

敖汉旗龙兴国有资本运营(集团)有限责任公司

康家营子天然石英砂矿

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 6 月

目 录

前 言	1
一、编制目的	1
二、方案服务年限	13
第一章 矿山基本情况	15
第一节 矿业权人基本情况	15
第二节 地理位置与区域概况	16
第三节 矿山开采历史及现状	17
第二章 矿区基础信息	35
第一节 矿区自然条件	35
第二节 社会经济概况	39
第三节 矿区地质环境背景	42
第四节 矿区土地利用现状及采矿用地审批情况	57
第五节 矿区生态状况	59
第六节 矿山及周边人类重大工程活动	67
第七节 矿山生态修复工作情况	70
第八节 矿区基本情况调查监测指标	71
第三章 问题识别诊断及修复可行性分析	72
第一节 问题识别与受损预测	72
第二节 生态修复可行性分析	111
第三节 生态修复分区及修复时序安排	142
第四节 采矿用地与复垦修复安排	150
第四章 生态修复措施与工程内容	155

第一节 保护与预防控制措施.....	155
第二节 修复措施.....	163
第三节 工程内容.....	173
第五章 监测与管护	191
第一节 监测目的与措施.....	191
第二节 管护目标与措施.....	209
第三节 工程量.....	211
第六章 工程部署与经费计算	213
第一节 总体部署.....	213
第二节 总体经费估算.....	215
第三节 阶段工作任务与经费安排.....	238
第七章 保障措施与公众参与	253
第一节 保障措施.....	253
第二节 公众参与.....	256
第三节 效益分析.....	258
第八章 结 论	261

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）有限责任公司康家营子天然石英砂矿为探转采新建矿山。2025 年 9 月，矿业权人敖汉旗龙兴国有资本运营（集团）有限责任公司提交了《内蒙古自治区敖汉旗康家营子矿区天然石英砂（铸型用砂）矿勘探报告》（***）。2025 年 11 月，提交了《内蒙古自治区敖汉旗康家营子矿区天然石英砂（铸型用砂）矿开采方案》（***）。现矿业权人正在办理探矿权转采矿权相关事宜。

为保护矿区生态环境，促进矿产资源合理开发与生态环境保护协调发展，依据《中华人民共和国矿产资源法》（2024 年修订）、《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）等相关法律法规及要求，采矿权人应当在申请办理采矿许可证前编制矿区生态修复方案。由此，2026 年 1 月，矿业权人敖汉旗龙兴国有资本运营（集团）有限责任公司委托***编制《敖汉旗龙兴国有资本运营（集团）有限责任公司康家营子天然石英砂矿矿区生态修复方案》，以下简称《方案》。本方案编制情形属首次申请采矿许可证情形。

本方案是采矿权人实施矿区地质环境恢复治理、地貌重塑、植被恢复、土地复垦的总体部署和基本依据。本方案不代替相关工程勘查、工程设计等，涉及地质灾害、水土流失、环境污染、固体废物利用等治理工程部署不列入本方案。

（二）编制目的任务

1、编制目的

为严格落实矿山企业生态修复主体责任，规范矿山开采至闭坑全周期生态治理工作，本次通过系统梳理矿区现状、识别采矿引发的地质环境破坏、土地资源损毁及生态系统受损与退化等问题，科学划定修复范围、合理制定修复时序与治理措施。通过分阶段、系统性开展矿区生态修复工作，逐步恢复矿区受损生态结构与功能，有效防范不良地质风险，遏制区域生态退化，实现矿产资源开发与生态保护协同发展。

本方案作为矿山生态修复工作的指导性文本，既为自然资源等主管部门对矿业权监督管理、验收评估提供基础依据，也为矿山环境治理恢复基金的计提、使用提供支撑。具体达到以下目的：

（1）消除矿业活动可能形成的不稳定地质体，保障矿山地质环境持续稳定；

（2）重塑受损地形地貌，使其与周边原始地貌景观相协调，为植被恢复创造条件；

（3）保护含水层结构、水质及水位，保障矿区及周边居民用水安全与生态系统良性循环；

（4）减少矿区及周边地表植被损毁，遏制水土流失及风蚀影响，提升区域水土保持及抗风蚀能力；

（5）有效控制矿业活动影响范围，减少土地损毁面积，对开采破坏的土地进行科学复垦，使其恢复至可供利用状态，提升土地资源利用效率；

（6）提高废水、固废利用率，确保废水达标排放，固废妥善处置，降低水土环境污染风险；

（7）保障矿区及周边生态系统安全稳定，恢复生态系统服务功能，提升生物多样性水平，美化矿区生态景观，推动矿区退化生态系统向良

性发展。

2、编制任务

(1) 开展矿山基础信息调查。通过资料收集与野外调查的方式，查明矿山基本情况、开采历史及现状。收集矿区及周边自然地理条件、社会经济概况、地质环境背景、土地利用现状等资料。实地核实矿区及周边生态状况、人类重大工程活动、以往生态修复及监测情况等。

(2) 基于基础调查结果，分析现状条件下矿区及周边采矿活动影响范围内的各类问题，包括不稳定地质体、地形地貌景观破坏、含水层破坏等地质环境问题；土地挖损、压占等土地资源损毁问题；以及生态用地损毁、植被损毁、土地沙化、水土流失、生物多样性丧失等生态退化问题。

(3) 结合矿山开采方案、生产工艺流程及时序，预测采矿活动影响范围内可能产生的地质环境破坏、土地损毁、生态受损退化等问题的类型、范围、面积、程度及时序，以及已损毁土地重复损毁的可能性。

(4) 开展综合诊断评价，对矿山地质环境破坏、土地损毁、生态受损退化等问题进行分区分级，综合评价各受损区的损毁程度。

(5) 比选确定参照生态系统，从矿山自然地理条件、物种组成、生态系统结构与功能、外部交换等方面，分析矿区生态修复的技术经济可行性及目标方向可行性。

(6) 结合生态修复可行性分析结果及开采进度，合理划分生态修复分区，明确各分区、分期的目标任务及时序安排。

(7) 提出矿山生态修复措施及监测管护措施，并测算生态修复及监测管护工程量。

(8) 本着“边开采、边复垦”的原则，分阶段部署矿区生态修复工作，估算生态修复工程经费。明确各阶段工作任务、完成时限及经费安排。

（三）编制依据

1、法律

（1）《中华人民共和国矿产资源法》（2024 年 11 月 8 日第十四届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议修订，自 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 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议第三次修正，自 1999 年 1 月 1 日起施行）；

（3）《中华人民共和国草原法》（2021 年 4 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议第三次修正，自 2003 年 3 月 1 日起施行）；

（4）《中华人民共和国水土保持法》（2010 年 12 月 25 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十八次会议修订，自 2011 年 3 月 1 日起施行）；

（5）《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，自 2015 年 1 月 1 日起施行）；

（6）《中华人民共和国森林法》（2019 年 12 月 28 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十五次会议修订，自 2020 年 7 月 1 日起施行）；

（7）《中华人民共和国土壤污染防治法》（2018 年 8 月 31 日第十三届全国人大常委会第五次会议通过，自 2019 年 1 月 1 日起施行）；

（8）《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月 27 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议第二次修正，自 2008 年 6 月 1 日起施行）；

（9）《中华人民共和国防沙治沙法》（2018 年 10 月 26 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第六次会议修正，自 2002 年 1 月 1 日起施行）。

2、行政法规、地方性法规

（1）《中华人民共和国矿产资源法实施条例》（2026年5月9日国务院第85次常务会议通过，自2026年6月15日起施行）；

（2）《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021年4月21日国务院第132次常务会议第三次修订，自2021年9月1日起施行）；

（3）《地质灾害防治条例》（2003年11月19日国务院第29次常务会议通过，自2004年3月1日起施行）；

（4）《土地复垦条例》（2011年2月22日国务院第145次常务会议通过，自2011年3月5日起施行）；

（5）《内蒙古自治区地质环境保护条例》（2021年7月29日内蒙古自治区第十三届人民代表大会常务委员会第二十七次会议修订，自2021年9月1日起施行）；

（6）《内蒙古自治区防沙治沙条例》（2025年11月27日内蒙古自治区第十四届人民代表大会常务委员会第二十三次会议通过，自2026年1月1日起施行）。

3、部门规章、规范性文件

（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）；

（3）《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）；

（4）《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）；

（5）《土地复垦条例实施办法》（2019年7月16日自然资源部第2次部务会议修正，自2013年3月1日起施行）；

(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绿色矿山建设的通知》（内政办发〔2025〕24号）；

(8) 《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）；

(9) 《关于调整内蒙古自治区建设工程计价依据增值税税率的通知》（内建标〔2019〕113号）。

4、相关标准、规范规程

(1) 《矿区生态修复方案编制指南（临时）》；

(2) 《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）；

(3) 《土地复垦方案编制规程 第1部分：通则》（TD/T 1031.1-2011）；

(4) 《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；

(5) 《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）；

(6) 《矿山生态修复技术规范 第1部分：通则》（TD/T 1070.1-2022）；

(7) 《矿山生态修复技术规范 第4部分：建材矿山》（TD/T 1070.4-2022）；

(8) 《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43934-2024）；

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

(10) 《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；

(11) 《土壤环境监测技术规范》（HJ 166-2026）；

(12) 《土地利用动态遥感监测规程》（TD/T 1010-2015）；

(13) 《第三次全国国土调查技术规程》（TD/T 1055-2019）；

- (14)《全国生态状况调查评估技术规范—森林生态系统野外观测》
(HJ 1167-2021)；
- (15)《全国生态状况调查评估技术规范—草地生态系统野外观测》
(HJ 1168-2021)；
- (16)《全国生态状况调查评估技术规范—荒漠生态系统野外观测》
(HJ 1170-2021)；
- (17)《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统服务功能评估》
(HJ1173—2021)；
- (18)《全国生态状况调查评估技术规范—生态问题评估》
(HJ 1174-2021)；
- (19)《生态系统评估生态系统格局与质量评价方法》
(GB/T 42340-2023)；
- (20)《生产建设项目土壤流失量测算导则》
(SL 773-2018)；
- (21)《森林植被状况监测技术规范》
(GB/T 30363-2013)；
- (22)《草地资源调查技术规程》
(NY/T 2998-2016)；
- (23)《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)；
- (24)《地表水环境质量标准》
(GB 3838-2002)；
- (25)《地下水质量标准》
(GB/T 14848-2017)；
- (26)《矿区土地复垦基础信息调查规程》
(TD/T 1049-2016)；
- (27)《土地利用现状分类》
(GB/T 21010-2017)；
- (28)《非金属矿行业绿色矿山建设规范》
(DZ/T 0312-2018)；
- (29)《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》
(GB/T 42362-2023)；
- (30)《防沙治沙技术规范》
(GB/T 21141-2007)；
- (31)《沙化土地监测技术规程》
(GB/T 24255-2009)；

- (32) 《沙化土地综合治理技术规程》 (DB15/T 3652—2024) ；
- (33) 《内蒙古自治区造林技术规程》 (DB15/T 389-2021) ；
- (34) 《一般工业固体废物用于矿山采坑回填和生态恢复技术规范》
(DB15/T 2763-2022) ；
- (35) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》 (GB18599—
2020) ；
- (36) 《行业用水定额》 (DB15/T 385-2025) 。

5、相关基础资料

- (1) 2025 年 9 月，***编制的《内蒙古自治区敖汉旗康家营子矿区天然石英砂（铸型用砂）矿勘探报告》（***），以下简称《勘探报告》；
- (2) 2025 年 11 月，***编制的《内蒙古自治区敖汉旗康家营子矿区天然石英砂（铸型用砂）矿开采方案》（***），以下简称《开采方案》；
- (3) 勘查许可证复印件（证号：***）。
- (4) 全国第三次国土调查土地利用现状资料及***年变更数据，图幅编号：***）；
- (5) 收集***提供的***赤峰市敖汉旗气象资料。
- (6) 《全国防沙治沙规划（2021—2030年）》；
- (7) 《全国水土保持规划（2015-2030）》；
- (8) 《内蒙古生态功能区划》（2003年8月）；
- (9) 《内蒙古自治区水土保持规划》（2016～2030 年）；
- (10) 《内蒙古自治区“十四五”林业和草原保护发展规划》；
- (11) 《内蒙古自治区水土保持公报（2024年度）》；
- (12) 《赤峰市国土空间总体规划（2021-2035 年）》；
- (13) 《赤峰市国土空间生态修复规划（2021-2035）》（修订）；
- (14) 《敖汉旗国土空间生态修复规划(2021-2035)》。

6、合同依据

《敖汉旗龙兴国有资本运营（集团）有限责任公司康家营子天然石英砂矿矿区生态修复方案》编制委托书。

（四）编制工作概况

1、工作程序

本方案的编写参考《矿区生态修复方案编制指南（临时）》及相关规范要求进行。通过自然条件、社会经济、矿山建设与地质环境等多维度调查，完成现状问题分析、受损趋势预测与诊断评价。以矿山未扰动前原始状态或周边参照生态系统为修复目标基准，开展地质环境稳定性评价、复垦修复适宜性评价、生态系统恢复力分析，进而确定修复单元、修复方向、修复标准。根据矿山开采时序安排确定修复工程实施阶段，采取保护、预防、复垦修复、监测及管护措施，修复矿山生态环境，保障修复效果的长期稳定。具体工作流程见图 1。

图 1 工作程序框图

2、工作方法及内容

（1）资料收集与分析

在现场调查前，收集了以往《勘探报告》、《开采方案》等报告文本、图件、评审意见等原始资料，对矿山基本情况进行初步了解。收集矿区及周边区域的自然地理、地形地貌、工程地质、水文地质、地震等资料，熟悉区域背景条件。以矿区地形地质图、土地利用现状图等图件作为野外工作底图，初步确定现场调查方法、调查线路和主要调查内容。

（2）野外调查

我公司在接受委托后，于2026年1月组织技术人员至矿区开展了野外调查工作，并于2026年5月赴矿区进行了补充调查。野外调查采取无人机航拍、RTK测点、GPS手持机辅助、路线穿越法和地质环境追索法相结合的方法进行，调查范围包括拟申请矿区范围及矿业活动可能影响的范围。野外调查以矿山提供的开采方案附图***地形地质图为底图，利用无人机

航摄测量，航测***，坐标系采用***，高斯投影***，投影中央子午线***，坐标带号***，高程系统采用***。室内采用南方***成图系统进行成图，成图***。

野外测量在RTK坐标测量模式下，采用***法，定点测量单元位置和高程，相对于邻近图根点位误差最小为***；最大为***。高程中误差最小为***；最大为***，工程点收测的点位精度完全满足测量要求。在调查过程中对各个单元进行了记录和拍照、录像。

主要调查内容包括矿山概况、矿区自然条件、区域经济概况、矿区地质环境、土地资源、生态状况、矿区及周边人类重大活动、矿区修复成效等。

1) 矿山概况调查：矿山企业名称、位置、范围、相邻矿山的分布与概况；矿山企业的性质、总投资、矿山建设规模及工程布局；矿山设计生产能力、实际生产能力、设计生产服务年限；矿产资源储量、矿床类型与赋存特征；矿山开采历史和现状；矿山开拓、采区或开采阶段布置、开采方式（方法）、开采顺序、固体废物与废水的排放与处置情况；矿区社会经济概况、基础设施分布等。

2) 矿区自然条件调查：包括地形地貌、气象、水文、土壤、植被、地下水赋存概况、景观状况等。

3) 矿区所在区域经济概况：矿区所在区域社会经济概况，人文环境。

4) 矿区地质环境调查

①矿山地质环境条件：包括地层岩性、地质构造、水文地质、工程地质、矿山地质、不良地质现象等。

②矿山地质环境破坏：采矿活动引发的崩塌、滑坡、风蚀沙埋等灾害及其隐患，包括灾害的种类、分布特征、规模、结构、发育时间、发生程度、危害程度、诱发因素等。

③矿区水土环境：土壤和地下水污染状况。

④矿山场地潜在污染风险调查：矿石物质组成、矿石化学成分、矿

坑涌水量、涌水水质，固废属性、防治污染措施等；

⑤采矿活动对地形地貌景观的影响和破坏情况。

⑥矿区含水层破坏，包括采矿活动引起的含水层破坏范围、规模、程度，及对生产生活用水的影响等。

5) 土地资源调查

①矿区及周边土地利用现状及权属情况：包括土地利用类型及附属配套设施情况、土地权属人等。涉及耕地的，调查农田配套设施、生产力水平、是否为基本农田等。

②未损毁土地：土地利用类型及面积、土壤类型、有效土层厚度、理化性质、土地利用类型、土壤环境质量、植被类型分布等。

③已损毁土地：损毁土地面积、地类、权属、损毁类型、损毁时间、损毁程度等，

④已复垦修复土地：复垦区位置、修复时间、修复方向、复垦措施、生产力水平及配套设施、复垦效果、验收情况、土壤质量等。是否继续损毁及损毁类型、是否有外来土源。

⑤拟损毁土地：矿山用地计划，拟损毁土地位置、权属、面积、拟损毁时间、现状利用类型、主要植被类型、生产力水平和土壤特征等。

⑥区域周边矿山复垦措施、复垦方向、复垦效果等。

6) 生态状况调查

①矿区及周边生态本底状况：所在区域生态功能定位、生态环境问题及修复方向，矿区生态系统的类型、面积、空间分布状况。

②矿区生物多样性：生态系统群落特征、动植物群落物种组成及特征、地带性植被建群物种、先锋物种、本地关键物种、指示物种、外来入侵物种等重要物种的种类、数量及生境情况；

③重要生态敏感区：矿山及周边自然保护地、生态保护红线等重要生态敏感区、保护对象、功能区划、保护要求等。

④重要物种：是否涉及国家及地方重点保护野生动植物，包括物种

种类、数量、生境情况等。

⑤已损毁土地生态状况，包括生态系统结构破坏情况、人工生态修复难易程度等。

⑥生态环境问题：植被损毁、土地沙化、水土流失、生物多样性丧失、外来物种入侵、景观破坏等；

7) 矿区及周边重大人类活动调查

包括矿区及矿业活动影响范围内基础设施建设、村镇建设、矿产资源开发、自然保护地建设、分布等情况、位置关系、影响程度。

8) 矿区生态修复成效调查

修复区位置、采取措施、工作进展、治理成本、治理成效、存在的问题、验收还地情况。

(3) 公众参与

矿山实地调查完毕后，与矿方沟通了有关该矿具体治理工程问题。同时以走访、座谈及问卷调查的形式，邀请复垦区涉及的土地权属人、村委班子成员、矿山企业及相关职能部门代表共同商议，围绕矿山建设可能产生的生态影响，拟采取生态修复措施、实施时序，拟达到的生态修复效果、预期目标等核心内容广泛征集意见，形成本次矿区生态修复工作的民意基础。

在方案编制过程中，通过村务公开栏、村级微信群等渠道，将生态修复方案、治理举措及对矿山企业的要求向全体村民公示，同时通过问卷调查、意见箱、联系电话等方式持续收集村民反馈。公示期间未收到公众反对意见，并表示对矿业活动可能造成的影响可接受，对方案确定的修复措施、复垦方向等内容总体予以支持。

公众参与全过程留存了走访记录、会议纪要、现场照片、意见反馈记录等资料，并整理归档。既保障了村集体和村民的合法权益，也推动了矿区生态修复工作科学、规范、有序落地，实现了矿山治理与乡村发展的协调统一。

(4) 室内资料整理及综合分析

在综合分析现有资料和实地调查结果的基础上，诊断分析现状及预测矿山地质环境影响、土地损毁、生态系统受损退化等问题的类型、范围、面积、程度及时序。以矿区或周边原始生态系统作为参照，结合公众意见，初步确定土地复垦方向、生态修复目标、修复标准。论证修复工程治理难易程度、技术、经济可行性，进而优化工程设计，提出生态修复防治措施和建议。根据确定的修复措施估算矿区生态修复工程量及投资概算。根据矿山用地时序细化方案实施阶段及费用安排，编制《矿区生态修复方案》。所有的工作及原始资料按照规范要求自检与互检等，发现错误、数据丢失或者不合格的资料，及时改正、补做或者重测。

(5) 完成工作量

完成主要工作量见表 1。

表 1 完成工作量统计表

3、质量评述

本次方案编制工作严格按照《矿区生态修复方案编制指南（临时）》开展。在全面收集矿区相关资料以及地质环境调查、土地利用状况调查、生态状况调查的基础上，严格按照“编制指南”及其它有关规范或技术要求进行编制的，实物工作量资料真实，数据准确，野外调查资料自检和互检率均为 100%，项目负责人检查率为 100%；室内编写的图件、报告均通过我单位内部审查、矿山企业审核后由矿业权人按程序报送审查。质量满足“编制指南”及有关规范或技术要求，完成了预期的工作任务，达到了工作目的。

二、方案服务年限

(一) 矿山生产年限

本矿山为探转采新建矿山，根据《开采方案》，矿山生产服务年限为 20 年（含 1 年基建期）。

（二）方案服务年限

本方案为新编情形，根据《开采方案》，矿山生产服务年限为 20 年（含 1 年基建期）；本方案设计采矿权到期后生态修复工程实施年限为 1 年；依据《矿山生态修复技术规范 第 4 部分：建材矿山》（TD/T 1070.4-2022），一般管护时间为 2~3 年，生态脆弱区管护时间为 3~5 年，考虑矿山所处科尔沁沙地防风固沙森林草原退化保育修复区，生态本底脆弱，未来露天开采对生态环境影响程度较大，设计管护时限为 5 年。因此，本方案规划服务年限为 26 年，即 2026 年 1 月—2051 年 12 月。

矿山涉及开采方案重大调整的（矿区扩大或缩小开采区域、变更开采方式、变更开采主矿种与开采规模、开采布局、开采工艺等发生重大变化）情形，应重新编制矿区生态修复方案。

本方案经评审通过后，涉及用地（含用林用草）范围、使用期限、损毁类型等发生变化的，原方案不能与初步设计、安全设施设计、环评、水保以及用地安排等充分衔接的，矿山闭坑阶段（剩余开采年限 ≤ 3 年）不能完全指导闭坑阶段生态修复的情形，应对矿区生态修复方案修编。

第一章 矿山基本情况

第一节 矿业权人基本情况

一、矿业权人概况

敖汉旗龙兴国有资本运营（集团）有限责任公司成立于***，统一社会信用代码为***，注册地位于内蒙古自治区赤峰市敖汉旗***，注册资本为***人民币，企业性质为有限责任公司，法定代表人为***。企业规模为***。经营范围：包括河道采砂；建设工程施工；房地产开发经营；食品销售；酒类经营；自来水生产与供应；粮食加工食品生产等。

敖汉旗龙兴国有资本运营（集团）有限责任公司现持有“***”探矿权，目前正在申请办理探转采相关事宜。

二、矿业权基本概况

1、探矿权基本情况

敖汉旗龙兴国有资本运营（集团）有限责任公司现持有“***”探矿权，证载信息如下：

勘查项目名称：***；

勘查许可证号：***；

勘查面积：***km²；

有效期限：***。

2、拟申请采矿权基本情况

根据《开采方案》，拟申请采矿权内容如下：

采矿权人：***；

矿山名称：***；

开采矿种：***；

开采方式：***；

生产规模：***万吨/年；

矿区面积：***km²；

开采标高：***m 标高。

第二节 地理位置与区域概况

一、矿区位置与交通

1、位置

拟申请矿区位于敖汉旗政府所在地新惠镇正北方向直距约***处。行政区划隶属赤峰市敖汉旗古鲁板蒿镇管辖，所涉及行政村为康家营子村、东哈拉勿苏村。矿区范围地理极值坐标：

东经：***

北纬：***

中心点直角坐标：***。

2、交通

矿区西南距敖汉旗古鲁板蒿镇直线距离约***，运距约***。矿区西距县道前龙线（X226）约***，沿县道（X226）可直达古鲁板蒿镇，继续沿国道 G305 南行***可直达敖汉旗政府所在地新惠镇。沿县道（X226）前龙线向东***可与省道 S210 突朝线相通。交通便利，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（村庄）

拟申请矿区位于敖汉旗古鲁板蒿镇，古鲁板蒿镇行政区域面积***km²，下辖古鲁板蒿、山嘴、白家店、八家、西湾子、孤山子、李家营子、新兴、东哈拉勿苏、康家营子、周家地、东他拉 12 个村民委员会，下设***个村民小组。

矿区范围内无居民区分布，距离矿区最近的自然村为矿区西北约***

处的东哈拉勿苏行政村西哈拉勿苏村民组、及西南约***的东哈拉勿苏行政村庙上村民组、庙下村民组。

2、河流

拟申请矿区西侧约***处有老哈河自南向北流径，矿区地处老哈河水文地质单元的补给径流区，矿区及附近无其他常年性地表水体。

3、相邻矿山

矿区周边***范围内无其他矿业权。

4、大型基础设施

矿区周边无大型基础设施，矿区东侧边界外约***为当地高压输电线路，拟申请矿区已对其进行了避让。

第三节 矿山开采历史及现状

一、矿山开采历史

（一）矿权的取得、延续、变更和矿业权人变化情况

，敖汉旗龙兴国有资本运营（集团）有限责任公司通过挂牌出让的形式取得了“”项目探矿权，勘查许可证号：***；勘查面积：***，有效期限：***。

2025年9月，矿业权人敖汉旗龙兴国有资本运营（集团）有限责任公司委托***编制了《内蒙古自治区敖汉旗康家营子矿区天然石英砂（铸型用砂）矿勘探报告》（***）。2025年11月，委托***编制了《内蒙古自治区敖汉旗康家营子矿区天然石英砂（铸型用砂）矿开采方案》（***）。拟申请矿区范围***，开采标高：***标高，推荐开采规模为***万吨/年。

目前矿业权人正在办理探转采相关事宜。

（二）矿山开采历史

本矿为探转采新建矿山，以往未进行过采矿活动，未建设地表工程。

矿山仅于探矿期间（***）委托***在其勘查许可证范围内进行地质勘探工作，采取钻探手段对矿体进行了控制，共施工***个钻孔，探矿期间按绿色勘查要求施工，除保留水文钻孔（ZK3-2）未进行封堵外，其他钻孔均进行封堵，并于探矿结束后对场地进行复垦。

本次依据《勘探报告》所载钻孔坐标，对勘查施工的***处钻孔点位逐一核查。各钻探场地破坏面积较小，地势平缓，施工过程未大幅破坏原始地貌，矿山按绿色勘查要求对钻探场地撒播草籽实施了复垦，仅保留水文钻孔（ZK3-2）作为后期监测水井未进行封堵，整体场地基本已恢复探矿前原始地貌状态。另在当地放牧等人类活动干预下，现场已无明显勘探痕迹，故未将钻机平台纳入本次调查现状单元。

现状遗留的水文钻孔（ZK3-2）见照片 1-1。矿山现状影像见图 1-2。

照片 1-1 探矿遗留的水文钻孔（ZK3-2）现状

图 1-2 矿山现状无人机航摄影像平面图

二、矿山开采现状

（一）拟申请矿区范围及拐点坐标

2025 年 11 月提交了《内蒙古自治区敖汉旗康家营子矿区天然石英砂（铸型用砂）矿开采方案》（***）。根据《开采方案》，可供开采矿产资源的范围如下：

1、探矿权范围

敖汉旗龙兴国有资本运营（集团）有限责任公司现持有的勘查许可证证载面积为***，由***拐点圈定，拐点坐标见表 1-1。

表1-1 勘查许可证范围拐点坐标对照表

2、资源储量估算范围

因在拟申请矿区东侧分布有电力设施，矿山在编制《勘探报告》过

程中，将勘查证内高压电塔预留***电力设施保护范围边界，作为资源量估算截止范围。

根据《勘探报告》，资源储量估算范围***；赋矿标高***。资源量估算范围及拐点坐标见表 1-2。

表 1-2 资源储量估算范围拐点坐标一览表

3、露天剥离范围

露天剥离范围由***拐点圈定，面积为***，露天剥离平面范围、拟申请开采区域平面范围、与资源储量估算平面范围一致，并位于探矿权范围内；矿体开采标高与资源储量估算标高一致，为***，露天剥离范围最高标高为露天剥离范围内地表最高标高（***），最低标高为资源储量估算最低标高（***），最高标高（***）高于资源储量估算最高标高（***）。

同时，确定***标高以下矿体采用露天湿式开采，最低工作台阶同时具备深凹露天防排水功能，不单独设置集水坑。

4、拟申请采矿权范围

根据《开采方案》，拟申请采矿权面积*** hm^2 ，开采标高：***m 标高，露天剥离标高：地表***m。拟申请采矿权范围由***个拐点圈定。拐点坐标见表 1-3。

表 1-3 矿权人拟申请开采区域拐点坐标表

综上，申请开采区域、探矿权范围、资源储量估算范围、露天剥离范围叠合图如下：

图 1-3 申请开采区域、探矿权范围、资源储量估算范围、露天剥离范围叠合图

（二）资源储量及可采储量

1、已查明的保有资源储量

根据《勘探报告》，截止 2025 年 7 月 31 日：累计查明天然石英砂（铸型用砂）资源量(TM+KZ+TD)***万吨， SiO_2 平均含量***%，其中探明资源量(TM)：***万吨， SiO_2 平均含量***%，控制资源量(KZ)：***万吨， SiO_2 平均含量***%，推断资源量(TD)：***万吨， SiO_2 平均含量***%。探

明资源量占总资源量的***%，探明+控制资源量占总资源量的***%，达到勘探工作程度。

拟申请矿区内边坡压矿设计损失天然石英砂（铸型用砂）资源量(TM+KZ+TD)为***万吨，其中探明资源量(TM)：***万吨，控制资源量(KZ)：***万吨，推断资源量(TD)：***万吨。

拟申请矿区内查明境界内天然石英砂（铸型用砂）资源量(TM+KZ+TD)为***万吨，其中探明资源量(TM)：***万吨，控制资源量(KZ)：***万吨，推断资源量(TD)：***万吨。

资源储量估算结果见表 1-4。

表 1-4 康家营子矿区天然石英砂（铸型用砂）矿资源量估算汇总表
注：①（TM）为探明资源量，（KZ）为控制资源量，（TD）为推断资源量；
②境界内资源量=查明资源量-边坡压矿损失资源量

2、拟申请矿区设计利用资源量及可采储量

（1）设计利用资源量

根据关于《内蒙古自治区敖汉旗康家营子矿区天然石英砂（铸型用砂）矿勘探报告》矿产资源储量评审备案的复函(***)，截止 2025 年 7 月 31 日，矿区内查明境界内天然石英砂（铸型用砂）资源量(TM+KZ+TD)为***万吨，SiO₂ 平均含量***%。其中探明资源量(TM)：***万吨，SiO₂ 平均含量***%；控制资源量(KZ)：***万吨，SiO₂ 平均含量***%；推断资源量(TD)：***万吨，SiO₂ 平均含量***%。

勘探报告边坡角按照***进行境界内资源量的估算，受矿权边界及最终边坡角所限，矿权边界处部分资源不能采出，造成边坡压覆资源量。根据资源量分布及设计的境界特征，开采方案估算边坡压覆资源总量(TD)为***万吨，SiO₂ 平均含量***%。

综合考虑地质、经济、技术和法律等多种因素的影响，同时参考《矿业权评估指南》(2006 年修订)的规定，设计利用资源量中对于探明资源量(TM)和控制资源量(KZ)按照***利用，推断资源量(TD)按照***利用。

则设计利用资源量(TM+KZ+TD)矿石量为***万吨, SiO₂ 平均含量***%。

(2) 设计可采储量

考虑矿体特征及拟采用的采矿方法, 确定开采回采率为***%。则计算可采储量(TM+KZ+TD)矿石量***万吨, SiO₂ 平均含量***%。

根据矿岩分布特征, 确定废石(覆盖层)混入率***%, 废石平均品位 SiO₂ ***%, 计算得采出矿石平均组分含量 SiO₂ =***。

表 1-5 拟申请矿区设计利用资源量及可采储量计算表

(三) 建设规模、服务年限及产品方案

根据《开采方案》, 矿山建设规模、服务年限及产品方案如下:

1、建设规模: 本矿区拟开采矿种为天然石英砂(铸型用砂)。根据《开采方案》, 推荐生产规模为***万吨/年。

2、服务年限: 矿山服务年限 20 年(含 1 年基建期), 年工作日 300 天, 2 班制, 每班 8 小时。

3、产品方案: 《开采方案》推荐通过“***”工艺, 最终产品为***。精矿销往赤峰周边钢铁厂。

(四) 矿区开发总体规划

根据《开采方案》, 拟申请矿区内共发现***天然石英砂(铸型用砂)矿体(层), 矿体编号为***, 为天然石英砂(铸型用砂)矿床。确定矿床总体采用自上而下水平分台阶开采。

《开采方案》设计在北西部“凹型”区域内建设采选工业区、办公生活区及排土场。

采选工业区距离采场边界约***。包含生产办公楼、洗砂脱泥车间、机修间等。办公生活区包含办公室、会议室、宿舍、食堂等。

设计排土场距离采场边界约***, 占地面积 23.2275hm², 分 5 层堆放, 单层高度 10m, 总堆置高度 50m, 容量 946.8 万 m³。根据《勘探报告》, 矿区内需要堆排的剥离物 851.5 万 m³, 考虑 1.25 的松散系数和 1.15 的

压实系数，计算需要排土场容积 925.5 万 m³。设计临时排土场容量 946.8 万 m³，满足矿山剥离物堆放需要。

（五）矿山开采

1、开采矿种

根据《勘探报告》，确定开采矿种为天然石英砂（铸型用砂）。

2、开采方式

拟申请开采区域内共发现一层天然石英砂（铸型用砂）矿体（层），矿体赋存于第四系全新统冲积砂层（***）中，矿体规模大，呈厚层状，形态稳定，产状近水平，适于露天开采。因此《开采方案》确定开采方式为露天开采。

3、开采顺序

根据矿体赋存特点及采用的采矿方法，《开采方案》确定矿床总体采用自上而下水平分台阶开采。

4、开拓运输方案

《开采方案》设计采用露天干湿+湿式开采工艺；区内地下水静水位标高***，设计确定以***作为干湿开采分界线。

设计干式开采矿段（***标高以上）采用公路开拓运输+胶带机运输联合开拓运输方案；湿式开采矿段（***标高以下）采用基坑开拓，管道输送方案。

5、采矿方法

《开采方案》设计总体采用分水平台阶采矿法。区内地下水静水位标高***，地面最高标高***，最低开采标高为***，水下还有***左右资源可供开采。针对以上特点，设计对于静水位标高以上矿体采用露天干式开采，采用公路开拓运输+胶带机运输联合开拓运输方案；对于静水位标高以下矿体采用露天湿式开采，即采用绞吸式挖沙船开采，管道输送工艺。

6、露天采场要素

露天采场最终边帮由台阶高度、台阶坡面角、最终边坡角和安全平台、清扫平台及运输平台等要素组成。影响最终边帮稳定的主要因素有矿岩物理力学性质、地质构造、水文地质条件和开采技术条件及边帮存在的时间等因素。

(1) 台阶高度的确定

该矿层松散，不需要爆破，本次设计在满足安全规范要求的前提下，综合考虑矿石物理性能及机械设备生产能力的发挥，确定台阶高度为***。

(2) 台阶坡面角的确定

该矿区矿石呈松散状分布，属于砂质矿床，该类型矿床的特点是，当人为边坡角度大于矿石安息角时，矿石将会发生滑塌，直到滑塌至边坡角度达到矿石安息角时，边坡达到稳定。所以为了保证边坡的稳定，要求台阶坡面角不大于矿石安息角。

根据《勘探报告》中委托国检测试控股集团北京科技有限公司对矿石物理性能进行测试，水上自然休止角平均***，水下自然休止角平均***。为了保证边坡不发生滑塌，推荐露天采场台阶坡面角水上为***，水下为***。

(3) 安全平台及清扫平台

为了减小台阶局部滑塌对整体边坡的影响，《开发方案》设计留设安全平台和清扫平台，宽度分别为 3.0m 和 8.0m，间隔 2 个安全平台设置 1 个清扫平台。

按照上述原则，设计干式开采矿段(***m 标高以上)设置***共 5 个安全平台，设置***共 2 个清扫平台。

拟申请开采区域内地表最高点位于***号拐点北侧，最高标高***m，拟申请开采区域边界地表最高标高***m，最高剥离点分层剥离（削顶），不形成高于***m 平台。

湿式开采矿段(**m 标高以下)坡面角**,由于矿层底标高起伏不定,最低标高为**m,设计湿式开采底部界限为矿层底板标高。开采结束形成的最终境界具有南北**个坑底,总体上看南侧坑底标高在**之间,北侧坑底标高**左右。

(4) 最终边坡角的确定及分析

根据确定的台阶参数,经境界圈定,露天采场最终边坡角约**。

(5) 最小工作平台宽度

矿山干式开采时采用液压挖掘机装载,汽车运输,采用环形调车方式,确定最小工作平台宽度为**。

矿山转入湿式开采时采用绞吸式挖沙船进行开采,通过适时调整前端绞吸装置的方向及角度进行挖沙。确定最小工作平台宽度为**。

7、最终境界圈定结果

矿山开采境界以申请采矿权矿区范围为界,按照设计参数进行圈定,露天采场最高标高**,最低标高**,最大开采深度**,依据圈定露天采场范围,设计利用资源量(TM+KZ+TD)矿石量为**万吨(**万 m³),剥离量约为**万 m³,平均剥采比约为**m³/m³。

露天开采境界特征表见表 1-6。

表 1-6 露天开采境界特征表

8、开采回采率

《开采方案》设计的开采回采率**。

(六) 选矿工艺

《开采方案》推荐采用**选矿方法,工艺流程为:“**”。生产初期用水来自西侧老哈河,实现湿式开采后生产用水利用矿坑水。此工艺采用物理水洗选矿方式,洗选过程不添加选矿药剂及其他有毒有害物质,选矿废水循环利用不外排。

选矿厂生产能力**万吨/a,最终产品为精矿(成品砂)。全年可产

精矿（成品砂）=***，精矿销往赤峰周边钢铁厂。

尾泥产率***，矿山年产尾泥约***万吨。矿山产生的尾泥主要用于改良土壤。尾泥综合利用率 100%。

（七）开采计划初步考虑

1、前期筹备阶段（2026.1-2026.12）

优先推进采矿许可证等相关证照及用地手续的办理工作，明确办理流程节点、责任分工及所需材料清单，加强与自然资源、生态环境、林业草草、水利等相关部门的沟通协调，确保各项手续合法合规、有序推进，为后续开采作业奠定基础。

结合矿山生产需求，开展矿山基础配套设施建设。包括完善矿区道路、采选系统、供水配电系统、办公生活等核心场地建设，确保生产生活保障到位。同时建立安全生产管理体系，制定各项安全管理制度及应急预案。配备生态修复工作领导小组，明确工作任务及职责分工，确保生态修复工作与矿山建设同步规划、配套实施、有序推进。

拟建场地建设前应先行开展表土剥离工作，剥离过程做好表土分类存放与养护，为后续矿区生态修复储备优质土源。

2、开采阶段（2027.1-2045.12）

根据《开采方案》设计采矿方法为自上而下水平台阶分层开采。考虑本区生态本底脆弱，为最大限度地减少露天开采对矿区及周边环境的扰动，矿山规划拟采取区块化、阶梯式开采模式，首期开采矿区南部矿体，自矿区西侧掘进出入沟，整体由西向南、向东逐步扩展作业面，预计远期开采东部及北部区域。开采时干、湿协同开采，协同推进。年最大采矿规模控制在***万吨以下。

选矿作业与采矿作业同步衔接、紧随推进，实现采选一体化连续作业。选矿尾泥送至拟建排土场集中堆存，最终产品暂存至库房后外售。

本着“采剥并举、剥离先行”的原则，露天采场剥离工作根据开采

进度分区分期实施，剥离工作前置于采掘计划并协同推进，有效减少矿区土体大面积裸露时长与裸露范围，降低水土流失和生态扰动风险。剥离表土、废石应单独分区存放，杜绝混堆混放，保障后续生态修复和综合利用需求。

根据矿山规划，初期剥离废石、选矿尾泥外排至拟建排土场，预计第五年（2030 年）矿山可实现内排，实现内排后，新增废石、尾泥直接内排至露天采场先期开采区域，预计在露天采场西侧逐步形成回填区，回填标高至地表标高，恢复土地利用功能。待矿山终采后，外排废石全部内排至露天采场北侧，以削除北部采场境界突兀感，改善地形地貌景观协调性，恢复土地利用功能。

（八）矿山固体废弃物和废水的排放量及处置情况

1、固体废弃物

本矿为探转采新建矿山，现状无固体废物堆存。未来生产期间排弃的固体废物主要包括采矿剥离废石、洗选尾泥及生活垃圾。

（1）采矿剥离废石排放及处置情况

1) 《开采方案》设计剥离物排放情况

根据《勘探报告》，第四系全新统风积层厚度约***，平均厚度***，矿体局部见有夹层。拟申请矿区境界内剥离覆盖层为***，平均剥采比***。按***的松散系数和***的压实系数计算需要排土场容积***万 m³。《开采方案》设计在矿区外中部丘陵区拟建一处排土场，剥离废弃物顺坡堆存，占地面积约 23.2275hm²，预计形成 5 层台阶，单台阶高度约 10m，总堆置高度约 50m，设计容量约***万 m³，满足剥离物堆存需求。

2) 矿山实际剥离工作

由于《开采方案》设计的剥离量包含表土及废石，且未对表土、废石分类、分区存放位置进行细化，所设排土场有效容积包括表土及废石总量。为保护表土作为后期治理所需土源，设计露天采剥作业前，先行

对其表土进行单独剥离并集中保存。同时，对各拟建场地建设前也应先行对其表土进行单独剥离并集中保存。

根据矿山开采初步考虑，预计近期可实现内排，《开采方案》所设排土场（约 23.2275hm²）除用于存放外排废石外仍有富余，亦能满足表土及尾泥堆存需求。为减少对土地资源的征占，矿山规划利用《开采方案》拟建排土场位置北部区域（约 6hm²）单独存放表土，后文场地命名为拟建表土存放场；南部剩余区域（约 17.2275hm²）集中堆存废石及尾泥，后文场地命名沿用拟建排土场。

3) 表土

①表土剥离

根据矿区土壤实地调查，土壤类型为砂壤土，经长期人为治沙干预，地表植被较发育，土壤腐殖层厚度约 30~50cm。为有效保留表土中的有机质和微生物，确保后续土地复垦质量，剥离深度平均按 40cm 进行计算。

本着“采剥并举、剥离先行”的原则，基建期间，拟建采选工业区、拟建排土场、拟建办公生活区、拟建矿区道路等场地建设前剥离表土集中堆存在拟建表土存放场。开采期间，本着“采剥并举、剥离先行”的原则，露天采场表土剥离工作将根据生产进度分期实施，并集中堆存至拟建表土存放场内。

预计矿山剥离表土总工程量约 697837m³。各场地剥离表土量见表 1-7。

表 1-7 表土剥离量统计表

②表土存储计划

随着矿山开采，表土随时堆存、随时被利用，一直处于动态变化中，暂按最大堆存量进行预估。矿山规划利用《开采方案》拟建排土场北侧区域（约 6hm²）存放表土，设计分 2 层台阶堆放，单层高度不超过 10m，堆坡角控制在 25° 以下，有效容积约 720000m³，能够满足表土存放需求。实际堆存过程中，表土逐步增加，应保证表土集中堆存，及时绿化养护。

至矿山终采后，场内表土如有剩余，则就地整平，全面复垦。

4) 废石

①废石剥离

《开采方案》剥离覆盖层(含表土、废石)总量约 8514997m^3 (约 851.5 万 m^3)，本方案设计将表土单独剥离收集、存储，经重新估算，露天采场剥离废石量=剥离物总方量 8514997m^3 -露天采场表土剥离量 $617880\text{m}^3=7897117\text{m}^3$ 。

②废石排放计划

外排计划:

根据《开采方案》及矿山规划，矿山基建期 1 年，预计第二年（2027 年）生产即达产，预计第五年（2030 年）可完全实现内排。预估生产期前三年总剥离面积约 24.39hm^2 ，产生废石总量约 1246914m^3 ($415638\text{m}^3/\text{年}$)，产生的选矿尾泥总量约 121200m^3 ($40400\text{m}^3/\text{年}$)。矿山完全实现内排前产生的废石、尾泥将全部排放至界外排土场。矿山规划利用《开采方案》拟建排土场南侧区域 (17.2275hm^2) 存放废石及尾泥，设计分 2 层台阶顺坡排放，单层高度不超过 10m，堆坡角控制在 25° 以下，有效容积约 2060000m^3 ，能够满足外排废石、尾泥堆存需要。

内排计划:

根据矿山规划，预计第五年（2030 年）可完全实现内排，第四年开采结束可形成采坑规格为：东西向宽度约 300~700m，南北向长度预计约 300~500m，采场坑底南北向长度不小于 150m，形成坑底面积约 6.5hm^2 。

经估算，矿山每年内排废石量约为 415638m^3 ，每年内排尾泥量约为 40400m^3 。第五年（2030 年）剥离废石、选矿尾泥直接内排至采坑，自采区西侧向南、东方向分台阶排放，台阶设置与露天采场边坡平台相一致，最终排至地表标高(约 435m)，平均排放高度约 52m，最终边坡角控制 23° 以下，经估算预计第五年（2030 年）内排废石占地面积约 1.6hm^2 。

后续年开采推进工作面约 $8\sim 10\text{hm}^2$ ，年内排废石、尾泥占地面积约 $1.6\sim 2\text{hm}^2$ ，即能满足开采作业需求，也可满足内排作业需求。

综上，露天采场第五年（2030 年）内排废石、尾泥占地面积不超过当年已形成采场面积的 $1/4$ ，故正常生产第五年（2030 年）可完全实现内排。后续采场推进工作面满足内排需求。

注：矿山内排时序为开采前初步考虑，受实际生产进度不确定性影响，实际内排可能延后。为满足后期废石临时周转利用，矿山将外排土场按永久用地征占，场地服务于整个生产期间。本方案根据矿山规划，暂按生产期第 4 年（2030 年）实现内排设计过渡治理。矿山根据实际生产进度应及时对达到堆存高度的稳定结构面进行覆土、土壤培肥、绿化固土。矿山终采闭坑后，对外排废石、尾泥全部清运，作为露天采坑回填物源，综合利用率 100%。

回填区：根据上文，预计外排 3 年废石量约为 1246914m^3 ，外排 3 年尾泥量约为 121200m^3 ，合计外排量废石及尾泥量约 1368114m^3 。则直接内排废石总量约 6650203m^3 ，直接内排尾泥总量约 638800m^3 ，合计废石及尾泥直接内排量约 7289003m^3 。随着开采工作面推进方向，内排废石及尾泥优先回填于露天采场西部，由西向南、东逐步排放。预计在采坑西部形成长（南北向）约 600m、宽（东西向）约 200~580m、面积约为 23.3622hm^2 的内排回填区，回填标高至地表标高（约***标高），回填区东侧边坡将形成***共 5 个台阶与露天采场台阶相衔接。

矿山终采后，外排废石、尾泥（合计 1368114m^3 ）全部回填至露天采坑北部，以削除北部边界突兀感，改善地形地貌景观协调性。预计在采坑北部形成长（东西向）约 260m、宽（南北向）约 150~230m、面积约为 5.2119hm^2 的内排回填区，回填标高至地表标高（约***标高），回填区东侧边坡将形成***共 6 个台阶与露天采场台阶相衔接。

最终内排废石、尾泥：

综上，预计矿山终采后将形成回填区总面积约 28.5741hm^2 ，所需回填物源约 8657117m^3 。废石 (7897117m^3)、尾泥 (760000m^3) 可全部综合利用，利用率 100%。

(2) 洗选尾泥排放及处置情况

《开采方案》设计该矿选矿精矿产率约***，设计生产规模按***万吨计算，年产尾泥约 6.31 万吨（容重按 $1.56\text{t}/\text{m}^3$ 计，折合约 4.04万 m^3 ）。总服务期内累计尾泥排放量约 118.7 万吨（折合约 76万 m^3 ），年排放尾泥量约 40400m^3 。

根据矿山实际，预计生产期前三年产生的尾泥量约 121200m^3 ，矿山规划利用《开采方案》拟建排土场南侧区域 (17.2275hm^2) 存放尾泥及废石，设计分 2 层台阶排放，单台阶高度不超过 10m，有效容积约 2060000m^3 。能够满足外排废石及尾泥排放需求。待采场实现内排后，产生的尾泥直接内排至露天采坑。

矿山终采后，外排尾泥作为回填物源综合利用用于露天采场回填治理，综合利用率 100%。

尾泥主要成分为粉砂及粘土，砾石含量极少，粉砂粒径多小于***，堆积密度较低（通常***），易形成胶体结构，化学成分主要为 SiO_2 。根据矿山提供，选矿方式采用物理洗选，选洗过程不添加有毒有害物质及化学药剂，不会改变尾泥的理化性质，参照同类矿山，该类洗选尾泥属于一般工业固体废物。根据《一般工业固体废物用于矿山采坑回填和生态恢复技术规范》（DB15/T 2763-2022）：“采坑回填和生态恢复可选用第 I 类一般固体废物，或按照 HJ557 规定方法获得的浸出液 pH 值在 6~9 范围之外、但经预处理后 pH 值控制在 6~9 范围内的一般工业固体废物，包括尾矿、废石”、“利用第 I 类一般固体废物如矿山尾矿及废石可在原矿开采区的矿坑中直接回填”。矿山利用尾泥、废石回填露天采坑应保障回填物源符合《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》

(GB18599—2020)要求,且有机质含量、水溶性盐总量均小于 2%,回填结束后及时复垦,避免对水土环境造成污染。

综上所述:根据矿山采掘计划及生产需求,对产生固废的排放情况重新进行了分析。①《开采方案》拟建排土场用于存放剥离物(含表土及废石),但未对表土、废石分区存放位置进行细化。矿山规划利用《开采方案》所设排土场北部区域(约 6hm²)单独存储表土;南部区域(约 17.2275hm²)用于堆放外排废石、尾泥。以上场地为永久占地,服务于整个生产期。②矿山计划于近期可实现内排,《开采方案》所设拟建排土场有效容积能够满足外排废石、尾泥、及表土存放要求,不另征占土地。③矿山实现内排后,将对拟建排土场进行过渡治理,恢复植被,至矿山终采后,场内废石及尾泥将全部清运,作为露天采坑不规整边坡回填物源,综合利用率 100%。

(3) 生活垃圾排放及处置情况

本矿山为新建矿山,现状无生活垃圾。

未来矿山正式开采后预计劳动定员 120 人,生活垃圾产生量按 0.5kg/人/天测算,年工作 300 天,每年产生垃圾约 18t,密度按 1.5t/m³ 计算,则产生垃圾量 12m³,生活垃圾经集中收集后统一送环卫部门指定地点处理处置。

2、废水

本矿山为新建矿山,现状无废水外排。未来开采产生的废水主要为矿坑水、洗选废水及生活污水。

(1) 矿坑水

矿坑水主要接受大气降水直接落入、露天采场外部流域汇水以及第四系孔隙潜水充水补给。根据《勘探报告》,矿体开采至最低赋存标高的矿坑正常涌水量为***m³/d,最大涌水量为***m³/d。

由于部分矿体位于平均静水位标高(***)以下,《开采方案》设计

静水位（***）以下矿体采用湿式开采，矿坑水主要用于采矿、选矿、地面降尘及绿化用水等，不疏干外排。

（2）选矿废水

《开采方案》推荐采用***选矿方法，工艺流程为：“***”。根据矿山提供，该选矿过程为物理水洗，不添加有毒有害物质及化学药剂，选矿废水经收集、沉淀处理达标后循环利用，不外排。

（3）生活污水

未来矿区劳动定员约 120 人，生活用水定额按 80L/（人·d）计算，则每天生活用水量约 9.6m³/d，约产生 7.68m³/d 生活污水，生活污水排入防渗旱厕沤肥，不外排。

（九）矿山工程布局

根据《开采方案》，将拟建露天采场、拟建采选工业区、拟建排土场、拟建办公生活区、拟建矿区道路。设计工程布局如下：

1、拟建露天采场

拟建露天采场形状不规则，地表尺寸约***m，坑底尺寸约***m，占地面积为 154.47hm²。设计采用露天干湿+湿式开采工艺，采矿方法为自上而下水平分台阶开采，预计露天干式开采矿段（410m 标高以上）形成***共 5 个安全平台，m 共 2 个清扫平台。安全平台和清扫平台宽度分别为***m 和***m，台阶高度***m，水上（***）台阶坡面角***°，水下（***以下）台阶坡面角***°，最终边坡角约***°。由于矿层底标高起伏不定，最低标高为***m，湿式开采底部界限为矿层底板标高，开采结束后，最终境界内将形成南北***个坑底，南侧坑底标高在***m 之间，北侧坑底标高在***m 左右。

2、拟建采选工业区

位于矿区外北西部“凹型”区域，服务于整个生产期间，场内拟建库房、洗砂脱泥车间、备品备件库、成品砂临时堆场、尾泥临时堆场等。

总占地面积 2.0513hm²。

3、拟建排土场

位于矿区外北西部“凹型”区域，服务于整个生产期间，主要用于堆存剥离物，场地面积约 23.2275hm²，拟分五层堆放，单层高度 10m，总堆置高度 50m，设计容量约 946.8 万 m³。

注： 矿区位于科尔沁沙地南缘、老哈河右岸沙化土地生态脆弱区，考虑矿山露天开采生产服务期较长，为减少采矿活动对周边生态环境的影响，根据矿山生产实际，预计近期可实现内排，则外排废石量远小于《开采方案》设计排放量，该场地有效容积除满足废石堆放外，也可满足表土及尾泥堆放要求。

②《开采方案》拟建排土场用于堆存整个服务期采矿剥离物，但未对表土、废石分区堆放位置进行细化。为减少征占土地资源，矿山规划利用《开采方案》拟建排土场位置北部区域（约 6hm²）单独存放表土，场地命名为拟建表土存放场；南部剩余区域（约 17.2275hm²）集中堆存废石及尾泥，场地命名沿用拟建排土场。

③本方案后续将按照拟建排土场、拟建表土存放场两个场地进行评价，后文不再赘述。

4、拟建办公生活区

位于矿区外北西部“凹型”区域，场地内拟建办公室、食堂、宿舍、停车场等，场地面积约 0.2505hm²。服务于整个生产期间，

5、拟建矿区道路

拟建矿区道路连接露天采场、各地面单元至外部道路，拟建道路长度约1150m，预计宽度约4m，场地面积约0.4600hm²。露天采场内部开拓运输道路主要利用采场边坡平台及坑底平台，且随着开采进度随时调整，并与露天采场面积重叠，因此不单独统计。

《开采方案》设计工程布局见图 1-4。

图 1-4 《开采方案》设计工程布局图

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

拟申请矿区地处科尔沁沙地南缘，老哈河冲积平原边缘沙质坨沼区，区内地势开阔，总体地势为东高西低。矿区最高海拔高度***，位于矿区中部，最低海拔高度***，位于矿区西部，最大相对高差约***，整体地形较为平坦，地形坡度***。

(二) 地貌

拟申请矿区地处科尔沁沙地南缘，地貌类型属于风积沙地地貌（I-1），区域内间杂分布丘陵（I-2）微地貌。矿区地层岩性多为第四系风积石英粉砂，长期受风力侵蚀、搬运与沉积等作用影响，地表形成大片低矮沙丘，局部存在小型“风蚀浅坑”，绵延起伏。伴随着区域农牧业活动、人工治沙工程的实施，地表植被逐渐恢复并形成有效覆盖。 见照片 2-1。

照片 2-1 矿区内风积沙地地貌（I-1）

照片 2-2 矿区外丘陵微地貌（I-2）

二、气象

本区属于中温带半干旱大陆性季风气候，其特点是冬季长而寒冷；春季干旱多大风；夏季短促炎热、降水集中；秋季气温下降快，霜冻降临早。根据收集的敖汉旗 2016-2025 年气象统计资料，多年平均气温 6.5℃，最冷月 12 月，月平均最低气温-20℃，极端最低气温-30.7℃，最热月 7 月，月平均最高气温 28.0℃，极端最高气温达 39.7℃，多年平均降水量为 398.0mm，降水多集中在年内的 6、7、8、9 月份，占全年降水量的 70%左右。年蒸发量 2000~2600mm，多年平均蒸发量为 2294.87mm。冰冻期由每年的 10 月下旬至翌年 4 月初，最大冻土层深度为 1.56m，无霜期为 130~150 天。日照时数在 2750~3020 小时之间，平均日照时间为 2971.6 小时，全年盛行西

北、西南风，多集中于 3~5 月，月平均风速 3.2-4.2m/s，最大风速可达 31m/s。近十年降水量统计见图 2-1 及表 2-1。

表 2-1 敖汉旗近十年年降水量统计表(2016 年~2025 年)

图 2-1 敖汉旗近十年年降水量统计柱状图

三、水文

拟申请矿区位于老哈河流域中下游，西距老哈河约***km，矿区处于老哈河水文地质单元的补给径流区, 矿区及附近无其他常年性地表水体。

老哈河属西辽河流域，源起于河北省平泉县柳西川，从赤峰市宁城县右北平镇入内蒙古赤峰市境内，向东北流经赤峰市东南部（喀喇沁、元宝山、松山区、敖汉），在翁牛特旗新苏莫苏木以东与奈曼旗交界处，与西拉木伦河合流为西辽河南源。老哈河总流域面积***km²，全长***km，河道平均比降为***‰。其中敖汉旗境内流域面积***km²，该段河道长度约***km、平均比降为***‰，多年平均径流量 ***m³/s。

拟申请矿区地处老哈河流域中下游，附近河段受上游红山水库的截流拦蓄及农业灌溉用水影响出现断流，河道干涸，年断流时间持续***个月左右，仅在局部河段存在地表径流。在雨季暴雨过后局部出现洪流，据调查最大水深***m，洪水流量约***m³/s，历史最高洪水位标高***m。淹没范围顺河谷谷底呈条带状分布，面积不大，雨后***h便消失。矿区西约***km处的老哈河河谷地段为当地最低侵蚀基准面，标高为***m。

矿区总体地势东部高西部低，地形开阔，地表水体不发育，区内石英砂层渗透性较好，在雨季或暴雨时段，雨水汇于低洼处自然下渗，少量以坡面径流方式由东向西排出矿区，汇入矿区西侧老哈河。

图 2-2 矿山所在区域地表水系分布图

四、植被

（一）植被类型

本区位于敖汉旗西北部，科尔沁沙地南缘，老哈河右岸。根据遥感影像数据显示，矿山所在区域沿河两岸植被较为发育，且分布有大面积农田。

据调查，区域植被以干旱半干旱草原植被为主，主要优势种为沙蒿、披碱草、羊草等多年生草本植物。在地势较低、水分条件较好的区域，可见零星分布的锦鸡儿、沙柳、沙棘等灌木。居民点周边集中分布有人工乔木林地，主要为杨树、松树等。农作物主要为谷类、豆类、薯类等。区域植被覆盖影像见图 2-3。

图 2-3 矿山所在区域地表植被覆盖影像图

矿区内植被群落呈现出典型的干旱半干旱沙区群落特征，群落结构层次分明，由乔木、灌木和草本植物共同构成。其中，乔木为人工栽植防护林，保护等级为***级，集中分布于矿区东南部及西部，树种以适应性较强的高大杨树为主，郁闭度约 40%；灌木主要伴生在草地中，分布较为稀疏，可见沙棘、柠条、沙柳、锦鸡儿等耐旱耐贫瘠种类；草本植物广泛覆盖于地表，以耐旱型沙蒿、披碱草、羊草等物种为主，物种组成相对丰富。本区植被群落具备较强的防风固沙功能，群落稳定性良好，生态系统自身抗干扰能力较强。但受当地放牧活动的持续影响，低矮灌木及草本植被长势受到限制，局部区域可见裸露沙地。（见照片 2-3、照片 2-4、照片 2-5）。

照片 2-3 矿区人工乔木植被
照片 2-4 矿区灌木植被
照片 2-5 矿区草本植被

(二) 植被覆盖度

植被覆盖度可用于定量分析评价范围内的植被现状。本方案采用归一化植被指数法估算植被覆盖度。根据《全国生态状况调查评估技术规范—生态问题评估》（HJ1174-2021），归一化植被指数法主要是通过对各像元中植被类型及分布特征的分析，建立植被指数与植被覆盖度的转换关系。归一化植被指数（NDVI）估算植被覆盖度的公式如下：

$$F_C = \frac{(NDVI - NDVI_{soil})}{(NDVI_{veg} - NDVI_{soil})}$$

式中： F_C —所计算像元的植被覆盖度；

$NDVI$ —所计算像元的 $NDVI$ 值；

$NDVI_{veg}$ —纯植物像元的 $NDVI$ 值；

$NDVI_{soil}$ —完全无植被覆盖像元的 $NDVI$ 值。

本次以***数据作为数据源进行计算。将本区植被覆盖度划分为***五个级别。解译范围覆盖矿区及周边采矿活动可能影响区域，约 234.696hm²。

根据遥感解译数据显示，解译范围内植被覆盖度 20-30%占比最大，约为 48.46%；覆盖度 10%-20%、30-40%的次之，占比分别为 19.9%、25.04%，覆盖度<10%的占比不足 10%，覆盖度>40%的不足 1%。综合植被覆盖度约 30%。见图 2-4、表 2-2。

表 2-2 现状矿区及采矿活动影响区域植被覆盖度
图 2-4 矿区及采矿活动影响区域植被覆盖度图

五、土壤

（一）土壤类型

矿区土壤类型为砂壤土，成土母质为风积物，主要由石英及少量长石和暗色矿物组成。根据矿区土壤剖面显示，腐殖层厚度约 30~50cm，呈浅褐色，弱块状结构，含少量植物根系。母质层深厚，呈浅白色，单粒结构，松散状构造，通体为砂土，仅含少量深根植物根系。

根据《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》(GB/T 43935-2024)，矿山开采前应对矿区各土地利用类型至少布设 1 个土壤环境背景监测点，以查清本区土壤环境背景条件。经调查，矿区及周边可能影响区域土地利用类型包括林地、草地、交通运输用地（农村道路）、其他土地（沙地），考虑矿区土地未来利用情况及监测点代表性，***，矿山委托***对矿区及周边未受扰动的林地、草地区域各布设 1 个土壤背景检测点进行取样检测，并出具《敖汉旗龙兴国有资本运营（集团）有限责任公司敖汉旗康家营子矿区天然石英砂(铸型用砂)矿土壤、地下水检测项目委托检测》（***）。

根据检测结果显示，矿区林地、草地区域土壤 pH 值呈弱碱性，有机质

含量中等，氮含量偏低，微量元素相对丰富，保肥能力较弱，适合耐旱、耐贫瘠的沙生植物生存。土壤检测点布设位置见图 2-5，矿区土壤理化性质及养分含量检测结果见表 2-3。

表 2-3 现状土壤理化性质及养分含量检测结果表

图 2-5 现状土壤理化性质检测点位分布图

（二）土体构型

矿区土体构型属于典型的 A-C 型简单构型，未形成明显的淀积层（B 层），腐殖质层（A 层）与母质层（C 层）之间无清晰的形态分异，颜色、结构的过渡较为平缓。受本区土体构型限制，地表植被以沙生植被为主，且植被根系多集中在 A 层获取养分，深根植物虽可穿透 C 层利用深层水分补给，但仍易受风沙侵蚀干扰。

矿区土体构型典型剖面图见照片 2-6。

照片 2-6 矿区土体构型典型剖面图

（三）土壤侵蚀

本区所在风积沙地区，土壤侵蚀以风蚀为主，水蚀仅为季节性辅助类型。由于砂壤土质地松散，A-C 构型的土体缺乏黏粒胶结，风蚀厚度约 ***mm/a，植被覆盖度较高区域风蚀模数为***t/(km²·a)，局部裸地风蚀模数可达*** t/(km²·a)，风力侵蚀强度处于轻度-中度水平。长期侵蚀形成风蚀洼地、沙垄等微地貌。

矿区整体植被覆盖度约 30%，现状风蚀模数约***t/(km²·a)左右。未见明显水蚀现象。

第二节 社会经济概况

一、区域（旗/县、乡）社会经济概况

（一）敖汉旗

“敖汉旗康家营子矿区天然石英砂(铸型用砂)矿”位于赤峰市敖汉旗古鲁板蒿镇康家营子村及东哈拉勿苏村交界处，行政区划隶属于敖汉旗古鲁板蒿镇管辖。敖汉旗位于内蒙古赤峰市东南部，西与赤峰市松山区、元宝山区相连，北与翁牛特旗隔河相望，南与辽宁省毗邻，东与通辽市接壤，是内蒙古距离出海口最近的旗县，是东北经济区的重要组成部分。截至***年末，敖汉旗户籍人口***万人，常住人口***万人，城乡常住居民人均可支配收入分别达到***元、***元。

敖汉旗地处科尔沁沙地南缘和燕山山脉向松辽平原过渡地带，是京津冀地区和环渤海经济圈重要生态屏障。近年来，敖汉旗坚持“生态立旗”基本旗策不动摇。依托京津风沙源治理、“三北”防护林、退化林分改造等重点生态工程项目，在赤峰市委市政府的工作部署安排下，敖汉旗提前动手，超前谋划，大力推进科尔沁沙地治理工作。根据敖汉旗 2026 年政府工作报告，***年全旗完成营造林***万亩、种草改良***万亩，实施黑土地保护性耕作***亩，沙地治理***万亩。成功创建“全国生态文明建设示范区”称号，为筑牢北方重要生态安全屏障贡献敖汉力量。

（二）古鲁板蒿镇

古鲁板蒿镇，地处敖汉旗北部，东与敖润苏莫苏木、长胜镇、敖汉种羊场交界，东南与玛尼罕乡相连，南与萨力巴乡相邻，西南与松山区接壤，西、西北与翁牛特旗乌敦套海镇、阿什罕苏木隔老哈河相望，北与敖润苏莫苏木毗邻。古鲁板蒿镇行政区域面积***km²。下辖古鲁板蒿、山嘴、白家店、八家、西湾子、孤山子、李家营子、新兴、东哈拉勿苏、康家营子、周家地、东他拉 12 个行政村。截止***年末，总人口约***万人。镇内耕地资源丰富，耕地达***万亩，人均耕地约***亩，农业人均收入约***万元。

过去的古鲁板蒿是有名的沙窝子，从 20 世纪 50 年代开始，古鲁板蒿人民拉开了抗击风沙的帷幕。经过几十年的艰辛努力，全镇林木总面积达***万亩，人工种草***万亩。过去的“沙窝子”，如今已变身为林海与湿

地交织的生态屏障。创造出“人进沙退、绿进沙退”的绿色奇迹。特别是党的十八大以来，古鲁板蒿镇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，统筹推进山水林田湖草沙一体化保护和系统治理，依托“三北”防护林建设、京津风沙源治理、退耕还林还草等国家重点生态工程项目，持续加大沙地治理力度，做到系统治理、源头治理、综合治理相协同。随着沙地综合治理力度的不断加大，古鲁板蒿镇利用沙、水、光、热等资源，发展种植业、养殖业、生态旅游业，实施农牧林综合经营，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，推进沙区综合治理利用与开发的新路子。2024年，敖汉旗多部门联合在古鲁板蒿镇实施“党建红、检察蓝、生态绿、乡村美”千亩精品治沙工程，把沙棘树作为改造的优选树种。此举在防风固沙、改善生态方面起着重要作用，还能为当地百姓带去实实在在的经济收益。

二、矿区社会经济概况

拟申请矿区所在行政村康家营子村、东哈拉勿苏村，位于古鲁板蒿镇北部，老哈河右岸，区内地势平缓开阔，土壤肥沃且水源充沛，依托老哈河的天然滋养，区域内植被较为发育，生态系统完整性较强。得天独厚的地势条件不仅削弱了风沙等自然灾害影响，更让该区域具备了良好的生态自我修复能力，为区域生态保护奠定了坚实基础。

康家营子村总面积约***万亩，约***户，户籍人口约***人，农业人口***人，其中耕地面积***亩，人均耕地约***亩，人均可支配收入约***万元。东哈拉勿苏村总面积约***万亩，约***户，户籍人口约***人，农业人口***人，其中耕地面积***亩，人均耕地约***亩，人均可支配收入约***万元。

距离矿区最近的自然村为矿区西北约***处的西哈拉勿苏、及矿区西南

约***处的庙上、庙下。居民以农牧业、养殖业为主。粮食作物主要有谷子、水稻、小麦、高粱、马铃薯等。经济作物有中药材、葵花籽等。

区内矿产资源主要为天然石英砂，矿业开发为地方经济注入了经济活力，使产业结构较为单一的状况有所改观，逐渐成为当地经济发展的重要支柱，是当地政府主要财政收入之一，同时也给当地群众增加了就业机会和收入，极大促进了地方经济的发展。矿区附近劳动力相对充足。项目建设所需钢筋、水泥、砖瓦砂石等建材均可在敖汉旗境内购买。

供电：电力由东北电网提供，可满足矿山生产、生活用电需要。

供水：矿区生活用水可利用矿区北侧西哈拉勿苏村居民水源井，单井涌水量约***；生产初期（干式开采阶段）生产用水可自老哈河取水或附近居民水源井取水。进入湿式开采阶段，生产用水可利用矿坑涌水。生产、生活用水能够满足矿山用水需求。

通讯：移动通讯网络已经覆盖矿区，通讯方便。

三、人文环境

经调查，矿区及周边无地质遗迹、文物古迹、古村落、历史文化保护地、风景名胜地等生态敏感保护区域。

第三节 矿区地质环境背景

一、地层岩性

（一）区域地层

本区地层区划：古生代属华北地层大区(***)，内蒙古草原地层区(***)，赤峰地层分区(***)。

中、新生代属滨太平洋地层分区(***)，大兴安岭—燕山地层分区(***)，乌兰浩特—赤峰地层小区(***)。

区域出露地层主要为二叠系下统大石寨组(***)，侏罗系上统玛尼吐

组(J₃mn), 白垩系下统白音高老组(***) , 第四系全新统冲积层 (***)、风积层 (***) 。

表 2-4 区域地层简表

(二) 矿区地层

拟申请矿区出露地层单一, 为第四系全新统风积层 (***) , 中部石质丘陵区域可见二叠系下统大石寨组 (***) 地层。在风力作用下, 地表形成沙丘、沙陇地貌、小型风蚀漏斗浅坑, 绵延起伏, 呈圆形或椭圆形, 地势低洼, 属于沙丘地貌特征。全新统风积层以下为全新统冲积层 (***)、全新统湖积层 (***)、二叠系下统大石寨组 (***)。地层由老至新叙述如下

1、古生界

二叠系下统大石寨组 (***) : 主要分布在矿区中部石质丘陵区域, 多被第四系风积层覆盖, 出露范围较小, 倾向南东, 倾角***° 左右。岩性为含角砾流纹质熔岩: 风化面浅灰色, 新鲜面灰色。含角砾凝灰结构, 块状构造。主要组成为火山碎屑、火山灰及少量角砾。火山碎屑以岩屑及晶屑为主, 约占***%; 角砾成分为流纹岩, 多呈次棱角状, 大小在 ***mm, 含量***%, 胶结物为火山灰, 约占***%。

2、新生界

第四系全新统湖积层(***) : 在拟申请矿区内地表未见出露, 埋藏于***m 以下, 岩性为浅灰黄色粘土及少量粉质粘土。

第四系全新统冲积层(***) : 在拟申请矿区内地表未见出露, 为河成型沉积石英砂层, 矿区内该层分布广, 厚度大, 是天然石英砂(铸型用砂) 赋矿层位。石英砂层呈水平层状产出, 层理发育, 颜色为浅白色, 细粒状结构, 松散状构造。主要矿物成分为: 石英及少量长石和暗色矿物, 粒径***mm, 为中细粒砂, 自上而下粒度无明显变化, 矿物颗粒粒径沿长轴和短轴方向变化不大, 分选性磨圆度均较好。石英砂粒呈浅烟色, 透明一半透明状, 油脂光泽, 颗粒为次圆~浑圆状, 含量***%左右; 斜长石砂粒呈白

色，玻璃光泽，长石颗粒含量***%左右。其它及暗色矿物颗粒含量小于***%。区内钻孔控制冲积砂层最小埋深***m，最大埋深***m。

第四系全新统风积层（***）：广泛分布于冲积平原之上，在矿区分布广泛。岩性主要为浅黄白色风积粉砂、粉砂土及少量腐殖土，粉砂主要由石英及少量长石和暗色矿物组成，呈浅白色，粉砂状结构，松散状构造。粉砂粒径一般小于***mm，磨圆度较好。石英砂粒呈浅烟色，透明一半透明状，油脂光泽，颗粒为次圆至浑圆状，含量约***%。斜长石砂粒呈白色，玻璃光泽，含量约***%。其它细粉及暗色矿物含量约***%。具不同程度的次生铁染，见水平与斜交层理，多以沙垅、沙丘状形成特有的风积地貌形态，厚度变化大，控制厚度***m，平均厚度***m，随古地形及现有地表形态而变化。

二、岩浆岩

（一）区域岩浆岩

区域上多处小面积侵入岩体，主要以白垩纪花岗斑岩、细晶岩、石英斑岩为主。

1、白垩纪花岗斑岩（***）

岩石呈浅肉红色，斑状结构不均匀，蚀变较弱。斑状结构，块状构造。斑晶主要由钾长石、斜长石、石英组成，可见聚斑晶形态，粒度***mm。钾长石***%，呈半自形板状-它形粒状分布，其类型主要为正长石，均已不同程度高岭土化；斜长石***%，含量较少，呈半自形板状-它形粒状分布，其类型主要为更-中长石；石英***%，呈它形粒状分布，具熔蚀特征，有时见***%的角闪石-黑云母。

2、酸性岩脉（***）

区域内脉岩不发育，仅在二叠系下统大石寨组一段蚀变安山岩中有出露，一般沿裂隙贯入，其方向以北东向为主，长***m，宽***m。

（二）矿区岩浆岩

拟申请矿区内未见岩浆岩。

三、地质构造

（一）区域构造

区域地层受第四系覆盖及岩浆岩侵入影响，各时代地层出露不完整，根据地层产状分析，区域褶皱构造表现为一单斜构造，总体走向北东，倾向南东，倾角一般***°。

区域内未见断裂构造。

（二）矿区构造

拟申请矿区内未发现褶皱和断裂构造，大部为第四系全新统风积层覆盖，仅在矿区中部及东南侧丘陵区见少许基岩出露，未见构造运动。

四、区域地壳稳定性

（一）新构造运动

矿区内新构造运动痕迹不发育，地表第四系风积、冲积、湖积地层产状平缓、层理完整，无构造扰动、错动变形特征，地貌以风积沙丘、平缓冲积平原为主，地形起伏均匀，无新构造运动形成的陡坎、断层崖、褶皱隆起等微地貌标志。

（二）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***，反应谱特征周期为***，比照Ⅱ类场地地震动峰值加速度与地震烈度对照表，地震烈度为Ⅵ度。

综合新构造运动与地震活动特征，本区域地壳属基本稳定区。

五、水文地质

（一）区域水文地质条件

根据《勘探报告》，区域地下水按其含水层岩性及赋存条件可分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水二种类型：

1、松散岩类孔隙水

①河谷平原孔隙潜水：主要分布于老哈河河谷一级阶地及河漫滩，南西～北东向展布，呈条带状发育，含水层岩性由全新统冲积砂、砾砂及卵石组成，含水层厚度一般***m，水位埋深***m，单井涌水量大于***m³/d，局部单井涌水量***m³/d，富水性较好至中等，水化学类型为 HCO₃-Ca 型，矿化度小于***g/L。

②风积沙地孔隙潜水：分布于河谷平原两侧风积沙地区域，含水层岩性为第四系粉砂、细砂，含水层厚度一般***m，水位埋深大于***m，单井涌水量小于***m³/d，水化学类型为 HCO₃-Ca 型，矿化度<***g/L，富水性差，因气候干燥，地势较高地段透水不含水，渗透性好，为下部含水层渗透补给区。

(2) 基岩裂隙水

主要分布于区内剥蚀残山地段，含水层岩性为安山岩、凝灰岩、花岗岩斑岩，风化裂隙主要分布于基岩上部，其顶部覆盖残坡积砂土、粉质粘土，或出露于地表，风化裂隙发育，基岩风化带厚度一般***m，局部可达上百米，接受大气降水的补给形成风化裂隙水，主要储存在地形低洼、风化带较厚的地区，而地势较高地段透水不含水。风化裂隙水水位埋深因地而异，一般大于***m，水位随季节变化影响明显，单井涌水量小于***m³/d，富水性差，水化学类型为 HCO₃-Ca 型，矿化度<***g/L。

根据《勘探报告》，2025 年 6 月对矿区水文孔（ZK3-2）及周边民井***（井深***m，水位埋深***m、单井涌水量***m³/d）揭露的第四系松散岩类孔隙水进行水质分析。根据水质分析结果显示，各项指标均符合《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准限值要求。

表 2-5 矿区及周边地下水分析结果评价表 单位:mg/L
图2-6 水质检测点位分布图

（二）矿区水文地质条件

矿区位于老哈河河谷冲积平原边缘的风积沙地区域，区内地势开阔，海拔高程***m, 相对高差***m, 地表主要由小型的垄状沙丘、沙地及丘间洼地组成，形成特有的风成堆积地形。矿区西约***km 处的老哈河河谷地段为当地最低侵蚀基准面，标高为***m。

矿床水文地质条件主要受地形地貌、岩性、气象及水文等多种因素控制，矿区处于老哈河水文地质单元的补给径流区，区内地形开阔，坡度舒缓，第四系石英砂层孔隙发育，有利于大气降水的渗入补给。区内矿体属厚层状石英砂矿体，产状近水平，在区内分布广泛，由钻孔控制，赋矿标高***m, 最大埋深***m, 部分赋存于当地最低侵蚀基准面以下。区内地下水静水位标高***m, 地势低洼地段厚度较大的石英砂矿位于地下水静水位以下，附近无常年性地表径流及水体，植被不发育，大气降水为矿床地下水的主要补给来源。

1、矿区含水层划分及特征

拟申请矿区地下水含水层分为第四系松散岩类孔隙潜水含水层和基岩裂隙含水层，现分述如下：

（1）第四系松散岩类孔隙潜水含水层

该含水层在矿区内地势低洼或第四系松散层较厚地段分布，含水层岩性为第四系全新统浅白色石英砂，粒径多***mm, 分选磨圆较好，砂粒均匀，第四系松散岩类孔隙潜水含水层为矿床直接充水主要含水层。根据钻孔揭露，区内中部偏北地段地势相对较高，第四系松散层厚度相对较薄而透水不含水，其余地段地下水埋深***m 不等，地下水水位标高***m, 平均水位标高***m, 含水层厚度***m, 向南西有逐渐变厚趋势，根据 ZK3-2 钻孔抽水试验成果，降深***m 的钻孔涌水量为***L/s, 单位涌水量***L/s·m, 换算单位涌水量(***mm 口径, ***m 降深)***L/s·m, 渗透系数 K 为***m/d, 单位涌水量小于***m³/d, 由此可见，该含水层的富水性弱，透水性较好，

经水质分析，地下水水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 型，矿化度 $***\text{g/L}$ ，水质较好。

（2）基岩裂隙含水层

该含水层主要分布于区内中部偏北及东部剥蚀残山地段，含水层岩性为二叠系下统大石寨组含角砾流纹质熔岩，在长期风化及内外应力作用下，风化裂隙发育，有利于大气降水的入渗，形成风化带网状裂隙水，水位埋深、富水性与地形地貌条件密切相关，主要储存在地形低洼、风化带较厚的地区，风化裂隙水水位埋深因地而异，一般大于 $***\text{m}$ ，水位随季节变化影响明显，单井涌水量小于 $***\text{m}^3/\text{d}$ ，富水性差，水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 型，矿化度 $<***\text{g/L}$ 。

2、隔水层特征

矿区内隔水层为第四系浅灰或黄色粘土、亚粘土，个别处含亚砂土，偶见较小钙质结核，地表未见出露，为石英砂矿底板围岩，埋藏深度 $***\text{m}$ 以下，钻探揭露厚度 $***\text{m}$ ，该层分布连续稳定，无充水空间，不透水，无地下水活动痕迹，构成区内第四系松散岩类孔隙潜水含水层的底板隔水层。

3、地下水动态及其补给、径流、排泄

（1）地下水动态变化特征

该区地下水动态与大气降水具有相关性，地下水主要接受大气降水入渗补给，地下水动态受大气降水的季节性、周期性变化规律控制，每年 6～8 三个月集中接受补给，水位上升，枯水期长期消耗水位，缓慢下降，具有集中补给长年消耗，周而复始的特点，本区地下水成因类型为降水入渗型。

（2）地下水补给条件

矿区地处老哈河水文地质单元的补给径流区，区内或附近无常年性地表径流和水体，大气降水是矿床地下水的主要补给来源，区内地形开阔，坡度舒缓，第四系松散层孔隙发育，有利于大气降水的渗入补给。

（3）地下水径流条件

区内第四系石英砂层结构松散，孔隙发育，透水性好，有利于地下水

径流。大气降水一部分以表流形式排泄，渗入部分在重力作用下自北向南、自东向西径流，其径流方向与地形的坡降方向基本一致，最终排出区外。

（4）地下水排泄条件

矿区第四系孔隙潜水的排泄以人工开采和蒸发为主，其次以地下径流方式最终排泄到矿区西侧老哈河。

4、矿床充水因素分析

矿床充水是指矿体在开采过程中，各种充水水源通过不同方式和途径，进入矿坑的全部过程，其特征由充水水源，充水方式，通道以及影响充水性质和强度等诸多因素决定。

（1）充水水源及方式

①大气降水

大气降水是区内地下水的主要补给来源，矿体为厚层状石英砂，近水平分布，开采方式为露天开采，大气降水可直接落入和汇入露天采坑，其次区内坡度舒缓，松散层孔隙发育，有利于大气降水的入渗，因此矿床充水直接受到大气降水的影响，大气降水为矿床主要充水水源。

②第四系孔隙潜水

第四系孔隙潜水分布于区内地势低洼地段，水位标高***m，含水层的富水性弱，由于部分矿体赋存于地下水静水位以下，因此第四系孔隙潜水平含水层为矿床的直接充水含水层，对矿床开采产生一定程度的影响。

③地表水

矿区地处老哈河流域中下游，西距老哈河约***km，附近河段受上游水库的截流拦蓄及农业灌溉用水影响出现断流，河道干涸，年断流时间持续***个月左右，仅在局部河段存在地表径流。在雨季暴雨过后局部出现洪流，据调查最大水深***m，洪水流量约***m³/s，历史最高洪水位标高***m，由于矿床距老哈河距离相对较近，历史最高洪水位高于最低赋矿标高，因此老哈河雨季地表径流及水体对矿床开采可能造成一定程度影响。

（2）充水通道

矿体为厚层状石英砂，近水平分布，开采方式为露天开采，大气降水的直接落入以及形成地表径流汇入矿坑为主要形式，其次第四系孔隙潜水可通过孔隙直接涌入矿坑。

（3）充水强度

矿床部分位于静止水位以下，开采矿床的充水强度受大气降水、第四系孔隙潜水含水层的影响明显。静止水位以上矿床的充水强度受大气降水的直接影响，在雨季或暴雨时段，大气降水可直接落入或汇入矿坑，导致矿坑形成积水，对矿床开采产生一定程度的影响，但由于区内石英砂层渗透性较好，矿坑积水可自然渗透。静止水位以下矿床开采过程中，大气降水导致矿坑水位有所上升，由于含水层的透水性导水性较好，有利于大气降水落入量自然渗透，坑内水位最终恢复至稳定状态，因此大气降水和第四系孔隙潜水对未来矿床的开采不构成太大影响。

5、矿坑涌水量的预测

根据《勘探报告》，矿坑涌水量（ Q ）主要由大气降水直接落入采坑中的降水量（ Q_1 ）、降水时采坑外围汇入的地表径流量（ Q_2 ）及矿体开采至最低赋存标高时的第四系孔隙潜水充水量（ Q_3 ）组成，即 $Q=Q_1+Q_2+Q_3$ 。

经估算，矿体开采至最低赋存标高的矿坑正常涌水量为 $2208\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量为 $32779\text{m}^3/\text{d}$ 。具体见下表：

表 2-6 矿体开采至最低赋存标高时矿坑涌水量预测结果表

6、水文地质勘探类型

根据《开采方案》，区内矿体为第四系石英砂层，部分矿体位于当地最低侵蚀基准面以下，附近无常年地表径流及水体。大气降水和第四系孔隙潜水为该矿的主要充水水源，第四系孔隙潜水含水层的富水性弱，单位涌水量 $\leq 0.1 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m})$ ，矿床的水文地质边界条件简单，无老窿空水分布，未来矿坑水不进行疏干。根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》

(GB/T12719-2021) 划分标准, 确定该矿床水文地质勘查类型为第一类第一型, 即以孔隙含水层充水为主, 水文地质条件简单型矿床。

六、工程地质

(一) 工程地质岩组特征

矿区工程地质条件受地形地貌、岩性、矿体形态、岩土体物理力学性质等多种因素的影响和控制。根据区内岩(土)体的岩性、结构、物理力学性质等, 将区内岩(土)体划分为松散岩类和块状岩类两个工程地质岩组。

1、松散岩类工程地质岩组

该岩组在区内分布广泛, 岩性以第四系全新统石英砂为主, 上覆风积粉砂、亚砂土及少量腐殖土, 其中石英砂呈浅白色, 细粒状结构, 松散状构造, 主要由石英、长石和少量暗色矿物组成, 粒径多为***mm, 分选磨圆较好, 砂粒均匀, 钻探揭露最大厚度***m, 结构松散, 工程稳定性差, 上覆粉砂主要由石英及少量长石和暗色矿物组成, 呈浅白色, 粉砂状结构, 松散状构造, 厚度变化较大, 控制厚度***m, 平均厚度***m, 结构松散, 工程稳定性差。

2、块状岩类工程地质岩组

在矿区中部偏北及东南部零星出露, 区内部分钻孔揭露该层, 揭露最大厚度***m, 岩性为二叠系下统大石寨组含角砾流纹质熔岩, 局部构成石英砂层底板, 该岩组主要分布于岩体顶部的风化带内, 强风化带内岩石风化强烈, 多数成残坡积砂砾碎石, 岩石结构完全遭受破坏, 褐铁矿化、粘土矿化等风化蚀变强烈, 工程地质条件差, 稳定性差, 钻孔揭露岩石以碎裂状结构为主, 岩石属较软~较坚硬岩类, 锤击易开裂, 风化强度较弱, 工程地质条件一般。

(二) 结构面特征

拟申请矿区第四系石英砂层广泛覆盖, 仅在中部偏北及东南部见基岩零星出露, 未发现褶皱和断裂构造, 因此未划分各级结构面。

（三）矿体物理特征

砂矿及风积粉砂结构构造较为单一，其中石英砂呈中细粒结构，松散砂状构造，颜色为浅白色，颗粒为次圆~浑圆状，呈松散状分布，具有良好的分选性及较高的磨圆度，砂粒均匀，粉砂呈浅白色，粉砂状结构，松散状构造，粒径一般小于***mm，磨圆度较好。根据《勘探报告》中委托国检测试控股集团北京科技有限公司出具的石英砂检测报告显示：石英砂矿及上覆风积粉砂紧密堆积密度最大为***kg/m³，最小***kg/m³，平均***kg/m³，松散堆积密度最大为***kg/m³，最小***kg/m³，平均***kg/m³；松散系数最大***，最小***，平均***；孔隙率最大***%，最小***%，平均***%；水上自然休止角最大***°，最小***°，平均***°，水下自然休止角最大***°，最小***°，平均***°。

（四）露天采场边坡稳定性评价

区内矿体（层）及围岩主要为第四系石英砂及风积粉砂，结构松散，孔隙发育，渗透性较好，矿体部分赋存于地下水静水位以下，未来开采方式为露天开采，其边坡的稳定性取决于自然状态下和水下石英砂和风积粉砂的安息角，并充分考虑大气降水、采坑积水等水蚀作用对其稳定性造成的影响，根据实验室和野外测定，石英砂和风积粉砂在自然状态下最小安息角为***°，在水下状态为最小安息角为***°，因此为防止边坡失稳坍塌，并参照同类露天开采矿山的采场现状，建议最终边坡角不大于***°时，边坡是较稳定的。

（五）不良工程地质问题

矿体未来开采方式为露天开采，开挖卸荷易扰动边坡原有应力平衡，可能出现局部边坡呈块状滑落、崩塌现象。同时在露天采场外缘堆存废石、尾泥及表土等，将使边坡坡顶荷载增加，边坡下滑推力增大，易诱发边坡滑坡、崩塌灾害。尤其在雨季，由于孔隙的存在，雨水渗透较快，加剧了采场边坡的不稳定性，叠加坡顶废石等堆载作用，进一步加剧边坡失稳风

险。矿山应设定合理的开采边坡角和台阶高度，采场与排土场、表土存放场边缘应保持一定安全距离，严禁采场边缘违规堆载废石等固体废物，并避开雨期施工，加强对边坡稳定性的监测预警，避免出现不良工程地质现象造成危害。

（六）工程地质勘查类型

根据《开采方案》，拟申请矿区地形地貌条件简单，地质构造不发育，矿体及其顶底板围岩以松散岩类为主，结构松散，孔隙发育，工程稳定性差，大气降水的下渗及汇入将对露天采场边坡稳定性造成一定程度影响，易发生不良工程地质问题，根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T12719-2021)划分标准，确定该矿床的工程地质勘查类型为第一类中等型，即以松散岩类为主，工程地质勘查复杂程度中等型矿床

七、矿体地质特征

（一）矿体特征

矿区内共发现一层天然石英砂（铸型用砂）矿体（层），矿体编号为***号，为天然石英砂（铸型用砂）矿床。矿体赋存于第四系全新统冲积砂层(Qh^{a1})中，矿体规模大，呈层状，形态稳定，产状近水平。

号天然石英砂（铸型用砂）矿体（层）：广泛分布于矿区风积粉砂、粉砂土及少量腐殖土覆盖层以下，矿体（层）南北和东西方向均延出矿区范围，矿体（层）呈不规则状，东西宽约m、南北长约***m，控制矿体（层）厚度***m，平均厚度***m。厚度变化系数***%，埋深***m。矿体（层）颜色为浅白色，细粒结构，松散状构造。主要矿物成分为：石英及少量长石和暗色矿物。粒径***mm，为中细粒砂，自上而下粒度无明显变化，矿物颗粒粒径沿长轴和短轴方向变化不大，分选性磨圆度均较好，单工程矿体SiO₂含量、平均厚度沿走向和倾向变化不大。单工程SiO₂含量最高***%，最低***%，平均***%，变化系数***%。SiO₂含量及杂质化学成分Al₂O₃、Fe₂O₃、CaO+MgO、K₂O+Na₂O的含量均符合80级铸型用砂质量要求。矿体(层)特征见

表 2-7。

表 2-7 铸型用石英砂矿体(层)特征一览表

(二) 矿石特征

1、矿物成分

矿体(层)的主要矿物成分为石英，次为少量斜长石和暗色矿物。矿石粒径分布主要为***mm，具有良好的分选性及较高的磨圆度，砂粒均匀。

石英砂粒呈无色或乳白色、透明~半透明状，玻璃光泽，次圆~浑圆状，常有一些相互撞击而形成的麻坑。石英含量***%。

斜长石砂粒呈白色，少部分因含杂质或浸染而呈不同色调，玻璃光泽，长石颗粒含量***%±。

暗色矿物颗粒含量 < ***%。

2、化学成分

天然石英砂（铸型用砂）矿主要的有用、有益组分为 SiO_2 ，主要有害、杂质成分为 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CaO 、 MgO 、 K_2O 、 Na_2O 。

3、结构、构造

矿区天然石英砂（铸型用砂）结构构造较为单一，呈它形中细粒结构，松散砂状构造。

4、矿石类型

矿石自然类型：层状弱固结河成型天然石英砂。

矿石工业类型：铸型硅砂。

5、矿石品级

拟申请矿区内天然石英砂（铸型用砂）根据基本分析 SiO_2 含量和杂质化学成分要求，满足铸型硅质原料铸型用砂***级标准；平均含泥量为***，含泥量分级代号为***；角形因数平均值为***，分级代号为“○”，形状为圆形；平均细度为***，相对偏差最大值为***，最小值为***，对应偏差值为***，平均细度偏差分级为***级；粒度组成最高占比为***，占比***%。

平均细粉含量***%，细粉含量符合细砂粒度(***)水洗砂的细粉含量要求。

(三) 矿层围岩与夹石

矿体顶板为地表第四系风积层浅黄白色风积粉砂、亚砂土及少量腐殖土，将地表风积粉砂层定为覆盖层 (FGC1)。

矿体底板围岩为第四系湖积层浅灰黄色粘土、粉质粘土和大石寨组含角砾流纹质熔岩。

(1) 矿体顶板特征

矿体顶部为地表风积粉砂、亚砂土及少量腐殖土覆盖层 (FGC1)，粉砂主要由石英及少量长石和暗色矿物组成，呈浅白色，粉砂状结构，松散状构造。粉砂粒径一般小于***mm，磨圆度较好。石英砂粒呈乳白色，透明一半透明状，玻璃光泽，颗粒为次圆至浑圆状，含量***%。斜长石砂粒呈白色，玻璃光泽，含量***%。其它细粉及暗色矿物含量约***%。

地表覆盖层 (FGC1) 厚度***m，平均厚度***m，厚度变化系数***%， SiO_2 含量最高***%，最低***%，平均***%，变化系数***%；杂质化学成分 Al_2O_3 平均含量***%、 Fe_2O_3 平均含量***%、 $\text{CaO}+\text{MgO}$ 平均含量***%、 $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ 平均含量***%。 SiO_2 含量及杂质化学成分 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 $\text{CaO}+\text{MgO}$ 、 $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ 的含量未达到铸型用砂最低质量要求。

(2) 矿体底板特征

矿体底板围岩为第四系湖积层浅黄色粘土、亚粘土和大石寨组含角砾流纹质熔岩。第四系湖积层浅灰黄色粘土、粉质粘土：埋藏于***m 以下，岩性为浅灰黄色粘土、粉质粘土，个别处含粉砂土；大石寨组含角砾流纹质熔岩：风化面浅灰色，新鲜面灰色。含角砾凝灰结构，块状构造。主要组成为火山碎屑、火山灰及少量角砾。偶见绿泥石化，蚀变程度较弱。

(3) 夹石特征

矿体夹石赋存于第四系全新统冲积层(***)，在矿区内局部钻孔可见夹石，夹石主要为冲积层粉砂夹粘土：浅黄色，粉砂结构，局部见泥质结构，

松散状构造。主要成分为石英、长石和暗色矿物，粒径一般小于***mm，磨圆度一般。石英砂粒呈浅烟色，透明一半透明状，油脂光泽，颗粒为次圆至浑圆状，含量约***%。斜长石砂粒呈白色，玻璃光泽，含量约***%。其它粉质粘土及暗色矿物含量约***%。粉质粘土主要由粘土类矿物组成，个别处见交错层理。有轻微粘着感。

JC1 夹层：分布于矿体（层）上部，控制 JC1 夹层延长约***m，宽 148m，厚度***m。SiO₂ 含量及杂质化学成分 Al₂O₃、Fe₂O₃、CaO+MgO、K₂O+Na₂O 的含量未达到铸型用石英砂最低分级质量要求。

JC2 夹层：分布于矿体（层）上部，控制 JC2 夹层延长约***m，宽***m，厚度***m，平均厚度***m。SiO₂ 含量及杂质化学成分 Al₂O₃、Fe₂O₃、CaO+MgO、K₂O+Na₂O 的含量未达到铸型用石英砂最低分级质量要求。

JC3 夹层：分布于矿体（层）上部，控制 JC3 夹层延长约***m，宽 114m，厚度***m，平均厚度***m。SiO₂ 含量及杂质化学成分 Al₂O₃、Fe₂O₃、CaO+MgO、K₂O+Na₂O 的含量未达到铸型用石英砂最低分级质量要求。

（四）放射性

根据《勘探报告》，矿区内石英砂（岩）矿中的天然放射性核素指标符合《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010）的要求，即石英砂矿中的天然放射性核素 ²²⁶Ra、²³²Th、⁴⁰K 放射性比活度同时满足内照射指数 $IRa \leq 1.0$ 和外照射指数 $Ir < 1.3$ 的要求。因此，该矿区的石英砂对安全生产和环境污染不会造成影响。

八、不良地质现象

矿区地处敖汉旗北部，科尔沁沙地南缘地带，区域土壤沙化、生态环境本底脆弱，不良地质作用为风力侵蚀。该区常年主导风向为西北风，平均风速***m/s，最大瞬时风速可达***m/s，起沙风速临界值约 $\geq$ ***m/s。敖汉旗 $\geq$ ***m/s 风速的年累积时间较长，年均大风日数（风力 $\geq$ ***级，风速 $\geq$ ***m/s）约为***天，尤其在春季***月，此时风速大、频率高、降水

少、地表干燥，植被尚未完全返青或覆盖度低，农田普遍翻耕裸露，是风蚀影响最严重的时期，风力侵蚀强度处于轻度-中度水平。

根据《敖汉旗国土空间生态修复规划(2021-2035)》，矿区地处科尔沁沙地防风固沙森林草原退化保育修复区（I）。生态修复主攻方向：以防风固沙为重点，加快流动、半固定沙地治理步伐。近年来，敖汉旗依据规划要求，统筹推进山水林田湖草沙一体化保护和系统修复工作，开展科尔沁沙地歼灭战，推动荒漠化防治工作，将沙漠打造绿洲，创造生态环境新格局。经多年防沙治沙与生态建设，区内治沙成效明显，地表植被得到一定恢复，区域风蚀作用得到初步遏制。

但受区域自然生态条件制约，区内地表植被以旱生草本为主，整体植被覆盖度、郁闭度不高，局部区域仍存在裸露沙地，在极端大风天气条件下，区域内仍存在发生风蚀、沙埋等不良地质灾害的潜在风险。

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

（一）矿区范围土地利用现状及权属情况

1、拟申请矿证范围土地利用现状

《开采方案》拟申请矿区面积为***km²（***hm²），根据收集的全国第三次土地利用现状调查资料，矿区土地利用一级地类为林地、草地、交通运输用地、其他土地；二级地类为***。拟申请矿区范围不涉及耕地，无永久基本农田，具体土地利用现状情况见表 2-8。

表 2-8 矿区土地利用现状表

2、拟申请矿区土地利用权属情况

根据收集的全国第三次土地利用现状调查资料，拟申请矿区范围土地权属归赤峰市敖汉旗古鲁板蒿镇康家营子村农民集体所有、东哈拉勿苏村

农民集体所有，权属明确，界线明显，不存在权属争议。土地权属情况见表 2-9。

表 2-9 矿区土地利用权属表

(二) 采矿活动影响范围土地利用现状及权属情况

1、采矿活动影响范围确定

拟申请矿区面积为***km² (***hm²)。

矿区外布置的拟建采选工业区、拟建排土场、拟建办公生活区、拟建表土存放场、拟建矿区道路等，总占地面积约***hm²。

结合本区不良地质现象风蚀影响的实际情况，为有效避免区域风沙直接侵袭矿区影响正常生产及运输，亦避免采场采砂活动产生风沙影响下、侧风向周边区域。本着“预防为主，防治结合”的原则，本方案设计矿山开采前先行实施防风固沙防护工程，在拟建露天采场外围、拟建场地上风侧设置 50m 宽灌木防沙林带、在拟建矿区道路两侧设置 10m 宽灌木防沙林带，通过构建闭合式人工防风固沙屏障，以此预防并削减风蚀作用带来的不利影响。

由于风蚀影响范围具有不确定性，需在后期防护、治理、监测过程中逐步优化调整，本次暂将所设防沙林带形成的闭合区域作为采矿活动可能影响范围开展调查评述，拟圈定采矿活动影响范围总面积约***hm²，包含拟申请矿区范围及所有拟建场地范围，以此为后续矿区生态修复工作的有序开展提供依据。所圈区域外围，尤其是下、侧风向区域以布设常态化监测措施主，暂不设计具体生态修复工程，因此本次暂不对该外围监测区域开展土地利用现状调查。

2、采矿活动影响范围土地利用现状

根据收集的全国第三次土地利用现状调查资料，采矿活动影响范围（约 234.6960hm²）土地利用类型一级地类为***；二级地类为***。采矿活动影响范围不涉及耕地，无永久基本农田，具体土地利用现状情况见表 2-10。

表 2-10 采矿活动影响范围土地利用现状表

3、采矿活动影响范围土地权属情况

根据收集的全国第三次土地利用现状调查资料，采矿活动影响范围土地权属归赤峰市敖汉旗古鲁板蒿镇康家营子村农民集体所有、东哈拉勿苏村农民集体所有，权属明确，界线明显，不存在权属争议。土地权属情况见表 2-11。

表 2-11 采矿活动影响范围土地权属表

(三) 耕地与永久基本农田分布情况

矿区及采矿活动影响范围内未涉及耕地，无永久基本农田。

二、矿区采矿用地申请批准情况

本矿山为探转采新建矿山，现状无损毁土地。未来矿山将拟建露天采场、拟建采选工业区、拟建排土场、拟建办公生活区、拟建表土存放场、拟建矿区道路等，总占地面积约***hm²。矿山取得采矿许可证后将对以上场地办理永久征地手续。未来拟损毁土地利用类型、面积及权属状况如下表：

表 2-12 拟申请损毁土地利用类型、面积及权属表

图 2-7 矿区土地利用现状图

第五节 矿区生态状况

一、矿区生态功能定位

(一) 生态功能区划定位

矿区位于敖汉旗北部，根据《内蒙古生态功能区划》，矿山所在区域属于 XXX 东北平原农业生态区（一级生态功能区）XXX-2 西辽河上游温性草原—农业生态亚区（二级生态功能区）XXX-2-4 科尔沁沙地防风固沙生态功能区。

(二) 国土空间生态修复规划定位

根据《赤峰市国土空间生态修复规划（2021-2035）》（修订），敖汉旗位于“一屏（大兴安岭—燕山余脉生态屏障）中的燕山余脉生态屏障”、

“两廊(西拉木伦河生态廊道、老哈河生态廊道)中的老哈河生态廊道”与“两区(北部牧业为主发展区与南部农业为主发展区)中的南部农业为主发展区”。

根据《敖汉旗国土空间生态修复规划(2021-2035)》，敖汉旗国土空间生态修复格局为“两核两轴三屏三廊多节点”，矿区位于“三廊中的老哈河生态走廊”。具体生态修复分区为：科尔沁沙地防风固沙森林草原退化保育修复区(I)，见图 2-8。

科尔沁沙地防风固沙森林草原退化保育修复区(I)主要生态问题：该区域降水量小蒸发量大，生态环境脆弱，流动、半固定沙地治理任务依然繁重，人为活动如放牧等产业发展对森林草原造成损害。

生态修复主攻方向：以防风固沙为重点，加快流动、半固定沙地治理步伐，如期打赢科尔沁沙地歼灭战。根据现状地类不同，主要分为以下几类建设内容：一是对稀疏、老化退化灌木林因地制宜地采取封沙育林、平茬复壮措施恢复森林植被；二是对退化林地、草地因地制宜地采取退化林分改造、围栏封育、人工种草、草原改良措施恢复草原植被；三是对裸露沙地因地制宜地采取“工程固沙+灌木造林”。

具体项目分为造林种草、林草质量提升、工程固沙三大类，其中造林种草涉及灌木造林、人工种草、封山(沙)育林，林草质量提升涉及退化林修复、乔木中幼林抚育、灌木平茬、草原改良、围栏封育，工程固沙全部与人工造灌木林相结合。针对敖汉旗降水量小蒸发量大的自然特征，在项目建设中需要加强抗旱造林种草技术，优先选择当地耐旱的树种造林，以保证项目建设成果。

图 2-8 敖汉旗国土空间生态修复分区图(2021-2035)

二、矿山所在区域生态本底状况

(一) 生态系统类型

拟申请矿区地处科尔沁沙地南缘沙质坨沼区。根据《生态系统评估生

态系统格局与质量评价方法》（GB/T 42340-2023）附录 A 表 A.1 生态系统分类体系，矿区及周边区域生态系统划分为 4 个一级类型，主要有森林、草地、荒漠、城镇生态系统。

其中：草地生态系统—草原在区内广泛分布，占影响区总面积比为***%；荒漠生态系统—沙地在区内广泛分布，占影响区总面积比为***%；森林生态系统—阔叶林、稀疏林集中分布在本区南部、西北部，占影响区总面积不足***%；城镇生态系统—工矿交通（农村道路）横穿矿区南部，占比最少，不足 1%。

表 2-13 矿区及周边影响区域生态系统类型分布现状

各生态系统状况分述如下：

1、森林生态系统

集中分布在矿区东南部、西部。地形坡度小于 3°，腐殖层厚度约 30～50cm，土壤质地为砂壤土，土壤含水量较低（1.9%），有机质含量中等（20.4g/kg）。二级生态系统类型为阔叶林、稀疏林地，群落完全依靠人工栽植构建，树种以本地耐旱型乡土物种杨树（优势物种）为主，林木成行规整排列，平均树高约 10m，平均胸径约 15cm，郁闭度低（约 40%）。林下植被匮乏，地表仅为枯枝落叶层，未形成有效覆盖，天然草本、灌木植被发育较差，灌草层基本缺失，垂直群落结构单一。

该生态系统野生动物群落以林栖型小型动物为主，常见鸟类有树麻雀、喜鹊、啄木鸟等，偶见有沙鼠、野兔等，数量较少。

该系统物种单一，生物多样性水平一般，是矿区重要的林栖生物栖息地，对维持区内生物多样性具有重要意义。受群落结构限制，单一乔木层固沙能力有限，仅依托上层乔木形成高空阻沙屏障，与周边草地生态系统协同发挥防风固沙功能。

2、草地生态系统

在矿区内广泛分布，地形坡度小于 3°，土壤质地为砂壤土，腐殖层厚

度约 30-50cm，土壤含水量较低（1.6%），有机质含量中等（22.2g/kg）。二级生态系统类型为草原、稀疏草地，群落组成以草本植物为主，伴生少量低矮灌木，群落结构相对简单。受区域干旱气候、沙化立地条件制约，该生态系统植被自然演替周期较长，植被类型以旱生、沙生草本植物为主，先锋物种为披碱草、羊草、沙蒿等，物种组成相对丰富，群落高度约 20-50cm，综合植被覆盖度约 30%；伴生灌木主要为沙棘、锦鸡儿等，稀疏分布于草地中。

该生态系统野生动物群落以草栖型小型野生动物为主，常见鸟类有麻雀、喜鹊、啄木鸟等，偶见有沙鼠、野兔等，数量相对较少。

该系统生物多样性相对较高，是防风固沙、保持水土、维持沙地生态稳定的核心，也是沙生、草生生物的主要栖息与觅食环境。

3、荒漠生态系统

在矿区内广泛分布，二级生态系统类型为沙地，土壤贫瘠、含水量低，风蚀作用制约显著。稀疏分布有旱生、沙生草本植物，背风坡较迎风坡植被长势较好，主要物种为沙蒿、羊草等，株高约 10-30cm。植被覆盖度不足 10%。该系统群落结构相对简单，物种组成较为单一，植被覆盖度较低。

该生态系统野生动物以典型沙栖物种为主，偶见有腹蛇，数量相对较少。

荒漠生态系统为沙生特有动植物提供栖息环境，维系区域生态多样性。

4、城镇生态系统

分布在矿区南部，二级生态系统类型为交通用地。

（二）生态系统景观格局特征

矿区广泛分布有草地、荒漠生态系统，局部分布林地、城镇生态系统，受植被类型及空间分布特征影响，原生景观基质（草地、沙地）呈现斑块化特征。根据《生态系统评估生态系统格局与质量评价方法》（GB/T 42340-2023），生态系统景观格局采用斑块数、平均斑块面积、边界密度、

聚集度指数进行评价。本次依据全国第三次土地利用调查结果 2024 年变更数据及矿区遥感影像，利用 ArcGIS 解译获取的景观格局数据，通过 Fragstats 软件计算相关参数，得出本区生态系统景观格局如下表：

表 2-14 生态系统景观格局特征一览表

根据计算结果分析，草地生态系统景观破碎化程度中等，平均斑块面积较大；荒漠生态系统景观破碎化程度较高，平均斑块面积较小，存在明显分割；森林生态系统景观破碎化程度中等，平均斑块面积较小；城镇生态系统单一。由于草地生态系统单一斑块面积较大，所有类型生态系统聚集度指数较高，整体连通性较好。

（三）生物多样性

生物多样性是反映一个生物群落复杂程度的指标，多样性一般用生物群落的物种及其个体数量的分布状态来描述。具有高多样性的生态系统一般具有较高的稳定性，稳定性较高的生态系统在受到外界压力后恢复到平衡的能力亦较强。因此，物种多样性是生态评价的重要指标。

1、植被

矿区植被类型为典型的干旱半干旱沙区群落特征，群落结构层次分明，由人工乔木、灌木和草本植物共同组成复合植被体系。根据实地调查，人工乔木以适应性较强的高大乔木杨树为主，成片分布于矿区南部、西部局部区域，其余区域呈零星分布状态；常见灌木主要为耐旱耐贫瘠类为主，如沙棘、柠条、沙柳、锦鸡儿等，分布稀疏；草本植物主要以耐旱型草类为主，如羊草、披碱草、沙蒿等，矿区内广泛分布。矿区植物名录见表 2-15。

表 2-15 矿区及周边区域植物名录

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

2、动物

通过现场调查、访问，矿区及周边区域野生动物种类较为单一、种群数量稀少。其中，哺乳动物可见野兔、沙鼠等小型啮齿类动物，主要栖息于矿区及周边的草地、灌丛及缓坡沙地生境，依赖于草本植被觅食、隐蔽；爬行动物偶见蛇类，多活动于干旱草地、灌丛边缘等生境；鸟类主要为喜鹊、乌鸦、家麻雀等常见物种，多栖息于乔木林及村落周边，依托高大乔木筑巢、觅食。

矿区及周边常见的家畜、家禽主要有羊、牛、马、猪、鸡、鸭、鹅等，多活动于农田、人工草地及村落周边。

矿区及周边区域常见野生动物名录如下表：

表 2-16 矿区及周边区域常见野生动物名录

经调查，矿区及周边区域未发现《国家重点保护野生动物名录》（2021年版）所列保护物种，未发现《中国生物多样性红色名录》中极危、濒危、易危等级的物种，亦无国家及内蒙古自治区列入拯救保护范畴的极小种群物种、特有种；同时未发现迁徙鸟类的重要繁殖地、停歇地、越冬地及野生动物迁徙通道等重要生境。

综上，调查到矿区及周边区域植物物种组成较为简单，植被共记录 6 科、15 种植物，分布植物种较多的科为禾本科，其他科植物种类较少。受区域气候、植被条件限制，区内野生动物约 4 目、9 科、10 种，组成相对简单，种群密度稀疏，且多为常见物种，未发现珍稀濒危物种及特有物种，生物多样性总体水平一般。

（四）生态环境问题

矿区所在敖汉旗北部，科尔沁沙地南缘，生态环境本底脆弱，荒漠化和沙化土地集中，风蚀现象较为突出，局部地区生态系统存在退化风险，加之人类滥伐过伐林木、毁林毁草造田，草原超载过牧，以及工程建设缺乏应有的处理措施等一系列人为活动，破坏了自然生态系统自身的平衡导

致出现一系列的生态环境问题。

1、水土流失

根据《全国水土保持规划（2015-2030）》（2015 年 12 月），敖汉旗水土保持区划位于 I 北方土石山区-II 燕山及辽西山地丘陵区-III 辽西山地丘陵蓄水保土区。根据《内蒙古自治区水土保持规划（2016~2030 年）》（内政办发〔2017〕8 号），敖汉旗水土保持区划位于北方土石山区—西辽河及滦河上游山地丘陵保土蓄水区。敖汉旗水土流失类型以中度风水复合侵蚀为主，风蚀主要分布在科尔沁沙地及河川地区，水蚀主要分布在山地丘陵台地区。山地、丘陵台地地带，沟壑纵横，植被稀少，垦耕指数高，坡耕地比例大，水蚀严重，水源涵养能力低；科尔沁和浑善达克沙地及河沟川地区，土壤沙性大，过度垦殖放牧，造成风蚀沙化严重。

矿区所在风积沙地区，土壤侵蚀以风蚀为主，水蚀为季节性辅助类型。根据《内蒙古自治区水土保持公报（2024 年度）》及其附图（内蒙古土壤侵蚀分布图），本区风力侵蚀为轻度-中度水平，水力侵蚀为微度-轻度水平。见图 2-9。

图 2-9 土壤侵蚀强度分布图（2024 年）

（1）风蚀

主要发生在春季***月和冬季，春季降水稀少、气温骤升导致地表干旱裸露，加之大风天气频发（平均风速***m/s，最大瞬时风速可达***m/s 以上），冬季强冷空气过境时地表植被覆盖度低，均易引发风蚀。本区砂壤土质地松散，A-C 构型的土体缺乏黏粒胶结，风蚀厚度约***mm/a，植被覆盖度较高区域风蚀模数为***t/(km² · a)，局部裸地风蚀模数可达*** t/(km² · a)，风力侵蚀强度为轻度-中度水平，长期侵蚀形成风蚀洼地、沙垄等微地貌，加速地表沙化。

（2）水蚀

主要发生在夏季 6-9 月，此时降水集中且多暴雨，砂壤土孔隙大、透水性强且结构松散，缺乏植被覆盖的坡面易发生片蚀与细沟侵蚀，不仅直

接冲刷表层土壤、加剧养分淋失，还会破坏地表完整性，形成的浅沟为风蚀提供更多沙源。矿区内地形开阔，地势平坦，第四系石英砂层孔隙发育，有利于大气降水的渗入补给，且本区整体植被覆盖度约 30%，未见明显水蚀现象。

2、土地沙化

根据《内蒙古自治区“十四五”林业和草原保护发展规划》（2021 年 9 月），本区位于北方防沙带—内蒙古东部草原与沙地综合治理区，沙化土地类型以固定沙丘为主，周边分布有明显沙化趋势的土地。主要生态问题：区域内干旱缺水，土地荒漠化和沙化严重，土壤瘠薄，风沙灾害频繁，是我国主要的风沙策源区。森林资源量少质低，草原退化形势严峻，湿地萎缩，湖泊富营养化加剧，地下水位下降，水生态环境脆弱。土地开垦和矿产资源开采引发的生态问题突出。

近年来，随着当地长期人工防沙治沙工程的持续推进，整体植被覆盖率提升至 30%以上，区内基本消除大面积裸露沙丘，防风固沙、水土保持能力大幅增强。叠加自然生态正向演替，区域植被覆盖度显著提升，有效削弱了土壤风蚀强度，区域风蚀状况逐步得到改善，土地沙化得到有效遏制，土地沙化程度为“中度”。

图 2-10 内蒙古自治区荒漠化土地分布图（2021 年）

（五）生态系统服务功能

本区生态系统功能以防风固沙为主。根据《全国生态状况调查评估技术规范—生态系统服务功能评估》（HJ1173-2021），基于本区气候条件，地表粗糙度、土壤可蚀性、土壤结皮性、植被覆盖情况，采用修正风蚀方程（RWEQ）测算，区域防风固沙量约***t/hm²·a。

区域防风固沙能力受地表植被覆盖度空间差异影响，草地植被覆盖度相对较高，抗风蚀能力较强，固沙能力显著，是区域防风固沙的主体。人工乔木层由于林下植被匮乏，局部地表裸露，仅依靠上层乔木形成高空阻沙屏障。沙地区域植被稀疏，局部地表裸露，风蚀作用强烈，为区域主要风蚀源区。

整体来看，本区生态系统具备一定防风固沙基础，但受沙地原生本底及景观破碎化制约，防护体系连续性不足，局部存在一定的风蚀风险。

第六节 矿山及周边人类重大工程活动

一、地表工程设施

经核查，拟申请矿区不在敖汉旗拟划定的“三区三线”范围内，不占用生态保护红线、城镇开发边界、永久基本农田、基本草原等。矿区及周边无重要交通干线、无大型水利设施，无国防建设工程等重要基础设施建设情况。

经查，拟申请矿区东侧存在高压输电设施。《开采方案》设计申请矿区范围已对其进行了避让。矿山采矿活动不会对其造成影响。

图 2-11 矿山周边地表工程相对位置关系影像图

根据敖汉旗自然资源局出具的《关于敖汉旗龙兴国有资本运营(集团)有限责任公司敖汉旗康家营子矿区天然石英砂(铸型用砂)矿采矿权新立登记申请核查补充意见的函》，拟申请采矿许可证内有林地***hm²，其中***级保护林地***hm²，***级保护林地***hm²，不涉及***级保护林地。

经现场核实，本次划定的矿区生态修复范围涉及III级保护林地***hm²（含矿区内***hm²）、***级保护林地***hm²（含矿区内***hm²）。对照全国第三次土地利用现状调查资料，***级保护林地土地利用类型为其他林地，地表灌草植被发育，乔木零星分布，主要分布在矿区西部，以防风固沙为主要功能，承担区域生态平衡作用；***级保护林地土地利用类型为乔木林地，地表成行排布人工种植杨树，分布在矿区东南部、西部，属牧场防护林，兼具区域林产品供给，为可适度开发利用的林地。

未来矿山开采不可避免的将对林地造成破坏及干扰，采矿权人应严格控制施工作业范围，并依法依规办理林地使用手续，足额落实林地占补平

衡要求。本方案设计利用露天采场回填区恢复人工乔木，以保障损毁林地占补平衡，同时对矿区生态修复范围内未直接损毁占用的林地予以保护，林间空地补植、抚育管护，持续稳固区域防风固沙生态防护体系。

图 2-12 矿区生态修复范围内***级、***级保护林地分布范围

照片 2-7 ***级保护林地分布现状

照片 2-8 ***级保护林地分布现状

对照《敖汉旗国土空间生态修复规划(2021-2035)》，矿区位于科尔沁沙地防风固沙森林草原退化保育修复区(I)，不在沙化土地封禁保护区内，地表植被较发育。未来本区将持续开展科尔沁沙地防风固沙森林草原退化保育修复重点治理工程。

二、城镇建设

距离矿区最近的自然村为矿区西北约***km 处为西哈拉勿苏、及矿区西南约***km 处为庙上、庙下村。当地村民以畜牧业及种植业为生。近年，古鲁板蒿镇依托“三北”防护林建设、京津风沙源治理、退耕还林还草等国家重点生态工程项目，生态效益显著。通过遥感影像可以看出，矿区及周边区域植被覆盖度相对较高。见照片 2-9 至照片 2-12。

未来矿山建设将破坏地表植被，原有稳定的土壤结构遭到破坏，导致沙化土地重新暴露，对矿区附近居民主要影响可能是风蚀、沙埋影响。区域常年主导风向为西北风，矿区位于附近村庄的下、侧风向，需重点防控风沙扩散。未来矿山基建期间，严格控制施工作业带范围，对拟建采选工业区、办公生活区、道路等人类活动频繁的区域进行地面硬化，对排土场、表土场等松散物源进行围设挡墙、设置防风抑尘网并及时绿化护坡，对露天采场外围、拟建场地上风侧、拟建道路两侧栽植防沙林带，可有效降低风沙扰动强度。生产期间，采取先进合理的采剥工艺，对露天采场到界边坡及时进行复垦绿化，对临时扰动区域及时恢复植被，减少风蚀灾害及水土流失。同时，矿山应提高生态环保意识，扎实推进防沙治沙工作。通过

上述综合措施，可将采矿活动产生的风蚀影响控制在可控范围，对上、侧风处居民生活影响较小。

照片 2-9	矿区内治沙效果
照片 2-10	矿区外北部治沙效果
照片 2-11	矿区外西南部治沙效果
照片 2-12	矿区外东南部治沙效果

三、矿产资源开发

根据现场走访调查及敖汉旗自然资源局核实，该矿山周边 3km 内无相邻矿权。

四、自然保护地建设

矿区及周边无自然保护区、国家地质公园、地质遗迹、风景名胜区等生态敏感区分布，迄今为止未发现文物古迹和重要人文景观。

距离矿区最近的生态敏感区为矿区***km 处的“***”，该沙漠公园由沙地保育区、宣教展示区、沙漠体验区、管理服务区等四个功能区组成，总占地面积约***km²，属于敖汉旗生态保护红线管控区域。管控要求如下：①任何单位和个人不得在保护区内及可能对地质遗迹造成影响的一定范围内进行采石、取土、开矿、放牧、砍伐以及其它对保护对象有损害的活动。未经管理机构批准，不得在保护区范围内采集标本和化石。②不得在保护区内修建与地质遗迹保护无关的厂房或其他建筑设施；对已建成并可能对地质遗迹造成污染或破坏的设施，应限期治理或停业外迁。

本矿区距该沙漠公园较远，采矿活动不占用、不扰动沙漠公园管控范围，矿山未来无污、废水外排，固废均妥善处理。矿山本着“边开采、边治理”的原则，及时开展矿区生态修复工作，并按照生态主管部门要求做好扬尘污染控制工作，预测矿业活动对沙漠公园生态影响程度较小。

图 2-13 本矿区与“内蒙古科尔沁自治区沙漠公园”相对位置关系图

第七节 矿山生态修复工作情况

“敖汉旗康家营子矿区天然石英砂(铸型用砂)矿”属探转采新建矿山。***期间，矿山委托***在其探矿权范围内进行地质勘探工作，为达到勘探目的，探矿期间施工了钻探工作，形成37处钻机平台，探矿期间矿山严格按照《绿色勘查指南》要求施工，施工过程中对三废处理严格要求，将工地机械废液、循环系统废液、生活废水、废弃泥浆集中固化，清运至环卫部门指定地点集中处理。并对清理后的场地进行复垦。

本次依据《勘探报告》所载钻孔坐标，对勘查施工的***处钻孔点位逐一核查。各钻探场地地势平缓、施工过程未大幅破坏原始地貌，勘查结束后矿山严格按绿色勘查要求对全部钻探场地进行复垦，仅留存水文钻孔（ZK3-2）未进行封堵，拟作为后期地下水监测水井予以利用，整体场地基本已恢复探矿前原始地貌形态，现场已无明显勘探痕迹。

钻探场地采取的复垦措施为：对孔口进行封堵，利用场地开挖土方进行分层反序回填，覆土过程增施农家肥，撒播羊草、沙蒿等草籽恢复植被。经现场调查，植被成活率约70%以上。但因后期管护缺失，且受当地放牧活动的影响，个别区域地表植被长势欠佳。

本次绿色勘查生态修复取得的经验及存在问题如下：

1、取得经验

（1）本地土壤肥力贫瘠，覆土时增施农家肥可有效改良土壤理化性质，利于植被生长。

（2）优先选择羊草、沙蒿等本地耐旱、耐贫瘠先锋物种，适宜当地气候条件，易于成活，可快速实现场地复绿。

2、存在问题

由于本区人类活动频繁，自然状态下植被生长受限，后期矿山应加强管护，保障生态修复成效。

钻机平台修复效果见照片2-13。

照片 2-13 前期钻机平台恢复照片

第八节 矿区基本情况调查监测指标

根据《矿区生态修复方案编制指南（临时）》《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）等规范要求，开采前生态修复监测的核心目标是全面查清矿区生态本底状况，为后续开采期间生态保护、修复工程设计及效果评价提供基准数据支撑。结合本矿山项目特性，确定本矿区开采前生态修复监测内容与监测指标，具体见表 2-17。

表 2-17 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、矿区生态修复范围

矿区生态修复范围为拟申请矿区范围、矿区周边采矿活动影响范围，可能影响矿业活动的不良地质因素存在的范围。

1、拟申请矿区范围

“敖汉旗康家营子矿区天然石英砂(铸型用砂)矿”拟申请矿区范围***km² (***hm²)。

2、矿区周边采矿活动影响范围

根据《开采方案》及矿山实际情况，矿山未来拟建采选工业区、拟建排土场、拟建办公生活区、拟建表土存放场、拟建矿区道路等均位于矿区范围外，合计占地面积约***hm²。

为有效控制矿业活动可能引发的不良地质灾害—风蚀沙埋，本着“预防为主，防治结合”的原则，本方案设计矿山开采前在露天采场外围、拟建场地上风侧设置 50m 宽的灌木防沙林带（含网围栏），在矿区道路两侧设置 10m 宽的灌木防沙林带，通过构建闭合式人工防风固沙屏障，以此预防并削减风蚀作用带来的不利影响。经综合圈定，所设防沙林带形成的闭合区域总面积约 234.6960hm²，内含拟申请矿区范围、拟建场地范围、防沙林带范围、及未利用区域。

考虑露天采砂会使原有稳定沙化土壤重新活化，风蚀影响加剧，进而出现土地沙化加重、植被退化、诱发沙埋灾害等一系列生态问题，而该影响受气象、地形地貌、地表覆盖及人为干预等多重因素制约，其扩散范围具有一定不确定性，现阶段无实测数据，难以精准量化。本方案暂对防沙林带防护

区外采取监测预防措施，拟在矿区周边下风向、侧风向 50-200m 范围布设生态环境监测点，开展风蚀沙埋、土壤质量、植被生长状况等跟踪监测，根据监测结果逐步调整影响范围界定。本次拟设的监测范围为生态影响预判与管控范围，暂不纳入生态修复责任范围。

3、可能影响矿业活动的不良地质因素存在的范围

拟申请矿区位于敖汉旗古鲁板蒿镇康家营子村，地处科尔沁沙地南缘，老哈河右岸，以往土地沙化问题突出，生态环境本底脆弱，存在风蚀沙埋的风险。近年来，本区依托“三北”防护林建设、京津风沙源治理、退耕还林还草等国家重点生态工程持续实施，区域生态修复与治理成效显著。经调查，老哈河流域沿河两岸植被较发育，且分布有大面积农田。经长期人工修复及自然生态演替，区内整体植被覆盖度明显提升，水土保持能力增强，风蚀强度显著降低，生态系统稳定性大幅改善。随着区域生态保护修复工程的持续推进，区域生态防护体系日趋完善、防风固沙功能持续提升，未来矿业开发面临的不良地质灾害（风蚀沙埋）影响范围总体可控，不会出现大范围外扩。

综上所述，综合考虑矿区地理位置、地形地貌、水文地质与工程地质条件、区域生态本底、主要生态环境问题及矿山工程总体布局，确定矿区生态修复责任范围为 234.6960hm²。

二、现状问题

（一）矿山地质环境问题

1、现状矿山不稳定地质体（不良地质灾害）

本矿属探转采新建矿山，矿区地形地貌及地质环境未受采矿活动扰动，基本保持原生状态。未见崩塌、滑坡等地质灾害不稳定体。

本区土地沙化，不良地质现象为风蚀影响，在持续风蚀作用下，地表裸露区域沙源易活化，在矿区低洼地带、边坡底部发生自然堆积，可能引发轻微的风蚀沙埋灾害。但受本区长期人为治沙干预，区内植被较发育，有一定覆盖作用，风蚀影响程度较轻，未引发风蚀灾害，未形成厚大堆积体，无高陡边坡，未形成不稳定地质体。

综上，矿区现状未见崩塌、滑坡灾害；现状风蚀影响程度较轻。

2、地形地貌景观破坏现状

(1) 自然条件下地形地貌景观状况

矿区地处风积沙区，地表以小型垄状沙丘、沙地、丘间洼地为主，地形起伏小、地势开阔。矿区广泛出露第四系风积石英砂，地表植被较发育。矿区附近无地质遗迹、自然保护区、人文景观、风景旅游区，无高等级公路，无较重要水源地，无基本农田。

(2) 地形地貌景观影响程度评价因素选取及等级划分

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：较轻、较严重、严重。可以定义如下：

- a) 较轻：地形地貌景观破坏程度轻微，轻微影响视觉效果；
- b) 较严重：地形地貌景观破坏程度较严重，中等影响视觉效果；
- c) 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。挖损、压占破坏地形地貌景观程度评价因素及等级标准见表3-1，表3-2。

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

(3) 矿区地形地貌景观破坏现状评价

本矿为探转采新建矿山，以往采矿活动仅实施了钻探工程，矿山按绿色勘查要求实施了复垦，仅保留水文钻孔（ZK3-2）作为后期监测水井未进行封堵，整个场地基本已恢复至探矿前原始地貌状态。另在当地放牧等人类活动干预下，现场已明显无勘探痕迹，故未将钻机平台纳入本次现状单元。矿区生态修复范围现状全部为矿山地质环境影响较轻区，面积约234.6960hm²，见表3-3。

表3-3 地形地貌景观影响现状评价表

3、含水层破坏现状

(1) 采矿活动对含水层结构的影响与破坏

本矿山为探转采新建矿山，前期探矿期间仅实施了钻探工作，未进行采矿活动。现状评价对含水层结构影响较轻。

(2) 采矿活动对含水层水位（水量）的影响

本矿山为探转采新建矿山，现状未对含水层造成破坏，无疏干排水，现状评价对含水层水位（水量）影响程度较轻。

(3) 对矿区及附近水源的影响

矿山为探转采新建矿山，现状未进行采矿活动，矿区无常驻人员，无污水废水外排，矿山现状对矿区及附近水源影响较轻。

综上所述，矿山现状条件下对含水层结构影响较轻；对含水层水位（水量）的影响较轻，对矿区及附近水源影响较轻。依据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）附录表 E 的规定要求，判定矿山现状对含水层影响程度较轻。

4、矿山地质环境问题现状结果

综合现状矿山不稳定地质体、地形地貌景观破坏、含水层破坏分析，综合评价矿山地质环境问题损毁情况如下表：

表3-4 现状矿山地质环境问题损毁程度评价表

（二）土地损毁问题现状

矿山以往探矿阶段仅开展了钻探工程，共形成***处钻机平台，施工过程中曾对局部土地造成挖损损毁。矿山后续严格按照绿色勘查相关要求，对上述钻机平台区域实施治理复垦措施，目前地表植被恢复状况良好，损毁土地已基本恢复原有土地利用功能。因此，未将其纳入土地损毁现状单元，现状无土地损毁问题。

（三）生态损毁问题现状

矿区及周边区域生态损毁问题包括植被损毁、支撑生态服务功能的生物多样性丧失、水土流失、土地沙化、水土环境污染等问题。

1、植被损毁

矿业活动造成的土地挖损、压占以及人为扰动破坏，会对区域植被造成直接损毁，具体表现为植被面积减少、生物量损失、植被覆盖度下降、林地郁闭度降低等问题。同时，采矿活动易引发土壤结构损失、地下水位下降、水土环境污染等一系列生态问题，间接恶化植被生长环境，导致植物根系枯萎、退化，严重时出现植株死亡的情况。

在矿业活动的长期持续影响下，区域植被优势物种逐渐衰退，伴生物种不断消失，植被群落由复杂多样的稳定结构逐步向单一化、退化型转变，植被自然修复能力持续衰减，进一步诱发水土流失、土地沙化、生物多样性降低等各类生态问题。

（1）植被损毁程度评价因素选取及等级划分

结合矿山工程开发扰动特征，本方案综合植被受损规模、重要物种生境状况、水土生境条件、生态系统功能及修复难度等核心评价因素，将评价区植被损毁程度划分为“严重、较严重、较轻”三个等级。植被损毁土地程度评价因素及等级标准见表 3-5，损毁程度评分表见表 3-6。

表 3-5 植被损毁程度评价因素及等级标准表

表 3-6 植被损毁程度评分级表

(2) 矿区植被损毁现状评价

本项目为探转采新建矿山，前期探矿工程占地、道路运输碾压、施工人员践踏等行为破坏地表植被，造成局部区域植被生物量减少、覆盖度降低。但由于施工期较短，施工范围有限，仅对局部地表植被造成破坏，对野生动物生境仅为暂时性干扰。矿区及周边区域植被种类多为常见物种，无珍稀濒危物种分布，无古树名木，探矿工程对所在区域植被的群落组成、植被盖度、动植物资源量等影响很小，对区域生态系统服务功能影响不大。矿山以往钻探工程对局部区域土壤结构造成破坏，对水土环境污染影响较轻，未对地下水造成破坏。经矿山绿色勘查治理复垦后，地表植被发育，基本恢复原始状态，环境影响可接受。综合判断，植被损毁程度为“较轻”。

表 3-7 植被损毁程度现状评价表

2、生物多样性丧失

矿区植被类型以广布种、常见种为主，无珍稀濒危受保护物种分布，也无古树名木生长。以往探矿工程过程中清除地表植被的行为，虽造成局部区域植被生物量损失，但对区域内物种种类、种群数量及种群结构的影响较小，区域生态多样性基本维持原有现状，未造成明显不利影响。

同时，植被破坏对野生动物栖息生境产生了一定程度的扰动。可能限制部分动物进入其习惯的季节性觅食区域，缩小其觅食范围；或导致部分动物暂时脱离原有栖息地、向周边干扰较小的区域迁移，并在新环境中逐步适应生存。但由于探矿阶段施工周期较短，此类扰动仅为暂时性，且野生动物具有趋利避害的本能，会临时迁移至周边适宜区域生存，因此探矿工程对野生动物的扰动影响较小，未造成持续性损害。

经现场调查及访问，本区人类活动较早，受人类活动影响野生动物资源相对匮乏，主要分布有小型啮齿类、鸟类等常见物种，未见珍稀濒危动

物分布，无野生动物迁徙通道及重要生境。探矿工程未对野生动物资源量造成影响，未形成栖息地阻隔等不利影响。经矿山绿色勘查治理后，野生动物栖息生境已基本恢复，区域生物多样性维持原有现状。

综上所述，矿区生物多样性基本维持原始状态，未出现明显衰退，综合判断其受损程度为“较轻”。

3、水土流失

根据《内蒙古自治区水土保持规划（2016～2030 年）》（***），敖汉旗位于北方土石山区，水土流失类型以中度风水复合侵蚀为主。风蚀主要分布在科尔沁沙地及河川地区，风力侵蚀强度为轻度-中度；水蚀主要分布在山地丘陵台地区，水力侵蚀强度为微度-轻度。

矿区位于科尔沁沙地南缘，地处中温带半干旱大陆性季风气候区，多年平均降水量 398.0mm，地形坡度平缓，以固定沙丘、沙地为主，生态本底脆弱，土壤沙化严重，植被覆盖度不高，风蚀作用显著，土壤侵蚀以风蚀为主，水蚀仅为季节性辅助类型且影响程度轻微。因此，本次水土流失评价主要针对风力侵蚀型水土流失进行评价。

（1）水土流失影响程度等级划分

本方案根据《全国生态状况调查评估技术规范—生态问题评估》（HJ1174-2021）中附录 A 表 A.1 水土流失程度分级标准表，结合《矿区生态修复方案编制指南（临时）》要求，采用《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）估算各单元平均土壤侵蚀模数，将水土流失影响程度划分为三级，将平均侵蚀模数达到强度及以上水平的划为“严重”、将平均侵蚀模数达到中度水平的划为“较严重”、将平均侵蚀模数达到轻度及以下水平的划为“较轻”。

表 3-8 水土流失影响程度分级标准表

(2) 水土流失现状评价

矿区现状无废弃土石等松散物源堆存。前期钻探工程破坏地表植被，对原生土壤结构造成破坏，受轻微风蚀作用影响，短期内产生轻微水土流失现象。但由于其扰动面积较小，且矿山勘查后随即对破坏的场地进行生态修复，现状地表植被基本恢复至原始状态。

①现状条件下按一般扰动地表区原始地貌估算年土壤侵蚀量，在无风速观测资料情况下，土壤流失量计算公式：

$$M_{f4}=QIJAG_f$$

式中： M_{f4} ——县域气象站累年值气象资料测算一般扰动地表计单元风蚀量，t；

Q ——计算当年单位面积风蚀率， t/km^2 ；

I ——粗糙干扰因子，无量纲； $I=e^{-0.045v}$

J ——地表物质紧密程度系数，无量纲；

A ——计算单元的水平投影面积， km^2 。

G_f ——风蚀可蚀性因子，无量纲；

e ——自然对数的底，按 2.72 计。

v ——地表植被覆盖率和砾石盖度（%）。

②平均侵蚀模数

$$E=M_{f4}/A$$

其中 E ：为平均侵蚀模数；

M_{f4} ：一般扰动地表计算单元风蚀量，t；

根据以上公式，估算矿区原始地貌一般扰动区土壤侵蚀模数如下：

表 3-9 风力作用一般扰动地表全年土壤侵蚀量计算表

注：本方案水土流失量仅为概略估算值，仅作为本次矿山水土流失损毁程度评价参考依据，矿山后续水土流失治理及相关管控工作，应以相关部门要求为准。

综上，矿山以往探矿工程造成水土流失影响程度较轻，基本保持区域

本底状态，水土流失影响程度为“较严重”。

4、土地沙化

矿山所在区域生态本底环境脆弱，以风力侵蚀型的土地沙化问题是区域生态环境突出问题。在持续风力侵蚀作用下，地表细颗粒土壤被大量吹蚀、搬运，导致土壤呈现粗粒化、沙质化趋势，土壤质地不断劣化，有效土层厚度逐渐变薄，保水保肥能力急剧下降；同时，风蚀过程带走大量有机质与养分元素，进一步加剧土壤贫瘠化程度，使土壤失去植物生长的基本条件，植被难以自然恢复，农业产值不高，植被生产力降低。长期风力侵蚀既是引发风蚀沙埋灾害的关键诱因，也持续加剧区域土地沙化发展进程。

近年来，在当地持续推进防风固沙系统性治理工作下，区域生态环境得到显著改善。截至目前，古鲁板蒿镇累计完成造林***万亩、种草***万亩，森林覆盖率稳步提升至***%，区内基本消除大面积裸露沙丘，防风固沙、水土保持能力大幅增强。区域林草覆盖度的持续提升，使矿区及周边区域风蚀强度显著降低，风蚀荒漠化程度为“中度”，区域生态系统已呈现整体良性转变，生态环境质量持续向好。

（1）土地沙化影响程度等级划分

本方案根据《全国生态状况调查评估技术规范—生态问题评估》（HJ1174-2021）中附录 A 表 A.2 土地沙化程度分级标准，结合《矿区生态修复方案编制指南（临时）》要求，将矿区土地沙化影响程度划分为三级，将土地沙化程度达到重度及以上的划为“严重”、将土地沙化程度为中度的划为“较严重”、将土地沙化程度为轻度的划为“较轻”。土地沙化影响程度分级标准如下表：

表 3-10 土地沙化影响程度分级标准

（2）矿区土地退化（沙化型）现状评价

矿区位于中温带半干旱地区，沙化土地类型以固定沙丘为主，无明显

风沙流活动。地表植被以耐旱型草本植被为主，植被覆盖度约 30%。

矿区以往探矿工程仅开展钻探作业，扰动区域呈斑块状零散分布，仅对局部地表植被与土壤结构造成轻微破坏，且扰动范围有限。受风力作用，仅产生轻微风蚀现象，主要环境影响表现为扬尘污染，扬尘经大气沉降后，影响范围集中于各钻机平台周边及下风侧，因探矿周期较短，且矿山同步实施绿色勘查措施，对扰动区域及时开展治理恢复工作，植被覆盖度基本保持现状，短期内未加剧土地沙化问题。

因此，现状条件下，矿区土地沙化影响程度为“较严重”。

5、水环境污染

矿山为探转采新建矿山，现状无采矿活动，无污废水产生。

年月，矿山委托***对矿区水文井（ZK3-2）开展地下水环境现状检测，检测指标包括地下水质量常规指标共 39 项，根据***出具的《敖汉旗龙兴国有资本运营（集团）有限责任公司敖汉旗康家营子矿区天然石英砂（铸型用砂）矿土壤、地下水检测项目委托检测》（***）显示，各项水质检测指标均符合《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准限值要求。检测结果见表 3-11。

表 3-11 矿区地下水水质检测结果

综上所述，以往探矿活动对矿区及周边地下水环境影响程度“较轻”。

6、土壤环境污染

矿山现状无废石、生活垃圾等固体废物堆存，不存在对土壤可能造成污染的污染源。以往探矿期间仅施工了钻探工程，经矿山实施绿色勘查治理后，未对水土环境造成污染。

年月，矿山委托***对矿区土壤环境进行补充检测，此次共布设 3 处土壤环境检测点，检测指标为建设用地土壤污染风险筛选值和管制值（基本项目）45 项、pH 值。根据***出具的《敖汉旗龙兴国有资本运营（集团）有限责任公司康家营子天然石英砂矿土壤检测报告》（***），各项检

测指标均满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600—2018）表 1 中第二类用地筛选值限值要求。可见，以往探矿活动对矿区及周边土壤环境影响程度“较轻”。

矿区土壤环境检测结果见表 3-12。矿区土壤环境补充检测点位分布见图 3-1。

表 3-12 矿区土壤环境检测结果表
图 3-1 矿区土壤环境补充检测点位分布图

7、生态损毁问题现状综合评价

综合现状生态系统植被损毁、生物多样性丧失、水土流失、土地沙化、水环境污染、土壤污染等问题分析，将矿区生态损毁问题综合评价按照由重至轻划分为“严重、较严重、较轻”三个等级。本着从重原则，确定各单元最终损毁程度。现状受损生态系统综合评价结果见表 3-13。

表 3-13 矿山现状生态系统损毁问题综合评价表
经综合评价，矿区现状生态损毁问题综合评价结果为“中度损毁”。

三、受损预测

（一）矿山生产工艺流程

采矿：根据《开采方案》，确定开采方式为露天开采，开采顺序总体采用自上而下水平分台阶开采，采矿方法分水平台阶采矿法，对静水位标高以上矿体采用露天干式开采，采用公路开拓运输+胶带机运输联合开拓运输方案，对于静水位标高以下矿体采用露天湿式开采，即采用绞吸式挖沙船开采，管道输送工艺。根据矿山开采工程布局，未来拟建一处露天采场，同时配套建设拟建采选工业区、拟建排土场、拟建表土存放场、拟建办公生活区、拟建矿区道路等。

选矿：《开采方案》推荐采用***选矿方法，工艺流程为：“***”。此工艺采用物理水洗选矿方式，洗选过程不添加选矿药剂及其他有毒有害物质。选矿废水循环利用不外排。

（二）矿山生产时序安排

结合《开采方案》及矿山实际，规划矿山基建期***年，基建期将对拟建场地进行全面建设。预计第二年投产即达产，先期开采露天采场西部区域，由西向南、向东逐步扩展作业面，预计远期开采东部及北部区域。同时，本着“采剥并举、剥离先行”的原则，剥离工作前置于采掘计划。剥离表土集中堆放在拟建表土存放场，剥离废石集中堆存在拟建排土场。根据矿山生产进度，预计第五年（2030 年）可完成实现内排，剥离废石直接排放至露天采坑回填利用。废石实现内排后即对外排土场进行过渡治理，恢复植被。矿山终采后，对排土场内废石全部清运，作为露天采坑回填物源，全部利用。

选矿尾泥先期暂排至拟建排土场存放，待矿山实现内排后，与废石一同直接内排至露天采坑。矿山终采后，外排尾泥将全部回填至露天采坑作为回填物源综合利用。

矿山终采后，对所有拟建场地及配套设施进行拆除、清运，对场地进行全面治理，恢复植被。

（三）矿山地质环境问题预测

1、预测矿山不稳定地质体（不良地质灾害）

（1）不稳定地质体

矿区属于中温带半干旱大陆性季风气候，多年平均降雨量较小，矿区及周边无常年性地表水体。区内地势开阔，地形舒缓，地表植被发育。未来露天采矿形成的不稳定地质体主要有露天采场边坡，及拟建排土场、拟建表土存放场松散堆积体。

1) 拟建露天采场

未来露天采剥标高为地表***标高，采场最大挖深约***m，矿区地下水静水位标高***m，部分矿体位于静水位以下。根据《开采方案》，设计开采方式为露天干式+湿式开采，静水位（约***m 标高）以上采用自上而下水

平分台阶开采，将形成***m 共 6 个水平台阶，台阶高度为***m，安全平台宽度约***m，清扫平台宽度为***m，静水位以上台阶坡面角为***°，静水位以下台阶坡面角为***°，露天采场最终边坡角约***°，设计边坡稳定。

《开采方案》设计在露天采场外缘约***m 处堆存废石、表土等，未来随着废石、表土等固废逐步堆载，采场边坡坡顶荷载加重，底部原岩结构缺失、支撑减弱，可能导致边坡下滑力增加，形成不稳定地质体，诱发滑坡伴随崩塌灾害。同时废石、表土等松散堆积体自身失稳也可能会进一步扰动采场边坡，加剧边坡滑塌风险。尤其是雨季，雨水快速渗入松散堆积体与边坡岩体孔隙，降低岩土抗剪强度、增大孔隙水压力，叠加坡顶堆载耦合作用，进一步加剧边坡失稳风险。

矿山未来按照《开采方案》设计的采矿方法及台阶参数规范采矿，留设安全平台及清扫平台，将台阶坡面角控制在***° 以下（小于自然安息角），可保障采场边坡稳定。同时拟建排土场、表土存放场选址与露天采场最终境界保持一定安全距离；合理安排开采及排土顺序，避开同一区域交叉作业，可有效减缓采矿与排土作业互相扰动。排土过程规范施工工艺，控制排放高度，提高废石等综合利用率，减少固废占地面积，随着生产废石逐步内排，可有效减缓堆载负荷压力。同时，矿山应按水利部门要求做好水土保持工作，配套完善截、排水工程，保证雨季排水通畅，如遇暴雨极端天气应全面停止排土作业，可避免积水渗流诱发边坡滑移垮塌风险。在矿山规范开采条件下，预测引发崩塌、滑坡灾害的可能性较小。

本方案设计基建期间在拟建排土场、拟建表土存放场地外围设置挡墙，通过先挡后弃，增加堆体边坡稳定性、防止随意扩大堆积范围；生产期间及时对排土场、表土存放场进行绿化护坡，对采场到界边坡及平台恢复植被，依靠植物根系固土护坡，削弱雨水冲刷侵蚀。在拟建排土场、表土存放场、露天采场边坡设置监测措施，日常加强巡视监测工作，实时掌握边坡位移、开裂等变形征兆，以达预防控制的目的，可有效减缓崩塌、滑坡

隐患。

综上，预测露天采场边坡在坡顶堆载、降雨等外在因素下，局部可能形成不稳定边坡，存在边坡失稳风险，重点集中在露天采场西侧临近拟建排土场、拟建表土存放场一侧。表现为小规模浅层垮塌、滑坡风险，经采取预防治理措施后，预测诱发崩塌、滑坡灾害的可能性较小，受威胁的对象包括矿山工作人员、施工机械等，受威胁人数小于 10 人，可能造成的直接经济损失小于 100 万元，综合判定影响程度为**较严重**。

2) 其他建设场地

未来采矿过程中产生的成品砂、采矿废石、选矿尾泥、及表土等属于松散物源。根据矿山实际及开采布局，成品砂经封闭式库房暂存后直接外售，不会形成较大堆体。采矿废石、选矿尾泥集中堆存于拟建排土场内，场地位于缓坡处，分两层台阶顺坡排放，单台阶高度不超过***m，台阶边坡角控制在***以下，最终边坡角控制在***以下，小于自然安息角。表土单独堆放在拟建表土存放场，同样采用台阶式排放方式，台阶高度、台阶边坡角及最终边坡角控制标准与排土场一致，堆体天然基础条件较好，规范堆排条件下，堆场边坡稳定性较好，不易形成不稳定地质体。

由于拟建排土场、表土存放场邻近露天采场境界边缘，持续堆载将对采场坡顶荷载加重，且采场开挖后边坡原岩结构缺失，底部支撑力减弱，易导致坡体下滑力增大，形成不稳定地质体，诱发连带性崩塌、滑坡灾害；同时废石、尾泥、表土等堆体孔隙发育、渗透性较好，雨季降雨入渗将导致土体自重增加、抗剪强度降低、自身结构稳定性减弱。因此，在坡体荷载加重、及降雨入渗等不利因素影响下，预测拟建排土场、表土存放场可能存在不稳定边坡，尤其是临近采场边缘一侧，可能诱发崩塌、滑坡灾害。

未来矿山应控制废石、表土等松散物源的排放高度及堆坡角度、分台阶堆放，提高堆体的稳定性，并配套挡墙、截排水、边坡植被恢复及变形监测措施，从源头上降低边坡失稳风险。如发现异常情况应及时处理。后

期随着开采推进，废石、尾泥逐步内排，表土随时被利用，堆体荷载稳定，可降低边坡失稳风险。

综上，预测拟建排土场、拟建表土存放场自身引发边坡失稳、整体滑动的可能性较小，但受采场开挖、固废堆载及降雨等多种因素影响下，临近采场一侧可能存在边坡失稳风险，表现为小规模滑坡伴随崩塌灾害，受威胁的对象包括矿山工作人员、施工机械等，受威胁人数小于 10 人，可能造成的直接经济损失小于 100 万元，综合判定影响程度为**较严重**。

(2) 不良地质灾害—风蚀沙埋

1) 预测本矿生产引发风蚀沙埋灾害的可能性

矿区位于敖汉旗古鲁板蒿镇康家营子村，地处科尔沁沙地南缘，老哈河右岸，以往为风蚀沙埋易发区，生态本底脆弱，近年随着区域治沙工作的推进，生态环境整体向好，基本无大面部裸露沙丘。但未来矿山露天采砂直接挖除地表植被及覆盖层，将导致原有稳定土壤重新活化，受本区气候影响，进一步增加风蚀风险，预测可能引发风蚀沙埋灾害。

综合分析，区域气象条件为风蚀沙埋提供了充足动力，地表风积沙层广布、易蚀物源丰富，加之露天开采、排土堆载作业等人为扰动，原有生态平衡被打破，加剧引发风蚀沙埋的风险。综合判定，本矿生产引发风蚀沙埋灾害的可能性较大。

2) 预测本区生产引发风蚀沙埋灾害规模

由于缺乏区域风沙运移及衰减实测数据限制，预测可能引发风蚀沙埋灾害规模难以量化评估，本方案结合区域风沙活动规律、周边同类矿山治理经验，采用风蚀总量平衡-临界积沙厚度判别法，从水平影响范围、垂直影响高度、沙埋强度三个方面开展定性与定量预测。

综合分析，全面落实防护措施后，重度、中等沙埋集中在矿区及周边下风向***范围，本次取值按 50~200m控制。

综合分析：废石、表土等人工堆积地貌，近地表（约0-2m）、堆体顶

部及上边坡(0-3m高度)为风蚀影响严重区,集中输沙高度为近地表0-20cm。采取治沙措施后,预测风蚀高度将控制在地表1m以下。未来随着矿山生产进度的推进,废石、尾泥将全部回填露天采坑,表土随时被利用,风蚀影响逐步将消失。

参考我国多年沙漠地区治沙案例经验:灌木林带防护可削减风速50%-80%,减少70%以上的输沙量,使沙埋范围缩减50%以上。本项目通过闭合式防风林、场地围挡、植被恢复等综合措施管控沙源,预测后期风蚀深度10~20mm,沙埋厚度小于20cm,整体判定为轻度沙埋。

3) 风蚀沙埋危害程度

综合前文预测结果,落实防沙措施后矿区风蚀沙埋影响范围矿区及周边50~200m,风蚀高度控制在1m以下,集中输沙高度0~20cm,沙埋厚度<20cm。本区位于半干旱区,地表形态以沙地为主,预测生产期间整体植被覆盖度约20%-30%,根据《水土流失危险程度分级标准》(SL718-2015)中表4.2.2风力侵蚀危险程度等级的划分标准,风力侵蚀危险程度等级为中度。

综合以上不良地质作用分析:受矿区自然条件限制,预测采矿活动可能引发风蚀沙埋灾害可能性较大;本矿遵循“先治沙后利用、边开采边治理”的生产原则,可有效控制沙源,削弱风沙运移能力。落实防护措施后,预测风蚀沙埋可能影响的范围集中在矿区及其周边下风侧50-200m区域,风蚀高度集中在1m以下,输沙高度集中在地表0-20cm,沙埋厚度小于20cm,整体风蚀沙埋灾害规模小;矿区外西北、西南侧上、侧风处分布有居民点;矿区外东侧存在高压输电设施;矿区北侧局部分布有耕地(非永久基本农田),周边及下风侧地表植被主要有林地、草地,预测风力侵蚀危险程度为中度。未来矿山提前部署防沙固沙措施并全面落实,预测采矿活动对周边植被、村落、输电设施及耕地造成的危害整体较轻。对照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)编制技术要求附录E,

预测矿业活动可能引发的风蚀沙埋影响对矿山地质环境影响程度为“较严重”。

2、地形地貌景观破坏预测

(1) 自然条件下地形地貌景观状况

矿区地处风积沙区，地表以小型垄状沙丘、沙地、丘间洼地为主，地形起伏小、地势开阔。矿区广泛出露第四系风积层，地表植被较发育。矿附近无地质遗迹、自然保护区、人文景观、风景旅游区，无高等级公路，无较重要水源地，无基本农田。

(2) 地形地貌景观影响程度评价因素选取及等级划分

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：较轻、较严重、严重。可以定义如下：

- a) 较轻：地形地貌景观破坏程度轻微，轻微影响视觉效果；
- b) 较严重：地形地貌景观破坏程度较严重，中等影响视觉效果；
- c) 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。挖损、压占破坏地形地貌景观程度评价因素及等级标准见表3-14，3-15。

表3-14 地形地貌景观破坏程度评价因素及等级标准表

表3-15 地形地貌景观破坏程度评分界线表

(3) 矿区地形地貌景观破坏预测评价

矿山现状无地面单元，预测对矿山地质环境造成影响破坏单元为《开采方案》设计建设单元以及矿山拟设单元。

《开采方案》设计将拟建露天采场、拟建采选工业区、拟建排土场、拟建办公生活区、拟建矿区道路。为单独保存剥离的表土，矿山未来将拟建一处表土存放场，满足整个开采期表土堆存需求。

故预测矿山开采对地形地貌景观影响工程单元包括：拟建露天采场、拟建采选工业区、拟建排土场、拟建表土存放场、拟建办公生活区、拟建矿区道路等。

1) 拟建露天采场

拟建露天采场形状不规则，地表尺寸约***m，坑底尺寸约***m，占地面积为 154.47hm²。设计采用露天干湿+湿式开采工艺，采矿方法为自上而下水平分台阶开采，预计露天干式开采矿段(***m 标高以上)形成***共 5 个安全平台，***共 2 个清扫平台。安全平台和清扫平台宽度分别为***m 和***m，台阶高度***，水上(***m 以上)台阶坡面角***，水下(***m 以下)台阶坡面角***°，最终边坡角约***°。由于矿层底标高起伏不定，最低标高为***m，湿式开采底部界限为矿层底板标高，开采结束后，最终境界内将形成南北***个坑底，南侧坑底标高在***m 之间，北侧坑底标高在***m 左右。

内排回填：首期自矿区西部区域开采，由西向南、向东逐步扩展作业面，预计远期开采东部及北部区域。随着采矿进度，预计第五年(***年)实现内排，废石、尾泥直接内排至露天采坑，内排时分台阶排放，整体推进方向同开采方向，优先回填于露天采场西侧，自西向南、东逐步排放。预计在采坑西部形成长(南北向)约***m、宽(东西向)约***m、面积约为***hm²的内排回填区，最终回填标高至地表标高(约***m 标高)，回填区东侧边坡平台与露天采场平台相衔接。

外排回填：矿山终采后，外排废石、尾泥全部回填至露天采坑北部，以削除北部边界突兀感，改善地形地貌景观协调性。预计在采坑北部形成长(东西向)约***m、宽(南北向)约***m、面积约为***hm²的内排回填区，

回填标高至地表标高(约***m 标高)，回填区东侧边坡平台与露天采场平台相衔接。

综上，预计矿山终采后，露天采场可形成回填区总面积约***hm²。

露天采场大面积开挖破坏地表植被，使原生地形地貌景观遭到破坏，与自然地貌景观不协调，预测评价其对地形地貌景观影响**严重**，见照片 3-1，表 3-16，采场最终境界见图 3-1。

表 3-16 **拟建露天采场地形地貌景观影响评分表**
 拟建露天采场（西北视角）
 拟建露天采场（北侧视角）
 照片3-1 拟建露天采场
 图3-1 拟建露天采场平面图（终采后）
 图3-1-1 拟建露天采场A-A'剖面图（终采后）
 图3-1-2 拟建露天采场B-B'剖面图（终采后）
 图3-1-3 拟建露天采场C-C'剖面图（终采后）

2) 拟建采选工业区

位于矿区外北西部“凹型”区域，服务于整个生产期间，场内拟建库房、洗砂脱泥车间、备品备件库、成品砂临时堆场、尾泥临时堆场等，总占地面积 2.0513hm²。

场地位于缓坡处，预测场地东北侧将形成长约 200m 的土质边坡，切坡高度约 2-3m，坡角约 30° -35°，切坡物源就近堆置于场地西南侧，将形成约 200m 长的堆坡，堆坡高度约 2-3m，坡角约 30° -35°。场内建筑为彩钢结构，预计建筑面积约 6300m²，高度 5-10m，平均高约 7m。成品砂临时堆场占地 1840m²，预计堆存高度控制在 10m 以下，堆坡角控制在 25° 以下，有效容积约 14500m³，分选后的成品砂转运至库房内暂存，定期外售。尾泥临时堆场占地面积 1000m²，预计堆存高度控制在 10m 以下，堆坡角控制在 25° 以下，有效容积约 8000m³，洗选后产生的尾泥经场地暂存后，前期堆于拟建排土场单独存放，待采场实现内排后，直接内排于露天采场内排回填区。

场大的建设破坏地表植被，使原生地形地貌景观遭到破坏，与自然地

貌景观不协调，预测评价其对地形地貌景观影响**较严重**，见照片 3-2，表 3-17。

表3-17 拟建采选工业区地形地貌景观影响评分表
照片3-2 拟建采选工业区、拟建排土场、拟建表土存放场、
拟建办公生活区、拟建矿区道路相对位置关系
照片3-3 拟建采选工业区
图3-2 拟建采选工业区剖面图

3) 拟建排土场

场地设置于矿区外北西部“凹型”区域，主要用于堆存外排废石及尾泥，占地面积约 17.2275hm^2 ，废石、尾泥顺坡堆放，预计分 2 层台阶堆放，单层高度不超过 10m，堆坡角控制在 25° 以下，最终边坡角控制在 23° 以下，有效容积约 2060000m^3 。根据矿山规划，预计 2030 年可实现内排后，废石、尾泥直接内排至露天采坑内，场地能够满足外排废石、尾泥堆存需求。

由于矿山内排时序为开采前期规划部署，受实际生产进度不确定性影响，实际内排可能延后。为此，矿山将外排土场按永久用地征占，场地服务于整个生产期间。本方案根据矿山规划，暂按生产期第 4 年（***年）实现内排设计过渡治理。矿山根据实际生产进度应及时对达到堆存高度的稳定结构面进行覆土、土壤培肥、绿化固土。矿山终采闭坑后，对外排废石、尾泥全部清运，作为露天采坑回填物源，综合利用率 100%。

场地的建设破坏地表植被，使原生地形地貌景观遭到破坏，与自然地貌景观不协调，预测评价其对地形地貌景观影响**较严重**，见照片 3-4，表 3-18。

表3-18 拟建排土场地形地貌景观影响评分表
照片3-4 拟建排土场
图3-3 拟建排土场、拟建表土存放场剖面图

4) 拟建表土存放场

位于矿区外北西部“凹型”区域，用于单独存放表土，占地面积约 6hm^2 ，

设计分 2 层堆放，单层高度约 10m，堆坡角控制在 25° 以下，最终边坡角控制在 23° 以下，设计容积约 720000m³。场地将服务于整个生产期及治理期。实际堆存过程中，表土逐步增加，应保证表土集中堆存，便于养护。

场地的建设破坏地表植被，使原生地形地貌景观遭到破坏，与自然地貌景观不协调，预测评价其对地形地貌景观影响较严重，见照片 3-5，表 3-19。

表3-19 拟建表土存放场地形地貌景观影响评分表
照片 3-5 拟建表土存放场

5) 拟建办公生活区

位于矿区外北西部“凹型”区域，场地内拟建办公室、食堂、宿舍、停车场等，占地面积约 0.2505hm²。服务于整个生产期间。场内建筑拟采用彩钢结构，建筑面积约 750m²，建筑高度约 5m。场地地势平缓，不会产生较大的切坡及堆坡。

场地的建设破坏地表植被，使原生地形地貌景观遭到破坏，与自然地貌景观不协调，预测评价其对地形地貌景观影响较严重，见照片3-6，表3-20。

表3-20 拟建办公生活区地形地貌景观影响评分表
照片3-6 拟建办公生活区
图3-4 拟建办公生活区剖面图

6) 拟建矿区道路

拟建矿区道路连接露天采场、各地面单元至外部道路，拟建道路长度约1150m，预计宽度约4m，场地面积约0.4600hm²。露天采场内部开拓运输道路主要利用采场边坡平台及坑底平台，且随着开采进度随时调整，并与露天采场面积重叠，因此不单独统计。场地地势平缓，不会产生较大的切坡及堆坡。

场地的建设破坏地表植被，使原生地形地貌景观遭到破坏，与自然地貌景观不协调，预测评价其对地形地貌景观影响较严重，表3-21。

表3-21 拟建矿区道路场地形地貌景观影响评分表

7) 矿区生态修复区其他区域

矿区生态修复区其他区域受矿业活动扰动较少、基本保持原生地形地貌，对地形地貌景观影响程度较轻。

注：矿区生态修复区其他区域占地面积是一个动态变化的过程。现状矿山生态修复区为界外防沙林带圈定范围约 234.696hm^2 。未来取自采矿许可及征地手续后，矿区生态修复区其他区域为界外防沙林带区域、以及其他未利用区域，总计 54.2367hm^2 。

预测地形地貌景观影响评价情况见表 3-22。

表3-22 地形地貌景观影响预测评价表

3、含水层破坏预测

(1) 采矿活动对含水层结构的影响与破坏

《开采方案》设计未来采用露天开采方式，露天采场面积 $***\text{km}^2$ ($***\text{hm}^2$)，剥采标高为地表 $***$ 标高，采场最大挖深约 $***\text{m}$ 。矿区临近老哈河流域，位于地下水径流区下游，矿床直接充水含水层为第四系孔隙潜水含水层。

根据《勘探报告》中 $***$ 年 $***$ 月（丰水期）实测水文钻孔数据，矿区地下水静水位标高介于 $***\text{m}$ ，部分矿体位于地下水静水位以下。未来矿山露天采砂作业直接剥离孔隙潜水含水层岩土介质，导致潜水含水层结构缺失，地下水天然储水空间破损，含水层原有储水功能丧失，含水层破坏类型为含水层层位缺失。且随着采矿进度的推进，含水层破坏面积逐步扩大。至矿山终采后，破坏含水层结构面积约 $***\text{hm}^2$ ，破坏含水层结构厚度约 $***\text{m}$ ，整个露天采场最终将形成南、北两处形状不规则的坑塘水面。

露天开采引发的含水层结构破坏，极易造成区域生态系统受损。根据《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》（GB/T42362-2023），预测露天开采对含水层结构影响程度为严重。

(2) 采矿活动对含水层水位（水量）的影响

矿床直接充水含水层为第四系孔隙潜水含水层，无承压水层大规模补给通道，水文地质条件相对简单。根据《勘探报告》中 $***$ 年 $***$ 月（丰水

期) 实测水文钻孔数据, 矿区地下水静水位标高介于***m, 部分矿体位于地下水静水位以下。未来露天采场面积约***hm², 地表原始标高为***之间, 坑底标高为***m 之间, 最大挖深约***m, 受原始地形影响, ***m 标高(干、湿分界线) 以上可调蓄水位高度约***m, 采坑有足够储水空间容纳矿坑水量, 矿坑水具备不疏干外排的条件。

矿坑水主要接受大气降水的补给, 年涌水量分布不均, 枯水期涌水量相对较少, 雨季涌水量有所增加, 水位上下浮动小于***m。由于本区第四系孔隙潜水含水层透水性较好, 大气降水可快速自然渗透消散, 仅会造成坑内水体短时小幅波动, 不会引发区域地下水水位的持续性变化, 坑内水位可自然恢复并保持长期稳定。

未来矿山采用“干式+湿式”采矿方法相结合, ***m 标高以下采用湿式开采工艺。矿坑水主要用于采矿、选矿、地面降尘及绿化用水, 不疏干外排。生产用水、绿化灌溉用水仅对采场小范围潜水水位产生轻微扰动, 不会形成大范围地下水降落漏斗, 对区域地下水整体径流、补给、排泄条件无明显变化。

综上, 矿坑水不疏干外排, 采矿活动对含水层水位(水量) 影响较轻。

(3) 对矿区及附近水源的影响

矿区及周边无常年性地表水体。距离矿区最近的河流为西侧约 2km 处的老哈河, 本矿区地处老哈河中下游河谷段南侧补给径流区, 距离相对较远。

矿床直接充水含水层也为第四系孔隙潜水含水层, 该含水层与区域主要含水层联系较为密切。矿区未来生活用水取自附近居民水源井, 矿区及周边附近居民用水水源为第四系潜水, 采矿活动对含水层水质、水位的变化可能影响矿区及附近居民用水。由于矿山未来采用干式+湿式开采工艺, 矿坑水不抽排, 预测采矿活动对矿区及附近居民用水水位影响较小。

为避免采矿活动污染含水层水质并通过渗流补给间接影响附近居民用

水，矿山将建立含水层监测系统，定期开展水质监测，避免水质污染。同时利用采矿废石及选矿尾泥最大程度的回填露天采坑，修复含水层结构，减少含水层裸露面积，保障矿区及附近地下水水质达标。预测矿坑水对矿区及附近水源影响较轻。

综上所述，预测矿山开采对含水层结构的破坏程度为**严重**；对含水层水位（水量）的影响程度**较轻**；对矿区及附近水源影响**较轻**。根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）附录 E，预测矿山开采对含水层破坏程度为**严重**。

4、矿山地质环境问题预测结果

综合预测矿山不稳定地质体、地形地貌景观破坏、含水层破坏分析，矿山地质环境问题损毁情况如下表：

表 3-23 预测矿山地质环境问题综合评价表

（四）土地损毁问题预测

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，矿山开采势必损毁土地资源，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将矿山对土地造成损毁的环节分为基建期损毁、生产期损毁、治理期损毁三个损毁环节。

基建期将拟建采选工业区、办公生活区、矿区道路等地面单元占用土地，损毁形式为压占损毁。场地建设前剥离的表土集中堆存在拟建表土存放场，将对土地造成压占损毁。

生产期采用露天开采方式，拟建露天采场对土地将造成挖损损毁。本着采剥并举、剥离前行的原则，剥离作业前置于采矿作业并协同推进，采

场剥离的表土集中堆存在拟建表土存放场、采矿剥离废石及选矿尾泥集中堆存在拟建排土场，拟建表土存放场及拟建排土场的建设将对土地造成压占损毁。

治理期，拟建表土存放场堆放表土逐步利用，持续对土地造成压占损毁，直至场地表土全部利用结束。

（2）损毁时序

矿山基建期间，将拟建采选工业区、拟建表土存放场、拟建办公生活区、拟建矿区道路。

矿山生产期间将拟建露天采场，拟建排土场。

以上场地经矿山办理征地手续后将服务于整个生产期，至治理期结束。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

受损区块	基建期	生产期	治理期	损毁形式
拟建露天采场				挖损
拟建采选工业区				压占
拟建排土场				压占
拟建表土存放场				压占
拟建办公生活区				压占
拟建矿区道路				压占

2、土地损毁程度评价

（1）土地损毁程度评价因素选取及等级划分

根据《中华人民共和国土地管理法》及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轻度、中度、重度受损等 3 级标准。评价标准如下：

轻度受损：土地破坏轻微，基本不影响土地利用功能；

中度受损：土地破坏较严重，影响土地利用功能；

重度受损：土地严重破坏，丧失原有土地利用功能。

目前国内外对于评价因素的具体等级标准尚无精确的划分值，本方案根据类似项目土地损毁因素的选取及实际经验数据，结合矿区实际情况，遵循从重原则确定土地损毁等级。挖损、压占损毁土地程度评价因素及等级标准见表 3-25，土地损毁程度评分界线见表 3-26。

表3-25 土地损毁程度评价因素及等级标准表

表3-26 土地损毁程度评分界线表

(2) 土地损毁程度评价

1) 拟建露天采场

拟建露天采场占地面积*** hm^2 ，最大挖损深度约*** m ，挖损土层厚度约>*** cm ，开采至静水位以下时，坑底将长期积水，水上台阶坡面角约*** $^\circ$ ，水下台阶坡面角约*** $^\circ$ ，露天采坑最终边坡角约*** $^\circ$ ，预测边坡欠规整。损毁土地利用类型包括***。损毁方式为挖损，对土地资源损毁程度为“**重度**”。土地程度评价见表 3-27。

表3-27 拟建露天采场土地损毁程度评价表

2) 拟建采选工业区

拟建采选工业区占地面积2.0513 hm^2 ，预测场地形成切坡坡度30 $^\circ$ -35 $^\circ$ ，切坡高度约2-3 m ，坡体稳定，砾石含量<10%，复垦难度易。损毁土地利用类型包括***。损毁方式为压占。场地的建设导致原有土地性质改变，地表植被直接破坏，土地利用功能降低，对土地资源损毁程度为“**中度**”。土地程度评价见表3-28。

表3-28 拟建采选工业区土地损毁程度评价表

3) 拟建排土场

拟建排土场占地面积17.2275 hm^2 ，预测堆体高度约20 m ，最终边坡角控制在23 $^\circ$ 以下，坡体稳定，砾石含量<10%，复垦难度易。损毁土地利用类型包括***。损毁方式为压占。场地的建设导致原有土地性质改变，地表植被直接破坏，土地利用功能降低，对土地资源损毁程度为“**中度**”。土地程度评价见表3-29。

表3-29 拟建排土场土地损毁程度评价表

4) 拟建表土存放场

拟建表土存放场占地面积 6hm^2 ，预测堆体高度约20m，最终边坡角控制在 23° 以下，坡体稳定，砾石含量 $<10\%$ ，复垦难度易。损毁土地利用类型包括***。损毁方式为压占。场地的建设导致原有土地性质改变，地表植被直接破坏，土地利用功能降低，对土地资源损毁程度为“中度”。土地程度评价见表3-30。

表3-30 拟建表土存放场土地损毁程度评价表

5) 拟建办公生活区

拟建办公生活区占地面积 0.2505hm^2 ，场地位于平缓处，砾石含量 $<10\%$ ，复垦难度易。损毁土地利用类型包括***。损毁方式为压占。场地的建设导致原有土地性质改变，地表植被直接破坏，土地利用功能降低，对土地资源损毁程度为“轻度”。土地程度评价见表3-31。

表3-31 拟建办公生活区土地损毁程度评价表

6) 拟建矿区道路

拟建矿区道路占地面积 0.4600hm^2 ，场地位于平缓处，砾石含量 $<10\%$ ，复垦难度易。损毁土地利用类型包括***。损毁方式为压占。场地的建设导致原有土地性质改变，地表植被直接破坏，土地利用功能降低，对土地资源损毁程度为“轻度”。土地程度评价见表3-32。

表3-32 拟建矿区道路土地损毁程度评价表

预测土地损毁损毁情况统计表见表3-33。

表3-33 预测土地损毁情况统计表

(五) 生态损毁问题预测

预测矿区及周边区域生态损毁问题包括植被损毁、支撑生态服务功能的生物多样性丧失、水土流失、土地沙化、水土环境污染等问题。

1、植被损毁

未来矿山建设不可避免地在地表植被造成损毁影响。主要表现为场地建

设、采矿剥离作业会直接清除原有地表植被，同时车辆碾压及人为践踏也会导致植被枯萎。

植被损毁后地表裸露松散，极易加剧区域风蚀、沙埋灾害。长期风力侵蚀作用下，矿区及周边低矮草本植被易被风沙掩埋，造成原生植被退化、消亡，区域土壤沙化程度持续加剧，植被自然恢复能力大幅下降，原有生态结构破坏，生态系统服务功能下降。

(1) 植被损毁程度评价因素选取及等级划分

结合矿山工程开发扰动特征，本方案综合植被受损规模、重要物种生境状况、水土生境条件、生态系统功能及修复难度等核心评价因素，将评价区植被损毁程度划分为“严重、较严重、较轻”三个等级。植被损毁土地程度评价因素及等级标准见表 3-34，损毁程度评分表见表 3-35。

表 3-34 植被损毁程度评价因素及等级标准表

表 3-35 植被损毁程度评分级表

(2) 各场地植被损毁预测

① 拟建露天采场

未来露天采剥作业大面积清除地表植被，直接损毁植被面积约***hm²，受损区域植被覆盖度大幅降低（约 30%以下）、生物量损失显著，区内防风固沙、保持水土的生态服务功能显著下降，可能引发水土流失、土地沙化现象。同时，土壤结构的缺失，导致土壤保水保肥能力下降，土壤抗蚀性减弱，进一步加剧风蚀风险，对植被的生长条件影响较严重。矿区内无重要物种及特殊生境，但露天采场破坏植被面积较大，未来生态修复需要一定时间得以恢复。随着边开采、边治理实施，预计复垦区域***年管护期后，植被进入自然演替状态，覆盖度可提升至***%，防风固沙功能逐步恢复，水土流失与土地沙化风险逐步降低，生态系统向正向演替。综合预测分析，拟建露天采场植被损毁程度为“严重”。

②拟建排土场、拟建表土存放场

拟建排土场、拟建表土存放场压占土地，清除地表植被面积分别为 17.2275hm^2 、 6hm^2 ，受损区域植被覆盖度大幅降低、生物量损失显著，区内防风固沙功能显著下降，可能加剧本区水土流失、土地沙化风险。同时，土壤结构因长期压占板结，土壤孔隙度减小，进一步抑制植被根系发育，阻碍受损区域植被自然恢复，且会加剧风蚀风险，对区域生态系统的完整性和稳定性造成不利影响。随着边开采、边治理的实施，及时对场地进行覆土、绿化，短期内可达到良好的复垦效果，损失的植被得到补偿，逐步提升区域生态服务功能，缓解土壤退化及风蚀等生态风险。综合预测分析，拟建排土场、拟建表土存放场植被损毁程度为“**较严重**”。

③拟建采选工业区、拟建办公生活区、拟建矿区道路

拟建采选工业区建设损毁植被面积较大，约 2.0513hm^2 ，生物量损失显著。拟建办公生活区、拟建矿区道路建设损毁植被面积相对较小，分别为 0.2505hm^2 、 0.4600hm^2 。生物量损失有限，植被覆盖度整体变化不明显。

以上场地地面硬化、车辆碾压、人员践踏等人为影响也会造成土壤板结，破坏土壤透气透水性。由于场地损毁面积有限，原生土壤结构完整，复垦时配合松土措施，短期内好可达到良好的复垦效果。

综合预测分析，拟建采选工业区植被损毁程度为“**较严重**”。拟建办公生活区、拟建矿区道路植被损毁程度为“**较轻**”。

④矿区生态修复区其他区域

未来界外防沙林带区域种植灌木，原有林木以保护为主，仅进行间隙补植。矿区外其他未利用区域以补植为主，不破坏原有植被。

但受矿业活动可能引发的风蚀影响，矿区生态修复区其他区域存在加

剧土地沙化风险，易导致植被原生土壤环境恶化，植被生长缓慢，生产力水平降低。但随着矿区外防沙林带的建设，在防护条件下，矿业活动对该区域植被的损毁影响程度属“较轻”。

各场地植被损毁预测如下表：

表 3-36 预测植被损毁情况统计表

综上，预测拟建露天采场植被损毁程度为“严重”，拟建采选工业区、拟建排土场、拟建表土存放场植被损毁程度为“较严重”，拟建办公生活区、拟建矿区道路、矿区生态修复区其他区域植被损毁程度为“较轻”。

2、生物多样性丧失

矿区场地的建设直接破坏地表植被，造成区域植被资源量明显减少。同时施工扬尘污染、人为践踏等人为干扰，短期内也会间接导致植被枯萎、长势缓慢。长期来看，如工程扰动引发水土流失、土地沙化等生态问题，还会阻碍植被自然更新与演替进程。在自然因素及人为因素双重作用下，矿区植物群落结构可能由复合型会向单一型转变，种群数量由多样化向单一化过渡。结合现场调查结果，矿区范围内分布的植被均为区域常见乡土物种，无古树名木、无国家及地方重要保护野生植物，矿业活动虽对区内局部植物种群数量影响显著，但对区域整体物种多样性的影响有限。后期通过选用本地优势乡土物种开展植被修复工作，受损植被资源可逐步得到恢复，植物多样性能够回归原有水平。

植被的损毁直接破坏野生动物栖息、繁殖生境。叠加人类频繁活动、施工机械震动、噪声、灯光等多重干扰，可能对本区啮齿类、爬行类、鸟类等野生动物产生显著惊扰。使啮齿类、爬行类动物移居到周围干扰较小的区域重新定居，使鸟类迁移至周边适宜区域生存，导致基建期至生产期较长时间内野生动物数量会明显减少。经现场调查，本区人类活动较早，

野生动物数量较少，且多为常见物种，未见珍稀濒危物种分布。矿业活动对区域整体生物多样性的影响程度较低。未来随着矿区边开采边治理，通过植被重建、景观廊道构建，可为野生动物营造新的栖息生境及活动通道。矿山终采后，露天采坑将形成坑塘水面，进一步为野生动物提供觅食、栖息场所，区域生物多样性将逐步恢复原始水平。

综合以上分析，预测矿业活动不会造成区域生物多样性丧失，仅对局部植被、野生动物种群产生短期轻度干扰，因此预测生物多样性受损程度为“较轻”。

3、水土流失

根据《内蒙古自治区水土保持规划》（2016～2030 年），敖汉旗位于北方土石山区，水土流失类型以中度风水复合侵蚀为主。风蚀主要分布在科尔沁沙地及河川地区，风力侵蚀强度为轻度-中度；水蚀主要分布在山地丘陵台地区，水力侵蚀强度为微度-轻度。

矿山所在科尔沁沙地南缘，水土流失类型以风蚀为主，水蚀主要集中在沿河流域范围。矿区距离老哈河约***km，周边无常年性地表水体，地貌类型为风积沙地，仅矿区外中部局部分布有丘陵微地貌，地形平坦开阔，地表植被较发育，多年平均降水量约 398.0mm。受本区气象、地质、地形地貌、植被状况等自然因素影响，水土流失类型以风蚀为主，未见明显水蚀现象。未来叠加矿业活动人为破坏扰动地表，受本区风蚀作用下，可能会加剧本区水土流失影响。鉴于本区多年平均降水量较少，降水主要集中在 6-9 月份，地表出露第四系石英砂层，该层孔隙发育，有利于大气降水的渗入补给，不易形成地表径流，水蚀作用较轻。因此，本方案预测水土流失量仅针对风蚀作用进行评价。

（1）水土流失影响程度等级划分

本方案根据《全国生态状况调查评估技术规范—生态问题评估》（HJ1174-2021）中附录 A 表 A.1 水土流失程度分级标准表，结合《矿区生态修复方案编制指南（临时）》要求，采用《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）估算各单元平均土壤侵蚀模数，将水土流失影响程度划分为三级，将平均侵蚀模数达到强度及以上水平的划为“严重”、将平均侵蚀模数达到中度水平的划为“较严重”、将平均侵蚀模数达到轻度及以下水平的划为“较轻”。

表 3-37 水土流失影响程度分级标准表

（2）水土流失预测分析

1) 拟建采选工业区、拟建办公生活区、拟建矿区道路

拟建采选工业区、拟建办公生活区、拟建矿区道路等场地可能引发水土流失影响主要集中在基建期，基建期场地的建设，地表植被破坏，土体结构松散裸露，预计地表植被覆盖率和砾石盖度约***%左右，土壤抗蚀能力减弱，受本区风蚀作用影响，易形成新的水土流失。预计以上场地建设扰动时长约***个月，随着场地建设结束，地表将被建筑物、硬化地面、绿地等覆盖，裸露土地减少，风蚀作用减弱，水土流失影响将消失。

2) 拟建露天采场

生产期间，露天采砂作业将产生大量的挖方、弃方，扰动后地表土体结构松散。随着采剥作业的推进，拟建露天采场地表植被逐步被清除，土壤逐步被暴露，整体植被覆盖度约***%。同时大量挖方作业导致土壤结构直接破坏或缺失，土壤保土、保水、保肥功能下降，抗蚀性降低，易成为当地风蚀源地，加速矿区及周边区域土壤风蚀作用。受露天采剥作业长期扰动，风蚀作用将一直存在，影响期限至矿山开采结束。如不加治理必将造成新的水土流失，导致区域生态环境恶化。

为减缓露天采场水土流失影响，未来矿山采取区块化开采工艺，避免大面积裸露地表。本着先治沙后利用、边开采边治理的原则，开采前在露

天采场外围设置防沙林带从源头上减少风蚀影响，生产过程及时对采场到界边坡及平台进行绿化固土，达到过程控制。随着复垦工作的推进，植被覆盖度逐步提高至***%，可大大减少水土流失的量。

3) 拟建表土存放场、拟建排土场

未来拟建表土存放场、拟建排土场堆存的表土、废石等将形成低矮的堆积地貌。堆放高度控制在 20m 以下，堆体物源结构松散，含水量降低，在大风的作用下，地表物质易随风搬运、移动，形成挟沙风，造成风蚀型水土流失。

未来基建期拟建表土存放场、拟建排土场外围将设挡墙围挡减缓风蚀影响，随着表土、废石的堆存及时进行绿化护坡，涵养水土，过渡绿化，预计植被恢复初期整体覆盖度约***%。随着场地堆存稳定后植被覆盖度可提升至***%，风蚀量逐步减少。矿山终采后，表土、废石等全部综合利用，场地全面治理复垦，风蚀量大大减弱。由于表土、废石等剥离、堆存作业为间歇性作业，预计年累计扰动时限约***个月。

4) 矿区生态修复其他区域

矿区生态修复其他区域基本不受扰动，保持现状本底状况。

5) 各场地水土流失量预测

为量化评价水土流失程度，本方案采用《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）中土壤流失量计算公式估算破坏场地土壤侵蚀模数。

表 3-38 风力作用一般扰动地表全年土壤侵蚀量计算表

注：本方案水土流失量仅为概略估算值，仅作为本次矿山水土流失损毁程度评价参考依据，矿山后续水土流失治理及相关管控工作，应以相关部门要求为准。

表 3-39 风力作用工程堆积体全年土壤侵蚀量计算表

注：本方案水土流失量仅为概略估算值，仅作为本次矿山水土流失损毁程度评价参考依据，矿山后续水土流失治理及相关管控工作，应以相关部门要求为准。

综上，预测拟建露天采场水土流失影响程度为“严重”，拟建采选工业区、拟建排土场、拟建表土存放场、拟建办公生活区、拟建矿区道路水土流失影响程度为“较严重”。

表 3-40 预测各单元水土流失程度结果表

4、土地沙化

本区沙化土地类型以固定沙地为主，在长期风力侵蚀作用下，土壤贫瘠，生产力水平不高，土地沙化问题突出。近年来，区域实施系统性治沙干预工程，通过植被固沙、封禁保护等综合治理措施，有效遏制了沙化扩张趋势，地表风蚀强度显著降低。经调查，区域现状风蚀荒漠化程度控制在中度水平以下，但区域生态系统仍处于敏感易扰动状态，人工固沙体系抗干扰能力有限，土地沙化潜在风险未彻底消除。

未来拟建场地工程建设，露天采矿大面积开挖扰动，将直接破坏地表植被及土壤结构，已修复的防沙系统遭到损毁，损毁区域沙化土地存在进一步退化风险。根据前文分析，本矿露天采砂作业服务年限较长，大范围、持续性的地表开挖扰动，会使区域原有固定沙源重新活化，极易诱发风蚀、沙埋等风沙灾害。活化沙源向矿区周边及下风向区域扩散、沉积，在长期风力侵蚀的累积作用下，区域原有土地沙化问题可能进一步加剧。

(1) 土地沙化影响程度等级划分

本方案根据《全国生态状况调查评估技术规范—生态问题评估》（HJ1174-2021）中附录 A 表 A.2 土地沙化程度分级标准，结合《矿区生态修复方案编制指南（临时）》要求，将矿区土地沙化影响程度划分为三级，将土地沙化程度达到重度及以上的划为“严重”、将土地沙化程度为中度的划为“较严重”、将土地沙化程度为轻度的划为“较轻”。土地沙化影响程度分级标准如下表：

表 3-41 土地沙化影响程度分级标准

(2) 土地沙化预测评价

未来基建期场地的建设、生产期露天采挖作业将是诱发土地沙化的主要因素。治理修复区植被恢复初期也存在诱发土地沙化风险的可能性。本方案从各区块关键受损时段进行分析评价。

1) 拟建采选工业区、拟建办公生活区、拟建矿区道路

拟建采选工业区、拟建办公生活区、拟建矿区道路可能诱发土地沙化风险主要集中在基建期。基建期场地的建设及表土剥离工作，使地表植被全部清除，短期内植被覆盖度***%，原有固沙防护体系遭到破坏，短期内原有沙源重新暴露。存在诱发土地沙化的潜在风险。若施工过程规避大风天气开展露天作业，可有效遏制风沙流动问题。

随着场地建设结束，地表被建筑物、硬化地面、绿地所覆盖，有效抵御风力侵蚀，裸露沙源得到全面固化，无活化起沙条件，对周边区域土地沙化的扩散影响很小，不会加剧周边区域土地沙化风险。

由于以上场地施工期较短，扰动范围有限，且通过规范施工、规避大风作业等防控措施，可有效避免土地沙化风险。因此，预测评价拟建采选工业区、拟建办公生活区、拟建矿区道路土地沙化影响程度为“较轻”。

2) 拟建露天采场

拟建露天采场可能诱发土地沙化风险主要集中在生产阶段，生产期随着露天采挖作业逐步推进，矿区植被盖度逐年减少，沙源暴露面积持续扩大，风蚀影响加剧，地表可能出现风沙流活动，土地沙化呈局部扩张趋势。在未采取防治措施情形下，矿区及周边区域土地生产力水平将持续下降，区域土地沙化问题加剧。

由于拟建露天采场植被覆盖度呈动态演替过程，开采初期，随着采矿推进，天然植被覆盖度将逐步降低，矿区及周边区域土地沙化风险较大。通过落实“先治沙后利用，边开采边复垦”，实施土壤重构、植被重建等生态修复措施后，人工植被逐步替代天然植被，矿区及周边土地沙化风险可逐步降低。预测生产期间露天采场整体植被覆盖度可保持在***%，至终

采后，矿区植被覆盖度可提升至***%，土地沙化风险将得到控制。

因此，预测评价拟建露天采场土地沙化影响程度为“严重”。

3) 拟建表土存放场、拟建排土场

拟建表土存放场、拟建排土场作为基建期及生产期的主要风蚀沙源区，在长期风蚀作用下，场地及周边区域存在土地沙地加剧风险。

由于表土存放场在服务期内处于动态周转状态，本着“边开采边治理”原则，近期在场地外围设置挡沙围挡，并对达到堆放高度的坡面及时实施绿化护坡，经拦沙治理后风沙流活动不明显。治理初期植被覆盖度约***%，植被逐步稳定生长后，***年植被覆盖度可提升至***%，基本不会引发大范围土地沙化问题。

排土场主要用于堆存外排废石及尾泥，预测外排期间存在一定的风蚀与沙化风险，本方设计先期对场地外围围设挡墙及防风抑尘网，可有效削弱风力侵蚀、阻挡风沙扩散，经拦沙治理后风沙流活动不明显，对周边区域影响不大。同时，对达到堆置高度的区域及时复垦与绿化固土，治理初期植被覆盖度约***%，植被逐步稳定生长后，***年植被覆盖度可提升至***%，对场地及周边土地沙化的影响可得到有效控制。

因此，预测评价拟建表土存放场、拟建排土场土地沙化影响程度为“较严重”。

4) 矿区生态修复其他区域

矿区生态修复其他区域本身扰动影响很小，主要受矿业活动产生的风沙流扩散影响。从基建期到治理期全过程均存在土地沙化风险。

现状矿区周边区域整体植被覆盖率约***，风沙流活动不明显，土地沙化本底为中度。根据前文预测分析，预测采矿活动可能引发风蚀沙埋灾害可能性较大，影响范围集中在矿区及周边***处，风蚀高度集中在***以下，输沙高度集中在地***，沙埋厚度小于***，受矿业活动影响，在未采取防护措施的情形下，矿区外其他区域可能有明显风沙流活动。

为抵御风蚀影响及土地沙化风险，各场地均采取了治沙防护措施，且矿区生态修复其他区域也设置了防沙林带，对矿区未利用区域进行补植，预计治理后整体植被覆盖率可提升至***左右，抵御风蚀能力增强，最大限度的将矿业活动影响控制在修复范围内，预测矿区外其他区域可能存在微风沙流活动，但不明显。

综上，预测矿区生态修复其他区域土地沙化影响程度为“较严重”。

预测各单元土地沙化损毁程度如下表：

表 3-42 预测各单元土地沙化程度结果表

综合以上分析，预测拟建露天采场土地沙化影响程度为“严重”。拟建排土场、拟建表土存放场以及矿区周边其他区域土地沙化影响程度均为“较严重”。拟建采选工业区、拟建办公生活区、拟建矿区道路土地沙化影响程度均为“较轻”。

5、水环境污染

未来矿区生产及生活过程产生的废水主要为矿坑水、选矿废水、生活污水。

1) 矿坑水

矿区部分矿体位于地下水静水位以下，根据《开采方案》，矿山未来采用露天开采方式，将破坏第四系孔隙含水层结构，露天采坑将形成***处坑塘水域，未来地下水静水位（约***m 标高）以下设计采用电力驱动式采砂船湿式开采，矿坑涌水综合利用用于采矿、选矿、地面降尘及绿化等，不排入外环境。由于矿体主要成分为 SiO_2 ，不含有毒有害物质，矿坑水主要污染物为***，经自然沉淀后水质较好。

矿山未来将严格控制水质污染，防止有毒有害物质随意向水体倾倒，同时最大程度的回填露天采坑，修复含水层结构，减少水体裸露面积，保障矿坑水水质达标，控制水质污染风险。预测矿坑水对地下水环境污染影响“较轻”。

2) 选矿废水

《开采方案》推荐选矿采用“***”选矿方法，工艺流程为：“***”。矿体主要成分为 SiO_2 ，选矿过程为物理洗选，不添加化学药剂及其他有毒有害物质，选矿废水经收集、沉淀处理达标后循环利用，不外排。因此，预测选矿废水对地下水环境污染影响“较轻”。

3) 生活污水

未来矿区劳动定员约 120 人，生活用水定额按 $80\text{L}/(\text{人} \cdot \text{d})$ 计算，则每天生活用水量约 $9.6\text{m}^3/\text{d}$ ，约产生 $7.68\text{m}^3/\text{d}$ 生活污水，生活污水排入防渗旱厕沤肥，不外排。因此，预测生活污水对地下水环境污染影响较轻。

综上，预测未来矿业活动对水环境污染影响程度“较轻”。

6、土壤环境污染

未来矿业活动可能造成土壤污染的主要污染源为废水、固废。

根据前文分析，未来矿区产生的污废水不外排，对土壤环境影响较小。

未来矿山产生的固体废物主要有采矿废石、选矿尾泥以及生活垃圾等。采矿废石主要为第四系风积砂，主要化学成分为 SiO_2 ，不含有毒有害物质，参照同类矿山经验，该类废石属一般工业固体废物，可直接作为露天采坑回填物源综合利用，预测对土壤环境污染影响程度较轻。

尾泥成分主要为粉砂及少量粘土，化学成分主要为 SiO_2 。矿山选矿过程不添加有毒有害物质及化学药剂，不改变其理化性质。本区气候干燥，洗脱后的尾泥含水量较少，经自然蒸发后，不易产生渗滤液。参照同类矿山经验，该类尾泥属一般工业固体废物，可直接作为露天采坑回填物源综合利用，预测对土壤环境污染影响程度较轻。

未来矿山正式开采后预计劳动定员 120 人，生活垃圾产生量按 $0.5\text{kg}/\text{人}/\text{天}$ 测算，年工作 300 天，每年产生垃圾约 18t，密度按 $1.5\text{t}/\text{m}^3$ 计算，则产生垃圾量 12m^3 ，生活垃圾经集中收集后统一送环卫部门指定地点处理处置，不随意倾倒排放，预测对土壤环境污染影响程度较轻。

综上，未来矿山将按照生态环境主管部门要求，对产生的废水进行例

行监测，保证水质达标；对产生的废石、尾泥等固体废物应妥善处置，满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599—2020)要求，避免对水土环境造成污染。因此，预测未来矿业活动对土壤环境污染影响程度“较轻”。

7、生态损毁问题预测综合评价

综合矿区生态系统植被损毁、生物多样性丧失、水土流失、土地沙化、土壤和地下水污染等问题预测分析，将矿区生态损毁问题综合评价按照由重至轻划分为“严重、较严重、较轻”三个等级。并本着从重原则，确定各单元最终损毁程度。预测受损生态系统综合评价结果见表 3-43。

表 3-43 预测矿山生态损毁问题综合评价表

四、问题诊断评价结论

通过对矿山现状及预测问题识别诊断，综合评价采矿活动可能造成的地质环境破坏、土地损毁、生态受损与退化等问题的危害或影响程度，为后续治理工程部署提供依据。

（一）综合评价原则

1、综合评价范围包括矿区及采矿活动可能影响范围，根据各场地破坏情况，分区块评述。

2、诊断问题类型包括采矿活动可能造成的地质环境破坏、土地损毁、生态受损与退化等问题。

3、单一问题类型损毁程度综合现状及预测评价结果，依据就重不就轻原则，参与综合评价；

4、综合评价结论采用上一级别优先原则，只要受损毁区块中任一类型问题的损毁程度有一条符合即为该级别，最终分为“轻度、中度、重度”三个等级。

（二）综合评价结果

1、现状损毁程度评价结果

矿山现状问题识别诊断结果汇总如下：

表 3-44 矿区现状损毁程度评价汇总表

2、预测损毁程度评价结果

矿山预测问题识别诊断结果汇总如下：

表 3-45 矿区预测损毁程度评价汇总表

3、综合评价结果

通过对矿山现状及预测问题综合分析，**重度受损**单元包括：拟建露天采场，面积为 154.47hm²；**中度受损**单元包括：拟建采选工业区、拟建排土场、拟建表土存放场、拟建办公生活区、拟建矿区道路、矿区生态修复区其他区域，合计面积 80.2260hm²。

综合评价结果见表 3-46。矿区生态破坏程度综合评价图见图 3-5。

表 3-46 矿区损毁程度综合评价表

图 3-5 矿区受损程度综合评价图

第二节 生态修复可行性分析

一、技术经济可行性分析

敖汉旗康家营子矿区天然石英砂(铸型用砂)矿为探转采新建矿山，根据现状评价已存在的和预测评价可能产生的地质环境破坏、土地损毁、生态受损退化问题的规模、特征、分布、危害强度等因素，分析矿山地质环境治理、土地复垦、生态修复的预防控制及修复治理措施难易程度、经济可行性。

(一) 地质环境治理可行性分析

1、不稳定地质体（不良地质灾害）防治技术可行性

(1) 不稳定地质体

矿山未来露天采矿严格按照《开采方案》设计的采矿方法及台阶参数规范采矿，设计采场边坡稳定，不易引发崩塌、滑坡灾害。但受废石、表土等固废堆载，临近排土场、表土存放场一侧采场坡顶荷载加重，底部原

岩结构缺失，支撑减弱，可能存在边坡失稳风险。

排土场、表土存放场基础地质条件稳定，在规范推土作业条件下，自身稳定性较好。但临近采场边缘区域，受采场开挖扰动，上部持续堆载的双重不利影响下，可能存在边坡失稳风险。尤其是雨季，在雨水冲刷作用下，也会加剧边坡失稳风险，增大崩塌、滑坡灾害发生的可能性。

矿山后续将按照规范要求开采、排土作业，拟建排土场、表土存放场选址与露天采场最终境界预留一定安全距离，有效规避交叉作业扰动，可从源头上防控边坡失稳风险。同时，本方案设计在排土场、表土存放场围设挡墙，可有效控制排土作业范围；设计边坡绿化工程可有效固土护坡，增加边坡稳定性；设计监测措施巡查管控，可达到预防目的。随着矿山生产推进，废石、尾泥逐步实现内排，表土被复垦利用，堆体荷载稳定，可大大降低边坡失稳的风险，避免诱发崩塌、滑坡灾害。

本治理方案所采用的围挡、固坡、监测预警、现场管控等措施技术成熟、易于落实，且有同类矿山工程实践可借鉴，治理技术可行。

（2）风蚀沙埋

未来矿山分区块开采，开采时遵循“采剥并举、剥离先行”的生产原则，将剥离工作随着开采进度逐步推进，减少地表大范围扰动。同时，合理安排开采时序，尽早实现内排，减少松散物源大量堆积成为风蚀灾害的物源条件。

基建期间，本着先治沙后利用的原则，在露天采场外围、拟建场地上风侧及道路两侧种植防沙林带（林下混播灌草种子）形成闭合风沙防护区，并配套滴灌设施加强植被管护，提高植被成活率及覆盖度，可减少沙化土地裸露面积。对采选工业区、办公生活区、矿区道路等人类活动频繁的场地均采取地面硬化措施，可消除风蚀影响。对排土场、表土存放场设置挡墙及抑尘网，同步达到阻风抗蚀效果。施工期间尽量避开大风天气作业，以减少风蚀沙埋风险。

生产期间，对露天采场到界边坡及时进行覆土绿化；对排土场、表土存放场达到堆置高度的边坡及时绿化护坡，减缓风蚀影响；废石、尾泥等固废尽早实现内排，减少风蚀沙源堆积的量；对采坑回填区域逐步复垦乔木林地（林下混播灌草种子），提高植被覆盖度，增加高空阻沙屏障，与草本层协同发挥固沙效能。期间开展土地沙化及风蚀沙埋监测，以便确定风蚀范围，提前进行预防干预。

根据以往治沙经验，风蚀沙埋影响主要以预防为主，以上防沙、固沙措施均为沙化土地常用的预防措施。且矿山临近老哈河流域，具备灌溉优势条件，水源有保障，植被易成活，便于操作，技术可行。

2、地形地貌景观影响防治技术可行性

地形地貌景观破坏主要表现为露天采挖作业、拟建场地建设使原始地貌景观遭受挖损、压占，使其与周边地形地貌景观极不协调，增加景观突兀感，预测地形地貌景观损毁程度为严重—较严重。

本方案针对不同地面单元采取了不同地貌重塑措施。针对地形地貌景观损毁严重的露天采场采取了回填、边坡整形、石方平整等措施，最大程度的弥补地貌缺失、恢复地貌形态。针对其他地面单元采取了拆除、清运、回填、垫坡整形等措施，使其尽量与周边地貌景观相协调，减少景观差异性。

为最大限度的改善矿业活动对地形地貌景观的影响，本方案设计利用废石、尾泥对采坑局部进行回填，以恢复其土地使用功能。参照同类矿山经验，该类废石及尾泥属一般工业固体废物，根据《一般工业固体废物用于矿山采坑回填和生态恢复技术规范》（DB15/T 2763-2022），利用第 I 类一般固体废物如矿山尾矿及废石可在原矿开采区的矿坑中直接回填。此措施即可消纳废石及尾泥减少对土地的征占，又可提高固废综合利用率。

本区内无重要人文景观及地质遗迹等，拟采取地貌景观修复措施均为常见成熟技术。施工方法简单，易于操作，技术可行。

3、含水层防治技术可行性

矿床直接充水含水层为第四系孔隙潜水层，矿体部分位于地下水水位以下，未来采矿活动将破坏第四系含水层结构，该含水层与区域主要含水层联系密切。根据《开采方案》设计，未来静水位以下采用露天湿式开采，矿坑水不外排，坑内水位最终恢复至平衡状态，采矿活动对含水层水位、水量影响程度较轻。

生产期间，随着生产进度，利用采矿废石及选矿尾泥回填露天采坑。最大限度的修复含水层结构，减少水体暴露面积，减少水质污染风险。

同时，矿山将严格控制水质污染，按生态环境保护部门要求全过程开展水质监测，可有效帮助矿山了解含水层间的水力联系，及时掌握含水层水位动态变化和矿山开采可能对含水层的污染影响，避免对矿区附近居民用水造成影响。待矿山开采结束后，地下水将达到一个新的平衡。

以上措施操作简单，便于实施，技术可行。

4、地质环境治理经济可行性分析

根据“谁开发谁保护，谁破坏谁治理”的责任原则，矿山地质环境治理是法律明确规定的责任和义务，矿山企业作为治理义务人，将建立矿山地质环境治理恢复基金账户，按年计提基金费用，专项用于矿山地质环境治理工作的实施，并确保专款专用，所需经费全部由矿山企业自筹。

根据《勘探报告》对矿山开采经济效益分析，项目实施后预计总投资约***万元，矿山达产年实现利税总额***万元/年，税后利润***万元/年。本次估算矿山地质环境治理工程投资约***万元，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，经济上是可行的。

（二）土地复垦可行性分析

1、工程措施可行性

根据前文土地损毁问题诊断结果，未来拟建露天采场、拟建采选工业区、拟建排土场、拟建表土存放场、拟建办公生活区、拟建矿区道路等将

对土地造成占用、挖损损毁，造成土壤结构破坏或彻底挖除，土地使用功能降低或退化，拟采取表土剥离保护措施，以及土壤重构、植被重建技术等修复措施。

表土是支撑植物生长、维系生态功能的珍贵资源，剥离工作遵循“应剥尽剥、能用尽用”的原则。场地建设前对表土进行剥离、单独保存、绿化涵养，可充分保障矿山生态修复过程中的土源需求，从源头上解决复垦用土问题。

土壤重构技术主要针对土壤板结或结构缺失等问题，通过覆土、土壤培肥等技术，重构土壤结构，改善土壤的理化性质，为后续植被恢复提供土壤基础。

植被重建工程在土壤重构完成后实施，植被选型以矿区未损毁区域及周边原生植被为参照，同时结合区域气候条件、土地利用现状及国土空间规划等要求，优先选取成活率高、种植简便、易管护、适生能力强的乡土物种。本方案重点选用耐旱、耐贫瘠的植物品种，通过扦插、撒播等简易方式开展植被重建，施工工艺简单易操作。

综上，表土剥离、土壤重构、植被重建均为土地复垦领域的常规成熟技术，工艺简便、应用广泛、治理效果可控，能够有效实现土地复垦与生态修复目标，工程措施实施具备较强的可行性。

2、土地复垦质量要求

本区位于内蒙古赤峰市敖汉旗北部，依据《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013)附录 D “东北山丘平原区土地复垦质量控制标准”，结合本区乔木、灌木生长对土壤质量、地形坡度等指标要求，以及矿区未来可利用表土资源，确定矿区土地复垦质量控制标准如下：

(1) 有林地（乔木林地）标准

①有效土层厚度 $\geq 50\text{cm}$ ，满足“东北山丘平原区土地复垦质量控制标准”对有效土层厚度（ $\geq 30\text{cm}$ ）的要求，且矿区表土资源充足，土源有保障。

②地面坡度 $\leq 25^\circ$ ，满足植被立地条件。

③覆土土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$ ，土壤质地为砂土至砂质粘土，砾石含量 $\leq 20\%$ ，pH 值范围一般为 6.0-8.5，有机质 $\geq 2\%$ 。

④配套道路设施达到当地本行业工程建设标准要求。

⑤定植密度满足《造林作业设计规程》（LY/T 1607）要求，郁闭度 30% 以上；

⑥造林 1 年后检查成活率 $\geq 70\%$ ，第 3 年检查保存率 $\geq 65\%$ 。

（2）灌木林地标准

①有效土层厚度 $\geq 50\text{cm}$ 。满足“东北山丘平原区土地复垦质量控制标准”对有效土层厚度（ $\geq 30\text{cm}$ ）的要求，且矿区表土资源充足，土源有保障。

②覆土土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$ ，土壤质地为砂土至砂质粘土，砾石含量 $\leq 20\%$ ，pH 值范围一般为 6.0-8.5，有机质 $\geq 2\%$ 。

③配套道路设施达到当地本行业工程建设标准要求。

④定植密度满足《造林作业设计规程》（LY/T 1607）要求，郁闭度 30% 以上；

⑤造林 1 年后检查成活率 $\geq 70\%$ ，第 3 年检查保存率 $\geq 65\%$ 。

本项目复垦覆土全部采用场地建设前剥离的表土，土源有保障、质量稳定，经过土壤培肥、绿化涵养后，土壤有机质、理化性质均可满足复垦质量标准及植被生长需求。灌溉水源依托矿坑水，配套建设滴灌设施，供水水源及灌溉条件有保障，可大幅提升植被成活率与保存率。短期内可达到周边地区同等土地利用类型水平，能够达到本区土地复垦质量控制要求。

3、水资源平衡分析

（1）供水分析

矿区生活用水取自附近居民水源井供水。附近居民用水取自第四系孔隙潜水，单位涌水量小于 $***\text{m}^3/\text{d}$ ，能够满足矿山生活用水需求。

矿区临近老哈河流域，根据《勘探报告》，估算矿体开采至最低赋存

标高的矿坑正常涌水量为 $***\text{m}^3/\text{d}$ （约 $***\text{m}^3/\text{a}$ ），最大涌水量为 $***\text{m}^3/\text{d}$ （约 $***\text{m}^3/\text{a}$ ），生产初期（干式开采阶段）选矿、绿化用水可自老哈河取水或附近居民水源井取水。预计 $***$ 年时间进入湿式开采阶段，生产、选矿、绿化用水可利用矿坑涌水。

（2）用水分析

1）生活用水

未来矿区劳动定员约 120 人，生活用水定额按 $80\text{L}/(\text{人} \cdot \text{d})$ 计算，则每天生活用水量约 $9.6\text{m}^3/\text{d}$ ，生活污水按用水量的 80% 计算，则污水产生量为 $7.68\text{m}^3/\text{d}$ ，生活污水排入防渗旱厕沤肥，不外排。

2）生产用水

采矿用水：矿山采矿规模为 $***$ 万 t/a ，未来水下资源采用湿式开采工艺需大量用水，参照《行业用水定额》（DB15/T 385-2025），采砂用水定额按 $***\text{m}^3/\text{t}$ 计，则湿式采砂需水量约 $***\text{m}^3/\text{d}$ （ $***$ 万 m^3/a ），采砂废水约 $***\%$ 回流至坑底循环利用，约 $***\%$ 随矿石进入选矿车间。预计损耗水量约 2%，则生产耗水量约 $***\text{m}^3/\text{d}$ （ $***\text{m}^3/\text{a}$ ）。

选矿用水：矿山选矿规模为 $***$ 万 t/a （ $***$ 万 t/d ）。水上干式开采时，洗砂用水量按 $***\text{m}^3/\text{t}$ 石英砂，则每天洗砂用水量约 $***\text{m}^3/\text{d}$ ，洗砂尾水循环利用不外排，预计每天补充新水量约 $***\%$ ，则日补充新水量约 $***\text{m}^3/\text{d}$ （ $***\text{m}^3/\text{a}$ ）。水下湿式开采时，矿石含水量大，无需补充新水即可满足选矿需求。

绿化用水：矿区总灌溉面积约 $***\text{hm}^2$ ，参照《行业用水定额》（DB15/T 385-2025），赤峰地区生态用水定额，灌溉保证率 $***\%$ 时，生态用水定额为 $***\text{m}^3/\text{hm}^2$ 。本项目采取滴灌设施，预计绿化用水量可节省 $***\%$ ，合计约 $***\text{m}^3/\text{hm}^2$ ，则年绿化用水为 $***\text{m}^3$ ，每年春季返青期及秋季各进行灌溉 1 次，年灌溉天数约 $***$ 天，灌溉需水量为 $***\text{m}^3/\text{d}$ 。

鉴于林、草植被生长初期需要一定的灌溉措施来保证成活率，期间需

经历***年时间，待复垦稳定后可转为依靠自然降水即能满足植被生长用水需求。

综上，矿山生产用水年最大用水量约***m³/a。矿山生产初期可自老哈河取水或附近居民水源井取水，待水下开采后，矿坑正常涌水量(约***m³/a)可满足生产需求。

4、土资源平衡分析

(1) 需土量分析

根据后文分析，拟建露天采场到界边坡及平台(45.4934hm²)、坑底平台(12.0804hm²)、拟建采选工业区(2.1513hm²，含场地切坡治理)、拟建排土场(34.4550hm²，含过渡治理)、拟建办公生活区(0.2505hm²)、拟建矿区道路(0.4600hm²)复垦为灌木林地，撒播灌草混播。拟建露天采场形成的回填区(28.5741hm²)复垦为乔木林地，种植杨树。结合本区植被生长需要及周边矿山复垦经验，为充分利用表土资源，恢复乔木林地、灌木林地区域覆土厚度按0.5m计。估算覆土总方量约617325m³。

(2) 供土量计算

本方案设计露天开采前、拟建场地建设前先行对其表土进行剥离并单独保存，估计露天采场可剥离表土量为617880m³，拟建场地(拟建采选工业区、拟建排土场、拟建办公生活区、拟建矿区道路)建设前剥离表土量79957m³。总剥离量约697837m³。

矿区土壤呈弱碱性，有机质含量中等，氮含量偏低，微量元素相对丰富，保肥能力较弱，为满足植被生长所需养分，本方案设计对表土进行土壤培肥改良后作为覆土土源，能够满足植物生长需求。

(3) 土源供需平衡计算

经计算，矿山表土剥离量(697837m³)大于矿区所需土方量(约617325m³)。土源有保障。剩余表土约80512m³可就地整平，恢复植被。

表 3-47 土方平衡分析表

单元名称		面积/hm ²	堆存量		利用表土量		剩余
			剥离面积 hm ²	剥离量 /m ³	面积/hm ²	覆土量 /m ³	覆土量 /m ³
拟建露天采场	到界边坡及平台	154.47	154.47	617880	45.4934	227467	80512
	回填区			0	28.5741	142870	
	坑底平台			0	12.0804	60402	
拟建采选工业区		2.0513	2.0513	8205	2.1513	10757	
拟建排土场		17.2275	17.2275	68910	34.4550	172276	
拟建办公生活区		0.2505	0.2505	1002	0.2505	1253	
拟建矿区道路		0.46	0.46	1840	0.46	2300	
小计		174.4593		697837		617325	80512

5、石方平衡分析

拟建露天采场面积为 154.47hm²，矿山终采后，以***m标高（干湿分界线）为界，预计坑底形成水域面积约***hm²，其中南部坑底水域面积约***hm²，北部坑底水域面积约***hm²。由于矿层底标高起伏不定，南侧坑底标高在***m之间，平均按***m标高计，水下深度约**m；北侧坑底标高在***m左右，水下深度约***m。由于矿区南部资源储量较好，根据矿山采掘计划，首采矿区南部矿体，自采场西侧掘进出入沟，整体由西向南、向东推进，并于采场西部先期形成内排区。如将废石、尾泥（合计 8657117m³）全部内排至南部采坑，预计水下可回填高度约***m，<***m；如单独利用外排废石全部回填北部坑底，预计回填高度约***m，<***m。因此，受回填物源不足限制，回填后不能保障露天采坑全部回填至地下水位以上，仍需保留部分采坑恢复为坑塘水面。

为尽量减少矿业活动对土地资源的损毁，恢复部分损毁土地利用功能，为后期植被恢复创造条件，同时削减采场边界突兀地貌、优化区域地貌景观协调性，本方案设计对采场西部、北部局部区域实施回填修复，回填标高至地表标高。此项措施已取得当地公众的支持。矿山后期可根据实际开采进度合理调整，尽量减少含水层暴露面积，增加坑底植被恢复面积。

根据本方案设计的回填修复措施，结合露天开采情况，具体石方平衡分析如下：

(1) 需石方量

依据《开采方案》圈定的露天采场范围，采场境界内可采矿石约 5652.6 万吨（体重 $1.56\text{t}/\text{m}^3$ ，折合约 36234615m^3 ），覆盖层剥离量约 8514997m^3 ，则采场内总挖方量为 44749612m^3 。

本方案设计利用废石及尾泥对露天采场进行回填治理。其中：

①露天采场回填区所需填方量：

预计在采坑西部形成面积约 23.3622hm^2 的内排回填区，回填标高至地表标高（约***m标高），所需石方量 7289003m^3 。

矿山终采后，为削除北部边界突兀感，改善地形地貌景观协调性。预计在采坑北部形成面积约为 5.2119hm^2 的回填区，回填标高至地表标高（约***m 标高），所需要石方量约 1368114m^3 。

综上预计矿山终采后将形成回填区总面积约 28.5741hm^2 ，所需回填物源约 8657117m^3 。

(2) 供石方量

1) 矿山产生的废石(7897117m^3)、尾泥(760000m^3)总量约 8657117m^3 ，可全部综合利用，利用率 100%。

2) 拆除物源包括彩钢结构建筑废料及混凝土结构建筑固废，采钢结构建筑废料处理方式选择废品处理回收，混凝土结构固废选择运至当地垃圾处理站统一处理。以上拆除物源不参与废石平衡分析。

综上，供石方量=废石+尾泥量，合计 8657117m^3 。

(3) 石方供需平衡

综上，矿山供石方量约为 8657117m^3 等于需石方量 8657117m^3 。综合利用率 100%。具体平衡计算如下表：

表 3-48 露天采场开挖、回填量平衡计算

治理单元	回填 (m ³)	拆除 (m ³)	清运 (m ³)	
			建筑固废	废石及尾泥
拟建露天采场	8657117			(7289003) 直接内排量
拟建采选工业区		6461	6461	
拟建排土场		2400	2400	1368114 (外排废石及尾泥)
拟建表土存放场		2200	2200	
拟建办公生活区		626	626	
拟建矿区道路		460	460	
合计	8657117	12147 (不参与废石平衡)	12147 (不参与废石平衡)	8657117

6、矿区土地复垦经济可行性分析

根据拟恢复区复垦方向、复垦质量要求，矿山土地复垦所需要水、土资源能够满足生态修复需求，治理技术措施可行。

根据《勘探报告》对矿山开采经济效益分析，项目实施后预计总投资约***万元，矿山达产年实现利税总额***万元/年，税后利润***万元/年。经矿山土地复垦工程投资约***万元，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，经济上是可行的。

(三) 生态系统修复可行性分析

1、植被恢复技术可行性分析

矿区损毁植被类型主要为林地、草地，不涉及耕地，无永久基本农田、基本草原、天然林等生态重要区，不涉及珍稀濒危受保护物种及其生境。结合矿区地形地貌景观及周边矿山生态修复成功案例分析，本矿区未来复垦方向为乔木林地、灌木林地、坑塘水面。修复区通过地貌重塑、土壤重构后，能够满足植被生长的立地条件。植被物种采用本地耐旱、耐贫瘠的乡土适生物种，配套土壤改良与节水滴灌设施后，可有效保障植被成活率。

植被恢复技术体系成熟、操作简便，具备充分的技术可行性。

2、土壤重构工程可行性分析

本区土壤质地为砂壤土，整体呈弱碱性、氮含量偏低、有机质含量中

等，土壤保肥能力相对较差，抗风蚀能力较弱，是制约植被生长的主要限制性因素。通过对原生表土有效收集、回覆利用的改良方案，可有效减少外购客土的成本及生态扰动。同时，在表土堆存期间，配套施加有机肥开展土壤培肥、绿化涵养等处置措施，能够有效提升土壤整体肥力，优化土壤酸碱结构，改良土壤保肥、抗蚀性，为植被根系发育、扎根生长营造优质的土壤环境。

该土壤重构技术体系成熟可靠，施工工艺简单、可操作性强，适配本区域土壤及生态现状，技术可行。

3、生物多样性恢复可行性

矿区及周边无特殊物种及生境，植被重建优选本地耐旱、耐贫瘠乡土乔木、灌木和草本植物，可构建乔灌草复合稳定群落。预计可在***年内将形成稳定的植被覆盖层，逐步提升区域植被资源量。植被的恢复也可为野生动物营造适宜的栖息生境，露天采坑终采后形成的坑塘水面，也可为两栖类、鸟类等野生动物提供了饮水、觅食场所，有效降低采矿活动对区域栖息地的阻隔效应，促进野生动物种质交流与种群繁衍。

同时，配套完善的生物多样性监控体系，跟踪野生动物活动情况，同步开展坑塘水面水质动态监测，定期评价物种丰富度、群落结构等核心生态指标，可根据监测结果优化修复方向，保障生态系统恢复的稳定性与可持续性。

以上技术措施均为矿山生态修复领域成熟通用技术，可操作性强，技术可行。

4、水土流失恢复可行性

针对矿区水土流失风险，本方案采取工程措施与生物措施相结合的综合防治体系。工程措施可实现侵蚀源的快速管控，通过对裸露扰动区域实施地面硬化、对松散物源进行集中规范堆存并设置挡护设施，可从源头控制土壤侵蚀，大幅降低土壤可蚀性。

生物措施在达到固土保水、防风抗蚀作用下，实现生态系统良性循环。通过布设防风固沙林带，可形成抵御风蚀屏障，提升地表粗糙度，有效阻挡风沙输移。筛选深根系、抗逆性强、固土效果好的乡土适生植物，可增强土壤的抗侵蚀能力。植被形成的枯枝落叶层也可以有效减少土壤水分蒸发，缓冲降雨对土壤的直接冲击，进一步抑制土壤流失。

同时，源头管护和长期运维也是预防水土流失的关键，通过优化施工工艺及采矿方法，最大限度的减少土壤裸露面积与裸露时长，从源头降低土壤侵蚀发生概率；同步建立长效的运维机制，定期巡查工程设施的有效性、监测植被长势，及时进行工程维护和植被补植，以确保各项防治措施持续发挥效用。

以上措施便于实施、可操作性强，技术可行。

5、土地沙化防治可行性

本区地处沙化土地敏感区，生态本底脆弱，经本区长期治沙干预，土地沙化程度稳定控制在中度水平以下。但未来矿山露天开采与场地建设将扰动地表、损毁原有固沙体系，存在加剧区域土地沙化的潜在风险。

为防控矿业扰动引发的土地沙化风险，本方案本着“先治沙后利用，边开采边复垦”原则，基建期间通过围设防沙林带、地面硬化、设置围挡设施等措施，有效消减风蚀影响；生产期间，对废石、表土等松散物源开展绿化护坡，并尽早实现内排，以减少土壤侵蚀、风沙扩散与沉积的量。露天采场严格遵循“采剥并举，剥离先行”的原则，采取区块式开采模式，避免大面积沙源裸露，且随着开采进度对到界边坡及平台进行绿化固土，防范沙埋危害，有效遏制土地持续沙化趋势。矿山终采后，对全部场地进行土壤培肥、植被恢复等措施，使毁损的土地恢复生态功能与利用功能，达到可持续利用状态。

以上措施成熟通用，可操作性强，技术可行。

6、水、土污染防治技术可行性

根据对水土环境污染现状与预测分析，矿山现状无采矿活动，对水土环境污染较轻，未来开采过程中，提高废水、固废综合利用率，从源头防控水土环境污染风险。矿山同步建立完善的环境监测制度，按照生态环境部门要求，定期开展水、土壤环境污染监测工作，保证各类废水达标排放、固废妥善处置。预测水土环境污染影响程度较轻。

环境监测措施是预防保护水土环境免受污染的源头治理措施，操作简单，技术可行。

7、矿区生态系统修复经济可行性

矿区生态修复工程的实施，将使矿区生态环境得到改善。本着“谁开发、谁保护，谁破坏、谁治理”的原则，矿山企业需依法承担生态修复责任，所需费用全部由矿山企业自筹。

根据《勘探报告》对矿山开采经济效益分析，项目实施后预计总投资约***万元，矿山达产年实现利税总额***万元/年，税后利润***万元/年。经估算，矿区生态系统修复工程总投资约***万元，矿山企业有能力实施，经济上是可行的。

二、目标方向可行性分析

（一）参照生态系统确定

参照生态系统的科学确立是未来矿区生态修复可行性的关键。参照系统筛选需遵循“相似性、可达性、代表性”原则，优先选择矿区受损前或矿区周边运行良好的生态系统，以及其他成功生态修复案例。综合考虑自然地理条件匹配性、物种组成多样性、生态系统结构完整性、生态系统功能稳定性、以及是否存在生态胁迫因子、外部交换条件等因素，筛选出参照生态系统维持稳定的关键指标。结合矿区生态系统自然演替规律，矿山开采前后环境变化情况、及公众参与意见，在经济可行、技术合理的条件

下，确定矿山受损生态系统修复方向及标准，为修复后生态系统的可持续稳定提供依据。

本矿山为新建矿山，前期仅施工了钻探工程，对局部区域地表植被造成轻微损毁。经矿山实施绿色勘查治理及自然修复后，矿区生态系统基本恢复至原生状态，无明显受损痕迹。当前矿区生态系统以森林、草地、荒漠生态系统为主，群落结构完整、生态系统功能稳定，且与周边区域生态系统的自然地理条件、物种组成、生态结构及功能状况基本一致，具备作为参照生态系统的条件，可优先作为本矿生态修复的参照系统。

（二）参照生态系统概况

矿区原生生态系统类型包括森林、草地、荒漠、城镇生态系统，以草地、荒漠生态系统占比最大，森林生态系统次之。

草地生态系统：广泛分布，地形坡度小于 3° ，土壤质地为砂壤土，腐殖层厚度约 30~50cm，土壤含水量较低，有机质含量中等。受区域干旱气候、沙化立地条件制约，该生态系统植被自然演替周期较长，植被群落以旱生草本植物为主，整体植被覆盖度达 30%，伴生少量低矮灌木，先锋物种为披碱草、羊草、沙蒿等，伴生灌木主要为沙棘、锦鸡儿等。动物群落以草栖型小型野生动物为主，常见鸟类有麻雀、喜鹊、啄木鸟等，偶见有沙鼠、野兔等，数量相对较少。该系统生物多样性相对较高，是防风固沙、保持水土、维持沙地生态稳定的核心。也为沙生、草生生物提供了栖息与繁衍环境。

照片 3-7 矿区草地生态系统

森林生态系统：局部分布，地形坡度小于 3° ，土壤质地为砂壤土，腐殖层厚度约 30~50cm。植被群落以人工栽植的高大乔木为主，树种为本地耐旱型乡土物种杨树，平均树高约 10m，平均胸径约 15cm，郁闭度低（约 40%）。林下植被匮乏，地表仅为枯枝落叶层，未形成有效覆盖，天然草本、灌木植被发育较差，灌草层基本缺失，垂直群落结构单一。动物群落主要

以林栖型小型动物为主，常见鸟类有树麻雀、喜鹊、啄木鸟等，偶见有沙鼠、野兔等，数量较少。该系统物种单一，生物多样性水平一般，是矿区林栖生物的主要栖息地，对维持区内生物多样性具有重要意义。受群落结构限制，单一乔木层固沙能力有限，仅依托上层乔木形成高空阻沙屏障，与周边草地生态系统协同发挥防风固沙功能。

照片 3-8 矿区森林生态系统

荒漠生态系统：广泛分布，以沙地类型为主，土壤贫瘠、含水量低，风蚀作用制约显著。稀疏分布有旱生、沙生草本植物，背风坡较迎风坡植被长势较好，主要物种为沙蒿、羊草等，株高约 10-30cm，植被覆盖度不足 10%，该系统群落结构相对简单，物种组成较为单一，植被覆盖度较低。动物群落以典型沙栖物种为主，偶见有腹蛇，数量相对较少。荒漠生态系统为沙生特有动植物提供栖息环境，维系区域生态多样性。

照片 3-9 矿区荒漠生态系统

（三）参照生态系统指标确定

本区属于中温带半干旱大陆性季风气候，降水量少，蒸发量大，土壤沙化，保水保肥能力低，植被以耐旱型草本植被为优势种群，生态系统结构较为完整，生态服务功能以防风固沙为主。矿区主要生态问题为风蚀型水土流失、土地沙化。

矿山终采后露天采场将形成巨大凹坑，坑底形成**处坑塘水面，其他场地基本恢复原貌。为确保修复后的生态系统质量达到或优于原生状态，结合矿区原生生态系统概况、《敖汉旗国土空间生态修复规划(2021-2035)》要求、《土地复垦质量控制标准》、及终采后场地变化特征，筛选地形坡度、土壤理化性质、表土层厚度、水土环境污染、植被类型等核心参照指标，作为本次生态修复方案设计的基本依据。原生参照指标如下：

1、地形坡度

地形坡度的控制主要是保障地质环境稳定，实现水土保持功能、满足

植被立地条件，使恢复的地貌景观与周边地形地貌景观相协调。矿区原生地貌整体平缓，整体地面坡度小于 3° ，可满足各类植被生长立地条件。可作为后期地貌重塑的参照依据。

结合土地复垦质量标准、及周边同类矿山复垦经验，恢复草地区域地面坡度可适当放宽，整体控制在 25° - 30° 为宜。未来露天开采改变地貌形态，在保障边坡整体稳定的前提，应满足草本型为主的植被恢复立地要求。

2、土壤理化性质

土壤理化性质是决定矿区植被恢复成效、生态系统修复质量的核心基础条件。矿区土壤质地为砂壤土，呈弱碱性、氮含量偏低、有机质含量中等（约 2%）、土壤容重约 $1.4\text{g}/\text{cm}^3$ ，砾石含量 $\leq 5\%$ ，土壤保肥能力相对较弱。是区域植被自然生长的主要限制性因素。

为满足植被复垦要求，复垦时需进行土壤培肥提升土壤肥力。改善土壤团粒结构，增强保肥保水性能，保障土壤有机质含量确保不低于原生系统平均水平；土壤 pH 值符合区域土壤酸碱特征，无明显酸化或盐碱化现象，为植被根系生长提供良好基础。

3、表土层厚度

适宜的表土层厚度是保障植被定植成活、恢复土壤微生物活性，修复土壤生态功能的关键基础。参照原生生态系统腐殖层厚度 30-50cm。未来矿区覆土厚度应满足植被定植要求，保障植被长效生长。

4、水土环境污染

清洁安全的水土环境是生态系统健康稳定、可持续运行的前提条件。矿区原生土壤环境满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600—2018）限值要求，地下水环境满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准限值要求，原生生态系统未受到污染胁迫。

未来矿山应保持水土环境健康，满足植被复垦基础环境需求。

5、植被类型

原生植被类型直接决定修复后生态系统的群落结构、演替趋势与长远发展方向。矿区原生植被以耐旱型林草植被为优势种群，以防风固沙功能为主。由于原生植被基底条件有限，草本植被覆盖度约 30%，人工杨树林郁闭度约 40%，植被物种组成简单，单一物种抵御风蚀、固沙能力有限，整体生态防护稳定性不足。

未来矿区生态修复方向可保留杨树、沙棘、锦鸡儿、披碱草、羊草、沙蒿等本地先锋物种，确保植被类型、物种组成与原生参照生态系统一致，缩短植被自然演替周期。同时通过丰富植被层次、改善单一群落结构，提高植被覆盖度及生物多样性水平，全面提升矿区防风固沙与水土保持功能。

此外，确保修复后生态系统防风固沙功能达到原生参照系统水平，风力侵蚀强度降至中度及以下水平，控制土地沙化扩张，维持生物多样性稳定，实现复垦后生态系统与周边原生生态系统的相协调，保障生态系统可持续健康发展。

（四）周边矿山成功修复案例

通过借鉴周边矿山生态修复成功案例，为本矿山后续生态修复方向提供参考。

本次以***作为周边案例，“***”位于本矿区西北约***km处，行政隶属于赤峰市***，与本矿区同位于赤峰市北部地区，地理位置、气候条件、生态系统环境相近；开采矿种均为***，开采方式均为***，建设场地设置类似。该矿自取得采矿权后陆续实施了矿区生态修复工作，取得了较好的修复效果。

（1）“***”治理区修复效果

“***”所在区域与本矿区一致，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。

为有效遏制土壤沙化趋势，保障植被生长水分需求，稳步提升区域植

被覆盖度，降低风蚀、水土流失危害，优化矿区生态景观，“***”在办公生活区周边混播梭梭草、羊草等，在道路两侧种植松树，在矿区外围种植沙柳，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。种植前对土壤施加有机肥，改善土壤机质条件。并配套铺设滴灌设施保障植被生长期灌溉用水需求，解决了干旱沙地植被缺水成活率低的问题，经定期灌溉、养护抚育，区域植被长势稳定，成活率较高，植被恢复效果良好，植被覆盖度可达40-50%。

照片 3-10 “***” 办公生活区周边绿化效果
照片 3-11 “***” 植被恢复区域配套滴灌设施
照片3-12 “***” 矿区外围沙柳成活效果

(2) 借鉴经验

“***”生态修复模式较适合沙地矿山治理需求。植被物种选择根系发达、耐旱、耐瘠、抗风沙的本地先锋物种，同时对土壤进行培肥处理，并配套建设滴灌设施，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，耗水量小，治沙效果显著。

通过借鉴该周边矿山成功修复经验，从乡土物种筛选、土壤改良培肥、节水设施配套等方面，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。可作为本矿后续复垦方向的参照依据。

(五) 复垦修复方向的确定

矿区生态修复方向依据国土空间规划及用途管制，遵循因地制宜原则，充分尊重土地权属人意愿，根据原土地利用状况、参照本地原生系统关键指标、土地损毁情况、土地复垦适宜性、公众参与意见等，根据适宜性评价结果，确定拟复垦修复土地的最佳利用方向。

1、复垦修复方向确定原则

为保障复垦方向科学合理、利于实施，最终复垦修复方向确立遵循以下原则：

①符合国土空间规划及用途管制要求：未来矿区生态修复方向应符合区域国土空间规划、国土空间生态修复规划、土地利用总体规划及用途管制要求。确保修复方向合规、功能定位合理。

②依据参照系统确定复垦方向：以矿区周边未损毁原生生态系统为参照标准，对标区域原生植被类型、土壤条件、地貌特征及生态功能指标，结合矿区土地损毁后的立地条件，科学匹配复垦修复模式，最大程度恢复区域原生生态风貌与生态服务功能。

③因地制宜原则：充分结合土地损毁前后立地条件、生态本底及地形差异，因地制宜制定差异化复垦治理措施，遵循宜农则农、宜林则林、宜牧则牧的治理思路，贴合区域自然生态禀赋。

④公众参与原则：广泛征求土地权属人及相关利益主体意见，充分吸纳公众合理诉求，协调矿区开发与周边群众生产生活关系，实现矿地和谐共生，保障区域生态与社会经济可持续发展。

⑤经济可行与技术合理性：复垦利用方向及治理措施，在技术可行性、经济合理性、便于实施的前提下，保障生态修复工程落地见效、长效稳定。

2、国土空间规划及用途管制符合性分析

矿区生态修复方向应符合区域国土空间规划、国土空间生态修复规划、土地利用总体规划及用途管制要求。确保修复方向合规、功能定位合理。

根据《敖汉旗国土空间生态修复规划(2021-2035)》，矿区位于科尔沁沙地防风固沙森林草原退化保育修复区（I），生态修复主攻方向以防风固沙为重点，结合现有地类差异，分类实施造林种草、林草质量提升、工程固沙等项目，系统修复退化沙化土地。其中工程固沙全部与人工造灌木林相结合。针对敖汉旗降水量小蒸发量大的自然特征，在项目建设中需要加强抗旱造林种草技术，优先选择当地耐旱的树种造林，以保证项目建设成果。

根据本区特殊地理条件，未来复垦方向强化抗旱造林种草技术，优先

选用本土耐旱、耐贫瘠、抗风沙能力强的乡土树种，乔木选用杨树、松树等，灌木选用沙柳、锦鸡儿等固沙品种，草本选用羊草、披碱草、沙蒿等乡土草种，整体构建乔灌草复垦型防风固沙生态体系。灌木造林可采取扦插优质灌木，林下种草的方式，或直接采取灌草混播方式，先期以草本植物快速形成地表植被覆盖层，稳固坡面、遏制水土流失；依托自然植被群落演替规律，后期灌木逐步生长繁育，最终发展成为群落优势建群物种，构建结构稳定、功能完善的近自然灌木林地生态群落，切实保障矿区生态修复建设成效稳定、长效存续。通过系统治理，逐步替代矿区原有荒漠生态系统，推动生态系统正向演替，持续强化区域防风固沙功能。整体修复方向及治理措施与区域国土空间生态修复规划、用途管制要求相符合。

3、依据参照生态系统确定复垦方向分析

参照本区原生生态系统及周边矿山成功案例分析，结合矿山开采对土地的扰动类型、损毁程度以及终采后地貌景观变化情况，以防风固沙功能为核心，初步确定本矿山复垦修复方向为乔木林地、灌木林地及坑塘水面，整体以林草生态修复为主、坑塘水体保育为辅。其中：

（1）露天采场回填区：地势平坦、水源有保障、立地条件良好。以补偿损毁林地占补平衡、完善生态系统结构、优化区域地貌景观为目标，复垦方向宜恢复为乔木林地，林下撒播灌草。栽植乔木短期内虽难以形成有效郁闭覆盖，但从长期生态防护效益来看，成林乔木可形成稳定的上层林冠，构建立体防风屏障，有效削减高空过境气流风速，阻断远距离风沙输移路径，大幅提升矿区长效防风固沙能力。近期可通过林下草本层演替弥补近地表防风固沙能力不足的短板，提升矿区长效防风固沙能力，推动区域生态逐步向近原生稳定林草生态系统演替。

（2）露天采坑边坡：坡度较大、保水条件薄弱，以稳固边坡土体、减轻风蚀水蚀、恢复区域生物多样性为目标，复垦方向宜恢复为灌木林地（混播灌草种子）。灌草混播的优势在于草本植被可快速覆盖地表，短期内形

成地表植被保护层，拦截地表径流、抑制风蚀起沙，从源头减轻边坡水土流失，达到固坡作用；后期依靠灌木依靠发达根系持续固土，长期维持边坡稳定，灌草搭配可实现边坡短期固土与长期稳坡的双重治理效果。

（3）采选工业区、排土场、办公生活区等其他拟建场地：地形较为平缓，矿山终采后，采用灌草混播方式进行植被恢复，减少地表裸露面积，提升区域生态连通性、丰富植被群落结构，从源头降低风蚀风险，增加景观层次效果。

（4）界外防沙林带区域：本区生态本底脆弱、风蚀作用强烈，根据前文分析，预测矿业活动可能引发风蚀沙埋灾害的可能性较大，如引发风蚀沙埋，预测可能影响范围为矿区及其下风侧周边***m处，风蚀高度集中在***m以下，输沙高度集中在地表***cm，风蚀深度<***m，掩埋高度<***m，沙埋影响程度为轻度。为避免区域风沙直接侵袭矿区影响正常生产及运输，亦避免采场采砂活动产生风沙影响周边区域，参照同类矿山经验，拟在采场外围、拟建矿区道路两侧设置灌木防沙林带，林下撒播灌草种子。灌木具有丛生多枝、根系发达、萌蘖力强、适应性广、耐旱耐寒、耐风蚀抗沙埋的特点，用于固沙造林可直接拦截近地面主力风沙流，就地阻滞流沙堆积，抑制就地起沙。同时林下草本可快速覆盖地表，弥补灌木生长初期郁闭度低的不足，从而形成连续、稳定地表固沙防护层。可作为抵御外部风沙入侵、减缓矿业活动对界外生态环境扰动的第一道生态缓冲屏障。

4、土地复垦适宜性评价

为判定各损毁地块最优复垦利用方向，本次严格依据《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》（TD/T 1031.1-2011）、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013），结合矿区自然条件、土地损毁特征及原生生态本底，采用综合指数法开展全域土地复垦适宜性评价，科学划分评价单元、筛选核心评价因子、确定分级标准，最终明确各单元适宜复垦方向。

（1）复垦修复单元的划分及修复限制因素

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，主要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，矿山复垦修复单元划分为拟露天采场、拟建采选工业区、拟建排土场、拟建表土存放场、拟建办公生活区、拟建矿区道路、矿区生态修复区其他区域等7个评价单元。

结合矿区原生生态特征，区域土地复垦限制因素包括：沙地土壤贫瘠、区域降雨量少、蒸发量大、风蚀作用强烈，地形坡度差异（主要体现在露天采场挖损），整体立地条件较差。

各单元复垦修复限制因素调查见表 3-49。

表 3-49 复垦修复单元划分情况表

单元	面积 (hm ²)	损毁 类型	损毁 程度	主要限制因素
拟露天采场	154.47	挖损	重度	地形坡度、土壤贫瘠、降雨量少
拟建采选工业区	2.0513	压占	中度	土壤贫瘠、降雨量少
拟建排土场	17.2275	压占	中度	土壤贫瘠、降雨量
拟建表土场	6.00	压占	中度	土壤贫瘠、降雨量
拟建办公生活区	0.2505	压占	轻度	土壤贫瘠、降雨量
拟建矿区道路	0.4600	压占	轻度	土壤贫瘠、降雨量
矿区生态修复区其他 区域	54.2367	/	/	土壤贫瘠、降雨量

(2) 评价因素等级标准的确定

根据《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》（TD/T 1031.1-2011）、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013），结合项目区自然条件与土地损毁特征，本次采用综合指数法开展土地复垦适宜性评价。

影响损毁土地生态修复的因素较多，本次评价根据参照系统及周边矿山生态修复成功案例，筛选土地适宜性评价指标包括：有效土层厚度、土壤质地、灌溉条件、地形坡度、降雨量、损毁程度、土地退化可能性等主导因子，构建评价指标体系。

根据《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》（TD/T 1031.1-2011）、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013），结合项目区自然条件与土地损毁特征，参照土地适宜性评价通用方法及矿山复垦行业惯例，将土地复垦适宜性评价等级划分为4级，分别为：一级（比较适宜）、二级（勉强适宜）、三级（不适宜）、四级（难利用）。各评价因子、权重及分级标准见表3-50。

表 3-50 拟复垦土地适宜性评价的参评因子、权重及等级表

本次评价采用综合指数法。计算公式为： $R(j)=\sum_{i=1}^n F_i \times W_i$

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（本次 $n=7$ ）。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 3-51。

表 3-51 加权指数和与复垦方向对照表

(3) 适宜性评价结果

①各评价单元的土地质量状况

拟复垦土地质量是通过多个土地性状值来表达的，各个参评单元土地质量列于下表。

表 3-52 复垦土地各评价单元土地质量

评价单元		参评因子						
		有效土层厚度	土壤质地	灌溉条件	地形坡度	降雨量 mm	损毁程度	土地退化可能性
拟建露天采场	回填区平台、坑底平台	30-20cm	砂壤质	有灌排设施 水源有保障	<5°	400-300mm	重度	潜在可能性大
	边坡平台	30-20cm	砂壤质		15°-25°	400-300mm	重度	
	坑底水域	/	/	/	/	/	重度	/
拟建采选工业区		30-20cm	砂壤质	有灌排设施 水源有保障	<5°	400-300mm	中度	潜在可能性大
拟建排土场		30-20cm	砂壤质		<5°	400-300mm	中度	
拟建表土存放场		30-20cm	砂壤质		<5°	400-300mm	中度	

拟建办公生活区	30-20cm	砂壤质		<5°	400-300mm	轻度	
拟建矿区道路	30-20cm	砂壤质		<5°	400-300mm	轻度	
矿区生态修复区其他区域	30-20cm	砂壤质		<5°	400-300mm	/	

②评价结果分析

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、权重等级表，计算出各评价单元的适宜性评价加权值，对照加权值与复垦方向对照表，初步确定各个评价单元的适宜复垦方向。见表 3-53。

表 3-53 评价单元适宜性评价加权值及复垦方向

评价单元		加权值指数和	适宜的复垦方向
拟建露天采场	回填区平台、坑底平台	2.75	林地、草地
	边坡平台	2.3	林地、草地
	坑底水域	/	坑塘水面
拟建采选工业区		2.75	林地、草地
拟建排土场		2.75	林地、草地
拟建表土存放场		2.75	林地、草地
拟建办公生活区		2.9	林地、草地
拟建矿区道路		2.9	林地、草地
矿区生态修复区其他区域		2.9	林地、草地

5、公众参与意见

矿区生态修复方案的公众参与，就是让与该项目有直接或间接关系的广大民众参与土地复垦影响评价，并提出自己对该建设项目的意见和建议，从自己的利益和公众利益出发，发表自己就该建设项目对周围环境影响的观点，以达到评价工作的完善和公正。

本次公众参与在委托方技术人员的陪同下，编制人员走访了复垦区内土地权利人并积极听取了他们的意见。公众调查对象为矿区涉及的居民委员会、土地权属人、村民代表等。公众调查方式采用发放调查问卷与座谈相结合的方式。调查人员首先向被调查对象详细介绍矿山开采利用土地复垦项目的基本情况、工程规模、服务年限，对当地可能带来的有利影

响和不利影响、拟采取的治理措施等，再由被调查人提出建议与意见。敖汉旗自然资源局及参与公众对本矿山生态修复工作给予大力支持，认为这是保护土地的一次重大举措，在当地具有示范作用，对矿区土地复垦提出了建设性的意见，要求复垦工程设计应因地制宜、结合实际保护当地的生态环境。

根据对矿区所在地康家营子村、东哈拉勿苏村公众进行调查，被调查人员对本项目表示支持，认为尽管采矿会对土地及周边环境造成较大影响，短期内可能导致土地功能降低，但通过合理的复垦措施，受损的生态环境可得到一定补偿。对复垦方向的意愿为乔木林地、灌木林地、草地及坑塘水面。植被配置方面，乔木树种优先选用樟子松、小叶杨、榆树等乡土适生品种；灌木树种推荐沙棘、锦鸡儿、沙柳、柠条等耐旱固沙品种；草本植被可选用沙蒿、羊草、披碱草等乡土抗旱草种。为加快植被恢复进程、提升复垦绿化成效，灌木林地可采用灌草混播的配置模式。

矿山终采后，由于回填物源不足，露天采坑将形成2处坑塘水域，经充分征求公众意见，当地群众一致同意保留坑底坑塘水域。矿山闭坑后该坑塘水域移交土地权属人管理，为当地农牧业灌溉提供水源保障，增加当地村民经济效益。

6、技术经济可行性分析

本次拟定复垦区修复方向为乔木林地、灌森林地、坑塘水面，未扰动区保留原有其他林地、天然牧草地、其他草地。技术上，参考周边阿什罕砂矿成熟修复经验，采用乡土物种栽植、土壤培肥、节水滴灌、工程固沙等成熟技术，施工工艺简单、技术可行；经济上，修复措施因地制宜、就地取材，运维成本较低，综合效益显著；政策上，符合国土空间规划与沙地生态修复管控要求；社会层面，获得公众全面支持，矿地协调性良好。

综上，本次复垦修复方向技术成熟可行、经济合理、政策合规、社会认可度高，具备充分的实施可行性。

7、最终修复方向确定

本矿山位于沙化土地脆弱区，未来开采面积及生产规模较大，回填物源有限，最终将形成***处坑塘水面。根据矿山规划，本着因地制宜的原则，设计矿山终采后，将采场恢复为坑塘水面，闭坑后移交权属人综合利用，即可增加当地经济效益，也能为矿区及周边农牧业灌溉及防沙治沙工作提供水源保障，提升区域景观效果。此项措施现已取得当地公众支持。由于矿山服务年限较长（预计***年），此项措施仅为远景规划，本方案暂按此规划预测复垦方向。如有关部门另有要求，矿山应对复垦方向进行调整优化。

（1）各评价单元最终复垦方向

依据前文分析结果，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，各评价单元最终复垦方向见表 3-54，复垦前后土地结构调整见表 3-55。

表 3-54 复垦后土地地类及面积统计表

注：①界外拟设防沙林带区域内分布有乔木林地，矿山复垦时，原有林地以保护为主，仅根据风蚀沙埋影响对其间隙进行密植、管护，最终形成闭合区域，以达到防沙固沙效果。

②矿区生态修复责任区内未利用区域分布有其他林地、天然牧草地、其他草地、沙地，近年将对植被覆盖度较低的区域进行补植，提高植被覆盖度，原有植被以保护为主，期间加强管护。

（2）复垦前后土地利用结构调整

复垦前后土地利用类型调整变化情况如下表：

表 3-55 评价单元复垦前后土地利用类型调整变化情况表

注：①复垦后一栏中其他林地、天然牧草地、其他草地面积为矿区生态修复责任区内未利用区域原生植被面积，以补植管护为主。

②矿山生态修复是一项综合性工程，涉及不同行业部门，本方案依据收集的全国第三次土地利用现状调查数据并结合场地周边植被情况对复垦方向进行了规划。考虑到林业与草原行政主管部门“负责森林、草原、湿地资源的监督管理”的职能定位，矿山的植被恢复工程应该在林草行政主管部门的指导下实施，并在后期的植被管护、监测、成效评估等方面接受林草行政主管部门的监督与管理。

（六）复垦修复质量标准

本次矿区生态修复质量标准参照《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013），并结合本区原生生态系统质量，以及周边矿山成功修复经验，充分利用矿区表土资源的条件下，制定差异化复垦质量管控标准，保障复垦后土地质量达标、生态功能长效稳定、土地利用可持续。整体复垦质量需达到或优于原生参照生态系统。

1、乔木林地复垦修复标准：

①有效土层厚度 $\geq 50\text{cm}$ ，以增强植被根系固着能力，降低风蚀风险；

②地面坡度 $\leq 25^\circ$ ，确保林地立地条件稳定；

③覆土土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$ ，土壤质地为砂土至砂质粘土，砾石含量 $\leq 20\%$ ，pH 值范围一般为 6.0-8.5；有机质 $\geq 2\%$ 。通过增施腐熟有机肥提升土壤肥力，保障植被正常生长。

④物种配置：树种选择适宜本地生长乡土树种，如杨树、松树等，苗木栽植确保林分结构完整，郁闭度达标；林间撒播草籽，快速实现地表覆盖。

⑤配套设施（灌溉）应达到当地本行业工程建设标准要求，满足植被生长期用水需求；

⑥定植密度满足《造林作业设计规程》（LY/T 1607）要求，郁闭度 30% 以上；造林 1 年后检查成活率 $\geq 70\%$ ，第 3 年检查保存率 $\geq 65\%$ 。长期发挥防风固沙、水土保持生态功能。

2、灌木林地（防沙林带）复垦修复标准：

①有效土层厚度 $\geq 50\text{cm}$ ，以增强植被根系固着能力，降低风蚀风险；

②地面坡度 $\leq 25^\circ$ ，确保林地立地条件稳定；

③覆土土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$ ；土壤质地为砂土至砂质粘土，砾石含量 $\leq 20\%$ ；pH 值范围一般为 6.0-8.5；有机质 $\geq 2\%$ 。通过增施腐熟有机肥提升土壤肥力，保障植被正常生长。

④物种配置:灌木树种选择适宜本地生长乡土树种,如沙柳、沙棘、锦鸡儿等,苗木采用扦插苗木,成活率高、适应性强、生长速度快。林间撒播草籽,快速实现地表全覆盖。

⑤配套设施(灌溉)应达到当地本行业工程建设标准要求,满足植被生长期用水需求;

⑥定植密度满足《造林作业设计规程》(LY/T 1607)要求,考虑本区特殊地理环境,植被恢复初期采取密植方式提升治沙成效,后期根据植被自然长势合理抚育调控,最终林带郁闭度达到40%以上;造林1年后检查成活率 $\geq 70\%$,第3年检查保存率 $\geq 65\%$ 。保障外围防沙林带结构稳定、固沙功能长效存续。

3、灌木林地(灌草混播)复垦修复标准

①有效土层厚度 $\geq 50\text{cm}$,以增强植被根系固着能力,降低风蚀风险;

②地面坡度 $\leq 30^\circ$,确保林地立地条件稳定;

③覆土土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$,土壤质地为砂土至砂质粘土,砾石含量 $\leq 5\%$,pH值范围一般为6.0-8.5,有机质 $\geq 2\%$ 。通过增施腐熟有机肥提升土壤肥力,保障植被正常生长;

④物种配置:采用灌草结合(混播灌草种子)模式。灌木种子选择两种以上耐旱、耐贫瘠、抗风固土的本地乡土树种,依靠其发达的根系网络发挥固土效能;草本植物选用两种以上萌蘖力强、生长速度快的乡土物种,发挥其地表覆盖防护作用。

⑤配套设施(灌溉)应达到当地本行业工程建设标准要求,满足植被生长期用水需求;

⑥植被覆盖度 $\geq 40\%$,乡土耐旱草本植被全覆盖、长势稳定,有效遏制风蚀与土地沙化问题。

4、坑塘水面(人工水域)复垦修复标准

①露天采坑保留的坑塘水面作为人工水域，应与自然环境相协调，面积宜大于 2hm^2 ，水域形态规整，保持景观完整性与多样性；

②未来矿坑水作为人工水域，水质应符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅳ、Ⅴ类标准限值要求。水质需长期稳定达标，持续发挥水源涵养功能；

③有排水设施，防洪标准满足当地要求，保障水域运行安全；

④水域外围设置防护围栏，围栏高度、材质、牢固度符合安全防护要求。同时在醒目位置设置安全警示标志，标识清晰、稳固耐久，充分发挥安全警示作用。杜绝人畜落水风险；

⑤沿水域周边合理恢复植被，通过植被固土护坡，有效控制水土流失，与周边林草生态系统形成良性生态循环。

同时，修复后的生态系统需实现防风固沙功能，风力侵蚀强度控制在中度及以下，有效遏制土地沙化扩张，维持区域生物多样性稳定，实现修复区与周边原生生态系统的协调统一，保障生态系统健康可持续发展。

三、边开采、边修复可行性分析

根据矿山开采设计、工艺流程、开采进度、采矿用地周期，以及生态问题识别与受损预测等情况，分析矿区是否具备边开采、边修复的条件，为矿区生态环境保护与矿产资源合理开发协同推进提供依据。

（一）开采设计方面

矿山开采方式为露天开采，采矿方法为自上而下分层采矿法，其中静水位以上矿体采用干式开采，静水位以下采用湿式开采方式。考虑到矿区所处区域生态本底脆弱，为最大限度减少露天采矿大面积开挖对周边生态环境的扰动，根据矿山采掘计划，拟采取区块化、阶梯式开采模式，自矿区西部向南向东逐步推进，干、湿协同开采。即先行开采静水位以上矿体，待形成规范的采场工作平盘后逐步向前推进，保证上一层台阶超前下一层台阶，并满足安全生产需求。开采至静水位以下区域时，由干式开采转为

采砂船湿式开采，两种开采方式协同推进。该开采计划可有效腾出内排空间，一方面可减少外排废石对土地的压占和生态环境的破坏，另一方面也可对达到设计回填高度的内排回填区及时开展复垦作业，实现对损毁生态环境的及时补偿。

因此，经优化开采设计，露天采场回填区平台可尽早实现复垦，具备边开采、边复垦的基础条件。

（二）工艺流程方面

基建期，对所有拟建场地表土进行剥离，集中保存，同步对表土存放场实施围挡、绿化护坡工程，减少基建期风蚀沙埋、水土流失影响，实现动态防护。具备边开采、边过渡复垦的条件。

生产期，露天采场本着“采剥并举、剥离先行”的原则，剥离作业超前采矿推进，剥离废石集中有序运送至排土场分台阶、分层堆放。可同步对排土场达到堆放高度的边坡实施复垦绿化工程。实现采矿生产与生态修复同步开展。具备边开采、边过渡复垦的条件。

（三）开采进度方面

本方案采用“分层开采、分层修复、随采随修”的动态模式，随着采场台阶向前、向深部推进，已开采到位的边坡及平台、内排回填平台可及时腾出复垦空间，无需等待整体开采结束复垦，即可实现“开采一片、修复一片”的治理效果。具备边开采、边复垦的条件。

（四）采矿用地周期

本项目拟建场地包括拟建露天采场、拟建采选工业区、拟建排土场、拟建表土存放场、拟建办公生活区、拟建矿区道路等，均规划为永久用地，无临时用地。

露天采场随着开采的推进，先期采完的台阶和平台可及时释放，移交开展生态修复。内排形成的回填平台也可根据生产进度进行复垦，全程具备边开采、边复垦的条件。

拟建排土场、拟建表土存放场作为永久用地，生产期间可实现阶段性过渡绿化，终采后，将对场地全面复垦。

拟建采选工业区、拟建办公生活区、拟建矿区道路等均于终采后全面复垦。

（五）生态问题诊断

本区生态环境本底脆弱，土地沙化严重，受矿业活动扰动，易造成植被损毁、水土流失、加剧土地沙化风险，为达到预防控制作用，本着先治沙再利用的原则，基建期间在露天采场外围、拟建场地上风侧、矿区道路栽植灌木防沙林带形成闭合防护区，即不影响矿山生产，又可达到边开采、边修复的条件。

综上，本矿区露天采场到界边坡及平台、回填区平台全程具备边开采、边修复的条件。拟建排土场、拟建表土存放场具备生产期阶段性过渡绿化条件。其他场地将于终采后全面复垦。通过“边开采、边修复”的修复模式，可实现矿产资源开发与生态环境保护协同发展，有效减少开采活动对区域生态环境的影响，推动矿区生态环境持续改善。

第三节 生态修复分区及修复时序安排

基于前文对矿区生态受损现状、预测问题诊断及生态修复可行性分析，结合矿区露天开采设计及工艺流程、工程布局及用地时限、开采进度及时序安排，制定分区、分期目标，为实现“边开采、边修复”的动态管控。

一、生态修复分区

根据矿山建设工程布局、用地时限、开采时序、土地损毁特征、土地适宜性评价结果及生态修复方向复垦要求，本次共划分 7 个修复分区：拟建露天采场（含回填区、边坡平台、坑底平台、坑塘水面）、拟建采选工业区、拟建排土场、拟建表土存放场、拟建办公生活区、拟建矿区道路、

矿区生态修复区其他区域（含界外防沙林带、其他未利用区域）。

表 3-56 生态修复分区划分说明表

矿区生态修复分区见图 3-6。各生态修复分区拐点坐标见表 3-57。

表3-57 生态修复区拐点坐标

注：（17）-（34）为扣除拟申请矿区范围。

二、生态修复分期任务、时序安排

（一）修复时序安排

根据生态修复可行性分析结果及开采进度，矿山生态修复时序分为基建期（2026.1-2026.12），生产期（2027.1-2045.12），治理期（2046.1-2046.12）及管护期（2047.1-2051.12）。

（二）各修复分区目标任务

1、拟建露天采场

基建期：

①在整个矿区外围采用网围栏进行圈定，并设置警示牌。

②露天采场采矿活动频繁，为避免区域风蚀产生流沙直接侵袭场地影响正常生产及运输，亦避免采场采砂产生流砂影响周边区域。基建期，在采场外围设置灌木防沙林带形成闭合防护区。界外拟设置防沙林带区域原生土壤肥力基本能够满足植被生长需求，暂不设置土壤培肥、覆土措施，栽植沙柳（备选沙棘）、林下混播灌草种子，配套滴灌设施并进行管护，保障植被成活率。

此项措施将纳入矿区生态修复区其他区域（界外防沙林带）进行统一规划。

生产期：

①整个生产过程中，本着“随采随剥，剥离先行”的原则，根据生产进度对场地表土及废石逐步进行剥离，剥离表土集中存至拟建表土存放场；剥离废石集中存至拟建排土场。选矿尾泥同采剥废石一同排弃至排土场内集中堆存。待矿山实现内排后，废石、尾泥直接内排至露天采坑，对外排

土场进行复垦绿化。

②生产期间，按照《开采方案》设计要求规范开采，避免出现不稳定边坡。

③对到界边坡及平台进行取直修整；对可能出现的松散滑坡体、临空面、不稳定土体及小型危岩体采取就地整形的方式，规整坡面形态。然后进行覆土，土壤培肥、植被恢复，配套滴灌设施。

④对达到回填高度的内排回填区顶部平台进行石方整平、覆土、土壤培肥、恢复植被、配套滴灌设施。

治理期：

①矿山开采終了，预计露天采场西侧将形成内排回填区面积约23.3622hm²，预计回填标高至地表标高（约435m），边坡台阶与露天采场台阶相衔接。设计内排结束对回填区到界边坡及平台进行全面整形、覆土、土壤培肥、恢复植被、配套滴灌设施。

②矿山终采后，利用外排废石、尾泥对露天采场北部边界突出区域进行回填，以削减其尖锐形态，预计回填至地表标高（约445m标高），形成回填区面积约为5.2119hm²，边坡台阶与露天采场台阶相衔接。设计对回填区顶部平台、到界边坡及平台进行全面整形、覆土、土壤培肥、恢复植被、配套滴灌设施。

③矿山终采后，预计露天采场坑底将形成南、北2处坑塘水面，东侧局部坑底位于静水位以上（416m标高）。设计对保留的坑塘水域外围建设防护围栏及警示牌，防止人畜误入；设计对东侧坑底平台进行石方整平、覆土、土壤培肥、恢复植被、配套滴灌设施。

2、拟建采选工业区

该场地服务于整个服务期。拟在场地上风侧设置灌木防沙林带，此项措施将纳入矿区生态修复区其他区域（界外防沙林带）进行统一规划。

①基建期：对场地建设前进行表土剥离，表土集中堆存在拟建表土存

放场内。对场地进行地面硬化。对场内空地种植景观树；

②治理期：矿山终采后，拆除场内彩钢建筑进行回收利用，拆除地面硬化基础，清运建筑固废至附近垃圾处理站集中处理，对整个场地进行整平、覆土、土壤培肥、恢复为灌木林地（混播灌草种子），配套滴灌设施。

3、拟建排土场

该场地用于堆存采矿剥离废石、及选矿尾泥。实际堆存过程废石就近排放至场地东侧，尾泥排放至西侧。根据矿山生产计划，预计生产期第4年（2030年）实现内排后，将对场地进行覆土、绿化过渡治理，以达到固土护坡作用。

①基建期：场地建设前先行对其进行表土剥离。对场地围设挡墙及防风抑尘网，避免场地面积随意扩大。

②生产期：根据采剥进度对达到堆存高度的稳定结构面进行覆土、土壤培肥、绿化固土，防止废石、尾泥堆存过程产生风蚀沙埋影响周边环境。根据矿山生产计划，预计生产期第4年可对场地边坡、平台进行绿化护坡过渡治理。

③治理期：矿山开采终了，场内废石、尾泥全部清运，回填露天采坑综合利用。对挡墙、抑尘网进行拆除、清运，覆土、土壤培肥、恢复为灌木林地（混播灌草种子）。

4、拟建表土存放场

该场地服务于整个服务期。

①基建期：场地建设前，对场地围设挡墙及防风抑尘网。

②生产期：表土为随剥随存，集中堆放，堆体逐步增加，且随时可能利用，一直处于动态变化中。设计逐年对达到堆置高度的稳定边坡及平台进行绿化养护、配套滴灌设施。

③治理期：表土随时做为到界边坡及回填区复垦土源进行清运利用，直至矿山开采终了，表土全部清运，如有剩余将对其就地平整，对挡墙、

抑尘网进行拆除、清运，将场地恢复为灌木林地（混播灌草种子）。

5、拟建办公生活区

该场地服务于整个服务期。拟在场地上风侧设置灌木防沙林带，此项措施将纳入矿区生态修复区其他区域（界外防沙林带）进行统一规划。

①基建期：设计场地建设前对其进行表土剥离，对场地进行地面硬化。对场内空地种植景观树；

②治理期：矿山终采后，拆除场内彩钢建筑进行回收利用，拆除地面硬化基础，清运建筑固废至附近垃圾处理站集中处理，对整个场地进行整平、覆土、土壤培肥、恢复为灌木林地（混播灌草种子）。

6、拟建矿区道路

该场地服务于整个服务期。拟在道路两侧设置灌木防沙林带。此项措施将纳入矿区生态修复区其他区域（界外防沙林带）进行统一规划。

①基建期：场地建设前对其表土进行剥离，对场地整体进行硬化。

②治理期：矿山终采后，对道路硬化基础进行拆除，清运固废至附近垃圾处理站集中处理，对场地进行平整、覆土、土壤培肥，恢复为灌木林地（混播灌草种子）。

7、矿区生态修复区其他区域

经调查，本区经长期防沙治沙工作实施，区内地表植被发育，覆盖度较高，整体抗风蚀能力较强。但受本矿露天采矿扰动，区内原有稳定的生态系统受到破坏，预测引发风蚀沙埋影响可能性较大，为避免区域风蚀产生流沙直接侵袭场地影响正常生产及运输，亦避免采场采砂产生风蚀影响周边区域。设计在矿证外栽植灌木防沙林带（林下混播灌草种子），对其他未利用区域进行补植（混播灌草种子）。考虑矿区生态修复区其他区域原生土壤肥力基本能够满足植被生长需求，暂不设置土壤培肥、覆土措施，为保障植被成活率，恢复植被的区域配套滴灌设施并进行管护。

基建期：

①矿山开采前，对露天采场外围、拟建场地上风侧、道路两侧受影响区域种植灌木防沙林带、对已有林地间隙进行密植，并实现闭合，达到防风固沙效果，对植被进行管护。

②考虑其他未利用区域局部为沙地，植被覆盖度较低，设计对其进行补植、管护，提高防风固沙效果。

（三）生态修复分期任务、时序安排

矿区生态修复分区分期任务及时序安排汇总情况见表 3-58。

表 3-58 矿区生态修复分区分期任务及时序安排表

修复单元	损毁面积	用地时限	损毁时期	修复时期（修复时限）	修复区域	治理措施	管护时限	
拟建露天采场	154. 47	全生命周期（自矿山新立一闭坑）	生产期（2027.1-2045.12）	基建期（2026.1-2026.12）	整个露天采场	设置网围栏、设置防沙林带、配套滴灌设施	场地治理后至管护期结束	
				生产期（2027.1-2045.12）	整个露天采场	表土剥离		
					回填区	回填、整平、覆土、土壤培肥、植被恢复、配套滴灌设施		
					到界边坡及平台	边坡整形、覆土、土壤培肥、植被恢复、配套滴灌设施		
				治理期（2046.1-2046.12）	回填区	回填、整平、覆土、土壤培肥、植被恢复、配套滴灌设施		
					到界边坡及平台	边坡整形、覆土、土壤培肥、植被恢复、配套滴灌设施		
					东部坑底平台	石方整平、覆土、土壤培肥、植被恢复、配套滴灌设施		
					坑塘水域	恢复坑塘水面，外围设防护围栏及警示牌		
拟建采选工业区	2. 0513		基建期-生产期（2026.1-2045.12）	基建期（2026.1-2026.12）	整个场地	表土剥离、地面硬化、种植景观树	场地治理后至管护期结束	
				生产期（2027.1-2045.12）	--	--		
				治理期（2046.1-2046.12）	整个场地	拆除、清运、整平、覆土、土壤培肥、植被恢复、配套滴灌设施		
拟建排土场	17. 2275			基建期-生产期（2026.1-2045.12）	基建期（2026.1-2026.12）	整个场地	围设挡墙、防风抑尘网、表土剥离	场地治理后至管护期结束
					生产期（2030.1-2030.12）	整个场地	实现内排后过渡治理，覆土、土壤培肥、绿化、配套滴灌设施	
					治理期（2046.1-2046.12）	整个场地	拆除、清运、覆土、土壤培肥、植被恢复	

拟建表土存放场	6.0		基建期-生产期 (2026.1-2045.12)	基建期 (2026.1-2026.12)	整个场地	围设挡墙、防风抑尘网	场地治理后至管护期 结束
				生产期 (2027.1-2045.12)	整个场地	绿化、配套滴灌设施	
				治理期 (2046.1-2046.12)	整个场地	拆除、清运、覆土、土壤培肥、 植被恢复	
拟建办公生活区	0.2505		基建期-生产期 (2026.1-2045.12)	基建期 (2026.1-2026.12)	整个场地	表土剥离、地面硬化、种植景观 树	场地治理后至管护期 结束
				生产期 (2027.1-2045.12)	--	--	
				治理期 (2046.1-2046.12)	整个场地	拆除、清运、整平、覆土、土壤 培肥、植被恢复、配套滴灌设施	
拟建矿区道路	0.4600		基建期-生产期 (2026.1-2045.12)	基建期 (2026.1-2026.12)	整个场地	表土剥离、地面硬化、防沙林带、 配套滴灌设施	场地治理后至管护期 结束
				生产期 (2027.1-2045.12)	整个场地	/	
				治理期 (2046.1-2046.12)	整个场地	拆除、清运、覆土、土壤培肥、 植被恢复、配套滴灌设施	
矿区生态修复区其 他区域	54.2367	/	基建期-生产期 (2026.1-2045.12)	基建期 (2026.1-2026.12)	界外防沙林带区域	种植防沙林带、配套滴灌设施	场地治理后至管护期 结束
					其他未利用区域	补植、配套滴灌设施	
				生产期 (2027.1-2027.12)	/	/	
				治理期 (2046.1-2046.12)	/	/	

图 3-6 矿区生态修复分区图

第四节 采矿用地与复垦修复安排

一、采矿用地情况

（一）现状用地情况

本矿山为新建矿山，前期仅实施了勘查活动，勘查期间临时使用土地已与土地权属人签订用地补偿协议。探矿结束后，及时按绿色勘查施工要求对破坏区域进行植被恢复，现已归还土地权属人。

矿山现状尚未办理永久及临时用地审批手续，无已批准用地。

（二）拟申请用地安排

根据《开采方案》，本次拟申请采矿证范围***hm²。配套拟建采选工业区、拟建排土场、拟建表土存放场、拟建办公生活区、拟建矿区道路均位于矿区范围外，总占地面积约 25.9893hm²。以上场地均属于新增建设用地范畴。

拟申请用地土地利用类型包括乔木林地、其他林地、天然牧草地、其他草地、农村道路、沙地等。不涉永久基本农田、基本草原。符合国土空间规划相关管控要求。矿山生产服务年限为 20 年（含基建期 1 年），待矿山取得采矿许可证后，以上拟建场地将全部办理永久征占手续，永久征占地面积约 180.4593hm²。

拟申请林地质量等别：本方案根据《林地分等定级规程》（TD/T 1106-2025），选择表 B.1 林地分等指标体系中必选指标，采用表 B.8 半干旱草原、荒漠草原区林地分等指标等级划分标准及其分值和表 D.1 林地分等指标推荐权重，简单测算林地等别。必选指标包括：气候积温、年均降水量、地形坡度、土壤土层厚度等级、腐殖质厚度、生物群落结构等，结合本区自然地理条件，经测算评定拟申请林地质量等别为***等。

拟申请天然牧草地质量等别：本方案根据《草地分等定级规程》（TD/T 1108-2025），选择表 B.1 牧草地分等指标体系中必选指标，采用表 B.4 半

干旱草原、荒漠草原区草地分等指标等级划分标准及其分值和表 D.1 牧草地分等指标推荐权重，简单测算天然牧草地质量等别。必选指标包括：年均气温、年均降水量、土层厚度、土壤有机质、草原综合植被盖度、优良牧草比例、植被丰富度指数等，结合本区自然地理条件，经估算评定拟申请天然牧草地等别为***等。

拟申请其他草地质量等别：本方案根据《草地分等定级规程》（TD/T 1108-2025），选择表 B.2 其他草地分等指标体系中必选指标，采用表 B.4 半干旱草原、荒漠草原区草地分等指标等级划分标准及其分值和表 D.1 其他草地分等指标推荐权重，简单测算其他草地质量等别。必选指标包括：年均气温、年均降水量、土层厚度、土壤有机质、草原综合植被盖度等，结合本区自然地理条件，经估算评定拟申请其他草地等别为***等。

二、复垦修复安排

矿山采矿直接损毁土地面积约 180.4593hm²，预测采矿活动影响范围约 54.2367hm²，矿山生态修复责任范围总计 234.69607hm²。依据土地生态适宜性评价结果，确定矿区土地复垦后地类为乔木林地（24.6851hm²）、灌木林地（126.6012hm²）、其他林地（1.0372hm²）、天然牧草地（12.1325hm²）、其他草地（1.9179hm²）、坑塘水面（68.3221hm²）。

矿山土地复垦修复工作严格遵循自然资源主管部门现行土地复垦质量验收标准及相关规范要求，确保复垦土地数量不减少、质量不降低。最终复垦成果以自然资源主管部门验收结果为准。矿区生态修复目标及土地利用变化情况见表 3-59。

表 3-59 矿区生态修复目标及土地利用变化表

注：□生态修复目标一栏中其他林地、天然牧草地、其他草地面积为矿区生态修复责任区内未利用区域原生植被面积，以补植管护为主。

□矿区林地、草地质量等别仅为矿山生态复垦评价参考使用，不作为法定确权及林草地正式分等定级依据；林地、草地法定质量等别具体以林业和草原主管部门实地调查认定结果为准。矿山生态修复须保障复垦后林地、草地质量等级不低于原有质量水平，实现土地质量不下降、生态功能不退化。

根据矿山生产计划及用地安排，本着边生产边复垦的原则，预计拟建露天采场复垦修复时限自生产期（预计 2030 年，内排至设计回填高度）开始复垦，至矿山终采后治理期（2046 年）结束。

拟建采选工业区、拟建排土场、拟建表土存放场、拟建办公生活区、拟建矿区道路用地方式为永久用地，至矿山终采后治理期（2046 年）全面复垦。矿区用地与复垦修复计划表见表 3-60。

表 3-60 矿区用地（含临时使用土地）与复垦修复计划表

用地信息							复垦修复计划				
场地名称	原地类	范围	面积 (hm ²)	质量	是否临时 用地	批准（计划）使 用期限	目标地类	范围	面积 (hm ²)	质量	计划复垦修 复期限
拟建露天采 场	***	表 3-57	154.4700	***	否	2026 年 1 月- 2045 年 12 月	***	表 3-57	154.4700	***	2030 年 1 月- 2046 年 12 月
拟建采选工 业区	***	表 3-57	2.0513		否	2026 年 1 月- 2045 年 12 月	***	表 3-57	2.0513		2046 年 1 月 -2046 年 12 月
拟建排土场	***	表 3-57	17.2275		否	2026 年 1 月- 2045 年 12 月	***	表 3-57	17.2275		2046 年 1 月 -2046 年 12 月
拟建表土存 放场	***	表 3-57	6.0000		否	2026 年 1 月- 2045 年 12 月	***	表 3-57	6.0000		2046 年 1 月 -2046 年 12 月
拟建办公生 活区	***	表 3-57	0.2505		否	2026 年 1 月- 2045 年 12 月	***	表 3-57	0.2505		2046 年 1 月 -2046 年 12 月
拟建矿区道 路	***	表 3-57	0.4600		否	2026 年 1 月- 2045 年 12 月	***	表 3-57	0.4600		2046 年 1 月 -2046 年 12 月

注：矿区林地、草地质量等别仅为矿山生态复垦评价参考使用，不作为法定确权及林草地正式分等定级依据；林地、草地法定质量等别具体以林业和草原主管部门实地调查认定结果为准。矿山生态修复须保障复垦后林地、草地质量等级不低于原有质量水平，实现土地质量不下降、生态功能不退化。

三、复垦修复存量采矿用地

本矿山为新建矿山，现状无存量采矿用地，不涉及新增采矿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。

表3-61 存量采矿用地腾退指标使用计划表

存量采矿用地信息					腾退指标使用计划			
图斑编号	地类	范围	面积	质量	拟使用指标时间	地类	范围	面积
无	无	无	无	无	无	无	无	无

四、临时用地复垦

矿山未来不涉及临时用地。如涉及临时用地应严格用地审批手续。临时使用农用地的，还应当按照国家有关规定及时恢复种植条件、耕地质量或者恢复植被、生产条件，确保原地类数量不减少、质量不下降、农民利益有保障。

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）避让措施

经现场调查及核实，采矿活动影响范围不涉及敖汉旗“三区三线”管控范围。矿区及周边无需要保护的永久基本农田、基本草原、公益林、自然保护区、地质遗迹、生态保护红线、珍贵物种、古树名木、矿业遗迹、重要基础设施、水源地等敏感目标。

矿区生态修复区北部分布有耕地（非基本农田），矿山布设防沙林带时应主动避让耕地范围，临近耕地区域以保护为主，严禁开展占地施工活动，避免占用耕地资源。

（二）减缓措施

矿区所在区域为沙化土地生态脆弱区，风蚀沙埋、土地沙化是采矿活动可能引发的主要生态问题。为有效减缓采矿活动对区域生态环境的扰动，降低风蚀沙埋及土地沙化加剧风险，根据矿山开采方案、采掘作业计划及生态保护相关要求，采取的减缓措施如下：

1、剥离作业前置于采掘作业，并协同推进，避免大面积剥离导致沙源裸露，最大限度地缩短土壤裸露时间，减少土壤风蚀流失；

2、露天开采采取区块化、阶梯式开采模式，通过集中有序开采，加快内排空间腾退进度，减少外排废石的占地面积及大量松散物源堆积。对堆存的表土、废石设置挡墙及防风抑尘网进行防护，减缓采矿活动引发的风蚀影响，有效控制土地沙化风险，保护区域脆弱生态系统。

3、基建期，对拟建采选工业区、拟建办公生活区、拟建矿区道路进行地面硬化，减少人为对沙化土地的扰动；在露天采场外围、拟建场地上风侧、拟建矿区道路两侧种植灌木防沙林带，达到阻风抗蚀作用，减缓区域

风蚀影响矿业活动，以及矿业活动可能对矿区周边区域造成风蚀风险。

4、矿区西北约***km 处为“***”，距离相对较远，未来矿山本着“边开采、边治理”的原则，及时开展矿区生态修复工作，并按照生态主管部门要求做好扬尘污染控制工作，可有效削减基建及采矿活动带来的风蚀及扬尘影响。

(1) 挡墙+防风抑尘网一体化设施

由于拟建表土存放场主要堆存松散物源，最大堆存高度约 20m。根据前文分析，由于该类场地的特殊性，近地表层（0-2m）、堆体顶部及上边坡（0-3m 高度）可能产生风蚀影响的风险较大。为保障堆体稳定，并达到阻挡近地表流沙，拦截中高空风蚀沙流，形成“下挡上拦”的立体防护，设计对拟建表土存放场、拟建排土场进行挡墙+防风抑尘网一体化设置。此设置较单独设计高立式防风抑尘网更稳定，可有效避免强风天气可能导致立柱倾倒、网体坍塌的风险。而将抑尘网建于挡墙上部，即可减少地面扰动范围，也能减少后期维护费用，防风固沙效果较单独设置提升 50%以上。

挡墙采用 C30 混凝土浇筑分段浇筑(每 20m 设伸缩缝)，墙体厚度 1.0m，地表上部 1.5m，地下埋深 0.5m，浇筑至顶部 0.2m 处，按 5m 间距植入立柱预埋钢板（200×200×10mm，底部焊 $\Phi 16$ 锚筋，锚入挡墙内 0.3m），钢筋顶面与挡墙顶齐平。挡墙浇筑完成后，浇筑 200×300mmC30 钢筋混凝土压顶（配双向钢筋），将预埋钢板完全包裹，增强与抑尘网立柱的连接强度。挡墙外侧设置凝凝土地锚，预留连接件。

金属防风抑尘网主要由金属抑尘网、立柱、斜撑等组成。金属防风抑尘网总高度约 5m，底部与挡墙顶部压顶连接。网片开孔率 β （指开孔面积与总面积的比例）约 30%-40%：挡风效果强（风速降低 50%-70%），风荷载大，适用于风速 $<12\text{m/s}$ 。立柱采用 $\Phi 89 \times 3.0\text{mm}$ Q235B 镀锌圆管，间距 5m，与底部挡墙压顶焊接固定。斜撑采用 $\Phi 50 \times 2.5\text{mm}$ Q235B 镀锌圆管，每根立

柱间设 1 道，连接立柱及地锚，增强抗风拔力。所有钢结构采用热浸锌+氟碳漆双重防腐，应对沙化地区强紫外线与风沙磨损。

图4-1 挡墙+防风抑尘网布设置示意图

（2）地面硬化

拟建采选工业区、办公生活区、矿区道路等人类活动较为频繁，为减少扬尘、水土流失影响，设计对场地开展地面硬化工程，硬化材料选用C25及以上商品混凝土，硬化面层厚度按0.1m控制。施工前先对场地进行平整、压实处理，压实度需满足设计规范及承载力要求。

（三）保护措施

为避免人类放牧活动扰动地表植被，同时防范人员误入露天采坑、坑底水域可能引发人员伤亡、财产损失等安全事故，基建期将在露天采场外围边界设置网围栏、警示牌；治理期对保留的坑塘水域外围设置防护围栏、警示牌，起到生态保护与安全预防作用。

（1）警示牌

警示牌应设置在醒目位置，平均每隔约 100m 设置一个警示牌，在遇障碍物遮挡处可适当加密，在地面平直且没有明显遮挡区域间距可放大至 150m。露天采场外围所设警示牌应明示“禁止闲人入内，禁止放牧，前方有危险”等字样。坑塘水域外围所设警示牌应警示“水深危害，禁止入内”等字样。警示牌规格不小于 60cm×30cm，由防晒防雨材料制造，竖桩规格 1.5m（埋深 0.3m）×15cm 铁桩，并用油漆涂刷，埋桩深度不低于 30cm（图 4-2）。

图4-2 警示牌示意图

（2）网围栏

为防止人畜误入露天采坑及坑塘水域，在露天采场境界外围、坑塘水域外围设置网围栏，圈设范围为地表境界外围 3~5m 的区域。首先，选择某一起点埋设 1 根 2.5m（含埋深 0.5m）高的混凝土预制桩，混凝土桩规格

为 $0.15\text{m} \times 0.15\text{m} \times 2.00\text{m}$ ，每隔 5m 间距布设 1 根，依次埋设；然后，在混凝土桩外侧围设钢丝金属网，钢丝规格为 $\Phi 2.50\text{mm}$ 、网孔规格为 $25\text{mm} \times 50\text{mm}$ （图 4-3）。

图4-3 网围栏布设示意图

二、表土剥离与植被移植利用

（一）表土剥离、运输、储存、养护、利用

表土是植被恢复的核心资源，包含丰富的土壤微生物、有机质及养分，为保障矿区生态修复效果，结合矿山开采工艺及区域生态特点，本着“应剥尽剥、能用尽用、即剥即用、随剥随运、少储少运”的原则，制定表土剥离、运输、堆存、养护与利用措施，实现资源循环利用，减少生态扰动。

1、表土剥离

表土剥离即采用机械或人工方式，对具有再利用价值的表土进行剥离、收集的过程。按照“应剥尽剥”的要求，矿山场地建设前先行对其表土进行剥离收集，露天采场根据矿山开采进度分区分期剥离，剥离工作与矿山采掘作业协同推进。根据矿区土壤结构，预计剥离表土厚度约 30-50cm，平均按 40cm 计算，确保剥离的表土富含养分，满足植被恢复需求。

根据剥离场地状况及表土厚度，拟选用小型挖掘机配合装载机进行作业，按后退式路线行走，避免机械在表土上直接碾压造成表土结构破坏、养分流失。剥离前应进行清表作业，对有保护利用价值的植物进行移植保护。收集的表土尽量不要含有建筑垃圾等杂物、硬黏土块或直径大于 3cm 的砾石，不应采用焚烧等破坏表土和环境的方式进行清表。

表土剥离时序安排：基建期（2026 年 1 月-2026 年 12 月）：对拟建采选工业区、拟建排土场、拟建办公生活区、拟建矿区道路建设前进行表土剥离。生产期（2027 年 1 月-2045 年 12 月）：根据生产进度对拟建露天采场进行分区、分期实施表土剥离。

2、表土运输

表土运输遵循“就近、方便、经济和效益最大化”原则，统筹考虑场地利用情况，暂不能利用的，运至表土存放场集中堆存。

表土运输遵循线路最短、成本最低的原则，优先选用现有道路，确定适用的运输点和运输线路，应一次性运至目的地。

根据剥离区、储存区和再利用区的地形、运输距离和条件，确定适用的运输机械。选用自卸汽车、铲运机和翻斗车，近距离运输可选装载机进行。不需要储存的表土运距应不超过机械的最佳运距。

运输过程中应在指定的运输线路上行驶，减少对未剥离表土的碾压。运输途中应采取覆盖保护措施，选用有自动盖板的运输工具。表土卸载过程中应减少对表土的碾压，沿同一个方向保持用后退的方式卸土，并配合装载机和推土机推平、堆置。不应在恶劣天气状况下装卸和运输表土。

3、表土储存

剥离的表土不能做到“即剥即用”时，应对剥离表土的进行储存。储存期间根据土壤肥力、质地差异进行分区、分类堆放，做好标识记录，便于后续针对性利用。堆放过程中避免机械过渡碾压，减少表土破坏。长期堆存应采取拦挡、排水、土壤保育措施。

为减少表土堆存过程压占土地，本方案根据矿山内排计划，将开采方案所设排土场北部用于拟建一处表土存放场，用于单独储存表土。设计表土分2层台阶堆存，单层高度不超过10m，堆坡角控制在 25° 以下，最终边坡角控制在 23° 以下，有效容积约 720000m^3 。随着露天开采的逐步推进，表土剥离、储存工作将一直延续至矿山开采終了，为保障堆体稳定，减少松散物源裸露，防止水土流失、风蚀扩散影响，本方案采取挡墙+抑尘网进行拦挡。

4、表土养护

矿山根据表土利用计划，对暂不利用的表土应采取防护或维护养护措施，防止土壤损失、污染，增加土壤肥力。对于临时取土区域可采用防尘网、

塑料膜、土工布或草栅进行遮盖保护；对于长期堆存区域，可进行土壤培肥、播撒一年生或多年生浅根草本种子进行养护。堆体顶部平台及坡面处预留截排水沟，达到排水、固土、护坡作用。表土储存期间，应定期巡视并进行排水、杂草清除等维护。

5、表土再利用

回覆的表土质量应优于再利用区原有的土壤质量。表土应就地、就近再利用，不同质量等级的表土应分类再利用。土壤 pH、有机质、质地、容重、水解性氮、有效磷和速效钾等关键指标符合种植需求。

剥离的表土优先用于矿区生态修复区，近年表土利用场地主要为露天采场边坡平台及回填区，拟建场地形成的切坡、堆坡、拟建排土场过渡治理等。剩余表土妥善储存，用于后期矿区复垦、植被补植等工作，实现表土资源的高效循环利用，减少外购客土带来的成本增加及生态扰动。

表 4-1 表土处置工程汇总表

序号	原地类	范围	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
1	***	拟建露天采场	154.47	2027 年 -2045 年	0.4	617880	拟建表土存放场	混播灌草	复垦区覆土	2030 年 -2046 年
2	***	拟建采选工业区	2.0513	2026 年	0.4	8205	拟建表土存放场	混播灌草	复垦区覆土	2026 年、 2046 年
3	***	拟建排土场	17.2275	2027 年 -2029 年	0.4	68910	拟建表土存放场	混播灌草	复垦区覆土	2030 年、 2046 年
4	***	拟建办公生活区	0.2505	2026 年	0.4	1002	拟建表土存放场	混播灌草	复垦区覆土	2046 年
5	***	拟建矿区道路	0.4600	2026 年	0.4	1840	拟建表土场	混播灌草	复垦区覆土	2046 年

（二）植被移植利用

在表土剥离及采掘作业开展前，应先完成清表作业，清表过程中需重点排查采场及周边区域的植被类型，对可能受作业影响的重点保护野生植物、特有植物、古树名木等，应严格采取就地保护或迁地保护措施；对于长势良好、具备移栽条件的植被，优先进行移栽保护，最大限度减少植被破坏，保障区域生态完整性。

经本次现场调查、实地走访及资料核查，矿区及周边影响区域内，未见

国家、地方重点保护野生植物种类，无需要特殊保护的特有植物及古树名木。矿区范围内分布的长势良好、适应性强的乡土物种主要为高大杨树，该类树种为区域常见乡土植被，其移植、砍伐等相关事宜，需严格按照林草主管部门的相关管理要求，结合植被权属人的意见协商确定。因此，本方案不设计具体的植被移植操作措施。

三、相关协同措施

本矿山为新建矿山，目前正在办理探转采相关事宜，尚未编制安全设施设计、水土保持方案、环境影响评价等专项方案（报告）。暂无针对本矿可能存在的地质灾害、水土流失、环境污染等问题的专项防控措施。矿山取得采矿许可证后，应按照应急、生态环境、水利、林草、农业等行业部门要求完成相关专项方案（报告）编制及审批工作，全面落实企业主体责任，实现矿山安全生产与生态保护协同推进。相关部门协同管控措施如下：

一、地质灾害防治

1、露天采场安全预防措施

矿山应按照应急管理部门及地方政府要求，做好矿区隐患排查及风险防控工作。在露天采场外围、及保留的坑塘水面外围规范设置网围栏、警示牌等安全设施，明确警示范围、危险提示及防护要求，防范人畜误入危险区域。针对矿山可能存在的风险隐患编制应急预案并定期演练；强化应急值守与预警响应，发生险情时组织人员撤离、抢险救援、灾情处置，做好灾后应急保障与事故调查。落实应急管理部门定期开展的安全隐患排查工作，确保安全预防措施落地见效。

2、采场与排土场、表土存放场边坡的稳定性

矿山应按照应急管理部门要求，落实矿山安全生产责任。拟设排土场、表土存放场应与露天采场留设一定安全距离，避免相互干扰。采矿应严格按照《开采方案》设计的采矿方法规范开采，严格控制台阶参数、台阶坡

面角，严禁违规开采，避免形成不稳定边坡。排土场、表土存放场应采用台阶式分层排土工艺，严格控制排放高度及堆坡角，配套挡墙及截排水设施，避免雨水冲刷，保障堆体稳定。统筹优化矿山生产工艺流程，合理安排开采、排土作业工序，避免同一区域多工序交叉扰动，保障矿山安全生产稳定运行。

同时，矿山应按应急管理部门要求做好隐患排查工作，建立边坡稳定性监测系统，运用无人机航测、GNSS 监测等手段实时监测边坡稳定性，每月生成监测报告并上报相关部门，实时跟踪边坡变形情况，避免诱发崩塌、滑坡灾害，对不稳定边坡实施危岩体清理处置，保障矿山安全生产。

二、水土流失

矿山应按照水利部门、林草部门的要求，落实水土流失防治协同措施。落实地面硬化、围挡、抑尘网、截排水等措施；在裸露区域及时采取临时覆绿、防风固沙措施，减少水土流失及土地沙化影响，预防、控制风蚀沙埋风险。同时配合水利部门开展水土流失防治工程的技术指导和监督工作。

三、环境污染

矿山应按照生态环境部门的要求，落实各类环境污染预防控制工作。加强扬尘管控，建设封闭式厂房，对矿石堆、废石堆、表土堆采取苫盖、围挡及抑尘措施，对运输道路等定期洒水降尘、运输车辆加盖篷布，减少扬尘污染扩散影响。规范废石、尾泥的堆存、处置与利用，提高固废综合利用率，避免产生淋滤废水对水土环境造成污染。严格控制矿区水质，提高生产废水循环利用率，最大限度的减少废水外排；生活污水采取沤肥的方式处置，实现零排放，从源头上避免对水土环境造成污染。定期开展大气、地下水、土壤环境质量监测工作，及时排查污染隐患，保障矿区生态环境质量稳定可控。

四、固体废物利用

矿山应按照生态环境部门要求，对生产过程中产生的固体废物实施分类

收集、分区处置，实现资源化、无害化利用，降低固废堆存带来的生态环境影响。本矿利用废石、尾泥回填露天采坑，应保障回填物源满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599—2020)，回填作业按照《一般工业固体废物用于矿山采坑回填和生态恢复技术规范》（DB15/T 2763-2022）执行。回填结束后及时复垦，避免对水土环境造成污染。

五、矿坑水

矿山应按照生态环境部门要求，跟踪矿坑水收集、处理、利用情况，开展水质监测工作，严防水体污染及地下水间接污染。同时，按照水利部门要求，开展水资源利用统筹协调工作。

为确保矿山生产与生态修复工作合规推进，本方案针对矿区潜在地质灾害、水土流失、环境污染风险以及固废利用等问题提出了建设网围栏、警示牌、挡墙、抑尘网、地面硬化、固废回填利用、风蚀防控、不稳定地质体监测等措施，作为现阶段过渡补充治理手段。后续矿山应按照相关行业主管部门要求及专项方案（报告）审批成果，清晰界定各专项工作的主体责任与投资划分，明确各专项工程实施边界，杜绝施工内容、治理措施及投资交叉重叠、相互冲突，保障各专项方案治理目标统一、措施协同衔接。矿山应主动接受各行业主管部门的监督检查，形成“部门监管、企业落实、协同推进”的闭环管理模式。

第二节 修复措施

根据生态修复单元存在的地质环境破坏、土地资源损毁以及生态系统受损、退化等问题，采取地貌重塑、土壤重构、植被重建、景观营建以及辅助工程等修复措施。

一、地貌重塑

根据区域水文气象特征、地形地貌特点、损毁单元微地形条件、潜水位

埋深等，围绕复垦修复方向（乔木林地、灌木林地、坑塘水面），确定地貌重塑的布局与形态，具体措施如下：

1、拆除建筑物、清运

主要对地面建筑物及附属设施、硬化地面的拆除和清运。采用挖掘机和推土机协同作业，配合人工挖掘铲除的方式进行作业。拆除的建筑废料可回收利用。拆除产生的建筑垃圾外运至附近垃圾处理站集中处理。

2、回填

本次回填工程主要涉及单元为露天采场。由于露天采场大面积开挖，形成巨大凹坑，对地形地貌景观破坏严重，根据前文土石方平衡分析，矿山可用于回填的废土及尾泥等物源有限，不能保障露天采坑全部回填至地下水水位以上，拟将采取局部回填的方式，以减缓地形地貌景观差异化程度，消除边界突兀感，为后期植被恢复创造条件。采坑内无法回填的低洼积水区域因地制宜地保留为坑塘水面。

采坑西部为矿山直接内排区，采坑北部利用外排废石及尾泥回运形成。施工采用矿山自有挖掘机、自卸汽车配合作业，分台阶堆排至设计标高。

3、边坡整形

设计对露天采场、排土场、表土存放场边坡及平台进行修整取直，最终边坡角控制在 23° 以下；对采选工业区形成的切坡及堆坡进行修坡整形，整形坡度在 $25-35^{\circ}$ 之间。针对采场边坡出现的松散滑坡体、临空面、不稳定土体及小型危岩体采取就地整形处置方式，无需单独清理外运，利用挖掘机就地摊铺在平台、坡脚处压坡固坡，并规整坡面形态；通过边坡整形使坡角最大限度的与周围的地形地貌景观相协调，满足植被所需的立地条件，增加坡体稳定性。

4、石方整平

对露天采坑回填区、坑底平台等凸凹不平的区域，采用推土机削高垫低进行平整作业，整平厚度约 0.3m ，为植被恢复创造基础条件。

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摊铺在场地上。覆盖土层厚度应满足《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）及本区植被生长需求，保证林木稳固抗倒伏，设计恢复乔木林地、灌木林地区域覆土厚度不低于 0.5m。土源优先选用场地剥离的原生表土，采用腐熟有机肥进行改良利用，以满足植被生长。

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。用推土机对场地进行平整，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、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，土壤肥力改良可通过施加有机肥以快速提升土壤有机质与肥力，或采用客土覆盖方式进行物理结构改良。

根据本次土壤现状调查，本次土壤培肥首选腐熟有机肥，采用播前底施的方式，均匀地撒施地表，结合翻耕使其与表土充分混合，避免表层流失。根据同类矿山经验，预计每公顷施用有机肥量约 15t。每年春秋两季根据植被生长情况进行补肥。

4、土源管理要求

土源充分利用剥离、堆存的表土，取用土区域应及时进行平整并种植先锋植被，同步实施水土保持措施。

严禁使用重金属、有毒有害物质含量超标的土壤作为土源，土源使用前

需经第三方检测，符合对应场地土壤质量标准。

所有土壤重构工程需同步记录覆土来源、改良材料用量、处理前后土壤检测数据等，形成台账备查。

三、植被重建

结合矿区土壤条件及地貌重塑、土壤重构基础，植被选择与配置遵循“乡土优先、适生为主、功能匹配”原则，拟将复垦为乔木林地区域种植杨树（备选松树、榆树等）、林下混播灌草种子；拟复垦为灌木防沙林带区域种植沙柳（备选柠条、沙棘、锦鸡儿等），林下混播灌草种子；拟灌草混播的区域撒播沙柳、沙棘、锦鸡儿、沙蒿、羊草、披碱草等种子，以恢复生物多样性。

1、灌木防沙林带（林下混播灌草种子）

参照《沙化土地综合治理技术规程》（DB15/T 3652—2024）、《内蒙古自治区造林技术规程》（DB15/T 389-2021）中相关防风阻沙林草带营建技术，在半固定沙地，主害风上风向林草带宽宜为***m，非主害风一侧下风向林草带宽宜为***m，检修道路两侧防护林带宽一般为***m。灌木种植间距一般为行距***m，株距大于等于***m。立地条件差，幼树生长缓慢、能自然更新的树种，将其多株集中栽植在一起形成群状配置，群之间的距离显著大于群内株距。

本区位于老哈河右岸科尔沁沙地防风固沙森林草原退化保育修复区（I），区域植被覆盖度约 30%，具备基础生态条件。但露天采砂将使原有沙源重新暴露，原有稳定土壤活化，转变为风蚀沙地，与周边生态景观形成显著差异。为最大限度的减少矿业活动引发的风蚀影响，本方案参照规程相关要求，并结合区内周边矿山治沙经验，设计在露天采场外围设置 50m 宽的灌木防沙林带并与区域原有林地闭合形成“多层环形防护体系”。鉴于矿区道路已设计硬化处理，本方案设计矿区道路两侧各种植 10m 宽的灌

木防沙林带进行防护。

灌木防沙林带通常能使风速降低 50%–80%，破坏风沙流的运动动能，可使通过的风沙流中 80%以上的沙粒沉降在林带内。其中，迎风面的灌木能先拦截部分粗沙粒，背风面则因气流减速促使细沙沉降，减少流沙对保护场地的侵袭。同时，林下撒播灌草种子形成复合植被系统，进一步增强生态系统的稳定性和抗干扰能力。

灌木防沙林带配置与栽植：灌木防沙林带整体与区域主导风向垂直布置。矿山建设初期沙源活跃，植被郁闭度低，初期通过密集的枝条和植株形成空间障碍，成为直接阻止沙埋影响的绿色屏障，较常规稀植方案的防沙见效时间缩短 1-2 年。

灌木树种选择耐旱、耐沙埋、萌蘖性强的本地乡土物种沙柳（备选柠条、沙棘、锦鸡儿等）。苗木选择 1-2 年生、地径 0.8–1.5cm 的健壮插条（或裸根苗），插条长度 30–40cm（保证埋土后地上留 10–15cm，地下部分生根固沙），栽种方式选择坑栽、每穴 2 株，株距约 1.0m，行距约 1.5m（边界局部约 1m），种植密度约 13334 株/hm²。行距略宽于株距，便于气流沿行距方向平缓通过，减少湍流导致的局部积沙。种植模式采用品字形错位配置，形成交错的挡风层次，降低风速并增强沙粒拦截能力，成年冠幅可达 1.5–2m，防风阻沙效果强。

林下撒播灌草种子，宜选择生长快、适应性强、成活率高、耐旱耐贫瘠的本地先锋物种。种子配置包含 3 种及以上灌木种子（沙柳、沙棘、锦鸡儿）、3 种及以上草本种子（沙蒿、羊草、披碱草），灌草种子配比为 3:7。用量约 40kg/hm²，具体配比可根据实际立地条件进行微调。

2、乔木种植（林下混播灌草种子）

乔木优先选择本地耐干旱、耐贫瘠的适生植物，矿区优势树种为杨树，备选松树、榆树等，其适应矿区气候和土壤特性，成活率可达 85%以上。植物根系横向扩展能力强，能牢牢抓住土壤，减少水土流失；其枯枝落叶也

可逐步改良土壤。林下撒播草本植物还能形成多层植被覆盖，进一步增强生态防护效果。

乔木栽植选择坑栽、每穴 1 株，株距 2.0m，行距 2.0m。苗木宜选择 1-2 年生，苗高、地径、根幅等满足《主要造林树种苗木质量分级》（DB15/T 374-2023），色泽正常、苗杆通直、充分木质化，无损伤。

林下撒播灌草种子，宜选择生长快、适应性强、成活率高、耐旱耐贫瘠的本地先锋物种。种子配置包含 3 种及以上灌木种子（沙柳、沙棘、锦鸡儿）、3 种及以上草本种子（沙蒿、羊草、披碱草）。为避免后期灌木与乔木争夺水肥、光照资源，灌草种子配比为 2:8。用量约 40kg/hm²，具体配比可根据实际立地条件进行微调。

3、灌草混播

灌草混播模式即是乔木林地、灌木防沙林带林下层植被恢复的常用技术手段，同时也可作为矿区独立复垦修复方式，即能提升矿区生物多样性，又可优化矿区植被结构。先期以草本植物快速形成地表植被覆盖层，稳固坡面、遏制水土流失；依托自然植被群落演替规律，后期灌木逐步生长繁育，最终发展成为群落优势建群物种，构建结构稳定、功能完善的近自然灌木林地生态群落，切实保障矿区生态修复建设成效稳定、长效存续。

灌草种子宜选择生长快、适应性强、成活率高、耐旱耐贫瘠的本地先锋物种。种子配置包含 3 种及以上灌木种子（沙柳、沙棘、锦鸡儿）、3 种及以上草本种子（沙蒿、羊草、披碱草）。灌木防沙林带、单纯灌草修复区域灌草配比为 3:7；乔木林下修复区灌草配比为 2:8，用量约 40kg/hm²，具体配比可根据实际立地条件进行微调。

灌草混播采用人工撒播方式，配合缺口耙覆土、镇压，以提高出苗成活率。所用灌、草种子必须是一级种，具备“一签三证”（种子标签、生产许可证、经营许可证、质量检验证）；雨季来临后至入秋前，可根据植被生长情况，采用人工方式补种草籽，补播量可适当调整。

人工撒播：在完成覆土整治的地块上，将预处理后的木本种子与草本种子混合均匀，进行均匀撒播，确保种子分布无遗漏、无堆积。播深控制：撒播后立即进行浅覆土作业，播种深度严格控制在 2~3cm，避免过深导致种子萌发困难，过浅造成种子风干或被鸟兽取食。镇压保墒：覆土完成后，采用轻型镇压设备对播种区域进行均匀镇压，使种子与土壤紧密接触，减少土壤孔隙，提升土壤保水能力，助力种子萌发。

4、配套滴灌设施

考虑沙地防护林距离较长，复垦面积较大，为节约利用水资源，提升灌溉利用效率，本方案设计采用滴灌节水灌溉方式，该灌溉方式可在植物根系附近精准供水，利用植物根系吸收，有效减少水分浪费与地表蒸发。整套灌溉系统由提升水泵（1 用 1 备）、电气设备、计量仪表、首部过滤装置、一体化加肥设备、各级 PE 输配水管网、内镶式滴灌带等设施设备及配套管件组成，满足矿区全域复垦灌溉需求。

提升水泵选用潜水泵，1 用 1 备，满足复垦区高峰期灌溉供水流量与压力要求。为规避水体杂质堵塞滴头、提升水肥利用效率，在首部枢纽设施加装砂石过滤装置与一体化加肥设备。输水管网沿地表敷设，主管采用 DN75-DN110 型 PE 管，支管采用 DN32-DN50 型 PE 管。毛管采用 DN16 内镶式压力补偿滴头，设计滴头流量约 2-3L/h，工作压力约 0.1-0.2MPa，滴头间距分别为 0.5、1.0m，满足不同类型植被用水需求。

管网铺设时，主管可铺设于露天采场防沙林带边缘，采场界内、界外复垦区共用一条主管，主管每 300-500m 留设三通及阀门与支管连接。支管垂直于主管，沿复垦区短轴方向横向布设，每条支管连接多条毛管。毛管沿长轴方向布设，覆盖复垦区域。

5、种植与管护要求

植被种植时间宜选在春秋两季（土壤湿度 15%-25%）。春季造林应在土壤开始解冻、叶芽萌动前进行；秋季造林应在树木落叶后进行；雨季造林

需待场地首场透雨结束后开展，保障土壤墒情满足栽植要求。灌草种子播种时间应避开春季大风天气，避免种子飘散、撒播不均，保证播种均匀度与出苗率。

植被栽植、播种完成后，应结合滴灌系统定期浇水，有效提高沙区植被管护的效率与可持续性。对于萌蘖能力的灌木树种，应适时平茬复壮。对造林密度、成活率达不到要求的林地，应及时进行补植。对出苗率偏低、地表裸露的灌草区域，及时补播草种。确保林地郁闭度 30%以上，草地覆盖度 40%以上，提升区域防风固沙生态功能及地貌景观协调性。

每月记录风速降低幅度（正常林带应保持 30%-60% 的风速衰减）和沙粒沉降量，若积沙掩埋灌木基部超过 1/3，需及时清理。

四、景观营造

森林生态系统景观破碎化程度中等，平均斑块面积较小；草地生态系统景观破碎化程度中等，平均斑块面积较大；荒漠生态系统景观破碎化程度较高，平均斑块面积较小，存在明显分割；城镇生态系统单一。由于草地生态系统单一斑块面积较大，所有类型生态系统聚集度指数较高，整体连通性较好。

未来矿山开采势必造成原生地貌景观的影响和破坏，导致自然景观减少，工矿景观扩大，引发景观破碎化与“岛屿化扩大”。景观营建作为矿山生态修复核心内容，以生物多样性保护为目标，通过营建各类廊道连通修复区与本地生态系统，将矿区修复区域融入区域生态系统，促进种质交流，联动绿色矿山建设与矿区文化提升，最终构建功能完整、地形协调、韧性可持续且兼具生产与审美价值的生态景观。

（一）优化矿区景观格局

1、斑块优化：针对矿区未来形成的露天采坑、采矿工业区、排土场、表土存放场、工业场地、办公生活区、矿区道路等景观斑块，进行分类整

治。将露天采坑打造为阶梯式景观地貌，将坑底积水营建为湿地景观，增加景观观赏性及服务功能；对露天采场回填区、采矿工业区、排土场、表土存放场、工业场地、办公生活区恢复森林、灌丛、草地生态系统，与本地生态系统连通，避免景观单一化。

2、廊道构建：在露天采场外围及道路两侧，设置灌木防沙林带，既能有效遏制风沙侵蚀，保护采场周边生态环境，又能丰富廊道景观层次，进一步完善矿区景观连通性，保障生物迁徙通道畅通。依托矿区道路，打造步行景观道，串联各景观节点，提升景观的连续性和可达性。

3、基质修复：以矿区周边自然植被类型为参照，将裸露沙地采用乡土植被进行补植，修复生态基质，实现矿区景观与周边自然景观的协调统一，提升景观整体稳定性和生态服务功能。

（二）重建矿区植被群落

植被群落重建是矿区景观营建的基础，核心是解决矿区植被覆盖率低、物种单一、生态功能薄弱等问题，遵循“乡土优先、适地适树、生态兼容”原则，构建结构稳定、功能完善、观赏性与生态性兼具的植被群落，实现层次丰富的景观效果。

1、植被物种选择：优先选用矿区所在地乡土树种、灌木、草本植物，兼顾抗逆性（耐旱、耐贫瘠、抗污染）和景观性。乔木选择适应性强的乡土树种（如杨树、松树、榆树等），作为景观点缀、增加层次感；灌木选择沙柳、沙棘、柠条、锦鸡儿等，作为景观林带、廊道绿化；草本选择生长快，易成活的本地先锋物种如羊草、披碱草等，快速提升植被覆盖率，遏制沙化蔓延，为矿区生态修复奠定基础。

2、群落结构配置：根据矿区不同区域的立地条件（坡度、坡向），构建“乔木+灌木+草本”的多层次复合植被群落，避免单一物种种植，提升群落稳定性和抗干扰能力。边坡区域以“灌草结合”为主，注重固土保水；景观廊道区域以灌木林带为主，提升景观观赏性；表土存放场、排土场等

区域，先种植先锋草本植被改善土壤条件，逐步过渡到灌草复合群落。最终露天采场坑底将形成坑塘水面，有条件的可打造湿地景观，实现植被群落与湿地景观的有机融合。

3、种植与养护管理：采用土壤培肥改善土壤肥力，配套滴灌设施保障灌溉需求，适配沙化区干旱缺水特点，提高植被成活率；建立长效养护管理机制，定期开展浇水、施肥、病虫害防治、杂草清除等工作，针对退化植被及时补植补种，确保植被群落持续稳定生长，逐步形成自我更新、自我维持的生态系统，巩固沙化治理成果。

（三）疏通矿区水系网络

未来露天采坑将形成坑塘水域，通过疏通矿区水系网络，控制水质污染，修复水系生态功能，打造“水清、岸绿、景美”的水系景观。

1、疏通水系网络：矿区周边无长年性地表水体，未来露天开采将形成矿坑积水，矿坑水与区域第四系潜水联系密切，优先用于生产及绿化用水，不疏干外排，不会扰动区域地下水流场。未来矿山应定期检修、维护滴灌设施，保障水系畅通。

2、控制水质污染：矿山严禁各类污废污水直接排入矿坑，废石、尾泥等回填露天采坑前应先检测其固废属性，明确污染物及环境影响，避免对矿坑水及周边地下水水质造成潜在污染。同时建立水质监测机制，定期监测水质状况，发现异常及时采取处理措施，保障水质稳定达标，为景观营造及生态系统稳定提供优质水源。

3、水系景观营造：结合矿山开采格局，可将采坑积水区域改造为人工景观湖，提升景观观赏性，丰富景观层次。

（四）文化功能重构与提升

文化功能重构与提升是矿山景观营建的特色亮点，以景观修复为载体，提升、传承矿业文化内涵，实现“生态修复+文化传承+功能提升”的统一。未来在办公生活区、入矿主干道等关键景观节点，设置文化展墙、主题标

识、生态宣传小品等，系统展示矿区产业发展历程、沙地荒漠化治理与生态复绿全过程，塑造留存矿山产业记忆、兼具生态科普、服务周边群众的特色人文景观。

综上，结合本区沙化区特征，通过优化矿区景观格局、重建固沙型植被群落、疏通水系涵养水源，以及文化功能重构的深度融合，可有效改善露天采矿造成的景观破碎化、“岛屿化”及沙化加剧等问题，修复受损地质地貌景观，遏制沙化蔓延，实现矿区景观的生态化、景观化、文化化提升。未来矿山全面落实生态修复措施，推动沙化矿山向“生态矿山、景观矿山、文化矿山”转变，最终将矿区打造为功能完整、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绿洲生态景观，实现经济效益、生态效益和社会效益的协调统一。

第三节 工程内容

矿山修复单元主要包括：拟建露天采场、拟建采选工业区、拟建临时排土场、拟建表土场、拟建办公生活区、拟建矿区道路、矿区生态修复区其他区域。

一、设计工程内容

（一）拟建露天采场

1、保护与预防措施

（1）设置网围栏

基建期：在露天采场外围、防沙林带内侧设置网围栏，对边界进行圈定，防止人畜误入，共设置网围栏 7600m。

治理修复期：对保留的坑塘水域外围设置网围栏，防止人畜误入，共设置网围栏 4500m。

总计网围栏 12100m。

(2) 设置警示牌

基建期：在矿区外围醒目位置设置警示牌，标明“禁止闲人入内，禁止放牧，前方有危险”等字样，共设置警示牌 50 块。

治理修复期：对保留的坑塘水域外围醒目位置设置警示牌，标明“水深危险、禁止入内”等字样，共设置警示牌 30 块。

总计设置警示牌 80 块。

表 4-2 警示牌位置坐标表

(3) 表土剥离

本着“随采随剥，剥离先行”的生产原则，露天开采前先行对表土进行剥离，根据矿区土壤实地调查，剥离表土平均厚度按0.4m计，露天采场剥离面积为154.47hm²，矿山采取区块化开采模式，预计逐年剥离量约32520m³，总剥离表土约617880m³。

剥离表土集中存至拟建表土存放场。为减少地表大面积裸，剥离工作可根据矿山实际开采进度适当调整。

表4-3 露天采坑表土剥离工程量一览表

治理时段	剥离面积 (hm ²)	剥离量 (m ³)
基建期 (2026 年)	/	/
生产期: 第 1 年 (2027 年)	8.13	32520
生产期: 第 2 年 (2028 年)	8.13	32520
生产期: 第 3 年 (2029 年)	8.13	32520
生产期: 第 4 年至开采终了 (2030 年-2045 年)	130.08	520320
合计	154.47	617880

2、地貌重塑

(1) 回填

由于矿山可利用回填的废土及尾泥方量有限，不能保障露天采坑全部回填至地下水位以上，将采取局部回填的方式，以减少矿业活动对土地资源的损毁，恢复部分土地利用功能，使破坏的林地达到占补平衡，同时削减采场边界突兀地貌、优化区域地貌景观协调性，本次方案设计对采场西部、北部局部区域实施回填修复，回填标高至地表标高，回填后恢复为乔

木林地。对采坑未回填水域因地制宜地保留为坑塘水面，加强水土污染防治工作。

①直接内排回填量：

根据《开采方案》及矿山实际，初期开采自露天采场西部自西向南、向东推进，预计生产期第4年（2030年）可实现内排，采剥废石、选矿尾泥直接内排至露天采坑西部。根据前文分析，预计矿山每年内排废石量约为415638m³，每年内排尾泥量约为40400m³。至矿山终采后，直接内排废石总量约6650203m³，直接内排尾泥总量约638800m³，合计废石及尾泥直接内排量约7289003m³。

预计在采场西部形成回填区面积约为23.3622hm²，回填标高至地表标高（约435m标高），形成434m、428m、422m、416m、410m共5个台阶，与露天采场台阶相衔接

②外排场回填量：

根据矿山开采规划，预估外排3年废石量约为1246914m³，外排3年尾泥量约为121200m³，则外排废石、尾泥量合计约1368114m³。待矿山终采后，场内废石、尾泥全部回填至露天采坑北部，以削除北部边界突兀感，改善地形地貌景观协调性。预计在采坑北部形成回填区面积约为5.2119hm²，回填标高至地表标高（约445m标高）。形成的到界边坡与露天采场相衔接。

综上，回填工程总量为8657117m³，其中废石7897117m³、尾泥760000m³。

表4-4 露天采坑回填区回填工程量一览表

治理时段	废石量（m ³ ）		尾泥量（m ³ ）		回填量（m ³ ）
	外排废石	内排废石	外排尾泥	内排尾泥	
基建期（2026年）	/	/	/	/	/
生产期：第1年（2027年）	415638	/	40400	/	456038
生产期：第2年（2028年）	415638	/	40400	/	456038
生产期：第3年（2029年）	415638	/	40400	/	456038
生产期（2030年-2045年）	/	6650203	/	638800	7289003
合计	1246914	6650203	121200	638800	8657117

(2) 边坡整形

生产期间，随着生产推进对采场到界边坡及平台进行修整取直，对不稳定边坡进行规整整形。根据矿山开采计划，预计生产期第 5 年（2031 年）逐步形成到界边坡及平台，至矿山终采后，露天采场 410m 标高以上将形成到界边坡及平台总面积约 45.4934hm²，整形深度按 0.3m 计，边坡整形工程量 136480m³。

注：生产期间，对采场边坡出现的松散滑塌体、临空面、不稳定土体及小型危岩体采取就地整形处置，恢复台阶及边坡结构。不稳定边坡主要集中在采场中部临近排土场及表土存放场一侧，该部分整形工程量纳入到界边坡整形工程量中，不单独列出。

表4-5 露天采场边坡整形工程量一览表

治理时段	区块名称	整形面积 (hm ²)	整形厚度 (m)	整形工程量 (m ³)
生产及治理期 (2031 年-2046 年)	露天采场到界边坡 及平台	45.4934	0.3	136480

(3) 石方整平

生产期实现内排后，逐步对达到设计回填高度的回填区平台进行石方整平，至矿山终采后，预计形成回填区总面积28.5741hm²，整平深度约0.3m，石方整平工程量85722m³。

矿山开采终了，露天采场东部约12.0804hm²坑底平台位于静水位以上，坑底标高为416m，设计对其进行石方整平，整平深度约0.3m，整平工程量36241m³。

综上，石方整平工程量总计 121963m³。

表4-6 露天采场石方整平工程量一览表

治理时段	区块名称	整平面积 (hm ²)	整平厚度(m)	整平工程量 (m ³)
生产期、治理期 (2030 年-2046 年)	露天采场回填区平台	28.5741	0.3	85722
治理期 (2046 年)	露天采场坑底平台	12.0804	0.3	36241

3、土壤重构

(1) 覆土

随着生产进度对露天采场到界边坡及平台、回填区平台、坑底平台等

恢复植被前进行覆土。

设计将410m标高以上到界边坡及平台恢复为灌木林地，灌草混播前进行覆土，覆土厚度按0.5m计，覆土面积约45.4934hm²，覆土工程量227467m³。

设计将露天采场回填区平台恢复为乔木林地，覆土厚度按0.5m计，总覆土面积约28.5741hm²，覆土工程量142870m³。

设计将416m标高坑底平台恢复为灌木林地，灌草混播前进行覆土，覆土厚度按0.5m计，覆土面积约12.0804hm²，覆土工程量60402m³。

综上，总覆土工程量为430739m³。

表4-7 露天采场覆土工程量一览表

治理时段	区块名称	覆土面积 (hm ²)	覆土厚度 (m)	总覆土工程量 (m ³)
生产期(2031年-2046年)	露天采场到界边坡及平台	45.4934	0.5	227467
生产及治理期 (2030年-2046年)	露天采场回填区平台	28.5741	0.5	142870
治理期(2046年)	露天采场东侧坑底平台 (416标高)	12.0804	0.5	60402
	合计	86.1479		430739

(2) 土壤培肥

对露天采场到界边坡及平台、回填区平台、坑底平台复垦区域进行土壤培肥。

1) 对露天采场到界边坡及平台恢复植被前进行土壤培肥量，预计土壤培肥面积45.4934hm²，预计每公顷施用有机肥量约15t，则施用有机肥量约682t。每年春秋两季根据植被生长情况进行补肥。

2) 对露天采场形成的回填区平台恢复植被前进行土壤培肥量，预计土壤培肥面积28.5741hm²。预计每公顷施用有机肥量约15t，则施用有机肥量约429t。每年春秋两季根据植被生长情况进行补肥。

3) 对露天采场东侧坑底平台(416m标高)恢复植被前进行土壤培肥量，预计土壤培肥面积12.0804hm²。预计每公顷施用有机肥量约15t，则施用有机肥量约181t。每年春秋两季根据植被生长情况进行补肥。

综上，土壤培肥总面积86.1479hm²。土壤培肥总量1292t。

4、植被重建

(1) 栽植乔木

设计将露天采场回填区平台种植乔木，树种选择杨树（备选松树、榆树），种植方式为坑栽、每穴1株，株距约2.0m，行距约2.0m，预计种植面积28.5741hm²，种植乔木约71435株。

林间撒播灌草种子，撒播面积约占场地面积80%，则撒播草籽面积为22.8592hm²。

(2) 灌草混播

设计将露天采场到界边坡及平台复垦为灌木林地，采取混播灌草的方式，混播灌草种子选择沙柳、沙棘、锦鸡儿、沙蒿、羊草、披碱草等。灌草混播 45.4934hm²。

设计将露天采场东侧 416m 标高坑底平台复垦为灌木林地，采取混播灌草的方式，混播灌草种子选择沙柳、沙棘、锦鸡儿、沙蒿、羊草、披碱草等。预计灌草混播 12.0804hm²。矿山可根据开采实际调整坑底平台复垦面积，确保植被全覆盖。

综上，种植乔木 71435 株，混播灌草总面积约 80.4330hm²。

(3) 滴灌设施

设计对露天采场到界边坡及平台（45.4934hm²）、回填区平台（28.5741hm²）、坑底平台（12.0804hm²）恢复植被区域配套滴灌设施。

合计铺设滴灌设施面积86.1479hm²。

治理效果见图4-5：

图 4-5 拟建露天采场（终采后）治理效果平面图

图 4-5-1 拟建露天采场（A-A' ）治理效果平面图

图 4-5-2 拟建露天采场（B-B' ）治理效果平面图

图 4-5-3 拟建露天采场（C-C' ）治理效果平面图

(二) 拟建采选工业区

1、保护与预防措施

(1) 地面硬化

此场地人类活动较为频繁，设计对场地基础进行硬化处理，将施工作业带控制在有效范围内，减少风蚀扰动。拟建采选工业区面积约 2.0513hm^2 ，地面硬化厚度按 0.1m 计，则硬化工程量为 2051m^3 。

(2) 表土剥离

基建期场地建设前先对其进行表土剥离，预计场地剥离表土面积 2.0513hm^2 ，剥离表土厚度按 0.4m 计，经计算，预计总剥离表土约 8205m^3 。剥离表土集中存至拟建表土存放场。

2、地貌重塑

(1) 边坡整形

基建期，设计对场地形成的切坡及堆坡进行整形，预计整形面积约 0.1hm^2 ，整形深度 0.3m ，则整形工程量为 300m^3 。

(2) 拆除

矿山终采后，拆除场内彩钢建筑、及硬化地面。对场内建筑进行拆除，拆除建筑面积约 0.63hm^2 ，高度平均约 7m ，废渣产生系数按建筑物容积的 10% 计，则拆除建筑物工程量为 4410m^3 。

对场地内硬化地面进行拆除，产生建筑固废约 2051m^3 。

综上，拆除场内建筑及硬化地面工程量 6461m^3 。

(3) 清运

矿山终采后，清运场内硬化地面产生的建筑固废至附近垃圾处理站集中处理；将拆除彩钢建筑产生的废料清运至废旧回收站处理处置。清运量等于拆除量，为 6461m^3 。

(4) 石方整平

矿山终采后，对整个场地进行整平，整平面积 2.0513hm^2 ，整平厚度 0.3m ，整平工程量为 6154m^3 。

3、土壤重构

(1) 覆土

基建期，设计对场地产生的堆坡及切坡恢复植被前进行覆土，拟采取混播灌草的方式，覆土厚度按0.5m计，覆土面积 0.1hm^2 ，覆土工程量 500m^3 。

矿山终采后，设计将场地恢复为灌木林地（ 2.0513hm^2 ），覆土厚度均按0.5m计，覆土工程量为 10257m^3 。

综上，总覆土工程量 10757m^3 。

(2) 土壤培肥

基建期，设计对场地堆坡及切坡恢复植被区域进行土壤培肥，预计土壤培肥面积 0.1hm^2 ，预计每公顷施用有机肥量约15t，则施用有机肥量约2t。每年春秋两季根据植被生长情况进行补肥。

矿山终采后，将整个场地恢复植被前进行土壤培肥量，预计土壤培肥面积 2.0513hm^2 ，预计每公顷施用有机肥量约15t，则施用有机肥量约31t。每年春秋两季根据植被生长情况进行补肥。

综上，土壤培肥面积 2.1513hm^2 ，土壤培肥量33t。

4、植被重建

(1) 灌草混播

基建期，设计对场地堆坡及切坡恢复植被，拟采取混播灌草的方式，混播灌草种子选择沙柳、沙棘、锦鸡儿、沙蒿、羊草、披碱草等。灌草混播面积 0.1hm^2 。

矿山终采后，设计将场地复垦为灌木林地，采取混播灌草的方式，混播灌草种子选择沙柳、沙棘、锦鸡儿、沙蒿、羊草、披碱草等。灌草混播面积 2.0513hm^2 。

综上，总灌草混播面积 2.1513hm^2 。

(3) 滴灌设施

基建期，对场地切坡及堆坡恢复植被区域配套滴灌设施 0.1hm^2 。

矿山终采后，对整个场地复垦区域配套滴灌设施，铺设面积 1.9513hm^2 。

综上，总铺设滴灌面积 2.0513hm^2 。

5、景观营造

(1) 种植景观树

设计基建期对场内空地绿化，种植景观树，树种选择杨树（备选松树、榆树），预计设置长度400m，并行设置2排，坑栽，每坑1株，株行距 $2\times 2\text{m}$ ，则栽植景观树为400株。

图4-6 拟建采选工业区治理效果剖面图

(三) 拟建排土场

1、保护与预防措施

(1) 挡墙

设计在场地外围建设挡墙及防风抑尘网，设置长度约 1200m，挡墙采用混凝土结构，宽约 1.0m、高度约 2.0m(含埋深 0.5m)，则挡墙工程量 2400m^3 。

(2) 防风抑尘网

防风抑尘网设置长度同挡墙长度为 1200m，高度约 5m，则抑尘网工程量约 6000m^2 。防风抑尘网设置高度可根据堆体排放高度逐层加高，达到防风阻沙效果，有效控制松散物源堆积范围及减少风蚀影响。

(3) 表土剥离

拟建场地建设前先行对表土进行剥离，平均剥离厚度按0.4m计，经计算，拟建排土场剥离面积 17.2275hm^2 ，预计剥离表土量约 68910m^3 。剥离表土集中存至拟建表土存放场。

2、地貌重塑

(1) 拆除

矿山终采后，对场地外围挡墙进行拆除。根据前文可知，拆除挡墙工程量 2400m^3 。

(2) 清运

1) 废石、尾泥清运量

根据前文分析，生产期间外排废石量约 1246914m^3 ，尾泥量约 121200m^3 ，至矿山开采终了将全部回填至露天采坑。总清运量 1368114m^3 。

注：该清运工程量已列入露天采场回填工程内，此处仅统计工程量，不重复计算其产生的费用。后文不再赘述。

2) 建筑固废清运量

对拆除挡墙产生的固废进行清运，清运量等于拆除量为 2400m^3 。

综上，总清运量 1370514m^3 。

3、土壤重构

(1) 覆土

预计矿山于生产期第4年（即2030年）可完全实现内排，随即对排土场进行绿化护坡过渡治理。绿化前应进行覆土，覆土面积按场地最大面积计算为 17.2275hm^2 ，覆土厚度约 0.5m ，覆土工程量约 86138m^3 。

矿山生产期间如有废石周转外排，待排弃结束后随即对达到堆存高度的稳定结构面进行覆土、绿化。所需表土可就地利用场地前期覆土土源，本方案不单独设计覆土工程量。

矿山终采后，场内废石、尾泥全部清运后设计对场地全面复垦，拟将场地恢复为灌木林地混播灌草，覆土厚度按 0.5m 计，覆土面积为 17.2275hm^2 ，覆土工程量约 86138m^3 。

综上，覆土工程总量 172276m^3 。

(2) 土壤培肥

预计生产期第4年（即2030年）场地过渡治理时，对整个场地进行土壤培肥，根据同类矿山经验，预计每公顷施用有机肥量约 15t ，土壤培肥面积约 17.2275hm^2 ，施用有机肥量约 258t 。每年春秋两季根据植被生长情况进行补肥。

矿山终采后，对场地恢复植被前进行土壤培肥，根据同类矿山经验，预计每公顷施用有机肥量约 15t ，土壤培肥面积 17.2275hm^2 ，施用有机肥量

约258t。每年春秋季节根据植被生长情况进行补肥。

综上，土壤培肥面积总计34.4550hm²，土壤培肥总量约516t。

4、植被重建

(1) 灌草混播

预计矿山于生产期第4年（即2030年）可完全实现内排，随即对排土场进行绿化护坡过渡治理。绿化面积按场地最大面积计算，为17.2275hm²。设计采取灌草混播的方式，混播灌草种子选择沙柳、沙棘、锦鸡儿、沙蒿、羊草、披碱草等。

矿山生产期间如有废石周转外排，待排弃结束后随即对达到堆存高度的稳定结构面进行覆土、绿化。本方案设计中远期绿化养护面积累计按场地最大面积计算。设计采取灌草混播的方式，混播灌草种子选择沙柳、沙棘、锦鸡儿、沙蒿、羊草、披碱草等。灌草混播面积17.2275hm²。

矿山终采后，对清运后的场地进行植被重建，设计恢复为灌木林地，设计采取灌草混播的方式，混播灌草种子选择沙柳、沙棘、锦鸡儿、沙蒿、羊草、披碱草等。灌草混播面积17.2275hm²。

综上，灌草混播总面积51.6825hm²。

(2) 滴灌设施

待矿山实现内排后，对场地进行过渡治理，配套滴灌设施，敷设滴灌面积约17.2275hm²。

图4-7 拟建排土场治理效果剖面图

(四) 拟建表土存放场

1、保护与预防措施

(1) 挡墙

设计在场地外围建设挡墙及防风抑尘网，设置长度约1100m，挡墙采用混凝土结构，宽约1.0m、高度约2.0m（含埋深0.5m），则挡墙工程量2200m³。

(2) 防风抑尘网

防风抑尘网设置长度同挡墙长度为 1100m，高度约 5m，则抑尘网工程量约 5500m²。防风抑尘网设置高度可根据堆体排放高度逐层加高，达到防风阻沙效果，有效控制松散物源堆积范围及减少风蚀影响。

2、地貌重塑

(1) 拆除

矿山终采后，对场地外围挡墙进行拆除。根据前文可知，拆除挡墙工程量 2200m³。

(2) 清运

对拆除挡墙产生的固废进行清运，清运量等于拆除量为2200m³。

3、土壤重构

(1) 土方整平

根据前文土方平衡分析，至矿山终采后，场内剩余表土量 80512m³。对剩余表土就地整平，整平厚度约 0.5m，整平工程量 80512m³。

表4-8 拟建表土存放场表土堆存利用情况一览表

单元名称		面积/hm ²	堆存量		利用表土量		剩余表土量/m ³
			剥离面积/hm ²	剥离量/m ³	面积/hm ²	覆土量/m ³	
拟建露天采场	到界边坡及平台	154.47	154.47	617880	45.4934	227467	80512
	回填区			0	28.5741	142870	
	坑底平台			0	12.0804	60402	
拟建采选工业区		2.0513	2.0513	8205	2.1513	10757	
拟建排土场		17.2275	17.2275	68910	34.4550	172276	
拟建办公生活区		0.2505	0.2505	1002	0.2505	1253	
拟建矿区道路		0.46	0.46	1840	0.46	2300	
小计		174.4593		697837		617325	80512

4、植被重建

(1) 灌草混播

基建期，对拟建场地剥离的表土集中堆存在场地内，及时进行绿化护坡、涵养水土。绿化养护面积按场地最大面积计算。设计采取灌草混播的方式，混播灌草种子选择沙柳、沙棘、锦鸡儿、沙蒿、羊草、披碱草等。

灌草混播面积 6.0hm^2 。

生产期，随着露天开采逐年剥离，复垦区域逐步利用，表土堆存、取用是一个动态变化的过程，本方案设计生产期绿化养护面积累计按场地最大面积计算。设计采取灌草混播的方式，混播灌草种子选择沙柳、沙棘、锦鸡儿、沙蒿、羊草、披碱草等。灌草混播面积 6.0hm^2 。

矿山终采后，对场地全面复垦，设计恢复为灌木林地，原生表土即可满足植被恢复要求，无需要覆土。设计采取灌草混播的方式，混播灌草种子选择沙柳、沙棘、锦鸡儿、沙蒿、羊草、披碱草等。灌草混播面积 6.0hm^2 。

综上，灌草混播总面积 18.00hm^2

（2）滴灌设施

基建期，对达到堆存高度的绿化养护区域配套滴灌设施，铺设面积 6.0hm^2 。

图4-8 拟建表土存放场治理效果剖面图

（五）拟建办公生活区

1、保护与预防措施

（1）地面硬化

此场地人类活动较为频繁，设计对场地基础进行硬化处理，将施工作业带控制在有效范围内，减少风蚀扰动。拟建场地面积约 0.2505hm^2 ，地面硬化厚度按 0.1m 计，则硬化工程量为 251m^3 。

（2）表土剥离

基建期，场地建设前先对其进行表土剥离，预计场地剥离表土面积 0.2505hm^2 ，剥离表土厚度按 0.4m 计，经计算，预计总剥离表土约 1002m^3 。剥离表土集中存至拟建表土存放场。

2、地貌重塑

（1）拆除

矿山终采后，拆除场内彩钢建筑、及硬化地面。

对场内建筑进行拆除，拆除建筑面积约 0.075hm^2 ，高度平均约 5m ，废渣产生系数按建筑物容积的 10% 计，则拆除建筑物工程量为 375m^3 。

对场地内硬化地面进行拆除，产生建筑固废约 251m^3 。

综上，拆除场内建筑及硬化地面工程量 626m^3 。

(2) 清运

矿山终采后，清运场内硬化地面产生的建筑固废至附近垃圾处理站集中处理；将拆除彩钢建筑产生的废料清运至废旧回收站处理处置。清运量等于拆除量，为 626m^3 。

(3) 石方整平

矿山终采后，对整个场地进行整平，整平面积 0.2505hm^2 ，整平厚度 0.3m ，整平工程量为 752m^3 。

3、土壤重构

(1) 覆土

矿山终采后，设计将场地恢复为灌木林地 (0.2505hm^2)，覆土厚度均按 0.5m 计，覆土工程量为 1253m^3 。

(2) 土壤培肥

矿山终采后，将整个场地恢复植被前进行土壤培肥量，预计土壤培肥面积 0.2505hm^2 ，预计每公顷施用有机肥量约 15t ，则施用有机肥量约 4t 。每年春秋两季根据植被生长情况进行补肥。

4、植被重建

(1) 灌草混播

矿山终采后，设计将场地复垦为灌木林地 (0.2505hm^2)，采取混播灌草的方式，混播灌草种子选择沙柳、沙棘、锦鸡儿、沙蒿、羊草、披碱草等。灌草混播面积 0.2505hm^2 。

(2) 滴灌设施

矿山终采后，对整个场地复垦区域配套滴灌设施，敷设面积 0.2505hm^2 。

5、景观营造

(1) 种植景观树

设计基建期对场内空地绿化，种植景观树，树种选择杨树（备选松树、榆树），预计设置长度180m，并行设置2排，坑栽，每坑1株，株行距 $2\times 2\text{m}$ ，则栽植景观树为180株。

图4-9 拟建办公生活区治理效果剖面图

(六) 拟建矿区道路

1、保护与预防措施

(1) 地面硬化

此场地人类活动较为频繁，设计对场地基础进行硬化处理，将施工作业带控制在有效范围内，减少风蚀扰动。拟建场地面积约 0.4600hm^2 ，地面硬化厚度按 0.1m 计，则硬化工程量为 460m^3 。

(2) 表土剥离

基建期，场地建设前先对其进行表土剥离，预计场地剥离表土面积 0.4600hm^2 ，剥离表土厚度按 0.4m 计，经计算，预计总剥离表土约 1840m^3 。剥离表土集中存至拟建表土存放场。

2、地貌重塑

(1) 拆除

矿山终采后，对场地内硬化地面进行拆除，产生建筑固废约 460m^3 。

(2) 清运

矿山终采后，清运场内硬化地面产生的建筑固废至附近垃圾处理站集中处理。清运量等于拆除量，为 460m^3 。

(3) 石方整平

矿山终采后，对整个场地进行整平，整平面积 0.4600hm^2 ，整平厚度 0.3m ，整平工程量为 1380m^3 。

3、土壤重构

(1) 覆土

矿山终采后，设计将场地恢复为灌木林地（0.4600hm²），覆土厚度均按0.5m计，覆土工程量为2300m³。

(2) 土壤培肥

矿山终采后，将整个场地恢复植被前进行土壤培肥量，预计土壤培肥面积0.4600hm²，预计每公顷施用有机肥量约15t，则施用有机肥量约7t。每年春秋季根据植被生长情况进行补肥。

4、植被重建

(1) 灌草混播

矿山终采后，设计将场地复垦为灌木林地（0.4600hm²），采取混播灌草的方式，混播灌草种子选择沙柳、沙棘、锦鸡儿、沙蒿、羊草、披碱草等。灌草混播面积 0.4600hm²。

(2) 滴灌设施

矿山终采后，对整个场地复垦区域配套滴灌设施，敷设面积 0.4600hm²。

(七) 矿区生态修复区其他区域

1、植被重建

(1) 防沙林带

拟在露天采场界外、拟建场地上风侧种植50m宽的灌木防沙林带，拟在矿区道路两侧各种植10m宽的灌木防沙林带。经采用MapGIS圈定界外防沙林带面积约29.6321hm²。其涉及土地类型包括***1.3229hm²、***18.8490hm²、***4.5004hm²、***0.0369hm²、***4.9229hm²。

由于原有*** (1.3229hm²) 植被长势较好，此区域以保护为主，仅根据防风固沙效果对其进行间隙补植、管护，补植面积暂按该地类面积的10%计，种植面积约0.1323hm²。涉及天然牧草地、其他草地、农村道路、沙地区域（合计28.3092hm²）种植面积以100%计。因此，界外防沙林带总种植面积 28.4415hm²。

防沙林带灌木选择耐旱、耐沙埋、萌蘖性强的本地乡土物种沙柳（备选沙棘、柠条、锦鸡等），考虑矿山建设初期沙源活跃，植被郁闭度低，矿区外围防沙林带采取加密配置方式，采用扦插方式、坑栽、每穴2株，株距约1.0m，行距约1.5m，种植密度约13334株/hm²，经计算，总计种植379239株。

林间撒播灌草种子，撒播草籽面积按种植面积的80%计，则撒播草籽面积为22.7532hm²。

（2）灌草混播

矿区外其他未利用区域面积为 24.6046hm²，其中分布有***1.0372hm²、***12.1325hm²、***1.9179hm²、***9.517hm²。由于局部植被覆盖度较低，本方案设计对其进行撒播灌草种子进行补植，提高防风固沙效果。

根据土地利用及植被生长状况，涉及***的区域，补植面积以 30%计；涉及沙地区域，补面积以 100%。经计算，总计补植面积 14.0433hm²。采取混播灌草的方式，混播灌草种子选择沙柳、沙棘、锦鸡儿、沙蒿、羊草、披碱草等。灌草混播面积 14.0433hm²。

综上，种植379239株，灌草混播面积36.7965hm²。

（3）滴灌设施

对矿区生态修复区其他区域配套滴灌设施，包括界外防沙林带（29.6321hm²）及其他未利用区域（24.6046hm²），总铺设面积约 54.2367hm²。

二、主要工程量

综上所述，具体各单元工程量见表4-9。

表4-9 各单元工程量一览表

治理单元	面积 hm²	保护与预防措施						地貌重塑					土壤重构				植被重建				景观营造
		网围栏 (m)	警示牌 (块)	地面硬化 (m³)	挡墙 (m³)	抑尘网(m²)	表土剥离 (m³)	回填 (m³)	边坡整形 (m³)	石方整平 (m³)	拆除 (m³)	清运 (m³)	覆土 (m³)	土壤培肥 (hm²)	施肥量 (t)	土方平整 (m³)	栽植乔 木(株)	灌草撒播 (hm²)	滴灌 (hm²)	防沙林带 (株)	景观树 (株)
拟建露天采场	154.47	12100	80				617880	8657117	136480	121963			430739	86.1479	1292		71435	80.4330	86.1479		
拟建采选工业区	2.0513			2051			8205		300	6154	6461	6461	10757	2.1513	33			2.1513	2.0513		400
拟建排土场	17.2275				2400	6000	68910				2400	1370514 (1368114)	172276	34.4550	516			51.6825	17.2275		
拟建表土存放场	6.0000				2200	5500					2200	2200				80512		18	6.0		
拟建办公生活区	0.2505			251			1002			752	626	626	1253	0.2505	4			0.2505	0.2505		180
拟建矿区道路	0.4600			460			1840			1380	460	460	2300	0.4600	7			0.46	0.4600		
矿区生态修复区其他区域	54.2367																	36.7965	54.2367	379239	
合计	234.6960	12100	80	2762	4600	11500	697837	8657117	136780	130249	12147	12147	617325	123.4647	1852	80512	71435	189.7738	166.3739	379239	580

注：①拟建排土场清运废石、尾泥量合计1368114m³，已列入露天采场回填工程量内，此处仅统计工程量，费用不重复计算。

第五章 监测与管护

第一节 监测目的与措施

本项目结合前文识别的矿区地质环境问题、土地损毁、生态系统受损与退化等问题，在矿产资源开采过程中及开采后规划部署地质环境、土地资源、生态系统监测工作，为保障修复成果长期稳定提供支撑，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、监测目标与任务

（一）监测目标

1、保障矿山地质环境稳定：矿山生产及生态修复过程应确保露天采场、排土场及表土存放场等单元边坡稳定，采矿及排土作业应符合设计要求并达到安全标准，避免形成不稳定地质体，切实保护矿区及周边群众生命财产安全。

2、掌握动态变化与评价效果：实时、动态掌握矿区各地面单元地质环境、土地资源、生态系统各关键要素的变化趋势，科学、客观地评价各项生态修复措施的实施成效、运行稳定性与长期可持续性。

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：矿区植被覆盖度、物种丰富度、防风固沙量、景观连通性等），为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：露天采场及周边区域风蚀沙埋、土地沙化、植被退化、水土环境污染等），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、后期管护方案的调整优化、以及生态修复责任区划定提供科学依据和数据支撑。

（二）监测任务

1、建立监测体系，定期开展监测工作，及时掌握各监测要素在时间和

空间上的变化特征、变化规律及变化趋势，以分析矿业活动对生态系统的影响，及修复工程的实施成效，实现环境风险预判与前置处置。

2、保护预防控制措施监测：监测保护预防工程（如网围栏、警示牌、挡墙、抑尘网、地面硬化等）、表土剥离与保护工程，污染预防控制措施等落实情况及效果。

3、不稳定边坡监测：针对露天采场、排土场、表土存放场可能存在的边坡失稳风险，拟采取仪器测量与人工巡视相结合的方法。定期监测并记录、分析边坡稳定性及变化趋势，及时预警风险。

4、风蚀沙埋监测：针对矿山开采可能引发的风蚀沙埋风险，收集整理本区风蚀诱发因素（如气象、地形、土壤质地等），分析矿区土壤侵蚀类型、成因机理、空间分布规律，监测风速、风向、风蚀范围、沙尘浓度、积沙厚度等；预判矿业活动加剧风蚀沙埋风险的可能性，估算风蚀沙埋影响范围，通过土地沙化变化程度、植被覆盖度、植被长势、农作物产量等指标变化情况综合反映防风固沙措施效果，以完善生态修复责任范围并落实主体责任。

5、含水层监测：监测含水层水位、水质、流向、流量动态变化，系统分析矿山开采活动对含水层结构的扰动、水质污染扩散的影响范围及影响程度，为含水层保护、修复提供依据。

6、土地资源损毁监测：对矿区已损毁及拟损毁土地资源损毁情况进行监测，以矿区土地利用现状图为底图、统计损毁地类、面积、损毁方式（挖损、压占）、损毁程度、场地特征（边坡高度、坡度）等。同步监测土地沙化状况，包括沙化土地类型及面积，沙化程度、变化成因及趋势。

7、复垦修复土地监测：监测修复区土壤质量（土壤理化性质、土壤微量项目）、土地沙化程度、配套设施建设情况及生产力水平等，以反映复垦修复效果。

8、坑塘水面环境监测：对保留的坑塘水面进行水质监测、水域面积及

变化监测，同步记录矿坑水综合利用去向及利用量，以分析矿坑水水质达标情况，水域面积增减变化趋势。

9、土壤环境质量监测：监测土壤环境质量状况，评价土壤环境质量达标率，达到预防控制目的，如发现异常应及时处理，

10、生态系统综合监测：对矿区各生态系统状况进行监测，包括地形坡度、土壤理化指标、植被状况、生物多样性水平等,综合评价生态系统景观格局、生态系统功能、及生态系统质量。

11、建立健全矿山生态环境监测台账，归集全过程监测数据，做好资料归档与长期留存工作。

二、监测设计

本方案监测设计参照《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T43935-2024）、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）、《沙化土地监测技术规程》（GB/T24255-2009）、《矿山生态修复技术规范 第1部分：通则》（TD/T 1070.1-2022）、《矿山生态修复技术规范 第4部分：建材矿山》（TD/T 1070.4-2022）等有关规定，综合考虑自然地理条件、开采矿种、开采方式、损毁情况、复垦修复措施、复垦修复目标、监测对象和管理需求等，确定监测指标的监测周期及频次。矿山可依据监测结果，优化监测方案，确保监测数据采集准确、及时、全覆盖。对于自然条件较差，复垦修复难度大，潜在污染风险较高的情况，应适当延长监测周期，增加监测频次。

（一）保护预防控制措施监测

根据《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）要求，矿山在开采期间开展保护预防控制措施监测，重点核查保护、预防控制措施落实情况、实施效果、保护成效。本方案设计的保护措施包括挡墙、防风抑尘网、地面硬化、警示牌及网围栏等设施建设。预防控制措施包括表土剥离与保存情况，污染预控措施。具体监测内容如下：

1、保护措施

监测内容：监测挡墙、防风抑尘网、地面硬化、警示牌及网围栏等保护措施落实情况，完成工程量、工程质量、防护效果、设施维护等。

同步监测临近耕地保护情况，避免施工压占扰动。

监测点布设：以矿山为单元，采用路线法，线路长度约 7km，不单独布设监测点。

监测方法：采用人工实地调查法。经实地调查量测，查阅施工日志、设施维护记录，并现场拍照、记录。

监测频次：至少每年监测 1 次。

监测时限：从基建期至生产、治理期结束，自 2026 年 1 月 1 日至 2046 年 12 月 31 日，共 21 年。

2、预防控制措施

1) 表土剥离与保护

监测内容：监测表土剥离范围、剥离厚度、运输转运、集中堆存、绿化养护、利用去向等全流程措施落实情况、合规情况。

监测点布设：由于表土剥离利用始终处于动态变化，本次采用路线法，自剥离至利用全过程监测，不单独布设监测点。

监测方法：采用人工实地巡查法，现场拍照、量测，查阅台账，并记录表土来源、剥离时间、土方量、堆存位置、土壤理化性质、利用去向等信息，实现全程可追溯。

监测频次：每月监测 1 次，每年监测 12 次。

监测时限：从基建期至生产、治理期结束，自 2026 年 1 月 1 日至 2046 年 12 月 31 日，共 21 年。

2) 污染预控

监测内容：矿山开采过程中产生的废水、固废综合利用情况，土壤环境、地下水环境污染预控控制措施落实情况。包括：①污废水收集、处理、

利用情况，设施运行情况，是否存在潜在污染风险；②废石、尾泥等固体废物属性，堆存、利用去向，核查是否存在乱堆乱放、随意倾倒污染周边土地情况；③定期排查废石、尾泥回填利用是否对地下水造成污染扩散风险。

监测点布设：以矿山为单元，采用路线法，对矿区可能产生污染区域全过程监测，不单独布设监测点。

监测方法：采用人工实地巡查法，现场核查各类污染防控设施的完好性与运行状态，现场拍照记录；同步查阅污染治理设施运维台账、废水及固废处置记录；对潜在污染区域开展土壤、地下水抽样检测，验证污染防控效果，建立污染预控全过程台账，实现风险可追溯。

监测频次：每月监测 1 次，每年监测 12 次。

监测时限：从基建期至生产、治理期结束，自 2026 年 1 月 1 日至 2046 年 12 月 31 日，共 21 年。

（二）地质环境监测

1、不稳定地质体监测

1) 监测内容

针对拟建露天采场、排土场、表土存放场潜在不稳定边坡，重点监测边坡失稳风险，监测内容为地表变形监测、降雨量监测。

地表变形监测：监测坡体位移、沉降等异常变化，排查滑坡体及周边是否出现裂缝（含裂缝宽度、长度、深度变化）、识别土体松动、局部垮塌、坡面鼓胀等滑坡前兆迹象。

降雨量监测：监测降雨时长、降雨强度、累计降雨量，分析降雨入渗对边坡稳定性的影响。

2) 监测方法

采用仪器设备监测为主、人工现场巡视为辅的综合监测方法。

委托有资质单位在露天采场、排土场、表土存放场布设 GNSS 自动在线监测网络及高清视频监控设备，实现 24 小时不间断自动采集、传输、分析边坡变形异常；同时配置 2 名专业监测人员，按照固定路线开展目视巡查、拍照、摄像，定点复核测量并进行记录。

采用新型数字式自动雨量计，全天候自动采集降雨时长、降雨强度、及累计降雨量等数据，为边坡失稳风险预警提供气象数据支撑。

3) 监测点布设

本次监测遵循“均匀布设、重点加密”的原则，对拟建露天采场边坡全域均匀布点，对露天采场西侧临近排土场、表土存放场的高风险区域进行加密布点，共布设 50 处监测点；对拟建排土场边坡全域均匀布点，对南侧、东侧边坡重点加密布设，共布设 16 处监测点；对表土存放场边坡全域均匀布点，对北侧、东侧边坡重点加密布设，共布设 9 处监测点。合计布设 75 个监测点。

同时，在露天采场东侧、西北侧稳定性较好、通视条件好的区域，各布设 1 处监测基准点（JC 基 1、JC 基 2），为监测数据提供校准依据。所有监测点均需设永久性标石或标志，选点、实地标定、预制标石、挖坑、埋设标石或标志、量测高差、指示桩或指示盘等均按标准化施工。监测标石埋设深度应不小于 0.6m，中央设置螺纹钢刻记标记，以便于观测。

监测点坐标见表表 5-1。

表5-4 不稳定边坡监测布点坐标表

4) 监测频率

GNSS 自动在线监测系统为实时监测，自动传输分析及动态预警。

正常情况下，人工辅助巡查每个月进行 2 次，进入雨季(6、7、8 月)应增加监测频次，至少每月 4 次，全年不少于 30 次。遇强降雨等极端天气，

启动 24 小时实时值守监测,对边坡隐患点位持续跟踪研判,及时预警处置,防范地质灾害损失。

5) 监测时限

贯穿整个服务期,自 2026 年 1 月 1 日至 2051 年 12 月 31 日,共 26 年。矿山可根据实际开采进度动态调整。

2、风蚀沙埋监测

1) 监测点的布设

考虑到露天采砂产生的风蚀影响受气象、地形、地表覆盖及人为干预等多因素控制,其扩散范围具有不确定性,可能引发的沙埋、土地沙化、植被退化等生态问题现阶段难以精准量化。本方案暂在露天采场外围设计 50m 宽的防沙林带进行防控,同步在矿区周边尤其是下风向、侧风向 50-200m 范围内布控监测点,开展风蚀沙埋、土壤环境质量、植被生长状况等动态监测,矿山后续根据监测结果调整生态修复责任区范围并落实主体责任。

本方案设计在矿区周边西北上风向、及南、北侧风向(约 50-200m 处),东南下风向(约 50-300m 处)分别布设风蚀沙埋监测点。采用固定点埋杆方式,配备风蚀沙埋监测仪器,点位布设在防沙林带外侧可能影响区域,如道路边界、耕地边缘、低矮植被区等,矿山实际设立时应根据实地环境定点,本方案暂不对监测点坐标进行确定,暂布设 4 个监测点位监测其基础数据,矿山可根据实际风沙扰动情况进行增设。

①西北上风向监测点、及南、北侧风向监测点主要用于监测区内是否存在影响本矿生产的流动沙源,并判别影响程度,如风沙较大影响本矿生产,应及时提出预警,采区作业予以暂停;②南东下风向监测点、南侧及北侧侧风向监测点主要用于监测本区范围内是否存在风蚀扩散,并判别矿业活动对周边区域影响程度。本矿建设初期,收集监测数据做为本底值,

生产期间将实测监测数据与本底值进行对比，记录风蚀量、移动距离、沉积厚度、沙尘浓度等指标动态变化情况，总结风沙流动规律，分析风蚀影响，沙埋堆积厚度及其影响，为后续矿山治沙工作提供依据。如本矿加剧了风沙灾害强度，应分析原因，采取加高围挡、苫盖、增加防沙林带密度、提高植被覆盖度等措施控制，保障防风固沙效果，如恶劣天气，应停止采剥作业，避免对周边生态环境造成影响。

2) 监测内容

主要监测内容为风蚀沙埋、土壤沙化、植被退化等风沙灾害监测，以评价风蚀沙埋治理效果。

监测指标包括沙化土地类型、沙化土地程度分级、沙源裸露程度、风速、风向、风蚀范围（方向、距离）、沙尘浓度及粒径、输沙量、建筑物受损情况、道路能见度情况、植被受损情况、耕地作物产量受损情况、可能遭受掩埋的对象、掩埋范围及程度、地表植被覆盖度等，同时关注天气变化，通过对比分析其变化趋势，为预测、预报灾害发展方向以及危害范围提供数据基础。

3) 监测方法

采取仪器记录+人工目测巡查的方式进行监测工作，仪器设备包括①风蚀通量传感器：用于对风沙粒子进行计数、动态能量和高脉冲分析，提供必要的保障；②风沙收集器：用于收集随风扬起的沙尘；③气象传感器：包括风速传感器、风向传感器、温湿度传感器、雨量传感器等，用于同步监测风蚀过程中的气象参数；④电子天平：用于即时称重收集到的沙尘，数据采集器自动记录收集沙尘的时间和重量；⑤数据采集器：用于自动记录风蚀沉淀物侵蚀的起始时间、强度以及沉淀物随时间变化的累计量。⑥人员访谈：调查受损对象及损毁情况，以及植被、作物受损情况、长势、

生产力状况等。通过长期连续监测，获取风沙运动和土壤侵蚀的数据对比分析，发现有异常情况时及时采取治沙措施，防止风蚀沙埋灾害造成人员伤亡及财产损失。

4) 监测频率及时限

本次监测频率为实时自动监测。

监测时限贯穿整个服务期，自 2026 年 1 月 1 日至 2051 年 12 月 31 日，共 26 年。

3、含水层监测

1) 监测内容

含水层监测以矿山为单元，调查含水层破坏类型，监测含水层水位、水质、水量等。通过获取含水层动态监测数据，分析矿业活动对矿区及周边区域地下水环境的影响，分析其动态变化及演变趋势，以达到预防保护作用，避免对周边居民用水产生影响，

含水层水位监测包括：含水层厚度、水位埋深、水位标高、涌水量、水温等。含水层水质监测指标包括：pH、浑浊度、悬浮物、色、嗅和味等地下水环境质量常规指标 39 项。具体可根据生态环境部门要求执行。

2) 监测点的布设

为构建含水层长效监测体系，分析矿业活动对矿区下游居民用水的影响，本次设计利用矿区下游居民水源井布设1处含水层长期监测点JS1，持续监测含水层水位、水质变化情况。

矿山近期可优先利用探矿期间保留的水文孔监测含水层水质、水位变化情况。随着矿山开采，原有水文孔将消失，不能满足监测要求时可停止监测。由于该点位不具备长期监测要求，暂不纳入工程量进行统计。

3) 监测方法及要求

含水层水位：可采用自动水位监测仪器或人工监测。

采用自动水位计进行水位监测时，允许误差应满足规范要求。采用人工监测时应记录观测井近日是否抽水，以及周围是否存在地下水开采情况。采用卷尺、测绳、电测水位仪等工具进行人工水位监测时，应测量 2 次，测量时间间隔不应少于 1 min，取 2 次水位的平均值。当 2 次测量的水位误差超过± 0.02m 时，应重新测量。

含水层水质：水质监测工作应委托有资质的第三方专业机构实施。水质应满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准限值要求。如发现水质超标异常应及时采取有效措施处理处置。

每次监测都要做好观测记录，记录观测时间、地点、水位标高、水量、水质等，并结合采矿活动分析其变化趋势，做好预防措施。

4) 监测频率

依据《矿山生态修复技术规范 第 1 部分：通则》(TD/T 1070.1-2022)，水质每年监测 2 次，宜在枯、丰水期各取样化验 1 次，如遇水质超标异常变化时及时处理，并增加水质监测频次。

水位监测采用人工监测，一般情况下每月观测 2 次，每年监测 24 次，含水层水位的监测应尽可能与水质、水量、含水层厚度等监测同步进行。

如水位、水质异常变化时，应增加监测频次或采用自动监测仪器。

5) 监测时限

贯穿整个服务期，自 2026 年 1 月 1 日至 2051 年 12 月 31 日，共 26 年，矿山可根据实际监测结果稳定情况进行调整。

（三）土地资源损毁监测

1) 监测内容

矿山损毁土地方式为挖损、压占。按照矿山开采时序，可划分为已损毁土地监测和拟损毁土地监测。

已损毁挖损土地监测包括位置、权属、面积、损毁时间、平台宽度、边坡高度、边坡坡度、积水面积、积水深度、植被生长状况、是否继续损

毁、损毁土地类型、土壤特征，同步监测沙化土地状况，包括沙化土地类型及面积，沙化程度、变化成因及趋势等。

已损毁压占土地监测内容包括位置、权属、损毁时间、面积、压占物类型、压占物高度、平台宽度、边坡高度、边坡坡度、植被生长状况、是否继续损毁、损毁土地类型，同步监测沙化土地状况，包括沙化土地类型及面积，沙化程度、变化成因及趋势等。

拟损毁挖损土地监测内容包括位置、权属、面积、拟损毁时间、现状土地利用类型、植被类型、生产力水平和土壤特征，同步监测沙化土地状况，包括沙化土地类型及面积，沙化程度等。

2) 监测点布设

以矿山为单元，布设 1 个监测点。

采用遥感监测、人工地面调查、公众访谈相结合。

遥感监测应覆盖矿区及周边影响区域。人工地面调查监测采用路线法，线路长度约 7km，覆盖全部工程扰动区域，不设置具体监测点位。

3) 监测方法

土地资源损毁监测主要以遥感监测法为主，人工地面调查为辅。土地利用动态遥感监测按照《土地利用动态遥感监测规程》（TD/T1010-2015）执行，已损毁土地和拟损毁土地调查监测按照《矿山土地复垦基础信息调查规程》（TD/T 1049-2016）执行。

遥感调查方法:遥感调查的内容包括土地面积、水域面积、沙地面积、植被覆盖度、配套设施等。遥感影像空间分辨率选择，应满足易区分土地利用类型、植被覆盖程度的要求。遥感监测的影像应经过辐射校正、几何纠正和必要的增强、合成、融合、镶嵌等预处理。影像的纠正、融合、镶嵌、增强等预处理及质量参照《遥感影像平面图制作规范》（GB/T15968-2008）执行。

人工地面调查方法:采用全站仪、GPS 等测绘仪器测量拐点坐标、高程

等。实地采集土壤、水等样品；实地调查土地利用状况、植被生长情况、沙化程度等。实地拍摄典型地形地貌、不同植被类型、基础设施、土壤剖面等影像。同时询问当地居民及相关部门获取土地权属、生产力水平、土源、灌溉情况等。

4) 监测要求

遥感监测法按照《土地利用动态遥感监测规程》（TD/T1010-2015）执行，光学数据单景云雪量不应超过 10%，且不得覆盖重点监测区域；成像侧视角小，宜保证 DOM 精度，一般小于 15° ，最大不应超过 25° ；监测区内不应出现明显噪声和缺行；灰度范围总体呈正态分布，无灰度值突变现象；相邻景影像间的重叠范围不应少于整景的 2%；雷达数据宜选择全极化方式，入射角在 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 之间，相邻轨道同为升轨或降轨、同侧成像。

人工地面调查应核实监测图斑实际变化情况，包括变化前后地类和变化范围；填写外业调查记录表相应内容，修正与实地不一致图斑界线、补充监测时段内的遗漏图斑；收集监测区内发生了变化的行政界线和注记等资料；核算图斑面积。

5) 监测频率

遥感监测频率为每年 2 次；人工监测为每月实地巡查 1 次，每年监测 12 次。

6) 监测时限

贯穿整个服务期，自 2026 年 1 月 1 日至 2051 年 12 月 31 日，共 26 年。

（四）土地复垦利用

1) 监测内容

修复区土地质量监测包括已复垦土地基本情况、地形情况、土壤质量（土壤理化性质、土壤微量项目）、生产力水平等。

已复垦土地基本情况以收集资料为主：包括已复垦位置、权属、复垦面积、复垦率、损毁时间、复垦时间、复垦措施、复垦成本、验收时间、

验收单位、验收文件编号、是否继续损毁及损毁类型、是否有外来土源等。

地形情况：修复区域地面坡度、平整度等。

土壤质量：土壤理化性质（有效土层厚度、土壤容重、土壤质地、砾石含量、土壤 pH、土壤有机质含量）、土壤微量元素含量。

生产力水平：包括种植植物的种类及其单位面积产量、覆盖度、郁闭度、定植密度、抗风蚀效果、成活率等，以及配套设施状况包括灌溉、排水、道路、林网等。

2) 监测点的布设

土壤质量检测采样点布设应覆盖所有修复单元。根据工程布局，拟在拟建露天采场、采选工业区、排土场、办公生活区、矿区道路等各布设 1 个监测点，共 5 个监测点。每个单元至少有 1 个混合采样点。

已复垦土地基本情况、地形情况、生产力水平以实地调查为主，结合土地资源损毁监测、生态系统恢复监测同步进行，不单独设置监测点。

3) 监测方法及要求

土壤质量检测应委托有资质的第三方专业机构实施。

复垦单元植被生长状况参照生态系统监测方法，采取摄像及人工巡视相结合，每期记录植被长势、成活率，测量郁闭度、覆盖率数据，并与已有记录数据对比，及时掌握植被的生长状况。

场地地形情况采用人工目视法。

4) 监测频率、时限

依据《矿山生态修复技术规范 第 1 部分：通则》(TD/T 1070.1-2022)，土地复垦质量监测频率为每年 1 次。因各工程单元复垦时间不同，监测时限贯穿整个服务期 26 年，具体设置为各场地复垦工程结束后的 5 年时间。矿山可根据实际监测结果的稳定性适当调整。

（五）生态系统监测

1、坑塘水面环境监测

1) 监测内容

根据矿山实际情况，矿坑水不疏干外排。预测终采后将保留 2 处坑塘水面，矿山应以预防保护为主，避免废水、固废等随意倾倒，造成水体污染。由于矿坑水与区域地下水联系密切，为预防矿坑水水质污染对周边地下水的影响，设计对矿坑水水质、水域面积及其变化进行监测，同步记录矿坑水综合利用去向及利用量。

2) 监测点的布设

在露天采坑保留的南、北2处水域各设1处监测点，共2处（KS1、KS2），用于监测矿坑水水质，分析其达标率。具体点位根据水域位置进行调整。

水质监测指标包括：pH、溶解氧（DO）、高锰酸盐指数（COD_{Mn}）、氨氮（NH₃-N）、总磷（TP）、总氮（TN）等地表水环境质量标准基本项目共24项。具体监测指标可根据生态环境部门要求执行。

3) 监测方法及要求

水质检测应委托有资质的第三方专业机构实施。

根据矿山实际，未来矿坑水不疏干外排。矿坑水作为人工水域应满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中IV、V类标准限值要求。

水域面积及其增减变化监测可通过遥感影像测量、及多期影像对比分析获取，可与土地损毁监测同步实施。

未来矿坑水综合利用用于生产、绿化用水，不疏干外排。综合利用量可采用智能流量计自动化监测，辅助人工定期读取、记录台账、汇总统计。

4) 监测频率

依据《矿山生态修复技术规范 第1部分：通则》（TD/T 1070.1-2022），水质监测每年2次，宜在枯、丰水期各取样化验1次，如遇水质超标异常应增加监测频次，并采取有效措施处理处置。

水域面积监测可与土地损毁监测同步实施，不单独设置监测频率。

5) 监测时限

贯穿整个服务期，自 2026 年 1 月 1 日至 2051 年 12 月 31 日，共 26 年。矿山可根据水域形成时段动态调整。如基建期未形成水域，此项工作可延后。如监测结果长期稳定，监测时限可适当缩减。

2、土壤环境质量监测

1) 监测内容

矿山现状无废水产生、无固废堆存。未来矿山产生的污废水不外排，废石尾泥综合利用妥善处置，在做好污染预控措施下，预测对土壤环境质量影响程度较轻。因此，本方案仅对矿区内潜在土壤污染风险区域开展监测工作，分析土壤污染状况，是否存在超标现象，以及对植被的影响。

监测指标包括：建设用地土壤污染风险基本项目 45 项，含项目特征污染因子。具体监测指标根据生态环境部门要求执行。

2) 监测点的布设

设计在矿区内布设3个表层土壤监测点，拟布设在露天采场西侧回填区（兼顾拟建排土场及采选工业区下游）、东侧坑底平台（兼顾拟建排土场下风侧）、采场边坡（兼顾坑塘水面上游）。具体点位可根据生产进度动态调整。如发现土壤污染风险，应及时采取有效措施进行处理处置。

3) 监测方法及要求

土壤环境质量检测应委托有资质的第三方专业机构实施。监测指标应满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600—2018）中表 1 第二类用地筛选值限值要求。

4) 监测频次

每个点位监测频次为每年 1 次。如发现污染异常应增加监测频率，动态跟踪。具体参照生态环境部门要求执行。

5) 监测时限

贯穿整个服务期,自 2026 年 1 月 1 日至 2051 年 12 月 31 日,共 26 年。矿山可根据实际监测结果稳定情况适当调整,如管护期间土壤环境质量持续稳定,可不再实施监测。

3、生态系统综合监测

(1) 监测内容

结合矿山实际,通过对各类型生态系统状况调查监测,评价生态系统景观格局破碎化程度及连通性,评价开采过程及开采后生态系统功能变化及修复成效。具体如下:

1) 生态系统状况监测

结合矿区生态系统类型分布特征及变化,分类型开展样方监测调查,掌握各类生态系统基础状况。

森林生态系统监测、调查指标包括:①地形:坡度、坡向;②土壤理化指标(土壤容重、土壤机械组成、pH 值、含水量、有机质含量、氮磷钾等);③植被状况:植被类型、面积、分布、群落结构、植被健康状况(灾害类型、灾害程度、健康等级)、生物多样性(物种数量、有无重要物种及外来物种)等,全面反映森林生态系统状况及变化。

草地生态系统监测、调查指标包括:①地形:坡度、坡长;②土壤理化指标(土壤容重、土壤机械组成、pH 值、含水量、有机质含量、氮磷钾)等;③植被状况:覆盖度、群落高度、生物量、优势物种、生物多样性(物种数量、有无重要物种及外来物种)等。全面反映草地生态系统的稳定性及退化风险。

荒漠生态系统监测、调查指标包括:①气候与水文参数(风速、风向、气温、降水量、蒸发量);②土壤理化指标(pH 值、土壤容重、土壤机械组成、有机质含量、含水量等)等;③荒漠状况:荒漠类型、荒漠植被类型及覆盖度、生物量、优势种、动物物种数。明确荒漠生态系统的脆弱性及变化趋势。

2) 生态系统格局

利用遥感影像解译结果识别地类，分析生态系统构成及其变化。采用景观指数软件（FRAGSTATS 或等效），分析生态系统格局（斑块数、平均斑块面积、边界密度、聚集度指数）特征及变化。评价生态系统空间分布特征及破碎化程度、景观连通性。

3) 生态系统功能监测

根据矿区生态系统核心服务功能，针对性开展防风固沙、生物多样性监测。

防风固沙功能：整合土壤理化性质（影响沙粒稳定性）、植被覆盖度（固沙核心因子）、风力侵蚀量（功能效果量化指标）等监测数据，及本区风场资料，评价生态修复措施对风蚀强度的抑制效果。

生物多样性维护：结合各生态系统状况调查，统计物种丰富度、珍稀濒危物种数量，评价生物多样性维护能力。

(2) 监测点布设

生态系统监测以矿山为单元，布设生态系统综合监测点 1 个，覆盖矿区及周边采矿活动影响范围。

(3) 监测方法

以收集现有资料为前提，结合“遥感监测+人工地面核查+室内资料分析”相结合的方法。

前期准备：全面收集自然资源、林草、水利、生态环境等主管部门及科研机构、高等院校的长期监测数据、研究成果，整合本区气候条件（气温、降水量、蒸发量、风速、风向等）、自然地理状况等基础资料，为监测工作提供数据支撑和理论依据。

遥感监测：采用无人机遥感技术，识别地类面积，反演生态系统相关参数（如植被覆盖度、水域面积变化等），实现生态系统格局及宏观变化的快速监测。

地面调查：采用路线法开展人工巡回监测，补充遥感监测的不足。通过开展植被样方、动物样线调查，调查本区动、植物种类、数量、分布特征、生物多样性水平等。

室内分析：整合遥感影像解译成果及地面调查数据，运用 ArcGIS、FRAGSTATS 等专业软件，系统分析不同时期生态系统动态变化特征、变化率，全面评价生态系统格局状况。结合矿山地质环境及土地资源监测结果，获取地形数据、地下水水质及埋深、土壤理化性质等数据，分析生态系统功能状况，形成完整的监测评价闭环。

（4）监测要求

严格遵循相关技术规范，规范监测流程，确保监测数据的真实性、准确性、完整性和可比性。

生态系统状况调查参照《全国生态状况调查评估技术规范—森林生态系统野外观测》（HJ 1167-2021）、《全国生态状况调查评估技术规范—草地生态系统野外观测》（HJ 1168-2021）、《全国生态状况调查评估技术规范—荒漠生态系统野外观测》（HJ 1170-2021）等规范执行。

遥感解译：按《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）执行，规范解译流程、确保遥感解译结果的准确性。

野外人工监测：采用 GPS 定位技术，获取核查目标的经纬度及高程信息；通过观察法系统调查、记录矿区地形、地貌、气候、植被、水源等自然地理特征，确保基础信息完整；依托 GPS、相机、记录本、解译标志及相关专业资料，综合采用简单随机抽样、系统抽样、分层系统抽样相结合的方法布设样方和样线，通过野外目视判断、无人机核查、高空间分辨率影像比对等手段，精准识别生态系统类型，如实、规范填写野外核查表，确保核查数据可追溯、可校验。通过开展植被样方调查，野生动物样线调查，调查生物多样性，并记录归档。

室内分析：对野外核查记录表、遥感影像解译数据、样方样线调查数据、无人机影像资料等原始资料进行整理校核、录入入库，剔除异常及无效数据；运用 ArcGIS、FRAGSTATS 等专业软件完成空间数据处理、景观格局分析、制图成图，对比矿区现状与本底生态状况、修复前后生态变化，梳理生态受损特征及恢复成效；编制监测分析台账、统计报表及生态监测成果图件，形成完整室内分析结论，所有分析过程、计算参数、成果资料全程留档，确保分析结果科学严谨、成果资料规范完备。

（5）监测期限、频率

监测时限：为整个方案服务期，即 2026 年 1 月 1 日至 2051 年 12 月 31 日，共 26 年。

监测频率：依据《矿山生态修复技术规范 第 1 部分：通则》(TD/T 1070.1-2022)生态系统综合监测为每年 1 次，宜在植被生物量高峰时间(7-8 月)进行。矿山可结合实际开采进度、生态修复工程实施情况，对监测频率进行动态调整。

注：矿山开采前应至少开展 1 次系统生态系统本底状况监测，作为后续生态破坏识别、修复效果评价的对比依据。矿山开采期间，地表覆盖情况发生明显变化时应每年监测 1 次，持续跟踪生态系统变化情况。矿山竣工验收前应至少开展 1 次监测评价，与生态本底进行对比，评价最终修复效果，作为验收依据。

第二节 管护目标与措施

一、管护目标任务

（一）管护目标

管护是生态修复工程的最后程序，通过建立健全高标准生态修复治理工程管护机制，使基础设施得到定期维护，土地质量得到提升，植被得到

保护管理，生态系统功能和结构得到优化，使复垦修复后的生态系统由形态恢复逐步过渡到功能恢复，受损矿区生态系统恢复良性循环。

（二）管护任务

生态修复工程管护任务是对道路、灌溉、建设物等设施进行定期维护，对运行不正常或损毁的工程设施及时修复或替换；加强重构土壤、重建植被的管护与健康的管理，适时对复垦植被采取松土、灌溉、施肥、病虫害防治、补植、补种等抚育措施；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

（一）基础设施维护

对配套建设的滴灌设施进行日常维护，对破旧、损毁的滴灌管线、配件及时更新，定期对苗木进行浇水灌溉，保障植被生长需求。

对设置的网围栏、警示牌进行定期维护、补修、更换，确保围栏牢固可靠，警示牌清晰醒目、标识规范、警示到位，避免人畜误入。

（二）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。对林间空地补植，树种选择本地乡土物种。

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、适当补充有机肥料提升土壤肥力，以提高农作物的成活率和生长速度。

5、新造幼林需封育，管护期至少为 5 年。

（三）灌草混播

1、灌草种子撒播后要及时浇水，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，对灌草种子发芽率低处进行补播。

2、对植被恢复区域进行围封、避免过渡放牧，保障植被自然生长。

3、定期开展火、病、虫、鼠、兔等灾害防治工作，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。

4、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，或影响第二年的产量。尤其是植被恢复初期，须重视越冬与返青期管护。

5、管护期至少为 5 年。

第三节 工程量

一、监测工程量

矿山监测工程包括：保护预防控制措施监测、地质环境监测、土地资源损毁及复垦利用监测、生态系统监测。本着“一测多用、数据共享、不重复计量”的原则，对可依托常态化监测成果、仅通过室内分析即可完成评价的监测内容，不单独布设专项监测作业、不重复统计工程量及费用。

具体统计工程量如下表：

表 5-1 矿山主要监测工作量统计表

监测工程		监测年限 (年)	监测点数 (个)	监测频率 (次/年)	工程量
保护预防控制措施监测	保护措施	21	/	1	21 次
	表土剥离与保护	21	/	12	252 次
	污染预控	21	/	12	252 次
地质环境监测	不稳定地质体	26	75	实时监测	75 点
	风蚀沙埋	26	4	实时监测	4 点

	含水层水位	26	1	24	624 点. 次
	含水层水质	26	1	2	52 点. 次
土地资源损毁监测	遥感监测	26	1	2	52 次
	人工监测	26	1	12	312 次
土地复垦利用监测	修复土壤质量	26	5	1	130 点. 次
生态系统监测	矿坑水水质	26	2	2	104 点. 次
	土壤环境质量	26	3	1	78 点. 次
	生态系统功能、状况	26	1	1	26 次

二、管护工程量

设计将生态修复责任范围全部纳入管护范围，包含林地面积152.3235hm²、草地面积14.0504hm²，合计管护面积166.3739hm²。因各工程单元复垦时间不同，监测时限贯穿整个服务期26年，具体设置为各场地复垦工程结束后的5年时间，监测频率为每年2次。

表 5-2 管护监测工程量统计表

管护地类	管护面积 (hm ²)	管护年限 (a)	管护频率	管护次数
林地、草地	166.3739	5 (时长) 26 (时限)	2 次/a	52

第六章 工程部署与经费计算

第一节 总体部署

一、总体目标

针对矿区内可能产生的生态问题，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，分步实施，全面推进的保护与修复工作。

二、总体工程部署及工作量

（一）总体工程部署

矿区生态修复总体划分三个阶段，分别为基建期（2026年1月-2026年12月）、生产期（2027年1月-2045年12月）、治理管护期（2046年1月-2051年12月）。总体工程部署如下：

1、基建期（2026年1月-2026年12月）

对拟建露天采场外围设置网围栏、警示牌防止人畜误入；对拟建场地建设前实施表土剥离；为减缓风蚀影响，对拟建采选工业区、办公生活区、矿区道路等人为活动频繁的场地进行地面硬化，对拟建排土场、表土存放场围设挡墙及抑尘网；对拟建采选工业区、办公生活区空闲区域种植景观树；对露天采场外围设置50m宽防沙林带，对拟建道路两侧种植10m宽防沙林带，并形成闭合防护区；对矿区生态修复区其他区域进行补植。建立监测系统，开展矿山地质环境、土地资源、生态系统监测，对植被修复区域进行管护。

2、生产期（2027年1月-2045年12月）

根据生产进度对露天采场进行表土剥离，对到界边坡及平台、回填区平台及时恢复植被；对拟建排土场进行过渡治理；对拟建表土存放场及时绿化护坡，涵养土源。开展矿山地质环境、土地资源、生态系统监测，对

植被修复区域进行管护。

3、治理管护期（2046年1月-2051年12月）

对露天采场坑底平台、回填区平台、到界边坡及平台进行植被恢复；对其他场地进行全面修复；对保留的坑塘水面围设网围栏及警示牌。持续开展矿山地质环境、土地资源、生态系统监测，对植被修复区域进行管护。

（二）总工作量

根据前文生态修复工作安排，总体部署从保护与预防控制、地貌重塑、土壤重构、植被重建、景观营造、监测与管护六个维度统筹开展，实现矿山生态系统整体恢复与长效稳定。

表 6-1 矿山生态修复总工作量汇总表

序号	工程名称		单位	工程量
(一)	保护与预防控制措施			
1	网围栏		m	12100
2	警示牌		块	80
3	地面硬化		m ³	2762
4	挡墙		m ³	4600
5	防风抑尘网		m ²	11500
6	表土剥离		m ³	697837
(二)	地貌重塑工程			
1	拆除		m ³	12147
2	清运		m ³	12147
3	回填		m ³	8657117
4	边坡整形		m ³	136780
5	石方整平		m ³	130249
(三)	土壤重构工程			
1	覆土		m ³	617325
2	土方整平		m ³	80512
3	土壤培肥		hm ²	123.4647
4	土壤培肥		t	1852
(四)	植被重建工程			
1	栽植乔木		株	71435
2	灌草混播		hm ²	189.7738
3	滴灌设施		hm ²	166.3739
4	防沙林带		株	379239
(五)	景观营造			
1	景观树		株	580
(六)	监测工程			
1	保护预防控制措施监测	保护措施	次	21
		表土剥离与保护	次	252

		污染预控	次	252
2	地质环境监测	不稳定地质体	点（实时监测）	75
		风蚀沙埋	点（实时监测）	4
		含水层水位	点.次	624
		含水层水质	点.次	52
3	土地资源损毁监测	遥感监测	次	52
		人工监测	次	312
4	土地复垦利用监测	土壤质量	点.次	130
5	生态系统监测	矿坑水水质	点.次	104
		土壤环境质量	点.次	78
		生态系统功能、 状况	次	26
(六)	管护工程			
1	管护		次	52
合计	—			—

第二节 总体经费估算

一、经费估算依据

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

2、《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）；

3、《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）；

4、当地材料价格信息(2026年1季度)材料价格市场询价。

二、费用计算

（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=直接工程费+措施费；

①直接工程费=人工费+材料费+机械使用费；

其中：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）》

的规定及赤峰市敖汉旗属于四类区，甲类工 78.28 元 / 工日，乙类工 57.20 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 年第 1 季度市场价格计取并以材料到工地实际价格计算，材料价格见表 6-2。

表6-2 主要材料价格表

名称	规格	单位	价格（元）		
			市场价	限价	材料价差
灌草籽		kg	50.0		
沙柳		株	10.00	5.0	5.0
杨树		株	15.0	10.0	5.0
有机肥		kg	2		
柴油	0#	kg	6.75	4.5	2.25
电		kwh	0.64		
水		m ³	5.00		
风		m ³	0.2		
混凝土预制桩		根	40.00		
铁丝		kg	5.00		
锯材		m ³	105		
组合钢模板		kg	3		
型钢		kg	3		
卡扣件		kg	1.7		
铁件		kg	2.5		
预埋铁件		kg	3		
电焊条		kg	18		
混凝土		m ³	45		
PE 主管（DN75-DN110）		m	2.00		
PE 支管（DN32-DN50）		m	1.00		
内镶式压力补偿滴灌管		m	0.20		
水溶性肥料		kg	10.0		

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）》（内财建〔2013〕600 号）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、夜间施工增加费、施工辅助费和安全施工措施费。措施费按项目直接工程费×措施费率进行计算。其费率依据《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准（试行）》的通知（内财建〔2013〕600号），取费标准如下表所示：

表6-3 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	0.9	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）》的通知（内财建〔2013〕600号）规定，间接费率按工程类别进行计取，间接费按项目直接费×间接费率进行计算，取费标准如下表所示：

表6-4 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）》（内财建〔2013〕600号）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。

（二）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。本方案设备费包含设备原价、运杂费、运输保险费、采购及保管费、安装费。主要设备如下表：

表 6-5 设备费估算表

序号	设备名称	计量单位	数量	综合单价（万元）	合计（万元）
1	潜水泵	套	2	5.0000	10.0000
2	砂石过滤器	套	2	1.5000	3.0000
3	智能水肥一体机	套	1	1.2000	1.2000
4	远程控制主机	套	1	1.2000	1.2000
5	防水变频控制柜	套	2	1.0000	2.0000
6	分区电磁阀集中控制箱	套	2	0.3000	0.6000
合计		/	/	/	18.0000

（三）其他费用

其他费用包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费项目管理费。

（1）前期工作费

前期工作费指矿山地质环境治理项目在工程施工前所发生的各项支出。包括项目可研论证费、项目勘测与设计费、项目招投标代理费。

①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。

表6-6 项目可研论证费计费标准 单位：万元

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：计费大于1亿元时，按计费基数的0.25%计取。

②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，项目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。

表6-7 项目勘测与设计费计费标准 单位：万元

序号	计费基数（万元）	项目可研论证费（万元）
1	≤180	7.5
2	500	20
3	1000	39
4	3000	93
5	5000	145
6	10000	270

③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。

表6-8 项目招标代理费计费标准 单位：万元

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	≤500	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	$18.5 + (15000 - 10000) \times 0.05\% = 21$

（2）工程监理费

以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

表6-9 工程监理费计费标准 单位：万元

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

（3）竣工验收费

竣工验收费=工程验收费+项目决算编制与审计费

①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。

表6-10 工程验收费计费标准 单位：万元

序号	计费基础（万元）	费率（%）	算例	
			计费基础（万）	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	$90.4 + (15000 - 10000) \times 0.7\% = 125.4$

②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。

表6-11 项目决算编制与审计费计费标准 单位：万元

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）项目管理费

以工程施工费、前期工程费、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6-12 项目管理费计费标准 单位：万元

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	$33.5 + (15000 - 10000) \times 0.08\% = 37.5$

（四）监测与管护费

监测管护费分为监测费与管护费两个独立类别。

（1）监测费

监测费包括保护预防控制措施监测、地质环境监测、土地资源损毁及复垦利用监测、生态系统监测等监测工程费用。按实际点次/次数×工程单价计取。

表6-13 矿山生态修复监测工程单价表

序号	监测工程		单位	单价（元）
1	保护预防控制措施监测	保护措施	次	200
		表土剥离与保护	次	200
		污染预控	次	200
2	地质环境监测	不稳定地质体	点（实时监测）	200
		风蚀沙埋	点（实时监测）	1000
		含水层水位	点.次	100
		含水层水质	点.次	1200
3	土地资源损毁监测	遥感监测	次	2000
		人工监测	次	200
4	复垦修复土地监测	修复土壤质量	点.次	1000
5	生态系统监测	矿坑水水质	点.次	1200
		土壤环境质量	点.次	1000
		生态系统功能、状况	次	3000

（2）管护费

管护包括对基础设施的维护更新、植被的管护等。根据市场调查，管护费单价按每次 10000 元计。

（五）预备费

预备费是在考虑了矿山生态修复期间可能发生的风险因素，从而导致矿山生态修复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

是在施工过程中因自然灾害、设计变更等所增加的费用，一般按工程施工费、设备购置费、其他费用之和的 3%计取。

（2）价差预备费

指为解决在工程施工过程中，因物价（人工、材料和设备价格）上涨、国家宏观调控以及地方经济发展等因素而增加的费用。假设矿山生产服务年限为 n 年，年度价格波动水平按国家规定的当年物价指数 r 计算，若每

年的静态投资费为 a_1 、 a_2 、 a_3 …… a_n （万元），则第 i 年的价差预备费。

$$W_i = a_i [(1+r)^i - 1]$$

式中： W_i =价差预备费；

a_i =复垦期间第 n 年的静态投资；

r =物价指数，本《方案》根据近 30 年物价上涨指数平均值选取 6%。

因此本《方案》价差预备费为生态修复期间 W_i 之和。

（3）风险金

是可预见而目前技术上无法完全避免的矿山生态修复过程中可能发生风险的备用金。由于不稳定地质体引发的风险具有不确定性因素，目前技术上无法完全避免的矿山生态修复过程中可能发生风险，针对矿山开采存在的不可预测性、风险较大的特点，为保证预测生态环境问题及时恢复治理，因此计提矿山生态修复风险金，以确保修复工程的顺利实施。本次风险金按照工程施工费、其他费用之和的 2% 计取。

（六）单项工程量及其经费估算

经估算：保护与预防控制措施费用 184.6380 万元，地貌重塑工程费用 1710.2204 万元、土壤重构工程费用 257.4307 万元、植被重建工程费用 713.2152 万元，景观营造费用 1.17 万元，监测工程经费 130.1000 万元、管护工程经费 52.0000 万元。

单项工程量及经费估算详见下表。

表 6-14 单项工程量及经费估算表

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价（万元）	合计（万元）
（一）	保护与预防控制措施				184.6380
1	网围栏	100m	121	0.1358	16.4325
2	警示牌	块	80	0.0383	3.0627
3	地面硬化	100m ³	27.62	1.2102	33.4264
4	挡墙	100m ³	46	2.6134	120.2163
5	防风抑尘网	100m ²	115	0.1000	11.5000
6	表土剥离	100m ³	6978.37	0.0000	0.0000
（二）	地貌重塑工程				1710.2204

1	拆除		100m ³	121.47	0.5400	65.5964
2	清运		100m ³	121.47	0.2753	33.4394
3	回填		100m ³	86571.17	0.0153	1320.5134
4	边坡整形		100m ³	1367.80	0.0708	96.9056
5	石方整平		100m ³	1302.49	0.1488	193.7655
(三)	土壤重构工程					257.4307
4	覆土		100m ³	6173.25	0.0300	184.9451
5	土方整平		100m ³	805.12	0.0300	24.1207
6	土壤培肥		hm ²	123.4647	0.3917	48.3649
7	土壤培肥		t	18.52	0.0000	0.0000
(四)	植被重建工程					713.2152
1	栽植乔木		100株	714.35	0.2017	144.1038
2	灌草混播		hm ²	189.7738	0.3119	59.1980
3	滴灌设施		hm ²	166.3739	0.1705	28.3674
4	防沙林带		100株	3792.39	0.1270	481.5460
(五)	景观营造					1.1700
1	景观树		100株	5.8	0.2017	1.1700
(六)	监测工程					106.70
1	保护预防 控制措施 监测	保护措施	次	21	0.02	0.4200
		表土剥离与保护	次	252	0.02	5.0400
		污染预控	次	252	0.02	5.0400
2	地质环境 监测	不稳定地质体监测	点	75	0.02	39.0000
		风蚀沙埋	点	4	0.1	10.4000
		含水层水位	点.次	624	0.0100	6.2400
		含水层水质	点.次	52	0.1200	6.2400
3	土地资源 损毁监测	遥感监测	次	52	0.2000	10.4000
		人工监测	次	312	0.0200	6.2400
4	土地复垦 利用监测	修复土壤质量	点.次	130	0.1000	13.0000
5	生态系统 监测	矿坑水水质	点.次	104	0.1200	12.4800
		土壤环境质量	点.次	78	0.1000	7.8000
		生态系统功能、状况	次	26	0.3000	7.8000
(七)	管护工程					52.0000
1	管护		次	52	1.0000	52.0000

注：治理过程中回填与清运工程量重复，不重复计列；表土剥离与覆土属于同一资源，不重复计算。

(七) 总工程量及其经费估算

经估算，矿区生态修复动态总投资6868.8139万元，其中静态投资3299.4571万元，预备费3569.3568万元。静态投资中工程施工费2866.6743万元，设备费18.0000万元，其他费用232.6829万元，监测与管护费182.1000万元。经费估算见表6-15至表6-24。

表 6-15 矿区生态修复投资估算总表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	费率（%）	各费用占总费用的比例（%）
一	静态投资	3299.4571	（工程施工费+设备费+其他费用+监测与管护费）	48.04
（一）	工程施工费	2866.6743		41.73
（二）	设备费	18.0000		0.26
（三）	其他费用	232.6829		3.39
（四）	监测与管护费	182.1000		2.65
1	监测费	130.1000		1.89
2	管护费	52.0000		0.76
（五）	预备费	3569.3568		51.96
1	基本预备费	92.9807	（工程施工费+设备费+其他费用）*3%	1.35
2	价差预备费	3414.3889		49.71
3	风险金	61.9871	（工程施工费+其他费用）*2%	0.90
二	动态投资	6868.8139	静态投资+预备费	100.00

表 6-16 工程施工费估算表

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价（万元）	合计（万元）
（一）	保护与预防控制措施				184.6380
1	网围栏	100m	121	0.1358	16.4325
2	警示牌	块	80	0.0383	3.0627
3	地面硬化	100m ³	27.62	1.2102	33.4264
4	挡墙	100m ³	46	2.6134	120.2163
5	防风抑尘网	100m ²	115	0.1000	11.5000
6	表土剥离	100m ³	6978.37	0.0000	0.0000
（二）	地貌重塑工程				1710.2204
1	拆除	100m ³	121.47	0.5400	65.5964
2	清运	100m ³	121.47	0.2753	33.4394
3	回填	100m ³	86571.17	0.0153	1320.5134
4	边坡整形	100m ³	1367.80	0.0708	96.9056
5	石方整平	100m ³	1302.49	0.1488	193.7655
（三）	土壤重构工程				257.4307
1	覆土	100m ³	6173.25	0.0300	184.9451
2	土方整平	100m ³	805.12	0.0300	24.1207
3	土壤培肥	hm ²	123.4647	0.3917	48.3649
4	土壤培肥	t	18.52	0.0000	0.0000
（四）	植被重建工程				713.2152
1	栽植乔木	100 株	714.35	0.2017	144.1038
2	灌草混播	hm ²	189.7738	0.3119	59.1980
3	滴灌设施	hm ²	166.3739	0.1705	28.3674

4	防沙林带	100 株	3792.39	0.1270	481.5460
(五)	景观营造				1.1700
1	景观树	100 株	5.8	0.2017	1.1700
合计					2866.6743

表 6-17 监测费用估算表

序号	监测项目		单位	工程量	单价（万元）	合计（万元）
1	保护与预防监测	保护措施监测	次	21	0.02	0.4200
		表土剥离与保护	次	252	0.02	5.0400
		污染预控	次	252	0.02	5.0400
2	地质环境监测	不稳定地质体	点	75	0.02	39.0000
		风蚀沙埋	点	4	0.1000	10.4000
		含水层水位	点.次	624	0.0100	6.2400
		含水层水质	点.次	52	0.1200	6.2400
3	土地资源损毁监测	遥感监测	次	52	0.2000	10.4000
		人工监测	次	312	0.0200	6.2400
4	土地复垦利用监测	修复土壤质量	点.次	130	0.1000	13.0000
5	生态系统综合监测	矿坑水水质监测	点.次	104	0.1200	12.4800
		土壤环境质量	点.次	78	0.1000	7.8000
		生态系统功能、状况	次	26	0.3000	7.8000
合计						182.10000

注：不稳定地质体监测、风蚀沙埋监测为自动监测。监测费用=年监测点数×每点单价×监测年限。

表 6-18 管护工程费用估算表

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	单价(万元)	合计(万元)
1	管护	次	52	1.0000	52.0000

表 6-19 其他费用估算表

序号	费用名称	费基(万元)	计算式	费率(%)	金额(万元)
1	前期工作费	工程施工费	(1) + (2) + (3)		111.1003
(1)	可研论证费	工程施工费	$6 + [(12-6)/(3000-1000) \times (\text{工程施工费}-1000)]$	≤3000 万 (内插法)	11.6000
(2)	项目勘测与设计编制费	工程施工费	$39 + [(93-39)/(3000-1000) \times (\text{工程施工费}-1000)]$	≤3000 万 (内插法)	89.4002
(3)	项目招标代理费	工程施工费	$4.5 + (\text{工程施工费}-1000) \times 0.3\%$	≤3000 万 差额定率 累进法	10.1000
2	工程监理费	工程施工费	$18 + [(45-18)/(3000-1000) \times (\text{工程施工费}-1000)]$	≤3000 万 (内插法)	43.2001
3	竣工验收费	工程施工费	(1) + (2)		55.5001
(1)	工程验收费	工程施工费	$12.4 + (\text{工程施工费}-1000) \times 1.0\%$	≤3000 万 差额定率 累进法	31.0667

(2)	项目决算编制与审计费	工程施工费	$9.5 + (\text{工程施工费} - 1000) \times 0.8\%$	≤ 3000 万 差额定率累进法	24.4334
4	项目管理费	工程施工费+前期工作费+工程监理费+竣工验收费	$12.5 + (\text{工程施工费} + \text{前期工作费} + \text{工程监理费} + \text{竣工验收费} - 1000) \times 0.5\%$	≤ 3000 万 差额定率累进法	22.8824
总 计					232.6829

表 6-20 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	2866.6743	232.6829	3	92.9807
2	风险金	2866.6743	232.6829	2	61.9871
合计	/	/	/	/	154.9679

表 6-21 价差预备费估算表

分期	年度	静态总投资 (万元)	系数	价差预备费 (万元)	分期价差 (万元)
			$1.06^{n-1} - 1$		
近三年	2026	700.9062	0.00	0.0000	3.0738
	2027	16.7416	0.06	1.0045	
	2028	16.7416	0.12	2.0693	
生产期	2029	16.7416	0.19	3.1979	1920.0132
	2030	144.4207	0.26	37.9071	
	2031	123.5884	0.34	41.8008	
	2032	116.3428	0.42	48.6917	
	2033	116.3428	0.50	58.5938	
	2034	116.3428	0.59	69.0899	
	2035	116.3428	0.69	80.2159	
	2036	116.3428	0.79	92.0094	
	2037	116.3428	0.90	104.5106	
	2038	116.3428	1.01	117.7618	
	2039	116.3428	1.13	131.8080	
	2040	116.3428	1.26	146.6971	
	2041	116.3428	1.40	162.4795	
	2042	116.3428	1.54	179.2088	
	2043	116.3428	1.69	196.9419	
	2044	116.3428	1.85	215.7390	
	2045	115.2054	2.03	233.3600	
治理期	2046	571.4469	2.21	1261.2608	1261.2608
管护期	2047	16.2416	2.40	38.9729	230.0411
	2048	16.2416	2.60	42.2857	
	2049	16.2416	2.82	45.7974	
	2050	16.2416	3.05	49.5197	
	2051	16.2416	3.29	53.4654	
合计		3299.4571		3414.3889	3414.3889

表 6-22 工程施工费单价估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	直接费单价 (万元)	措施费 (万元)	间接费 (万元)	利润 (万元)	材料价差 (万元)	税金 (万元)	综合单价 (万元)
一	保护与预防控制措施									
1	网围栏	100m	121	0.1152	0.0040	0.0058	0.0036	--	0.0112	0.1358
2	警示牌	块	80	0.0325	0.0011	0.0016	0.0010	--	0.0032	0.0383
3	地面硬化	100m ³	27.62	1.0266	0.0357	0.0513	0.0323	--	0.0999	1.2102
4	挡墙	100m ³	46	2.1960	0.0966	0.1318	0.0698	--	0.2158	2.6134
5	防风抑尘网	100m ²	115	--	--	--	--	--	--	0.1000
3	表土剥离	100m ³	6978.37	--	--	--	--	--	--	--
二	地貌重塑工程									
1	拆除	100m ³	121.47	0.4042	0.0140	0.0202	0.0127	0.0583	0.0446	0.5400
2	清运	100m ³	121.47	0.1880	0.0065	0.0113	0.0060	0.0473	0.0227	0.2753
3	回填	100m ³	86571.17	0.0112	0.0004	0.0006	0.0004	0.0019	0.0013	0.0153
4	边坡整形	100m ³	1367.8	0.0530	0.0018	0.0027	0.0017	0.0077	0.0058	0.0708
5	石方整平	100m ³	1302.49	0.1077	0.0037	0.0065	0.0034	0.0189	0.0123	0.1488
三	土壤重构工程									
1	覆土	100m ³	6173.25	0.0219	0.0008	0.0011	0.0007	0.0038	0.0025	0.0300
2	土方整平	100m ³	805.12	0.0219	0.0008	0.0011	0.0007	0.0038	0.0025	0.0300
3	土壤培肥	hm ²	123.4647	0.3323	0.0115	0.0166	0.0105	--	0.0323	0.3917
4	土壤培肥	t	1852	--	--	--	--	--	--	--
四	植被重建工程									
1	栽植乔木	100 株	714.35	0.1279	0.0044	0.0064	0.0040	0.0510	0.0124	0.2017

2	灌草混播	hm ²	189.7738	0.2646	0.0092	0.0132	0.0083	--	0.0258	0.3119
3	滴灌设施	hm ²	166.3739	0.1446	0.0050	0.0072	0.0046		0.0141	0.1705
4	防沙林带	100 株	3792.39	0.0606	0.0021	0.0030	0.0019	0.0510	0.0105	0.1270
五	景观营造工程									
1	景观树	100 株	5.8	0.1279	0.0044	0.0064	0.0040	0.0510	0.0124	0.2017
六	监测工程									
1	保护预防控 制措施监测	保护措施	次	21	--	--	--	--	--	0.0200
		表土剥离与保护	次	252	--	--	--	--	--	0.0200
		污染预控	次	252	--	--	--	--	--	0.0200
2	地质环境监 测	不稳定地质体	点	75						0.0200
		风蚀沙埋	点	4	--	--	--	--	--	0.1000
		含水层水位	点. 次	624	--	--	--	--	--	0.0100
		含水层水质	点. 次	52	--	--	--	--	--	0.1200
3	土地资源损 毁监测	遥感监测	次	52	--	--	--	--	--	0.2000
		人工监测	次	312	--	--	--	--	--	0.0200
4	土地复垦利 用监测	修复土壤质量	点. 次	130	--	--	--	--	--	0.1000
5	生态系统综 合监测	矿坑水水质	点. 次	104						0.1200
		土壤环境质量	点. 次	78	--	--	--	--	--	0.1000
		生态系统功能、 状况	次	26	--	--	--	--	--	0.3000
七	管护工程									
	管护	次	52	--	--	--	--	--	--	1.0000

表6-23 单价分析表
网围栏

定额编号：60014 工作内容：定线，材料场内运输，建立防护围栏 单位：元/100m					
序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	直接费				1152.04
(一)	直接工程费				1112.00
1	人工费				204.20
(1)	甲类工	工日	0.0000	78.28	0.00
(2)	乙类工	工日	3.50	57.20	200.20
(3)	其他费	%	2.00	200.20	4.00
2	材料费				907.80
(1)	混凝土预制桩	根	20.00	40.00	800.00
(2)	铁丝	kg	18.00	5.00	90.00
(3)	其他费	%	2.00	890.00	17.80
3	机械使用费				
(二)	措施费	%	3.60	1112.00	40.03
二	间接费	%	5.00	1152.04	57.60
三	利润	%	3.00	1209.64	36.29
四	税金	%	9.00	1245.93	112.13
合 计					1358.06

警示牌

定额编号：60009 工作内容：制作、安装 单位：元					
序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	直接费				324.76
(一)	直接工程费				313.47
1	人工费				13.47
(1)	甲类工	工日	0.0625	78.28	4.89
(2)	乙类工	工日	0.15	57.20	8.58
2	材料费				300.00
(1)	警示牌	个	1.00	300.00	300.00
3	机械使用费				
(二)	措施费	%	3.60	313.47	11.29
二	间接费	%	5.00	324.76	16.24
三	利润	%	3.00	341.00	10.23
四	税金	%	9.00	351.23	31.61
合 计					382.84

地面硬化

定额编号：30016 工作内容：铺碎石、拌合砂浆、抹灰、压光 单位：元/100m ³					
序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	小计
一	直接费	单位			10266.29
(一)	直接工程费				9909.54
1	人工费				5507.64
(1)	甲类工	工日	4.69	78.28	367.13
(2)	乙类工	工日	89.39	57.20	5113.11
(3)	其他费用	%	0.5	5480.24	27.40
2	材料费				4401.90
(1)	碎石	m ³	105	25.00	2625.00
(2)	砂浆	m ³	27	65.00	1755.00
(3)	其他费用	%	0.5	4380.00	21.90
3	机械费				0.00
(二)	措施费	%	3.6	9909.54	356.74
二	间接费	%	5	10266.29	513.31
三	利润	%	3	10779.60	323.39
四	材料价差				
五	未计价材料				
六	税金	%	9	11102.99	999.27
合 计					12102.26

清运

定额编号：20283 工作内容：装、运、卸、空回 运距 0.5-1km 单位：元/100m ³					
序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	直接费				1880.14
(一)	直接工程费				1814.80
1	人工费				154.30
(1)	甲类工	工日	0.1	78.28	7.83
(2)	乙类工	工日	2.5	57.20	143.00
(3)	其他人工费	%	2.3	150.83	3.47
2	材料费				
3	机械使用费				1660.51
(1)	挖掘机油动 1m ³	台班	0.6	816.97	490.18
(2)	推土机 59kw	台班	0.3	430.02	129.01
(3)	自卸汽车 5t	台班	2.65	378.86	1003.99
(4)	其他机械使用费	%	2.3	1623.17	37.33
(二)	措施费	%	3.6	1814.80	65.33
二	间接费	%	6	1880.14	112.81
三	利润	%	3	1992.94	59.79
四	材料价差				472.86
(1)	柴油	kg	159.75	2.96	472.86
五	未计价材料				
六	税金	%	9	2525.59	227.30
合 计					2752.90

挡渣墙

定额编号: 40001 工作内容: 模板安装、拆除、凿毛、清洗、浇筑、养护 单位: 元/100m ³					
序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	直接费				21960.19
(一)	直接工程费				20994.45
1	人工费				7360.95
(1)	甲类工	工日	31.1	78.28	2434.51
(2)	乙类工	工日	84.1	57.2	4810.52
(3)	其它人工费用	%	1.6	7245.028	115.92
2	材料费				5372.06
(1)	锯材	m ³	0.26	105	27.30
(2)	组合钢模板	kg	9.35	3	28.05
(3)	型钢	kg	19.84	3	59.52
(4)	卡扣件	kg	26.68	1.7	45.36
(5)	铁件	kg	6.2	2.5	15.50
(6)	预埋铁件	kg	30.99	3	92.97
(7)	电焊条	kg	0.67	18	12.06
(8)	混凝土	m ³	103	45	4635.00
(9)	水	m ³	70	5.31	371.70
(10)	其它材料费用	%	1.6	5287.456	84.60
3	机械使用费				8261.44
1	混凝土振捣器	台班	8.85	22.08	195.41
(1)	电焊机直流 30KVA	台班	0.18	194.1	34.94
(2)	风水(砂)枪	台班	3.65	273.22	997.25
(3)	其它材料费用	%	1.6	1414.58	22.63
2	混凝土拌制	m ³	103	51.76	5331.28
(4)	混凝土运输	m ³	103	16.31	1679.93
(二)	措施费	%	4.6	20994.45	965.74
二	间接费	%	6	21960.19	1317.61
三	利润	%	3	23277.80	698.33
四	材料价差				
五	未计价材料				
六	税金	%	9	23976.14	2157.85
合 计					26133.99

边坡整形

定额编号：20273		工作内容：装、运、卸、空回		单位：元/100m ³	
序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	小计
一	直接费				530.05
(一)	直接工程费				511.64
1	人工费				91.15
(1)	甲类工	工日	0.1	78.28	7.83
(2)	乙类工	工日	1.3	57.20	74.36
(3)	其他费用	%	10.9	82.19	8.96
2	材料费				
3	机械费				420.49
(1)	推土机 74kw	台班	0.62	611.55	379.16
(2)	其他费用	%	10.9	379.16	41.33
(二)	措施费	%	3.6	511.64	18.42
二	间接费	%	5	530.05	26.50
三	利润	%	3	556.56	16.70
四	材料价差				
-1	柴油	kg	34.1	2.25	76.73
五	未计价材料				
六	税金	%	9	649.98	58.50
合 计					708.48

石方整平

定额编号：20279		工作内容：装、运、卸		单位：元/100m ³	
序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	直接费				1076.65
(一)	直接工程费				1039.23
1	人工费				82.19
(1)	甲类工	工日	0.10	78.28	7.83
(2)	乙类工	工日	1.30	57.20	74.36
2	机械使用费				935.67
(1)	推土机 74kw	台班	1.53	611.55	935.67
3	其他费	%	2.1	1017.86	21.38
(二)	措施费	%	3.60	1039.23	37.41
二	间接费	%	6.00	1076.65	64.60
三	利润	%	3.00	1141.25	34.24
四	差价	元			189.34
1	柴油	kg	84.15	2.25	189.34
五	税金	%	9.00	1364.82	122.83
合 计					1487.65

覆土/土方平整

定额编号：10229		工作内容：装、运、卸、空回		单位：元/100m ³	
序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	小计
一	直接费				218.67
(一)	直接工程费				211.07
1	人工费				12.01
(1)	甲类工	工日	0	78.28	0.00
(2)	乙类工	工日	0.2	57.20	11.44
(3)	其他费用	%	5	11.44	0.57
2	材料费				
3	机械费				199.06
(1)	推土机 74kw	台班	0.31	611.55	189.58
(2)	其他费用	%	5	189.58	9.48
(二)	措施费	%	3.6	211.07	7.60
二	间接费	%	5	218.67	10.93
三	利润	%	3	229.60	6.89
四	材料价差				38.36
(1)	柴油	kg	17.05	2.25	38.36
五	未计价材料				
六	税金	%	9	274.85	24.74
合 计					299.59

拆除

定额编号：30039		工作内容：拆除、清理、堆放		单位：元/100m ³	
序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	小计
一	直接费				4041.73
(一)	直接工程费				3901.28
1	人工费				871.96
(1)	甲类工	工日		78.28	0.00
(2)	乙类工	工日	14.8	57.20	846.56
(3)	其他费用	%	3	846.56	25.40
2	材料费				
3	机械费				3029.32
(1)	挖掘机油动 1m ³	台班	3.6	816.97	2941.09
(2)	其他费用	%	3	2941.09	88.23
(二)	措施费	%	3.6	3901.28	140.45
二	间接费	%	5	4041.73	202.09
三	利润	%	3	4243.81	127.31
四	材料价差				583.20
	柴油	kg	259.20	2.25	583.20
五	未计价材料				
六	税金	%	9	4954.33	445.89
合 计					5400.22

回填

定额编号：10220		工作内容：装、运、卸、空回		单位：元/100m ³	
序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	小计
一	直接费				112.23
(一)	直接工程费				108.33
1	人工费				12.01
(1)	甲类工	工日	0	78.28	0.00
(2)	乙类工	工日	0.2	57.20	11.44
(3)	其他费用	%	5	11.44	0.57
2	材料费				
3	机械费				96.32
(1)	推土机 74kw	台班	0.14	611.55	91.73
(2)	其他费用	%	5	91.73	4.59
(二)	措施费	%	3.6	108.33	3.90
二	间接费	%	5	112.23	5.61
三	利润	%	3	117.84	3.54
四	材料价差				18.56
(1)	柴油	kg	8.25	2.25	18.56
五	未计价材料				
六	税金	%	9	139.94	12.59
合 计					152.54

土壤培肥

定额编号：50037		工作内容：开挖槽坑，施肥，覆土，清理现场		单位：hm ²	
序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	直接费				3323.03
(一)	直接工程费				3207.56
1	人工费				162.56
(1)	甲类工	工日			
(2)	乙类工	工日	2.8	57.20	160.16
(3)	其他人工费	%	1.5	160.16	2.40
2	材料费				3045
(1)	有机肥	t	15	200	3000.00
(2)	其他材料费	%	1.5	3000	45.00
(二)	措施费	%	3.6	3207.56	115.47
二	间接费	%	5	3323.03	166.15
三	利润	%	3	3489.19	104.68
四	材料价差				
五	未计价材料				
六	税金	%	9	3593.86	323.45
合计					3917.31

栽植灌木

定额编号: [50018] 工作内容: 挖坑, 栽植, 浇水, 覆土保墒, 整形, 清理 单位: 100 株					
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计(元)
一	直接费				605.57
(一)	直接工程费				584.53
1	人工费				57.2
(1)	乙类工	工日	1	57.20	57.2
2	材料费				525.00
(1)	树苗	株	102	5	510
(2)	水	m ³	3	5	15
3	其他费用	%	0.4	582.20	2.33
(二)	措施费	%	3.6	584.53	21.04
二	间接费	%	5	605.57	30.28
三	利润	%	3	635.85	19.08
四	材料价差				510
(1)	树苗	株	102	5	510
五	税金	%	9	1164.93	104.84
合计					1269.77

栽植乔木

定额编号: 50008 工作内容: 挖坑、栽植、浇水、覆土保墒, 整形、清理 单位: 100 株					
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				1278.61
(一)	直接工程费				1234.18
1	人工费				183.96
(1)	甲类工	工日			
(2)	乙类工	工日	3.2	57.20	183.04
(3)	其他人工费	%	0.5	183.04	0.92
2	材料费				1050.23
(1)	树苗	株	102	10.00	1020.00
(2)	水	m ³	5	5.00	25.00
(3)	其他材料费用	%	0.5	1045.00	5.23
(二)	措施费	%	3.6	1234.18	44.43
二	间接费	%	5	1278.61	63.93
三	利润	%	3	1342.54	40.28
四	材料价差				510.00
(1)	树苗	株	102	5.00	510.00
五	未计价材料费				
六	税金	%	9	1382.82	124.45
合 计		—	—	—	2017.27

灌草混播

定额编号：50031		工作内容：人工撒播草籽		单位：元/hm ²	
序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	直接费				2646.17
(一)	直接工程费				2554.22
1	人工费				504.22
(1)	甲类工	工日			
(2)	乙类工	工日	8.60	57.20	491.92
(3)	其他费	%	2.50	491.92	12.30
2	材料费				2050.00
(1)	草籽	kg	40.00	50.00	2000.00
(2)	其他费	%	2.50	2000.00	50.00
(二)	措施费	%	3.60	2554.22	91.95
二	间接费	%	5.00	2646.17	132.31
三	利润	%	3.00	2778.48	83.35
四	税金	%	9.00	2861.83	257.56
合 计					3119.40

灌溉

定额编号：50036		工作内容：铺设滴灌设施		单位：元/hm ²	
序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	直接费				1446.38
(一)	直接工程费				1396.12
1	人工费				116.12
(1)	甲类工	工日	0.00	78.28	0.00
(2)	乙类工	工日	2.00	57.20	114.40
(3)	其他费	%	1.50	114.40	1.72
2	材料费				1280.00
(1)	PE 主管 (DN75-DN110)	m	30.00	2.00	60.00
(2)	PE 支管 (DN32-DN50)	m	150.00	1.00	150.00
(3)	内镶式压力补偿滴灌 管 (DN16)	m	4000.00	0.20	800.00
(4)	配件 (连接件、三通、 阀门等)	套	1.00	100.00	100.00
(5)	辅材	项	1.00	20.00	20.00
(6)	水	m ³	400.00	0.00	0.00
(7)	水溶性肥料	kg	15	10	150.00
(2)	其他费	%	1.50	1280.00	19.20
(二)	措施费	%	3.60	1396.12	50.26
二	间接费	%	5.00	1446.38	72.32
三	利润	%	3.00	1518.69	45.56
四	税金	%	9.00	1564.26	140.78
合 计					1705.04

表6-24 施工机械台班

定额 编号	机械名称及 规格	台班费	一类费 用合计	二类费用											
				二类费	人工费		动力燃	柴油		电		风		水	
				合计	工日 (日)	金额 (元)	料费小 计	数量 (kg)	金额 (元)	数量 (kw)	金额 (元)	数量 (m3)	金额 (元)	数量 (m3)	金额 (元)
1004	挖掘机油动 1m ³	816.97	336.41	480.56	2	156.56	324	72	324						
1013	推土机 59kw	430.02	75.46	354.56	2	156.56	198	44	198						
1014	推土机 74kw	611.55	207.49	404.06	2	156.56	247.5	55	247.5						
3005	混凝土振捣 器(插入 式) 2.2kw	22.08	14.4	7.68			7.68			12	7.68				
3008	风水(砂枪)	273.22	3.22	270			270					900	180	18	90
4011	自卸汽车 5t	378.86	99.25	279.61	1.33	104.11	175.5	39	175.5						
7004	电焊机直流 30KVA	194.1	8.3	185.8	1	78.28	107.52			168	107.52				

第三节 阶段工作任务与经费安排

一、阶段工作任务

根据《开采方案》，矿山生产服务年限为 20 年（含 1 年基建期）；本方案设计采矿权到期后生态修复工程实施年限为 1 年；考虑矿山所处生态脆弱区，设计管护期限为 5 年，因此，本方案服务年限为 26 年，即 2026 年 1 月—2051 年 12 月。

根据开采方案及矿山实际情况对生态修复工程进行分期部署，划分为基建期（2026 年 1 月-2026 年 12 月）、生产期（2027 年 1 月-2045 年 12 月）、治理管护期（2046 年 1 月-2051 年 12 月）三个阶段。各阶段具体工作内容分述如下：

1、基建期（2026年1月-2026年12月）

（1）**拟建露天采场：**对矿区外围设置网围栏、警示牌；

（2）**拟建采选工业区：**对场地进行表土剥离、地面硬化，种植景观树，对场地切坡及堆坡进行边坡整形、覆土、土壤培肥、灌草混播、配套滴灌设施；

（3）**拟建排土场：**对场地进行表土剥离，场地围设挡墙及防风抑尘网；

（4）**拟建表土存放场：**对场地围设挡墙及防风抑尘网，对堆存的表土及时混播灌草绿化养护、配套滴灌设施；

（5）**拟建办公生活区：**对场地进行表土剥离、地面硬化，种植景观树；

（6）**拟建矿区道路：**对场地进行表土剥离、地面硬化；

（7）**矿区生态修复区其他区域：**在露天采场外围及拟建场地上风侧设置 50m 宽的灌木防沙林带，在矿区道路两侧种植 10m 宽灌木防沙林带（林下混播灌草种子）；对其他未利用区域进行补植，混播灌草；配套滴灌设施；

（8）**监测与管护：**建立监测系统，开展矿山地质环境、土地资源、生

态系统监测，对植被修复区域进行管护。

2、生产期（近年2029年1月-2045年12月）

（1）拟建露天采场：根据生产进度对场地进行表土剥离，对形成的回填区进行石方整平、覆土、土壤培肥、栽植乔木（林下混播灌草种子），对形成的到界边坡及平台进行边坡整形、覆土、土壤培肥、混播灌草，对恢复植被区域配套滴灌设施。

（2）拟建排土场：根据矿山实际生产计划，预计2030年将完全实现内排，随即对排土场进行过渡治理。对场地进行覆土、土壤培肥、灌草混播、配套滴灌设施。

矿山生产期间如有废石周转外排，待排弃结束后随即对达到堆存高度的稳定结构面进行覆土、绿化。所需表土可就地利用场地已覆土源周转利用。

（3）拟建表土存放场：表土堆存、利用是一个动态的过程，生产期间及时对堆存的表土混播灌草、绿化护坡。

（4）监测与管护：持续开展矿山地质环境、土地资源、生态系统监测，对植被修复区域进行管护。

3、治理管护期（近年2046年1月-2051年12月）

（1）拟建露天采场：矿山终采后，对形成的回填区平台进行石方整平、覆土、土壤培肥、栽植乔木（林下混播灌草种子）；对形成的到界边坡及平台进行边坡整形、覆土、土壤培肥、混播灌草；对坑底平台进行石方整平、覆土、土壤培肥、混播灌草；对所有植被恢复区域配套滴灌设施；对保留的坑塘水域围设网围栏及警示牌。

（2）拟建采选工业区：矿山终采后，对场内彩钢建筑及硬化地面进行拆除、清运、对整个场地进行石方整平、覆土、土壤培肥、混播灌草，恢复为灌木林地，配套滴灌设施。

（3）拟建排土场：矿山终采后，将场内废石、尾泥清运回填至采坑综

合利用。对场内挡墙、抑尘网进行拆除、清运。对清运后的场地进行石方整平、覆土、土壤培肥、混播灌草，恢复为灌木林地，配套滴灌设施。

(4) 拟建表土堆放场：矿山终采后，将场内表土就地土方整平。对场内挡墙、抑尘网进行拆除、清运，混播灌草，恢复为灌木林地，配套滴灌设施。

(5) 拟建办公生活区：矿山终采后，对场内彩钢建筑、地面硬化基础进行拆除、清运，对清运后的场地进行石方整平、覆土、土壤培肥、混播灌草，恢复为灌木林地，配套滴灌设施。

(6) 拟建矿区道路：矿山终采后，对场内硬化地面进行拆除、清运，对清运后的场地进行石方整平、覆土、土壤培肥、混播灌草，恢复为灌木林地，配套滴灌设施。

(7) 监测与管护：持续开展矿山地质环境、土地资源、生态系统监测，对植被修复区域进行管护。

具体阶段任务工作安排表 6-25 所示。

表6-25 矿山生态修复总体工作安排表

修复阶段	修复时间	生态修复区块	修复工程	单位	总工程量
基建期	2026 年	拟建露天采场	网围栏	m	7600
			警示牌	块	50
		拟建采选工业区	表土剥离	m ³	8205
			地面硬化	m ³	2051
			边坡整形	m ³	300
			覆土	m ³	500
			土壤培肥	hm ²	0.1
			景观树	株	400
			灌草混播	hm ²	0.1
			滴灌设施	hm ²	0.1
		拟建排土场	表土剥离	m ³	68910
			挡墙	m ³	2400
			抑尘网	m ²	6000
		拟建表土存放场	挡墙	m ³	2200
			抑尘网	m ²	5500
			灌草混播	hm ²	6.0
			滴灌设施	hm ²	6.0
		拟建办公生活区	表土剥离	m ³	1002

			景观树	株	180
			地面硬化	m ³	251
		拟建矿区道路	表土剥离	m ³	1840
			地面硬化	m ³	460
		矿区生态修复区其他区域	防沙林带	株	379239
			灌草混播	hm ²	36.7965
			滴灌设施	hm ²	54.2367
		保护与预防监测	保护措施监测	点	1
			表土剥离与保护	点	12
			污染预控	点	12
		地质环境监测	不稳定地质体监测	点	75
			风蚀沙埋	点	4
			含水层水位	点.次	24
			含水层水质	点.次	2
		土地资源损毁监测	遥感监测	次	2
			人工监测	次	12
		复垦修复土地监测	修复土壤质量	点.次	5
		生态系统监测	矿坑水水质	点.次	4
			土壤环境质量	点.次	3
			生态系统功能、状况	次	1
		植被管护		次	2
生产期	2027 年-2045 年	拟建露天采场	表土剥离	m ³	617880
			回填	m ³	7289003
			石方整平	m ³	70086
			边坡整形	m ³	127950
			覆土	m ³	330066
			土壤培肥	hm ²	66.0117
			施肥量	t	990
			栽植乔木	株	58405
			灌草混播	hm ²	61.3375
			滴灌设施	hm ²	66.0117
		拟建排土场	覆土	m ³	86138
			土壤培肥	hm ²	17.2275
			施肥量	t	258
			灌草混播	hm ²	34.455
			滴灌设施	hm ²	17.2275
		拟建表土存放场	灌草混播	hm ²	6
		保护与预防监测	保护措施监测	点	19
			表土剥离与保护	点	228
			污染预控	点	228
		地质环境监测	不稳定地质体监测	点	75
			风蚀沙埋	点	4
			含水层水位	点.次	456
			含水层水质	点.次	38
		土地资源损毁监测	遥感监测	次	38

治理管护期	2046 年-2051 年		人工监测	次	228
		复垦修复土地监测	修复土壤质量	点.次	95
		生态系统监测	矿坑水水质	点.次	76
			土壤环境质量	点.次	57
			生态系统功能、状况	次	19
		植被管护		次	38
	2046 年-2051 年	拟建露天采场	网围栏	m	4500
			警示牌	块	30
			回填	m ³	1368114
			石方整平	m ³	51877
			边坡整形	m ³	8530
			覆土	m ³	100673
			土壤培肥	hm ²	20.1362
			施肥量	t	302
			栽植乔木	株	13030
			灌草混播	hm ²	14.9243
			滴灌设施	hm ²	20.1362
		拟建采选工业区	拆除	m ³	6461
			清运	m ³	6461
			石方整平	m ³	6154
			覆土	m ³	10257
			土壤培肥	hm ²	2.0513
			施肥量	t	33
			灌草混播	hm ²	2.0513
			滴灌设施	hm ²	1.9513
		拟建排土场	拆除	m ³	2400
			清运	m ³	2400
			覆土	m ³	86138
			土壤培肥	hm ²	17.2275
			施肥量	t	258
			灌草混播	hm ²	17.2275
		拟建表土存放场	拆除	m ³	2200
			清运	m ³	2200
			土方平整	m ³	80512
			灌草混播	hm ²	6
		拟建办公生活区	拆除	m ³	626
			清运	m ³	626
			石方整平	m ³	752
			覆土	m ³	1253
			土壤培肥	hm ²	0.2505
			施肥量	t	4
			灌草混播	hm ²	0.2505
			滴灌设施	hm ²	0.2505
		拟建矿区道路	拆除	m ³	460
			清运	m ³	460

			石方整平	m ³	1380
			覆土	m ³	2300
			土壤培肥	hm ²	0.46
			施肥量	t	7
			灌草混播	hm ²	0.46
			滴灌设施	hm ²	0.46
		保护与预防监测	保护措施监测	次	1
			表土剥离与保护	次	12
			污染预控	次	12
		地质环境监测	不稳定地质体监测	点	75
			风蚀沙埋	点	4
			含水层水位	点.次	144
			含水层水质	点.次	12
		土地资源损毁监测	遥感监测	次	12
			人工监测	次	72
		复垦修复土地监测	修复土壤质量	点.次	30
		生态系统监测	矿坑水水质	点.次	24
			土壤环境质量	点.次	18
			生态系统功能、状况	次	6
		植被管护		次	12

二、近年工作任务与经费进度安排

（一）近年工作任务

矿山近三年（即2026年1月1日-2028年12月31日）治理工程部署，按年度计划工作任务如下：

1、第一年度（2026年1月-2026年12月）

（1）**拟建露天采场：**对矿区外围设置网围栏、警示牌；

（2）**拟建采选工业区：**对场地进行表土剥离、地面硬化，种植景观树，对场地切坡及堆坡进行边坡整形、覆土、土壤培肥、灌草混播、配套滴灌设施；

（3）**拟建排土场：**对场地进行表土剥离，场地围设挡墙及防风抑尘网；

（4）**拟建表土存放场：**对场地围设挡墙及防风抑尘网，对堆存的表土及时混播灌草绿化养护、配套滴灌设施；

（5）**拟建办公生活区：**对场地进行表土剥离、地面硬化，种植景观树；

（6）**拟建矿区道路：**对场地进行表土剥离、地面硬化；

(7) **矿区生态修复区其他区域**：在露天采场外围及拟建场地上风侧设置 50m 宽的灌木防沙林带，在矿区道路两侧种植 10m 宽灌木防沙林带（林下混播灌草种子）；对其他未利用区域进行补植，混播灌草；并配套滴灌设施；

(8) **监测与管护**：建立监测系统，开展矿山地质环境、土地资源、生态系统监测，对植被修复区域进行管护。

2、第二年度（2027年1月-2027年12月）

(1) **拟建露天采场**：根据矿山生产进度进行表土剥离；

(2) **监测与管护**：持续开展矿山地质环境、土地资源、生态系统监测，对植被修复区域进行管护。

3、第三年度（2028年1月-2028年12月）

(1) **拟建露天采场**：根据矿山生产进度进行表土剥离；

(2) **监测与管护**：持续开展矿山地质环境、土地资源、生态系统监测，对植被修复区域进行管护。

表6-26 矿山近三年生态修复工作安排表

修复阶段	修复时间	生态修复区块	修复工程	单位	总工程量
	2026 年	拟建露天采场	网围栏	m	7600
			警示牌	块	50
		拟建采选工业区	表土剥离	m ³	8205
			地面硬化	m ³	2051
			边坡整形	m ³	300
			覆土	m ³	500
			土壤培肥	hm ²	0.1
			景观树	株	400
			灌草混播	hm ²	0.1
			滴灌设施	hm ²	0.1
		拟建排土场	表土剥离	m ³	68910
			挡墙	m ³	2400
			抑尘网	m ²	6000
		拟建表土存放场	挡墙	m ³	2200
			抑尘网	m ²	5500
			灌草混播	hm ²	6.0
			滴灌设施	hm ²	6.0
		拟建办公生活区	表土剥离	m ³	1002

近三年			景观树	株	180
			地面硬化	m ³	251
		拟建矿区道路	表土剥离	m ³	1840
			地面硬化	m ³	460
		矿区生态修复区其他区域	防沙林带	株	379239
			灌草混播	hm ²	36.7965
			滴灌设施	hm ²	54.2367
		保护与预防监测	保护措施监测	点	1
			表土剥离与保护	点	12
			污染预控	点	12
		地质环境监测	不稳定地质体监测	点	75
			风蚀沙埋	点	4
			含水层水位	点.次	24
			含水层水质	点.次	2
		土地资源损毁监测	遥感监测	次	2
			人工监测	次	12
		复垦修复土地监测	修复土壤质量	点.次	5
		生态系统监测	矿坑水水质	点.次	4
			土壤环境质量	点.次	3
			生态系统功能、状况	次	1
		植被管护		次	2
	2027 年	拟建露天采场	表土剥离	m ³	32520
		保护与预防监测	保护措施监测	点	1
			表土剥离与保护	点	12
			污染预控	点	12
		地质环境监测	不稳定地质体监测	点	75
			风蚀沙埋	点	4
			含水层水位	点.次	24
			含水层水质	点.次	2
		土地资源损毁监测	遥感监测	次	2
			人工监测	次	12
		复垦修复土地监测	修复土壤质量	点.次	5
		生态系统监测	矿坑水水质	点.次	4
			土壤环境质量	点.次	3
			生态系统功能、状况	次	1
		植被管护		次	2
	2028 年	拟建露天采场	表土剥离	m ³	32520
		保护与预防监测	保护措施监测	点	1
			表土剥离与保护	点	12
			污染预控	点	12
		地质环境监测	不稳定地质体监测	点	75
			风蚀沙埋	点	4
			含水层水位	点.次	24
			含水层水质	点.次	2
		土地资源损毁监测	遥感监测	次	2

			人工监测	次	12
		复垦修复土地监测	修复土壤质量	点.次	5
		生态系统监测	矿坑水水质	点.次	4
			土壤环境质量	点.次	3
			生态系统功能、状况	次	1
		植被管护		次	2

（二）经费进度安排

根据矿区生态修复工作近年预算，近三年生态修复总投资705.4645万元。

表 6-27 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 ）	费用（万元）	
1	第一年度（2026 年）	见表 6-29	拟建露天采场	否	网围栏	100m	76	乔木林地、灌木林地	154.47	10.3213	
					警示牌	块	50			1.9142	
		见表 6-29	拟建采选工业区	否	表土剥离	100m ³	82.05	灌木林地	2.0513	0.0000	
					地面硬化	100m ³	20.51			24.8217	
					边坡整形	100m ³	3			0.2125	
					覆土	100m ³	5			0.1498	
					土壤培肥	hm ²	0.1			0.0392	
					景观树	100 株	4			0.8069	
					灌草混播	hm ²	0.1			0.0312	
					滴灌设施	hm ²	0.1			0.0171	
		见表 6-29	拟建排土场	否	表土剥离	100m ³	689.1	灌木林地	17.2275	0.0000	
					挡墙	100m ³	24			62.7216	
					抑尘网	100m ²	60			6.0000	
		见表 6-29	拟建表土存放场	否	挡墙	100m ³	22	灌木林地	6	57.4948	
					抑尘网	100m ²	55			5.5000	
					灌草混播	hm ²	6			1.8716	
					滴灌设施	hm ²	6			1.0230	
		见表 6-29	拟建办公生活区	否	表土剥离	100m ³	10.02	灌木林地	0.2505	0.0000	
					景观树	100 株	1.8			0.3631	
					地面硬化	100m ³	2.51			3.0377	
		见表 6-29	拟建矿区道路	否	表土剥离	100m ³	18.4	灌木林地	0.46	0.0000	
					地面硬化	100m ³	4.6			5.5670	
		见表 6-29	矿区生态修复区其他区域	否	防沙林带	100 株	3792.39	灌木林地	28.4415	481.5460	
					灌草混播	hm ²	54.2367			9.2476	
					滴灌设施	hm ²	36.7965			11.4783	
			保护与预防监测			保护措施监测	次	1			0.0200
						表土剥离与保护	次	12			0.2400
						污染预控	次	12			0.2400

		/	地质环境监测		不稳定地质体	点	75			1.5000
					风蚀沙埋	点	4			0.4000
					含水层水位	点,次	24			0.2400
					含水层水质	点,次	2			0.2400
			土地资源损毁监测		遥感监测	次	2			0.4000
					人工监测	次	12			0.2400
			土地复垦利用监测		修复土壤质量	点,次	5			0.5000
			生态系统监测		矿坑水水质	点,次	4			0.4800
					土壤环境质量	点,次	3			0.3000
					生态系统功能、状况	次	1			0.3000
			植被管护		管护工程	次	2			2.0000
2	第二年度 (2027 年)	见表 6-29	拟建露天采场	否	表土剥离	100m ³	325.2	乔木林地、 灌木林地	8.13	0.0000
		见表 6-29	保护与预防监测		保护措施监测	次	1			0.0200
					表土剥离与保护	次	12			0.2400
					污染预控	次	12			0.2400
			地质环境监测		不稳定地质体	点	75			1.5000
					风蚀沙埋	点	4			0.4000
					含水层水位	点,次	24			0.2400
					含水层水质	点,次	2			0.2400
			土地资源损毁监测		遥感监测	次	2			0.4000
					人工监测	次	12			0.2400
			土地复垦利用监测		修复土壤质量	点,次	5			0.5000
			生态系统监测		矿坑水水质	点,次	4			0.4800
					土壤环境质量	点,次	3			0.3000
					生态系统功能、状况	次	1			0.3000
			植被管护		管护工程	次	2			2.0000
3	第三年度 (2028 年)	见表 6-29	拟建露天采场	否	表土剥离	100m ³	325.2	乔木林地、 灌木林地	8.13	0.0000

		/	保护与预防监测	保护措施监测	次	1			0.0200
				表土剥离与保护	次	12			0.2400
				污染预控	次	12			0.2400
			地质环境监测	不稳定地质体	点	75			1.5000
				风蚀沙埋	点	4			0.4000
				含水层水位	点.次	24			0.2400
				含水层水质	点.次	2			0.2400
			土地资源损毁监测	遥感监测	次	2			0.4000
				人工监测	次	12			0.2400
			土地复垦利用监测	修复土壤质量	点.次	5			0.5000
			生态系统监测	矿坑水水质	点.次	4			0.4800
				土壤环境质量	点.次	3			0.3000
				生态系统功能、 状况	次	1			0.3000
			植被管护	管护工程	次	2			2.0000
			合计						705.4645

表6-28 近三年度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	主要治理修复问题	保护与预防控制工程				修复工程				监测与管护工程			
					保护措施	工程量	费用（万元）	实施时间	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	拟建露天采场	见表 6-29	154.47	避免人员误入、减少放牧等人类活动影响	网围栏	7600m	10.3213	2026 年								
					警示牌	50 块	1.9142	2026 年								
									表土剥离	32520m ³	0	2027 年				
									表土剥离	32520m ³	0	2028 年				
2	拟建采选工业区	见表 6-29	2.0513	保存表土，预防水土流失及风蚀影响					表土剥离	8205m ³	0	2026 年				
									地面硬化	2051m ³	24.8217					
									边坡整形	300m ³	0.2125					
									覆土	500m ³	0.1498					
									土壤培肥	0.1hm ²	0.0392					
									景观树	400 株	0.8069					
									灌草混播	0.1hm ²	0.0312					
									滴灌设施	0.1hm ²	0.0171					
3	拟建排土场	见表 6-29	17.2275						表土剥离	68910m ³	0.0000					
									挡墙	2400m ³	62.7216					
									抑尘网	6000m ²	6.0000					
4	拟建表土存放场	见表 6-29	6	预防风蚀影响、防风固沙、绿化护坡					挡墙	2200m ³	57.4948					
									抑尘网	5500m ²	5.5000					
									灌草混播	6hm2	1.8716					
									滴灌设施	6hm2	1.0230					
5	拟建办公生活区	见表 6-29	0.2505	保存表土、预防水土流失、景观营造					表土剥离	1002m ³	0.0000					
									景观树	180 株	0.3631					
									地面硬化	251m ³	3.0377					

6	拟建矿区道路	见表 6-29	0.46	保存表土、预防水土流失					表土剥离	1840m ³	0.0000					
									地面硬化	4600m ³	5.5670					
7	矿区生态修复区其他区域	见表 6-29	42.4848	防风固沙、预防风蚀沙埋灾害及土壤沙化					防沙林带	379239株	481.5460					
									滴灌设施	54.2367hm ²	9.2476					
									灌草混播	36.7965hm ²	11.4783					
8	矿区及周边区域	见表 6-29	234.696	地质环境、土地资源、生态系统监测									保护措施监测	3次	0.06	2026-2028年
													表土剥离与保护	36次	0.72	
													污染预控	36次	0.72	
													不稳定地质体	75点	4.50	
													风蚀沙埋	4点	1.2	
													含水层水位	72点.次	0.72	
													含水层水质	6点.次	0.72	
													土地损毁遥感监测	6次	1.2	
													土地损毁人工监测	36次	0.72	
													复垦修复土地监测	15点.次	1.5	
													矿坑水水质	12点.次	1.44	
													土壤环境质量	9点.次	0.9	
													生态系统功能、状况	3次	0.9	
													管护工程	6次	6	
合计							12.2354				671.9291			21.3	705.4645	

表 6-29 近三年度生态修复单元拐点坐标表

注：（18）-（35）为扣除拟申请矿区范围。

图 6-1 近三年工程部署图

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工作的顺利实施，矿山企业将设立矿区生态修复管理部门，由总经理任组长，副总经理任副组长，聘任生态环境保护专业技术人员任组员。全面负责矿区生态修复工作。

2、主要职责和分工

矿区生态修复管理部门主要任务是宣传、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、人员的素质以及项目经理、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。确保矿区修复资金专款专用。

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，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、土地损毁、生态系统受损等实际情况变化，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、林草、水利、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。矿山企业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价。

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”，治理基金按年度提取， $\text{额度} = \text{矿类计提基数} \times \text{露天开采影响系数} \times \text{土地复垦难度影响系数} \times \text{地区影响系数} \times \text{上一年度生产矿石量}$ ，实行动态调整机制。矿山企业将设立“矿山地质环境治理恢复基金（以下简称基金）”账户，单独设置矿山地质环境治理恢复基金会计科目，反映基金的提取与使用情况。矿区生态环境修复费用将纳入生产成本，专项用于矿区生态环境修复工作的实施。

采矿权人应在闭坑的前一年提取足额基金用于矿山范围内尚未实施的矿山地质环境治理恢复、土地复垦及管护工程等。

采矿权人的基金提取、使用及矿山地质环境保护与土地复垦方案的执行情况须列入矿业权人勘查开采信息公示系统。自然资源主管部门按有关规定和要求对矿山地质环境治理恢复基金计提及采矿权人履行矿山地质环境保护与土地复垦义务情况开展监督、检查，及时开展矿业权人“异常名录”和“严重违法名单”管理工作。

矿方必须高度重视矿区生态修复治理工作，按该方案制定的修复规划，分期分批把治理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。

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，采矿权人作为矿

区生态修复义务人负责组织实施。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。

采矿权人应当依据方案总体部署及阶段安排，结合矿区年度开采计划、用地计划及生产实际等，制定并严格落实矿区生态修复年度计划（以下简称“年度计划”）。并于每年 3 月底前报送矿区所在地县级自然资源主管部门，县级自然资源主管部门对年度计划执行情况进行监督检查。

采矿权人在完成阶段或全部修复任务后，应当及时向矿区所在地县级自然资源主管部门提出验收申请。县级以上地方自然资源主管部门应当按照有关规定，会同同级生态环境等有关部门组织验收，并邀请地质、土地、林草、生态环境、水土保持等方面专家以及矿区涉及的居民委员会、村民委员会、农村集体经济组织和居民代表、村民代表等利益相关方参加。验收结果向社会公布。验收合格的，出具验收合格确认书；验收不合格的，出具书面整改意见，由采矿权人整改完成后重新申请验收。验收合格的土地，应当加强管护利用，防止抛荒和违法占用；涉及其他土地权利人的，应当及时移交相关土地权利人使用。

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

方案编制前，编制人员在矿方代表的陪同下，对矿区及周边区域进行了实地调查，走访了矿区所属行政村集体、村民代表和当地政府、旗县自然资源主管部门。同时采取召开座谈会、发放调查问卷的形成，广泛收集公众对矿区生态修复工作的意见及诉求。座谈会参会人员包括土地权属人、村委班子成员、矿山企业、编制单位等。调查问卷采取随机发放的形式，调查内容包括但不限于矿区生态修复后土地的复垦方向，恢复植被的适宜品种、拟达到的生态修复效果、预期目标等。

发放调查问题前，编制人员首先介绍了项目的性质、类型、规模、投资情况以及国家相关政策，客观说明了本项目可能产生的生态影响，拟采取生态修复措施、实施时序，以及修复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。以确保村民全面知晓相关情况，充分表达自身意愿。

通过调查回访，公众建议未来复垦方向宜为林地、灌木林地、草地、坑塘水面；草本植被优先选择沙蒿、羊草、披碱草等饲草类植物；适合种植乔木的区域，建议种植杨树、松树、榆树等；适合种植灌木的区域，建议种植沙柳、沙棘、锦鸡儿等；设计闭坑后将露天采坑恢复为坑塘水面，用于农牧业灌溉及防沙治沙水源保障，提升区域景观效果并增加当地经济效益。同时，建议矿山企业后续应严格落实方案要求，依法依规推进各项工作，确保治理措施落地见效。

二、方案编制期间的公众参与

矿山生态修复方案初稿编制完成后，通过村务公开栏、村级微信群等渠道，将生态修复方案、治理举措及对矿山企业的要求向全体村民公示，同时通过问卷调查、意见箱、联系电话等方式持续收集村民反馈，确保方

案公示公开、公正、透明，充分保障公众的知情权、参与权和监督权。公示期间未收到公众反对意见，并表示对矿业活动可能造成的影响可接受，对方案确定的修复措施、复垦方向等内容总体予以支持。同时建议矿山坚持“边开采、边复垦”，加强生态监测与后期管护，尽快修复受损生态环境。

三、修复过程及后期管护的公众监督

在生态修复工程实施阶段，矿山企业应建立相应的公众参与机制，采取多种调查方式（走访、座谈、公示公告、建立联络群及意见箱等）主动接受社会监督。施工过程中邀请村集体代表、村民代表担任义务监督员，对修复施工过程进行现场监督，及时发现并反馈施工中存在的问题，确保修复工作按方案推进。

复垦工程竣工以前，应及时向矿区所在地县级自然资源主管部门提出验收申请，邀请有关部门、专家、矿区涉及的村民委员会、村集体经济组织、村民代表等一起参与验收，并对社会公开验收结果。对公众提出的疑问及时复核说明，确需整改的立即启动补充治理程序，优化修复措施并限期完成整改，整改结果再次公示，接受公众核验，确保修复效果长期稳定。

矿山终采交付前，需组织村集体、土地权属人开展修复成果验收，验收合格后方可完成交付，切实保障权属人合法权益。

对于公众参与相关的走访记录、座谈会议纪要、现场照片、影像资料、意见采纳反馈记录等均应整理归档。既保障了村集体和村民的合法权益，也推动了矿区生态修复工作科学、规范、有序落地，实现了矿山治理与乡村发展的协调统一。

第三节 效益分析

一、社会效益

矿区生态修复方案的实施，可有效的控制水土流失、防沙治沙、环境污

染，提高土地利用效益，恢复被破坏的地形地貌景观，保障矿区及附近居民生命财产的安全，改善矿区及周边地区的生态环境，从而促进矿业开发和矿区生态环境保护的协调发展。

通过修复矿区地质环境、土地资源与生态服务功能，实现经济发展与生态保护和谐统一，社会效益显著。

二、环境效益

1、提升矿区及周边生态系统服务功能：方案实施后，治沙效果、植被覆盖率得到明显提高，将有效遏制矿区生态环境的恶化，有利于改善局部小气候，减少风蚀灾害，提高土壤贮水保土能力，增加土壤有机质含量，改善土壤团粒结构，有利于矿区生态环境的恢复，促进当地环境保护和矿业生产的良性发展，使修复区及其周边的生产、生活安全得到保障，为矿区生态环境的良性转化和美化起到决定性作用。

2、对生物多样性的影响：复垦项目实施之后较实施之前植被覆盖率得到明显提高，将有效遏制项目区及周边生态环境的恶化，在科学合理的管护下，能够逐步实现植物生态系统的多样性与稳定性，进而吸引周边动物群落回迁，丰富区域动物群落种类，最终达成植物与动物群落的动态平衡，提升区域生物多样性水平。

3、对空气质量和局部小气候的影响：矿区生态修复通过对生态系统重建工程，将对局部环境空气和小气候产生长期、正向的积极影响。如防护林建设、植树、种草工程，不仅能够有效发挥防风固沙、涵养水源的作用，还可通过植物的光合作用与吸附作用净化空气，降低空气中粉尘、有害气体含量，持续改善周边区域大气环境质量，优化局部小气候条件。

三、经济效益

本项目经济效益以减灾效益为主，增值效益为辅。矿山开采过程中，不仅会造成土地破坏、水土流失，还会对矿区及周边生态环境造成持续性影响。通过实施矿区生态修复工程，可有效消除生产过程中不良地质体带

来的安全隐患，保障矿区生产建设工作有序推进、稳步发展；同时改善区域人居环境，充分体现“以人为本”的发展理念。此项工程是利国、利民、利企的重要举措，具有深远的现实意义和长远价值，真正实现功在当代、利在千秋。

第八章 结 论

一、矿山概况

敖汉旗龙兴国有资本运营（集团）有限责任公司康家营子天然石英砂矿为探转采新建矿山，拟申请矿区范围***km²，设计生产规模为***万吨/年，矿山服务年限20年（含1年基建期），产品方案为精矿（成品砂）。

二、方案服务年限

根据《开采方案》，矿山生产服务年限为20年（含1年基建期）；本方案设计采矿权到期后生态修复工程实施年限为1年；考虑矿山所处生态脆弱区，设计管护期限为5年，因此，本方案服务年限为26年，即2026年1月—2051年12月。

三、矿山生态修复责任范围

矿山现状无损毁单元。未来将拟建露天采场、拟建采选工业区、拟建排土场、拟建表土存放场、拟建办公生活区、拟建矿区道路，并对矿区可能造成的风蚀影响进行外扩，预测矿区及周边可能影响范围为234.6960hm²，确定矿山生态修复责任范围为234.6960hm²。

四、矿山生态受损程度综合评价结果

综合评价，重度受损单元包括：拟建露天采场，面积为154.47hm²；中度受损单元包括：拟建采选工业区、拟建排土场、拟建表土存放场、拟建办公生活区、拟建矿区道路、矿区生态修复区其他区域，合计面积80.2260hm²。

五、修复分期及工程部署

根据开采方案及矿山实际情况对生态修复工程进行分期部署，划分为基建期（2026年1月-2026年12月）、生产期（2027年1月-2045年12月）、治理管护期（2046年1月-2051年12月）三个阶段。各阶段工程部署分述如下：

1、基建期（2026年1月-2026年12月）

(1) 拟建露天采场：对矿区外围设置网围栏、警示牌；

(2) 拟建采选工业区：对场地进行表土剥离、地面硬化，种植景观树，对场地切坡及堆坡进行边坡整形、覆土、土壤培肥、灌草混播、配套滴灌设施；

(3) 拟建排土场：对场地进行表土剥离，场地围设挡墙及防风抑尘网；

(4) 拟建表土存放场：对场地围设挡墙及防风抑尘网，对堆存的表土及时混播灌草绿化养护、配套滴灌设施；

(5) 拟建办公生活区：对场地进行表土剥离、地面硬化，种植景观树；

(6) 拟建矿区道路：对场地进行表土剥离、地面硬化；

(7) 矿区生态修复区其他区域：在露天采场外围及拟建场地上风侧设置 50m 宽的灌木防沙林带，在矿区道路两侧种植 10m 宽灌木防沙林带（林下混播灌草种子）；对其他未利用区域进行补植，混播灌草；配套滴灌设施；

(8) 监测与管护：建立监测系统，开展矿山地质环境、土地资源、生态系统监测，对植被修复区域进行管护。

2、生产期（2027年1月-2045年12月）

(1) 拟建露天采场：根据生产进度对场地进行表土剥离，对形成的回填区进行石方整平、覆土、土壤培肥、栽植乔木（林下混播灌草种子），对形成的到界边坡及平台进行边坡整形、覆土、土壤培肥、混播灌草，对恢复植被区域配套滴灌设施。

(2) 拟建排土场：根据矿山实际生产计划，预计2030年将完全实现内排，随即对排土场进行过渡治理。对场地进行覆土、土壤培肥、灌草混播、配套滴灌设施。

矿山生产期间如有废石周转外排，待排弃结束后随即对达到堆存高度的稳定结构面进行覆土、绿化。所需表土可就地利用场地已覆土源周转利用。

(3) 拟建表土存放场：表土堆存、利用是一个动态的过程，生产期间及时对堆存的表土混播灌草、绿化护坡。

(4) 监测与管护：持续开展矿山地质环境、土地资源、生态系统监测，对植被修复区域进行管护。

3、治理管护期（2046年1月-2051年12月）

(1) 拟建露天采场：矿山终采后，对形成的回填区平台进行石方整平、覆土、土壤培肥、栽植乔木（林下混播灌草种子）；对形成的到界边坡及平台进行边坡整形、覆土、土壤培肥、混播灌草；对坑底平台进行石方整平、覆土、土壤培肥、混播灌草；对所有植被恢复区域配套滴灌设施；对保留的坑塘水域围设网围栏及警示牌。

(2) 拟建采选工业区：矿山终采后，对场内彩钢建筑及硬化地面进行拆除、清运、对整个场地进行石方整平、覆土、土壤培肥、混播灌草，恢复为灌木林地，配套滴灌设施。

(3) 拟建排土场：矿山终采后，将场内废石、尾泥清运回填至采坑综合利用。对场内挡墙、抑尘网进行拆除、清运。对清运后的场地进行石方整平、覆土、土壤培肥、混播灌草，恢复为灌木林地，配套滴灌设施。

(4) 拟建表土堆放场：矿山终采后，将场内表土就地土方整平。对场内挡墙、抑尘网进行拆除、清运，混播灌草，恢复为灌木林地，配套滴灌设施。

(5) 拟建办公生活区：矿山终采后，对场内彩钢建筑、地面硬化基础进行拆除、清运，对清运后的场地进行石方整平、覆土、土壤培肥、混播灌草，恢复为灌木林地，配套滴灌设施。

(6) 拟建矿区道路：矿山终采后，对场内硬化地面进行拆除、清运，对清运后的场地进行石方整平、覆土、土壤培肥、混播灌草，恢复为灌木林地，配套滴灌设施。

(7) 监测与管护：持续开展矿山地质环境、土地资源、生态系统监测，

对植被修复区域进行管护

六、经费估算

经估算，矿区生态修复动态总投资6868.8139万元，其中静态投资3299.4571万元，预备费3569.3568万元。静态投资中工程施工费2866.6743万元，设备费18.00万元，其他费用232.6829万元，监测与管护费182.10万元。近三年生态修复总投资705.4645万元。

本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。

七、建议

1、矿山所处区域生态环境本底脆弱，土地沙化严重，受矿业活动影响，易引发风蚀沙埋灾害。矿山生产应高度注意防沙治沙工作，担负起治沙责任，提高矿区植被恢复率。矿山开采过程中应合理安排生产时序，采取预防治理措施，有效控制沙源，避免风蚀扰动。

2、矿山未来应按《开采方案》设计要求规范采矿及排土作业。场地之间应保持一定安全距离，并严格控制施工作业范围。合理安排施工工艺，避免交叉作业影响。控制边坡高度及堆坡角，避免形成不稳定边坡诱发崩塌、滑坡隐患。日常落实监测预防及隐患排查工作，对开采过程中出现的各种地质环境问题及时上报、处理，防止造成人员伤亡及财产损失。

3、矿山未来应统筹规划开采方向及回填区域，结合开采进度动态优化坑底治理方案，最大限度地减少矿区水域裸露面积、提升植被覆盖度，修复区域生态基底，实现矿产资源开发与生态保护协同发展。

4、矿山生产应主动接受自然资源、生态环境、应急管理、水利、林草等相关行业主管部门监管，落实各部门协同管控要求，做好各项工作的有序衔接，保障矿山生产合法合规、有序开展。

5、矿山生产应按照生态环境主管部门要求做好废水、固废等污染防治工作，通过预防监测措施保护水土环境，避免对矿坑水、土壤、及地下水

环境造成污染。采坑回填作业应保障回填物源满足规范要求，避免二次污染。矿山应同时加强扬尘污染防治工作，鼓励矿山采用苫盖、场地封闭、洒水抑尘等方式降低扬尘污染。

6、矿山应贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，将绿色矿山建设贯穿设计、建设、生产、闭坑全过程，持续改善矿区环境，早日完成绿色矿山建设任务，促进资源开发、环境保护与矿区的协调发展。

7、本方案仅针对矿山现状、《开采方案》设计、矿山用地规划及开采初步考虑等预测未来损毁情况，并设计了相应的生态修复工程，如矿山开采过程中造成新的破坏、地质环境条件发生较大变化、或出现其他需要重编、修编的情形时，采矿权人应重新编制或修编生态修复方案。