

子洲县永兴煤业有限公司  
子洲县永兴煤矿  
矿区生态修复方案  
(矿山地质环境保护与土地复垦方案)

子洲县永兴煤业有限公司  
2025年12月

子洲县永兴煤业有限公司  
子洲县永兴煤矿  
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: 子洲县永兴煤业有限公司  
法人代表: 杨俊刚   
总工程师: 高祚 

编制单位: 榆林市绿巨人水利设计有限责任公司  
法人或院长: 胡春霞   
总工程师: 肖宪进   
项目负责人: 肖宪进   
编写人员: 贺娇娇 樊露洋   
制图人员: 刘露 

矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）信息表

矿 山 企 业	矿山企业名称	子洲县永兴煤业有限公司		
	法人代表	杨俊刚	联系电话	0912-7513366
	单位地址	陕西省榆林市子洲县槐树岔乡九河坪村		
	矿山名称	子洲县永兴煤矿		
	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	榆林市绿巨人水利设计有限责任公司		
	法人代表	胡春霞	联系电话	0912-3286699
	主要 编 制 人 员	姓名	职责	联系电话
		贺娇娇	编制报告、制图	18292299330
		樊露洋	搜集资料、调查	15129184007
		刘露	制图、预算	18609164128
审 查 意 见	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），并承诺按批准后的矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）做好矿山地质环境保护与土地复垦工作，请予审查。  申请单位：子洲县永兴煤业有限公司  联系人：惠宝平      联系电话：18392176543			

# 《子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴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）在西安市对子洲县永兴煤业有限公司委托榆林市绿巨人水利设计有限责任公司编制的《子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴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，专家组在听取编制单位汇报、审阅方案及附件、附图的基础上，经过质询答辩后，提出了进一步修改意见。经编制单位认真修改和部分专家复核后，形成如下审查意见：

一、《方案》收集资料17份，完成调查面积32.7685km<sup>2</sup>，评估区面积31.5871km<sup>2</sup>，地质环境调查点38个、土地复垦调查点54个。完成工作量满足方案编制的基本要求。《方案》附图、附表及附件较完整，插图、插表较齐全，格式符合编制要求。

二、《方案》编制依据充分，治理规划总体部署年限和适用年限合理。依据《子洲县永兴煤矿（整合区）矿产资源开发利用方案》、《陕西省子洲县永兴煤矿2024年资源储量年度报告》，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49.7年，沉稳期2年，管护期6年，《方案》规划服务年限为58年（2025年-2082年），《方案》适用期为5年（2025年-2029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。矿山属生产矿山，采矿许可证证号：C6100002013011120128518，矿区由6个拐点圈定，矿区面积 $29.2757\text{km}^2$ ，生产规模 $0.60\text{Mt/a}$ ，开采标高1050米至970米，批准开采VII上煤层、VII中煤层。矿山属于地下开采，采用走向长壁后退式采煤方法，综采采煤工艺，全部垮落法管理顶板，根据矿山开采方式和采矿方法，确定矿种系数为1.4%（煤炭），开采影响系数为1.2（允许地表塌落），地区系数为1.1（陕北黄土高原区）。矿区土地利用现状类型为12个一级类和26个二级类，以草地为主，耕地次之，土地利用现状叙述清晰。

四、矿区自然地理和地质环境背景叙述正确。评估区重要程度为重要区、矿山地质环境条件复杂程度为中等、矿山规模为中型煤矿，据此确定评估级别为一级，评估面积 $31.5871\text{km}^2$ 合理。

五、矿山地质环境现状评估和预测评估较为合理。矿山地质环境影响现状评估将全区划分为3级4个不同影响程度区，其中：2个影响严重区，面积 $0.1635\text{km}^2$ ，占评估区比例0.52%；1个影响较严重区，面积 $1.1337\text{km}^2$ ，占评估区比例3.59%；1个影响较轻区，面积 $30.2899\text{km}^2$ ，占评估区比例95.89%，现状分区符合实际。预测评估将全区划分3级6个不同影响程度区，1个影响严重区 $3.0159\text{km}^2$ ，占评估区比例9.55%；2个影响较严重区，面积 $21.6537\text{km}^2$ ，占评估区比例68.55%；3个影响较轻区，面积 $6.9175\text{km}^2$ ，占评估区比例21.90%。预测分区基本合理。

六、矿山土地损毁预测与评估合理正确，土地损毁的环节和时序叙述正确。已损毁土地现状基本明确，拟损毁土地预测正确。矿山共计损毁土地面积 $2471.14\text{hm}^2$ ，其中已损毁土地面积 $119.00\text{hm}^2$ ，拟损毁土地面积 $2465.51\text{hm}^2$ ，重复损毁土地 $113.37\text{hm}^2$ 。

矿区已损毁土地现状明确，拟损毁土地预测正确。

七、矿山地质环境保护与治理分区原则正确，分区结果基本合理；复垦责任范围划定合理，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  $2483.42\text{hm}^2$ ，其中损毁土地  $2471.14\text{hm}^2$ 、永久性建设用地  $12.28\text{hm}^2$ 。工业场地不留续使用，复垦责任范围面积  $2483.42\text{hm}^2$ 。

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，复垦适宜性结论合理。

九、《方案》提出的矿山环境保护与土地复垦目标与任务明确；地质环境治理与复垦工程技术方法可行；治理与复垦工程量明确，具有可操作性。矿山环境治理工程主要措施包括：老窑封闭处周边治理、道路修复、维修杆塔、井筒封闭、矿山地质环境监测等；土地复垦工程主要措施包括：裂缝充填、土壤剥覆工程、清理工程、平整工程、配套工程、植被重建及监测与管护工程等。适用期矿山地质环境治理恢复与土地复垦任务见表 1。

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	1、17103 工作面塌陷区受损道路修复工程：修复机耕素土路长度 1225m；修复水泥路长度 136m。 2、2025 年度计划编制：编制《子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴煤矿矿山地质环	1、17103 工作面塌陷区土地复垦工程：治理塌陷区土地面积 $70.61\text{hm}^2$ ，主要工程包括充填裂缝总长度 14854.6m，复垦耕

	<p>境治理恢复与土地复垦年度工程治理计划(2025年度)》。</p> <p>3、矿山地质环境与土地复垦监测项目：监测项目包括不稳定地质体监测、含水层监测、地形地貌景观监测、水土环境监测、生态环境监测、人工巡查监测等；主要设置采空塌陷区 GNSS 位移形变监测点 6 处、含水层监测采样分析 24 组、高分遥感监测 2 幅、生态遥感分析 2 幅、地表水体采样分析 18 组、土壤采样分析 3 组、人工巡查 12 次、监测实施方案及成果报告各 1 套。</p>	<p>地 20.78hm<sup>2</sup>，草地 33.27hm<sup>2</sup>，林地 15.83hm<sup>2</sup>。</p>
第二年	<p>1、老窑封闭处周边治理：对已经封闭井口的老窑（原永盛联办煤矿主、副斜井、回风井）周边区域垃圾清运 300m<sup>3</sup>，撒播紫花苜蓿 0.06hm<sup>2</sup>。</p> <p>2、维修杆塔：修复 TX1 范围内输电线路杆塔 3 座（1#-3#）。</p> <p>3、综合管理：竖立警示牌 6 处，人工巡查 96 次。</p> <p>4、地质环境监测：</p> <p>①不稳定地质体监测：持续对第一年布置的 6 处监测点（D1-D6）进行监测，新增 9 处监测点，分别为采空塌陷隐患（CK1）3 处（D16-D18），工业场地边坡 5 处（D19-D23），</p>	<p>1、对 17105 工作面（东侧）塌陷区域进行复垦，面积 28.31hm<sup>2</sup>。主要包括裂隙充填、表土剥覆、土地平整、土地翻耕并施肥，种植山杏、油松、沙棘、紫花苜蓿。</p> <p>2、对仓窑沟村、坬墕村搬迁迹地复垦，面积 8.21hm<sup>2</sup>。主要包括废弃建筑物拆除、基础拆除、硬化地面拆除、客土覆盖、土地平整、土地翻耕</p>

	<p>风井场地边坡 1 处 (D24)，通过自动化监测手段对其水平位移和垂直位移进行监测。</p> <p>②含水层监测：设置 S1、S2、S3、S4 水文监测点进行水量、水位和水质监测，其中 S1、S2 为已有井，S3、S4 为新建水文监测井 (60m)。</p> <p>③地形地貌景观及生态系统监测：采用高精度卫星遥感影像监测矿区地形地貌破坏、土地损毁、土壤复垦质量、生态系统变化情况。</p> <p>④水土环境监测：设置 WS1~WS4 水环境监测点，设置 WT1 ~ WT4 为土壤环境监测点，监测水土环境变化情况，其中 WS4、WT4 分别为水环境、土环境背景值监测点。</p>	<p>并培肥，种植紫穗槐及紫花苜蓿。</p> <p>3、对复垦的土地进行土地损毁及复垦效果监测，对复垦的植被进行林草地管护，管护林地面积 9.37hm<sup>2</sup>，管护草地面积 18.14hm<sup>2</sup>。</p>
第三年	<p>1、修复 17105 工作面中部区域乡村道路(水泥路)长度 97m。</p> <p>2、维修杆塔：修复 17105 工作面中部区域输电线路杆塔 2 座 (4#-5#)。</p> <p>3、综合管理：人工巡查 96 次；</p> <p>4、地质环境监测：</p> <p>①不稳定地质体监测：持续对已有 15 监测点 (D1-D6、D16-D24) 进行监测，通过自动化监测手段对其水平位移和垂直位移进行监测。</p> <p>②含水层监测：持续对 S1、S2、S3、S4 水</p>	<p>1、对 17105 工作面 (中部) 塌陷区域进行复垦，面积 25.84hm<sup>2</sup>。主要包括裂隙充填、表土剥覆、土地平整、土地翻耕并培肥，种植山杏、油松、沙棘、紫花苜蓿。</p> <p>2、对复垦的土地进行土地损毁及复垦效果监测，对复垦的植被进行林草地管护，管护林地面积</p>

	<p>文监测点进行水量、水位和水质监测。</p> <p>③地形地貌景观及生态系统监测：采用高精度卫星遥感影像监测矿区地形地貌破坏、土地损毁、土壤复垦质量、生态系统变化情况。</p> <p>④水土环境监测：持续监测 WS1-WS4、WT1-WT4 水土环境情况。</p>	<p>3. 39hm<sup>2</sup>，管护草地面积 8. 32hm<sup>2</sup>。</p>
第四年	<p>1、修复 17105 工作面西侧区域乡村道路（水泥路）长度 210m。</p> <p>2、维修杆塔：修复 17105 工作面西部区域输电线路杆塔 2 座（9#-10#）。</p> <p>3、综合管理：人工巡查 96 次；</p> <p>4、地质环境监测：</p> <p>①不稳定地质体监测：持续对已有 15 监测点（D1-D6、D16-D24）进行监测，新增 9 处监测点，为 17107 工作面地面塌陷监测点（D7-D15），通过自动化监测手段对其水平位移和垂直位移进行监测。</p> <p>②含水层监测：持续对 S1、S2、S3、S4 水文监测点进行水量、水位和水质监测。</p> <p>③地形地貌景观及生态系统监测：采用高精度卫星遥感影像监测矿区地形地貌破坏、土地损毁、土壤复垦质量、生态系统变化情况。</p> <p>④水土环境监测：持续监测 WS1-WS4、WT1-WT4 水土环境情况。</p>	<p>1、对 17105 工作面（西侧）塌陷区域进行复垦，面积 22. 13hm<sup>2</sup>。主要包括裂隙充填、表土剥覆、土地平整、土地翻耕并施肥，种植油松、沙棘、紫花苜蓿。</p> <p>2、对复垦的土地进行土地损毁及复垦效果监测，对复垦的植被进行林草地管护，管护林地面积 5. 8hm<sup>2</sup>，管护草地面积 8. 91hm<sup>2</sup>。</p>

第五年	<p>1、修复 17107 工作面东侧区域乡村道路(水泥路)长度 87m。</p> <p>2、维修杆塔: 修复 17105 工作面西部区域输电线路杆塔 3 座 (6#-8#)。</p> <p>3、综合管理: 人工巡查 96 次;</p> <p>4、地质环境监测:</p> <p>①不稳定地质体监测: 持续对已有 24 监测点 (D1-D24) 进行监测, 通过自动化监测手段对其水平位移和垂直位移进行监测。</p> <p>②含水层监测: 持续对 S1、S2、S3、S4 水文监测点进行水量、水位和水质监测。</p> <p>③地形地貌景观及生态系统监测: 采用高精度卫星遥感影像监测矿区地形地貌破坏、土地损毁、土壤复垦质量、植被生态系统变化情况。</p> <p>④水土环境监测: 持续监测 WS1-WS4、WT1-WT4 水土环境情况。</p>	<p>1、对 17107 工作面 (东侧) 塌陷区域进行复垦, 面积 <math>28.04\text{hm}^2</math>。主要包括裂隙充填、表土剥覆、土地平整、土地翻耕并施肥, 种植山杏、油松、沙棘、紫花苜蓿。</p> <p>2、对复垦的土地进行土地损毁及复垦效果监测, 对复垦的植被进行林草地管护, 管护林地面积 <math>0.42\text{hm}^2</math>, 管护草地面积 <math>15.65\text{hm}^2</math>。</p>

十、矿山治理与土地复垦工程分为近期 5 年 (2025 年 - 2029 年), 中期 45 年 (2030 年 - 2074 年), 后期 8 年 (2075 年 - 2082 年) 三个阶段。矿山治理与土地复垦工程总体部署、阶段实施计划、适用期年度工作安排较合理, 针对性较强。

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 9033.65 万元、19659.53

万元, 总费用为 28693.18 万元, 吨煤投资元(剩余可采储量), 静态亩均投资 5277.54 元(复垦责任范围 2483.42hm<sup>2</sup>), 经费估算合理。《方案》适用期 5 年矿山地质环境治理工程和土地复垦工程静态费用分别为 730.84 万元、2413.08 万元, 总费用 3143.92 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。详见表 2。

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	118.47	339.31	457.78
第二年	189.73	1582.24	1771.97
第三年	121.03	151.58	272.61
第四年	177.07	150.97	328.04
第五年	124.54	188.98	313.52
合计	730.84	2413.08	3143.92

十二、方案提出的各项保障措施和建议合理可行, 对治理效益的分析基本可信。

十三、上一期方案完成了 2019-2022 年度验收, 2023 年度验收, 年度治理工程由子洲县自然资源和规划局组织验收; 适用期治理工程由榆林市自然资源和规划局组织验收; 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 11 月 17 日, 核定该企业应提取基金万元, 实际提取基金万元, 支取基金万元, 账户剩余基金万元。

#### 十四、存在问题及建议

1、矿山企业应结合煤矿实际，扎实开展矿山地质环境治理与土地复垦工作。

2、煤矿应及时总结监测数据和已治理工程经验，为下一步治理工程实施提供依据。

综上，专家组同意《方案》通过审查，榆林市绿巨人水利设计有限责任公司按专家组意见修改完善后，由子洲县永兴煤业有限公司按程序上报。

专家组长： 李智才

2025年11月20日

《子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴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
李智宁	丁庄西矿务有限公司	正高	地质	同意	李智宁
林林	中煤地质设计院公司	教授	土壤地质	同意	林林
高建生	深邦一三地质有限公司	高工	地质、环境	同意	高建生
李永红	山西设计院	教授	环境	同意	李永红
李伟	陕煤油机和机电工程咨询中心	正高	土地复垦	同意	李伟
刘彦军	陕西陕煤地质水文地质设计院	正高	土地整治	同意	刘彦军
王振福	陕能地质集团有限公司	教授/高级	地质/环境	同意	王振福

## 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.....	7
六、质量评述及资料真实性的承诺.....	11
第一章 矿山基本情况.....	12
一、矿山简介.....	12
二、矿区范围及拐点坐标.....	13
三、矿产资源开发利用方案概述.....	15
四、矿山开采历史及现状.....	32
第二章 矿区基础信息.....	38
一、矿区自然地理.....	38
二、矿区地质环境背景.....	44
三、社会经济概况.....	58
四、矿区土地利用现状.....	59
五、矿山及周边其他人类重大工程活动.....	64
六、矿山及周边地质环境治理与土地复垦案例分析.....	68
七、矿山绿色矿山建设.....	89
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估.....	90
一、矿山地质环境与土地资源调查概述.....	90
二、矿山地质环境影响评估.....	91
三、矿山土地损毁预测与评估.....	126
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 .....	155
一、矿山地质环境治理可行性分析.....	155
二、矿山土地复垦可行性分析.....	157

三、生态恢复力分析.....	179
第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程.....	182
一、矿山地质环境保护与土地复垦预防.....	182
二、不稳定地质体治理工程.....	183
三、矿区土地复垦.....	193
四、含水层破坏修复.....	217
五、水土环境修复.....	218
六、矿山地质环境监测.....	218
七、矿区土地复垦监测和管护.....	232
八、生态系统监测与生态系统恢复效果评价.....	235
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署 .....	237
一、总体工作部署.....	237
二、阶段实施计划.....	237
三、近期年度工作安排.....	239
第七章 经费估算与进度安排.....	242
一、经费估算依据.....	242
二、矿山地质环境治理工程经费估算.....	250
三、土地复垦工程经费估算.....	252
四、总费用汇总与年度安排.....	253
第八章 保障措施与效益分析.....	261
一、保障措施.....	261
二、效益分析.....	264
第九章 结论与建议.....	267
一、结论.....	267
二、建议.....	271

**附图:**

- 附图 1 永兴煤矿矿山地质环境问题现状图 (1:10000)
- 附图 2 永兴煤矿矿区土地利用现状图 (1:10000)
- 附图 3 永兴煤矿矿山地质环境问题预测图 (1:10000)
- 附图 4 永兴煤矿矿区土地损毁预测图 (1:10000)
- 附图 5 永兴煤矿矿区土地复垦规划图 (1:10000)
- 附图 6 永兴煤矿矿山地质环境治理工程部署图 (1:10000)

**附表:**

- 附表 1 矿山地质环境调查表
- 附表 2 公众调查表

**附件:**

- 附件 1 委托书
- 附件 2 采矿许可证 (证号: C6100002013011120128518)
- 附件 3 关于《子洲县永兴煤矿 (整合区) 矿产资源开发利用方案》审查意见的报告 (陕国资研报 (2011) 92 号)
- 附件 4 不动产权证书 (陕 (2021) 子洲县不动产权第 00468 号)
- 附件 5 土地承包合同
- 附件 6 承诺书
- 附件 7 《陕西省子洲县永兴煤矿 2024 年储量年度报告》评审意见
- 附件 8 《陕西省子洲县永兴煤业有限公司永兴煤矿补充勘探地质报告评审意见》
- 附件 9 《陕西省子洲县永兴煤矿 (整合区) 勘探报告》评审备案证明
- 附件 10 《陕西省子洲县永兴煤矿 (整合区) 勘探报告》评审意见
- 附件 11 上一版《两案》公告
- 附件 12 上一版方案专家组意见

- 附件 13 上一轮适用期验收意见及年度验收意见
- 附件 14 2024 年度计划批复及专家组评审意见
- 附件 15 2025 年度计划批复及专家组评审意见
- 附件 16 行政处罚书
- 附件 17 煤矸石供销协议
- 附件 18 饮用水送样检测报告
- 附件 19 矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金监管协议
- 附件 20 建设单位内审意见
- 附件 21 编制单位内审意见
- 附件 22 专家现场踏勘意见及修改对照表
- 附件 23 市县现场踏勘意见表
- 附件 24 估算书

## 前言

### 一、任务由来

子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴煤矿（以下简称“永兴煤矿”），位于子洲县城西南约 40km 处，行政区划隶属于子洲县马岔镇所辖。

2019 年 6 月，永兴煤矿委托西安东升地质工程有限责任公司编制了《子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，于 2019 年 8 月 6 日取得了陕西省自然资源厅公告（陕自然源资公告〔2019〕25 号），该方案服务年限 60.5 年，适用年限 5 年（2019 年—2023 年），该方案已到期。

2025 年 2 月 27 日，子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴煤矿矿山地质环境保护与土地复垦适用期（2019-2023 年）通过了榆林市自然资源和规划局组织的适用期验收。

根据原陕西省自然资源厅“陕国土资环发〔2017〕11 号”文，“在办理采矿权延续时，矿山地质环境保护与土地复垦方案超过适用期或方案剩余服务期少于采矿权延续时间的，应当重新编制或修订”的规定，永兴煤矿原矿山地质环境保护与土地复垦方案适用期已到期，故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）。

为此，2025 年 1 月，子洲县永兴煤业有限公司委托我公司编制《子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴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）》（附件 1）。

### 二、编制目的

1、为促进矿区生态文明建设，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，推进不稳定地质体及损毁土地综合治理，保护和改善区域生活环境和生态环境，积极贯彻《土地复垦条例》及《地质灾害防治条例》，促进绿色矿山建设。

2、按照“预防为主、防治结合，谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”及“谁损毁、谁复垦”的原则，保证煤矿矿山地质环境保护与土地复垦义务的落实，切实做到煤炭开采与环境保护的协调，加快实现矿区的可持续发展。

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

4、为自然资源管理部门监督管理矿山企业矿山地质环境保护与土地复垦工作落实情况提供依据。

### 三、编制依据

#### （一）法律、法规

1、《中华人民共和国矿产资源法》（全国人大常务委员会，2024年11月8日第十四届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议修订）；

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

3、《矿山地质环境保护规定》，自然资源部，2019年7月16日第三次修正；

4、《中华人民共和国黄河保护法》，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；

5、《中华人民共和国土地管理法实施条例》，国务院令743号，2021年9月1日实施；

6、《土地复垦条例》，国务院令第592号，2011年3月5日；

7、《基本农田保护条例》，中华人民共和国国务院令第257号，2011年1月8日修订；

8、《土地复垦条例实施办法》，原国土资源部第56号令，2019年7月16日修正；

9、《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，2020年6月11日；

10、《陕西省实施〈土地复垦条例〉办法》，陕西省人民政府令第173号，2013年12月1日；

11、《陕西省国土空间规划（2021-2035年）》，陕西省人民政府，2024年6月。

## （二）政策性文件

- 1、《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资源规〔2016〕21号），2017年1月3日；
- 2、《自然资源部生态环境部财政部国家市场监督管理总局国家金融监督管理总局中国证券监督管理委员会国家林业和草原局关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（自然资规〔2024〕1号），自然资源部、生态环境部、财政部、国家市场监督管理总局、国家金融监督管理总局、中国证券监督管理委员会、国家林业和草原局，2024年4月15日；
- 3、《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；
- 4、《关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财政部、国土资源部、环境保护部〔2017〕638号），2017年11月6日；
- 5、《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》（自然资发〔2024〕91号），2024年7月26日；
- 6、《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；
- 7、《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；
- 8、《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；
- 9、《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；
- 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），2024年3月29日；
- 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、《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）；

13、《关于探索利用市场化方式推进矿山生态修复的意见》（自然资规〔2019〕6号）；

14、《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；

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

### （三）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、《矿山生态修复技术规范第1部分：通则》（TD/T1070.1-2022）；
- 4、《矿山生态修复技术规范第2部分：煤炭矿山》（TD/T1070.2-2022）；
- 5、《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》（TD/T1031-2011）；
- 6、《土地复垦方案编制规程第3部分：井工煤矿》（TD/T1031.3-2011）；
- 7、《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；
- 8、《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T43934-2024）；
- 9、《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T43935-2024）；
- 10、《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；
- 11、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- 12、《工程岩体分级标准》（GB50218-2014）；
- 13、《造林技术规程》（GB/T15776-2023）；
- 14、《地表水环境质量监测技术规范》（HJ91.2-2022）；
- 15、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- 16、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）；
- 17、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）；
- 18、《人工草地建设技术规程》（NY/T1342-2007）；
- 19、《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T1044-2014）；

- 20、《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；
- 21、《煤矿行业绿色矿山建设规范》（DZ/T0315-2018），自然资源部，2018 年 10 月 1 日实施；
- 22、《煤矿地下水监测规范》（DB61/T1247-2019）；
- 23、《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；
- 24、《表土剥离及其再利用技术要求》（GB/T45107-2024）；
- 25、《煤矸石回填塌陷区复垦技术》（GB/T45610-2025）；
- 26、《矿山生态修复工程验收规范》（TD/T1092-2024）；
- 27、《矿山地质环境治理恢复技术与验收规范》（DB/T1455-2021）；
- 28、《矿山生态修复工程实施方案编制导则》（TD/T1093-2024）；
- 29、《矿山生态监测规范》（DB61/T 1741-2023）；
- 30、《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）；
- 31、《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；；
- 32、《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）；
- 33、《财政部、应急部关于印发《企业安全生产费用提取和使用管理办法》的通知（财资〔2022〕136 号）；
- 34、《榆林市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，榆林市人民政府，2024 年 7 月；
- 35、《榆林市国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》，榆林市自然资源和规划局，2023 年 10 月。

#### （四）技术资料

- 1、《陕西省矿山地质环境监测规划》，2020 年 7 月；
- 2、土地利用现状图，子洲县自然资源和规划局，2024 年更新的三调数据；
- 3、榆林市国土空间总体规划（2021-2035 年），榆林市人民政府，2024 年 7

月；

4、《陕西省榆林市子洲县地质灾害详细调查报告》，中国人民武装警察部队黄金第五支队，2015年1月；

5、《陕西省子洲县永兴煤矿建井地质报告》，山东省煤田地质局第三勘探队，2022年8月；

6、《子洲县永兴煤矿（整合区）矿产资源开发利用方案》，榆林市榆神煤炭建筑设计有限公司，2011年11月；

7、《子洲县永兴煤矿煤炭资源整合项目环境影响报告书》，核工业二〇三研究所，2012年2月；

8、《子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，西安东升地质工程有限责任公司，2019年6月；

9、《子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴煤矿矿山地质环境保护与土地复垦年度工程治理计划（2024年度）》，陕西中能起航能源科技有限责任公司，2024年7月；

10、《子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴煤矿矿山地质环境保护与土地复垦年度工程治理计划（2025年度）》，陕西中能起航能源科技有限责任公司，2028年8月；

11、《子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴煤矿矿山地质环境治理恢复及土地复垦验收报告（2019-2022年）》，子洲县永兴煤业有限公司，2024年12月；

12、《子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴煤矿矿山地质环境治理恢复及土地复垦验收报告（2023年）》，子洲县永兴煤业有限公司，2024年12月；

13、《子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴煤矿矿山地质环境治理恢复与土地复垦适用期验收报告》，陕西勤汇卓建设工程有限公司，2025年2月；

14、《子洲县永兴煤矿2024年储量年度报告》，榆林市东瑞鑫地质勘探有限公司，2025年1月；

15、《陕西省子洲县永兴煤业有限公司永兴煤矿补充勘探地质报告》，山东省煤田地质局第三勘探队，2023年10月；

16、《陕西省子洲县永兴煤矿（整合区）勘探报告》，陕西省煤田地质局一八六队，2011年9月；

17、煤矿提供的近五年开采接续计划图及其他技术资料。

#### 四、方案适用年限

根据 2011 年 11 月《子洲县永兴煤矿（整合区）矿产资源开发利用方案》及《子洲县永兴煤矿 2024 年储量年度报告》，截至 2024 年 12 月底，矿井保有地质资源量        Mt，矿井剩余可采储量        Mt，设计生产能力 0.6Mt/a，储量备用系数取 1.4，根据矿井剩余服务年限 49.7 年。

考虑到塌陷基本沉稳（2 年）及植物管护期（6 年），本方案规划年限 58 年，包括近期 5 年（2025 年～2029 年），中期 45 年（2030 年～2074 年），后期 8 年（2075 年～2082 年）。本方案适用期为近期 5 年，方案实施基准期以自然资源部门公告之日起算。

当矿山企业扩大开采规模、变更矿区范围或者开采方式时，应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），建议矿山企业根据本方案适用年限内的实施经验，此后每隔 5 年进行方案修订。

#### 五、编制工作概况

##### （一）工作程序

我公司接受委托后，组建了项目组。项目组设项目负责人，按照分工的不同着手搜集方案涉及区域的地质环境背景条件、土地利用现状、国土空间总体规划、矿山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）编制报告。工作程序见图 0.5-1。

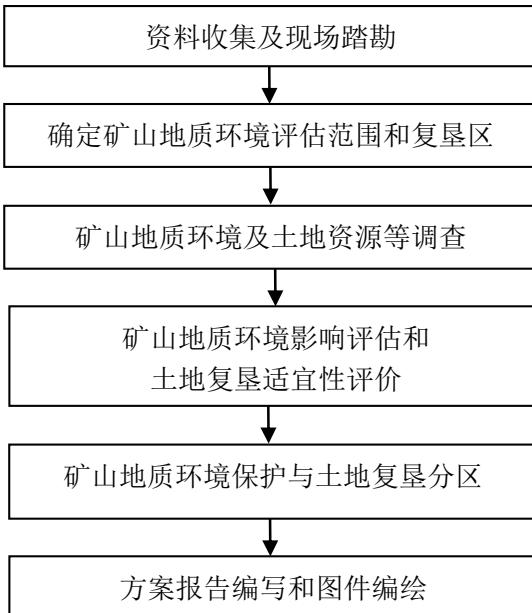


图 0.5-1 工作程序框图

## （二）工作方法

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

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

### 1、资料收集与分析

在调查前，收集了《陕西省矿山地质环境监测规划》、土地利用现状图（第三次全国国土调查主要数据成果）、《陕西省榆林市子洲县地质灾害详细调查报告》、《陕西省子洲县永兴煤矿建井地质报告》、《子洲县永兴煤矿（整合区）

矿产资源开发利用方案》、《子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴煤矿矿区地质环境保护与土地复垦方案》等资料。

掌握了该煤矿历史开采及煤矿基本情况了解煤矿地质环境及土地利用情况；收集地形地质图、水文地质图、土地利用现状图等图件作为本次编制工作的底图及野外工作用图；分析已有资料情况，确定需要补充的资料内容；初步确定现场调查方法、调查线路和主要调查内容。

## 2、野外调查

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

为保证调查全面了解矿区地质环境与土地利用现状、掌握地质环境与土地利用与权属问题，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 1:10000 井上下对照图做底图，参考地形地质图、水文地质图、土地利用现状图等图件，对威胁矿区人员及重要保护设施的矿山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 GPS 定位；针对不同土地利用类型区，挖掘土壤剖面，采集土壤样品，并采集相应的影像、图片资料，做好文字记录。

## 3、室内资料整理及综合分析

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

## 4、完成工作量

项目组在接到任务后，立即组织专业技术人员开展工作。于 2025 年 1 月 10 日、2025 年 4 月 8 日、2025 年 7 月 24 日多次组织人员开展现场地质环境与土地利用情况调查与资料收集，进行资料整理和报告编制。

### 1) 2025 年 1 月 10 日-2025 年 1 月 13 日

调查内容：在已向矿方收集《子洲县永兴煤矿（整合区）矿产资源开发利用方案》、《子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴煤矿矿区地质环境保护与土地复

垦方案》等资料的基础上，与矿方核实生产接续的变化，开发利用方案与实际情况变化，上期《两案》执行情况，上个适用期验收工程情况等，并在矿方陪同下调查了上个适用期验收的工程现状情况，上期《两案》的遗留问题；调查了矿区的不稳定地质体点，含水层点（生活区水井、村庄水井等），地形地貌点（工业场地、塌陷区、区内沟谷及搬迁迹地等），水土环境点（矿井水，生产生活用水点、工程建设造成的土壤破坏点）；调查了煤矿范围内所有二级地类的现状情况，地面工程的压占面积、建筑物体量，采空区沉陷已损毁土地，开挖了耕地、园地、林地、草地四种不同植被类型土壤的典型剖面等。

### 2) 2025年4月8日-2025年4月10日

调查内容：补充收集了基金监管协议，最新的基金缴纳明细，近期5年村庄搬迁复垦范围，补充调查了需要搬迁的村庄现状，井田内可以安排新建监测井的位置，井田内预计近期五年开采损毁的乡村道路，输电线路情况，老窑封闭周边空闲地段裸露情况等，补充了无人机航拍影像资料，完成了公众参与调查表填写工作。

### 3) 2025年7月24日-2025年7月26日

调查内容：补充收集了矸石外售协议、整合前槐树岔和永盛联办煤矿的资料、子洲县的最新经济数据、最新的基金缴纳明细及凭证、风井场地的租地手续、风井场地的二调回退数据等，补充调查了地面设施现状、老窑封闭情况、涌水量数据、村庄、道路、高压线详细分布，补充了无人机航拍影像资料等。

完成的工作量详见表 0.5-1。

**表 0.5-1 完成工作量一览表**

序号	名称	单位	工程量	备注
1	调查面积	km <sup>2</sup>	32.7685	
2	评估面积	km <sup>2</sup>	31.5871	
3	调查线路	km	36	
4	调查点	地质环境点	个	38
		地形地貌点	个	16
		不稳定地质体	个	7
		含水层调查	个	10
		水土环境影响点	个	6
				共 152 个

	人类工程活动调查	个	20	
	土地利用现状调查点	个	36	
	矿山地面工程（压占已损毁土地）调查点	个	10	
	沉陷已损毁土地调查点	个	2	
	土壤剖面调查	个	6	
5	数码照片	张	160	使用 100 张
6	视频录像	min	20	
7	收集土地利用现状标准分幅	幅	4	1:10000
8	收集资料	份	17	
9	发放公共调查表	张	60	收回 52 张

## 六、质量评述及资料真实性的承诺

编制过程中,所收集资料来源于子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴煤矿和子洲县自然资源和规划局,现场资料来自于项目组野外调查。收集资料均已评审通过,真实可靠,调查用图比例符合规范要求,调查范围,地质环境、土地资源调查点数量、内容等符合规范要求。

本方案是在充分收集现有资料和现场调查资料的基础上,以《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》及相关技术规范、标准为依据而编写的,符合规范要求,质量优良。

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

子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴煤矿承诺所提供资料均真实可靠,并为所提供资料的真实性负责。

## 第一章 矿山基本情况

### 一、矿山简介

#### （一）矿山名称、建设规模、项目地点、矿区面积

采矿权人：子洲县永兴煤业有限公司

矿山名称：子洲县永兴煤矿

企业性质：有限责任公司

矿山所属：陕西省子洲县马岔镇管辖

生产状态：生产矿山

开采标高：+1150～+970m

开采煤层：Ⅶ上、Ⅶ中号煤层

开采方式：地下开采

采矿证有效期限：5年，自2023年8月17日至2028年8月17日

生产规模：60万吨/年

矿区面积：29.2757平方公里

#### （二）地理位置

该矿位于子洲县西南直距约40km处，向北距榆林市90km，向西北距靖边县约73km，向东南距清涧县约60km，向南距子长县约38km。行政区划隶属于陕西省子洲县马岔镇管辖。

#### （三）交通情况

矿区交通条件十分便利。国道G307、青（岛）～银（川）高速公路以及平行于青（岛）～银（川）高速公路的太-中-银铁路由矿区北部通过，距矿区约9km。县道X207由矿区西南侧通过，距矿区约4.5km，另外三级公路冯槐路自本区中西部穿过。榆林榆阳机场已开通西安、北京、成都、深圳、上海、广州、太原、银川等航线，当天即可到达全国各大城市，交通位置见图1.1-1。

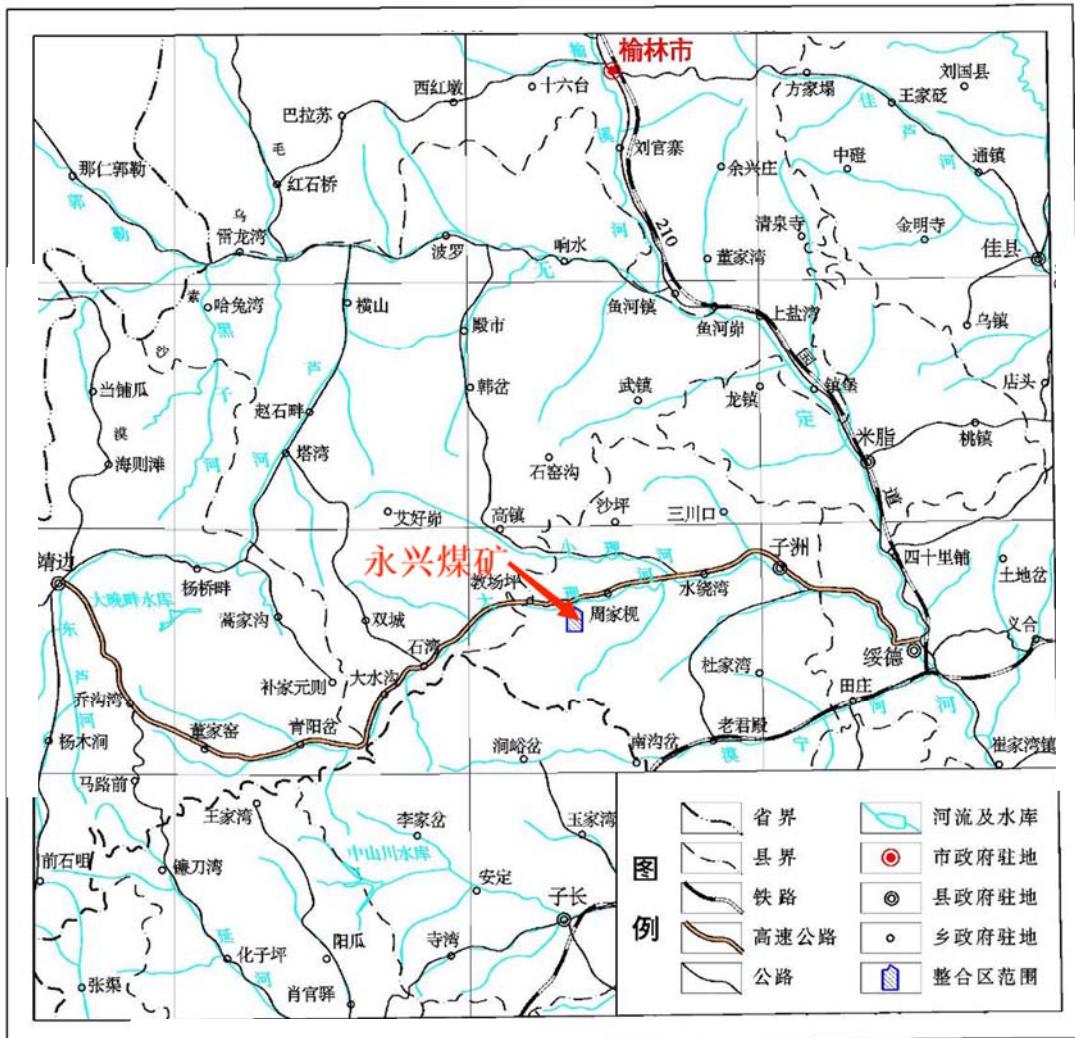


图 1.1-1 永兴煤矿交通地理位置示意图

## 二、矿区范围及拐点坐标

2014年3月7日首次取得陕西省国土资源厅首次颁发的子洲县永兴煤业有限公司整合后的《采矿许可证》（证号：C6100002013011120128518，生产规模为0.60Mt/a，矿区面积29.2856km<sup>2</sup>，有效期限自2014年3月7日至2016年1月7日）。后续至2023年8月17日期间多次换证，生产规模和矿区面积未发生改变。

2023年8月17日，在办理采矿证延期时使用2000坐标系，采矿证面积变为29.2757km<sup>2</sup>，取得《采矿许可证》（证号：C6100002013011120128518，生产规模为0.60Mt/a，矿区面积29.2757km<sup>2</sup>，有效期限自2023年8月17日至2028年8月17日）（附件2）。

永兴煤矿矿区范围由 6 个拐点圈定, 矿区面积  $29.2757\text{km}^2$ , 各拐点坐标见表 1.2-1。

表 1.2-1 矿区范围拐点坐标表

2000 国家大地坐标系		
点号	坐标 (X)	坐标 (Y)

永兴煤矿矿区东北部边界外约 1km 处有子洲县兴盛煤矿。除此之外, 周边再无其他采矿权、探矿权设置, 永兴煤矿矿区范围及与邻近煤矿分布见图 1.2-1。

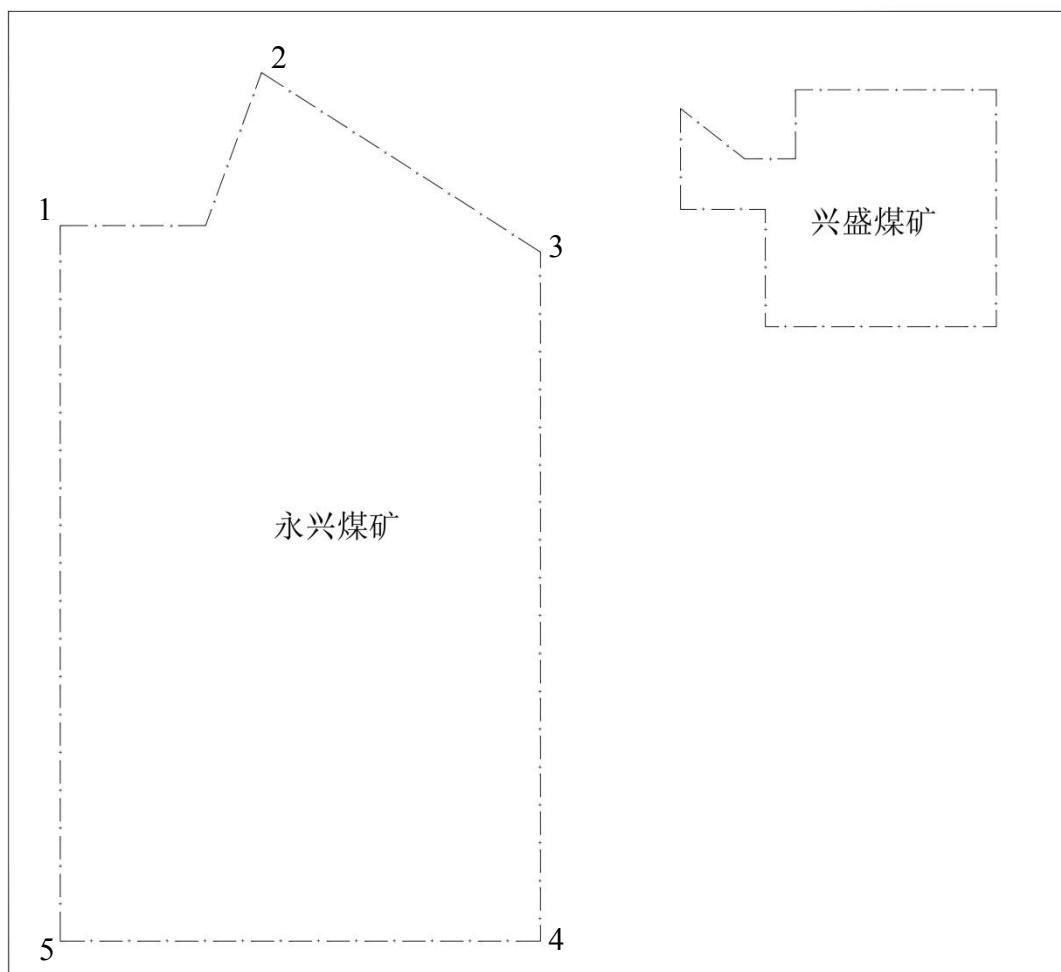


图 1.2-1 永兴煤矿矿区范围及邻近煤矿分布图

### 三、矿产资源开发利用方案概述

本方案主要依据《子洲县永兴煤矿（整合区）矿产资源开发利用方案》（陕国资研报〔2011〕92号）（附件3）和《子洲县永兴煤业有限公司煤炭资源整合实施方案开采设计（变更）》编制，永兴煤矿开采方式为地下开采。

#### （一）矿山资源储量

根据《永兴煤矿2024年储量年报》评审意见（附件7），截止2024年12月31日，永兴煤矿保有资源量。

根据《子洲县永兴煤矿（整合区）矿产资源开发利用方案》，二盘区保有资源量Mt，可采储量Mt（其中VII上煤层可采储量，VII中煤层可采储量Mt）；故一盘区保有资源量为Mt，扣除永久煤柱Mt，采区回收率为80%，计算得一盘区剩余可采储量Mt。

#### （二）矿山建设规模及服务年限

根据采矿许可证，矿山生产规模0.6Mt/a。根据《子洲县永兴煤矿（整合区）矿产资源开发利用方案》，一盘区仅开采VII上煤层，生产能力0.6Mt/a，储量备用系数1.4，一盘区剩余服务年限8.1a；二盘区VII上煤层为主采煤层，生产能力0.35Mt/a；VII中煤层为配采煤层，生产能力0.25Mt/a，其联合开采服务年限41.6a。

故截至2024年12月底，本煤矿剩余服务年限为49.7a。

#### （三）地面工程布置

永兴煤矿现有地面工程由工业场地、风井场地、进场道路、供水及供电线路等组成，原炸药库、排矸场已复垦。地面工程平面布置如图1.3-1、图1.3-2所示。

##### 1、工业场地

工业场地位于井田中北部，占地面积14.92hm<sup>2</sup>，地处于沟谷平坦处，整个场地高程为1150-1189m，场地北侧沟谷坡度约25°-45°之间。工业场地分为两个功能分区，分别为生产厂区及行政福利厂区，工业场地总平面布置见图1.3-3。

生产场区位于工业场地中、南部，包括主、副井及其辅助设施、锅炉房、变电所、机修及综采设备库、洗选系统、储煤场及装车、运煤系统等工业设施。

行政福利场区位于工业场地的北部，包括办公楼、职工宿舍等生活设施。工业场地方现状见照片1.3-1—1.3-9。



照片 1.3-1 工业场地航拍照片

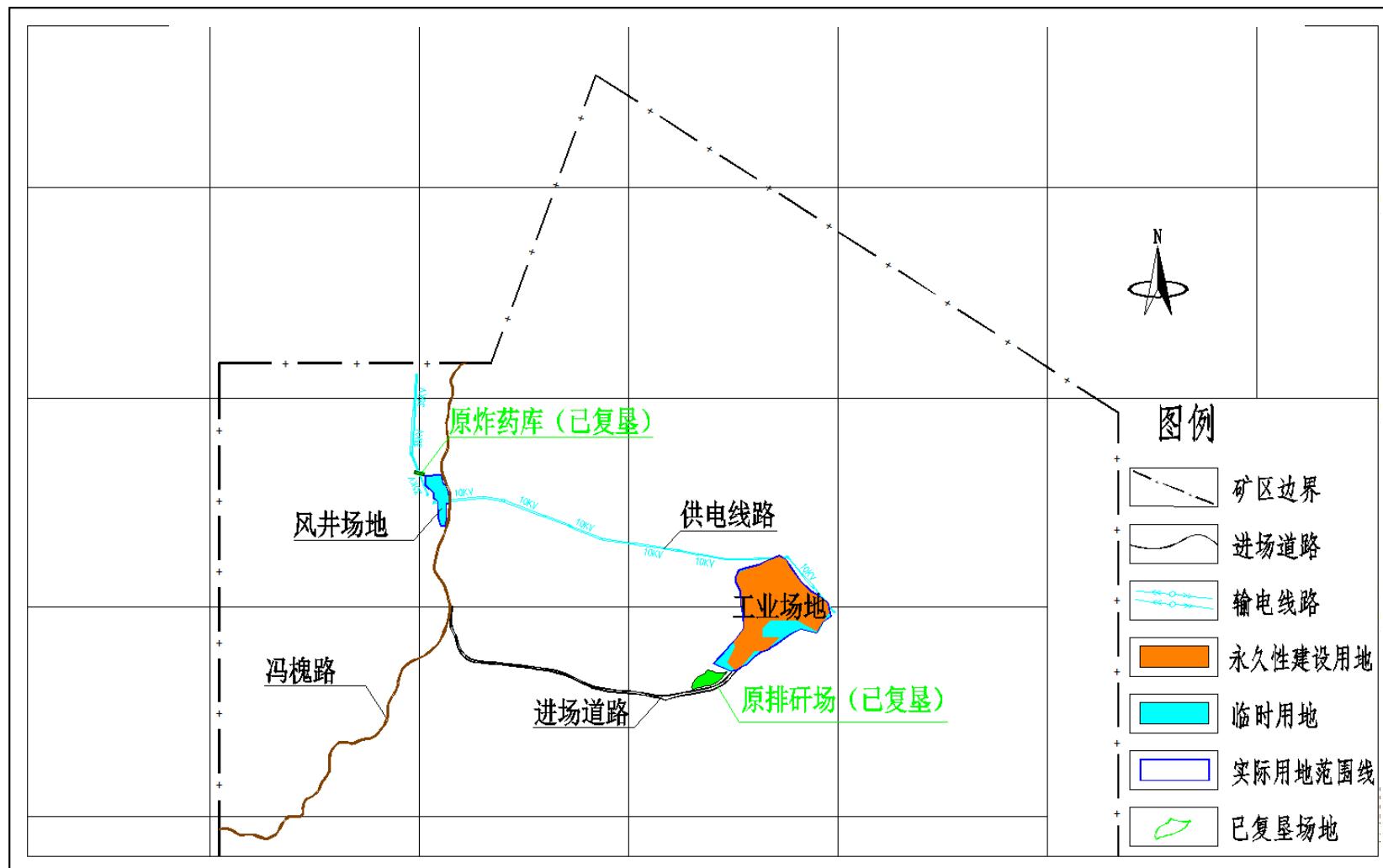


图 1.3-1 地面工程永久用地和临时用地平面布置图

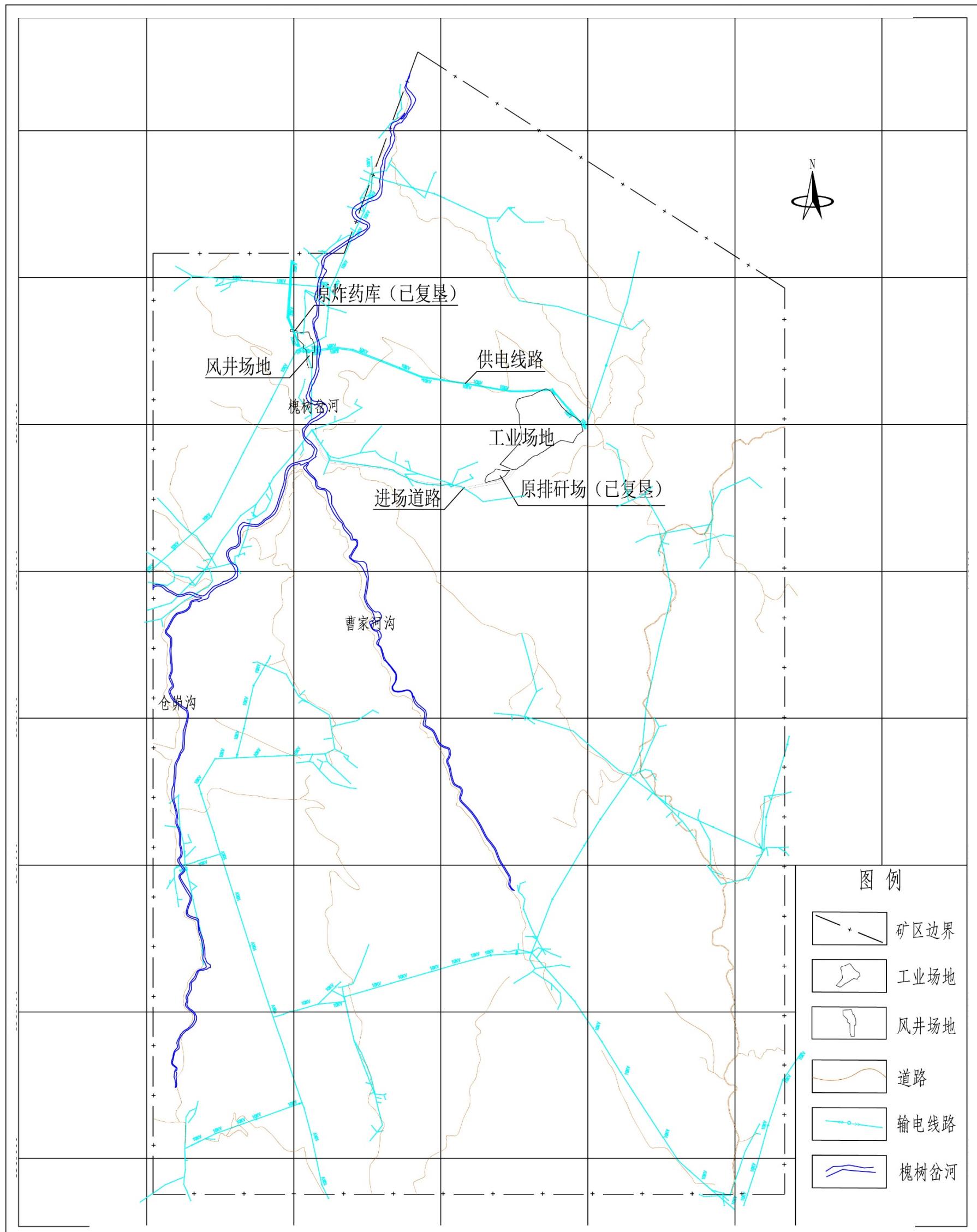


图 1.3-2 地面工程平面布置图

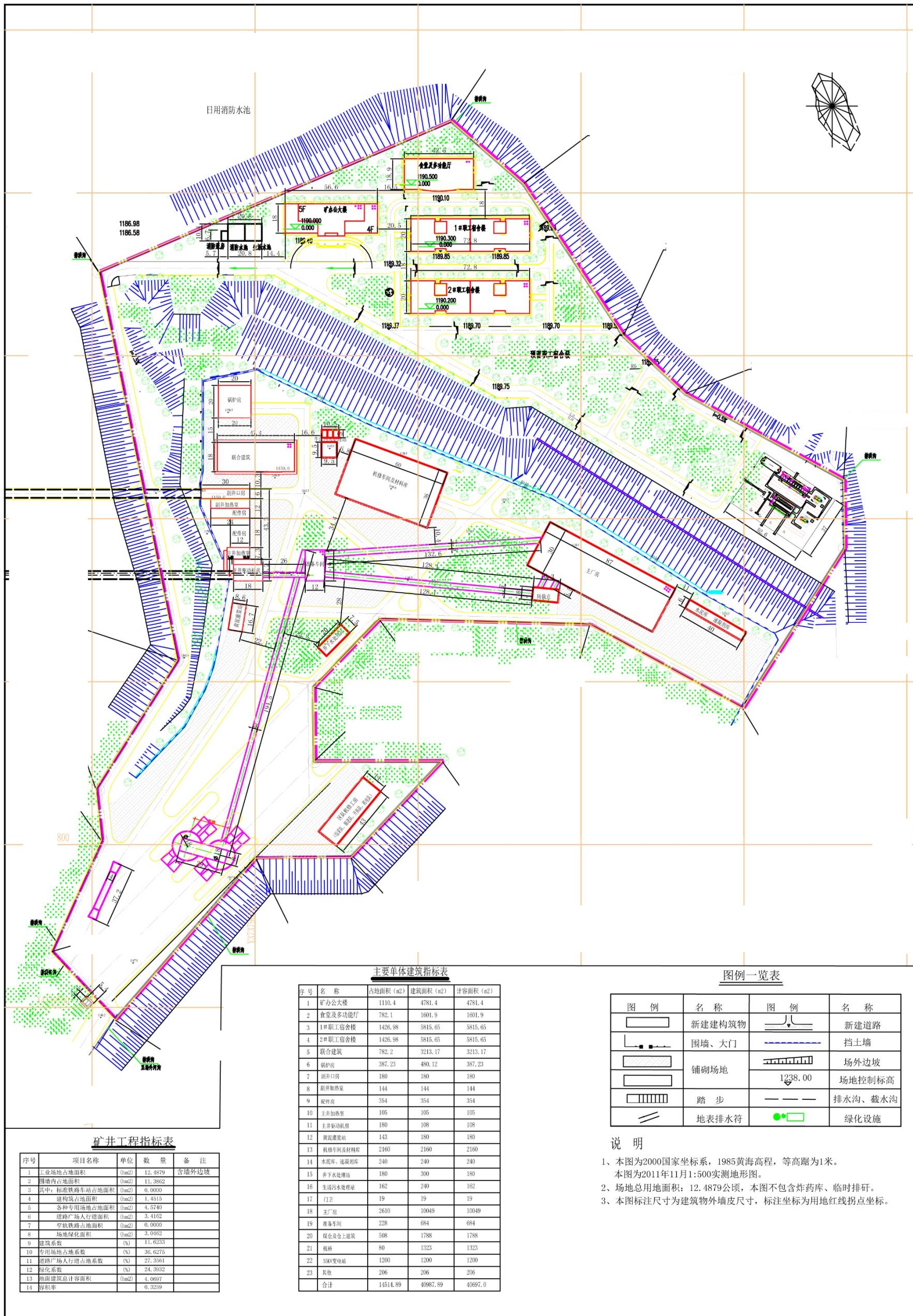
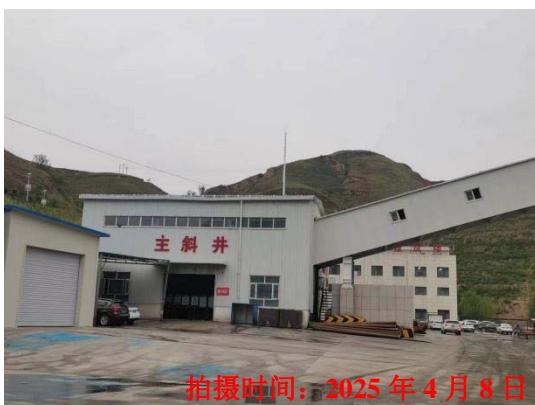


图 1.3-3 工业场地总平面布置图（来源于开发利用方案）



照片 1.3-2 主斜井（镜像 E）



照片 1.3-3 储煤仓（镜像 NE）



照片 1.3-4 主厂房（镜像 NE）



照片 1.3-5 办公楼（镜像 N）



照片 1.3-6 联建楼（镜像 NE）



照片 1.3-7 餐厅（镜像 NE）



照片 1.3-8 职工宿舍（镜像 NE）



照片 1.3-9 厂区道路（镜像 E）

## 2、风井场地

风井场位于井田西北部,紧邻冯槐 3 级公路西侧的台地上,占地面积 1.43hm<sup>2</sup>。整个场地高程为 1064~1075m, 场地南北侧沟谷坡度约 25° ~35° 之间。将整合前原工业场地的主斜井改造为斜风井, 作为矿井回风井并兼作安全出口, 原立风井报废, 并永久密闭。风井场地现状见照片 1.3-10。



照片 1.3-10 风井场地照片（镜像 NE）

## 3、进场道路

进场道路从冯槐路连至工业场地外, 为煤矿自建道路, 砂路面, 路面平均宽 10.0m, 长约 1.56km, 现状见照片 1.3-11、1.3-12。



照片 1.3-11 进场道路（俯视）

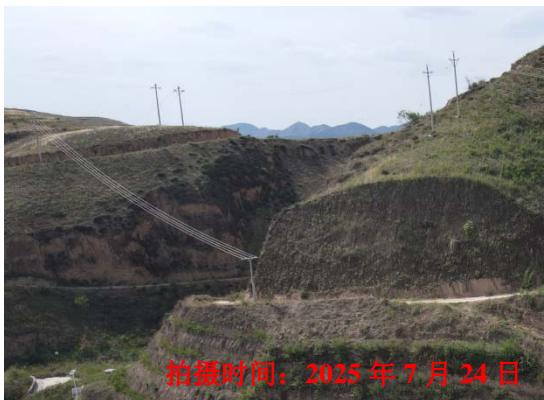


照片 1.3-12 进场道路（镜像 NE）

#### 4、供水及供电工程

矿井水源为地下水及处理后的矿井水，其中地下水利用矿方从工业场地附近打井取水，用于地面生产、生活及消防等；矿井水处理后用于工业场地地面杂用水及井下消防洒水，地面供水管线均在工业场地范围内，供水供电线路建设时产生的临时用地损毁已恢复，地表植被已复绿。

本矿的两回 35KV 电源引自冯渠 110KV 变电站，线路长 11km，工业广场内设一座 35/10kV 变电站，用两回 LJX-185 供电线路引至工业广场变电所，形成双回路供电电源。见照片 1.3-13、1.3-14。



拍摄时间：2025年7月24日



拍摄时间：2025年7月24日

照片 1.3-13 输电线路 (镜像 SW)

照片 1.3-14 输电线路 (镜像 NE)

## 5、原炸药库（已复垦）

原炸药库场地位于紧邻风井场地西侧山坡上，排研场北侧，占地面积约0.06hm<sup>2</sup>。目前炸药库场地已复垦，地表已整平，无废弃建筑物，地表植被已恢复。原炸药库位置现状见照片 1.3-15、1.3-16。



照片 1.3-15 原炸药库 (镜像 NW)



拍摄时间：2025年7月24日

照片 1.3-16 原炸药库 (镜像 NW)

## 6、原排研场（已复垦）

新排研场位于工业场地西南侧沟内，占地面积0.79hm<sup>2</sup>，顶部标高+1122.44m，库容 $8.25 \times 10^4$ m<sup>3</sup>。排研场已复垦，治理后场地平整，附属设施齐全，绿化效果较好，现场观感良好，该工程于上期《方案》适用期通过2023年度验收。原排研场位置现状见照片 1.3-17。

煤矿矸石处置每年根据矸石产出量签署矸石处置协议，2025年又分别与米脂冀东水泥有限公司、子洲县乔三和建材有限公司签订协议（附件17），矸石产出量增加时，可周边砖厂、水泥厂、建材公司等签署临时协议，解决矸石积存问题。为系统性解决矸石问题，煤矿规划实施200万吨的煤矸石综合利用项目。该项目拟选址于九河坪村与坬郿村，目前正处于规划阶段。项目建成后，将实现对

煤矸石的大规模、资源化消纳，有效提升矿区生态环境治理水平与资源综合利用效率。《煤矸石回填塌陷区复垦技术》（GB/T45610-2025）也于2025年11月1日正式实施，后续煤矿也可依据该标准，以相关政策支持为依托，探索煤矸石回填塌陷区的治理思路，实现煤矸石消纳与采损区域生态修复的协同治理，从根本上解决煤矸石的消纳与处置难题。



图 1.3-4 永兴煤矿煤矸石计划产生量与实际产生量分析图

表 1.3-1 永兴煤矿 2025 年煤矸石消纳量统计表

月份	企业名称	运输量 (吨)	合计 (吨)
一月	定边县茂乾商贸有限公司	11712.56	34265.94
	米脂县十里铺机械化空心节能机砖厂	21752.78	
	米脂冀东水泥有限公司	590.2	
	米脂县班家沟玖能机砖厂	210.4	
二月	定边县茂乾商贸有限公司	103.2	8753.8
	米脂冀东水泥有限公司	4859.2	
	米脂县班家沟玖能机砖厂	3589.22	
	子洲乔三和砖建材有限公司	202.18	
三月	子洲乔三和砖建材有限公司	4514.36	13104.32
	米脂县班家沟玖能机砖厂	2983.86	
	米脂县鑫盛机砖厂	2850.86	
	米脂县十里铺机械化空心节能机砖厂	2340.36	
	米脂冀东水泥有限公司	414.88	
四月	米脂县鑫盛机砖厂	18047.38	42160.3
	子洲乔三和砖建材有限公司	6686.2	
	米脂县十里铺机械化空心节能机砖厂	5739.24	
	米脂县班家沟玖能机砖厂	9517.94	
	米脂冀东水泥有限公司	2169.54	

五月	米脂县鑫盛机砖厂	12029.74	27847.34
	子洲乔三和砖建材有限公司	4156.52	
	米脂县十里铺机械化空心节能机砖厂	7097.36	
	米脂县班家沟玖能机砖厂	4426.08	
	米脂冀东水泥有限公司	137.64	
六月	米脂县鑫盛机砖厂	11380.22	51212.52
	子洲乔三和砖建材有限公司	9362.16	
	米脂县班家沟玖能机砖厂	18332.46	
	米脂县十里铺机械化空心节能机砖厂	12002.08	
	米脂冀东水泥有限公司	135.6	
七月	米脂县鑫盛机砖厂	14247.88	43122.84
	子洲乔三和砖建材有限公司	8103.24	
	米脂冀东水泥有限公司	4028.8	
	米脂县班家沟玖能机砖厂	11897.48	
	米脂县十里铺机械化空心节能机砖厂	4845.44	
八月	米脂县十里铺机械化空心节能机砖厂	2556.12	26226.18
	米脂县班家沟玖能机砖厂	8075.14	
	子洲乔三和砖建材有限公司	3412.68	
	米脂县鑫盛机砖厂	9559.44	
	米脂冀东水泥有限公司	2622.8	
九月	米脂县班家沟玖能机砖厂	7195.36	28732.62
	米脂县十里铺机械化空心节能机砖厂	6631.74	
	米脂县鑫盛机砖厂	11701.9	
	子洲乔三和砖建材有限公司	3203.62	
十月	米脂县班家沟玖能机砖厂	4408.8	29358.48
	米脂县十里铺机械化空心节能机砖厂	6872.5	
	米脂县鑫盛机砖厂	9815.16	
	米脂冀东水泥有限公司	3847.88	
	子洲乔三和砖建材有限公司	4414.14	
	合计：	304784.34	



照片 1.3-17 原排矸场现状（镜像 NW）

## 7、征占地情况

地面工程占地总面积为 17.91hm<sup>2</sup>。各工程占地面积见表 1.3-2。

表 1.3-2 地面工程占地面积一览表

序号	项目	单位	占地面积		合计	备注
			永久性建设用地	临时用地		
1	工业场地	hm <sup>2</sup>	12.28	2.64	14.92	陕(2021)子洲县不动产权第 00468 号宗地面积 12.4879hm <sup>2</sup> (附件 4)，工业场地范围内包含永久性建设用地面积 12.28hm <sup>2</sup> ，临时用地面积 2.64hm <sup>2</sup> ，因临时用地部分已改变了土地性质，矿方已承诺加快办理建设用地手续
2	风井场地	hm <sup>2</sup>		1.43	1.43	与九河坪村签订了用地协议，但场地建设改变土地性质，矿方已承诺加快办理建设用地手续
3	进场道路	hm <sup>2</sup>		1.56	1.56	矿方自建道路
4	合计	hm <sup>2</sup>	12.28	5.63	17.91	

### (四) 井下开采

依据《子洲县永兴煤矿(整合区)矿产资源开发利用方案》(陕国土资研报(2011)92 号)和《子洲县永兴煤业有限公司煤炭资源整合实施方案开采设计(变更)》，现对开拓方式、水平划分等采矿工程内容具体介绍如下：

#### 1、开采对象

永兴煤矿批准开采煤层Ⅶ上、Ⅶ中号煤层。

#### 2、开采方式

开采方式：地下开采

#### 3、开拓方式

采用斜井开拓方式，工业场地布置主斜井、副斜井，分别作为全矿的原煤运输井筒、辅助运输井筒，场地主要布置有主井和副井相应生产系统、储煤以及行政办公室设施等。风井场地将原主斜井改造为斜风井，作为矿井回风井并兼作安全出口。井田开拓方式见图 1.3-5、图 1.3-6。

主斜井井筒标高为 1150.30m，上部倾角 16° (440m)、下部倾角 12°，斜长 649m；半圆拱形，净宽 5.0m，墙高 1.4m。表土段混凝土砌碹，支护厚度 415mm，风化基岩段采用 29U 钢支架+2 次挂网喷浆支护，支护厚度 400mm，基岩段锚喷厚度 120mm，净断面 16.8m<sup>2</sup>；

副斜井位于主斜井北侧 50 m 处,井口标高 1150.30m, 倾角 5.5°, 斜长 1916m; 半圆拱形, 净宽 5.0m, 墙高 1.6m。表土段混凝土砌碹, 支护厚度 415mm, 风化基岩段采用 29U 钢支架+2 次挂网喷浆支护, 支护厚度 400mm, 基岩段锚喷厚度 120mm, 净断面  $17.8\text{m}^2$ ;

风井场地的原槐树岔煤矿的主斜井作为回风斜井, 回风斜井井口标高 +1071.09m, 倾角 20°, 净宽 3.2m, 净断面  $8.5\text{m}^2$ , 斜长 215m。

#### 4、水平划分及标高

由于Ⅶ上煤层和Ⅶ中煤层间距约 6~10m, 设计采用一个水平开拓全井田, 主水平设在Ⅶ上煤层(即上部煤层), 水平标高+990.0m。该矿Ⅶ上煤层和Ⅶ中煤层平均间距 6.38m。Ⅶ上煤层在大巷东侧赋存较厚, 平均 1.26m, 其大巷西侧 0.8~1.0m; Ⅶ中煤层厚平均 0.73m。

#### 5、开拓大巷布置

设计井下三条大巷在井田中央布置, 向南掘进至井田边界。采用大巷两翼布置条带工作面进行回采。

主大巷、辅运大巷、回采大巷均沿Ⅶ上煤层布置(即上部煤层), 主运大巷与辅运大巷之间联通。首采Ⅶ上煤层工作面时, 其原煤通过皮带运输顺槽溜煤眼转载至Ⅶ上煤层的主运大巷, 然后从斜井皮带机出地面, 大巷布置见图 1.3-7。

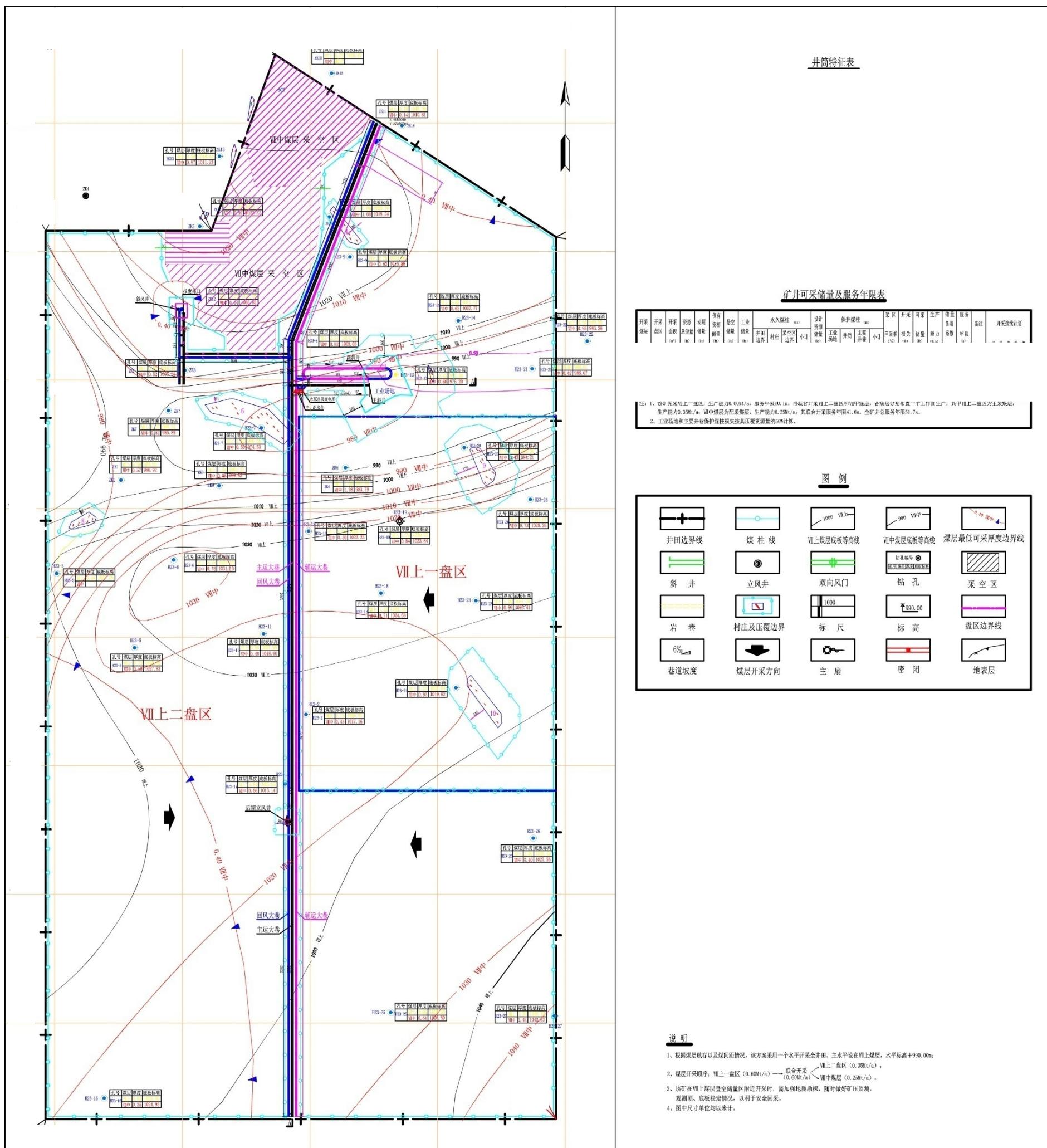


图 1.3-5 井田开拓方式平面图

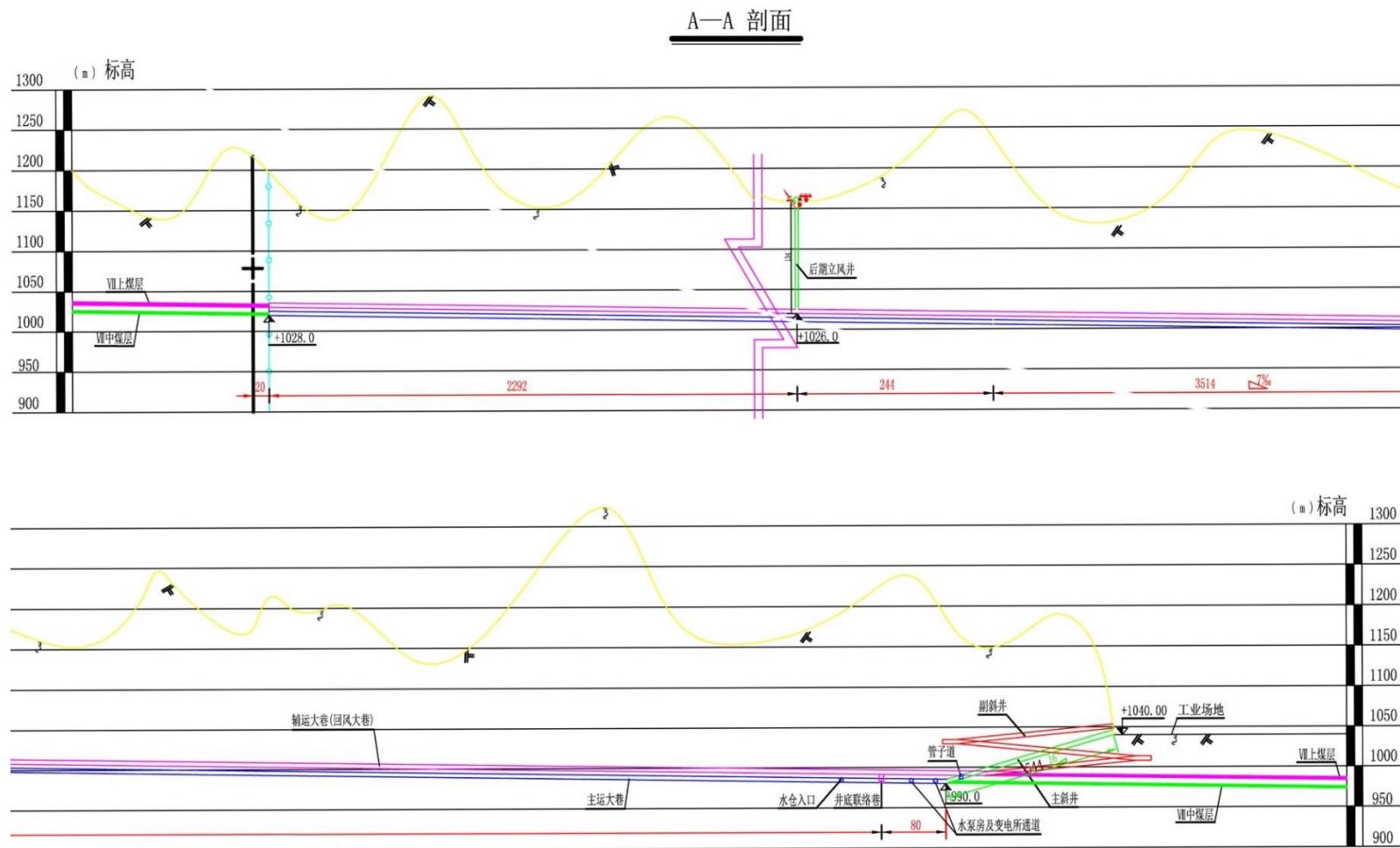


图 1.3-6 井田开拓剖面图

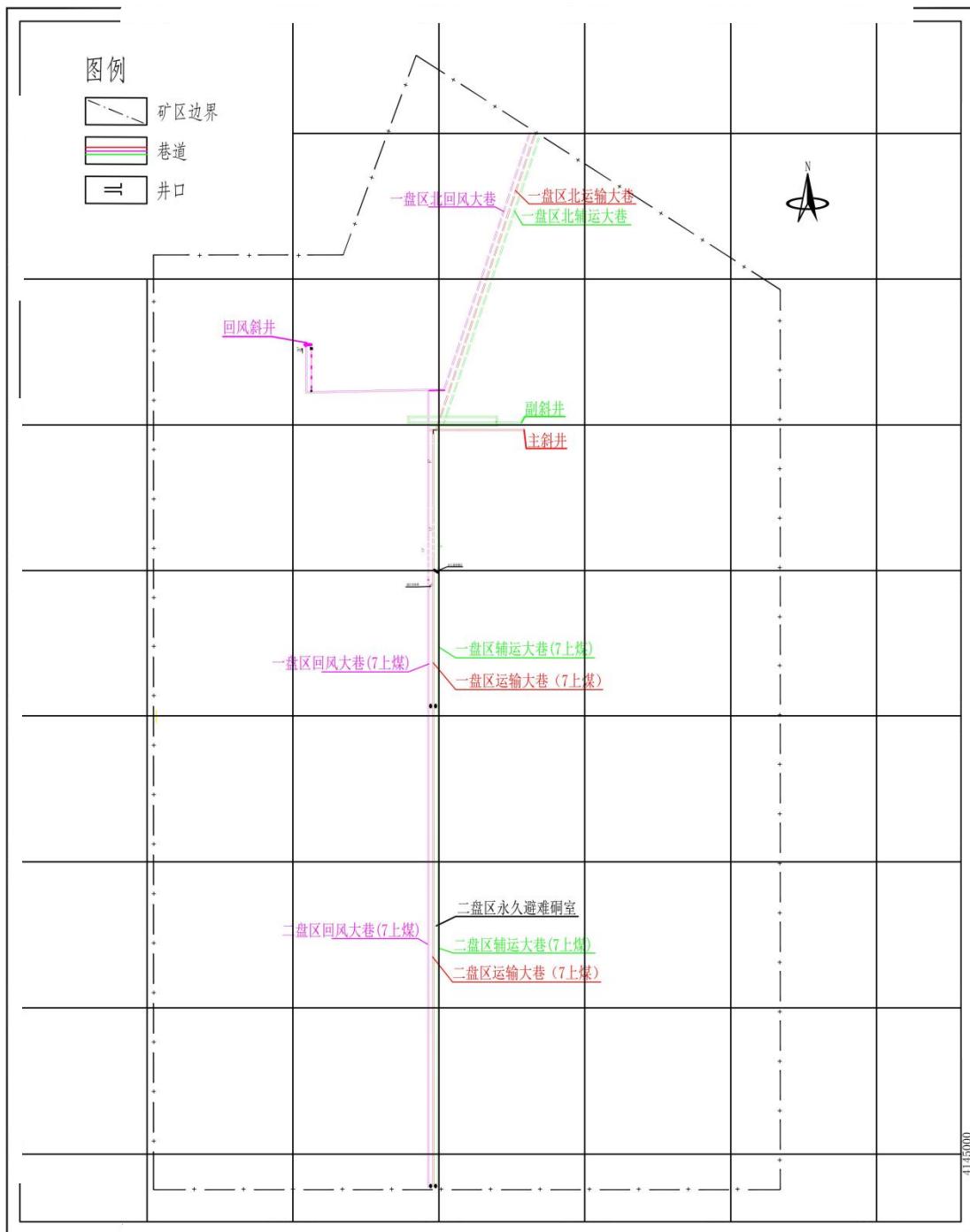


图 1.3-7 开拓大巷布置图

## 6、盘区划分及开采顺序

考虑到煤层储量分布情况，确定VII上煤层划分为两个盘区，一盘区位于主斜井南侧，为矩形状，其储量稳定，煤层较厚，运输距离近，生产能力 0.60Mt/a。VII上煤层其余部分划为二盘区。设计VII中煤层不划分盘区。

先采VII上一盘区 (0.60Mt/a)，开采 10.1a 时，接续联合布置开采VII上二盘区和VII中煤层 (主采VII上二盘区 0.35Mt/a，配采VII中煤层 0.25Mt/a)。

设计两层煤的采煤工作面均沿大巷两翼布置，进行后退式回采。总的开采顺序为由近及远，即整体推进方向由北向南。盘区接续计划见表 1.3-3。

表 1.3-3 盘区开采接续计划表

煤层	开采盘区	可采储量 (Mt)	生产能力 (Mt/a)	服务年限 (a)	开采时间					
					10	20	30	40	50	60
VII上	一盘区									
VII上	二盘区									
VII中										
合计										

注：数据取自《矿产资源开发利用方案》。

## 7、采煤方法与工艺

选用走向长壁后退式采煤方法，综采采煤工艺。采用一次全高，采煤机割煤，液压支架护顶板，全部垮落法管理采空区顶板。

## 8、首采区

首采区为一盘区，首采工作面为 17101 工作面，布置在主斜井南侧，一盘区北部。

## 9、工作面参数

### （1）工作面长度及年推进长度

VII上煤层一盘区为首采区，工作面长度 150m，年推进度为 2376m。

### （2）工作面采高

VII上煤层一盘区首采工作面采高 1.5m。

VII上煤层二盘区工作面采高 0.8 m，VII中煤层工作面采高为 0.7m。

## 10、安全煤柱留设

以下计算参数取自于《矿产资源开发利用方案》。

### （1）工业场地、风井场地煤柱

采用垂直剖面法计算，按Ⅱ级围护带保护，围护带宽度 15m，松散层移动角取 45°，基岩移动角取 71° 进行计算。

计算公式： $L_{\text{安}} = W + d_1 \operatorname{ctg} 45^\circ + d_2 \operatorname{ctg} 71^\circ$

工业场地：围护带宽度 15m，松散层厚度 120m，上覆基岩厚度 70m，保护煤柱宽度 160m。

风井场地：围护带宽度 15m，松散层厚度 12m，上覆基岩厚度 55m，保护煤

柱宽度 50m。

经计算，工业场地保护煤柱按 160m 留设，风井场地保护煤柱按 50m 留设。

### （2）村庄保护煤柱

村庄保护煤柱留设 45~170m，村庄计算的保护煤柱宽度沿调查的村庄边界外推留设村庄保安煤柱。煤矿仅对北侧九河坪村、崖窑坪村留设煤柱，其余村庄均采前搬迁。

### （3）井筒保护煤柱

井筒两侧留设保护煤柱 40m。

（4）大巷保护煤柱：大巷中间及两侧各留设保护煤柱 30m。

（5）井田边界煤柱：留 20m。

（6）盘区边界煤柱：留 10m。

（7）采空区边界煤柱：留 30m。

## 四、矿山开采历史及现状

### （一）开采历史

#### 1、整合前永兴煤矿

参与整合的有两个煤矿。一为子洲县槐树岔煤矿，矿区范围约 1.20km<sup>2</sup>，该矿属县办国有矿山，始建于 1964 年，生产能力 3 万吨/年，采用斜井开拓，原矿区范围内资源经 40 多年开采已枯竭，其开采范围与整合区北界邻近。另一为子洲县永盛联办煤矿，矿区面积约 0.70km<sup>2</sup>，该矿 1986 年建井，生产能力 3 万吨/年，采用斜井开拓。

原子洲县永盛联办煤矿和槐树岔煤矿均采用房柱式炮采，采 6m 留 8m，下运输主要以防爆无轨胶轮车为主，机械通风、排水，矿灯照明。矿井瓦斯含量极微，未发生过煤尘和瓦斯爆炸事故。属低瓦斯矿井。

VII 中煤层直接顶板主要为粉砂岩及细粒砂岩，老顶主要为中粗粒砂岩及细砂岩，次为厚度较大、层理不明显的粉砂岩，属中等坚硬稳定型顶板。底板以泥岩为主，粉砂岩次之，无冒顶底鼓现象。

整合前槐树岔煤矿原办公场地租用村民房屋租用村民房屋，整合后已将房屋交还村民使用，工业场地现改造为永兴煤矿的风井场地，主、副斜井改造为回风斜井，风井井筒已永久封闭。

整合前永盛联办煤矿原办公场地租用村民房屋租用村民房屋，整合后已将房屋交还村民使用，工业场地为井口前侧空闲用地，房屋租用村民房屋，未自建地面工程，主、副斜井、回风井已封闭，于上期《方案》适用期通过 2023 年度验收（附件 13）。

整合前槐树岔及永盛联办煤矿开采情况详见表 1.4-1，各煤矿开采范围见图 1.4-1。

**表 1.4-1 整合前槐树岔及永盛联办煤矿开采情况汇总表**

煤矿名称	开采时间	开采方法	开采煤层	井口封堵情况	地面工程情况	矸石场地复垦情况
子洲县槐树岔煤矿	1964 年—2011 年	房柱式炮采	VII 中煤层	主、副斜井本次改造为回风斜井，风井井筒已永久封闭。	原办公场地租用村民房屋，整合后已将房屋交还村民使用，工业场地现改造为永兴煤矿的风井场地	已复垦，风井场地北侧
子洲县永盛联办煤矿	1986 年—2011 年	房柱式炮采	VII 中煤层	主、副斜井、回风井已封闭，于上期《方案》适用期通过 2023 年度验收	原办公场地租用村民房屋，整合后已将房屋交还村民使用，工业场地为井口前侧空闲用地，房屋租用村民房屋，未自建地面工程	已复垦，风井场地北侧

## 2、整合后永兴煤矿

2011 年 2 月 23 日陕西省国土资源厅以陕国土资矿采划〔2011〕23 号文《关于划定子洲县永兴煤矿（H23 整合区）范围的批复》划定了矿区范围。整合区由原子洲县永盛联办煤矿和槐树岔煤矿整合扩大而成，整合后由 6 个拐点构成。

永兴煤矿于 2013 年 8 月正式开工建设，2014 年 5 月因煤炭市场低迷、建设资金不足而停建，在此期间完成主斜井 100m、副斜井 140m。2017 年 9 月矿井复工复产，2018 年 4 月因采矿证到期而停建，2019 年 8 月进行复工复产，2022 年 6 月底矿井建完，截至 2022 年 8 月，由于矿权人变动及矿井建设，煤矿整合后一直处于停产状态，2022 年 8 月开始联合试运转，2023 年 8 月取得陕西省自然资源厅颁发的采矿许可证，转为生产矿井，2023 年 9 月正式进入生产阶段。永兴煤矿在此期间一直进行 VII 上煤层开采，截至 2024 年 12 月底已完成 17101、17103 工作面回采，17105 工作面推采约 75m。

目前共存在两处采空区，分别是采空区 CK1 和 CK2，采空区基本情况表见表 1.4-2，图 1.4-1。

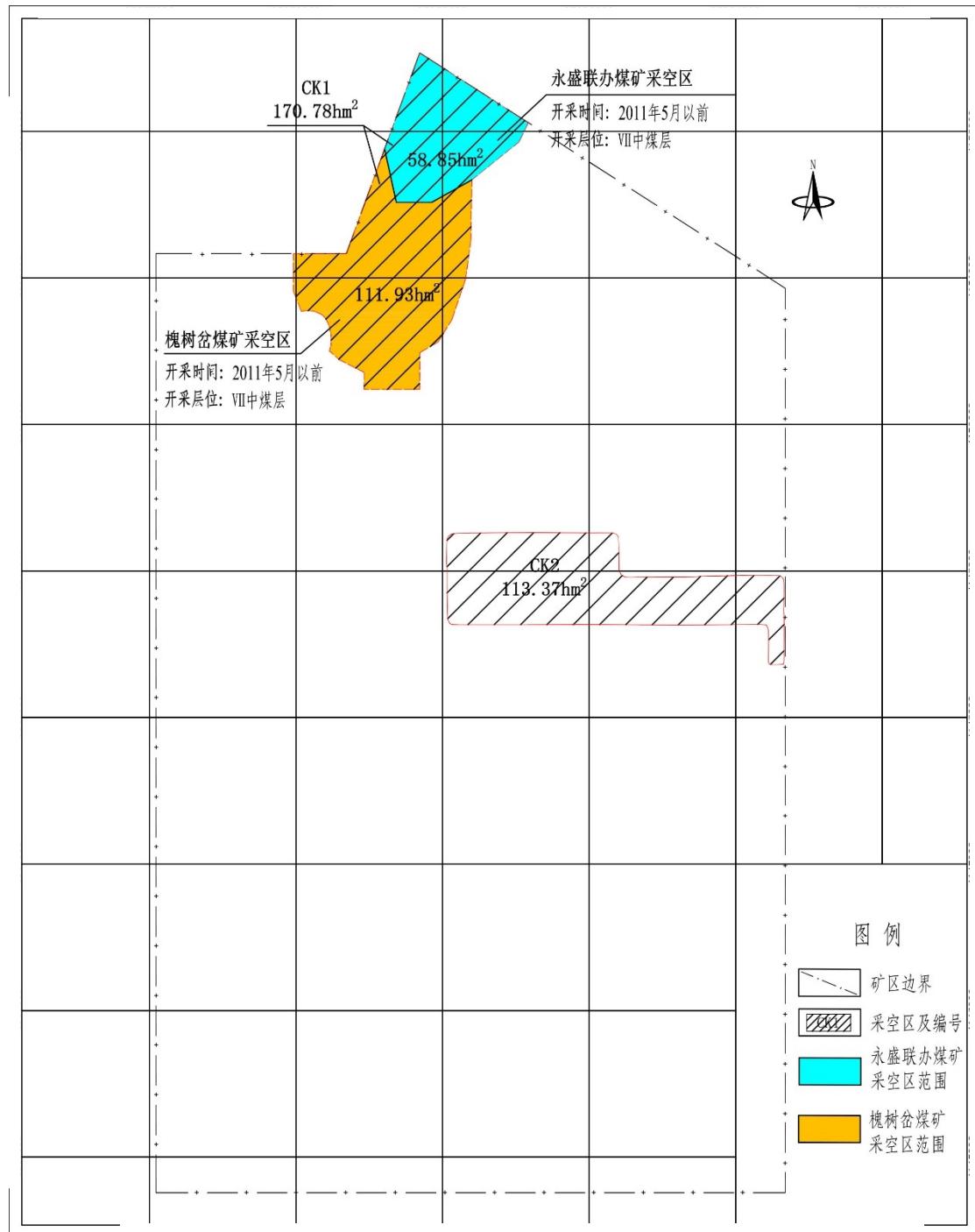


图 1.4-1 采空区分布图

永兴煤矿是由子洲县槐树岔永盛联办煤矿与槐树岔煤矿两个整合而成的，整合区由原“子洲县永兴煤矿”单井整合扩大而成，采空区 CK1 为整合前子洲县槐树岔永盛联办煤矿与槐树岔煤矿开采形成的采空区，面积  $1.7078\text{km}^2$ ，采煤方法为房柱式采煤法，开采煤层为Ⅶ中煤层，调查核实，Ⅶ中煤层采空区采高  $0.64\sim0.8\text{m}$ 。

采空区 CK2 为 2022 年 8 月至 2024 年 12 月开采形成，面积  $1.1337\text{km}^2$ ，采煤方法为长壁后退式综采，区域整体为 3 条近东西向工作面组成，为矿山开采Ⅶ上号煤层，开采煤层厚度  $0.42\sim2.35\text{m}$ ，平均厚度  $1.26\text{m}$ ，平均开采深度  $160\text{m}$  左右。

表 1.4.2 采空区基本情况表

名称	开采时段	采煤方法	开采煤层	采厚	面积
CK1	2011 年 5 月以前	房柱式采煤	Ⅶ中煤层	$0.64\sim0.8\text{m}$	$1.7078\text{km}^2$
CK2	2022 年 8 月-2024 年 12 月	长壁后退式综采	Ⅶ上煤层	$0.42\sim2.35\text{m}$	$1.1337\text{km}^2$

## （二）开采现状

根据永兴煤矿开采接续情况，截至 2024 年 12 月底，已完成 17101、17103 工作面回采，17105 工作面推采约  $75\text{m}$ 。近期 5 年（2025~2029 年）接续开采Ⅶ上煤 17105、17107 两个工作面，近期回采工作面接续见表 1.4-3，近期开采工作面位置见图 1.4-2。

表 1.4.3 近期回采工作面接续安排表

煤层	工作面	2025 年	2026 年	2027 年	2028 年	2029 年
Ⅶ上煤	17105					
	17107					

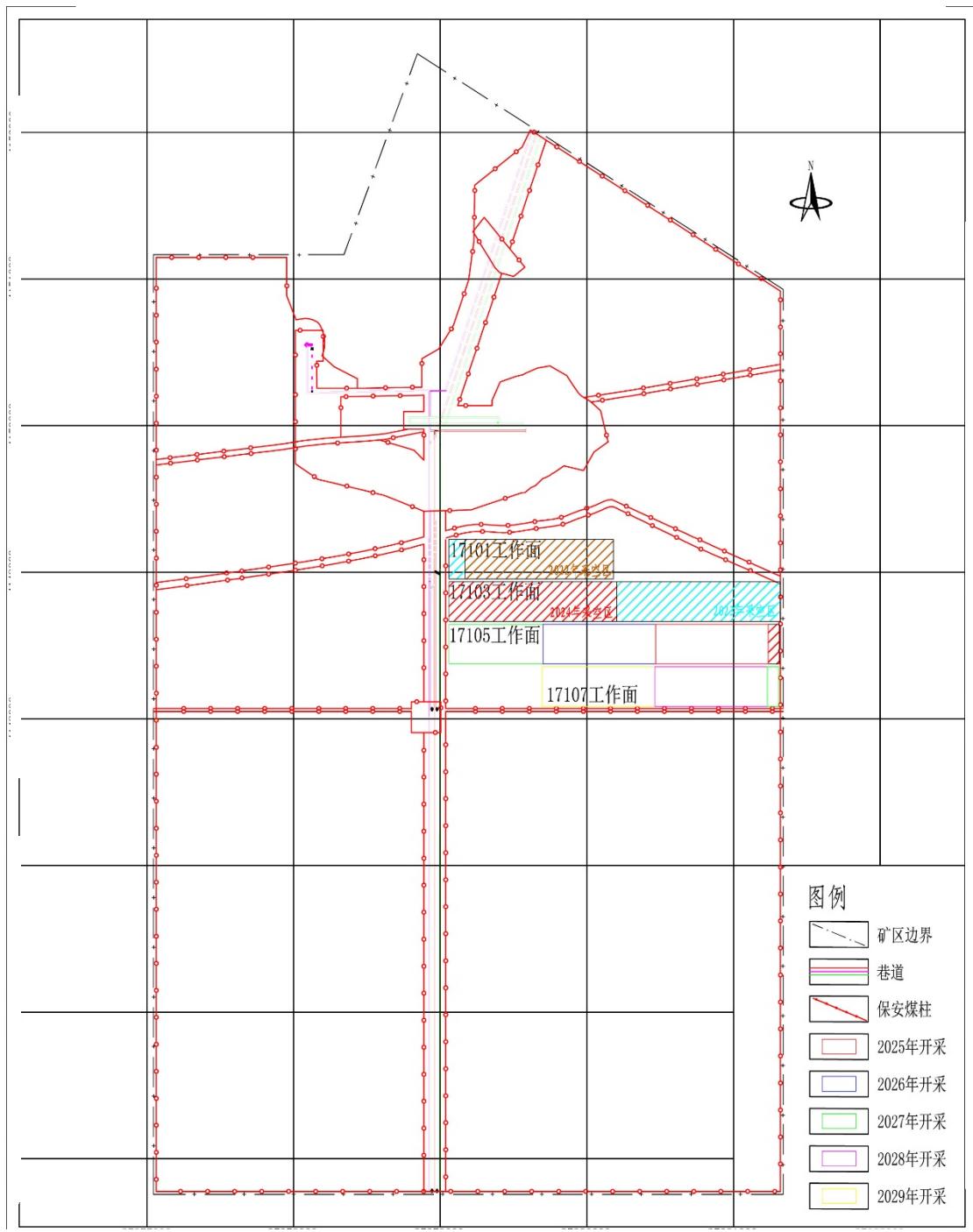


图 1.4.2 近期开采工作面位置图

### (三) 矿山地质环境现状

经调查,地面工程工业场地、风井场地、进场道路道路均已建成,地面工程总占地 17.91hm<sup>2</sup>,其中部分工业场地为永久性建设用地,其余均为临时用地,土地类型为采矿用地、旱地、林地、草地、交通运输用地及其他土地,对土地造成的损毁类型主要为压占损毁。

经现场调查,评估区现有不稳定地质体7处,分别为采空塌陷隐患(CK1)、滑坡(ZD013)、滑坡(ZD014)、不稳定斜坡(ZD108)、不稳定斜坡(ZD109)、泥石流隐患(N1)、地面塌陷(TX1)。

采空塌陷隐患(CK1)发育程度弱,危险性小,危害程度小;滑坡(ZD013)、滑坡(ZD014)、不稳定斜坡(ZD108)、不稳定斜坡(ZD109)均为在册灾点,发育程度弱,危险性小,危害程度小,现场已立警示公示牌,防治主体责任人为槐树岔乡人民政府;矿区泥石流(N1)属轻度易发泥石流,发育程度弱,危险性中等;地面塌陷(TX1)危害程度中等,危险性中等。

## 第二章 矿区基础信息

### 一、矿区自然地理

#### （一）气象

本区属大陆性季风气候，四季分明。春季干旱多风；夏季炎热多雨，盛行偏南风；秋季降温迅速；冬季寒冷干燥，冬春盛行偏北风。

据子洲县气象局资料，多年平均气温 9.6℃，极端最高气温 38（1981 年 5 月 7 日），极端最低气温-24.8℃（1984 年 12 月 24 日），平均最大日温差 16.0℃；最大冻土深度 115cm；子洲县早霜始于 9 月 18 日，晚霜终于 5 月 28 日，全年平均无霜期 145 天，最少年份 126 天。

本区地处 400mm 降水量的边缘地带，降水量较少，年蒸发量大于降水量，易遭遇干旱、冰雹、沙尘暴等气象灾害。多年平均降水量 451.7mm（1981—2024 年），年最大降水量 654mm（2009 年），年最小降水量 248.7mm（1999 年），极端降水量发生在 2017 年 7 月 25 日，最大 24 小时降雨量达到 234 毫米，年际降水分配不均。2024 年全年平均气温 12℃，最高温度 30℃，最低温度-14℃，2024 年气温趋势见图 2.1-1。

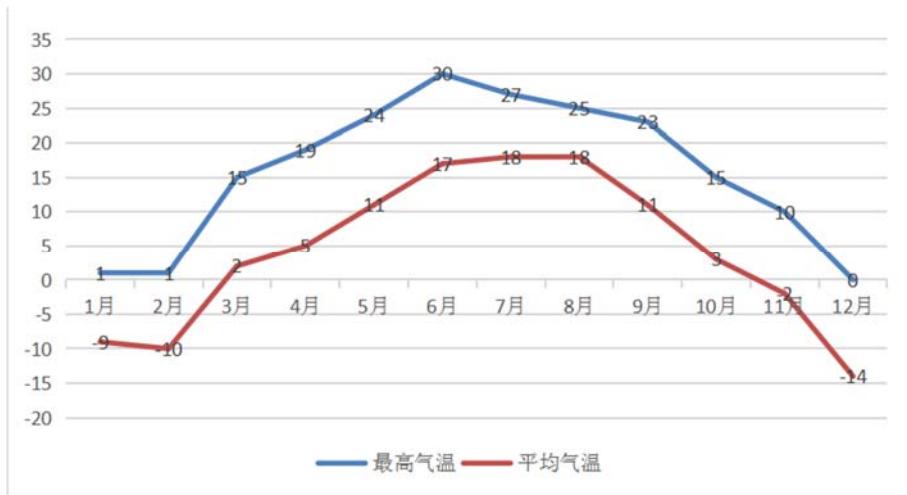


图 2.1-1 2024 年全年气温趋势图

由于受季风影响明显，降水量年内时空分布也很不均衡。时间上，年内降水量变化很大，降水主要集中在 6—9 月份，占总量的 75%（年降水量分布见图 1.2-2），月最大降水量 296mm（1977 年 8 月）。6—9 月又以 7 月份降水量最多，平均为 103.2mm，约占总量的 24%。历年降水量强度差异很大，如 7 月份最大降

水量 249.2mm（1978 年），最小仅为 25.9mm（1983 年）。元月份降水量最小，平均仅为 2.0mm。本区暴雨日数不多，平均 5 年 4 遇，即年平均 0.8 次，年暴雨最多次数 4 次，但降水强度却很大，如 1977 年 8 月 5 日 24 小时内降水达 150mm，同日内一小时最大降水量达 49.2mm，十分钟最大降水量达 21mm。全年大于 0.1mm 的降水天数有 70 天，大于 10mm 的降水天数有 12 天，大于 25mm 的降水天数仅 3 天。

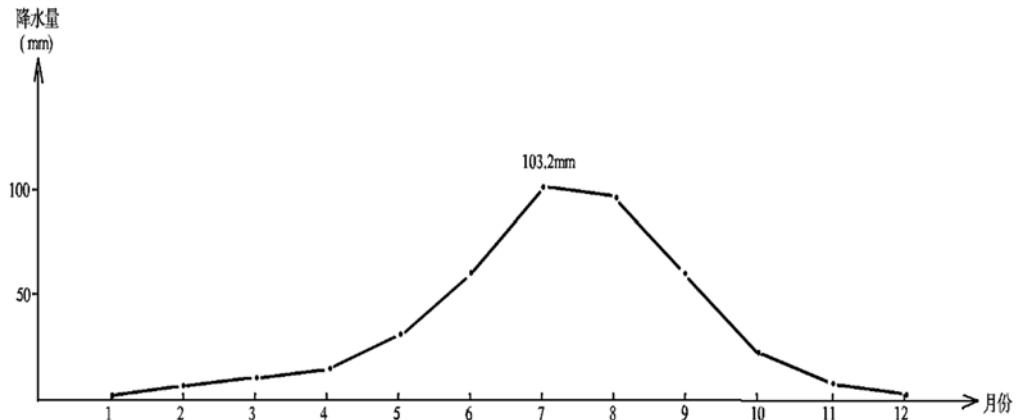


图 2.1-2 年降水量分布曲线图

## （二）水文

矿区属于黄河流域，井田内槐树岔沟为黄河水系二级支流大理河的支流（图 2.1-3），该沟在崖窑坪分为东、西二支，东支沟称为曹家河沟，西支沟在黄蒿梁又分为二支沟，其中中间支沟为仓峁沟，西支沟为主支流。井田范围内主要为槐树岔沟及其两条支沟曹家河沟和仓峁沟。槐树岔沟发源于子长县涧峪岔镇浩则岩村，槐树岔沟全线长约 21km，流域面积 123.8km<sup>2</sup>，沟道比降 10.80%，多年平均流量为 0.20m<sup>3</sup>/s，自南往北流经大堡岔村注入大理河。大理河四季流水，平均流量 6m<sup>3</sup>/s，大理河由西向东流入无定河，后汇入黄河。

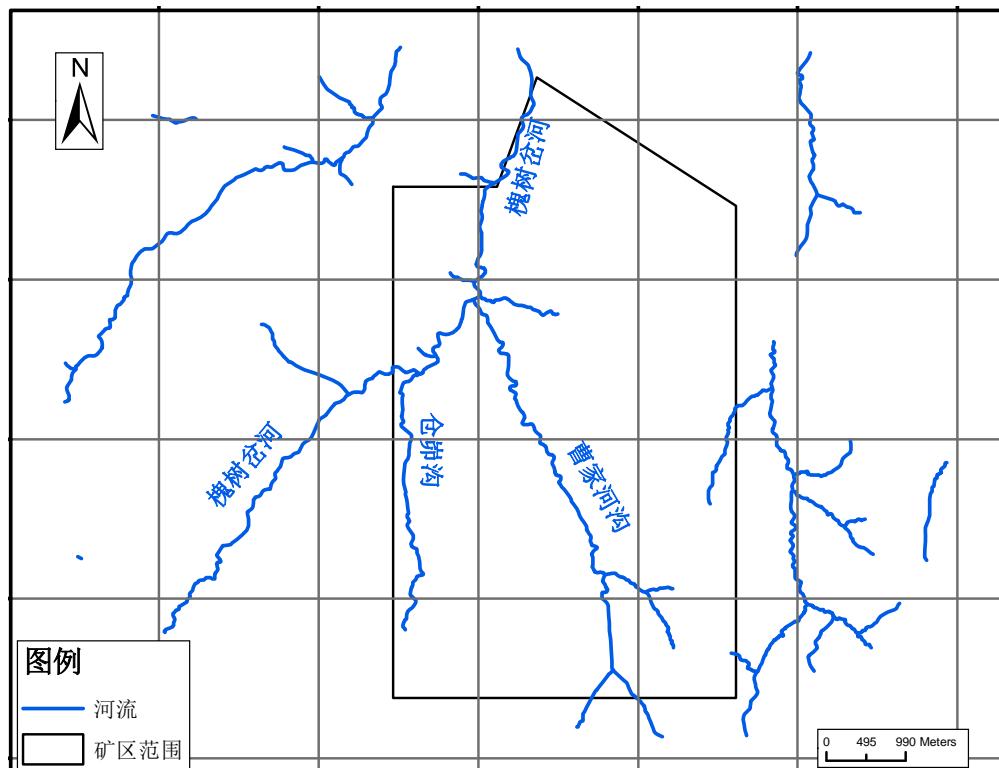


图 2.1-3 水系分布图

### （三）地形地貌

矿区地处陕北黄土高原北部，毛乌素沙漠东南缘，属黄土丘陵地貌单元。沟壑纵横，地形破碎，地表植被稀疏，为典型的黄土梁峁沟壑地貌。地质构造单元处于陕北台凹中北部，为一向北西缓倾的单斜构造，无大的断裂构造通过，区域稳定性好。整合区内地层岩性较单一，岩体结构多为厚层状，岩体具各向异性，强度变化大。可采煤层顶板多属较坚硬的层状岩类，稳定性较好；底板有几十公分的泥岩，之下为细砂岩，稳定性较差。工程地质勘探类型为层状岩类简单型矿床。矿区无其他工矿企业，环境地质状况良好。区内最高处在东南角高焉村附近，标高 1320m，最低处位于北部边界的槐树岔沟沟底，标高 1040m，相对最大高差 280m。项目区地形图见 2.1-4。

矿区范围内主要地貌单元类型有黄土梁峁和沟谷地貌：

黄土梁峁为主要的地貌单元，组成物主要是粉质黏土、粉土，且以黏土为主。坡面平缓区为耕田，其余主要为林区和草地。面积约 26.06km<sup>2</sup>，约矿区面积的 89%。（照片 2.1-1）

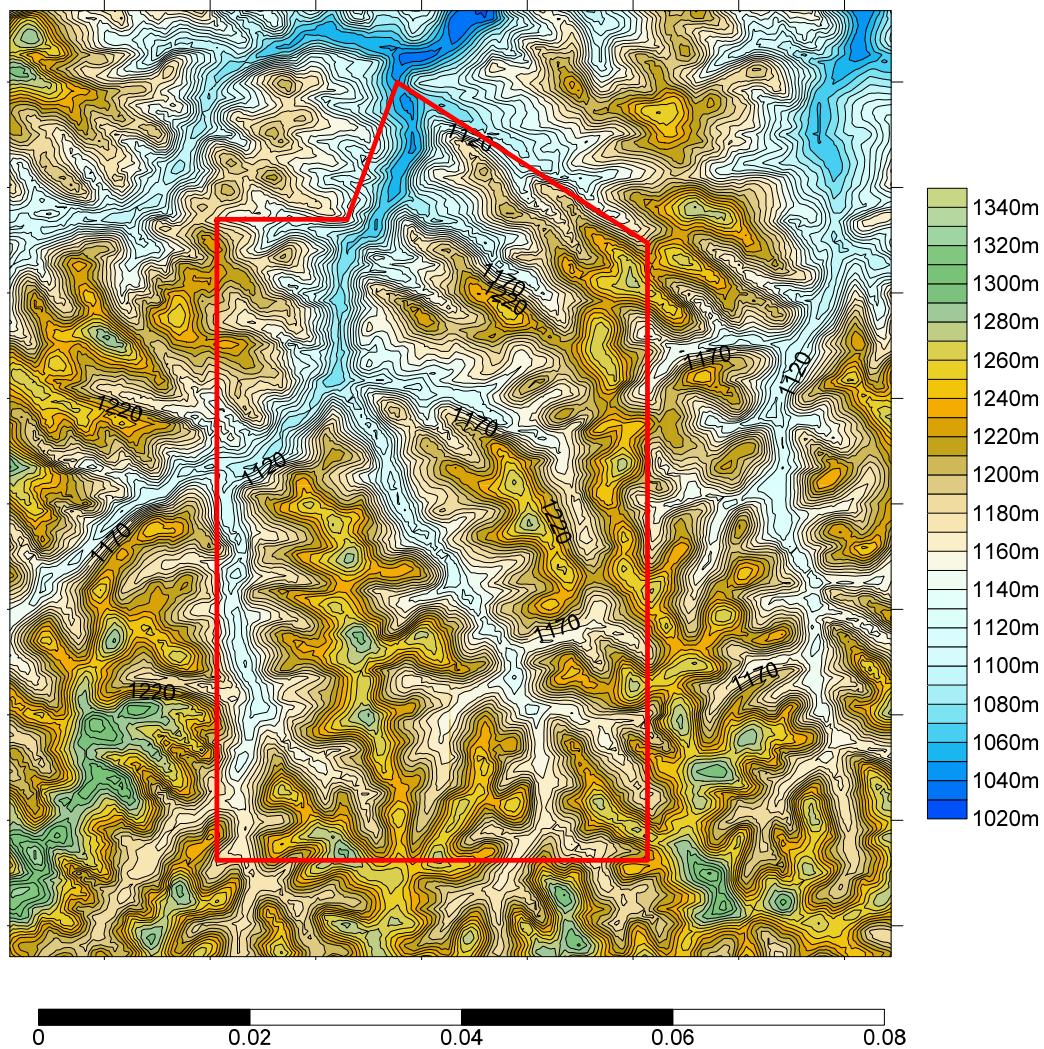
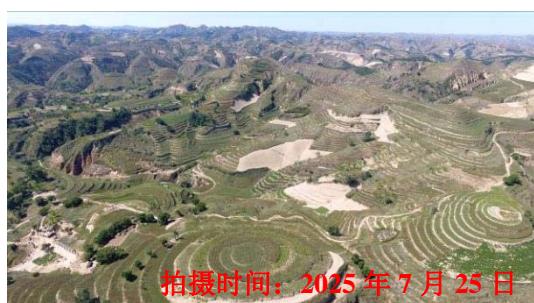


图 2.1-4 项目区地形图

沟谷地貌主沟沿东西向展布，沟谷两侧基岩断续出露，沟底开阔地带形成一级阶地和河床漫滩。河床漫滩主要分布于大沟沟底，高于河床约 1~2m 左右，漫滩平缓，与河床以陡坎形式连接，由第四系全新统冲积层组成；一级阶地主要由第四系全新统冲积层组成。面积约 3.22km<sup>2</sup>，约矿区面积的 11%。（照片 2.1-2）。



照片 2.1-1 黄土梁峁地貌（镜向 SE）



照片 2.1-2 沟谷地貌（镜向 NE）

#### （四）植被

评价区植被条件较好，以半干旱旱生灌草丛为主，植被类型较为单调。结合评价区内植被种类分布具体情况，将评价区的植被类型分为辽东栎林、杨、槐、桦、榆落叶阔叶林；白刺花、柠条、沙棘、杠柳、山杏、虎榛子灌丛；长芒草、茭蒿、铁杆蒿草丛。

适宜人工种植的植物有樟子松、刺槐、杨树、紫穗槐、紫花苜宿、柠条、沙棘、草木樨和油松等（照片 2.1-3、2.1-4），作物有玉米、豆类、糜子、谷子等（照片 2.1-6）。项目区内的植被覆盖度较高，为 45% 以上，草本平均高度为 60cm，木本平均高度 4.5m，郁闭度可达 80%。



拍摄时间：2025年4月8日



拍摄时间：2025年4月8日

照片 2.1-3 刺槐（镜向 SW）

照片 2.1-4 柳树（镜向 SE）

#### （五）土壤

该区地处黄土丘陵区，土壤类型主要有黄绵土和红土。

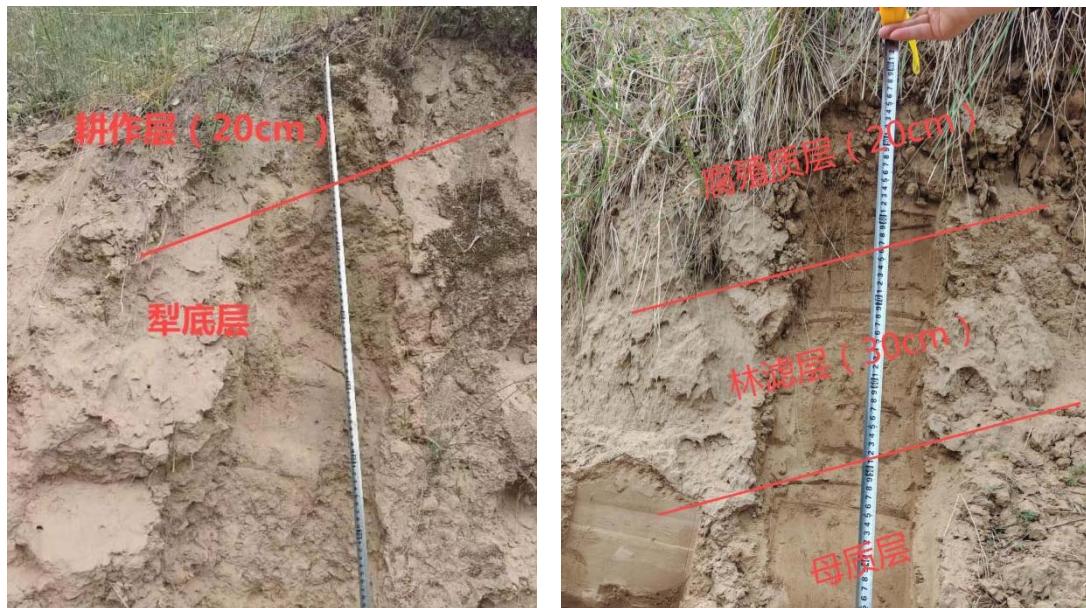
黄绵土是在黄土母质上发育的耕种土壤。黄土的性态对绵土的形成以及土壤性质影响很大，黄土质地均一，其颗粒组成主要是细砂粒、粉粒与粘粒三级，其中以粉粒为多。黄绵土由于水热条件的限制，矿物风化较差，粘化作用也很弱，与母质比较，土壤中增加的粘粒不多，土体中的石灰，在成土过程中有一定程度的淋溶和淀积，但因黄土层疏松深厚，没有形成明显的钙积层。

红土主要分布在坡度较大、土壤侵蚀严重的梁峁坡地、沟沿、土崖及沟坡地上。该土一般含有新生体，如石灰菌丝、石灰结构、铁锰胶膜等。

在复垦区拟开采区域选取耕地、林地、草地，典型土壤剖面见照片 2.1-5～照片 2.1-7。



照片 2.1-5 黄绵土（林地）（镜像 SW）



照片 2.1-6 黄绵土（耕地）（镜向 SE）

照片 2.1-7 绵土（草地）（镜向 NE）

矿区土壤土壤剖面基本上由表土和底土两个层段组成，全剖面土壤质地、颜色、结构基本上与成土母质相似，上下层无明显过渡。由于黄土所处的地形部位、坡度、人类经营措施等直接影响到土壤侵蚀、堆积和成土过程的强弱，土壤中水、肥、气、热状况随着也发生变化。通过对 17103 工作面（坬郿村北部采空区）土壤进行检测分析，测试化验数值见表 2.1-1。

表 2.1-1 项目区土壤性态特征表

土地利用类型	表土层厚度(cm)	土壤质地	有机质(%)	全氮(%)	全磷(%)	PH 值
耕地	15-55	砂壤、轻壤	0.6899	0.0361	0.132	8-9
林地	10-25	砂壤、中壤	0.5521	0.0421	0.1118	8-9
草地	10-20	砂壤、轻壤	0.5408	0.0231	0.1162	8-9

由测试化验指标可知，项目区耕林草地有机质严重缺乏，氮含量也极低，磷含量偏低，因此后续复垦过程中考虑选用氮含量高的商品有机肥。

## 二、矿区地质环境背景

### （一）地层岩性

整合区地表除中部槐树岔沟及西北部较大沟谷两侧有基岩出露外。其余部分均被松散层所覆盖，依据地质填图及钻孔揭露，本区地层由老至新依次为：三叠系上统永坪组（T<sub>3</sub>y）、瓦窑堡组（T<sub>3</sub>w），新近系上新统静乐组（N<sub>2</sub>j），第四系中更新统离石组（Q<sub>2</sub>l）及全新统冲积层（Q<sub>4</sub>）。地层柱状图见图 2.2-1。现由老至新分述如下：

#### 1、三叠系上统永坪组（T<sub>3</sub>y）

该组地层为三叠系瓦窑堡组含煤地层的沉积基底，区内仅在 3 个施工的钻孔中揭露但未穿透，揭露厚度大于 20m。岩性以灰绿、灰白色细、中粒长石石英砂岩为主，夹粉砂岩及泥岩薄层。

#### 2、上三叠系瓦窑堡组（T<sub>3</sub>w）

该组地层为本区的含煤地层，连续沉积于永坪组之上。根据本次钻孔揭露，一般厚度为 370m 左右，总体趋势表现为南部薄，向西北部逐渐增厚，根据沉积旋回、岩煤组合特征及物性特征，将该组地层划分为 4 个旋回，自下而上依次编为一～四段，每段各含一个煤组。可采煤层赋存于旋回顶部，为瓦窑堡组各段的分界界面，亦是各岩段主要聚煤作用之处。现将各段特征自下而上分述如下：

#### （1）第一岩性段（T<sub>3</sub>w<sup>1</sup>）

该段地层自瓦窑堡组底部至 I 号煤层顶面，整合区地表未出露，仅在钻孔中见及。根据本次钻孔揭露，该段厚度一般约 45 m 左右。

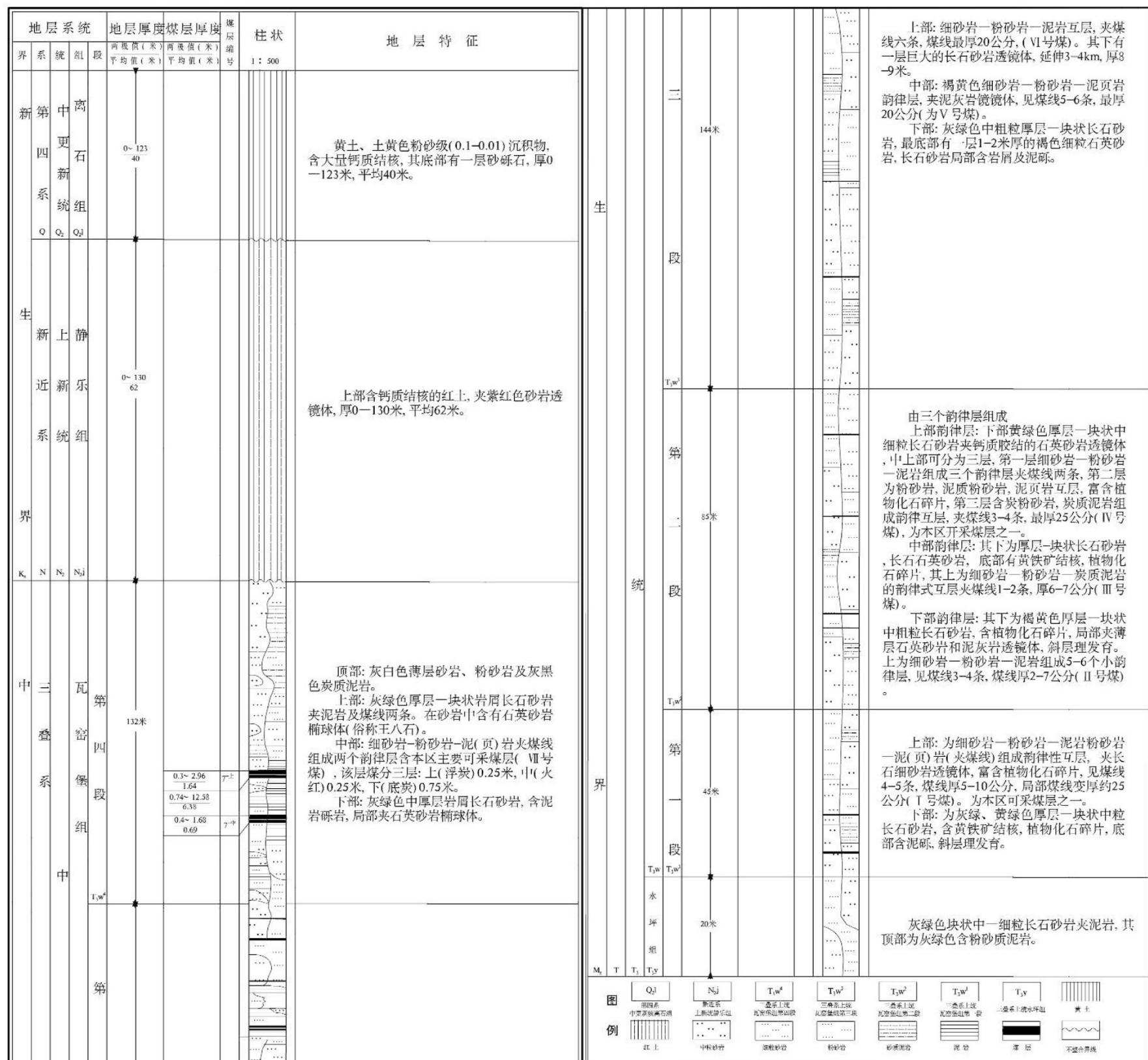


图 2.2-1 地质综合柱状图

本段地层底部岩性以黄绿色、灰绿色厚层—块状中粗粒和石砂岩为主，次为含有黄铁矿结核（风化后为褐铁矿），富含泥砾及植物化石碎片，砂岩中斜层理交错层甚为发育，中—薄层层状构造，该段不含可采煤层，见薄煤线。

### （2）第二岩性段（ $T_3w^2$ ）

该段地层自 I 号煤层顶面至IV号煤层顶面，整合于第一岩性段之上，整合区地表未出露，本次钻孔揭露厚度约 85m 左右。为一套夹有煤线的砂泥岩互层，由三个较大的韵律组成，每个韵律层又由若干小韵律组成。

下部韵律层厚 35m 左右，其下部为灰绿色、黄绿色块状中粗粒长石砂岩，夹有石英砂岩薄层或透镜体及泥灰岩透镜体，砂岩一般为钙质胶结，含植物化石碎片及泥砾；上部为细砂岩—粉砂岩—泥页岩（夹煤线）组成的韵律式互层，可见煤线 3~4 条（II 号煤层），靠上部还夹有 0.5m 厚的泥灰岩薄层或透镜体。

中部韵律层厚 20m 左右，其下部为黄绿色厚层—块状长石砂岩、长石石英砂岩、黑云母石英砂岩，一般为钙质胶结，含有黄铁矿结核（已风化），交错层发育，底部富含植物化石碎片；上部为细砂岩—粉砂岩—碳质泥岩（夹煤线）的韵律式互层，有 1~2 个韵律，可见煤线 1~2 条（III 号煤层）。

上部韵律层厚 30m 左右，下部为黄绿色、灰绿色中—细粒长石砂岩、长石石英砂岩；上部为一套粗粉砂岩—泥质粉砂岩—泥页岩（夹煤线）的韵律式互层，总的特征是粒度较细，可见 5~6 条煤线（IV 号煤层）。

### （3）第三岩性段（ $T_3w^3$ ）

该段地层自IV号煤层顶面至VI号煤层顶面，根据本次钻孔揭露，该段厚度一般约 144 m 左右。为一套夹煤线（或煤层）的砂泥岩互层，其中夹有巨大的砂岩透镜体。

下部厚约 55m 左右，为灰绿—黄绿色中粒长石砂岩—长石石英砂岩，块状构造，局部含有岩屑及泥砾，其底部为厚 1~2m 较稳定的褐色石英砂岩。

上部厚约 89m 左右，为夹有巨大的长石砂岩透镜体的砂泥岩互层；砂岩透镜体下部为一套黄褐色细砂岩—粉砂岩—泥页岩夹煤线的韵律式互层，细砂岩为长石石英砂岩和石英砂岩，在该层中还夹有泥灰岩透镜体，长 2~3 m，厚 0.5 m，在泥页岩中夹煤线 5~6 条（V 号煤）；砂岩透镜体上部为一套砂泥岩互层，由

细砂岩—粉砂岩—泥页岩夹 3~6 条煤线（VI号煤）组成的韵律式互层，夹有泥灰岩透镜体（0.5×10 m），在顶部泥岩中可见菱铁矿薄层或结核（已氧化），共夹有煤线 3~6 条。

该段地层与其下第二岩性段为冲刷接触。在第二岩性段之顶部有个冲刷面、凹凸不平，而且该段底部有第二岩性段上部泥岩之砾石及煤屑，由于冲刷结果，故使第二岩性段顶部之煤层有时直接以该段底部之石英砂岩为顶板。

#### （4）第四岩性段（T<sub>3</sub>w<sup>4</sup>）

该段地层自 VI 号煤层顶面至至瓦窑堡组顶面，该段整合于第三岩性段（T<sub>3</sub>w<sup>3</sup>）之上，本区较大沟谷中局部有出露，据本次钻孔揭露，地层厚度约 132m 左右，

该段地层为本区主要含煤岩系，含 VII 号煤组，其下部为灰褐、黄褐色中细粒或中粗粒长石砂岩，之上为灰色、灰绿色粉砂岩，泥质粉砂岩，深灰色、黑色泥岩，含碳泥岩及 VII 下煤层，厚 1.5~16m；中部下为灰黄色中粗粒长石砂岩，之上为灰色粉砂岩、细砂岩、泥质粉砂岩、含砂泥岩，深灰色、黑色泥岩及 VII 中、 VII 上煤层，在北部局部夹有砂质岩透镜体，厚度 13~20m，在中部 VII 中与 VII 上两煤层间距增大；上部为黄绿色中细粒长石砂岩、灰色细砂岩、泥质粉砂岩、深灰色泥岩，深灰色泥岩中夹有煤层。

##### 3、新近系上新统静乐组（N<sub>2</sub>j）

本区内各支沟沟脑，各沟谷上游两侧或大面积分布于山顶及分水岭，厚度 0~130m，平均厚度 62m，变化较大。岩性为浅红色、棕红色黏土、粉质黏土，含大量不规则状钙质结核。钙质结核呈层分布。底部局部发育一层厚度 1~3m 的砾石层，不稳定，本组地层中前人曾发现三趾马及其它动物骨骼化石，因而又称之为“三趾马红土”。其与下伏瓦窑堡组不整合接触，之上多被中更新统离石组覆盖，两者间呈角度不整合接触关系。

##### 4、第四系（Q）

###### （1）中更新统离石组（Q<sub>2</sub>）

该组地层在区内梁峁之上呈片状，云朵状分布，一般厚度 40m。厚度变化较大，岩性以土黄色、棕黄色粉质黏土为主，局部夹数层厚度 0.20~0.50m 的古土壤层。含大小不一，形态各异的钙质结核，结核呈零散状分布。该组柱状节理发

育，是主要耕作层。

### （2）全新统冲积层（Q<sub>4<sup>al</sup></sub>）

该组地层主要分布在本区较大支沟内，构成一级阶地。上部岩性为灰黄色粉质黏土、粉砂沙，下部为砂砾石（卵石）层，厚度1~3m。

## （二）地质构造与地震

矿区内地层没有大的褶皱和断裂，地层总体倾向西北，倾角一般为1°~3°，局部地层有微波状起伏。

根据国家地震局《中国地震反应普特征周期区划图》（GB18306-2001）B1图和《中国地震动峰值加速区划图》（GB18306-2001）A1图，榆林地区地震动反应普特征周期T<sub>m</sub>为0.35•s，地震动峰值加速度PGA<0.05 g，地震烈度为VI度。

## （三）水文地质条件

### 1、含（隔）水层

区内地下水依据赋存条件、含水介质及水力性质，可分为：新生界松散层孔隙潜水含水层和基岩裂隙潜水含水层。详见矿区水文地质剖面图2.2-2

#### （1）新生界松散层孔隙潜水含水层

##### ①第四系全新统冲积层含水层（Q<sub>4<sup>al</sup></sub>）

主要分布于槐树岔沟及其上游支沟内，由于地表多为黄土及红土层，故冲积层多由灰黄或褐黄色细粒砂、粉砂、粉质黏土及砂砾石组成。厚度一般3-6m，水位埋深1-3m，现永兴煤矿在井口附近挖大口井，以供利用。其富水性中等。

##### ②第四系中更新统砾石组黄土含水层（Q<sub>2l</sub>）

分布于全区山梁及斜坡，岩性为浅灰黄色黄土，稍具粘性，具垂直节理，含零星钙质结核，厚3.6-123.45m，一般厚40m，左右，其下部多为第三系红土层，在一些冲沟较低处，有居民在本组地层内挖井取水。本次勘探时对H23-19号孔松散层及风化岩段进行了抽水实验，静水位98.10m，当降深26.21m时，涌水量为0.091L/s，平时水量为0.00347L/s.m，渗透系数为0.000547m/d，水质为SO<sub>4</sub>.HCO<sub>3</sub>.Cl-K+Na.Mg型，矿化度为1.463g/l，按富水性划分，本层为富水性弱的含水层。

##### ③松散层之相对隔水层

第三系红土在区内广泛分布，其岩性为浅棕红色，具粘性和可观性，含钙质结核。钻孔揭露最大厚度 129.57m，平均厚度 62m，为松散含水层与煤系地层之间的较好隔水层。

## （2）基岩裂隙含水层

### ①三叠系瓦窑堡组顶界面风化砂岩裂隙水（T<sub>3</sub>w）

瓦窑堡组含煤地层顶界面，经长期暴露地表，岩石多已分化，表面多呈灰黄色，其中砂岩疏松具孔隙和裂隙，但砂质泥岩、泥岩风化后，其泥粒具隔水作用，故风化岩含水性因岩性不同而具有较大差异，本次对松散层和基岩风化带进行的抽水，其涌水量均不大，平时涌水量仅 0.00347L/s.m，属富水性弱的含水层。

### ②三叠系瓦窑堡组VII号煤层顶板砂岩裂隙承压含水层（T<sub>3</sub>w）

本区可采煤层为瓦窑堡组VII号煤层，在整合区内根据其赋存情况，又可分为VII上和VII中两层，其间距仅 0.74-12.58m，平均 6.38，因两层煤间距小，故本次抽水时进行了混合抽水，其含水层岩性为中、细粒长石砂岩，含水层厚度 30.85m，静止水位深度 101.00m，当降深 58.32m 时，涌水量为 0.223l/s，平时涌水量 0.00382 L/s.m，渗透系数 0.000208m/d，水质为 SO<sub>4</sub>.Cl.HCO<sub>3</sub>.-K+Na.Mg 型，矿化度 1.454g/l，按富水性划分，本层为富水性弱的含水层。

另据钻孔岩性鉴定来看，瓦窑堡组中、细粒砂岩含水层之间普遍有 3-5m，厚者 10 多米之粉砂岩，砂质泥岩或泥岩所隔，他们成为煤系地层含水层之相对隔水层。

水文地质剖面见图 2.2-2。

## V - V' 勘探线水文地质剖面图

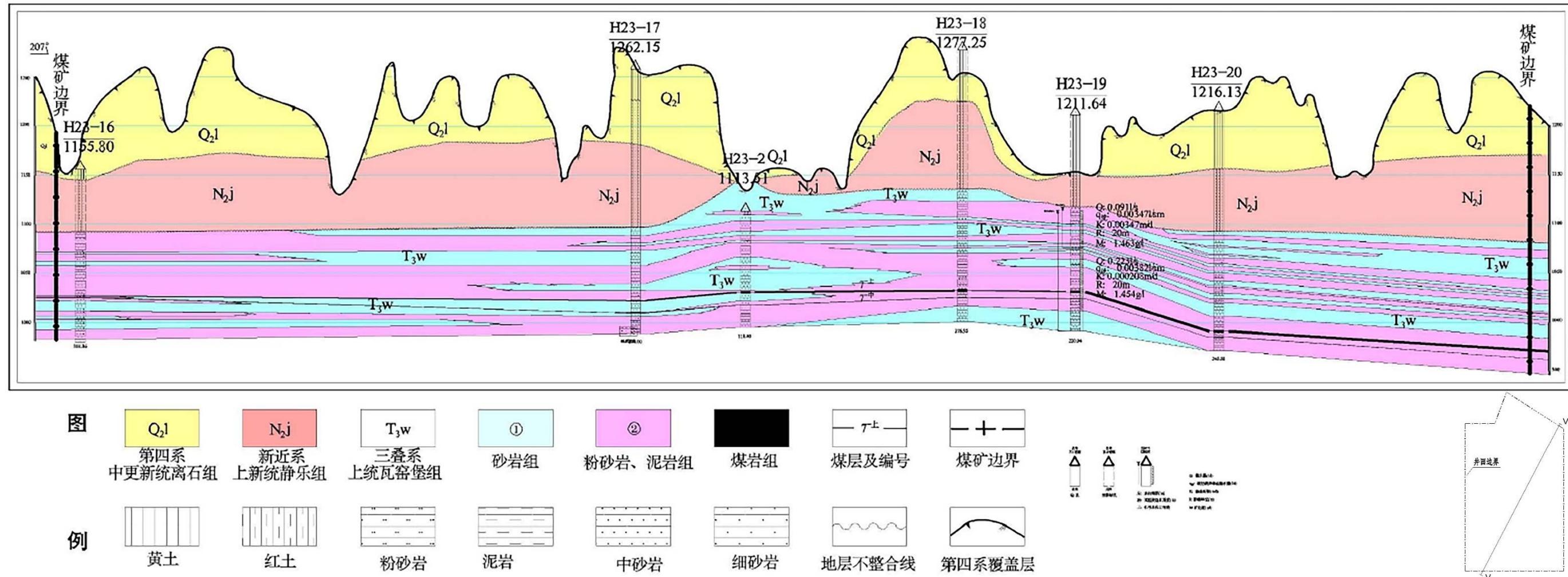
比例尺 横向 1:20000  
纵向 1:4000

图 2.2-2 水文地质剖面图

## 2、地下水补给、径流排泄条件

第四系潜水、基岩分化带潜水，主要是接受大气降水补给和部分接受地表水的补给，其径流是由地形较高处往较低处运移，并以渗流形式排泄。基岩承压水主要是在露头部分接受降水补给，部分接受上部潜水的垂向渗透补给。其径流方向是沿岩层倾向向深部运移，当被钻孔揭露后，于地势低洼处可自流涌出地面。

## 3、煤矿充水条件分析

### （1）充水水源

#### ①大气降水

大气降水是地表水体的主要补给源，也是地下水的间接补给水源。根据气象资料，多年平均降水量 434.1mm，枯水年降水量 108.6mm，丰水年降水量 819.1mm，日最大降水量 141.1mm，多年平均蒸发量 1712.0mm，是降水量的 4~5 倍，而降雨多集中于每年的 7、8、9 三个月。主要通过渗流补给成为矿井的间接充水水源。

#### ②地表水

区内主要沟流为槐树岔沟，该沟在崖窑坪分为东、西二支，东支沟称为曹家河沟，西支沟在黄高梁又分为二支沟，其中中间支沟为仓峁沟。西支沟为主支流。其源头在子长县涧峪岔镇浩则岩村。槐树岔沟全线长 21km，流域面积 123.8km<sup>2</sup>，沟道比降 10.80%，自南往北流经大堡岔村注入大理河，而后流至无定河。属黄河水系据 2011 年 5 月 15 日在杜家坪以上观测，该沟流量为 2073m<sup>3</sup>/d，而曹家河沟用三角堰观测流量仅 158m<sup>3</sup>/d。通过渗流补给成为矿井的间接充水水源。

#### ③地下水

煤矿内含水层有：新生界松散层孔隙潜水含水层（第四系全新统风积沙层含水层、第四系全新统冲积层含水层）为潜水，主要接受大气降水的入渗补给；基岩裂隙含水层（瓦窑堡组风化裂隙潜水含水层、瓦窑堡组第四段中细粒长石砂岩裂隙水）为承压水，主要接受区域侧向补给和浅层水的越流渗透补给。通过渗流补给成为矿井的直接充水水源。

#### ④老空水

老空是指采空区、老窑和已经报废的井巷的总称。老空水是指赋存于采空区

内的地下水。永兴煤矿先前开采Ⅶ中煤层，形成一定范围的采空区，采空区内局部存在积水。根据煤矿未来开采计划，其下部Ⅶ中煤层采空区积水对未来Ⅶ上煤层开采近几年不会造成影响，采空区积水作为矿井充水的直接充水水源，煤矿应加以重视。

### （2）充水通道

本区充水通道主要是煤层开采形成的导水裂隙带，其次为封闭不良的钻孔、断层及断裂带。

### （3）充水强度

矿井充水强度主要决定于煤层上覆各含水层的富水性、煤层上覆基岩厚度及冒裂裂隙沟通各含水层的程度、大气降水特征及采煤方式和开采强度等。此外与采煤工作面相对于充水含水层的富水位置也有关系。

煤矿范围地貌特征为黄土梁峁区，其上覆第四系松散层含水极弱，基岩富水性亦弱，但在基岩薄弱、冒裂裂隙贯通地段，渗透性好，矿井充水强度主要受季节影响。主要反映在暴雨或持续降雨、渗透条件较好时，矿井充水量将大幅增加。

目前本矿井开采后直接影响的含水层为瓦窑堡组第四段中细粒长石砂岩裂隙含水层，其补给来源单一，导水性差，迳流滞缓，渗透系数、涌水量均很小，富水性弱，对矿井开采威胁不大。

大气降水、地表水和风化岩的充水强度主要受季节影响。在枯雨季节，本区地表水和风化岩矿井充水强度弱，但在丰雨季节，由于导水裂隙带已发育至地表，与大气降水及其形成的地表水和风化岩水发生联系，矿坑充水量明显增加，充水强度增加，希望矿方引起重视，在丰雨季节加强矿井涌水量观测与防治。

本区新建矿井大巷和工作面均横穿槐树岔沟，将来煤层开采后，顶板冒落，导水裂隙带发育高度，对上覆基岩较薄地段或小的构造地段，将会使地表水渗入矿井，增加矿井涌水量。因而对这些地段应加强监测，以防突水事故的发生。

综上所述，矿井未来三年开采直接影响的含水层仅为瓦窑堡组第四段中细粒长石砂岩裂隙含水层，该含水层富水性弱，在不存在导水通道情况下，主要受大气降水、地表水的渗透补给，对矿井开采威胁不大。

#### （四）工程地质条件

根据岩土体工程地质特征，可将评估区岩土体分为三大类六个岩组（表 2.2-1）。分述如下：

表 2.2-1 岩土体工程地质分类表

工程地质分类	岩层组	空间分布	岩体结构
土质岩类	松散沙层组	分布于梁峁局部地段和河谷阶地区，风积，冲积成因	散体结构
	土层组	广布全区，包括黄土和红土	
软弱岩类	风化岩组	基岩顶部	碎裂结构
	煤岩组	可采煤层及不可采煤层	
软质岩类	粉砂岩泥岩及互层岩组	煤层直接顶板和直接底板	层状结构
	砂岩组	煤层基本顶及延安组各段中部	

#### 1、松散砂层组

分布于矿区低洼沟谷部位，如槐树岔沟等，具有厚度小，范围小，孔隙率大，承载力低，稳定性差等特征。

#### 2、土层组

包括离石黄土和静乐红土。黄土为褐黄色粉质黏土，孔隙率大，土质疏松，有湿陷性，有直立之性能，且发育纵深柱状节理，暴雨淋蚀会坐塌或倒塌。

红土是棕红色粉质黏土，其中含有星散状和似层状钙质结核，属非湿陷性土，结构中等密实，硬塑，有一定的抗压抗剪强度，亦具直立性能。具良好的隔水能力。但冲蚀易崩塌，浸水易失稳。

#### 3、风化岩组

岩组发育厚度系根据区域资料确定的。风化岩层由上到下风化程度逐渐减弱，其顶部 5~12m 岩石强烈风化，下部为弱风化。强与弱风化厚度并无变化规律，多两者兼有，或有其一；但一般强风化厚度大于弱风化厚度。

风化岩呈褐黄色，岩石疏松破碎，孔隙率大，含水率高，与正常岩石相比，强度减小，饱和抗压强度平均为 5.77Mpa，属软弱岩类；RQD 值远低于正常岩层，平均为 21~32%，岩石质量低劣。

#### 4、煤岩组

区内各煤层饱和抗压强度为  $6.85\sim13.20\text{Mpa}$ ，平均值为  $10.27\text{Mpa}$ ，(据区域资料)属中硬类岩石。具脆性而不具韧性，宜冲击破碎。

#### 5、粉砂岩、（砂质）泥岩互层岩组

本岩组与煤层开采有直接关系，多出现于煤层直接顶板和直接底板，是含有较高的粘土矿物和有机质的粉颗粒岩石。互层组岩层以中厚~薄层粉砂岩、（砂质）泥岩为主，夹有煤、炭质泥岩和细粒砂岩薄层。岩石组成复杂，故组内强度不均，差异甚大，饱和抗压强度  $13.42\sim25.66\text{Mpa}$ 。

#### 6、砂岩组

本岩组以细粒长石石英砂岩为主，次为中粒、粗粒长石砂岩。胶结物是成岩过程由长石蚀变而成的高岭石，亦有钙质胶结。岩石均质，块状，显示岩石质量良好，饱和抗压强度为  $15.75\sim28.70\text{Mpa}$ 。

### （五）煤层特征

#### 1、可采煤层

有对比意义的煤层 9 层，其中可采煤层有 2 层（VII上、VII中），现将可采煤层分述如下：

##### （1）VII上煤层

该煤层位于瓦窑堡组第四段中部。全区可采，厚度  $0.42\sim2.35\text{m}$ ，平均厚度  $1.26\text{m}$ ，标准差  $0.60$ ，变异系数为  $0.47$ 。属薄~中厚煤层。煤层厚度由西北向东南部逐渐变厚（图 2.2-1）。

该煤层普遍含一层夹矸，厚度  $0.15\sim0.67\text{m}$ ，大部地段  $0.50\text{m}$ ，岩性以砂质泥岩、泥岩为主。煤层顶底板多为砂质泥岩、细粒砂岩、粉砂岩及砂质泥岩。埋深在  $68.17\sim246.00\text{m}$ ，

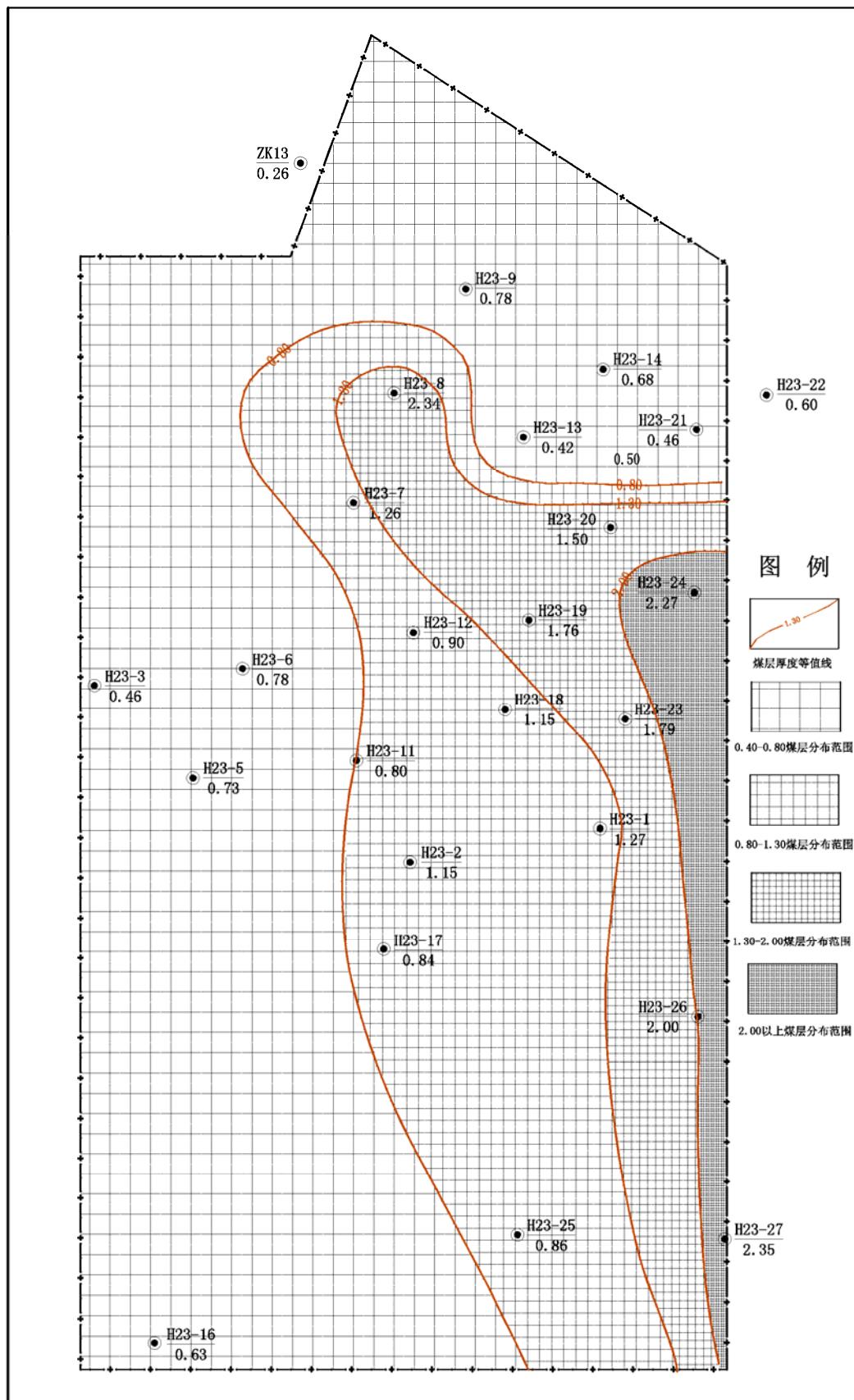


图 2.2-1 VII上煤层厚度等值线图

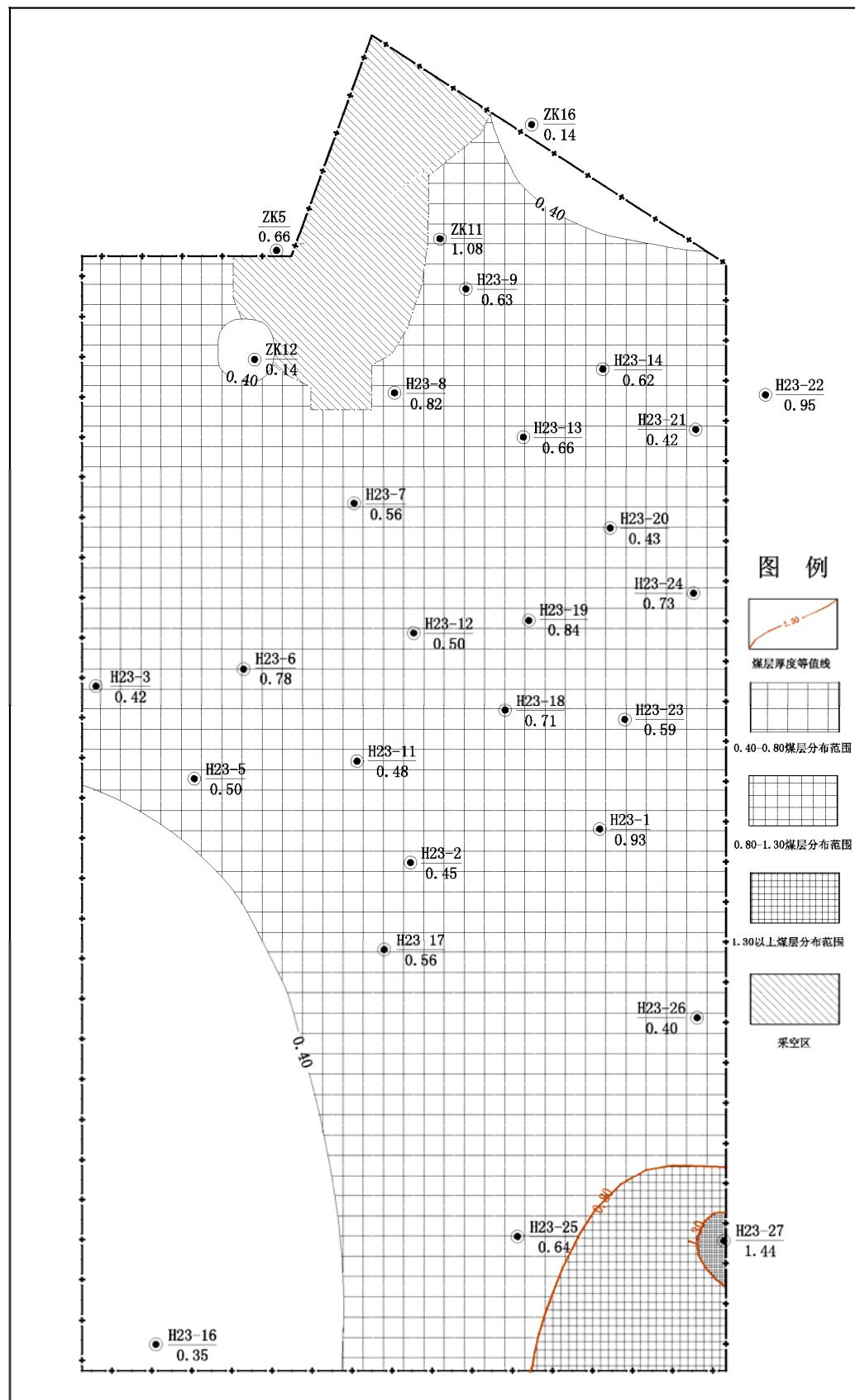


图 2.2-2 VII中煤层厚度等值线图

底板标高变化在 980~1050m 之间, 采深采厚比大于 60。距下部Ⅶ中煤层间距 0.74-12.58m, 一般 6.38m。煤类以长焰煤 42 号 (CY42) 为主, 次为长焰煤 41 号 (CY41)。

该煤层为全区大部可采的薄~中厚煤层, 普遍含一层夹矸, 结构简单, 厚度变化小, 规律性明显, 煤类单一, 属稳定型煤层。

## (2) Ⅶ中煤层

该煤层位于瓦窑堡组第四段中部Ⅶ上煤层以下。大部可采, 可采面积 2367.0 万 m<sup>2</sup>, 资源量估算采用厚度 0.40~1.44m, 平均厚度 0.73m, 标准差 0.23, 变异系数为 0.31, 该煤层在北部边界部分已采空, 煤层厚度由东南向东北、西南逐渐变薄以致不可采 (图 2.2-2)。

该煤层结构简单, 一般不含夹矸, 少数孔含 1~2 层矸, 厚度为 0.11~0.49m, 岩性为粉砂岩和细粒砂岩。煤层顶板多为中粒砂岩、粉砂岩、砂质泥岩及细粒砂岩。底板多为粉砂岩、砂质泥岩及细粒砂岩。埋深在 75.15~252.57m, 底板标高变化在 970~1045m 之间, 采深采厚比大于 60。煤类以长焰煤 42 号 (CY42) 为主, 次为长焰煤 41 号 (CY41)。

该煤层为薄~中厚煤层, 一般不含夹矸, 结构简单, 厚度变化小, 规律性明显, 煤类单一, 属稳定型煤层。

各煤层特征分述如下 (表 2.2-3)

表 2.2-3 可采煤层主要特征一览表

段号	煤层号	煤层厚度计算特征 (储量估算采用厚度)			层间距	稳定类型
		两级值 平均值 (点数)	标准差 (%)	变异系数 (%)		
T <sub>3</sub> W <sup>4</sup>	Ⅶ上	0.42-2.35 1.26	0.60	0.47	6.38	大部可采、稳定
T <sub>3</sub> W <sup>4</sup>	Ⅶ中	0.40-1.44 0.73	0.23	0.31		局部可采、稳定

## 2、煤层顶底板围岩稳定性评价

### (1) 煤层顶板稳定性

VII号煤层顶板以基本顶分布为主，伪顶次之。基本顶岩性以厚层状中粒砂岩为主，少量为细粒砂岩和粉砂岩；伪顶岩性为泥岩，厚0.2m左右。顶板岩石干燥抗压强度为31.20 MPa，饱和抗压强度为19.20 MPa，软化系数为0.61，煤层顶板属中等稳定顶板。

## （2）煤层底板稳定性

VII号煤层底板一般为灰～深灰色泥岩，未做过岩石力学试验，其下为细砂岩。

## 三、社会经济概况

### （一）子洲县社会经济概况

子洲县，隶属于陕西省榆林市，位于陕西省北部、榆林市南缘。地处陕北黄土高原腹地，全县总面积2024平方公里，辖11镇1乡1个街道办279个村社。

根据子洲县2022、2023、2024年国民经济和社会发展统计公报，经济发展统计数据汇总如下。

2022年全县实现生产总值89.12亿元，同比增长5.7%。其中第一产业增加值21.46亿元，增长4.3%；第二产业增加值30.50亿元，增长8.1%；第三产业增加值37.16亿元，增长5.1%。地方财政收入1.15亿元，下降12.2%。全县全体居民人均可支配收入20206元，较上年增长6.6%。按常住地分，城镇居民人均可支配收入32735元，较上年增长4.7%；农村居民人均可支配收入13670元，较上年增长6.7%。

2023年全县实现生产总值98.38亿元，同比增长3.1%。其中第一产业增加值21.58亿元，增长3.8%；第二产业增加值38.05亿元，增长4.7%；第三产业增加值38.75亿元，增长1.5%。地方财政收入1.28亿元，增长11.3%。全县居民人均可支配收入21814元，较上年增长8.0%。按常住地分，城镇常住居民人均可支配收入34797元，较上年增长6.3%；农村常住居民人均可支配收入14756元，较上年增长7.9%。

2024年全县实现生产总值100.04亿元，同比增长5.5%。其中第一产业增加值22.01亿元，增长3.8%；第二产业增加值36.00亿元，增长6.4%；第三产业增加值42.03亿元，增长5.9%。地方财政收入1.39亿元，同比增长8.6%。全县居民人均可支配收入23097元，较上年增长5.9%。按常住地分，城镇常住居民人均可支配收入36455元，较上年增长4.8%；农村常住居民人均可支配收入15709元，较上年增

长6.5%。

表 2.3-1 近3年子洲县主要经济社会指标统计表

年份	生产总值 (亿元)	同比增长 (%)	地方财政收入 (亿元)	同比增长 (%)	人均收入	
					城镇	农村
2022	89.12	5.7	1.15	-12.2	32735	13670
2023	98.38	3.1	1.28	11.3	34797	14756
2024	100.04	5.5	1.39	8.6	36455	15709

## （二）矿区社会经济概况

矿区现由马岔镇和周家硷镇管辖。

马岔镇位于子洲县城西40km处，西与横山接壤，是子洲县最西部的乡镇。撤村并支后全镇共辖12个行政村，76个村民小组，总人口14415人，总土地面积67km<sup>2</sup>，其中耕地面积29535亩，退耕还林15957亩。

周家硷镇位于子洲县西部，距离县城30km。大理河、307国道、青银高速公路、太中银铁路穿境而过，为大理河川政治、经济、文化之重要集镇，曾是陕北四大名镇之一。耕地面积22618亩，其中水地3696亩，山坡地15075亩；林草地面积19784亩，其中退耕还林12363亩；辖23个行政村和1个居民委员会，总人口13745人，其中男7440人，女6305人，共3580户。

据野外调查访问，井田范围内村庄农民人均纯收入约9000元，人均耕地约2.1亩。

## 四、矿区土地利用现状

### （一）土地利用现状

项目区划定矿区范围面积为29.2757km<sup>2</sup>。依据子洲县自然资源和规划局提供的更新至2024年的1:10000标准分幅土地利用现状图（全国第三次土地调查）及《土地利用现状分类标准》（GB/T21010-2017），经资料查询、分析、统计，结合验收资料及三调资料可知，区内土地利用现状类型划分为12个一级类型和26个二级类型，包括耕地、园地、林地、草地、商服用地、工矿用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、特殊用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地，各类土地利用面积见表2.4-1，项目区土地利用现状情况见附图2。

表 2.4-1 项目区土地利用现状表

一级代码		二级代码		面积 (hm <sup>2</sup> )	比例 (%)
代码	名称	代码	名称		
01	耕地	0103	旱地	964.99	32.96
				964.99	32.96
02	园地	0201	果园	188.54	6.44
			其他园地	20.21	0.69
		0304		462.33	15.79
03	林地	0301	乔木林地	223.43	7.63
			灌木林地	11.78	0.40
			其他林地	227.12	7.76
04	草地	0401	天然牧草地	1171.46	40.01
			其他草地	822.81	28.11
				348.65	11.91
05	商服用地	05H1		0.11	0.00
			商业服务业设施用地	0.1	0.00
			物流仓储用地	0.01	0.00
06	工矿仓储用地	0601		16.1	0.55
			工业用地	0.2	0.01
			采矿用地	15.9	0.54
07	住宅用地	0702		31.32	1.07
			农村宅基地	31.32	1.07
08	公共管理与公共服务用地	08H1		0.56	0.02
			机关团体新闻出版用地	0.29	0.01
			科教文卫用地	0.21	0.01
09	特殊用地	0809		0.06	0.00
			公用设施用地	0.55	0.02
				0.55	0.02
10	交通运输用地	1003		44.43	1.52
			公路用地	6.28	0.21
			城镇村道路用地	0.08	0.00
11	水域及水利设施用地	1006		38.07	1.30
			农村道路	21.86	0.75
				15.01	0.51
12		1104		0.45	0.02
			河流水面	5.68	0.19
			坑塘水面	0.72	0.02
12	其他土地	1107		5.11	0.17
			水工建筑用地	1.25	0.04
			设施农用地	3.86	0.13
		1202		2927.57	100.00
		1206			
		总计			

## 1、耕地

耕地全部为旱地，面积  $964.99\text{hm}^2$ ，占总面积的 32.96%。耕地主要分布在山坡、宽梁、平缓谷底上，主要以梯田形式为主。主要作物种类有玉米、谷子、豆类及其它经济作物等。目前的农田生态系统十分脆弱，旱地作物产量很低，粮食作物产量由 300~500kg/亩不等。

## 2、园地

园地全部为果园，面积为  $208.75\text{hm}^2$ ，占总面积的 7.13%，以果园为主。多分布在村庄周缘，以枣树为主，核桃树次之，另有少量苹果园地。

## 3、林地

林地面积为  $462.33\text{hm}^2$ ，占项目区面积的 15.79%，林地以乔木林地、其他林地为主；乔木以辽东栎林、杨、槐、桦、榆等落叶阔叶林为主；灌木以白刺花、柠条、沙棘、杠柳、山杏、虎榛子灌丛等为主，长势良好，覆盖度 30% 左右。

## 4、草地

草地面积为  $1171.46\text{hm}^2$ ，占矿区面积比重为 40.01%；主要分布在沟谷一带，以天然牧草地为主。一般以生长草本植物为主，主要有白羊草、长芒草、禾草等，均是较好的牧草。

## 5、商服用地

商服用地面积  $0.11\text{hm}^2$ ，为商业服务业设施用地和物流仓储用地，占总面积不到 1%。

## 6、工矿仓储用地

工矿仓储用地面积为  $16.1\text{hm}^2$ ，占矿区总面积的 0.56%，主要为采矿用地，为永兴煤矿地面工程占地。

## 7、住宅用地

住宅用地全部为农村宅基地，面积  $31.32\text{hm}^2$ ，占总面积的 1.07%，涉及芦草咀村、九河坪村、坬墕村、槐树岔村、党家坪村、冯家墕村居民居住地。

## 8、公共管理与公共服务用地

公共管理与公共服务用地全部为机关团体新闻出版用地，面积  $0.56\text{hm}^2$ ，占总面积的 0.02%，为各村居民委员会等。

#### 9、特殊用地

特殊面积  $0.55\text{hm}^2$ ，占总面积的 0.02%，包括庙宇、坟地等。

#### 10、交通运输用地

交通运输用地面积  $44.43\text{hm}^2$ ，占总面积的 1.52%，包括公路用地、城镇村用地、农村道路。主要为延炼集团子洲采油厂管道运输用地、乡村道路及生产路。

#### 11、水域及水利设施用地

矿区水域及水利设施用地面积为  $21.86\text{hm}^2$ ，占总面积的 0.75%。包括子洲县水利水保局的水工建筑用地、河流水面、坑塘水面及沟渠。

#### 12、其他土地

其他土地包括设施农用地与裸土地，面积  $5.11\text{hm}^2$ ，占总面积的 0.17%。

### （二）永久基本农田

永兴煤矿范围内永久基本农田主要分布在煤矿东部及南部较为平坦的区域，其他区域零散分布，永久基本农田总面积为  $30.68\text{hm}^2$ 。

矿区涉及工业场地、风井场地、排矸场等占地工程，均不占用永久基本农田。永久基本农田分布图2.4-1。

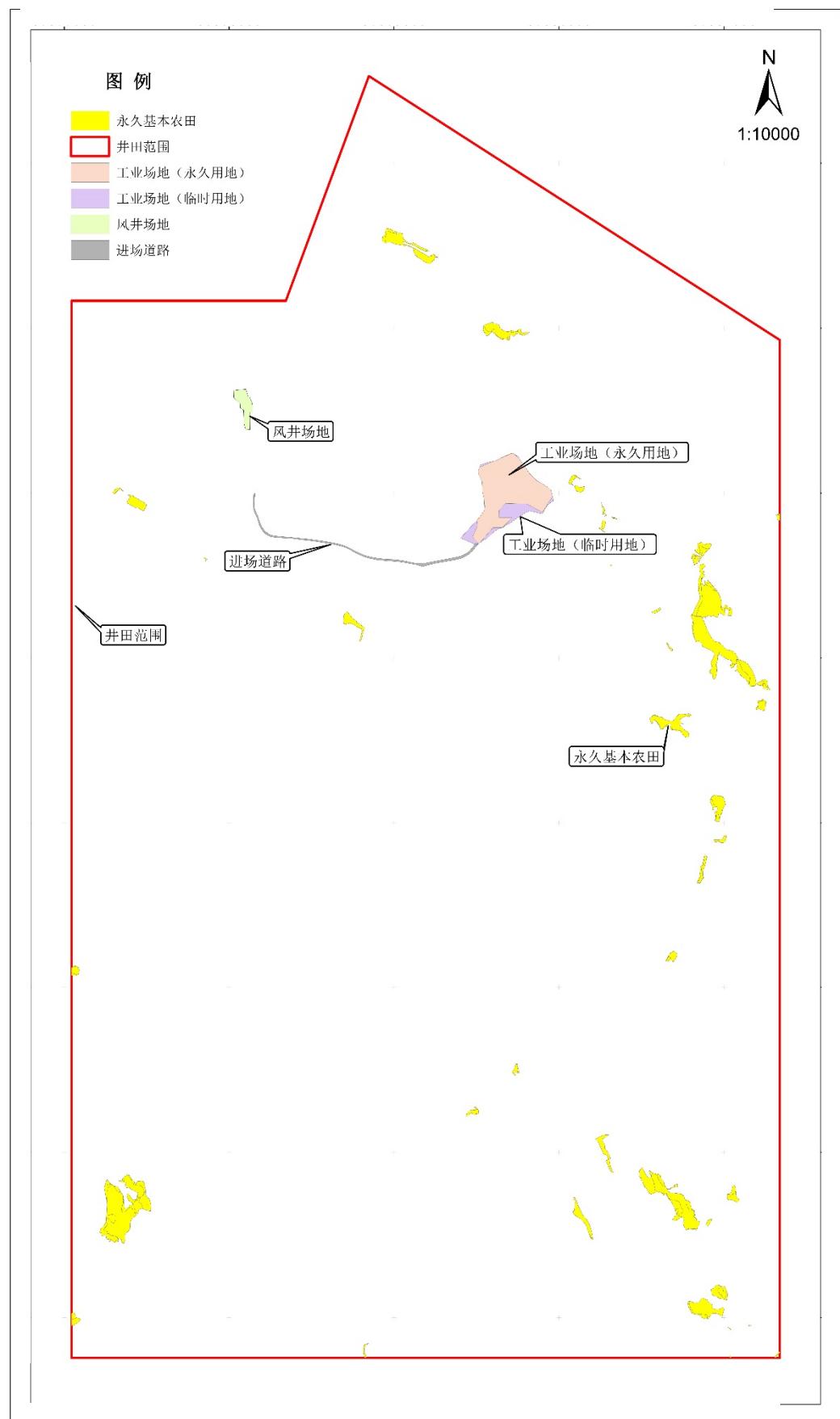


图 2.4-1 永久基本农田分布图

## 五、矿山及周边其他人类重大工程活动

根据调查，矿区未分布居民集中居住区、高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施、无自然风景名胜保护区或重要旅游景区（点）、文物保护点、重要水源地等。主要人类工程活动为采矿、公路建设、高压线、民用电线、农业种植、村庄等。人类工程活动分布情况见图2.5-1。

### 1、邻近煤矿

矿区东北部边界外约 1km 处有子洲县兴盛煤矿。除此之外，周边再无其他采矿权、探矿权设置。

### 2、道路

矿区及周边的道路主要是简易公路（冯槐路）和乡村道路。

冯槐路沿矿区南北向，接至矿区北部黄山线 G307 国道，宽约 6m，等级外道路，水泥混凝土路面。

其余均为村庄之间连接道路，为等级外道路。其中乡村素土道路一般宽度为 3m，乡村水泥道路一般宽度为 4m，见照片 2.5-1、2.5-2。

### 3、输电线路

矿区北部、西北部分布有四趟 10KV、35KV 高压输电线路。

各村庄分布有民用输电线路，电压等级低。

### 4、村庄

矿区范围内涉及的村庄有 3 个行政村（坬墕村、芦草咀村、九河坪村），8 个自然村（仓窑沟村、曹家河村、范家沟村、坬墕村、黄蒿梁村、九河坪村、芦草咀村、崖窑坪村），共有住户 162 户 569 人，房屋 681 多间。村民主要从事农业生产活动，村民生产生活水源为打井取水主要取自第四系松散层孔隙潜水含水层，村民住房以窑洞为主，少有砖房。井田内村庄情况见表 2.5-3、2.5-4。

因受自然条件限制，工农业基础薄弱，抗灾抗旱能力很差，农民生活还比较贫穷。农作物以谷子、糜子、大豆、土豆、玉米为主。见照片 2.5-6。

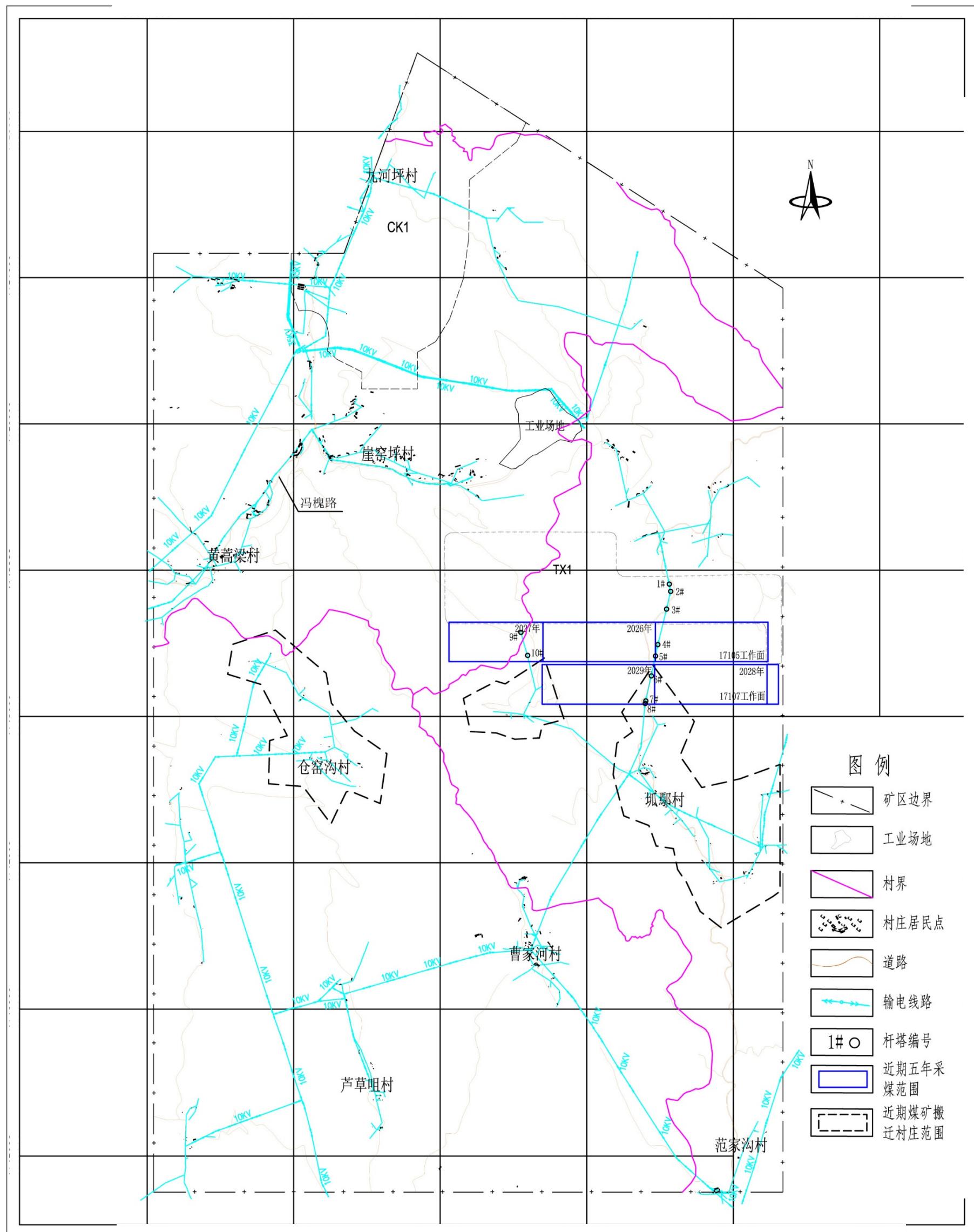


图 2.5-1 井田人类工程活动分布图



照片 2.5-1 农村道路（镜向 NW）



照片 2.5-2 农村道路（镜向 NE）



照片 2.5-3 村庄居民点（俯视）



照片 2.5-4 村庄居民点（镜向 SW）



照片 2.5-5 水井（镜向 NE）



照片 2.5-6 农作物（镜向 SE）

表 2.5-1 矿区村庄、住户、人口等一览表

乡镇	行政村	自然村	户数 (户)	人口 (人)	房屋 (间/窑洞)	留设煤柱情况	保护计划	备注
马岔镇	九河坪村	崖窑坪村	24	84	101	留设煤柱	暂不计划搬迁	村民居住相对集中，房屋以窑洞为主，少有砖房。
		黄蒿梁村	15	53	63	未留设煤柱	采前搬迁	
		九河坪村	13	36	55	未留设煤柱	暂不计划搬迁	
			7	24	29	留设煤柱	采前搬迁	
周家硷镇	芦草咀村	曹家河村	21	74	88	未留设煤柱	采前搬迁	村民居住相对分散，房屋以窑洞为主，少有砖房。
		芦草咀村	19	67	80	未留设煤柱	正协调搬迁事宜，矿方计划2026年全部完成搬迁	
		仓窑沟村	3	11	13	未留设煤柱	采前搬迁	
			16	56	67	未留设煤柱	采前搬迁	
	坬墕村	坬墕村	40	140	168	未留设煤柱	正协调搬迁事宜，矿方计划2026年全部完成搬迁	村民居住相对分散，房屋以窑洞为主，少有砖房。
			18	63	75	未留设煤柱		
		范家沟村	4	14	17	未留设煤柱	采前搬迁	
合计			180	622	756			

## 六、矿山及周边地质环境治理与土地复垦案例分析

### （一）上期《方案》适用期情况概述

#### 1、上期《方案》回顾

2018年6月10日，子洲县永兴煤业有限公司委托西安东升地质工程有限责任公司编制《子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，于2019年8月6日取得陕西省自然资源厅公告（陕自然资公告〔2019〕25号）（附件11），该方案服务年限为60.5年，方案适用年限为5年（2019年—2023年）。近期矿山地质环境保护与土地复垦总费用1196.60万元，其中矿山地质环境治理工程费用108.98万元，土地复垦工程费用1087.62万元。

近期主要治理项目详见表2.6-1，图2.6-1。

表 2.6-1 上期《方案》近期年度矿山治理及土地复垦治理工程与完成情况对比表

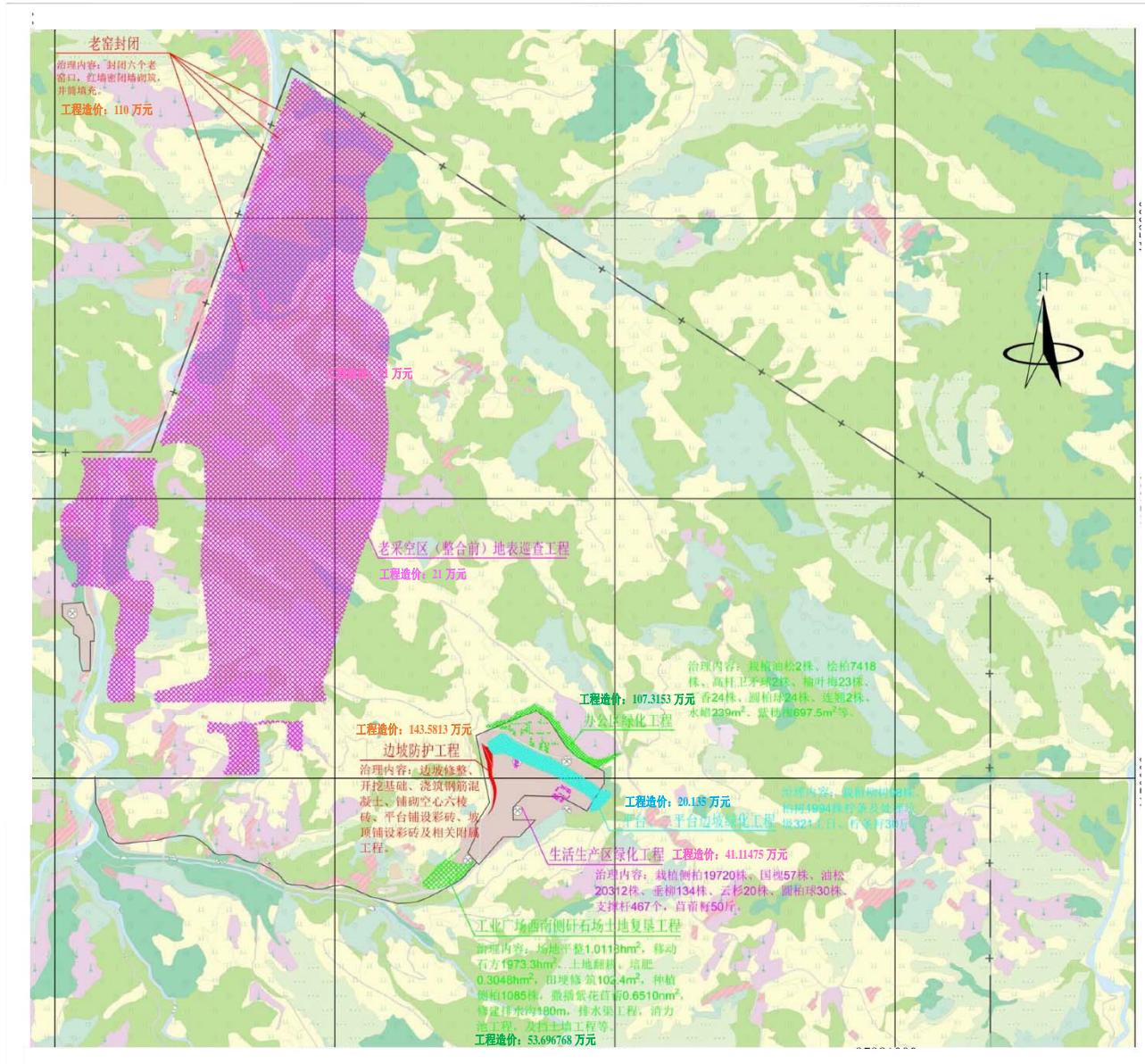
年度	项目分类	治理恢复措施	完成情况
2019年	矿山地质环境治理	<p>1、安排专职人员巡查井田北部整合前Ⅶ上煤开采形成的老采空区，巡查地表沉陷、沉陷裂缝等情况，发现问题及时上报并做处理。</p> <p>2、布设总牛嘴圪垯滑坡（ZD013）D1、总牛嘴圪垯不稳定斜坡（ZD108）D2、麻舍科北 400m 滑坡（ZD014）D3 和曹家河村北公路不稳定斜坡（ZD109）D4 不稳定地质体位移变形监测点，并进行监测。</p> <p>3、布设对工业场地人工边坡监测点 D5、风井场地人工边坡监测点 D6，并进行位移变形监测，同时巡查风井场东侧沟谷排水设施运行情况。</p> <p>4、布设平行工作面方向的地表塌陷变形规律监测点 D7~D16 和垂直工作面方向的地表塌陷变形规律监测点 D17~D26。</p> <p>5、布设酒河坪村（老采空区上方）D27 和坬墕村北部村庄（工业场地南侧）D28 村庄塌陷变形监测点。</p> <p>6、布设井田内坬墕村北部村庄 S1、坬墕村 S2、曹家河村 S3、芦草咀村 S4、黄蒿梁村 S5 和仓窑沟村 S6 等 6 个水井监测点，监测层位为第四系潜水含水层，进行水位监测 72 次、水质监测 24 次。</p> <p>7、7-8 月对近期开采范围进行高精度遥感对地形地貌景观监测，监测面积 1.2km<sup>2</sup>。</p> <p>8、在槐树岔沟及支沟布设水体监测点 W2、W3，并进行水质监测 8 次。</p> <p>9、在新建排矸场周边布设土壤监测点 W4、W5，并进行土壤质量监测 8 次。</p>	<p>1、第 1 项工程已完成，已验收。2023 年度验收第 2 项工程：老采空区（整合前）地表巡查工程。</p> <p>2、第 2 项、第 4 项、第 6 项、8-9 项工程未完成，未验收。原因：煤矿当年未开采，该工程已列入 2024 年年度计划第 3 项：矿山地质环境监测项目。</p> <p>3、第 3 项工程变更为边坡防护工程，已完成，已验收。2019-2022 年度验收第 1 项工程。</p> <p>5、第 5 项工程未完成，未验收。原因：煤矿当年未开采，村庄采前搬迁，监测工作未实施</p> <p>7、第 7 项工程已完成，未验收。后续矿山企业积极组织验收。</p>
	土地复垦	对原排矸场实施复垦，主要工程措施包括平整工程、表土回覆、植被恢复，复垦为林地，复垦面积 0.347hm <sup>2</sup> 。	已完成，未验收。后续矿山企业积极组织验收。

年度	项目分类	治理恢复措施	完成情况
2020年	矿山地质环境治理	<p>1、持续对在册 4 处不稳定地质点（ZD013、ZD014、ZD108、ZD109）D1~D4 进行监测，监测工程量为 48 次。</p> <p>2、持续对工业场地人工边坡监测点 D5 和风井场地人工边坡监测点 D6 进行位移变形监测，监测工程量为 24 次，同时巡查风井场东侧沟谷排水设施运行情况。</p> <p>3、对地表塌陷变形规律监测点 D7~D26 进行采前位移监测，监测工程量为 120 次。</p> <p>4、持续对酒河坪村（老采空区上方）D27 和坬墕村北部村庄（工业场地南侧）D28 村庄塌陷变形监测点进行监测，监测工程量为 24 次。</p> <p>5、持续对 6 个水井监测点 S1~S6 进行水位监测 72 次、水质监测 24 次。</p> <p>6、7-8 月对近期开采范围进行高精度遥感对地形地貌景观监测，监测面积 1.2km<sup>2</sup>。</p> <p>7、持续对槐树岔沟及支沟水体监测点 W2、W3 进行水质监测 8 次。</p> <p>8、持续对新建排矸场周边土壤监测点 W4、W5 进行土壤质量监测 8 次。</p>	<p>1、第 1 项工程未完成，未验收。原因：煤矿当年未开采，该工程已列入 2024 年年度计划第 3 项：矿山地质环境监测项目。</p> <p>2、第 2 项工程变更为边坡防护工程，已完成，已验收。2019-2022 年度验收第 1 项工程。</p> <p>3、第 3 项、第 5 项、7-8 项工程未完成，未验收。原因：煤矿当年未开采，该工程已列入 2024 年年度计划第 3 项：矿山地质环境监测项目。</p> <p>4、第 4 项工程未完成，未验收。原因：煤矿当年未开采，村庄采前搬迁，监测工作未实施</p> <p>6、第 6 项工程已完成，未验收。后续矿山企业积极组织验收。</p>
	土地复垦	对新建排矸场实施表土剥离工程，表土剥离面积 0.983hm <sup>2</sup> 。	已完成，已验收。2023 年度验收第 3 项工程：工业广场西南侧矸石场土地复垦工程

年度	项目分类	治理恢复措施	完成情况
2021年	矿山地质环境治理	<p>1、对采空沉陷区受损乡村路进行修复工程，修复道路 195m。</p> <p>2、布设主斜井水体监测点 W1，对矿井涌水量的水质进行监测水质 4 次。</p> <p>3、持续对在册 4 处不稳定地质点（ZD013、ZD014、ZD108、ZD109）D1~D4 进行监测，监测工程量为 48 次。</p> <p>4、持续对工业场地人工边坡监测点 D5 和风井场地人工边坡监测点 D6 进行位移变形监测，监测工程量为 24 次，同时巡查风井场东侧沟谷排水设施运行情况。</p> <p>5、对地表塌陷变形规律监测点 D7~D26 进行位移变形监测，监测工程量为 240 次。</p> <p>6、持续对酒河坪村（老采空区上方）D27 和坬墕村北部村庄（工业场地南侧）D28 村庄塌陷变形监测点进行监测，监测工程量为 24 次。</p> <p>7、持续对 6 个水井监测点 S1~S6 进行水位监测 72 次、水质监测 24 次。</p> <p>8、7-8 月对近期开采范围进行高精度遥感对地形地貌景观监测，监测面积 1.2km<sup>2</sup>。</p> <p>9、持续对槐树岔沟及支沟水体监测点 W2、W3 进行水质监测 8 次。</p> <p>10、持续对新建排矸场周边土壤监测点 W4、W5 进行土壤质量监测 8 次。</p>	<p>1、第 1 项未完成，未验收。已纳入 2024 年年度计划第 1 项：17101 工作面采空塌陷区受损道路修复工程</p> <p>2、第 2-3 项、第 5 项、第 7 项、9-10 项未完成，未验收。原因：煤矿当年未开采，该工程已列入 2024 年年度计划第 3 项：矿山地质环境监测项目。</p> <p>3、第 4 项变更为边坡防护工程，已完成，已验收。2019-2022 年度验收第 1 项工程。</p> <p>6、第 6 项工程未完成，未验收。原因：煤矿当年未开采，村庄采前搬迁，监测工作未实施</p> <p>8、第 8 项工程已完成，未验收。后续矿山企业积极组织验收。</p>
	土地复垦	<p>1、与村民代表商议，确定在开采塌陷区栽植经济林钙果，栽植经济林面积 1.00hm<sup>2</sup>。</p> <p>2、充填裂缝复垦土地面积 26.369hm<sup>2</sup>，地裂缝充填土方量 1074.05m<sup>3</sup>，地裂缝填充时剥离/回覆土方量 4746.65m<sup>3</sup>。</p> <p>3、土地平整面积 9.247hm<sup>2</sup>，平整土方量 3395.31m<sup>3</sup>。</p> <p>4、土地翻耕面积 9.247hm<sup>2</sup>，其中包括培肥农家肥 1000kg/hm<sup>2</sup>，无机肥 250kg/hm<sup>2</sup>。</p> <p>5、配套修筑田间道路 925m、生产道路 1849m。</p> <p>6、恢复开采沉陷区其他林地 0.453hm<sup>2</sup>，补种小叶杨 566 株，撒播紫花苜蓿 18kg，并进行管护。</p> <p>7、恢复开采沉陷区草地 16.669hm<sup>2</sup>，撒播紫花苜蓿 1334kg，并进行管护。</p> <p>8、布设土地质量监测点 26 个，总监测 312 次；布设植被恢复效果监测点 26 个，总监测 312 次；布设复垦配套设施监测点 4 处，总监测 48 次。</p>	<p>1、第 1 项工程未完成，未验收。原因：土地问题与村民未能协调一致。</p> <p>2、第 2-8 项工程未完成，未验收。原因：煤矿当年未开采该区域，该工程已列入 2024 年年度计划第 2 项：17101 采空塌陷区土地复垦工程。</p>
2022年	矿山地质环境治理	<p>1、对采空沉陷区受损乡村路进行修复工程，修复道路 203m。</p> <p>2、持续对在册 4 处不稳定地质点（ZD013、ZD014、ZD108、ZD109）D1~D4 进行监</p>	<p>1、第 1 项工程未完成，未验收。原因：该道路位于 17101 工作面，煤矿当年未开采该区域，</p>

年度	项目分类	治理恢复措施	完成情况
	土地复垦	<p>测，监测工程量为 48 次。</p> <p>3、持续对工业场地人工边坡监测点 D5 和风井场地人工边坡监测点 D6 进行位移变形监测，监测工程量为 24 次，同时巡查风井场东侧沟谷排水设施运行情况。</p> <p>4、对地表塌陷变形规律监测点 D7~D26 进行位移变形监测，监测工程量为 240 次。</p> <p>5、持续对酒河坪村（老采空区上方）D27 和坬墕村北部村庄（工业场地南侧）D28 村庄塌陷变形监测点进行监测，监测工程量为 24 次。</p> <p>6、持续对 6 个水井监测点 S1~S6 进行水位监测 72 次、水质监测 24 次。</p> <p>7、7-8 月对近期开采范围进行高精度遥感对地形地貌景观监测，监测面积 1.2km<sup>2</sup>。</p> <p>8、持续对主斜井水体监测点 W1 进行监测水质 4 次。</p> <p>9、持续对槐树岔沟及支沟水体监测点 W2、W3 进行水质监测 8 次。</p> <p>10、持续对新建排矸场周边土壤监测点 W4、W5 进行土壤质量监测 8 次。</p>	<p>未发生道路损毁，现已纳入 2024 年年度计划第 1 项：17101 工作面采空塌陷区受损道路修复工程</p> <p>2、第 2 项、第 4 项、第 6 项、8-10 项工程未完成，未验收。原因：煤矿当年未开采，该工程已列入 2024 年年度计划第 3 项：矿山地质环境监测项目。</p> <p>3、第 3 项工程变更为边坡防护工程，已完成，已验收。2019-2022 年度验收第 1 项工程。</p> <p>5、第 5 项工程未完成，未验收。原因：煤矿当年未开采，村庄采前搬迁，监测工作未实施</p> <p>7、第 7 项工程已完成，未验收。后续矿山企业积极组织验收。</p>
		<p>1、与村民代表商议，确定在开采塌陷区栽植经济林钙果，栽植经济林面积 2.00hm<sup>2</sup>。</p> <p>2、充填裂缝复垦土地面积 24.824hm<sup>2</sup>，地裂缝充填土方量 1011.12m<sup>3</sup>，地裂缝填充时剥离/回覆土方量 4468.54m<sup>3</sup>。</p> <p>3、土地平整面积 4.292hm<sup>2</sup>，平整土方量 1575.94m<sup>3</sup>。</p> <p>4、土地翻耕面积 4.292hm<sup>2</sup>，其中包括培肥农家肥 1000kg/hm<sup>2</sup>，无机肥 250kg/hm<sup>2</sup>。</p> <p>5、配套修筑田间道路 429m、生产道路 858m。</p> <p>6、恢复开采沉陷区其他林地 2.985hm<sup>2</sup>，补种小叶杨 3731 株，撒播紫花苜蓿 119kg，并进行管护。</p> <p>7、恢复开采沉陷区草地 17.547hm<sup>2</sup>，撒播紫花苜蓿 1404kg，并进行管护。</p> <p>8、布设土地质量监测点 24 个，总监测 288 次；布设植被恢复效果监测点 24 个，总监测 288 次；布设复垦配套设施监测点 4 处，总监测 48 次。</p>	<p>1、第 1 项工程未完成，未验收。原因：土地问题与村民未能协调一致。</p> <p>2、第 2-8 项工程未完成，未验收。原因：煤矿当年未开采该区域，该工程已列入 2024 年年度计划第 2 项：17101 采空塌陷区土地复垦工程。</p>
2023 年	矿山地质环境治理	<p>1、对采空沉陷区受损乡村路进行修复工程，修复道路 1070m。</p> <p>2、持续对在册 4 处不稳定地质点（ZD013、ZD014、ZD108、ZD109）D1~D4 进行监测，监测工程量为 48 次。</p> <p>3、持续对工业场地人工边坡监测点 D5 和风井场地人工边坡监测点 D6 进行位移变形</p>	<p>1、第 1 项工程未完成，未验收。原因：该道路位于 17103 工作面，2023 年 17103 工作面尚未开采结束，稳沉后统一治理。</p> <p>2、第 2 项、第 4 项、第 10 项工程未完成，未</p>

年度	项目分类	治理恢复措施	完成情况
		<p>监测, 监测工程量为 24 次, 同时巡查风井场东侧沟谷排水设施运行情况。</p> <p>4、对地表塌陷变形规律监测点 D7~D26 进行位移变形监测, 监测工程量为 240 次。</p> <p>5、持续对酒河坪村（老采空区上方）D27 和坬墕村北部村庄（工业场地南侧）D28 村庄塌陷变形监测点进行监测, 监测工程量为 24 次。</p> <p>6、持续对 6 个水井监测点 S1~S6 进行水位监测 72 次、水质监测 24 次。</p> <p>7、7-8 月对近期开采范围进行高精度遥感对地形地貌景观监测, 监测面积 1.2km<sup>2</sup>。</p> <p>8、持续对主斜井水体监测点 W1 进行监测水质 4 次。</p> <p>9、持续对槐树岔沟及支沟水体监测点 W2、W3 进行水质监测 8 次。</p> <p>10、持续对新建排矸场周边土壤监测点 W4、W5 进行土壤质量监测 8 次。</p>	<p>验收。原因: 煤矿当年未开采, 该工程已列入 2024 年年度计划第 3 项: 矿山地质环境监测项目。</p> <p>3、第 3 项工程变更为边坡防护工程, 已完成, 已验收。2019-2022 年度验收第 1 项工程。</p> <p>5、第 5 项工程未完成, 未验收。原因: 煤矿当年未开采, 村庄采前搬迁, 监测工作未实施</p> <p>6、第 6 项工程已完成, 未验收。后续矿山企业积极组织验收。</p> <p>7、第 7 项工程已完成, 未验收。后续矿山企业积极组织验收。</p> <p>8、第 8-9 项工程已完成, 未验收。后续矿山企业积极组织验收。</p>
	土地复垦	<p>1、与村民代表商议, 确定在开采塌陷区栽植经济林钙果, 栽植经济林面积 2.00hm<sup>2</sup>。</p> <p>2、充填裂缝复垦土地面积 65.965hm<sup>2</sup>, 地裂缝充填土方量 2686.84m<sup>3</sup>, 地裂缝填充时剥离/回覆土方量 11874.29m<sup>3</sup>。</p> <p>3、土地平整面积 18.344hm<sup>2</sup>, 平整土方量 6735.55m<sup>3</sup>。</p> <p>4、土地翻耕面积 18.344hm<sup>2</sup>, 其中包括培肥农家肥 1000kg/hm<sup>2</sup>, 无机肥 250kg/hm<sup>2</sup>。</p> <p>5、配套修筑田间道路 1834m、生产道路 3669m。</p> <p>6、恢复开采沉陷区有林地 2.084hm<sup>2</sup>, 补种樟子松 2605 株, 栽植紫穗槐 2605 株, 撒播紫花苜蓿 167kg; 其他林地 11.486hm<sup>2</sup>, 补种小叶杨 14358 株, 撒播紫花苜蓿 459kg, 并进行管护。</p> <p>7、恢复开采沉陷区草地 33.967hm<sup>2</sup>, 撒播紫花苜蓿 2717kg, 并进行管护。</p> <p>8、恢复开采沉陷果园 0.083hm<sup>2</sup>, 补种苹果树 104 株, 并进行管护。</p> <p>9、布设土地质量监测点 67 个, 总监测 804 次; 布设植被恢复效果监测点 67 个, 总监测 804 次; 布设复垦配套设施监测点 4 处, 总监测 48 次</p>	<p>1、第 1 项工程未完成, 未验收。原因: 土地问题与村民未能协调一致。</p> <p>2、第 2-8 项工程未完成, 未验收。原因: 17102 工作面现为 17103 工作面, 2023 年 17103 工作面尚未开采结束, 稳沉后统一治理。</p>



图例

— — 井田边界
水田
水浇地
旱地
果园
茶园
橡胶园
其他园地
乔木林地
灌木林地
其他林地
天然牧草地
人工牧草地
其他草地
商业服务业设施用地
物流仓储用地
工业用地
采矿用地
城镇住宅用地
农村宅基地
机关团体新闻出版用地
特殊用地
铁路用地
公路用地
交通服务场站用地
农村道路
河流水面
坑塘水面
沟渠
水工建筑用地
设施农用地
裸土地

2000国家大地坐标系  
1985国家高程基准

图 2.6-1 上期《两案》适用期治理成果图

## 2、上期《方案》适用期完成情况总结

根据《适用期验收报告（2019-2023年）》的评审意见（附件13），上期《方案》适用期内总投资1196.60万元，无法执行项目15项，可执行的项目14项，验收项目6项（5年地表巡查工程作为1个项目验收），待验收项目5项。《两案》共执行项目11项，完成率79%。

适用期《年度验收》验收8项工程，验收《两案》布置的2项，变更工程1项，年度计划新增工程5项。总费用522.843118万元。

### 1) 完成项目

根据上期《方案》部署，适用期已完成并通过年度验收的工程有2项，为老采空区（整合前）地表巡查工程及工业广场西南侧矸石场土地复垦工程2项，均为2023年度验收工程。已完成未通过年度验收的工程有4项，为矿区地形测量、水质年度自行检测、含水层监测、遥感监测。详见表2.6-2。

表2.6-2 上期《方案》已完成项目一览表

序号	项目名称	完成与验收情况	验收年度	主要内容
1	老采空区（整合前）地表巡查工程	已完成，已验收	2023年	煤矿成立了矿山环境恢复治理领导小组，安排专人开展地裂缝、地面塌陷、地面工程、塌陷隐患区的巡查、记录工作，巡查时间自2019年6月至2023年12月，共5年
2	工业广场西南侧矸石场土地复垦工程	已完成，已验收	2023年	对排矸场进行复垦，治理后场地平整，土地翻耕、施肥，田埂修筑，种植侧柏，撒播紫花苜蓿，修建排水沟，排水渠工程，消力池工程，及挡土墙工程等。附属设施齐全，绿化效果较好，现场观感良好，该工程质量符合要求，
3	矿区地形测量	已完成，未验收		煤矿于2021年委托山东泰山资源勘查有限公司对全井田范围进行无人机航拍的工作并绘制正射影像图
4	水质年度自行检测	已完成，未验收		煤矿2023委托陕西恒信检测有限公司对矿区47个点水质进行全分析，并提供水质检测报告。水质检测项目包括：PH、氟化物、硫酸盐、重碳酸盐、碳酸盐、硝酸盐总硬度、水位、水量等项参数，共两年。测结果符合限值要求。

5	含水层监测	已完成, 未验收	<p>2023年永兴煤矿委托山东省煤田地质局第三勘探队在永兴煤矿内建设水文孔五个ZK4-5、ZK4-6、ZK7-7、ZK6-16、H23-19对矿区含水层水位及涌水量进行监测, 相关检测台账齐全。监测结果表明: 涌水量及含水层水位变化在合理范围之内。</p> <p>现状其中ZK4-6、ZK6-16未封孔, 其余水文孔均已封孔, ZK4-6于2025年5月核查也已损坏, ZK6-16现状仍数据正常, 平均水位1116.67m, 最大水位1118.86m, 最小水位1114.50m。</p>
6	遥感监测	已完成, 未验收	<p>永兴煤矿采用高分辨率遥感影像分别对2019年-2023年矿区地质环境进行监测, 全面掌握矿区内地质环境类型、地表景观、土地压占、土地损毁、恢复治理等的变化情况, 为矿区治理设计及绿色矿山发展提供数据依据, 监测台账及报告齐全。</p> <p>遥感解译结果表明, 矿区植被整体长势较差、覆盖度较低。这与矿区内地质环境有关, 子洲县气温特点是多数月份雨量少, 空气干燥, 温度多变, 降水变率较大, 旱涝出现频繁, 故而导致区域内植被指数和覆盖度较低。</p> <p>矿区内地质环境整体较差, 这与矿区内地质环境有关, 子洲县气温特点是多数月份雨量少, 空气干燥, 温度多变, 降水变率较大, 旱涝出现频繁。指数较差部分主要为工业场地分布区域, 与光学影像相符, 便于为矿区内地质环境进行恢复治理措施。</p>
7	原排矸场	已完成, 未验收	已完成土地平整、表土回覆、植被恢复等工程, 现状条件植被恢复良好。

## 2) 未完成项目

根据上期《方案》工程部署, 未执行项目包括地质环境监测、乡村道路修复、土地复垦监测和管护、开发式治理工程。

表 2.6-3 上期《方案》未完成项目情况

未执行项目		项目所属年度	未完成情况说明
地质环境监测工程	滑坡、不稳定斜坡监测	2019-2023年	煤矿2022年8月进入生产期, 生产迟滞, 该项目已纳入《2024年度计划》, 附年度计划评审意见
	开采工作面监测	2020-2023年	煤矿2022年8月进入生产期, 生产迟滞, 该项目已纳入《2024年度计划》, 附年度计划评审意见

	村庄监测	2019-2023 年	煤矿已对其采前搬迁，未实施监测
	含水层监测	2019-2022 年	煤矿 2022 年 8 月进入生产期，生产迟滞，该项目已纳入《2024 年度计划》，附年度计划评审意见
	地形地貌景观监测	2019-2020 年 2022-2023 年	煤矿 2022 年 8 月进入生产期，生产迟滞，该项目已纳入《2024 年度计划》，附年度计划评审意见
	水土环境监测	2019-2022 年	煤矿 2022 年 8 月进入生产期，生产迟滞，该项目已纳入《2024 年度计划》，附年度计划评审意见
地质环境治理工程	乡村道路修复	2021-2023 年	煤矿 2022 年 8 月进入生产期，该区域当年未开采结束、未稳沉，未治理，2021 年治理区域处于 17101 工作面，现已纳入《2024 年度计划》，附年度计划评审意见
土地复垦监测与管护	17101、17102、17103 工作面土地复垦及监测	2022-2023 年	煤矿 2022 年 8 月进入生产期，该区域当年未开采结束、未稳沉，未治理，2021 年治理区域处于 17101 工作面，现已纳入《2024 年度计划》，附年度计划评审意见
开发式治理	经济林钙果种植	2021-2023 年	土地问题与村民未能协调一致，未实施钙果种植

### 3) 变更项目

上期《方案》部署的工业场地边坡监测工程，因边坡失稳，监测已不能满足安全要求，故煤矿将“工业场地人工边坡监测”变更为“边坡防护工程”，该项目已通过年度“2019-2022 年年度计划评审”并通过“2019-2022 年年度验收”



照片 2.6-1 施工时照片



照片 2.6-2 治理后照片

#### 4) 新增项目

适用期内新增项目有 5 项，包括办公区绿化工程，一平台、二平台边坡绿化工程，生活生产区绿化工程，老窑封闭，矿山地质环境保护与土地复垦方案 5 项。

表 2.6-4 上期《方案》新增项目情况

序号	项目名称	项目来源	项目内容
1	办公区绿化工程		对办公区进行绿化恢复，栽植油松 2 株、桧柏 7418 株、高杆卫矛球 2 株、榆叶梅 23 株、丁香 24 株、圆柏球 24 株、连翘 2 株、水蜡 239m <sup>2</sup> 、紫穗槐 697.5m <sup>2</sup> 等。
2	一平台、二平台边坡绿化工程		对办公区进行绿化恢复，栽植柳树 98 株、柏树 1994 株柠条及处理垃圾 321 工日、柠条籽 30 斤。
3	生活生产区绿化工程	《2019-2022 年度工程治理计划与设计》、《2019-2022 年度验收》	对办公区进行绿化恢复，栽植侧柏 19720 株、国槐 57 株、油松 20312 株、垂柳 134 株、云杉 20 株、圆柏球 30 株、支撑杆 467 个，苜蓿籽 50 斤。
4	矿山地质环境保护与土地复垦方		永兴煤矿委托西安东升地质工程有限责任公司编制了《子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，于 2019 年 8 月 6 日取得了陕西省自然资源厅公告（陕自然资公告〔2019〕25 号）。
5	老窑封闭	《2023 年度工程治理计划与设计》、《2023 年度验收》	为了保障矿区生产建设、居民出行及生活安全，永兴煤矿对永盛联办副斜井等六个老窑口进行封闭，黄土土方 705.59m <sup>3</sup> ，C25 混凝土方量 1546.00m <sup>3</sup> ，砂砾石 3.60m <sup>3</sup> ，砌砖 2.15m <sup>3</sup> ，泵入水泥浆 2311.25m <sup>3</sup> 。

## （二）年度验收情况

永兴煤矿自 2019-2023 年年度共完成验收金额 522.843118 万元。2019-2022 年年度验收工程完成验收项目 5 项，验收金额 338.14635 万元；2023 年年度验收工程完成验收项目 3 项，验收金额 184.696768 万元。

### （1）2019-2022 年年度验收

2019-2022 年年度验收工程通过项目 5 项，验收金额 338.14635 万元。详见表 2.6-5。

表 2.6-5 2019-2022 年年度验收通过项目表

序号	项目	验收金额（万元）
1	边坡防护工程	143.5813
2	办公区绿化工程	107.3153
3	一平台、二平台边坡绿化工程	20.135
4	生活生产区绿化工程	41.11475
5	子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案	26
6	合计	338.14635

### （2）2023 年年度验收

2023 年年度验收工程通过项目 3 项，验收金额 184.696768 万元。详见表 2.6-6。

表 2.6-6 2023 年年度验收通过项目表

序号	项目	验收金额（万元）
1	老窑封闭	110
2	老采空区（整合前）地表巡查工程	21
3	工业广场西南侧矸石场土地复垦工程	53.696768
4	合计	184.696768

## （三）2024、2025 年度接续空档期年度计划与执行情况

2024 年 7 月，子洲县永兴煤业有限公司委托陕西中能起航能源科技有限责任公司编制完成《子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴煤矿矿山地质环境治理恢复与土地复垦年度工程治理计划（2024 年度）》，于 2024 年 10 月 8 日取得专家组审查意见，于 2024 年 10 月 24 日取得年度治理计划的批复（附件 14）。

2024 年度计划包含 3 项工程：①17101 工作面采空塌陷区受损道路修复工

程，投资费用 9.77 万元；②17101 采空区塌陷区土地复垦工程，投资费用 132.15 万元；③矿山地质环境监测工程，投资费用 145.00 万元；总投资费用 369.92 万元。

2024 年年度计划批复的工程未能在 2024 年度实施，现于 2025 年正在开展相关工作，尚未验收。

2025 年 8 月，子洲县永兴煤业有限公司委托陕西中能启航能源科技有限责任公司编制完成《子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴煤矿矿山地质环境治理恢复与土地复垦年度工程治理计划（2025 年度）》，于 2025 年 8 月 27 日取得专家组意见，于 2025 年 9 月 11 日取得年度治理计划的批复（附件 15）

2025 年度计划包括 4 项工程：①17103 工作面塌陷区受损道路修复工程，投资费用 32.8 万元；②17103 工作面塌陷区土地复垦工程，投资费用 339.31 万元；③矿山地质环境与土地复垦监测项目，投资费用 70.79 万元；④技术服务项目：《子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴煤矿矿山地质环境治理恢复与土地复垦年度工程治理计划（2025 年度）》编制，投资费用 15 万元。总投资费用 457.78 万元。

本方案考虑其 2025 年布置的工程，将其对照列入纳入本方案第一年度实施。

由于新版《两案》迟滞一年，尚未通过审查，子洲县永兴煤业有限公司于 2025 年 3 月 17 日收到子洲县自然资源和规划局出具的行政处罚决定书（附件 16），已缴纳罚款壹万元整。

#### （四）矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金提存及使用情况

2019 年 1 月 8 日，子洲县永兴煤业有限公司同子洲县自然资源和规划局、陕西榆林农村商业银行股份有限公司签订了基金监管协议并开设基金账户。截止 2025 年 11 月 17 日，

（提取及使用情况详见图 2.6-2、表 2.6-7、表 2.6-8）。

查询日期	当日	一个月	三个月	2024-11-18	至	2025-11-17	查询	导出
交易日期	交易金额	账户余额	对方账户	对方户名	摘要	备注	操作	
2025-11-17 14:34:52								
2025-09-21 00:45:48								
2025-07-01 15:44:02								
2025-06-21 00:19:47								
2025-05-13 09:55:11								
2025-05-07 10:26:39								
2025-05-06 13:59:57								
2025-04-29 15:37:45								
2025-03-21 00:43:00								
2025-03-19 11:08:51								

图 2.6-2 基金账户明细截图

表 2.6-7 基金提取和使用情况表

序号	年度	应提取金额 (万元)	实际提取金 (万元)	使用金额 (万元)	剩余金额 (万元)
1	2018 年				
2	第一年度 (2019 年)				
3	第二年度 (2020 年)				
4	第三年度 (2021 年)				
5	第四年度 (2022 年)				
6	第五年度 (2023 年)				
	小计				
7	2024 年				
8	2025 年 (1-3 月)				
9	2025 年 (4-6 月)				
10	2025 年 (7-10 月)				
	小计				
	总计				
	利息				
	累计				

表 2.6-8 永兴煤矿 2025 年基金计提情况表

时间	产量(吨)	单价(元)	煤炭销售收入(元)	矿种系数	开采系数	地区系数	占销售收入	提取金额(元)

## （五）已完成治理工程分析

### 1、边坡防护工程

该项目为“年度计划”列支项目，为了保障矿区人员通行及安全，消除边坡造成安全隐患问题，永兴煤矿对边坡进行了治理修复，主要工程内容包括：边坡修整、开挖基础、浇筑钢筋混凝土、铺砌空心六棱砖、平台铺设彩砖、坡顶铺设彩砖及相关附属工程，刷坡土方  $14401.29m^3$ ，修建  $0.45m \times 0.24m$ ，砖砌挡墙  $86m$ ，排水渠尺寸宽  $60cm$ ，高  $60cm$ ，壁厚为  $24cm$ ，六棱砖铺设  $4020m^2$ 。

该项目对边坡进行治理，治理后解决可边坡的安全性问题，对坡面进行了绿化，现场观感良好，边坡防护的工程质量符合要求，施工过程及治理效果见照片 2.6-1、2.6-2。



照片 2.6-1 治理后效果



照片 2.6-2 治理后效果

### 2、办公区绿化工程

该项目为“年度计划”列支项目，为了提升厂区环境，永兴煤矿对办公区进行绿化恢复。主要工程内容包括：栽植油松 2 株、桧柏 7418 株、高杆卫矛球 2 株、榆叶梅 23 株、丁香 24 株、圆柏球 24 株、连翘 2 株、水蜡  $239m^2$ 、紫穗槐  $697.5m^2$  等。

该项目对办公区进行绿化，治理后场地植被恢复效果良好，现场观感良好，经验收，工程质量符合要求，成活率大于 90%。治理效果见照片 2.6-3、2.6-4。



照片 2.6-3 治理后效果



照片 2.6-4 治理后效果

### 3、一平台、二平台边坡绿化工程

该项目为“年度计划”列支项目，为了提升厂区环境，永兴煤矿对办公区进行绿化恢复。主要工程内容包括：栽植柳树 98 株、柏树 1994 株柠条及处理垃圾 321 工日、柠条籽 30 斤。

该项目对一平台、二平台进行绿化，治理后场地植被恢复效果良好，现场观感良好，经验收，工程质量符合要求，成活率大于 90%。治理效果见照片 2.6-5。



照片 2.6-5 治理后效果

### 4、生活生产区绿化工程

该项目为“年度计划”列支项目，为了提升厂区环境，永兴煤矿对办公区进行绿化恢复。主要工程内容包括：栽植侧柏 19720 株、国槐 57 株、油松 20312 株、垂柳 134 株、云杉 20 株、圆柏球 30 株、支撑杆 467 个，苜蓿籽 50 斤。

该项目对生活区进行绿化，治理后场地植被恢复效果良好，现场观感良好，经验收，工程质量符合要求，成活率大于 90%，治理效果见照片 2.6-6、2.6-7。



照片 2.6-6 治理后效果



照片 2.6-7 治理后照片

## 5、老窑封闭

该工程为《年度计划》列支工程，为了保障矿区生产建设、居民出行及生活安全，永兴煤矿对永盛联办副斜井等六个老窑口进行封闭。主要工程内容包括：红墙密闭墙砌筑，井筒填充，黄土土方  $705.59m^3$ ，C25 混凝土方量  $1546.00m^3$ ，砂砾石  $3.60m^3$ ，砌砖  $2.15m^3$ ，泵入水泥浆  $2311.25m^3$ 。

该项目对老窑进行封闭，工程实施后现场观感良好，工程质量符合要求，治理效果见照片 2.6-8-2.6-13。



照片 2.6-8 公社窑立井封闭照片



照片 2.6-9 国营矿井封闭照片



照片 2.6-10 医院壕斜井封闭照片



照片 2.6-11 永盛联办回风井封闭照片



照片 2.6-12 永盛联办副斜井封闭照片



照片 2.6-13 永盛联办主斜井封闭照片

## 6、老采空区（整合前）地表巡查工程

该工程为《年度计划》列支工程，依据矿山地质环境恢复治理、土地复垦等工作的要求，煤矿成立了矿山环境恢复治理领导小组，安排专人开展地裂缝、地面塌陷、地面工程、塌陷隐患区的巡查、记录工作，巡查时间自 2019 年 6 月至 2023 年 12 月，共 5 年，该项目由矿方组织自行巡查、巡查照片见 2.6-14、2.6-15。



照片 2.6-14 人工巡查 (1)



照片 2.6-15 人工巡查 (2)

## 7、工业广场西南侧矸石场土地复垦工程

该工程为《年度计划》列支工程，为实现矿区矿山地质环境保护与土地复垦的民主化、公众化，最大限度地发挥矿山地质环境保护与土地复垦的综合效益和长远效益。主要工程内容包括：场地平整  $1.0113\text{hm}^2$ ，移动石方  $1973.3\text{hm}^2$ ，土地翻耕、培肥  $0.3048\text{hm}^2$ ，田埂修筑  $102.4\text{m}^2$ ，种植侧柏 1085 株，撒播紫花苜蓿  $0.6510\text{hm}^2$ ，修建排水沟 180m，排水渠工程，消力池工程，及挡土墙工程等。

该项目对排矸场进行复垦，治理后场地平整，附属设施齐全，绿化效果较好，现场观感良好，该工程质量符合要求，治理效果见照片 2.6-16。



照片 2.6-16 排矸场治理

### （六）本《方案》与上期《方案》衔接情况

由于矿山生产滞后，上版适用期部署的工程部分未能实施，本方案将上期《方案》未实施的项目纳入本方案进行。

未执行项目包括滑坡、不稳定斜坡监测，开采工作面监测，村庄监测，含水层监测，地形地貌景观监测，水土环境监测，乡村道路修复，17101、17103 工作面土地复垦监测与管护、钙果种植。

以上项目滑坡、不稳定斜坡本期《方案》已移除，不单独设置监测工程，中期随采煤工作面的推进，在下部开采时按工作面开采计划布置监测点。村庄采前搬迁，按工作面开采计划布置监测点。钙果种植未能取得用地手续，暂不实施，剩余工程本方案均对其部署实施。以下逐一对比叙述。

表 2.6-9 上期《方案》未完成项目与本方案部署情况对比表

上期《方案》		本期《方案》部署情况
未执行项目	内容	
开采工作面监测	2020 年对 17101、17102、17103 工作面影响范围地表布置 20 个监测点，形成纵向与横向的观测线，掌握采煤塌陷变形规律。监测方法为 GPS 定位法。监测频次为每月 1 次。2020-2024 年对其持续监测。	根据开采计划，17101 工作面已开采形成采空区，2025-2027 年开采 17105 工作面，2028-2029 年开采 17107 工作面。第 1 年对 17105 工作面布置 D1-D6 监测点；第 2 年对采空塌陷隐患（CK1）设置 D16-D18 监测点，对工业场地边坡设置 D19-D23 监测点，对风井场地边坡设置 D24 监测点，对已有监测点（D1-D6）持

		续监测；第3年对D1-D6、D16-D24持续监测，第4年对17107工作面布置D7-D15监测点，第5年持续监测。 监测方法为GNSS自动监测。 监测频次为自动实时。
含水层监测	利用井田范围内6个水井对第四系潜水含水层水位、水质进行定期监测。 监测方法为：水位人工测量、水质人工取样送检。 监测频率为水位1次/月，水质4次/年。 监测层位：第四系含水层 2020-2024年对其持续监测。	根据现场调查，上期《方案》6个水井已损坏，无法利用，本方案布置工业场地（S1）、赵家墕（S2）两处水井作为含水层监测点，人工监测水位，新建S3、S4两口自动化监测井自动监测水位，水质采用人工取样送检。 监测频率为水位1次/月，水质4次/年。 监测层位：S1：基岩裂隙含水层，S2-S4：第四系含水层。 第1年依据2025年度计划监测，第2年设置监测点，建设监测井安装设备，第3-5年持续监测。
地形地貌景观监测	利用高精度遥感数据每年7-8月对近期开采范围监测1次 2020-2024年对其持续监测。	在第1年对全矿区采集1次高分辨率影像作为背景参照，每年7月固定对矿区采集高分辨率影像资料解译监测1次。 第2-5年持续监测。
水土环境监测	在槐树岔沟及支沟布设水体监测点W2、W3。 在新建排矸场周边布设土壤监测点W4、W5。 监测频率：水位：每月1次，水质4次/年，土壤分析4次/年	槐树岔沟上游、下游，河流交汇点设置WS1-WS4监测点， 在工业场地、风井场地周边分别布设WT1-WT3监测点，设置WT4背景值监测点。 监测频率：水位：每月1次，水质4次/年，土壤分析2次/年
乡村道路修复	2021年对采空沉陷区受损乡村路进行修复工程，修复道路195m。 2022年对采空沉陷区受损乡村路进行修复工程，修复道路203m。 2023年采空沉陷区受损乡村路进行修复工程，修复道路1070m。	第1年修复17103工作面机耕素土路1225m，水泥路136m。 第2年治理区域不涉及受损道路。 第3年修复17105工作面中部水泥路97m。 第4年修复17105工作面西侧水泥路210m。 第5年修复17107工作面东侧水泥路87m。
17101、17103工作面土地复垦监测与管护	2021年复垦17101工作面土地面积26.369hm <sup>2</sup> 。 2022年复垦17101工作面土地面积24.824hm <sup>2</sup> 。 2023年复垦17103工作面土地面积65.965hm <sup>2</sup> 。	第1年复垦17103工作面土地面积70.61hm <sup>2</sup> 。 第2年复垦17105工作面东侧土地面积28.31hm <sup>2</sup> 。 第3年复垦17105工作面中部土地面积25.84hm <sup>2</sup> 。 第4年复垦17105工作面西侧土地面积22.13hm <sup>2</sup> 。 第5年复垦17107工作面东侧土地面积28.04hm <sup>2</sup> 。

## （七）上期《方案》适用期经验总结

上期适用期完成了边坡防护工程、办公区绿化工程、一平台、二平台边坡绿化工程、生活生产区绿化工程、老窑封闭、老采空区（整合前）地表巡查工程、工业广场西南侧矸石场土地复垦工程，其矿山地质环境治理与土地复垦经验可以适用于本期方案的治理。

（1）对于稳定性较差的边坡应及时的实施治理及防护工程，有效解决其可能产生的地质安全隐患。

（2）上期《两案》适用期内对老窑进行了封闭，但尚未对其周边裸露地进行植被恢复，仅靠其自然恢复效果较差，因此，本方案对其裸露地布置植被恢复措施，与周边景观保持协调一致。

（3）根据矿区绿化经验，较易成活的树种主要有油松、侧柏、柳树、紫穗槐，草种主要为苜蓿，本方案在植被配置时可以参考以上植物选型布置。

（4）鉴于上期《两案》监测工程实施较少，本方案将加强对沉陷区、重要建构筑物的监测，对出现的裂缝要及时填充，施行免耕、深松等方式改善土壤容重及土壤硬度，增加土壤蓄水量，提高土地生产力水平。

（5）复垦土地上植被往往生长较慢，土壤极易随水和风流失，因此，必须在复垦工程的实施前期采取一定的管护措施。为保证林、草地能够正常生长，在干旱季节对林、草地进行洒水养护。

## （八）周边矿山地质环境与土地复垦治理分析

永兴煤矿仅在东北部井田边界外约1km 处存在一处相邻矿井，为子洲县兴盛煤矿。兴盛煤矿是由原何家集联办煤矿、原草湾联办煤矿等整合或搬迁置换方式扩大而成。原煤矿采用斜井开拓，开采V号煤，生产能力为3 万t/a，整合前形成采空面积约49.45万m<sup>2</sup>；根据子洲县经贸局提供的“关于对兴盛煤矿整合区内涉及原煤矿部分采空区的情况说明，该矿整合后截止2023年6月30日，一直处于停产状态，兴荣岩地质勘探有限公司于2024年6月发布告示，组织进行了《陕西省子洲县兴盛煤矿勘探报告》内审会议，现阶段暂未开展复垦验收工作，故永兴煤矿周边暂无矿山地质环境与土地复垦治理分析。

## 七、矿山绿色矿山建设

矿山暂未进行绿色矿山建设工作。

## 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

项目组在接到任务后，立即组织专业技术人员开展工作。于2025年1月10日、2025年4月8日、2025年7月24日多次组织人员开展现场地质环境与土地利用情况调查与资料收集，进行资料整理和报告编制。

为保证全面调查了解矿区地质环境与土地利用现状、掌握地质环境与土地利用与权属，确保调查的准确性和完整性，调查采取线路穿越法和地质环境追索相结合的方法进行，点、线、面相结合。采用1:10000井上下对照图、地形地质图、土地利用现状图、工业场地平面布置图等图件做底图，对地质环境问题点和损毁地类进行观测描述，调查其发生时间，基本特征，影响程度，并对主要地质环境问题点、地质现象点、土地损毁区进行照相和定位；针对不同土地利用类型区，挖掘土壤剖面，并采集相应的影像、图片，做好文字记录。本次调查采取矿方介绍、现场观察和访问群众相结合的方法。

#### （一）矿山地质环境调查概述

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

**地质环境调查点：**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38处。

**不稳定地质体调查点：**对区内发育的各类不稳定地质体、矿山建设及采矿活动可能引发、遭受的不稳定地质体区调查，共7处（上期《方案》6处，本《方案》新增1处），并采用无人机与现场核查相结合对前五年开采的工作面进行现场裂缝调查。

**含水层调查点：**主要针对工业场地自动化监测井、生活区水井、村庄水井进行调查，以对村民访问为主，有条件的进行了实测，对区内监测井、民井和沟内蓄水的水位变化及水量有了初步了解；共完成含水层调查点10处（上期《方案》6处，本《方案》重新布置4处）。

**地形地貌调查点：**主要为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 16 处。利用测绘无人机对工业场地、采坑塌陷区、区内沟谷及搬迁迹地等航拍，共计形成视频 20min，照片 160 张。

**水土环境调查点：**主要为对矿井水，生产生活用水等进行水环境调查，对工业场地进行土壤环境调查，进而分析矿山建设及采矿活动对调查区内的水土环境的影响程度，共完成水土环境调查点 6 处。

**人类工程活动调查点：**主要为对调查区内重要的人类工程活动进行调查，包括村庄、道路、输电线路、煤矿生产等，共完成人类工程活动调查点 20 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、沉陷已损毁土地调查、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：旱地、果园、乔木林地、灌木林地、其他林地、天然牧草地、其他草地、商业服务业设施用地、物流仓储用地、工业用地、采矿用地、农村宅基地、机关团体新闻出版用地、特殊用地、公路用地、交通服务场站用地、农村道路、河流水面、坑塘水面、沟渠、水工建筑用地、设施农用地、裸土地。对各地类现状进行了抽查，共完成土地利用现状调查点 36 处。

**矿山地面工程调查点：**主要为煤矿范围内地面建设工程进行调查，调查内容包括工业场地进场道路及建筑物基础埋深、建筑物体量等，共完成矿山地面工程调查点 10 处。

**沉陷已损毁土地调查点：**主要为煤矿形成的采空区导致土地沉陷损毁，共完成沉陷已损毁土地调查点 2 处。

**土壤剖面调查：**本次开挖了耕地、园地、林地、草地四种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 6 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，考虑地面工程评估范围，计算采空区影响变形边界，最后确定评估范围。

根据开采边界附近钻孔数据, 煤矿边界移动角在基岩为  $75^\circ$ 、松散层为  $45^\circ$ , VII中煤层埋深  $75.15\sim252.57m$ , 地面塌陷范围  $61\sim109m$ , 考虑留设  $20m$  矿界煤柱, 评估范围沿煤矿边界外扩  $100m$ , 北部采空区煤柱处不外扩。总评估面积  $31.5871km^2$ , 评估边界拐点坐标见表 3.2-1。

表 3.2-1 煤矿评估边界拐点坐标一览表 (2000 坐标)

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, 调查面积为  $32.7685\text{km}^2$ , 评估区及调查区范围示意图见图 3.2-1。

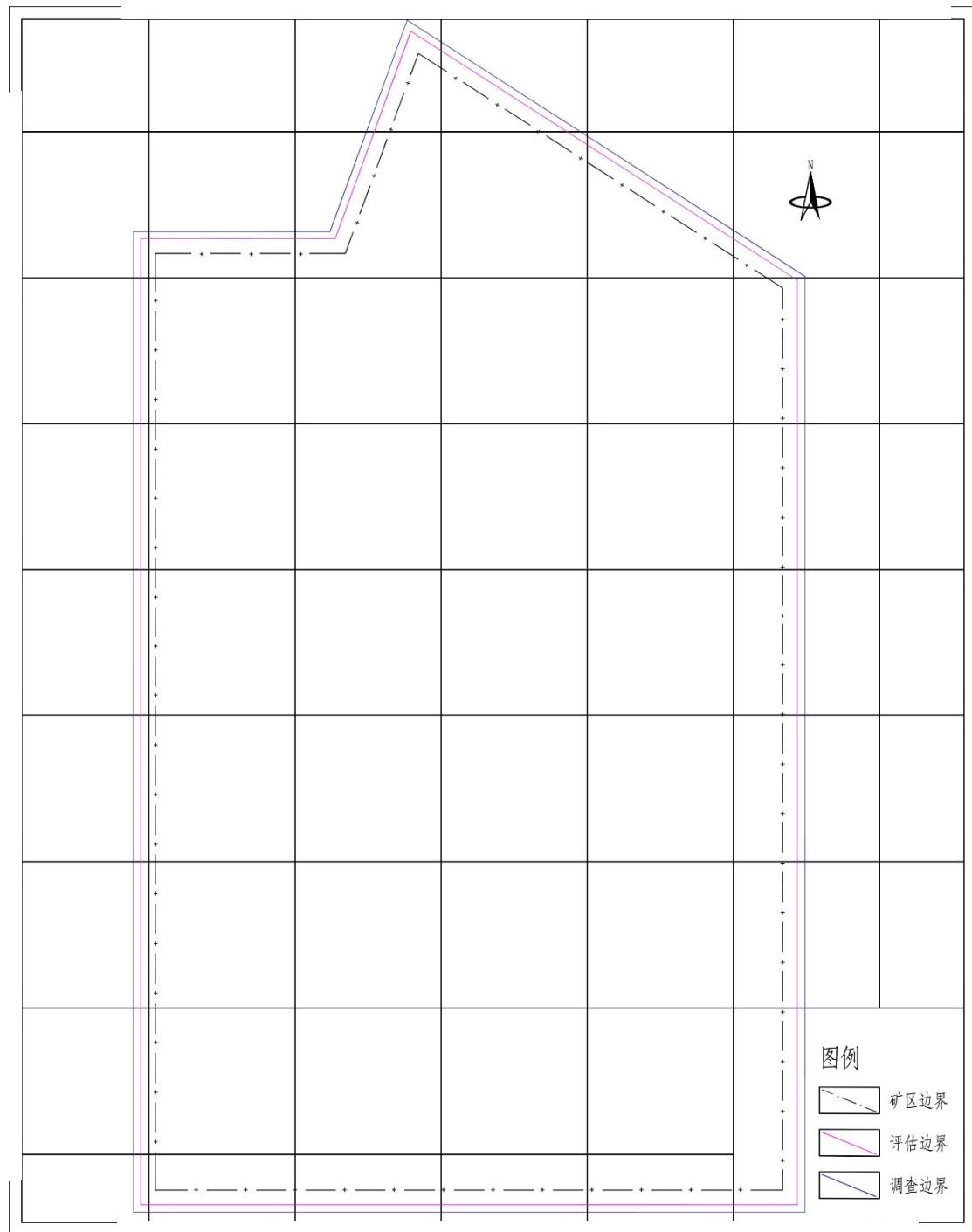


图 3.2-1 评估区及调查区范围示意图

## 2、评估级别

根据规范要求，矿山地质环境影响评估级别应根据评估区重要程度、矿山生产建设规模、矿山地质环境条件复杂程度综合确定，见表 3.2-2。

表 3.2-2 矿山地质环境影响评估级别分级表

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

### （1）评估区重要程度

根据规范，评估区重要程度根据表 3.2-3 确定。据表所示，评估区属重要区。

表 3.2-3 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区	评估区
1.分布有 500 人以上的居民集中居住区；	1.分布有 200~500 人以上的居民集中居住区；	1.居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下；	评估区涉及六个村庄、共 622 人（重要区）
2.分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程及其他重要建筑设施；	2.分布有二级公路、小型水利、电力工程或其它较重要建筑设施；	2.无重要交通要道或建筑设施；	110kv 高压线、乡村道路。（较重要区）
3.矿区紧邻国家自然保护区（含地质公园、风景名胜区等）或重要旅游景点；	3.紧邻省级、县级自然保护区或重要旅游景区（点）；	3.远离各级自然保护区及旅游景区（点）；	区内无自然保护区或景区（一般区）
4.有重要水源地；	4.有较重要水源地；	4.无较重要水源地；	无重要水源地（一般区）
5.破坏耕地、园地。	5.破坏林地、草地。	5.破坏其它类型土地。	破坏耕地、林地、草地（重要区）

注：评估区重要度分级确定采取上一级别优先原则，只有一条符合者即为该级别。

### （2）矿山生产建设规模

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》，永兴煤矿生产规模 0.6Mt/a，井工开采，为中型煤矿。

### （3）矿山地质环境复杂程度

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

表 3.2.4 井工开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

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

序号	复杂	中等	简单	判定级别
	35°, 相对高差大, 地面倾向与岩层倾向基本一致。	20°~35°, 相对高差较大, 地面倾向与岩层倾向多为斜交。	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。			

①本区水文地质条件简单。涌水量主要来自煤层顶板砂岩, 矿井水文地质类型属以裂隙充水为主的水文地质条件简单型。整合后范围扩大, 年产量扩大。矿坑涌水量采用大井法计算, 按 0.60Mt/a 生产规模, 预计正常涌水量 962m<sup>3</sup>/d, 最大涌水量 1541m<sup>3</sup>/d。地下采矿和疏干排干容易造成矿区周围主要充水含水层破坏, 老空水对矿井生产威胁, **总体上水文地质条件中等**。

②地层岩性单一, 岩体结构多为厚层状, 可采煤层顶、底板以半坚硬的层状岩类为主, 稳定性较好。依据《矿区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, **复杂程度简单**。

③矿区内地层有微波状起伏, **总体上地层构造复杂程度简单**。

④矿区主要存在有采空区 2 处, 不稳定地质体危险性中等, **不稳定地质体现状程度为中等**。

⑤据现场调查, 现状条件下分布 2 处采空区, 采空区未治理, **采空区现状复杂程度为中等**。

⑥煤矿位于陕北黄土高原北端, 地貌单元属黄土丘陵地区, 全区大部被黄土覆盖, 区内地势总体是南部高, 北部低, 区内最高处在东南角高焉村附近, 标高 1320m, 最低处位于北部边界的槐树岔沟沟底, 标高 1040m, 相对最大高差 280m。地形起伏大, 沟壑纵横、沟谷深切, **该煤矿地貌类型复杂程度为中等**。

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 3.2-2), 确定本矿山**地质环境影响评估级别为一级**。

### （二）不稳定地质体影响现状分析与预测

#### 1、上期《方案》与本次现场调查对照情况

### （1）《详查报告》不稳定地质体分布情况

根据《地质灾害防治条例》和《地质灾害危险性评估规范》，不稳定地质体主要包括滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷、地裂缝和地面沉降等灾种。经查阅《陕西省榆林市子洲县地质灾害详细调查报告》，评估区范围内发育的不稳定地质体有2处滑坡、2处不稳定斜坡，报告中给出了该4处不稳定地质体隐患点单点防治规划建议，见表3.2-5。

表3.2-5 不稳定地质体隐患点单点防治规划建议一览表

序号	野外编号	室内编号	名称	地理位置	威胁对象	威胁财产(万元)	分级	防治建议
1	ZDH213	ZD013	总牛嘴圪垯滑坡	槐树岔乡曹家河村	河道120m	0.5	次重点	排危除险
2	ZDH214	ZD014	麻舍科北400m滑坡	槐树岔乡曹家河村	乡村道路160m	10	次重点	立警示牌
3	ZDP206	ZD108	总牛嘴圪垯不稳定斜坡	槐树岔乡曹家河村	乡村道路12m	2	一般	立警示牌
4	ZDP207	ZD109	曹家河村北公路不稳定斜坡	槐树岔乡曹家河村	乡村道路50m	30	一般	立警示牌

### （2）上期《方案》不稳定地质体

上期《方案》为2018年编制的《子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》中有6处不稳定地质体，包括1处采空塌陷隐患点，滑坡、不稳定斜坡4处，泥石流隐患点1处，上版方案不稳定地质体类型汇总见表3.2-6。

表3.2-6 上期《方案》调查区不稳定地质体类型汇总表

类型	数量	编号	位置	威胁对象	备注
采空塌陷隐患	1	CK1	矿区北侧老采空区	乡村道路、村庄	老采空区房柱式采煤法开采
滑坡	2	ZD013	槐树岔乡曹家河村	河道	/
		ZD014		乡村道路	/
不稳定斜坡	2	ZD108	槐树岔乡曹家河村	乡村道路	/
		ZD109		乡村道路	/
泥石流	1	N1	风井场地沟谷	风井场地	隐患

### （3）上期《方案》不稳定地质体现场调查

根据已有资料，采空区塌陷隐患 CK1 位于矿区北侧，为整合前子洲县槐树岔永盛联办煤矿与槐树岔煤矿开采形成的采空区，采煤方法为房柱式采煤法，开采煤层为Ⅶ中煤层，调查核实，Ⅶ中煤层采空区采高 0.64~0.8m。至今形成采空区总面积约 1.7078km<sup>2</sup>，野外调查未发现地面塌陷及地裂缝，地表建（构）筑物无开裂现象，威胁对象主要是乡村道路、输电线路和少量居民村庄，该采空塌陷发育程度弱，危险性小，危害程度小。



照片 3.2-1 CK1 现状地表照片（镜向 NE）



照片 2.6-7 CK1 现状地表照片（镜向 SE）

滑坡 ZD013 位于槐树岔乡曹家河村，坐标为

，坡高约 60m，坡向 95°，斜坡平均坡度约 25°，现场调查岩土体干燥，无地表径流流经，坡面上无裂缝发展，植被覆盖度较高，未有新的变形迹象，威胁对象主要为河道 120m，该滑坡发育程度弱，危险性小，危害程度小。

滑坡 ZD014 位于槐树岔乡曹家河村，坐标为

，坡高约 45m，坡向 82°，斜坡平均坡度约 40°，现场调查滑坡前缘临空，有间断季节性降雨地表径流流经，坡面冲刷较严重，已做刷坡处理措施，未有新的变形迹象，威胁对象主要为乡村道路 160m，该滑坡发育程度中等，危险性小，危害程度小。

不稳定斜坡 ZD108 位于槐树岔乡曹家河村，坐标为

，坡高约 25m，坡向 265°，坡面直立，坡面无掉块现场，未发现有新裂隙发育，威胁对象主要为乡村道路 12m，该滑坡发育程度弱，危险性小，危害程度小。

不稳定斜坡 ZD109 位于槐树岔乡曹家河村，坐标为

，坡高约 120m，坡向 65°，已做刷坡处理措施，未发现有新裂隙

发育，现场已立警示公示牌，威胁对象为乡村道路 50m（四级公路，属于一般建设项目建设），该滑坡发育程度弱，危害程度小，危险性小。

上述不稳定地质体点防治主体责任人为槐树岔乡人民政府，现场也已立警示公示牌。



照片 3.2-3 总牛嘴圪垯滑坡（镜向 NW）



照片 3.2-4 总牛嘴圪垯滑坡警示牌



照片 3.2-5 麻舍科北 400m 滑坡（镜向 NW）



照片 3.2-6 麻舍科北 400m 滑坡警示牌



照片 3.2-7 总牛嘴圪垯不稳定斜坡（镜向 NE）照片 3.2.8 总牛嘴圪垯不稳定斜坡警示牌





照片 3.2-9 曹家河村不稳定斜坡 (镜向 NW)



曹家河村不稳定斜坡警示牌

矿区泥石流 (N1) 属于轻度易发泥石流。主要威胁对象为风井场地，该泥石流沟位于黄土梁峁丘陵区，主沟道呈宽 V 型，长约 930 m，沟脑高程 1205 m，沟口高程 1070 m，相对高差 135 m，坡降比 14.5% (图 3.2-2)，两岸坡度为 43°，沟岸较陡，处于壮年期。

根据走访附近村民，历史上无泥石流灾害发生。泥石流形成机理为：此沟道两岸坡度较大，地表汇流时间短，同时沟道坡降比为其提供了一定的动能；沟道出露第四系松散堆积物，厚度为 10~25m；坡面植被覆盖率约 50%，暴雨容易产生坡面侵蚀；评估区所处地雨水多集中在每年 7~9 月份，且大多以暴雨的形式出现，历时短，来势汹涌，为泥石流的形成提供了水动力条件。

**地形条件：**该泥石流沟位于黄土梁峁丘陵区，主沟道呈宽 V 型，长约 930m，沟脑高程 1205m，沟口高程 1070m，相对高差 135m，坡降比 14.5%，两岸坡度为 43°，坡面坡降图见图 3.2-3，沟岸较陡，处于壮年期。

**物源条件：**沟脑黄土直立呈松散、孔隙较大，沟道主要出露为棕红、褐红色的粘土岩，结构疏松，能为泥石流提供一定物源，估计方量约为 3000m<sup>3</sup>；主要物源则是原煤矿生产过程中在此沟排倒的矸石，目前形成堆弃物约 2.3×104m<sup>3</sup>。

**雨水条件：**水源主要是降雨及冬季积雪融化，风井场沟流域面积 0.26km<sup>2</sup>，流域面积较小，降雨多集中在每年 7~9 月份，多以暴雨的形式出现，历时短，强度大，加上沟道坡降的作用，汇水之后能为泥石流的形成提供动力条件。

结合泥石流形成三大条件分析，依据《泥石流灾害防治勘察规范》，进行了泥石流量化评分，得分为 64 分，见表 3.2-7。该泥石流属于轻度易发泥石流。主要威胁对象为风井场地，主要造成的后果是对风井场地的基础设施建设及人民财产。根据发生的可能性及危害程度，现状评估其危险性中等。

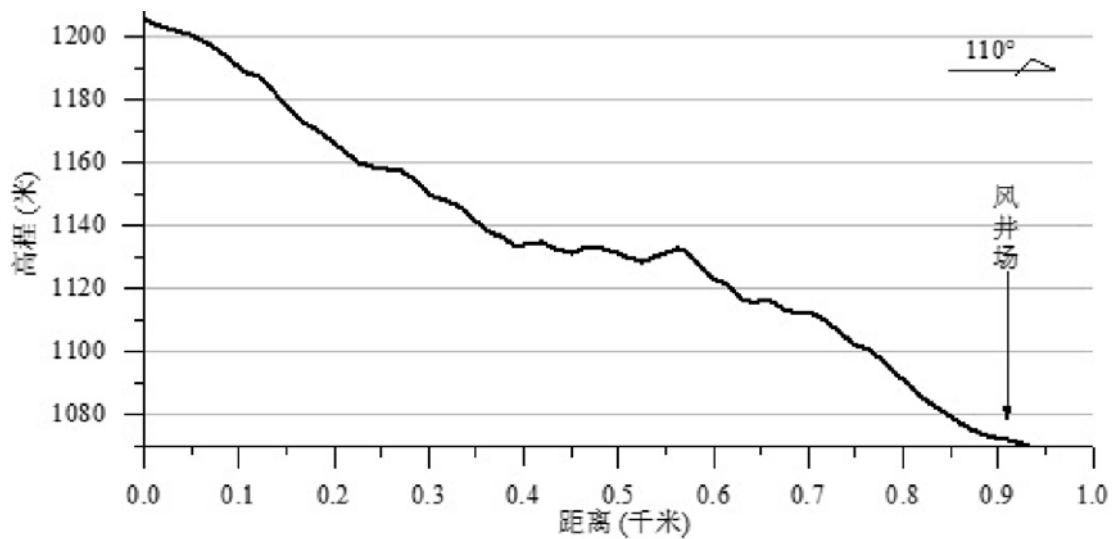


图 3.2-2 风井场沟谷泥石流主沟坡面坡降图

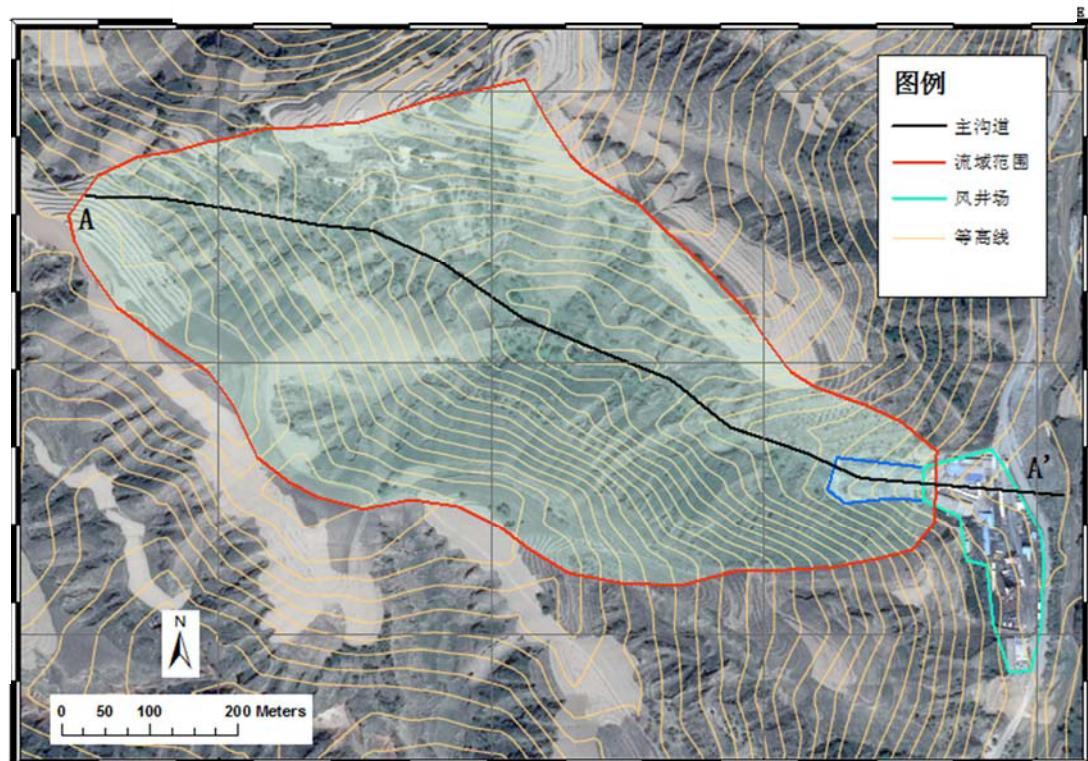


图 3.2-3 风井场沟谷流域全貌图

表 3.2.7 泥石流易发程度数量化评分表

序号	影响因素	量级划分							本泥石流
		极易发 (A)	得分	中等易发 (B)	得分	轻度易发(C)	得分	不易发生 (D)	
1	崩塌、滑坡及水土流失（自然和人为严重程度）	崩塌、滑坡等重力侵蚀严重，多层滑坡和大型崩塌，表土疏松，冲沟十分发育	21	崩塌、滑坡发育，多层滑坡和中小型崩塌，有零星植被覆盖冲沟发育	16	有零星崩塌、滑坡和冲沟存在	12	无崩塌、滑坡、冲沟或轻微发育	1
2	泥砂沿程补给长度比	>60%	16	60%~30%	12	30%~10%	8	<10%	1
3	沟口泥石流堆积活动程度	主河河形弯曲或堵塞，主流受挤压偏移	14	主河河形无较大变化，仅主流受迫偏移	11	主河河形无变化，主流在高水位时偏，低水位时不偏	7	主河无河形变化，主流不偏	1
4	河沟纵坡	>12° (21.3%)	12	12°~6° (21.3%~10.5%)	9	6°~3° (10.5%~5.2%)	6	<3°(3.2%)	1
5	区域构造影响程度	强抬升区，6级以上地震区，断层破碎带	9	抬升区，4~6 级地震区，有中小支断层	7	相对稳定定区，4 级以下地震区，有小断层	5	沉降区，构造影响小或无影响	1
6	流域植被覆盖率	<10%	9	10%~30%	7	30%~60%	5	>60%	1
7	河沟近期一次变幅	>2m	8	2m~1m	6	1m~0.2m	4	0.2m	1
8	岩性影响	软岩、黄土	6	软硬相间	5	风化强烈和节理发育的硬岩	4	硬岩	1
9	沿沟松散物储量( $10^4\text{m}^3/\text{km}^2$ )	>10	6	10~5	5	5~1	4	<1	1
10	沟岸山坡坡度	>32° (62.5%)	6	32°~25° (62.5%~46.6%)	5	25°~15° (46.6%~26.8%)	4	<15°(26.8%)	1
11	产沙区沟槽横断面	V型、U型、谷中谷	5	宽 U型谷	4	复式断面	3	平坦型	1
12	产沙区松散物平均厚度	>10m	5	10m~5m	4	5m~1m	3	<1m	1
13	流域面积	0.2km²~5km²	5	5km²~10km²	4	0.2km²以下、10km²~100km²	3	>100km²	1
14	流域相对高差	>500m	4	500m~300m	3	300m~100m	2	<100m	1
15	河沟堵塞程度	严重	4	中等	3	轻微	2	无	1
评判等级标准	综合得分		116~130		87~115		<86		64
	发育程度等级		强发育		中等发育		弱发育		弱发育

#### (4) 本次调查新增不稳定地质体

本次调查新增地面塌陷 1 处 (TX1)，具体分析见不稳定体现状评估。

#### (5) 本方案与上期《方案》不稳定地质体对应情况

根据煤矿实际情况，本次现场调查对其上期《方案》不稳定地质体进行了复核，通过查询《陕西省地质灾害防治信息平台》，上期《方案》ZD013（总牛嘴圪垯滑坡）、ZD014（麻舍科北 400m 滑坡）、ZD108（总牛嘴圪垯不稳定斜坡）、ZD109（曹家河村北公路不稳定斜坡）均在册，上期《方案》对不稳定地质体的编号采用了详查报告中的室内标号，《陕西省地质灾害防治信息平台》编号为野外编号，见照片 3.2-11。

统一编号	市	县	野外编号	灾害体名称	地理位置
610831020007	榆林市	子洲县	ZDP206	总牛嘴圪垯崩塌	子洲县槐树岔乡曹家河村
610831010011	榆林市	子洲县	ZDH213	总牛嘴圪垯滑坡	子洲县槐树岔乡曹家河村
610831010010	榆林市	子洲县	ZDH214	麻舍科北400m滑坡	子洲县槐树岔乡曹家河村
610831020006	榆林市	子洲县	ZDP207	曹家河村北公路崩塌	子洲县槐树岔乡曹家河村

### 照片 3.2-11 《陕西省地质灾害防治信息平台》灾点核查结果

本次方案对上期《方案》的不稳定地质体点均保留，增加地面塌陷（TX1），上期《方案》不稳定地质体与本方案不稳定地质体对应情况见表 3.2-8，不稳定地质体现状分布图见图 3.2-4。

表 3.2-8 上期《方案》不稳定地质体与本方案不稳定地质体对应情况表

上期《方案》不稳定地质体	本方案不稳定地质体	继承与衔接情况
采空塌陷隐患（CK1）	采空塌陷隐患（CK1）	原子洲县永兴煤矿自 2008 年开展核实工作后至 2011 年 5 月 31 生产形成的采空区，纳入本期方案
滑坡（ZD013）	滑坡（ZD013）	根据现场调查，滑坡及不稳定斜坡已做刷坡处理措施，未有新的变形迹象，危害程度小，危险性小，通过《陕西省地质灾害防治信息平台》查询，均为在册灾点，纳入本期方案
滑坡（ZD014）	滑坡（ZD014）	
不稳定斜坡（ZD108）	不稳定斜坡（ZD108）	
不稳定斜坡（ZD109）	不稳定斜坡（ZD109）	
泥石流隐患（N1）	泥石流隐患（N1）	威胁对象为风井场地，发育程度弱，危害程度中等
/	地面塌陷（TX1）	2022 年 8 月至 2024 年 12 月开采形成，为调查新发现

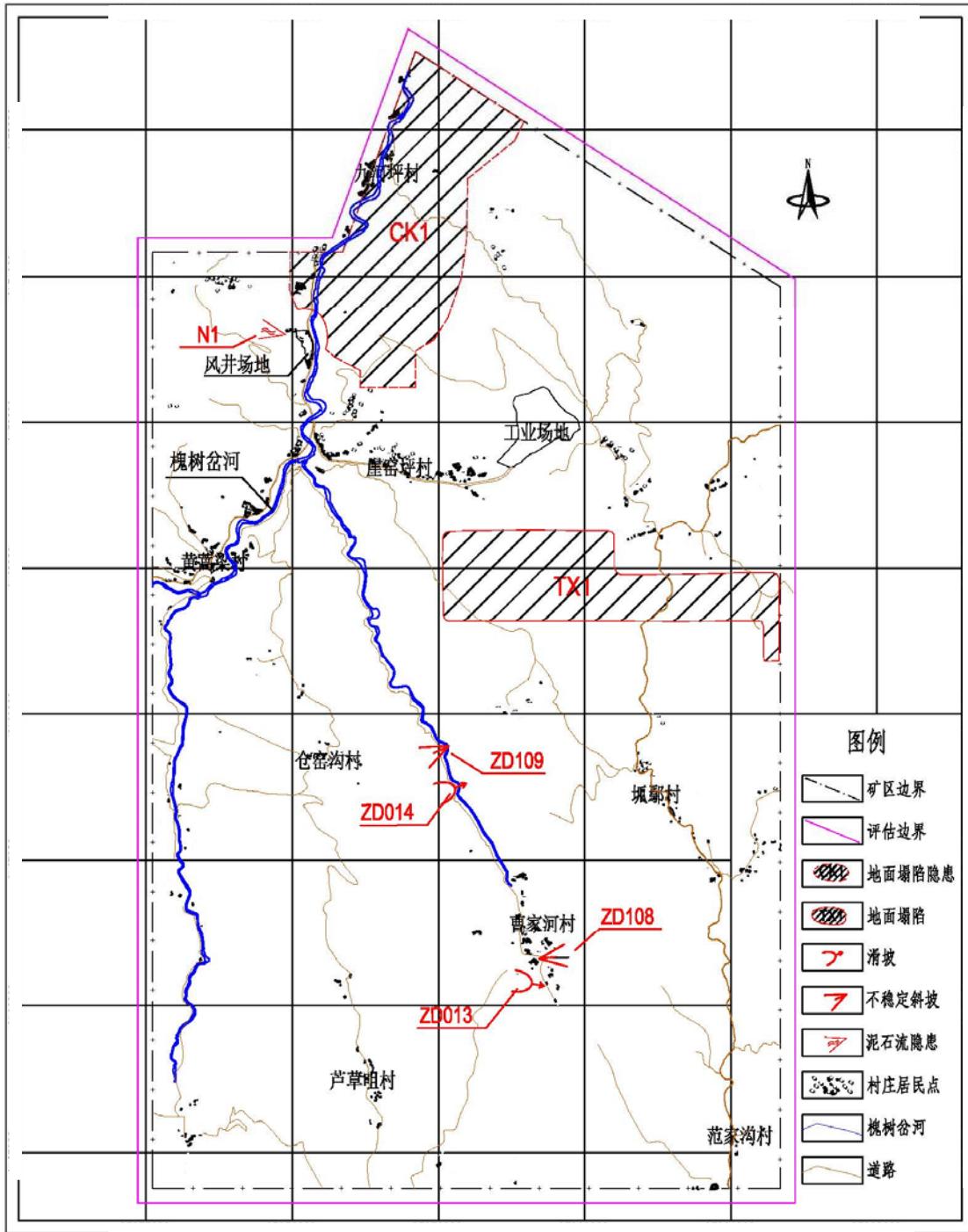


图 3.2-4 不稳定地质体现状分布图

## 2、矿山不稳定地质体现状评估

根据现场调查情况结合上期《方案》，确定本方案不稳定地质体 7 处，分别为地面塌陷（TX1）、采空塌陷隐患（CK1）、ZD013（总牛嘴圪垯滑坡）、ZD014（麻舍科北 400m 滑坡）、ZD108（总牛嘴圪垯不稳定斜坡）、ZD109（曹家河村北公路不稳定斜坡）、泥石流隐患（N1）（图 3.2-4）。

### 1) 地面塌陷 (TX1)

地面塌陷为永兴煤矿 2022 年 8 月至 2024 年 12 月开采形成。该采空塌陷区周长 6271m，面积 1.1337km<sup>2</sup>，属中型地面塌陷。区域整体为 3 条近东西向工作面组成，为矿山开采Ⅶ上号煤层所致，采煤方法为长壁后退式综采，开采煤层厚度 0.42~2.35m，平均厚度 1.26m，采高 1.5m，平均开采深度 160m 左右。煤层顶底板多为砂质泥岩、细粒砂岩、粉砂岩及砂质泥岩。采空区地貌为梁峁沟谷地貌，地形沟壑纵横，土地类型以林地、草地为主，局部分布有耕地。

在采空区上部发现地表裂缝，裂缝长度 20.27-332.23m，裂缝宽度 0.04-0.80m，可测深度 5.09-14.88m。裂缝走向以近东西向为主。局部可见高差 0.8m 的错台。开采后地面沉陷明显，该塌陷区有乡村道路分布，无村庄建构筑物，威胁对象为乡村道路、输电线路，危害程度中等，危险性中等，影响程度较严重。地面塌陷现状见照片 3.2-13—3.2-18。



拍摄时间：2025 年 4 月 9 日

照片 3.2-13 TX1 地面塌陷现状（俯视）



拍摄时间：2025 年 4 月 9 日

照片 3.2-14 TX1 地面塌陷现状（俯视）



拍摄时间：2025 年 4 月 9 日

照片 3.2-15 TX1 现状（镜像 NW）



拍摄时间：2025 年 4 月 9 日

照片 3.2-16 TX1 现状（镜像 SE）



照片 3.2-17 裂缝发育情况（镜向 W）



照片 3.2-18 裂缝发育情况（镜向 NW）

## 2) 其他不稳定地质体

另外 6 处不稳定地质体继承于上期《方案》，前文已做论述，不再赘述。

## 3) 现状评估小结

本方案不稳定地质体 7 处，其中地面塌陷（TX1）威胁塌陷区内生产道路，危害程度中等，危险性中等；泥石流隐患（N1）威胁风井场地，危害程度中等，危险性中等；其余不稳定地质体危险性小，危害程度小。

## 3、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

永兴煤矿地面建设工程包括工业场地、风井场地、道路、输电线路。

#### 1) 遭受不稳定地质体危险性评估

##### ①工业场地遭受不稳定地质体危险性评估

经调查，工业场地周围 100m 范围内未发现内崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝等。工业场地遭受不稳定地质体的可能性小，危害程度小，危险性小。

##### ②风井场地遭受不稳定地质体危险性评估

经调查，风井场地周围 100m 范围内有一泥石流隐患点，属轻度易发泥石流，发育程度弱，危害程度小，危险性小。风井场地遭受不稳定地质体的可能性小，危害程度小，危险性小。

##### ③道路、输电线路遭受不稳定地质体危险性评估

塌陷区内分布有输电线路，塌陷区目前未完全沉稳，因此遭受不稳定地质体

的可能性中等，危害程度中等，危险性中等。

塌陷区内分布有混凝土道路，塌陷区目前未完全沉稳，因此遭受不稳定地质体的可能性中等，危害程度中等，危险性中等。

## 2) 引发不稳定地质体危险性评估

### ①工业场地引发不稳定地质体危险性评估

工业场地地势平坦，场地周边已做1:1刷坡台阶状处理，并进行了绿化，不再进行新的建设，预测其引发不稳定地质体的可能性小，危害程度小，危险性小。

### ②风井场地引发不稳定地质体危险性评估

场地地势平坦，无新增建设工程，预测其引发不稳定地质体的可能性小，危害程度小，危险性小。

### ③道路、输电线路引发不稳定地质体危险性评估

进场道路已完成道路两侧护坡工程，输电线路无高的开挖边坡，动用的土方量小，输水线路布设在工业场地内，预测其引发不稳定地质体的可能性小，危害程度小，危险性小。

## （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、滑坡和崩塌等，可能造成地面建筑（构）筑物损坏、威胁人员。

### 1) 地面塌陷值预测

煤矿采用综采开采Ⅶ上、Ⅶ中煤层，根据永兴煤矿煤层赋存条件、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：

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

最大倾斜值： $i_{\max}=W_{\max}/r$ , mm/m

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

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

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

上式中： $M$ —煤层开采厚度, m;

$H$ —煤层埋藏深度, m;

$\alpha$ —煤层倾角，取  $1^\circ$ ；

$r$ —开采影响半径，m， $r=H/\tan\beta$ ；

$q$ —下沉系数；

$b$ —水平移动系数。

参照《煤矿采空区岩土工程勘察规范》附录 H 中表 H.0.8-1“按覆岩岩性确定地表移动一般参数”和重复采动参数选取规定，计算得出的相关参数见表 3.2-8。

表 3.2-8 相关参数表

煤层 编号	采煤 方法	顶板管 理方法	下沉 系数 $q$	水平移 动系数 $b$	主要影响角 正切 $\tan\beta$	开采边界处的采深 $H(m)$		煤层主要影响半径 $r(m)$		备注
						最小值	最大值	最小值	最大值	
						平均值		平均值		
VII上	综采	全部跨落法	0.70	0.20	2.30	68.17	246.00	29.64	106.96	初次采动
						157.09		68.30		
VII中	综采	全部跨落法	0.82	0.20	2.30	75.15	252.57	32.67	109.81	重复采动
						163.86		71.24		

### ①近期开采地面塌陷预测值

近期回采VII上煤 17103、17105、17107 共计 3 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。预测结果见表 3.2-9，绘制的近期开采区地面塌陷等值线见图 3.2-5。

表 3.2-9 近期开采区地面塌陷、倾斜、移动和变形值预测表

煤 层 编 号	煤层 倾角 $\alpha$	开采厚度 $M(m)$		最大下沉值 $W_{cm}(mm)$		最大倾斜值 $i_{cm}(mm/m)$		最大曲率值 $K_{cm}(10^{-3}/m)$		最大水平位 移 $U_{cm}(mm)$		最大水平变 形 $\varepsilon_{cm}(mm/m)$		备注
		最小 值	最大 值	最小 值	最大 值	最小 值	最大 值	最小 值	最大 值	最小 值	最大 值	最小 值	最大 值	
		平均值		平均值		平均值		平均值		平均值		平均值		
VII 上	2	0.90	2.35	630	1644	9.22	24.07	0.205	0.536	126	329	2.80	7.32	初 采
		1.63		1140		16.70		0.372		228		5.08		

近期工作面在空间不存在重合，煤层开采后，塌陷中心的最大塌陷值为 1.644m，倾斜值为 24.07mm/m，曲率值为  $0.536 \times 10^{-3}/m$ ，水平移动值为 0.329m，最大水平变形值为 7.32mm/m。

### ②中期开采地面塌陷预测值

永兴煤矿中期开采VII上、VII中煤层，根据以上预测模型和有关参数对其中期

开采区开采引起的地面塌陷进行预测，预测结果见表 3.2-10，地面塌陷等值线图见图 3.2-6。

表 3.2-10 中期开采区地面塌陷、倾斜、移动和变形值预测表

煤层 层 编 号	煤层 倾角 $\alpha$	开采厚度 $M(m)$		最大下沉值 $W_{cm}(mm)$		最大倾斜值 $i_{cm}(mm/m)$		最大曲率值 $K_{cm}(10^{-3}/m)$		最大水平位移 $U_{cm}(mm)$		最大水平变形 $\varepsilon_{cm}(mm/m)$		备注
		最小 值	最大 值	最小 值	最大 值	最小 值	最大 值	最小 值	最大 值	最小 值	最大 值	最小 值	最大 值	
		平均值		平均值		平均值		平均值		平均值		平均值		
VII 上	2	0.42	2.35	294	1644	4.30	24.07	0.096	0.536	59	329	1.31	7.32	初 采
		1.26		881		12.91		0.287		176		3.92		
VII 中	2	0.40	1.44	328	1181	4.60	16.57	0.098	0.354	66	236	1.40	5.04	复 采
		0.73		599		8.40		0.179		120		2.55		

中期开采VII上、VII中煤空间存在重合，煤层开采后，中期最大塌陷值为 2.83m，最大倾斜值为 40.64mm/m，最大曲率值  $0.89 \times 10^{-3}/m$ ，最大水平移动值为 0.565m，最大水平变形值为 12.36mm/m。

## 2) 引发不稳定地质体的类型、范围和时间

### ①近期开采区不稳定地质体的类型、范围和时间

近期采用长壁式综采采煤方法，开采VII上、VII中煤。根据煤层分布、埋深、开采厚度，并结合地面塌陷预测结果，近期采区地表大部分为梁峁沟谷地貌，随着煤矿开采，采空区的形成与扩大，地表将发生不同程度的变形，在地表形成地面塌陷和地裂缝；在矿界煤柱、大巷煤柱、井田内煤柱，将主要形成伴生地裂缝。

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：

$$T=2.5H。 \quad (d)$$

$H。$ ：平均采深，m。

通过计算，近期开采的VII上煤层埋深平均为 157m，开采后地表移动延续的时间 1.07 年 (393d)。时间段分配上，初期剧烈变形，中期缓慢变形。

### ②中期开采区不稳定地质体的类型、范围和时间

中期位于梁峁沟谷区，随着煤层开采，采空区的形成与扩大，地表为连续变

形，根据预测结果，最大塌陷为 2.83m，将分布在纳林梁南部，在矿界煤柱、大巷煤柱、切眼、沟谷将会形成小规模的地裂缝，局部可能会引发黄土斜坡失稳形成滑坡和崩塌。

中期开采Ⅶ上、Ⅶ中煤，地表移动延续的时间 1.12 年（410d）。时间段分配上，初期剧烈变形，中期缓慢变形，晚期相对稳定。

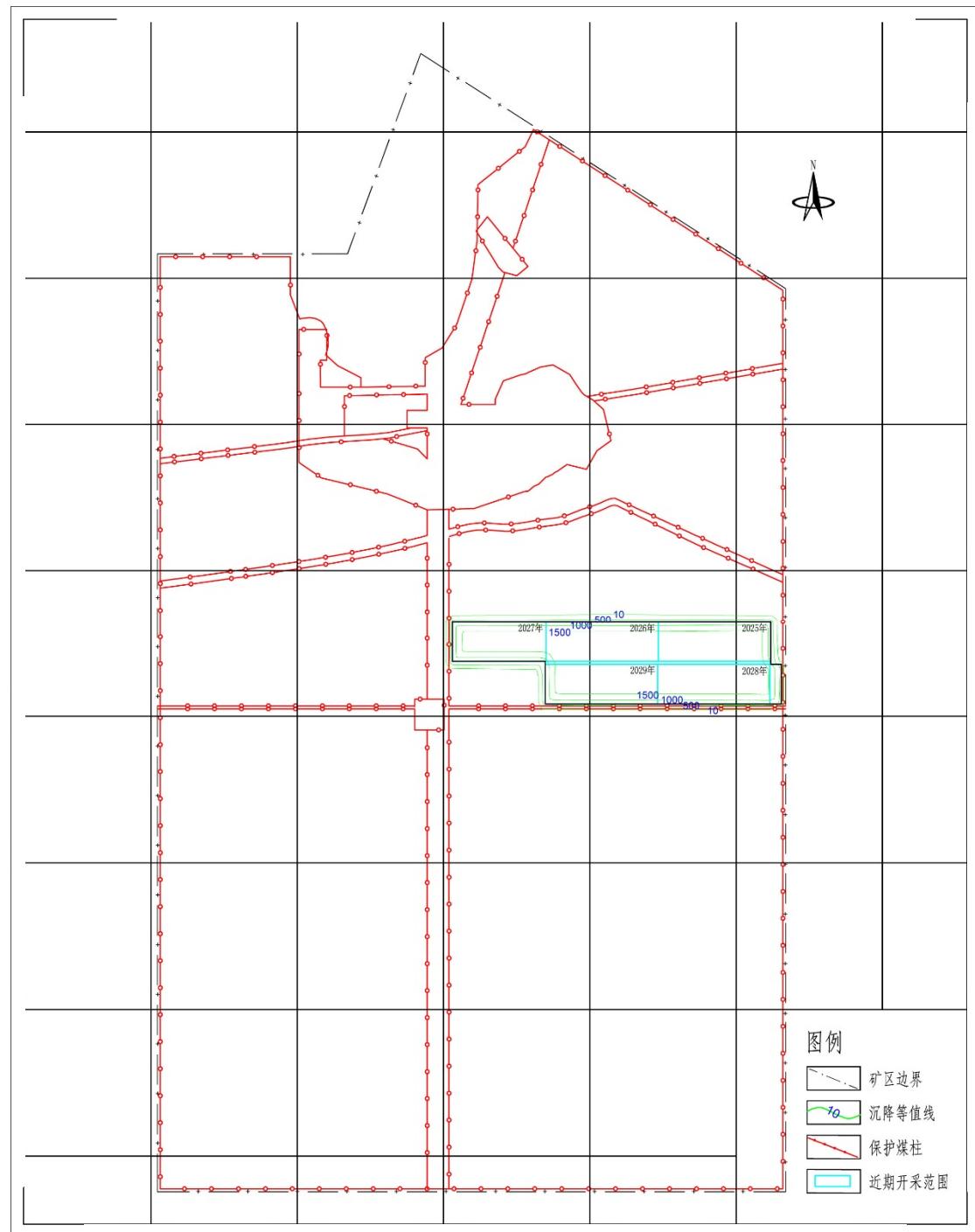


图 3.2-5 近期下沉等值线图

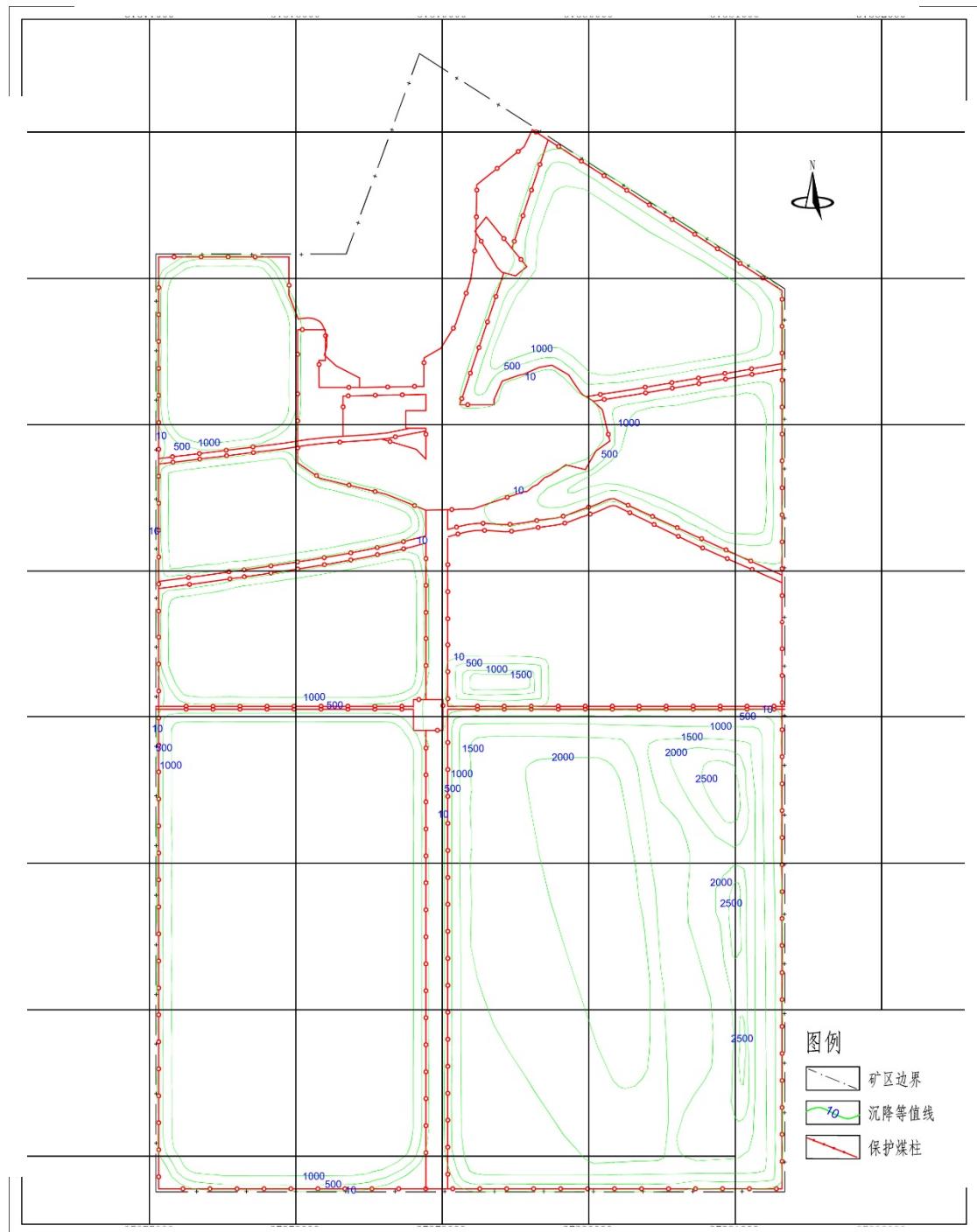


图 3.2-6 中期下沉等值线图

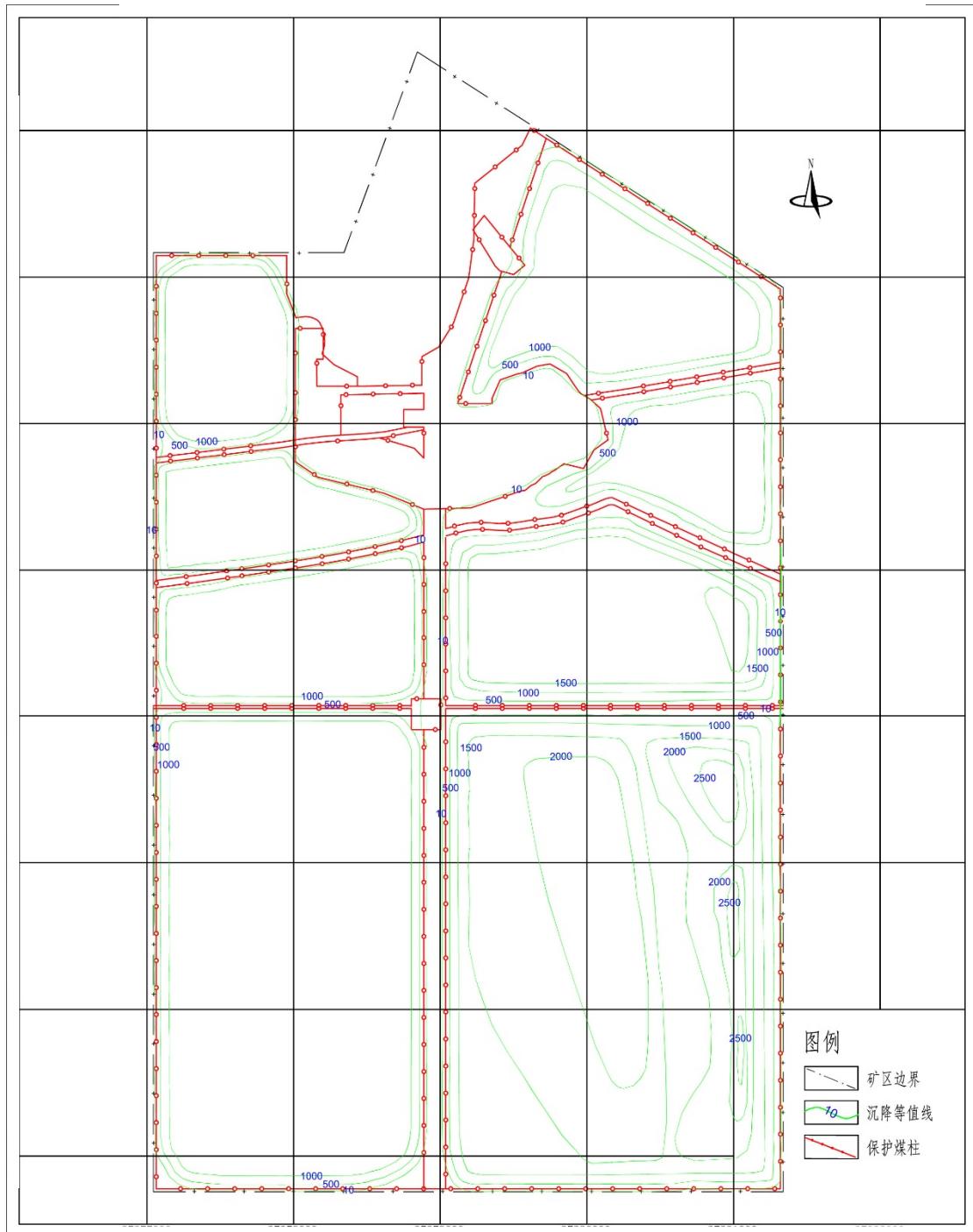


图 3.2-7 全井田开采下沉等值线图

### 3) 采矿活动影响程度预测

#### ① 采矿活动引发村庄房屋损坏预测评估

永兴煤矿近、中期开采范围涉及 8 个自然村，其中崖窑坪村、九河坪村井田北部区域留设保护煤柱，后续不受开采影响，黄蒿梁村、九河坪村南部区域、曹

家河村、芦草咀村、仓窑沟村、坬墕村、范家沟村均会受到采煤影响。采煤塌陷和裂缝将造成房屋裂缝，直接影响村庄房屋建筑稳定性，造成其最大沉降量可达2.83m，预测其对村庄危害程度严重，危险性大。

#### ②采矿活动引发输电线路损坏预测评估

近、中期开采影响输电线路，可能导致线杆歪斜，影响正常供电，预测引发输电线路危害程度中度，危险性中等。

#### ③采矿活动引发道路损坏预测评估

近、中期开采对冯槐路及乡村道路造成影响，可能会导致道路路面开裂，影响交通，预测引发道路损坏危害程度中度，危险性中等。

#### ④采矿活动引发地面工程影响预测评估

风井场地、工业场地均位于保护煤柱内部，进场道路、煤矿供电线路大部分位于近、中期开采塌陷影响范围外部，仅有塔基位于影响范围之内，最大沉降量2.83m左右。预测近、中期开采对地面工程危害程度小，危险性小。

#### ⑤采矿活动引发不稳定地质体影响预测评估

本方案不稳定地质体7处，其中地面塌陷（TX1）、采空塌陷隐患（CK1）不在近中期开采范围，后续煤矿开采活动引发其发生灾害的可能性小，危险性小；ZD013（总牛嘴圪垯滑坡）、ZD014（麻舍科北400m滑坡）、ZD108（总牛嘴圪垯不稳定斜坡）、ZD109（曹家河村北公路不稳定斜坡）、泥石流隐患（N1）位于中期开采区域，后续煤矿开采活动引发其发生灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性中等。

### （三）含水层影响现状分析与预测

评估区含水层主要为第四系冲、洪积层潜水含水层，第四系中更新统砾石组孔隙潜水含水层，三叠系上统基岩顶面风化裂隙孔隙含水层，三叠系上统瓦窑堡组裂隙承压含水层，三叠系上统永坪组裂隙承压含水层

#### 1、含水层现状评估

煤矿地表沉陷及地裂缝的产生，破坏了三叠系瓦窑堡组煤层顶板砂岩裂隙承压含水层结构，导致其水位下降，矿山开采对含水层结构影响较严重。

本区地处陕北黄土高原的干旱区，第四系全新统孔隙含水层水位埋藏较浅，根据村水井及河流调查，井田边界河谷阶地潜水位埋深一般5~10m，水位多年

来变化幅度不大，煤矿开采未影响到河谷阶地区内潜水水位，矿山开采对含水层水位、水量影响较轻。

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，不外排，根据 2023 年 4 月 17 日出具的《饮用水送样检测报告》（附件 18），该报告中的饮用水检测结果符合《生活饮用水卫生标准》GB5749-2022 标准限值的要求。因此，对煤层以上含水层水质影响程度较轻。

根据现状调查，矿区内地表水源，主要供水含水层为矿区沟谷中的第四系全新统冲积层潜水含水层，村民生活用水主要来源于井田沟谷中的潜水井，水井位于沟谷阶地上，据调查，该区水井水位埋深一般 8m 左右，近年水质、水位未受到影响，目前开采范围未涉及居民区，因此对村民生产生活用水受影响较轻。

总体上，含水层现状评估影响程度较严重。

## 2、含水层预测评估

### （1）采煤工作面三带高度计算

煤矿采用壁式综采开采Ⅶ上、Ⅶ中煤层，含水层影响通过以下内容进行预测评估。

覆岩移动变形对含水层的影响主要受垮落带、导水裂隙带高度的控制，以下针对评估期内可采煤层Ⅶ上、Ⅶ中开采后，其上覆岩层移动变形对主要含水层的影响进行预测评估。

含水层结构、水位所受影响程度主要受垮落带、导水裂隙带高度控制。垮落带、导水裂隙带高度计算采用《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》中推荐的公式模式：

#### ①垮落带高度的预测

$$H_m = \frac{100 \sum M}{4.7 \sum M + 19} + 2.2, \text{ m}$$

式中： $H_m$ —垮落带高度（m）； $M$ —煤层的开采厚度（m）；

## ②导水裂隙带高度预测

$$\text{模式 1: } H_{Li} = \frac{100 \sum M}{1.6 \sum M + 3.6} + 5.6, \text{ m}$$

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

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

③导水裂隙带之上为弯曲下沉带, 该带岩层只产生弯曲变形, 含水层水位下降幅度小, 影响较轻。

表 3.2-11 跨落带、导水裂隙带预测结果表

煤层	开采厚度(m)	跨落带高度(m)	导水裂隙带高度(m)	
			公式 1	公式 2
VII上	最小值	0.42	4.20	15.43
	最大值	2.35	10.02	37.53
	平均值	1.26	7.26	28.04
VII中	最小值	0.40	4.12	15.03
	最大值	1.44	7.79	29.99
	平均值	0.73	5.45	20.91
			27.09	

由计算结果可知, VII上煤层开采后预测跨落带最大高度为 10.2m, 导水裂隙带最大高度为 40.66m; VII中煤层开采后预测跨落带最大高度为 7.79m, 导水裂隙带最大高度为 34.00m。图 3.2-8 所示。

## (2) 对含水层结构的影响预测评估

根据井田地层分布及采煤导水裂隙带高度的计算结果, VII中煤层开采产生的导水裂隙带高度高于VII上煤层底板高度, 两煤层开采后其导水裂隙带连通。结合现状VII中煤层上部含水层结构破坏情况, 煤矿各煤层开采产生的导水裂隙带破坏了瓦窑堡组基岩裂隙含水层, 使其结构破坏, 水位下降, 预测瓦窑堡组基岩裂隙含水层影响较严重。

根据工作面边界附近导水裂隙带高度、裂隙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;  $\alpha$ —裂隙角, 取 $80^\circ$ 。

经计算, VII上煤层开采后产生的导水裂隙(导水裂隙带最大预计高度40.66m)沟通范围为采空区外7.15m, VII中煤层开采后产生的导水裂隙(导水裂隙带最大

预计高度34.00m) 沟通范围为采空区外5.98m, 降落漏斗影响范围根据抽水钻孔数据计算, 计算公式为:

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

式中,  $R$ —影响半径, m;  $S_w$ —水文下降平均值, m;  $K$ —渗透系数, m/d。

ZK7-7位于井田一盘区, 本次所取参数根据ZK7-7抽水试验取得的参数确定, 即VII煤层顶底板砂岩渗透系数取0.0016m/d, 据此计算的井田开采造成的地下水影响半径见表3.2-12。

表 3.2-12 煤层开采地下水影响半径预测结果

分类	水位下降值 (S)	渗透系数 (K)	影响半径 (R)
井田开采区域	48.4~107.9m	0.0016m/d	19.36~43.16m

由预测结果可知, 由于本井田瓦窑堡组含水层渗透系数小, 煤层开采地下水影响半径也较小, 对瓦窑堡组含水层的最大影响半径为 43.16m, 即沿煤层开采区边界外延 43.16m。综上, 预测矿山开采对含水层结构影响较严重。

### (3) 对含水层水量的影响预测评估

根据上节预测导水裂隙带对各含水层结构的破坏结果, 煤层开采产生的导水裂隙带仅在瓦窑堡组含水层, 根据地质勘探报告矿井正常涌水量为 962m<sup>3</sup>/d, 流失水量主要来自三叠系瓦窑堡组顶界面风化砂岩裂隙水和三叠系瓦窑堡组VII号煤层顶板砂岩裂隙承压含水层。据《环评报告》本井田的地下水静储量约 5611.7 万 m<sup>3</sup>, 开采造成的地下水年损失量占井田范围内地下水静储量的 0.20% (未考虑降雨对地下水的入渗补给量), 采煤对井田范围内原地下水的动态平衡会造成一定影响, 但总体上对地下水环境的补、给、排条件影响有限。预测矿山开采对含水层水量影响较轻。

### (4) 对地下水位影响预测评估

根据含水层结构破坏程度的预测结果, 仅三叠系瓦窑堡组含水层中的水位下降, 造成该含水层的地下水水位下降。

### (5) 对含水层水质影响预测评估

采煤过程中对开采影响到的井田含水层地下水是疏干过程, 不会渗入地下水体, 开采虽对含水层的水位、水量会产生一定影响, 但不影响含水层的水质, 其内的地下水泄漏于井下并以井下水的方式排出。本工程矿井排水全部综合利用,

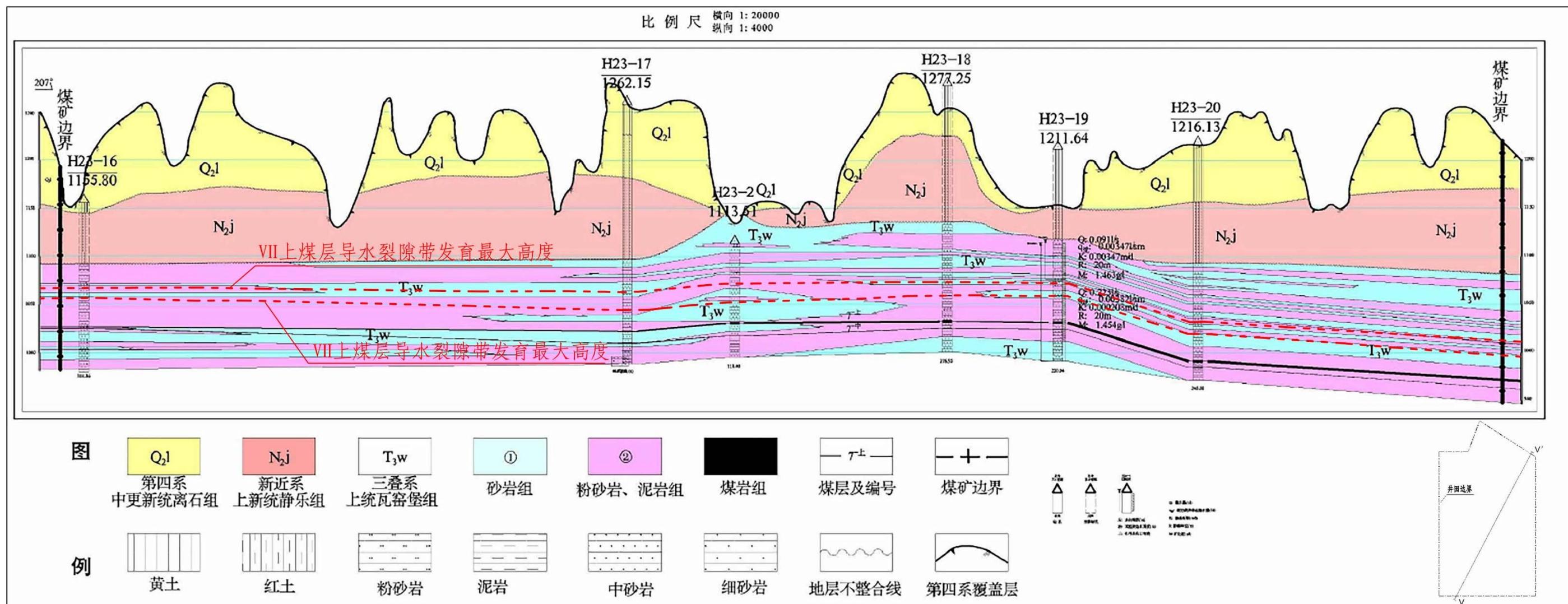
不排入地表水体，因此也不会影响浅层地下水水质。因此，预测评估矿山开采对地下水水质影响较轻。

#### （6）对矿区及周围生产、生活供水的影响预测评估

矿区内没有大的地表水源，本井田内涉及的村庄主要供水含水层为矿区沟谷中的第四系全新统冲积层潜水含水层。村民生活用水主要取自井水，水井一般位于矿区边界沟谷阶地上，该处含水层受到矿山开采的影响小，含水层水质未受到影响，矿山开采对生产生活供水影响较轻。

总体上，含水层预测评估影响程度较严重。

## V-V' 剖面导水裂隙带高度发育预测图



#### （四）地形地貌景观影响现状分析与预测

##### 1、现状评估

###### （1）地面建设工程对地形地貌景观的影响现状评估

永兴煤矿地面建设工程有工业场地、风井场地。

根据现场调查，项目区地面工程及基础建设已基本完成，施工过程改变了原生地形地貌景观，使其变成了人工建筑物，对地形地貌景观破坏严重。

###### （2）采矿工程对地形地貌景观的影响现状评估

矿区地处陕北黄土高原北部，毛乌素沙漠东南缘，属黄土丘陵地貌单元。沟壑纵横，地形破碎，地表植被稀疏，为典型的黄土梁峁沟壑地貌。区内最高处在东南角高焉村附近，标高 1320m，最低处位于北部边界的槐树岔沟沟底，标高 1040m，相对最大高差 280m。

矿区范围现存在两个采空区，总面积 284.15hm<sup>2</sup>，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，伴生地裂缝等，地面塌陷也引起局部地段原始地形坡度的一定变化，但变化量较小，地形地貌总体类型不会产生太大改变。因此采矿活动对地形地貌景观影响和破坏程度较轻。

总体上，地形地貌景观现状评估影响程度严重。

##### 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

工业场地、风井场地等地面工程已使用多年，景观设计、绿化措施完善，无新建工程（照片 3.2-19、3.2-20），预测地形地貌景观影响程度较轻。



照片 3.2-19 工业场地硬化、绿化效果（1）



照片 3.2-20 工业场地硬化、绿化效果（2）

## （2）采矿工程对地形地貌景观的影响预测评估

永兴煤矿近中期煤矿开采会造成地面塌陷，近期最大下沉量约 1.644m，中期最大下沉量 2.83m，地面塌陷对地面标高不会产生较大影响，引起地表坡度变化较小，地形地貌总体类型不会产生太大改变。因此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）水土环境现状分析与预测

### 1、水土环境现状评估

#### （1）水环境

##### 1) 生活污水

生活污水产生量 176.5m<sup>3</sup>/d，其中：主副井场地生活污水产生量 175.7m<sup>3</sup>/d，采用综合污水处理设备二级生化处理后用于洗煤厂补充水及绿化用水。风井场地设旱厕，生活污水产生量 0.8m<sup>3</sup>/d，收集池收集后用于道路洒水，不外排。

##### 2) 矿井水

矿井正常涌水量为 962m<sup>3</sup>/d，矿井水中主要是含有悬浮物、菌类等，井下废水经管道利用余压进入井下水处理站。经主排水泵排入地面沉淀池进行混凝、沉淀、过滤、消毒后存入井下消防洒水池复用，其多排放用于灌溉等。地面沉淀池内煤泥经脱水后，用汽车运出厂外可用作农肥。

总体而言，评估区水环境现状影响较轻。

#### （2）土壤环境

地面塌陷区土壤主要为黄土性土、风沙土，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；砾石理化性质单一由建设单位

外售综合利用，不外排。生活垃圾集中收集、定期运往市政垃圾场填埋处置。因此对土壤理化性质影响程度较轻。

总体上，水土环境现状评估影响程度较轻。

## 2、水土环境预测评估

### （1）水环境

生活污水处理站正常运行，并确保生活污水100%处理，生活污水达标处理后全部回用，不外排；矿井水经处理全部用于井下生产与地面消防用水，综上，预测未来煤矿开采对水环境影响程度较轻。

### （2）土壤环境

近期和中期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。

总体上，水土环境预测评估影响程度较轻。

## （六）评估分级与分区

### 1、现状评估分级与分区

#### （1）现状评估分级

不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境影响现状评估分级见表3.2-13。

表 3.2-13 现状影响程度分级表

因素	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境
现状评估	不稳定地质体 7 处，地面塌陷 (TX1) 威胁塌陷区内生产道路，危害程度中等，危险性中等；泥石流隐患 (N1) 威胁风井场地，危害程度中等，危险性中等；其余不稳定地质体危险性小，危害程度小。	近期煤层开采导水裂隙带发育在瓦窑堡组基岩裂隙含水层，煤层上覆基岩含水层结构遭到破坏，造成该含水层的地下水水位下降，含水层结构、水位影响较严重；根据调查，含水层的水质影响较轻，第四系全新统冲洪积层潜水含水层受开采影响较轻。	目前地面工程均已建设完成，施工过程改变了原生地形地貌景观，使其变成了人工建筑物，影响严重；地形标高及坡度变化量较小，地形地貌总体类型不会产生太大改变，影响程度较轻。	生活污水、矿井水达标处理后，全部回用，影响较轻。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；砾石理化性质单一，对土壤理化性质影响程度较轻。
程度分级	较严重	较严重	严重	较轻

## (2) 现状分区结果

通过对不同矿山地质环境问题现状评估结果的叠加分析，编制了地质环境影响预测评估图。全区共划分 **3 级 4 个不同影响程度区**，其中：2 个影响严重区，面积  $0.1635\text{km}^2$ ，占评估区比例 0.52%；1 个影响较严重区，面积  $1.1337\text{km}^2$ ，占评估区比例 3.59%；1 个影响较轻区，面积  $30.2899\text{km}^2$ ，占评估区比例 95.89%。各分区基本情况见表 3.2-14。

表 3.2-14 现状评估分区基本情况表

现状评估分区	面积(km <sup>2</sup> )	分区对象	现状评估			
			不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境
严重区 I <sub>1</sub>	0.1492	工业场地	无新建工程，遭受、引发不稳定地质体的可能性小，危害程度小、危险性小。	位于保护煤柱内，受采矿活动影响小，含水层影响较轻	目前地面工程均已建设完成，施工过程改变了原生地形地貌景观，使其变成了人工建筑物，影响严重。	
严重区 I <sub>2</sub>	0.0143	风井场地				
较严重区 II <sub>1</sub>	1.1337	塌陷区 TX1	地面塌陷 (TX1) 威胁塌陷区内生产道路、输电线路，危害程度中等，危险性中等；  泥石流隐患 (N1) 威胁风井场地，危害程度中等，危险性中等；	近期煤层开采导水裂隙带发育在瓦窑堡组基岩裂隙含水层，煤层上覆基岩含水层结构遭到破坏，造成该含水层的地下水水位下降，含水层结构、水位影响较严重；  根据调查，含水层的水质影响较轻，第四系全新统冲洪积层潜水含水层受开采影响较轻。	地形标高及坡度变化量较小，地形地貌总体类型不会产生太大改变，影响程较轻。	生活污水、矿井水达标处理后，全部回用，塌陷过程使土壤质地趋于疏松，降低土壤理化性质；矸石理化性质单一，生活垃圾集中收集、定期处理，水土环境影响较轻。
较轻区 III <sub>1</sub>	30.2899	其他区域	不稳定地质体发育程度弱，危害程度小、危险性小。	受采矿活动影响小，含水层影响较轻	原有地形地貌未发生改变。	
	31.5871		较严重	较严重	严重	较轻

## 2、预测评估分级与分区

### （1）预测评估分级

通过以上分析，开采区不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境影响程度预测评估分级见表 3.2-15。

表 3.2-15 预测影响程度分级表

因素	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境
预测评估	近、中期开采对未留设煤柱的村庄房屋的损毁等级为 IV 级，危害程度大，危险性大；对冯槐路及乡村道路造成损毁，危害程度中等，危险性中等；影响输电线路，危害程度中等，危险性中等。	根据导水裂隙带预测结果，开采产生的导水裂隙带破坏了三叠系瓦窑堡组煤层顶板砂岩裂隙承压含水层，含水层结构破坏，影响较严重；导水裂隙带未沟通至地表，主要供水含水层第四系全新统冲洪积层潜水受开采影响较轻，含水层的水质影响较轻。	工业场地、风井场地等地面工程已使用多年，景观设计、绿化措施完善，无新建工程，影响较轻。近期最大下沉量约 1.644m，中期最大下沉量 2.83m，地面塌陷对地面标高不会产生较大影响，地形地貌总体类型不会产生太大改变，影响较轻。	生活污水、矿井水达标处理后，全部回用，影响较轻。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；砾石理化性质单一，对土壤理化性质影响程度较轻。
程度分级	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图。全区共划分 3 级 6 个不同影响程度区，1 个影响严重区  $3.0159\text{km}^2$ ，占评估区比例 9.55%；2 个影响较严重区，面积  $21.6537\text{km}^2$ ，占评估区比例 68.55%；3 个影响较轻区，面积  $6.9175\text{km}^2$ ，占评估区比例 21.90%。各分区基本情况见表 3.2-16。

表 3.2-16 预测影响程度分级分区表

预测评估分区	面积 (km <sup>2</sup> )	分区对象	预测评估			
			不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境
严重区 I <sub>1</sub>	3.0159	预测塌陷区村庄	预测塌陷区范围内分布村庄，地面塌陷造成房屋开裂，危害程度大，危险性大，影响严重。	根据导水裂隙带预测结果，开采产生的导水裂隙带破坏了三叠系瓦窑堡组煤层顶板砂岩裂隙承压含水层，含水层结构破坏，影响较严重；	近期最大下沉量约1.644m，中期最大下沉量2.83m，地面塌陷对地面标高不会产生较大影响，地形地貌总体类型不会产生太大改变，影响较轻	生活污水、矿井水达标处理后，全部回用；塌陷过程使土壤质地趋于疏松，降低土壤理化性质；矸石理化性质单一，生活垃圾集中收集、定期处理，水土环境影响较轻
较严重区 II <sub>1</sub>	12.6968	预测塌陷区 (大巷以东)	中期开采活动引发 ZD013、ZD014、ZD108、ZD109、N1发生灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性中等；	导水裂隙带未沟通至地表，主要供水含水层第四系全新统冲洪积层潜水受开采影响较轻，含水层的水质影响较轻		
较严重区 II <sub>2</sub>	8.9569	预测塌陷区 (大巷以西)	预测塌陷区范围内分布生产道路、高压线路，危害程度中等，危险性中等			
较轻区 III <sub>1</sub>	0.1492	工业场地	未发现不稳定地质体，且后续不再进行工程建设，遭受、引发、加剧不稳定地质体的可能性小，危害程度小，危险性小	位于保护煤柱内，受采矿活动影响小，含水层影响较轻	工业场地、风井场地等地面工程已使用多年，景观设计、绿化措施完善，无新建工程，影响较轻	
较轻区 III <sub>2</sub>	0.0143	风井场地	井工开采产生塌陷威胁工业场地的可能性小，影响程度较轻			
较轻区 III <sub>3</sub>	6.7540	其他区域	无不稳定地质体	受采矿活动影响小，含水层影响较轻	原有地形地貌未发生改变	
	31.5871		严重	较严重	较严重	较轻

### 三、矿山土地损毁预测与评估

#### （一）土地损毁环节与时序

##### 1、土地损毁环节、时序

永兴煤矿为正常生产矿山，地面建设工程均已完工，本矿山项目对土地造成损毁的时节主要分为建设期对土地的损毁和生产过程中对土地的损毁。

###### 1) 建设期

###### ①造成土地损毁的环节

永兴煤矿建设期土地损毁过程主要表现在工业场地建设对土地的挖损、压占所造成的损毁。

###### ②造成土地损毁的顺序

工程建设期导致土地损毁的顺序与建设期施工顺序密切相关，建设期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可能呈现不连续性，出现阶段性不同程度的损毁。

###### ③造成土地损毁的方式

煤矿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挖损、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，使之变为采矿用地。井下工程建设主要包括巷道和硐室的建设，对土地的损毁主要集中在建设阶段产生的废弃土石方堆弃对土地造成压占损毁。

###### 2) 生产期

###### ①造成土地损毁的环节

通常情况下，煤矿在生产期对土地造成的损毁主要表现在两个环节。一是开采过程中矿坑排矸压占土地；二是工作面回采结束后，煤层顶板自然垮落引起地表沉陷和地裂缝损毁土地。

###### ②造成土地损毁的顺序

地下煤层采出后引起地表沉陷有一个时空变化过程。地表点的移动经历由开始移动到剧烈移动，再到缓慢移动，最后到停止移动的全过程。持续时间和开采深度密切相关，不同位置、不同煤层厚度在同一个工作面上持续时间也不同。一般地表沉陷发生在工作面开采结束之后，造成土地损毁的顺序和开采工作面推

进顺序一致。

随着地下开采工作面的推进，地表局部可能出现地裂缝，并可能出现地面台阶，从而影响土壤水分和地表植被生长，对生产生活造成一定的损失。裂缝通常分布于各采区的上方，随着开采的进行逐渐形成不同间隔的平行裂隙（塌陷），地表裂隙将局部改变矿区的微地形和微地貌，改变土壤结构，改变地表土壤水分，地面建（构）筑物、植被、水利、交通等工农业生产设施也因此受到不同程度的损毁，应采取一定的措施对其进行治理。

工作面上开采深度和煤层厚度不同，对地表点的影响也不同。在地表移动的过程也是地表裂隙产生的过程，从而使地表土地受到损毁，影响到土壤水分等理化性质，进而对地表植被造成损害。永兴煤矿盘区内采煤工作面前进式按顺序开采，工作面内按后退式由盘区边界向盘区巷方向推进。矿区土地损毁时序与开采顺序一致。

### ③造成土地损毁的方式

#### a) 土地压占

永兴煤矿地面建设已完成，以土地压占的方式造成土地损毁的主要为矸石周转场。

#### b) 地表裂缝

随着煤炭开采活动的进行，采空区上方地表将出现地裂缝。裂缝通常分布于开采工作面上部及周边，在工作面边界附近形成几条大致平行于工作面推进方向的裂缝带，并沿主裂缝分布多条伴生裂缝。工作面中部裂缝大致平行分布，分布方向与工作面推进方向垂直，通常在工作面边界位置还会形成沉陷台阶。大量的裂缝产生使地表被分割，对植被生长有一定的影响。可以采取一定的措施对其进行治理。

#### c) 地面塌陷

永兴煤矿开采方式为井下开采，煤层开采形成地下采空区，随着煤层的开采范围增大，地下采空区的范围也越来越大，煤层顶板所受应力也越来越大，当煤层顶板所受应力大于岩层抗压强度时，采空区上覆岩土体破裂，将导致地表产生移动变形，破坏原来岩层结构的稳定，改变原有地表土体结构，引起地表塌陷，对土地资源造成破坏。加之地表雨水冲刷、矿坑水流动、煤柱破坏等因素影响，

其最终将局部改变项目区的地形地貌，改变土层结构，地面建筑物、构筑物、植被、水利、交通、电力等工农业生产设施也因此受到不同程度的破坏。由于该区沟谷发育，沟内相对高差较大，潜水位一般在沟谷地表以下，所以塌陷区一般不会出现积水现象。本项目煤矿开采与土地损毁的时序关系见图3.3-1。

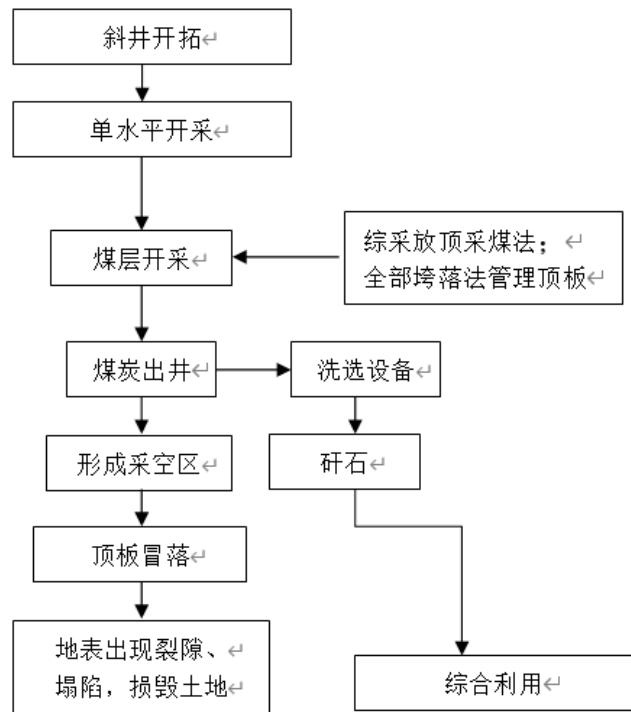


图 3.3-1 煤矿开采与土地损毁时序关系图

## （二）已损毁各类土地现状

根据对永兴煤矿开采历史，结合上期土地复垦方案的回顾和现场踏勘等情况进行综合分析，重点分析纳入本期复垦责任范围的已损毁土地进行分析。

### 1、已损毁土地分析

根据对永兴煤矿开采历史、整合情况、土地复垦治理情况，结合上期土地复垦方案的回顾和现场踏勘等情况进行综合分析，重点分析纳入本期复垦责任范围的已损毁土地进行分析。

#### （1）沉陷损毁土地

自建矿运行以来，永兴煤矿一直进行Ⅶ上煤层开采，截至 2024 年 12 月底已完成 17101、17103 工作面回采，17105 东侧部分工作面回采，17103 工作面推采约 75m，目前形成沉陷区面积 113.37hm<sup>2</sup>。

根据现场调查，目前 17101、17103、17105 工作面暂未进行治理。裂缝宽度

0.1~0.3m，长度 5~25m，裂缝间距 10~40m。17101 工作面的土地复垦已纳入《2024 年度工程治理计划》，并取得批复，后续按其计划实施并组织验收；17103 工作面的土地复垦已纳入《2025 年度工程治理计划》，并取得批复，后续按其计划实施并组织验收，纳入本方案第一年度工程，并与 2025 年度计划对照列支工程量及投资。

根据现状调查结果，分析地表沉陷过程对土地资源及植被的损毁现状，并分析Ⅶ上煤层厚度等煤层特征，工作面采空区造成土地损毁总面积 113.37hm<sup>2</sup>，损毁土地程度按中度处理，土地损毁类型见表 3.3-1。

表 3.3-1 沉陷损毁土地类型

单位：hm<sup>2</sup>

一级代码		二级代码		面积
代码	名称	代码	名称	
01	耕地			25.95
		0103	旱地	25.95
02	园地			2.6
		0201	果园	2.44
		0204	其他园地	0.16
03	林地			20.19
		0301	乔木林地	5.86
		0305	灌木林地	2.49
		0307	其他林地	11.84
04	草地			63.01
		0401	天然牧草地	31.95
		0404	其他草地	31.06
10	交通运输用地			0.79
		1003	公路用地	0.24
		1006	农村道路	0.55
11	水域及水利设施用地			0.83
		1101	河流水面	0.25
		1107	沟渠	0.58
		总计		113.37

## （2）压占、挖损损毁土地

工业场地临时用地面积  $2.64\text{hm}^2$ ，现临时用地部分将其纳入已损毁土地，土地形式为压占，损毁程度为重度，用地类型为旱地、灌木林地、其他林地、采矿用地、农村道路。风井场地面积  $1.43\text{hm}^2$ ，土地形式为压占，损毁程度为重度，用地类型为其他林地、采矿用地。进场道路为矿方自建道路，用地面积  $1.56\text{hm}^2$ ，土地形式为压占，损毁程度为重度，用地类型为农村道路。

由于以上用地手续不完善，将其按二调数据进行回退，统计损毁土地类型及现状数据。详见表 3.3-2、3.3-3。

表 3.3-2 压占已损毁土地利用现状（三调数据）

单位：  $\text{hm}^2$

一级代码		二级代码		工业场地 (临时用 地部分)	风井 场 地	进场 道 路	面 积 合 计
代码	名称	代码	名称				
01	耕地	0103	旱地	0.14			0.14
03	林地	0305	灌木林地	0.05			0.05
		0307	其他林地	0.03	0.05		0.08
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	2.26	1.38		3.64
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.16		1.56	1.72
		总计		2.64	1.43	1.56	5.63

表 3.3-3 压占已损毁土地损毁类型（二调数据回退）

单位：  $\text{hm}^2$

一级代码		二级代码		工业场地 (临时用 地部分)	风井 场 地	进场 道 路	面 积 合 计
代码	名称	代码	名称				
01	耕地	0103	旱地	0.9	0.28	0.19	1.37
02	园地	0201	果园	0.15			0.15
03	林地	0301	乔木林地	0.73	0.03	0.8	1.56
		0307	其他林地		0.06		0.06
04	草地	0401	天然牧草地	0.86	0.15	0.42	1.43
07	住宅用地	0702	农村宅基地		0.44	0.15	0.59
12	其他土地	1206	裸土地		0.47		0.47
		总计		2.64	1.43	1.56	5.63

### 3、已损毁土地重复损毁可能性分析

永兴煤矿近期开采Ⅶ上煤，已损毁土地重复损毁为开采下层Ⅶ中煤造成的已损毁土地的重复损毁。

#### （三）永久性建设用地

永兴煤矿永久建设用地面积为 12.28hm<sup>2</sup>（陕(2021)子洲县不动产权第 00468 号宗地面积 12.4879hm<sup>2</sup>，工业场地使用 12.28hm<sup>2</sup>），用地类型为旱地、灌木林地、天然牧草地、采矿用地、农村道路、设施农用地。

表 3.3-4 永久性建设用地土地利用现状

单位：hm<sup>2</sup>

一级代码		二级代码		工业场地 (永久用地部分)
代码	名称	代码	名称	
01	耕地	0103	旱地	0.14
03	林地	0305	灌木林地	2.43
04	草地	0401	天然牧草地	0.03
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	9.05
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.61
12	其他土地	1202	设施农用地	0.02
		总计		12.28

#### （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。本项目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

本着“远粗近细”的原则，根据永兴煤矿的采区划分及采区接续计划，考虑采区开采的完整性和土地复垦工程的可操作性，将煤矿剩余服务年限 50 年划分为 2 个时段实施预测。

一阶段（0~5.0 年），年限为 5.0 年，开采Ⅶ上煤层 17105、17107 工作面。  
二阶段（6.0~50.0 年），年限为 45 年，开采Ⅶ上煤层剩余工作面及Ⅶ中煤层。

##### 2、地表变形预测结果

煤层开采后，其上覆岩层因失去支撑作用自下而上发生冒落、裂隙和移动、整体弯曲下沉，最终工作面在地表形成沉陷区。依据地表变形预测的地表下沉最大值、水平变形最大值、倾斜变形最大值、曲率和水平移动结果，并绘制相应的地表下沉等值线、水平变形等值线、倾斜变形等值线图。

预测近期煤层开采后，塌陷中心的最大塌陷值为 1.644m，倾斜值为 24.07mm/m，曲率值为  $0.536 \times 10^{-3}/m$ ，水平移动值为 0.329m，最大水平变形值为 7.32mm/m。

中期煤层开采后，最大塌陷值为 2.83m，最大倾斜值为 40.64mm/m，最大曲率值  $0.89 \times 10^{-3}/m$ ，最大水平移动值为 0.565m，最大水平变形值为 12.36mm/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 3.3-5、3.3-6。

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	$\leq 8.0$	$\leq 20.0$	$\leq 2.0$	$\geq 1.5$	$\leq 20.0$
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 园、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	$\leq 8.0$	$\leq 20.0$	$\leq 2.0$	$\geq 1.0$	$\leq 20.0$
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、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，1、2 时段土地损毁程度及位置具体见图 3.3-2~3.3-4，并统计拟损毁土地的各地类面积及损毁程度，具体见表 3.3-7、表 3.3-8、表 3.3-9。

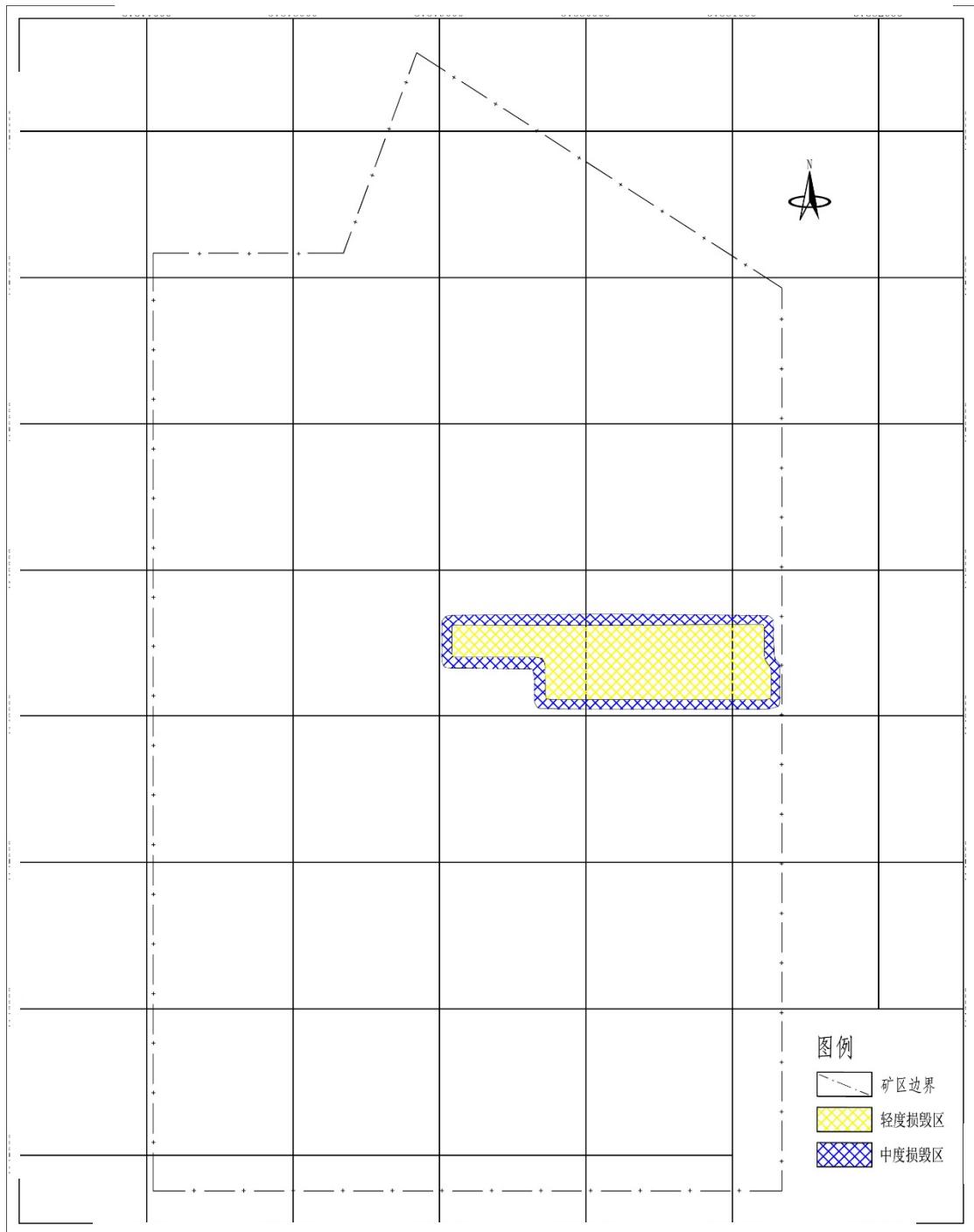


图 3.3-2 近期开采沉陷损毁预测图

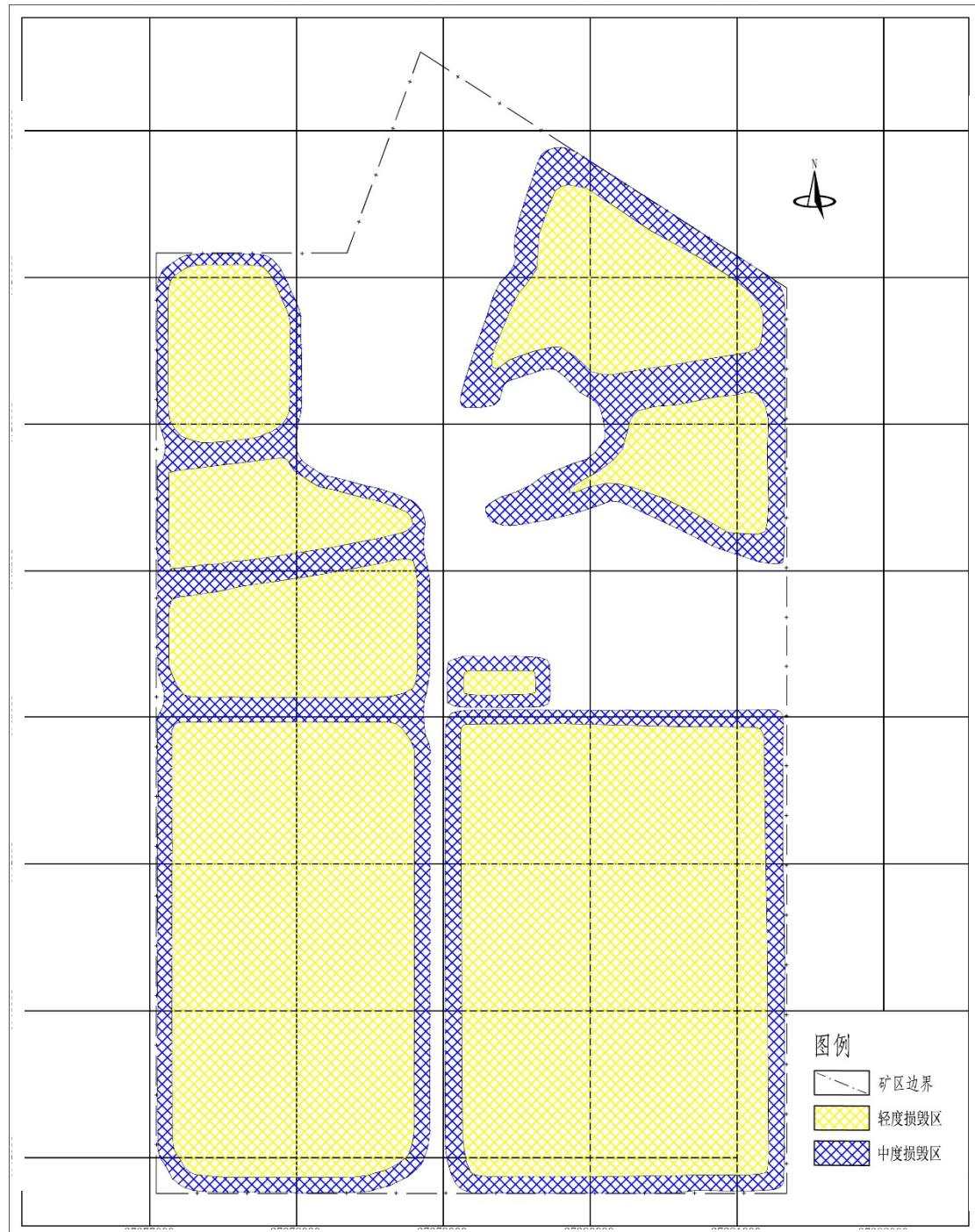


图 3.3-3 中期开采沉陷损毁预测图

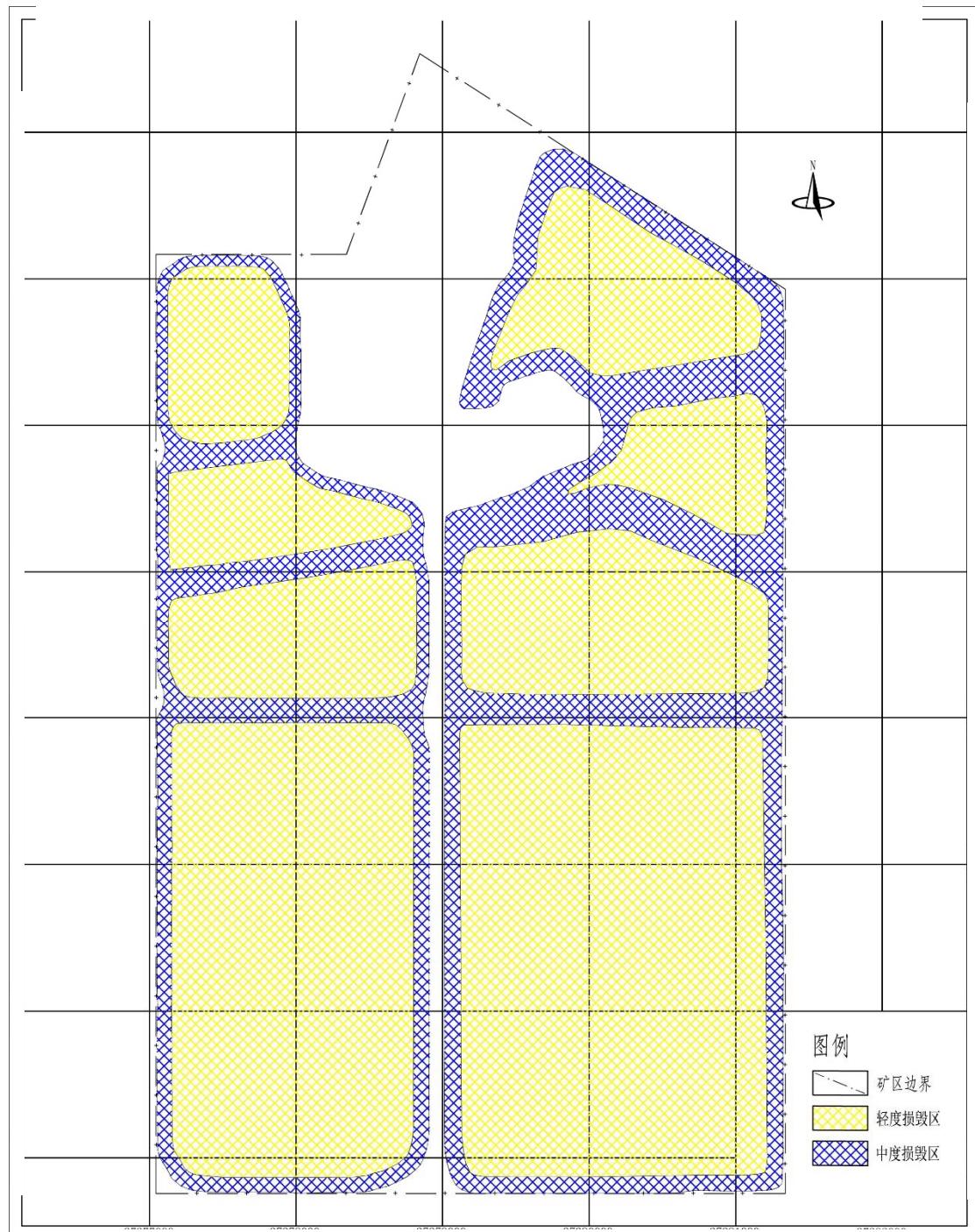


图 3.3-4 全期开采沉陷损毁预测图

表 3.3-7 1 时段（近期）开采沉陷拟损毁土地类型表

单位：hm<sup>2</sup>

一级代码		二级代码		损毁程度及面积		面积合计
代码	名称	代码	名称	轻度	中度	
01	耕地			40.92	10.49	51.41
		0103	旱地	40.92	10.49	51.41
02	园地			1.87	1.14	3.01
		0201	果园	1.39	0.93	2.32
		0204	其他园地	0.48	0.21	0.69
03	林地			7.96	7.56	15.52
		0301	乔木林地	6.30	1.41	7.71
		0305	灌木林地			
		0307	其他林地	1.66	6.15	7.81
04	草地			38.06	19.79	57.85
		0401	天然牧草地	33.71	13.91	47.62
		0404	其他草地	4.35	5.88	10.23
09	特殊用地			0	0.08	0.08
		09	特殊用地		0.08	0.08
10	交通运输用地			0.57	0.44	1.01
		1003	公路用地	0.27	0.11	0.38
		1004	城镇村道路用地			
		1006	农村道路	0.3	0.33	0.63
11	水域及水利设 施用地			1.33	0.28	1.61
		1101	河流水面	1.16	0.28	1.44
		1109	水工建筑用地	0.17		0.17
12	其他用地			0.28	0	0.28
		1206	裸土地	0.28		0.28
		总计		90.99	39.78	130.77

表 3.3-8 2 时段（中期）开采沉陷拟损毁土地类型表

单位：hm<sup>2</sup>

一级代码		二级代码		损毁程度及面积		面积合 计
代码	名称	代码	名称	轻度	中度	
01	耕地			561.09	168.84	729.93
		0103	旱地	561.09	168.84	729.93
02	园地			131.78	32.03	163.81
		0201	果园	115.94	28.77	144.71
		0204	其他园地	15.84	3.26	19.1
03	林地			274.70	75.46	350.16
		0301	乔木林地	139.24	32.34	171.58

		0305	灌木林地	4.77	1.3	6.07
		0307	其他林地	130.69	41.82	172.51
04	草地			656.43	223.6	880.03
		0401	天然牧草地	440.35	163	603.35
		0404	其他草地	216.08	60.6	276.68
06	工矿仓储用地			0.65	0.41	1.06
		0602	采矿用地	0.65	0.41	1.06
07	住宅用地			18.75	4.6	23.35
		0702	农村宅基地	18.75	4.6	23.35
08	公共管理与公共服务用地			0.36	0	0.36
		0809	公用设施用地	0.06		0.06
		08H1	机关团体新闻出版用地	0.19		0.19
		08H2	科教文卫用地	0.11		0.11
09	特殊用地			0.24	0.11	0.35
		09	特殊用地	0.24	0.11	0.35
10	交通运输用地			25	6.68	31.68
		1003	公路用地	2.91	0.64	3.55
		1004	城镇村道路用地			
		1006	农村道路	22.09	6.04	28.13
11	水域及水利设施用地			10.22	2.56	12.78
		1101	河流水面	5.82	1.95	7.77
		1104	坑塘水面	0.45		0.45
		1107	沟渠	3.39	0.61	4
		1109	水工建筑用地	0.56		0.56
12	其他用地			3.29	0.53	3.82
		1202	设施农用地	0.81	0.08	0.89
		1206	裸土地	2.48	0.45	2.93
		总计		1682.51	514.82	2197.33

表 3.3-9 全期开采沉陷损毁土地类型表

单位: hm<sup>2</sup>

一级代码		二级代码		损毁程度及面积		面积合计
代码	名称	代码	名称	轻度	中度	
01	耕地			624.58	196.64	821.22
		0103	旱地	624.58	196.64	821.22
02	园地			135.37	38.24	173.61
		0201	果园	118.94	34.50	153.44

		0204	其他园地	16.43	3.74	20.17
03	林地			300.91	82.17	383.08
		0301	乔木林地	151.67	32.81	184.48
		0305	灌木林地	7.27	1.30	8.57
		0307	其他林地	141.97	48.06	190.03
04	草地			758.35	250.03	1008.38
		0401	天然牧草地	507.08	177.74	684.82
		0404	其他草地	251.27	72.29	323.56
06	工矿仓储用地			0.66	0.39	1.05
		0602	采矿用地	0.66	0.39	1.05
07	住宅用地			19	5.39	24.39
		0702	农村宅基地	19	5.39	24.39
08	公共管理与公共服务用地			0.36		0.36
		0809	公用设施用地	0.06		0.06
		08H1	机关团体新闻出版用地	0.19		0.19
		08H2	科教文卫用地	0.11		0.11
09	特殊用地			0.31	0.04	0.35
		09	特殊用地	0.31	0.04	0.35
10	交通运输用地			26.54	7.33	33.87
		1003	公路用地	3.55	0.78	4.33
		1004	城镇村道路用地	0.02		0.02
		1006	农村道路	22.97	6.55	29.52
11	水域及水利设施用地			12.1	2.99	15.09
		1101	河流水面	7.08	2.20	9.28
		1104	坑塘水面	0.45		0.45
		1107	沟渠	3.85	0.79	4.64
		1109	水工建筑用地	0.72		0.72
12	其他土地			3.57	0.54	4.11
		1202	设施农用地	0.8	0.09	0.89
		1206	裸土地	2.77	0.45	3.22
		总计		1881.75	583.76	2465.51

## 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、水土环境影响和破坏现状与预测评估的基础上，根据防治难易程度，对矿山地质环境保护与治理恢复进行分区。选取不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境影响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			
含水层影响和破坏程度	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			
水土环境影响程度	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

通过叠加，矿山地质环境问题影响程度分为严重、较严重和较轻三个级别。综合考虑危害对象、损失与治理难度，矿山地质环境问题影响程度，将全区共划分 3 级 6 个不同防治区，其中：3 个重点防治区，面积  $3.1794\text{km}^2$ ，占评估区比例 10.07%；2 个次重点防治区，面积  $21.6537\text{km}^2$ ，占评估区比例 68.55%；1 个一般防治区，面积  $6.7540\text{km}^2$ ，占评估区比例 21.38%。

表 3.4-2 矿山地质环境治理分区基本情况表

防治区			面积		矿山地质环境问题和影响程度	主要防治措施	进度安排
级别	编号	位置	面积 (km <sup>2</sup> )	比例 (%)			
重点防治区	I <sub>1</sub>	村庄	3.0159	9.55	地面塌陷造成房屋开裂，危害程度大，危险性大。	建筑拆除、平整、覆土、地形地貌景观监测、水土环境监测等。	近期、中期
	I <sub>2</sub>	工业场地	0.1492	0.47	工业场地、风井场地建设对地形地貌影响严重。	封闭井筒、工业场地、风井擦灰姑娘地废弃建筑物拆除恢复。	后期
	I <sub>3</sub>	风井场地	0.0143	0.05			
次重点防治区	II <sub>1</sub>	塌陷区 (大巷以东)	12.6968	40.20	中期开采活动引发 ZD013、ZD014、ZD108、ZD109、N1 发生灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性中等； 预测塌陷区范围内分布生产道路、高压线路，危害程度中等，危险性中等	地表位移，含水层水位、水质、水量监测，在册灾点位移监测； 道路修复、输电线路维护。	近期 中期
	II <sub>2</sub>	塌陷区 (大巷以西)	8.9569	28.35	开采破坏影响含水层结构、水位，对含水层影响程度较严重； 地面塌陷对地面标高不会产生较大影响，地形地貌总体类型不会产生太大改变，影响较轻； 水土环境影响程度较轻。		
一般防治区	III <sub>1</sub>	其他区域	6.7540	21.38	采矿活动对地貌景观及含水层影响较轻，造成水土环境影响较轻。	以监测为主。	近期 中期

## （二）土地复垦区与复垦责任范围

### 1、复垦区的确定

复垦区由永久性建设用地和损毁土地组成。

复垦区面积（ $2483.42 \text{ hm}^2$ ）=永久性建设用地（ $12.28 \text{ hm}^2$ ）+损毁土地（ $2471.14 \text{ hm}^2$ ）。

永久性建设用地面积为  $12.28 \text{ hm}^2$ （陕（2021）子洲县不动产权第 00468 号宗地面积  $12.4879 \text{ hm}^2$ ，工业场地使用  $12.28 \text{ hm}^2$ ）。

损毁土地面积  $2471.14 \text{ hm}^2$ ，包括压占损毁面积  $5.63 \text{ hm}^2$ ，开采沉陷损毁面积  $2465.51 \text{ hm}^2$ 。

### 2、复垦责任范围确定

复垦责任范围包括不留续使用的永久性建设用地和损毁土地，本项目中永久性建设用地工业场地在煤矿开采结束后不再留续使用，因此复垦责任范围面积与复垦区面积一致，复垦区和复垦责任范围详见表 3.4-3。

表 3.4-3 复垦区、复垦责任区范围确定

序号	分项		面积（ $\text{hm}^2$ ）	备注		
1	永久性建设用地	工业场地	12.28	陕（2021）子洲县不动产权第 00468 号宗地使用区域		
2	损毁土地	已损毁	工业场地	2.64		
3			风井场地	1.43		
4			进场道路	1.56		
5			沉陷损毁	113.37		
6		拟损毁	沉陷损毁	2465.51		
7		重复面积		扣除重复，沉陷损毁总面积 $2465.51 \text{ hm}^2$		
8		合计				
9	复垦区面积			复垦区与复垦责任范围面积一致，永久性建设用地不留续使用		
10	复垦责任范围面积					

### 3、复垦责任范围拐点坐标

根据以上确定的复垦区范围和复垦责任范围，拐点坐标见表 3.4-4。

表 3.4-4 复垦区、复垦责任区拐点坐标表

范围	序号	X 坐标	Y 坐标	序号	X 坐标	Y 坐标
工业场地						



范围	序号	X坐标	Y坐标	序号	X坐标	Y坐标
进场道路						





### （三）土地类型与权属

## 1、土地利用类型

复垦区（复垦责任范围）土地利用现状分为 11 个一级类和 23 个二级类，面积为  $2483.42\text{hm}^2$ 。分别为耕地、园地、林地、草地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、特殊用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地。永久性建设用地面积为  $12.28\text{hm}^2$ ，损毁土地面积为  $2471.14\text{hm}^2$ 。土地利用现状见表 3.4-5。

表 3.4.5 复垦区/复垦责任范围土地利用现状表（三调数据）

单位: hm<sup>2</sup>

一级代码		二级代码		永久建设用地	损毁土地						总计	
代码	名称	代码	名称	工业场地 (临时用地) 永久用地)	工业场地 (临时用地)	风井 场地	进场 道路	沉陷损毁			小计	
					重度	重度	重度	轻度	中度	合计		
01	耕地			0.14	0.14			624.58	196.64	821.22	821.36	821.50
		0103	旱地	0.14	0.14			624.58	196.64	821.22	821.36	821.50
02	园地							135.37	38.24	173.61	173.61	173.61
		0201	果园					118.94	34.50	153.44	153.44	153.44
		0204	其他园地					16.43	3.74	20.17	20.17	20.17
03	林地			2.43	0.08	0.05		300.91	82.17	383.08	383.21	385.64
		0301	乔木林地					151.67	32.81	184.48	184.48	184.48
		0305	灌木林地	2.43	0.05			7.27	1.30	8.57	8.62	11.05
		0307	其他林地		0.03	0.05		141.97	48.06	190.03	190.11	190.11
04	草地			0.03				758.35	250.03	1008.38	1008.38	1008.41
		0401	天然牧草地	0.03				507.08	177.74	684.82	684.82	684.85
		0404	其他草地					251.27	72.29	323.56	323.56	323.56
06	工矿仓储用地			9.05	2.26	1.38		0.66	0.39	1.05	4.69	13.74
		0602	采矿用地	9.05	2.26	1.38		0.66	0.39	1.05	4.69	13.74
07	住宅用地							19	5.39	24.39	24.39	24.39
		0702	农村宅基地					19	5.39	24.39	24.39	24.39
08	公共管理与公 共服务用地							0.36		0.36	0.36	0.36
		0809	公用设施用地					0.06		0.06	0.06	0.06

		08H1	机关团体新闻 出版用地				0.19		0.19	0.19	0.19
		08H2	科教文卫用地				0.11		0.11	0.11	0.11
09	特殊用地						0.31	0.04	0.35	0.35	0.35
		09	特殊用地				0.31	0.04	0.35	0.35	0.35
10	交通运输用地			0.61	0.16	1.56	26.54	7.33	33.87	35.59	36.20
		1003	公路用地				3.55	0.78	4.33	4.33	4.33
		1004	城镇村道路用 地				0.02		0.02	0.02	0.02
		1006	农村道路	0.61	0.16	1.56	22.97	6.55	29.52	31.24	31.85
11	水域及水利设 施用地						12.1	2.99	15.09	15.09	15.09
		1101	河流水面				7.08	2.20	9.28	9.28	9.28
		1104	坑塘水面				0.45		0.45	0.45	0.45
		1107	沟渠				3.85	0.79	4.64	4.64	4.64
		1109	水工建筑用地				0.72		0.72	0.72	0.72
12	其他土地			0.02			3.57	0.54	4.11	4.11	4.13
		1202	设施农用地	0.02			0.8	0.09	0.89	0.89	0.91
		1206	裸土地				2.77	0.45	3.22	3.22	3.22
		总计		12.28	2.64	1.43	1.56	1881.75	583.76	2465.51	2471.14
											2483.42

表 3.4.5 复垦区/复垦责任范围土地损毁类型表（二调数据回退）

单位: hm<sup>2</sup>

一级代码		二级代码		永久建设用	损毁土地						小计	总计			
代码	名称	代码	名称		工业场地 (临时用地回 退二调)	风井场地 (回退二 调)	进场道路 (回退二 调)	沉陷损毁							
					重度	重度	重度	轻度	中度	合计					
01	耕地			0.14	0.9	0.28	0.19	624.58	196.64	821.22	822.59	822.7			
		0103	旱地	0.14	0.9	0.28	0.19	624.58	196.64	821.22	822.59	822.7			
02	园地				0.15			135.37	38.24	173.61	173.76	173.8			
		0201	果园		0.15			118.94	34.5	153.44	153.59	153.6			
		0204	其他园地					16.43	3.74	20.17	20.17	20.2			
03	林地			2.43	0.73	0.09	0.8	300.91	82.17	383.08	384.70	387.1			
		0301	乔木林地		0.73	0.03	0.8	151.67	32.81	184.48	186.04	186.0			
		0305	灌木林地	2.43				7.27	1.3	8.57	8.57	11.0			
		0307	其他林地			0.06		141.97	48.06	190.03	190.09	190.1			
04	草地			0.03	0.86	0.15	0.42	758.35	250.03	1008.38	1009.81	1009.8			
		0401	天然牧草地	0.03	0.86	0.15	0.42	507.08	177.74	684.82	686.25	686.3			
		0404	其他草地					251.27	72.29	323.56	323.56	323.6			
06	工矿仓储用地			9.05				0.66	0.39	1.05	1.05	10.1			
		0602	采矿用地	9.05				0.66	0.39	1.05	1.05	10.1			
07	住宅用地					0.44	0.15	19	5.39	24.39	24.98	25.0			
		0702	农村宅基地			0.44	0.15	19	5.39	24.39	24.98	25.0			

08	公共管理与公共服务用地						0.36		0.36	0.36	0.4
	0809	公用设施用地					0.06		0.06	0.06	0.1
	08H1	机关团体新闻出版用地					0.19		0.19	0.19	0.2
	08H2	科教文卫用地					0.11		0.11	0.11	0.1
09	特殊用地						0.31	0.04	0.35	0.35	0.4
	09	特殊用地					0.31	0.04	0.35	0.35	0.4
10	交通运输用地		0.61				26.54	7.33	33.87	33.87	34.5
	1003	公路用地					3.55	0.78	4.33	4.33	4.3
	1004	城镇村道路用地					0.02		0.02	0.02	0.0
	1006	农村道路	0.61				22.97	6.55	29.52	29.52	30.1
11	水域及水利设施用地						12.1	2.99	15.09	15.09	15.1
	1101	河流水面					7.08	2.2	9.28	9.28	9.3
	1104	坑塘水面					0.45		0.45	0.45	0.5
	1107	沟渠					3.85	0.79	4.64	4.64	4.6
	1109	水工建筑用地					0.72		0.72	0.72	0.7
12	其他土地		0.02		0.47		3.57	0.54	4.11	4.58	4.6
	1202	设施农用地	0.02				0.8	0.09	0.89	0.89	0.9
	1206	裸土地			0.47		2.77	0.45	3.22	3.69	3.7
	总计		12.28	2.64	1.43	1.56	1881.75	583.76	2465.51	2471.14	2483.42

### （1）土地质量现状

复垦区耕地土壤类型为黄绵土和红土等。复垦区耕地受农田管理活动强烈，人为耕作活动大量施入肥料，0-30cm 深度内的土壤粉粒含量最高，其次依次为砂粒和粘粒。耕地主要分布在黄土斜梁、黄土峁、漫滩阶地较为平坦的区域。

### （2）农林草生产状况

煤矿地类以旱地、天然牧草地和其他草地为主，复垦区耕地面积较多，农业生产以粮、菜为主，主要农作物种类有高粱、玉米、谷子、大豆、糜子、土豆、红薯及荞麦等。林草地植被状况以白刺花、柠条、沙棘、杠柳、山杏、虎榛子等为主。

### （3）耕地配套设施

煤矿内耕地分布于黄土梁峁区顶部较为平坦的区域，面积较大，大部分临近农村道路。复垦区内已损毁和拟损毁耕地均为旱地，不涉水浇地。

### （4）永久基本农田

复垦责任范围内永久基本农田主要分布在煤矿中东部较为平坦的区域，村庄附近较为集中，其余区域有零散分布，总面积为 28.54hm<sup>2</sup>。复垦责任范围永久基本农田分布见图 3.4-1。

## 2、土地权属状况

复垦区土地位于陕西省子洲县。土地权属涉及党家坪村、冯家墕村、坬墕村、九河坪村、芦草咀村、子洲县交通局、子洲县水利局。土地权属情况见表 3.4-6。

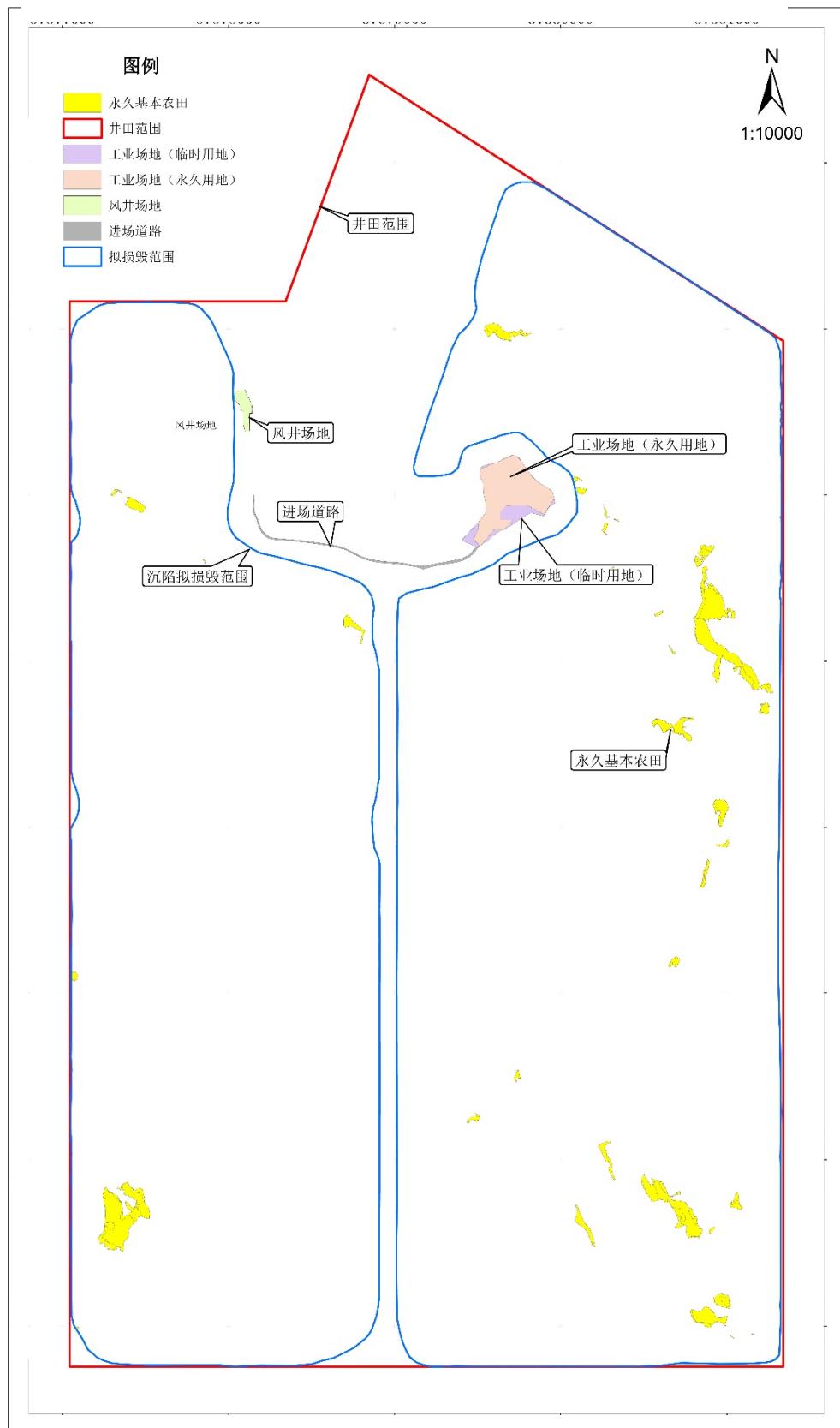


图 3.4-1 复垦责任范围永久基本农田分布图

表 3.4-6 复垦区/复垦责任范围土地利用权属表

单位: hm<sup>2</sup>

一级代码		二级代码		权属及面积							合计	
代码	名称	代码	名称	子洲县永兴煤 业有限公司	党家坪 村	冯家墕 村	坬墕村	九河坪村	芦草咀村	子洲县 交通局	子洲县 水利局	
01	耕地			0.28	4.5	2.81	313.61	160.03	340.27			821.5
		0103	旱地	0.28	4.5	2.81	313.61	160.03	340.27			821.5
02	园地					0.52	53.86	44.59	74.64			173.61
		0201	果园			0.52	43.94	44.4	64.58			153.44
		0204	其他园地				9.92	0.19	10.06			20.17
03	林地			2.51		0.03	52.17	128.38	202.55			385.64
		0301	乔木林地			0.02	28.64	26.86	128.96			184.48
		0305	灌木林地	2.48		0.01	4.20	3.38	0.98			11.05
		0307	其他林地	0.03			19.33	98.14	72.61			190.11
04	草地			0.03	31.45	7.13	320.29	261.63	387.88			1008.41
		0401	天然牧草地	0.03	17.23		188.15	221.22	258.22			684.85
		0404	其他草地		14.22	7.13	132.14	40.41	129.66			323.56
06	工矿仓储用地			11.31			0.02	1.80	0.61			13.74
		0602	采矿用地	11.31			0.02	1.80	0.61			13.74
07	住宅用地						10.93	3.96	9.5			24.39
		0702	农村宅基地				10.93	3.96	9.5			24.39
08	公共管理与公 共服务用地						0.23	0.11	0.02			0.36

		0809	公用设施用地				0.06				0.06	
		08H1	机关团体新闻 出版用地			0.19					0.19	
		08H2	科教文卫用地			0.04	0.05	0.02			0.11	
09	特殊用地					0.12	0.1	0.13			0.35	
		09	特殊用地			0.12	0.1	0.13			0.35	
10	交通运输用地			0.77	0.09	4.89	10.89	15.23	4.33		36.2	
		1003	公路用地						4.33		4.33	
		1004	城镇村道路用 地					0.02			0.02	
		1006	农村道路	0.77	0.09	4.89	10.89	15.21			31.85	
11	水域及水利设 施用地					0.59	2.5	2.72		9.28	15.09	
		1101	河流水面							9.28	9.28	
		1104	坑塘水面			0.17		0.28			0.45	
		1107	沟渠			0.25	2.5	1.89			4.64	
		1109	水工建筑用地			0.17		0.55			0.72	
12	其他用地			0.02		0.39	0.80	2.92			4.13	
		1202	设施农用地	0.02		0.06	0.22	0.61			0.91	
		1206	裸土地			0.33	0.58	2.31			3.22	
		总计		14.92	35.95	10.58	757.10	614.79	1036.47	4.33	9.28	2483.42

## 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

永兴煤矿在前期编制了矿山环境恢复治理方案及土地复垦方案，在矿山环境治理、土地复垦方面已有一定的意识及经验，治理的主要手段为相应的灾害防治工程，包括预防措施和治理恢复措施。

##### 1、不稳定地质体

根据本方案第三章第二节中矿山地质环境影响评估结果，矿区内现存及预测的不稳定地质体主要为滑坡、不稳定斜坡、泥石流隐患、地面塌陷及采空塌陷隐患，定期进行监测、对道路及输电线路进行维修。

地面塌陷及地裂缝治理过程中对于未达到稳定状态的地面塌陷区，可先采取监测措施，在明显位置布设警示牌进行警示，待塌陷区沉降稳定后，可采取防渗处理、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。以上治理工程易于实施，已在榆林地区煤矿广泛的使用，技术可行。

##### 2、含水层

本井田煤炭开采对三叠系瓦窑堡组煤层顶板砂岩裂隙承压含水层影响较轻，对本区民用取水的第四系第四系冲洪积层潜水含水层的影响较轻。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，对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

地面工程建设及采煤地面沉陷影响原始地形地貌景观。其中地面工程建设主要为工业场地及风井场地等地面改变评估区原有自然景观，造成生态系统在空间分布上的不连续性，闭坑后对其他地面工程采取拆除地面建筑、清理工程、植被恢复及监测工程等恢复治理措施；采煤地面沉陷形成的地面塌陷地裂缝可采取边坡加固、采坑回填、整平、覆土及植被恢复工程等进行治理。以上工程措施易于

实施，技术可行。

#### （4）水土环境

工业场地污水废水主要以生活污水为主，矿山已建成污水处理系统，采用消毒、过滤等水处理工艺，达标后用于场地绿化用水，生活污水经处理后回用不外排。矿井下水主要是开采煤层的上覆含水地层涌水，采空区泄水和少量井下生产废水，其水环境影响主要为悬浮的煤、岩微粒和设备带来的油类物质，SS（固体悬浮物）、CODcr（化学需氧量）、BOD5（5日生化需氧量）和石油类物质，经过沉淀及净化基本对环境无影响。生活垃圾和锅炉灰渣集中堆放，统一清运至垃圾场，矿山生产对土地环境影响程度较轻，对其进行定期监测。

综上所述，针对区内可能出现的不稳定地质体、含水层影响破坏、地形地貌景观影响破坏及水土环境影响等环境地质问题，均有相对系统的防治措施，技术成熟，因此永兴煤矿地质环境保护治理在技术上可行。

#### （二）经济可行性分析

本方案按照“谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”的原则，实施后可以消除威胁人民群众的公共安全隐患，恢复评估区人民群众及矿山企业的人居环境及农业生产环境，保障人民群众的社会、经济活动的正常开展。同时本方案治理项目启动后，矿山地质环境治理工程实施和后期维护都需要相当大量的机械设备和劳动力，可在一段时间内解决当地的部分劳动力就业问题，增加当地居民收入。

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》，煤矿年产60万吨，矿种系数1.4%（煤炭，2024年原煤平均销售价格≤600元/吨），开采系数1.2（机械化采煤，允许塌陷），地区系数1.1（陕北地区），基金计提数额=月计提系数×矿种系数×开采系数×地区系数，计算得计提系数为1.848%。对于矿山企业来说，治理费用能够自主承担，矿山将按照《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》，足额缴纳矿山地质环境治理恢复与土地复垦专项经费，合理使用，确保专款专用，确保经费投资额度、资金流向和使用情况的真实性和有效性，保障矿山地质环境问题得到有效治理。因此，矿山地质环境治理恢复和土地复垦在经济上可行。

### （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，所以矿区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。覆土以及平整土地、改善了土壤物化性质，改善了土圈的生态环境；地面植被的增加，可减少风沙、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、矿山土地复垦可行性分析

### （一）复垦区土地利用现状

本方案复垦区土地总面积 2483.42hm<sup>2</sup>，涉及子洲县党家坪村、冯家墕村、坬墕村、九河坪村、芦草咀村 5 个自然村。详见表 4.2-1。

表 4.2-1 复垦责任范围土地面积统计表

一级代码		二级代码		面积 (hm <sup>2</sup> )
代码	名称	代码	名称	
01	耕地			821.5
		0103	旱地	821.5
02	园地			173.61
		0201	果园	153.44
		0204	其他园地	20.17
03	林地			385.62
		0301	乔木林地	184.48
		0305	灌木林地	11.05
		0307	其他林地	190.09
04	草地			1008.43
		0401	天然牧草地	684.87
		0404	其他草地	323.56
06	工矿仓储用地			13.74
		0602	采矿用地	13.74
07	住宅用地			24.39
		0702	农村宅基地	24.39
08	公共管理与公共服务用地			0.36

		0809	公用设施用地	0.06
		08H1	机关团体新闻出版用地	0.19
		08H2	科教文卫用地	0.11
09	特殊用地			0.35
		09	特殊用地	0.35
10	交通运输用地			36.2
		1003	公路用地	4.33
		1004	城镇村道路用地	0.02
		1006	农村道路	31.85
11	水域及水利设施用地			15.09
		1101	河流水面	9.28
		1104	坑塘水面	0.45
		1107	沟渠	4.64
		1109	水工建筑用地	0.72
12	其他土地			4.13
		1202	设施农用地	0.91
		1206	裸土地	3.22
		总计		2483.42

## （二）土地复垦适宜性评价

井工煤矿土地复垦适宜性评价是一种预测性的土地适宜性评价，是依据《陕西省国土空间规划（2021-2035年）》及相关条例，按照因地制宜的原则，在充分尊重土地权益人意愿的前提下，根据土地利用类型、土地损毁情况、公众参与意见等，在经济可行、技术合理的条件下，确定拟复垦土地的最佳利用方向，划分土地复垦单元。

土地复垦适宜性评价是确定损毁土地复垦方向的前提和基础，为复垦技术的选择提供参考，指导土地复垦工程的设计。

### 1、评价原则

#### （1）因地制宜，农用地优先的原则

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

#### （2）自然因素和社会经济因素相结合原则

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

### **(3) 主导性限制因素与综合平衡原则**

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

### **(4) 综合效益最佳原则**

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

### **(5) 动态和土地可持续利用原则**

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

### **(6) 经济可行与技术合理性原则**

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

## **2、评价依据**

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

### （1）相关法律法规和规划

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

### （2）相关规程和标准

包括国家与地方的相关规程、标准等,如《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013)、《土地整治高标准农田建设综合体》(DB61/T991.1-991.7-2015)、《土地开发整理规划编制规程》(TD/T1011-2000)、《耕地后备资源调查与评价技术规程》(TD/T1007-2003)和《农用地质量分等规程》(GB/T28407-2012)等。

### （3）其他

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

## 3、评价范围的确定与评价单元的划分

### （1）评价范围

适宜性评价范围即复垦责任范围,包括永久性建设用地占地和损毁土地面积组成,总面积为2483.42hm<sup>2</sup>。

### （2）土地复垦评价单元的划分

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

永久性建设用地(工业场地)占用时间长,划分为1个评价单元。压占损毁土地工业场地(临时用地部分)、风井场地、进场道路划分3个评价单元。沉陷损毁土地中,损毁土地类型包括耕地、园地、林地、草地、工矿用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、特殊用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地等用地类型。由于交通运输用地和水域及水利设施用地不改变其原有地类,所以不再进行适宜性评价。因此,本方案将沉陷损毁土地依据地类划分为旱地、

园地、林地、草地、其他土地评价单元。评价单元划分见表 4.2-2。

表 4.2-2 评价单元划分表

序号	损毁形式	损毁单元	面积 (hm <sup>2</sup> )	评价单元
1	永久性建设用地 /压占损毁	工业场地	14.92	工业场地
2		风井场地	1.43	风井场地
3		进场道路	1.56	进场道路
4	沉陷损毁	轻度损毁旱地	624.58	轻度损毁旱地
5		中度损毁旱地	196.64	中度损毁旱地
6		轻度损毁园地	135.37	轻度损毁园地
7		中度损毁园地	38.24	中度损毁园地
8		轻度损毁林地	300.91	轻度损毁林地
9		中度损毁林地	82.17	中度损毁林地
10		轻度损毁草地	758.35	轻度损毁草地
11		中度损毁草地	250.03	中度损毁草地
12		采矿用地	1.05	采矿用地
13		农村宅基地	24.39	农村宅基地
14		公共管理与公共服务用地	0.36	公共管理与公共服务用地
15		特殊用地	0.35	特殊用地
16		交通运输用地	33.87	交通运输用地
17		水域及水利设施用地	15.09	水域及水利设施用地
18		设施农用地	0.89	设施农用地
19		裸土地	3.22	裸土地
	合计		2483.42	

#### 4、评价体系及评价标准的建立

##### （1）评价体系

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

**损毁程度：**损毁程度指标主要是分析沉陷造成的土地及相应的配套设施损毁情况。

**有效土层厚度：**作物能够利用的母质层以上的土体总厚度；当有障碍层时，为障碍层以上的土层厚度。本区有效土层厚度相对较薄，耕地有效土层厚度大约为 20~30cm，林地、草地有效的土层大约为 15~30cm。

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

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

**交通条件：**本区耕地分布于村庄周边。耕地周边交通较为方便。灌木林地和草地周边，由于人口密度较低，交通不便，受人类活动影响较小。

**地形坡度：**大部分地域被第四系风积半固定沙丘和固定沙丘所覆盖，以风蚀风积沙漠丘陵地貌为主，地势较为平坦，坡度较低，地形坡度以一、二级别为主。

**周边地类：**压占损毁土地可能面积较小，周边地类作为参照确定复垦方向。

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

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

### 1) 宜耕土地

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

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

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

### 2) 宜林土地

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

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

3等地：林木生长困难，地形、土壤和水分等限制因素较多，损毁严重，造

林植树技术要求较高，产量和经济价值较低。

### 3) 宜草土地

1等地：水土条件好，草群质量好产量高，损毁轻微，容易恢复为草地。

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

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

### （2）评价标准

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

结合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《土地复垦技质量控制标准》等确定土地复垦适宜性评价的等级标准，详见下表 4.2-3。

表 4.2-3 损毁土地限制因素等级标准

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

限制因素及分级指标		耕地评价	林地、园地评价	草地评价
覆土厚度	无道路设施	3 或 N	2	2
	>100	1	1	1
	50~100	2	1	1
	30~50	2 或 3	2 或 3	2
	<30	3 或 N	3	3
周边地类	耕地	1	1	1
	林地、草地	2	1	1
	沙地等其他地类	3	2	2

#### 4、评价过程及复垦方向的确定

##### （1）评价过程分析

###### ——土地损毁前后质量分析

煤矿内耕地主要分布在黄土梁峁较为平坦地带，土壤以沙壤土为主，有机质含量较低。农作物主要包括高粱、玉米、谷子、大豆、糜子、土豆、红薯及荞麦产量较低。

灌木林地广泛分布于煤矿范围，主要为矮生灌丛，主要灌木类型有沙柳、柠条、鸟柳、红柳、紫穗槐等，并伴生狗尾草、百里香等草本植被，乔木类型有杨树、旱柳、油松等。

草地广泛分布于煤矿范围，主要为天然牧草地，主要为白羊草、长芒草、禾草、大针茅、菱蒿草丛等，

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

挖损、压占损毁土地，使植被遭受破坏，改变了土壤原有的理化性质，改变了土地利用类型，使得土壤有机质、养分等含量降低。

###### ——各评价单元评价过程分析

对于损毁土地适宜性评价采用极限条件法评价土地的适宜性，极限条件法即由诸选定评价因子中，评价因子适宜性等级最小（即限制性等级最大）的因子决定土地适宜性等级。根据各个评价单元的性质，对照表 4.2-4 所确定的宜耕、宜林和宜草评价标准，对其进行逐项比配，可得到各个评价单元的评价因子取值，见表 4.2-4。

表 4.2.4 适宜性评价单元评价过程

序号	评价单元	评价因子	指标
1	永久性建设用地（工业场地）	交通条件	有完善道路设施
		周边地类	旱地、林地、草地等
		覆土条件厚度 (cm)	30-50
		土壤质地	沙土
		土壤有机质含量 (g/kg)	5~8
		地面坡度 (°)	<5
2	工业场地（临时用地部分）	交通条件	有完善道路设施
		覆土厚度 (cm)	30-50
		土壤质地	沙土
		土壤有机质含量 (g/kg)	5~8
		地面坡度 (°)	<5
		回退二调原有地类	旱地、园地、林地、草地
3	风井场地	交通条件	有完善道路设施
		覆土厚度 (cm)	30-50
		土壤质地	沙土
		土壤有机质含量 (g/kg)	5~8
		地面坡度 (°)	<5
		回退二调原有地类	旱地、林地、草地、农村宅基地
4	进场道路	交通条件	有完善道路设施
		覆土厚度 (cm)	30-50
		土壤质地	沙土
		土壤有机质含量 (g/kg)	5~8
		地面坡度 (°)	6~25
		回退二调原有地类	旱地、林地、草地、农村宅基地
5	轻度损毁旱地	损毁程度	轻度损毁
		土壤质地	壤土
		有效土层厚度 (cm)	30~50
		有机质含量 (g/kg)	8~10
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度 (°)	<6
6	中度损毁旱地	损毁程度	中度损毁
		土壤质地	壤土
		有效土层厚度 (cm)	30~50
		有机质含量 (g/kg)	8~10
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度 (°)	<6
7	轻度损	损毁程度	轻度损毁

	毁园地	土壤质地	壤土
		有效土层厚度 (cm)	30~50
		有机质含量 (g/kg)	5~8
		交通条件	有完善道路
		地形坡度 (°)	6~15
8	中度损毁园地	损毁程度	中度损毁
		土壤质地	壤土
		有效土层厚度 (cm)	30~50
		有机质含量 (g/kg)	5~8
		交通条件	有完善道路
		地形坡度 (°)	6~15
9	轻度损毁林地	损毁程度	轻度损毁
		土壤质地	壤土
		有效土层厚度 (cm)	30~50
		有机质含量 (g/kg)	5~8
		交通条件	有, 但不完善
		地形坡度 (°)	6~25
10	中度损毁林地	损毁程度	中度损毁
		土壤质地	壤土
		有效土层厚度 (cm)	30~50
		有机质含量 (g/kg)	5~8
		交通条件	有, 但不完善
		地形坡度 (°)	6~25
11	轻度损毁草地	损毁程度	轻度损毁
		土壤质地	壤土
		有效土层厚度 (cm)	10~30
		有机质含量 (g/kg)	5~8
		交通条件	无道路设施
		地形坡度 (°)	>15
12	中度损毁草地	损毁程度	中度损毁
		土壤质地	壤土
		有效土层厚度 (cm)	10~30
		有机质含量 (g/kg)	5~8
		交通条件	无道路设施
		地形坡度 (°)	>15
13	农村宅基地 (搬迁迹地)	损毁程度	轻度、中度
		土壤有机质含量	5~8
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度 (°)	<5
		覆土厚度 (cm)	≥50
14	裸土地	损毁程度	轻度、中度
		土壤有机质含量	5~8
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度 (°)	<5

		覆土厚度 (cm)	30-50
--	--	-----------	-------

### ——复垦方向主要限制因素分析

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

表 4.2-5 各评价单元适宜性等级表

编号	评价单元	方向限制性因素
1	工业场地	覆土厚度
2	风井场地场地	覆土厚度
3	进场道路	覆土厚度
4	轻度损毁旱地	无明显限制因素
5	中度损毁旱地	损毁程度
6	轻度损毁园地	无明显限制因素
7	中度损毁园地	损毁程度
8	轻度损毁林地	交通条件、地形坡度
9	中度损毁林地	损毁程度
10	轻度损毁草地	交通条件、地形坡度
11	中度损毁草地	交通条件、地形坡度
12	住宅用地	覆土厚度
13	公共管理与公共服务用地	无明显限制因素
14	特殊用地	无明显限制因素
15	交通运输用地	无明显限制因素
16	水域及水利设施用地	无明显限制因素
17	设施农用地	无明显限制因素
18	裸土地	无明显限制因素

根据以上评价结果对照表，分析如下：

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

②风井场地由于受覆土厚度因素限制，后期将其建筑设施清理，平整覆土，因土地手续暂不完善，根据二调地类回退，复垦成原地类。

③工业场地存在压占时间长，土地损毁程度严重，应适当考虑覆土厚度，其中永久用地部分，对其平台部分覆土恢复旱地；临时用地部分因土地手续暂不完善，根据二调地类回退，复垦成原地类。

④进场道路存在压占时间长，土地损毁程度严重，因因土地手续暂不完善，根据二调地类回退，复垦成原地类。

⑤住宅用地复垦为受到效土层厚度的限制，又考虑到住宅用地在复垦责任范围内分布较为分散，不能集中连片，因此考虑将住宅用地搬迁清理后复垦为灌木林地，应适当考虑覆土厚度。

⑥沉陷损毁土地面积大，土地类型多，因此将裸土地复垦为草地，其他地类按其原有地类复垦。

## （2）最终复垦方向确定及复垦单元划分

根据适宜性评价分析，最终复垦方向的确定需要综合考虑多种因素。在考虑煤矿自然、社会经济、政策和公众意愿的基础上，结合适宜性等级评定结果，最终确定复垦方向见表 4.2-6，复垦单元划分见表 4.2-7。

表 4.2-6 各评价单元复垦方向确定

序号	损毁形式	评价单元	复垦方向
1	永久性建设用地 /压占	工业场地	旱地、果园、林地、草地、农村道路、设施农用地
2		风井场地场地	旱地、林地、草地
3		进场道路	旱地、林地、草地
4	沉陷损毁	轻度损毁旱地	旱地
5		中度损毁旱地	旱地
6		轻度损毁园地	园地
7		中度损毁园地	园地
8		轻度损毁林地	林地
9		中度损毁林地	林地
10		轻度损毁草地	草地
11		中度损毁草地	草地
12		农村宅基地 (搬迁迹地)	灌木林地
13		裸土地	天然牧草地

表 4.2.7 最终土地适宜性评价结果表

序号	评价单元	复垦前地类	原地类面积 (hm <sup>2</sup> )	复垦利用方向	复垦面积 (hm <sup>2</sup> )	复垦单元
1	工业场地	旱地	0.14	旱地	0.14	工业场地复垦单元
		灌木林地	2.43	灌木林地	2.43	
		天然牧草地	0.03	天然牧草地	0.03	
		采矿用地	9.05	旱地	9.05	
		农村道路	0.61	农村道路	0.61	
		设施农用地	0.02	设施农用地	0.02	
	临时用地 (回退至二调)	旱地	0.9	旱地	0.9	
		果园	0.15	果园	0.15	
		乔木林地	0.73	乔木林地	0.73	
		天然牧草地	0.86	天然牧草地	0.86	
2	风井场地 (回退至二调)	旱地	0.28	旱地	0.28	风井场地复垦单元
		乔木林地	0.09	乔木林地	0.09	
		天然牧草地	0.15	天然牧草地	0.15	
		农村宅基地	0.44	天然牧草地	0.44	
		裸土地	0.47	天然牧草地	0.47	
3	进场道路 (回退至二调)	旱地	0.19	旱地	0.19	进场道路复垦单元
		乔木林地	0.8	乔木林地	0.8	
		天然牧草地	0.42	天然牧草地	0.42	
		农村宅基地	0.15	天然牧草地	0.15	
4	轻度损毁旱地	旱地	624.58	旱地	624.58	轻度损毁旱地
5	中度损毁旱地	旱地	196.64	旱地	196.64	中度损毁旱地
6	轻度损毁园地	园地	135.37	园地	135.37	轻度损毁园地
7	中度损毁园地	园地	38.24	园地	38.24	中度损毁园地
8	轻度损毁林地	林地	300.91	林地	300.91	轻度损毁林地
9	中度损毁林地	林地	82.17	林地	82.17	中度损毁林地
10	轻度损毁草地	草地	758.35	草地	758.35	轻度损毁草地
11	中度损毁草地	草地	250.03	草地	250.03	中度损毁草地
12	采矿用地	采矿用地	1.05	采矿用地	1.05	采矿用地
13	农村宅基地	农村宅基地	24.39	灌木林地	24.39	灌木林地
14	公共管理与公共服务用地	公共管理与公共服务用地	0.36	公共管理与公共服务用地	0.36	公共管理与公共服务用地
15	特殊用地	特殊用地	0.35	特殊用地	0.35	特殊用地
16	交通运输用地	交通运输用地	33.87	交通运输用地	33.87	交通运输用地
17	水域及水利设施用地	水域及水利设施用地	15.09	水域及水利设施用地	15.09	水域及水利设施用地
18	设施农用地	设施农用地	0.89	设施农用地	0.89	设施农用地

序号	评价单元	复垦前地类	原地类面积 (hm <sup>2</sup> )	复垦利用方向	复垦面积 (hm <sup>2</sup> )	复垦单元
19	裸土地	裸土地	3.22	天然牧草地	3.22	天然牧草地

### （三）水土资源平衡分析

#### 1、土壤资源平衡分析

本方案分析的土壤资源平衡主要针对表土资源，对于重建植被成活以及农田植被生产力有重要意义，主要包括土源供给量分析和需土量分析。

#### （1）表土需求量分析

本项目需要进行覆土复垦的区域为工业场地、风井场地、农村宅基地。本方案设计复垦方向为耕地部分覆土 0.8m，复垦方向为林草地部分覆土 0.5m。

工业场地面积 14.92hm<sup>2</sup>，工业场地复垦为旱地方向面积 10.09hm<sup>2</sup>，复垦成林草地方向 4.20hm<sup>2</sup>，对农村道路和设施农用地不覆土，不覆土区域面积 0.63hm<sup>2</sup>。

风井场地面积 1.43hm<sup>2</sup>，复垦为旱地方向面积 0.28hm<sup>2</sup>，复垦为林草地方向面积 1.15hm<sup>2</sup>。

进场道路面积 1.56hm<sup>2</sup>，复垦为旱地方向面积 0.19hm<sup>2</sup>，复垦为林草地方向面积 1.37hm<sup>2</sup>。

沉陷区内农村宅基地总面积 24.39hm<sup>2</sup>，复垦方向为灌木林地。

本方案的表土需求量为 240030m<sup>3</sup>，具体见表 4.2-8。

表 4-2-8 表土需求量计算表

复垦单元	复垦方向	覆土面积 (hm <sup>2</sup> )	覆土厚度 (m)	表土需求量 (m <sup>3</sup> )
工业场地	旱地	10.09	0.8	80720
	林草地	4.2	0.5	21000
	小计	14.29		101720
风井场地	旱地	0.28	0.8	2240
	林草地	1.15	0.5	5750
	小计	1.43		7990
进场道路	旱地	0.19	0.8	1520
	林草地	1.37	0.5	6850
	小计	1.56		8370
农村宅基地	灌木林地	24.39	0.5	121950
总计		41.67		240030

## (2) 表土供给量分析

煤矿位于子洲县，矿区及周边黄土层厚度大，土资源丰富。根据现场调查，周围土源条件良好，在工业场地复垦时就近取土，并使用辅以深耕、增施有机肥等措施熟化土壤，从而达到土地复垦质量的要求，土源能够达到平衡。

## 2、水资源平衡分析

### (1) 需水量分析

本项目不涉水浇地，项目区内的旱地靠自然降雨。本方案只对项目区内园地、林草地恢复时浇灌用水进行分析。由于项目位于陕北黄土丘陵沟壑区，根据不同苗木需水量及项目区的特点，结合《行业用水定额》（DB61/T 943-2020），选取 50%水文年，确定本方案灌溉定额：园地 125m<sup>3</sup>/亩·a，林地 90m<sup>3</sup>/亩·a，草地 300 m<sup>3</sup>/亩·a，且需连续管护 6 年。管护补水采用洒水车拉水配合软管浇灌，运水距离约为 1~5km。土地复垦适用期需水量情况表见表 4.2-9。

表 4.2.9 适用期需水量情况表

管护时间	园地	需水量 (125m <sup>3</sup> /亩)	林地 (hm <sup>2</sup> )	需水量 (90m <sup>3</sup> /亩)	草地 (hm <sup>2</sup> )	需水量 (300m <sup>3</sup> /亩)	合计 (m <sup>3</sup> )
第一年			15.83	21371	33.89	152505	173876
第二年	1.56	2925	16.99	22937	52.03	234135	259997
第三年	1.7	3188	20.38	27513	60.35	271575	302276
第四年	1.7	3188	26.18	35343	69.26	311670	350201
第五年	2.42	4538	26.60	35910	84.91	382095	422543

经计算，适用期林地和草地管护年最大需水总量为  $42.25 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

## （2）供水量分析

### 1) 矿井排水

根据对矿井生产过程中的矿井涌水量观测，煤矿矿井一般涌水量  $962 \text{m}^3/\text{d}$ ，年涌水量为  $35.11 \times 10^4 \text{m}^3$ ，矿井涌水经处理达标后，可用于管护用水。

### 2) 地表水

槐树岔河位于矿区东北部，多年平均流量为  $0.20 \text{m}^3/\text{s}$ ，即  $630.72 \times 10^4 \text{m}^3$ 。处理后的矿井水不足时，可用洒水车由槐树岔河下游取水灌溉，由于其为季节性河流，应在用水时考虑时序分配，取保管护用水足量。

## （四）土地复垦质量要求

在实地考察永兴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，根据永兴煤矿的实际情况，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、

选种植植物生长条件等因素，明确各类土地的复垦质量要求，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、压占损毁复垦耕地方向质量标准

表 4.2-9 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	≤5
	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥80, 土石山区≥30	≥80
		土壤容重/ (g/cm <sup>3</sup> )	≤1.45	≤1.45
		土壤质地	壤土至粘壤土	砂壤土
		砾石含量/%	≤10	≤5
		pH 值	6.0-8.5	7.5-8.0
		有机质/%	≥0.5	0.8-1.0
	配套设施	电导率/ (dS/m)	≤2	≤2
		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，与周边相协调
		道路		
	生产力水平	产量/ (kg/hm <sup>2</sup> )	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、压占损毁复垦园地方向质量标准

表 4.2-10 压占区园地复垦质量标准

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	
园地 (果园)	地形	地面坡度/ (°)	≤10	≤5
	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	≥80
		土壤容重/ (g/cm <sup>3</sup> )	≤1.45	≤1.45
		土壤质地	壤土至粘壤土	砂壤土
		砾石含量/%	≤10	≤5
		pH 值	6.0-8.5	7.5-8.0
		有机质/%	≥0.5	≥0.5
	排水	电导率/ (dS/m)	≤2	≤2

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)	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, 与周边环境协调, 道路通达
		林网		
	生产力水平	产量/ (kg/hm <sup>2</sup> )	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、压占损毁复垦林地方向质量标准

表 4.2-11 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 <sup>3</sup> )	≤1.5	≤1.5
		土壤质地	砂土至砂质粘土	砂土
		砾石含量/%	≤25	≤15
		pH 值	6.0-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	≥0.5	≥0.6
	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 <sup>2</sup> )	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 <sup>3</sup> )	≤1.5	≤1.5
		土壤质地	砂土至砂质粘土	砂土
		砾石含量/%	≤25	≤15
		pH 值	6.0-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	≥0.5	≥0.6
	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 <sup>2</sup> )	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
		有效土层厚度/cm	≥30	30-50

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 (其他林地)	土壤质量	土壤容重/ (g/cm <sup>3</sup> )	≤1.5	≤1.5
		土壤质地	砂土至砂质粘土	砂土
		砾石含量/%	≤25	≤15
		pH 值	6.0-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	≥0.5	≥0.5
	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 <sup>2</sup> )	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、压占损毁复垦草地方向标准

表 4.2-12 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
		土壤容重/ (g/cm <sup>3</sup> )	≤1.45	≤1.40
		土壤质地	壤土至粘壤土	砂壤土
		砾石含量/%	≤15	≤10
		pH 值	6.5-8.5	7.0-8.5
	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 <sup>2</sup> )	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

#### 5、沉陷区耕地复垦标准

表 4.2-13 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	地形	地面坡度/(°)	≤25	≤15
		有效土层厚度/cm	≥80, 土石山区≥30	≥80

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	
土壤质量	土壤容重/ (g/cm <sup>3</sup> )		≤1.45	≤1.45
	土壤质地		壤土至粘壤土	砂壤土
	砾石含量/%		≤10	≤5
	pH 值		6.0-8.5	7.5-8.0
	有机质/%		≥0.5	0.8-1.0
	电导率/ (dS/m)		≤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, 与周边相协调	
	道路			
	林网			
生产力水平	产量/ (kg/hm <sup>2</sup> )	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、沉陷区园地复垦标准

表 4.2-14 沉陷区园地复垦质量标准

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	
园地 (果园)	地形	地面坡度/ (°)	≤10	≤10
	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	≥80
		土壤容重/ (g/cm <sup>3</sup> )	≤1.45	≤1.45
		土壤质地	壤土至粘壤土	砂壤土
		砾石含量/%	≤10	≤5
		pH 值	6.0-8.5	7.5-8.0
		有机质/%	≥0.5	≥0.5
	电导率/ (dS/m)		≤2	≤2
	配套设施	排水	达到当地各行业工程建设标准要求, 与周边环境协调, 道路通达	达到当地各行业工程建设标准要求, 与周边环境协调, 道路通达
		道路		
		林网		
	生产力水平	产量/ (kg/hm <sup>2</sup> )	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
园地 (其他园地)	地形	地面坡度/ (°)	≤15	≤15
	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	≥80
		土壤容重/ (g/cm <sup>3</sup> )	≤1.45	≤1.45
		土壤质地	壤土至粘壤土	砂壤土

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	
配套设 施	砾石含量/%		≤10	≤5
	pH 值		6.0-8.5	7.5-8.0
	有机质/%		≥0.5	≥0.5
	电导率/ (dS/m)		≤2	≤2
	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, 与周边环境协调, 道路通达	
	道路			
	林网			
	生产力水平	产量/ (kg/hm <sup>2</sup> )	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、沉陷区林地复垦标准

表 4.2-15 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	≥50
		土壤容重/ (g/cm <sup>3</sup> )	≤1.5	≤1.4
		土壤质地	砂土至砂质粘土	砂土
		砾石含量/%	≤25	≤15
		pH 值	6.0-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	≥0.5	≥0.6
	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 <sup>2</sup> )	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	≥50
		土壤容重/ (g/cm <sup>3</sup> )	≤1.5	≤1.5
		土壤质地	砂土至砂质粘土	砂土
		砾石含量/%	≤25	≤15
		pH 值	6.0-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	≥0.5	≥0.6

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 (其他 林地)	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	$\geq 0.30$	$\geq 0.50$
草地 (天然 牧草地)	土壤质量	有效土层厚度/cm	$\geq 30$	$\geq 30$
		土壤容重/ (g/cm <sup>3</sup> )	$\leq 1.5$	$\leq 1.5$
		土壤质地	砂土至砂质粘土	砂土
		砾石含量/%	$\leq 25$	$\leq 15$
		pH 值	6.0-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	$\geq 0.5$	$\geq 0.5$
	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	$\geq 0.30$	$\geq 0.40$

## 8、沉陷区草地复垦标准

表 4.2-16 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	$\geq 30$	$\geq 30$
		土壤容重/ (g/cm <sup>3</sup> )	$\leq 1.45$	$\leq 1.40$
		土壤质地	壤土至粘壤土	砂壤土
		砾石含量/%	$\leq 15$	$\leq 10$
		pH 值	6.5-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	$\geq 0.3$	$\geq 0.5$
	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/%	$\geq 30$	$\geq 50$
		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

## 9、农村宅基地复垦灌木林地方向质量标准

表 4.2-17 灌木林地复垦质量标准（农村宅基地区域）

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 (灌木林地)	土壤质量	有效土层厚度/cm	$\geq 30$	30-50
		土壤容重/ (g/cm <sup>3</sup> )	$\leq 1.5$	$\leq 1.5$
		土壤质地	砂土至砂质粘土	砂土
		砾石含量/%	$\leq 25$	$\leq 15$
		pH 值	6.0-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	$\geq 0.5$	$\geq 0.6$
	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 $/\text{hm}^2$ )	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	$\geq 0.30$	$\geq 0.50$

## 10、沉陷区农村道路复垦标准

农村道路主要作为耕地的配套工程设施及交通需求，因此，在工程设计和工程测算时，田间道路复垦标准结合耕地配套设施同时进行，其复垦标准如下：

- (1) 农村道路设计边坡 1: 1，路面宽度为 3m，采用六棱砖及素土路面；
- (2) 道路两旁的原有的防护林，进行扶正管护；
- (3) 复垦后标准不低于原道路标准，结合复垦区耕地比较分散的特点，保障原有农村道路的交通条件良好，便于农机进行田间作业及日常生产资料的运输。

## 10、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。

## 三、生态恢复力分析

生态恢复力是指生态系统在面对自然或人为干扰后，能够维持其基本结构和功能，并迅速恢复到原有状态或达到新的稳定状态的能力。它是生态系统健康和可持续性的重要指标之一，生态系统包括地形、土壤、植被和水文等环境要素。这些要素决定了生态系统的功能、结构与恢复力，参照相关研究成果，本方案选择坡度、坡向、土壤有机质、水文条件、被覆盖度及多样性指标，采用定性评价

方法。参照周边煤矿井工开采后在地表坡度、土壤有机质、水文条件、植被覆盖度等变化情况分析其恢复力情况进行评价。

①坡度是地形条件的表达指标，矿区内地表沟壑纵横，植被盖度低，气候干燥地表蒸发量大，煤矿开采引起的地表沉陷会导致地表垂直变形和水平变形，从而改变地表坡度，坡度则决定了水土流失的程度，从而影响土壤的质量，进一步影响生态系统在扰动后的恢复的能力。

②土壤有机质质量分数对植被的生长起着最直接的作用，有机质质量分数可作为土壤质量直接有效的表达指标，矿区地处风沙区，蒸发量大，土壤有机质集聚难度大，地表变形、土壤结实度变化、植被变化等均可改变土壤有机质的矿化速率，影响土壤有机质的积累与分配，进而影响生态系统恢复力。

③水文条件是半干旱地区生态系统最大的制约因素，土壤水分条件对植被养分吸收具有显著影响，因此选择水文变化情况作为水文条件的表达指标。

④植被盖度和多样性可以作为植被条件的表达指标，采煤塌陷直接导致植被景观被破坏，导致地表变形而产生地下水位改变、土壤侵蚀、水土流失，间接阻碍植被对水分和养分的吸收，破坏植被生长，生态系统应对环境变化的恢复力是由其生物和自然资源决定的，随着植被盖度的下降，区域维持水分存储和养分循环的能力降低，恢复力水平就越低，而植被多样性则意味着可持续的生态系统包含着多种功能群，为生态系统提供一定程度的功能冗余，当生态系统面临物种丧失或环境变化时，功能冗余通过维持生产力的方式提供恢复力。

表 4.3-1 矿山生态系统功能分析评价表

序号	评价指标	现状分析	预测分析	恢复力分析
1	地形坡度变化	区内最高处在东南角高焉村附近，标高 1320m，最低处位于北部边界的槐树岔沟沟底，标高 1040m，相对最大高差 280m。	依据地表变形倾斜变形和水平变形预测结果，地表坡度变化有限	自然恢复：地表变形不能自然恢复至原有地表坡度； 人工辅助：在开采工作面边界实施人工辅助，可恢复原地貌； 生态重建：塌陷地裂隙永久发育区位于开采工作面边界，开采盆地逐渐愈合，不宜实施大规模的生态重建工程
2	土壤有机质	有机质含量低，一般不超过 1%，全氮量也低，不同区域存在差异	地表变形后土壤松动，水土流失加剧，造成土壤有机质流失或聚集，不	自然恢复：塌陷地土壤松动，植被破坏，土壤有机质自然恢复到原有水平较为困难人工辅助：实施塌陷地裂隙发育区人工辅助的

序号	评价指标	现状分析	预测分析	恢复力分析
			同区域土壤有机质变化不一	工程措施下, 可恢复至原有水平, 生态重建: 不宜实施大规模的生态重建
3	水文条件	分布有槐树岔沟、该沟在崖窑坪分为东、西二支, 分别为曹家河沟、西支沟 河流为季节性河流	矿区河流为季节性河流, 雨期流水较多, 旱季为干旱河床	自然恢复: 影响沟道, 无长流水, 可自然恢复
4	植被覆盖度	植被覆盖度较高, 为45%以上, 草本平均高度为60cm, 木本平均高度4.5m, 郁闭度可达80%	根据经验及周边调查, 在塌陷地裂隙两侧易造成植被死亡, 塌陷地其他区域变化不大, 植被死亡主要以草本植被为主	在自然恢复和简单人工干预的情况下可恢复

## 第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

永兴煤矿生产引发的矿山地质环境问题为：地面塌陷及伴生裂缝，含水层、地形地貌景观、水土环境影响和破坏，以及土地资源损毁，以下针对不同地质环境及土地利用问题提出恢复治理工程。矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程分为近期5年（2025—2029年），中期45年（2030—2074年），后期8年（2075—2082年）三个阶段，治理工程、土地复垦以近期为主，兼顾中期和后期。

### 一、矿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）对村庄等地面建筑物进行搬迁，对受影响的其他地面建（构）筑物进行维修治理，对不稳定地质体监测或治理。

（2）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。对不稳定地质体进行定期巡查。

（3）保护主要含水层，维持矿区及周围生产、生活用水，对受影响的含水层进行监测。

（4）保持当地地形地貌景观，对受影响的地形地貌景观进行修复。

（5）保护水体环境、土壤环境，对水土环境进行监测。

（6）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。

（7）在后期及时关闭工业场地、风井场地，并对其进行治理，减缓对地形地貌影响。

（8）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、留设保护煤柱

在保护级别高的重要建（构）筑物处留设保护煤柱，能够避免或减缓矿山地质环境问题的产生和影响程度，减少治理工程和费用。

永兴煤矿在工业场地、部分村庄、风井场地、煤矿边界、主要大巷等都留有煤柱。

## 2、避让

本村庄位于开采区，开采造成的损坏等级为IV级，影响严重，采取采前搬迁、迁改避让方法，能够将不稳定地质体的影响程度降低。

## 3、合理规划

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。在煤矿建设之前，要建立土地复垦规划，分步实施。开采过程中要做到“边开采，边复垦”。

在进行土地复垦工程时，应制定合理的土石方调配方案，严禁弃土弃渣乱堆乱放。各种生产建设活动应严格控制在规划区域内，将临时压占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。

## 4、表土资源保护措施

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

# 二、不稳定地质体治理工程

## （一）目标任务

### 1、治理目标

为避免和减缓滑坡、不稳定斜坡、泥石流隐患、地面塌陷及其伴生的地裂缝等不稳定地质体造成的损失，对工业场地、村庄、道路及重要的地面建（构）筑物留设保护煤柱或整体搬迁，对影响严重、较严重的地面建（构）筑物和道路等进行维修治理并加强监测。

### 2、治理任务

#### （1）老窑已封闭区域周边区域治理；

- (2) 对受影响的公路、乡村道路进行维修;
- (3) 对受影响的输电线路加固、电杆扶正;
- (4) 煤矿闭坑期, 3条井筒封闭工程。

## （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, 造成村庄建筑物、道路、输电线等损坏。因此提出如下治理工程: 老窑已封闭区域周边治理、维修塌陷区道路、居民输电线路、综合治理。

#### （1）2025 年度计划治理工程（已批复）

2025 年度计划已批复的治理工程为 17103 工作面塌陷区受损道路修复工程, 包括修复机耕素土路长度 1225m, 水泥路长度 136m。

损毁道路现状及治理措施: ①碎石路: 宽度为 3-3.5m, 现场调查受损路段长度约为 1225m, 基本已全部损毁, 故本次道路修复工程长度为 1225m, 本年度拟采用受损道路裂缝充填, 路基压实, 碎石路面修复压实等工程措施, 恢复成同等级的碎石路; ②水泥路: 路面宽度为 4.5m, 路面厚度为 20cm, 塌陷区内总长度约 410m, 现场调查损毁长度约 136m。本年度拟采用受损路面拆除清理, 路基修复, 路面重新浇筑等工程措施, 恢复成同等级的水泥路。

恢复道路设计参数见 5.2-2、5.2-3。

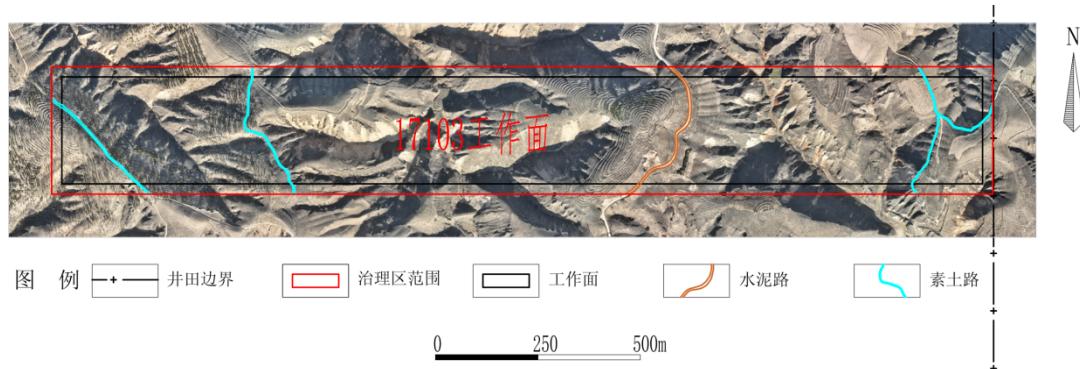


图 5.2-1 损毁道路分布示意图

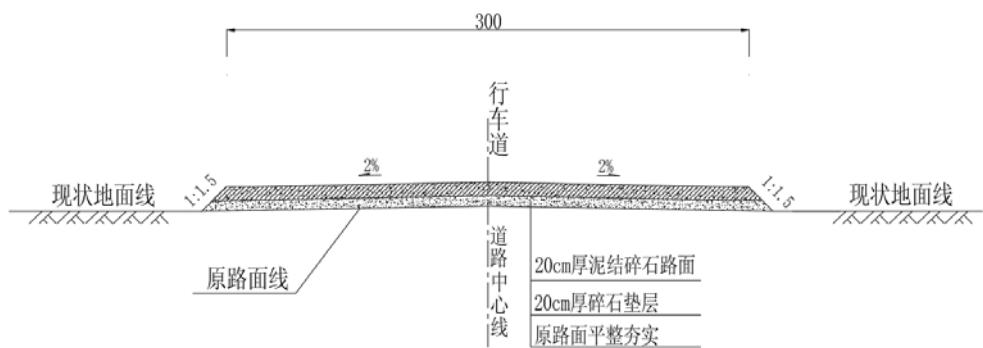


图 5.2-2 素土路修复设计横断面图

道路横断面图

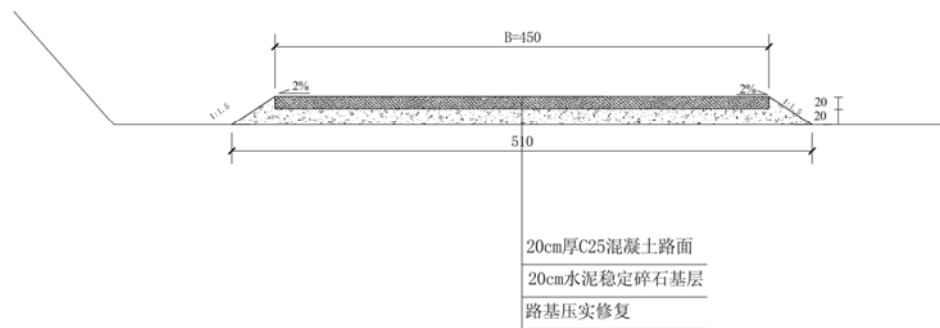


图 5.2-3 水泥路修复设计横断面图

## （2）老窑已封闭区域周边治理

根据已有资料，永兴煤矿上期《方案》适用期内对六口老窑进行了验收，分别是永盛联办煤矿主斜井、副斜井、回风井，国营矿废弃井，公社窑废弃井和医院壕废弃井。

结合现场调查，现永盛联办煤矿的主斜井、副斜井、回风井老窑封闭后，地表存在建筑垃圾，植被长势较差，现状照片见表 5.2-1。

调查发现联办煤矿主、副斜井井口前沿均各有面积约  $200m^2$  的建筑垃圾压占，厚度平均以 0.5m 计，计划对其清除垃圾，撒播草籽进行植被恢复，回风井前侧可直接进行植被恢复。撒播草籽面积以建筑垃圾压占面积计，草籽选用紫花苜蓿，撒播规格  $60kg/hm^2$ ，雨季前进行种植。现需治理的区域位置见图 5.2-4。

表 5.2.1 老窑已封闭区域周边现状情况

<p><b>永盛联办煤矿主斜井</b> 地质环境问题及治理措施：井筒已封闭，井口周围建筑垃圾（砖石混合）较多，需对其进行清理后撒播草籽进行植被恢复。</p>	
<p><b>永盛联办煤矿副斜井</b> 地质环境问题及治理措施：井筒已封闭，井口周围建筑垃圾（砖石混合）较多，需对其进行清理后撒播草籽进行植被恢复。 井口附近建筑物为村民所有，暂无法对其进行拆除，仅对砖石垃圾进行清除。</p>	
<p><b>永盛联办煤矿回风井</b> 地质环境问题及治理措施：井筒已封闭，井筒前沿空地植物长势较差，对其进行撒播草籽进行植被恢复。</p>	



图 5.2-4 老窑已封闭区域周边治理位置图

### （3）道路修复

据现状、预测评估结果，已塌陷区及近期预测塌陷区内受影响道路主要为乡村道路，路面有素土路面和砼路面，考虑到方便村民生产生活活动，统一恢复为砼路面。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维修，恢复原状。

其中 17103 工作面道路修复已于 2025 年度计划治理工程部署实施，于第一年执行，适用期后续四年对 17105、17107 工作面损毁道路部署道路修复工作。据图统计，第二年计划治理区域不涉及道路，第三年计划治理区域涉及道路 295m，第四年计划治理区域涉及道路 636m，第五年计划治理区域涉及道路 265m。

根据 2025 年度计划调查的损毁率约 0.33，故第三年需修复道路 97m，第四年需修复道路 210m，第五年需修复道路 87m。共计需修复道路 3948m，宽 5m，砼路面。

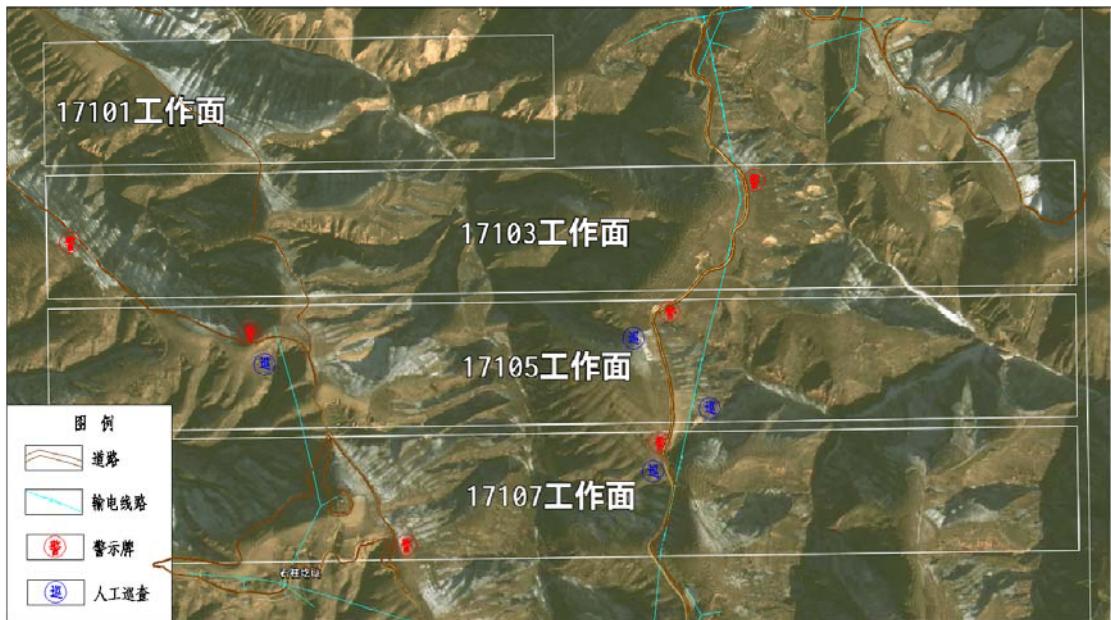


图 5.2-5 道路、输电线路、综合治理工程位置简图



照片 5.2-1 道路修复典型照片

#### （4）维修杆塔

矿区分布有居民输电线路地面塌陷及伴生裂缝对这些输电线路产生影响，矿方与供电主管部门协商，取得许可后对输电线路采取扶正加固杆塔的措施。已塌陷区及近期预测塌陷区内受影响的居民输电线路塔基 10 处，为水泥线杆。

第一年不部署杆塔加固工程，第二年计划治理区域加固输电线路杆塔 3 座（1#~3#），第三年计划治理区域受损输电线路须加固线杆 2 座（4#~5#），第四年计划治理区域受损输电线路须加固线杆 2 座（9#~10#），第五年计划治理区域

受损输电线路须加固线杆 3 座（6#~8#），

修复主要工程措施为电线杆扶正加固，避免出现更大的倾斜，在保证稳妥的情况下对电线杆的基础进行开挖加固。在电线杆周边浇筑  $1m \times 1m \times 1.5m$  的混凝土承台基础，对电线杆周边混凝土进行剔凿，剔凿完后校正电线杆，校正完待验收合格，浇筑混凝土固定，单根电线杆需开挖土方  $1.5m^3$ ，浇筑 C20 混凝土  $1.5m^3$ 。

### （5）综合管理

永兴煤矿应组织人员定期巡查不稳定地质体及近期开采新形成的塌陷区，遇到地质环境问题，及时汇报、及时处理。人工巡查按照 2 人一组，每月巡查 4 次，并及时记录巡查结果，塌陷区道路竖立警示牌 6 个。

巡查记录样表见表 5.2-1。

表 5.2-1 巡查记录样表

永兴煤矿定期巡查记录表		
巡查时间：	记录人：	审核人：
巡查参与人员：		
巡查重点区域及路线：		
巡查内容		
1、XXX		
2、XXX		
处理情况		

## 2、中期治理工程

### （1）道路维修

中期开采将乡村道路造成不同程度的破坏，因此为保证道路交通不受影响，须对其进行维修。乡村道路维修方法与近期相同类似，维修长度按照受损长度的20%进行估算，宽度不变，道路标准执行原标准。

### （2）输电线路维修

中期开采范围内有35kv、10kv高压线及低压输电线路，地面塌陷及伴生裂缝对这些输电线路产生影响，矿方与供电主管部门协商，取得许可后对输电线路采取扶正加固杆塔的措施。

修复主要工程措施为电线砼杆扶正加固，避免出现更大的倾斜，在保证稳妥的情况下对电线杆的基础进行开挖加固。在电线杆周边浇筑 $1.5m \times 1.5m \times 1m$ 的混凝土承台基础，对电线杆周边混凝土进行剔凿，剔凿完后校正电线杆，校正完待验收合格，浇筑混凝土固定，单根砼杆需开挖土方 $2.25m^3$ ，浇筑C20混凝土 $2.25m^3$ 。

### （3）综合管理

组织人员定期巡查巡查不稳定地质体及中期开采新形成的塌陷区，遇到地质环境问题，及时汇报、及时处理。人工巡查按照2人一组，每月巡查4次，并及时记录巡查结果，塌陷区道路竖立警示牌48个。

## 3、后期治理工程

### （1）井筒封闭

煤矿闭坑后，工业场地不留续使用，对主斜井、副斜井、回风斜井进行封闭。封闭措施如下：

1) 井筒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) 向井筒内回填砾石，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范围的岩土体全部剥离，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。

## （2）综合管理

组织人员定期巡查中期开采新形成的塌陷区，遇到地质环境问题，及时汇报、及时处理。人工巡查按照 2 人一组，每月巡查 4 次，并及时记录巡查结果。

## （三）主要工程量

### 1、近期治理工程量

近期治理工程主要包括道路维修、输电线路维修、人工巡查、警示牌树立等工程，分年度实施，具体年度实施计划见表 5.2-2。

表 5.2-2 近期不稳定地质体防治工程一览表

治理时间	工程类别	单位	工程量	
第一年	碎石路修复工程 (2025 年度计划已批复工程)	泥结碎石路面	m <sup>2</sup>	3675
		素土路基	m <sup>2</sup>	4410
	水泥路修复工程 (2025 年度计划已批复工程)	旧路面拆除	m <sup>3</sup>	122
		路床压实	m <sup>2</sup>	693
		水泥稳定碎石 路基铺设	m <sup>2</sup>	693
		混凝土路面铺设	m <sup>2</sup>	612.
		垃圾清运	m <sup>3</sup>	300
第二年	老窑封闭处周边治理	撒播草籽	hm <sup>2</sup>	0.06
		加固杆塔	座	3
	巡查	人工巡查	次·人	96

	警示牌	竖立警示牌	个	6
第三年	道路修复	旧路面拆除	$m^3$	97
		路床压实	$m^2$	551
		水泥稳定碎石 路基铺设	$m^2$	551
		混凝土路面铺设	$m^2$	486
	维修杆塔	加固杆塔	座	2
	巡查	人工巡查	次·人	96
第四年	道路修复	旧路面拆除	$m^3$	209
		路床压实	$m^2$	1189
		水泥稳定碎石 路基铺设	$m^2$	1189
		混凝土路面铺设	$m^2$	1049
	维修杆塔	加固杆塔	座	2
	巡查	人工巡查	次·人	96
第五年	道路修复	旧路面拆除	$m^3$	87
		路床压实	$m^2$	495
		水泥稳定碎石 路基铺设	$m^2$	495
		混凝土路面铺设	$m^2$	437
	维修杆塔	加固杆塔	座	3
	巡查	人工巡查	次·人	96

## 2、中期治理工程量

### （1）道路维修

据图统计，中期受损道路长度约 56940m，宽度平均按 5m 计算，按受损的 33%统计，预计维修长度 18790m，修复道路面积 93951 $m^2$ 。见表 5.2-3。

表 5.2-3 中期受损道路治理一览表

工程名称	工程措施	单位	工程量
道路修复	旧路面拆除	$m^3$	16876
	路床压实	$m^2$	95864
	水泥稳定碎石 路基铺设	$m^2$	95864
	混凝土路面铺设	$m^2$	84555

## （2）输电线路维修

据图统计，中期矿区受影响的低压线路杆数量为 752 处，高压线杆数量为 484 处，共计线杆 1246 处，按 30% 受损的比例计算，共需加固杆塔 371 处。

## （3）综合管理

中期定期巡查地面塌陷区 4224 次·人，每年 96 次·人，塌陷区竖立警示牌 48 个。

## 3、后期治理工程量

后期封闭 3 条井筒，工作量见表 5.2-3。

表 5.2-4 后期井筒封闭工程量一览表

序号	工程项目	主斜井	副斜井	回风斜井	合计
1	拦渣坝 (m <sup>3</sup> )	50.4	53.4	22.2	126
2	回填矸石 (m <sup>3</sup> )	8719.2	33179.2	1354.2	43252.6
3	挡水墙 (m <sup>3</sup> )	100.8	106.8	44.4	252
4	回填粘土 (m <sup>3</sup> )	420	445	185	1050
5	井口剥离岩土 (m <sup>2</sup> )	201.6	213.6	88.8	504
6	浇筑水泥 (m <sup>3</sup> )	147.84	156.64	65.12	369.6
7	钢板面积 (m <sup>2</sup> )	67.2	71.2	29.6	168
8	井口覆土 (m <sup>3</sup> )	201.6	213.6	88.8	504

## 三、矿区土地复垦

### （一）目标任务

本方案复垦土地的面积为 2483.42hm<sup>2</sup>，土地复垦率 100%，复垦前后土地利用变化见表 5.3-1，矿区土地复垦规划图见附图五。

复垦前后地类结构变化主要表现以下几个方面：

——旱地增加 9.05hm<sup>2</sup>，为工业场地采矿用地部分复垦为旱地 9.05hm<sup>2</sup>；  
 ——灌木林地增加 24.39hm<sup>2</sup>，为沉陷区农村宅基地复垦为灌木林地 24.39hm<sup>2</sup>；  
 ——天然牧草地增加了 4.28hm<sup>2</sup>，为风井场地农村宅基地、裸土地（回退二调地类）复垦为天然牧草地 0.91 hm<sup>2</sup>，进场道路农村宅基地（回退二调地类）复垦为天然牧草地 0.15hm<sup>2</sup>，沉陷区裸土地复垦为天然牧草地 3.22hm<sup>2</sup>。

表 5.3-1 复垦前后土地利用结构调整表

单位: hm<sup>2</sup>

土地类型			复垦前						复垦后						变化值	
一级代码		二级代码	永久建 设用地	损毁土地			小计	永久建 设用地	损毁土地			小计	小计			
代码	名称	代码		名称	工业 场 地	工业 场 地	风井 场 地	进场 道 路	沉陷区	工业 场 地	工业 场 地	风井 场 地	进场 道 路	沉陷区		
1	耕地			0.14	0.9	0.28	0.19	821.22	822.73	9.19	0.9	0.28	0.19	821.22	831.78	9.05
		103	旱地	0.14	0.9	0.28	0.19	821.22	822.73	9.19	0.9	0.28	0.19	821.22	831.78	9.05
2	园地				0.15			173.61	173.76		0.15			173.61	173.76	0
		201	果园		0.15			153.44	153.59		0.15			153.44	153.59	0
		204	其他园地					20.17	20.17					20.17	20.17	0
3	林地			2.43	0.73	0.09	0.8	383.08	387.13	2.43	0.73	0.09	0.8	407.47	411.52	24.39
		301	乔木林地		0.73	0.03	0.8	184.48	186.04		0.73	0.03	0.8	184.48	186.04	0
		305	灌木林地	2.43				8.57	11.00	2.43				32.96	35.39	24.39
		307	其他林地			0.06		190.03	190.09			0.06		190.03	190.09	0
4	草地			0.03	0.86	0.15	0.42	1008.38	1009.84	0.03	0.86	1.06	0.57	1011.6	1014.12	4.28
		401	天然牧草地	0.03	0.86	0.15	0.42	684.82	686.28	0.03	0.86	1.06	0.57	688.04	690.56	4.28
		404	其他草地					323.56	323.56					323.56	323.56	0
6	工矿仓储用地			9.05				1.05	10.10					1.05	1.05	-9.05
		602	采矿用地	9.05				1.05	10.10					1.05	1.05	-9.05
7	住宅用地				0.44	0.15	24.39	24.98						0	-24.98	
		702	农村宅基地		0.44	0.15	24.39	24.98						0	-24.98	

8	公共管理与公共服务用地							0.36	0.36					0.36	0.36	0
		809	公用设施用地					0.06	0.06					0.06	0.06	0
		08H1	机关团体新闻出版用地					0.19	0.19					0.19	0.19	0
		08H2	科教文卫用地					0.11	0.11					0.11	0.11	0
9	特殊用地							0.35	0.35					0.35	0.35	0
		9	特殊用地					0.35	0.35					0.35	0.35	0
10	交通运输用地			0.61				33.87	34.48	0.61				33.87	34.48	0
		1003	公路用地					4.33	4.33					4.33	4.33	0
		1004	城镇村道路用地					0.02	0.02					0.02	0.02	0
		1006	农村道路	0.61				29.52	30.13	0.61				29.52	30.13	0
11	水域及水利设施用地							15.09	15.09					15.09	15.09	0
		1101	河流水面					9.28	9.28					9.28	9.28	0
		1104	坑塘水面					0.45	0.45					0.45	0.45	0
		1107	沟渠					4.64	4.64					4.64	4.64	0
		1109	水工建筑用地					0.72	0.72					0.72	0.72	0
12	其他土地			0.02		0.47		4.11	4.60	0.02				0.89	0.91	-3.69
		1202	设施农用地	0.02				0.89	0.91	0.02				0.89	0.91	0
		1206	裸土地			0.47		3.22	3.69							-3.69
		总计		12.28	2.64	1.43	1.56	2465.51	2483.42	12.28	2.64	1.43	1.56	2465.51	2483.42	0

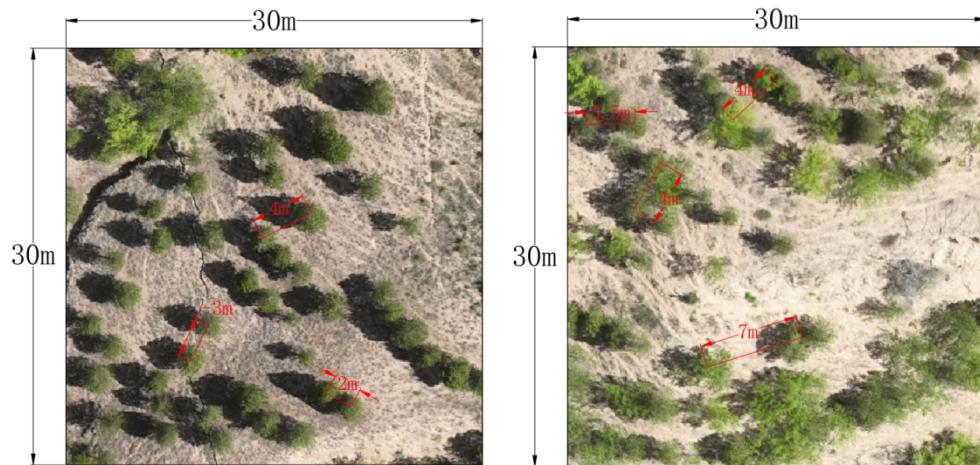
## （二）工程设计与技术措施

### 1、2025 年度计划土地复垦工程（已批复）

2025 年度计划已批复的复垦工程为治理塌陷区土地面积 70.61hm<sup>2</sup>。主要包括充填裂缝长度 14854.64m, 复垦耕地 20.78hm<sup>2</sup>, 草地 33.27hm<sup>2</sup>, 林地 15.83hm<sup>2</sup>。

为煤矿 2023 年 3 月-2024 年 10 月综合机械化开采Ⅶ上煤层的 17103 工作面形成的塌陷损毁区域，治理区总面积约 71.22hm<sup>2</sup>，经现场调查，采空区地面出现 174 条裂缝，裂缝长度 20.27-332.23m，裂缝宽度 0.04-0.80m，可测深度 5.09-14.88m。裂缝走向以近东西向为主。局部可见高差 0.8m 的错台。开采后地面沉陷明显，目前已经沉稳，裂缝未填充，土地未治理。

根据野外实地调查显示，乔木主要有樟子松、旱柳、油松、侧柏、刺槐、小叶杨等，灌木有沙柳、柠条、沙棘、紫穗槐等；草本植物常见有沙蒿、沙蓬、狗尾草、紫花苜蓿等。通过上期方案适用期验收，矿区油松长势较好，成活率高，生态景观效益好，矿区优势树种为旱柳、油松、柠条、沙棘、沙蒿、沙蓬等。考虑到紫花苜蓿经济效益较好，最终确定复垦植被选型以油松、沙棘、紫花苜蓿为主，根据典型性与代表性原则，在研究区内的乔木林地布设了植被样方调查。



照片 5.3-1 乔木林地样方调查照片

本次调查的旱柳位于 17103 工作面上。旱柳高度为 5-8m，冠幅达 2.5m 左右。株距 2m~7m 均有分布，林下草本主要有稀疏，覆盖度较低，少见柠条等灌木丛，草本植物有菊科的沙蒿、沙蓬等。

总体方案为先进行裂缝充填，再进行土地恢复，土地恢复针对耕地、林地、草地和其他复垦单元分别实施复垦措施。耕地为土地平整工程→土壤翻耕→土壤

培肥；林草地增加植被恢复措施。乔木林地措施为乔草结合补植，补植樟子松，种植规格为  $5m \times 5m$ ，穴播紫花苜蓿；灌木林地措施为灌草结合补植，补植沙棘，株行距  $1.5m \times 1.5m$ ，穴播紫花苜蓿；其他林地补植柠条  $1m \times 1m$ ，穴播紫花苜蓿。

## 2、沉陷区损毁各复垦单元技术措施与工程设计

塌陷损毁形式区域实施的主要复垦措施主要包括土壤重构工程、配套工程和植被重建工程。土壤重构工程包括充填工程、土壤剥覆工程、土地平整、土壤培肥、土地翻耕等。配套工程包括田间道、生产路。植被重建工程主要为林草恢复。

### （1）土壤重构工程

#### 1) 充填工程（地裂缝充填）

采取人工措施改变采矿损毁土地的微地貌形态，使损毁土地得到修复。沉陷损毁裂缝填充措施主要为裂缝充填。

施工区域：从现场调查和地表沉陷预测可知，采动引起地表沉陷将形成临时性裂缝，一般发生在工作面的正上方；稳沉后，在工作面的开切眼、终采线附近易形成永久性裂缝。

施工方法：临时性裂缝随着工作面的推进同时发育，当工作面推过裂缝后，大部分裂缝将逐步闭合，其对煤矿安全生产威胁较大，尤其当裂缝与采空区贯通时，易发生漏风、漏水等安全事故。为保证安全生产，一般采取随时监测、现场掩埋等辅助再生措施。稳沉后的永久性裂缝宽度大、发育深、难以愈合，选用生态重建措施为主。采用人工就近挖取土方直接充填裂缝，或使用部分挖掘和运输机械。人工治理土方工程量小，运距短，土地利用类型和土壤理化性质基本不变。

在裂缝区附近上坡方向选定无毒害的黄土或砂土土源（裂缝充填所需土源可以在附近丘陵的上坡方向开挖，既可以减缓地势起伏，也不会产生新的滑坡等自然灾害），用机械或人工挖方取土，用机动车或人力车装运至充填地点附近堆放。

施工工艺：轻度损毁区就地平整，对裂缝发生的小范围内土地进行直接人工平地。中度损毁区，预测出现的裂缝宽度大于  $200mm$ ，最宽的可达  $500mm$  以上，充填过程中应该将全部裂缝、裂深分段开挖，依据土地复垦质量控制标准，表土回覆的厚度平均不低于  $0.20m$ ，因此本方案设计中剥离厚度平均按照  $0.30m$  实施。另取上坡方向土源分段进行回填夯实，表土层以下裂缝回填要求夯实到干容重  $1.40t/m^3$ 。中度损毁区裂缝宽深度较大，但由于复垦区位于在黄土梁峁地貌区，

塌陷过程中黄土削弱了拉张应力，填充了地裂缝，因此地面塌陷表现不明显，因此在充填裂缝距地表1m左右时，每隔0.3m左右分层应用木杠或夯石分层捣实，直到与剥离后的地表基本平齐为止。

裂缝填充后要保证原有土地的生产能力，分期分区治理，做到边剥离边充填边回覆，缩短施工工期，填充时间最好选择在无农作物的时间段实施。裂缝填充时要加强临时防护措施，如施工中的临时拦挡等。施工过程中均采用人工剥覆与填充为主，剥离裂缝两侧表土和用于充填裂缝土源要根据交通运输条件就近堆放。裂隙充填及表土剥离典型工程设计见图5.3-1~5.3-4。

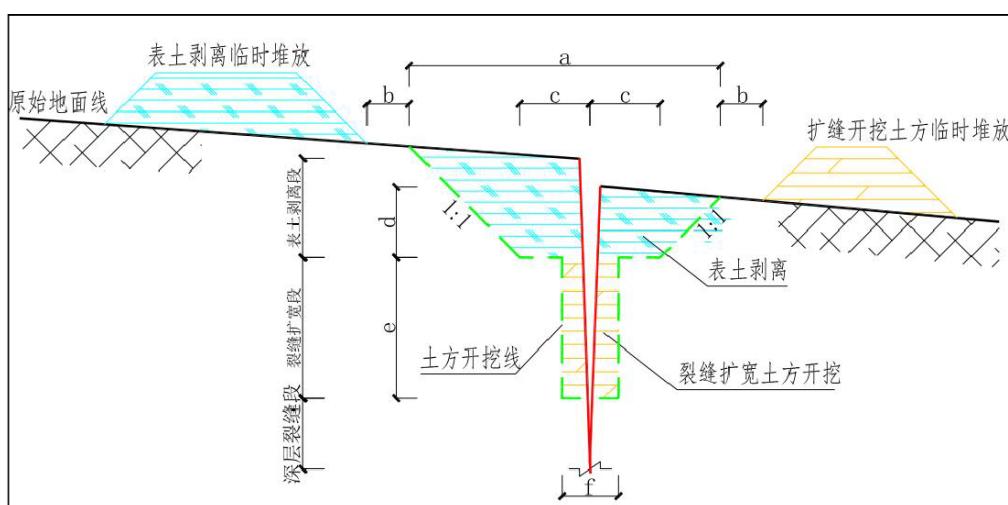


图 5.3-1 裂缝开挖横剖面图

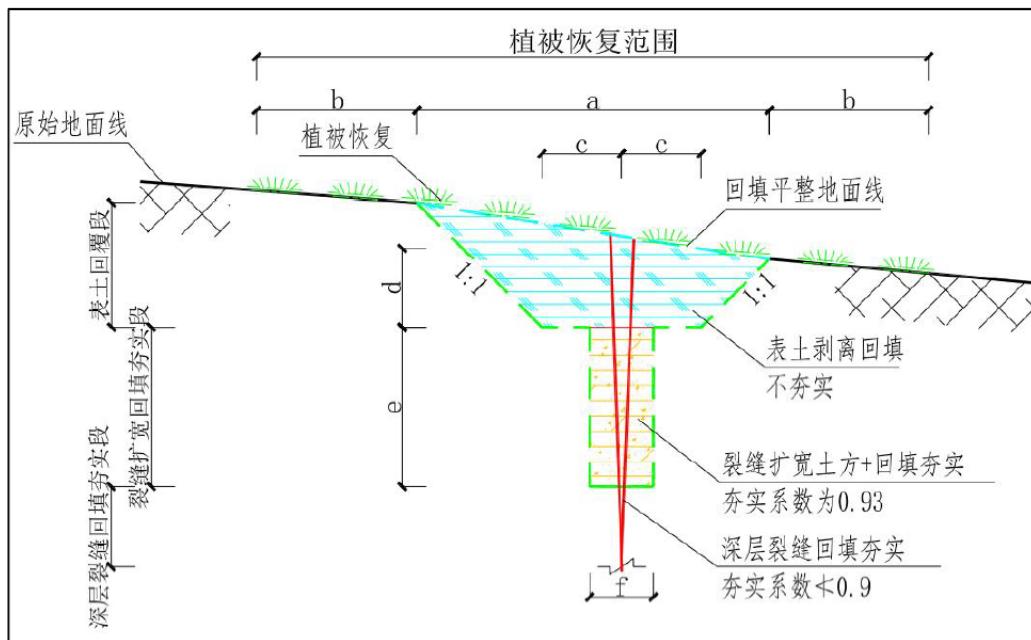


图 5.3-2 裂缝回填横剖面图

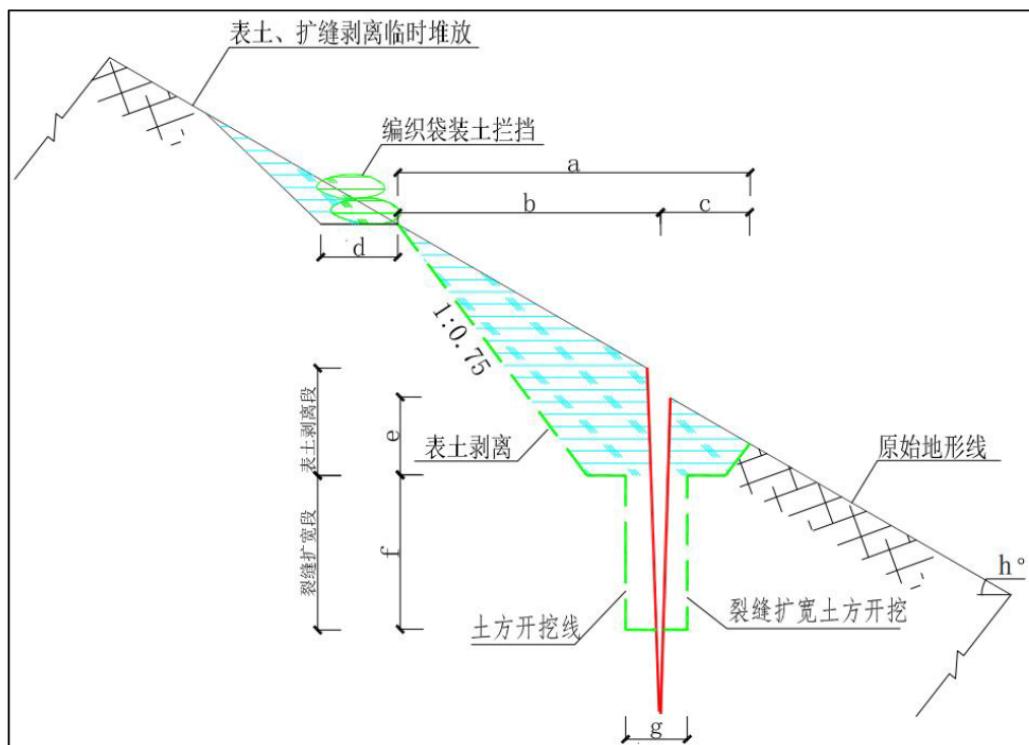


图 5.3-3 裂缝开挖横剖面图（坡地）

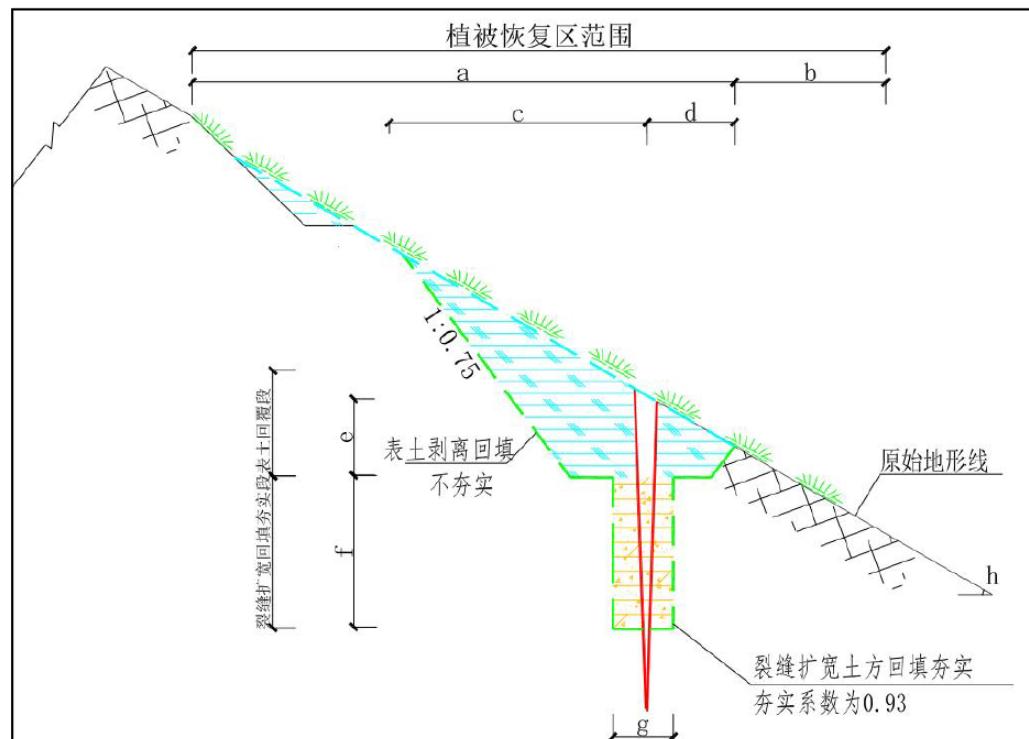


图 5.3-4 裂缝回填横剖面图（坡地）

## 2) 土壤剥覆工程

剥覆对象: 本方案确定剥离的表土是耕作层的土壤, 林地、草地的腐殖质层。

剥离区域：损毁土地裂缝的两侧。

覆盖区域：填充后的裂缝及剥离区域。

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

剥覆方式：人工剥离。

### 3) 田面平整工程

田面平整适用于沉陷区旱地复垦单元和新增耕地复垦单元。

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；最后搜根平梁，进行合槽。

### 4) 土地翻耕

在裂隙较多的旱地复垦区和新增耕地区，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，翻耕厚度 0.3m。

### 5) 土壤培肥

在 0~20cm 土层内，均匀撒施肥料，选用氮含量高的商品有机肥，改良土壤环境，增加土壤有机质含量，为土地产量打下基础，沉陷区土壤培肥为 4500kg/hm<sup>2</sup>，连续三年。

## （2）配套工程

根据现场调查，沉陷损毁耕地有既有道路，能满足耕作人员、作业机械的通行，不需新建道路。

### （3）植被恢复措施

沉陷区内植被恢复措施主要包括园地补植、重建，林地苗木补植、重建，草地草种撒播措施。

#### 1) 园地植被恢复措施

对受损的园地进行补植，布置量按单位面积 200 株/ $hm^2$  规格进行补植，主要种植山杏，对于受损园地应注意及时扶正树体，保证正常生长，并补植因地裂隙而造成死亡的果树。

果树苗木栽植时间可掌握在发芽前进行，即 3 月中上旬 4 月初。栽植时注意，苗木直立穴中，保持根系舒展，分层覆土，覆土至距离地表标高 0.15m 后灌透水，扶正苗木，最后覆土把坑填平保墒并用脚踩实。

整地挖穴：一般在雨季末至翌年 3 月整地效果较好。这段时间内土层较湿润，气温不高，易于整地作业。同时整地后经数月的太阳烤晒，可改良土壤理化性质，整地规格为  $0.5m \times 0.5m$ （圆形，坑径  $\times$  坑深），挖穴时将表土与心土分开堆放。挖好后将表土与腐熟的有机肥按 3: 1 比例及混匀回填 20cm，再在上部填 5-10cm 素表土踩实，坑底中间呈现 5cm 高土丘状。

#### 2) 林地植被恢复措施

##### ——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；对受损乔灌木根据坡向、坡度、土壤质地、土层厚度等，采取适宜的整地措施，新植或补植苗木。

##### ——林地苗木布置

林地苗木补植种类参照复垦区现有的苗木类型，复垦区主要有苗木类型有刺槐、樟子松、油松、旱柳、柠条、红柳、沙棘、紫穗槐等乔灌木种类。

乔木林地补植或新植油松，灌木林地栽植沙棘。

乔木植苗种植，并要求适量浇水，种植季节应在 3 月上旬至中旬，以穴状整地为好，整地规格  $0.5m \times 0.5m \times 0.5m$ ；灌木以穴状整地为好，栽植时应适量浇水，成活前应一周浇灌一次，成活后半月浇灌一次，整地规格  $0.4m \times 0.4m \times 0.4m$ ；在林地区域混合撒播草籽，见表 5.3-2 和表 5.3-3。

表 5.3-2 种植树种技术设计指标表

植物名称	栽植密度	栽植方法	整地规格	苗木规格	密度
油松	株距 3m 行距 3m	植苗	穴状整地 (50cm×50cm×50cm)	2~3 年生一级 苗	按损毁程度
沙棘	株距 1.5m 行距 1.5m	植苗	穴状整地 (30cm×30cm×30cm)	1~2 年生实生 苗	按损毁程度

表 5.3-3 草种混交技术设计指标表

配置模式	栽植地点	混交方式	种植方式
油松×沙棘×紫花苜蓿	乔木林地	行间混交	植苗/撒播

#### ——林地造林模式及栽植方法

复垦区乔木林地采用乔灌草混交模式，灌木林地采用灌草混交模式。

林木栽植方法采用穴状整地，矩形坑穴，乔木规格为 50cm×50cm×50cm，灌木规格为 30cm×30cm×30cm，草籽采用人工撒播，混交复垦技术指标见表 5.3-4。

表 5.3-4 混交复垦技术设计指标表

配置模式	栽植地点	混交方式	种植方式
油松×沙棘×紫花苜蓿	乔木林地	行间混交	植苗/撒播

#### ——造林时间

以春季为宜。苗木栽植后踏实，浇透水。

#### ——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。

### 3) 草地植被恢复措施

#### ——草种选择

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

草种选择：紫花苜蓿，一级草籽。

#### ——种植方式

对现有草地进行人工补播，单位综合补播量为 60kg/hm<sup>2</sup>，播种方式采用人工

撒播，尽可能将种子均匀地撒播。复垦技术具体见表 5.3-5 和表 5.3-6。

表 5.3-5 草地复垦技术设计指标表

草籽类型	种子品种	播种方式	播种周期	播种量
紫花苜蓿	一级种	撒播	春季播种	按损毁程度

表 5.3-6 草地配置技术设计指标表

配置模式	栽植地点	种植方式
紫花苜蓿	损毁草地	撒播

——种植时间

雨季撒播，春秋进行人工除草两次，严禁放牧。

## 2、农村宅基地（搬迁迹地）复垦单元技术措施与工程设计

复垦措施主要为清理工程、土壤重构工程、植被恢复工程，土壤重构工程包括土地平整、土地翻耕、土壤培肥。植被恢复工程具体参照沉陷损毁区林地复垦单元工程设计。

### 1) 清理工程

村庄采前搬迁后，建构筑物需要拆除与建筑垃圾清运。复垦区内的村庄、农家乐建筑一般为单层砖混结构，有一些彩钢房，采用机械和人工拆除。村庄硬化地面和基础占地约为村庄面积的 60%，硬化地面一般为砂石地面和混凝土地面，厚度一般小于 15cm，建筑物基础一般为砖混基础，埋深小于 1.5m。

拆除后对村庄建筑垃圾清运，拆除的建筑垃圾运输至子洲县林场村的建筑垃圾填埋场，运距约 50km。

### 2) 土地平整

清运工程实施后，对村庄、设施农用地进行平整，对于砂砾土壤做到粗粒径土壤在下，细粒径在上。

### 3) 客土覆土

待土地平整后进行覆土恢复，复垦为灌木林地，覆土厚度 0.3m。

### 4) 土地翻耕

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，翻耕厚度 0.3m。

### 5) 土壤培肥

在 0~20cm 土层内，均匀撒施肥料，选用氮含量高的商品有机肥，改良土壤

环境，增加土壤有机质含量，为土地增产打下基础，土壤培肥为  $6000\text{kg}/\text{hm}^2$ ，连续三年。

### 6) 植被恢复工程

农村宅基地复垦采用灌草相结合，灌木选用紫穗槐，草籽选用紫花苜蓿，紫穗槐为实生苗，株高应达到  $80\text{cm}$ ，冠幅  $40\text{cm}$ ，株行距为  $1.5\text{m}$ 。混合草籽均为一级种籽，撒播。

灌木整地规格为  $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ （圆形，坑径  $\times$  坑深），草籽为全面整地。

绿化时间：绿化时间以春、秋两季为宜。绿化后，浇透水。

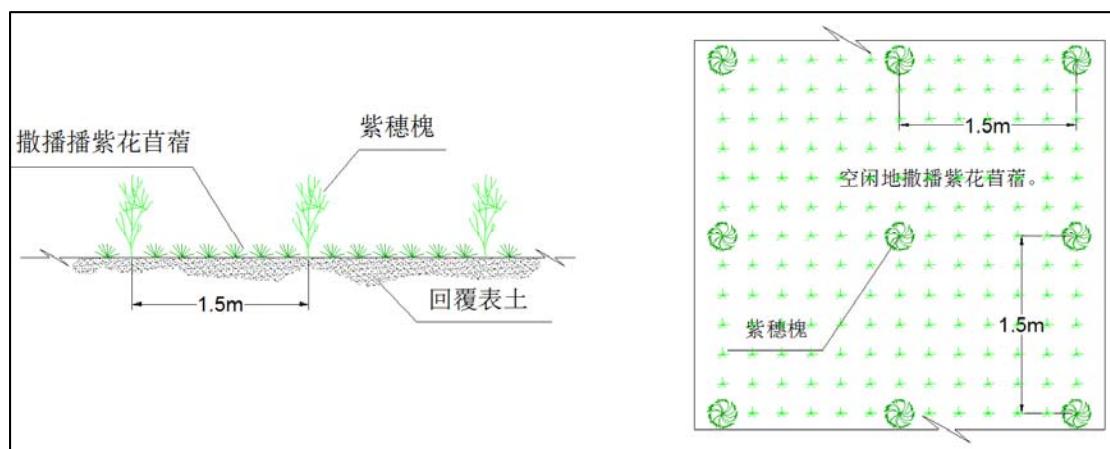


图 5.3-5 农村宅基地植被恢复植物配置图

### 3、工业场地复垦单元技术措施与工程设计

经适宜性评价分析可知，工业场地用地分永久性建设用地和临时用地，永久建设用地范围内将采矿用地复垦为旱地，其他地类按原地类复垦；临时用地范围按二调地类回退，回退后按原地类复垦。

首先将建筑物拆除、挖除地基、剥离硬化地面，对场地进行平整，然后进行土地翻耕；其次，需要采取松土和土壤改良措施改善土壤质地，改善农田生态环境。主要复垦措施包括混凝土拆除及清理工程、平整工程、土地翻耕、土壤培肥等及配套工程。

#### （1）清理工程

工业场地建筑物基本为钢筋混凝土结构，拆除采用机械拆除。拆除后对场地实施清理，运至指定位置进行处理，拆除分为废弃建筑物拆除、硬化地面及基础拆除，废弃建筑物拆除按  $1200\text{ m}^3/\text{hm}^2$  计算，基础拆除按  $800\text{m}^3/\text{hm}^2$  计算，硬化地面按  $2000\text{m}^3/\text{hm}^2$  计算。建筑垃圾清运处置方式同农村宅基地复垦单元。

## （2）平整工程

清理工程实施后，对场地进行简单的平整，对于场内的砂砾土壤做到粗粒径土壤在下，细粒径在上，平整土地按  $400\text{m}^3/\text{hm}^2$  估算。

## （3）客土覆土

待土地平整后进行覆土恢复，旱地方向覆土厚度 0.5m，林草地方向覆土厚度 0.3m。

## （4）土地翻耕

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，翻耕厚度 0.3m。

## （5）土壤培肥

在 0~20cm 土层内，均匀撒施肥料，选用氮含量高的商品有机肥，改良土壤环境，增加土壤有机质含量，为土地增产打下基础，土壤培肥为  $6000\text{kg}/\text{hm}^2$ ，连续三年。

## （6）植被恢复工程

复垦为旱地部分按上述措施实施，配置配套工程。

复垦为园地部分栽植山杏，按乔木规格 1111 株/ $\text{hm}^2$  种植。

复垦为乔木林地部分采用乔灌草结合，栽植油松、紫穗槐，撒播紫花苜蓿。油松按 1111 株/ $\text{hm}^2$  种植，株行距  $3 \times 3\text{m}$ ；灌木按 4444 株/ $\text{hm}^2$  种植，株行距  $1.5 \times 1.5\text{m}$ 。紫花苜蓿为  $60\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

复垦为灌木林地部分采用灌草结合，栽植紫穗槐，撒播紫花苜蓿。灌木按 4444 株/ $\text{hm}^2$  种植，株行距  $1.5 \times 1.5\text{m}$ 。紫花苜蓿为  $60\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

复垦为草地部分直接撒播紫花苜蓿，紫花苜蓿为  $60\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

农村道路和设施农用地部分保持原状，不改变土地类型。

## （7）配套工程措施

道路工程主要是田间道路和生产道路。田间道路是居民点到田间的道路，主要为货物运输、作业机械向田间转移等生产服务道路。生产道路是联系田间地块通往田间的道路，对已有进行修复即可。典型设计见图 5.3-5、5.3-6。

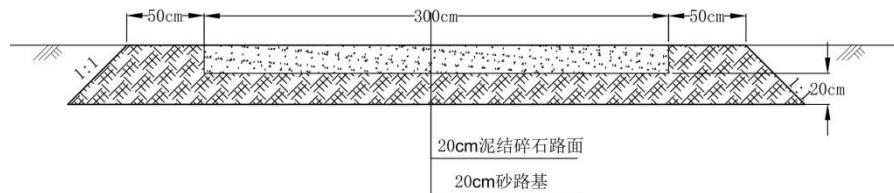


图 5.3-5 田间道路典型设计图

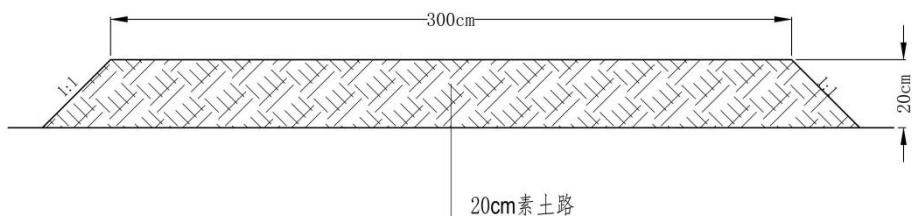


图 5.3-6 生产道路典型设计图

### 1) 布置原则

根据复垦区实际情况,田间道路和生产道路的修复或新建依据现有路网的基础上适量的增加修直田间道路和生产道路。同时考虑地形因素,田间道路一般采用通梁连峁、沿沟走边的方法布设。

### 2) 设计规格

田间道路和生产道路的道路路面设计规格按照道路设计标准,坡面旱地在道路坡度。田间道路纵坡一般不能大于  $11^{\circ}$  ,路面高出田面 30cm。

田间道路按照  $0.05\text{km}/\text{hm}^2$  密度修筑,生产道路按照  $0.1\text{km}/\text{hm}^2$  密度修筑。

## 4、风井场地复垦单元技术措施与工程设计

经适宜性评价分析可知,风井场地复垦时复垦为原地类(按二调地类回退)。

风井场地复垦时,首先将建筑物拆除、挖除地基、剥离硬化地面,对场地进行平整,然后进行土地翻耕培肥,最后对其原地类为林草地部分进行必要的植被恢复。

### (1) 清理工程

风井场地建筑物基本为钢筋混凝土结构,拆除采用机械拆除。拆除后对场地实施清理,运至指定位置进行处理,拆除分为废弃建筑物拆除、硬化地面及基础拆除,废弃建筑物拆除按  $1200\text{ m}^3/\text{hm}^2$  计算,基础拆除按  $800\text{m}^3/\text{hm}^2$  计算,硬化

地面按  $2000\text{m}^3/\text{hm}^2$  计算。建筑垃圾清运处置方式同农村宅基地复垦单元。

#### （2）平整工程

清理工程实施后，对场地进行简单的平整，对于场内的砂砾土壤做到粗粒径土壤在下，细粒径在上，平整土地按  $3000\text{m}^3/\text{hm}^2$  估算。

#### （3）客土覆土

待土地平整后进行覆土恢复，旱地方向覆土厚度 0.5m，林草地方向覆土厚度 0.3m。

#### （4）土地翻耕

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 0~20cm 土层内，均匀撒施肥料，选用氮含量高的商品有机肥，改良土壤环境，增加土壤有机质含量，为土地产量打下基础，土地翻耕与培肥执行耕地标准，土壤培肥为  $6000\text{kg}/\text{hm}^2$ ，连续三年。

#### （6）植被恢复工程

复垦为旱地部分部分按上述措施实施，由于面积较小，周边道路体系完善，不配置生产道和田间道。

复垦为乔木林地部分复垦采用乔灌草结合，栽植油松、紫穗槐，撒播紫花苜蓿。油松按 1111 株/ $\text{hm}^2$  种植，灌木按 4444 株/ $\text{hm}^2$  种植，紫花苜蓿为  $60\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

复垦为其他林地部分复垦采用灌草结合，栽植紫穗槐，撒播紫花苜蓿。灌木按 4444 株/ $\text{hm}^2$  种植。紫花苜蓿为  $60\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

复垦为草地部分直接撒播紫花苜蓿，紫花苜蓿为  $60\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

### 5、进场道路复垦单元技术措施与工程设计

经适宜性评价分析可知，进场道路复垦时复垦为原地类（按二调地类回退）。

进场道路复垦时，首先将挖除路基、剥离硬化路面，对场地进行平整，然后进行土地翻耕培肥，最后对其原地类为林草地部分进行必要的植被恢复。

#### （1）清理工程

进场道路路面为水泥混凝土路面，路面长约 1.56km，路面宽 10m，矿山开采结束后，对路面进行拆除，采用机械拆除。按  $2000\text{m}^3/\text{hm}^2$  估算。建筑垃圾清

运处置方式同农村宅基地复垦单元。

#### （2）平整工程

清理工程实施后，对场地进行简单的平整，对于场内的砂砾土壤做到粗粒径土壤在下，细粒径在上，平整土地按  $400\text{m}^3/\text{hm}^2$  估算。

#### （3）客土覆土

待土地平整后进行覆土恢复，旱地方向覆土厚度 0.5m，林草地方向覆土厚度 0.3m。

#### （4）土地翻耕培肥

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 0~20cm 土层内，均匀撒施肥料，选用氮含量高的商品有机肥，改良土壤环境，增加土壤有机质含量，为土地产量打下基础，土地翻耕与培肥执行耕地标准，土壤培肥为  $6000\text{kg}/\text{hm}^2$ ，连续三年。

#### （6）植被恢复工程

复垦为旱地部分部分按上述措施实施，由于面积较小，周边道路体系完善，不配置生产道和田间道。

复垦为乔木林地部分复垦采用乔灌草结合，栽植油松、紫穗槐，撒播紫花苜蓿。油松按 1111 株/ $\text{hm}^2$  种植，灌木按 4444 株/ $\text{hm}^2$  种植，紫花苜蓿为  $60\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

复垦为草地部分直接撒播紫花苜蓿，紫花苜蓿为  $60\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

### （三）主要工程量

#### 1、主要工程量测算方法

##### （1）充填工程工程量测算

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

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

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

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

设每亩沉陷地裂缝的充填土方量为  $V$  ( $\text{m}^3$ )，则  $V$  可按如下经验公式计算：

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

根据煤矿周边煤矿现场调查及当地土地复垦经验，确定各损毁程度的地裂缝技术参数见表 5.3-7 和表 5.3-8。

表 5.3-7 不同损毁程度地裂缝技术参数表

损毁程度	裂缝宽度 $a$ (m)	裂缝间距 $C$ (m)	裂缝系数 $(n)$	裂缝深度 $W$ (m)	每亩面积裂缝长度 $U$ (m)	每公顷面积裂缝长度 $U$ (m)
轻度	0.2	40	1.8	4.47	30.00	450.02
中度	0.3	35	2.5	5.48	47.62	714.32

表 5.3-8 不同损毁程度地裂缝充填土方量

损毁程度	每亩沉陷地裂缝土方充填量 $V$ ( $\text{m}^3$ )	每公顷沉陷地裂缝土方充填量 $V$ ( $\text{m}^3$ )
轻度	13.42	201.26
中度	39.12	586.87

### （2）土壤剥覆工程工程量测算

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

设剥离表土量为  $V$  剥 ( $\text{m}^3$ )，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 ( $\text{m}^3$ )

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 5.3-9。

表 5.3-9 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 $U$ (m)	剥离厚度 $h$ (m)	每侧剥覆宽度 $d$ (m)	每公顷剥离土方总量 $V$ ( $\text{m}^3$ )	每公顷覆土土方总量 $V$ ( $\text{m}^3$ )
轻度	450.02	0.5	0.5	225.01	225.01
中度	714.32	0.5	0.7	500.03	500.03

### （3）平整工程工程量测算

平整土地主要是为了消除地表沉陷引起的附加坡度，同时消除地表原有坡度，使之尽量水平，提高耕地的耕种标准。轻度区、中度区和重度区的附加坡度分别按照  $1^\circ$ 、 $2^\circ$  和  $3^\circ$  计算，同时原有地面坡度平均按照  $3^\circ$  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 5.3-10。

表 5.3-10 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 <sup>3</sup> ）
轻度	4	349.63
中度	5	437.44

根据以上复垦工程量计算方法，分别测算统计各复垦单元的工程量。

## 2、复垦工程量

### （1）2025 年度计划土地复垦工程（已批复）

表 5.3-11 2025 年度计划土地复垦工程量汇总表

序号	单项名称	单位	工程量
1	裂缝充填		
1.1	裂缝回填夯实（机械）	m <sup>3</sup>	42271.63
1.2	裂缝回填夯实（人工）	m <sup>3</sup>	16987.35
2	旱地复垦工程		
2.1	表土剥离	m <sup>3</sup>	62340
2.2	表土回覆	m <sup>3</sup>	62340
2.3	表土平整	m <sup>2</sup>	207800
2.4	土壤翻耕	hm <sup>2</sup>	20.78
2.5	土壤培肥		
2.5.1	有机肥	kg	62340
2.5.2	复合肥	kg	10390
3	植被恢复工程		
3.1	乔木林地复垦工程		
3.1.1	种植樟子松	株	912
3.1.2	穴播紫花苜蓿	hm <sup>2</sup>	2.28
3.2	其他林地复垦工程		
3.2.1	种植柠条	株	110600
3.2.2	穴播紫花苜蓿	hm <sup>2</sup>	11.06
3.3	灌木林地复垦工程		
3.3.1	种植沙棘	株	11067
3.3.2	穴播紫花苜蓿	hm <sup>2</sup>	2.49

3.4	草地复垦工程		
3.4.1	天然牧草地		
3.4.1.1	穴播紫花苜蓿	hm <sup>2</sup>	20.06
3.4.2	其他草地		
3.4.2.1	穴播紫花苜蓿	hm <sup>2</sup>	13.83
4	管护工程		
4.1	林地管护	hm <sup>2</sup>	15.83
4.2	草地管护	hm <sup>2</sup>	33.89

### （1）沉陷损毁区工程量

#### 1) 充填工程

表 5.3-12 沉陷损毁土地裂缝充填工程量表

复垦阶段	损毁程度	面积 (hm <sup>2</sup> )	每公顷土方充填量 (m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	充填裂缝土方石量 (m <sup>3</sup> )
第二年	轻度	17.54	201.26	3530
	中度	10.77	586.87	6321
第三年	轻度	15.84	201.26	3188
	中度	10.00	586.87	5869
第四年	轻度	13.3	201.26	2677
	中度	8.83	586.87	5182
第五年	轻度	17.35	201.26	3492
	中度	10.69	586.87	6274
小计				36532
中期	轻度	1881.75	201.26	378714
	中度	583.76	586.87	342594
小计				721308
总计				757840

#### 2) 土壤剥覆工程（表土剥离、表土回覆）

表 5.3-13 沉陷损毁土地裂缝区表土剥覆工程量表

复垦阶段	损毁程度	面积 (hm <sup>2</sup> )	单位面积剥覆量 (m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	表土剥覆量 (m <sup>3</sup> )
第二年	轻度	17.54	225.01	3947
	中度	10.77	500.03	5385
第三年	轻度	15.84	225.01	3564
	中度	10.00	500.03	5000
第四年	轻度	13.3	225.01	2993

	中度	8.83	500.03	4415
第五年	轻度	17.35	225.01	3904
	中度	10.69	500.03	5345
小计				34553
中期	轻度	1881.75	225.01	423415
	中度	583.76	500.03	291895
小计				715310
总计				749863

### 3) 土地平整

表 5.3-14 沉陷损毁耕地土地平整工程量表

复垦阶段	损毁程度	面积 (hm <sup>2</sup> )	每公顷平整土方总量 V 剥 (m <sup>3</sup> )	平整土方量 (m <sup>3</sup> )
第二年	轻度	17.54	349.63	6133
	中度	10.77	437.44	4711
第三年	轻度	15.84	349.63	5538
	中度	10.00	437.44	4374
第四年	轻度	13.3	349.63	4650
	中度	8.83	437.44	3863
第五年	轻度	17.35	349.63	6066
	中度	10.69	437.44	4676
小计				40011
中期	轻度	1881.75	349.63	657916
	中度	583.76	437.44	255360
小计				913276
总计				953287

### 4) 土地翻耕

表 5.3-15 沉陷损毁耕地土地翻耕工程量表

复垦时段	复垦区域	翻耕面积 (hm <sup>2</sup> )
第二年	耕地	6.08
第三年	耕地	13.37
第四年	耕地	22.13
第五年	耕地	28.04
小计		69.62
中期	耕地	821.22
总计		890.84

## 5) 土壤培肥

表 5.3-16 沉陷耕地复垦单元土壤培肥工程量表

复垦阶段	肥料种类	施肥面积 (hm <sup>2</sup> )	单位施肥量 (kg/hm <sup>2</sup> )	施肥量 (kg)
第二年	农家肥	6.08	4500*3	82080
第三年	农家肥	13.37	4500*3	180495
第四年	农家肥	22.13	4500*3	298755
第五年	农家肥	28.04	4500*3	378540
小计		69.62	4500*3	939870
中期	农家肥	821.22	4500*3	11086470
总计		890.84	4500*3	12026340

## 6) 林草恢复工程

表 5.3-17 沉陷区园地方向复垦单元林草恢复工程量表

复垦时段	原有土地利 用类型	树种名称	损毁面积 (hm <sup>2</sup> )	单位面积补 植量株/hm <sup>2</sup>	种植量 (株)
第二年	园地	山杏	1.56	200 株/hm <sup>2</sup>	312
第三年	园地	山杏	0.14	200 株/hm <sup>2</sup>	28
第五年	园地	山杏	0.72	200 株/hm <sup>2</sup>	144
小计			2.42		484
中期	园地	山杏	173.61	200 株/hm <sup>2</sup>	34722
总计			176.03		35206

表 5.3-18 沉陷区林地方向复垦单元林草恢复工程量表

复垦时段	原有土地利 用类型	树种名称	损毁面积 (hm <sup>2</sup> )	单位面积补植 量株/hm <sup>2</sup>	种植量 (株或 kg)
第二年	乔木林地	油松	1.09	400 株/hm <sup>2</sup>	436
		沙棘		400 株/hm <sup>2</sup>	436
		紫花苜蓿		60kg/ hm <sup>2</sup>	65.4
	其他林地	沙棘	0.07	800 株/ hm <sup>2</sup>	56
		紫花苜蓿		60kg/ hm <sup>2</sup>	4.2
第三年	乔木林地	油松	3.39	400 株/ hm <sup>2</sup>	1356
		沙棘		400 株/ hm <sup>2</sup>	1356
		紫花苜蓿		60kg/ hm <sup>2</sup>	203.4
	乔木林地	油松	0.18	400 株/ hm <sup>2</sup>	72

第四年		沙棘		400 株/ hm <sup>2</sup>	72	
		紫花苜蓿		60kg/ hm <sup>2</sup>	10.8	
	其他林地	沙棘	5.62	800 株/ hm <sup>2</sup>	4496	
		紫花苜蓿		60kg/ hm <sup>2</sup>	337.2	
第五年	乔木林地	油松	0.42	400 株/ hm <sup>2</sup>	168	
		沙棘		400 株/ hm <sup>2</sup>	168	
		紫花苜蓿		60kg/ hm <sup>2</sup>	25.2	
中期	乔木林地	油松	184.48	400 株/ hm <sup>2</sup>	73792	
		沙棘		400 株/ hm <sup>2</sup>	73792	
		紫花苜蓿		60kg/ hm <sup>2</sup>	11068.8	
	灌木林地	沙棘	8.57	1600 株/ hm <sup>2</sup>	13712	
		紫花苜蓿		60kg/ hm <sup>2</sup>	514.2	
	其他林地	沙棘	190.03	800 株/ hm <sup>2</sup>	152024	
		紫花苜蓿		60kg/ hm <sup>2</sup>	11402	
总计		油松			75824	
总计		沙棘			246112	
总计		紫花苜蓿			22995.57	

表 5.3-19 沉陷区草地方向复垦单元林草恢复工程量表

复垦时段	草种名称	种植位置	损毁面积 (hm <sup>2</sup> )	单位补种量 (kg/hm <sup>2</sup> )	种植量 (kg)
第二年	紫花苜蓿	草地	18.14	60	1088.4
第三年	紫花苜蓿	草地	8.32	60	499.2
第四年	紫花苜蓿	草地	8.91	60	534.6
第五年	紫花苜蓿	草地	15.65	60	939
小计			51.02		3061.2
中期			1011.6	60	60696
总计			1062.62		63757.2

### 8) 农村宅基地复垦单元工程量

据煤矿开采计划, 煤矿内村庄在开采前搬迁, 搬迁村庄遗迹地的复垦工程分阶段安排在近期、中期实施。复垦后地类受沉陷影响的复垦工程纳入沉陷区复垦范围。

表 5.3-20 沉陷区农村宅基地复垦单元工程量表

复垦阶段	复垦对象	一级项目	二级项目	三级项目	复垦面积 (hm <sup>2</sup> )	单位工程量	工程量
近期	农村宅基地	土壤重构工程	土壤剥覆工程	客土覆土	8.21	5000m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	41050
			平整工程	土地平整		3000m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	24630
				土地翻耕		深度 0.3m	8.21
			生物化学工程	土壤培肥-商品有机肥		6000kg/hm <sup>2</sup> 连续三年	147780
			清理工程	废弃建筑物拆除		1200m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	9852
				基础拆除		800m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	6568
				硬化地面		1200m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	9852
				石渣外运		/	26272
			植被重建工程	紫穗槐		4444 株/hm <sup>2</sup>	36485
				紫花苜蓿		60kg/hm <sup>2</sup>	493
中期	农村宅基地	土壤重构工程	土壤剥覆工程	客土覆土	16.18	5000m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	80900
			平整工程	土地平整		3000m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	48540
				土地翻耕		深度 0.3m	16.18
			生物化学工程	土壤培肥-商品有机肥		6000kg/hm <sup>2</sup> 连续三年	291240
			清理工程	废弃建筑物拆除		1200m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	19416
				基础拆除		800m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	12944
				硬化地面		1200m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	19416
				石渣外运		/	51776
			植被重建工程	紫穗槐		4444 株/hm <sup>2</sup>	71904
				紫花苜蓿		60kg/hm <sup>2</sup>	971.80

## (2) 工业场地、风井场地、农村道路复垦单元工程量

表 5.3-21 工业场地、风井场地、农村道路复垦单元工程量表

复垦阶段	复垦对象	一级项目	二级项目	三级项目	复垦面积 (hm <sup>2</sup> )	单位工程量	工程量
------	------	------	------	------	-------------------------	-------	-----

后期	工业 场地	土壤 重构 工程	土壤剥覆 工程	客土覆土	14.92	耕地 8000m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> 林草地 5000m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	101720
			平整 工程	土地平整		3000m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	35580
			土地翻耕			深度 0.3m	11.86
			生物化学 工程	土壤培肥- 商品有机肥		6000kg/hm <sup>2</sup> 连 续三年	213480
			清理 工程	废弃建筑物拆除		1200m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	14232
				基础拆除		800m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	9488
				硬化地面		2000m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	23720
				石渣外运		/	47440
			田间 道路	道路长度	11.86	0.1km/hm <sup>2</sup>	1.19
				泥结碎石路面		4150m <sup>2</sup> /km	4922
		配套 工程		砂路基		4450m <sup>2</sup> /km	5278
				路床压实		4800m <sup>2</sup> /km	5693
			生产 道路	道路长度		0.2km/hm <sup>2</sup>	2.37
				素土路面		2150m <sup>2</sup> /km	5100
				路床压实		2750m <sup>2</sup> /km	6523
			道路防护林	栽植新疆杨		田间道： 666 株/km 生产道： 333 株/km	1580
后期	风井 场地	土壤 重构 工程	植被 重建 工程	山杏	0.15	1111 株/hm <sup>2</sup>	167
				油松	0.73	1111 株/hm <sup>2</sup>	811
				紫穗槐	3.16	4444 株/hm <sup>2</sup>	14043
				紫花苜蓿	4.05	60kg/hm <sup>2</sup>	243
			土壤 重构 工程	土壤剥覆 工程	客土覆土	耕地 8000m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> 林草地 5000m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	7990
				平整 工程	土地平整		
				土地翻耕			
				生物化学 工程	土壤培肥-商品有机 肥		
				清理 工程	废弃建筑物拆除		
					基础拆除		
					硬化地面		
					石渣外运		
						/	5720

		植被重建工程	植被恢复工程	侧柏	0.03	1111 株/hm <sup>2</sup>	33	
				紫穗槐	0.09	4444 株/hm <sup>2</sup>	400	
				紫花苜蓿	1.15	60kg/hm <sup>2</sup>	69.00	
后期 进场道路	土壤重构工程	土壤剥覆工程	客土覆土	1.56	耕地 8000m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	8370		
					林草地 5000m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>			
		平整工程	土地平整		3000m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	4680		
			土地翻耕		深度 0.3m	1.56		
		生物化学工程	土壤培肥-商品有机肥		6000kg/hm <sup>2</sup> 连续三年	28080		
	清理工程	硬化路面拆除	石渣外运		2000m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	3120		
					/	3120		
	植被重建工程	植被恢复工程	油松	0.80	1111 株/hm <sup>2</sup>	889		
			紫穗槐	0.80	4444 株/hm <sup>2</sup>	3555		
			紫花苜蓿	1.22	60kg/hm <sup>2</sup>	73.20		

## 四、含水层破坏修复

### （一）目标任务

保护主要含水层，维持矿区及周围生产、生活用水，对受影响的含水层进行监测。

### （二）工程设计与技术措施

应采取以下措施减缓对含水层的影响和破坏。

#### 1、供排结合利用地下水资源

先将煤矿内地下水抽采出来，供应煤矿及周围村民生产生活用水。该方式不但可以使有限的地下水资源得到充分利用，服务于工农业生产，而且为后续采煤提供了良好的开采技术条件，减少矿井涌水量，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，扩大煤矿内植被覆盖面积，加快地下水位的回升。

## 五、水土环境修复

### （一）目标任务

矿山的建设和生产可能对地表土体和水资源造成影响，使得区域生态环境趋于恶化。矿区水土环境防治的实施，可有效控制因煤矿生产可能引起的水土环境问题。在矿区水土环境现状和水土环境预测评价的基础上，拟定水土环境防治对策与措施，为系统的防治水土环境提供技术依据，对治理矿区环境具有十分重要的意义。

### （二）工程设计与技术措施

本方案以下几点减缓措施在煤矿开采全期都应积极采取。

#### 1、加强管理

矿山企业应安排专职人员，定期对可能造成水土环境影响的因素进行排查，如有发现，及时采取相应措施，从源头降低水土环境影响的可能性。

#### 2、加强监测和人工巡查

矿山应继续加强对矿区水土环境的定期监测和人工巡查，发现异常时应加密观测，并确定影响范围、影响源头，及时通过生物、化学、物理等联合修复方式减缓对水土环境的影响。

## 六、矿山地质环境监测

地质环境监测是从维护良好的地质环境，降低和避免不稳定地质体、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境影响为出发点，运用多种手段和办法，对地质环境问题成因、数量、规模、范围和影响程度进行监测，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，是本方案的重要组成部分。开展地质环境监测对于贯彻相关法律法规，搞好地质环境管理工作具有十分重要的意义。

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

监测部署的原则如下：

可靠性原则：监测系统必须可靠，依次保证监测成果的可靠性。

重点性原则：监测点的选择要做到重点突出、兼顾一般。

变形为主原则：以变形监测为主，其他为辅。

经济性原则：监测项目和监测仪器的布置尽可能少而精。

分期行原则：即对工程监测进行统一规划，保证监测成果的连续性，在统一规划的前提下，根据各期监测重点分期实施。

### （一）目标任务

#### 1、监测目标

##### （1）不稳定地质体

根据工作面布置，在井下回采的同时，对位于开采区内和保护煤柱边界处的重要建（构）筑物部署专门的监测点进行监测，随时掌握建（构）筑物的受影响程度，当出现异常情况时，对遭到损坏的地面建（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

根据工作面布置，在井下回采的同时，选取评估区内自动化监测井、水文井及水井监测评估区内的第四系全新统冲积层含水层。随时掌握含水层水位、水质变化，当出现异常情况时，及时调整井下回采方案或其它措施，减缓对含水层的影响。

##### （3）地形地貌景观

利用卫星遥感影像资料，监测本矿生产对地形地貌景观的影响或破坏程度，以及恢复进展情况。

##### （4）水土环境

对于矿井水处理后的中水、场地土壤，通过采样、送检，监测中水、土壤环境被影响的程度，和水体、土壤的恢复进展情况。

#### 2、监测任务

##### （1）不稳定地质体

1) 开采对地面造成塌陷区域设置监测点，监测地面塌陷及伴生裂缝的发育情况，地表建构筑物破坏情况。

2) 对受影响的公路、输电线路设置监测点，监测地面塌陷及伴生裂缝发育情况，及对公路、输电线路的损坏情况。

### （2）含水层

水位、水量、流量监测；

水质监测：为简分析、全分析所检测的项目。

### （3）地形地貌景观

监测内容主要为地表高程、地形坡度的变化和较大裂缝对地形地貌景观、植被生长的影响情况，主要成果图为植被盖度图、地貌类型图及地表坡度图等。

### （4）水土环境

排放水监测：矿井水处理后排放的中水水质，河流水质、水量；

土壤监测：重点监测场地土壤的有机物和无机物。

## （二）监测设计与技术措施

监测工作以近期为主，兼顾中期和后期监测工作。

同时，考虑到受生产滞后影响，上期《方案》监测工作只完成了 2021 年无人机航拍绘制正射影像、2023 年进行水质分析并出具水质检测报告、2023 年建设水文孔对矿区含水层水位及涌水量监测、2019 年-2023 年遥感影像监测 4 项，其余监测工作未实施，本次对部署考虑未完成项目情况，将其部署在本方案监测内容中，上述监测工作详细内容介绍如下：

2021 年无人机航拍绘制的正射影像及对 2019 年-2023 年矿区的高分辨率遥感影像可作为后续影像参考的背景数据；2023 年出具的水质检测报告对矿区 47 个点水质进行全分析，水质检测项目包括：PH、氟化物、硫酸盐、重碳酸盐、碳酸盐、硝酸盐总硬度、水位、水量等项参数，共两年。监测结果表明：污水总排口污水 pH 值、阴离子表面活性剂、化学需氧量、五日生化需氧量、动植物油、挥发酚、硫化物监测结果均符合《污水综合排放标准》GB8978-1996 中表 4 “三级”标准限值要求；氨氮在此标准中无限值，故不做判定；悬浮物、氟化物、石油类监测结果符合规范限值要求。

表 5.6-1 上期《方案》未完成监测内容与本期方案部署情况对比表

上期《方案》部署监测内容		布设现状	本方案部署情况
不稳定地质体监测	<p>①D1~D4 监测点：分别针对总牛嘴圪垯滑坡（ZD013）、总牛嘴圪垯不稳定斜坡（ZD108）、麻舍科北 400m 滑坡（ZD014）和曹家河村北公路不稳定斜坡（ZD109）设置 4 个位移、倾斜变形监测点。</p> <p>②D5~D6 监测点：分别针对工业场地人工边坡和风井场地人工边坡设置 2 个位移监测点。</p> <p>③D7~D26 监测点：在 17101、17102、17103 工作面影响范围地表布置 20 个监测点，形成纵向与横向的观测线，掌握采煤塌陷变形规律。</p> <p>④D27~D44 监测点：对村庄、道路设置监测点，对地面塌陷及伴生地裂缝发育情况、对地物可能的损毁情况进行监测。</p>	<p>①ZD013、ZD108、ZD014、ZD109 四处不稳定地质体，政府已对其削坡，设立警示牌，未布设监测点。</p> <p>②D5~D6 监测点：现场核查，未布设监测点。</p> <p>③D7~D26 监测点：现场核查，未布设监测点。</p> <p>④村庄采前搬迁，未布设监测点，道路损毁进行修复，未布设监测点。</p>	<p>①D45-48 监测点：中期对 ZD013、ZD108、ZD014、ZD109 布设 4 处 GNSS 监测点。</p> <p>②D19-D23：对工业场地、风井场地边坡共设置 6 处 GNSS 监测点。</p> <p>③D1-D15：对对近期开采的 17105、17105 工作面设置 15 个 GNSS 监测点。</p> <p>④对不稳定地质体（ZD013、ZD108、ZD014、ZD109、CK1、TX1、N1）、地物及煤矿地面工程（道路、输电线路等）开展人工巡查工作。</p>
含水层监测	<p>利用井田范围内 6 个水井（坬墕村北部村庄水井、坬墕村水井、曹家河村水井、芦草咀村水井、黄蒿梁村水井、仓窑沟村水井），对第四系潜水含水层水位、水质进行定期监测。</p> <p>监测方法为：水位人工测量、水质人工取样送检。</p> <p>监测频率为水位 1 次/月，水质 4 次/年。</p> <p>监测层位：第四系含水层。</p>	<p>现场核查，该 6 口水井不可用，为民用水井，均为第四系潜水含水层，未布置监测点。</p> <p>2023 年煤矿建设水文孔五个 ZK4-5、ZK4-6、ZK7-7、ZK6-16、H23-19，现场核查，其中 ZK4-6、ZK6-16 未封孔，其余水文孔均已封孔，ZK4-6 于 2025 年 5 月核查也已损坏，ZK6-16 现状仍数据正常，平均水位 1116.67，最大水位 1118.86，最小水位 1114.50。</p>	<p>对工业场地地下水监测井部署含水层监测点（S1），监测三叠系瓦窑堡组第四段含水层水位；对赵家墕水源井部署含水层监测点（S2），监测第四系松散层裂隙孔隙含水层水位；新建两口地下水监测井（编号 S3、S4）自动监测第四系松散层裂隙孔隙含水层水位。人工取样监测水质。</p>
地形地貌景观监测	<p>利用高精度遥感数据每年 7-8 月对近期开采范围监测 1 次</p> <p>2020-2024 年对其持续监测。</p>	<p>煤矿 2021 年采用无人机航拍绘制正射影像，2019 年-2023 年完成遥感影像监测。</p>	<p>采用高精度遥感卫星数据监测地形地貌景观。</p>
水土环境监测	<p>在槐树岔沟及支沟布设水体监测点 W2、W3。在新建排矸场周边布设土壤监测点 W4、W5。监测频率：水位：每月 1 次，水质 4 次/年，土壤分析 4 次/年</p>	<p>煤矿未对部署的监测点实施水土环境监测。</p>	<p>部署 WS1-WS4 地表水体监测点，WT1-WT4 土壤监测点，监测水土环境，其中 WS4、WT4 监测取背景值。</p>

2023 年永兴煤矿委托山东省煤田地质局第三勘探队在永兴煤矿内建设水文孔五个 ZK4-5、ZK4-6、ZK7-7、ZK6-16、H23-19 对矿区含水层水位及涌水量进行监测，钻孔成果台账如下：

表 5.6-2 水文地质钻孔成果台账

钻孔 编号	钻孔 位置	钻孔坐标			涌水量 m <sup>3</sup> /h	终孔 层位	终孔深度 m	静水 位 m
		X	Y	Z				
ZK4-5	地面			1249. 08	0.032	VII中 底板	280.15	1043. 29
ZK4-6	地面			1150. 87	1.069	VII中 底板	246.27	1019. 23
ZK7-7	地面			1266. 59	0.101	VII中 底板	272.85	1067. 66
ZK6-16	地面			1252. 5	0.059	VII中 底板	266.47	1112.0 1
H23-19	地面			1211. 64	0.00347	VII中 底板	220.94	98.1

现场核查，其中 ZK4-6、ZK6-16 作为水文长观孔未封孔，其余水文孔均已封孔，ZK4-6 于 2025 年 5 月核查也已损坏，ZK6-16 作为水文长观孔现状仍数据正常，平均水位 1116.67m，最大水位 1118.86m，最小水位 1114.50m。

通过对上期《方案》布设的监测点进行核查，矿山未实施不稳定地质体监测工作，上期方案部署的 6 个民用水井（第四系潜水含水层）无法利用，矿区水文孔为辅助矿山生产所设，主要监测地下水长期动态，后续可利用其监测数据分析采矿对含水层的扰动，提供数据支撑。

考虑到 2025 年度计划已批复矿山地质环境与土地复垦监测项目，包括不稳定地质体监测、含水层监测、地形地貌景观监测、水土环境监测、生态环境监测、人工巡查监测等。本方案将其监测点纳入近期监测点，与第一年监测内容对应列支，保持一致。

### 1、2025 年度计划监测工程（已批复）

2025 年度计划已批复监测工程包括不稳定地质体监测、含水层监测、地形地貌景观监测、水土环境监测、生态环境监测、人工巡查监测等，项目投资 70.79 万元。

具体监测内容如下：①不稳定地质体监测：在 17105 工作面设置 GNSS 监测点 6 处，监测地表变形情况；②含水层监测：利用坬墕村北部村庄水井、坬墕村

水井、曹家河村水井、芦草咀村水井、仓窑沟村水井、黄蒿梁村水井监测第四系潜水含水层；③地形地貌景观监测：地形地貌景观监测：对全矿区进行1次高分辨率遥感监测，分辨率优于1m；④水土环境监测：设置6个含水层监测点，每年3次水体采样分析，设置1个土壤环境监测点，每年1次土壤环境监测；⑤生态环境监测：对全矿区进行1次生态遥感分析；⑥人工巡查：对12个巡查监测点每月1次巡查；⑦编制监测实施方案及监测成果报告各1套。

## 2、不稳定地质体监测

### （1）监测点部署

全区不稳定地质体监测点布设48处，监测点位置见图5.6-1。

#### 1) 地面塌陷地表形变监测

①D1-D6监测点：对近期开采的17105工作面设置6个GNSS监测点（此项为2025年度计划已批复工程），自动监测塌陷区地表变形情况。

②D7-D15监测点：对近期开采的17107设置9个GNSS监测点，自动监测塌陷区地表变形情况。

③D25-D44监测点：对中期开采区域设置20个GNSS监测点，自动监测塌陷区地表变形情况。

#### 2) 采空塌陷隐患监测点

D16-D18：针对采空塌陷隐患（CK1）设置3个GNSS监测点，自动监测塌陷隐患区地表变形情况。

#### 3) 工业场地边坡监测点

矿区为黄土梁峁地貌，工业场地边坡虽已进行了边坡防护，但受强降雨影响，边坡仍有滑动失稳的可能，威胁工业场地内人员财产安全，因此需对其边坡设置监测点，监测边坡变形情况。

D19-D23：对工业场地边坡设置GNSS变形监测点5处，自动监测边坡变形情况。

#### 4) 风井场地边坡监测点

D24：对风井场地边坡设置GNSS变形监测点1处，自动监测边坡变形情况。

#### 5) 不稳定地质体监测点

D45-48: 对不稳定斜坡 (ZD108)、不稳定斜坡 (ZD109)、滑坡 (ZD013)、滑坡 (ZD014) 设置 4 处监测点, 中期开采区域涉及上述不稳定地质体, 中期对其设置监测点, 监测煤矿开采对其影响, 自动监测边坡变形情况。

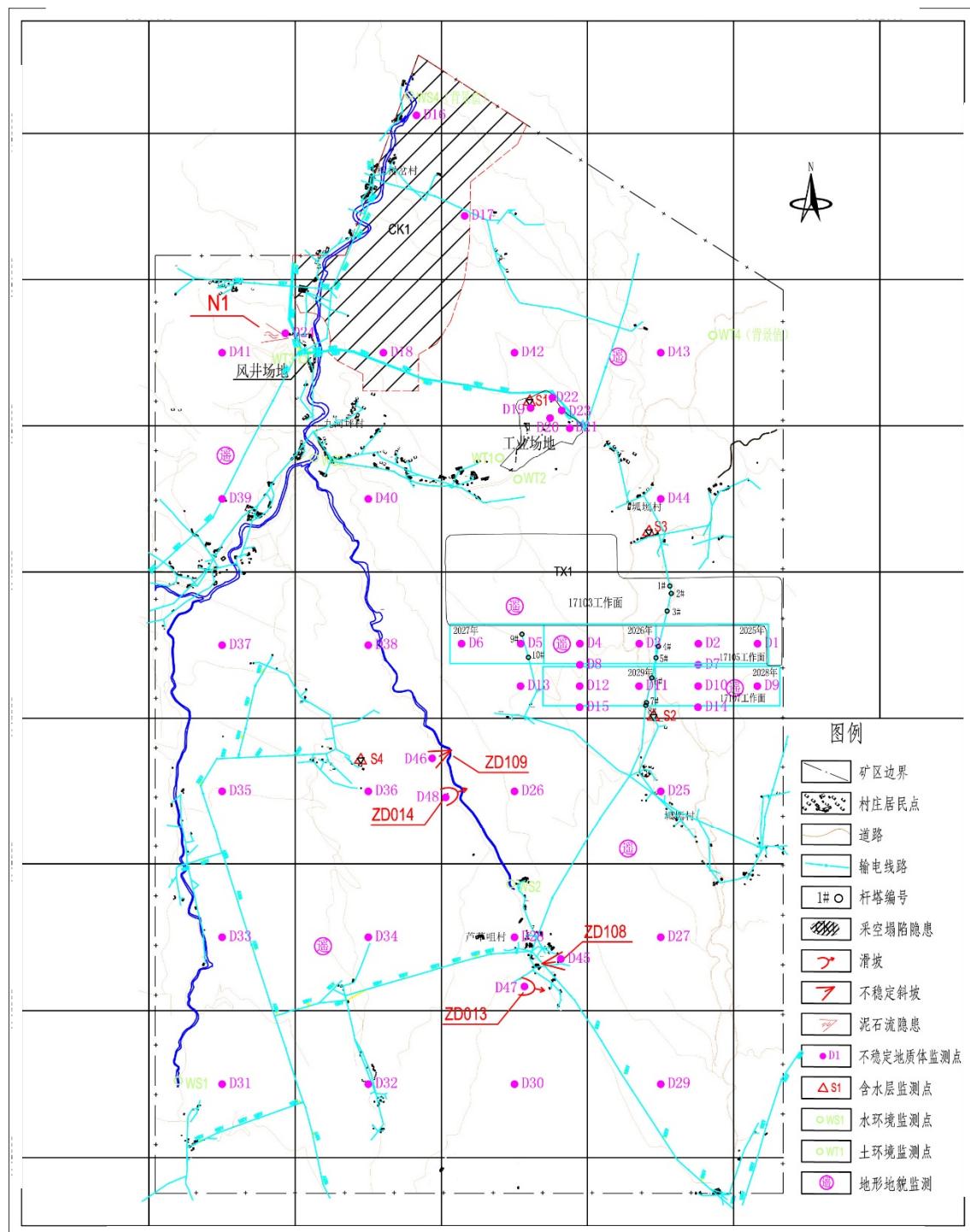


图 5.6-1 矿山地质环境监测点位布设图

### 5) 不稳定地质体、地物及煤矿地面工程人工巡查

主要对已有不稳定地质体：地面塌陷（TX1）、采空塌陷隐患（CK1）、ZD013（总牛嘴圪垯滑坡）、ZD014（麻舍科北 400m 滑坡）、ZD108（总牛嘴圪垯不稳定斜坡）、ZD109（曹家河村北公路不稳定斜坡）、泥石流隐患（N1），近期开采工作面上方通村道路、输电线路等进行人工巡查监测，遇到地质环境问题，及时汇报、及时处理。人工巡查按照 2 人一组，每月巡查 4 次，并及时记录巡查结果（同不稳定地质体治理工程中的综合管理章节，巡查记录表前节已附）。

### （2）监测频率及时间

监测频率：自动监测自动读取，实时监测。

监测时间：根据监测点处地表移动延续时间长短分别确定。

由煤矿专人或委托有资质的单位监测，记录要准确、数据要可靠，并及时整理观测资料，接受地质环境管理部门负责监督。

### （3）监测原理

本项目拟采用 GNSS 表面位移监测系统，实现地质安全隐患防治管理的科学化，信息化、自动化和可视化。

工作面监测网布设方式为沿工作面走向和倾向十字交叉布置，走向和垂直方向各一条观测线，不同的观测方向布设密度也不同，结合地形地貌和施工条件进行适当调整。总体为正开采工作面沿工作面走向方向每 500m 左右布置一个地表形变监测点，主要监测地表移动沿工作面走向方向位移的变化过程。沿工作面倾向方向布设一条剖线，沿剖线每 150m 左右布置一个监测点，主要监测地表移动沿垂直工作面方向位移的变化过程。

GNSS 监测技术的原理是利用 GPS/BDS/GLONASS 卫星测量基准站和监测点（1 个或多个）之间的相对定位，通过相对定位得到各监测点不同时期的位置信息，然后采用数据软件（核心算法）对位置信息进行解算，剔除各种环境影响误差因子，并与首期结果进行对比得到各监测点在不同时期的精确度达到毫米级的位移信息，最终将各监测点的位移信息（曲线、数据等形式）展示在系统监测云平台，供技术人员和管理人员实时查询和参考，同时，可对超过设定阈值的形变值发出相应警报，提醒相关人员采取对应处置措施。

GNSS 表面位移监测系统可对监测体水平、垂直两个方向的位移进行实时监测，能够分析监测体的位移变形趋势，做到预防、预警的目的。GNSS 表面位移

监测系统连续、自动、实时地采集被监测体的监测数据，通过通信链路发送给数据处理中心进行高精度数据处理与分析，可获得毫米级的实时形变监测精度，再将数据结果上传至 Web 服务器，使用户可通过电脑、手机等终端随时随地了解被监测体的实时形变情况。

#### （4）技术要求

##### ①地物及煤矿地面工程损坏测定

观测地面塌陷及伴生裂缝发育情况，观测道路、塔基等建筑物的损坏情况。

要求：每次观测时，要及时、详细地记录和描述地物、煤矿地面工程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，测量道路上的裂缝尺寸、展布形态等变形资料，判定损坏程度，作出素描，或用数码相机照相。还应叙述回采工作面位置、煤层厚度、采高、顶板管理等采矿、地质和水文地质资料。

表 5.6-3 GNSS 一体机规格及主要技术参数

接收频率	三星六频	灵敏度	跟踪 -160dBm
	BDS (B1、B2) +GPS (L1、L2) +GLONASS (L1、L2)		捕获 -146dBm
定位时间	冷启动 30s	初始化时间	<10s
	热启动 1s	RTK置信度	>99.9%
	重捕获 1s	测速精度	0.05m/s
静态相对精度	水平：±2.5mm+1ppm) RMS	动态相对精度	水平：±5mm+1ppm) RMS
	垂直：±(5mm+1ppm) RMS		垂直：±(10mm+1ppm) RMS
1PPS精度	20ns	动态调整	支持动态调整监测频率，MEMS传感器触发功能
数据更新率	1/2/5/10Hz		内置温湿度传感器
伪距观测量精度	GPS L1C/A≤20cm, L2C≤40cm	数据格式	NMEA0183, RTCM3.X
	BDS B1I≤20cm, B2I≤20cm	差分数据	RTCM3.X
	GLONASS L1≤40cm, L2≤40cm	网络协议	TCP/IP, MQTT, Ntrip
载波观测量精度	GPS L1C/A≤1mm, L2C≤2mm	功能接口	2×RS485, 1×RS232
	BDS B1I≤1mm, B2I≤1mm		1×SIM, 1×SD
	GLONASS L1≤1mm, L2≤1mm	电压	9V~36V DC
通信方式	4G全网通 /WiFi/NB-IoT/Lora	功耗	<1.7W

##### ②地面塌陷自动监测

在塌陷区安装北斗沉降监测系统 GNSS 接收机及配套设备,本着少而精的原则按照十字形或者方格形搭配布设。

监测数据及时上传煤矿管理部门监测体系微机,便于管理人员进行远程控制、远程监测、远程数据下载与共享、自动预警。

### 3、含水层监测

#### （1）监测井部署

利用工业场地已有的地下水井、赵家墕水源井（编号 S1、S2）定期取样监测,新建两口地下水监测井（编号 S3、S4）自动监测。监测点位置见图 5.6-2,监测点情况见表 5.6-4。

表 5.6-4 含水层监测点位情况表

编号	位置	坐标（2000 国家大地坐标系）	性质	井深	监测层位	监测内容
S1	工业场地		已有	300m	三叠系瓦窑堡组第四段含水层	水位、水质
S2	赵家墕		已有	66m	第四系松散层含水层	水位、水质
S3	工业场地东北侧		新建	60m	第四系松散层含水层	水位、水质
S4	井田中部		新建	60m	第四系松散层含水层	水位、水质

#### （2）监测时间及频率

监测时间: 全期监测。

监测频率: 工业场地地下水井、赵家墕水源井（编号 S1、S2）采用人工取样监测,水位测量月监测 1 次;含水层水质每季度监测 1 次,取 1 组水样进行分析,平水期进行简分析,丰水期和枯水期进行全分析。发现变化异常情况时须加密观测。

新建两口地下水监测井（编号 S3、S4）采取自动监测水位,人工取样分析,含水层水质每季度监测 1 次,取 1 组水样进行分析,平水期进行简分析,丰水期和枯水期进行全分析。发现变化异常情况时须加密观测。

水质测试项目按照《陕西省首批矿山地下水监测井建设指导方案》的规定执行,共 26 项,分别是: pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铬（六价）、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、高锰酸盐

指数、硫酸盐、氯化物、大肠杆菌、钾、钠、钙、镁、碳酸根离子以及重碳酸根离子。

监测过程中，当发现变化异常情况时须加密观测。

含水层监测应由矿山企业负责或委托具有资质的单位进行监测。

### （3）监测方法

1) 水位应测量静水位、稳定动水位的埋藏深度与高程，自动监测采用自动监测仪和自动传输仪，采用全省一致的技术参数、数据传输格式，数据自动上传煤矿和各级地质环境主管部门，与陕西省地质环境监测总站的地下水监测系统实现数据链接。应符合《地下水监测工程技术规范》（GB/T51040-2014）的规定。

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

### （4）技术要求

1) 地下水位自动监视仪选购和安装时，要掌握监测井地层岩性柱状剖面和钻孔结构，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) 井下采取地下水样时需在水平面下大于3m处，井口采取时需抽水10min以上。所采的地下水样必须代表天然条件下的客观水质情况，其中气温、水温、水位、pH、 $\text{Ca}^{2+}$ 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。

## 4、地形地貌景观监测

### （1）监测时间

在第一年对全矿区采集1次高分辨率卫星遥感影像作为背景参照，每年7月固定采集高分辨率影像资料解译监测1次。

## （2）监测方法

根据《矿山地质环境监测技术规程》和煤矿实际情况，本方案主要采用遥感解译的方法进行监测，每年向有专业资质单位购买卫星图片对比解译分析或委托具有相关资质单位进行监测。

## （3）监测内容

本方案地形地貌景观监测采用卫星遥感影像进行地形地貌形态、面积等的监测。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映在地表高程、地形坡度的一些变化和较大裂缝对地形地貌景观的影响。

## （4）技术要求

采用高精度遥感卫星数据（SPOT、Landsat、Quick Bird 等）作为数据源，空间分辨率优于 1m。

同一地区，不同时相的遥感数据最好为同一季节获取。应选用影像层次丰富、图像清晰、色调均匀、反差适中的遥感图像资料。要求少积雪、积水和低植被，云、雪覆盖量低于 10%，且不可遮盖被监测的目标物和其他重要目标物。

遥感解译必须建立解译标志，包括直接标志和间接标志。直接标志是地物本身的有关属性在图像上的直接反映，如形状、大小、色调、阴影等；间接标志是指与地物的属性有内在联系，通过相关分析能够判断其性质的影像特征，如水系、地貌特征、纹理、位置、植被等。遥感解译标志建立后必须进行外业调查验证，验证率不低于图斑总数的 30%，解译与外业验证之间的误差不得超过 5%。

# 5、水土环境监测

## （1）监测点部署

共布置水土环境监测点 8 个，监测点位置见图 5.6-1。

### 1) 水体环境监测

WS1-WS4 监测点：槐树岔沟上游、下游，河流交汇点分别设置水体环境监测点 3 处，对其流量、水质进行定期监测，设置 1 处进入矿区的监测点 WS4 作为背景值进行对比。

### 2) 土壤环境监测

WT1-WT4 监测点：在工业场地布设 2 个土壤监测点，风井场地布设 1 个土

壤监测点，对其土壤质量进行定期监测，设置 1 个未开采区域的监测点 WT4 作为背景值进行对比。

## （2）监测内容及时间

### 1) 监测内容

水质进行全分析、简分析。

土壤中的微量元素、矿物全量、有机质含量等。

### 2) 监测频率及时间

水质每年监测 4 次，分别取 1 组水样进行分析。

土壤环境每年监测 2 次，分别取 1 组土壤进行分析，若发现土壤影响较强，适当增加监测频率。

监测时间：矿井水排放期在排放口监测水质，土壤环境监测点布设在地面工程处。

## （3）采样及分析方法

### 1) 水样同含水层监测。

2) 土壤：采集平面混合样品时，采样深度 0cm~20cm，将一个采样单元内各采样分点采集的土样混合均匀，采用四分法，最后留下 1kg 左右。采集剖面样时，剖面的规格长度一般为长 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。采取样品尽量用竹片或竹刀去除与金属采样器接触的部分土壤再取样，样品袋要求为棉布袋，潮湿样品可内衬塑料袋（供有机化合物测定）。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。

土壤分析应符合《土壤环境监测技术规范》（HJ/T186）的有关规定。

## （三）主要工程量

### 1、不稳定地质体监测工作量

表 5.6-1 不稳定地质体监测量一览表

监测时段	编号	监测对象	不稳定地质体	监测方式/次数	监测内容
近期	D1-D15	近期开采工作面	地面塌陷及伴生地裂缝	自动监测	位移、倾斜、宏观变形
	D16-D18	采空塌陷隐患（CK1）	地面塌陷及伴生地裂缝		
	D19-D23	工业场地边坡	边坡变形失稳		
	D24	风井场地边坡	边坡变形失稳		
中期	D25-D44	中期开采工作面	地面塌陷及伴生地裂缝	自动监测	位移、倾斜、宏观变形
	D45~D48	不稳定斜坡（ZD108）、不稳定斜坡（ZD109）、滑坡（ZD013）、滑坡（ZD014）			

## 2、含水层监测工作量

表 5.6-2 含水层监测量一览表

编号	位置	水位			水质			监测内容	
		监测量(次)			监测量(次)				
		近期	中期	后期	近期	中期	后期		
S1-S2	工业场地、赵家墕	96	1080	192	32	360	64	水位、水质	
S3-S4	新建监测井	自动监测			32	360	64	水位、水质	
合计		96	1080	192	64	720	128	/	

## 3、地形地貌景观监测工作量

表 5.6-3 遥感影像监测工作量一览表

矿山地质环境问题	监测项目	监测面积 (km <sup>2</sup> )			
		近期	中期	后期	合计
不稳定地质体	类型、分布、面积、危险性	109.10	1227.41	218.21	1582.00
地形地貌景观	高程、坡度、分布、面积变化				

## 4、水土环境监测工作量

表 5.6-4 水土环境监测工作量一览表

编号	监测对象	监测量(次)			监测内容
		近期	中期	后期	
WS1-WS4	河流	80	720	160	全分析、简分析
WT1-WT4	工业场地、风井场地	40	360	80	微量元素、矿物全量、有机质含量等
合计		120	1080	240	/

## 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。

土地复垦监测包括沉陷损毁区农用地及坑塘水面、采矿用地、设施农用地等。

### （一）目标任务

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

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

### （二）措施和内容

#### 1、土地复垦监测措施

##### （1）沉陷损毁监测

对拟损毁土地原地表、沉陷区内损毁土地进行监测，包括耕地、林地、草地复垦单元。

土壤质量监测内容：复垦区有效土层厚度、土壤容重、土壤质地、砾石含量、PH值、有机质等，监测指标见表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 <sup>-1</sup>	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

监测频率：土地损毁前在工作面上方各地类设置土壤质量监测点，监测次数为1次。土地损毁后及复垦工程实施后实施土壤质量的变化监测，监测频次按照

2 次/年。

监测时间：监测持续时间为 6 年。

监测作用：对土地损毁程度、土壤有机质、土壤理化性质实施监测，安排土地损毁前、损毁过程和复垦后实施监测，作为评判土地损毁程度、土地复垦工程设计和土地复垦效果的重要依据。

监测方案应委托具有土壤监测资质的研究院所、高校或企业编制。

## （2）复垦效果监测

复垦效果监测主要包括复垦植被监测和土地复垦配套设施监测。

### 1) 植被恢复效果监测

复垦植被监测适用于沉陷区内林地、草地复垦单元。

监测内容：复垦植被监测内容为植物成活率、郁闭度等。

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

监测频率：在复垦规划的服务年限内，每年监测 2 次，复垦工程竣工后每年监测 1 次，监测点布设为 1 个/ $hm^2$ ，持续监测时间为 6 年，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 次·年 <sup>-1</sup>	样点持续监测时间 年
成活率	2	6
郁闭度	2	6

### 2) 复垦配套设施监测

监测对象：主要包括田间道路、生产路等工程。

监测时间：贯穿土地复垦措施实施的全过程。

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

本方案复垦配套设施监测频次为每年 1 次，监测要定时安排人员巡查，在雨季要安排人员专门检查，监测方案见表 5.7-3。

表 5.7.3 复垦配套设施监测方案表

监测内容	监测频次（次·年-1）	样点持续监测时间（年）
田间道路	1	6
生产路	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 2 年须选择壮苗或比原来幼苗稍大的苗木，按原来栽植的株行距补植。

### （2）草地管护

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

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

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

### （三）主要工程量

#### 1、土地复垦监测工程量

表 5.7.4 土地复垦监测工程量表

复垦阶段	监测工程实施范围	监测内容	每个点监测次数	监测点个数	监测持续时间（年）	监测次数
近期	174.93 hm <sup>2</sup>	土地损毁监测	12	8	3	288
		土地质量监测	2	8	6	96
		植被恢复效果监	2	8	5	80

		复垦配套设施监	2	8	5	80
中期	2483.42hm <sup>2</sup>	土地损毁监测	12	50	3	1800
		土地质量监测	2	50	6	600
		植被恢复效果监	2	30	5	300
		复垦配套设施监	2	30	5	300
合计	/	土地损毁监测	12	/	3	2088
		土地质量监测	2	/	6	696
		植被恢复效果监	2	/	5	380
		复垦配套设施监	2	/	5	380

## 2、复垦管护工程量

表 5.7-5 复垦管护工程量表

复垦阶段	管护区域	管护方法	管护面积 (hm <sup>2</sup> )	管护次数
近期	林地	浇水、喷药、施肥、平岔、收割	34.81	植树后及时灌水 2~3 次，第一次灌浇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		84.91	
全期	林地	浇水、喷药、施肥、平岔、收割	411.52	
	草地		1014.12	

## 八、生态系统监测与生态系统恢复效果评价

### （一）目标任务

根据矿区生态环境系统特征，生态系统监测目标主要为植被类型、植被覆盖度、土地利用现状、土壤侵蚀类型及强度、荒漠化情况、生态系统类型、动物资源情况等。

### （二）措施及内容

#### 1、调查手段

调查工作在收集资料、现场勘查的基础上，以遥感（RS）、全球定位系统（GPS）和地理信息系统（GIS）等 3S 高新技术及现场调查结合的方法开展调查。

#### 2、资料收集

资料收集包括矿区土地利用现状、地理国情普查数据、统计年鉴以及林业、环保、水利、农业、国土资源等部门提供的相关资料等基础资料。

#### 3、3S 技术

遥感信息源采用最新卫星图像为信息源，在 ArcGIS 软件支持下，采用人机

交互解译方法进行生态环境信息提取，其中线状地物解译长度不小于1cm，解译图斑面积不小于4mm<sup>2</sup>，根据国家或相关行业标准，结合生态环境信息遥感图像解译的可解译程度，建立科学的地貌类型、植被类型及覆盖度、土地利用现状、土壤侵蚀类型与强度分类系统，采用专业制图软件 Arcgis 对解译的图件加注坐标、项目区范围、矿区范围等重要地理要素，并进行专题面积统计，根据专题图件和统计结果，总结环境影响矿区植被类型、土地利用现状、土壤侵蚀类型与强度等生态环境要素的空间分布特征。

#### 4、现场调查

通过矿区实地调查，对遥感解译结果进行核对与补判，识别植物种类、记录植被盖度和野外调查中发现的动物，并走访当地相关政府部门了解掌握矿区野生动植物的分布状况，同时调查环境敏感点现状、矿区农业生产等相关情况。

#### 5、评价因子现状图件制作流程

根据遥感解译标志，在基础影像上进行各专题内容解译、提取的基础上，通过与底图的套合，添加工程建设要素，经纬网、地名标注等，编制土地利用现状图、植被类型图和土壤侵蚀类型及强度图等系列专题图件。

表 5.8-1 生态系统监测与生态系统恢复效果评价工程量表

监测阶段	内容	监测频次 (次/年)	监测面积 (km <sup>2</sup> )	持续时间 (年)	监测次数
近期	生态系统监测与生态系统恢复效果评价	1	29.2757	5	5
中远期	生态系统监测与生态系统恢复效果评价	1	29.2757	53	53

## 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、土地复垦及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

	不稳定地质体	含水层	水土环境	地形地貌景观
工程措施	维修受损道路、输电线 路杆塔加固、井筒封 闭、不稳定地质体监测	植树种草恢复水位、含水 层监测	水土环境 监测	卫星遥感影 像资料监测

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
永久性建设 用地	废弃建筑物拆除与 清理工程、平整工程	土壤改良、 翻耕培肥	复垦效果监测
沉陷损毁土 地	填充工程、土壤剥覆工程、土地平 整、土地翻耕、道路工程	土壤培肥、 林草恢复	土地损毁监测、复 垦效果监测林草管 护

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

### 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，矿山地质环境治理恢复与土地复垦分为近期 5 年（2025—2029 年），中期 45 年（2030—2074 年），后期 8 年（2075—2082 年）三个阶段，采取近细远粗的原则部署治理及复垦措施。本方案针对矿山地质环境治理恢复和土地复垦提出了实施计划，内容如下：

## （一）矿山地质环境治理阶段性实施计划

### 1、近期工作安排（2025—2029年）

- (1) 维修受损的乡村道路；
- (2) 维修受损的输电线路杆塔；
- (3) 人工巡查、警示牌树立；
- (4) 开展不稳定地质体、含水层及水土环境、地形地貌景观监测，地面人工巡查。

### 2、中期工作安排（2030—2074年）

- (1) 维修受损的乡村道路；
- (2) 维修受损的输电线路杆塔；
- (3) 人工巡查、警示牌树立；
- (4) 继续开展不稳定地质体、含水层及水土环境、地形地貌景观监测，地面人工巡查。

### 3、后期工作安排（2075—2082年）

- (1) 封闭主斜井、副斜井、风井3条井筒；
- (2) 继续开展不稳定地质体、含水层及水土环境、地形地貌景观监测，地面人工巡查。

## （二）土地复垦阶段性实施计划

### 1、近期工作安排（2025—2029年）

- (1) 对已实施搬迁的村庄实施复垦措施，复垦为灌木林地，包括清理工程实施、平整工程、田间道路修建、植被恢复等；
- (2) 对塌陷区 TX1 及近期开采的 17105、17107 工作面形成的塌陷区实施复垦措施，主要工程措施包括裂隙充填、土地平整、土地翻耕、土地培肥、植被恢复等；
- (3) 对实施复垦工程措施的区域后期的管护和复垦质量监测措施，确保复垦质量符合土地复垦质量控制标准。

### 2、中期工作安排（2030—2074年）

- (1) 对已实施搬迁的村庄实施复垦措施，复垦为灌木林地，包括清理工程实施、平整工程、田间道路修建植被恢复等；

（2）对中期开采区域形成的塌陷区实施复垦措施，主要工程措施包括裂隙充填、土地平整、土地翻耕、土地培肥、植被恢复等；

（3）对实施复垦工程措施的区域后期的管护和复垦质量监测措施，确保复垦质量符合土地复垦质量控制标准。

### 3、后期工作安排（2075—2082年）

（1）复垦区域为永久性建设用地及压占损毁土地，包括工业场地、风井场地、进场道路；

（2）继续复垦土地复垦效果监测管护，对后期复垦后的土地进行复垦效果监测，并进行管护。

## 三、近期年度工作安排

近期各年度矿山地质环境治理、土地复垦工程主要集中在工业场地、风井场地等地面工程，地面塌陷（已沉陷损毁区）、近期开采塌陷区，针对受损的道路、输电线路进行修复、土地复垦，矿山地质环境监测，土地复垦监测，植被管护等，各年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程措施见表 6.3-1。

表 6.3-1 近期各年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦措施及工程量表

实施年度	治理与复垦对象	矿山环境治理	土地复垦工程
		治理措施	复垦措施
第一年	1、17103 工作面塌陷区受损道路修复工程 2、矿山地质环境与土地复垦监测项目 3、17103 工作面塌陷区土地复垦工程 4、2025 年度计划编制	1、17103 工作面塌陷区受损道路修复工程：修复机耕素土路长度 1225m；修复水泥路长度 136m。 2、2025 年度计划编制：编制《子洲县永兴煤业有限公司子洲县永兴煤矿矿区地质环境治理恢复与土地复垦年度工程治理计划（2025 年度）》。 3、矿山地质环境与土地复垦监测项目：监测项目包括不稳定地质体监测、含水层监测、地形地貌景观监测、水土环境监测、生态环境监测、人工巡查监测等；主要设置采空塌陷区 GNSS 位移形变监测点 6 处、含水层监测采样分析 24 组、高分遥感监测 2 幅、生态遥感分析 2 幅、地表水体采样分析 18 组、土壤采样分析 3 组、人工巡查 12 次、监测实施方案及成果报告各 1 套。	1、17103 工作面塌陷区土地复垦工程：治理塌陷区土地面积 70.61hm <sup>2</sup> ，主要工程包括充填裂缝总长度 14854.6m，复垦耕地 20.78 hm <sup>2</sup> ，草地 33.27hm <sup>2</sup> ，林地 15.83hm <sup>2</sup> 。
第二年	1、老窑封闭处周边空闲地 2、维修杆塔 3、综合管理 4、地质环境监测 5、17105 工作面损毁土地（东侧） 6、仓窑沟村、坬墕村搬迁迹地 7、复垦监测与管护	1、老窑封闭处周边治理：对已经封闭井口的老窑（原永盛联办煤矿主、副斜井、回风井）周边区域垃圾清运 300m <sup>3</sup> ，撒播紫花苜蓿 0.06hm <sup>2</sup> 。 2、维修杆塔：修复 TX1 范围内输电线路杆塔 3 座（1#-3#）。 3、综合管理：竖立警示牌 6 处，人工巡查 96 次。 4、地质环境监测： ①不稳定地质体监测：持续对第一年布置的 6 处监测点（D1-D6）进行监测，新增 9 处监测点，分别为采空塌陷隐患（CK1）3 处（D16-D18），工业场地边坡 5 处（D19-D23），风井场地边坡 1 处（D24），通过自动化监测手段对其水平位移和垂直位移进行监测。 ②含水层监测：设置 S1、S2、S3、S4 水文监测点进行水量、水位和水质监测，其中 S1、S2 为已有井，S3、S4 为新建水文监测井（60m）。 ③地形地貌景观及生态系统监测：采用高精度卫星遥感影像监测矿区地形地貌破坏、土地损毁、土壤复垦质量、生态系统变化情况。 ④水土环境监测：设置 WS1-WS4 水环境监测点，设置 WT1-WT4 为土壤环境监测点，监测水土环境变化情况，其中 WS4、WT4 分别为水环境、土环境背景值监测点。	1、对 17105 工作面（东侧）塌陷区域进行复垦，面积 28.31hm <sup>2</sup> 。主要包括裂隙充填、表土剥覆、土地平整、土地翻耕并培肥，种植山杏、油松、沙棘、紫花苜蓿。 2、对仓窑沟村、坬墕村搬迁迹地复垦，面积 8.21hm <sup>2</sup> 。主要包括废弃建筑物拆除、基础拆除、硬化地面拆除、客土覆土、土地平整、土地翻耕并培肥，种植紫穗槐及紫花苜蓿。 3、对复垦的土地进行土地损毁及复垦效果监测，对复垦的植被进行林草地管护，管护林地面积 9.37hm <sup>2</sup> ，管护草地面积 18.14hm <sup>2</sup> 。
第三年	1、受损道路 2、维修杆塔 3、综合管理 4、地质环境监测 5、17105 工作面损毁土地（中部） 6、复垦监测与管护	1、修复 17105 工作面中部区域乡村道路（水泥路）长度 97m。 2、维修杆塔：修复 17105 工作面中部区域输电线路杆塔 2 座（4#-5#）。 3、综合管理：人工巡查 96 次； 4、地质环境监测： ①不稳定地质体监测：持续对已有 15 监测点（D1-D6、D16-D24）进行监测，通过自动化监测手段对其水平位移和垂直位移进行监测。 ②含水层监测：持续对 S1、S2、S3、S4 水文监测点进行水量、水位和水质监测。 ③地形地貌景观及生态系统监测：采用高精度卫星遥感影像监测矿区地形地貌破坏、土地损毁、土壤复垦质量、生态系统变化情况。 ④水土环境监测：持续监测 WS1-WS4、WT1-WT4 水土环境情况。	1、对 17105 工作面（中部）塌陷区域进行复垦，面积 25.84hm <sup>2</sup> 。主要包括裂隙充填、表土剥覆、土地平整、土地翻耕并培肥，种植山杏、油松、沙棘、紫花苜蓿。 2、对复垦的土地进行土地损毁及复垦效果监测，对复垦的植被进行林草地管护，管护林地面积 3.39hm <sup>2</sup> ，管护草地面积 8.32hm <sup>2</sup> 。
第四年	1、受损道路 2、输电线路 3、综合管理 4、地质环境监测 5、17105 工作面损毁土地（西侧） 6、复垦监测与管护	1、修复 17105 工作面西侧区域乡村道路（水泥路）长度 210m。 2、维修杆塔：修复 17105 工作面西部区域输电线路杆塔 2 座（9#-10#）。 3、综合管理：人工巡查 96 次； 4、地质环境监测： ①不稳定地质体监测：持续对已有 15 监测点（D1-D6、D16-D24）进行监测，新增 9 处监测点，为 17107 工作面地面塌陷监测点（D7-D15），通过自动化监测手段对其水平位移和垂直位移进行监测。 ②含水层监测：持续对 S1、S2、S3、S4 水文监测点进行水量、水位和水质监测。 ③地形地貌景观及生态系统监测：采用高精度卫星遥感影像监测矿区地形地貌破坏、土地损毁、土壤复垦质量、植被生态系统变化情况。 ④水土环境监测：持续监测 WS1-WS4、WT1-WT4 水土环境情况。	1、对 17105 工作面（西侧）塌陷区域进行复垦，面积 22.13hm <sup>2</sup> 。主要包括裂隙充填、表土剥覆、土地平整、土地翻耕并培肥，种植油松、沙棘、紫花苜蓿。 2、对复垦的土地进行土地损毁及复垦效果监测，对复垦的植被进行林草地管护，管护林地面积 5.8hm <sup>2</sup> ，管护草地面积 8.91hm <sup>2</sup> 。

第五年	1、受损道路 2、输电线路 3、综合管理 4、地质环境监测 5、17107 工作面损毁土地（东侧） 6、复垦监测与管护	1、修复 17107 工作面东侧区域乡村道路（水泥路）长度 87m。 2、维修杆塔：修复 17105 工作面西部区域输电线路杆塔 3 座（6#-8#）。 3、综合管理：人工巡查 96 次； 4、地质环境监测： ①不稳定地质体监测：持续对已有 24 监测点（D1- D24）进行监测，通过自动化监测手段对其水平位移和垂直位移进行监测。 ②含水层监测：持续对 S1、S2、S3、S4 水文监测点进行水量、水位和水质监测。 ③地形地貌景观及生态系统监测：采用高精度卫星遥感影像监测矿区地形地貌破坏、土地损毁、土壤复垦质量、生态系统变化情况。 ④水土环境监测：持续监测 WS1-WS4、WT1-WT4 水土环境情况。	1、对 17107 工作面（东侧）塌陷区域进行复垦，面积 28.04hm <sup>2</sup> 。主要包括裂隙充填、表土剥覆、土地平整、土地翻耕并培肥，种植山杏、油松、沙棘、紫花苜蓿。 2、对复垦的土地进行土地损毁及复垦效果监测，对复垦的植被进行林草地管护，管护林地面积 0.42hm <sup>2</sup> ，管护草地面积 15.65hm <sup>2</sup> 。
-----	--	---	---

## 第七章 经费估算与进度安排

### 一、经费估算依据

#### （一）估算依据

##### 1、矿山地质环境治理工程预算依据

- （1）《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》《陕西省水利工程施工机械台班费定额》（陕发改项目〔2017〕1606号）；
- （2）《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格〔2002〕1980号）；
- （3）《建设工程监理与相关服务收费管理规定》（发改价格〔2007〕670号）；
- （4）《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部税务总局海关总署公告2019年第39号）；
- （5）《工程勘察设计收费标准》（国家计委、建设部，计价格〔2002〕10号）；
- （6）《测绘生产成本费用定额》（财政部、国家测绘局，财建〔2009〕17号）；
- （7）《地质调查项目预算标准（2021）》（自然资源部中国地质调查局，2021年7月）；
- （8）《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）；
- （9）《国家发展改革委关于降低 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）；
- （10）《榆林市建设工程材料价格信息》（2025年第5期）。

##### 2、土地复垦工程经费估算依据

- （1）《土地开发整理项目预算编制规定》《土地开发整理项目预算定额》《土地开发整理项目施工机械台班费定额》财综〔2011〕128号）；
- （2）《土地复垦方案编制规程-通则》（国土资源部，TD/T031-2011）

- (3) 《陕西省土地开发整理项目预算编制办法及费用标准（试行）》（陕国资资发〔2004〕22号）
- (4) 《国土资源部办公厅关于印发土地整治工程营业税改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）；
- (5) 《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）；
- (6) 《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》（陕西省住房和城乡建设厅，陕建发〔2021〕1097号）；
- (7) 《地质调查项目预算标准（2021）》（自然资源部中国地质调查局，2021年7月）；
- (8) 《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）；
- (9) 《关于增加建设工程扬尘治理专项措施费及综合人工单价调整的通知》（陕建发〔2017〕270号）；
- (10) 《榆林市建设工程材料价格信息》（2025年第5期）。

## （二）经费来源

根据“谁损毁、谁治理”及“谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”的原则，矿山地质环境治理与土地复垦经费由煤矿自筹，从煤炭销售费中按规定提取，作为矿山地质环境恢复治理与土地复垦基金，治理工程所需费用从基金列支，计入矿山生产成本。

## （三）经费构成

### 1、矿山地质环境治理工程经费

本方案矿山地质环境恢复治理工程投资估算由工程施工费、临时工程费、独立费、监测工程费和预备费等组成。

#### I、基础单价

##### (1) 人工估算单价

人工估算单价由基本工资、辅助工资、工资附加费组成。

根据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（陕发改项目〔2017〕1606号），人工估算单价为：技工 75 元 / 工日，普工 50 元 / 工日。

### （2）材料估算价格

依据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（陕发改项目〔2017〕1606号）规定：

#### ①主要材料估算价格：

主要材料估算价格=[主要材料原价+(运杂基本费×装载效能综合系数)]  
×(1+采购保管费费率)+运输保险费

主要材料价格采用“水利工程设计概（估）算编制规定”榆林市 2025 年第一期材料不含税信息价计够。

#### ②其他工程或材料价格

榆林市工程造价信息不能查询的材料价格，依据现场实地调查及咨询相关监测机构，其中监测井工程单价依据《陕西省首批矿山地下水监测井建设指导方案》进行估算得出。水样监测、土样检测、遥感影像监测单价依据监测单位提供的监测价格确定。

### （3）施工用风、水、电估算价格

施工用电价格 1.05 元/kw.h；施工用水价格 3.3 元/m<sup>3</sup>；施工用风价格 0.12 元/m<sup>3</sup>。

## 2、工程施工费估算

工程单价(建筑工程单价)是指以价格形式表示的完成单位工程量(如 1m<sup>3</sup>、1 套)所耗用的全部费用，由直接费、间接费、利润、价差和税金五部分组成。

### （1）工程施工费单价

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的费用，由基本直接费、其它直接费组成。

#### ①基本直接费

由人工费、材料费、机械使用费组成，材料费及施工机械使用费均按不含增值税进项税额的基础单价计算。

人工费=定额工日×人工概算单价。

材料费=定额材料用量×材料单价。

机械使用费=定额机械使用量（台班）×施工机械台班费（元/台班）。

②其它直接费

按基本直接费的9.5%计算（陕北地区）。

(2)间接费

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，见表7.3-1。

表7.3-1 间接费费率

单位：%

序号	工程类别	计费基础	间接费率
1	土方工程	直接费	8.5
2	石方工程	直接费	12.5
3	砂石备料工程	直接费	5
4	模板工程	直接费	9.5
5	混凝土工程	直接费	9.5
6	钢筋制作安装工程	直接费	5.5
7	钻孔灌浆及锚固工程	直接费	10.5
8	疏浚工程	直接费	7.5
9	其他	直接费	10.5

(3) 利润

按直接工程费与间接费之和乘以利润率计算，利润率7%。

(4) 税金

税金按国家税法规定应计入工程造价内的增值税销项税额，税率按9.0%计算。税金=（直接费+间接费+利润+材料价差）×税率。

(5) 扩大费

根据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（陕发改项目〔2017〕1606号）规定，估算单价按概算单价扩大10%计算。

3、临时工程费

临时工程包括建筑工程、机电设备及安装工程、金属结构设备及安装工程三部分之和。根据本项目实际，临时工程费按建筑工程费的3.0%计算。

4、监测费用估算

矿山地质环境监测费由北斗形变位移测量系统、水位测晕、取样（水样、土样）、遥感影像测量、水样分析、土样分析费用组成，均为直接费。

北斗形变位移测量系统预算费用包括设备材料费用、建设安装费用、运行维护费用、防护设施费组成。

根据《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）结合实际情况，预算困难级别取II类，陕北地区调整系数取1.2。考虑到本方案为估算编制，对其各项预算组价按1.1系数扩大。

GNSS设备费用取 $14618 \times 1.1 = 16079$ 元/站，建设安装费用取 $2368 \times 1.2 \times 1.1 = 3126$ 元/站，防护措施费取 $1063 \times 1.1 = 1169$ 元/站，运行维护费用取 $2991 \times 1.2 \times 1.1 = 3948$ 元/站。

水位测量、取水样依据《工程勘察设计收费标准》（计价格〔2002〕10号）；土壤取样、土壤分析依据《地质调查项目预算标准（2021）》（自然资源部中国地质调查局，2021年7月）。

水样、土样取样及送检运输费2840元/次，水质分析2400元/次，土壤分析2600元/次。

## 5、独立费用

①建设管理费包括建设单位开办费、建设单位人员费、建设管理经常费、招标业务费、建设监理费、第三方工程质量检测费、咨询评审服务费、工程验收费、工程保险费。

建设单位开办费不计列。

建设单位人员费按《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》表1.5-7累进加价计算。

建设管理经常费按《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》表1.5-8累进加价计算。

招标业务费按国家计划委员会颁布的《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格〔2002〕1980号文件）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1.5-9，按累进加价计算。

建设监理费：按“发改价格〔2007〕670号”和“陕价行发〔2007〕83号”规定进行计算。

第三方工程质量检测费：按建安工程费的0.3%计取。

验收费：依据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》表1.5-10计取。

咨询评审服务费：按建安工程费的0.8%计取。

工程保险费不计列。

②生产准备费不计列。

③科研勘察设计费、研究试验费不计列；勘察设计费，勘察费费率为4.5%，设计费费率为3.5%，前期工作开始阶段系数取0.9计取。

④其它专项报告编制费、其他生产物资购置费、其他税费均不计列。

## 6、基本预备费

基本预备费=（工程施工+独立费用）×基本预备费费率，费率取10%。

## 2、土地复垦经费

本方案土地复垦工程概算由工程施工费、设备费、其他费用、监测管护费和预备费等组成。

### （1）基础单价

①人工估算单价

人工单价由基本工资、辅助工资、工资附加费组成。

本方案人工工资按《土地开发整理项目预算编制规定》标准算，本项目所在地人工工资为工资七区，甲类人工53.51元/工日、乙类工40.77元/工日。

本方案中人工单价依据陕西省住建厅印发的《关于调整房屋建筑和市政基础设施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、园林绿化工程由原120.0元/工日调整为136.0元/工日，装饰工程由原130.00元/工日调整为146.00元/工日，因此本项目确定甲类工为146.0元/工日、乙类工136.0元/工日。陕建发〔2021〕1097号文件中明确综合人工单价调整后，调增部分计入差价。

直接费中人工单价按照甲类工为53.51元/工日、乙类工40.77元/工日进行计算，增调的甲类工为92.46元/工日、乙类工95.23元/工日纳入价差进行计算。

## ②材料估算价格

### 1) 主要材料估算价格

材料估算价格中的材料原价、运杂费、运输保险费、采购及保管费等分别按不含相应增值税进项税额的价格计算。现价含增值税进项税额价格时，按以下公式调整：估算材料单价=材料原价（含增值税进项税额）/调整系数。

材料单价：主要材料价格参照榆林市 2025 年第 5 期信息价中不含税市场价格，次要材料以当地市场调查价为准。根据《土地开发整理项目预算编制规定》主要材料价格计算办法，当材料估算价格高于规定价格时，超出部分按价差计算；当材料估算价格低于规定价格时，可直接采用估算价格计算。

其中主要材料如钢材、水泥、砂子、碎石、块石、板材、汽油、柴油、锯材、生石灰、树苗以规定价进单价，估算价与规定价之差在计取税金后列入单价中。

### 2) 其他工程或材料价格

《榆林市工程造价管理信息》不能查询的材料价格，依据现场实地调查及咨询相关监测机构提供的监测价格确定。

## ③施工用风、水、电估算价格

施工用电价格 1.05 元/kw.h；施工用水价格 3.3 元/m<sup>3</sup>；施工用风价格 0.12 元/m<sup>3</sup>。

## （2）工程施工费估算

工程施工费单价（建筑工程单价）是指以价格形式表示的完成单位工程量（如 1m<sup>3</sup>、1 套）所耗用的全部费用，由直接费、间接费、利润、价差和税金五部分组成。

### ①直接费

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的费用，由直接工程费、措施费组成。

### 1) 直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=分项工程量×分项工程定额人工费。

分项工程定额人工费是人工单价与定额消耗标准的乘积。

材料费=分项工程量×分项工程定额材料费。

定额材料费是定额中各种材料概算价格与定额消耗量的乘积之和。材料概算价格按当地物价部门提供的市场指导价。

施工机械使用费=分项工程量×分项工程定额机械费。

## 2) 措施费

措施费=直接工程费×措施费率

依据《土地开发整理项目预算编制规定》及《关于增加建设工程扬尘治理专项措施费及综合人工单价调整的通知》（陕建发〔2017〕270号），本项目措施费综合费率=临时设施费+冬雨季施工增加费+施工辅助费+安全文明施工费+环境保护费（含排污）+扬尘治理费。

本项目措施费综合费率为 $2+0.7+0.7+2.6+0.4+0.4=6.8\%$ 。

## ②间接费

间接费=直接费×间接费率

根据《土地开发整理项目预算编制规定》，结合本项目特点，土方工程、砌体工程和其他工程间接费按照直接费的5%比例计取，石方工程和混凝土工程按照直接费的6%计取。

## ③利润

按直接工程费与间接费之和乘以利润率计算，利润率为3%。

## ④税金

税金按国家税法规定应计入工程造价内的增值税销项税额，税率按9.0%计算。税金=（直接费+间接费+利润+材料价差）×税率。

## ⑤扩大费

参考《陕西省土地开发整理项目估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，按15.5%计取。指直接费、间接费、利润和税金之和的15.5%。

## （3）设备费

设备购置费包括设备原价、运杂费、运输保险费和采购及保管费。

## （4）其他费用

其它费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费和业主管理费组成。费用标准参照《土地开发整理项目预算编制规定》计算。

### （5）监测管护费

#### ①复垦监测费

指复垦方案服务期内进行土地损毁监测和土地复垦效果监测的费用。监测费用按照各个复垦单元实施的监测次数进行计算。原地貌地表监测、土地质量监测、植被恢复效果监测和配套措施监测分别按照 295、360、300、260 元 / 次计费。

#### ②管护费

管护工程量与最短管护时间随复垦区位条件、植被种类差异较大，对于一般地区管护时间最短为 3 年，本项目处于陕北地区，取 6 年。通过比较分析，本方案确定本项目林、草地管护工程单价费用为 3000、1200 元/ (hm<sup>2</sup> \*年)。

### （6）预备费

预备费是指考虑了矿山地质环境治理与土地复垦期间可能发生的风险因素，从而导致费用增加的一项费用。预备费主要包括基本预备费。

基本预备费指为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。

基本预备费 = (工程施工费 + 设备费 + 其他费用) × 基本预备费率。依据《土地开发整理项目预算编制规定》（财政部、国土资源部，2011 年）基本预备费按照 3% 计取。

## 二、矿山地质环境治理工程经费估算

### （一）总工程量

经过计算，煤矿近期、中期及后期的矿山地质环境治理工程量见下表所示。

表 7.2-1 矿山地质环境治理工程量统计表

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量			
			近期	中期	后期	合计
一	2025 年度计划已批复工程					
1	17103 工作面塌陷区受损道路修复工程	项	1			1
2	2025 年度计划编制	项	1			1
3	矿山地质环境与土地复垦监测项目	项	1			1
二	治理工程					
1	老窑封闭处周边治理工程					
1.1	垃圾清运	m <sup>3</sup>	300			300
1.2	撒播草籽（紫花苜蓿）	hm <sup>2</sup>	0.06			0.06

2	道路修复工程					
2.1	旧路面拆除	m <sup>3</sup>	393	16876		17269
2.2	路床压实	m <sup>2</sup>	2235	95864		98099
2.3	水泥稳定碎石路基	m <sup>2</sup>	2235	95864		98099
2.4	混凝土路面	m <sup>2</sup>	1972	84555		86527
3	维修杆塔	座	10	371		381
3.1	土方开挖	m <sup>3</sup>	22.5	834.75		857.25
3.2	浇筑 C20 砼	m <sup>3</sup>	22.5	834.75		857.25
4	综合管理					
4.1	竖立警示牌	个	6	48		54
4.2	人工巡查	次·人	384	4320	768	5472
5	井筒封闭					
5.1	挡渣墙	m <sup>3</sup>			126	126
5.2	回填砾石	m <sup>3</sup>			43253	43253
5.3	挡水墙	m <sup>3</sup>			252	252
5.4	回填粘土	m <sup>3</sup>			1050	1050
5.5	井口混凝土拆除	m <sup>3</sup>			504	504
5.6	浇筑水泥	m <sup>3</sup>			369.6	369.6
5.7	钢板面积	m <sup>2</sup>			168	168
5.8	井口覆土	m <sup>3</sup>			504	504
二	监测工程					
1	不稳定地质体监测					
1.1	GNSS 设备及安装	点	18	25		43
1.2	GNSS 点运维	点·年	54	1125	200	1379
2	含水层监测					
2.1	新建水文监测井	口	2			2
2.2	自动化监测设备	点	2			2
2.3	水位测量	次	96	1080	192	1368
2.4	水样取样及送检运输费	次	16	180	32	228
2.5	水质分析	组	64	720	128	912
3	地形地貌监测					
3.1	购买高精度卫星遥感数据	km <sup>2</sup>	109.1	1227.41	218.21	1554.72
3.2	遥感数据解译	km <sup>2</sup>	109.1	1227.41	218.21	1554.72
3.3	地形地貌破坏、土地损毁分析、土壤复垦质量分析、植被生态系统分析	次	4	45	8	57
4	水土监测					
4.1	水样取样及送检运输	次	16	180	32	228
4.2	水质分析	组	64	720	128	912
4.3	土样取样及送检运输	次	8	90	16	114
4.4	土壤分析	组	32	360	64	456

## （二）经费估算

地质环境治理静态投资总计 9033.65 万元，地质环境治理费用估算见表 7.2-2。

表 7.2-2 矿山地质环境治理估算表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	比重（%）
一	工程部分投资	6961.2	77.06
二	独立费用	1251.21	13.85
三	预备费	821.24	9.09
五	静态投资	9033.65	100.00

## 三、土地复垦工程经费估算

### （一）总工程量

经过计算，煤矿近期、中期及后期的土地复垦工程量见下表所示。

表 7.3-1 矿区土地复垦工程量统计表

序号	工程或费用名称	工程量				
			近期	中期	后期	全期
一	2025 年度计划已批复工 程					
1	17103 工作面塌陷区土地 复垦工程（已批复）	项	1			1
二	土壤重构工程					
1	充填工程					
1.1	裂缝充填	m <sup>3</sup>	36532	721308		757840
2	土壤剥覆工程					
2.1	表土剥离	m <sup>3</sup>	34553	715310		749863
2.2	表土回覆	m <sup>3</sup>	34553	715310		749863
2.3	客土覆土	m <sup>3</sup>	41050	80900	118080	240030
3	清理工程					
1.1	废弃建筑物拆除	m <sup>3</sup>	9852	19416	15948	45216
1.2	基础拆除	m <sup>3</sup>	6568	12944	10632	30144
1.3	硬化地面拆除	m <sup>3</sup>	9852	19416	26580	55848
1.4	硬化路面拆除	m <sup>3</sup>			3120	3120
1.5	垃圾清运	m <sup>3</sup>	26272	51776	56280	134328
4	平整工程					
4.1	土地平整	m <sup>3</sup>	64641	961816	44550	1071007
4.2	土地翻耕	hm <sup>2</sup>	77.83	837	15	930.08
5	生物化学工程					
5.1	土壤培肥（商品有机肥）	kg	1087650	11377710	267300	12732660

6	配套工程					
6.1	田间道					
6.1.1	泥结碎石路面	m <sup>2</sup>			4922	4922
6.1.2	砂路基	m <sup>2</sup>			5278	5278
6.1.3	路床压实	m <sup>2</sup>			5693	5693
6.2	生产道					
6.2.1	素土路面	m <sup>2</sup>			5100	5100
6.2.2	路床压实	m <sup>2</sup>			6523	6523
三	植被重建工程					
2.1	新疆杨	株			1580	1580
2.2	山杏	株	484	34722	167	35373
2.3	油松	株	2032	73792	1733	77557
2.4	沙棘	株	6584	239528		246112
2.5	紫穗槐	株	36485	71904	17998	126387
2.6	紫花苜蓿	hm <sup>2</sup>	70.00	1410.86	6.42	1487.28

## （二）经费估算

土地复垦项目静态投资总计 19659.53 万元，土地复垦费用估算见表 7.3-2。

表 7.3-2 土地复垦估算表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	比重（%）
一	工程施工费	15968.7	81.23
二	其他费用	1585.46	8.06
三	监测和管护费	1578.74	8.03
四	预备费	526.63	2.68
五	静态投资	19659.53	100.00

## 四、总费用汇总与年度安排

### （一）总费用构成与汇总

本方案矿山地质环境保护与土地复垦估算总费用 28693.18 万元。其中矿山地质环境保护估算投资 9033.65 万元，剩余可采储量 Mt，吨煤投资 元；土地复垦估算投资 19659.53 万元，复垦责任范围 2483.42hm<sup>2</sup>，亩均投资 5277.54 元。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	比例/%	亩均投资/元	吨煤投资/元
一	地质环境保护	9033.65	31.48	5277.54	6.91
二	土地复垦	19659.53	68.52		
	静态总投资	28693.18	100		

## （二）近期年度经费安排

近期地质环境保护与土地复垦估算投资为 3143.92 万元。矿山地质环境保护估算投资 730.84 万元，按近期年生产能力 0.6Mt/a 计算，平均吨煤投资 10.48 元；土地复垦估算投资 2413.08 万元，近期治理面积 183.14hm<sup>2</sup>，亩均投资 8784.10 元。近期矿山地质环境保护与土地复垦投资见表 7.4-2，各年度经费安排见表 7.4-3、7.4-4、7.4-5。

表 7.4-2 近期地质环境保护与土地复垦费用汇总

序号	费用名称		费用/万元	亩均投资/元	吨煤投资/元
一	地质环境治理	工程部分投资	543.07	8784.10	10.48
		独立费用	121.33		
		预备费	66.44		
		静态投资	730.84		
二	土地复垦	工程施工费	1951.1	8784.10	10.48
		其他费用	255.56		
		监测和管护费	140.22		
		预备费	66.20		
		静态投资	2413.08		
合计			3143.92		

表 7.4-3 近期各年度经费安排总表

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）
第一年度	118.47	339.31	457.78
第二年度	189.73	1582.24	1771.97
第三年度	121.03	151.58	272.61
第四年度	177.07	150.97	328.04
第五年度	124.54	188.98	313.52
合计	730.84	2413.08	3143.92

表 7.4.4 近期地质环境治理各年度工程施工费用估算表

序号	项目名称	计量单位	工程量或设计参数	工程单价或单位投资扩大指标（金额元）	合计/万元
一	第一年 (2025 年度计划已批复工程)				118.47
	17103 工作面塌陷区受损道路修复工程	项	1	326800	32.68
	2025 年度计划编制费用	项	1	150000	15
	监测项目	项	1	707900	70.79
一	第二年				126.65
(一)	治理工程				5.09
1	老窑封闭处周边治理				1.29
1.1	垃圾清运	m <sup>3</sup>	300	42.26	1.27
1.2	撒播草籽（紫花苜蓿）	公顷	0.06	4338.17	0.03
2	维修杆塔（加固杆塔 3 座）				0.44
2.1	土方开挖	m <sup>3</sup>	6.75	21.45	0.01
2.2	浇筑 C20 砼	m <sup>3</sup>	6.75	630.86	0.43
3	综合管理				3.36
3.1	竖立警示牌	个	6	800	0.48
3.2	人工巡查	次·人	96	300	2.88
(二)	监测工程				121.56
1	不稳定地质体监测				24.26
1.1	GNSS 点设备费	点	9	16079	14.47
1.2	GNSS 点安装费	点	9	3126	2.81
1.3	GNSS 点防护费	点	9	1169	1.05
1.4	GNSS 点运维费	点·年	15	3948	5.92
2	含水层监测				44.26
2.1	新建水文监测井（60m）	口	2	180000	36
2.2	自动化监测设备	点	2	15000	3
2.3	水位测量	次	24	120	0.29
2.4	水样取样及送检运输费	次	4	2840	1.14
2.5	水质分析	组	16	2400	3.84
3	地形地貌及生态系统监测				45.41
3.1	购买高精度卫星遥感数据	km <sup>2</sup>	29.28	10000	29.28
3.2	遥感数据解译	km <sup>2</sup>	29.28	5000	14.64

3.3	地形地貌破坏、土地损毁分析、土壤复垦质量分析、植被生态系统分析	次	1	15000	1.5
4	水土监测				7.62
4.1	水样取样及送检运输费	次	4	2840	1.14
4.2	水质分析	组	16	2400	3.84
4.3	取土样及送检运输费	次	2	2840	0.57
4.4	土壤分析	组	8	2600	2.08
二	第三年				80.79
(一)	治理工程				16.57
1	道路修复				13.4
	旧路面拆除	m <sup>3</sup>	97	118.74	1.15
	路床压实	m <sup>3</sup>	551	2.99	0.16
	水泥稳定碎石路基	m <sup>3</sup>	551	93.35	5.14
	混凝土路面	m <sup>3</sup>	486	142.74	6.94
2	维修杆塔（加固杆塔2座）				0.29
2.1	土方开挖	m <sup>3</sup>	4.5	21.45	0.01
2.2	浇筑C20砼	m <sup>3</sup>	4.5	630.86	0.28
1	综合管理				2.88
1.1	人工巡查	次·人	96	300	2.88
(二)	监测工程				64.22
1	不稳定地质体监测				5.92
1.1	GNSS点运维费	点*年	15	3948	5.92
2	含水层监测				5.26
2.1	水位测量	次	24	120	0.29
2.2	水样取样及送检运输费	次	4	2840	1.14
2.3	水质分析	组	16	2400	3.84
3	地形地貌监测				45.41
3.1	购买高精度卫星遥感数据	km <sup>2</sup>	29.28	10000	29.28
3.2	遥感数据解译	km <sup>2</sup>	29.28	5000	14.64
3.3	地形地貌破坏、土地损毁分析、土壤复垦质量分析、植被生态系统分析	次	1	15000	1.5
4	水土监测				7.62
4.1	水样取样及送检运输费	次	4	2840	1.14
4.2	水质分析	组	16	2400	3.84
4.3	取土样及送检运输费	次	2	2840	0.57
4.4	土壤分析	组	8	2600	2.08

## 子洲县永兴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）

四	第四年				118.2
(一)	治理工程				32.08
1	道路修复				28.91
	旧路面拆除	m <sup>3</sup>	209	118.74	2.48
	路床压实	m <sup>3</sup>	1189	2.99	0.36
	水泥稳定碎石路基	m <sup>3</sup>	1189	93.35	11.1
	混凝土路面	m <sup>3</sup>	1049	142.74	14.97
2	维修杆塔（加固杆塔2座）				0.29
2.1	土方开挖	m <sup>3</sup>	4.5	21.45	0.01
2.2	浇筑C20砼	m <sup>3</sup>	4.5	630.86	0.28
3	综合管理				2.88
3.1	人工巡查	次·人	96	300	2.88
(二)	监测工程				86.11
1	不稳定地质体监测				27.81
1.1	GNSS点设备费	点	9	16079	14.47
1.2	GNSS点安装费	点	9	3126	2.81
1.3	GNSS点防护费	点	9	1169	1.05
1.4	GNSS点运维费	点*年	24	3948	9.48
2	含水层监测				5.26
2.1	水位测量	次	24	120	0.29
2.2	水样取样及送检运输费	次	4	2840	1.14
2.3	水质分析	组	16	2400	3.84
3	地形地貌及生态系统监测				45.41
3.1	购买高精度卫星遥感数据	km <sup>2</sup>	29.28	10000	29.28
3.2	遥感数据解译	km <sup>2</sup>	29.28	5000	14.64
3.3	地形地貌破坏、土地损毁分析、土壤复垦质量分析、植被生态系统分析	次	1	15000	1.5
4	水土监测				7.62
4.1	水样取样及送检运输费	次	4	2840	1.14
4.2	水质分析	组	16	2400	3.84
4.3	取土样及送检运输费	次	2	2840	0.57
4.4	土壤分析	组	8	2600	2.08
五	第五年				83.14
(一)	治理工程				15.36
1	道路修复				12.04
	旧路面拆除	m <sup>3</sup>	87	118.74	1.03

	路床压实	m <sup>3</sup>	495	2.99	0.15
	水泥稳定碎石路基	m <sup>3</sup>	495	93.35	4.62
	混凝土路面	m <sup>3</sup>	437	142.74	6.24
2	输电线路维修（加固杆塔 3 座）				0.44
2.1	土方开挖	m <sup>3</sup>	6.75	21.45	0.01
2.2	浇筑 C20 砼	m <sup>3</sup>	6.75	630.86	0.43
3	综合管理				2.88
3.1	人工巡查	次·人	96	300	2.88
(二)	监测工程				67.78
1	不稳定地质体监测				9.48
1.1	GNSS 点运维费	点*年	24	3948	9.48
2	含水层监测				5.26
2.1	水位测量	次	24	120	0.29
2.2	水样取样及送检运输费	次	4	2840	1.14
2.3	水质分析	组	16	2400	3.84
3	地形地貌及生态系统监测				45.41
3.1	购买高精度卫星遥感数据	km <sup>2</sup>	29.28	10000	29.28
3.2	遥感数据解译	km <sup>2</sup>	29.28	5000	14.64
3.3	地形地貌破坏、土地损毁分析、土壤复垦质量分析、植被生态系统分析	次	1	15000	1.5
4	水土监测				7.62
4.1	水样取样及送检运输费	次	4	2840	1.14
4.2	水质分析	组	16	2400	3.84
4.3	取土样及送检运输费	次	2	2840	0.57
4.4	土壤分析	组	8	2600	2.08

表 7.4-5 近期土地复垦各年度工程施工费用估算表

序号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
一	第一年				339.31
(一)	17103 工作面塌陷区土地复垦工程 (已批复)	项	1	3393100	339.31
二	第二年				1229.76
(一)	土壤重构工程				1202.87
1	充填工程				31.41

子洲县永兴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）

1.1	裂缝充填	m <sup>3</sup>	9851	31.89	31.41
2	土壤剥覆工程				214.59
2.1	表土剥离	m <sup>3</sup>	9332	21.04	19.63
2.2	表土回覆	m <sup>3</sup>	9332	21.04	19.63
2.3	客土覆土	m <sup>3</sup>	41050	42.71	175.32
3	清理工程				916.01
3.1	废弃建筑物拆除	m <sup>3</sup>	9852	336.95	331.96
3.2	基础拆除	m <sup>3</sup>	6568	24.49	16.09
3.3	硬化地面拆除	m <sup>3</sup>	9852	81.03	79.83
3.4	垃圾清运（运距 50km）	m <sup>3</sup>	26272	135.80	356.77
3.5	建筑垃圾消纳费	m <sup>3</sup>	26272	50.00	131.36
4	平整工程				29.76
4.1	土地平整	m <sup>3</sup>	35474	7.00	24.83
4.2	土地翻耕	hm <sup>2</sup>	14.29	3451.73	4.93
5	生物化学工程				11.08
5.1	土壤培肥（有机肥）	kg	82080	1.35	11.08
(二)	植被重建工程				26.90
1.1	山杏	株	310	79.66	2.47
1.2	油松	株	436	89.60	3.91
1.3	紫穗槐	株	36485	2.86	10.43
1.4	沙棘	株	496	2.65	0.13
1.5	紫花苜蓿	hm <sup>2</sup>	27.51	3617.90	9.95
三	第三年				117.81
(一)	土壤重构工程				100.84
1	充填工程				28.88
1.1	裂缝充填	m <sup>3</sup>	9057	31.89	28.88
2	土壤剥覆工程				36.04
2.1	表土剥离	m <sup>3</sup>	8564	21.04	18.02
2.2	表土回覆	m <sup>3</sup>	8564	21.04	18.02
4	平整工程				11.55
4.1	土地平整	m <sup>3</sup>	9913	7.00	6.94
4.2	土地翻耕	hm <sup>2</sup>	13.37	3451.73	4.61
5	生物化学工程				24.37
5.1	土壤培肥（有机肥）	kg	180495	1.35	24.37
(二)	植被重建工程				16.97
1.1	山杏	株	28	79.66	0.22
1.2	油松	株	1356	89.60	12.15

## 子洲县永兴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）

1.3	沙棘	株	1356	2.65	0.36
1.4	紫花苜蓿	hm <sup>2</sup>	11.71	3617.90	4.24
四	第四年				117.34
(一)	土壤重构工程				110.16
1	充填工程				25.06
1.1	裂缝充填	m <sup>3</sup>	7859	31.89	25.06
2	土壤剥覆工程				31.17
2.1	表土剥离	m <sup>3</sup>	7408	21.04	15.59
2.2	表土回覆	m <sup>3</sup>	7408	21.04	15.59
4	平整工程				13.60
4.1	土地平整	m <sup>3</sup>	8513	7.00	5.96
4.2	土地翻耕	hm <sup>2</sup>	22.13	3451.73	7.64
5	生物化学工程				40.33
5.1	土壤培肥（有机肥）	kg	298755	1.35	40.33
(二)	植被重建工程				7.18
1.1	油松	株	72	89.60	0.65
1.2	沙棘	株	4568	2.65	1.21
1.3	紫花苜蓿	hm <sup>2</sup>	14.71	3617.90	5.32
五	第五年				146.87
(一)	土壤重构工程				138.36
1	充填工程				31.14
1.1	裂缝充填	m <sup>3</sup>	9765	31.89	31.14
2	土壤剥覆工程				38.92
2.1	表土剥离	m <sup>3</sup>	9249	21.04	19.46
2.2	表土回覆	m <sup>3</sup>	9249	21.04	19.46
4	平整工程				17.20
4.1	土地平整	m <sup>3</sup>	10742	7.00	7.52
4.2	土地翻耕	hm <sup>2</sup>	28.04	3451.73	9.68
5	生物化学工程				51.10
5.1	土壤培肥（有机肥）	kg	378540	1.35	51.10
(二)	植被重建工程				8.51
1.1	山杏	株	144	79.66	1.15
1.2	油松	株	168	89.60	1.51
1.3	沙棘	株	168	2.65	0.04
1.4	紫花苜蓿	hm <sup>2</sup>	16.07	3617.90	5.81

## 第八章 保障措施与效益分析

### 一、保障措施

#### （一）组织保障

1、矿山地质环境治理恢复制度要规范化，该矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）由永兴煤矿负责并组织实施，应建立领导小组，由矿长任组长，配备专人负责矿山地质环境保护与土地复垦工作，并自觉接受地方自然资源行政主管部门的监督、检查，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。

组长：杨俊刚（法人代表）；

副组长：高祚（总工程师）；

组员：地测科（负责招标、材料设备采购、技术及施工）、财务总监（负责费用提取及下拨）、安全专员（负责安全监督及灾害预警）、环保专员（负责土地复垦管护工作的组织与实施）、矿山地质环境监测专员（负责矿山地质环境及土地复垦监测的组织和实施）、资料员（矿山恢复治理及土地复垦工作资料管理及建档）等。

2、矿山地质环境治理恢复过程要规范化，应严格按照建设项目管理程序实行招投标制，选择有施工资质、技术力量强的施工单位负责项目的实施，加强管理。

3、矿山地质环境治理恢复与土地复垦资料必须规范化，包括勘察、设计、施工日志、竣工验收资料，以及治理过程工程量及经费要及时整理、归档，便于后期自然资源主管部门核查。

#### （二）技术保障

1、根据项目工作要求，选派有经验的技术人员组成施工部，按照指挥部的统一部署和设计要求开展工作。

2、配备性能良好的交通运输工具、通讯工具、测量仪器及其它生产设备，分析测试任务由具有相关资质的实验室承担，图件制作采用先进的数字化处理系统及机助成图系统，确保工程质量。

3、加强施工过程监理，关键工序聘请专家指导。

4、生产过程中严格实施质量三检制度（自检、互检、抽检），确保工程质量，争创优质工程。

5、在项目实施过程中，严格按照技术规范、规程及设计书、施工方案要求操作，对项目全过程进行质量监控，不允许出现不合格的原材料、中间成果和单项工程，确保最终成果的高质量。

6、制定《质量责任制考核办法》，并依据《办法》对各作业组、作业人员定期进行质量责任制考核，确保质量目标实现。

7、随时接受主管单位和其他有关部门的监督、检查和指导。

### （三）资金保障

根据陕西省自然资源厅、陕西省财政厅、陕西省生态环境保护厅、陕西省林业局关于印发《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》的通知（陕自然资规〔2024〕1757号），矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用计入选入生产成本，在所得税前列支。矿山企业应在银行设立对公专用账户，单独设置矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金科目，每月按照原矿销售收入、开采矿种系数、开采方式系数、地区系数等综合提取基金。

基金计提数额=原矿月销售收入×矿种系数×开采系数×地区系数

永兴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）。

按照煤炭售价元/t计算，永兴煤矿近期各年提取基金见表8.1-1。

表8.1-1 永兴煤矿提取基金一览表

生产能力 (万t/年)	月销售 (万t)	销售 价格 (元/t)	年销售 收入 (万元)	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/t

即每年吨煤提取基金为元，年提取基金数额万元。所提基金占煤炭销售价的1.85%。当煤炭售价变化时，按照实际进行调整。

本方案服务期吨煤投元，适用期吨煤投资元，均低于吨煤提取基金元，煤矿应按销售价进行计提基金，所提出的基金能够满足本矿矿山

地质环境治理恢复与土地复垦工程措施的费用。

矿山企业应在闭坑的前一年提取足额基金用于矿山范围内尚未实施的矿山地质环境治理恢复、土地复垦及管护工程。

矿山企业年度提取的基金累计不足以本年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用的，或低于本《方案》中估算的年度治理恢复与土地复垦费用的，应以本年度实际所需费用或《方案》中估算年度费用进行补足。

基金提取后应及时用于矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程，不得挤占和挪用。按要求完成治理恢复与土地复垦任务后的年度结余资金可转接下年度使用。

矿山企业不履行治理恢复与土地复垦义务或者履行不到位且拒不整改的，可由自然资源主管部门委托第三方进行治理恢复，该费用从矿山企业提取的基金中列支。

#### （四）监管保障

煤矿将委托有规划设计资质的单位进行矿山地质环境治理工程与土地复垦规划设计，由有资质的监理单位承担监理工作。

土地复垦前，请自然资源管理部门组织进行项目区内土地权属调查确认和登记，土地复垦后再进行土地权属调整和分配，确保土地复垦工作的顺利进行。按照方案确定的年度进度安排逐地块、逐区域落实，对土地开发复垦实行统一管理。

本方案实施严格的监测制度，监测机构应具有相应监测资质，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，作出简要评价，并定期报送当地自然资源主管部门；在土地复垦工程竣工验收时，监测单位应提交竣工验收监测专题报告。

土地复垦工程实施严格的招投标与目标责任制度。施工中进行工程监理，按监理的工作程序、工作标准和监理工作规定开展本方案土地复垦监理工作，对工程的进度、质量、投资实行控制，负责土地复垦工程施工的安全监理。

实行严格的工程验收制度，复垦工程将严格按照“复垦方案”的技术要求执行，制定严格的工程考核制度。在验收中，应严格验收制度，验收人员对照复垦单元措施逐项核实工程量，鉴定工程质量，填报验收表，写出验收总结，验收不合格，应限期整改。

定期向自然资源主管部门汇报土地复垦工程的实施进展情况、存在的问题，

结合工程进度提出具体的改进和补救措施，确保复垦工程的全面完成。

### （五）公众参与

为了解本工程项目所在区域公众对本工程项目的态度，本方案在编制之时进行了公众参与调查，在矿方的支持与配合下，编制单位走访了坬墕村、九河坪村、芦草咀村，对项目进行了公示。向政府有关人员及当地村民详细介绍了项目的性质、类型、规模及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面塌陷及土地损毁；介绍项目投资、建成后企业带来的经济效益和促进地方经济发展的情况，征求了各方对土地复垦的意见，确保被调查人员对土地复垦及该煤矿建设项目有充分的了解。

乡镇及管理部门建议：方案将老窑周边的空闲地废弃砖石进行清理与复垦工作纳入，对上期《方案》遗留历史问题进行处理，对采空区损毁土地加大治理力度，完善对在册灾点的监测工作，将基金用到实处。

通过散发公众参与调查表及张贴公告的形式，向项目区各方共发放调查表 60 份，收回有效问卷 52 份，回收率 86%。问卷调查对象主要为项目影响区的政府有关部门工作人员及当地农民，其中接受初、中等教育者 46 人，占 77%；接受高等教育者 14 人，占 23%。被调查人群中对该项目均有一定的了解，93% 支持该工作，7% 的公众持无所谓态度，无不支持者。

周围民众认为永兴煤矿的建设能促进当地经济的发展，但同时对当地生态环境造成一定影响，希望按照国家相关规定，及时采取措施进行矿山地质环境恢复治理与土地复垦，并提出如下建议：

- (1) 土地复垦的措施主要有表土剥覆、植被恢复、土地平整；
- (2) 植被恢复选择当地物种，如松树、沙棘、沙打旺、紫花苜蓿；
- (3) 对于搬迁废弃地垃圾尽快拆除，矿区受损道路及时维修；
- (4) 希望土地复垦后比原环境有所改善。

## 二、效益分析

### （一）社会效益

永兴煤矿生产带动了社会经济的发展，促进了采掘业、运输业、商业、服务业及加工业的发展，带来更多的就业机会，改善了当地的产业结构，提高当地居民的生活水平。

通过治理，复垦了耕地、园地，恢复耕地的使用功能，消除耕地破坏带来的不安定因素，安定民心，增加村民的就业机会，改善农村经济结构，促进农村经济发展，促进社会和谐发展，具有明显的社会效益。

## （二）环境效益

### 1、防治土壤性状恶化导致植株死亡

本项目区土地损毁的主要表现形式为场地压占、沉陷区地表裂缝损毁，通过沉陷区裂缝、土地复垦及时治理，防治了土壤漏水漏肥、土壤板结以及贫瘠化、植株根系生长困难或因缺水导致植株死亡。

### 2、防治不稳定地质体隐患

通过监测不稳定地质体防治隐患，维修道路确保正常出入。通过土地复垦工程的实施，提高地形稳定性，尤其是沉陷区陡坡以及坡面稳定性，防止次生不稳定地质体发生。

### 3、增加植被覆盖度，改善空气质量

方案实施后，土地合理利用、协调发展，水土流失得到有效的控制，农作物种植结构将得到改善，项目区的生态系统得到保护。通过综合措施恢复土地的可利用性，改善煤矿的生态环境；植物防护措施可增加林地和草地面积，提高林草覆盖率，美化环境，促进生态文明建设；土壤有机质含量、土壤养分不平衡状况可以通过增施有机肥和土壤培肥得到缓解。

通过复垦耕地、林地、草地，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，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。生态效益显著。

## （三）经济效益

本项目主要效益为新增耕地、林地和草地效益，项目实施后年直接效益 11472.94 万元。

### 1、耕地增产收益

项目实施后，新增耕地面积 9.05hm<sup>2</sup>，根据当地经验，结合项目区实际情况，新增耕地可进行玉米种植，效益计算见表 8.2-1。

表 8.2-1 新增耕地效益计算表

种类	新增耕地面积 (hm <sup>2</sup> )	规划单产 (kg/亩)	价格 (元/kg)	投资标准 (元/亩)	新增耕地收益 (万元)
玉米	9.05	1000	2	500	20.36

### 2、林地收益

复垦区共种植各类乔木 68882 株，十年后成材，株成材达 0.30m<sup>3</sup>，参照现市场行情分析，每立方米按 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 145179 株，十年后成材，株成材达 0.08m<sup>3</sup>，参照现市场行情分析，每 m<sup>3</sup> 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 新增林地效益计算表

种类	数量	折合方量 (m <sup>3</sup> )	价格 (元/m <sup>3</sup> )	毛利润 (万元)	投资标准 (元/株)	投资 (万元)	净收益 (万元)
乔木	114510	34353	3000	10306	20	229	10077
灌木	372499	29800	500	1490	5	186	1304

综合乔灌木，林地净收益为 11381 万元。

### 3、草地收益

复垦区种草面积 1014.12hm<sup>2</sup>，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/hm<sup>2</sup>，则复垦区草地收益为 70.99 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

#### （一）矿山基本情况

永兴煤矿位于子洲县西南直距约 40km 处，向北距榆林市 90km，向西北距靖边县约 73km，向东南距清涧县约 60km，向南距子长县约 38km。行政区划隶属于陕西省子洲县马岔镇管辖。矿区面积 29.2757km<sup>2</sup>，开采方式为地下开采，批准开采煤层为Ⅶ上、Ⅶ中号煤层，采煤方法为走向长壁后退式采煤方法，综采采煤工艺。

#### （二）方案规划年限

方案规划年限为 58 年，其中开采 49.7 年，稳沉期 2 年，管护期 6 年。适用年限为 5 年（2025 年-2029 年），具体实施基准期自自然资源主管部门公告之日起，5 年后重新编制方案。

#### （三）矿山地质环境影响评估

##### 1、评估级别与面积

永兴煤矿为井工开采的中型煤矿，生产规模 0.6Mt/a，评估区为重要区，地质环境条件复杂，评估级别为一级，评估区面积 31.5871km<sup>2</sup>。

##### 2、现状评估

###### （1）不稳定地质体现状评估

现状条件下矿区本方案不稳定地质体 7 处，分别为地面塌陷（TX1）、采空塌陷隐患（CK1）、ZD013（总牛嘴圪垯滑坡）、ZD014（麻舍科北 400m 滑坡）、ZD108（总牛嘴圪垯不稳定斜坡）、ZD109（曹家河村北公路不稳定斜坡）、泥石流隐患（N1）。

其中地面塌陷（TX1）威胁塌陷区内生产道路，危害程度中等，危险性中等；泥石流隐患（N1）威胁风井场地，危害程度中等，危险性中等；其余不稳定地质体危险性小，危害程度小。

###### （2）含水层现状评估

煤矿地表沉陷及地裂缝的产生，破坏了三叠系瓦窑堡组煤层顶板砂岩裂隙承压含水层结构，导致其水位下降，矿山开采对含水层结构影响较严重。含水层水

位、水量、水质影响较轻。

总体上，含水层现状评估影响程度较严重。

### （3）地形地貌景观现状评估

工业场地、风井场地、进场道路等地面工程长期压占土地，施工过程改变了原生地形地貌景观，使其变成了人工建筑物，影响严重。

### （4）水土环境现状评估

根据周边村民饮用水水质调查，并未影响地表水及地下水正常使用，因此，现状评估水环境影响程度较轻；对土壤破坏多为物理破坏，影响较轻。

### （5）现状评估分级与分区

现状评估将全区划分为3级4个不同影响程度区，其中：2个影响严重区，面积0.1635km<sup>2</sup>，占评估区比例0.52%；1个影响较严重区，面积1.1337km<sup>2</sup>，占评估区比例3.59%；1个影响较轻区，面积30.2899km<sup>2</sup>，占评估区比例95.89%。

## 3、预测评估

### （1）不稳定地质体预测评估

工业场地、风井场地等地面建设工程后续不再施工建设，遭受、引发不稳定地质体的可能性小，危险性小，影响程度较轻。

井工开采累计最大下沉值约2.83m，采矿活动对房屋的损毁等级为IV级，危害程度严重，危险性大；对冯槐路及乡村道路造成损毁，危害程度中等，危险性中等；影响输电线路，危害程度中等，危险性中等。

总体上，不稳定地质体预测评估影响程度较严重。

### （2）含水层预测评估

根据导水裂隙带预测结果，开采产生的导水裂隙带破坏了三叠系瓦窑堡组煤层顶板砂岩裂隙承压含水层，含水层结构破坏，影响较严重。

导水裂隙带未沟通至地表，主要供水含水层第四系全新统冲洪积层潜水受开采影响较轻，含水层的水质影响较轻。

总体上，含水层预测评估影响程度较严重。

### （3）地形地貌景观预测评估

工业场地、风井场地等地面工程已使用多年，景观设计、绿化措施完善，无新建工程，地面塌陷对地面标高不会产生较大影响，引起地表坡度变化较小，地

形地貌总体类型不会产生太大改变。

总体上，地形地貌景观预测评估影响程度较轻。

#### （4）水土环境预测评估

生活污水、矿井水达标处理后，全部回用，影响较轻。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；砾石理化性质单一，对土壤理化性质影响程度较轻。

总体上，水土环境预测评估影响程度较轻。

#### （5）预测评估分级与分区

通过不同矿山地质环境问题预测评估结果的叠加分析，全区共划分划分**3级6个不同影响程度区**，1个影响严重区 $3.0159\text{km}^2$ ，占评估区比例9.55%；2个影响较严重区，面积 $21.6537\text{km}^2$ ，占评估区比例68.55%；3个影响较轻区，面积 $6.9175\text{km}^2$ ，占评估区比例21.90%。

### （四）矿山土地损毁预测与评估

土地损毁形式分为压占和沉陷损毁两种类型。压占损毁为工业场地、风井场地、进场道路；沉陷损毁包括轻度损毁、中度损毁土地。

#### （五）矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

##### 1、矿山地质环境治理分区

矿山地质环境治理分区将全区共划分**3级6个不同防治区**，其中：3个重点防治区，面积 $3.1794\text{km}^2$ ，占评估区比例10.07%；2个次重点防治区，面积 $21.6537\text{km}^2$ ，占评估区比例68.55%；1个一般防治区，面积 $6.7540\text{km}^2$ ，占评估区比例21.38%。

##### 2、土地复垦责任范围

本项目永久性建设用地在煤矿服务年限结束后不再留续使用，复垦责任范围与复垦区一致，由永久性建设用地和损毁土地构成，永久性建设用地面积为 $12.28\text{hm}^2$ ，损毁土地面积 $2471.14\text{hm}^2$ ，合计面积 $2483.42\text{ hm}^2$ 。

权属到子洲县永兴煤业有限公司、党家坪村、冯家墕村、坬墕村、九河坪村、芦草咀村、子洲县交通局、子洲县水利局。

### （六）矿山地质环境治理与复垦工程

##### 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：在工业场地、煤矿边界、主要大巷等都留有煤柱。
- (2) 避让：按开采计划，搬迁避让。
- (3) 合理规划土地复垦：采前建立土地复垦规划，在沉陷盆地基本恢复以后，及时进行整理复垦，恢复土地功能。
- (4) 保护、利用好表土：保护、利用好耕作层土壤和表层土壤。

## 2、矿山地质环境治理工程

部署了近期（2025—2029 年）、中期（2030—2074 年）、后期（2075—2082 年）矿山地质环境治理工程。

工程措施：维修受损道路、维修输电线路杆塔、井筒封闭、综合管理等。

## 3、土地复垦工程

部署了第一阶段（2025—2029 年），第二阶段（2030—2074 年）和第三阶段（2075—2082 年）土地复垦工程。

工程措施：表土剥覆工程、裂隙充填工程、清理工程、平整工程、土地翻耕、土壤培肥、林草恢复工程、道路工程等。

## 4、矿山地质环境监测

编制了矿山地质环境监测方案，部署了不稳定地质体监测点 48 个，含水层监测点 4 个，地表水监测点 4 个，土壤监测点 4 个，卫星遥感影像每年一次。

## 5、矿区土地复垦监测与管护

土地复垦监测主要包括土地损毁监测和复垦效果监测。本方案布置土地损毁监测点 58 处，复垦植被监测点 38 处，对其监测，对复垦植被进行管护。

管护林地面积 411.52hm<sup>2</sup>，草地面积 1014.12hm<sup>2</sup>。

### （七）矿山地质环境治理与土地复垦经费估算

本方案矿山地质环境保护与土地复垦估算总费用 28693.18 万元。其中矿山地质环境保护估算投资 9033.65 万元，剩余可采储量 Mt，吨煤投资 元；土地复垦估算投资 19659.53 万元，复垦责任范围 2483.42hm<sup>2</sup>，亩均投资 5277.54 元。

近期地质环境保护与土地复垦估算投资为 3143.92 万元。矿山地质环境保护估算投资 730.84 万元，按近期年生产能力 0.6Mt/a 计算，平均吨煤投资 10.48 元；

土地复垦估算投资 2413.08 万元，近期治理面积 183.14hm<sup>2</sup>，亩均投资 8784.10 元。

## 二、建议

- 1、采空塌陷区治理应依据开采进度，及时治理；
- 2、应尽快取得水样、土样的背景值数据，为后续监测与复垦工作提供数据支撑；
- 3、林草地植被恢复工程实施后注意后续养护管护工作持续跟进；
- 4、认真落实《方案》布置工程，依据时间节点完成有关工程实施；
- 5、已实施完成工程，尽快准备资料申请验收，并做好本方案与年度计划、年度验收的接轨。