敖汉旗龙兴国有资本运营(集团)有限责任公司四家子镇地热矿

矿区生态修复方案

敖汉旗龙兴国有资本运营(集团)有限责任公司

2026 年 8 月

敖汉旗龙兴国有资本运营(集团)有限责任公司四家子镇地热矿

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

一、编制目的 1

二、服务年限 8

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 11

第三节 矿山开采历史及现状 12

第二章 矿区基础信息 17

第一节 矿区自然条件 17

第二节 社会经济概况 19

第三节 矿区地质环境背景 21

第四节 矿区土地利用现状及采矿用地审批情况 33

第五节 矿区生态状况 35

第六节 矿区及周边人类重大工程活动 40

第七节 矿区生态修复工作情况 41

第八节 矿区基本情况调查监测指标 44

第三章 问题识别诊断及修复可行性分析 47

第一节 问题识别与受损预测 47

第二节 生态修复可行性分析 60

第三节 生态修复分区及修复时序安排 74

第四节 采矿用地与复垦修复安排 75

第四章　生态修复措施与工程内容 78
第一节 保护与预防控制措施 78
第二节　修复措施 80
第三节　工程内容 83
第五章　监测与管护 90
第一节　监测目标与措施 90
第二节　管护目标与措施 97
第三节　监测与管护工程量 99
第六章　工程部署与经费估算 101
第一节　总体部署 101
第二节　总体经费估算 101
第三节　阶段工作任务与经费安排 127
第七章　保障措施与公众参与 136
第一节　保障措施 136
第二节　公众参与 139
第三节　效益分析 141
第八章　结论 143

附　图

附　表

附　件

前 言

一、编制目的

（一）任务由来

敖汉旗龙兴国有资本运营(集团)有限责任公司四家子镇地热矿为生产矿山，采矿许可证有效期限为2017年7月29日至2020年7月29日，矿业权人正在办理延续。矿业权人于2020年6月委托内蒙古第十地质矿产勘查开发有限责任公司和赤峰恒安地质工程有限责任公司联合编制《内蒙古自治区敖汉旗医院温泉度假村（地热资源矿）矿山地质环境治理方案》审查文号:赤矿治字〔2020〕018号，方案适用年限为5年，自2020年1月1日至2024年12月31日，现已过适用期。

根据自然资源部办公厅关于做好《矿产资源法》实施过渡期内矿产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)、《矿区生态修复方案编制指南（临时）》等相关要求，故需编制《矿区生态修复方案》，本次为修编，编制情形为延续。

2026 年 7 月，敖汉旗龙兴国有资本运营(集团)有限责任公司委托***承担《敖汉旗龙兴国有资本运营(集团)有限责任公司矿区生态修复方案》的编制工作，以下简称《矿区生态修复方案》。

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、矿山开发利用方案、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 1）。

图 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：采用***地形图（实测）作为底图，在 RTK 坐标测量模式下，采用极值坐标法，定测单元位置和高程，相对于邻近图根点位误差最小为±0.05m；最大为±0.08m。高程中误差最小为±0.03m；最大为±0.09m，工程点实测的点位精度完全满足测量要求。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 3km^2，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，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

在方案编制初期，项目组热水汤村进行调查、走访村名代表，详细介绍矿区现场调查的损毁情况、初步拟定的修复方向（如恢复为林地、草地等），主要技术措施、施工安排及预期效果。重点针对修复后的土地利用方向、权属处理、施工期间对生产生活的影响、长期管护等与村民切身利益相关的问题进行了深入讲解和讨论。并提供了书面公众参与调查表，方便未参会村民补充提出意见，发放问卷调查表 7 份，回收 7 份；依据调查表，汇总公众调查统计分析表，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，至附近的热水汤村走访了当地村民，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《敖汉旗龙兴国有资本运营(集团)有限责任公司四家子镇地热矿矿区生态修复方案》。完成工作量见表1。

表1　工作量统计一览表

（四）上阶段方案落实情况

1、上期方案的编制情况

2020年6月由内蒙古第十地质矿产勘查开发有限责任公司和赤峰恒安地质工程有限责任公司联合编制《内蒙古自治区敖汉旗医院温泉度假村（地热资源矿）矿山地质环境治理方案》审查文号:赤矿治字〔2020〕018号，方案适用年限为5年，自2020年1月1日至2024年12月31日。现已过适用期。

2、上期方案的落实情况

根据现状调查以及矿方提供的资料，矿山上一阶段编制的《矿山地质环境保护与土地复垦方案》近期设计的主要内容为：对表土存放场内土源清运，场地整平并翻耕处理，将零星石方2内的石方进行清运，利用表土存放场内土源对废坑进行回填、整平后栽植杨树恢复植被；将不规则边坡进行削坡、整平并种杨树恢复植被；将废井2、废井3回填、封堵并在井口周边栽植杨树恢复植被；对将锅炉房及值班室周围的土堆进行清理，对基建场地外围边坡进行削坡整平处理；针对沟谷上游进行泥石流地质灾害监测，对矿区内及东侧村庄内水井进行地下水监测，对评估区进行土地资源和地形地貌景观监测。方案适用年限内（近期）设计工作量已分解至年度治理计划任务中，各项治理任务均已完成，实施过程中取得经验为未来开展生态修复工作提供便捷。

3、存在的问题

针对以上治理工程，矿山在落实过程中对于监测、管护与评估工作未能形成闭环体系，尤其是“土地复垦监测”、“植被管护”与“地形地貌

景观监测”等长期性工作缺乏持续的资金保障、明确的责任主体和可考核的绩效指标，导致前期治理成果无法得到有效保护。

4、取得的经验

《原矿山地质环境保护与土地复垦方案》为本期方案的编制划定了基本的思路，确保方案可实施；同时建立了以全年监测为核心的动态长效机制，通过分阶段滚动实施，兼顾了治理的连续性与可持续性，并通过规范记录实现过程可追溯，整体形成的“预防为主、防治结合、重点治理、长期监测”的科学治理模式为本方案监测提供了借鉴思路。

（五）编制依据

1、法律法规

（1）《中华人民共和国矿产资源法》(2024 年 11 月 8 日修订)；

（2）《中华人民共和国土地管理法》(2019 年 8 月第三次修正)；

（3）《中华人民共和国生态环境法典》(2026 年 3 月 12 日修订)；

（4）《中华人民共和国水土保持法》(2010 年 12 月 25 日修订)；

（5）《土地复垦条例》(中华人民共和国国务院令第 592 号，2011 年 3 月 5 日施行)；

（6）《中华人民共和国土地管理法实施条例》(中华人民共和国国务院令第 743 号，2021 年 7 月 2 日第三次修订)；

（7）《土地复垦条例实施办法》(2012 年国土资源部第 56 号令，2019 年 7 月自然资源部修正)；

（8）《工矿用地土壤环境管理办法（试行）》（生态环境部令第 3 号，2018 年 8 月 1 日起施行）；

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）《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）；

（5）《内蒙古自治区矿区生态修复费用管理办法（试行）》（内自然资字〔2026〕69 号）。

3、规范及规程

（1）《矿区生态修复方案编制指南（临时）》；

（2）《地热资源地质勘查规范》（GB/T 11615-2026）

（3）《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）；

（4）《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；

（5）《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）；

（6）《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；

（7）《矿区土地复垦基础信息调查规程》（TD/T 1049-2016）；

（8）《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；

（9）《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》（GB/T 42362-2023）；

（10）《第三次全国国土调查技术规程》（TD/T 1055-2019）；

（11）《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》（内自然资字〔2026〕198 号）；

（12）《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》GB/T 43934-2024；

（13）《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》DZ/T 0223-2011；

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

（15）《土地复垦质量控制标准》（TD/ T 1036-2013）；

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

4、技术资料

（1）2006 年 7 月由内蒙古自治区第十地质矿产勘查开发院编制的《内蒙古自治区敖汉旗热水汤地下热水勘查成果报告》（2005 年内蒙古自治区第一批矿产勘查项目，项目编号：〔2005〕614 号）；

（2）2012 年 8 月由赤峰恒安地质工程有限责任公司编制的《内蒙古自治区敖汉旗医院温泉度假村地热矿产资源开发利用方案》（内矿审字〔2012〕094 号）；

（3）2019 年 12 月由赤峰恒安地质工程有限责任公司编制的《敖汉旗医院温泉度假村地热矿产资源储量 2019 年度检测报告》（赤年报审字〔2019〕D015 号）；

（4）2020 年 6 月由内蒙古第十地质矿产勘查开发有限责任公司联合赤峰恒安地质工程有限责任公司编制的《内蒙古自治区敖汉旗医院温泉度假村（地热资源矿）矿山地质环境治理方案》赤矿治字〔2020〕018 号；

（5）《内蒙古自治区生态功能区划报告》；

（6）《赤峰市生态环境功能区划报告》赤政字〔2003〕112 号；

（7）《赤峰市国土空间生态修复规划(2021-2035)》；

（8）《赤峰市国土空间总体规划(2021-2035 年)》；

（9）敖汉旗 2024 年国土变更调查数据。

二、服务年限

（一）生产服务年限

根据《内蒙古自治区敖汉旗医院温泉度假村（地热资源矿）区地热矿产资源开发利用方案》，地热流体为液体矿床，在设计降深***时，地热流体的开采量为***，通过断裂破碎带的天然补给量***，大于开采量。另外，还有开采条件下储存量的消耗量及常温水径流补给量的补充，这样开采量是完全有补给保证的，矿山实际开采量为***，远远小于允许开采量，因此，

在矿山不改变开采方式、开采范围以及开采规模的情况下，可以长期开采，规划期不作具体时间限制。

（二）方案服务年限

根据《中华人民共和国矿产资源法实施条例》第十五条，采矿权的期限结合矿产资源储量和矿山建设规模确定，最长不超过 30 年，本次按不动产许可证有效期 10 年计。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 3 年。据此确定本方案服务年限为 13 年，即 2026 年 7 月至 2039 年 6 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）

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

敖汉旗龙兴国有资本运营(集团)有限责任公司四家子镇地热矿采矿权隶属于敖汉旗龙兴国有资本运营(集团)有限责任公司，法定代表人为张占辉，成立于2022年，位于内蒙古自治区赤峰市，是一家以从事商务服务业为主的企业。企业注册资本100000万人民币，企业性质为有有限责任公司(国有独资)，社会信用代码91150430MA7N6BYH9Y。

二、矿业权沿革

敖汉旗龙兴国有资本运营(集团)有限责任公司于 2026 年 7 月 15 日获得由赤峰市自然资源局颁发的不动产权证，现持有不动产权证内容如下：

根据最新颁发的不动产权证（有效期限 2020 年 7 月 30 日-2030 年 7 月 29 日）；

不动产权证号：***；

矿山名称：敖汉旗龙兴国有资本运营(集团)有限责任公司四家子镇地热矿；

矿区面积：***；

开采标高：***；

开采矿种：***；

开采方式：地下开采；

生产规模：***；

矿区范围由***个拐点圈定；

矿区范围拐点坐标见表 1-1。

表 1-1　　矿区范围拐点坐标表

第二节　地理位置与区域概况

一、地理位置

1、位置

矿区位于内蒙古自治区敖汉旗政府驻地新惠镇南东约***处热水汤村、四家子村境内，矿区行政区划隶属于内蒙古自治区赤峰市敖汉旗四家子镇管辖。极值地理坐标：

东经：***；

北纬：***。

2、交通

矿区位于敖汉旗新惠镇南约***（直距），运输距离***，距四家子镇北东***，矿区位于高速 G16 喀喇沁出入口北东方向***（直距），矿区北侧压覆省道 S210 线（S210 县道可视范围内），锦赤铁路在四家子镇内穿镇而过，境内长约***,辽宁境内娄家店火车站，距矿区约***，交通运输方便。(图 1-1 交通位置图)。

矿区北侧***处为大黑山自然保护区，矿山开采活动对保护区无影响。

图 1-1　交通位置图

二、矿区周边概况

1、周边村庄

紧邻矿区东侧为敖汉旗四家子镇热水汤村，村内常住人口约***人，劳动力资源丰富，经济以农业为主，近些年热水资源的开发利用为当地旅游业带来了很多就业机会。

2、周边大型基础设施关系

矿区范围内不涉及河道及水利工程，选址范围内无大型水利工程设施、重要河流、堤坝。矿区内压覆省道 S210 线。

3、周边矿权关系

根据现场调查及资料收集，矿区周围 3km 内无其它矿权设置及采矿活

动。

第三节　矿山开采历史及现状

一、矿山开采历史

（一）开采历史

据史料记载，早在乾隆 38 年（1773 年）以前热水就被当地农牧民利用，当时在温泉出露处挖坑洗浴，称“坐汤”，因其治病功效显著，被当地群众誉为“神汤”。1958 年敖汉旗人民政府在热水汤建起了疗养院，建筑面积***，共有***个房间，由于热水医疗效果好，到热水度假、疗养的人员逐年增加，后陆续建成二幢装潢考究的客房楼，总建筑面积***，设有床位***余张，1998 年更名为“敖汉旗温泉渡假村”，建筑面积达***，占地***。2008 年以后敖汉旗温泉渡假村进行开发改造，建起大批的疗养度假公寓楼和高档宾馆等服务设施，热水开采量快速增加，因原有开采井年久失修，井管破损，原有的***眼井均废弃，故新打井 2 眼，一眼为生产井，另一眼为监测井。水温 68℃。开采量夏季 6 个月，日开采量***，冬季 6 个月因增加取暖用水，日开采量***。

敖汉旗温泉度假村于 2011 年 9 月 4 日获得由内蒙古自治区自然资源厅颁发的采矿许可证，2012 年 8 月由赤峰恒安地质工程有限责任公司编制了《内蒙古自治区敖汉旗医院温泉度假村地热矿产资源开发利用方案》，该方案计算确定的地热流体天然补给量***，可开采量***；推荐拟建年产***生产井一眼，产品方案为地热水，年开采 300 天，低于允许开采量。

二、矿山开采现状

该矿山在取得采矿证后在矿权证规定的范围开采，但标高高于开采标高；根据地热生产井 K1 及备用井 K2（地面标高***）水位现场观测，静水位***，现状开采标高为***，处在采矿证限定的***的开采标高范围内，年开采量约***。

矿山生产方式、设备及其它基本情况如下：

1、生产方式及采矿方法

生产方式为地下开采；采矿方法为离心泵抽取。

2、矿山主要生产设备及开采技术指标

目前矿区主要生产设备有：一眼开采井 K1，一眼备用井 K2，一台泵量为***地热离心泵、一个配电室、一台供水压力泵及管道等相关配套设施；开采井 K1 及备用井 K2 的井深分别为***，下泵深度***；静止水位***，水温分别为***，最大涌水量均为***。临近矿区建设有接待区、服务中心及供热系统（锅炉房），热水井到各单元用户室外采取不锈钢保温管地下直埋，室内 PVC 管输水。矿山回采率为 100％，热水利用率 100%。

采矿许可证规定生产规模为***。

3、工程布局

根据现场调查，矿区主要工程布局为：热水井两眼一备一用，生产用热水井安装 15 千瓦的离心清水泵，直接抽取，现开采量为***，每天抽水 10 小时，开采量为***。

临近矿区建设有接待区、服务中心及供热系统（锅炉房），热水井到各单元用户室外采取不锈钢保温管地下直埋，室内 PVC 管输水。

（一）《开采方案》设计情况

2012 年 8 月由赤峰恒安地质工程有限责任公司编制了《内蒙古自治区敖汉旗医院温泉度假村区地热矿产资源开发利用方案》，其内容简述如下：

1、矿产资源储量

工作区地热流体富水性好，温度高的地段在死人沟断裂破碎带。富水性最好的地段在死人沟与汤西沟的交汇部位，单井涌水量***，水温一般均大于 60℃，最高的水温达 68℃，水位埋深在沟谷区高出地表***，在丘陵边坡地带水位埋深大于***。富水性中等区分布于死人沟断裂带上游及外围，单井涌水量***，水温一般在 50℃左右，水位埋深均大于 5m。富水性差的

地区主要分布温泉公寓楼一带，单井涌水量***，水位埋深大于***。地热流体温度在垂向上的变化比较明显，根据部分资料，随钻温度***以内水温由 45℃增到 60℃，到***深度水温递增到 80℃。

根据 2019 年 12 月由赤峰恒安地质工程有限责任公司编制的《敖汉旗医院温泉度假村（地热资源矿）地热矿产资源储量 2019 年度检测报告》，敖汉旗医院温泉度假村（地热资源矿）地热资源总储量：***；其中，地热流体天然补给量***；地热流体储存量***。截止 2019 年 12 月 31 日，敖汉温泉度假村 2019 年度全年总开采量为***，开采资源量动用了天然补给量的***；动用地热资源储存量为***。

2、确定地下热水允许开采量

死人沟断裂破碎带是本区地热流体的主要通道，异常区西南侧边缘也接受花岗岩风化裂隙常温水的补给，在设计降深***时，地热流体的开采量为***，通过断裂破碎带的天然补给量***，大于开采量。另外，还有开采条件下储存量的消耗量及常温水径流补给量的补充，这样开采量是完全有补给保证的，故确定开采量为***是合理的。

3、生产规模及服务年限

开发利用方案推荐企业生产规模按***，年开采 300 天，根据采矿许可证，矿山生产规模为***，与实际生产规模不符，产品方案为供应地热水。

4、矿山开采方式

根据开发利用方案，矿山开采方式为地下开采，采矿方法为离心泵抽取。

5、生产工艺流程

热水水源→水源热泵机房→各单元用水户→污水的综合处理，热水经过水源热泵机房处理直接供给各单元用水户，产生的洗浴废水经过处理后再次利用（工艺流程示意图）。

图 1-2　开发利用方案生产工艺流程图

6、矿山固体废弃物和废水的排放

（1）固体废弃物排放量及处置情况

矿区产生的主要固体废弃物为生活垃圾，为方便游人，旅游活动区应设置垃圾装置。同时要组织专人对垃圾及时集中和清扫。在旅游区内的游步道上，每隔 50－100 米的距离应设置垃圾筒。在重要节点、片区以及人流量大的地方要设置容量较大的垃圾箱。

在规划范围内建设垃圾收集站，在旅游区内设垃圾箱、果皮箱，收集后转送至规划区外的垃圾中转站进行垃圾分检、收集、对有用物质进行回收使用，在景区外选择合适地点建立垃圾焚烧处理点。

（2）废水的排放量及处置情况

矿区抽取地下热水主要供应敖汉温泉度假村洗浴及日常生活，产生的废水由敖汉温泉度假村进行处理，处理满足相关要求后进行综合利用或排放。

7、卫生防护

（一）.井防设施：目前热水开采井已采取了有效的保护措施，对以前开采的钻孔及热水井周围进行了封闭处理，可有效的防止外部污染源污染。

（二）.防护带的设立：热水井西侧***米外有居民点，随着地热水的开发，该区人类活动将更加趋于频繁，为防止热水水源地遭受污染，开采区周围应设立卫生防护带。

戒严带（第一道防护带）：将热水井周围***米范围内作为戒严带，即为热水井房所在地，修筑围栏和厂房，严禁修建任何其他建筑物，严禁工作人员以外人员进入，不准随意放牧和牧畜饮水，消除一切可能导致热水水污染的因素。

限制带（第二道防护带）：将热水周围***米范围内作为限制带，其边界处理设标牌，此范围内严禁堆放废物和脏物，严禁设立渗漏厕所、渗坑，严禁喷酒农药，禁止在该区放牧，严禁设置可导致热水水质、水量恶化的

引灌水工程，禁止一切可能引起含水层污染的人类活动、工程建筑和经济活动。

观察带（第三道防护带）：死人沟及汤西沟上游地段为热水源的补给区，对该区域进行经常性监测，检查是否有污染源存在，是否有对热水水源地卫生状况有危害的人类活动，控制对水源地有不良影响的工程及经济活动。此范围内设立少量标牌，其上标明“水源保护区”字样（见图 1-3 卫生防护带设置示意图）

图 1-3 卫生防护带设置示意图

（二）现状工程单元布局

根据本次现状调查，矿山现状已形成的工程场地有：主井、副井、商混场地、锅炉房、废弃场地、矿区道路，现状工程场地分布见下图（图 1-4）。

注：敖汉温泉城隶属于赤峰敖之源旅游产业有限公司，有征地手续（见附件 15），根据征地手续可知采矿权范围内西南区域属于赤峰敖之源旅游产业有限公司。

图 1-4　现状工程场布局图

第二章　矿区基础信息

第一节　矿区自然条件

一、地形地貌

（一）地形

矿区属燕山山地向西辽河平原过渡区，地貌属于低山区，整体地势西高东低，区内最高海拔***，最低海拔***，最大高差为***，地形坡度一般***。

（二）地貌

根据矿区地貌形态特征，将矿区地貌形态类型划分为两种：

1、低山（Ⅰ）

低山区地形起伏较小，主要分布于南北两侧，山顶呈浑圆状、山体长梁状，植被覆盖率较高，地表主要由第四系上更新统和全新统冲洪积物组成。

2、沟谷（Ⅱ）

沟谷区主要分布于中部，沟宽***，切割深度***，南西-北东走向，地形坡度较小，植被覆盖率较高，地表主要由第四系上更新统和全新统冲洪积物组成。

照片 2-1　低山地貌

二、气象

该区地处中温带，属于半干旱大陆性季风气候，具有冬季漫长而寒冷，春季回温快，夏季短而酷热，秋季气温骤降，降水集中，雨热同期，积温有效性高等气候特征。根据赤峰市敖汉旗气象站 2015～2025 年气象观测资料，年平均气温 6.5℃，最高气温 39.7℃，最低气温-30.7℃；多年平均降水量 424.06mm，最高值 584.10mm，最低值 250.80mm，降水多集中在 6～8

月份，降水量占全年降水总量的68%～74%，日最大降水量87.1mm；年日照时数2750～3020小时；无霜期130～150天，最大冻土层深度1.8m，积雪深度一般在0.15m左右；常年多为西北风，风速4.0～6.2m/s。近十年降水量特征值统计情况见表2-1、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

矿区位于敖汉旗四家子镇，周边***范围内无地表水体，距离矿区最近的河流为小凌河，小凌河发源于建昌县东北部的楼子山东麓，全长***，属于大凌河水系，流域面积***。多年平均径流量为***亿立方米/年，年最小流量为***亿立方米。

四、植被

根据现场调查和查阅历史资料，矿区内无《中国生物多样性红色名录》中列为极危、濒危、和易危物种以及国家和自治区列入拯救保护的极小种群物种、特有种、古树名木、野生植物。

矿区植被为半干旱低山区森林草原植被，现存原始次生灌木植被以山杏儿、胡枝子、绣线菊、虎榛子为主，草本植物有大针茅、隐子草、苜蓿、达屋里、铁杆蒿等，人工植被为油松、杨树、榆树、沙棘、柠条.其中乔木林地视觉郁闭度约30-40%。见照片 2-2 至 2-3。

照片2-2矿区植被

五、土壤

土壤类型为栗钙土,为栗色或暗栗色的含腐殖土,土壤pH 值7.79~7.92之间；机质含量9.2-13.5g/kg，砾石含量极低，约占1%～3%，粒径为0.2～1.0cm，矿区地表植被较发育，矿体地表覆盖层腐殖土及残坡积物，厚度

0.8~7.50m。

照片 2-3 矿区土壤剖面

第二节　社会经济概况

一、社会经济概况

敖汉旗位于内蒙古自治区赤峰市东南部，地处努鲁尔虎山北麓、科尔沁沙地南缘。属中温带半干旱大陆性季风气候，东与通辽市奈曼旗接壤，西与辽宁省朝阳市相邻，南与辽宁省建平县交界，北与赤峰市翁牛特旗相连。全旗总面积约***平方公里，辖***个乡镇苏木、***个街道办事处，户籍人口约***万人。地区生产总值（GDP）***元，同比增长***，人均 GDP***元（赤峰统计年鉴 2024）。现有耕地面积约***亩，森林覆盖率约 40%，草原面积约***亩。全旗粮食产量稳定在***斤以上，牲畜存栏量约***头只。敖汉旗矿产资源丰富，蕴藏有金属、非金属等三十余种矿产，黄金是敖汉旗的主要矿产，是自治区第一产金大县。此外铁、银、铜、钼、煤、萤石和石灰石的储量也很丰富，年产铁精粉***吨。截止 2023 年 8 月末，敖汉旗工业经济增加值实现***元，同比增长***。支柱产业有***和***年加工***吨小米生产线建设项目等 29 家规模以上工业企业全部投产运营。另外，敖汉旗有着丰富的旅游资源，以大黑山国家级自然保护区为代表的山地景观，以小河沿鸟类自然保护区为代表的水域风光和以“华夏第一村”为代表的古文化遗址等正为敖汉旗的发展提供着巨大的动力。

四家子镇地处敖汉旗南部，东南、南与辽宁省朝阳市朝阳县毗邻，西南、西、西北与辽宁省朝阳市建平县相连，北与新惠镇为邻，东北与金厂

沟梁镇接壤，是两省（区）三县（市）的交界处，素有“鸡鸣三省”“敖汉南大门”之称，是敖汉旗乃至赤峰市通往北京、天津、沈阳、大连、锦州等大中城市的重要通道，是敖汉旗对外开放的前沿和窗口。四家子镇行政区域面积***。下辖***个行政村。截止 2023 年末，总人口约***人（常住人口约***人）。镇内耕地资源丰富，耕地达***亩，人均耕地约***亩，农业人均收入约***元。镇内气候适宜、雨量充沛、昼夜温差大，非常适合杂粮和土豆种植，被内蒙古自治区农业厅命名为无公害杂粮生产基地。

四家子镇历史悠久、文化底蕴深厚，有着光荣的革命传统。据众多史料表明，国歌《义勇军进行曲》的核心创作素材，便来自热河战役期间驻扎在四家子镇的东北抗日义勇军战士们的《义勇军誓词歌》。境内牛夕河青城寺古朴清幽，承载着厚重的宗教与民俗文化；扣河林村嘎海吐屯世代居住着百年前闯关东先民的后裔，将祖辈留下的古法手工粉条制作技艺完整守护至今；南大城万亩丁香花海与民俗表演相映成趣，红色研学资源丰富。人民群众在长期的生产实践中，锻造出勤劳实干、坚韧不拔、开放包容的精神品格。

过去的四家子镇，产业零散、以传统种养为主。近年来，镇党委、政府坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，牢固树立绿水青山就是金山银山理念，立足资源禀赋，因地制宜实施“生态立镇、文旅兴镇、康养富民”发展战略，走出了一条生态美、产业兴、百姓富的“绿富同兴”之路。全面落实“林长制”，持续推进植树造林、荒山绿化、小流域治理等重点生态工程，全镇林地面积近 20 万亩，森林覆盖率提升至 45%以上；热水汤村坐拥两万亩连片人工松林，常年负氧离子日均浓度达***厘米以上，

是内蒙古唯一获评“中国天然氧吧”的康养文旅目的地。随着生态环境的持续改善，四家子镇依托山、水、林、田、泉等资源，大力发展特色种植业、养殖业和文旅康养产业，实施农牧文旅综合经营，走上了治理与开发相结合、生态效益与经济效益相互促进、人与自然和谐相处的绿色发展新路子。

第三节　矿区地质环境背景

矿区矿区大地构造位置处于华北板块（Ⅳ），华北北部陆缘增生带（$Ⅳ_1$），镶黄旗-赤峰火山型被动陆缘（$Ⅳ_1^2$）中部，矿区位于古亚洲洋成矿带与环太平洋成矿带叠加转换部位，地质构造及成矿作用十分复杂。矿区北邻北东东向赤峰—开源深断裂，南壤北东向承德—北票大断裂，本区所处的位置为一、二级构造（凹陷与断裂）的交汇处。构造较复杂，岩浆活动较频繁，金属、非金属矿(化)点较多。

一、区域地层

区域内出露的地层主要有太古界建平群大营子组（Arjnd）、震旦系下统常洲组（Z_1c）、侏罗系下统北票组（J_1b）、中统兰旗组(J_{2L}）、上统吐呼噜组（J_3t）及上统九佛堂组（J_3j）和第四系（Q）。

二、区域构造

矿区在区域上位于华北地台（Ⅰ）、内蒙古中部地槽褶皱系（Ⅱ）、敖汉旗复向斜（Ⅲ）范围内。据 1:20 万区域地质资料，构造形迹如下图。

图 2-2　区域构造刚要图

1、热水汤西隐伏断裂

该断裂位于热水汤西***，走向***，贯穿宁城县、敖汉旗，延伸长度大于***，推测是深部热源通道。

2、池家杖子—热水汤逆断层

该断裂与热水汤西隐伏断裂基本平行，走向***，断层面倾向北西，倾角***，延伸长度***。

3、砍杖子正断层

位于热水汤南***，走向近东西，断层面倾向南，延伸长度***。

4、黑山头正断层

位于热水汤西南***，走向***，断层面倾向北西，倾角***，延伸长度***。推测向北与工作区的 F2 断裂带相交，并与热水汤西断裂沟通。

三、区域岩浆岩

1）侵入岩

①新太古代片麻杂岩（Ar_3gn）

呈北东向带状展布于区域的西、西南部西湾子-松树沟-东北沟一带，面积约***。岩石类型包括角闪斜长片麻岩、黑云斜长混合片麻岩、二长片麻岩、黑云角闪片麻岩等，原岩类型为奥长花岗岩、英云闪长岩、二长花岗岩和花岗岩闪长岩等。侵入岩体普遍发生强烈的变质变形，原岩结构构造发生改变。

②晚三叠世二长花岗岩（$T_3\eta\gamma$）

区域上整体沿四家子—贝子府断裂，呈 NE 向带状展布，分布面积约 73km^2；岩体岩性比较均一，块状构造，局部见碎裂构造。在区域西侧杨树洼、西山等地，可见中细粒黑云母二长花岗岩（$T_3\eta\gamma$）岩体侵入新太古代片麻杂岩（Ar_3gn）；在西北沟村南部，可见红旗组不整合覆盖在中细粒黑云母二长花岗岩（$T_3\eta\gamma$）之上；在石虎子村西、西南沟村北西可见其被满克头鄂博组不整合覆盖，满克头鄂博组（J_3mk）火山碎屑岩中可见中细粒二长花岗岩的角砾；在小窑沟村东侧可见其被义县组不整合覆盖。

中细粒黑云母二长花岗岩（$T_3\eta\gamma$）：新鲜面为灰白色至浅肉红色，风

化面土褐色，主要为中细粒半自形粒状结构，局部中粒结构，似斑状结构，细粒半自形粒状结构，块状构造，局部为碎裂构造。矿物成分主要为、碱性长石、斜长石和石英，含少量黑云母。碱性长石含量约 35-40％，较新鲜，多为它形粒状或碎裂状，粒径均多小于 0.6-1.5mm，个别可达 2mm，变种多为微斜长石，格子双晶发育。斜长石含量约 35-45％，多具绢云母化，半自形板状或碎裂状，长度多小于 1.5mm。石英约 27-28％，它形粒状，粒径多小于 2mm，个别达 2.5mm，波形消光显著。黑云母含量约 5％，无色，粒度细小，干涉色高而鲜艳，无定向分布；部分已转变为白云母并析出铁质物质（磁铁矿）呈带状分布，棕色浅黄色多色性，干涉色高。岩石裂隙发育，裂隙常为碎基充填，并具绢云母化，长石、石英等矿物矿物发育穿粒结构。副矿物为锆石、榍石和不透明矿物。

③晚三叠世正长花岗岩（$T_3 \xi \gamma$）

主要分布区域西北部和南东部，分布面积约***，岩体以岩株状为主，主要为中细粒正长花岗岩，岩体边缘为细粒-中细粒或似斑状结构，在烧锅地东沟村西侧，可见中细粒正长花岗岩被义县组地层覆盖。该岩体内外接触带及外围见有钨、钼等多金属矿化及萤石细脉等。

中细粒含黑云母正长花岗岩（T3ξγ）：新鲜面浅肉红色，风化面黄褐色。中粗粒半自 形粒状结构，局部发育文象结构，块状构造。主要组成矿物为碱性长石和石英，含部分斜长石和少量黑云母。副矿物主要为榍石、帘石、磷灰石和不透明矿物。

碱性长石约占矿物总含量的 55-60％，多呈它形粒状，粒径多在 1.5-2.5mm 之间，个别晶体粒径达 3mm 以上；负低突起，干涉色多为一级灰，二轴晶，负光性；常具格子双晶和条纹结构，变种主要为微斜长石和条纹长石，个别见卡氏双晶，为正长石；碱性长石多具明显的高岭土化。斜长石约占矿物总量的 10-15％。多呈自形-半自形板状，粒径多在 1.0-2.0mm 之间；正低突起，斜消光，干涉色多为一级灰白，二轴晶，负光

性，具聚片双晶。石英：约占矿物总含量的 25-30％。它形粒状，粒径多小于 1.5-3.0mm，个别达 3mm 以上。无色透明，表面干净，正低突起，干涉色可达一级黄白，一轴晶，正光性，波形消光发育。黑云母：约占矿物总含量的 3％，片状，一组极完全解理，褐绿-浅黄绿色多色性，正吸收，干涉色较高而鲜艳，平行消光。

④早中白垩世花岗闪长岩（$K_1\gamma\delta$）

呈岩株状零星出露于区域东南部，正长花岗岩（$T_3\xi\gamma$）中，分布面积约 0.5km^2，岩体的主体岩相为中细粒花岗闪长岩，边部岩相为含斑中细粒花岗闪长岩，内部岩相为似斑状花岗闪长岩，两相之间为渐变过渡关系，岩体中还可见到一些暗色微粒角闪辉石岩包体，直径为 3～10cm，呈浑圆状产出。

中细粒花岗闪长岩（$K_1\gamma\delta$）：岩石新鲜面呈灰－灰白色，风化面黄褐色。中细粒半自形 粒状结构，局部发育似斑状结构，块状构造。矿物成分主要为斜长石、碱性长石和石英，岩石和矿物裂隙发育，裂隙常为碎基充填，长石、石英等矿物矿物发育穿粒结构，出现许多细小的不规则状长英质碎基。斜长石含量约 50％，半自形板状或碎裂状，长度多小于 2.5mm，多具绢云母化，聚片双晶清楚。碱性长石含量约 20％，它形粒状、或碎裂状或不规则状，粒径变化大，部分晶体粒径在 0.5-2.5mm 之间，少量晶体粒度可达 3mm 以上，变种多为条纹长石，可见微斜长石。石英约 30％，它形粒状，其集合体常呈团块状分布，单晶粒径多小于 1mm。副矿物组成有磁性矿物、锆石、榍石和磷灰石等。

2）火山岩

区域内中生代火山岩是我国东部规模巨大的中生代陆相火山岩带的重要组成部分，由于受太平洋板块的俯冲作用，欧亚大陆边缘基底断裂构造活化，诱发大规模的中生代陆相火山岩浆活动，火山岩浆作用强烈，从而在本区形成了北东向颇具特色的陆相火山岩建造。从空间上看，中生代火

山岩明显受北东向断裂构造控制，呈条带状展布。根据火山喷发产物的时空分布、岩石组合、喷发顺序及叠覆关系，区域内火山岩可以划分为两个火山活动旋回：晚侏罗世满克头鄂博旋回、早白垩世义县旋回。

①晚侏罗世满克头鄂博旋回火山岩

该旋回火山岩在区域内较发育，火山喷发产物比较发育，喷发韵律清晰，具多期多次喷发特点，岩浆具有基性－中性－酸性演化趋势。火山喷发方式以中心式为主。火山喷发类型早期以爆发为主，后期以喷溢为主。具有典型陆相火山岩建造特征，分布于满克头鄂博组地层中。该旋回火山岩由熔岩、火山碎屑熔岩、火山碎屑岩组成。

②早白垩世义县旋回

该旋回火山岩在区域内较发育，是区域内火山活动最强烈的火山喷发旋回。赋存地层单位是义县组。火山喷发产物比较发育，喷发韵律清晰，具多期多次喷发特点，岩浆具有中性－酸性演化趋势。火山喷发方式以中心式为主。火山喷发类型早期以爆发为主，后期以喷溢为主。具有典型陆相火山岩建造特征，在区域内可见义县组（K_1y）覆盖在乌拉山岩群（变质表壳岩）、晚三叠世侵入岩之上。该旋回火山岩由熔岩、火山碎屑熔岩、火山碎屑岩组成。

3）脉岩

区域内仅在西南部发现一条流纹斑岩沿脉，灰白色、浅粉红色，斑状结构，流纹构造，斑晶主要为石英、碱性长石，有时有少量斜长石。基质为隐晶质。

四、矿床地质及构造特征

区内地层由老至新叙述如下：

（一）太古界建平群大营子组（Arjnd）

分布于热水汤南，四家子东西两侧，工作区未见出露，仅在钻孔中见

到。主要岩性为暗绿色、暗灰色斜长片麻岩，局部夹灰白色大理岩，厚度>7131m。该地层中断层交错，具明显的挤压痕迹，片理发育，岩石破碎，常出现地层倒转，与华力西期花岗岩呈侵入接触或断层接触。

（二）震旦系下统常州组（Z_1c）

零星出露于热水汤东南约***处。主要岩性为灰白色或粉红色中细粒石英砂岩夹石英岩，厚度>598m。与太古界地层呈角度不整合或断层接触。

（三）侏罗系（J）

侏罗系地层由一套陆相沉积岩和火山岩组成。以角度不整合覆于老地层之上，各统地层均以角度不整合关系接触。

1.下统北票组（J_1b）

零星分布于热水汤东南***处。岩性为黄褐色砾岩夹砂岩、砂质页岩及煤层，厚度>211 米。

2.中统蓝旗组（J_2l）

大面积出露于热水汤北***。主要岩性：下部为灰色安山质砾岩夹砂岩；中部为灰色安山岩夹角砾熔岩；上部为灰紫色流纹质角砾熔岩，晶屑凝灰岩夹流纹岩，厚度>469m。该层在工作区钻孔中见到。

3.上统吐呼噜组（J_3t）

分布于热水汤东南和东北，距离约***。岩性为紫色安山岩夹安山质角砾熔岩，厚度>956m。

4.上统九佛堂组（J_3j）

仅见于工作区钻孔中。上部灰绿色砂砾岩，胶结好，以钙质胶结为主。下部灰绿色砂砾岩与黄褐色泥岩互层，胶结差，岩芯较松散，厚度 2022m。

（四）第四系（Q）

1.中更新统（Q_2）

零星出露于工作区内，多数地段见于冲沟中。岩性为紫红色、砖红色砂粘土，含锰、铁结核及数层钙质结核，底部含砾，厚度<25m。

2.上更新统下部（Q_3^1）

呈环状和条带状分布于山前地带。岩性为黄褐、灰黄色粘砂土，夹砂砾石透镜体，砾石成份较杂，分选性差，磨园呈棱角、次棱角状，成因为坡洪积，厚度5～40m。

3.上更新统上部（Q_3^2）

广泛分布于山前地带。岩性为灰黄、浅黄色黄土状粘砂土，具垂直节理和大孔隙，成因为风积，厚度5～10m。

4.全新统下部冲洪积层（Q_4^1）

呈条带状分布于河谷、沟谷底部及边坡。岩性为灰黑色砂粘土，含少量砂砾，厚度5～10m。

5.全新统上部冲洪积层（Q_4^{2-1}）

呈条带状分布于河谷、沟谷底部及边坡。岩性为棕黄色粘砂土夹砂层，厚度5～20m。

6.全新统上部冲积层（Q_4^{2-2}）

呈条带状分布于河谷、沟谷中。岩性为杂色砂砾石，砾石以花岗岩类为主，次为火山岩类，次棱角—浑圆状，分选差，粒经一般为0.5～2cm，最大10～15cm，厚度5～15m。

（五）岩浆岩

1、早二叠世闪长岩（γ_4^{3-1}）

地表未出露，以捕虏体存在于γ_4^{3-2}岩体中，岩性以辉绿色微晶闪长岩为主，穿插石英岩细脉，局部有黄铁矿富集。

2、中二叠世花岗岩（γ_4^{3-2}）

分布于热水汤北侧。呈岩基和大型岩株产出，岩性为肉红色粗粒似斑状黑云母花岗岩。勘探孔岩芯薄片鉴定为中细粒黑云母二长花岗岩、花岗斑岩。

（六）矿区构造

1、F1 正断层

位于勘查区沙河东，走向北西，倾向南西，倾角***，区内延伸长度***。

2、F2 正断层

位于勘查区死人沟，走向北东，倾向北西，倾角***，区内延伸长度***，断裂带宽度***，为地热异常区。

3、F3 逆断层

位于勘查区汤西沟，走向东西，倾向东南，倾角***，区内延伸长度***。

4、F4 正断层

位于 F2 断层南***，走向北东，倾向北西，倾角***，区内延伸长度***。

五、区域地壳稳定性

根据《中国地震参数区划图》（GB18306-2015），本区地震动峰值加速度为***，反应谱特征周期***，区域地壳稳定性属基本稳定区。

六、水文地质

（一）矿区地下水类型划分

矿区范围内无地表水体，依据地下水的赋存条件，区内地下水可以分为松散堆积层孔隙潜水、构造裂隙水两种类型。

（二）矿区含水岩层的分布规律及特征

1、松散堆积层孔隙水

分布于山前地带、山间谷地，含水岩性由第四系上更新统粘砂土、第四系上更新统黄土状粘砂土组成，砾石粒径一般 5-20mm，多呈棱角-次棱角状，含角砾层透镜体，含水层厚度分布不稳定，一般 2-5m，由山麓地带向谷地中间厚度逐渐增大，地下水位埋深***，富水性较差。渗透系数 K=10.0～20.0m/d，单井涌水量***，矿化度小于***。

2、构造裂隙水

含水岩性为花岗岩、凝灰岩和砂砾岩破碎带，富水性较好，具有强承压性，富水性最好的地段在死人沟与汤西沟的交汇部位，涌水量***，水温一般均大于60℃，最高的水温达68℃，水位埋深***。水化学类型为SO_4.HCO_3—Na型，矿化度小于***，地热资源主要赋存于该含水层。

（三）地下水补给、径流、排泄条件

该区地下水主要补给来源为构造裂隙水，同时接受大气降水入渗补给以及上游第四系孔隙潜水的少量径流补给。第四系孔隙潜水在接受大气降水以及上游第四系孔隙潜水的侧向补给后由高处向低处运移，绝大部分以径流方式排泄至下游，而构造裂隙水大部分以径流方式排泄至下游，其余部分作为地热水排泄至地表利用。地下水补给、径流、排泄条件良好。

（四）水文地质勘查类型划分

《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T12719-2021)划分标准，将本矿区水文地质勘查类型划分为第二类第一型，即以裂隙含水层充水为主的水文地质条件简单的矿床。

七、工程地质条件

（一）工程地质岩组划分及特征

根据矿区地层岩性、岩土体物理力学性质、岩体结构及工程地质特征，将岩土体划为松散岩类和坚硬岩类：

1、松散岩类大面积分布于矿区范围及周边，主要岩性为：

第四系全新统上部冲积层（Q_4^{2-2}）杂色砂砾石，砾石以花岗岩类为主，次为火山岩类，次棱角—浑圆状，分选差，粒经一般为0.5～2cm，最大10～15cm，承载力特征值***，厚度***。

第四系全新下部冲洪积层（Q_4^1）灰黑色砂粘土，承载力特征值***，含少量砂砾，厚度***。

2、坚硬岩类零星分布于矿区西南侧，呈岩基和大型岩株产出，岩性为

中二叠世侵入肉红色粗粒似斑状黑云母花岗岩。岩石天然抗压强度***（其中：饱和单轴抗压强度 Rc＞60MPa 为坚硬岩），属坚硬岩类，整体以块状为主，力学性质较好，岩石的稳定性较好，岩石质量等级为完整。

（二）不良工程地质问题

本区地热资源开采采用热水井抽取地下热水的方式，井管成井材料为滤水管，地下水位埋深较浅，开采条件优越。经勘察，矿区地层结构总体稳定，未见明显软弱夹层、活动性断裂及其他不良地质构造，水文地质与工程地质条件良好。

由于本区地质条件相对简单，开采工艺及技术条件易于满足，热水井成井及开采过程基本不受水文、工程地质条件制约，不良工程地质问题不发育。

（三）矿区工程地质勘查类型

根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T12719-2021)划分标准，本区工程地质勘查类型属于第一类第二型。即以松散、软弱岩类为主的工程地质条件中等类型矿床。

八、矿体特征

（一）地热田边界条件

本区控热构造主要是死人沟断裂破碎带，据物探和钻探证实，断裂破碎带的平均宽度为***，长***，是地热流体进入工作区的主要通道。断裂破碎带的岩性以肉红色中细粒花岗岩为主，穿插灰绿、深灰色闪长岩脉，与上部的砂砾岩、泥岩、凝灰岩构成本区的热储层。现按热储岩性组合形式，分述如下：

1.花岗岩破碎带型

主要分布于 DK1 以西，DK2 以东和小学校一带。DK1 以西花岗岩隆起，个别地方直接出露地表，缺失中生代沉积地层，新生代地层逐渐尖灭。特

点是裂隙发育，透水性强，水量较丰富，但热储上部温度较低。DK2 和小学校一带花岗岩破碎带埋藏深，上部有大厚度泥岩盖层，处於破碎带边缘，透水性差。

2.凝灰岩、花岗岩破碎带型

分布于死人沟 ZK4、DK1 一带。热储岩性上部以晶屑凝灰岩为主，孔洞裂隙发育，孔洞多被黑灰色粉细砂充填，裂隙面热蚀变明显，局部有侵染状黄铁矿，厚度***。热储下部为花岗岩破碎带，裂隙发育，岩性以肉红色中细粒花岗岩为主，热储厚度***，与上部晶屑凝灰岩组成统一的热储层。该型热储特点是孔洞，裂隙发育，透水性强，水量丰富。

3.砂砾岩、花岗岩破碎带型

分布于疗养院以北，死人沟与汤西沟的交汇地段，中心部位在 ZK2～DK6 号孔之间的死人沟断裂带，上部的砂砾岩热储厚度由中心部位向周围逐渐变薄，中心部位热储厚度***，西面到 ZK4 号孔厚度变薄为***，东面到 DK2 号孔尖灭，南面到 W•号井厚度变薄为***，北面到汤西沟北坡逐渐尖灭。下部花岗岩破碎带有效热储厚度一般在***左右。这种组合类型的热储地热流体温度在全区最高，透水性好，是热水的主要开采地段。

综合分析，本区地下热水主要来自死人沟断裂带（F2），地热流体沿死人沟断裂带向东运移；北侧受汤西沟逆断层的影响，扩散范围较小；东侧砂砾岩热储逐渐尖灭，受泥岩阻挡，扩散范围较小；南侧位于死人沟断裂带下游，利于地热流体的运移，扩散范围较大。

图 2-3　地热边界概化图

（二）热储特征

1、热储盖层

根据 2006 年内蒙古自治区敖汉旗热水汤地下热水勘查钻孔资料，热储盖层的岩性由第四系粉质粘土、粉土、砂砾石和侏罗系成岩好的砂砾岩、泥岩组成。热储盖层厚度见下表：

表 2-2　热储盖层厚度统计表

根据分析，热储盖层越厚，胶结程度越高，地热流体温度越高。热储盖层上部潜水与热水的连通性越好，则温度越低。盖层中的温潜水和常温潜水水位年变幅＜1m；水温年变幅 1～4℃，主要受气温控制。

2、热储

本区控热构造主要是死人沟断裂破碎带，平均宽度为***，长***，是地热流体进入工作区的主要通道。岩性以肉红色中细粒花岗岩为主，穿插灰绿、深灰色闪长岩脉，与上部的砂砾岩、泥岩、凝灰岩构成本区的热储层。

3、地热流体赋存特征

根据《敖汉旗医院温泉度假村地热矿产资源储量 2019 年度检测报告》钻孔抽水试验成果及地热地质条件，工作区地热流体富水性好，温度高的地段在死人沟断裂破碎带。富水性最好的地段在死人沟与汤西沟的交汇部位，涌水量***，水温一般均大于 60℃，最高的水温达 68℃，水位埋深***。地热流体压力动态变化，主要受开采影响。根据地热勘查报告资料显示，DK1、DK2、DK6 早期开采井的水位，从 1971 年～2005 年，降幅***，年平均降幅***。据 DK2、DK6 监测井 2005～2014 年持续观测，水位平均降幅***，年平均降幅***，年内水位变幅***，水温变幅***。

（三）热储埋藏条件

根据区域资料分析，工作区地热资源类型为隆起带断裂型，热水形成的基本模式为基岩山区地下水沿断裂带下渗进行深部循环，在地壳内部获得热能，再沿断裂带上升，压力增大，储存于断裂破碎带裂隙和砂砾岩孔隙、裂隙中，形成热水。

工作区位于阴山东西向复杂构造带与新华夏构造体系大兴安岭褶皱带交接的隆起部位，沿隆起带的部分北北东向，北东向的断裂构造在华力西期、燕山期形成，新构造运动使这些构造加深、复活，构成了良好的热水

通道。处于热水汤西***的北东向隐伏断裂正是新华夏隆起构造带的次级构造，死人沟断裂带则是隐伏断裂的次级构造，这些次级构造为热水的形成、运移奠定了良好的地质环境。根据内蒙古自治区敖汉旗热水汤地下热水勘查 ZK6 孔口水温 66℃，按地温梯度***计算，地热流体循环深度为***。山区地下水在隐伏断裂深部加热形成地热流体，地热流体再通过发育在花岗岩体中的近东西向的次级断裂—死人沟断裂带（F2）运移，进入工作区形成热田。

四、物理化学特征

根据我国矿泉的温度分类标准，本区热泉≥34℃,属理疗热矿泉。本区热水清澈透明，略具 H_2S 味，感官效果良好，是理想的理疗沐浴水。

本区热水赋存形式为承压水。水化学类型为 SO_4•HCO_3—Na 型，PH 值 8 左右，偏碱性。热水特征化学组份含量从下表看出，热水中 Na^+含量在 250mg/L 左右，SO_4^{-2}含量 300mg/L 左右，可溶性 SiO_2含量 100～150mg/L，F 含量 5.4～6.5mg/L，矿化度均大于 1g/L。这些特征组份含量均比常温水高出十几倍，也明显地比地热异常区上层潜水含量高。

表 2-3　热水特征化学组份含量表

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

本矿山土地利用现状以敖汉旗自然资源局提供的矿区土地利用现状图数据（敖汉旗 2024 年度国土变更调查数据）为基础，利用 ARCGIS 软件对矿区涉及地类面积状况进行统计。本方案项目区面积为***，其中矿区范围内面积***，矿区范围外面积***。地类为乔木林地***、其他林地***、其他草地***、商业服务业设施用地***、其他林地***、工业用地***、农村

宅基地***、公路用地***、城镇村道路用地***、农村道路***、空闲地***、裸土地***，现状统计见表 2-10 及图 2-4。

表 2-4 矿区土地利用现状表

二、矿区土地利用权属情况

根据敖汉旗自然资源局提供的全国第三次土地利用现状调查资料及调查走访，区内涉及土地权属性质为集体，涉及权属单位有赤峰市敖汉旗四家子镇热水汤村村民、四家子镇四家子村民和敖汉温泉度假村。权属明确，界线明显，不存在争议。目前土地权属边界清晰，无任何权属纠纷。矿区土地利用权属见表 2-5。

三、永久基本农田

采矿许可范围内无永久基本农田，矿区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。

表 2-5 矿区土地利用权属表

四、矿区采矿用地申请批准情况

本次拟申请用地总面积为***公顷，用地范围内土地类别清晰，主要涉及乔木林地、其他林地、其他草地、工业用地、城镇村道路用地、农村道路。截至目前，采矿用地报批相关材料尚未完成组卷报送，后续将尽快完善用地申请、权属确认等全套报批资料，按程序上报至自然资源主管部门审批，待依法取得用地批复、完善用地手续后，再依规开展采矿相关建设及生产活动，全程严守土地管理相关法律法规，杜绝违规占地、未批先建行为。

表 2-6 矿区拟征地范围拐点坐标表

图 2-4　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 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》，矿区位于全国生态功能区划中的“西辽河源水源涵养功能区”。

该功能区位于辽河上游的老哈河和西拉木伦河下游,包含 1 个功能区：辽河源水源涵养功能区，行政区主要涉及内蒙古自治区的赤峰、辽宁省的朝阳、葫芦岛以及河北省的承德市，面积为***。该区植被类型主要为暖温带落叶阔叶林，以油松为代表，多以白桦、杨树、油松和栎的不同组合形成的呈片状形式分布，具有重要的涵养水源功能；其次在保持土壤和保护生物多样性方面也有重要作用。

主要生态问题：森林生态系统退化严重，大部分为砍伐后形成的次生林和灌丛；水源涵养能力低，水土流失较严重。

生态保护主要措施：加强天然林保护和退化生态系统恢复重建的力度；严格草地管理，实施禁牧或限牧；严格控制新建水利工程项目；加强矿产资源开发监管力度。

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》，矿区位于“XXX-2-6 西辽河南北黄土丘陵农田、草原水土保持功能区”。

3、矿区在赤峰市生态环境功能区划中的定位

根据《赤峰市生态环境功能区划报告》，敖汉旗地处科尔沁沙地南缘，属于 科尔沁防风固沙生态功能区，是我国北方防沙带的重要组成部分，承担着阻挡科尔沁沙地南侵、保障辽西及华北地区生态安全的核心功能，同时兼具西辽河流域水土保持、生物多样性保护的重要作用。

4、矿区在赤峰市国土空间生态修复规划中的要求

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：燕山东部山地水上流失保护修复区，该重点区位于燕山东部山地水土流失保护修复区南部，涉及国家级自然保护区 1 个，为内蒙古大黑山国家级自然保护区。

发展方向要求：生态修复以提升水源涵养、土壤保持、生物多样性等生态系统服务功能为主要生态保育修复目标，以自然恢复为主、辅助修复为辅的修复策略。主要任务和修复策略为:加强天然林保护和实施退化林分改造修复，推进重点区域绿化项目;保护教来河上游水源地，减少地下水开采;固阻结合减缓风蚀沙化。

5、矿区在敖汉旗国土空间生态修复规划的定位

在《敖汉旗国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》中的生态定位是——燕山东部山地水土流失保护修复区的重要组成部分，以大黑山水源涵养与生物多样性保护、矿山生态环境修复、水土保持为核心任务的综合生态修复区域。

二、生态本底状况

1、生态系统类型

本次采用遥感解译和现场调查相结合的方法，对矿区的***的生态系统类型进行调查和分析。生态系统分类采用《全国生态状况调查评估技术规范-生态系统遥感解译与野外核查》(HJ 1166-2021)中的二级分类系统。结果表明，矿区生态系统主要有森林生态系统-针叶林-阔叶林、灌丛生态系统-阔叶灌丛、草地生态系统-草甸、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 2-7。

矿区北侧***处为大黑山自然保护区，经敖汉旗自然资源局及相关部门

查询：矿区四周***范围内不在保护区内、不在生态保护红线范围内，矿山开采活动对保护区无影响。

表 2-7 矿区及周边生态系统类型

2、植被现状

矿区其自然环境具有典型的北温带大陆性季风气候。植物区域为内蒙古植物区系划分图中欧亚草原植物区-黄土高原草原植物省-辽西黄土丘陵州。在内蒙古植被地带划分图中属于暖温型草原带-森林草原亚带。

在该区内发育了良好的森林生态系统，生态功能较强，其中乔木主要为杨树、油松、元宝槭、臭椿树种等，分布于低山和黄土丘陵，郁闭度≥0.20。低山灌丛植被有山杏、荆条、虎榛子、绣线菊、桃叶卫矛等。

在本区生态组成中，大针茅和羊草等草原植被成为优势植物，此外，还常见有温带亚洲植物成分，如扁蓿豆、阿尔泰狗娃花、大萼委陵菜、野黑麦、车前，其它成分还有鹅绒委陵菜、海乳草、苔草、冷蒿、蓬子菜、野豌豆、野芥菜等。

表 2-8 矿区植物名录

3、野生动物现状

（1）野生动物组成

矿区位于赤峰市敖汉旗四家子镇，在动物地理区划上属于古北界-中亚亚界-蒙新区，矿区及周边栖息的动物资源较为稀少，特别是近些年来，随着人为干扰的不断加剧，很多物种的生境被破坏，野生动物的生存环境不容乐观。

根据现场调查及资料记载，矿区及周边野生动物的留居种类没有珍稀、濒危物种，无珍稀濒危动物栖息地与繁殖地分布。矿区主要动物名录如表2-15。

表 2-9 矿区及周边区域常见动物名录

(2)项目区域鸟类迁徙现状

根据《候鸟迁飞通道保护修复中国行动计划(2024-2030 年)》可知：全球有 9 条主要候鸟迁飞通道，其中 4 条经过中国，分别为东亚-澳大利西亚迁飞通道、中亚迁飞通道、西亚-东非迁飞通道以及西太平洋迁飞通道。矿区处于古北界-中亚亚界-蒙新区，为东亚-澳大利西亚迁飞通道，不涉及候鸟关键栖息地，不在鸟类主要迁徙通道上。施工及运行期间妥善采取监测、防护、保护等措施，对迁徙候鸟影响较小。

图 2-5 中国候鸟关键栖息地与迁飞通道关系示意图

三、生态多样性

矿区位于欧亚草原植物区-松辽平原草原植物省-大兴安岭南部山地州，优越山地地形生态条件的分化和植物区系成分的交汇，植被类型及其组合较复杂，受特殊地理区位和气候条件影响，区域内生物多样性较为丰富，植被类型涵盖草原植被、灌丛植被和森林植被，动物群落则以啮齿类和鸟类为主。

调查共记录维管植物 24 种(属)，分属 16 科。其中，草本植物共计 13 种，隶属于禾本科、豆科、菊科、蔷薇科等；灌木及半灌木 7 种，包括荆条、虎榛子、绣线菊、山杏、桃叶卫矛、冷蒿、达乌里胡枝子；乔木 4 种，即杨树、油松、元宝槭和臭椿。

乔木树种广泛分布于低山和黄土丘陵，为矿区及周边主体植被类型，以杨树、油松、元宝槭和臭椿为主。

灌丛植被主要分布于低山丘陵区，优势种包括荆条、虎榛子、绣线菊和山杏，局部地段形成灌丛群落。

草原植被为建群种以禾本科针茅属为主，包括大针茅等，构成典型的丛生禾草草原。伴生草本植物丰富，常见有扁蓿豆、阿尔泰狗娃花、大萼

委陵菜、鹅绒委陵菜、冷蒿、苔草等。此外，豆科植物如野豌豆和达乌里胡枝子分布广泛，对土壤氮素积累具有积极作用。

(一)动物多样性

动物调查涉及 2 纲、5 目 9 种。其中鸟类以雀形目为主，哺乳类以啮齿目种类占优。

鸟类共计 6 种：雀形目记录家燕、喜鹊、大嘴乌鸦、麻雀 4 种；鸡形目记录鹌鹑 1 种；鹃形目记录大杜鹃 1 中。其中喜鹊和麻雀为区域常见优势种，适应矿区及周边农田、居民点生境。

哺乳类以啮齿类为主，共计 3 种：兔形目记录蒙古兔 1 种；啮齿目记录田鼠、岩松鼠 2 种。田鼠为伴人优势种，广泛分布于矿区及周边农耕地带；岩松鼠则偏好林地、灌丛生境。

(二)物种丰富度与优势种群

矿区植物物种丰富度中等，草本层以禾本科和豆科植物占主导，大针茅、羊草为草原群落的建群种和优势种。灌木层以荆条、虎榛子、山杏为主，局部形成优势灌丛。乔木层以油松和杨树为主要建群种。

动物群落中，鸟类以喜鹊、灰喜鹊、家燕为优势种；啮齿类以褐家鼠、小家鼠、黑线姬鼠为优势种，岩松鼠和五趾跳鼠为常见种，反映出矿区及周边区域受人为干扰影响，伴人型啮齿类种群数量较高，而原生草原和灌丛生境仍维持部分特有鼠类和鸟类种群。

四、生态系统功能

（一）水源涵养

矿区周边是小凌河上游生态屏障，近年来通过封山育林、退化林分改

造等工程，林分质量持续提升，2024 年以来完成低产林改造***亩，水土保持与水源涵养功能稳步增强。

（二）防风固沙

作为赤峰市防沙治沙关键区域，通过退耕还林还草、封山禁牧等措施，构建乔灌草一体化防风固沙屏障。林草盖度持续提升，有效锁定沙源、减轻风沙危害，保障区域生态安全。

（三）土壤保持

坚持治理与修复并重，针对历史矿山损毁区实施生态修复，工程措施显著降低土壤侵蚀强度，恢复土地生产力，矿区生态面貌明显改善。

（四）碳储量与固碳功能

区域作为赤峰市生态固碳重要单元，敖汉旗已将森林碳汇作为生态价值转化的核心方向，依托***亩可开发乔木林，搭建碳汇交易平台、完善计量核算体系，推动“绿水青山”向“金山银山”转化。2025 年赤峰市碳中和林项目已在敖汉旗新惠林场、三义井林场落地实施，首期造林面积超千亩，兼具生态修复与固碳增汇功能。

当地通过文冠果、沙棘、大扁杏等经济林种植，以及退化林分近自然改造，在提升植被覆盖的同时优化碳汇结构，实现固碳功能提升与林草产业增收的协同。2025 年全旗林草产业总产值达***元，形成了“生态修复-固碳增汇-产业赋能”的良性循环。

第六节　矿区及周边人类重大工程活动

矿区不涉及禁止勘查区域(生态保护红线、自然保护地、I 级保护林地、

国际或国家重要湿地、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、城镇开发边界、***等)。不存在限制勘查区域(河流、湖泊、水利设施、铁路等)，矿区范围不涉及永久基本农田，根据交通局查询复函该矿区压覆省道210线，根据交通运输局意见，开采时应避让。根据文物局查询复函矿区用地范围内有热水汤西遗址，属于未定级的文物保护单位。

第七节　矿区生态修复工作情况

一、上期方案执行情况

(一)上期方案编制情况

2020年6月由内蒙古第十地质矿产勘查开发有限责任公司联合赤峰恒安地质工程有限责任公司编制的《内蒙古自治区敖汉旗医院温泉度假村（地热资源矿）矿山地质环境治理方案》赤矿治字〔2020〕018号，适用年限5年（2020.1.1-2024.12.31）。

(二)上期方案主要内容概述

（1）2020年1月1日～2020年12月31日：

治理单元为基建场地、锅炉房、值班室、表土存放场、废坑以及零星石方，治理措施为：

①将锅炉房以及值班室旁边的小土堆进行清理，清理至表土存放场内，锅炉房土堆清理方量为***，值班室土堆清理方量为***；

②表土存放场内土源利用铲运机清运至场地东侧（面积***）集中堆放，清理土方量为***，清理后的场地整平（面积***）并翻耕处理（面积***）；

③利用铲运机将零星石方内的石方进行清运（***），之后利用平土机将清理后的场地进行土方整平，整平深度为***，整平面积***，最后将整平完的场地种杨树恢复植被（***株）；

④利用铲运机将表土存放场内土源对废坑进行回填，回填方量为***，之后利用平土机将清运回填后的场地进行土方整平，整平深度为***，整平面积***，将整平完的场地种树恢复植被，栽植杨树***株；

⑤泥石流地质灾害监测 12 次（每月 1 次），土地资源和地形地貌景观监测 24 次（每月 2 次），地下水监测 12 次（每月 1 次）。

（2）2021 年 1 月 1 日～2021 年 12 月 31 日：

治理单元为废井 2、废井 3 以及不规则边坡，治理措施为：

①将废井 2 利用砾石进行回填，回填工程量为***，之后将井口***范围进行封堵并砌筑水泥台，封堵工程量为***，最后在井口周边栽植杨树恢复植被（***株）；

②将废井 3 利用砾石进行回填，回填工程量为***，之后将井口***范围进行封堵并砌筑水泥台，封堵工程量为***，之后将场地切坡边坡进行削坡及垫坡工程，削坡方量***，最后在井口周边及坡面栽植杨树恢复植被（***株）；

③利用挖掘机将不规则边坡行削坡工程，削坡方量为***，边坡最终整体坡角小于***，之后利用平土机将削坡、垫坡后的坡面进行土方整平，整平深度为***，整平面积为***，最后将整平完的场地种树恢复植被（***株）；

④泥石流地质灾害监测 12 次（每月 1 次），土地资源和地形地貌景观监测 24 次（每月 2 次），地下水监测 12 次（每月 1 次）。

（3）2022 年 1 月 1 日～2024 年 12 月 31 日：

泥石流地质灾害监测 36 次（每月 1 次），土地资源和地形地貌景观监测 72 次（每月 2 次），地下水监测 36 次（每月 1 次）

二、上期方案规划的近期治理工程完成情况

表 2-10　上期方案适用期内防治工程完成情况

三、其它治理工程完成情况

（一）2020 年度治理计划

矿区环境发生了较大变化，表土存放场、零星石方已清运现为商混场地，土方全部清运至西南侧整平、种树，废坑已回填、整平、覆土、种树，锅炉房及值班室周围的土堆进行了清理，对基建场地进行土方削坡、整平，对泥石流、地下水、土地资源和地形地貌景观进行了监测。该治理工程未申请主管部门进行验收。

（二）2021 年度治理计划

矿区环境发生了较大变化，不规则边坡及西南侧已整形作为建筑场地使用，废弃井 2 已回填、封堵作为商混场地使用，废弃井 3 已回填、封堵。

照片 2-4 建筑场地现状照片

照片 2-5 商混场地及废弃井 3 现状照片

（三）2022 年度治理计划

矿山企业对沟谷上游进行泥石流地质灾害监测，对矿区内及东侧村庄内水井进行地下水监测，对进行土地资源和地形地貌景观监测。另外，矿山自行对废弃场地西南侧场地进行覆土、整平、种树。

照片 2-6 废弃场地西南侧场地

（四）2023 年度治理计划

矿山自行对废弃场地 1、废弃场地 2 进行土石方清运、整平、翻耕、种树；对矿区内水井进行地下水监测，进行土地资源和地形地貌景观监测。

照片 2-7 废弃场地 1 现状未治理

照片 2-8 废弃场地 2 现状

（五）2024 年度治理计划

矿山自行对商混场地西南侧边坡进行边坡整形、种草；对矿区内水井进行

地下水监测，对进行土地资源和地形地貌景观监测。

照片 2-9 商混场地西南侧边坡

四、存在问题

废弃场地 1 现状未治理，由于还在继续扩建基建工作，造成了前期治理单元少量破坏和建筑垃圾的堆放，待基建完成后对现场再进行恢复治理。废弃场地 1 作为现状单元重新叙述。

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、土地损毁与复层利用、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 2-11　矿区开采前生态修复监测内容与监测指标表

表 2-12　矿区开采中生态修复监测内容及监测指标表

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

矿区生态修复评价范围为矿区范围、矿业活动影响范围的不良地质因素存在的范围。

1、矿区范围

矿区面积***。

2、矿业活动影响范围

其中现状单元的锅炉房（***）废弃场地（***）矿区道路(***)全部位于矿区外，商混场地（***）位于矿区外。

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***。

二、现状问题

（一）矿山不稳定地质体

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。

（二）矿区含水层破坏现状分析

1、含水层结构破坏

矿山开采矿种为地热水，开采方式为地下开采，矿区内地下水补给量***，允许开采量为***，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，现状对地下含水层结构造成破坏程度较轻。

2、矿坑疏干排水对含水层影响

通过以往对（枯水期）进行的稳定流抽水试验可知，在设计降深***

时，地热流体的开采量为***,通过断裂破碎带的天然补给量***，大于开采量。另外，还有开采条件下储存量的消耗量及常温水径流补给量的补充，这样开采量是完全有补给保证的。因此在区域地下水正常补给、径流及排泄条件下矿业开发（抽取地下水）对含水层影响很小。

3、对矿区及附近水源的影响

根据现场检测，天然补给量远远大于开采量，现状条件下矿山活动对矿区及附近村庄居民生产生活用水无影响。

4、对地下水水质影响

根据现场调查，矿区抽取地下热水主要供应敖汉温泉度假村洗浴及日常生活，产生的废水由敖汉温泉度假村负责处理，对周边地下水水质基本无影响。

综上所述，现状矿山开采未破坏含水层结构；采坑无疏干水；矿山未对矿区及附近水源造成影响；矿山现状对地下水水质的影响较轻。

（三）矿区地形地貌景观破坏

现状矿山开采对地形地貌景观的影响主要表现在已形成的工程场地，主要为主井、副井、商混场地、锅炉房、废弃场地及矿区道路。

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T 0223-2011)，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：

□较轻：地形地貌景观破坏程度轻微，轻微影响视觉效果；

□较严重：地形地貌景观破坏程度较严重，中等影响视觉效果；

□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、主井

主井位于矿区西北侧、为生产用热水井，井深***，下泵深度***，井口以下***井径***，***以下井径***，水温为 68℃,井口采用砖砌井台，管理井房占地面积***，管理房为彩钢结构、高度***，井口及管理井房的建设破坏了原有地形地貌景观的和谐性，现状评估主井对地形地貌景观影响程度为较严重。

照片 3-1 主井及管理房

表 3-3 地形地貌景观破坏程度评价表

2、副井

副井位于主井东南侧***，为备用生产用热水井，井深***，下泵深度***，井口以下***井径***，***以下井径***，水温为 64℃,井口采用砖砌井台，管理井房占地面积***，管理房为彩钢结构、高度***，井口及管理井房的建

设破坏了原有地形地貌景观的和谐性，现状评估主井对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-4　地形地貌景观破坏程度评价表

照片 3-2 副井及管理房

3、商混场地

商混场地位于锅炉房的东侧，场内主要由，仓库 1、仓库 2、商混设备、料堆组成，商混罐高度约***，占地面积***，场内存放基建用的建筑材料，仓库为彩钢材质，高***，仓库 1 东侧存在切坡，坡度为***，坡长***,房屋的建设破坏了原有地形地貌景观的和谐性，现状评估主井对地形地貌景观影响程度为较严重。

照片 3-3 商混场地全景

照片 3-4 商混设备和东侧仓库 2

照片 3-5 场内的建筑材料

照片 3-6 西侧的仓库 1

表 3-5　地形地貌景观破坏程度评价表

4、锅炉房

锅炉房邻近商混场地西侧，由锅炉房、烟囱、煤堆、外墙、简易棚、值班室等组成，为温泉度假村的供热系统，建筑物为混凝土结构、外墙为砖混结构、简易棚为彩钢结构，高度***，占地面积***。房屋的建设破坏了原有地形地貌景观的和谐性，现状评估主井对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-6　地形地貌景观破坏程度评价表

照片 3-7 锅炉房全景

照片 3-8 锅炉房和外墙

照片 3-9 煤堆和值班室

5、废弃场地

废弃场地位于蓄水池北侧，占地面积***，场地内堆存大量建筑垃圾，

破坏了原有地形地貌景观的和谐性，现状评估矿区道路对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-7　地形地貌景观破坏程度评价表

照片 3-10 废弃场地全景

照片 3-11　堆存场内建筑垃圾

6、矿区道路

矿区道路主要用于连接各个工程场地，部分为乡间土路改造，村民长期利用，道路总长度***，平均宽度***，占地面积***，道路的建设破坏了原有地形地貌景观的和谐性，现状评估矿区道路对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-8　地形地貌景观破坏程度评价表

照片 3-12 矿区道路

7、评估区其他区域

评估区内其它区域矿山活动极少，矿山活动对地形地貌影响较轻，目前尚未受采矿活动影响，基本保持了原生的地形地貌状态。

综综上所述，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3-9）。

表 3-9 地形地貌景观影响现状评估表

表 3-10 现状矿山地质环境问题说明表

（四）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，损毁方式主要有压占和挖损两种。

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、挖损，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 3-11。

表 3-11 土地损毁分级参考标准表

表 3-12 土地损毁程度评分界线表

2、土地损毁程度评价

（1）主井

主井挖损土地面积为***，破坏土地利用类型为其他草地***，现状损毁土地方式主要为挖损。场地的挖损导致原有土地改变，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重度损毁。

表 3-13 土地损毁程度评价表

（2）副井

副井挖损土地面积为***，破坏土地利用类型为其它林地***。现状损毁土地方式主要为挖损。场地的挖损导致原有土地改变，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损毁。

表 3-14 土地损毁程度评价表

（3）商混场地

商混场地压占土地面积为***，破坏土地利用类型为其他林地***，其他草地***，工业用地***，城镇村道路用地***，农村道路***。现状损毁

土地方式主要为压占。场地的压占导致原有土地改变，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损毁。

表 3-15　土地损毁程度评价表

（4）锅炉房

锅炉房压占土地面积为***，破坏土地利用类型为其他草地***，工业用地***。现状损毁土地方式主要为压占。场地的压占导致原有土地改变，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轻度损毁。

表 3-16　土地损毁程度评价表

（5）废弃场地

废弃场地压占土地面积为***，破坏土地利用类型为其他林地***，其他草地***，现状损毁土地方式主要为压占。场地的压占导致原有土地改变，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损毁。

表 3-17　土地损毁程度评价表

（6）矿区道路

矿区道路压占土地面积为***，破坏土地利用类型为其他林地***，其他草地***，农村道路***。场地的压占导致原有土地改变，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损毁。

表 3-18　　土地损毁程度评价表

（7）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，矿山现状损毁土地总面积***。损毁方式为挖损和压占，损毁土地类型包括乔木林地、其他草地、商业服务业设施用地、工业用地、城镇

村道路用地、农村道路，各损毁单元损毁面积、损毁形式及损毁程度见表3-19。

表 3-19　矿区现状损毁单元损毁面积、损毁形式及损毁程度一览表

（五）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，现状各单元场地中植被覆盖度为30%以上，现状单元主要损毁乔木林地 、其他林地、其他草地，场地面积较小，对植被破坏范围较小，植被修复需要垫坡、回填、覆土、后复垦修复，故认为上述场地对植被损毁程度为“中度”。

2、生物多样性丧失

根据现场调查，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

生态修复范围燕山东部山地水土流失保护修复区，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，现状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，本次对矿区内 2 处具有代表性位置进行了土样采集，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。委托内蒙古谱和技术服务有限公司对土样进行了检测分析。土壤取样位置见下表：

表 3-20 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 3-21 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，评估认为矿山开采活动，对土壤污染影响较轻。

5、水环境污染现状

根据矿区周边地下水现状，鉴于矿区所在的热水汤村已实行饮用水集中供水，区域内无水源井，故本次调查将采样点位调整至周边下游村庄的水源井。本次共计采样 1 件，采样信息见表 3-22，检测结果见表 3-23。

表 3-22 样品信息表

地下水检测项目为：色度、浊度、pH、总硬度、溶解性总固体、高锰

酸盐指数、亚硝酸盐氮、氰化物、砷、汞、铬（六价）、铅、氟化物、镉、铁、锰、氯化物、硫酸盐、铜、锌、硒、硫化物、钠、总大肠菌群、细菌总数、臭和味、肉眼可见物、铝、阴离子表面活性剂、挥发酚、氨氮、硝酸盐(以 N 计)、碘化物，三氯甲烷、四氯化碳、苯、甲苯，共计 37 项。检测结果详见下表：

表 3-23 周边村庄井水检测结果表

根据检测结果，矿区周边下游村庄水源井地下水质符合《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准。

综上所述，评估认为矿山开采活动，对周边水环境污染影响较轻。

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 3-24。

表 3-24 矿区生态受损程度现状综合评价表

三、受损预测

（一）矿山不稳定地质体预测

1、矿山不稳定地质体

抽排地下水引发地面沉降灾害的可能性开采矿种为为流体矿产，采用离心泵直接抽取，未破坏地层结构，未来虽集中开采水源，矿区内地下水天然补给量***，允许开采量为***，矿山年开采量较小，加之开采量远小于地下水补给量，预测后期开采发生地面沉陷及伴生地裂缝灾害可能性小。

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、矿区含水层破坏预测

根据矿体规模、区域含水层特征、采矿方式，对含水层影响预测评估如下：

（1）矿山开采对含水层结构损毁

矿山开采矿种为地热水，开采方式为地下开采，矿区内地下水天然补给量***，允许开采量为***，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）矿坑疏干水对含水层的影响

通过以往对（枯水期）进行的稳定流抽水试验可知，在设计降深***时，地热流体的开采量为***,通过断裂破碎带的天然补给量***，大于开采量。另外，还有开采条件下储存量的消耗量及常温水径流补给量的补充，这样开采量是完全有补给保证的。因此在区域地下水正常补给、径流及排泄条件下矿业开发（抽取地下水）对含水层影响很小。

（3）对矿区及附近水源的影响

根据现场检测，由于地热水天然补给量远远大于开采量，预测矿山活动对矿区及附近村庄居民生产生活用水无影响。

（4）对地下水水质影响

根据现场调查，矿区抽取地下热水主要供应敖汉温泉度假村洗浴及日常生活，产生的废水由敖汉温泉度假村负责处理，对周边地下水水质基本无影响。

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。

现状单元和预测单元一致，不在新增单元。预测对矿区地形地貌景观破坏程度与现状一致，不再赘述。

（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，该矿山为生产矿山，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

矿山已形成的现状场地中主井、副井、商混场地、锅炉房、废弃场地、矿区道路对土地造成了损毁，损毁形式为挖损、压占。

（2）损毁时序

按照矿山生产服务年限以及已损毁的现状场地单元，划分矿山损毁时序，《开采方案》设计矿山生产服务年限为10年，因此服务年限为13年，因此矿区土地损毁时序分为近三年（2026.07-2029.06）生产期（2029.07-2036.06）和修复管护期（2036.07-2039.06）

各损毁单元损毁土地时序见表3-25。

表3-25　土地损毁时序表

2、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、挖损，依据《土地复垦编制规程》对该矿山土地损毁情况进行预测评价，影响因素的等级标准划分见表3-14，地损毁程度评分界线见表3-15。

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。预测各个单元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。

（三）生态系统退化预测

现状单元场地主井、副井、商混场地、锅炉房、废弃场地、矿区道路

的生态系统损毁程度预测与现状评价一致，不再重复赘述。

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，矿区各生态受损区块的损毁程度划分为重度、中度、轻度。

（二）评价结果

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、中度、轻度。综合评价结果见表3-26。矿区生态破坏程度综合评价图见图3-1。

表 3-26 现状损毁程度综合评价表

图 3-1 矿区受损程度综合评价表

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、矿山不稳定地质体可行性

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，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***，矿山实际开采量为***，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

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）对建筑物拆除、清理建筑垃圾、场地整平、覆土等工程措施；

（2）对硬化地面采取地面清理、场地整平、覆土等工程措施；

（3）对场地进行翻耕，土壤培肥；

（4）对主井、副井及锅炉房煤堆坑进行回填，场地整平、覆土。

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，矿区地形地貌景观治理技术可行。

3、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13.76万元，经费全部由矿山企业自筹。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，主井、副井、商混场地、锅炉房、废弃场地、矿区道路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。

土壤重构工程针对废弃场地、矿区道路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。

（三）生态系统修复可行性分析

1、植被恢复技术可行性分析

评估区损毁地类为林地、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，使用石膏中和碱性，改善土壤结构，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生产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。矿区产生的废水主要为员工生活废水及游客清洗废水，不在第一道防护带内设置渗水井、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

地热水属流体矿产，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***元/公顷，矿区生态系统恢复总面积***，矿区生态系统恢复总费用为 111.83 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，矿山达产年税后利润 108 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

该区地处中温带，属于半干旱大陆性季风气候，具有冬季漫长而寒冷，春季回温快，夏季短而酷热，秋季气温骤降，降水集中，雨热同期，积温有效性高等气候特征。多年平均降水量 424.06mm，最高点位于矿区西北部山体顶部，区内最高海拔 729m，最低海拔 703m，最大高差为 26m，地形坡度一般 5°-10°。

（2）矿区植被

矿区植被为半干旱低山区森林草原植被，现存原始次生灌木植被以山杏儿、胡枝子、绣线菊、虎榛子为主，草本植物有大针茅、隐子草、苜蓿、达屋里、铁杆蒿等，人工植被为油松、杨树、榆树、沙棘、柠条.其中乔木林地视觉郁闭度约 30-40%。

（3）土壤环境

土壤类型为栗钙土，为栗色或暗栗色的含腐殖土，土壤 pH 值 7.79~7.92 之间；机质含量 9.2-13.5g/kg，砾石含量极低，约占 1%～3%，粒径为 0.2～1.0cm，矿区地表植被较发育，矿体地表覆盖层腐殖土及残坡积物，厚度 0.8~7.50m。

2、矿区周边的生态系统

矿区周边未受损生态系统主要为暖温带落叶阔叶林向温带草原过渡的次生林-灌丛生态系统，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，土地类型以林地、草地为主，根据季节变化主要植物群落相应变化，生态结构角为单一。区内无珍贵动物栖息地，无动物迁徙路线途经本区。

经现场实地调查，矿区周边未受损的生态系统主要为次生林-灌丛生态系统。

次生林-灌丛生态系统。

评估区周边分布自然生长的以次生落叶阔叶林、灌丛为主，优势树种包括油松、杨树、榆树，灌丛主要为荆条、酸枣、柠条，同时栖息着鸟类、林下昆虫等动物，既发挥着保持水土、净化空气的生态作用。

损毁土地复垦修复为林地后，林地发达的根系能固定土壤、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。

（二）复垦修复方向

1、土地复垦适宜性评价

（1）评价原则

□符合国土空间规划，并与其他规划相协调

复垦修复应符合《敖汉旗国土空间规划（2021-2035 年）》，避免盲目投资、过渡超前浪费土地资源，符合规划分区管控。

□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。

□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评估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。

□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，如积水、土源、土壤肥力、坡度以及灌排条件等。根据评估区自然环境、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。

□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。

□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。

□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共有拟主井、副井、商混场地、锅炉房、废弃场地和矿区道路 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林地、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 3-27。

表 3-27 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的自然条件进行比照，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 3-28。

表 3-28 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 3-29。

表 3-29 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 3-30。

表 3-30 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 3-31。

表 3-31　评价单元适宜性评价加权值及土地复垦结构调整表

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，

复垦方向为林地和人工牧草地。

（6）最终复垦方向确定

根据选定的参照生态系统为目标，结合敖汉旗国土空间规划、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。

□国土空间规划

根据《敖汉旗国土空间总体规划（2021-2035 年）》，敖汉旗四家子镇镇处于低山区，构建次生林-灌丛生态系统生态系统，以自然修复和人工种植相结合的方式增加植物多样性，合理增加林地面积。从国土空间规划角度考虑，复垦修复方向以林地、草地为主。

（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，并与周边土地利用类型相一致，考虑公众参与意见，复垦修复方向以林地、草地为主。

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。本次以矿山前期治理单元作为参考。

（1）前期治理区修复效果

核心生态限制因素为气候干旱、土壤沙化严重、风蚀侵蚀作用强烈，极易出现土地退化、水土流失、植被难以存活等问题。预选植被物种均为本地先锋物种，成活率较高，耐旱、耐贫瘠，适应性强。

照片 3-13 矿区周边生态环境

照片 3-14 前期治理区-废弃井场地

照片 3-15 前期治理区-废弃场地 1

（2）借鉴经验

植被物种选择根系发达、耐旱、耐瘠、抗风沙的本地物种，同时对土壤进行培肥处理，保障植被生长所需水源，提高沙化区域植被成活率及覆盖度，减少风蚀影响，治沙效果显著。通过借鉴本矿山成功修复经验，从乡土物种筛选、土壤改良培肥、等方面，可有效解决本区干旱缺水、土壤有机质含量低、植被成活率低的核心生态制约。可做为本矿后续复垦方向的参照依据。

3、水土资源平衡分析

（1）土方平衡分析

□复垦需土量

评估区复垦责任区面积***，复垦林地覆土厚度***，复垦草地覆土厚度***，合计共需覆土***（需求量见表 3-32）。

表 3-32 复垦需土量计算表

② 土源供应分析

1、供土量分析

矿区内土壤条件不满足大量取土需求，故不足土源选择外运。外运土应选用就近合法取土场的天然壤土，土质清洁、结构疏松、不含建筑垃圾、生活垃圾及粒径大于 5cm 的石块等杂质，无油污、无异味；土源不得来自污染场地，土壤环境质量应满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618—2018）筛选值要求，pH 值宜为 6.0～8.5，有机质含量不低于 1%，含盐量不高于 0.3%；

2、需土量分析

根据复垦单元划分情况，复垦责任范围内各个复垦单元复垦方向和复垦标准要求不同，其覆土要求和厚度也不同。根据《土地复垦质量控制标准》，林地覆土厚度为0.3m，草地覆土厚度0.5m。综上所述，矿山共需覆土方量为8389m^3。

（2）水资源平衡分析

本矿区复垦责任区内主要复垦单元为林地、草地，复垦林地面积***，草地***,矿区总灌溉保证率应75%,根据《行业用水定额》(DB15/T 385-2025),生态用水定额。赤峰市定额值为2200立方米/公顷。矿区总复垦面积为***，总灌溉年数为3年，每年灌溉需水量为***，每年春季返青期及秋季各进行灌溉1次，每次每天灌溉需水量为***。矿区周边及村庄水井分布较多，水井日涌水量一般大于***，可以满足林地灌溉用水。

复垦季节选择春季，植物休眠期需水量少，有利于成活。鉴于林、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3-33　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。

根据矿山征用永久性建设用地计划，征用范围为主井及第一道防护圈、副井、锅炉房（除去值班室），合计面积***。对于现状已损毁工程场地值班室、商混场地、废弃场地、矿山道路未来开采无需使用，本方案本着边开采、边修复的原则，结合矿山实际情况，将上述场地近三年治理(2026.07-2029.06)。

本方案本着边开采、边修复的原则，结合矿山实际情况，对锅炉房的值班室进行拆除清运，覆土整平，恢复植被。对商混场地在建筑施工完毕后对其建筑进行拆除，场地进行清理，覆土整平，恢复植被，对废弃场地场内建筑垃圾进行清理，翻耕、恢复植被，对不用的矿山道路进行翻耕，恢复植被。

矿山开采矿种为地热水，除现状单元，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，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：

□矿区生态修复分区包括整个矿区生态修复影响范围；

□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；

□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；

□坚持“就高不就低、区内相似、区间相异”的原则；

□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、土地只有损毁程度、生态系统受损程度评价结果，对矿区生态修复分区如下：

表 3-34　矿区生态修复分区表

（三）生态修复范围

矿山生态修复范围为生产建设项目损毁土地和永久性建设用地。根据问题识别诊断及受损预测综合评价结果，本矿生态修复范围为已损毁和拟

损毁土地之和。据此确定矿山生态修复面积***。

主要生态修复分区主要拐点坐标见表3-35。

表 3-35 生态修复分区范围主要拐点坐标

二、修复时序安排

根据生态修复可行性分析结果及矿山开采进度安排，确定生态修复分区的修复时序，根据“边开采、边修复”原则，将整个矿区生态修复工程划分为二个阶段生产期和修复管护期，生产期（2026年7月-2036年6月），修复管护期（2036年7月-2039年6月），矿区生态修复时序表见表3-36。

表 3-36 矿区生态修复时序表

第四节　采矿用地与复垦修复安排

一、采矿用地安排

本次拟申请用地总面积为***公顷，用地范围内土地类别清晰，主要涉及乔木林地、商业服务业设施用地、工业用地、城镇村道路用地、农村道路。截至目前，采矿用地报批相关材料尚未完成组卷报送，后续将尽快完善用地申请、权属确认等全套报批资料，按程序上报至自然资源主管部门审批，待依法取得用地批复、完善用地手续后，再依规开展采矿相关建设及生产活动，全程严守土地管理相关法律法规，杜绝违规占地、未批先建行为。

对于现状已损毁工程场地，《开采方案》未设计利用部分，矿业权人计划不再为其办理建设用地手续。不再办理建设用地手续的工程单元包括：值班室、商混场地、废弃场地、矿山道路合计面积***；以上场地用地手续归属村集体所有，场地近 3 年全部修复治理，治理并通过验收后移交使用

权人。

二、采矿项目用地挂钩相关说明

本矿山无存量采矿用地，不涉及新增用地与复垦修复存量采矿用地挂钩事宜。后续若涉及相关挂钩工作，将严格按照国家及地方相关规定，明确挂钩存量采矿用地的范围、地类、面积及腾退指标使用计划，并另行报批。

三、用地拟复垦情况

矿区林地地类为乔木林地和其他林地；矿区草地地类全部为其他草地；区域年均降水量 424.06mm，属于半干旱草原；土壤 pH 值 7.79-7.92，有机质 9.2-13.5g/kg，有效土层厚度为 50-100cm；原生植被以耐旱草本、灌丛为主,植被盖度平均 30%～35%。根据《林地分等定级规程》(TD/T 1106-2025)、《草地分等定级规程》（TD/T 1108-2025）评定林地的质量为 V 等、草地的质量为 V 等。

评估区内地处低山区，总体地势北西高南东低，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，复垦方向为乔木林地、人工牧草地；复垦林地面积***，草地***，结合本区域生态本底特征及植被恢复条件，待复垦土地优先恢复至损毁前原土地利用类型，确保原地类面积不减少、质量不下降。复垦后确定为乔木林地、人工牧草地。复垦关键条件：覆土厚度 0.3m-0.5m，土壤改良后有机质≥5%；植被覆盖率≥80%，复垦后植被盖度大幅提升，土壤条件改善，通过《林地分等定级规程》（TD/T 1106-2025）预测评定修复后林地的质量为 V 等；通过《草地分等定级规程》(TD/T 1108-2025）预测评定修复后牧草地的质量为 V 等。（矿区生态修复

目标及土地利用变化表见表3-38。矿区用地与复垦修复计划表见表3-39)。

四、临时用地复垦

本方案不涉及到临时用地。

表3-37　矿区生态修复目标及土地利用变化表

表3-38　矿区用地与复垦修复计划表

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

（一）敏感目标查询

1、申请范围不涉及永久基本农田，矿区与城镇开发边界线不重叠。矿区内不涉及生态保护红线。

2、不在基本草原范围内、不在已批复的各级自然保护区范围内且不涉及珍稀濒危野生动物栖息地或者分布区域。

3、矿区范围内与我旗各水源地保护区无重叠。

4、矿区范围内不涉及河道及水利工程，范围内无大型水利工程设施、重要河流、堤坝。

5、经核查，矿区内压覆省道 S210 线。如因公路扩建、改建、拓宽、绿化等原因需要退让时。

6、经核查，矿区范围内不涉及国防工程。

7、根据文物局查询复函 矿区用地范围内有热水汤西遗址，属于未定级的文物保护单位。

（二）交通的保护

矿区内压覆省道 S210 线，但主井距离省道 S210 线边缘最近点为***，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。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，持续地下水水质稳定达标。

（三）文物保护

矿区用地范围内涉及热水汤西遗址，该矿山为流体矿山，目前其建设范围均不涉及该遗址及其保护范围，未来建设和开采涉及遗址及其保护范围及时避让。

二、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《开发利用方案方案》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，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。

（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，严禁在第一道防护带内设置渗水井、排水坑，严禁随意排放生产废水与生活污水。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、回填

回填物源主要为建筑固废采取机械拉运，人工填充的方法。从周边向中心逐步回填，尽量减少机械作业产生新的环境问题。

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，拟复垦林地的场地覆土厚度不低于 0.3m，拟复垦草地的场地覆土厚度不低于 0.5m。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

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；

复垦草地草种优先选择本地物种，羊草+披碱草+紫花苜蓿，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，草种选择羊草+披碱草+紫花苜蓿混播。

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，草种选择羊草+披碱草+紫花苜蓿混播。

（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）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/hm^2。

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 15t/hm^2，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、景观植被：

1、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。

2、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，巧妙布置林地、草地，形成空间异质性高、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。

3、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。

第三节　工程内容

一、工程设计

本方案对主井、副井、商混场地、锅炉房、废弃场地、矿区道路进行工程设计。复垦责任范围内土地复垦后的主要利用方向为林地和草地。

需要说明的是，在第一道防护带的主井及副井分别放置警示标志***个，在第二道防护带外围分别设置***块警示牌，共***块。

（一）主井

1、围栏

近期对主井外围 1m 处加设防护围栏，围栏周长***。

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***，设计拆除厚度为建筑面积的 50%，拆除、清理工程量为 5m^3。

3、清理工程

将拆除的建筑垃圾进行清理，清理地点由矿方自行解决，建筑垃圾清理方量为 5m^3；

4、回填地热井

选用与含水层特性相近的砂石开展回填作业，在回填体上部采用黏土进行覆盖保护。

5、覆土及整平

对场地覆土，复垦方向为人工牧草地，面积为***，覆土厚度 0.5m，则共需覆土工程量 5m^3。

6、撒播种草

针对草地恢复工程，选择羊草+披碱草+紫花苜蓿混合播种，撒播面积为 0.0009hm^2。

图 4-1　主井生态修复效果剖面图

（二）副井

1、围栏

近期对副井外围 1m 处加设防护围栏，围栏周长***。

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***，设计拆除厚度为建筑面积的 50%，拆除、清理工程量为 3㎥。

3、清理工程

将拆除的建筑垃圾进行清理，建筑垃圾清理方量为 3㎥；

4、回填地热井

选用与含水层特性相近的砂石开展回填作业，在回填体上部采用黏土进行覆盖保护。

5、覆土及整平

对场地覆土，复垦方向为人工牧草地，面积为***，覆土厚度 0.3m，则共需覆土工程量 2㎥。

6、种树

针对乔木林地恢复工程，选用树种为松树，对应面积为***，需要种植 3 株。

图 4-2　副井生态修复效果剖面图

（三）商混场地

1、拆除清理工程

近期待场地使用完毕后，对场地内的建筑进行拆除，场地建筑面积为***，设计拆除厚度为建筑面积的 50%，拆除、清理工程量为 491㎥。

2、清理工程

将拆除的建筑垃圾和场内建筑垃圾进行清理工程量为 491㎥；

3、垫坡整形

近期进行垫坡整形与周围地形地貌相协调，垫坡后角度小于 35°，计算公式为 Qx=L×v，式中：Qx 为垫坡整形方量（㎥）；L 为治理边坡长度；

v 为单位坡长垫坡方量（根据 mapgis 软件计算，取平均值 1.5m^3/m）垫坡长度 42m。垫坡整形方量为：42×1.5=63m^3。

3、覆土及整平

近期对场地覆土，复垦方向为人工牧草地，面积为***，覆土厚度 0.5，则共需覆土工程量 5150m^3。

4、撒播种草

针对草地恢复工程，选择羊草+披碱草+紫花苜蓿混合播种，撒播面积为 1.0299hm^2。

图 4-3　商混场地生态修复效果剖面图

（四）锅炉房

1、拆除清理工程

近期场地内值班室的建筑进行拆除，场地建筑面积为***，设计拆除厚度为建筑面积的 50%，拆除、清理工程量为 61m^3。

待场地使用完毕后，对场地内的建筑进行拆除，场地建筑面积为***，设计拆除厚度为建筑面积的 50%，拆除、清理工程量为 275m^3。

总计拆除 61+275=336m^3。

2、硬化地面拆除

终采后对锅炉房区域硬化地面进行拆除，面积***，硬化层按 0.3m 计，总拆除工程量 534m^3。

3、清理工程

将拆除的建筑垃圾进行清理，建筑垃圾清理方量为 870m^3；

4、回填

利用建筑物垃圾对燃煤临时堆存坑进行回填，面积***，深***，总回

填方量为 756m^3

5、覆土及整平

近期值班室进行覆土，复垦方向为人工牧草地，面积为***，覆土厚度 0.5，则共需覆土工程量 61m^3。

待场地使用完毕后对场地覆土，复垦方向为人工牧草地，面积为***，覆土厚度 0.5，则共需覆土工程量 1568m^3。

总覆土工程量为：1629m^3。

6、撒播种草

近期对值班室进行，恢复为草地，选择羊草+披碱草+紫花苜蓿混合播种，撒播面积为 0.0122hm^2。

待使用完毕后针对草地恢复工程，选择羊草+披碱草+紫花苜蓿混合播种，撒播面积为 0.3136hm^2。

总撒播面积为 0.3258hm^2。

图 4-4　锅炉房生态修复效果剖面图

（五）废弃场地

1、清理工程

对场内建筑垃圾进行清理进行清理；

2、翻耕

对压实后的道路进行翻耕松土，翻耕面积为***。

3、土壤培肥

对翻耕后的土壤进行培肥，培肥总面积***。

4、种树

针对乔木林地恢复工程，选用树种为松树，对应面积为***，需要种植

1070 株。

图 4-5 废弃场地生态修复效果剖面图

（六）矿区道路

1、翻耕

对压实后的道路进行翻耕松土，翻耕面积为***。

2、土壤培肥

对翻耕后的土壤进行培肥，培肥总面积***。

3、植被重建工程

针对乔木林地恢复工程，选用树种为松树，对应面积为***，需要种植112 株；针对草地恢复工程，混播种草，撒播面积为 0.0365hm^2。

二、工程量汇总

各生态修复单元总工程量见表 4-1。

表 4-1 各生态修复单元工程量汇总表

场地名称	修复面积	治理措施										
	（hm^2）	拆除（m^3）	垫坡（m^3）	回填（m^3）	清运（m^3）	覆土及整平（m^3）	翻耕（hm^2）	土壤培肥（hm^2）	围栏（m）	乔木（株）	种草（hm^2）	警示牌（块）
主井	0.0009	5			5	5			20		0.0009	1
副井	0.0006	3			3	2			15	3		1
商混场地	1.0299	491	63		491	5150					1.0299	
锅炉房	0.3258	870		756	870	1629					0.3258	
废弃场地	0.4282						0.4282	0.4282		1070		
矿区道路	0.0813						0.0813	0.0813		112	0.0365	
合计	1.8667	1369	63	756	1369	6786	0.5095	0.5095	35	1185	1.3931	2

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、查清监测地热井含水层水位、水头变化；

5、查清监测范围内植被生态状况；

6、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。

7、评价矿山生态环境现状，预测发展趋势；

8、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

（一）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，监测地热井含水层水位、水头变化。

②监测点的布设

在锅炉房附近及水井边各布设***处地面沉降监测点，共计***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，若当地热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

⑥监测时限

矿山生产期间和综合治理期内，即2026年07月至2036年06月。

（二）地下水及水污染监测

（1）监测内容

监测内容包括监测地下水水位、水文、水质变化，包括地下含水层的水位埋深、水位标高变化、地下水水质等。

（2）监测点的布设

根据前文水环境的分析结果，对矿区内的水质进行监测，监测点分别布设于矿区地热井及矿区周边下游村庄水源井，共计***个监测点。

1）矿区地热井监测

矿区地热井（SJC1）位于矿区内，主要用于掌握矿区主井地热水的水质现状及其化学组份变化特征。本次在地热井布设监测点***个，作为矿区地热水水质监测点。监测点信息见表5-3。

表 5-3 矿区地热井监测点坐标一览表

2）鉴于矿区所在的热水汤村采用集中供水，村内无水源井，故在矿区周边下游村庄选择水源井布设监测点***个，用于掌握矿区下游地下水（饮用水源）的水质状况，判断矿山开采活动对周边下游地下水环境的影响。监测点信息见表 5-4。

表 5-4 矿区周边下游村庄水源井监测

（3）监测频率

①地下水水位监测要求

一般情况下应每个月观测1次地下水水位；每年的丰水期（6-10月份）应统测矿区范围内的地下水位，在恢复生产及出现污染事故的情况下需要提高频率。地下水位的监测应尽可能与地下水量的监测同步进行。

②地下水水质、污染物监测要求

一般每年采取2次水质分析水样，丰水期（6-10月份）、枯水期（1-4月、12月）分别取水质分析水样，在恢复生产及出现污染事故的情况下需要提高频率。

（4）监测要求

每次监测都要做好观测笔记，记录观测时间、地点、水位标高、涌水量，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，采取水样时采样器进行前期处理，容器做到定点、定项，现场密封样品，贴上水样标签。运送过程中应防震、防冻及避免阳光照射。水样送至化验室时，应有交接手续。

（5）监测时限

矿山生产期间和综合治理期内，即2026年07月至2039年06月。

（三）地形地貌景观

①测路线的布设

矿区防护带范围的土地资源占用、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、垃圾等污染物源。

戒严带（第一道防护带）：将热水井周围***米范围内作为戒严带，即为热水井房所在地，修筑围栏和厂房，严禁修建任何其他建筑物，严禁工作人员以外人员进入，不准随意放牧和牧畜饮水，消除一切可能导致热水水污染的因素。

限制带（第二道防护带）：将热水周围***米范围内作为限制带，此范围内严禁堆放废物和脏物，严禁设立渗漏厕所、渗坑，严禁喷酒农药，禁止在该区放牧，严禁设置可导致热水水质、水量恶化的引灌水工程，禁止一切可能引起含水层污染的人类活动、工程建筑和经济活动。

观察带（第三道防护带）：死人沟及汤西沟上游地段为热水源的补给区，对该区域进行经常性监测，检查是否有污染源存在，是否有对热水水源地卫生状况有危害的人类活动，控制对水源地有不良影响的工程及经济活动。见图 5-1

图 5-1　防护带分布图

（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《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GBT43935-2024），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 5-5 记录监测情况。

表 5-5 地形地貌景观及土地资源监测记录表

（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 07 月至 2039 年 06 月。

（四）土地资源监测

1、土地损毁监测

①监测内容

对复垦责任范围内全部复垦单元涉及的挖损、压占范围内土体损毁的情况进行监测，监测现状土地复垦单元损毁面积是否增加、损毁程度是否加重、损毁时间是否延长等内容。

②监测方法

在矿区范围周边设置一条监测路线。采用人工巡查方式、小型无人机对进行监测，在采矿过程中安全员随时监测。将历次照片进行对比分析地形地貌是否有变化，并采取必要的处理措施

③样点布设

主井、锅炉房、复垦场地，工作区一共布设***个监测点。

④监测频率

监测频率为每季度一次，监测周期为矿山生产期，共监测 13 年。共计监测***点次。

2、土地复垦成效监测

①监测内容

土壤质量监测为复垦工程实施后对复垦后的土壤质量进行监测，包括复垦责任范围内监测内容包括有机质、氮、有效磷、钾、土壤 pH 等。

②监测方法

对复垦责任范围地面坡度、平整度、有效土层厚度等可采用实地测量的方法；对土壤 PH、有机质含量、砾石含量、土壤盐分和土壤重金属等可采用实地取样、实验室分析的方法。

③监测点布置

主井、副井、商混场地、锅炉房、废弃场地、矿区道路工作区一共布设***个监测点，采用样方随机抽样检测法进行监测，监测期限为 3 年。

④监测频率

监测频率为每年 1 次，按管护期监测 3 年，共计监测***点次。

（五）生态系统监测

1、植物要素指标监测

（1）监测内容

植物要素监测内容主要为：植被优势种、植被覆盖度/郁闭度、群落平均高度、物种频度、叶面积指数（LAI）、地上/地下生物量。

（2）监测点布设

与土壤监测点协同布设，位置对应。在每个监测样地内，设置固定监测样方（草地：1m×1m；林地：20m×20m），并设立永久标志。

（3）监测要求

以遥感反演参数为基础，综合地面调查数据，通过收集生态系统生物量、植被覆盖度和水质等数据，评价森林、草地和水质生态系统质量等级和空间特征，综合各类生态系统质量评价结果，分析评价区内生态系统质量状况以及不同时期动态变化特征。

（4）监测期限、频率

监测频率 2 次/年，矿山生产期间和综合治理期内，即 2026 年 07 月至 2039 年 06 月。

2、土壤要素指标检测

（1）点位布设

土壤监测点共布置 2 个，复垦场地 1 个、主井 1 个，按地块大小选布点方式：小面积用梅花/对角线法，大面积用棋盘/蛇形法，兼顾土壤垂向分层采样（表层 0-20cm，必要时采下层 20-60cm）。

（2）监测项目

按照《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600—2018)进行土壤样检测。

（3）监测频次

常规：每年 1 次；污染风险高或出现异常时加密监测（半年/季度）矿山生产期间和综合治理期内。

（4）采样与质控

土壤污染监测主要采用人工现场取土样进行分析。采样方法与监测方法：按《土壤环境监测技术规范》(HJ 166-2026)中土壤环境质量调查采样方法导则进行采样，避免交叉污染。实验室分析采用标准方法，做平行样、空白样质控，设备定期校准，数据归档保存。

3、水环境要素指标监测

本矿区内无长期地表径流，地下水监测按照上述矿山地质环境监测中含水层监测执行，以下不再赘述。

第二节　管护目标与措施

一、管护目标任务

（一）管护目标

1、 林地、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 3 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，对受损乔灌草及时补种、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。

（4）各林地复垦单元灌溉主要选用车辆送水灌溉，废石场、工业场地等单元均可自然流出不会产生积水，能够保证雨季降水时及时排出。

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5-6。

表 5-6　监测工程量一览表

序号	监测项目	点位数量	频率	监测年限	工程量
			（点次/年）		（点次）
一	地面沉降灾害监测	2	24	13	624
二	地形地貌景观	1	1	13	13
三	地下水及水污染监测				
1	水位监测	3	12	13	468

2	水质、水污染监测	2	2	13	78
四	土地资源监测				
1	土地损坏监测	3	4	13	156
2	土地复垦成效监测	6	1	3	18
五	生态系统监测				
1	植被要素指标监测	1	2	13	26
2	土壤要素指标监测	2	1	13	26

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林地、草地，总面积1.8667hm^2。

管护时间为矿区生态修复后的近3年时间，具体工程量见表5-7。

表 5-7 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	1.8667	3	1.8667	3

第六章　工程部署与经费估算

第一节　总体部署

一、总体目标

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二个阶段：生产期10年（2026年07月至2036年06月）、修复管护期3年（2036年7月至2039年06月），生态修复工作预计在2039年12月31日前结束。

第二节　总体经费估算

一、经费估算依据

1、《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》（内自然资字〔2026〕198号）；

2、当地材料价格信息（2026年3季度）材料价格市场询价；

3、其它有关规定和标准。

本方案投资估算水平年为2026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

（一）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。

□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《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》的规定计取。

表6-1 甲类工人工工日预算表

序号	项目	计算公式	单价（元/工日）
1	**基本工资**	2782元/月×12月÷(250-10)天	**139.1**
2	**辅助工资**	以下四项之和	**10.141**
(1)	地区津贴	津贴标准×12÷240（内蒙古无规定）	0
(2)	施工津贴	3.5元/天×365天×K_1(0.95)÷240	5.057
(3)	夜餐津贴	(中班3.5+夜班4.5)÷2×K_2(0.20)	0.8
(4)	节日加班津贴	139.10×(3-1)×11天÷250×K_3(0.35)	4.284
3	**工资附加费**	(基本工资+辅助工资)×费率	**26.118**
(1)	职工福利基金	(139.10+10.141)×14%	20.894
(2)	工会经费	×2%	2.985
(3)	工伤保险费	×1.5%	2.239
	人工工日预算单价	139.10+10.141+26.118	**175.36**

表6-2 乙类工人工工日预算表

序号	项目	计算公式	单价（元/工日）
1	**基本工资**	2140元/月×12月÷(250-10)天	**107**
2	**辅助工资**	以下四项之和	**4.502**
(1)	地区津贴	内蒙古无规定	0
(2)	施工津贴	2.0元/天×365天×K_1(0.95)÷240	2.89
(3)	夜餐津贴	(3.5+4.5)÷2×K_2(0.05)	0.2
(4)	节日加班津贴	107.00×(3-1)×11天÷250×K_3	1.412

序号	项目	计算公式	单价（元/工日）
		(0.15)	
3	**工资附加费**	(基本工资+辅助工资)×费率	**19.513**
(1)	职工福利基金	(107.00+4.502)×14%	15.61
(2)	工会经费	×2%	2.23
(3)	工伤保险费	×1.5%	1.673
	人工工日预算单价	107.00+4.502+19.513	**131.02**

确定赤峰市敖汉旗工资属于三类工资区。基本工资标准为甲类工2782元/月、乙类工2140元/月。确定甲类工175.36元/工日，乙类工131.02元/工日。

材料费=定额材料用量×材料单价，主要材料单价按照《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（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 3 季度市场价格计取并以材料到工地实际价格计算。

表 6-3 主要材料价格表

序号	材料名称	规格、型号	单位	单价（元）	材料限价（元）	差额（元）	价格来源
1	柴油	0#	kg	8.59	4.5	4.09	价格信息
2	汽油	92#	kg	10.74	5	5.74	价格信息
3	油松	H=2m	株	5	5		市场询价
5	羊草		kg	30	30		市场询价

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《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》编制，具体见定额单价取费表。

□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、自然

资源厅《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》计取，取费标准见表 6-4。

表 6-4 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(%)	夜间施工增加费(%)	施工辅助费率(%)	安全施工措施费率(%)	费率合计(%)
1	土方工程	0.85	0.70	0.20	0.70	2.50	4.95
2	石方工程	0.85	0.70	0.20	0.70	2.50	4.95
3	抗滑桩及边坡支护工程	1.00	0.70	0.20	0.70	2.50	5.1
4	砌筑工程	0.85	0.70	0.20	0.70	2.50	4.95
5	混凝土工程	1.00	0.70	0.20	0.70	2.50	5.1
6	安装工程	0.85	0.70	0.20	0.70	2.50	4.95
7	道路工程	0.85	0.70	0.20	0.70	2.50	4.95
8	植物工程	0.85	0.70	0.20	0.70	2.50	4.95
9	辅助工程	0.85	0.70	0.20	0.70	2.50	4.95

（2）间接费

间接费包括企业管理费和规费，依据《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（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 6-5。

表 6-5 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	抗滑桩及边坡支护工程	直接费	6
4	砌筑工程	直接费	5
5	混凝土工程	直接费	6
6	安装工程	人工费	65
7	道路工程	直接费	5
8	植物工程	直接费	5
9	辅助工程	直接费	5

（3）利润

依据《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（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《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》规定，税金=(直接费+间接费+利润+材料价差)*9%

（二）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

（1）项目可研编制费

以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式，各区间按内插法确定，见表 6-6。

表 6-6 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	≤50	1
2	100	2
3	200	2.5
4	500	4
5	1000	6
6	3000	12
7	5000	15
8	10000	25
注：计费基数不足 50 万元时，按 1 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.25%计取。		

（2）项目勘测费

以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式，各区间按内插法确定，见表 6-7。

表 6-7 项目勘测与设计费计费标准表

序号	计费基数(万元)	项目勘测费计费（万元）
1	≤50	0.75
2	100	1.4
3	200	2.6
4	500	6
5	1000	11
6	3000	30
7	5000	45
8	10000	80

序号	计费基数(万元)	项目勘测费计费（万元）
注：计费基数不足 50 万元时，按 0.75 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.80%计取。		

（3）项目设计与预算编制费

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 6-8。

表 6-8 项目设计与预算编制费计费标准

序号	计费基数(万元)	**设计费（万元）**
1	≤50	2.25
2	100	4.5
3	200	9
4	500	20.9
5	1000	38.8
6	3000	103.8
7	5000	163.9
8	10000	304.8
注：计费基数不足 50 万元时，按 2.25 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 3.04%计取。		

（4）项目招投标代理费

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 6-9。

表 6-9 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	≤50	1	50	50×1%=0.50
2	50-100	0.5	100	0.50+（100-50）×0.5%=0.75
3	100-200	0.46	200	0.75+（200-100）×0.46%=1.21
4	200-500	0.43	500	1.21+（500-200）×0.43%=2.50
5	500-1000	0.4	1000	2.50+(1000-500)×0.4%=4.50
6	1000-3000	0.3	3000	4.50+(3000-1000)×0.3%=10.50
7	3000-5000	0.2	5000	10.50+(5000-3000)×0.2%=14.50
8	5000-10000	0.1	10000	14.50+(10000-5000)×0.1%=19.50
注：计费基数不足 50 万元时，按 0.50 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，超出部分按 0.05%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，见表 6-10。

表 6-10　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	≤50	2.3
2	100	4.2
3	200	7.5
4	500	16.5
5	1000	30.1
6	3000	78.1
7	5000	120.8
8	10000	218.6
注：计费基数不足 50 万元时，按 2.3 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 2.18%计取。		

3、竣工验收费

（1）工程复核费

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 6-11。

表 6-11 工程复核费计费标准表

序号	计费基数(万元)	工程复核费（万元）
1	≤50	1.35
2	100	2.2
3	200	3.8
4	500	8.4
5	1000	14.9
6	3000	35.9
7	5000	52.9
8	10000	87.9
注：计费基数不足 50 万元时，按 1.15 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.88%计取。		

（2）工程验收费

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 6-12。

表 6-12 工程验收费计费标准表

序号	计费基数（万元）	工程验收费（万元）
1	≤50	1

序号	计费基数（万元）	工程验收费（万元）
2	100	1.6
3	200	2.8
4	500	6
5	1000	80
6	3000	27
7	5000	40
8	10000	60
注：计费基数不足 50 万元时，按 1 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.60%计取。		

（3）项目结（决）算审计费

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。见表 6-13。

表 6-13　项目结（决）算审计费计费标准表

序号	计费基数（万元）	项目结（决）算审计费（万元）
1	≤50	0.3
2	100	0.6
3	200	0.9
4	500	1.8
5	1000	3.05
6	3000	6.05
7	5000	9.05
8	10000	14.05
注：计费基数不足 50 万元时，按 0.3 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.14%计取。		

4、项目管理费

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

表 6-14 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	≤50	2.00	50	50+2%≥1
2	50-100	1.50	100	1+(100-30)+1.50%≥1.75
3	100-200	1.20	200	1.75+(200-300)+1.20%≥2.95
4	200-300	1.00	500	2.95+(300-500)+1.50%≥5
5	500-1000	0.70	1000	5.95+(1000-500)+0.70%≥9.45

6	1000-3000	0.40	3000	9.45+(3000-3000)+0.40%≥17.45
7	3000-5000	0.10	5000	17.45+(3000-5000)+0.10%≥19.45
8	5000-10000	0.06	10000	19.45+(10000-5000)+0.06%≥22.45
注：计费基数不足 50 万元时，按 1 万计取；计费基数大于 1 亿元时，超出部分按 0.04%计算收费。				

（三）预备费

1、基本预备费

以工程施工费、其他费用之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 6-15 基本预备费计费标准表

序号	计费基础(万元)	费率(%)	算例	
			计费基础(万元)	**基本预备费（万元）**
1	≤50	2	50	50+2.0%≥1.00
2	50-100	1.5	100	1.00+(80-50)+1.5%≥1.75
3	100-200	1	200	1.75+(200-100)+1.0%≥2.75
4	200-500	0.8	500	2.75+(500-200)+0.8%≥5.15
5	300-1000	0.5	1000	5.15+(1000-500)+0.5%≥7.65
6	1000-3000	0.3	3000	7.65+(3000-1000)+0.3%≥13.65
7	3000-5000	0.2	5000	13.65+(5000-3000)+0.2%≥17.65
8	5000-10000	0.1	10000	17.65+(10000-5000)+0.1%≥22.65
注：计费基数不足 50 万元时，按 1 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，超出部分按 0.08%计取。				

2、价差预备费

指为在建设期内利率、汇率或价格等因素的变化而预留的可能增加的费用。内容包括：人工、设备、材料、施工机具的价差费，利率、汇率调整等增加的费用。价差预备费的计算公式为：

$$PF = \sum_{t=1}^{n} a_t \left[(1+f)^m (1+f)^{0.5} (1+f)^{t-1} - 1 \right]$$

备注：

PF：价差预备费；

n：建设期年份数；

at：建设期中第 t 年的静态投资计划额，包括工程费用、工程建设其他费用及基本预备费；

f：年涨价率；注：年涨价率根据政府部门有规定的按规定执行，没有规定的由可行性研究人员预测。

m：建设前期年限（从编制估算到开工建设，单位：年）。

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 6-16。

表 6-16　监测取费标准参考表

序号	监测项目	频率	单价（元）
一	地面沉降地质灾害监测	点次	200
二	地形地貌景观	点次	2000
三	地下水及水污染监测		
1	水位监测	点次	200
2	水质、水污染监测	点次	2000
四	土地资源监测		
1	土地损坏监测	点次	200
2	土地复垦成效监测	点次	1000
五	生态系统监测		
1	植被要素指标监测	点次	500
2	土壤要素指标监测	点次	2000

（2）管护费

以项目植物工程的工程施工费作为计费基数，一次管护费用可按不超过植物工程的工程施工费的 8%计算。计算公式为：

管护费=植物工程的工程施工费×费率×管护次数

三、经费估算

矿区生态修复动态投资经费为 112.05 万元。其中工程施工费 13.98 万元，其他费用 10.25 万元，监测费与管护费 52.06 万元，预备

费 34.26 万元。前三年矿区生态修复总投资 19.35 万元。详见生态修复总费用组成分析表，表 6-17～6-29。

表 6-17 生态修复费用总预算表

类别 / 项目名称	项目地点	项目资金			
		总预算(万元)			
		合计	中央资金	地方资金	其他资金
敖汉旗龙兴国有资本运营(集团)有限责任公司四家子镇地热矿矿区生态修复方案	敖汉旗四家子镇			112.05	
总计	—			112.05	

表 6-18 生态修复费用总表

序号	工程或费用名称	费用(万元)	费率(%)
	（1）	（2）	（3）
一	工程施工费	13.98	10.40
二	设备费	1.5	1.26
三	其他费用	10.25	8.61
四	监测与管护费	52.06	47.86
（一）	监测费	51.46	
（二）	管护费	0.60	
五	预备费	34.26	31.87
（一）	基本预备费	1.00	
（二）	价差预备费	33.26	
合 计		112.05	100

表 6-19 预算汇总表

序号	单项名称	预算金额（万元）	占工程施工费比例（%）
	（1）	（2）	（3）
一	土方工程	3.22	26.00
二	石方工程	5.02	40.58
三	砌筑工程	2.43	19.61
四	植物工程	2.55	9.60
五	辅助工程	0.76	4.21
	总计	13.98	100.00

表 6-20 工程施工费预算表

序号	定额编号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计（万元）

	（1）	（2）	（3）	（4）	（5）	（6）
一		土方工程				3.22
1	10231	垫坡	m³	63	12.67	0.08
2	10235	回填	m³	756	16.22	1.23
3	10186	覆土及整平	m³	6787	2.81	1.91
二		石方工程				5.02
4	20048	清运	m³	1369	36.66	5.02
三		砌筑工程				2.43
5	40066	砌体拆除	m³	1369	17.72	2.43
四		植物工程				2.55
6	10010	土地翻耕	hm²	0.5095	1546.78	0.08
7	80074	土壤培肥	hm²	0.5095	11843.91	0.60
8	80003	栽植乔木	株	1185	13.17	1.56
9	80037	撒播种草	hm²	1.3931	2239.22	0.31
五		辅助工程				0.76
10	90001	警示牌	块	7	744.43	0.52
11	90009	围栏	m	35	69.558	0.24
		总计				**13.98**

表 6-21 设备费估算表

序号	设备名称	计量单位	数量	综合单价(元)	合计(万元)
1	无人机	台	1	15000	1.50
合 计					1.50

表 6-22　工程施工费单价估算表

序号	工程或费用名称	定额编号	单位	数量	直接费单价(元)	直接工程费单价(元)	措施费(元)	间接费(元)	利润(元)	价差(元)	税金(元)	综合单价(元)
一	地貌重塑工程											
(一)	垫坡	10231	m^3	100	1074.66	1026.28	48.38	53.73	33.85		104.6	1266.84
(二)	回填	10235	m^3	100	1266.84	1313.79	62.23	68.8	43.34		133.93	1622.09
(三)	清运	20048	m^3	100	2634.66	2512.72	121.94	158.08	83.78	486.67	302.69	3665.88
（四）	砌体拆除	40066	m^3	100	1428.61	1363.1	65.51	71.43	45	80.21	146.27	1771.52
二	土壤重构工程											
(一)	覆土及整平	10186	m^3	100	198.12	189.2	8.92	9.91	6.24	43.91	23.24	281.42
(二)	翻耕	10010	hm^2	100	1084.76	1033.84	50.92	54.24	34.17	245.89	127.72	1546.78
(三)	土壤培肥	80074	hm^2	1	9967.85	9944.54	23.31	498.39	313.99	85.74	977.94	11843.91
三	植被重建工程											
（一）	种植乔木	80003	株	100	1117.2	1089.31	27.89	55.86	35.19		108.74	1316.99
(二)	种草	50031	hm^2	1	1899.52	1854.51	45.01	94.98	59.84		184.89	2239.23
四	景观营造											
（一）	警示牌	90001	块	10	6193.49	6153.47	40.02	309.67	195.09	131.42	614.67	7444.34
（二）	围栏	90009	m	100	590.06	576.44	13.62	29.50	18.59		57.43	695.58
五	监测工程											
(一)	地面沉降地质灾害监测		点次	1								200
（二）	地形地貌景观		点次	1								2000
(三)	地下水及水污染监测											
1	水位监测		点次	1								200
2	水质、水污染监测		点次	1								2000
（四）	土地资源监测											
1	土地损坏监测		点次	1								200

序号	工程或费用名称	定额编号	单位	数量	直接费单价(元)	直接工程费单价(元)	措施费(元)	间接费(元)	利润(元)	价差(元)	税金(元)	综合单价(元)
2	土地复垦成效监测		点次	1								1000
（五）	生态系统监测											
1	植被要素指标监测		点次	1								500
2	土壤要素指标监测		点次	1								2000
五	管护工程											
	管护次数		次	1								1000

表 6-23　其他费用估算表

序号	费用名称	计算式	预算金额（万元）	各项费用占其他费用的比例（%）
	（1）	（2）	（3）	（4）
1	前期工作费		4.50	43.90
1.1	项目可研编制费	工程施工费≤50 万元	1.00	
1.2	项目勘测费	工程施工费≤50 万元	0.75	
1.3	项目设计费与预算编制费	工程施工费≤50 万元	2.25	
1.4	项目招投标代理费	工程施工费≤50 万元	0.50	
2	工程监理费	工程施工费≤50 万元	2.30	22.44
3	竣工验收费		2.45	23.90
3.1	工程复核费	工程施工费≤50 万元	1.15	
3.2	工程验收费	工程施工费≤50 万元	1.00	
3.3	项目结（决）算审计费	工程施工费≤50 万元	0.30	
4	项目管理费	工程施工费＋前期＋监理＋竣工验收费≤50 万元	1.00	9.76
	总计		**10.25**	**100**

表 6-24 监测费用估算表

监测项目	工程量（点次）	综合单价（元）	费用（万元）
地面沉降地质灾害监测	624	200	12.48
地形地貌景观	13	2000	2.60
水位监测	468	200	9.36
水质、水污染监测	78	2000	15.60
土地损坏监测	156	200	3.12
土地复垦成效监测	18	1000	1.80
植被要素指标监测	26	500	1.30
土壤要素指标监测	26	2000	5.20
合计			51.46

表 6-25 管护费用估算表

序号	费用名称	植物工程的工程施工费（万元）	费率（%）	管护次数	费用（万元）
1	管护费	2.55	8	3	0.60
总计		—	—	—	

表 6-26　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）	小计（万元）	计算式	合计（万元）
	（1）	（2）	（3）	（4）	（5）	（6）
1	基本预备费	13.98	10.25	24.01	基数≤50 万元，按 1 万元计取	1.00

表 6-27 价差预备费估算表

年数	年度经费(万元)	$(1+f)^m(1+f)^{0.5}(1+f)^{t-1}-1$	价差预备费（万元）
2026	11.31	0.02956	0.33
2027	4.02	0.09134	0.37
2028	4.02	0.15682	0.63
2029	4.02	0.22623	0.91
2030	4.02	0.29980	1.21
2031	4.02	0.37779	1.52
2032	4.02	0.46045	1.85
2033	4.02	0.54808	2.20
2034	4.02	0.64097	2.58
2035	4.02	0.73943	2.97
2036	4.02	0.84379	3.39
2037	6.49	0.95442	6.19
2038	4.02	1.07168	4.31
2039	4.02	1.19598	4.81
合计	66.04		33.26

表 6-28　施工费单价分析表

砌筑工程					
定额编号：40066					单位：元/100m³
工作内容：砌体拆除（机械拆除浆砌砖）					
序号	**项目名称**	**单位**	**数量**	**单价**	**小计**
一	直接费				1428.61
（一）	直接工程费				1363.1
1	人工费				907.32
	甲类工	工日	0.34	175.36	59.62
	乙类工	工日	6.47	131.02	847.7
2	材料费				

3	机械费				416.08
	挖掘机油动 1m³	台班	0.4	1040.2	416.08
4	其他费用	%	0.03	1323.4	39.7
（二）	措施费	%	4.95	1363.1	65.51
二	间接费	%	5	1428.61	71.43
三	利润	%	3	1500.04	45
四	材料价差				80.21
	柴油（0#）	kg	19.61	4.09	80.21
五	税金	%	9	1625.25	146.27
合计					1771.52

土方工程

定额编号：10231	单位：
工作内容： 垫坡（一般土方回填松填）	元/100m³

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1074.66
（一）	直接工程费				1026.28
1	人工费				977.41
	乙类工	工日	7.46	131.02	977.41
2	材料费				
3	机械费				
4	其他费用	%	0.05	977.41	48.87
（二）	措施费	%	4.95	1026.28	48.38
二	间接费	%	5	1074.66	53.73
三	利润	%	3	1128.39	33.85
四	材料价差				

五	税金	%	9	1162.24	104.6
合计					1266.84

土方工程					
定额编号：10235					单位：元/100m³
工作内容：回填（机械夯实平地）					
序号	**项目名称**	**单位**	**数量**	**单价**	**小计**
一	直接费				1376.02
（一）	直接工程费				1313.79
1	人工费				1166.08
	乙类工	工日	8.9	131.02	1166.08
2	材料费				
3	机械费				91.14
	电动夯实机	台班	5.5	16.57	91.14
4	其他费用	%	0.045	1257.22	56.57
（二）	措施费	%	4.95	1313.79	62.23
二	间接费	%	5	1376.02	68.8
三	利润	%	3	1444.82	43.34
四	材料价差				
五	税金	%	9	1488.16	133.93
合计					1622.09

石方工程					
定额编号：20048					单位：元/100m³
工作内容：清运（挖掘机装自卸汽车 0.5-1km）					
序号	**项目名称**	**单位**	**数量**	**单价**	**小计**
一	直接费				2634.66

（一）	直接工程费				2512.72
1	人工费				300.04
	乙类工	工日	2.29	131.02	300.04
2	材料费				
3	机械费				2163.41
	挖掘机油动 1m³	台班	0.37	1040.2	384.87
	推土机 90kW	台班	0.19	888.43	168.8
	自卸汽车 8t	台班	2.19	735.04	1609.74
4	其他费用	%	0.02	2463.45	49.27
（二）	措施费	%	4.95	2512.72	121.94
二	间接费	%	6	2634.66	158.08
三	利润	%	3	2792.74	83.78
四	材料价差				486.67
	柴油（0#）	kg	118.99	4.09	486.67
五	税金	%	9	3363.19	302.69
合计					3665.88
砌筑工程					
定额编号：10186					单位：元/100m³
工作内容：覆土及整平（推土机推土）					
序号	**项目名称**	**单位**	**数量**	**单价**	**小计**
一	直接费				198.12
（一）	直接工程费				189.2
1	人工费				26.2
	乙类工	工日	0.2	131.02	26.2

2	材料费				
3	机械费				153.99
	推土机 75kW	台班	0.19	810.48	153.99
4	其他费用	%	0.05	180.19	9.01
（二）	措施费	%	4.95	189.2	8.92
二	间接费	%	5	198.12	9.91
三	利润	%	3	208.03	6.24
四	材料价差				43.91
	柴油（0#）	kg	10.73	4.09	43.91
五	税金	%	9	258.18	23.24
合计					281.42
植物工程					
定额编号：10010					单位：元/100m^3
工作内容：土地翻耕					
序号	**项目名称**	**单位**	**数量**	**单价**	**小计**
一	直接费				1084.76
（一）	直接工程费				1033.84
1	人工费				262.04
	乙类工	工日	2	131.02	262.04
2	材料费				
3	机械费				766.66
	轮胎式拖拉机 88kW	台班	0.5	950.15	475.07
	捡石机	台班	0.5	583.18	291.59
4	其他费用	%	0.005	1028.7	5.14

（二）	措施费	%	4.95	1033.84	50.92
二	间接费	%	5	1084.76	54.24
三	利润	%	3	1139	34.17
四	材料价差				245.89
	柴油（0#）	kg	60.12	4.09	245.89
五	税金	%	9	1419.06	127.72
合计					1546.78
植物工程					
定额编号：80074					单位：元/hm²
工作内容：土壤改良（土壤培肥）					
序号	**项目名称**	**单位**	**数量**	**单价**	**小计**
一	直接费				9967.85
（一）	直接工程费				9944.54
1	人工费				249.46
	乙类工	工日	1.904	131.02	249.46
2	材料费				9000
	有机肥	t	15	600	9000
3	机械费				221.53
	轮胎式拖拉机 60kW	台班	0.4	553.82	221.53
4	其他费用	%	0.05	9470.99	473.55
（二）	措施费	%	4.95	9944.54	23.31
二	间接费	%	5	9967.85	498.39
三	利润	%	3	10466.24	313.99
四	材料价差				85.74

	柴油（0#）	kg	20.96	4.09	85.74
五	税金	%	9	10865.97	977.94
合计					11843.91
植物工程					
定额编号：80003					单位：元/100 株
工作内容：栽植乔木（油松带土球）					
序号	**项目名称**	**单位**	**数量**	**单价**	**小计**
一	直接费				1117.2
（一）	直接工程费				1089.31
1	人工费				563.39
	乙类工	工日	4.3	131.02	563.39
2	材料费				520.5
	树苗（油松）	株	102	5	510
	水	m^3	3.5	3	10.5
3	机械费				
4	其他费用	%	0.005	1083.89	5.42
（二）	措施费	%	4.95	1089.31	27.89
二	间接费	%	5	1117.2	55.86
三	利润	%	3	1173.06	35.19
四	材料价差				
五	税金	%	9	1208.25	108.74
合计					1316.99
植物工程					
定额编号：80037					单位：元/hm^2
工作内容：直播种草（撒播覆土）					
序号	**项目名称**	**单位**	**数量**	**单价**	**小计**

一	直接费				1899.52
（一）	直接工程费				1854.51
1	人工费				909.28
	乙类工	工日	6.94	131.02	909.28
2	材料费				900
	草籽（羊草）	kg	30	30	900
3	机械费				
4	其他费用	%	0.025	1809.28	45.23
（二）	措施费	%	4.95	1854.51	45.01
二	间接费	%	5	1899.52	94.98
三	利润	%	3	1994.5	59.84
四	材料价差				
五	税金	%	9	2054.34	184.89
合计					2239.23
辅助工程					
定额编号：90001					单位：元/10 块
工作内容：警示牌（金属标志牌单柱式钢板）					
序号	**项目名称**	**单位**	**数量**	**单价**	**小计**
一	直接费				6193.49
（一）	直接工程费				6153.47
1	人工费				378.11
	甲类工	工日	1.82	175.36	319.16
	乙类工	工日	0.45	131.02	58.96
2	材料费				5165.8

	钢管立柱	t	0.37	4500	1665
	镀锌铁件	kg	349.8	5	1749
	钢板标志	t	0.35	5000	1750
	面层（含反光膜）	m²	0.06	30	1.8
3	机械费				430.33
	载重汽车 6t	台班	0.41	439.73	180.29
	汽车式起重机 5t	台班	0.36	690.7	248.65
	交流电焊机 30kVA	台班	0.02	69.68	1.39
4	其他费用	%	0.03	5974.24	179.23
（二）	措施费	%	4.95	6153.47	40.02
二	间接费	%	5	6193.49	309.67
三	利润	%	3	6503.16	195.09
四	材料价差				131.42
	汽油（92#）	kg	22.89	5.74	131.42
五	税金	%	9	6829.67	614.67
合计					7444.34

辅助工程					
定额编号：90006					单位：元/10m
工作内容：封禁围栏					
序号	**项目名称**	**单位**	**数量**	**单价**	**小计**
一	直接费				590.06
（一）	直接工程费				576.44
1	人工费				275.14
	乙类工	工日	2.1	131.02	275.14

2	材料费				290
	混凝土预制桩（10×10×2m）	根	20	10	200
	镀锌铁丝	kg	18	5	90
3	机械费				0
4	其他费用	%	0.02	565.14	11.3
（二）	措施费	%	4.95	576.44	13.62
二	间接费	%	5	590.06	29.5
三	利润	%	3	619.56	18.59
四	材料价差				0
五	税金	%	9	638.15	57.43
合计					695.58

表 6-29　台班费计算表

编号	机械名称及规格	台班费	一类费用	二类费用									
				二类费用合计	人工费（元/日）		动力燃料费小计	柴油（元/kg）		汽油（元/kg）		电（元/kw·h）	
					人工	金额		数量	金额	数量	金额	数量	金额
1002	挖掘机（油动 1m³）	1040.20	468.85	571.35	2	350.72	220.63	49.03	220.63	—		—	
1021	推土机（75kW）	810.48	205.51	604.97	2	350.72	254.25	56.5	254.25	—		—	
1022	推土机（90kW）	888.43	272.16	616.27	2	350.72	265.55	59.01	265.55	—		—	
4010	自卸汽车（8t）	735.04	200.13	534.91	2	350.72	184.19	40.93	184.19	—		—	
1032	轮胎式拖拉机（88kW）	950.15	189.87	760.28	1.25	219.20	541.08	120.24	541.08	—		—	
1031	轮胎式拖拉机（60kW）	553.81	98.77	455.04	1.25	219.20	235.84	52.41	235.84	—		—	
1044	电动夯实机	16.57	6.61	9.96			9.96	—		—		16.6	9.96
7025	捡石机	583.18	407.82	175.36	1	175.36		—		—		—	
4005	载重汽车（6t 汽油）	439.73	91.16	348.57	1.04	182.37	166.20	—		33.24	166.20	—	
5004	汽车式起重机（5t 汽油）	690.70	211.28	479.42	2	350.72	128.70	—		25.74	128.70	—	
7002	交流电焊机（30kVA）	69.68	17.74	51.94			51.94	—		—		86.56	51.94

第三节　阶段工作任务与经费安排

一、阶段工作任务

根据《开发利用方案》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生产期和修复管护期亮个阶段。各阶段实施时间计划见表 6-30。

表 6-30 矿山地质环境治理阶段时间

分期	阶段划分	时段	年限
生产期	第 1 阶段	2026.07-2036.06	10
修复管护期	第 2 阶段	2036.07-2039.06	3

（一）第一阶段（生产期：2026 年 7 月 1 日-2036 年 6 月 30 日）

1、近期对主井和副井的井房进行修缮，在外围 1m 处加设防护围栏。

2、在第一道防护圈的主井及副井分别放置警示标志***个，在第二道防护带外围分别设置***块警示牌，共***块。

3、对废弃场地对场内建筑垃圾进行清理进行清理，翻耕，对土壤进行培肥，恢复植被。

4、对商混场地进行拆除，清运，垫坡，覆土及整平，恢复植被。

5、对锅炉房内值班室的建筑进行拆除，清运，覆土及整平，恢复植被。

6、对不用的矿区道路进行翻耕，土壤培肥，恢复植被。

7、定期对不稳定地质体进行监测；

8、定期对监测矿区地形地貌景观和土地资源变化状况；

9、定期对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；

10、定期对土壤监测点并定期观测，并定期采样分析，监测土壤环境质量状况；

11、定期对植被要素指标、土壤要素指标和水环境要素指标监测。

（二）第二阶段（修复管护期 2036 年 7 月 1 日-2039 年 6 月 30 日）

1、对主井的井房进行拆除清理，对主井选用与含水层特性相近的砂石开展回填作业，在回填体上部采用黏土进行覆盖保护，覆土及整平，恢复植被。

2、对副井的井房进行拆除清理，对副井选用与含水层特性相近的砂石开展回填作业，在回填体上部采用黏土进行覆盖保护，覆土及整平，恢复植被。

3、对锅炉房进行拆除清理，对硬化地面进行拆除，对堆煤堆形成的坑进行回填，然后整体覆土及整平，恢复植被。

4、定期对不稳定地质体进行监测；

5、定期对监测矿区地形地貌景观和土地资源变化状况；

6、定期对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；

7、定期对土壤监测点并定期观测，并定期采样分析，监测土壤环境质量状况；

8、定期对植被要素指标、土壤要素指标和水环境要素指标监测；

9、对已恢复的植被进行补种及管护。

表 6-31 生态修复复垦工作部署安排表

年度	工作任务	工程措施	单位	工程量
2026.7-2027.6	/	警示牌	块	7
	主井	围栏	m	20
	副井	围栏	m	15
	废弃场地	翻耕	hm^2	0.4282
		土壤培肥	hm^2	0.4282
		种树	株	1070

年度	工作任务	工程措施	单位	工程量
	商混场地	拆除	m^3	491
		清运	m^3	491
		垫坡	m^3	63
		覆土及整平	m^3	5150
		种草	hm^2	1.0299
	矿区道路	翻耕	hm^2	0.0813
		土壤培肥	hm^2	0.0813
		种草	hm^2	0.0365
		种树	株	112
	值班室	拆除	m^3	61
		清运	m^3	61
		覆土及整平	m^3	61
		种草	hm^2	0.0122
	监测工程	地面沉降地质灾	点/次	48
		地形地貌景观监	点/次	1
		水位监测	点/次	36
		水质、水污染监测	点/次	6
		土地损坏监测	点/次	12
		土地复垦成效监	点/次	6
		植被要素指标监	点/次	2
		土壤要素指标监	点/次	2
2027.7-2028.6	监测工程	地面沉降地质灾	点/次	48
		地形地貌景观监	点/次	1
		水位监测	点/次	36
		水质、水污染监测	点/次	6
		土地损坏监测	点/次	12
		植被要素指标监	点/次	2
		土壤要素指标监	点/次	2
2028.7-2029.6	监测工程	地面沉降地质灾	点/次	48
		地形地貌景观监	点/次	1
		水位监测	点/次	36
		水质、水污染监测	点/次	6
		土地损坏监测	点/次	12
		植被要素指标监	点/次	2
		土壤要素指标监	点/次	2
2029.6-2036.6	主井	拆除	m^3	5
		清运	m^3	5
		覆土及整平	m^3	5
		种草	hm^2	0.0009
	副井	拆除	m^3	3
		清运	m^3	3
		覆土及整平	m^3	3
		种树	株	3

年度	工作任务	工程措施	单位	工程量
	锅炉房	拆除	m^3	809
		回填	m^3	756
		清运	m^3	809
		覆土及整平	m^3	1568
		种草	hm^2	0.3136
	监测工程	地面沉降地质灾	点/次	480
		地形地貌景观监	点/次	10
		水位监测	点/次	360
		水质、水污染监测	点/次	60
		土地损坏监测	点/次	120
		植被要素指标监	点/次	20
		土壤要素指标监	点/次	20
	管护工程		年	3

二、近3年工作任务与经费进度安排

（一）2026年7月～2027年6月，第一年

1、近期对主井和副井的井房进行修缮，在外围1m处加设防护围栏；

2、在第一道防护圈的主井及副井分别放置警示标志***个，在第二道防护带外围分别设置***块警示牌，共***块；

3、对废弃场地对场内建筑垃圾进行清理进行清理，翻耕，对土壤进行培肥，恢复植被；

4、对商混场地进行拆除，清运，垫坡，覆土及整平，恢复植被。

5、对锅炉房内值班室的建筑进行拆除，清运，覆土及整平，恢复植被；

6、对不用的矿区道路进行翻耕，土壤培肥，恢复植被；

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、沿地形地貌景观和土地损毁监测路线，定期对监测矿区地形地貌景观和土地资源变化状况；

9、对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水

环境质量状况；

10、建立土壤监测点并定期观测，并定期采样分析，监测土壤环境质量状况；

11、建立生态系统监测系统检测，对植被要素指标、土壤要素指标和水环境要素指标监测。

（二）2027 年 7 月～2028 年 6 月，第二年

1、定期对不稳定地质体进行监测；

2、定期对监测矿区地形地貌景观和土地资源变化状况；

3、定期对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；

4、定期对土壤监测点并定期观测，并定期采样分析，监测土壤环境质量状况；

5、定期对植被要素指标、土壤要素指标和水环境要素指标监测。

（三）2028 年 7 月～2029 年 6 月，第三年

1、定期对不稳定地质体进行监测；

2、定期对监测矿区地形地貌景观和土地资源变化状况；

3、定期对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；

4、定期对土壤监测点并定期观测，并定期采样分析，监测土壤环境质量状况；

5、定期对植被要素指标、土壤要素指标和水环境要素指标监测。

近三年矿区生态修复工作计划安排情况见表 6-30。

矿区生态修复工程量与经费安排见表 6-31。

表 6-32　前三年度矿区生态修复工作计划表

序号	修复阶段	范围（拐点坐标）	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	第一年度2026.7-2027.6	/	/	/	警示牌	块	7			744.43	0.5211	11.3135
		见表 3-55	主井	否	围栏	m	20			69.558	0.1391	
		见表 3-55	副井	否	围栏	m	15			69.558	0.1043	
		见表 3-55	废弃场地	否	翻耕	hm^2	0.4282	乔木林地	0.4282	1546.78	0.0662	
					土壤培肥	hm^2	0.4282			11843.91	0.5072	
					种树	株	1070			1316.99	1.1092	
		见表 3-55	商混场地	否	拆除	m^3	491	人工牧草地	1.0299	17.72	0.8701	
					清运	m^3	491			36.66	1.8000	
					垫坡	m^3	63			12.67	0.0798	
					覆土及整平	m^3	5150			2.81	1.4472	
					种草	hm^2	1.0299			2239.22	0.2306	
		见表 3-55	值班室	否	拆除	m^3	61	人工牧草地	0.0122	17.72	0.1081	
					清运	m^3	61			36.66	0.2236	
					覆土及整平	m^3	61			2.81	0.0171	
					种草	hm^2	0.0122			2239.22	0.0027	
		见表 3-55	矿区道路	否	翻耕	hm^2	0.0813	人工牧草地	0.0365	1546.78	0.0126	
					土壤培肥	hm^2	0.0813			11843.91	0.0963	
					种草	hm^2	0.0365	乔木林地	0.0448	2239.22	0.0082	
					种树	株	114			13.17	0.1501	
			监测工程	\	地面沉降地质灾害监测	点/次	48	\	\	200	0.9600	
					地形地貌景观监测	点/次	1			2000	0.2000	
					水位监测	点/次	36			200	0.7200	

序号	修复阶段	范围（拐点坐标）	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）
					水质、水污染监测	点/次	6			2000	1.2000	
					土地损坏监测	点/次	12			200	0.2400	
					植被要素指标监测	点/次	2			500	0.1000	
					土壤要素指标监测	点/次	2			2000	0.4000	
2	第二年度2027.7-2028.6		监测工程	\	地面沉降地质灾害监测	点/次	48	\	\	200	0.9600	4.0200
					地形地貌景观监测	点/次	1			2000	0.2000	
					水位监测	点/次	36			200	0.7200	
					水质、水污染监测	点/次	6			2000	1.2000	
					土地损坏监测	点/次	12			200	0.2400	
					植被要素指标监测	点/次	2			500	0.1000	
					土壤要素指标监测	点/次	2			2000	0.4000	
3	第三年度2028.7-2029.6		监测工程	\	地面沉降地质灾害监测	点/次	48	\	\	200	0.9600	4.0200
					地形地貌景观监测	点/次	1			2000	0.2000	
					水位监测	点/次	36			200	0.7200	
					水质、水污染监测	点/次	6			2000	1.2000	
					土地损坏监测	点/次	12			200	0.2400	
					植被要素指标监测	点/次	2			500	0.1000	
					土壤要素指标监测	点/次	2			2000	0.4000	

表 6-33 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	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	单位	工程量	费用（万元）	实施阶段	监测措施	工程量	费用（万元）	实施阶段
	/	/	/	/	警示牌	块	7	0.5211	2026.7-2027.6				
1	主井	见表3-55	0.0009	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	围栏	m	20	0.1740	2036.7-2039.6	地面沉降地质灾害监测	**624**（点/次）	12.48	2026.7-2039.6
					拆除	m^3	5						
					清运	m^3	5						
					覆土及整平	m^3	5						
					种草	hm^2	0.0009						
2	副井	见表3-55	0.0006	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	围栏	m	15	0.1212	2036.7-2039.6	地形地貌景观监测	13（点/次）	2.6	
					拆除	m^3	3						
					清运	m^3	3						
					覆土及整平	m^3	2						
					种树	株	3						
3	商混场地	见表3-55	1.0299	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	拆除	m^3	491	4.4276	2026.7-2027.6	水位监测	468（点/次）	9.36	
					清运	m^3	491						
					垫坡	m^3	63						
					覆土及整平	m^3	5150						

序号	生态修复区块	范围	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	单位	工程量	费用（万元）	实施阶段	监测措施	工程量	费用（万元）	实施阶段
					种草	hm^2	1.0299			水质、水污染监测	78（点/次）	15.6	
4	锅炉房	见表3-55	0.3258	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	拆除	m^3	870	6.4880	2036.7-2039.6				
					回填	m^3	756						
					清运	m^3	870						
					覆土及整平	m^3	1629			土地损坏监测	156（点/次）	3.12	
					种草	hm^2	0.3258						
5	废弃场地	见表3-55	0.4282	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	翻耕	hm^2	0.4282	1.9825	2026.7-2027.6	土地复垦成效监测	18（点/次）	1.8	
					土壤培肥	hm^2	0.4282						
					种树	株	1070						
6	矿区道路	见表3-55	0.1125	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	翻耕	hm^2	0.0813	0.2672	2026.7-2027.6	植被要素指标监测	26（点/次）	1.3	
					土壤培肥	hm^2	0.0813						
					种草	hm^2	0.0365			土壤要素指标监测	26（点/次）	5.20	
					种树	株	112						

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，矿山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、地测部、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、资金使用情况和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。矿山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

本矿山严格执行《内蒙古自治区矿区生态修复费用管理办法（试行）》（内自然资字〔2026〕69 号）相关规定，不再单独预存土地复垦费，企业此前已计提的矿山地质环境治理恢复基金转为矿区生态修复费用。矿区生态修复费用按照“采矿权人所有、专款专用、属地监管、规范使用”原则开展管理，采矿权人全面承担矿区生态修复资金主体责任。

企业按照企业会计准则要求，将矿区生态修复费用作为预计弃置费用计入相关资产入账成本，列入企业生产成本。设立矿区生态修复费用专门账户，单独设置会计科目，专项核算费用提取与使用情况，实现修复资金与企业生产经营账户相分离，严格做到专款专用。

矿区生态修复费用采取因素法按年度计提，年度费用提取额=矿类提取基数×露天开采（或地下开采）影响系数×土地复垦难度影响系数×地区影响系数×上一年度实际生产矿石量；矿类提取基数与各项影响系数实行动态调整机制，计提的修复费用不得低于矿山实际生态修复所需费用。企业严格落实边开采边修复要求，依据审查通过的矿区生态修复方案，将生态修复、土地复垦治理工程资金纳入企业年度预算，保障各项治理工作有序实施。矿山完成阶段性或全部生态修复任务后，及时向自然资源主管部门申请验收，按验收结果依规支取修复费用。严格落实信息公示报备制度，按要求报送、公开矿区生态修复费用提取及使用情况，主动接受主管部门

监督检查。

四、监管保障

《矿区生态修复方案》报请赤峰市自然资源局批准后，由本矿区土地复垦义务人：敖汉旗龙兴国有资本运营(集团)有限责任公司负责组织实施。监管控制应坚持“预防为主”的方针，从事后检验变为事先管理，在项目管理的全过程中，注重事前、事中控制，采取处罚监管措施，消除不合质量要求的因素，以有效地控制工程质量。建立动态监管调控体系，确保项目建设的社会效益、环境态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，包括下列内容：

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。

敖汉旗龙兴国有资本运营(集团)有限责任公司应定期向敖汉旗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。

敖汉旗龙兴国有资本运营(集团)有限责任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

生态修复是一项复杂的系统工程，不仅关乎矿区自然生态环境的修复

成效，更与周边村民的基本民生保障紧密相连。为实现矿山治理与区域原始生态环境有机衔接，确保矿山终采后向原始权属人交付时无争议，在生态修复工作推进过程中，需充分尊重权属村民的意愿，主动征询村集体及村民代表意见，保障修复成果符合权属人后续使用需求。经实地走访核查确认，该矿区影响范围权属敖汉温泉度假村和热水汤村集体所有。敖汉温泉度假村已经注销，其公众参与过程如下：

一、公众参与开展情况

在《生态修复方案》）编制过程中，项目组严格遵循 TD/T 1031.1-2011《矿山地质环境恢复和综合治理方案编制规范》6.10.5 条款相关要求，对矿区涉及的利益相关方热水汤村开展了公众参与工作，具体过程及意见处理情况如下：

（一）调查走访

在方案编制初期，项目组在热水汤村进行调查、走访村名代表，详细介绍矿区现场调查的损毁情况、初步拟定的修复方向（如恢复为林地、草地等），主要技术措施、施工安排及预期效果。重点针对修复后的土地利用方向、权属处理、施工期间对生产生活的影响、长期管护等与村民切身利益相关的问题进行了深入讲解和讨论。并提供了书面公众参与调查表，方便未参会村民补充提出意见，征集期持续 10 天。

（二）专题会议组织与议题

为科学确定矿区土地复垦方向、协调生态修复与民生需求，项目组组织召开“关于《敖汉旗龙兴国有资本运营(集团)有限责任公司四家子镇地热矿矿区生态修复方案》生态修复工作座谈会”，会议议题明确为：讨论《方案》涉及的生态修复及土地复垦方向事宜。

照片 7-1 热水汤村工作座谈会

（三）会议内容与结论

1、矿山代表介绍方案

与参会人员（包括村民委员会、农村集体经济组织代表、村民代表等）详细汇报了《方案》核心内容，包括：矿区生态修复治理单元划分；拟采取的工程措施如客土覆盖、植被重建、地形整治等）；初步规划的土地复垦方向（乔木林地、人工牧草地等）。

2、与会人员讨论与方向确定

与会人员围绕土地复垦方向及生态修复治理措施展开深入研讨，结合矿区立地条件、区域生态功能定位、村民生产生活需求及权属意愿，最终明确矿区土地复垦方向为：乔木林地、人工牧草地等，以实现土地资源的合理配置与可持续利用。

三、公众参与成效

本次公众参与通过专题会议形式，充分保障了矿区利益相关方（村委会、村集体、村民代表）的知情权、参与权与表达权，使《方案》的生态修复与土地复垦方向更贴合实际需求，为后续修复工程实施、土地移交使用及长效管护奠定了坚实基础，符合国家及地方关于矿山生态修复公众参与的政策规定。

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林地、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、防风固沙，减少了水土流失：原来的废渣堆放区植被极其稀少，风蚀沙化严重，水土严重流失。经过覆土后恢复植被使得治理区的地表风蚀沙化现象得到根本控制。

3、涵养水源，改良土壤：原有的废石堆堆放区造成地表高低不平，松散的固体废弃物不能保持植物生长所必需的水份，使得土地沙化加剧；有机质与 N、P、K 等元素含量也非常少。经过治理废弃物被清运、覆土，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废渣利用和经过治理的土地资源所产生的价值上。

通过林地、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、敖汉旗龙兴国有资本运营(集团)有限责任公司四家子镇地热矿矿区面积为***，开采标高为***，开采矿种：地热水。开采方式为地下开采。

二、根据《中华人民共和国矿产资源法实施条例》第十五条，采矿权的期限结合矿产资源储量和矿山建设规模确定，最长不超过 30 年，本次按不动产许可证有效期 10 年计。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 3 年。据此确定本方案服务年限为 13 年，即 2026 年 7 月至 2039 年 6 月。

三、根据矿区范围、矿业活动影响范围，综合确定矿区生态修复范围面积***。

四、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区、轻度区。中度区为主井、副井、商混场地、锅炉房、废弃场地、矿区道路总面积***。轻度区为其他区。

五、矿区建设损毁其他林地***、其他草地***、工业用地***、城镇村道路用地***、农村道路***。

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，本次复垦方向为乔木林地、人工牧草地；复垦林地面积***，草地***。

六、矿区生态修复总体部署划分为二个阶段：生产期 10 年（2026.07-2036.06）、修复管护期 3 年（2036.07-2039.06），生态修复工作预计在 2039 年 6 月前结束。

（一）第一阶段（生产期：2026 年 7 月 1 日-2036 年 6 月 30 日）

1、近期对主井和副井的井房进行修缮，在外围 1m 处加设防护围栏。

2、在第一道防护圈的主井及副井分别放置警示标志***个，在第二道

防护带外围分别设置***块警示牌，共***块。

3、对废弃场地对场内建筑垃圾进行清理进行清理，翻耕，对土壤进行培肥，恢复植被。

4、对商混场地进行拆除，清运，垫坡，覆土及整平，恢复植被。

5、对锅炉房内值班室的建筑进行拆除，清运，覆土及整平，恢复植被。

6、对不用的矿区道路进行翻耕，土壤培肥，恢复植被。

7、定期对不稳定地质体进行监测；

8、定期对监测矿区地形地貌景观和土地资源变化状况；

9、定期对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；

10、定期对土壤监测点并定期观测，并定期采样分析，监测土壤环境质量状况；

11、定期对植被要素指标、土壤要素指标和水环境要素指标监测。

（二）第二阶段（修复管护期 2036 年 7 月 1 日-2039 年 6 月 30 日）

1、对主井的井房进行拆除清理，对主井选用与含水层特性相近的砂石开展回填作业，在回填体上部采用黏土进行覆盖保护，覆土及整平，恢复植被。

2、对副井的井房进行拆除清理，对副井选用与含水层特性相近的砂石开展回填作业，在回填体上部采用黏土进行覆盖保护，覆土及整平，恢复植被。

3、对锅炉房进行拆除清理，对硬化地面进行拆除，对堆煤堆形成的坑进行回填，然后整体覆土及整平，恢复植被。

4、定期对不稳定地质体进行监测；

5、定期对监测矿区地形地貌景观和土地资源变化状况；

6、定期对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；

7、定期对土壤监测点并定期观测，并定期采样分析，监测土壤环境质量状况；

8、定期对植被要素指标、土壤要素指标和水环境要素指标监测；

9、对已恢复的植被进行补种及管护。

七、矿区生态修复动态投资经费为 112.05 万元。其中工程施工费 13.98 万元，其他费用 10.25 万元，监测费与管护费 52.06 万元，预备费 34.26 万元。前三年矿区生态修复总投资 19.35 万元。

八、建议

（一）当矿山企业延续申请和变更申请（拟扩大或缩小开采区域内涉及资源储量或采矿工程、变更开采主矿种、变更开采方式）采矿许可证的，应重新编制《矿区生态修复方案》。

（二）矿山与当地村民签订征地补偿协议的临时用地，未办理采矿用地审批手续，建议矿山尽快办理采矿用地审批手续。

（三）在各项工程施工中，要合理安排用地，减少破坏地表植被的面积，禁止随意行驶，乱堆乱放。

（四）方案是采矿权人实施矿山地质环境治理、土地复垦、生态系统功能恢复等生态修复活动的总体部署和基本技术依据。本方案不代替相关工程勘查、工程设计等。

（五）为确保矿山地面沉降不稳定边坡治理工程的安全、有效和合规，

在治理工程实施前，必须聘请具备相应地质灾害防治工程设计资质或矿山岩土工程设计资质的专业单位，依据现场详实的地质勘查资料，单独编制专项治理工程设计。并按规定组织专家评审和报主管部门备案，作为指导施工、验收和安全管理的重要依据。

（六）建议矿区实施植被重建工程与当地自然景观相协调。