏，形成了较新的沟谷地貌，断裂带控制着含水层岩层露头、厚度、倾向、导水性及连续性，从而直接决定了地层中各岩性及其岩层的富水性；

3、风化带岩石较破碎，强风化带厚度一般小于 10m；

4、矿体顶底板围岩岩性主要为二长花岗岩，天然抗压强度 100-

160MPa，属坚硬岩石，稳定性较好，岩体较完整，不易发生不良工程地质问题。

（三）工程地质勘查类型

根据《开采方案》，按照《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB12719-2021)将矿区的工程地质勘探类型划分为第三类简单型，即以块状岩类为主、工程地质条件简单的矿床。

五、矿泉水水文地质条件

1、矿泉水成因

（1）矿泉水形成的地质条件

①从岩性分析矿泉水的形成

结合矿区水文地质条件，含锶区两侧的基岩山区由于降雨时间、地层地貌等原因影响，基岩地层中富水性较弱，地下水在不同基岩地层中主要赋存于构造裂隙或风化壳中，地下水自降雨进入地下水系统后伴随着含锶矿物溶解，形成了含锶的地下水，地下水有充足的时间与周边岩石矿物溶解反应，更有利于锶在地下水中的富集。

自然界含锶化合物的成因类型可分为沉积型、层控型、岩浆—热液型和次生淋滤型等四种类型，本区广泛分布的基岩为锶矿泉水的形成提供了先决的矿源条件。矿区中山分布大面积片麻岩、花岗岩类，是本区地下水的补给区，随着降水入渗，通过风化裂隙带深循环及长期的溶滤-分解-置换-富集作用，山区基岩中一部分矿物元素随降水的入渗进入松散岩类及基岩裂隙含水层中，形成了锶的富集区。

②从水化学特征分析矿泉水形成

地下水的形成过程中受到大气降水、岩石风化溶滤作用、蒸发浓缩等作用的影响，本次将内具代表性水化学数据绘制于 Gibbs（吉布斯水化学分类），不同类型的地下水和地表水样点均落在岩石风化和蒸发浓缩控制区内，说明水化学进程中岩石风化作用占主导地位，同

时受到蒸发浓缩作用的影响。

矿泉水水源井（SKQ-1）阳离子比值点由岩石风化端向大气降水端偏离，表明该矿泉水水源井接受补给途径较长，水化学形成可能来自基岩中各矿物中离子交换，推测可能受深部构造作用的控制。

③从构造分析矿泉水的形成

矿泉水的形成与构造运动也有着密切的关系。冰石河天然矿泉水是在其特定的地质构造环境和水文地质条件下，经历了复杂的地球物理和化学作用过程而形成的。

区域大面积分布花岗岩、局部为片麻岩，河谷区则被第四系松散岩类覆盖，华北地台的区域性抬升，使三叠纪花岗岩侵位于新太古界乌拉山岩群片麻岩中。据已有地质资料分析，推断四道沟、道须沟及下拐河为新生界以来形成的 3 条断裂，走向北北西～北西西～南西向，自新生代以来接受内外营力改造及沉积，加上流水向源侵蚀，形成了现代河谷。

通过本次物探解译的 3 条线性构造，其中 F2、F3 为北西西主级构造（F1）的次级构造，两处构造切割了新太古界乌拉山岩群片麻岩及三叠纪花岗岩，地下水经断裂带远距离地进行了溶滤富集、离子交换、混合作用及深部循环，再由南西、北东东向沿 F2、F3 断裂运移至风化带等上部，最后随地势较低处的沟谷区汇流，可与松散岩类孔隙浅水混合形成统一地下水体。

区域构造断裂为地表水转换为地下水提供有利条件，也为地下水运移和深循环构成了良好的导水通道，同时也控制了区内沟谷和河流的走向。本矿泉水的形成机制可概括为：大气降水通过补给区裸露基岩的风化裂隙及节理裂隙渗入地下，沿南毛扎子东西两沟的构造汇入至河谷区内的线性构造，参与地下深循环。在整个含水系统循环过程中，长期与围岩接触，在高温高压环境下，不断与围岩发生以溶滤为

主的水文地球化学作用，促进基岩中化学组分的分解释放，使地下水中硅、锶等多种微量元素与岩体中离子置换、富集。受地形、基底岩石起伏变化的影响及构造控制，含锶矿泉水沿活动断裂上移，形成了大范围的锶矿泉水的富集区。

图 2-7 含锶地下水成因模型图

(2) 矿泉水形成的水文条件

采集该矿泉水井D、 ^{18}O 、T同位素样，该矿泉水井深***m，地下水取样深度为***m（下泵并抽取位置）。

①稳定同位素（D、 ^{18}O ）分布特征及水文地质分析

同位素组成以下公式：

$$\delta\text{D}=8.17\times\delta^{18}\text{O}+10.56$$

利用上述公式可绘制出理论全球大气降水线，而经受明显蒸发而发生同位素分馏的水样，就会偏离大气降水线。通过对地下水 δD 值、 $\delta^{18}\text{O}$ 值的关系、偏离大气降水线的程度，可分析地下水的形成含水层间关系及其与大气降水间的关系。

由附表矿泉水同位素检测中得知，地下水的同位素组成为： $\delta\text{D}=-76\text{‰}$ ， $\delta^{18}\text{O}=-10.5\text{‰}$ 。将测试点投在 $\delta\text{D}-\delta^{18}\text{O}$ 关系图上，形成国际大气降水与矿泉水氘、氧-18浓度分布关系见图 2-7。

图2-8 国际大气降水（蓝线）与矿泉水中氘、氧-18浓度分布关系图

通过图2-8地下水及大气降水的同位素分布特征，进行水文地质分析如下：

a、从图中可以看出该取样点分布于距离大气降水线较近的区域，说明在地下水形成时期接受大气降水补给较多，在漫长的地质历史时期，经受蒸发作用，形成现今的地下水。

b、从图中可以看出高程效应及季节效应使该取样点浅层地下水的 δD 及 $\delta^{18}\text{O}$ 体现出具北半球地域特征、晚更新世～全新世气候特征的

特殊表象。表现出 δD 、 $\delta^{18}O$ 均为负值，数据偏低，分布于全球大气降水线的左上方。斜率和截距明显小于全球和中国大气降水线方程，反映该地区偏干旱的气候特征。

c、从图中可以看出国际大气降水与矿泉水中氡、氧-18浓度相同，并在同一曲线上，故该矿泉水的主要补给源为大气降水。

②同位素测年（T）特征及水文地质分析

通常根据放射性同位素的衰变速度（半衰期）进行测定。测定地下水年龄的常用同位素为氡。

由于氡（T）法仅能确定50年以内的水年龄。半衰期值为12.26年，衰变时放出 β 射线并变为稳定同位素氦，量度单位为TU（相当于1018个氢原子中含有一个氡原子，亦相当于1升水中每分钟有7.2次蜕变）。将地下水中（T）的测量值与大气降水中的氡含量（以1954年以前氡的平均含量为标准，即等于5~10TU）比较确定年龄，若地下水中氡含量小于5~10TU，则水是1954年前形成的；若大于5~10TU，则水是1954年后形成的。

该矿泉水井氡浓度值见附表，从表2-3中可以看出该矿泉水井样品氡浓度为 7.9 ± 1.1 TU，虽然1963年以来，空中核试验停止后，大气降水中氡浓度明显降低，导致地下水氡浓度发生变化，规律性变得不强，给利用氡浓度进行地下水运动的分析带来一定困难，但通过对氡浓度的分析可以找到其内在的基本规律。

表 2-4 内蒙古地区氡浓度与矿泉水年龄对照表

氡值变化范围（TU）	0-5	5-20	20-60
矿泉水补给时间年龄	>60	50-30	30-20

根据矿泉水井中氡值测试结果表明：氡值浓度为 7.9 ± 1.1 TU，利用内插法计算矿泉水由44.8-47.5年前形成，“古水”成分占优势，推算其形成年龄达40年以上。

综上所述，通过对D、 ^{18}O 、T同位素样组成及分布特征的分析，进而对地下水的形成、运动规律以及与地表水、大气降水的关系进行诠释。通过D、 ^{18}O 的分析表明地下水接受大气降水补给较多，而T的分析表明矿泉水形成年龄达40年以上。其同位素特征所反映出的水文地质意义，对前述的常规方法分析水文地质特征及矿泉水成因，起到了较好的印证作用，利用同位素技术，进行水文地质特征及矿泉水成因分析，是对常规分析方法的补充和深化。

2、矿泉水的水源动态分析

(1) 矿泉水井水位动态特征

民用水源井（CG01）西距本年度施工的矿泉水水源井（SKQ-1）***m，井深***m，本次收集赤勘公司立项申请材料中对民用水源井水位、水温等1.0个水文年的动态观测资料。观测时间从2024年04月02日开始至2025年04月06日结束，历时369d，观测频率为每10d一次，共观测次数43次。

由动态观测资料得知：水源井水位埋深在6.990~8.278m之间，水位标高***m，年变幅1.288m。经分析，矿区紧邻国家级自然保护区，地表水、地下水仅受大气降水及基岩裂隙水侧向补给影响，矿区及周边除镇区集中供水、个别居民分散式生活用水、农业生产灌期外，再无较大规模的地下水开采活动。当地降水主要集中在6~9月份，年内最高水位期出现在7、8月份。由于接受较为丰富的降水补给，8月初水位上升到年内最高值；雨季过后，水位逐渐下降，至9月之后，农灌期和汛期结束，水量平稳，变化较小。翌年1~4月则降至最低。

由于3-5月份降雨较少，有限的融雪水、雨水补给过后，并没有完全改变冬春季节水位持续下降的趋势，加之4月中下旬春灌用水量大使得地下水位继续下降。4月下旬天气转暖，降水对地下水有了一定的补给，水位有所上升。5月初入夏后随即雨热同期，地下水位明显

上升。由此可见，地下水位动态与降水或融雪水的补给有着较为明显的相关性，同时也可看出，在补给后地下水位无明显滞后效应，这表明地下水径流较通畅，能够及时补给，且补给源充足，适宜长期开采。

由动态观测资料可以看出，矿区地下水水位埋深在***m之间，水位标高***m，年变幅1.288m。

总之，影响矿区水位变化的因素有自然因素和人为因素。自然因素包括气象、水文、地质、地貌条件，人为因素主要指开采。矿区地下水水位动态划分为降水入渗—蒸发型：高水位期与雨季对应，低水位期与封冻期一致。地下水位的变化与大气降水及蒸发作用强弱关系密切（见表 2-4、图 2-6、图 2-7）。

表 2-5 水源井水温及水位动态观测记录表
续表 2-5 水源井水温及水位动态观测记录表
图 2-8 民用水源井(CG01)水位标高动态曲线图
图 2-9 民用水源井(CG01)气温与水温动态曲线图

(2) 矿泉水井水水温动态特征

由动态观测结果显示水温变动范围7.5℃-13.5℃，年变幅6℃。

矿区地下水温度受水位埋深和气温变化等条件影响。一般来说，浅层地下水主要受外部气温的影响显示出微小的季节性变化。随着埋藏深度增加，受外部气温的影响减小，水温趋于稳定，地下水温度与当地年平均气温接近。

矿区地下水埋深较浅，水温变幅随季节性变化而改变，说明该矿泉水水力特征类型为潜水。

(3) 矿泉水井水水质动态特征

前期收集了由赤勘公司在丰水期及平水期采集并送检的水样3类6件：矿泉水常规分析、微生物及放射性的分析，采样及分析间隔≥4个月。本次在枯水期抽水试验结束后采集相关样品进行检测。经对3次检测结果对比分析，矿泉水中常量组分及重要组分含量枯、平、丰季节较稳定，说明矿泉水含水层径流条件较好，水量和水质较为稳定

(见表4)。

由表4可知，枯、平、丰期矿泉水中各重要组分含量虽有波动，但变化幅度非常小，矿泉水井经不同检测机构对本矿泉水井丰、平、枯不同时段的全系统检测，其主要组分（溶解性总固体、 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} ）的变化范围均不超过20%，这说明降水补给对矿泉水的水质影响很小，该矿泉水的各重要组分含量较稳定，体现出该矿泉水动态属基本稳定型。

另一方面，表中同时显示，在丰水期、平水期以及枯水期，矿泉水井中偏硅酸含量变动范围在22.57~26.36mg/L之间，锶含量变动范围在3.57~3.86mg/L之间。其中，锶已远超《饮用天然矿泉水》（GB8537-2018）国家标准规定的近10倍。通过以上三组数据分析可知，矿泉水井中的锶含量受季节影响变化和抽水影响较小，含量稳定。

表 2-6 矿泉水水源井中地下水主要指标对比

六、矿体地质特征

（一）矿泉水的物理化学特征

矿泉水无色、无味、口味、无色、无嗅、无沉淀的透明液体，水温 7.5℃-13.5℃，矿泉水中化学成分阴离子以 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 为主， HCO_3^- 含量 147~166.89mg/L、 SO_4^{2-} 含量 50.9~57.51； NO_3^- 、 Cl^- 及 CO_3^{2-} 一般含量较少，均小于 20mg/L。阳离子以 Ca^{2+} 、 Na^+ 为主， Ca^{2+} 含量为 35.16~41.35mg/L， Na^+ 含量为 18.35~22.30mg/L，其次为 K^+ 、 Mg^{2+} ，含量一般小于 10mg/L。7.13~8.10，属弱碱性水。溶解性总固体 299.01~318.0mg/L 之间，总硬度（ $CaCO_3$ 计）在 138.0~175.75mg/L。属 $HCO_3 \cdot SO-Ca \cdot Na$ 型水。冰石河天然矿泉水井水中偏硅酸含量为 22.57~26.36mg/L，锶含量为 3.57~3.86mg/L，锶含量指标已远超国家规定的《饮用天然矿泉水》（GB8537-2018）标准界限指标。矿泉水井各项指标含量均符合中华人民共和国食品安全国家标准《食品安

《国家标准饮用矿泉水》(GB8537-2018)规定。该矿泉水可命名为：含锶重碳酸硫酸-钙型饮用天然矿泉水。同时具备低钾钠、低矿化、弱碱性的特征。

(二) 矿泉水的水质特征

1、感官指标

对所有全分析样进行感官指标分析，结果表明所有矿泉水（泉、井）全分析样清澈透明，无色，无嗅，无任何沉淀和悬浮物，具矿泉水特征性口味，口感清凉可口，指标符合国家《食品安全国家标准饮用天然矿泉水》(GB8537-2018)标准。（详见表 2-7）

表 2-7 矿泉水水源井中地下水感官指标与国家标准对照评价表

2、界限指标

冰石河天然矿泉水井水中偏硅酸含量为 22.57~26.36mg/L，锶含量为 3.57~3.86mg/L，锶含量指标已远超国家规定的《饮用天然矿泉水》(GB8537-2018)标准界限指标。（详见表 2-8）

表 2-8 矿泉水水源井中地下水界限指标与国家标准对照评价表

3、限量指标

通过采集矿泉井水样，经检测分析，所有元素的限量指标均符合国家《饮用天然矿泉水》(GB8537-2018)标准，特别是重要有毒有害元素如：铜、铬、汞、铅、砷、锰多次检测均为未检出。（详见表 2-9）

表 2-9 矿泉水水源井中地下水限量指标与国家标准对照评价表

4、污染物指标

按照《食品安全国家标准食品中污染物限量》(GB2762-2022)标准对矿泉水水源井水质进行取样化验分析，结果表明镉、汞、亚硝酸盐、硝酸盐等污染物指标均符合国家《食品安全国家标准食品中污染物限量》(GB2762-2022)标准，属未受污染的洁净水。污染物限量评价指标见表 2-10。

表 2-10 矿泉水水源井中地下水污染物限量指标与国家标准对照评价表
5、微生物指标

经多次检验结果分析：大肠菌群、粪链球菌、铜绿假单胞菌及产气荚膜梭菌均未检出。完全符合《饮用天然矿泉水》（GB8537-2018）卫生标准，表明该矿泉水水质清洁、卫生。（详见表 2-11）

表 2-11 矿泉水水源井中地下水微生物指标与国家标准对照评价表
(三) 矿泉水的水量

根据《勘查报告》，对允许开采量评价如下：

1、通过对多年气象数据分析及整理，水文年内降水总量为 293.20mm，全年有效降水量 286.40mm，多年平均有效降水率为 97.68%，属极枯水年份。因此，依据勘查期（极枯水年份）的抽水试验资料确定的允许开采量 $***m^3/d$ 可满足未来绝大多数降雨量年份的正常开采，气象因素论证保证程度高。

2、本次设计的水位降深为 18.119m，允许开采量设计降深值占含水层总厚度的 1/3，以 $Q=f(s)$ 关系曲线图经内插对应的涌水量 $Q_K=***m^3/d$ 。允许开采量占最大涌水量 $***m^3/d$ 的 64.67%，从含水层结构（厚度）方面论证勘查报告确定的允许开采量是有保证的。

3、通过抽水试验现场判别，三个落程稳定时间分别为 13h、10h、7h，停泵后恢复时间分别为 270min、180min、120min，最大落程水位恢复时间 4.5h。说明矿泉水水源井内水位上升速率较快，地下水补给能力强，勘查报告确定的允许开采量是有保证的。

4、通过对断面径流流入量的估算，地下水径流流入总量为 $***m^3/d$ ，本次设计允许开采量为 $Q_K=***m^3/d$ ，占潜水含水层的断面流量的 $***\%$ ，地下水补给能力论证可满足勘查报告确定的允许开采量。

5、本区上游为黑里河国家自然保护区，林木繁盛，地表水涵养量高，对地下水的补给充沛，在勘查区中部（偏西）的探矿权范围内划定的矿泉水水源地容积储存量已达到 $***m^3$ ，且当地农业灌溉对地下水

的开采量相对较少，使得本区地下水位下降幅度较小，地下水动态相对稳定（年水位变幅小于 1.5m）。故地下水开采量能够得到保证。

依据矿泉水水源地的气象、地质与地貌条件、水文地质条件、矿泉水动态特征及抽水试验等资料进行综合分析，该矿泉水补给充足，径流通畅，水质、流量稳定。因此，勘查报告将 $Q_k=***m^3/d$ 确定为泉水水井的允许开采量是有保证的。

第四节 矿区土地利用现状及采矿用地审批情况

一、矿区土地利用现状

1、拟申请矿证范围土地利用现状

拟申请矿证范围总面积 $***km^2$ ，矿区土地利用类型一级地类包括耕地、林地、草地、商务用地、工矿仓储用地、住宅用地、交通运输用地，具体地类面积见表 2-12 及图 2-10。矿区在省道 S505 可视范围内，不在国道、铁路可视范围内。

表 2-12 拟申请矿证范围土地利用现状表

2、土地权属

矿区土地权属宁城县黑里河镇南毛扎子村、大营子村境内，土地产权明晰，权属界址线清楚，无任何纠纷。

表 2-13 矿区土地利用权属表

3、采矿活动影响范围土地利用情况

根据现场调查内蒙古冰石河矿泉水有限公司宁城县黑里河镇南毛扎子饮用天然矿泉水拟申请矿区范围以及开采矿泉水可能影响的范围，确定矿山矿业活动影响范围为 $98.4704hm^2$ 。采矿活动影响范围土地利用类型一级地类包括耕地、林地、草地、商服用地、工矿仓储用地、住宅用地、特殊用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地，具体地类面积见表 2-14。

表 2-14 采矿活动影响范围土地利用现状表

4、已损毁土地利用情况

矿区已损毁土地单元为井房，已损毁土地利用类型：一级地类为耕地，具体地类面积见表 2-15。

表 2-15 已损毁土地利用现状表

5、永久基本农田

拟申请采矿许可范围内无永久基本农田，矿区拟建场地建设和未来开采不会影响到永久基本农田，不在生态保护红线范围之内。

二、矿区采矿用地申请批准情况

矿山为新建矿山，采矿许可证尚未完成审批核发。根据《中华人民共和国矿产资源法》《建设用地审查报批管理办法》等相关规定，采矿用地审批需以有效采矿许可证为前置条件，因此采矿用地审批工作暂未开展。

图2-10 矿区土地利用现状图

第五节 矿区生态状况

一、生态功能定位

1、矿区在全国生态功能区划中的定位

根据《全国生态功能区划（修编版）》（2015.11），项目所在区域属于“Ⅱ产品提供功能区”中“***西辽河上游丘陵平原农产品提供功能区”。

主要生态问题：

农田侵占、土壤肥力下降、农业面源污染严重；在草地畜牧业区，过度放牧，草地退化沙化，抵御灾害能力低。

生态保护的主要方向：

（1）严格保护基本农田，培养土壤肥力。

(2) 加强农田基本建设，增强抗自然灾害的能力。

(3) 加强水利建设，大力发展节水农业；种养结合，科学施肥。

(4) 发展无公害农产品、绿色食品和有机食品；调整农业产业和农村经济结构，合理组织农业生产和农村经济活动。

(5) 在草地畜牧业区，要科学确定草场载畜量，实行季节畜牧业，实现草畜平衡；草地封育改良相结合，实施大范围轮封轮牧制度。

2、矿区在内蒙古自治区生态功能区划中的定位

根据《内蒙古自治区生态功能区划报告》，矿区所在区域为：

东北平原农业生态区***西辽河上游温性草原—农业生态亚区***西辽河南北黄土丘陵农田、草原水土保持功能区。

主要生态环境问题：草场退化严重，水土流失、土地沙化和生物多样性减少、水源涵养能力下降等生态问题。

生态保护目标与措施：实施退耕还林还草政策，保护现有植被，加强农田基础设施建设。在生态建设上应合理安排农牧林比例，搞好水土保持工作，植树造林必须要考虑当地物种，增加生物多样性，维护生态系统平衡和其稳定。

3、矿区在赤峰市生态环境功能区划中的定位

根据《赤峰市国土空间生态修复规划（2021-2035）》，全市划分9个生态修复整治区，矿区所在区域的定位为：燕山山地水源涵养水土流失保护修复区。

生态修复主攻方向：以水土治理为重点，通过经济林建设、小流域治理、矿山生态环境综合治理、控制农业面污染、土壤污染治理等措施，推进山区林地恢复，推进矿山地质生态环境修复，加强土地综合整治，提高水土保持能力。

二、生态本底状况

1、生态系统类型

依据全国生态系统分类体系表进行分类。结果表明，矿区生态系统主要有森林生态系统-针叶林与阔叶林、灌木生态系统、草地生态系统-草原、农田生态系统-耕地、城镇生态系统-居住地及工矿交通。具体分布见下表 2-16。

矿区 10km 范围内有黑里河国家级自然保护区、道须沟生态旅游区及黑里河等生态敏感区域。

表 2-16 矿区及周边生态系统类型

2、景观生态环境现状

矿区地处沟谷平原，主要有以油松为主的针阔叶混交林景观、草甸景观、农田景观及人工建筑景观。针叶-阔叶林景观广泛分布于山坡阴坡、阳坡和山脊地带；草甸景观分布在林缘空地、荒坡、河岸等。农田景观分布于矿区东部，农作物主要以玉米、谷子、大豆为主。人工建筑景观主要是附近村庄和交通道路景观。

3、植被现状

(1) 植物资源现状

矿区其自然环境具有典型的温带半干旱大陆性季风气候。山坡为油松、落叶松、蒙古栎等混交林，并逐渐过度到亚高山草甸，石质山地为山杏、绣线菊、杜鹃花灌丛。沟谷亦有核桃楸（国家二级保护野生植物）、刺五加（国家三级保护野生植物）零星分布。草甸有白莲蒿、羊草、苔草、地榆等。

矿区植物名录见表 2-17。

表 2-17 矿区植物名录

序号	中文名称	科属	形态特征与识别要点	拉丁名
1	油松	松科 松属	常绿乔木，树冠平顶或伞形；针叶粗硬、2 针一束；球果卵形，鳞背隆起有刺。	<i>Pinus tabuliformis</i>
2	落叶松	松科 落叶松属	落叶乔木，叶在长枝上散生、短枝上簇生；针叶线形、秋季变黄脱落。	<i>Larix principis-rupprechtii</i>

序号	中文名称	科属	形态特征与识别要点	拉丁名
3	蒙古栎	壳斗科 栎属	落叶乔木，叶厚革质、边缘具深波状齿；壳斗鳞片瘤状；坚果椭圆形。	<i>Quercus mongolica</i>
4	山杏	蔷薇科 李属	灌木或小乔木，高 2~5 m；小枝灰褐色；叶卵形至近圆形，先端长渐尖，叶缘有细钝锯齿；花单生，先叶开放，花瓣白色或粉红色；核果球形，果皮黄色带红晕，果肉薄而干燥，成熟时开裂。	<i>Prunus sibirica</i>
5	绣线菊	蔷薇科 绣线菊属	落叶灌木，高 1~2 m；枝条密集，小枝有棱；叶片长圆状披针形至披针形，叶缘有尖锐锯齿；伞形花序或伞房花序，花密集，花瓣白色或粉红色，雄蕊多数；蓇葖果直立，无毛。	<i>Spiraea salicifolia</i>
6	杜鹃花	杜鹃花科 杜鹃花属	落叶灌木，高 1~3 m；分枝多而纤细；叶革质，常集生枝顶，卵形至倒卵形，叶面疏被糙伏毛；花 2~6 朵簇生枝顶，花冠漏斗形，玫瑰色、鲜红色或暗红色；蒴果卵圆形，有糙伏毛。	<i>Rhododendron mucronulatum</i>
7	核桃楸	胡桃科 胡桃属	乔木，高可达 20 m；树皮灰色，具浅纵裂；小枝粗壮；奇数羽状复叶，小叶 9~17 枚，长椭圆形至长卵状披针形，叶缘有细锯齿，叶背有短柔毛；花单性，雌雄同株；果实近球形，核果状，果核具 8 条纵棱及不规则皱曲。	<i>Juglans mandshurica</i>
8	刺五加	五加科 五加属	落叶灌木，高 1~2 m；小枝密生向下斜弯的细长针刺；掌状复叶具 5 片小叶（稀 3~4 片），小叶椭圆状倒卵形，边缘有尖锐重锯齿，叶面深绿粗糙、叶背沿脉被短柔毛；伞形花序顶生（1~6 个簇生），花黄绿色，花瓣 5 枚；浆果状核果近球形，黑色，径 5 棱。花期 6~10 日。	<i>Acanthopanax senticosus</i>
9	白莲蒿	菊科 蒿属	半灌木状草本，高 50~100cm；茎直立，基部木质化；叶二至三回栉齿状羽状分裂，叶面绿、叶背密被银白色蛛丝状毛；头状花序近球形，圆锥状排列，花黄绿色；瘦果微小褐色。	<i>Artemisia sacrorum</i>
10	羊草	禾本科 赖草属	多年生草本，具横走根茎；秆直立，高 40~90cm；叶片质地较硬，灰绿色；穗状花序直立，小穗含 5~10 小花；颖锥形。花果期 6~8 月。	<i>Leymus chinensis</i>
11	苔草	莎草科 薹草属	多年生草本，根状茎匍匐；秆三棱形，纤细；叶基生、线形；小穗顶生雄性、侧生雌性；小坚果三棱形。花果期 4~7 月。	<i>Carex duriuscula</i>

序号	中文名称	科属	形态特征与识别要点	拉丁名
12	地榆	蔷薇科 地榆属	多年生草本，高 30 - 120cm；基生叶为奇数羽状复叶，小叶边缘具粗大钝锯齿；穗状花序顶生、圆柱形，暗紫色；花小而密；瘦果包于宿存萼内。花果期 6 - 9 月。	<i>Sanguisorba officinalis</i>

（2）植被类型现状

矿区植被类型主要参照《中国植被》的分类系统，采用植被型组、植被型、群系等基本单位，在对现存陆生植被进行考察的基础上，结合卫星遥感影像解译结果，进行群落调查统计分析。结果表明，调查结果显示，所调查的 4.26km² 范围内，森林覆盖面积最大，为 1.93km²，占调查面积的 45.2%。其次为草甸，为 0.87km²，占调查范围的 20.5%。根据现场调查和查阅历史资料，核桃楸为国家二级保护野生植物、刺五加为国家三级保护野生植物。

矿区植被类型面积见表 2-18。

表 2-18 植被类型调查结果表

4、野生动物现状

（1）野生动物组成

经调查，矿区主要动物名录如表 2-15。

另外，本项目临近内蒙古黑里河国家级自然保护区，在保护区内有国家一级保护动物豹、金雕二种。国家二级保护动物黑熊、白枕鹤、灰鹤、大天鹅、鸳鸯、勺鸡、（黑）鸢、白尾鹞、大鸮、普通鸮、雀鹰松、雀鹰、红隼、燕隼、黄爪隼、红脚隼、领角鸮、长耳鸮、雕鸮等十九种。还有世界受胁鸟鸿雁、褐头鹈在此繁衍生息，矿区范围内较少直接出现。

表 2-19 矿区及周边区域常见动物名录

（2）项目区域鸟类迁徙现状

项目区地处东亚 - 澳大利西亚候鸟迁徙通道北线关键节点，是内蒙古中部候鸟南来北往的重要森林停歇地与补给站。天然油松林、

针阔混交林及沟谷湿地为核心生境，为迁徙鸟类提供了安全的栖息、觅食与休整空间，尤其成为林鸟、猛禽的重要中途驿站。

主要迁徙鸟类分为林鸟类、猛禽类、水鸟类等。

其中林鸟类：黄腰柳莺、北红尾鸲、红胁蓝尾鸲、松鸦、星鸦、戴胜、斑鸠、大山雀、沼泽山雀；猛禽类：草原雕（国家一级保护）、秃鹫（国家一级保护）、红隼（国家二级保护）、燕隼（国家二级保护）、普通鵟（国家二级保护）；水鸟类：鸳鸯、绿头鸭、赤麻鸭等。

施工及运行期间妥善采取监测、防护、保护等措施，在矿区内较少直接分布，对迁徙候鸟影响较小。

三、生物多样性

1、物种丰富度

通过本次调查，矿区及周边草本植物主要为羊草、苔草、白莲蒿。

调查到的植物物种组成较为简单，分布植物种较多的科为蒿科和禾本科，分别为 2 种和 3 种，其他科植物种类较少。

2、经搜集资料，通过丰富度指数、香农-威纳多样性、均匀度指数和优势度指数分析，矿区及周边植被优势度种群为羊草、苔草群落。

3、经调查，矿区仅见的达布希刺猬、松鼠、草兔、麻雀等均为常见物种。

第六节 矿区及周边人类重大工程活动

（一）地表工程设施

2025 年 7 月 7 日，宁城县发展和改革委员会《关于查询内蒙古自治区宁城县黑里河镇南毛扎子村饮用天然矿泉水矿区范围有关情况的复函》、2025 年 7 月 9 日，宁城县交通运输局《关于查询内蒙古自治区宁城县黑里河镇南毛扎子村饮用天然矿泉水矿区范围有关

情况函的复函》、2025 年 7 月 14 日，宁城县水利局《关于查询内蒙古自治区宁城县黑里河镇南毛扎子村饮用天然矿泉水矿区范围有关情况的复函》、2025 年 7 月 4 日，宁城县林业和草原局《关于宁城县黑里河镇南毛扎子村饮用水天然矿泉水矿区范围有关情况的复函》、2025 年 7 月 8 日，赤峰市生态环境局宁城县分局《关于内蒙古自治区宁城县黑里河镇南毛扎子村饮用天然矿泉水矿区范围有关情况复函》、2025 年 7 月 7 日，宁城县信访局《关于查询内蒙古自治区宁城县黑里河镇南毛扎子村饮用天然矿泉水矿区范围有关情况的复函》、2025 年 7 月 14 日，宁城县文化旅游体育局《关于黑里河镇南毛扎子村饮用天然矿泉水矿区范围内文物调查的意见》、2025 年 7 月 7 日，***，拟申请采矿权范围内无重大建设项目、***、不占用水源保护地、水工用地及河道管理范围，不在国家保护的不能移动的历史文物和名胜古迹所在地范围、不涉及基本草原、各级划定的自然保护区、国际重要湿地、国家重要湿地、世界(自然与文化)遗产地、沙化土地封禁保护区重叠情况。根据 2025 年 8 月 1 日，宁城县自然资源局《关于内蒙古自治区宁城县黑里河镇南毛扎子矿泉水申请采矿权范围的核查报告》，内蒙古冰石河矿泉水有限公司矿泉水采矿权范围内不压覆宁城县生态红线、永久基本农田及城镇开发边界范围。

矿区中间有 S505 省道穿过，紧邻黑里河国家级自然保护区，西北距离矿区 7.8km 处为道须沟生态旅游区。

矿区附近没有大型电力、水利等重要国民经济建筑物、构筑物及军事设施。

图 2-11 黑里河国家级自然保护区与矿区位置关系图

（二）矿泉水水源地保护区的划分

为了保护好矿泉水水质安全，需因地制宜做好水源井的卫生防护工作，根据矿泉水形成条件及水源地周围环境水文地质特征，对水源地及周围环境加以保护，防止矿泉水受到污染。因此考虑建立三级卫

生保护区。

一、I级卫生保护区（开采区）

根据《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ338-2018）中规定 I 级保护区是以开采井为中心，按以下公式计算的半径为半径的圆形区域。I 级保护区 T 取 100d。

$$R = \alpha \times K \times I \times T / n$$

α ——安全系数，一般取 150%（为了安全起见，在理论计算的基础上加上一定量，以防未来用水量的增加以及干旱期影响造成半径的扩大）

K——含水层渗透系数，m/d；K=0.76

I——水力坡度（为漏斗范围内的水力平均坡度），无量纲；I 取基岩区平均值 48.62‰

T——污染物水平迁移时间，d；T 取 100d

n——有效孔隙度，无量纲，采用水井所在区域代表性的 n 值。本次采取经验值 n=10%。

经计算 I 级保护区呈半径约为 56m 的圆形范围内的区域，面积 9847m²。该区域属开采保护区，周边以道路、居民区为主，需要完善井口保护设施、地面用混凝土浇筑，实行封闭管理。禁止修建与矿泉水无关建筑物，禁止堆放垃圾、杂物、禁建渗水厕所、禁牲畜圈养；禁止与开发矿泉水无关的人员居住或逗留，消除一切可能导致矿泉水水源污染因素。

二、II级卫生保护区（内保护区）

根据《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ338-2018）中规定 II 级保护区是以开采井为中心，按以下公式计算的半径为半径的圆形区域。II 级保护区 T 取 1000d。

$$R = \alpha \times K \times I \times T / n$$

α ——安全系数，一般取 150%（为了安全起见，在理论计算的基础上加上一定量，以防未来用水量的增加以及干旱期影响造成半径的扩大）

K——含水层渗透系数，m/d；K=0.76

I——水力坡度（为漏斗范围内的水力平均坡度），无量纲；I 取基岩区平均值 48.62‰

T——污染物水平迁移时间，d；T 取 1000d

n——有效孔隙度，无量纲，采用水井所在区域代表性的 n 值。本次采取经验值 n=10%。

经计算，II 级保护区呈半径约为 560m 的圆形范围内的区域，面积 984704m²。

上述区域要作为重点保护区需加以防护，在本区内禁止新建可能导致矿泉水水源水质、水量、水温改变的其它用途的开采井，规范排放生产、生活废水，应及时、加强处置废渣垃圾、圈养牲畜、消除渗水坑（塘），特别是修建无防渗设施的渗水厕所等破坏天然水源地水文地质条件的工程活动。

通过收集及采集矿泉水水源井枯、丰、平三期次 3 组样品送检至相关检测单位，目前水质未受影响，且锶含量具有增高趋势；该区污染源较少，可满足开发、建厂矿泉水项目的需要。随着未来生态环境治理显著提升、基础设施的愈加完善，经周边居民合理规划及建设，对废、污、厕的集中处理将得到科学统一、集中有效处理，将进一步保护了该区的地下水源水质。

三、III 级卫生保护区（外保护区）

矿泉水水源井取水目的层为深部基岩裂隙含水层，本次按矿泉水水源井补给及径流区划定：地表北部以宁城县与喀喇沁旗（锡伯河上游流域）分水岭为界，东部以黑里河上游流域与八里罕河分水岭为界，

西侧以河北省隆化县武烈河流域为界，南部以下拐河汇流处为界。主要偏向与补给区及上游区，面积约 216km²。仍以居民区及少量耕地为主，在该区内严禁进行可能引起含水层污染的各种人类工程（不能建设有毒物，污水放射性污染物排放的工厂等）活动。

除按要求设置卫生保护区，严格实施保护措施外，还要对矿泉水井水位、水温、水质进行长期监测，矿泉水生产企业至少每年对矿泉水水质进行一次系统监测工作，以及时查明矿泉水水质动态变化特征。

矿泉水三级保护区划分及范围见水源地保护条件图 2-12、2-13。

图 2-12 矿泉水水源地 I ~ II 级卫生保护区保护条件套合图

图 2-13 矿泉水水源地 II ~ III 级卫生保护区保护条件套合图

（三）矿区附近采矿活动

根据现场调查及向宁城县自然资源局矿业权管理信息系统查询，矿区 5km 范围内有***个采矿权，***。各矿权之间界限明晰，无争议及地质环境问题纠纷。

表 2-20 相邻矿权基本信息统计表

图 2-14 相邻矿山位置关系图

第七节 矿区生态修复工作情况

矿山为探转采新建矿山，探矿期间仅施工一眼矿泉水勘探孔，严格按绿色勘查要求施工，目前转为矿泉水井。矿山截止目前未开展过生态修复工程。

第八节 矿区基本情况调查监测指标

一、矿山生态调查及监测目标

对矿产资源开采造成的地质环境破坏、土地损毁和生态系统破坏(退化)等问题，依靠人工支持引导和自然恢复力，采取预防和修复措

施，使矿山地质环境达到安全稳定、损毁土地得到复垦利用、生态系统功能得到恢复或改善的活动。

在矿产资源开采过程中，对地质环境破坏与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏(退化)与恢复等开展监测评价，为矿山生态修复的过程监管、适应性管理和验收提供科学依据。

二、调查及监测总体要求

重点围绕监测范围内地质环境破坏与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏(退化)与恢复等，结合开采矿种、建设规模、开采方式、开采工艺、时序安排等，开采前对地质环境背景、土地资源现状和生态系统本底进行调查并监测，开采中对保护预防控制、损毁现状与拟损毁、复垦修复成效进行调查与监测，开采后对管理维护进行调查与监测。

1、收集矿区及采矿影响范围地形、地貌、气象、水文、生物等自然环境和社会经济资料，地层岩性、地质构造、水文地质、工程地质、矿体地质特征等地质环境背景资料，土地利用现状、土壤调查、国土空间规划等土地资源及规划资料，植被状况、生物多样性、生态系统类型等生态相关资料；

2、收集矿山生产建设情况、矿山范围拐点坐标、开采方案、环境影响评价报告、矿山地质环境保护与恢复治理方案、水土保持方案、征地文件以及遥感影像等资料；

3、结合收集资料，分析矿山地质环境恢复治理、土地复垦利用、生态系统恢复的规划与设定的复垦修复标准，整理矿山地质环境背景、土地资源现状和生态系统本底已有数据，结合监测评价目的，明确矿山地质环境、土地资源和生态系统监测评价需要补充调查的数据；

4、了解监测范围内交通、通信、供电和大地测量基准点等基础条件，掌握自然资源、林草、水利、农业农村、生态环境等行政部门、

科研机构开展的监测工作，包括监测内容、监测网点布设及监测方法等；

5、土壤与土地利用指标：土壤类型、土层厚度、有机质含量、pH 值、重金属及污染物浓度；损毁土地类型及面积、土壤侵蚀强度、占用土地合规性。

6、动态监测指标：地形稳定性、土壤质量改善幅度、植被覆盖年际变化、地下水水位/水质动态；基金使用与治理工程的对应关系（如土壤改良支出与土壤质量提升成效）、工程进度与计划符合度。

7、结合资料分析、矿山生态问题识别与初步诊断，制定监测评价方案，明确监测对象与范围、监测内容和指标、监测布点及频率、监测和评价方法、数据记录和存储、时间安排、经费预算、组织实施、质量控制及主要成果等。

表 2-21 矿区开采前生态修复监测内容与监测指标表

第三章 问题识别诊断及修复可行性分析

第一节 问题识别与受损预测

一、矿山生态修复范围

矿区生态修复评价对象为内蒙古冰石河矿泉水有限公司宁城县黑里河镇南毛扎子饮用天然矿泉水，矿区生态修复评价范围为拟申请矿权范围、矿业活动影响范围的不良地质因素存在的范围。

1、拟申请矿权范围

内蒙古冰石河矿泉水有限公司宁城县黑里河镇南毛扎子饮用天然矿泉水拟申请矿证范围面积***m²。

2、矿业活动影响范围

开采时考虑到矿泉水的流动性与Ⅱ级保护区的影响范围***m²。

3、矿区生态修复范围

综合考虑矿区与周边水文地质、水土环境影响、地灾影响等方面，综合确定矿区生态修复范围面积 984704m²。

图 3-1 矿区生态修复范围示意图

二、现状问题

（一）地质环境破坏现状

1、地质灾害危险性现状

矿区及周边未见土质、岩质高陡边坡，经现场调查，矿区生态修复影响范围内地质灾害不发育。现状评估地质灾害影响程度分级为较轻。

2、矿区含水层破坏现状分析

（1）含水层结构破坏

矿区内仅一眼矿泉水井，在现状条件下，矿山未开采，未对含水层造成破坏，对地下含水层结构产生影响程度较轻。

（2）对矿区及附近水源的影响现状分析

现阶段未开采，对矿区附近水源无影响。

综上所述，根据《编制规范》，现状评估对含水层破坏影响程度为较轻。

3、矿区地形地貌景观破坏

矿山紧邻黑里河国家级自然保护区，省道 S505 在矿区中穿过，现状对地形地貌景观的影响主要表现在已形成的井房。

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011），参考国家和地方相关部门规定的划分标准，将地形地貌景观破坏程度等级数确定为 3 级标准，分别定为：一级（较轻）、二级（较严重）、三级（严重）。可以定义如下：

- ① 较轻：地形地貌景观破坏程度轻微，轻微影响视觉效果；
- ② 较严重：地形地貌景观破坏程度较严重，中等影响视觉效果；
- ③ 严重：地形地貌景观破坏程度严重，严重影响视觉效果。

评价因素的具体等级标准目前国内外尚无精确的划分值，本方案通过选取合适的因素因子采用多因素评价法划分地形地貌景观的破坏程度等级。根据类似项目的地形地貌景观破坏因素调查情况，结合项目区实际情况，同时参考各相关学科的实际经验数据，选取因素因子，进而根据从重原则确定地形地貌景观破坏程度等级。

工程场地地形地貌景观程度评价因素及等级标准见表 3-1。

表 3-1 地形地貌景观破坏程度评价因素及等级标准表

表 3-2 地形地貌景观破坏程度评分界线表

根据表 3-1、表 3-2 通过各项评估因子对评估区内各场地打分，并进行场地的地形地貌景观现状评估。分述如下：

（1）井房

井房位于矿区的最南端，西侧紧邻省道 S505，在省道 S505 及黑里河国家级自然保护区的可视范围内，矿区东侧距离黑里河国家级自然保护区约 260m。井房在 2025 年为保护井口修筑，砖混结构，高度

2.5m。现状场地占地面积 0.0010hm²。场地的修建，降低了地形地貌景观的整体和谐度，现状评估场地对地形地貌景观影响较严重（见照片 3-1）。

表 3-3 地形地貌景观破坏程度评价表
照片 3-1 井房

（2）评估区其他区域

无破坏的土地，地形地貌景观及植被均保持原有自然状态，对地形地貌景观影响程度较轻。

综上所述，现状条件下各工程场地对地形地貌景观影响评估程度见表3-4。

表 3-4 地形地貌景观影响现状评估表
表 3-5 现状矿山地质环境问题说明表

（二）土地资源损毁现状

1、土地损毁程度评价指标

根据现场调查，结合矿方提供资料，损毁方式主要为压占。

根据国家和地方相关部门规定的划分标准，将土地损毁程度等级数确定为一级（轻度损毁）、二级（中度损毁）、三级（重度损毁）等 3 级标准。评估标准如下：

- ① 轻度损毁：土地破坏轻微，基本不影响土地利用功能；
- ② 中度损毁：土地破坏较严重，影响土地利用功能；
- ③ 重度损毁：土地严重破坏，丧失原有土地利用功能。

方案在矿区土地损毁程度评价中按矿山损毁土地类型来选择参评因素，并结合前人经验和各学科的具体指标，选择损毁类型土地的主要参评因素。矿业活动已损毁土地资源影响主要表现为矿山地面建设区对土地的压占，依据《土地复垦编制规程》对该矿山土地损毁情况进行现状评价，影响因素的等级标准划分见表 3-6。

表 3-6 土地损毁分级参考标准表
表 3-7 土地损毁程度评分界线表

2、土地损毁程度评价

(1) 井房

井房损毁面积 0.0010hm²，破坏土地利用类型为旱地。该区域损毁了土地的生态功能，原有植物也遭到损毁，损毁方式为压占，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表 3-8 土地损毁程度评价表

(2) 其他区域

其他扰动区未改变原有土地或破坏地表植被，地表原有功能完整，未对土地造成损毁。

综上所述，已损毁土地面积 0.0010hm²。见下表：

表 3-9 已损毁土地资源统计表

(三) 生态系统受损现状

1、植被损毁

通过遥感影像与实地植被状况调查，利用遥感影像提取归一化植被覆盖度，各功能区植被覆盖度统计详见表 2-12。

根据植被覆盖度统计结果反应现状单元场地中井房植被覆盖度为 0-10%，主要损毁旱地，但场地面积较小，对植被破坏范围较小，植被修复需要拆除、清运、覆土后复垦修复，故认为井房对植被损毁程度为“较严重”。

2、生物多样性丧失

根据现场调查，矿山现已建成矿泉水井房一处，面积为 0.0010hm²，对土地造成压占损毁，造成了地表植被的缺失；因基建期产生的噪音，使生活在矿区附近的鸟类和小动物受到影响逃离矿区，造成部分动物流失，矿山开采现状破坏面积小，未造成生物多样性丧失，可供鼠类、鸟类等多生物栖息，故认为上述场地对生物丧失程度为“较轻”。

3、水土流失问题

生态修复范围属西辽河流域上游山区 — 丘陵区，土壤侵蚀以风蚀与水蚀交错为主。区域多年平均土壤侵蚀模数约为 500–1500 t/(km²·a)，以微度 — 轻度侵蚀为主。

矿区生态修复范围内单元场地中，井房无植被覆盖，破坏了原始地表植被，植被涵养水源功能受到损毁，地表裸露区域面积增加，降水冲刷、风蚀等加剧表层土壤流失，加重水土流失问题，但破坏面积较小，因此认为上述场地对水土流失问题为“较严重”

4、土壤污染

为评价矿区生态修复范围内土壤污染程度，本次土壤样品取样位置为矿区内井房附近，采样方法为按《土壤质量决策单元-多点增量采样法》（GB/T 42489-2023）中采样方法进行采样。采用梅花形采样法采取 0~20cm 深的表层土。

检测项目：参照《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》基本项目要求，确定矿山土壤污染监测内容为砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍等。委托内蒙古铭科环境检测有限公司对土样进行了检测分析。土壤取样位置见下表：

表 3-10 样品信息表

分析方法：根据土地利用类型，拟建场地按《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）执行。检测结果详见下表：

表 3-11 土壤质量检测结果表

结果表明：送检样品检测参数的检测结果符合《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）表 1 中第二类用地筛选值的标准要求。

综上所述，评估认为矿山未进行开采活动，对土壤污染影响较轻。

5、水环境污染

本次为评价矿区水质及对矿区周边地下水环境质量状况，对矿区

矿泉水井、矿区南个人民井以及矿区上游东北矿泉点进行取样分析，具体取样位置见下表：

表 3-12（矿泉水井）样品信息表

矿泉水水井检测项目为：色度、浑浊度、铅(以 Pb 计)等共 49 项。

表 3-13（矿泉水井）地下水检测结果一览表

表 3-14 矿区南个人民井地下水检测结果一览表

表 3-15 矿区上游东北矿泉点地下水检测结果一览表

根据检测结果，矿泉水井水质检测结果符合 GB 8537-2018《食品安全国家标准 饮用天然矿泉水》及 GB2762-2022《食品安全国家标准 食品中污染物限量》标准。其余水质检测结果均未超过《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中Ⅲ类标准，目前矿区尚未开采，不存在生活污水及生产废水等。故现状水环境污染影响程度为较轻。

6、生态系统受损现状综合评价

参照《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》(GB/T 43933-2024)中 6.2.3 条款等相关规范，评估认为矿区生态环境影响程度见表 3-16。

表 3-16 矿区生态受损程度现状综合评价表

三、受损预测

（一）地质环境问题预测

1、地质灾害危险性预测

（1）抽排地下水引发地面沉降灾害的可能性

根据《开采方案》，采用潜水泵抽出地下水的开采方式，矿山生产规模为***万 t/a（***m³/d、年工作按***天计算）。根据《勘查报告》矿区内地下水补给量***m³/d，允许开采量为***m³/d，依据矿泉水水源地的气象、地质与地貌条件、水文地质条件、矿泉水动态特征及抽水试验等资料进行综合分析，该矿泉水补给充足，径流通畅，水质、流量稳定且天然补给量大于开采量。

综上所述，预测矿山生产期间，矿区因抽排地下水引发的地面沉降灾害可能性小。

2、含水层破坏预测

(1) 含水层结构破坏

矿山开采矿种为矿泉水，开采方式为地下开采，矿区内地下水补给量***m³/d，允许开采量为***m³/d，未来矿山开采后，不再新建抽水井，开采量较小，地下水位会整体小幅度下降，预测对地下含水层结构造成破坏程度较轻。

(2) 对矿区及附近水源的影响

矿区东侧紧邻黑里河，南北有村庄分布。根据《勘查报告》，矿泉水的来源为大气降水及南毛扎子东西两沟的侧向补给，地下水补给量大于开采量，影响半径***m，且当地农业灌溉对地下水的开采量相对较少，预测矿山活动对矿区及附近村庄居民生产生活用水影响较小。

综上所述，矿山开采对含水层结构、含水层水位影响较轻，对矿区及附近水源的影响较轻。预测矿山开采对含水层破坏影响程度较轻。

3、地形地貌景观破坏的预测

矿区内无重要地质地貌景观保护区和地质遗迹、人文景观分布区。矿山的建设、生产，可能对地形地貌景观产生不同程度的影响的主要因素为地面工程建设。

(1) 拟建办公楼

拟建办公楼位于矿区最北端，占地面积为0.0714hm²，在省道S505的可视范围内。建筑高度约6m，为2层砖混结构楼房。场地较为整平，拟建办公楼时不会产生切坡，预测场地的建设对地形地貌景观影响较严重。

照片 3-2 拟建办公楼

表 3-17 地形地貌景观破坏程度评价表

(2) 拟建原料库

拟建原料库位于拟建办公楼南侧，占地面积为0.1050hm²，在省道S505的可视范围内。建筑为一层钢结构，建筑高度约10m。场地

周边较为平整，拟建原料库时不会产生切坡，预测场地的建设对地形地貌景观影响较严重。

照片 3-3 拟建原料库

表 3-18 拟建原料库地形地貌景观破坏程度评价表

(3) 拟建生产车间

拟建生产车间位于拟建原料库南侧，占地面积为 0.2394hm²，在省道 S505 的可视范围内。建筑为一层钢结构，建筑高度约 10m。场地处于平缓地带，拟建场地时不会产生切坡，预测场地的建设对地形地貌景观影响较严重。

照片 3-4 拟建生产车间

表 3-19 拟建生产车间地形地貌景观破坏程度评价表

(4) 拟建停车场

拟建停车场位于井房北侧，长约 38m，宽约 10m，面层用水泥硬化，占地面积为 0.0455hm²，场地的建设对地形地貌景观影响较严重。

照片 3-5 拟建停车场

表 3-20 拟建停车场地形地貌景观破坏程度评价表

(5) 拟建矿区道路

矿区道路拟建在矿区外围及各个场地之间，路面宽 5m，长约 370m，水泥硬化路面，占地面积为 0.2187hm²，场地的建设对地形地貌景观影响较严重。

表 3-21 拟建矿区道路地形地貌景观破坏程度评价表

地面工程中，预测已建成的井房对矿区地形地貌景观破坏程度与现状一致，不再赘述。

表 3-22 地形地貌景观影响预测评估表

表 3-23 预测矿山地质环境问题说明表

(二) 土地资源损毁预测

1、土地损毁环节与时序

根据该项目的生产建设特点，该矿山为探转采新建矿山，矿山开采必定损毁土地资源，但在各个开采阶段和各个开采环节中，其损毁方式、损毁面积和破坏程度不尽相同，有所侧重。

（1）损毁环节

根据《开采方案》以及结合矿山现状确定的建设方案和生产工艺流程宁城县黑里河镇南毛扎子饮用天然矿泉水将矿山对土地造成损毁的环节为前期基建期损毁。

目前矿山建成 1 处井房，根据《开采方案》基建期拟建办公楼、原料库、生产车间、停车场及矿区道路，将对土地造成损毁，损毁形式为压占。

（2）损毁时序

经现场调查了解，矿山前期已建设 1 处井房，根据《开采方案》基建期拟建办公楼、原料库、生产车间、停车场及矿区道路。

各损毁单元损毁土地时序见表 3-24。

表 3-24 土地损毁时序表

项目	基建期	损毁形式
	2026.01~2027.12	
井房	已建成	压占
拟建办公楼		压占
拟建原料库		压占
拟建生产车间		压占
拟建停车场		压占
拟建矿区道路		压占

2、拟损毁土地单元划分

矿山将来开采拟损毁土地区域主要为拟建办公楼、原料库、生产车间、停车场及矿区道路，总面积 0.6810hm²。

3、土地损毁程度评价

方案在矿区土地损毁程度评价中按矿山损毁土地类型来选择参评因素，并结合前人经验和各学科的具体指标，选择损毁类型土地的主要参评因素。矿业活动拟损毁土地资源影响主要表现为矿山地面建设区对土地的压占，依据《土地复垦编制规程》对该矿山土地损毁情

况进行现状评价，影响因素的等级标准划分见表 3-36，地损毁程度评分界线见表 3-37。

依据损毁土地程度评价等级标准，对矿山土地破坏程度进行分析评价。

预测井房对矿区土地资源损毁程度评价结果与现状一致，不再重复赘述。

（1）拟建办公楼

拟建办公楼占地面积 0.0714hm^2 ，房屋高度平均约 5m，砾石含量 10%-30%，复垦难度中等。破坏土地利用类型全部为其他草地。损毁土地方式为占用。场地的建设导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表 3-25 土地损毁程度评价表（压占）

（2）拟建原料库

拟建原料库占地面积 0.1050hm^2 ，房屋高度平均约 10m，砾石含量 10%-30%，复垦难度中等。破坏土地利用类型全部为其他草地。损毁土地方式为占用。场地的建设导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表 3-26 土地损毁程度评价表（压占）

（3）拟建生产车间

拟建生产车间占地面积 0.2394hm^2 ，房屋高度平均约 10m，砾石含量 10%-30%，复垦难度中等。破坏土地利用类型全部为旱地。损毁土地方式为占用。场地的建设导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表 3-27 土地损毁程度评价表（压占）

（4）拟建停车场

拟建停车场占地面积 0.0455hm^2 ，砾石含量 10%-30%，复垦难度易。破坏土地利用类型全部为旱地。损毁土地方式为占用。场地的建

设导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表 3-28 土地损毁程度评价表（压占）

（5）拟建矿区道路

拟建矿区道路占地面积 0.2187hm²，砾石含量 10%-30%，复垦难度易。破坏土地利用类型为旱地 0.1050hm²，其他草地 0.1137hm²。损毁土地方式为占用。场地的建设导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表 3-29 土地损毁程度评价表（压占）

拟损毁单元地类统计表见表3-28。

表3-30 拟损毁土地资源统计表

（三）生态系统退化预测

井房生态系统损毁程度预测与现状评价一致，不再重复赘述。

1、植被损毁

井房、拟建办公楼、拟建原料库、拟建生产车间、拟建停车场、拟建矿区道路整体植被覆盖度低于 40%，场地建设面积较小，对植被破坏范围较小，植被修复需要拆除、清运、覆土后复垦修复，故认为上述场地对植被损毁程度为“较严重”。

2、生物多样性丧失

井房、拟建办公楼、拟建原料库、拟建生产车间、拟建停车场、拟建矿区道路，损毁植被类型为农作物及草地，导致啮齿类动物田鼠等无栖息地，但矿山开采破坏面积小，故认为上述场地对生物丧失程度为“较轻”。

3、水土流失问题

井房、拟建办公楼、拟建原料库、拟建生产车间、拟建停车场、拟建矿区道路剥离后无植被覆盖，虽然基建期计划对矿区进行美化工程，但是由于场地的修建破坏了原始地表植被，植被涵养水源功能受

到损毁，地表裸露区域面积增加，降水冲刷、风蚀等加剧表层土壤流失，加重水土流失问题，但因损毁面积较小，因此预测拟建场地对水土流失问题为“较严重”。

4、水环境污染

矿山划分了三级保护区，其中Ⅰ级保护区是半径约为 56m 的圆形范围内的区域。该区域属开采保护区，周边以道路、居民区为主，需要完善井口保护设施、地面用混凝土浇筑，实行封闭管理。禁止修建与矿泉水无关建筑物，禁止堆放垃圾、杂物、禁建渗水厕所、禁牲畜圈养；禁止与开发矿泉水无关的人员居住或逗留，消除一切可能导致矿泉水水源污染因素对地下水水质影响。Ⅱ级保护区呈半径约为 560m 的圆形范围内的区域，在该区内禁止新建可能导致矿泉水水源水质、水量、水温改变的其它用途的开采井，规范排放生产、生活废水，应及时、加强处置废渣垃圾、圈养牲畜、消除渗水坑（塘），特别是修建无防渗设施的渗水厕所等破坏天然水源地水文地质条件的工程活动。以下问题将对地下水水质产生影响：

（1）拟建生产车间等开采方案规划的建设单元可能对矿泉水水质的影响

《开采方案》规划的拟建生产车间、拟建停车场以及拟建原料库（部分）位于一级保护区内，不符合矿泉水Ⅰ级保护区划分的要求。拟建生产车间等可能会对矿泉水的特征指标产生影响。如界限指标：锶、偏硅酸、溶解性总固体等；限量指标：耗氧量、阴离子合成洗涤剂等；微生物指标：大肠菌群、粪链球菌、铜绿假单胞菌等；污染物指标：硝酸盐、亚硝酸盐等。

（2）省道可能对矿泉水水质的影响

省道 S505 在矿区中穿过，且紧邻矿泉水开采井，不符合矿泉水一级保护区的划分要求，若危险品运输车辆道路运输过程中发生侧

翻、泄露、碰撞、爆炸、火灾等突发情况，如不及时采取措施，可能会影响矿泉水水质。公路最常见污染是汽油、柴油、机油泄漏等，主要影响的是矿泉水的限量指标：矿物油、挥发酚、氰化物、重金属等；突发事件如车辆运输的危化品等，污染指标取决于车辆所运输的危化品成分。所以矿山需对可能发生的上述情况制定应急预案，当情况发生时，马上启动应急预案。

（3）周边村庄可能对矿泉水水质的影响

矿区上游为南毛扎子村，村庄位于Ⅱ级保护区内且村庄下游直接位于矿区内，明显不符合矿泉水Ⅱ级保护区划分的要求。最敏感最直接的为微生物指标：大肠菌群、粪链球菌、铜绿假单胞菌等；污染物指标：硝酸盐、亚硝酸盐等；限量指标：耗氧量、阴离子合成洗涤剂

（4）农田可能对矿泉水水质的影响

矿泉水井周边存在大面积耕地，残留的化肥、农药等会直接威胁矿泉水水质安全，不符合矿泉水Ⅰ级保护区划分的要求。可能影响矿泉水的感官指标：色度、浑浊度、PH 值等；污染物限量指标：硝酸盐、亚硝酸盐等；微生物指标：大肠菌群、粪链球菌等。

（5）其他

除上述情况，矿山产生的废水主要是生活污水和少量清洗废水。矿区周围自然环境洁净，员工均来自附近村庄，仅值班人员居住，产生少量生活废水，清洗废水与生活废水经过一体化处理设施处理后，应该管道排放至水源井下游影响半径之外。

综上所述，通过对于保护区内存在的问题，预测对地下水环境影响程度“严重”。

5、土壤污染

根据《开采方案》，开采矿种为矿泉水，无废石堆放，仅有少量生活垃圾，集中处理，并对周边旱厕做好防渗措施。

因此，预测矿山未来生产对周边土壤的污染的影响程度为较轻。

6、生态系统受损预测综合评价

参照《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43933-2024）中 6.2.3 条款等相关规范，评估认为矿区生态环境影响程度见表 3-31。

表 3-31 矿区生态受损程度预测综合评价表

四、问题诊断评价结论

（一）生态修复受损程度评价原则

本次矿区生态修复主要侧重于矿山开采后对矿区地质环境、生态环境有影响的工业场地等重点部位进行恢复治理或保护，根据矿山开采设计、规划、矿区地质环境及生态环境问题的类型、规模和危害程度，矿区生态修复受损程度评价遵循以下原则：

① 矿区生态修复受损程度评价包括整个矿区地质环境、土地资源问题、生态环境影响的评价范围；

② 矿区生态修复因素包括矿山地质灾害、采矿活动对含水层的影响、采矿活动对地形地貌景观的破坏、土地损毁、采矿活动对水土环境污染的影响、采矿活动对生态破坏等，依据上述因素的危害或影响程度进行分区评价；

③ 坚持以矿区地质环境及矿区生态环境现状评估结果、预测评估结果作为分区主导因素的原则；

④ 坚持“就大不就小、就高不就低、区内相似、区间相异”的原则；

⑤ 坚持“以人为本”搬迁避让与防治工程建设相结合的原则；

⑥ 坚持定性和定量相结合的原则；

⑦ 依据《生态修复方案编制指南》，样表7的要求，评估区划分为矿区损毁程度重度、轻度。

（二）矿区生态破坏程度综合评价

矿区生态修复分区应根据矿区地质环境影响与生态环境影响现状评估和预测评估结果，参照《矿区生态修复方案编制指南》（样表7），划分重度、轻度。需要说明的是，方案主要依据各建设单元可能对矿泉水水质的影响按照就高不就低的原则划分了矿区生态破坏程度综合评价分区，其中包括矿泉水水源井在内的建设单元均为重度，“其它区域”为轻度。鉴于地下水（矿泉水）具有流动性的特性，未来“重点”范围存在扩展到“其它区域”的可能性，因此生产期内矿山企业应该加强监测，通过监测数据及时调整矿区生态破坏程度综合评价分区。综合评价结果见表3-32。矿区生态破坏程度综合评价图见图3-2。

图 3-2 矿区受损程度综合评价图

表 3-32 损毁程度综合评价表

第二节 生态修复可行性分析

一、技术经济可行性分析

（一）地质环境治理可行性分析

1、地质灾害防治可行性分析

根据矿山地质灾害现状分析与预测，本矿采矿活动的矿山地质灾害主要为地面沉降灾害。矿山应进行定期进行巡查工作，采用 GNSS 监测预警设备，出现地面沉降情况及时处理。

矿山地质灾害预防、治理、监测、预警技术成熟可行，在技术上是有保障的、可行的。

2、含水层防治技术可行性分析

矿山采用地下开采方式开采，使用水泵抽水，矿区天然补给量 $***\text{m}^3/\text{d}$ ，可开采量为 $***\text{m}^3/\text{d}$ ，生产规模为 $***\text{万 m}^3/\text{a}$ （ $***\text{m}^3/\text{d}$ 、年工作按 $***\text{天}$ 计算），该矿山为流体矿产，天然补给量大于开采量，

待矿业活动结束后，以自然恢复为主，预测可基本恢复至矿业开采前的状态。矿山企业必须严格按照《开采方案》中生产规模进行开采，杜绝超采，防止引发地面沉降灾害。含水层破坏预防和治理措施切实可行，并可达到实施的目标。

3、地形地貌景观防治技术可行性分析

根据前文叙述，矿区紧邻黑里河国家级自然保护区，西北距离道须沟生态旅游区 7.8km。矿山生产活动对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较小，对现有地表地形地貌景观影响较严重。

对地形地貌景观的修复措施为：

① 对井房、拟建办公楼、拟建原料库、拟建生产车间采取建筑物拆除、清理建筑垃圾、场地整平等工程措施；

② 对拟建停车场、拟建矿区道路采取地面拆除、清理建筑垃圾、场地整平等工程措施；

上述地形地貌景观损毁防治措施切实可行，同类矿山已有很多比较成熟的矿区生态修复技术与方法，因此，矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）治理技术可行。

4、地质环境治理经济可行性分析

通过上述地质环境治理工程，经估算，矿山地质环境治理总费用为 612.74 万元，经费全部由矿山企业自筹。根据矿山提供的《可行性研究》资料，矿山达产年税前利润***万元/a，税后利润***万元/a。矿山地质环境治理工程在项目总投资中占比不大，建设投资回收期较短，矿山企业有能力实施该工程。

（二）土地复垦可行性分析

根据前文土地损毁问题诊断评价结果，拟建办公楼、拟建原料库、拟建生产车间、拟建停车场、拟建矿区道路、井房等对土地造成了损毁，表层土壤结构被彻底破坏，对损毁区域进行修复的主要工程为土

壤重构、植被重建。

土壤重构工程针对拟建办公楼、拟建原料库、拟建生产车间、拟建停车场、拟建矿区道路、井房表层土壤彻底破坏的区域，主要土壤重构措施为覆土工程，满足植被生长条件的土壤重新覆于地表，并对土层进行施肥，有利于改善土壤的理化性质以及土壤圈的生态环境，创造植被恢复的条件。

植被重建工程对土壤表面设计恢复植被，植被类型参照损毁区域原生的植被种类及周边区域的植被种类设计，并结合当地自然气候条件，土地利用现状及国土空间规划等相关规划实施，选择成活率高、易于管理、植种简单、适合当地植被生长的植被类型，方案设计以耐旱耐寒草籽采用人工撒播的方式进行植被重建。

上述土地复垦技术中土壤重构工程与植被恢复措施均为常规施工项目，技术上比较成熟，应用比较普遍，操作难度简单，较容易达到治理目的，实施相对切实可行。

通过上述土地复垦工程，经估算，矿山土地复垦工程总费用为612.74万元，经费全部由矿山企业自筹。根据矿山提供的《可行性研究》资料，矿山达产年税前利润***万元/a，税后利润***万元/a。矿山地质环境治理工程在项目总投资中占比不大，建设投资回收期较短，矿山企业有能力实施该工程。

（三）生态系统修复可行性分析

1、植被恢复技术可行性分析

评估区损毁地类为耕地、草地，结合矿山及周边地形地貌综合分析，矿山开采结束后，修复区经地貌重塑、土壤重构工程后，可以满足恢复耕地、草地要求，植被恢复技术可行。

2、生物多样性恢复可行性

通过矿区植被重建，优先选择本地耐贫瘠的乡土草本植物，预计

可在 3-5 年内形成稳定的植被覆盖层，逐步提升物种多样性。土壤改良是植被恢复的基础，可通过施加有机肥改善土壤肥力，使用石灰中和酸性土壤，并种植特定的超富集植物，为后续植物定植创造有利条件。建立完善的监测体系是保障恢复效果的关键，利用红外相机监测野生动物活动，布设水质传感器跟踪污染变化，并定期评估物种丰富度、群落结构等生态指标，以便根据实际情况动态调整修复策略，确保生态系统恢复的稳定性和可持续性。

以上技术较成熟、可操作性强，因此，矿区生物多样性的恢复是可行的。

3、水土流失恢复可行性

针对水土流失问题，主要的工程措施为快速控制侵蚀的基础。例如在矿区道路两旁种植景观树、灌丛篱，建筑空地种植草坪等。生物措施的核心在于利用植被固土保水，种植具有发达深根系的植物能有效增强土壤的抗侵蚀能力。在地表覆盖枯枝落叶或秸秆等有机物，可以减少水分蒸发，缓冲雨滴对土壤的直接冲击，并抑制土壤流失。管理措施强调科学规划和长期维护，需要划分生态恢复的优先区域，并建立长效的维护机制，定期巡查工程设施的有效性，及时进行维护。

以上技术较成熟、可操作性强，同时也是也是矿山日常工作不可分割部分因此，矿区水土流失恢复是可行的。

4、水污染防治可行性

矿山开采方式为地下开采，评估区产生的大气污染物主要为汽车尾气，通过洒水降尘、加强运输道路两侧及矿区周围绿化等措施后，能够满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中颗粒物无组织排放浓度限值要求，环境空气质量标准基本维持在现状水平。在基建期对建筑物做好防渗工程，矿区产生的废水主要为员工生活废水及清洗废水，不在 I 级卫生保护区内设置渗水井、排水坑，生

产废水与生活污水必须经过一体化处理设施处理后，管道排放至水源井下游影响半径之外；不会对黑里河水源地及矿山周边居民地下水水质造成影响。水环境污染防治主要强调预防及监测，在技术上是可行的。

5、土壤污染防治可行性

矿泉水属流体矿产，不会产生废石，仅在开采期间产生少量生活垃圾，矿山定点收集，定时排放，妥善处理。

土壤污染防治主要强调预防及监测，在技术上是可行的。

6、矿区生态系统恢复经济可行性

经调查询问，参考同类矿山生态修复恢复成本，初步估算每亩修复成本约 15-20 万元/公顷，矿区生态系统恢复总面积 0.6810hm²，矿区生态系统恢复总费用为***万元，经费全部由矿山企业自筹。根据矿山提供的《可行性研究》资料，矿山达产年税前利润***万元/a，税后利润***万元/a。矿山地质环境治理工程在项目总投资中占比不大，建设投资回收期较短，矿山企业有能力实施该工程。

二、目标方向可行性分析

（一）参照生态系统确定

1、矿区自然条件分析

（1）气候与地形

本区属温带半干旱大陆性季风气候，冬季漫长寒冷，多偏北风，雨雪稀少；春季干旱多风，气温回升快；夏季炎热，多偏南风，雨热同期，降水集中；秋季雨水偏少，气候多变，昼夜温差大，6-10 月为丰水期，5 月、11 月为平水期，1-4 月与 12 月为枯水期地势总体由西北向东南倾斜，最高海拔 1888m，位于喀喇沁与黑里河镇交界处葫芦峪西北，最低海拔 770m，位于打鹿沟门南黑里河河谷。根据本区地貌形态特征，将矿区地貌类型划为中山与河谷平原。山顶多呈尖顶状，

其次呈长梁状、锯齿状，地势陡峭，坡角多在 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ；局部直立形成悬崖峭壁，冲沟发育，多呈“V”字型。河谷宽缓而较平坦，微向下游倾斜，宽 50~600m 不等。河谷前缘与阶地界线较明显，两者呈陡坡相接，坡高 1~3m，坡度 $5 \sim 15^{\circ}$ 。

（2）矿区植被

①森林植被

矿区位置属暖温带落叶阔叶林带，山体阴坡低海拔区域，是油松与山杨白桦的混交林，高海拔地带是山杨白桦混交林，并逐渐过度到亚高山草甸，石质山地为山杏、绣线菊、杜鹃花灌丛。

②草甸植被

山地杂类草草甸分布于山体顶部较平坦且土层较厚地区，亚高山地带林间空地形成了亚高山草甸和林缘草甸。山地杂类草甸植物种类丰富，植被覆盖度为 40%左右，主要植物种有白莲蒿、羊草、苔草、地榆等。

③灌丛植被

灌木林植被主要为山杏灌丛、绣线菊灌丛、杜鹃花灌丛，山杏灌丛建群种山杏为中生落叶阔叶灌木，区系地理成分为华北分布种。山杏灌丛是华北山地常见的一种灌丛，群落盖度可达 50%，灌木层除建群种山杏外，常见的伴生种有土庄绣线菊；杜鹃花灌丛生于山地落叶松林、桦木林下或林缘。

④农田植被

农田植被多为玉米、土豆等。

（3）土壤环境

1、耕地土壤

该区域耕地土壤为棕壤土，颜色为暗灰棕色，母岩为花岗岩，土壤质地为轻壤，一般为 0-30cm，根据《环评报告》，pH 值 7.88，砾

石含量 15%-20%，坡度<5°，灌溉保证率 75%，土壤容重为 1.04g/cm³，且无重金属、农药残留和工矿企业污染，主要种植植物为玉米、大豆。

2、草地土壤

草地土壤以棕壤土为主，土层厚度一般 0-20cm。有机质含量 16.8g/kg，pH 值 7.56，砾石含量 15%-20%，该区地上凋落物一年左右便可腐解，地下部分每年死亡腐解约 35%-40%。土壤容重为 1.06g/cm³，土壤结构疏松，孔隙度高，通气透水性良好，利于植物根系生长发育。

2、矿区周边的生态系统

矿区周边未受损生态系统主要为森林山体生态系统，根据《赤峰市国土空间总体规划（2021-2035 年）》、《赤峰市生态环境保护“十四五”规划》等相关规划，矿山及周边为矿业生产活动区，土地类型以耕地、草地为主（生态系统典型照片见照片 3-6、3-7），根据季节变化主要植物群落相应变化，生态结构较为单一。矿区内未损毁的森林生态系统为珍贵动物栖息地，无动物迁徙路线途经本区。

经现场实地调查，矿区周边受损的生态系统主要为农田生态系统、草甸生态系统。

（1）农田生态系统

矿区内部分为当地居民所有的农田生态系统，主要种植玉米、谷子、大豆等适应当地气候的农作物为主，农田生态系统占评估区总面积的 17.6%。

损毁土地复垦修复为耕地后，归还当地村民，可发展当地农作物经济。

（2）草甸生态系统

矿区周边分布自然生长的草甸生态系统。草本植物有黄蒿、冰草，白草、狗尾草、赖草、针茅等，发挥着保持水土、净化空气的生态作用，草甸生态系统占评估区总面积的 20.5%。

损毁土地复垦修复为草地后，草本植物生长快，能快速覆盖固定土壤、减少水土流失，还能可净化周边空气，修复矿区自身生态，形成生态屏障。

照片 3-6 矿区森林山体生态系统典型照片

照片 3-7 矿区农田系统典型照片

（二）复垦修复方向

1、土地复垦适宜性评价

（1）评价原则

① 符合国土空间规划，并与其他规划相协调

复垦修复应符合《宁城县国土空间生态修复规划(2021-2035 年)》，避免盲目投资、过度超前浪费土地资源，符合规划分区管控的要求。

② 因地制宜、农用地优先的原则

土地利用方式必须与周边生态环境特征相适应。根据被损毁前后土地拥有的基础设施，因地制宜，宜农则农，宜林则林，宜牧则牧，宜渔则渔。

③ 综合效益最佳原则

在确定生态修复方向时，首先考虑可行性和综合效益，选择最佳的生态修复方向，根据生态状况是否适宜修复为某种用途的土地，或以最小的投入取得最佳的经济效益、社会效益和生态效益。考虑到生产建设项目对矿区及周围环境造成的影响，重点考虑生态效益，以恢复生态环境功能为主。

④ 主导限制因素与综合平衡原则

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

⑤ 生态修复后土地可持续利用原则

土地损毁是一个动态过程，复垦修复的适宜性也随损毁等级与损毁过程而变化，具有动态性，在进行复垦修复土地的适宜性评价时，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的变化，确定复垦修复方向。复垦修复后的土地应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，应保证生态安全和人类社会可持续发展。

⑥ 经济可行与技术合理性原则

复垦修复所需的费用应在保证修复目标完整、效果达到复垦修复标准的前提下，兼顾复垦修复成本，尽可能减轻企业负担。复垦修复技术应能满足复垦修复工作顺利开展、效果达到复垦修复标准的要求。

⑦ 社会因素和经济因素相结合原则

在进行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、生产力水平和生产布局等）。

（2）复垦修复单元的划分

复垦修复单元是适宜性评价的基本单元，同一评价单元内的土地特征、复垦修复利用方向、复垦修复措施应基本一致。对农林牧业利用类型的适宜性和适宜程度及其地域分布状况，都是通过评价单元及其组合状况来反映的。评价单元的划分与确定应在遵循评价原则的前提下，根据评价区的具体情况来决定。

根据矿山实际情况，本项目复垦修复单元有拟建办公楼、拟建原料库、拟建生产车间、拟建停车场、拟建矿区道路及井房共 6 个评价单元。

通过上述定性分析，可以确定土地复垦初步方向为耕地、草地。该复垦方向与当地自然生态环境相适应，与复垦区相关政策一致，具

有经济、社会和群众基础，有利于最大限度的发挥该复垦项目的综合和长远效益，使经济效益、社会效益和环境效益相统一。评价单元的划分见表 3-33。

表 3-33 评价单元划分表

(3) 评价因素等级标准的确定

根据初步确定的复垦修复方向，结合复垦修复单元的特点，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。

根据评估区自然环境特征，结合矿山土地破坏特点、地类等有关指标，本方案复垦修复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、土地破坏前的土地利用状况、破坏土地复垦修复的客观条件。

根据《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）和相关政策法规，同时借鉴同类矿山土地复垦适宜性评价中参评因素属性及权重的确定方法，把土地复垦适宜性评价等级数确定为 4 级标准，分别定为：一级（比较适宜）、二级（勉强适宜）、三级（不适宜）、四级（难利用）。参评因素应选择对土地利用影响明显且相对稳定的因素。通过将参评因素状态值对农、林、牧的影响状况及改良程度的难易与各地区自然条件进行比照，进一步对复垦区的土地适宜性影响明显的因子进行等级划分，得出各因子权重。

本方案选出 7 项参评因子，包括地形坡度、有效土层厚度、土壤有机质、土壤质地、损毁程度、降雨量、区位条件（道路设施）。各参评因素的分级指标见表 3-34。

表 3-34 拟复垦土地适宜性评价的参评因子、权重及等级表

设每一评价单元有 n 个单因子加权评价指数，则加权指数和可表示为：

$$R(j) = \sum_{i=1}^n F_i \times W_i$$

其中：式中：

$R(j)$ —第 j 单元的综合得分；

F_i —第 i 个参评因子的等级指数；

W_i —第 i 个参评因子的权重值；

n —参评因子的个数。

根据加权值与复垦方向对照表，确定拟复垦土地的复垦方向，加权值与复垦方向见表 3-33。

表 3-35 加权值与复垦方向对照表

(4) 评价单元土地质量状况

根据评价单元土地质量，对照拟复垦土地适宜性评价的参评因子、权重及等级表，计算出各评价单元的适宜性评价加权值，根据加权值对照表加权值与复垦方向对照表，确定各个评价单元的复垦方向。各评价单元土地质量见表 3-36。

表 3-36 各评价单元土地质量表

(5) 评价等级及土地复垦适宜性评价结果

评价单元适宜性评价加权值及土地复垦结构调整表见表 3-37。

表 3-37 评价单元适宜性评价加权值及土地复垦结构调整表

评价单元	单元面积 (hm ²)	复垦方向	复垦面积 (hm ²)
拟建办公楼	0.0714	耕地	0.0714
拟建原料库	0.105	耕地	0.1050
拟建生产车间	0.2394	耕地	0.2394
拟建停车场	0.0455	耕地	0.0455
拟建矿区道路	0.2187	草地	0.2187
井房	0.0010	耕地	0.0010
合计			0.6810

依据适宜性等级评定结果，对于多宜性的评价单元，综合分析复垦区自然条件和社会条件，结合公众意见和政策因素，并考虑工程施工难易程度以及技术可行性等方面的因素，结合采区的生态环境特点、

植被类型，根据因地制宜的原则，复垦后土地可持续利用原则以及综合效益等原则，复垦方向为旱地和人工牧草地。

（6）最终复垦方向确定

根据选定的参照生态系统为目标，结合宁城县国土空间生态修复规划、公众参与意见及当地社会经济因素等确定最终复垦修复方向。

① 国土空间规划

根据《宁城县国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》，宁城县黑里河镇处于中山-沟谷平原，未破坏森林山体生态系统，构建农田生态系统；损毁土地修复为耕地后归还当地村民。从国土空间规划角度考虑，复垦修复方向以耕地为主。

（2）公众参与意见

根据对矿区所在地村民进行问卷调查，村民中多数人认为复垦修复方向应以生态利用、保持良好的生态环境为主，宜耕则耕，宜林则林，宜草则草，并与周边土地利用类型相一致，考虑公众参与意见，复垦修复方向以耕地、草地为主。

综合考虑以上因素，场地根据复垦难易程度，相应恢复旱地以及人工牧草地。

2、周边矿山生态修复工作案例分析

经现场调查，周边无可供参考的矿山生态修复工作案例。

3、水土资源平衡分析

（1）土方平衡分析

① 复垦需土量

评估区复垦责任区面积 0.6810m^2 ，复垦旱地覆土厚度 1.0m ，复垦草地覆土厚度 0.3m 基建期绿化需土量 1757m^3 ，合计共需覆土 7036m^3 （需求量见表 3-38）。

表 3-38 复垦需土量计算表

场地名称	损毁面积 (hm^2)	地类名称	面积 (hm^2)	复垦方向	复垦面积 (hm^2)	覆土厚度 (m)	需土量(m^3)
拟建办公楼	0.0714	其他草地	0.0714	旱地	0.0714	1.0	818
拟建原料库	0.105	其他草地	0.105	旱地	0.105	1.0	1167
拟建生产车间	0.2394	旱地	0.2394	旱地	0.2394	1.0	2550
拟建停车场	0.0455	旱地	0.0455	旱地	0.0455	1.0	575
拟建矿区道路	0.2187	其他草地	0.2187	人工牧草地	0.2187	0.3	1916
井房	0.0010	旱地	0.0010	旱地	0.0010	1.0	10
合计	0.6810		0.6810		0.6810		7036

② 土源供应分析

矿山开采前需对拟建场地进行表土剥离，土壤厚度 0.3-0.5m，由于部分区域砂砾卵石较多，土层较薄，厚度 0.1-0.2m，整体按平均剥离量 0.2m 考虑，拟建场地剥离面积 0.6810hm^2 ，则表土总剥离量为 1360m^3 。矿山剥离表土全部用于矿山景观绿化工程，覆土量为 1757m^3 。剥离表土不能满足矿山景观绿化工程，不足部分及后期复垦覆土土源需外购。

(2) 水资源平衡分析

① 供水量分析

由于沟谷区上层多为粉土、砂砾卵石等，基岩与第四系全新统冲积层之间无隔水层，二者形成统一的含水层，易接受大气降水及松散岩孔隙潜水垂直补给。根据《开采方案》，矿泉水井的生产规模为 $15\text{万 m}^3/\text{a}$ ($500\text{m}^3/\text{d}$)，该矿山为流体矿产，天然补给量远远大于开采量，且绿化面积小，可供矿区绿化用水。

② 用水量分析

本矿区复垦责任区内主要复垦单元为耕地、草地，复垦耕地面积 0.4623hm^2 ，草地 0.2187hm^2 ，根据《行业用水定额》(DB15/T 385-2025)，生态用水定额。矿区总灌溉保证率 75%，赤峰市定额值为 2200 立方米/公顷。矿区总复垦面积为 0.6810hm^2 ，总用水方量为 1498.2m^3 ，总灌溉年数为 27 年，则每年灌溉需水量为 56m^3 ，每年春季返青期及秋季各进行灌溉 1 次，每次灌溉需水量为 28m^3 ，矿区生产水满足灌溉

需水量。

复垦季节选择春季，植物休眠期需水量少，有利于成活。鉴于草地生长初期需要一定的灌溉措施来保证成活率，期间需经历 3 年时间，待复垦稳定后可转为依靠自然降水，所以初期灌溉用水均为矿区统一用水，灌溉方式为人工洒水。

（三）土地复垦质量要求

参照《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013），矿区位于东北山丘平原土地，根据《土地复垦质量控制标准》中“表 D.1 东北山丘平原土地复垦质量控制标准”，各土地复垦质量控制标准如下：

表 3-39 东北山丘平原土地复垦质量控制标准

三、边开采、边修复可行性分析

边开采、边修复模式通过将矿山开采与生态修复在时空上同步规划与实施，具备显著的技术可行性与经济合理性。在技术层面，现代矿山开采技术可实现采场作业面的精准控制，结合遥感监测、土壤重构、植被重建等生态修复技术，能够在开采过程中同步开展初期植被恢复，有效降低后期大规模修复的技术难度；经济层面，该模式可通过优化剥离物堆存与再利用方案、减少后期修复的土方转运成本、提前实现复垦修复收益等方式，降低整体工程成本，同时避免生态环境破坏后的高额生态修复费用；生态层面，同步修复能最大限度减少地表裸露时间，降低水土流失、扬尘污染等生态风险，维护区域生态系统的连续性与稳定性。

根据《建设用地预审与选址意见书》，征用范围为***m²，《开采方案》设计的场地，包括井房、办公楼、原料库、生产车间、停车场及矿区道路均在《建设用地预审与选址意见书》批的建设用地范围内。矿山生产规模为***万 t/a，属于大型，结合绿色矿山建设，优化矿区景观格局，本方案本着边开采、边修复的原则，结合矿山实际

情况，将矿区美化列入近三年治理。

1、近三年修复工程

（1）对拟建矿区道路周围覆土、整平、恢复植被等修复措施；

（2）对矿区入口空地、拟建办公楼、拟建原料库、拟建生产车间、井房覆土、整平、恢复植被等修复措施。

2、开采期修复工程

矿山开采矿种为矿泉水，除《开采方案》拟建场地外不再拟建其他损毁单元，所以不会对矿区其他区域进行破坏；同时在开采期做好矿区覆土绿化等修复工作，避免矿区其他区域受到生态破坏。

应用生态修复技术可快速恢复地表功能，减少水土流失风险。

第三节 生态修复分区及修复时序安排

一、矿区生态修复分区

（一）分区原则及方法

矿区生态环境具有自然、社会和资源三重属性，因此，矿区生态修复分区原则首先要坚持“以人为本”，根据矿山开发生态环境影响程度级别，充分考虑地质环境影响、土地损毁、生态受损与退化等现状和预测评估情况，结合矿山生产影响对象的重要程度及造成的损失大小，按照危害程度、轻重缓急，对矿区生态修复的问题分期、分阶段治理，进行分区、规划。

本次矿区生态修复主要侧重于矿山开采后对矿区地质环境影响程度、土地只有损毁程度、生态系统受损程度等，根据矿山开采设计、规划、矿区地质环境及生态环境问题的类型、规模和危害程度，矿区生态修复分区遵循以下原则：

① 矿区生态修复分区包括整个矿区生态修复影响范围；

② 矿区生态修复方案分区因素包括矿山地质灾害、采矿活动对含

水层的影响、采矿活动对地形地貌景观的破坏、土地损毁、采矿活动对水土环境污染的影响、采矿活动对生态破坏等，依据上述因素的危害或影响程度进行分区；

③ 坚持以矿区地质环境及矿区生态环境现状评估结果、预测评估结果作为分区主导因素的原则；

④ 坚持“就大不就小、就高不就低、区内相似、区间相异”的原则；

⑤ 坚持“以人为本”搬迁避让与防治工程建设相结合的原则；

⑥ 坚持定性和定量相结合的原则。

（二）分区结果

根据现状与预测的矿区地质环境影响程度、土地资源损毁程度、生态系统受损程度评价结果，对矿区生态修复分区如下：

表 3-40 矿区生态修复分区表

修复分区单元	存在问题	损毁面积 (hm ²)	地类名称	地类面积（hm ² ）	复垦方向	复垦面积	综合评价 结果
拟建办公楼	地质环境问题	0.0714	其他草地	0.0714	旱地	0.0714	重度
	土地损毁						
	生态受损与退化						
拟建原料库	地质环境问题	0.1050	其他草地	0.1050	旱地	0.1050	重度
	土地损毁						
	生态受损与退化						
拟建生产车间	地质环境问题	0.2394	旱地	0.2394	旱地	0.2394	重度
	土地损毁						
	生态受损与退化						
拟建停车场	地质环境问题	0.0455	旱地	0.0455	旱地	0.0455	重度
	土地损毁						
	生态受损与退化						
拟建矿区道路	地质环境问题	0.2187	旱地	0.0010	旱地	0.0010	重度
	土地损毁						
	生态受损与退化						
井房	地质环境问题	0.0010	旱地	0.1050	人工牧草地	0.2187	重度
	土地损毁		其他草地	0.1137			
	生态受损与退化						

（三）土地复垦区与复垦责任范围

1、复垦区

土地复垦区为生产建设项目损毁土地。根据土地损毁分析及预测结果，本评估区内无永久性建设用地，本矿复垦区为已损毁和拟损毁土地之和。

据此确定矿山土地复垦区面积0.6810hm²。

（2）复垦责任范围

复垦责任范围面积=损毁土地面积+须复垦的占用土地面积≥复垦区面积。

本方案复垦范围为复垦责任区面积0.6810m²，土地复垦责任范围均进行土地复垦，土地复垦率为100%。

主要复垦单元及复垦责任区主要拐点坐标见表3-41。

表 3-41 复垦责任范围主要拐点坐标

二、修复时序安排

宁城县黑里河南毛扎子饮用天然矿泉水属探转采新建矿山，矿土地损毁环境和时序主要为基建期、生产期、修复管护期三个阶段，根据“边开采、边修复”原则，基建期即（2026 年 1 月-2027 年 12 月），生产期即（2028 年 1 月-2047 年 12 月），修复管护期即（2048 年 1 月-2052 年 12 月），矿区生态修复时序表见表 3-42。

表 3-42 矿区生态修复时序表

序号	修复分区单元	损毁面积 (hm ²)	损毁时期	稳定时限	修复时期	修复时限	管护时限
1	井房	0.0714	基建期	2047 年	修复管护期	2049 年	2052 年
2	拟建办公楼	0.1050	基建期	2047 年	修复管护期	2049 年	2052 年
3	拟建原料库	0.2394	基建期	2047 年	修复管护期	2049 年	2052 年
4	拟建生产车间	0.0455	基建期	2047 年	修复管护期	2049 年	2052 年

5	拟建停车场	0.2187	基建期	2047 年	修复管护期	2049 年	2052 年
6	拟建矿区道路	0.0010	基建期	2047 年	修复管护期	2049 年	2052 年

第四节 采矿用地与复垦修复安排

一、采矿用地安排

根据《建设用地预审与选址意见书》，《开采方案》设计的场地，包括井房、办公楼、原料库、生产车间、停车场及矿区道路均在《建设用地预审与选址意见书》批的建设用地范围内。本方案不涉及到临时用地。

二、用地拟复垦情况

建设用地范围属于河谷平原，地势开阔平坦，根据因地制宜、复垦后土地可持续利用原则以及综合效益等原则，复垦方向为耕地、人工牧草地；复垦耕地 0.4623hm²，占复垦总面积的 67.89%，复垦草地 0.2187hm²，占复垦总面积的 32.11%，注重生态环境的保护（复垦单元复垦大地类结构调整见表 3-43）。

表 3-43 评价单元适宜性评价土地复垦结构调整表

场地名称	损毁面积(hm ²)	地类名称	面积(hm ²)	复垦方向	复垦面积(hm ²)	修复时限
拟建办公楼	0.0714	其他草地	0.0714	旱地	0.0714	2048.01-2052.12
拟建原料库	0.105	其他草地	0.105	旱地	0.105	2048.01-2052.12
拟建生产车间	0.2394	旱地	0.2394	旱地	0.2394	2048.01-2052.12
拟建停车场	0.0455	旱地	0.0455	旱地	0.0455	2048.01-2052.12
井房	0.0010	旱地	0.0010	旱地	0.0010	2048.01-2052.12
拟建矿区道路	0.2187	旱地	0.1050	人工牧草地	0.2187	2048.01-2052.12
		其他草地	0.1137			
合计	0.6810		0.6810		0.6810	

表 3-44 矿区生态修复目标及土地利用变化表

一级地类		二级地类		损毁前		生态修复目标		面积增减
编码	名称	编码	名称	面积	质量	面积	质量	
		0103	旱地	0.3909	四等	0.4623	四等	+0.0714
04	草地	0404	其他草地	0.2901	四等	0	/	-0.2901
		0403	人工牧草地	0	/	0.2187	三等	+0.2187
合计				0.6810		0.6810		

表 3-45 矿区用地与复垦修复计划表

用地信息							复垦修复计划			
序号	原地类	范围	面积 (hm ²)	质量	是否为 临时用地	批准（计划） 使用期限	目标地类	面积 (hm ²)	质量	批准（计划） 复垦修复期限
拟建办公楼	其他草地	各个区 块修复 范围拐 点坐标 见续附 表 5	0.0714	三等	拟申请建设用地	至 2052 年 12 月	旱地	0.0714	四等	2048.1-2052.12
拟建原料库	其他草地		0.105	三等	拟申请建设用地	至 2052 年 12 月	旱地	0.105	四等	2048.1-2052.12
拟建生产车间	旱地		0.2394	四等	拟申请建设用地	至 2052 年 12 月	旱地	0.2394	四等	2048.1-2052.12
拟建停车场	旱地		0.0455	四等	拟申请建设用地	至 2052 年 12 月	旱地	0.0455	四等	2048.1-2052.12
井房	旱地		0.0010	四等	拟申请建设用地	至 2052 年 12 月	旱地	0.0010	四等	2048.1-2052.12
拟建矿区道路	旱地、其他草地		0.2187	四等	拟申请建设用地	至 2052 年 12 月	人工牧草地	0.2187	三等	2048.1-2052.12

第四章 生态修复措施与工程内容

第一节 保护与预防控制措施

一、敏感目标保护

根据前文叙述，矿山拟申请采矿权与生态保护红线、Ⅰ级和Ⅱ级保护林地、天然林保护重点区域、基本草原、国际重要湿地、国家重要湿地、世界自然（自然与文化）遗产地、沙化土地封禁保护区不重叠。

（一）矿泉水水源地

1、保护措施

在保护区边界设置防护围栏、警示标识，明确管控范围，杜绝人畜、农机随意进入核心保护区域；持续开展保护区周边耕地土壤生态改良，推广有机肥、生物肥替代化肥，提升土壤自净能力，从源头减少地下水污染隐患。日常管理层面，建立水源地专项巡查机制，定期排查省道交通隐患、农田违规农事作业行为，建立施肥、施药、道路管护台账；常态化开展矿泉水井水、周边浅层地下水水质监测，重点跟踪硝酸盐、农药残留、石油类、溶解性总固体等关键指标变化，动态掌握水质状况。同时落实分区管控责任，严格执行水源地保护相关规范，持续规范周边农业生产与道路交通管理，长效防范双重污染风险，保障矿泉水水源天然水质特征与供水安全。

2、避让措施

鉴于现状矿泉水水源井周边存在村庄省道与规划建设的拟建生产车间等建设单元，不符号水源地保护区（特别是Ⅰ级卫生保护区）划分要求的实际情况，矿山企业应该编制矿泉水水源地保护与整改方案，并聘请相关专家进行技术论证，依据专家技术论证结果采区必要

的矿泉水水源地保护与整改措施，确保未来矿泉水水源地的开采满足保护区的划分要求。

3、减缓措施

结合耕地农业生产与省道交通运行的持续性污染特征，实施全方位污染减缓管控，最大限度降低双重污染源对地下水及矿泉水水质的不利影响。农业污染方面，对保护区周边保留耕地推行生态化种植模式，全面落实测土配方精准施肥，减量使用化学氮肥、磷肥，杜绝盲目过量施肥造成土壤硝酸盐累积与地下水淋溶污染；严格禁用高毒、高残留、高迁移性农药，统一使用低毒易降解绿色农药，规范施药频次与用量，严禁雨天、灌溉时段施肥施药，避免雨水冲刷加剧污染物下渗与地表径流扩散。优化田间灌溉模式，替换大水漫灌为节水滴灌、喷灌，减少灌溉回归水垂向入渗量，降低农业污染物下移速率。

道路交通污染方面，常态化开展省道水源段路面清扫保洁，及时清理路面散落杂物、泥沙与油污，抑制路面扬尘、污染物堆积；严控省道通行危化品、农药、化肥运输车辆，落实运输报备与防护管控，严禁超载、泄漏、遗撒。同步优化道路排水方式，杜绝省道路面雨水、含油污水直接漫流渗入农田及水源补给区，从过程上持续削减农业、交通双重污染叠加负荷，减轻对矿泉水含水层的污染冲击。

（二）耕地

1、保护措施

在农田与矿泉水水源保护区边界设置生态缓冲防护带，通过种植乡土草本、灌木植被构建拦截净化屏障，有效截留农田地表径流、吸附降解化肥农药残留，阻挡污染物侧向入渗与径流迁移。完善田间水土保持与排水体系，规范农田排水沟渠布设，避免农田积水、肥水滞留下渗，减少地下水污染通道。持续推进耕地生态改良，推广有机肥、

生物肥替代传统化肥，开展土壤培肥修复，改善土壤结构，提升土壤对污染物的吸附、降解能力，从土壤圈层阻断污染下移。

建立常态化水质监测与管护机制，定期对矿泉水井水、周边浅层地下水开展硝酸盐、溶解性总固体、农药残留等指标监测，动态掌握水质变化情况。落实分区管控责任，对水源周边耕地实行农业生产台账管理，规范施肥、用药记录，强化农事活动监督巡查，严禁违规农事作业，全方位保障矿泉水水源地下水水质稳定达标，保护矿泉水天然水文水质特征。

按照《内蒙古自治区实施<中华人民共和国土地管理法>办法》做好耕作层剥离再利用。

2、避让措施

鉴于现状矿泉水水源井周边存在村庄、省道与规划建设的拟建生产车间等建设单元，不符号水源地保护区（特别是Ⅰ级卫生保护区）划分要求的实际情况，矿山企业应该编制矿泉水水源地保护与整改方案，并聘请相关专家进行技术论证，依据专家技术论证结果采区必要的矿泉水水源地保护与整改措施，确保未来矿泉水水源地的开采满足保护区的划分要求。

3、减缓措施

针对水源周边保留的耕作农田，全面实施农业面源污染减缓管控，最大限度降低化肥、农药对地下水的入渗污染影响。推行测土配方施肥、精准减量施肥技术，杜绝过量施用氮肥、复合肥，减少土壤硝酸盐累积与地下水淋溶污染风险；全面禁用高毒、高残留、高迁移性农药，优先选用低毒、低残留、易降解绿色农药，严控用药频次与用药量。优化田间灌溉方式，摒弃大水漫灌模式，采用滴灌、喷灌等节水灌溉工艺，减少灌溉回归水垂向入渗量，降低污染物下渗迁移速率。同时合理安排农事周期，避开雨季、集中降雨期施肥施药，避免雨水

冲刷造成污染物随地表径流与深层入渗进入矿泉水地下水系统，持续削减农业面源污染负荷。

（三）省道

1、保护措施

生态保护方面，在省道与水源保护区之间建设生态缓冲绿化带，种植乡土固土净水植被，截留、吸附、降解道路扬尘与路面污染物，发挥水土保持与水质净化作用。风险防控方面，建立省道水源路段突发污染应急机制，配备应急吸附物资、防渗设备，针对油品泄漏、物料遗撒、交通事故等突发污染事件制定处置流程，快速阻断污染扩散。日常管理方面，落实专人常态化巡查制度，定期排查道路排水设施、防护设施完好情况，同步结合水源水质监测数据，动态管控道路污染风险，持续保障矿泉水水源地下水水质稳定达标。

2、避让措施

鉴于现状矿泉水水源井周边存在村庄、省道与规划建设的拟建生产车间等建设单元，不符号水源地保护区（特别是Ⅰ级卫生保护区）划分要求的实际情况，矿山企业应该编制矿泉水水源地保护与整改方案，并聘请相关专家进行技术论证，依据专家技术论证结果采区必要的矿泉水水源地保护与整改措施，确保未来矿泉水水源地的开采满足保护区的划分要求。

3、减缓措施

针对省道常态化运行带来的持续性污染影响，实施全过程污染减缓管控，最大限度削减道路污染对矿泉水水源的不利影响。日常运维中定期对水源地毗邻路段路面、边坡、排水沟开展清扫保洁，及时清理路面泥沙、散落杂物、油污沉积物，减少降雨冲刷形成的污染径流。严控道路扬尘污染，常态化开展洒水降尘作业，抑制扬尘沉降渗入周边土壤及地下水系统。规范道路养护作业，水源保护区范围内禁止雨

天路面修补、沥青摊铺、路面冲洗等作业，养护废水、废料全部外运处置，严禁就地排放、堆放。严格管控车辆通行污染，禁止车辆在水源保护区路段怠速停放、洗车、检修、丢弃废弃物，规范危化品运输车辆通行管理，落实限速、监护通行制度，杜绝运输物料遗撒、泄漏污染水体。通过全过程管控，持续降低道路运行带来的水质污染负荷。

（四）水利工程（黑里河）

1、保护措施

目前黑里河已有的护岸可以有效发挥截留泥沙、净化径流、稳固岸坡的作用，维护黑里河现有护岸、护坡及生态缓冲带，严禁破坏河道岸线植被与水土保持设施，持续发挥固坡防冲、截留净化、水土涵养作用。落实矿泉水水源与黑里河水体联动监测制度，定期监测河道水质、水量及地下水水位、水质变化，及时掌握开采活动对流域水环境的动态影响。建立常态化巡查管护机制，定期排查采区设施、排水系统、河道岸线隐患，及时整改违规作业、设施破损、径流外泄等问题。同时严格落实生态保护要求，持续维护黑里河流域水生态完整性，保障矿泉水开采期间黑里河水环境、水生态、水文功能长期稳定。

2、减缓措施

针对矿泉水取水、疏干、场地运维可能对黑里河水文、水质、生态产生的间接影响，实施全过程减量减缓管控，最大限度降低开采扰动强度。合理控制矿泉水开采规模与取水强度，坚持按需取水、均衡开采，维持地下水采补平衡，避免过度疏干地下水，防止黑里河地下水基流补给衰减、河道水量减少、水位下降等水文情势改变。严禁未经处理的废水排入黑里河。规范采区环境卫生管理，严控生活垃圾、设备油污、杂物散落，防止雨水冲刷裹挟污染物进入河道，持续削减矿泉水开采带来的间接水环境影响，保障黑里河水质、水量基本稳定。

3、避让措施

鉴于现状矿泉水水源井周边存在村庄、省道与规划建设的拟建生产车间等建设单元，不符号水源地保护区（特别是Ⅰ级卫生保护区）划分要求的实际情况，矿山企业应该编制矿泉水水源地保护与整改方案，并聘请相关专家进行技术论证，依据专家技术论证结果采区必要的矿泉水水源地保护与整改措施，确保未来矿泉水水源地的开采满足保护区的划分要求。

（五）矿泉水水源地保护区建设存在的问题

1、Ⅰ级卫生保护区（开采区）

（1）紧邻省道存在道路交通污染风险

Ⅰ级保护区临近省道通行路段，道路车辆通行、颠簸扰动易破坏保护区地表土层，增加地下水污染通道，存在突发泄漏、物料遗撒等不确定环境风险。

（2）周边耕地存在农业面源污染隐患

Ⅰ级保护区紧邻农田区域，现状仍存在农事活动干扰风险。周边农户常态化开展农作物种植，存在化肥、农药施用行为，降雨及灌溉过程中，残留化肥、农药易随地表径流、土壤垂向入渗进入地下水含水层，易造成地下水硝酸盐、有机物累积，长期对矿泉水水源水质存在潜在污染影响，不符合一级保护区严禁农业生产扰动的管控要求。

2、Ⅱ级卫生保护区（内保护区）

（1）村庄生活污染隐患

二级保护区内现存居民村庄，村民日常生产生活活动持续扰动水源保护区域。村内生活垃圾多为分散堆放，防渗、密闭收纳不完善，容易持续污染包气带及地下水含水层，对矿泉水水源水质稳定性造成长期不利影响。同时村庄人员流动、日常生产活动频繁，人为扰动地表土层，增加污染物迁移入渗通道，削弱水源保护区隔离防护效果。

（2）耕地农业污染隐患

二级保护区内保留大量耕作农田，农户常态化开展种植、施肥、施药作业，农业面源污染问题较为突出。耕作过程中施用的化肥、农药无法完全消纳，土壤中残留的氮、磷物质及农药成分，在降雨、灌溉淋溶作用下持续向下入渗，极易造成矿泉水地下水硝酸盐、微量有机物累积超标。农田翻耕作业扰动表层土壤结构，降低土壤吸附净化能力，加剧污染物垂向迁移。同时农田地表径流携带泥沙、残留肥水扩散，进一步扩大污染影响范围，是水源地长期稳定的主要面源污染来源。

（3）黑里河水位隐患

矿山虽紧邻黑里河，但根据《勘查报告》矿泉水井的主要来源为大气降水及南毛扎子东西两沟侧向补给；且矿山为做好卫生防护工作建立三级保护区，不会对地下水水质及黑里河水源地造成影响，经调查黑里河近 20 年最大洪水水位为 848.25m，而矿泉水井井口标高 850.319m，井台高度 0.255m，建议矿山未来加高井台高度，避免黑里河引发的洪水倒灌。

（4）圈养牲畜养殖污染

保护区内存在农户散户圈养畜禽行为，无标准化粪污收集、储存、处置设施，养殖污染防控能力薄弱。畜禽粪便、尿液随意堆放、处置不规范，干湿粪污未做到分类资源化利用，雨季极易被雨水冲刷形成养殖污水，通过地表径流汇入地下水补给区，造成地下水氨氮、总磷、粪大肠菌群等指标升高。散户圈养模式分散、点位多、流动性强，日常监管难度大，养殖污染具有隐蔽性、累积性特点，长期威胁矿泉水水源卫生安全与水质指标稳定。

（5）人类活动密集

二级保护区内村庄居住、农业耕种、畜禽养殖叠加存在，人类活动密集复杂，不符合水源二级保护区严控污染型活动的管控要求。区

域内人为扰动频繁、污染源分散多样，无统一的污染防控体系，缺乏系统性截污、防渗、生态缓冲设施。同时日常巡查、动态监管、隐患排查力度不足，无法及时规范违规农事、养殖、生活排污行为，污染风险预判和防控能力不足，对矿泉水水源地长效保护造成较大压力。

3、III级卫生保护区（外保护区）

该保护区内仍以居民区及少量耕地为主，在该区内严禁进行可能引起含水层污染的各种人类工程（不能建设有毒物，污水放射性污染物排放的工厂等）活动。

图 3-8 矿泉水水源地 I ~ II 级卫生保护区保护条件套合图

图 3-9 矿泉水水源地 II ~ III 级卫生保护区保护条件套合图

二、表土剥离与植被移植利用

（一）表土剥离

1、表土存储

根据《开采方案》，矿山基建期需拟建办公楼、原料库、生产车间、停车场及矿区道路等，开采前需对拟建场地进行表土剥离，土壤厚度 0.3-0.5m，由于部分区域土层较薄，厚度 0.1-0.2m，整体按平均剥离量 0.2m 考虑，拟建场地剥离面积 0.6810hm²，则表土总剥离量为 1360m³。

剥离的表土直接用于基建期优化矿区景观格局中覆土工程，所以矿山不再拟建表土存放场。

2、表土管护

表土直接利用，不需管护。

3、表土利用

矿山基建期利用表土进行覆土，采用机械运输的方式，做好表土利用台账。

表3-46 表土处置工程汇总表

场地	面积 (hm ²)	表土剥离			表土储存		表土利用	
		时间段	厚度 (m)	土方量 (m ³)	位置	养护措施	利用方式	利用时间
拟建办公楼	0.0714	2026-2027	0.2	143	/	灌丛篱、花坛、 播撒草籽	覆土	2026-2027
拟建原料库	0.105	2026-2027	0.2	210	/		覆土	2026-2027
拟建生产车间	0.2394	2027-2028	0.2	479	/		覆土	2026-2027
拟建停车场	0.0455	2027-2028	0.2	91	/		覆土	2026-2027
拟建矿区道路	0.2187	2026-2027	0.2	437		景观树	覆土	2026-2027
合计	/			1360	/			

（二）植被移植利用

拟建办公楼等场地在表土剥离开展前，对原地表植物进行移植利用，并做好保护措施。

1、施工过程中洒水降尘，避免粉尘覆盖植被叶片影响光合作用。

2、植被重建优先选用乡土树种、耐贫瘠耐旱植物，搭配草本形成复合植被群落，提升稳定性。

3、结合表土改良，添加有机肥、微生物菌剂改善土壤肥力，采用喷播、客土种植等技术提高植被成活率。

三、相关协同措施

针对矿区的水土流失、环境污染问题、矿山生产与生活污水等方面，需落实必要的预防控制措施，并做好已修复区域的管护工作，相关要求需参照 GB/T 43933-2024 执行，具体内容如下：

（一）水土流失防治

矿山应严格按《开采方案》的开采规模合理开采，禁止超采，防止因地下水位大幅下降引发地面沉降，进而诱发次生水土流失。加强

矿区水源井及周边水位水量及水质的监测工作，如发现异常，立即停止开采并上报相关部门。

（二）环境污染的预防措施

相关部门与矿山企业应常态化开展水源地水质、地下水、河道水体监测，重点监测硝酸盐、悬浮物、微生物等关键指标，建立水质动态台账，及时预警污染隐患，杜绝污水下渗污染地下水及汇入黑里河。矿山企业应配合交通路政部门完善边沟建设工作及完善防撞护栏的建设工作。

（三）矿山生产与生活污水的处理

相关部门应严格执行环评、排污许可管理制度，监督矿山生产、生活污水规范化处置，督促企业完善污水处理设施。矿山要按照生态环境部门要求，矿山企业应该实施建(构)筑物防渗工程，严禁在 I 级卫生保护区内设置渗水井、排水坑，严禁随意排放生产废水与生活污水，未来矿山生产废水与生活污水应该管道排放至水源井下游影响半径之外，并对矿区及周边开展定期监测工作。

第二节 修复措施

一、地貌重塑

1、拆除

对矿山建筑物进行拆除，以及地表硬化层等废渣进行剥离，拆除后利用自卸汽车装运清理出来的砌体、混凝土及废渣到指定的弃渣场统一处理。

2、清运

清运废石利用自卸汽车装运，清理过程中，要求地表清理平整干净，避免出现杂乱、高低不平的地段。

3、石方整平

对场地内凹凸坑洼，施工遗留陡坎等进行全面整治，消除局部高差，使地表平整连续。

二、土壤重构

1、覆土

将表土用自卸汽车运至需覆土区域，后由机械与人工将土层平铺在场地上。

覆盖土层厚度应参照《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013)中“表 D.1 东北山丘平原土地复垦质量控制标准”执行，且覆土后场地坡度应与原地面坡度一致。拟复垦耕地的场地覆土厚度不低于 1.0m，拟复垦林地的场地覆土厚度不低于 0.5m，拟复垦草地的场地覆土厚度不低于 0.3m。经过治理措施后，表土层能够满足植被生长。

2、土地平整

土地平整工程主要是对场地进行机械平整，防止地面起伏、水土流失，改善土壤结构，为进一步的植被恢复工程创造良好的条件。用平地机对场地进行平整，使场地尽可能平坦避免出现高低不平的地段，最终使地面达到平整并达到植被立地条件。

3、翻耕

土地平整造成一定的土壤压实，使土壤对降雨入渗能力降低。为了恢复土地的使用功能，翻松地表土地，翻耕采用拖拉机和三铧犁，打破紧实层，疏松土壤，增加透水透气性能，提高抗旱耐涝能力。

4、土壤培肥

在土壤重构中，土壤培肥改良是核心环节，其方法及步骤为：首先进行土壤本底调查，明确土壤理化性质障碍；其次，通过客土等方式进行物理结构改良，施加有机肥以快速提升土壤有机质与肥力。

三、植被重建

1、植被品种筛选

依据矿区现状生态系统类型，植物种类，参照周边生态系统，以及对矿区生态修复适宜性评价成果。

景观绿化工程：适合绿化带的树种优先选择本地物种，油松，耐寒、耐旱、耐贫瘠，改善土壤盐分结构，避免初期碱性胁迫导致成活率低；灌丛篱的树种紫丁香（备选榆叶梅），极耐寒、耐旱，花香浓，做绿篱整齐美观根系适中，不破坏防渗、不窜水。

复垦草地草种优先选择本地物种，羊草（备选本氏针茅），固氮能力强，根系发达，提升土壤有机质。

根据以上特点，确定本次土地复垦方案植被品种乔木选择油松，灌木选择紫丁香（备选榆叶梅），草种选择羊草（备选本氏针茅）。

2、恢复植被措施

对破坏区进行造林种草，根据“因地制宜，因害设防，适地适树”的原则选择优良乡土品种。根据矿山实地调查和征询当地民众意见，确定本次土地复垦方案植被品种乔木选择油松，灌木选择紫丁香（备选榆叶梅），草种选择羊草（备选本氏针茅）。

（1）种植乔木

购买来的苗木经运输至矿区必须及时进行种植，随栽植随挖取，栽植时幼苗根部要蘸上泥浆以减少根部在干燥空气中的暴露时间，增加根部土壤含水量。植树全部采用穴状整地栽植，苗木要求二年生，裸根；株间距 3m×3m，栽植采用坑栽，种植穴方形，树坑大小为 50cm×50cm×50cm，坑口反向倾斜，以便蓄水保土。

（2）种植灌木

购买来的苗木经运输至矿区必须及时进行种植，随栽植随挖取，栽植时幼苗根部要蘸上泥浆以减少根部在干燥空气中的暴露时间，增加根部土壤含水量。植树全部采用穴状整地栽植，苗木要求二年生，裸根；株间距 2m×2m，栽植采用坑栽，种植穴方形，树坑大小为

10cm×10cm×10cm，每穴 2 株，坑口反向倾斜，以便蓄水保土。

（3）撒播草籽

草种籽选用纯度98%、含水量90%以上、无病虫害的优良种籽，采用撒播方式增加地表植被的覆盖度，播撒量为40kg/hm²。

应选择适宜草种，选择抗旱、抗贫瘠优良草种，混合播种，播草籽方法采用撒播，撒播时将草籽混合均匀，撒播后要保持土壤湿润，进行喷水养护播种时间主要根据地区气候条件来决定。在生长季节结束前，进行刈割，在草腐解过程中，会增加土壤有机质等的含量，可有效改善土壤结构。

3、提高地力措施

通过物理改良工艺，增施腐熟有机肥，如羊粪、堆肥，通过有机质分解产生有机酸，缓慢调节 pH 值，消除其不良影响，良土壤的性质，施用量为每公顷 500kg，施肥应选择阴雨天进行，施用方式草地为撒施，林木则将肥料拌合于填土中，土壤培肥工程计入管护费用中。

四、景观营造

1、景观设计

（1）拟建办公楼

本方案设计在拟建办公楼四周和区内设置绿化带，工程量有种草 80 m²，花坛 2 个，灌丛 40 株，覆土 104m³。

（2）拟建原料库

本方案设计在拟建原料库四周和区内设置绿化带，工程量有种草 90 m²，花坛 2 个，灌丛 45 株，覆土 117m³。

（3）拟建生产车间

本方案设计在拟建生产车间四周和区内设置绿化带，工程量有种草 120m²，花坛 2 个，灌丛 60 株，覆土 156m³。

（4）拟建停车场、井房

本方案设计在拟建停车场与井房之间及矿区门口空地种草 420m²，覆土 120m³。

（5）拟建矿区道路

拟建矿区道路总长度约 420m，宽 5.0m，双车道，占地面积 2187m²。设计在矿区道路两侧设置绿化带，工程量为种树 280 株，覆土 1260m³。

图 3-10 景观绿化效果平面图

2、重建矿区植被群落：

遵循“适地适树、乡土优先”的原则，通过土壤改良、先锋植物引入、乔灌草立体配置等方式，模拟自然群落结构进行植被恢复。重点构建具有高稳定性、高生物多样性和自我维持能力的近自然植物群落，形成绿色基底。

3、优化矿区景观格局：

在整体规划上，打破单一呆板的格局，通过地形重塑，巧妙布置耕地、林地、草地，形成空间异质性强、层次丰富的“斑块-廊道-基质”景观结构，构建一个功能完整、地形地貌协调、自我维持、富有韧性且兼具生产与审美价值的生态景观。

4、文化功能重构与提升：

首先，将矿区修复区域视为区域生态系统的有机组成部分，通过建设生态林带，将其与周边山林、农田等自然生态系统有效连接，促进物种交流与基因流动，增强区域生态系统的完整性与韧性；再通过绿色矿山建设，与矿区文化共同提升。

上述措施将协同推进，旨在将受损矿区建设成为一个与周边环境和诸共生、兼具生态效益与景观价值的生命共同体。

第三节 工程内容

一、工程设计

本方案对拟建办公楼、拟建原料库、拟建生产车间、拟建停车场、

拟建矿区道路及井房进行工程设计。复垦责任范围内土地复垦后的主要利用方向为耕地和草地。

需要说明的是矿山应在 I 级保护区外围设置 2 块饮用矿泉水水源地保护区的公示牌。

（一）拟建办公楼

1、表土剥离

拟建办公楼建设前需对表层表土进行剥离，由于矿区大部分砂砾卵石较多，土层较薄厚度 0.1-0.2m，部分区域土壤厚度 0.3-0.5m，整体按平均剥离量 0.2m 考虑。拟建办公楼总剥离面积 0.0714hm²，则表土总剥离量为 143m³。

剥离后的表土直接用于基建期供矿山景观绿化工程使用，矿山不再拟建表土存放场。

2、拆除清理工程：待场地使用完毕后，对场地内的建筑等进行拆除，场地内建筑物面积为 0.0714hm²，设计拆除厚度为建筑面积的 50%，拆除拆除、清理工程量为 357m³。

3、石方整平

对拆除清理后的场地进行整平，场地面积 0.0714hm²，整平厚度为 0.5m，整平工程量为 357m³。

4、覆土及整平

对拆除清理后的场地覆土，复垦方向为旱地，复垦旱地覆土厚度 1.0m，则覆土工程量 714m³。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被。

（二）拟建原料库

1、表土剥离

拟建原料库建设前需对表层表土进行剥离，由于矿区大部分砂砾卵石较多，土层较薄厚度 0.1-0.2m，部分区域土壤厚度 0.3-0.5m，整

体按平均剥离量 0.2m 考虑。拟建原料库总剥离面积 0.1050hm^2 ，则表土总剥离量为 210m^3 。

剥离后的表土直接用于基建期供矿山景观绿化工程使用，矿山不再拟建表土存放场。

2、拆除清理工程

待场地使用完毕后，对场地内的建筑等进行拆除，场地内建筑物面积为 0.1050hm^2 ，设计拆除厚度为建筑面积的 50%，拆除拆除、清理工程量为 525m^3 。

3、石方整平

对拆除清理后的场地进行整平，场地面积 0.1050hm^2 ，整平厚度为 0.5m，整平工程量为 525m^3 。

4、覆土及整平

对拆除清理后的场地覆土，复垦方向为旱地，复垦旱地覆土厚度 1.0m，则覆土工程量 1050m^3 。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被。

（三）拟建生产车间

1、表土剥离

拟建生产车间建设前需对表层表土进行剥离，由于矿区大部分砂砾卵石较多，土层较薄厚度 0.1-0.2m，部分区域土壤厚度 0.3-0.5m，整体按平均剥离量 0.2m 考虑。拟建生产车间总剥离面积 0.2394hm^2 ，则表土总剥离量为 479m^3 。

剥离后的表土直接用于基建期供矿山景观绿化工程使用，矿山不再拟建表土存放场。

2、拆除清理工程

待场地使用完毕后，对场地内的建筑等进行拆除，场地内建筑物面积为 0.2394hm^2 ，设计拆除厚度为建筑面积的 50%，拆除拆除、清理工程量为 1197m^3 。

3、石方整平

对拆除清理后的场地进行整平，场地面积 0.2394hm^2 ，整平厚度为 0.5m ，整平工程量为 1197m^3 。

4、覆土及整平

对拆除清理后的场地覆土，复垦方向为旱地，复垦旱地覆土厚度 1.0m ，则覆土工程量 2394m^3 。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被。

（四）拟建停车场

1、表土剥离

拟建停车场建设前需对表层表土进行剥离，由于矿区大部分砂砾卵石较多，土层较薄厚度 $0.1\text{-}0.2\text{m}$ ，部分区域土壤厚度 $0.3\text{-}0.5\text{m}$ ，整体按平均剥离量 0.2m 考虑。拟建生产车间总剥离面积 0.0455hm^2 ，则表土总剥离量为 91m^3 。

剥离后的表土直接用于基建期供矿山景观绿化工程使用，矿山不再拟建表土存放场。

2、拆除清理工程

待场地使用完毕后，对场地内的硬化路面进行拆除，场地面积为 0.0455hm^2 ，设计拆除厚度为 0.3m ，拆除拆除、清理工程量为 137m^3 。

3、石方整平

对拆除清理后的场地进行整平，场地面积 0.0455hm^2 ，整平厚度为 0.5m ，整平工程量为 228m^3 。

4、覆土及整平

对拆除清理后的场地覆土，复垦方向为旱地，复垦旱地覆土厚度 1.0m，则覆土工程量 455m^3 。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被。

（五）拟建矿区道路

1、表土剥离

拟建停车场建设前需对表层表土进行剥离，由于矿区大部分砂砾卵石较多，土层较薄厚度 0.1-0.2m，部分区域土壤厚度 0.3-0.5m，整体按平均剥离量 0.2m 考虑。拟建矿区道路总剥离面积 0.2187hm^2 ，则表土总剥离量为 437m^3 。

剥离后的表土直接用于基建期供矿山景观绿化工程使用，矿山不再拟建表土存放场。

拆除清理工程：待场地使用完毕后，对场地内的硬化路面进行拆除，场地面积为 0.2187hm^2 ，设计拆除厚度为 0.3m，拆除拆除、清理工程量为 656m^3 。

2、石方整平

对拆除清理后的场地进行整平，场地面积 0.2187hm^2 ，整平厚度为 0.5m，整平工程量为 1094m^3 。

3、覆土及整平

对拆除清理后的场地覆土，复垦方向为人工牧草地，复垦人工牧草地面积为 0.2187hm^2 ，覆土厚度 0.3m，则共需覆土工程量 656m^3 。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被。

4、撒播种草

选择羊草+披碱草+紫花苜蓿混合播种，用于复垦牧草种子必须是一级种，并且要有“一签、三证”；采用人力补种的方法，在雨季来临后到入秋前，补种草籽，根据草场实际生长情况，撒播量可适当调整。

播种草籽方法采用撒播，草籽撒播密度为 $30\text{kg}/\text{hm}^2$ 。撒播面积 0.1137hm^2 。及时进行浇水，每年 2 次。

（六）井房

1、表土剥离

井房建设前已对表层表土进行剥离，由于矿区大部分砂砾卵石较多，土层较薄厚度 $0.1\text{--}0.2\text{m}$ ，部分区域土壤厚度 $0.3\text{--}0.5\text{m}$ ，整体按平均剥离量 0.2m 考虑。井房总剥离面积 0.0010hm^2 ，则表土总剥离量为 2m^3 。

剥离后的表土直接用于基建期供矿山景观绿化工程使用，矿山不再拟建表土存放场。

2、拆除清理工程

待场地使用完毕后，对场地内的建筑进行拆除，场地面积为 0.0010hm^2 ，设计拆除厚度为建筑面积的 50%，拆除、清理工程量为 5m^3 。

3、石方整平

对拆除清理后的场地进行整平，场地面积 0.0010hm^2 ，整平厚度为 0.5m ，整平工程量为 5m^3 。

4、覆土及整平

对拆除清理后的场地覆土，复垦方向为旱地，复垦旱地覆土厚度 1.0m ，则覆土工程量 10m^3 。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被。

二、主要工程量

各生态修复单元工程量见表 3-47。

表 3-47 各生态修复单元工程量统计表

场地名称	修复面积 (m ²)	表土剥离 (m ³)	拆除(m ³)	清运(m ³)	石方整平 (m ³)	覆土及整平 (m ³)	乔木 (株)	灌木 (株)	种草 (m ²)	公示牌 (块)
井房	10		5	5	5	10				
拟建办公楼	714	143	357	357	357	818		40	80	
拟建原料库	1050	210	525	525	525	1167		45	90	
拟建生产车间	2394	479	1197	1197	1197	2550		60	120	
拟建停车场	455	91	137	137	228	575			420	
拟建矿区道路	2187	437	656	656	1094	1916	280		1137	
合计	6810	1360	2877	2877	3405	7036	280	145	1847	2

注：覆土工程量包括前期绿化工程及后期治理工程

第五章 监测与管护

第一节 监测目标与措施

一、监测目标任务

在矿产资源开采过程中，对矿山地质环境、土地资源、生态系统破坏等开展监测评价，为矿山土地复垦与生态修复的过程监管、适应性管理和验收提供科学依据。

（一）监测目标

1、保障工程安全与质量：确保修复工程实施过程符合设计要求、技术规范和安全标准，及时发现和消除工程安全隐患，保障施工人员及周边环境安全。

2、掌握动态变化与评估效果：实时、动态掌握修复区及周边关键环境要素（地质环境、水资源、土地资源、生态系统）的变化趋势，科学、客观地评估各项生态修复措施的实施效果、稳定性及可持续性。

3、验证修复目标达成度：通过系统监测数据，验证修复工程是否达到了预定的修复目标（如：地面是否沉降、土壤污染物达标、植被覆盖度/生物量目标、生物多样性恢复水平等），为最终工程验收提供量化依据。

4、识别风险与预警防控：及时识别修复过程中及修复后可能出现的环境风险（如：地质灾害复发、土壤污染物迁移扩散、植被退化、水环境污染等），建立预警机制，为采取有效防控和调整措施提供决策支持。

5、优化管理与指导决策：为修复工程的动态管理、后期养护措施的调整优化以及后续类似项目的规划设计提供科学依据和数据支撑。

（二）监测任务

1、确定监测因子，编制监测方案，布设监测网点，定期采集数据，及时掌握生态环境问题在时间和空间上的变化情况；

2、查明周边地下水环境和土壤环境背景，开展水环境监测、土壤环境监测；

3、查清矿区范围内土地利用现状、基本农田基本情况，各土地利用类型质量及生产力水平；

4、查清监测范围内植被生态状况；

5、获取矿山地质环境背景、土地资源现状和生态系统本底的基值和参照值，建设参照生态系统。

6、评价矿山生态环境现状，预测发展趋势；

7、建立和完善矿山生态环境监测数据库及监测信息系统。

二、监测措施

1、地质灾害监测

根据矿山地质环境影响程度的现状和预测评估结果，该矿区各地面工程现状和预测地质灾害分布范围较小，在矿山严格按照设计进行采矿作业的情况下，地质灾害发生的可能性小，可能引发的主要地质灾害为：矿山开采可能使地下水位下降，从而引发地面沉降。因此本方案设计的地质灾害监测对象为井房附近可能发生地面沉降的区域。

地面沉降灾害监测

①监测内容

建立地面沉降观测点，监测矿泉水含水层水位、水头变化。

②监测点的布设

在拟建办公楼附近及水井边各布设 1 处地面沉降监测点，共计 2 个。地质灾害监测点坐标见表表 5-1。

表 5-1 地面沉降灾害监测点坐标表

③监测方法

利用水准测量（精密水准仪定期测定地面高程变化）、InSAR（合成孔径雷达干涉技术，可大范围、高精度监测地表形变）、GPS 监测（实时获取地面点三维坐标变化）等方法实施监测。

④监测频率

正常情况下每月监测 2 次，若当矿泉水开采期出现地面沉降裂缝、沉降速率异常时每天 1 次。

⑤技术要求

根据矿山实际生产情况，对每次的观测应做好记录，如出现地下水位持续下降等情况，要及时采取防治措施，防止对人员及设备造成伤害，监测记录样表见表 5-2。

表 5-2 地面沉降灾害监测记录表

监测日期:		日期:	天气:	
编号	本次观测高程 (m)	上次观测高程 (m)	本次沉降量 (mm)	备注
DJC1				
DJC2				
监测人员				

⑥监测时限

矿山生产期间和综合治理期内，即 2026 年 1 月至 2052 年 12 月。

2、地下水及水污染监测

（1）矿泉水常规监测

1) 监测内容

检测内容按照《食品安全国家标准饮用天然水》（GB8537-2018）主要为感官要求：界限指标、限量指标、污染物限量、微生物限量。

氨、氮、钾、钠、钙、镁、碳酸氢盐(以 HCO_3^- 计)、碳酸盐(以 CO_3^{2-} 计)、氯化物(以 Cl^- 计)、硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)、硝酸盐(以 NO_3^- 计)、色度、浑浊度、滋味和气味、状态、锂、锶、锌、偏硅酸、硒、游离二氧化碳、溶解性总固体、锑、铜、钡、铬、锰、镍、银、溴酸盐《以

BrO₃⁻计)、硼酸盐(以B计)、氟化物(以F⁻计)、耗氧量(以O₂计)、挥发酚(以苯酚计)、氰化物(以CN⁻计)、矿物油、阴离子合成洗涤剂、镉、汞、亚硝酸盐(以NO₂⁻计)、大肠菌群、粪链球菌、铜绿假单胞菌、产气荚膜梭菌、砷、铅、铁、总硬度(以CaCO₃计)、总碱度(以CaCO₃计)、总酸度(以CaCO₃计)、水位、水量、流速等。

2) 监测点的布设

在矿区水源井、南毛扎子村(矿区北侧)、南毛扎子东沟与南毛扎子西沟村庄水源井与各设置1个监测点, 共计4个监测点。

表 5-3 水污染监测点坐标一览表

3) 监测方法

采用自动化监测与人工测量相结合, 配以现场测试法、采样送检测试法等手段, 收集并对地下水水位、水量、水温进行监测, 观测其水文变化情况。

地下水自动化监测井是集成“井体结构、动化传感、数据传输、供电运维”的无人值守监测设施, 主要用于水位、水温、水质等参数的长期自动采集、远程传输与智能分析, 在水源井设置一处。

4) 监测频率

①地下水水位监测要求

每周进行1次地下水水位、水量监测。

②地下水水质、污染物监测要求

日常监测为每周1次, 雨季/融雪期为每周2-3次。

5) 技术要求

每次监测都要做好观测笔记, 记录观测时间、地点、水位标高以及水质的化验结果, 并对引发的变化与矿山开采活动进行分析。测量水位埋深要在不大量抽取地下水、水位稳定时进行测量, 委托有资质的单位进行水质采样、监测等相关工作。

6) 监测时限

矿山生产期间和综合治理期内,即 2026 年 1 月至 2052 年 12 月。

(2) 道路突发事件的监测

1) 监测内容

pH、溶解性总固体、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、石油类、浑浊度、微生物指标等。根据泄漏物类型适时增加重金属、有机物等特征因子监测(矿山企业应该编制突发事件预案,依据事故车辆运载的物源确定)。

2) 监测点的布设

由于空间距离受限,所以方案不设计专业监测孔,用水源井代替。

3) 监测方法

人工测量配以现场测试法、采样送检测试法等手段,收集并对地下水水位、水量、水温进行监测,观测其水文变化情况。

4) 监测频率

①地下水水位监测要求

每周进行 1 次地下水水位、水量监测。

②地下水水质、污染物监测要求

日常监测为每周 1 次,道路上有突发事件时,应为泄露后 24 小时内初测,每日 1 次,直至恢复后每周 1 次。

5) 技术要求

每次监测都要做好观测笔记,记录观测时间、地点、水位标高以及水质的化验结果,并对引发的变化与矿山开采活动进行分析。测量水位埋深要在不大量抽取地下水、水位稳定时进行测量,委托有资质的单位进行水质采样、监测等相关工作。

6) 监测时限

矿山生产期间和综合治理期内,即 2026 年 1 月至 2052 年 12 月。

（3）拟建生产车间等开采方案规划的建设单元对矿泉水水质的监测

1) 监测内容

pH、阴离子合成洗涤剂、化学需氧量、悬浮物、浑浊度、微生物指标等。

2) 监测点的布设

由于空间距离受限,所以方案不设计专业监测孔,用水源井代替。

3) 监测方法

人工测量配以现场测试法、采样送检测试法等手段,收集并对地下水水位、水量、水温进行监测,观测其水文变化情况。

4) 监测频率

①地下水水位监测要求

每周进行 1 次地下水水位、水量监测。

②地下水水质、污染物监测要求

日常监测为每月 1 次,当出现清洗设备故障、洗涤剂投加异常、废水浑浊发泡、处理设施运行不稳等异常情况时,启动加密监测:每日 1 次,直至水质恢复稳定、工况正常。

5) 技术要求

每次监测都要做好观测笔记,记录观测时间、地点、水位标高以及水质的化验结果,并对引发的变化与矿山开采活动进行分析。测量水位埋深要在不大量抽取地下水、水位稳定时进行测量,采取水样时要用洁净容器,送样时间不宜超过 24 小时。

6) 监测时限

矿山生产期间和综合治理期内,即 2026 年 1 月至 2052 年 12 月。

（4）村庄居民生产生活对矿泉水水质影响的监测

1) 监测内容

氨氮、亚硝酸盐、硝酸盐、总大肠菌群、粪大肠菌群、细菌总数、耗氧量、阴离子合成洗涤剂。

2) 监测点的布设

在南毛扎子村与拟建办公楼之间布设 1 个监测点。

表 5-4 水污染监测点坐标一览表

3) 监测方法

人工测量配以现场测试法、采样送检测试法等手段，收集并对地下水水位、水量、水温进行监测，观测其水文变化情况。

4) 监测频率

①地下水水位监测要求

每周进行 1 次地下水水位、水量监测。

②地下水水质、污染物监测要求

每周进行 1 次地下水水质、污染物监测。

5) 技术要求

每次监测都要做好观测笔记，记录观测时间、地点、水位标高以及水质的化验结果，并对引发的变化与矿山开采活动进行分析。测量水位埋深要在不大量抽取地下水、水位稳定时进行测量，委托有资质的单位进行水质采样、监测等相关工作。

6) 监测时限

矿山生产期间和综合治理期内，即 2026 年 1 月至 2052 年 12 月。

(5) 矿区及周边农业生产可能对矿泉水水质的影响监测

1) 监测内容

硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、pH、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物等。

2) 监测点的布设

利用矿区北侧灌溉井、南毛扎子村与拟建办公楼之间监测井、矿

区水源井以及矿区南侧个人民井。

表 5-5 水污染监测点坐标一览表

3) 监测方法

人工测量配以现场测试法、采样送检测试法等手段，收集并对地下水水位、水量、水温进行监测，观测其水文变化情况。

4) 监测方法

①地下水水位监测要求

每周进行 1 次地下水水位、水量监测。

②地下水水质、污染物监测要求

每季度进行 1 次地下水水质、污染物监测。

5) 技术要求

每次监测都要做好观测笔记，记录观测时间、地点、水位标高以及水质的化验结果，并对引发的变化与矿山开采活动进行分析。测量水位埋深要在不大量抽取地下水、水位稳定时进行测量，委托有资质的单位进行水质采样、监测等相关工作。

6) 监测时限

矿山生产期间和综合治理期内，即 2026 年 1 月至 2052 年 12 月。

3、地形地貌景观及土地资源监测

(1) 监测内容

矿区范围（保护区）的土地资源占用、损毁、地形地貌景观的破坏、卫生保护环境及治理后的土地复垦效果；另外，对环境的污染进行监测，包括：废水、垃圾等污染源。

I 级保护区（开采区）：该区以矿泉水井为中心，半径 56m 范围内划分严格保护区，在该区内完全封闭，完善井房设施、地面用混凝土浇注，禁止修建与矿泉水无关的建筑物，严禁与开发矿泉水无关的人员居住或逗留，消除一切可能导致矿泉水水源污染因素。

II级保护区（内保护区）：在本区内禁止新建可能导致矿泉水水源水质、水量、水温改变的其它用途的开采井，规范排放生产、生活废水，应及时、加强处置废渣垃圾、圈养牲畜、消除渗水坑（塘），特别是修建无防渗设施的渗水厕所等破坏天然水源地水文地质条件的工程活动。

III级卫生保护区（外保护区）：区内仍以居民区及少量耕地为主，在该区内严禁进行可能引起含水层污染的各种人类工程（不能建设有毒物，污水放射性污染物排放的工厂等）活动。

（2）监测方法

监测方法一般采用路线巡查方法，采用目测、仪器测量以及拍照摄像相结合的方式。

根据《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015），本方案采用定期无人机航测（地面分辨率小于 10cm）方式。定期指定专人采用人工监测、巡查的方式对矿山开采活动影响地段的地形地貌景观及土地损毁情况进行监测。

可根据样表 5-6 记录监测情况。

表 5-6 地形地貌景观及土地资源监测记录表

时间： 年 月 日		星期	天气：
监测单元			
监测内容	损毁土地面积（m ² ）		
	破坏土地利用类型		
	损毁方式		
	影响破坏程度		
	治理难度		
监测人员			
存在问题			
处理意见			
处理结果			

（3）监测频率

每年 1 次（选取 8 月份）固定航测。

（4）监测时限

矿山生产期间和综合治理期内，即 2026 年 1 月至 2052 年 12 月。

4、土壤污染监测

（1）监测内容

根据矿山问题识别结果，参照《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》基本项目要求，确定矿山土壤污染监测内容为土壤理化性质、重金属八项，包括 pH、有机质含量、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、锌。

（2）监测点的布设

重点布设在未来开采使用的场地中，周边农用地 1 个监测点，黑里河沿岸设置 1 个监测点、上游南毛扎子村设置 1 个监测点，共计 3 个监测点，监测点坐标见表 5-7。

表 5-7 土壤污染监测点坐标一览表

（3）监测方法

委托相应资质单位进行采样、监测。

（4）监测频率

每年 1 次。

（5）监测时限

矿山生产期间和综合治理期内，即 2026 年 1 月至 2052 年 12 月。

5、复垦效果监测

（1）土地损毁监测

根据项目土地损毁情况，采用实地勘测、现场测量等方法，并结合 GPS、全站仪等测量技术，结合复垦区具体情况选取土地损毁监测指标，在矿山建设生产过程中应对压占的土地进行监测。监测过程中，

对损毁面积、损毁地类、土壤等变化情况进行监测。此部分内容列入“矿山地质环境监测”内容之中。

（2）土壤质量监测

监测对象为所有复垦单元，为保障土地复垦落实到位，切实确保土地质量达到土地复垦要求，在复垦过程及管护期对复垦土地地形坡度、有效土层厚度（耕地 1.0m、林地 0.5m、草地 0.3m）、土壤容重、PH 值、有机质含量、重金属含量等进行监测，为各单元设立监测措施。

根据矿山生产年限，确定的监测时间。由于地表单元数量较多，监测点布设时，采用选取特征因子进行布设监测点，在拟建办公楼、拟建停车场各布设 1 个监测点，监测频率为每年 1 次，监测期限 3 年，按《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166—2004）中采样方法进行采样。监测安排见表 5-8。

表 5-8 土壤质量监测表

监测内容	监测频次（次·年）	样点持续监测时间
地面坡度	1	3
覆土厚度	1	3
PH	1	3
有效土层厚度	1	3
土壤质地	1	3
土壤砾石含量	1	3
土壤容重	1	3
有机质	1	3
全氮	1	3
有机磷	1	3
有机钾	1	3
土壤盐分含量	1	3
土壤侵蚀	1	3

（3）复垦植被监测

复垦为有耕地、草地的植被监测内容，选具代表性区域，用随机系统抽样法确定样方位置，GPS 定位并标记边界。固定样地，按固定

间隔重复调查，保持方法、指标一致，确保数据可比。选取 2 个监测点，监测频率 1 次/年，监测 3 年。

图 5-2 监测点分布图

第二节 管护目标与措施

一、管护目标任务

（一）管护目标

1、耕地、林地（绿化带）、草地管护主要采取补充种植措施、灌溉措施。为了保证栽植苗木和草籽的成活率，对成活率较低区域，综合分析原因，因地制宜开展补种、补撒工程。灌溉时掌握适时适量原则，遇枯水年份应及时补水，可有效防治水土流失，保证植被成活率以便达到预期的设计效果。

2、苗木栽植、草籽撒播后要及时浇水，项目区夏秋季降雨较多，能够满足植被正常生长，栽植后第二年对缺苗处进行补植，对草籽发芽率低处进行补撒。

3、复垦林地出现出现缺素症状时，根据缺素症状及时进行追肥。可适当使用少量的化肥，以提高土壤肥力，以提高农作物的成活率和生长速度。

4、新造幼林需封育，管护期为 5 年。

（二）管护任务

生态修复工程管护任务是加强重构土壤、重建植被的管护与健康管理，对受损乔灌木及时补种、培土、浇水、施肥，喷洒农药防治病虫害发生以及幼林管护和成林管理；对矿区关键物种和生物多样性进行持续观测，降低生态重建的矿区生态系统的水灾、旱灾、虫灾、火灾等风险。

二、管护措施

1、林地

(1) 在林带刚进入郁闭阶段，为了保护和促进苗木生长，要采取平茬修枝技术对苗木进行修剪。

(2) 对于林带中出现各类树木的病、虫、害等要及时的进行管护，各复垦单元植物生态系统病虫害防治关系到复垦成活率，关系到整个复垦目标的实现，因此在进行其他监测的同时，特别注意当地植物病虫害的防治，及时发现疫情，对于病株要及时的砍伐防治扩散，对于虫害要及时的施用药品等控制灾害的发生。

(3) 清理林内枯枝落叶等易燃物，设置防火隔离带，配备灭火设备，严禁林区违规用火。

2、草地

(1) 控制放牧强度与频率，避免过度啃食，实行轮牧制度，给草地恢复生长时间。

(2) 对于草地病虫害的发生，可采用一定的生物及仿生制剂、化学药剂、人工物理方法来防治病虫害。根据不同的草种在不同的生长期，根据病虫害种类的生长发育期选用不同的药物，使用不同的浓度和不同的使用方法。当杂草种子高出主草丛时，人工拔除。

(3) 对于多年生、二年生或越年生草种来说，冬季的低温是一个逆境，如果管护不当，有可能发生冻害而不能安全越冬返青，或影响第二年的产草量。因此，须重视越冬与返青期管护，尤其是初建草地。

第三节 监测与管护工程量

一、监测工程

根据生态修复监测工程的设计，针对需要监测、检测的场地设置针对性的检测点，检测点具有代表性，能对评估矿区是否存在隐患、污染源提供依据主要监测工程量计算表见表5-9，监测工程布置见附图6。

表 5-9 监测工程量一览表

类别	监测项目	点位 数量	频率	监测 年限	工程量
			(点次/年)		(点次)
矿山地质环境 监测工程	地面沉降灾害监测	2	48	27	1296
	地形地貌景观	1	1	27	27
	水位监测	7	336	27	9072
	水质、水污染监测	7	336	27	9072
	土壤质量、土壤污染监测	3	1	27	27
土地复垦监测	复垦效果监测	2	1	5	10

二、管护工程

根据土地复垦管护措施及内容，本方案植被管护面积为复垦的耕地、草地，总面积0.6810hm²。

管护时间为矿区生态修复后的近5年时间，具体工程量见表5-10。

表 5-10 管护工程量表

位置	面积 (hm ²)	年限 (a)	工程量 (a·hm ²)	实施时间 (a)
复垦区	0.6810	5	0.6810	5

第六章 工程部署与经费估算

第一节 总体部署

根据“边开采、边修复”的原则，生产中破坏多少修复多少，有利于当地的生态环境恢复。针对矿区内可能产生的矿山生态问题，应坚持“预防为主，防治结合”、“在开发中保护，在保护中开发”和“边开采、边治理”的主导思路，把矿山生态修复工作贯穿于整个矿业活动中，统筹规划，分布实施，全面推进的保护与恢复治理工作。

矿区生态修复总体部署划分为三个阶段：分别为基建期 2 年（2026 年 1 月至 2027 年 12 月）、开采期 20 年（2028 年 1 月至 2047 年 12 月）、修复管护期 5 年（2048 年 1 月至 2052 年 12 月），生态修复工作预计在 2052 年 12 月前结束。

第二节 总体经费估算

一、经费估算依据

- 1、《土地开发整理项目预算定额标准》（财综[2011]128 号）；
- 2、《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综[2011]128 号）；
- 3、《土地开发整理项目预算编制规定》（财综[2011]128 号）；
- 4、《工程勘察设计收费标准》（计价格[2002]10 号）；
- 5、《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准(试行)》（内财建〔2013〕600 号）；
- 6、《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）；
- 7、《住房和城乡建设部办公厅关于重新调整建设工程计价依据增值税税率的通知》建办标函[2019]193 号；
- 8、《内蒙古自治区人民政府办公厅关于调整自治区最低工资标

准及非全日制工作小时最低工资标准的通知》内政办发〔2021〕69号；

9、当地材料价格信息（2025 年 4 季度）材料价格市场询价；

10、其它有关规定和标准。

本方案投资估算水平年为 2025 年，并以国家和地方政策文件规定的单价为标准。如与工程开工时间不在同一年份或物价有变动，应根据开工年的物价和政策在工程开工年重新调整。

二、费用构成及计费标准

1、工程施工费

工程施工费包括直接费、间接费、利润和税金。

（1）直接费

直接费指工程施工过程中直接消耗在工程项目上的活劳动和物化劳动。由直接工程费、措施费组成。

① 直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=定额劳动量（工日）×人工概算单价（元 / 工日），人工单价根据《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准（试行）》的规定计取，赤峰市宁城县属于三类区，甲类工 86.21 元/工日，乙类工 63.16 元/工日。

材料费=定额材料用量×材料单价，主要材料单价按照《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准（试行）》编制，超出限价部分单独计算材料价差，主要材料以外的材料价格以赤峰市 2026 年 1 季度市场价格计取并以材料到工地实际价格计算。

施工机械使用费=定额机械使用量（台班）×施工机械台班费（元 / 台班）。台班费定额依据《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准（试行）》编制，具体见定额单价取费表。

② 措施费

措施费是指为完成工程项目施工，发生于该工程施工前和施工过程中非工程实体项目的费用，包括临时设施费、冬雨季施工增加费、施工辅助费和安全施工措施费，本项目不计夜间施工增加费。措施费按项目直接工程费×措施费费率进行计算。其费率依据财政厅、国土资源厅《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准(试行)》计取，取费标准见表 6-1。

表 6-1 措施费费率表

序号	工程类别	临时设施费率(%)	冬雨季施工增加费率(%)	施工辅助费率(%)	安全施工措施费率(%)	费率合计(%)
1	土方工程	2	0.7	0.7	0.2	3.6
2	石方工程	2	0.7	0.7	0.2	3.6
3	砌体工程	2	0.7	0.7	0.2	3.6
4	混凝土工程	3	0.7	0.7	0.2	4.6
5	植被工程	2	0.7	0.7	0.2	3.6
6	辅助工程	2	0.7	0.7	0.2	3.6

(2) 间接费

间接费包括企业管理费和规费，依据《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准(试行)》规定，间接费率按工程类别进行计取，间接费按项目直接费×间接费费率进行计算，取费标准见表 6-2。

表 6-2 间接费费率表

序号	工程类别	计算基础	费率(%)
1	土方工程	直接费	5
2	石方工程	直接费	6
3	砌体工程	直接费	5
4	混凝土工程	直接费	6
5	植被工程	直接费	5
6	辅助工程	直接费	5

(3) 利润

依据《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准(试行)》规定，利润按直接费与间接费之和的 3%计取。

(4) 税金

依据《关于深化增值税改革有关政策的公告》(财税[2019]39 号)等文件,税金按直接费、间接费、利润之和的 9%计取。

(5) 设备购置费

设备购置费是指在工程实施过程中,因需要购置各种永久性设备所发生的费用。根据本项目的实际情况,本项目工程实施过程中所涉及的矿山地质环境治理及土地复垦机械设备均由工程具体施工单位提供或采用租用方式,故本方案不存在购买设备的费用。

2、其他费用

其他费用包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费。

(1) 前期工作费

包括土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与预算编制费和项目招标代理费。土地复垦前期工作费,以工程程施工费与设备费之和作为计费基数,采用分档定额计费方式计算,各区间按内插法确定。

土地清查费按不超过工程施工费的 0.5%计算。计算公式为:土地清查费=工程施工费×费率。

项目可研论证费以工程施工费作为计费基数,采用分档定额计费方式计算,各区间按内插法确定,见表 6-3。

表 6-3 项目可研论证费计费标准表

序号	计费基数(万元)	项目可研论证费(万元)
1	≤180	2
2	500	4
3	1000	6
4	3000	12
5	5000	15
6	10000	25

注:计费基数大于 1 亿元时,按计费基数的 0.25%计取。

项目勘测与设计费以工程施工费作为计费基数,采用分档定额计

费方式计算，各区间按内插法确定。其中勘测费可按不超过工程施工费的 1.5%单独计算，剩余部分可计为项目设计与预算编制费，见表 6-4。

表 6-4 项目勘测与设计费计费标准表

序号	计费基数(万元)	项目勘测与设计费(万元)
1	≤180	7.5
2	500	20
3	1000	39
4	3000	93
5	5000	145
6	10000	270

注：计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 2.70%计取。

项目招标代理费以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算，见表 6-5。

表 6-5 项目招标代理费计费标准表

序号	计费基础(万元)	费率(%)	算例	
			计费基础(万元)	项目招标代理费(万元)
1	≤180	0.5	500	$500 \times 0.5\% = 2.5$
2	500~1000	0.4	1000	$2.5 + (1000 - 500) \times 0.4\% = 4.5$
3	1000~3000	0.3	3000	$4.5 + (3000 - 1000) \times 0.3\% = 10.5$
4	3000~5000	0.2	5000	$10.5 + (5000 - 3000) \times 0.2\% = 13.5$
5	5000~10000	0.1	10000	$13.5 + (10000 - 5000) \times 0.1\% = 18.5$
6	10000 以上	0.05	15000	$18.5 + (15000 - 10000) \times 0.05\% = 21$

注：计费基数小于 100 万元时，按计费基数的 1.0%计取。

(2) 工程监理费

以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计算方式计算，各区间按内插法确定，具体费率见表 6-6。

表 6-6 工程监理费计费标准表

序号	计费基数(万元)	工程监理费(万元)
1	≤180	4
2	500	10
3	1000	18
4	3000	45
5	5000	70
6	10000	120

注：计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 1.20%计取。

(3) 竣工验收费

竣工验收费包括工程验收费、项目决算编制与审计费，工程验收费以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算，见表 6-7。

表 6-7 工程验收费计费标准表

序号	计费基础(万元)	费率(%)	算例	
			计费基础(万元)	工程验收费(万元)
1	≤180	1.7	180	$180 \times 1.7\% = 3.06$
2	180~500	1.2	500	$3.06 + (500 - 180) \times 1.2\% = 6.9$
3	500~1000	1.1	1000	$6.9 + (1000 - 500) \times 1.1\% = 12.4$
4	1000~3000	1.0	3000	$12.4 + (3000 - 1000) \times 1.0\% = 32.4$
5	3000~5000	0.9	5000	$32.4 + (5000 - 3000) \times 0.9\% = 50.4$
6	5000~10000	0.8	10000	$50.4 + (10000 - 5000) \times 0.8\% = 90.4$
7	10000 以上	0.7	15000	$90.4 + (15000 - 10000) \times 0.7\% = 125.4$

项目决算编制与审计费以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算，见表 6-8。

表 6-8 项目决算编制与审计费计费标准表

序号	计费基础(万元)	费率(%)	算例	
			计费基础(万元)	项目决算编制与审计费(万元)
1	≤500	1.0	500	$500 \times 1.0\% = 5$
2	500~1000	0.9	1000	$5 + (1000 - 500) \times 0.9\% = 9.5$
3	1000~3000	0.8	3000	$9.5 + (3000 - 1000) \times 0.8\% = 25.5$
4	3000~5000	0.7	5000	$25.5 + (5000 - 3000) \times 0.7\% = 39.5$
5	5000~10000	0.6	10000	$39.5 + (10000 - 5000) \times 0.6\% = 69.5$
6	10000 以上	0.5	15000	$69.5 + (15000 - 10000) \times 0.5\% = 94.5$

(4) 业主管理费

以工程施工费、前期工作费、工程监理费和竣工验收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算，见表 6-9。

表 6-9 项目管理费计费标准表

序号	计费基础(万元)	费率(%)	算例	
			计费基础(万元)	项目管理费(万元)
1	≤500	1.5	500	$500 \times 1.5\% = 7.5$
2	500~1000	1.0	1000	$7.5 + (1000 - 500) \times 1.0\% = 12.5$
3	1000~3000	0.5	3000	$12.5 + (3000 - 1000) \times 0.5\% = 22.5$
4	3000~5000	0.3	5000	$22.5 + (5000 - 3000) \times 0.3\% = 28.5$
5	5000~10000	0.1	10000	$28.5 + (10000 - 5000) \times 0.1\% = 33.5$
6	10000 以上	0.08	15000	$33.5 + (15000 - 10000) \times 0.08\% = 37.5$

3、预备费

预备费是在考虑了矿山地质环境保护与土地复垦期间可能发生的风险因素，从而导致矿山地质环境保护与复垦费用增加的一项费用。本方案预备费主要包括基本预备费、价差预备费和风险金。

(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。本项目按工程施工费和其他费用之和的 3.0%计取。

(2) 风险金

风险金是指可预见而目前技术上无法完全避免的矿山地质环境治理过程中可能发生风险的备用金。本方案确定风险金按工程施工费、设备费、其他费用三项之和的 10%计取。

(2) 价差预备费

价差预备费为工程施工费和其他费用的 1%-6%，本方案采取的系数为 2%。

4、监测管护费

监测管护费=监测费+管护费

(1) 监测费

包括地质灾害、水质、水位、水量、地貌景观等监测费等。本方案将监测费用单独列出。各项监测措施取费标准详见表 6-10。

表 6-10 监测取费标准参考表

类别	监测项目	频率	单价（元）
矿山地质环境监测工程	地质灾害监测	点次	100
	地形地貌景观	次	100
	水质监测	点次	500

(2) 复垦监测和管护费

复垦监测：本方案复垦效果监测主要土地损毁监测、土壤质量监测、植被恢复效果监测。其中：土地损毁监测主要采用人工巡查监测，

对评估区范围内进行区域监测，平均估算为 200 元/次；土壤质量检测共布设 3 处监测点，考虑人工、采样设施，监测以监测点计，平监测平均估算为 300 元/点次，复垦植被监测对评估区范围内复垦区域监测，500 元/点次。详见表 6-11。

表 6-11 复垦监测单价表

类别	监测项目	频率	单价（元）
监测工程	土地损毁监测	次	200
	土壤质量监测	点次	300
	复垦植被监测	点次	500

管护费：管护费是对复垦区域土地植被进行有针对性的巡查、补植、除草、施肥浇水、修枝、喷药、刷白等管护工作所发生的费用，主要包括管理和养护两大类。每年管护 2 次。本方案管护单价为 800 元/hm²。

三、经费估算

矿区生态修复工程总投资经费 612.74 万元，其中工程施工费 31.72 万元，其他费用 15.48 万元，监测管护费 558.46 万元。详见生态修复总费用组成分析表，表 6-12~6-20。

表 6-12 生态修复费用总表

序号	工程或费用名称	预算金额（万元）	各费用占总费用的比例（%）
	1	2	3
一	工程施工费	31.72	5.18
二	其他费用	15.48	2.53
三	监测管护费	558.46	91.14
四	预备费	7.08	1.16
1	基本预备费	1.42	
2	风险金	4.72	
3	价差预备费	0.94	
总 计		612.74	100

表 6-13 工程施工费预算总表

序号	单项名称	预算金额（万元）	各费用占工程施工费的比例（%）
	1	2	3
1	土方工程	20.1755	63.60
2	石方工程	2.1520	6.78
3	砌体工程	6.5993	20.80
4	植被恢复工程	0.6792	2.14
5	辅助工程	2.1145	6.67
总 计		31.7204	100.00

表 6-14 工程施工费估算表

序号	定额编号	单项名称	工程量	单位	综合单	合计（万
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
一		土方工程				20.1755
1	10196	一般覆土(运距 0.5~1km)	7036.1	m ³	12.54	8.8233
		外购土源	5676	m ³	20	11.3522
二		石方工程				2.1520
1	20272	整平	3405	m ³	6.32	2.1520
三		砌体工程				6.5993
1	30041	拆除清理	1847	m ³	35.73	6.5993
五		植被恢复工程				0.6792
1	50002	栽植乔木（带土球）	280	株	20.57	0.5760
2	50018	栽植灌木	145	株	4.76	0.0690
3	50031	散播种草	0.1847	hm ²	1850.48	0.0342
六		辅助工程				8.6785
1	60005	公示牌	2	块	3072.65	0.6145
2	市场询价	监测井	1	座	15000	1.5000
总 计						31.7204

表 6-15 其他费用估算表

序号	费用名称	计算式	预算金额	各项费用占其他费用的比例 (%)
	(1)	(2)	(3)	(4)
1	前期工作费	(1) + (2) + (3)	9.69	62.58
(1)	项目可研论证费	≤180	2.00	12.92
(2)	项目勘测与设计费	≤180	7.50	48.45
(3)	项目招标代理费	0.50%	0.19	1.21
2	工程监理费	≤180	4.00	25.84
3	竣工验收费	(1) + (2)	1.01	6.53
(1)	工程验收费	工程费×1.7%	0.64	4.11
(2)	项目决算编制与审计费	工程费×1.0%	0.37	2.42
4	项目管理费	工程费×1.5%	0.78	5.05
总计			15.48	100.00

表 6-16 监测费用估算表

类别	监测项目	点位数量	频率	监测年限	工程量 (点次/座)	综合单价 (元)	费用 (万元)
			(点次/年)				
矿山地质环境监测工程	地面沉降灾害监测	2	48	27	1296	100	12.96
	地形地貌景观	1	1	27	27	100	0.27
	水位监测	7	336	27	9072	100	90.72
	水质、水污染监测	7	336	27	9072	500	453.6
	土壤质量、土壤污染监测	3	3	27	81	100	0.81
土地复垦监测	复垦效果监测	2	1	5	10	100	0.1
合计							558.46

表 6-17 管护费用估算表

序号	费用名称	工程量	单位	单价 (元)	费用 (万元)
1	管护费	0.6810	hm ²	800	0.05
总计		—	—	—	0.05

表 6-18 预备费估算表

序号	费用名称	工程施工费 (万元)	其他费用 (万元)	费率 (%)	费用 (万元)
1	基本预备费	31.72	15.48	3	1.42
2	风险金	31.72	15.48	10	4.72
3	价差预备费	31.72	15.48	2	0.94
合计					7.08

表 6-19 施工费单价分析表

石方整平					
工作内容：装、运、卸、空回					
定额编号：20272				单位：元/100m ³	
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				455.90
(一)	直接工程费				439.21
1	人工费				90.73
	甲类工	工日	0.1	86.21	8.62
	乙类工	工日	1.3	63.16	82.11
2	材料费				
3	机械费				294.88
	推土机 74kw	台班	0.47	627.41	294.88
4	其它费用	%	13.9	385.61	53.60
(二)	措施费	%	3.8	439.21	16.69
二	间接费	%	6	455.90	27.35
三	利润	%	3	483.26	14.50
四	材料价差				82.20
	柴油	kg	25.85	3.18	82.20
五	税金	%	9	579.96	52.20
合计					632.15
拆除					
工作内容：拆除、清理、堆放					
定额编号：30041				单位：元/100m ³	
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				3030.86
(一)	直接工程费				2919.90
1	人工费				669.50
	甲类工	工日	0	86.21	0.00
	乙类工	工日	10.6	63.16	669.50
2	材料费				
3	机械费				2165.36
	挖掘机 1m ³	台班	2.6	832.83	2165.36
4	其它费用	%	3	2834.85	85.05
(二)	措施费	%	3.8	2919.90	110.96
二	间接费	%	5	3030.86	151.54
三	利润	%	3	3182.40	95.47
四	税金	%	9	3277.87	295.01
合计					3572.88
覆土					
工作内容：挖装、运输、卸除、空回					
定额编号：10196				单位：元/100m ³	
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				792.99
(一)	直接工程费				763.96
1	人工费				50.53
	甲类工	工日	0	86.21	0.00

	乙类工	工日	0.8	63.16	50.53
2	材料费				
3	机械费				684.76
	装载机 2m³	台班	0.24	898.80	215.71
	推土机 59kw	台班	0.1	445.88	44.59
	自卸汽车 8t	台班	1.09	389.41	424.46
4	其它费用	%	3.9	735.28	28.68
(二)	措施费	%	3.8	763.96	29.03
二	间接费	%	5	792.99	39.65
三	利润	%	3	832.64	24.98
四	材料价差				319.64
	柴油	kg	80.11	3.99	319.64
五	税金	%	9	857.62	77.19
合计					1254.44
栽植乔木(带土球)					
定额编号: 50002				单位: 元/100 株	
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1744.96
(一)	直接工程费				1681.08
1	人工费				442.12
	甲类工	工日	0	86.21	0.00
	乙类工	工日	7	63.16	442.12
2	材料费				1230.60
	树苗	株	102	12.00	1224.00
	水	m³	2	3.30	6.60
3	机械使用费				
4	其他材料费	%	0.5	1672.72	8.36
(二)	措施费	%	3.8	1681.08	63.88
二	间接费	%	5	1744.96	87.25
三	利润	%	3	1832.21	54.97
四	税金	%	9	1887.18	169.85
合 计					2057.03
散播种草					
定额编号: 50030				单位: 元/hm²	
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1569.76
(一)	直接工程费				1512.29
1	人工费				132.64
	甲类工	工日	0	86.21	0.00
	乙类工	工日	2.1	63.16	132.64
2	材料费				1350.00
	草籽	kg	45	30	1350
3	机械费				
4	其它费用	%	2	1482.64	29.65
(二)	措施费	%	3.8	1512.29	57.47
二	间接费	%	5	1569.76	78.49
三	利润	%	3	1648.24	49.45
四	税金	%	9	1697.69	152.79

合计					1850.48
栽植灌木					
定额编号：50018				单位：元/100 株	
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				261.98
(一)	直接工程费				252.39
1	人工费				91.58
	甲类工	工日	0	86.21	0.00
	乙类工	工日	1.45	63.16	91.58
2	材料费				159.80
	树苗	株	204	0.50	102.00
	水	m ³	3	3.30	9.90
	农用保水剂	g	800	0.04	30.00
	生根剂	L	0.2	20.00	4.00
	有机土	m ³	0.236	25.00	5.90
	海藻氨基酸肥料	g	800	0.01	8.00
3	其他费用	%	0.4	251.38	1.01
(二)	措施费	%	3.8	252.39	9.59
二	间接费	%	5	261.98	13.10
三	利润	%	3	275.08	8.25
四	材料价差				153.00
	树苗	株	204	0.75	153.00
五	税金	%	9	436.33	39.27
合 计					475.60
公示牌					
定额编号：60005				单位：元/10 块	
一	直接费				
(一)	直接工程费				
1	人工费				
	甲类工	工日	0	86.21	
	乙类工	工日	34	63.16	
2	材料费				
	锯材	m ³	0.001	1200.00	
	光圆钢筋	t	0.225	3500.00	
	型钢	t	0.005	3780.00	
	电焊条	kg	0.08	5.75	
	钢管立柱	t	0.846	5900.00	
	组合钢模板	t	0.009	5200.00	
	铁件	kg	4.2	6.50	
	镀锌铁件	kg	498.9	7.00	
	20-22 号铁丝	kg	1.1	5.30	
	钢板标志	t	0.215	8082.87	
	反光膜	m ²	19.6	180.00	
	C25 水泥混凝土	m ³	13.06	389.00	
	32.5 级水泥	t	4.374	300.00	
	水	m ³	15	3.30	

	中（粗）砂	m ³	6.27	60.00
	碎石（4cm）	m ³	10.84	60.00
3	机械使用费			
	4t 载货汽车	台班	0.6	298.70
	5t 汽车式起重机	台班	0.6	461.45
	30kvA 交流电焊机	台班	0.02	161.52
4	其它费用	%	2	24712.91
(二)	措施费	%	3.8	25207.17
二	间接成本费	%	5	26165.04
三	利润	%	3	27473.29
四	材料价差			
五	税 金	%	9	26989.24
合 计				30726.52

表 6-20 台班费计算表

机械名称	规格	台班费	一类费用合计	二类费用													
			一类费用合计	人工费（元/日）		动力燃料 费小计	汽油（元/kg）		柴油（元/kg）		电（元/kw·h）		水（元/m³）		风（元/m³）		
				工日	金额		数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额	
挖掘机	1m³	832.83	336.41	2	172.42	324			72	324							
装载机	2.0m³	914.68	267.38	2	188.3	459.00			102	459.00							
推土机	59kW	461.76	75.46	2	188.3	198.00			44	198.00							
推土机	74kW	627.41	207.49	2	172.42	247.50			55	247.50							
自卸汽车	柴油型 8t	795.72	323.92	2	188.30	283.50			63	283.50							
载货汽车	4t	298.7	77.49	1	86.21	135	27	135									
汽车式起重机	5t	389.4093	99.25	1.33	114.6593	175.5			39	175.5							
交流电焊机	30kVA	161.516	3.63	1	86.21	71.676					99	71.676					

第三节 阶段工作任务与经费安排

一、阶段工作任务

根据开采设计，按照矿区生态修复与采矿工程相结合的原则，同时根据现状问题识别和受损预测分析，综合诊断评价，按照轻重缓急、分阶段实施的原则，将矿区生态修复划分为基建期、开采期和修复管护期三个规划阶段。各阶段实施时间计划见表 6-21。

表 6-21 矿山地质环境治理阶段时间

分期	阶段划分	时段	年限
基建期	第 1 阶段	2026.1-2028.12	2
开采期	第 2 阶段	2028.1-2047.12	20
修复管理期	第 3 阶段	2048.1-2052.12	5

（一）基建期实施阶段（2026.1-2027.12）

基建期严格按照《开采方案》执行，防治工作的重点是：逐步建立地质环境监测网点，开展监测工作。具体工作内容如下：

1、针对现状矿山水源地存在的保护区划分问题，矿山企业应启动水文地质调查与研究，编制矿泉水水源地保护与整改方案，并聘请相关专家进行技术论证。

2、日常巡查为每周 1 次，雨季/融雪期为每周 2-3 次，道路上有突发事件时，应为泄露后 24 小时内初测，每日 1 次，直至恢复后每周 1 次；

3、由于矿山水源井距 S505 省道直线距离 3 米，考虑到危险品运输车辆道路运输过程中可能发生侧翻、泄露、碰撞、爆炸、火灾等突发情况，矿山需对可能发生的情况制定应急预案，当情况发生时，马上启动应急预案。

4、修建监测井（南毛扎子村与拟建办公楼之间 SJC5）。

5、对拟建办公楼、拟建原料库、拟建生产车间、拟建停车场表

土剥离；

6、对拟建办公楼、拟建原料库、拟建生产车间、拟建停车场、拟建矿区道路进行美化工程；

7、采用自动化与人工相结合的形式实施监测、巡视，为地质灾害监测预警提供技术依据。

8、建立地下水水位、水质、水量监测点，结合人工监测定期对地下水位进行动态观测，采集水质样品进行分析，监测水质污染状况；

9、建立土壤污染监测点并定期观测，并定期采样分析，监测土壤污染状况。

（二）开采期实施阶段（2028.1-2047.12）

1、依据专家技术论证结果采取必要的矿泉水水源地保护与治理措施，确保未来矿泉水水源地的开采满足保护区的划分要求；建议矿山加高井台高度，防止黑里河河水发生倒灌；针对拟建生产车间等开采方案规划的建设单元可能对矿泉水水质的影响，矿山企业应该实施建（构）筑物防渗工程，严禁在Ⅰ级卫生保护区内设置渗水井、排水坑、严禁随意排放生产废水与生活污水，未来矿山生产废水与生活污水应该管道排放至水源井下游影响半径之外。

2、日常巡查为每周1次，雨季/融雪期为每周2-3次，道路上有突发事件时，应为泄露后24小时内初测，每日1次，直至恢复后每周1次；

3、由于矿山水源井距S505省道直线距离3米，考虑到危险品运输车辆在道路运输过程中可能发生侧翻、泄露、碰撞、爆炸、火灾等突发情况，矿山需对可能发生的情况制定应急预案，当情况发生时，马上启动应急预案。

4、对矿区景观绿化区域进行管护工作。

5、对地面沉降监测点继续观测，为地质灾害监测预警提供技术

依据；

6、定期对地下水水位进行动态观测，采集水质样品进行分析，监测水质污染状况；

7、定期对土壤污染监测点进行观测，并定期采样分析，监测土壤污染状况。

（三）修复管护期实施阶段（2048.1-2052.12）

继续实施生态修复工程，并保留开采记录、照片、录像，重点有以下内容：

1、对拟建办公楼、拟建原料库、拟建生产车间、拟建停车场、拟建矿区道路、井房进行拆除、清运、覆土、恢复植被；

2、对地面变形监测点继续观测，为地质灾害监测预警提供技术依据；

3、定期对地面变形监测点进行监测，加强巡视，为地质灾害监测预警提供技术依据。

4、定期对地下水水位进行动态观测，采集水质样品进行分析，监测水质污染状况；

5、定期对土壤污染监测点进行观测，并定期采样分析，监测土壤污染状况。

表 6-22 生态修复复垦工作部署安排表

年度	工作任务	防治内容	单位	工程量
2026.1-2026.12	/	公示牌	块	2
		监测井	座	1
	拟建办公楼	表土剥离	m ³	143
		覆土	m ³	104
		灌丛	株	40
		种草	m ²	80
	拟建原料库	表土剥离	m ³	210
		覆土	m ³	117
		灌丛	株	45

年度	工作任务	防治内容	单位	工程量
	监测工程	种草	m ²	90
		地质灾害监测	点/次	48
		地形地貌景观监测	点/次	1
		水位监测	点/次	336
		水质监测	点/次	336
		土壤监测	点/次	3
2027.1-2027.12	拟建生产车间	表土剥离	m ³	479
		覆土	m ³	156
		灌丛	株	60
		种草	m ²	120
	拟建停车场及周 边空地	表土剥离	m ³	91
		覆土	m ³	120
		种草	m ²	400
	拟建矿区道路	表土剥离	m ³	437
		覆土	m ³	120
		种树	株	280
	监测工程	地质灾害监测	点/次	48
		地形地貌景观监测	点/次	1
		水位监测	点/次	336
		水质监测	点/次	336
		土壤监测	点/次	3
2028.1-2047.12	监测工程	地质灾害监测	点/次	960
		地形地貌景观监测	点/次	20
		水位监测	点/次	6720
		水质监测	点/次	6720
		土壤监测	点/次	60
2048.1-2052.12	拟建办公楼	拆除清理	m ³	357
		石方整平	m ³	357
		覆土	m ³	714
	拟建原料库	拆除清理	m ³	525
		石方整平	m ³	525
		覆土	m ³	1050
	拟建生产车间	拆除清理	m ³	1197
		石方整平	m ³	1197
		覆土	m ³	2394
	拟建停车场	拆除清理	m ³	137
		石方整平	m ³	228
		覆土	m ³	455
	拟建矿区道路	拆除清理	m ³	656

年度	工作任务	防治内容	单位	工程量
		石方整平	m ³	1094
		覆土	m ³	656
		种草	m ²	2187
	井房	拆除清理	m ³	5
		石方整平	m ³	5
		覆土	m ³	10
	监测工程	地质灾害监测	点/次	240
		地形地貌景观监测	点/次	5
		水位监测	点/次	1680
		水质监测	点/次	1680
		土壤监测	点/次	15
	管护工程		年	5

二、近 3 年工作任务与经费进度安排

（一）2026 年 1 月~2026 年 12 月，第一年

1、针对现状矿山水源地存在的保护区划分问题，矿山企业应启动水文地质调查与研究工作的，编制矿泉水水源地保护与整改方案，并聘请相关专家进行技术论证。

2、日常巡查为每周 1 次，雨季/融雪期为每周 2-3 次，道路上有突发事件时，应为泄露后 24 小时内初测，每日 1 次，直至恢复后每周 1 次；

3、由于矿山水源井距 S505 省道直线距离 3 米，考虑到危险品运输车辆道路运输过程中可能发生侧翻、泄露、碰撞、爆炸、火灾等突发情况，矿山需对可能发生的情况制定应急预案，当情况发生时，马上启动应急预案。

4、修建监测井（南毛扎子村与拟建办公楼之间 SJC5）。

5、对拟建办公楼、拟建原料库表土剥离；

6、对拟建办公楼、拟建原料库进行美化工程；

7、采用自动化与人工相结合的形式实施监测、巡视，为地质灾害监测预警提供技术依据。

8、建立地下水水位、水质、水量监测点，结合人工监测定期对地下水位进行动态观测，采集水质样品进行分析，监测水质污染状况；

9、建立土壤污染监测点并定期观测，并定期采样分析，监测土壤污染状况。

（二）2027 年 1 月~2027 年 12 月，第二年

1、依据专家技术论证结果采取必要的矿泉水水源地保护与治理措施，确保未来矿泉水水源地的开采满足保护区的划分要求，建议矿山加高井台高度，防止黑里河河水发生倒灌。

2、日常巡查为每周 1 次，雨季/融雪期为每周 2-3 次，道路上有突发事件时，应为泄露后 24 小时内初测，每日 1 次，直至恢复后每周 1 次；

3、由于矿山水源井距 S505 省道直线距离 3 米，考虑到危险品运输车辆在道路运输过程中可能发生侧翻、泄露、碰撞、爆炸、火灾等突发情况，矿山需对可能发生的情况制定应急预案，当情况发生时，马上启动应急预案。

4、对拟建生产车间、拟建停车场、拟建矿区道路表土剥离；

5、对拟建生产车间、拟建停车场、拟建矿区道路进行美化工程；

6、对地面变形监测点继续观测，为地质灾害监测预警提供技术依据；

7、定期对地面变形监测点进行监测，加强巡视，为地质灾害监测预警提供技术依据。

8、定期对地下水水位进行动态观测，采集水质样品进行分析，监测水质污染状况；

9、定期对土壤污染监测点进行观测，并定期采样分析，监测土壤污染状况。

（三）2028 年 1 月~2028 年 12 月，第三年

1、针对拟建生产车间等开采方案规划的建设单元可能对矿泉水水质的影响，矿山企业应该实施建（构）筑物防渗工程，严禁在Ⅰ级卫生保护区内设置渗水井、排水坑、严禁随意排放生产废水与生活污水，未来矿山生产废水与生活污水应该管道排放至水源井下游影响半径之外。

2、日常巡查为每周1次，雨季/融雪期为每周2-3次，道路上有突发事故时，应为泄露后24小时内初测，每日1次，直至恢复后每周1次；

3、由于矿山水源井距S505省道直线距离3米，考虑到危险品运输车辆在道路运输过程中可能发生侧翻、泄露、碰撞、爆炸、火灾等突发情况，矿山需对可能发生的情况制定应急预案，当情况发生时，马上启动应急预案。

4、对地面变形监测点继续观测，为地质灾害监测预警提供技术依据；

5、定期对地面变形监测点进行监测，加强巡视，为地质灾害监测预警提供技术依据。

6、定期对地下水水位进行动态观测，采集水质样品进行分析，监测水质污染状况；

7、定期对土壤污染监测点进行观测，并定期采样分析，监测土壤污染状况。

近三年矿区生态修复工作计划安排情况见表6-23。

矿区生态修复工程量与经费安排见表6-24。

表 6-23 前三年度矿区生态修复工作计划表

序号	修复阶段	范围	所属生态修复区块	是否为临时用地	主要工程措施	单位	工程量	目标地类	面积(hm ²)	单价(元)	小计(万元)	合计(万元)
1	第一年 2026.1-2026.12	/	/	/	公示牌	块	2	/	/	3072.65	0.6145	23.0878
		/	/	/	监测井	座	1	/	/	15000	1.5000	
		见续附表 6	拟建办公楼周围	否	覆土	m ³	104	/	0.0240	12.54	0.1304	
					灌丛	株	40			1.52	0.0061	
					种草	m ²	80			0.19	0.0015	
		见续附表 6	拟建原料库周围	否	覆土	m ³	117	/	0.0270	12.54	0.1467	
					灌丛	株	45			1.52	0.0068	
					种草	m ²	90			0.19	0.0017	
		见续附表 6	监测工程	否	地质灾害监测	点/次	48	/	/	100	0.4800	
					地形地貌景观监测	点/次	1			100	0.0100	
					水位监测	点/次	336			100	3.3600	
					水质监测	点/次	336			500	16.800	
					土壤监测	点/次	3			100	0.0300	
2	第二年 2027.1-2027.12	见续附表 6	拟建生产车间周围	否	覆土	m ³	156	/	0.0360	12.54	0.1956	22.8914
					灌丛	株	60			1.52	0.0091	
					种草	m ²	120			0.19	0.0023	
		见续附表 6	拟建停车场及周边空地	否	覆土	m ³	120	/	0.040	12.54	0.1505	
					种草	m ²	400			0.19	0.0076	
		见续附表 6	拟建矿区道路两旁	否	覆土	m ³	120	/	0.2520	12.54	0.1505	
					种树	株	280			24.85	0.6958	
		见续附表 6	监测工程	否	地质灾害监测	点/次	48			100	0.4800	
					地形地貌景观监测	点/次	1			100	0.0100	

序号	修复阶段	范围	所属生态修复区块	是否为临时用地	主要工程措施	单位	工程量	目标地类	面积(hm ²)	单价(元)	小计(万元)	合计(万元)
3	第三年 2028.1- 2028.12	见续附表 6	监测工程	否	水位监测	点/次	336			100	3.3600	21.1600
					水质监测	点/次	336			500	16.800	
					土壤监测	点/次	3			100	0.0300	
					地质灾害监测	点/次	48			100	0.4800	
					地形地貌景观监测	点/次	1			100	0.0100	
					水位监测	点/次	336			100	3.3600	
					水质监测	点/次	336			500	16.800	
					土壤监测	点/次	3			100	0.0300	
					管护工程		年	3		1600	0.4800	

注：除实施工程措施外，矿山企业还应该（1）按照方案的要求编制矿泉水水源地保护与整改方案并聘请相关专家进行技术论证，依据专家的技术论证意见进行整改；（2）针对矿泉水水源井距 S505 省道直线距离 3 米、运输危险品的车辆在运输过程中可能发生侧翻、泄露、碰撞、爆炸、火灾等突发情况并对矿泉水水源地（特别是水质）造成影响的情况，矿山企业应编制应急预案，当不利情况发生时立即启动应急预案。

表 6-24 矿区生态修复工程量与经费安排表

序号	生态修复区块	范围(拐点坐标)	生态修复面积(hm²)	主要治理修复问题	修复工程				监测与管护工程			
					修复措施	工程量	费用(万元)	实施时间	监测措施	工程量	费用(万元)	实施时间
1	/	/	/	/	公示牌	2	0.6145	2026.1-2026.12	/	/	/	/
					监测井	1	1.5000					
2	拟建办公楼周围	见续附表5	0.0240	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	覆土	104	0.1304	2026.1-2026.12	地质灾害监测、地形地貌景观监测、水位监测、水质监测、土壤监测、管护工程	详见第五章第二节	20.68	2026.1-2026.12
					灌丛	40	0.0061					
					种草	80	0.0015					
3	拟建原料库周围	见续附表5	0.0270	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	覆土	117	0.1467	2026.1-2026.12				
					灌丛	45	0.0068					
					种草	90	0.0017					
4	拟建生产车间周围	见续附表5	0.0360	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	覆土	156	0.1956	2027.1-2027.12				
					灌丛	60	0.0091					
					种草	120	0.0023					
5	拟建停车场及周边空地	见续附表5	0.040	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	覆土	120	0.1505	2027.1-2027.12				
					种草	400	0.0076					
6	拟建矿区道路两旁	见续附表5	0.2520	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	覆土	120	0.1505	2027.1-2027.12				
					种树	280	0.6958					

序号	生态修复区块	范围(拐点坐标)	生态修复面积(hm ²)	主要治理修复问题	修复工程				监测与管护工程			
					修复措施	工程量	费用(万元)	实施时间	监测措施	工程量	费用(万元)	实施时间
7								2028.1-2028.12	地质灾害监测、地形地貌景观监测、水位监测、水质监测、土壤监测、管护工程	详见第五章第二节	20.68	2028.1-2028.12
8								2029.1-2047.12	地质灾害监测、地形地貌景观监测、水位监测、水质监测、土壤监测、管护工程	详见第五章第二节	392.92	2029.1-2047.12
9	拟建办公楼	见续附表5	0.0714	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	拆除清理	357	1.2756	2048.1-2048.12	地质灾害监测、地形地貌景观监测、水位监测、水质监测、土壤监测、管护工程	详见第五章第二节	106.30	2048.1-2052.12
					石方整平	357	0.2256					
					覆土	714	0.8954					
10	拟建原料库	见续附表5	0.1050	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	拆除清理	525	1.8758	2048.1-2048.12	地质灾害监测、地形地貌景观监测、水位监测、水质监测、土壤监测、管护工程	详见第五章第二节	106.30	2048.1-2052.12
					石方整平	525	0.3318					
					覆土	315	1.3167					

序号	生态修复区块	范围(拐点坐标)	生态修复面积(hm ²)	主要治理修复问题	修复工程				监测与管护工程			
					修复措施	工程量	费用(万元)	实施时间	监测措施	工程量	费用(万元)	实施时间
11	拟建生产车间	见续附表5	0.2394	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	拆除清理	1197	4.2769	2048.1-2048.12				
					石方整平	1197	0.7565					
					覆土	2394	3.0021					
12	拟建停车场	见续附表5	0.0455	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	拆除清理	137	0.4895	2048.1-2048.12				
					石方整平	228	0.1441					
					覆土	455	0.5706					
13	拟建矿区道路	见续附表5	0.2187	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	拆除清理	656	2.3439	2048.1-2048.12				
					石方整平	1094	0.6914					
					覆土	656	0.8226					
					种草	2187	0.0416					
14	井房	见续附表5	0.0010	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	拆除清理	5	0.0179	2048.1-2048.12				
					石方整平	5	0.0032					
					覆土	10	0.0125					

第七章 保障措施与公众参与

第一节 保障措施

一、组织保障

1、管理机构

健全的组织管理机构是矿区生态修复工作顺利实施的可靠保证。为保障矿区生态修复方案的实施，内蒙古冰石河矿泉水有限公司将设立矿区生态修复工作领导小组，全面负责矿区生态修复工作，由总经理任组长，副总经理任副组长，由生产部、质检部、环保部、财务部、保卫部等部门主管任组员。

2、主要职责和分工

领导小组主要任务是宣传、贯彻、落实生态修复相关法律政策，制定矿区生态修复规划和实施计划。负责选取生态修复工程施工单位，对施工队伍的资质、人员的素质乃至项目经理、工程师的经历、能力进行必要的严格考核，并全程参与生态修复工程实施。负责生态修复资金调配，组织生态修复工程验收。同时，加强规章制度建设和业务学习培训，防止质量事故和安全事故的发生。每年向管理机关汇报当年工作进展、资金使用情况 and 第二年项目进度安排与资金预算，自觉接受监督管理。

组长负责全局统筹工作，副组长负责协调各部门间的分工合作，小组成员根据自己所在部门的职责做好上级领导安排的各项事宜，加强与其他部门的合作，同时定期向组长及副组长汇报计划制定和项目施工进展情况。

3、管理制度

实行目标责任制及问责制。对主要责任人实施目标管理责任制度，将其作为责任人年度考核的主要内容。矿区生态修复工程实施监管不

力、生态修复资金管理和使用不合格，追究主管领导的责任，情节严重的追究法律责任。

实行矿区生态修复资金审计制度。委托中介机构对土地复垦资金使用情况进行审计，审计方式及内容详见“资金保障”部分。

实行重大事项报告制度。矿区生态修复工程开工以前，领导小组将矿区生态修复规划和实施计划、确定的矿区生态修复工程施工单位，上报自然资源主管部门。开采工艺、实施计划、治理和复垦工程等发生重大变更，及时上报自然资源主管部门。

二、技术保障

根据矿区生态修复工作内容和质量要求，具体可以采用以下技术保障措施：

1、为加强技术指导和管理工作，矿山应成立专业技术人员组成的技术小组，对本矿区生态修复方案进行专门研究、全面了解，根据各项工程的技术要求，提供技术支持和质量把关，以保证项目的顺利实施。

2、复垦实施中，根据修复方案内容，与相关实力雄厚的技术单位合作，编制年度计划，分阶段进行复垦。及时总结阶段性复垦实施经验，并修订本方案。

3、加强与相关技术单位的合作，加强与省内外具有先进矿山复垦技术单位的交流合作，及时吸取相关经验，完善复垦措施。

4、根据矿山环境影响和土地损毁实际情况变化，进一步完善矿区生态修复方案，扩展生态修复方案报告编制的深度、广度和适宜度，让方案更贴合矿山实际情况，更利于方案实施。

5、严格按照建设工程招投标制度选择施工队伍，要求施工队伍具有相应资质等级和技术实力。项目施工过程中，严格遵守国家规定

的工程建设程序、制度规范和技术标准。

6、项目领导小组应定期组织企业技术人员培训，学习国内外矿区生态修复的先进经验、先进技术、先进管理方法。在管理中遇到技术问题向相关专家咨询，向当地农业、林业、环保等主管部门请教，确保矿区生态修复工程技术可行，达到预期治理效果。

7、治理项目完成后，及时提请主管部门组织竣工验收，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。

8、做好项目后续维护管理及监测工作，确保项目目标得以实现。赤峰国维矿业有限公司承诺将加强对监测人员的技术培训，确保监测人员能及时发现问题；加强与相关单位的合作，定期邀请相关技术人员对矿区生态修复工程效果进行监测评估。

三、资金保障

根据内蒙古自治区财政厅、自然资源厅和生态环境厅制定《内蒙古自治区矿山地质环境治理恢复基金管理办法（试行）》（内国土资规[2019]3 号），该文件指明“取消传统保证金，建立“企业计提、专项使用、属地监管”的基金制度”，按年度提取， $\text{额度} = \text{矿类基数} \times \text{开采影响系数（地下）} \times \text{土地复垦难度系数} \times \text{地区影响系数} \times \text{年度实际矿泉水产量}$ ，实行动态调整机制；矿山正在成立矿山生态修复基金，专门核算基金的提取与使用，实现“资金与生产经营账户物理分离”，专款专用，不得用于非治理类支出。将矿区生态修复费用列入企业生产会计科目之中，保证资金的落实。遵循企业所有、政府监管、专户存储、专款专用的原则，绝不准许挪用矿区生态修复经费。高度重视矿区生态修复工作，按相关方案制定的治理规划，分期分批把治理复垦资金纳入每个年度预算之中，确保各项治理工作能落实到位。

将土地复垦费用存入该矿山生态修复基金专用账户，首次预存额占本次土地复垦费用静态总金额的 20.00%以上，并在采矿证到期前 1 年计提完毕，在确保满足土地复垦工程各年度费用的基础上，根据土地复垦工程动态投资总额度制定年度复垦费用计提计划。

四、监管保障

矿山企业将严格按照评审修改后的方案实施矿区生态修复工程。自然资源主管部门有权依法对矿区生态修复方案实施情况进行监督管理。矿山企业作为义务人应强化矿区生态修复施工管理，严格按照方案要求进行自查，并主动与自然资源主管部门取得联系，加强与自然资源主管部门的合作，自觉接受自然资源主管部门的监督管理。建立动态监管调控体系，定期完成矿泉水水位、水量及水质的监测工作，建立水质档案，长期对比，识别趋势与污染风险，定期上报主管部门。如发现异常情况，立即暂停开采，排查并上报，确保项目建设的社会效益、环境效益和经济效益的充分发挥，确保土地资源的可持续发展。

土地复垦义务人应当于每年 12 月 31 日前向所在地县级自然资源主管部门报告当年土地复垦义务履行情况，包括以下内容：

- 1、年度土地损毁情况，包括土地损毁方式、地类、位置、权属、面积、程度等；
- 2、年度恢复治理与土地复垦基金费用预存、使用和管理等情况；
- 3、年度土地复垦实施情况，包括复垦地类、位置、面积、权属、主要复垦措施、工程量等；
- 4、自然资源主管部门规定的其他年度报告内容。

宁城县自然资源主管部门应当加强对土地复垦义务人报告事项履行情况的监督核实，并可以根据情况将土地复垦义务履行情况年度

报告在门户网站上公开。

内蒙古冰石河矿泉水有限公司应定期向宁城县自然资源局报告当年复垦情况，接受区县级以上自然资源主管部门对土地复垦实施情况的监督检查，接受社会对土地复垦实施情况的监督等保障措施。

内蒙古冰石河矿泉水有限公司如不履行复垦义务，按照《土地管理法》、《土地复垦条例》等法律法规和政策文件的规定依法处罚。

第二节 公众参与

由于矿业活动会给周围的自然环境和社会环境带来影响，关系到矿区及其周边人民群众的切身利益，因此需要广大群众的积极配合、参与与支持。矿区生态修复规划要在充分了解当地人民群众意愿和观点的基础上进行，使建设项目更加民主化、公众化，以避免片面性和主观性，使该项建设的规划、设计、施工和运行更加完善，更加合理，从而有利于最大限度地发挥该项目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、方案编制前的公众参与

2026 年 1 月 6 日，方案编制人员在矿方代表的陪同下，对矿山的井房及矿山周边影响区进行了实地调查，调查对象包括业主、矿区所属行政村集体、村民代表和当地政府相关部门，收集相关资料的同时初步了解公众对复垦项目的要求、意见。

公示内容包括建设工程名称、工程概况、征求公众意见的主要事项、公众意见的反馈方式等。

2026 年 3 月 6 日，编制人员再次对矿区进行了现场踏勘，并随机走访了治理与复垦影响区域的土地权属人，编制人员首先介绍了项目的性质、类型、规模以及国家相关政策，如实向公众阐明本项目可能产生的地面沉降灾害以及本次工作的主要目的和任务。介绍了项目

投资、复垦工程实施后能给当地村民带来的经济效益以及对促进地方经济发展、保护当地生态环境的情况。根据当地的经济、文化水平，确保被调查人员对及该项目有一定的了解，矿山也以村为单位组织部分村民代表就方案的具体思想进行了沟通，并进行了现场调查。

二、方案编制期间的公众参与

1、调查范围和内容

本方案草案形成，项目编制人员到项目区进行走访，组织方案讨论会，广泛征集南毛扎子村、大营子村的村民委员会、农村集体经济组织、村民代表和当地农牧民的意见，对方案进行了修订。调查方式主要以走访和发放《公众参与调查表》的形式进行，内容涉及公众对生产项目的态度、对项目有利影响和不利影响的想法、公众的愿望和要求等。公众调查表附件十。

2、公众参与统计

在矿方工作人员的陪同和协助下，编制人员采用走访项目影响区域土地权属人的方式，积极听取了土地权属人的意见。

本次问卷调查人员主要为村民委员会代表、农村集体经济组织代表、村民代表和当地农牧民代表，通过走访调查，大多数被调查人员积极听取了编制人员的解释和介绍，并得到了他们的大力支持。

问卷调查：方案编制人员对发放问卷调查表4份，收回问卷4份，回收率100%。公众调查结果汇总统计见表7-1。

表 7-1 公众调查结果统计表

项目名称	内蒙古冰石河矿泉水有限公司宁城县黑里河镇南毛扎子饮用天然矿泉水生态修复											
项目地点	南毛扎子村、大营子村											
发放份数	4 份	回收份数	4 份	有效份数	4							
性别	男性人数		4	性别比例	4:0							
	女性人数		/									
年龄	18-35 岁之间		/	年龄比	0:1:3							
	35-50 岁之间		1									
	50 岁以上		3									
文化程度	小学		1	文化程度比	1:3							
	初高中		3									
职业	村民、农牧民代表		2	职业人数比	1:1							
	村委会干部		2									
序号	问题				选择							
					A	B	C	D	E	F	G	L
1	您对国家关于土地复垦方面的政策和要求了解程度：				2	2						
	A 详细了解 B 知道 C 不知道											
2	您对本项目持何种态度：				4							
	A 支持 B 反对 C 不清楚											
3	您对复垦区复垦利用方向的意愿：				4		4					
	A 耕地 B 林地 C 草地 D 建设用地											
4	您认为采用以下哪几种土地复垦措施适合当地的实际情况							4	4			
	A 裂缝充填 B 土地平整 C 削坡工程 D 植被恢复 E 耕地恢复											

5	您认为该项目对环境最突出环境影响是				4				
	A 大气污染 B 水污染 C 噪声污染 D 植被破坏 E 固废污染 F 地质灾害 G 水土流失								
6	您认为当地植被恢复最适宜的品种有什么：								
	A 沙棘 B 沙柳 C 樟子松 D 胡枝子 E 沙蒿 F 紫花苜蓿 G 羊草 H 冰草 I 披碱草 K 山杏 L 杨树 M 榆树 N 其他_____								
7	希望土地复垦后所要达到的目标：		4						
	A 恢复原貌 B 比原生态环境有所改善 C 保持现状不发展 D 能够有经济效益								
8	您对本生态修复项目持何种态度：	10							
	A 支持 B 反对 C 与我无关								
9	该项目在征用贵行政村土地方面是否存在争议？		10						
	A 存在 B 不存在								
10	您希望项目单位在进行复垦工作时从哪些方面有待改进？								
	A 植被管护措施 B 土地平整 C 塌陷治理 D 土流失防治 E 农用地复垦 F 草地恢复 G 水源地解决 H 其他	4	4		4	2	2		

3、调查对象特征构成

本次问卷调查过程中，调查对象为宁城县黑里河镇南毛扎子村、大营子村各方代表，被调查人员文化程度以小学、初中为主，年龄以35-50岁的中青年和50-60岁的中老年为主。

4、调查结果

方案编制人员走访了复垦工程涉及的单位和群众，并采取发放公众意见调查表的方式了解群众对本工程的意见，被调查人员大部分关注方案涉及的问题，对于该矿区项目，由于该矿山在当地进行了近十年的采矿活动，被调查人员中25%的受调查者表示对项目详细了解，75%的受调查者表示对项目知道。

对本项目持何种态度：100%的受调查者对该项目方案持支持态度，没有持反对意见。

对复垦区复垦利用方向的意愿：复垦耕地意愿占25%，复垦草地意愿占75%。

采用以下哪几种土地复垦措施适合当地的实际情况：农用地恢复和草地恢复各占比50%，植被管护措施、土地平整及水土流失防治均为100%。

认为该项目对环境最突出环境影响：植被破坏占比100%，水土流失占比25%。

认为当地植被恢复最适宜的品种有什么：沙蒿占比18%，针茅占比27%、紫花苜蓿占比18%、羊草占比27%，冰草占比9%。

希望土地复垦后所要达到的目标：75%的受调查者对希望比原生生态环境有所改善，25%的受调查者对希望恢复原貌。表示群众对土地复垦工作充满信心。

对本生态修复项目持何种态度：100%的受调查者对本生态修复项目持支持态度，没有持反对意见。这对于矿山生态修复工作的开展

打下了良好的群众基础。

该项目在征用贵行政村土地方面是否存在争议：100%的受调查者认为不存在争议。

希望项目单位在进行复垦工作时从哪些方面有待改进：100%的受调查者认为土地复垦方面有待改进，75%的受调查者认为植被管护措施有待改进，25%的受调查者认为水土流失防治有待改进。由此可见，群众参与土地复垦的监督有很高的积极性。

三、方案实施中的公众参与

公众参与情况作为本方案在确定矿区土地复垦的方向以及制定相应措施等方面的依据，在随后的治理安排和复垦计划实施、效果、监测等方面仍需建立相应的参与机制，同时尽可能扩大参与范围，从现有的土地权利人及相关职能部门扩大至整个社会，积极采纳合理意见，积极推广先进的、科学的治理和复垦技术，积极宣传土地治理和复垦政策及其深远含义，努力起到模范带头作用。

1、矿方技术人员将与当地相关部门进行长期的、积极有效的合作，在方案实施过程中，建立相应的公众参与机制，积极调动公众的参与热情。

2、为保证全程全面参与能有效、及时反馈意见，参与形式主要为座谈会形式，要求矿山涉及区域的代表参加，确保矿山涉及区域内的民众充分知晓项目计划、进展和效果。

3、在群众参与方面，主要为矿山涉及区域的土地权利人。在政府相关职能部门方面，将进一步加强与矿区内自然资源部门的沟通，还将加大和扩大重点职能部门的参与力度的范围，如农牧业局、环保局和审计局。

4、根据本方案确定的环境治理与土地复垦安排相应工作，在每次制订环境保护与土地复垦方案时进行一次参与式公众调查，主要是

对矿山开采可能造成或遭受的地质灾害、实际损毁面积、损毁程度等进行调查。在每年年底进行一次参与式公众调查，主要是对环境治理与复垦实施效果、实施进度、实施措施落实和费用落实等情况进行调查。

5、复垦工程竣工以前，通过网络、报纸等媒体发布工程竣工验收消息，将邀请当地相关政府部门、专家和群众代表一起参加，验收结果将向公众公布，对公众提出质疑的地方，将及时重新核实并予以说明，同时严肃查处弄虚作假问题。

第三节 效益分析

一、社会效益

1、通过矿山地质环境治理，减少工程建设对项目区群众生活和农业生产的影响，缓解人地矛盾，改善了人居环境，改善矿群关系，促进安全生产。

2、基本消除了矿山开采遗留下的地质环境问题，还周边居民一个适宜生存的生活环境，显示了政府对当地人民负责的态度，显示有关部门治理矿山地质环境的决心和对人民的关切，也符合国家经济发展以最小的环境损失为代价的主旨。

二、环境效益

治理工程完成后，能使矿区重新披上绿装，使资源、环境与可持续发展协调一致。通过恢复植被并涵养水土，改善当地水土环境，环境效益十分明显。具体体现在如下几个方面：

1、局部小气候得到改善：矿山地质环境治理工程使大片的因矿山开采占用损毁的土地改造成了耕地、草地，大面积的植被恢复必将大大提高该地区的植被覆盖率，既改善了区域生态环境，又有利于生态良性循环。

2、涵养水源，改良土壤：土壤有机质与 N、P、K 等元素含量也非常少，经过土壤改良，增加土壤有机质含量。经过覆土、种植绿化带、灌丛篱等，表层土壤结构被改善，提高了抗冲、抗蚀能力。

4、矿区景观格局的变化：矿山地质环境综合治理工程的实施使治理区域变绿；使矿区周围尘土飞扬的状况改变，矿区的天更蓝，矿区的空气更新鲜；从而创造一个较好的人居环境，人与自然的关系更加和谐。

三、经济效益

矿区生态修复工程经济效益主要由减灾效益和增值效益两部分组成。以减灾效益为主，增值效益为辅。实施矿山地质环境治理工程后，有效消除或减轻了地质灾害隐患，保护了人员生命财产及设备安全；其增值效益主要体现在经过治理的土地资源所产生的价值上。

经设计复垦耕地 0.3909hm²，复垦草地 0.2901hm²，通过耕地、草地的直接经营、资源产出或使用权流转获得的经济收益，并且通过改善区域生态环境、优化资源配置、降低社会成本，为区域经济发展提供长期支撑，其综合价值往往高于直接经济效益。

第八章 结论

一、内蒙古冰石河矿泉水有限公司拟设矿区面积为 0.0577km^2 ，开采矿种为矿泉水，开采方式为地下开采，生产规模为 $***\text{t/a}$ ，本项目属于探矿权转采矿权项目，首次申请采矿许可证。

本次申请的采矿证面积 $***\text{km}^2$ ，开采方式：地下开采，开采标高： $***\text{m}$ ；生产规模变更为： $***$ 万吨/年。

矿山总服务年限为 20 年，根据《矿产资源法》及相关规定，新建矿山考虑基建期 2 年，依据《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T43933-2024）10.2.1 矿山后续管护期一般宜为 3~5 年，本方案计划后续修复管护期为 5 年，据此确定本方案服务年限为 27 年，即 2026 年 1 月至 2052 年 12 月。

二、根据现有矿区范围、拟申请矿权范围、矿业活动影响范围，综合确定矿区生态修复范围面积 0.6810hm^2 。

三、生态修复范围内根据地质环境破坏问题、土地资源损毁问题、生态系统受损问题，将生态修复影响范围划分为中度受损区、轻度受损区。其中中度受损区为拟建办公楼、拟建原料库、拟建生产车间、拟建停车场、拟建矿区道路和井房总面积 6810m^2 ，轻度受损区为范围内其他区域总面积 996407m^2 。

四、矿区生态修复总体部署划分为三个阶段：分别为基建期 2 年（2026 年 1 月至 2027 年 12 月）、开采期 20 年（2028 年 1 月至 2047 年 12 月）、修复管护期 5 年（2048 年 1 月至 2052 年 12 月），生态修复工作预计在 2052 年 12 月前结束。

（一）基建期实施阶段（2026.1-2027.12）

1、针对现状矿山水源地存在的保护区划分问题，矿山企业应该在近年启动水文地质调查与研究，编制矿泉水水源地保护与整改方案，并聘

请相关专家进行技术论证，依据专家技术论证结果采取必要的矿泉水水源地保护与治理措施，确保未来矿泉水水源地的开采满足保护区的划分要求；针对拟建生产车间等开采方案规划的建设单元可能对矿泉水水质的影响，矿山企业应该实施建（构）筑物防渗工程，严禁在Ⅰ级卫生保护区内设置渗水井、排水坑、严禁随意排放生产废水与生活污水，未来矿山生产废水与生活污水应该管道排放至水源井下游影响半径之外；

2、日常巡查为每周 1 次，雨季/融雪期为每周 2-3 次，道路上有突发事件时，应为泄露后 24 小时内初测，每日 1 次，直至恢复后每周 1 次；

3、由于矿山水源井距 S505 省道直线距离 3 米，考虑到危险品运输车辆道路运输过程中可能发生侧翻、泄露、碰撞、爆炸、火灾等突发情况，矿山需对可能发生的情况制定应急预案，当情况发生时，马上启动应急预案；

4、修建监测井（南毛扎子村与拟建办公楼之间 SJC5）；

5、对拟建办公楼、拟建原料库、拟建生产车间、拟建停车场表土剥离；

6、对拟建办公楼、拟建原料库、拟建生产车间、拟建停车场、拟建矿区道路进行美化工程。

（二）开采期实施阶段（2028.1-2047.12）

1、依据专家技术论证结果采取必要的矿泉水水源地保护与治理措施，确保未来矿泉水水源地的开采满足保护区的划分要求；针对拟建生产车间等开采方案规划的建设单元可能对矿泉水水质的影响，矿山企业应该实施建（构）筑物防渗工程，严禁在Ⅰ级卫生保护区内设置渗水井、排水坑、严禁随意排放生产废水与生活污水，未来矿山生产废水与生活污水应该管道排放至水源井下游影响半径之外；

2、日常巡查为每周 1 次，雨季/融雪期为每周 2-3 次，道路上有突发事件时，应为泄露后 24 小时内初测，每日 1 次，直至恢复后每周 1 次；

3、由于矿山水源井距 S505 省道直线距离 3 米，考虑到危险品运输车

辆在道路运输过程中可能发生侧翻、泄露、碰撞、爆炸、火灾等突发情况，矿山需对可能发生的情况制定应急预案，当情况发生时，马上启动应急预案。对矿区景观绿化区域进行管护工作。

（三）修复管护期实施阶段（2056.1-2060.12）

对拟建办公楼、拟建原料库、拟建生产车间、拟建停车场、拟建矿区道路、井房进行拆除、清运、覆土、恢复植被。

五、对生态修复影响范围内地质灾害、含水层、地形地貌景观、土壤、复垦效果进行全面检测，检测时限为 2026 年 1 月至 2052 年 12 月植被管护面积为复垦的耕地、草地，总面积 0.6810hm²，管护时限为 5 年。

六、矿区生态修复工程总投资经费 612.74 万元，其中工程施工费 31.72 万元，其他费用 15.48 万元，监测管护费 558.46 万元。详见生态修复总费用组成分析表。矿区生态修复方案不代表生态修复设计，实际投入工程量及投资金额最终以工程设计及预算为准。