

内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司
内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿
矿区生态修复方案

内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司

2026 年 8 月

内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司

内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿

矿区生态修复方案

编制单位：内蒙古自治区恒利工程项目管理有限责任公司

法人代表：赵旭烽

方案编制负责人：赵金玲

方案编写人员：赵金玲 段文苗 赵利欣

矿区生态修复方案编制信息表

采矿人信息	采矿人名称	内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司				
	统一社会信用代码	***	联系人	张杨锁		
	联系地址	鄂尔多斯市准格尔旗 准格尔召镇	联系电话	***		
	采矿权证证号	***	开采方式	地下开采		
	采矿权面积	9.1610km ²	采矿权拐点坐标	点号	X 坐标	Y 坐标
				1	***	***
				2	***	***
				3	***	***
				4	***	***
				5	***	***
				6	***	***
				7	***	***
				8	***	***
				9	***	***
				10	***	***
				11	***	***
				12	***	***
				13	***	***
				14	***	***
				15	***	***
				16	***	***
				17	***	***
				18	***	***
				19	***	***
				20	***	***
方案编制单位	采矿权有效期	***				
	开采主矿种	煤	其他矿种	无		
	方案编制情形	☐ 首次申请采矿许可 ☐ 扩大开采区域 ☐ 缩小开采区域 ☐ 变更开采方式 ☐ 变更开采主矿种 ☐ 延续 ☒ 其他				
	单位名称	内蒙古自治区恒利工程项目管理有限责任公司				
	统一社会信用代码	***	联系人	赵利欣		
	联系地址	鄂尔多斯市准格尔旗	联系电话	***		
	编制负责人					
	姓 名	身份证号	专业	职务/职称	联系电话	签名
	赵金玲	***	水工环	高级工程师	***	
	主要编制人员					
	姓 名	身份证号	专业	职务/职称	联系电话	签名
	段文苗	***	水工环	高级工程师	***	
	赵利欣	***	地 质	工程师	***	

目录

前 言	1
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	44
第一节 矿区自然条件	44
第二节 社会经济概况	52
第三节 矿区地质环境背景	55
第四节 矿区土地利用现状及采矿用地审批情况	79
第五节 矿区生态状况	89
第六节 矿区及周边人类重大工程活动	98
第七节 矿区生态修复工作情况	101
第八节 矿区基本情况调查监测指标	105
第三章 问题识别诊断及修复可行性分析	109
第一节 问题识别与受损预测	109
第二节 生态修复可行性分析	150
第三节 生态修复分区及修复时序安排	175
第四节 采矿用地与复垦修复安排	181
第四章 生态修复措施与工程内容	184

第一节	保护与预防控制措施	184
第二节	修复措施	192
第三节	工程内容及工程量	197
第五章	监测和管护	215
第一节	监测目标与措施	215
第二节	管护目标与措施	230
第三节	工程量	233
第六章	工作部署与经费估算	239
第一节	总体部署	239
第二节	总体经费估算	242
第三节	阶段工作任务与经费安排	272
第七章	保障措施与公众参与	272
第一节	保障措施	284
第二节	公众参与	288
第三节	效益分析	292
第八章	结论	295

附 图 目 录

顺序号	图号	图 名	比例尺
1	1	内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿 矿区土地利用现状图	***
2	2	内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿 矿区地质环境问题现状图	***
3	3	内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤 矿区土地损毁现状图	***
4	4	内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿 矿区地质环境问题预测图	***
5	5	内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿 矿区土地损毁预测图	***
6	6	内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿 矿区生态修复工程部署图	***
7	7	内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿 正射影像图	***

附表：

附表 1 矿区生态修复报告表

附表 2 矿区生态修复方案编制信息表

附表 3 矿区土地利用现状表

附表 4 矿区土地利用权属表

附表 5 矿区开采中生态修复监测内容与监测指标表

附表 6 宏测煤矿矿区生态破坏程度综合评价表

附表 7 矿区生态修复目标及土地利用变化表

附表 8 表土处置工程汇总表

附表 9 矿山生态修复投资估算总表

附表 10 矿山生态修复工程单价估算汇总表

附表 11 矿山生态修复工程施工费估算表

附表 12 生态修复工程其他费用估算表

附件：

附件 1 委托书

附件 2 资料真实性承诺书

附件 3 采矿许可证

附件 4 核定生产能力的复函

附件 5 《内蒙古自治区东胜煤田铜匠川详查区宏测煤矿煤炭资源储量核实报告》评审意见书及评审备案证明

附件 6 开发利用方案审查意见书

附件 7 水平接续初步设计的批复

附件 8 水平延伸安全设施设计的批复

附件 11 矿山地质环境保护与土地复垦方案审查表及关于组织评审结果的说明

附件 12 2025 年储量年报主要结论（节选）

附件 13 环境影响报告书的批复

附件 14 二期验收意见

附件 15 一期验收意见

附件 16 火区治理项目竣工验收书

附件 17 国有土地使用证

附件 18 土壤检测报告

附件 19 水质检测报告

附件 20 价格信息

附件 21 公众参与调查表

附件 22 村委会意见

前 言

一、编制目的

（一）任务由来

内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿（以下简称“宏测煤矿”）为生产矿山，开采矿种为煤矿。2021年4月30日，内蒙古自治区自然资源厅为宏测煤矿换发了采矿许可证，证号***，证载生产能力2.40Mt/a；井田面积***，开采方式为地下开采；开采深度***标高。有效期至2031年5月3日。

2021年4月，中化地质矿山总局内蒙古地质勘查院编制了《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》通过评审。该方案总服务年限17.8年，即2021年5月~2038年12月。方案适用期为5年（2021年5月—2026年4月）。方案已过期，为落实矿山企业生态保护修复主体责任，推动落实“边开采、边修复”，促进资源开发与生态保护相协调，助力矿业绿色低碳发展，根据《中华人民共和国矿产资源法》、国务院第592号令《土地复垦条例》以及自然资源部关于进一步加强生产矿山生态修复监管工作的通知，对生产矿山，应当编制矿区生态修复方案。内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司按照国家最新相关规定，于2026年5月委托内蒙古自治区恒利工程项目管理有限责任公司按照《矿区生态修复方案编制指南（临时）》（2025年9月）技术要求编写《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿矿区生态修复方案》。

（二）编制目的

为贯彻落实新修订的《中华人民共和国矿产资源法》《中华人民共和国土地管理法》《土地复垦条例》等法律法规，聚焦矿区生态修复过程中的关键环节，坚持自然恢复与人工修复相结合，遵循因地制宜、科学规划、

系统治理、合理利用的原则，采取工程、技术、生物等措施，做好地貌重塑、土壤重构、植被重建、景观营建等工作。构建源头保护与全过程修复治理相结合的工作机制，促进资源开发与生态环境保护相协调。其主要任务为：

1.通过收集资料与野外调查，实地开展矿山基本情况及矿区基础信息等调查，查明矿业权人基本情况、矿山开采历史及现状、矿区自然条件、社会经济概况、矿区地质环境背景、矿区土地利用现状、矿区生态状况、矿区及周边人类重大工程活动、矿区生态修复工作情况、矿区基本情况调查监测指标等。

2.根据基础调查结果，分析现状条件下采矿权范围及采矿活动影响范围内的矿山不稳定地质体、地形地貌景观破坏、含水层破坏等矿山地质环境问题；土地压占、塌陷等土地资源损毁问题；生态用地损毁、土壤侵蚀、植被功能损毁、生物多样性变化、水体污染等。

3.结合矿山生产建设工艺流程、环节时序等，预测分析采矿权范围及采矿活动影响范围内可能产生的地质环境问题、土地损毁、生态系统破坏等问题的类型、范围、面积、程度及时序，以及已损毁土地被重复损毁的可能性。

4.基于现状和预测问题分析开展综合诊断评价，阐述地质环境影响、土地损毁、生态受损与退化的范围、类型、面积、程度、时序，在采矿权范围及采矿活动可能影响范围内，对损毁情况进行分区、分级，确定损毁程度及其分布情况。

5.从矿山自然地理条件、物种组成、生态系统结构、生态系统功能、外部交换等方面，比选确定参照生态系统。分析地质环境治理的可行性、复垦修复的适宜性、目标方向的可行性。根据生态修复可行性分析及开采进度等，合理划分生态修复分区，明确分区、分期目标任务和时序安

排。

6.从地貌重塑、土壤重构、植被重建、景观营造等多方面，提出矿山生态修复措施以及矿山地质环境、土地资源、生态系统监测措施，并据此测算矿山生态修复工程量和监测管护工程量。

7.对矿区生态修复工作分阶段进行工作部署，并明确近三年工作安排情况；进行矿区生态修复工程的经费估算，并按照生态修复分区及修复时序安排，划分生态修复工程实施阶段，明确各期工作任务、完成时间及经费安排。

（三）编制依据

1.法律法规

- （1）《地质灾害防治条例》（国务院令 第 394 号，2003 年 12 月）；
- （2）《土地复垦条例》（国务院令 第 592 号，2011 年 3 月）；
- （3）《内蒙古自治区地质环境保护条例》（2021 年 7 月 29 日修改发布）；
- （4）《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日修改发布）；
- （5）《基本农田保护条例》（国务院令 第 257 号）（2017 年 5 月修正）；
- （6）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正版）；
- （7）《中华人民共和国土地管理法》（2019 年 8 月 26 日修改发布）；
- （8）《土地复垦条例实施办法》（原国土资源部，2019 年修订）；
- （9）《中华人民共和国土地管理法实施条例》（国务院令 第 256 号）（2021 年 7 月修正）；
- （10）《中华人民共和国矿产资源法》（2025 年 7 月 1 日）。

2.政策文件

- （1）《国土资源部关于贯彻实施<土地复垦条例>的通知》（国土资发〔2011〕50 号）；
- （2）《内蒙古自治区矿区生态修复费用管理办法（试行）》（内自然

资字〔2026〕69号）；

（3）鄂尔多斯市人民政府关于印发矿山地质环境治理恢复基金管理办法（2025年修订版）的通知（鄂府发〔2025〕19号）。

3.标准规范

- （1）《土壤环境监测技术规范》（HJ 166-2026）；
- （2）《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）；
- （3）《土地复垦方案编制规程 第1部分：通则》（TD/T 1031.1-2011）；
- （4）《土地复垦方案编制规程 第3部分：井工煤矿》（TD/T 1031.3-2011）；
- （5）《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；
- （6）《生态环境状况评价技术规范》（HJ 192-2015）；
- （7）《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；
- （8）《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；
- （9）《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- （10）《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》（GB 15618-2018）；
- （11）《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB 36600-2018）；
- （12）《采煤塌陷区水资源环境调查与评价方法》（GB/T 37574-2019）；
- （13）《矿区地下水监测规范》（DZ/T 0388-2021）；
- （14）《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；
- （15）《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）；
- （16）《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）；
- （17）《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）；

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

（19）《矿山生态修复技术规范第 2 部分：煤炭矿山》（TD/T1070.2-2022）；

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

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

（22）《矿区生态修复方案编制指南》（临时）（2025 年 7 月）。

5.相关技术资料

（1）《内蒙古伊东煤炭集团有限责任公司宏测煤矿扩建初步设计安全专篇》（2006 年 12 月；批复文件：内煤安二处字〔2006〕36 号）；

（2）《内蒙古伊东煤炭集团有限责任公司宏测煤矿扩建修改初步设计》（2008 年 12 月；批复文件：内煤局字〔2009〕188 号）；

（3）《内蒙古伊东集团煤炭有限责任公司安测煤矿扩建工程初步设计安全专篇变更设计》（2008 年 12 月；批复文件：内煤安二处字〔2009〕63 号）；

（4）《内蒙古自治区东胜煤田铜匠川详查区宏测煤矿煤炭资源储量核实报告》（2011 年 12 月；评审意见书：中矿蒙储评字〔2013〕35 号；评审备案证明：内国土资储备字〔2013〕55 号）；

（5）《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿水平接续初步设计》（2012 年 9 月；批复文件：内煤局字〔2012〕387 号）；

（6）《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿火区治理项目竣工验收报告书》（2020 年 12 月）；

（7）《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（中化地质矿山总局内蒙古地质勘查院，2021 年 4 月）；

（8）《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿井下煤矸石充填项

目初步设计》（2022 年 1 月，内蒙古煤矿设计研究院有限责任公司）；

（9）《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿隐蔽致灾因素普查报告》及评审意见书（2025 年 1 月）；

（10）《内蒙古自治区准格尔旗宏测煤矿 2025 年储量年度报告》（2026 年 1 月，鄂尔多斯市陆巡测绘有限公司）；

（11）矿区遥感影像图（2026 年 1 月）；

（12）准格尔旗 2024 年国土变更调查数据。

（四）编制情形

1. 工作程序

我公司在接到任务后，立即成立项目组，在充分收集、分析资料的基础上，确定工作重点。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。具体工作流程见图 0-1。

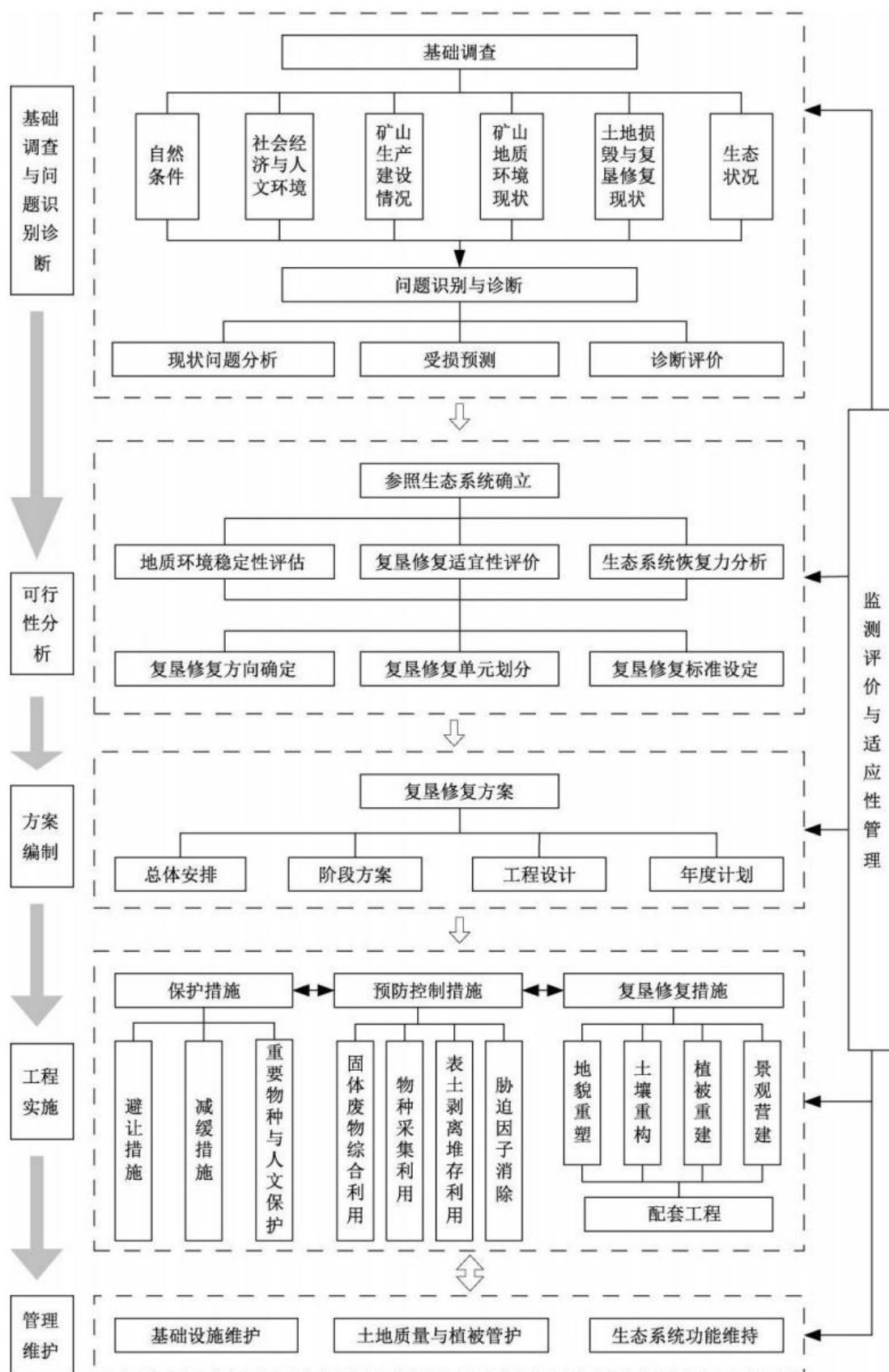


图 0-1 矿区生态修复方案工作流程图

2.工作方法

项目组人员多次赴现场进行野外调查，对矿区生态环境现状进行调查，并收集相关资料，通过室内资料整理与综合分析研究，确定了该项目区评价范围，进行生态修复适宜性评价，在此基础上编制矿区生态修复方案。在报告编制完成后，组织有关专家、矿方相关人员等做了报告内审工作，之后根据专家审查意见再进一步修改完善。

本次矿区生态修复方案的编制主要分三个阶段进行：

（1）资料收集与分析：收集相关资料，了解掌握矿区周围社会、经济、人文情况。对矿区地质环境条件、地质环境问题、建设项目规模等情况有了初步了解，从而确定本次工作重点；收集地形图，地质图及土地利用现状图等图件作为评估工作底图及野外工作用图；分析已有资料，确定要补充的资料内容，初步确定现场调查方法，调查路线和主要调查内容。

（2）野外调查：采用 1:5000 地形地质图做底图，同时参考土地利用现状图、航拍图，通过 GPS 定点和访问附近村民，现场无人机航拍，数码拍照。调查的内容主要是野外矿山生态环境调查、土地资源调查、地形地貌、地层岩性、土地利用情况、村庄分布情况、耕地种植情况以及矿区现状开采情况及土地利用现状和损毁土地情况等矿山基础信息为方案的编制提供充分依据。

（3）公众参与：以走访及问卷调查的形式，与矿区所在地和附近的村民沟通土地复垦政策，调查公众对土地复垦利用方向的意愿，以及对复垦标准与措施的意见。在方案编制完成后，广泛征询矿方、涉及村委及居民、自然资源等相关部门的意见，从组织、经济、技术、生态环境协调性、费用保障、复垦目标以及公众接受程度等方面进行可行性论证。

（4）室内资料整理和报告编写阶段：对收集的资料进行分类整理，在综合分析既有资料以及野外实地调查资料的基础上，利用 CAD、arcgis 软

件编制方案相关图件，圈定生态修复评价范围。根据矿方及其他相关部门的意见，对初步方案进行完善和修改。对矿山地质环境影响进行现状评估、预测评估，确定土地复垦标准，优化工程设计，并提出生态修复方案的防治措施和建议，完善工程量测算及投资估算，细化方案实施计划安排以及费用、技术和组织管理保障措施。同时编制《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿矿区生态修复方案》，并通过内部审查。

3.质量评述

2026年4月5—15日，为资料收集和现场踏勘阶段，重点收集矿区及周边地质、水文、气象相关资料，并组织专业技术人员到现场了解场地位置、范围、地面情况及其与外围的关系，运用调查访问、穿越法及追索法等方法，重点调查了矿区以及采矿活动影响区生态本底、地形地貌、土壤植被、地层分布、水文地质条件、土地损毁等情况，取得了较为详细的第一手资料。对矿区地质环境状况通过踏勘进行了初步了解。2026年4月16日—2026年5月10日，主要进行室内资料整理，确定方案的服务年限、矿区生态修复工作情况、对矿山存在的问题进行识别诊断、进行方案论证，分区和工程设计方案和方案编制。为了确保编制的方案质量，项目负责人对方案编制工作进行全过程质量监控，对野外矿山地质环境调查工作、室内综合研究和报告编制等工作及时进行质量检查，公司有关专家对矿区自然条件、问题识别与受损预测等关键问题进行了重点把关。报告编制完成后，公司组织有关专家做了报告内审工作，之后报告主编根据专家审查意见再进一步修改完善。主要完成工作量见表0-1。

4.完成工作量

本次对矿区生态修复的调查工作主要采用收集矿山工程地质、水文地质、水土保持、环境影响评价、设计等资料和实地调查相结合的方法，完成的实物工作量表0-1。

表 0-1 完成实物工作量一览表

序号	项目			单位	数量	备注
1	收集资料	主要参考报告	《内蒙古自治区东胜煤田铜匠川详查区宏测煤矿煤炭资源储量核实报告》（2011年12月，内蒙古龙旺地质勘探有限责任公司编制；评审意见书：中矿蒙储评字〔2013〕35号；评审备案证明：内国土资储备字〔2013〕55号）	份	1	
			《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（2021年4月，中化地质矿山总局内蒙古地质勘察院）；	份	1	
			《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿水平接续初步设计》（2012年9月，内蒙古煤炭科学研究院有限责任公司编制；批复文件：内煤局字〔2012〕387号）	份	1	
			《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿矿产资源开发利用方案》（2013年6月，太原市明仕达煤炭设计有限公司编制；审查意见书：内矿审字〔2013〕077号）	份	1	
			《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司宏测煤矿水文地质补充勘探报告》（2021年1月，内蒙古煤炭地质勘查（集团）一五一有限公司编制）	份	1	
			《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿隐蔽致灾因素普查治理报告》（2025年11月，内蒙古方渊煤炭工程技术管理有限公司编制）	份	1	
			《内蒙古自治区准格尔旗宏测煤矿 2025 年储量年度报告》（2026年1月，鄂尔多斯市陆巡测绘有限公司）	份	1	
			《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿井下煤矸石充填项目初步设计》（2022年1月，内蒙古煤矿设计研究院有限责任公司）	份	1	
			以往矿山地质环境治理与土地复垦验收意见书	份	2	
	图件资料		矿区地形地质图	张	1	
			矿区水文地质图	张	1	
			矿区综合水文地质柱状图	张	1	
			采煤工作面接续计划图	张	5	
			准格尔旗 2024 年国土变更调查数据	张	1	
			2026 年 3 月份采掘工程平面图（5-1 煤、6-2 煤）	张	2	
			2026 年 3 月份井上下对照图（5-1 煤、6-2 煤）	张	2	
			矿区遥感影像图	张	1	
2	野外调查		调查面积	km ²	12.5	***
			调查线路	km	8	
			调查点（土壤、植被、地形地貌、工程地质、水文地质、已开采区域、人类工程活动）	处	20	
			访问人数（村民、矿山职工）	人	8	
			数码照片	张	120	
			视频短片	段	5	
3	提交成果	报告	内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿矿区生态修复方案	份	1	
		附图	内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿矿区土地利用现状图	张	1	***
			内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿矿区地质环境问题现状图	张	1	***
			内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿矿区土地损毁现状图	张	1	***
			内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿矿区地质环境问题预测图	张	1	***
			内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿矿区土地损毁预测图	张	1	***
			内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿矿区生态修复工程部署图	张	1	***

方案中所用原始数据一部分来源于现场调查，一部分由矿山企业提供。

引用数据来源于各种技术资料，引用资料均为评审通过的各类报告。我公司承诺报告中调查数据真实，引用资料可靠，方案中涉及的基础数据、结论均真实有效，无伪造、编造、变造、篡改等虚假内容。

（五）上一阶段方案落实情况

1.上期方案落实情况

2021年4月，矿山企业委托第三方编制了《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称“上期方案”），设计开采5-1、6-1中和6-2中煤层，近期（2021年5月—2026年4月）主要针对5-1煤层的5109、5018、5112、5119、5120、5121工作面进行开采，6-2煤层的6201—6208等八个工作面进行开采，方案编制基准年为2021年4月，该方案总服务年限17.8年，即2021年5月—2038年12月。根据上期方案，方案服务期修复区面积712.98hm²（包括工业场地7.85hm²、办公生活区1.26hm²、矿区道路0.96hm²、预测地面塌陷区702.91hm²）。

近期（2021年5月—2026年4月）预测地面塌陷区297.8557hm²，其中：5-1煤预测地面塌陷区68.7599hm²，开采5109、5018、5112、5119、5120、5121工作面，6-2煤预测地面塌陷区229.0958hm²，开采6201—6208等八个工作面。5-1煤实际地面塌陷区84.7033hm²，实际开采5-1煤层的5109、5018、5112、5119、5120、5121、5123综采工作面，另开采CT101、5102工作面，6-2煤实际地面塌陷区88.3274hm²，实际开采6-2煤层的6201、6202、6209工作面。宏测煤矿前期已根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案》确定的修复任务，对2026年4月之前开采产生的采空区引发的地面塌陷、塌陷裂缝等进行修复，修复总面积为162.9608hm²（不含6209工作面10.0699hm²）。修复措施：对采空区地面塌陷进行监测，每月一次监测测量，并做了监测记录；设置警示牌30块；回填塌陷裂缝46条，本次裂缝充填采取人工治理的方式为主。采用就近挖取砂石土，就地填补裂缝，然后采用耕地平整的措施，对所有已回填的裂缝区进行了覆盖性的播撒草籽。设置沉降观测点12个。总体治理效果较好。

自上期方案，本矿矿山地质环境治理工程尚未进行验收。上期方案近期（5 年）预测和实际修复区位置示意图见图 0-2、0-3。

图 0-2 上期方案 5-1 煤近期（5 年）预测和实际修复区位置示意图

图 0-3 上期方案 6-2 煤近期（5 年）预测和实际修复区位置示意图

2.存在的问题

（1）由于矿山企业存在重复采动，致使治理后的采空塌陷区地表仍有塌陷的可能，矿山企业应根据塌陷时序及稳沉时间及时进行回填治理。

（2）根据矿方提供资料及现场调查，矿山 5-1 煤和 6-2 煤各设计开采和实际开采进度差距较大，实际开采面积大于设计开采面积，另外，5-1 煤上期方案未设计充填开采，实际对 CT5101、CT5102 工作面进行开采，实际开采进度也与上期方案设计开采进度不一致。

3.取得经验

（1）塌陷区治理：发现塌陷裂缝时需及时进行治疗，由于塌陷区发育塌陷裂缝均较小，为避免大型机械对裂缝四周原始植被造成较大破坏，故选用人工回填的方式进行治理，由于多煤层开采，裂缝可能会反复出现，所以进行反复回填。

（2）复垦植被的选择及搭配：植被类型搭配选择林草相结合方式，可

以在较短时间内见到生态效果。植被选择乡土品种，草种选择紫花苜蓿、沙打旺等当地草种，乔木选择油松、樟子松，灌木选择柠条、沙棘。

（3）灌溉条件：目前矿山灌溉水源主要来源于经处理后的矿井水及生活污水；采用洒水车结合软管喷灌的方式，效果较好。

二、服务年限

（一）矿山服务年限

根据 2023 年 2 月内蒙古煤矿设计研究院有限责任公司编制的《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿井下煤矸石充填项目初步设计》，在宏测煤矿维持矿井生产能力***不变的情况下，对无法布置回采综采工作面的边角资源、东沟村庄、黄天棉图镇区、大元选煤厂及大量地表建筑物等压覆资源进行充填开采，充填开采生产能力 60 万 t/a，综采系统生产能力相应压减。设计充填开采区块共计 8 块，其中 3-1 煤 3 块，5-1 煤 5 块，充填开采服务年限***，首采 5-1 煤 1 号开采区块，回采工作面为 CT5101 工作面，已于 2023 年 8 月开始充填开采。

（二）方案的服务年限

采矿证有效期内剩余生产年限为 5 年（2026 年 4 月—2031 年 5 月 3 日），本次矿山本方案服务年限为采矿证剩余年限+采矿权到期后的生态修复工程实施及后期管护期限，本矿塌陷沉稳期为 0.8 年，故矿山修复期 1 年及管护期 3 年，确定本方案服务年限为 9 年，即 2026 年 5 月—2035 年 4 月。方案编制基准年为 2026 年 4 月。

本方案严格依据国家法律法规和政策要求，当矿山企业扩大或缩小开采区域（涉及资源储量或采矿工程的）、变更矿种、变更开采方式，以及涉及用地（含用林用草）范围、使用期限、损毁类型与本方案预测不一致的，开采方案重大调整、开采单元范围等发生变化的，需重新编制或修编矿区生态修复方案。若在本方案服务期限内矿业权发生变更，则矿区生态

修复责任与义务将随之转移。

第一章 矿山基本情况

第一节 矿业权人基本情况

一、矿山简介

内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司隶属内蒙古伊东煤炭集团有限责任公司，成立于 2013 年 4 月 17 日，主要经营项目为煤炭开采、煤炭生产、销售。公司位于内蒙古自治区鄂尔多斯市准格尔旗准格尔召镇黄天棉图村，行政区划隶属于准格尔旗准格尔召镇。2021 年 4 月 30 日由内蒙古自治区自然资源厅为宏测煤矿换发了采矿许可证。矿权设置情况具体如下：

采矿权人：内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司

矿山名称：内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿

采矿许可证号：***

经济类型：有限责任公司

有效期限：有效期自 2021 年 5 月 3 日至 2031 年 5 月 3 日

开采矿种：煤

开采方式：地下开采

生产规模：证载产能 ***

开采层位：可采煤层 6 层，其中 3-1、4-1、5-1、6-2 中煤层主要可采，6-1 中、6-1 下煤层次要可采，均为不粘煤。其中 3-1 已开采完毕，现采煤层为 5-1、6-2 煤层。

开采深度：证载标高***。

矿山现状：正常生产

矿区面积：***，矿区范围由 20 个拐点圈定，矿区范围拐点坐标见下表。

表 1-1 宏测煤矿井田范围拐点坐标表

拐点 编号	2000 国家大地坐标系		拐点 编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y		X	Y
1	***	***	11	***	***
2	***	***	12	***	***
3	***	***	13	***	***
4	***	***	14	***	***
5	***	***	15	***	***
6	***	***	16	***	***
7	***	***	17	***	***
8	***	***	18	***	***
9	***	***	19	***	***
10	***	***	20	***	***
井田面积***，开采深度***标高					

第二节 地理位置与区域概况

一、矿区地理位置与交通

1.地理位置

宏测煤矿位于鄂尔多斯市东胜区东南约 20km 处，行政区划隶属于鄂尔多斯市准格尔旗准格尔召镇。其地理坐标（2000 国家大地坐标系）为：

东经：***；

北纬：***；

中心点坐标东经：***；北纬：***。

2. 交通

井田位于鄂尔多斯市东胜区的东南部，距东胜区约 20km。井田以西有包（包头）—神（神木）铁路，包（包头）—府（府谷）二级公路南北向通过；以北有 109 国道（北京—拉萨）从井田北部东西向通过；井田东南有准（准格尔）—东（东胜）铁路，荣乌（G18）高速公路东西向通过。

井田内除主要干线公路网外，其他乡间道路较多，交通极为便利。井田交通位置，见图 1-1。

图 1-1 宏测煤矿交通位置图

二、区域概况

矿区位于准格尔召镇，北接东胜区铜川镇，东邻暖水乡，南邻纳日松镇，西邻伊金霍洛旗纳林陶亥镇。矿区附近大型基础设施主要为准格尔召镇，位于矿区南部，可通往省内外其他城市地区。最大的沟谷为矿区南部的石灰川沟，此外，矿区周边分布多个煤矿，主要有宏鑫煤矿、高西沟煤矿、乌兰哈达煤矿、营沙壕煤矿、永智煤矿和高家梁煤矿。

第三节 矿山开采历史及现状

一、矿山开采历史

1. 矿井建设历史

2006年4月14日，原内蒙古自治区国土资源厅以内国土资采划字〔2006〕0149号文进行了划定矿区范围批复，同意将原准格尔旗神峰陶瓷有限责任公司煤矿、原内蒙古伊东煤炭集团有限责任公司大沟煤矿、原内蒙古伊东煤炭集团有限责任公司宏测煤矿及其外围无矿权设置的边角地段一并划入进行了整合，划定矿区范围，矿权人为内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司。

2006年12月，原内蒙古自治区煤炭科学研究所编制完成了《内蒙古伊东煤炭集团有限责任公司宏测煤矿扩建初步设计》、《内蒙古伊东煤炭集团有限责任公司宏测煤矿扩建初步设计安全专篇》。原内蒙古自治区煤炭工业局以内煤局字〔2007〕238号文对《扩建初步设计》予以批复，原内蒙古煤矿安全监察局以内煤安二处字〔2006〕36号文对《扩建初步设计安全专篇》予以批复。

2008年12月，内蒙古煤炭科学研究院有限责任公司编制完成了《内蒙古伊东煤炭集团有限责任公司宏测煤矿扩建修改初步设计》、《内蒙古伊东集团煤炭集团有限责任公司宏测煤矿扩建工程初步设计安全专篇变更设

计》。原内蒙古自治区煤炭工业局以内煤局字〔2009〕188号文对《扩建修改初步设计》予以批复，原内蒙古煤矿安全监察局以内煤安二处字〔2009〕63号文对《扩建工程初步设计安全专篇变更设计》予以批复。设计确定主水平标高1280m，沿5-1煤层布置主水平辅助运输、回风两条大巷。3-1煤层设辅助水平，水平标高1352m，沿3-1煤层布置辅助水平运输、辅助运输、回风三条大巷，分别与主斜井、副斜井、回风斜井连通，构成矿井开拓系统。3-1煤层布置一个盘区。井田境界一侧留20m，采空区边界及煤层露头一侧各留20m；地面建、构筑物按垂直剖面法留设。其表土层移动角取45°，基岩移动角取75°。围护带宽度：风井场地20m，工业场地15m。大巷之间的煤柱30m，巷道外侧煤柱30m。

2006年7月，宏测煤矿整合改造项目正式开工建设；2009年2月，主体工程竣工。2009年9月23日，原内蒙古自治区煤炭工业局以〔2009〕457号文下发了《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿整合改造项目（90万吨/年）竣工验收意见书》。

2012年9月，内蒙古煤炭科学研究院有限责任公司编制完成了《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿水平接续初步设计》，原内蒙古自治区煤炭工业局以内煤局字〔2012〕387号文对《水平接续初步设计》予以批复。设计确定水平接续初步设计由一水平辅助水平3-1煤层接续至一水平主水平5-1煤层。此次水平接续初步设计矿井仍采用斜井多水平开拓方式，利用原有的主斜井、副斜井和回风斜井。在5-1煤层布置运输、辅助运输、回风大巷并分别与主、副、回风斜井相连接构成矿井主、辅运输及回风系统。5-1煤层装备1个大采高综采工作面、1个综掘工作面和1个普掘工作面。井田边界留设20m煤柱，煤层露头留设20m煤柱，采空区防水隔离留设20m煤柱。工业场地保护煤柱围护带宽度15m，按表土层移动角45°、基岩岩层移动角75°计算留设；井筒煤柱根据受保护面积井筒围护

带宽度 20m，按表土层移动角 45°、基岩岩层移动角 75°计算留设三条大巷间距 30m，两侧各留设 30m 保护煤柱。

2021 年 4 月 12 日，内蒙古煤炭科学研究院有限责任公司编制完成了《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿水平延深初步设计》。2021 年 9 月 30 日，内蒙古伊东煤炭集团有限责任公司以内伊东煤发〔2021〕19 号文件予以批复。全井田原划分两个水平开采，一水平标高 1280m，开采 3-1、5-1 煤层；二水平标高 1250m，开采 6-1 中、6-2 中煤层。经分析论证 6-1 中煤层开采不经济，除 5-1 煤层外仅余 6-2 中煤层 1 层可采煤层，而 6-2 中煤层可采储量不大，服务年限仅为 2.1a，故不再将 6-2 中煤层划分为二水平，而将其划分为一水平辅助水平（6-2 辅助水平），水平标高 1250m。

2023 年 2 月，内蒙古煤炭科学研究院有限责任公司编制完成了《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿井下煤矸石充填项目初步设计》。2023 年 4 月 1 日，内蒙古伊东煤炭集团有限责任公司以内伊东煤发〔2023〕11 号文件予以批复。同意充填项目设计范围为 3-1 和 5-1 煤层地表建筑物压覆区域及工业场地煤柱，大巷煤柱。3-1 煤层分为 3 个充填开采区域，分别为井田西北部东沟村庄住户压煤区域、井田西南部矿井工业场地及黄天棉图镇区压煤区域、3-1 煤层大巷可回收区域；5-1 煤层分为 5 个充填开采区域，分别为井田中南部宏测宿舍楼及蔬菜大棚压煤区域、井田西北部东沟村庄住户压煤区域、井田东部大元洗煤厂压煤区域、井田西南部矿井工业场地及黄天棉图镇区压煤区域、5-1 煤层大巷可回收区域。

宏测煤矿本矿从 2008 年开展建设工作，2013 年 4 月正式开采，开采后一直生产至今。

（二）矿山开采情况

1. 房柱式采空区

原宏测煤矿和原大沟煤矿 2006 年以前采用房柱式开采 3-1 煤层所形成

房柱式采空区 138.64hm^2 ，位于矿区西部，该区域已全部治理，现状条件下地面塌陷已稳定。

2. 矿山 3-1 煤层已开采完毕，开采 3-1 号煤层形成 3101、3102、3103、3104、3105、3106、3107、3108、3109 共 9 个工作面，共计采空区面积为 117.7704hm^2 ，采空厚度为 $1.30\sim 4.78\text{m}$ ，平均厚度 3.04m 。已经全部治理且已验收。

3. 矿山于 2011 年至 2025 年开采 5-1 煤层，开采 5-1 煤层形成 5101、5102、5103、5104、5105、5106、5107、5108、5109、5110、5111、5112、5113、5114、5115、5116、5117、5118、5119、5120、5121、5122、5123 共 23 个工作面，现状综采工作面已开采完毕，共形成综采采空区面积为 443.85hm^2 ，已全部治理完毕，矿山在 2011 年 9 月至 2018 年 3 月已经对 5101、5102、5103、5104、5105 和 5110、5111、5114 工作面进行了治理并通过了验收，验收面积为 220.13hm^2 。在 2018 年 4 月至 2026 年 3 月对 5106、5107、5108、5113、5115、5116、5117、5109、5018、5112、5119、5120、5121、5122、5123 共 15 个工作面进行了治理，未验收，未验收面积为 223.72hm^2 。

4. 矿山于 2024 年初至 2026 年 4 月对 6-2 煤层进行了开采，开采工作面为 6201、6202、6209 工作面，形成综采采空区面积为 88.33hm^2 ，其中 6201、6202 已进行了治理，未验收，面积为 78.26hm^2 。近期开采的 6209 工作面因未稳定还未进行治理，未稳定塌陷区面积为 10.07hm^2 ，6-2 煤采高为 $1.3\sim 2.62\text{m}$ 。

5. 矿山于 2023 年 8 月至 2026 年 4 月对 5-1 煤层进行了充填开采，开采的充填工作面为 5101、5102 充填式开采工作面，面积为 21.98hm^2 。

（二）矸石处置情况

宏测煤矿 2023 年前产生的矸石排往火区治理的排土场，现已以火区验

收且治理完毕，2023 年 8 月，宏测煤矿开始连采连充工程。

二、开采方案概述

因本矿山 2013 年 3 月评审通过的《开发利用方案（240 万吨/年）》时间较长，2013 年—2026 年 3 月期间《初步设计》变更多次，期间矿山开采变化较大，原矿山开发利用方案多数内容已不能作为本方案编制的技术依据。

故本方案主要依据 2013 年—2026 年 3 月编制的《初步设计》及其变更后矿山采用的变更成果进行论述。《生产能力核定报告书》《盘区优化设计》《改建项目（新增充填开采工艺）初步设计》等批复未涉及内容，仍按照《开发利用方案（240 万吨/年）》批复意见执行。其开采利用主要情况概述如下：

（一）矿区范围

根据采矿许可证，生产规模为 240 万吨/年，矿区范围由 20 个拐点圈定，面积：***，开采标高：***。根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）附录 D.1 矿山生产建设规模分类一览表，矿山生产建设规模为“大型”。

（二）矿山资源储量

1. 矿山资源储量

（1）累计查明资源储量

2011 年 12 月内蒙古龙旺地质勘探有限责任公司编制了《内蒙古自治区东胜煤田铜匠川详查区宏测煤矿煤炭资源储量核实报告》（评审文号：中矿蒙储评字〔2013〕35 号；备案文号：内国土资储备字〔2013〕55 号）。截至 2011 年 9 月 30 日，宏测煤矿证内煤炭总资源量 10615 万吨；其中控制资源量 ***；推断资源量（333）***。保有资源储量***，消耗资源储量 ***。

表 1-2 截至 2011 年 9 月 30 日宏测煤矿资源量估算结果表 单位：万吨

煤类	煤层编号	赋煤标高(m)	查明资源储量(万吨)	消耗资源储量(万吨)			保有资源储量(万吨)	资源储量类型
				2006.12.31 日前	2006.12.31 至 2011.9.30	合计		
不粘煤	3-1	***	***	***	***	***	***	控制资源量
		***	***	***	***	***	***	推断资源量
		***	***	***	***	***	***	Σ
	4-2 中	***	***	***	***	***	***	控制资源量
		***	***	***	***	***	***	推断资源量
		***	***	***	***	***	***	Σ
	5-1	***	***	***	***	***	***	控制资源量
	6-1 中	***	***	***	***	***	***	推断资源量
	6-2 中	***	***	***	***	***	***	控制资源量
		***	***	***	***	***	***	推断资源量
		***	***	***	***	***	***	Σ
	全井田	***	***	***	***	***	***	控制资源量
		***	***	***	***	***	***	推断资源量
		***	***	***	***	***	***	查明矿产资源

2. 矿井设计资源/储量

矿井设计资源/储量为矿井工业资源/储量减去设计计算的断层煤柱、防水煤柱、井田境界煤柱、地面建（构）筑物煤柱等永久保护煤柱损失后的资源/储量。经计算矿井设计资源/储量为***。

3. 矿井设计可采储量

井田永久煤柱损失为 ***，矿井工业场地及主要井巷煤柱损失为 636.9 万 t，其中控制的经济基础储量 ***，推断的内蕴经济资源量（333）为 ***，因此剩余可采储量控制的经济基础储量 ***，推断的内蕴经济资源量（333）为***。

根据《开发利用方案》，可采资源储量计算过程中，对于控制的经济基础储量(122b)按 100%计入采用资源储量、推断的内蕴经济资源量(333)按 80%计入采用资源储量。因此截止 2021 年 9 月 30 日，矿井剩余可采原煤总量***。

4. 目前矿井剩余可采储量

根据《内蒙古自治区准格尔旗宏测煤矿 2025 年储量年度报告》，截止

2025 年 12 月 31 日，采矿许可证范围内累计动用资源储量***，保有煤炭资源储量为***，其中控制资源量 ***，推断资源量 986.65 万吨。根据 2026 年 1 月鄂尔多斯市众科矿山信息咨询有限公司编制的《内蒙古自治区准格尔旗宏测煤矿 2025 年储量年度报告》，截至 2025 年 12 月 31 日，累计查明可信储量：***，累计查明证实储量：***，动用消耗资源量***，保有推断资源量(TD)***。充填开采服务年限***。

5.安全煤柱

矿井煤柱留设原则如下：

①井田边界煤柱留设：井田边界向内留设 20m 煤柱。

②地面建筑物保安煤柱的留设

井田内工业场地、办公生活区、东沟村，黄天棉图镇区以及工元洗煤厂需要留设保安煤柱。其保护等级为Ⅱ级，围护带宽度 15m。

按照上述围护带边界，采用垂直剖面法进行煤柱留设。表土及岩层移动角分别取45°和75°。

③矿井主要大巷间及外侧留设 30m 煤柱。

④采空区一侧留设 50m 煤柱。

⑤露头留设 50m 煤柱。

⑥断层煤柱留设 30m。

⑦呆滞煤量

本矿井 3-1 煤层采空区较多，采空区与露头之间以及采空区内巷道煤柱的这部分资源量，均已无法继续开采，因此作为呆滞煤量。

（三）井田开拓方案

1.煤层赋存

本区含煤地层为侏罗系中下统延安组（J_{1-2y}），含 2、3、4、5、6 五个煤组 8~16 层煤。含煤地层总厚度平均值为 210m，煤层总厚度 19.52m，

含煤系数 9.30%；核实区含可采煤层 6 层，编号为 3-1、4-1、5-1、6-1 中、6-1 下、6-2 中；可采煤层累计总平均厚度 13.18m，可采含煤系数 6.28%。宏测煤矿赋存可采煤层 6 层，编号为 3-1、4-1、5-1、6-1 中、6-1 下、6-2 中号煤层。

2. 开采方式及开采工艺

设计利用已形成的开拓部署，并新增充填开采系统。

利用已有井筒，采用斜井开拓方式，井田中部的工业场地内设主斜井、副斜井和回风斜井三条井筒。同时本次设计在工业场地内新建充填站 1 座。

井田范围内从上至下含 3-1、4-2 中、5-1、6-1 中和 6-2 中煤层等 5 层可采煤层。全井田设一个主水平和一个辅助水平，主水平标高+1280m，开采 3-1 和 5-1 煤层；辅助水平标高+1245m，开采 6-2 中煤层。全井田按水平划分为 2 个盘区。

矿井在井田中部偏南沿 5-1 煤层东西向布置有 5-1 煤运输大巷、辅运大巷、回风大巷，5-1 煤辅运大巷、回风大巷分别与副斜井、回风斜井连通，5-1 煤运输大巷与主斜井通过 5 煤煤仓和通风联巷连通，三条大巷均沿煤层底板布置，大巷间距 35m。

充填开采系统设计充分利用已有 5-1 煤大巷；井下充填工作面共布置 3 条顺槽，均沿 5-1 煤层底板布置。工作面辅运顺槽与 5-1 煤辅运大巷联系；工作面运输顺槽与 5-1 煤辅运大巷和运输大巷直接搭接；工作面回风顺槽通过回风联巷与 5-1 煤回风大巷联系，从而形成充填工作面开采时的运输、辅运及通风系统。

3. 开采煤层和可采范围

根据矿山实际情况了解到，4-2 中煤层为覆存于井田东部的零星可采薄煤层，储量较少，4-2 煤层分布在矿区内东部的工元洗煤厂下部，因工元洗煤厂具有独立的土地使用权（面积 0.056km²），且其大部分资源储量被地

表建构筑物压覆而无法开采，因此暂不对 4-2 煤层进行开采。

矿井后期辅助水平开采时，由于 6-1 中煤层可采区域位于井田东部边界附近，6-1 中煤层因为煤层厚度较薄（煤层厚度小于 1m），且被 F4 断层隔断，去除保护煤柱外，可采储量约为 110 万吨左右，可采区域形状不规则，正规工作面布置受限，开采区域距离 6-2 中煤层大巷较远，若回采的话，开拓巷道较长，综合考虑，开采不经济，故将 6-1 中煤层资源量暂列为次边际经济量，设计辅助水平仅开采 6-2 中煤层。矿井主水平 5-1 煤层综采工作面已开采完毕，正在进行充填开采。

因此本矿山实际开采的煤层为 3 层，分别为 3-1、5-1 和 6-2 中号煤层。

矿区范围内不开采区为工业场地、办公生活区、工元洗煤厂、东沟村、黄天棉图镇区。其中工业场地占地面积为 7.85hm^2 、办公生活区 1.26hm^2 、工元洗煤厂面积为 5.73hm^2 、东沟村占地面积为 36.36hm^2 、黄天棉图镇区 170.39hm^2 （工业场地 7.14hm^2 和办公生活区 1.26hm^2 在黄天棉图镇区内）以上不可采区面积共计为

$S=7.85+1.26+5.73+36.36+170.39-7.14-1.26=213.19\text{hm}^2$ （ 2.1319km^2 ）宏测煤矿矿区面积为 9.1610km^2 ，因此矿区内可采区面积为 7.0291km^2 。
（ $=9.1610-2.1319=7.0291\text{km}^2$ ）。

图 1-2 3-1 煤层工作面布置与储量估算范围叠合图

图 1-3 4-2 中煤资源储量估算范围

图 1-4 5-1 煤层工作面布置与储量估算范围叠合图

图 1-5 6-1 中煤资源储量估算范围

图 1-6 6-2 中煤层工作面布置与储量估算范围叠合图

3.水平划分

井田范围内从上至下含 3-1、4-2 中、5-1、6-1 中和 6-2 中煤层等 5 层可采煤层。全井田设一个主水平和一个辅助水平，主水平标高+1280m，开采 3-1 和 5-1 煤层；辅助水平标高+1245m，开采 6-2 中煤层。盘区内工作面开采顺序总体为由西向东，工作面内为后退式开采。

4.盘区划分及布置

全矿井划分为两个盘区，即一盘区和二盘区，开采顺序为一盘区——二盘区。将 3-1、5-1 煤层划分为一个盘区，作为一盘区；6-2 中煤层划分为二盘区。

5.采区划分及开采顺序

矿井目前划分为 2 个盘区，3-1、5-1 煤层划分为一盘区；6-2 中煤层划分为二盘区。目前井下一盘区 5-1 煤充填开采和二盘区 6-2 煤同期开采。有压茬区域的煤层自上而下回采资源。

6.开拓方式

采煤工作面采用长壁后退式采煤法，采煤工艺为综合机械化开采，全部跨落法管理顶板。掘进工作面均采用综掘工艺。3-1 煤层综采工作面已于 2015 年 12 月回采完毕、5-1 煤层综采工作面已于 2023 年 5 月回采完毕，设备已全部回撤升井。目前，矿井 5-1 煤层剩余边角资源采用充填开采，6-2 中煤层采用长壁综合机械化开采。

充填工作面：现进行 5102 充填工作面充填作业。

回采工作面：现回采 6208 综采工作面。

掘进工作面：现掘进 6 煤集中运输大巷、6 煤集中辅运大巷、6 煤集中回风大巷。

7.井筒布置

根据开拓部署，利用矿井现有 3 条井筒，即主斜井、副斜井及回风立井，3 条井筒均位于工业场地内，分述如下：

(1) 主斜井：坡度 16° ，斜长 430m，方位角 115° ，净宽 4m，净高 3.4m，净断面积 11.9m^2 ，半圆拱断面，表土段混凝土砌碇支护，基岩段锚喷支护。安装带宽 1000mm 的胶带输送机，担负煤炭提升任务。井筒内敷设排水、消防洒水、压风管路及通信、动力、监控电缆等，设行人台阶、扶手，兼作进风井和安全出口。

(2) 副斜井：倾角 6° ，延深段斜长 893m，直墙半圆拱断面，净宽 4.2m，净断面 14.3m^2 ，表土段混凝土砌碇支护，基岩段锚喷支护。采用防爆无轨胶轮车提升，担负全矿井材料、设备和人员运输任务。井筒内敷设消防洒水管路、通信电缆等，兼作进风井和安全出口。

(3) 回风斜井：倾角 25° ，斜长 197m，直墙半圆拱断面，净宽 3.5m，净断面 10.1m^2 ，表土段混凝土砌碇支护，基岩段锚喷支护。井筒内敷设灌浆管路，设行人台阶及扶手，兼作回风和安全出口。

8. 巷道布置

沿 3-1、5-1、6-2 中煤层分别布置有运输大巷、辅运大巷、回风大巷，分别与主斜井、副斜井、回风斜井连通，构成矿井主、辅运输及回风系统。

矿井在井田中部偏南沿 5-1 煤层东西向布置有 5-1 煤运输大巷、辅运大巷、回风大巷，5-1 煤辅运大巷、回风大巷分别与副斜井、回风斜井连通，5-1 煤运输大巷与主斜井通过 5 煤煤仓和通风联巷连通，三条大巷均沿煤层底板布置，大巷间距 35m。

充填开采系统设计充分利用已有 5-1 煤大巷；井下充填工作面共布置 3 条顺槽，均沿 5-1 煤层底板布置。工作面辅运顺槽与 5-1 煤辅运大巷联系；工作面运输顺槽与 5-1 煤辅运大巷和运输大巷直接搭接；工作面回风顺槽通过回风联巷与 5-1 煤回风大巷联系，从而形成充填工作面开采时的运输、

辅运及通风系统。

（四）充填开采

矿井工业场地压煤及综采无法回收的边角资源总量约 1186 万吨，残留煤剩余量较大，矿井选煤厂矸石年产量约 50 万吨，矸石存放困难，处理成本高，且存在地面环境污染问题，充填开采可以用煤矸石等固废置换井下煤炭资源，可大大消化矸石、粉煤灰等固体废弃物。基于上述分析。解放建构筑物煤柱残留煤资源，既能提高煤炭资源回收率，又能延长矿井服务年限，还可以大量消耗固体废物（煤矸石），因此矿井采用充填开采回收残留煤资源。根据《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿改建项目（新增充填开采工艺）初步设计》，充填开采具体情况如下：

1.主要内容

根据宏测煤矿采掘现状及井上下对照图，井田范围内地表建（构）筑物主要有：地面工业场地、地面 35kV 变电站，占地面积分别为 24.27 万 m²、0.37 万 m²，另有边角煤约 957 万 m²。根据实测，矿井地面压煤及综采不便于回收的边角资源总量约 1186 万吨，其中压覆资源量 229 万 t，边角资源量 957 万 t。充填开采设计井下在保留正规综采工作面生产系统的前提下，新增井下充填系统。

（1）设计生产能力

充填开采生产能力 60 万 t/a。

（2）充填开采区域

本次设计圈定可进行充填开采的煤层有 3-1 和 5-1 煤层，可进行充填开采的区域主要有：西沟村庄住户压煤区域、东沟村庄住户压煤区域、3-1 煤大巷可回收区域、5-1 煤大巷可回收区域、矿井工业场地及黄天棉图镇区压煤区域、蔬菜大棚及宏测宿舍楼压煤区域、大元洗煤厂压煤区域。

宏测煤矿充填开采区域主要包含 2 部分资源储量，一部分为井下可回

收大巷及无法回收的部分边角煤资源，一部分为保护地表建筑物安全，按照《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》留设的保护煤柱资源储量。

设计拟采用条带膏体充填回收的区域中地面建构筑物有西沟村庄住户压煤区域、东沟村庄住户民房、矿井工业场地及黄天棉图镇区、蔬菜大棚及宏测宿舍楼、大元洗煤厂等。

3-1 煤层充填开采区域：宏测煤矿 3-1 煤层可进行充填开采的区域划分为 3 块区域，第一部分为井田西北部东沟村庄住户压煤区域，第二部分为井田西南部矿井工业场地及黄天棉图镇区压煤区域，第三部分为 3-1 煤层大巷可回收区域。

5-1 煤层充填开采区域：宏测煤矿 5-1 煤层可进行充填开采的区域划分为 5 块区域，第一部分为井田中南部宏测宿舍楼及蔬菜大棚压煤区域，第二部分为井田西北部东沟村庄住户压煤区域，第三部分为井田东部大元洗煤厂压煤区域，第四部分为井田西南部矿井工业场地及黄天棉图镇区压煤区域，第五部分为 5-1 煤层大巷可回收区域。

3-1、5-1 煤层充填开采区域范围划分见图 1-7。

图 1-7 3-1、5-1 煤层充填开采区域范围

(3) 井田开拓

设计利用已形成的开拓部署，并新增充填开采系统。矿井水平划分、盘区划分、开拓巷道布置均利用已有。

(4) 井下开采

已有综采工作面及掘进工作面维持已有设计（根据矿井生产接续及本项目建设工期，预计本项目移交时 4-1 煤回采 4112 综采面、5-1 煤回采 5109 综采面，另外各煤层各布置 2 个顺槽综掘面）。本次设计移交生产时，在 5-1 煤新增 1 个充填开采工作面 CT5101 工作面。工作面内先利用 1 台综掘机掘进支巷（割顶煤），支巷贯通后再增加 1 台综掘机割底煤，同时对已采完的支巷进行隔离、充填，实现采充平行作业。待综采工作面变为 1 个后，再新增 1 个充填开采工作面，即全矿最多布置 2 个充填开采工作面。

(5) 充填开采生产能力

设计充填开采生产能力为 0.60Mt/a。

(6) 充填开采服务年限

根据《充填开采初步设计》，利用各充填开采区域及周边钻孔揭露煤层厚度对各充填开采分区资源储量共赋存残煤 25.8384Mt。条带膏体充填工艺中厚及厚煤层煤炭资源采区采出率基本达到 88%以上，本次设计煤炭资源采区采出率按 88%对压覆资源可采储量进行计算，设计充填开采区域总计可回收煤炭资源储量 22.7378Mt。各压覆区域设计可采储量见表 1-3。

表 1-3 设计充填开采区块地质资源储量估算表

煤层	区块	面积 (m ²)	煤厚 (m)	容重 (t/m ³)	地质储量 (Mt)
3-1 煤	1#	***	***	***	***
	2#	***	***	***	***
	3#	***	***	***	***
	小计	***	***	***	***
5-1 煤	1#	***	***	***	***
	2#	***	***	***	***
	3#	***	***	***	***
	4#	***	***	***	***

	5#	***	***	***	***
	小计	***	***	***	***
合计		***	***	***	***

表 1-4 各充填开采区块可采储量表

煤层	区块	地质储量 (Mt)	采出率	可采储量 (Mt)
3-1 煤	1#	***	***	***
	2#	***	***	***
	3#	***	***	***
	小计	***	***	***
5-1 煤	1#	***	***	***
	2#	***	***	***
	3#	***	***	***
	4#	***	***	***
	5#	***	***	***
	小计	***	***	***
合计		***	***	***

充填开采生产能力暂按 0.60Mt/a 考虑。

$$T = \frac{Z}{A \bullet K}$$

式中：T—充填开采服务年限，a；

Q—充填开采区域可采储量，***；

A—充填开采设计生产能力，***；

K—储量备用系数，取 1.3。

$$T=22.7378 \div (0.60 \times 1.3) = ***$$

经计算，设计充填开采服务年限为***，其中首采工作面服务年限为***。

(7) 充填工艺

设计在工业场地内新建充填站一座，主要包括矸石骨料制备系统、配比搅拌泵送系统两大部分。矸石骨料制备系统制备的矸石与膏体通过配比搅拌系统搅拌均匀后利用膏体充填泵加压后经钻孔输送至井下支巷充填工作面。

设计采用单元密实充填法充填，使用连续采煤机或者综掘机每采完一

个适当长度和适当宽度的窄条带，在形成的窄条带两端头用移动式隔离装置将开采后的采空区封闭，再用膏体材料充满该采空区。采完一个条带，间隔一定宽度的煤柱再开采下一个条带并充填，当完成一轮开采后再返回到起点处对剩余煤柱实施下一轮开采并充填，直至采出所有煤炭资源。

充填工作面由南向北依次开采各支巷，设计回采时采用跳采间隔充填的方式，即采一留二，待已采支巷充填完毕充填物稳定后（凝固期一个月），再由南向北开采偶数支巷（即奇数支巷间留设的煤柱），直到整个工作面回采充填完毕。

考虑到 5-1 煤岩体力学性质较强，设计各支巷回采时顶板采用锚杆支护，顶板破碎时采用锚网加强支护；为便于后期支巷煤柱的回收，各支巷两帮不支护。

（五）总平面布置

宏测煤矿根据实际情况，宏测煤矿矿山总平面布置由工业场地、办公生活区、采空塌陷区、火区排土场、高西沟排土场和矿区道路组成。矿区总平面布置示意图见图 1-13。

1.工业场地

工业场地位于井田西南部，占地面积为 9.8149hm^2 ，其中永久性用地面积为 5.33hm^2 （包括建构筑物面积为 0.40hm^2 ），工业场地内布置主、副、风井、洗煤厂和办公区等。

2.办公生活区

办公生活区位于工业场地的东南侧，占地面积 0.6166hm^2 ，主要包括：矿办公楼、职工宿舍、食堂、锅炉房等。

照片 1-1 工业场地
照片 1-2 办公生活区

3.矿区道路

矿区道路主要位于矿区内部，连接工业场地与神-公公路。长度约为100m，路宽约6~15m，主要为混凝土路面，占地面积0.2742hm²。

照片 1-3 入场道路

4.采空区

宏测煤矿采用井工开采，采用斜井单水平式开拓方式，采煤方法为长壁采煤法，采煤工艺为综采。工作面顶板管理方式为全部垮落法。矿山经过多年的开采，随着工作面的逐步推进，随即产生采空区，回采结束后，工作面顶板崩落，随即形成采空区，目前形成的采空区总面积为312.0467hm²，由采空区引发的现状塌陷区面积为312.0467hm²，已治理完成的塌陷区面积为301.9768hm²，未治理塌陷区为近期开采6-2中煤层的面积10.0699hm²，目前矿山企业正在对其塌陷区及塌陷裂缝进行治理。

5.高西沟排土场

在矿区内北部，存在一处外排土场，占地面积为74.59hm²，东西最长约1150m，南北最长约1270m，堆高60m，坡面角为25°。外排土场是由本矿北部相邻矿山准格尔旗聚鑫煤焦有限责任公司高西沟煤矿露天开采时排弃形成的，根据占地协议，高西沟煤矿负责此处外排土场的治理工作，目前外排土已排弃到界，并且已经治理并完成，并经过内蒙古自治区草原勘察规划院对现场进行勘测评估，现场勘察可确认临时占用的天然草原面积达到人工植被恢复标准。

（六）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

宏测煤矿采矿工程运营期产生的固体废物种类主要有煤矸石、锅炉灰渣、矿井水处理站污泥、生活污水处理站污泥、机修危废和生活垃圾。

（1）煤矸石

宏测煤矿掘进过程会产生少量掘进矸石不出井，用于充填废弃巷道

和采空区。洗煤厂洗选矸石，年产量 43 万 t/a，目前 5-1 煤正在进行膏体充填开采，洗选矸石作为充填材料回填采空区。

（2）锅炉灰渣

宏测煤矿锅炉灰渣排放量约 50t/a，在渣棚暂存后，全部交由鄂尔多斯市城市矿产研究开发有限公司处置。

（3）矿井水处理站污泥

矿井水处理站污泥产生量约为 20t/a，经站内污泥压滤机脱水至含水率低于 60%后，全部交由鄂尔多斯市城市矿产研究开发有限公司处置。鄂尔多斯市城市矿产研究开发有限公司是一家专注于城镇生活垃圾及有机固体废弃物资源化工程技术研发与应用的企业，主要从事生活垃圾及其它有机废弃物处理、工业废弃物循环利用。

（4）生活污水处理站污泥

生活污水处理站污泥产生量为 1.63t/a，经站内污泥压滤机脱水至含水率低于 60%后，全部交由鄂尔多斯市城市矿产研究开发有限公司处置。

（5）机修危废

机修危废产生量分别为：废机油 3t/a、废齿轮油 1t/a、废液压油 1t/a、废油桶 100 个。本项目工业场地内建有一座危废暂存库，占地面积 81.6m²，各危废均分类、分区域、单独暂存于矿区危废暂存库内，一年周转 2 次，废矿物油和废油桶委托准格尔旗豫蒙废旧金属回收有限责任公司处置。

（6）生活垃圾

宏测煤矿生活垃圾排放量约 30t/a，垃圾箱收集后，定期交由内蒙古勇升物业服务有限公司处置。

项目固体废物的产生量及最终处理方式具体见表 1-5。

表 1-5 项目固体废物一览表

序号	污染源	固废名称	废物类别	产生量 (t/a)	处理方式及去向
1	矸石	掘进矸石	第 I 类	35000	不出井，用于充填废弃巷道和采空区。

		洗选矸石	一般工业固废	430000	目前 5-1 煤井下正在进行膏体充填开采实施，作为充填材料回填采空区。
2	矿井水处理站	矿井水处理站污泥	第Ⅰ类一般工业固废	20	矿井水处理站污泥经站内污泥压滤机脱水至含水率低于 60% 后，全部交由鄂尔多斯市城市矿产研究开发有限公司处置。
3	生活污水处理站	生活污水处理站污泥	第Ⅰ类一般工业固废	1.63	生活污水处理站污泥经站内污泥压滤机脱水至含水率低于 60% 后，全部交由鄂尔多斯市城市矿产研究开发有限公司处置。
4	机修车间	废矿物油	危险废物	5	暂存于危废暂存库内，一年周转 2 次，委托准格尔旗豫蒙废旧金属回收有限责任公司处理。
		废油桶	危险废物	100 个	暂存于危废暂存库内，一年周转 2 次，委托准格尔旗豫蒙废旧金属回收有限责任公司处置。
5	员工生活	生活垃圾	生活垃圾	30	垃圾箱收集后，定期交由内蒙古勇升物业服务有限公司处置。

2. 废水

矿山现状及未来开采过程中产生的废水主要有矿井涌水、锅炉排污水、脱硫废水和生活污水。

（1）矿井涌水

根据矿方 2022—2025 年疏干水台账，2022 年至 2025 年矿井涌水量在 42.4~98.53m³/h 之间，最大涌水量 98.53m³/h（2024 年 2 月），预测井下正常涌水量为 63m³/h，现状在工业场地西北侧已建一座矿井水处理站，处理规模为 100m³/h，采用“混凝+沉淀+过滤+消毒”的矿井水处理系统，处理后回用于井下生产、消防和配套选煤厂用水。

（2）生活污水

生活污水产生量为 40m³/d（14600m³/a），经一座处理能力为 100m³/d 生活污水处理站处理，采用地埋式一体化污水处理设施，处理工艺为“厌氧+好氧+MBR 膜处理”，出水用于洗煤厂生产用水，不外排。

三、灭火工程

矿井内存在火区治理遗留的回填区域，1、2、4 号火区着火煤层为 2-2 煤层，3、5、6 号火区着火煤层为 3-1 煤层；8、9、10、11、12、13、14 号火区，燃烧煤层均为 3-1 煤层。13 个火区划分为 7 个治理区，实际剥挖

治理面积（地表）1.7025km²，治理深度最大约 70m；现形成火区排土场的面积为 167.0509hm²，灭火区已经进行了治理，于 2020 年通过验收，种植了沙柳网格草方格沙障，灭火工程已通过验收且分属主管部门不同，不纳入本方案。

照片 1-4 已治理的灭火区	照片 1-5 已治理的灭火区
照片 1-6 已治理的灭火区	

图 1-8 火区治理后、高西沟排土场分布图

四、矿山开采现状

宏测煤矿于 2013 年正式开采，矿山一直处于正常开采中，经过多年的开采，目前矿山在井田范围内共有 2 层剩余主要可采煤层，分别为 5-1 和 6-2 中煤层，5-1 综采工作面已开采完毕，目前正在开采 5-1 号煤层的 5102 充填工作面和 6-2 中煤层的 6208 工作面。经过多年的开采，现状下矿山已形成工业场地，办公生活区、采空塌陷区和矿区道路组成。

（一）采空区

目前，井下布置 2 个采煤工作面，即 5102 充填式开采工作面、6208 综采工作面。矿井采煤工作面采用长壁后退式采煤法，综采采煤工艺为大采高一次采全高综合机械化开采，全部垮落法管理顶板；充填式采煤工艺为充填采煤法。矿井投产至今开采 3-1、5-1、6-2 中煤层。

据现状调查，矿山开采 3-1 号煤层形成 3101、3102、3103、3104、3105、

3106、3107、3108、3109 等 9 个工作面，共计采空区面积为 117.7704hm²，采空厚度为 1.30~4.78m，平均厚度 3.04m。

矿山在 2011 年 9 月至 2018 年 3 月已经对 5101~5105 和 5110、5111、5114 工作面进行了治理并通过了验收，在 2018 年 4 月至 2026 年 3 月对 5106、5107、5113、5114、5115、5116、5117、5109、5018、5112、5119、5120、5121、5122、5123 共 15 个工作面进行了治理，未验收，5-1 煤采高为 4.90~5.81m。矿山在 2024 年初至 2026 年 4 月已经对 6201、6202、6209 工作面进行了开采，其中 6201、6202 已进行了治理，未验收，6209 未沉稳故未进行治理，面积为 10.0699hm²，采空区面积为 88.3274hm²，6-2 煤采高为 1.3~2.62m。

其中 5101、5102 工作面和 6201、6202 工作面重叠，6209 部分工作面与 5111 工作面部分为重复开采区域，形成采空区地表投影面积为 444.5212hm²（未验收面积 223.7193hm²）。

充填式开采工作面 1 个，即 5101 充填式开采工作面。

采空区裂缝见照片 1-4、1-5；采空区面积统计表见表 1-6；各煤层采空区分布范围见图 1-11、1-12、1-13、1-14。

表 1-6 采空区面积统计表（不含已治理验收）

煤层编号	采空区面积（hm ² ）	
	单层面积	合并范围
5-1 号煤层	223.7193	无重叠范围
6-2 中煤层	88.3274	
采空区地表投影面积总计	312.0467	注 5、6 号煤层投影面积不重叠

现场实地调查，采空区地面塌陷主要表现为塌陷裂缝，这些区域的裂缝大致平行分布，走向与工作面推进方向垂直，裂缝区主要分布于重复采动的工作面切眼、停采线及顺槽煤柱上方，经调查，切眼等部位的裂缝宽度普遍小于 10cm，个别裂缝的宽度在 20~30cm，其可见深度 0.5~1m，裂

缝区偶尔会有台阶式离层错动现象，错落高度 0.1~0.5m，现状塌陷裂缝带面积约占采空区面积的 15%。

图 1-9 3-1 煤层采空区分布示意图（全部验收）

图 1-10 5-1 号煤层采空区分布示意图

图 1-11 6-2 中煤层采空区分布示意图

图 1-12 采空区叠合示意图（不含已治理验收区域）

照片 1-4 采空区地表塌陷裂缝	照片 1-5 采空区地表塌陷裂缝

（二）工业场地

工业场地位于井田西南部，占地面积为 9.8149hm^2 ，工业场地内布置主、副、风井、洗煤厂和办公区等。本煤矿经过多年生产建设，工业场地地表生产系统已较为完善，工业场地内生产及办公厂房均为砖混结构的房屋及二层楼房，工业场地场区地面及进场道路均已硬化，在场地周边区域已经种树绿化，四周已设置防风抑尘网，并设置了标识牌。

（三）矿区道路

矿区道路主要位于矿区内部，连接工业场地与神-公公路。长度约为 100m ，路宽约 $6\sim 15\text{m}$ ，主要为混凝土路面，占地面积 0.2742hm^2 。

图 1-13 宏测煤矿开采现状正射影像图

四、未来五年开采计划

根据矿方提供的未来开采计划，本方案采矿证有效期五年内主要开采 6-2 号煤层 6208（2026.5-2026.8）、6203（2026.9-2027.2）、6204（2027.3-2027.11）、6205（2027.12-2028.11）、6206（2029.1-2029.4）、6207（2029.5-2030.4）、6208（2030.5-2030.12）工作面，6-2 煤采空面积 209.3076hm²；5-1 号煤层 CT5102、CT5103、CT5104 工作面，5-1 充填工作面采空面积 71.8821hm²。

未来五年工作面开采接续计划详见表 1-9、图 1-14、图 1-15。

表 1-9 矿井未来五年（2026.5-2030.12）工作面开采接续计划表

年度 (回采时间)	开采时 限(年)	煤层 编号	开采工作面	开采面积(hm ²)	备注
第一年	2026.5- 2027.4	6-2	6208、6203、6204 北	40.8542 (12.5261、25.1404 3.1874)	
第二年	2027.5- 2028.4	6-2	6204 南、6205 北	40.2633 (26.0492、14.2141)	
第三年	2028.5- 2029.4	6-2	6205 南、6206 北	50.6972 (34.8162、15.8810)	
第四年	2029.5- 2030.4	6-2	6206 南、6207 北	50.6586 (22.9604、27.6982)	
第五年	2030.5- 2030.12	6-2	6207 南、6208 北	26.8476 (4.0649、22.7827)	2030.12 综采结束
综采工作面合计				209.3076	
充填工作面合计				71.8851	
总计				281.1927	

图 1-14 未来五年综采工作面接续图

图 1-15 未来五年充填工作面接续图

第二章 矿区基础信息

第一节 矿区自然条件

一、气象

矿山所在地区属半干旱、温带大陆性气候，降水稀少，蒸发强烈。冬季严寒而漫长，夏季炎热而短暂，昼夜温差大，春季多风。根据东胜国家气象站 2000- 2025 年 26 年观测资料，多年平均年降水量 372 mm；统计时段内最大年降水量 847 mm（2025 年，极端丰水年），最小年降水量 186.2 mm（2005 年）；降水年际变化悬殊，最大年降水量约为最小年的 4.6 倍，6- 9 月降水占全年 70%左右。年总蒸发量 1824.7~2204.6mm，是降水量的 5~8 倍。本地区无霜期约 150 天，初霜日为每年 9 月 30 日左右，积雪厚度 20~150mm。区内受季风影响，冬春季多风，风速一般 16~20m/s，年最大风速 40m/s。

二、水文

矿区内发育有石灰川沟支流及东、西黄天眠兔沟，上述沟谷汇于矿井内南部的石灰川沟，均为季节性河流，旱季干涸无水，雨后可形成短暂洪流。矿井内无水库、湖泊等地表水体，无常年地表流水。

二、地形地貌

1.地形

矿区位于鄂尔多斯高原东部，井田内树枝状冲沟十分发育，形成沟壑纵横、沟深壁陡、地形切割强烈，基岩裸露，支离破碎的复杂地形，矿井地形总体呈北西高南东低。最高点位于矿井西北角附近，最低点位于矿井内石灰川下游。海拔标高 1441.5~1355.0m，相对高差 86.5m 左右。

2.地貌

根据矿区地貌形态特征，将矿区划分为丘陵和沟谷地貌类型。

（1）丘陵

丘顶浑圆，坡面较缓，坡角一般在 $15\sim 25^{\circ}$ ，一般相对高差 $10\sim 30\text{m}$ 。丘间为宽而浅的洼地，洼地内被第四系上更新统马兰黄土覆盖。植被发育一般，丘顶有基岩裸露。见照片 2-1。

（2）沟谷

由于流水的长期溯源侵蚀作用，使矿区内沟谷发育，切割较深，沟谷两侧基岩裸露，谷底为第四系冲洪积砂砾石。沟谷上游断面呈“V”型，下游呈“U”型。根据钻孔揭露，基岩风化带深度一般 $20\sim 30\text{m}$ 左右，在地形低洼处风化带较浅，在高地基岩出露处风化带相对较深。区内主要沟谷为石灰川及西南部的黄天棉图沟。见照片 2-2。

另外，随着 2008~2020 年火区治理项目的实施，原始地貌发生了变化，治理区采用剥离物回填、碾压夯实、地表平整、覆盖表土的治理工艺。见照片 2-3、2-4。

照片 2-1 丘陵	照片 2-2 沟谷
照片 2-3 人工地貌	照片 2-4 人工地貌

图 2-1 矿井现状地形地貌航拍图

三、土壤

（一）土壤类型

由于受气候、地形、植被等因素的影响，矿区分布有地带性土壤和区域性土壤，修复区土壤类型以栗钙土为主，部分地段有风沙土，颗粒均匀，粘粒含量低，胶结力弱，抗蚀能力差。土壤和粗骨土。土壤总的状况是：基质沙性大，肥力不足，属低肥力土壤。

1. 栗钙土

栗钙土属于地带性土壤，在矿区范围内广泛分布。其成土母质多为侏

罗、白垩系砂岩、砂砾岩、泥质砂岩残坡积物、洪积物及黄土、红土母质。栗钙土所处地带的植被属干旱草原类型，有耐旱、耐贫瘠多年生的草本组成。植被的生长盖度和产量较低、草场退化严重。本区栗钙土的形成过程有腐殖质积累过程和碳酸钙的淀积过程，其主要特点是：土层较厚，平均 50~150cm，腐殖质层厚 15~40cm，平均厚度 31cm，有机质含量 20.9g/kg，碳酸钙含量 37.6g/kg，pH 值为 7.8~8.7。

2.风沙土

风沙土是在风成砂性母质上发育的土壤，它在区内分布在沟谷阶地及部分背风坡面上，分布面积较小。但由于本区风速较高达 3~4m/s，沙暴日数多，加上降水集中的特点，本区下伏岩多为白垩系、新近系砂岩、砂砾岩及泥质砂岩组成，极易风化，在风的不断搬运、堆积和河流的冲洪积作用下，随时都可以形成风沙土。地表植被稀少，覆盖度 10%~20%。

（二）土体构型

根据实地观察，栗钙土土体厚度 50~150cm，表土层厚度 10~25cm，心土层厚度 25~60cm，母质层厚度 60~150cm。

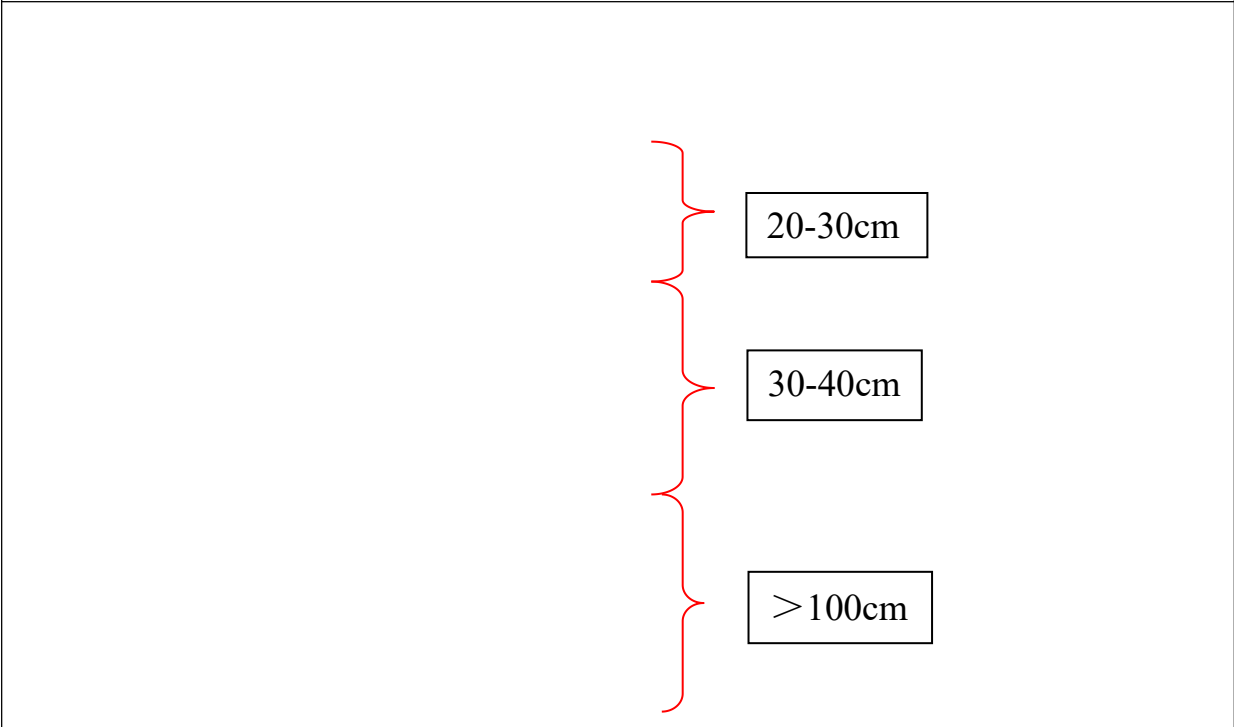
表土层（Ah 层）：厚度 10~25cm，表层钙积层因碳酸钙聚集常显灰白色或浅灰色，向下逐渐过渡为灰褐色或浅棕色，有机质积累明显，以砂壤土或轻壤土为主，块状或柱状结构，钙积层因盐类胶结作用更明显。心土层（Bk 层）：厚度 25~60cm，以砂壤土或轻壤土为主，块状或柱状结构，碳酸钙含量显著增加，常形成结皮或硬块，质地较紧实，植物根系稀少。部分区域含砾石，通气透水性较好。

母质层（C 层）：因母质类型而异，洪积、坡积母质多砾石，石块腹面常有石灰膜；残积母质呈杂色斑纹，有石灰淀积物；风积及黄土母质较疏松均一，后者有石灰质。结构松散，碳酸钙含量逐渐减少。

矿区土壤剖面见照片 2-5、2-6、2-7。



照片 2-5 栗钙土土壤剖面



照片 2-6 林地土壤剖面



照片 2-7 风沙土土壤剖面

3.土壤环境质量

本次调查共取 5 个土壤样点，编号分别为 1#、2#、3#、4#、5#。样点布设涵盖耕地、林地、草地、采矿用地等地类。取样深度为 0~20cm，具体位置见表 2-1。

表 2-1 土壤取样点一览表

序号	编号	X	Y	备注
1	1#	***	***	旱地
2	2#	***	***	林地
3	3#	***	***	草地
4	4#	***	***	塌陷区
5	5#	***	***	复垦区

图 2-10 土壤检测点分布图

(1) 农用地

根据 564T-01-01—564T-05-01 共 5 个土壤样品检测结果统计(见附件)，农用地土壤有机质含量 6.32~8.59%，平均 7.47%；pH 值 8.08~8.37，平均 8.23；全氮含量 105~159mg/kg，平均 128mg/kg；有效磷含量 2.63~3.65mg/kg，平均 3.13mg/kg；速效钾 47.3~56.7mg/kg，平均 51.02mg/kg；水溶性盐总量 0.086%~0.129%，平均 0.068%。钾较丰富，氮磷贫乏，需依赖施肥补充。

表 2-2 土壤样品检测结果统测表

	具体指标	单位	1#（旱地）	2#（林地）	3#（草地）	4#（塌陷区）	5#（复垦区）
			564T-01-01	564T-02-01	564T-03-01	564T-04-01	564T-05-01
指标类型	有机质	%	6.32	8.59	7.62	7.69	7.14
	水溶性盐总量	%	0.086	0.024	0.044	0.055	0.129
	全氮	mg/kg	124	105	135	159	115
	有效磷	mg/kg	3.00	3.65	3.34	3.05	2.63
	速效钾	mg/kg	51.0	47.3	48.6	51.5	56.7

4.土壤侵蚀状况

查阅相关资料并结合现场调查，生态修复区地处黄土高原向内蒙古高原过渡地带，属干旱半干旱区，沙质土壤易受风蚀，局部存在沙化风险。受水力侵蚀和降水时空分布不均等影响，丘陵沟壑区因降水集中、地表裸露，冲沟发育显著，造成地形破碎，植被覆盖率较低（约 40%~60%）。加之该地区煤炭开采、厂区和道路建设等活动可能局部加重水土流失，致使该地区土壤侵蚀模数有所上升，典型区域土壤侵蚀模数约为 500~1000t/km²·a。但近年来，随着矿山生态修复力度加大，土壤侵蚀状况逐步得到改善。

五、植被

内蒙古自治区人民政府于 2009 年 8 月 20 日发布了《内蒙古重点保护草原野生植物名录》，共包括 131 种重点保护植物，经核对井田内不涉及不涉及国家保护植物、自治区保护植物。

（一）植被现状

1.天然植被

矿区植被属温带草原植被。由于历史上的大量开采与畜牧业的强度利用，自然植被几乎损毁无遗，植被稀疏低矮，植物种类比较贫乏，土地趋于沙化。只有在黄土丘陵区坡度较大的坡顶或侵蚀沟壑内残存着少量的自然植被（典型草原）的痕迹。同时受非地带性生态环境的影响，植物种类单一。其地带性植被为典型草原植被，平均盖度 50%，最高 75%，群落高度多在 10~20cm 左右，个别群落高度达 60cm，主要建群及优势植物种为本氏针茅，百里香、沙蒿、沙打旺、柠条、紫花苜蓿、白花、草木樨、沙棘及杨树、柳树、油松等。

照片 2-8 紫花苜蓿	照片 2-9 沙蒿
照片 2-10 针茅	

2.人工植被

人工植被主要有农田植被、人工林地、人工草地。农田植被主要为农作物，以玉米、向日葵等为主；人工林地多是防护林，以杨树、榆树、柳树、油松等为主，灌木林主要以沙柳、柠条为主；人工草地主要植被类型以羊草、紫花苜蓿、草木樨、沙打旺等为主。

近年来随着矿山地质环境治理和生态修复工程的实施，人工植被经过长期的自然选择和人工栽培，在当地均长势良好。

矿区植被类型分布见照片 2-11~2-15。

照片 2-15 樟子松	
照片 2-12 杨树	
照片 2-13 杨树	

照片 2-14 榆树	照片 2-15 柳树

第二节 社会经济概况

一、准格尔旗社会经济概况

依据《准格尔旗国土空间总体规划（2021-2035 年）》旗县级主体功能划分管控要求，准格尔旗属于复合型区域（以国家级能源保障城市化发展区域、重点生态功能复合管控区为主），旗域统筹城镇开发、能源产业、生态保护协同管控。准格尔旗位于内蒙古自治区西部、鄂尔多斯市东部，地处晋陕蒙三省交界、黄河“几字弯”腹地，是呼包鄂榆城市群重要节点县域、国家重要能源保供基地，总面积 7692km²，辖 7 个镇、2 个乡、1 个苏木、4 个街道办事处、158 个嘎查村、44 个社区。全旗常住人口约 36.84 万人，汉、蒙古、回、满等 29 个民族聚居。准格尔旗矿产资源禀赋优越，储量最多的是煤炭，已探明煤炭储量 582 亿吨，含煤面积广阔，同时富集高岭土、石灰石、石英砂、油页岩等非金属矿产资源，风光新能源资源丰富。

根据《准格尔旗 2023 年国民经济和社会发展统计公报》，2023 年地区生产总值 1400.26 亿元，同比增长 9.7%，三次产业结构 1.3:77.7:21.0；第一产业增加值 18.42 亿元，同比增长 4.7%；第二产业增加值 1088.08 亿元，同比增长 11.2%，工业作为主体支撑产业，建筑业配套发展；第三产业增加值 293.76 亿元，同比增长 6.7%。

根据《准格尔旗 2024 年国民经济和社会发展统计公报》，2024 年地区生产总值 1600.37 亿元，同比增长 5.2%，三次产业结构 1.3:81.2:17.5；第一产业增加值 19.87 亿元，同比增长 5.7%；第二产业增加值 1300.10 亿元，同比增长 5.4%，工业作为主体支撑产业，建筑业配套发展；第三产业增加值 280.39 亿元，同比增长 4.8%。

根据《准格尔旗 2025 年国民经济和社会发展统计公报》，2025 年准格尔旗实现地区生产总值 1530.72 亿元，按不变价格计算，同比增长 7.1%。分产业看，第一产业增加值 20.93 亿元，同比增长 5.1%；第二产业增加值 1221.82 亿元，同比增长 8.8%，其中工业作为主体支撑产业，建筑业配套发展；第三产业增加值 287.97 亿元，同比增长 2.2%。三次产业结构调整为 1.4:79.8:18.8。城乡居民人均可支配收入分别达到 66046 元、30135 元。

二、准格尔召镇社会经济概况

准格尔召镇隶属于内蒙古自治区鄂尔多斯市准格尔旗，地处旗境西部，毗邻东胜、康巴什，区位优势便捷；全镇总面积 474.2 平方公里，下辖 8 个行政村、1 个社区，常住人口约 1.06 万人，属典型资源型工矿乡镇，矿区面积占全域 75%。

境内煤炭资源富集，现有煤矿 25 座，煤炭核定总产能 4600 万吨，是重要煤炭保供单元。全镇构建“煤炭传统产业+风光新能源+现代农牧业+文旅康养”多元产业格局：依托采煤沉陷区、排土场推进矿山生态修复，发展牧光互补“板上发电、板下种养”模式，打造风光农牧林示范基地；

由全镇各村社联合组建集体经济公司，推行“矿山企业+村集体+农户”企地共建机制，实施万牛养殖等项目，拓宽群众增收渠道。

文化文旅资源突出，境内拥有国家重点文物保护单位、国家AAAA级景区准格尔召（西召），是鄂尔多斯保存最完整的藏传佛教召庙建筑群，联动农业生态园发展农文旅融合产业。

交通上公路路网畅通，可快速通达东胜、康巴什城区。民生配套持续完善，推进全域土地综合整治试点，统筹绿色矿山治理、水土保持与乡村建设。当前全镇以“生态立镇、产业强镇”为方向，破解产业单一问题，推动煤炭绿色转型、新能源开发、特色种养、召庙文旅协同发展，探索资源型乡镇“两山”转化路径；短板为产业对煤炭依赖度较高，生态修复治理任务较重，服务业规模有待持续壮大。

第三节 矿区地质环境背景

一、地层

(一) 区域地层

东胜煤田位于鄂尔多斯盆地北部，中晚古元代及古生代岩石地层区划属华北地层大区（V），晋冀鲁豫地层区鄂尔多斯地层分区（V₄⁴），东胜地层小区（V₄⁴⁻¹）。中生代地层区划属陕甘宁地层区（3）鄂尔多斯地层分区（3₁）。具体位置处于高头窑小区、乌审旗小区和准格尔旗～临县小区的交界地带。

东胜煤田是以三叠系上统延长组为沉积基底的侏罗纪早、中期沉积含煤建造，主要含煤地层为侏罗系中下统延安组（J_{1-2y}），上覆地层有侏罗系中统直罗组（J_{2z}）、安定组（J_{2a}），白垩系下统志丹群（K_{1zh}）、新近系上新统（N₂）和第四系（Q）。东胜煤田区域地层特征，见表 2-3。

表 2-3 东胜煤田区域地层表

系	统	组	厚度（m） 最小～最大	岩性描述
第四系	全新统	(Q _h)	0~25	为湖泊相沉积层、冲洪积层和风积层。
	上更新统	马兰组 (Q _{pm})	0~40	浅黄色含砂黄土，含钙质结核，具柱状节理不整合于一切地层之上。
新近系	上新统	(N ₂)	0~100	上部为红色、土黄色粘土及其胶结疏松的砂质泥岩，下部为灰黄、棕红、绿黄色砂岩、砾岩，夹有砂岩透镜体。不整合于一切老地层之上。
白垩系	下统	志丹群 (K _{1zh})	30~230	浅灰、灰绿、棕红、灰紫色泥岩、粉砂岩、砂质泥岩、细砂岩、中砂岩、粗砂岩、细砾岩、中夹薄层钙质细砂岩。斜层理发育，下部常见大型交错层理，与下伏地层呈不整合接触。
侏罗系	中统	安定组 (J _{2a})	10~80	浅灰、灰绿、黄紫褐色泥岩、砂质泥岩、中砂岩。含钙质结核。
		直罗组 (J _{2z})	1~278	灰白、灰黄、灰绿、紫红色泥岩、砂质泥岩、细砂岩、中砂岩、粗砂岩，下部夹薄煤层及油页岩，含 1 煤组，与下伏地层呈平行不整合。

	中下统	延安组 (J _{1-2y})	78~247	灰—灰白色砂岩，深灰色、灰黑色砂质泥岩，泥岩和煤。含 2、3、4、5、6、7 煤组。与下伏地层呈平行不整合接触。
	下统	富县组 (J _{1f})	110	上部为浅黄、灰绿、紫红色泥岩，夹砂岩，下部以砂岩为主，局部为砂岩与泥岩互层，底部为浅黄色砾岩。与下伏地层呈平行不整合。
三叠系	上统	延长组 (T _{3y})	35~312	黄、灰绿、紫、灰黑色块状中粗砂岩。夹灰黑、灰绿色泥岩和煤线。与下伏地层呈平等不整合接触。
	下统	二马营组 (T _{2er})	87~367	以灰绿色含砂砾岩、砾岩、紫色泥岩、粉砂岩为主。
此表依据原内蒙古煤田地质勘探公司 117 队 1990 年编制的东胜煤田地质图资料。				

(二) 矿区地层

矿区地层由老至新为：三叠系上统延长组 (T_{3y})，侏罗系中下统延安组 (J_{1-2y})，侏罗系中统直罗组 (J_{2z})、安定组 (J_{2a})，新近系上新统 (N₂) 及第四系 (Q)。现由老至新分述如下：

1. 三叠系上统延长组 (T_{3y})

含煤地层沉积基底，矿区内无出露，钻孔仅揭露其上部。据区域地层资料，厚度大于 100m，岩性上部为薄层杂色泥岩、砂质泥岩，下部以灰绿色中、粗粒砂岩为主，发育大型板状、槽状交错层理。

2. 侏罗系中下统延安组 (J_{1-2y})

为矿区主要含煤地层，出露于矿区周边的沟谷中，其岩性由一套砂岩、粉砂岩、泥岩、砂质粘土岩和煤层组成。根据岩性组合及含煤性自下而上分为一、二、三共 3 个岩段，现分述如下：

(1) 第一岩段 (J_{1-2y}¹)

由延安组底界至 5 煤组顶板，含 5、6、7 共 3 个煤组。该段岩石粒度由下至上逐渐变细，其岩性底部以灰白色中粗粒石英砂岩为主，局部地段含砾，砂岩分选好，石英含量高，为区域对比标志层；中上部为灰白色砂岩与深灰色粉砂岩、砂质泥岩互层，含大量植物化石碎片。矿区内地表未见出露，地层厚度约 85m，与下伏地层呈假整合接触。

(2) 第二岩段 (J_{1-2y}²)

由 5 煤组顶板粗砂岩至 3 煤组顶板砂岩底界。含 3、4 共 2 个煤组，其岩性为中、细粒砂岩，粉砂岩及砂质泥岩，局部含钙质泥岩，岩石成分主要为石英、长石，泥质胶结，一般较为松散。局部地段为钙质胶结，岩石风化后为球状。地层厚度约 78m，主要在矿区东部、东北部沟谷中出露，在矿区东部有少量出露，与下伏地层呈整合接触。

(3) 第三岩段 ($J_{1-2}y^3$)

由 3 煤组顶板粗砂岩至侏罗纪中统直罗组，含 2 煤组，其岩性为灰黄色厚层状粗~中砂岩。含铁质结，核局部地段含钙质。在 2 煤组顶部一般含一层灰白、白色高岭土质胶结的细-粉砂岩，局部相变为砂质粘土岩和粘土岩（为该岩段直接接触的上部地层），亦为确定 2 煤组层位的顶部标志层。出露范围基本同二岩段，地层厚度约 53m，与下伏地层呈整合接触。

3. 侏罗系中统直罗组 (J_2z)

矿区内连续出露。岩性主要为黄白、青灰色中、粗粒砂岩，局部夹粉砂岩、砂质泥岩及煤线，为 1 煤组层位。主要出露在井田东部，西部少量出露，地层厚度约 15m，与下伏地层呈假整合接触。

4. 侏罗系中统安定组 (J_2a)

矿区内连续出露。岩性主要为紫红色砂质泥岩、泥岩与灰绿色、灰白色砂岩互层，底部为厚层状灰黄色、灰白色中、粗粒砂岩，见铁质结核，含植物化石。地层厚度约 17m，主要出露在矿区西部，与下伏地层呈整合接触。

5. 新近系上新统 (N_2)

出露矿区内的平缓山顶，其岩性以黄色砂质泥岩、粘土，黄绿色砂岩及砾岩为主，具大型斜层理和交错层理。地层厚度约 15m。与下伏地层呈角度不整合接触。

6. 第四系 (Q)

矿区内出露的均为残坡积物及马兰组黄土，主要分布在山丘顶部及斜坡之上。

7. 烧变岩

煤层烧变区的分布严格受水系及地形控制，平面上基本沿沟谷两侧及高岗上呈带状或片状分布；在剖面上呈阶梯状向深部延伸；烧变岩带宽度因地而异，一般在缓坡地带煤层火烧延伸较大。

煤层的燃烧普遍引起顶板岩层烧变，对底板影响甚微。烧变岩层厚度不等。烧变岩可分为三类：第一类为类熔岩，岩石结构不仅完全改变，甚至被熔化为炉渣状，岩石坚硬而破碎，空洞及气孔发育，常呈陡崖。第二类为烧结岩，烧变程度仅次于前者，岩石呈砖红色，原岩结构隐约可见，裂隙发育，硬度大而脆，为很好的导水通道和储水体。第三类为烘烤岩，岩石仅轻微烧变，呈浅红、灰白色，沿其裂隙烘烤现象较为明显，煤层燃烧后的残留物可见灰白色粉末状灰烬和燃烧不完全的黑褐色粉末状的残留煤，这类残留煤宽度不大，工艺性能大为降低，无利用价值和开采意义。烧变岩区内有的单一煤层的火烧，也有多煤层的叠加火烧；一般煤层火烧带窄，下部煤层向里延伸比较窄，再加上火烧区普遍为第四系所覆盖，故其火烧边界是勘探中的一个复杂问题，原报告勘探使用探槽和钻孔控制相结合的方法进行火烧边界的圈定。宏测煤矿的地表常可见到煤层自燃后的残留物以及煤层的顶板火烧后形成的烧变岩，烧变岩的颜色为浅红、紫红或紫色，质硬且裂隙较发育，野外实见表现为：火烧程度轻者仍保留有原岩层的层理构造，而火烧程度重者则形成炉渣状岩块。

通过探槽与钻探施工基本控制了井田内的烧变岩范围。宏测煤矿地表烧变岩主要分布于中部 3-1 煤层露头部位，烧变严重地段多为熔融的团块状、炉渣状岩石。烧变程度轻微地段，只是岩层颜色发生变化，原生沉积构造均清晰可见。

二、地质构造

1.断层

根据宏测煤矿勘探报告，在矿区中部有 F4 正断层通过，断层线延长方向为 SE~NW 向，断层面倾向 SE30°，倾角 82°。断层上下盘出露地层为侏罗系中下统延安组第二岩段、第三岩段，断层延长 2700m 消失，断层落差 4.30~12.70m。断层使煤层的完整性受到不同程度的破坏，同时也使采区正常生产受到一定影响。

矿井生产至今，井下揭露 3 条断层，即 F2,3、F4-1、F5 断层，均为正断层，位于矿区西部，落差均<5m；工作面揭露断层情况，见表 2-4；矿区地质构造纲要，见图 2-2。

表 2-4 矿区内断层情况统计表

揭露煤层	断层编号	揭露地点（巷道左帮）	走向	倾向	倾角	落差	断层性质	揭露时间
5-1	F2,3	5101 运输顺槽里程 474m 处	100°3	10°39	6°	0.5m	正	2012.5.10
		5101 辅运顺槽里程 508m 处	9'25"	'25"				2012.6.5
		5102 运输顺槽里程 415m 处	101°3	10°39	8°	0.6m		2013.2.6
		5102 辅运顺槽里程 462m 处	9'55"	'55"				2013.2.8
		5104 运输顺槽里程 338m 处	101°3	10°39	9°	0.5m		2014.10.14
		5105 回风顺槽里程 331m 处	9'55"	'55"	9°	0.5m		2015.12.10
	F4-1	5101 运输顺槽里程 639m 处	147°9	57°9'	10°	0.5m	正断层	2012.9.8
		5101 辅运顺槽里程 1016m 处	'12"	12"				2012.7.11
		5102 运输顺槽里程 593m 处	103°3	13°34	52°	3.4m		2013.3.8
		5104 运输顺槽里程 338m 处	4'27"	'27"	30°	0.8m		2014.12.5
		5104 辅运顺槽里程 371m 处	4'27"	'27"				2014.12.18
		5105 回风顺槽里程 364m 处	103°3	13°34	30°	0.8m		2016.1.10
	F5	5101 运输顺槽里程 1042m 处	142°2	52°28	13°	2.0m	正断层	2012.11.19
		5101 辅运顺槽里程 1338m 处	8'45"	'45"				2012.9.19
		5102 运输顺槽里程 989m 处	100°1	10°10	45°	3.0m		2013.5.19
		5102 辅运顺槽里程 1033m 处	0'44"	'44"				2013.6.19
		5104 运输顺槽里程 875m 处	100°1	10°10	40°	4.0m		2015.4.19
		5105 回风顺槽里程 867m 处	0'44"	'44"	40°	4.0m		2016.3.14
6-2 中	F2,3	6201 运输顺槽里程 485m 处	100°3	10°39	6°	0.5m	正断层	2023.5.10
		6201 辅运顺槽里程 511m 处	9'25"	'25"				2023.6.5
		6202 运输顺槽里程 423m 处	101°3	10°39	8°	0.6m		2024.2.6
		6202 辅运顺槽里程 472m 处	9'55"	'55"				2024.2.8

	F4-1	6201 运输顺槽里程 644m 处	147°9	57°9'	10°	0.5m	正断层	2023.9.8
		6201 辅运顺槽里程 1025m 处	'12"	12"				2023.7.11
		6202 运输顺槽里程 602m 处	103°3	13°34'	52°	3.4m		2024.3.8
		6202 辅运顺槽里程 649m 处	4'27"	27"				2024.3.25
	F5	6201 运输顺槽里程 1054m 处	142°2	52°28'	13°	2.0m	正断层	2023.11.19
		6201 辅运顺槽里程 1349m 处	8'45"	45"			正断层	2023.9.9
		6202 运输顺槽里程 1022m 处	136°2	46°25'	11°	1.0m	正断层	2024.5.12
		6202 辅运顺槽里程 1049m 处	5'18"	18"			正断层	2024.5.8

图 2-2 矿区地质构造纲要图

2. 褶皱

矿区构造和铜匠川详查区构造的整体形态基本一致，总体为一向西南倾斜的单斜构造，岩煤层倾向 200~230°，倾角 1~2°。未发现对岩煤层具有较大破坏作用的紧密褶皱，但局部沿走向和倾向有微弱的宽缓波状起伏。

3. 岩浆岩

矿区范围内未发现岩浆岩侵入煤系地层现象。

4. 陷落柱

矿区范围内未发现岩溶陷落柱分布。

综上所述，综合评价矿区地质构造复杂程度属于简单型。

三、水文地质

（一）矿区水文地质条件

1. 矿区水文地质概况

矿区位于鄂尔多斯高原东北部，地形总体呈北西高南东低，海拔标高 1441.5~1355.0m，相对高差 86.5m 左右。最高点位于井田西北角附近，最低点位于井田内石灰川下游。矿区内切割强烈，沟谷纵横，为典型的侵蚀性丘陵地貌。

矿区内无水库、湖泊等地表水体，无常年地表径流。矿区内发育有石灰川沟支流、东黄天眠兔沟、西黄天眠兔沟，上述沟谷横断面常呈“U”字

型，形成陡峻的峡谷。雨季多暴发山洪，其流量大，时间短，水动力强，水土流失严重。

矿区所在地区属半干旱、半沙漠的高原大陆性气候，该地区降雨多集中在 7、8、9 三个月，占年总降水量的 60%~70%。年总蒸发量是降水量的 5~8 倍。

2. 含（隔）水层

依据煤矿以往有关地质报告以及 2024 年 12 月施工的 G1 号水文长观孔抽水试验资料，根据矿区内地下水的水力性质及赋存条件的不同，地下水可划分为两大类，即松散岩类孔隙潜水含水岩组和碎屑岩类孔隙、裂隙潜水—承压水含水岩组。现分述如下：

1. 松散岩类孔隙潜水含水岩组

（1）第四系冲洪积潜水含水层

主要分布于矿区内各沟谷底部，特别是石灰川沟、黄天眠兔沟底部，分布范围狭窄，面积较小，一般随着沟伸展方向呈条带状分布，厚度变化较大，最大厚度几米，薄者 1~2m 左右。含水层岩性以各粒级砂、砂砾石为主，其水位和水量受大气降水及地表径流影响较大。

（2）第四系残坡积潜水含水层

分布于矿区内东西两侧、山丘顶部及斜坡一带，分布零星且位置相对较高，属透水不含水层。

2. 碎屑岩类孔隙、裂隙潜水—承压水含水岩组

在区域上划分为五个含水层，其中第 I 含水层（N）、第 II 含水层（K_{1zh}）缺失，第一隔水层（J_{2a} 上部）缺失。矿区内仅存在 3 个含水段和 2 个隔水层。现分述如下：

（1）第 III 含水层（J_{2z}~J_{2a}）

岩性为灰白、灰绿、紫红色的中细粒砂岩，局部为含砾粗砂岩。据详

查区 800 号钻孔抽水试验资料，含水层厚度 63.77m，为孔隙裂隙承压水，水位标高 1321.84m，水位降深 24.82m，涌水量 $Q=0.548\text{L/s}$ 。单位涌水量 $q=0.0221\text{L/s}\cdot\text{m}$ ，渗透系数 $K=0.039\text{m/d}$ ，水温 13°C ，水化学类型为 $\text{Cl}\cdot\text{HCO}_3\text{-K}\cdot\text{Na}$ 型水，属弱富水性。

(2) 第IV含水层 ($J_{1-2}y$)

1) 侏罗系中下统延安组第三岩段 ($J_{1-2}y^3$) 裂隙水含水层

主要出露于矿区内各沟谷的较高处，为 3-1 煤组顶板直接充水含水层。上部岩性泥岩、砂质泥岩、粉砂岩居多，下部岩性以中粒砂岩为主。岩石结构致密，泥质含量高，裂隙发育较弱，地层厚度 0.00~81.95m。平均 42.69m。

含水层主要为基岩裂隙风化带和 2 煤组及 3-1 煤层顶板砂岩。由于受地貌条件的控制，汇水面积差异较大，因而其富水性在平面上均一性较差，钻孔钻进时常发生漏水现象。水质较好，水化学类型多为 $\text{HCO}_3\text{-Ca}\cdot\text{Na}$ 型水，矿化度 0.355~0.474g/L，属弱富水性。

2) 侏罗系中下统延安组第二岩段 ($J_{1-2}y^2$) 裂隙水含水层

出露于矿区沟谷两侧，岩性以中、细粒砂岩、粉砂岩、砂质泥岩为主。一般厚度 24.66~75.45m，平均厚度 63.79m。含水层主要为 4 煤组顶板粗粒砂岩及 5-1 煤层顶板砂岩含水层。其顶板砂岩局部裂隙十分发育，在钻孔钻进时常发生漏水现象。

根据 2021 年水文地质补充勘探施工的 G1 号钻孔延安组二岩段地层进行抽水试验结果，含水层厚度 26.41m，为弱孔隙裂隙潜水，水位标高 1331.58m，水位降深 26.07m，涌水量 $Q=0.039\text{L/s}$ 。单位涌水量 $q=0.00149\text{L/s}\cdot\text{m}$ ，渗透系数 $K=0.00358\text{m/d}$ ，水温 11°C ，属弱富水性。

根据 2024 年施工的新 G1 号钻孔延安组二岩段地层进行抽水试验结果，含水层厚度 26.41m，为孔隙裂隙潜水，水位标高 1331.18m，水位降深 12.83m，涌水量 $Q=0.019625\text{L/s}$ 。单位涌水量 $q=0.001527\text{L/s}\cdot\text{m}$ ，渗透系数

$K=0.00252\text{m/d}$ ，水温 11°C ，属弱富水性。

3) 侏罗系中下统延安组第一岩段 ($J_{1-2}y^1$) 裂隙水含水层

矿区内无出露，为 6-2 中煤层底板，该段一般厚度 $54.48\sim 137.68\text{m}$ ，平均厚度 75.12m 。含水层岩性主要为灰白色中、粗粒石英砂岩，一般厚度 50m ，裂隙不发育，岩芯整状。据邻区抽水试验资料，单位涌水量 $q=0.000532\text{L/s}\cdot\text{m}$ ，渗透系数 $K=0.0011\text{m/d}$ ，水化学类型为 $\text{Cl}\cdot\text{SO}_4\text{-Na}$ 型水，矿化度 0.987g/L ，属弱富水性。

根据 2021 年水文地质补充勘探施工的 G2 号钻孔延安组一岩段地层进行抽水试验：含水层厚度 24.16m ，为弱孔隙裂隙潜水，水位标高 1312.65m ，水位降深 30.53m ，涌水量 $Q=0.140\text{L/s}$ 。单位涌水量 $q=0.00459\text{L/s}\cdot\text{m}$ ，渗透系数 $K=0.016\text{m/d}$ ，水温 12.5°C ，属弱富水性。

(3) 第 V 含水层 ($J_{1-2}y^1\sim T_3y$)

含水层岩性以灰白色、灰绿色粗—细粒砂岩为主。据邻区资料，单位涌水量 $q=0.00467\text{L/s}\cdot\text{m}$ ，渗透系数 $K=0.00586\text{m/d}$ ，为孔隙裂隙承压水。水化学类型为 $\text{SO}_4\cdot\text{HCO}_3\text{-K}\cdot\text{Na}$ 型和 $\text{HCO}_3\cdot\text{SO}_4\cdot\text{Cl-K}\cdot\text{Na}$ 型水，矿化度 $1.283\sim 1.145\text{g/L}$ ，pH 值 $7.9\sim 8.3$ ，属弱富水性。

(4) 隔水层

1) 第二隔水层 (J_{2z} 下部 $\sim J_{1-2}y^3$ 上部)

岩性为砂质泥岩、砂质粘土岩、泥岩及粉砂岩，厚度 $2.51\sim 10.92\text{m}$ ，平均 5.45m 。属隔水性能相对较好的岩段。

2) 第三隔水层 (位于 6 煤组下部)

岩性以浅灰—深灰色砂质泥岩为主，厚度 $0.63\sim 7.08\text{m}$ ，平均 3.68m 。属隔水性较差的层位。

3. 烧变岩体的水文地质特征

矿区内火烧岩体主要为 2-2、3-1 煤层自燃所致，火烧岩孔隙、裂隙水，

实际属于煤系地层孔隙、裂隙水，煤层靠近地表部分发生自燃后，有机物燃烧逸散留下燃烧灰渣，形成很大空间，煤层顶底板由于烘烤、冷凝作用，节理、裂隙相当发育，构成地下水运动和储存的良好场所。该含水层补给来源广泛，有大气降水直接渗入补给，有第四系孔隙潜水的补给，还有煤系地层地下水的补给。火烧岩体裂隙、空洞十分发育，径流畅通。

矿区内烧变岩经 2009 年 5 月—2010 年 5 月、2011 年 10 月—2015 年 12 月、2020 年 7 月—2020 年 9 月等阶段火区治理工程项目的实施，烧变岩已被露天剥离。

3. 地下水补、径、排条件

(1) 潜水

矿区内潜水主要赋存于第四系冲洪积、残坡积层中。潜水分两种形式补给，一是受大气降水的直接补给，二是大气降水的间接补给。基岩潜水的补给一般以间接补给为主，但在基岩裸露区为直接补给。因而，潜水的补给方式是以垂向补给为主，在基岩覆盖区，局部为侧向补给。第四系松散层潜水径流，决定于地貌形态及地表的植被多少，而基岩潜水的径流，决定于裂隙的发育程度，分布于裂隙发育密集处，上覆岩层透水性好的部位，基岩潜水流经路径长，不完全按照地表形态流动，地下水流具有一定的方向性。井田内各大沟谷均为潜水的排泄点，各沟谷以及随地形相一致的洼地、冲沟等，既为矿区内的排泄点又为径流分布带，地表排泄区域明显。

(2) 承压水

矿区内承压水的补给受地质构造的控制。地下水的补给以侧向补给为主。承压水的补给区远，同区域补给构造相一致，由于矿区内水源补给不充沛，补给量小，相应的地下水补给量也小。承压含水层的径流，决定于地质构造、含水层的岩性及地下水动力条件。含水层分布较为分散，径流

条件差，地下水的运移速度慢，径流好、地下水流集中的部位，往往在含水岩性突变处，矿区内承压水一般沿地层走向径流即由南西向径流，但径流速度小，水力联系差，形成一个层状分布的径流体系。承压水仍以侧向径流排泄为主，也有人工挖井开采排泄及向潜水含水层排泄；另外，矿井疏干排水也是排泄的一种方式。

（二）矿区水文地质勘查类型

矿井内直接充水含水层和间接充水含水层的含水空间均以裂隙为主，以碎屑岩类裂隙承压水含水层为主。各含水层为弱富水性（ $q < 0.1 \text{L/s} \cdot \text{m}$ ）。补给源以贫乏的大气降水为主，侧向径流补给受含水层导水性限制，补给量不足。主要可采煤层虽然位于地下水位以下，但地下水径流缓慢，补给导水条件差。根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）的规定，在现有水文地质资料基础上，综合分析含水岩组的分布范围、富水性、补给条件，将矿区水文地质勘查类型划分为第二类第一型，即以裂隙水充水为主，水文地质条件简单的矿床。

根据 2024 年 4 月，内蒙古煤炭地质勘查（集团）一五一有限公司编制的《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司宏测煤矿水文地质类型报告》结论：按照分类依据“就高不就低”的原则，该矿井水文地质类型属中等类型。

（三）充水条件及充水因素

1. 充水水源

（1）大气降水

大气降水是矿区内地表水及地下水的主要补给来源，矿井充水直接或间接受到大气降水的影响，大气降水首先渗入地下，补给充水含水层，然后再涌入矿井，是一个间接的充水水源。大气降水对矿井生产的影响大小，取决于降水量的大小和充水含水层接受大气降水的条件。当煤层开采产生

的导水裂缝带影响到地表或在地表出露含水层时，大气降水将会对矿井充水造成影响，使矿井涌水量增大。

（2）地表水

矿区内无水库、湖泊等地表水体，无常年地表径流，地表无泥石流、滑坡等地质灾害。井田内发育有石灰川沟支流及东、西黄天眠兔沟，上述沟谷汇于矿区内南部的石灰川沟。矿区内地表水系不发育，均为季节性河流，旱季干涸无水，雨后可形成短暂洪流。

大气降水和地表水多以入渗形式补给松散层潜水，由于含煤地层中各含水层间的粉砂岩、泥岩、粘土岩均具有隔水性能，能有效地隔断了含水层间的水力联系。根据现场调查，现状地面塌陷区具体表现为在采空区周边伴随有地面裂缝，呈锯齿状折线延伸。需要说明的是，2008—2015 年期间进行回采 3-1 煤层、2013—2024 年期间进行回采 5-1 煤层，3-1、5-1 煤层已回采完毕。现矿井充填开采 5-1 煤层剩余边角资源、长壁综合机械化开采 6-2 中煤层。6-2 中煤层导水裂缝带未沟通到地表，且未沟通 5-1 煤层采空区。

另外，在矿区中西部存在 1 条无名季节性沟谷。根据矿方提供资料，该沟谷在雨季可能会对矿井井下生产活动造成潜在威胁，建议矿方在降水期加强对该沟谷地表巡视、井下涌水量观测等工作，以防止由此引发水害事故。

（2）地下水

矿区内地层为沉积碎屑岩，地下水的补给主要来自大气降水和上覆岩层的孔隙、裂隙水，煤系地层 J_{1-2y} 地层含水岩组是矿床充水的直接含水岩层。由于矿井开采多年，开采 6-2 中煤层以上所有含水层均受采掘破坏，所以 6-2 中煤层及其顶板以上所有含水层均为 6-2 中煤层的充水含水层，其中主要含水层为第Ⅲ含水层（ $J_{2z} \sim J_{2a}$ ）、第Ⅳ含水层（ J_{1-2y} ）、第Ⅴ含水

层 ($J_{1-2y1} \sim T_{3y}$)。根据本报告“主要含(隔)水层特征”可知,各含水层补给条件和径流条件较差,属弱富水性。

(3) 老空水

矿区内历史上存在几个生产小煤窑及废弃老窑,多分布于 3-1 煤层露头沟谷内,开拓方式为平硐、斜井,主要开采 3-1 煤层。根据 2020 年 12 月 9 日,宏测煤矿火区治理项目竣工验收委员会出具的《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿火区治理项目竣工验收报告书》,井田内原神峰陶瓷煤矿、成都军区八一煤矿、刘二仁煤矿、旧神峰一矿、哈拉庆煤矿的老采空区均已被露天剥挖;原大沟煤矿的老采空区部分被露天剥挖,剩余未剥挖区域位于未来 4 年开采范围之外,面积 0.25km^2 ;原宏测煤矿、黄三喇嘛煤矿、乡企站煤矿开采 3-1 煤层,其形成的采空区在宏测煤矿开采 5-1 煤层时部分区域已通过灾害治理方式进行露天剥挖,未露天剥挖治理区域位于井田中部,面积 1.20km^2 。根据 2024 年宏测煤矿综合物探勘查,3-1 煤层老窑采空区内无积水,对矿井生产无影响。

综上所述,矿井主要充水水源为地表水、地下水和老空水。其中地表水为矿井间接充水水源,地下水和老空水为矿井直接充水水源。

3. 充水通道

(1) 导水裂隙带

矿井现状及未来 4 年均充填开采 5-1 煤层剩余边角资源、长壁综合机械化开采 6-2 中煤层。由于 5-1 煤层采用充填式开采,故仅对 6-2 中煤层导水裂缝带高度计算。

在未来采矿过程中形成的冒落带、裂缝带,也是矿床充水的主要通道,由于煤层开采后将引起上覆岩层冒落所形成的冒落带及导水裂缝带,一旦延伸到上部含水层时,将使各含水层间发生水力联系。

6-2 中煤层厚度 $0.15 \sim 2.68\text{m}$,平均 1.12m 。顶板岩性为细砂岩和砂质

泥岩，底板岩性为砂质泥岩和粉砂岩。煤层顶底板岩石的力学强度较低，岩石以软弱岩石为主，遇水软化变形，甚至有崩解破坏现象。本次选用《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）附录 A 的表 A.1 中的公式进行计算导水裂缝带高度。

覆岩岩性			垮落带 m	导水裂缝带高度 m	
煤层倾角 (°)	岩石饱和单轴抗压强度 MPa	岩性		计算公式之一	计算公式之二
0~54	软弱 10~20	泥岩、泥质页岩	$H_m = \frac{100 \sum M}{6.2 \sum M + 32} \pm 1.5$	$H_h = \frac{100 \sum M}{3.1 \sum M + 5.0} \pm 4.0$	$H_h = 10\sqrt{\sum M} + 5$

(1) 6-2 中煤层垮落带

$$H_m = \frac{100 \times 1.6}{6.2 \times 1.6 + 32} + 1.5 = 5.32\text{m} \quad , \quad H_m = \frac{100 \times 2.68}{6.2 \times 2.68 + 32} + 1.5 = 7.01\text{m}$$

(2) 6-2 中煤层导水裂缝带

公式一：

$$H_h = \frac{100 \times 1.6}{3.1 \times 1.6 + 5.0} \pm 4.0 = 12.06 \sim 20.06\text{m} \quad , \quad H_h = \frac{100 \times 2.68}{3.1 \times 2.68 + 5.0} \pm 4.0 = 16.14 \sim 24.14\text{m}$$

公式二：

$$H_h = 10\sqrt{1.6} + 5 = 17.65\text{m} \quad , \quad H_h = 10\sqrt{2.68} + 5 = 21.37\text{m}$$

2024 年隐蔽致灾因素普查阶段施工 3 个“三带”观测孔，对宏测煤矿 6201 工作面进行“三带”观测，综合判定导水裂缝带高度 17.40m，裂采比 11.6。冒落带高度 3.8m，冒采比 2.53。

根据开采厚度计算开采过后导水裂缝带高度和垮落带高度，结合钻探实测数据，综合分析认为：未来 4 年开采区域内 6-2 中煤层埋藏深度 73.49~228.69m，平均 148.80m。确定开采 6-2 中煤层形成的导水裂缝带（包括最大冒落带）未切入地表；6-1 中煤层距 5-1 煤层平均 11.74m；6-2 中煤层距 6-1 中煤层平均 20.24m。导水裂缝带（包括最大冒落带）高度在开采 6-2 中煤层时未切入到 5-1 煤层采空区。

(2) 断层导水性

断层导水性包括两方面，其一是断层两盘含水层的水是否通过断层带

发生水平补给；其二是断层同一盘含水层地下水能否通过断层带或附近裂隙发生垂直补给。决定断层是否导水的主要因素是断层的力学性质、断层两盘含水层接触关系及断层带充填物的胶结程度。

矿区内断层不发育，目前发现有正断层 4 条。其中 F2,3、F4-1、F5 断层落差均 $<5\text{m}$ ，断层穿过的工作面已安全回采，以往掘进巷道穿过断层时未发现断层出水情况，各断层不富水、不导水；F4 断层落差 $>5\text{m}$ ，2024 年钻探工作针对 F4 断层进行抽水试验工作，通过构造水文孔进行对 J1-2y 抽水试验，含水性差、导水性差，且断层两侧 5-1 煤层工作面已实现安全回采；6-2 中煤层在断层及两侧均未布置工作面。

（3）地表裂缝导水性

矿区内沟谷较为发育，但这些沟谷均无常年地表径流，只有在雨季大雨过后会形成短暂而急促的洪水，在河床（沟谷）及周边有塌陷裂缝或地面塌陷的情况下可成为矿井的充水水源。因此，雨季洪水对采煤会产生一定的影响。

3-1、5-1 煤层埋深浅，回采后采空区顶板冒落带造成地面塌陷、塌陷裂缝，地表水可进入上述煤层采空区。矿井开采的 5-1 煤层上部存在 3-1 煤层采空工作面，开采 6 煤时，上部有 3、5 煤采空区，这些采空区可能通过导水裂隙带在雨季特别是洪水时期容易造成地表水溃入井下，从而发生突水事故。

（4）封闭不良钻孔

以往各勘查阶段施工的煤田孔或水文孔，均要求分段封闭，但往往钻孔施工完毕后可能存在个别钻孔因塌孔等原因，造成封孔质量差，未达到止水效果，受开采扰动影响，与某些含水层沟通成为导水途径。生产中要搜集相关资料，了解钻孔的封闭状况，在采掘过程中遇钻孔前，应做好探放水工作并制定安全技术措施，以防范钻孔导水。

4.充水强度

矿区内碎屑岩类含水层主要为侏罗系中下统延安组碎屑岩类裂隙含水层、三叠系上统延长组基底裂隙弱富水含水层。侏罗系中下统延安组碎屑岩类裂隙含水层为煤层回采时的直接充水水源，受采动破坏影响，在导水裂隙带的作用之下，不可避免地进入采掘空间，形成矿井正常涌水量，在正常情况下，可影响井下采掘环境，并不威胁矿井安全。其涌水形式包括顶板滴水、淋水。在矿井生产过程中，涌水量观测资料表明此部分水十分有限，对矿井威胁程度不大；三叠系上统延长组基底裂隙弱富水含水层为侏罗系地层的沉积基底，仅在钻孔中见到其顶部地层，该层段富水性弱，对矿井威胁程度甚微。

矿井的充水强度是由诸多自然因素决定的，这些因素既是综合分析矿井充水条件的主要因素，也是评价矿井水文地质条件复杂程度的重要依据。

（四）矿坑涌水量预测

根据《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿防治水“三区”管理报告》（2025.7），矿井开采 5-1、6-2 中煤层时，综合预测矿井正常涌水量 $63\text{m}^3/\text{h}$ ，最大涌水量 $95\text{m}^3/\text{h}$ 。

三、工程地质

（一）岩层物理力学性质、坚硬程度、软弱层的发育程度及分布规律

1.岩（土）体工程地质分类及特征

依据矿区内岩土体工程地质特征及成因，可将其划分为三大岩类、五大岩层组。见表 2-5。

表 2-5 岩（土）体工程地质分类表

工程地质分类	岩层组	自然抗压强度（MPa）	空间分布	岩体结构
土质岩类	沙土层组		广布地表，风积、冲积、湖积而成，以黄土层为主。	散体结构
软弱岩类	风化岩组		主要指直罗、安定组顶面岩层。	碎裂结构
	煤岩组	3.1~13.9	可采及不可采煤层。	层状结构

中硬岩类	粉砂岩、泥岩及互层岩组	10.70~49.60	主要指煤层直接顶、底板。	
	砂岩组	9.20~29.60	煤层基本顶及延安组各段中部、直罗、安定组底部。	块状结构

(1) 土层组

包括各种黄土、砂粘土。全区分布较广，最厚达 25.34m（775 号孔），平均厚度 8.52m，广露地表。

黄土受水流侵蚀作用，出露区冲沟发育，沟帮多见坍塌形成陡坡，沟头可见潜蚀现象。矿井内黄土为粉质粘土，夹有少量亚砂土。据邻区资料：空隙比 0.754，塑限 16.9%，液限 28.1%，天然含水量 13.0%，液性指数小于 0.25，土体处于坚硬或硬塑状态。力学试验表明黄土层具有一定的抗剪、抗压强度，压缩系数 0.16MPa^{-1} ，压缩模量 11.32MPa。室内测定渗透系数仅 $4.47 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ ，显示其良好的阻隔水能力，湿陷系数 0.008，属非湿陷性黄土。黄土孔隙度大，结构疏松，发育直立柱状节理，易被地表水流冲刷而引起坍塌，浸水易失稳。

(2) 风化岩组

岩组发育厚度系数根据野外岩芯鉴定、地球物理测井曲线特征和岩石机械力学强度共同确定的。矿井内一般厚度不足 10m。基岩面高处，风化层厚度大，基岩面低洼处，风化层厚度薄，其原因是风化岩组受后期冲刷剥蚀影响所致。矿井内直罗组、安定组岩石大都处于风化状态，进入延安组后，数米之内，即由风化状态过渡为新鲜基岩。

风化岩层内部由上到下风化强度逐渐减弱，强风化带原岩结构破坏，疏松破碎，孔隙率大，含水率高，强度减小，多数岩石遇水短时间内全部崩解或沿裂隙离析。RQD 值 < 30%。风化岩抗压强度 3.1~4.9MPa，属软弱岩石，岩石属劣的（IV级），岩体完整性差。据有关资料，不同岩性和结构的岩石抗风化能力差异较大，一些处于强风化带中的结构致密的粉砂岩、细粒砂岩和钙质胶结砂岩的物理力学性质没有明显变化，仍具有较好的工

程地质特征。

（3）煤岩组

矿区内各主要可采煤层自然状态抗压强度 3.1~13.9MPa，属软弱类岩石，具脆性而不具韧性，易冲击破碎。

（4）粉砂岩、泥岩及互层岩组

岩组与煤层开采有直接关系，是煤系地层主要岩组，有粉砂岩、泥岩、泥质粉砂岩、砂质泥岩、炭质泥岩及薄煤等组成。多出现于煤层直接顶底板。岩石具有较高的粘土矿物和有机质，以发育较多的水平层理、小型交错层理、节理裂隙和滑面等结构面为特点。自然状态抗压强度 10.70~49.60MPa，平均 17.35MPa，软化系数 0.03~0.66，属软弱类易软化岩石，RQD 值平均 77%，岩石质量优，岩体较完整。

（5）砂岩组

岩组以中、细粒砂岩为主，次为粗粒砂岩，多形成煤层的老顶或老底。原生结构面一般有块状层理、槽状层理、大型板状交错层理，单层厚度大，构造结构面不太发育。抗压强度 9.2~33.7MPa，属半坚硬类不易软化岩石。平均 RQD 值 89%，岩石质量优，岩体较完整，是区内稳定性较好的岩组。

2. 岩土体工程地质特征及物理力学性质

（1）岩土体工程地质特征

矿区内松散层分布较广，主要以第四系风积沙、冲洪积物及表土为主，厚度分布极不均匀。由于受后期流水的冲蚀作用，地表冲沟极为发育，地形高差及坡度也较大。沟谷多呈“V”字型，每逢雨季受水流冲蚀，各沟谷不同程度都有小型滑坡、崩塌等现象发生，但规模不大，水土流失严重。因此，松散层的工程地质条件较差，易发生不良地质现象。

（2）岩土体物理力学性质

第四系风积沙、冲洪积及坡积物孔隙率高，承载力低，稳定性差。

上更新统黄土分布于矿井内梁峁及沟坡，结构疏松，垂直节理发育，多不具湿陷性。承载力老黄土优于新黄土。

(3) 岩石工程地质特征及物理力学性质

基岩主要出露在各大沟谷中，因风化严重，裂隙发育，胶结疏松，其软弱夹层遇水后在陡坡处易产生坍塌、滑落。一般未见大面积坍塌、滑落现象，较稳定，工程地质条件较好，不易发生不良工程地质现象。

勘探阶段在 H4、YH6、YH12 号三个钻孔中采取了煤层顶、底板岩石物理力学性质样品。岩石物理力学试验成果，见表 2-6。

表 2-6 岩石物理力学试验成果汇总表

岩性 项目	中、粗粒砂岩	细粒砂岩	粉砂岩	泥岩、砂质泥岩类
天然容重 g/cm^3		2.03	2.22	2.26
孔隙率%	16.92	19.75	14.34	14.53
含水率%	0.91	3.28	2.20	2.35
抗压强度(自然状态)MPa	23.35	18.1	14.62	20.08
软化系数 MPa				0.03~0.66
抗拉强度 MPa	0.73	0.62	0.77	1.04
弹性模数 MPa	4.96×10^3	1.50×10^4	1.93×10^3	3.02×10^3

按岩石单轴极限抗压强度 (R) 将岩石强度分为：坚硬的 $R > 60\text{MPa}$ ；半坚硬的 $60 \sim 30\text{MPa}$ ；软弱的 $R < 30\text{MPa}$ 。从试验结果总体来看，细粒岩石比粗粒岩石抗压、抗拉强度小，主要可采煤层直接顶底板岩石主要以砂质泥岩、粉砂岩为主，抗压强度 $14.62 \sim 20.08\text{MPa}$ 之间。砂质泥岩软化系数 $0.03 \sim 0.66$ 。综合矿井内岩石力学性质，以软弱岩石为主，有利于矿井及巷道的开拓施工，砂质泥岩及粘土岩遇水易软化，对煤层顶板维护不利。

3. 软弱层的发育程度及分布规律

(1) 第四系松散层

矿区内松散层分布较广，主要以第四系黄土、冲洪积物为主，厚度分布极不均匀。第四系风积沙、冲洪积及坡积物孔隙率高，承载力低，稳定性差。中更新统黄土分布于矿井内梁峁及沟坡，结构疏松，垂直节理发育，多不具湿陷性。承载力，老黄土优于新黄土。

（2）煤层顶、底板

矿区内各可采煤层顶、底板以软弱岩为主，煤岩石多为层状结构，胶结一般，交错层理发育，其中砂岩、砂质泥岩力学强度较高，泥岩力学强度较低，砂岩、砂质泥岩、泥岩层状产出。

（二）煤层顶底板

1. 采用“岩体质量系数（Z）法”对岩体的质量进行评价，即：

$$Z=I \times \mu \times S$$

式中：

Z—岩体质量系数；

I—岩体完整性指数，（用煤层顶底板 RQD 值代替）；

μ —结构面摩擦系数，（ μ ）取 $\tan \phi$ 值， ϕ 为煤层顶底板岩石的内摩擦角；

S—岩块坚硬系数，按下列公式求取；

$$S=f_r/10$$

式中：

S—岩块坚硬系数；

f_r —岩石单轴饱和抗压强度（MPa）。

2. 采用“岩体质量指标（M）法”对岩体的质量进行评价，即：

$$M=f_r/30 \times RQD$$

式中：

M—岩体质量指标；

f_r —岩石饱和轴向抗压强度（MPa）；

RQD—岩石质量指标。

岩体质量系数（Z）法、岩体质量指标（M）法计算及评价结果，见表 2-7。

表 2-7 岩体质量等级及质量

煤层	RQD (%)	岩体完整性系数 (I)	结构面摩擦系数 (μ)	岩块坚硬系数 (S)	岩块饱和轴向抗压强度 Fr (MPa)	内摩擦角 ($^{\circ}$) Φ	岩体质量系数 (Z)	岩体质量指标 (M)	岩体质量等级	岩体质量
3-1 煤层顶板	35	0.35	0.67	1.32	13.2	33°41'	0.31	0.15	一般	中等
3-1 煤层底板	62	0.62	0.64	1.24	12.4	32°25'	0.49	0.26	一般	中等
5-1 煤层顶板	90	0.90	0.71	2.89	28.9	35°30'	1.85	0.87	一般	中等
5-1 煤层底板	90	0.90	0.72	2.89	28.9	35°42'	1.87	0.87	一般	中等
6-2 中煤层顶板	93	0.93	0.70	2.09	20.9	35°10'	1.36	0.65	一般	中等
6-2 中煤层底板	82	0.82	0.71	2.09	20.9	35°23'	1.22	0.57	一般	中等

说明：1.岩体质量系数 (Z) 法采用《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T 12719-2021) 中“6.5.3.2 依据公式 (2) 求得岩体质量系数 Z, 按照附录 G 中表 G.2 确定岩体质量优劣。”

2.岩体质量指标 (M) 法采用《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T 12719-2021) 中“6.5.3.3 岩体质量指标可接近似公式 (4) 粗略估算, 并按照附录 G 评价岩体质量的优劣。”

(三) 地层产状要素

矿区构造总体为一向西南倾斜的单斜构造, 岩煤层倾向 200~230°, 倾角 1~2°。未发现对岩煤层具有较大破坏作用的紧密褶皱, 但局部沿走向和倾向有微弱的宽缓波状起伏。矿井内断层不发育, 仅矿井中西部发育 1 条小型正断层。

通过生产揭露的 3-1、5-1、6-1 中煤层资料分析, 总体上与原勘探报告基本相符。

(四) 矿区工程地质条件评价

矿区岩石以碎屑沉积岩为主, 层状结构, 岩体各向异性; 力学强度变化大, 煤层顶底板岩石的强度低, 以软弱岩石为主, 岩体的稳定性较差。矿井地质构造简单, 第四系松散层分布广泛, 厚度较大, 松散, 未来煤矿开采后, 局部地段易发生顶板冒落及底板软化变形等矿山工程地质问题。根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T 12719-2021) 的规定, 将矿井工程地质勘查类型划分为第四类中等型, 即层状岩类、工程地质条件中等型的矿床。

五、煤层地质特征

（一）含煤地层和含煤性

矿区内含煤地层为侏罗系中下统延安组（J₁₋₂y），根据岩煤层组合特征可划分为三个岩段，本小节不再赘述。

矿区内含可采煤层 5 层，即 3-1、4-2 中、5-1、6-1 中、6-2 中煤层。可采煤层累计总平均厚度 12.72m，可采含煤系数 6.06%。

（二）煤层特征

矿区内共见可采煤层 6 层，即 3-1、4-1、5-1、6-1 中、6-1 下、6-2 中煤层。其中主要可采煤层 4 层，即 3-1、4-1、5-1、6-2 中煤层；次要可采煤层 2 层，即 6-1 中、6-1 下煤层。各可采煤层特征，见表 2-8。

现将矿区内各可采煤层叙述如下：

矿区内共见可采煤层 5 层，即 3-1、4-2 中、5-1、6-1 中、6-2 中煤层。其中主要可采煤层 3 层，即 3-1、5-1、6-2 中煤层；次要可采煤层 2 层，即 4-2 中、6-1 中煤层。各可采煤层特征，见表 2-8。

1. 3-1 煤层

位于延安组第二岩段上部，层位较稳定，全区可采，煤层厚度 1.62～4.78m，平均 3.48m。煤层结构简单，一般含 1～2 层夹矸。其顶板岩性主要为中细粒砂岩，底板岩性主要为砂质泥岩，局部地段相变为细粒砂岩。煤层稳定程度属较稳定类型。该煤层整合前开采过，矿区中部存在部分老窑采空区；整合后矿区西部及北部已形成综采采空区。

2. 4-2 中煤层

位于延安组第二岩段下部。局部可采，煤层厚度 0.13～2.30m，平均 1.19m。煤层结构简单，局部含 1 层夹矸。煤层顶板岩性主要为粗～细粒砂岩，局部地段相变为砂质泥岩，底板岩性为砂质泥岩。距 3-1 煤层 24.21～36.70m，平均 30.40m。煤层稳定程度属较稳定类型。该煤层未开采。

3. 5-1 煤层

位于延安组第一岩段上部。层位较稳定，全区可采，煤层厚度 4.22～6.53m，平均 5.19m。煤层结构简单，一般不含夹矸或局部含 1 层夹矸。煤层顶板岩性为砂质泥岩和泥岩，底板岩性为砂岩。距 4-2 中煤层 10.58～44.51m，平均 35.76m。煤层稳定程度属稳定类型。为现采煤层，矿区大部分区域已综采采空，现在矿区南部进行充填式开采。

4. 6-1 中煤层

位于延安组第一岩段下部。局部可采，煤层厚度 0.18～1.07m，平均 0.74m，煤层结构简单，一般不含夹矸或局部含 1 层夹矸。煤层顶板岩性为细砂岩和砂质泥岩，底板岩性为砂质泥岩和粉砂岩。距 5-1 煤层 7.66～24.44m，平均 11.74m。煤层稳定程度属较稳定类型。该煤层未开采。

5. 6-2 中煤层

位于延安组第一岩段下部。层位稳定，大部可采，煤层厚度 0.15～2.68m，平均 1.12m。煤层结构简单，一般不含夹矸或局部含 1 层夹矸。煤层顶板岩性为细砂岩和砂质泥岩，底板岩性为砂质泥岩和粉砂岩。距 6-1 中煤层 10.89～30.88m，平均 20.24m。煤层稳定程度属较稳定类型。为现采煤层，矿区西部已形成综采采空区。

表 2-8 煤层发育特征一览表

编号		厚度 (m)	层间距 (m)	稳定程度	对比可靠程度	可采性	利用钻孔见可采煤点情况	埋藏深度(m) 最小-最大 平均 (点数)
煤组	煤层	最小-最大 平均(点数)	最小-最大 平均(点数)					
3	* **	***	*** ***	较稳定	可靠	全区可采	20 个见煤 孔均见可 采煤层	***
4	* ** * **	*** ***	*** ***	较稳定	可靠	局部可采	22 个见煤 孔 12 个见 煤孔可采	*** ***
5	* ** * **	*** ***	*** ***	稳定	可靠	全区可采	28 个见煤 孔均可采	***

6	* ** * **	*** ***		较稳定	可靠	局部可采	26 个孔见煤 10 个钻孔可采	*** ***
	* **	***	***	较稳定	可靠	大部可采	28 个孔见煤 18 个钻孔可采	***

第四节 矿区土地利用现状及采矿用地审批情况

一、矿区及矿业活动影响范围土地利用现状

宏测煤矿矿区占地面积为 9.1610km²（即 916.10hm²），依据准格尔旗 2024 年度变更调查数据，矿区土地一级分类为耕地、园地、林地、草地、商服用地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、特殊用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地共 12 种；二级分类为水浇地、旱地、果园、乔木林地、灌木林地、其他林地、天然牧草地、其他草地、商业服务业设施用地、物流仓储用地、工业用地、采矿用地、城镇住宅用地、农村宅基地、机关团体新闻出版用地、科教文卫用地、公共设施用地、公园与绿地、特殊用地、公路用地、城镇村道路用地、交通服务场站用地、农村道路、坑塘水面、空闲地、设施农用地、裸土地共 27 种，矿区外无损毁土地单元。

宏测煤矿开采影响范围由预测塌陷区、工业场地、矿区道路组成，宏测煤矿开采影响范围面积为 291.8981hm²（重叠范围 10.7057hm²）。一级分类为耕地、园地、林地、草地、商服用地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、特殊用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地共 12 种，二级分类为水旱地、果园、乔木林地、灌木林地、其他林地、天然牧草地、其他草地、商业服务业设施用地、工业用地、采矿用地、城镇住宅用地、农村宅基地、公路用地、城镇村道路用地、农村道路、坑塘水面、设施农用地、裸土地共 18 种，矿山开采影响范围土地利用地类、面积见表 2-9、2-10、2-11。

表 2-9 矿区土地利用现状表

地 类				合计（hm ² ）	比例（%）
一级地类		二级地类			
01	耕地	0102	水浇地	***	***
		0103	旱地	***	***
02	园地	0201	果园	***	***

地 类				合计（hm ² ）	比例（%）
一级地类		二级地类			
03	林地	0301	乔木林地	***	***
		0305	灌木林地	***	***
		0307	其他林地	***	***
04	草地	0401	天然牧草地	***	***
		0404	其他草地	***	***
05	商服用地	05H1	商业服务业设施用地	***	***
		0508	物流仓储用地	***	***
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	***	***
		0602	采矿用地	***	***
07	住宅用地	0701	城镇住宅用地	***	***
		0702	农村宅基地	***	***
08	公共管理与公共服务用地	08H1	机关团体新闻出版用地	***	***
		08H2	科教文卫用地	***	***
		0809	公用设施用地	***	***
		0810	公园与绿地	***	***
09	特殊用地	09	特殊用地	***	***
10	交通运输用地	1003	公路用地	***	***
		1004	城镇村道路用地	***	***
		1005	交通服务场站用地	***	***
		1006	农村道路	***	***
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	***	***
12	其他土地	1201	空闲地	***	***
		1202	设施农用地	***	***
		1206	裸土地	***	***
合计				***	***

表 2-10 矿山开采影响范围土地利用现状表（分工程单元）

工程 单元	地 类				合计（hm ² ）
	一级地类		二级地类		
工业场地	06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	***
	小计				***
办公生活 区	05	商服用地	05H1	商业服务业设施用地	***
	07	住宅用地	0701	城镇住宅用地	***

矿区道路	03	林地	0301	乔木林地	***

工程 单元	地 类				合 计 （hm ² ）
	一级地类		二级地类		
	04	草地	0401	天然牧草地	***
	06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	***
	10	交通运输用地	1006	农村道路	***
	小计				***
综采预测 塌陷区	01	耕地	0103	旱地	***
	03	林地	0301	乔木林地	***
			0305	灌木林地	***
			0307	其他林地	***
	04	草地	0401	天然牧草地	***
			0404	其他草地	***
	06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	***
	07	住宅用地	0702	农村宅基地	***
	10	交通运输 用地	1003	公路用地	***
			1006	农村道路	***
小计				***	
充填区	01	耕地	0103	旱地	***
	02	园地	0201	果园	***
	03	林地	0301	乔木林地	***
			0305	灌木林地	***
			0307	其他林地	***
	04	草地	0401	天然牧草地	***
			0404	其他草地	***
	05	商服用地	05H1	商业服务业设施用地	***
	06	工矿仓储 用地	0601	工业用地	***
			0602	采矿用地	***
	07	住宅用地	0702	农村宅基地	***
	10	交通运输 用地	1003	公路用地	***
			1004	城镇村道路用地	***
			1006	农村道路	***
	11	水域及水利 设施用地	1104	坑塘水面	***
	12	其他土地	1202	设施农用地	***
			1206	裸土地	***
小计				***	
合 计					***
备注：充填区中包含部分工业场地。					

表 2-11 矿山开采影响范围土地利用现状表（合）

地 类				面积（hm ² ）		合计 （hm ² ）	比例（%）
一级地类		二级地类		黄天棉图 村	乌兰哈达 村		
1	耕地	0103	旱地	***	***	***	***
2	园地	0201	果园	***	***	***	***
3	林地	0301	乔木林地	***	***	***	***
		0305	灌木林地	***	***	***	***
		0307	其他林地	***	***	***	***
4	草地	0401	天然牧草地	***	***	***	***
		0404	其他草地	***	***	***	***
5	商服用地	05H1	商业服务业设施用地	***	***	***	***
6	工矿仓储用地	0601	工业用地	***	***	***	***
		0602	采矿用地	***	***	***	***
7	住宅用地	0701	城镇住宅用地	***	***	***	***
		0702	农村宅基地	***	***	***	***
10	交通运输用地	1003	公路用地	***	***	***	***
		1004	城镇村道路用地	***	***	***	***
		1006	农村道路	***	***	***	***
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	***	***	***	***
12	其他土地	1202	设施农用地	***	***	***	***
		1206	裸土地	***	***	***	***
合计				***	***	***	***

矿山开采影响范围土地利用状况主要地类分别介绍如下：

（一）耕地

矿区耕地面积 54.3342hm²，矿山开采影响范围耕地面积 22.1201hm²，占矿山开采影响范围的 7.58%，全部为旱地。矿区开采范围内耕地主要分布在矿区中部，主要分布在乌拉哈达村，主要种植作物为玉米。该区域耕地等级为 6-7 级（数据来源于《准格尔旗准格尔召镇全域土地综合整治试点项目实施方案（2025 年）》），土壤类型以栗钙土为主，表土层厚度 30～80cm。根据本次土壤样成果，有机质含量 6.59g/kg，全氮 139mg/kg，有效

磷 2.72mg/kg，速效钾 108mg/kg，pH 为 8.27。（照片2-16）。

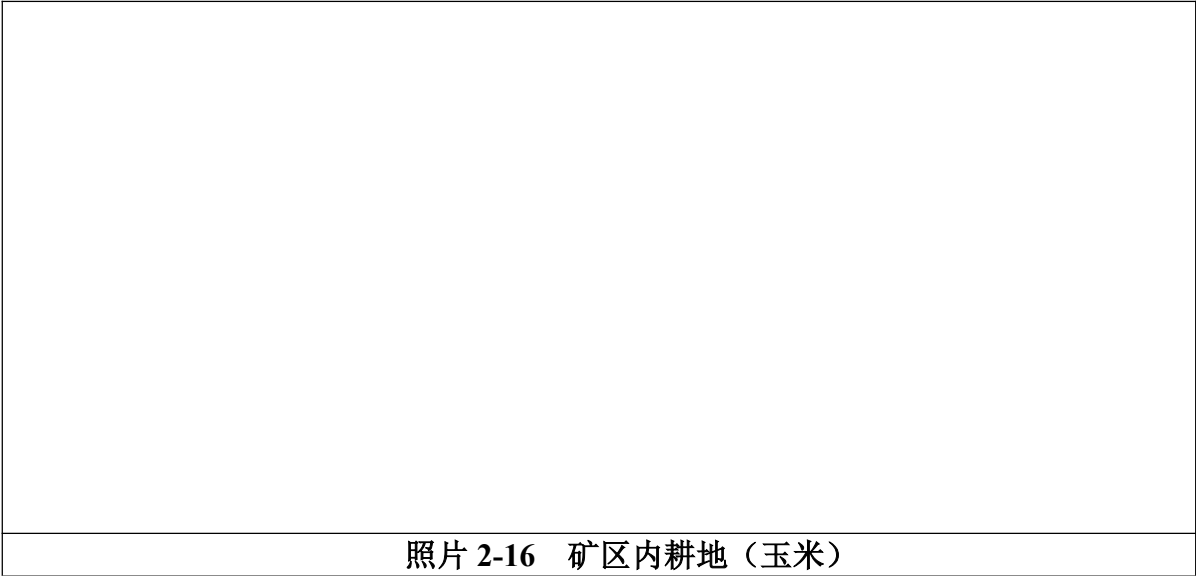


图 2-3 耕地及开采影响范围示意图

（二）林地

矿山开采影响范围内林地面积 81.4124hm²，占矿山开采影响范围的 27.89%，为乔木林地、灌木林地及其他林地。乔木林地主要以大面积斑块的形式分布于矿区西南道路两侧及工业场地绿化区，主要以樟子松、杨树为主；灌木林地主要以大面积斑块的形式分布于矿区西东部，主要以柠条、沙棘为主，植被覆盖率在 15%（林地照片 2-17-2-19）。

图 2-4 乔木林地及开采影响范围示意图

图 2-5 灌木林地及开采影响范围示意图



照片 2-17 乔木林地
照片 2-18 灌木林地（柠条）
照片 2-19 灌木林地（沙棘）

（三）草地

矿山开采影响范围内草地面积 147.1724hm²，占矿山开采影响范围的 50.42%，包括天然牧草地 114.2114hm²，其他草地 32.9610hm²。矿区的草地覆盖率在 15%~20%（草地照片 2-20-2-21）。

照片 2-20 草地
照片 2-21 草地

三、土地权属

宏测煤矿矿区面积为 916.1032hm²，开采影响范围面积为 291.8981hm²。土地权属归准格尔旗乌兰哈达村和黄天棉土村，土地权属明确，不存在争议土地。矿区范围及采矿影响范围权属统计表见表 2-12。宏测煤矿开采影响范围权属统计表见表 2-13。

表 2-12 矿区土地利用权属表

地 类				面积（hm ² ）		合计（hm ² ）	比例（%）
一级地类		二级地类		黄天棉图村	乌兰哈达村		
01	耕地	0102	水浇地	***	***	***	***
		0103	旱地	***	***	***	***
02	园地	0201	果园	***	***	***	***
03	林地	0301	乔木林地	***	***	***	***
		0305	灌木林地	***	***	***	***
		0307	其他林地	***	***	***	***
04	草地	0401	天然牧草地	***	***	***	***
		0404	其他草地	***	***	***	***
05	商服用地	05H1	商业服务业设施用地	***	***	***	***
		0508	物流仓储用地	***	***	***	***
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	***	***	***	***
		0602	采矿用地	***	***	***	***

07	住宅用地	0701	城镇住宅用地	***	***	***	***
		0702	农村宅基地	***	***	***	***
08	公共管理与 公共服务 用地	08H1	机关团体新闻 出版用地	***	***	***	***
		08H2	科教文卫用地	***	***	***	***
		0809	公用设施用地	***	***	***	***
		0810	公园与绿地	***	***	***	***
09	特殊用地	09	特殊用地	***	***	***	***
10	交通运输 用地	1003	公路用地	***	***	***	***
		1004	城镇村道路用 地	***	***	***	***
		1005	交通服务场 站用地	***	***	***	***
		1006	农村道路	***	***	***	***
11	水域及水利 设施用地	1104	坑塘水面	***	***	***	***
12	其他土地	1201	空闲地	***	***	***	***
		1202	设施农用地	***	***	***	***
		1206	裸土地	***	***	***	***
合计				***	***	***	***

表 2-13 宏测煤矿开采影响范围土地利用权属表

地 类				面积 (hm ²)		合计 (hm ²)	比例 (%)
一级地类		二级地类		黄天棉图 村	乌兰哈达 村		
1	耕地	103	旱地	***	***	***	***
2	园地	201	果园	***	***	***	***
3	林地	301	乔木林地	***	***	***	***
		305	灌木林地	***	***	***	***
		307	其他林地	***	***	***	***
4	草地	401	天然牧草地	***	***	***	***
		404	其他草地	***	***	***	***
5	商服用地	05H1	商业服务业设 施用地	***	***	***	***
6	工矿仓 储用地	601	工业用地	***	***	***	***
		602	采矿用地	***	***	***	***
7	住宅用 地	701	城镇住宅用地	***	***	***	***
		702	农村宅基地	***	***	***	***
10	交通运 输用地	1003	公路用地	***	***	***	***
		1004	城镇村道路用 地	***	***	***	***

		1006	农村道路	***	***	***	***
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	***	***	***	***
12	其他土地	1202	设施农用地	***	***	***	***
		1206	裸土地	***	***	***	***
合计				***	***	***	***

四、耕地和基本农田分布情况

矿山开采影响范围拟损毁耕地面积 17.0446hm²（不含充填开采区），预测近期综采预测塌陷区无耕地；通过将矿区范围边界与鄂尔多斯市准格尔旗自然资源局核实，矿区范围内基本农田面积为 15.7038hm²，拟损毁区基本农田面积 0.2611hm²（不含充填采空区），为旱地，仅一处；预测近期综采塌陷区无基本农田。分布情况见图 2-6。

表 2-14 宏测煤矿拟损毁基本农田

	地 类				面积（hm ² ）		合计（hm ² ）	比例（%）
	一级地类		二级地类		乌兰哈达村	黄天棉图村		
矿山活动影响 范围内基本农田	01	耕地	0102	水浇地	***	***	***	***
			0103	旱地	***	***	***	***
			小计		***	***	***	***
	预测损毁区 基本农田	01	耕地	0102	水浇地	***	***	***
0103				旱地	***	***	***	***
小计				***	***	***	***	
近期预测损毁区 基本农田		无						

图 2-6 矿区基本农田

五、采矿用地申请批准情况

宏测煤矿矿山地表建筑设施主要为工业场地、办公生活区，工业场地占地面积 9.8149hm^2 ，办公生活区占地面积 0.6166hm^2 。

根据现状调查以及收集资料，宏测煤矿共计取得 2 处建设用地手续，使用面积分别为 5.3340hm^2 和 1.2632hm^2 。宏测煤矿工业场地永久性占地在土地使用证内面积为 3.5955hm^2 ，剩余 6.2194hm^2 无土地手续；办公生活区永久性占地（已有土地使用证）面积为 0.6166hm^2 ，全部在土地证使用范围内。建设用地手续见附件。建设用地坐标见表 2-11。

依据企业提供的已办理的建设用地手续，工业场地剩余 6.2194hm^2 将办理农用地转建设用地手续。矿山企业出具的用地方向证明见附件 25。

表 2-15 工业场地建设用地界址点坐标表（北京 54 坐标系）

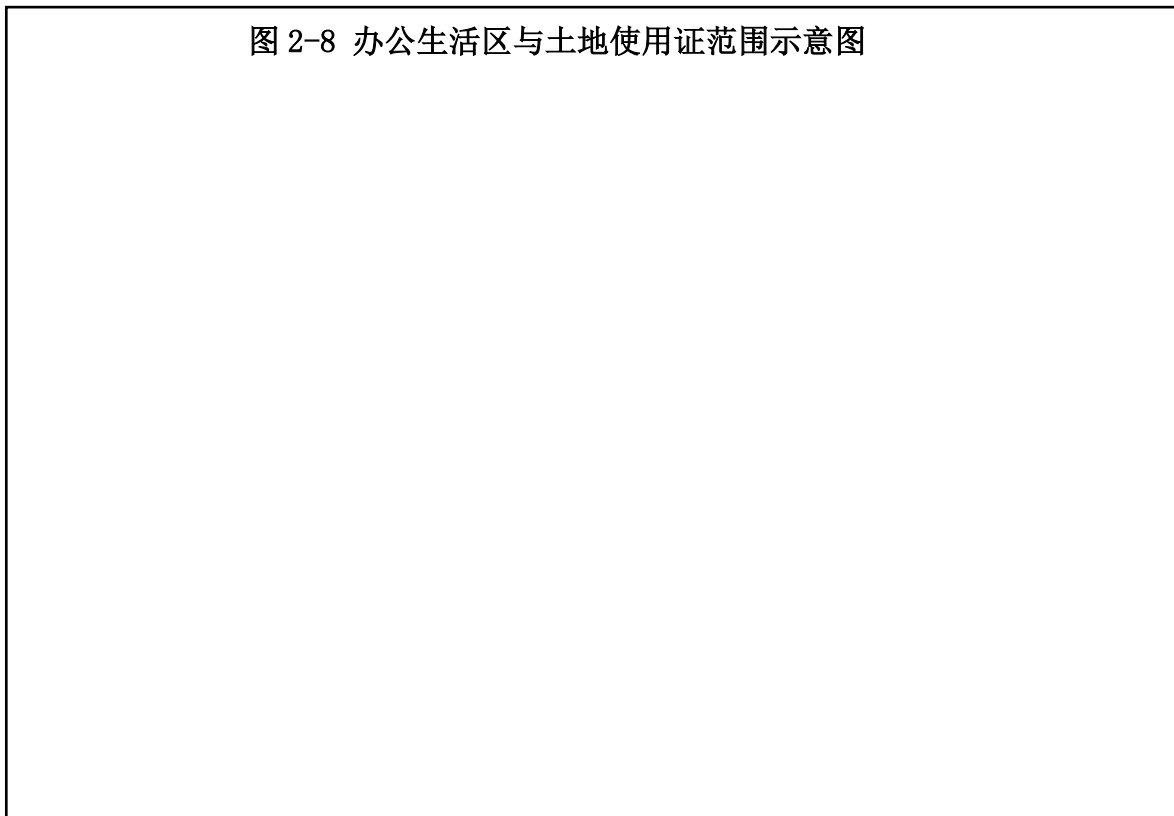
序号	X	Y	序号	X	Y
1	***	***	7	***	***
2	***	***	8	***	***
3	***	***	9	***	***
4	***	***	10	***	***
5	***	***	11	***	***
6	***	***	12	***	***

2.办公生活区

办公生活区位于工业场地的东南侧，占地面积 0.6166hm^2 ，主要包括：矿办公楼、职工宿舍、食堂、锅炉房等。

图 2-7 工业场地与土地使用证范围示意图

图 2-8 办公生活区与土地使用证范围示意图



第五节 矿区生态状况

宏测煤矿多措并举持续推进矿区生态修复治理工程，修复治理成效显著。废水方面，矿井涌水处理后回用于井下生产、消防和配套选煤厂用水。生活污水处理达标后用于洗煤厂生产用水。固废方面，矸石用于井下充填不出井，锅炉灰渣销售给内蒙古伊东新型建筑材料有限公司作为生产材料。采煤塌陷区治理方面，煤矿秉承“边开采、边修复”的理念，采空塌陷区出现裂缝及时回填、补种适合当地生长的植被物种，最大限度保护当地生物多样性。近年来，通过采取一系列修复措施，矿区周边人居环境持续优化。

一、生态功能定位

准格尔旗地处黄河“几字弯”腹地，属黄河中游粗泥沙集中来源区与砒砂岩水土流失重点治理区，是黄河流域重要生态安全屏障。全旗以水土保持、防风固沙、水源涵养和矿区生态修复为核心主导功能，统筹沿黄生态保育、丘陵沟壑综合治理、库布齐沙漠沙化治理及工矿沉陷区生态修复，筑牢黄河安澜生态防线，强化能源基地绿色转型与生态保护协同发展，构建区域可持续生态安全格局。

根据《内蒙古自治区生态功能区划》，项目所在区域属于“XXIX 陕甘宁黄土高原生态区-XXIX-5 陕北黄土丘陵沟壑水土流失极敏感生态亚区-XXIX-5-1 准格尔黄土丘陵沟壑农田草原水土保持生态功能区”。本区存在的主要环境问题是水土流失，土地沙化、植被退化；在生态环境敏感性评价上属水土流失、土地沙化极敏感区；主要生态服务功能为保持水土、防止侵蚀，减少入黄泥沙上为重要生态功能区。主要生态环境保护目标为保护基本农田生态功能，防止水土流失，保护现有草原植被。

根据《鄂尔多斯区划》，本项目所在地属于“准格尔黄土丘陵沟壑农田草原水土保持生态功能区”。评价区气候上属于北温带半干旱大陆性气

候；根据内蒙古植被区划，评价区的植被属于“ 欧亚草原植物区——黄土高原草原植物省——鄂尔多斯高原洲” 。

二、生态系统类型

采用 HJ1166《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》中生态系统分类体系，根据实地样点的覆盖度/郁闭度、植被高度、针叶树与阔叶树的比例、湿润指数情况，依据全国生态系统分类体系表进行分类。结果表明，评价区生态系统主要有森林生态系统-针叶林；草地生态系统—草原；灌丛生态系统—阔叶灌丛；农田生态系统—耕地；城镇生态系统—居住地、工矿交通以及其他—裸地、坑塘、滩涂。

据统计，项目范围（916.1032hm²）生态系统类型以草地生态系统—草原为主。

三、生态本底状况

矿区位于丘陵地带，矿区土壤类型主要是栗钙土和风沙土，地带性植被类型以旱生荒漠植物为主。

（一）土壤

1. 土壤类型

矿区土壤类型主要是栗钙土，腐殖质积累很低，有机质含量仅为 0.5%~0.8%，土壤中碳酸钙以灰白色石灰斑块状沉积形成钙积层。

2. 土体构型

矿区栗钙土固定程度较好，土壤剖面已经有了一定的发育，A-C 层分异明显，地表形成薄的腐殖质层。

3. 土壤环境质量

本次在矿区范围内取表土样品检测分析，取样深度为 0~20cm，通过对比《土壤环境质量农用地土壤风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）可知矿山表土环境质量未被污染，可用于矿山土地复垦用。

（1）农用地

根据土壤样品检测结果统计，pH 值平均为 8.23，有机质平均 7.47%、全氮平均 128mg/kg、有效磷平均 3.13mg/kg、速效钾平均 51.02mg/kg。土体厚度 30~80cm，腐殖质层厚度 15~20cm。

（二）植被现状调查

1. 调查方法与内容

为了客观全面地反映矿区现有植被情况，设置植物样方实地调查了该区域的主要植被类型。

（1）样方设置的原则和依据

本次样方设置坚持如下三个原则：第一，在工程直接占地区、间接影响区、生态敏感区等区域，均要有样方布设；第二，在工程影响区内，选择其中最典型的和有代表性的植被群系设置样方。第三，尽量在工程沿线均匀布设样方，环境敏感区内适当增加。

根据评价区及周边地形地貌，确定本次调查路线，采用整体普查和样方调查相结合的方法，重点调查区内植被生长分布状况及群落的类型特征。每种群落类型设置样方 3 个，共计选取了 15 个点位，对代表性群落进行典型取样，所进行的样方调查涵盖了评价区及周边主要的地貌类型和群落类型。

（2）样地背景和生境描述

首先通过实地调查对评价区内群落类型进行基础了解。然后，对选定样地做总体描述，描述内容主要包括地理位置、植被类型、主要群落名称。

（3）样方设计

采用样方法进行植被调查。按照《陆地生态系统生物观测规范》要求，草本、小灌木群落样方取样面积为 $1 \times 1\text{m}^2$ ，灌木群落样方取样面积为 $5 \times 5\text{m}^2$ ，高大灌木、乔木群落样线法是在方形 $10 \times 10\text{m}$ 样地的两条对角线

上布设样线，沿着每条样线记录树冠垂直投影在样线上的长度，然后通过公式：郁闭度=样线树冠投影总长度/对角线长度求出一条对角线上的郁闭度，再用相同方法求出另一条对角线上的郁闭度，最后两条对角线上的郁闭度值求平均得出该样地的样线法郁闭度估计值。

表 2-16 样方调查统计表

1# 样方调查统计表

群落名称：芨芨草群落		样方号：1	样线长度：30m			
总盖度：50%						
种号	名称	物候期	株（丛）	冠幅 cm（平均）		
				长	宽	高
1	芨芨草	生长期	13	56	60	90

2# 样方调查统计表

群落名称：芨芨草群落		样方号：2	样线长度：30m			
总盖度：45%						
种号	名称	物候期	株（丛）	冠幅 cm（平均）		
				长	宽	高
1	芨芨草	生长期	14	60	50	80

3# 样方调查统计表

群落名称：芨芨草群落		样方号：3	样线长度：30m			
总盖度：45%						
种号	名称	物候期	株（丛）	冠幅 cm（平均）		
				长	宽	高
1	芨芨草	生长期	12	55	55	75

4# 样方调查统计表

群落名称：紫花苜蓿群落		样方号：4	样方面积：1×1m ²			
覆盖度：35%						
种号	名称	物候期	株（丛）	平均高度（cm）		
1	紫花苜蓿	开花期	8	28		

2	猪毛菜	生长期	35	5
---	-----	-----	----	---

5# 样方调查统计表

群落名称：紫花苜蓿群落		样方号：5	样方面积：1×1m ²		
覆盖度：40%					
种号	名称	物候期	株（丛）	平均高度（cm）	
1	紫花苜蓿	开花期	8	22	
2	猪毛菜	生长期	12	4	
3	糙隐子草	生长期	4	8	
4	短花针茅	生长期	2	15	

6# 样方调查统计表

群落名称：紫花苜蓿群落		样方号：6		样方面积：1×1m ²	
覆盖度：55%					
种号	名称	物候期	株（丛）	平均高度 cm	
1	紫花苜蓿	开花期	6	32	
2	猪毛菜	生长期	25	12	
3	糙隐子草	生长期	3	5	
4	扁蓿豆	生长期	2	5	
5	短花针茅	生长期	2	15	
6	羊草	生长期	5	6	

7# 样方调查统计表

群落名称：柠条群落		样方号：7	样线长度：30m			
总盖度：50%						
种号	名称	物候期	株（丛）	冠幅 cm（平均）		
				长	宽	高
1	柠条	开花期	22	100	100	135
草本层主要为短花针茅、本氏针茅、羊草、糙隐子草						

8# 样方调查统计表

群落名称：柠条群落		样方号：8	样线长度：30m			
总盖度：50%						
种号	名称	物候期	株（丛）	冠幅 cm（平均）		
				长	宽	高
1	柠条	开花期	20	150	124	170
草本层主要为短花针茅、本氏针茅、羊草、糙隐子草						

9# 样方调查统计表

群落名称：柠条群落		样方号：9	样线长度：30m			
总盖度：50%						
种号	名称	物候期	株（丛）	冠幅 cm（平均）		
				长	宽	高
1	柠条	开花期	22	110	150	145
草本层主要为本氏针茅、达乌里胡枝子、糙隐子草						

10# 样方调查统计表

群落名称：本氏针茅群落		样方号：10	样方面积 1×1m ²		
总盖度：55%					
种号	名称	物候期	株（丛）	平均高度 cm	盖度
1	本氏针茅	生长期	24	25	55
2	麻花头	生长期	1	12	0.1
3	羊草	生长期	5	10	0.1
4	糙隐子草	生长期	4	5	0.1

11# 样方调查统计表

群落名称：本氏针茅群落		样方号：11	样方面积 1×1m ²		
总盖度：40%					
种号	名称	物候期	株（丛）	平均高度 cm	盖度
1	本氏针茅	生长期	13	18	40
2	阿尔泰狗娃花	生长期	2	6	0.1
3	麻花头	生长期	1	4	0.1
4	猪毛菜	生长期	5	4	0.2

12# 样方调查统计表

群落名称：本氏针茅群落		样方号：12	样方面积 1×1m ²		
总盖度：50%					
种号	名称	物候期	株（丛）	平均高度 cm	盖度
1	本氏针茅	生长期	13	18	40
2	达乌里胡枝子	生长期	2	8	0.2

3	阿尔泰狗娃花	生长期	1	6	0.1
4	扁蓿豆	生长期	1	4	0.1
5	麻花头	生长期	1	6	0.1
6	柠条	生长期	51	16	10

13 # 样方调查统计表

群落名称：小叶杨群落	样方号：13	样方面积：10×10m ² ，对角样线长度：14m
总盖度：60%		

乔木层片

种号	名称	物候期	株（丛）	平均胸径（cm）
1	小叶杨	结实期	4	10.2

草本层片

种号	中文名	物候期	株（丛）	平均高度（cm）
1	冷蒿	生长期	3	45
2	茵陈蒿	生长期	16	38
3	白草	生长期	5	53
4	羊草	生长期	7	31

14 # 样方调查统计表

群落名称：油松群落	样方号：14	样方面积：10×10m ² ，对角样线长度：14m
总盖度：60%		

乔木层片

种号	名称	物候期	株（丛）	平均胸径（cm）
1	油松	结实期	7	5.3

草本层片

种号	中文名	物候期	株（丛）	平均高度（cm）
1	冰草	生长期	42	55
2	茵陈蒿	生长期	3	40
3	胡枝子	生长期	10	20
4	白草	生长期	6	74

15 # 样方调查统计表

群落名称：本氏针茅+百里香群落		样方号：16	样方面积 1×1m²		
总盖度：60%					
种号	名称	物候期	株（丛）	平均高度 cm	盖度
1	本氏针茅	生长期	15	11	40
2	百里香	开花期	3	6	15
3	猪毛菜	生长期	30	3	5

4	黄蒿	生长期	2	5	0.5
---	----	-----	---	---	-----

2.调查结果

根据实地调查与资料记载，评价区内自然植被主要为草原化荒漠植被和荒漠化草原植被。本区域约有野生植物 60 余种，隶属 17 科 33 属，其中以藜科、菊科、豆科以及禾本科居多。

矿区属于丘陵地带，生态脆弱，植被类型简单，由于受自然环境中生物因素所制约和地下水影响。主要建群植物有：柠条、百里香、紫花苜蓿、本氏针茅等。

根据遥感影像解译和实地调查，矿区植被以荒漠草原植被为主，建群种与优势种分为天然与人工两类。天然植被建群种：本氏针茅、紫花苜蓿、短花针茅、芨芨草、冰草。天然植被优势种：本氏针茅、芨芨草为核心优势种；常见伴生优势种有百里香、达乌里胡枝子、羊草、猪毛蒿、猪毛菜等。人工植被建群种：柠条、沙棘，种植面积大。人工植被优势种：柠条为主；伴生沙打旺、草木樨、紫花苜蓿、冷蒿、糙隐子草、白草、芨芨草、油蒿等，植被覆盖度 50%左右，群落株高 3~42cm，种的丰富度为 1~6 种/m²，平均产干草 600kg/hm²；人工植被主要有樟子松、杨树、油松、柠条、沙棘、旱柳等。没有珍稀濒危植物物种分布。

四、生物多样性

（一）植物

生态修复区内优势科：菊科、禾本科、豆科；常见物种：本氏针茅、柠条、沙棘、百里香、羊草、冰草、达乌里胡枝子、猪毛菜、阿尔泰狗娃花，丰富度：样方物种数 14- 22 种；丰富度指数：2.10- 2.80；多样性指数：0.74- 0.83；均匀度指数：0.62- 0.78。

特征：物种数较多，多样性、均匀度较高，旱生多年生草本、灌木占

主体，偶见乔木幼树。

原生未扰动群落类型：① 柠条- 百里香干旱灌木草原群落：灌木层以柠条为优势；草本层百里香、羊草、达乌里胡枝子占优；总盖度 25%- 50%；灌木 + 草本双层结构，群落相对稳定。

② 沙棘灌丛群落：沟谷、阴坡分布，沙棘为建群灌木，草本伴生阿尔泰狗娃花、本氏针茅等。

③ 局部残次次生乔灌群落：准格尔召寺庙周边残存文冠果、山杏、杜松等古树，乔木零星，灌木草本发育。

在系统查阅国家和地方动物志等资料，咨询专家和走访当地村民的基础上，结合现场调查，修复区内未发现国家林业和草原局农业农村部公告《国家重点保护野生植物名录》中列入的国家重点保护野生植物种。

（二）野生动物

井田所在区域的野生动物在地理区划中属于古北界—蒙新区—西部荒漠亚区，动物区系由温带荒漠—半荒漠动物群组成。在种类和数量上，啮齿目、有蹄类动物、鸟类中的百灵和蜥蜴目中的沙生种类是该区域的主要动物群。

通过资料收集、现场调查和走访发现，评价区内野生动物多为当地常见的广布种，主要有野兔、跳鼠、麻雀、灰喜鹊、毛腿沙鸡等，根据 2021 年内蒙古自治区人民政府办公厅公布的关于《内蒙古自治区重点保护陆生野生动物名录》的调整通知，经调查未发现自治区重点保护野生动物。由于有史以来人为扰动，项目区内基本没有大型野生动物分布，仅为一些小型啮齿类动物及常见鸟类，不存在迁徙活动。

第六节 矿区及周边人类重大工程活动

一、地表工程设施

根据《开发方案》和现场调查，矿区及周边地表工程设施主要为：神公公路、工元洗煤厂等，地表工程相对位置见图 2-9。

图 2-9 矿区内地表工程相对位置示意图

（一）神公公路

神公公路为三级公路，穿越矿区中部，路宽约 7m，为混凝土路面。

由于周边煤矿的开采，已将神公公路挖断，现神公公路仅通至矿区内部，无保护煤柱，设置 5m 宽围护带。（根据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》（2017 版）保护等级为Ⅳ级，围护带宽为 5m。

照片 2-22 神公公路

（二）工元洗煤厂

位于矿区内东部，因其办公生活区及洗煤厂用地有独立的土地使用证，用地权属于准旗煤炭工业公司，鉴于本次井工开采方法易造成地表塌陷，因此矿山开采暂不对其下部的煤层进行开采。

照片 2-22 工元洗煤厂

二、矿区附近村镇分布情况

根据现场调查，矿区内分布有三处居民聚居区，分别为回迁区、东沟村和准格尔召镇黄天棉图村，回迁区集中居住人口约 200 至 500 人，东沟村集中居住人口约 110 户，403 人，准格尔召镇黄天棉图村集中居住人口在 500 人以上，在矿区内还分布有化肥厂、陶瓷厂、加油站等，考虑村民居住的安全性，矿山开采设计对于地表建筑及住户房屋下部煤层充填开采。

照片 2-23 东沟村

照片 2-24 回迁区住宅楼

照片 2-25 黄天棉土村

三、井田内高压线

工业场地建有 10kV 变电所 1 座，采用双回路供电。10kV 双回供电电源一回引自宏鑫 35kV 变电所 10kV 侧，采用 LGJ-240mm² 钢芯铝绞线，供电距离 5km；另一回引自黄天棉图 35kV 变电所 10kV 侧，采用 LGJ-240mm² 钢芯铝绞线，供电距离 1.5km。

照片 2-26 高压线

三、矿区附近采矿活动

宏测煤矿北部与内蒙古伊东集团宏鑫煤炭有限责任公司煤矿不是无缝衔接，存在公共井田，该矿为地下开采；东北部与鄂尔多斯市聚鑫煤焦有限责任公司高西沟煤矿无缝衔接，该矿为露天开采；东部与准格尔旗神山煤炭有限责任公司乌兰哈达煤矿无缝衔接，该矿为露天开采；东南部与准格尔旗神陶煤炭运销有限责任公司营沙壕煤矿无缝衔接，该矿为地下开采；南部与准格尔旗永智煤炭有限公司煤矿不是无缝衔接，存在公共井田，该矿为地下开采；西部与鄂尔多斯市东方煤电投资有限责任公司高家梁矿井无缝衔接，为探矿权保留阶段。除此之外，煤矿周边无生产矿井和老窑。

1. 内蒙古伊东集团宏鑫煤炭有限责任公司煤矿

该矿位于宏测煤矿北部，地下开采，矿区面积 16.6104km²，开采深度 1435~1250m 标高，证载生产能力 2.40Mt/a，核定生产能力 4.00Mt/a。采煤工作面采用长壁后退式采煤法，采煤工艺为大采高一次采全高综合机械化开采，掘进工作面均采用综掘工艺，全部跨落法管理顶板。掘进工作面均采用综掘工艺。目前，正在开采 4-1、5-1 煤层。

经调查，该矿最近积水区距宏测煤矿未来 4 年采掘区域直线距离 > 1000m，最近采空区距离宏测煤矿未来 4 年采掘区域超过 500m，且该矿与宏测煤矿均按规定留设了 20m 的井田边界防隔水煤柱。

2. 鄂尔多斯市聚鑫煤焦有限责任公司高西沟煤矿

该矿位于宏测煤矿东北部，露天开采，矿区面积 2.6245km²，开采深度 1431~1275m 标高，证载生产能力 0.60Mt/a，核定生产能力 1.20Mt/a。露天矿剥离采煤均采用单斗—汽车工艺，采用工作帮移动坑线开拓方式。目前，正在开采 2、3、4、5、6 煤组。

经调查，该矿露天采坑距宏测煤矿未来 4 年采掘区域直线距离 >1000m，且宏测煤矿按规定留设了 20m 的井田边界防隔水煤柱。

3. 准格尔旗神山煤炭有限责任公司乌兰哈达煤矿

该矿位于宏测煤矿东部，露天开采，矿区面积 12.3731km²，开采深度 1410~1260m 标高。设计生产能力 2.10Mt/a，核定生产能力 3.00Mt/a。露天矿剥离采煤均采用单斗—汽车工艺，采用工作帮移动坑线开拓方式。目前，正在开采 4-1、5-1 煤组。

经调查，该矿露天采坑距宏测煤矿未来 4 年采掘区域直线距离 >1000m，且宏测煤矿按规定留设了 20m 的井田边界防隔水煤柱。

4. 准格尔旗神陶煤炭运销有限责任公司营沙壕煤矿

该矿位于宏测煤矿东南部，地下开采，矿区面积 6.4793km²，开采深度 1381~1263m 标高，证载生产能力 0.90Mt/a，核定生产能力 1.00Mt/a。采煤工作面采用长壁后退式采煤法，采煤工艺为综合机械化开采，全部垮落法管理顶板；掘进工作面均采用综掘工艺。目前，正在开采 5-1 煤层。

经调查，该矿最近积水区距宏测煤矿未来 4 年采掘区域直线距离 >1000m，最近采空区距离宏测煤矿未来 4 年采掘区域超过 500m，且该矿与宏测煤矿均按规定留设了 20m 的井田边界防隔水煤柱。

5. 准格尔旗永智煤炭有限公司煤矿

该矿位于宏测煤矿南部，地下开采，矿区面积 5.7372km²，开采深度 1380~1214m 标高，证载生产能力 0.90Mt/a，核定生产能力 1.80Mt/a。采煤工作面采用长壁后退式采煤法，采煤工艺为综合机械化开采，全部垮落

法管理顶板；掘进工作面均采用综掘工艺。目前，正在开采 4-2 煤层。

经调查，该矿最近积水区距宏测煤矿未来 4 年采掘区域直线距离 > 1000m，最近采空区距离宏测煤矿未来 4 年采掘区域超过 500m，且该矿与宏测煤矿均按规定留设了 20m 的井田边界防隔水煤柱。

6. 鄂尔多斯市东方煤电投资有限责任公司高家梁矿井

该矿位于宏测煤矿西部，高家梁矿井目前为探矿权保留，未进行生产。

图 2-10 宏测煤矿与周边煤矿相对关系示意图

第七节 矿区生态修复工作情况

一、本矿山治理情况

1. 已治理工程

根据现场调查和收集资料，宏测煤矿已对前期产生的矿山地质环境问题进行治理，目前该矿山已完成两期矿山地质环境治理。已治理工程主要为地面塌陷区的治理。

一期主要是对矿山 2011 年 9 月至 2015 年 3 月开采产生的采空区引发的地面塌陷、塌陷裂缝等进行治理，完成治理竣工验收面积 1.6549km²。治理工程量：警示牌 14 块；地表裂缝填充约 4300m³；回填处绿化量为 29 万 m²；地面塌陷坑塌陷裂缝人工巡查 98 次。

二期主要是对矿山 2015 年 4 月至 2018 年 3 月开采产生的采空区引发的地面塌陷、塌陷裂缝等进行治理，治理总面积为 1.8463km²，共设置警示牌 19 块，对地面塌陷坑和塌陷裂缝进行人工巡查，每月 3 次，本期人工巡查总计 110 次，利用采空区内塌陷裂缝附近黄土取高填低对采空区内的塌陷裂缝进行回填压实、绿化，回填量约 9500m³，绿化量约 85 万 m²。二期治理总费用为 61 万元。

三期主要是对矿山 2018 年 4 月至 2021 年 3 月开采产生的采空区引发

的地面塌陷、塌陷裂缝等进行治理，治理总面积为 1.891km²，共设置警示牌 27 块，平整土地 4.01 万 m³，削坡量约 30.20 万 m³，绿化量约 50 万 m²。三期治理总费用约为 70 万元。

2.前期治理工程完成质量评述

根据现场调查的反馈，煤矿前期进行了大量的矿山地质环境治理，注重植物的成活率，安排专人对已治理的区域进行灌溉。总体保证了种植灌木与撒播草籽的成活率，据现场调查植被成活率达到 80%以上，绿化效果明显。在雨季时，及时对形成的积水进行合理的分流，或者直接引到需要灌溉的地区，防止边坡植被损毁。总体达到了“边开采，边治理”的原则。

3.矿山地质环境动态监测情况

该矿为大型矿山、地下开采，未来开采过程中坚持“边监测、边预防、边开采”的原则，定期对地表变形（地面塌陷、塌陷裂缝）、地下水位以及井下涌水量等进行监测，确保安全生产，同时，对前期塌陷区内布设的监测桩进行监测，监测频率均为 2 次/月。地表变形及监测桩监测采用全站仪、RTK 等，地下水监测采用水位监测仪。

4.前期矿山地质环境治理验收情况

该矿为在生产矿山，矿山至今共进行过三期矿山地质环境治理工作，分别为 2011 年 9 月-2015 年 3 月采空塌陷区、2015 年 4 月—2018 年 3 月采空塌陷区，2018 年 4 月-2021 年 3 月采空塌陷区，三期治理工作均已完成。

2014 年 9 月，鄂尔多斯市国土局组织专家对一期矿山地质环境治理进行验收，通过对现场及资料审查，验收面积 1.6549km²，认为治理效果达到验收要求，给予通过验收。2018 年 8 月鄂尔多斯市国土局组织专家对二期矿山地质环境治理进行验收，验收总面积为 1.8463km²，认为治理效果达到验收要求，给予通过验收。对于前期的采空塌陷区还未稳定，后期要加

强对新采空塌陷区的监测工作，发现问题及时处理。

二、充填工作面监测结论

根据中地基勘工程技术有限公司 2024 年 12 月编制的《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿 5101 充填工作面地表移动变形观测成果分析报告书》，对 CT5101 充填工作面监测成果进行了分析，具体如下：

（一）5101 充填工作面回采情况

5101 充填工作面为 5-1 煤层充填开采第一区域，工作面地表为矿方自建蔬菜大棚，地表建筑按矿区建筑物保护等级划分为Ⅱ级。工作面位于井田中部大巷南侧，东侧为 F4 断层，留设 10m 保护煤柱，北侧为 5-1 煤层大巷，西侧与南侧均为未开采区域；工作面上方无可采煤层，下部 6 号煤层未开采。5101 充填工作面估计总面积 107989m²，平均煤厚 4.69m。

充填工作面由南向北依次开采各支巷，设计回采时采用跳采间隔充填的方式，即采一留二，待已采支巷充填完毕充填物稳定后（凝固期一个月），再由南向北开采偶数支巷（即奇数支巷间留设的煤柱），工作面已于 2023 年 7 月左右充填开采，2024 年底已开采完毕。

（二）地表移动观测站概况

5101 充填工作面在沿工作面走向与工作面倾向分别布置两条地表移动观测线。沿工作面走向观测线 A 全长 400m，共布置了 3 个控制点，5 个地表移动变形动态监测点，15 个工作测点，测点间距 20m；沿工作面倾向观测线 B 全长 240m，共布置了 3 个控制点，3 个地表移动变形动态监测点，10 个工作测点，测点间距 20m。

照片 2-27 监测点

（三）自动化监测数据分析结论

根据中地基勘工程技术有限公司 2024 年 12 月编制的《内蒙古伊东集

团宏测煤炭有限责任公司煤矿 5101 充填工作面地表移动变形观测成果分析报告书》可得：最大下沉速度为 0.99mm/d，地表下沉速度低于 50mm/月，地表最大水平变形为-1.28mm/m，地表最大倾斜变形为 2.2mm/m，地表最大曲率 $-0.016\times 10^{-3}\text{mm/m}$ 。根据现场巡查，地表及地表建筑物没有明显开裂现象。

图 2-11 5101 充填工作面地表变形曲线图

照片 2-28 充填工作面地表和墙面无明显裂缝

三、存在的问题

1.矿山后期重复采动，治理后的采空塌陷区可能再次发生塌陷和裂缝，应及时进行填充治理。

2.通过调查发现，本项目火区排土场均已治理完毕并达到相应覆盖度恢复要求，但仍存在人工养护不及时，部分区域土壤板结情况比较明显，植被长势较差，生物量偏低。建议对土壤板结区采取松土和施加肥料的方式进行土壤改良，对植被长势不好区域进行补播，建议后续排土场的治理增加灌木、乔木的种植数量，以保障排土场稳定，减少水土流失。对于干旱季节要采取人工浇水的方式保证顶部植被的正常需水量。

四、积累的相关经验

通过对本矿治理复垦情形的分析，结合本矿实际情况，在本矿可采煤层多、地表保护目标多、矿井产能大、井下涌水量大、区内土壤贫瘠、降水量较少等前提下，地表塌陷变形和水质水量变化监测以及复垦植被的选择和后期管护成了治理效果优劣的关键。总结本矿治理复垦经验，主要归纳为以下几方面：

1.塌陷区：矿山塌陷区地质灾害发育形式以塌陷裂缝为主，主要集中在煤柱、盘区边界的边缘地带，矿山开采过程中需针对上述区域布设监测点，进行重点监测，主要监测内容包括塌陷裂缝宽度、深度。发现塌陷裂

缝时需及时进行治疗，由于塌陷区发育塌陷裂缝均较小，为避免大型机械对裂缝四周原始植被造成较大破坏，故选用人工回填的方式进行治理，由于多煤层开采，裂缝可能会反复出现，所以进行反复回填。

矿山针对采空区塌陷范围内的耕地进行了治理，消除地表塌陷引起的附加坡度，对受到扰动的土地进行推高、填低，使之基本水平或其坡度在允许的范围之内，治理效果较好。本方案亦采用此种方式对塌陷区耕地进行治理。

1.复垦植被的选择及搭配：植被类型搭配选择林草、乔灌木相结合方式，可以在较短时间内见到生态效果。植被选择乡土品种，草种选择紫花苜蓿、羊草等当地草种；乔木选择油松；灌木选择柠条。

2.灌溉条件：目前矿山绿化水源主要来源于经处理后的矿井水及生活污水；采用洒水车结合软管喷灌的方式，效果较好。

重点改进要点如下：

（1）继续做好火区和排土场生态恢复工作，加大资金投入，保证恢复后的效果不低于原生植被。

（2）植被恢复到充分发挥水土保持功能约需要 3 年，因此在植被恢复的前 3 年内，水土流失依然存在，但会逐年降低，故要求建设单位对火区及排土场平台植被长势较差的区域及时进行补播，提高植被覆盖度、来减少水土流失。

（3）火区及排土场生态监测频次少，应每年开展植被复垦区生态环境的监测，包括植被类型及覆盖度变化、植被生产力变化和水土流失变化监测，及时总结监测成果和土地复垦经验教训，发现问题及时采取措施解决。

第八节 矿区基本情况调查监测指标

根据现场调查及查阅相关资料，矿区生态修复调查内容主要包括：矿山地质环境调查、土地资源调查、生态系统调查等。矿区生态系统类型主

要为草原生态系统。根据现场调查结果，现状生态系统状况良好。具体监测内容及监测指标见表 2-17、2-18。

表 2-17 矿区开采前生态修复监测内容与监测指标表

监测对象	监测内容	监测指标	监测方法	监测值
矿山地质环境	地下水环境	含水层类型	DZ/T0287	松散岩类孔隙潜水、碎屑岩类孔隙裂隙水。
		地下水位		松散岩类孔隙水水位埋深13.95m；基岩裂隙水水位：1321.84~1331.58m。
		地下水水量		单位涌水量 $q=0.001527\sim0.0221\text{L/s}\cdot\text{m}$
土地资源	土地利用现状	土地利用类型及面积	TD/T1055、TD/T1010	见报告中表2-9
		基本农田及面积		17.0446公顷
	耕地及基本农田	土壤质量	NY/T1119	未检测
		配套设施		灌溉机井（滴灌）
		生产力水平		水浇地：玉米 1000-1500 斤/亩，葵花 300-400 斤/亩；旱地旱地马铃薯 ≥ 700 斤/亩、杂粮 ≥ 100 斤/亩。
生态系统	地表水环境	地表水面积		无
		地表水排泄		最终注入黄河
	生态系统格局	生态系统类型比例	GB/T42340	草原生态系统100%
	生态状况调查	森林生态系统	GB/T30363、HJ1167	无
		草地生态系统	NY/T2998、HJ1168	916.1032hm ²
		湿地生态系统	HJ1169	0hm ²
	生态系统质量	生物量	GB/T42340	60余种
		植被覆盖度		30-40%
		水质		复垦前对民井进行了化验：总硬度 0.951~1.356g/L，为 HCO ₃ -Ca·Na、HCO ₃ -Ca 型水，pH7.6~7.7。地下水为低矿化淡水，中性偏弱碱性，水质良好，无腐蚀性。

表 2-18 矿区开采中生态修复监测内容与监测指标表

监测对象	监测内容	监测指标	监测值
保护预防控制监测	保护措施	避让措施	/
		减缓措施	5 煤层充填开采，实现矸石零排放，减少采空塌陷地灾隐患。
		文化保护	/

		预防控制措施	物种收集与保护	无重点保护物种
			表土剥离与保存	剥离后回覆
			地表沉陷减损	一部分采空区充填开采，产生裂缝区及时回填
损毁现状与拟损毁监测	地质环境损毁	采空区塌陷	现状采空区面积	312.0467hm ²
			预测采空区面积	综采 209.3037hm ² , 充填开采 342.7079hm ²
			裂缝发育	裂缝宽约 0.10~0.30m，长约 40~200m，裂缝最大可见深度为 1.50m。
			地下水位	5 煤顶板裂隙水水位标高在 1298m
			降水量	最近东胜区气象站 2016—2025 年总降水量 293.7（2021 年）~896.10（2025 年）mm，平均年降水量 504.39mm
		地下水环境破坏（含水层、地下潜水、开采目的层、疏干层）	含水层破坏类型	侏罗系碎屑岩类裂隙承压含水层
			地下水水温	13℃
			地下水位	5 煤顶板裂隙水水位标高在 1298m
			设计疏干水量	1512m ³ /d
			地下水水质	满足地下水环境质量Ⅲ类标准
			抽排地下水量	1512m ³ /d
			综合利用量	1512m ³ /d
		土壤环境破坏	土壤无机污染物	铜：16.39mg/kg； 锌：23.14mg/kg； 铁：3.26%； 锰：453.2mg/kg，均未超标。
			土壤有机污染物	土壤有机质 6.32~5.59g/kg; 全氮 105~159mg/kg; 有效磷 3.00~3.65mg/kg; 速效钾 47.30~56.7mg/kg; pH 值 8.08~8.37，平均值 8.23
		土地资源损毁	压占土地面积（hm ² ）	乔木林地
	天然牧草地			***
	商业服务业设施用地			***
	采矿用地			***
	农村宅基地			***
	农村道路			***
	塌陷土地面积（hm ² ）		乔木林地	***
			旱地	***
			乔木林地	***
			灌木林地	***
			其他林地	***
			天然牧草地	***
			其他草地	***
			采矿用地	***
			农村宅基地	***
	公路用地	***		
充填采空区（hm ² ）	水浇地	***		
	旱地	***		
	果园	***		
	乔木林地	***		
	灌木林地	***		
	其他林地	***		
	天然牧草地	***		

			其他草地	***
			商业服务业设施用地	***
			物流仓储用地	***
			工业用地	***
			采矿用地	***
			城镇住宅用地	***
			农村宅基地	***
			机关团体新闻出版用地	***
			科教文卫用地	***
			公用设施用地	***
			公园与绿地	***
			特殊用地	***
			公路用地	***
			城镇村道路用地	***
			交通服务场站用地	***
			农村道路	***
			坑塘水面	***
			空闲地	***
			设施农用地	***
			裸土地	***
生态修复效果监测	生态系统破坏	地表水环境破坏	地表水质量变化	水质未受影响, 经检测满足地表水环境质量Ⅲ类标准。
			地表水排泄变化	未受影响
			塌陷区水环境	良好
	地质环境治理	采空区塌陷	复垦修复率	100%
		地下水环境	地下水位	5 煤顶板裂隙水水位标高在 1298m
			地下水水质	水质未受影响, 经检测满足地下水环境质量Ⅲ类标准。
			水质监测点达标率	100%
		土壤环境质量	土壤污染项目	土壤检测指标无超标项目, 符合《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》及《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》
			土壤微量项目	铜: 16.39mg/kg; 锌: 23.14mg/kg; 铁: 3.26%; 锰: 453.2mg/kg, 均未超标。
	土地复垦利用	复垦修复管理	土壤环境质量达标率	100%
			土地复垦率	100%
		复垦修复土地(耕地、园地、林地、草地)	土壤质量	土壤有机质 6.32~5.59g/kg; 全氮 105~159mg/kg; 有效磷 3.00~3.65mg/kg; 速效钾 47.30~56.7mg/kg; pH 值 8.08~8.37, 平均值 8.23
			配套设施	灌溉系统、排水设施、道路等基础设施完备
			生产力水平	玉米亩产 6750kg/hm ² , 葵花亩产 2250kg/hm ² 。
		地表水环境	地表水水质达标率	100%
			地表水排泄情况	未受影响

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、现状问题

本《方案》编制前技术人员对现场进行了实地调查，经调查宏测煤矿矿界外无损毁单元，调查面积即为矿区范围 9.1610km^2 。本矿从 2013 年正式开采，开采 3-1（全部已治理验收）、5-1、6-2 中煤层，对应地表形成地下采空区（未验收区域 312.0467hm^2 ），已建有工业场地（ 9.8149hm^2 ）、已建有办公生活区（ 0.6166hm^2 ）、矿区道路（ 0.2742hm^2 ），现状损毁土地面积 322.7524hm^2 （不含已复垦验收且未重复采动区域）。

（一）矿山地质环境现状

1. 不稳定地质体

根据资料收集和野外调查，宏测煤矿采矿活动引发的不稳定地质体主要为地下开采使原本稳定的坡体、煤层顶板转变为不稳定地质体。不稳定地质体类型为采空塌陷区。

宏测煤矿自建矿以来，一直采用地下开采方式，经过多年的开采，已在井田区内形成大面积采空区，现状采空区包括 3-1 煤 9 个综采采空工作面，即 3101、3102、3103、3104、3105、3106、3107、3108、3109 采空工作面，已全部验收；矿山在 2011 年 9 月至 2018 年 3 月已经对 5101~5105 和 5110、5111、5114 工作面进行了治理并通过了验收，在 2018 年 4 月至 2026 年 3 月对 5106、5107、5113、5108、5115、5116、5117、5109、5018、5112、5119、5120、5121、5122、5123 共 15 个工作面进行了治理，未验收，5-1 煤采高为 $4.90\sim 5.81\text{m}$ 。矿山在 2024 年初至 2026 年 3 月已经对 6201、6202、6209 工作面进行了治理开采，其中 6201、6202 已进行了治理，未验收，6209 未进行治理，采空区面积为 88.3274hm^2 ，6-2 煤采高为 $1.3\sim 2.62\text{m}$ 。

其中 5101、5102 工作面（已验收）和 6201、6202 工作面重叠，6209

部分工作面与 5111 工作面（已验收）部分为重复开采区域，形成采空区地表投影面积为 312.0467hm²（未验收的不重叠）。

根据现场调查得知，矿区主要开采 5-1、6-2 煤层（3-1 煤已全部验收，不考虑），5-1 煤开采深度 51.39~134.676m，6-2 煤开采深度 86.92~172.31m。现状条件下，矿区采空区位置产生地面塌陷不稳定地质体，地面塌陷表现形式为产生塌陷裂缝，这些区域的裂缝大致平行分布，走向与工作面推进方向垂直，裂缝区主要分布于重复采动的工作面切眼、停采线及顺槽煤柱上方，经调查，切眼等部位的裂缝宽度普遍小于 10cm，个别裂缝的宽度在 10~30cm，极个别裂缝宽度 50~80cm，其可见深度 0.5~1m，裂缝区偶尔会有台阶式离层错动现象，错落高度 0.1~0.5m，现状塌陷裂缝带面积约占采空区面积的 15%。

矿山按“边开采边修复”原则，多次回填采空塌陷区，10cm 以上裂缝人工回填，窄小裂缝自然修复。宏测煤矿对矿山 2026 年之前开采产生的采空区引发的地面塌陷、塌陷裂缝等进行修复，修复总面积为 301.9768hm²（6209 工作面治理未完成，不含 6209 工作面），其中实际产生的塌陷及裂缝引发的地面塌陷、塌陷裂缝等进行修复，修复总面积为 30.1977hm²。现状条件下，采空塌陷区余 6209 工作面（10.0699hm²）未沉稳未治理外，其余采空塌陷区均已治理，不稳定地质体影响程度轻度。

照片 3-1 地表塌陷裂缝（修复前）	照片 3-2 地表塌陷裂缝（修复后）

2.地形地貌景观破坏

现状条件下，矿区地貌主要为丘陵和沟谷地貌和人工地貌（已验收的灾害治理工程复垦区），无各类自然保护区、风景旅游区。煤矿建设多年，在地表已形成较为完善的生产、生活系统设施，对原始地形地貌景观造成局部破坏，目前矿山开采对地形地貌景观产生破坏的主要为工业场地、采空塌陷区、矿区道路和其余地段。

（1）采空塌陷区

宏测煤矿截至 2026 年 3 月已形成采空区地表投影面积为 312.0467hm^2 ，现状塌陷裂缝带面积约占采空区面积的 15%。截止本方案基准期矿山已对前期开采产生的采空区引发的地面塌陷、塌陷裂缝等进行修复，修复总面积为 301.9768hm^2 。现状条件下采空塌陷区对地形地貌景观破坏为轻度。

（2）工业场地

工业场地位于井田西南部，占地面积为 9.8149hm^2 ，工业场地内布置主、副、风井、洗煤厂、充填站和办公区等。本煤矿经过多年生产建设，工业场地地表生产系统已较为完善，工业场地内生产及办公厂房均为砖混结构的房屋及二层楼房，工业场地场区地面及进场道路均已硬化，在场地周边区域已经种树绿化，四周已设置防风抑尘网。

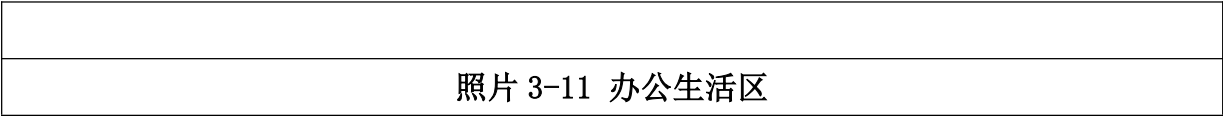
场地内的生产、辅助生产设施及生活办公建筑群，破坏原始地貌景观，改变了该区域地形地貌景观格局，造成与原有自然景观不协调，现状条件下工业场地对地形地貌景观破坏为中度。工业场地见照片 3-3—3-9。

照片 3-3 主井	照片 3-4 副井
照片 3-5 风井	照片 3-6 洗煤厂
照片 3-7 工业场地办公室	
照片 3-8 充填站	
照片 3-9 生产区	
照片 3-10 生产区全景	

(3) 办公生活区

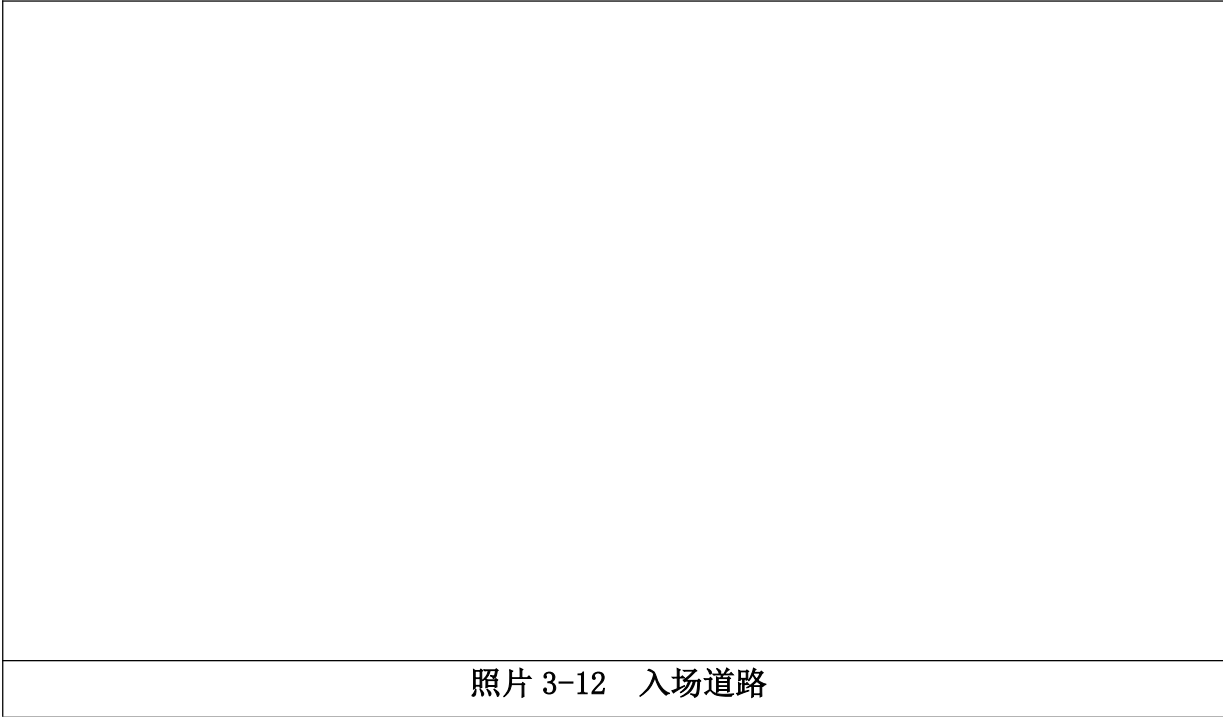
位于工业场地的东南侧，占地面积 0.6166hm²，主要包括：矿办公楼、

职工宿舍、食堂、锅炉房等，办公生活区内房屋均为砖混结构的房屋及楼房，办公生活区内地面及连接道路均已硬化，在场地内及周边区域绿化。



(4) 矿区道路

矿区道路主要位于矿区内部，连接工业场地与神-公公路相连。长度约为 100m，路宽约 6~15m，主要为混凝土路面，占地面积 0.2742hm²。矿区道路建设运行多年，改变了原生的地形地貌景观，现状条件下矿区道路对地形地貌景观破坏为轻度。矿区道路见照片 3-12。



3.含水层破坏

(1) 对含水层结构破坏分析

现状条件下，宏测煤矿已地下开采多年，累计形成 312.0467hm² 的采空区，为 5- 1、6-2 号煤层采空区，5-1 煤采高为 4.9~5.81m；6-2 煤采高为 1.3~2.62m。根据矿区水文地质资料，第四系冲洪积潜水含水层厚度变化较大，最大厚度几米，薄者 1~2m 左右，分布于各沟谷底部，特别是石灰川沟、黄天眠兔沟底部，为透水不含水层；第四系残坡积潜水含水层分布

于东西两侧、山丘顶部及斜坡一带，分布零星且位置相对较高，为透水不含水层。

区内分布的主要含水层为煤系砂岩孔隙裂隙承压含水层。现状条件下主要开采的 5-1、6-2 号煤层位于侏罗系中下统延安组砂岩含水层中，含水层岩性以各粒级砂岩为主。采空区的形成以及导水裂隙带的作用直接导致该含水层结构破坏，并引发周边含水层对采空区发生充水作用，使其地下水流场发生改变。

（2）矿井疏干对含水层的影响

矿井直接充水含水层富水性弱，导水性能差，根据矿方 2022-2025 年疏干水台账，2022 年至 2025 年矿井涌水量在 $42.4\sim 98.53\text{m}^3/\text{h}$ 之间，最大涌水量 $98.53\text{m}^3/\text{h}$ （2024 年 2 月），疏干水量大，主要疏干的是煤系地层的静储量，现场调查时，矿区附近地下水位下降幅度较小，未形成明显的降落漏斗，含水层水文地质条件未发生较大变化。

（3）对矿区及附近水源的影响

矿区内无常年地表水体，矿井内发育有石灰川沟支流及东、西黄天眠兔沟，上述沟谷汇于矿井内南部的石灰川沟，均为季节性河流，旱季干涸无水，雨后可形成短暂洪流。周边无重要、较重要的水源地，矿山现状开采对局部含水层结构有所破坏，但影响较小，未造成区域性破坏。矿山用水主要为工作人员生活用水、少量生产用水及消防洒水，生活及消防用水取用科源水务公司供水专线自来水；生产用水水源为处理后的矿井涌水，不足部分由科源水务公司供水专线自来水补充，水源可靠。

（4）对地下水水质影响

现状条件下，矿山开采疏干水汇集处理达标后作为回用于井下生产、道路抑尘和配套选煤厂用水，不外排；工业场地生活废水经排水管线集中排至工业场地内一座处理能力为 $100\text{m}^3/\text{d}$ 生活水处理站处理，处理后全部

用于洗煤厂生产用水，不外排，对地下水无污染，没有对周围环境造成危害。现状矿山开采对地下水水质的影响较轻。

综上所述，矿山开采中正常疏干水量较大，矿区生产、生活污水排放量很少，疏干水与生产、生活污水均处理达标回用，不排出区外，对地下水无污染。现状条件下，现状采空区范围对含水层结构影响破坏程度中度。工业场地及矿区其余地区对含水层结构的影响程度轻度。

（二）矿山土地资源损毁现状

目前矿山开采建设对土地资源损毁的区域主要为现状已损毁土地的单元为采空区、工业场地、矿区道路。塌陷损毁单元为采空塌陷区，土地压占的单元有工业场地、矿区道路。

1.已损毁土地面积现状

（1）采空区面积为 312.0467hm^2 ，全部为综采采空区。一般裂缝发育宽度为裂缝宽度普遍小于 10cm ，个别裂缝的宽度在 $20\sim 30\text{cm}$ ，极个别裂缝宽度 $50\sim 80\text{cm}$ ，其可见深度 $0.5\sim 1\text{m}$ ，裂缝区偶尔会有台阶式离层错动现象，错落高度 $0.1\sim 0.5\text{m}$ 。现状塌陷裂缝带面积约占采空区面积的 15% ，对土地造成塌陷损毁。

（2）工业场地占地面积 9.8149hm^2 。建筑物结构为多层，钢筋混凝土结构。对土地造成压占损毁。

（3）办公生活区占地面积 0.6166hm^2 。建筑物结构为多层，钢筋混凝土结构。对土地造成压占损毁。

（4）矿区道路长约 100m ，路面宽 $6\sim 15\text{m}$ ，占地面积 0.2742hm^2 。对土地造成压占损毁。

2.已损毁土地程度分析

（1）评价因素的选择

本矿山土地损毁类型主要为塌陷、压占，对损毁区分析评估应对照损

毁前地形地貌景观、土壤类型、土地利用类型、土地生产力及生物多样性等方面进行，按土地损毁类型的不同，将每种损毁类型的损毁程度分为 3 个级别（轻度、中度、重度）。塌陷损毁程度主要取决于三个因素，即塌陷面积、裂缝宽度、最大下沉值；压占损毁程度主要取决于四个因素，即压占面积、堆积高度、边坡坡度、地表物质性状，结合压占物地表稳定，其损毁程度评价因子及等级标准如表 3-1～表 3-3。

表 3-1 塌陷土地损毁程度评价表

损毁类型	评价因子	评价等级		
		轻度损毁	中度损毁	重度损毁
塌陷	塌陷面积 (hm ²)	<5	5~10	>10
	裂缝宽度 (m)	<0.20	0.20~0.35	>0.35
	最大下沉值 (m)	<2	2~5	>5
	权重分值	100-170	171-240	241-300

表 3-2 建筑物压占土地损毁程度评价因素及损毁程度评价表

评价因子	权重	评价等级		
		轻度损毁	中度损毁	重度损毁
压占面积	40	<1.00hm ²	1.00~5.00hm ²	>5.00hm ²
建筑物高度	30	<2m	2~5m	>5m
地表建筑物类型	30	砖瓦结构	彩钢结构	钢筋混凝土结构
权重分值	100	0-100	101-200	201-300

表 3-3 压占土地损毁程度评价表

评价因子	权重	评价等级		
		轻度损毁	中度损毁	重度损毁
路基宽度 (m)	30	≤4.0	4.0~6.0	>6.0
路面高度 (m)	30	≤10	10~20	>20
道路类别	20	自然路	砂石路	硬化道路
车流量	20	小	较大	大
权重分值	100	0-100	101-200	201-300

(2) 已损毁土地损毁程度评价

土地损毁程度评价详见表 3-4、3-5。

表 3-4 塌陷损毁土地程度评价表

评价单元	评价因子	评价单元已损毁	权重	权重分值	评价等级			损毁程度
					轻度损毁	中度损毁	重度损毁	
采空塌陷区	裂缝宽度（m）	0.1~0.3m	30	60	—	0.20~0.35	—	中度损毁
	裂缝面积（hm ² ）	46.8070	20	60	—	—	>10	
	最大下沉值（m）	2.52	50	100	—	2~5m	—	
	和值	/	/	220	/			

表 3-5 已压占损毁土地程度评价表 (压占)

评价单元	评价因子	评价单元已损毁	权重	权重分值	评价等级			损毁程度
					轻度损毁	中度损毁	重度损毁	
工业场地	压占面积 (hm ²)	9.8149	40	120	—	—	>5.00hm ²	重度损毁
	建筑物高度 (m)	20	30	90	—	—	>5m	
	地表建筑物类型	钢筋混凝土结构	30	90	—	—	钢筋混凝土结构	
	和值	/	/	300	/	/	/	
办公生活区	压占面积 (hm ²)	0.6166	40	40	<1.00	—	—	中度损毁
	建筑物高度 (m)	10	30	90	—	—	>5m	
	地表建筑物类型	砖瓦结构	30	30	砖瓦结构	—	—	
	和值	/	/	160	/	/	/	
矿区道路	路基宽度 (m)	6-15	30	90	—	—	>6.0	中度损毁
	路面高度 (m)	0	30	30	≤10	—	—	
	道路类别	混凝土路面	20	60	—	—	硬化道路	
	车流量	小	20	20	小	—	—	
	和值	/	/	200	0-100	101-200	201-300	

已损毁土地损毁程度统计表见表 3-6。

表 3-6 已损毁土地损毁程度统计表

位置	损毁形式	面积 (公顷)	损毁程度
采空区	塌陷	312.0467	中度损毁
工业场地	压占	9.8149	重度损毁

办公生活区	压占	0.6166	中度损毁
矿区道路	压占	0.2742	中度损毁
合 计			—

(三) 生态损毁问题现状

1. 植被损毁

宏测煤矿已地下开采多年，已对当地植被造成影响。采空区面积为 312.0467hm²。占用的土地类型为旱地、乔木林地、灌木林地、其他林地、天然牧草地、其他草地、物流仓储用地、工业用地、采矿用地、农村宅基地、公路用地、农村道路、裸土地。

工业场地占地面积 9.8149hm²，区域内建筑物已对当地植被造成影响，土地类型为采矿用地。

办公生活区占地面积 0.6166hm²，区域内建筑物已对当地植被造成影响，土地类型为商服用地、住宅用地。

矿区道路占地面积 0.2742hm²，土地类型为乔木林地、天然牧草地、采矿用地和农村道路。

已损毁土地利用现状地类统计表见表 3-7。

表 3-7 已损毁土地现状统计表

损毁单元	面积(hm ²)	原土地类型				面积(hm ²)	损毁类型	损毁程度	权属
综采采空区	312.0467	01	耕地	0103	旱地	***	塌陷	中度	
		03	林地	0301	乔木林地	***			
				0305	灌木林地	***			
				0307	其他林地	***			
		04	草地	0401	天然牧草地	***			
				0404	其他草地	***			
		05	商服用地	0508	物流仓储用地	***			
		06	工矿仓储用地	0601	工业用地	***			
				0602	采矿用地	***			
		07	住宅用地	0702	农村宅基地	***			

损毁单元	面积 (hm ²)	原土地类型				面积 (hm ²)	损毁类型	损毁程度	权属
		10	交通运输用地	1003	公路用地	***			
				1006	农村道路	***			
		12	其他土地	1206	裸土地	***			
工业场地	9.8149	06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	***	压占	重度	
办公生活区	0.6166	05	商服用地	05H1	商业服务业设施用地	***	压占	中度	
		07	住宅用地	0701	城镇住宅用地	***			
矿区道路	0.2742	03	林地	0301	乔木林地	***	压占	中度	
		04	草地	0401	天然牧草地	***			
		06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	***			
		10	交通运输用地	1006	农村道路	***			
合计						***	/	/	/

2.生物多样性丧失

(1) 植物群落

宏测煤矿现状条件下已形成的损毁单元包括采空区、工业场地、办公生活区及矿区道路，经核实采空区产生的裂缝已对其进行充填、平整、覆盖性的播撒草籽。采空塌陷区修复后区域植被覆盖度提升，群落稳定性及生态功能显著增强；工业场地、办公生活区以及矿区道路的建设导致土壤结构严重受损，土壤表层有机质流失，土壤肥力大幅下降。使得原本丰富的植被覆盖区域覆盖度下降。由于宏测煤矿对工业场地和道路两侧进行了绿化，绿化后对生物多样性丧失有所缓解。原有植物种类多样性指数下降了约 2%。采空区绿化见照片 3-13—3-16，工业场地绿化见照片 3-17、3-18、3-19，道路两侧绿化见 3-20。

照片 3-13 采空区绿化	照片 3-14 采空区绿化
照片 3-15 采空区绿化	照片 3-16 采空区绿化
照片 3-17 工业场地绿化	照片 3-18 工业场地绿化
照片 3-19 工业场地绿化	
照片 3-20 道路两侧绿化	

（2）动物群落

现状条件下受地表塌陷、机械噪声、人为干扰等影响，区内小型哺乳动物活动频率下降，区域动物整体种类、群落结构及生态功能均保持稳定，对生物多样性的损毁程度为轻度。

随着采空塌陷区修复完成，重建的植被群落为动物提供了适宜的觅食、栖息替代生境。区域动物种类与采矿前持平，群落结构仍以啮齿类、中小

型鸟类为主，生态食物链及种间关系稳定。

现状条件下采矿活动对生物多样性的损毁程度为轻度。

3.水土流失、环境污染情况

(1) 地面采运系统、运输设备、煤炭贮存场防尘抑尘

原煤在转载、输送采用全封闭式带式输送机走廊，在转载点和跌落点采取喷雾洒水措施。

产品煤出井后运输贮存至储煤仓，储煤仓设喷水除尘泵和除尘喷头，全天候不定时洒水降尘、防尘。

煤炭场外运送采用全封闭车厢或车辆苫盖篷布，车辆冲洗、运煤路洒水及路面清扫等综合降尘措施后，防尘、抑尘效果显著，更有效地控制了扬尘的产生。

(2) 地表水污染现状分析

本矿处于正常生产期，对地表水产生影响的主要污染源为废水和固废。

废水为生活生产污水和矿井排水。根据现场调查，煤矿建有矿井水处理站和生活污水处理站，现状条件下矿山开采疏干水汇集处理达标后作为回用于井下生产、道路抑尘和配套选煤厂用水，不外排；工业场地生活废水经排水管线集中排至工业场地内一座处理能力为100m³/d 生活水处理站处理，处理后全部用于洗煤厂生产用水，不外排。

固废为掘进矸石、锅炉灰渣、脱硫石膏、井水处理站污泥、生活污水处理站污泥、机修危废和生活垃圾等。矸石用于井下充填；锅炉灰渣全部交由鄂尔多斯市城市矿产研究开发有限公司处置；脱硫石膏在石膏库暂存后，定期交由达拉特旗赫弘建材有限责任公司处置；矿井水处理站污泥、生活污水处理站污泥初步处理后全部交由鄂尔多斯市城市矿产研究开发有限公司处置；机修危废委托准格尔旗豫蒙废旧金属回收有限责任公司处置；生活垃圾定期交由内蒙古勇升物业服务有限公司处置。

宏测煤矿矿区内没有水库、湖泊等地表水体，仅在雨节沟谷内存有少量水体，由于废水不外排，固废均有效处理，地表水体正常工况下不受污染。

（3）土壤污染现状分析

本矿井目前处于正常开采阶段，对土壤产生影响的主要污染源为矸石、锅炉灰渣、脱硫石膏、井水处理站污泥、生活污水处理站污泥、机修危废和生活垃圾等。矸石用于井下充填；锅炉灰渣全部交由鄂尔多斯市城市矿产研究开发有限公司处置；脱硫石膏在石膏库暂存后，定期交由达拉特旗赫弘建材有限责任公司处置；矿井水处理站污泥、生活污水处理站污泥初步处理后全部交由鄂尔多斯市城市矿产研究开发有限公司处置；机修危废委托准格尔旗豫蒙废旧金属回收有限责任公司处置；生活垃圾定期交由内蒙古勇升物业服务有限公司处置。

现状条件下，本矿开采对水土流失、环境污染情况影响程度为轻度。宏测煤矿矿区现状问题损毁程度评价见表3-8。

表 3-8 宏测煤矿现状问题损毁程度表

损毁单元	面积 (hm ²)	地质环境问题			土地 损毁	生态受损		
		不稳定地 质体	含水层	地形地貌		植被功 能损毁	生物多 样性	水土流失、环 境污染
采空区	312.0467	轻度	中度	轻度	中度	轻度	轻度	轻度
工业场地	9.8149	—	轻度	中度	重度	重度	轻度	轻度
办公生活区	0.6166	—	轻度	中度	中度	重度	轻度	轻度
矿区道路	0.2742	—	轻度	轻度	中度	重度	轻度	轻度

二、受损预测

矿山开采必定损毁土地资源，但在各个开采阶段和各个开采环节中，其损毁方式、损毁面积和破坏程度不尽相同，有所侧重。

（一）受毁环节

在矿山生产各环节中，将形成采空区、工业场地、办公生活区、矿区道路，其中损毁土地的环节主要是采空区塌陷损毁土地，工业场地压占损毁土地，矿区道路压占土地，贯穿矿山生产进行时的全过程。

（二）损毁时序

根据《初步设计》和地质环境条件特征，开采方案为井工开采方式，生产规模 240 万吨/年。宏测煤矿为生产矿山，损毁时序包括井工开采、采矿工程建设，具体如下：

生产期：开采中采空区→部分会出现裂缝→沉稳后对其进行复垦；

工业场地、办公生活区、矿区道路→压占损毁→服务期满后对其进行复垦；

复垦期：采空塌陷区→塌陷损毁→稳沉后对其进行复垦；

本方案将按照本方案规划年限对宏测煤矿进行受损预测。各阶段、各复垦区土地损毁时序见下表3-9。

表 3-9 项目区土地损毁时序表

区域	基建期	生产期								管护期
	2008-2013.4	2013.5-2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031.4	2031.5-2036	
采空区										
工业 场地										
办公生 活区										
矿区 道路										

（三）地质环境损毁预测

根据《初步设计》和“2026—2031.5 年矿井采煤工作面生产接续计划”矿山服务期将继续 5-1 煤层进行充填开采和 6-2 中煤层进行综采开采。随着工作面不断推进，工作面范围内全部形成采空区，其余单元占地面积不发生变化。

1.不稳定地质体

地下开采，可能引发或加剧的地质灾害主要是地下采空引起的地面塌陷（沉降）和塌陷裂缝，而且随着地下采空区的发展，地面发生变形。

依据矿区内地质环境条件特征，预测采矿活动可能引发地质灾害及工程建设本身可能遭受的地质灾害。根据开采设计和地质环境条件特征，分析得出：煤矿井工开采，预测采空区可能引发地面塌陷（伴生塌陷裂缝）地质灾害。宏测煤矿全矿井划分 1 个主水平，两个辅水平，主水平设在 5-1 煤层，水平标高+1280m，一个辅水平在 6 煤组（6-2 中煤层），水平标高+1250m。现井下 5-1 煤层、6-2 煤层同时开采，单独布置各煤层运输、辅运、回风大巷作为主要开拓巷道。

依据《初步设计》，井田需留设井田境界煤柱、井筒煤柱、露天煤柱、断大巷等。井田边界向内留设 20m 煤柱；地面建筑物保安煤柱的留设；井田内工业场地、办公生活区、东沟村，黄天棉图镇区以及工元洗煤厂需要留设保安煤柱，其保护等级为II级，围护带宽度 15m；矿井主要大巷间及外侧留设 30m 煤柱；采空区一侧留设 50m 煤柱；露头留设 50m 煤柱；断层煤柱留设 30m

宏测煤矿矿山现有采空区地面投影面积为 312.0467hm²，未来开采过程中部分现有采空区进行回采。后续将继续开采 5-1 号煤层 2 个充填工作面，6-2 号煤层 6208、6203—6207、6210 共 7 个工作面，2030 年 12 月，综采工作面结束，后续仅进行充填开采，综采结束后在矿区可采范围内将形成大范围的综采采空区，综采工作面预测采空区上部可能引发地面塌陷。

（1）采空区引发地面塌陷预测

1) 开采工作面范围

根据《初步设计》、《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿井下煤矸石充填项目初步设计（2023.3）》和矿山的开采计划，矿山设计开采 5-1 号煤层充填工作面、6-2 号煤层。

其中：5-1 煤综采工作面已开采完毕，正在开采 5-1 煤 CT5102 充填工作面，未来五年继续充填开采 CT5102、CT5103 充填工作面，5-1 煤充填采空区面积为 71.8851hm²，未来 5 年 5-1 号煤层充填采空区范围见图 3-2。

6-2 号煤层设计开采 6108、6203、6204、6205、6206、6207、6210 共 7 个综采工作面，6-2 煤层各工作面形成的采空区面积为 209.3076hm²，6-2 号煤层采空区范围见图 3-3。

图 3-2 5-1 煤层充填开采工作面分布范围

图 3-3 6-2 煤层开采工作面分布范围

宏测煤矿现状 5-1 号、6-2 煤层累计开采形成的综采采空区面积分别为 223.7193hm²（不含已验收）、88.3274hm²，合计累计开采形成的采空区总面积为 312.0467hm²，两层煤现有采空区无重复采动面积，因此形成综采采空区地表投影面积为 312.0467hm²；5-1 煤现在现状充填开采采空区面积为 21.9860hm²。现状采空区范围叠加见图 3-4。

宏测煤矿预测 5-1 煤层充填工作面采空区面积为 71.8851hm²。预测 6-2 煤层开采形成的采空区面积分别为 209.3076hm²。预测采空区范围叠加见图 3-5。

服务期内现状综采采空区地表投影面积为 312.0467hm²，预测综采采空区地表投影面积为 209.3076hm²，其中重复采空面积 88.5837hm²，综采采空区叠加后地面投影面积 423.7706hm²。服务期内形成的采空区面积见表 3-10、3-11。采空区范围叠加见图 3-6。

表 3-10 服务期内综采采空区面积统计表

煤层编号	现状采空区面积（hm ² ）		预测采空区面积（hm ² ）	
	单层面积	合并范围	单层面积	合并范围
5-1 号煤层	223.7193	面积合计 312.0467hm ² （地表投影 312.0467hm ² ）	充填开采	面积合计 209.3076hm ²
6-2 号煤层	88.3274		209.3076	
总计	累计开采形成的采空区总面积 512.3543hm ²			

	采空区地表投影面积：423.7706hm ² ；重叠面积 88.5837hm ²
--	--

表 3-11 服务期内充填采空区面积统计表

煤层编号	现状采空区面积（hm ² ）		预测采空区面积（hm ² ）	
	单层面积	合并范围	单层面积	合并范围
3-1 号煤层	0	地表投影 21.9860hm ²	0	面积合计 71.8851hm ²
5-1 号煤层	21.9860		71.8851	
总计	累计开采形成的充填采空区总面积 71.8851hm ²			
	充填采空区地表投影面积：71.8851hm ² ；无重叠面积			

图 3-4 方案服务期现状采空区叠合范围示意图

图 3-5 方案服务期预测采空区叠合范围示意图

图 3-6 方案服务期采空区叠合范围示意图

2) 预测评估原则

依据矿山《开发利用方案》，本井田设计可采煤层 5 层，分别为 3-1、4-2 中、5-1、6-1 中、6-2 中号煤层。根据矿山实际情况了解到，4-2 煤层

分布在矿区内东部的工元洗煤厂下部，因工元洗煤厂具有独立的土地使用权（面积 0.056km²），因此暂不对 4-2 煤层进行开采。6-1 中煤层因为煤层厚度较薄（煤层厚度小于 1m），因此暂不对 6-1 中煤层进行开采。因此本矿山实际开采的煤层为 3 层，分别为 3-1、5-1 和 6-2 中，现状下矿山已对 3-1 煤层开采完成，5-1 煤综采工作面已开采完毕，目前正在开采 5-1 煤层 5102 充填工作面，6-2 中煤的 6208 综采工作面，未来 5 年计划开采 5-1 煤层 5102、5103 充填工作面及 6-2 中煤 6208、6203、6204、6205、6206、6207、6010 工作面。

①以整个矿区可采范围内 5-1、6-2 中号煤层全部采空为基础进行预测。

②以收集的钻孔资料、设计开采方案、煤层特征及开拓方式作为计算依据。

③依据矿区范围内 3-1、5-1、6-2 中号煤层赋存情况以及设计开采方案，对 3-1、5-1、6-2 中号煤层分别计算采深采厚比值，考虑到煤层的重复采动情况，按 3-1、5-1 叠加，以及 3-1、5-1 和 6-2 中叠加进行叠加后的采深采厚比计算。

3) 采深采厚比值计算

本次预测评估利用井田范围内及周边钻孔处 3-1 煤层、5-1 煤层和 6-2 煤层的采深和采厚，分别计算出各点的采深采厚比值以及各煤层累计采深采厚比，计算结果详见表 3-12—表 3-16。

表 3-12 3-1 号煤层采深采厚比值计算结果表

序号	钻孔编号	煤层上覆岩层厚度(m)	煤层采厚(m)	采深采厚比值	备注
1	***	***	***	***	
2	***	***	***	***	
3	***	***	***	***	
4	***	***	***	***	
5	***	***	***	***	
6	***	***	***	***	

7	***	***	***	***	
8	***	***	***	***	未见3-1煤层
9	***	***	***	***	未见3-1煤层
10	***	***	***	***	
11	***	***	***	***	未见3-1煤层
12	***	***	***	***	未见3-1煤层
13	***	***	***	***	

表 3-13 5-1 号煤层采深采厚比值计算结果表

序号	钻孔编号	煤层上覆岩层厚度(m)	煤层采厚(m)	采深采厚比值	备注
1	118	***	***	***	
2	761	***	***	***	
3	770	***	***	***	
4	769	***	***	***	
5	768	***	***	***	
6	775	***	***	***	
7	131	***	***	***	
8	776	***	***	***	
9	786	***	***	***	
10	785	***	***	***	
11	784	***	***	***	
12	793	***	***	***	
13	139	***	***	***	

表 3-14 6-2 中号煤层采深采厚比值计算结果表

序号	钻孔编号	煤层上覆岩层厚度(m)	煤层采厚(m)	采深采厚比值	备注
1	118	***	***	***	
2	761	***	***	***	
3	770	***	***	***	
4	769	***	***	***	

5	768	***	***	***	
6	775	***	***	***	
7	131	***	***	***	
8	776	***	***	***	
9	786	***	** *	***	
10	785	***	***	***	
11	784	***	***	***	
12	793	***	***	***	
13	139	***	***	***	

表 3-15 3-1、5-1 号煤层采深采厚比值计算结果表

序号	钻孔编号	煤层上覆岩层 厚度(m)	煤层采厚 (m)	采深采厚比值	备注
1	118	***	** *	***	
2	761	***	***	***	
3	770	***	***	***	
4	769	***	***	***	
5	768	***	***	***	
6	775	***	***	***	
7	131	***	***	***	
8	776	***	* **	** *	未见3-1煤层
9	786	***	* **	** *	未见3-1煤层
10	785	***	***	***	
11	784	***	* **	** *	未见3-1煤层
12	793	***	* **	** *	未见3-1煤层
13	139	***	***	***	

表 3-16 3-1、5-1 号、6-2 中号煤层采深采厚比值计算结果表

序号	钻孔编号	煤层上覆岩层厚度(m)	煤层采厚(m)	采深采厚比值	备注
1	118	***	***	***	
2	761	***	***	***	
3	770	***	***	***	
4	769	***	***	***	
5	768	***	***	***	
6	775	***	** *	***	
7	131	***	** *	***	
8	776	***	* **	** *	
9	786	***	* **	** *	
10	785	***	***	***	
11	784	***	* **	** *	
12	793	***	* **	** *	
13	139	***	***	***	

由表 3-2 至 3-6 计算结果可知，矿区范围内设计可采煤层全部采空后，3-1 号煤层采深采厚比值在 8.40~23.25 之间；5-1 号煤层采深采厚比值在 9.23~27.18 之间；6-2 中号煤层采深采厚比值在 60.72~845.67 之间。采到 5-1 煤层时，3-1 和 5-1 煤层叠加深采厚比值在 10.30~16.82 之间；采到 6-2 中煤层时，3-1、5-1、6-2 中煤层叠加深采厚比值在 12.83~17.68 之间；

按照采深采厚比小于 120 为地面塌陷，大于 120 为地面沉陷为依据，分为塌陷区和沉陷区。结合累计煤层采深采厚比结果，考虑到本矿采用的是综合机械化采煤法，综合本矿以及附近井工矿的生产实际情况分析，未来形成的采空区上部将全部引发地面塌陷。

根据计算结果分析，未来 5 年 5-1 号煤层均为充填开采，不会引发大面积地面塌陷地质灾害，开采 6-2 煤层时，会引发地表塌陷。评估区内工业场地、办公生活区预留煤柱，矿区内分布的东沟村和黄天棉图镇区以及工元洗煤厂下部预留煤柱，为不可综采区域（充填开采）。预测评估区内

仅 6-2 煤综采工作面会引发地面塌陷，预测地面塌陷区面积为 209.3076hm^2 。根据现状调查及矿山设计开采方式和采深采厚比计算情况，预测地面塌陷表现形式主要为塌陷裂缝，近似沿井下工作面推进方向平行展布，走向基本与推进方向垂直；随着采掘工作面的推进，采空区范围不断扩大，塌陷裂缝的数量不断增加，裂缝之间的块段在地表呈阶梯式下沉；当该工作面开采结束后，最终在采空区上部形成一塌陷盆地，在塌陷盆地边缘及工作四周边界产生拉张裂缝。

4) 地面塌陷区影响半径计算

影响半径： $r=H/\text{tg}\beta$

式中： H ——采深（m），为煤层底板至地表的距离；

$\text{tg}\beta$ ——岩层移动角取 70° ；

r ——开采影响半径（m）。

表 3-17 地表变形预测结果表

开采计划期	移动角 $\beta(^{\circ})$	最大采深（m）	最大影响半径（m）
方案服务期	70	172.31	62.73

根据矿区设计可采煤层的赋存条件和开采方法，对矿区预测地面变形最大地表影响半径进行计算。方案服务期，预测地面塌陷区最大影响半径 62.73m。

5) 地表变形量预测

根据以下模式预测地面塌陷区地表最大沉降量。

最大沉降量： $W_{\max}=mq/\cos\alpha$

式中： $W_{\max}$ ——最大沉降量，m；

q ——下沉系数；

m ——煤层开采厚度，m；

α ——煤层倾角。

预测模式中下沉系数的大小由岩层产状、力学强度、岩体完整程度、岩体的结构及矿山开采方式、顶底板处理程度等因素综合确定，根据本矿地质情况，井田内各煤层直接顶板多为砂岩、粉砂岩、砂质泥岩，平均抗压强度小于 30MPa。表移动变形模式参数见表 3-18，预测地面塌陷区最大沉降量预测结果见表 3-19。

表 3-18 地表移动变形模式参数表

序号	参数	符号	单位	参数值	备注
1	下沉系数	q		0.5	重复采动取 0.60
2	主要影响正切	tgβ		2.0	重复采动取 2.4

表 3-19 预测地面塌陷区最大沉降量预测结果表

煤层编号	煤层最大厚度 (m)	下沉系数η	煤层倾角 (°)	最大沉降量 (m)
3-1 煤	未来 3-1、5-1 煤进剩余充填工作面，本次仅预测 6-2 煤			
5-1 煤				
6-2 煤	2.68	0.60	1-3	1.61
累计下沉值				1.61

由表 3-14 可知，方案服务期 3-1、5-1 煤进剩余充填工作面，6-2 煤层开采后的地表下沉最大值为 1.61m。

6) 裂缝深度预测

根据经验公式进行预测估算：

$$\text{公式： } H_{\max} = 10\sqrt{d}$$

式中： $H_{\max}$ ——裂缝带深度；

d——裂缝宽度，取矿山现状裂缝宽度 0.3m（最大均值）。

经计算，预测未来地面裂缝最大深度约 5.48m，可见深度 0.40m。

(2) 近期（2026 年 5 月—2029 年 4 月）地面塌陷区预测

根据开采计划，本方案近期三年开采 5-1 煤 CT5102、CT5103 充填工作面，充填工作面采空面积 14.1513hm²，不引起塌陷。

开采 6 号煤层 6208（正在开采）、6203、6204、6205、6206 工作面，预计累计开采塌陷区面积 131.7713hm²，见近期煤层工作面布置图 3-7。

图 3-7 近期煤层工作面布置图

1) 近期 5-1、6-2 煤层采深采厚比值计算

根据开采计划，本方案近期三年开采 5-1 煤 CT5102、CT5103 充填工作面，由于是充填开采，不预测。

采空区引发地面塌陷地质灾害预测本次预测评估以 6-2 号煤层 6208（2026.5-2026.8）、6203（2026.9-2027.2）、6204（2027.3-2027.11）、6205（2027.12-2028.11）、6206（2028.12-2029.4）为最大开采范围，全部采空为基础进行预测。

表 3-20 近期煤层采深采厚比值计算结果表

煤层	钻孔编号	钻孔地面高程（m）	煤层底板高程（m）	煤层厚度（m）	煤层采深（m）	采深采厚比值
6-2	118	1427.40	1256.80	1.05	170.60	162.48

6-2 煤层采深采厚比值 162.48，预测近期采空区上部将引发地面沉陷地质灾害；由于现状开采 3-1 煤层、5-1 煤层已引发地面塌陷，因此开采 6-2 煤层时部分为重复采动区，依然有引发塌陷的可能性。预测近期采空区上部将全部引发地面塌陷。

2) 地面塌陷地表变形量预测

表 3-21 近期预测地面塌陷区最大沉降量预测结果表

煤层编号	煤层最大厚度（m）	下沉系数 η	煤层倾角（°）	最大沉降量（m）
6-2	2.68	0.60	1-3	1.61

由表可知，近期 5-1 煤进剩余充填工作面，6-2 煤层开采后的地表下沉最大值为 1.61m。

(3) 采空塌陷损毁程度预测

本方案规划服务年限为 9 年，预测服务期内形成的综采采空区总面积为 209.3076hm²。本矿未来形成的综采采空区全部会引发采空塌陷地质灾害。采空塌陷表现以整体下沉、裂缝发育为主，地表最大下沉值为 1.61m，塌陷裂缝垂直于工作面布置方向，结合本矿开采现状，预测可能产生的裂缝宽度 10~30cm；裂缝最大可见深度 1.50m，裂缝间隔可能 40~100m，长

度 50~200m。

采空塌陷承载对象为土地资源、植被以及地下工作人员和井巷设备，预测采空塌陷地质灾害（塌陷裂缝）规模小，发生的可能性大，引发的采空塌陷程度为中度。

（4）敏感保护目标遭受采空塌陷地质灾害预测评估

1）井田内分布农村道路

预测农村道路均位于预测采空塌陷区，预测未来可能遭受采空塌陷区地质灾害，遭受的可能性较大。预测采空塌陷对原始道路整体性损毁程度为轻度，路面会出现小型的地面裂缝（包括拉伸裂缝及下沉错落裂缝等），出现裂缝后及时修复。

2）高压线

工业场地建有 10kV 变电所 1 座，采用双回路供电。10kV 双回供电电源一回引自宏鑫 35kV 变电所 10kV 侧，采用 LGJ-240mm² 钢芯铝绞线，供电距离 5km；另一回引自黄天棉图 35kV 变电所 10kV 侧，采用 LGJ-240mm² 钢芯铝绞线，供电距离 1.5km。

目前高压线塔已采用混凝土结构进行了加固。预测该区可能遭受采空塌陷的可能性较小，损毁程度轻度。

4）耕地

矿区内综采采空区引发的地面塌陷区耕地面积为 17.0464hm²，充填开采采空区 19.5679hm²。

综采塌陷区会使地表开裂，裂缝宽度一般为 0.10~0.30m，预测损毁程度轻度；充填开采区地下煤层已采用膏体充填，这将使煤炭采空区上方地表产生的移动和变形很有限，因此井下煤炭充填开采基本不会对局部地表形态造成严重影响。

2.地形地貌景观破坏预测

宏测煤矿井工开采形成的受损单元包括预测采空塌陷区、工业场地、办公生活区和矿区道路。其中工业场地、办公生活区、矿区道路均为已建场地，其损毁程度与现状相同，详见地形地貌景观破坏现状分析。预测未来开采会增加地形地貌景观损毁的单元为预测采空塌陷区。

预测综采工作面采空塌陷区面积 209.3076hm^2 ，综采塌陷区地表最大下沉值 1.61m 。地下综采导致地表塌陷（裂缝带）将使原始地形地貌产生不连续性，局部可能出现开裂，破坏地表连续性。分析认为，预测综采采空塌陷区的形成会造成地表裂缝，裂缝宽度较小，宽度 $0.10\sim 0.30\text{m}$ ；裂缝最大可见深度 1.50m ，裂缝间隔可能 $40\sim 100\text{m}$ ，长度 $40\sim 200\text{m}$ ；预测充填工作面采空区 71.8851hm^2 ，根据宏测煤矿《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿 5101 充填工作面地表移动变形观测成果分析报告 2024.12》，5101 充填工作面开采引起地表最终最大水平变形为 -1.28mm/m ，最终最大倾斜变形为 2.20mm/m ，近期、中期开采充填开采煤层一致，开采厚度基本相同，预测地形地貌景观的受损程度为轻度。

3.含水层破坏预测

（1）对含水层结构破坏分析

第四系冲洪积潜水含水层厚度变化较大，最大厚度几米，薄者 $1\sim 2\text{m}$ 左右，分布于各沟谷底部，特别是石灰川沟、黄天眠兔沟底部，为透水不含水层；第四系残坡积潜水含水层分布于东西两侧、山丘顶部及斜坡一带，分布零星且位置相对较高，为透水不含水层。区内分布的主要含水层为煤系砂岩孔隙裂隙承压含水层。矿山开采是否对开采矿层之上的含水层结构造成破坏，主要取决于地下矿层采空后，覆岩破坏的导水裂缝带高度是否能达到上部含水层。地下采空区放顶后，在开采矿层之上将形成变形程度不同的三个带，即垮落带、导水裂缝带、弯曲带。垮落带是指采矿工作面放顶后引起的直接垮落破坏带。导水裂缝带是指垮落带之上，大量出现的

切层、离层和断裂隙或裂隙发育带。弯曲带是指导水裂缝带以上至地表的整个范围内岩体发生弯曲下沉的整体变形和沉降移动区。垮落带和导水裂缝带统称冒裂带，该带能透水；弯曲带一般不具备导水能力。因此，冒裂带的高度决定矿层开采后是否影响到上部含水层。

宏测煤矿为地下开采矿山，在生产过程中，为保障生产安全，要排出井巷中的矿井水，大量人为排水会造成矿区及周边地下水位下降，甚至疏干局部含水层的地下水，对地下水资源造成破坏。

矿井未来 5 年充填开采 5-1 煤层剩余边角资源、长壁综合机械化开采 6-2 中煤层。由于 5-1 煤层采用充填式开采，故仅对 6-2 中煤层导水裂缝带高度计算。

在未来采矿过程中形成的冒落带、裂缝带，也是矿床充水的主要通道，由于煤层开采后将引起上覆岩层冒落所形成的冒落带及导水裂缝带，一旦延伸到上部含水层时，将使各含水层间发生水力联系。

6-2 中煤层厚度 0.15~2.68m，平均 1.12m。顶板岩性为细砂岩和砂质泥岩，底板岩性为砂质泥岩和粉砂岩。煤层顶底板岩石的力学强度较低，岩石以软弱岩石为主，遇水软化变形，甚至有崩解破坏现象。本次选用《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）附录 A 的表 A.1 中的公式进行计算导水裂缝带高度。

覆岩岩性			垮落带 m	导水裂缝带高度 m	
煤层倾角 (°)	岩石饱和单轴抗压强度 MPa	岩性		计算公式之一	计算公式之二
0~54	软弱 10~20	泥岩、泥质页岩	$H_m = \frac{100 \sum M}{6.2 \sum M + 32} \pm 1.5$	$H_{fi} = \frac{100 \sum M}{3.1 \sum M + 5.0} \pm 4.0$	$H_{fi} = 10\sqrt{\sum M} + 5$

(1) 6-2 中煤层垮落带

$$H_m = \frac{100 \times 1.6}{6.2 \times 1.6 + 32} + 1.5 = 5.32\text{m} \quad , \quad H_m = \frac{100 \times 2.68}{6.2 \times 2.68 + 32} + 1.5 = 7.01\text{m}$$

(2) 6-2 中煤层导水裂缝带

公式一：

$$H_{\bar{h}} = \frac{100 \times 1.6}{3.1 \times 1.6 + 5.0} \pm 4.0 = 12.06 \sim 20.06\text{m} \quad , \quad H_{\bar{h}} = \frac{100 \times 2.68}{3.1 \times 2.68 + 5.0} \pm 4.0 = 16.14 \sim 24.14\text{m}$$

公式二：

$$H_{\bar{h}} = 10\sqrt{1.6} + 5 = 17.65\text{m} \quad , \quad H_{\bar{h}} = 10\sqrt{2.68} + 5 = 21.37\text{m}$$

2024 年隐蔽致灾因素普查阶段施工 3 个“三带”观测孔，对宏测煤矿 6201 工作面进行“三带”观测，综合判定导水裂缝带高度 17.40m，裂采比 11.6。冒落带高度 3.8m，冒采比 2.53。

根据开采厚度计算开采过后导水裂缝带高度和垮落带高度，结合钻探实测数据，综合分析认为：未来 4 年开采区域内 6-2 中煤层埋藏深度 73.49～228.69m，平均 148.80m。确定开采 6-2 中煤层形成的导水裂缝带（包括最大冒落带）未切入地表；6-1 中煤层距 5-1 煤层平均 11.74m；6-2 中煤层距 6-1 中煤层平均 20.24m。导水裂缝带（包括最大冒落带）高度在开采 6-2 中煤层时未切入到 5-1 煤层采空区。

2. 矿井排水

根据《内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司煤矿防治水“三区”管理报告》（2025.5），综合预测矿井正常涌水量 63m³/h，最大涌水量 95m³/h，矿井涌水量较大，矿井排水过程中，会引发区域地下水位轻微下降及地下水场局部调整，但未引发含水层渗透性、储水能力等核心功能的明显衰减，整体受损程度为中度。

3. 对矿区及附近水源的影响

根据现状调查，矿区范围及附近无工业、农业及生活用水水源地。矿井排水水不外排。预测未来矿山对矿区及附近水源的损毁程度轻度。

根据2026年3月24日内蒙古城矿环境检测有限公司检测的矿井水出口水质检测报告。检测结果见表3-22。

表 3-22 宏测煤矿矿井水处理设施出口水质检测结果

序号	检测项目	单位：mg/L, 注明的例外	标准限值	评价结果
		矿井水处理设施出口		
1	pH 值（无量纲）	7.5	6-9	达标
2	化学需氧量	39	50	达标
3	悬浮物	15	50	达标
4	氟化物	0.329	10	达标
5	六价铬	0.015	0.5	达标
6	石油类	0.06L	5	达标
7	砷	3×10^{-4} L	0.5	达标
8	汞	6.0×10^{-4}	0.05	达标
9	铁	0.03L	6	达标
10	锰	0.01L	—	
11	锌	0.02L	2.0	达标
12	铬	0.03L	1.5	达标
13	铅	0.001L	0.5	达标
14	镉	1×10^{-4} L	0.1	达标
15	总 α 放射性 *(Bq/L)	0.043L	1	达标
16	总 β 放射性 *(Bq/L)	0.015L	10	达标
参考标准	《煤炭工业污染物排放标准》GB20426-2006 中表 1、表 2 新建(扩、改)排放限值			
备注	“L” — 未检出			

根据表3-22中数据分析，可得宏测煤矿矿井水经处理后满足《煤炭工业污染物排放标准》GB20426-2006中表1、表2新建(扩、改)排放限值，对且矿井水处理后全部利用，不外排，故不会对周边水源造成影响。

综上所述，预测矿山开采对含水层结构损毁程度为中度，矿井排水对含水层损毁程度为中度，对矿区及附近水源损毁程度为轻度。因此，预测矿山开采对含水层总体损毁程度为中度。

（四）矿山土地资源损毁预测

煤矿在开采中与结束后，引发的地质灾害主要为塌陷、压占。土地塌

陷的单元为预测塌陷区。土地压占的单元为工业场地、矿区道路与现状面积相同，损毁程度一致。

1. 拟损毁土地面积预测

根据设计资料，膏体充填工作面地面不会形成明显的塌陷裂缝，所以方案服务期内采空区拟损毁土地单元为预测综采采空塌陷区，预测规划服务期内开采 6-2 煤层。各煤层开采时存在重复塌陷的现象。

经计算规划服务年限内预测地面塌陷区总地面投影面积为 209.3076hm^2 ；近期预测地面塌陷区地面投影面积为 131.7714hm^2 。开采根据塌陷预测分析结果，结合矿山现状塌陷裂缝形成区域（裂缝占比为 8%~12%），以及矿区未来煤矿开采，采用全部垮落法和充填开采，预测塌陷裂缝根据每一煤层塌陷区面积分别计算塌陷裂缝。

（1）方案服务期内采空区

方案服务期内 6-2 煤层预测地面塌陷区地面投影面积为 209.3076hm^2 ，预测综采工作面形成的地面裂缝面积约 31.3961hm^2 （取 15%），土地损毁方式为塌陷。

（2）近期采空区

近期三年内主要开采 6-2 号煤层 6208、6203、6204、6205、6206 工作面，预计累计开采地面投影面积约 131.7714hm^2 ，预测最终塌陷裂缝面积为 19.7657hm^2 （取 15%）（塌陷裂缝面积只是理论上的计算值），预测近期 3 年 6-2 煤层开采后的地表下沉最大值分别为 1.61m，土地损毁方式为塌陷。

2. 拟损毁土地程度分析

宏测煤矿土地损毁预测是根据矿区特定自然、地质、社会条件及预测单元的实际情况具体分析。矿区土地损毁程度预测实际上是矿区开采活动引起的矿区土地质量变化程度的预测。本期开采 5-1 和 6-2 号煤层，随着采空区工作面继续推进，采空区引发地面塌陷地质灾害，预测地面塌陷影

响区面积 209.3076hm²（未计充填采空区）。参考周边同类矿山塌陷裂缝形成区域，预测塌陷裂缝根据每一煤层塌陷区面积分别计算塌陷裂缝，预测形成的地面裂缝面积约 31.3961hm²（取 15%，塌陷裂缝面积只是理论上的计算值，不包括已修复裂缝），预测最大沉降量 1.61m，塌陷形成的地面裂缝多呈近平行状分布，裂缝走向与工作面推进方向垂直，形状为楔形，裂缝宽约 0.10~0.30m，裂缝最大可见深度 1.50m，裂缝间隔可能 40~100m，长度 50~200m。地面塌陷区对土地损毁程度为中度损毁，详见预测塌陷区拟土地损毁程度评价结果表 3-23、3-24。

表 3-23 拟损毁土地损毁程度评价表（6-2 煤层预测采空区—塌陷）

评价因子	预测地面塌陷区	权重（%）	权重分值	评价等级			损毁程度
				轻度损毁	中度损毁	重度损毁	
塌陷面积（hm ² ）	209.3076	20	60	<5	5~10	>10	中度损毁
地表裂缝带宽度（m）	0.10-0.30	30	60	<0.20	0.20—0.35	>0.35	
最大下沉值（m）	1.61（考虑与以往叠加后为中度）	50	100	<2	2—5	>5	
和 值	—	100	220	—	—	—	

注：权重×质量分值=权重分值，权重分值=20×3+30×2+50×2=220，故损毁程度为中度损毁。

表 3-24 拟损毁土地损毁程度统计表

位置	损毁形式	面积（hm ² ）	损毁程度
预测综采塌陷区	塌陷	209.3076（含与充填重叠区）	中度损毁
预测充填开采采空区	微小裂缝	71.8851	轻度
小计		281.1927	/
近期预测综采塌陷区	塌陷	131.7714	中度损毁
近期预测充填开采采空区	微小裂缝	46.2997	轻度
小计		178.0711	/

（五）生态损毁问题预测

根据矿山开采计划，本方案规划服务期内开采5-1号、6-2号煤层会导致矿区生态损毁，生态损毁问题主要包括植被损毁，以及支撑生态服务功能的土壤保持、地表水系、土壤和地下水污染、动植物物种丧失等问题。

1.植被损毁

经计算，规划服务年限内预测充填采空地面投影面积 71.8851hm²，由于为充填开采，地表只形成微小裂缝，一般不会对地面植被损毁。

经计算规划服务年限内预测地面塌陷区总地面投影面积为 209.3076hm²，损毁地类为旱地、乔木林地、灌木林地、其他林地、天然牧草地、其他草地、采矿用地、农村宅基地、公路用地、农村道路；近期预测地面塌陷区地面投影面积为 131.7714hm²，损毁地类为旱地、乔木林地、灌木林地、其他林地、天然牧草地、其他草地、采矿用地、农村宅基地、公路用地、农村道路。工业场地、矿区道路损毁植被类型与现状一致。

矿山开采影响范围拟损毁耕地面积 17.0446hm²（不含充填开采区），预测近期综采预测塌陷区无耕地；通过将矿区范围边界与鄂尔多斯市准格尔旗自然资源局核实，矿区范围内基本农田面积为 15.7038hm²，拟损毁区基本农田面积 0.2611hm²（不含充填采空区），为旱地，仅一处；预测近期综采塌陷区无基本农田。分布情况见图 3-8。

拟损毁土地损毁程度统计表见表 3-25、3-26，近期拟损毁土地损毁程度统计表见表 3-27、3-28。

表 3-25 宏测煤矿拟损毁土地利用现状地类统计表（6-2 煤综采）

工程 单元	地 类				面积（hm ² ）		合计
	一级地类		二级地类		黄天棉图村	乌兰哈达村	
综采预 测 塌陷区	01	耕地	0103	旱地	***	***	***
	03	林地	0301	乔木林地	***	***	***
			0305	灌木林地	***	***	***
			0307	其他林地	***	***	***
			0401	天然牧草地	***	***	***
	04	草地	0404	其他草地	***	***	***
			06	工矿仓储 用地	0602	采矿用地	***
	07	住宅用地	0702	农村宅基地	***	***	***
	10	交通运输 用地	1003	公路用地	***	***	***
			1006	农村道路	***	***	***
小计					***	***	***

表 3-26 宏测煤矿拟损毁土地利用现状地类统计表（5-1 煤充填开采区）

工程 单元	地 类				面积（hm ² ）		合计
	一级地类		二级地类		黄天棉图村	乌兰哈达村	
充填面	01	耕地	0103	旱地	5.0737		5.0737
	02	园地	0201	果园	0.4933		0.4933
	03	林地	0301	乔木林地	***	***	***
			0305	灌木林地	***	***	***
			0307	其他林地	***	***	***
	04	草地	0401	天然牧草地	***	***	***
			0404	其他草地	***	***	***
	05	商服用地	05H1	商业服务业 设施用地	***	***	***
	06	工矿仓储 用地	0601	工业用地	***	***	***
			0602	采矿用地	***	***	***
	07	住宅用地	0702	农村宅基地	***	***	***
	10	交通运输 用地	1003	公路用地	***	***	***
			1004	城镇村道路用地	***	***	***
			1006	农村道路	***	***	***
	11	水域及水利 设施用地	1104	坑塘水面	***	***	***
	12	其他土地	1202	设施农用地	***	***	***
			1206	裸土地	***	***	***
	合计					***	***

表 3-27 未来三年拟损毁土地利用现状地类统计表（6-2 煤）

工程单元	地 类				面积（hm ² ）		合计
	一级地类		二级地类		黄天棉图村	乌兰哈达村	
近期综采 预测 塌陷区	01	耕地	0103	旱地	***	***	***
	03	林地	0301	乔木林地	***	***	***
			0305	灌木林地	***	***	***
			0307	其他林地	***	***	***
	04	草地	0401	天然牧草地	***	***	***
			0404	其他草地	***	***	***
	06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	***	***	***
	10	交通运输用地	1003	公路用地	***	***	***
			1006	农村道路	***	***	***
	小计				***	***	***

表 3-28 未来三年拟损毁土地利用现状地类统计表（5-1 煤充填开采区）

工程单元	地 类				面积（hm ² ）		合计
	一级地类		二级地类		黄天棉图村	乌兰哈达村	
近期充填区	01	耕地	0103	旱地	***	***	***
	02	园地	0201	果园	***	***	***
	03	林地	0301	乔木林地	***	***	***
			0305	灌木林地	***	***	***
			0307	其他林地	***	***	***
	04	草地	0401	天然牧草地	***	***	***
			0404	其他草地	***	***	***
	05	商服用地	05H1	商业服务业设施用地	***	***	***
	06	工矿仓储用地	0601	工业用地	***	***	***
			0602	采矿用地	***	***	***
	07	住宅用地	0702	农村宅基地	***	***	***
	10	交通运输用地	1003	公路用地	***	***	***
			1004	城镇村道路用地	***	***	***
			1006	农村道路	***	***	***
	11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	***	***	***
	12	其他土地	1202	设施农用地	***	***	***
			1206	裸土地	***	***	***
	合计				***	***	***

表 3-29 宏测煤矿拟损毁土基本农田

	地 类				面积 (hm ²)		合计	比例 (%)
	一级地类		二级地类		乌兰哈达村	黄天棉图村		
矿山活动影响 范围内基本农田	01	耕地	0102	水浇地	***	***	***	***
			0103	旱地	***	***	***	***
	小计				***	***	***	***
预测损毁区 基本农田	01	耕地	0102	水浇地	***	***	***	***
			0103	旱地	***	***	***	***
	小计				***	***	***	***
近期预测损毁区 基本农田	无							

图 3-8 预测塌陷区基本农田范围图

采空塌陷作为宏测煤矿区域主要的人为扰动因素，通过破坏地表地形、土体结构及土壤环境，直接或间接对乔木林、灌木林、草地与农作物等植被生长指标及核心功能造成显著损毁，具体表现如下：

（1）林地植被损毁

由前预测可知，综采采空区塌陷裂缝发育宽度一般0.10~0.30m，极个别0.50~0.80m。裂缝规模为小型，仅会使乔木、灌木根部受拉扯，而树干结构完整，叶片、枝条生长等核心植被功能未受影响。因此，乔木、灌木损毁程度为轻度。

（2）草地植被损毁

该区草地主要为本氏针茅、紫花苜蓿、芨芨草、羊草、油蒿等，植被覆盖度15-60%、群落高度3~42cm。采空塌陷会使局部引发塌陷裂缝，裂缝附近的牧草可能枯萎甚至死亡。由于裂缝宽度较小，约0.10~0.30m，极个别0.50~0.80m，每亩裂缝条数为3条，裂缝长度50~200m，间距约40~100m，裂缝面积占损毁面积的15%。预测裂缝发育较小，规模为小型。因此，草地植被损毁程度为轻度。

（3）农作物

区内主要农作物为玉米、葵花等，其根系较为发达，固土能力强。预测采空塌陷引发的土体裂缝规模较小，裂缝宽度一般0.10~0.30m。因此农作物生长损毁程度为较轻。

综上，预测评估预测采空区对植被的损毁程度为轻度。

（4）地表水系

宏测煤矿地处丘陵区，井田内地表水系不发育，沟谷均为季节性沟谷井田承压水主要赋存于白垩系下统志丹群、侏罗系中统直罗组以及侏罗系中统延安组砂岩中，基岩在地表没有出露，因此承压水的主要补给来源为井田外承压水的侧向径流补给，次为上部潜水的垂直渗入补给。承压水与潜水在不同地段可形成互补关系，承压水一般沿地层走向径流。矿区采矿活动对地表水系损毁程度为轻度。

2.生物多样性变化

（1）植物群落

通过预测可知矿山开采对植被的影响程度较轻，塌陷虽可能导致局部牧草受损，但受损范围较小，群落结构可快速恢复，植被多样性变化较小。

（2）动物与昆虫

因修复过程中注重植被多样化（非单一化种植），传粉昆虫的食物来源与栖息地得到保障，数量未减少，矿区动物类型以草兔为代表，其栖息地虽受塌陷局部影响，但修复措施会同步构建迁徙通道、恢复植被覆盖，避免栖息地碎片化。区域无珍稀脊椎动物分布，不存在种群存续风险。

整体来看，采空塌陷对生物多样性的影响程度轻度，未对区域生态系统的生物组成造成破坏性影响。

3.土壤和地下水污染

（1）土壤污染

宏测煤矿在开发过程中和生产运营期会产生一定量的固体废弃物和废水，包括煤矸石、煤泥、生活垃圾、锅炉灰渣、矿井疏干水、生活污水等，将都得到有效处理，根据矿方提供的近期土壤检测报告，检测因子含量均符合标准，预测评估矿山开采产生固体废弃物对土壤影响程度为轻度。

（2）地下水污染

1) 矿山污水

预测矿山生活污水产生量约 $40\text{m}^3/\text{d}$ ，不外排，经污水处理站处理达标后，用于洗煤厂生产用水，对地下水环境污染较小。炉排污水直接回用于洗煤厂生产用水。预测矿井下正常涌水量为 $93\text{m}^3/\text{h}$ ，最大涌水量为 $95\text{m}^3/\text{h}$ ，现状在工业场地西北侧已建一座矿井水处理站，处理规模为 $100\text{m}^3/\text{h}$ ，采用“混凝+沉淀+过滤+消毒”的矿井水处理系统，处理后回用于井下生产、消防和配套选煤厂用水。污水不外排，因此，预测矿山排水对矿区及周边水体产生的影响为轻度。

2) 矿山固体废弃物

宏测煤矿在开发过程中和生产运营期会产生一定量的固体废弃物，如锅炉灰渣和脱硫石膏、除尘器收尘、矿井水处理站污泥、生活污水处理站污泥、机修危废和生活垃圾等。矸石用于井下充填；锅炉灰渣全部交由鄂尔多斯市城市矿产研究开发有限公司处置；脱硫石膏在石膏库暂存后，定期交由达拉特旗赫弘建材有限责任公司处置；矿井水处理站污泥、生活污水处理站污泥初步处理后全部交由鄂尔多斯市城市矿产研究开发有限公司处置；机修危废委托准格尔旗豫蒙废旧金属回收有限责任公司处置；生活垃圾定期交由鄂尔多斯市睿宸物业服务有限公司处置。

预测矿山固体废弃物对矿区及周边地区水体产生的影响为轻度。

表 3-30 宏测煤矿受损预测问题损毁程度评价表

损毁单元	面积 (hm ²)	地质环境问题			土地 损毁	生态损毁				土壤和 地下水 污染
		不稳定 地质体	含水 层	地形地 貌		植被损 毁	沙丘 沙化	地表水 系	生物多 样性	
工业场地	9.8149	—	轻度	中度	重度	重度	轻度	轻度	轻度	轻度
办公生活区	0.6166	—	轻度	中度	中度	重度	轻度	轻度	轻度	轻度
矿区道路	0.2742	—	轻度	轻度	中度	重度	轻度	轻度	轻度	轻度
预测综采塌 陷区	209.3076	中度	中度	轻度	中度	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度
充填采空区	71.8851	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度
合计	291.8984									

三、问题诊断评价结论

依据对宏测煤矿地质环境问题、土地资源损毁程度、生态损毁情况现状和预测进行分析，受损区块综合评价结果采用上一级别优先原则，只要受损区块中任一类型问题损毁程度有一条符合该级别。按照损毁程度将其分为重度受损区、中度受损区和轻度受损区。

矿区损毁程度综合分区见表 3-31。矿区生态破坏程度综合评价图见图 3-9。

（一）重度受损区

1.工业场地

矿区内工业场地面积 9.8149hm^2 。该区地质环境问题为中度；对土地资源的损毁程度为重度；生态损毁程度为重度。

由于工业场地压覆资源进行充填开采，对地面建筑物影响等级为I级，加之矿方后续对未取得土地手续的区域办理土地手续，故本方案不对其进行生态修复，仅对工业场地区域内进行绿化及监测。

2. 矿区道路

矿区道路占地面积为 1.4052hm^2 。该区地质环境问题为轻度；对土地资源的损毁程度为中度；生态损毁程度为重度。

由于矿区道路压覆资源进行充填开采，对地面建筑物影响等级为I级，加之矿方后续矿区办理土地手续，故仅对矿区道路区域内进行绿化及监测。

（二）中度受损区

1. 综采预测塌陷区

综采采空区塌陷面积 209.3076hm^2 。该区地质环境问题为中度；对土地资源的损毁程度为中度；生态损毁程度为中度。

采空区采取的防治措施包括地貌重塑、土壤重构、植被重建工程内容。矿山开采过程中严格按照开采设计留设保护煤柱；受影响村庄提前按计划进行搬迁；对损毁道路等设施进行修复；对地表变形进行监测；预测地面塌陷区外围设置警示牌、永久界桩；对产生的塌陷坑和裂缝进行回填、平整和人工恢复植被。

2. 办公生活区

矿区内工业场地面积 0.6166hm^2 。该区地质环境问题为中度；对土地资源的损毁程度为中度；生态损毁程度为重度。

由于办公生活区压覆资源进行充填开采，对地面建筑物影响等级为I级，该区域已有土地手续，仅对工业场地区域内进行绿化及监测。

（三）轻度受损区

充填采空区面积 71.8851hm²。该区地质环境问题为轻度；对土地资源的损毁程度为轻度；生态损毁程度为轻度。

采空区采取的防治措施主要为对地表变形进行监测；预测充填开采区外围设置警示牌、永久界桩。

表 3-31 矿区损毁程度综合评价表

序号	问题类型	现状及预测受损状况		综合评价结果
		面积 (hm ²)	损毁程度	
工业场地	地质环境影响	9.8149	中度	重度
	土地损毁		重度	
	生态受损		重度	
矿区道路	地质环境影响	0.2742	轻度	重度
	土地损毁		中度	
	生态受损		重度	
办公生活区	地质环境影响	0.6166	轻度	重度
	土地损毁		中度	
	生态受损		重度	
预测塌陷区	地质环境影响	209.3076	中度	中度
	土地损毁		中度	
	生态受损		轻度	
充填采空区	地质环境影响	71.8851	轻度	轻度
	土地损毁		轻度	
	生态受损		轻度	
合计		291.8984	—	—

表 3-32 矿区生态破坏程度综合评价表

损毁单元	面积 (hm ²)	地质环境问题			土地 损毁	生态系统破坏			水体污染	综合评价结果
		地质灾害	含水层	地形地貌		土壤侵蚀	植被功能损毁	生物多样性		
工业场地	9.8149	轻度	轻度	中度	重度	中度	重度	轻度	轻度	重度损毁区
矿区道路	0.2742	中度	轻度	中度	中度	中度	重度	轻度	轻度	重度损毁区
办公生活区	0.6166	轻度	轻度	中度	重度	中度	重度	轻度	轻度	重度损毁区
预测采空塌陷区	209.3076	中度	中度	轻度	中度	中度	轻度	轻度	轻度	中度损毁区
充填开采区	71.8851	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度损毁区

图 3-9 矿区生态破坏程度综合评价图

第二节 生态修复可行性分析

一、技术经济可行性分析

（一）矿山地质环境治理可行性分析

针对未来采矿活动引发的地面塌陷灾害，结合周边区域已有矿山治理经验，介绍如下：采空塌陷地质灾害主要以裂缝形式出现，治理难度相对较小，综合考虑各方面因素，宏测煤矿在生产中要严格按照开采设计留设保护煤柱。对受影响村庄按开采计划提前进行搬迁；治理措施主要以回填裂缝、平整、设置警示牌提醒无关人员禁止入内，治理难度相对较小。因此，综合考虑各方面因素，宏测煤矿可能发生的采空塌陷地质灾害主要应及时回填裂缝，辅以监测、警示预防，并对塌陷区内受影响的村庄进行搬迁。

宏测煤矿采矿活动对含水层的破坏主要为各煤层开采对含水层结构的破坏及疏干水引起的水位下降，治理措施施工难度大，施工周期长，不适宜作为宏测煤矿含水层破坏防治措施。含水层破坏应以自然恢复水位为主，监测为辅，通过观测井定期对地下水水位、水质、水量进行监测较为可行。

宏测煤矿采矿活动影响地形地貌景观的单元有地面塌陷区、工业场地和矿区道路。地面塌陷区应建立和完善矿山地质环境监测系统，定期对采空区上部进行地表变形监测，对地下水水质、水位进行定期监测。利用预测地面塌陷裂缝附近的第四系风积砂及细砂土，回填平整地表塌陷裂缝。而后平整后的区域播撒草种，恢复植被。

上述措施施工较简单，易于操作，可行性强。工业场地区域进行征地，建设过程中对工业场地空闲场地进行植树种草等绿化工程。待最终矿山闭

坑后，再拆除井筒及井房，将建筑垃圾回填至井筒内，然后对井口进行封堵；通过上述措施可实施生态重建、恢复原地貌景观，施工较简单，易于操作，可行性强。

针对采矿活动可能引起的水土污染，应以监测预防为主，定期取样对地下水水质及地表土壤污染情况进行检测，同时，加强对生活污水及井下疏干水的管理，污水必须通过处理达标后方可排放。上述措施简单易于操作，可行性强。

（二）矿区土地复垦可行性分析

1. 土地利用现状及受损预测情况

根据现场调查，矿山损毁土地单元为预测采空塌陷区、充填采空区、工业场地及矿区道路。其中工业场地、办公生活区矿区道路压覆资源进行充填开采，对地面建筑物影响等级为I级，加之矿方后续对未取得土地手续的区域办理土地手续，本期矿山仅对预测采空塌陷区进行土地复垦。

本方案针对塌陷裂缝区对其进行表土剥离、回覆，针对矿区深土肥力不足的问题，增施有机肥，利用林木落叶留底提高有机物含量，改善土壤结构。因地制宜选择适宜当地生长的草本植物和灌木进行补植，提高植被覆盖率，减少土壤侵蚀并使得植被重建。也可使破坏的生态环境得到恢复，增加生物多样性，确保生态环境持续改善，由此可见表土剥离、表土回覆、土壤培肥、恢复植被等施工较简单，易于操作，可行性强，生态环境持续改善经济可行。

预测综采采空塌陷区土地利用类型以草地为主，林地为辅，面积分别为 123.8345hm²、63.2197hm²，分别占全部土地类型分别为 59.17%、30.21%；

其次为耕地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地、住宅用地等，占地面积分别为 17.0464hm²、3.7269hm²、1.2438hm²、0.2362hm²，分别占全部土地类型的 8.14%、1.78%、0.59%、0.11%。详见表 3-33。

表 3-33 预测综采采空塌陷区地类面积统计表

一级地类		二级地类		面积（hm²）合计		所占比例（%）	
01	耕地	0103	旱地	***	***	***	***
03	林地	0301	乔木林地	***	***	***	***
		0305	灌木林地	***		***	
		0307	其他林地	***		***	
04	草地	0401	天然牧草地	***	***	***	***
		0404	其他草地	***		***	
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	***	***	***	***
07	住宅用地	0702	农村宅基地	***	***	***	***
10	交通运输用地	1003	公路用地	***	***	***	***
		1006	农村道路	***		***	
合计				***		***	
备注：综采预测塌陷区含与充填重叠面积。							

预测充填采空区土地利用类型以草地、林地和工矿仓储用地为主，面积分别为 23.2622hm²、18.1704hm²、12.7918hm²，分别占全部土地类型分别为 32.36%、25.27%、17.79%；其次为住宅用地、耕地等，占地面积分别为 4.9676hm²、5.5670hm²，分别占全部土地类型的 6.91%、7.75%。详见表 3-34。

表 3-34 预测充填采空区地类面积统计表

一级地类		二级地类		面积（hm ² ）合计		所占比例（%）	
1	耕地	103	旱地	***	***	***	***
2	园地	201	果园	***		***	***
3	林地	301	乔木林地	***	***	***	***
		305	灌木林地	***		***	***
		307	其他林地	***		***	***
4	草地	401	天然牧草地	***	***	***	***

一级地类		二级地类		面积（hm ² ）合计		所占比例（%）	
		404	其他草地	***	***	***	***
5	商服用地	05H1	商业服务业	***	***	***	***
			设施用地	***	***	***	***
6	工矿仓储用地	601	工业用地	***	***	***	***
		602	采矿用地	***	***	***	***
7	住宅用地	702	农村宅基地	***	***	***	***
10	交通运输用地	1003	公路用地	***	***	***	***
		1004	城镇村道路用地	***	***	***	***
		1006	农村道路	***	***	***	***
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	***	***	***	***
12	其他土地	1202	设施农用地	***	***	***	***
		1206	裸土地	***	***	***	***
合计				***	***	***	***

2. 水土资源平衡分析

(1) 水资源平衡分析

1) 植被生长需水量预测

根据预测可知，未来植被重建主要为耕地植被、林地植被和草地植被。结合对项目区灌溉制度的分析，在 75% 的中等干旱年份，水浇地每年灌溉 3 次，灌水定额为 40m³/亩，合计灌溉定额为 120m³/亩·年；林地每年灌溉 2 次，灌水定额为 25m³/亩，合计灌溉定额为 50m³/亩·年；草地每年灌溉 1 次，灌水定额为 20m³/亩。根据本方案估算塌陷区损毁土地（塌陷裂缝）面积 20.9308hm²。其剥离表土面积为该面积外扩 0.3m，其中需要复垦为旱地面积 3.4092hm²，复垦为林地面积 12.6440hm²（其中：乔木林地面积 8.5678hm²，复垦为灌木林地面积 3.3442hm²，复垦为其他林地面积 0.7320hm²），复垦草地面积为 24.7670hm²（其中：天然牧草地面积 18.1748hm²，复垦为其他草地面积 6.5922hm²）。灌溉区灌溉水利用系数为 0.95，灌溉方式为拉水浇灌，计算灌溉年需水量为：

$$W=S \times M / \eta$$

式中：W—年灌溉需水量（ m^3 ）；

S—灌溉面积（亩）；

M—灌溉定额（ m^3 /亩），（取 $20m^3$ /亩、 $50m^3$ /亩、 $120m^3$ /亩）；

η —灌溉水利用系数（取 0.95）。

根据以上公式计算得项目区年灌溉总需水量为

$$W_{\text{水浇地}}=0.0 \times 15 \times 120 / 0.95=0.0m^3。$$

$$W_{\text{林地}}=12.6440 \times 15 \times 50 / 0.95=9982m^3。$$

$$W_{\text{草地}}=24.7670 \times 15 \times 20 / 0.95=7821m^3。$$

$$W_{\text{总}}=W_{\text{水浇地}}+W_{\text{林地}}+W_{\text{草}}=0.0+9982+7821=17803m。$$

矿山管护期限为 3 年，管护期内灌溉需水量为 53409 万 m^3 。

2) 项目区可供水量预测

根据《水资源论证报告书》，矿区生活及消防用水由科源水务公司供水专线提供，生产用水水源为处理后的矿井涌水，不足部分由科源水务公司供水专线补充。

宏测煤矿正常矿井涌水量为 $1512m^3/d$ （55.19 万 m^3/a ），矿井涌水用于矿山生产、洗煤厂生产用水、充填占用水，全部利用，本矿井水利用率 100%。管护采用拉水灌溉方式，灌溉用水主要利用科源水务公司生产管网水灌溉，科源水务公司供水工程水利满足项目区年需水量的需求。

（2）土资源平衡分析

本矿复垦工程主要为采空塌陷区的裂缝填充，根据矿山及周边实际生产经验，未来采空塌陷将以塌陷裂缝的形式出现，形成塌陷坑的可能性较小，裂缝填充利用周边的黄土和风积砂进行填充。

采空塌陷区治理过程中，先对损毁区的裂缝两侧各 0.30m 表土进行剥离。然后对裂缝两侧进行取高填低；最后待裂缝填充完成后将所剥离的表土进行回覆。拆除的村庄等所在区域将进行翻耕，故修复区内土源供需平衡，无需外购土源。

3.土地复垦质量要求

参照《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）的规定，结合项目区实际情况，确定本项目的土地复垦质量要求如下：

（1）耕地复垦标准

耕地的复垦方向为水浇地。复垦标准为：

- 1）地形：地面坡度小于 5° ，田面高差在 $\pm 2\text{cm}$ 之内；
- 2）土壤质量：有效土层厚度大于 80cm，耕作层厚度 30cm，土壤容重小于 $1.4\text{g}/\text{cm}^3$ ，土壤质地为壤土至粘壤土，砾石含量小于 5%，pH 值 6.5~8.5，有机质含量大于 0.8%，电导率小于 $2\text{ds}/\text{m}$ ；
- 3）配套设施：生产道路、灌溉设施能满足生产要求；
- 4）生产力水平：三年后达到周边地区同等土地利用类型水平，玉米的产量平均达到 450 公斤/亩，黍子的产量平均达到 100 公斤/亩。

（2）林地恢复标准

林地受损程度较轻，仅根系受到轻微拉扯。复垦后有效土层厚度大于 30cm，保持现有生产力水平。

（3）草地恢复标准：

1）地面坡度 $\leq 25^\circ$ ，有效土层厚度 $\geq 0.3\text{m}$ ，土壤容重 $\leq 1.4\text{g/cm}^3$ ，土壤质地为砂土至壤粘土，砾石含量 $\leq 10\%$ ，土壤 pH 值达到 6.5~8.5，土壤有机质 $> 0.5\%$ ；

2）选择抗旱、抗贫瘠优良草种，多种草类混合种植（例如：沙打旺、羊草、紫花苜蓿等），且复垦牧草种子必须是一级种，要有“一签、三证”，即要有标签、生产经营许可证、合格证和检疫证。

3）3—5 年后复垦区单位面积产量达到周边地区中等产量水平，植被覆盖度 $\geq 40\%$ 。

4.土地修复适宜性评价

（1）评价原则

土地修复适宜性评价应包括以下原则：

- 1）符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调。
- 2）因地制宜原则。
- 3）土地修复耕地优先和综合效益最佳原则。
- 4）主导性限制因素与综合平衡原则。
- 5）复垦后土地可持续利用原则。
- 6）经济可行、技术合理性原则。
- 7）社会因素和经济因素相结合原则。

（2）评价依据

土地适宜性评价就是评定土地对于某种用途以及适宜的程度，它是进行土地利用决策，确定土地利用方向的基本依据。进行土地适应性评价，

就是要通过评定，把土地利用现状与土地的适宜性进行比较，以便对土地用途是否应该进行调整，调整后的土地用途可能会产生怎样的后果和影响，应如何进行调整等进行科学决策。

本评价中，待复垦土地适宜性评价的主要根据是：

- 1) 《土地复垦条例》（国务院令第 592 号，2011 年 2 月 22 日）；
- 2) 《基本农田保护条例》（国务院令第 257 号，2017 年 5 月修正）；
- 3) 《鄂尔多斯市国土空间总体规划（2021—2035 年）》；
- 4) 《土地整治项目规划设计规范》（TD/T1012-2016）；
- 5) 《土地复垦方案编制规程第 1 部分：通则》（TD/T1031.1-2011）；
- 6) 《土地复垦方案编制规程第 3 部分：井工煤矿》（TD/T1031.2-2011）；
- 7) 《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- 8) 《耕地地力调查与质量评价技术规程》（NY/T1634-2008）；
- 9) 《耕地后备资源调查评价技术规程》（TD/T1007-2003）。

包括宏测煤矿所在地区的自然社会经济状况、土地损毁分析结果、土地损毁前后的土地利用现状、公众参与意见以及修复区土地资源调查资料。

（3）评价范围和初步复垦方向确定

1) 评价范围

本矿山的评价范围为修复范围面积 219.3775hm²（预测综采采空塌陷区、6209 已采空未修复工作面），全部位于准格尔旗境内，损毁地类为旱地、乔木林地、灌木林地、其他林地、天然牧草地、其他草地、采矿用地、农村宅基地、公路用地、农村道路。

2) 初步复垦方向的初步确定

通过定性分析复垦区的土地利用总体规划、自然经济条件、其他社会经济政策因素以及公众参与意见初步确定待复垦土地的复垦方向。

①复垦区土地利用总体规划情况

根据《准格尔旗国土空间总体规划（2021—2035 年）》，宏测煤矿位于内蒙古自治区准格尔旗准格尔召镇。该区域是准格尔旗区重要的能源产业集聚区，以煤炭资源开发为主导。

宏测煤矿的开发需符合总体规划中关于生态保护、资源集约利用和产业协同发展的要求。项目区主要利用方向为农业用地、林业用地、牧业用地和建设用地。

②自然和社会经济因素分析

矿区内土壤主要是栗钙土和风沙土，栗钙土的腐殖质层在 30~50cm 之间，PH 值在 8.5 左右，有机质含量在 0.5%~0.8%之间；风沙土具有 30cm 和大于 30cm 比较松散沙土层，土壤颗粒松散、孔隙大，无明显剖面层次，透水性极强，保水保肥能力极差，有机质含量极低（<0.5%），土壤肥力贫瘠，自然状态下仅能生长沙生耐旱植被，呈光秃的裸露状态。矿区植被以旱生荒漠植物为主，草地覆盖率 15%~60%，林地郁闭度 0.2，且分布不均匀。矿区的人工植被类型主要为人工乔、灌木林地为主，其中主要农作物为玉米。

结合区域地面塌陷以局部分散线性裂缝为主、未造成大面积沉降垮塌的实际情况，且林地受塌陷影响较小，本次土地复垦优先保持与原地类的一致性，以生态恢复为核心目标，确定主要复垦方向为耕地、林地和草地。

③政策因素

坚持环保优先的方针，紧紧围绕发展矿业循环经济、建设生态矿业的总目标，妥善处理好资源开发与环境保护的关系，切实做到“边生产、边复垦、边恢复”，加强生态文明建设，推动资源合理开发利用，实现区域生态环境治理的根本改观。大力推进绿色矿山建设，推广生态绿色矿山工程，基本建立绿色矿山格局，提高能源高效利用，推动循环产业链延伸，实现协调发展、资源循环利用，实现经济发展、环境保护和生态文明建设。

④公众参与

复垦设计阶段，宏测煤矿邀请矿区村民代表参加座谈会并开展问卷调查，作为土地使用人的村民代表，建议在尽量恢复区域原有地貌的基础上，重点推进采煤塌陷地复垦，优先还原土地原有利用功能——原本为耕地的尽量恢复为耕地，原本为林地、草地的尽量恢复为林地、草地。同时，项目也征求了鄂尔多斯市自然资源等部门及项目区土地权利人的意见，各方均认同在技术可行、经济合理的前提下，将复垦方向确定为耕地、林地和草地。

本方案充分采纳了上述公众参与和部门意见，认为其符合项目实际情况。结合土地适宜性评价结果，复垦过程中尽可能保持原有用地类型不变，以方便后续管理。

综合来看，本次复垦以生态恢复为核心，既与当地自然生态环境相适应、契合相关政策要求，又具备扎实的经济、社会及群众基础，能够有效保护土地资源和生态环境，实现经济效益、社会效益与环境效益的统一。

3) 评价对象

评价对象为损毁土地区域，包括塌陷区；由于工业场地、矿区道路后

期拟申请永久建设用地，本方案不对其进行复垦，故不对其进行评价。

4) 评价单元

评价单元是进行土地适宜性评价的基本空间单位。

土地适宜性评价结果是通过评价单元的土地构成因素质量的评价得出，因此，评价单元划分对土地评价工作的实施至关重要，直接决定土地评价工作量的大小、评价结果的精度和成果的可应用性。

由于本项目土地修复适宜性评价的对象为拟损毁的土地。随着开采工作的进程，必然会对土壤状况和土地类型造成影响，因此在划分评价单元时以土地损毁类型、限制性因素和人工修复整治措施等作为划分依据，拟待修复的土地划分为塌陷区一个评价单元。

土地修复适宜性评价对象和评价单元如表 3-35 所示。

表 3-35 土地复垦适宜性评价对象和评价单元

损毁单元	土地损毁类型	土地损毁程度	限制因素	面积 (hm ²)	评价单元
地面塌陷区	塌陷	中度	有限土层厚度	219.3775	地面塌陷区

在拟损毁土地预测和损毁程度分析的基础上，确定评价对象和范围；首先从区域生态特征、有关政策、修复区的土地利用总体规划、土地修复基础条件、安全及其它要求、公众参与意见以及其它社会经济政策因素分析初步确定修复对象的初步修复方向；

针对不同的分区，建立适宜性评价方法体系和评价指标体系，进行评价单元主要限制因子适宜性等级评价，评定各评价单元的土地适宜性等级，明确其限制因素；

通过方案比选，确定各评价单元的最终土地修复方向，划定土地修复单元。

评价时采用综合评价法，主要从生态适宜性、政策规划符合性、主要限制因子适用性等级评价、修复基础条件、工程经验类比、公众意见等方面对拟修复土地修复适宜性进行综合分析，确定最佳的修复方向。

生态适宜性分析：主要对拟修复土地损毁前的土地利用现状、周边土地利用现状、周边生态景观等进行分析，从生态学角度分析拟修复土地的修复方向。

政策规划要求分析：主要是根据国家有关政策、当地的土地利用规划对拟修复地进行分析评价。

主要限制因子适用性等级评价：主要从拟修复地的地形坡度、地表物质组成、潜在污染物、覆土保证度、交通状况、排水条件等限制因子进行适宜等级分析，确定可能的复垦方向以及应解决的问题。

基础条件分析：根据修复区土源保证程度、灌溉条件分析拟修复地修复基础条件的可保证程度。

工程经验类比分析：根据同类矿山修复经验，确定拟修复地的修复方向。公众意见：通过公众调查，充分考虑当地居民对拟修复地修复方向的意见。评价程序见图 3-10。

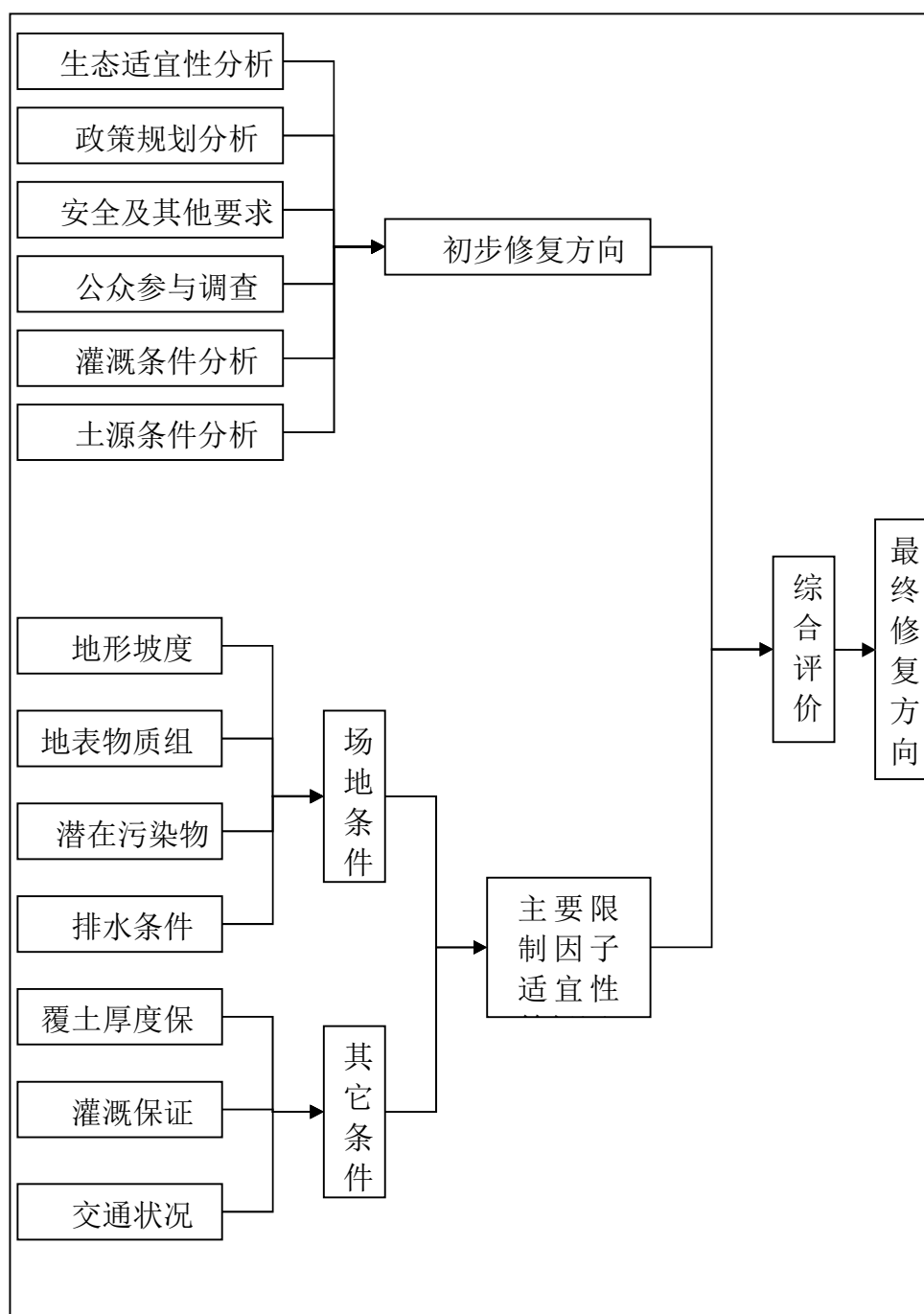


图 3-10 修复方向确定程序示意图

(4) 土地修复适宜性评价方法

1) 评价体系

评价体系采用三级体系，分成三个序列，土地适宜类、土地质量等分和土地限制型。

将修复范围内耕地、林地和草地的适宜类分为适宜类、暂不适宜类和不适宜类，类别下面再细分若干土地质量等。

耕地、林地和草地的土地质量等分为一等地、二等地和三等地，暂不适宜类和不适宜类一般不续分。依据不同的限制因素，在土地质量等以下又分成若干土地限制型。

2) 评价方法

土地修复适宜性等级采用划分适宜性类别的方法确定，首先定性判断评价单元的土地适宜类，然后根据主导评价因素，将各适宜类分为 1~4 级。等级越高，限制程度越大，修复整治的难度越大，所需费用也越多。当适宜类为 3 级时即认为该因素为限制性因素。当适宜类为 4 级时，即认为该土地为暂不适宜类。

土地质量等分具体如下：

一等地：开发、修复和整理条件好，无限制因素，且限制程度低，不需或略需改良，成本低；在正常利用下，不会产生土地退化和给邻近土地带来不良后果。

二等地：开发、修复和整理条件中等，有 1 或 2 个限制因素，限制强度中等，需要采取一定改良或保护措施，成本中等；如利用不当，对生态环境有一定的不良影响。

三等地：开发、修复和整理条件较差，有 2 个以上限制因素，且限制强度大，改造困难，需要采取复杂的工程或生物措施，成本较高；如利用不当，对土地质量和生态环境有较严重的不良影响。

主要限制因子为：地形坡度、地表物质组成、排水限制、水源限制、潜在污染物、覆土厚度、灌溉条件、交通状况等。主要限制因素的等级参考《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T1007—2003），修复单元评价限制等级划分见表 3-36。

表 3-36 修复单元评价限制因素等级划分表

限制因子	分级指标	宜农评价	宜林评价	宜草评价
地形坡度 (°)	<5	1	1	1
	5~25	1 或 2	1	1
	25~45	3 或 4	2 或 3	1 或 2
	>45	4	3 或 4	2 或 3
地表物质组成	壤土	1	1	1
	粘土、砂壤土	2 或 3	1	1
	岩土混合物	4	3	3
	基岩、岩质	4	4	4
排水条件	常年不引起洪涝，不积水，排水条件好，不需改良或只需简单改良	1	1	1
	季节性洪涝或季节性积水，可以采取防洪、排涝措施加以改良	2	1	1
	常年洪涝或长期积水，需采取比较复杂的防洪、排涝措施加以改良	3 或 4	2 或 3	1 或 2
	经常有洪涝威胁或长期被水淹没，排水条件很差，改良困难	4	3 或 4	2 或 3
土源保障率	100%	1	1	1
	80%~100%	2	1	1
	50%~80%	3 或 4	2 或 3	1 或 2
	<50%	4	3 或 4	2 或 3
潜在污染物	无	1	1	1
	轻度	2	1 或 2	1 或 2
	中度	3	2 或 3	2 或 3
	重度	4	3 或 4	2 或 3
覆土厚度 (cm)	>100	1	1	1
	50~100	2	1	1
	30~50	3	2 或 3	1
	<30	4	3 或 4	2 或 3
灌溉条件	特定阶段有灌溉水源，有灌渠	1	1	1

限制因子	分级指标	宜农评价	宜林评价	宜草评价
	灌溉水源保证差，抽水灌溉	3	2	2
	无灌溉水源	4	3	3
交通条件	便利	1	1	1
	一般	2 或 3	1 或 2	1 或 2
	差	4	3 或 4	2 或 3

(5) 修复单元修复方向评价结果

根据各参评单元复垦后的土地资源性质状况，对照土地复垦适宜性分级标准表，得出各评价单元特性，见 3-37。

表 3-37 复垦土地各类参评单元特性表

评价单元	参评因子						
	地面坡度	土壤质地	损毁程度	交通条件	有效土层厚度	灌溉条件	排水条件
预测地面塌陷区	10~20°	砂壤土	中度	便利	>30cm	有灌溉水源	好

土地修复单元限制因素汇总情况见表 3-38。

表 3-38 各土地修复单元限制因素汇总表

修复单元	耕地	林地	草地
预测地面塌陷区	地表物质组成、地形坡度、覆土厚度、灌溉条件和交通条件	地表物质组成、覆土厚度、地形坡度、灌溉条件和交通条件	交通条件

(6) 确定最终修复方向和划分修复单元

依据拟损毁土地适宜性等级评定结果，根据评价单元的复垦方向选择，修复范围土地规划用地实际，综合土地复垦适宜性评价与社会、经济、安全、民意等因素，从各评价单元用地限制性因素分析，最终确定该矿修复单元复垦方向，确定相应的复垦单元。

综上所述，在充分尊重土地权益人意愿的前提下，遵循“因地制宜、耕地优先”的原则，确定将待复垦土地尽量恢复为损毁前的原土地利用类型，对于塌陷区耕地，对其适当平整、培肥复垦为耕地；林地及时填平出现裂缝后将根部扶正、补种；草地区域进行填充较大裂缝平整后进行补种草种复垦为草地；农村住宅用地搬迁后结合周边环境清基复垦为草地；农村道

路修葺平整，对损毁道路等设施进行修复；在工程措施上进行撒播草籽保护环境，防止区域内水土流失和荒漠化影响。具体评价单元土地最终复垦方向的确定与复垦单元的划分详见表 3-39。

表 3-39 土地修复适宜性评价结果表

评价单元		有效土层厚度 (cm)	地面坡度	积水情 况	灌排条 件	土地 稳定性	适宜性	主要限制性因子	主要采取措施	最终 复垦方向
预测 塌陷 区	旱地	50~80	<5°	无	差	较稳定	耕地、园地、 林地、草地	塌陷引起的地表裂 缝及附加坡度	填充裂缝及耕地 平整、施肥	旱地
	乔木林地	50~80	5°-25°	无	差	较稳定	林地、草地	灌溉水源保证差，抽 水灌溉；土源保障率	填充裂缝、耕地 平整、补种	乔木林地
	灌木林地	50~80	5°-25°	无	差	较稳定	林地、草地	灌溉水源保证差，抽 水灌溉；土源保障率	填充裂缝、耕地 平整、补种	乔木林地
	其他林地	50~80	5°-25°	无	差	较稳定	林地、草地	灌溉水源保证差，抽 水灌溉；土源保障率	填充裂缝、耕地 平整、补种	灌木林地
	天然牧草地	30~50	5°-25°	无	差	较稳定	草地	灌溉水源保证差，抽 水灌溉；土源保障率	填充裂缝、耕地 平整、补种	天然牧草地
	其他草地	30~50	5°-25°	无	差	较稳定	草地	灌溉水源保证差，抽 水灌溉；土源保障率	填充裂缝、耕地 平整、补种	天然牧草地
	采矿用地	/	5°-25°	无	/	较稳定	草地	塌陷引起的地表裂 缝及附加坡度	翻耕	天然牧草地
	农村宅基地	/	<5°	无	/	较稳定	草地	灌溉水源保证差，抽 水灌溉；土源保障率	翻耕	天然牧草地
	公路用地	/	<5°	无	/	较稳定	公路用地	/	/	公路用地
	农村道路	/	<5°	无	/	较稳定	农村道路	/	/	农村道路

二、目标方向可行性分析

（一）参照生态系统确定

综合考虑矿山环境变化、生态系统自然演替规律等，选取矿区周边未受损的本地原生生态系统和矿区内成功修复后的生态系统，作为宏测煤矿生态修复治理的参照生态系统。

在参照生态系统中布设10个样方，涵盖耕地、林地和草地等土地类型，调查参照生态系统的生态本底条件。并从矿山自然地理条件、物种组成、生态系统结构、生态系统功能等方面设定参照生态系统关键属性指标，分述如下：

1. 矿山自然地理条件

矿山自然地理条件是生态系统存在和发展的基础，方案选取地形坡度、土壤条件作为矿山自然地理条件关键属性指标。

（1）地形坡度

根据对参照生态系统中样方的调查，矿山开采影响范围内只有一块耕地，在预测塌陷区东南部，地形坡度为3-5°。林地主要有乔木林地、灌木林地、其他林地，林地主要分布在预测塌陷区的西部、西南部，地形坡度5-10°，其他林地分布零乱，地形坡度5-10°。草地主要有天然牧草地和其他草地，在矿区内广泛分布，地形坡度5-15°，详见表3-40。

表 3-40 参照生态系统地形坡度一览表

土地类型 指标	耕地	林地		草地
	旱地	乔木林地	其他林地	天然牧草地、 其他草地
地形坡度	3-5°	5-10°	5-10°	5-15°

（2）土壤条件

根据《宏测煤矿土壤监测报告（2026.5）》以及相关数据，依据《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018），参照生态系统的土壤有机质6.32~8.59%，平均值7.47%；水溶性盐总量0.024%~0.129%，平均值0.07%；全氮105~159mg/kg，平均值127.60mg/kg；有效磷3.00~3.65mg/kg，平均值3.13mg/kg；速效钾47.30~56.7mg/kg，平均值51.02mg/kg；pH 值8.08~8.37，平均值8.23。

表 3-41 参照生态系统土壤状况表

指标类型	具体指标	单位	1#（旱地）	2#（林地）	3#（草地）	4#（塌陷区）	5#（研石场）	平均值
土壤指标（0~20cm）	pH	无量纲	8.34	8.08	8.16	8.37	8.22	8.23
	镉	mg/kg	0.169	0.121	0.130	0.167	0.236	0.16
	铬	mg/kg	21.5	18.4	18.1	20.6	26.0	20.92
	汞	mg/kg	0.100	0.044	0.232	0.155	0.046	0.12
	砷	mg/kg	5.16	2.05	2.07	4.59	3.61	3.50
	铅	mg/kg	28.0	10.7	11.6	14.1	30.9	19.06
	铜	mg/kg	23.3	5.84	5.03	9.00	38.8	16.39
	锌	mg/kg	24.7	16.9	19.5	21.3	33.3	23.14
	镍	mg/kg	25.5	20.3	19.4	25.4	62.0	30.52
	氟化物	mg/kg	26.4	32.6	13.6	8.7	24.6	21.18
	有机质	%	6.32	8.59	7.62	7.69	7.14	7.47
	电导率	μs/cm	132	85.2	65.1	88.3	108	95.72
	水溶性盐总量	%	0.086	0.024	0.044	0.055	0.129	0.070
	容重	g/cm ³	1.38	1.36	1.37	1.36	1.38	1.37
	孔隙度	%	52	49	50	58	52	52.20
	全氮	mg/kg	124	105	135	159	115	127.60
	有效磷	mg/kg	3.00	3.65	3.34	3.05	2.63	3.13
	速效钾	mg/kg	51.0	47.3	48.6	51.5	56.7	51.02

2.物种组成

物种组成是生态系统的核心要素，方案选取植物物种作为物种组成关键属性指标。

乔木林地主要树种为杨树、柳树、油松、樟子松等，结构简单，灌木树种以柠条、沙棘等为主；草地以天然牧草地、人工草地为主。主要有本氏针茅、紫花苜蓿、猪毛菜、芨芨草、紫花苜蓿等，群落结构简单。

3.生态系统结构

矿区地处丘陵地区，生态系统类型以草地生态系统为主。区域内土壤类型主要是栗钙土，植被多为荒漠植被。区域整体生态系统具有典型的干旱、半干旱地区生态特征，抗干扰能力较弱。宏测煤矿受特定的地貌和土壤条件影响，其生态系统具有明显的过渡性特征。矿区天然植被优势种为本氏针茅、芨芨草、紫花苜蓿等；人工植被优势种以柠条为主，伴生沙打旺、草木樨。植被覆盖度 15%-60%左右，群落株高 3~42cm。

4.生态系统功能

生态系统功能是生态系统服务的基础，方案选取生产功能、调节功能、支撑功能作为生态系统功能关键属性指标。

根据调查及询问，玉米亩产 900 斤/亩，杨树结实率 30%，树木生产力 $1\sim 3\text{m}^3/\text{hm}\cdot\text{a}$ ，种子发芽率 60%。根据现场调查，区内植被自然恢复率一般为 70%，基本能在修复后 3 年内，传粉、传播种子等生态过程正常。

5.参照生态系统指标确定

根据《土地复垦质量标准》结合矿山周边生态本底状况调查结果综合分析，参照生态系统指标选择如下：

地形坡度指标，耕地地形坡度小于 10° ，林地地形坡度小于 10° ，草地地形坡度小于 15° 。

土壤成分指标，有机质 12g/kg ，水溶性盐总量 0.9g/kg ；全氮 140mg/kg ；

有效磷5mg/kg；速效钾150mg/kg；pH 值8.0~8.5。

植物物种指标，植物类型乔木选择油松，灌木选择柠条，草本选择羊草、草木樨、紫花苜蓿；郁闭度指标乔木为0.3，灌木、草地植被覆盖度 $\geq 40\%$ 。

植被结构指标，灌木层盖度 $\geq 30\%$ 、草本层盖度 $\geq 40\%$ ，群落垂直结构完整（灌木—草本两层），年龄结构合理（幼株、中株、成株比例约3:5:2）。

生产功能指标，玉米的产量平均达到450公斤/亩，杨树结实率 $\geq 30\%$ ，种子发芽率 $\geq 80\%$ 。

支撑功能指标，植被自然恢复率 $\geq 60\%$ ，能在治理后3年内传粉、传播种子等生态过程正常。

（二）矿山生态修复治理案例

矿区东北方向为内蒙古双欣矿业有限公司杨家村煤矿，根据了解该煤矿开采方式等基本情况与本矿情况类似，故可作为案例。通过收集资料 and 调查访问，杨家村煤矿主要对开采形成的地面塌陷区和部分排矸场进行了治理。已治理区面积为 4.2281km^2 。杨家村煤矿对前期地质环境治理情况进行了两期验收，2014 年 7 月 31 日，鄂尔多斯市国土资源局组织相关专家对杨家村煤矿首期（2012 年 3 月—2014 年 5 月）的矿山地质环境治理工程进行了实地验收；2017 年 11 月 6 日，对二期（2013 年 8 月—2016 年 8 月）的矿山地质环境治理工程进行了实地验收，经验收组核查验收资料、踏勘矿山现场，矿山地质环境治理工程通过验收。

1) 首期治理工程：验收现场检查煤层在回采后地表形成不同程度的塌陷坑及伴生裂缝，塌陷最大沉降 0.3m，裂缝最大宽度 0.2m，矿山已对塌陷裂缝及时进行回填，并在采空区周围设置警戒线和警示牌，投入治理费

用 190 万元；矿山成立地质环境监测机构对地面变形进行监测，累计投入治理费用为 62 万元；矿方对工业场地及道路进行绿化工作，绿化面积 45650m²，累计投入 515 万元，效果较好。植被覆盖率 90%，治理效果好，该矿首期地质环境治理（2012 年 3 月至 2014 年 5 月）已按照要求完成，面积共计 2.0695km²。

2) 二期治理工程：治理范围主要为开采 2-2 上煤层 2205 采空工作面，验收面积为 0.6383km²，该矿定期在地面塌陷区进行巡查，验收范围内上部竖立了 12 块大警示牌，拉设了 2500 m 网围栏，网围栏上每隔 20~30 m 悬挂一个小警示牌。对塌陷裂缝进行了回填，回填土方量约为 85400m³，撒播草种 2050kg，合计投入治理费用 276 万元。该矿本期植被覆盖率 90%，治理效果好，该矿二期地质环境治理已按照要求完成。

3) 矿山排矸场治理，主要治理工程为边坡整形、设置沙柳网格、覆土和恢复植被，覆土厚度为 0.5m，已治理面积为 0.1102km²，恢复的土地类型为乔木林地和灌木林地。

照片3-21 地面塌陷裂缝治理效果

照片3-22 设置警示牌

照片 3-23 排矸场边坡治理

照片 3-24 排矸场平台治理

内蒙古双欣矿业有限公司杨家村煤矿的治理经验对宏测煤矿下一步开展治理工作具有很好的借鉴作用。

3. 矿山生态修复治理案例分析结论

通过对比周边矿山采取的治理复垦措施，各矿山通过多年的实践，摸索出了适合本地实际的生态修复经验。总结如下：

（1）应做好采空区预防、监测工程。在采空区上建设监测系统，用于监测地面塌陷的地表下沉量、水平移动量以及塌陷裂缝的宽度、深度、走向与长度、两侧相对位移等，为地质灾害起到预警作用；并在采空区周边设置警示牌、网围栏、永久性界桩等，可防止行人误入塌陷区。

（2）地形地貌是植被恢复的立地基础。待塌陷稳定后，应采用人工与机械相结合方式对裂缝进行回填，并进行耕地平整，使其地形坡度满足植被恢复的立地条件。

（3）矿区内土层厚度较大，但土壤基质沙性大，碱性大，肥力不足，应妥善做好腐殖层的剥离、回覆工作，必要时根据土壤检测报告对土壤进行培肥改良（如：施氮肥、磷肥等）。

（4）复垦植被的选择及搭配。植被搭配选择林草、草灌相结合方式，

乔木选择杨树、油松；灌木选择沙棘、柠条，草籽选择羊草、草木樨、紫花苜蓿等，成活率高，管护容易，可以在较短时间内见到生态效果。

（5）通过案例分析可以看出在本区土壤贫瘠、降水量较少的情况下，植被的选择和后期管护成了修复效果优劣的关键，尤其是充足的水源保障更加重要，本矿矿井疏干水量较大，经处理后通过水车拉运可用于矿山后期管护浇水使用。

三、边开采、边修复可行性分析

地下开采是资源开发的重要方式，随着环保政策趋严及可持续发展理念深入，同步推进开采与生态修复成为行业转型方向。本方案从时间、空间两个方面分析“边开采、边修复”模式的可行性，并提出实施建议。

宏测煤矿损毁单元为预测塌陷区、工业场地、办公生活区和矿区道路，其中工业场地、矿区道路、办公生活区因充填开采，本次不安排修复措施，不具备边开采、边修复的可行性。故方案仅对采空塌陷区边开采、边修复进行分析。

根据《初步设计》以及宏测煤矿“2026—2037 年矿井采煤工作面生产接续计划”，6-2 煤层综采工作面采用长壁后退式采煤法，综合机械化一次采全高采煤工艺，全部垮落法管理顶板。即随着工作面的推进，采空区顶板岩层在自重作用下自然垮落，这种开采方式可使采空塌陷区在 6 月-12 月时间内达到稳定，为后续的生态修复提供了稳定的基础。3-1、5-1 煤压覆、边角资源进行膏体充填开采，采空区利用膏体充填，地表沉降有限，不会形成明显的塌陷裂缝，一般只会形成小于 2mm 的微裂缝。

根据现场调查，依据开采计划 2026 年可修复 2025.8—2026.4 开采的 6-2 号煤层 6209 工作面，面积 10.0699hm²；2027 年可修复 2026.4-2026.8

开采的 6208 工作面，面积为 12.5261hm²，2026.9-2027.2 开采的 6-2 号煤层 6203 工作面，面积为 25.1404hm²，2027 年修复总面积 37.6665hm²；2028 年可修复 2027.3-2027.11 开采的 6-2 号煤层 6204 工作面，面积为 27.3207hm²，2027.12-2028.4 开采的 6205 工作面北部，面积为 15.3103m²，2028 年修复总面积 42.6310hm²。以此类推预测塌陷区可以进行边开采边修复。宏测煤矿边开采、边修复参照表见表 3-42。

表 3-42 宏测煤矿边开采、边修复参照表

开采煤层		工作面名称	采空区面积 (hm ²)	开采时间							修复计划					
				起止时间	26 年	27 年	28 年	29 年	30 年	26 年	27 年	28 年	29 年	30 年	31 年	
6-2 煤	已开采	6209	10.0699	2025.3-2026.3 采空区	/	/	/	/	/	√						
	近期开采	6208	12.5261	2026.4-2026.8	√						√					
		6203	25.1404	2026.6-2026.12	√						√					
		6204	29.2366	2027.3-2027.11		√						√				
		6205	49.0173	2028.4-2028.12			√									
		6206	38.8414	2029.1-2029.4			√									
		6207	31.7631	2029.5-2030.4				√	√						√	
		6210	22.7827	2030.5-2030.12				√	√						√	
		近期总面积 (hm ²)	219.3775	/												

备注：本次边开采边复垦只针对综采工作面，不考虑充填开采工作面。

第三节 生态修复分区及修复时序安排

一、生态修复分区及修复时序安排

根据煤矿土地修复与生态修复技术规范（GB/T 43934-2024），生态修复分区指同一修复单元生态受损与退化的问题、利用方向、采用的技术模

式与措施一致。根据该矿的初步设计及开采计划，工业场地、矿区道路未来仍将留续使用，闭坑后进行全面复垦，本方案不对其进行复垦。

本次生态修复主要针对预测采空塌陷区进行分区及上期采空未治理区、分期目标任务和时序安排。采空塌陷修复区面积为 219.3775hm²。涉及地类主要有旱地、乔木林地、灌木林地、其他林地、天然牧草地、其他草地、采矿用地、农村宅基地、公路用地、农村道路，土地损毁类型主要为塌陷。

矿山 2030 年 12 月综采工作面开采完毕，后续仅开采充填工作面，本次预测塌陷区近规划结束年限和后期的修复期及管护期，即，修复时限为 2035 年 12 月，本项目生态修复区将预测塌陷区划分为南北两个大区、二期，包括近期 3 年（2026.5—2029.4）、中期 3 年（2029.5—2032.4）、远期 3 年（2032.5—2035.4）。修复区范围及修复时序安排分别见表 3-43、3-44。

表 3-43 生态修复分区及修复时序安排

生态修复 分区名称	面积 (hm ²)	修复分区及面积		修复分期时序		修复工作面	修复面积	主要地类
		分区 位置	面积 (hm ²)					
预 测 采 空 塌 陷 区	219.3775 (预测综 采采空区 209.3076, 已有未治 理采空区 10.0699)	预测塌 陷区北 区	196.7815	近期	2026.5-2027.4	—	—	
					2027.5-2028.4	6-2 煤层 6203 工作面	25.1404	其他林地、天然牧草地
					2028.5-2029.4	6-2 煤层 6204 工作面、 6205 工作面北部	42.6310 (27.3207、15.3103)	其他林地、天然牧草地
				中期	2029.5-2030.4	6205 工作面南部	35.6229	—
					2030.5-2031.4	6206	38.8414	
					2031.5-2032.4	6207、6210	54.5458+修复期	—
				远期	2032.4-2035.12	—	修复期及管护期	
		预测塌 陷区南 区	22.5960	近期	2026.5-2027.4	6-2 煤层 6209 工作面	10.0699	
					2027.5-2028.4	6-2 煤层 6208 工作面	12.5261	
					2028.5-2029.4	—	—	
				中期	2029.5-2035.12	—	修复期及管护期	—

注：1、近期修复区、中期修复区、远期修复区在重点修复以上安排的工作面的基础上，需增加所有已形成的采空区面积，对其安排监测、管护等防治工程，发现裂缝及时修复。

2.6-2 煤综采工作面预计 2030 年 12 月开采完毕。

3.在以上工作基础上，需对**充填开采区**安排监护、管护等防治工程，及时分析数据，发现异常及时处理。

图 3-23 未来 5 年开采计划图

图 3-24 生态修复计划图

图 3-25 生态修复区示意图

表 3-44 矿区生态修复分区拐点坐标表

生态修复 区块 名称	范围						面积 (hm ²)
	点 号	2000 国家大地坐标系		点 号	2000 国家大地坐标系		
		X	Y		X	Y	
地面 塌陷 北区	1	***	***	19	***	***	196.7815
	2	***	***	20	***	***	
	3	***	***	21	***	***	
	4	***	***	22	***	***	
	5	***	***	23	***	***	
	6	***	***	24	***	***	
	7	***	***	25	***	***	
	8	***	***	26	***	***	
	9	***	***	27	***	***	
	10	***	***	28	***	***	
	11	***	***	29	***	***	
	12	***	***	30	***	***	
	13	***	***	31	***	***	
	14	***	***	32	***	***	
	15	***	***	33	***	***	
	16	***	***	34	***	***	
	17	***	***	35	***	***	
	18	***	***		***	***	
地面 塌陷 南区	1	***	***	7	***	***	22.5960
	2	***	***	8	***	***	
	3	***	***	9	***	***	
	4	***	***	10	***	***	
	5	***	***	11	***	***	
	6	***	***				

二、生态修复分区土地利用类型及权属

（一）土地利用类型

根据准格尔旗自然资源局提供的 2024 年度国土变更调查数据，采用《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017），宏测煤矿生态修复分区范围土地利用类型见表 3-38。

（二）基本农田

矿山开采影响范围拟损毁耕地面积 17.0446hm²（不含充填开采区），预测近期综采预测塌陷区无耕地；通过将矿区范围边界与鄂尔多斯市准格

尔旗自然资源局核实，矿区范围内基本农田面积为 15.7038hm²，拟损毁区基本农田面积 0.2611hm²（不含充填采空区），为旱地，仅一处；预测近期综采塌陷区无基本农田。

（三）生态修复分区土地权属

宏测煤矿生态修复分区所有权全部属准格尔旗乌兰哈达村、黄天绵土村集体所有，权属明确，界线明晰，不存在权属争议。

表 3-45 方案服务期生态修复分区土地利用类型统计表

工程 单元	地 类				面积（hm ² ）		合计
	一级地类		二级地类		黄天棉图村	乌兰哈达村	
综采预 测塌陷 区	01	耕地	0103	旱地	***	***	***
	03	林地	0301	乔木林地	***	***	***
			0305	灌木林地	***	***	***
			0307	其他林地	***	***	***
	04	草地	0401	天然牧草地	***	***	***
			0404	其他草地	***	***	***
	06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	***	***	***
	07	住宅用地	0702	农村宅基地	***	***	***
	10	交通运输 用地	1003	公路用地	***	***	***
			1006	农村道路	***	***	***
小计				***	***	***	
上期采 空未治 理区 （6109 工作 面）	01	耕地	0103	旱地	***	***	***
	03	林地	0301	乔木林地	***	***	***
			0305	灌木林地	***	***	***
			0307	其他林地	***	***	***
	04	草地	0401	天然牧草地	***	***	***
			0404	其他草地	***	***	***
	10	交通运输用地	1006	农村道路	***	***	***
	小计				***	***	***
合计	01	耕地	0103	旱地	***	***	***
	03	林地	0301	乔木林地	***	***	***
			0305	灌木林地	***	***	***
			0307	其他林地	***	***	***

工程 单元	地 类				面积（hm ² ）		合计
	一级地类		二级地类		黄天棉图村	乌兰哈达村	
	04	草地	0401	天然牧草地	***	***	***
			0404	其他草地	***	***	***
	06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	***	***	***
	07	住宅用地	0702	农村宅基地	***	***	***
	10	交通运输 用地	1003	公路用地	***	***	***
			1006	农村道路	***	***	***
	合计				***	***	***

表 3-46 近期生态修复分区土地利用类型统计表

工程 单元	地 类				面积 (hm ²)		合计
	一级地类		二级地类		黄天棉图村	乌兰哈达村	
近期治 理	01	耕地	0103	旱地	***	***	***
	03	林地	0301	乔木林地	***	***	***
			0305	灌木林地	***	***	***
			0307	其他林地	***	***	***
	04	草地	0401	天然牧草地	***	***	***
			0404	其他草地	***	***	***
	10	交通运输 用地	1006	农村道路	***	***	***
合计					***	***	***

第四节 采矿用地与复垦修复安排

一、矿区生态修复目标

根据“因地制宜”的原则以及上述土地复垦适宜性分析结果，确定将待复垦土地尽量恢复为损毁前的原土地利用类型，其中其他林地复垦为灌木林地；农村宅基地、采矿用地复垦为天然牧草地，塌陷区损毁的其他地类均原址复垦。详见表 3-47。

表 3-47 矿区生态修复目标及土地利用变化表

工程 单元	地 类				损毁前面 积（hm ² ）	生态修复目 标（hm ² ）	面积增减 （hm ² ）
	一级地类		二级地类				
综采预测 塌陷区+ 上期未治 理区	01	耕地	0103	旱地	***	***	***
	03	林地	0301	乔木林地	***	***	***
			0305	灌木林地	***	***	***
			0307	其他林地	***	***	***
	04	草地	0401	天然牧草地	***	***	***
			0404	其他草地	***	***	***
	06	工矿仓储 用地	0602	采矿用地	***	***	***
	07	住宅用地	0702	农村宅基地	***	***	***
	10	交通运输 用地	1003	公路用地	***	***	***
			1006	农村道路	***	***	***
小计					***	***	***

二、采矿用地与用地计划

宏测煤矿为井工开采矿山，掘进矸石不出井，洗煤厂洗选矸石作为充填材料用于井下充填，宏测煤矿实现矸石资源化利用与零外排，预测塌陷区均原址复垦，未来无用地需求。

宏测煤矿矿山地表建筑设施主要为工业场地、办公生活区，工业场地占地面积 9.8149hm²，办公生活区占地面积 0.6166hm²。根据现状调查以及收集资料，宏测煤矿共计取得 2 处建设用地手续，使用面积分别为 5.3340hm² 和 1.2632hm²。宏测煤矿工业场地永久性占地在土地使用证内面积为 3.5955hm²，剩余 6.2194hm² 无土地手续；办公生活区永久性占地（已有土地使用证）面积为 0.6166hm²，全部在土地证使用范围内。依据企业提供的已办理的建设用地手续，工业场地剩余 6.2194hm² 将办理农用地转建设用地手续。

矿山未来无新增临时用地规划。

2.办公生活区

办公生活区位于工业场地的东南侧，占地面积 0.6166hm²，主要包括：

矿办公楼、职工宿舍、食堂、锅炉房等。

图 3-25 拟用地方向示意图

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

根据《地质灾害防治条例》《矿山地质环境防治规定》《土地复垦条例》等文件的相关要求，结合本矿山地质环境影响现状评估和预测评估结果、矿山土地损毁预测与评估结果、方案使用年限，开展矿区生态修复工程工作，原则如下：

遵循“以人为本”的原则，确保人民生命财产安全，提高人居环境质量；

坚持“预防为主，防治结合”“在保护中开发、在开发中保护”的原则，将源头控制和恢复治理的思想贯彻到矿区生态修复工程工作中，原则如下：坚持“因地制宜，讲求实效”的原则。矿区生态修复工程要与矿山的建设、生产相结合，根据矿山地质环境影响及土地损毁评估的结果，制定科学合理的工程技术措施；

坚持“谁开发谁保护，谁破坏谁治理，谁投资谁受益”“技术可行，经济合理”的原则，矿区生态修复工程应按照国家制定的技术规范进行，方案要切实可行，同时注重环境恢复治理的经济效益，保持生态环境的协调统一；

坚持“总体部署，分期治理”的原则，根据矿区生态修复工程设计，提出矿区生态修复总体目标任务，做出矿山服务期限内的总体工作部署和实施计划，分年限分步部署落实。

一、敏感目标保护

（一）避让措施

根据煤矿开采特点，生态环境功能要求和区域环境敏感程度，重点确定煤炭开发过程中特殊环境及敏感保护目标。

宏测煤矿开采范围内的敏感目标主要为耕地，无基本草原、公路（已

挖断）、铁路、文物等。

通过将矿区范围边界与鄂尔多斯市准格尔旗自然资源局核实，矿区范围内基本农田面积为 15.7038hm^2 ，拟损毁区基本农田面积 0.2611hm^2 （不含充填采空区），为旱地，仅一处；预测近期综采塌陷区无基本农田。矿山开采影响范围拟损毁耕地面积 17.0464hm^2 （不含充填开采区），占拟损毁土地总面积的 8.14%，多为旱地。按照相关法律法规和主管部门要求，做好旱地的保护，确保其数量不减少，质量不降低。同时，加强矿山生态环境监测，建立地表沉陷观测监测机制，加强导水裂隙带发育高度探测，对周边水源地等环境保护目标开采长期监测，必要时及时优化调整开采方案，有针对性地强化生态环保对策措施，保障区域生态功能。在耕地内设置地表移动监测点，设置数量 2 个，地面塌陷监测频率每月一次，塌陷裂缝定期人工巡查，频率每月三次，发现裂缝及时回填。

对不同时期不同破坏程度的林地进行补植养护，有效保护林地的生态功能。对于轻度损毁的林地，个别歪斜的林木采取人工扶正的措施即可恢复，受沉陷中度和重度损毁的林地，生产力可能会有所降低，应该采取人工整地、补植与自然恢复相结合的方式，及时恢复植被覆盖度。

（二）减缓措施

1.地质环境受损的减缓措施

煤矿开采（尤其地下开采）易引发地表塌陷、地下水失衡、岩层移动等地质问题，需通过技术优化和监测预警降低风险。

（1）开采技术

充填采矿法：用煤矸石、粉煤灰等废弃物等胶结材料填充采空区，减少岩层垮落和地表下沉。

（2）地质灾害监测与治理

实时监测系统：布设地表沉降观测点、地下水位监测井、岩层移动传感器等。

2.土地资源受损的减缓措施

（1）地下巷道优化

通过“集中开拓”减少地面井口数量，降低地表占地；井下设备集中布置，减少巷道开挖对地下土地资源的间接破坏。

（2）开采工艺选型

采用充填开采（膏体充填、矸石充填），减少覆岩垮落，从根源上降低地表塌陷、地裂缝产生；对敏感区域限制全部垮落法开采。

（3）土地预保护

受影响耕地提前划定保护范围；对地表重要构筑物设置保护煤柱，控制地表变形在允许范围内。

（4）地表动态监测

布设沉降、地裂缝监测点，实时跟踪地表变形；发现裂缝及时人工回填封堵，防止雨水灌入加剧塌陷、水土流失。

（5）边开采边复垦

通过“边开采、边复垦”的流程衔接，减少土地从受损到恢复的间隔时间，降低长期闲置导致的土地质量退化。地下开采时，每完成一个采区的开采，立即对地表沉陷区进行“实时修复”，实现土地“即采即复”。

复垦过程中优先使用本地物种和乡土植被，避免外来物种入侵，同时构建“乔、灌、草”立体植被结构，提升复垦土地的生态稳定性，减少后期维护对土地的再次扰动。

3.生态系统受损的减缓措施

（1）植被恢复与景观重建

开采过程中同步对工业场地进行绿化；开采结束后，对塌陷区种植“乡土物种”，避免外来物种入侵。

（2）减缓土壤水土流失

优先治理塌陷区裂缝；裂缝及周边种植羊草、紫花苜蓿、草木樨等固

土能力强的草本，通过根系缠绕土壤减少侵蚀；定期巡查补植枯萎植被，形成“裂缝填充+生物固土”的综合防护体系，减缓水土流失。

（3）生物多样性保护

采用边开采、边复垦的方式，对采空塌陷区进行修复，形成生物廊道，方便动物迁徙。

（4）水资源生态保护

将矿井水净化后，用于井下防尘、农田灌溉、工业用水，减少地下水开采和地表水污染。

（三）重要物种与人文保护

通过资料收集及走访调查，矿区及周边的无重要物种，人文包括高压线塔。

1.高压线

工业场地建有 10kV 变电所 1 座，采用双回路供电。10kV 双回供电电源一回引自宏鑫 35kV 变电所 10kV 侧，采用 LGJ-240mm² 钢芯铝绞线，供电距离 5km；另一回引自黄天棉图 35kV 变电所 10kV 侧，采用 LGJ-240mm² 钢芯铝绞线，供电距离 1.5km。目前高压线塔已采用混凝土结构进行了加固。

矿山需在高压输电线塔周边设置地表移动监测点，设置数量 20 个，地面塌陷监测频率每月一次。塌陷裂缝定期人工巡查，频率每月三次。高压线塔出现变形等情况及时对其进行加固，加固工程由矿山企业委托第三方进行施工。

二、表土剥离与植被移植利用

矿区生态环境较为脆弱，表层土壤经过多年植物作用而形成熟化土壤，具有庞大的种子库及适合植物生长的理化性状，是深层生土所不能替代的，对于植物种子的萌发和幼苗的生长有着重要作用。因此要保护和利用好表

层的熟化土壤。首先要把表层的熟化土壤尽可能地剥离后统一贮存在表土存放区内，并撒播草籽加以养护以保持其肥力；堆放时应尽量减少破坏植被区的生物，堆高设计要合理，避免过度压实。

经核实宏测煤矿基建期剥离的表土，在工业场地绿化过程中已全部使用，现状条件下无可以剥离表土的地表工程单元。预测采空塌陷区可能损毁耕地、林地、草地等，损毁形式以塌陷裂缝为主。裂缝复垦前需剥离表土层，方法为在裂缝两侧剥离宽 0.3m，厚 30~40cm 的耕植土，临时堆放在裂缝两侧，剥离方法为人工剥离。

本方案估算塌陷区损毁土地（塌陷坑、塌陷裂缝）面积 32.9066hm²，其剥离表土面积为该面积外扩 0.3m（即为塌陷裂缝面积的 2 倍），需要剥离面积 64.1139hm²。其中需要剥离旱地面积 6.0364hm²，复垦为乔木林地面积 13.0179hm²，复垦为灌木林地面积 6.9611hm²，复垦为天然牧草地面积 27.5558hm²，复垦为其他草地面积 10.5427hm²。共计剥离量为 192343m³。表土层、生土层将分两侧分别堆放。

表 4-1 表土处置工程汇总表

序号	原地类	范围	面积（hm ² ）	表土储存	表土利用					
				时间段 （年）	表土层 厚度（m）	土方量 （m ³ ）	位置	养护措施	利用方式	利用时间
1	旱地	塌陷区	3.0558	近期	0.30	9167	裂缝 两侧	生土层 培肥	表土 回覆	即剥即 覆
			2.9806	中远期	0.30	8942				
2	乔木林地		6.3266	近期	0.30	18980				
			6.6913	中远期	0.30	20074				
3	灌木林地		1.5812	近期	0.30	4744				
			4.2149	中远期	0.30	12645				
4	其他林地		1.1650	近期	0.30	3495				
			0	中远期	0.30	0				
5	天然牧草地		7.9782	近期	0.30	23935				
			19.5776	中远期	0.30	58733				
6	其他草地		6.5881	近期	0.30	19764				
			3.9546	中远期	0.30	11864				
合计			64.1139	—	—	192343				

三、相关协同措施

按照有关部门管理规定及相关标准对宏测煤矿现状存在及可能引发的地质环境问题、土地资源损毁、水土流失、环境污染等，提出具体预防措施如下：

（一）地质环境预防控制措施

1.留设保护煤柱：由于地下采煤开采范围大，地下采煤一般都能影响到地表，波及上覆岩层与地表的一些与人类生产和生活密切相关的对象，因此必须采取措施进行防护，以减少地下开采的有害影响。因此，要严格按照相关规范要求，在矿区边界、工业场地及主要大巷及采区边界留设保护煤柱。

2.按照边开采、边修复的原则，及时对塌陷裂缝、塌陷坑进行填埋治理，恢复土地的使用功能，地面塌陷区设计采取的修复措施为：设置网围栏、警示牌、裂缝填充、外围设置永久性界桩、对受塌陷影响的道路治理，消除隐患后继续开采，并做好采空区安全防护。

3.建立地质灾害监测网，加强对地面塌陷地质灾害的监测。

（二）水土污染预防

矿山主要废水为矿井涌水、生活污水、选煤厂煤泥水，废水均进行回收利用，不外排。

1.提高矿山废水综合利用率，严禁对外排放不达标废水。

2.定期对地下水水质进行监测；定期对土壤污染情况进行监测，禁止乱排、填埋生活垃圾及其他固体污染物。

（三）土地资源损毁预防

开采过程中当数个煤层或厚煤层数个分层同时开采时，控制各煤层或各分层工作面之间的错距，使地表拉伸变形或压缩变形互相抵消，以达到减小地表水平变形的目的。因此，当多个工作面开采时，通过在推进方向上合理布置工作面及开采顺序，抵消一部分地表变形，使被保护

对象处于下沉塌陷区的中间部分或压缩变形区，而不是承受最终的拉伸变形，有效减少地表变形对地面附属建筑物和土地资源的损毁。

采空区形成的塌陷裂缝及时进行回填、平整、覆土，全部是原址复垦。恢复治理时做到“占补平衡”的原则，损毁多少，恢复多少。

（四）含水层破坏预防

对矿山疏干水、生产及生活污水进行处理，并对水质进行水质监测，避免或减轻矿山疏干水、生产生活污水及排土场淋溶水对浅层含水层的破坏、对水环境及土壤的污染；定期对地下水进行监测。

第二节 修复措施

通过详细调查修复区及周边生态环境现状，通过生态问题识别、诊断和归纳，以及生态修复分区的确定，将矿山生态修复区预测采空塌陷区。

根据修复单元存在的地质环境安全隐患、土地资源损毁以及生态系统受损等问题，采取地貌重塑、土壤重构、植被重建、景观营建以及配套工程等修复措施。设计采取的修复措施如下：

一、地貌重塑

宏测煤矿地质灾害隐患主要是井工开采造成的地表变形（裂缝）、威胁的建筑物、村庄、道路等地表设施，根据矿区内矿山地质环境、土地资源损毁以及生态受损现状和预测的结果，对预测地面塌陷区裂缝填充、平整、农村宅基地建筑物拆除、清运，道路修葺。按照边开采、边修复的原则，及时对矿山地质环境问题进行修复：

（一）裂缝填充

宏测煤矿未来综采 6-2 号煤层，煤层平均采厚为 1.30~2.62m，预测裂缝宽度大多 0.10~0.30m，根据裂缝分布位置，对裂缝进行回填。回填需以人工回填、多次修复为宜。

（二）耕地平整工程

耕地区域需用平地机直接在田块内进行精平，并且达到田块内挖填平衡，耕地平整时尽量以实际地面坡度作为田块的设计坡度，遵循挖高填低的原则，就近取土、就近填平，尽量减少土方移动距离。

（三）建筑物拆除、清基

该措施应用于采空塌陷区的农村宅基地。综采不涉及居民，各工作面

开采之前居民已全部搬迁。充填工作面对地面建筑物影响较小，居民不需要搬迁。

（四）公路修葺（水泥路面）

根据前文地质环境受损预测，预测采空塌陷区可能损毁矿区内运煤公路。路面整体性破坏程度较小，仅会出现小型的地面裂缝（包括拉伸裂缝及下沉错落裂缝等），预测需要修葺的水泥路面主要为中度损毁区，根据以往损毁经验修葺道路占总长度的 20%。

（五）生产路修葺（农村道路）

结合当地使用要求和当地的自然条件，耕地的生产路，即为人畜下田作业和收获农产品服务。预测采空塌陷对原始生产路整体性破坏程度较小，仅会出现小型的地面裂缝（包括拉伸裂缝及下沉错落裂缝等），预测需要修葺的生产路主要为中度和重度损毁区，修葺道路占总长度的20%。农村道路为素土路面。

二、土壤重构

（一）表土剥离与回覆

预测采空塌陷区可能损毁耕地、林地、草地等，损毁形式以塌陷裂缝为主。裂缝复垦需剥离表土层，方法为在裂缝两侧剥离宽0.3m，厚30cm的耕植土，临时堆放在裂缝两侧，剥离方法为人工剥离。尤其是矿区内耕地，耕作层土壤是经过多年耕作和植物作用而形成的熟化土壤，是深层生土所不能替代的，对于植物种子的萌发和幼苗的生长有着重要作用。因此在进行土壤重构时，首先要把表层的熟化土壤尽可能地剥离后贮存并加以养护和妥善管理以保持其肥力；待土塌陷裂缝填充后，再平铺于土地表面，使

其得到充分、有效、科学的利用。

（二）土地翻耕工程

塌陷区内受塌陷影响的宅基地拆除、清基后，对场地进行翻耕。

翻耕可以将一定深度的紧实土层变为疏松细碎的耕层，从而增加土壤孔隙度，以利于接纳和贮存雨水，促进土壤中潜在养分转化为有效养分和促使作物根系的伸展。选用拖拉机和捡石机进行整体翻耕。

（三）生土层土壤培肥措施

依据对矿区的生态本底调查，土壤有机质 0.632~0.859%，平均值 0.747%；水溶性盐总量 0.024%~0.129%，平均值 0.07%；全氮 105~159mg/kg，平均值 127.60mg/kg；有效磷 3.00~3.65mg/kg，平均值 3.13mg/kg；速效钾 47.30~56.7mg/kg，平均值 51.02mg/kg；pH 值 8.08~8.37。土壤剥离后再次用于覆土，尤其是生土层土壤养分贫瘠，理化性状差，有机质含量少，土壤板结，可种植性差。需采取综合施肥措施，以增加土壤有机质含量，提高土壤生产力。本方案对塌陷区内耕地塌陷裂缝区域覆土后对土壤进行土壤培肥，土壤改良后肥力不低于本底调查值，暂定按照每公顷有机肥的施用量 15000kg/hm²。

（四）耕地土壤培肥

受采空塌陷影响，耕地内土壤养分缺失，理化性状差，有机质含量少，可耕性差。需采取综合施肥措施，以增加土壤有机质含量，提高土壤生产力。以施用有机肥料来提高土壤的有机物含量，改良土壤结构，消除土壤的不良理化特性。有机肥的施用量 15000kg/hm² 左右。

（五）耕地配套工程

煤矿开采后，将会对矿区内水浇地区域的灌溉设备造成不同程度的损

毁，必须对这些设备及时进行整修、维护，及时更换地埋管等配套设施，保证农业生产的正常进行。

三、植被重建

根据前文植被受损预测，因塌陷而遭受损毁影响的土地有耕地、林地、草地、采矿用地、住宅用地、交通运输用地等。其中：农村宅基地修复为人工牧草地，其他地类均进行原址修复。

根据实地调查和征求当地民众意见，本方案设计牧草选择羊草、冰草和紫花苜蓿；油松为鄂尔多斯市黄土高原乡土适生树种，而且为常绿树种全年保持植被覆盖，油松对土壤肥力要求低，根系穿透力强，综合考虑乔木选择油松；灌木选择优势树种柠条。

各土地类型植被重建方案叙述如下：

（一）耕地重建

耕地重建主要涉及农作物的种植与恢复，根据土地的损毁程度和土壤改良情况，选择适宜的作物品种进行播种。对于损毁区则需在完成表土回覆和土壤培肥后，逐步恢复耕作功能，初期可种植牧草以改善土壤结构，为后续粮食作物种植奠定基础。种植草种技术方法同草地植被重建。

（二）林地植被重建

由前预测可知，对塌陷区受损的树木先及时扶正树体，适时进行管理，保证其正常生长；再选择适宜树种进行苗木补栽，增加植被覆盖率，补栽树种要与损毁树种保持一致。按照“因地制宜、因地适树”的原则。乔木选择油松；灌木选择柠条等当地先锋植物。种植后及时浇水保证成活率。

（三）草地植被重建

将拟损毁的草地和农村宅基地、采矿用地、裸土地植被重建为草地植被。

草地植被重建则以恢复草场生态功能为目标，采用自然恢复与人工干预相结合的方式。草地损毁程度为轻度。仅裂缝区牧草死亡。设计种植人工种草，优选多年生牧草品种，增强草地的抗逆性和生产力。此外，还需采用拖拉机运水的方式进行浇水，保障植被重建的可持续性。

草种选择：选择撒播羊草、冰草、紫花苜蓿，以提高该区土壤的有机质含量，为后续的农作物耕作提供基础。

四、景观营建

（一）矿区植被群落重建措施以乡土植物、地带性植被为核心，遵循“近自然、低维护、抗逆性强”原则，分层构建稳定植被群落，逐步恢复矿区原生生态功能。

1、立地改良对矿区扰动区进行回填、覆土整治，改善土壤结构，提升保水保肥能力，为植被定植创造基础条件。

2、乡土植物群落构建灌木层:配置柠条、沙棘等固沙、保土灌木，形成稳定灌丛带。草本层:以羊草、冰草、紫花苜蓿等本土旱生草本为主，快速覆盖地表，控制水土流失。

3、分层混交、近自然配置采用“灌木+草本”复层混交模式，避免单一化种植，提高群落稳定性与抗逆性，逐步向地带性典型草原群落演替。

4、抚育管护实施封禁保护、补植补播、适度灌溉与病虫害绿色防控，提高植被成活率与覆盖度，促进群落自然更新。

（二）矿区景观格局优化措施

通过地形重塑、斑块优化、廊道构建、边界软化，实现破碎化景观向整体化、生态化转变。

1、地形与地貌重塑对塌陷裂缝进行回填，提升景观整体性与安全性。

2、景观斑块优化，将零散、破碎的修复区整合为集中连片生态斑块，提高生态效能。划分生态保育区、植被恢复区、缓冲过渡区，功能分区清晰，景观结构有序。

3、视觉与生态界面整合在矿区与周边农田、草地交界处设置缓冲绿带，实现工矿景观与自然、农业景观平滑衔接，提升区域整体景观协调性。

（三）本地生态系统连通性构建措施以连接生境斑块、保障物种迁移为目标，实现矿区与区域生态系统有机融合。

1、生境斑块连通通过连片修复与缓冲带建设，将修复后的矿区生境与周边草原斑块、林地斑块、沟谷湿地有效连接，提高景观连通度。

2、保障水文连通梳理矿区汇水、排水系统，恢复自然冲沟与浅洼蓄水结构，维持地表径流连续性，保障区域水文过程与土壤湿度稳定。

3、减少生态阻隔优化场内道路、围栏、构筑物布局，降低人工设施对动物迁徙、植物扩散的阻隔，维护区域生物多样性与生态过程完整性。

4、与区域生态格局衔接遵循沟壑丘陵微生态系统特征，将修复区纳入区域生态安全格局，实现局部修复—景观连通—区域生态稳定的整体目标。

五、配套工程

对预测地面塌陷区设置网围栏、警示牌、外围设置永久性界桩。

第三节 工程内容及工程量

宏测煤矿生态修复区为预测采空塌陷区，设计采取的修复措施主要内容包裂缝填充，耕地平整，建筑物拆除、清基、道路修葺等地貌重塑措施；表土剥离，表土回覆，土地翻耕，土壤培肥等土壤重构措施；栽植乔、灌木，撒播草籽等植被重建措施。设置网围栏，设置警示牌，设置永久性界桩配套措施。

一、工程技术方法及参数

（一）地貌重塑

宏测煤矿地质灾害隐患主要是井工开采造成的地表变形（裂缝）、威胁的建筑物、道路等地表设施。根据采空塌陷程度及造成危害的轻重程度，采取不同的治理措施。

根据矿山地质灾害现状分析与预测分析，本次消除矿山地质灾害隐患的修复措施为裂缝填充，耕地平整和道路修葺。

1.裂缝填充

宏测煤矿煤层重复采动频繁，后续需以人工回填、多次修复为宜。通过统计，未来开采各煤层采空区叠加后地面投影面积 219.3775hm^2 ，塌陷裂缝复垦时根据尺寸，采取如下措施：

拟采用人工就近挖取高处土方直接回填，回填后捣实，直到与剥离后的地表基本平齐为止。夯实土地的干容量达到 1.40t/m^3 以上。

宏测煤矿未来开采 6-2（预计 2030 年 12 月开采完毕），预测裂缝宽度 $0.10\sim 0.30\text{m}$ 。部分工作面为重复采动，根据裂缝分布位置，对裂缝进行回填。回填需以人工回填、多次修复为宜。

塌陷裂缝是地表变形的主要形式，预测裂缝宽度 $0.10\sim 0.30\text{m}$ 。对地面塌陷区周边的塌陷裂缝进行回填，考虑到地下开采的特殊性，裂缝填充时，对裂缝周边采取推高填低，就地取土回填的原则进行裂缝填充，以免因为取用回填土而对其他区域造成新的损毁。

设塌陷裂缝宽度为 a （m），则地面塌陷裂缝的可见深度 W 可按下列经验公式计算：

$$W=10\sqrt{a}, \quad (\text{m}) \quad (\text{公式 4.1})$$

设塌陷裂缝的间距为 C (m)，每亩面积的裂缝系数为 n ，则每亩塌陷裂缝的长度 U 可按下列经验公式计算：

$$U = \frac{666.7}{C} \cdot n, \quad (\text{m}) \quad (\text{公式 4.2})$$

每亩塌陷地充填土方量 V 可按下列经验公式计算：

$$V = \frac{1}{2}a \cdot U \cdot W, \quad (\text{m}^3/\text{亩}) \quad (\text{公式 4.3})$$

根据治理区地表裂缝预测结果分析，裂缝损毁的程度可分为轻度、中度和重度三种类型。不同塌陷损毁程度的 a 、 C 、 n 的经验值及不同塌陷损毁程度每亩塌陷裂缝填充土方量。见表 4-2。裂缝充填见图 4-1。

表 4-2 裂缝填充每亩土方量计算表

损毁程度	裂缝平均宽度 a (m)	裂缝间距 C (m)	裂缝条数 n	裂缝深度 W (m)	裂缝长度 U (m)	填充裂缝每亩土方量 V (m ³)
重度	0.50	40	5	3.87	83	146.72

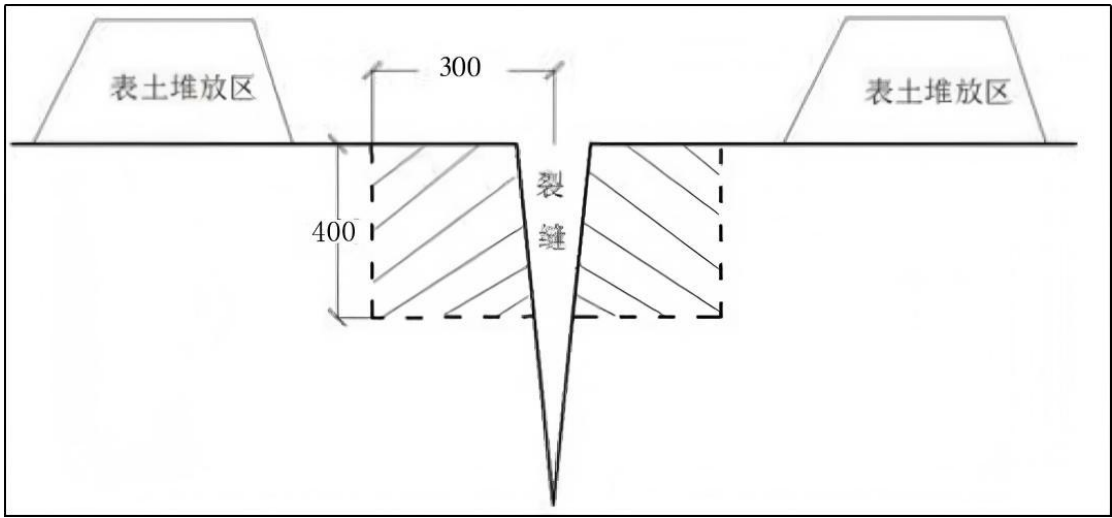


图 4-1 裂缝填充示意图 (单位: mm)

2.耕地平整

利用平地机直接在田块内进行精平，并且达到田块内挖填平衡，耕地

平整时尽量以实际地面坡度作为田块的设计坡度，遵循挖高填低的原则，就近取土、就近填平。

3.拆除、清理

该措施应用于采空塌陷区的农村宅基地。根据2026年1月正射影像图结合实际调查，预测综采采空塌陷区内无住宅分布。

4.水泥路修葺

预测采空塌陷区可能损毁矿区内的水泥道路，修葺道路占总长度的20%。先对路面清基、清运再按照原标准进行修葺。水泥路面路基面宽8m，砂砾石路基层厚20cm，表层为C30水泥混凝土，厚度20cm。

5.农村道路修葺

预测采空塌陷对原始农村道路整体性破坏程度较小，修葺道路占总长度的20%。农村道路为素土夯实路面，回填裂缝后，推平压实即可。

（二）土壤重构

对于10cm以下的裂缝对地表植被影响有限。裂缝宽度小于10cm，以自然恢复为主，借助风沉积、雨水冲击等自然动力，这类裂缝在较短时间内可以恢复。

1.表土剥离回覆

预测采空塌陷区可能损毁耕地、林地、草地等，损毁形式以塌陷裂缝为主。裂缝复垦需剥离表土层，方法为在裂缝两侧剥离宽0.3m，厚40cm的耕植土，临时堆放在裂缝两侧，剥离方法为人工剥离。

采空塌陷区裂缝填充后将裂缝两侧和平整范围周边剥离的土，均匀覆盖在已完成回填的地表上进行铺整，厚度达到种草的要求。

2.土地翻耕工程

该工程应用于采空塌陷区塌陷的农村宅基地和采矿用地。预测塌陷区采矿用地为 1.2438hm^2 ，住宅用地为 0.2362hm^2 ，根据2026年1月正射影像图结合实际调查，预测综采采空塌陷区内无住宅分布。

3.土壤培肥

对塌陷区耕地和火区排土场补植区域进行土壤培肥，本方案以施用有机肥料来提高土壤的有机物含量，改良土壤结构，消除土壤的不良理化特性。根据当地经验以及耕作层土壤化验指标，一般耕地有机肥的施用量 $15000\text{kg}/\text{hm}^2$ 左右。

4.覆土

对火区排土场治理不佳区域进行覆土，覆土厚度 0.3m ，土源来源于附近神山煤矿的剥离表土，土类等级为一、二类土，运距 2.5km 。

（三）植被重建

因塌陷而遭受损毁影响的土地有耕地、林地、草地、住宅用地、交通运输用地、其他土地等。其中：农村宅基地、采矿用地复垦为草地；其他地类均进行原址修复。各地类植被重建工程量计算如下：

1.耕地重建

根据矿山开采计划和预测采空塌陷分析，损毁耕地为旱地，设计将其原址复垦，旱地进行表土回覆和土壤培肥后，逐步恢复耕作功能植被重建。

2.林地植被重建

塌陷地质灾害一般情况下除塌陷裂缝处对植被损坏严重，其他区域影响不大，但是考虑到实际复垦治理塌陷裂缝时需要利用裂缝周边的土进行

推高填低回填裂缝，必定会对周边植被产生一定的影响，所以设计根据塌陷损毁程度的不同，按照不同比例种植树苗。

（1）种植乔木

对塌陷区受损的树木先及时扶正树体，适时进行管理，保证其正常生长；再选择适宜树种进行苗木补栽，增加植被覆盖率，补栽树种要与损毁树种保持一致。按照“因地制宜、因地适树”的原则，乔木选择油松。

①苗木要求：苗木规格为株高 100cm 的带土球苗木，土球直径 30cm。

②种植规格：用穴状整地方式，穴坑大小为：坑径×坑深，乔木穴坑为 80×80cm（直径×深度），乔木林株行距为 3m×3m，栽植密度为 1111 株/hm²。

③补栽比例：按照原面积的 30%来进行计算补植。

（2）种植灌木

对塌陷区受损的灌木选择补种柠条。

①苗木要求：柠条选择当年生，地径 0.3cm 以上，苗高为 35cm 的裸根苗。

②种植规格：采用穴状整地方式，灌木林株行距为 2m×2m，需苗量为 2500 株/hm²。

③补栽比例：按照原面积的 30%来进行计算补植。

（3）造林技术模式

①选苗：遵循良种壮苗的原则，按立地条件选配的树种，从育苗单位选购良种壮苗，确保造林质量。

②植苗：苗木要随起随栽，防止风吹日晒，做到起苗不伤根，运苗有

包装，苗根不离水。当天不能栽植的苗木，应在阴凉背风处开沟，按疏排、埋实的方法，进行假植。

③浇水：苗木栽植后要立即浇水，保证苗木成活。

④林地的整地模式采用穴状整地，坑深度约 0.5m。

3.草地植被重建

对塌陷区受损的草地及农村宅基地、采矿用地地块进行人工撒播草籽补种，按照“因地制宜、因地适草”的原则，适宜选择耐旱、固沙能力更强的乡土物种，

对于塌陷区草籽选择羊草、冰草、紫花苜蓿。对于火区排土场草籽选择羊草、冰草、沙打旺、紫花苜蓿。

①种子级别：一级种。

②撒播比例：羊草、冰草、紫花苜蓿撒播比例为 2:2:1。羊草、冰草、沙打旺、紫花苜蓿撒播比例为 3:3:2:2。

③撒播技术：选择优良草种对需要地段进行播种，同时要保证草籽的纯净度和发芽率；先对补播地段进行松土，清除有害杂草；待雨季补播草籽，播种方式采用撒播的方式，播种深度 20~30mm 即可，种量为 80kg/hm² 左右。草籽播种要把握好时机及土壤墒情，选择在雨后就地墒播种，对于一次播种成活不多或郁闭度达不到设计要求的标准，采取两次或多次播种的方法，撒播后进行耙土。

（四）景观营建

矿山宜在工业场地打造庭院、绿地、休闲广场等，改善人居环境。

（五）配套工程

对预测地面塌陷区配套工程设置网围栏，设置警示牌，设置永久性界桩，

1.设置网围栏

为防止人畜跌落，在塌陷区主要路口及塌陷区外围设置网围栏。网围栏规格：网围栏由混凝土预制桩、铁丝组成，混凝土预制桩横截面为10cm×10cm，高1.2m，间距为5m。网围栏上部的铁丝垂向间距0.2m，垂向总长度1.5m。详见网围栏结构示意图（图4-3）。

图 4-3 网围栏布设示意图

2.设置警示牌

在塌陷区上部布设一定数量的警示牌，警示牌表面书写警示标语“地面塌陷区危险勿入”，一来可以提醒矿山工作人员注意生产安全；二来提醒外来人员提高警惕，以免发生意外。警示牌由固定在地面的钢管立柱和写有警示语的钢板组成，警示牌牌面四周为金属框架，警示牌牌面总体规格为0.5m×1m，厚度为0.05m，埋深不小于0.5m，用钢管立柱固定。详见警示牌示意图（图4-4）。警示牌要求警示效果明显，具备一定的抗风能力。布设位置应根据矿山开采进度调整，布设时应兼顾区内已有的乡间道路及其他行人小路，尽量使警示牌的警示效果更加明显。

图 4-4 警示牌结构示意图

3.永久性界桩

规划期内开采完毕后，在塌陷区上部（外围）设置永久性界桩，以防未来过往行人、车辆在不知情的情况下发生危险。警示桩材料采用混凝土

预制桩，规格为 1000×100×100mm，地下 0.7m，地上 0.3m，设置间距为 20m。警示界桩示意图见图 4-5。

图 4-5 界桩结构示意图

二、工程量测算

（一）地貌重塑工程量

1.裂缝填充

矿山开采工作面存在重复采动情况，因此采空塌陷区的面积考虑各水平煤层的重复采动情况。预测 6-2 煤层开采形成的采空区面积为 209.3076hm²，以往采空尚未治理的 6209 工作面，面积 10.0699hm²，合计需地貌重塑面积 219.3775hm²。

结合周边矿区以及矿山已发生的采空塌陷灾害和预测的采空塌陷地质灾害总结：开采过程中的工作面及四周形成的采空塌陷以裂缝为主，裂缝宽度较宽，损毁程度重中度。

根据工程设计，对损毁的裂缝利用周边的土方等进行充填，每亩裂缝填充量为 146.72m³。耕地的塌陷裂缝填充，利用附近神山煤矿的剥离表土，土类等级为一、二类土，运距为 2.5km。裂缝充填工程量见表 4-3。

表 4-3 裂缝充填工程量一览表

阶段名称	损毁程度	损毁面积（hm ² ）	损毁面积（亩）	裂缝充填（m ³ ）
方案 服务期	重度	219.3775	3291	482855
	耕地	20.1212	302	8764
近期三年	重度	90.3674	1356	198952
	耕地	10.1861	153	4440

2.耕地平整

设计对采空塌陷范围内的耕地进行耕地平整。

方案服务期采空塌陷区内旱地塌陷面积为 20.1212hm²，近三年为 10.1861hm²，土方平整采用平地机。

耕地平整工程量统计见表 4-4。

表 4-4 耕地平整工程量一览表

阶段名称	位置	塌陷附加倾角 (°)	面积 (hm ²)
方案服务期	旱地	5	20.1212
近期三年		5	10.1861

2、拆除、清理

根据2026年1月正射影像图结合实际调查，预测综采采空塌陷区内无住宅分布，无需拆除。

3.水泥路修葺

近期损毁矿区道路 0m，方案服务期内，预测损毁水泥路 2614m。预测采空塌陷对原始路面整体性破坏程度较小，仅会出现小型的地面裂缝（包括拉伸裂缝及下沉错落裂缝等），预测需要修葺的道路主要为中度和重度损毁区，修葺道路占总长度的 20%。

水泥路路面厚度 20cm，通过计算得出公路每延长米的施工量为：

拆除、清理已损毁的路面和基层工程量=长度×宽度×厚度=1m×10m×0.15m=2.0m³，包括清基和清运两项工程内容。

路基铺筑工程量=长度×宽度=1m×8m=8m²。

路面铺筑工程量 20cm 铺筑工程量=长度×宽度=1m×10m=10m²。

清基产生的固体废物利用装载机、自卸汽车等机械清运至建筑垃圾指定点，平均清运运距 3.2km。

水泥路受采空塌陷地质灾害的影响，需要修复的长度为 523m。

损毁水泥路修复工程方案服务期及近期工程量统计见表 4-5。

表 4-5 水泥路修葺工程量一览表

工程类型	单位	方案服务期	近期三年
长度	m	523	0
拆除路面	m ³	1046	0
清运拆除物	m ³	1046	0
路基铺筑	m ²	4184	0
混凝土路面 20cm	m ²	5230	0

5.农村道路修葺

近期损毁生产路总长 3845m，方案服务期内预测损毁农村道路总长 5814m。预测采空塌陷对原始路面整体性破坏程度较小，仅会出现小型的地面裂缝（包括拉伸裂缝及下沉错落裂缝等），预测需要修复道路占总长度的 20%。

农村道路的修筑工序包括素土路面摊铺，计算得出生产路每延长米的施工量为：

素土路面摊铺工程量=长度×宽度=1m×3.6m=3.6m²。

农村道路受采空塌陷地质灾害的影响，需要修复的长度为 1163m，近期需要修复长度 769m。

损毁农村道路修复工程方案服务期及近期工程量统计见表 4-6。

表 4-6 农村道路修葺工程量一览表

工程类型	单位	方案服务期	近期三年
生产路长度	m	1163	769
素土路面摊铺	m ²	4187	2768

综上所述，宏测煤矿地貌重塑工程量汇总统计见表 4-7。

表 4-7 地貌重塑工程工程量汇总表

修复区	修复分项	工程名称	单位	方案服务期 工程量	近期三年
预测 地面 塌陷区	塌陷 裂缝	裂缝填充	m ³	482855	198952
		耕地填充外运土	m ³	8764	4440
		耕地平整	hm ²	20.1212	10.1861
	水泥路修葺	拆除路面	m ³	1046	0

		清运拆除物	m ³	1046	0
		路基铺筑	m ²	4184	0
		混凝土路面 20cm	m ²	5230	0
	农村道路修葺	素土路面摊铺	m ²	4187	2768

（二）土壤重构工程量

1.表土剥离与回覆

采空塌陷裂缝填充前后，对裂缝两侧的表土进行剥离与回覆，设计剥离宽度为0.30m，剥离厚度为0.30m。

根据前文预测分析，根据表 4-1 得知，方案服务期内预测采空塌陷总面积为 219.3775hm²，计算得出表土剥离量为 192343m³，表土回覆量为 192343m³。近期三年预测采空塌陷总面积为 90.3674hm²，计算得出表土剥离量为 80085m³，表土回覆量为 80085m³。

2.土地翻耕

土地翻耕范围为宅基地范围、采矿用地范围。宅基地内建筑已拆除并清运，对场地进行翻耕，采矿用地地表板结进行翻耕。预测塌陷区采矿用地为1.2438hm²，住宅用地为0.2362hm²。方案服务期翻耕面积1.4800hm²；利用机械为三铧犁。

3.土壤培肥

对采空塌陷区耕地范围施用有机肥料来提高土壤的有机物含量，改良土壤结构，消除土壤的不良理化特性。在测定土壤基本性能的基础上，确定有机肥的施用量 15000kg/hm²左右。方案服务期复垦耕地面积 20.1212hm²，火区排土场需土壤培肥面积为 17.1504hm²，近期三年复垦耕地面积 10.1861hm²，土壤培肥工程量为 152792kg。

4.覆土

对火区排土场治理不佳区域进行覆土，覆土厚度 0.3m，土源来源于附近神山煤矿的剥离表土，土类等级为一、二类土，运距 2.5km。面积为 17.1504hm²，覆土厚度 0.3m，覆土工程量为 51451m³。

综上所述，宏测煤矿土壤重构工程量汇总统计见表 4-8。

表 4-8 土壤重构工程工程量汇总表

生态修复区	土壤重构工程	单位	服务期内工程量	近期三年工程量
采空塌陷区	表土剥离	m ³	192343	80085
	表土回覆	m ³	192343	80085
	土地翻耕	hm ²	1.4800	0
	土壤培肥	hm ²	20.1212	10.1861
火区排土场	土壤培肥	hm ²	17.1504	17.1504
	覆土	m ³	51451	51451

(三) 植被重建工程工程量

因塌陷而遭受损毁影响的土地有耕地、林地、草地、工矿仓储用地、住宅用地、交通运输用地等。其中：农村宅基地、采矿用地复垦为天然牧草地；其他地类均进行原址修复。

各地类植被重建工程量计算如下：

1.耕地植被重建

根据矿山开采计划和预测采空塌陷分析，损毁耕地为旱地。设计将其原址复垦。

采空塌陷区内损毁耕地总面积为 20.1212hm²，均为旱地，损毁程度中度。设计对其平整后可继续耕种。

2.林地植被重建

根据统计，采空塌陷区内乔木林地、灌木林地、其他林地损毁面积为 66.5965hm²。

(1) 复垦为乔木：乔木整地方式均为穴状整地，选用油松苗将树苗入坑、定位后，将包扎材料解开，取出；分层填好土坑，并分层砸实；砸时不得撞击土球，以防破碎。同时将树形及长势较好的一面朝向主要观赏方向；如遇弯曲，应将弯曲的一面朝向主风方向。栽植后行列保持整齐。栽后及时浇水。

由前文可知，预测地面塌陷区损毁乔木林地 43.3929hm^2 ，需补种面积按塌陷面积的 30% 计算，则需补种面积为 13.0179hm^2 ，塌陷区乔木林地苗木的补植规格为 1111 株/ hm^2 ，算得栽种乔木 14463 株。

近期，预测地面塌陷区损毁乔木林地 21.0887hm^2 ，需补种面积按塌陷面积的 30% 计算，则需补种面积为 6.3266hm^2 ，塌陷区乔木林地苗木的补植规格为 1111 株/ hm^2 ，算得栽种乔木 7029 株。

(2) 复垦为灌木：由前文可知，预测地面塌陷区损毁灌木林地 19.3203hm^2 ，其他林地 3.8833hm^2 ，需补种面积为 6.96hm^2 ，塌陷区灌木林地苗木的补植规格为 2500 株/ hm^2 ，算得栽种灌木 17400 株。

近期三年，预测地面塌陷区损毁灌木林地 5.2706hm^2 ，其他林地 3.8833hm^2 ，需补种面积为 2.75hm^2 ，塌陷区灌木林地苗木的补植规格为 2500 株/ hm^2 ，算得栽种灌木 6875 株。

3. 草地植被重建

(1) 天然牧草地

设计将损毁的天然牧草地、其他草地、农村宅基地、采矿用地复垦为天然牧草地。

采空塌陷区内损毁土地总面积为 219.3775hm²，本次草地植被重建面积占草地损毁面积的 30%，因此天然牧草地植被重建面积为 65.8132hm²。播种方式采用撒播的方式，播种深度 20~30mm 即可，播种量为 80kg/hm² 左右。

近期三年采空塌陷区内损毁土地总面积为 90.3674hm²，本次草地植被重建面积占草地损毁面积的 30%，因此天然牧草地植被重建面积为 27.1102hm²。播种方式采用撒播的方式，播种深度 20~30mm 即可，播种量为 80kg/hm² 左右。

预测采空塌陷区撒播草籽面积及数量具体见表 4-9。

表 4-9 天然牧草地复垦工程量一览表

损毁程度	损毁地类	复垦面积 (hm ²)	撒播比例	撒播面积 (hm ²)	种植比例	播种量 (kg/hm ²)	撒播量 (kg)
轻度	各地类	219.3775	30%	65.8132	1:1:1	80	5265
轻度	农村宅基地、采矿用地	1.4800	100%	1.4800	1:1:1	80	118

4、火区排土场已治理区

前期火区已治理排土场绿化效果不理想，需要补种，根据最新正射影像图，火区排土场北部东北部效果不佳面积为 13.1652hm²。西南角效果不佳面积为 3.9852，补种面积为 17.1504hm²。草籽选择适合本地的羊草、冰草、沙打旺和紫花苜蓿草籽。

综上所述，生态修复区植被重建工程工程量汇总见表 4-10。

表 4-10 植被重建工程量汇总表

生态修复区	植被重建单元	面积 (hm ²)	重建类型	单位	服务期内工程量	近期三年工程量
采空塌陷区	乔木林地	13.0179	种植乔木	株	14463	7029
	灌木林地	6.3266	种植灌木	株	17400	6875

	天然牧草地	67.2932	撒播草籽	hm ²	67.2932	27.1102
			林地浇水	株	286767	125136
			草地浇水	hm ²	605.6388	243.9918
火区排土场	人工牧草地		撒播草籽	hm ²	17.1504	17.1504
			草地浇水	hm ²	154.3536	154.3536

(四) 景观营建

矿山工业场地内已打造庭院、绿地、休闲广场等，改善人居环境。该景观已建成，不计入本次生态修复费用。

五、配套工程

对预测地面塌陷区配套工程设置网围栏，设置警示牌，设置永久性界桩，

1.设置网围栏

网围栏设定范围为塌陷区外侧 5m 处，可以根据现场边界实际情况进行调整。近期设置网围栏总长度为 8420m；方案服务期结束后设置网围栏总长度为 9756m。

2.设置警示牌

服务期内预测塌陷区面积为 219.3775hm²，每 15 公顷设置 1 块警示牌，需设置 15 块；每 500m 设置 1 块警示牌，地面塌陷区四周边界长度约 9756m，需设置警示牌 20 块。共需设置警示牌 35 块。

近 3 年预测地面塌陷区面积 131.7714m²，每 15 公顷设置 1 块警示牌，需设置 9 块；近期 3 年内地面塌陷区引发地面塌陷区四周边界长度为 8350m，需设置警示牌 17 块。近期共需设置警示牌 26 块。

3.永久性界桩

预测地面塌陷区面积 219.3775hm²，开采结束后由图量得四周边界长度约 9756m，外围距离 3~5m 的区域为永久性界桩圈设范围，50m 设置一根永久性界桩，共设置 196 根。

综上所述，采空塌陷区配套工程量汇总见表 4-11。

表 4-11 配套工程量汇总表

序号	工程名称	计量单位	方案服务期工程量	近期三年工程量
1	设置网围栏	块	9756	8420
2	设置警示牌	m	35	26
3	设置永久性界桩	根	196	0

宏测煤矿生态修复工程量汇总见表 4-12。

表 4-12 宏测煤矿生态修复工程量汇总一览表

序号	工程名称		计量单位	工程量
一	保护措施			
(一)	高压线塔加固		/	/
二	修复措施			
(一)	地貌重塑工程			
1	裂缝填充		m ³	482855
2	耕地填充外运土		m ³	8764
3	耕地平整		hm ²	20.1212
4	水泥路 修葺	拆除路面	m ³	1046
5		清运拆除物	m ³	1046
6		路基铺筑	m ²	4184
7		混凝土路面 20cm	m ²	5230
8	农村道路 修葺	素土路面摊铺	m ²	4187
(二)	土壤重构工程			
1	采空塌陷区	表土剥离	m ³	192343
2		表土回覆	m ³	192343
2	农村宅基地、采 矿用地	土地翻耕	hm ²	1.4800
3	耕地	土壤培肥	hm ²	20.1212
4	火区排土场	土壤培肥	hm ²	17.1504
5		覆土	m ³	51451
(三)	植被重建工程			
1	乔木林地	种植乔木	株	14463
2	灌木林地	种植灌木	株	17400
3	草地	撒播草籽	hm ²	84.4436
4		林地浇水	株	286767
5		草地浇水	hm ²	759.9924
(四)	景观营建			
1		田园景观（已有）	个	

序号	工程名称		计量单位	工程量
(五)		辅助工程		
1	设置网围栏		m	9756
2	设置警示牌		块	35
3	设置永久性界桩		块	196

第五章 监测和管护

第一节 监测目标与措施

一、目标任务

在矿产资源开采过程中，对地质环境破坏与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏（退化）与恢复等开展监测评价，为矿山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）监测目的

目的是建立矿山生态环境监测体系，对地质环境破坏与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏（退化）与恢复等开展监测。通过对地质灾害、地下水、土壤环境、土地资源、生态系统质量等重点指标进行动态监测，准确地掌握生态环境问题在时间上和空间上的变化情况，研究采矿与生态环境变化的关系和规律。为制定生态环境预防保护和治理措施，实施生态环境有效监管提供基础资料和依据。

（二）监测任务

- 1.确定监测因子，编制监测方案，布设监测网点，定期采集数据，及时掌握生态环境问题在时间和空间上的变化情况；
- 2.查明周边地下水环境和土壤环境背景；
- 3.查清矿区范围内土地利用现状、耕地基本情况，各土地利用类型质量及生产力水平；
- 4.查清监测范围内地表水环境面积和陆地植被生态状况；
- 5.获取矿山地质环境背景、土地资源现状和生态系统本底的基值和参照值，建设参照生态系统。

- 6.评价矿山生态环境现状，预测发展趋势；
- 7.建立和完善矿山生态环境监测数据库及监测信息系统；
- 8.编制和发布矿山生态环境监测年报，实现矿山生态环境监测信息共享。

二、监测原则

（一）问题导向，突出重点

重点围绕监测范围内地质环境破坏与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏（退化）与恢复等，结合开采矿种、建设规模、开采方式、开采工艺、时序安排等，科学设置重点监测内容、监测指标、监测点位、监测周期等，实现一矿一方案。

（二）科学规范，全程全面

指标获取应符合国家有关技术标准、规范和相关部门的规定。监测点位布设统筹考虑开采前、开采中和开采后监测需求。开采前对地质环境背景、土地资源现状和生态系统本底进行调查，开采中对保护预防控制、损毁现状与拟损毁、复垦修复成效进行监测，开采后对管理维护进行监测。

（三）精准高效，实用可行

在满足监测精度要求的前提下，选用经济、实用的监测方法和手段，在经济、技术允许的条件下应采用先进可靠的技术方法，提高监测精度与效率。监测指标应具有较好的灵敏度和可测度，对于易变指标应开展短周期监测，对于稳定指标应开展长周期监测。

（四）定性定量，权威可比

监测评价应采用定性和定量相结合的方法，评价方法科学合理。监测

数据连续可靠，应充分利用自然资源、林草、水利、农业、生态环境等部门以及科研机构、大专院校的长期监测数据及研究成果。

三、监测设计

宏测煤矿为生产矿山，矿山开采过程中主要开展保护预防控制、损毁现状与拟损毁、复垦修复成效监测。本次监测方案依据矿山所在区域主体功能区定位，结合矿区自然环境特点，以土地利用现状为基础，按照典型性和代表性，对矿山生态环境开展监测工作，监测对象与内容分述如下：

（一）保护预防控制措施监测

监测矿山开采保护预防控制措施落实情况，包括保护措施及效果、预防控制措施及效果。

（二）损毁现状与拟损毁监测

监测矿山开采引发的采空区塌陷、地下水环境破坏和土壤环境破坏状况。

监测矿山开采挖损、塌陷、压占、污染等损毁土地类型、面积及程度，损毁耕地情况。

监测矿山开采生态用地损毁、采煤塌陷区水资源环境。

（三）复垦修复成效监测

监测已破坏地质环境恢复治理、已损毁土地复垦利用、已破坏（退化）生态系统恢复状况。

监测拟破坏地质环境、拟损毁土地资源、拟破坏生态系统变化情况。

矿山开采中复垦修复监测内容与监测指标见表 5-1。

表 5-1 矿山开采中监测对象与内容

监测对象	监测内容	监测指标
------	------	------

监测对象		监测内容	监测指标
保护预防控制措施监测		保护措施	避让措施、减缓措施、人文保护
		预防控制措施	物种收集与保护、地表沉陷减损
损毁现状与拟损毁监测	地质环境损毁	采空区塌陷	地表形变、地下形变、孔隙水压力、土压力、岩土体含水率、初始塌陷值、累计塌陷值、裂缝发育、地下水位、降水量
		地下水环境破坏	含水层破坏类型、地下水温、地下水位、地下水水量、地下水水质、抽排地下水量、综合利用量、疏干排水面积
	土地资源损毁	塌陷土地面积	土地类型及面积、土壤污染（特征污染物）、土壤质量、配套设施、生产力水平
		压占土地面积	
		水浇地损毁	
	生态系统破坏	生态用地损毁	损毁面积
		地表水环境破坏	地表水面积变化、地表水排泄变化
复垦修复效果监测	地质环境治理	采空区塌陷	复垦修复率
		地下水环境	地下水位、疏干排水面积恢复率
	土地复垦利用	复垦修复土地	地形、配套设施、生产力水平、土地复垦率
	生态系统恢复	生态系统格局	生态系统类型比例、平均斑块面积、边界密度、聚集度指数
		生态状况	草地生态系统
		生态系统服务	水源涵养量、防风固沙量、土壤保持量、生物多样性保护、碳储量
		生态系统质量	生物量、植被覆盖度、水质、生态系统质量综合指数

四、监测措施

（一）保护预防控制措施监测

1.监测内容

根据现状调查，矿区范围内存在村庄、高压线塔等重要设施。矿方对村庄采取搬迁避让措施，对高压线塔进行基础加固措施，监测指标：地表沉陷减损。

2.监测点布设

对矿区内遗留的房屋、高压线等地面建（构）筑物布设监测点，对矿区的高压线塔布设监测点，共布设 20 个监测点。

3.监测方法

采用人工巡视、现场测量等方法，对各测点在不同时期内空间位置变化、地表移动以及出现的裂缝等情况准确记录。

4.监测期限、频率

监测时间为方案服务期，即 2026 年 5 月—2035 年 4 月，共计 9 年；监测频率为每月 1 次，雨季及发现异常时需加密观测。

（二）损毁现状与拟损毁监测

1.矿山地质环境监测

（1）监测内容

采空塌陷监测对象主要包括采空塌陷区、北工业场地、南工业场地及其他地面重要工程设施。监测指标：地表形变、地下形变、孔隙水压力、土压力、岩土体含水率、初始塌陷值、累计塌陷值、裂缝发育、地下水位。

（2）监测点布设

①综采采空区监测点布置

根据《矿山地质环境监测技术规程 DZ/T0287-2015》结合现状监测点分布位置，本次设计对拟损毁采空塌陷区进行监测点布设，采用丰字型布设监测线，沿工作面纵向中心布设 1 条监测剖面线，横向布设 1 条监测剖面线，监测点间距为 100m，服务期内布设 160 个监测点，近期内布设 40 个监测点。同时对开采影响区工业场地及其他地面重要工程设施布设监测点，布设 2 个监测点。共计监测点 162 个。同时在开采中的 6208 工作面进行监测点布设，用于对地下形变、孔隙水压力、土压力、岩土体含水率等指标进行监测，布设 4 个监测点，随着工作面开采接续移动。

②充填工作面监测点布置

采用丰字型布设监测线，沿工作面纵向中心布设 1 条监测剖面线，横向布设 1 条监测剖面线，监测点间距为 100m，采用 GNSS 监测系统对地表

沉降进行实时监测，服务期共布设 20 个监测点。

（3）监测方法

地表形变采用 GPS 定位法，地下形变采用瞬变电磁法，孔隙水压力、土压力、岩土体含水率、裂缝发育等指标采用岩土含水率测定仪、土压力计等仪器进行现场测量。

（4）监测要求

地表形变监测点继续使用水泥预制件，埋设监测点必须严格按照监测设计图纸中的位置现场标定，控制点与监测点埋深不应小于 60~80cm，监测点在埋设 10~15 天后，即可进行观测。第一周应采用附和一级导线测量方法对监测点进行一次独立的观测，作为岩移监测的初始坐标，而后每周用 RTK 进行一次平面和水准的全面观测，每周的观测任务应当在同一天内完成。并对每次测量的初始塌陷值、累计塌陷值进行准确记录，监测结果及时进行整理并逐年提供监测报告。

（5）监测期限、频率

监测时间为方案服务期，即 2026 年 5 月—2035 年 4 月，共计 9 年；监测频率为每月 1-4 次，雨季及发现异常时需加密观测。

2.地下水环境监测

（1）监测内容

地下水环境监测以矿山为单元，监测指标：地下水温、地下水位、地下水水量、地下水水质、抽排地下水量、综合利用量、疏干排水面积。主要针对地下水水位、水质变化情况进行监测，定期采集水样进行检测分析。

（2）监测点布设

以矿山为单元布设地下水环境监测点，包括地下水位、地下水水质、地下水水量等监测点。由矿区水文地质条件可知，矿区范围内第四系冲洪积层分布厚度小，且不连续，多透水不含水，基本无供水意义，煤炭开采

产生的导水裂隙对其影响较小；因此主要针对受开采影响的煤系地层直接和间接充水含水层进行监测。

监测点主要沿地下水流向和垂直地下水流向布设，在地下水流向上下游各布设 1 个监测点，共计 2 个监测点。监测点均利用矿区现有水文孔，用于监测地下水动态变化规律。

表 5-2 地下水监测点情况表

监测点编号	X	Y	监测层位	监测内容
G1	***	***	侏罗系延安组第二岩段	水位、水温、水质、水量。
G2	***	***	系侏罗系延安组第一岩段	水位、水温、水质、水量。

（3）监测方法

地下水位（水温）采用自动监测法，监测工作按照《地下水动态监测规程》（DZ/T0133）执行。地下水水质采用采样送检测试法，送至专业实验室进行检测分析，取样工作严格按照国家标准《水质样品的保存和管理技术规定》（HJ493—2009）的规定进行，检测指标有水温、pH 值、悬浮物、硫化物、氟化物、氰化物、砷、铜、铅、锌、镉、六价铬、汞、挥发酚、石油类等。地下水水量、抽排地下水量和综合利用量采用直接监测法，在疏干水排放口或处理后的回用管道上安装流量计，对排入环境的水量和被综合利用（如灌溉、工业利用）的水量进行统计。疏干排水面积通过对监测井的水位长期观察绘制等水位线图和疏干影响范围图来获取信息数据。

（4）监测要求

地下水位自动监测仪由压力传感器、温度传感器、电缆线、数据连接线、数据传输装置组成。地下水位自动监测仪安装时，要掌握监测井地层岩性柱状剖面 and 钻孔结构，了解最低水位、最高水位埋深和标高及水位变幅，测量监测井孔口高程，记录传感器下放深度，并掌握监测井区域内的

极端天气和降雨特征。避免监测频率设置过高或过低，不能发挥自动监测优势，监测数据采用无线传输。

井下采取地下水样时需在水平面下大于 3m 处，井口采取时需抽水 10min 以上。所采的地下水样必须代表天然条件下的客观水质情况，其中气温、水温、水位、水量、pH、电导率、氧化还原电位、溶解氧、浊度、Ca²⁺和 HCO₃要求现场测量，计数保留两位小数。采样器应进行前期处理，容器应做到定点、定项。取样时应避免外界干扰。对不稳定成分的水样应加入稳定剂，及时在现场密封样品，贴上水样标签。运送过程中应防震、防冻及避免阳光照射。水样送至化实验室时，应有交接手续。

（5）监测期限、频率

监测时间为方案服务期，即 2026 年 5 月—2035 年 4 月，共计 9 年；水位监测频率为每季 1 次，水质监测频率为每年 3 次，即丰平枯水期各一次。

3.土地资源损毁监测

（1）土地类型及土壤环境损毁监测

1）监测内容

土地资源损毁监测按照矿山开采时序，可划分为已损毁土地监测和拟损毁土地监测，监测指标主要为塌陷土地监测和压占土地监测。

已损毁塌陷土地监测内容包括位置、权属、损毁时间、面积、土地利用状况、土壤特征等；已损毁压占土地监测内容包括位置、权属、损毁时间、面积、压占物类型等。

拟损毁塌陷土地监测内容包括位置、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。

2）监测点布设

土地资源损毁监测将采空塌陷区、工业场地、矿区道路等作为监测单元。共布设监测点 7 个。

3) 监测方法

土地资源损毁监测以遥感监测法为主，地面调查、公众访谈等为辅。

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°~45°之间，相邻轨道同为升轨或降轨、同侧成像。

5) 监测期限、频率

监测时间为方案服务期，即 2026 年 5 月—2035 年 4 月，共计 9 年；土地资源损毁监测频率为每年 1 次。

(2) 土壤环境监测

1) 监测内容

土壤环境破坏监测对象主要包括采空塌陷区、工业场地及其他地面重要工程设施。监测指标：土壤无机污染物和土壤有机污染物。

2) 监测点布设

土壤环境破坏监测点主要布设在采空塌陷区、工业场地等地区。采用对角线布点法，土壤采样点布设覆盖采空塌陷区主要土地利用类型，宏测煤矿开采影响范围内布设 3 个监测点；林地每 10hm² 布设一个监测点，布设 7 个监测点；草地每 100hm² 布设一个监测点，布设 2 个监测点。共布设监测点 12 个。采样点沿平面和垂向布设，平面采样点选在被采土壤类型特征明显的地方，地形相对平坦、稳定、植被良好的地点，采样点间距 2500m，采集深度 0cm~20cm。剖面采样点以剖面发育完整、层次较清楚、无侵入体为准，应采集 A 层（腐殖质淋溶层）、B 层（沉积层）、C 层（母质层）

样品。

3) 监测方法

土壤环境质量采用采样送检测试法，要求采集混合样，每种类型中样本数量应满足 GB/T36393 的规定。土壤无机污染物检测项目包括：汞、镉、铅、砷、铜、镍、锌、硒、铬、钒、锰、硫酸盐、硝酸盐、氟化物、碳酸盐等或其他无机污染物；有机污染物检测项目包括：石油、有机磷和有机氯农药、多环芳烃、多氯联苯、三氯乙醛等。

4) 监测要求

土壤采样送检测试法按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166）执行，采集平面混合样品时，采样深度 0cm~20cm，将一个采样单元内各采样分点采集的土样混合均匀，采用四分法，最后留下 1kg 左右。采集剖面样时，剖面的规格一般为长 1.5m、宽 0.8m、深 1.2m，要求达到土壤母质层或潜水位处，剖面要求向阳，采样要自下而上，分层采取耕作层、沉积层、风化母岩层或母质层样品，切忌混淆层次。采取重金属的样品尽量用竹片或竹刀去除与金属采样器接触的部分土壤再取样，样品袋要求为棉布袋，潮湿样品可内衬塑料袋（供无机化合物测定）或将样品置于玻璃瓶内（供有机化合物测定）。采样的同时，由专人填写样品标签、采样记录；标签一式两份，一份放入袋中，一份系在袋口，标签上标注采样时间、地点、样品编号、监测项目、采样深度和经纬度。采样结束，需逐项检查采样记录、样袋标签和土壤样品，如有缺项和错误，及时补齐更正。

5) 监测期限、频率

监测时间为方案服务期，即 2026 年 5 月—2035 年 4 月，共计 9 年；土壤环境质量监测频率为每年 1 次。

4.生态系统破坏监测

(1) 监测内容

生态用地损毁监测根据采空区塌陷范围结合生态系统类型，监测指标：耕地、林地、草地等损毁面积。

2) 监测点布设

生态用地损毁监测以矿山为单元，布设监测点 1 个。

3) 监测方法

生态用地损毁以卫星遥感影像监测为主，摄像、摄影、人工测量方法并用。

4) 监测要求

遥感影像监测法按照《区域环境地质勘查遥感技术规定（1:50000）》（DZ/T0190-2015）执行，应选择空间分辨率 2.5m 或优于 2.5m 的多光谱遥感数据或者全色与多光谱融合数据。同一地区，不同时相的遥感数据最好为同一季节获取。应选用影像层次丰富、图像清晰、色调均匀、反差适中的遥感图像资料。要求少积雪、积水和低植被，云、雪覆盖量低于 10%，且不可遮盖被监测的目标物和其他重要标志物。遥感影像解译可采用直判法、对比法、邻比法和综合判断法。遥感解译必须建立解译标志，包括直接标志和间接标志。直接标志是地物本身的有关属性在图像上的直接反映，如形状、大小、色调、阴影等；间接标志是指与地物的属性有内在联系，通过分析能够推断其性质的影像特征，如水系、地貌形态、纹理、位置、植被等。遥感解译标志建立后必须进行外业调查验证，验证率不低于图斑总数的 30%，解译与外业验证之间的误差不得超过 5%。

5) 监测期限、频率

监测时间为方案服务期，即 2026 年 5 月—2035 年 4 月，共计 9 年，生态系统破坏监测频率为每年 1 次。

（三）复垦修复效果监测

1.地质环境治理监测

(1) 监测内容

采空塌陷治理监测对象主要为采空塌陷区。监测指标：复垦恢复率。

(2) 监测点布设

在修复后的工作面上布置监测点，布置 1 个监测点。

(3) 监测方法

采空塌陷治理监测采用遥感监测法、现场调查测量等方法。

(4) 监测期限、频率

监测时间为方案服务期，即 2026 年 5 月—2035 年 4 月，共计 9 年；监测频率为每月 1 次。

2.地下水环境监测

地下水环境恢复监测点布设、监测方法及监测频率与地下水环境破坏监测一致，监测指标：地下水位、疏干排水面积恢复率。

3.土地复垦利用监测

(1) 土地复垦利用监测

1) 监测内容

土地复垦利用监测分为复垦修复管理监测和复垦修复土地监测。其中复垦修复管理监测指标为土壤环境质量达标率和土地复垦率，复垦修复土地监测指标主要为地形、配套设施、生产力水平。

2) 监测点布设

因本次井工矿开采损毁的土地资源均为原址复垦，故土地复垦利用监测以土地资源损毁监测点为基础。布设监测点 7 个。

3) 监测方法

土地复垦利用监测以遥感监测法为主，地面调查、公众访谈等为辅，开展已复垦修复土地的利用类型、范围、面积以及利用方式、覆盖特征、利用水平的监测。

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°~45°之间,相邻轨道同为升轨或降轨、同侧成像。

5) 监测期限、频率

监测时间为方案服务期,即 2026 年 5 月—2035 年 4 月,共计 9 年;监测频率为每年 1 次。

(2) 土壤环境质量监测

土壤环境质量监测点布设、监测方法及监测频率与土壤环境破坏监测一致,监测指标:土壤污染项目和土壤微量项目。

3.生态系统恢复监测

(1) 地表水环境监测

地表水环境恢复监测点布设、监测方法及监测频率与地表水环境破坏监测一致,监测指标:地表水面积变化、地表水水质达标率、地表水排泄情况。

(2) 生态系统格局监测

1) 监测内容

生态系统格局监测将矿山作为监测单元,监测指标:生态系统类型比例、平均斑块面积、边界密度、聚集度指数,监测内容为斑块数、斑块面积及相邻斑块间的边界长度等。

2) 监测点布设

生态系统格局监测以矿山为单元,布设监测点 1 个。

3) 监测方法

生态系统格局监测采用遥感解译法，辅以野外核查。

4) 监测要求

以遥感解译结果为基础，结合野外核查监测数据，通过生态系统构成、空间格局、生态系统总体变化特征等指标的计算，定量评估各类生态系统的面积及变化、破碎化程度、变化方向、综合变化程度，明确生态系统的总体变化情况及变化关键区域。

⑤监测期限、频率

监测时间为管护期，即 2033 年 5 月—2035 年 4 月，共计 3 年；监测频率为每年 1 次。

(3) 生态状况调查

1) 监测内容

生态状况调查以生态系统类型为监测单元，监测指标：生物指标、水文指标、土壤指标、灾害指标。

2) 监测点布设

生态状况调查监测共设置样地 5 个；每处样地布设样方 3 个，共布设样方 15 个。样方大小为 1m×1m。

3) 监测方法

生物指标包含植被覆盖度、群落高度等，主要采用照相法、目测法、样方法；水文指标中地下水位、水质、水量，坡度、坡长采用数字高程模型（DEM）提取；土壤采样、土壤容重、土壤机械组成、土壤 PH、土壤含水量、土壤有机质含量、土壤全氮等土壤指标采用取样送检法；草原灾害指标采用观测法结合遥感数据。

4) 监测要求

对于均一地面样地，样方布设应在区域内进行简单随机抽样代替整体

分布。对于非均一地面样地，应根据样地内空间异质程度进行分层抽样，要求层内相对均一，并在层内进行局部均匀采样，表达各层的参数。

⑤监测期限、频率

监测时间为管护期，即 2032 年 5 月—2035 年 4 月，共计 3 年；监测频率为每年 1 次。

（4）生态系统服务监测

1) 监测内容

生态系统服务监测将矿山作为监测单元，监测指标：水源涵养量、防风固沙量、土壤保持量、生物多样性维护、碳储量。其中水源涵养量监测内容为各类生态系统数量、面积，产流降雨量、地表径流量及蒸散发量等；防风固沙量监测内容为土壤理化性质、植被覆盖度等；土壤保持量监测内容为降雨量、土壤理化性质、坡度、坡长等；生物多样性维护监测内容为生境不可替代指数、物种丰富度。

2) 监测点布设

生态系统服务监测以矿山为单元，布设监测点 1 个。

3) 监测方法

生态系统服务监测采用遥感解译法，辅以地面调查，其监测内容大部分可从前述监测数据中获取。

4) 监测要求

以遥感和地面调查数据为基础，结合生态系统长期监测数据，定量评估生态系统服务功能状况，了解生态系统服务功能的变化趋势。

5) 监测期限、频率

监测时间为管护期，即 2032 年 5 月—2035 年 4 月，共计 3 年；监测频率为每年 1 次。

（5）生态系统质量监测

1) 监测内容

生态系统质量监测将矿山作为监测单元，监测指标：生物量、植被覆盖度、湿地水质、生态系统质量综合指数。

2) 监测点布设

生态系统质量监测以矿山为单元，布设监测点 1 个。

3) 监测方法

生物量指标采用 NPP 累计法，植被覆盖度采用样方法，湿地水质采用取样送检法。

4) 监测要求

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

5) 监测期限、频率

监测时间为管护期，即 2032 年 5 月—2035 年 4 月，共计 3 年，共计 3 年；监测频率为每年 1 次。

第二节 管护目标与措施

一、管护目标任务

(一) 管护目的

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，植被得到保护和管理，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，对受损草地及时补种、培土、浇水、施肥、灌溉设备维护；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

1.管护对象及时间

主要针对灌排工程设施（田间灌溉设施、排水渠道、蓄水池等）和道路（田间道路和养护道路）进行管护，管护时间为3年。

2.管护内容

采取日常巡查、维修及养护措施。

日常巡查：每月对各类设施进行定期巡检1次，及时发现设备破损、老化、堵塞，渠道淤堵，道路坍塌、不平等问题，并建立完整的管护档案，记录巡查、维护、维修及资金使用情况。

维修及养护：对滴灌系统的过滤装置定期清洗，对损坏的设施（管路、滴头等）进行专业性的修复和更换，恢复其功能。对排水渠道定期清淤、疏通，对损毁的衬砌板进行修复。对道路路面定期修复车辙、填补坑槽，清除路边杂草。

（二）土地质量与植被管护

1.管护对象及时间

主要针对复垦后的草地进行管护，管护时间为3年。

2.草地管护措施

采取苗期管理、杂草防除、追肥、灌溉、鼠虫害防治及刈割利用等措施，促进植被恢复。

（1）苗期管理

①破除土表板结

出现土表板结，用短齿耙或具有短齿的圆镇压器破除，有灌溉条件的地方，也可采用轻度灌溉破除板结。

②高秆牧草与饲料作物的间苗与定苗

检查出苗成苗情况，对缺苗率超过 10%的地方，应及时移栽或补播。补种的成活率 $\geq 85\%$ ，覆盖度 $\geq 60\%$ 。

（2）杂草防除

通过农艺方法或化学方法及时防除杂草。

（3）追肥

为保证耕地质量，不降低农作物的产量，本方案采用施用有机肥来提高土壤的有机质含量，改良土壤的不良理化特性，有机肥的施用量为 $4000\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

（4）灌溉

为尽快恢复复垦植被，恢复土地生产力，在牧草返青前、生长期、入前进行灌溉，管护期为 3 年，草地每 hm^2 每次灌水量为 400m^3 ，采用拉水浇灌，所需水源为处理后的疏干水，矿山灌溉水源可以保障。

（5）草地病虫害防治

草地病虫害防治主要采取打孔通气、疏草除枯草层等预防措施，一旦发生大规模病虫害可采取喷洒农药措施予以控制。

（6）刈割利用

刈割的最佳时期，禾本科牧草是拔节—抽穗期；豆科牧草是现蕾—初花期。一般中等高度牧草留茬 5cm ，高大草本留茬 $7\text{cm}\sim 10\text{cm}$ 。

第三节 工程量

一、监测工程量

（一）保护预防控制措施监测

1.保护措施监测工程量

对矿区内遗留的房屋等地面建（构）筑物布设监测点、高压线塔基进行监测，共布设 20 个监测点。监测时长为 9 年，监测频率为每月 1 次，监测次数共计 2160 次。

2.预防控制措施监测工程量

保护预防控制措施监测工程量见表 5-3。

表 5-3 保护预防控制措施监测工程量一览表

监测内容	监测指标	监测频率 (次/年)	方案服务期（9 年）	
			监测点数（点）	工程量（点次）
保护预防控制措施监测	地表沉陷减损	12	20	2160
合计				2160

（二）地质环境监测

1.采空塌陷监测工程量

结合现状监测点分布位置，本次设计对拟损毁采空塌陷区进行监测点布设，服务期内布设 160 个监测点，近期内布设 40 个监测点。充填工作面布设 20 个自动监测点，近期布设 10 个自动监测点。工业场地、办公生活区及其他地面重要工程设施布设监测点，布设 4 个监测点。共计监测点 184 个。监测时长为 9 年，地表形变监测频率为每月 1 次，监测次数为 19872 次；地下形变、孔隙水压力、土压力、岩土体含水率等，监测点 4 个，监测频率为每月 4 次，监测次数为 1728 次。

2.地下水环境监测工程量

本次设计在地下水流向上下游各布设 1 个监测点，共计布设 2 个监测点。

监测时长为 9 年，其中地下水水质每年监测 3 次，监测次数 54 次；地下水水位每季监测 1 次，监测次数 72 次；共计监测次数 126 次。地质环境监测工程量见表 5-4。

表 5-4 地质环境监测工程量一览表

监测内容	监测指标	监测频率（次/年）	方案服务期（9 年）		监测设备/技术
			监测点数（点）	工程量（点次）	
采空区塌陷	地表变形	12	184	19872	GPS 定位系统/GNSS 系统
	地下形变、孔隙水压力、土压力、岩土体含水率	48	4	1728	仪器测量
	复垦恢复率	1	1	9	遥感监测
地下水环境	地下水水位	4	2	72	仪器测量
	地下水水质	3	2	54	采样送检
合计			193	21735	

（三）土地复垦监测工程量

1. 土地类型损毁监测工程量

土地资源损毁监测将采空塌陷区、工业场地、矿区道路等作为监测单元。共布设监测点 7 个。监测指标及监测内容包括位置、权属、损毁时间、面积、土地利用状况、土壤特征、压占物类型、主要植被类型和生产水平等。

监测时长为 9 年，位置、面积、土地利用状况、压占物类型和主要植被类型等内容监测频率为每年 1 次，监测次数共计 9 次；权属、损毁时间和生产水平监测频率为每年 1 次，监测次数共计 63 次。

2.土地复垦利用监测工程量

土地复垦利用监测以土地资源损毁监测点为基础，布设监测点 7 个。其中复垦修复管理监测指标为土壤环境质量达标率和土地复垦率，复垦修复土地监测指标主要为地形、配套设施、生产力水平。

监测时长为 9 年，地形、土壤环境质量达标率和土地复垦率监测频率为每年 1 次，监测次数共计 9 次；配套设施、生产力水平为每年 1 次，监测次数共计 63 次。

3.土壤环境监测

土壤采样点布设覆盖采空塌陷区主要土地利用类型，按照耕地、林地、草地布设监测点。共布设监测点 5 个。监测时长为 9 年，监测频率均为每年 1 次，监测次数共计 45 次。监测措施具体工程量见下表 5-5。

表 5-5 土地复垦监测工程量一览表

监测内容	监测指标/项目		监测频率 (次/年)	方案服务期（9 年）		监测设备/ 技术
				监测点数 (点)	工程量 (点次)	
土地类型 损毁	塌陷土地面积、压占土地面积	位置、面积、权属、土地利用状况、压占物类型和主要植被类型	1	1	9	遥感监测
	农用地损毁	损毁时间和生产力水平	1	7	63	现场调查
土地复垦 利用监测	复垦修复土地	土地复垦率、地形	1	1	9	遥感监测
		配套设施、生产力水平	1	7	63	现场调查
	土壤环境质量	土壤污染项目、土壤微量项目	1	5	45	采样送检
合计				21	189	

（四）生态系统监测工程量

1.生态用地损毁监测

生态用地损毁监测以矿山为单元，布设监测点 1 个。主要对耕地、林地、草地等损毁面积进行监测。监测时长为 9 年，监测频率为每年 1 次，

监测次数共计 9 次。

2.生态系统格局监测

生态用地损毁监测以矿山为单元，布设监测点 1 个。主要对斑块数、斑块面积及相邻斑块间的边界长度等进行监测。监测时长为 9 年，监测频率为每年 1 次，监测次数共计 9 次。

3.生态状况调查

生态状况调查按矿山内森林、灌丛、草地、湿地等土地类型各设置样方 3 个，布设样方 15 个。监测时长为 9 年，样方监测频率为每年 1 次，共监测次数为 135 次，详见表 5-6。

4.生态系统服务监测

生态系统服务监测以矿山为单元，布设监测点 1 个。主要对水源涵养量、防风固沙量、土壤保持量、生物多样性保护、碳储量等进行监测。

监测时长为 9 年，监测频率为每年 1 次，监测次数共计 9 次。

5.生态系统质量监测

生态系统质量监测以矿山为单元，布设监测点 1 个。主要对生物量、植被覆盖度、湿地水质、生态系统质量综合指数等进行监测。

监测时长为 9 年，监测频率为每年 1 次，监测次数共计 9 次。

表 5-6 生态系统监测工程量一览表

监测内容	监测指标		监测频率 (次/年)	方案服务期(9年)		监测设备/ 技术
				监测点数 (点)	工程量 (点次)	
生态用地损毁	林地、草地、湿地等损毁面		1	1	9	遥感监测
生态系统格局	斑块数、斑块面积及相邻斑块间的边界长度		1	1	9	
生态状况调查	森林生态系统、灌丛土地类型	森林类型、每木检尺、林分指标、林下植被	1	15	135	仪器测量、现场调查

监测内容	监测指标		监测频率 (次/年)	方案服务期（9年）		监测设备/ 技术
				监测点数 (点)	工程量 (点次)	
	草地土地 类型调查	生物指标、水文指 标	1	2	18	
	湿地土地 类型调查	类型指标、生物指 标、水文指标	1	2	18	仪器测量、 现场调查
生态系 统服务	水源涵养 量、生物多 样性保护	产流降雨量、地表 径流量及蒸散发 量、生境不可替代 指数、物种丰富度	1	1	9	遥感监测、 现场调查
	防风固沙 量、土壤保 持量	土壤理化性质、植 被覆盖度、降雨量 、坡度、坡长				参照其他 监测数据
生态系 统质量	生物量、生态系统质量综合指数		1	1	9	遥感监测
合计				23	207	

（五）监测工程量汇总

宏测煤矿监测工程量见汇总表 5-7。

表 5-7 宏测煤矿监测工程量汇总表

监测对象	方案服务期（9年）	
	监测点数（点）	工程量（点次）
保护预防控制措施监测	20	2160
地质环境监测	193	21735
土地复垦监测	21	189
生态系统监测	23	207
合计	257	24291

二、管护工程量

根据生态修复措施，主要对复垦后的水浇地、林地、草地进行管护，服务期管护面积为 213.7229hm²，近期管护面积为 88.9832hm²，管护时间为 3 年，管护次数为每年 3 次。

表 5-8 复垦修复管护工程量汇总表

管护阶段	管护区域	管护内容	管护频率（次/ 年）	工程量（次）
近期	耕地、林地、	巡查、浇水、补种、防	3	9

	草地	治病虫害		
服务期	耕地、林地、 草地	巡查、浇水、补种、防 治病虫害	3	9

第六章 工作部署与经费估算

第一节 总体部署

根据 2024 年新修订的《中华人民共和国矿产资源法》（2025 年 7 月 1 日起施行），采矿权人需依据“谁开发、谁修复”“边开采、边修复”“生态修复责任终身制”“基金监管机制”“合理布局、因地制宜、宜农则农、宜林则林”的原则，按照“统一部署、分阶段实施、分区域治理”的部署思路并确定各阶段的修复目标及相应的资金投入。对宏测煤矿矿区生态修复工作进行总体部署。

一、矿区地貌重塑总体工作部署

按照“谁开发、谁修复”的原则，该矿区生态修复工作由宏测煤矿负责并组织实施。矿山成立专职机构，加强对本方案实施的资质管理和行政管理，该专职机构应对治理方案的实施进行监督、指导和检查，保证修复方案落到实处并发挥积极作用。

该生态修复工作，既要统筹兼顾全面部署，又要结合实际、突出重点，集中有限资金，采取科学、经济、合理的方法，分轻、重、缓、急地逐步完成。在时间部署上，矿山开采和环境保护与修复治理应尽可能同步进行；在空间布局上，根据煤层开采接替顺序，将各工作面开采形成的损毁范围与土地利用现状图进行叠加，得到各阶段需要修复的土地面积。通过分析损毁土地的损毁形式、损毁程度，合理布置修复工程，尽可能恢复到原有的土地利用状态。修复工作完成后，还要加强后期管护工作，以确保当地农民可以正常耕种，植被恢复生长，土壤肥力得到提高。

截止本方案基准期，宏测煤矿采矿证剩余年限为 5 年（2026 年 5 月—

2030 年 4 月），考虑到矿山修复期 1 年及管护期 3 年，确定本方案服务年限为 9 年，即 2026 年 5 月—2035 年 4 月。方案编制基准年为 2026 年 4 月。

二、矿区土壤重构总体工作部署

在遵循“保证地形稳定性”的原则下，合理安排各项损毁单元的土壤重构工作。通过分析损毁形式、损毁程度，合理布置土壤重构工程，主要有表土回覆工程、土壤培肥工程、耕地配套工程等，尽可能恢复到原有的土地利用状态，为植被重建奠定坚实的基础。

三、矿区植被重建总体工作部署

在时间部署上，矿山生态修复工作应尽可能同步进行；在空间布局上，合理布置植被重建工程，植被重建工作完成后，还要加强后期管护工作，以确保植被正常生长。矿山企业成立生态修复专职机构，将矿山地貌重塑、土壤重构、植被重建工程相结合、同步进行，把相应工作落到实处，确保治理与复垦效果，使经济效益、社会效益与生态环境保护同步发展，建设达标的绿色矿山。

四、实施计划

根据损毁时序，合理确定损毁单元的修复时序，遵循“边开采，边修复”的原则，主要修复工程为地貌重塑工程、土壤重构工程、植被重建工程和配套工程，总体目标任务如下：

对开采形成的采空区外围设置警示牌和网围栏，对损毁的道路进行修葺，对采空区引发的裂缝进行表土剥离、充填、表土回覆、平整，对损毁的乔灌木进行补种、撒播草籽，恢复植被；同时对区内地质灾害、地下水、

土壤污染的情况进行监测，尤其要做好对输电线路、供水管线、农村道路、村庄分布区的变形监测工作；并且对恢复的植被进行监测和管护。

矿区生态修复工程量汇总表见表 6-1。

表 6-1 矿区生态修复工程量汇总表

序号	工程名称		计量单位	近三年工程量	中远期工程量	服务期内工程量
一	保护措施					
(一)	高压线塔加固		/			/
二	修复措施					
(一)	地貌重塑工程					
1	裂缝填充		m ³	198952	283903	482855
2	耕地填充外运土		m ³	4440	4324	8764
3	耕地平整		hm ²	10.1861	9.9351	20.1212
4	水泥路修葺	拆除路面	m ³	0	1046	1046
5		清运拆除物	m ³	0	1046	1046
6		路基铺筑	m ²	0	4184	4184
7		混凝土路面 20cm	m ²	0	5230	5230
8	农村道路修葺	素土路面摊铺	m ²	2768	1419	4187
(二)	土壤重构工程					
1	采空塌陷区	表土剥离	m ³	80085	112258	192343
2		表土回覆	m ³	80085	112258	192343
3	农村宅基地、采矿用地	土地翻耕	hm ²	0	1.48	1.4800
4	耕地	土壤培肥	hm ²	10.1861	9.9351	20.1212
5	火区排土场	土壤培肥	hm ²	17.1504	0	17.1504
6		覆土	m ³	51451	0	51451
(三)	植被重建工程					
1	乔木林地	种植乔木	株	7029	7434	14463
2	灌木林地	种植灌木	株	6875	10525	17400
3	草地	撒播草籽	hm ²	44.2606	40.1830	84.4436
4		林地浇水	株	72879	213888	286767
5		草地浇水	hm ²	287.7099	472.2825	759.9924
(四)	景观营建					
1		田园景观（已有）	个			
(五)	辅助工程					

序号	工程名称	计量单位	近三年工程量	中远期工程量	服务期内工程量
1	设置网围栏	m	8420	1336	9756
2	设置警示牌	块	26	9	35
3	设置永久性界桩	块	0	196	196

表 6-2 宏测煤矿监测工程量汇总表

监测对象	方案服务期（9 年）	
	监测点数（点）	工程量（点次）
保护预防控制措施监测	20	2160
地质环境监测	193	21735
土地复垦监测	21	189
生态系统监测	23	207
合计	257	24291

表 6-3 复垦修复管护工程量汇总表

管护阶段	管护区域	管护内容	管护频率 （次/年）	管护时间（年）	工程量（次）
服务期	耕地、林地、草地	巡查、浇水、补种、防治病虫害	3	3	9

第二节 总体经费估算

一、经费估算依据

（一）引用规范文件

- 1.《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算编制规定》；
- 2.内蒙古自治区财政厅、自然资源厅《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》；
- 3.鄂尔多斯市住房和城乡建设局关于发布鄂尔多斯市 2026 年 7 月份造价信息及有关规定的通知；
- 4.《关于重新调整建设工程计价依据增值税税率的通知》（建办标函

〔2019〕193号〕。

5.矿区生态修复方案的实物工作量及相关图件和说明。

（二）人工单价

宏测煤矿位于内蒙古自治区鄂尔多斯市准格尔旗境内，根据内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》中工资标准地区类别表确定，东胜区属于一类工资区。机械台班费中人工费按甲类工计算，人工费预算单价甲类工为185.59元，乙类工为138.75元；人工预算单价表见表6-4、6-5。

表 6-4 甲类工预算单价计算表

序号	项目	定额人工等级	甲类工
		计算公式	单价（元）
1	基本工资	基本工资标准（2951元/月） $\times 12 \div (250-10)$	147.55
2	辅助工资		10.402
(1)	地区津贴	津贴标准（0元/月） $\times 12 \div (250-10)$	0
(2)	施工津贴	津贴标准（3.5元/天） $\times 365 \times 95\% \div (250-10)$	5.057
(3)	夜餐津贴	（中班津贴标准（3.5元/中班）+夜班津贴标准（4.5元/夜班）） $\div 2 \times 0.2$	0.8
(4)	节日加班津贴	基本工资（78.6元/工日） $\times (3-1) \times 11 \div 250 \times 0.35$	4.545
3	工资附加费		27.641
(1)	职工福利基金	（基本工资+辅助工资） $\times$ 费率标准（14%）	22.113
(2)	工会经费	（基本工资+辅助工资） $\times$ 费率标准（2%）	3.159
(3)	工伤保险费	（基本工资+辅助工资） $\times$ 费率标准（1.5%）	2.369
4	人工工日预算单价		185.59

表 6-5 乙类工预算单价计算表

序号	项目	定额人工等级	乙类工
		计算公式	单价（元）
1	基本工资	基本工资标准（2270元/月） $\times 12 \div (250-10)$	113.5
2	辅助工资		4.588
(1)	地区津贴	津贴标准（0元/月） $\times 12 \div (250-10)$	0
(2)	施工津贴	津贴标准（2.元/天） $\times 365 \times 95\% \div (250-10)$	2.89
(3)	夜餐津贴	（中班津贴标准（3.5元/中班）+夜班津贴标准（4.5元/夜班）） $\div 2 \times 0.05$	0.2
(4)	节日加班津贴	基本工资（60.000元/工日） $\times (3-1)$	1.498

		$\times 11 \div 250 \times 0.15$	
3	工资附加费		20.665
(1)	职工福利基金	(基本工资+辅助工资)×费率标准(14%)	16.532
(2)	工会经费	(基本工资+辅助工资)×费率标准(2%)	2.362
(3)	工伤保险费	(基本工资+辅助工资)×费率标准(1.5%)	1.771
4	人工工日预算单价		138.75

(三) 材料预算单价

根据《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准(试行)》，定额对柴油、汽油等十三类材料进行限价。当上述材料预算价格大于“主材规定价格表”中所列的规定价格时，超出限价部分单独计算材料价差，只计取材料费和税金。

本项目的材料单价具体见表 6-6、6-7。

表6-7 材料价格表(除税价)

序号	材料名称	规格、型号	单位	单价(元)	材料限价(元)	差额(元)	备注
1	施工用水	/	m ³	10.00			信息价
2	施工用电	/	Kwh	0.71			信息价
3	柴油	0#	kg	7.22	4.50	2.72	信息价
4	汽油	92#	kg	8.60	5.00	3.60	信息价
5	羊草、冰草、紫花苜蓿	2: 2:1 混合	kg	60	30.00	30.00	市场询价
6	柠条		株	2.0	0.5	1.5	市场询价
7	水泥	C32.5	t	319	300	19	信息价
8	商品砼	C35-50-4	m ³	496			信息价
9	中粗砂	/	m ³	129	60	69	信息价
10	块石	/	m ³	121	40	81	信息价
11	砂砾石	/	m ³	91	60	31	信息价
12	石屑	/	m ³	120.00	40	80	市场询价
13	锯材	/	m ³	1520	1200	320	市场询价
14	胶黏剂	/	kg	14.69			市场询价
15	铝合金牌面	/	m ²	70			市场询价
16	带字反光膜	/	m ²	30			市场询价
17	钢钉	/	kg	18.00			市场询价
18	不锈钢管	/	kg	20.00			市场询价
19	预制混凝土桩	/	根	50.00			市场询价

20	镀锌铁丝	/	kg	8.00			市场询价
21	成品界桩安装	/	根	100.00			估算
22	外购土方		m ³	10.00			市场询价

表6-7 施工用风价格计算

序号	计费基础及参数	容量及单位	取值
1	空气压缩机组（台）班总费用	3m ³ /min	178.88
2	时间利用系数 K1		0.8
3	能量利用系数 K2		0.75
4	供风损耗率		10%
5	单位循环冷却水费	元/m ³	0.005
6	供风设施维修摊销费	元/m ³	0.003
施工用风价格		元/m ³	0.238
风价：178.88/[3×8×60×0.8×0.75×(1-10%)]+0.005+0.003=0.238			

（四）经费估算编制说明

宏测煤矿矿区生态修复投资经费包括工程施工费、其他费用、不可预见费和监测管护费四部分，各部分估算内容构成如下：

静态投资估算=工程施工费+其他费用+不可预见费+监测管护费。

1、工程施工费

工程施工费包括直接费、间接费、利润、材料差价、税金组成。

（1）直接费

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

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费、其他费用组成。

①人工费=定额劳动量（工日）×人工概算单价（元 / 工日）。

②材料费=定额材料用量×材料预算单价

材料费=定额材料用量×材料单价，按照鄂尔多斯市材料价格信息的除税价格，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鄂尔多斯市场价格计取并以材料到工地实际价格计算。

③施工机械使用费=定额机械使用量（台班）×台班费（元 / 台班）。

根据《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》及有关规定计算，详见表 6-8。

表 6-8 机械台班单价计算表

定额 编号	机械名称及规格	台班费	一类 费用 小计	二类费用													
				二类 费合 计	人工费（元/日）		动力 燃料 费小 计	汽油（元/kg）		柴油（元/kg）		电（元/kwh）		水（元 m³）		风（元 m³）	
					工日	金额		数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额
1002	单斗挖掘机油动 1m³	1060.67	468.85	591.82	2.00	371.18	220.64			49.03	220.64						
1018	装载机 3m³	1041.10	294.44	746.66	2.00	371.18	375.48			83.44	375.48						
1020	推土机 60kW	641.01	74.98	566.03	2.00	371.18	194.85			43.30	194.85						
1021	推土机 75kW	830.94	205.51	625.43	2.00	371.18	254.25			56.50	254.25						
1023	推土机 105kW	956.16	311.38	644.78	2.00	371.18	273.60			60.80	273.60						
1024	推土机 120kW	1059.46	397.13	662.33	2.00	371.18	291.15			64.70	291.15						
1029	履带式拖拉机 75kW	774.77	159.06	615.71	2.00	371.18	244.53			54.34	244.53						
4012	轮胎式拖拉机 60kW	566.60	98.77	467.83	1.25	231.99	235.85			52.41	235.85						
4013	轮胎式拖拉机 88kW	962.94	189.87	773.07	1.25	231.99	541.08			120.24	541.08						
1035	自平式平地机 120kW	943.13	324.58	618.55	2.00	371.18	247.37			54.97	247.37						
1042	内燃压路机 12t	529.79	153.40	376.39	1.25	231.99	144.41			32.09	144.41						
2011	履带式液压岩石破碎机	1031.16	615.15	416.01	2.00	371.18	44.83			0.00	0.00	63.14	44.83				
4010	自卸汽车 8t	755.50	200.13	555.37	2.00	371.18	184.19			40.93	184.19						
4011	自卸汽车 10t	800.00	234.46	565.54	2.00	371.18	194.36			43.19	194.36						
4015	自卸汽车 20t	1057.92	414.94	642.98	2.00	371.18	271.80			60.40	271.80						

4020	洒水车 200001	512.68	138.09	374.59	1.00	185.59	189.00			42.00	189.00						
1036	轮胎碾 9-16t	81.82	81.82														
3002	混凝土搅拌机 0.4m ³	299.25	49.95	249.30	1.25	231.99	17.31					24.38	17.31				
7025	捡石机	987.65	407.82	579.83	1.00	185.59	394.24							900	214.24	18	180
6006	移动式油动空气压缩机 (3m ³ /min)	178.88	63.68	115.20						25.60	115.20						
1060	破路机 (LPR300)	263.17	34.38	228.79	1.00	185.59	43.20			9.60	43.20						
1044	电动夯实机	18.396	6.61	11.786						16.6	11.786						

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（人工费+机械费）×措施费率进行计算。其费率取费标准如下表 6-9。

表 6-9 措施费费率表

序号	工程类别	临时设施费费率 (%)	冬雨季施工增加费费率 (%)	夜间施工增加费费率 (%)	施工辅助费费率 (%)	安全施工措施费费率 (%)	费率合计 (%)
1	土方工程	0.85	0.95		0.7	2.5	5.0
2	石方工程	0.85	0.95		0.7	2.5	5.0
3	砌筑工程	0.85	0.95		0.7	2.5	5.0
4	混凝土工程	1.00	0.75	0.2	0.7	2.5	5.15
5	植被工程	0.85	0.95		0.7	2.5	5.0
6	辅助工程	0.85	0.95		0.7	2.5	5.0

(2) 间接费

间接费包括规费和企业管理费，依据《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》规定，间接费率按工程类别进行计取，间接费按项目直接费×间接费费率进行计算，取费标准如下表所示：

表 6-10 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《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》规定，利润按直接费与间接费之和的 3%计取。

(4) 材料价差

材料价差=材料消耗量×（材料预算价格—材料限价）。

（5）税金

本项目综合税率取值为 9%。计算基础为直接费、间接费、利润及材料价差之和。

2、其他费用

其他费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费、项目管理费组成。

（1）前期工作费

前期工作费指矿山地质环境治理工程施工前所发生的各项支出，包括：项目勘测费、项目设计与预算编制费和项目招标代理费。

①项目勘测费：以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计算方式，各区间按内插法确定，详见表 6-11。

表 6-11 项目勘测费计费标准

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

注：计费基数不足 50 万元时，按 0.75 万元计取；计费基数大于 1 亿时，按计费基数的 0.80% 计取。

②项目设计与预算编制费：以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定，详见表 6-12。

表 6-12 项目设计与预算编制费标准

序号	计费基数（万元）	设计费（万元）
1	≤50	2.25
2	100	4.5
3	200	9
4	500	20.9
5	1000	38.8

6	3000	103.8
7	5000	163.9
8	10000	304.8

注：计费基数不足 50 万元时，按 2.25 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 3.04%计取。

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，详见表 6-13。

表 6-13 项目招标代理费计费标准

序号	计费基础（万元）	费率（%）	算例	
			计费基础（万元）	招标代理费（万元）
1	≤50	1	50	$50 \times 1\% = 0.50$
2	50- 100	0.5	100	$0.50 + (100 - 50) \times 0.5\% = 0.75$
3	100-200	0.46	200	$0.75 + (200 - 100) \times 0.46\% = 1.21$
4	200-500	0.43	500	$1.21 + (500 - 200) \times 0.43\% = 2.50$
5	500- 1000	0.4	1000	$2.50 + (1000 - 500) \times 0.4\% = 4.50$
6	1000-3000	0.3	3000	$4.50 + (3000 - 1000) \times 0.3\% = 10.50$
7	3000-5000	0.2	5000	$10.50 + (5000 - 3000) \times 0.2\% = 14.50$
8	5000- 10000	0.1	10000	$14.50 + (10000 - 5000) \times 0.1\% = 19.50$

注：计费基数不足 50 万元时，按 0.50 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，超出部分按 0.05%计取。

（2）工程监理费：以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计算方式，各区间按内插法确定，详见表 6-14。

表 6-14 工程监理费计费标准

序号	计费基数（万元）	工程监理费（万元）
1	≤50	2.3
2	100	4.2
3	200	7.5
4	500	16.5
5	1000	30.1
6	3000	78.1
7	5000	120.8
8	10000	218.6

注：计费基数不足 50 万元时，按 2.3 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 2.18%计取。

（3）竣工验收费

包括工程复核费、工程验收费和项目结（决）算审计费。

①工程复核费：以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

表 6-15 工程复核费计费标准

序号	计费基数（万元）	工程监理费（万元）
1	≤50	1.15
2	100	2.2
3	200	3.8
4	500	8.4
5	1000	14.9
6	3000	35.9
7	5000	52.9
8	10000	87.9

注：计费基数不足 50 万元时，按 1.15 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.88%计取。

②工程验收费：以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算，详见表 6-16。

表 6-16 工程验收费计费标准

序号	计费基数（万元）	工程监理费（万元）
1	≤50	1
2	100	1.6
3	200	2.8
4	500	6
5	1000	10
6	3000	27
7	5000	40
8	10000	60

注：计费基数不足 50 万元时，按 1 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.60%计取。

③项目结（决）算审计费：以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算，详见 6-17。

表 6-17 项目结（决）算审计费计费标准

序号	计费基数（万元）	项目结（决）算审计费（万元）
1	≤50	0.3
2	100	0.6
3	200	0.9
4	500	1.8
5	1000	3.05
6	3000	6.05
7	5000	9.05
8	10000	14.05

注：计费基数不足 50 万元时，按 0.3 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.14%计取。

（4）项目管理费

项目管理费以工程施工费、前期工作费、工程监理费和竣工验收费之和为计费基数，采用差额定率累进法计算，详见表 6-18。

表 6-18 项目管理费计费标准

序号	计费基础（万元）	费率（%）	算例	
			计费基础（万元）	项目管理费（万元）
1	≤50	2.00%	50	$50 \times 2\% = 1$
2	50- 100	1.50%	100	$1 + (100 - 50) \times 1.50\% = 1.75$
3	100-200	1.20%	200	$1.75 + (200 - 100) \times 1.20\% = 2.95$
4	200-500	1.00%	500	$2.95 + (500 - 200) \times 1\% = 5.95$
5	500- 1000	0.70%	1000	$5.95 + (1000 - 500) \times 0.70\% = 9.45$
6	1000-3000	0.40%	3000	$9.45 + (3000 - 1000) \times 0.40\% = 17.45$
7	3000-5000	0.10%	5000	$17.45 + (5000 - 3000) \times 0.10\% = 19.45$
8	5000- 10000	0.06%	10000	$19.45 + (10000 - 5000) \times 0.06\% = 22.45$

注：计费基数不足 50 万元时，按 1 万计取；计费基数大于 1 亿元时，超出部分按 0.04%计算收费。

3、不可预见费

不可预见费包括基本预备费和价差预备费。

（1）基本预备费：指为工程建设过程中预留的由于变更等因素发生的费用，以工程施工费、其他费用之和作为计费基础，采用差额定率累进法计算。见表 6-19。

表 6-19 基本预备费计费标准

序号	计费基础 (万元)	费率 (%)	算例	
			计费基础 (万元)	基本预备费 (万元)
1	≤50	2	50	$50 \times 2.0\% = 1.00$
2	50- 100	1.5	100	$1.00 + (100 - 50) \times 1.5\% = 1.75$
3	100-200	1	200	$1.75 + (200 - 100) \times 1.0\% = 2.75$
4	200-500	0.8	500	$2.75 + (500 - 200) \times 0.8\% = 5.15$
5	500- 1000	0.5	1000	$5.15 + (1000 - 500) \times 0.5\% = 7.65$
6	1000-3000	0.3	3000	$7.65 + (3000 - 1000) \times 0.3\% = 13.65$
7	3000-5000	0.2	5000	$13.65 + (5000 - 3000) \times 0.2\% = 17.65$
8	5000- 10000	0.1	10000	$17.65 + (10000 - 5000) \times 0.1\% = 22.65$

注：计费基数不足 50 万元时，按 1 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，超出部分按 0.05% 计取。

(2) 价差预备费

指为在建设期内利率、汇率或价格等因素的变化而预留的可能增加的费用。内容包括：人工、设备、材料、施工机具的价差费，利率、汇率调整等增加的费用。计算方法：根据施工年限，以分年度静态投资为计算基数；按照国家发展改革委根据物价变动趋势，适时调整和发布的年度物价指数计算。近年来物价持续上涨，多年物价上涨率平均 6.0% 左右。因此，本项目取 6.0%。价差预备费的计算公式为：

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

式中：PF——价差预备费

I_t ——治理期第 t 年的静态投资额

f ——年综合价格增长率 (%) (取 6%)

t ——治理期年份数。

可进一步理解为：第 n 年的价差预备费 = $[(1+0.06)^{(n-1)} - 1] \times$ 第 n 年的静态投资，总价差预备费为整个服务年限各年的价差预备费之和。

5、监测管护费

监测管护费包括监测费与管护费。

(1) 监测费

监测内容主要包括保护预防控制措施监测、地质环境监测（采空区塌

陷、地下水环境、地形地貌）、土地复垦利用监测（土地损毁类型、土地修复、土壤污染环境）、生态系统监测和利用卫星进行各项遥感监测。以工程施工费作为计费基数，一次监测费用可按不超过工程施工费的 0.3% 计算。本方案费率按 0.0003% 计，计算公式为：监测费=工程施工费×费率×监测次数

（2）管护费

管护费以项目植物工程的工程施工费作为计费基数，一次管护费用可按不超过植物工程的工程施工费的 4% 计算。计算公式为：管护费=植物工程的工程施工费×费率×管护次数

二、生态修复工程经费估算

宏测煤矿矿区生态修复费用包括工程施工费、其他费用（前期工作费、工程监理费、竣工验收费、项目管理费）、监测管护费和不可预见费（基本预备费、价差预备费）。

经估算，宏测煤矿生态修复费用为 5216.3705 万元，计算过程及方法详见表 6-20—表 6-26。

表 6-20 预算总表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	费率（%）
一	工程施工费	3646.9800	69.91
二	其它费用	359.2172	6.89
三	监测管护费	332.6331	6.38
（一）	监测费	265.7664	5.09
（二）	管护费	66.8667	1.28
四	不可预见费	877.5402	16.82
（一）	基本预备费	15.6624	0.30
（二）	价差预备费	861.8778	16.52
五	总投资	5216.3705	100.00

表 6-21 工程施工费预算汇总表

序号	单项名称	预算金额（万元）	各项费用占工程施工费的比例（%）
	（1）	（2）	（3）
1	土方工程	2907.0134	79.71
2	石方工程	2.2761	0.06
3	砌筑工程	/	/
4	混凝土工程	10.1671	0.28
5	道路工程	67.3775	1.85
6	植物工程	640.0308	17.55
7	辅助工程	20.1151	0.55
总计		3646.9800	100.00

表 6-22 工程施工费预算表

序号	定额编号	工程名称		单位	工程量	综合单价（元）	合计（万元）
二		修复措施					3646.9800
（一）		地貌重塑工程					1978.2825
1	10233	裂缝填充（人工、三类土）		m ³	482855	38.05	1837.2633
2	10070	耕地填充外运土		m ³	8764	29.75	26.0729
3	10211	耕地平整		hm ²	20.1212	17457	35.1256
4	70034	路面修葺	拆除路面	m ³	1046	97.20	10.1671
5	20130		清运拆除物	m ³	1046	21.76	2.2761
6	70012		路基铺筑	m ²	4184	2.44	1.0209
7	70029		混凝土路面 20cm	m ²	5230	125.58	65.6783
8	70015		素土路面摊铺	m ²	4187	1.62	0.6783
（二）		土壤重构工程					1008.5516
1	10002	表土剥离（人工、一二类土）		m ³	192343	20.69	397.9577
2	10002	表土回覆（人工、		m ³	192343	20.69	397.9577

序号	定额编号	工程名称		单位	工程量	综合单价 (元)	合计（万元）
		一二类土）					
3	10011	农村 宅基地	土地翻耕	hm²	1.4800	2048.98	0.3032
	80074	耕 地、 火区 排土 场	土壤培肥	hm²	37.2716	15901.20	59.2663
4	10070	火区 排土 场	覆土	m³	51451	29.75	153.0667
（三）		植被重建工程					640.0308
1	80002	种植乔木		株	14463	33.96	49.1163
2	80018	种植灌木		株	17400	4.80	8.3520
3	80037	撒播草籽		hm²	84.4436	5650.99	47.7190
4	80071	林地浇水		株	286767	0.65	18.6399
5	80072	草地浇水		hm²	759.9924	6792.22	516.2036
（四）		辅助工程					20.1151
1	90010	设置网围栏		m	9756	18.05	17.6096
2	参 90001 改	警示牌		块	35	155.87	0.5455
3	/	设置永久性界桩		根	196	100.00	1.9600
合计							3646.9800

表 6-23 生态修复工程其他费用估算表

序号	费用名称	计算式 (%)	金额(万元)	各项费用占其他 费用的比例 (%)
1	前期工作费		169.8881	47.29
(1)	项目勘测费	$(45-30)/(5000-3000) \times (3646.9800-3000) + 30$	34.8524	9.70
(2)	项目设计与预算编制费	$(163.9-103.8)/(5000-3000) \times (3646.9800-3000) + 103.8$	123.2417	34.31
(3)	项目招标代理费	$10.50 + (3646.9800-3000) \times 0.2\%$	11.7940	3.28
2	工程监理费	$(120.8-78.1)/(5000-3000) \times (3646.9800-3000) + 78.1$	91.9130	25.59

3	竣工验收费		78.9783	21.99
(1)	工程复核费	$(50.9-35.9)/(5000-3000) \times (3646.9800-3000)+35.9$	40.7524	11.34
(2)	工程验收费	$(40-27)/(5000-3000) \times (3646.9800-3000)+27$	31.2054	8.69
(3)	项目结(决)算 审计费	$(9.05-6.05)/(5000-3000) \times (3646.9800-3000)+6.05$	7.0205	1.95
4	项目管理费	$17.45+(3987.7594-3000) \times 0.10\%$	18.4378	5.13
总 计			359.2172	100.00

表 6-24 生态修复工程监测费管护估算表

序号	费用名称	单位	施工费 (万元)	费率	工程量 (次)	合计(万元)
1	监测费	次	3646.9800	0.0003%	24291	265.7664
2	管护费	次	123.8272	6.00%	9	66.8667
总计						332.6331

表 6-25 基本预备费估算表

序号	费用名称	工程施工 费(万元)	其他费 用(万 元)	小计	计算公式	合计(万 元)
1	基本预备费	3646.9800	359.2172	4006.1972	$13.65+(4006.1972-3000) \times 0.2\%$	15.6624
总计		—	—		—	15.6624

表 6-26 价差预备费估算表

序号	年限	年投资 I_t (万元)	物价指数 f	系数 $(1+f)^{t-1}-1$	价差预备费(万元)
1	2026 年	443.9974	0.06	0	0.0000
2	2027 年	666.9229		0.06	40.0154
3	2028 年	762.7607		0.1236	94.2772
4	2029 年	639.2436		0.1910	122.0955
5	2030 年	690.7022		0.2625	181.3093
6	2031 年	941.7899		0.3382	318.5133
7	2032 年	69.6920		0.4186	29.1731
8	2033 年	69.6920		0.5037	35.1039
9	2034 年	69.6920		0.5939	41.3901
合计	—	4354.4927	—	—	861.8778

3.综合单价分析表

宏测煤矿生态修复工程综合单价分析详见表 6-27。

表 6-27 工程施工费综合单价分析表

警示牌单价分析计算表

定额编号：参 90001				金额单位：元	
工作内容：安装警示牌全部工序。				单位：块	
序 号	项目名称	单位	数 量	单 价	小计
一	直接费				132.22
(一)	直接工程费				130.60
1	人工费				32.41
(1)	甲类工	工日	0.06	185.59	11.60
(2)	乙类工	工日	0.15	138.75	20.81
2	材料费				93.78
(1)	牌面（铝合金材质）	m ²	0.5	70	35.00
(2)	钢钉	kg	0.21	18	3.78
(3)	不锈钢管	kg	2	20	40.00
(4)	带字反光膜	m ²	0.5	30	15.00
3	其他费用	%	0.50	126.19	0.63
(二)	措施费	%	5.00	32.41	1.62
二	间接费	%	5	132.22	6.61
三	利润	%	3	138.83	4.17
四	材料价差				
五	未计价材料费				
六	税金	%	9	143.00	12.87
合计		—	—	—	155.87

网围栏单价分析计算表

定额编号：90010				金额单位：元	
工作内容：定线、材料场内运输、安装防护围栏。				单位：100m	
序 号	项目名称	单位	数 量	单 价	小计
一	直接费				1531.42
(一)	直接工程费				1519.28
1	人工费				242.81

(1)	甲类工	工日	0.00	185.59	0.00
(2)	乙类工	工日	1.75	138.75	242.81
2	材料费				1124.56
(1)	混凝土预制桩	根	20	50	1000.00
(2)	镀锌铁丝	kg	18	6.92	124.56
3	其他费用	%	2.00	1367.37	27.35
(二)	措施费	%	5.00	242.81	12.14
二	间接费	%	5	1531.42	76.57
三	利润	%	3	1607.99	48.24
四	材料价差				
五	未计价材料费				
六	税金	%	9	1656.23	149.06
合计		—	—	—	1805.29

裂缝填充（人工）单价分析计算表

定额编号：10233			金额单位：元		
工作内容：土方回填、人工夯实			单位：100m ³		
序 号	项目名称	单位	数 量	单 价	小计
一	直接费				3227.77
(一)	直接工程费				3078.34
1	人工费				2988.68
(1)	甲类工	工日	0.00	185.59	0.00
(2)	乙类工	工日	21.54	138.75	2988.68
2	其他费用	%	3.00	2988.68	89.66
(二)	措施费	%	5	2988.68	149.43
二	间接费	%	5	3227.77	161.39
三	利润	%	3	3389.16	101.67
四	材料价差				
五	未计价材料费				
六	税金	%	9	3490.83	314.17
合计		—	—	—	3805.01

表土剥离、表土回覆（人工）单价分析计算表

定额编号：10002				金额单位：元	
工作内容：挖土、就近堆放。				单位：100m ³	
序 号	项目名称	单位	数 量	单 价	小计
一	直接费				1755.19
(一)	直接工程费				1675.41
1	人工费				1595.63
(1)	甲类工	工日	0.00	185.59	0.00
(2)	乙类工	工日	11.50	138.75	1595.63
2	其他费用	%	5	1595.63	79.78
(二)	措施费	%	5	1595.63	79.78
二	间接费	%	5	1755.19	87.76
三	利润	%	3	1842.95	55.29
四	材料价差				
五	未计价材料费				
六	税金	%	9	1898.24	170.84
合计		—	—	—	2069.08

耕地平整单价分析计算表

定额编号：10211				金额单位：元	
工作内容：一般平土、推平土料。				单位：100m ²	
序 号	项目名称	单位	数 量	单 价	小计
一	直接费				134.27
(一)	直接工程费				128.17
1	人工费				27.75
(1)	甲类工	工日	0.00	185.59	0.00
(2)	乙类工	工日	0.20	138.75	27.75
2	机械使用费				94.31
(1)	自行式平地机 120kW	台班	0.10	943.13	94.31
3	其他费用	%	5	122.06	6.10
(二)	措施费	%	5	122.06	6.10
二	间接费	%	5	134.27	6.71

三	利润	%	3	140.98	4.23
四	材料价差				14.95
(1)	柴油	kg	5.497	2.72	14.95
五	未计价材料费				
六	税金	%	9	160.16	14.41
合计		—	—	—	174.57

拆除物（石方）清运单价分析计算表

定额编号：20130				金额单位：元	
工作内容：挖装、运输、卸除、空回、卸料推平。（3-4km）				单位：100m ³	
序 号	项目名称	单位	数 量	单 价	小计
一	直接费				1619.24
(一)	直接工程费				1543.57
1	人工费				129.04
(1)	甲类工	工日	0.00	185.59	0.00
(2)	乙类工	工日	0.93	138.75	129.04
2	机械使用费				1384.27
(1)	装载机 3m ³	台班	0.18	1041.10	187.40
(2)	推土机 105kW	台班	0.09	956.16	86.05
(3)	自卸汽车 20t	台班	1.05	1057.92	1110.82
3	其他费用	%	2	1513.31	30.27
(二)	措施费	%	5	1513.31	75.67
二	间接费	%	6	1619.24	97.15
三	利润	%	3	1716.39	51.49
四	材料价差				228.15
(1)	柴油	kg	83.91	2.72	228.15
五	未计价材料费				
六	税金	%	9	1996.04	179.64
合计		—	—	—	2175.68

素土路面摊铺单价分析计算表

定额编号：70015				金额单位：元	
工作内容：推土、碾压、整平。				单位：1000m ²	
序 号	项目名称	单位	数 量	单 价	小计
一	直接费				1269.93

(一)	直接工程费				1209.75
1	人工费				384.93
(1)	甲类工	工日	0.22	185.59	40.83
(2)	乙类工	工日	2.48	138.75	344.10
2	机械使用费				818.80
(1)	内燃压路机 8t	台班	1.12	436.34	488.70
(2)	自行式平地机 120kW	台班	0.35	943.13	330.09
3	其他费用	%	0.50	1203.73	6.02
(二)	措施费	%	5.00	1203.73	60.19
二	间接费	%	5	1269.93	63.50
三	利润	%	3	1333.43	40.00
四	材料价差				112.58
(1)	柴油	kg	41.40	2.72	112.58
五	未计价材料费				
六	税金	%	9	1486.01	133.74
合计		—	—	—	1619.75

路面挖除（混凝土面层）单价分析计算表

定额编号：70034			金额单位：元		
工作内容：1.人工挖撬或机械挖除；2.废料清除至路基外；3.场地清理、平整。					单位：10m³
序 号	项目名称	单位	数 量	单 价	小计
一	直接费				783.05
(一)	直接工程费				746.46
1	人工费				360.75
(1)	甲类工	工日	0.00	185.59	0.00
(2)	乙类工	工日	2.60	138.75	360.75
2	机械使用费				371.07
(1)	破路机	台班	1.41	263.17	371.07
3	其他费用	%	2.00	731.82	14.64
(二)	措施费	%	5.00	731.82	36.59
二	间接费	%	6	783.05	46.98
三	利润	%	3	830.03	24.90

四	材料价差				36.80
(1)	柴油	kg	13.54	2.72	36.80
五	未计价材料费				
六	税金	%	9	891.74	80.26
合计		—	—	—	971.99

煤矸石路面基层（20cm）工程施工费单价分析计算表

定额编号：70012			金额单位：元		
工作内容：放样、清理路床、取料、运料、上料、摊铺、洒水、找平、碾压。				单位：1000m ²	
序 号	项目名称	单位	数 量	单 价	小计
一	直接费				2026.30
(一)	直接工程费				1930.26
1	人工费				1645.17
(1)	甲类工	工日	0.88	185.59	163.32
(2)	乙类工	工日	10.68	138.75	1481.85
2	材料费				0.00
(1)	煤矸石(矿渣)	m ³	242.40	0.00	0.00
3	机械使用费				275.49
(1)	内燃压路机 12t	台班	0.52	529.79	275.49
4	其他费用	%	0.50	1920.66	9.60
(二)	措施费	%	5.00	1920.66	96.03
二	间接费	%	5	2026.30	101.31
三	利润	%	3	2127.61	63.83
四	材料价差				45.37
(1)	柴油	kg	16.69	2.72	45.37
五	未计价材料费				
六	税金	%	9	2236.81	201.31
合计		—	—	—	2438.13
注：煤矸石来源于矿山开采，不再计取材料费用。					

20cm 水泥路面单价分析计算表

定额编号：70029			金额单位：元		
工作内容：模板安装、混凝土配料、拌合、运输、浇筑、振捣、养护等。				单位：1000m ²	
序 号	项目名称	单位	数 量	单 价	小计
一	直接费				104644.81

(一)	直接工程费				103076.82
1	人工费				24658.02
(1)	甲类工	工日	13.82	185.59	2564.85
(2)	乙类工	工日	159.23	138.75	22093.16
2	材料费				69696.00
(1)	锯材	m ³	0.28	1200.00	336.00
(2)	混凝土	m ³	204.00	340.00	69360.00
3	机械使用费				6701.69
(1)	混凝土搅拌机 0.4m ³	台班	5.48	299.25	1639.88
(2)	自卸汽车 8t	台班	6.70	755.50	5061.82
4	其他费用	%	2.00	101055.71	2021.11
(二)	措施费	%	5.00	31359.71	1567.99
二	间接费	%	6	104644.81	6278.69
三	利润	%	3	110923.50	3327.70
四	材料价差				956.27
(1)	锯材	m ³	0.28	752.26	210.63
(2)	柴油	kg	274.23	2.72	745.63
五	未计价材料费				
六	税金	%	9	115207.47	10368.67
合计		—	—	—	125576.14

土地翻耕单价分析计算表

定额编号：10011				金额单位：元	
工作内容：翻土、捡石、松土、平整。				单位：hm ²	
序 号	项目名称	单位	数 量	单 价	小计
一	直接费				1556.76
(一)	直接工程费				1482.98
1	人工费				305.25
(1)	甲类工	工日	0.00	185.59	0.00
(2)	乙类工	工日	2.20	138.75	305.25
2	机械使用费				1170.35
(1)	轮胎式拖拉机 88kW	台班	0.60	962.94	577.76
(2)	捡石机	台班	0.60	987.65	592.59
3	其他费用	%	0.50	1475.60	7.38

(二)	措施费	%	5	1475.60	73.78
二	间接费	%	5	1556.76	77.84
三	利润	%	3	1634.60	49.04
四	材料价差				196.16
(1)	柴油	kg	72.14	2.72	196.16
五	未计价材料费				
六	税金	%	9	1879.79	169.18
合计		—	—	—	2048.98

土壤培肥（一、二类土）单价分析计算表

定额编号：80074			金额单位：元		
工作内容：人工施肥、拖拉机牵引铧犁耕翻地，耕深 0.2~0.3m。				单位：hm ²	
序 号	项目名称	单位	数 量	单 价	小计
一	直接费				13409.85
(一)	直接工程费				13373.04
1	人工费				396.27
(1)	甲类工	工日	0.00	185.59	0.00
(2)	乙类工	工日	2.86	138.75	396.27
2	材料费				12000.00
(1)	有机肥	t	15.00	800.00	12000.00
3	机械使用费				339.96
(1)	轮胎式拖拉机 60kW	台班	0.60	566.60	339.96
4	其他费用	%	5.00	12736.23	636.81
(二)	措施费	%	5	736.23	36.81
二	间接费	%	5	13409.85	670.49
三	利润	%	3	14080.35	422.41
四	材料价差				85.50
(1)	柴油	kg	31.45	2.72	85.50
五	未计价材料费				
六	税金	%	9	14588.26	1312.94
合计		—	—	—	15901.20

种植乔木单价分析计算表

定额编号：80002			金额单位：元		
工作内容：挖坑、吊装、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	小计

一	直接费				994.20
(一)	直接工程费				972.00
1	人工费				444.00
-1	甲类工	工日	0.00	185.59	0.00
(2)	乙类工	工日	3.20	138.75	444.00
2	材料费				528.00
-1	油松	株	102.00	5.00	510.00
-2	绿化用水	m ³	2.50	7.20	18.00
3	其他费用	%	0.50	972.00	4.86
(二)	措施费	%	5	444.00	22.20
二	间接费	%	5	994.20	49.71
三	利润	%	3	1043.91	31.32
四	材料价差				2040.00
(1)	油松	株	102.00	20.00	2040.00
五	未计价材料费				
六	税金	%	9	3115.23	280.37
合计		—	—	—	3395.60

种植灌木单价分析计算表

定额编号：80018			金额单位：元		
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	小计
一	直接费				218.29
(一)	直接工程费				211.35
1	人工费				138.75
-1	甲类工	工日	0.00	185.59	0.00
(2)	乙类工	工日	1.00	138.75	138.75
2	材料费				72.60
-1	柠条	株	102.00	0.50	51.00
-2	绿化用水	m ³	3.00	7.20	21.60
3	其他费用	%	0.4	211.35	0.85
(二)	措施费	%	5	138.75	6.94
二	间接费	%	5	218.29	10.91
三	利润	%	3	229.20	6.88
四	材料价差				204.00
(1)	柠条	株	102.00	2.00	204.00
五	未计价材料费				
六	税金	%	9	440.08	39.61

合计	—	—	—	479.68
----	---	---	---	--------

种草单价分析计算表

定额编号：80037			金额单位：元		
工作内容：种子处理、人工撒播草籽、不覆土或用耙、耢、石碾子碾等方法覆土。 单位：hm ²					
序 号	项目名称	单位	数 量	单 价	小计
一	直接费				1095.14
(一)	直接工程费				1047.00
1	人工费				962.93
(1)	甲类工	工日	0.00	185.59	0.00
(2)	乙类工	工日	6.94	138.75	962.93
2	材料费				2400.00
(1)	混播草籽	kg	80.00	30.00	2400.00
3	其他费用	%	3	3362.93	84.07
(二)	措施费	%	5	962.93	48.15
二	间接费	%	5	1095.14	54.76
三	利润	%	3	1149.90	34.50
四	材料价差				4000.00
(1)	混播草籽	kg	80.00	50.00	4000.00
五	未计价材料费				
六	税金	%	9	5184.40	466.60
合计		—	—	—	5650.99

林地浇水单价分析计算表

定额编号：80071			金额单位：元		
工作内容：浇水前刨坑围堰、浇后封土。			单位：1000 株/次		
序 号	项目名称	单位	数 量	单 价	小计
一	直接费				531.44
(一)	直接工程费				512.44
1	人工费				277.50
(1)	甲类工	工日	0.00	185.59	0.00
(2)	乙类工	工日	2.00	138.75	277.50
2	材料费				108.00
(1)	绿化用水	m³	15.00	7.20	108.00
3	机械使用费				102.54
(1)	洒水车 20000L	台班	0.20	512.68	102.54
4	其他费用	%	5.00	488.04	24.40

(二)	措施费	%	5	380.04	19.00
二	间接费	%	5	531.44	26.57
三	利润	%	3	558.01	16.74
四	材料价差				22.84
(1)	柴油	kg	8.40	2.72	22.84
五	未计价材料费				
六	税金	%	9	597.59	53.78
合计		—	—	—	651.37

草地浇水单价分析计算表

定额编号：80072		金额单位：元			
工作内容：浇水前刨坑围堰、浇后封土。				单位：hm ² /次	
序 号	项目名称	单位	数 量	单 价	小计
一	直接费				5410.19
(一)	直接工程费				5301.72
1	人工费				462.04
(1)	甲类工	工日	0.00	185.59	0.00
(2)	乙类工	工日	3.33	138.75	462.04
2	材料费				2880.00
(1)	绿化用水	m ³	400.00	7.20	2880.00
3	机械使用费				1707.22
(1)	洒水车 20000L	台班	3.33	512.68	1707.22
4	其他费用	%	5.00	5049.26	252.46
(二)	措施费	%	5	2169.26	108.46
二	间接费	%	5	5410.19	270.51
三	利润	%	3	5680.70	170.42
四	材料价差				380.28
(1)	柴油	kg	139.86	2.72	380.28
五	未计价材料费				
六	税金	%	9	6231.40	560.83
合计		—	—	—	6792.22

土方运输单价分析计算表

定额编号：10070		金额单位：元			
工作内容：挖装、运输、卸除、空回、卸料推平（2-3km）				单位：100m ³	
序 号	项目名称	单位	数 量	单 价	小计
一	直接费				2552.73

(一)	直接工程费				2483.34
1	人工费				105.45
(1)	甲类工	工日	0.00	185.59	0.00
(2)	乙类工	工日	0.76	138.75	105.45
2	材料费				1000.00
-1	外运土方	m ³	100.00	10.00	1000.00
3	机械使用费				1282.37
(1)	挖掘机油动 1m ³	台班	0.15	1060.67	159.10
(2)	推土机 60kW	台班	0.08	641.01	51.28
(3)	自卸汽车 10t	台班	1.34	800.00	1071.99
3	其他费用	%	4	2387.82	95.51
(二)	措施费	%	5	1387.82	69.39
二	间接费	%	5	2552.73	127.64
三	利润	%	3	2680.36	80.41
四	材料价差				186.78
(1)	柴油	kg	68.69	2.72	186.78
五	未计价材料费				
六	税金	%	9	2947.55	265.28
合计		—	—	—	3212.83

覆土单价分析计算表

定额编号：10070			金额单位：元		
工作内容：挖装、运输、卸除、空回、卸料推平（2-3km）			单位：100m ³		
序 号	项目名称	单位	数 量	单 价	小计
一	直接费				2371.80
(一)	直接工程费				2310.71
1	人工费				92.96
(1)	甲类工	工日	0.00	185.59	0.00
(2)	乙类工	工日	0.67	138.75	92.96
2	材料费				1000.00
-1	外运土方	m ³	100.00	10.00	1000.00
3	机械使用费				1128.87
(1)	挖掘机油动 1m ³	台班	0.13	1060.67	140.01
(2)	推土机 60kW	台班	0.07	641.01	44.87
(3)	自卸汽车 10t	台班	1.18	800.00	943.99

3	其他费用	%	4	2221.84	88.87
(二)	措施费	%	5	1221.84	61.09
二	间接费	%	5	2371.80	118.59
三	利润	%	3	2490.39	74.71
四	材料价差				164.41
(1)	柴油	kg	60.47	2.72	164.41
五	未计价材料费				
六	税金	%	9	2729.51	245.66
合计		—	—	—	2975.17
备注：表土为一、二类土，人工和机械乘系数 0.88。					

第三节 阶段工作任务与经费安排

一、近期年度工作任务

矿山近期3年（2026年5月—2029年4月）对地下开采引发的塌陷裂缝进行修复，并逐步建立生态修复监测网点，根据开采范围开展各项生态修复工作，各年度具体工作安排如下：

1.2026年5月-2027年4月：根据矿山开采计划，计划开采6-2煤层的6208、6203、6204工作面，预测形成采空塌陷区面积为33.9401hm²；开采5-1充填工作面，面积12.5581hm²。本年度主要修复范围为采空塌陷区基本稳定区域，为6-2煤层的6209工作面，面积为10.0699hm²。设计在采空区上部设置警示牌和网围栏，并且对采空区引发的塌陷裂缝进行表土剥离、充填、表土回覆，对损毁的乔、灌木进行补植，撒播草籽，恢复植被；对损毁的道路进行修葺；对损毁的耕地进行平整和土壤培肥；同时对区内地质灾害、地下水、土壤污染的情况进行监测，尤其要做好对输电线路、公路、农村道路、地表建筑物的变形监测工作；并且对恢复的植被进行监测和管护。

2.2027年5月-2028年4月：根据矿山开采计划，计划开采6-2煤层的6204、6205工作面，预测形成采空塌陷区面积为36.4955hm²；开采5-1充填工作面，面积14.7554hm²。本年度主要修复范围为采空塌陷区基本稳定区域，为6-2煤层的6208、6203工作面，面积为37.6669hm²。设计在采空区上部设置警示牌和网围栏，并且对采空区引发的塌陷裂缝进行表土剥离、充填、表土回覆，对损毁的乔、灌木进行补植，撒播草籽，恢复植被；对损毁的耕地进行平整和土壤培肥；同时对区内地质灾害、地下水、土壤污染的情况进行监测，尤其要做好对输电线路、公路、农村道路、地表建筑物的变形监测工作；并且对恢复的植被进行监测和管护。

3.2028 年 5 月-2029 年 4 月：根据矿山开采计划，计划开采 6-2 煤层的 6205、6206 工作面，预测形成采空塌陷区面积为 47.3667hm²；开采 5-1 充填工作面，面积 18.0318hm²。本年度主要修复范围为采空塌陷区基本稳定区域，为 6-2 煤层的 6204、6205 工作面，面积为 42.6306hm²。设计在采空区上部设置警示牌和网围栏，并且对采空区引发的塌陷裂缝进行表土剥离、充填、表土回覆，对损毁的乔、灌木进行补植，撒播草籽，恢复植被；对损毁的耕地进行平整和土壤培肥；同时对区内地质灾害、地下水、土壤污染的情况进行监测，尤其要做好对输电线路、公路、农村道路、地表建筑物的变形监测工作；并且对恢复的植被进行监测和保护。

宏测煤矿近期 3 年各年度生态修复工程量及汇总详见表 6-28。

表 6-28 近期三年生态修复工程量汇总表

序号	定额编号	工程名称		单位	第 1 年工程 量	第 2 年工程 量	第 3 年工程 量	近期工程量汇 总
一		地貌重塑工程						
1	10233	裂缝填充（人工、三类土）		m ³	22162	82896	93894	198952
2	10070	耕地填充外运土		m ³	495	1850	2095	4440
3	10211	耕地平整		hm ²	1.1351	4.2457	4.8053	10.1861
4	70015	路面修葺	素土路面摊铺	m ²	308	1154	1306	2768
二		土壤重构工程						
1	10002	表土剥离（人工、一二类土）		m ³	9062	33900	37123	80085
2	10002	表土回覆（人工、一二类土）		m ³	9062	33900	37123	80085
3	80074	耕地、火区排土 场	土壤培肥	hm ²	18.2855	4.2457	4.8053	27.3365
4	10070	火区排土场	覆土	m ³	51451	0	0	51451
三		植被重建工程						
1	80002	种植乔木		株	0	3514	3515	7029
2	80018	种植灌木		株	2200	2475	2200	6875
3	80071	林地浇水		株	6600	24567	41712	72879
4	80037	撒播草籽		hm ²	20.1713	11.3001	12.7892	44.2606

序号	定额编号	工程名称	单位	第 1 年工程量	第 2 年工程量	第 3 年工程量	近期工程量汇总
5	80072	草地浇水	hm ²	60.5139	94.4142	132.7818	287.7099
四		辅助工程					
1	90010	设置网围栏	m	2132	2968	3320	8420
2	参 90001 改	警示牌	块	10	8	8	26

二、近期费用安排

根据矿山近期开采计划及生态修复安排,矿山近期(2026年5月-2029年4月)生态修复工程费用安排详见表 6-29 至表 6-35。

表 6-29 近期预算总表

序号	工程或费用名称	费用(万元)	占总投资的比例(%)
一	工程施工费	1584.32	78.90
二	其它费用	164.6467	8.20
三	监测管护费	114.8174	5.72
(一)	监测费	86.6391	4.31
(二)	管护费	2.1783	0.11
四	不可预见费	144.1895	7.18
(一)	基本预备费	9.8969	0.49
(二)	价差预备费	134.2926	6.69
五	总投资	2007.9736	100.00

表 6-30 近期及各年度工程施工费预算表

序号	定额编号	工程名称		单位	第 1 年 工程量	第 2 年 工程量	第 3 年工 程量	近期工程 量汇总	第 1 年施 工费（万 元）	第 2 年施 工费（万 元）	第 3 年施 工费（万 元）	近期施工 费合计 （万元）
一		地貌重塑工程										
1	10233	裂缝填充（人工、三类土）		m ³	22162	82896	93894	198952	84.3264	315.4193	357.2667	757.0124
2	10070	耕地填充外运土		m ³	495	1850	2095	4440	1.4726	5.5038	6.2326	13.2090
3	10211	耕地平整		hm ²	1.1351	4.2457	4.8053	10.1861	1.9815	7.4117	8.3887	17.7819
4	70015	路面修 葺	素土路面摊铺	m ²	308	1154	1306	2768	0.0499	0.1869	0.2116	0.4484
二		土壤重构工程										
1	10002	表土剥离（人工、一二类土）		m ³	9062	33900	37123	80085	18.7493	70.1391	76.8075	165.6959
2	10002	表土回覆（人工、一二类土）		m ³	9062	33900	37123	80085	18.7493	70.1391	76.8075	165.6959
3	80074	耕地、火 区排土 场	土壤培肥	hm ²	18.2855	4.2457	4.8053	27.3365	29.0761	6.7512	7.6410	43.4683
4	10070	火区排 土场	覆土	m ³	51451	0	0	51451	153.0667	0.0000	0.0000	153.0667
三		植被重建工程										
1	80002	种植乔木		株	0	3514	3515	7029	0.0000	11.9335	11.9370	23.8705
2	80018	种植灌木		株	2200	2475	2200	6875	1.0560	1.1880	1.0560	3.3000
3	80071	林地浇水		株	6600	24567	41712	72879	0.4290	1.5969	2.7112	4.7371

序号	定额编号	工程名称	单位	第1年 工程量	第2年 工程量	第3年工 程量	近期工程 量汇总	第1年施 工费（万 元）	第2年施 工费（万 元）	第3年施 工费（万 元）	近期施工 费合计 （万元）
4	80037	撒播草籽	hm ²	20.1713	11.3001	12.7892	44.2606	11.3988	6.3857	7.2271	25.0116
5	80072	草地浇水	hm ²	60.5139	94.4142	132.7818	287.7099	41.1024	64.1282	90.1883	195.4189
四		辅助工程									
1	90010	设置网围栏	m	2132	2968	3320	8420	3.8483	5.3572	5.9926	15.1981
2	参 90001 改	警示牌	块	10	8	8	26	0.1559	0.1247	0.1247	0.4053
								365.4622	566.2653	652.5925	1584.3200

表 6-31 近期其他费用预算表

序号	费用名称	计算式 (%)	金额(万元)	各项费用占其他费用的比例 (%)
1	前期工作费		80.5944	48.95
(1)	项目勘测费	$(30-11)/(3000-1000) \times (1584.3200-1000) + 11$	16.5510	10.05
(2)	项目设计与预算编制费	$(103.8-38.8)/(3000-1000) \times (1584.3200-1000) + 38.8$	57.7904	35.10
(3)	项目招标代理费	$4.5 + (1584.3200-1000) \times 0.3\%$	6.2530	3.80
2	工程监理费	$(78.1-30.1)/(3000-1000) \times (1584.3200-1000) + 30.1$	44.1237	26.80
3	竣工验收费		39.9286	24.25
(1)	工程复核费	$(35.9-14.9)/(3000-1000) \times (1584.3200-1000) + 14.9$	21.0354	12.78
(2)	工程验收费	$(27-10)/(3000-1000) \times (1584.3200-1000) + 10$	14.9667	9.09
(3)	项目结(决)算审计费	$(6.05-3.05)/(3000-1000) \times (1584.3200-1000) + 3.05$	3.9265	2.38
4	项目管理费	$9.45 + (2780.3334-1000) \times 0.40\%$	9.8864	6.00
总 计			164.6467	100.00

表 6-32 近期监测管护费预算表

序号	费用名称	单位	施工费(万元)	费率	工程量(次)	合计(万元)
1	监测费	次	1584.3200	0.0006%	9097	86.6391
2	管护费	次	52.1821	6.0%	9	28.1783
总计						114.8174

表 6-33 近期基本预备费预算表

序号	费用名称	工程施工费(万元)	其他费用(万元)	小计	计算公式	合计(万元)
1	基本预备费	1584.3200	164.6467	1748.9667	$7.65 + (1748.9667-1000) \times 0.3\%$	9.8969
总计		—	—		—	9.8969

表 6-34 近期年度静态投资预算表

年度	工程施工费(万元)	其他费用(万元)	监测管护费(万元)	基本预备费(万元)	静态投资合计(万元)
2026 年	365.4622	37.9798	2.2830	38.2724	443.9974
2027 年	566.2653	58.8478	3.5373	38.2725	666.9229
2028 年	652.5925	67.8191	4.0766	38.2725	762.7607

总计	1584.3200	164.6467	9.8969	114.8174	1873.6810
----	-----------	----------	--------	----------	-----------

表 6-35 近期价差预备费预算表

序号	年限	年投资 It(万元)	物价指数 f	系数	价差预备费 (万元)
1	2026 年	443.9974	0.06	0	0
2	2027 年	666.9229		0.06	40.0154
3	2028 年	762.7607		0.1236	94.2772
合计	—	1873.6810	—	—	134.2926

三、矿区近期工作计划表

矿区近期三年主要修复单元为综采采空塌陷区，具体的生态修复措施及经费详见表 6-36。

表 6-36 近期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	工程量	目标地类	面积（hm ² ）	费用（万元）
1	第一年度	***	采空塌陷区	否	裂缝填充	22162m ³	旱地、灌木林地、天然牧草地 农村道路	10.0699	361.8370
					耕地填充外运土	495m ³			
					耕地平整	1.1351hm ²			
					素土路面摊铺	308m ²			
					表土剥离	9062m ³			
					表土回覆	9062m ³			
					土壤培肥	18.2855hm ²			
					覆土	51451m ³			
					种植灌木	2200 株			
					撒播草籽	20.1713hm ²			
					林地浇水	6600 株			
					草地浇水	60.5139hm ²			
					网围栏	2132m			
					警示牌	10 块			
2	第二年度	区块一： ***	采空塌陷区	否	裂缝填充	82896m ³	旱地、乔木林地、灌木林地、天	37.6669	402.0796
		区块二： ***			耕地填充外运土	1850m ³			
		***			耕地平整	4.2457hm ²			

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	工程量	目标地类	面积（hm ² ）	费用（万元）
					素土路面摊铺	1154m ²	然 牧草地 农村道路		
					表土剥离	33900m ³			
					表土回覆	33900m ³			
					土壤培肥	4.2457hm ²			
					种植乔木	3514 株			
					种植灌木	2475 株			
					撒播草籽	11.3001hm ²			
					林地浇水	24567 株			
					草地浇水	94.4142hm ²			
					网围栏	2968m			
					警示牌	8 块			
3	第三年度	***	采空塌陷区	否	裂缝填充	93894m ³	旱地、乔木林地、灌木林地、天然牧草地农村道路	42.6306	493.2968
					耕地填充外运土	2095m ³			
					耕地平整	4.8053hm ²			
					素土路面摊铺	1306m ²			
					表土剥离	37123m ³			
					表土回覆	37123m ³			
					土壤培肥	4.8053hm ²			
					种植乔木	3515 株			

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	工程量	目标地类	面积（hm ² ）	费用（万元）
					种植灌木	2200 株			
					撒播草籽	12.7892hm ²			
					林地浇水	41712 株			
					草地浇水	132.7818hm ²			
					网围栏	3320m			
					警示牌	8 块			

第七章 保障措施与公众参与

第一节 保障措施

一、组织保障

方案重在落实，切实改善采矿活动所造成的矿山地质环境破坏，审批后的方案由矿山企业组织实施，并接受当地和上级自然资源行政主管部门的监督检查，为保证全面完成各项治理措施，依据自然资源部、生态环境部、财政部、国家市场监督管理总局、国家金融监督管理总局、中国证券监督管理委员会、国家林业和草原局《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（自然资规〔2024〕1号）及《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）文件精神，矿山企业必须重视并完成以下工作：

（一）组织领导

成立以公司总经理为首的生态修复领导小组，设立生态修复管理专项办公室，对矿区生态修复进行统一的规划指导，全面负责生态修复方案的实施和落实，明确具体工作任务、进度和措施。同时矿山应加强与技术咨询机构的协作，为项目实施提供咨询顾问，协助完成项目规划、建设、评估验收等工作。

（二）技术标准

矿山企业必须严格按照生态修复方案的修复措施、进度安排、技术标准等要求，保质保量地完成生态修复的各项措施；当地自然部门定期对方案的实施进度、质量、资金落实等情况进行实地监督、检查。在监督方法上采用矿山企业定期汇报与实地检查相结合，必要时采取行政、经济、司法等多种手段促使方案的完全落实。

（三）落实基金制度，确保谁破坏谁修复

为保证治理工作能落到实处，矿权人要认真落实生态修复基金制度，

按有关规定设立基金账户并存入治理基金，认真实施矿山生态修复方案。

（四）目标

在矿山生产的同时，严格控制矿产资源开发对矿山地质环境的扰动和破坏，最大限度地减少或避免矿山地质环境问题的发生，改善和提高矿山及附近的生生产存环境质量，其具体目标是：

- 1.保护矿山地质环境不受损毁，避免引发地质灾害的发生；
- 2.保护矿区内土地资源不被损毁；
- 3.保护矿区内地形地貌景观不被损毁。

二、技术保障

（一）建立以矿山主要领导为组长的综合治理领导小组，成员包括：生产技术负责人，财务负责人，地质技术负责人等。从技术上进行合理分工，各负其责。并有一名副矿长专门分管治理工作，责任到人。

（二）方案在编制过程中，通过资料收集和实地调查，确定了“因地制宜，尽量减少工程量”的原则，矿区生态修复方案包括对场地的地貌重塑工程、土壤重构工程、植被重建工程、景观营建工程、地下水、地形地貌和土地资源监测。主要措施为工程措施与生物措施相结合，符合实际，操作性强，难度较小，易于实施。措施在技术上是完全有保证的。

（三）配备性能良好的交通运输工具、通讯工具、测量仪器及其它必要仪器设备，分析测试任务由具备相关资质的实验室承担，图件制作采用先进的数字化处理系统及机助成图系统，确保工程质量。

（四）建立施工质量管理机构，负责施工阶段的现场质量监管。在实施治理工程过程中严格执行有关规范、设计，确保施工质量。

（五）公司承诺将加强与相关技术单位的合作，加强向国内外具有先进治理与复垦技术的单位学习研究，及时吸取经验，修订治理与复垦措施。

（六）管理人员除具有相关知识外，还须具有一定的组织能力和协调

能力，在矿山治理与复垦工作中能够充分发挥其领导作用，及时发现和解决问题。

三、资金保障

资金保障是贯穿于矿区生态修复始终的计—提—管—用一体化制度，任何一个环节都可能造成资金的不足、流失、无效或低效利用，故根据资金流向的各环节制定资金保障制度是十分必要的。

按照《《内蒙古自治区自然资源厅 财政厅 生态环境厅关于印发<内蒙古自治区矿区生态修复费用基金管理办法（试行）>的通知》（内自然资字〔2026〕69号）、《鄂尔多斯市人民政府关于印发矿山地质环境治理恢复基金管理办法(2025年修订版)的通知》（鄂府发〔2025〕19号）的规定要求，矿区生态修复费用由内蒙古伊东集团宏测煤炭有限责任公司成立专门的“宏测煤矿矿区生态修复基金账户”，计入生产成本，保证资金的落实。

矿区生态修复恢复基金由矿山企业自主使用，根据本方案确定的经费估算、工程实施计划、进度安排等，专项用于因矿产资源勘查开采活动造成的地面崩塌、滑坡、地形地貌景观损毁、地下含水层破坏、水土环境污染治理和矿山地质环境监测等工作。按照“企业所有、政府监管、专户存储、专款专用”的原则，绝不准许挪用矿区生态修复基金，必须高度重视矿区生态修复工作，确保各项治理工作落到实处。

四、监管保障

（一）项目区主管部门在建立组织机构的同时，将加强与当地政府主管部门及职能部门的合作，建立共管机制，自觉接受地方主管部门和相关管理部门的监督管理。对监督检查中发现的问题将及时处理，以便复垦工程顺利实施。企业对主管部门的监督检查情况应做好记录，对监督检查中发现的问题应及时处理。

（二）按照生态修复方案确定年度安排，制定相应的各年规划实施大纲和年度计划，并根据生态修复技术的不断完善提出相应的改进措施，逐步落实，及时调整因项目区生产发生变化的生态修复计划；由生态修复管理办公室负责按照方案确定的年度生态修复方案逐地块落实，统一安排管理；以确保土地复垦各项工程落到实处；保护土地复垦单位的利益，调动土地复垦的积极性。

（三）坚持全面规划，综合生态修复。在工程建设中严格实行招标制，按照公正、公开、公平的原则，择优选择工程施工单位以确保工程质量，降低工程成本，加快工程进度，同时对施工单位组织学习、宣传工作，提高工程建设者的土地复垦自觉行动意识。要求施工单位应配备土地复垦专业人员，以解决措施实施过程中的技术问题，接受当地主管部门的监督检查。

（四）加强生态修复政策宣传工作，深入开展“土地基本国情和国策”教育，调动生态修复的积极性。保护积极进行生态修复的村委会以及村民的利益，充分调动其生态修复的积极性。提高全社会对生态修复在保护生态环境和经济社会可持续发展中的重要作用和认识。

（五）加强对生态修复土地的后期的管理。一是保证验收合格；二是使生态修复区的每一块土地确实发挥作用和产生良好的经济、生态和社会效益。

第二节 公众参与

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生态修复影响评价，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。公众参与调查的对象是受矿产开发利用直接影响的各村农牧民，以与相关人员座谈的方式进行。调查人员首先向被调查对象详细介绍矿产开发利用生态修复项目的基本情况、工程规模、对当地可能带来的有利影响和不利影响等，再由被调查人提出建议与意见集体土地产权人对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，对矿区生态修复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。

一、矿区生态修复方案编制前期的公众参与

（一）现场调查形式与范围

生态修复方案编制人员在公司工作人员的陪同下首先对生态修复区进行了走访，现场了解了其现状，针对本项目明确了生态修复工作实施的重点。

为了进一步明确生态修复区范围内土地利用现状、权属、土地质量、植被等方面的情况，方案编制人员走访了自然资源局等单位，向相关人员做了较为全面的了解，确定了基本的方案编制思路和框架。并以问卷调查的方式征求了矿区土地权属方对生态修复方案中涉及的复垦方向、措施、选用植物等方面的意见。

最后，走访了项目所在地，方案编制人员和村民谈到了矿山生产对土地的损毁和对当地环境的影响，准备采取的生态修复措施，听取了当地土地权利人的意见和建议，并填写了问卷调查表。

（二）调查问卷统计分析

总体来看，公众对矿山开发认同度较高，具有良好的社会基础，在了解了矿山生态修复的方向和措施后，大多数公众认为矿山地质环境保护与生态修复能够有效地恢复当地生态环境，既能开发矿石获取经济利益，复垦后土地又能供畜牧，是一个有效的手段，希望能同步实施，把损失降到最低。

（三）公众意见分析

调查结果显示，公众对生态修复工作抱着积极参与的态度，项目建设符合当地群众的意愿。本项目的公众参与调查，提出了对生态修复方向与生态环境建设的建议和要求，他们希望通过生态修复能够改善当地的生活环境；他们还希望矿山项目继续重视实施，抓好管理，在下一步工作中进一步开展公众参与活动，保证项目能顺利实施并实现项目的经济效益、社会效益和环境效益的统一，在发展经济的同时注意环境保护，最终达到提高人民生活质量的目的。

公众意见总结如下：公司工作人员与编制人员共同讨论了项目区生产中的生态修复工作的开展情况，还听取了当地相关部门领导、专家以及土地权属人的意见和建议，大致归纳为以下几点：

- 1.项目对当地居民生活无不可承受的负面影响，当地居民支持矿区生产、建设；
- 2.生态修复方向要结合土地损毁的实际情况，同时要与土地利用总体规划衔接；
- 3.对损毁的区域复垦并进行监测，及时掌握土地损毁面积、程度等信息；
- 4.建议企业在复垦过程中要注意植被的恢复和管护，在植物的选择方面建议选择当地目前常用的草种等。

二、方案编制期间的公众参与

为了保证方案的切实可行性，编制人员在编制过程中一直通过电话、现场交流等方式保持与企业、当地相关主管部门及土地使用权人的联系。

编制人员充分考虑并接受了当地走访调查收集意见，确定了基本的方案编制思路和框架，同时，确保了方案制定的复垦方向与复垦标准既体现土地权属人的意愿，又符合当地土地利用总体规划。报告编制过程中采纳了汇总的群众意见。

（一）方案中除了对土地损毁情况进行适宜性评价外，充分考虑了与土地利用总体规划的衔接，二者结合确定最终的复垦方向。

（二）方案中设计在整个复垦过程中设置土地损毁监测和植被覆盖率监测的措施，通过监测，及时了解损毁土地状况及复垦后的土地质量，以达到尽快恢复和改善项目区生态环境的目的。

综上，该结果体现了土地权属人的意愿，从而避免日后方案实施阶段可能出现的各种矛盾，提高了方案的可操作性。

三、建议在后续复垦时继续完成的公众参与

生态修复工作是一项长期的工作，为了使广大公众能真正参与到方案编制与实施各阶段，体现全民参与、全程参与的特点，在项目实施和验收阶段还将广泛征求公众的意见。

（一）项目实施阶段

生态修复方案是否能落到实处、是否能体现国家对生态修复进行干预、管理的意志，最终体现在实施。企业将于每年 12 月 31 日前向县级以上地方人民政府自然资源主管部门报告当年的土地损毁情况、生态修复费用使用情况以及生态修复工程实施情况，并定期邀请当地自然资源部门组织有关专家对复垦措施的可行性、工程设计的合理性、植被恢复成活率、植被覆盖率等进行现场考察，全程动态监测实施效果及进度。

邀请土地权属人全程参与复垦工作，对每个阶段复垦工作的实施进度及复垦效果进行监督和随机抽查，实时就现场施工过程中的问题与企业及相关主管部门进行沟通、协商，确保复垦工作高效开展。方案实施阶段将招募当地居民参加复垦工作，一方面解决了其就业问题，另一方面当地居民亲自参与复垦工作，可为复垦方案的修订提供基础信息和依据。

（二）项目验收阶段

每一复垦阶段生态修复工作结束后，企业将邀请当地自然资源主管部门及相关单位与领域内专家及时进行现场踏勘，查验生态修复后的土地是否符合生态修复标准以及生态修复方案、生态修复阶段性实施方案的要求，核实生态修复后的土地类型、面积等情况。其次，总结已有复垦经验，并根据周围环境改变，相关的生态修复技术进步等因素，广泛听取专家、群众及相关主管部门的意见，对下一步的生态修复工作进行调整。其间，选取有一定知识水平的土地权属人全程参与项目验收阶段的监督工作。

生态修复验收合格的，且相关权利人对生态修复完成情况没有异议的，负责组织验收的自然资源主管部门应当向生态修复义务人出具验收合格确认书。自然资源主管部门应当将生态修复验收合格确认书及其验收情况向当地相关权利人公告，接受监督。

生态修复验收不合格的，负责组织验收的自然资源主管部门应当向生态修复义务人出具书面整改意见，列明需要整改的事项。生态修复义务人整改完成后应当重新申请验收。经整改仍不合格的，生态修复义务人应当依照生态修复条例缴纳生态修复费，由有关自然资源主管部门代为组织复垦。

企业承诺对公众提出的意见和建议积极接受并采纳，并在建设和生产期间高度重视生态修复工作，确保项目建设和环境保护同步协调发展。核查验收从矿区第一期复垦结束后开始，分阶段对本方案的全部复垦工作进

行动态跟踪核查验收，以确保能够达到预期的生态修复效果。

第三节 效益分析

宏测煤矿矿区生态修复方案实施后，将使生产损毁的土地获得综合性改善，恢复和重建植被，减少水土流失，改善项目区及周边地区的生产和生活环境，促进区域经济的可持续发展。土地复垦综合效益包括社会效益、环境效益和经济效益三个方面。

一、社会效益分析

（一）本工程生态修复方案实施后，可以减少矿山开采工程引发的水土流失，减轻其所造成的损失和危害，能够确保矿区的安全生产。

（二）矿区生态修复能够减轻生态环境破坏，使项目建设运行产生的不利环境影响得到有效控制，为工程建设区的绿化创造了良好的生态环境，有利于矿区职工以及附近居民的身心健康，体现“以人为本”的理念，促进人与自然和谐发展。

（三）对生态修复后土地经营管理、种植需要更多的工作人员，因此能够为矿区群众提供更多的就业机会，增加矿区群众的收入，对维护社会安定将起到积极作用。

（四）本矿区生态修复项目实施后，通过耕地平整、覆土、恢复植被，维持或增加林地面积，对改善项目区建设影响范围及周边地区的土地利用结构起到良好的促进作用，从而促进当地林业协调发展。所以，土地复垦是关系国计民生的大事，不仅对发展生产和采矿事业有重要意义，而且对全社会的安定团结和稳定发展也有重要意义。

二、环境效益分析

土地是一个自然、经济、社会的综合体，同时也是一个巨大的生态系统。生态重建的实施对生态环境的影响表现在以下几个方面：

（一）防止土壤侵蚀与水土流失

宏测煤矿地处高原半沙漠地带，在此进行地下开采，将对生态环境造成一定面积的损毁，并在一定程度上加剧土壤的侵蚀性，易导致水土流失。土地复垦工程通过对塌陷裂缝的回填、耕地平整、栽植树木等土体重塑、植被重建过程，可起到有效涵养水源、保持水土作用，防止周边生态系统退化。

（二）对生物多样性的影响

生态修复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环境的恶化，在合理管护的基础上最终实现植物生态系统的多样性与稳定性。吸引周边动物群落的回迁，增加动物群落多样性，达到植物动物群落的动态平衡。

（三）对空气质量和局部小气候的影响

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正面效益与长效影响。具体来讲，植被重建工程不仅可以防风固土、固氮储碳，还可以通过净化空气改善周边区域的大气环境质量。因此，如果不进行生态修复，矿区生态环境遭到较大的损毁，所以对损毁土地进行生态修复，是矿区治理工程最重要的组成部分。其效果改善了土壤物化性质，改善矿区及周边的生态环境；地面林草植被增加，促进野生动物的繁殖，减少风沙、调节气候、净化空气、美化环境，改善了生物圈的生态环境。因此，生态环境效益显著。

三、经济效益分析

生态修复是防灾工程，防灾工程的经济效益主要由减灾效益和增值效益两部分组成，并以减灾效益为主，增值效益为辅，或只有减灾效益而没有增值效益。

矿区内主要的土地类型为草地、林地，若不对这些土地进行恢复治理，

不仅会造成土地荒废，水土流失，还会影响矿区及周边的生态环境和水环境。实施生态修复后，取得显著的经济效益。矿区生态修复对本地区的经济可以起到带动作用，会形成地区经济产业链，对后续产业也影响深远，如盛产沙棘，可引导地方企业发展保健食品、健康饮品等产业；种植牧业可以带动当地的畜牧业发展，牛羊等的粪便又可以作为肥料进一步提高土壤肥力，形成良性循环；林业的发展可以促进新型木材加工的发展等。

第八章 结论

1.宏测煤矿矿区面积 9.6104km^2 ，开采方式为地下开采，设计生产规模为 240 万吨/年。采矿证有效期内剩余生产年限为 5 年（2026 年 5 月—2031 年 5 月 3 日），矿山本方案服务年限为采矿证剩余年限+生态修复工程实施及后期管护期限，矿山修复期 1 年及管护期 3 年，确定本方案服务年限为 9 年，即 2026 年 5 月—2035 年 4 月。方案编制基准年为 2026 年 3 月。

2. 根据调查截止本方案基准期宏测煤矿工业场地面积 15.0696hm^2 ，共取得 1 处建设用地手续，工业场地在土地使用证范围的面积为 4.5742hm^2 ，工业场地剩余 31.8103hm^2 将办理农用地转建设用地手续。

3.宏测煤矿已形成的损毁单元包括现状采空区、工业场地、办公生活区矿区道路，现状损毁土地面积 444.5212hm^2 。

4.本方案服务期内矿区生态修复区面积 219.3775hm^2 ，为采空塌陷区。

5.宏测煤矿受损区块综合分区分为重度区（I）、中度区（II）、轻度区三个级别。其中重度区（I）为工业场地、办公生活区矿区道路；中度区（II）为塌陷区；轻度区为充填开采区。

6.对矿山现状和预测问题采取的工程以及预防措施包括裂缝充填工程、耕地平整工程、道路修葺工程、表土剥离工程、表土回覆工程、翻耕工程、土壤培肥工程、耕地配套工程、设置网围栏、设置警示牌、设置永久界桩。恢复旱地、乔木林地、灌木林地、人工牧草地等。

7.宏测煤矿矿区生态修复费用为 5216.3705 万元。本着“谁开发、谁保护；谁破坏、谁修复”的原则，矿区生态修复费用由内蒙古伊东集团宏测

煤炭有限责任公司筹措。

8.采矿权人扩大开采规模、变更矿区范围、变更开采方式时，应重新编制矿山矿区生态修复方案，并报原批准机关批准。矿业权发生变更，地质环境保护和复垦的义务、责任和资金将随之变更与接续。

9.矿山矿区生态修复方案是实施矿山生态修复的技术依据之一。本方案不代替相关工程勘察、治理设计。

10.本方案依据现场调查成果和已有资料进行编制，综合了已有资料成果的相关内容，但不能代替已有资料的各项专业性内容，业主进行矿山地质环境保护与恢复治理和土地复垦时，除满足本方案要求外，还需满足开采方案等已有资料及有关法律法规、规程、规范及标准的要求。

11.本次矿区生态修复总费用为理论估算值，建议采矿权人根据矿山实际需要、市场价格变化等因素对生态修复费用进行相应的调整。