

神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿
矿区生态修复方案
(矿山地质环境保护与土地复垦方案)

神木市前梁矿业有限公司

2025年12月



神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿
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：神木市前梁矿业有限公司

法人代表：尚振平

总工程师：杨宇杰

编制单位：陕西秦新绿能科技有限公司

法人代表：杨丽霞

总工程师：付国强

项目负责：杨建峰

编写人员：杨建峰 付国强 董亚军 林郅利

制图人员：李 龙



杨建峰
付国强
李 龙
董亚军
林郅利

矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）

编制信息表

矿 山 企 业	企业名称	神木市前梁矿业有限公司			
	法人代表	尚振平	联系电话	18292299901	
	单位地址	陕西省榆林市神木市			
	矿山名称	神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿			
	采矿许可证	<input type="checkbox"/> 新申请 <input checked="" type="checkbox"/> 持有 <input type="checkbox"/> 变更 以上情况请选择一种并打“√”			
编 制 单 位	单位名称	陕西秦新绿能科技有限公司			
	法人代表	杨丽霞	联系电话	13891280428	
	主 要 编 制 人 员	姓名	职责	联系电话	
		杨建峰 	项目负责人	18329211886	
		董亚军 	地质环境现状评估 与预测	13289661082	
		付国强 	投资估算	13891280428	
		林郭利 	土地复垦设计	15891267275	
李 龙 	图件编制	15619495656			
审 查 申 请	<p>我单位已按要求编制矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案），保证方案中所引数据的真实性，同意按国家相关保密规定对文本进行相应处理后进行公示，承诺按批准后的方案做好矿山地质环境保护与土地复垦工作。</p> <p>请予以审查。</p> <p style="text-align: right;">申请单位（矿山企业）盖章</p> <p style="text-align: center;">联系人：赵国凯</p> <p style="text-align: right;">联系电话：13309120377</p>				

《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿矿区生态 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17日，陕西省自然资源厅邀请有关专家（名单附后）在西安市对神木市前梁矿业有限公司委托陕西秦新绿能科技有限公司编制的《神木市前梁矿业有限公司前梁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9份，完成调查面积4.2891km²，评估区面积3.7540km²，地质环境调查点61个、土地复垦调查点55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》编制依据较充分，治理规划总体部署年限和适用年限基本合理。依据《开发利用方案》《储量年报》等，截止2024年12月31日，矿山剩余可采储量 Mt，矿山剩余服务年限为3年，沉稳期1年，管护期6年，《方案》规划服务年限为10年（2025年-2034年），《方案》适用期为3年（2025年-2027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。前梁煤矿行政区划隶属陕西省神木市店塔镇，为生产矿山，生产规模

0.60Mt/a, 采矿许可证号: C6100002010021120057322, 采矿证有效期限自 2023 年 6 月 1 日至 2028 年 6 月 1 日, 矿区面积 2.9686km², 开采标高 1170m-1020m, 开采 2⁻²、3⁻¹、4⁻³、5⁻¹ 煤层。矿区土地利用现状划分为 12 个一级地类 22 个二级地类, 主要以耕地(旱地)、林地(灌木林地、其他林地)、草地(天然牧草地)为主, 矿山地面建设工程不占用永久基本农田, 土地利用现状清晰。矿山属于地下开采, 采用一次采全高长壁综合机械化采矿法, 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(允许塌陷, 机械化综采), 地区系数为 1.1(陕北黄土高原区)。

四、矿山自然地理和地质环境背景叙述基本正确, 矿山地质环境条件复杂程度为中等类型, 矿山生产规模 0.60Mt/a, 为中型煤矿, 评估区重要程度为重要区, 因此将矿山地质环境影响评估级别确定为一类, 评估区总面积 3.7540km², 评估级别确定正确, 评估范围划定基本合理。

五、矿山地质环境现状评估和预测评估基本合理正确。矿山地质环境影响评估级别为一类, 现状评估将评估区划分为 3 级 4 个不同影响程度区, 其中 2 个严重影响区, 面积 0.0466km², 占评估区面积 1.24%; 1 个较严重影响区, 面积 0.4270km², 占评估区面积 11.38%; 1 个较轻影响区, 面积 3.2804km², 占评估区面积 87.38%。预测评估将评估区划分为 2 级 4 个不同影响程度区, 其中: 3 个较严重影响区, 面积 0.6703km², 占评估区面积 17.86%; 1 个较轻影响区, 面积 3.0837km², 占评估区面积 82.14%。

六、矿山土地损毁现状调查、预测与评估基本合理, 土地损毁的环节和时序叙述基本正确, 矿山共计损毁土地面积

107.33hm²，其中已损毁土地面积 45.74hm²，拟损毁土地面积 64.66hm²，重复损毁土地 3.07hm²。已损毁土地现状明确，拟损毁土地预测基本正确。

七、根据矿山地质环境问题类型、分布特征、危害性及矿山地质环境影响评估结果，将矿山地质环境保护与恢复治理区域划分为 3 级 4 个防治区，其中 2 个重点防治区，面积 0.0466km²，占评估区面积 1.24%；1 个次重点防治区，面积 1.0429km²，占评估区面积 27.78%；1 个一般防治区，面积 2.6645km²，占评估区面积 70.98%。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。复垦区及复垦责任范围划定基本合理，土地权属明确，复垦区范围由损毁土地、永久性建设用地组成，共计 108.20hm²，其中损毁土地 107.33hm²、永久性建设用地 0.87hm²。矿山闭坑后，工业场地不留续使用，复垦责任范围面积 108.20hm²。

八、矿山地质环境保护与治理恢复可行性分析基本正确；土地复垦适宜性评价指标体系和评价方法基本正确，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。近期矿山地质环境治理恢复工程包括：不稳定地质体 BY1 治理、道路维修、输电线路及高压塔基维修、警示牌及矿山地质环境监测工程等。土地复垦工程主要包括：搬迁农村宅基地复垦、排矸场、原炸药库及原炸药库道路等建筑物拆除及清理、土壤重构工程及植被重建工程，沉陷地裂缝充填、土地平整、土地翻耕、土壤培肥及植被重建工程，配套的灌溉工程、道路工程、土地复垦监测和管护工程、生态系统监测与生态系统恢复效果评价等。治理与复垦工程技术方法、措施可行，工程内容比较齐全，工程

量安排基本合理。

表 1 矿山地质环境治理恢复与土地复垦任务表

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、不稳定地质体 BY1 治理, 包括危岩体清理 79320m³、拱形格构 13561.2m²、挡土墙 1575m³及紫穗槐柠条栽植 13560 株;</p> <p>2、水泥路面维修面积 494.1m²、素土路面维修面积 1976.4m²;</p> <p>3、竖立警示牌 5 个;</p> <p>4、电线杆扶正 15 根, 塔基维修 1 座;</p> <p>5、地面塌陷人工巡查 24 次;</p> <p>6、采空区布置 GNSS 自动化监测点 7 个, 重要设施及隐患点进行人工巡查; 地形地貌监测 0.427km², 卫星遥感监测 3.754km²; 进行含水层监测和土壤环境质量监测; 生物状况调查 1 次。</p>	<p>1、对已沉陷损毁区及第一年开采工作面进行地裂缝治理: 已沉陷损毁及第一年度开采的 1503、1504、1505 工作面, 治理面积 59.71hm², 工程措施为裂缝充填。</p> <p>2、对已沉陷损毁区进行土地复垦: 复垦面积 37.96hm², 复垦耕地 6.51hm², 林地 18.16hm², 草地 13.29hm²。工程措施为表土剥覆、土地平整、土壤翻耕、土壤培肥、植被恢复。</p> <p>3、农村宅基地拆除: 拆除方量 4000m³, 土地平整 68.32m³, 客土回覆 650m³, 栽植油松 144 株, 栽植柠条 577 株, 紫花苜蓿 0.13hm²。</p> <p>4、原炸药库拆除: 拆除方量 1986.66m³, 土地平整 130.50m³, 客土回覆 745m³, 栽植柠条 1103 株, 紫花苜蓿 0.25hm²。</p> <p>5、原炸药库道路拆除: 拆除方量 378.456m³, 土地平整 30.13m³, 客土回覆 229.36m³, 栽植柠条 254 株, 紫花苜蓿 0.06hm²。</p> <p>6、排矸场复垦: 面积 0.44hm², 拆除方量 366m³, 土地平整 4035.6m³, 客土回覆 2220m³, 翻耕培肥 0.23hm², 栽植柠条 933 株, 紫花苜蓿 0.21hm², 排水渠 192m, 消能池 2 座, 挡土墙 1 座, 生产路 200m。</p> <p>7、石岩沟耕地提升工程: 面积 5.18hm², 土地平整 147200.54m³, 翻耕培肥 4.33hm², 栽植柠条 3771 株, 紫花苜蓿 0.85hm², 排水渠 562m, 水源井 1 座, 输水管道 1376m, 生产路 562m。</p> <p>8、复垦监测: 对上年度开采工作面及治理区域进行土壤质量、复垦植被效果和配套设施监测。</p>
第二年	<p>1、素土路面维修面积 422.4m²;</p> <p>2、竖立警示牌 3 个;</p> <p>3、地面塌陷人工巡查 24 次;</p> <p>4、采空区布置 GNSS 自动化监测点 3 个, 重要设施及隐患点进行人工巡查; 地形地貌监测 0.2002km², 卫星遥感监测</p>	<p>1、对第一年开采的工作面进行土地复垦: 第一年开采的 1505 工作面, 复垦面积 23.21hm², 复垦耕地 3.17hm², 林地 4.32hm², 草地 7.43hm²。工程措施为表土剥覆、土地平整、土壤翻耕、土壤培肥、植被恢复。</p> <p>2、对第二年开采工作面进行地裂缝治理: 第二年开采 1506、1507、1508 工作面, 治</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
	3.754km ² ; 进行含水层监测和水土环境质量监测; 生物状况调查 1 次。	理面积 22.87hm ² , 工程措施为裂缝充填。 3、复垦监测: 对上年度开采工作面及治理区域进行土壤质量、复垦植被效果和配套设施监测。 4、复垦管护: 林地 19.66hm ² , 草地 13.29hm ² 。
第三年	1、素土路面维修面积 1398m ² ; 2、竖立警示牌 2 个; 3、地面塌陷人工巡查 24 次; 4、采空区布置 GNSS 自动化监测点 4 个, 重要设施及隐患点进行人工巡查; 地形地貌监测 0.2287km ² , 卫星遥感监测 3.754km ² ; 进行含水层监测和水土环境质量监测; 生物状况调查 1 次。	1、对第二年开采的工作面进行土地复垦: 第二年开采的 1506、1507、1508 工作面, 复垦面积 14.33hm ² , 复垦耕地 3.94hm ² , 林地 0.01hm ² , 草地 10.38hm ² 。工程措施为表土剥覆、土地平整、土壤翻耕、土壤培肥、植被恢复。 2、对第三年开采工作面进行地裂缝治理: 第三年开采 1509、1510 工作面, 治理面积 21.77hm ² , 工程措施为裂缝充填。 3、复垦监测: 对上年度开采工作面及治理区域进行土壤质量、复垦植被效果监测。 4、复垦管护: 林地 23.97hm ² , 草地 20.72hm ² 。

十、矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程总体部署基本明确, 阶段实施计划基本切合实际, 适用期各年度工作安排基本合理。

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 1350.78 万元、2045.91 万元, 总费用为 3396.69 万元, 吨煤投资 14.54 元 (剩余可采储量 2.336Mt), 静态亩均投资 12605.73 元 (复垦责任范围 108.20hm²), 经费估算合理。《方案》时间适用期 3 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 1258.53 万元、1474.63 万元, 总费用 2733.16 万元。适用期各年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用安排合理。

表 2 矿山地质环境治理恢复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	1137.71	1174.46	2312.17
第二年	58.05	126.51	184.56
第三年	62.77	173.66	236.43
合计	1258.53	1474.63	2733.16

十二、方案提出的各项保障措施和建议较为合理可行，对治理效益的分析基本客观可信。

十三、上一期《方案》共进行三次年度验收（分别为 2021 年、2023 年、2023 年增补计划验收）和一次适用期验收工作。2021 年、2023 年和 2023 年增补计划由神木市自然资源和规划局组织验收；2025 年 3 月由榆林市自然资源和规划局组织适用期治理工程验收。按照《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），经审核税务等相关凭证资料，截止 2025 年 9 月 30 日，核定该企业应提取基金 万元，实际提取基金 万元，使用基金 万元，账户剩余基金 万元。

十四、存在问题及建议

1、矿山开采已近闭坑，应对矿山现存的不稳定地质体 BY1 及时完成治理；

2、矿山已进入闭坑前的准备工作，应尽快完成闭坑地质报告和闭坑设计等闭坑前的准备工作；

和闭坑设计等闭坑前的准备工作；

3. 基金计提应能满足矿山闭坑后的生态修复工作之需。

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矿山企业按程序上报。

专家组长：林如平

2025年11月4日

**《神木市前梁矿业有限公司前梁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 辉	中煤西安设计工程公司	教高	工程地质	同意	林 辉
李尔录	西安科技大学	教授	岩土工程	同意	李尔录
李智宇	陕西政发集团有限公司	正高	地质	同意	李智宇
赵 彬	陕西省水利水电工程咨询公司	正高	土地复垦	同意	赵 彬
王振福	陕西地矿集团有限公司	教授/工程师	探矿工程/预算	同意	王振福
刘彦民	陕西省宝鸡峡水电设计院	正高	土地整治	同意	刘彦民
高 斌	陕西三业地质工程有限公司	高工	地环	同意	高 斌

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	7
五、编制工作概况	8
第一章 矿山基本情况	13
一、矿山简介	13
二、矿区范围及拐点坐标	14
三、矿山开发利用方案概述	15
四、矿山开采历史与现状	31
五、基金提取与使用情况	40
第二章 矿区基础信息	42
一、矿区自然地理	42
二、矿区地质环境背景	50
三、社会经济概况	68
四、土地利用现状	70
五、矿山及周边其他人类重大工程活动	76
六、周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析	80
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估	98
一、矿山地质环境与土地资源调查概述	98
二、矿山地质环境影响评估	99
三、矿山土地损毁预测与评估	124
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围	138
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析	149
一、矿山地质环境治理可行性分析	149
二、矿区土地复垦可行性分析	151
第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程	178
一、矿山地质环境保护与土地复垦预防	178

二、不稳定地质体治理工程	180
三、矿区土地复垦	185
四、含水层破坏修复	213
五、水土环境质量修复	213
六、矿山地质环境监测	214
七、矿区土地复垦监测和管护	223
八、生态系统监测与调查	227
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署	230
一、总体工作部署	230
二、阶段实施计划	230
三、近期年度工作安排	231
第七章 经费估算与进度安排	238
一、经费估算依据	238
二、矿山地质环境治理工程经费估算	240
三、土地复垦工程经费估算	246
四、费用汇总与年度安排	255
第八章 保障措施与效益分析	262
一、保障措施	262
二、效益分析	266
第九章 结论与建议	269
一、结论	269
二、建议	273

附图：

- 附图1 前梁煤矿矿山地质环境问题现状图（1:5000）
- 附图2 前梁煤矿矿区土地利用现状图（1:5000）
- 附图3 前梁煤矿矿山地质环境问题预测图（1:5000）
- 附图4 前梁煤矿矿区土地损毁预测图（1:5000）
- 附图5 前梁煤矿矿区土地复垦规划图（1:5000）
- 附图6 前梁煤矿矿山地质环境治理工程部署图（1:5000）

附图7 前梁煤矿2019~2023年度矿山地质环境保护与土地复垦工程图（1:5000）

附表：

- 1、矿山地质环境调查表；
- 2、公众参与调查表；

附件：

- 1、委托书；
- 2、采矿许可证；
- 3、前梁煤矿 2024 年储量年报；
- 4、开发利用方案审查意见；
- 5、《陕西省煤炭生产安全监督管理局关于神木县前梁矿业有限公司整合开采设计变更（修改）的通知》（陕煤局函〔2014〕181号）；
- 6、《神木市能源局关于神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿一盘区生产接续开采设计备案意见的通知》（神能局发〔2020〕303号）；
- 7、原《两方案》通过审查的公告（陕自然资公告〔2019〕19号）；
- 8、原《两方案》专家评审意见（2019年4月8日）；
- 9、《神木市前梁矿业有限公司建设用地批复》；
- 10、基金监管三方协议；
- 11、前梁煤矿 2021 年度、2023 年度、2023 年度增补计划验收意见；
- 12、前梁煤矿适用期验收专家意见；
- 13、前梁煤矿 2024 年、2025 年实施计划审查意见；
- 14、采矿权人矿山地质环境治理与土地复垦承诺书；
- 15、编制单位承诺书；
- 16、矿山企业内审意见；
- 17、编制单位内审意见；
- 18、办理临时用地手续承诺书；
- 19、专家现场考察意见及修改说明；
- 20、市、县局现场考察意见；
- 21、投资估算书。

前 言

一、任务由来

神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿（简称“前梁煤矿”）位于神木市城北直距约 35Km 处，行政区划隶属于陕西省神木市店塔镇管辖。

2019 年 2 月，神木市前梁矿业有限公司委托陕西地矿九 0 八环境地质有限公司编制了《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称《两方案》），方案于 2019 年 6 月公告（陕自然资公告（2019）19 号），批准生产能力 0.6Mt/a，方案服务年限 20.2 年，适用年限 5 年（2019 年~2023 年）。

2023 年 6 月 1 日，陕西省自然资源厅颁发前梁煤矿采矿许可证，证号：C6100002010021120057322，生产规模 0.6Mt/a，矿区面积 2.9686km²，有效期自 2023 年 6 月 1 日至 2028 年 6 月 1 日。

2013 年 8 月，前梁煤矿委托陕西高新煤炭工程设计咨询有限公司编制《陕西省神木县店塔镇前梁镇办煤矿（调整范围）矿产资源开发利用方案》，于 2013 年 11 月 18 日取得陕西省国土资源厅审查意见的通知。

根据《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编制有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21 号文），矿山企业原矿山地质环境保护与土地复垦方案适用期到期，应修编矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）。因此，2025 年 1 月，神木市前梁矿业有限公司委托我公司对 2019 年 6 月公告的《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》进行修编。

二、编制目的

1、为积极贯彻《矿山地质环境保护规定》及《土地复垦条例》，有效解决煤炭开采引发的矿山地质环境破坏及土地损毁问题，保护和改善区域生态环境和土地资源提供技术支撑。

2、通过分析矿山以往矿山地质环境保护与土地复垦工作完成情况及基金使用情况，总结治理工程经验教训，为更好的布置矿山治理措施和经费预算提供依据。

3、为促进矿区生态文明建设，开展自然资源绿化行动，推进损毁土地综合

治理，加强不稳定地质体防治，避免资源浪费、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《地质灾害防治条例》及《土地复垦条例》，促进绿色矿山建设。

4、通过调查和预测煤矿开采对当地生态环境和土地资源造成的不良影响，合理规划设计，制定针对性的预防与治理措施，指导矿山企业生态修复的实施。

5、为自然资源主管部门监督管理矿山企业生态修复工作落实情况提供依据。

6、以神木市国土空间规划为指导，结合矿区所在区域经济社会发展条件，为矿区经济社会发展提供开发式治理新思路。

三、编制依据

（一）委托书

《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案的委托书》，2025年3月10日。

（二）法律、法规、规章

1、《中华人民共和国草原法》（中华人民共和国主席令第81号），2021年4月29日发布，2021年4月29日实施；

2、《中华人民共和国林业法》（中华人民共和国国务院令第278号），2000年1月29日发布，2000年1月29日实施；

3、《地质灾害防治条例》（国务院令第394号），2004年3月1日；

4、《基本农田保护条例》（国务院令第257号），2011年1月8日；

5、《土地复垦条例》（国务院令第592号），2011年3月5日；

6、《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日修订。

7、《中华人民共和国矿产资源法》，中华人民共和国第十四届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议于2024年11月8日修订通过，自2025年7月1日起施行；

8、《中华人民共和国土地管理法》，全国人大常委会，2019年8月26日第三次修订，2020年1月1日实施；

9、《中华人民共和国黄河保护法》，2022年10月30日第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十七次会议通过，2023年4月1日起施行。

- 10、《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；
- 11、《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；
- 12、《陕西省矿产资源管理条例》，陕西省人民代表大会常务委员会，2004年8月3日修订；
- 13、《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；
- 14、《陕西省工程建设活动引发地质灾害防治办法》陕西省人民政府2016年第21次常务会议通过，2018年1月1日；
- 15、《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，2018年1月1日。

（三）政策性文件

- 1、《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），国土资源部、工业和信息化部、财政部、环境保护部、国家能源局，2016年7月1日；
- 2、《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（自然资规〔2024〕1号）；
- 3、《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；
- 4、《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；
- 5、《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），陕西省国土资源厅、省发展和改革委员会、省工业和信息化厅、省财政厅、省环境保护厅，2017年4月；
- 6、《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；
- 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》（陕国土资发〔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；

10、《陕西省绿色矿山建设管理办法》的通知（陕自然资规〔2024〕3号）；

11、《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。

12、《自然资源部关于进一步加强生产矿山生态修复监管工作的通知》，2024年10月9日；

13、《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）；

14、《关于加快推进矿山地质环境保护与土地复垦方案落实和基金提取使用的通知》（陕自然资发〔2020〕57号）；

15、《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；

16、《关于进一步做好全省矿山生态修复监管工作的通知》（陕自然资修复发〔2021〕29号）；

17、《自然资源部关于做好采矿用地保障的通知》（自然资发〔2022〕202号）；

18、关于贯彻实施《陕西省实施〈中华人民共和国土地管理法〉办法》的通知（陕自然资法发〔2022〕16号）。

（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，2016.12）；

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

3、《矿区生态修复方案编制指南》（自然资源部，2025.7）；

4、《土地复垦方案编制规程通则》（TD/T1031.1-2011）；

5、《土地复垦方案编制规程第3部分：井工煤矿》（TD/T1031.3-2011）；

6、《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；

7、《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）；

8、《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；

9、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；

- 10、《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）；
- 11、《工程岩体分级标准》（GB50218-2014）；
- 12、《造林技术规程》（GB/T15776-2023）；
- 13、《地表水和污水监测技术标准》（HJ/T91-2002）；
- 14、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- 15、《土壤环境监测技术标准》（HJ/T166-2004）；
- 16、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）；
- 17、《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T1044-2014）；
- 18、《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》（2017年版）；
- 19、《煤矿行业绿色矿山建设规范》（DZ/T 0315-2018），自然资源部，2018年10月1日实施；
- 20、《煤矿地下水监测规范》（DB61/T 1247-2019）；
- 21、《土地开发整理项目预算定额标准》（财综〔2011〕128号，2011年12月31日）；
- 22、《地质调查项目预算标准（2021年）》（自然资源部中国地质调查局，2021年7月）；
- 23、《陕西省矿山地质环境综合调查技术要求（试行）》（陕自然资修复发〔2020〕24号）；
- 24、《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》及配套定额（陕发改项目〔2017〕1606号文）；
- 25、《矿山生态修复技术规范 第1部分：通则》（TD/T 1070.2-2022）；
- 26、《矿山生态修复技术规范 第2部分：煤炭矿山》（TD/T 1070.2-2022）；
- 27、《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》（GB/T 42362-2023）；
- 28、《矿山地质环境治理恢复技术与验收规范》（DB61/T1455-2021）；
- 29、《采矿沉陷区生态修复技术规程》（GBT42251-2022）；
- 30、《矿区地下水监测规范》（DZ/T 0388-2021）；
- 31、《陕西省矿山生态监测规范》（DB61/T1741-2023）；
- 32、陕西省《造林技术规范》DB61/T142-2021；
- 33、陕西省《行业用水定额》DB-61/T-943-2022；

- 34、《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；
- 35、《矿山生态修复工程验收规范》（TD/T 1092-2024）；
- 36、《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T43935-2024）；
- 37、《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T43934-2024）；
- 38、《矿山生态修复工程实施方案编制导则》（TD/T1093-2024）；
- 39、《煤矿采空区岩土工程勘察规范》（GB51044-2014（2017））。

（五）技术资料

- 1、《陕西省矿山地质环境监测规划》（陕自然资修复发〔2020〕23号）；
- 2、土地利用现状图，（第三次全国国土调查主要数据成果）2023年9月变更调查数据；
- 3、《陕西省神木市地质灾害风险调查评价报告（榆政资规发〔2021〕539号）》（2021年12月）；
- 4、神木市三区三线成果；
- 5、《神木市国土空间规划报批稿》（2021-2035年），神木市自然资源与规划局；
- 6、《神木市的国土空间总体规划和生态修复规划》；
- 7、神木市地质灾害防治“十四五”规划（2021~2025年），陕西省地质环境总站（陕西省地质灾害中心）；
- 8、神木市耕地和永久基本农田核实处置成果；
- 9、《陕西省神木县店塔镇前梁镇办煤矿（调整范围）矿产资源开发利用方案（陕国土资研报〔2014〕49号）》，陕西高新煤炭工程设计咨询有限公司，2013年8月；
- 10、《前梁煤矿（Z47整合区）资源整合项目土地复垦方案报告书》，榆林市绿巨人水利设计有限责任公司，2010年2月；
- 11、《陕西省神木县店塔镇前梁镇办煤矿资源整合实施方案开采设计（变更）说明书》，陕西高新煤炭工程设计咨询有限公司，2011年6月；
- 12、《陕西省神木县店塔镇前梁镇办煤矿（调整范围）资源储量核实报告》，榆林市荣岩地质勘探有限公司，2013年5月；
- 13、《陕西省神木县店塔镇前梁镇办煤矿资源整合实施方案开采设计（变更

二）说明书》，陕西高新煤炭工程设计咨询有限公司，2013年；

14、《神木县前梁矿业有限公司前梁煤矿资源整合实施方案开采设计变更（修改）》，陕西高新煤炭工程设计咨询有限公司，2014年11月；

15、《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿一盘区生产接续开采设计》，陕西高新煤炭工程设计咨询有限公司，2020年4月；

16、《神木县前梁矿业有限公司煤炭资源整合项目变更（0.6Mt/a）环境影响报告书》，中煤科工集团西安研究院有限公司，2015年5月；

17、《神木县前梁矿业有限公司前梁煤矿生态环境治理方案》，中煤科工集团西安研究院有限公司，2016年3月；

18、《神木市前梁矿业有限公司矿井水文地质类型报告》，陕西省煤炭科学研究有限责任公司，2023年12月；

19、《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，陕西地矿九〇八环境地质有限公司，2019年2月；

20、《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿矿山地质环境保护与土地复垦2024年度治理计划》；

21、《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿矿山地质环境治理恢复及土地复垦基金项目验收报告》（2021年度、2023年度、2023年度增补计划）；

22、《陕西省神木县前梁煤矿2024年储量年度报告》，西安荣岩地质勘探有限公司，2024年1月；

23、《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿矿山地质环境治理恢复及土地复垦适用期总结报告（2019-2023年）》；

24、开采接续图，2025年-2027年；

25、井上井下对照图；

26、煤矿提供的其他技术资料。

四、方案适用年限

根据《陕西省神木县店塔镇前梁镇办煤矿（调整范围）矿产资源开发利用方案》，截止2013年11月18日，设计可采储量10.21Mt；根据2024年储量年报及相关文件，截止2024年12月底，矿山剩余可采储量2.336Mt。根据备用系数1.3（数据来源开发利用方案），生产能力0.6Mt/a，计算得出剩余服务年限3年。考虑地表沉陷稳时间和闭坑恢复治理期（1年）及植物管护期（6年），本方

案规划年限 10 年，包括近期 3 年（2025 年~2027 年），远期 7 年（2028 年~2034 年）。本方案适用年限 3 年（2025 年~2027 年），基准年为 2025 年，方案实施期自陕西省自然资源厅公告之日起算。

当煤矿扩大开采规模、变更矿区范围或者开采方式时，应当重新编制矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）。

五、编制工作概况

接受委托后，我公司组建了项目组，项目组设项目负责人，按照分工不同着手搜集方案涉及区域地质环境背景条件、土地利用现状、国土空间规划、矿井开采规划及矿山开采技术条件等相关资料，分析研究区域资料，进行现场踏勘，编写方案大纲，开展野外现场调查工作，之后对所收集调查的资料进行室内综合分析整理和信息数据处理，确定了矿山地质环境评估范围和复垦区，并进行了矿山地质环境影响评估和土地复垦适宜性评价及矿山地质环境保护与土地复垦分区，最终提交了本次矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）报告，按照原国土资源部《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》的规定进行，见图 0.5-1。

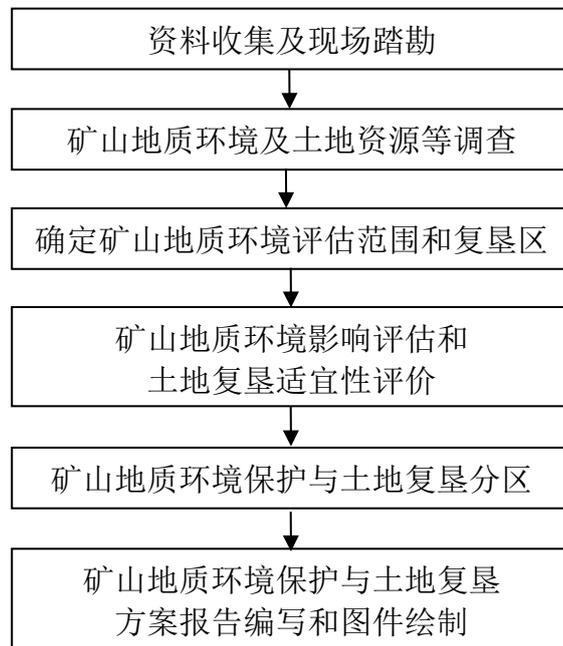


图 0.5-1 工作程序框图

（一）工作方法

根据《土地复垦条例》《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》确定的矿山地质环境保护与土地复垦编制工作的基本要

求，开展了以下工作：

1、资料收集与分析

通过神木市自然资源和规划局、神木市气象局、前梁煤矿及现场调查，收集了《陕西省矿山地质环境监测规划》、土地利用现状图、《神木市国土空间总体规划》、《神木市地质灾害风险调查评价》《陕西省神木县店塔镇前梁镇办煤矿（调整范围）矿产资源开发利用方案》、《陕西省神木县前梁煤矿 2024 年储量年度报告》、《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》、《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿矿山地质环境保护与土地复垦 2024 年度治理计划》、《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿矿山地质环境治理恢复及土地复垦项目验收报告》等资料以及区域社会经济、自然地理、气象、水文、土壤、植被、工程地质、水文地质等资料，梳理了煤矿的基本情况，了解煤矿上一版《两方案》工程布置情况、近年来矿山环境治理与土地复垦工程实施及验收情况，本年度计划实施工程等，分析了区域社会经济发展及生态环境条件。综合分析成果，确定了现场调查范围、调查内容、调查重点、调查方法和调查线路。

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、煤矿建设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。调查内容主要有。

- （1）矿山地面设施占地范围及用地手续办理情况；
- （2）地质环境问题的分布及发育状况、煤矿开采已损毁土地情况；
- （3）针对不同土壤和土地利用类型，开挖土壤剖面，采集土壤样本；
- （4）矿区范围内植被分布及林灌草的优势群落；
- （5）矿区范围内农业种植及牧业养殖情况；

- (6) 矿区范围内人类工程活动情况；
- (7) 矿区范围内村庄分布及各村人口，以及村民生活条件；
- (8) 矿区范围内的水利工程分布及灌溉设施；
- (9) 依据土地利用现状数据库，调查复核矿区范围内土地权属；
- (10) 原《两方案》及其他矿山地质环境与土地复垦工程实施情况；
- (11) 问卷调查。

3、室内分析及计算

在综合分析研究现有资料和现场调查的基础上，编制前梁煤矿矿山地质环境问题现状图、矿区土地利用现状图、矿山地质环境问题预测图、矿区土地损毁预测图、矿区土地复垦规划图、矿山地质环境治理工程部署图，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，编写本方案，主要工作包括：

- (1) 分析和评估矿山地质环境问题现状，划定矿山地质环境现状分区；
- (2) 根据开采方式、煤层埋藏条件确定相关参数，计算地面塌陷值，绘制地面沉陷等值线图；
- (3) 通过分析以往矿山环境地质问题治理及土地复垦治理工程，总结煤矿在矿山环境恢复治理与土地复垦方面的经验教训；
- (4) 预测煤矿开采引发和加剧的地质环境问题；
- (5) 结合土地利用现状，划分土地损毁程度分区，计算不同煤层、不同时段各地类损毁面积；
- (6) 确定复垦区及复垦责任范围面积，以及各单元拐点坐标；
- (7) 进行矿山地质环境治理可行性分析和土地治理适宜性评价；
- (8) 针对矿山地质环境问题提出治理措施；
- (9) 结合当地土壤条件提出土地复垦质量要求；
- (10) 对矿山地质环境治理和土地复垦工程进行典型设计；
- (11) 计算工程量，估算工程费用；
- (12) 制定适用期年度实施计划，汇总治理费用。

4、报告编制

(1) 编制《神木市前梁矿业有限公司前梁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）》。

（2）编制煤矿矿山地质环境问题现状图、矿区土地利用现状图、矿山地质环境问题预测图、矿区土地损毁预测图、矿区土地复垦规划图、矿山地质环境治理工程部署图、验收工程汇总图。

5、完成工作量

我公司接到委托后，首先组织技术人员收集资料，并于 2025 年 3 月 20 日~29 日开展现场地质环境与土地利用情况调查，同时启动内业资料整理、分析计算与报告编制。2025 年 4 月 15 日~4 月 20 日编制组又对现场进行了复核。主要完成的工作量详见表 0.5-1。

表 0.5-1 完成工作量表

序号	工作内容	分项名称	单位	工作量	备注
1	搜集资料	气象	份	1	2024 年
		地质	份	2	矿区水文地质图、岩性柱状图
		土地资源	份	2	土地利用现状图、建设用地批复
		报告	份	9	《神木市国土空间总体规划》、《神木市地质灾害风险调查评价》、《陕西省神木县店塔镇前梁镇办煤矿（调整范围）矿产资源开发利用方案》、《陕西省神木县前梁煤矿 2024 年储量年度报告》、《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》、《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿矿山地质环境保护与土地复垦 2024 年度治理计划》、《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿矿山地质环境治理恢复及土地复垦项目验收报告》及矿山地质环境监测方案及成果资料等
2	野外调查	调查面积	km ²	4.2891	矿区及周边
		评估面积	km ²	3.7540	
		调查线路	km	22	地貌单元、线状地物沿线、边界线、输电线路等追踪
		地质环境调查点	点	18	地层岩性、地质构造等
		地形地貌调查点	处	27	地形地貌点
		不稳定地质体调查点	点	3	2 个不稳定地质体隐患、1 个塌陷地
		含水层调查点	处	2	地下水监测井
		水土环境质量调查	处	3	工业广场、排矸场、风井场地
		人类工程活动调查点	处	8	村庄、道路、周边企业、煤矿生产等
		典型土壤剖面	个	3	
		公众调查表	份	25	发放 25 份，收回 25 份
		土地利用现状调查	点	44	
		土地损毁方式调查	hm ²	45.74	压占损毁、沉陷损毁
		拍摄照片	张	165	使用照片 38 张
无人机野外录像	分钟	25			

（二）工作质量评述

本次工作首先成立了方案编制组，设立了主管总工和项目总工加强技术指

导；成立了质量管理小组，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。

经我公司内审，本方案外业调查资料详实，技术路线正确，计算及分析成果可靠，措施可行，典型设计符合实际，费用估算合理，工作内容及深度符合相关规范要求。

（三）承诺

矿山企业：我公司（神木市前梁矿业有限公司）委托陕西秦新绿能科技有限公司开展神木市前梁矿业有限公司前梁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）编制工作，提供了《陕西省神木县店塔镇前梁镇办煤矿（调整范围）矿产资源开发利用方案》等相关资料及数据，我公司承诺对方案编制所提供的资料及数据的真实性、可靠性负责。

编制单位：我公司（陕西秦新绿能科技有限公司）收集的资料及数据主要来源于矿山企业及外业调查。我公司（陕西秦新绿能科技有限公司）承诺对本方案中相关数据的真实性及结论的可靠性负责。

第一章 矿山基本情况

一、矿山简介

（一）矿山简介

前梁煤矿位于陕西省神木市店塔镇，采矿权人为神木市前梁矿业有限公司，属于自然人投资或控股的有限责任公司，生产规模60万吨/年，采用斜井开拓地下开采方式，目前正常生产，批准开采煤层为2⁻²、3⁻¹、4⁻³、5⁻¹煤层，矿区面积2.9686km²。

（二）地理位置

前梁煤矿位于神木市城北直距约35Km处，行政区划隶属于陕西省神木市店塔镇管辖。矿区东西宽约1.12km，南北长约2.06km，面积2.9686km²。

（三）交通情况

矿区交通条件良好，煤炭外运条件好。神（木）—朔（州）铁路、府（谷）—店（塔）公路（S301）从煤矿南部穿过，包（头）—神（木）铁路和S204省道从煤矿西部边界外通过。煤矿距神朔铁路黄羊城集装站5km，并与全国铁路网线相连，形成衔接四周与全国的铁路运输网络。本矿井交通地理位置见图1.1-1。



图 1.1-1 矿区交通位置图

二、矿区范围及拐点坐标

根据 2023 年陕西省国土资源厅颁发的采矿许可证，前梁煤矿矿区范围由 11 个拐点圈定，采矿证批准开采标高+1170~+1020m。

神木市前梁煤矿坐标见表 1.2-1，矿权设置示意图见图 1.2-1。

表 1.2-1 矿区范围拐点坐标表

拐点 编号	坐标		拐点 编号	坐标	
	X (m)	Y (m)		X (m)	Y (m)
1	*****	*****	7	*****	*****
2	*****	*****	8	*****	*****
3	*****	*****	9	*****	*****
4	*****	*****	10	*****	*****
5	*****	*****	11	*****	*****
6	*****	*****	/	/	/

备注：2000 国家大地坐标系

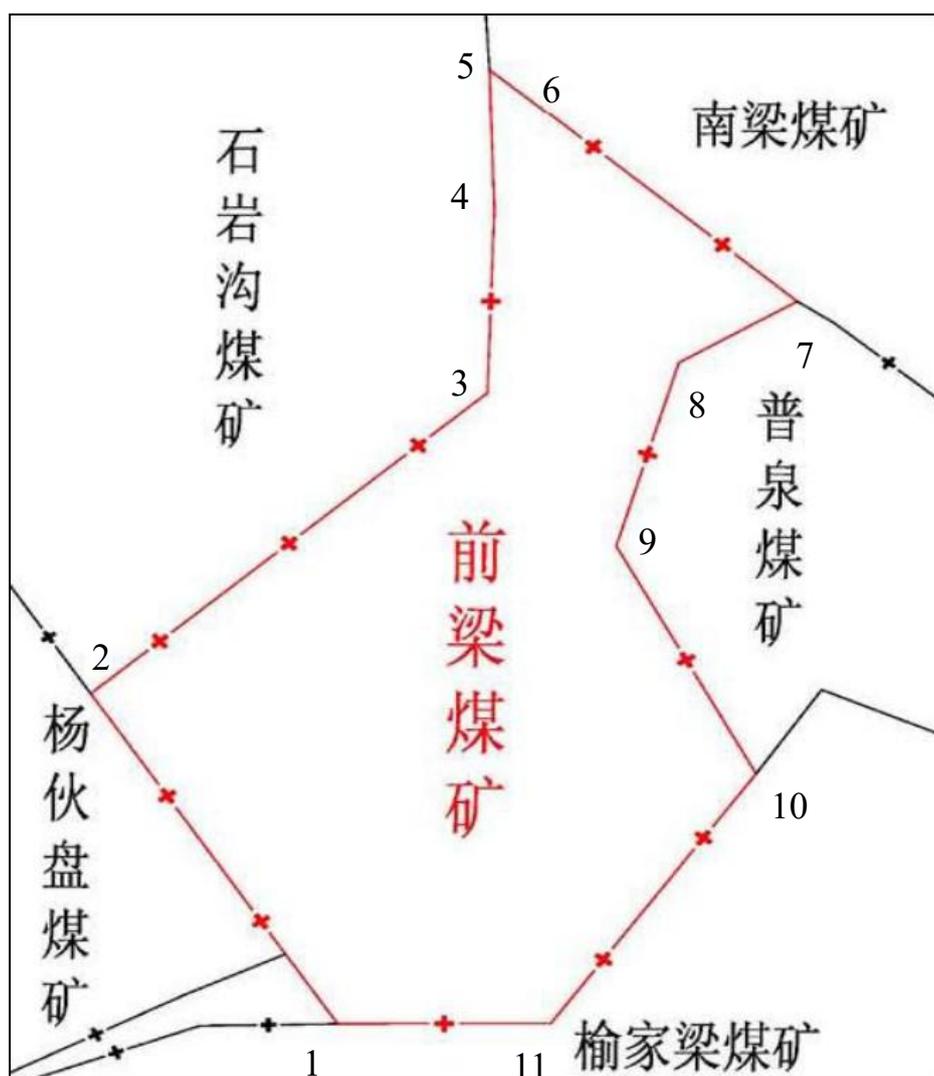


图 1.2-1 周边矿权分布示意图

前梁煤矿北部与杨伙盘井田石岩沟煤矿、新民普查区、南梁煤矿相邻；东部与普泉煤矿相邻，南部与榆家梁井田榆家梁煤矿相邻，西部与杨伙盘煤矿井田相邻。

三、矿山开发利用方案概述

前梁煤矿 2013 年 8 月委托陕西高新煤炭工程设计咨询有限公司编制了《陕西省神木县店塔镇前梁镇办煤矿（调整范围）矿产资源开发利用方案》，于 2013 年 7 月 24 日进行了审查，2013 年 8 月 21 日取得批复（批复号：陕国土资研报[2013]69 号）。

（一）矿山资源储量

根据《陕西省神木县店塔镇前梁镇办煤矿（调整范围）矿产资源开发利用方案》审查意见的报告（陕国土资研报[2013]69 号），截止到 2013 年 8 月 21 日，煤矿设计可采储量*****Mt。

（二）矿山建设规模及服务年限

根据“关于《陕西省神木县店塔镇前梁镇办煤矿（调整范围）矿产资源开发利用方案》审查意见的报告（陕国土资研报[2013]69 号）”，矿山生产规模 60 万吨/年，服务年限 13.1 年。根据《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿 2024 年储量年度报告》，截止 2024 年 12 月 31 日，煤矿保有储量*****Mt，剩余可采储量*****Mt，剩余服务年限 3 年。

（三）地面工程布置

前梁煤矿地面建设工程已建成有工业场地（生产场区、辅助场区）、原炸药库、排矸场和道路等。见地面工程总布置图。

1、工业场地布置

前梁煤矿工业场地包括生产场区和辅助场区。

（1）生产场区：位于煤矿南部边界处，占地面积 1.81hm²。布置有主斜井、原煤输送机栈桥、驱动机房、筛分破碎车间、封闭储煤场、主厂房、矸石周转场等，见生产场区平面布置图。

（2）辅助场区：位于生产场区西北侧 400m 处，占地面积 1.35hm²。布置有副斜井、回风斜井、浴室灯房联合建筑、变电所、机修车间及综采设备库、材料库、职工宿舍、办公楼、职工食堂、锅炉房、矿井水处理站、生活污水处理站等。

2、原炸药库

原炸药库位于生产场区东南方向约 580m，占地面积约 0.25hm²。库容约 3 吨 TNT，原炸药库建筑物均为砖混结构。原炸药库已停止使用，已拆除清运未进行复垦验收。

3、排矸场

位于原炸药库西侧的荒沟内，仅用于堆放建设期产生的掘进矸石，占地面积约 0.44hm²，年排矸 4 万吨，可服务 20 年。排矸场现已停止使用，并进行表面覆土、平整，未进行验收。煤矿生产时，生产场区内设有矸石周转场，不再外设排矸场。

4、道路

煤矿场外道路包括生产场区进场道路、辅助场区进场道路和原炸药库道路。生产场区进场道路直接与永杨公路相连，辅助场区直接与府店公路相连接。

原炸药库道路为矿方自建道路，长约 200m，宽 3m，采用 30cm 厚的泥结碎石路基，20cm 厚的砼路面，原炸药库道路与永杨公路相连。排矸场道路直接与原炸药库道路公用。

根据最新的基本农田数据库查询结果，地面建设工程不占用基本农田。

表 1.3-1 地面建设占地面积及土地类型表

单位：hm²

序号	项目	单位	占地面积	占地类型								用地属性	
				水浇地	旱地	乔木林地	灌木林地	其他林地	天然牧草地	采矿业用地	农村宅基地	永久性建设用地	临时用地
1	工业场地	hm ²	3.16	0.03		0.13			0.27	2.49	0.24	0.87	2.29
2	排矸场	hm ²	0.44		0.04		0.16	0.24		0.01			0.44
3	原炸药库	hm ²	0.25				0.09	0.02		0.14			0.25
4	原炸药库道路	hm ²	0.06		0.01		0.04	0.01					0.06
合计		hm ²	3.90	0.03	0.05	0.13	0.29	0.27	0.27	2.64	0.24	0.87	3.04



照片 1.3-1 办公楼



照片 1.3-2 副井



照片 1.3-3 生产区



照片 1.3-4 空压机房



照片 1.3-5 回风斜井



照片 1.3-6 联建楼



照片 1.3-7 污水处理车间



照片 1.3-8 变电所

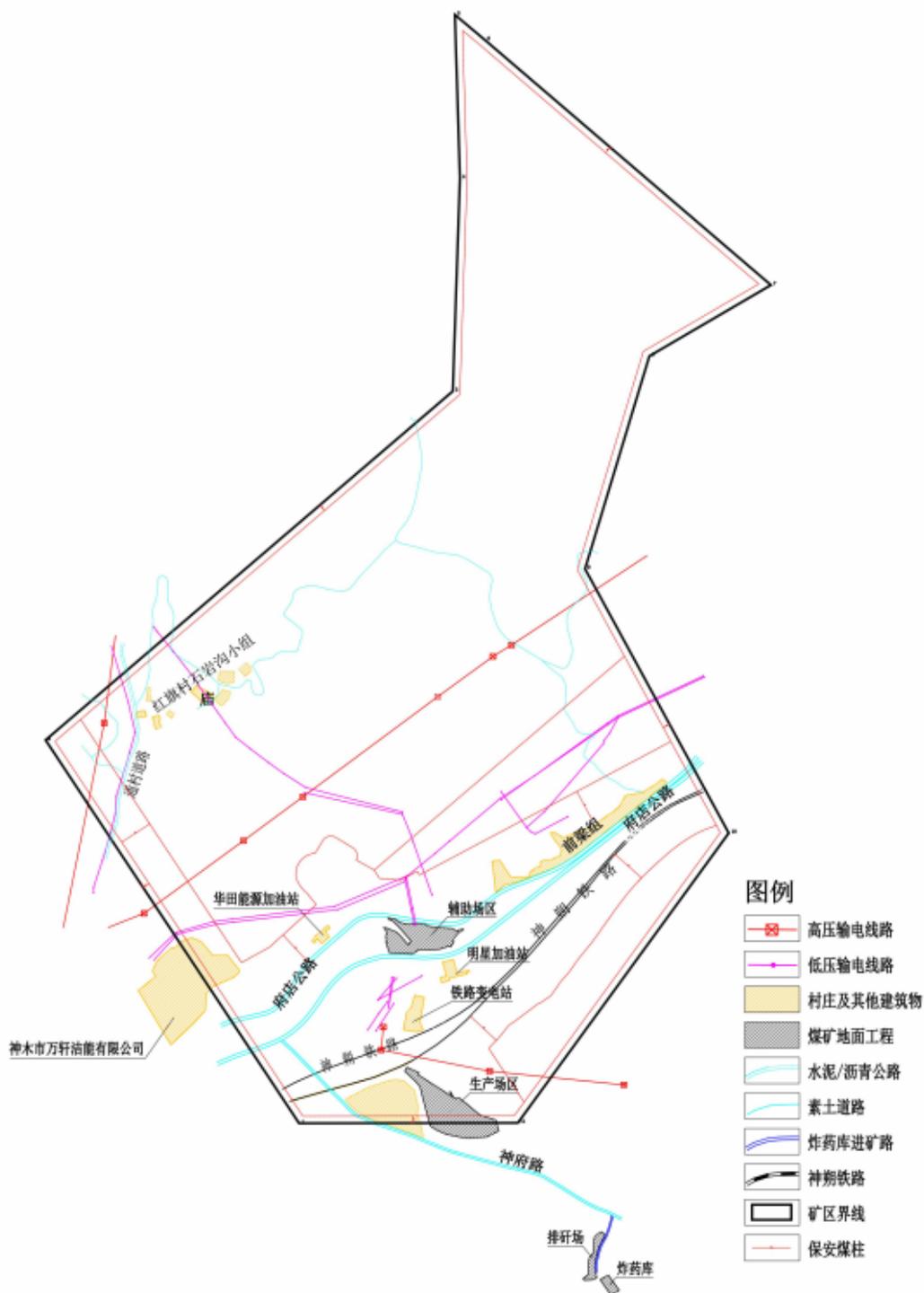


图 1.3-1 矿区总平面布置图

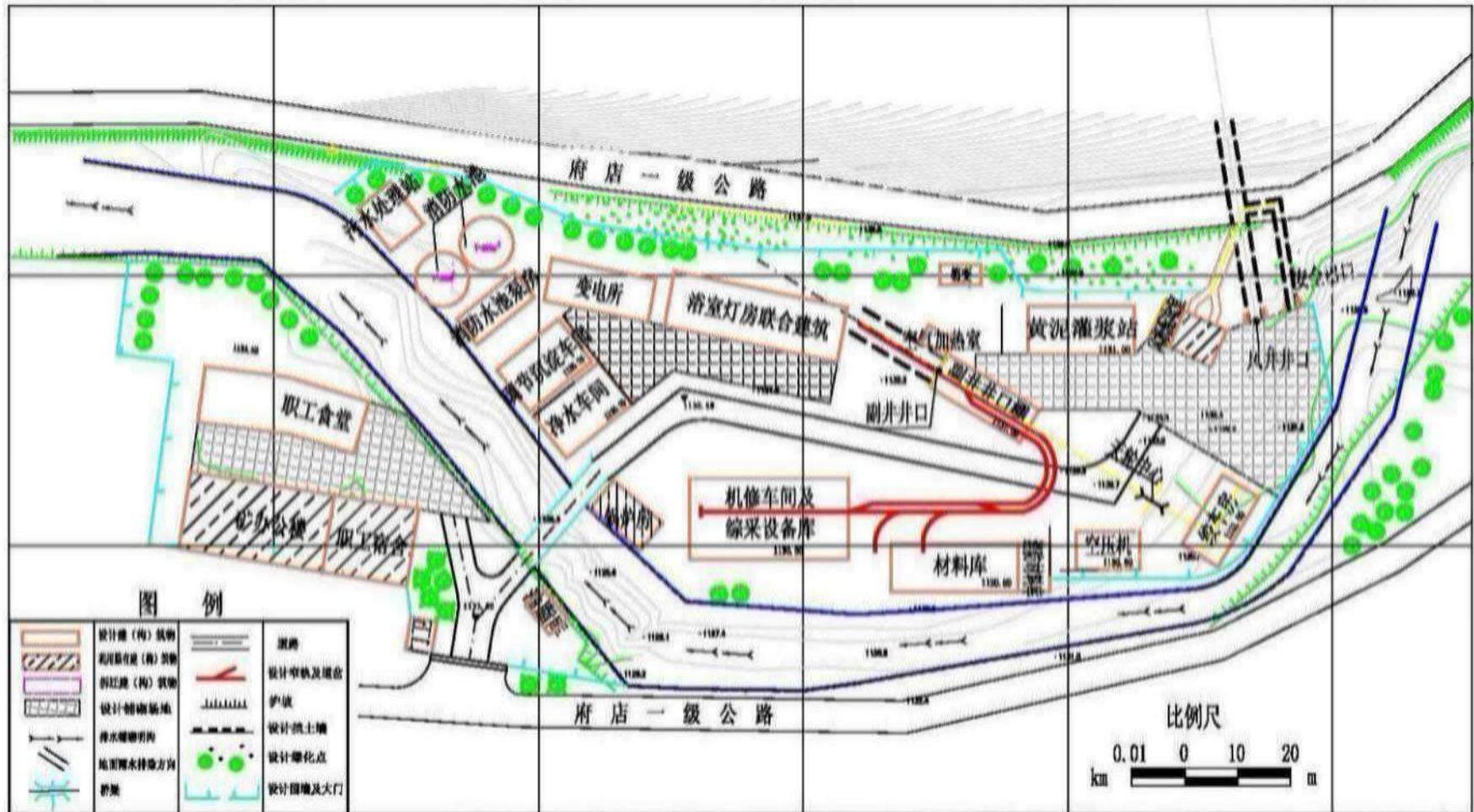


图 1.3-2 辅助场区平面布置图

（四）矿井开拓部署

1、开采煤层

矿区内含煤地层为侏罗系中统延安组，具有对比意义的煤层4层，自上而下编号为2⁻²、3⁻¹、4⁻³、5⁻¹号煤层，其中2⁻²、3⁻¹、4⁻³煤层已采空，目前正在开采5⁻¹号煤层。2⁻³号煤层局部可采，3⁻¹号煤层矿区西部条带状局部可采，4⁻³号煤层矿区南侧部分可采，5⁻¹号煤全区可采。

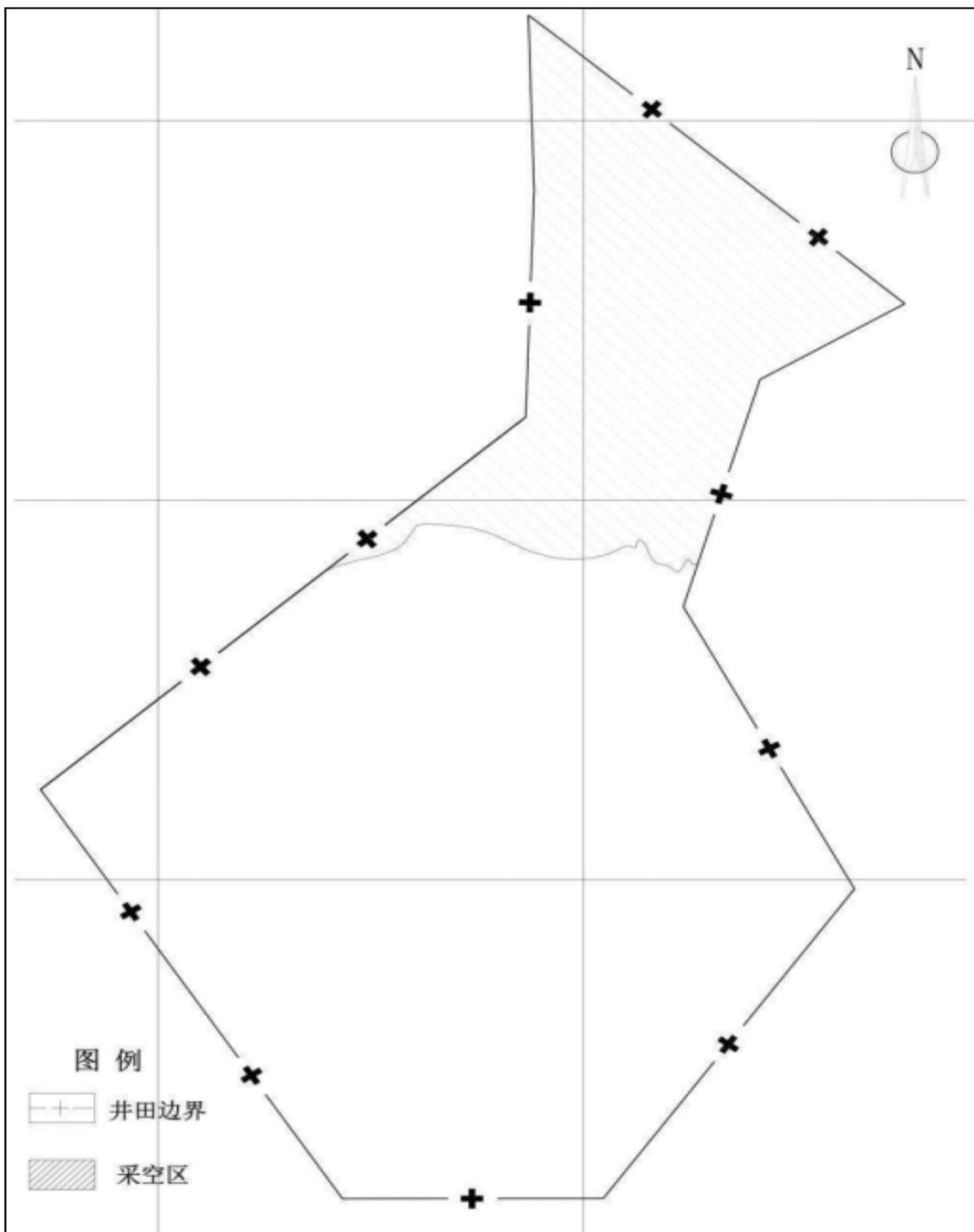


图 1.3-4 2⁻²煤层资源储量分布图

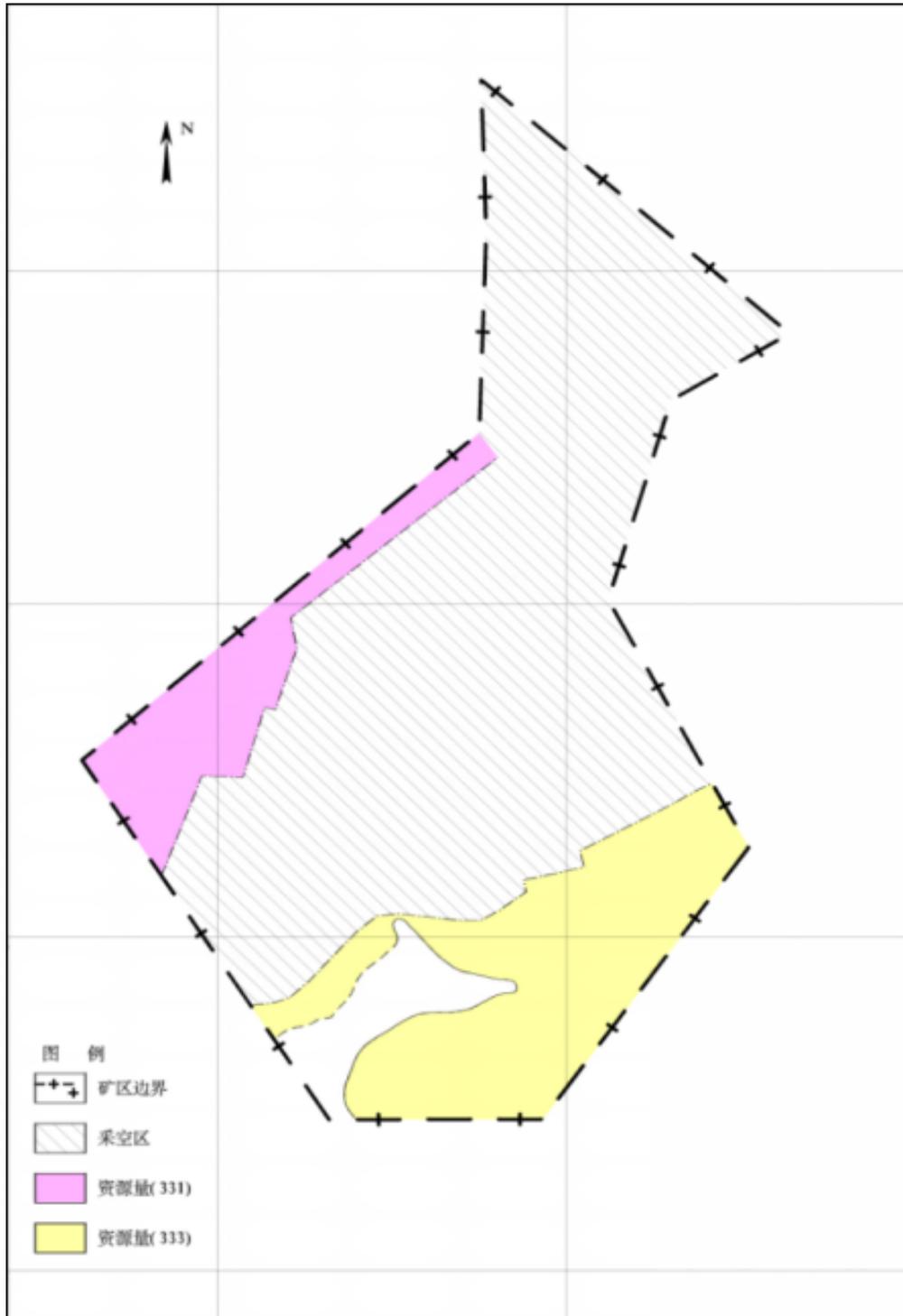


图 1.3-5 3-1 煤层资源储量分布图



图 1.3-6 4³煤层资源储量分布图

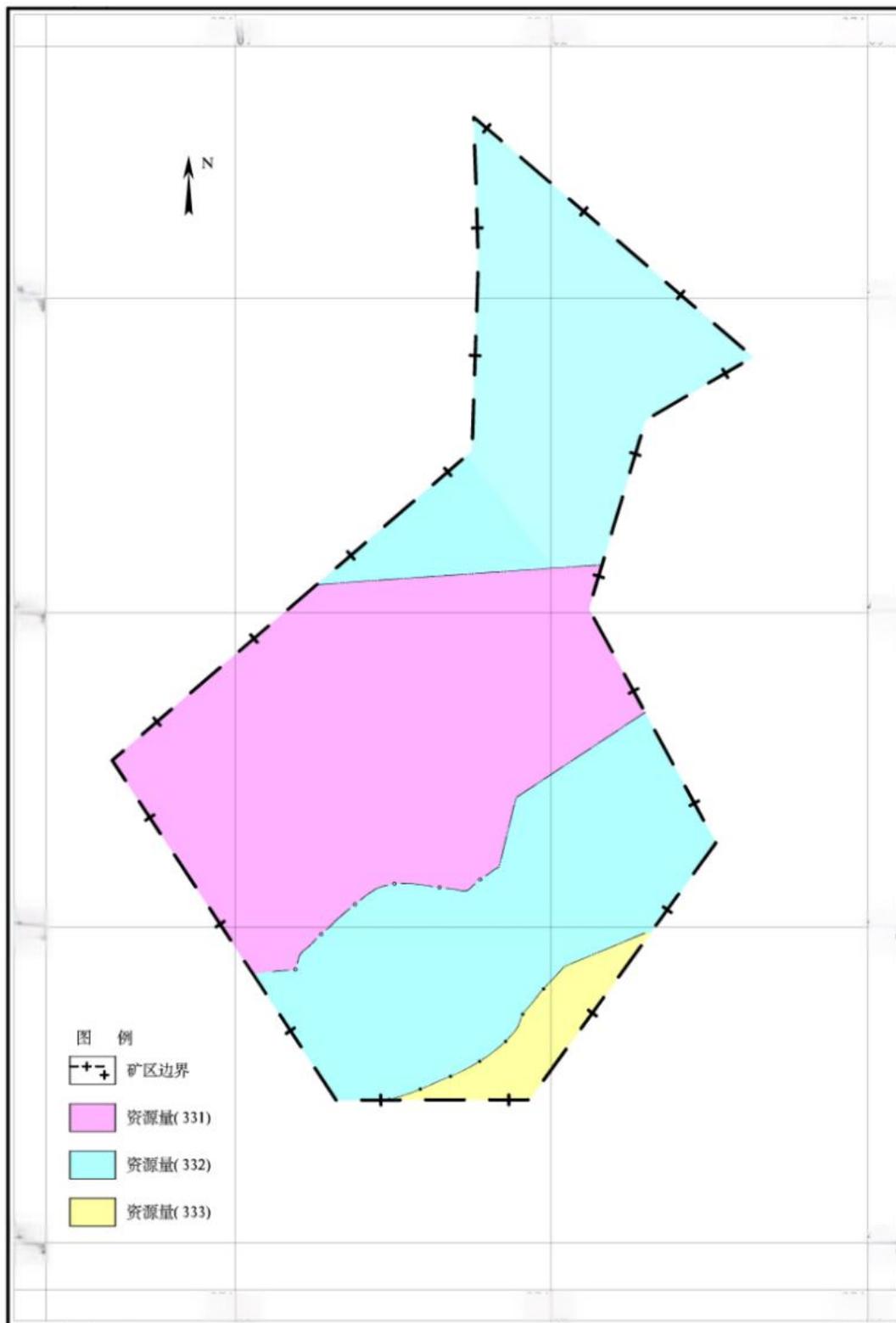


图 1.3-7 5⁻¹煤层资源储量分布图

2、井田开拓方式

矿井采用三斜井开拓，分别为主斜井、副斜井、回风斜井；采用“两进一回”中央并列抽出式通风系统，主、副斜井进风，回风斜井回风。回风斜井为专用回风井。

主斜井：井口标高+1131.32m，井底标高+1051.00m，井筒方位角 147°，井筒倾角 15°，斜长 345m，井筒断面为直墙半圆拱型。井筒内装备带式输送机一台，并铺设通讯、照明电缆和消防洒水管路。井筒内设检修轨道，设行人台阶，主斜井承担井下煤炭提升任务，兼作进风和安全出口。

副斜井：井口标高+1131.44m，井底标高+1045.00m，井筒倾角 16°，斜长 342m，井口方位角 121.10°，井筒断面为直墙半圆拱型。井筒内设有动力、通讯、照明电缆和消防洒水、排水、压风管路。副斜井采用串车提升，担负矿井的材料、设备、矸石、人员等辅助提升任务，兼主要进风井，设行人台阶作为矿井第二个安全出口。

回风斜井：井口标高+1131.21m，井底标高+1047.00m，井筒倾角 7.5°（上段）22°（下段），斜长 278m，井口方位角 172.32°，井筒断面为直墙半圆拱型。井筒内设有灌浆管路。回风斜井主要承担全矿井的回风任务，上段设防滑条，下段设人行台阶作为矿井的第三个安全出口。

表 1.3-2 井筒特征表

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	*****	*****	*****	
2	提升方位角		°	147°	121.1°	172.3°	
3	井筒倾角		°	15°	16°	7.5° 22°	
4	井口标高		m	+1131.32	+1131.44	+1131.21	
5	井底标高		m	+1050.00	+1045.00	+1047.00	
6	井筒斜长		m	345	342	278	
7	井筒宽度/直径	净宽/直径	mm	4000	4800	3800	
		掘进宽度	表土段	mm	4600	5400	4400
			基岩段	mm	4200	5000	4000
8	断	净断面积	m ²	11.1	16.7	12.1	

	面积	掘进断面	表土段 m ²	14.5	20.1	15.5
			基岩段 m ²	12.6	17.8	14.1
9	支护方式	表土段		钢筋混凝土砌碛	钢筋混凝土砌碛	钢筋混凝土砌碛
		基岩段		锚网喷+锚索	锚网喷+锚索	锚网喷+锚索
10	井筒装备			1000mm 带式输送机	串车	
11	备注			进风兼安全出口	进风兼安全出口	回风兼安全出口

3、水平划分及标高的确定

矿井按设计划分为一个主水平、两个辅助水平；主水平设在 5⁻¹ 煤层井底车场水平，水平标高+1045m，在 4⁻³ 煤层中设辅助二水平，水平标高+1080m，在 3⁻¹ 煤层中设辅助一水平，水平标高+1120m。

各煤层辅助运输通过带式运输上山联系，主运输通过各煤层带式输送机巷、集中煤仓及溜煤眼与 5⁻¹ 煤层带式输送机大巷联系，回风通过布置回风上山与各煤层回风大巷联系。

4、主要巷道布置

井田内的 3⁻¹ 煤层大部分区域为采空区；在 5⁻¹ 煤层中已布置了主水平大巷及盘区巷组，开采一盘区 5⁻¹ 煤层；通过布置 4⁻³ 煤辅助运输上山和 4⁻³ 煤回风上山及 4⁻³ 煤集中煤仓连接 4⁻³ 煤层，并在 4⁻³ 煤层中和 5⁻¹ 煤盘区巷组重叠布置了 4⁻³ 煤盘区巷组布置辅助二水平，开采一盘区 4⁻³ 煤层；从辅助二水平 4⁻³ 煤一盘区辅助运输巷和 4⁻³ 煤一盘区回风巷开口分别布置 3⁻¹ 煤一盘区辅助运输上山和 3⁻¹ 煤一盘区回风上山到 3⁻¹ 煤层后，布置有 3⁻¹ 煤层一盘区辅助运输巷和 3⁻¹ 煤层一盘区回风巷，布置辅助一水平，布置 3⁻¹ 煤溜煤眼与 4⁻¹ 煤一盘区带式输送机巷连接，开采一盘区 3⁻¹ 煤层。

各大巷组、盘区巷组均由带式输送机巷、辅助运输巷和回风巷组成，巷道中心间距 30m，大巷两侧各留设 30m 保安煤柱。

井下在矿山井田南部 5⁻¹ 煤层大巷组沿西南-东北方向布置，在井底附近沿东南方位开凿二盘区巷道组。二盘区煤层巷道连接方式同一盘区。

5、盘区划分与接替

1) 盘区划分

按设计全井田划分 2 个盘区，其中一盘区位于井田北部（含 3⁻¹、4⁻³、5⁻¹ 煤层），二盘区位于井田南部（含 3⁻¹、4⁻³、5⁻¹ 煤层）。

2) 开采顺序

矿井各煤层间采用下行开采顺序，矿井移交时先开采一盘区 3⁻¹ 煤层采空区下 4⁻³ 煤层，后续接续依次为一盘区 3⁻¹ 煤层、一盘区剩余 4⁻³ 煤层、一盘区 5⁻¹ 煤层、二盘区 3⁻¹ 煤层、二盘区 4⁻³ 煤层、二盘区 5⁻¹ 煤层。

在一盘区 4⁻³ 煤层布置一个综采工作面保证全矿井产量。盘区接续计划表见表 1.3-2。

表 1.3-2 盘区接续表

盘区 编号	煤层	可采资源 储量(Mt)	生产能 力(Mt/a)	服务年 限(a)	开 采 时 间 (年)				
					4	8	12	16	20
一盘区	3 ⁻¹	0.77	0.60	0.99					
	4 ⁻³	0.94	0.60	1.20	0.5	2.19			
	5 ⁻¹	6.28	0.60	8.01			10.2		
二盘区	3 ⁻¹	0.44	0.60	0.60					
	4 ⁻³	0.21	0.60	0.30					
	5 ⁻¹	0.58	0.60	0.70				11.8	

6、采煤方法及顶板管理办法

4⁻³ 煤层属薄煤层，采用综采一次采全高采煤方法，全部垮落法管理顶板。
5⁻¹ 煤层为中厚煤层，采用综采一次采全高采煤方法，全部垮落法管理顶板。

7、工作面参数

工作面布置充分考虑了煤层地质条件、工作面区段划分的合理性以及工作面生产能力，工作面安全可靠性等因素。

首采工作面布置在 4⁻³ 煤层，平均采高 1.30m，工作面长度 140m。5⁻¹ 煤层工作面平均采高 3.2m，工作面长度 150m，工作面推进长度 1000m。



图 1.3-9 5⁻¹煤层井田开拓图

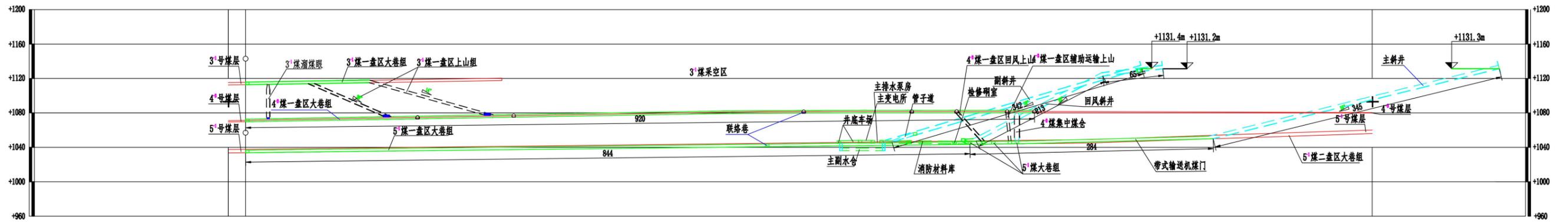


图 1.3-10 矿区开拓方式剖面图

8、安全煤柱留设

井下需要留设保安煤柱的主要有：矿井工业场地及主、副、风井筒均位于井田范围内，需留设安全煤柱。井田范围内铁路、公路按规定留设了保护煤柱。

1) 井田境界煤柱

设计在本井田边界一侧留设 20m 境界隔离煤柱。

2) 井筒及工业场地保护煤柱

矿井工业场地及井筒均在井田范围以内，其煤柱留设按《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》规定从保护面积边界起，以移动角圈定。由于没有实测的岩层移动角参数数据，留设安全煤柱时，暂根据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》（2017 年版）及（2000 年版）附表 5-3 及附表 5-4 选取，表土松散层移动角取 45° ，岩层移动角取 70° 。工业场地保护煤柱按 80m 留设。

3) 采空区保护煤柱

采空区保护煤柱按 20m 留设。

4) 井巷煤柱

矿井主要大巷位于煤层中，大巷煤柱每侧留设 30m，该煤柱后期回收，不计入永久煤柱。

5) 铁路、公路保护煤柱

神朔铁路、府店一级公路压覆依《神朔铁路（陕西段）压覆煤炭资源储量报告》、《陕西省省道 301 府谷至店塔公路压覆煤炭资源储量报告》确定的压覆边界为依据，公路、铁路保护煤柱留设宽度均为 100m。

6) 村庄煤柱

井田南部前梁村其保护煤柱均处于铁路、公路保护煤柱范围内，不留设该两处村庄保护煤柱。

四、矿山开采历史与现状

（一）开采历史

神木县店塔镇前梁镇办煤矿于 1987 年建井，1989 年正式建成投产，2011 年煤矿进行了技术改造，设计生产能力提升为 30 吨/年，开采对象为 3⁻¹、5⁻¹ 号煤层，开采方式为房柱式开采。神木县店塔镇小蒜沟联办煤矿于 1995 年建成投产，初期设计生产能力为 3 万吨/年。2010 年煤矿进行了技术改造，设计生产能力提

升为 15 万吨/年，开采对象为 2⁻²、3⁻¹、5⁻¹ 号煤层，开采方式为房柱式开采。全区 2⁻²、3⁻¹ 煤层均已采空，形成采空区面积 136.64hm²。

前梁煤矿整合前梁镇办煤矿、小蒜沟联办煤矿等后，于 2012 年 4 月开工建设，至 2014 年底，井上、下工程建设完成。2014 年，陕西高新煤炭工程设计咨询有限公司编制了《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿资源整合实施方案开采设计变更（修改）》，设计开采 3⁻¹、4⁻³ 和 5⁻¹ 号煤层，设计开采储量*****Mt。设计生产规模 0.6Mt/a，服务年限 12.2a，2014 年取得陕煤安监局设计批复（陕煤局发〔2014〕181 号）。煤矿资源整合建设完成以后开始联合试运转工作，2015 年至 2017 年之间断续开采约 3 个月时间，处于停工状态。待环保验收通过后，煤矿于 2019 年初正式生产。

2⁻²、3⁻¹ 整合前已采空，4⁻³ 煤 1401、1402 工作面已回采完毕，1403、1404、1405 工作面经过探巷煤层变薄，厚度小于 0.8 米，属不可采煤层，根据《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿一盘区生产接续开采设计》的批复，转入 5⁻¹ 煤层开采 1501 工作面。4⁻³ 煤 1401、1402 工作面形成采空区面积约 16.85hm²。

2021 年 4 月开始开采 5⁻¹ 号煤层，目前已完成 1501、1502、1503、1504 及 1505 北部部分工作面。5⁻¹ 煤开采形成的采空区面积约 76.81hm²。煤矿整合前后矿区范围变化见图 1.4-1，采空区分布见图 1.4-2~1.4-5。

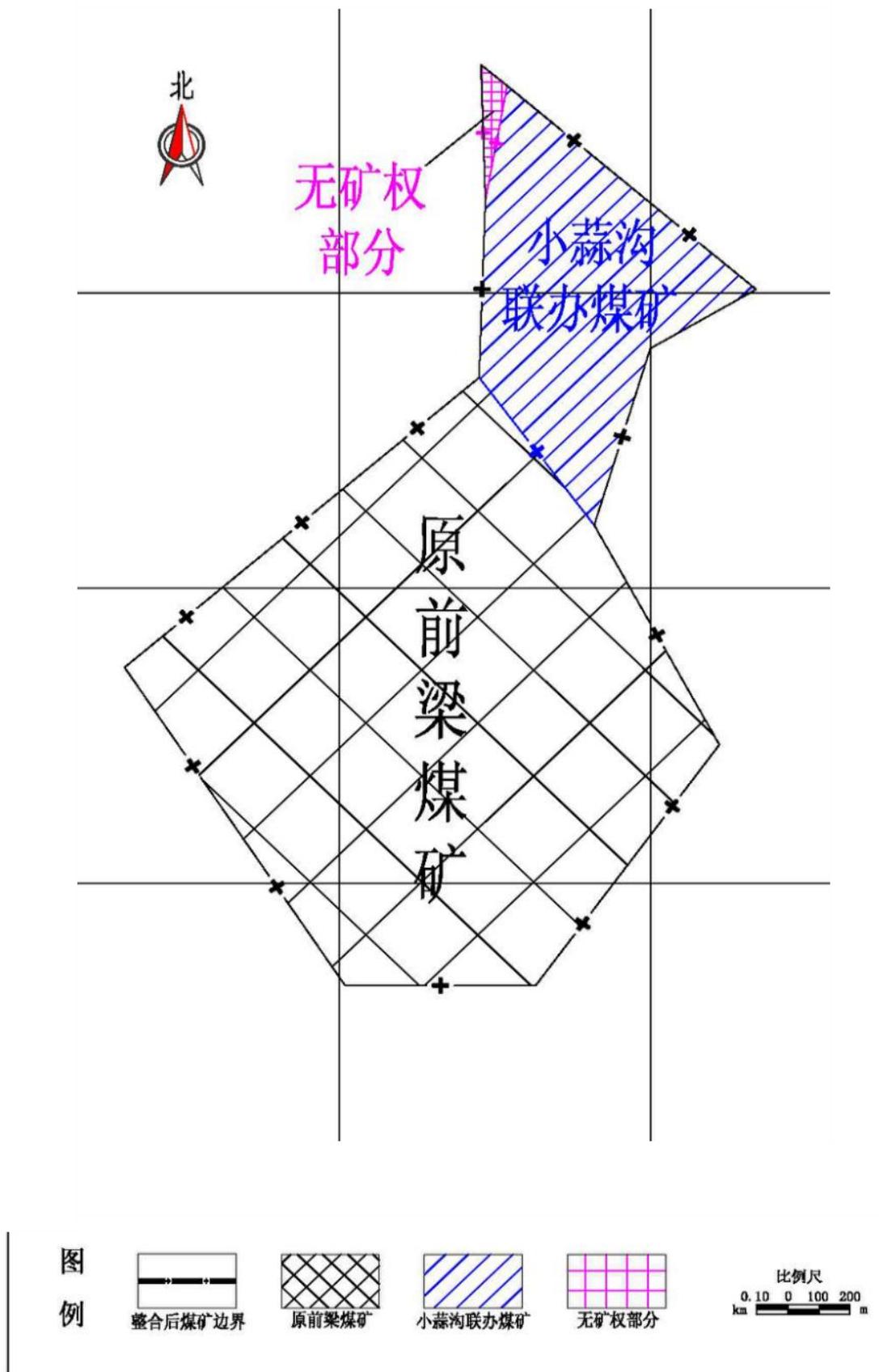


图 1.4-1 煤矿整合前后矿区范围变化

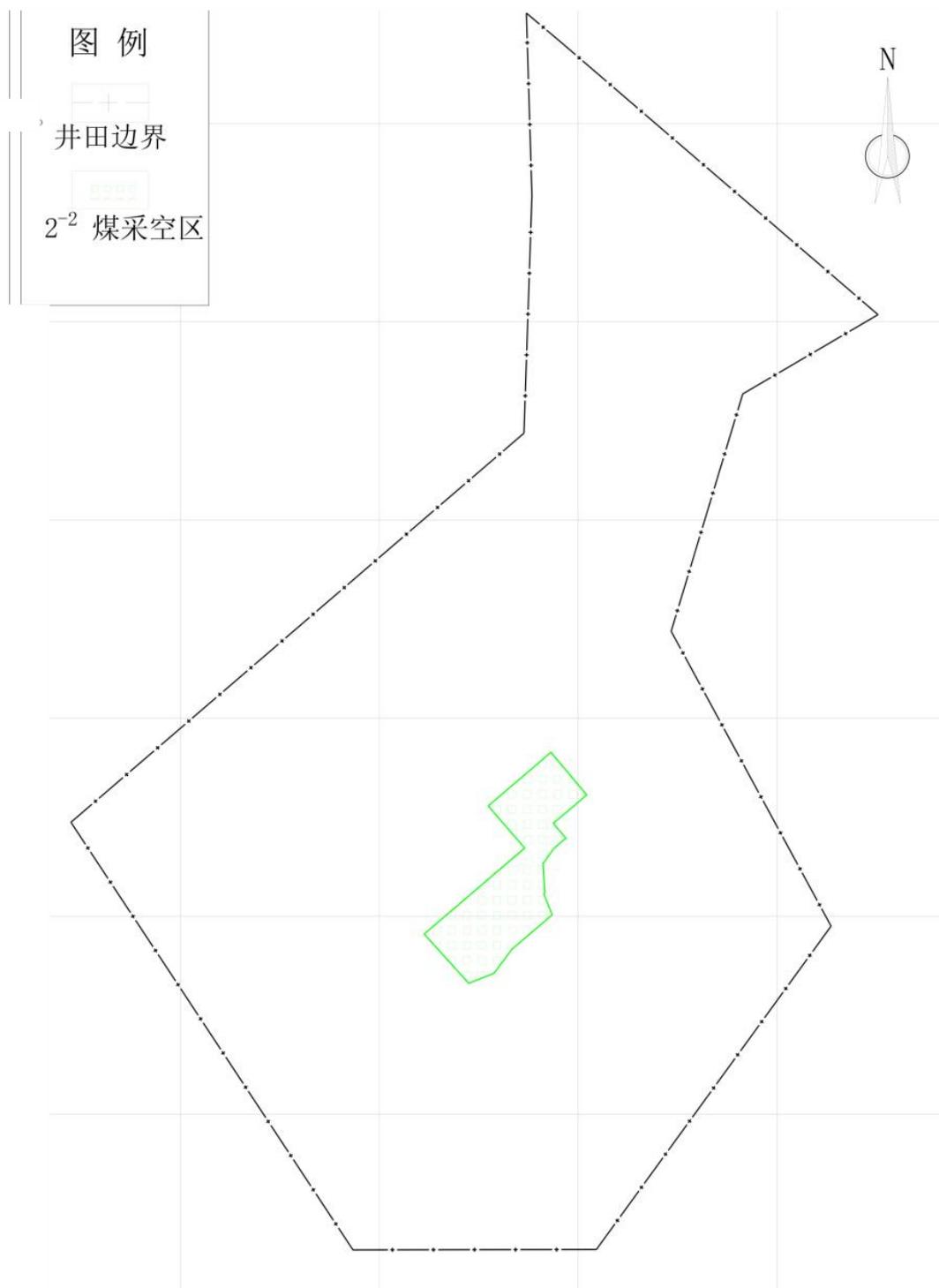


图 1.4-2 2-2 煤采空区分布图

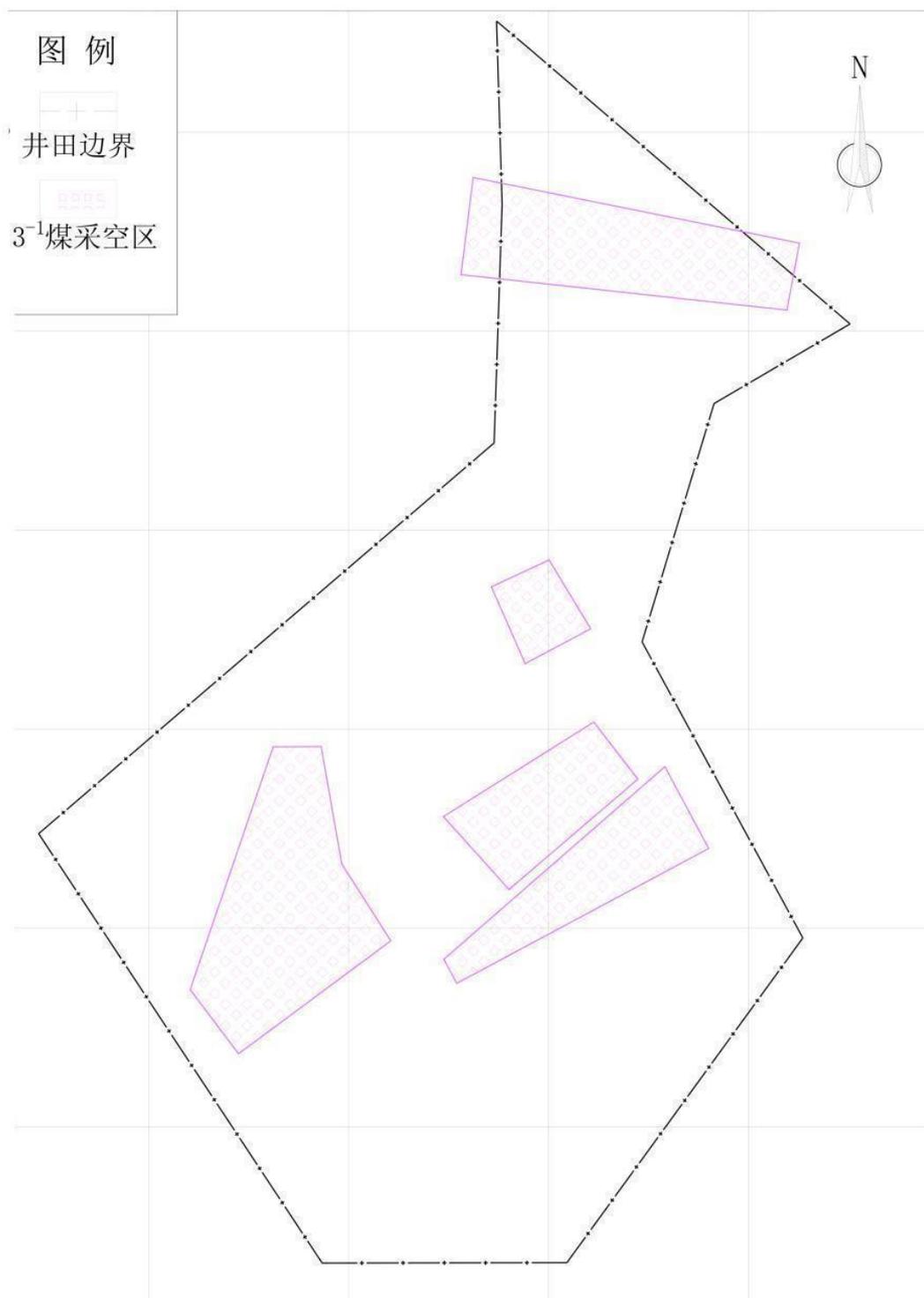


图 1.4-3 3⁻¹煤采空区分布图

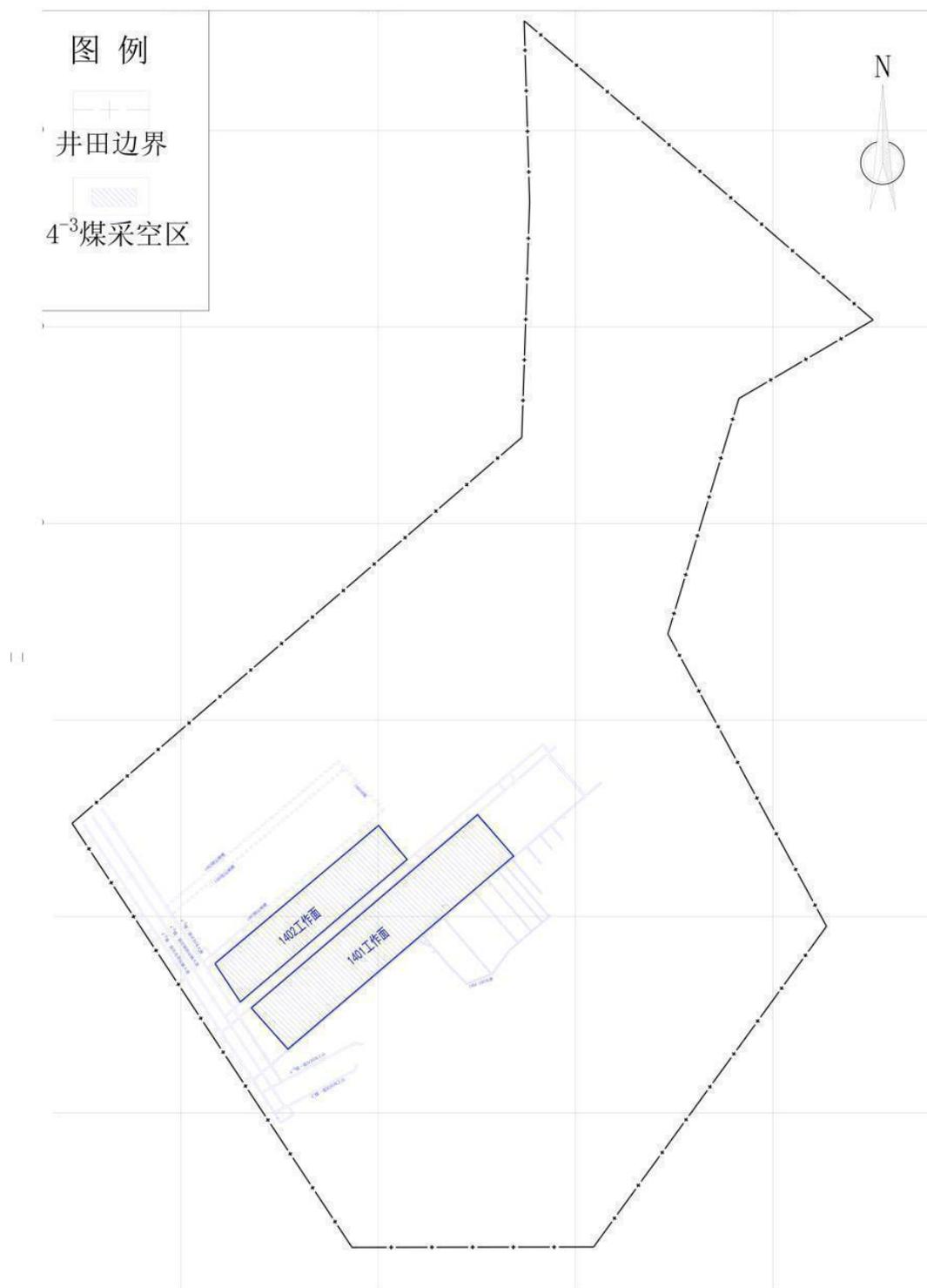


图 1.4-4 4³煤采空区分布图

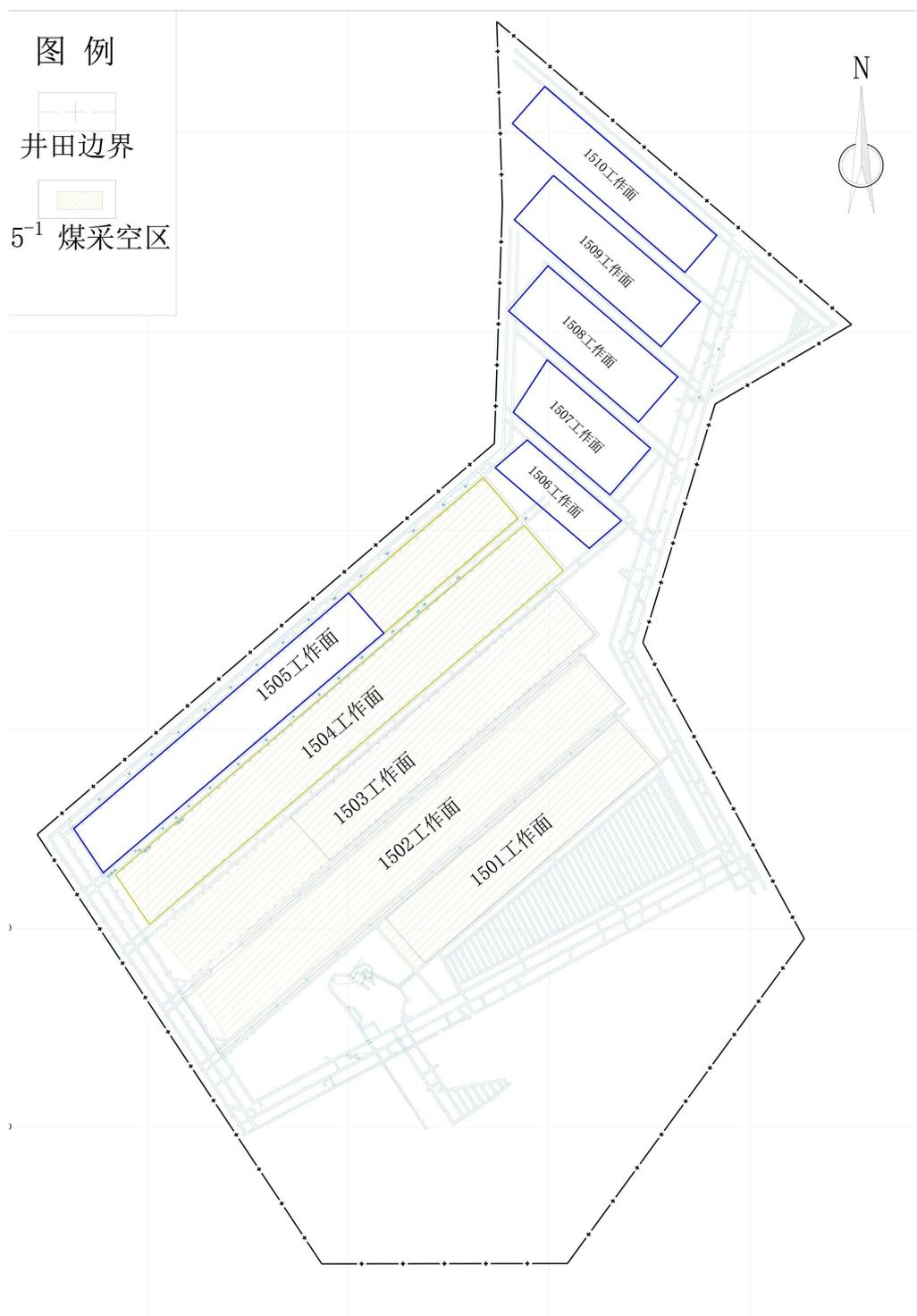


图 1.4-5 5⁻¹煤采空区分布图

（二）开采现状

前梁煤矿现处于正常开采状态。目前正在开采 5⁻¹ 煤一盘区 1505 工作面，采煤方法为长壁一次采全高采煤法，全部垮落法管理顶板。2025~2027 年，矿井主要采场布置在 1505~1510 综采工作面。各工作面开采时间如下：

- ①1505 综采工作面：计划回采时间为 2025 年 1 月~2025 年 12 月。
- ②1506 综采工作面：计划回采时间为 2026 年 1 月~2026 年 3 月。
- ③1507 综采工作面：计划回采时间为 2026 年 4 月~2026 年 8 月。
- ④1508 综采工作面：计划回采时间为 2026 年 8 月~2026 年 12 月。
- ⑤1509 综采工作面：计划回采时间为 2027 年 1 月~2027 年 5 月。
- ⑥1510 综采工作面：计划回采时间为 2027 年 6 月~2027 年 12 月。

煤矿适用期开采工作面及接续安排如表 1.4-1 所示，开采工作面布置图见图 1.4-6。

表 1.4-1 方案适用期（2025-2027 年）工作面接续计划表

煤层	工作面	第一年	第二年	第三年
5 ⁻¹ 煤	1505			
	1506			
	1507			
	1508			
	1509			
	1510			

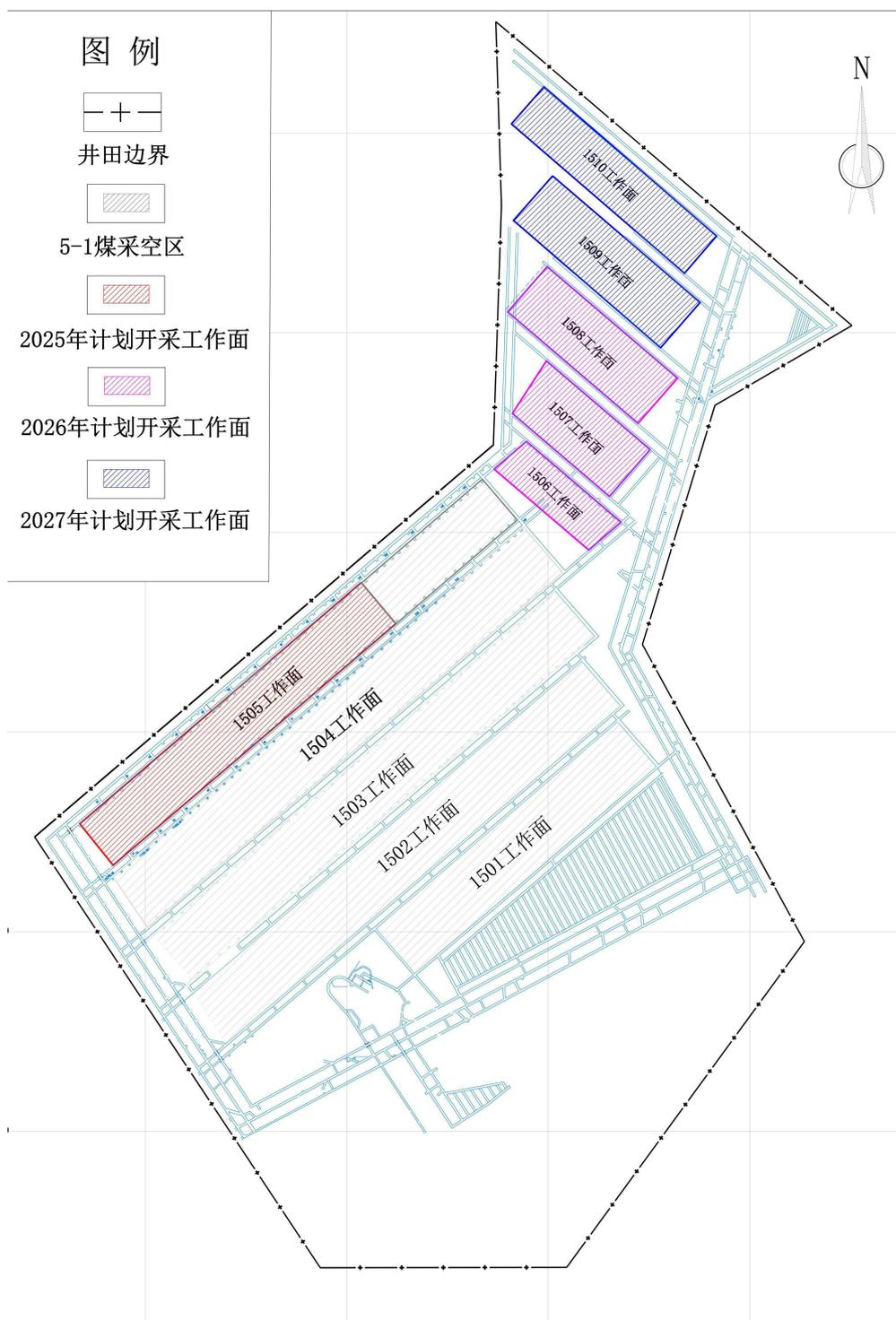


图 1.4-6 适用期开采工作面分布图

（三）矿山地质环境现状

本矿山已投产，地面工程均已建成，包括工业场地（生产场区、辅助场区）、原炸药库、排矸场和道路等，总占地 3.90hm²，其中部分工业广场为永久性建设用地，土地类型为采矿用地，其余均为临时用地；对土地造成的损毁类型主要为压占损毁。

评估区现有地面塌陷 1 处（T2），不稳定地质体隐患 2 处（BY1、BY2），叙述如下：

①地面塌陷（T2）

T2 地面塌陷分布矿区东南部，该采空塌陷区面积 0.4270km²，属中型地面塌陷，为矿山开采 5⁻¹ 煤 1503、1504、1505 工作面形成，根据现场调查，煤矿已对其进行治理，现状调查未发现裂缝，现状评估地面塌陷(T2)危险性小，对矿山地质环境影响程度较轻。

②不稳定地质体隐患（BY1）

位于生产区东北侧，该斜坡为土质边坡，组成物质为中更新统离石黄土，高度约 40m，宽度约 300m，厚度 2m，体积约 2.4 万 m³，属小型土质不稳定地质体。威胁生产场区安全。该不稳定地质体现状稳定性较差，危险性中等。

③不稳定地质体隐患（BY2）

位于辅助场区北部，该斜坡为土质边坡，组成物质为中更新统离石黄土，高度约 25m，宽度约 100m，厚度 2m，体积约 0.5 万 m³，属小型土质不稳定地质体。威胁副井口安全。相关部门已对此处不稳定地质体进行了削坡，坡体较稳定，偶有零星岩石碎块滑落，该不稳定地质体现状稳定，危险性小。

五、基金提取与使用情况

前梁煤矿自基金账户设立以来截止 2025 年 8 月底，应提取基金 5603.49 万元，实际提取基金 5603.49 万元，使用基金 1480.38 万元，基金账户余额 4328.1228 万元（含利息），各年度基金使用情况见表 1.5-1。

表 1.5-1 前梁煤矿基金提存和使用明细表

序号	年度	月份	应提存金额 (万元)	实际提存金额 (万元)	使用金额 (万元)	基金账户余额 (万元)
1	2018	12 月	0	0	0	0
2	2019	1-12 月	28.5261	28.5261	0	28.5261
3	2020	1-12 月	44.756	44.756	0	73.2821
4	2021	1-12 月	1650.63	1650.63	378.51	1345.4015
5	2022	1-12 月	1308.18	1308.18	0	2653.5831
6	2023	1-12 月	959.89	959.89	1101.87	2511.5990
7	2024	1-12 月	1302.42	1302.42	0	3814.0204
8	2025	1-8 月	309.09	309.09	0	4123.1140
累 计			5603.49	5603.49	1480.38	4328.1228 (含利息)

注：1、截止 2025 年 9 月账户余额含银行利息；



图 1.5-1 基金账户余额截图

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然地理

（一）气象

神木市为干旱半干旱大陆性气候。据神木气象站多年观测资料，多年平均气温 8.7℃，7 月份最高，平均 23.9℃，极端最高气温 38.9℃；一月份最低，平均 -9.3℃，极端最低气温 -28.1℃。年平均无霜期 169 天。

根据多年气象资料，年均降水量为 475.2mm，年最大降水量为 632mm，最小为 256mm。年内降水量变化较大，主要集中在 7~9 月，占全年降水量的 69%，以 8 月最多，约占全年降水量的 1/4，并多以暴雨形式出现。年际降水量变化亦较大，每 2~3 年为一个丰水年。近年来神木市降水量呈增大趋势，但没超过历史最高。地区分布上降水量由南向北递减，年均降水量 400~425mm，北部年均降水 350mm，相差 50mm，其余地区均在 400mm 左右。具体气象情况见表 2.1-1 及图 2.1-1~2.1-3。

神木市盛行西北风，全年平均大风日数 14 天，最大风速大于 25m/s。年平均沙尘暴 10 次左右，最多可达 22 次。

气候对不稳定地质体的影响主要表现为降水，受降水影响，7~9 月易产生不稳定地质体；另外，秋冬及冬春季节的冻融作用，亦是不稳定地质体高发期。

表 2.1-1 神木市多年月均主要气象要素统计表

月 份	气温 (°C)	降水量 (mm)	蒸发量 (mm)	相对湿度 (%)	风速 (m/s)	最大冻土深度 (m)
1	-9.3	2.7	32.9	54	2.0	1.29
2	-5.1	3.8	48.3	53	2.2	1.50
3	2.6	11.4	111.0	47	2.6	1.44
4	11.5	19.4	245.0	41	3.0	0.15
5	17.8	29.6	298.7	42	2.8	
6	22.1	43.3	288.1	51	2.5	
7	23.9	107.9	233.6	63	2.1	
8	21.8	114.5	187.6	70	1.9	
9	16.0	56.7	145.6	68	1.7	
10	9.4	22.8	112.0	64	1.9	0.14
11	0.5	8.6	56.5	60	2.0	0.49
12	-7.1	2.0	31.7	58	1.9	1.03
月均或总量	8.7	422.7	1791.0	55.9	2.2	0.5

注：降水量与蒸发量为年均总量

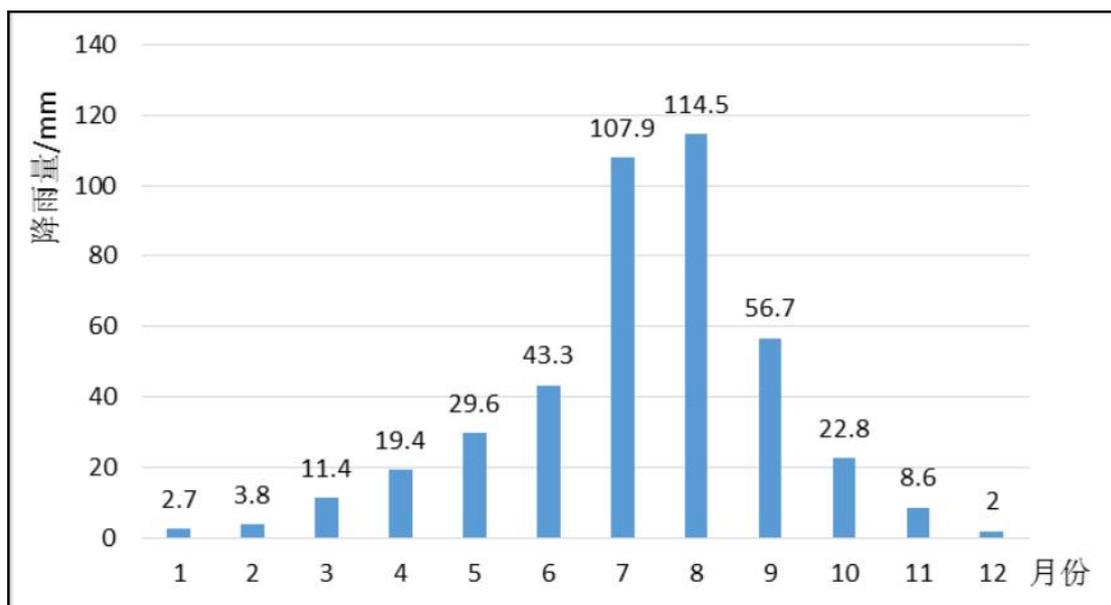


图 2.1-1 神木市多年月平均降水量分布图



图 2.1-2 神木市多年降水量曲线图（2002-2024）

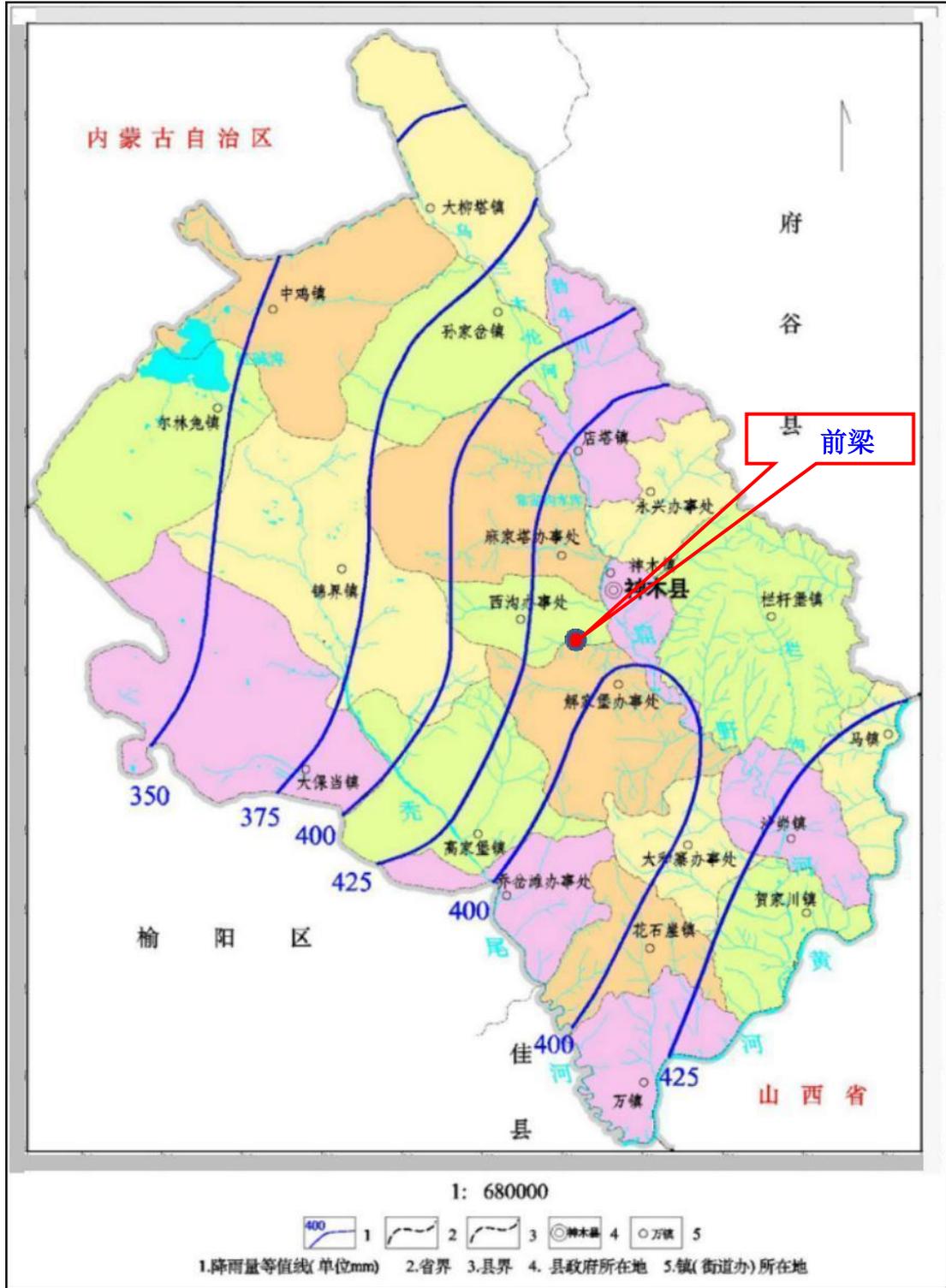


图 2.1-3 神木市多年平均降雨量等值线图

（二）水文

区内水系不发育，主要河流为井田南部的黄羊城河流域，由东向西南横穿矿区，为常年性溪流，沟谷平均宽度约 100m，河长 23.5km，据观测其多年平均流量 $0.07\text{m}^3/\text{s}$ ，于店塔附近注入窟野河；其支沟范家沟为东西向，平均宽度约 60m。范家沟与黄羊城河在井田西南部交汇流过。

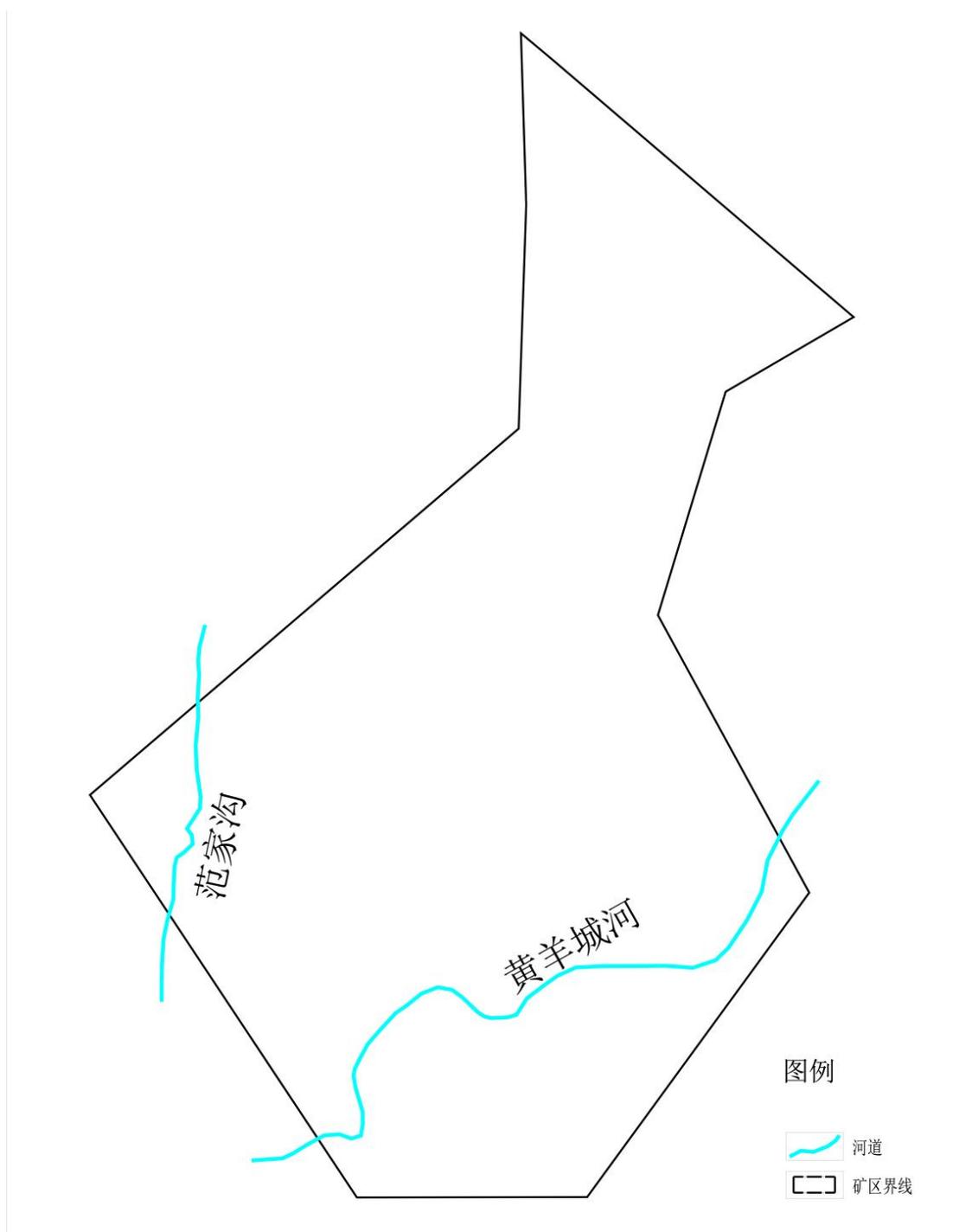


图 2.1-4 矿区水系分布图

（三）地形地貌

前梁煤矿地处毛乌素沙漠东南缘与陕北黄土高原接壤地带，地貌单元属风沙滩地及黄土沟谷地貌，沙丘延绵，沟壑纵横，地势总体表现为北高南低，区内最高点在煤矿北部梁脊上，海拔 1296.2m，最低点在前梁镇办煤矿南部边界处的沟谷内，海拔 1123.0m，最大高差 173.2m。

地貌单元属黄土丘陵沟壑区，地形总趋势东北高，西南低，一般高程为

1100~1250m，相对高差一般为 150m 左右，以煤矿的南部以东为最高，标高 1291.30m，燕岭附近最低，标高 1042.20m，最大高差 249.10m。由于遭受长期的风化剥蚀，煤矿内沟谷纵横切割，梁岭连绵起伏，坡陡壁峭，植被稀少，水土流失严重，煤层与基岩广泛裸露于沟谷之中，风成沙丘屡见不鲜，河流阶地零星分布于黄羊城河谷及各大支沟之中，为极不对称的一级阶地。

按形态和成因分类，区内地貌可分为两大类，黄土丘陵沟壑区及河谷区，其中以黄土丘陵沟壑区为主，见照片 2.1-1、2.1-2，地貌分区图见 2.1-4。



照片 2.1-1 黄土梁岭地貌



照片 2.1-2 沟谷地貌



图 2.1-5 地貌分区图

（四）植被

根据《陕西省生态功能区划》，矿区属干旱半干旱大陆性气候，矿区内植被类型主要为混生半灌木的长芒草草原。

1、生态系统

矿区位于陕北风沙草滩脆弱区，该区域土地退化、荒漠化和沙化问题严峻，地下水位下降，植被退化，覆盖度较低，生态环境非常脆弱。主攻方向为以自然恢复和人工辅助修复为主，实施荒漠治理、湿地保护与林草生态系统保护；建立以灌草相结合的带、片、网防风固沙阻沙体系，增强区域防风固沙能力；抓好以防沙、治沙为主的林业生态工程建设，全面封沙育林（草）；加强土地退化治理、土壤盐碱化治理，防止植被退化和地下水位下降；通过降低土地开发强度、优化开发模式，加强对水、土、植被和矿产的管理保护，合理开发水资源；加强对红碱淖国家级自然保护区及周边地区的保护修复，建设生态廊道。

生态系统类型为荒漠与沙地生态系统：毛乌素沙地（榆林北部）经过多年治理，部分区域已形成固定或半固定沙丘，植被覆盖度提高。典型植物：沙蒿、沙柳、花棒、沙打旺等耐旱灌木。动物：蜥蜴（如荒漠麻蜥）、沙鼠、大鸨（国家一级保护动物）等。

2、植被类型

由于受非地带性生态环境条件的影响，评估区广泛发育着半隐域性植被—草原地带沙地植被，包括农田植被和人工林植被。农业植被在评估区分布较少，主要分布在黄土塬，大部分为旱地。

（1）沙地植被

沙地植被是区内植被类型的主体。在沙地植被中，主要植被群落有固定沙地油蒿群落、沙柳灌丛群落、柠条群落。夏绿灌丛柠条。小半灌木冷蒿和百里香分别为小灌木草原和丛生禾草草原的建群种和优势种。多年生草本，特别是丛生禾草，如针茅、隐子草等，为草原植被的建群种和优势种。

（2）人工植被：

人工植被包括农田植被和人工林植被两类。

3、植被资源

评估区以草原植被为主，其次为林地和灌丛，主要植物资源有：

草类：本氏针茅草、百里香、达乌里胡枝子、冷蒿、猪毛菜、虫实、刺藜、地锦、画眉草、沙蒿、狗尾草、长芒草、茵陈蒿和地椒等。主要分布在硬梁地、田边及侵蚀沟坡、表土侵蚀明显、土层瘠薄的丘陵、梁地等处。

灌木类：主要以沙柳、柠条为主，主要分布在滩地的边缘。

乔木类：旱柳、小叶杨、榆树等。主要分布于道路、河谷和居民点附近。

农作物品种：本区主要有粮食作物、经济作物及蔬菜瓜果。粮食作物有：玉米、高粱、糜子、谷子、土豆、薯类及豆类，以秋粮为主；经济作物有人工栽培、种植的有胡麻、向日葵、沙枣、沙棘等；野生的有黄芪、甘草、蒲公英等；蔬菜主要有白菜、萝卜、葱等。

区内没有国家珍稀保护的植物物种。

4、植被覆盖度

评估区为半干旱气候，位于陕北黄土高原与毛乌素沙地的过渡地带，同时也是农牧交错和风蚀水蚀过渡带。自然植被以草丛和灌木林为主，植被覆盖度以低覆盖度植被和中低覆盖度植被为主。主要植物照片见 2.1-3~2.1-6。



照片 2.1-3 乔木林（杨树）



照片 2.1-4 乔木林（樟子松）



照片 2.1-5 灌木林地



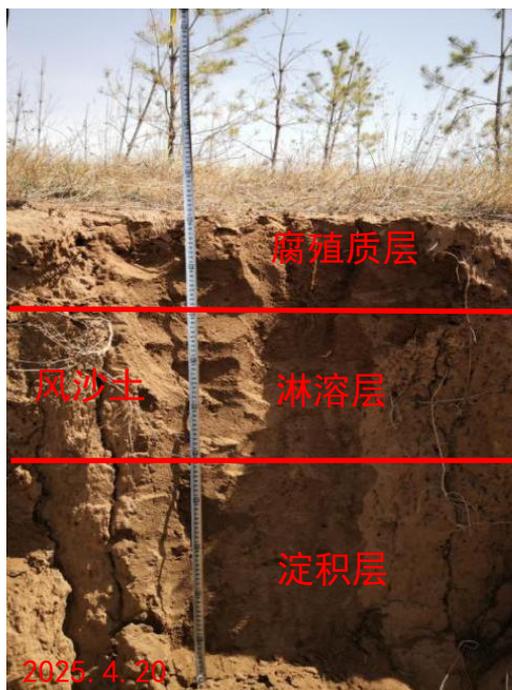
照片 2.1-6 草地

（五）土壤

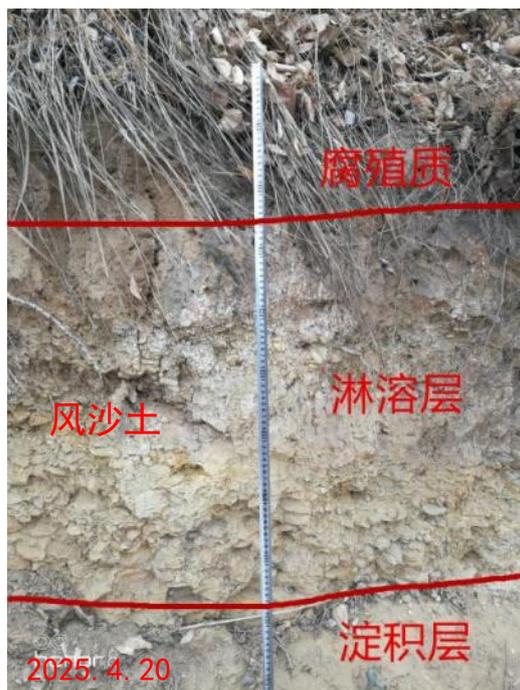
矿区内的土壤类型包括风沙土、栗钙土，以风沙土为主，占矿区面积的 69.81%，其次是栗钙土，占矿区面积的 21.83%。风沙土是多风地区沙性母质上形成的一种幼年土壤，结构松散，土粒维持性差，质地为中、细砂，肥力极低；区内栗钙土为淡栗钙土，成土母质多为沙黄土，为温带半干旱季候、典型草原植被下的土壤类型，在矿区内成块状分布。总体来讲，矿区内的土壤状况表现为：

基质沙性大，肥力不足，缺氮少磷，有机质含量在 0.20~1.2%范围内，属较低肥力土壤（照片 2.1-7~2.1-9）。

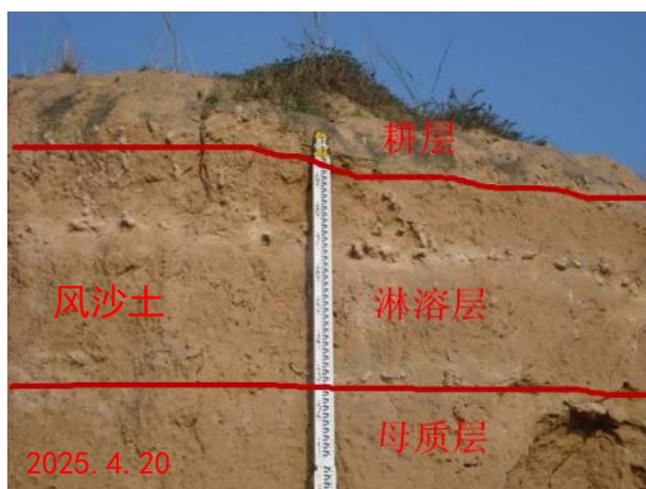
根据测试：矿区内耕地有机质含量 1.0~1.2%，全氮含量约 0.1%，全磷含量约 0.17%，PH 约 8.2；林地有机质含量约 0.4%，全氮含量约 0.06%，全磷含量约 0.12%，PH 约 8.5；草地有机质含量约 0.3%，全氮含量约 0.02%，全磷含量约 0.11%，PH 约 8.5。



照片 2.1-7 林地土壤剖面图



照片 2.1-8 草地土壤剖面图



照片 2.1-9 耕地土壤剖面图

二、矿区地质环境背景

（一）区域地层

矿区位于鄂尔多斯盆地的东北部，区域地层与盆地大致相同。区内绝大部分

被新生界松散—半固结沉积物所覆盖，基岩沿河谷两岸出露，出露的地层由老至新依次为中生界三叠系、侏罗系、白垩系，新生界新近系、第四系。这些地层的主要特征及其之间的接触关系详见表 2.2-1。

表 2.2-1 陕北侏罗纪煤田神府矿区地层一览表

地层系统				代号	岩性特征	厚度 (m)	分布
界	系	统	组				
新生界	第四系	全新统		Q ₄ ^{2col} Q ₄ ^{2al+p1} Q ₄ ^{1al+p1}	按成因类型有冲积砂砾石层(Q ₄ ^{2al+p1} 、Q ₄ ^{1al+p1})、及风成沙地(Q ₄ ^{2col})	0~30	主要分布在沟谷及梁崩
		上更新统	马兰组	Q ₃ ^{2m}	岩性为浅黄色粉砂质亚粘土，疏松	5~40	分布在梁崩及滩地
			萨拉乌苏组	Q ₃ ^{1s}	岩性为浅灰黄色、土黄色粉砂质亚砂土、亚粘土	0~90.3	
		中更新统	离石组	Q ₂ ^l	岩性为浅褐—土黄色砂质粘土夹棕色薄层状亚粘土，含钙质结核	14-220	分布在梁崩
	新近系	上新统	静乐组	N _{2j}	岩性为紫红色至棕红色砂质亚粘土，夹钙质结核层，呈似层状展布，底部有时见紫色砾岩层	50~100.00	分布在方家塌安崖，窟野河及支沟脑
中生界	白垩系	下统	洛河组	K ₁ ^l	岩性为砖红色，棕红色粗粒砂岩，砂砾岩	0~148	分布在盖家湾一带
	侏罗系	上统	安定组	J _{2a}	岩性为紫红色泥岩与细砂岩的韵律层为主，夹杂色泥岩，砂质泥岩，灰色钙质泥岩，局部有粗砾岩及炭质泥岩	0~100	出露在孟家湾，石灰沟脑等地
			直罗组	J _{2z}	岩性以灰、灰绿色中粗粒砂岩为主，夹浅灰绿色细砂岩，粉砂岩，砂质泥岩及细砾岩，底部有灰色粗粒砂岩。	0~250	出露在牛家梁、张家村、乌兰木伦河西等地
			延安组	J _{2y}	岩性为灰白色粗粒长石砂岩、细砂岩、深灰色、灰色粉砂岩，粉砂质泥岩，泥岩为主，夹有炭质泥岩，煤层	103.71~394.38	出露于秃尾河、窟野河、孤山川、清水川
		下统	富县组	J _f	岩性为灰色中厚层砂岩，杂色砂质泥岩，顶部为黑色薄层状炭质泥岩	0~130.11m	出露于方家塌、高家堡、永兴、庙沟门等地
	三叠系	上统	瓦窑堡组	T _{3w}	岩性为灰白色浅灰色砂岩、粉砂岩、泥岩、黑色页岩夹煤线	0~228	出露于孤山川、窟野河、秃尾河中游地带

地层系统				代号	岩性特征	厚度 (m)	分布
界	系	统	组				
			永坪组	T _{3y}	岩性为灰白色巨厚层状中细粒砂岩夹薄层状泥岩，具大型楔形层理	95~200	出露于孤山川、窟野河、秃尾河中游地带
			胡家村组	T _{3h}	岩性为浅灰、灰绿色细粒砂岩，夹砂质泥岩，顶部为泥岩、细砂岩的韵律层	210~325	出露于石马川、窟野河、秃尾河一带
			铜川组	T _{3t}	下部岩性以中-粗粒砂岩为主，上部以页岩，油页岩为主，含油气，动物化石	447.0~1010	出露于石马川以及万镇沟谷
		中统	纸坊组	T _{2z}	下部岩性为砂质泥岩及砾岩透镜体，上部岩性为紫红色，淡红色粉砂岩互层	0~395.87	出露于黄河西岸，贺家川、马镇、磧楞、清水川一线
		下统	和尚沟组	T _{1h}	岩性以浅紫红色泥岩，粉砂质泥岩为主，夹砂岩和钙质结核层。含动植物化石	42.39~182.98	出露于石马川、府谷—麻镇一带
			刘家沟组	T _{1l}	岩性为紫、浅紫色中厚层状细砂岩，粉砂岩，夹薄层状泥岩，中下部夹砾石	90~400	出露于石马川府谷—麻镇一带

（二）地层岩性

据地表地质调查资料和钻孔揭露，整合区内的地表大部分被第四系黄土所覆盖。据钻探资料揭露，整合区内的基岩地层由老至新依次有三叠系上统永坪组（T_{3y}）、侏罗系下统富县组（J_{1f}）及中统延安组（J_{2y}）。现由老至新分述于下。

1、三叠系上统永坪组（T_{3y}）

为侏罗系含煤建造沉积基底，整合区范围内地表无出露。经钻探揭露其岩性为灰绿、黄绿色巨厚层状中—细粒砂岩，间夹灰—深灰色薄层粉砂岩、泥岩及煤线。砂岩成分以石英、长石为主，暗色矿物次之，富含绿泥石及黑云母层，分选性较差、次棱角状、具大型板状、槽状交错层理，泥、钙质胶结，粉砂岩中常见有植物碎片化石，厚度不详。

2、侏罗系下统富县组（J_{1f}）

平行不整合于永坪组之上，地表无出露。岩性以浅灰绿、灰白色中—粗粒砂岩为主，夹紫杂色、灰—灰绿色粉砂岩、砂质泥岩及泥岩。砂岩多呈透镜体状，以泥质胶结为主，分选磨圆度均较差，局部可见板状交错层理。泥岩中局部含铁

质结核及铝质颗粒。一般为块状层理。本组厚 0-52.97m，一般厚度 26m。

3、侏罗系中统延安组（J_{2y}）

平行不整合于富县组或永坪组之上，为区内含煤地层。该组为一套陆源碎屑沉积，岩性以浅灰白色中~细粒长石砂岩、岩屑长石砂岩及钙质砂岩为主，次为灰~灰黑色粉砂质泥岩、泥岩及煤层，含少量炭质泥岩及油页岩，偶夹透镜状泥灰岩或球状菱铁矿砂岩、蒙脱质粘土岩。延安组属大型潜水湖泊三角洲沉积，横向岩性变化大，垂向层序清晰，可划分为五个中级旋回，自下而上编为一~五段。本区受后期剥蚀影响，区内保存一~四段，第四段残缺不全，含 5 号、4 号、3 号煤组。

（1）延安组第一段（J_{2y}¹）

区内未出露，据相邻资料，一般厚度 60~80m，岩性主要为灰白色粗粒、中粒、细粒含云母长石岩屑砂岩，长石岩屑石英砂岩，次为深灰色富含云母的粉砂岩、砂质泥岩及少量黑色泥岩、炭质泥岩夹煤层（5⁻¹、5⁻²）。5⁻¹号煤层位于其顶部，是区内可采煤层。

（2）延安组第二段（J_{2y}²）

该段自 5⁻¹号煤层顶板至 4⁻²号煤层顶板，一般厚 60m，本段地层以细碎屑岩较多，以灰色砂质泥岩、泥岩、粉砂岩为主，夹煤层、泥灰岩及菱铁质泥岩透镜体，煤层顶板富含瓣鳃动物化石。本段是个复杂多旋回结构，含 4 号煤组，共有 4⁻⁴、4⁻³、4⁻² 三层煤层。

（3）延安组第三段（J_{2y}³）

本段自 4⁻²煤层顶板至 3⁻¹煤层顶部，一般厚约 40m。局部地段遭受冲刷及第四纪剥蚀，本段局部岩性为灰白色中粒长石砂岩、岩屑砂岩，富云母细粒长石砂岩、岩屑砂岩，夹灰色粉砂岩、砂质泥岩，其余大部地段为灰色~深灰色粉砂岩、砂质泥岩夹灰白色含云母细粒长石砂岩、岩屑砂岩、泥灰岩。含瓣鳃化石。3⁻¹号煤层为整合区内可采煤层。

（4）延安组第四段（J_{2y}⁴）

本段自 3⁻¹煤层顶板至 2⁻²煤层顶部，遭受后期冲刷及第四纪剥蚀，一般厚度 0~15m。本矿区该段地层保存不全。

4、新近系上新统三趾马红土（N₂）

呈角度不整合于侏罗系之上，出露于区内梁峁和沟谷顶部，为棕红色—橙红

色亚粘土，含钙质结核层。底部发育一层半固结的砾石层，厚度 1.5m 左右，砾石成分有灰岩、灰绿色泥岩，砂岩及烧变岩，多呈菱角状、大小混杂。该组厚度 0~62m 不等。

5、第四系中更新统离石组（Q_{2l}）及第四系全新统风积沙（Q_{4^{col}}）

第四系中更新统离石组（Q_{2l}）：呈角度不整合于基岩或上第三系之上，多分布于梁峁、山顶及山坡上，主要为黄色—土黄色亚砂土—亚粘土，厚度变化大，0~74.12m。

第四系全新统风积沙：呈角度不整合于所有地层之上，为现代风成沙、堆积及河流冲积物，在矿区内零星分布，多覆盖于其它地层之上，流动性强，厚度 0~5m，一般 2m 左右。

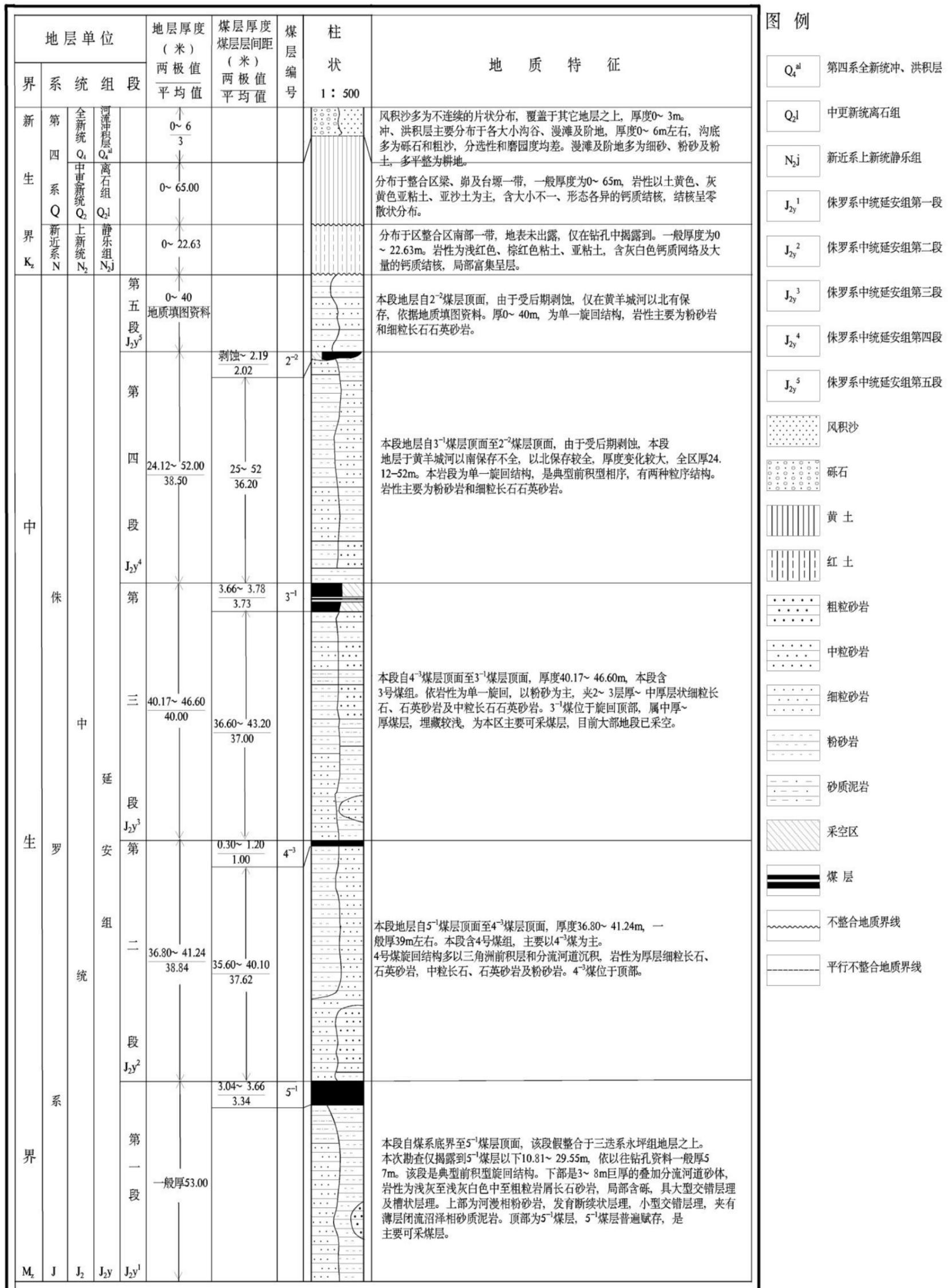


图 2.2-1 地层综合柱状图

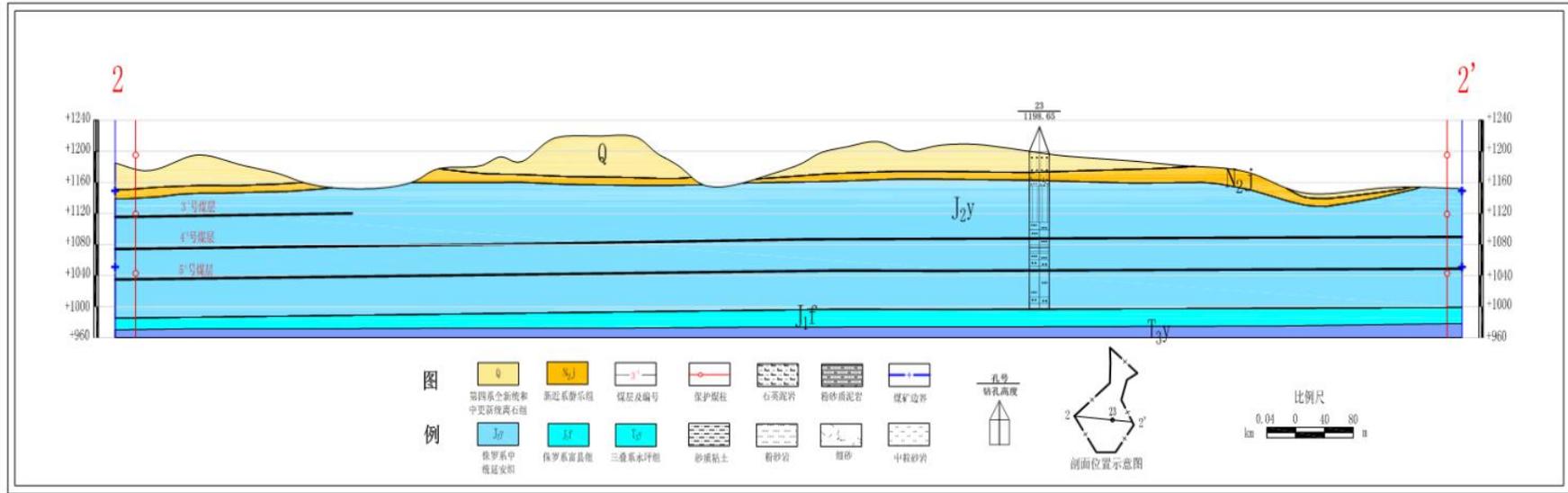


图 2.2-2 地质剖面图

（二）地质构造

1、区域构造

前梁煤矿位于陕北侏罗纪煤田神府矿区，神府矿区位于鄂尔多斯盆地陕北斜坡的榆林单斜东北角（图 2.2-3）。鄂尔多斯盆地形成于中晚三叠世，是在古生代地台基础上产生和发展的大型内陆拗陷，属多旋回性的叠合型盆地；现今盆地为晚白垩世以来经过多期不同形式改造形成的残留盆地。盆地内发育的构造类型主要有：区域构造运动形成的鼻隆带和差异压实作用形成的局部隆起及复合鼻状构造。盆地总体呈现为一东翼宽缓、西翼陡窄的不对称向斜，呈南北向的矩形盆地；盆地边缘断裂褶皱发育，而盆地内部构造相对简单，具有整体升降、地层水平（倾角一般 $1\sim 5^\circ$ ）、少见背斜、沉积盖层薄、岩浆活动弱等特点，根据盆地现今构造特征和基底性质，通常将其划分为伊盟隆起、渭北隆起、晋西挠褶带、陕北斜坡、天环拗陷及西缘冲断构造带六个一级构造单元。

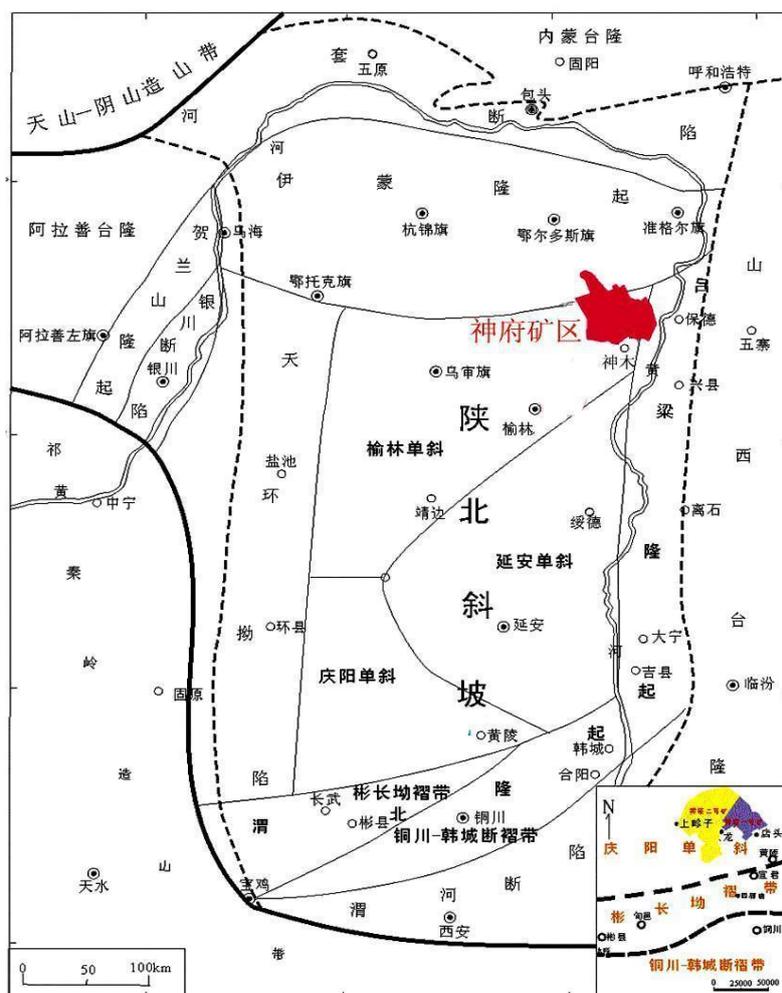


图 2.2-3 神府矿区大地构造位置图

神府矿区南部构造相对简单，属构造相对稳定区域。神府矿区北部的大柳塔镇，发育有近东西向和北西南东向的正断层并延伸到新民矿区北部。断层倾向或南或北，断距最大可达 70m 左右。见图 2.2-4。历史上多次构造运动对其影响甚微。主要表现为垂向的升降运动，形成了一系列沉积间断的假整合与不整合面，无岩浆岩活动。总体上为向西缓倾的单斜构造，走向和倾向伴有宽缓的波状和微波状起伏。地层倾角一般为 1° 左右，局部地段可达 3° ，坡降 5~17‰。

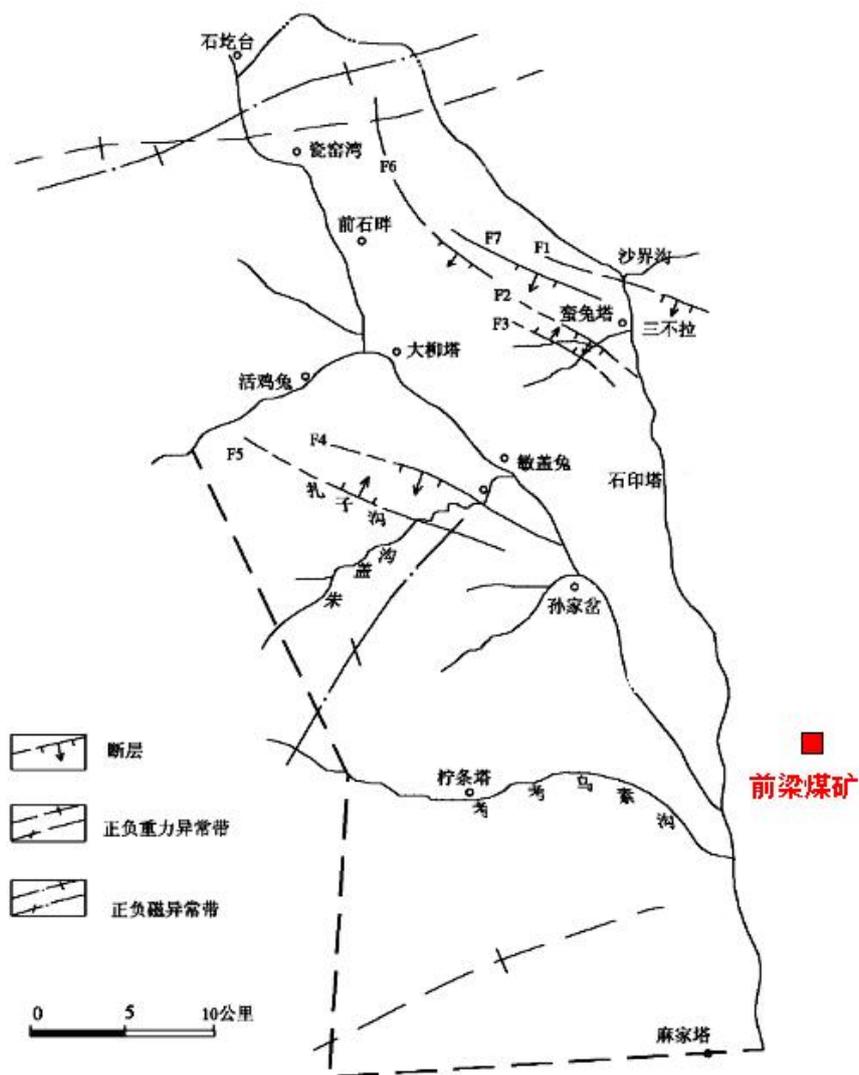


图 2.2-4 神府矿区断层分布图

2、新构造运动

区域构造位置位于鄂尔多斯盆地次级构造单元陕北斜坡东缘，矿区构造为一走向北东，倾向北西，倾角小于 1° 的单斜构造，地面地质调查及井下探采结果未发现较大规模的断裂及褶皱，无岩浆活动痕迹，构造简单。

3、地震

根据最新的《建筑抗震设计规范》和《中国地震动参数区划图》，本区地震基本烈度为 6 度，基本加速度为 0.05g。

（三）水文地质条件

矿区内大部分地段为离石黄土所覆盖，局部有风积沙分布，在沟谷两侧有红土及基岩出露。按地下水的赋存条件及水力特征将区内含水层划分为第四系松散层孔隙潜水含水层，第四系黄土与第三系红土隔水层，中侏罗统延安组裂隙潜水及承压含水层。

1、含（隔）水层的水文地质特征

（1）新生界松散层岩类孔隙潜水含水层

1) 第四系松散层孔隙潜水含水层

主要分布于整合区内的沟谷地带，一般厚度 0~5m，岩性为砂砾石及黄土状亚砂土，含水层厚 0~2m 左右，水位埋深较浅，富水性中等，与地表水有密切的水力联系。水化学类型为 $\text{HCO}_3-\text{Ca}\cdot\text{Mg}$ ，矿化度 0.209g/l。

2) 第四系中更新统离石黄土（Q_{2l}）

分布于全区，厚度随地形变化较大，一般厚度 20~60m，梁峁较厚。上部岩性为棕黄色亚砂土、亚粘土，夹钙质结核及细砂层，局部地段垂直裂隙发育，含水微弱，塑性大。

（2）中生界碎屑岩裂隙潜水及承压含水层

本组为煤系地层，因受后期剥蚀而厚度变化较大，一般厚度 160~210m 左右，由中~细粒砂岩、粉砂岩、砂质泥岩、泥岩和多层煤及炭质泥岩组成，各可采煤层直接充水含水层为其上部的中细粒砂岩，按可采煤层的赋存情况分为下述几个含水岩段。

1) 延安组第四段砂岩裂隙含水段（J_{2y}⁴）：为 3⁻¹ 号煤层顶板，含水层岩性为浅灰色细粒砂岩与粉砂岩、砂质泥岩呈不等厚互层状，微具承压性，含水微弱。据相邻区抽水试验资料，钻孔单位涌水量 0.0014L/s.m，渗透系数 0.0177m/d，水化学类型为 $\text{Cl}\cdot\text{HCO}_3\cdot\text{SO}_4-\text{Na}$ ，矿化度 1.065g/l。

2) 延安组第三段砂岩裂隙含水段（J_{2y}³）：为 4 号煤组直接充水含水层，岩性以泥岩、砂质泥岩、粉砂岩居多，偶夹中细粒砂岩，由于本段岩性致密，泥质含量较高，裂隙不发育，含水极为微弱。

3) 延安组第二段砂岩裂隙含水段（J_{2y}²）：为 4 号煤组到 5⁻¹ 号煤顶板，含

水层岩性为灰白色细~中粒砂岩,一般厚 22m 左右。据周边井田抽水资料,平均单位涌水量 0.000372L/s.m,渗透系数 0.000913m/d,水化学类型为 $Cl.HCO_3.SO_4-Na.Mg$,矿化度 0.962g/l。

本区各煤层直接顶板多为泥岩、砂质泥岩或粉砂岩,为各煤层直接充水含水层的相对隔水层。由于区内岩石裂隙不发育,砂体彼此不连续,且上部多为黄土和红土所隔,补给条件差,所以各煤层顶板直接充水含水层富水性弱。

(3) 烧变岩裂隙潜水

在本区东南部煤层火烧区内形成的烧变岩孔洞,裂隙率 10~30%左右,其下部为煤层底板(粉砂岩或泥岩),隔水性较好,为地下水赋存和运动创造了条件,形成裂隙孔洞潜水。但本区火烧岩均在侵蚀基准面以上,期内并未含水,富水性极弱。

2、隔水层

根据《陕西省神木县店塔镇前梁镇办煤矿(整合区)勘探报告》:第三系红土(N2)隔水层分布于全区,厚度随地形变化较大,一般厚度 20~60m,梁崮较厚。上部岩性为棕黄色亚砂土、亚粘土,夹钙质结核及细砂层,局部地段垂直裂隙发育,含水微弱,塑性大。下部岩性为深红色、浅紫红色粘土及亚粘土,含钙质结核层,含水性极差,是区内主要的隔水层。各煤层直接顶板多为泥岩、砂质泥岩或粉砂岩,为各煤层直接充水含水层的相对隔水层。

3、地下水的补给、径流和排泄条件

潜水主要接受大气降水的补给,还接受少量凝结水补给,补给量受大气降水量、降水强度、降水形式、降水形成、地貌条件、含水层岩性诸多因素制约。一般沿砂层底部由地势高向较低处径流,以泉的形式排泄于沟谷地带或垂向蒸发方式排泄。区内冲沟发育,地形切割严重,植被稀少,降水在大部地段以地表径流排泄,不利于入渗补给地下水,因而换土层中水量很小。

碎屑岩裂隙承压水,主要接受区域侧向补给或越流补给。径流方向基本顺岩层倾向运移,承压水含水性在横向上连续性差,垂向上具分段特征,储水空间相对封闭,水量小,水质差,排泄条件差。

4、水文地质类型

本区地表大部分被松散层覆盖,其富水性弱,且下部有较厚的红土、黄土隔水层,加之区内构造简单,无断裂,基岩裂隙不发育,主要煤层顶板直接充水含

水层富水性很弱，属于含水量小的含水层。依据《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB12719-91）及《煤、泥炭资源勘查规范》中有关规定，本区水文地质勘探类型应为二类一型，即以裂隙含水层充水为主的水文地质条件简单的矿床。根据《煤矿防治水规定》，整合区水文地质类型属简单型。

5、矿井涌水量计算

根据《陕西省神木县店塔镇前梁镇办煤矿(整合区)勘探报告》并结合矿井涌水实际情况：确定矿井目前 5-1 煤层开采时矿井正常涌水量为 $17.6\text{m}^3/\text{h}$ ，最大涌水量为 $20\text{m}^3/\text{h}$ 。确定 4⁻³ 煤层开采时矿井正常涌水量为 $18.3\text{m}^3/\text{h}$ ，最大涌水量为 $19.5\text{m}^3/\text{h}$ 。

前梁镇办煤矿自建矿以来，没有发生过井下突水事故，位于井田范围内整合前的 2 个小煤矿也从未发生过突水事故。矿区水文地质剖面图见图 2.2-5。

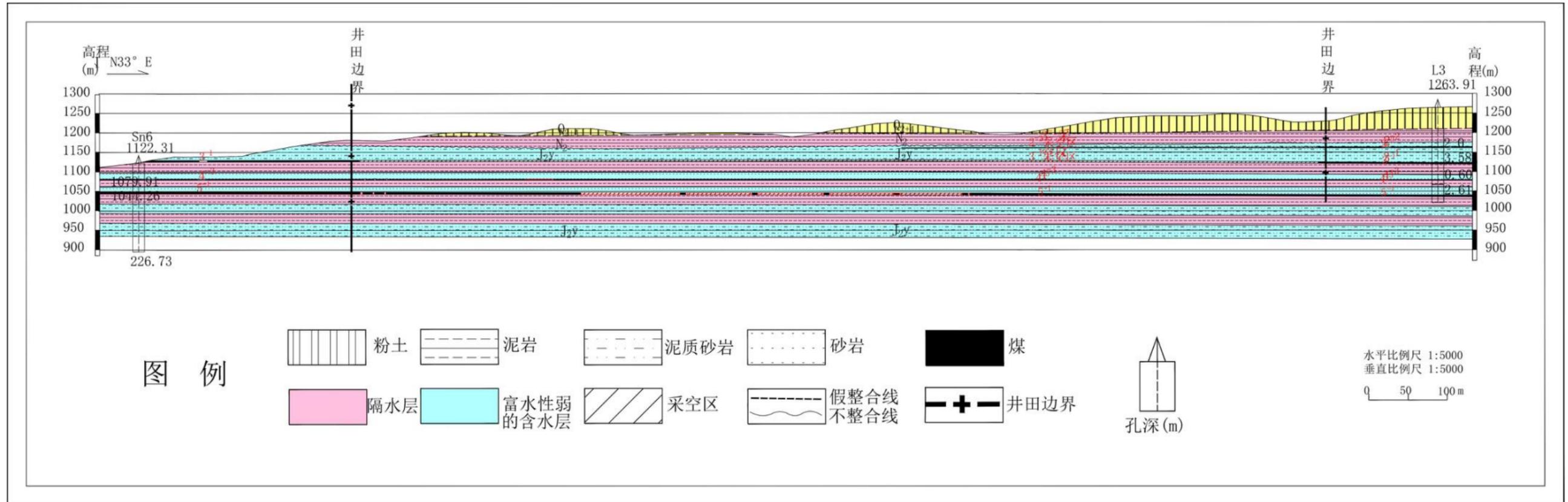


图 2.2-5 矿区水文地质剖面图

（四）工程地质条件

本区地形地貌和地质构造简单，地层岩性单一，岩体结构多为厚层状，可采煤层顶、底板以坚硬、半坚硬的层状岩类为主，稳定性较好。依据《水文地质、工程地质勘探规范》有关规定，矿区工程地质类型属Ⅲ类Ⅰ型，即层状岩类简单型矿床。

1、岩（土）体工程地质分类及特征

根据岩土体工程地质特征，可将区内岩土体分为三大岩类。

（1）极软弱岩类

包括松散沙层组及土层组，广布于全区。

沙层组岩性为风积沙，厚度 0~5m，变化大，孔隙率大，承载力低，稳定性差。土层组主要包括第四系离石黄土。离石组井田内零星分布，厚度 18.13~36.01m，孔隙度大，结构疏松，垂直节理发育，黄土多具湿陷性，易被地表水流冲蚀而引起坍塌，浸水易失稳，承载力低，稳定性差。

（2）软弱岩类

包括风化岩组、煤岩组及泥岩组。

风化岩组指基岩顶部 22~50m 厚度范围内具有已风化特点的岩石，风化岩层内部由上到下风化程度逐渐减弱，强风化者原岩结构破坏，疏松破碎，孔隙度大，含水率增高，强度减少，岩石属劣质的软弱岩石，岩体稳定性差。

泥岩组指基岩中的厚层泥岩及粉砂质泥岩，含砂量低，厚度 6.68~11.88m，长期暴露于水和空气中时易膨胀变软，抗水、抗风化性较弱。天然抗压强度 29.6MPa，抗拉强度 0.7~3.0MPa，平均 1.8MPa，抗剪强度（剪应力）21.3~40.9MPa，平均 29.8MPa。该岩石总体表现为抗拉、抗压、抗剪强度低，属力学性质差的软弱岩石。

（3）较坚硬类

为砂岩组，主要岩石类型为中细粒长石砂岩、粉砂岩，厚度 12.63~41.19m。天然抗压强度 31.1~78.5MPa，平均 52.1MPa，抗拉强度 0.7~3.4MPa，平均 2.7MPa，抗剪强度（剪应力）17.6~41.7MPa，平均 25.6MPa。该岩石总体表现为抗拉、抗压强度高，抗剪强度低，属力学性质强的坚硬岩石。

2、顶底板工程地质特征

（1）老顶

位于直接顶之上，厚度大于 4m，单向抗压强度大于 60~80MPa，节理裂隙不甚发育的较为均质的整体岩层；块状结构的砂岩岩组是老顶的主要成分。

（2）直接顶

位于伪顶或煤层之上的一层或几层岩层，通常由泥岩、粉砂岩薄层等比较容易垮落的岩层组成；层状结构的泥岩、粉砂岩及其互层岩组是直接顶的主要组成成分。

（3）伪顶

直接位于煤层之上的厚度小于 0.50m 的极易垮落的泥岩或炭质泥岩薄层。

（4）底板

多数是厚度不等的粉砂岩、细粒砂岩及泥岩，多属隔水层。底板稳定性主要取决于岩性特征及岩层厚度，煤系含水层承压水头较小，不会产生底鼓涌水现象，故区内各煤层顶底板比较稳定。

3、煤层顶、底板稳定性

（1）煤层顶板稳定性的划分标准：

影响煤层顶板稳定性的地质因素主要有岩性，岩石单轴抗压强度、硬度、地质构造及裂隙发育程度、层厚、层理等。本次对煤层顶板稳定性的划分主要依据直接顶板的岩性和岩石抗压强度，参考岩层厚度，层理裂隙，硬度等进行综合分析确定，其稳定性分级标准见表 2.2-2。

表 2.2-2 顶板稳定性分级标准

稳定性分级	不稳定 (I)	较稳定 (II)	稳定 (III)	坚硬 (IV)
抗压强度(MPa)	<30	30~60	60~80	>80
岩性	泥岩 粉砂岩	粉砂岩 砂岩	砂岩、钙质泥岩、 泥灰岩	砂岩

（2）煤层顶板稳定性

4⁻³ 煤层顶板大部为粉砂岩、细粒砂岩为主，属不稳定~较稳定型（I~II）。

5⁻¹ 煤层顶板大部为砂岩为主，少部分地区为砂质泥岩，属不稳定~较稳定型（I~II）。

（3）煤层底板稳定性

煤层底板稳定与否，在矿井生产中对液压支架选型，顶板支护管理方式等关系密切，依据周边以及以往的测试成果对本区煤层底板稳定性作如下评述：

4⁻³煤层底板以粉砂岩、细粒砂岩为主，砂质泥岩次之，岩体较完整，属不稳定~稳定型（I~III）。

5⁻¹煤层以粉砂岩为主，砂质泥岩次之，岩体较完整，属于较稳定型（II）。

（五）矿体地质特征

矿区内含煤地层为侏罗系中统延安组，具有对比意义的煤层4层，自上而下编号为2⁻²、3⁻¹、4⁻³、5⁻¹号煤层，其中3⁻¹号煤层零星可采，4⁻³号煤局部可采，5⁻¹号煤全区可采。

1、3⁻¹号煤层

呈层状赋存于延安组第三段，层位稳定厚度较大，大部分可采，煤层厚2.35~3.45m，不含夹矸，结构简单，底板标高1113~1146m，由西北向东南递增。煤层埋深13~55m，与下部4⁻³号煤层间距约40m。该煤层属于大部可采的稳定型煤层。

2、4⁻³号煤层

矿方在井巷施工过程中发现井田西北向局部分布有4⁻³号煤层可采。根据陕西省地质矿产勘查开发局西安地质矿产勘查开发院编制的前梁镇办煤矿4⁻³号煤层底板等高线及资源储量估算图得知，4⁻³号煤层呈层状赋存于延安组第二段，层位较稳定，局部可采，煤层平均厚度1.31m，不含夹矸，结构简单。底板标高1060~1090m，与下部5⁻¹号煤层间距约40m。该煤层属于局部可采的中厚煤层。

3、5⁻¹号煤层

呈层状赋存于延安组第二段，层位稳定厚度大，全区可采，煤层厚3.40~4.20m，由北向南逐渐增厚，变化规律较明显。不含夹矸，结构简单。底板标高1020~1060m，由西北向东南递增。煤层埋深127~185m。与3⁻¹号煤层间距约80m。该煤层属于全区可采的中厚煤层。

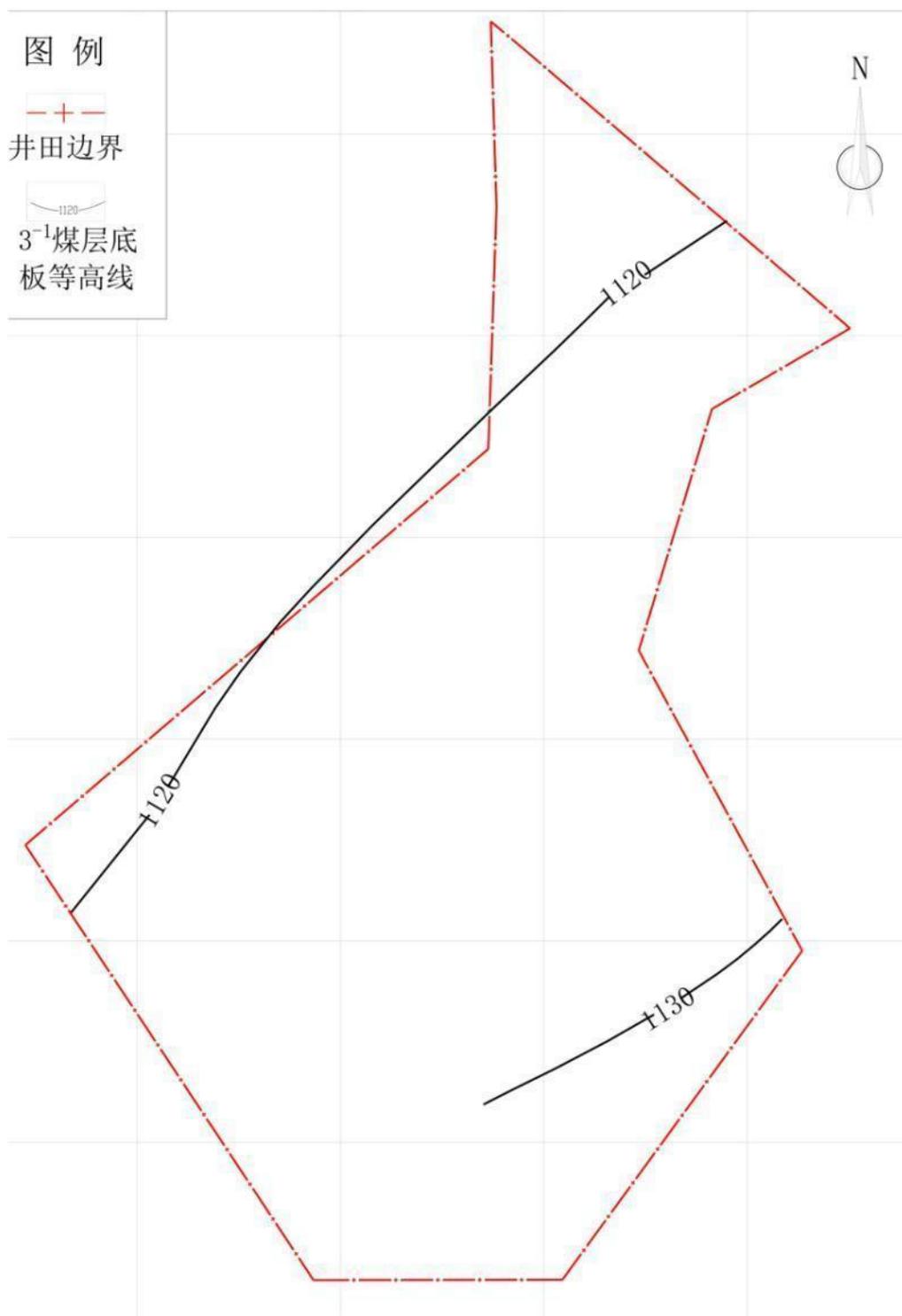


图 2.2-6 3⁻¹煤层底板等高线图

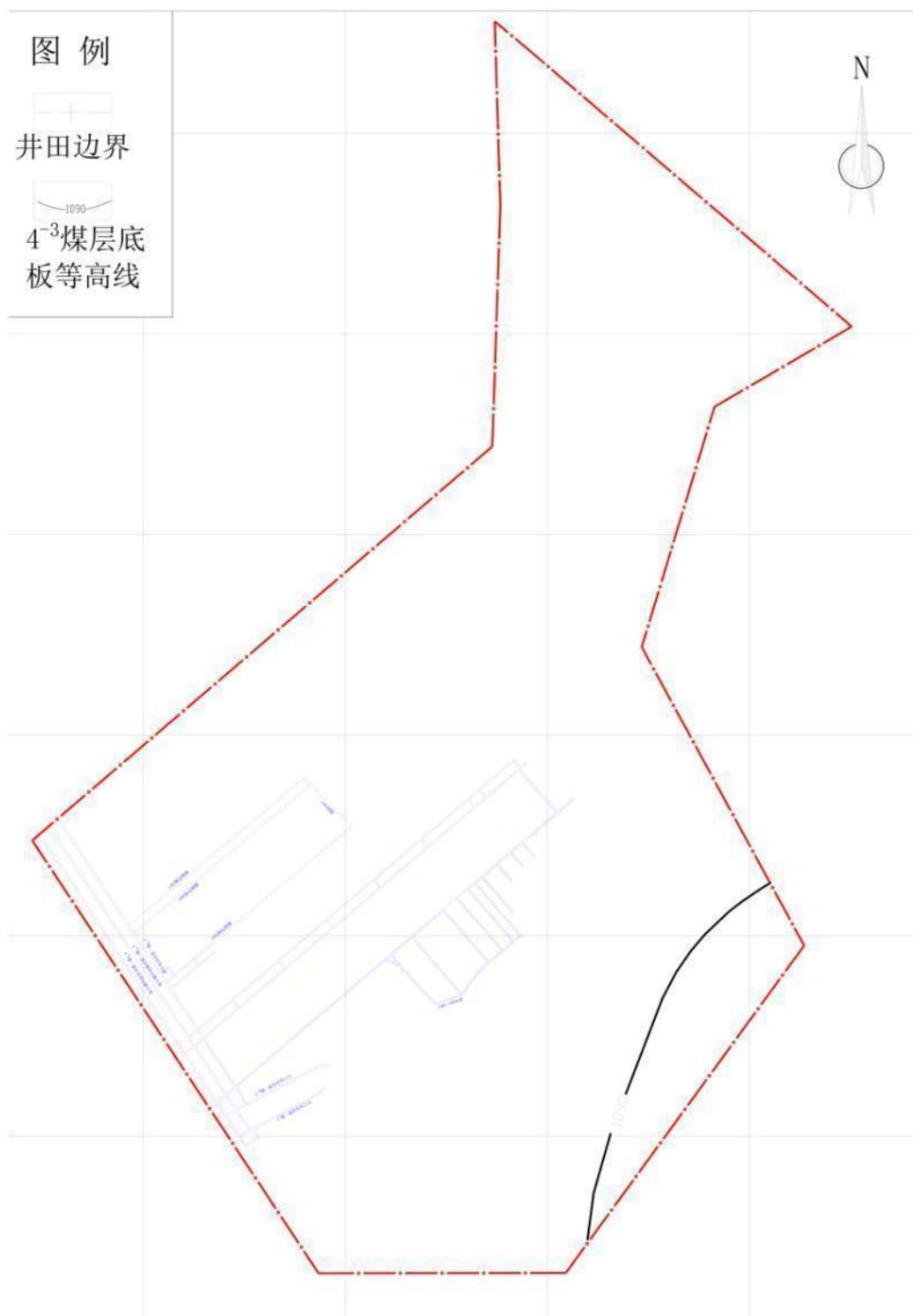


图 2.2-7 4³ 煤层底板等高线图

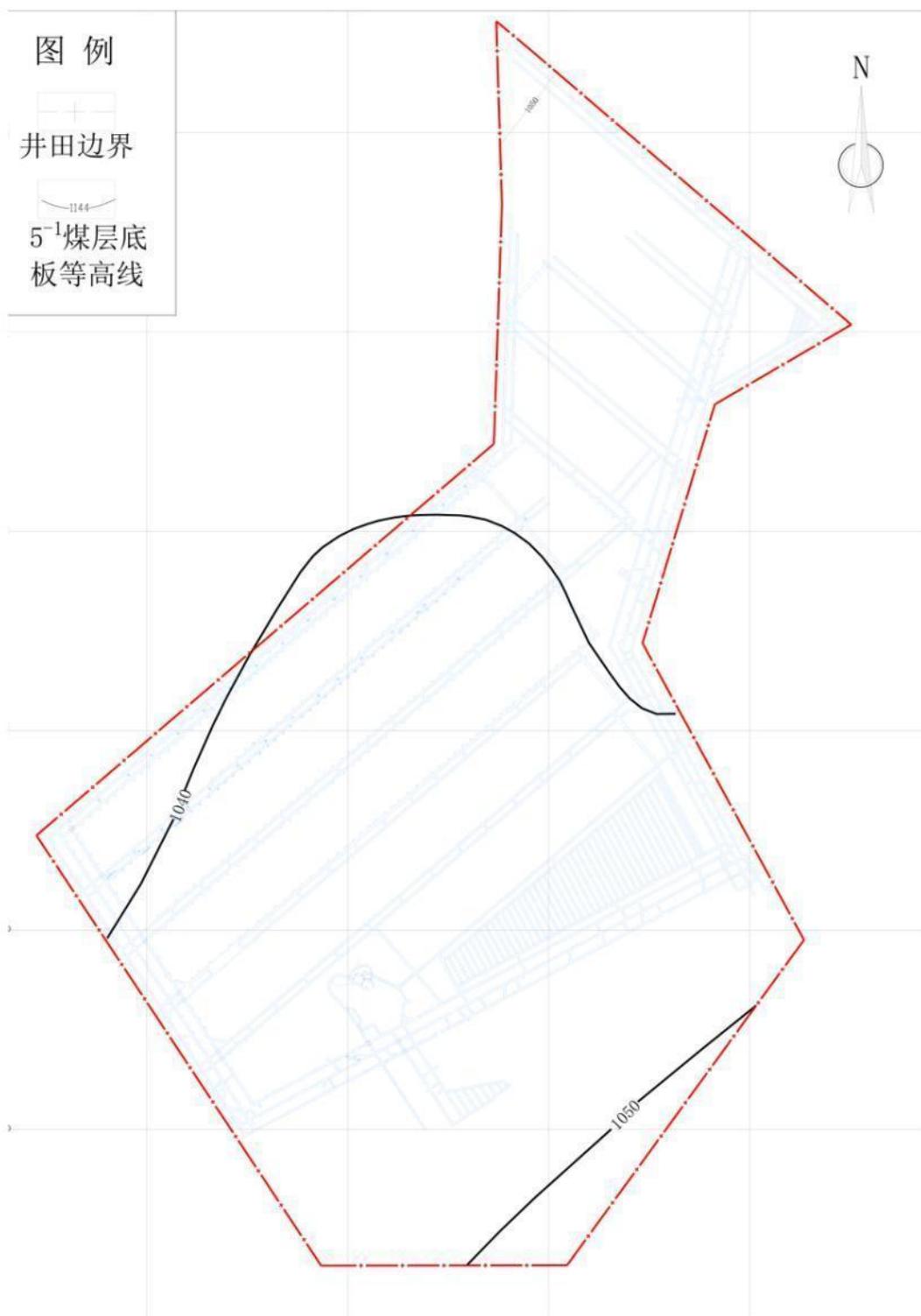


图 2.2-8 5⁻¹煤层底板等高线图

三、社会经济概况

（一）神木市

神木市位于秦晋蒙三省（区）交界地带，西北与内蒙古鄂尔多斯市接壤，东隔黄河与山西吕梁市相望，北邻府谷县，南接榆阳区和佳县。神木是陕西省面积

最大的县级市，达 7635km²，辖 14 个镇 6 个街道 326 个行政村，总人口 55.7 万。神木是西部地区县域综合实力最强的县（市）。

神木地理独特，区位优势。神木地处黄土丘陵区向内蒙古草原过渡地带，黄河和长城在这里汇聚，农耕和游牧在这里交织。黄河流经神木 98 公里，其一级支流窟野河、秃尾河流域面积分别占全市总面积的 51.2%和 31.4%。“一带一路”、京津冀协同发展、黄河“几”字弯城市群、陕甘宁革命老区等多个高层次、区域性战略规划叠加实施，为处于国家级陕北高端能源化工基地核心区的神木，带来更加广阔的发展空间。

交通便利，道路纵横。包西、包神、神黄、神延、靖神等干线铁路在境内交汇，包茂、榆神、神府、神佳等高等级公路构成了周边快速交通网；市区距榆林、鄂尔多斯两个机场仅百公里，市内通用机场即将建成，实现了外与国际国内各大城市有航班相通，内与周边城市有高速公路相连，能化产品外运有铁路相接，四通八达的立体交通网络全面形成。

自然资源丰富。储煤面积 4500 平方公里，占全市总面积的 59%，富煤区每平方公里储量达 1000 多万吨。神木是中国最大的煤炭生产县（市），煤炭资源得天独厚，探明储量 560 多亿吨，占神府—东胜煤田总储量的 1/4。神木煤赋存稳定、开采条件优越，属特低灰、特低磷、特低硫、中高发热量的优质动力煤、气化煤和环保洁净煤，品质享誉全国。石英砂品位极高，水文地质条件简单，探明储量 911 万吨，二氧化硅含量达 97%以上。岩盐潜在价值巨大，探明储量 6.37 亿吨。天然气富饶集聚，探明储量 1200 亿方。此外还蕴藏着丰富的石油、铁矿和石灰石等数十种矿产资源。神木是陕西历史文化名城、国家级卫生县城、全国义务教育均衡发展合格县、全国科普示范县、全国政务公开示范县、全国生态文明建设先进县、中国金融生态县和中国十大最关爱民生县。

表 2.3-1 神木市 2022~2024 年社会主要经济指标

年份	人口 (万人)	国内生产总值 GDP (亿元)				人均可支配收入 (元)
		总值	第一产业	第二产业	第三产业	
2022	46.44	2231.47	28.02	1841.77	361.68	36492
2023	46.76	2347.10	29.34	1954.22	363.53	38824
2024	47.06	2502.61	29.57	2093.14	379.90	41007

（二）店塔镇概况

神木市店塔镇位于陕西省榆林市神木市中北部，地处神府煤田腹地，距离

神木市区约 11 公里。店塔镇总面积约 325 平方公里，下辖 12 个行政村和 5 个社区，总人口约 4.5 万人。

店塔镇位于包神、府新公路及神延、神朔铁路交会处，交通便捷，有 5 条铁路和 7 条高等级公路在境内交汇，是神府东胜矿区重要的交通枢纽。

店塔镇经济发达，产业发展以能源化工、交通运输、现代物流、装备制造、工商贸易和文化旅游为主。境内有中央、省、市千人以上的国有企业 9 个，民营企业 217 个，个体工商户 3600 多户。2022 年，店塔镇实现地区生产总值 130.68 亿元，增长 8%；完成固定资产投资 22.98 亿元，增长 30.57%；城乡居民人均可支配收入达到 30814.46 元，增长 14.02%。

店塔镇拥有丰富的历史文化资源，包括历代长城、麟州故城、黄羊城等重要文物遗存，是欧阳修、范仲淹、司马光等名人歌咏的边塞重地。此外，店塔镇还被评为“中国西部十强镇”和“全国千强镇”，并获得“陕西省公共文化服务高质量发展示范乡镇”命名。

表 2.3-2 店塔镇近三年社会经济概况统计表

年份	总人口(人)	社会总产值(亿元)	农业产值(亿元)	农村居民收入(元/人)
2024 年	45000	106.3	0.6	23290
2023 年	45000	137.21	0.7	31900
2022 年	45000	130.68	0.7	30814.46

四、土地利用现状

1、土地利用现状分析

(1) 根据从神木市自然资源和规划局收集的 2023 年变更调查数据以及《土地利用现状分类标准》(GB/T201010-2017)，土地利用现状类型划分为 12 个一级类和 22 个二级类，包括耕地、园地、林地、草地等，矿区范围土地利用类型主要为耕地、林地和草地，分别占 16.89%、39.00%和 28.41%。各类土地利用面积见表 2.4-1。

表 2.4-1 矿区土地利用现状表（2023 年变更调查数据）

土地利用类型		面积 (hm ²)			合计 (hm ²)		占总面积比例 (%)	
一级地类	二级地类	矿区内		矿区外				
耕地 (01)	水浇地 (0102)	0.01	50.32		0.01	50.36	0.00	16.89
	旱地 (0103)	50.31		0.04	50.35		16.89	

土地利用类型		面积 (hm ²)			合计 (hm ²)		占总面积比例 (%)	
一级地类	二级地类	矿区内		矿区外				
园地 (02)	果园 (0201)	0.08	0.08		0.08	0.08	0.03	0.03
林地 (03)	乔木林地 (0301)	3.07	115.82		3.07	116.29	1.03	39.00
	灌木林地 (0305)	65.06		0.47	65.52		21.98	
	其他林地 (0307)	47.69			47.69		16.00	
草地 (04)	天然牧草地 (0401)	81.83	84.71		81.83	84.71	27.45	28.41
	其他草地 (0404)	2.88		2.88	0.96			
商业服务业用地 (05)	商业服务业设施用地 (05H1)	2.90	2.90		2.90	2.90	0.97	0.97
工矿仓储用地 (06)	工业用地 (0601)	1.01	21.07		1.01	21.84	0.34	7.33
	采矿用地 (0602)	20.06		0.77	20.83		6.99	
住宅用地 (07)	农村宅基地 (0702)	5.83	5.83		5.83	5.83	1.96	1.96
公共管理与公共服务用地 (08)	公用设施用地 (0809)	0.45	0.61		0.45	0.61	0.15	0.20
	机关团体新闻出版用地 (08H1)	0.16		0.16	0.05			
特殊用地 (09)		0.16	0.16		0.16	0.16	0.05	0.05
交通运输用地 (10)	铁路用地 (1001)	2.12	9.48		2.12	9.54	0.71	3.20
	公路用地 (1003)	3.92		3.92	1.32			
	城镇村道路用地 (1004)	0.09		0.09	0.03			
	农村道路 (1006)	3.35		0.06	3.40		1.14	
水域及水利设施用地 (11)	河流水面 (1101)	4.65	5.02		4.65	5.02	1.56	1.68
	坑塘水面 (1104)	0.37		0.37	0.12			
其他土地 (12)	裸土地 (1206)	0.81	0.81		0.81	0.81	0.27	0.27
合计		296.81	296.81	1.33	298.15	298.15	100.00	100.00

(2) 依据神木市 2018 年变更调查数据 (2018 年 12 月底更新), 对工业场地 (生产区、辅助区)、排矸场、原炸药库及原炸药库道路临时用地全部进行地类回退, 回退后各临时用地土地利用现状表见下表 2.4-2, 回退后矿区土地利用

现状表见下表 2.4-3。

表 2.4-2 地面工程临时用地回退后土地利用现状表（2018 年变更数据）

工程		地类		临时用地面积 (hm ²)	
地面工程临时占地	工业场地生产区	水浇地 (0102)		0.03	0.94
		乔木林地 (0301)		0.13	
		天然牧草地 (0401)		0.04	
		采矿用地 (0602)		0.74	
	工业场地辅助区	天然牧草地 (0401)		0.23	1.35
		采矿用地 (0602)		0.88	
		农村宅基地 (0702)		0.24	
	排矸场	旱地 (0103)		0.04	0.44
		灌木林地 (0305)		0.16	
		其他林地 (0307)		0.24	
		采矿用地 (0602)		0.01	
	原炸药库	灌木林地 (0305)		0.09	0.25
		其他林地 (0307)		0.02	
		采矿用地 (0602)		0.14	
	原炸药库道路	旱地 (0103)		0.01	0.06
灌木林地 (0305)			0.04		
其他林地 (0307)			0.01		
合计				3.04	3.04

表 2.4-3 回退后矿区土地利用现状表（2018 年变更数据）

土地利用类型		面积 (hm ²)			合计 (hm ²)		占总面积比例 (%)	
一级地类	二级地类	矿区内		矿区外				
耕地 (01)	水浇地 (0102)		65.15	0.03	0.03	65.22	0.01	21.88
	旱地 (0103)	65.15		0.05	65.19		21.87	
园地 (02)	果园 (0201)	0.24	0.24		0.24	0.24	0.08	0.08
林地 (03)	乔木林地 (0301)	6.87	67.17		6.87	67.72	2.30	22.71
	灌木林地 (0305)	48.03		0.29	48.31		16.21	
	其他林地 (0307)	12.27		0.27	12.54		4.21	
草地 (04)	天然牧草地 (0401)	136.68	142.09	0.02	136.71	142.11	45.85	47.66

土地利用类型		面积 (hm ²)			合计 (hm ²)		占总面积比例 (%)	
一级地类	二级地类	矿区内		矿区外				
	人工牧草地 (0403)	0.02			0.02		0.01	
	其他草地 (0404)	5.38			5.38		1.80	
工矿仓储用地 (06)	采矿用地 (0602)	7.18	7.18	0.68	7.86	7.86	2.64	2.64
住宅用地 (07)	农村宅基地 (0702)	9.67	9.67		9.67	9.67	3.24	3.24
特殊用地 (09)		0.05	0.05		0.05	0.05	0.02	0.02
交通运输用地 (10)	铁路用地 (1001)	3.81	4.52		3.81	4.52	1.28	1.52
	公路用地 (1003)	0.58			0.58		0.19	
	农村道路 (1006)	0.13			0.13		0.04	
其他土地 (12)	设施农用地 (1202)	0.44	0.75		0.44	0.75	0.15	0.25
	内陆滩涂 (1106)	0.31			0.31		0.10	
合计		296.81	296.81	1.33	298.15	298.15	100.00	100.00

2、土地利用现状分布（2023 变更数据）

（1）耕地：包括水浇地和旱地，面积 50.36hm²，占总面积的 16.89%，其中水浇地 0.01hm²，旱地 50.35hm²。旱地分布于台地、低缓丘陵、沟谷阶地，种植的主要作物有小麦、玉米、谷子、糜子、马铃薯、谷子等，此外种植有少量的蔬菜、瓜类和药用植物等。旱地质量等别为 13 等地。

（2）园地

园地零星分布在矿区，面积 0.08hm²，占总面积 0.03%，全部为果园，主要种植山杏。

（3）林地

林地在矿区内分布较多，是矿区占地面积最大的土地利用类型，包括乔木林地、灌木林地、其他林地，面积 116.29hm²，占总面积 39.00%，其中乔木林地 3.07hm²，灌木林地 65.52hm²，其他林地 47.69hm²。林地主要为灌木林地和其他林地为主，树种多为侧柏、油松、紫穗槐、柠条等，主要分布在采空区上方，密度较大，成材率很低。

（4）草地

草地包括天然牧草地、其他草地，面积 84.71hm²，占总面积的 28.41%，其中天然牧草地面积 81.83hm²，其他草地面积 2.88hm²。以天然牧草地为主，主要覆盖植被为紫花苜蓿、沙蒿等。

（5）商业服务业用地

商业服务业用地全部为商业服务业设施利用地，面积 2.90hm²，占总面积 0.97%，商业服务业设施用地主要为前梁煤矿工业场地辅助区、加油站。

（6）工矿仓储用地

工矿仓储用地为工业用地和采矿用地，面积 21.84hm²，占总面积 7.33%，工业用地和采矿用地包括前梁煤矿工业场地生产区、神木市万轩洁能有限公司等。

（7）住宅用地

住宅用地为农村宅基地，面积 5.83hm²，占总面积 1.96%。农村宅基地主要为村庄和其它临建建筑物。

（8）公共管理与公共服务用地

公共管理与公共服务用地包括公用设施用地和机关团体新闻出版用地，面积 0.61hm²，占总面积 0.20%，公用设施用地主要为铁路变电站，机关团体新闻出版用地为前梁村委会。

（9）特殊用地

特殊用地主要为庙宇、戏台用地，面积 0.16hm²，占总面积 0.05%。

（10）交通运输用地

交通运输用地为铁路用地、公路用地、城镇村道路用地、农村道路，面积 9.54hm²，占总面积 3.20%，其中铁路用地 2.12hm²，公路用地 3.92hm²，农村道路 2.66hm²，城镇村道路用地 0.09hm²，农村道路 3.40hm²，铁路用地为神朔线铁路，公路用地主要为 G338 国道和神杨路。

（11）水域及水利设施用地

水域及水利设施用地为河流水面、坑塘水面，面积 5.02hm²，占总面积 1.68%，其中河流水面 4.65hm²，内陆滩涂 0.37hm²。

（12）其他土地

其他土地为裸土地，面积 0.81hm²，占总面积 0.27%。

3、永久基本农田分布情况

根据神木市耕地和永久基本农田核实处置成果套合，矿区范围内永久基本农

田面积 38.22hm²，永久基本农田主要为水浇地和旱地，在矿区范围内一般成片状分布，地面工程不占用永久基本农田。矿区内水浇地质量等别为 12 等，旱地质量等别为 13 等。见图 2.4-1。

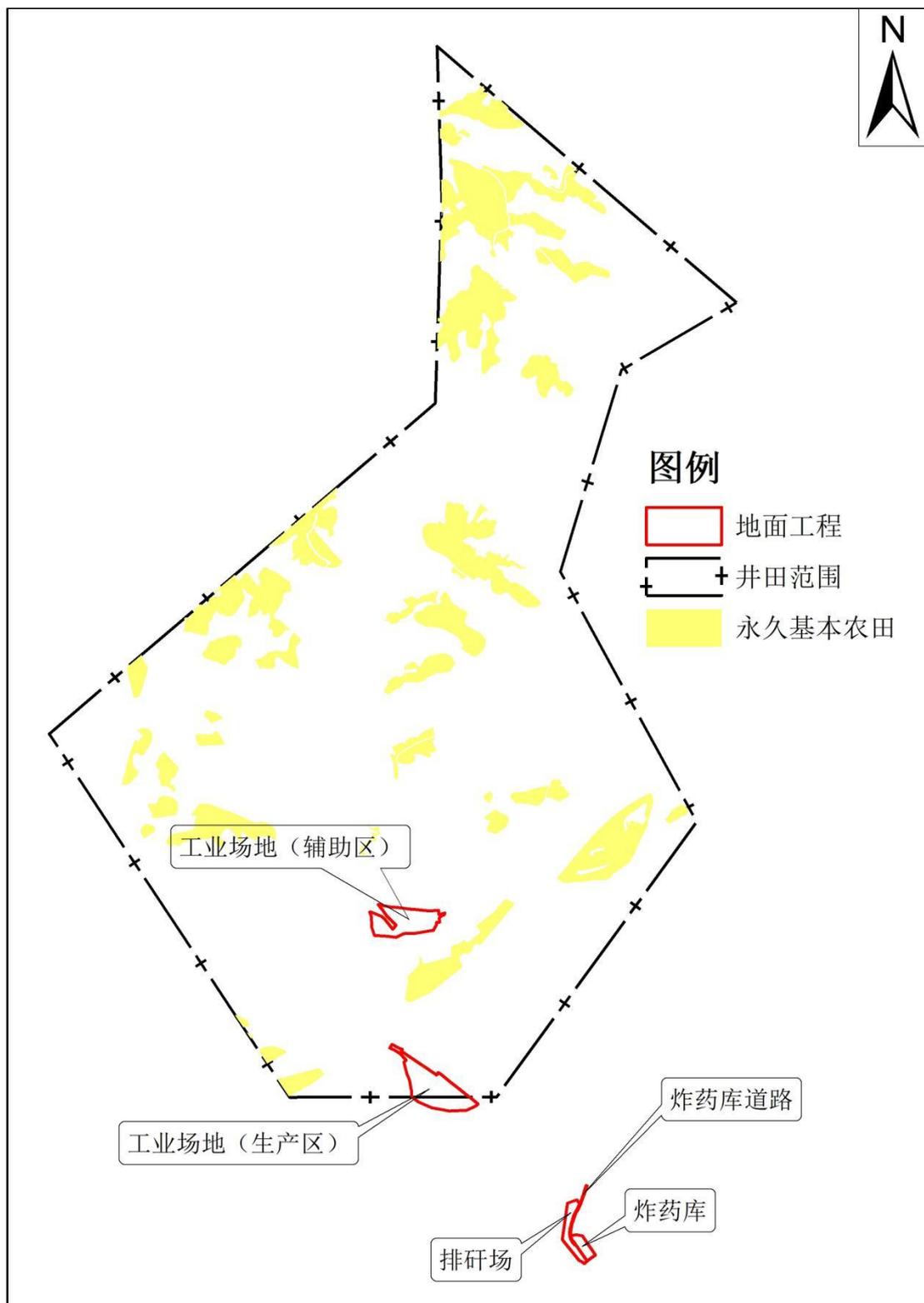


图 2.4-1 矿区永久基本农田分布图

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

矿区及周边不涉及自然保护区、水源区、风景名胜区等，区内人类工程活动对地质环境的影响主要体现在以下几个方面，见图 2.5-1。

（一）村庄

根据调查，井田范围内的村庄涉及红旗村与梁家塔村，梁家塔村在井田范围内无分布村庄，红旗村在矿区内分布前梁组、范家沟组和石岩沟组三个小组。其中，石岩沟组、范家沟组已于 2013 年 4 月前全部搬迁，搬迁 30 户 148 人，已搬迁后的村庄不在矿区范围内，搬迁废弃地总面积约 1.27hm²。由于协调问题，上一适用期内完成了部分房屋的拆除与复垦治理，治理面积约 0.78hm²，剩余未拆除、复垦部分面积约 0.49hm²，近期实施复垦工作。前梁组位于道路保护煤柱（前梁矿发【2016】24 号文）范围内，总人口约 72 户 337 人。村民主要从事农业生产，部分从事煤炭开采经营、运输等；区内农业以种植为主，农作物有谷子、糜子、玉米、马铃薯、黄豆、蔬菜等，产量低且不稳定。耕地主要分布于沟谷的河谷和局部梁峁地区。井田范围内居民点见照片 2.5-1~2.5-2。



照片 2.5-1 前梁村现状①



照片 2.5-2 前梁村现状②

（二）矿产开发

前梁煤矿矿区工业场地（生产场区、辅助场区）、原炸药库内的基础设施已经完成建设，进入生产阶段，人类工程活动较为强烈。生产场区、辅助场区见照片 2.5-3~2.5-4。



照片 2.5-3 生产场区



照片 2.5-4 辅助场区

（三）铁路与公路

神（木）—朔（州）铁路、府（谷）—店（塔）公路从煤矿南部穿过，包（头）—神（木）铁路和 S204 省道从煤矿西部边界外通过。生产场区进场道路直接与神府路相连，辅助场区道路直接与府店公路相连接。原炸药库道路为矿方自建道路，长约 200 米，与神府路相连。府店公路、神朔铁路见照片 2.5-5~2.5-6。



照片 2.5-5 府店公路



照片 2.5-6 神朔铁路

（四）加油站

矿区内有加油站两座，华田能源加油站位于辅助场区西北约100m处，公路旁边，明星加油服务区位于辅助场区南侧约50m处，公路旁边。



照片 2.5-7 加油服务区 1



照片 2.5-8 加油服务区 2

（五）输电线路

矿区分布三路高压输电线路，多路低压输电线路。杨伙盘专用线路位于矿区西部，南北向穿过矿区，矿区内分布1座高压铁塔。35kv3528店南线位于矿区中部，东西向穿过矿区，矿区内分布5座高压铁塔。神朔铁路专用线路位于矿区南部，东西分布穿过生产区北部，矿区内分布3座高压铁塔，其变电站位于矿区南部。矿区内低压线路主要分为3路，清洁能源公司专用路线位于矿区西部，南北向穿过矿区；121碳化硅厂线路位于矿区中部，东西向穿过矿区；121碳化硅厂杨伙盘支线位于矿区中部，南北向穿过矿区北部，与121碳化硅厂线路相接。

35kv3528店南线与121碳化硅厂线路见照片2.5-9~2.5-10。



照片 2.5-9 35kv3528 店南线铁塔



照片 2.5-10 121 碳化硅厂线

（六）清洁能源公司

神木市万轩洁能有限公司位于井田西部，府店公路北侧，占地约5hm²，矿区内占地面积1.1hm²，见照片2.5-1，复垦义务人为神木市万轩洁能有限公司。



照片 2.5-11 神木市万轩洁能有限公司



照片 2.5-12 神朔铁路变电站

（七）适用期内人类工程活动情况

矿山适用期开采范围内受影响的人类工程活动包括输电线路、通村道路与生产道路。输电线路为杨伙盘专用线路与 121 碳化硅厂杨伙盘支线；通村道路分布

于 1505 工作面西部，为石岩沟小组与周边企业通行道路，道路路面结构为水泥路面，路面宽 7.0m；生产道路分布井田内，适用期内工作面上分布生产道路为素土道路，路面宽 3.0m。

总之，矿山及周边人类工程活动较强烈。

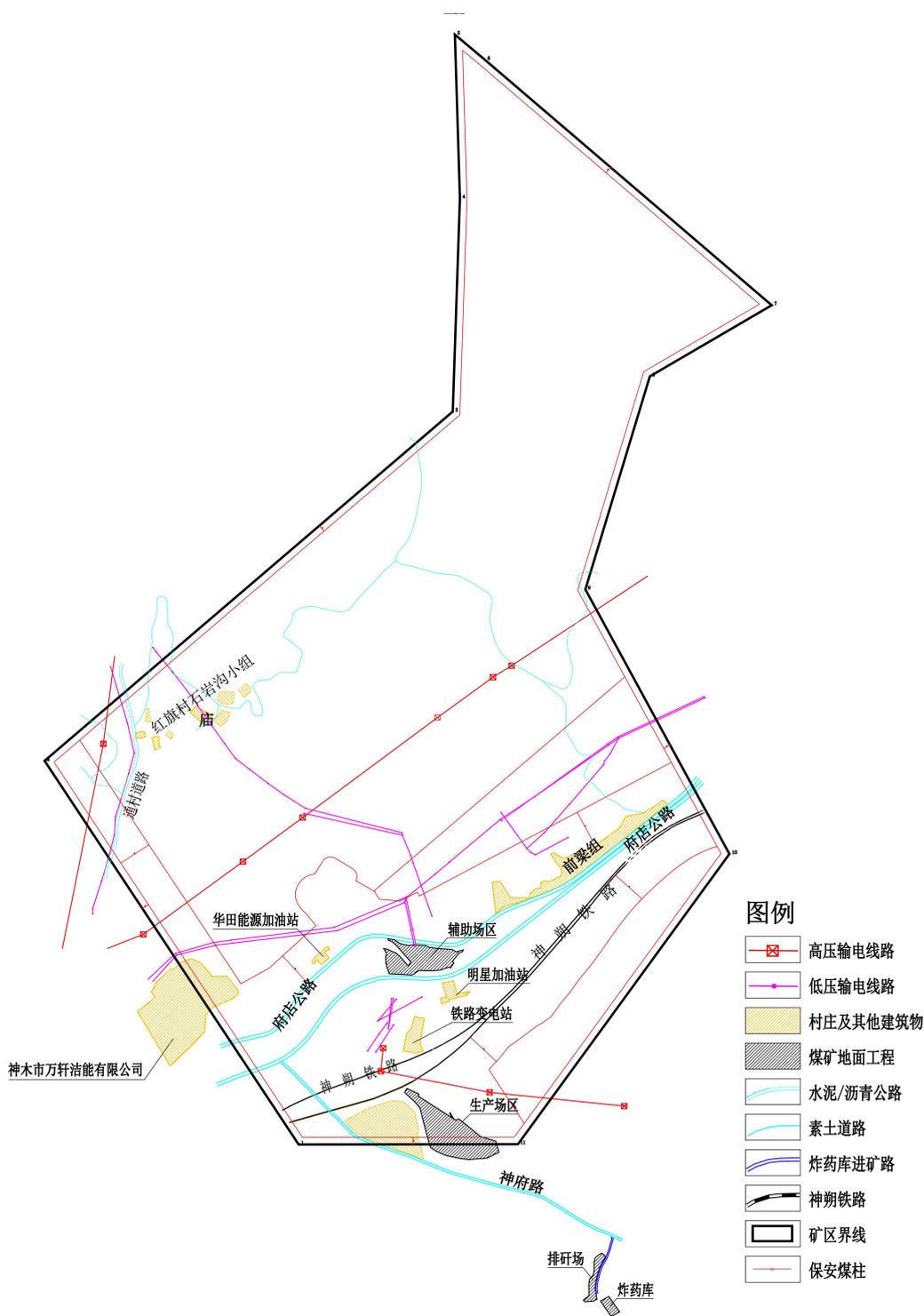


图 2.5-1 矿山及周边人类工程活动图

六、周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

（一）已公告《两方案》适用期工程部署情况

2019年2月，神木市前梁矿业有限公司委托陕西地矿九〇八环境地质有限公司编制了《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，方案于2019年6月公告（陕自然资公告（2019）19号），方案实施基准年为2019年，适用年限5年（2019年~2023年）。现上期《两方案》已到期，上期《两方案》部署工程量见表1.6-3。

原两方案适用期到期，榆林市自然资源局组织专家及相关人员对前梁煤矿适用期进行验收，由于2023年度矿山地质环境与土地复垦工程未进行验收，执行率较低。因此，在2024年神木市自然资源局组织专家及相关单位对2023年度矿山地质环境与土地复垦工程进行验收，2025年3月通过适用期验收，并开始编制新版《两方案》。

1、适用期内矿山地质环境保护与恢复治理工作部署

- （1）进行崩塌B1、崩塌隐患BY1防治工程；
- （2）地表变形监测点的设置及地表变形监测；
- （3）地下水、地表水监测点设置及水文监测；
- （4）对矿山地面塌陷区设置警示牌工程；
- （5）石岩沟组、范家沟废弃房屋拆除；

2、适用期内土地复垦工作部署

- （1）对排矸场进行土地翻耕、植被重建工程；
- （2）对旧工业场地进行拆除清理、土地平整、覆土、翻耕、土壤培肥；
- （3）对拆除后的居民点进行复垦，复垦为耕地（旱地），包括土地翻耕、土地平整、土壤培肥；
- （4）对整合前已有的3⁻¹煤层采空区进行裂缝填充、土壤剥覆、植被重建工程；
- （5）对一盘区3⁻¹煤层、4⁻³煤层、5⁻¹煤层开采后塌陷区治理，包括土壤剥覆、裂缝充填、植被重建工程；
- （6）对矿区进行原地表进行监测、土地损毁监测，对复垦后的林地、草地进行植被恢复监测；
- （7）对复垦后的林草地进行管护工程。

（二）已公告《两方案》适用期验收及年度验收情况

1、适用期验收情况

2025年3月11日，榆林市自然资源和规划局组织相关专家和相关部门代表，对神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案适用期（2019-2023年）工作进行现场验收，原《两方案》适用期已通过验收。

2、适用期年度计划部署情况

前梁煤矿根据《两案》、煤矿生产影响周边生态环境等现状，适用期内分别于2021年、2023年、2024年组织相关人员编制了《3-5年生态修复规划》、《2023年度计划》、《2023年度增补计划》。

1) 《3-5年生态修复规划》

2021年6月17日，神木市自然资源和规划局邀请有关专家及相关单位组成评审组，在神木市对陕西地矿九〇八环境地质有限公司编制、神木市前梁矿业有限公司提交的《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿生态修复规划设计书（2021~2023年度）》（以下简称《3-5年生态修复规划》）进行了评审，并出具了专家组意见。

2) 《2023年度计划》

2023年3月30日，神木市自然资源和规划局邀请有关专家组成评审组，在神木市对陕西地矿九〇八环境地质有限公司编制、前梁提交的《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿矿山地质环境保护与土地复垦2023年度治理计划》进行了评审，并出具了专家组意见。

3) 《2023年度增补计划》

《2023年度计划》编制后，由于矿山出现新的生态环境问题、当地村民治理意向变化等原因，导致《2023年度计划》部分项目出现变更、新增项目未纳入年度计划等情况。煤矿综合2022年接续项目、已纳入《2023年度计划》需变更项目、新增项目，对项目范围、成本、数量等进行调整和补充，编制了《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿矿山地质环境保护与土地复垦2023年度增补计划》（以下简称《2023年增补计划》）。

2024年6月15日，神木市自然资源和规划局邀请有关专家组成评审组，在神木市对陕西地矿九〇八环境地质有限公司编制、前梁提交的《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿矿山地质环境保护与土地复垦2023年度增补计划》进行了评

审，并出具了专家组意见。各年度年度计划部署工程见表 2.6-1。

3、年度验收情况

前梁煤矿自 2019 年 6 月《两方案》公示以来，煤矿积极开展工作，主要完成地质环境治理工程包括：采空区地裂缝填充治理工程、搬迁废弃地复垦工程、转龙湾护坡挡墙工程、转龙湾村灌溉工程、前梁村雨转龙湾村通村道路修复工程、进场道路治理工程、蔬菜大棚及配套工程等；复垦工程包括：采空塌陷区管护养护工程、蔬菜大棚及配套工程等。

前梁煤矿适用期内共验收 3 次，分别为 2021 年、2023 年、2023 年增补计划，全部通过验收，验收总金额 1480.38 万元。见表 2.6-1。

表 2.6-1 前梁煤矿各年度验收项目一览表

年度	序号	年度计划部署工程名称	已验收工程(项目)名称	验收总金额(万元)
2021 年度	1	采空沉陷区地裂缝填充工程	采空沉陷区地裂缝填充工程	192.95
	2	搬迁废弃地复垦工程	搬迁废弃地复垦工程	60.56
	3	监测工程	监测工程	65
	4	3-5 年生态修复规划编制	3-5 年生态修复规划编制	30
	5		前梁煤矿绿色矿山建设实施方案	30
	小计			
2023 年度	1	前梁煤矿 1503 工作面裂缝填充工程		
	2	转龙湾边坡治理工程	转龙湾护坡挡墙工程	233.2
	3	前梁村人居饮水工程		
	4	羊洞渠土地整治工程		
	5	前梁村蔬菜大棚建设项目工程		
	6	前梁煤矿 2023 年度监测工程	前梁煤矿 2023 年度监测工程	65
	7	2023 年度治理计划编制项目	2023 年度治理计划编制项目	15
	8		前梁煤矿 2022 年度监测工程	65
小计				378.2
2023 年增补计划	1	前梁煤矿 1502 工作面采空塌陷区治理工程	前梁煤矿 1502 工作面采空塌陷区治理工程	273.19
	2		前梁煤矿 1503 工作面裂缝填充工程	137.8
	3	前梁煤矿转龙湾村灌溉工程	前梁煤矿转龙湾村灌溉工程	82.6
	4	前梁村与转龙湾村通村道路修复工程	前梁村与转龙湾村通村道路修复工程	66.75
	5	神木市前梁煤矿 2022 年度 ZB、XSG1、XSG2、1501 工作面管护养护工程	神木市前梁煤矿 2022 年度 ZB、XSG1、XSG2、1501 工作面管护养护工程	25.73
	6	前梁煤矿蔬菜大棚及配套工程	前梁煤矿蔬菜大棚及配套工程	137.6
小计				723.67
合计				1480.38

2024 年前梁煤矿委托相关单位编制了《2024 年度矿山地质环境与土地复垦工程实施计划》，年度计划共部署了 5 项工程，目前年度工程已完工，未验收。年度部署工程见表 2.6-2。

表 2.6-2 前梁煤矿 2024 年度计划部署工程一览表

序号	项目名称	项目概算(万元)	备注
1	2024 年工作面裂缝填充工程	780.67	
2	维护电塔、电杆及线路项目	272.03	
3	矿山地质环境监测工程	58.62	
4	2024 年度治理计划	15	
5	矿山地质环境治理与土地复垦方案	28	
合计		1154.32	

（三）已公告《两方案》适用期完成治理工程效果分析

1、已完成治理工程概述

上期《两方案》公告以来，前梁煤矿按照《两方案》认真落实各项治理工程，包括不稳定地质体治理工程、土地复垦工程及监测工程（人工巡查），主要集中在地面工程场地、塌陷区等。

（1）已完成地质环境治理项目

1) 采空沉陷区地裂缝填充工程项目

本项目位于神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿井田范围内 XSG1、XSG2、ZB、1501 工作面。主要对工作面上裂缝采取人工或机械填充的方式进行治理。

主要治理措施为：先对工作面上现状裂缝进行分类，分为 6 种类型，分别采取不同的治理措施。

治理措施主要工序为：表土剥离与裂缝扩宽土方开挖、裂缝回填夯实、表土回覆与平整、绿化。共治理裂缝 112 条，合计长度为 14981m。工程质量满足设计要求。



照片 2.6-1 裂缝治理前



照片 2.6-2 裂缝治理后效果

2) 搬迁废弃地复垦工程项目

本工程分为工业广场西北侧 I 治理区、II 治理区复垦和新建道路 3 个单项工程，首先进行区内新建道路工程，其次建筑物拆除清理、覆土、土地平整、翻耕，土壤培肥，最后复垦复绿。I 治理区面积 3218.83m²，II 治理区面积 4649.11m²。依据设计，I 治理区复绿为有林地，栽植樟子松与柠条，因村民不让栽树，故此区域复绿为农耕地，撒播紫花苜蓿。II 治理区为农耕地与草地，撒播紫花苜蓿和沙打旺。见照片 2.6-3、2.6-4。



照片 2.6-3 治理前



照片 2.6-4 治理后效果

3) 前梁煤矿 1502 工作面采空塌陷区治理工程

2022 年对新开采的 1502 工作面进行裂缝填充治理。工程内容主要包括：裂缝开挖、裂缝回填、平整等。该项目于 2022 年 4 月 10 日开工，2022 年 10 月 14

日竣工，工期共 188 天，工作面共查明裂缝（群）154 条，单条裂缝长度 2-274m，总长度 17790m，宽度 5-85cm，最宽处约 85cm，深 0.12-14m。伴生裂缝及分支较多，长度 2-221m，宽 0.05-25m，深 0.12-8m，均为土质裂缝。裂缝跟踪填充共完成投资 273.19 万元，完成治理面积 25.29hm²，单位面积投资 7201.53 元/亩。



照片 2.6-5 治理前照片



照片 2.6-6 治理后照片

4) 前梁煤矿转龙湾护坡挡墙工程

项目位于前梁煤矿工业场地进场道路东侧，紧邻沟道东侧为耕地及居民区，因坡脚垮塌，堆积体淤塞沟道，严重威胁边坡坡脚通行车辆、行人安全及沟道行洪安全。不及时治理将直接威胁下方进场道路行人、沟道行洪安全。为消除边坡安全隐患，整洁美化矿区环境，前梁煤矿纳入《2023 年度计划》，对该边坡进行工程治理。工程内容主要包括：挡墙分部工程、沟道平整清理分部工程。

工程的实施符合省厅《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》、《神木市矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金和项目管理办法（暂行）》中对因矿山建设和开采引发、加剧不稳定地质体保护和治理恢复的支出的相关规定，且通过了 2023 年度验收。



照片 2.6-7 治理施工过程照片



照片 2.6-8 治理后照片

5) 前梁煤矿转龙湾村灌溉工程

项目符合《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》规定的基金使用范围。项目选址符合《神木市国土空间总体规划》，已避让生态保护红线、自然保护地等规划范围，依据《土地管理法》等相关法律法规，以生态优先，保护耕地、提高耕地质量为原则开展项目设计。项目实施前到自然资源部门、林草部门办理相关用地审批手续。

前梁煤矿矿区内黄羊城沟不能满足煤矿周边村民饮水及农耕灌溉的需水量，为了满足矿区周边村民的生产生活用水，改善农民生产生活环境，前梁煤矿纳入《2023 年度增补计划》，利用府店公路西侧水井作为取水水源，抽至后方坡体高位水池，通过管道供给前梁村居民生活、灌溉用水。项目通过了 2023 年度增补计划验收。



照片 2.6-9 治理施工过程照片



照片 2.6-10 治理后照片

6) 前梁村与转龙湾村通村道路修复工程

该项目位于前梁煤矿井田范围内，紧邻 G388 国道，为当地村民出行、生产的重要道路。根据现场调查，项目区道路路面为素土路面，坑洼不平，对村民的出行造成一定程度的影响。为了方便村民出行，提升矿区内人居环境，促进地方经济发展，改善地企关系，前梁煤矿纳入《2023 年度增补计划》，对通村道路进行提升改造，在原路面基础上硬化为混凝土路面。项目符合《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》规定的基金使用范围。



照片 2.6-11 治理施工过程中照片



照片 2.6-12 治理后照片

(2) 已执行的土地复垦项目

1) 前梁村蔬菜大棚建设项目

前梁村居民人均耕地面积少，以旱地为主，水浇地分布在沟边，耕地产出水平较低，为了解决前梁村居民及矿区吃菜难问题，将现有沟边旱地改造为蔬菜大棚，同时增加农民收入。

项目符合《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》规定的开发式治理基金使用范围。通过了 2023 年度增补计划验收。



照片 2.6-13 治理施工过程中照片



照片 2.6-14 治理后照片

2) ZB、XSG1、XSG2、1501 工作面管护养护工程

2022 年 4 月，前梁煤矿对 ZB、XSG1、XSG2、1051 工作面进行管护养护，项目规模 66.22hm²，涉及地类有旱地、灌木林地、其他林地、天然牧草地和其他草地。施工内容包括 2020 年~2021 年治理的采空区上耕地的土地复垦工程；林草地区的管护养护工程。完成土地翻耕面积 18.10hm²，土壤培肥面积 18.10hm²，

林地管护面积 26.41hm²，草地管护面积 21.71hm²。

（3）已执行的监测工程

2021 年、2022 年、2023 年煤矿均开展了监测工程。

1) 2021 年度

2021 年度主要工作量分为不稳定地质体监测、含水层监测、地形地貌景观监测、水土环境监测。

不稳定地质体监测共布设 99 处监测点（其中 3 处为自动化监测设备），每月一次监测记录；人工巡查 10 天监测一次，每月 3 次，每月形成巡查台账。

含水层监测共 1 处，每季度一次水位、水温、水质检测，年底形成监测台账。

地形地貌景观监测分为全井田航测与采空区低空航测：全井田航测本年度共 3 次，分年初、年中、年末；采空区低空航测为每月 1 次，年底形成监测台账。

水土环境监测为每季度一次，年底形成台账。见照片 2.6-15、2.6-16。



图 2.6-15 埋石桩监测点



图 2.6-16 地面塌陷自动监测点

2) 2022 年度

2022 年度主要工作量分为不稳定地质体监测、含水层监测、地形地貌景观监测、水土环境监测。

不稳定地质体监测共布设 114 处监测点（其中 7 处为自动化监测设备），每月一次监测记录；人工巡查 10 天监测一次，每月 3 次，每月形成巡查台账。

含水层监测共 1 处，每季度一次水位、水温、水质检测，年底形成监测台账。

地形地貌景观监测分为全井田航测与采空区低空航测：全井田航测本年度共 4 次，分年初、年中、年末；采空区低空航测为每月 1 次，年底形成监测台账。

水土环境监测为每季度一次，年底形成台账。

3) 2023 年度

2023 年除延续 2021、2022 年监测点外，另外在井田内布置了 GNSS 自动化

监测点 2 套、E 级 GNSS 控制点埋石 3 个、观测站控制埋石 9 个，52211 工作面观测点埋石 42 个等。

2、已公告《两方案》适用期治理工程完成情况说明

（1）已执行工程项目情况说明

根据上期两案适用期治理措施的部署情况，截止 2024 年 12 月共完成了石岩沟组、范家沟废弃房屋拆除复垦、采空区治理、排矸场复垦、林草地管护养护和检测工程等，已完成的治理措施均已通过 2021 年和 2023 年度验收，经验收组的现场调查与核实，通过治理措施对煤矿开采造成的损坏已得到修复，治理效果好，达到了预期的目标，这也为本次两案部署未来矿区内相同情况的治理措施提供了成功经验，见图 2.6-1、表 2.6-3。

（2）未执行工程项目情况说明

1) 旧工业场地复垦工程

原《两方案》近期 2019-2023 年部署旧工业场地复垦，由于旧工业场地改造扩建后，作为煤矿工业场地正在使用，因此未复垦。

2) 石岩沟组、范家沟组废弃房屋拆除

本工程分为工业广场西北侧 I 治理区、II 治理区复垦。I 治理区面积 3218.83m²，II 治理区面积 4649.11m²。由于协调问题，上一适用期内完成了部分房屋的拆除与复垦治理，治理面积约 0.78hm²，剩余未拆除、复垦部分面积约 0.49hm²，计划近期实施复垦工作。

（3）存在问题

对于采空塌陷裂缝应随采随治，但复垦工作应待沉稳后实施，为避免土地裸露，应采取穴播草籽等应急手段，提高土地覆盖度，避免水土流失。对于不稳定地质体应及时采取治理措施或警示，防止造成人员和经济损失。

3、后期监测工作部署及要求

（1）后期继续完成剩余监测工作，特别是后期实施人工巡查过程中，要完善和规范化监测记录表，根据调查情况真实填写监测数据，真正发挥人工巡查监测地质安全（边坡稳定性、采煤沉陷区）的作用，作为后期监测工作开展的依据。

（2）矿山企业应加强采煤沉陷地表自动化监测工作以及监测数据分析与整理；重视矿山地质环境治理、土地复垦工作全过程的监控。

（3）监测资料整理要求具有系统性和规范性。

4、适用期内地质环境与土地复垦取得的经验

通过对原《两案》部署工程进行治理，治理工程大部分完成效果良好，为后续工作积累了经验，具有良好的、长远的环境效益，促进矿区经济和社会的可持续发展。取得的经验：

（1）由于本煤矿为多层煤开采，塌陷区裂缝多次充填治理夯实，塌陷区治理主要包括裂缝填充、耕地翻耕培肥、林草地补植补栽等。其中裂缝填充的主要治理措施为：先对工作面上现状裂缝进行分类，然后采用不同的治理措施进行裂缝充填。经统计分析前梁煤矿已实施的工作面裂缝填充工程施工方法，总结如下：

1) 轻度损毁区：

①裂缝宽度为 0~2cm：以自然修复为主，不采取人工措施。②裂缝宽度为 2~5cm：采用人工修复，以人工夯实开挖土的方式进行回填夯实。③裂缝宽度为 5~15cm：采用人工修复，土方开挖采用人工分段开挖，以人工夯实开挖土的方式进行回填夯实。

2) 中度损毁区：

①裂缝宽度为 15~30cm：采用机械修复，土方开挖采用机械分段开挖，以机械夯实开挖土的方式进行回填夯实。②裂缝宽度为 30~50cm：采用机械修复，土方开挖采用机械分段开挖，以机械夯实开挖土的方式进行回填夯实。

3) 重度损毁区：

裂缝宽度为大于 50cm：采用机械开挖，土方开挖采用人工分段开挖，以机械夯实开挖土的方式进行回填夯实。对于大于 1m 裂缝要进行专项设计。

最终得出轻度区（裂缝宽度 $<0.15\text{m}$ ）每公顷裂缝充填量为 22.63m^3 ，中度区（裂缝宽度 $0.15\text{-}0.5\text{m}$ ）每公顷裂缝充填量为 298.05m^3 ，重度区（ $>0.5\text{m}$ ） 1896.19m^3 。

（2）适用期内（2019-2023 年）前梁煤矿对 1502 工作面进行裂缝充填工程，经统计分析，亩均投资约 7201.53 元。

（3）道路等地面附着物都存在损毁，需要定期进行人工巡查，并按原路面标准修复。

（4）根据样方调查结合现场调查，矿区范围内优势种乔木（杨树）；灌木（柠条）、草（紫花苜蓿）等乡土植物进行植被恢复。

表 2.6-3 上期《两方案》适用期（2019 年~2023 年）工程执行、验收情况表

年度	序号	工程分类	《两案》项目名称	主要工程内容	经费(万元)	执行情况	验收情况	验收项目名称	验收金额	情况说明	完成率
适用期合计											
年度小计					1456.06						
2019 年	1	矿山地质 环境治理	B1 崩塌治理	削坡（石方）、围挡栅栏；	26.93	已执行	未验收			根据专家意见，已将 B1 崩塌进行了治理，并且拆除了威胁的原废弃炸药库（炸药库已拆除清理、未复垦）	90%
	2		BY1 不稳定地质体治理	削坡（土方）、土方开挖、浆砌片石砌筑、砂浆抹面、植树种草	536.71	已执行	未验收			矿方已在 BY1 不稳定地质体处设置了警示牌并在日常工作中加强监测，目前已在新增方案中纳入实施治理工程	
	3		石岩沟组、范家沟组废弃房屋拆除	拆除废弃房屋	43.88	已执行	2021 年验收	搬迁废弃地复垦工程	60.56	本工程分为工业广场西北侧 I 治理区、II 治理区复垦。I 治理区面积 3218.83 m ² ，II 治理区面积 4649.11 m ² 。I 治理区复绿为农耕地，撒播紫花苜蓿。II 治理区为农耕地与草地，撒播紫花苜蓿和沙打旺。（由于协调问题，适用期内对石岩沟组和范家沟组部分房屋进行拆除复垦）	
	4		地质环境监测工程	设立地面沉陷变形监测点、设立警示牌；打水文井、设立水文监测点；	263.33	已执行	2021 年验收	监测工程	65	不稳定地质体监测共布设 99 处监测点（其中 3 处为自动化监测设备），每月一次监测记录；人工巡查 10 天监测一次，每月 3 次，每月形成巡查台账。 含水层监测共 1 处，每季度一次水位、水温、水质检测，年底形成监测台账。 地形地貌景观监测分为全井田航测与采空区低空航测：全井田航测本年度共 3 次，分年初、年中、年末；采空区低空航测为每月 1 次，年底形成监测台账。 水土环境监测为每季度一次，年底形成台账。	
	5	土地复垦	排矸场复垦	土地翻耕、植树种草	3.12	已执行	未验收			矿方自行进行简易复垦，适用期内将按照土地复垦规范进行复垦施工	
	6		搬迁后居民点复垦	土地翻耕、土壤培肥	4.74	已执行	2021 年验收	搬迁废弃地复垦工程	60.56	本工程分为工业广场西北侧 I 治理区、II 治理区复垦。I 治理区面积 3218.83 m ² ，II 治理区面积 4649.11 m ² 。I 治理区复绿为农耕地，撒播紫花苜蓿。II 治理区为农耕地与草地，撒播紫花苜蓿和沙打旺。（由于协调问题，适用期内对石岩沟组和范家沟组部分房屋进行拆除复垦）	
	7		旧工业场地复垦	建筑物拆除、表土回覆、土地平整、土地翻耕、土壤培肥；	8.92	未执行	未验收			已改造、扩建为工业场地，正在使用	
	8		3-1 煤层已有采空塌陷区治理	塌陷区地裂缝填充、表土剥离、表土回覆、土地平整、土壤培肥；植树种草、拆除废弃房屋。	155.51	已执行	2021 年验收	采空沉陷区地裂缝填充工程	192.95	共治裂缝 112 条，合计长度为 14981m	
	9		4-3 煤层开采塌陷区（1401~1403 工作面）治理	4-3 煤塌陷区地裂缝填充、表土剥离、表土回覆、土地平整、田坎修筑、土壤培肥；植树种草、受损道路修复；拆除废弃房屋。	27.69	已执行	2021 年验收	采空沉陷区地裂缝填充工程	192.95	开采接续发生变化，实际开采 1402 工作面	
	10		复垦监测	原地表状况监测；土地损毁监测。	0.26	已执行	2021 年验收	监测工程	65		
临时工程费+预备费+独立费用					384.97						
年度小计					334.82						
2020 年	11	矿山地质 环境治理	地质环境监测工程	地面沉陷监测、含水层监测；	57.00	已执行	2021 年验收	监测工程	65		100%
	12	土地复垦	3-1 煤层拟开采塌陷区	塌陷区地裂缝填充、表土剥离、表	266.48	已执行	2021 年验收	采空沉陷区地裂缝填充	192.95	开采接续发生变化，实际开采 1402 工作面	

		(1301 工作面)	土回覆、土地平整、田坎修筑、土壤培肥；植树种草、受损道路修复、拆除废弃房屋。				工程			
	13	复垦监测	土地损毁监测、植被恢复监测；	0.14	已执行	2021 年验收	监测工程	65	2021 年验收	
	14	排矸场林地管护	林地管护。	0.5	已执行	未验收			矿方自行进行简易复垦，适用期内将按照土地复垦规范进行复垦施工	
	临时工程费+预备费+独立费用			10.7						
2021 年	年度小计			566.02						
	15	矿山地质环境治理	地质环境监测工程	地面沉陷监测、含水层监测；	62.00	已执行	2021 年验收	监测工程	65	
	16	土地复垦	4-3 煤层（1404、1405 工作面）治理	塌陷区地裂缝填充、表土剥离、表土回覆、土地平整、田坎修筑、土壤培肥；植树种草、受损道路修复。	492.46	已执行	2021 年验收	采空沉陷区地裂缝填充工程	192.95	开采接续发生变化，实际开采 1501、1502 工作面
	17		复垦监测	土地损毁监测、植被恢复监测；	0.14	已执行	2021 年验收	监测工程	65	
	19		排矸场林地管护	林地管护。	0.5	已执行	未验收			矿方自行进行简易复垦，适用期内将按照土地复垦规范进行复垦施工
	临时工程费+预备费+独立费用			10.92						
2022 年	年度小计			349.78						
	20	矿山地质环境治理	地质环境监测工程	地面沉陷监测、含水层监测；	70.00	已执行	2023 年验收	2022 年度监测工程	65	
	21	土地复垦	5-1 煤层塌陷区（1509、1508 工作面）治理	塌陷区地裂缝填充、表土剥离、表土回覆、土地平整、田坎修筑、土壤培肥；植树种草、受损道路修复、拆除废弃房屋。	268.66	已执行	2023 年增补计划验收	前梁煤矿 1502 工作面采空塌陷区治理工程	273.19	开采接续发生变化，实际开采 1502 工作面
	22		复垦监测	土地损毁监测、植被恢复监测；	0.14	已执行	2023 年验收	2022 年度监测工程	65	
	23		排矸场林地管护	林地管护。	0.5	已执行	未验收			矿方自行进行简易复垦，适用期内将按照土地复垦规范进行复垦施工
	临时工程费+预备费+独立费用			10.48						
2023 年	年度小计			243.07						
	24	矿山地质环境治理	地质环境监测工程	地面沉陷监测、含水层监测；	78.00	已执行	2023 年验收	2023 年度监测工程	65	
	25	土地复垦	5-1 煤层塌陷区（1506、1507 工作面）治理	塌陷区地裂缝填充、表土剥离、表土回覆、土地平整、田坎修筑、土壤培肥；植树种草、受损道路修复、拆除废弃房屋。	154.01	已执行	2023 年增补计划验收	前梁煤矿 1503 工作面裂缝填充工程	137.80	开采接续发生变化，实际开采 1503 工作面地裂缝治理工程
	26		复垦监测	土地损毁监测、植被恢复监测；	0.14	已执行	2023 年验收	2023 年度监测工程	65	
	27		排矸场林地管护	林地管护	0.5	已执行	未验收			矿方自行进行简易复垦，适用期内将按照土地复垦规范进行复垦施工
	临时工程费+预备费+独立费用			10.42		已验收				

神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿 矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程治理成果汇总图

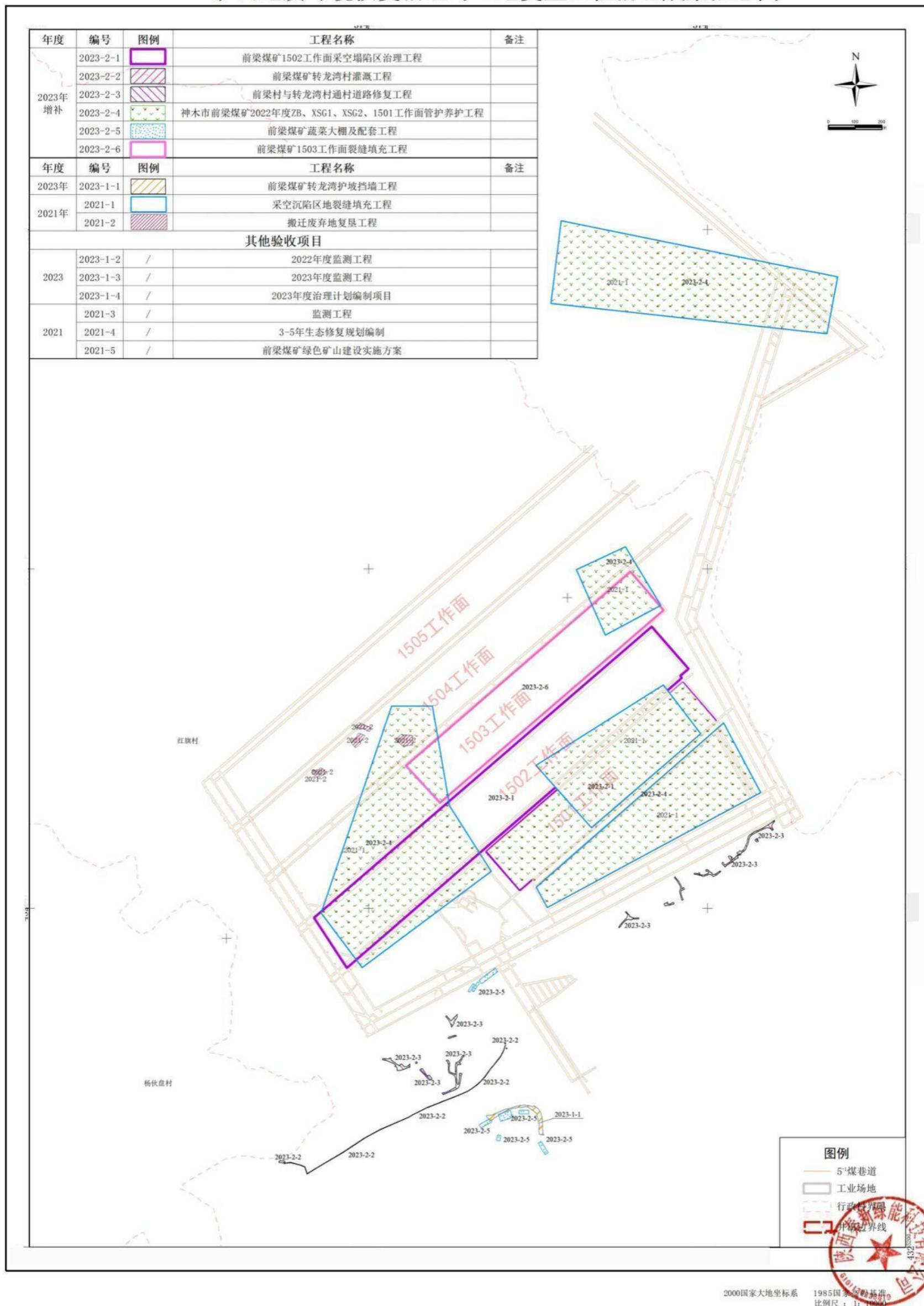


图 2.6-1 已完成及验收工程分布图

（四）周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

本方案以矿区周边的河畔煤矿为类比矿井，并参照前梁煤矿已实施的项目。河畔煤矿生产规模拟提升为 1.8Mt/年，该矿也为整合后开采煤矿，可采煤层为 3⁻¹、4⁻²、4⁻³、4⁻³ 和 5⁻² 煤层，已形成多煤矿开采的采空区，截至 2024 年底，该矿实施治理工程已使用基金接近 6000 万元，主要治理工程包括不稳定地质体治理、塌陷区治理、农村道路维修、地质环境监测项目等工程内容。该矿在地形地貌、开采煤层、开采方式、场地布置等方面与前梁煤矿相似，其治理工程为本矿提供可借鉴经验。

（1）不稳定地质体治理工程

河畔煤矿对工业场地南侧的 5 处不稳定地质体进行了治理，采取挂网喷浆、挡土墙与主动防护网等措施进行治理。目前边坡支护措施运行良好，有效的防止灾害发生。



照片 2.6-17 不稳定地质体治理后效果

（2）采空区治理工程

该矿对已开采的 4301、4302、4303、4304、4305、5201、5202 工作面塌陷区裂缝充填工程，主要为塌陷区裂缝充填、土地平整，栽植樟子松、臭柏等苗木。

（3）矿山地质环境监测工程

2022 年开始河畔煤矿主要开展的矿山地质环境监测内容包括地表变形监测、含水层、地形地貌景观、水土环境、土壤环境人工巡查监测工作。其成果为矿山生态修复提供先导性技术支撑。

（4）塌陷区通村道路修复工程

根据塌陷区通村道路损毁情况，对通村道路按原标准实施修复，水泥道路长度 842.33m，路基宽 6.6m，路面宽 6.0m；碎石道路长度 2263.16m，沿线种植樟子松 562 株。



照片 2.6-18 植被恢复实施后效果



照片 2.6-19 道路修复实施后效果

3、经验总结

通过本矿和河畔煤矿治理案例分析，总结了适合本矿实际的矿山地质环境治理与土地复垦经验。

(1) 保护利用好表土，重视表土剥离、贮存和回覆利用。

(2) 对出现的裂缝要及时填充，需要多次填充才能不再重现。

(3) 林草地复垦需选择适生的不同植被，树苗选用中小型的，便于运输、栽植。复垦后，要做好植被的管护，根据天气情况，及时补种、浇水等，提高植物成活率。

(4) 不稳定地质体的治理需由有相应资质的专业单位进行勘察、设计、施工，避免诱发二次威胁。

(5) 实施治理工程措施，要取得当地村民的支持，积极引导村民参与，要在村委会、当地政府的支持、配合下，才能够取得良好的效果。

(六) 绿色矿山建设情况

前梁煤矿 2021 年编制了《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿绿色矿山建设实施方案》，当年通过评审取得专家组意见，在资源综合利用、环境治理、科技创新、节能减排及矿区和谐建设等五个方面，煤矿按照该方案开展了绿色矿山建设的相关工作。

(1) 绿色矿山建设现状及存在问题

根据《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿绿色矿山建设实施方案》，矿山煤矿前期绿色矿山建设存在的主要问题是：矿区环境面貌改善、加强企业管理与企业形象、加强节能减排、建设科技创新与智能矿山、强化紫院开发方式。通过 2 年的绿色矿山建设工作，目前矿区绿化覆盖率提升明显，绿化面积明显增加，裸

露地表栽种了相应植被，标识标牌建设已经趋于完善，限速标识、指示标识等已完善，矿区环境面貌整体面貌已有较大改变。矿区生态恢复治理工程正在进行，对塌陷区采取了治理措施，并对裂缝、塌陷变形进行监测，深入开展了企业环境动态监测工作。在节能减排方面，煤矿建立了能耗核算体系、开展清洁生产审核工程。煤矿开展了绿色矿山相关的培训和宣传工作，绿色矿山理念逐渐深入人心，与周边社区和谐相传，开展了相应的帮扶活动，企地和谐。

煤矿已经按照《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿绿色矿山建设实施方案》开展了相应的针对性工作，目前，原煤入选率达到 100%，矸石等固体废弃物妥善处置率达到 100%，矿区绿化覆盖率达到 100%，职工满意度 95%，矿区群众满意度 95%。总的而言，煤矿按照《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿绿色矿山建设实施方案》的规划进行，绿色矿山建设取得了较大进步，但还有以下问题还需要注意：

①加强科研培训投入：完善科技创新制度保障和薪酬激励制度，通过技术人员在职进修、技改创新竞赛、行业先进技改经验交流学习培训等，多措并举，消化先进技术，开展技术创新、改造和推广活动。邀请技术专家定期对技术人员开展专业技能培训，对优秀技术创新个人或项目进行奖励，对职工出版发表文献、申请专利、技术创新及改进等方面提供支持和奖励。

②加强智能矿山建设工程：建立数字矿山模型，为下一阶段生产和技术管理工作奠定了基础；随之以后日常工作对该模型的更新和完善，矿山的资源数据将得到很好的管理，并具有很好的继承性，即使人员的流动也不会带来大的影响。

（2）重点工程

对比《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿绿色矿山建设实施方案》，分析目前煤矿绿色矿山建设现状，煤矿应积极按照实施方案，全面推进绿色矿山建设工作，重点放在科技创新与智能矿山建设、企业管理和企业形象建设方面，争取早日建成绿色矿山。煤矿应加强科技攻关，积极进行科技创新，着力于减人，提高矿井机械化水平，提升矿井信息化能力。建立产学研用协同创新体系，开展相应研究，提高资源回收率，绿色开采，减少对生态环境破坏。后续做好地质环境恢复治理工作，减少煤炭开采对于环境的影响。煤矿应继续不断深入宣传绿色矿山理念，使得绿色矿山建设理念深入人心，同时与地方社区和谐相处，保持企地和谐，做到“开矿一处，造福一方”。



照片 2.6-20 辅助场区



照片 2.6-21 生产场区

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

项目组在前期收集与分析《神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》、土地利用现状图、煤矿井上下对照图等资料的基础上，2025年3月12日~14日组织调查组赴现场进行矿山地质环境与土地复垦调查；2025年4月28日~4月29日编制组又对现场进行了复核。集中对辅助厂区、生产厂区、原炸药库、排矸场、含水层破坏、地形地貌景观影响、水土环境质量、土地资源（已损毁土地、拟开采区土地利用现状）等方面展开详细调查、实地测量、定位拍照和记录，调查了不稳定地质体发育情况及采空区地面塌陷情况。

（一）矿山地质环境调查概述

矿山地质环境调查主要包括地质环境调查、地形地貌调查、不稳定地质体调查、含水层调查、水土环境质量调查及人类工程活动调查。

地质环境调查点：主要对调查区内出露的地层岩性及各岩土体性质、控制性地质构造及其他地质现象进行了详细调查，分析其对不稳定地质体的控制及影响程度，本次共完成地质环境调查点18处。

地形地貌调查点：主要对区内的典型地貌分布情况进行调查，完成地形地貌调查点27处。利用无人机对辅助厂区、生产厂区、原炸药库、排矸场、开采区等进行调查并形成正射影像，共计形成全区正射影像1张、视频25min，照片165张。

不稳定地质体调查点：主要对区内发育的各类不稳定地质体进行调查，包括对原《两方案》中的不稳定地质体进行调查复核，对矿山建设及采矿活动可能引发、遭受的不稳定地质体进行调查，对采空区进行调查。经调查，评估区现状发育的不稳定地质体3处，其中地面塌陷1处、不稳定地质体2处。

含水层调查点：主要对矿区内的地下水监测井进行调查，对监测井的水位变化及水质、水量进行了解，共完成含水层调查点2处。

水土环境质量调查点：主要对矿井水，生产生活用水等进行水环境调查，对排矸场进行土壤环境调查，进而分析矿山建设及采矿活动对调查区内水土环境质量的影响程度，共完成水土环境质量调查点3处。

人类工程活动调查点：主要对调查区内重要的人类工程活动进行调查，包括

村庄、道路、周边企业、煤矿生产等，共完成人类工程活动调查点 8 处。

（二）土地资源调查概述

土地复垦工作调查包括土地利用现状调查、矿山地面工程调查、沉陷损毁土地调查、土壤剖面调查及公众参与调查访问等。

土地利用现状调查点：主要为煤矿范围内的所有二级地类：水浇地、旱地、园地、乔木林地、灌木林地、天然牧草地、采矿用地、特殊用地、公用设施用地等。对各地类进行了抽查，共完成土地利用现状调查点 44 处。

矿山地面工程（压占已损毁土地）调查点：主要为煤矿范围内地面建设工程压占损毁土地进行调查，调查内容包括辅助厂区、生产厂区、原炸药库、排矸场、道路及建筑物等，共完成矿山地面工程（压占已损毁土地）调查点 8 处。

土壤剖面调查：本次开挖了耕地、林地、草地等不同植被类型土壤的典型剖面，对土壤结构进行了分层并量取各层厚度，共完成土壤剖面调查点 3 处。

二、矿山地质环境影响评估

（一）评估范围和级别

1、评估范围

根据煤矿边界附近主采煤层上覆基岩、松散层厚度，考虑煤矿开采对地下水的影响范围和地面工程评估范围，计算采空区影响范围边界，最后确定评估范围。煤矿适用期内开采 5⁻¹ 号煤，5⁻¹ 号煤层厚度 2.61~3.87m，煤层埋深 127~185m，其中影响移动角按照基岩 75°、松散层 45°进行取值。经计算，采空区引起的地表变形影响半径为 55~79.74m。结合野外地质环境调查，考虑地面塌陷影响范围，从最安全角度出发确定评估范围在矿区范围的基础上向外扩 80m（煤柱边界距矿区边界 20m），调查范围在矿区范围的基础上外扩 130m。

由于排矸场、原炸药库、原炸药库道路位于矿区范围以外，南评估边界在矿区边界外扩 80m 的基础上适当外扩，包含完整的排矸场、原炸药库和原炸药库道路。最终确定评估区域由 22 个拐点组成，评估面积为 3.7540km²，评估边界拐点坐标见图 3.2-1、表 3.2-1。为了解评估范围外不稳定地质体发育情况，现场调查时，以评估范围为基础，向外再扩展 50m，局部调整，调查面积为 4.2891km²。

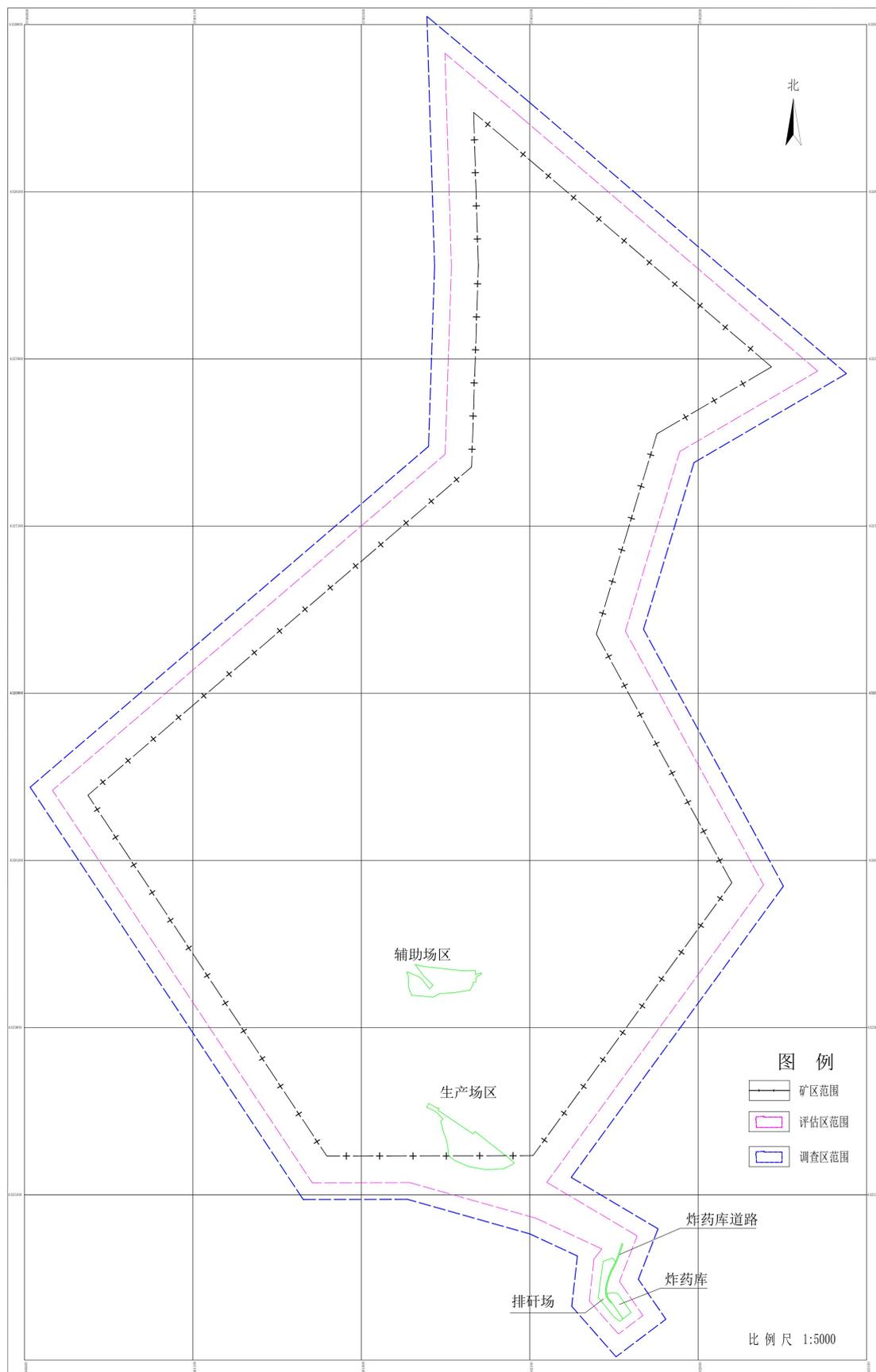


图 3.2-1 评估区范围示意图

表 3.2-1 评估边界拐点坐标表

点号	X	Y	点号	X	Y
1	*****	*****	12	*****	*****
2	*****	*****	13	*****	*****
3	*****	*****	14	*****	*****
4	*****	*****	15	*****	*****
5	*****	*****	16	*****	*****
6	*****	*****	17	*****	*****
7	*****	*****	18	*****	*****
8	*****	*****	19	*****	*****
9	*****	*****	20	*****	*****
10	*****	*****	21	*****	*****
11	*****	*****	22	*****	*****

注：2000 国家大地坐标系。

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。

（1）评估区重要程度

评估区内的村庄仅涉及前梁村，由前梁村组、范家沟组和石岩沟组三个组构成。其中，石岩沟组和范家沟组已经整体拆迁，村民已经全部搬出，前梁村组位于保护煤柱范围内。评估区东部存在府店一级公路，公路沿评估区南西—北东向穿过。评估区东部存在神朔铁路，铁路沿评估区南西—北东向穿过。评估区内无自然保护区、重要旅游景点。评估区无重要水源地。采空区塌陷破坏耕地、林地、草地。根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录 B，确定评估区属重要区。

（2）矿山生产建设规模

前梁煤矿生产规模 60 万吨/年。根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》中附录 D “矿山生产建设规模分类一览表”，确定本矿山生产建设规模为中型煤矿。

（3）矿山地质环境复杂程度

根据地下水、矿床围岩与工业广场、地质构造、不稳定地质体、采空区、地形地貌情况，按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T

0223-2011) 附录 C 表 C.1 列出上述条件的复杂程度, 依据就高不就低的原则, 确定评估区的地质环境条件复杂程度, 评估区地质环境条件复杂程度评定见表 3.2-2。

表 3.2-2 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	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，地下水采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏。	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，矿坑正常涌水量大于 3000-10000m ³ /d，地下水采矿和疏干排水容易造成周围主要充水含水层破坏。	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，地下水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。	简单
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。	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。	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。	简单
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。	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。	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	现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多，危害大。	现状条件下原生地质环境问题的类型较多，危害较大。	现状条件下原生地质环境问题的类型少，危害较小。	中等
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。	采空区面积和空间较大，重复开采较少，采空区部分得到有效处理，采动影响较强烈。	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。	中等
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	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	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	中等

序号	复 杂	中 等	简 单	判定级别
	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。	水，地形坡度一般大于 20°-35°，相对高差较大，地面倾向与岩层倾向多为斜交。	水，地形坡度一般大于 20°，相对高差小，地面倾向与岩层倾向多为反交。	
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。			

因此，该煤矿矿山地质环境条件复杂程度为**中等**。

(4) 评估级别确定

评估区为重要区，中型煤矿，矿山地质环境条件中等，根据《矿山地质环境保护与恢复治理编制规范》评估级别分级表（表 3.2-3），确定本矿山地质环境影响评估级别为**一级**。

表 3.2-3 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

(二) 矿山不稳定地质体现状分析与预测

1、详查报告、风险评价报告中不稳定地质体分布情况

经整理分析《陕西省神木市地质灾害详细调查报告》（陕西省地质环境监测总站，2014 年 12 月）、《陕西省神木市地质灾害风险调查评价报告》（陕西科睿斯达环境科技有限公司，2021 年 6 月），评估区为地质灾害高易发区，地质灾害风险性中等。

根据《榆林市地质灾害防治“十四五”规划（2021~2025）》、《榆林市地质灾害风险大核查报告》、《神木市地质灾害风险调查评价报告》、《神木市地质灾害防治“十四五”规划（2021~2025 年）》可知，前梁煤矿矿区内无在册灾点分布。

2、上一版《两方案》不稳定地质体分布情况

2019年编制的《两方案》中有4处不稳定地质体，其中地面塌陷1处（T1），崩塌1处（B1），崩塌隐患2处（BY1、BY2），具体情况见表3.2-4。

表 3.2-4 上版方案不稳定地质体现状情况对照表

编号	位置	形成时间	规模	威胁对象	危险性	现状情况
地面塌陷 T1	矿区中部	2000-2010年	0.84hm ²	威胁当地村民农耕活动及田间小路	小	原前梁镇办煤矿开采3 ⁻¹ 煤层造成，2021年已治理并验收
崩塌 B1	原炸药库场地南侧	/	小型	威胁原炸药库的安全	小	2025年4月已治理，原炸药库已拆除，未验收，现状无威胁对象
崩塌隐患 BY1	生产场区东北部	/	小型	威胁生产场区安全	中等	未治理，纳入本方案进行治理
崩塌隐患 BY2	辅助场区北部	/	小型	威胁副井口安全	中等	相关部门已治理，纳入本方案进行监测

3、本方案不稳定地质体现状评估

上版《两方案》中叙述的4处不稳定地质体，其中T1塌陷2021年已治理，2021年已验收，B1不稳定地质体2025年4月已治理，原炸药库已拆除，未验收，现状无威胁对象，本方案不再赘述。

根据现场调查，本次新发现1处地面塌陷（T2）。故本方案只对上版《两方案》中2个不稳定地质体（BY1、BY2）和新发现1处塌陷地（T2）进行叙述，具体情况见表3.2-5，不稳定地质体分布见图3.2-2。

表 3.2-5 评估区不稳定地质体基本情况表

编号	位置	形成时间	规模	威胁对象	危险性	影响程度
地面塌陷 T2	矿区西部	2023年11月-2024年12月	0.4270km ²	塌陷区上方输电线路及乡村道路	小	较轻
不稳定地质体 BY1	生产场区东北部	/	小型	威胁生产场区安全	中等	较严重
不稳定地质体 BY2	辅助场区北部	/	小型	威胁副井口安全	小	较轻

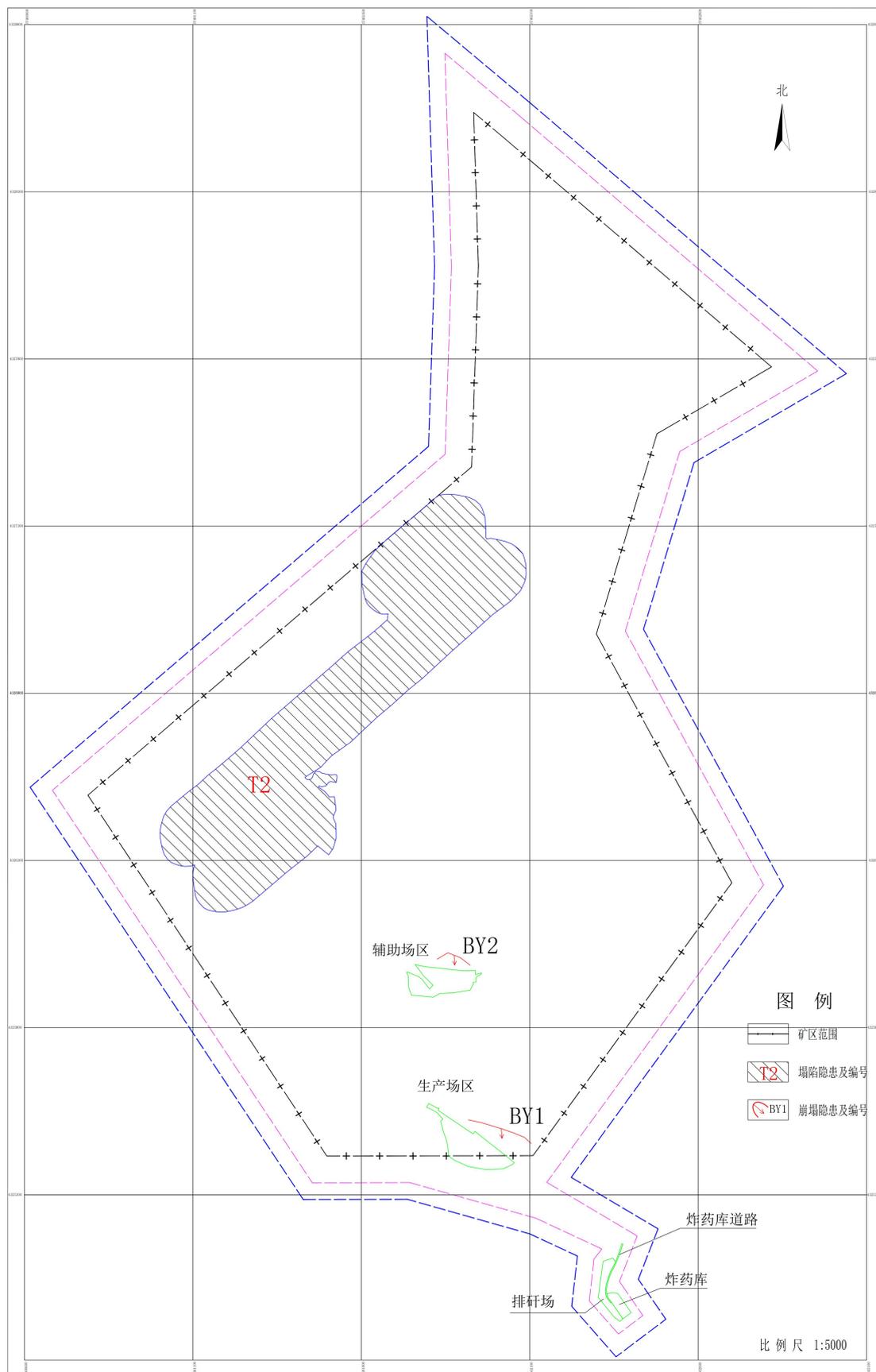


图 3.2-2 评估区不稳定地质体现状分布图

①地面塌陷（T2）

T2 地面塌陷分布矿区东南部，该采空塌陷区面积 0.4270km²，属中型地面塌陷，为矿山开采 5⁻¹ 煤 1503、1504、1505 工作面形成，开采方式为地下开采，采用综合机械化采煤法。其中 5⁻¹ 煤层厚度 2.61~3.87m，煤层埋深 127~185m，平均 3.50m，平均开采深度 182m 左右。煤层顶底板多以砂质泥岩及粉砂岩为主，属中等稳定较差顶板。煤层底板标高在+1020m~1060m 之间，采空区地面为黄土梁峁区，土地类型以草地、林地为主，局部分布有耕地。

该采空区形成于 2023 年 11 月~2024 年 12 月，其中 1503、1504 工作面形成于 2023 年 11 月~2024 年 9 月，现已基本稳沉，处于缓慢变形阶段，1505 工作面形成于 2024 年 10 月~2024 年 12 月，剧烈变形期已过，处于轻微变形阶段。根据现场调查，煤矿已对其进行了治理，现状调查未发现裂缝。该区域地面主要分布乡村道路、输电线路，无其它建设工程；土地类型为耕地、林地和天然牧草地等。现状评估认为 T2 发育程度小，危害程度小，现状评估地面塌陷(T2)危险性小，对矿山地质环境影响程度较轻（照片 3.2-1）。



照片 3.2-1 综采区（地面塌陷 T2）

②不稳定地质体（BY1）

分布位置及特征：位于生产区东北侧（照片 3.2-2），边坡走向 140°，坡度 60~70°，局部近直立。该斜坡为土质边坡，组成物质为中更新统离石黄土，高度约 40m，宽度约 300m，厚度 2m，体积约 2.4 万 m³。微地貌为陡坡，坡面土体局部裸露，大部分被草木、灌木、零星乔木覆盖，属小型土质不稳定地质体。

形成原因：为平整场地、开挖坡脚所形成的高边坡；坡体表层节理、裂隙较为发育；降水、机械振动、风化作用及自身重力等作用下易掉块。

威胁对象：生产场区安全。

危险性评估：该不稳定地质体现状稳定性较差，危险性中等。



照片 3.2-2 不稳定地质体 BY1 现状照片

③不稳定地质体（BY2）

分布位置及特征：位于辅助场区北部（照片 3.2-3），边坡走向 160°，坡度 60~70°，局部近直立。该斜坡为土质边坡，组成物质为中更新统离石黄土，高度约 25m，宽度约 100m，厚度 2m，体积约 0.5 万 m³。微地貌为陡坡，坡面土体局部裸露，大部分被草木、灌木、零星乔木覆盖，属小型土质不稳定地质体。



照片 3.2-3 不稳定地质体 BY2 现状照片

形成原因：为修筑府店公路开挖坡脚所形成高边坡；坡体表层节理、裂隙较为发育；降水、冻胀、汽车和机械震动作用下，土地易滑落。

威胁对象：副井口安全。

危险性评估：相关部门已对此处不稳定地质体进行了削坡，坡体较稳定，偶有零星岩石碎块滑落，该不稳定地质体现状稳定，危险性小。

4、不稳定地质体影响预测评估

（1）地面建设工程遭受或引发不稳定地质体危险性预测评估

矿山建设工程主要有辅助场区、生产厂区、原炸药库及原炸药库道路。目前矿山建设工程已形成，设施较为齐全，满足生产及生活需要，后期无较大规模的地面建设活动。

1) 地面建设工程遭受不稳定地质体危险性预测评估

①辅助场区地遭受不稳定地质体危险性预测评估

辅助场区位于矿区中南部，黄羊城河沟内。场区为典型的沟谷地面，地形较为开阔，地势平坦。辅助场区南部两侧紧邻府店公路，黄羊城河从场区中部通过。

场区公路北侧遭受 BY2 不稳定地质体威胁，距离辅助场区约 50m，主要威胁副井口安全，为修筑公路开挖坡脚形成的高陡边坡。相关部门已经对此处边坡不稳定地质体进行了削坡，坡体较为稳定，偶有零星岩石碎块滑落，预测评估辅助场区遭受 BY2 不稳定地质体危险性小，影响程度较轻。

辅助场区留有保护煤柱，远离采空区地面塌陷影响范围，预测评估其遭受采空区地面塌陷灾害的可能性小，影响程度较轻。

②生产场区地遭受不稳定地质体危险性预测评估

生产场区主要遭受 BY1 不稳定地质体的威胁，场区位于 BY1 不稳定地质体西南侧，距离约 1~5m，由于坡脚切割严重，临空面约 3~5m，坡脚裸露，无防护措施，缺乏缓冲空间。预测评估生产场区遭受 B2 不稳定地质体危险性中等，影响程度较严重。

生产场区位于井田边界处，远离采空区地面塌陷影响范围，预测评估其遭受采空区地面塌陷灾害的可能性小，影响程度较轻。

③原炸药库及原炸药库道路遭受不稳定地质体危险性预测评估

原炸药库及原炸药库道路位于前梁煤矿矿区范围外，现状原炸药库已拆除，原方案 B1 不稳定地质体已治理，现状无不稳定地质体，预测评估原炸药库及原

炸药库道路遭受不稳定地质体的可能性小，危险性小，影响程度较轻。

2) 地面建设工程引发不稳定地质体危险性评估

本矿山地面设施已建成，工业场地建筑及配套设施齐全，已基本满足矿山生产需要，后期无较大工程的建设活动，预测评估地面建设工程引发不稳定地质体的可能性小，危险性小，影响程度较轻。

(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地裂缝、滑坡和不稳定地质体等不稳定地质体，可能造成地面建（构）筑物损坏、威胁人员或财产。

1) 地面塌陷值预测

根据煤矿煤层赋存条件、采煤方法及工艺等条件，以及《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》中所列预计方法，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：

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

$$\text{最大倾斜值： } i_{\max} = W_{\max} / r, \text{ mm/m}$$

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

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

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

$$\text{影响半径： } r = H / \text{tg} \beta, \text{ m}$$

上式中： M —煤层开采厚度，m；

H —煤层埋藏深度，m；

α —煤层倾角，为 1° ；

r —开采影响半径，m；

q —下沉系数；

b —水平移动系数。

根据煤矿及周边煤矿开展的地表岩移观测成果及神府矿区经验值最终确定有关计算参数如下：

采动的下沉系数为： $q=0.78$

水平移动系数： $b=0.30$

初次采动影响角正切： $\text{tg} \beta=2.15$

煤矿适用期开采 5^{-1} 煤1505~1510共6个工作面。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，开采区各变形指标数据见表 3.2-6，地面塌陷等值线图见图 3.2-3。

表 3.2-6 开采区地面塌陷、倾斜、移动和变形值预测表

煤层	采厚(m)	下沉值 $W_{cm}(mm)$	倾斜 i_{cm} (mm/m)	曲率 K_{cm} ($10^{-3}/m$)	水平移动 $U_{cm}(mm)$	水平变形 $\varepsilon_{cm}(mm/m)$	r(m)
5 ⁻¹ 煤	2.61~3.87 3.50	1618~2399 2170	24.99~37.06 33.52	0.59~0.87 0.79	485~720 651	11.40~16.90 15.28	55~79.74

由统计结果可以看出，5⁻¹煤层地表最大下沉值为 2399mm，最大倾斜值为 37.06mm/m，最大水平变形值为 720mm，最大曲率值为 $0.87 \times 10^{-3}/m$ ，最大水平移动值为 16.9mm/m。地下煤层全部开采后，地表还会出现地表裂缝、漏斗状流沙口和塌陷坑。地表裂缝和塌陷坑的形成时间和范围与井下采掘工作面的布置及推进速度、距离密切相关。地表沉陷的影响范围受煤层厚度、上覆岩层的厚度、岩性、移动角和边界角影响。根据本井田的地质特征及开采条件，结合国内同类矿井的经验参数计算确定，地面塌陷地面影响范围为矿区开采边界向外延约 80m。

2) 引发不稳定地质体的类型、范围和时间

矿区地形地貌主要为黄土梁峁和沟谷地貌，随着煤矿开采，采空区的形成与扩大，引发地面塌陷，塌陷过程在矿界煤柱、大巷煤柱、采空区等煤柱边界一带可能发生台阶下沉、伴生地裂缝等，局部地面建筑物也可能发生裂缝、倒塌，形成不稳定地质体。

地表变形在时间上与井下采掘工作面的推进速度、距离等密切相关，一般当回采工作面自开切眼开始向前推进的距离相当于 $1/4H$ （ H 为平均采深）时，开采影响即波及到地表，引起地表变形。地表移动的延续时间（ T ）可根据下式计算：

$$T=2.5H。 (d)$$

$H。$ ：平均采深，m；

井田 5⁻¹煤层埋深在 127~185m 之间，平均埋深 148m。用上述公式计算得 5⁻¹煤层的地表移动变形延续时间约为 318~463 天，平均延续时间约为 370 天。时间段分配上，初期剧烈变形，中期缓慢变形，晚期相对稳定。

通过实地调查,结合裂缝调查台账,开采5⁻¹煤理论最大下沉值2399mm,实际最大沉陷值为2~3m,通过比较,理论沉陷值与实际沉陷值接近。工作面开采地表移动变形基本符合沉陷的一般特征,本次预测结论中,地面塌陷持续时间、沉陷深度及规律等与上期《方案》适用期内监测结论基本一致,因此预测结论较为可信。

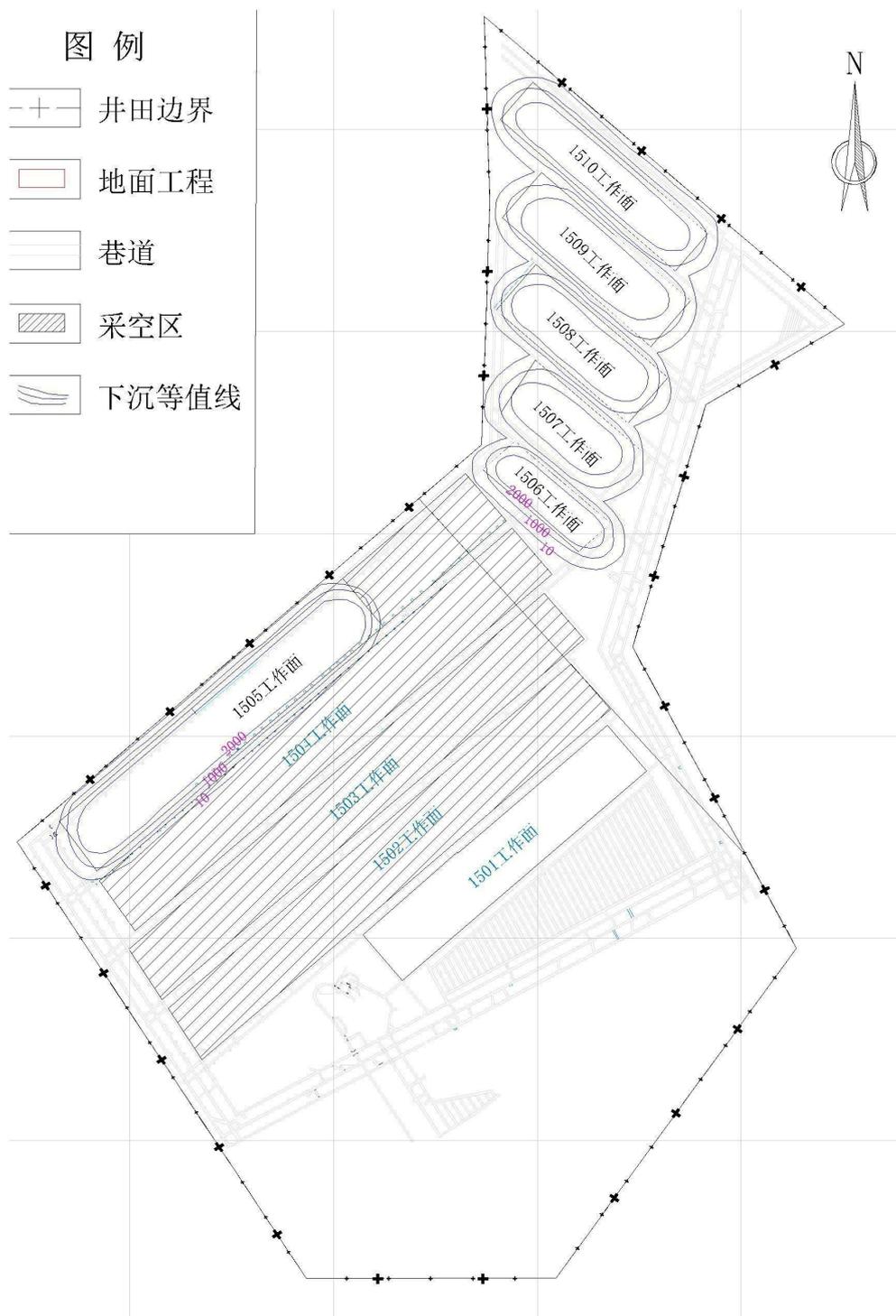


图 3.2-3 5⁻¹煤下沉等值线图

3) 采矿活动引发影响程度预测

①采矿活动引发输电线路损坏预测评估

高压输电线路：矿区南部东西向分布一条高压输电线路，未留设保护煤柱，采矿活动可能影响到线路塔基，造成塔基倾斜，预测采矿活动对其危害程度中等，危险性中等，**影响程度较严重**。

低压输电线路：地面塌陷和裂缝对输电线路基座可能破坏较严重，影响正常使用。预测采矿活动对其危害程度中等，危险性中等，**影响程度较严重**。

②采矿活动引发道路损坏预测评估

开采区内的道路均为简易公路和土路，煤层开采后，地面塌陷将造成路面下沉、局部开裂，影响行人、车辆正常通行，但因简易公路和土路行人、车辆稀少，为一般性小规模设施，预测对其造成的危害程度小，危险性小，**影响程度较轻**。

③采矿活动引发地面工程影响预测评估

辅助场区、生产场区、府店公路、神朔铁路、飞龙加油站、前梁加油服务区等地面建筑均位于保护煤柱范围之内，远离采空区地面塌陷影响范围，预测采矿活动对其危害程度小，危险性小，**影响程度较轻**。

（三）含水层影响现状分析与预测

按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》要求，本方案重点关注、评估具有供水意义和直接充水含水层受影响程度。

1、开采区含水层现状评估

（1）含水层结构、水位

前梁煤矿目前正在开采 5⁻¹ 号煤层，据矿方提供资料，矿井正常涌水量为 10.88m³/h（261.12m³/d），根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）附录 E，对含水层的**影响程度较轻**。

前梁煤矿 2019 年实施一口地下水监测井（编号 SM082，井深 100.5m），位于工业广场门口，监测层位侏罗系中统延安组裂隙承压含水层。根据 2022 年 1 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日监测数据分析知，最小水位 1014.44m 出现在 2024 年 12 月 10 日。通过监测数据分析得出，总体水位下降 3.59m，采煤活动对地下水位**影响程度较严重**。

（2）含水层水质现状

煤矿 2024 年对地下水进行取样监测。由陕西地矿第二工程勘察院检验检测

有限公司进行样品检测，取样位置为监测井，取水样 1 件，检测项目包括游离 CO₂、总硬度、溶解性总固体、pH 值、耗氧量等。各检测因子均满足《煤炭工业污染物排放标准》（GB 20426-2006）要求。见表 3.2-7。

延安组含水层被沟通后，各含水层地下水水质混合，汇流向工作面，经煤矿排水设备排出地表，通过矿井水处理站达标处理后全部回用，但各主要充水含水层的水质本身未发生改变，因此煤矿开采对含水层水质影响程度较轻。

表 3.2-7 水质检测结果表

样品名称	地下水				
样品数量	1 件				
序号	检测项目	单位	检测结果	标准限制	评价结果
1	游离 CO ₂	mg/L	0.62	/	合格
2	总硬度	mg/L	104.6	450	合格
3	溶解性总固体	mg/L	169	1000	合格
4	pH 值	/	8.30	6.5~8.5	合格
5	耗氧量	mg/L	1.06	3	合格
样品状态	无色、无味、透明				
注：此表数据来源于陕西地矿第二工程勘察院检验检测有限公司检测报告。					

2、含水层预测评估

(1) 开采区含水层结构影响程度预测

1) 采煤工作面三带高度计算

针对区内可采煤层 5⁻¹ 煤开采后，其上覆岩层移动变形对主要含水层和地表水的影响进行预测评估。

根据《保水采煤技术规范》（DB61/T 1295-2019），导水裂隙带高度可选以下经验公式计算：

A、采高小于 3.0m，采用 GB12719、安监总煤装[2017]66 号推荐的经验公式：

$$H_{Li} = 20 \sqrt{\sum M} + 10$$

式中：

H_{Li}—导水裂隙带最大高度（m）

∑M—累计采厚（m）

B、采高 3.0~6.0m 时，导水裂隙带高度可采用如下经验公式：

$$HL = (22 \sim 28) M$$

式中：

HL—导水裂隙带高度（m）；

M—煤层开采厚度（m）；

C、采高大于 6.0m 或重复采动时，在探测数据基础上，多种方法综合确定。

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) 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

导水裂隙带发育高度计算结果见下表 3.2-8。

表 3.2-8 导水裂隙带高度预测结果表

煤层	最大采厚（m）	最大导水裂隙带高度（m）
5 ⁻¹	3.87	49.34

根据预测结果，本矿可采煤层 5⁻¹ 煤埋深在 127~185m。由表 3.2-6 预测可知，5⁻¹ 煤层最大导水裂隙带高度 49.34m。

②导水裂隙沟通范围

根据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》煤柱留设计算公式，结合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 72°。

经计算，5⁻¹ 煤工作面导水裂隙沟通范围为采空区外约 16.03m。沟通区内含水层结构破坏，水位下降，影响程度较严重。

③导水裂隙降落漏斗范围

降落漏斗分布范围根据邻近钻孔抽水试验数据计算，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。

水位降取 3.59m（数据来源工业广场地下水监测井），渗透系数取 0.00122m/d。

经计算，适用期工作面开采后，降落漏斗影响范围为导水裂隙沟通区外约 1.25m。降落漏斗范围内含水层水位下降，影响程度较严重。

④含水层结构、水位影响预测评估

适用期开采 5⁻¹ 煤共 6 个工作面，5⁻¹ 煤层导水裂隙带将在局部区域超过煤层上覆基岩厚度，煤层开采后导水裂隙最大高度 49.34m，导水裂隙将破坏侏罗系

中统延安组砂岩裂隙含水层，最终沟通至延安组顶部相对隔水层，含水层结构破坏，水位降至煤层底板，影响程度较严重。

3) 对村民生产生活用水影响预测评估

当地前梁村村民及工业场地生活用水主要来源于井水，水源来源于第四系全新统冲积含水层，此含水层富水条件弱，但吃水井均在黄羊城河沟谷内打井，地势低洼，处于地下水径流排泄地段，具有一定的汇水面积，且傍河取水，根据走访调查，井水能够满足当地饮水需求。吃水井位于公路、铁路保护煤柱范围以内，远离开采盘区，预测煤层开采对生产生活用水影响较轻。

(2) 含水层水质影响预测评估

煤层开采中，被导水裂隙带影响到的各含水层地下水合并渗漏形成矿井水，成为混合水质。当进入采掘巷道后，受到井下开采的影响，使水质受到影响，增加了水体悬浮物和 COD 的含量。但主要充水含水层的水质本身未发生改变，而且大部分矿井水进入矿井水处理站达标处理，全部回用，因此，对含水层水质影响程度较轻。

总体上，含水层预测评估影响程度较严重。

(四) 地形地貌景观影响现状分析与预测

1、现状评估

地形地貌景观监测主要是通过卫星影像进行监测。通过每年两次对全矿区植被覆盖等情况的监测，了解矿区植被及生态环境现状，从宏观进行生态修复指导。

前梁煤矿从 2021 年开始连续 4 年利用无人机对地形地貌进行监测，主要监测植被覆盖图、地形坡度等变化情况（图 3.2-4）。

(1) 地面建设工程对地形地貌景观的影响现状评估

矿区原始地表被第四系黄土及风积沙所覆盖，地形特点为南北高中间低，地貌单元分为黄土梁峁和沟谷地貌两大类，以黄土梁峁区为主。地面建设工程对地形地貌景观造成了不同程度的影响。现分析如下：

1) 辅助场区

辅助场区位于黄羊城河沟谷内，该处沟谷地形开阔。场区东南侧山坡进行切坡工程，切坡高度 15m，切坡处采用浆砌块石与人工植树相结合的护坡型式，坡体上设置有排水沟，场地采用混凝土硬化坡体植被绿化良好，切破土方工程量较小，没有填方高边坡，局部改变了原始沟谷地貌。黄羊城河道从场区中部穿过，

修建有防洪堤和防洪墙，河道内堆砌大量弃渣、弃石，局部改变了河流阶地地貌。

辅助场区紧邻府店公路，在矿区内主要公路可视范围内，对原生地形地貌景观影响大。现状评估辅助场区对地形地貌景观**影响程度严重**。

2) 生产场区

生产场区位于范家沟沟谷内，该处沟谷开阔，沟谷面宽约 200m 左右。场区建设对场地西北侧山坡进行切坡工程，切坡高度 5~15m，切坡处暂没有防护工程，土方工程量小，没有填方高边坡。生产场区由于工业场地建设规模及影响范围较大，经过土地平整，改变了原生地形地貌景观，现状评估生产场区对地形地貌景观**影响程度严重**。

3) 原炸药库场地

原炸药库场地生产场区东南方向约 580m 处一山沟内。原炸药库场地地表开挖严重，地表切坡高度约 10m，坡体近似直立，坡面岩性破碎，但现状原炸药库已拆除，煤矿对场地进行了平整复垦，现状评估原炸药库场地对地形地貌景观的**影响程度较轻**。

4) 其他建设工程

原炸药库道路、辅助场区进场道路建设在黄土沟谷地貌平坦处，充分利用原有地形地貌，开挖土方量小，工程建设规模小，不会对原生地形地貌景观影响产生较大影响。现状评估对地形地貌景观**影响程度较轻**。

(2) 采矿工程对地形地貌景观的影响现状评估

前梁煤矿适用期开采 5⁻¹ 煤层，采用长壁综采采煤法开采，全部垮落法管理顶板。据现场调查，开采产生的塌陷对地面标高产生了一定的影响，随地面塌陷产生的地裂缝，影响了原生地貌的地形连贯性，主要表现为工作面中部地面陷落、工作面边缘附近地表的落差或阶梯式落差，最大落差 50cm 左右，地面塌陷引起局部地段原始地形坡度的变化，但对整体地形地貌影响不大，对地形地貌景观**影响程度较轻**。

总体上，地形地貌景观现状评估**影响程度严重**。



图 3.2-4 矿区范围正射图（2025 年 4 月）

2、地形地貌景观预测评估

1) 地面建设工程对地形地貌景观的影响预测评估

前梁煤矿地面工程均已全部建成，后期无新建工程，预测地面建设工程对地形地貌景观影响程度较轻。

2) 采矿工程对地形地貌景观的影响预测评估

由地面沉陷预测可知，全井田煤层开采后，预测最大沉陷值为 2.399m，煤矿开采在工作面推进方向上形成一定的伴生塌陷裂缝，地面塌陷对地面标高会产生一定的影响；局部引发不稳定地质体、滑坡等次生不稳定地质体，引起地表坡度一些变化；地面塌陷及伴生裂缝可能改变原生地貌的完整性，但不改变本区总体地形地貌，预测采矿活动对地形地貌景观影响程度较轻。

总体上，地形地貌景观预测评估影响程度较轻。

（五）水土环境质量现状分析与预测

1、水土环境质量现状评估

（1）地表水

煤矿 2024 年对地表水环境质量进行取样监测。由陕西地矿第二工程勘察院检验检测有限公司进行样品检测，取样位置为黄羊城沟，取水样 1 件，检测项目包括游离 CO₂、总硬度、溶解性总固体、pH 值、耗氧量等。各检测因子均满足《煤炭工业污染物排放标准》（GB 20426-2006）要求。见表 3.2-9。

因此，水环境质量现状影响程度较轻。

表 3.2-9 水质检测结果表

样品名称	地表水 1				
样品数量	1 件				
序号	检测项目	单位	第一次	标准限制	评价结果
1	游离 CO ₂	mg/L	0.70	/	合格
2	总硬度	mg/L	99.59	450	合格
3	溶解性总固体	mg/L	161	1000	合格
4	pH 值	/	8.26	6.5~8.5	合格
5	耗氧量	mg/L	1.14	3	合格
样品状态	无色、无味、透明				
注：此表数据来源于陕西地矿第二工程勘察院检验检测有限公司检测报告。					

（2）生活污水

工业场地建设有一座规模为 200m³/d 的生活污水处理站，生活污水产生量为 121.69m³/d，采用二级生化工艺处理，经处理后达标的生活废水经消毒后全部用作工业场地洒水降尘、场地绿化洒水、生产储煤系统用水、选煤厂补充水，不外

排，利用率为 100%，因此生活污水对水体环境影响程度较轻。

（3）土壤

采煤塌陷区出现伴生地裂缝、局部地区地表坡度将会发生变化，塌陷过程使土壤质地趋于疏松，降低土壤理化性质，但对土壤理化性质影响较轻；工业广场废水、生活污水循环利用，不外排；生活垃圾定点存放于垃圾桶中，定期由环卫部门清运，未对土壤造成影响。因此，土壤环境质量现状影响程度较轻。

综上所述，水土环境质量现状评估影响程度较轻。

2、水土环境质量预测评估

（1）水环境质量预测评估

前梁煤矿矿井水主要是基岩裂隙水，正常涌水量为 261.12m³/d，井下排水经混凝沉淀+消毒+气浮+过滤处理后复用，部分回用于井下消防洒水及井下生产用水等，部分深度处理达到Ⅲ级水质标准后用于地面生产、生活用水。处理后的生活污水用于绿化，道路洒水等用途。综合分析，预测评估水环境质量影响程度较轻。

（2）土壤环境质量预测评估

煤层开采后塌陷区会出现伴生地裂缝、局部地区地表坡度将会发生变化，塌陷过程使土壤质地趋于疏松，土壤理化性质降低，均属于物理破坏，对土壤环境影响程度较轻。综合分析，预测评估土壤环境质量影响程度较轻。

综上所述，水土环境质量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）分级与分区原则

矿山地质环境影响程度分区是在充分考虑矿山地质环境条件的差异并结合矿山地质环境现状评估的基础上，选择适宜的评判指标，坚持“区内相似，区际相异”的原则，对评估区进行矿山地质环境影响程度分级划分。矿山地质环境影响程度分区遵循以下原则：

- 1) 按现状不稳定地质体危险性大小，依地段叠加分区或依地段并列分区；
- 2) 按对含水层影响程度大小同级叠加或同级并列分区；
- 3) 按对土地资源及地貌景观的影响大小同级叠加或同级并列分区；
- 4) 以对植被的影响破坏程度作为参考指标分区；

5) 当单要素评估结果有重叠时，采取就高不就低的原则分级分区。

(2) 现状评估分级

本次按《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录 E 及现状评估结果对区内矿山地质环境进行划分，此次通过对不稳定地质体、地形地貌景观、含水层、水土环境质量等几个方面造成的影响进行划分。将该矿山地质环境影响程度划分为严重、较严重和较轻 3 个级别 4 个区域。矿山地质环境现状评估分级分区划分细则见表 3.2-10。

(3) 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，编制了地质环境影响现状评估图。将全区划分为 3 级 4 个不同影响程度区，其中 2 个严重影响区，面积 0.0466km²，占评估区面积 1.24%；1 个较严重影响区，面积 0.4270km²，占评估区面积 11.38%；1 个较轻影响区，面积 3.2804km²，占评估区面积 87.38%。各分区基本情况见表 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	位置	面积(km ²)	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境质量	防治情况
生产场区	I ₁	严重	生产场区全部区域及不稳定地质体影响区	0.0331	发育BY1不稳定地质体，现状评估认为危险性中等，影响程度较严重。	影响程度较轻	工程建设在很大程度上改变了评估区内原有自然景观，减少植被覆盖，影响严重。	影响程度较轻	未防治
辅助场区	I ₂	严重	辅助场区全部区域	0.0135	发育BY2不稳定地质体，现状评估认为危险性小，影响程度较轻。	影响程度较轻	工程建设在很大程度上改变了评估区内原有自然景观，减少植被覆盖，影响严重。	影响程度较轻	未防治
已开采未验收区	II ₁	较严重	1503、1504、1505工作面采空区及影响区	0.4270	发育地面塌陷（T2），现状评估认为危险性小，影响程度较轻。	采煤活动对地下水位影响程度较严重	影响程度较轻	影响程度较轻	局部防治
其他区域	III ₁	较轻	其他区域	3.2804	无不稳定地质体，影响程度较轻。	影响程度较轻	影响程度较轻	影响程度较轻	局部防治
合计	/		/	3.7540	/	/	/	/	/

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、水土环境质量影响程度预测评估分级见表 3.2-11。

表 3.2-11 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	水土环境质量
预测评估	根据预测评估结果，采矿活动引起地面塌陷，主要威胁区内道路，输电线路，危险性中等。预测生产场区遭受 BY1 不稳定地质体的危险性中等。	适用期煤层开采后，导水裂隙将沟通至侏罗系中统延安组顶部隔水层，含水层结构破坏，影响程度较严重；对含水层水质影响较轻。	根据地面沉陷预测结果，地面塌陷及伴生裂缝不会改变原生地貌的完整性，预测采矿活动对地形地貌景观影响程度较轻。	矿井水、生产生活废水达标处理全部回用；地面塌陷不改变土壤理化性质，生活垃圾集中收集，统一运往当地环卫部门处置，对土壤理化性质影响较轻。
程度分级	较严重	较严重	较轻	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。预测全区共划分 2 级 4 个不同影响程度区，其中：3 个较严重影响区，面积 0.6703km²，占评估区面积 17.86%；1 个较轻影响区，面积 3.0837km²，占评估区面积 82.14%。各分区基本情况见表 3.2-12。

表 3.2-12 预测评估分区基本情况表

预测评估分区					矿山地质环境问题及影响程度			
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	水土环境质量
生产场区北部	II ₁	较严重	生产场区北部不稳定地质体 BY1 影响范围	0.0237	预测生产场区遭受 BY1 不稳定地质体的危险性中等，影响程度较严重。	含水层影响较轻	对地形地貌景观影响较轻	对水土环境质量影响较轻
未来开采区	II ₂		1505 工作面开采区及影响区	0.2002	采煤活动引起地面塌陷，主要威胁区内道路、输电线路，危险性中等。	含水层影响较严重	对地形地貌景观影响较轻	对水土环境质量影响较轻
未来开采区	II ₃		1506~1510 工作面开采区及影响区	0.4464	采煤活动引起地面塌陷，主要威胁区内道路，危险性中等。	含水层影响较严重	对地形地貌景观影响较轻	对水土环境质量影响较轻
其他区域	III ₁	较轻	其他区域	3.0837	区分布塌陷 T2、不稳定地质体 BY2，预测遭受其危险性小，影响程度较轻。	含水层影响较轻	对地形地貌景观影响较轻	对水土环境质量影响较轻
合 计				3.754	/	/	/	/

三、矿山土地损毁预测与评估

（一）土地损毁环节与时序

1、土地损毁的环节

前梁煤矿为生产矿井，目前采用长壁综采法、综合机械化采煤法采煤，全部垮落法管理顶板，此种开采方法会使采空区上方地表产生塌陷。本矿山开采对土地造成损毁的时节分为建设期和生产期。

（1）建设期

1) 土地损毁环节

建设期土地损毁过程主要表现为工业场地临时用地、原炸药库、原炸药库道路部分等建设对土地造成的压占损毁。

2) 土地损毁时序

建设期土地损毁的时序与施工时序密切相关，土地损毁时间随工程建设施工进度不断推进，并随施工进度和强度呈现不连续性，出现阶段性不同程度的损毁。

3) 土地损毁方式

建设期分为地面建设和井下建设两部分，地面建设工程对土地的损毁形式主要表现为对土地的压占等活动，地面工程建设改变了土地原有的地形地貌和原有的土地利用类型，使之变为建设用地。

（2）生产期

1) 土地损毁环节

前梁煤矿在生产期对土地造成的损毁主要表现在工作面开采结束后，煤层顶板自然垮落引起的地裂缝和地表塌陷损毁土地。

2) 土地损毁时序及形式

地下煤层采出后引起的地表沉陷是一个时间和空间过程。随着工作面的推进，不同时间的回采工作面与地表点的相对位置不同，开采对地表点的影响也不同。地表点的移动经历一个由开始移动到剧烈移动，最后到停止移动的全过程。在地表移动的过程也是地表裂缝产生的过程，从而造成地表土地受到损毁，影响到土壤水分等土壤理化性质，对地表植被造成损害。

①地表塌陷

本矿井开采采用全部垮落法管理顶板，由于煤炭的采出、采空区的出现，以及地表雨水冲刷、矿坑水流动、煤柱破坏等因素的影响，采空区上覆岩土体破裂，将导致地表产生移动变形，破坏原有地表土体结构，引起地表塌陷，对土地资源造成损毁。同时，由于地表塌陷，植被、交通、电力等工农业生产设施也将受到不同程度的破坏。

②地表裂缝

随着煤炭的开采，地表局部将出现地面裂缝，并可能出现地面台阶。裂缝通常分布于采空区的上方，并形成几条平行的裂缝带，使土地被分割，导致土壤剖面耕作层厚度减小，土壤各土层产生垮落、错动，改变土壤剖面，使土壤有机原有质量受到损害，对植被生长不利。

3) 土地损毁程度分析

本项目中，地表裂缝造成的土地损毁程度的判定采用类比分析法，即依据已开采区域的土地损毁程度，同时参考《土地复垦方案编制规程》提供的采煤沉陷土地损毁程度分级参考标准。本项目煤矿开采与土地损毁的时序关系见图 3.3-1。

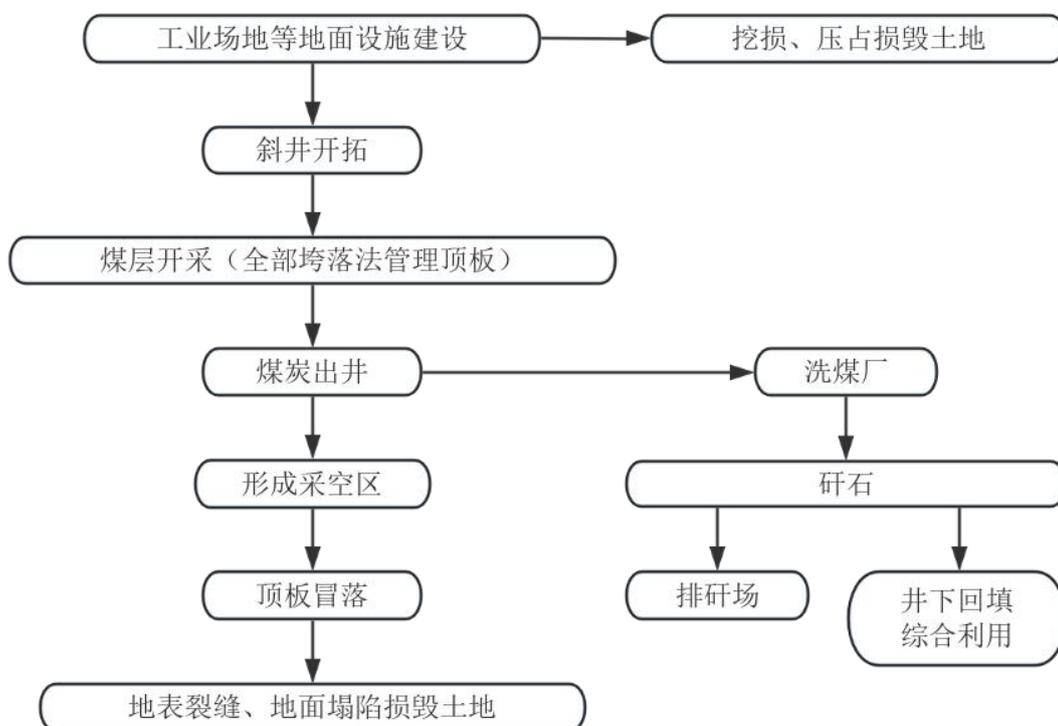


图 3.3-1 煤矿开采与土地损毁时序关系图

表 3.3-1 前梁煤矿土地损毁时序表

矿山工程/生产工艺流程	损毁环节	损毁方式	损毁时间	备注
工业场地	建设期、生产期	压占	2012-2028 年	正在使用/已损毁
原炸药库	建设期、生产期	压占	2012-2025 年	已损毁
原炸药库道路	建设期、生产期	压占	2012-2028 年	已损毁
排矸场	建设期、生产期	压占	2012-2025 年	已损毁
开采塌陷损毁	矿山开采	塌陷	2019-2028 年	已损毁/拟损毁

（二）永久性建设用地

永久性建设用地为工业场地取得国有土地使用证的部分，面积为 0.86hm²，土地利用现状主要为采矿用地。

（三）已损毁各类土地现状

前梁煤矿为生产矿井，根据对前梁煤矿开采历史，结合上期《方案》的回顾和现场踏勘等情况进行综合分析，重点对已损毁土地进行分析。

1、已损毁土地现状分析

（1）压占损毁土地

本矿山压占土地情况主要是工业场地（生产区、辅助区）临时用地、排矸场、原炸药库、原炸药库道路，面积总计为 3.04hm²。地类回退至二调地类，工业场地生产区面积 0.94hm²，占地类型为水浇地、乔木林地、天然牧草地、采矿用地，损毁程度为重度；工业场地辅助区面积 1.35hm²，占地类型为天然牧草地、采矿用地、农村宅基地，损毁程度为重度；排矸场面积 0.44hm²，占地类型为旱地、灌木林地、其他林地、采矿用地，损毁程度为重度；原炸药库面积 0.25hm²，占地类型为灌木林地、其他林地、采矿用地，损毁程度为重度；原炸药库道路面积 0.06hm²，占地类型为旱地、灌木林地、其他林地，损毁程度为重度。

（2）开采沉陷已损毁土地现状

根据现场调查和访问，前梁煤矿截止目前形成的采空区为 2⁻²、3⁻¹、4⁻³、5⁻¹ 煤开采形成。

2⁻² 煤于 2010 年之前全部开采完毕，采空区面积 75.41hm²，已于 2021 年治理完成并通过验收。

3⁻¹ 煤于 2010 年之前全部开采完毕，采空区面积 61.23hm²，已于 2021 年治

理完成并通过验收。

4⁻³煤于2020年之前全部开采完毕，采空区面积16.85hm²，已于2021年治理完成并通过验收。

5⁻¹煤的1501工作面、1502工作面、1503工作面东北段已于2023年年底之前开采完毕，共形成采空区面积47.47hm²，1501工作面于2021年治理完成并验收，1502工作面、1503工作面东北段于2023年治理完成并验收。

5⁻¹煤的1503工作面西南段、1504工作面、1505工作面东北段开采时间为2024年，形成采空区面积33.03hm²，已于2024年实施采空塌陷区治理工程，暂未验收。

结合现场调查情况，将2024年度开采的1503工作面西南段、1504工作面、1505工作面东北段地表作为本期方案的已沉陷损毁范围。依据《土地复垦方案编制规程》第3部分井工煤矿附录B采煤沉陷土地损毁程度分级参考标准，确定前梁煤矿耕地、林草地等的损毁程度为中度和轻度损毁，损毁总面积为42.70hm²。已沉陷损毁土地现状见表3.3-2。

表 3.3-2 沉陷已损毁土地利用现状表

土地利用类型		面积 (hm ²)		合计 (hm ²)	
一级地类	二级地类	轻度	中度		
耕地 (01)	旱地 (0103)	6.92	1.83	8.75	8.75
林地 (03)	乔木林地 (0301)	0.34	0.10	0.44	18.70
	灌木林地 (0305)	14.01	3.96	17.96	
	其他林地 (0307)	0.14	0.16	0.31	
草地 (04)	天然牧草地 (0401)	10.68	3.65	14.33	14.49
	其他草地 (0404)	0.11	0.05	0.16	
工矿仓储用地 (06)	采矿用地 (0602)	0.21	0.11	0.32	0.32
特殊用地 (09)		0.02	0.05	0.08	0.08
交通运输用地 (10)	农村道路 (1006)	0.29	0.06	0.36	0.36
合计		32.72	9.98	42.70	42.70

2、已损毁土地已复垦情况

根据现场调查，前梁煤矿对2023年及之前已开采的2⁻²煤、3⁻¹煤、4⁻³煤及5⁻¹煤的1501工作面、1502工作面、1503工作面东北段进行了裂缝充填、土地

平整、翻耕、土壤培肥及植被恢复等一系列的土地复垦措施，并已验收，本方案不在纳入复垦责任范围。

针对 2024 年开采的 5⁻¹ 煤 1503 工作面西南段、1504 工作面、1505 工作面东北段进行了裂缝填充及土地复垦治理措施，未验收，纳入本方案复垦责任范围。

2、已损毁土地重复损毁情况

已损毁土地之间不存在重复损毁。

3、已损毁土地面积汇总

本项目已损毁土地总面积为 45.74hm²，其中压占损毁土地 3.04hm²，开采沉陷已损毁土地 42.70hm²。下表 3.3-3 为前梁煤矿已损毁土地利用现状表。

表 3.3-3 已损毁土地利用现状表（单位：hm²）

土地利用类型		压占损毁					沉陷损毁		总计
一级地类	二级地类	工业场地生产区	工业场地辅助区	排矸场	原炸药库	原炸药库道路	轻度	中度	
耕地（01）	水浇地（0102）	0.03							0.03
	旱地（0103）			0.04		0.01	6.92	1.83	8.80
林地（03）	乔木林地（0301）	0.13					0.34	0.10	0.56
	灌木林地（0305）			0.16	0.09	0.04	14.01	3.96	18.25
	其他林地（0307）			0.24	0.02	0.01	0.14	0.16	0.57
草地（04）	天然牧草地（0401）	0.04	0.23				10.68	3.65	14.60
	其他草地（0404）						0.11	0.05	0.16
工矿仓储用地（06）	采矿用地（0602）	0.74	0.88	0.01	0.14		0.21	0.11	2.09
住宅用地（07）	农村宅基地（0702）		0.24						0.24
特殊用地（09）							0.02	0.05	0.08
交通运输用地（10）	农村道路（1006）						0.29	0.06	0.36
合计		0.94	1.35	0.44	0.25	0.06	32.72	9.98	45.74

（四）拟损毁土地预测与评估

本项目拟损毁土地主要为沉陷损毁土地。地下煤层开采引起的地表塌陷范围和损毁程度可用地表塌陷引起的移动和变形值的大小来确定和评价。预测方法及模式见不稳定地质体影响预测章节。

1、预测时段划分

煤矿生产运营阶段会造成地表沉陷，是煤矿开采造成土地损毁的最主要形式，依据本煤矿煤层赋存特征、开采条件、采煤方法及开拓开采方案，考虑到土地复垦工作计划安排的阶段性和可操作性，煤矿开采过程中地表沉陷的时间效应和沉陷过程的复杂性。将煤矿剩余服务年限 3.0 年划分为 1 个时段实施预测。

开采 5⁻¹ 煤层 1505、1506、1507、1508、1509、1510 工作面。

2、地表变形预测

（1）预测方法与结果

地下煤层开采引起的地表破坏范围和破坏程度可用地表沉陷产生的移动和变形值的大小来圈定和评价。地表移动变形值的计算可按其开采条件选用《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》安监总煤装[2017]第 66 号中推荐的概率积分法。本次地表沉陷范围及程度的预测采用《开采规范》中的概率积分法，概率积分法是以正态分布函数为影响函数、用积分式表示地表下沉盆地的方法。本方案第三章第二节已对地面变形的范围、强度进行了理论预测，因此本节将不再赘述。

（2）采煤沉陷对土地损毁程度预测及影响分析

本矿井地表沉陷破坏影响的主要对象为采区内各种土地资源、水体、地表植被等。采煤活动在地面和地下大幅度扰动地表和岩层，使地面植被和土壤受到严重破坏，地面变得松散、裸露，新的地貌取代了原有地貌形态，地面坡度的变化和地面松散物的增加使得侵蚀加剧，诱发性的水土流失普遍存在。

1) 地表沉陷对地表形态、地形地貌的损毁程度预测及分析

影响采煤沉陷范围内土地损毁的主要因素有下沉、平移、倾斜、曲率以及拉伸、压缩等水平变形。下面分析各种移动、变形对土地损毁的影响。

①下沉和平移预测

从理论上讲，如果地表在同一瞬间发生相同的整体性下沉或平移，对土地是会产生有害影响的。即土地的有害影响主要是下沉或平移的不同步和不均衡，即表现为倾斜、曲率和拉伸、压缩等变形。

由第三章第二节地面变形计算预测结果可知，当煤层开采后，受采动影响，地表从原有标高向下沉降，引起地表高低、坡度及水平位置的变化。

②倾斜和曲率

倾斜和曲率是采煤沉陷引起的竖直面上的变形，是由于地面相邻点间下沉不均衡所致。本区域中硬覆岩水平~缓倾斜或近水平煤层长壁式开采条件下，沉陷区的地表附加倾角和曲率随采厚的增加而增大，随采深的增加而减小，其中尤以曲率随采深的增加而很快减小。

沉陷区地表倾斜变形对土地的影响显然是使地面产生一个附加倾斜。对于平地或缓坡地而言，这个附加倾斜就是使地表产生一个相应的倾角，从而对土地的水土保持和耕作条件产生有害影响，附加倾斜愈大，危害愈大。

当地表的附加曲率超过 $0.2\sim 0.3\times 10^{-3}/\text{m}$ 时，一般土地特别是耕地即可出现不同程度的裂缝或鼓胀，曲率变形愈大，对土地的破坏程度愈严重。依据预测结果分析知，矿山开采后因沉陷会导致原地表发生严重的倾斜和地面裂缝等。

③水平拉伸和压缩变形

水平变形是采煤沉陷区地表相邻点水平移动不均衡所致。在本区域采煤方法选用综合机械化采煤法，顶板管理为全部垮落法。沉陷区的水平变形分布与曲率变形相似，即正曲率部位出现水平拉伸变形，负曲率部位出现水平压缩变形。观测和研究表明，本区域土地抗拉伸和压缩的能力很小，一般沙土地面或耕地承受 $2\text{mm}/\text{m}$ 左右的拉伸变形即可出现裂缝。前梁煤矿采用一次采全高综合机械化采煤法，垮落法管理顶板，在开采工作面推进过程中，其前方地表一定范围内出现水平拉伸变形，而后方地表一定范围内出现水平压缩变形。虽然在回采停止后，永久性的水平拉伸变形分布在采空区地表移动盆地的边缘部分，水平压缩变形分布在采空区地表移动盆地的中央部分，但在开采过程中，沉陷区的全部地表都已经受过动态水平拉伸和压缩的变形，因而当地表水平变形超过 $2\text{mm}/\text{m}$ 时，沉陷区的土地将产生不同程度的裂缝。水平变形愈大，地表裂缝也就愈严重。

2) 地表下沉、移动与变形值预测结果

近期开采 5⁻¹ 煤。

5⁻¹ 煤最大下沉值为 2399.03mm，最大倾斜值为 37.06mm/m，最大曲率值为 $0.87 \times 10^{-3}/m$ ，最大水平移动值为 719.91mm，最大水平变形值为 16.9mm/m。

3、土地损毁等级划分标准

复垦区拟沉陷损毁土地损毁程度主要取决于沉陷裂缝的宽度、密度和沉陷的深度等，而裂缝的宽度和密度与地表水平变形值的大小和深厚比的大小有密切关系。本方案对土地损毁程度的确定参照《土地复垦方案编制规程第 3 部分井工煤矿》（TD/T1031.3-2011）中土地损毁程度分级标准进行，具体见表 3.3-4、3.3-5、3.3-6。

表 3.3-4 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 3.3-5 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 3.3-6 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、拟损毁土地重复损毁可能性分析

前梁煤矿拟损毁土地与已损毁土地存在重复损毁，重复损毁面积 3.07hm²。

5、土地损毁预测结果

根据土地损毁等级划分标准,绘制拟损毁土地损毁程度图,开采期土地损毁程度及位置具体见下图 3.3-2,并统计拟损毁土地的各地类面积及损毁程度见表 3.3-7、3.3-8,拟损毁土地 64.66hm²,与已损毁土地重复损毁面积 3.07hm²。

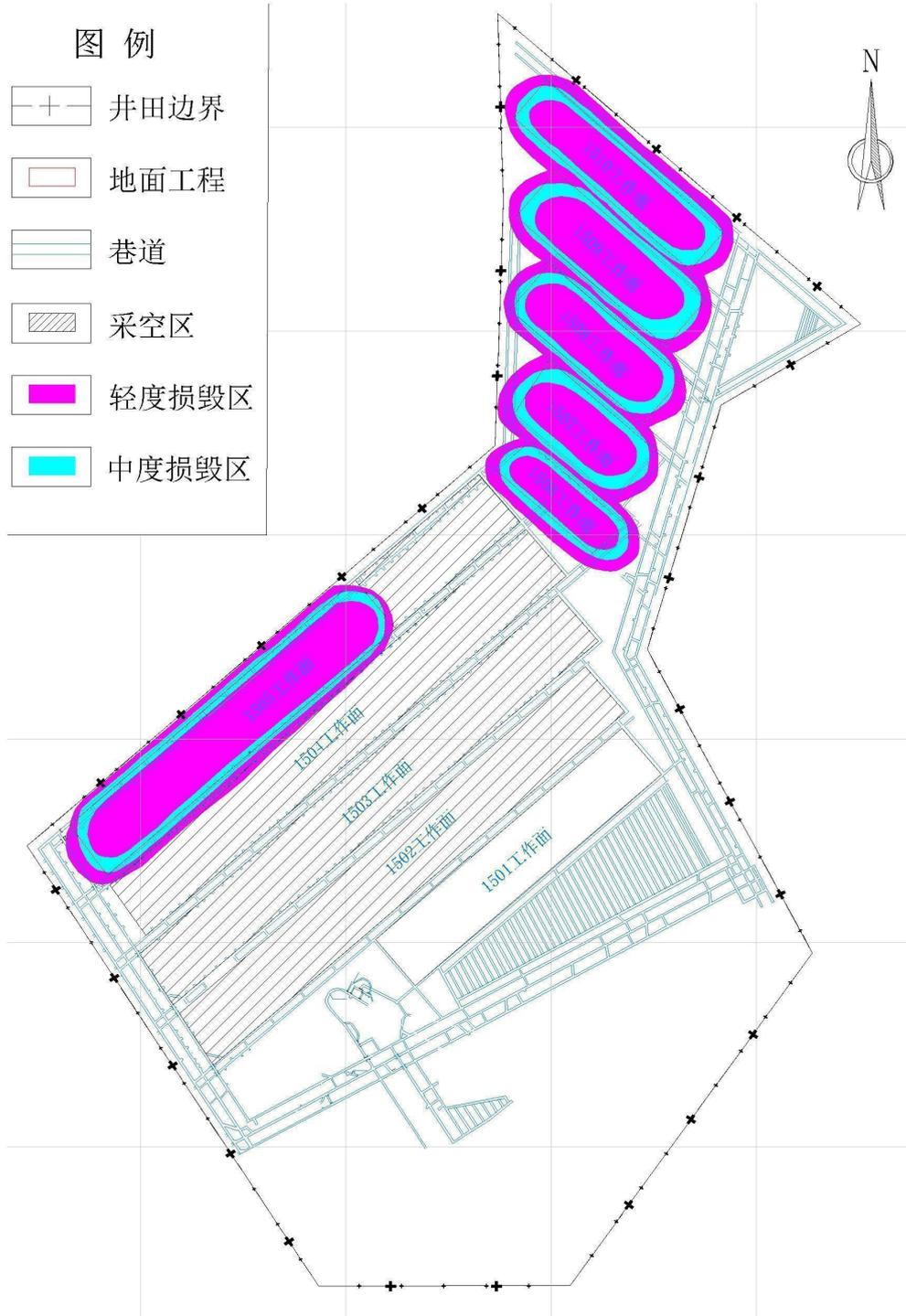


图 3.3-2 5-1 煤开采拟损毁程度图

表 3.3-7 拟损毁土地利用现状表

土地利用类型		塌陷损毁面积 (hm ²)									合计 (hm ²)
一级地类	二级地类	2025 年度			2026 年度			2027 年度			
		轻度	中度	小计	轻度	中度	小计	轻度	中度	小计	
耕地 (01)	旱地 (0103)	4.42	1.33	5.75	2.89	1.05	3.94	5.71	2.58	8.29	17.98
林地 (03)	乔木林地 (0301)	0.36	0.08	0.45			0.00			0.00	0.45
	灌木林地 (0305)	0.86	0.28	1.13	0.01		0.01	1.69	0.52	2.22	3.36
	其他林地 (0307)	2.56	0.64	3.20			0.00			0.00	3.20
草地 (04)	天然牧草地 (0401)	6.08	1.97	8.04	7.36	3.01	10.38	7.38	3.36	10.74	29.17
	其他草地 (0404)	0.32	0.08	0.40			0.00	0.04	0.02	0.06	0.46
工矿仓储用地 (06)	采矿用地 (0602)	0.04		0.04	5.76	2.77	8.53			0.00	8.57
住宅用地 (07)	农村宅基地 (0702)	0.10	0.03	0.13			0.00			0.00	0.13
特殊用地 (09)		0.08	0.08	0.16			0.00			0.00	0.16
交通运输用地 (10)	农村道路 (1006)	0.57	0.15	0.72	0.00	0.01	0.02	0.38	0.07	0.45	1.19
合计		15.37	4.65	20.02	16.02	6.85	22.87	15.21	6.55	21.77	64.66

（五）损毁土地汇总

本项目已损毁土地 45.74hm²（压占损毁土地 3.04hm²，开采沉陷已损毁土地 42.70hm²）；拟损毁土地 64.66hm²，去除已损毁重复面积 3.07hm²（5⁻¹煤 1505 工作面已损毁区域与 1505、1506 工作面拟损毁区域重复塌陷损毁），本项目损毁土地总面积为 107.33hm²。

下表 3.3-8 为前梁煤矿损毁土地汇总表。

表 3.3-8 损毁土地面积汇总表

单位：hm²

土地利用类型		已损毁土地										拟损毁土地			重复损毁	总计
		压占损毁土地						开采沉陷已损毁				开采沉陷拟损毁				
		工业场地生产区	工业场地辅助区	排矸场	原炸药库	原炸药库道路	小计									
一级地类	二级地类	重度	重度	重度	重度	重度	轻度	中度	小计	小计	轻度	中度	小计			
耕地（01）	水浇地（0102）	0.03					0.03				0.03					
	旱地（0103）			0.04		0.01	0.05	6.92	1.83	8.75	8.80	13.02	4.96	17.98	0.50	26.28
林地（03）	乔木林地（0301）	0.13					0.13	0.34	0.10	0.44	0.56	0.36	0.08	0.45	0.05	0.96
	灌木林地（0305）			0.16	0.09	0.04	0.29	14.01	3.96	17.96	18.25	2.56	0.80	3.36	0.68	20.93
	其他林地（0307）			0.24	0.02	0.01	0.27	0.14	0.16	0.31	0.57	2.56	0.64	3.20	0.28	3.49
草地（04）	天然牧草地（0401）	0.04	0.23				0.27	10.68	3.65	14.33	14.60	20.82	8.34	29.17	1.34	42.42
	其他草地（0404）						0.00	0.11	0.05	0.16	0.16	0.36	0.10	0.46	0.03	0.59
工矿仓储用地（06）	采矿用地（0602）	0.74	0.88	0.01	0.14		1.77	0.21	0.11	0.32	2.09	5.79	2.77	8.57		10.66

土地利用类型		已损毁土地										拟损毁土地			重复损毁	总计
		压占损毁土地						开采沉陷已损毁				开采沉陷拟损毁				
		工业场地生产区	工业场地辅助区	排矸场	原炸药库	原炸药库道路	小计									
一级地类	二级地类	重度	重度	重度	重度	重度	轻度	中度	小计	小计	轻度	中度	小计			
住宅用地（07）	农村宅基地（0702）		0.24				0.24				0.24	0.10	0.03	0.13		0.37
特殊用地（09）							0.00	0.02	0.05	0.08	0.08	0.08	0.08	0.16	0.08	0.16
交通运输用地（10）	农村道路（1006）						0.00	0.29	0.06	0.36	0.36	0.95	0.24	1.19	0.11	1.44
合计		0.94	1.35	0.44	0.25	0.06	3.04	32.72	9.98	42.70	45.74	46.61	18.05	64.66	3.07	107.33

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响放在第一位，要尽可能地减少对居民生产生活的影响与损失，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响。

（2）分区方法

在对不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境质量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、水土环境质量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。

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	分区级别		
		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			
水土环境质量	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			

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。

2、分区评述

综合考虑危害对象、治理难度和矿山地质环境问题影响程度，将全区共划分 3 级 4 个不同防治区，其中 2 个重点防治区，面积 0.0466km²，占评估区面积 1.24%；1 个次重点防治区，面积 1.0429km²，占评估区面积 27.78%；1 个一般防治区，面积 2.6645km²，占评估区面积 70.98%。见表 3.4-2。

表 3.4-2 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

保护与治理分区					主要矿山地质环境问题和影响程度	防治措施
名称	编号	级别	分布	面积 (km ²)		
生产场区	I ₁	重点防治区	工业场地全部区域	0.0331	生产场区建设工程破坏原始地貌,对地形地貌景观影响严重。生产场区遭受 BY1 不稳定地质体的危险性中等,影响程度较严重。	对 BY1 不稳定地质体进行治理。生产场区进行含水层、地貌景观监测。闭矿后对其进行拆除与复垦。
辅助场区	I ₂	重点防治区	工业场地全部区域	0.0135	辅助场区建设工程破坏原始地貌,对地形地貌景观影响严重。	辅助场区进行含水层、地貌景观、水土环境质量监测。闭矿后对其进行拆除与复垦。
开采影响区	II ₁	次重点防治区	已开采区、未来开采区及影响区域	1.0429	采矿活动造成矿区道路、输电线路损毁,危险性中等;对地形地貌景观影响较轻;采矿活动对含水层结构影响较严重,对水土环境质量影响较轻。	1、塌陷区边界和内部竖立警示牌,对塌陷区道路和输电线路进行维修;2、在开采影响范围内进行地貌、含水层、水土环境质量监测;对塌陷区实施裂缝填埋,平整土地等措施。
其他区域	III ₁	一般防治区	评估范围内其他地区	2.6645	非采区或已留设保护煤柱区,无矿山地质环境问题。	人工巡查
合 计			/	3.754	/	/

（二）土地复垦区与复垦责任范围

1、复垦区

复垦区是由生产建设项目损毁土地和永久性建设用地构成的区域。复垦区拐点坐标见附件。

复垦区面积（108.20hm²）=永久性建设用地（0.87hm²）+损毁土地（107.33hm²），见表 3.4-3。

表 3.4-3 复垦区、复垦责任范围各类用地构成表

复垦区、复垦责任范围构成	用地名称		面积（hm ² ）	备注	
永久性建设用地	工业场地		0.87	开采结束后不留续使用	
	小计		0.87		
损毁土地	压占挖损	工业场地生产区	0.94		
		工业场地辅助区	1.35		
		排矸场	0.44		
		原炸药库	0.25		
		原炸药库道路	0.06		
		小计	3.04		
	开采沉陷区	已损毁	轻度损毁区	32.72	
			中度损毁区	9.98	
		拟损毁	轻度损毁区	46.61	
			中度损毁区	18.05	
		重复损毁		3.07	
		小计		104.29	
复垦区面积			108.20		
复垦责任范围面积			108.20		

（1）永久性建设用地

前梁煤矿土地证内永久性建设用地 0.86hm²，全部为工业场地。永久性建设用地全部不留续使用。

（2）损毁土地

本项目已损毁土地 45.74hm²（压占损毁土地 3.04hm²，开采沉陷已损毁土地 42.70hm²）；拟损毁土地 64.66hm²，去除已损毁重复面积 3.07hm²，本项目损毁土地总面积为 107.33hm²。

2、土地复垦责任范围

复垦责任范围为复垦区损毁土地及不再留续使用的永久性建设用地构成的区域。

前梁煤矿方案服务期结束后，复垦区内的永久性建设用地全部不再留续使用。本次纳入复垦责任范围。

因此本方案复垦责任范围面积=不留续使用的永久性建设用地（ 0.87hm^2 ）+ 损毁土地 107.33hm^2 ）= 108.20hm^2 。



图 3.4-1 复垦区范围分布图

（三）土地类型与权属

1、土地类型

（1）复垦区土地利用现状及类型

依据神木市自然资源和规划局于 2023 年度国土变更调查数据，复垦区土地

利用现状涉及耕地、林地、草地、工矿仓储用地、住宅用地、特殊用地、交通运输用地等 7 个一级类型 11 个二级类型，面积共 108.20hm²。

表 3.4-4 复垦区土地利用现状统计表

土地利用类型		面积 (hm ²)		占总面积比例 (%)	
一级地类	二级地类				
耕地 (01)	水浇地 (0102)	0.03	26.31	0.02	24.31
	旱地 (0103)	26.28		24.29	
林地 (03)	乔木林地 (0301)	0.96	25.38	0.89	23.46
	灌木林地 (0305)	20.93		19.34	
	其他林地 (0307)	3.49		3.23	
草地 (04)	天然牧草地 (0401)	42.42	43.01	39.21	39.75
	其他草地 (0404)	0.59		0.54	
工矿仓储用地 (06)	采矿用地 (0602)	11.53	11.53	10.65	10.65
住宅用地 (07)	农村宅基地 (0702)	0.37	0.37	0.34	0.34
特殊用地 (09)		0.16	0.16	0.15	0.15
交通运输用地 (10)	农村道路 (1006)	1.44	1.44	1.33	1.33
合计		108.20	108.20	100.00	100.00

表 3.4-5 复垦责任范围土地利用现状统计表

土地利用类型		复垦责任范围面积 (hm ²)											总计 (hm ²)		
		不留续使用的永久性建设用地		损毁土地											
		工业场地	小计	压占损毁土地					沉陷损毁土地			重复损毁			
工业场地生产区	工业场地辅助区			排矸场	原炸药库	原炸药库道路	小计	轻度	中度	小计					
一级地类	二级地类	重度		重度	重度	重度	重度	重度							
耕地(01)	水浇地(0102)			0.03					0.03	0.00	0.00	0.00		0.03	26.31
	旱地(0103)					0.04		0.01	0.05	19.94	6.79	26.74	0.50	26.28	
林地(03)	乔木林地(0301)			0.13					0.13	0.70	0.18	0.88	0.05	0.96	25.38
	灌木林地(0305)					0.16	0.09	0.04	0.29	16.56	4.76	21.32	0.68	20.93	
	其他林地(0307)					0.24	0.02	0.01	0.27	2.70	0.80	3.50	0.28	3.49	
草地(04)	天然牧草地(0401)			0.04	0.23				0.27	31.50	11.99	43.49	1.34	42.42	43.01
	其他草地(0404)								0.00	0.47	0.15	0.62	0.03	0.59	
工矿仓储	采矿用地	0.87	0.87	0.74	0.88	0.01	0.14		1.77	6.01	2.88	8.89		11.52	11.52

土地利用类型		复垦责任范围面积 (hm ²)											总计 (hm ²)		
		不留续使用的永久性建设用地		损毁土地											
		工业场地	小计	压占损毁土地						沉陷损毁土地					重复损毁
工业场地生产区	工业场地辅助区			排矸场	原炸药库	原炸药库道路	小计	轻度	中度	小计					
一级地类	二级地类	重度		重度	重度	重度	重度	重度							
用地(06)	(0602)														
住宅用地(07)	农村宅基地(0702)			0.24					0.24	0.10	0.03	0.13		0.37	0.37
特殊用地(09)									0.00	0.11	0.13	0.24	0.08	0.16	0.16
交通运输用地(10)	农村道路(1006)								0.00	1.24	0.30	1.55	0.11	1.44	1.44
合计		0.87	0.87	0.94	1.35	0.44	0.25	0.06	3.04	79.33	28.03	107.36	3.07	108.20	108.20

（2）土地损毁程度

复垦区土地损毁形式主要为沉陷损毁和压占损毁土地，沉陷损毁包括轻度损毁、中度损毁，其中以轻度损毁区为主，压占损毁全部为重度损毁。复垦区面积为 108.20hm²，其中采空塌陷区轻度损毁面积 79.33hm²，中度损毁面积 28.03hm²（其中采空塌陷区重复损毁面积 3.07hm²）；压占损毁土地面积 3.04hm²，永久性建设用地占地面积 0.87hm²。

（3）土地质量现状

复垦区内耕地主要分布井田边界处的平缓地带，主要种植占复垦区面积的 24.31%。

根据现场调查及测验，复垦区内耕地主要为旱地。土壤侵蚀强度为中度至强度，耕层厚度 >15cm。土壤质地粗，缺少黏粒，土体松散，渗透快保水能力弱，基质沙性大，肥力不足，缺氮少磷，有机质含量在 0.5%~1.0% 范围内，pH 值在 7.0~8.5 之间，属较低肥力的土壤。

复垦区内耕地主要种植农作物为小麦、玉米、土豆等，其中玉米平均产量 450~500kg/亩。旱地质量等别为 13 等。

（4）复垦区永久基本农田情况

本矿山在开采时对永久基本农田的损毁不可避免，本方案设计将塌陷区内所有耕地复垦为原地类，且复垦后的农田质量不低于复垦前的质量水平，永久基本农田可得以有效恢复。

复垦区内永久基本农田面积为 22.00hm²，占复垦区总面积的 20.33%，永久基本农田均处于采空塌陷区中。永久性建设用地和压占损毁土地均不占用永久基本农田。复垦区永久基本农田分布图见下图 3.4-2。

2、土地权属状况

本项目复垦区面积为 108.20hm²，涉及神木市前梁矿业有限公司、店塔镇。

矿山永久性建设用地（0.87hm²）土地所有权为国有土地，土地使用权为前梁煤矿，其余土地所有权为集体土地，农村宅基地使用权归村民本人。根据调查结果，整个项目区土地权属清楚，无权属纠纷。复垦区土地权属见表 3.4-6。

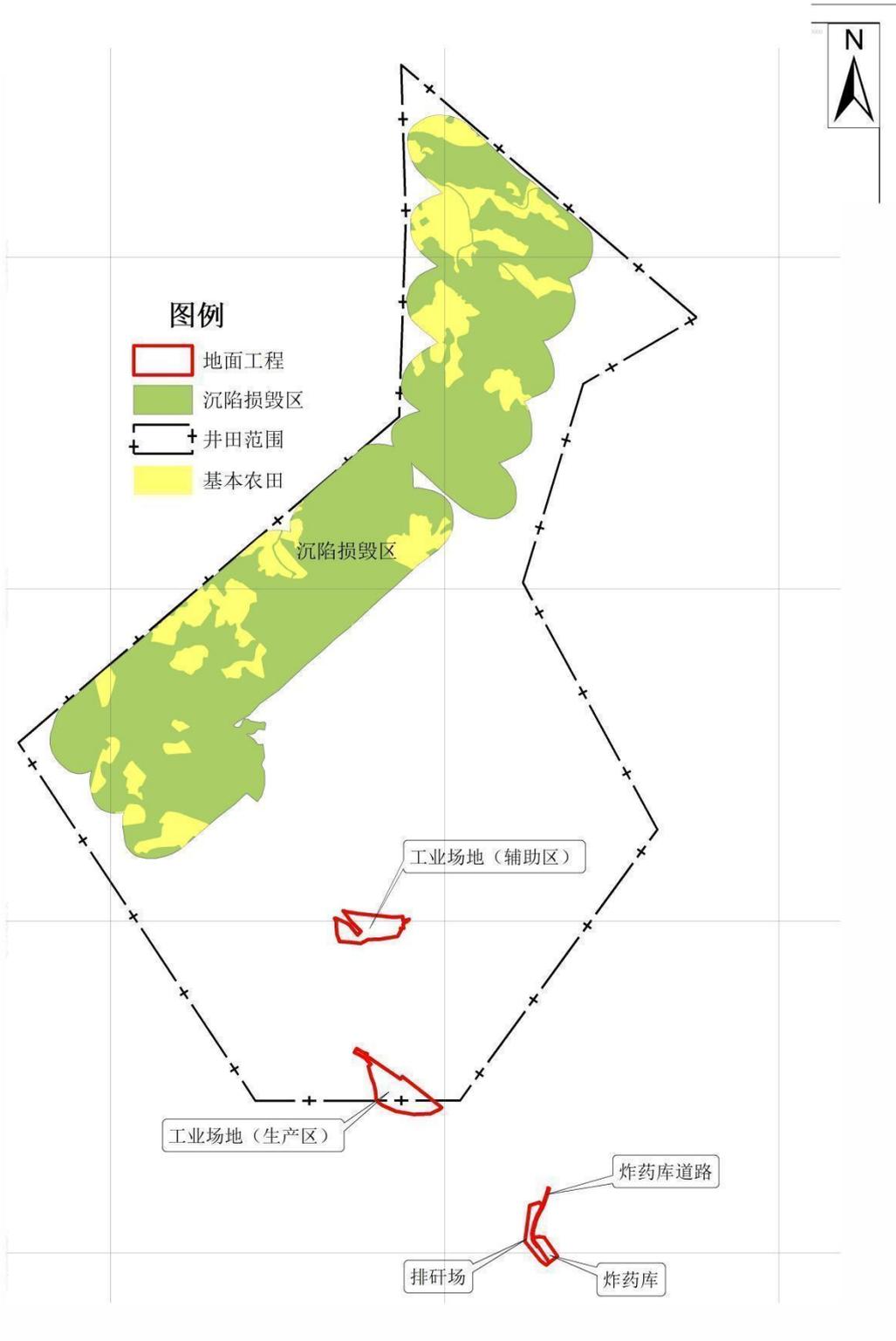


图 3.4-2 复垦区永久基本农田分布图

表 3.4-6 复垦区土地利用现状权属状况表 单位：hm²

权属		神木市前梁矿业有限公司	店塔镇		总计 (hm ²)	
			梁家塔村	红旗村		
耕地 (01)	水浇地 (0102)			0.03	0.03	26.31
	旱地 (0103)		12.24	14.04	26.28	
林地 (03)	乔木林地 (0301)			0.96	0.96	25.38
	灌木林地 (0305)		2.22	18.71	20.93	
	其他林地 (0307)			3.49	3.49	
草地 (04)	天然牧草地 (0401)		20.85	21.57	42.42	43.01
	其他草地 (0404)		0.06	0.53	0.59	
工矿仓储用地 (06)	采矿用地 (0602)	0.87	4.20	6.46	11.53	11.53
住宅用地 (07)	农村宅基地 (0702)			0.37	0.37	0.37
特殊用地 (09)				0.16	0.16	0.16
交通运输用地 (10)	农村道路 (1006)		0.47	0.97	1.44	1.44
合计		0.87	40.03	67.30	108.20	108.20

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

通过现状分析与预测评估，评估区内现状矿山地质环境问题主要有地面塌陷 1 处、不稳定地质体 2 处。随着矿山地下煤层的继续开采，采空范围的逐渐扩大，在引发新的地面塌陷及地面裂缝灾害的同时，也加剧着现状的部分不稳定地质体。预测矿山地质环境问题主要是地面塌陷、地裂缝以及土地损毁；煤层开采将会影响到原生地形地貌；采煤活动所排放的废水废渣等易导致水土环境质量。针对上述矿山地质环境问题，现今已有完善的恢复治理及预防措施，分述如下：

（1）不稳定地质体

地面塌陷及地裂缝治理：对于未达到稳定状态的地面塌陷区，可先采取紧急裂缝填充、监测措施，在明显位置布设警示牌进行示警，待塌陷区沉降稳定后，可采取削高填低、回填整平、挖沟排水、植被重建等综合治理措施，地裂缝可采取土石充填并夯实，防渗处理等措施。不稳定地质体治理：经过前期调查，对附近煤矿不稳定地质体治理资料进行收集分析，确定以“危岩体清理+格构+挡墙”的方式对不稳定地质体进行治理。以上治理工程易于实施，技术可行。

（2）含水层破坏修复技术可行性分析

由于含水层破坏后修复难度大、施工成本高，目前国内除因特殊原因必须将含水层恢复的情况下采用混凝土截水墙、帷幕注浆等修复措施外，其余情况均不对含水层做特别的修复设计。采煤活动对含水层的破坏是不可逆的，第四系孔隙潜水含水层采用的监测及临时供水措施难度不大，实施可行性较强。对第四系松散层潜水含水层的恢复治理以监测与土地复垦（填堵裂缝、绿化等）相结合的方式实施，保障其自然恢复。

（3）地形地貌景观破坏治理

煤层开采及地面建设工程影响原生地形地貌，主要为地面工程建设改变了评估区内原有自然景观，造成地表裸露，改变了原来的地形地貌景观，造成景观生态系统在空间分布上的不连续性。同时，煤层开采及地面建设工程损毁土地，造

成地表裸露，破坏植被。矿区内地形地貌景观恢复治理工程主要为闭坑后拆除地面建筑、清理建筑垃圾、封堵井口、设置警示牌、矿山地质环境监测等措施进行治理。以上工程措施易于实施，技术上可行。

（4）水土环境质量治理

生活污水经处理达标后用于绿化，道路洒水，全部利用，不外排；矿井水经处理达标后用于井下消防、降尘和厂区绿化灌溉，全部回用。

目前，前梁煤矿与杨伙盘机砖厂签订了《废料矸石处理合同》，产生的矸石全部交由杨伙盘机砖厂进行综合利用，矸石处置率达到 100%。生活垃圾设垃圾储存箱，由专人每天收集和集中分拣处理后，定期运往环卫部门指定的垃圾处置场进行处置。现状和预测评估均认为煤矿开采对水土环境质量影响较轻。

总之，对不稳定地质体、含水层、地形地貌、水土环境质量监测均有相对成熟的技术支撑，并适合评估区矿山地质环境治理工程。本方案按照治理分区，以矿山地质环境保护和恢复治理工作为重点，重点防治区为工程治理重点，坚持“预防为主、防治结合、在保护中开发、在开发中保护；因地制宜、边开采边治理”的原则。

综上所述，针对矿山建设以及采煤活动所导致的一系列矿山地质环境问题，综合分析其预防治理措施，技术上可行。

（二）经济可行性分析

按照“谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”的原则，本方案矿山环境治理工程主要有损毁道路修复、损毁生产路修复、输电线路修复、井筒封闭以及不稳定地质体、含水层、水土环境质量、地形地貌遥感监测等措施，均从矿山企业煤炭收入中提取基金用于矿山地质环境治理与土地复垦工作。

1、销售收入估算

结合当地煤炭供需情况及对未来煤炭市场需求的预测分析，煤矿原煤综合售价为 600 元/t，年销售收入为 36000 万元。

2、生产成本估算

参考现有生产矿井和国内类似生产矿井及选煤厂实际成本，结合本项目开采技术条件、开拓开采方法、技术装备水平、劳动生产率等实际情况，项目成本费

用为 300 元/t，年总成本为 18000 万元。

3、经济可行性分析

适用期前梁煤矿矿山地质环境保护与土地复垦投资为 3396.69 万元，目前基金账户余额 4328.1228 万元，按预测销售价 600 元/吨计算，开采期还应提取基金 1995.84 万元，合计剩余可使用基金 6323.9628 万元，远大于煤矿适用期总投资额，因此本方案经济上可行。

（三）生态环境协调性分析

矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）的实施将工程建设和生产过程中的损毁土地进行综合治理，可起到蓄水保土、减轻土地损毁的作用，将会大幅提高当地植被覆盖度，有效地改变了矿山生态环境。如果不进行矿山地质环境保护与土地复垦，水土流失将更加严重，土地将进一步干旱贫瘠而导致沙化，矿区生态环境将遭受严重的损毁，所以煤矿开采和占用土地在统一规划下进行复垦，实质上也是矿区环境综合治理工程最重要的组成部分。覆土平整改善了土壤物化性质，改善了土地的生态环境；通过植被重建工程，减少风沙，调节气候，净化空气，美化环境，改善矿区的生态环境。因此，生态环境效益显著。

二、矿区土地复垦可行性分析

土地复垦可行性分析研究是土地复垦的重要内容，即对土地复垦项目进行全面、深入、细致的分析，确认项目在经济、技术、社会和生态环境方面是否合理可行，为土地复垦项目决策提供科学依据。本方案是在分析项目区内土地利用现状以及影响开采沉陷因素的基础上，现场调查破坏现状并采用概率积分法对煤炭开采引起的地表变形进行预测，获得地表沉陷面积、地类及破坏程度。

（一）复垦区土地利用现状

本项目的复垦区面积为 108.20hm²。通过对复垦区土地利用现状图进行分析，最终获得煤矿复垦区土地利用现状表，详见表 4.2-1。

表 4.2-1 复垦区土地利用现状表

土地利用类型		面积 (hm ²)		占总面积比例 (%)	
一级地类	二级地类				
耕地 (01)	水浇地 (0102)	0.03	26.31	0.02	24.31

土地利用类型		面积 (hm ²)		占总面积比例 (%)	
一级地类	二级地类				
	旱地 (0103)	26.28		24.29	
林地 (03)	乔木林地 (0301)	0.96	25.38	0.89	23.46
	灌木林地 (0305)	20.93		19.34	
	其他林地 (0307)	3.49		3.23	
草地 (04)	天然牧草地 (0401)	42.42	43.01	39.21	39.75
	其他草地 (0404)	0.59		0.54	
工矿仓储用地 (06)	采矿用地 (0602)	11.53	11.53	10.65	10.65
住宅用地 (07)	农村宅基地 (0702)	0.37	0.37	0.34	0.34
特殊用地 (09)		0.16	0.16	0.15	0.15
交通运输用地 (10)	农村道路 (1006)	1.44	1.44	1.33	1.33
合计		108.20	108.20	100.00	100.00

(二) 土地复垦适宜性评价

1、评价原则

(1) 符合国土空间规划，并与其他规划相协调。

国土空间规划是从全局和长远的利益出发，以区域内全部土地为对象，对土地利用、开发、整治、保护等方面所作的统筹安排。土地复垦适宜性评价应符合国土空间规划，避免盲目投资、过度超前浪费土地资源。同时也应与其他规划（如农业区划、农业生产远景规划、城乡规划等）相协调。

(2) 因地制宜、农用地优先的原则。

土地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。根据被损毁前后土地拥有的基础设施，因地制宜，扬长避短，发挥优势，宜农则农、宜林则林，宜牧则牧，宜渔则渔。我国是一个人多地少的国家，因此《土地复垦条例》第四条规定，复垦的土地应当优先用于农业。

(3) 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

需综合考虑项目区自然、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。

（4）主导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、积水、土源、水源、土壤肥力、坡度以及灌排条件等。根据项目区自然环境、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。

（5）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，即根据区域国土空间规划的要求，合理确定土地复垦方向。

（6）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。

（7）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。

（8）定性分析与定量分析相结合原则

对评价单元通过定性及定量分析确定复垦方向，能够确定最终复垦方向的可以明确，如农村道路用地等。不能确定最终复垦方向的要进一步分析评价，主要为农用地宜耕、宜林、宜草的最终确定。对此适宜类实行二级评价体系，最后确定最终复垦方向。

2、评价依据

土地复垦适宜性评价在详细调查分析项目区自然条件、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

包括国家与陕西省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》、土地管理的相关法律法规和复垦区国土空间规划及其他相关规划等。

（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）、《陕西省土地开发整理工程建设标准》、《土地开发整理规划编制规程》（TD/T1011-2000）和《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T1007-2003）等。

（3）其他

包括项目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等。

3、土地复垦适宜性评价流程

（1）评价范围

本项目土地复垦适宜性评价的范围为复垦责任范围内所有土地。

（2）评价单元的划分

土地复垦适宜性评价单元是评价的基本单元，同一评价单元内的土地特征及复垦利用方向和复垦措施应基本一致。针对复垦责任范围特点，首先是依据煤矿开采造成土地损毁的类型和程度，其次是综合考虑项目用地的实际状况，将损毁土地所处的地貌和原土地利用类型及损毁程度相同的划分为一个评价单元。

本项目区按照损毁程度和类型，结合土地利用现状类型、土地损毁类型，将损毁土地按照不同地类、不同损毁类型划分为沉陷损毁区、工业场地、工业场地生产区、工业场地辅助区、排矸场平台、排矸场边坡、原炸药库、原炸药库道路等 23 个评价单元。本复垦方案划分损毁土地的适宜性评价单元详见表 4.2-2。

表 4.2-2 土地复垦适宜性评价单元划分

编号	损毁形式	损毁单元	面积 (hm ²)	评价单元
1	沉陷损毁	轻度损毁旱地	19.60	轻度损毁旱地
2		中度损毁旱地	6.63	中度损毁旱地
3		轻度损毁乔木林地	0.66	轻度损毁乔木林地
4		中度损毁乔木林地	0.17	中度损毁乔木林地
5		轻度损毁灌木林地	16.05	轻度损毁灌木林地
6		中度损毁灌木林地	4.59	中度损毁灌木林地
7		轻度损毁其他林地	2.51	轻度损毁其他林地
8		中度损毁其他林地	0.72	中度损毁其他林地
9		轻度损毁天然牧草地	30.53	轻度损毁天然牧草地
10		中度损毁天然牧草地	11.63	中度损毁天然牧草地
11		轻度损毁其他草地	0.43	轻度损毁其他草地
12		中度损毁其他草地	0.15	中度损毁其他草地
13		采矿用地	8.89	采矿用地
14		农村宅基地	0.13	农村宅基地
15		特殊用地	0.16	特殊用地
16		农村道路	1.44	农村道路
17	永久性建设用地	工业场地	0.87	工业场地
18	压占损毁	工业场地生产区	0.94	工业场地生产区
19		工业场地辅助区	1.35	工业场地辅助区
20		排矸场平台	0.23	排矸场平台
21		排矸场边坡	0.21	排矸场边坡
22		原炸药库	0.25	原炸药库
23		原炸药库道路	0.06	原炸药库道路
合计			108.20	

(3) 复垦方向初步确定

根据复垦责任范围区的国土空间规划，并与生态环境保护规划相衔接，从矿区所在的实际出发，通过对自然因素、社会经济因素、政策因素、公众意愿和已实施项目的类比分析，初步确定复垦方向。

1) 项目区自然条件

前梁煤矿地处毛乌素沙漠东南缘与陕北黄土高原接壤地带，地貌单元属风沙滩地及黄土沟谷地貌，沙丘延绵，沟壑纵横，地势总体表现为北高南低，区内最

高点在煤矿北部梁峁上，海拔 1296.2m，最低点在前梁镇办煤矿南部边界处的沟谷内，海拔 1123.0m，最大高差 173.2m。

从项目区气候条件分析，本区光能充足，适宜发展农牧业；从地形条件分析，在坡度较陡（大于 25°）的区域适宜发展林业、牧业，在缓坡区域适宜发展农业。因此从自然条件分析项目区适宜分区发展农林牧业。

2) 项目区社会经济概况

项目区位于店塔镇，域内基础设施良好，矿区交通条件良好，神（木）—朔（州）铁路、府（谷）—店（塔）公路（S301）从煤矿南部穿过，包（头）—神（木）铁路和 S204 省道从煤矿西部边界外通过，且前梁煤矿具有较好的声誉和雄厚的经济实力，为复垦工作的进行提供了强大的经济支持。

3) 政策因素

根据《神木市国土空间规划报批稿》，矿区的复垦工作应本着因地制宜、合理利用、农用地优先的原则，坚持矿区开发与保护、开采与复垦相结合，实现土地资源的永续利用，并与社会、经济、环境协调发展。综合考虑项目所在地的实际情况，确定项目区的土地利用方向。

4) 公众参与调查

复垦义务人前梁煤矿和委托编制单位相关技术人员以走访、座谈的方式了解和听取了相关土地权利人和相关职能部门的意见，得到了他们的大力支持。通过走访当地自然资源部门，当地自然资源部门在核实当地的土地利用现状及权属后，建议将损毁土地尽量恢复其原有功能，同时经建设单位与当地村委会及土地权属人协商，当地村委会及土地权属人首先同意将损毁土地复垦为耕地，在不能恢复为耕地时再恢复为其他林地和草地。

5) 类比分析

前梁煤矿近几年对已开采的地面沉陷区进行了治理，本次复垦方向可参考项目区已复垦的项目，确定项目区的土地利用方向。

综合上述，确定项目区的复垦利用初步方向如下表：

表 4.2-3 土地复垦方向初步确定基本原则

土地损毁类型	土地利用类型	损毁程度	初步复垦方案	面积 (hm ²)
沉陷损毁土地	耕地	轻度	复垦为原地类	19.60
		中度	复垦为原地类	6.63
	林地	轻度	复垦为原地类	19.22
		中度	复垦为原地类	5.48
	草地	轻度	复垦为原地类	30.96
		中度	复垦为原地类	11.78
	农村宅基地	轻度、中度	结合周边地类, 复垦为林地	0.13
	采矿用地、特殊用地、农村道路	轻度、中度	复垦为原地类	10.49
永久性建设用地	工业场地	重度	复垦为耕地	0.87
压占损毁	工业场地生产区	重度	复垦为耕地	0.94
	工业场地辅助区	重度	复垦为耕地	1.35
	排矸场平台	重度	复垦为耕地	0.23
	排矸场边坡	重度	复垦为林地	0.21
	原炸药库	重度	复垦为林地	0.25
	原炸药库道路	重度	复垦为林地	0.06
合计				108.20

4、待复垦土地适宜性等级评定

(1) 评价因子的选择

复垦责任范围损毁土地适宜性评价应选择一套相互独立而又相互补充的参评因素和主导因素。参评因子应满足以下要求：一是可测性，即参评因子是可以测量并可以用数值或序号表示的；二是关联性，即参评因子的增长或减少，标志着评价土地单元质量的提高或降低；三是稳定性，即选择的参评因子在任何条件下反映的质量持续稳定；四是不重叠性，即参评因子之间界限清楚，不致相互重叠。基于上述考虑，待复垦地区主要是以林地、草地为主，选择的评价因子有损毁程度、土壤质地、有效土层厚度、有机质含量、交通条件、地面坡度、周边地类和离居民点的距离等评价指标。

(2) 评价体系

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，分为I等地、II等地和III等地；暂不适宜类和不适宜类不进行划分，以“N”表示。

1) 宜农土地

I等地适宜：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。

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

III等地适宜：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

I等地适宜：适于果木、林木生产，无明显限制因素，损毁轻微，采用一般技术造林植树，即可获得较大的产量和经济价值。

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

III等地适宜：果木、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

I等地适宜：水土条件好，草群质量和产量高，损毁轻微，容易恢复为草场。

II等地适宜：水土条件较好，草群质量和产量中等，有轻度退化，损毁程度不深，需经整治才能恢复为草场。

III等地适宜：水土条件和草群质量差、产量低、退化和损毁严重，需大力整治复垦后方可利用。

(3) 评定方法

1) 定性分析方法

通过对本方案损毁土地特点分析,本方案对前梁煤矿内受影响的耕地、林地、草地、采矿用地、特殊用地、农村道路用地采取定性分析方法,见表 4.2-4。

表 4.2-4 定性分析法评价结果表

序号	土地损毁类型	评价单元	原地类	复垦后地类	复垦面积 (hm ²)
1	沉陷损毁土地	轻度损毁旱地	旱地	旱地	19.60
2		中度损毁旱地	旱地	旱地	6.63
3		轻度损毁乔木林地	乔木林地	乔木林地	0.66
4		中度损毁乔木林地	乔木林地	乔木林地	0.17
5		轻度损毁灌木林地	灌木林地	灌木林地	16.05
6		中度损毁灌木林地	灌木林地	灌木林地	4.59
7		轻度损毁其他林地	其他林地	其他林地	2.51
8		中度损毁其他林地	其他林地	其他林地	0.72
9		轻度损毁天然牧草地	天然牧草地	天然牧草地	30.53
10		中度损毁天然牧草地	天然牧草地	天然牧草地	11.63
11		轻度损毁其他草地	其他草地	其他草地	0.43
12		中度损毁其他草地	其他草地	其他草地	0.15
13		采矿用地	采矿用地	采矿用地	8.89
14		特殊用地	特殊用地	特殊用地	0.16
15		农村道路	农村道路	农村道路	1.44
合计					104.17

2) 定量分析方法

定量分析采用极限条件法。极限条件法是基于系统工程中的“木桶原理”,即分类单元的最终质量取决于条件最差的因子的质量,模型为:

$$Y_i = \min(Y_{ij})$$

式中: Y_i 为第 i 个评价单元的最终分值; Y_{ij} 为第 i 个评价单元中第 j 个参评因子的分值。对于损毁土地在复垦过程中不能改进的限制性因素,将限制其复垦方向。

该方法评价标准中只需确定复垦方向的限制性因子及相应分值,不需要确定权重,不同的复垦方向应选择不同的评价因子及分值。评价结果确定标准为:

$Y_i = 20$ 分,则 N 复垦为该方向;若 $Y_i > 20$ 分,则基本适宜复垦为该方向。

在进行适宜性评价时，先进行宜耕方向的适宜性评价，若不适应耕地方向，再评价其是否适宜园林地或草地方向。该方法适宜沉陷损毁区农村宅基地、工业场地、工业场地生产区、工业场地辅助区、排矸场、原炸药库、原炸药库道路，见表 4.2-5。

表 4.2-5 采用极限条件法的土地复垦适宜性评价单元

编号	损毁形式	损毁单元	面积 (hm ²)	备注
1	沉陷损毁	农村宅基地	0.13	
2	永久性建设用地	工业场地	0.87	
3	压占损毁	工业场地生产区	0.94	
4		工业场地辅助区	1.35	
5		排矸场平台	0.23	
6		排矸场边坡	0.21	
7		原炸药库	0.25	
8		原炸药库道路	0.06	
合计			4.03	

(4) 评价标准

结合煤矿自然环境条件及以往的复垦经验，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，详见表 4.2-6、表 4.2-7。

表 4.2-6 永久性建设用地压占损毁土地限制因素等级标准

限制因素及分级指标		宜耕	宜园	宜林	宜草
土壤质地	壤土、粉砂粘壤土、壤黏土	1	1	1	1
	砂壤土、粘壤土	2	2	2	1
	砂土	3	3	3	2
覆土条件厚度 (cm)	>60	1	1	1	1
	30-60	2	2	1	1
	10-30	3 或 N	3	2	2
	<10	N	3 或 N	3	3
土壤有机质含量 (g/kg)	>10	1	1	1	1
	8-10	2	2	1	1
	5-8	3	3	2	2

限制因素及分级指标		宜耕	宜园	宜林	宜草
	<5	N	3 或 N	3	2
地面坡度 (°)	<6	1	1	1	1
	2-6	2	1	1	1
	6-15	2	2	2	2
	15-25	3	2	2	2
	>25	N	3 或 N	3	3
交通条件	有完善道路设施	1	1	1	1
	有, 但不完善	2	2	2	2
	无道路设施	3 或 N	3 或 N	3	3
周边地类或回退至二调地类	耕地	1	1	1	1
	耕地、园地、林地、草地	2	2	1	1
	沙地等其他地类	3	3	2	2
离居民点的距离	<1km	1	1	1	1
	1km~2km	2	2	1	1
	2km~3km	3	2	2	2
	>3km	N	3 或 N	2	1 或 2

表 4.2-7 沉陷损毁土地限制因素等级标准

限制因素及分级指标		宜耕	宜园	宜林	宜草
损毁程度	轻度	1	1	1	1
	中度	2	2	1	1
	重度	3	3	2	2
土壤质地	壤土、粉砂粘壤土、壤黏土	1	1	1	1
	砂壤土、粘壤土	2	2	2	1
	砂土	3	3	3	2
有效土层厚度 (cm)	>80	1	1	1	1
	60-80	2	2	1	1
	30-50	3 或 N	3	2	2
	<30	N	3 或 N	3	3
土壤有机质含量 (g/kg)	>10	1	1	1	1
	8-10	2	2	1	1
	5-8	3	3	2	2
	<5	N	3 或 N	3	2
地面坡度 (°)	<6	2	1	1	1

限制因素及分级指标		宜耕	宜园	宜林	宜草
	6-15	2	2	2	2
	15-25	3	2	2	2
	>25	N	3 或 N	3	3
交通条件	有完善道路设施	1	1	1	1
	有，但不完善	2	2	2	2
	无道路设施	3 或 N	3 或 N	3	3

(5) 评价过程及复垦方向的确定

1) 评价过程分析

对于沉陷区土地适宜性评价采用极限条件法评价土地的适宜性，由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 4.2-6、4.2-7 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 4.2-8、4.2-9。

表 4.2-8 沉陷损毁土地适宜性评价单元评价

编号	评价单元	评价因子	指标
1	农村宅基地	损毁程度	轻度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度 (cm)	30~50
		土壤有机质含量 (g/kg)	8~10
		地面坡度 (°)	<6
		交通条件	有完善道路设施

表 4.2-9 永久建设用地、压占损毁土地适宜性评价单元评价

编号	评价单元	评价因子	指标
1	工业场地	土壤质地	砂壤土
		覆土条件厚度 (cm)	>60
		土壤有机质含量 (g/kg)	>10
		地面坡度 (°)	<6
		交通条件	有完善道路设施
		周边地类	耕地、林地、草地
		离居民点的距离	<1km
2	工业场地生产	土壤质地	砂壤土

编号	评价单元	评价因子	指标
	区	覆土条件厚度（cm）	>60
		土壤有机质含量（g/kg）	>10
		地面坡度（°）	<6
		交通条件	有完善道路设施
		周边地类	耕地、林地、草地
		离居民点的距离	<1km
3	工业场地辅助区	土壤质地	砂壤土
		覆土条件厚度（cm）	>60
		土壤有机质含量（g/kg）	>10
		地面坡度（°）	<6
		交通条件	有完善道路设施
		回退至二调地类	耕地、林地、草地
		离居民点的距离	<1km
4	排矸场平台	土壤质地	砂壤土
		覆土条件厚度（cm）	>60
		土壤有机质含量（g/kg）	>10
		地面坡度（°）	<6
		交通条件	有完善道路设施
		周边地类	耕地、林地、草地
		离居民点的距离	<1km
5	排矸场边坡	土壤质地	砂壤土
		覆土条件厚度（cm）	30~60
		土壤有机质含量（g/kg）	8~10
		地面坡度（°）	15~25
		交通条件	有，但不完善
		周边地类	林地
		离居民点的距离	<1km
6	原炸药库	土壤质地	砂壤土
		覆土条件厚度（cm）	30~60
		土壤有机质含量（g/kg）	8~10
		地面坡度（°）	15~25
		交通条件	有，但不完善

编号	评价单元	评价因子	指标
		周边地类	林地
		离居民点的距离	<1km
7	原炸药库道路	土壤质地	砂壤土
		覆土条件厚度（cm）	30~60
		土壤有机质含量（g/kg）	8~10
		地面坡度（°）	15~25
		交通条件	有，但不完善
		周边地类	林地
		离居民点的距离	<1km

2) 耕地、园地、林地及草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、园地、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 4.2-10、表 4.2-11 所示。

表 4.2-10 沉陷区损毁土地适宜性评价结果表

编号	评价单元	评价因子						耕地方向限制性因素
		损毁程度	土壤质地	有效土层厚度 (cm)	土壤有机质含量 (g/kg)	地面坡度 (°)	交通条件	
1	农村宅基地	轻度	砂壤土	30~50	8~10	<6	有完善道路设施	有效土层厚度、土壤有机质含量

表 4.2-11 永久性建设用地、压占损毁土地适宜性评价结果表

编号	评价单元	评价因子							耕地方向限制性因素
		土壤质地	覆土条件厚度 (cm)	土壤有机质含量 (g/kg)	地面坡度 (°)	交通条件	周边地类	离居民点的距离	
1	工业场地	砂壤土	>60	>10	<6	有完善道路设施	耕地、林地、草地	<1km	无明显耕地方向限制性因素
2	工业场地生产区	砂壤土	>60	>10	<6	有完善道路设施	耕地、林地、草地	<1km	无明显耕地方向限制性因素
3	工业场地辅助区	砂壤土	>60	>10	<6	有完善道路设施	耕地、林地、草地	<1km	无明显耕地方向限制性因素
4	排矸场平台	砂壤土	>60	>10	<6	有完善道路设施	耕地、林地、草地	<1km	无明显耕地方向限制性因素
5	排矸场边坡	砂壤土	30~60	8~10	15~25	有，但不完善	林地	<1km	周边地类
6	原炸药库	砂壤土	30~60	8~10	<6	有，但不完善	林地	<1km	周边地类
7	原炸药库道路	砂壤土	30~60	8~10	<6	有，但不完善	林地	<1km	周边地类

（6）确定最终复垦方向和划分复垦单元

1) 最终复垦方向确定

在考虑复垦责任范围自然、社会经济、政策、公众意愿的基础上，结合适宜性等级评定结果，最终复垦方向确定如下：

表 4.2-12 复垦责任范围各复垦单元复垦方向

编号	损毁形式	评价单元	复垦方向	面积 (hm ²)
1	沉陷损毁	轻度损毁旱地	旱地	19.60
2		中度损毁旱地	旱地	6.63
3		轻度损毁乔木林地	乔木林地	0.66
4		中度损毁乔木林地	乔木林地	0.17
5		轻度损毁灌木林地	灌木林地	16.05
6		中度损毁灌木林地	灌木林地	4.59
7		轻度损毁其他林地	其他林地	2.51
8		中度损毁其他林地	其他林地	0.72
9		轻度损毁天然牧草地	天然牧草地	30.53
10		中度损毁天然牧草地	天然牧草地	11.63
11		轻度损毁其他草地	其他草地	0.43
12		中度损毁其他草地	其他草地	0.15
13		采矿用地	采矿用地	8.89
14		特殊用地	特殊用地	0.16
15		农村道路	农村道路	1.44
16		农村宅基地	乔木林地	0.13
17	压占损毁	工业场地	旱地	0.87
18		工业场地生产区	旱地	0.94
19		工业场地辅助区	旱地	1.35
20		排矸场平台	旱地	0.23
21		排矸场边坡	灌木林地	0.21
22		原炸药库	灌木林地	0.25
23		原炸药库道路	灌木林地	0.06
合计				108.20

2) 划分复垦单元

依据确定的最终复垦方向，将采取的复垦措施和复垦标准一致的评价单元作

为一个复垦单元，然后根据复垦方向确定复垦措施。复垦单元划分表见表 4.2-13，土地复垦适应性评价结果表及复垦措施一览表具体见表 4.2-14。

表 4.2-13 复垦单元划分

编号	复垦单元	评价单元	面积 (hm ²)
1	沉陷损毁耕地复垦单元	轻度损毁旱地	19.60
2		中度损毁旱地	6.63
3	沉陷损毁林地复垦单元	轻度损毁乔木林地	0.66
4		中度损毁乔木林地	0.17
5		轻度损毁灌木林地	16.05
6		中度损毁灌木林地	4.59
7		轻度损毁其他林地	2.51
8		中度损毁其他林地	0.72
9	沉陷损毁草地复垦单元	轻度损毁天然牧草地	30.53
10		中度损毁天然牧草地	11.63
11		轻度损毁其他草地	0.43
12		中度损毁其他草地	0.15
13	沉陷损毁搬迁农村宅基地复垦单元	农村宅基地	0.13
14	沉陷损毁其他土地复垦单元	采矿用地	8.89
15		特殊用地	0.16
16		农村道路	1.44
17	工业场地复垦单元	工业场地	0.87
18		工业场地生产区	0.94
19		工业场地辅助区	1.35
20	排矸场复垦单元	排矸场平台	0.23
21		排矸场边坡	0.21
22	原炸药库复垦单元	原炸药库	0.25
23	原炸药库道路复垦单元	原炸药库道路	0.06
合计			108.20

表 4.2-14 土地复垦适应性评价结果表及复垦措施一览表

编号	评价单元	原地类	原地类面积 (hm ²)	复垦利用方向	复垦面积 (hm ²)	主要复垦措施
1	轻度损毁旱地	旱地	19.60	旱地	19.60	裂缝填充、土壤剥覆、土地平整、土地翻耕、土壤培肥
2	中度损毁旱地	旱地	6.63	旱地	6.63	裂缝填充、土壤剥覆、土地平整、土地翻耕、土壤培肥
3	轻度损毁乔木林地	乔木林地	0.66	乔木林地	0.66	裂缝填充、土壤剥覆、土地平整、土壤培肥、植被补植
4	中度损毁乔木林地	乔木林地	0.17	乔木林地	0.17	裂缝填充、土壤剥覆、土地平整、土壤培肥、植被补植
5	轻度损毁灌木林地	灌木林地	16.05	灌木林地	16.05	裂缝填充、土壤剥覆、土地平整、土壤培肥、植被补植
6	中度损毁灌木林地	灌木林地	4.59	灌木林地	4.59	裂缝填充、土壤剥覆、土地平整、土壤培肥、植被补植
7	轻度损毁其他林地	其他林地	2.51	其他林地	2.51	裂缝填充、土壤剥覆、土地平整、土壤培肥、植被补植
8	中度损毁其他林地	其他林地	0.72	其他林地	0.72	裂缝填充、土壤剥覆、土地平整、土壤培肥、植被补植
9	轻度损毁天然牧草地	天然牧草地	30.53	天然牧草地	30.53	裂缝填充、土地平整、植被补植、管护
10	中度损毁天然牧草地	天然牧草地	11.63	天然牧草地	11.63	裂缝填充、土地平整、植被补植、管护
11	轻度损毁其他草地	其他草地	0.43	其他草地	0.43	裂缝填充、土地平整、植被补植、管护
12	中度损毁其他草地	其他草地	0.15	其他草地	0.15	裂缝填充、土地平整、植被补植、管护
13	农村宅基地	农村宅基地	0.13	乔木林地	0.13	废弃建筑拆除、基础拆除（砌体）、硬化层拆除、垃圾清运、土地平整、覆土、植被补植、管护
14	采矿用地	采矿用地	8.89	采矿用地	8.89	监测
15	特殊用地	特殊用地	0.16	特殊用地	0.16	监测
16	农村道路	农村道路	1.44	农村道路	1.44	监测
17	工业场地	采矿用地	0.87	旱地	0.87	建筑物拆除与清理、土地平整、覆土、翻耕、土壤培肥

编号	评价单元	原地类	原地类面积 (hm ²)	复垦利用方向	复垦面积 (hm ²)	主要复垦措施
						改良措施
18	工业场地生产区	水浇地、乔木林地、天然牧草地、采矿用地	0.94	旱地	0.94	建筑物拆除与清理、土地平整、覆土、翻耕、土壤培肥 改良措施
19	工业场地辅助区	天然牧草地、采矿用地、农村宅基地	1.35	旱地	1.35	建筑物拆除与清理、土地平整、覆土、翻耕、土壤培肥 改良措施
20	排矸场平台	旱地、灌木林地、其他林地	0.23	旱地	0.23	土地平整、客土回覆、翻耕、培肥、原破损挡墙拆除与修建
21	排矸场边坡	旱地、灌木林地、其他林地、采矿用地	0.21	灌木林地	0.21	土地平整、客土回覆、植被恢复、管护
22	原炸药库	灌木林地、其他林地、采矿用地	0.25	灌木林地	0.25	建筑物拆除与清理、土地平整、客土回覆、植被恢复、管护
23	原炸药库道路	旱地、灌木林地、其他林地	0.06	灌木林地	0.06	建筑物拆除与清理、土地平整、客土回覆、植被恢复、管护
合计			108.20		108.20	

（三）生态恢复力分析

1、分析原则

（1）系统性原则——将矿区视为一个“社会-经济-自然”复合生态系统，分析其内部各要素的相互联系与作用。

（2）动态性与时序性原则——生态恢复是一个漫长的过程，分析必须基于时间序列数据，揭示其演变轨迹和趋势。

（3）空间异质性原则——煤矿区的破坏和恢复在空间上是不均匀的，分析必须体现这种空间差异。

（4）阈值与非线性原则——生态系统的变化并非总是渐进的，当干扰超过某个临界点（阈值）时，可能会发生不可逆的突变。

（5）适应性管理原则——将恢复力分析嵌入到管理决策中，形成一个“监测-评估-调整”的循环学习机制。

（6）人与自然耦合原则——现代生态系统是人与自然共同作用的产物，不能脱离人类社会来谈生态恢复。

2、分析依据

生态恢复力分析是在考虑矿区自然条件、土地资源与生态损毁程度、水土资源状况等因素下，依据坚实的科学、政策和技术依据综合分析的。生态恢复力分析主要依据包括：

（1）科学理论依据

包括恢复力生态学理论、景观生态学理论、生态系统演替理论、胁迫生态学理论、“自然为本”的解决方案。

（2）政策法规依据

国家法律法规包括《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国矿产资源法》、《土地复垦条例》等。

国家战略与政策包括“生态文明建设”、“山水林田湖草沙”一体化保护和修复。

行业标准与规范包括《矿山生态环境保护与恢复治理技术规范》等。

3、评价过程

收集遥感数据、植物样方调查数据、水土样检测数据、社会经济数据等，采用加权求和多因子综合评价模型，计算生态恢复力综合指数。

$$ERI = \sum (权重_i * 标准化后指标值_i)$$

$ERI \in [0, 0.3]$: 恢复力弱（生态系统不稳定，依赖人工）

$ERI \in (0.3, 0.6]$: 恢复力中等

$ERI \in (0.6, 0.8]$: 恢复力良好

$ERI \in (0.8, 1.0]$: 恢复力优秀（接近自然生态系统）

根据前梁煤矿矿区遥感影像分析结果及水土样检测结果，计算得该矿区 $ERI=0.65$ 。

4、评价结果分析

前梁煤矿恢复力等级为“良好”。综合矿区条件分析，评价区“生物群落活力”较高，植被恢复不错；但“地形与土壤稳定性”较低，主要原因是土壤有机质含量仍偏低，有轻微侵蚀风险。

该矿区生态修复总体成功，生态系统已具备较好的自我维持能力。下一步应重点改良土壤，如施加有机肥、种植绿肥植物，以提升系统的长期稳定性。

（四）水土资源平衡分析

1、水源平衡分析

（1）需水量分析

本项目根据不同苗木需水量及项目区的特点，参照《陕西省行业用水定额》（陕西省地方标 DB61/T943-2022）中林地 $125\text{m}^3/\text{亩}\cdot\text{a}$ 、草地 $240\text{m}^3/\text{hm}^2\cdot\text{a}$ 的灌溉定额，本方案适用期需水量见表 4.2-15。

表 4.2-15 需水量计算表

序号	复垦用水区域	灌水定额 ($\text{m}^3/\text{亩}\cdot\text{a}$)	面积 (hm^2)	年用水量 (万 m^3)
1	林地	125	25.35	4.75
2	草地	240	42.74	15.39
合计			68.09	20.14

（2）供水量分析

1) 地表水

区内水系不发育，主要河流为井田南部的黄羊城河流域，由东向西南横穿矿区，为常年性溪流，沟谷平均宽度约 100m，河长 23.5km，据观测其多年平均流量 0.07m³/s，于店塔附近注入窟野河；其支沟范家沟为东西向，平均宽度约 60m。范家沟与黄羊城河在井田西南部交汇流过。年平均流量 220.75×10⁴m³，可用水量按 8%计算，年平均可用水量 17.66×10⁴m³。

2) 矿井井下疏排水

灌溉水源采用处理达标后的矿井水作为项目区灌溉用水，矿井水正常涌水量为 26.0m³/h，经处理达标后，用于生活、生产、地面消防用水、井下消防洒水及管护用水，复用率达 100%。根据计算，每年正常涌水量 22.78×10⁴m³，其中 20% 可以可作为生产期植被的管护用水，可供涌水量为 4.55×10⁴m³。

(3) 供需平衡分析

通过前面 1、2 内容分析，矿区可供管护用水量为 22.21×10⁴m³>土地复垦需水量 20.14×10⁴m³ 小于供给水量，矿区闭坑后植被管护用水采用购水的形式，输水距离小于 2km。项目区水源可以满足土地复垦工程用水。

2、土源平衡分析

根据确定的各复垦单元复垦方向，其中沉陷区损毁裂隙充填实施就地取土、平整，不再进行土源供需平衡分析。涉及土源平衡分析的单元包括农村宅基地、原炸药库、原炸药库道路、排矸场平台、排矸场边坡、石岩沟耕地提升区、工业场地。

(1) 表土需求量分析

充足的表土资源对于实施植被恢复措施，损毁耕地的复垦具有重要的作用。而根据本项目的适宜性评价结果，需要表土回覆的区域包括农村宅基地、原炸药库、原炸药库道路、排矸场平台、排矸场边坡、石岩沟耕地提升区、工业场地。需土量见表 4.2-16。

表 4.2-16 表土需求量计算表

位置	复垦方向	覆土厚度 (m)	覆土面积 (hm ²)	共需覆土土方量 (m ³)	备注
农村宅基地	乔木林地	0.5	0.13	650.00	购买客土
原炸药库	灌木林地	0.3	0.25	745.00	

位置	复垦方向	覆土厚度 (m)	覆土面积 (hm ²)	共需覆土土方 量 (m ³)	备注
原炸药库道路	灌木林地	0.4	0.06	229.36	
排矸场平台	旱地	0.6	0.23	1380	
排矸场边坡	灌木林地	0.4	0.21	840	
石岩沟耕地提升	旱地、灌木林地	1.0	5.1796	51796	
工业场地	旱地	0.6	3.16	18940.49	
合计			9.2196	74580.85	

（2）表土供给量分析

覆土土源来源于购买客土的方式，需购买客土 7.46 万 m³，取土场的复垦由供土方进行复垦，购买的客土经土壤培肥后可达到土地复垦质量要求的标准。

综上所述，土地复垦工程实施过程中表土资源可以达到平衡。

（四）土地复垦质量要求

在实地考察煤矿周边各类土地质量的前提下，结合陕西省相应土地开发整理工程具体标准，依据本方案对因开采造成的损毁土地所确定的复垦方向，提出各复垦单元的土地复垦质量要求。同时，根据煤矿的实际情况，采取积极的预防控制措施，减少煤炭开采对周围土地的损毁，降低矿山开采活动对区内生态环境的影响；并通过切实可行的工程技术措施和生物化学措施对损毁的土地进行复垦，恢复煤矿整个矿区的土地生态，实现矿山开发与环境保护的双赢。

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），同时结合复垦区现状、土地损毁程度与复垦适宜性评价而制订土地复垦标准。

依据煤矿矿区生态环境的实际状况，考虑复垦土地的利用方式、生态重建、选种植物生长条件等因素，明确各类土地复垦质量要求，以及配套工程设施应达到的标准。针对沉陷林草地，由于生态环境脆弱，所以复垦后安排 6 年植被管护期。

1、沉陷区耕地复垦标准

表 4.2-17 沉陷区耕地复垦质量标准

黄土高原区土地复垦质量控制标准				本方案复垦的质量标准	
复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准		
耕地 (旱地)	地形	地面坡度/(°)	≤25	6~12	
	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥80, 土石山区≥30	≥80, 土石山区≥30	80~100
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.45	≤1.45	≤1.45
		土壤质地	壤土至粘壤土	壤土至粘壤土	壤土
		砾石含量/%	≤10	≤10	≤5
		pH 值	6.0-8.5	6.0-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	≥0.5	≥0.5	0.8~1.0
		电导率/(dS/m)	≤2	≤2	≤2
	配套设施	排水	达到当地各行业工程建设标准要求	达到当地各行业工程建设标准要求	达到当地各行业工程建设标准要求, 与周边相协调
		道路			
		林网			
	生产水平	产量/(kg/hm ²)	五年后达到周边地区同等土地利用类型水平	五年后达到周边地区同等土地利用类型水平	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平

2、压占区耕地复垦标准

表 4.2-18 压占区耕地复垦质量标准

黄土高原区土地复垦质量控制标准				本方案复垦的质量标准	
复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准		
耕地 (旱地)	地形	地面坡度/(°)	≤25	≤3	
	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥80, 土石山区≥30	≥80, 土石山区≥30	80
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.45	≤1.45	≤1.45
		土壤质地	壤土至粘壤土	壤土至粘壤土	壤土
		砾石含量/%	≤10	≤10	≤5
		pH 值	6.0-8.5	6.0-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	≥0.5	≥0.5	0.8~1.0
		电导率/(dS/m)	≤2	≤2	≤2
	配套设施	排水	达到当地各行业工程建设标准要求	达到当地各行业工程建设标准要求	达到当地各行业工程建设标准要求, 与周边相协调
		道路			
		林网			
	生产水平	产量/(kg/hm ²)	五年后达到周边地区同等土地利用类型水平	五年后达到周边地区同等土地利用类型水平	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平

3、沉陷区林地复垦标准

表 4.2-19 沉陷区林地复垦质量标准

黄土高原区土地复垦质量控制标准				本方案复垦的质量标准
复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准	
林地 (乔木林地)	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	30-50
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.5	≤1.5
		土壤质地	砂土至砂质粘土	砂质粘土
		砾石含量/%	≤25	≤15
		pH 值	6.0-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	≥0.5	0.5~0.8
	配套设施	道路	达到当地本行业工程建设标准要求	道路通达，与周边相协调
	生产力水平	定植密度/（株/hm ² ）	满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）要求	满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）要求
		郁闭度	≥0.30	≥0.50
林地 (灌木林地)	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	30-50
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.5	≤1.5
		土壤质地	砂土至砂质粘土	砂质粘土
		砾石含量/%	≤25	≤15
		pH 值	6.0-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	≥0.5	0.5~0.8
	配套设施	道路	达到当地本行业工程建设标准要求	道路通达，与周边相协调
	生产力水平	定植密度/（株/hm ² ）	满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）要求	满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）要求
		郁闭度	≥0.30	≥0.50
林地 (其他林地)	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	30-50
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.5	≤1.5
		土壤质地	砂土至砂质粘土	砂质粘土
		砾石含量/%	≤25	≤15
		pH 值	6.0-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	≥0.5	0.5~0.8
	配套设施	道路	达到当地本行业工程建设标准要求	道路通达，与周边相协调
	生产力水平	定植密度/（株/hm ² ）	满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）要求	满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）要求
		郁闭度	≥0.30	≥0.40

4、压占区林地复垦标准

表 4.2-20 压占区林地复垦质量标准

黄土高原区土地复垦质量控制标准				本方案复垦的质量标准
复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准	
林地 (乔木林地)	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	30~50
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.5	≤1.5
		土壤质地	砂土至砂质粘土	砂质粘土
		砾石含量/%	≤25	≤15
		pH 值	6.0-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	≥0.5	0.5~0.8
	配套设施	道路	达到当地本行业工程建设标准要求	道路通达，与周边相协调
	生产力水平	定植密度/（株/hm ² ）	满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）要求	满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）要求
		郁闭度	≥0.30	≥0.50
林地 (灌木林地)	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	30~50
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.5	≤1.5
		土壤质地	砂土至砂质粘土	砂质粘土
		砾石含量/%	≤25	≤15
		pH 值	6.0-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	≥0.5	0.5~0.8
	配套设施	道路	达到当地本行业工程建设标准要求	道路通达，与周边相协调
	生产力水平	定植密度/（株/hm ² ）	满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）要求	满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）要求
		郁闭度	≥0.30	≥0.50

5、沉陷区草地复垦标准

表 4.2-21 沉陷区草地复垦质量标准

黄土高原区土地复垦质量控制标准				本方案复垦的质量标准
复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准	
草地 (天然牧草地)	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	30~50
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.45	≤1.45
		土壤质地	砂土至壤粘土	砂质粘土
		砾石含量/%	≤15	≤15
		pH 值	7.0-8.5	7.0-8.5

		有机质/%	≥0.3	0.5~0.6
	配套设施	道路	达到当地各行业工程建设标准要求	达到当地各行业工程建设标准要求
	生产 力 水平	覆盖度/%	≥30	≥60
		产量/ (kg/hm ²)	五年后达到周边地区同等土地利用类型水平	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平
草地 (其他 草地)	土壤 质量	有效土层厚度/cm	≥30	30~50
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.45	≤1.45
		土壤质地	砂土至壤黏土	壤土
		砾石含量/%	≤15	≤15
		pH 值	7.0-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	≥0.3	0.5~0.6
	配套设施	道路	达到当地各行业工程建设标准要求	达到当地各行业工程建设标准要求
	生产 力 水平	覆盖度/%	≥30	≥50
		产量/ (kg/hm ²)	五年后达到周边地区同等土地利用类型水平	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平

6、压占区草地复垦标准

表 4.2-22 压占区草地复垦质量标准

黄土高原区土地复垦质量控制标准				本方案复垦的质量标准
复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准	
草地 (天然牧 草地)	土壤 质量	有效土层厚度/cm	≥30	30~60
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.45	≤1.45
		土壤质地	砂土至壤粘土	壤土
		砾石含量/%	≤15	≤15
		pH 值	7.0-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	≥0.3	0.5~0.6
	配套设施	道路	达到当地各行业工程建设标准要求	达到当地各行业工程建设标准要求
	生产 力 水平	覆盖度/%	≥30	≥60
		产量/ (kg/hm ²)	五年后达到周边地区同等土地利用类型水平	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平

7、沉陷区其他用地复垦标准

加强本复垦单元的监测，确保损毁土地能够达到或超过损毁前功能，能满足当地人民的正常生产生活需求。

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

前梁煤矿生产引发的矿山地质环境问题主要为不稳定地质体、地面塌陷及伴生地裂缝等不稳定地质体，含水层、地形地貌景观影响以及土地资源损毁等，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。由于煤矿剩余服务年限3年，所以将矿山地质环境治理与土地复垦工程分为近期（2025~2027年）和远期（2028~2034年）两个阶段，治理工程、土地复垦以近期为主，兼顾远期。

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防

（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、水土环境质量及土地资源的影响和破坏，实现矿产资源开发利用与地质环境保护相协调、经济可持续发展。

2、任务

（1）避免和减缓地面塌陷及其伴生的不稳定地质体造成的损失，对影响较严重的输电线路和道路进行维修治理并加强监测。

（2）避免和减缓主要含水层受影响或破坏、地下水水位下降，维持评估区及周围生产、生活供水。

（3）避免和减缓对地形地貌景观的影响。

（4）避免对水土环境质量的影响和破坏。

（5）避免和减缓对土地损毁，对受影响和损毁的土地进行土地复垦，使其恢复原貌或适宜用途；对爆破材料库进行复垦。

（6）在闭矿后，及时对辅助场区、生产厂区、矿区道路等进行治理，减少对地形地貌的影响。

（7）维护和治理本区及周围地区生态环境，建设绿色矿山企业。

（二）保护与预防措施

1、保护措施

（1）留设保护煤柱

按现有规定留够保安煤柱。

（2）减缓措施

在建设和生产过程中要加强规划和施工管理，尽量减少对土地的预期影响。要建立土地利用规划，分布实施。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，将临时用地面积控制在最低限度，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。

2、预防控制措施

（1）避让

针对 1 处不稳定地质体（BY1）尽快实施治理工程，围挡灾害可能影响区域，竖立警示牌提醒场地工作人员避让，减缓财产及人身安全威胁。

针对 1 处不稳定地质体（BY2）和 1 处地面塌陷（T2）竖立警示牌提醒行人避让，减缓财产及人身安全威胁。

（2）物种采集利用

1) 煤矿开采前，应根据生态状况调查结果，结合引种、种源试验，评定具有关键种地位以及优良经济性状或生态效益的种质资源。

2) 充分收集或采集受损区的物种资源并加以保存，必要时在矿区当地通过营建种质资源收集圃，防治遗传基因的流失，尤其对土源缺乏的草原煤矿区、高寒煤矿区、荒漠煤矿区，按照 LY/T2356 的相关要求执行。

（3）表土剥离与植被移植利用

1) 应遵循因地制宜和生态保护的原则，珍惜和保护矿山土壤资源和土壤种子库，对地表植被及剩余生物群以及自然恢复的部分植被进行保护利用；具有植被移植价值和条件的矿山，应在采矿前进行乔木、灌木和草本植物移植，以减少工程费用和提高复垦修复效果。

2) 对于预测损毁区域涉及土壤损毁的，应实施土壤剥离利用，用于具备条件区域的复垦修复。特别是必须实施表土层的剥离利用，尤其是耕地耕作层或园

地、林地、草地腐殖质层的剥离利用。剥离厚度根据原土壤表土层厚度、复垦与修复土地利用方向等确定，包括能够进行剥离的，有利于快速恢复地力和植物生长的表层土壤，必要时包括岩石风化物。

3) 土壤剥离利用宜做到“应剥尽剥、即剥尽用、分层剥离、分层堆放、分层回填”，对剥离、运输、储存、养护和回覆等土壤剥离利用工程做出时间、空间和经济可行的安排。

4) 土壤剥离前，应开展土壤调查和评价工作，按照 TD/T1048、TD/T1036 的相关要求执行。

5) 应将剥离的表土收集和贮存，表土堆存场应采取拦挡、铺盖、排水等防护措施，防止贮存期间表土流失。堆存期较长时，应在土堆上播种一年生或多年生的草本植物。避免雨季剥离、搬运和堆存表土；堆存场地应禁止放牧，禁止机器和车辆进入，防止粉尘、盐碱覆盖，防止径流流入，避免水蚀、风蚀和各种人为损毁。按照 GB/T50434、GB51287 的相关要求执行。

二、不稳定地质体治理工程

（一）目标任务

1、治理目标

为避免和减缓地面塌陷及其伴生的地裂缝等不稳定地质体造成的损失，对工业广场、煤矿边界、主要大巷等重要的地面建（构）筑物留设保护煤柱，对不稳定地质体进行清危挂网治理，对拟开采沉陷区进行恢复治理。

2、治理任务

- （1）对不稳定地质体（BY1）进行治理；
- （2）对受影响的乡村道路及时维修；
- （3）对受影响的输电线路维修；
- （4）煤矿闭坑后，实施井筒封闭工程。

（二）工程设计与技术措施

1、近期治理工程

煤矿生产主要引发地面塌陷及伴生地裂缝，主要威胁对象为输电线路、乡村道路等。根据矿山地质环境调查现状，提出如下治理工程：对不稳定地质体（BY1）

进行治理，对受影响的通村道路、输电线路及时维修。

（1）不稳定地质体 BY1 治理

根据勘查与调查，在充分考虑灾害区地质环境条件和施工条件及资金情况后，确定本次治理总体设计为：对不稳定地质体边坡进行危岩体清理；坡面布置拱形格构；坡脚修建浆砌石挡土墙及排水渠；对坡体进行复垦。典型设计见图 5.2-1。

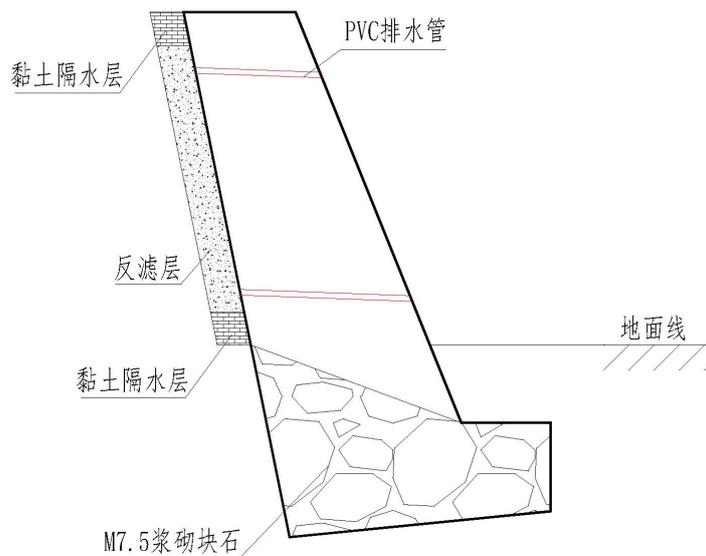


图 5.2-1 挡土墙立面示意图

具体治理工程措施如下：

- 1) 边坡修整工程：边坡修整工程包括削坡卸载和弃土外运两个分项工程。
边坡修整工程：主要对边坡中下部现状的堆积体进行清理，并修整边坡。
- 2) 边坡支护工程：边坡支护主要对修整后的边坡设置拱形格构。拱圈内植草、灌木，布置在拱圈中间。
- 3) 排水工程：排水渠分为排水渠与截水渠，排水渠布置于边坡坡脚，截水渠布置于边坡坡顶。
- 4) 挡土墙工程：拦崩墙采用 M7.5 浆砌石砌筑。拦崩墙地面以上墙体的高度为 2.0m。拦崩墙基槽应位于原始土层上。
- 5) 植被恢复工程：在拱形格构内栽植紫穗槐、柠条，穴播紫花苜蓿。

（2）维修水泥路及素土路

根据现状、预测评估结果，现状和开采期内塌陷区受影响道路乡村道路，路

面分别为水泥路面和素土路面。煤矿生产引发地面塌陷及伴生地裂缝等不稳定地质体，会造成部分路段损坏，因此为保证道路交通不受影响，须在路面塌陷后对其进行紧急处理，待沉稳后对其进行维修，恢复原状。

预测采煤活动形成的地面塌陷将会对乡村道路产生影响，影响水泥面宽度 4.5m，长度 366m（位于 1505 工作面），面积 1647m²；影响素土路面宽度 4.0m，长度 3164m（位于 1505~1010 工作面），面积 12656m²；根据调查，维修面积按照受损面积的 30%进行估算，路面宽度不变，道路标准执行原标准。

分年度实施，应在施工地点竖立警示牌提醒路人注意安全。

（3）维修输电线路

地面塌陷及伴生地裂缝对高压输电线路及低压输电线路产生影响，采取措施为扶正高压线路塔基、填充塔基底座，扶正低压线路电杆。共扶正电线杆 15 根，扶正塔基 1 座（位于 1505 工作面），2025 年实施，后续开采不涉及。

对电线杆根部进行开挖，在距电杆根部 30cm 处用砂砾石充填，中间用素土回填并夯实。施工工艺：挖除原塔基底部填土→砂砾石充填→素土回填。线杆加固示意图见图 5.2-2。

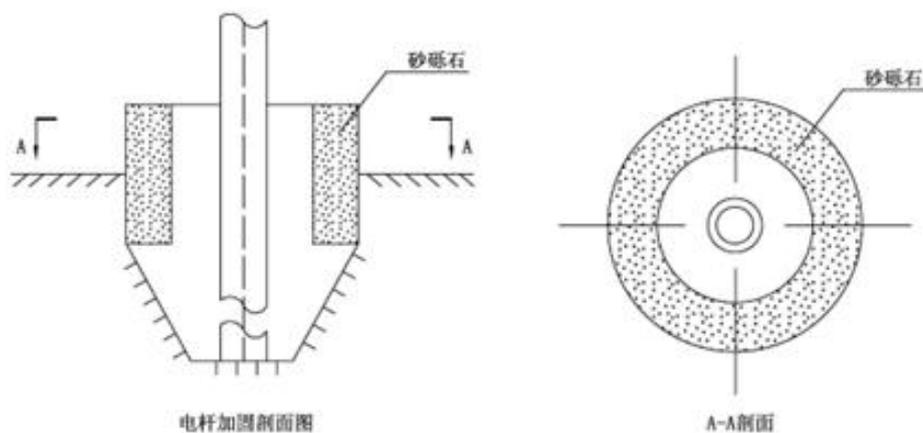


图 5.2-2 线杆基础加固示意图

（4）人工巡查

煤矿组织人员定期巡查地面塌陷 T1 以及开采新形成的塌陷区，并做好人工巡查台账记录，遇到地质环境问题，及时汇报、及时处理，并在塌陷区域和道路上竖立警示牌。人工巡查按照 2 人一组，每月至少巡查 2 次，并做好地面巡查及台账建立工作。

2、远期治理工程

(1) 井筒封闭工程

煤矿闭坑后，对主斜井、副斜井、回风斜井进行封闭（图 5.2-3）。封闭措施如下：

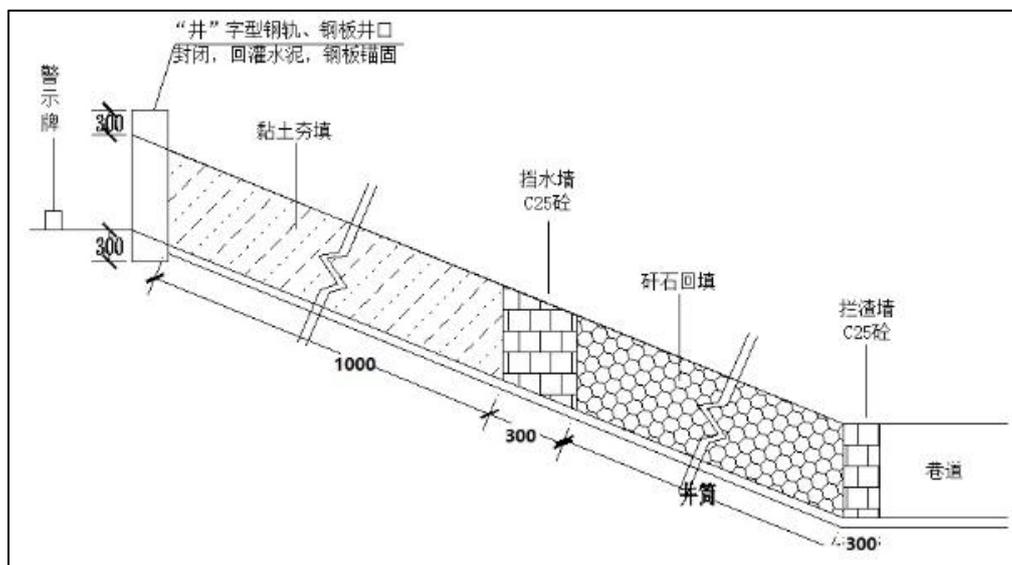


图 5.2-3 井筒封闭设计示意图

1) 井筒内巷道等支护井壁的所有设施不得拆除，与井筒联络的巷道预先施工好拦渣坝，拦渣坝采用砼浇灌，砼强度不低于 C25，墙体内加铁丝网和钢筋，墙体外缘要接帮接顶，墙顶厚 3m，外侧墙体坡比 1:0.5。

2) 向井筒内回填矸石，回填过程中夯实，填至井口 25m 时，建一挡水墙，墙体采用砼浇灌，砼强度不低于 C25，内加铁丝网和钢筋，墙顶厚 6m，外侧墙体坡比 1:0.5。然后回填粘土，夯实直至井口 3m。

3) 将沿井筒周边外扩 3m 范围的土体全部剥离，剥离坑深度略大于 3m，剥离坑基底面要平整，不能有浮矸和蜂窝面，剥离坑四周要进行锚网喷支护，防止四周土体坍塌。

4) 按“井”型在井口上铺设 30#钢轨 4 条，钢轨长度要比井筒断面直径长 4m，然后再铺设 8mm 钢板，盖住井口，钢板外缘离井口边沿不少于 2m，钢板四角要用锚杆锚固拉紧。

5) 向剥离坑内浇灌水泥，水泥型号高于 425#，每浇灌 0.4m 时，要按 0.8m 的间排距铺设一层钢筋成网状，水泥要一次性浇灌成功，水泥厚度为 2.2m。

6) 水泥浇灌完成后，要定期进行养护，养护不低于 3 个月，3 个月以后，浇灌体上方覆盖 0.8m 的土层，并在四周设置栅栏和警戒牌，以防止人员进入，栅栏内进行绿化。

7) 井筒上方不准负载重物。

(三) 主要工程量

1、近期治理工程量

(1) 不稳定地质体 BY1 治理

表 5.2-1 BY1 不稳定地质体治理工程量汇总表

治理项目	工程措施	项目名称	单位	工程量
BY1 不稳定地质体治理	边坡修整工程	削坡卸载	m ³	79320
		弃土外运	m ³	79320
	边坡支护工程	拱形格构	m ²	13561.2
	排水工程	基础开挖	m ³	649.192
		C20 混凝土浇筑	m ³	432.768
	挡土墙	挖基土方	m ³	1575
		M7.5 浆砌块石	m ³	3453
	植被恢复工程	紫穗槐	株	6780
		柠条	株	6780
		紫花苜蓿	hm ²	1.3561

(2) 维修水泥路及素土路

表 5.2-2 维修道路工程量表

道路名称		长度 (m)	宽度 (m)	影响面积 (m ²)	治理面积 (按影响面积 30%) (m ²)
乡村道路	水泥路面	366	4.5	1647	494.1
工作面上方道路	素土路	3164	4.0	12656	3796.8

(3) 维修输电线路

2025 年实施，共扶正电线杆 15 根，扶正塔基 1 座。后续开采不涉及。

(4) 人工巡查地面塌陷区

开采期 3 年，定期巡查地面塌陷区 72 次，每年 24 次。

2、远期治理工程量

(1) 封闭井筒

闭矿后封闭 3 条井筒，工作量见表 5.2-3。

表 5.2-3 井筒封闭工程量一览表

序号	工程项目	单位	主斜井	副斜井	回风斜井	合计
1	挡渣墙	m ³	63.60	62.40	67.20	193.20
2	回填矸石	m ³	3261.66	6380.69	921.51	10563.86
3	挡水墙	m ³	60.78	103.92	75.42	240.12
4	回填粘土	m ³	20.26	34.64	25.14	80.04

三、矿区土地复垦

（一）目标任务

通过土地复垦的实施，恢复土地期望的利用价值，提高土地利用率、恢复土地的生产能力。保护生态环境，建设一个生态矿区，增加耕地和绿地面积，美化矿区环境，提升生态环境质量。

本方案复垦责任范围面积为 108.20hm²，土地复垦率 100%，复垦前后土地利用变化见表 5.3-1，矿区土地复垦规划见附图 5。

表 5.3-1 复垦责任范围复垦前后土地利用结构调整表

土地利用类型		复垦前 (hm ²)								复垦后 (hm ²)								变幅 (%)			
一级地类	二级地类	工业 场地	工业场地 生产区	工业场 地辅助 区	排矸 场	原炸药 库	原炸药 库道路	沉陷 区	小计	工业 场地	工业场地 生产区	工业场地 辅助区	排矸 场	原炸 药库	原炸 药库 道路	沉陷区	小计	面积 (hm ²)		百分比 (%)	
耕地 (01)	水浇地 (0102)		0.03						0.03		0.03						0.03	0.00	3.31	0.00	3.06
	旱地 (0103)				0.04		0.01	26.23	26.28	0.87	0.91	1.35	0.23			26.23	29.62	3.31		3.09	
林地 (03)	乔木林地 (0301)		0.13					0.83	0.96							0.96	0.96	0.00	-0.03	0.00	-0.03
	灌木林地 (0305)				0.16	0.09	0.04	20.64	20.93				0.21	0.25	0.06	20.64	21.16	0.23		0.21	
	其他林地 (0307)				0.24	0.02	0.01	3.23	3.49							3.23	3.23	-0.27		-0.25	
草地 (04)	天然牧草地 (0401)		0.04	0.23				42.15	42.42							42.15	42.15	-0.27	-0.27	-0.25	-0.25
	其他草地 (0404)							0.59	0.59							0.59	0.59	0.00		0.00	
工矿仓储用地 (06)	采矿用地 (0602)	0.87	0.74	0.88	0.01	0.14		8.89	11.52							8.89	8.89	-2.64	-2.64	-2.44	-2.44
住宅用地 (07)	农村宅基地 (0702)			0.24				0.13	0.37									-0.37	-0.37	-0.34	-0.34
特殊用地 (09)								0.16	0.16							0.16	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00
交通运输用地 (10)	农村道路 (1006)							1.44	1.44							1.44	1.44	0.00	0.00	0.00	0.00
合计		0.87	0.94	1.35	0.44	0.25	0.06	104.29	108.20	0.87	0.94	1.35	0.44	0.25	0.06	104.29	108.20	0.00	0.00	0.00	0.00

（二）工程设计

1、沉陷损毁耕地复垦单元工程设计

沉陷区耕地方向复垦单元工程主要为地貌重塑和土壤重构工程。地貌重塑工程在工作面开采当年实施，土壤重构工程在开采次年实施。

（1）地貌重塑工程

1) 土壤剥覆

裂缝区在充填前进行表土剥离，具体为沿地表裂缝和需要进行平整的地表倾斜部位剥离表土耕植土层，剥离宽度为裂缝两侧各 0.5~0.6m，剥离深度根据表层土层厚度确定，一般为 0.6~0.8m，剥离耕作土就近堆放在裂缝两侧和平整范围内。

2) 裂缝填充

工程措施:按反滤的原理填堵裂缝、孔洞。在裂缝底部回填 50cm 厚隔水黏土层，再用粗砾石或砾石填堵裂缝，其次用次粗砾，最后用砂、土填堵，小平车或手推车向裂缝中倾倒，当充填高度距剥离后的地表 1.0m 左右时，回填原状土并开始用木杠作第一次捣实然后每充填 0.40m 左右捣实一次，直到与剥离后的地表基本平齐为止，对于裂缝分布密度较大的区域，可在整个区域内剥离表土并挖深至定标高，再用煤矸石或废土石统一充填并铺垫，每填 0.30-0.50m 夯实一次，夯实土体的干容量达到 1.50tm 以上，用反滤层填堵后,可防止水土流失，不影响耕种。

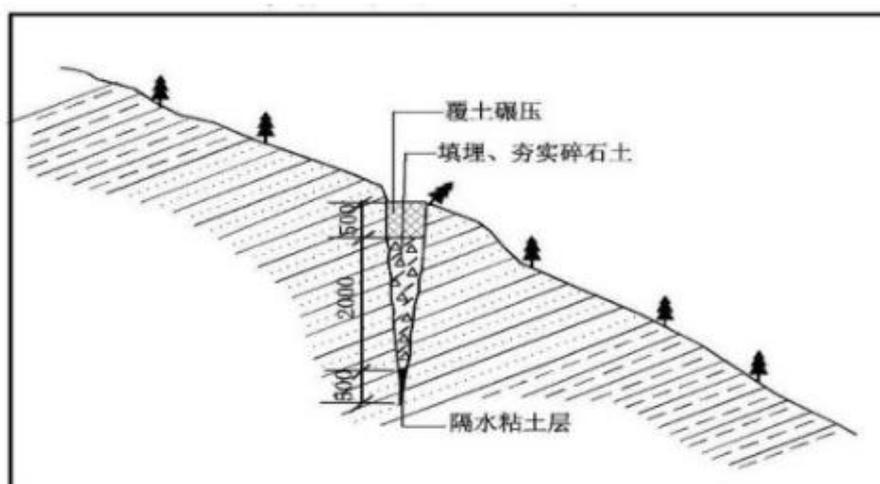


图 5.3-1 地裂缝填充治理示意图

填充范围:裂缝填充工程主要针对采煤沉陷区内耕地。

3) 表土处置

根据施工工艺，剥离的表土就近堆放在裂缝两侧。待填充物充填裂缝后，立刻回铺表土，并实施相应的复垦工程。

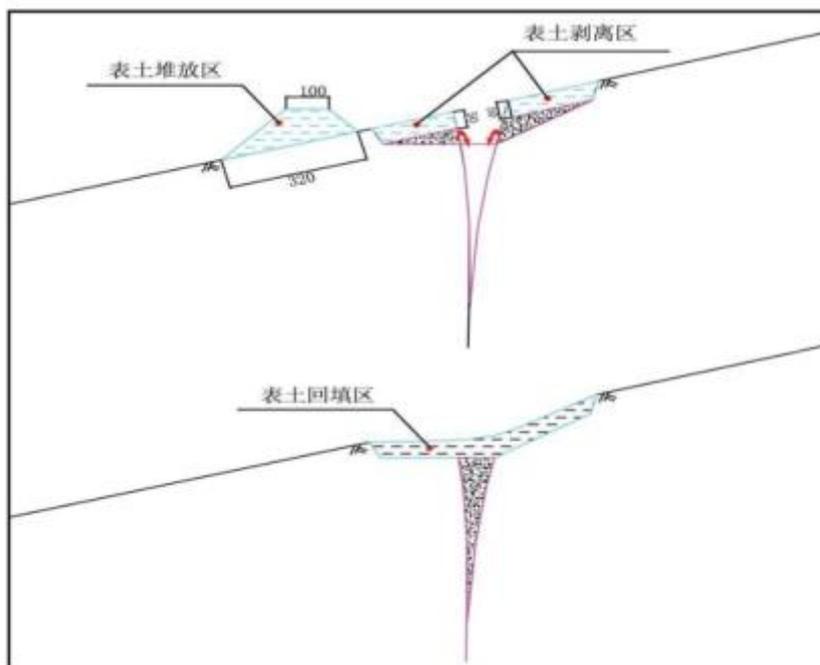


图 5.3-2 裂缝区表土剥离及堆放示意图

3) 表土回覆和平整

在充填部位覆盖耕层土壤，并进行人工平土。对于还未稳定的沉陷区域，应略比周围田面高出 5~10cm，待其稳定沉实后可与周围田面基本齐平；整修沉陷或裂缝区域损毁的田坎地棱等排灌设施，恢复原有的耕作条件。

(2) 土壤重构工程

1) 土地平整工程

田面平整适用于沉陷区耕地复垦单元。

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。

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 4°、5°和 6°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 V1 可按照以下经验公式计算：

$$V1 = 5000 \tan\alpha, \quad (\text{m}^3 / \text{hm}^2)$$

经计算，不同损毁程度每公顷沉陷地平整工程工程量见表 5.3-2。

表 5.3-2 不同损毁程度平整土地工程量

损毁程度	平均平整坡度 (°)	平整每公顷土地平整量 (m ³)
轻度	4	349.63
中度	5	437.44
重度	6	525.52

2) 土地翻耕

翻耕方法：主要有内翻法和外翻法。前者先由作业区的中线左边开始，按顺时针方向进行，由中间向两边翻耕，最后在中央留下犁垄，两边留下犁沟；后者则由作业区的右边开犁，按顺时针方向运行，由外向内翻耕，最后在中央留下犁沟，两边留下犁垄。通常是交替使用内、外翻耕法进行套耕，从而减少犁沟数。

翻耕工具：双轮二铧犁、双轮单铧犁、机引多铧犁、中翻机和浅翻机等。

3) 土壤培肥

在土壤翻耕的同时，均匀撒施肥料，改良土壤环境，增加土壤有机质含量，为土地产量打下基础，每公顷施加商品有机肥 5000kg，连续实施 3 年。

2、沉陷损毁林地区复垦单元工程设计

本复垦单元的复垦工程措施主要为地貌重塑和植被重建工程。地貌重塑工程在工作面开采当年实施，土壤重构工程在开采次年实施。

（1）地貌重塑工程

裂缝充填工程参考沉陷区耕地复垦工程设计。

（2）植被重建工程

沉陷区对林地的影响一般可划分为两个类别即轻、中度影响和重度影响，轻、中度影响指受沉陷影响地表出现裂缝、整体下沉、表土松动，土壤养分有所下降，林木不能正常生长；重度影响是指受沉陷影响出现的地表急倾斜、滑坡造成基岩裸露，导致土壤养分与保水功能下降，林木发生倾斜甚至死亡。

1) 复垦措施选择

对于受损的树木，及时扶正树体，填补裂缝，保证正常生长；对沉陷坡度变化较大的区域，根据坡向、坡度、土壤质地、土层厚度等。

2) 树种选择

选择适合当地生长的具有一定稳定性和适应性的、生长快的乡土树种，不引进外来树种。乔木：新疆杨、油松；灌木：沙柳、紫穗槐、柠条；草籽：紫花苜蓿。

3) 造林模式及栽植方法

轻度损毁区按 25% 进行补植；中度损毁区按 37% 进行补植；重度损毁区按 48% 进行补植。林木栽植方法采用穴状整地，乔木规格为 60cm×60cm×60cm，灌木规格为 30cm×30cm×30cm。林下播撒草籽。

4) 造林时间

以春季为宜，苗木栽植后踏实，浇透水。

5) 栽植方法

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，然后捣实，再填满土重新捣实，最后在树株表面四周覆上一层土。

6) 抚育管理：造林后及时灌水 2~3 次，一般为一周浇灌一次，成活后半个月浇灌一次。乔木灌水量为 25kg/穴。前三年每年穴内除草 2~3 次。另外，需定时整形休枝。

沉陷区林地植被恢复设计指标见表 5.3-3。

表 5.3-3 沉陷区林地造林技术设计指标表

树种名称	植物性状	方式	株×行距 (m)	种植方式	苗木种子规格 (株高)	补植苗量 (株/hm ²)		
						轻度	中度	重度
栽植乔木 (新疆杨)	常绿乔木	穴状整地	3.0×3.0	植苗	Φ≥6cm, 定杆高 H≥3.0m	281	406	531
栽植乔木 (油松)	落叶乔木	穴状整地	3.0×3.0	植苗	H≥1.5m, G≥0.8m	281	406	531
栽植灌木 (沙柳)	落叶灌木	穴状整地	1.5×1.5	植苗	d≥0.3cm	1125	1625	2125
栽植灌木 (柠条)	落叶灌木	穴状整地	1.5×1.5	植苗	d≥0.3cm	1125	1625	2125
紫花苜蓿	-	撒播	-	-	草籽	20	25	30

3、沉陷区草地复垦单元工程设计

根据土地适宜性评价，沉陷区草地复垦为天然牧草地和其他草地，土地复垦工程为地貌重塑和植被重建工程。地貌重塑工程在工作面开采当年实施，土壤重构工程在开采次年实施。

(1) 地貌重塑工程

充填工程参考沉陷区耕地复垦工程设计。

(2) 植被重建工程

对沉陷区草地进行补植。设计如下：

草籽选择：按当地条件选配草籽，选用草籽为紫花苜蓿和白三叶。为改良塌陷区牧草地，对补播地段进行松土，清除杂草，待雨季补进行人工补播。

补植比例：轻度损毁区按 20kg/hm² 进行补植；中度损毁区按 25kg/hm² 进行补植；重度损毁区按 30kg/hm² 进行补植。

管理利用：补播地段进行封育管理、禁止放牧，禁牧期间可以刈割利用，刈割最佳期为初花期，留茬高度为 5~7cm。

补播技术指标参见表 5.3-4。

表 5.3-4 补播草籽技术指标表

播种草种	种子品种	种子处理	播种周期	播种方式	需种量 (kg/hm ²)		
					轻度	中度	重度
紫花苜蓿	一级种	清选去杂	春季播种	撒播	20	25	30

4、沉陷损毁搬迁农村宅基地复垦单元设计

搬迁农村宅基地复垦工程措施有土壤重构工程和植被重建工程。土壤重构工程包括清理工程、土地平整、客土回覆等，植被重建工程为林草的恢复。

（1）土壤重构工程

1) 清理工程

经调查，宅基地分为砖混结构和挂口砖窑。本方案设计在复垦前对其进行建筑物拆除及垃圾清运。清理的建筑垃圾运往政府指定的统一垃圾场处置，运距大约为 5-6km。

2) 土地平整

待清理结束后利用平地机、推土机等机械进行平整，消除地表附加坡度，平整后地面坡度 $\pm 5^\circ$ 。

3) 客土覆土

待土地平整后进行覆土恢复，为达到耕作及种植要求，覆土厚度 50cm。

（2）植被重建工程

窑洞拆除按原地类复垦，砖混房屋拆除后复垦为乔木林地，种植油松、柠条，林下播撒草籽，乔木栽植间距为 3×3m，栽植方法采用穴状整地，矩形坑穴，乔木规格为 60cm×60cm×60cm；灌木栽植株行距为 1.5×1.5m，栽植方法采用穴状整地，矩形坑穴，灌木规格为 40cm×40cm×40cm；草本选择紫花苜蓿，采用播撒方式。植被恢复技术指标参见表 5.3-5。

表 5.3-5 植被恢复种植技术指标

栽植地点	树种配置	种植方式	整地方式	苗木规格年龄	株×行距 m	定植苗量 株/hm ²
农村宅基地	油松	植苗	穴状整地	穴状整地	3.0×3.0	1111
	柠条	植苗	穴状整地	穴状整地	1.5×1.5	4444
	紫花苜蓿	播撒	全面整地	——	——	30kg/hm ²

5、沉陷损毁其他土地复垦单元工程设计

沉陷区其他土地包括采矿用地、特殊用地、农村道路。农村道路复垦措施为道路修复工程，该项工程已在地质环境部分进行设计，不再重复计算。采矿用地、特殊用地本方案安排监测措施。

6、工业场地复垦单元工程设计

针对工业场地复垦单元工程设计，应将迹地上的废弃建筑物拆除、挖除地基、剥离硬化地面，对场地进行平整及土地翻耕；采取土壤培肥措施改善土壤质地，改善生态环境。工业场地复垦工程措施为土壤重构工程。土壤重构工程包括清理工程、土地平整、客土回覆、土地翻耕、土壤培肥等。

(1) 土壤重构工程

1) 清理工程

矿业开采结束后，对废弃建筑进行拆除，硬化地面需剥离、基础需挖除。采用挖掘机和推土机协同作业。经调查，工业场地的建筑一般为多层混凝土结构建筑，采用机械方式拆除，按照房屋建筑按 $1.3\text{t}/\text{m}^2$ 、比重按 $2.5\text{t}/\text{m}^3$ 计算，即 $0.30\text{m}^3/\text{m}^2$ ；储煤筒仓占地采用 30cm 厚的 $3:7$ 灰土硬化，剩余可硬化场地采用 25cm 厚混凝土面层。

清理的建筑垃圾可进行粉碎用作附近道路的修筑，也可利用建筑垃圾采用自卸汽车运输至建筑垃圾填埋场，运距大约为 $5\text{-}6\text{km}$ 。

2) 土地平整

待清理结束后利用平地机、推土机等机械进行平整，消除地表附加坡度，平整后地面坡度 $\pm 5^\circ$ 。

3) 客土覆土

待土地平整后进行覆土恢复，为达到耕作及种植要求，覆土厚度 60cm 。

4) 土地翻耕

对复垦为耕地的区域，覆土后进行翻耕，翻耕深度不小于 30cm 。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

在土壤翻耕的同时，均匀撒施肥料，改良土壤环境，增加土壤有机质含量，为土地产量打下基础，每公顷施加商品有机肥 5000kg ，连续实施 3 年。

7、原炸药库复垦单元工程设计

针对原炸药库复垦单元工程设计，应将迹地上的废弃建筑物拆除、挖除地基、剥离硬化地面，对场地进行平整及土地翻耕；采取土壤培肥措施改善土壤质地，

改善生态环境。原炸药库复垦工程措施有土壤重构工程和植被重建工程，其中土壤重构工程包括清理工程、土地平整、客土回覆等，植被重建工程主要为林地的恢复。

（1）土壤重构工程

1) 清理工程

原炸药库已废弃不再使用，地表遗留有砖石结构的构建筑物及硬化地表，对废弃建筑进行拆除，硬化地面进行剥离、基础进行挖除。经调查，建筑为单层砖石结构建筑，采用机械和人工拆除，按照房屋建筑按 1.3t/m²、比重按 2.5t/m³ 计算，即 0.50m³/m²。

清理的建筑垃圾运往政府指定的统一建筑垃圾场处置，运距大约为 5-6km。

2) 土地平整

待清理结束后利用平地机、推土机等机械进行平整，消除地表附加坡度，平整后地面坡度±5°。

3) 客土覆土

待土地平整后进行覆土恢复，为达到植被恢复要求，覆土厚度 30cm。

（2）植被重建工程

植被重建工程种植技术指标表详见表 5.3-6。

表 5.3-6 植被恢复种植技术指标

栽植地点	树种配置	种植方式	整地方式	苗木规格年龄	株×行距 m	定植苗量 株/hm ²
原炸药库	柠条	植苗	穴状整地	穴状整地	1.5×1.5	4444
	紫花苜蓿	播撒	全面整地	——	——	30kg/hm ²

8、原炸药库道路复垦单元工程设计

针对原炸药库道路复垦单元工程设计，工程措施有土壤重构工程和植被重建工程，其中土壤重构工程包括清理工程、土地平整、客土回覆等，植被重建工程主要为林地的恢复。

（1）土壤重构工程

1) 清理工程

原炸药库道路已废弃不再使用，水泥路面、碎石地基拆除，路面宽 3m，厚度

20cm，路基宽 3.6m，厚度 20cm。清理的建筑垃圾运往政府指定的统一垃圾场处置，运距大约为 5-6km。

2) 土地平整

待清理结束后利用平地机、推土机等机械进行平整，消除地表附加坡度，平整后地面坡度 $\pm 5^\circ$ 。

3) 客土覆土

待土地平整后进行覆土恢复，为达到植被恢复要求，覆土厚度 40cm。

(2) 植被重建工程

植被重建工程种植技术指标表详见表 5.3-7。

表 5.3-7 植被恢复种植技术指标

栽植地点	树种配置	种植方式	整地方式	苗木规格年龄	株×行距 m	定植苗量 株/hm ²
原炸药库道路	柠条	植苗	穴状整地	穴状整地	1.5×1.5	4444
	紫花苜蓿	播撒	全面整地	——	——	30kg/hm ²

9、排矸场复垦工程设计

本项目复垦面积 0.44hm²，主要包括土壤重构工程、植被重建工程、配套工程。

(1) 土壤重构工程

土壤重构工程主要包括清理工程、边坡修整工程、平整工程和生物化学工程。

1) 清理工程

排矸场东侧道路边破损的砖砌挡墙的拆除与清理。

2) 边坡修整工程

对排矸场西侧边坡进行布局修整，坡比 1:1.5~1:2。

3) 平整工程

①土地平整：待拆除与清理工程完成后，对排矸场平台进行平整。

②客土回覆：本项目区主要为排矸场，由于排矸场使用过程中对土地造成压占、挖损等毁坏环节，地表熟土层遭到破坏。因此，待场地平整后需回填客土，重构土壤。本项目平台复垦为旱地，覆土厚度 0.6m；边坡复垦为灌木林地，覆土厚度 0.4m。

③土地翻耕：对复垦为耕地的区域，覆土后进行翻耕，翻耕深度不小于 30cm。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。

4) 生物化学工程

①土壤培肥：在土壤翻耕的同时，均匀撒施肥料，改良土壤环境，增加土壤有机质含量，为土地产量打下基础，每公顷施加商品有机肥 5000kg，连续实施 3 年。

(2) 植被重建工程

植被重建工程种植技术指标表详见表 5.3-8 。

表 5.3-8 植被恢复种植技术指标

栽植地点	树种配置	种植方式	整地方式	苗木规格年龄	株×行距 m	定植苗量 株/hm ²
排矸场 边坡	柠条	植苗	穴状整地	穴状整地	1.5×1.5	4444
	紫花苜蓿	播撒	全面整地	——	——	30kg/hm ²

(3) 配套工程

1) 排水工程

项目区周边排水设施较为成熟，本方案主要考虑项目区内部排水及衔接方式，根据周边已成项目经验，本次设计排水渠为净断面 40cm*40cm 的混凝土排水渠，通过消能池与下游排水设施链接。

2) 挡墙修筑工程

排矸场东侧路边破损砖砌挡墙拆除后，重新修筑砖砌挡墙。

3) 田间道路工程

按照本设计的目标和《陕西省土地整治高标准农田建设标准综合体》的要求，田间道路主要为农产品及货物运输，作业机械通行。本次设计道路主要为项目区内部生产道路，均为 3.0m 宽素土路面。

10、石岩沟耕地提升工程设计

本项目位于 5⁻¹ 煤 1503、1505 工作面上方，由于采煤活动影响导致地面塌陷，破坏原有耕地地形条件及配套设施，为恢复耕地并提升耕地产能，前梁煤矿计划对本项目区进行提升，本项目实施面积 5.18hm²，主要包括土壤重构工程、植被

重建工程、配套工程。

（1）土壤重构工程

土壤重构工程主要包括平整工程和生物化学工程。

1) 平整工程

①土地平整：待拆除与清理工程完成后，对排矸场平台进行平整。

②土地翻耕：对复垦为耕地的区域，覆土后进行翻耕，翻耕深度不小于 30cm。

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。

2) 生物化学工程

①土壤培肥：在土壤翻耕的同时，均匀撒施肥料，改良土壤环境，增加土壤有机质含量，为土地产量打下基础，每公顷施加商品有机肥 5000kg，连续实施 3 年。

（2）植被重建工程

田块边坡复垦为灌木林地，植被重建工程种植技术指标表详见表 5.3-9。

表 5.3-9 植被恢复种植技术指标

栽植地点	树种配置	种植方式	整地方式	苗木规格年龄	株×行距 m	定植苗量 株/hm ²
边坡	柠条	植苗	穴状整地	穴状整地	1.5×1.5	4444
	紫花苜蓿	播撒	全面整地	——	——	30kg/hm ²

（3）配套工程

1) 灌溉工程

在工业场地西侧修建深井，通过管道供给本项目提供灌溉用水。给水管道路线采用 DN63PE 管埋地敷设。

2) 排水工程

项目区周边排水设施较为成熟，本方案主要考虑项目区内部排水及衔接方式，根据周边已成项目经验，本次设计排水渠为净断面 40cm*40cm 的混凝土排水渠，通过消能池与下游排水设施链接。

3) 田间道路工程

按照本设计的目标和《陕西省土地整治高标准农田建设标准综合体》的要求，

田间道路主要为农产品及货物运输，作业机械通行。本次设计道路主要为项目区内部生产道路，均为 3.0m 宽素土路面。

（三）技术措施

1、工程技术措施

工程技术措施是指对受影响的土地采取表土剥覆、平整、翻耕、土壤培肥等各种手段，并结合一定的防洪防涝等措施进行处理的技术措施。根据损毁土地的复垦质量要求，本方案对沉陷区、地面工程、搬迁农村宅基地等复垦单元进行工程技术措施设计。

1) 沉陷区工程技术措施

在煤矿开采过程中，采用协调开采设计，及时对采空区进行充填。

煤矿开采塌陷后对原地貌影响不是太大，土地平整只是对于有必要的地块，如地表倾斜严重、需要整平时。土地平整通过推高填低的方法，首先将表土剥离，剥离厚度一般 0.3m 左右，选择合适地点统一堆放，将地表整平，最后回覆表土即可；或者当裂缝处理后回覆表土。

2) 地面工程技术措施

本方案对地面工程中的建筑进行拆除，然后进行土地平整、表土回覆、土地翻耕、土壤培肥及植被重建工程。

2、生物化学措施

生物工程措施是恢复土壤肥力与生物生产活力的活动，是实现土地复垦的关键环节，是在土地复垦利用类型、土壤、当地气候和水文等的前提下进行的。生物工程措施的关键技术在于解决土壤系统修复问题及植被的培植问题，采取各种物理、化学措施，加速复垦地的稳定的过程。

1) 土壤培肥改良

土壤改良是针对影响土壤生产能力的不良性状和障碍因素，采取相应的物理化学措施，改善土壤性状，提高土壤肥力，增加作物产量的综合措施。土壤改良一般分为以下两个阶段：

①保土阶段，采取工程或生物措施，使土壤流失量控制在允许流失范围内，开展适宜的基本农田建设，确保耕地基本功能。

②土壤改良阶段，其目标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。常规改良土壤的措施为施入有机肥和种植豆科绿肥植物。

根据本井田内农地调查和对当地农民咨询，适宜当地农作物高产的商品有机肥 5000kg，连续实施 3 年。

2) 复垦植物的选择

(1) 立地条件分析

矿区内土壤主要为风沙土。风沙土质地粗，缺少粘粒，土体松散，渗透快保水能力弱。

矿区人工栽植乔木树种有油松、接杏等；灌木林主要有沙柳、柠条等。

矿区农作物种类主要有荞麦、玉米、谷子、土豆、大豆、各类蔬菜等，于梁峁及缓坡地带成片分布。

(2) 植物品种的选择

根据本地自然条件分析，并结合土地复垦的要求，按照“因地制宜”原则，选择优良乡土树种和经多年种植已适应环境的草种。具体选择原则如下：

- ①树种和草种：耐旱、耐贫瘠，易繁殖，根系发达，抗逆性强；
- ②具有良好的景观效果，能与周围的植被和景观协调；
- ③具有一定的经济价值，可以创造一定的收益。

表 5.3-10 为项目区植物品种的选择及原因分析。

表 5.3-10 项目区植物品种的选择及原因

地类	植物品种	选择原因
乔木	油松	油松为松科针叶常绿乔木，高达 30 米，胸径可达 1 米。树皮下部灰褐色，裂成不规则鳞块。为阳性树种，深根性，喜光、抗瘠薄、抗风，在土层深厚、排水良好的酸性、中性或钙质黄土上，-25℃的气温下均能生长。
	新疆杨	新疆杨是杨柳科属下的银白杨在中国南疆盆地的变种，为高 15-30 米的乔木植物。树冠窄圆柱形或尖塔形，树皮灰白或青灰色，光滑少裂，仅见雄株。新疆杨主要以播种和扦插繁殖，生长缓慢，耐修剪，对有毒气体抗性强，也是城市绿化或道路两旁栽植的树种。
灌木林	柠条	柠条又叫毛条、白柠条，为豆科锦鸡儿属落叶大灌木饲用植物，根系极为发达，主根入土深，株高为 40—70 厘米，最高可达 2 米。适生长于海拔 900—1300 米的阳坡、半阳坡。耐旱、耐寒、耐高温，是干旱草原、荒漠草原地带的旱生灌丛。目前，柠条是中国西北、华北、东北西部水土保持和固沙造林的重要树种之一，属于优良固沙和绿化荒山植物，良好的饲草饲料。根、花、种子均可入药，为滋阴养血、通经、镇静剂等。

地类	植物品种	选择原因
	沙柳	为沙漠植物，也是极少数可以生长在盐碱地的一种植物。其幼枝黄色，叶线形或线状披针形，枝条丛生不怕沙压，根系发达，萌芽力强，是固沙造林树种，其天敌为沙柳毒蛾，生于河谷溪边湿地，分布内蒙古、河北、山西、陕西、甘肃、青海、四川等地。沙柳用于作北方防风沙的主力，是“三北防护林”的首选之一
草地	紫花苜蓿	蔷薇目、豆科、苜蓿属多年生草本，根粗壮，深入土层，根颈发达。茎直立、丛生以至平卧，四棱形，无毛或微被柔毛，枝叶茂盛。生于田边、路旁、旷野、草原、河岸及沟谷等地。苜蓿适宜在具有明显大陆性气候的地区发展，这些地区的特点是春季迟临，夏季短促，土壤 PH 近中性。

(3) 种植密度

依据《造林技术规程》（GB/T15776-2023），同时参考《陕西省土地开发整理工程建设标准》，本方案最终确定复垦植被具体种植密度，详见表 5.3-11。

表 5.3-11 复垦选择植被种植密度表

树种/草种	种植密度	
	株行距 (m)	株/hm ² 、kg/hm ²
栽植乔木（油松 H≥1.5m, G≥0.8）	3.0*3.0	根据损毁程度
栽植乔木（油松 Φ≥6cm, 定杆高 H≥3.0m）	3.0*3.0	根据损毁程度
栽植灌木（柠条 d≥0.3cm）	1.5*1.5	根据损毁程度
栽植灌木（沙柳 d≥0.3cm）	1.5*1.5	根据损毁程度
紫花苜蓿	——	根据损毁程度

(4) 植物的配置

- ①保持植物措施与原地貌景观相协调的原则，提高标准，确定新的用地类型。
- ②在复垦林种选择上除考虑其综合防护作用外，还应符合防尘抗噪、美观大方和经济实用的要求。

(5) 植物的栽培与管理

①造林方法：选择健壮并有较多侧根的大苗，苗木主干圆满、通直健壮、无病虫害、无机械损伤；苗木直立穴中，扶正调直，不窝根、浇水至淹没根系，回填表土，注意慢慢往坑的四周填，把水挤向树的根部，保持水面一直高于土层，填到大半坑水时稍停止填土，把树苗向上略提，待渗好后填平陷坑，踩实扶正。

②幼林抚育：包括补植、松土、除草、灌水、修枝和平茬。

每年夏季进行松土、除草，深度约 10cm，前两年每年 2~3 次，以后次数可适当减少；干旱严重，影响树木生长或导致死亡时，要及时浇水，每年 1~2 次。

对于成活率低于 85%的幼林要进行苗木补植，同时要禁止放牧和人为破坏，做好病虫害防治工作。

③种草方法：在种草前平整土地，为了防治病虫害，种子在播种前应进行消毒或晒种并用农药包衣拌种。干旱季节用洒水车浇水。第二年，缺苗断垄处适时进行补播，并加强后期管护。草种尽量选用当年收获且籽粒饱满、发芽率在 80% 以上的种子。草种撒播后洒水，保持土壤湿润至全部出苗。

（四）主要工程量

1、沉陷损毁耕地复垦单元工程量

根据土地复垦工程设计，沉陷损毁耕地土地复垦工程包括地貌重塑和土壤重构工程。

（1）地貌重塑工程

1) 裂缝充填工程

根据往年裂缝台账，对出现在塌陷区域的裂缝进行分类，一般将宽度小于 25cm 的裂缝视为轻微破坏等级，25cm~50cm 为中度破坏等级，大于 50cm 为重度破坏等级。

裂缝充填工程类比前梁煤矿提供的已实施轻度、中度损毁实际每公顷裂缝长度、裂缝宽度和深度，经统计分析确定轻度区每公顷裂缝充填量为 515.95m³，中度区每公顷裂缝充填量为 1643.17m³。沉陷损毁耕地地裂缝充填工程量表见表 5.3-12。

表 5.3-12 沉陷损毁耕地地裂缝充填工程量表

复垦阶段	损毁阶段	损毁等级	充填裂缝每公顷所需方量 V (m ³)	损毁面积 (hm ²)	土石方量 (m ³)
近期	已损毁	轻度	515.95	6.84	3526.65
		中度	1643.17	1.82	2986.60
	拟损毁	轻度	515.95	13.02	6719.62
		中度	1643.17	4.96	8150.14

2) 土壤剥离工程

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 剥 (m³)，每公顷地裂缝长度 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 剥的计算公式如下： $V_{剥/覆}=2Uhd$ (m³)。

根据各损毁程度的地裂缝长度及剥离宽度确定土壤剥覆土方量，具体见表 5.3-13 和表 5.3-14。

5.3-13 耕地不同损毁程度土壤剥覆工程量表

损毁程度	每公顷地裂缝长度	剥离厚度	每侧剥覆宽度	每公顷剥离土方总量	每公顷覆土土方总量
	U (m)	h (m)	d (m)	$V_{剥}$ (m ³)	$V_{覆}$ (m ³)
轻度	1000	0.6	0.5	300	300
中度	2000	0.8	0.6	960	960

5.3-14 沉陷损毁耕地地区土壤剥覆工程量表

复垦阶段	损毁阶段	损毁等级	每公顷面积剥覆量 (m ³ /hm ²)	治理面积 (hm ²)	剥离/回覆土方总量 $V_{剥/覆}$ (m ³)	
近期	已损毁	轻度	300.00	6.84	2050.59	3795.47
		中度	960.00	1.82	1744.88	
	拟损毁	轻度	300.00	13.02	3907.17	8668.79
		中度	960.00	4.96	4761.62	

(2) 土壤重构工程

1) 土地平整工程

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°、2°和 3°计算，同时原有地面坡度平均按照 4°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 5.3-15。

5.3-15 不同损毁程度平整土地工程量

损毁程度	平均平整坡度 (°)	平整每公顷土地平整量 (m ³)
轻度	4	349.63
中度	5	437.44
重度	6	525.52

根据沉陷区耕地面积计算土地平整工程量，见表 5.3-16。

5.3-16 沉陷损毁耕地土地平整工程量表

复垦阶段	损毁阶段	损毁等级	平整每公顷土地平整量 (m ³)	治理面积 (hm ²)	平整工程量 (m ³)
近期	已损毁	轻度	349.63	5.13	1793.94
		中度	525.52	1.38	723.11
	拟损毁	轻度	349.63	5.13	1794.58
		中度	525.52	1.98	1041.69
远期	拟损毁	轻度	349.63	5.71	1997.10
		中度	525.52	2.58	1356.99

2) 土地翻耕

表 5.3-17 沉陷损毁耕地土地翻耕工程量表

复垦阶段	损毁阶段	损毁等级	土地翻耕 (hm ²)
近期	已损毁	轻度	5.13
		中度	1.38
	拟损毁	轻度	5.13
		中度	1.98
远期	拟损毁	轻度	5.71
		中度	2.58

3) 土壤培肥

按照每公顷施商品有机肥 5000kg，详见表 5.3-18。

表 5.3-18 沉陷损毁耕地土地培肥工程量表

复垦阶段	损毁阶段	损毁等级	损毁面积 (hm ²)	有机肥 (kg)
近期	已损毁	轻度	5.13	25650
		中度	1.38	6900
	拟损毁	轻度	5.13	25650
		中度	1.98	9900
远期	拟损毁	轻度	5.71	28550
		中度	2.58	12900

2、沉陷损毁林地土地复垦工程量测算

(1) 地貌重塑工程

1) 裂缝充填工程

参考沉陷损毁耕地地裂缝填充计算方法，沉陷损毁林地地裂缝工程量表如

下，见表 5.3-19。

表 5.3-19 沉陷损毁林地充填工程量表

复垦阶段	损毁阶段	损毁等级	充填裂缝每公顷所需方量 V (m ³)	损毁面积 (hm ²)	土石方量 (m ³)
近期	已损毁	轻度	515.95	14.34	7398.83
		中度	1643.17	4.22	6934.09
	拟损毁	轻度	515.95	5.48	2826.23
		中度	1643.17	1.52	2501.74

2) 土壤剥覆工程

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 $V_{剥}$ (m³)，每公顷地裂缝长度 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 $V_{剥}$ 的计算公式

如下： $V_{剥/覆}=2Uhd$ (m³)

为了减少林地区自然植被的破坏，在土壤剥覆过程尽量减少剥离的宽度。林地区不同损毁程度土壤剥覆工程量表见下表 5.3-20。

表 5.3-20 沉陷损毁林地表土剥覆工程量表

复垦阶段	损毁阶段	损毁等级	每公顷面积剥覆量 (m ³ /hm ²)	治理面积 (hm ²)	剥离/回覆土方总量 V 剥/覆 (m ³)	
近期	已损毁	轻度	300.00	14.34	4302.10	8353.25
		中度	960.00	4.22	4051.15	
	拟损毁	轻度	300.00	5.48	1643.33	3104.94
		中度	960.00	1.52	1461.61	

(2) 植被重建工程

1) 灌木林地、其他林地植被恢复工作量

沉陷区内灌木林地恢复工程量见表 5.3-21、5.3-22、5.3-23。

表 5.3-21 沉陷损毁林地乔木植被重建工程量表

复垦阶段	损毁阶段	规格及	轻度	中度	总计
		工程量	281 株/hm ²	406 株/hm ²	
近期	已损毁	面积 (hm ²)	0.32	0.09	0.42
		新疆杨	90	37	127
		油松	90	37	127
	拟损毁	面积 (hm ²)	0.33	0.09	0.42
		新疆杨	92	36	128
		油松	92	36	128

表 5.3-22 沉陷损毁林地灌木植被重建工程量表

复垦阶段	损毁阶段	规格及	轻度	中度	总计
		工程量	1125 株/hm ²	1625 株/hm ²	
近期	已损毁	面积 (hm ²)	14.11	4.06	18.16
		沙柳	15868	6593	22461
		柠条	15868	6593	22461
	拟损毁	面积 (hm ²)	3.17	1.17	4.32
		沙柳	3559	1885	5444
		柠条	3559	1885	5444
远期	拟损毁	面积 (hm ²)	1.69	0.52	2.22
		沙柳	1904	853	2757
		柠条	1904	853	2757

表 5.3-23 沉陷损毁林地草本植被重建工程量表

复垦阶段	损毁阶段	规格及工程量	面积 (hm ²)		合计
			轻度	中度	
近期	已损毁	紫花苜蓿补种草籽 (kg)	282.10	101.44	383.54
		面积 (hm ²)	14.11	4.06	18.16
	拟损毁	紫花苜蓿补种草籽 (kg)	63.27	29.01	92.27
		面积 (hm ²)	3.17	1.17	4.32
远期	拟损毁	紫花苜蓿补种草籽 (kg)	33.85	13.12	46.98
		面积 (hm ²)	1.69	0.52	2.22

3、沉陷损毁草地土地复垦工程量测算

根据土地复垦工程设计，沉陷损毁草地土地复垦工程包括土地复垦工程为裂缝充填、土壤重构工程及植被重建工程。

（1）地貌重塑工程

1) 裂缝充填

参考沉陷损毁林地充填工程计算标准，计算沉陷损毁草地地裂缝充填工程工程量，见表 5.3-24。

表 5.3-24 沉陷损毁草地裂缝充填工程量表

复垦阶段	损毁阶段	损毁等级	充填裂缝每公顷所需方量 V (m ³)	损毁面积 (hm ²)	土石方量 (m ³)
近期	已损毁	轻度	515.95	10.49	5410.87
		中度	1643.17	3.63	5964.09
	拟损毁	轻度	515.95	21.18	10927.30
		中度	1643.17	8.44	13874.44

2) 土壤剥覆工程

参考沉陷损毁林地土壤剥覆工程计算标准，计算沉陷损毁草地表土剥离、表土回覆工程量，见表 5.3-25。

表 5.3-25 沉陷损毁草地表土剥覆工程量表

复垦阶段	损毁阶段	损毁等级	每公顷面积剥覆量 (m ³ /hm ²)	治理面积 (hm ²)	剥离/回覆土方总量 V 剥/覆 (m ³)	
近期	已损毁	轻度	300.00	10.49	3146.19	6630.63
		中度	960.00	3.63	3484.45	
	拟损毁	轻度	300.00	21.18	6353.75	14459.71
		中度	960.00	8.44	8105.97	

（2）植被重建工程

沉陷草地植被重建工程量见表 5.3-26。

表 5.3-26 沉陷损毁草地植被重建工程量表

复垦阶段	损毁阶段	规格及工程量	面积 (hm ²)		合计
			轻度	中度	
近期	已损毁	紫花苜蓿补种草籽 (kg)	209.75	90.74	300.49
		面积 (hm ²)	10.49	3.63	14.12
	拟损毁	紫花苜蓿补种草籽 (kg)	275.12	126.68	401.81
		面积 (hm ²)	13.76	5.06	18.82
远期	拟损毁	紫花苜蓿补种草籽 (kg)	148.46	84.41	232.87
		面积 (hm ²)	7.42	3.38	10.80

4、沉陷损毁搬迁农村宅基地复垦单元设计

搬迁农村宅基地复垦工程措施有土壤重构工程和植被重建工程。土壤重构工程包括清理工程、土地平整、客土回覆等，植被重建工程为林草的恢复。

(1) 土壤重构工程

1) 清理工程

经调查，宅基地分为砖混结构和挂口砖窑。本方案设计在复垦前对其进行建筑物拆除及垃圾清运。清理的建筑垃圾运往政府指定的统一垃圾场处置，运距大约为 5-6km。农村宅基地清理工程量见表 5.3-27。

表 5.3-27 农村宅基地清理工程量表

复垦阶段	复垦区域	工程项目	面积(hm ²)	单位方量(m ³ /hm ²)	拆除及清运方量(m ³)
近期	农村宅基地	废弃建筑拆除	0.50	5000.00	2500.00
		基础拆除(砌体)	0.50	1000.00	500.00
		硬化层拆除	0.50	2000.00	1000.00
		垃圾清理	—	—	4000.00

2) 土地平整

待清理结束后利用平地机、推土机等机械对砖混房屋区域进行平整，消除地表附加坡度，平整后地面坡度±5°。农村宅基地土地平整工程量见表 5.3-28。

表 5.3-28 农村宅基地土地平整工程量表

复垦阶段	损毁等级	平整每公顷土地平整量(m ³)	治理面积(hm ²)	工程量(m ³)
近期	重度	525.52	0.13	68.32

3) 客土覆土

待土地平整后，对砖混房屋区域进行覆土恢复，为达到耕作及种植要求，覆土厚度 50cm。农村宅基地客土回覆工程量见表 5.3-29。

表 5.3-29 农村宅基地客土回覆工程量表

复垦阶段	工程项目	覆土面积(hm ²)	覆土厚度(m)	覆土量(m ³)
近期	覆土	0.13	0.5	650.00

(2) 植被重建工程

窑洞拆除按原地类复垦，砖混房屋拆除后复垦为乔木林地，种植油松、柠条，林下播撒草籽，乔木栽植间距为 3×3m，栽植方法采用穴状整地，矩形坑穴，乔木规格为 60cm×60cm×60cm；灌木栽植株行距为 1.5×1.5m，栽植方法采用穴状整地，

矩形坑穴，灌木规格为 40cm×40cm×40cm；草本选择紫花苜蓿，采用播撒方式。植被恢复技术指标参见表 5.3-30。

表 5.3-30 植被重建技术指标及工程量表

复垦阶段	设计单元	树种	株×行距 (m)	栽植方式	定植苗量株 /hm ²	面积 (hm ²)	总需苗量
近期	沉陷损毁搬迁农村宅基地	油松	3×3	穴状整地	1111	0.13	144
		柠条	1.5×1.5	穴状整地	4444	0.13	577
		紫花苜蓿	-	撒播	30	0.13	3.90

5、沉陷损毁其他土地复垦单元工程设计

沉陷区其他土地包括采矿用地、特殊用地、农村道路。农村道路复垦措施为道路修复工程，该项工程已在地质环境部分进行设计，不再重复计算。采矿用地、特殊用地本方案安排监测措施。

6、工业场地复垦单元工程量

工业场地复垦为旱地。复垦措施为清理工程、土地平整、客土回覆、土地翻耕、土壤培肥。

(1) 土壤重构工程

1) 清理工程

表 5.3-31 工业场地清理工程工程量表

复垦阶段	复垦区域	工程项目	面积 (hm ²)	单位方量 (m ³ /hm ²)	拆除及清运方量 (m ³)
远期	工业场地	废弃建筑拆除	3.16	3000.00	9470.24
		基础拆除（砌体）	3.16	500.00	1578.37
		硬化层拆除	3.16	1000.00	3156.75
		垃圾清理	—	—	14205.36

2) 土地平整工程

表 5.3-32 工业场地土地平整工程量表

复垦阶段	损毁等级	平整每公顷土地平整量 (m ³)	治理面积 (hm ²)	工程量 (m ³)
远期	重度	525.52	3.16	1658.93

3) 覆土工程

表 5.3-33 工业场地覆土工程量表

复垦阶段	工程项目	覆土面积 (hm ²)	覆土厚度 (m)	覆土量 (m ³)
远期	覆土	3.16	0.60	18940.49

4) 土地翻耕

表 5.3-34 工业场地耕地土地翻耕工程量表

复垦阶段	工程项目	单位	工程量
远期	土地翻耕	hm ²	3.16

5) 土壤培肥

按照每公顷施商品有机肥 5000kg，详见表 5.3-35。

表 5.3-35 工业场地土壤培肥工程量表

复垦阶段	工程项目	面积 (hm ²)	单位施肥 (kg/hm ²)	施肥量 (kg)
远期	商品有机肥	3.16	5000	15800

7、原炸药库复垦单元工程量

原炸药库复垦为灌木林地。复垦工程措施有土壤重构工程和植被重建工程，其中包括清理工程、土地平整、客土回覆、植被重建等。

(1) 土壤重构工程

1) 清理工程

表 5.3-36 原炸药库清理工程量表

复垦阶段	复垦区域	工程项目	面积 (hm ²)	单位方量 (m ³ /hm ²)	拆除及清运方量 (m ³)
近期	原炸药库	废弃建筑拆除	0.25	5000.00	1241.67
		基础拆除（砌体）	0.25	1000.00	248.33
		硬化层拆除	0.25	2000.00	496.67
		垃圾清理	—	—	1986.66

2) 土地平整工程

表 5.3-37 原炸药库土地平整工程量表

复垦阶段	损毁等级	平整每公顷土地平整量 (m ³)	治理面积 (hm ²)	工程量 (m ³)
近期	重度	525.52	0.25	130.50

3) 覆土工程

表 5.3-38 原炸药库覆土工程量表

复垦阶段	工程项目	覆土面积 (hm ²)	覆土厚度 (m)	覆土量 (m ³)
近期	覆土	0.25	0.3	745.00

(2) 植被恢重建工程

表 5.3-39 原炸药库植被重建工程量表

复垦阶段	设计单元	树种	栽植方式	定植苗量株 /hm ²	面积 (hm ²)	总需苗量
近期	原炸药库	柠条	穴状整地	4444	0.25	1103
		紫花苜蓿	撒播	30	0.25	7.45

8、原炸药库道路复垦单元工程量

原炸药库道路复垦为灌木林地。复垦工程措施有土壤重构工程和植被重建工程，其中包括清理工程、土地平整、客土回覆、植被重建等。

(1) 土壤重构工程

1) 清理工程

表 5.3-40 原炸药库道路清理工程量表

复垦阶段	复垦区域	工程项目	面积 (hm ²)	厚度 (m)	拆除及清运方量 (m ³)
近期	原炸药库道路	水泥路面拆除	0.06	0.30	172.02
		路基拆除	0.06	0.30	206.43
		垃圾清理	—	—	378.45

2) 土地平整工程

表 5.3-41 原炸药库道路土地平整工程量表

复垦阶段	损毁等级	平整每公顷土地平整量 (m ³)	治理面积 (hm ²)	工程量 (m ³)
近期	重度	525.52	0.06	30.13

3) 覆土工程

表 5.3-42 原炸药库道路覆土工程量表

复垦阶段	工程项目	覆土面积 (hm ²)	覆土厚度 (m)	覆土量 (m ³)
近期	覆土	0.06	0.4	229.36

(2) 植被恢重建工程

表 5.3-43 原炸药库道路植被重建工程量表

复垦阶段	设计单元	树种	栽植方式	定植苗量 株/hm ²	面积 (hm ²)	总需苗量
近期	原炸药库道路	柠条	穴状整地	4444	0.06	254
		紫花苜蓿	撒播	30	0.06	1.72

9、排矸场复垦工程量

表 5.3-44 排矸场复垦工程量表

序号	单项名称	单位	工程量
1	土壤重构工程		
1.1	清理工程		
1.1.1	砖砌挡墙拆除及外运	m ³	366
1.2	平整工程		
1.2.1	土地平整	m ³	4035.6
1.2.2	覆土工程		
1.2.2.1	土方购买	m ³	2220
1.2.2.2	土方拉运（5-6km）	m ³	2220
1.2.3	土地翻耕	hm ²	0.23
1.3	生物化学工程		
1.3.1	土壤培肥	hm ²	0.23
2	植被重建工程		
2.1	灌木种植		
2.1.1	柠条（d≥3cm，土坑）	株	933
2.2	草本种植		
2.2.1	紫花苜蓿（穴播，60kg/hm ² ）	hm ²	0.21
3	配套工程		
3.1	排水工程		
3.1.1	排水渠（长 192m）		
3.1.1.1	基础开挖	m ³	92.16
3.1.1.2	C20 混凝土	m ³	61.44
3.1.1.3	伸缩缝	m ²	3.07
3.1.2	消能池（2 座）		
3.1.2.1	基础开挖	m ³	3.36
3.1.2.2	C20 混凝土	m ³	2.44
3.2	挡墙修筑工程		

序号	单项名称	单位	工程量
3.2.1	基础开挖	m ³	567.3
3.2.2	M7.5 浆砌砖	m ³	338.6
3.2.3	黏土隔水层	m ³	33
3.2.4	反滤层	m	22
3.2.5	PVC 管	m	60
3.2.6	伸缩缝	m ²	16.7
3.3	田间道路工程		
3.3.1	生产路		
3.3.1.1	路床压实	m ²	720
3.3.1.2	素土路面	m ²	600

10、石岩沟耕地提升工程设计

表 5.3-45 石岩沟耕地提升工程量表

序号	单项名称	单位	工程量
1	土壤重构工程		
1.1	平整工程		
1.1.1	土地平整	m ³	147200.54
1.1.2	土地翻耕	hm ²	4.33
1.2	生物化学工程		
1.2.1	土壤培肥	hm ²	4.33
2	植被重建工程		
2.1	灌木种植		
2.1.1	柠条（d≥3cm，土坑）	株	3771
2.2	草本种植		
2.2.1	紫花苜蓿（穴播，60kg/hm ² ）	hm ²	0.85
3	配套工程		
3.1	排水工程		
3.1.1	排水渠（长 192m）		
3.1.1.1	基础开挖	m ³	269.75
3.1.1.2	C20 混凝土	m ³	179.84
3.1.1.3	伸缩缝	m ²	8.99
3.1.2	消能池（2 座）		
3.1.2.1	基础开挖	m ³	3.36

3.1.2.2	C20 混凝土	m ³	2.44
3.2	灌溉工程		
3.2.1	水源井工程	口	1
3.2.2	DN63PE 管	m	1376
3.3	田间道路工程		
3.2.1	生产路		
3.2.1.1	路床压实	m ²	2023.2
3.2.1.2	素土路面	m ²	1686

四、含水层破坏修复

考虑到含水层自身的特性，本《方案》不分期对其进行治理，以下几点减缓措施在煤矿开采的全期都应积极地采取，以减轻含水层受到开采的影响。

1、排供结合

此方式不但可以使有限的地下水资源充分利用，服务于前梁煤矿工农业生产，而且为后期采煤也提供了良好的开采技术条件，减少涌水的隐患，提高采煤效率。

2、植树种草恢复水位

根据地面塌陷治理工程安排，大力开展植树种草活动，扩大前梁煤矿内植被覆盖面积，加快地下水位的回升。

3、加强管理

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

五、水土环境质量修复

本《方案》不分期对其进行治理，以下几点减缓措施在煤矿开采的全期都应积极采取。

1、加强管理

(1) 建立设备管理责任制，落实设备管理责任人，管理人应定期巡查污废水设备运行情况，发现异常尽快处理，避免造成水处理系统事故；

(2) 定期对处理、储存污废水的相关设施、设备等进行检修，确保设施的正常运行，减少故障率；

- (3) 定期对各类水池进行清淤，保证储水容量，增加存水缓冲能力；
- (4) 定期对回用水管线进行巡查和检修，保证管道的畅通和完好；
- (5) 加强消防水收集，确保消防污水收集进入矿井水处理站。

2、加强监测和人工巡查

煤矿应加强对塌陷区进行人工巡查，对土壤进行定期监测，若发现异常，加密观测，并确定影响范围，及时通过生物、化学、物理等联合修复方式进行土壤置换、改良，减缓对土壤理化性质的破坏。

六、矿山地质环境监测

矿山地质环境监测是准确掌握煤矿地质环境动态变化及防治措施效果的重要手段和基础性工作，对搞好地质环境管理工作具有十分重要的意义。

前梁煤矿正常生产的井下开采矿山，矿业活动影响对象程度属重要程度，生产建设规模属中型矿山，依据《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）前梁煤矿矿山地质环境监测级别为二级。

煤矿生产产生的主要地质环境问题为：地面塌陷及伴生地裂缝等不稳定地质体，含水层、地形地貌景观和水土环境质量的影响和破坏。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、水土环境质量监测。监测工作由前梁煤矿负责并组织实施，加强对本方案实施的组织管理，自然资源管理部门负责监督管理。

（一）目标任务

针对不稳定地质体（BY1、BY2）、塌陷地（T2）综采区及未来开采区实施不稳定地质体监测方案；针对塌陷区及影响区实施含水层监测方案；针对全矿区实施地形地貌景观监测方案；针对地表水实施水环境监测方案、针对工业广场实施土环境监测方案。

1、监测目标

（1）不稳定地质体

针对现场调查存在的塌陷隐患影响建构筑物进行监测，根据工作面布置及采掘进度，对位于开采区内上覆建（构）筑物部署进行监测，随时掌握地面塌陷及地裂缝发育情况，建（构）筑物的受影响程度，当出现异常情况时，对遭到损坏

的地面建（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

根据开采接续情况，在工业广场及周边布置地下水监测点，监测矿区第四系全新统冲积层含水层、侏罗系延安组含水层变化情况。随时掌握监测井水位、水质变化，监测数据出现异常情况时，及时分析找出原因并制定解决方案。最大限度减小开采对含水层的影响。

（3）地形地貌景观

区域采用高分辨卫星遥感影像、开采区每年采用无人机正射开展地貌、植被监测，通过数据解译分析掌握煤矿生产引发地面塌陷等不稳定地质体对地形地貌景观产生的影响或破坏，分析矿山地质环境总体变化趋势。

（4）水土环境

在矿区范围内地表水系设置 1 个水环境监测点，对其水质进行定期监测。

在工业场地可能受影响的区域布置 1 个土壤环境监测点，通过采样送检，监测土壤环境指标。

2、监测任务

（1）不稳定地质体

1) 针对塌陷地（T2）综采区及未来开采区分别设置不稳定地质体位移自动监测点，重点监测地面塌陷宏观位移变化。

2) 针对不稳定地质体（BY1、BY2）设置监测点，重点监测不稳定地质体对建构筑物的损坏情况。

3) 针对原炸药库设置监测点，重点监测边坡稳定性。

（2）含水层

水位监测：工业广场监测井，矿区民井；

水质监测：为简分析、全分析所检测的项目。

（3）地形地貌景观

监测内容主要为煤矿辅助场区、生产场区、原炸药库及排矸场的形态及面积、地面塌陷区的地形地貌形态及面积变化、植被复垦区面积及植被覆盖度等。较大

裂缝对地形地貌景观、植被的损毁类型、面积等情况，主要成果为沉陷区地表等高线、土地损毁图、植被盖度图、地貌类型图及地表坡度图等。

（4）水土环境质量

水体环境监测：主要监测地表水水质，水质进行全分析。

土壤环境监测：重点监测土壤重金属、有机物和无机物等指标。

（二）监测设计与技术措施

本次监测范围为地质环境治理评估范围，考虑到治理工程划分为 2 个阶段，因此，监测工作也以近期为主，兼顾远期监测工作。地质环境监测点分布具体见图 5.6-1。

1、不稳定地质体监测

（1）监测点部署

工作面监测网部署方式为“丰字型”布置，不同的观测方向布设密度不同。沿工作面走向方向每 300~500m 布置一个地表形变监测点，主要监测地表移动盆地沿工作面走向方向位移的变化过程。垂直工作面方向设置剖线，沿剖线方向每 120~150m 布置一个监测点，主要监测地表移动盆地垂直工作面方向位移的变化过程。

矿山地质环境监测点布设主要针对地面塌陷地表形变区和重要地面工程设施区进行监测，共部署 23 个监测点，其中 14 个 GNSS 自动化监测点，9 个人工巡查监测点。

1) 移动观测基站

移动观测基站利用原有设备，不再新建。

2) 地面塌陷地表变形监测

①在矿区中部已开采区共部署 5 个 GNSS 自动化监测点（D1~D5），主要监测已开采未完全稳沉综采工作面的变形情况和道路变形情况。

②对适用期开采 5⁻¹煤范围（1505~1510 工作面）开展地面塌陷地表变形监测，共计布设 9 个 GNSS 自动化形变监测点（D6~D14），掌握变形规律，监测塌陷区地表变形情况。

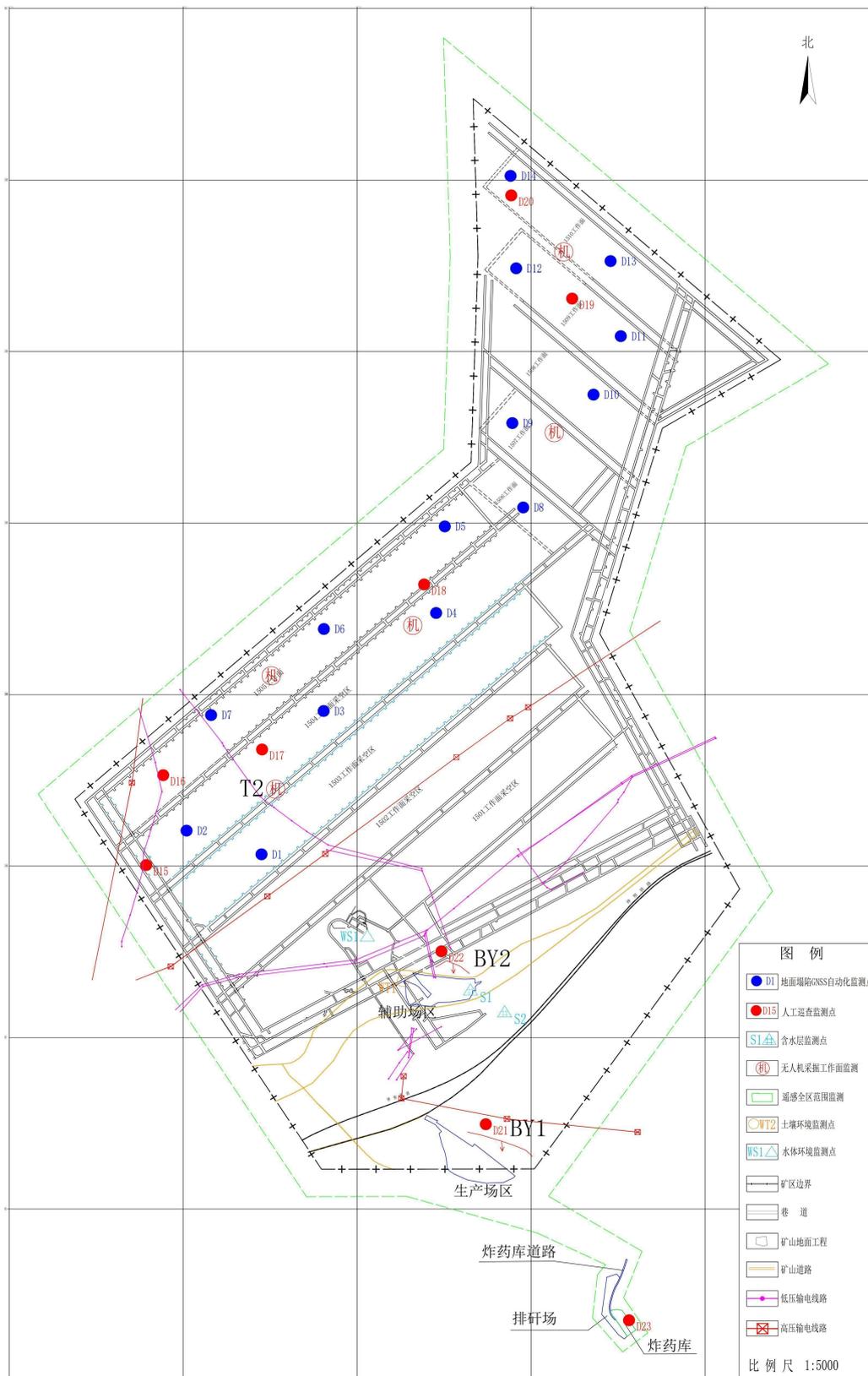


图 5.6-1 矿山地质环境监测点分布图

3) 地物损坏监测

①人工巡查线路设置：主要对开采工作面上方乡村公路和输电线路进行人工巡查监测，监测图上以监测点 D15~D20 共 6 个点表示需要巡查的线路。

②对不稳定地质体点（BY1、BY2）进行人工巡查监测，监测点编号（D21、D22）。

③对原炸药库设置人工边坡稳定性巡查监测点，监测点编号（D23）。

（2）监测频率及时间

监测频率：自动化监测点每小时采集数据 1 次，人工巡查监测点每月月底采集数据 1 次。

由煤矿专人或委托有资质的单位定时监测，记录要准确、数据要可靠，并及时整理观测资料，受自然资源部门的监督管理。

（3）监测方法及要求

1) 自动化监测

监测方法：监测点采用 GNSS 自动化监测仪器。

监测要求：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地裂缝的尺寸、形态及其变化情况，测量房屋、道路上的裂缝尺寸、展布形态等变形资料，判定损坏程度，做出素描，或用数码相机照相。

2) 人工巡查监测

监测方法：肉眼观测、人工记录、摄像拍照。

监测要求：对采煤沉陷区进行观测时，要及时、详细地记录和描述监测点附近地面塌陷及伴生地裂缝的尺寸、形态及其变化情况；对边坡进行观测时，要注意边坡变形、挡墙或道路是否有变形、裂缝等不稳定地质体变形征兆，要测量裂缝的数量、长度、密度、展布形态等数据，并进行素描或拍照摄像，一旦发现滑坡征兆立即上报上级和有关部门。

2、含水层监测

（1）监测点部署

矿山 2019 年已实施地下水监测井一口，位于工业广场门口（编号 SM082，井深 100.5m），该监测井数据已接入省级矿山地下水监测系统，本方案编号 S1，主要监测延安组砂岩含水层，根据矿山前期开采对含水层的破坏情况，后期继续

利用此井进行含水层监测。另在辅助场区东侧民井部署 1 处地下水监测点，本方案编号 S2，利用人工对其水位和水质进行定期监测。

（2）监测频率及时间

监测频率：自动化监测井水位数据每小时自动采集 1 次，水井水位采用人工监测，每月监测 1 次。水质监测在每年平水期 5 月中旬，丰水期 8 月中旬、枯水期 11 月中旬取样分析。监测过程中，当发现水位、水质变化异常情况时须加密观测。

监测时间：监测点水位、水质为全期监测。

含水层监测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) 流量大小，选择容积法、堰测法或流速仪法测量。必须按其测量方法要求进行操作。

2) 水位应测量静水位、稳定动水位埋藏深度与高程，可选择电测水位计、自计水位仪或测绳测量。

3) 采样送检方法采用《水质样品的保存和管理技术规定》（HJ493-2009），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) 采用自动化监测仪进行水位监测，技术参数、数据传输格式与全省一致，并与国家、陕西省地下水监测网联网，实现全区域的监测与控制。

（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和钻孔结构，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) 井下取样时需在水平面下大于 3m 处，井口采取时需抽水 10min 以上。所采的地下水样必须代表天然条件下的客观水质情况，其中气温、水温、水位、水量、pH、Ca²⁺和 HCO³⁻要求现场测量，计数保留两位小数。采样器应进行前期

处理，容器应做到定点、定项。取样时应避免外界干扰。对不稳定成分的水样应加入稳定剂，及时在现场密封样品，贴上水样标签。运送过程中应防震、防冻及避免阳光照射。水样送至化验室时，应有交接手续。

3、地形地貌景观监测

（1）监测点部署

本矿井为井下生产，应采用地面分辨率优于 0.5m 的无人机航测监测技术进行地形地貌形态、面积等的监测。结合人工测量地面塌陷、地裂缝、不稳定地质体等区域。地面建设对地形地貌景观、土地资源的影响严重，井下生产对地形地貌景观的影响主要反应在地表高程、地形坡度的一些变化和较大裂缝对地形地貌景观的影响。

（2）监测频率及时间

无人机航测每年监测 1 次，在植被生长良好的 8 月中旬监测 1 次。

4、卫星遥感监测

（1）监测内容

卫星遥感监测内容主要为全矿区范围监测，主要包括矿山设施、植被生态、不稳定地质体、土地损毁与复垦等区域，然后通过多光谱遥感影像解译对比分析变化情况。

（2）监测时间

每年 8 月份。

（3）监测频率

矿山地质环境用卫星遥感监测每年 1 次，遥感解译涵盖土地损毁与复垦、不稳定地质体、植被生态、水域面积变化等工作，分析总结报告 1 份，图件 4 份。

5、水土环境质量监测

（1）监测点部署

根据现场调查结合矿方提供资料，在煤矿辅助场区北部边沟设 1 个水体环境监测点（编号 WS1）进行水体环境监测。

在辅助场区周边设 1 个土环境监测点（编号 WT1）进行土环境监测。重点监测土壤重金属、有机物和无机物等指标。

（2）监测频率及时间

水体环境监测点每年监测 3 次，每次取 1 组水样进行全分析，若发现水体受影响，增加监测频率。分别在平水期 5 月中旬，丰水期 8 月中旬、枯水期 11 月中旬进行取监测。

土壤环境质量每年监测 1 次，8 月中旬取 1 组土壤进行土壤重金属分析，监测时间：全期监测。若长时期未发现超标，可降低监测频率。

（3）采样及分析方法

1) 水质

取样方法同含水层监测。

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，潮湿样品课内衬塑料袋（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。

土壤质量分析应符合《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 186）的有关规定。

6、矿山地质环境综合管理

在煤炭开采过程中，前梁煤矿应组织人员对采空区地表进行定期巡查，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。

（三）主要工程量

1、不稳定地质体监测工作量

不稳定地质体监测工程量见表 5.6-1。

表 5.6-1 不稳定地质体监测量表

时间	编号	监测对象	地质灾害	监测量(套/次)		备注
				近期	远期	
开采期 3年及 沉稳期 1年	D1~D5	矿区中部已开采区变形情况和道路变形情况	地面塌陷及伴生地裂缝	5	/	GNSS 自动化监测点 5 个(自动采集数据)
	D6~D14	近期开采 5 ⁻¹ 煤（1505~1510 工作面）地面塌陷监测		9	/	GNSS 自动化监测点 9 个(自动采集数据)
	D15~D20	乡村公路和输电线路		216	72	人工巡查
	D21~D22	BY1、BY2 不稳定地质体点	72	24	人工巡查	
	D23	原炸药库边坡	不稳定地质体	36	12	人工巡查
合计			/	338	108	/

2、含水层监测工作量

含水层监测工程量见表 5.6-2。

表 5.6-2 含水层监测量表

编号	位置	水位	水质		监测层位	监测内容
		监测方法	监测量(次)			
			近期	远期		
S1	工业广场 (已有 SM082 地下水监测井)	自动监测	9	3	J _{2y}	水位监测、水质分析
S2	村民民井	人工监测	9	3	J _{2y}	水位监测、水质分析

3、地形地貌景观监测工作量

地形地貌监测工程量见表 5.6-3。

表 5.6-3 无人机航测工作量表

监测项目	单位	监测数量	
		近期	远期
无人机遥感影像航拍	km ²	0.8559	0.2177
构建三维模型	km ²	0.8559	0.2177

地形地貌景观数据处理分析	份	3	1
--------------	---	---	---

4、卫星遥感监测工作量

卫星遥感监测工程量见表 5.6-4。

表 5.6-4 遥感监测工作量表

监测项目	单位	监测数量	
		近期	远期
购买高精度卫星遥感数据	km ²	11.262	3.754
卫星遥感监测数据解译	km ²	11.262	3.754
土地损毁与复垦分析、土地复垦质量分析、不稳定地质分析、植被生态分析、水域面积分析	次	3	1
分析总结报告	份	3	1

5、水土环境质量监测工作量

水土环境质量监测工程量见表 5.6-5。

表 5.6-5 水土环境质量监测工作量表

监测项目	编号	监测对象	监测量（次）		监测内容
			近期	远期	
水环境监测点	WS1	煤矿辅助场区北部边沟	9	3	水质全分析
土环境监测点	WT1	辅助场区周边	3	1	土壤重金属分析
合计			12	4	/

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）监测原则

（1）坚持煤矿主导、责任到人负责的原则；

(2) 坚持全面布控，重点监测的原则，监测范围应大于矿山开采范围及其影响范围；

(3) 监测方案应分类、切实可行；

(4) 采取科学的技术方法，合理优化；

(5) 监测标准合法化原则。

(二) 目标任务

监测措施的主要任务包括对沉陷损毁区、压占损毁区、挖损损毁区等复垦责任范围内的土地实施土地损毁监测、复垦质量监测等内容。

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 6.0 年。

(三) 措施和内容

1、土地复垦监测措施

(1) 原地表状况监测

1) 原始地形信息。采矿会导致地形地貌发生变化，造成地表沉陷，引起地形变化，而且采矿的进行是不断变化的，为了更好地与原始地形进行对比，需要在开采前对原始地形进行监测。

2) 土地利用情况。要保留原始的土地利用状况信息，对沉陷、压占等土地损毁情况的监测，以便对后期的变化进行跟踪对比分析。本方案主要是收集损毁前区域原始的地表状况照片，同时收集区内土地利用现状图以此获得区内土地利用覆盖数据。

3) 土壤信息。要收集损毁前土壤类型、土壤的各种理化性质等信息。通过查阅当地土壤志、挖掘土壤剖面和土壤分析，以此获得准确的复垦区损毁前土壤类型及其各种理化性质等信息。

本部分监测点位与土地损毁监测联合设置，工程设计与投资中土地损毁监测涵盖本部分监测内容。

(2) 土地损毁监测

土地损毁监测贯穿于土地损毁全过程，与土地质量监测同时实施，土地损毁监测的主要内容主要包括塌陷区裂隙发育过程中的裂隙宽度、裂隙深度、塌陷台

阶、裂隙发育过程分析。土地损毁监测结果作为实施土地复垦工程实施的主要参考依据。沉陷区耕地、园地、林地、草地监测布点为 1 个/4hm²，沉陷区每个特殊用地布设一个监测点，地面工程各布设一个监测点，监测时间 1 年，每年 1 次。

(3) 复垦效果监测

复垦效果监测主要包括土壤质量监测、复垦植被监测。

1) 土壤质量监测

土壤质量监测适用于沉陷区内耕地、园地、林地、草地复垦单元。

监测方案：土壤质量监测贯穿土地复垦措施实施的全过程，主要包括复垦区有效土层厚度、土壤容重、酸碱度（pH）等；本方案设计监测土壤质量监测点，分布于复垦为农、林、草地的复垦单元内；监测频次为每年 1 次，监测方案具体见表 5.7-1。

表 5.7-1 复垦土壤质量监测方案表

监测内容	监测频次/次·年 ⁻¹	样点持续监测时间/年	监测方法
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	比重计法
土壤砾石含量	1	6	晒分法
pH 值	1	6	混合指示剂比色法
有机质	1	6	重铬酸钾容重法

2) 复垦植被成活率监测

复垦植被监测适用于复垦为园地、林地、草地复垦单元。

监测方案：复垦植被监测内容为植物生长势、高度、种植密度、成活率、郁闭度、生长量等。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。在复垦规划的服务年限内，每年监测 1 次，具体方案见表 5.7-2。

表 5.7-2 复垦植被恢复监测方案表

监测内容	监测频次	样点持续监测时间
------	------	----------

	次·年 ⁻¹	年
成活率、郁闭度、单位面积蓄积量	1	6

2、复垦管护措施

(1) 林地管护

林地管护措施主要包括水分管理、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，第二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。

(四) 主要工程量

1、土地复垦监测工程量

表 5.7-3 监测工程量表

复垦阶段	监测内容	监测点个数 (个)	监测频次 (次/年)	监测持续时间 (年)	监测工程量 (次)
近期	土地损毁监测	20	1	6	36
	土壤质量监测	30	2	6	108
	复垦植被效果监测	20	6	6	216
远期	土地损毁监测	20	1	6	84
	土壤质量监测	30	2	6	252

复垦阶段	监测内容	监测点个数（个）	监测频次（次/年）	监测持续时间（年）	监测工程量（次）
	复垦植被效果监测	20	6	6	504

2、复垦管护工程量

表 5.7-4 管护工程量表

管护区域	管护方法	管护时间（年）	管护面积（hm ² ）	管护方案
林地	浇水、喷药 施肥、平岔、收割	6	157.18	植树后及时灌水 2~3 次，第一次浇灌应确保水能渗透根部，一般为一周浇灌一次，成活后视旱情及时浇灌；喷药每月一次。每年冬季应施一次有机肥，每年 5-6 月应追施一次复合肥
草地		6	251.37	

八、生态系统监测与调查

（一）目标任务

生态系统调查监测是指对矿区生态系统进行定期和长期的监测和记录，掌握生态环境的状况和变化趋势，掌握生态系统因塌陷影响造成的动态变化特征。

监测内容主要包括生态系统格局、生态系统状况、生态系统服务和生态系统质量调查。具体指标包括生物多样性等生态学特征，如种群数量等参数。生态系统的格局、分类、功能、质量等方面，监测例如植被覆盖度、各类生态系统格局变化等指标。其中应用遥感数据监测内容和地形地貌监测同步实施，在地形地貌监测的基础上增加生态系统质量、格局等相关指标的解译分析。

（二）监测方法

遥感监测：采用当年 6~9 月份最新遥感数据，分辨率不低于 1m，进行解译分析。

实地调查：样方调查。

（三）监测设计与措施

生态系统监测可分为生态系统格局、生态系统状况、生态系统服务和生态系统质量调查。

1、生态系统监测

（1）监测内容

生态系统监测主要借助遥感数据、地理信息系统乃至无人机等技术手段，对评估范围内的生态系统格局、生态系统质量进行调查监测。生态系统组成、生态系统质量等因素进行监测分析，解译计算矿区植被覆盖度，植被指数、土壤侵蚀等数据进行解译，通过解译数据判断矿区生态系统质量综合指数。

（2）监测频次

生态系统监测采用 1 年监测 1 次。

2、生态状况调查

（1）监测内容

生物多样性调查内容主要包括物种多样性、生态系统多样性，以及生态过程及相互作用。

物种多样性：指一定区域内生物种类的丰富性，包括动物、植物、微生物等。

生态系统多样性：指生物群落及其生态过程的多样性，以及生态系统的环境差异、生态过程变化的多样性等。

（2）监测方法

地面调查监测：通过实地考察和记录，收集生物多样性的直接数据。这种方法适用于各种类型的生物，包括动物、植物等。例如，动物调查可以采用样线调查法、红外触发相机法和直接计数法等。植物调查则采用样线法和样方法相结合的方式。

遥感技术：利用遥感技术进行大面积的生物多样性调查。这种方法适用于大规模的生态系统调查，可以通过卫星图像和地面数据相结合，提高调查的效率和准确性。

（3）监测频次

采用 1 年监测 1 次。

（四）主要工程量

表 5.8-1 生态系统监测工程量表

时间	监测项目	实施次数	实施区域	实施内容	工程量	备注
近期	生态系统监测	1 次/年	评估区范围或塌陷影响范围	生态系统格局等		同地形地貌监测同时实施
	生物状	1 次/年	林草生态系统	林地、草地生	1*3 年	

	况调查			态系统调查		
远期	生态系统监测	1次/年	评估区范围或 塌陷影响范围	生态系统格局 等		同地形地貌监 测同时实施
	生物状况调查	1次/年	林草生态系统	林地、草地生 态系统调查	1*7年	

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

针对不同治理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。部署了不稳定地质体治理工程、含水层影响减缓措施、地形地貌景观影响治理、水土环境质量、土地损毁的减缓措施。

矿山地质环境治理总体工作部署见表 6.1-1。

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	水土环境质量	地形地貌景观
工程措施	不稳定地质体治理、受损道路维修、受损输电线路维修、竖立警示牌、井筒封闭、不稳定地质体监测	加强废水资源化利用、排供结合、植树种草恢复水位、含水层监测	水土环境质量监测	无人机、遥感监测

土地复垦总体工作部署见表 6.1-2。

表 6.1-2 土地复垦总体部署

复垦对象	工程措施	生物化学措施	监测与管护措施	部署时间
沉陷损毁土地	裂缝填充工程、土壤剥覆工程、土地平整、土地翻耕	土壤培肥、植被恢复	土地损毁监测、土壤质量监测、复垦效果监测。 林草地管护	近期
工业场地	清理工程、土地平整、覆土、土地翻耕	土壤培肥		
原炸药库及原炸药库道路	清理工程、土地平整、覆土	土壤培肥、植被恢复		
农村宅基地	清理工程、土地平整、覆土	土壤培肥、植被恢复		
排矸场	土地平整、覆土	土壤培肥、植被恢复		

通过措施布局，力求使采矿活动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利用问题。

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》和本方案服务年限，矿山地质环境治理与土地复垦分为近期 3 年（2025 年~2027 年），远期 7 年（2028 年~2034 年）两个阶段，采取近细远粗的原则部署治理及复垦措施并提出了实

施计划，内容如下：

（一）矿山地质环境治理阶段性实施计划

1、近期矿山地质环境治理安排（2025年~2027年）

- （1）对不稳定地质体 BY1 进行治理；
- （2）对近期开采塌陷区受损道路进行维修；
- （3）对受影响的输电线路和高压塔基进行加固；
- （4）开展不稳定地质体、含水层、地形地貌及水土环境监测；
- （5）地面人工巡查。

2、远期矿山地质环境治理安排（2028年~2034年）

- （1）封闭主斜井、副斜井、回风斜井 3 条井筒；
- （2）沉稳期 1 年继续不稳定地质体、含水层监测点、地形地貌景观、水土环境监测、人工巡查。

（二）土地复垦阶段性实施计划

1、近期复垦工作安排（2025年~2027年）

近期复垦工程为搬迁农村宅基地、排矸场、原炸药库及原炸药库道路、沉陷已损毁区和近期开采 5⁻¹ 煤形成的塌陷区土地复垦，并对实施复垦区土地实施土壤质量检测和复垦效果监测。

2、远期复垦工作安排（2028年~2034年）

对工业场地进行复垦，并对复垦后的区域进行复垦效果监测和植被的管护。

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生产厂区、原炸药库、排矸场等地面工程，地面塌陷 T2（已沉陷损毁区）、近期开采塌陷区，针对受损的道路进行修复、土地资源进行裂缝充填等复垦工程，具体见表 6.3-1。

近期各年度矿山地质环境治理工程量见表 6.3-2，近期各年度土地复垦工程量见表 6.3-3。

表 6.2-1 各年度治理措施表

实施年度	治理（复垦）对象	治理措施	
		矿山地质环境治理	土地复垦
第一年	1、不稳定地质体 BY1； 2、乡村道路及供电线路； 3、5 ⁻¹ 煤 1503、1504、1505 工作面； 4、搬迁农村宅基地、原炸药库、原炸药库道路、排矸场、石岩沟耕地； 5、评估区不稳定地质体及采空区地面塌陷区、重要地面建筑设施。	1、不稳定地质体 BY1 治理，包括危岩体清理 79320m ³ 、拱形格构 13561.2m ² 、挡土墙 1575m ³ 及紫穗槐柠条栽植 13560 株； 2、水泥路面维修面积 494.1m ² 、素土路面维修面积 1976.4m ² ； 3、竖立警示牌 5 个； 4、电线杆扶正 15 根，塔基维修 1 座； 5、地面塌陷人工巡查 24 次； 6、采空区布置 GNSS 自动化监测点 7 个，重要设施及隐患点进行人工巡查；地形地貌监测 0.427km ² ，卫星遥感监测 3.754km ² ；进行含水层监测和水土环境质量的监测；生物状况调查 1 次。	1、对已沉陷损毁区及第一年开采工作面进行地裂缝治理：已沉陷损毁及第一年度开采的 1503、1504、1505 工作面，治理面积 59.71hm ² ，工程措施为裂缝充填。 2、对已沉陷损毁区进行土地复垦：复垦面积 37.96hm ² ，复垦耕地 6.51hm ² ，林地 18.16hm ² ，草地 13.29hm ² 。工程措施为表土剥离、土地平整、土壤翻耕、土壤培肥、植被恢复。 3、农村宅基地拆除：拆除方量 4000m ³ ，土地平整 68.32m ³ ，客土回覆 650m ³ ，栽植油松 144 株，栽植柠条 577 株，紫花苜蓿 0.13hm ² 。 4、原炸药库拆除：拆除方量 1986.66m ³ ，土地平整 130.50m ³ ，客土回覆 745m ³ ，栽植柠条 1103 株，紫花苜蓿 0.25hm ² 。 5、原炸药库道路拆除：拆除方量 378.456m ³ ，土地平整 30.13m ³ ，客土回覆 229.36m ³ ，栽植柠条 254 株，紫花苜蓿 0.06hm ² 。 6、排矸场复垦：面积 0.44hm ² ，拆除方量 366m ³ ，土地平整 4035.6m ³ ，客土回覆 2220m ³ ，翻耕培肥 0.23hm ² ，栽植柠条 933 株，紫花苜蓿 0.21hm ² ，排水渠 192m，消能池 2 座，挡土墙 1 座，生产路 200m。 7、石岩沟耕地提升工程：面积 5.18hm ² ，土地平整 147200.54m ³ ，翻耕培肥 4.33hm ² ，栽植柠条 3771 株，紫花苜蓿 0.85hm ² ，排水渠 562m，水源井 1 座，输水管道 1376m，生产路 562m。 8、复垦监测：对上年度开采工作面及治理区域进行土壤质量、复垦植被效果和配套设施监测。
第二年	1、乡村道路； 2、5 ⁻¹ 煤 1505、1506、1507、1508 工作面； 3、评估区不稳定地质体及采空区地面塌陷区、重要地面建筑设施。	1、素土路面维修面积 422.4m ² ； 2、竖立警示牌 3 个； 3、地面塌陷人工巡查 24 次； 4、采空区布置 GNSS 自动化监测点 3 个，重要设施及隐患点进行人工巡查；地形地貌监测 0.2002km ² ，卫星遥感监测	1、对第一年开采的工作面进行土地复垦：第一年开采的 1505 工作面，复垦面积 23.21hm ² ，复垦耕地 3.17hm ² ，林地 4.32hm ² ，草地 7.43hm ² 。工程措施为表土剥离、土地平整、土壤翻耕、土壤培肥、植被恢复。 2、对第二年开采工作面进行地裂缝治理：第二年开采 1506、1507、1508 工作面，治理面积 22.87hm ² ，工程措施为裂缝充填。 3、复垦监测：对上年度开采工作面及治理区域进行土壤质量、

实施年度	治理（复垦）对象	治理措施	
		矿山地质环境治理	土地复垦
		3.754km ² ；进行含水层监测和水土环境质量监测；生物状况调查1次。	复垦植被效果和配套设施监测。 4、复垦管护：林地 19.66hm ² ，草地 13.29hm ² 。
第三年	1、乡村道路； 2、5 ⁻¹ 煤 1506、1507、1508、1509、1510 工作面； 3、评估区不稳定地质体及采空区地面塌陷区、重要地面建筑设施。	1、素土路面维修面积 1398m ² ； 2、竖立警示牌 2 个； 3、地面塌陷人工巡查 24 次； 4、采空区布置 GNSS 自动化监测点 4 个，重要设施及隐患点进行人工巡查；地形地貌监测 0.2287km ² ，卫星遥感监测 3.754km ² ；进行含水层监测和水土环境质量监测；生物状况调查 1 次。	1、对第二年开采的工作面进行土地复垦：第二年开采的 1506、1507、1508 工作面，复垦面积 14.33hm ² ，复垦耕地 3.94hm ² ，林地 0.01hm ² ，草地 10.38hm ² 。工程措施为表土剥覆、土地平整、土壤翻耕、土壤培肥、植被恢复。 2、对第三年开采工作面进行地裂缝治理：第三年开采 1509、1510 工作面，治理面积 21.77hm ² ，工程措施为裂缝充填。 3、复垦监测：对上年度开采工作面及治理区域进行土壤质量、复垦植被效果监测。 4、复垦管护：林地 23.97hm ² ，草地 20.72hm ² 。

表 6.2-2 各年度矿山地质环境治理工程量表

序号	工程名称		单位	各年度工程量			合计	
				第一年	第二年	第三年		
一	治理工程							
1	BY1 不稳定地质体治理工程							
(1)	边坡修整工程	削坡卸载	m ³	79320			79320	
(2)		弃土外运	m ³	79320			79320	
(3)	边坡支护工程	拱形格构	m ²	13561.2			13561.2	
(4)	排水工程	基础开挖	m ³	649.192			649.192	
(5)		C20 混凝土浇筑	m ³	432.768			432.768	
(6)	挡土墙	挖基土方	m ³	1575			1575	
(7)		M7.5 浆砌块石	m ³	3453			3453	
(8)	植被恢复工程	紫穗槐	株	6780			6780	
(9)		柠条	株	6780			6780	
(10)		紫花苜蓿	hm ²	1.3561			1.3561	
2	道路治理工程							
(1)	水泥路面		m ²	494.1			494.1	
(2)	素土路面		m ²	1976.4	422.4	1398	3796.8	
3	警示牌	竖立警示牌	个	5	3	2	10	
4	线路维修工程							
(1)	维修输	电线杆扶正	根	15			15	
(2)	电线路	塔基扶正加固	座	1			1	
5	人工巡查		次	24	24	24	72	
二	监测工程							
1	不稳定地质体监测							
(1)	监测点 设置	自动化 监测	设备安装	套	7	3	4	14
(2)		设备维护	套/年	7	3	4	14	
(3)	人工巡查（乡村公路和输电线路）		次	72	72	72	216	
(4)	人工巡查（BY1、BY2 不稳定地质体 点）		次	24	24	24	72	
(5)	人工巡查（原炸药库边坡）		次	12	12	12	36	
2	含水层监测							
(1)	监测井维护							
1)	地下水监测井维护		口	1	1	1	3	
(2)	地下水监测							
1)	取水样		次	6	6	6	18	
2)	简分析		组	6	6	6	18	
3)	全分析		组	6	6	6	18	
3	地形地貌监测							
(1)	无人机遥感影像航拍		km ²	0.427	0.2002	0.2287	0.8559	

序号	工程名称	单位	各年度工程量			合计
			第一年	第二年	第三年	
(2)	构建三维模型	km ²	0.427	0.2002	0.2287	0.8559
(3)	地形地貌景观数据处理分析	份	1	1	1	3
4	遥感监测					
(1)	购买高精度卫星遥感数据	km ²	3.754	3.754	3.754	11.262
(2)	卫星遥感监测数据解译	km ²	3.754	3.754	3.754	11.262
(3)	土地损毁与复垦分析	次	1	1	1	3
(4)	土地复垦质量分析					
(5)	不稳定地质体分析					
(6)	植被生态分析					
(7)	水域面积分析					
(8)	分析总结报告	份	1	1	1	3
5	水土环境质量监测					
(1)	取水样	组	3	3	3	9
(2)	水质分析	组	3	3	3	9
(3)	取土样	组	1	1	1	3
(4)	土壤分析	组	1	1	1	3
6	生态系统监测					
(1)	生物状况调查	点位	1	1	1	3

表 6.3-3 各年度土地复垦工程量表

序号	项目名称	单位	工程量			合计
			第一年	第二年	第三年	
1	近期					
1.1	充填工程					
1.1.1	裂缝充填					
1.1.1.1	人工回填	m ³	23471.82	5986.59	9151.89	38610.30
1.1.1.2	机械回填	m ³	23471.82	5986.59	9151.89	38610.30
1.2	土壤重构工程					
1.2.1	土壤剥覆工程					
1.2.1.1	表土剥离	m ³	27359.87	6980.45	10672.48	45012.80
1.2.1.2	表土回覆	m ³	27359.87	6980.45	10672.48	45012.80
1.2.2	清理工程					
1.2.2.1	废弃建筑物拆除	m ³	4107.67			4107.67
1.2.2.2	基础拆除	m ³	954.76			954.76
1.2.2.3	硬化层拆除	m ³	1668.69			1668.69
1.2.2.4	建筑垃圾清运	m ³	6731.12			6731.12
1.2.2.5	建筑垃圾消纳费	m ³	6731.12			6731.12
1.2.3	平整工程					
1.2.3.1	土地平整	m ³	153982.15	1272.24	1564.04	156818.42

序号	项目名称	单位	工程量			合计
			第一年	第二年	第三年	
1.2.3.2	土方夯实	m ³	147200.54	1272.24	1564.04	156818.42
1.2.3.3	客土购买	m ³	3844.36			3844.36
1.2.3.4	客土回覆（运距 0.5km）	m ³	3844.36			3844.36
1.2.3.5	土地翻耕	hm ²	11.07	3.17		14.24
1.2.4	生物化学工程					
1.2.4.1	土壤培肥	hm ²	11.07	3.17		14.24
1.3	植被重建工程					
1.3.1	乔木种植					
1.3.1.1	新疆杨（Φ≥6cm，H≥3.0m）	株	127	128		255
1.3.1.2	油松（H≥2.0m）	株	271	128		399
1.3.2	灌木种植					
1.3.2.1	柠条（d≥0.3m）	株	29099	5437	6	34542
1.3.2.2	沙柳（d≥0.3m）	株	22461	5437	6	27904
1.3.3	草本种植					
1.3.3.1	紫花苜蓿（20kg/hm ² ）	hm ²	24.02	8.36	7.37	39.75
1.3.3.2	紫花苜蓿（25kg/hm ² ）	hm ²	7.43	3.38	3.01	13.83
1.3.3.2	紫花苜蓿（30kg/hm ² ）	hm ²	1.50	0.00	0.00	1.50
1.4	配套工程					
1.4.1	排水工程					
1.4.1.1	排水渠					
1.4.1.1.1	基础开挖	m ³	361.91			361.91
1.4.1.1.2	C20 混凝土	m ³	241.28			241.28
1.4.1.1.3	伸缩缝	m ²	12.06			12.06
1.4.1.2	消能池					
1.4.1.2.1	基础开挖	m ³	6.72			6.72
1.4.1.2.2	C20 混凝土	m ³	4.88			4.88
1.4.2	灌溉工程					
1.4.2.1	水源井工程	口	1			1
1.4.2.2	DN63PE 管	m	1376			1376
1.4.3	挡墙修筑工程					
1.4.3.1	基础开挖	m ³	567.3			567.3
1.4.3.2	M7.5 浆砌砖	m ³	338.6			338.6
1.4.3.3	黏土隔水层	m ³	33			33
1.4.3.4	反滤层	m	22			22
1.4.3.5	PVC 管	m	60			60
1.4.3.6	伸缩缝	m ²	16.7			16.7
1.4.4	田间道路工程					
1.4.4.1	生产路					

序号	项目名称	单位	工程量			合计
			第一年	第二年	第三年	
1.4.4.2	路床压实	m ²	2743			2743
1.4.4.3	素土路面	m ²	2286			2286
1.5	监测与管护工程					
1.5.1	监测工程					
1.5.1.1	土地损毁监测	次	12	12	12	36
1.5.1.2	土壤质量监测	次	36	36	36	108
1.5.1.3	复垦植被效果监测	次	72	72	72	216
1.5.2	管护工程					
1.5.2.1	林地管护	hm ²		19.66	23.97	43.63
1.5.2.2	草地管护	hm ²		13.29	20.72	34.01

第七章 经费估算与进度安排

一、经费估算依据

（一）编制原则

（1）坚持科学合理、经济实用的原则。投资估算采用《陕西省水利建筑工程预算定额》（地质环境部分）、《土地开发整理项目预算编制规定》（土地复垦部分），结合本方案具体实际进行编制；

（2）坚持实事求是、因地制宜的原则。根据项目所在地的社会经济现状，合理采用编制规范及标准。

（二）编制依据

1、矿山地质环境保护工程估算依据

（1）关于《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》《陕西省水利建筑工程概算定额》等计价依据的批复，陕发改项目〔2017〕1606号；

（2）《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》，陕发改项目〔2017〕1606号，2017年11月；

（3）《陕西省水利建筑工程概算定额》，陕发改项目〔2017〕1606号，2017年11月；

（4）《陕西省水利工程施工机械台班费定额》，陕发改项目〔2017〕1606号，2017年11月；

（5）中国地质调查局关于印发的《地质调查项目预算标准（2021年）》；

（6）《国家发展改革委员会关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格〔2015〕299号）；

（7）《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39号文；

（8）《建设工程监理与相关服务收费管理规定》国家发改委、建设部，发改价格〔2007〕670号文；

（9）《工程勘察设计收费标准》国家发展计划委员会、建设部，2002年修订本；

（10）陕西省工程造价信息 2025 年 2 月“神木市常用建筑材料价格”；

（11）本方案设计的矿山地质环境治理恢复工程量；

- （12）《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格〔2020〕1980号）；
- （13）《测绘生产成本费用定额》（财建【2009】17号）；
- （14）《地质灾害普适型仪器监测预警点建设与运维预算标准（试行）》（自然资源部中国地质调查局，2022年11月）；
- （15）《国家发展改革委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）。

2、土地复垦工程估算编制依据

- （1）中国地质调查局关于印发的《地质调查项目预算标准（2021年）》；
- （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）《土地开发整理项目预算编制规定》（财综〔2011〕128号）；
- （5）《土地开发整理项目预算定额》（财综〔2011〕128号）；
- （6）《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综〔2011〕128号）；
- （7）《陕西省土地开发整理项目预算编制办法及费用标准（试行）》（陕国土资发【2004】22号）；
- （8）《国土资源部办公厅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）；
- （9）《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）；
- （10）《关于调整房屋建筑和市政基础设施工程工程量清单计价综合人工单价的通知》（陕建发〔2021〕1097号）；
- （11）陕西省工程造价信息2025年2月“神木市常用建筑材料价格”；
- （12）《榆林市2025年度生态修复工程苗木指导价格》（榆绿委发【2024】6号）；
- （13）本方案设计的土地复垦工程量。

（三）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，本矿山地质环境保护与土地复垦经费由前梁煤矿自筹，从生产费用中列支，作为矿山地质环境恢复治理基金以及土地复垦经费。

二、矿山地质环境治理工程经费估算

（一）估算方法

1、基础单价

（1）人工预算单价

人工预算单价根据其费用构成、陕西省劳动力市场价格水平、陕西省人力资源和社会保障部门发布的有关工资标准，结合工程建设（本项目工程调整系数暂定为1），实际综合分析确定。陕西省水利工程人工预算单价执行，普工工资50元/工日，技工工资为75元/工日。人工价差视为0。

（2）材料预算单价

1) 按照陕发改项目〔2017〕1606号文，预算材料单价为除以调整系数的不含税价。

主要材料预算价格 = [主要材料原价 + (运杂基本费 × 装载效能综合系数)] × (1 + 采购保管费率) + 运输保险费。

预算材料单价 = 材料原价 (含增值税进项税额) ÷ 调整系数。

2) 其他材料预算价格

参考神木市工业与民用建筑安装工程材料不含增值税进项税额的信息价格确定。

调整系数见表7.2-1。

表 7.2-1 含增值税进项税额材料价格调整系数表类

类型	内容	调整系数
材料 原价	主要材料：包括水泥、钢筋、柴油、汽油、炸药、木材、引水管道、安装用电缆、轨道、钢板等，其它占工程造价比例高的材料	1.13
	次要材料	1.03
	外购砂、石料、土料	1.02
	商品混凝土	1.03
运杂费	运杂费	1.03
采购及 保管费		采购及保管费率调整为 3.0%

材料单价：主要材料价格参照陕西省工程造价信息 2025 年 2 月神木市常用建筑材料价格及广材网含税市场价取值，次要材料以当地市场调查价为准。

其中主要材料如钢材、水泥、砂子、碎石、块石、板材、汽油、柴油以规定价进单价，预算价与规定价之差在计取税金后列入单价中。

（3）施工用风、水、电预算价格

按照施工组织设计确定的方案进行计算。电价为 2.0 元/kwh，风价为 0.26 元/m³，水价取费为 4.0 元/m³。

2、工程单价构成及取费标准

工程单价由直接费、间接费、企业利润、税金、价差等五部分组成。根据《陕西省水利建筑工程设计概（估）算编制规定》（陕发改项目〔2017〕1606号文），估算单价按概算单价扩大10%计算。

（1）直接工程费

直接工程费=基本直接费+其他直接费

1) 基本直接费包括：人工费、材料费及施工机械使用费。

2) 其他直接费=直接费×其他直接费率。

其他直接费率=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=冬雨季施工增加费率+夜间施工增加费率+安全文明施工措施费率+小型临时设施摊销费率+其它费率。

其他直接费基准费率，见表7.2-2

表 7.2-2 其他直接费率表 %

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	冬雨季施工增加费率	2	2	2.5	2.5	3	3
2	夜间施工增加费率	0.5	0.7	0.5	0.7	0.5	0.7
3	安全文明施工措施费率	2	2	2	2	2	2
4	小型临时设施摊销费率	3	3	3	3	3	3
5	其他费率	1	1.5	1	1.5	1	1.5
合计		8.5	9.2	9	9.7	9.5	10.2

工程类别调整系数：

①枢纽工程：1.0。

②引水工程：0.8。

③河道工程：0.7。

④水土保持生态建设工程：工程措施，0.3，林草措施，0.2，封育治理措施，0.1。

⑤其他工程：0.5。

本工程项目位于神木市境内，其他直接费基准费率取9.5%，工程类别调整系数取1.0，故其他直接费费率为9.5%。

(2) 间接费

间接费=直接费×间接费率

间接费率按《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》(陕发改项目[2017]1606号)执行，详见表7.2-3。

表 7.2-3 间接费取费标准表

序号	划分项目	计算基数	间接费率/%					
			枢纽工程	饮水工程	河道工程	水土保持生态建设工程	其他工程	
1	建筑工程							
1.1	土方工程	直接费	8.5	5	5	3.5	4	
1.2	石方工程		12.5	10.5	8.5	5	6	
1.3	砂石备料工程		5	5	5			
1.4	模板工程		9.5	7	6	4	5	
1.5	混凝土工程		9.5	8.5	7	4.5	6	
1.6	钢筋制作安装工程		5.5	5	5	5	5	
1.7	钻孔灌浆及锚固工程		10.5	9.5	9.5		9	
1.8	疏浚工程		7.5	7.5	6.5		6	
1.9	其他		10.5	8.5	7.5	4.5	6	

本工程项目间接费率按照枢纽工程取值。

(3) 利润

企业利润是指按规定应计入工程措施及植物措施的利润。企业利润按直接工程费与间接费之和的 7%计算。具体标准见表 7.2-4。

表 7.2-4 利润率表

工程类别	枢纽工程	引水工程、河道工程、其他工程	水土保持生态建设工程
利润率	7%	5%	3%

(4) 税金

税金=(直接费+间接费+利润+价差) 建筑业增值税销项税率=9%

依照《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 号文，本次增值税销项税率为 9%

(5) 价差

人工单价、材料、机械人工，与之调整规定文件调整；本次方案不计算人工费价差，其余增加部分按价差处理，并列入建筑工程单价表中“价差”部分。

（6）扩大费用

根据《陕西省水利建筑工程设计概（估）算编制规定》（陕发改项目〔2017〕1606号文），估算单价按概算单价扩大10%计算。

3、临时工程费

临时工程：包括临时施工交通工程、临时房屋建筑工程、临时租用场地和其它临时工程四项。其费用标准按《陕西省水利水电建筑工程预算定额》计算；其它临时工程费用标准按照临时防护工程投资的3%计算。

4、独立费用

（1）建设管理费

包括建设单位开办费、建设单位人员管理费、工程建设监理费、项目建设管理经常费、招标代理费和联合试运转费等。

①建设单位开办费：无；

②建设单位人员管理费：无；

③建设管理经常按《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》表1.5-8累进加价计算。

④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）和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，按累进加价计算。

⑤工程建设监理费：按陕发改价格〔2007〕670号计取；

⑥第三方工程质量检测费：按陕发改项目〔2017〕1606号计取，取0.1%；

⑦咨询评审服务费：按陕发改项目〔2017〕1606号计取，取0.8%；

⑧工程验收费：按陕发改项目〔2017〕1606号计取，取1.5%；

（2）生产准备费

本矿为生产矿山，无此项费用。

（3）科研勘察设计费

①工程科学研究试验费：未计；

②勘察设计的：按陕发改项目〔2017〕1606号计取；

③期工作开始阶段系数取0.7。

(4) 矿山地质环境监测费

按《地质调查项目预算标准（2021）》、《地质灾害普适型仪器监测预警点建设与运维预算标准（试行）》（自然资源部中国地质调查局，2022年11月）、《测绘生产成本费用定额》（财建【2009】17号）计取。

5、基本预备费

以建安工程费+临时工程费+独立费用为计算基础，费率取10%。

(二) 工程量与投资估算

本方案第五章对实施的矿山地质环境保护工程进行了部署，矿山地质环境保护总工程量见表7.2-5。

表 7.2-5 矿山地质环境保护总工程量统计表

序号	工程名称		单位	近期	远期	合计
一	治理工程					
1	BY1 不稳定地质体治理工程					
(1)	边坡修整工程	削坡卸载	m ³	79320		79320
(2)		弃土外运	m ³	79320		79320
(3)	边坡支护工程	拱形格构	m ²	13561.2		13561.2
(4)	排水工程	基础开挖	m ³	649.192		649.192
(5)		C20 混凝土浇筑	m ³	432.768		432.768
(6)	挡土墙	挖基土方	m ³	1575		1575
(7)		M7.5 浆砌块石	m ³	3453		3453
(8)	植被恢复工程	紫穗槐	株	6780		6780
(9)		柠条	株	6780		6780
(10)		紫花苜蓿	hm ²	1.3561		1.3561
2	道路治理工程					
(1)	水泥路面		m ²	494.1		494.1
(2)	素土路面		m ²	3796.8		3796.8
3	警示牌	竖立警示牌	个	10		10
4	线路维修工程					
(1)	维修输电线路	电线杆扶正	根	15		15
(2)		塔基扶正加固	座	1		1
5	人工巡查		次	72		96
6	井筒封闭工程					
(1)	挡渣墙		m ³		193.2	193.2
(2)	回填矸石		m ³		10563.86	10563.86
(3)	挡水墙		m ³		240.12	240.12
(4)	回填粘土		m ³		80.04	80.04

序号	工程名称		单位	近期	远期	合计	
二	监测工程						
1	不稳定地质体监测						
(1)	监测点设置	自动化监测	设备安装	套	14		14
(2)			设备维护	套/年	14		14
(3)	人工巡查（乡村公路和输电线路）		次	216	72	288	
(4)	人工巡查（BY1、BY2 不稳定地质体点）		次	72	24	96	
(5)	人工巡查（炸药库边坡）		次	36	12	48	
2	含水层监测						
(1)	监测井维护						
1)	地下水监测井维护		口	3	1	4	
(2)	地下水监测						
1)	取水样		次	18	6	24	
2)	简分析		组	18	6	24	
3)	全分析		组	18	6	24	
3	地形地貌监测						
(1)	无人机遥感影像航拍		km ²	0.8559	0.2177	1.0736	
(2)	构建三维模型		km ²	0.8559	0.2177	1.0736	
(3)	地形地貌景观数据处理分析		份	3	1	4	
4	遥感监测						
(1)	购买高精度卫星遥感数据		km ²	11.262	3.754	15.016	
(2)	卫星遥感监测数据解译		km ²	11.262	3.754	15.016	
(3)	土地损毁与复垦分析		次	3	1	4	
(4)	土地复垦质量分析						
(5)	不稳定地质体分析						
(6)	植被生态分析						
(7)	水域面积分析						
(8)	分析总结报告		份	3	1	4	
5	水土环境质量监测						
(1)	取水样		组	9	3	12	
(2)	水质分析		组	9	3	12	
(3)	取土样		组	3	1	4	
(4)	土壤分析		组	3	1	4	
6	生态系统监测						
(1)	生物状况调查		点·位	3	7	10	

矿山地质环境治理工程静态投资总计1350.78万元。其中工程施工费+临时施工费+监测费1068.7万元，独立费用159.28元，预备费122.8万元。具体各项费用估算见表7.2-6。

表 7.2-6 矿山地质环境治理费用估算总表

序号	工程或费用名称	合计（万元）
一	工程施工费+临时施工费+监测费	1068.7
二	独立费用	159.28
三	预备费	122.8
	合计	1350.78

（三）近期工程量与投资估算

经估算，煤矿近期矿山地质环境保护与恢复治理费用合计1258.53万元，具体见表7.2-7。

表 7.2-7 地质环境保护与治理工程投资计划表 单位：万元

治理阶段	工程施工费+临时施工费+监测费	独立费用	基本预备费	静态投资（万元）
第一年	898.04	136.24	103.43	1137.71
第二年	45.43	7.34	5.28	58.05
第三年	49.13	7.93	5.71	62.77
合计	992.6	151.51	114.42	1258.53

三、土地复垦工程经费估算

（一）估算方法

费用由工程施工费、设备费、其他费用（前期工作费、工程监理费、竣工验收收费、业主管理费）、监测与管护费、预备费构成。

1、工程施工费

（1）直接费

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

1) 直接工程费

直接工程费包括人工费、材料费、施工机械使用费。

①人工费

人工费=定额劳动量（工日）×人工预算单价（元/工日）。

人工预算单价由基本工资、辅助工资、工资附加费组成。

人工工日单价：分甲、乙两类技术等级，按全国工资区类别划分标准，本项目所在地属七类工资区。根据《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号文），七类区人工预算单价为甲类工 53.51 元/工日、乙类工 40.77 元/工日，由于人工单价与现有市场价格相差较大，因此，本项目根据陕西省建设厅印发的《关于调整房屋建筑和市政基础设施工程工程量清单计价综合人工单价的通知》（陕建发[2021]1097号）进行调整，根据文件中要求，建筑工程、安装工程、市政工程、园林绿化工程调整为 136.00 元/工日；装饰工程调整为 146.00 元/工日；因此本项目确定甲类工为 146 元/工日、乙类工 136.0 元/工日，调增部分计入差价。

②材料费

材料费按完成单位合格产品所需消耗的材料数量乘以材料预算价格进行计算。材料用量按照《土地开发整理项目预算定额》（2011年）编制，本次预算主要材料原价参考陕西省工程造价信息 2025 年 2 月“神木市常用建筑材料价格”，并结合工程所在地实际情况综合取定市场询价，预算编制材料价格全部以材料到工地分仓库实际价格计算。

③施工机械使用费

施工机械使用费=定额机械使用量（台班）×施工机械台班费（元/台班）

施工机械使用费参照《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（2011年）进行计算。

2) 措施费

措施费是指为完成工程项目施工，发生与该工程施工前和施工过程中非工程实体项目的费用。

措施费=直接工程费×措施费率

本项目措施费率表见表 7.3-1。

表 7.3-1 措施费率表

序号	工程类别	土方工程	石方工程	砌体工程	混凝土工程	其他工程	安装工程	备注
1	临时设施费率 (%)	2	2	2	3	2	3	参照 128 号文
2	冬雨季施工增加费率 (%)	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	参照 128 号文
3	施工辅助费率 (%)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	1	参照 128 号文
4	安全文明施工费率 (%)	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	参照 270 号文

序号	工程类别	土方工程	石方工程	砌体工程	混凝土工程	其他工程	安装工程	备注
5	环境保护费 (含排污)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	参照 270 号文
6	扬尘污染治理费	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	参照 270 号文
7	特殊地区施工增加费	按照所在地区规定的标计算						参照 128 号文
8	合计	7.2	7.2	7.2	8.2	7.2	8.3	本项目不存在夜间施工

(2) 间接费

间接费由规费和企业管理费组成，依据《土地开发整理项目概算编制规定》（财综〔2011〕128号），间接费按工程类别进行计取，计算基础为直接费。

间接费=直接费（人工费）×间接费率。

本项目间接费率表见表 7.3-2。

表 7.3-2 间接费率表

序号	工程类别	计算基础	合计 (%)
1	土方工程	直接费	5.00
2	石方工程	直接费	6.00
3	砌体工程	直接费	5.00
4	混凝土工程	直接费	6.00
5	农用井工程	直接费	8.00
6	其他工程	直接费	5.00
7	安装工程	直接费	65.00

(3) 利润

利润是指施工企业完成所承包工程获得的盈利。

依据《土地开发整理项目预算编制规定》（2011）规定，费率取 3%，计算基础为直接费+间接费。

(4) 税金

根据《财政部 税务总局 海关总署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），确定综合税率取值按照 9%计取。

税金=（直接费+间接费+利润）×综合税率。

(5) 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）》（陕国土资发【2004】22号总则第6条规定），在编制投资估算时，原则上应采用投资估算指标。在没有投资估算指标的情况下，可暂采用预算定额并扩大15.5%。由于本方案投资采用估算编制，因此扩大费按15.5%计取，即直接费、间接费、利润和税金之和的15.5%。

2、设备费

本项目开展土地复垦工作中，不需要购置任何设备，因此本次复垦投资预算中设备费为0元。

3、其他费用

其他费用包括：前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费。

（1）前期工作费

1) 土地清查费

按工程施工费的0.5%计算。计算公式为：

$$\text{土地清查费} = \text{工程施工费} \times \text{费率}$$

2) 项目可行性研究费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计算方式计算，各区间按内插法确定。

3) 项目勘测费

按工程施工费的1.5%计算（项目地貌类型为丘陵/山区的可乘以1.1的调整系数）。计算公式为：

$$\text{项目勘测费} = \text{工程施工费} \times \text{费率}$$

4) 项目设计与预算编制费

以工程施工费和设备购置费之和作为计算基数，采用分档定额计算方式计算（项目地貌类型为丘陵/山区的可乘以1.1的调整系数），各区间按内差法确定。

表 7.3-3 项目设计与预算编制费计费标准 单位：万元

序号	计费基数	项目设计与预算编制费
1	≤500	14
2	1000	27
3	3000	51
4	5000	76
5	8000	115
6	10000	141

5) 项目招标代理费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定律累进法计算。

表 7.3-4 项目招标代理费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（单位：万元）	
			计费基数	项目招标代理费
1	≤1000	0.5	1000	1000×0.5%=5
2	1000~3000	0.3	3000	5+（3000-1000）×0.3%=11
3	3000~5000	0.2	5000	11+（5000-3000）×0.2%=15
4	5000~10000	0.1	10000	15+（10000-5000）×0.1%=20

(2) 工程监理费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费计算，各区间按内差法确定。

表 7.3-5 项目监理费计费标准 单位：万元

序号	计费基数	工程监理费
1	≤500	12
2	1000	22
3	3000	56
4	5000	87
5	8000	130
6	10000	157

(3) 竣工验收费

竣工验收费=工程验收费+决算编制及审计费+土地重估与登记费+基本农田重划及标记设定费。

1) 工程复核费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 7.3-6 工程复核费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（单位：万元）	
			计费基数	工程复核费
1	≤500	0.70	500	500×0.70%=3.5
2	500~1000	0.65	1000	3.5+(1000-500)×0.65%=6.75
3	1000~3000	0.6	3000	6.75+(3000-1000)×0.60%=18.75
4	3000~5000	0.55	5000	18.75+(5000-3000)×0.55%=29.75
5	5000~10000	0.50	10000	29.75+(10000-5000)×0.50%=54.75

2) 工程验收费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 7.3-7 工程验收费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（单位：万元）	
			计费基数	工程验收费
1	≤500	1.4	500	$500 \times 1.4\% = 7$
2	500~1000	1.3	1000	$7 + (1000 - 500) \times 1.3\% = 13.5$
3	1000~3000	1.2	3000	$13.5 + (3000 - 1000) \times 1.2\% = 37.5$
4	1000~3000	1.1	5000	$37.5 + (5000 - 3000) \times 1.1\% = 59.5$
5	1000~3000	1.0	10000	$59.5 + (10000 - 5000) \times 1.0\% = 109.5$

3) 决算编制及审计费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 7.3-8 项目决算编制与审计费标准

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

4) 土地重估与登记费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 7.3-9 整理后土地重估与登记费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（单位：万元）	
			计费基数	整理后土地重估与登记费
1	≤500	0.65	500	$500 \times 0.65\% = 3.25$
2	500~1000	0.60	1000	$3.25 + (1000 - 500) \times 0.60\% = 6.25$
3	1000~3000	0.55	3000	$6.25 + (3000 - 1000) \times 0.55\% = 17.25$
4	1000~3000	0.50	5000	$17.25 + (5000 - 3000) \times 0.50\% = 27.25$
5	1000~3000	0.45	10000	$27.25 + (10000 - 5000) \times 0.45\% = 49.75$

5) 标记设定费

以工程施工费与设备购置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

业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费和竣工验收收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 7.3-10 业主管理费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（单位：万元）	
			计费基数	业主管理费
1	≤500	2.8	500	500×2.8%=14
2	500~1000	2.6	1000	14+(1000-500)×2.6%=27
3	1000~3000	2.4	3000	27+(3000-1000)×2.4%=75
4	3000~5000	2.2	5000	75+(5000-3000)×2.2%=119
5	5000~10000	1.9	10000	119+(10000-5000)×1.9%=214

4、监测与管护费。

（1）监测费

指复垦方案服务期内进行土地损毁监测、土壤质量监测、复垦植被效果监测的费用。监测费用按照各个复垦单元实施的监测次数进行次数计算。土地损毁监测、土壤质量监测、复垦植被效果监测分别按照 360 元/次、320 元/次、200 元/次。

（2）管护费

管护费是对复垦区域土地植被进行有针对性的巡查、补植、除草、施肥浇水、修枝、喷药、刷白等管护工作所发生的费用，主要包括管理和养护两大类。通过比较分析，本方案确定园地、林地、草地管护单价分别为 3600 元/（hm²·次），2400 元/（hm²·次）1800 元/（hm²·次）。

5、预备费主要为基本预备费

基本预备费是为了解决在工程施工过程中因自然灾害、设计变更等所增加的费用。按工程施工费、设备费、其他费用、监测与管护费四项之和的 3% 计取。

（二）工程量与投资估算

经计算，前梁煤矿土地复垦工程量汇总表见表 7.3-11。

表 7.3-11 土地复垦工程量汇总表

序号	项目名称	单位	近期	远期	合计
1	近期				
1.1	充填工程				
1.1.1	裂缝充填				

序号	项目名称	单位	近期	远期	合计
1.1.1.1	人工回填	m ³	38610.30		38610.30
1.1.1.2	机械回填	m ³	38610.30		38610.30
1.1.1.3	回填土夯实	m ³	77220.6		77220.6
1.2	土壤重构工程				
1.2.1	土壤剥覆工程				
1.2.1.1	表土剥离	m ³	45012.80		45012.80
1.2.1.2	表土回覆	m ³	45012.80		45012.80
1.2.2	清理工程				
1.2.2.1	废弃建筑物拆除	m ³	4107.67	9470.24	13577.91
1.2.2.2	基础拆除	m ³	954.76	1578.37	2533.13
1.2.2.3	硬化层拆除	m ³	1668.69	3156.75	4825.44
1.2.2.4	建筑垃圾清运	m ³	6731.12	14205.36	20936.48
1.2.2.5	建筑垃圾消纳费	m ³	6731.12	14205.36	20936.48
1.2.3	平整工程				
1.2.3.1	土地平整	m ³	156818.42	5013.03	161831.45
1.2.3.2	土方夯实	m ³	147200.54		147200.54
1.2.3.3	客土购买	m ³	3844.36	18940.49	22784.85
1.2.3.4	客土回覆（运距 0.5km）	m ³	3844.36	18940.49	22784.85
1.2.3.5	土地翻耕	hm ²	14.24	11.45	25.69
1.2.4	生物化学工程				
1.2.4.1	土壤培肥	hm ²	14.24	11.45	25.69
1.3	植被重建工程				
1.3.1	乔木种植				
1.3.1.1	新疆杨（Φ≥6cm，H≥3.0m）	株	255		255
1.3.1.2	油松（H≥2.0m）	株	399		399
1.3.2	灌木种植				
1.3.2.1	柠条（d≥0.3m）	株	34542	2757	37299
1.3.2.2	沙柳（d≥0.3m）	株	27904	2757	30661
1.3.3	草本种植				
1.3.3.1	紫花苜蓿（20kg/hm ² ）	hm ²	39.75	9.12	48.87
1.3.3.2	紫花苜蓿（25kg/hm ² ）	hm ²	13.83	3.9	17.73
1.3.3.2	紫花苜蓿（30kg/hm ² ）	hm ²	1.50		1.50
1.4	配套工程				

序号	项目名称	单位	近期	远期	合计
1.4.1	排水工程				
1.4.1.1	排水渠				
1.4.1.1.1	基础开挖	m ³	361.91		361.91
1.4.1.1.2	C20 混凝土	m ³	241.28		241.28
1.4.1.1.3	伸缩缝	m ²	12.06		12.06
1.4.1.2	消能池				
1.4.1.2.1	基础开挖	m ³	6.72		6.72
1.4.1.2.2	C20 混凝土	m ³	4.88		4.88
1.4.2	灌溉工程				
1.4.2.1	水源井工程	口	1		1
1.4.2.2	DN63PE 管	m	1376		1376
1.4.3	挡墙修筑工程				
1.4.3.1	基础开挖	m ³	567.3		567.3
1.4.3.2	M7.5 浆砌砖	m ³	338.6		338.6
1.4.3.3	黏土隔水层	m ³	33		33
1.4.3.4	反滤层	m	22		22
1.4.3.5	PVC 管	m	60		60
1.4.3.6	伸缩缝	m ²	16.7		16.7
1.4.4	田间道路工程				
1.4.4.1	生产路				
1.4.4.2	路床压实	m ²	2743		2743
1.4.4.3	素土路面	m ²	2286		2286
1.5	监测与管护工程				
1.5.1	监测工程				
1.5.1.1	土地损毁监测	次	36	84	120
1.5.1.2	土壤质量监测	次	108	252	360
1.5.1.3	复垦植被效果监测	次	216	504	720
1.5.2	管护工程				
1.5.2.1	林地管护	hm ²	43.63	113.55	157.18
1.5.2.2	草地管护	hm ²	34.01	217.36	251.37

土地复垦项目静态投资总计 2045.91 万元，复垦责任范围 108.20hm²，静态亩均投资 12605.73 元。土地复垦费用估算见表 7.3-12。

表 7.3-12 土地复垦费用估算表

序号	工程或费用名称	预算金额（万元）	各项费用占总费用的比例(%)
一	工程施工费	1650.75	80.69
二	设备费	0	0.00
三	其他费用	221.4	10.82
四	监测与管护费	114.17	5.58
(一)	复垦监测费	31.2	1.52
(二)	管护费	82.97	4.06
五	基本预备费	59.59	2.91
六	静态总投资	2045.91	100.00
七	静态亩均投资（元）	12605.73	-

（三）近期工程量与投资估算

经估算，煤矿近期土地复垦费用合计 1474.63 万元，具体见表 7.3-13。

表 7.3-13 土地复垦近期年度投资费用表

费用	年度投资费用（万元）			合计（万元）
	第一年	第二年	第三年	
工程施工费	990.8	97.31	134.82	1222.93
其他费用费	146.33	15.29	21.18	182.8
监测与管护费	3.12	10.23	12.6	25.95
基本预备费	34.21	3.68	5.06	42.95
静态投资	1174.46	126.51	173.66	1474.63

四、费用汇总与年度安排

（一）费用构成与汇总

本项目矿山地质环境保护与土地复垦估算总投资为 3396.69 万元，矿山地质环境保护估算投资 1350.78 万元，土地复垦估算投资 2045.91 万元，平均吨煤投资 14.54 元，亩均投资 12605.73 元。总费用汇总见表 7.4-1。

表 7.4-1 总费用汇总表

序号	费用名称	费用/万元	比列/%	亩均投资/元	吨煤投资/元
一	地质环境保护	1350.78	39.77	12605.73	14.54
二	土地复垦	2045.91	60.23		
静态总投资		3396.69	100.00		

（二）近期年度经费安排

前梁煤矿近期矿山地质环境保护与土地复垦投资为 2733.16 万元，其中矿山地质环境保护估算投资 1258.53 万元，土地复垦估算投资 1474.63 元，适用期吨煤投资 11.7 元。具体构成见表 7.4-2，近期各年度经费安排见表 7.4-3、7.4-4。

表 7.4-2 地质环境保护与土地复垦费用汇总

费用	年度投资费用（万元）			合计（万元）
	第一年	第二年	第三年	
矿山地质环境	1137.71	58.05	62.77	1258.53
土地复垦	1174.46	126.51	173.66	1474.63
合计	2312.17	184.56	236.43	2733.16

表 7.4-3 近期各年度矿山地质环境治理费用计划表

工程类别	单位	单价（元）	第一年		第二年		第三年		合计				
			工程量	费用（万元）	工程量	费用（万元）	工程量	费用（万元）	工程量	费用（万元）			
一	治理工程												
1	BT3 不稳定地质体治理工程												
(1)	边坡修整工程	削坡卸载	m ³	13.16	79320	104.39				79320	104.39		
(2)		弃土外运	m ³	32.62	79320	258.74				79320	258.74		
(3)	边坡支护工程	拱形格构	m ²	150	13561.2	203.42				13561.2	203.42		
(4)	排水工程	基础开挖	m ³	15.14	649.192	0.98				649.192	0.98		
(5)		C20 混凝土浇筑	m ³	695.34	432.768	30.09				432.768	30.09		
(7)	挡土墙	挖基土方	m ³	15.14	1575	2.38				1575	2.38		
(8)		M7.5 浆砌块石	m ³	455.52	3453	157.29				3453	157.29		
(13)	植被恢复工程	紫穗槐	株	3.15	6780	2.14				6780	2.14		
(14)		柠条	株	3.15	6780	2.14				6780	2.14		
(15)		紫花苜蓿	hm ²	4508.49	1.3561	0.61				1.3561	0.61		
2	道路治理工程												
(1)	水泥路面		m ²	117.92	494.1	5.83				494.1	5.83		
(2)	素土路面		m ²	1.62	1976.4	0.32	422.4	0.07	1398	0.23	3796.8	0.62	
3	警示牌	竖立警示牌	个	1000	5	0.50	3	0.30	2	0.20	10	1.00	
4	线路维修工程												
(1)	维修输电线路	电线杆扶正	根	10000	15	15.00				15	15.00		
(2)		塔基扶正加固	座	300000	1	30.00				1	30.00		
二	监测工程												
1	不稳定地质体监测												
(1)	监测点设置	自动化监测	设备安装	套	30000	7	21.00	3	9.00	4	12.00	14	42.00
(2)			设备维护	套/年	5000	7	3.50	3	1.50	4	2.00	14	7.00
(3)	人工巡查（乡村公路和输电线路）		次	400	72	2.88	72	2.88	72	2.88	216	8.64	
(4)	人工巡查（重要地面工程边坡巡查）		次	400	24	0.96	24	0.96	24	0.96	72	2.88	
(5)	人工巡查		次	400	24	0.96	24	0.96	24	0.96	72	2.88	
(6)	人工巡查（BT3 不稳定地质体）		次	400	12	0.48	12	0.48	12	0.48	36	1.44	
2	含水层监测												
(1)	监测井维护												
1)	地下水监测井维护		口	50000	1	5.00	1	5.00	1	5.00	3	15.00	
(2)	地下水监测												

工程类别	单位	单价（元）	第一年		第二年		第三年		合计		
			工程量	费用（万元）	工程量	费用（万元）	工程量	费用（万元）	工程量	费用（万元）	
1)	取水样	次	200	6	0.12	6	0.12	6	0.12	18	0.36
2)	筒分析	组	1000	6	0.60	6	0.60	6	0.60	18	1.80
3)	全分析	组	1500	6	0.90	6	0.90	6	0.90	18	2.70
3	地形地貌监测										
(1)	无人机遥感影像航拍	km2	7000	0.427	0.30	0.2002	0.14	0.2287	0.16	0.8559	0.60
(2)	构建三维模型	km2	7000	0.427	0.30	0.2002	0.14	0.2287	0.16	0.8559	0.60
(3)	地形地貌景观数据处理分析	份	30000	1	3.00	1	3.00	1	3.00	3	9.00
4	遥感监测										
(1)	购买高精度卫星遥感数据	km2	8000	3.754	3.00	3.754	3.00	3.754	3.00	11.262	9.01
(2)	卫星遥感监测数据解译	km2	8000	3.754	3.00	3.754	3.00	3.754	3.00	11.262	9.01
(3)	土地损毁与复垦分析	次	15000	1	1.50	1	1.50	1	1.50	3	4.50
(4)	植被生态分析		15000	1	1.50	1	1.50	1	1.50	3	4.50
(5)	分析总结报告	份	80000	1	8.00	1	8.00	1	8.00	3	24.00
5	水土环境质量监测										
(1)	取水样	组	200	3	0.06	3	0.06	3	0.06	9	0.18
(2)	水质分析	组	1000	3	0.30	3	0.30	3	0.30	9	0.90
(3)	取土样	组	500	1	0.05	1	0.05	1	0.05	3	0.15
(4)	土壤分析	组	2000	1	0.20	1	0.20	1	0.20	3	0.60
6	生态系统监测										
(1)	生物状况调查	点·位	2000	1	0.20	1	0.20	1	0.20	3	0.60
工程施工费+临时施工费+监测费					898.04		45.43		49.13		992.6
独立费用					136.24		7.34		7.93		151.51
基本预备费					103.43		5.28		5.71		114.42
静态投资					1137.71		58.05		62.77		1258.53

表 7.4-4 近期各年度土地复垦费用计划表

序号	项目名称	单位	单价（元）	第一年		第二年		第三年		合计	
				工程量	费用（万元）	工程量	费用（万元）	工程量	费用（万元）	工程量	费用（万元）
1	近期										
1.1	充填工程										
1.1.1	裂缝充填										
1.1.1.1	人工回填	m3	34.61	23471.82	81.24	5986.59	20.72	9151.89	31.67	38610.3	133.63
1.1.1.2	机械回填	m3	25.16	23471.82	59.06	5986.59	15.06	9151.89	23.03	38610.3	97.15
1.1.1.3	回填土夯实	m3	25.42	46943.64	119.33	11973.18	30.44	18303.78	46.5	77220.6	196.27
1.2	土壤重构工程										
1.2.1	土壤剥覆工程										
1.2.1.1	表土剥离	m3	12.87	27359.87	35.21	6980.45	8.98	10672.48	13.74	45012.8	57.93
1.2.1.2	表土回覆	m3	14.62	27359.87	40	6980.45	10.21	10672.48	15.6	45012.8	65.81
1.2.2	清理工程										
1.2.2.1	废弃建筑物拆除	m3	72	4107.67	29.58					4107.67	29.58
1.2.2.2	基础拆除	m3	121.92	954.76	11.64					954.76	11.64
1.2.2.3	硬化层拆除	m3	334.8	1668.69	57.54					1668.69	57.54
1.2.2.4	建筑垃圾清运	m3	50.07	6731.12	33.7					6731.12	33.7
1.2.2.5	建筑垃圾消纳费	m3	15	6731.12	10.1					6731.12	10.1
1.2.3	平整工程										
1.2.3.1	土地平整	m3	12.66	153982.15	194.94	1272.24	1.61	1564.04	1.98	156818.43	198.53
1.2.3.2	土方夯实	m3	13.27	147200.54	195.34					147200.54	195.34
1.2.3.3	客土购买	m3	15	3844.36	5.77					3844.36	5.77
1.2.3.4	客土回覆（运距 0.5km）	m3	37.18	3844.36	14.29					3844.36	14.29
1.2.3.5	土地翻耕	hm2	3500.68	11.07	3.88	3.17	1.11			14.24	4.99
1.2.4	生物化学工程										
1.2.4.1	土壤培肥	hm2	7500	11.07	8.3	3.17	2.38			14.24	10.68
1.3	植被重建工程										
1.3.1	乔木种植										
1.3.1.1	新疆杨（Φ≥6cm，H≥3.0m）	株	70.51	127	0.9	128	0.9			255	1.8
1.3.1.2	油松（H≥2.0m）	株	58.92	271	1.6	128	0.75			399	2.35
1.3.2	灌木种植										
1.3.2.1	柠条（d≥0.3m）	株	2.38	29099	6.93	5437	1.29	6	0	34542	8.22
1.3.2.2	沙柳（d≥0.3m）	株	2.38	22461	5.35	5437	1.29	6	0	27904	6.64

序号	项目名称	单位	单价（元）	第一年		第二年		第三年		合计	
				工程量	费用（万元）	工程量	费用（万元）	工程量	费用（万元）	工程量	费用（万元）
1.3.3	草本种植										
1.3.3.1	紫花苜蓿（20kg/hm ² ）	hm ²	2060.44	24.02	4.95	8.36	1.72	7.37	1.52	39.75	8.19
1.3.3.2	紫花苜蓿（25kg/hm ² ）	hm ²	2482.36	7.43	1.84	3.38	0.84	3.01	0.75	13.82	3.43
1.3.3.3	紫花苜蓿（30kg/hm ² ）	hm ²	2904.26	1.5	0.44					1.5	0.44
1.4	配套工程										
1.4.1	排水工程										
1.4.1.1	排水渠										
1.4.1.1.1	基础开挖	m ³	25.16	361.91	0.91					361.91	0.91
1.4.1.1.2	C20 混凝土	m ³	785.9	241.28	18.96					241.28	18.96
1.4.1.1.3	伸缩缝	m ²	198.21	12.06	0.24					12.06	0.24
1.4.1.2	消能池										
1.4.1.2.1	基础开挖	m ³	25.16	6.72	0.02					6.72	0.02
1.4.1.2.2	C20 混凝土	m ³	785.9	4.88	0.38					4.88	0.38
1.4.2	灌溉工程										
1.4.2.1	水源井工程	口	100000	1	10					1	10
1.4.2.2	DN63PE 管	m	80	1376	11.01					1376	11.01
1.4.3	挡墙修筑工程										
1.4.3.1	基础开挖	m ³	25.16	567.3	1.43					567.3	1.43
1.4.3.2	M7.5 浆砌砖	m ³	684.68	338.6	23.18					338.6	23.18
1.4.3.3	黏土隔水层	m ³	57.74	33	0.19					33	0.19
1.4.3.4	反滤层	m	245.72	22	0.54					22	0.54
1.4.3.5	PVC 管	m	40	60	0.24					60	0.24
1.4.3.6	伸缩缝	m ²	198.21	16.7	0.33					16.7	0.33
1.4.4	田间道路工程										
1.4.4.1	生产路										
1.4.4.2	路床压实	m ²	2.85	2743	0.78					2743	0.78
1.4.4.3	素土路面	m ²	3.03	2286	0.69					2286	0.69
1.5.1	监测工程										
1.5.1.1	土地损毁监测	次	320	12	0.38	12	0.38	12	0.38	36	1.152
1.5.1.2	土壤质量监测	次	360	36	1.30	36	1.30	36	1.30	108	3.888
1.5.1.3	复垦植被效果监测	次	200	72	1.44	72	1.44	72	1.44	216	4.32
1.5.2	管护工程										

序号	项目名称	单位	单价（元）	第一年		第二年		第三年		合计	
				工程量	费用（万元）	工程量	费用（万元）	工程量	费用（万元）	工程量	费用（万元）
1.5.2.1	林地管护	hm2	2400			19.66	4.72	23.97	5.75	43.63	10.47
1.5.2.2	草地管护	hm2	1800			13.29	2.39	20.72	3.73	34.01	6.12
工程施工费					990.8		97.31		134.82		1222.93
其他费用					146.33		15.29		21.18		182.8
监测与管护费					3.12		10.23		12.6		25.95
预备费					34.21		3.68		5.06		42.95
静态投资					1174.46		126.51		173.66		1474.63

第八章 保障措施与效益分析

一、保障措施

（一）组织保障

1、组织保障要求

（1）前梁煤矿矿山地质环境保护与土地复垦项目由神木市前梁矿业有限公司负责并组织实施。为了防止该方案的实施流于形式，应建立以企业主要领导为组长的领导小组，成立并健全治理恢复与土地复垦专职机构，加强对本方案实施的组织管理和行政管理，配备专人负责矿山地质环境保护与土地复垦工作，使矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）设计落到实处，保证该方案的顺利实施并发挥积极作用。

（2）前梁煤矿应建立矿山地质环境治理与土地复垦责任体系，矿山地质环境治理与土地复垦工作遵循“统筹规划、分步实施”的原则，严格监管，确保矿山地质环境治理与土地复垦及时、有效。

（3）在矿山地质环境恢复治理与土地复垦施工中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、经验丰富、技术力量强的施工单位具体负责项目的实施，加强对施工单位的管理。

（4）前梁煤矿要积极主动与自然资源监督部门配合，对矿山地质环境保护与土地复垦的实施情况进行监督和管理，严肃查处矿山建设及生产过程中破坏矿山地质环境与损毁土地的违法行为。

（5）鉴于矿山地质环境保护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”，应选派专业的人员对工程的施工进度和及时性进行监督，如果发现治理方式、复垦措施不当或开采计划改变，应及时调整复垦方案，并上报相关部门批准。

2、组织机构设置及职责

为了使本方案确定的地质环境与土地复垦措施落实到位，由工作专班负责矿山地质环境保护和土地复垦工作的组织和实施。领导小组成员如下：

组长：尚振平

副组长：康孝伟

组员：赵国凯、杨泽雨、张磊、杨宇杰、秦金良、赵家涛。

（1）领导小组负责制定矿山地质环境治理恢复与土地复垦方案、审定采区、采煤工作面上方回采前的走访调查摸底工作，制定项目实施计划和项目实施情况以及本矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金的预算安排和决算结果，研究决定恢复治理与土地复垦工作中的重大事项。

（2）领导小组需积极与自然资源、煤炭、环保等职能部门联系，做好本矿山地质环境治理恢复与土地复垦项目的实施工作。

（3）办公室具体负责矿山地质环境治理恢复与土地复垦的协调工作，拟草合同，协助招标部签订合同等事宜。

（4）施工管理部依据项目管理部安排治理工程，组织具体实施近期治理工程对方案中布置的植被恢复、道路修复、含水层监测点、地面塌陷裂缝充填等工程，分别实行招投标制，选择有施工资质、经验丰富、技术力量强的施工单位具体负责项目的实施，统一由施工管理部管理。

（5）财务部：煤矿依据方案中每年治理费用，单独建立项目资金账户，合理分配治理资金，专款专用。积极提取基金用于矿山环境治理与土地复垦，及时编制和上报本年度资金支出计划及预算。

（6）工作专班：对方案中各单项施工进度、质量、资金使用等动态情况进行监测，并及时对各类信息进行收集、整理、加工、分析、存储和汇报。及时反馈各项目施工信息落实情况以及原始资料的储存，及时提交申请验收。

（7）安全管理部：负责组织传达贯彻上级的安全工作方针、政策，及时审核年度施工进度的安全计划、月度安全计划，突发事件的预防和处理计划，对施工材料和质量及时检查验收，保证矿山环境治理与土地复垦工作安全实施。

（二）技术保障

1、根据项目工作要求，矿山应选派有专业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，可聘请专家团队对相关人员进行业务培训。

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、选择有资质的单位进行勘查、设计与施工，加强施工过程监理，关键工序聘请专家指导。

4、选择有经验第三方专业单位合作，管家式服务。

5、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。

6、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

资金保障通过“计—提—管—用—审”贯穿于矿山地质环境与土地复垦始终，作为资金保障的一体化制度。

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，矿山地质环境保护与土地复垦资金来源为煤矿自筹。

根据陕西省自然资源厅、财政厅、生态环境厅、林业局 2024 年 12 月 31 日印发的《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。根据选煤设计的最终产品平衡表，结合当地煤炭供需情况及近期煤矿原煤销售价格，确定原煤经筛选后售价为 600 元/吨进行计算。

前梁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），开采系数取 1.2%（允许塌陷，机械化综采），地区系数取 1.1%（陕北地区）。

表 8.1-1 前梁煤矿每年提取基金一览表

月销售	销售价	矿种系数	开采系数	地区系数	月提取基金 (万元)	占销售收入	元/吨
万吨	元/吨						
5	600	1.40%	1.2	1.1	55.44	1.848%	11.09

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，可由国土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，监理委托有资质的监理单位承担。

本方案实施严格的监测制度，监测机构应具有乙级以上监测资质，并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，做出简要评价，并定期报送当地土地行政主管部门；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。

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

本方案在编制之前进行了公众参与调查，走访了煤矿内涉及到的权属村庄海湾张家沟村和李家梁村。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，如实向公众阐明本项目可能产生的地表塌陷、不稳定地质体及土地损毁；介绍项目投资、建成后的企业带来的经济效益以及对促进地方经济发展的情况，征求了当地各方对土地复垦的意见。

通过散发公众参与调查表及张贴公告的形式，问卷调查对象包括项目影响区的政府部门、矿山企业、土地权属人等。向项目区各方共发放调查表 25 份，收回有效问卷 25 份，回收率 100%。被调查人群中对该项目均有一定的了解，100%

支持该工程建设。

根据调查：周围民众大多认为前梁煤矿的建设能促进当地经济的发展，但同时当地生态环境造成一定影响，希望采取相关措施进行矿山地质环境保护与土地复垦，主要建议为：

- （1）加强复垦绿化，加大植被种植面积，提高植被多样化，防止土壤沙化；
- （2）改良土壤，增加经济作物的种植；
- （3）加强采空区复垦土地经济适用的研究，促进当地经济发展，提高居民收入。

二、效益分析

（一）社会效益

矿山地质环境保护与恢复治理，一方面可以减少和预防引发或不稳定地质体对人民生命财产的威胁，达到防灾减灾的目的；另一方面随着对矿山地质环境保护与恢复治理，可改善矿区的生态环境，保证矿山开发和生态环境可持续发展，在一定程度上缓解了人地关系的压力。

1、防灾减灾已作为当前我国维系社会稳定、促进经济发展、减少国家和人民的生命财产损失，构建社会和实施可持续发展战略的重要任务。其主要措施是提前预防、避让和治理相结合。矿区进行矿山地质环境保护与恢复治理，可减少和预防引发或不稳定地质体对人民生命财产的威胁，这对当地实施防灾减灾工作有一定的推动作用。

2、耕地是粮食生产的载体，是粮食安全的根本保障。耕地总量动态平衡目标是在我国人多地少、用地需要居高不下、耕地资源又相对不足且急剧减少，给经济社会的发展带来巨大压力的局面下提出的，是促进土地资源的可持续利用，实现可持续发展战略的一项具体目标。对矿区地质环境保护与恢复治理，也就可防止和减轻水土流失，从而保护了耕地，促进地耕地保护战略目标的实现。

3、矿山地质环境保护与恢复治理，可增加部分当地居民就业，从而增加农民的收入，加快当地农村现代化进程，缩小了城多差距，有利于社会的团结和稳定，促进社会进步。

4、本项目土地复垦方案实施后，可以减少矿区开采工程带来的新增水土流失，减轻所造成的损失和危害，能够确保矿山的安全生产。

5、矿区复垦能够减少生态环境破坏，为工程建设区的绿化创造了良好的生

态环境，有利于矿区职工以及附近居民的身心健康，从而能够提高劳动生产率。

6、土地复垦方向主要为耕地，恢复耕地面积，对复垦后土地经营管理需要较多的工作人员，因此也能够为矿区人民提供更多的就业机会，对于维护社会安定起到了积极的促进作用。

7、本工程土地复垦项目实施后，通过建设人工林地以及草地，恢复林草植被面积，对改善项目区建设影响范围及周边地区的土地利用结构起到良好的促进作用，从而促进当地林、牧业协调发展。

综合可见，本复垦项目对当地社会发展会有较大的促进作用，具有较好的社会可行性。

（二）环境效益

通过复垦治理林地、草地、村庄迹地，保护含水层，将使区内土地资源得到良好利用，植被得到恢复、增加，改善区内地质环境质量，加上后期合理适当的监测、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，能够促进经济和社会的可持续发展。

（三）经济效益

本项目主要效益为耕地、林地和草地效益，项目实施后年直接效益 127.66 万元。

1、耕地收益

项目实施后，耕地面积 29.62hm²，根据当地经验，结合项目区实际情况，耕地实行玉米种植，效益计算见表 8.2-1。

表 8.2-1 新增耕地效益计算表

种类	耕地面积 (hm ²)	规划单产 (kg/亩)	价格 (元/kg)	投资标准 (元/亩)	耕地收益 (万元)
玉米	29.62	1200	2.2	500	95.08

2、林地收益

复垦区共种植各类乔木 654 株，十年后成材，株成材达 0.30m³，参照现市场行情分析，每 m³ 按 3000 元计算，林木的效益每 10 年发生一次；

复垦区共种植各类灌木 67960 株，十年后成材，株成材达 0.08m³，参照现市场行情分析，每 m³ 按 500 元计算，林木的效益每 10 年发生一次。效益计算见表 8.2-2。

表 8.2-2 林地效益计算表

种类	数量 (株)	折合方量 (m ³)	价格 (元/m ³)	毛利润 (万元)	投资标 准(元/ 株)	投资 (万元)	净收益 (万元)	年收益 (万元)
乔木	654	196.2	3000	58.86	10	0.65	58.21	5.82
灌木	67960	5436.8	500	271.84	5	33.98	240.86	24.09
合计							299.07	29.91

林地净收益为 299.07 万元，年收益为 29.91 万元。

3、草地收益

复垦区种草面积 38.10hm²，平均每公顷产草量 2.0t，目前紫花苜蓿的平均价格为 0.5 元/kg，每公顷草地的投入为 300 元/hm²，则复垦区草地收益为 2.67 万元。

总之，本方案有益于促进社会经济发展、提高当地居民经济收入和生活水平。

第九章 结论与建议

一、结论

神木市前梁矿业有限公司前梁煤矿（简称“前梁煤矿”）位于神木市城北直距约 35Km 处，行政区划隶属于陕西省神木市店塔镇管辖。矿区面积 2.9686km²，为正常生产矿山，开采 2⁻²、3⁻¹、4⁻³、5⁻¹ 煤层，采矿证批准开采规模为 60 万 t/a。截止 2024 年 12 月底，矿山剩余可采储量为*****Mt。根据备用系数 1.3，生产能力 0.6Mt/a，计算得出剩余服务年限 2.7 年（取 3 年）。考虑地表沉陷沉稳时间和闭坑恢复治理期（1.0 年）及植物管护期（6 年），本方案规划年限 10 年。本方案适用年限 3 年（2025 年~2027 年），基准年为 2025 年。

（一）矿山地质环境影响评估

1、评估级别

前梁煤矿生产规模 0.6Mt/a，为中型矿山，地质环境复杂程度为中等，井工开采，开采条件复杂，评估级别为一级。

2、现状评估

（1）不稳定地质体现状评估

评估区继承上版《方案》中 2 个不稳定地质体（BY1、BY2）不稳定地质体，不稳定地质体 BY1 位于生产场区东北部，危险性中等，**影响程度较严重**。不稳定地质体 BY2 位于辅助场区北部，危险性小，**影响程度较轻**。本次新发现 1 处不稳定地质体，塌陷地（T2）位于矿区东部，危险性小，**影响程度较轻**。

（2）含水层现状评估

前梁煤矿目前正在开采 5⁻¹ 号煤层，矿井正常涌水量为 10.88m³/h（261.12m³/d），对含水层的**影响程度较轻**；根据工业广场地下水监测井（SM082）监测数据，水位下降 3.59m，采煤活动对地下水位影响明显，**影响程度较严重**；矿井水处理站达标处理后全部回用，煤矿开采对含水层水质**影响程度较轻**。总之，含水层现状评估**影响较严重**。

（3）地形地貌景观现状评估

现状工业广场（辅助场区、生产场区）对地形地貌景观影响**严重**；原炸药库、原炸药库道路等对地貌景观影响程度**较轻**；采矿工程对地貌景观影响程度**较轻**。总之，地形地貌景观现状**影响程度严重**。

（4）水土环境质量现状评估

5⁻¹ 煤层开采形成导水裂隙破坏了侏罗系中统延安组砂岩裂隙含水层，充水一定程度上受到煤屑影响，以矿井水的形式抽排并进行处理，含水层固有水质基本不受影响。因此，现状评估对水土环境质量**影响程度较轻**。现状采空区地面塌陷引发的不稳定地质体、滑坡和伴生地裂缝地表不改变土壤理化性质，开采区土壤成分基本处于原始成分，因此开采区对土环境质量现状评估**影响程度较轻**。

（5）现状评估分级与分区

将全区划分为 3 级 4 个不同影响程度区，其中 2 个严重影响区，面积 0.0466km²，占评估区面积 1.24%；1 个较严重影响区，面积 0.4270km²，占评估区面积 11.38%；1 个较轻影响区，面积 3.2804km²，占评估区面积 87.38%。

3、预测评估

（1）不稳定地质体预测评估

生产场区遭受 BY1 不稳定地质体灾害的可能性较大，危险性中等，**影响程度较严重**；辅助场区、原炸药库、原炸药库道路遭受其他不稳定地质体的可能性小，危险性小，**影响程度较轻**；采矿活动引发输电线路和道路危害程度中等，危险性中等，**影响程度较严重**。

（2）含水层预测评估

煤层开采后，导水裂隙将沟通至侏罗系中统延安组顶部隔水层，含水层结构破坏，水位降至煤层底板，**影响程度较严重**；对含水层水质**影响程度较轻**。总之，**含水层预测影响程度较严重**。

（3）地形地貌景观预测评估

地面工程均已建成，无新建工程；煤矿开采后地面塌陷对地面标高会产生一定的影响，引起地表坡度变化小，对地形地貌整体影响较小。预测地形地貌景观**预测影响程度较轻**。

（4）水土环境质量预测评估

煤层开采后塌陷区会出现伴生地裂缝、局部地区地表坡度将会发生变化，塌陷过程使土壤质地趋于疏松，主要为物理结构破坏，对土壤理化性质**影响程度较轻**。

（5）预测评估分级与分区

预测全区共划分 2 级 3 个不同影响程度区，其中：2 个较严重影响区，面积

0.6703km²，占评估区面积 17.86%；1 个较轻影响区，面积 3.0837km²，占评估区面积 82.14%。

（二）矿山土地损毁预测与评估

1、已损毁土地

本项目已损毁土地总面积为 45.74hm²，其中压占损毁土地 3.04hm²，开采沉陷已损毁土地 42.70hm²。

2、拟损毁土地

本方案拟损毁土地主要为沉陷损毁土地，总面积为 64.66hm²，分轻度和中度损毁，损毁地类包括耕地、园地、林地、草地等。与已损毁土地重复损毁面积 3.07hm²，最终全井田损毁面积 107.33hm²。

（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

全区共划分 3 级 4 个不同防治区，其中 2 个重点防治区，面积 0.0466km²，占评估区面积 1.24%；1 个次重点防治区，面积 1.0429km²，占评估区面积 27.78%；1 个一般防治区，面积 2.6645km²，占评估区面积 70.98%。

2、土地复垦责任范围

复垦区内永久性建设用地在本方案确定的服务年限结束后均不留续使用，因此本方案的复垦责任范围为压占损毁土地面积、沉陷损毁土地和永久性建设土地面积之和，面积合计为 108.20hm²，其中损毁土地面积为 107.33hm²，永久性建设土地面积为 0.87hm²。土地复垦率为 100%。

（四）矿山地质环境治理与土地复垦工程

1、矿山地质环境保护与土地复垦预防措施

（1）留设保护煤柱：按现有规定留设保安煤柱。

（2）避让：尽快实施不稳定地质体治理工程，竖立警示牌提醒场地工作人员避让，减轻财产及人身安全威胁。

2、矿山地质环境治理工程

部署了近期（2025~2027 年）和远期（2028~2034 年）矿山地质环境治理工程。

第 1 年工作安排：①不稳定地质体 BY1 治理工程；②水泥路面维修面积 494.1m²、素土路面维修面积 1976.4m²；③竖立警示牌 5 个；④电线杆扶正 15 根，

塔基加固 1 座；⑤地面塌陷人工巡查 24 次；⑥矿山地质环境监测工程。

第 2 年工作安排：①素土路面维修面积 422.4m²；②竖立警示牌 3 个；③地面塌陷人工巡查 24 次；④矿山地质环境监测工程。

第 3 年工作安排：①素土路面维修面积 1398m²；②竖立警示牌 2 个；③地面塌陷人工巡查 24 次；④矿山地质环境监测工程。

3、矿区土地复垦

部署了近期（2025~2027 年）和远期（2028~2034 年）土地复垦工程。

工程措施：填充工程、剥覆工程、清理工程、土地平整、覆土、土地翻耕等。

生物化学措施：土壤培肥。

植被恢复措施：园地、林草地的补植补栽。

4、矿山地质环境监测工程

适用期共布设监测点 23 个，包括 14 个 GNSS 自动化监测点，9 个人工巡查监测点；布置了含水层监测及地形地貌监测工作；布置了卫星遥感监测工作，包括遥感数据购买及解译，INSAR 监测及无人机航拍；布置了水环境监测点 1 个，土壤环境质量监测点 1 个；布置了生态系统监测与调查工作。

5、矿区土地复垦监测和管护

土地复垦监测主要包括土地损毁监测、土壤质量监测和复垦效果监测。

本方案累计实施土地损毁监测 120 次，土壤质量监测 360 次，复垦效果监测 720 次。对复垦为园地、林地、草地的复垦单位实施管护措施，管护林地 157.18hm²、草地 251.37hm²。

（五）矿山地质环境治理工程经费估算

本项目矿山地质环境保护与土地复垦估算总投资为 3396.69 万元，矿山地质环境保护估算投资 1350.78 万元，土地复垦估算投资 2045.91 万元，平均吨煤投资 14.54 元，亩均投资 12605.73 元。

前梁煤矿近期矿山地质环境保护与土地复垦投资为 2733.16 万元，其中矿山地质环境保护估算投资 1258.53 万元，土地复垦估算投资 1474.63 万元，适用期吨煤投资 11.7 元。

前梁煤矿截止 2025 年 9 月基金账户余额为 4328.1228 万元，开采期（2025~2027 年）提取基金约 1995.84 万元，合计剩余可使用基金 6323.9628 万元，能够满足治理需求。

二、建议

1、部分工业厂区用地未办理临时用地手续，建议矿山企业应尽快完善临时用地的使用证明。

2、切实加强矿山地质环境监测与土地复垦全过程监测，并对地质环境监测成果应用，监测工程设计应委托专业监测单位进行设计并实施；

3、土地复垦前，涉及地类变更的提前与农业、林业等相关部门、村民、村集体等做好充分沟通和协调、先办手续在开工建设；

4、根据政策要求及时申请年度验收，注意验收资料要做到规范化、系统化，必要时聘请专业单位人员指导，并做好资料归档工作。

5、原炸药库、原炸药库道路、排矸场位于井田范围外，治理时应相互沟通与协调。

6、因煤矿即将闭坑，建议矿山企业提前部署安排闭坑前相关生态修复工作，如编制闭坑地质报告、编制闭坑开采设计等相关工作。本方案不作为煤矿闭坑的《生态修复方案》使用。