

榆林巨晨矿业有限责任公司
榆神矿区高家界煤矿
矿区生态修复方案
(矿山地质环境保护与土地复垦方案)

榆林巨晨矿业有限责任公司



2025年12月

榆林巨晨矿业有限责任公司
榆神矿区高家界煤矿
矿区生态修复方案
(矿山地质环境保护与土地复垦方案)

申报单位：榆林巨晨矿业有限责任公司

法定代表人：王凤义

总工程师：于会皎

编制单位：中煤科工西安研究院(集团)有限公司

董 事 长：付元

总工程师：程建远

项目负责：雷崇利

编写人员：雷崇利

柳宁

杨希

刘月皓

徐莉泉

雷崇利

柳宁

杨希

刘月皓

徐莉泉

《榆林巨晨矿业有限责任公司榆神矿区高家界煤矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》专家组评审意见

2025 年 10 月 31 日，陕西省自然资源厅邀请有关专家（名单附后）在西安市对榆林巨晨矿业有限责任公司委托中煤科工西安研究院（集团）有限公司编制的《榆林巨晨矿业有限责任公司榆神矿区高家界煤矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》（以下简称《方案》）进行了评审。受陕西省自然资源厅委托，省地质环境监测总站组织召开本次会议，会前部分专家到矿山进行了实地踏勘，专家组在听取汇报、审阅方案及附件、附图的基础上，经过质询答辩后，形成如下意见：

一、《方案》完成的工作量满足编制的要求。《方案》收集资料 5 份，完成调查面积 19.0580km²，评估区面积 18.0996km²，地质环境调查点 17 个、土地复垦调查点 6 个。《方案》附图、附表及附件完整，插图及插表齐全，格式符合编制要求。

二、《方案》编制依据充分，治理规划总体部署年限和适用年限合理。本矿为新建煤矿，依据《开发利用方案》（陕矿评利用发〔2024〕26 号）审查意见，矿山可采储量 Mt，矿山服务年限为 38.7 年，建设期 2.5 年，沉稳期 2 年，管护期 6 年，《方案》规划服务年限为 50 年（2026 年-2075 年），《方案》适用期为 5 年（2026 年-2030 年），《方案》编制基准年为 2024 年，《方案》实

施基准期以自然资源部门公告之日算起。

三、矿山基本情况和其它基础信息叙述基本完整。本矿为新建矿山，未建设。根据划定矿区范围批复，生产规模 1.20Mt/a，矿区面积 17.1321km²、开采标高 930m 至 1145m、批准 3、3⁻¹、8 号开采煤层。土地利用现状叙述基本清晰；矿山属于地下开采，采用单一长壁综合机械化采煤方法，允许地表塌落，根据矿山开采方式和采矿方法，确定矿种系数为 1.4%（煤炭），开采影响系数为 1.2（允许地表塌落），地区系数为 1.1（陕北黄土高原区）。

四、矿区自然地理和地质环境背景叙述与实际一致。评估区重要程度分级为重要区，矿山地质环境条件复杂，矿山规模为大型矿山，据此矿山地质环境影响评估级别为一级评估，评估面积 18.0996km²。

五、矿山地质环境现状评估和预测评估结论基本可信。现状评估认为，不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境影响程度较轻，现状将全区划分为 1 级 1 个影响区，即 1 个较轻影响区，面积 18.0996km²，占 100%。预测评估认为，不稳定地质体预测影响程度较严重，含水层预测影响程度严重，地形地貌景观预测影响程度严重，水土环境预测影响程度较轻，预测将全区划分 3 级 10 个不同影响程度区，其中，5 个严重影响区，面积 7.7116km²，占评估区面积的 42.6%；4 个较严重影响区，面积 2.2522km²，占评估区面积的 12.4%；1 个较轻影响区，面积 8.1358km²，占 45.0%。

六、矿山土地损毁预测与评估合理，土地损毁的环节和时序叙述基本正确，无已损毁土地，拟损毁土地预测基本正确。矿山共计损毁土地面积 974.2702hm^2 ，其中无已损毁土地，拟损毁土地面积 2376.7039hm^2 ，重复损毁土地 1402.4337hm^2 。

七、矿山地质环境保护与治理分区原则正确，分区结果基本合理；复垦责任范围划定明确，土地权属明确。复垦区范围由拟损毁土地、永久性建设用地组成，共计 991.6702hm^2 ，其中拟损毁土地 974.2702hm^2 、永久性建设用地 17.40hm^2 。矿山闭坑后，工业场地留续使用，复垦责任范围面积 974.2702hm^2 。

八、矿山地质环境保护与治理恢复可行性分析合理，土地复垦适宜性评价指标体系和评价方法可行，复垦适宜性结论基本合理。

九、《方案》提出的矿山地质环境保护与土地复垦目标与任务明确；对治理与复垦工程内容提出的技术方法可行；治理与复垦工程量基本明确，具有较强的可操作性。矿山地质环境治理工程主要措施：维修受损公路、输电线路、通讯线路，后期封闭井筒，进行不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境监测，其中第 1 年进行 1 次全区地质环境监测。土地复垦工程主要措施：裂缝充填、表土剥覆、耕地平整、拆迁建构筑物清理、修建田间道和生产路、架设输电线路、安装滴灌设备、林草恢复和管护，进行土地复垦监测，其中第 1 年进行 1 次全区土地复垦监测。近期 5 年矿山地质环境治理及土地复垦任务见表 1。

表 1 矿山地质环境治理与土地复垦年度任务表

年度	矿山地质环境治理措施及工程量	土地复垦措施及工程量
第一年	<p>1. 含水层监测 (1) 开展全区含水层监测, 设置地下水人工监测井: 乔堡村水浇地机井 2#-7# (S2-7), 榆林飞腾通盛商品混凝土有限公司机井 (S8), 养牛场机井 (S9), 华泰汇能洗选煤有限公司机井 (S10), 监测风化带、延安组砂岩含水层的水位、水质。</p> <p>2. 地形地貌景观监测 (1) 调查区地形地貌景观高分遥感监测 19.0580km²。 (2) 调查区合成孔径雷达干涉测量监测 19.0580km²。</p> <p>3. 水土环境监测 (1) 枯水期、平水期、丰水期采集 1 组淤地坝水 (WS1)、色草湾水库水 (WS2), 进行水质分析。 (2) 工业场地采集 1 个土壤样 (TW1) 进行土质分析, 该点作为对照点。</p>	<p>1. 土地复垦监测与管护 (1) 在复垦责任范围, 采样监测土壤质量耕地 2 个、林地 4 个、草地 4 个; 监测耕地作物产量 2 个, 植被样方林地 4 个、草地 2 个, 耕地配套设施 2 个。 采用多光谱遥感监测植被 818.5700hm², 高分遥感监测土地 974.2702hm²。</p>
第二年	<p>1. 不稳定地质体监测 (1) 在工业场地建立 1 个北斗基准观测站。 (2) 布置工业场地西北挖方边坡顶部 (D27) 监测点进行监测。</p>	<p>1. 土地复垦工程 (1) 在工业场地栗钙土分布区表土剥离 626.4m³, 堆存在工业场地集中绿化区进行养护。</p>
第三年	<p>1. 不稳定地质体监测 (1) 继续进行工业场地西北挖方边坡顶部 (D27) 监测。</p> <p>2. 含水层监测 (1) 监测乔堡村水浇地机井 2# (S2), 监测风化带、延安组砂岩含水层的水位、水质。</p> <p>3. 地形地貌景观监测 (1) 地形地貌景观高分遥感监测 1301 工作面调查区 1.6609km²。 (2) 合成孔径雷达干涉测量监测 1301 工作面调查区 1.6609 km²。</p> <p>4. 水土环境监测 (1) 采集 1301 工作面地表土壤 (TW1301) 进行土质分析, 该点作为对照点。</p>	<p>1. 土地复垦工程 (1) 工业场地表土回覆 626.4m³。工业场地植被恢复, 种植乔灌木绿化 2.30hm², 采用乔、灌木行间混交模式, 栽植侧柏、云杉、圆柏、冬青各 575 株, 林间撒播草籽。并铺装输水、喷灌设备。</p> <p>2. 土地复垦监测与管护 (1) 工业场地植被恢复后土壤质量监测 1 次, 植被监测 1 次, 配套设施监测 1 次。 (2) 工业场地植被恢复后植被管护 2.3hm²。</p>

年度	矿山地质环境治理措施及工程量	土地复垦措施及工程量
第四年	<p>1. 不稳定地质体治理</p> <p>(1) 应急维修农村道路 1290m;</p> <p>(2) 应急维修受损 110kV 输电线路 1.44km。</p> <p>2. 不稳定地质体监测</p> <p>(1) 继续进行工业场地西北挖方边坡顶部 (D27) 监测。</p> <p>(2) 北斗地物形变测量实时监测, 布置东北部 110kV 麻王线输电线路 (D1-6)、农村道路 (D7-9) 监测点进行监测。</p> <p>(3) 部署 1301 工作面“丰字形”GNSS 地表形变监测网。</p> <p>3. 含水层监测</p> <p>(1) 在工业场地新建水文监测孔 J01(S1) 地下水自动监测系统, 监测数据接入陕西省矿区含水层动态监测平台, 实时监测风化带含水层的水位、水质。每季度采水样进行水质分析。</p> <p>(2) 监测乔堡村水浇地机井 2#(S2), 榆林飞腾通盛商品混凝土有限公司机井 (S8), 监测风化带、延安组砂岩含水层的水位、水质。</p> <p>4. 地形地貌景观监测</p> <p>(1) 地形地貌景观高分遥感监测 1301 工作面东部塌陷区 0.8346 km²。</p> <p>(2) 合成孔径雷达干涉测量监测 1301 工作面东部塌陷区 0.8346 km²。</p> <p>5. 水土环境监测</p> <p>(1) 在对照点, 采集工业场地土壤 (TW1) 进行土质分析。</p>	<p>1. 土地复垦工程</p> <p>(1) 1301 工作面地面东部, 在耕地充填裂缝 0.0649 万 m³, 表土剥覆 0.0287 万 m³。</p> <p>2. 土地复垦监测与管护</p> <p>(1) 在 1301 工作面地面东部, 损毁土壤质量监测耕地 1 次、林地 1 次、草地 2 次, 损毁植被样方监测耕地农作物 1 次、林地 1 次、草地 2 次。</p> <p>采用多光谱遥感监测损毁植被 52.4289hm², 高分遥感监测损毁土地 61.6170hm²。</p> <p>(2) 工业场地植被恢复后土壤质量监测 1 次, 植被监测 1 次, 配套设施监测 1 次。</p> <p>(3) 工业场地植被恢复后植被管护 2.3hm²。</p>
第五年	<p>1. 不稳定地质体治理</p> <p>(1) 最后维修农村道路 1290m;</p> <p>(2) 应急维修受损低压输电线路 0.38km。</p> <p>(3) 最后维修受损 110kV 输电线路 1.44km。</p> <p>2. 不稳定地质体监测</p> <p>(1) 继续进行北斗地物形变测量实时监测, 东北部 110kV 麻王线输电线路 (D1-6)、农村道路 (D7-9) 的监测。</p> <p>(2) 继续进行 1301 工作面“丰字形”GNSS 地表形变监测。</p> <p>3. 含水层监测</p>	<p>1. 土地复垦工程</p> <p>(1) 在 1301 工作面地面东部, 充填裂缝 0.6914 万 m³, 表土剥覆 0.4916 万 m³。</p> <p>(2) 复垦水浇地 7.9349hm²、旱地 0.2125hm², 并翻耕、配肥, 田面平整土方 0.425 万 m³。</p> <p>(3) 复垦其他林地 0.4136hm², 栽植旱柳 259 株。复垦灌木林地 5.2302hm², 栽植柠条 4359 株, 桤柳 4359 株, 复垦草地 15.3277hm²。</p> <p>(4) 修复田间道 814m, 生产路</p>

年度	矿山地质环境治理措施及工程量	土地复垦措施及工程量
	<p>(1) 继续进行水文监测孔 J01 (S1) 地下水自动监测, 实时监测风化带含水层的水位、水质。每季度采水样进行水质分析。</p> <p>(2) 监测榆林飞腾通盛商品混凝土有限公司机井 (S8), 监测风化带、延安组砂岩含水层的水位、水质。</p> <p>(3) 在 1301 工作面, 探查 3 号煤层顶板导水裂隙带发育高度。</p> <p>4. 地形地貌景观监测</p> <p>(1) 地形地貌景观高分遥感监测 1301 工作面塌陷区 1.2681km²。</p> <p>(2) 合成孔径雷达干涉测量监测 1301 工作面塌陷区 1.2681km²。</p> <p>5. 水土环境监测</p> <p>(1) 在对照点, 采集 1301 工作面地表土壤 (TW1301) 进行土质分析。</p>	<p>407m。</p> <p>(5) 修建地埋式输送管道 300m, 安装离心过滤器、网状过滤器、施肥灌 1 套。</p> <p>(6) 榆林元百合洗煤有限公司、榆林飞腾通盛商品混凝土有限公司采前搬迁后, 拆除建构筑物并清运渣体 0.8988 万 m³, 临时复绿撒播草籽 1.4267hm²。</p> <p>2. 土地复垦监测与管护</p> <p>(1) 1301 工作面地面西部, 损毁土壤质量监测林地 1 次、草地 2 次, 损毁植被样方监测林地 1 次, 草地 2 次。</p> <p>土地损毁后, 采用多光谱遥感监测损毁植被 63.5041hm², 高分遥感监测损毁土地 65.1929hm²。</p> <p>(2) 1301 工作面地面东部, 复垦后土壤质量监测水浇地 1 次、旱地 1 次、林地 2 次、草地 2 次; 耕地产量监测水浇地 1 次、旱地 1 次, 植被样方监测林地 2 次、草地 2 次。配套设施监测水浇地 1 次、旱地 1 次。</p> <p>土地复垦后, 采用多光谱遥感监测复垦植被 52.4289hm², 高分遥感监测复垦土地 61.6170hm²。</p> <p>土地复垦后, 管护林地 14.1097hm², 草地 38.3192hm²。</p> <p>(3) 工业场地植被恢复后土壤质量监测 1 次, 植被监测 1 次, 配套设施监测 1 次。</p> <p>(4) 工业场地植被恢复后植被管护 2.3hm²。</p>

十、矿山地质环境治理与土地复垦工程总体部署、阶段实施计划、适用期年度工作安排较为合理、有针对性和可操作性。

十一、根据矿山地质环境保护与土地复垦工程部署、工程量及工程技术手段, 参照相关标准进行经费估算, 矿山地质环境治

理工程、土地复垦工程静态费用分别为 6405.80 万元、16358.44 万元，总费用为 22764.24 万元，吨煤投资 3.77 元（剩余可采储量 Mt），静态亩均投资 11193.64 元（土地复垦责任范围 974.2702hm²），经费估算合理。《方案》适用期 5 年矿山地质环境治理工程和土地复垦工程静态费用分别为 634.85 万元、376.88 万元，总费用 1011.73 万元。适用期各年度矿山地质环境治理与土地复垦费用安排合理，见表 2。

表 2 适用期各年度矿山地质环境治理与土地复垦费用明细表

年度	矿山地质环境治理费用 (万元)	土地复垦费用 (万元)	小计 (万元)
第一年	59.04	7.99	67.03
第二年	7.75	1.13	8.88
第三年	18.12	35.32	53.44
第四年	279.64	9.37	289.01
第五年	270.30	323.07	593.37
合计	634.85	376.88	1011.73

十二、《方案》提出的各项保障措施和建议可行，对治理效益的分析可信。

十三、本矿为新建矿山，尚未开工建设，未提取基金。

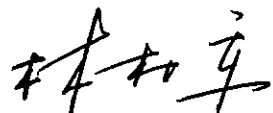
十四、存在问题及建议

1. 在方案实施的第一年度，矿山企业应按矿区生态修复要求做好本矿山相关生态环境的背景资料的搜集；

2. 矿山的一盘区西翼采区，地表现为榆林市榆阳区产业园区，

中期开采前应完成好相关协调工作。

综上，专家组同意《方案》通过审查，编制单位按专家组意见修改完善后由提交单位按程序上报。

专家组组长： 
2025 年 11 月 26 日

《榆林巨晨矿业有限责任公司榆神矿区高家界煤矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》评审专家责任表

姓 名	单 位	职务/职称	专 业	是否同意 评审结论	签 字
林树军	中煤西安设计工程公司	教授	工程地质	同意	林树军
侯永平	西北地质调查局西北地质调查中心	研究员	矿山环境	同意	侯永平
胡西利	陕西省水利勘测设计研究院	高工	水土保持	同意	胡西利
刘登凡	陕西省宝鸡峡水电设计院	正高	土地整治	同意	刘登凡
卢世江	陕西师范大学	教授	土壤学	同意	卢世江
杜永明	中陕核工业集团有限公司	高工	水环境地质	同意	杜永明
王明旺	西安科技大学	教授	采矿工程	同意	王明旺

目 录

前言	1
一、任务由来	1
二、编制目的	1
三、编制依据	2
四、方案适用年限	6
五、编制工作概况	7
六、质量评述及资料真实性的承诺	8
第一章 矿山基本情况	10
一、矿山简介	10
二、矿区范围及拐点坐标	11
三、矿产资源开发利用方案概述	11
四、矿山开采历史与现状	16
第二章 矿区基础信息	17
一、矿区自然地理	17
二、矿区地质环境背景	21
三、矿区社会经济概况	31
四、矿区土地利用现状	33
五、矿山及周边其他人类重大工程活动	34
六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析	40
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估	43
一、矿山地质环境与土地资源调查概述	43
二、矿山地质环境影响评估	44
三、矿山土地损毁预测与评估	64
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围	69
五、生态环境评估	76
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析	86
一、矿山地质环境治理可行性分析	86
二、矿山土地复垦可行性分析	86

三、生态系统恢复力分析	102
第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程	103
一、矿区生态修复预防措施	103
二、矿山不稳定地质体治理	104
三、矿区土地复垦	108
四、含水层保护修复措施	126
五、水土环境保护预防措施	126
六、矿山地质环境监测	126
七、矿区土地复垦监测和管护	137
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署	143
一、总体工作部署	143
二、阶段实施计划	144
三、近期年度工作安排	147
第七章 经费估算与进度安排	151
一、经费估算依据	151
二、矿山地质环境治理工程经费估算	164
三、土地复垦工程经费估算	168
四、总经费汇总与年度安排	173
第八章 保障措施与效益分析	187
一、保障措施	187
二、效益分析	190
第九章 结论与建议	192
一、结论	192
二、建议	197

附图：

附图 1 高家界煤矿矿山地质环境问题现状图（1:10000）

附图 2 高家界煤矿矿区土地利用现状图（1:10000）

附图 3 高家界煤矿矿山地质环境问题预测图（1:10000）

附图 4 高家界煤矿矿区土地损毁预测图（1:10000）

附图 5 高家界煤矿矿区土地复垦规划图（1:10000）

附图 6 高家界煤矿矿山地质环境治理工程部署图（1:10000）

附表：

1. 矿山地质环境现状调查表；
2. 公众参与调查表。

附件：

1. 委托书，榆林巨晨矿业有限责任公司，2024 年 6 月 17 日；
2. 陕西省国土资源厅，划定矿区范围批复，2012 年 11 月 27 日；延续矿区范围预留期的批复，2018 年 11 月 6 日；
3. 关于对《榆林巨晨矿业有限责任公司榆神矿区高家界煤矿矿产资源开发利用方案》的审查意见（陕矿评利用发〔2024〕26 号），陕西省矿产资源调查评审中心，2024 年 9 月 14 日；
4. 与榆阳区千村光伏项目签订的“避让协议”；
5. 与榆林市榆阳区产业园区签订的“互不影响及权益保护协议”；
6. 编制单位关于本方案的成果审批意见修改签署单；
7. 矿山企业关于本方案的审查意见及修改说明；
8. 牛家梁镇关于本方案审查意见的函；
9. 麻黄梁镇关于本方案审查意见的函；
10. 市/区自然资源和规划局现场探勘意见；
11. 专家现场考察意见及修改对照表；
12. 估算书。

前言

一、任务由来

榆林巨晨矿业有限责任公司榆神矿区高家界煤矿（以下简称“高家界煤矿”）位于陕西省榆林市榆阳区，行政区划隶属榆阳区牛家梁镇、青云镇、麻黄梁镇管辖。为新建煤矿，未建设，未编制过矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）。

2012年11月27日，陕西省国土资源厅“关于划定榆神矿区高家界煤矿矿区范围的批复”（陕国土资矿采划〔2012〕59号）划定矿区范围。2018年11月6日，陕西省国土资源厅“关于延续榆神矿区高家界煤矿矿区范围预留期的批复”（陕国土资矿采划〔2018〕47号）延续矿区范围。

为了贯彻落实《中华人民共和国矿产资源法》，根据《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》、《矿山土地复垦与生态修复监测技术规范》和《矿山生态修复技术规范》等规范的要求，榆林巨晨矿业有限责任公司委托我单位编制本方案。

接受委托后，我单位组织有关技术人员对现场进行了调查，收集了所需资料，编制完成了本方案，并通过我单位及高家界煤矿内部审查。

二、编制目的

1. 为全面贯彻落实生态文明建设要求，建设绿色矿山，提高能源资源保障能力、促进资源开发与经济社会全面协调可持续发展，推行绿色循环发展，加快转变矿业发展方式，实现资源开发的经济效益、生态效益、资源效益和社会效益协调统一，促进煤炭工业健康发展，有效解决煤炭开发过程中的矿山地质环境破坏及土地损毁，保护和改善区域生活环境和生态环境，积极贯彻《土地复垦条例》及《矿山地质环境保护规定》。

2. 按照“预防为主、防治结合，谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”及“谁损毁、谁复垦”的原则，保证高家界煤矿矿区生态修复义务的落实，切实做到煤炭开采与环境保护的协调，实现矿区的可持续发展。

3. 通过预测煤矿开采对当地生态环境造成的不良影响，合理规划设计，制定针对性的治理措施，最大限度减缓对矿山地质环境的影响、节约集约利用土地资源，保护耕地资源，建立多元化生态补偿机制。

4. 为保证矿山企业认真履行保护和恢复治理矿山地质环境义务、有效治理矿山开采引发的不稳定地质体、确保人民生命财产安全，促进经济社会可持续发展。土地复垦

工程措施应以保护生态、恢复植被为主要任务，同时通过改善复垦区的耕作条件，提高其保水保肥能力与生产力。

5. 为矿山基金提取和基金使用提供技术支撑，为自然资源主管部门监督管理矿山企业矿区生态修复工作落实情况提供依据。

三、编制依据

（一）委托书

委托书，榆林巨晨矿业有限责任公司，2024 年 6 月 17 日。

（二）法律、法规、规章

1. 《中华人民共和国矿产资源法》，全国人大常委会，2024 年 11 月 8 日公布，2025 年 7 月 1 日施行；
2. 《中华人民共和国土地管理法》，全国人大常委会，2019 年 8 月 26 日公布，2020 年 1 月 1 日施行；
3. 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（国务院令第 743 号），2021 年 7 月 2 日公布，2021 年 9 月 1 日施行；
4. 《土地复垦条例》（国务院令第 592 号），2011 年 3 月 5 日；
5. 《地质灾害防治条例》（国务院令第 394 号），2003 年 11 月 24 日；
6. 《基本农田保护条例》（国务院令第 257 号），2011 年 1 月 8 日；
7. 《土地复垦条例实施办法》（自然资源部令第 5 号），2019 年 7 月 24 日；
8. 《矿山地质环境保护规定》（自然资源部令第 5 号），2019 年 7 月 24 日；
9. 《陕西省地质灾害防治条例》（陕西省人民代表大会常务委员会公告〔13 届〕第 23 号），陕西省人民代表大会常务委员会，2019 年 7 月 31 日施行；
10. 《陕西省实施〈土地复垦条例〉办法》（陕西省人民政府令第 173 号），2013 年 12 月 1 日；
11. 《陕西省工程建设活动引发地质灾害防治办法》（2024 年修正）（陕西省人民政府令第 239 号），2024 年 1 月 28 日。

（三）规范性文件

1. 《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21 号），2017 年 1 月 3 日；
2. 《关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见》（国土资发〔2016〕63

号), 2016 年 7 月 1 日;

3. 《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》(自然资规〔2024〕1 号), 自然资源部, 2024 年 4 月 15 日;

4. 《陕西省关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的实施方案》(陕国土资发〔2017〕19 号), 2017 年 4 月;

5. 《关于加快矿山地质环境保护与土地复垦工作的通知》, (陕国土资发〔2017〕39 号), 2017 年 9 月 25 日;

6. 《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》(陕国土资环发〔2017〕11 号), 2017 年 2 月 20 日;

7. 《关于做好煤矿地下水监测工作的通知》(陕国土资环发〔2018〕7 号), 2018 年 3 月 14 日;

8. 《陕西省首批矿山地下水监测井建设指导方案》, 陕西省国土资源厅, 2018 年 3 月;

9. 《关于印发陕西省绿色矿山建设管理办法的通知》, 陕自然资规〔2024〕3 号, 陕西省自然资源厅, 2024 年 3 月 29 日;

10. 《关于印发陕西省加强矿山地质环境恢复和综合治理实施办法(2019-2020)的函》(陕自然资函〔2019〕227 号), 2019 年 11 月 14 日。

11. 《关于印发陕西省矿山地质环境综合调查技术要求(试行)的通知》(陕自然资修复发〔2020〕24 号);

12. 《关于印发陕西省矿山地质环境监测规划的通知》(陕自然资修复发〔2020〕23 号), 2020 年 7 月 1 日;

13. 《关于印发陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》(陕自然资规〔2024〕1757 号), 陕西省自然资源厅、陕西省财政厅、陕西省生态环境厅、陕西省林业局, 2024 年 12 月 31 日;

14. 《关于持续推进绿色矿山建设的通知》(陕自然资规〔2024〕1740 号), 陕西省自然资源厅、陕西省生态环境厅、陕西省财政厅、陕西省市场监督管理局、陕西省林业局、国家金融监督管理总局陕西监管局、中国证券监督管理委员会陕西监管局, 2024 年 12 月 27 日;

15. 《榆林市榆阳区国土空间总体规划(2021-2035 年)》, 榆林市自然资源和规划局榆阳分局, 2024 年 10 月。

（四）技术规范与标准

1. 《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》，国土资源部，2016 年 12 月；
2. 《土地复垦方案编制规程 第 1 部分：通则》（TD/T 1031.1-2011）；
3. 《土地复垦方案编制规程 第 3 部分：井工煤矿》（TD/T 1031.3-2011）；
4. 《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；
5. 《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T 1044-2013）；
6. 《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；
7. 《土地整治项目设计报告编制规程》（TD/T 1038-2013）；
8. 《农用地质量分等规程》（GB/T 28407-2012）；
9. 《农用地定级规程》（GB/T 28405-2012）；
10. 《耕地地力调查与质量评价技术规程》（NY/T 1634-2008）；
11. 《人工草地建设技术规程》（NY/T 1342-2007）；
12. 《主要造林树种苗木质量等级》（GB 6000-1999）；
13. 《灌溉与排水工程设计标准》（GB 50288-2018）；
14. 《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）；
15. 《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》，国家安全监管总局等，2017 年 5 月；
16. 《煤炭工业矿井设计规范》（GB50215-2015）；
17. 《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）；
18. 《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB12719-2021）；
19. 《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；
20. 《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221-2006）；
21. 《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范（1:50000）》（DZ/T 0261-2014）；
22. 《地下水动态监测规程》（DZ/T0133-1994）；
23. 《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）；
24. 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
25. 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；
26. 《煤炭行业绿色矿山建设规范》（DZ/T 0315-2018）；
27. 《造林技术规程》（GB/T 15776-2023）；
28. 《煤矿采空区岩土工程勘察规范》（GB51044-2014（2017 版））；
29. 《滑坡防治工程勘察规范》（DZ/T0218-2016）；

30. 《矿山土地复垦基础信息调查规程》(TD/T1049-2016);
31. 《高标准农田建设 通则》(GB/T30600-2022);
32. 《小交通量农村公路工程技术标准》(JTG 2111-2019);
33. 《矿山生态修复技术规范第 1 部分: 通则》(TD/T1070.2-2022);
34. 《矿山生态修复技术规范 第 2 部分: 煤炭矿山》(TD/T 1070.2-2022);
35. 《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》(GB/T42362-2023);
36. 《采矿沉陷区生态修复技术规程》(GB/T42251-2022);
37. 《矿区地下水监测规范》(DZ/T0388-2021);
38. 《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》(GB/T 43934-2024);
39. 《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》(GB/T 43935-2024);
40. 《表土剥离及其再利用技术要求》(GB/T 45107-2024);
41. 《保水采煤技术规范》(DB61/T1295-2019);
42. 《煤矿地下水监测规范》(DB61/T 1247-2019);
43. 《矿山生态监测规范》(DB61/T 1741-2023);
44. 《行业用水定额》(DB61/T 943-2020);
45. 《造林技术规范》(DB61/T 142-2021);
46. 《矿山地质环境治理恢复技术与验收规范》(DB61/T 1455-2021);
47. 《采空塌陷地质灾害监测规范》(T/CAGHP 078—2020);
48. 《陕西省恢复植被和林业生产条件、树木补种标准(试行)》陕林策发〔2022〕89 号。

(五) 技术资料

1. 《榆林巨晨矿业有限责任公司榆神矿区高家界煤矿矿产资源开发利用方案》山西约翰芬雷设计工程有限公司陕西分公司, 2024 年 9 月;
2. 《陕西省陕北侏罗纪煤田榆神矿区高家界勘查区勘探报告》西安地质矿产勘查开发院, 2010 年 2 月;
3. 《榆阳区地质灾害隐患大核查台账》, 2022 年 6 月;
4. 土地利用现状图, 基本农田分布图, 榆林市自然资源和规划局榆阳分局, 2025 年 10 月;
5. 高家界煤矿其他资料。

四、方案适用年限

高家界煤矿为新建矿山，未建设。采用长壁式综采，生产规模 1.20Mt/a，可采储量 Mt，服务年限 38.7 年。

根据煤矿计划，2026 年进行全矿区地质环境、土地、生态环境基值监测，2027 年开工建设。根据开发利用方案，本矿建设期 30 个月。

根据基值监测期 1 年，建设期 2.5 年，服务年限 38.7 年，8 号煤层开采后地面塌陷基本稳沉时间 2 年、植物管护期 6 年，本方案规划服务期为 50 年，包括近期 5 年（2026 年—2030 年，其中 2026 年为基值监测期，2027 年—2029 年上半年为建设期，2029 年下半年—2030 年正式生产期），中期 37 年（2031 年—2067 年），后期 8 年（2068 年—2075 年）。

建设期 2.5 年分为两个时间段，前 2 年进行土建、矿建、设备安装等，后 0.5 年进行联合试运转。联合试运转包括采煤、运输、洗选等全流程运转。在联合试运转时期，在 1301 工作面进行 0.5 年的采煤，加上正式生产期 1.5 年的采煤，在 1301 工作面共进行 2 年采煤。

本方案适用期为近期 5 年，即 2026 年—2030 年，包括基值监测期 1 年，建设期 2.5 年、生产期 1.5 年。

方案编制基准年为 2024 年。方案实施基准期以自然资源部门公告之日算起。

表 0.4-1 方案适用年限汇总表

名称	持续时间 (年)	备注
本矿服务年限	38.7	根据矿产资源开发利用方案
基值监测期	1	2026 年
建设期	2.5	2027 年—2029 年 6 月。 其中联合试运转 0.5 年，即 2029 年 1—6 月
正式生产期	1.5	2029 年 7 月—2030 年
8 号煤层开采后地面塌陷稳沉时间	2	2068 年—2069 年
后期植物管护期	6	2070 年—2075 年
方案规划服务期	50	2026 年—2075 年
方案适用期（近期）	5	2026 年—2030 年
中期	37	2031 年—2067 年
后期	8	2068 年—2075 年

当煤矿扩大开采规模、扩大矿区范围或变更用地位置、改变开采方式时，应当重新编制矿区生态修复方案。

本方案评估内容、治理措施仅适用于方案服务范围。

五、编制工作概况

（一）工作程序

本方案编制按照自然资源部《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》规定的程序进行，见图 0.5-1。

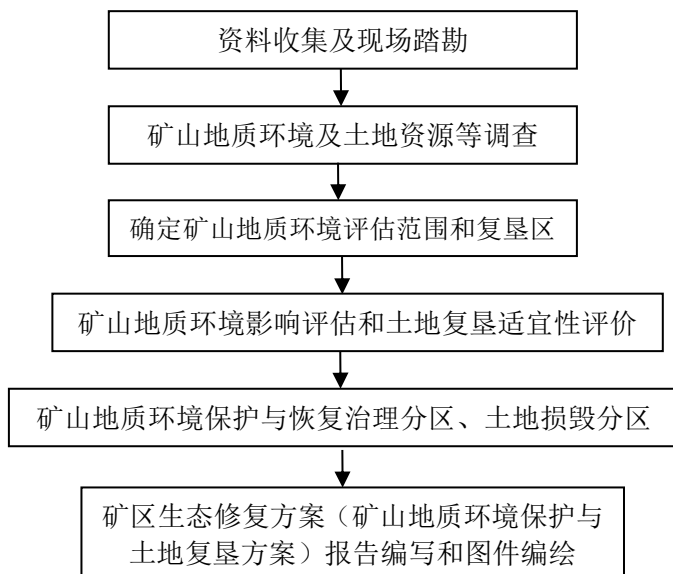


图 0.5-1 工作程序框图

（二）工作方法

根据国务院令第 592 号《土地复垦条例》、国土资源部令第 44 号《矿山地质环境保护规定》和《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》，在工作中首先明确工作思路，熟悉工作程序，确定工作重点，制定项目实施计划。在资料收集及现场踏勘的基础上，进行矿山地质环境与土地资源利用现状调查；根据调查结果及开采设计方案，进行矿山地质环境影响现状评估、预测评估、场地不稳定地质体危险性评估及土地损毁情况预测；然后进行土地复垦适宜性评价，确定评估范围及复垦目标、划分评估级别及复垦责任范围；在此基础上，进行矿山地质环境保护与恢复治理分区、土地复垦分区，制定矿区生态修复工作措施和工作部署，提出矿区生态修复工程，制定监测方案并进行工程设计、工程量测算，并进行经费估算和效益分析。

根据工程特点，本次评估工作主要采用收集资料、现场调查及室内综合分析评估的工作方法。

1. 资料收集与分析

在调查前，收集了《榆林巨晨矿业有限责任公司榆神矿区高家界煤矿矿产资源开发利用方案》等资料，掌握了该煤矿基本情况及开发利用方案；收集《榆阳区地质灾害隐患大核查台账》、土地利用现状图等资料，了解煤矿地质环境及土地利用情况；收集井上下对照图、土地利用现状图等图件作为本次编制工作的底图及野外工作用图；根据已有资料，初步分析矿区经济、社会、地质、水文、土地、植被及其它生态环境，初步确定现场调查方法、调查线路和主要调查内容。

2. 野外调查

在野外地质环境调查过程中，积极访问当地政府工作人员以及村民，调查主要地质环境问题的发育及分布状况、煤矿开采已损毁土地情况及拟开采区土地利用情况，调整室内初步设计的野外调查线路，进一步优化野外调查工作方法。

为保证调查全面了解矿区地质环境与土地利用现状、掌握地质环境与土地利用与权属，确保调查的准确性和完整性，野外调查采取线路穿越法和地质环境追索相结合的方法进行，采用 1:5000 地形地质图做底图，参考水文地质图、土地利用现状图等图件，对地质环境问题点和主要地质现象点进行观测描述，调查其发生时间，基本特征，影响程度，并对主要地质环境问题点和地质现象点进行数码照相和定位；针对不同土地利用类型区，挖掘土壤剖面，并采集相应的影像、图片资料，做好文字记录。

3. 室内资料整理及综合分析

在综合分析研究现有资料和现场调查的基础上，编制附图，以图件形式反映矿山地质环境问题及土地损毁情况的分布、影响程度和恢复治理工程部署，并编写了本方案。

4. 完成工作量

项目组组织专业技术人员开展工作，于 2024 年 7 月 2 日—5 日、9 月 22 日—24 日开展现场调查与资料收集，随后进行资料整理和报告编制。2025 年 8 月 25 日—9 月 5 日，2025 年 10 月 13 日—17 日，进行了补充调查与资料收集，完成工作量见表 0.5-1。

六、质量评述及资料真实性的承诺

（一）质量评述

本次方案编制工作主要采用了资料收集、野外调查、室内资料整理及综合分析等手段，工作严格按照我公司的质量管理程序执行。我公司成立了方案编制项目组和全面质量管理组。

首先成立了方案编制项目组，设立了项目负责人，加强技术指导；成立了质量管理组，全过程进行质量检查；建立了三级检查验收制度，层层把关，严格内审。项目实施

过程中，建立健全项目工作质量管理和三级检查验收制度，严格执行质量检查制度：野外原始资料、中间成果必须做到自检、互检、组长检查 100%，项目负责人抽查资料不少于 30%，公司抽查资料不低于 10%，对综合成果和图件要 100%进行审查，发现问题及时解决，并形成文字记录。

表 0.5-1 完成工作量一览表

序号	工作内容		单位	工程量	备注
1	现场调查	调查次数	次	4	进行 4 次现场调查、资料收集
		调查面积	km ²	19.0580	包括矿区和影响区
		评估面积	km ²	18.0996	包括矿区和影响区
		调查路线	km	8.6	村庄、公路、输电线路、通讯线路、天然气工程、煤矿地面工程、企业、地质环境。
		人类工程、地质环境调查点	个	17	村庄、企业、输气管线、公路、水库水井、地层、地貌等
		典型土壤剖面	个	6	耕地、林地、草地剖面
		植物样方调查	个	7	灌木、草本
		数码照片	张	62	满足报告使用
		数码录像	min	32	满足工作需要
		公众参与调查	份	20	公众参与调查表发放 20 份，回收有效表格 20 份
2	资料收集	煤矿资料	份	6	开发利用方案等资料
		土地利用现状图	幅	2	榆林市自然资源和规划局榆阳分局
3	成果资料		套	1	报告书 1 本、附图 6 张（1:10000）

在方案编制工作开展过程中，项目部对工作质量进行了严格的要求，按照有关规程、规范严把质量关。野外调查资料翔实，数据准确可靠，所获资料完整、准确，为成果报告的编制打下了坚实的基础。工作程序及工作方法符合规范要求。

（二）资料真实性承诺

编制过程中，所收集资料来源来源于高家界煤矿和榆林市自然资源和规划局榆阳分局，现场资料来自于项目组野外调查。收集资料均已评审通过，真实可靠，调查用图比例符合规范要求，调查范围，地质环境、土地资源调查点数量、内容等符合规范要求。

本方案是在充分收集现有资料和现场调查资料的基础上，以相关技术规范、标准为依据而编写的，符合规范要求，质量优良。

编制单位：承诺对本方案中相关数据的真实性、科学性及结论的可靠性负责，并承诺对报告中涉及的内容负责。

矿山企业：承诺所提供资料均真实可靠，并为所提供资料的真实性负责。

第一章 矿山基本情况

一、矿山简介

(一) 地理位置

高家界煤矿地处榆林市东北直距 12km 处，行政区划隶属陕西省榆林市榆阳区牛家梁镇、青云镇、麻黄梁镇管辖。

(二) 交通情况

包（头）—茂（名）高速公路、榆（林）—神（木）高速公路及神（木）—延（安）铁路由井田西侧约 10km 处通过，榆（林）—麻（黄梁）公路东西向穿越煤矿南部。交通便利，煤炭外运条件良好。交通位置见图 1.1-1。



图 1.1-1 交通位置图

二、矿区范围及拐点坐标

2024 年 6 月 25 日，山西约翰芬雷设计工程有限公司陕西分公司编制的《榆林巨晨矿业有限责任公司榆神矿区高家界煤矿矿产资源开发利用方案》通过技术审查。2024 年 9 月 14 日，陕西省矿产资源调查评审中心“关于对《榆林巨晨矿业有限责任公司榆神矿区高家界煤矿矿产资源开发利用方案》的审查意见”（陕矿评利用发〔2024〕26 号）批复开发利用方案。

根据 2012 年 11 月 27 日，陕西省国土资源厅“关于划定榆神矿区高家界煤矿矿区范围的批复”（陕国土资矿采划〔2012〕59 号），高家界矿区范围由 15 个拐点圈定，见表 1.2-1，矿区面积 17.1321km²，生产规模为 120 万 t/年。根据《开发利用方案》的审查意见”（陕矿评利用发〔2024〕26 号），开采标高确定为从 930m 至 1145m。

表 1.2-1 矿区范围拐点坐标一览表

拐点编号	1980 西安坐标系		拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X(m)	Y(m)		X(m)	Y(m)
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
6			6		
7			7		
8			8		
9			9		
10			10		
11			11		
12			12		
13			13		
14			14		
15			15		

三、矿产资源开发利用方案概述

（一）矿山基本情况

矿山名称：榆林巨晨矿业有限责任公司榆神矿区高家界煤矿；
划定矿区范围文件：陕西省国土资源厅“关于划定榆神矿区高家界煤矿矿区范围的批复”（陕国土资矿采划〔2012〕59 号），“关于延续榆神矿区高家界煤矿矿区范围预留

期的批复”（陕国土资矿采划〔2018〕47号）；

采矿权人：榆林巨晨矿业有限责任公司；

开采矿种：煤；

生产规模：1.20Mt/a；

矿区面积：17.1321km²；

开采方式：地下开采；

开采深度：由+1145m 至+930m 标高；

矿山状态：未建。

（二）矿山资源储量

根据《开发利用方案》，本矿可采煤层3层，分别为3、3⁻¹、8号煤。设计可采储量为 Mt。

（三）建设规模及服务年限

高家界煤矿建设规模120万t/年，储量备用系数取1.3，服务年限为38.7年。

（四）地面工程布置

地面工程主要为工业场地，见附图1、图1.3-1。

进场道路、运煤道路利用社会公路。生活用水水源取自工业场地内的水井。

工业场地35kV变电站两回路电源均引自麻黄梁110kV变电站，供电线路由榆林市供电局负责建设。

1. 工业场地

工业场地位于煤矿中部，按功能分为行政福利区、副井辅助生产区、主井选煤生产区、回风斜井区，见航拍照片1.3-1，平面布置见图1.3-2。

行政福利区：该区布置在工业场地西南部，布置有办公楼、1#单身宿舍、2#单身宿舍、食堂及活动中心、生活污水处理站等。办公楼前设计大型广场及绿地。

副井辅助生产区：该区位于工业场地的西北部，副井井口西侧布置有浴室灯房任务交待室联建，而胶轮车库、综采设备中转库、机修车间、材料库、油脂库、消防材料库呈环型布置，中间为堆放区及作业区。浴室灯房和任务交待及副井井口房联建，便于人员下井，辅助生产区与副井井口通过场内道路及硬化场地相连接。

主井选煤生产区：该区位于工业场地的东部和南部，主要布置有主斜井驱动机房、原煤仓、原煤准备车间、主厂房、矸石仓、产品煤仓、浓缩车间、空压站、井下水处理站、日用消防水池泵房、锅炉房及连接各个生产系统的皮带栈桥等。

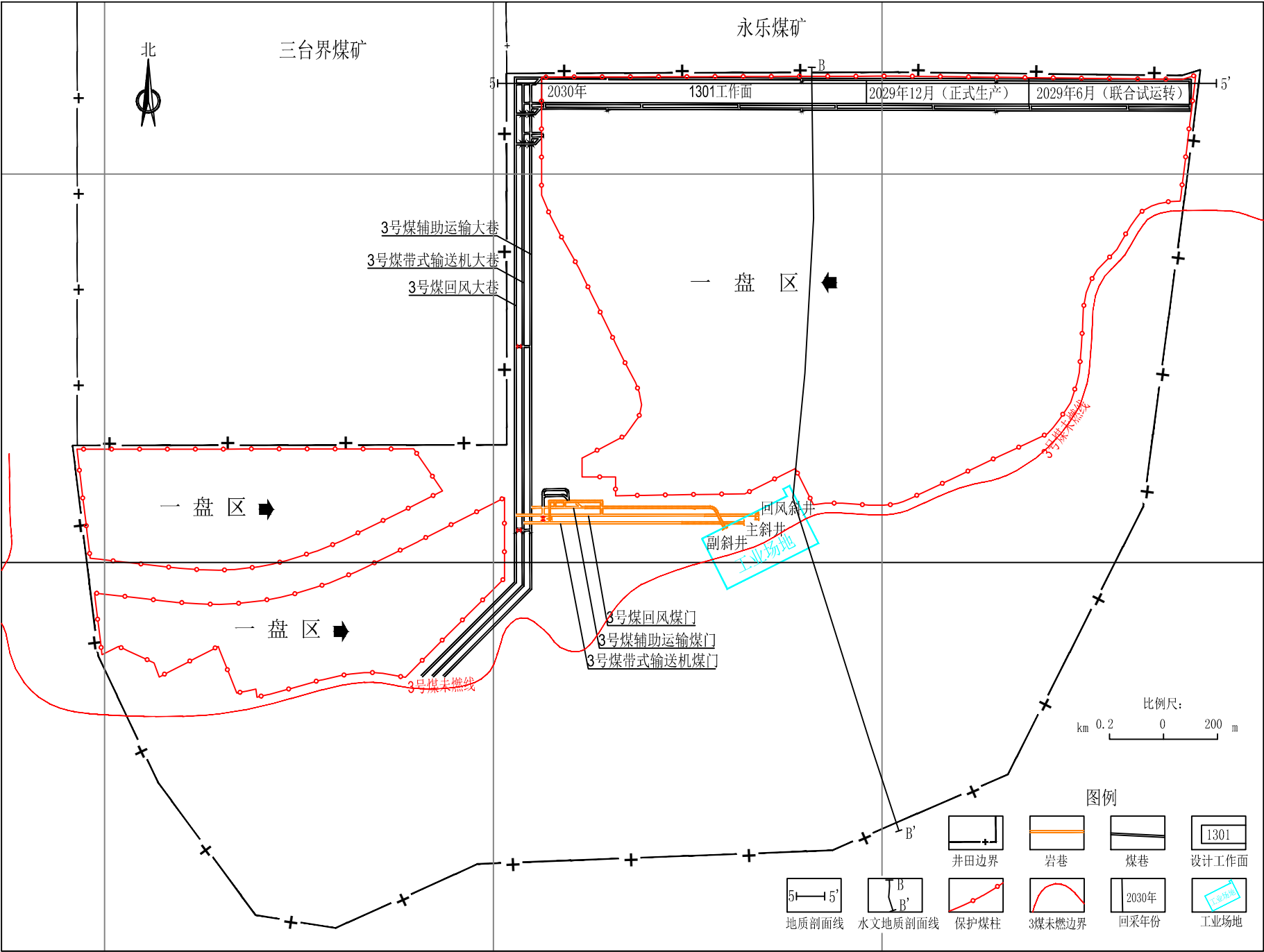
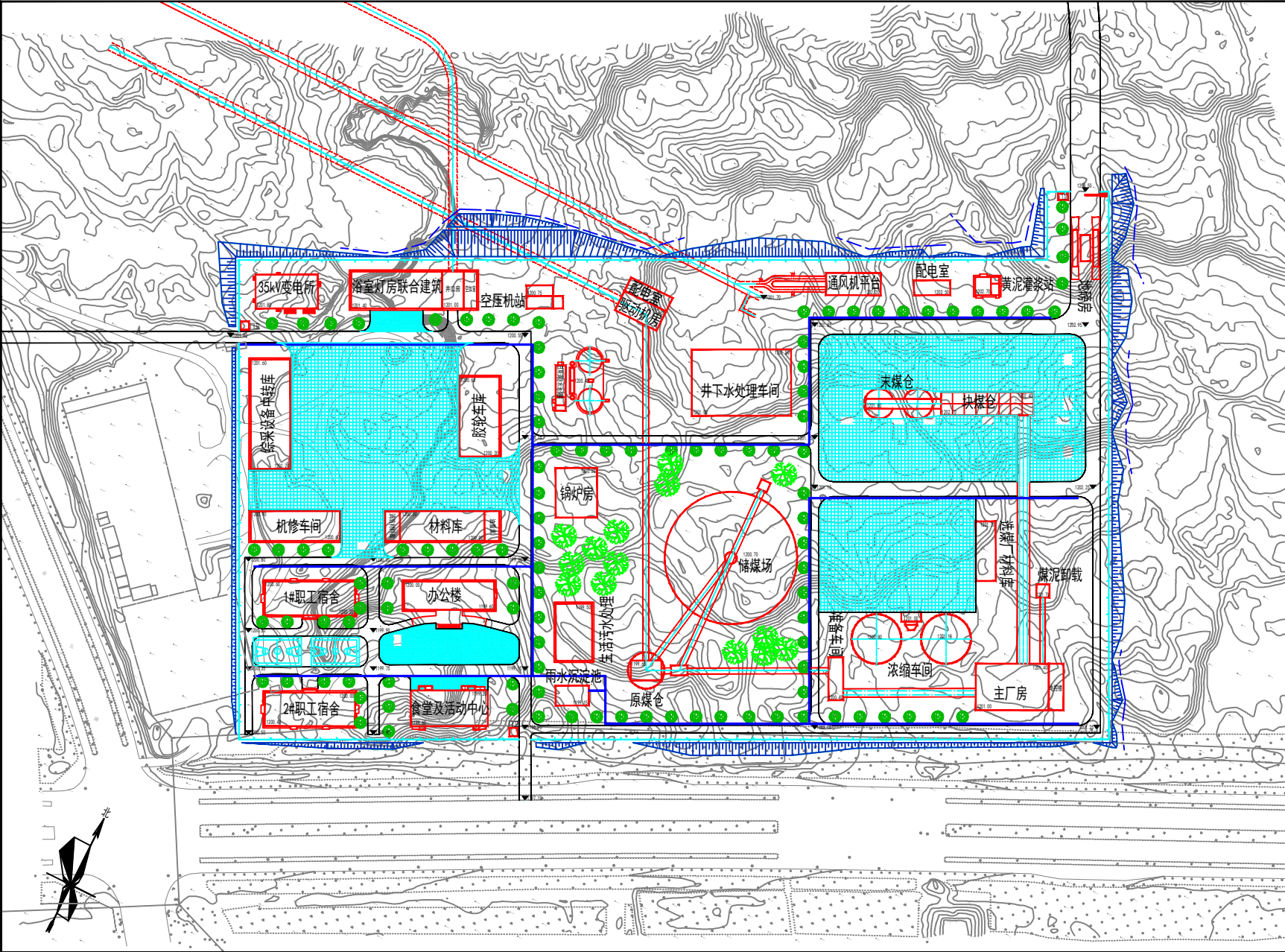


图1.3-1 3号煤层开拓方式平面图



原始资料表				
序号	名称	规格	备注	
1	主斜井	井口中心坐标		
	井口粉底板标高	Z=1201.50		
2	副斜井	井口中心坐标		
	井口粉底板标高	Z=1201.30		
3	回风斜井	井口中心坐标		
	井口粉底板标高	Z=1202.00		

工业场地占地面积及技术经济指标表				
序号	名称	单位	数量	备注
1	工业场地占地面积	公顷	17.40	
2	围墙内占地面积	公顷	15.25	
3	其中:矿井及选煤厂占地面积	公顷	12.45	
4	单身宿舍占地面积	公顷	0.90	
5	风井场占地面积	公顷	0.90	
6	黄泥灌浆站占地面积	公顷	0.40	
7	建构筑物占地面积	公顷	4.61	
8	道路占地面积	公顷	1.60	
9	专用场地占地面积	公顷	3.42	
10	场地绿化面积	公顷	2.30	
11	建筑系数	%	30.00	
12	场地利用系数	%	63.19	
13	绿化系数	%	15.00	

工业场地主要工程量表				
序号	名称	技术指标	单位	数量
1	土石方工程	挖方:机械施工,平均运距300m	m ³	225641
		填方:以挖作填(机械施工,平均运距100m)	m ³	212641
2	场内道路	18.0m宽,20cm厚面层土面层,机荷强度4.5mpa	m	81
		5.0m宽,20cm厚面层土面层,机荷强度4.5mpa	m	432
		7.0m宽,20cm厚面层土面层,机荷强度4.5mpa	m	620
		4.5m宽,22cm厚面层土面层,机荷强度4.5mpa	m	1350
3	专用场地	混凝土面层,结构层7.0m道路	m ²	31900
4	围墙	实体砖砌,高2.5m,厚0.24m,基础深1.4m,柱距3.0m	m	1700
5	大门	钢架大门,18.0m	座	1
6	护坡	护坡12222平方米	m ²	6312
7	排水沟	排水沟,0.5m宽,0.5m深,矩形排水沟	m	1700
8	雨水沟	排水沟,0.5m宽,0.5m深,矩形排水沟	m	600

图例图表

序号	图例	名称	序号	图例	名称
1		构筑物	2		硬化场地
3		道路	4		压砂场地
5		大门及围墙	6		护坡
7		排水沟	8		斜井
9		截水沟	10		绿化

- 说明:
1. 本图地形根据甲方提供的本项目“工业场地勘测:1000地形图”进行调整设计。
 2. 本图建构筑物放线以主斜井、副斜井、回风斜井井口中心为基点,以井筒中心线为基线进行放线。
 3. 本图采用2000国家大地坐标系,1985国家高程基准,等高距为1.0米。
 4. 图中所注尺寸除注明者外均以建构筑物外墙线、道路中心线、皮带输送机中心线为准。
 5. 图中所注尺寸、标高均以米为单位。
 6. 建构筑物内所注标高为室外平场标高。

图1.3-2 工业场地总平面布置图



照片 1.3-1 拟建工业场地航拍（镜向 E）

回风斜井区：该区布置在工业场地东北部紧邻围墙处，布置有回风斜井井口，回风斜井东侧布置有灌浆站。

2. 用地情况

工业场地用地见表 1.3-1，面积 17.40hm²。用地批复正在办理。

进场道路利用社会公路，围墙外输电线路用地由榆林市供电局负责办理。

表 1.3-1 工业场地用地面积表

序号	项目	用地面积(hm ²)	用地批复	是否压占耕地、基本农田
1	工业场地	17.40	正在办理	否

（五）采矿工程

1. 开采对象

本矿可采煤层 3 层，从上到下分别为 3、3⁻¹、8 号煤。

2. 开采方式

开采方式为地下开采。

3. 开拓方式

采用斜井开拓。工业场地布置三条斜井井筒，主斜井、副斜井、回风斜井。井筒特征见表 1.3-2，3 号煤层开拓方式平面见图 1.3-1，矿井开拓方式剖面见图 1.3-3。

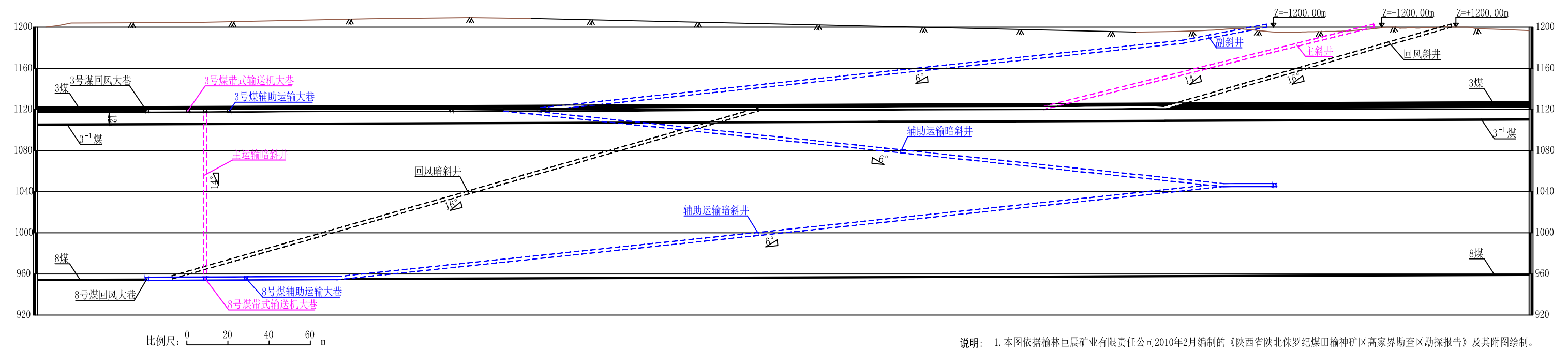


图1.3-3 矿井开拓方式剖面图

表 1.3-2 井筒特征一览表

序号	井筒特征		单位	井筒名称		
				主斜井	副斜井	回风斜井
1	井口坐标	纬距(X)	m			
		经距(Y)	m			
		高程(Z)	m			
2	提升方位角		°	90°	153°	90°
3	倾角		°	14	6	16
4	井底高程		m	+1116.7	+1020.2	+1118.0
5	斜长		m	331	7845	290
6	净宽		m	4.5	5.8	5.0
7	净断面		m ²	15.1	22.5	17.3
8	断面			直墙半圆拱	直墙半圆拱	
9	井筒装备			1 条胶带输送机、2 趟排水管路、1 趟压风管路、1 趟消防洒水管路、1 趟供水施救管路、2 趟下井电缆、1 条通信电缆	1 趟消防洒水管路、1 条通信电缆	

4. 水平划分

按煤组划分水平，将全煤矿划分为两个水平。3、3⁻¹ 号煤层划分为一煤组，设为一水平，水平大巷布置在 3 号煤层中，水平标高+1115m；8 号煤划分为二煤组，设为二水平，水平大巷布置在 8 号煤层中，水平标高+950m。

5. 大巷布置

矿井初期三条井筒延伸到一水平 3 号煤层，后期三条井筒通过暗斜井延深至二水平 8 号煤层。水平大巷沿井田西北部边界南北向布置，回采工作面沿大巷东西两侧布置，大巷和井筒通过煤门连接。

6. 盘区划分

矿井划分为 2 个盘区，3、3⁻¹ 号煤层划分为一盘区，8 号煤层划分为二盘区。

先开采一盘区 3 号煤层，再开采一盘区 3⁻¹ 号煤层，最后开采二盘区 8 号煤层。

矿井移交生产时，首采一盘区东翼 3 号煤。盘区接续见表 1.3-3。

表 1.3-3 盘区接续表

盘区编号	煤层	可采储量 (Mt)	生产能力 (Mt/a)	服务年限 (a)	开 采 时 间 (a)		
					15	30	45
一盘区	3、3 ⁻¹	50.77	1.20	32.5			
二盘区	8	7.04	1.20	4.5			
大巷煤柱回收工作面		2.59	1.20	1.7			
合 计		60.40		38.7			

7. 开采顺序

煤层之间采用下行开采顺序，工作面之间采用前进式顺序接续，工作面采用后退式回采。

8. 采煤方法

3 号煤层采用大采高单一长壁综合机械化采煤方法，全部垮落法管理顶板。

3⁻¹、8 号煤层采用薄煤层单一长壁综合机械化采煤方法，全部垮落法管理顶板。

9. 工作面参数

工作面长度 120m，年推进长度 1346m，工作面区段煤柱 14.0m。

10. 安全煤柱留设

（1）井田境界煤柱

本井田侧境界煤柱宽度按 20m 留设。

（2）村庄保护煤柱

建筑物保护等级为Ⅲ级，围护带宽度取 10m。色草湾村聚福园小区北端及色草湾村花卉园博览中心北端的保护煤柱在 3 号煤层内留设宽度为 93m。

（3）陕西能源化工技师学院保护煤柱

建筑物保护等级为Ⅱ级，围护带宽度取 15m。在 3、8 号煤层内留设宽度分别为 66m、118m。

（4）北部选煤厂及天然气管线保护煤柱

建筑物保护等级为Ⅱ级，围护带宽度取 15m。榆林华泰汇能洗选煤有限公司、榆林金瑞源洗煤有限公司保护煤柱在 3、3-1、8 号煤层内留设宽度分别为 73m、77m、125m。

天然气管道线保护等级为Ⅰ级，围护带宽度取 20m。榆川天然气管线及榆常公路保护煤柱在 3、3-1、8 煤层内留设宽度分别为 88m、91m、140m。

（5）榆麻一级公路保护煤柱

榆麻一级公路保护等级为Ⅱ级，围护带宽度取 15m。公路保护煤柱在 3、3-1、8 号煤层内留设宽度分别为 62m、67m、115m。

（6）火烧区阻隔水煤柱

3 号煤层火烧区阻隔水煤柱宽度均按 50m 留设。

（7）工业场地保护煤柱

场地保护等级为Ⅱ级，围护带宽度取 15m。经计算，工业场地保护煤柱在 3、3-1、8 号煤层内留设宽度分别为 66m、69m、118m。

（8）大巷煤柱

大巷两侧统一留设 50m 宽的煤柱，大巷中间留设 30m 宽的煤柱。

四、矿山开采历史与现状

（一）开采历史

本井田内无煤矿开采历史。

（二）开采现状

近期 5 年，即 2026—2030 年，包括基值监测期 1 年、建设期 2.5 年、生产期 1.5 年。

建设期 2.5 年，分为前 2 年进行土建、矿建、设备安装等，后 0.5 年进行联合试运转。联合试运转包括采煤、运输、洗选等全流程运转。在联合试运转时期，在 1301 工作面进行 0.5 年的采煤，加上正式生产期 1.5 年的采煤，共进行 2 年采煤。

近期，开采 3 号煤层一盘区 1301 工作面，共 2 年，从 2029 年至 2030 年。1301 工作面煤层厚度 5.90-6.03m，工作面长度 120m，年推进长度 1346m。

在一盘区内布置 1 个 1301 综采工作面和 2 个综掘工作面，保证煤矿 1.20Mt/a 的生产能力。

近期 1301 工作面见图 1.3-1，工作接续安排见表 1.4-1，开采范围见表 1.4-2。

表 1.4-1 近期 5 年工作接续安排表

盘区	工作内容	2026 年	2027 年	2028 年	2029 年	2030 年
	基值监测期					
	建设期					
一	生产期					
	1301 工作面采煤					

表 1.4-2 近期 1301 工作面开采范围坐标表（2000 国家大地坐标系）

拐点	X(m)	Y(m)	拐点	X(m)	Y(m)
1			3		
2			4		

本矿为新建煤矿，目前未建设、未开采，开发利用方案未执行。

（三）矿山地质环境现状

根据现状调查，区内未发现不稳定地质体，影响较轻。含水层、地形地貌景观、水土环境处于原生状态，影响较轻。

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然地理

(一) 气象

本区属温带大陆性季风干旱、半干旱草原气候区。天气多变，春季多风沙，夏季较炎热，秋季多暴雨，冬季长而严寒。

1. 气温

本区季度温差、昼夜温差较大，区域温差不明显，冬长秋短，日差较大。年平均气温 8.7°C ，最热为7月，平均 36.7°C ，最冷1月，平均 -9.7°C ，10月下旬至翌年4月上旬为封冻期，一般年份冻土深度 $100\sim 120\text{cm}$ 。气温日变化悬殊，14~15时最高，日出前最低，全年平均日差 13.5°C 。冬季至春末夏初多风，最大风速可达 18.7m/s ，风向多为北西。

2. 降雨

据榆林市气象站2001年-2024年气象资料统计，本区年降水量 $270.8\sim 639.3\text{mm}$ ，年平均 435.9mm ，年内和年际变化均较大（图2.1-1）。盛夏至初秋是全年降水高峰期，降水多集中在7~9月（图2.1-2），占全年降水量62.9%。以8月份降水量最多，历年平均 107.1mm ，占全年的26.3%，常以暴雨、雷阵雨形式出现。

降水量年际变化大，时空分布不均，由南向北递减（图2.1-3）。暴雨主要集中在6-8月，8月份是暴雨最集中时段，其次是7月份。在空间分布上由北向南依次渐少，年际变化很大，大雨、暴雨多以雷雨构成，持续时间短，强度大。

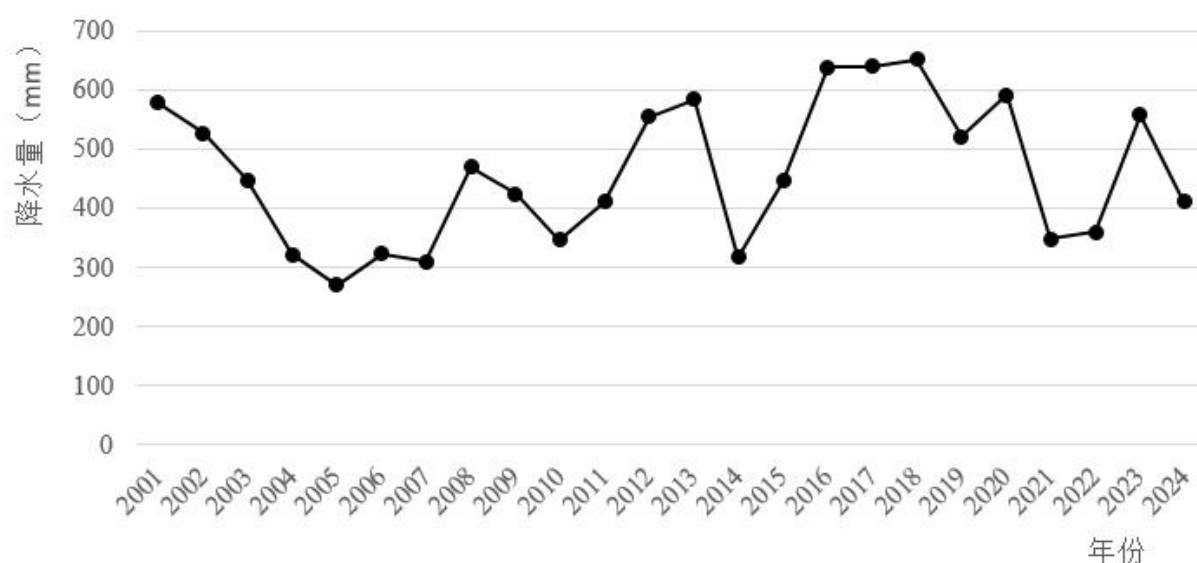


图 2.1-1 榆阳区 2001 年-2024 年降水量变化曲线图

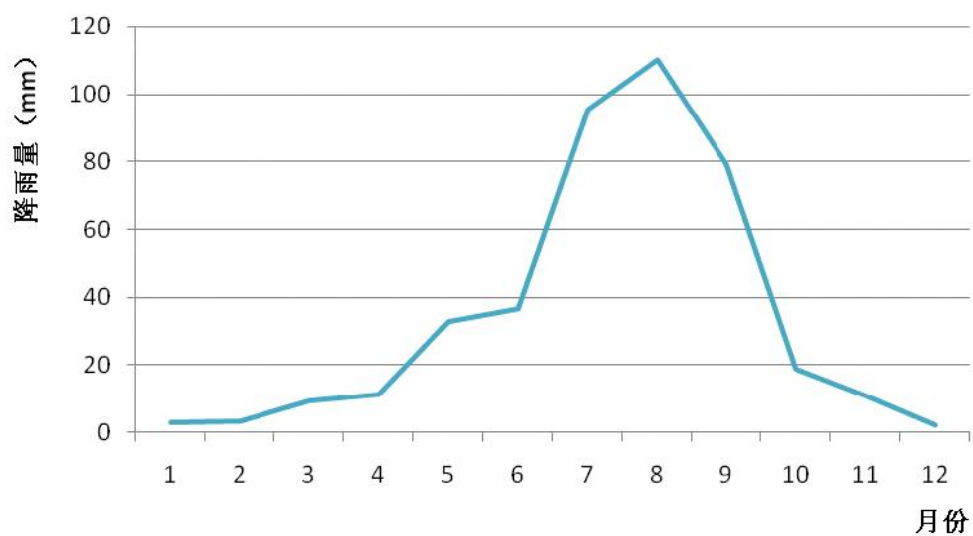


图 2.1-2 榆阳区多年月降水量折线图

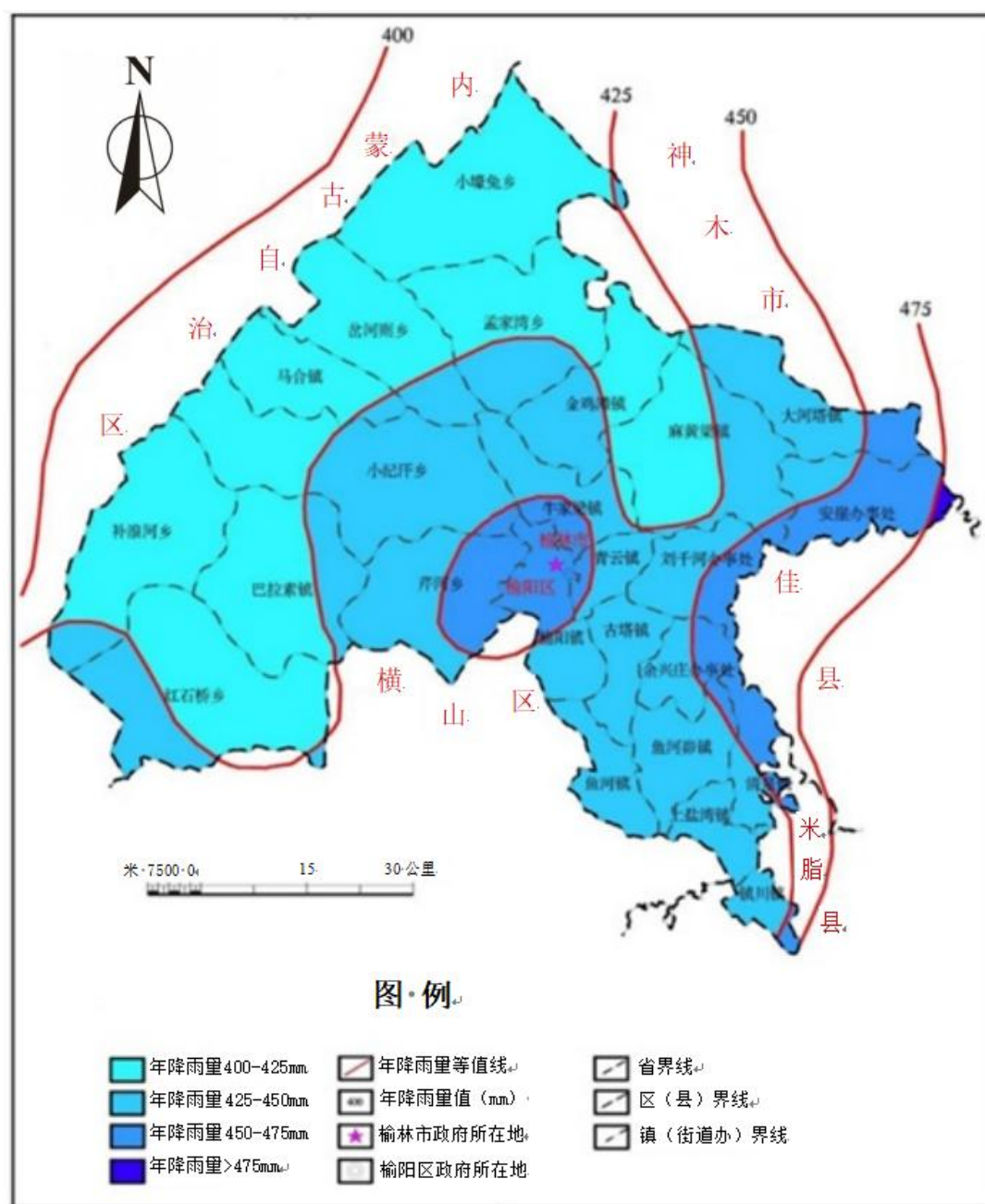


图 2.1-3 榆阳区年均降水量分区图

区内多年平均蒸发量 1895.8mm，为年降水量的 4.6 倍；年平均植物蒸发 925mm，为年降水量的 2.3 倍。蒸发量与降水量地域变化规律大致相反，自东南向西北蒸发量递增。冬季气温较低，蒸发量小，占全年蒸发量约 9.0%。夏季（5~9 月）气温高，蒸发量大，占到全年蒸发量约 61.9%，其中 5、6 月最高，见图 2.1-4。

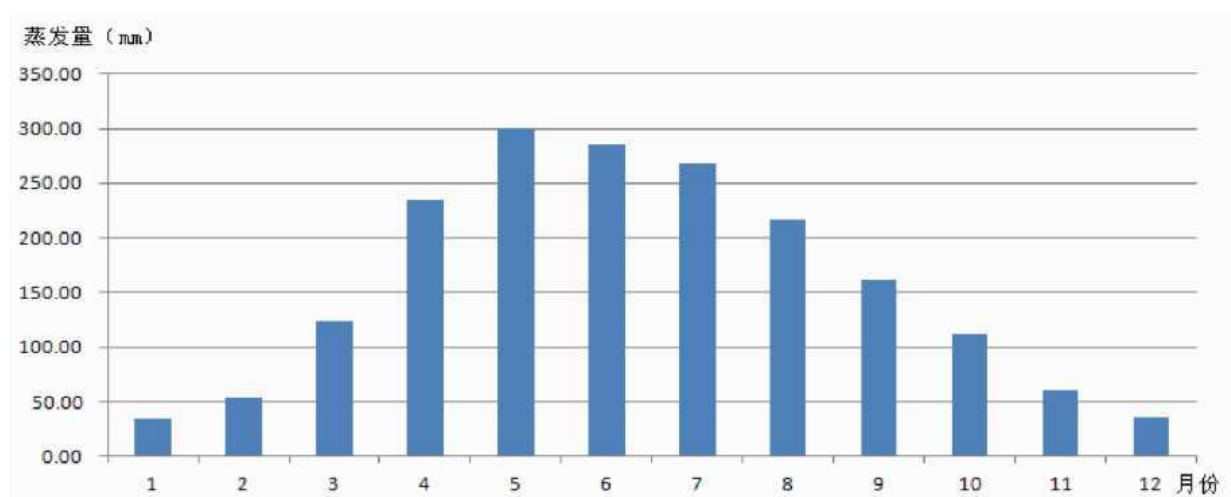


图 2.1-4 月平均蒸发量直方图（榆林站，2024 年）

（二）水文

东南部的青云沟为季节性沟流。在矿区南部边界的青云沟，从上游到下游，目前建有一座淤地坝，一座色草湾水库，矿区水系分布见图 2.1-5。

淤地坝，为一土坝，坝长 62m，坝高 10m，坝水总库容 94.17 万 m^3 ，淤积库容 70.67 万 m^3 ，水面面积 3.9 hm^2 。沿水面周围建有色草湾旅游景区，坝水还供给灌溉用水。见照片 2.1-1、照片 2.1-2。



照片 2.1-1 淤地坝的土坝（镜向 N）



照片 2.1-2 淤地坝水面、旅游景区（镜向 NW）

色草湾水库，为一土坝，迎水面用混凝土硬化。坝长 196m，坝高 24m，总库容 176.45 万 m^3 ，淤积库容 128.89 万 m^3 。水面 9.7 hm^2 。由榆阳区色草湾供水有限公司管理，向汽车产业园、周围村民供水，库水还供给灌溉用水。见照片 2.1-3、照片 2.1-4。

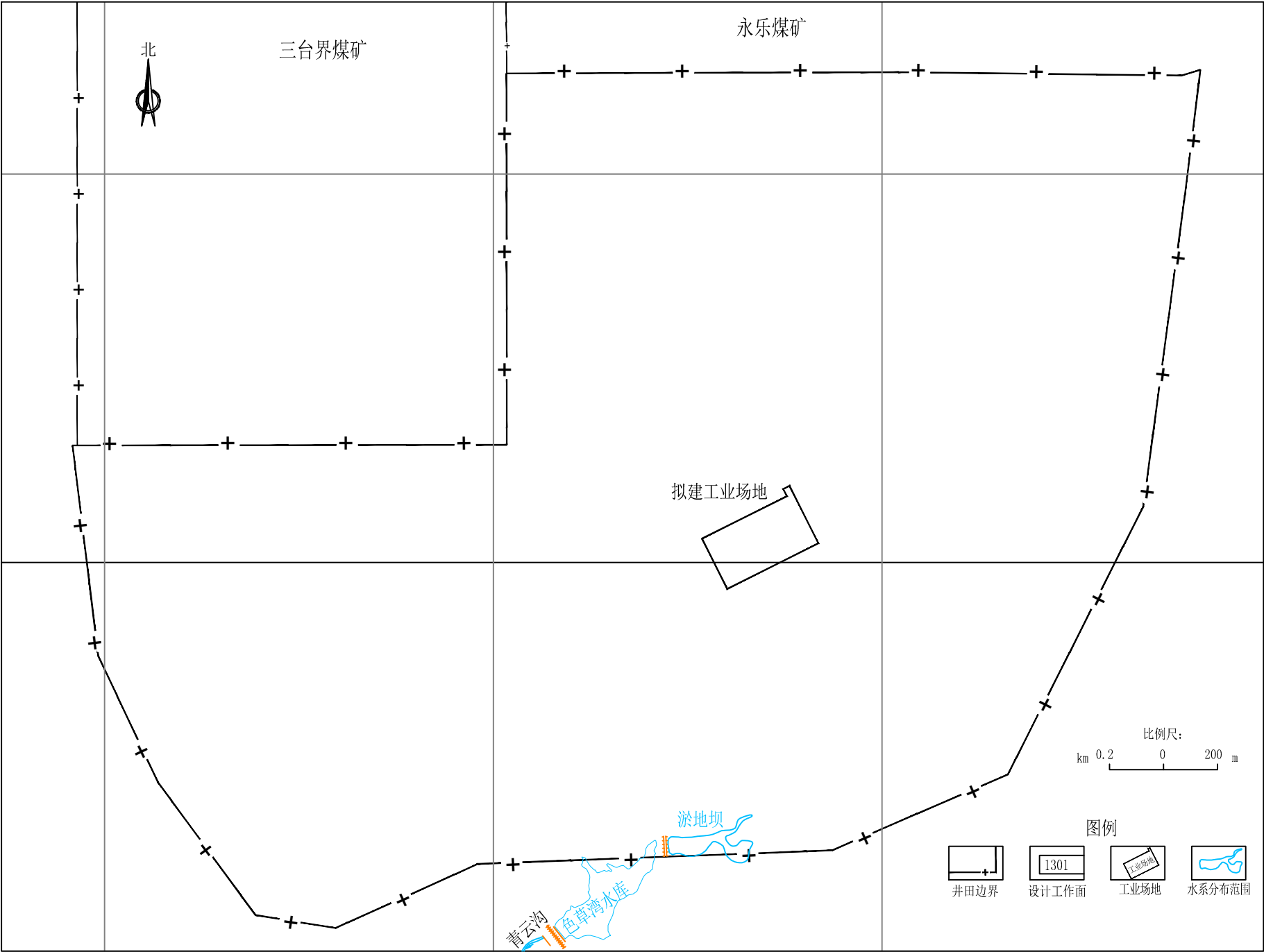


图2.1-5 矿区水系分布图



照片 2.1-3 色草湾水库坝体（镜向 NW）



照片 2.1-4 水库水面（镜向 W）

（三）地形地貌

矿区地处毛乌素沙漠与陕北黄土高原接壤地带，地表全部被第四纪松散沉积物所覆盖，地形起伏不大，属低缓黄土梁岗区，中北部大部分地区为局部覆沙的黄土低梁，东南局部为黄土宽沟。地势总体北高南低，海拔标高一般 1200~1270m，最高点位于北部边界韩家儿子，标高 1303.9m；最低点位于南部的青云沟沟谷，标高 1130m，最大相对高差 173.90m。青云沟内分布有淤地坝和水库。见照片 2.1-5、照片 2.1-6。



照片 2.1-5 局部覆沙黄土低梁（镜向 S）



照片 2.1-6 青云沟及色草湾水库（镜向 S）

（四）植被

根据《中国植被图》（2007 年），评估区处于温带南部典型草原亚地带，鄂尔多斯高原长芒草、短花针茅草原区，陕北长城沿线蒿类、柠条群落、草甸草原小区。此外，区内种植有农田植被，主要为玉米、土豆等。

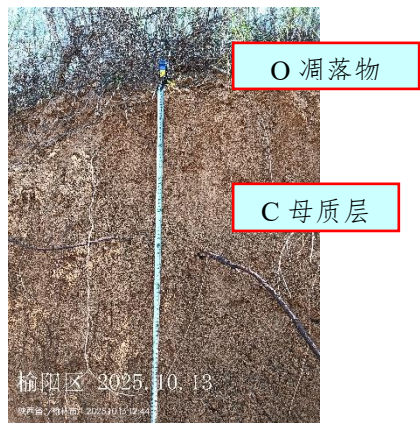
（五）土壤

土壤类型以风沙土为主，局部为栗钙土。典型土壤剖面见照片 2.1-7、照片 2.1-8。

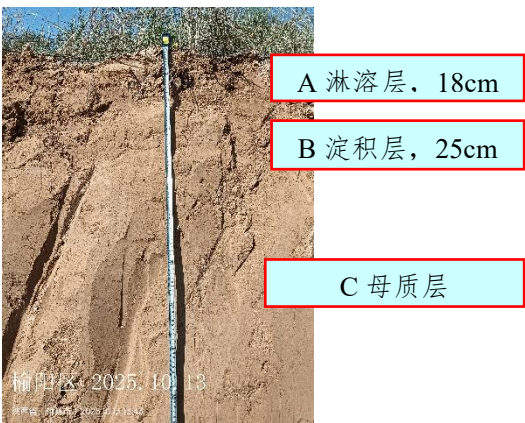
1. 风沙土，局部分布，土壤母质为风积沙，土壤剖面有微弱分化，地表有厚约 1cm 的腐殖质层（O）结皮，弱块状结构。母质层（C）较厚，淡黄色或灰白色，单粒状结

构。通体多为砂土，养分含量较低。

2. 栗钙土，分布在黄土梁岗区，土壤母质为黄土，土壤剖面分化明显，地表淋溶层厚 15~30cm，沙壤质、小块状结构，含有石灰菌丝；淀积层厚 15~60cm，沙壤或轻壤，块状结构，坚实，有大量石灰菌丝或疏松的石灰结核。下部为母质层。土壤有机质含量 0.2~0.6%，钙积化过程非常明显，养分缺乏。



照片 2.1-7 风沙土剖面（灌木林地）（镜向 E）



照片 2.1-8 栗钙土剖面（草地）（镜向 N）

（六）生态系统

根据《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》（HJ1166-2021），评价区有 4 个生态体统，见表 2.6-1，分别为荒漠化草原生态系统、农业生态系统、城镇生态系统、水域生态系统。主要生态系统为荒漠化草原生态系统。

表 2.6-1 生态系统类型及特征表

序号	生态系统类型	主要物种	分 布
1	荒漠化草原生态系统	黑沙蒿、柠条、沙柳、长芒草、小叶杨等	为评价区主要生态系统，主要包括草地、林地等土地利用类型，广布于整个评价区
2	农业生态系统	玉米、土豆、谷子	耕地主要分布于色草湾村、乔堡村，其他地区分布较为零星，呈片状、斑片状
3	城 镇 生 态 系 统	人与绿色植物	主要为汽车产业园的商服用地，学校等的公共管理与公共服务用地，公路的交通运输用地。局部为洗煤公司、混凝土公司的工业用地，住宅用地。
4	水域生态系统	水生生物	淤地坝、色草湾水库，在南部小范围分布

二、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

高家界煤矿地表除南部青云沟零星出露延安组烧变岩外，其余均被第四系松散沉积物覆盖。区内地层由新到老依次为：全新统风积沙（Q₄^{2col}）、冲洪积层（Q₄^{al+pl}）、上

更新统马兰组 (Q_3^2m)、上更新统萨拉乌苏组 (Q_3^1s)、中更新统离石组 (Q_2l)、新近系上新统静乐组 (N_2j)、中统延安组 (J_2y) 及下统富县组 (J_1f)。

地质及水文地质综合柱状图见图 2.2-1，地质剖面见图 2.2-2。由老至新分述如下。

1. 侏罗系下统富县组 (J_1f)

该组厚 8.24~22.43m，平均厚 14.33m，未见底。上部岩性以浅灰、灰黑色块状细粒长石砂岩及同色泥质粉砂岩为主，中部为紫红色厚层状粉砂质泥岩，下部为灰白色中粒长石砂岩。该组含叶肢类、瓣鳃类化石及植物化石。与下伏三叠系上统瓦窑堡组为平行不整合或微角度不整合接触。

2. 侏罗系中统延安组 (J_2y)

全区分布，为本区含煤地层，全部隐伏于地下，其顶面最浅处距地表 51.93m (GH6 孔)，其顶部均不同程度遭受剥蚀而保留不全，厚度 205.97~265.89m，平均 238.26m。该组为一套河流—湖泊三角洲—冲积平原环境沉积的灰色细—粗粒长石砂岩、深灰色泥岩、粉砂岩，夹黑色炭质泥岩、煤层（线）的多个沉积旋回组成。与下伏地层富县组为整合接触。根据岩石组合、含煤特征、旋回结构等，进一步可划分为四个段。

3. 新近系上新统静乐组 (N_2j)

该组厚 0~49.53m，平均 21.90m，基本全区分布，不整合于中侏罗统延安组之上。岩性主要为浅、深红色粘土及亚粘土夹钙质结核层，钙质结核呈不规则状等间距近水平分布。东北部 ZK404 孔一带厚度最大 (49.53m)，由东北向南及西南方向厚度逐渐变薄，至青云沟基岩出露一带红土全剥蚀殆尽。

4. 第四系 (Q)

除青云沟有基岩零星出露外，第四系松散层基本覆盖全勘查区，不整合于新近系上新统静乐组之上。在南部的青云沟局部地段基岩裸露，无松散层堆积，向北松散层厚度逐渐增大。

(1) 中更新统离石组 (Q_2l)

除青云沟基岩出露处外，其他地区全部可见，厚 0~60.55m，平均厚 39.73m，为第四系主要组成部分。岩性为灰黄色、浅棕黄色亚粘土、亚砂土，夹 2~5 层厚 0.30~1.20m 左右的古土壤层。半固结，柱状节理发育，含大量灰白色不规则状钙质结核，局部成层分布。

(2) 上更新统萨拉乌苏组 (Q_3^1s)

分布于区内南部局部地段，厚度 0~15m。下部为桔黄色、浅灰紫色及杂色中细沙、细粉沙与暗棕色亚粘土不等厚互层。上部为褐灰黄、浅灰黄色粉细沙和沙土。

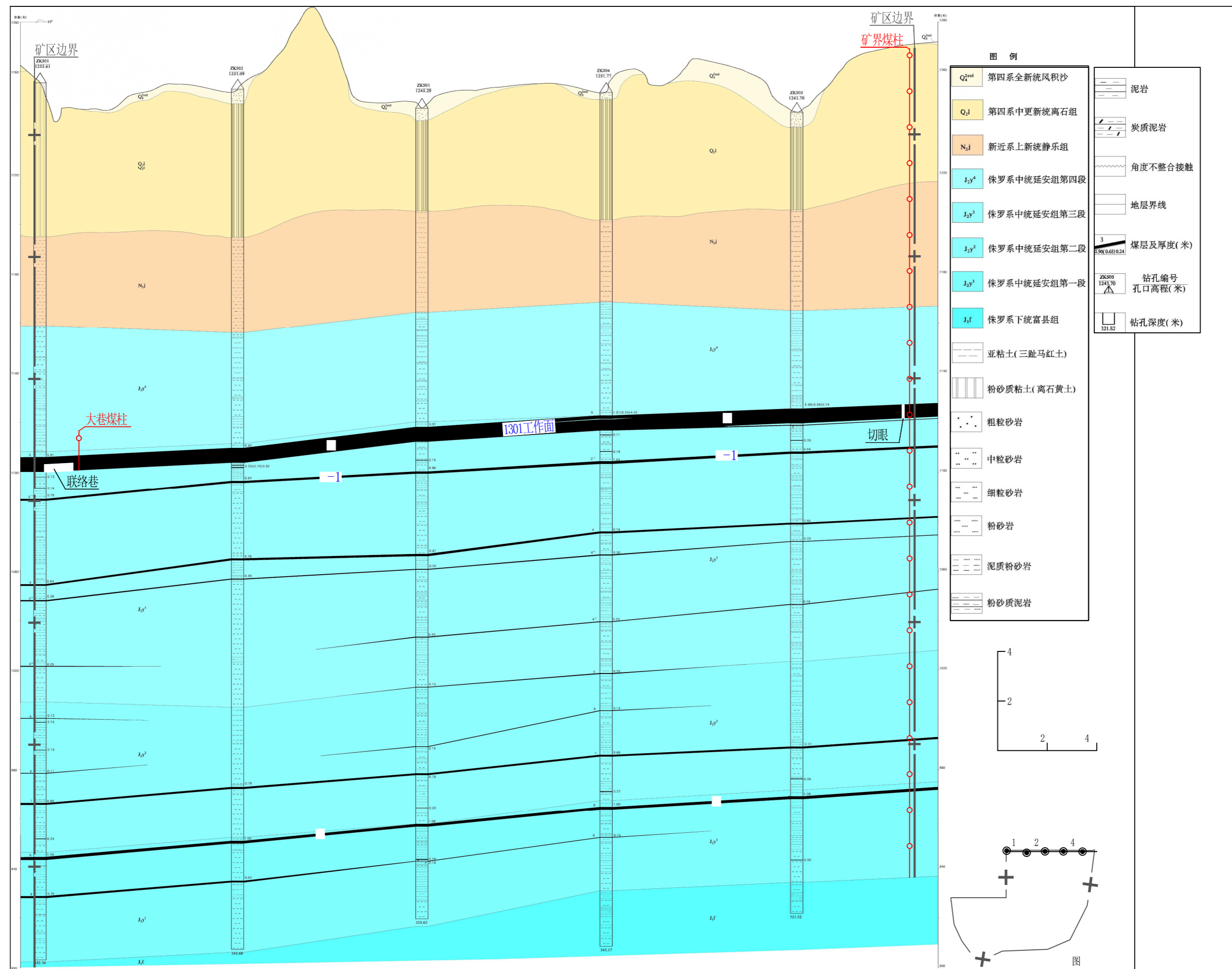


图2.2-2 图

(3) 上更新统马兰组 (Q_3^m)

多分布于区内东南部的黄土梁岗之上，厚度 0~12.00m。岩性为灰白色亚砂土，质地均一，结构疏松，具大孔隙，柱状节理发育，含少量小钙质结核和蜗牛壳碎片。

(4) 全新统冲、洪积层 (Q_4^{2al+pl})

主要分布于青云沟内的淤地坝中，厚度 2~10m。岩性主要为灰黄、浅灰黄色粉细沙和亚沙土，底部含砂砾石。

(5) 全新统风积沙 (Q_4^{2eol})

区内大部分地表分布，厚度 0~18.60m，平均厚 5.87m。岩性为浅黄色粉细沙、细沙。分选性中等，磨园度为次棱角状。其上植被多为柠条、黑沙蒿及杂草，覆盖率一般在 15~40%左右。

(二) 地质构造

矿区位于鄂尔多斯盆地之次级构造单元陕北斜坡中部，地质构造简单，区内无岩浆活动痕迹，总体构造形态为向北西微倾的平缓单斜层（倾向 320° ，倾角小于 1° ），局部发育宽缓的波状起伏。

(三) 水文地质

1. 含（隔）水层

根据矿区地下水的赋存条件及水力特征，将地下水划分为两种类型：即第四系松散岩类孔隙及孔隙裂隙潜水、中生界碎屑岩类裂隙孔隙潜水及承压水，特征叙述如下。水文地质剖面见图 2.2-3。

(1) 第四系松散岩类孔隙及孔隙裂隙潜水

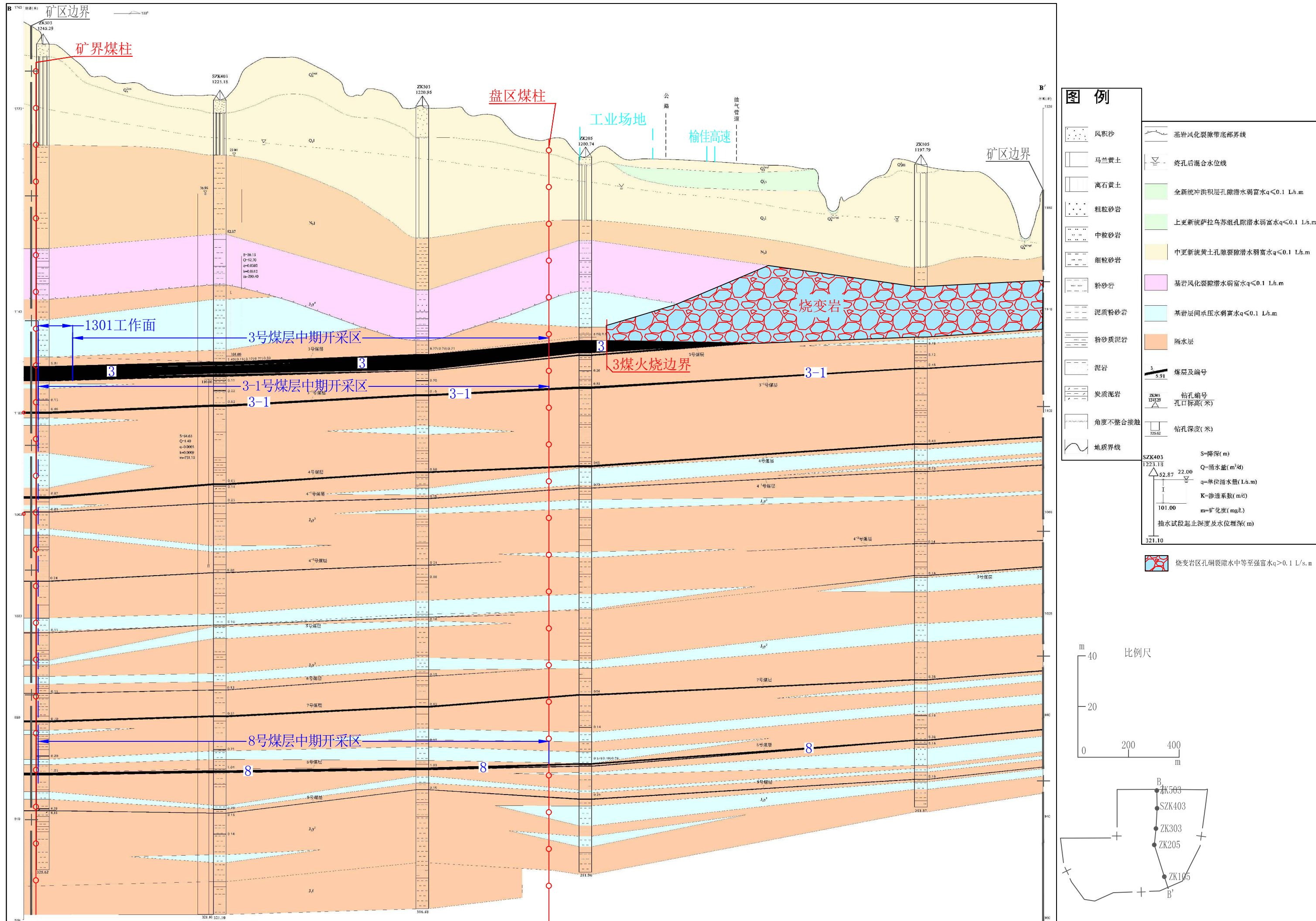
① 第四系全新统冲洪积层孔隙潜水 (Q_4^{2al+pl})

分布于区内东南部的青云沟淤地坝中，宽 20~60m，长约 2km，堆积厚度 2~10m。地层主要由松散的粉细沙、粉沙夹粉土组成，含水层很薄，富水性弱。

② 第四系上更新统萨拉乌苏组孔隙潜水 (Q_3^1s)

分布于矿区南部宽谷处，宽约 500m，长约 2000m，向南部变宽。面积约 3km^2 左右，其上部多被现代风积沙覆盖。含水层基本上呈面状连续分布于滩地区，地下水赋存条件严格受现代地貌、古地理环境及含水层厚度和岩性的控制。地层厚度总体由北向南逐渐增厚，一般厚 10~15m。含水层一般较薄，其岩性主要由松散的粉细沙、粉沙夹粉土组成。由于受东南部沟谷切割的影响，水位埋藏较深，地下水赋存条件较差，富水性弱。

③ 第四系中更新统离石组黄土孔隙裂隙潜水 (Q_2l)



广布全区，局部地段零星出露，其上部部分地段被风积沙覆盖，部分地段隐伏于萨拉乌苏组之下。区内黄土厚 0~60.55m，平均厚度 39.73m，一般为 25~50m。含水层岩性主要为粉土质黄土，厚度一般为 20~60m。水位埋深靠近阶地区较浅，一般小于 13m，靠近黄土梁岗区较深，一般 13~30m。据北部 Y24 孔抽水试验，含水层厚度 119.24m，水位埋深 16.30m，降深 46.86m，涌水量 51.93m³/d，单位涌水量 0.013 L/s·m，渗透系数 0.013m/d。水化学类型为 HCO₃-Ca 和 HCO₃-Ca·Mg 型，矿化度 198.97~268.81mg/L。

(2) 中生界碎屑岩类裂隙孔隙潜水及承压水

根据水力特征划分为两个含水岩组，即侏罗系碎屑岩类风化带裂隙承压水及碎屑岩类裂隙承压水。

① 侏罗系碎屑岩类风化带裂隙承压水

全区分布，均隐伏于新近系静乐组红色粘土之下，含水层为基岩顶部的风化裂隙带，一般厚 20m 左右。据北侧永乐煤矿和三台界煤矿竖井调查，基岩风化裂隙带内最大涌水量 200~250m³/d；据矿区北部 Y23 钻孔抽水试验成果，含水层厚度 30.43m，当降深 16.50m，涌水量 2.07m³/d，单位涌水量 0.0015L/s·m，渗透系数 0.003m/d，富水性弱。水化学类型为 HCO₃-Na·Ca 型，矿化度 286.00mg/L。

② 侏罗系碎屑岩类裂隙承压水

以 3 号煤层为界分上、下两个含水岩段。

A、3 号煤之上碎屑岩类裂隙承压水

分布于 3 号煤层之上，含水层主要为延安组第四段砂岩，以中粒砂岩为主，少量细砂岩，厚 9~68m，平均 50.85m。据矿区北部 Y23 和本矿 SZK403 钻孔抽水试验，水位埋深+0.84~22.00 m，含水层厚度 31.25~33.49m，当降深 20.15~44.34m，涌水量 52.70~52.95m³/d，统降单位涌水量 0.00396~0.02979L/s·m，渗透系数 0.007~0.0813m/d，富水性弱。水化学类型为 HCO₃-Na·Mg·Ca 型及 HCO₃·SO₄-Mg·Na·Ca 型水，矿化度 260.00~290.40mg/L。

B、3 号煤之下碎屑岩类孔隙裂隙承压水

分布于 3 号煤层至延安组底界之间层段中。岩性主要为浅灰色粉、细砂岩与深灰色泥岩不等厚互层夹煤层，因埋藏深，岩石较完整，裂隙不发育，含水层较薄。据 SZK403 钻孔抽水试验，水位埋深 36.95 m，含水层厚度 25.37 m，当降深 54.63m，涌水量 1.40m³/d，统降单位涌水量 0.00029L/s·m，渗透系数 0.0009m/d，富水性极弱。水化学类型为 HCO₃·Cl-Na 型水，矿化度 731.15mg/L。

(3) 烧变岩区孔洞裂隙水

分布于本矿区东、南、西部 3 号煤层自燃燃边界线以外。3 号煤层在燃烧区内的煤层残留孔和完全燃烧孔中，由于煤层自燃，使其煤层上覆基岩均遭到不同程度的烧变及烘烤，颜色由原来的浅灰色，灰黄色及灰白色等烧变成现在的浅紫红色、紫红色及暗紫红色，粘土成分较高的泥岩颜色变成灰白色，原有的褐铁矿已烧变成磁铁矿。厚度 6.28~43.26m。岩石较为破碎，为本区的主要含水层。煤层燃烧后，其顶板失重塌落造成的破碎层和裂隙密集带具有良好的储水空间及导水通道。通过烧变岩区 GH12 钻孔抽水试验，含水层厚度 35.71m，水位埋深 59.18m，降深 11.47m，涌水量 654.91m³/d，单位涌水量 0.659L/s·m，渗透系数 2.502m/d。原在矿区南侧青云沟烧变岩区出露一大泉，流量 50.19L/s，后因淤地坝蓄水，淹没在水体内，现不可见。由此看来，该区富水性中等至强。水化学类型为 HCO₃-Mg·Ca·Na 型，矿化度 229.84~236.54mg/L。

(4) 隔水层

①静乐组红土，广布全区，厚 0~49.53m，平均 21.90m（图 2.2-4）。岩性为棕红色粘土及粉砂质粘土，具褐色斑块，白色网纹，夹多层钙质结核层及钙板，较致密，为第四系潜水与基岩裂隙水间良好的隔水层。

②泥岩类

在基岩中，厚度较大且连续分布的泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩及部分粉砂岩等泥岩类，与含水层相间分布，厚度一般为 10~40m，为层间裂隙承压水的隔水层。

2. 地下水的补给、径流和排泄

本区地貌形态为低缓黄土梁岗，其上多为现代风积沙堆积，第四系松散含水层潜水以大气降水补给为主，部分为沙漠凝结水补给。地下水的径流主要受地形地貌的控制，流向由高至低与现代地形吻合。以矿区北界为分水岭，其南部地下水大体由东北向西南方向径流，北部地下水大体由东南向西北方向径流。排泄主要以泉或泄流的形式排泄于青云沟或头道河则，次为蒸发消耗、垂向渗漏和人工开采。

烧变岩区孔洞裂隙水，受其上覆静乐组红土隔水层的制约，主要接受矿区外围同一含水层的侧向补给；在青云沟烧变岩局部出露的地方，接受大气降水补给和淤地坝、色草湾水库地表水的补给。其径流方向与下伏岩层产状关系密切，大体向西南部沟谷出露处径流，主要以泉的形式排泄，次为蒸发消耗、垂向渗漏和人工开采。

上砂岩含水层涌水量很小，富水性弱，为煤层开采后的直接充水水源。3号煤层之下岩石完整性较好，裂隙不发育，砂岩含水层厚度薄，含水微弱，渗透系数、涌水量很小，富水性弱。

侏罗系碎屑岩类风化带裂隙承压水，全区分布，富水性弱，可进入矿井，成为矿坑的间接充水水源。

第四系离石组孔隙裂隙潜水，全区分布，富水性弱，可进入矿井，成为矿坑的间接充水水源。

第四系上更新统萨拉乌苏组孔隙潜水，局部分布，富水性弱，可进入矿井，成为矿坑的间接充水水源。

烧变岩区孔洞裂隙水，分布于矿区的东、南、西部，富水性中等至强。3号煤层火烧区防隔水煤柱留设宽度 50m，防止烧变岩区孔洞裂隙水进入矿井。

（2）矿井充水通道

矿井充水通道主要是煤层开采形成的冒落导水裂隙带及未封闭好的钻孔通道。矿井正常涌水量 208.3m³/h。

（四）工程地质

1. 岩（土）的工程地质特征

本区岩（土）体共划分为三个类型七个岩组，将其分类及简要特征见表 2.2-1。

表 2.2-1 岩（土）体工程地质分类表

工程地质分类			岩层组	饱和单轴 抗压强度 (MPa)	空间分布	岩体结构
岩类	RQD (%)	岩石质量				
极软弱 (土质)		极劣的	松散沙层组		区内大面积分布，风积成因及冲洪积成因	散体结构
			土层组		全区分布，局部出露	
软弱	82.50	好的	煤岩组	6.15	可采煤层	层状结构
	47.75	劣的	烧变岩组	8.85	烧变岩区	碎裂结构
	71.51	中等的	泥岩及互层组	8.49	煤系地层	层状结构
半坚硬	81.90	好的	钙硅质泥岩组	26.50	多分布于煤层顶板	块状结构
	79.16	好的	砂岩组	24.41	多为煤层基本顶板	

2. 岩（土）体结构类型

（1）散体结构

主要指沙土体，亦包括基岩的强烈风化带。沙土体为全新统风积沙，全新统冲洪积、冲湖积层，中更新统黄土及新近系静乐组红土等，它们均呈松散状，强度极弱，是工程

地质特征最差的岩土体结构。强烈风化岩中的节理、裂隙大量发育且呈无序状排列，多数岩石遇水崩解，岩体力学强度很低，变形明显，近似于松散介质，在煤矿开拓的过程中易引起较多的工程地质问题发生。

(2) 碎裂结构

碎裂结构主要存在于烧变岩区垮塌带中。烧变岩区垮塌带孔洞裂隙极为发育，多呈无序状排。它们作为井巷围岩容易失稳破坏，为巷道顶板时易大面积切顶垮落。

(3) 层状结构

层状结构是煤系地层中泥岩组的典型结构，为薄～中厚层状，夹泥岩、煤、炭质泥岩等软弱夹层，局部夹有中厚层砂岩、粉砂岩。该岩体结构特点是岩体分层多，软硬相间。受层理面及节理等结构面的影响，将岩体切割成长方体，板状体等结构体形态。层状结构的岩体在煤系地层中多为相对隔水层，各向异性特征明显，易受地下水对岩石的软化、崩解、离析等。在煤层直接顶板多以复合结构产出，失去原岩压力平衡状态后，以离层或沿滑面滑脱失稳为主要表现形式。作为巷道围岩易产生拗折现象，作为煤层底板易发生底鼓现象。

(4) 块状结构

主要指延安组各段砂岩的岩体结构，亦包括以钙质胶结为主的且厚度相对较大的粉砂岩。岩体分层厚度一般大于 0.5m，大部分为中厚～厚层状。结构面较层状结构岩体为少，层理特征是不连续的交错层理或波状层理，平行层理，在煤系地层多以煤层的基本顶板出现，是区内各种结构中完整性和稳定性最好的。

3. 工程地质勘探类型

本区工程地质勘探类型为Ⅲ类 I 型，即层状岩类简单型矿床。

(五) 煤层地质特征

根据《陕西省陕北侏罗纪煤田榆神矿区高家界勘查区勘探报告》，本区含煤地层为侏罗系中统延安组，含 3 层可采煤层 3、3⁻¹、8，煤层主要特征见表 2.2-2。

本方案适用期开采 3 号煤。

1. 3 号煤层

该煤层层位稳定，分布广泛，厚度大，是区内主要可采煤层。

南部为火烧区，中间条带为自燃残留厚度变薄区（自燃过渡带），北部为未自燃区。

未自燃区煤层厚度 2.29～6.55m，厚煤层，可采面积约 11.34 km²。自燃过渡带内可采厚度 0.80m～5.87m，过渡带面积 2.31km²，过渡带内可采面积 1.09km²。煤层厚度由南向北增大，煤层厚度等值线见图 2.2-5。

煤层埋深 55~155m, 一般 80~120m, 底板标高变化在 1096~1135m 之间。在局部形成一些宽缓的波状起伏。

序号	厚度(m)	可采区厚度(m)	间距(m)	顶底板岩性		煤层 可采 范围
	最小~最大 平均	最小~最大 平均	最小~最大 平均	顶板	底板	
3	$\frac{0.18 \sim 6.55}{4.68}$	$\frac{2.29 \sim 6.55}{5.58}$	$\frac{6.98 \sim 21.36}{11.68}$ $\frac{138.22 \sim 150.30}{143.30}$	泥岩、粉砂质泥岩为主	泥岩、粉砂质泥岩	大部可采
3 ⁻¹	$\frac{0.46 \sim 1.05}{0.83}$	$\frac{0.81 \sim 1.05}{0.89}$		细粒砂岩为主	泥岩为主	大部可采
8	$\frac{0.20 \sim 1.42}{0.96}$	$\frac{0.97 \sim 1.42}{1.12}$		中细粒砂岩为主	泥岩为主	大部可采

图 2.2-5 3 号煤层厚度 (米) 等值线图

该煤层层位稳定，分布广泛，厚度薄。

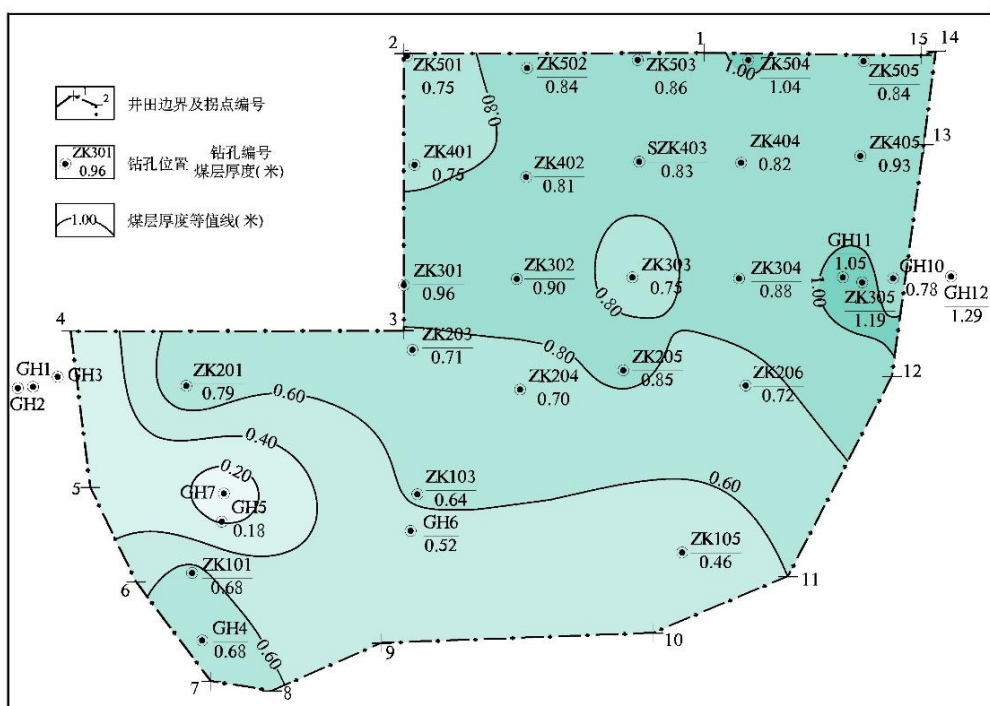


图 2.2-6 3⁻¹号煤层厚度(米)等值线图

3. 8号煤层

该煤层层位稳定，分布广泛，厚度薄。

其中可采煤层厚度在 0.90~1.36m 之间，平均厚度 1.11m，可采面积 8.66km²。煤层厚度由南向北方向逐渐增大，煤层厚度等值线见图 2.2-7。

煤层埋深 218~311m，一般 230~270m，底板标高变化在 940~975m 之间。产状较平缓，仅在局部形成一些宽缓的波状起伏。

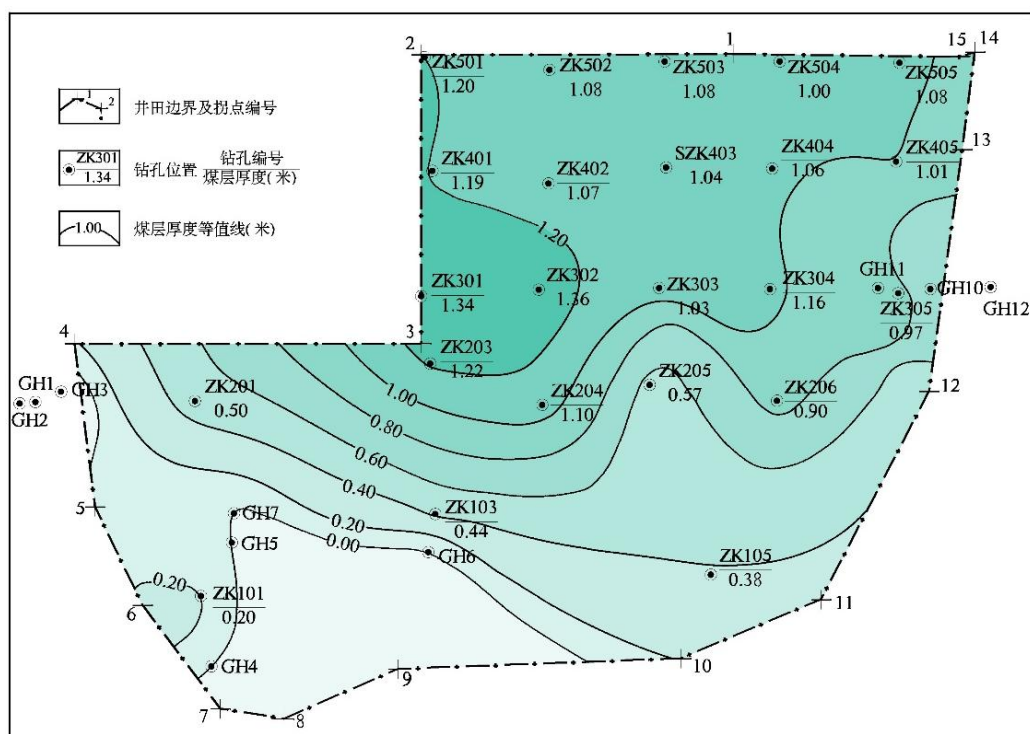


图 2.2-7 8号煤层厚度(米)等值线图

三、矿区社会经济概况

（一）榆阳区

榆阳区是榆林市政治、经济、文化中心。与内蒙古自治区的乌审旗和市内的神木横山、米脂、佳县相毗邻。全区总面积 7053km²，辖 19 个乡镇、12 个街道办事处、317 个行政村、91 个社区居委会，常住人口 98.05 万人。近三年社会经济数据见表 2.3-1。

表 2.3-1 近三年榆阳区社会经济统计表

年份	生产总值 (亿元)	总人数 (万人)	农业人口 (万人)	农林牧渔业总 产值(亿元)	粮食总产量 (亿斤)	农民人均可支配 收入(万元)
2022	1673.51	63.49	35.48	92.99	8.84	37002
2023	1853.28	64.49	35.74	90.94	8.87	39433
2024	2002.62	64.79	35.13	90.80	9.44	41505

区境内煤炭资源探明储量 t，含煤面积约 5400km²，是榆神府煤田重要组成部分，具有煤层厚、储量大、品质好、易开采的特点；岩盐资源储量 万亿 t，是榆米绥特大型盐田的重要组成部分，为氯化钠含量 95%以上的精品盐矿；天然气探明储量 亿 m³，是陕甘宁大气田重要组成部分，含气面积大、纯净度高、可稳产百年。石油、高岭土、泥炭等矿藏亦有相当规模储量。

（二）牛家梁镇

牛家梁镇地处榆阳辖区中心，东邻金鸡滩镇，东南接青云镇、麻黄梁镇，南邻榆阳镇，西邻小纪汗乡，西北接岔河则乡，北与孟家湾乡接壤。总面积 233km²。近三年社会经济数据见表 2.3-2。

表 2.3-2 近三年牛家梁镇社会经济统计表

年份	总人数 (人)	农业人口 (人)	社会总产值 (亿元)	农业产值 (亿元)	农民人均收入 (元/人)
2022	19680	1480	145	6.93	28631
2023	21160	1490	160	7.45	28964
2024	22729	1520	169	8.0	29782

牛家梁镇境内已探明地下矿藏主要有煤炭。煤炭储量 吨，地质储量 吨，可采量 吨，已经开发的有 9 个煤矿，主要位于什拉滩、常乐堡等村，矿区面积 50km²，年产量 400 万吨。

牛家梁镇致力于打造三大支柱产业：煤炭和化工生产基地，推动工业经济的发展；蔬菜种植基地，保障食品安全与农业现代化；养殖业发展基地，促进农村经济多元化。通过这些转变，实现了小城镇建设的升级，非公有制经济的深化，农业向高效生态型的

转型，以及经济结构从单一农业向工业为主、多元产业并举的全面升级。

（三）麻黄梁镇

麻黄梁镇地处榆阳区东北部长城沿线，东与大河塔镇接连，南与青云镇毗邻，西与牛家梁镇接壤，北与金鸡滩镇毗邻。总面积 488km²。近三年社会经济数据见表 2.3-3。

表 2.3-3 近三年麻黄梁镇社会经济统计表

年份	总人数 (人)	农业人口 (人)	社会总产值 (亿元)	农业产值 (亿元)	农民人均收入 (万元/人)
2022	27310	16322	45.60	4.1	2.1
2023	27516	16118	48.95	4.3	2.1
2024	27634	16475	49.87	4.5	2.3

该镇是榆阳区的养羊大镇、新能源工业中心镇、资源富集型重镇，显示出其在农业和工业方面的重要性。麻黄梁镇还积极推动伙场经济发展，通过发展特色产业和品牌推广，如沙地葡萄采摘观光节和麻黄梁羊肉等地标品牌的推广，以及依托黄土地质公园进行旧居改造和美丽田园建设，打造黄土地质公园庭院经济示范带，这些举措不仅激发了强村富民活力，还为乡村振兴增添了动力。

（四）青云镇

青云镇地处榆阳区东南部，东与佳县方塌镇相邻，南与古塔镇相连，西与长城路街道、上郡路街道接壤，北与牛家梁镇、麻黄梁镇交界。总面积 303km²。近三年社会经济数据见表 2.3-4。

表 2.3-4 近三年青云镇社会经济统计表

年份	总人数 (人)	农业人口 (人)	社会总产值 (亿元)	农业产值 (亿元)	农民人均收入 (万元/人)
2022	24315	9857	225.6	3.62	2.1
2023	26550	9650	291.3	3.95	2.1
2024	27710	9553	355.6	4.12	2.1

该镇位于榆林城区东 3km，地理位置优越，交通极为便利。拥有 5.8 万亩的耕地资源，形成了以现代农业和养殖业为主的经济。该镇大力发展山地苹果，目前全镇山地苹果的种植 1.4 万亩，位居全区之首。通过举办山地苹果采摘节和线上认领活动，进一步提升了山地苹果的知名度和经济收益。青云镇不断发展文旅产业，形成了“庭院+民宿”和“庭院+康养”等创新模式。丰富的文化资源和完善的基础设施吸引了大量游客，郑家川的“栖心川上”、尤家湾的“柿子树下”等特色民宿品牌在游客中享有盛誉。

四、矿区土地利用现状

2025 年 10 月，项目组赴榆林市自然资源和规划局榆阳分局收集矿区土地利用现状图，该图的地类更新调查时间为 2024 年 12 月。

矿区内的土地利用现状类型划分为 12 个一级类和 31 二级类。各类土地利用面积见表 2.4-1，项目区土地利用现状见附图 2。

表 2.4-1 矿区土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积（hm ² ）		占比（%）	
01	耕地	0102	水浇地	37.3684	92.6776	2.18%	5.41%
		0103	旱地	55.3092		3.23%	
02	园地	0201	果园	8.6666	8.8033	0.51%	0.51%
		0204	其他园地	0.1367		0.01%	
03	林地	0301	乔木林地	12.0747	362.9676	0.70%	21.19%
		0305	灌木林地	203.0425		11.85%	
		0307	其他林地	147.8504		8.63%	
04	草地	0401	天然牧草地	199.6646	799.8277	11.65%	46.69%
		0403	人工牧草地	11.8603		0.69%	
		0404	其他草地	588.3028		34.34%	
05	商服用地	0508	物流仓储用地	2.5827	135.1062	0.15%	7.89%
		05H1	商业服务业设施用地	132.5236		7.74%	
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	39.8970	53.5934	2.33%	3.13%
		0602	采矿用地	13.6964		0.80%	
07	住宅用地	0701	城镇住宅用地	20.7885	25.6733	1.21%	1.50%
		0702	农村宅基地	4.8848		0.29%	
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	15.6626	44.5751	0.91%	2.60%
		0810	公园与绿地	0.0961		0.01%	
		08H1	机关团体新闻出版用地	22.8573		1.33%	
		08H2	科教文卫用地	3.0378		0.18%	
		08H2A	高教用地	2.9214		0.17%	
09	特殊用地	09	特殊用地	2.2757	2.2757	0.13%	0.13%
10	交通运输用地	1003	公路用地	59.4568	171.7076	3.47%	10.02%
		1004	城镇村道路用地	95.7740		5.59%	
		1005	交通服务场站用地	2.6094		0.15%	
		1006	农村道路	13.8674		0.81%	
11	水域及水利设施用地	1103	水库水面	3.8782	6.0395	0.23%	0.35%
		1104	坑塘水面	0.5421		0.03%	
		1109	水工建筑用地	1.6191		0.09%	
12	其他土地	1202	设施农用地	2.1725	9.9631	0.13%	0.58%
		1206	裸土地	7.7906		0.45%	
		总计		1713.2102	1713.2102	100%	100%

耕地：分布较集中，主要位于色草湾村、乔堡村、常乐堡村等。呈斑块状集中分布，面积为 92.6776hm²，其中水浇地面积为 37.3684hm²，占矿区面积的 2.18%，旱地面积为 55.3092hm²，占 3.23%。耕地土壤类型以栗钙土、风沙土为主，有机质含量较低。种植作物全部为一年一熟，主要作物有玉米、土豆、豆类等。

水浇地灌溉条件好，乔堡村的水浇地灌溉水源是地下水，采用机井抽水灌溉，机井深约 300m，灌溉管道以高密度聚乙烯管、滴灌带为主。在青云沟淤地坝附近的水浇地，抽取坝内水进行滴灌；色草湾水库下游的水浇地，采用水库下放渠水进行漫灌。

林地：面积 362.9676hm²，主要为灌木林地，广泛分布。主要树种为小叶杨、松树和柠条、黑沙蒿等，为当地的主要乔木和灌木类型，对当地防风固沙、保持水土具有重要作用。

草地：面积 799.8277hm²，主要为郁闭度较低的其他草地。土壤质地较轻，极易沙化。主要生长有短花针茅、狗尾草等抗旱性较强的禾本科植物。

工矿仓储用地：面积为 53.5934hm²，主要为工业用地。

住宅用地：面积为 25.6733hm²，为城镇住宅用地。

交通运输用地：面积为 171.7076hm²，主要为城镇村道路用地、公路用地。城镇村道路用地主要为汽车工业园用地，公路用地主要为榆麻一级公路、榆佳高速公路、榆常公路、青云路。

水域及水利设施用地：面积为 6.0395hm²，主要是水库水面、水工建筑用地。水库水面为淤地坝水面及坝体，色草湾水库部分水面。该类用地位于无煤区。

其他土地：面积为 9.9631hm²，为裸土地、设施农用地。裸土地位于黄土沟谷区，设施农用地，主要是瓜果、蔬菜大棚。

根据榆阳分局提供的资料，矿区内基本农田面积为 56.1389hm²，东北角乔堡村的基本农田位于煤层开采区，其他位于无煤区、不开采区，分布见图 2.4-1。

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

评估范围内人类工程活动主要有：周边相邻煤矿、村庄及农业生产活动、公路、天然气管线、企事业单位、输电线路、水库等。区内主要人类工程活动见附图 1。

（一）周边相邻煤矿

高家界煤矿北部相接三台界煤矿、永乐煤矿，其余无煤矿。相邻煤矿基本情况见表 2.5-1。

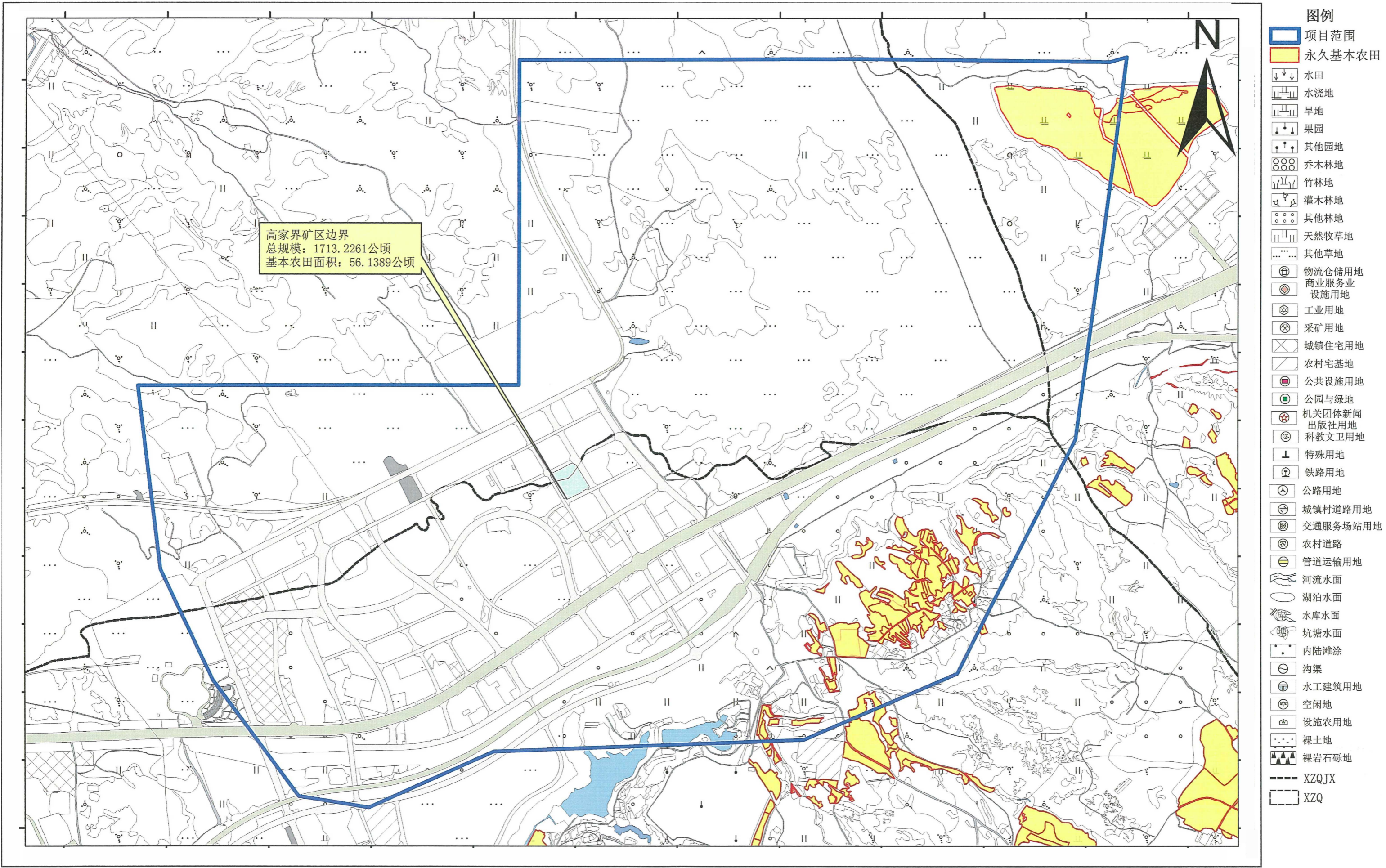


图2.4-1 基本农田分布图

表 2.5-1 相邻煤矿基本情况一览表

煤矿名称	面积 (km ²)	生产规模 (Mt/a)	主采煤层	采煤方法	生产状态
三台界煤矿	6.2173	0.90	3	条带式充填开采	生产
永乐煤矿	4.8589	0.90	3、7、8	条带式充填开采	生产

周边煤矿规模为中小型，生产规模 0.9Mt/a，条带式充填开采，不允许地表垮落。根据现场调查，对高家界煤矿影响程度较轻。

（二）天然气管线

在矿区内分布三条输气管线。西北部沿榆常公路敷设榆川天然气管线，和榆常公路共同留设保护煤柱。南部无煤区敷设陕京二线、榆济天然气管线。见照片 2.5-1、照片 2.5-2。

2012 年 6 月 16 日榆林巨晨矿业有限责任公司与中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司签订了“矿权重叠区域资源勘查开采协议”，明确了双方的权利与义务、违约及其责任、协议终止、联络通知、适用法律及争议解决等内容。



照片 2.5-1 榆川天然气管线（镜向 S）



照片 2.5-2 陕京二线（镜向 E）

（三）农业生产活动

根据调查，区内分布麻黄梁镇乔堡村，牛家梁镇常乐堡村、边墙村，青云镇色草湾村。村民主要为色草湾村人，人口主要居住在聚福苑小区，在青云沟、榆林市汽车产业园等地有散居住户，共 381 户 1077 人。位于开采区内的散居村民采前搬迁。建议煤矿根据开采接续安排，制定采前搬迁计划，并明确农村宅基地复垦面积及时间安排。

村庄周边建有香瓜、草莓采摘园，育苗基地，采用日光温室、塑料拱棚种植反季节水果、蔬菜。见照片 2.5-3、照片 2.5-4，村庄基本情况见表 2.5-2。

表 2.5-2 评估区村庄情况一览表

序号	乡镇	行政村	自然村	户数 (户)	人口 (人)	所在盘区	地类
1	牛家梁镇	常乐堡村		9	24	3 煤一盘区西翼南部	城镇住宅用地
2		边墙村		2	5		农村宅基地
3	青云镇	色草湾村	聚福苑小区	340	1015	北端留设煤柱，南部无煤区	城镇住宅用地
			色草湾	30	33	无煤区	农村宅基地
合计	/	/	/	381	1077	/	



照片 2.5-3 聚福苑小区（镜向 W）



照片 2.5-4 新东甜瓜专业合作社（镜向 S）

村民住房为砖混结构房屋，粮食作物以玉米、土豆为主，耕地有水浇地、旱地，水浇地为滴灌带滴灌，灌溉用水为机井水，含水层为风化带、延安组砂岩含水层，机井位于水浇地边，机井深度约 300m，水位埋深 170-174m，见照片 2.5-5、照片 2.5-6。

生活用水采用集中供水，水源为色草湾水库地表水。



照片 2.5-5 机井供水（镜向 SE）



照片 2.5-6 滴灌水浇地（镜向 W）

（四）企事业单位

区内分布有榆林市汽车产业园（照片 2.5-7）、陕西能源化工技师学院（照片 2.5-8）、

榆林华泰汇能洗选煤有限公司（照片 2.5-9）、榆林金瑞源洗煤有限公司（照片 2.5-10）、榆林元百合洗煤有限公司（照片 2.5-11）、榆林飞腾通盛商品混凝土有限公司（照片 2.5-12）、驼城 110kV 变电站（照片 2.5-13）、养牛场（照片 2.5-14）、色草湾旅游景区、色草湾村花卉园博览中心、榆阳区千村光伏项目。



照片 2.5-7 榆林市汽车产业园（镜向 E）



照片 2.5-8 陕西能源化工技师学院（镜向 N）



照片 2.5-9 华泰汇能洗选煤有限公司（镜向 E）



照片 2.5-10 金瑞源洗煤有限公司（镜向 N）



照片 2.5-11 元百合洗煤有限公司（镜向 E）



照片 2.5-12 飞腾通盛商品混凝土有限公司（镜向 N）

榆林华泰汇能洗选煤有限公司、榆林金瑞源洗煤有限公司位于榆常公路转弯处，同榆常公路、榆川天然气管线共同留设保护煤柱。

陕西能源化工技师学院、色草湾村聚福园小区北端、色草湾村花卉园博览中心北端，

留设保护煤柱。

榆林市汽车产业园的北部、驼城 110kV 变电站、养牛场位于 3 煤西部，采前搬迁。



照片 2.5-13 驼城 110kV 变电站 (镜向 N)



照片 2.5-14 养牛场 (镜向 SW)

根据本矿与榆林市榆阳区产业园区管理委员会签订的“互不影响及权益保护协议”，见附件，榆林市汽车产业园不作压覆处理，不留设保护煤柱。

榆林元百合洗煤有限公司、榆林飞腾通盛商品混凝土有限公司，位于 3 煤、3⁻¹ 煤、8 煤含煤区北部，采前搬迁。

色草湾旅游景区位于 3 煤无煤区，3⁻¹、8 煤不可采区。

榆阳区千村光伏项目，于 2025 年 3 月并网发电，利用牛家梁镇常乐堡村六组 870 亩土地，建设 4 座联村光伏电站，装机规模 20MW，年均发电量达 3188 万度，收益惠及 100 个行政村。见照片 2.5-15、照片 2.5-16。

根据本矿与榆阳区新能源运营服务有限公司签订的“避让协议”，见附件，共达成 7 条协议，其中第 2 条为：榆阳区新能源运营服务有限公司承诺根据煤矿采掘接续安排，超前开展搬迁避让等工作，不得以任何理由、任何方式索要任何补偿，因搬迁不及时造成得影响自行承担。因此本方案不评估地面塌陷对光伏项目的影响。



照片 2.5-15 光伏发电站 (镜向 N)



照片 2.5-16 光伏发电站 (镜向 N)

（五）公路

区内公路较多。西北部为榆常公路，南部有榆麻一级公路，榆佳高速公路、青云路，西部有榆林市汽车产业园的园区道路，其他为农村道路。见照片 2.5-17、照片 2.5-18、照片 2.5-19、照片 2.5-20。



照片 2.5-17 榆常公路（镜向 N）



照片 2.5-18 榆麻一级公路（镜向 E）



照片 2.5-19 水库周围农村道路-水泥路（镜向 W）



照片 2.5-20 农村道路-砂石路（镜向 N）

榆常公路，三级公路，沥青路面。同榆林华泰汇能洗选煤有限公司、榆林金瑞源洗煤有限公司、榆川天然气管线共同留设保护煤柱。

榆麻一级公路，榆佳高速公路、青云路，位于 3 煤无煤区，3⁻¹、8 煤不可采区。

农村道路主要位于东北部乔堡村周围，南部去往青云沟的淤地坝、水库的道路。农村道路为水泥路面、砂石路面，为等外公路，随地形变化高低起伏。

（七）输电线路

根据现场调查，区内有四条 110kV 输电线路、一条 35kV 麻蓝线输电线路。其中西北一条 110kV 千榆线输电线路、一条 35kV 麻蓝线输电线路，东北部一条 110kV 麻王线位于煤矿开采区。其他为低压输电线路，多沿道路两侧分布，见照片 2.5-21、照片 2.5-22。开发利用方案未留设输电线路保护煤柱。



照片 2.5-21 千榆线及低压输电线路（镜向 E）



照片 2.5-22 麻王线输电线（镜向 W）

（八）通讯线路

根据现场调查，区内有移动公司、联通公司等公司的通讯线路，多沿公路两侧分布。总之，评估区及周边其他人类工程活动较强烈。

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

（二）周边矿山土地复垦与地质环境治理分析

1. 杭来湾煤矿治理案例

陕西有色榆林煤业有限公司杭来湾煤矿位于榆神矿区一期规划区的西南部，与本煤矿同属于榆阳区，距离高家界煤矿西南 52.9km。

（1）矿山地质环境保护与预防工程

杭来湾煤矿把 301 盘区范围内的白家伙场、慕家梁、东柳卜滩、杜家海子、羊脑滩以及慕家伙场 306 户 1090 人搬迁至杜家伙场移民安置点，并对搬迁迹地在塌陷沉稳后进行了复垦。为美化环境、改善搬迁居民的社区环境质量，对有色社区（搬迁新村）周围进行了绿化（照片 2.6-1、照片 2.6-2）。



照片 2.6-1 搬迁新村道路（镜向 NW）



照片 2.6-2 安置区绿化（镜向 SW）

（2）矿山地质环境恢复治理与土地复垦

①沙漠水稻试验种植

杭来湾煤矿及当地政府一直重视生态环境保护问题，随着矿区外排水量的增加，对种植水稻提供了良好的条件，在杭来湾煤矿场地西南部种植了水稻试验田，已种植成功（照片2.6-3、照片2.6-4）。



照片 2.6-3 沉陷区沙漠水稻试验田（镜向 W）



照片 2.6-4 沉陷区沙漠水稻试验田（镜向 SW）

②农村宅基地治理工程

已搬迁村民宅基地进行土地翻耕、平整、复垦，建设50个蔬菜大棚（6.70hm²），交还给当地村民经营，增加村民经济收入、改善生活水平（照片2.6-5）。

③光伏电厂工程

在301盘区地面塌陷上建设光伏电厂，修建于采煤塌陷区复垦后的土地上，总用地176.42hm²（照片2.6-6）。



照片 2.6-5 蔬菜大棚（镜向 E）



照片 2.6-6 光伏发电（镜向 W）

④林地、草地恢复治理工程

对地面塌陷形成的裂缝，进行充填。对达到稳沉的区域进行恢复治理，主要为补植树木（照片 2.6-7、照片 2.6-8）。

⑤交通用地治理工程

及时充填裂缝、修平台阶进行临时维修，地面塌陷稳定后恢复性修建。对金鸡滩镇柳树滩村九组通村道路、柳树滩村三组通村公路、柳树滩村公用设施及道路、柳树滩村六组通村道路等简易公路进行填充裂缝、修平台阶维修。



照片 2.6-7 栽植树木（镜向 S）



照片 2.6-8 栽植树木（镜向 E）

（3）矿山地质环境保护与恢复治理工程经验及借鉴的可行性

根据杭来湾煤矿的治理现状，本方案认为裂缝填充、公路维修、灌溉渠维修等具有借鉴意义，对现有水浇地按照高标准农田进行复垦。

（一）矿山土地复垦与地质环境治理分析

新建煤矿，未开展矿山土地复垦与地质环境治理。

（三）取得的经验及教训

高家界煤矿周边矿山通过多年的实践，摸索出了适合本地实际的矿山地质环境治理与土地复垦经验。

1. 塌陷区裂缝需要多次充填治理才能夯实。
2. 塌陷区位于局部覆沙的黄土低梁区，需选择沙生植被进行植被恢复。本区水浇地面积较大，可适当增加水浇地，并配备节水灌溉设施。
3. 加强对沉陷损毁土地的监测，施行免耕、深松等方式改善土壤容重及土壤硬度，增加土壤蓄水量，提高土地生产力水平。
4. 实施治理工程措施项目，要根据煤矿所在地区的情况决定，并取得当地村民的支持，积极引导村民参与，要在村委会、镇政府的支持、配合下，才能够取得良好的效果。

这些经验及教训，值得本矿借鉴采用。

第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估

一、矿山地质环境与土地资源调查概述

2024年7月2-5日、9月22-24日，项目组成员赴现场进行矿山地质环境与土地资源调查，2025年8月25日-9月5日、2025年10月13-17日，进行了补充调查与资料收集。为保证全面调查了解矿区地质环境与土地利用现状、掌握地质环境与土地利用与权属，确保调查的准确性和完整性，调查采取线路穿越法和地质环境追索相结合的方法进行，点、线、面相结合。采用1:10000井上下对照图、地形地质图、土地利用现状图等做底图，对地质环境问题点和损毁地类进行观测描述，调查其发生时间，基本特征，影响程度，并对主要地质环境问题点、地质现象点、土地损毁区进行照相和定位；针对不同土地利用类型区，观测土壤剖面，并采集相应的影像、图片，做好文字记录。本次调查采取矿方介绍、现场观察和访问群众相结合的方法。

（一）矿山地质环境调查概述

收集了《榆林巨晨矿业有限责任公司榆神矿区高家界煤矿矿产资源开发利用方案》、《榆阳区地质灾害隐患大核查台账》，确定评估区无在册不稳定地质体分布。

对拟建地面工程、近期回采工作面地物进行了重点调查，调查了场地、道路的分布、地形地貌、植被类型，发育的地层、地质构造、含水层、岩土组及岩体结构、场内及周围不稳定地质体发育情况。并进行了无人机摄像调查。

对区内村庄、输气管线、公路、输电线路、通讯线路等地物进行调查和拍照，并收集村庄人口、房屋建筑、耕地现状、水井、用水情况等。

（二）土地资源调查概述

土地资源调查主要采用点线结合的方式，以点上观察、访问为主，并进行定点、记录。调查内容包括土地利用现状、土地权属、基本农田分布、已损毁土地、土壤类型、土壤剖面、建设用地手续和公众参与调查等内容。

依据土地利用现状图，现场调查核实了项目区土地利用现状类型，基本农田分布情况，并详细核查了场地不占用基本农田，已办理了建设用地手续。

核实了种植农作物的种类及产量，主要为玉米、土豆等，植被类型为松树、小叶杨、

柠条、沙柳、黑沙蒿、黄花蒿等、经济作物甜瓜等，挖掘土壤剖面，并拍照和记录。

进行了公众参与调查表，征求了村民意见，村委会、乡镇的意见。

通过以上调查，全面了掌握当地地质环境与土地资源，为本方案编写提供了良好的基础资料。

二、矿山地质环境影响评估

（一）评估范围和评估级别

1. 评估范围

根据煤矿边界附近主采煤层的上覆基岩厚度、松散层厚度和不同岩性中的边界角，计算地面塌陷的影响范围，并考虑降落漏斗范围、地面工程的影响，最后确定评估范围。

在一盘区西翼煤矿边界附近，3号煤层的上覆基岩厚21.96~36.72m，松散层厚37.88~85.21m，边界角在基岩中为67°、松散层中为45°，经计算地面塌陷范围在开采边界外53.69~97.50m，评估范围沿开采边界外扩55-100m，其中西北部宽，东南部窄。

在一、二盘区东翼煤矿边界附近，8号煤层的上覆基岩厚188.19~214.35m，松散层厚44.99~96.83m，边界角在基岩中为67°、松散层中为45°，经计算地面塌陷范围在开采边界外128.13~187.54m，评估范围沿开采边界外扩130-190m，其中北部宽，南部窄，当外扩线在矿区边界内时，评估范围取矿区边界。

南部3号煤无煤区、3⁻¹号煤、8号煤不可采区，评估范围取矿区边界。

工业场地为局部覆沙的黄土低梁，评估范围沿场界外扩50m。

综上，评估面积18.0996km²，评估范围拐点见附图1，表3.2-1。

表 3.2-1 评估边界拐点坐标表（2000 国家大地坐标系）

点号	纵坐标（X）	横坐标（Y）	点号	纵坐标（X）	横坐标（Y）
1'			12'		
2'			13'		
3'			14'		
4'			15'		
5'			16'		
6'			17'		
7'			18'		
8'			19'		
9'			20'		
10'			21'		
11'					

为了了解评估区外地质环境情况，沿评估边界向外扩展50m作为调查边界，调查面积为19.0580km²，调查范围见附图1。

2. 评估级别

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223—2011)，矿山地质环境影响评估级别应根据评估区重要程度、矿山生产建设规模、矿山地质环境条件复杂程度综合确定，见表 3.2-2。

表 3.2-2 矿山地质环境影响评估级别分级表

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

(1) 评估区重要程度

评估区重要程度根据表 3.2-3 确定。据表所示，评估区属重要区。

表 3.2-3 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区	评估区
1.分布有 500 人以上的居民集中居住区；	1.分布有 200~500 人以上的居民集中居住区；	1.居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下；	聚福苑小区 1015 人（重要区）
2.分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程及其他重要建筑设施；	2.分布有二级公路、小型水利、电力工程或其它较重要建筑设施；	2.无重要交通要道或建筑设施；	榆佳高速公路、榆麻一级公路、3 条输气管线（重要区）
3.矿区紧邻国家自然保护区（含地质公园、风景名胜区分等）或重要旅游景点；	3.紧邻省级、县级自然保护区或重要旅游景区（点）；	3.远离各级自然保护区及旅游景区（点）；	色草湾旅游景区（较重要区）
4.有重要水源地；	4.有较重要水源地；	4.无较重要水源地；	色草湾水库（较重要区）
5.破坏耕地、园地。	5.破坏林地、草地。	5.破坏其它类型土地。	破坏耕地（重要区）
注：评估区重要度分级确定采取上一级别优先原则，只有一条符合者即为该级别。			

(2) 矿山生产规模

高家界煤矿生产规模 1.20Mt/a，为大型煤矿，井工开采。

(3) 矿山地质环境复杂程度

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》，评估区地质环境复杂程度根据表 3.2-4 各因素确定。

表 3.2-4 井工开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

序号	复杂	中等	简单	判定级别
1	1.主要矿层（体）位于地下水位以下，矿坑进水边界条件复杂，充水水源多，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性强，补给条件好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系密切，老窿（窑）水威胁大，矿坑正常涌水量大于 10000m ³ /d，地下采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏。	1.主要矿层（体）位于地下水位附近或以下，矿坑进水边界条件中等，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性中等，补给条件较好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水有一定联系，老窿（窑）水威胁中等，矿坑正常涌水量 3000~10000m ³ /d，地下采矿和疏干排水较容易造成周围主要充水含水层破坏。	1.主要矿层（体）位于地下水位以上，矿坑进水边界条件简单，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性差，补给条件差，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水不密切，矿坑正常涌水量小于 3000m ³ /d，地下采矿和疏干排水造成周围主要充水含水层破坏可能性较小。	中等
2	2.矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱岩层或松散岩层发育，蚀变带、岩溶裂隙发育，岩石风化强烈，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10m，矿层（体）顶底板和矿床周围稳固性差，矿山工程场地地基稳定性差。	2.矿床围岩岩体结构以薄—厚层状结构为主，蚀变带、岩溶裂隙发育中等，岩石风化中等，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度 5~10m，矿层（体）顶底板和矿床周围稳固性中等，矿山工程场地地基稳定性中等。	2.矿床围岩岩体结构以巨厚层状—块状整体结构为主，蚀变作用弱、岩溶裂隙不发育，岩石风化弱，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于 5m，矿层（体）顶底板和矿床周围稳固性好，矿山工程场地地基稳定性好。	中等
3	3.地质构造复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有活动断裂，导水断裂带切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水性强，对井下采矿安全影响大。	3.地质构造较复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，并切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水性较差，对井下采矿安全影响较大。	3.地质构造简单，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造不发育，断裂未切割矿层（体）围岩覆岩，断裂带对井下采矿安全影响小。	简单
4	4.现状条件下矿山地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多，危害大。	4.现状条件下矿山地质环境问题的类型较多，危害较大。	4.现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小。	简单
5	5.采空区面积和空间大，多次重复开采及残采，采空区未得到有效处理，采动影响强烈。	5.采空区面积和空间较大，重复开采较少，采空区部分得到处理，采动影响较强烈。	5.采空区面积和空间小，无重复开采，采空区得到处理，采动影响较轻	复杂
6	6.地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于 35°，相对高差大，地面倾向与岩层倾向基本一致。	6.地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，不利于自然排水，地形坡度一般为 20°~35°，相对高差较大，地面倾向与岩层倾向多为斜交。	6.地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形起伏变化平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于 20°，相对高差小，地面倾向与岩层倾向多为反交。	简单
7	注:采取就上原则，前 6 条中只有一条满足某一级别，应定为该级别。			

矿坑进水边界条件中等，煤层充水含水层富水性差，与地表水联系不密切；煤矿正常涌水量 4999.2m³/d，涌水量较大，煤矿开采和排水较容易造成煤层周围充水含水层破坏，**水文地质条件中等**；

煤层顶板岩性以砂岩等半坚硬～坚硬岩类为主，底板以泥岩、砂质泥岩等软弱岩类～半坚硬岩类为主。总体上**工程地质条件中等**；

区内未发现断层和明显的褶皱构造，**地质构造简单**；

本矿未建设，现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小，**矿山地质环境问题简单**；

采空区面积和空间大，有重复开采，**采动影响复杂**；

区内为低缓黄土梁岗地貌，中北部大部分地区为局部覆沙的黄土低梁，东南局部为黄土宽沟，**地形地貌简单**；

因此，该煤矿**矿山地质环境条件复杂程度为复杂**。

(4) 评估级别确定

评估区为重要区，大型煤矿，矿山地质环境条件复杂，根据《矿山地质环境保护与恢复治理编制规范》分级表，确定**本矿山地质环境影响评估级别为一级**。

(二) 矿山不稳定地质体现状分析与预测

1. 不稳定地质体现状评估

根据现状调查，本区为低缓黄土梁岗区，地形起伏不大，相对高差较小，结合《榆阳区地质灾害隐患大核查台账》，评估区无在册不稳定地质体。

本矿为新建矿山，未建设。

综上，**不稳定地质体现状评估影响程度较轻**。

2. 不稳定地质体影响预测评估

(1) 地面工程不稳定地质体危险性评估

高家界煤矿地面工程主要为工业场地，未建设。

1) 引发不稳定地质体危险性评估

经调查，工业场地位于局部覆沙的黄土低梁区，西部局部覆沙黄土梁一般高差 2-8m，中部、东部为新月型沙丘，一般高差 2-3m，地形起伏不大。

根据《矿产资源开发利用方案》工业场地总平面布置，见图 1.3-2，平场标高 1198.90-1203.50，北高南低。

沿场地四周，形成挖方、填方边坡，以填方边坡为主，挖方边坡有两处，分布位于场地西北的土质边坡、东北的沙质边坡。沿挖方坡顶外侧 2.5m，修建截水沟。距离挖方坡脚、填方坡顶 2m 处，修建围墙，围墙以内 5m 修建内部道路，建构筑物距离围墙 7-9m。

填方边坡坡高 0.5-5.5m，坡度 24-27°，最高填方边坡 5.5m 的地方，位于工业场地东北部，是填充一个沙凹，沙凹中心填方，留下的为沙凹的西坡，沙质不稳定地质体弱发育，填方坡顶距离围墙 2m，距离场内道路 7m，预测造成的**危害程度小，危险性小**。

其他填方边坡，坡高 0.5-3m，坡度 24-27°，沙质不稳定地质体弱发育，填方坡顶距离围墙 2m，距离场内道路、建构筑物 7-9m，预测造成的**危害程度小，危险性小**。

场地西北的挖方边坡位于黄土梁，为土质边坡，平场标高 1202.5m，坡顶标高 1213.1，坡高 1.0-10.6m，长度 153m，坡度 26°，最高处分成两个台阶，下边坡高 7m，上边坡高 3.6m，马道宽 2m。该边坡坡脚距离围墙 2m，距离联合建筑 9m，受边坡开挖扰动、降水、融雪、融冰的影响，黄土不稳定地质体中等发育，建设中威胁 3-4 名施工人员，建成后威胁围墙，预测造成的**危害程度小，危险性小**。

场地东北的挖方边坡是开挖沙丘西边，平场标高 1203.5m，坡顶标高 1210.2，坡高 1.0-6.7m，长度 47m，坡度 27°。该边坡坡脚距离围墙 2m，距离地磅房 7.4m，受开挖扰动、降水、融雪、融冰的影响，沙质不稳定地质体弱发育，建设中威胁 2-3 名施工人员，建成后威胁围墙，预测造成的**危害程度小，危险性小**。

综上，工业场地建设引发的主要为弱发育的沙质不稳定地质体，场地西北局部为中等发育的黄土不稳定地质体，都威胁围墙，**危害程度小，危险性小**。

2) 遭受不稳定地质体危险性评估

经调查，工业场地位于局部覆沙的黄土低梁区，周边 50m 范围内未发现不稳定地质体，因此遭受现有不稳定地质体的**可能性较小，危险性较小**。

3) 地面工程场地适宜性评价

综上所述，实施《矿产资源开发利用方案》工业场地总平面布置图的治理措施后，工业场地建设引发弱发育至中等发育的不稳定地质体，威胁围墙，危害程度小，危险性小；遭受现有不稳定地质体的可能性小，危害程度小，危险性小，工业场地为**适宜场地**。

(2) 采矿工程引发不稳定地质体影响预测

采矿工程可能引发地面塌陷及伴生裂缝等不稳定地质体，可能造成建（构）筑物损坏、威胁人员。

1) 地表变形值预测

根据高家界煤矿煤层赋存条件、采煤方法及工艺等条件,采用概率积分法中的最大值预测方法进行开采区预测。模式如下:

最大下沉值: $W_{\max}=M\times q\times\cos\alpha$, mm

最大倾斜值: $i_{\max}=W_{\max}/r$, mm/m

最大曲率值: $K_{\max}=1.52\times W_{\max}/r^2$, $10^{-3}/\text{m}$

最大水平移动值: $U_{\max}=b\times W_{\max}$, mm

最大水平变形值: $\varepsilon_{\max}=1.52\times b\times i_{\max}$, mm/m

上式中: M —煤层开采高度, m;

H —煤层埋藏深度, m;

α —煤层倾角, 为 $0\sim 1^\circ$, 取 1° ;

r —开采影响半径, m $r=H/\text{tg}\beta$;

q —下沉系数, 初次采动取 0.66, 重复采动取 0.7;

b —水平移动系数, 初次采动取 0.25, 重复采动取 0.3;

$\text{tg}\beta$ —主要影响角正切, 初次采动取 3.0, 重复采动取 3.2。

预测参数根据榆神矿区榆树湾煤矿的地表移动观测数据,榆树湾煤矿 2022 年 7 月-2024 年 12 月在 20116 工作面进行地表移动观测, 20116 工作面 3 煤采高 5.7m, 埋深 126-167m。下沉系数 0.53-0.66, 水平移动系数 0.2-0.25, 主要影响角正切值 3.0。高家界煤矿和榆树湾煤矿地质采矿条件相似。

① 近期开采地面塌陷预测值

近期开采 3 号煤的 1301 工作面。1301 工作面煤层厚度 5.90-6.03m, 工作面长度 120m, 年推进长度 1346m。

根据开采区地质、采矿条件,以工作面为计算块段,采用《地表移动与变形预计系统》软件进行模拟预测。根据预测结果,本方案规划服务期内,近期 1301 工作面开采,地面塌陷等值线见图 3.2-1,地表变形值见表 3.2-5。

表 3.2-5 近期 1301 工作面开采地表变形值预测一览表

煤层	工作面	采高 (m)	下沉值(W) (mm)	倾斜值(I) (mm/m)	曲率(K) ($10^{-3}/\text{mm}$)	水平移动 (U) (mm)	水平变形(ε) (mm/m)
3	1301	5.90-6.03	3893-3979	75.29-93.45	2.21-3.41	973-995	28.61-35.51

近期 1301 工作面回采后,预测地面最大下沉值为 3.98m,最大倾斜值为 93.45mm/m,最大曲率值为 $3.41\times 10^{-3}/\text{m}$,最大水平移动值为 995mm,最大水平变形值为 35.51mm/m。

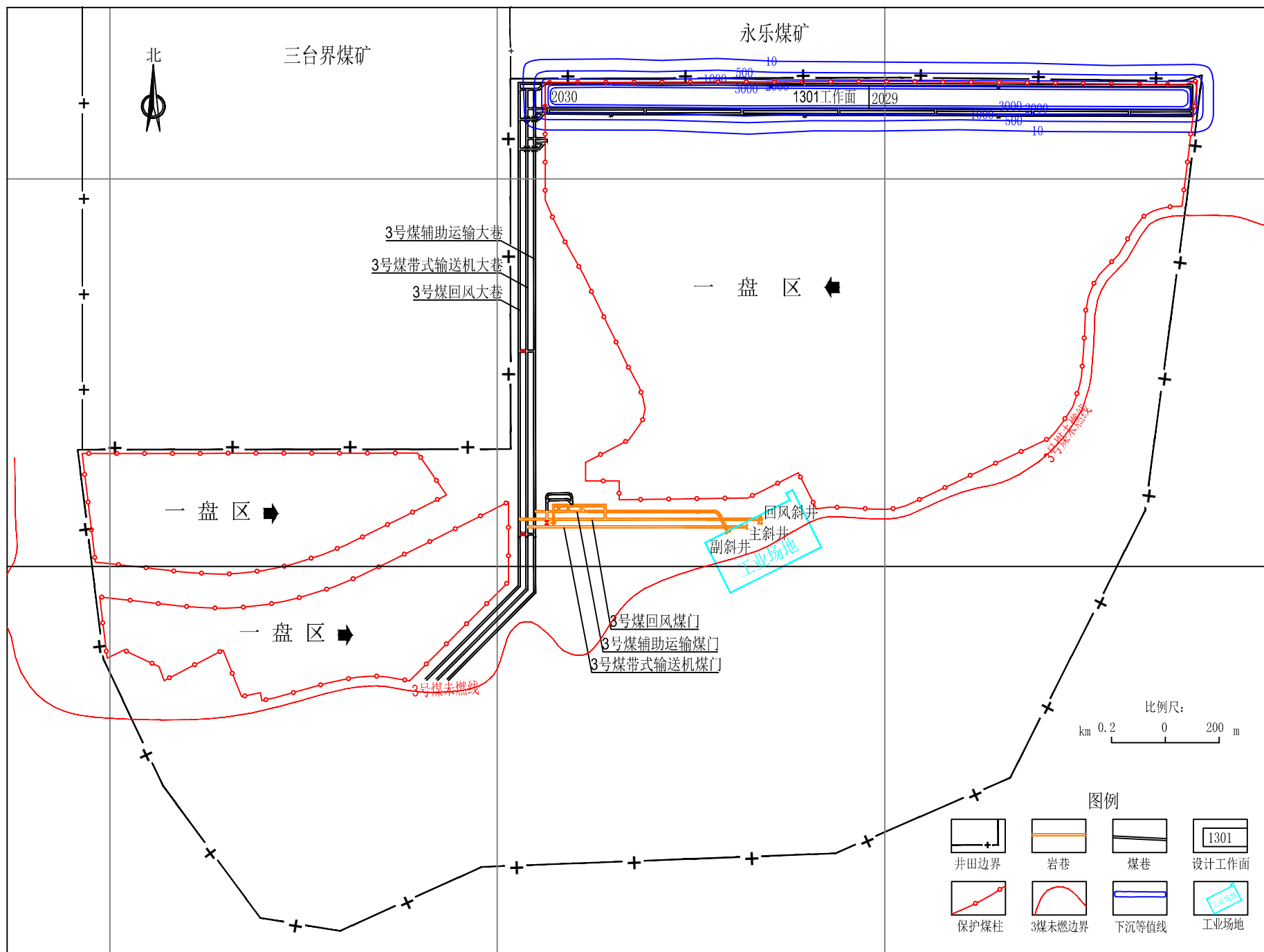


图3.2-1 近期开采区地面下沉等值线图

② 中期开采地面塌陷预测值

中期开采 3 号煤层剩余区域, 3⁻¹ 号煤层、8 号煤层。3 号、3⁻¹ 号煤层一盘区东翼和 8 号煤层二盘区东翼重复开采。

3 号煤层厚 2.29~6.55m, 3⁻¹ 号煤层厚 0.81-1.05m, 8 号煤层 0.97-1.42。

根据以上预测模型和有关参数对开采引起的地表变形进行预测, 预测结果见表 3.2-6, 本方案服务期地面塌陷等值线见图 3.2-2。

表 3.2-6 中期开采区地表变形值预测一览表

煤层	采高 (m)	下沉值 (W) (mm)	倾斜值 (I) (mm/m)	曲率 (K) (10 ⁻³ /mm)	水平移动 (U) (mm)	水平变形 (ε) (mm/m)
3	2.29-6.55	1511-4322	48.33-130.69	2.21-7.41	378-995	18.37-49.66
3 ⁻¹	0.81-1.05	567-735	11.96-21.01	0.37-1.07	170-220	5.45-9.58
8	0.97-1.42	776-1136	7.78-13.43	0.11-0.24	248-363	3.78-6.53
累计	0.97-8.07	679-5407	8.17-130.69	0.15-7.41	204-995	3.73-49.66

中期 3 号煤层剩余区域, 3⁻¹ 号煤层、8 号煤层开采后, 预测最大下沉值为 5.41m, 最大倾斜值为 130.69mm/m, 最大曲率值 $7.41 \times 10^{-3}/m$, 最大水平移动值为 995mm, 最大水平变形值为 49.66mm/m。

③引发不稳定地质体的类型、范围和时间

2) 引发不稳定地质体的类型、范围和时间

①近期开采区不稳定地质体的类型、范围和时间

近期 5 年开采 3 号煤 1301 个工作面, 采用长壁式综采, 一次采全高。

根据煤层分布、埋深、采高, 并结合地面塌陷预测结果, 近期 1301 工作面开采区, 地面为局部覆沙的黄土低梁区。随着煤层开采, 采空区的形成与扩大, 引发的地面塌陷及伴生裂缝强发育, 在工作面边界附近, 地面塌陷及伴生裂缝明显; 在覆沙区, 风积沙填充了部分伴生裂缝, 地面塌陷及伴生裂缝表现比较明显。

地面塌陷将随采掘工作面的推进而发生, 沉降中心基本上与开采中心相同, 移动盆地范围比采空区本身在平面上向外扩展约 100~120m。

根据预测, 基本稳沉时间为 1 年。时间分配上, 初期剧烈变形, 中期缓慢变形, 晚期相对稳定。

②中期开采区不稳定地质体的类型、范围和时间

本方案规划服务期内, 中期开采 3 号煤层剩余区域, 3⁻¹ 号煤层、8 号煤层。

中期开采区位于局部覆沙的黄土低梁区。随着煤层开采, 采空区的形成与扩大, 在

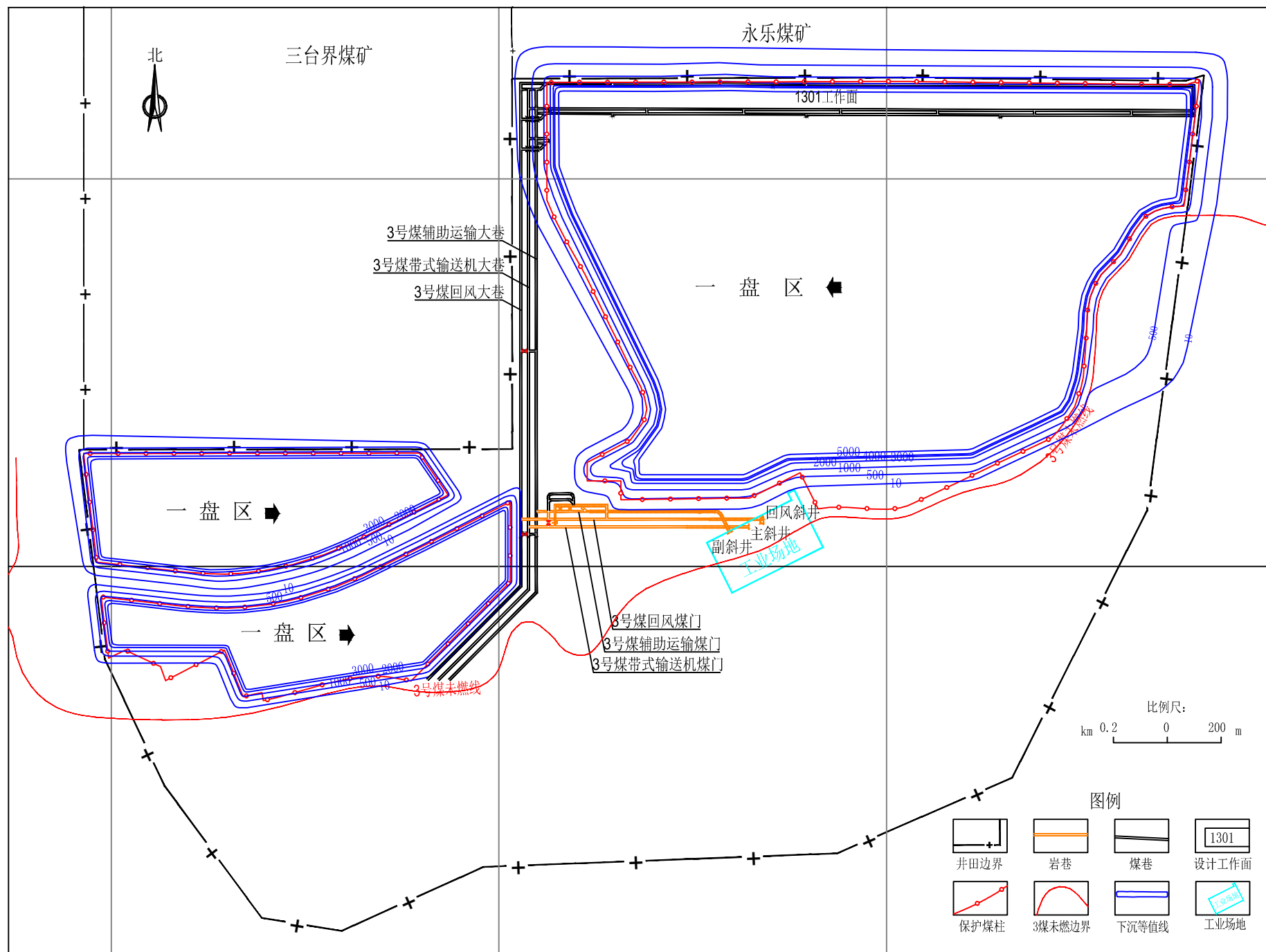


图3.2-2 服务期地面下沉等值线图

3 煤、3⁻¹ 煤、8 煤重复开采区，引发的地面塌陷及伴生裂缝强发育，在工作面边界附近，地面塌陷及伴生裂缝明显；在覆沙区，风积沙填充了部分伴生裂缝，地面塌陷及伴生裂缝表现比较明显。

在只有 8 煤的开采区，引发的地面塌陷及伴生裂缝弱发育，在工作面边界附近，地面塌陷及伴生裂缝比较明显；在覆沙区，风积沙填充了部分伴生裂缝，地面塌陷及伴生裂缝表现不明显。

地面塌陷将随采掘工作面的推进而发生，最终塌陷盆地范围比采空区本身在平面上向外扩展 55~190m。

根据预测，基本稳沉时间为 2 年。时间分配上，初期剧烈变形，中期缓慢变形，晚期相对稳定。

3) 采矿活动影响程度预测

①采矿活动引发煤矿地面工程影响预测评估

在中期，运煤道路中段部分路段位于地面塌陷区，该道路车流量较大，为一般性交通线路，地面塌陷造成路面下沉，局部开裂，影响车辆正常通行，预测造成**危害程度中等，危险性中等，影响程度较严重**。

本方案规划服务期内，工业场地、进场道路位于保护煤柱内，煤柱留设合理，采矿活动对其**危害程度小，危险性小，影响程度较轻**。

②采矿活动引发天然气管线影响预测评估

榆川天然气管线位于保护煤柱内，煤柱留设合理，采矿活动对其**危害程度小，危险性小，影响程度较轻**。

陕京二线天然气管线、榆济天然气管线位于无煤区或不可采区，不受采矿活动影响。

③采矿活动引发公路影响预测评估

在中期，产业五路北部约 400m 路段位于地面塌陷区，该路为榆林市汽车产业园最东边的一条道路，车流量较小，为一般性交通线路，地面塌陷造成路面下沉，局部开裂，影响车辆正常通行，预测造成**危害程度中等，危险性中等，影响程度较严重**。

近期 1301 工作面开采区，地面分布有三条农村道路，除中部一条砂石路还在使用外，东部、西部的两条道路已经废弃，路面大多已水毁，杂草丛生，步行艰难。中期开采区分布有农村道路，为沙石公路。这些农村道路为等外公路，平时人流、车流量很小，为小规模交通线路，地面塌陷造成路面下沉，局部开裂，影响行人、车辆正常通行，预

测造成危害程度小，危险性小，影响程度较轻。

榆麻一级公路部分路段、榆常公路位于保护煤柱内，煤柱留设合理，采矿活动对其危害程度小，危险性小，影响程度较轻。

榆麻一级公路大部分路段、榆佳高速公路位于无煤区或不可采区，不受采矿活动影响。

⑤采矿活动对村庄建（构）筑物影响预测评估

近期 1301 工作面地面塌陷区没有村庄。

色草湾村聚福园小区北端，邻近中期 3 煤开采区，开发利用方案对其留设保护煤柱，经核算，煤柱留设合理，因此中期采矿活动对色草湾村造成的危害程度小，危险性小，影响程度较轻。

⑥采矿活动引发企事业单位影响预测评估

近期 1301 工作面开采区，地面塌陷区西端，分布有榆林元百合洗煤有限公司、榆林飞腾通盛商品混凝土有限公司，开发利用方案对其采前搬迁，采矿活动影响的危害程度小，危险性小，影响程度较轻。

中期，色草湾村花卉园博览中心北端、陕西能源化工技师学院、榆林华泰汇能洗选煤有限公司及榆林金瑞源洗煤有限公司，开发利用方案对其留设保护煤柱，经核算，煤柱留设合理，因此中期采矿活动对企业造成的危害程度小，危险性小，影响程度较轻。

榆林市汽车产业园的北部、驼城 110kV 变电站、养牛场、散居村民，开发利用方案对其采前搬迁，采矿活动影响的危害程度小，危险性小，影响程度较轻。

色草湾旅游景区、新动甜瓜种植合作社位于无煤区或不可采区，不受采矿活动影响。

⑦采矿活动引发输电线路影响预测评估

近期 1301 工作面地面塌陷区东部，分布有一条 110kV 输电线路麻王线，煤层开采后，地面塌陷造成 7 座铁塔歪斜，其为较重要设施，预测造成危害程度中等，危险性中等，影响程度较严重。

近期 1301 工作面地面塌陷区东端和西端，分布有低压输电线路，煤层开采后，地面塌陷将造成 9 个电杆歪斜，其为小规模设施，预测造成的危害程度小，危险性小，影响程度较轻。

中期，在西北部一条 110kV 千榆线输电线路，一条 35kV 麻蓝线输电线路，东北部一条 110kV 输电线路麻王线，地面塌陷分别造成 26 座铁塔歪斜，其为较重要设施，预

测造成危害程度中等，危险性中等，影响程度较严重。

中期其他开采区，分布有低压输电线路，煤层开采后，地面塌陷将造成 118 个电杆歪斜，其为小规模设施，预测造成的危害程度小，危险性小，影响程度较轻。

⑧采矿活动引发通讯线路影响预测评估

本方案规划服务期内，在中期开采区，地面分布有通讯线路，煤层开采后，地面塌陷将造成 44 个通讯杆歪斜，其为小规模设施，预测造成的危害程度小，危险性小，影响程度较轻。

总体上，不稳定地质体预测评估影响程度较严重。

（三）矿区含水层破坏现状分析与预测

评估区含水层发育有全新统冲洪积层孔隙潜水（ Q_4^{al+pl} ）、上更新统萨拉乌苏组孔隙潜水（ Q_3^{ls} ）、中更新统离石组黄土孔隙裂隙潜水（ Q_2l ）、侏罗系碎屑岩类风化带裂隙承压水（ J_2y ），延安组砂岩裂隙承压水（ J_2y ）、烧变岩区孔洞裂隙水。

烧变岩区孔洞裂隙水的富水性中等至强，其他含水层为弱富水。

全区分布的含水层为侏罗系碎屑岩类风化带裂隙承压水（ J_2y ）、中更新统离石组黄土孔隙裂隙潜水（ Q_2l ）、延安组砂岩裂隙承压水（ J_2y ）。其他含水层局部分布。

主要隔水层为上新统静乐组（ N_2j ）棕红色粘土及粉砂质粘土，其次为延安组（ J_2y ）中厚度较大且连续分布的泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩。

1. 含水层现状评估

本矿为新建矿山，未建设。含水层处于原生状态。

因此，含水层现状评估影响程度较轻。

2. 含水层预测评估

（1）含水层结构、水位影响程度预测

1) 导水裂隙带高度计算

含水层结构、水位所受影响程度主要导水裂隙带高度控制。

根据《保水采煤技术规范》（DB61/T 1295-2019），按采高的不同分别计算导水裂隙带高度。

①3⁻¹号、8号煤层导水裂隙带高度计算采用《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》中推荐的模式2公式：

$$\text{模式 2: } H_{Ll}=20\sqrt{\sum M}+10, \quad \text{m}$$

式中: H_{Ll} —导水裂隙带高度 (m); M —煤层的开采厚度 (m);

②3 号煤层导水裂隙带高度按煤层采高的 28 倍计算。邻近的榆树湾煤矿实测裂采比最大值为 27.79, 两矿地质采矿条件类似, 说明按煤层采高的 28 倍计算合适。

$$H_L=28M, \quad \text{m}$$

式中: H_L —导水裂隙带高度 (m); M —采煤工作面一次开采高度 (m)。

③导水裂隙带之上为弯曲下沉带, 该带岩层只产生弯曲变形, 含水层水位受影响的可能性小。

2) 近期开采区含水层结构、水位影响预测评估

①导水裂隙带高度预测

近期开采 3 号煤的 1301 工作面, 导水裂隙带高度见表 3.2-7。

表 3.2-7 近期 1301 工作面开采区导水裂隙带高度预测结果一览表

煤层	工作面	采高 (m)	导水裂隙带高度 (m)	埋深 (m)
3	1301	5.90-6.03	165.2-168.8	124.98-155.39

根据地层柱状和导水裂隙带高度对比, 1301 工作面的导水裂隙已延伸到地表, 贯穿煤层上覆各含水层及隔水层。在导水裂隙沟通范围内, 离石组黄土孔隙裂隙潜水、风化带裂隙承压水、3 煤上覆延安组砂岩裂隙承压水结构破坏, 水位大幅下降, **影响程度严重**。导水裂隙发育高度及对含水层的影响剖面见图 3.2-3。

②风化带裂隙承压水含水层影响预测

a. 导水裂隙沟通范围

根据工作面边界附近导水裂隙带高度、裂缝角计算导水裂隙向采空区外沟通范围, 计算公式为:

$$L=H\times\tan(90^\circ-\alpha)$$

式中: L —沟通范围, m; H —导水裂隙带高度, m; α —裂缝角, 取 75° 。

经计算, 近期 1301 工作面导水裂隙沟通风化带裂隙承压水范围为采空区外 10.9-14.2m, 范围见图 3.2-4, 沟通范围内, 风化带裂隙承压水含水层结构破坏, 水位大幅下降, **影响程度严重**。

b. 降落漏斗影响范围

降落漏斗影响范围根据抽水钻孔数据计算，计算公式为：

$$R=10\times S_w\times\sqrt{K}$$

式中： R —影响半径，m； S_w —水位下降值，m； K —渗透系数，m/d。

煤层开采后，风化带裂隙承压水水位下降 20.0-30.43m，渗透系数为 0.003 m/d，近期 1301 工作面降落漏斗影响范围为导水裂隙沟通区外 11.0~16.7m，含水层影响范围见图 3.2-4，该范围内风化带裂隙承压水含水层水位下降幅度较大，**影响程度较严重。**

③萨拉乌苏组孔隙潜水、烧变岩区孔洞裂隙水含水层影响预测

近期 1301 工作面导水裂隙距离最近的萨拉乌苏组孔隙潜水含水层约 0.48km，烧变岩区孔洞裂隙水含水层约 0.52km，见图 3.2-5，这些含水层受采煤影响的可能性小，因此对这些含水层的**危害程度小，危险性小，影响程度较轻。**

④对村民用水影响评估

1301 工作面含水层影响范围内没有村庄。

在 1301 工作面含水层影响范围的东部，分布有少量水浇地。水浇地采用机井灌溉，机井水源为风化带、延安组砂岩含水层，受采煤导水裂隙影响，该含水层水位下降，引发机井水位下降，影响水浇地灌溉用水，**影响程度较严重。**

⑤引发地表水体影响评估

近期 1301 工作面距离青云沟的淤地坝、色草湾水库约 3.6km，这些地表水主要为沟谷雨水，受采煤影响的可能性小，因此对这些地表水体的**危害程度小，危险性小，影响程度较轻。**

3) 中期开采区含水层结构、水位影响预测评估

①导水裂隙带高度与影响预测

本方案规划服务期内，中期开采 3 号煤层剩余区域，3⁻¹ 号煤层、8 号煤层。

中期煤层开采后，导水裂隙带发育高度见表 3.2-8、图 3.2-3。

表 3.2-8 中期开采区导水裂隙带高度预测结果表

煤层	采高 (m)	导水裂隙带高度 (m)	埋深 (m)	层间距 (m)
3	2.29-6.55	40.3-183.4	72.70-124.29	6.98-21.36
3 ⁻¹	0.81-1.05	28.0-30.5	95.92-157.32	
8	0.97-1.36	29.7-33.3	242.22-302.94	138.22-149.12

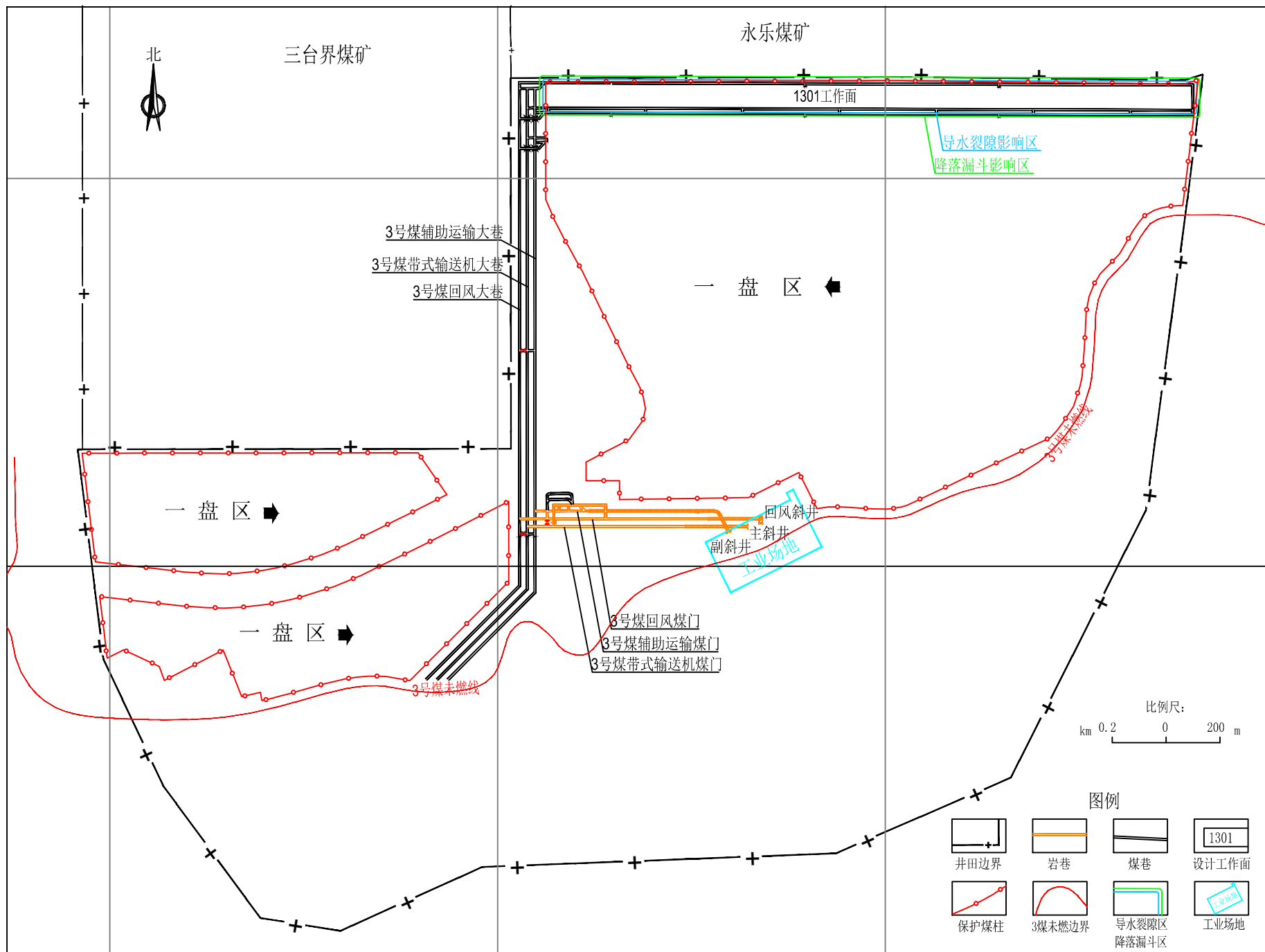


图3.2-4 近期基岩风化带裂隙承压水影响范围图

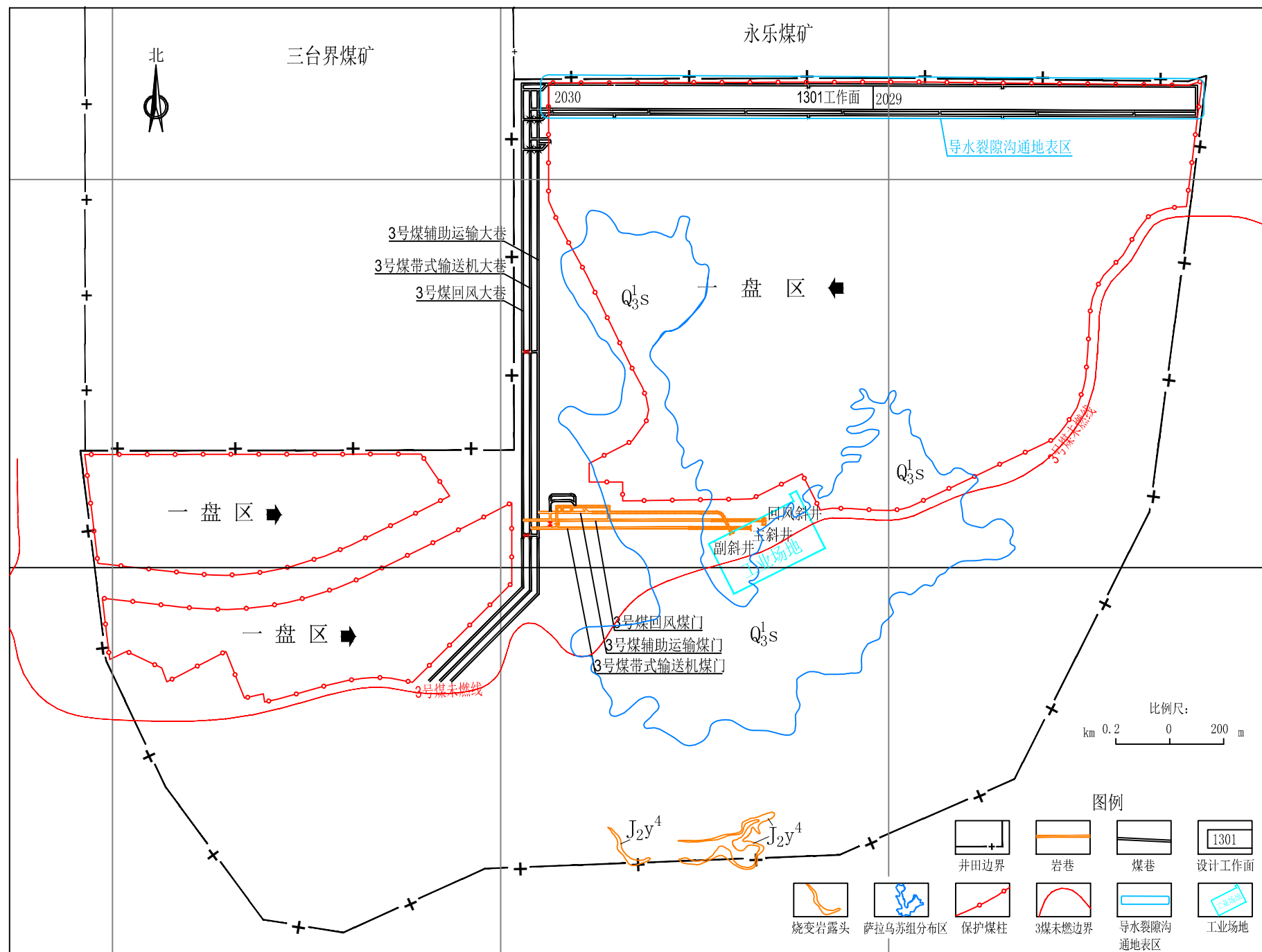


图3.2-5 近期开采区与萨拉乌苏组、烧变岩含水层分布范围图

根据地层柱状和导水裂隙带高度对比，3 煤的导水裂隙已延伸到地表，贯穿煤层上覆各含水层及隔水层。在导水裂隙沟通范围内，萨拉乌苏组孔隙潜水、离石组黄土孔隙裂隙潜水、风化带裂隙承压水、3 煤上覆延安组砂岩裂隙承压水含水层的结构破坏，水位大幅下降，**影响程度严重**。

沿 3 号煤层火烧区防隔水煤柱留设宽度 50m，煤层开采后，导水裂隙不会影响到烧变岩区孔洞裂隙水含水层，**影响程度较轻**。

3⁻¹ 煤的导水裂隙已穿过 3 煤采空区，影响煤层上覆各含水层及隔水层。3⁻¹ 煤层开采后，导水裂隙持续影响萨拉乌苏组孔隙潜水、离石组黄土孔隙裂隙潜水、风化带裂隙承压水、3 煤上覆延安组砂岩裂隙承压水含水层，并使 3⁻¹ 煤层上覆延安组砂岩裂隙承压水含水层结构破坏，水位大幅下降，**影响程度严重**。

8 煤的导水裂隙顶面距离 3⁻¹ 煤层 107.44-117.30m，8 煤的导水裂隙贯穿煤层上覆邻近的延安组含水层及隔水层。导水裂隙影响范围内的 8 煤上覆延安组砂岩裂隙承压水含水层结构破坏，水位大幅下降，**影响程度严重**。8 煤导水裂隙顶面至 3⁻¹ 煤层底板之间的岩层为弯曲下沉带，该带含水层结构未改变，水位下降幅度小，受**影响较轻**。

②村民用水影响预测

中期含水层影响范围内的散居村民采前搬迁，影响较轻。

在中期开采区含水层影响范围分布有少量水浇地，主要位于东北角。水浇地采用机井灌溉，机井水源为风化带、延安组砂岩含水层，受采煤导水裂隙影响，该含水层水位下降，引发机井水位下降，影响水浇地灌溉用水，**影响程度较严重**。

③引发地表水体影响评估

中期开采区距离青云沟的淤地坝、色草湾水库约 1.5km，这些地表水主要为沟谷雨水，受采煤影响的可能性小，因此对这些地表水体的**危害程度小，危险性小，影响程度较轻**。

(2) 含水层水质影响预测评估

煤层开采中，被导水裂隙影响到的含水层地下水合并渗漏形成矿井水，形成混合水质。这些矿井水不断排出地表，经处理达标后，中水回用于本矿生产，因此，对含水层水质影响程度较轻。

综上，煤炭开采对含水层预测**影响程度严重**。

（四）矿区地形地貌景观破坏现状分析与预测

1. 地形地貌景观现状评估

本区地貌为低缓黄土梁岗区。本矿为新建矿山，未建设。

因此，地形地貌景观现状评估影响程度较轻。

2. 地形地貌景观预测评估

（1）地面工程区地形地貌景观影响预测

地面工程主要为工业场地，位于局部覆沙的黄土低梁区，一般高差 2-8m。

工业场地采用连续式平场方式，场地标高 1198.90-1203.50，北高南低。

工业场地建设将挖高填低，改变了局部覆沙的黄土低梁地貌，平场形成平坦地形，建构筑物形成煤炭工业景观。

工业场地位于榆林汽车产业园东边，榆佳高速、榆麻一级公路可视范围内，无地质遗迹、人文景观，占地面积较大，对地形地貌景观影响严重。

（2）地面塌陷区地形地貌景观影响预测

根据预测，近期 1301 工作面开采，地面塌陷 3.89-3.98m，塌陷较大。

近期地面塌陷对地面标高产生一定的影响，引起地表坡度一些小的变化，特别是在塌陷边缘区，但相对于原生地表坡度要小很多；产生的裂缝，特别是一些较大的裂缝会改变原生地貌的完整性；但这些变化不会改变本区局部覆沙的黄土低梁地貌类型，因此地面塌陷区地形地貌景观影响较严重。

根据预测，中期开采 3 号煤层剩余区域，3⁻¹ 号煤层、8 号煤层，累计塌陷 0.68-5.41m，其中一盘区东翼大部分地区开采 3 层煤，累计塌陷大；东南部边缘局部只开采 8 号煤，塌陷小；一盘区西翼只开采 3 号煤，塌陷较大。

中期地面塌陷对地面标高产生一定的影响，引起地表坡度一些小的变化，特别是在塌陷边缘区，但相对于原生地表坡度要小很多；产生的裂缝，特别是一些较大的裂缝会改变原生地貌的完整性；但这些变化不会改变本区局部覆沙的黄土低梁地貌类型，因此地面塌陷区地形地貌景观影响较严重。

综上，地形地貌景观预测评估影响程度严重。

（五）矿区水土环境现状分析与预测

1. 水土环境现状评估

本矿为新建矿山，未建设。水土环境处于原生状态。

因此，水土环境现状评估影响程度较轻。

2. 水土环境预测评估

(1) 水体

青云沟的淤地坝、色草湾水库地表水距离开采区约 1.5km，工业场地 1.2km，水面与工业场地、开采区之间有 4-7 条公路、汽车产业园、村庄、耕地、林地、草地等隔开，这些地表水主要为沟谷雨水，受煤矿影响的可能性小，对水体环境影响程度较轻。

(2) 土壤

工业场地大部分将硬化，局部恢复植被，土壤仅出露在场地绿植区，这些绿植区定期采用处理达标的中水浇洒，其水质满足标准要求，对土壤环境影响程度较轻。

近期开采 1301 工作面，引发地面塌陷及伴生裂缝，使土壤理化性质有所改变，对土壤环境影响程度较轻。

中期 3 号煤层剩余区域，3⁻¹ 号煤层、8 号煤层开采后，引发地面塌陷及伴生裂缝，使土壤理化性质有所改变，对土壤环境影响程度较轻。

因此，水土环境预测评估影响程度较轻。

(六) 评估分级与分区

1. 现状评估分级与分区

(1) 现状评估分级

通过以上分析，不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境影响程度现状评估分级见表 3.2-9。

表 3.2-9 现状影响程度分级表

因素	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境
现状评估	无在册、未发现不稳定地质体。	处于原生状态。 煤矿未建设。	处于原生状态。 煤矿未建设。	处于原生状态。 煤矿未建设。
程度分级	较轻	较轻	较轻	较轻

(2) 现状分区结果

通过对不同矿山地质环境问题现状评估结果的叠加分析，编制了高家界煤矿矿山地质环境问题现状图，见附图 1。

将全区划分为 1 级 1 个影响区，其中：1 个较轻影响区，面积 18.0996km²，占 100%。各区基本情况见表 3.2-10。

表 3.2-10 现状评估分区基本情况表

现状评估分区				矿山地质环境问题及影响程度				
名称	编号	分级	面积(km ²)	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境	防治情况
全区	III ₁	较轻	18.0996	无在册、未发现不稳定地质体	处于原生状态	处于原生状态	处于原生状态	煤矿未建设
合计	/	/	18.0996	/	/	/	/	/

2. 预测评估分级与分区

(1) 预测评估分级

通过以上分析，不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境影响程度预测评估分级见表 3.2-11、表 3.2-12。

表 3.2-11 近期预测影响程度分级表

因素	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境
预测评估	地面塌陷对东北部一条 110kV 麻王线影响较严重；地面塌陷对农村道路、低压输电线路、通讯线路影响较轻；两个企业采前搬迁，影响较轻。	导水裂隙沟通离石组黄土、风化带、3 号煤上覆延安组砂岩含水层，结构破坏，水位大幅下降，影响程度严重。降落漏斗范围内含水层影响较严重。对含水层水质影响较轻。 含水层影响范围内没有村庄，影响范围东部有少量水浇地，含水层水位下降影响机井灌溉用水，影响程度较严重。 对青云沟的淤地坝、色草湾水库影响较轻。	工业场地平场形成平坦地形，改变了局部覆沙的黄土低梁地貌，位于主要交通干线可视范围内，影响严重。 地面塌陷影响地面标高、地表坡度，不会改变局部覆沙的黄土低梁地貌，影响较严重。	淤地坝、色草湾水库距离开采区约 1.5km，对水体环境影响较轻。 处理达标中水浇洒工业场地绿植区对环境的影响较轻。 地面塌陷使土壤质地趋于疏松、理化性质有所改变，对土壤环境影响较轻。
程度分级	较轻	严重	严重	较轻

表 3.2-12 中期预测影响程度分级表

因素	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境
预测评估	<p>地面塌陷对运煤道路中段部分路段、西北部一条 110kV 千榆线、一条 35kV 麻蓝线，东北部一条 110kV 麻王线输电线路部分线段影响较严重；</p> <p>地面塌陷对农村道路、低压输电线路、通讯线路影响较轻；</p> <p>其他企业、散居村民采前搬迁；</p> <p>工业场地、进场道路、榆川天然气管线、榆常公路、色草湾村聚福园小区北端、色草湾村花卉园北端等位于保护煤柱内，影响较轻。</p> <p>其他地物位于无煤区或不可采区，不受采矿活动影响。</p>	<p>导水裂隙沟通萨拉乌苏组、离石组黄土、风化带、煤层上覆延安组砂岩含水层，结构破坏，水位大幅下降，影响程度严重。降落漏斗范围内含水层影响较严重。对含水层水质影响较轻。</p> <p>影响范围有少量水浇地，含水层水位下降影响机井灌溉用水，影响程度较严重。</p> <p>含水层影响范围内的散居村民采前搬迁，影响较轻。</p> <p>对青云沟的淤地坝、色草湾水库影响较轻。</p>	<p>地面塌陷影响地面标高、地表坡度，不会改变局部覆沙的黄土低梁地貌，影响较严重。</p>	<p>淤地坝、色草湾水库距离开采区约 1.5km，对水体环境影响较轻。</p> <p>处理达标中水浇洒工业场地绿植区，对土壤环境影响较轻。</p> <p>地面塌陷使土壤质地趋于疏松、理化性质有所改变，对土壤环境影响较轻。</p>
程度分级	较严重	严重	较严重	较轻

(2) 预测分区结果

通过对不同矿山地质环境问题预测评估结果的叠加分析，编制了地质环境影响预测评估图，见附图 3。

全区共划分 **3 级 10 个不同影响程度区**，其中，5 个严重影响区，面积 7.7116km²，占评估区面积的 42.6%；4 个较严重影响区，面积 2.2522km²，占评估区面积的 12.4%；1 个较轻影响区，面积 8.1358km²，占 45.0%。各分区基本情况见表 3.2-13。

表 3.2-13 预测评估分区基本情况一览表

预测评估分区					矿山地质环境问题和影响程度				
名称	编号	分级	位置	面积 (km ²)	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境	防治 难度
工业场地运煤道路区	I ₁	严重	工业场地、运煤道路	0.1753	工业场地位于保护煤柱内，不稳定地质体弱发育，影响程度较轻。中期，地面塌陷对运煤道路中段部分路段影响较严重。	工业场地位于保护煤柱内，影响程度较轻。在运煤道路区，中期采煤形成的导水裂隙沟通萨拉乌苏组、离石组黄土、风化带、煤层上覆延安组砂岩含水层，结构破坏，水位大幅下降，影响程度严重。降落漏斗范围内含水层影响较严重。对含水层水质影响较轻。	地面工程形成平坦地形，改变局部覆沙的黄土低梁地貌，位于主要交通干线可视范围内，影响严重。	无地表水。处理达标中水浇洒工业场地绿化区对土壤环境影响较轻	大
西北区	I ₂	严重	西北部	0.9641	中期，地面塌陷对西北部一条 110kV 千榆线、一条 35kV 麻蓝线输电线路部分线段影响较严重。对低压输电线路、通讯线路、农村道路影响较轻。	中期，导水裂隙沟通离石组黄土、风化带、煤层上覆延安组砂岩含水层，结构破坏，水位大幅下降，影响程度严重。对含水层水质影响较轻。	地面塌陷影响地面标高、地表坡度，不会改变局部覆沙的黄土低梁地貌，影响较严重。	地面塌陷使土壤质地趋于疏松、理化性质有所改变，对土壤环境影响较轻。	中等
西部区	I ₃	严重	西部中间	0.9203	中期，地面塌陷对低压输电线路、通讯线路、农村道路影响较轻。				
北部区	I ₄	严重	北部	5.4565	近期、中期，地面塌陷对东北部一条 110kV 麻王线输电线路影响较严重，对低				

预测评估分区					矿山地质环境问题和影响程度				
名称	编号	分级	位置	面积 (km ²)	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境	防治 难度
					压输电线路、通讯线路、农村道路影响较轻。	轻。含水层影响范围内有少量水浇地，含水层水位下降影响机井灌溉用水，影响程度较严重。			
中部区	I ₅	严重	中部	0.1953	中期，地面塌陷对产业五路影响较严重，对低压输电线路、通讯线路、农村道路影响较轻。	中期，导水裂隙沟通萨拉乌苏组、离石组黄土、风化带、煤层上覆延安组砂岩含水层，结构破坏，水位大幅下降，影响程度严重。对含水层水质影响较轻。	地面塌陷影响地面标高、地表坡度，不会改变局部覆沙的黄土低梁地貌，影响较严重。	地面塌陷使土壤质地趋于疏松、理化性质有所改变，对土壤环境影响较轻。	中等
西北边	II ₁	较严重	西北部	0.3327	中期，地面塌陷对一条 110kV 千榆线、一条 35kV 麻蓝线输电线路部分线段影响较严重。对低压输电线路、通讯线路、农村道路影响较轻。	中期，导水裂隙沟通离石组黄土、风化带、煤层上覆延安组砂岩含水层，结构破坏，水位大幅下降，影响程度严重。降落漏斗范围内含水层影响较严重。对含水层水质影响较轻。	地面塌陷影响地面标高、地表坡度，不会改变局部覆沙的黄土低梁地貌，影响较严重	地面塌陷使土壤质地趋于疏松、理化性质有所改变，对土壤环境影响较轻	中等
西部边	II ₂	较严重	西部中间	0.3053	中期，地面塌陷对低压输电线路、通讯线路、农村道路影响较轻。				
北部边	II ₃	较严重	北部	1.4554	近期、中期，地面塌陷对东北部一条 110kV 麻王线输电线路影响较严重，对低				

预测评估分区					矿山地质环境问题和影响程度				
名称	编号	分级	位置	面积 (km ²)	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境	防治 难度
					压输电线路、通讯线路、农村道路影响较轻。	影响较严重。对含水层水质影响较轻。含水层影响范围内有少量水浇地,含水层水位下降影响机井灌溉用水,影响程度较严重。			
中部边	II ₄	较严重	中部	0.1588	中期,地面塌陷对对产业五路影响较严重,对低压输电线路、通讯线路、农村道路影响较轻。	中期,导水裂隙沟通萨拉乌苏组、离石组黄土、风化带、煤层上覆延安组砂岩含水层,结构破坏,水位大幅下降,影响程度严重。降落漏斗范围内含水层影响较严重。对含水层水质影响较轻。			
其他区	III ₁	较轻	其他地区	8.1358	保护煤柱内,或无煤区,不稳定地质体弱发育,影响较轻	保护煤柱内,或无煤区,受影响较轻。对青云沟的淤地坝、色草湾水库影响较轻。	保护煤柱内,或无煤区,影响较轻	淤地坝、色草湾水库距离开采区约1.5km,对水体环境影响较轻。保护煤柱内,或无煤区,影响较轻	小
/	合计	/	/	18.0996	/	/	/	/	/

三、矿山土地损毁预测与评估

本矿为新建矿山，未动工建设。土地损毁包括建设期造成的压占损毁和生产期井工开采形成的地表沉陷损毁。

（一）土地损毁环节与时序

1. 建设期

本矿地面工程布置工业场地，属于永久性建设用地，未建设。工业场地现状地类主要为灌木林地、其他草地，次要为商业服务业设施用地、其他林地、采矿用地、农村道路。

本矿闭坑后，煤矿规划工业场地留续使用，本方案不涉及这些永久用地复垦。

临时建设用地位于工业场地内，表土堆放在绿化区，方便以后绿化；材料堆放在专用场地内，随用随进货，最多暂存 5 天的用量；施工营地位于工业场地；因此建设期不涉及临时损毁土地。

2. 生产期

根据井工煤矿开采工艺分析可知，地表沉陷过程造成土地损毁，是本项目主要的土地损毁方式。

矿井采用立井开拓方式，3 号煤层采用长壁综合机械化开采；其余薄及中厚煤层采用刨煤机综采或薄煤层滚筒采煤机综采，采用全部垮落法管理顶板。随着采煤工作面的回采，煤层上覆岩层出现垮落、弯曲下沉等移动变形，逐渐影响到地表，形成地表沉陷及伴生裂缝，局部出现台阶等形式的土地损毁，随着时间推移，地表移动变形趋于稳定。在采煤工作面的中间位置，地表沉陷过程中形成的伴生裂缝趋于闭合，在工作面的边缘位置，会形成永久性伴生裂缝和台阶。

地表沉陷产生的伴生裂缝和台阶，造成土壤水分流失、土壤理化性质变化，影响土地质量，影响地表植被生长，同时也会造成建（构）筑物、农田水利、交通、电力等工农业生产设施受到不同程度的损毁。

基本稳沉时间 3 号、3⁻¹ 号煤层 1 年，8 号煤层 2 年。

本矿采用一次采全高长壁式综采，开采土地损毁流程见图 3.3-1。

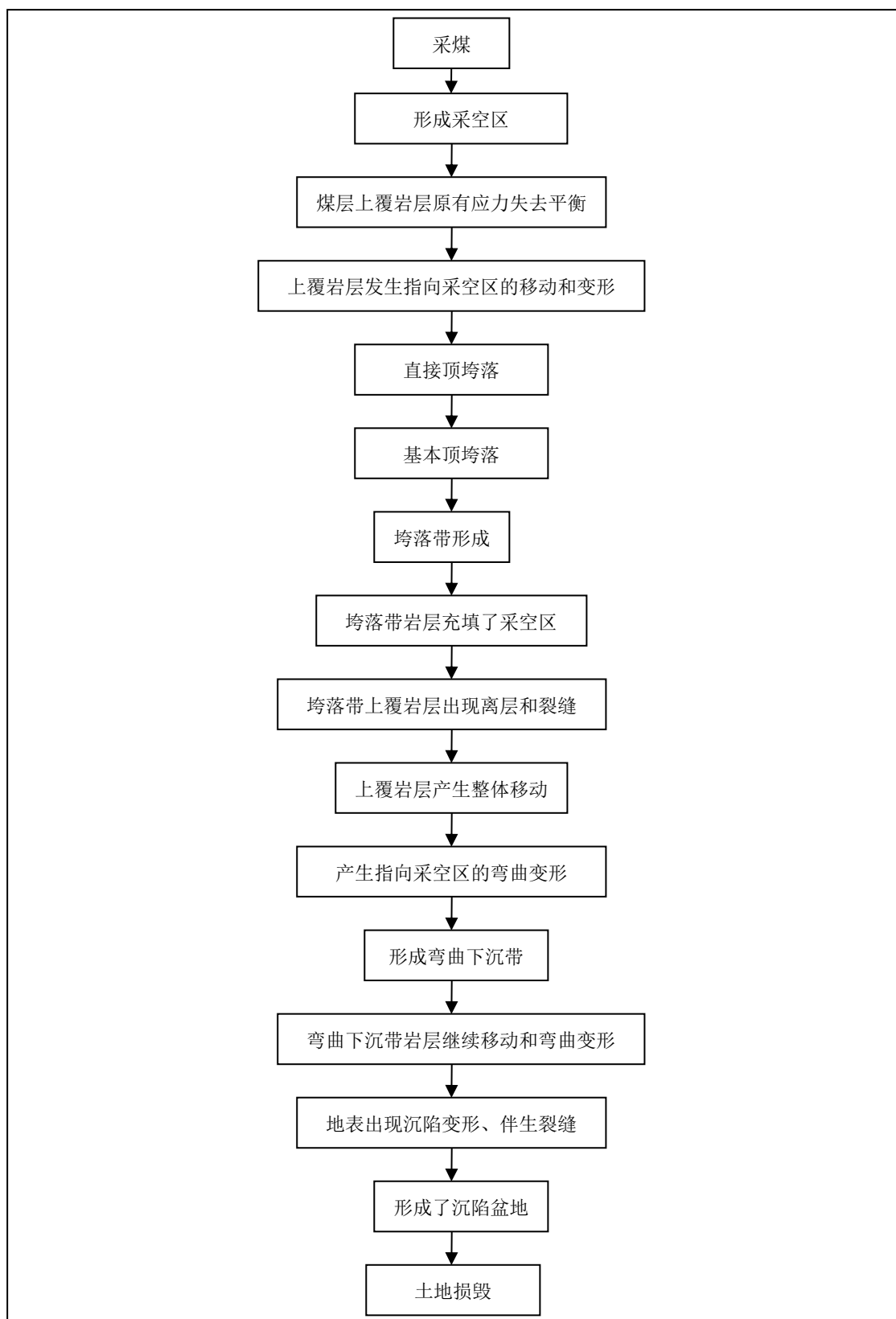


图 3.3-1 开采土地沉陷损毁流程图

(二) 已损毁各类土地现状

目前，本矿为新建煤矿，未建设，无已损毁土地。

（三）拟损毁土地预测与评估

拟损毁土地为生产期沉陷损毁土地。

1. 拟沉陷损毁土地

本项目地下煤层开采引起的地表沉陷范围和损毁程度可用地表沉陷引起的移动和变形值的大小来评估，预测方法及模式见不稳定地质体影响预测章节。

为保证近期土地复垦工程顺利实施，细化近期土地损毁程度的判定和损毁范围的确定，依据煤矿开采接续关系，分时段预测地表变形情况和土地损毁范围。

（1）预测时段划分

本着“远粗近细”的原则，根据高家界煤矿的采区划分及采区接续计划，考虑采区开采的完整性和土地复垦工程的可操作性，将本方案设计生产年限（38.7年）划分为2个时段。

一时段（1.0年-5.0年），年限为近期5年，开采3号煤的1301工作面。

二时段（6.0年-41.2年），年限为中期37年，开采3号煤层剩余区域，3⁻¹号煤层、8号煤层，存在重复开采、重复损毁土地。

2. 地表变形预测结果,

根据前节地表变形预测结果，近期5年一时段开采3号煤层1301工作面，最大下沉值为3.98m，最大倾斜值为93.45mm/m，最大曲率值为 $3.41 \times 10^{-3}/m$ ，最大水平移动值为995mm，最大水平变形值为35.51mm/m。

中期二时段开采3号煤层剩余区域，3⁻¹号煤层、8号煤层，预测最大下沉值为5.41m，最大倾斜值为130.69mm/m，最大曲率值 $7.41 \times 10^{-3}/m$ ，最大水平移动值为995mm，最大水平变形值为49.66mm/m。

（3）土地损毁等级划分标准

根据《土地复垦方案编制规程 第3部分：井工煤矿》中有关土地损毁程度分级标准划分，地表沉陷的损毁程度分级标准见表3.3-1、3.3-2、3.3-3。

表 3.3-1 水浇地损毁程度分级标准

损毁等级	水平变形 mm/m	附加倾斜 mm/m	下沉 m	沉陷后潜水位埋深 m	生产力降低%
轻度	≤4.0	≤6.0	≤1.5	≥1.5	≤20.0
中度	4.0~8.0	6.0~12.0	1.5~3.0	0.5~1.5	20.0~60.0
重度	>8.0	>12.0	>3.0	<0.5	>60.0

表 3.3-2 旱地损毁程度分级标准

损毁等级	水平变形 mm/m	附加倾斜 mm/m	下沉 m	沉陷后潜水位埋深 m	生产力降低%
轻度	≤8.0	≤20.0	≤2.0	≥1.5	≤20.0
中度	8.0~16.0	20.0~40.0	2.0~5.0	0.5~1.5	20.0~60.0
重度	>16.0	>40.0	>5.0	<0.5	>60.0

表 3.3-3 园地、林地、草地损毁程度分级标准

损毁等级	水平变形 mm/m	附加倾斜 mm/m	下沉 m	沉陷后潜水位埋深 m	生产力降低%
轻度	≤8.0	≤20.0	≤2.0	≥1.0	≤20.0
中度	8.0~20.0	20.0~50.0	2.0~6.0	0.3~1.0	20.0~60.0
重度	>20.0	>50.0	>6.0	<0.3	>60.0

注：附加倾斜指受采煤沉陷影响而增加的倾斜（坡度）；任何一项指标达到相应标准即认为土地损毁达到该损毁等级。

（4）拟沉陷土地损毁预测结果

根据土地损毁程度分级标准，绘制拟损毁土地损毁程度图，见图 3.3-2、图 3.3-3、附图 4。损毁土地统计面积具体见表 3.3-4、表 3.3-5。

表 3.3-4 近期沉陷损毁土地利用现状表 单位：hm²

一级地类		二级地类		沉陷损毁				
				轻度	中度	重度	小计	合计
01	耕地	0102	水浇地	2.2122	3.4953	2.2274	7.9349	8.1474
		0103	旱地	0.2125			0.2125	
03	林地	0305	灌木林地	14.8569	5.0574	6.5738	26.4882	27.5223
		0307	其他林地	1.0341			1.0341	
04	草地	0401	天然牧草地	3.1565	1.3045	2.4334	6.8944	88.4107
		0403	人工牧草地	3.7207	1.8665	3.3541	8.9413	
		0404	其他草地	36.6698	12.2645	23.6408	72.5750	
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	1.3947	0.0130		1.4076	1.4267
		0602	采矿用地	0.0190			0.0190	
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.2708	0.1875	0.8445	1.3029	1.3029
合计				63.5472	24.1884	39.0744	126.8100	126.8100

表 3.3-5 方案规划服务期沉陷损毁土地利用现状表 单位：hm²

一级地类		二级地类		沉陷损毁				
				轻度	中度	重度	小计	合计
01	耕地	0102	水浇地	3.5819	4.3216	26.5198	34.4234	40.8461
		0103	旱地	0.8542	0.1686	5.4000	6.4227	

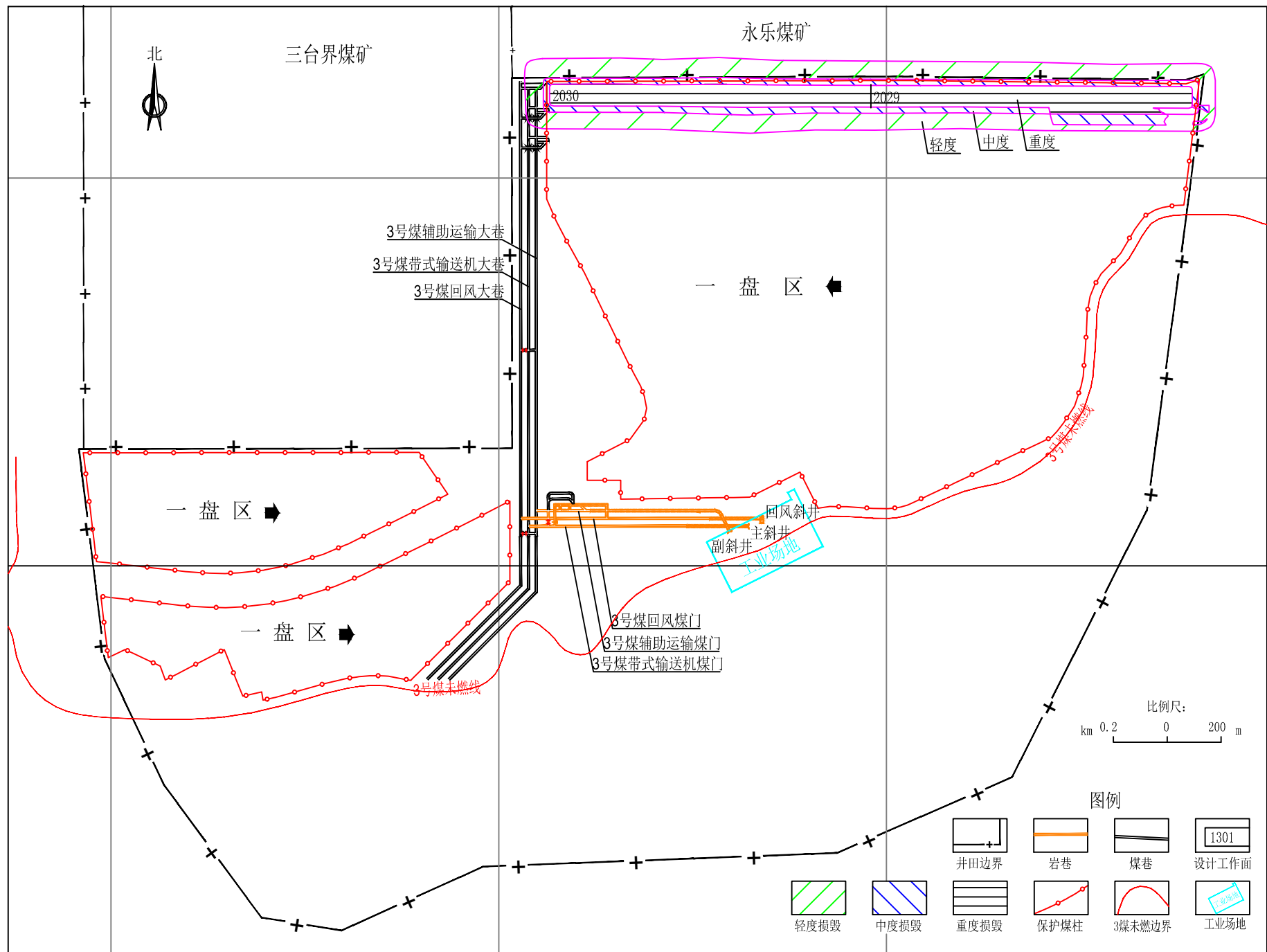


图3.3-2 近期土地损毁程度分区图

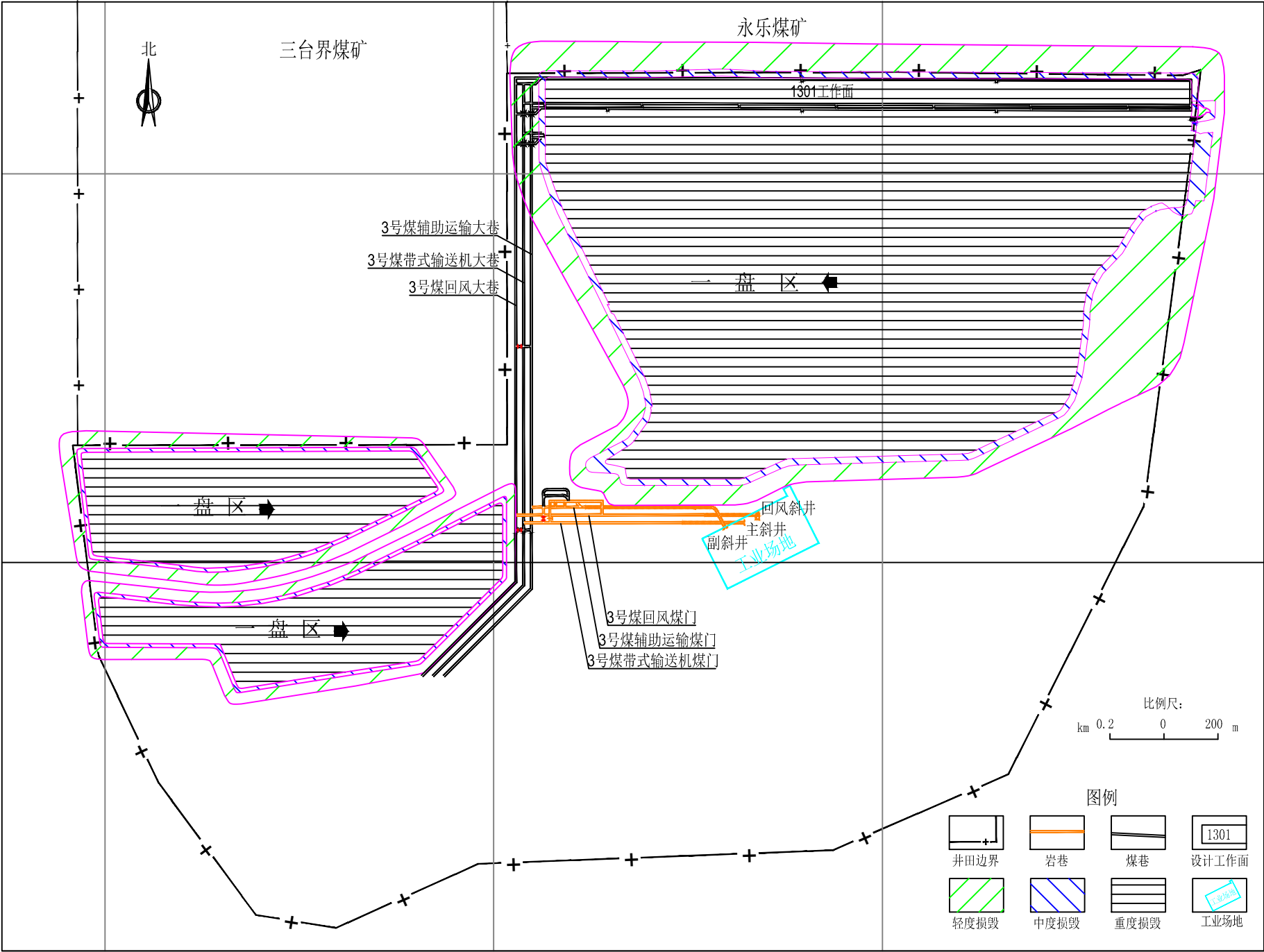


图3.3-3 服务期土地损毁程度分区图

一级地类		二级地类		沉陷损毁				
				轻度	中度	重度	小计	合计
03	林地	0301	乔木林地			6.4972	6.4972	183.8587
		0305	灌木林地	62.8814	14.0612	85.5586	162.5011	
		0307	其他林地	10.0341	1.0579	3.7683	14.8603	
04	草地	0401	天然牧草地	23.3098	3.5761	55.6927	82.5786	634.7113
		0403	人工牧草地	4.3425	1.1370	5.1548	10.6344	
		0404	其他草地	83.0739	23.3889	435.0355	541.4983	
05	商服用地	0508	物流仓储用地	0.4522	0.2050	1.5007	2.1579	42.0679
		05H1	商业服务业设施用地	11.8560	3.4279	24.6262	39.9101	
06	工矿仓储用地	0601	工业用地			2.2489	2.2489	8.4642
		0602	采矿用地	1.5615	0.3476	4.3062	6.2153	
07	住宅用地	0701	城镇住宅用地		0.0021	0.1702	0.1723	0.4492
		0702	农村宅基地	0.0245	0.0497	0.2028	0.2769	
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	2.7365	1.1474	9.8720	13.7559	29.0109
		08H1	机关团体新闻出版用地	0.9223	0.4578	13.8749	15.2549	
09	特殊用地	09	特殊用地	0.1817	0.0302	0.9726	1.1845	1.1845
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.5478			0.5478	29.1799
		1004	城镇村道路用地	6.0126	1.6914	12.2463	19.9504	
		1005	交通服务场站用地	0.8470	0.2794	0.8736	2.0000	
		1006	农村道路	1.2462	0.3626	5.0730	6.6818	
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.1787	0.1150	0.0605	0.3543	0.3543
12	其他土地	1202	设施农用地			1.5289	1.5289	4.1433
		1206	裸土地	0.0027	0.1354	2.4764	2.6144	
总计				214.6474	55.9626	703.6601	974.2702	974.2702

在拟沉陷损毁区域，公路用地主要为产业五路。农村道路为连接村镇、村村、田间的道路，为等外公路。设施农用地主要为蔬菜大棚。

农田基础设施为灌溉用的机井、井口房、地埋式输水管道。水浇地灌溉采用滴灌带滴灌，灌溉用水为机井供水。

（5）拟损毁土地重复损毁可能性分析

本矿开采 3 号、3⁻¹ 号、8 号煤层，在东翼一盘区 3 号、3⁻¹ 号煤层、二盘区 8 号煤层存在重复损毁。一盘区西翼只开采 3 号煤层，不存在重复损毁。

东翼一盘区 3⁻¹ 号煤层、二盘区 8 号煤层拟重复损毁土地面积 1448.5740hm²。加上 3 号损毁土地，共损毁土地面积 2422.8442hm²。

四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

（一）矿山地质环境保护与恢复治理分区

1. 分区原则及方法

（1）分区原则

矿山地质环境问题的产生具有自然、社会和资源三重属性，因此，矿山地质环境保护与治理恢复分区的原则是：首先，坚持“以人为本”，必须把矿山地质环境问题对评估区内居民生产生活的影晌放在第一位，要尽可能地减少对居民生产生活的影晌与损失，其次，坚持“以工程建设安全为本”，力争确保工程建设、运营安全，同时也要充分考虑工程建设对生态环境的综合影晌。

（2）分区方法

在对不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境和破坏现状与预测评估的基础上，根据防治难易程度，对矿山地质环境保护与治理恢复进行分区。选取不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境现状与预测评估结果作为分区指标，利用叠加法进行分区，分区标准见表 3.4-1。

对同一地质环境问题，当现状评估与预测评估区域重叠时采取就上原则进行分区。当不同地质环境问题重叠时，也采取就上原则进行分区。

表 3.4-1 矿山地质环境保护与治理恢复分区标准

分区指标	评估阶段	分区域别		
		重点	次重点	一般
不稳定地质体影响程度	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			
含水层影响和破坏	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			
地形地貌景观影响和破坏	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			
水土环境	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			

2. 分区评述

通过叠加,矿山地质环境问题影响程度分为较严重和较轻级别。综合考虑危害对象、损失与治理难度,矿山地质环境问题影响程度,将全区共划分**3级10个不同的治理分区**,其中,5个重点防治区,面积7.7116km²,占评估区面积的42.6%;4个次重点防治区,面积2.2522km²,占评估区面积的12.4%;1个一般防治区,面积8.1358km²,占45.0%。见附图6、表3.4-2。

表 3.4-2 矿山地质环境治理分区基本情况表

治理分区					主要矿山地质环境问题和影响程度	防治措施	进度安排
名称	编号	级别	分布	面积(km ²)			
工业场地运煤道路区	I ₁	严重	工业场地、运煤道路	0.1753	影响局部覆沙的黄土低梁地貌,影响严重。工业场地位于保护煤柱内,不稳定地质体弱发育,影响较轻;含水层影响较轻;无地表水;处理达标中水浇洒工业场地绿植区对土壤环境影响较轻。运煤道路中段部分路段受地面塌陷影响较严重;含水层受影响程度严重,含水层水质影响较轻。	工业场地植被恢复,维修受损运煤道路、人工巡查	近期、中期
西北区	I ₂	严重	西北部	0.9641	地面塌陷对西北部一条110kV千榆线、一条35kV麻蓝线、东北部一条110kV麻王线输电线路部分线段影响较严重;对低压输电线路、通讯线路、农村道路影响较轻。导水裂隙沟通萨拉乌苏组、离石组黄土、风化带、煤层上覆延安组砂岩含水层,结构破坏,水位大幅下降,影响程度严重。降落漏斗范围内含水层影响较严重。对含水层水质影响较轻。含水层影响范围内有少量水浇地,含水层水位下降影响机井灌溉用水,影响程度较严重。地面塌陷影响地面标高、地表坡度,不会改变局部覆沙的黄土低梁地貌,影响较严重。地面塌陷使土壤质地趋于疏松、理化性质有所改变,对土壤环境影响较轻。	维修受损输电线路、通讯线路、公路等地物,地质环境监测、人工巡查	近期、中期、后期
西部区	I ₃	严重	西部中间	0.9203			
北部区	I ₄	严重	北部	5.4565			
中部区	I ₅	严重	中部	0.1953			
西北边	II ₁	较严重	西北部	0.3327			
西部边	II ₂	较严重	西部中间	0.3053			
北部边	II ₃	较严重	北部	1.4554			
中部边	II ₄	较严重	中部	0.1588			
其他区	III ₁	较轻	其他地区	8.1358	保护煤柱内,或无煤区,影响较轻	留设保护煤柱	近期、中期、后期
/	合计	/	/	18.0996	/	/	/

（二）土地复垦区与复垦责任范围

1. 复垦区和复垦责任范围的确定

本方案规划服务期（2026 年—2075 年），复垦区由永久性建设用地（工业场地）、拟损毁土地（沉陷损毁土地）组成，面积合计为 991.6702hm²，其中永久性建设用地面积为 17.40hm²（工业场地），沉陷拟损毁土地面积 974.2702hm²。

工业场地靠近汽车产业园，本矿闭坑后，煤矿规划工业场地留续使用，作为汽车存储等的地方。因此复垦责任范围为拟沉陷损毁土地，面积为 974.2702hm²。各面积关系具体见表 3.4-4、表 3.4-5。

表 3.4-4 复垦区面积关系表

序号	分区		面积（hm ² ）	备注
1	永久性建设用地	工业场地	17.40	本矿闭坑后留续使用
2	拟损毁土地	拟沉陷损毁	974.2702	
3		小计	974.2702	
4	复垦区面积	合计	991.6702	永久性建设用地+拟损毁土地

表 3.4-5 复垦责任范围面积关系表

序号	分区		面积（hm ² ）	备注
1	拟损毁土地	拟沉陷损毁	974.2702	沉陷损毁土地
	复垦责任范围	合计	974.2702	

本方案适用期，即近期 2026—2030 年，复垦责任范围为 1301 工作面拟沉陷损毁土地，面积 126.8100 hm²。

2. 复垦责任范围拐点坐标的确定

本方案规划服务期（2026 年—2075 年）的复垦责任范围拐点坐标，见表 3.4-6。

表 3.4-6 复垦责任范围拐点坐标表（2000 国家大地坐标系）

序号	X	Y	序号	X	Y
1			111		
2			112		
3			113		
4			114		
5			115		
6			116		
7			117		
8			118		
9			119		
10			120		
11			121		
12			122		
13			123		
14			124		
15			125		

序号	X	Y	序号	X	Y
16			126		
17			127		
18			128		
19			129		
20			130		
21			131		
22			132		
23			133		
24			134		
25			135		
26			136		
27			137		
28			138		
29			139		
30			140		
31			141		
32			142		
33			143		
34			144		
35			145		
36			146		
37			147		
38			148		
39			149		
40			150		
41			151		
42			152		
43			153		
44			154		
45			155		
46			156		
47			157		
48			158		
49			159		
50			160		
51			161		
52			162		
53			163		
54			164		
55			165		
56			166		
57			167		
58			168		
59			169		
60			170		
61			171		
62			172		
63			173		

序号	X	Y	序号	X	Y
64			174		
65			175		
66			176		
67			177		
68			178		
69			179		
70			180		
71			181		
72			182		
73			183		
74			184		
75			185		
76			186		
77			187		
78			188		
79			189		
80			190		
81			191		
82			192		
83			193		
84			194		
85			195		
86			196		
87			197		
88			198		
89			199		
90			200		
91			201		
92			202		
93			203		
94			204		
95			205		
96			206		
97			207		
98			208		
99			209		
100			210		
101			211		
102			212		
103			213		
104			214		
105			215		
106			216		
107			217		
108			218		
109			219		
110					

（三）土地类型与权属

1. 土地利用类型

本项目收集了 2024 年地类更新调查的土地利用现状图，复垦责任范围土地利用现状具体见附图 2。

（1）土地利用现状及类型

复垦责任范围的土地利用现状类型划分为 11 个一级类和 25 个二级类，包括耕地、林地、草地、商服用地、工矿仓储用地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地等。面积为 974.2702hm²，全部为沉陷损毁土地，具体见表 3.4-7。

表 3.4-7 复垦责任范围土地利用现状表 单位：hm²

一级地类		二级地类		沉陷损毁				
				轻度	中度	重度	小计	合计
01	耕地	0102	水浇地	3.5819	4.3216	26.5198	34.4234	40.8461
		0103	旱地	0.8542	0.1686	5.4000	6.4227	
03	林地	0301	乔木林地			6.4972	6.4972	183.8587
		0305	灌木林地	62.8814	14.0612	85.5586	162.5011	
		0307	其他林地	10.0341	1.0579	3.7683	14.8603	
04	草地	0401	天然牧草地	23.3098	3.5761	55.6927	82.5786	634.7113
		0403	人工牧草地	4.3425	1.1370	5.1548	10.6344	
		0404	其他草地	83.0739	23.3889	435.0355	541.4983	
05	商服用地	0508	物流仓储用地	0.4522	0.2050	1.5007	2.1579	42.0679
		05H1	商业服务业设施用地	11.8560	3.4279	24.6262	39.9101	
06	工矿仓储用地	0601	工业用地			2.2489	2.2489	8.4642
		0602	采矿用地	1.5615	0.3476	4.3062	6.2153	
07	住宅用地	0701	城镇住宅用地		0.0021	0.1702	0.1723	0.4492
		0702	农村宅基地	0.0245	0.0497	0.2028	0.2769	
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	2.7365	1.1474	9.8720	13.7559	29.0109
		08H1	机关团体新闻出版用地	0.9223	0.4578	13.8749	15.2549	
09	特殊用地	09	特殊用地	0.1817	0.0302	0.9726	1.1845	1.1845
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.5478			0.5478	29.1799
		1004	城镇村道路用地	6.0126	1.6914	12.2463	19.9504	
		1005	交通服务场站用地	0.8470	0.2794	0.8736	2.0000	
		1006	农村道路	1.2462	0.3626	5.0730	6.6818	

一级地类		二级地类		沉陷损毁				
				轻度	中度	重度	小计	合计
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.1787	0.1150	0.0605	0.3543	0.3543
12	其他土地	1202	设施农用地			1.5289	1.5289	4.1433
		1206	裸土地	0.0027	0.1354	2.4764	2.6144	
总计				214.6474	55.9626	703.6601	974.2702	974.2702

(2) 土地损毁程度

复垦责任范围内土地损毁形式为沉陷损毁，预测沉陷区拟沉陷损毁土地面积为 974.2702hm²。按照损毁等级分为轻度、中度、重度损毁，其中轻度损毁面积为 214.8717hm²，中度损毁面积为 55.7383hm²，重度损毁 703.6601hm²。

(3) 土地质量现状

复垦责任范围为局部覆沙的黄土低梁区，表层土壤物理粘粒含量低于其他各土层。复垦土壤类型以风沙土为主，局部为栗钙土。土壤有机质及养分含量较低，保水保肥能力较差。

(4) 农林草生产状况

项目区地类以其他草地为主，其次为灌木林地、天然牧草地、水浇地。林草地植被以小叶杨、松树、柠条、沙柳、黑沙蒿、狗尾草、短花针茅等为主。农业生产以粮、菜为主，主要农作物种类为玉米、土豆等。

(5) 田间配套设施

项目区内水浇地供水水源主要是利用地下水，采用机井抽水，管道输水、滴灌灌溉。耕地主要利用农村道路，主要为砂石路面，道路宽度 3~5m。

2. 土地权属状况

项目复垦责任范围内土地面积 974.2702hm²，结合第三次全国土地利用现状调查数据，土地权属清楚，无权属纠纷。土地权属见表 3.4-8。

表 3.4-8 土地权属表

一级地类		二级地类		榆阳区				
				边墙村	常乐堡村	乔堡村	色草湾村	小计
01	耕地	0102	水浇地		0.4512	33.9722		34.4234
		0103	旱地		4.7010	1.7217		6.4227
03	林地	0301	乔木林地		0.6559	5.8413		6.4972
		0305	灌木林地	44.0401	85.4988	31.2569	1.7053	162.5011
		0307	其他林地	6.9600	4.0442	1.8514	2.0048	14.8603

一级地类		二级地类		榆阳区					
				边墙村	常乐堡村	乔堡村	色草湾村	陕西省公路管理局	小计
04	草地	0401	天然牧草地	15.1472	11.6819	55.7496			82.5786
		0403	人工牧草地		10.6343				10.6343
		0404	其他草地	24.6205	482.3678	31.8116	2.6984		541.4983
05	商服用地	0508	物流仓储用地	1.3720			0.7859		2.1579
		05H1	商业服务业设施用地	10.8143	19.1195		9.9762		39.9101
06	工矿仓储用地	0601	工业用地		2.2489				2.2489
		0602	采矿用地		6.2153				6.2153
07	住宅用地	0701	城镇住宅用地		0.1723				0.1723
		0702	农村宅基地	0.0482	0.2288				0.2769
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	5.9881		0.0251	7.7428		13.7559
		08H1	机关团体新闻出版用地		7.4019		7.8530		15.2549
09	特殊用地	09	特殊用地				1.1845		1.1845
10	交通运输用地	1003	公路用地					0.5478	0.5478
		1004	城镇村道路用地	6.1100	7.3212		6.5192		19.9504
		1005	交通服务场站用地		2.0000				2.0000
		1006	农村道路	1.6020	4.1747	0.8770	0.0280		6.6818
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面		0.3543				0.3543
12	其他用地	1202	设施农用地	1.5289					1.5289
		1206	裸土地	1.9709			0.6435		2.6144
总计				120.2021	649.2719	163.1067	41.1416	0.5478	974.2702

五、生态环境评估

在查阅现有资料和遥感影像资料的基础上，对矿区生态环境进行了实地调查，调查采用地形图、土地利用现状图和北斗导航，并进行植被样方调查。通过实地调查，掌握了矿区自然生态环境的基本情况。

根据《陕西省生态功能区划》，本矿区位于“横榆沙地防风固沙区”。

根据矿区的土地利用现状、植被类型、植被覆盖度、土壤类型进行生态环境评估。

1.土地利用现状

根据收集的土地利用现状图，矿区内各类土地利用面积见表 2.4-1，土地利用现状见附图 2。土地利用现状类型划分为 12 个一级类和 31 二级类。

在各地类中，以草地为主，面积 799.8277hm²，占矿区面积的 46.69%，其次为林地，面积 362.9676hm²，占矿区面积的 21.19%，其他植被地类面积较少，其中耕地面积 92.6776hm²，占矿区面积的 5.41%，园地面积 8.8033hm²，占矿区面积的 0.51%，其余为建设用地或水域。

2. 植被类型

根据现场调查，本区植被类型有乔木林、灌丛、草丛、农业植被及无植被区，主要植被类型为草丛，面积 799.8277hm²，占矿区面积的 46.69%；局部为灌丛，面积 203.0425hm²，占矿区面积的 11.85%，乔木林面积 159.9251hm²，占矿区面积的 9.33%。

本次开展了植被样方调查工作，内容如下：

(1) 植被样方点位

2025 年 10 月 13 日-15 日，项目组赴现场进行样方调查，采用整体普查和样方调查相结合的方法，重点调查首采 1301 工作面地表、拟建工业场地内植被生长分布状况及群落的类型特征。样方调查以“典型性”和“整体性”为原则，在调查路线上向两侧进行穿插调查选取 7 个点位进行实地取样调查，见图 3.5-1，植物样方表 1-7，所进行的样方调查涵盖了首采 1301 工作面地表、拟建工业场地主要的地貌类型和群落类型，具有代表性。本次调查样方信息表见表 3.5-1。

表 3.5-1 植被样方信息表

编号	群落类型	调查地点	具体位置	纬度	经度	海拔 (m)
Y1	黑沙蒿灌丛	榆阳区麻黄梁镇乔堡村	1301 工作面地表东部地表			
Y2	短花针茅草丛	榆阳区麻黄梁镇乔堡村				
Y3	黄花蒿草丛	榆阳区牛家梁镇常乐堡村	1301 工作面地表西部地表			
Y4	短花针茅草丛	榆阳区牛家梁镇常乐堡村				
Y5	黑沙蒿灌丛	榆阳区牛家梁镇常乐堡村				
Y6	中间锦鸡儿灌丛	榆阳区青云镇色草湾村	拟建工业场地			
Y7	短花针茅草丛	榆阳区牛家梁镇常乐堡村				

(2) 样方调查方法

灌丛群落设置 5m×5m 的样方，草本群落设置 2×2m 的样方。灌木调查项目有名称、绝对多度、平均高度、盖度等；草本调查项目有名称、德氏多度、平均高度、盖度等。

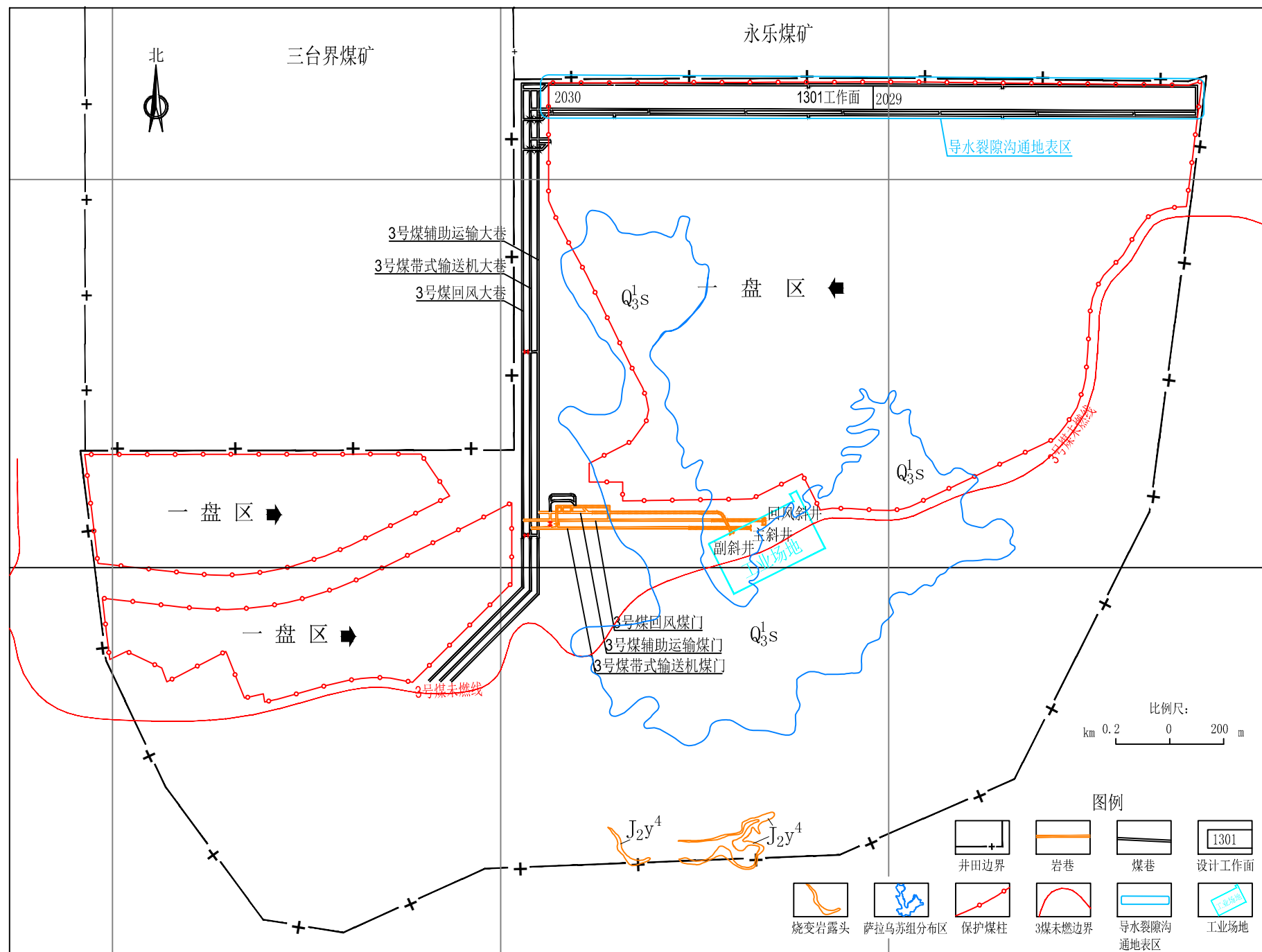


图3.2-5 近期开采区与萨拉乌苏组、烧变岩含水层分布范围图

草本生物量的测定采用全称重法，即选取均匀的有代表性的 1m×1m 小样方，剪取地上部分称量鲜重，并挖取地下 0.2m 深根系，称取鲜重。灌丛生物量的测定采用平均标准木法，即选取中等大小标准株，收集 1m×1m 范围内的凋落物，并分别收集该范围内所有草本植物的地上和地下部分，挖取灌木后分为地上部分和地下部分，分别分器官称量鲜重。所有样品选取 150g 左右新鲜样品，带回实验室烘干至恒重后称重，并换算为单位面积生物量。

（3）群落类型

首采 1301 工作面地表、拟建工业场地主要的群落类型为黑沙蒿灌丛、中间锦鸡儿灌丛、短花针茅草丛、黄花蒿草丛。主要群落分述如下：

①黑沙蒿灌丛群落（样方编号 Y1、Y5）：为沙漠旱生灌木，主要分布于半固定沙地、丘间平沙地。黑沙蒿群落伴生植物较多，主要为中间锦鸡儿，其次为斜茎黄耆、阿尔泰狗娃花、草木犀、黄花蒿等。

②中间锦鸡儿灌丛群落（样方编号 Y6）：为沙漠旱生灌木，主要分布于半固定沙地、丘间平沙地。中间锦鸡儿群落伴生植物较多，主要为黑沙蒿，其次为黄花蒿、狗尾草、阿尔泰狗娃花、沙鞭、硬质早熟禾等。

③短花针茅草丛群落（样方编号 Y2、Y4、Y7）：主要为多年生的丛生禾草群落，主要分布在黄土梁等栗钙土发育的地区，是本区典型的多年生禾草群落，在调查区域内广泛分布。短花针茅草丛群落伴生有其他植物，主要为黄花蒿，其次为阿尔泰狗娃花、披针叶野决明等。

④黄花蒿草丛群落（样方编号 Y3）：为菊科蒿属一年生草本植物，在本区主要分布在撂荒地、废弃土路及两侧的固定风沙土地。黄花蒿根系强大，适应性强，耐旱、耐寒、耐盐碱，对土壤要求不严，高度约 1m 左右，盖度很高，伴生种较少。

3. 植被覆盖度

植被覆盖度，以低覆盖度为主，面积 736.1532hm²，占矿区面积的 42.97%；其次为中覆盖度主，面积 414.7813hm²，占矿区面积的 24.20%；高覆盖度较少，面积 11.8603hm²，占矿区面积的 0.69%；其他为农业植被及无植被区。

4. 土壤类型

矿区土壤类型主要为风沙土，面积 1394.0766hm²，占矿区面积的 81.37%；其次为栗钙土，面积 305.5336hm²，占矿区面积的 17.83%；其他为潮土，面积很少。

综上，矿区土地利用类型以草地为主，植被类型以草丛为主，植被种类简单，植被覆盖度以低为主，土壤类型以风沙土为主，生态环境脆弱。


表 1 植被样方调查基本状况表

样方编号	Y1	群落类型	黑沙蒿灌丛群落	样方大小	5×5
调查地点：榆阳区麻黄梁镇乔堡村					
具体位置描述：1301 工作面地表东部地表					
纬度		地貌	() 山地 () 低洼地 () 平原 (√) 丘陵 () 高原		
经度		坡位	() 谷地 () 下部 (√) 中部 () 上部 () 梁顶		
海拔(m)		植被起源	(√) 原生 () 次生 () 人工		
坡向	N	干扰程度	(√) 无干扰 () 轻微 () 中度 () 强烈		
坡度(°)	3	土壤类型	半固定风沙土	周围植被	黑沙蒿
垂直结构	层高(m)	盖度(%)	优势种	 <p>榆林市榆阳区 2025.10.13</p>	
乔木层	/	/	/		
灌木层	0.8	42	黑沙蒿		
草本层	/	/	/		
饱和度(种)	2	生物量 (g.m ⁻²)	537.5		
调查人	雷崇利、刘月浩				
记录人	雷崇利	调查日期	2025.10.13		
附：样方调查记录表					
群落总盖度 (%)：42				备注：	
序号	植物名称	多度	盖度(%)	平均高度(m)	备注
1	黑沙蒿	12	40	0.8	
2	中间锦鸡儿	1	2	1.2	
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

注：乔木、灌木物种多度确定采用直接点数法，即计数样方内地实际丛数，统计绝对多度；

草本植物多度确定采用目测法，按德氏多度记录其相对多度，其标准参照《陆地生态系统生物观测规范》和《植被生态学》(宋永昌，2001)，即 **Soc**：极多，地上部分郁闭(75%以上)；**Cop3**：很多(50-75%)；**Cop2**：多(25-50%)；**Cop1**：尚多(5-25%)；**Sp**：少，数量不多而分散(1-5%)；**Sol**：稀少，数量很少而稀疏(1%以下)；**Un**：个别，样方内只有1或2株。

表 2 植被样方调查基本状况表

样方编号	Y2	群落类型	短花针茅草丛群落		样方大小	2×2
调查地点：榆阳区麻黄梁镇乔堡村						
具体位置描述：1301 工作面地表东部地表						
纬度		地貌	() 山地 () 低洼地 () 平原 (√) 丘陵 () 高原			
经度		坡位	() 谷地 () 下部 () 中部 (√) 上部 () 梁顶			
海拔(m)		植被起源	(√) 原生 () 次生 () 人工			
坡向	S	干扰程度	(√) 无干扰 () 轻微 () 中度 () 强烈			
坡度(°)	3	土壤类型	栗钙土	周围植被	短花针茅	
垂直结构	层高(m)	盖度(%)	优势种			
乔木层	/	/	/			
灌木层	/	/	/			
草本层	0.2	90	短花针茅			
饱和度(种)	4	生物量 (g.m ⁻²)	110.4			
调查人	雷崇利、刘月浩					
记录人	雷崇利	调查日期	2025.10.13			
附：样方调查记录表						
群落总盖度 (%)：90				备注：		
序号	植物名称	多度	盖度(%)	平均高度(m)	备注	
1	短花针茅	Soc	86	0.2		
2	黄花蒿	Sp	2	0.3		
3	披针叶野决明	Sp	1	0.15		
4	草木犀	Sp	1	0.15		
5						
6						
7						
8						
9						
10						

注：乔木、灌木物种多度确定采用直接点数法，即计数样方内地实际丛数，统计绝对多度；

草本植物多度确定采用目测法，按德氏多度记录其相对多度，其标准参照《陆地生态系统生物观测规范》和《植被生态学》(宋永昌，2001)，即 **Soc**：极多，地上部分郁闭(75%以上)；**Cop3**：很多(50-75%)；**Cop2**：多(25-50%)；**Cop1**：尚多(5-25%)；**Sp**：少，数量不多而分散(1-5%)；**Sol**：稀少，数量很少而稀疏(1%以下)；**Un**：个别，样方内只有1或2株。

表3 植被样方调查基本状况表

样方编号	Y3	群落类型	黄花蒿草丛群落		样方大小	2×2
调查地点：榆阳区牛家梁镇常乐堡村						
具体位置描述：1301 工作面地表西部地表						
纬度		地貌	() 山地 () 低洼地 () 平原 (√) 丘陵 () 高原			
经度		坡位	() 谷地 (√) 下部 () 中部 () 上部 () 梁顶			
海拔(m)		植被起源	(√) 原生 () 次生 () 人工			
坡向	S	干扰程度	(√) 无干扰 () 轻微 () 中度 () 强烈			
坡度(°)	0	土壤类型	固定风沙土	周围植被	黄花蒿、中间锦鸡儿	
垂直结构	层高(m)	盖度(%)	优势种			
乔木层	/	/	/			
灌木层	/	/	/			
草本层	0.8	96	黄花蒿			
饱和度(种)	5	生物量 (g.m ⁻²)	146.6			
调查人	雷崇利、刘月浩					
记录人	雷崇利	调查日期	2025.10.14			
附：样方调查记录表						
群落总盖度 (%)：96				备注：		
序号	植物名称	多度	盖度(%)	平均高度(m)	备注	
1	黄花蒿	Soc	94	0.8		
2	斜茎黄耆	Sp	1	1.0		
3	沙生针茅	Sol	<1	0.6		
4	茵陈蒿	Sol	<1	0.2		
5	阿尔泰狗娃花	Sol	<1	0.2		
6						
7						
8						
9						
10						

注：乔木、灌木物种多度确定采用直接点数法，即计数样方内地实际丛数，统计绝对多度；

草本植物多度确定采用目测法，按德氏多度记录其相对多度，其标准参照《陆地生态系统生物观测规范》和《植被生态学》(宋永昌，2001)，即 **Soc**：极多，地上部分郁闭(75%以上)；**Cop3**：很多(50-75%)；**Cop2**：多(25-50%)；**Cop1**：尚多(5-25%)；**Sp**：少，数量不多而分散(1-5%)；**Sol**：稀少，数量很少而稀疏(1%以下)；**Un**：个别，样方内只有1或2株。


表 4 植被样方调查基本状况表

样方编号	Y4	群落类型	短花针茅草丛群落		样方大小	2×2
2 调查地点：榆阳区牛家梁镇常乐堡村						
具体位置描述：1301 工作面地表西部地表						
纬度		地貌	（）山地 （）低洼地 （）平原 （√）丘陵 （）高原			
经度		坡位	（）谷地 （）下部 （√）中部 （）上部 （）梁顶			
海拔(m)		植被起源	（√）原生 （）次生 （）人工			
坡向	S	干扰程度	（√）无干扰 （）轻微 （）中度 （）强烈			
坡度(°)	4	土壤类型	栗钙土	周围植被	短花针茅、草木犀	
垂直结构	层高(m)	盖度(%)	优势种			
乔木层	/	/	/			
灌木层	/	/	/			
草本层	0.22	98	短花针茅			
饱和度(种)	1	生物量 (g.m ⁻²)	119.5			
调查人	雷崇利、刘月浩					
记录人	雷崇利	调查日期	2025.10.14			
附：样方调查记录表						
群落总盖度(%)：98				备注：		
序号	植物名称		多度	盖度(%)	平均高度(m)	备注
1	短花针茅		Soc	98	0.22	
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

注：乔木、灌木物种多度确定采用直接点数法，即计数样方内地实际丛数，统计绝对多度；

草本植物多度确定采用目测法，按德氏多度记录其相对多度，其标准参照《陆地生态系统生物观测规范》和《植被生态学》（宋永昌，2001），即 **Soc**：极多，地上部分郁闭（75%以上）；**Cop3**：很多（50-75%）；**Cop2**：多（25-50%）；**Cop1**：尚多（5-25%）；**Sp**：少，数量不多而分散（1-5%）；**Sol**：稀少，数量很少而稀疏（1%以下）；**Un**：个别，样方内只有 1 或 2 株。


表 5 植被样方调查基本状况表

样方编号	Y5	群落类型	黑沙蒿灌丛群落	样方大小	5×5
调查地点：榆阳区牛家梁镇常乐堡村					
具体位置描述：1301 工作面地表西部地表					
纬度		地貌	() 山地 () 低洼地 () 平原 (√) 丘陵 () 高原		
经度		坡位	() 谷地 () 下部 (√) 中部 () 上部 () 梁顶		
海拔(m)		植被起源	(√) 原生 () 次生 () 人工		
坡向	S	干扰程度	(√) 无干扰 () 轻微 () 中度 () 强烈		
坡度(°)	2	土壤类型	半固定风沙土	周围植被	黑沙蒿、中间锦鸡儿
垂直结构	层高(m)	盖度(%)	优势种		
乔木层	/	/	/		
灌木层	0.8	80	黑沙蒿		
草本层	0.7	8	斜茎黄耆		
饱和度(种)	6	生物量 (g.m ⁻²)	631.1		
调查人	雷崇利、刘月浩				
记录人	雷崇利	调查日期	2025.10.14		
附：样方调查记录表					
群落总盖度 (%)：88				备注：	
序号	植物名称	多度	盖度(%)	平均高度(m)	备注
1	黑沙蒿	18	70	0.8	
2	中间锦鸡儿	2	10	1.2	
3	斜茎黄耆	Cop1	5	0.8	
4	阿尔泰狗娃花	Sp	2	0.3	
5	草木犀	Sol	<1	0.7	
6	黄花蒿	Sol	<1	0.8	
7					
8					
9					
10					

注：乔木、灌木物种多度确定采用直接点数法，即计数样方内地实际丛数，统计绝对多度；

草本植物多度确定采用目测法，按德氏多度记录其相对多度，其标准参照《陆地生态系统生物观测规范》和《植被生态学》(宋永昌，2001)，即 **Soc**：极多，地上部分郁闭(75%以上)；**Cop3**：很多(50-75%)；**Cop2**：多(25-50%)；**Cop1**：尚多(5-25%)；**Sp**：少，数量不多而分散(1-5%)；**Sol**：稀少，数量很少而稀疏(1%以下)；**Un**：个别，样方内只有1或2株。


表 6 植被样方调查基本状况表

样方编号	Y6	群落类型	中间锦鸡儿灌丛群落	样方大小	5×5
调查地点：榆阳区青云镇色草湾村					
具体位置描述：拟建工业场地					
纬度		地貌	() 山地 () 低洼地 () 平原 (√) 丘陵 () 高原		
经度		坡位	() 谷地 () 下部 (√) 中部 () 上部 () 梁顶		
海拔(m)		植被起源	(√) 原生 () 次生 () 人工		
坡向	E	干扰程度	(√) 无干扰 () 轻微 () 中度 () 强烈		
坡度(°)	3	土壤类型	半固定风沙土	周围植被	中间锦鸡儿、黑沙蒿
垂直结构	层高(m)	盖度(%)	优势种		
乔木层	/	/	/		
灌木层	0.9	65	中间锦鸡儿		
草本层	0.3	2	狗尾草		
饱和度(种)	7	生物量 (g.m ⁻²)	687.8		
调查人	雷崇利、刘月浩				
记录人	雷崇利	调查日期	2025.10.15		
附：样方调查记录表					
群落总盖度 (%)：67				备注：	
序号	植物名称	多度	盖度(%)	平均高度(m)	备注
1	中间锦鸡儿	2	52	1.2	
2	黑沙蒿	11	10	0.6	
3	黄花蒿	Cop1	3	0.8	
4	狗尾草	Sp	1	0.6	
5	阿尔泰狗娃花	Sol	<1	0.5	
6	沙鞭	Sol	<1	0.6	
7	砂珍刺豆	Sol	<1	0.05	
8					
9					
10					

注：乔木、灌木物种多度确定采用直接点数法，即计数样方内地实际丛数，统计绝对多度；

草本植物多度确定采用目测法，按德氏多度记录其相对多度，其标准参照《陆地生态系统生物观测规范》和《植被生态学》(宋永昌，2001)，即 **Soc**：极多，地上部分郁闭(75%以上)；**Cop3**：很多(50-75%)；**Cop2**：多(25-50%)；**Cop1**：尚多(5-25%)；**Sp**：少，数量不多而分散(1-5%)；**Sol**：稀少，数量很少而稀疏(1%以下)；**Un**：个别，样方内只有1或2株。

表 7 植被样方调查基本状况表

样方编号	Y7	群落类型	短花针茅草丛群落		样方大小	2×2
调查地点：榆阳区牛家梁镇常乐堡村						
具体位置描述：拟建工业场地						
纬度		地貌	() 山地 () 低洼地 () 平原 (√) 丘陵 () 高原			
经度		坡位	() 谷地 () 下部 () 中部 (√) 上部 () 梁顶			
海拔(m)		植被起源	(√) 原生 () 次生 () 人工			
坡向	E	干扰程度	(√) 无干扰 () 轻微 () 中度 () 强烈			
坡度(°)	2	土壤类型	栗钙土	周围植被	短花针茅、黄花蒿	
垂直结构	层高(m)	盖度(%)	优势种			
乔木层	/	/	/			
灌木层	/	/	/			
草本层	0.15	39	短花针茅			
饱和度(种)	5	生物量 (g.m ⁻²)	51.9			
调查人	雷崇利、刘月浩					
记录人	雷崇利	调查日期	2025.10.15			
附：样方调查记录表						
群落总盖度 (%)：39				备注：		
序号	植物名称	多度	盖度(%)	平均高度(m)	备注	
1	短花针茅	Cop2	32	0.15		
2	黄花蒿	Cop1	6	0.35		
3	阿尔泰狗娃花	Sol	<1	0.13		
4	茵陈蒿	Sol	<1	0.08		
5	披针叶野决明	Sol	<1	0.05		
6						
7						
8						
9						
10						

注：乔木、灌木物种多度确定采用直接点数法，即计数样方内地实际丛数，统计绝对多度；

草本植物多度确定采用目测法，按德氏多度记录其相对多度，其标准参照《陆地生态系统生物观测规范》和《植被生态学》(宋永昌，2001)，即 **Soc**：极多，地上部分郁闭(75%以上)；**Cop3**：很多(50-75%)；**Cop2**：多(25-50%)；**Cop1**：尚多(5-25%)；**Sp**：少，数量不多而分散(1-5%)；**Sol**：稀少，数量很少而稀疏(1%以下)；**Un**：个别，样方内只有1或2株。

第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

一、矿山地质环境治理可行性分析

（一）技术可行性分析

通过现状与预测分析，评估区矿山地质环境问题主要为采煤引发的不稳定地质体、含水层破坏、地形地貌景观影响等方面，采取留设保护煤柱、搬迁避让等预防措施，对受损构筑物进行维修，不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境进行监测，这些都有适合本矿的成熟技术作为支撑，防治措施技术可行。

（二）经济可行性分析

本方案规划服务期内，矿山地质环境治理与土地复垦估算静态投资为 22764.24 万元，销售煤炭总毛利润 1281360 万元，静态投资占总毛利润的 1.8%，因此矿山地质环境治理与土地复垦在经济上可行。

（三）生态环境协调性分析

实施本方案项目后，影响的矿山地质环境将得到恢复与改善，消除不稳定地质体的威胁，地貌景观得到恢复，并与原有的地质环境相协调，实现矿区生态环境的协调发展，使矿山生态系统达到平衡。防治措施与生态环境相协调。

二、矿山土地复垦可行性分析

（一）复垦责任范围土地利用现状

根据确定的复垦责任范围，本项目复垦土地面积为 974.2702hm²，全部属于沉陷损毁土地，分为轻度、中度和重度损毁。复垦责任范围土地利用现状情况见表 4.2-1。

表 4.2-1 复垦责任范围土地利用现状表 单位：hm²

一级地类		二级地类		沉陷损毁				
				轻度	中度	重度	小计	合计
01	耕地	0102	水浇地	3.5819	4.3216	26.5198	34.4234	40.8461
		0103	旱地	0.8542	0.1686	5.4000	6.4227	
03	林地	0301	乔木林地			6.4972	6.4972	183.8587
		0305	灌木林地	62.8814	14.0612	85.5586	162.5011	

一级地类		二级地类		沉陷损毁				
				轻度	中度	重度	小计	合计
		0307	其他林地	10.0341	1.0579	3.7683	14.8603	
04	草地	0401	天然牧草地	23.3098	3.5761	55.6927	82.5786	634.7113
		0403	人工牧草地	4.3425	1.1370	5.1548	10.6344	
		0404	其他草地	83.0739	23.3889	435.0355	541.4983	
05	商服用地	0508	物流仓储用地	0.4522	0.2050	1.5007	2.1579	42.0679
		05H1	商业服务业设施用地	11.8560	3.4279	24.6262	39.9101	
06	工矿仓储用地	0601	工业用地			2.2489	2.2489	8.4642
		0602	采矿用地	1.5615	0.3476	4.3062	6.2153	
07	住宅用地	0701	城镇住宅用地		0.0021	0.1702	0.1723	0.4492
		0702	农村宅基地	0.0245	0.0497	0.2028	0.2769	
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	2.7365	1.1474	9.8720	13.7559	29.0109
		08H1	机关团体新闻出版用地	0.9223	0.4578	13.8749	15.2549	
09	特殊用地	09	特殊用地	0.1817	0.0302	0.9726	1.1845	1.1845
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.5478			0.5478	29.1799
		1004	城镇村道路用地	6.0126	1.6914	12.2463	19.9504	
		1005	交通服务场站用地	0.8470	0.2794	0.8736	2.0000	
		1006	农村道路	1.2462	0.3626	5.0730	6.6818	
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.1787	0.1150	0.0605	0.3543	0.3543
12	其他土地	1202	设施农用地			1.5289	1.5289	4.1433
		1206	裸土地	0.0027	0.1354	2.4764	2.6144	
总计				214.6474	55.9626	703.6601	974.2702	974.2702

（二）土地复垦适宜性评价

井工煤矿土地复垦适宜性评价是一种预测性的土地适宜性评价，是依据相关规划，按照因地制宜的原则，在充分尊重土地权益人意愿的前提下，根据土地利用类型、土地损毁情况、公众参与意见等，在经济可行、技术合理的条件下，确定拟复垦土地的最佳利用方向，划分土地复垦单元。土地复垦适宜性评价是确定损毁土地复垦方向的前提和基础，为复垦技术的选择提供参考，指导土地复垦工程的设计。

1. 评价原则

(1) 因地制宜，农用地优先的原则

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

(2) 自然因素和社会经济因素相结合原则

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

(3) 主导性限制因素与综合平衡原则

影响损毁土地复垦利用的因素很多，如塌陷、土壤、水源、土壤肥力、坡度以及灌溉条件等。根据复垦区自然环境、土地利用和土地损毁情况，分析影响损毁土地复垦利用的主导性限制因素，同时也应兼顾其他限制因素。

(4) 综合效益最佳原则

在确定土地的复垦方向时，应首先考虑其最佳综合效益，选择最佳的利用方向，根据土地状况是否适宜复垦为某种用途的土地，或以最小的资金投入取得最佳的经济、社会和生态环境效益，同时应注意发挥整体效益。

(5) 动态和土地可持续利用原则

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

(6) 经济可行与技术合理性原则

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

2. 评价依据

土地复垦适宜性评价在详细调查分析复垦区自然条件、社会经济状况以及土地利用状况的基础上，依据国家和地方的法律法规及相关规划，综合考虑土地损毁分析结果、公众参与意见以及周边类似项目的复垦经验等，采取切实可行的办法，确定复垦利用方向。土地复垦适宜性评价主要依据包括：

（1）相关法律法规和规划

包括国家与地方有关土地复垦的法律法规，如《中华人民共和国土地管理法》、《土地复垦条例》、《土地复垦条例实施办法》、《陕西省实施<土地复垦条例>办法》等土地管理的相关法律法规和复垦区相关规划等。

（2）相关规程和标准

包括国家与地方的相关规程、标准等，如《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036—2013）、《土地整治高标准农田建设综合体》（DB61/T 991.1-991.7-2015）、《土地开发整理规划编制规程》（TD/T1011—2000）、《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T1007—2003）和《农用地质量分等规程》（GB/T 28407-2012）等。

（3）其他

包括复垦区及复垦责任范围内自然社会经济状况、土地损毁分析结果、土地损毁前后的土地利用状况、公众参与意见以及周边同类项目的类比分析。

3. 评价范围的确定与评价单元的划分

（1）评价范围

适宜性评价范围即复垦责任范围，为拟沉陷损毁土地，面积为 974.2702hm²。

（2）土地复垦评价单元的划分

评价单元是适宜性评价的基本工作单位，由于本方案土地复垦适宜性评价的对象为复垦责任范围内土地，是一种对拟复垦土地状况的评价。对其进行复垦规划的最重要因素为土地损毁类型、损毁程度和土地利用类型。结合本项目复垦责任范围各分区损毁形式、特点等因素，列表分析各分区特征。

评价单元划分中，沉陷损毁土地依据损毁地类和损毁程度进行评价单元划分。沉陷损毁土地类型包括耕地、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。

沉陷损毁土地中，交通运输用地包括公路用地、城镇村道路、交通服务场站、农村

道路，水域及水利设施用地包括坑塘水面，依据原有地类实施治理，不再进行适宜性评价。特殊用地为坟地，由于不改变其原有地类，不进行适宜性评价。不参与适宜性评价的这 3 类土地面积为 30.7186hm²。

最终确定的评价单元划分见表 4.2-2，面积为 943.5516hm²。

表 4.2-2 评价单元划分表

损毁形式	损毁程度	地类	面积（hm ² ）	序号
沉陷 损毁	轻度	水浇地	3.5819	1
	中度	水浇地	4.3216	2
	重度	水浇地	26.5198	3
	轻度	旱地	0.8542	4
	中度	旱地	0.1686	5
	重度	旱地	5.4000	6
	轻度	林地	73.1397	7
	中度	林地	14.8948	8
	重度	林地	95.8241	9
	轻度	草地	110.7263	10
	中度	草地	28.1020	11
	重度	草地	495.8829	12
	轻度、中度、重度	商服用地（拟搬迁）	42.0679	13
	轻度、中度、重度	工矿仓储用地（拟搬迁）	8.4642	14
	轻度、中度、重度	住宅用地（拟搬迁）	0.4492	15
	轻度、中度、重度	公共管理与公共服务用地（拟搬迁）	29.0109	16
	轻度、中度、重度	设施农用地（拟搬迁）	1.5289	17
	轻度、中度、重度	裸土地（拟绿化）	2.6144	18
	合计		943.5516	

4. 评价体系及评价标准的建立

（1）评价体系

适宜性评价方法采用定性评价方法，采用极限条件法进行评价。选取的指标主要包括损毁程度、有效土层厚度、土壤质地、有机质含量、交通条件、地形坡度、覆土厚度、周边地类评价指标。对各评价指标分析如下：

损毁程度：主要是分析沉陷造成的土地及相应的配套设施损毁情况，沉陷损毁程度主要参照有关标准。

有效土层厚度：是指能提供植物根系正常生长发育的土层厚度，本区有效土层厚度相对较薄，耕地有效土层厚度大约为 20～30cm，林地、草地有效的土层大约为 15～30cm。

土壤质地：是指土壤中不同大小的矿物质颗粒的相对比例或粗细状况，是影响土壤的水、肥、气、热状况和耕性的一个重要因素。本区土壤类型以沙壤土为主，通透性良好，耕作省力，肥力易流失。

有机质含量：是土壤的重要组成，对土壤的肥力作用很大。结合《陕西土壤》中分析项目区土壤有机质含量情况分析，本区植被覆盖一般，有机质含量较低，有机质含量一般为 0.5-1.2%。

交通条件：本区耕地分布面积少，水浇地面积不多，交通便利，旱地面积也少，交通便利。灌木林地和草地，由于人口密度较低，交通不便，受人类活动影响较小。

地形坡度：区内地貌类型为局部覆沙的黄土低梁区，地形起伏不大。

水浇地灌溉条件：现有的水浇地灌溉水源是地下水，采用机井抽水，以滴灌为主。

周边地类：周边地类作为参照确定复垦方向。

评价体系确定为二级体系，分为两个序列：土地适宜类和土地质量等。土地适宜类分为适宜类、暂不适宜类和不适宜类。

适宜类按照土地质量等，按照复垦为耕地的质量标准分为 1 等地、2 等地和 3 等地；暂不适宜类和不适宜类不进行续分，以“N”表示。

①宜耕土地

1 等地：对农业生产无限制或少限制，地形平坦，质地好，肥力高，适于机耕，损毁轻微，易于恢复为耕地，在正常耕作管理措施下可获得不低于甚至高于损毁前耕地的质量，且正常利用不致发生退化。

2 等地：对农业生产有一定限制，质地中等，损毁程度较轻，需要经过一定的整治措施才能恢复为耕地。如利用不当，可导致水土流失、肥力下降等现象。

3 等地：对农业生产有较多限制，质地差，损毁严重，需采取较多整治措施才能使其恢复为耕地。

②宜林土地

1 等地：适于林木生产，无明显限制因素，损毁轻度，采用一般技术造林植树，即可获得较大的产量和经济价值。

2 等地：比较适于林木生产，地形、土壤、水分等因素对树木种植有一定的限制，损毁程度较轻，但是造林植树的要求较高，产量和经济价值一般。

3 等地：林木生长困难，地形、土壤和水分等限制因素较多，损毁严重，造林植树

技术要求较高，产量和经济价值较低。

③宜草土地

1 等地：水土条件好，草群质量好产量高，损毁轻微，容易恢复为草地。

2 等地：水土条件较好，草群质量和产量中等，有轻度退化，损毁程度较轻，需经过后期管护才能恢复为草场。

3 等地：水土条件和草群质量差、产量低、退化和损毁严重，需大力整治复垦后才能被利用。

(2) 评价标准

评价因子的选择应考虑对土地利用影响明显且相对稳定的因素，以便能够通过因素指标值的变动决定土地的适宜状况。

结合项目区自然环境条件、复垦经验，参考《耕地后备资源调查与评价技术规程》和《土地复垦质量控制标准》等确定土地复垦适宜性评价的等级标准，见下表 4.2-3。

表 4.2-3 复垦土地限制因素等级标准

限制因素及分级指标		耕地评价		林地评价	草地评价
		水浇地	旱地		
沉陷损毁程度	轻度损毁	3	1	1	1
	中度损毁	3	2	2	1
	重度损毁	3	3	2	2
土壤质地	壤土、粉砂粘壤土、壤粘土	1		1	1
	砂壤土、粘壤土	2		2	1
	砂土	3 或 N		3	2
有效土层厚度 (cm)	>50	1		1	1
	30~50	2		1	1
	10~30	2 或 3		2 或 3	2
	<10	3 或 N		3	3
土壤有机质含量 (g/kg)	>10	1		1	1
	8~10	2		1	1
	5~8	3		2	2
	<5	N		3	3
地形坡度 (°)	<2	1		1	1
	2~6	2		1	1
	6~15	3		2	2
	15~25	3		2	2
	>25	N		3	3
交通条件	有完善道路设施	1		1	1

限制因素及分级指标		耕地评价		林地评价	草地评价
		水浇地	旱地		
	有，但不完善或容易修建	2		1	1
	无道路设施或较难实施	3 或 N		2	2
覆土厚度	>100	1		1	1
	50~100	2		1	1
	30~50	2 或 3		2 或 3	2
	<30	3 或 N		3	3
水浇地灌溉水源	有充足的灌溉水源	1	1	1	1
	灌溉水源较充足	2	1	1	1
	无灌溉水源	3 或 N	1	1	1
周边地类	耕地	1		1	1
	林地、草地	2		1	1
	其他地类	3		2	2

5. 评价过程及复垦方向的确定

(1) 评价过程分析

——土地损毁前后质量分析

项目区内耕地分布较集中，主要位于乔堡村、常乐堡村，土壤类型以风沙土为主，局部为栗钙土，有机质含量较低。农作物主要包括玉米、土豆，产量较低。水浇地灌溉用水主要来自地下水。

林地以灌木林地为主，其他林地和乔木林地为辅，灌木林地广泛分布于煤矿范围，主要为矮生灌丛，主要灌木类型有柠条、黑沙蒿、沙柳、紫穗槐等，并伴生狗尾草、长芒草等草本植被，乔木类型小叶树、松树、旱柳。

草地占项目区比重最大，以其他草地为主，草本植被类型为短花针茅、狗尾草、黄花蒿等草本植被。

沉陷损毁区在地表变形后，形成一定程度的地表裂隙，进而影响到浅层地下水，地表裂隙的产生会造成裂隙两侧的植被水分缺失，部分植被死亡。地表沉陷过程中如不进行及时的裂隙充填，会造成表土土壤有机质、土壤水分流失，影响到土壤的理化性质，从而降低土壤质量，影响地表植被的生长。

——各评价单元评价过程分析

对于损毁土地适宜性评价采用极限条件法评价土地的适宜性，极限条件法即由诸选定评价因子中，评价因子适宜性等级最小（即限制性等级最大）的因子决定土地适宜性

等级。根据各个评价单元的性质，对照表 4.2-2 所确定的宜耕、宜林和宜草评价标准，对其进行逐项配比，可得到各个评价单元的评价因子取值，见表 4.2-4。

开发利用方案为色草湾村聚福园小区北端留设保护煤柱，其它散居村民采前搬迁，不留设煤柱。搬迁后农村宅基地复垦为耕地，且在复垦过程中实时监测。

表 4.2-4 适宜性评价单元评价过程

序号	评价单元	评价因子	指标
1	轻度损毁水浇地	损毁程度	轻度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度 (cm)	30~50
		有机质含量 (g/kg)	8~10
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度 (°)	<2
		灌溉条件	水源充足
2	中度损毁水浇地	损毁程度	中度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度 (cm)	30~50
		有机质含量 (g/kg)	8~10
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度 (°)	<2
		灌溉条件	水源充足
3	重度损毁水浇地	损毁程度	重度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度 (cm)	30~50
		有机质含量 (g/kg)	8~10
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度 (°)	<2
		灌溉条件	水源充足
4	轻度损毁旱地	损毁程度	轻度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度 (cm)	30~50
		有机质含量 (g/kg)	8~10
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度 (°)	2~6
5	中度损毁旱地	损毁程度	中度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度 (cm)	30~50
		有机质含量 (g/kg)	8~10
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度 (°)	2~6
6	重度损毁旱地	损毁程度	重度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度 (cm)	30~50

序号	评价单元	评价因子	指标
		有机质含量 (g/kg)	8~10
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度 (°)	2~6
7	轻度损毁林地	损毁程度	轻度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度 (cm)	10~30
		有机质含量 (g/kg)	5~8
		交通条件	有、不完善
		地形坡度 (°)	2~15
8	中度损毁林地	损毁程度	中度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度 (cm)	10~30
		有机质含量 (g/kg)	5~10
		交通条件	有、不完善
		地形坡度 (°)	2~15
9	重度损毁林地	损毁程度	重度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度 (cm)	10~30
		有机质含量 (g/kg)	5~10
		交通条件	有、不完善
		地形坡度 (°)	2~15
10	轻度损毁草地	损毁程度	轻度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度 (cm)	10~30
		有机质含量 (g/kg)	5~8
		交通条件	无道路设施
		地形坡度 (°)	2~15
11	中度损毁草地	损毁程度	中度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度 (cm)	10~30
		有机质含量 (g/kg)	5~8
		交通条件	无道路设施
		地形坡度 (°)	2~15
12	重度损毁草地	损毁程度	重度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度 (cm)	10~30
		有机质含量 (g/kg)	5~8
		交通条件	无道路设施
		地形坡度 (°)	2~15
13	农村宅基地、设施农用地	损毁程度	轻度、中度、重度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度 (cm)	30~50
		有机质含量 (g/kg)	8~10

序号	评价单元	评价因子	指标
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度 (°)	<2
		灌溉条件	水源充足
14	商服用地、工矿仓储用地、公共管理与公共服务用地	损毁程度	轻度、中度、重度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度 (cm)	10~30
		有机质含量 (g/kg)	5~8
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度 (°)	2~15

——耕地复垦方向主要限制因素分析

将参评单元的土地质量分别与复垦土地主要限制因素的耕地、林地和草地评价等级标准对比，以限制最大，适宜性等级最低的土地质量参评项目决定该单元的土地适宜等级，评价结果如表 4.2-5 所示。

表 4.2-5 各评价单元适宜性等级表

位置	编号	评价单元	方向限制性因素
沉陷损毁区	1	轻度损毁水浇地	沉陷损毁程度
	2	中度损毁水浇地	沉陷损毁程度
	3	重度损毁水浇地	沉陷损毁程度
	4	轻度损毁旱地	无明显限制因素
	5	中度损毁旱地	无明显限制因素
	6	重度损毁旱地	无明显限制因素
	7	轻度损毁林地	有机质含量、有效土层
	8	中度损毁林地	有机质含量、有效土层
	9	重度损毁林地	有机质含量、有效土层
	10	轻度损毁草地	有机质含量、有效土层
	11	中度损毁草地	有机质含量、有效土层
	12	重度损毁草地	有机质含量、有效土层
	13	商服用地（拟搬迁）	有机质含量、有效土层
	14	工矿仓储用地（拟搬迁）	有机质含量、有效土层
	15	住宅用地（拟搬迁）	有机质含量、有效土层
	16	公共管理与公共服务用地（拟搬迁）	有机质含量、有效土层
	17	设施农用地（拟搬迁）	有机质含量、有效土层
	18	裸土地	有机质含量、有效土层

根据以上评价结果对照表，分析如下：

①因地表沉陷造成的土地损毁所形成地表裂隙等外在表现形式，可以通过合理的复垦工程措施改变的。因地表下沉造成的水浇地灌溉设施的损毁可通过工程措施进行修复。

②复垦责任范围内林地、草地复垦为原有地类。

③拟搬迁住宅用地、设施农用地复垦为耕地，有效土层厚度限制，但考虑到搬迁村

庄周边耕地分布较多，且面积较大，建构筑物搬迁清理后下伏沙土层厚度较大，可对下伏沙土层进行土壤改良，因此可考虑复垦为耕地。

④拟搬迁商服用地、工矿仓储用地、公共管理与公共服务用地复垦为乔木林地，有效土层厚度限制，可对沙土层进行土壤改良，因此可考虑复垦乔木林地。

⑤裸土地，对沙土层进行土壤改良，复垦为灌木林地。

（2）最终复垦方向确定

根据适宜性评价分析，在考虑项目区自然、社会经济、政策和公众意愿的基础上，结合适宜性等级评定结果，最终确定复垦方向见表 4.2-6。

表 4.2-6 各评价单元复垦方向确定

损毁形式	评价单元	复垦方向
沉陷损毁	轻度损毁水浇地	水浇地
	中度损毁水浇地	水浇地
	重度损毁水浇地	水浇地
	轻度损毁旱地	旱地
	中度损毁旱地	旱地
	重度损毁旱地	旱地
	轻度损毁林地	林地
	中度损毁林地	林地
	重度损毁林地	林地
	轻度损毁草地	草地
	中度损毁草地	草地
	重度损毁草地	草地
	住宅用地（搬迁）	水浇地
	设施农用地（拟搬迁）	水浇地
	工矿仓储用地、商服用地、公共管理与公共服务用地（拟搬迁）	乔木林地
	裸土地	灌木林地

（3）划分复垦单元

依据确定的最终复垦方向，参照损毁形式及复垦工程措施，划定合理的复垦单元。具体见表 4.2-7。

表 4.2-7 复垦单元划分

损毁区域	序号	复垦单元	二级项目	面积 (hm ²)
沉陷区	1	水浇地方向复垦单元	沉陷损毁水浇地	34.4234
			沉陷损毁住宅用地	0.4492
			沉陷损毁设施农用地	1.5289
	2	旱地方向复垦单元	沉陷损毁旱地	6.4227
	3	林地方向复垦单元	沉陷损毁林地	183.8587
			沉陷损毁商服用地	42.0679
			沉陷损毁工矿仓储用地	8.4642
			沉陷损毁公共管理与公共服务用地	29.0109
			沉陷损毁裸土地	2.6144
	4	草地方向复垦单元	沉陷损毁草地	634.7113
合计				943.5516

(三) 水土资源平衡分析

1. 土壤资源平衡分析

本方案分析的土壤资源平衡主要针对表土资源。在沉陷区，裂缝充填所需土方，由裂缝区土方剥覆工程进行内部调配，能做到土方内部平衡。

住宅用地、设施农用地复垦为耕地，在建构筑物搬迁清理后，下伏沙土层厚度较大，对下伏沙土层进行土壤改良，在地表移动期间种植绿肥作物，复垦时施有机肥和无机肥，满足用土需求，不用向外取土。

2. 水资源平衡分析

依据土地复垦适宜性评价确定的最终复垦方向，结合项目拟采取的复垦措施，其水资源需求主要为沉陷区水浇地用水，林地及草地种植和补植用水。水浇地灌溉用水主要来自机井水，通过及时修复完善沉陷区灌溉设施，保证水浇地灌溉用水量。林地及草地种植和补植用水，主要来自于水车送水来保证其灌溉用水。

(1) 需水量分析

城镇住宅用地、农村宅基地、设施农用地复垦为水浇地，每个生育期按用水考虑。商服用地、工矿仓储用地、公共管理与公共服务用地复垦为乔木林地，和其他类型的林地、草地，在栽植、管护期的 6 年按用水考虑。

水浇地，根据《行业用水定额》(DB61/T943-2020)，按照不同作物种类 50%水文年的灌溉基本用水定额，按工程类型、取水方式、灌区规模，选取调节系数，计算灌溉

用水定额，计算的年需水量见表 4.2-8，需水量为 0.575 万 m³/a。

表 4.2-8 作物年需水量计算表

用水区	作物种类	灌溉基本用水定额 (m ³ /亩·a)	工程类型	取水方式	灌区规模	灌溉用水定额 (m ³ /亩·a)	面积 (hm ²)	需水量 (万 m ³ /a)
城镇住宅用地、农村宅基地、设施农用地	春玉米	340	0.67	0.85	1.00	193.63	1.9781	0.575
合计								0.575

本方案需栽植樟子松、旱柳、柠条、怪柳、紫穗槐、沙棘，管护期 6 年，根据栽植乔木、灌木灌溉定额标准及幼林抚育标准，植被恢复需水量约为 0.0265 万 m³/a。植被管护用水主要通过水车送水实施浇灌，根据植被恢复区域距离道路远近，采用人工或者软管实施输水浇灌，浇灌距离 50m~150m。

(2) 供水量分析

1) 大气降水

本区年平均降雨量 380mm，降水多集中在 7-9 月。大气降水是植物生长的重要水源。

2) 地表水

矿区南部青云沟内的淤地坝总库容 94.17 万 m³，色草湾水库总库容 94.17 万 m³。

目前，沿淤地坝、色草湾水库周边分布的水浇地，村民抽取坝水、库水进行灌溉，水量满足灌溉需求。

3) 地下水

位于黄土低梁区的水浇地，通过机井抽取地下水进行灌溉，每口机井最大年供水能力约 12000m³，水量满足灌溉需求。

4) 中水

本矿矿井正常涌水量为 4999.2m³/d，在灌溉季节，处理达标的中水，部分用于水浇地灌溉、林草生长浇灌。

(3) 水平衡分析

根据以上计算，本方案总需水量为 0.602 万 m³/a，可供水量大于需水量，供水量能满足复垦责任范围内水浇地、植被的灌溉需求。

（四）土地复垦质量要求

复垦责任范围损毁土地属低潜水位无积水沉陷地，结合复垦责任范围土地适宜性评价结果和当地实际情况，制定具体的复垦标准。

- 高家界煤矿应做到“边开采，边复垦”；
- 复垦利用类型应与地形地貌及周边的环境相协调；
- 土地复垦的质量不宜低于原（周边）土地利用类型的土壤质量与生产力水平；
- 复垦为耕地的应符合土地整治高标准农田工程建设标准的要求；
- 复垦场地的稳定性和安全性应有可靠保证；
- 应充分利用原有地表土作为覆盖层，覆盖后的表土应规范、平整，覆盖层的容重应满足复垦利用的要求。

对于复垦质量要求主要参考《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013），《土地开发整理规划编制规程》（TD/T1011-2000），《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1020-2000），《土地整治高标准农田建设综合体》（DB61/T991.1-991.7-2015），同时结合煤矿现状情况，来确定本项目内各复垦方向的质量要求。

1. 沉陷区水浇地方向土地复垦质量要求

- （1）平整后的地面坡度 $\leq 2^\circ$ ；
- （2）有效土层厚度 $\geq 80\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.4\text{g/cm}^3$ ，土壤质地壤土至粘壤土，砾石含量 $\leq 5\%$ ，pH 值在 7.5~8.5 之间，土壤有机质含量 $\geq 0.8\%$ ；
- （3）配套设施应满足《灌溉与排水工程设计标准》（GB50288-2018）、《高标准基本农田建设标准》（TD/T 1033）等标准。
- （4）田间道和生产路在采煤期间要满足生产生活需求。田间道：砂石路基，路基厚度 15 cm，泥结碎石路面，路面厚度 15 cm，路面宽度 4.0m；生产路：路床压实，厚度 15cm，素土路面，路面厚度 15cm，宽度 2.0m。
- （5）复垦后种植农作物无不良生长反应，粮食作物中有害成分含量符合《粮食卫生标准》（GB2715-81）；
- （6）复垦 3-5 年后单位面积产量，达到周边地区同水浇地中等产量水平。
- （7）复垦后农田灌溉保证率 50%以上，灌溉水利用率 0.7 以上，要有完整的防洪系统，防洪标准不低于 20 年一遇。

2. 沉陷区旱地复垦质量要求

- (1) 平整后的地面坡度 $\leq 5^\circ$;
- (2) 复垦后有效土层厚度 $\geq 80\text{cm}$, 土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$, 土壤质地壤土至粘壤土, 砾石含量 $\leq 10\%$, pH 值在 7.5~8.5 之间, 土壤有机质含量 $\geq 0.5\%$;
- (3) 田间道和生产路在采煤期间要满足生产生活需求。田间道: 砂石路基, 路基厚度 15 cm, 泥结碎石路面, 路面厚度 15 cm, 路面宽度 4.0m; 生产路: 路床压实, 厚度 15cm, 素土路面, 路面厚度 15cm, 宽度 2.0m。
- (4) 复垦后种植农作物无不良生长反应, 粮食作物中有害成分含量符合《粮食卫生标准》(GB2715-81);
- (5) 复垦 5 年后单位面积产量, 达到周边地区同等旱地中等产量水平。

3. 沉陷区林地复垦质量要求

- (1) 复垦后有效土层厚度 $\geq 30\text{cm}$, 土壤容重 $\leq 1.5\text{g/cm}^3$, 土壤质地砂土至砂质粘土, 砾石含量 $\leq 25\%$, pH 值在 7.5~8.5 之间, 土壤有机质含量 $\geq 0.5\%$;
- (2) 树种首先选择当地适种树种, 乔木选择樟子松、旱柳等; 灌木选择柠条、怪柳、紫穗槐等;
- (3) 整地: 造林前穴状整地, 乔木规格为 $0.8\text{m} \times 0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$; 灌木挖坑直栽;
- (4) 对于因地表沉陷受损的苗木, 要及时扶正, 对于倾斜较大的树木, 实施一定的扶正措施;
- (5) 确保一定量的灌溉, 五年后植树成活率 70%以上。

4. 沉陷区草地复垦质量要求

- (1) 复垦后有效土层厚度 $\geq 30\text{cm}$, 土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$, 土壤质地砂土至壤粘土, 砾石含量 $\leq 15\%$, pH 值在 7.5~8.5 之间, 土壤有机质含量 $\geq 0.5\%$;
- (2) 草籽选择适宜本地生长的乡土品种, 草籽选择紫花苜蓿等;
- (3) 复垦后林草覆盖率 $\geq 30\%$, 复垦五年后生产力水平达到周边地区同等土地利用类型水平;
- (4) 对于因地表沉陷受损的草地, 补植地区与原草地植被种类相同;
- (5) 复垦后 5 年草地具有生态稳定性和自我维持能力, 生物多样性不低于原植被生态系统。

三、生态系统恢复力分析

生态系统恢复力是指生态系统在面对自然或人为干扰后，能够维持其基本结构和功能，迅速恢复到原有状态或达到新的稳定状态的能力。它是生态系统健康和可持续性的一个重要指标之一。

生态系统包括地形、土壤、植被和水文等环境要素，这些要素决定了生态系统的功能、结构与恢复力。本方案选择地表坡度、土壤有机质、水文条件、植被覆盖度及多样性指标，采用定性评价方法，参照周边煤矿井工开采后在地表坡度、土壤有机质、水文条件、植被覆盖度的变化情况，分析生态恢复力，见表 4.3-1。

表 4.3-1 生态系统恢复力分析

序号	指标	现状分析	预测分析	恢复力分析
1	地表坡度	本区为低缓黄土梁岗地貌，中北部大部分地区为局部覆沙的黄土低梁，东南局部为黄土宽沟，地面坡度一般小于20°，相对高差较小。	煤层开采后，引发的地面塌陷及伴生裂缝，改变原生地貌的完整性，引起地表坡度产生一些小的变化。	自然恢复：不能自然恢复至原有地表坡度。 人工辅助：人工填充裂缝，恢复地面的连续，不能完全恢复回原有地表坡度。 生态重建：实施人工填充裂缝。
2	土壤有机质	主要为局部覆沙的黄土区，有机质含量0~0.6%。	地面塌陷引发土壤松动，水土流失增加，造成土壤有机质流失。	自然恢复：自然恢复到原有水平较为困难，或需要很长时间。 人工辅助：实施地面塌陷区，特别是裂缝区林草恢复，可恢复至原有水平。 生态重建：实施林草恢复。
3	水文条件	无常年流水，长期降雨或雨量较大期有沟流。矿区南部边界的青云沟，建有一座淤地坝，一座色草湾水库。	地面塌陷及伴生裂缝，增加降水入渗量，增加土壤水分，但减少了地表径流量。	自然恢复：自然恢复到原有水平较为困难，或需要很长时间。 人工辅助：人工填充裂缝，减少水分入渗量，部分恢复地表径流量，维持水库不缺水。
4	植被覆盖度及多样性	本区处于温带草原地带，主要为灌木、草本植物，覆盖度低，约15%。	地面塌陷伴生裂缝两侧易造成植被死亡，其他塌陷区植被变化不大，死亡植被主要为草本。	自然恢复：自然恢复到原有水平需要很长时间。 人工辅助：实施伴生裂缝区林草恢复，可恢复至原有水平。 生态重建：实施林草恢复。

综上所述，在地面塌陷区实施人工辅助治理工程，可恢复生态系统。

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

高家界煤矿建设及生产引发的矿山地质环境问题为：地面塌陷及伴生裂缝等不稳定地质体，含水层、地形地貌景观受影响，水土环境影响，以及土地资源损毁，以下针对不同地质环境及土地利用问题提出恢复治理工程。矿山地质环境治理与土地复垦工程分为近期（2026 年—2030 年），中期（2031 年—2067 年）和后期（2068 年—2075 年）三个阶段，治理工程、土地复垦以近期为主，兼顾中期和后期。

一、矿区生态修复预防措施

（一）目标和任务

1. 目标

最大程度地减少矿山地质环境问题的发生，避免和减缓不稳定地质体造成的损失，有效遏制对主要含水层、地形地貌景观、水土环境及土地资源的影响和破坏，实现土地复垦率 100%，实现矿产资源开发利用与地质环境保护协调发展，实现煤矿经济可持续发展。在本项目建设实施过程中严格按照绿色矿山建设的相关标准，建设成绿色矿山。

2. 任务

（1）在色草湾村聚福园小区北端及色草湾村花卉园博览中心北端、陕西能源化工技师学院、榆林华泰汇能洗选煤有限公司及榆林金瑞源洗煤有限公司、榆川天然气管道线及榆常公路、榆麻一级公路等重要的建（构）筑物留设保护煤柱，受影响的散居村民、其他企业采前搬迁，对受损的公路、输电线路、通讯线路等建（构）筑物进行维修治理，加强监测。

（2）保护主要含水层，维持评估区及周围生产、生活供水。

（3）减缓地形地貌景观、水土环境的影响。

（4）保护土地资源，对受影响和损毁的土地进行土地复垦，特别是沉陷区内基本农田，要确保基本农田的耕种质量不降低、耕种时间不受限，使其恢复原貌或适宜用途。

（5）维护和治理煤矿及周围地区生态环境，建设绿色矿业。

（二）保护与预防措施

1. 留设保护煤柱

对需要保护的對象留设保护煤柱，能够避免或减缓矿山地质环境问题的产生和影响程度，减少治理工程和费用。高家界煤矿在工业场地、主要大巷、煤矿边界、火烧边界、大型村庄、天然气管线、高等级公路、重要企事业单位等留有煤柱。

2. 避让

受影响的榆林元百合洗煤有限公司、榆林飞腾通盛商品混凝土有限公司、榆林市汽车产业园的北部、驼城 110kV 变电站、养牛场、散居村民采前搬迁，能够将不稳定地质体的影响程度降低。

近期搬迁榆林元百合洗煤有限公司、榆林飞腾通盛商品混凝土有限公司。

中期搬迁榆林市汽车产业园的北部、驼城 110kV 变电站、养牛场、散居村民。

3. 合理规划土地复垦

在建设和生产过程中要加强规划和施工管理，尽量减少对土地的影响。要建立土地复垦规划，分步实施。开采过程中要做到“边开采，边复垦”。

在进行土地复垦工程时，应制定合理的土石方调配方案，严禁弃土弃渣乱堆乱放。各种生产建设活动应严格控制在规划区域内，尽可能地避免造成土壤和植被的大面积损毁。

做好土壤和植被的保护措施，受施工车辆等施工机械碾压的地方要进行土地平整、疏松，并在适当季节补栽树种，尽快恢复原有土地功能。

4. 保护表土资源

在进行土地复垦时，要保护和利用好耕作层土壤和表层土壤。将表土在合适的地方存储并加以养护，保持肥力；待复垦时，再平铺于土地表面，使其得到充分、有效的利用。

二、矿山不稳定地质体治理

（一）目标任务

1. 治理目标

（1）避免和减缓地面塌陷及伴生裂缝造成的损失，对大型村庄、天然气管线、高等级公路、重要企事业单位等重要的建（构）筑物留设保护煤柱，受影响的其他企

业、散居村民采前搬迁，对影响的建（构）筑物进行维修治理并加强监测，对不稳定地质体进行监测。

2. 治理任务

- (1) 对影响的公路进行维修；
- (2) 对影响的输电线路扶正加固杆塔；
- (3) 对影响的通讯线路扶正加固杆塔；

(二) 工程设计与技术措施

1. 近期治理工程

近期，煤矿生产主要引发地面塌陷及伴生裂缝，造成农村道路、输电线路损坏。因此提出如下治理工程：维修受损公路、输电线路，包括发生损坏时的应急维修，地表移动结束后的最后维修，具体见表 5.2-1。

表 5.2-1 近期治理工程一览表

不稳定地质体及威胁地物		治理措施
地面塌陷区	农村道路	维修损坏路段
	输电线路	扶正加固杆塔

(1) 维修公路

近期开采 3 号煤的 1301 工作面，引发地面塌陷及伴生裂缝，造成农村道路局部路段损坏，为不影响交通，在公路发生损坏时，及时进行应急维修，确保车辆、人员能够安全通行；在地表移动结束后对公路进行最后维修，达到原公路标准。

(2) 维修输电线路

近期工作面开采引发地面塌陷及伴生裂缝，对输电线路产生影响，采取扶正加固杆塔措施进行维修。包括杆塔歪斜时应及时进行的应急维修，地表移动结束后最后维修，最终达到原线路标准。

(3) 综合管理

煤矿应组织人员定期巡查近期开采形成的塌陷区，遇到地质环境问题，及时汇报、及时处理。按照 3 人一组，每月至少巡查 2 次，并及时记录巡查结果。

2. 中期治理工程

(1) 维修地物

中期地面塌陷区运煤道路、农村道路、输电线路、通讯线路部分受损，采取工程措施进行维修，包括发生损坏时的应急维修，地表移动结束后的最后维修，见表 5.2-2。

表 5.2-2 中期治理工程一览表

不稳定地质体及威胁地物		治理措施
地面塌陷区	公路	维修损坏路段
	输电线路	扶正加固杆塔
	通讯线路	扶正加固杆塔

(2) 维修通讯线路

近期工作面开采引发地面塌陷及伴生裂缝，对通讯线路产生影响，采取扶正加固通讯杆措施进行维修。包括通讯杆歪斜时应及时进行的应急维修，地表移动结束后最后维修，最终达到原线路标准。

(3) 综合管理

煤矿应组织人员定期巡查近期开采形成的塌陷区，遇到地质环境问题，及时汇报、及时处理。按照 3 人一组，每月至少巡查 2 次，并及时记录巡查结果。

3. 后期治理工程

(1) 维修地物

后期地面塌陷区公路、输电线路、通讯线路治理措施和中期工程措施相同。

(2) 封闭井筒

煤矿闭坑后，封闭井口，根据《陕西省矿山地质环境治理恢复技术要求与验收办法的通知》（陕自然资规〔2019〕5 号），封闭措施如下，见典型设计图 1。

主斜井、副斜井封闭：在井口以下斜长 20m 处浆砌一堵砖墙，墙基底嵌入斜井井壁 0.25m，墙体厚 1.25m，再用粘土填至井口，在井口浆砌厚 1.25m 砖墙。挂一个警示牌，牌上书写“关闭井筒，危险！禁止靠近，后果自负”。

回风斜井封闭：在引风道岔口以下斜长 2m 处浆砌一堵砖墙，墙基底嵌入斜井井壁 0.25m，墙体厚 1.25m，再用粘土填充井筒、安全出口、引风道，在井口、安全出口、引风道口浆砌厚 1.25m 砖墙。各挂一个警示牌，牌上书写“关闭井筒，危险！禁止靠近，后果自负”。

(3) 综合管理

煤矿应组织人员定期巡查近期开采形成的塌陷区，遇到地质环境问题，及时汇报、及时处理。按照 3 人一组，每月至少巡查 2 次，并及时记录巡查结果。

(三) 主要工程量

施工工程量包括受损公路、输电线路、通讯线路发生损坏时的应急维修，地表移

动结束后的最后维修的工程量。以下给出的是最后维修的工程量。

1. 近期治理工程量

(1) 维修公路

近期维修公路工程量见表 5.2-3。

表 5.2-3 近期受损公路维修工程量一览表

名称	长度 (m)	宽度 (m)	维修长度 (m)	维修面积 (m ²)
农村砂石道路	1290	4	1032	4128
合计	1290	4	1032	4128

(2) 维修输电线路

近期需要维修输电线路 1.82km，其中低压输电线路 0.38km，9 个电杆；东北部一条 110kV 输电线路麻王线 1.44km，7 座铁塔。

(3) 人工巡查

近期内定期巡查 120 次，每年 24 次。

2. 中期治理工程量

(1) 维修公路

中期维修公路工程量见表 5.2-4。

表 5.2-4 中期受损公路维修工程量一览表

名称	长度 (m)	宽度 (m)	维修长度 (m)	维修面积 (m ²)
农村砂石道路	3150	4	2520	10080
产业五路	400	35	400	14000
运煤道路	1050	18	1050	18900
合计	4600	/	3970	42980

(2) 维修输电线路

中期需要维修输电线路 9.7km。其中低压输电线路 5.8km，118 个电杆；西北部一条 110kV 千榆线输电线路、一条 35kV 麻蓝线输电线路 2.46km，东北部一条 110kV 输电线路麻王线 1.44 km，26 座铁塔。

(3) 维修通讯线路

中期需要维修通讯线路 2.20km，44 个通讯杆。

(4) 人工巡查

中期内定期巡查至少 888 次，每年 24 次。

3. 后期治理工程量

(1) 维修公路

后期维修公路工程量见表 5.2-5。

表 5.2-5 后期受损公路维修工程量一览表

名称	长度 (m)	宽度 (m)	维修长度 (m)	维修面积 (m ²)
农村砂石道路	430	3	344	1032
合计	430	3	344	1032

(2) 维修输电线路

后期需要维修输电线路 0.30km，7 个电杆。

(3) 维修通讯线路

后期需要维修通讯线路 0.25km，6 个通讯杆。

(4) 封闭井筒

表 5.2-6 后期封闭井筒工程量一览表

工程名称	主斜井	副斜井	回风斜井
井筒浆砌砖墙 (m ³)	20.28	29.94	23.19
井筒砖墙抹面 (m ²)	15.10	22.50	17.30
回填粘土 (m ³)	302.00	450.00	346.00
井口浆砌砖墙 (m ³)	21.13	33.63	25.00
井口砖墙抹面 (m ²)	16.90	26.90	20.00

(5) 人工巡查

后期内定期巡查至少 48 次，每年 24 次。

三、矿区土地复垦

(一) 目标任务

本方案规划服务期（2026 年—2075 年），复垦责任范围的面积为 974.2702hm²，方案规划服务期内土地复垦率 100%，复垦前后土地利用结构调整见表 5.3-1，矿区土地复垦规划图见附图 5。

表 5.3-1 复垦前后土地利用结构调整表 单位：hm²

一级地类		二级地类		复垦前	复垦后	变化值
01	耕地	0102	水浇地	34.4234	36.4015	1.9781
		0103	旱地	6.4227	6.4227	0.0000
03	林地	0301	乔木林地	6.4972	86.0402	79.5430
		0305	灌木林地	162.5011	165.1155	2.6144
		0307	其他林地	14.8603	14.8603	0.0000
04	草地	0401	天然牧草地	82.5786	82.5786	0.0000
		0403	人工牧草地	10.6344	10.6344	0.0000

一级地类		二级地类		复垦前	复垦后	变化值
		0404	其他草地	541.4983	541.4983	0.0000
05	商服用地	0508	物流仓储用地	2.1579		-2.1579
		05H1	商业服务业设施用地	39.9101		-39.9101
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	2.2489		-2.2489
		0602	采矿用地	6.2153		-6.2153
07	住宅用地	0701	城镇住宅用地	0.1723		-0.1723
		0702	农村宅基地	0.2769		-0.2769
08	公用管理与公共服务用地	0809	公共设施用地	13.7559		-13.7559
		08H1	机关团体新闻出版用地	15.2549		-15.2549
09	特殊用地			1.1845	1.1845	0.0000
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.5478	0.5478	0.0000
		1004	城镇村道路用地	19.9504		0.0000
		1005	交通服务场站用地	2.0000		0.0000
		1006	农村道路	6.6818		0.0000
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.3543	0.3543	0.0000
12	其它土地	1202	设施农用地	1.5289		-1.5289
		1206	裸土地	2.6144		-2.6144
合计				974.2702	974.2702	0.0000

在村庄搬迁时，除搬迁村民房屋外，为村庄生产、生活、服务等配套的设施都要搬迁，建构筑物全部拆除。为提高土地利用效率，发展绿色矿山，利用村庄搬迁后的土地，增加了耕地和林地。

水浇地增加了 1.9781hm²，增加区域为搬迁后的农村宅基地、设施农用地。乔木林地增加 79.5430hm²，增加区域为搬迁后的商服用地、工矿仓储用地、公用管理与公共服务用地。灌木林地增加 2.6144hm²，增加区域为原来的裸土地。

本方案适用期，即近期 2026—2030 年，土地复垦范围为 1301 工作面拟沉陷损毁土地，面积 126.8100 hm²，土地复垦率 100%。

（二）工程设计及技术措施

1. 沉陷区损毁耕地复垦主要技术措施

根据调查，沉陷损毁区耕地主要为水浇地，有部分旱地。

本复垦单元的复垦工程措施主要为土壤重构工程和配套工程。

土壤重构工程包括充填工程、土壤剥覆工程、平整工程、清理工程，配套工程包括道路工程、机井工程、输电线路工程、滴灌工程。

这些复垦工程包括发生土地损毁时的应急复垦、地表移动结束后的最终复垦。

(1) 土壤重构工程措施

1) 充填工程

施工区域：在工作面正上方形成的临时性裂缝，在工作面四周形成的永久性裂缝。

施工方法：裂缝随着工作面的推进而发育，当工作面推过临时性裂缝后，大部分裂缝将逐步自动闭合；永久性裂缝宽度大、发育深、难以愈合。裂缝以人工治理为主，采用人工就近挖取土方直接充填裂缝。人工治理土方工程量小，土的迁移距离短，土地类型和土壤的理化性态基本不变。

施工工艺：轻度裂缝就地平整，在裂缝发生的小范围内土地进行直接人工平地。中度、重度裂缝区，预测出现的裂缝宽度大于 100mm，最宽的可达 300mm，充填过程中应该将全部裂缝、裂深分段开挖，依据土地复垦质量控制标准，表土回覆的厚度平均不低于 0.20m，因此本方案设计中剥离厚度平均按照 0.20m 实施。另取上坡方向土源分段进行充填夯实，表土层以下裂缝充填要求夯实到干容重 1.40t/m^3 。重度裂缝区裂缝宽深度较大，在充填裂缝距地表 1m 左右时，每隔 0.3m 左右分层应用木杠或夯石分层捣实，直到与剥离后的地表基本平齐为止。

裂缝充填后要保证原有土地的生产能力，分期分区治理，做到边剥离边充填边回覆，缩短施工工期。裂缝充填时要加强临时防护措施，如施工中的临时拦挡等。施工过程中均采用人工剥覆与充填为主，剥离裂缝两侧表土和用于充填裂缝土源要根据交通运输条件就近堆放。裂缝充填见典型设计图 2。

在土地产生裂缝时，及时进行裂缝充填，确保农机、人员耕作安全；在地表移动结束后对裂缝进行最终复垦，达到土地复垦质量要求。

2) 土壤剥覆

剥覆对象：剥离表土是耕作层的土壤，林地、草地腐殖质层。

剥离区域：损毁裂缝的两侧。

覆盖区域：填充后的裂缝及剥离区域。

剥覆工艺：首先要把表层的熟化土壤按复垦利用方向及土方需要量剥离后，在裂缝两侧或一侧贮存并加以养护以保持其肥力，待裂缝填充后，再平铺于土地表面，使其充

分、有效、科学的利用。

剥覆方式：人工剥离。

3) 田面平整

田面平整适用于沉陷区水浇地、旱地、果园复垦单元。

施工区域：沉陷后地表坡度增加 2°以内，起伏不平的沉陷边缘地带。通过就地平整可以实现挖填平衡，保证整个沉陷区标高基本一致，且平整后的标高要大于洪水位标高。

施工方法：采用人工与机械相结合的平整土地方法。

施工工艺：（1）倒行子法：首先根据测量设计，确定开挖线；然后进行划行取土，沿开挖线，以 1m 宽度分别向上向下划行，确定取土带和填土带；平整时先挖第一取土带，直至标准地面以下 0.7m，将土填入第一填土带，将第二取土带厚约 0.7m 耕层肥土，填入第一取土带槽底；再开挖第二取土带生土，填入第二填土带，同时将第三填土带表土翻卷在第二填土带上，如此抽生留熟，依次平整。（2）抽槽法：首先根据测量设计，确定开挖线；然后开槽平整，根据设计划行，开槽取土，熟土放至槽梁，生土垫至低处；最后进行合槽平整。

——田埂修筑

田埂修筑按照损毁前的田埂标准修筑，根据调查，田埂上顶宽度一般在 20cm，下底宽度 30cm，高度约 20cm。

4) 土地翻耕

在水浇地、旱地，在春、秋两季采用双轮二铧犁、双轮单铧犁、机引多铧犁、中耕机和浅耕机等对土地进行深耕。

5) 土壤培肥

土壤改良是增加土壤有机质和植物生长需要的其他养分含量，改善土壤性状，提高土壤肥力。常规改良土壤措施为施有机肥、无机肥和种植绿肥植物。

本区土壤有机质含量较低，种植中习惯施有机肥、无机肥，共施两种肥，能将肥效缓急相济，速效和长效结合，因此在耕地施有机肥、无机肥，结合深耕改良土壤。在林地、草地，种植绿肥植物苜蓿、紫穗槐、柠条，增加土壤养分和大量有机质，改善土壤结构，增强地力。

在 0~20cm 土层内，均匀撒施肥料，选用有机肥及无机肥，改良土壤质量，增加土壤有机质含量，为土地增产打下基础。适合当地农作物增产的施肥量为：

熟土：有机肥 500kg/hm²，无机肥 150kg/hm²，连施 3 年。

生土：有机肥 4500kg/hm²，无机肥 800kg/hm²，连施 3 年。

（2）配套工程措施

1）机井工程、输电线路、滴管工程设计

①维修机井工程

本矿采煤将损坏水浇地的机井，根据项目区水浇地用水情况，本方案计划在水浇地方向复垦单元维修 10 眼机井，保证水浇地正常的用水。机井工程、井管安装和输水管道敷设、泵房建设等按照项目区现有的标准修建。

——成孔工程

根据项目区现有机井工程，机井深度大约 300m，孔径按照 600-650mm。

——井管安装

根据成孔工程设计方案，井管选用钢筋混凝土材质，井管内径为 300-350mm，同时按照 1:1 安装滤水管。

——填封工程

井管和滤水管安装结束后及时进行填砾，砾料选择要严格按照相关规程实施，填砾时滤料沿井管四周均匀连续填入，随填随测。当发现填入数量及深度与计算有较大出入时，应及时报出原因并排除。

——洗井工程

填砾完毕后及时进行洗井并补填滤料。洗井方法和工具，按井的结构、管材、钻井工艺及含水层特征选择，尽量采用不同的洗井工具交错使用或联合使用。

——潜水泵安装工程

潜水泵安装前要认真检查潜水泵装配是否良好，紧固件有无松动现象，转动轴是否均匀，更要确定井孔内径是否符合机井下井部分的尺寸要求。

——PVC 管道及配件安装

PVC 管道安装程序包括测量放样→管沟开挖→槽底人工整理→管道安装→出水口及护管安装→管道回填→竣工清理。

开挖前撒好管沟上口开挖线，人工或机械挖沟都必须做到沟直、沟底平。沟槽完成后，检查沟深及沟底平整度，合格后回填 60cm 厚细壤土。

——泵房建设

机井配套泵房建设依据现有泵房标准建设，泵房尺寸按照 3.0×3.0×2.8m 标准建设。

②输电线路工程

本项目中的机井是在原有机井附近，故与之配套的电力设施尽量利用原有线路进行适当补充，不再单设变压器，而只在各井口配置小型配电箱。

③机井结构典型设计

根据项目区调查确定本次规划设计井深 300 m。

井管设计：依据《机井技术规范》（SL256-2000）和《混凝土与钢筋混凝土井管标准》。井管选择为：采用井孔内径 300mm，机井成孔直径 600mm。

井壁管为钢筋混凝土管，采用 C20 混凝土，壁厚 5cm；滤水管为无砂混凝土管，其孔隙率不小于 15%，过滤器选用钢筋混凝土条孔管缠丝填砾过滤器。井管开孔率应大于 15%。井管外围回填滤料；滤料顶部至顶口段采用粘土泥球封闭，井壁管高于地面 20cm，防止雨水流入井内。机井典型设计图 3。

④灌溉输配水系统设计

项目区属温带大陆性气候，干旱半干旱的风沙过渡区，在新增机井区域拟采用管道系统输水，由水泵提水直接输水到田间给水栓，管网布置为树状网，力求经济合理，使管线长度短，控制面积大，投资省。

1) 地埋管网布置

项目区的灌溉设施主要布置方式为：从机井引 PE 管道到田间，沿垂直作物种植方向布置 PE 干管，一侧或双侧分水，并尽量沿道路布设，管道上每隔 50m 布置 1 个给水栓；PE 管槽开挖深度取 1.5m，开挖边坡 1: 0.3，下口宽 0.4m，上口宽 1.0m，单位挖方量为 1.05m³。

2) 灌溉制度

根据项目区周边管道灌溉经验，本项目采用轮灌的方式进行灌溉，每次最多开启干管同侧的 2 个给水栓。

3) 管网设计流量及管径计算

①管网设计流量计算。

上级管道流量等于其下一级管道流量之和。

$$Q_{Li} = \sum q_{li}$$

式中： $Q_{上i}$ ——上一级管道流量， m^3/h ；

q_i ——对应下一级管道流量， m^3/h

根据管道布置本次典型设计：机井出水量为 $40.0 m^3/h$ ，PE 干管流量为 $40.0 m^3/h$ ，支管流量为 $20.0 m^3/h$ 。

②管径计算：

采用经济流速法： $d=188\sqrt{\frac{Q}{v}}$

式中： d ——管道直径， mm ；

Q ——计算管段设计流量， m^3/h ；

v ——管内流速， m/s ；

低压管道对应其“经济流速 $v=0.9\sim1.5m/s$ ”条件下，流量与管径的关系见表 5.3-2。

表 5.3-2 管道流量与管径的关系表

管径（mm）	80	100
流量（ m^3/h ）	16.28~27.13	25.43~42.39

根据上述计算，PE 干管选取 110 mm。

2) 道路工程设计

田间道是居民点到田间的道路，主要为货物运输、作业机械向田间转移等生产服务道路。生产路是联系田间地块通往田间的道路。

新建田间道和生产路，在现有路网的基础上适量的增加。

田间道和生产路的道路路面设计规格见典型设计图 4。设计指标见表 5.3-3。

田间道按照 $50m/hm^2$ 密度修筑，生产路按照 $100m/hm^2$ 密度修筑。

表 5.3-3 田间道路设计指标表

道路类型	主要联系范围	路面材料	路面宽（m）	路基宽（m）	高出地面（m）
田间道	村庄与田块之间	泥结碎石	4	5	0.3
生产路	田块与田块之间	素土	2	2.6	0.15

2. 沉陷区损毁林草恢复主要技术措施

沉陷区内林草恢复措施主要包括林地苗木补植、草地草种撒播措施。这些复垦工程包括发生土地损毁时的应急复垦、地表移动结束后的最终复垦。

(1) 林地复垦单元技术措施

根据调查，沉陷损毁区林地为乔木林地、灌木林地和其他林地。

本复垦单元的复垦工程措施主要为土壤重构工程和植被恢复。

土壤重构工程包括充填工程、土壤剥覆工程。其工程设计具体参照沉陷损毁区耕地复垦单元工程设计。

1) 植被恢复措施

对于受损的树木，及时扶正树体，保证正常生长；对受损严重的乔灌木根据坡向、坡度、土壤质地、土层厚度等，采取适宜的整地措施，补植苗木。

2) 林地苗木

林地苗木种类参照复垦责任范围现有的苗木类型，在乔木林地栽植樟子松、旱柳，灌木林地栽植柠条、怪柳。

3) 造林模式

乔木林地采用乔草混交模式，灌木林地采用灌草混交模式，混交复垦技术指标见表 5.3-4。

表 5.3-4 造林模式设计指标表

地类	造林类型	混交方式	配置形式	栽植方式
乔木林地	樟子松×紫花苜蓿	带状混交	三角形	营养钵
	旱柳×紫花苜蓿	带状混交	三角形	裸根
灌木林地	柠条×紫花苜蓿	带状混交	三角形	裸根
	怪柳×紫花苜蓿	带状混交	三角形	营养钵

4) 栽植时间，春季、秋冬季。

5) 栽植方法，乔木、灌木植苗栽植，并要求浇透水。

根据地形坡度选择整地方式，地形坡度小于 25°，采用穴状整地。在乔木、灌木栽植地点及周围人工撒播草籽，见表 5.3-5、表 5.3-6，典型设计图 5、图 6。

挖坑时，将上层熟土和底层生土分开放置，栽植深度与苗埋深一致或略深。将苗木用水湿根，放入已挖好的栽植坑中央，填土时用湿土埋根，土埋到 2/3 左右时候，把苗向上略提，舒展根系，使苗达到要求高度，再填满土捣实，最后在树坑四周培土围堰、浇水。

表 5.3-5 树种技术设计指标表

名称	栽植方法	株行距	整地规格	苗木规格	土球（钵） (cm)	补植量
樟子松	单植	4m×4m	穴状整地 (80cm×60cm×60cm)	苗高 H≥1.5m, 冠幅 G≥0.5m, 保留轮层≥4 层	21×26 钵	按损毁程度
旱柳	单植	4m×4m	穴状整地 (80cm×60cm×60cm)	胸径φ≥6cm, 主杆高 H2.4m, 2 年归圃苗	裸根	按损毁程度
柠条	单植	2m×3m	挖坑直栽	地径 d≥0.3cm, 丛 生、两年生苗	裸根	按损毁程度
桤柳	单植	2m×3m	挖坑直栽	苗高 H≥30cm	18×18 钵	按损毁程度

表 5.3-6 草种技术设计指标表

草籽类型	种子处理	播种方式	播种时间	播种量
紫花苜蓿	清选去杂	撒播	春季播种	按损毁程度

(2) 草地复垦单元技术措施

根据调查，沉陷损毁区草地为天然牧草地、人工牧草地、其他草地。

本复垦单元的复垦工程措施主要为土壤重构工程和植被恢复。

土壤重构工程包括充填工程、土壤剥覆工程。其工程设计具体参照沉陷损毁区耕地复垦单元工程设计。

1) 草种选择

草籽种类要求是一级种，且要有“一签、三证”，即要有标签、经营许可证、合格证和检疫证。

草种选择：紫花苜蓿，一级草籽。

2) 种植方式

对现有草地进行人工补播，单位综合补播量为 20kg/hm²，采用人工撒播，尽可能将草籽均匀地撒播。复垦技术具体见表 5.3-7 和表 5.3-8，典型设计图 7。

表 5.3-7 草地复垦技术设计指标表

草籽类型	草籽等级	播种方式	播种时间	播种量
紫花苜蓿	一级	撒播	春季播种	按损毁程度

表 5.3-8 草地配置技术设计指标表

配置模式	栽植地点	播种方式
紫花苜蓿	损毁草地	撒播

3) 播种时间

春季雨后撒播，春秋进行人工除草两次，严禁放牧。

(3) 裸土地复垦单元技术措施

本复垦单元的复垦工程措施主要为土壤重构工程和植被恢复。

土壤重构工程包括充填工程、土壤剥覆工程。其工程设计具体参照沉陷损毁区耕地复垦单元工程设计。

1) 植被恢复措施

根据坡向、坡度、土壤质地、土层厚度等，采取适宜的整地措施，恢复为灌木林地，栽植紫穗槐、沙棘。

2) 造林模式，采用灌草混交模式，混交复垦技术指标见表 5.3-9。

表 5.3-9 造林模式设计指标表

地类	造林类型	混交方式	配置形式	栽植方式
灌木林地	紫穗槐×紫花苜蓿	带状混交	三角形	裸根
	沙棘×紫花苜蓿	带状混交	三角形	裸根

4) 栽植时间，春季、秋冬季。

5) 栽植方法，植苗栽植，要求浇透水。在栽植地点及周围人工撒播草籽，见表 5.3-10、表 5.3-11，典型设计图 6。

表 5.3-10 树种技术设计指标表

名称	栽植方法	株行距	整地规格	苗木规格	土球	栽植量 (株/hm ²)
紫穗槐	双植	2m×3m	挖坑直栽	地径 d≥0.3cm	裸根	3333
沙棘	单植	2m×3m	挖坑直栽	地径 d≥0.3cm	裸根	1667

表 5.3-11 草种技术设计指标表

草籽类型	种子处理	播种方式	播种时间	播种量 (kg/hm ²)
紫花苜蓿	清选去杂	撒播	春季播种	20

3. 搬迁地复垦主要技术措施

依据适宜性评价分析，搬迁后的城镇住宅用地、农村宅基地、设施农用地复垦为水浇地，主要工程措施包括清理工程、平整工程、配套工程和土壤培肥。

依据适宜性评价分析，搬迁后的物流仓储用地、商业服务业设施用地、工业用地、采矿用地、公共设施用地、机关团体新闻出版用地、科教文卫用地复垦为乔木林地，主要工程措施包括清理工程、植被恢复。

1) 清理工程

其他企业、散居村民采前搬迁后，建构筑物需要拆除与建筑垃圾清运。复垦责任

责任范围内的建筑一般为单层砖混结构，采用机械和人工拆除。村庄硬化地面和基础占地约为村庄面积的 60%，硬化地面一般为砂石地面和混凝土地面，厚度一般小于 15cm，建筑物基础一般为砖混基础，埋深小于 1.5m。

拆除后清运建筑垃圾，根据批复的环评报告，拆除的建筑垃圾，运输至政府指定的场所进行统一处置。建筑垃圾运往市政建筑垃圾处理场，运距 10km。

2) 土地平整

清运工程实施后，对复垦的水浇地进行平整，对于砂砾土壤做到粗粒径土壤在下，细粒径在上。

3) 土地翻耕

对于新增耕地实施土地翻耕，有利于土壤蓄水保墒，增强农田抗旱能力。再结合深施有机肥，使土肥相融逐步提高土壤肥力，有利于作物扎根生长。对于新增耕地土壤物理性状不良宅基地，翻耕、施肥除了提供适量的无机、有机养分以外，其分解产物更新腐殖质，形成微团聚体改善土壤性状，提高土壤肥力。

在春、秋两季，对复垦的水浇地采用双轮二铧犁、双轮单铧犁、机引多铧犁、中耕机和浅耕机等对土地进行深耕。翻耕深度 20cm。

4) 土壤培肥

在村民搬迁后，3 煤开采，基本稳沉时间 1 年，在这 1 年期间，在搬迁地撒播紫花苜蓿临时复绿。

在复垦的水浇地 0~20cm 土层内，均匀撒施肥料，选用有机肥及无机肥，改良土壤质量，增加土壤有机质含量，为土地增产打下基础。

如果距离合适，可使用工业场地剥离的表土回覆。

5) 灌溉工程

在复垦的水浇地，维修机井、滴灌工程和输电线路，以满足复垦水浇地用水。

6) 田间道路

在复垦的水浇地，新建田间道和生产路，在现有路网的基础上适量的增加。

田间道按照 0.1km/hm² 密度修筑。生产路按照 0.2km/hm² 密度修筑。

7) 植被恢复

在搬迁后的物流仓储用地、商业服务业设施用地、工业用地、采矿用地、公共设施用地、机关团体新闻出版用地、科教文卫用地复垦的乔木林地，栽植樟子松、旱柳。

（三）主要工程量

1. 主要工程量测算方法

（1）裂缝充填工程量测算方法

不同类型强度的裂缝情况其充填土方的工程量亦不同。设沉陷裂缝宽度为 a （单位：m），则地表沉陷裂缝的可见深度 W 可按下列经验公式计算：

$$W = 10\sqrt{a} \quad (\text{m})$$

设塌陷裂缝的间距为 C ，每亩的裂缝系数为 n ，则每亩面积塌陷裂缝的长度 U 可按下列经验公式计算：

$$U = \frac{666.7}{C} n \quad (\text{m})$$

设每亩沉陷裂缝的充填土方量为 V （ m^3 ），则 V 可按如下经验公式计算：

$$V = \frac{1}{2} a U W \quad (\text{m}^3)$$

根据榆神矿区榆树湾煤矿现场调查及当地土地复垦经验，确定各损毁程度的裂缝技术参数见表 5.3-12。

表 5.3-12 不同损毁程度裂缝技术参数表

损毁程度	裂缝宽度 a (m)	裂缝间距 C (m)	每亩裂缝 条数 n (条)	裂缝深度 W (m)	每公顷裂缝 长度 U (m)	每公顷充填土 方量 V (m^3)
轻度	0.1	50	3	3.2	600	94.9
中度	0.2	40	2	4.5	500	223.6
重度	0.3	30	1	5.5	333	273.9

榆树湾煤矿地面塌陷区，在风沙地貌，地表裂缝呈现长度小，宽度小，可见深度小，可见地表裂缝平均长度 18.5m，宽度 10-20cm。在黄土梁峁沟谷区，地表裂缝发育明显，平均长度 45.8m，宽度 20-40cm，呈现明显的“开口状”。在斜坡地带多发育“台阶型”地表裂缝，错台高度一般 0.2-0.9m。

在本矿，栗钙土分布区，裂缝充填按上述裂缝参数执行，风沙土分布区，适当减少。

（2）土壤剥覆工程量测算

裂缝填充前进行土壤剥离，剥离土方量为剥离面积与剥离厚度的乘积，裂缝充填后进行表土回覆，表土回覆量与表土剥离量相同。

设剥离表土量为 $V_{\text{剥}}$ （ m^3 ），每公顷裂缝长度 U （m），剥覆表土厚度为 h （m），每侧剥离宽度为 d （m），则每公顷损毁土地剥覆土方量 $V_{\text{剥}}$ 的计算公式如下：

$$V_{\text{剥/覆}} = 2 \bullet U \bullet h \bullet d \quad (\text{m}^3)$$

不同损毁程度区表土剥离土方量，具体见表 5.3-13。

表 5.3-13 不同损毁程度表土剥离工程量表

损毁程度	每公顷裂缝长度 U (m)	剥离厚度 h (m)	每侧剥离宽度 d (m)	每公顷剥离土方量 $V_{\text{剥}}$ (m ³)	每公顷覆土土方量 $V_{\text{剥}}$ (m ³)
轻度	600	0.2	0.25	60	60
中度	500	0.2	0.50	100	100
重度	333	0.2	0.75	100	100

(3) 平整工程工程量测算

平整土地主要是为了消除地表沉陷引起的附加坡度，同时消除地表原有坡度，使之尽量水平，提高耕地的耕种标准。轻度区、中度区和重度区的附加坡度分别按照 1°、3°和 5°计算，同时原有地面坡度平均按照 3°计算。根据沉陷区不同损毁程度产生倾斜的附加坡度平均值及原始坡度，平整每公顷土地土方量 V_1 可按照以下经验公式计算：

$$V_1 = 5000 \tan \alpha, \quad (\text{m}^3 / \text{hm}^2)$$

经计算，不同损毁程度每公顷沉陷地平整工程工程量见表 5.3-14。

表 5.3-14 不同损毁程度平整土地工程量

损毁程度	平均平整坡度 (°)	每公顷土地平整量 (m ³)
轻度	4	349.6
中度	6	525.5
重度	8	702.7

根据以上复垦工程量计算方法，分别测算统计各复垦单元的工程量。

2. 主要复垦工程量

复垦工程量包括发生土地损毁时的应急复垦、地表移动结束后的最终复垦。

(1) 沉陷损毁区复垦工程量

1) 裂缝充填

表 5.3-15 沉陷土地复垦单元裂缝充填量表

复垦阶段	损毁阶段	损毁程度	面积 (hm ²)	单位面积充填量 (m ³ /hm ²)	充填土方量 (m ³)	小计 (m ³)
近期	1 时段	轻度	18.5492	94.9	1760	7562
		中度	10.0742	223.6	2253	
		重度	12.9617	273.9	3550	
中期	2 时段	轻度	939.6938	94.9	89152	208068
		中度	25.9158	223.6	5795	
		重度	413.0390	273.9	113121	
后期		轻度	65.1414	94.9	6180	6180
合计 (m ³)			1485.3751			221811

2) 土壤剥覆

表 5.3-16 沉陷土地复垦单元裂缝区表土剥覆工程量表

复垦阶段	损毁阶段	损毁程度	面积 (hm ²)	单位面积剥覆量 (m ³ /hm ²)	表土剥覆量 (m ³)	小计 (m ³)
近期	1 时段	轻度	29.5132	60	1771	5203
		中度	13.9508	100	1395	
		重度	20.3713	100	2037	
中期	2 时段	轻度	1545.5070	60	92735	163405
		中度	40.7372	100	4074	
		重度	665.9265	100	66596	
后期		轻度	65.1414	60	3909	3909
合计 (m ³)			2381.1473			172517

3) 土地平整

表 5.3-17 沉陷区耕地复垦单元土地平整工程量表

复垦阶段	损毁阶段	损毁程度	面积 (hm ²)	单位面积平整量 (m ³ /hm ²)	平整土方量 (m ³)	小计 (m ³)
近期	1 时段	轻度	2.4247	349.6	848	4250
		中度	3.4953	525.5	1837	
		重度	2.2274	702.7	1565	
中期	2 时段	轻度	84.1855	349.6	29434	52186
		中度	1.0466	525.5	550	
		重度	31.5944	702.7	22201	
合计 (m ³)			124.9739			56435

4) 土地翻耕

表 5.3-18 沉陷区耕地复垦单元土地翻耕工程量表

复垦阶段	损毁阶段	复垦区域	翻耕面积 (hm ²)
近期	一时段	耕地	8.1474
中期	二时段	耕地	116.8265
合计			124.9739

5) 土壤培肥

表 5.3-19 沉陷耕地复垦单元土壤培肥工程量表

复垦阶段	生熟地	肥料种类	施肥面积 (hm ²)	单位施肥量 (kg/hm ²)	施肥量 (kg)
近期	熟地	有机肥	8.1474	500	4074
		无机肥		150	1222
	小计	有机肥	8.1474		4074
		无机肥			1222

复垦阶段	生熟地	肥料种类	施肥面积 (hm ²)	单位施肥量 (kg/hm ²)	施肥量 (kg)
中期	熟地	有机肥	114.3908	500	57195
		无机肥		150	17159
	生地	有机肥	2.4356	4500	10960
		无机肥		800	1949
	小计	有机肥	116.8265		68156
		无机肥			19107
小计	熟地小计	有机肥	122.5383		61269
		无机肥			18381
	生地小计	有机肥	2.4356		10960
		无机肥			1949
	合计	有机肥	124.9739		72230
		无机肥			20329
	总计		124.9739		92559

6) 道路工程（田间道、生产路）

表 5.3-20 田间道工程量表

复垦阶段	工程要素	道路长度 (m)	每延米工程量 (m ²)	工程量 (m ²)
近期	泥结碎石路面	815	4.0	3259
	砂路基		4.5	3666
	路床压实		5.0	4074
中期	泥结碎石路面	11683	4.0	46731
	砂路基		4.5	52572
	路床压实		5.0	58413
合计	泥结碎石路面	12497		49990
	砂路基			56238
	路床压实			62487

表 5.3-21 生产路工程量表

复垦阶段	工程要素	道路长度 (m)	每延米工程量 (m ²)	工程量 (m ²)
近期	素土路面	407	2.0	815
	路床压实		2.6	1059
中期	素土路面	5841	2.0	11683
	路床压实		2.6	15187
合计	素土路面	6249		12497
	路床压实			16247

7) 机井工程

本方案中期维修机井 10 眼，并建设滴灌工程和输电线路。其工程量见表 5.3-22。

表 5.3-22 机井工程量表

序号	工程内容	单位	工程量		
			近期	中期	合计
1	机井成孔	10m		300.0	300.0
2	井管安装	10m		306.0	306.0
3	透水层封井	10m		30.0	30.0
4	非透水层封井	10m		270.0	270.0
5	洗井	10m		306.0	306.0
6	井用潜水泵安装	台		10	10
7	泵房建设	100m ²		0.60	0.60
8	离心过滤器安装	10 套		1.00	1.00
9	网状过滤器安装	10 套		1.00	1.00
10	施肥灌安装	10 套		1.00	1.00
11	输电线路架设	1km		1.50	1.50
12	配电板安装	台		10	10
13	挖掘机挖沟槽	100m ³		31.50	31.50
14	输水管铺设	100m		30.00	30.00
15	管件安装	10 个		15.0	15.0
16	机械回填土方	100m ³		31.50	31.50

8) 林地恢复工程

表 5.3-23 林地恢复工程量表

复垦阶段	树种名称	补植+变更区域	面积 (hm ²)	单位补植/栽植量 (株 • kg/hm ²)	种植量 (株 • kg)
近期	柠条	灌木林地	5.2302	667/1667	4359
	怪柳			667/1667	4359
	紫花苜蓿			17	89
	旱柳	其他林地	0.4136	250/625	259
	紫花苜蓿			17	7
小计			5.6439		
中期	樟子松	乔木林地	113.1017	250/625	70689
	紫花苜蓿			17	1923
	柠条	灌木林地	149.1833	667/1667	122141
	怪柳			667/1667	122141
	紫穗槐			667/1667	4357
	紫花苜蓿			17	2536
	旱柳	其他林地	10.2277	250/625	6392
	紫花苜蓿			17	174
小计			272.5127		
后期	柠条	灌木林地	5.8486	667/1667	4874
	怪柳			667/1667	4874
	紫花苜蓿			17	99
			5.8486		

复垦阶段	树种名称	补植+变更区域	面积 (hm ²)	单位补植/栽植量 (株·kg/hm ²)	种植量 (株·kg)
近期+中期+后期	樟子松		123.7430	250/625	70689
	旱柳			250/625	6651
	柠条		160.2621	667/1667	131373
	桤柳			667/1667	131373
	紫穗槐			667/1667	4357
	紫花苜蓿			17	4828
合计			284.0051		

9) 草地恢复工程

表 5.3-24 沉陷区草地方向复垦单元恢复工程量表

复垦阶段	草种名称	种植位置	补种面积 (hm ²)	单位补种量 (kg/hm ²)	种植量 (kg)
近期	紫花苜蓿	天然牧草地	2.7578	20.0	55
		其他草地	12.5699	20.0	251
小计			15.3277		307
中期	紫花苜蓿	天然牧草地	80.8929	20.0	1618
		人工牧草地	12.7612	20.0	255
		其他草地	552.2487	20.0	11045
小计			645.9029		12918
后期	紫花苜蓿	天然牧草地	3.3260	20.0	67
		其他草地	16.8820	20.0	338
小计			20.2080		404
合计			681.4386		13629

(2) 永久建设用地复垦工程量

本矿永久性建设用地主要为工业场地，占地面积 17.4hm²。本矿闭坑后，工业场地仍留续使用，其中前 2.5 年为建设期，土地复垦措施包括表土剥离与回覆、表土养护、植被恢复。

表土剥离与回覆，剥离表土堆存在工业场地集中绿化区，绿化时就近回覆、利用。工业场地大部分为风沙土，为半流动半固定的沙地，无法剥离表土。场地西北部局部分布有栗钙土，面积 0.2088hm²，栗钙土表土发育，对栗钙土进行表土剥离。

表土养护，表土堆四周用编织袋土袋围挡，顶面堆成圆台形，表面撒播紫花苜蓿，洒水生长。表土养护典型设计图 8。

场地植被恢复，采用乔灌木混交模式。乔、灌木行间混交、三角形配置，株行距 4m×5m。见场地植被恢复典型设计图 9。

1) 表土剥离与回覆

表 5.3-25 表土剥离、养护与回覆工程量表

工程项目	工业场地	合计
表土剥离面积 (hm ²)	0.2088	0.2088
表土剥离厚度 (m)	0.3	
表土回覆厚度 (m)	0.42	
表土剥离量 (m ³)	626.4	626.4
表土回覆量 (m ³)	626.4	626.4
表土养护面积 (hm ²)	0.0343	0.0343

2) 场地植被恢复

表 5.3-26 工业场地植被恢复工程量表

工程项目	单位面植量 (株·kg/hm ²)	工业场地	合计
面积 (hm ²)		2.30	2.30
栽植侧柏 (株)	500	575	575
栽植云杉 (株)	500	575	575
栽植圆柏 (株)	500	575	575
栽植冬青 (株)	500	575	575
草地撒播草种 (hm ²)	17	2.30	2.30

(3) 搬迁地复垦工程量

根据开发利用方案, 其他企业、散居村民采前搬迁后, 立即进行砌体拆除与建筑垃圾清运, 随后地表沉陷, 搬迁地的土地复垦归入沉陷区拟变更后的水浇地、乔木林地的复垦。如果不能及时复垦, 可撒播紫花苜蓿草籽临时复绿。

清理工程量, 见表 5.3-27。临时复绿工程量, 见表 5.3-28。

表 5.3-27 清理工程工程量表

复垦阶段	工程	地区	面积 (hm ²)	土石方量 (m ³)
近期	砌体拆除	搬迁后的物流仓储用地、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、公共设施用地、机关团体新闻出版用地、科教文卫用地、设施农用地	1.4267	7490
	渣体外运			7490
中期	砌体拆除		107.7407	565639
	渣体外运			565639
合计	砌体拆除		109.1673	573129
	渣体外运			573129

表 5.3-28 临时复绿工程量表

复垦阶段	面积 (hm ²)	单位补种量 (kg/hm ²)	种植量 (kg)
近期	1.4267	20.0	29
中期	107.7407	20.0	2155
合计	109.1673		2183

四、含水层保护修复措施

（一）目标任务

保护主要含水层，保障居民生产、生活用水，对影响的含水层加强监测。

（二）工程设计与技术措施

应采取以下措施减缓对含水层的影响和破坏。

1. 植树种草恢复水位

根据地面塌陷治理工程安排，及时复垦林草地，扩大煤矿内植被覆盖面积，加快地下水位的回升。

2. 加强地下水监测

煤矿应加强对矿区及周边地区地下水水位动态监测，发现地下水位下降时，制定供水应急方案，及时解决因采煤导致居民生产、生活用水困难问题。

五、水土环境保护预防措施

（一）目标任务

保护水体环境、土壤环境，对水土环境进行监测。

（二）工程设计与技术措施

1. 加强水土环境管理

煤矿应安排专职人员，定期对可能影响水土环境的因素进行排查，及时采取处理措施，降低对水土环境影响。

2. 加强水土环境监测

对水土环境进行定期监测和人工巡查，发现异常时，加密观测，并确定水土环境的影响范围。

六、矿山地质环境监测

为建立陕西省省、市、县、矿山企业四级矿山地质环境动态监测网络体系，全面推进矿山地质环境监测规范化、制度化，实现四级矿山地质环境动态监测互联互通，满足矿山企业监测点位数据汇聚、动态接入、动态展示和实时监测，及时、准确掌握矿山地

质环境动态变化。

根据《陕西省矿山地质环境监测规划》、《陕西省国土空间生态修复时空大数据平台》、《矿山生态监测规范》（DB61/T 1741-2023），采用“空-天-地”立体动态监测网络体系，建设矿山地质环境与土地复垦监测系统，满足大数据平台数据汇集和系统接入要求。

本矿生产产生的主要地质环境问题为：地面塌陷及伴生裂缝，含水层、地形地貌景观和水土环境的影响和破坏。因此，矿山地质环境监测包括不稳定地质体、含水层、地形地貌景观和水土环境监测。监测工作由煤矿负责并组织实施，可委托具有资质的单位进行，由自然资源管理部门负责监督管理。

（一）目标任务

1. 监测目标

（1）不稳定地质体

采用“空-天-地”立体动态监测网络体系，在工作面回采的同时，监测采矿活动影响范围内的不稳定地质体发育情况，并对可能影响的重要建（构）筑物部署监测点进行监测，随时掌握建（构）筑物的受影响程度，当出现异常情况时，对遭到损坏的建（构）筑物及时进行加固、维修，及时组织受威胁人员安全转移，及时调整井下回采方案，确保人民生命财产和重要建（构）筑物的安全。

（2）含水层

利用评估区内水文长观孔、水文监测孔、水井，采用自动监测、人工监测的方式监测含水层的水位、水质变化，当出现异常情况时，及时调整井下回采方案或其它措施，减缓对含水层的影响程度。

在回采工作面地表布置探查孔探查煤层顶板导水裂隙带发育高度。

（3）地形地貌景观

利用遥感影像和合成孔径雷达干涉测量，监测采矿活动影响范围内的地形地貌景观，主要是地面工程、井下采煤对地形地貌景观影响的范围和程度，及恢复进展情况。

（4）水土环境

对于矿区内地表水、工业场地土壤、采煤工作面地表土壤，通过采样、送检，监测水质、土质的环境质量。

2. 监测任务

(1) 不稳定地质体

1) 采用北斗 GNSS 监测地物形变，对影响的重要公路、输电线路、输气管线等设置监测点，监测地面塌陷及伴生裂缝的发育情况，及对构筑物的损坏情况。

2) 在 1301 工作面部署“丰字形”GNSS 地表形变监测网，监测地面塌陷发育规律。

(2) 含水层

1) 煤层顶板导水裂隙带发育高度探查

开展 3 号煤层两带发育规律研究，采用现场探查等措施，全面分析研究 3 号煤层顶板覆岩移动变形规律，最终确定采煤工作面顶板导水裂隙带发育高度，形成适合本区 3 号煤层开采的“两带”高度计算经验公式。

2) 含水层水位、水质监测

水位监测：利用已有水井、新建的水文监测井监测含水层水位。

水质监测指标：《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) 的常规指标。

(3) 地形地貌景观

1) 采用高分遥感监测地面工程、井下采煤对地形地貌景观的影响。

2) 采用合成孔径雷达干涉测量监测地面工程、井下采煤对地形地貌景观的影响。

(4) 水土环境

地表水水质监测：在淤地坝、色草湾水库地表水，采样、送检，监测水质。

土壤土质监测：在工业场地、采煤工作面地表采样、送检，监测土壤土质。

(二) 监测设计与技术措施

监测工作以近期为主，兼顾中期和后期。为获取煤矿开采前的地质环境基值，在第 1 年开展一次全区地质环境监测。

1. 不稳定地质体监测

(1) 北斗地物形变测量

1) 监测点部署

①北斗工作基站部署

为了提高监测精度，在工业场地建立 1 个北斗基准观测站作为监测的基准点，并与国家级 CORS 基站监测网对接。

②北斗地物形变测量部署

对可能受到开采影响的重要建构筑物，部署北斗 GNSS 监测点进行监测。

地物的监测点：对公路、输电线路等设置监测点，观测地面塌陷及伴生裂缝发育情况，及对地物的损坏情况。监测点位置见附图 6。

2) 监测时间及频率

监测时间：根据监测点处地表移动延续时间确定，直至在 6 个月内的下沉量不大于 30mm 为止。

监测频率：北斗 GNSS 监测地物形变，采用动态监测、实时采集。

3) 监测方法

采用太阳能供电系统，智能采集终端结合物联网无线数据传输的工作模式，将实时监测数据传回矿山地质环境监测系统，实现动态监测，并在系统中展示。

4) 技术要求

每次观测时，要及时、详细地记录和描述地物所在位置的地面塌陷及伴生裂缝的尺寸、形态及其变化情况，测量公路、输电线路塔基等的裂缝尺寸、展布形态等变形资料，判定损坏程度，作出素描，或用数码相机照相。还应叙述回采工作面位置、煤层厚度、采高、顶板管理等采矿、地质和水文地质资料。

为了保证所获得观测资料的准确性，每次观测应在尽量短的时间内完成。

(2) 北斗地表形变测量

1) 监测点部署

①北斗工作基站部署

同前述北斗地物形变测量的基站，不重复设置。

②北斗地表形变测量部署

在 1301 工作面部署“丰字形”GNSS 地表形变监测网，并在切眼外侧部署若干监测点。观测地面塌陷及伴生裂缝发育情况。监测点位置见附图 6。

2) 监测时间及频率

监测时间：根据监测点处地表移动延续时间确定，直至在 6 个月内的下沉量不大于 30mm 为止。

监测频率：北斗 GNSS 监测地物形变，采用动态监测、实时采集。

3) 监测方法

采用太阳能供电系统，智能采集终端结合物联网无线数据传输的工作模式，将实时

监测数据传回矿山地质环境监测系统，实现动态监测，并在系统中展示。

2. 含水层监测

(1) 监测点部署

1) 含水层自动监测

在本方案适用期，布设含水层自动监测点 1 个，在工业场地新建水文监测孔 J01 进行自动监测，主要监测水位、水质。监测点位置见附图 6。

本区地下水由东北向西南方向径流，工业场地位于东翼采区外的西南，地下水影响的下游，因此在工业场地布置一眼水文监测孔，监测全区发育的风化带含水层。

2) 含水层人工监测

在本方案适用期，布设含水层人工监测点 9 个，利用乔堡村水浇地 7 个机井，榆林飞腾通盛商品混凝土有限公司 1 个机井，养牛场 1 个机井，华泰汇能洗选煤有限公司 1 个机井，进行人工监测，监测水位、水质。

3) 探查煤层顶板导水裂隙带发育高度

在 1301 工作面，布设 1 个探查孔，探查 3 号煤层顶板导水裂隙带发育的高度。

(2) 监测时间及频率

监测时间：本方案规划服务期。

水位监测频率：机井水位采用人工监测，每月监测 1 次；新建水文监测孔水位自动监测，每小时 1 次。

水质监测频率：每季度第二个月中旬监测 1 次，取 1 组水样进行水质分析。新建水文监测孔水质自动监测，每小时 1 次。发现变化异常情况时须加密观测。

水质测试项目：按照《陕西省首批矿山地下水监测井建设指导方案》的规定执行，共 26 项，分别是：pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铬（六价）、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物、大肠杆菌、钾、钠、钙、镁、碳酸根离子以及重碳酸根离子。

含水层监测应由矿山企业负责或委托具有资质的单位进行监测。

(3) 监测方法

①水位应测量静水位、稳定动水位的埋藏深度与高程，自动监测采用自动监测仪和自动传输仪，采用全省一致的技术参数、数据传输格式，数据自动上传煤矿和各级自然资源主管部门，与陕西省地质环境监测总站的地下水监测系统实现数据链接。应符合《地

下水监测工程技术规范》（GB/T51040-2014）的规定。

②采样送检应符合《水质采样技术指导》（GB12998），《水质采样样品的保存和管理技术规定》（GB12999），水质分析方法采用原国家环保局《水和废水监测分析方法》（第四版）。

（4）技术要求

①地下水位自动监视仪选购和安装时，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占据数据存储空间和增加数据传输成本；也应避免监测频率设置过低，不能发挥自动监测优势，遗漏重要监视数据。监视数据可以采用有线传输，也可以采用无线传输。做好自动监测装置的防雨、防潮、防盗保护。

②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 10 min 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、 Ca^{2+} 和 HCO_3^- 要求现场测量，计数保留两位小数。采样器应进行近期处理，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。水样送至化验室时，应有交接手续。

③新建水文监测孔 J01，按照《陕西省煤矿区地下水监测方案》、《陕西省首批矿山地下水监测井建设指导方案》要求，由煤矿专人或委托有资质的单位，实施监测井施工、含水层监测工作。

3. 地形地貌景观监测

（1）监测点部署

1) 高分遥感监测

采用无人机航测等高分遥感影像，监测地形地貌、地面塌陷、地表建构筑物、生态系统等综合信息，重点监测地面工程、井下采煤的影响。监测点位置见附图 6。

采用覆盖全区的空间分辨率小于 1m 的无云覆盖、无云影高分遥感影像数据作为数据源，进行地面工程、井下采煤对地貌景观影响的解译。

2) 合成孔径雷达干涉测量

采用无人机航测等合成孔径雷达干涉测量数据，监测地形地貌、地面塌陷等综合信

息，重点监测地面工程、井下采煤的影响。监测点位置见附图 6。

采用覆盖矿区的空间分辨率为 20m 的 SAR 影像作为监测的数据源，通过内外业相结合的解译技术，识别提取高程的变化情况。

(2) 监测时间及频率

监测时间：8 月。

监测频率：矿井投产后，在地面塌陷区，每年至少监测 1 次。在全区，第 1 年开展一次全区综合性监测。

(3) 监测方法

1) 高分遥感监测

高分辨率遥感以小于 1m 空间分辨率进行精细观测，所获取的高空间分辨率遥感影像可以清楚地表达地物目标的空间结构与表层纹理特征，分辨出地物内部更为精细的组成，地物边缘信息也更加清晰。

2) 合成孔径雷达干涉测量

利用返回的微波相位差异来计算目标地区地面的微小变化。

(4) 技术要求

1) 高分遥感监测

应选择空间分辨率小于 1m 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目标物。

2) 合成孔径雷达干涉测量

选取相同波段、极化方式、轨道、视角、多普勒中心频率等进行干涉处理。

4、水土环境监测

(1) 监测点部署

地表水监测，在淤地坝、色草湾水库布设 2 个地表水水质人工采样监测点。

土壤监测，在工业场地布设 1 个土壤人工采样监测点。在每个工作面地表，布设 1 个土壤人工采样监测点。监测点位置见附图 6。

(2) 监测内容、时间及频率

① 监测指标

地表水，《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）基本项目。

土壤，土壤中的有机物、无机物、水溶性盐的含量。

②监测时间及频率

淤地坝、色草湾水库地表水水质，每 5 年监测 1 次，每次在枯水期、平水期、丰水期取 1 组水样进行分析。第 1 年，采集水样监测 1 次。

工业场地土壤土质，每 5 年监测 1 次，取 1 组土壤进行分析。第 1 年建设前，采集土样监测 1 次。在对照点，投产当年，采集土样监测 1 次。一般采集土壤表层样，当发现超标时，采集柱状样，并增加监测频率。

每个开采工作面，监测 2 次，在开采前监测 1 次，开采中在对照点监测 1 次，各采集 1 组土壤样品进行监测。一般采集土壤表层样，当发现超标时，采集柱状样。

土壤样品监测时间：10 月上旬监测 1 次，在降水高峰期过后采样。

（3）采样及分析方法

①地表水：水样送检应符合《水质采样技术指导》（GB12998），《水质采样样品的保存和管理技术规定》（GB12999），水质分析方法采用原国家环保局《水和废水监测分析方法》（第四版）。

②土壤：采集平面混合样品时，采样深度 0~20cm，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，剖面的规格长度一般为长 1.5m，宽 0.8m，深 1.2m，要求到达土壤母质层或潜水水位处，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。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，潮湿样品袋内衬塑料袋（供有机化合物测定）。采样的同时，由专人填写样品标签，采用记录：标签一式两份，一份放入袋中，一份系在袋口，标签上标注采用时间、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。

土壤样品分析应符合《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 186）的有关规定。

5. 矿山地质环境综合管理

在煤炭开采过程中，高家界煤矿应组织人员对地面塌陷区进行定期巡查，及时发现矿山地质环境问题，当发现不稳定地质体或隐患时，应设立警示标志，防止人员误入可能造成伤害。巡查的要求和填写的表格如下：

(1) 对地面塌陷范围及该范围内的地物等进行巡查测绘，巡查后一天提交正式巡查测绘成果。

(2) 巡查测绘必须为专业人员，携带专业仪器，仪器满足测绘要求。执行现行国标、行标。

(3) 巡查测绘主要工作内容是建（构）筑物、道路、架空线路、村民墓穴、地下埋设管线（地面有标志桩的）等。

人工巡查记录表

日期		时间		天气		气温	
巡查线路							
参加人员							
巡查内容							
问题及处理措施							
巡查结果及建议							
签字							

（三）主要工程量

1. 不稳定地质体监测工作量

表 5.6-1 北斗工作基站位置表

序号	基站编号	位置
1	JZ001	工业场地

表 5.6-2 北斗地物形变测量工程量表

编号	监测对象	设备安装及监测服务（套）		
		近期	中期	后期
D1-6	东北部 110kV 麻王线输电线路	6		
D7-9	农村道路（水浇地的田间道）	3		
D10-13	运煤道路		4	
D14-15	产业五路		2	
D16-20	榆常公路		5	
D21-22	榆麻一级公路		2	
D23	35kV 麻蓝线输电线路		1	
D24-26	110kV 千榆线输电线路		3	
D27	工业场地西北挖方边坡顶	1		
合计		10	17	

表 5.6-3- 北斗地表形变测量工程量表

编号	监测对象	设备安装及监测服务（套）		
		近期	中期	后期
D28-44	1301 工作面“丰字形”监测网	17	136	

2. 含水层监测工作量

表 5.6-4 钻孔含水层自动监测工程量表

编号	位置	近期			中期		后期		孔深 (m)	含水层
		监测设备 安装 (套)	水位、水质 数据采集、处理 与系统维护 (套·年)	水采样 及水质 分析 (件)	水位、水质 数据采集、处理与系 统维护 (套·年)	水采样 及水质 分析 (件)	水位、水质 数据采集、处理与系 统维护 (套·年)	水采样 及水质 分析 (件)		
S1	新建水文监测井 J01	1	2	8	38	152	1	4	55	风化带

表 5.6-5 水井含水层人工监测工程量表

编号	位置	投产前		近期（投产后）		中期		后期	
		水位测量 (井·年)	采水样 及水质 分析 (件)	水位测 量 (井·年)	采水样 及水质 分析 (件)	水位测 量 (井· 年)	采水样 及水质 分析 (件)	水位测 量 (井· 年)	采水样 及水质 分析 (件)
S2	乔堡村水浇地机井 2#	1	1	72	8				
S3-7	乔堡村水浇地机井 3#-7#	5	5						
S8	榆林飞腾通盛商品混凝土有限公司机井	1	1	72	8	352	96		
S9	养牛场机井	1	1						
S10	华泰汇能洗选煤有限公司机井	1	1					36	4
合计		9	9	144	16	352	96	36	4

表 5.6-6 煤层顶板导水裂隙带发育高度探查工程量表

煤层	工作面	钻孔	孔深（m）	目的
3	1301	TC1	100	导水裂隙带发育高度

3. 地形地貌景观监测工作量

表 5.6-7 地形地貌景观高分遥感监测工程量表

时期	监测面积 (km ²)
2026 年	19.0580
2027 年	0
2028 年	1.6609
2029 年	0.8346
2030 年	1.2681
近期小计	22.8217
中期	31.7152
后期	0.8346
合计	55.3714

表 5.6-8 地形地貌景观合成孔径雷达干涉测量工程量表

时期	监测面积 (km ²)
2026 年	19.0580
2027 年	0
2028 年	1.6609
2029 年	0.8346
2030 年	1.2681
近期小计	22.8217
中期	31.7152
后期	0.8346
合计	55.3714

4. 水土环境监测工作量

表 5.6-9 地表水水质人工采样监测工作量表

编号	监测对象	近期		中期	
		采水样 (件)	水质检测 (件)	采水样 (件)	水质检测 (件)
SW1	淤地坝	3	3	24	24
SW2	色草湾水库	3	3	24	24
小计		6	6	48	48

表 5.6-10 土壤土质人工采样监测工作量表

编号	监测对象	近期		中期	
		土壤采样（件）	土质检测（件）	土壤采样（件）	土质检测（件）
TW1	工业场地	2	2	8	8
TW1301	1301 工作面	2	2		
TW 工作面	其他工作面			92	92
小计		4	4	100	100

七、矿区土地复垦监测和管护

土地复垦监测是督促落实土地复垦责任的重要途径，是保障复垦能够按时、保质、保量完成的重要措施，是调整土地复垦方案中复垦目标、标准、措施及计划安排的重要依据，同时也是预防发生重大事故和减少土地造成损毁的重要手段之一。本方案的监测措施主要为土地损毁监测和复垦效果监测。依此来验证、完善沉陷预测与复垦措施，从而保证复垦目标的实现。

管护措施是复垦工程的最后程序，主要包括林地管护和草地管护。

（一）目标任务

针对受沉陷影响的土地实施土地损毁监测方案；针对复垦责任范围内的复垦后的土地等实施复垦效果监测方案。

针对复垦后的林地和草地进行管护，由于本项目处于生态脆弱区，因此确定的复垦管护时间为 6 年。

（二）措施和内容

1. 土地损毁与复垦监测

适用于土地损毁区内的各个地类。采用无人机航测等高分遥感监测。

监测内容：监测损毁的地类、损毁方式、程度、范围、面积等情况，复垦的地类、范围、面积、效果、土地复垦率等情况。

监测方法：采用空间分辨率小于 1m 的无云覆盖、无云影高分遥感影像数据作为遥感监测的数据源，通过人机交互解译技术生产土地损毁图、土地复垦图等专题图件。

监测频率：矿井投产后，在地表沉陷区，每年至少监测 1 次。在全区，第 1 年和以后每 5 年开展一次全区综合性监测。

监测时间：8 月。

监测工作委托具有资质的单位进行。

2. 复垦效果监测

(1) 土壤质量监测

土壤质量监测包括耕地、林地、草地在沉陷损毁前、复垦后土壤质量监测，主要监测内容包括复垦责任范围的地形坡度、有效土层厚度、土壤容重、酸碱度（pH）、有机质含量等。采用人工采样分析的方法。具体监测指标参照表 5.7-1，监测点位置见附图 5。

表 5.7-1 土壤质量监测方案表

监测项目	监测频次 次·年 ⁻¹	样点持续监测时间 年	监测方法
地形坡度	1	6	——
有效土层厚度	1	6	地测法
土壤容重	1	6	环刀法
土壤质地	1	6	吸管法
砾石含量	1	6	筛分法
PH 值	1	6	电位法
含盐量	1	6	乙酸铵交换法
有机质	1	6	重铬酸钾氧化—容重法
全氮	1	6	自动定氮仪法
有效磷	1	6	碳酸氢钠浸提—钼锑抗比色法
速效钾	1	6	乙酸铵浸提—火焰光度法

监测频率：土地损毁前在工作面地表主要地类设置土壤质量监测点，监测 1 次。土地复垦工程实施后，地表沉陷区主要地类土壤质量的变化监测，按照每年 1 次监测。在全区，第 1 年和以后每 5 年开展一次全区监测。

监测时间：持续时间为 6 年。耕地在农作物收获后，林草地在 8 月。

监测工作委托具有资质的单位进行。

(2) 复垦植被监测

适用于沉陷区内复垦的耕地、林地、草地复垦单元的植被。采用多光谱遥感监测+人工样地监测的方法。

监测内容：监测耕地、林地、草地的作物产量、植物生物量、植物种类、植被覆盖度、生长势、高度、种植密度、成活率、郁闭度、单位面积蓄积量等。

遥感监测方法：采用空间分辨率小于 2m 的多光谱遥感影像数据作为遥感监测的数据源，通过波段组合及光谱拟合反演方法生产归一化植被指数图、植被覆盖度图、温度

植被干旱指数图、遥感生态指数图等专题图件。

人工样地监测方法：林地郁闭度的监测采用树冠投影法。在大面积的绿化区域内典型地块内选定 2m×2m 的标准地，进行典型监测，在行道树等单行、双行种植树木的区域选定 1m×5m 的方格，测量每株树木在方格中的位置，用皮尺和罗盘测定每株树冠东西、南北方向的投影长度，再按实际形状在方格纸上按一定比例尺勾绘出树冠投影，在图上求出林冠投影面积和标准地面积，即可计算林地郁闭度。

监测频率：矿井投产后，每年至少监测 1 次，监测样地为采煤开采影响区的耕地、林地、草地各 1 点，持续监测时间为 6 年。在全区，第 1 年和以后每 5 年开展一次全区监测。

监测时间：持续时间为 6 年。耕地在农作物收获前，林草地在 8 月。

监测工作委托具有资质的单位进行。

(3) 复垦配套设施监测

监测对象：主要包括耕地的道路工程、水利工程，例如田间道、生产路、机井、灌溉设施等。此外还有场地的配套设施。采用人工现场调查的方法。

监测时间：矿井投产后，每年监测 1 次。在全区，第 1 年和以后每 5 年开展一次全区监测。

监测内容：主要包括各项新建配套设施是否齐全、能否保证有效利用，以及损毁的辅助设施是否修复，能否满足当地居民的生产生活需要等。

3. 复垦管护措施

(1) 林地管护

林地管护措施主要包括水管理、养分管理、树木修枝、林木密度调控、林木更新和林木病虫害防治等。

管护时间设计为 6 年，管护方法采用人工管护。

植树后要及时松土除草，连续进行 3-4 年，每年 2-3 次；对幼树正确修枝，上部要修去与主梢竞争的强分枝，树冠下部枝条全部剪去，保留的树冠为树高的 2/3；每年定期进行病虫害防治；造林当年秋季，凡是成活率在 85%以下的或幼株死亡不均匀的地段，第 2 年须选择壮苗或比原来幼苗稍大的苗木，按原来栽植的株行距补植。

(2) 草地管护

复垦草地管护的目标是苗全、苗壮，主要包括破除土表板结，间苗、补苗和定苗，中耕与培土、灌溉与施肥、病虫害与杂草管理及越冬与返青期管护。

播种后及时灌水；对成活率不合格的草地，或个别地段有成块死亡的应及时补播；草籽要求纯度在 95%以上，发芽率在 90%以上。

中耕通常要进行 3-4 次，第 1 次在定苗前，第 2 次在定苗后，第 3 次在拔节前，第 4 次在拔节后。中耕的深度一般为 3~10cm。具体作业措施为犁地和锄地。锄地通常为人工操作，犁地借助于畜力或机械力。

(3) 管护方法

1) 施肥

乔木和灌木的造林基肥以磷肥为主，幼林则以磷肥配以钾肥，少量氮肥，同时施入铜锌等适量的微量元素。

2) 病虫害防治

樟子松常见病虫害是松毛虫病，对小面积高虫口的松毛虫发生区进行化学防治，目前较好的农药有拟除虫菊酯等。对发生虫害面积较大，虫口密度较低的情况，采用生物防治为主。目前有白僵菌、Bt、仿生农药灭幼脲等适时施用。

3) 苗木定植

造林当年秋季，凡是成活率在 85% 以下的或幼株死亡不均匀地段，第二年须选择壮苗或比原来幼树稍大的苗木，按原来栽植的株行距补植。沙荒地区植松，栽后最初 1-2 年，除每年中耕除草 2-3 次外，冬季还应采取埋土越冬措施，以防幼树被风沙抽打及动物（牲畜包括野兔、野鼠等）危害。

4) 补播和补植

定期定点对植被覆盖率和树木郁闭度统计调查，及时做到补植和补播，保证所种植的林草能够种植一片成活一片。

遵循生态适应性原理，选择适宜的品种，适地适树增加植被覆盖度。矿区属干旱地区，应该种植耐旱灌木和草种，考虑本区特点，对林草地采取补植苗木措施。

(三) 主要工程量

1. 土地复垦监测工程量

表 5.7-2 人工样地监测工程量表

复垦阶段	实施范围	监测类型	监测内容	监测频率 (次/年)	监测点 (个)	监测次数 (次)
近期、中期	地面工程	土壤质量监测	复垦后林草地土壤监测	1	1	6
		植被监测	复垦后林草地植被监测	1	1	6
		配套设施监测	复垦后配套设施监测	1	1	6
近期、中期、后期	沉陷损毁区	土壤质量监测	损毁耕地土壤监测	1	23	23
			损毁林草地土壤监测	1	83	83
			复垦后耕地土壤监测	1	134	134
			复垦后林草地土壤监测	1	484	484
		植被监测	损毁耕地产量监测	1	23	23
			损毁林草地植被监测	1	83	83
			复垦后耕地产量监测	1	134	134
			复垦后林草地植被监测	1	484	484
		配套设施监测	复垦后配套设施监测	1	134	134
近期、中期	矿区	土壤质量监测	每 5 年耕地土壤监测	1	3	18
			每 5 年林草地土壤监测	1	11	72
		植被样方监测	每 5 年耕地产量监测	1	3	18
			每 5 年林草地植被监测	1	11	72
		配套设施监测	每 5 年配套设施监测	1	3	18
小计	地面工程、沉陷损毁区	土壤质量监测	损毁耕地土壤监测	1	23	23
			损毁林草地土壤监测	1	83	83
			复垦后耕地土壤监测	1	134	134
			复垦后林草地土壤监测	1	485	490
		植被监测	损毁耕地产量监测	1	23	23
			损毁林草地植被监测	1	83	83
			复垦后耕地产量监测	1	134	134
			复垦后林草地植被监测	1	485	490
		配套设施监测	复垦后配套设施监测	1	135	140
	矿区	土壤质量监测	每 5 年耕地土壤监测	1	3	18
			每 5 年林草地土壤监测	1	11	72
		植被样方监测	每 5 年耕地产量监测	1	3	18
			每 5 年林草地植被监测	1	11	72
		配套设施监测	每 5 年配套设施监测	1	3	18

表 5.7-3 遥感监测工程量表

复垦阶段	实施范围	监测类型	监测内容			
			遥感影像数据获取（景）	数据处理（hm ² ）	解译（hm ² ）	专题图制作（幅）
近期+中期+后期	沉陷损毁区	植被损毁多光谱遥感监测	40	2142.1732	2142.1732	40
		植被复垦后多光谱遥感监测	40	2252.6367	2252.6367	40
		土地损毁高分遥感监测	41	2422.8957	2422.8957	40
		土地复垦后高分遥感监测	41	2422.8442	2422.8442	40
近期+中期	矿区	每 5 年矿区植被多光谱遥感监测	9	7367.1298	7367.1298	9
		每 5 年矿区土地损毁高分遥感监测	9	8768.4317	8768.4317	9

2. 复垦管护工程量

表 5.7-4 管护工程量表

复垦阶段	实施范围	管护区域	管护方法	管护面积（hm ² ）
近期、中期	地面工程	林地	浇水、喷药、施肥、平岔、收割	13.80
		草地		13.80
近期、中期、后期	沉陷损毁区	林地		548.1336
		草地		1703.5964
合计		林地	561.9336	
		草地	1717.3964	

第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

一、总体工作部署

根据本矿实际情况、《关于印发陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》（陕自然资规〔2024〕1757号）的要求，针对不同地区的地质环境问题及土地损毁的形式、强度及其影响程度，按照轻重缓急、分阶段实施的原则合理布设防治措施，建立工程、生物化学、监测与管护的地质环境治理与土地复垦体系。部署了地面塌陷治理措施、含水层影响减缓措施、地形地貌景观影响治理措施、水土环境减缓措施、土地损毁复垦措施。

这些措施包括发生地物损坏、土地损毁时的应急措施、地表移动结束后的最终措施。

矿山地质环境治理、土地复垦总体工作部署见表 6.1-1、表 6.1-2。

表 6.1-1 矿山地质环境治理总体部署

防治对象	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境
工程措施	维修受损产业五路、运煤道路、农村道路；维修受损输电线路、通讯线路；不稳定地质体监测	植树种草恢复水位，含水层监测	地形地貌景观监测	水土环境监测

表 6.1-2 土地复垦总体部署

复垦单元	二级项目	工程措施	生物化学措施	监测与管护措施
水浇地复垦单元	沉陷损毁水浇地	充填工程、土壤剥覆工程、平整工程、道路工程、机井工程、输电线路工程、滴灌工程	土壤培肥	损毁前土壤质量监测，复垦后土壤质量监测，复垦配套设施监测
旱地复垦单元	沉陷损毁旱地	充填工程、土壤剥覆工程、平整工程、道路工程	土壤培肥	
林地复垦单元	沉陷损毁林地	充填工程、土壤剥覆工程	林草恢复	损毁前土壤质量监测，复垦后土壤质量监测，复垦植被监测，管护
草地复垦单元	沉陷损毁草地	充填工程、土壤剥覆工程	草地恢复	损毁前土壤质量监测，复垦后土壤质量监测，复垦植被监测，管护

通过措施布局，力求使本项目造成的地质环境与土地损毁问题得以集中和全面的治理，在发挥工程措施控制性和速效性特点的同时，充分发挥生物化学、监测管护措施的长效性和美化效果，有效恢复治理矿区地质环境及土地。

二、阶段实施计划

根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》和本方案规划服务期范围，矿山地质环境治理与土地复垦分为近期（2026 年—2030 年），中期（2031 年—2067 年）和后期（2068 年—2075 年）三个阶段，采取近细远粗的原则部署治理及复垦措施。

本方案针对矿山地质环境治理及土地复垦提出了实施计划，内容如下：

（一）近期工作安排（2026 年—2030 年）

1. 不稳定地质体治理与监测

- （1）维修受损农村道路。
- （2）维修受损输电线路。
- （3）在 1301 工作面部署“丰字形”GNSS 地表形变监测网，监测地面塌陷发育规律。
- （4）设置北斗地物形变测量监测点：其中建立 1 个基准观测站，建立东北部 110kV 麻王线输电线路（D1-6），农村道路（D7-9），工业场地西北挖方边坡顶部（D27），安装北斗 GNSS 监测系统，监测地物受损情况。

2. 含水层监测

- （1）投产前开展全区含水层监测，设置地下水人工监测井：乔堡村水浇地机井 2#-7#（S2-7），榆林飞腾通盛商品混凝土有限公司机井（S8），养牛场机井（S9），华泰汇能洗选煤有限公司机井（S10），监测风化带、延安组砂岩含水层的水位、水质。
- （2）开采当年，监测乔堡村水浇地机井 2#（S2），榆林飞腾通盛商品混凝土有限公司机井（S8），监测风化带、延安组砂岩含水层的水位、水质。
- （3）在工业场地新建水文监测孔 J01（S1）地下水自动监测系统，监测数据接入陕西省矿区含水层动态监测平台，监测风化带含水层的水位、水质。
- （4）在 1301 工作面，探查 3 号煤层顶板导水裂隙带发育高度。

3. 地形地貌景观监测

- （1）投产前，采用卫星高分遥感影像资料、合成孔径雷达干涉测量资料，开展全区地形地貌景观监测
- （2）采用卫星高分遥感影像资料、合成孔径雷达干涉测量资料，监测近期地面塌陷区地形地貌景观影响与恢复治理情况。

4. 水土环境监测

- (1) 设置淤地坝地表水（WS1）、色草湾水库地表水（WS2）监测点人工监测水质，
- (2) 设置工业场地土壤（TW1）监测点人工监测土壤土质。
- (3) 采集 1301 工作面地表土壤（TW1301）进行土质分析。

5. 土地复垦与监测

(1) 在沉陷区，剥离裂缝两侧表土，贮存在剥离区两侧，再开挖下方生土填充裂缝、分层捣实，最后把表土平铺剥离区。

(2) 在沉陷区，复垦损毁的水浇地、旱地，进行土地平整、田埂修筑。

(3) 榆林元百合洗煤有限公司、榆林飞腾通盛商品混凝土有限公司采前搬迁后，拆除建构筑物并清运渣体，复垦为乔木林地，栽植樟子松，林间撒播草籽。

(4) 在沉陷区，复垦损毁的其他林地，栽植旱柳。复垦损毁的灌木林地，栽植柠条、怪柳。复垦草地，撒播草籽。

(5) 在沉陷区，修建田间道，生产路。建设滴灌工程。

(6) 工业场地表土剥覆，并进行养护。种植乔灌草绿化，采用乔、灌木行间混交模式，栽植侧柏、云杉、圆柏、冬青，林间撒播草籽。并铺装输水、喷灌设备。

(7) 对沉陷损毁耕地进行损毁前土壤质量监测、复垦后土壤质量监测、复垦配套设施监测。

对沉陷损毁林地、草地进行损毁前土壤质量监测、复垦后土壤质量监测、复垦植被监测。对林地、草地进行管护。

(8) 对地面工程区复垦林地进行复垦后土壤质量监测、复垦植被监测、复垦配套设施监测。对林地进行管护。

(二) 中期工作安排（2031 年—2067 年）

1. 不稳定地质体治理与监测

- (1) 维修受损产业五路、运煤道路、农村道路；
- (2) 维修受损输电线路；
- (3) 维修受损通讯线路；

(4) 设置北斗地物形变测量监测点：其中建立运煤道路（D10-13）、产业五路（D14-15）、榆常公路（D16-20）、榆麻一级公路（D21-22）、35kV 麻蓝线输电线路（D23）、110kV 千榆线输电线路（D24-26），安装北斗 GNSS 监测系统，监测地物受

损情况。

(5) 完成 1301 工作面“丰字形”GNSS 地表形变监测网的监测。

(6) 在 3、3⁻¹、8 煤，选择有代表性的采煤工作面，部署“丰字形”GNSS 地表形变监测网，监测地面塌陷发育规律。

2. 含水层监测

(1) 继续水文监测孔 J01 (S1) 地下水自动监测系统，监测数据接入陕西省矿区含水层动态监测平台，实时监测风化带含水层的水位、水质。每季度采水样进行水质分析。

(2) 开采当年，监测乔堡村水浇地机井 3#-7# (S3-7)，榆林飞腾通盛商品混凝土有限公司机井 (S8)，养牛场机井 (S9)，华泰汇能洗选煤有限公司机井 (S10)，监测风化带、延安组砂岩含水层的水位、水质。

(3) 每 5 年监测乔堡村水浇地机井 3#-7# (S3-7)，榆林飞腾通盛商品混凝土有限公司机井 (S8)，养牛场机井 (S9)，华泰汇能洗选煤有限公司机井 (S10)，监测风化带、延安组砂岩含水层的水位、水质。

3. 地形地貌景观监测

采用卫星高分遥感影像资料、合成孔径雷达干涉测量资料，监测中期地面塌陷区地形地貌景观影响与恢复治理情况。

4. 水土环境监测

(1) 继续人工监测淤地坝地表水 (WS1)、色草湾水库地表水 (WS2) 水质。

(2) 继续人工监测工业场地土壤 (TW1) 土质。

(3) 继续人工监测工作面地表土壤 (TW 工作面编号) 土质。

5. 土地复垦与监测

(1) 在沉陷区，剥离裂缝两侧表土，贮存在剥离区两侧，再开挖下方生土填充裂缝、分层捣实，最后把表土平铺剥离区。

(2) 在沉陷区，复垦损毁的水浇地、旱地，进行土地平整、田埂修筑。

(3) 其他企业、散居村民采前搬迁后，拆除建构筑物并清运渣体，城镇住宅用地、农村宅基地、设施农用地复垦为水浇地，进行土地平整，田埂修筑。

搬迁后的物流仓储用地、商业服务业设施用地、工业用地、采矿用地、公共设施用地、机关团体新闻出版用地、科教文卫用地复垦为乔木林地，栽植樟子松。

(4) 在沉陷区，复垦损毁乔木林地、其他林地，栽植樟子松，旱柳。复垦损毁灌

木林地，栽植柠条，怪柳，复垦草地，撒播草籽。

(5) 复垦裸土地，栽植紫穗槐。

(6) 在沉陷区，修建田间道，生产路。维修机井，建设滴灌工程和输电线路。

(7) 对沉陷损毁耕地进行损毁前土壤质量监测、复垦后土壤质量监测、复垦配套设施监测。

对沉陷损毁林地、草地进行损毁前土壤质量监测、复垦后土壤质量监测、复垦植被监测。对林地、草地进行管护。

(8) 对地面工程区复垦林地进行复垦后土壤质量监测、复垦植被监测、复垦配套设施监测。对林地进行管护。

(三) 后期工作安排 (2068 年—2075 年)

1. 不稳定地质体治理与监测

(1) 维修受损农村道路；

(2) 维修受损输电线路；

(3) 维修受损通讯线路；

2. 含水层监测

(1) 继续水文监测孔 J01 (S1) 地下水自动监测系统，监测数据接入陕西省矿区含水层动态监测平台，实时监测风化带含水层的水位、水质。每季度采水样进行水质分析。

(2) 监测华泰汇能洗选煤有限公司机井 (S10)，监测风化带、延安组砂岩含水层的水位、水质。

3. 地形地貌景观监测

采用卫星高分遥感影像资料、合成孔径雷达干涉测量资料，监测中期地面塌陷区地形地貌景观影响与恢复治理情况。

4. 土地复垦与监测

(1) 在沉陷区，复垦损毁灌木林地，栽植柠条，怪柳，复垦草地，撒播草籽。

(2) 林地、草地复垦后土壤质量监测、复垦植被监测。对林地、草地进行管护。

三、近期年度工作安排

近期各年度矿山地质环境治理、土地复垦工程主要集中在地面塌陷区，各年矿山地质环境治理与土地复垦工程措施见表 6.3-1、附图 6。

表 6.3-1 近期各年度矿山地质环境治理与土地复垦工程措施量表 静态投资单位：万元

年度	矿山地质环境治理		土地复垦	
	工程措施及工程量	静态投资	工程措施及工程量	静态投资
第一年	<p>1.含水层监测 (1) 开展全区含水层监测, 设置地下水人工监测井: 乔堡村水浇地机井 2#-7# (S2-7), 榆林飞腾通盛商品混凝土有限公司机井 (S8), 养牛场机井 (S9), 华泰汇能洗选煤有限公司机井 (S10), 监测风化带、延安组砂岩含水层的水位、水质。</p> <p>2.地形地貌景观监测 (1) 调查区地形地貌景观高分遥感监测 19.0580km²。 (2) 调查区合成孔径雷达干涉测量监测 19.0580km²。</p> <p>3.水土环境监测 (1) 枯水期、平水期、丰水期采集 1 组淤地坝水 (WS1)、色草湾水库水 (WS2), 进行水质分析。 (2) 工业场地采集 1 个土壤样 (TW1) 进行土质分析, 该点作为对照点。</p>	59.04	<p>1.土地复垦监测与管护 (1) 在复垦责任范围, 采样监测土壤质量耕地 2 个、林地 4 个、草地 4 个; 监测耕地作物产量 2 个, 植被样方林地 4 个、草地 2 个, 耕地配套设施 2 个。 采用多光谱遥感监测植被 818.5700hm², 高分遥感监测土地 974.2702hm²。</p>	7.99
第二年	<p>1.不稳定地质体监测 (1) 在工业场地建立 1 个北斗基准观测站。 (2) 布置工业场地西北挖方边坡顶部 (D27) 监测点进行监测。</p>	7.75	<p>1.土地复垦工程 (1) 在工业场地栗钙土分布区表土剥离 626.4m³, 堆存在工业场地集中绿化区进行养护。</p>	1.13
第三年	<p>1.不稳定地质体监测 (1) 继续进行工业场地西北挖方边坡顶部 (D27) 监测。</p> <p>2.含水层监测 (1) 监测乔堡村水浇地机井 2# (S2), 监测风化带、延安组砂岩含水层的水位、水质。</p> <p>3.地形地貌景观监测 (1) 地形地貌景观高分遥感监测 1301 工作面调查区 1.6609km²。 (2) 合成孔径雷达干涉测量监测 1301 工作面调查区 1.6609 km²。</p>	18.12	<p>1.土地复垦工程 (1) 工业场地表土回覆 626.4m³。 工业场地植被恢复, 种植乔灌木绿化 2.30hm², 采用乔、灌木行间混交模式, 栽植侧柏、云杉、圆柏、冬青各 575 株, 林间撒播草籽。并铺装输水、喷灌设备。</p> <p>2.土地复垦监测与管护 (1) 工业场地植被恢复后土壤质量监测 1 次, 植被监测 1 次, 配套设施监测 1 次。 (2) 工业场地植被恢复后植被管护 2.3hm²。</p>	35.32

年度	矿山地质环境治理		土地复垦	
	工程措施及工程量	静态投资	工程措施及工程量	静态投资
	<p>4.水土环境监测</p> <p>(1) 采集 1301 工作面地表土壤 (TW1301) 进行土质分析, 该点作为对照点。</p>			
第四年	<p>1.不稳定地质体治理</p> <p>(1) 应急维修农村道路 1290m;</p> <p>(2) 应急维修受损 110kV 输电线路 1.44km。</p> <p>2.不稳定地质体监测</p> <p>(1) 继续进行工业场地西北挖方边坡顶部 (D27) 监测。</p> <p>(2) 北斗地物形变测量实时监测, 布置东北部 110kV 麻王线输电线路 (D1-6)、农村道路 (D7-9) 监测点进行监测。</p> <p>(3) 部署 1301 工作面“丰字形”GNSS 地表形变监测网。</p> <p>3.含水层监测</p> <p>(1) 在工业场地新建水文监测孔 J01 (S1) 地下水自动监测系统, 监测数据接入陕西省矿区含水层动态监测平台, 实时监测风化带含水层的水位、水质。每季度采水样进行水质分析。</p> <p>(2) 监测乔堡村水浇地机井 2# (S2), 榆林飞腾通盛商品混凝土有限公司机井 (S8), 监测风化带、延安组砂岩含水层的水位、水质。</p> <p>4.地形地貌景观监测</p> <p>(1) 地形地貌景观高分遥感监测 1301 工作面东部塌陷区 0.8346 km²。</p> <p>(2) 合成孔径雷达干涉测量监测 1301 工作面东部塌陷区 0.8346 km²。</p> <p>5.水土环境监测</p> <p>(1) 在对照点, 采集工业场地土壤 (TW1) 分析土质。</p>	279.64	<p>1.土地复垦工程</p> <p>(1) 1301 工作面地面东部, 在耕地充填裂缝 0.0649 万 m³, 表土剥覆 0.0287 万 m³。</p> <p>2.土地复垦监测与管护</p> <p>(1) 在 1301 工作面地面东部, 损毁土壤质量监测耕地 1 次、林地 1 次、草地 2 次, 损毁植被样方监测耕地农作物 1 次、林地 1 次、草地 2 次。</p> <p>采用多光谱遥感监测损毁植被 52.4289hm², 高分遥感监测损毁土地 61.6170hm²。</p> <p>(2) 工业场地植被恢复后土壤质量监测 1 次, 植被监测 1 次, 配套设施监测 1 次。</p> <p>(3) 工业场地植被恢复后植被管护 2.3hm²。</p>	9.37
第五年	<p>1.不稳定地质体治理</p> <p>(1) 最后维修农村道路 1290m;</p>	270.30	<p>1.土地复垦工程</p> <p>(1) 在 1301 工作面地面东部, 充填裂缝 0.6914 万 m³, 表土</p>	323.07

年度	矿山地质环境治理		土地复垦	
	工程措施及工程量	静态投资	工程措施及工程量	静态投资
	<p>(2) 应急维修受损低压输电线路 0.38km。</p> <p>(3) 最后维修受损 110kV 输电线路 1.44km。</p> <p>2.不稳定地质体监测</p> <p>(1) 继续进行北斗地物形变测量实时监测，东北部 110kV 麻王线输电线路 (D1-6)、农村道路 (D7-9) 的监测。</p> <p>(2) 继续进行 1301 工作面“丰字形”GNSS 地表形变监测。</p> <p>3.含水层监测</p> <p>(1) 继续进行水文监测孔 J01 (S1) 地下水自动监测，监测数据接入陕西省矿区含水层动态监测平台，实时监测风化带含水层的水位、水质。每季度采水样进行水质分析。</p> <p>(2) 监测榆林飞腾通盛商品混凝土有限公司机井 (S8)，监测风化带、延安组砂岩含水层的水位、水质。</p> <p>(3) 在 1301 工作面，探查 3 号煤层顶板导水裂隙带发育高度。</p> <p>4.地形地貌景观监测</p> <p>(1) 地形地貌景观高分遥感监测 1301 工作面塌陷区 1.2681km²。</p> <p>(2) 合成孔径雷达干涉测量监测 1301 工作面塌陷区 1.2681km²。</p> <p>5.水土环境监测</p> <p>(1) 在对照点，采集 1301 工作面地表土壤 (TW1301) 进行土质分析。</p>		<p>剥覆 0.4916 万 m³。</p> <p>(2) 复垦水浇地 7.9349hm²、旱地 0.2125hm²，并翻耕、配肥，田面平整土方 0.425 万 m³。</p> <p>(3) 复垦其他林地 0.4136hm²，栽植旱柳 259 株。复垦灌木林地 5.2302hm²，栽植柠条 4359 株，桧柳 4359 株，复垦草地 15.3277hm²。</p> <p>(4) 修复田间道 814m，生产路 407m。</p> <p>(5) 修建埋式输送管道 300m，安装离心过滤器、网状过滤器、施肥灌 1 套。</p> <p>(6) 榆林元百合洗煤有限公司、榆林飞腾通盛商品混凝土有限公司采前搬迁后，拆除建构筑物并清运渣体 0.8988 万 m³，临时复绿撒播草籽 1.4267hm²。</p> <p>2.土地复垦监测与管护</p> <p>(1) 1301 工作面地面西部，损毁土壤质量监测林地 1 次、草地 2 次，损毁植被样方监测林地 1 次，草地 2 次。土地损毁后，采用多光谱遥感监测损毁植被 63.5041hm²，高分遥感监测损毁土地 65.1929hm²。</p> <p>(2) 1301 工作面地面东部，复垦后土壤质量监测水浇地 1 次、旱地 1 次、林地 2 次、草地 2 次；耕地产量监测水浇地 1 次、旱地 1 次，植被样方监测林地 2 次、草地 2 次。配套设施监测水浇地 1 次、旱地 1 次。</p> <p>土地复垦后，采用多光谱遥感监测复垦植被 52.4289hm²，高分遥感监测复垦土地 61.6170hm²。</p> <p>土地复垦后，管护林地 14.1097hm²，草地 38.3192hm²。</p> <p>(3) 工业场地植被恢复后土壤质量监测 1 次，植被监测 1 次，配套设施监测 1 次。</p> <p>(4) 工业场地植被恢复后植被管护 2.3hm²。</p>	

第七章 经费估算与进度安排

一、经费估算依据

(一) 估算依据

1. 矿山地质环境治理工程估算依据

- 1) 《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》(2024 年修正)(陕水规计发〔2024〕107 号);
- 2) 《陕西省水利建筑工程概算定额》(2024 年修正);
- 3) 《陕西省水利工程施工机械台班费定额》(2024 年修正);
- 4) 《榆林市建设工程材料价格信息》(2025 年第 4 期), 榆林市建筑业综合服务中心;
- 5) 《陕西工程造价信息》(2025 年 9 月材料信息价), 陕西建设工程造价服务中心;
- 6) 《关于深化增值税改革有关政策的公告》(财政部 税务总局 海关总署 公告 2019 年第 39 号);
- 7) 《关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》(水利部办公厅, 办财务函〔2019〕448 号);
- 8) 《地质调查项目预算标准(2021 年)》(中国地质调查局, 2021 年 7 月);
- 9) 《测绘类项目支出标准(2023 年)》(自然资办函〔2024〕1 号);
- 10) 《国土调查类项目支出标准(2023 年)》(自然资办函〔2023〕1289 号);
- 11) 《陕西省生态环境监测社会机构技术服务成本估算参考价格》, 陕西省生态环境保护监测行业协会, 2024 年 11 月 19 日;
- 12) 本方案设计的矿山地质环境治理恢复工程量。

2. 土地复垦工程经费概算依据

- 1) 《土地开发整理项目预算定额》、《土地开发整理项目施工机械台班费定额》、《土地开发整理项目预算编制规定》(财政部、国土资源部, 财综〔2011〕128 号);
- 2) 《榆林市建设工程材料价格信息》(2025 年第 4 期), 榆林市建筑业综合服务中心;

- 3) 《陕西工程造价信息》(2025 年 9 月材料信息价), 陕西建设工程造价服务中心;
- 4) 《关于深化增值税改革有关政策的公告》(财政部 税务总局 海关总署 公告 2019 年第 39 号);
- 5) 《关于调整我省建设工程计价依据的通知》(陕建发〔2019〕45 号);
- 6) 《关于增加建设工程扬尘治理专项措施费及综合人工单价调整的通知》(陕西省住房和城乡建设厅, 陕建发〔2017〕270 号);
- 7) 《关于印发土地整治工程营业税改征增值税计价依据调整过渡实施方案的通知》(国土资源部办公厅, 国土资厅发〔2017〕19 号);
- 8) 《土地复垦方案编制规程一通则》(国土资源部, TD/T1031.1-2011);
- 9) 《陕西省土地开发整理项目预算编制办法及费用标准(试行)》(陕西省国土资源厅, 陕国土资发〔2004〕22 号);
- 10) 《地质调查项目预算标准(2021 年)》(中国地质调查局, 2021 年 7 月);
- 11) 《测绘类项目支出标准(2023 年)》(自然资办函〔2024〕1 号);
- 12) 《国土调查类项目支出标准(2023 年)》(自然资办函〔2023〕1289 号);
- 13) 本方案设计的土地复垦工程量。

(二) 经费来源

根据“谁损毁、谁治理”及“谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”的原则, 本矿矿山地质环境治理与土地复垦经费从煤矿提取的基金中列支, 计入矿山生产成本。

(三) 矿山地质环境治理经费构成及估算方法

根据本项目情况, 矿山地质环境治理经费由工程部分投资、独立费用、预备费组成。

1. 基础单价

(1) 人工单价

依据《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》(2024 年修正), 人工单价普工 50 元/工日、技工 75 元/工日。

(2) 材料价格

1) 主要材料价格

主要材料：是指用量多、影响工程投资大的主要材料，主要包括水泥、钢筋、木材、炸药、汽油、柴油、砂子、石子、石料等。

主要材料价格=（主要材料原价+运杂费）×（1+采购保管费费率）+运输保险费。

材料原价：主要依据《榆林市建设工程材料价格信息》（2025年第4期），《陕西工程造价信息》（2025年9月材料信息价）的材料信息价。用该信息价除以调整系数，作为材料原价，其中的砂子、石子、石料除以1.03的调整系数，其他除以1.13的调整系数。

运杂费：主要依据2008年7月15日《陕西省交通厅关于执行交通部公路工程概算预算定额及编制办法的通知》的有关规定取值。

采购保管费费率：依据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（2024年修正），按材料原价与运杂费之和的3.0%计算。

运输保险费：依据中国人寿财产保险股份有限公司国内货物运输保险费率规章，按公路运输取0.25%。

依据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（2024年修正），主要材料如水泥、钢筋、钢板、板枋材、柴油、汽油、砂子、碎石、块石、商品混凝土等，有规定价格，估算价比规定价格增加部分按差价处理，并列入建筑工程单价计算表中“价差”部分。

2）其他材料价格：主要依据《榆林市建设工程材料价格信息》（2025年第4期）、《陕西工程造价信息》（2025年9月材料信息价）、《榆林市2025年度生态修复工程苗木指导价格》、广材网榆林市2025年9月的材料单价。用该信息价格除以1.03的调整系数，为材料原价。其他计算同主要材料价格。

3）施工用电、水、风价格：施工用电价格1.20元/kW·h；施工用水价格3.00元/m³；施工用风价格0.12元/m³。

（3）施工机械台班单价

施工机械台班费= 一类费用+二类费用

1）一类费用：套用《陕西省水利建筑工程施工机械台班费定额》。根据《关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》（办财务函〔2019〕448号），施工机械台时费定额的折旧费除以1.13调整系数，修理及替换设备费除以1.09调整系数。

2）二类费用：按《陕西省水利建筑工程施工机械台班费定额》中的消耗量乘以主要材料规定价作为限价，人工、油料价格超出定额规定价的部分，按价差计算。

2. 建筑工程单价

建筑工程单价=直接费+间接费+企业利润+价差+税金。

(1) 直接费

直接费=基本直接费+其他直接费

1) 基本直接费

基本直接费=人工费+材料费+机械费

人工费=定额人工消耗量×规定人工单价。

材料费=定额材料消耗量×规定主要材料价格（其他材料价格）。

机械费=定额机械台班消耗量×施工机械台班费。

2) 其他直接费

其他直接费=基本直接费×其他直接费费率。

其他直接费费率=其他直接费基准费率×工程类别调整系数。

其他直接费基准费率=冬雨季施工增加费费率+夜间施工增加费费率+文明施工措施费费率+小型临时设施摊销费费率+其他费率。本项目为陕北建筑工程，其他直接费基准费率取 8%，见表 7.1-1。

工程类别调整系数，本项目取 1.0。

综上，其他直接费费率=8%×1.0=8%。

表 7.1-1 其他直接费基准费率表（%）

序号	费率名称	陕南		关中		陕北	
		建筑工程	安装工程	建筑工程	安装工程	建筑工程	安装工程
1	冬雨季施工增加费费率	2	2	2.5	2.5	3	3
2	夜间施工增加费费率	0.5	0.7	0.5	0.7	0.5	0.7
3	文明施工措施费	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
4	小型临时设施摊销费费率	3	3	3	3	3	3
5	其他费率	1	1.5	1	1.5	1	1.5
	合计	7	7.7	7.5	8.2	8	8.7

(2) 间接费

间接费=直接费×间接费费率

根据《陕西省水利工程概（估）算编制规定》，各划分项目间接费费率见表 7.1-2。

表 7.1-2 各类工程及其划分项目间接费费率表

序号	划分项目	计算基数	间接费费率 (%)
1	建筑工程	直接费	
1.1	土方工程	直接费	8.5
1.2	石方工程	直接费	12.5
1.3	砂石备料工程	直接费	5
1.4	模板工程	直接费	9.5
1.5	混凝土工程	直接费	9.5
1.6	钢筋制作安装工程	直接费	5.5
1.7	钻孔灌浆及锚固工程	直接费	10.5
1.8	疏浚工程	直接费	7.5
1.9	其他	直接费	10.5

(3) 利润

利润=（直接费+间接费）×利润率

根据《陕西省水利工程概（估）算编制规定》，利润率取 7%。

(4) 价差

包括人工价差和材料价差。

人工价差=定额人工消耗量×（人工执行单价—规定人工单价）。

材料价差=定额主要材料消耗量×（主要材料价格—规定主要材料价格）

(5) 税金

税金=（直接费+间接费+利润+价差）×建筑业增值税销项税率

根据《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部 税务总局 海关总署 公告 2019 年第 39 号），建筑业增值税销项税率为 9%。

(6) 扩大费

扩大费=（直接费+间接费+利润+价差+税金）×扩大系数

根据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（2024 年修正），本次估算依据的是概算单价，按概算单价扩大 10%作为估算单价。

3. 工程部分总投资

根据本项目实际情况，工程部分总投资计算如下：

工程部分总投资=建筑工程投资+施工临时工程投资+独立费用+预备费

其中，工程部分投资=建筑工程投资+施工临时工程投资

(1) 建筑工程投资

建筑工程投资=设计工程量×工程单价

工程包括矿山地质环境治理工程、监测工程。

各项工程的工程量见前文有关章节的计算结果，单价见本节的计算结果，其中监测单价套用《地质调查项目预算标准（2021）》、《测绘类项目支出标准（2023 年）》等标准。

（2）施工临时工程投资

根据本项目情况，施工临时工程投资有两项，分别为施工专项工程投资的施工安全生产专项、其他施工临时工程。

施工安全生产专项投资=建筑工程投资×（1+其他施工临时工程投资费率）×施工安全生产专项投资费率。

其他施工临时工程投资=（建筑工程投资+施工安全生产专项投资）×其他施工临时工程费费率。

依据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（2024 年修正），施工安全生产专项投资费率取 2.5%，其他施工临时工程费费率取 4%。

（3）独立费用

独立费用=建设管理费+生产准备费+科研勘察设计费+其他

1）建设管理费

建设管理费=建设单位开办费+建设单位人员费+建设管理经常费+招标业务费+建设监理费+第三方工程质量检测费+验收费+咨询评审服务费+工程保险费

建设单位开办费，不计取。

建设单位人员费，不计取。

建设管理经常费，按《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》表 I.5-8 所列的区间费率，累进加价计算。

招标业务费，按国家计划委员会颁布的《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格〔2002〕1980 号文件）、国家发展改革委颁布的《关于降低部分建设项目收费标准规范收费行为等有关问题的通知》（发改价格〔2011〕534 号）和《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》表 I.5-9，所列的区间费率，累进加价计算。

建设监理费，按国家发展改革委、建设部《建设工程监理与相关服务收费管理规定》（发改价格〔2007〕670 号），陕西省物价局、陕西省建设厅《关于印发〈建设工程监理与相关服务收费管理规定〉的通知》（陕价行发〔2007〕83 号）的规定进行计算。

第三方工程质量检测费，一般水利工程第三方工程质量检测费=工程部分投资×第三方工程质量检测费费率，费率取 0.5%。

验收费，按《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》表 1.5-10 所列区间费率，累进加价计算。

咨询评审服务费，咨询评价服务费=工程部分投资×咨询评审服务费费率，费率取 1.0%。

工程保险费，不计取。

2) 生产准备费，不计取。

3) 科研勘察设计费

科研勘察设计费=科学研究试验费+勘察设计费

科学研究试验费，不计取。

勘察设计费，一般水利工程勘察设计费=工程部分投资×勘察设计费费率×前期工作阶段系数

勘察设计费费率=勘察费费率+设计费费率

勘察费费率取 5%，设计费费率取 5%，前期工作阶段系数取 0.9。

4) 其他，不计取。

(4) 预备费

预备费=基本预备费+价差预备费

1) 基本预备费

基本预备费=(工程部分投资+工程部分独立费用)×基本预备费费率

基本预备费费率取 10%。

2) 价差预备费，不计取。

(四) 土地复垦经费构成及估算方法

土地复垦经费由工程施工费、设备费、其它费用、监测与管护费、预备费组成。

1. 基础单价

(1) 人工单价，人工单价由基本工资、辅助工资、工资附加费组成。

依据《土地开发整理项目预算编制规定》等文件确定人工单价的限价，榆阳区为七类工资区，甲类工为 52.14 元，乙类工为 39.73 元。人工限价见表 7.1-3。

表 7.1-3 人工限价计算表（七类工资区）

序号	项目	公式	工程类别
1	基本工资	$445 \times 12 \times 1.0261 / 240 = 22.83$	乙类
		$540 \times 12 \times 1.0261 / 240 = 27.70$	甲类
2	辅助工资	$2.89 + 0.20 + 0.30 = 3.39$	乙类
		$5.06 + 0.80 + 0.85 = 6.71$	甲类
(1)	地区津贴	0	乙类
		0	甲类
(2)	施工津贴	$2 \times 365 \times 0.95 / 240 = 2.89$	乙类
		$3.5 \times 365 \times 0.95 / 240 = 5.06$	甲类
(3)	夜餐津贴	$(3.5 + 4.5) / 2 \times 0.05 = 0.20$	乙类
		$(3.5 + 4.5) / 2 \times 0.2 = 0.80$	甲类
(4)	节日加班津贴	$22.83 \times (3-1) \times 11 / 250 \times 0.15 = 0.30$	乙类
		$27.70 \times (3-1) \times 11 / 250 \times 0.35 = 0.85$	甲类
3	工资附加费	$3.67 + 0.52 + 5.24 + 1.05 + 0.39 + 0.52 + 2.10 = 13.50$	乙类
		$4.82 + 0.69 + 6.88 + 1.38 + 0.52 + 0.69 + 2.75 = 17.72$	甲类
(1)	职工福利基金	$(22.83 + 3.39) \times 14\% = 3.67$	乙类
		$(27.70 + 6.71) \times 14\% = 4.82$	甲类
(2)	工会经费	$(22.83 + 3.39) \times 2\% = 0.52$	乙类
		$(27.70 + 6.71) \times 2\% = 0.69$	甲类
(3)	养老保险	$(22.83 + 3.39) \times 20\% = 5.24$	乙类
		$(27.70 + 6.71) \times 20\% = 6.88$	甲类
(4)	医疗保险	$(22.83 + 3.39) \times 4\% = 1.05$	乙类
		$(27.70 + 6.71) \times 4\% = 1.38$	甲类
(5)	工伤保险	$(22.83 + 3.39) \times 1.5\% = 0.39$	乙类
		$(27.70 + 6.71) \times 1.5\% = 0.52$	甲类
(6)	失业保险	$(22.83 + 3.39) \times 2\% = 0.52$	乙类
		$(27.70 + 6.71) \times 2\% = 0.69$	甲类
(7)	住房公积金	$(22.83 + 3.28) \times 8\% = 2.10$	乙类
		$(27.70 + 6.71) \times 8\% = 2.75$	甲类
	人工费单价		
	甲类（基本工资+辅助工资+工资附加费）	$27.70 + 6.71 + 17.72 = 52.14$	
	乙类（基本工资+辅助工资+工资附加费）	$22.83 + 3.39 + 13.50 = 39.73$	

（2）材料价格

①主要材料价格

本项目的主要材料是指用量多、影响工程投资大的主要材料，主要包括汽油、柴油、砂子、石子及水泥。

材料价格 = (材料原价 + 运杂费) × (1 + 采购及保管费率) + 运输保险费。

1) 材料原价：主要依据《榆林市建设工程材料价格信息》(2025 年第 4 期)、《陕西

工程造价信息》（2025 年 9 月材料信息价）的材料单价取值。用该信息价格除以 1.13 的调整系数，为材料原价。

2）运杂费：主要依据 2008 年 7 月 15 日《陕西省交通厅关于执行交通部公路工程概算预算定额及编制办法的通知》的有关规定取值，见表 7.1-4。

表 7.1-4 公路货物运价及装卸费

货物分类	公路货物运价（元/t·km）	装费（元/t）	卸费（元/t）
一类货物	0.53	2.1	0
二类货物	0.59	2.4	2.4
三类货物	0.64	2.7	2.7
四类货物	0.69	3.3	3.3

3）采购及保管费：依据《关于印发土地整治工程营业税改征增值税计价依据调整过渡实施方案的通知》（国土资厅发〔2017〕19 号），按材料原价与运杂费之和的 2.17% 计算。

4）运输保险费：依据中国人寿财产保险股份有限公司国内货物运输保险费率规章，按公路运输取 0.25%。

②次要材料价格

主要依据《榆林市建设工程材料价格信息》（2025 年第 4 期）、《陕西工程造价信息》（2025 年 9 月材料信息价）、《榆林市 2025 年度生态修复工程苗木指导价格》、广材网榆林市 2025 年 9 月的材料单价。用该信息价格除以 1.03 的调整系数，为材料原价。其他计算同主要材料价格。

③施工机械使用费

依据财政部、国土资源部《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综〔2011〕128 号）规定计算，本项目施工机械台时费由一类费用和二类费用两部分组成。

2. 工程施工费单价

工程施工费依据《土地开发整理项目预算编制规定》（财综〔2011〕128 号）编制，由于参照的是预算标准，在进行估算时增加扩大费。因此，工程施工费由直接费、间接费、价差、利润、税金和扩大费组成。

（1）直接费

直接费由直接工程费和措施费组成。

1) 直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、机械使用费、其他费用组成。

人工费=定额工日×人工单价。

材料费=定额材料用量×材料单价。

机械使用费=定额机械使用量×施工机械台班费。

其他费用=定额百分比×(人工费+材料费+机械使用费)。

2) 措施费

措施费=直接工程费×措施费率，主要包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费、特殊地区施工增加费、安全文明施工措施费、环境保护费、扬尘治理费，计算基础为直接工程费。不同工程类别的措施费费率见表 7.1-5。

表 7.1-5 措施费费率表 **单位：%**

序号	工程类别	计费基础	临时设施费	冬雨季施工	夜间施工	施工辅助	特殊地区	安全文明施工	环境保护费（含排污）	扬尘治理费	合计
1	土方工程	直接工程费	2	0.7	0	0.7	0	2.6	0.4	0.4	6.8
2	石方工程		2	0.7	0	0.7	0	2.6	0.4	0.4	6.8
3	砌体工程		2	0.7	0	0.7	0	2.6	0.4	0.4	6.8
4	混凝土工程		3	0.7	0	0.7	0	2.6	0.4	0.4	7.8
5	农用井工程		3	0.7	0	0.7	0	2.6	0.4	0.4	7.8
6	其他工程		2	0.7	0	0.7	0	2.6	0.4	0.4	6.8
7	安装工程		3	0.7	0	1	0	2.6	0.4	0.4	8.1
依据文件			财综〔2011〕128 号					陕建发〔2017〕270 号			

临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费、特殊地区施工增加费依据《土地开发整理项目预算编制规定》(财综〔2011〕128 号)确定，安全文明施工措施费、环境保护费、扬尘治理费依据《关于增加建设工程扬尘治理专项措施费及综合人工单价调整的通知》(陕建发〔2017〕270 号)确定。

(2) 间接费

间接费由规费和企业管理费组成，以直接费为取费基础，乘以费率得到。间接费费率依据《土地开发整理项目预算编制规定》(财综〔2011〕128 号)确定。

根据《关于印发土地整治工程营业税改征增值税计价依据调整过渡实施方案的通知》(国土资厅发〔2017〕19 号)，将城市维护建设税、教育费附加、地方教育费附加调整到企业管理费中。根据财务部门完税证明，税率按《关于调整我省建设工程计价依据的

通知》（陕建发〔2019〕45号）的纳税地点在县城、镇的税率执行。调整后取费费率见表 7.1-6。

表 7.1-6 间接费费率表

序号	工程类别	计算基础	间接费费率 (%)	城市维护建设税、教育费附加、 地方教育费附加 (%)	调整后间接费 费率 (%)
1	土方工程	直接费	5	0.41	5.41
2	石方工程	直接费	6	0.41	6.41
3	砌体工程	直接费	5	0.41	5.41
4	混凝土工程	直接费	6	0.41	6.41
5	农用井工程	直接费	8	0.41	8.41
6	其他工程	直接费	5	0.41	5.41
7	安装工程	直接费	6.5	0.41	6.91

(3) 利润

按直接工程费与间接费之和乘以利润率计算，利润率为 3%。根据《关于印发土地整治工程营业税改征增值税计价依据调整过渡实施方案的通知》（国土资厅发〔2017〕19号）确定。

(4) 未计价材料费

本方案为土地翻耕的有机肥、无机肥。

(5) 税金

税金是指按国家税法规定应计入工程造价内的增值税销项税额，根据《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部 税务总局 海关总署 公告 2019 年第 39 号），税率按 9.0%计算。

税金=（直接费+间接费+利润+价差+未计价材料费）×税率。

(6) 扩大费

参考《陕西省土地开发整理项目预算编制办法及费用标准（试行）》（陕国土资资发〔2004〕22号），按 15.5%计取。

扩大费=（直接费+间接费+利润+价差+未计价材料费+税金）×费率。

(7) 监测与管护费

监测单价主要依据《地质调查项目预算标准（2021年）》（中国地质调查局，2021年7月）。植物管护费定额依据《陕西省水利建筑工程概算定额》（陕发改项目〔2017〕1606号）计算。

3. 设备费

设备购置费包括设备原价、运杂费、运输保险费和采购及保管费。

4. 其他费用

其他费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费和业主管理费。

(1) 前期工作费

前期工作费指矿山地质环境治理与土地复垦工程在工程施工前所发生的各项支出，包括土地利用与生态现状调查费、土地勘测费、方案编制费、阶段设计与预算编制费和工程招标代理费组成。

1) 土地利用与生态现状调查费

指对项目区土地进行权属调查。地籍测绘、土地利用类型、数量、质量调查、生态破坏情况和破坏程度调查等所发生的费用。按照工程施工费的 0.5% 计算。

2) 方案编制费

以工程施工费与设备费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

3) 土地勘测费

指对项目区矿山地质环境与土地进行地形测量、施工补测、工程勘察所的费用。按照工程施工费的 1.5% 计算。

4) 阶段复垦设计与预算编制费

以工程施工费与设备费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

5) 招标代理费

以工程施工费与设备费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

(2) 工程监理费

工程监理费指工程承担单位委托具有工程监理资质的单位，按国家有关规定对工程质量、进度、安全和投资进行全过程的监督与管理所发生的费用。以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间内插法确定。

(3) 竣工验收费

工程完工后，因工程竣工验收、决算、成果管理等发生的各项费用。主要包括：工程复核费、工程验收费、项目决算编制与审计费、整理后土地重估与登记费以及标识设

定费。

①工程复核费

以工程施工费与设备费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

②工程验收费

指项目中间验收及竣工验收所发生的会议费、资料整理费、印刷费等。以工程施工费与设备费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

③项目决算编制与审计费

按相关管理办法及竣工验收规范要求编制竣工报告、决算以及审计所发生的费用。以工程施工费与设备费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

④复垦后土地重估与登记费

指矿山地质环境治理与土地复垦完成后，主管部门对土地的重新评估与登记所发生的费用。以工程施工费与设备费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

⑤标识设定费

指设立矿山地质环境治理与土地复垦标识牌及标识水利设施等所发生的费用。以工程施工费与设备费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

(4) 业主管理费

业主单位在矿山地质环境治理与土地复垦工程立项、筹建、建设等过程中所发生的费用，包括工作人员的工资、工资性补贴、施工现场津贴、社会保障费用、住房公积金、职工福利费、工会经费、劳动保护费；办公费、会议费、差旅交通费、工具用具使用费、固定资产使用费、零星购置费；宣传费、培训费、咨询费、业主招待费、技术资料费、印花税和其他管理性开支等。业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费和竣工资收费之和作为基数，采用差额定率累进法计算。

5. 监测与管护费

1) 监测费

指方案规划服务期内进行矿山地质环境监测和土地复垦效果监测的费用。监测费用按照矿山地质环境监测量、各个复垦单元实施的监测次数进行计算。

2) 复垦管护费

管护工程量与最短管护时间随复垦区位条件、植被种类差异较大，本区管护时间为6年。复垦管护费根据管护次数工程量进行计算。

6、预备费

预备费是指考虑了矿山地质环境治理恢复与土地复垦期间可能发生的风险因素，而导致费用增加的一项费用。

基本预备费：为解决工程因自然灾害、设计变更等所增加的费用。按照《陕西省土地开发整理项目预算编制办法及费用标准（试行）》（陕国土资资发〔2004〕22号），按工程施工费、设备费和其他费用之和的10%计取。

价差预备费、风险金：不计取。

二、矿山地质环境治理工程经费估算

（一）总工程量

经计算，本方案规划服务期内，矿山地质环境治理工程量见表 7.2-1。

表 7.2-1 矿山地质环境治理工程量一览表

序号	一级项目	二级项目	三级项目	四级项目	单位	工程量			
						近期	中期	后期	合计
一	损坏地物维修								
（一）		公路维修							
1			农村砂石道路						
（1）				维修砂石路	m ²	6192	30240	2064	38496
2			产业五路						
（1）				维修沥青路	m ²		39200		39200
3			运煤道路						
（1）				维修沥青路	m ²		52920		52920
（二）		输电线路维修							
1			民用低压输电线路						
（1）				电杆扶正	km	0.38	23.20	0.30	23.88
2			高压输电线路						
（1）				可调塔基加固	km	2.88	15.60		18.48
（三）		通讯线路维修							
1			通讯线路						
（1）				杆体扶正	km		8.80	0.25	9.05
二	封闭井筒								
（一）		主斜井							
1			井筒 20m 处浆砌砖墙						
（1）				开凿井筒底板（深 0.25m 宽 1.25m）	m ³			1.41	1.41
（2）				浆砌砖墙（厚	m ³			20.28	20.28

序号	一级项目	二级项目	三级项目	四级项目	单位	工程量			
						近期	中期	后期	合计
				1.25m)					
(3)				砂浆抹面	m ²			15.10	15.10
2			井筒填充粘土到井口						
(1)				粘土运输	m ³			302.00	302.00
(2)				粘土夯实	m ³			302.00	302.00
3			井口浆砌砖墙						
(1)				浆砌砖墙(厚1.25m)	m ³			21.13	21.13
(2)				砂浆抹面	m ²			16.90	16.90
(二)		副斜井							
1			井筒 20m 处浆砌砖墙						
(1)				开凿井筒底板(深 0.25m 宽 1.25m)	m ³			1.81	1.81
(2)				浆砌砖墙(厚 1.25m)	m ³			29.94	29.94
(3)				砂浆抹面	m ²			22.50	22.50
2			井筒填充粘土到井口						
(1)				粘土运输	m ³			450.00	450.00
(2)				粘土夯实	m ³			450.00	450.00
3			井口浆砌砖墙						
(1)				浆砌砖墙(厚 1.25m)	m ³			33.63	33.63
(2)				砂浆抹面	m ²			26.90	26.90
(三)		回风斜井							
1			岔口以下 2m 处浆砌砖墙						
(1)				开凿井筒底板(深 0.25m 宽 1.25m)	m ³			1.56	1.56
(2)				浆砌砖墙(厚 1.25m)	m ³			23.19	23.19
(3)				砂浆抹面	m ²			17.30	17.30
2			井筒、安全出口、引风道填充粘土到出口						
(1)				粘土运输	m ³			1038.00	1038.00
(2)				粘土夯实	m ³			1038.00	1038.00
3			井口、安全出口、引风道口浆砌砖墙						
(1)				浆砌砖墙(厚 1.25m)	m ³			64.88	64.88
(2)				砂浆抹面	m ²			51.90	51.90
三	不稳定地质体监测								
(一)		北斗地表形变测量							
1			1301 工作面地						

序号	一级项目	二级项目	三级项目	四级项目	单位	工程量			
						近期	中期	后期	合计
			表形变测量系统						
(1)				北斗监测站设置	套	17	136		153
(2)				数据处理与系统运行维护	套	29	277		306
(二)		北斗地物形变测量							
1			地物形变测量系统						
(1)				北斗基准站设置		1			1
(2)				北斗监测站设置	套	10	17		27
(3)				数据处理与系统运行维护	套	21	68		89
四	含水层监测								
(一)		监测井地下水监测							
1			监测井地下水在线监测系统						
(1)				监测设备及安装	套	1	4		5
(2)				设备运行维护	次·眼	2	38	1	41
(3)				水位、水温、水质数据整理分析报告	次·眼	2	38	1	41
(4)				采集水样	件	8	152	4	164
(5)				水质检测	件	8	152	4	164
(6)				施工水文观测孔	m	55			55
2			水井地下水人工监测						
(1)				监测设备	套	1	8		9
(2)				人工去测量	次·眼	153	640	36	829
(3)				水位、水温、水质数据整理分析报告	次·眼	13	80	1	94
(4)				采集水样	件	25	128	4	157
(5)				水质检测	件	25	128	4	157
(二)		顶板导水裂隙带高度探测							
1			顶板导水裂隙带高度探测						
(1)				钻孔钻进及简易水文观测、岩芯鉴定、封孔	m	100			100
(2)				常规测井	m	100			100
(3)				钻孔电视成像	m	100			100
(4)				数据分析与成果报告编制	份	1			1
五	地形地貌景观监测								
(一)		地形地貌景观高分遥感监测							

序号	一级项目	二级项目	三级项目	四级项目	单位	工程量			
						近期	中期	后期	合计
1			每年变形区地形地貌景观高分遥感测量						
(1)				高分遥感影像数据获取	景	4	38	2	44
(2)				数据处理	km ²	22.8217	31.7152	1.6692	56.2060
(3)				解译	km ²	22.8217	31.7152	1.6692	56.2060
(4)				专题图制作	幅	7	38	2	47
(二)		地形地貌景观合成孔径雷达干涉监测							
1			每年变形区地形地貌景观合成孔径雷达干涉测量						
(1)				合成孔径雷达干涉数据获取	景	4	38	2	44
(2)				解译	km ²	22.8217	31.7152	1.6692	56.2060
(3)				专题图制作	幅	7	38	2	47
六	水土环境 监测								
(一)		地表水水质人工监测							
1			每年地表水水质人工监测						
(1)				采集水样	件	6	48		54
(2)				水质检测	件	6	48		54
(二)		土壤土质人工监测							
1			工业场地土壤土质人工监测						
(1)				土壤采样	件	2	8		10
(2)				土质检测	件	2	8		10
2			工作面地表土壤土质人工监测						
(1)				土壤采样	件	2	92		94
(2)				土质检测	件	2	92		94
七	人工巡查								
(一)		人工巡查							
1			人工巡查						
(1)				人工巡查	次	120	912	48	1080

(二) 经费估算

本矿矿山地质环境治理工程估算费用见表 7.2-2，静态投资为 6405.80 万元。

表 7.2-2 矿山地质环境治理工程工程部分费用估算表

单位：万元

序号	投资或费用项目名称	建筑及安装工程投资	设备费	费用	合计	占工程部分总投资 (%)
1	工程部分投资	5067.63			5067.63	79.11%
1.1	建筑工程投资	4749.24			4749.24	
1.1.1	矿山地质环境治理	3410.45			3410.45	
1.1.2	监测工程	1338.79			1338.79	
1.2	机电设备及安装工程投资					
1.3	金属结构设备及安装工程投资					
1.4	施工临时工程投资	318.39			318.39	
1.4.1	施工安全生产专项投资	123.48			123.48	
1.4.2	其他施工临时工程投资	194.91			194.91	
2	独立费用			755.83	755.83	11.80%
2.1	建设管理费			390.96	390.96	
2.2	生产准备费					
2.3	科研勘察设计费			364.87	364.87	
2.4	其他					
3	预备费			582.35	582.35	9.09%
3.1	基本预备费			582.35	582.35	
3.2	价差预备费					
4	建设期融资利息					
5	工程部分静态投资	5067.63		1338.17	6405.80	100%

三、土地复垦工程经费估算

(一) 总工程量

经过计算，高家界煤矿近期、中期、后期的土地复垦工程量见表 7.3-1。

表 7.3-1 土地复垦工程量汇总表

序号	一级项目	二级项目	三级项目	四级项目	单位	工程量			
						近期	中期	后期	小计
一	土壤重构工程								
(一)		充填工程							
1			裂缝充填						
(1)				人工挖运填土方	100m ³	75.62	2080.68	61.80	2218.11
(二)		土壤剥覆工程							
1			裂缝两侧表土						
(1)				表土人工剥离	100m ³	52.03	1634.05	39.09	1725.17
(2)				表土人工回覆	100m ³	52.03	1634.05	39.09	1725.17
2			场地表土保护						

序号	一级项目	二级项目	三级项目	四级项目	单位	工程量			
						近期	中期	后期	小计
(1)				表土机械剥离	100m³	6.26			6.26
(2)				表土机械回覆	100m³	6.26			6.26
(3)				表土养护	hm²	0.0343			0.0343
(三)		平整工程							
1			原耕园地平整						
(1)				田面平整	100m³	42.50	506.53		549.03
(2)				田埂修筑	100m³		32.03		32.03
(3)				田地翻耕/培肥	hm²	8.1474	114.3908		122.5383
2			变更耕园地平整						
(1)				田面平整	100m³		15.32		15.32
(2)				田埂修筑	100m³		0.68		0.68
(3)				搬迁地翻耕/培肥	hm²		2.4356		2.4356
(四)		清理工程							
1			拆除建构筑物						
(1)				砌体拆除	100m³	74.90	5656.39		5731.29
(2)				渣体清运	100m³	74.90	5656.39		5731.29
2			临时复绿						
(1)				撒播草种	hm²	1.4267	107.7407		109.1673
二	植被重建工程								
(一)		林草恢复工程							
1			原林地补植乔木						
(1)				栽植樟子松	100 株		48.73		48.73
(2)				栽植旱柳	100 株	2.59	63.92		66.51
(3)				林地撒播草种	hm²	0.4136	18.0243		18.4380
2			原林地补植灌木						
(1)				栽植柠条	100 株	43.59	1221.41	48.74	1313.73
(2)				栽植桤柳	100 株	43.59	1221.41	48.74	1313.73
(3)				林地撒播草种	hm²	5.2302	146.5689	5.8486	157.6477
3			原草地补种草						
(1)				草地撒播草种	hm²	15.327 7	645.9029	20.208 0	681.4386
4			变更地面植乔木						
(1)				栽植樟子松	100 株		658.16		658.16
(2)				林地撒播草种	hm2		105.3050		105.3050
5			变更地面植灌木						
(1)				栽植紫穗槐	100 株		43.57		43.57
(2)				林地撒播草种	hm2		2.6144		2.6144
6			场地植被恢复						

序号	一级项目	二级项目	三级项目	四级项目	单位	工程量			
						近期	中期	后期	小计
(1)				栽植侧柏	100 株	5.75			5.75
(2)				栽植云杉	100 株	5.75			5.75
(3)				栽植圆柏	100 株	5.75			5.75
(4)				栽植冬青	100 株	5.75			5.75
(5)				林地撒播草种	hm ²	2.3000			2.3000
三	田间道路工程								
(一)		田间道							
1			路基和路面						
(1)				泥结碎石路面	1000m ²	3.259	46.731		49.990
(2)				砂路基	1000m ²	3.666	52.572		56.238
(3)				路床压实	1000m ²	4.074	58.413		62.487
(二)		生产路							
1			路基和路面						
(1)				素土路面	1000m ²	0.815	11.683		12.497
(2)				路床压实	1000m ²	1.059	15.187		16.247
四	灌溉与排水工程								
(一)		水源工程							
1			农用井						
(1)				松散层钻机成孔	10m		300.0		300.0
(2)				混凝土井管安装	10m		306.0		306.0
(3)				透水层填封	10m		30.0		30.0
(4)				非透水层填封	10m		270.0		270.0
(5)				机械洗井	10m		306.0		306.0
(6)				井用潜水泵安装	台		10		10
(7)				泵房建设	100m ²		0.60		0.60
(二)		滴喷灌工程							
1			水浇地管道敷设						
(1)				挖掘机挖沟渠	100m ³	3.15	31.50		34.65
(2)				机械回填土方	100m ³	3.15	31.50		34.65
(3)				HDPE 支管安装	100m	3.00	30.00		33.00
(4)				支管管件安装	10 个	1.5	15.0		16.5
2			水浇地设备安装						
(1)				离心过滤器安装	10 套	0.1	1.0		1.1
(2)				网状过滤器安装	10 套	0.1	1.0		1.1
(3)				施肥灌安装	10 套	0.1	1.0		1.1
3			场地管道设备敷装						
(1)				挖掘机挖沟渠	100m ³	4.20			4.20
(2)				机械回填土方	100m ³	4.20			4.20

序号	一级项目	二级项目	三级项目	四级项目	单位	工程量			
						近期	中期	后期	小计
(3)				HDPE 支管安装	100m	4.00			4.00
(4)				支管管件安装	10 个	3.0			3.00
(5)				喷头安装	100 个	0.40			0.40
(6)				喷头支架安装	100 个	0.40			0.40
五	输电线路工程								
(一)		输配电工程							
1			线路及设备安装						
(1)				输电线路架设	1km		1.50		1.50
(2)				配电箱安装	台		10		10
六	监测与管护工程								
(一)		土壤质量监测							
1			损毁土壤监测						
(1)				损毁耕地土壤监测	样	3	20		23
(2)				损毁林草地土壤监测	样	9	74		83
2			复垦后土壤监测						
(1)				复垦后耕地土壤监测	样	14	120		134
(2)				复垦后林草地土壤监测	样	22	444	18	484
3			场地土壤监测						
(1)				场地土壤质量监测	样	3	3		6
4			每 5 年矿区土壤监测						
(1)				每 5 年耕地土壤监测	样	2	16		18
(2)				每 5 年林草地土壤监测	样	8	64		72
(二)		植被样地监测							
1			损毁植被监测						
(1)				损毁耕地产量监测	次	3	20		23
(2)				损毁林草地植被监测	次	9	74		83
2			复垦后植被监测						
(1)				复垦后耕地产量监测	次	14	120		134
(2)				复垦后林草地植被监测	次	22	444	18	484
3			场地植被监测						
(1)				场地植被监测	次	3	3		6
4			每 5 年矿区植被监测						
(1)				每 5 年耕地产量监测	次	2	16		18
(2)				每 5 年林草地植被监测	次	8	64		72
(三)		配套设施监测							
1			配套设施监测						

序号	一级项目	二级项目	三级项目	四级项目	单位	工程量			
						近期	中期	后期	小计
(1)				复垦后配套设施监测	次	14	120		134
2			场地配套设施监测						
(1)				场地配套设施监测	次	3	3		6
3			每5年矿区配套设施监测						
(1)				每5年配套设施监测	次	2	16		18
(四)		植被遥感监测							
1			植被损毁遥感监测						
(1)				多光谱遥感影像数据获取	景	2	38		40
(2)				解译	hm ²	115.9330	2026.2402		2142.1732
(3)				专题图制作	幅	2	38		40
2			植被复垦后遥感监测						
(1)				多光谱遥感影像数据获取	景	1	38	1	40
(2)				解译	hm ²	52.4289	2135.0664	65.1414	2252.6367
(3)				专题图制作	幅	1	38	1	40
3			每5年矿区植被遥感监测						
(1)				多光谱遥感影像数据获取	景	1	8		9
(2)				解译	hm ²	818.5700	6548.5598		7367.1298
(3)				专题图制作	幅	1	8		9
(五)		土地遥感监测							
1			土地损毁遥感监测						
(1)				高分遥感影像数据获取	景	2	38		40
(2)				数据处理	hm ²	126.8100	2296.0857		2422.8957
(3)				解译	hm ²	126.8100	2296.0857		2422.8957
(4)				专题图制作	幅	2	38		40
2			土地复垦后遥感监测						
(1)				高分遥感影像数据获取	景	1	38	1	40
(2)				数据处理	hm ²	61.6170	2296.0857	65.1414	2422.8442
(3)				解译	hm ²	61.6170	2296.0857	65.1414	2422.8442
(4)				专题图制作	幅	1	38	1	40
3			每5年矿区土地损毁遥感监测						
(1)				高分遥感影像数据获取	景	1	8		9
(2)				数据处理	hm ²	974.2702	7794.1615		8768.4317
(3)				解译	hm ²	974.2702	7794.1615		8768.4317
(4)				专题图制作	幅	1	8		9

序号	一级项目	二级项目	三级项目	四级项目	单位	工程量			
						近期	中期	后期	小计
(六)		植被管护工程							
1			林草管护						
(1)				林地管护	hm ²	14.1097	519.4025	14.6214	548.1336
(2)				草地管护	hm ²	38.3192	1614.7572	50.5200	1703.5964
2			场地林草管护						
(1)				林地管护	hm ²	6.9000	6.9000		13.8000
(2)				草地管护	hm ²	6.9000	6.9000		13.8000

(二) 经费估算

本方案规划服务期内，土地复垦工程估算费用见表 7.3-2，静态投资为 16358.44 万元。

表 7.3-2 土地复垦工程费用估算表

序号	工程或费用名称	本方案费用（万元）	占比（%）
一	工程施工费	12885.59	78.77
二	设备费	109.75	0.67
三	其他费用	1325.40	8.10
四	监测与管护费	605.62	3.70
(一)	监测费	371.06	
(二)	管护费	234.57	
五	预备费	1432.07	8.75
(一)	基本预备费	1432.07	
六	静态投资	16358.44	100

四、总经费汇总与年度安排

(一) 总费用构成与汇总

本方案规划服务期内，矿山地质环境治理与土地复垦工程静态投资 22764.24 万元，其中矿山地质环境治理工程静态投资 6405.80 万元；土地复垦工程静态投资 16358.44 万元，见表 7.4-1。

表 7.4-1 总经费估算表

序号	工程或费用名称	地质环境治理费用（万元）	土地复垦费用（万元）	总费用（万元）	占比（%）
一	工程部分费	5067.63	13600.96	18668.59	82.01
二	其他费用（独立费用）	755.83	1325.40	2081.23	9.14
三	预备费	582.35	1432.07	2014.42	8.85
（一）	基本预备费	582.35	1432.07	2014.42	
四	静态总投资	6405.80	16358.44	22764.24	100

本矿煤层可采储量 Mt，矿山地质环境治理与土地复垦静态吨煤投资 3.77 元；复垦责任面积为 974.2702hm²，土地复垦静态亩均投资 11193.64 元，见表 7.4-2。

表 7.4-2 吨煤投资、亩均投资表

分期	类型	指标	数值
方案规划服务期	矿山地质环境与土地复垦	静态吨煤投资（元/t）	3.77
	土地复垦	静态亩均投资（元/亩）	11193.64
适用期（近期 5 年）	矿山地质环境与土地复垦	静态吨煤投资（元/t）	2.59
	土地复垦	静态亩均投资（元/亩）	1981.34

本矿开采 3、3⁻¹、8 号煤层。其中上层的 3 号煤层采高 2.29-6.55m，平均 5.47m，为厚煤层，埋深 67.12-149.48m，平均 103.93m。其他煤层为薄煤层。因 3 号煤层厚度大，埋深浅，地面塌陷及伴生裂缝强发育，地物较多，特别是采前搬迁的企业较多，有水浇地，因此需要的经费多，吨煤投资大，亩均投资大。

本矿开采 3、3⁻¹、8 号煤层。上层的 3 号煤层全区分布，3⁻¹、8 号煤层可采区位于一盘区、二盘区东翼，存在重复开采，造成土地重复损毁，因此实施复垦工程面积为 3 个煤层 3 次土地复垦面积之和。

（二）近期年度经费安排

近期矿山地质环境治理与土地复垦静态投资 1011.73 万元，其中矿山地质环境治理静态投资 634.85 万元，土地复垦静态投资 376.88 万元，见表 7.4-3。

表 7.4-3 近期矿山地质环境治理与土地复垦经费表

序号	工程或费用名称	矿山地质环境治理费用（万元）	土地复垦费用（万元）	总费用（万元）	占比（%）
一	工程部分费用	478.13	234.95	713.08	70.48
二	独立费用（其他费用）	99.00	74.00	173.00	17.10
三	预备费	57.71	31.57	89.29	8.83
（一）	基本预备费	57.71	31.57	89.29	
四	静态投资	634.85	376.88	1011.73	100

近期 3 号煤层可采储量 Mt，矿山地质环境治理与土地复垦静态吨煤投资 2.59 元，近期复垦责任范围面积为 126.8100hm²，土地复垦静态亩均投资 1981.34 元，见表 7.4-2。

近期各年矿山地质环境治理和土地复垦工程的名称、工程量、费用见表 7.4-4、表 7.4-5、表 7.4-6。

表 7.4-4 近期各年度矿山地质环境治理与土地复垦费用表 单位：万元

年度	静态投资		
	矿山地质环境治理	土地复垦	小计
第一年	59.04	7.99	67.03
第二年	7.75	1.13	8.88
第三年	18.12	35.32	53.44
第四年	279.64	9.37	289.01
第五年	270.30	323.07	593.37
合计	634.85	376.88	1011.73

表 7.4-5 近期各年度矿山地质环境治理费用估算表

费用单位：万元

序号	一级项目	二级项目	三级项目	四级项目	单位	单价（元）	2026 年		2027 年		2028 年		2029 年		2030 年		近期	
							工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用
一	损坏地物 维修												116.78		136.09		252.87	
(一)		公路维修											17.88		35.76		53.65	
1			农村砂石道路										17.88		35.76		53.65	
(1)				维修砂石路	m ²	86.64							2064	17.88	4128	35.76	6192	53.65
(二)		输电线路维 修											98.90		100.33		199.23	
1			民用低压输 电线路												1.42		1.42	
(1)				电杆扶正	km	37492.69									0.38	1.42	0.38	1.42
2			高压输电线 路										98.90		98.90		197.80	
(1)				可调塔基加固	km	686811.19							1.44	98.90	1.44	98.90	2.88	197.80
二	不稳定地 质体监测								4.27		0.30		42.25		16.27		63.09	
(一)		北斗地表形 变测量											23.97		13.58		37.55	
1			1301 工作面 地表形变测 量系统										23.97		13.58		37.55	
(1)				北斗监测站设 置	套	16986							12	20.38	5	8.49	17	28.88
(2)				数据处理与系 统运行维护	套	2991							12	3.59	17	5.08	29	8.67
(二)		北斗地物形 变测量							4.27		0.30		18.28		2.69		25.54	
1			地物形变测 量系统						4.27		0.30		18.28		2.69		25.54	
(1)				北斗基准站设 置		22700			1	2.27							1	2.27
(2)				北斗监测站设 置	套	16986			1	1.70			9	15.29			10	16.99
(3)				数据处理与系 统运行维护	套	2991			1	0.30	1	0.30	10	2.99	9	2.69	21	6.28
三	含水层监 测							27.54				7.59		33.54		33.64		102.32

序号	一级项目	二级项目	三级项目	四级项目	单位	单价(元)	2026 年		2027 年		2028 年		2029 年		2030 年		近期	
							工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用
(一)		监测井地下水监测						27.54				7.59		33.54		8.61		77.29
1			监测井地下水在线监测系统											27.14		5.41		32.55
(1)				监测设备及安装	套	33450							1	3.35			1	3.35
(2)				设备运行维护	次·眼	3345							1	0.33	1	0.33	2	0.67
(3)				水位、水温、水质数据整理分析报告	次·眼	20000							1	2.00	1	2.00	2	4.00
(4)				采集水样	件	2180							4	0.87	4	0.87	8	1.74
(5)				水质检测	件	5500							4	2.20	4	2.20	8	4.40
(6)				施工水文观测孔	m	3343.5							55	18.39			55	18.39
2			水井地下水人工监测					27.54				7.59		6.40		3.20		44.74
(1)				监测设备	套	20000	1	2.00									1	2.00
(2)				人工去测量	次·眼	700	9	0.63			36	2.52	72	0.26	36	0.13	153	3.54
(3)				水位、水温、水质数据整理分析报告	次·眼	20000	9	18.00			1	2.00	2	0.00	1	0.00	13	20.00
(4)				采集水样	件	2180	9	1.96			4	0.87	8	1.74	4	0.87	25	5.45
(5)				水质检测	件	5500	9	4.95			4	2.20	8	4.40	4	2.20	25	13.75
(二)		顶板导水裂隙带高度探测														25.04		25.04
1			顶板导水裂隙带高度探测													25.04		25.04
(1)				钻孔钻进及简易水文观测、岩芯鉴定、封孔	m	1387.5									100	13.88	100	13.88
(2)				常规测井	m	87									100	0.87	100	0.87
(3)				钻孔电视成像	m	29									100	0.29	100	0.29
(4)				数据分析与成果报告编制	份	100000									1	10.00	1	10.00

序号	一级项目	二级项目	三级项目	四级项目	单位	单价（元）	2026 年		2027 年		2028 年		2029 年		2030 年		近期	
							工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用
四	地形地貌景观监测							9.29				3.42		3.18		3.31		19.19
(一)		地形地貌景观高分遥感监测						4.84				1.59		1.45		1.53		9.41
1			每年变形区地形地貌景观高分遥感测量					4.84				1.59		1.45		1.53		9.41
(1)				高分遥感影像数据获取	景	12000	1	1.20			1	1.20	1	1.20	1	1.20	4	4.80
(2)				数据处理	km²	367	19.0580	0.70			1.6609	0.06	0.8346	0.03	1.2681	0.05	22.8217	0.84
(3)				解译	km²	1306	19.0580	2.49			1.6609	0.22	0.8346	0.11	1.2681	0.17	22.8217	2.98
(4)				专题图制作	幅	1136	4	0.45			1	0.11	1	0.11	1	0.11	7	0.80
(二)		地形地貌景观合成孔径雷达干涉监测						4.44				1.83		1.72		1.78		9.78
1			每年变形区地形地貌景观合成孔径雷达干涉测量					4.44				1.83		1.72		1.78		9.78
(1)				合成孔径雷达干涉数据获取	景	15000	1	1.50			1	1.50	1	1.50	1	1.50	4	6.00
(2)				解译	km²	1306	19.0580	2.49			1.6609	0.22	0.8346	0.11	1.2681	0.17	22.8217	2.98
(3)				专题图制作	幅	1136	4	0.45			1	0.11	1	0.11	1	0.11	7	0.80
五	水土环境监测							3.64				0.28		0.43		0.28		4.62
(一)		地表水水质人工监测						3.22										3.22
1			每年地表水水质人工监测					3.22										3.22
(1)				采集水样	件	1860	6	1.12									6	1.12
(2)				水质检测	件	3500	6	2.10									6	2.10
(二)		土壤土质人工监测						0.43				0.28		0.43		0.28		1.40
1			工业场地土					0.43						0.43				0.85

序号	一级项目	二级项目	三级项目	四级项目	单位	单价（元）	2026 年		2027 年		2028 年		2029 年		2030 年		近期	
							工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用
			壤土质人工监测															
（1）				土壤采样	件	260	1	0.03					1	0.03			2	0.05
（2）				土质检测	件	4000	1	0.40					1	0.40			2	0.80
2			工作面地表土壤土质人工监测								0.28					0.28		0.55
（1）				土壤采样	件	260					1	0.03			1	0.03	2	0.05
（2）				土质检测	件	2500					1	0.25			1	0.25	2	0.50
六	人工巡查							1.20		1.20		1.20		1.20		1.20		6.00
（一）		人工巡查						1.20		1.20		1.20		1.20		1.20		6.00
1			人工巡查					1.20		1.20		1.20		1.20		1.20		6.00
（1）				人工巡查	次	500	24	1.20	24	1.20	24	1.20	24	1.20	24	1.20	120	6.00
七	工程部分投资							44.46		5.83		13.65		210.61		203.57		478.13
（一）		建筑工程投资						41.67		5.47		12.79		197.38		190.78		448.09
1			矿山地质环境治理费											116.78		136.09		252.87
2			监测费					41.67		5.47		12.79		80.60		54.69		195.22
（二）		施工临时工程投资						2.79		0.37		0.86		13.23		12.79		30.04
1			施工安全生产专项投资					1.08		0.14		0.33		5.13		4.96		11.65
2			其他施工临时工程投资					1.71		0.22		0.52		8.10		7.83		18.39
八	独立费用							9.21		1.21		2.83		43.61		42.15		99.00
九	预备费							5.37		0.70		1.65		25.42		24.57		57.71
		基本预备费						5.37		0.70		1.65		25.42		24.57		57.71
十	建设期融资利息																	
	工程部分静态投资							59.04		7.75		18.12		279.64		270.30		634.85

表 7.4-6 近期各年度土地复垦工程费用估算表

费用单位：万元

序号	一级项目	二级项目	三级项目	四级项目	单位	单价 (元)	2026 年		2027 年		2028 年		2029 年		2030 年		近期	
							工程 量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用
一	土壤重构工程									0.79		0.78		2.79		173.33		177.68
(一)		充填工程												1.99		21.18		23.16
1			裂缝充填											1.99		21.18		23.16
(1)				人工挖运填土方	100m ³	3063.14							6.49	1.99	69.14	21.18	75.62	23.16
(二)		土壤剥离工程								0.79		0.78		0.80		13.70		16.06
1			裂缝两侧表土											0.80		13.70		14.50
(1)				表土人工剥离	100m ³	1393.10							2.87	0.40	49.16	6.85	52.03	7.25
(2)				表土人工回覆	100m ³	1393.10							2.87	0.40	49.16	6.85	52.03	7.25
2			场地表土保护							0.79		0.78						1.56
(1)				表土机械剥离	100m ³	1239.13			6.26	0.78							6.26	0.78
(2)				表土机械回覆	100m ³	1239.13					6.26	0.78					6.26	0.78
(3)				表土养护	hm ²	3115.04			0.0343	0.01							0.0343	0.01
(三)		平整工程														4.35		4.35
1			原耕园地平整													4.35		4.35
(1)				田面平整	100m ³	541.22									42.50	2.30	42.50	2.30
(2)				田埂修筑	100m ³	3216.99												
(3)				田地翻耕/培肥	hm ²	2520.23									8.1474	2.05	8.1474	2.05
(四)		清理工程														134.10		134.10
1			拆除建构筑物													133.84		133.84
(1)				砌体拆除	100m ³	11190.21									74.90	83.81	74.90	83.81
(2)				渣体清运	100m ³	6678.42									74.90	50.02	74.90	50.02

序号	一级项目	二级项目	三级项目	四级项目	单位	单价 (元)	2026 年		2027 年		2028 年		2029 年		2030 年		近期	
							工程 量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用
2			临时复绿													0.26		0.26
(1)				撒播草种	hm²	1856.56									1.4267	0.26	1.4267	0.26
二	植被重建工程											7.64				9.89		17.53
(一)		林草恢复工程										7.64				9.89		17.53
1			原林地补植乔木													3.16		3.16
(2)				栽植旱柳	100 株	11973.95									2.59	3.10	2.59	3.10
(3)				林地撒播草种	hm²	1596.34									0.4136	0.07	0.4136	0.07
2			原林地补植灌木													3.88		3.88
(1)				栽植柠条	100 株	146.68									43.59	0.64	43.59	0.64
(2)				栽植桤柳	100 株	552.85									43.59	2.41	43.59	2.41
(3)				林地撒播草种	hm²	1596.34									5.2302	0.83	5.2302	0.83
3			原草地补种草													2.85		2.85
(1)				草地撒播草种	hm²	1856.56									15.3277	2.85	15.3277	2.85
6			场地植被恢复									7.64						7.64
(1)				栽植侧柏	100 株	2295.20					5.75	1.32					5.75	1.32
(2)				栽植云杉	100 株	5218.78					5.75	3.00					5.75	3.00
(3)				栽植圆柏	100 株	4031.57					5.75	2.32					5.75	2.32
(4)				栽植冬青	100 株	1108.89					5.75	0.64					5.75	0.64
(5)				林地撒播草种	hm²	1596.34					2.3000	0.37					2.3000	0.37
三	田间道路工程															22.27		22.27
(一)		田间道														21.93		21.93
1			路基和路面													21.93		21.93

序号	一级项目	二级项目	三级项目	四级项目	单位	单价 (元)	2026 年		2027 年		2028 年		2029 年		2030 年		近期	
							工程 量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用
(1)				泥结碎石路面	1000m ₂	38158.33									3.259	12.44	3.259	12.44
(2)				砂路基	1000m ₂	23857.88									3.666	8.75	3.666	8.75
(3)				路床压实	1000m ₂	1839.87									4.074	0.75	4.074	0.75
(二)		生产路														0.34		0.34
1			路基和路面													0.34		0.34
(1)				素土路面	1000m ₂	1734.33									0.815	0.14	0.815	0.14
(2)				路床压实	1000m ₂	1839.87									1.059	0.19	1.059	0.19
四	灌溉与排水工程															7.54		17.47
(二)		滴喷灌工程										9.93		0		7.54		17.47
1			水浇地管道敷设													7.29		7.29
(1)				挖掘机挖沟渠	100m ³	867.34									3.15	0.27	3.15	0.27
(2)				机械回填土方	100m ³	2061.03									3.15	0.65	3.15	0.65
(3)				HDPE 支管安装	100m	20717.30									3.00	6.22	3.00	6.22
(4)				支管管件安装	10 个	985.39									1.5	0.15	1.5	0.15
2			水浇地设备安装													0.25		0.25
(1)				离心过滤器安装	10 套	12723.57									0.1	0.13	0.1	0.13
(2)				网状过滤器安装	10 套	6498.44									0.1	0.06	0.1	0.06
(3)				施肥灌安装	10 套	5913.13									0.1	0.06	0.1	0.06
3			场地管道设备敷装									9.93						9.93
(1)				挖掘机挖沟渠	100m ³	867.34					4.20	0.36					4.20	0.36
(2)				机械回填土方	100m ³	2061.03					4.20	0.87					4.20	0.87

序号	一级项目	二级项目	三级项目	四级项目	单位	单价 (元)	2026 年		2027 年		2028 年		2029 年		2030 年		近期	
							工程 量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用
(3)				HDPE 支管安 装	100m	20717.30					4.00	8.29					4.00	8.29
(4)				支管管件安 装	10 个	985.39					3.0	0.30					3.0	0.30
(5)				喷头安装	100 个	812.77					0.40	0.03					0.40	0.03
(6)				喷头支架安 装	100 个	2097.48					0.40	0.08					0.40	0.08
六	监测与管 护工程							5.98				6.72		4.02		12.87		29.58
(一)		土壤质量 监测						0.89				3.58		0.45		0.89		5.82
1			损毁土壤监 测									0.50		0.37		0.24		1.11
(1)				损毁耕园地 土壤监测	样	1320.00					2	0.26	1	0.13			3	0.40
(2)				损毁林草地 土壤监测	样	788.00					3	0.24	3	0.24	3	0.24	9	0.71
2			复垦后土壤 监测									3.00				0.58		3.58
(1)				复垦后耕园 地土壤监测	样	1320.00					12	1.58			2	0.26	14	1.85
(2)				复垦后林草 地土壤监测	样	788.00					18	1.42			4	0.32	22	1.73
3			场地土壤监 测									0.08		0.08		0.08		0.24
(1)				场地土壤质 量监测	样	788.00					1	0.08	1	0.08	1	0.08	3	0.24
4			每 5 年矿区 土壤监测					0.89										0.89
(1)				每 5 年耕园 地土壤监测	样	1320.00	2	0.26									2	0.26
(2)				每 5 年林草 地土壤监测	样	788.00	8	0.63									8	0.63
(二)		植被样地 监测						0.53				1.80		0.27		0.53		3.12
1			损毁植被监 测									0.25		0.21		0.17		0.63
(1)				损毁耕园地 产量监测	次	402.00					2	0.08	1	0.04			3	0.12
(2)				损毁林草地 植被监测	次	562.00					3	0.17	3	0.17	3	0.17	9	0.51

序号	一级项目	二级项目	三级项目	四级项目	单位	单价 (元)	2026 年		2027 年		2028 年		2029 年		2030 年		近期	
							工程 量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用
2			复垦后植被监测									1.49				0.31		1.80
(1)				复垦后耕地 地产量监测	次	402.00					12	0.48	0		2	0.08	14	0.56
(2)				复垦后林草 地植被监测	次	562.00					18	1.01	0		4	0.22	22	1.24
3			场地植被监测									0.06		0.06		0.06		0.17
(1)				场地植被监测	次	562.00					1	0.06	1	0.06	1	0.06	3	0.17
4			每 5 年矿区 植被监测					0.53										0.53
(1)				每 5 年耕地 地产量监测	次	402.00	2	0.08									2	0.08
(2)				每 5 年林草 地植被监测	次	562.00	8	0.45									8	0.45
(三)		配套设施监测						0.10				0.65		0.05		0.15		0.95
1			配套设施监测									0.60				0.10		0.70
(1)				复垦后配套 设施监测	次	500.00					12	0.60			2	0.10	14	0.70
2			场地配套设 施监测									0.05		0.05		0.05		0.15
(1)				场地配套设 施监测	次	500.00					1	0.05	1	0.05	1	0.05	3	0.15
3			每 5 年矿区 配套设施监测					0.10										0.10
(1)				每 5 年配套 设施监测	次	500.00	2	0.10									2	0.10
(四)		植被遥感监测						2.00						1.22		2.46		5.68
1			植被损毁遥 感监测											1.22		1.24		2.46
(1)				多光谱遥感 影像数据获取	景	11000.00							1	1.10	1	1.10	2	2.20
(2)				解译	hm²	10.11							52.4289	0.05	63.5041	0.06	115.9330	0.12
(3)				专题图制作	幅	710.00							1	0.07	1	0.07	2	0.14

序号	一级项目	二级项目	三级项目	四级项目	单位	单价 (元)	2026 年		2027 年		2028 年		2029 年		2030 年		近期	
							工程 量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用
2			植被复垦后 遥感监测												1.22		1.22	
(1)				多光谱遥感 影像数据获取	景	11000.00									1	1.10	1	1.10
(2)				解译	hm²	10.11									52.4289	0.0530	52.4289	0.05
(3)				专题图制作	幅	710.00									1	0.07	1	0.07
3			每 5 年矿区 植被遥感监 测					2.00										2.00
(1)				多光谱遥感 影像数据获取	景	11000.00	1	1.10									1	1.10
(2)				解译	hm²	10.11	818. 5700	0.83									818.570 0	0.83
(3)				专题图制作	幅	710.00	1	0.07									1	0.07
(五)		土地遥感 监测						2.46					1.35		2.70			6.50
1			土地损毁遥 感监测										1.35		1.35			2.70
(1)				高分遥感影 像数据获取	景	12000.00							1	1.20	1	1.20	2	2.40
(2)				数据处理	hm²	2.16							61.6170	0.01	65.1929	0.0141	126.810 0	0.03
(3)				解译	hm²	10.11							61.6170	0.06	65.1929	0.0659	126.810 0	0.13
(4)				专题图制作	幅	710.00							1	0.07	1	0.07	2	0.14
2			土地复垦后 遥感监测													1.35		1.35
(1)				高分遥感影 像数据获取	景	12000.00									1	1.20	1	1.20
(2)				数据处理	hm²	2.16									61.6170	0.0133	61.6170	0.01
(3)				解译	hm²	10.11									61.6170	0.0623	61.6170	0.06
(4)				专题图制作	幅	710.00									1	0.07	1	0.07
3			每 5 年矿区 土地损毁遥 感监测					2.46										2.46

序号	一级项目	二级项目	三级项目	四级项目	单位	单价 (元)	2026 年		2027 年		2028 年		2029 年		2030 年		近期	
							工程 量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用
(1)				高分遥感影像数据获取	景	12000.00	1	1.20									1	1.20
(2)				数据处理	hm²	2.16	974.2702	0.21									974.2702	0.21
(3)				解译	hm²	10.11	974.2702	0.98									974.2702	0.98
(4)				专题图制作	幅	710.00	1	0.06									1	0.06
(六)		植被管护工程											0.69		6.13			7.51
1			林草管护												5.45			5.45
(1)				林地管护	hm²	1490.89									14.1097	2.1036	14.1097	2.10
(2)				草地管护	hm²	873.03									38.3192	3.3454	38.3192	3.35
2			场地林草管护									0.69	0.69		0.69			2.06
(1)				林地管护	hm²	1490.89					2.3000	0.34	2.3000	0.34	2.3000	0.34	6.9000	1.03
(2)				草地管护	hm²	1490.89					2.3000	0.34	2.3000	0.34	2.3000	0.34	6.9000	1.03
	工程施工费									0.79		18.35		2.79		213.03		234.95
	设备费							0.15		0.02		0.64		0.17		5.79		6.78
	其他费用							1.67		0.22		7.01		1.90		63.19		74.00
	监测与管护费							5.98				6.72		4.02		12.87		29.58
		监测费						5.98				6.03		3.33		6.73		22.08
		管护费										0.69		0.69		6.13		7.51
	预备费							0.18		0.10		2.60		0.49		28.20		31.57
		基本预备费						0.18		0.10		2.60		0.49		28.20		31.57
	静态投资							7.99		1.13		35.32		9.37		323.07		376.88

第八章 保障措施与效益分析

一、保障措施

（一）组织保障

1. 为保证方案提出的各项措施顺利实施，高家界煤矿成立了矿山地质环境治理与土地复垦领导小组。

组 长：刘鑫（总经理）

副组长：于会皎（总工程师）

成 员：苏子翊、代保平、王芳

项目成员来自煤矿地测防治水部、生产技术部、财务资产部等部门。

领导小组下设办公室，办公室设在地测防治水部。

该小组负责本矿矿山地质环境治理与土地复垦的日常管理和组织实施工作，负责组织协调煤矿与自然资源部门、农业部门等的工作、与相关村委会开展开采沉陷评估调查，并提出沉陷状况调查评估报告；负责制定年度矿山地质环境治理与土地复垦计划、组织实施各年度实施计划与治理工程验收；负责协调、保证、监督各项治理、复垦措施按期保质实施与完成，并积极配合自然资源主管部门的监督、检查与验收工作。

2. 鉴于矿山地质环境治理与土地复垦工作的长期性和综合性，又需要“边开采、边治理、边复垦”，煤矿还要选派专业人员对治理与复垦的施工进度和及时性进行监督，如果发现治理措施不当或开采计划改变，及时调整实施方案，并上报相关部门。

3. 矿山地质环境治理与土地复垦过程要规范化，应严格按照建设项目管理程序实行招投标制，选择有施工资质、技术力量强的施工单位负责项目的实施，加强管理。

4. 矿山地质环境治理与土地复垦资料必须规范化，包括勘察、设计、施工日志、竣工验收资料，以及治理过程工程量及经费要及时整理、归档，便于后期自然资源主管部门核查。

（二）技术保障

1. 根据项目工作要求，选派有经验的技术人员组成施工部，按照指挥部的统一部署和设计要求开展工作。

2. 配备性能良好的交通运输工具、通讯工具、测量仪器及其它生产设备，分析测

试任务由具有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。

- 3. 加强施工过程监理，关键工序聘请专家指导。
- 4. 生产过程中严格实施质量三检制度（自检、互检、抽检），确保工程质量，争创优质工程。
- 5. 在项目实施过程中，严格按照技术规范、规程及设计书、施工方案要求操作，对项目全过程进行质量监控，不允许出现不合格的原材料、中间成果和单项工程，确保最终成果的高质量。
- 6. 制定《质量责任制考核办法》，并依据《办法》对各作业组、作业人员定期进行质量责任制考核，确保质量目标实现。
- 7. 随时接受主管单位和其他有关部门的监督、检查和指导。

（三）资金保障

根据“谁损毁谁复垦”及“谁开发谁保护，谁破坏谁治理，谁投资谁受益”的原则，矿区生态修复资金来源为煤矿自筹。

根据《关于印发陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法的通知》（陕自然资规〔2024〕1757号），矿山企业应在银行设立专用账户，单独设置矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金科目，每月按照原矿销售收入、开采矿种系数、开采方式系数、地区系数等综合提取基金。

基金计提数额=原矿月销售收入×矿种系数×开采系数×地区系数
高家界煤矿开采矿种为煤炭，根据通知要求，各系数取值如下：
矿种系数取 1.4%（煤炭，价格≤600 元/吨），开采系数取 1.2（允许塌陷，机械化综采），地区系数取 1.1（陕北黄土高原区）。

根据《开发利用方案》，高家界煤矿近期提取基金数额见表 8.1-1。

表 8.1-1 近期提取基金一览表

年产量 (万 t)	月销售 (万 t)	销售价 (元/t)	矿种 系数	开采系 数	地区 系数	月提取基 金 (万元)	占销售 收入	吨煤 (元/t)	年提取基 金 (万元)
120	10	550	1.4%	1.2	1.1		1.85%		

根据开发利用方案的煤炭销售价 550 元/t，吨煤提取基金为 元，月提取基金数额为 万元。所提基金占煤炭销售价的 1.85%。当煤炭售价变化时，按照实际进

行调整。

吨煤提取基金 元，多于估算的吨煤投资，所提取的基金能够满足本矿矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程措施的费用。

矿山企业应在闭坑的前一年提取足额基金用于矿山范围内尚未实施的矿山地质环境治理恢复、土地复垦及管护工程。

矿山企业年度提取的基金累计不足于本年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用的，或低于本《方案》中估算的年度治理恢复与土地复垦费用的，应以本年度实际所需费用或《方案》中估算年度费用进行补足。

基金提取后应及时用于矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程，不得挤占和挪用。按要求完成治理恢复与土地复垦任务后的年度结余资金可转接下年度使用。

矿山企业不履行治理恢复与土地复垦义务或者履行不到位且拒不整改的，可由自然资源主管部门委托第三方进行治理恢复，该费用从矿山企业提取的基金中列支。

（四）监管保障

煤矿将委托有规划设计资质的单位进行矿山地质环境治理工程与土地复垦规划设计、委托有资质的监理单位承担监理工作。

本方案实施严格的监测制度，按方案中的监测要求编制监测计划并实施；监测成果应进行统计和对比分析，作出简要评价，并定期报送当地自然资源主管部门；在土地复垦工程竣工验收时，监测单位应提交竣工验收监测专题报告。

土地复垦工程实施严格的招投标与目标责任制度。施工中进行工程监理，按监理的工作程序、工作标准和监理工作规定开展本方案土地复垦监理工作，对工程的进度、质量、投资实行控制，负责土地复垦工程施工的安全监理。

实行严格的工程验收制度，复垦工程将严格按照“复垦方案”的技术要求执行，制定严格的工程考核制度。在验收中，应严格验收制度，验收人员对照复垦单元措施逐项核实工程量，鉴定工程质量，填报验收表，写出验收总结，验收不合格，应限期整改。

定期向自然资源主管部门报告土地复垦工程的实施进展情况、存在的问题，结合工程进度提出具体的改进和补救措施，确保复垦工程的全面完成。

（五）公众参与

为了解本项目所在区域公众对本项目的态度，本方案在编制时进行了公众参与调查，

在矿方的支持与配合下，编制单位走访了牛家梁镇、常乐堡镇，常乐堡村、色草湾村、乔堡村，对项目进行了介绍。向当地居民详细介绍了项目的性质、类型、规模及以国家相关矿山地质环境与土地复垦政策，如实向公众说明本项目可能引发的不稳定地质体、土地损毁和恢复治理、土地复垦工程措施；介绍煤矿建设带来的经济效益以及对促进地方经济发展的情况，征求了当地各方对矿山地质环境治理、土地复垦的意见。

通过散发公众参与调查表的形式，向矿区各方发放调查表。本方案共发放调查表 20 份，其中有效问卷 20 份，对问卷综合分析认为：周围村民普遍认为高家界煤矿的建设能促进当地经济的发展，但同时对当地生态环境造成一定影响，希望按照国家相关规定，及时采取措施进行矿山地质环境恢复治理与土地复垦。根据调查问卷统计结果，对调查内容分析如下：

（1）土地复垦以恢复原有土地利用现状为主，特别是要恢复水浇地、旱地的耕种功能；

（2）对耕地、林地等造成的损毁，应按照国家政策进行补偿；

（3）植被恢复选择当地适生物种，例如：旱柳、樟子松、紫穗槐、紫花苜蓿、柠条、沙棘等。

（4）希望土地复垦后比原生态环境有所改善，经济效益提高。

二、效益分析

（一）社会效益

高家界煤矿生产带动了社会经济的发展，促进了采掘业、运输业、商业、服务业及加工业的发展，带来更多就业机会，改善了当地的产业结构，提高当地居民的生活水平。

通过恢复耕地的使用功能，提高了土地生产率，调整土地利用结构，提高环境容量，促进生态良性循环；增加农村人口的就业机会，改善农村经济结构，促进农村经济发展，促进社会和谐发展，具有明显的社会效益。

（二）环境效益

通过复垦林地 266.016hm²，草地 634.7113 hm²，增加了林草地面积，将使区内土地资源得到良好利用，植被得到恢复、增加，改善区内生态环境质量，加上合理适当的监测、管护措施，吸引周边动物群落的回迁，增加动植物群落多样性，实现动植物生态系

统的多样性和稳定性。具有良好的、长远的环境效益，能够促进经济和环境的可持续发展。

（三）经济效益

通过复垦水浇地 36.4015 hm²，旱地 6.4227 hm²，耕地面积增加，种植的农作物能增加村民的收入，有良好的经济效益。本方案充分考虑了矿山现状及可能发生的地质环境与土地损毁问题，因地制宜地部署了矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程，既保证了高质量的治理效果，又可以很好的节约治理费用，经济上可行。

第九章 结论与建议

一、结论

（一）矿山地质环境影响评估

1. 适用年限与评估级别

高家界煤矿为新建矿山，未建设。

矿区面积 17.1321km²，生产规模 1.20Mt/a，可采煤层为 3、3⁻¹、8 号煤，可采储量 Mt，服务年限 38.7 年，煤矿基值监测期 1 年，建设期 2.5 年，8 号煤层开采后地面塌陷基本稳沉时间 2 年，植被管护期 6 年，因此本方案规划服务期 50 年，适用期为近期 5 年。

高家界煤矿为大型矿山，重要区，矿山地质环境条件复杂，矿山地质环境影响评估级别为一级。

2. 现状评估

（1）不稳定地质体现状评估

评估区无在册不稳定地质体，调查未发现不稳定地质体，煤矿未建设，因此不稳定地质体现状影响程度较轻。

（2）含水层现状评估

本矿为新建矿山，未建设。含水层处于原生状态。因此，含水层现状评估影响程度较轻。

（3）地形地貌景观现状评估

本区地貌为低缓黄土梁岗区，地形起伏不大。本矿为新建矿山，未建设。因此，地形地貌景观现状评估影响程度较轻。

（4）水土环境现状评估

本矿为新建矿山，未建设。水土环境处于原生状态。因此，水土环境现状评估影响程度较轻。

（5）现状评估分级与分区

现状评估将全区划分为 1 级 1 个影响区，即 1 个较轻影响区，面积 18.0996km²，占 100%。

3. 预测评估

(1) 不稳定地质体预测评估

工业场地位于局部覆沙的黄土低梁区，地形起伏不大，周边 50m 范围内未发现不稳定地质体。在实施《矿产资源开发利用方案》工业场地总平面布置图的治理措施后，工业场地建设引发弱发育至中等发育的不稳定地质体，威胁围墙，危害程度小，危险性小；遭受现有不稳定地质体的可能性小，危害程度小，危险性小，工业场地为适宜场地。

在近期乃至中期开采区，煤层开采引发地面塌陷及伴生裂缝，因地处局部覆沙的黄土低梁区，在 3 煤开采区和 3 煤、3⁻¹ 煤、8 煤重复开采区的工作面边界附近，地面塌陷及伴生裂缝明显；在只有 8 煤的开采区，地面塌陷及伴生裂缝比较明显；在局部覆沙区，风积沙填充了部分伴生裂缝，地面塌陷及伴生裂缝表现都减弱。

近期，地面塌陷对东北部一条 110kV 麻王线输电线路影响较严重。

中期，地面塌陷对运煤道路、产业五路部分路段，西北部一条 110kV 千榆线输电线路、一条 35kV 麻蓝线输电线路、东北部一条 110kV 麻王线部分路线影响较严重。

近期和中期，地面塌陷对农村道路、低压输电线路、通讯线路影响较轻。

工业场地及进场道路、在色草湾村聚福园小区北端及色草湾村花卉园博览中心北端、陕西能源化工技师学院、榆林华泰汇能洗选煤有限公司、榆林金瑞源洗煤有限公司、榆川天然气管道线及榆常公路、榆麻一级公路局部路段位于保护煤柱内，影响较轻。

根据开发利用方案，榆林元百合洗煤有限公司、榆林飞腾通盛商品混凝土有限公司、榆林市汽车产业园的北部、驼城 110kV 变电站、养牛场、散居村民采前搬迁，影响较轻。

其他地物位于无煤区或不可采区，不受采矿活动影响。

总之，不稳定地质体预测影响程度较严重。

(2) 含水层预测评估

近期，导水裂隙沟通离石组黄土、风化带、3 号煤上覆延安组砂岩含水层。

中期，导水裂隙沟通萨拉乌苏组、离石组黄土、风化带、煤层上覆延安组砂岩含水层。

导水裂隙沟通区，含水层结构破坏，水位大幅下降，影响程度严重；降落漏斗范围内含水层影响较严重。对含水层水质影响较轻。

影响范围有少量水浇地，含水层水位下降影响机井灌溉用水，影响程度较严重。含水层影响范围内的散居村民采前搬迁，影响较轻。

青云沟内的淤地坝、色草湾水库地表水主要为沟谷雨水，受采煤影响较轻。

总之，含水层预测影响程度严重。

(3) 地形地貌景观预测评估

工业场地平场形成平坦地形，改变了局部覆沙的黄土低梁地貌，位于主要交通干线可视范围内，影响严重。

地面塌陷影响地面标高、地表坡度，不会改变本区局部覆沙的黄土低梁地貌，对地形地貌景观影响较严重。

总之，地形地貌景观预测影响程度严重。

(4) 水土环境预测评估

淤地坝、色草湾水库地表水距离开采区约 1.5km，对水体环境影响较轻。处理达标中水浇洒工业场地绿植区对土壤环境影响较轻。地面塌陷使土壤质地趋于疏松、理化性质有所改变，对土壤环境影响较轻。

总之，水土环境预测影响程度较轻。

(5) 预测评估分级与分区

预测评估将全区共划分 **3 级 10 个不同影响程度区**，其中，5 个严重影响区，面积 7.7116km²，占评估区面积的 42.6%；4 个较严重影响区，面积 2.2522km²，占评估区面积的 12.4%；1 个较轻影响区，面积 8.1358km²，占 45.0%。

(二) 矿山土地损毁预测与评估

本方案拟沉陷损毁土地 974.2702hm²，其中轻度损毁 214.8717hm²，中度损毁 55.7383hm²，重度损毁 703.6601hm²。

近期拟沉陷损毁土地 126.8100hm²，其中轻度损毁 63.5472hm²、中度损毁 24.1884hm²、重度损毁 39.0744hm²。

(三) 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

1. 矿山地质环境治理分区

矿山地质环境治理分区将全区共划分 **3 级 10 个不同的治理分区**，其中，5 个重点防治区，面积 7.7116km²，占评估区面积的 42.6%；4 个次重点防治区，面积 2.2522km²，占评估区面积的 12.4%；1 个一般防治区，面积 8.1358km²，占 45.0%。

2. 土地复垦责任范围

复垦区范围由拟损毁土地、永久性建设用地组成，共计 991.6702hm²，其中拟损毁土地 974.2702hm²、永久性建设用地 17.40hm²。在本矿闭坑后，永久性建设用地的工业场地留续使用，复垦责任范围为拟沉陷损毁土地 974.2702hm²。土地复垦率为 100%。

（四）矿山地质环境治理与土地复垦工程

在本方案规划服务期，部署了近期 5 年（2026 年—2030 年），中期 37 年（2031 年—2067 年）和后期 8 年（2068 年—2075 年）矿山地质环境治理与土地复垦工程。

1. 矿区生态修复预防措施

（1）留设保护煤柱：煤矿在工业场地、主要大巷、煤矿边界、火烧边界、大型村庄、天然气管线、高等级公路、重要企事业单位等都留有煤柱。

（2）避让：榆林元百合洗煤有限公司、榆林飞腾通盛商品混凝土有限公司、榆林市汽车产业园的北部、驼城 110kV 变电站、养牛场、散居村民采前搬迁，能够将不稳定地质体的影响程度降低。

（3）合理规划：采前建立矿区生态修复规划，采中做到“边开采，边治理，边复垦”。

（4）保护利用好表土资源：保护和利用好耕作层土壤和表层土壤。

2. 矿山地质环境治理工程

治理工程为维修受损运煤道路、产业五路、农村道路、输电线路、通讯线路，后期封闭井筒。

以上维修工程包括发生地物损坏时的应急维修，地表移动结束后的最后维修。

3. 土地复垦工程

工程措施为充填工程、土壤剥覆工程、平整工程、清理工程、道路工程、机井工程、输电线路工程、滴灌工程。

生物化学措施为土壤培肥、林草恢复工程。

以上复垦工程包括发生土地损毁时的应急复垦、地表移动结束后的最终复垦。

4. 矿山地质环境监测工程

编制了矿山地质环境监测方案，不稳定地质体监测，采用北斗地物形变测量公路、输电线路、工业场地边坡等共 27 处地物，采用“丰字形”GNSS 地表形变监测网监测 1301 工作面等工作面的地面塌陷发育规律。

含水层监测，探查 1301 工作面 3 号煤层顶板导水裂隙带发育高度，在工业场地部署水文监测孔 J01（S1）地下水实时自动监测系统，监测数据接入陕西省矿区含水层动态监测平台，在现有机井部署地下水人工监测井 9 个。

地形地貌景观监测，采用高分遥感影像资料、合成孔径雷达干涉测量资料，监测地面塌陷区 55.3714km² 地形地貌景观影响与恢复治理情况。

水土环境监测，部署了淤地坝地表水、色草湾水库地表水水质人工采样监测点 2 个，工业场地土壤土质监测点 1 个，每个工作面地表土壤土质监测点 1 个，进行不同时间的对比监测。

第 1 年进行 1 次全区地质环境监测。

5. 矿区土地复垦监测和管护

在沉陷区，采样监测损毁耕地、林地、草地土壤质量 106 次，损毁耕地农作物、林地、草地植被样方 106 次，

复垦后，耕地、林地、草地土壤质量监测 618 次，耕地农作物、林地、草地植被样方监测 618 次，复垦配套设施监测 134 次。

采用多光谱遥感累计监测损毁植被 2142.1732hm²，复垦后植被 2252.6367hm²；采用高分遥感累计监测损毁土地 2422.8442hm²，复垦后土地 2422.8442h m²。

工业场地植被恢复后土壤质量监测 6 次，植被监测 6 次，配套设施监测 6 次。

第 1 年进行 1 次全区土地监测。

在沉陷区，累计管护林地 548.1336hm²，草地面积 1703.5964hm²。在工业场地累计管护林地 13.8hm²。

（五）矿山地质环境治理与土地复垦经费估算

本方案规划服务期内，矿山地质环境治理与土地复垦工程静态投资 22764.24 万元，其中矿山地质环境治理工程静态投资为 6405.80 万元，土地复垦工程静态投资为 16358.44 万元。

本方案规划服务期内，矿山地质环境治理与土地复垦静态吨煤投资 3.77 元，土地复垦静态亩均投资 11193.64 元。

近期，矿山地质环境治理与土地复垦静态投资 1011.73 万元，其中矿山地质环境治理静态投资 634.85 万元，土地复垦静态投资 376.88 万元。

近期，矿山地质环境治理与土地复垦静态吨煤投资 2.59 元，土地复垦静态亩均投资

1981.34 元。

二、建议

1. 本方案不代替相关工程勘查、工程设计等。各项工程的勘查、设计、施工，请有资质的单位进行，应明确要求参与单位的资质等级。

2. 按照自然资源部、陕西省自然资源厅发布的绿色矿山建设文件要求，煤矿要同步建设绿色矿山，正式投产后 1 年-2 年内应通过绿色矿山评估核查。

3. 将与本方案有关的项目分开招标、施工、验收，并保存好各项目的原始凭证，例如合同、发票、工程量台账、施工照片、录像、验收文件等。待到本矿投产、提取基金后，作为本方案年度验收、适用期验收、返还基金的依据。

4. 做好工程资料整理工作，做到分类、系统、规范，方便验收和存档。