

横山县波罗镇山东煤矿  
矿区生态修复方案  
(矿山地质环境保护与土地复垦方案)

横山县波罗镇山东煤矿  
2026年1月

横山县波罗镇山东煤矿  
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: 横山县波罗镇山东煤矿

法人代表人: 黄华居

总工程师: 朱广东

编制单位: 陕西景博远科工程科技有限公司

法人代表人: 高凯军

总工程师: 刘栋 刘栋

项目负责: 赵雅蕾 赵雅蕾

编写人员: 李文涛 赵佳慧 裴东宝

李文涛 赵佳慧 裴东宝

制图人员: 王新志 刘帅

王新志 刘帅

# 横山县波罗镇山东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）

矿山企业	企业名称	横山县波罗镇山东煤矿			
	法人代表	黄华居	联系电话	18760866666	
	单位地址	陕西省横山县波罗镇			
	矿山名称	山东煤矿			
	采矿许可证	<input checked="" type="checkbox"/> 新申请 <input type="checkbox"/> 持有 <input type="checkbox"/> 变更 以上情况请选择一种并打“√”			
编制单位	单位名称	陕西景博远科工程科技有限公司			
	法人代表人	高凯军	联系电话	18909122336	
	主要编制人员	姓名	签字	职责	电话
		赵雅蕾	赵雅蕾	项目负责	15891789842
		李文涛	李文涛	技术负责	18392103103
		赵佳慧	赵佳慧	地环编制	13720713450
		裴东宝	裴东宝	土地复垦 编制、制图	17695726730
王新志		王新志	预算编制	15909819296	
	刘帅	制图	18691232859		
审查申请	我单位已按要求编制横山县波罗镇山东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），保证方案中所引数据的真实性，同意按国家相关保密规定对文本进行相应处理后进行公示，承诺按批准后的方案做好矿山地质环境与土地复垦工作。 请予以审查。				
	 申请单位（矿山企业盖章）				
	联系人：朱广东		联系电话：18635030407		

# 《横山县波罗镇山东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11月14日，陕西省自然资源厅邀请有关专家（名单附后）在西安市对横山县波罗镇山东煤矿委托陕西景博远科工程科技有限公司编制的《横山县波罗镇山东煤矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》（以下简称《方案》）进行了评审。受陕西省自然资源厅委托，省地质环境监测总站组织召开本次会议，会前部分专家到矿山进行了实地踏勘。专家组在听取汇报、审阅《方案》、附件及附图的基础上，经过质询答辩后，形成如下意见：

一、《方案》完成的工作量满足编制要求。《方案》收集资料8份，完成调查面积5.345km<sup>2</sup>，评估区面积4.8461km<sup>2</sup>，地质环境调查点95个、土地复垦调查点48个。《方案》附图、附表及附件完整，插图及插表齐全，格式符合编制要求。

二、《方案》编制依据充分，治理规划总体部署年限和适用年限合理。依据《关于〈横山县波罗镇山东煤矿矿山资源开发利用方案（变更）〉审查意见的函》（陕矿评利用函〔2023〕53号）及2023、2024年《储量年报》评审意见等，截止2024年12月31日，矿山剩余可采储量\*\*\*\*\*万t，矿山剩余服务年限为4.7年，沉稳期1.3年，管护期6年，《方案》规划服务年限为12年（2026年-2037年），《方案》适用期为5年（2026年-2030年），《方案》

编制基准年为 2024 年,《方案》实施基准期以自然资源部门公告之日算起。

三、矿山基本情况和其它基础信息叙述完整。山东煤矿为生产矿井,采矿许可证号为 C6100002009081120031813, 矿权面积  $4.7471\text{km}^2$ , 生产规模由  $0.60\text{Mt/a}$  提升至  $0.90\text{Mt/a}$ , 开采标高 960 米~910 米, 开采煤层为 3 号煤层, 综合机械化一次采全高采煤法, 全部垮落法管理顶板。土地利用现状涉及 10 个一级类和 21 个二级类, 土地利用现状叙述清晰。矿山属于地下开采, 允许地表塌落, 根据矿山开采方式和采矿方法, 确定矿种系数为 1.4% (煤炭价格  $\leq 600$  元/吨), 开采影响系数为 1.2 (允许地表塌落), 地区系数为 1.1 (陕北地区)。

四、矿区自然地理和地质环境背景叙述正确。评估区重要程度属重要区, 矿山生产规模  $0.90\text{Mt/a}$ , 为中型煤矿, 矿山地质环境复杂程度属复杂类型, 据此确定矿山地质环境影响评估级别为一级是正确的, 评估区总面积  $4.8461\text{km}^2$ , 评估范围划定合理。

五、矿山地质环境现状评估和预测评估结论合理, 评估结果符合实际。现状评估将评估区划分为 2 级 2 个不同影响程度区, 其中较严重影响区 1 处, 面积  $0.6581\text{km}^2$ , 占评估区比例 13.58%; 较轻影响区 1 处, 面积  $4.188\text{km}^2$ , 占评估区比例 86.42%。预测评估将评估区划分为 2 级 2 个不同影响程度区, 其中较严重影响区 1 处, 面积  $1.2724\text{km}^2$ , 占评估区比例 26.26%; 较轻影响区 1 处, 面积  $3.5737\text{km}^2$ , 占评估区比例 73.74%。

六、矿山土地损毁现状调查、预测评估结论基本合理，土地损毁的环节和时序正确，已损毁土地现状叙述明确，拟损毁土地预测基本合理。矿山已损毁土地面积为  $65.81\text{hm}^2$ ，拟损毁土地面积  $127.24\text{hm}^2$ ，合计损毁土地面积  $193.05\text{hm}^2$ 。

七、矿山地质环境保护与治理分区原则正确，分区结果合理，全区共划分为 2 级 3 个不同保护与恢复治理区，其中次重点防治区 2 处，面积共  $1.9305\text{km}^2$ ，占评估区面积的 39.84%；一般防治区 1 处，面积  $2.9156\text{km}^2$ ，占评估区的 60.16%。复垦区及复垦责任范围划定合理，土地权属明确。复垦区包括损毁土地、永久性建设用地，复垦区面积  $207.06\text{hm}^2$ ，其中损毁土地面积  $193.05\text{hm}^2$ 、永久性建设用地面积  $14.01\text{hm}^2$ 。矿山闭坑后，工业场地（面积为  $14.01\text{hm}^2$ ）拟留续使用，复垦责任范围面积  $193.05\text{hm}^2$ 。

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正确，复垦适宜性结论合理。

九、《方案》提出的矿山地质环境保护与土地复垦目标与任务明确，治理与复垦工程内容及技术方法可行，治理与复垦工程量基本合理，具有可操作性。矿山地质环境治理工程措施包括：受损道路维修、输电线路塔基维修、井筒封闭等。土地复垦工程主要包括：沉陷区裂缝充填、土地平整、土地翻耕、土壤培肥、植被恢复，配套灌溉工程、道路工程、管护工程等。采用 GNSS 自动化监测、无人机航测、遥感监测、InSAR 监测、人工巡查及采样分

析等措施，实施矿山地质环境、土地损毁以及植被生态等综合性监测。适用期矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程措施见表 1。

表 1 适用期矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程措施表

年度	矿山地质环境治理措施及工程量	土地复垦措施及工程量
第一年	<p>1. 治理不稳定地质体 H1、H2。</p> <p>2. 受损乡村道路修复，长度 4050m，平均宽度 4m，采用水泥混凝土路面。</p> <p>3. 两处不稳定地质体设置 2 个 GNSS 监测点；将 3101 工作面 GNSS-3 迁移至 3112 工作面；将 3102 工作面的 GNSS-4 迁移至 3112 工作面；将 3103 工作面的 GNSS-5、6 迁移至 3112 工作面；将 3106 工作面的 GNSS-7-12 迁移至 3112 工作面。20 个 GNSS 设备维护。</p> <p>4. 2 处自动化监测井（HJ21、HJ22）水位自动化监测，每井每年采集分析水质 3 次。</p> <p>5. 采用高分遥感影像实施全区综合性监测。采用 InSAR 开展全矿区 5.345km<sup>2</sup> 地表形变监测；对本年度 3112 工作面沉陷区、下一年开采 3107 工作面地表进行无人机监测，监测面积 0.6327km<sup>2</sup>。</p> <p>6. 沙界沟上、下游地表水每年每断面（W1、W2）流量监测 3 次、水质采样 3 次。</p> <p>7. 工业场地、采煤塌陷区 2 处土壤环境质量监测每年每点 1 次。</p> <p>8. 人工巡查 24 次，设置警示牌 4 个。</p> <p>9. 《两案》编制、年度计划及验收报告。</p>	<p>1. 对已损毁稳沉的 3109、3110、3111 工作面地表损毁土地进行复垦，复垦面积 65.81hm<sup>2</sup>，包括裂缝充填 2.12 万 m<sup>3</sup>、土壤剥覆 26309m<sup>3</sup>、土地平整 23439m<sup>3</sup>、维修灌溉渠道 125m、土地翻耕 4.66hm<sup>2</sup>；栽植樟子松 19893 株、紫穗槐 1211 株；草地补撒紫花苜蓿；整修田间道路 1781m、生产道路 3562m。</p> <p>2. 对本年度开采的 3112 工作面地表裂缝进行充填。</p> <p>3. 复垦土地质量监测 25 次、植被效果监测 75 次、复垦配套设施监测 4 次；林地管护 45.26hm<sup>2</sup>、草地管护 2.67hm<sup>2</sup>。</p> <p>4. 全井田进行植被样方调查监测 6 处。</p>

年度	矿山地质环境治理措施及工程量	土地复垦措施及工程量
第二年	<p>1. 受损乡村道路修复，长度 3375m，平均宽度 4m，采用水泥混凝土路面。</p> <p>2. 维修受损输电线路杆 12 根。</p> <p>3. 将 3105 工作面的 GNSS13-18 迁移至 3107 工作面上；20 个 GNSS 设备维护。</p> <p>4. 2 处自动化监测井（HJ21、HJ22）进行水位自动化监测，每井每年采集分析水质 3 次。</p> <p>5. 对本年度 3107 工作面沉陷区、下一年开采 3108 工作面地表进行无人机监测，监测面积 0.5218km<sup>2</sup>。</p> <p>6. 沙界沟上、下游地表水每年每断面（W1、W2）流量监测 3 次、水质采样 3 次。</p> <p>7. 工业场地、采煤塌陷区 2 处土壤环境质量监测每点每年 1 次。</p> <p>8. 人工巡查 24 次，设置警示牌 5 个。</p> <p>9. 年度计划及验收报告。</p>	<p>1. 对 3112 工作面地表损毁稳沉土地进行复垦，复垦面积 44.53hm<sup>2</sup>，包括裂缝充填 1.96 万 m<sup>3</sup>，土壤剥覆 26309m<sup>3</sup>、土地平整 21636m<sup>3</sup>、维修灌溉渠道 425m，土地翻耕 4.30hm<sup>2</sup>；栽植樟子松 18362 株、紫穗槐 1118 株；撒播紫花苜蓿 44.24hm<sup>2</sup>；整修田间道路 1644m、生产道路 3288m。</p> <p>2. 对本年度开采的 3107 工作面地表裂缝进行充填。</p> <p>3. 复垦后土地质量监测 25 次、植被效果监测 75 次、复垦配套设施监测 4 次，林地管护 41.78hm<sup>2</sup>、草地管护 2.46hm<sup>2</sup>。</p> <p>4. 全井田进行植被样方调查监测 6 处。</p>
第三年	<p>1. 受损乡村道路修复，长度 3510m，平均宽度 4m，采用水泥混凝土路面。</p> <p>2. 维修受损输电线路电线杆 10 根。</p> <p>3. 将 3111 工作面的 GNSS-3、将 3110 工作面的 GNSS-4、3109 工作面的 GNSS-5、6 迁移至 3108 工作面；20 个 GNSS 设备进行维护。</p> <p>4. 2 处自动化监测井（HJ21、HJ22）进行水位自动化监测，每井每年采集分析水质 3 次。</p> <p>5. 对本年度 3108 工作面沉陷区无人机监测，监测面积 0.2654km<sup>2</sup>。</p> <p>6. 沙界沟上、下游地表水每年每断面</p>	<p>1. 对 3107 地表损毁稳沉土地进行复垦，复垦面积 50.9hm<sup>2</sup>，包括裂缝充填 1.47 万 m<sup>3</sup>、土壤剥覆 19731m<sup>3</sup>、土地平整 16227m<sup>3</sup>、维修灌溉渠道 620m，土地翻耕 3.23hm<sup>2</sup>；栽植樟子松 13772 株、紫穗槐 838 株；撒播紫花苜蓿 33.18hm<sup>2</sup>；整修田间道路 1233m、生产道路 2466m。</p> <p>2. 对本年度开采的 3108 工作面地表裂缝进行充填。</p>

年度	矿山地质环境治理措施及工程量	土地复垦措施及工程量
	<p>(W1、W2) 流量监测 3 次、水质采样 3 次。</p> <p>7. 工业场地、采煤塌陷区 2 处土壤环境质量监测每点每年 1 次。</p> <p>8. 人工巡查 24 次，设置警示牌 3 个。</p> <p>9. 年度计划及验收报告。</p>	<p>3. 复垦后土地质量监测 25 次、植被效果监测 75 次、复垦配套设施监测 4 次，林地管护 <math>31.34\text{hm}^2</math>、草地管护 <math>1.85\text{hm}^2</math>。</p> <p>4. 全井田进行植被样方调查监测 6 处。</p>
第四年	<p>1. 受损乡村道路修复，长度 2565m，平均宽度 4m，采用水泥混凝土路面。</p> <p>2. 沙界沟形成的不稳定地质体治理。</p> <p>3. 维修受损输电线路电线杆 8 根。</p> <p>4. 不稳定地质体监测，20 个 GNSS 设备进行维护。</p> <p>5. 2 处自动化监测井 (HJ21、HJ22) 进行水位自动化监测，每井每年采集分析水质 3 次。</p> <p>6. 对 3112、3107、3108 工作面地表沉陷区进行无人机监测，监测面积 <math>1.2156\text{km}^2</math>。</p> <p>7. 沙界沟上、下游地表水每年每断面 (W1、W2) 流量监测 3 次、水质 3 次。</p> <p>8. 工业场地、采煤塌陷区 2 处土壤环境质量监测每点每年 1 次。</p> <p>9. 人工巡查 24 次。</p> <p>10. 年度计划及验收报告。</p>	<p>1. 对 3108 工作面地表损毁沉土地进行复垦，复垦面积 <math>31.81\text{hm}^2</math>，包括裂缝充填 <math>1.63\text{ 万 m}^3</math>、土壤剥覆 <math>21924\text{m}^3</math>、土地平整 <math>18030\text{m}^3</math>、土地翻耕 <math>3.59\text{hm}^2</math>；维修灌溉渠道 510m，栽植樟子松 15302 株、紫穗槐 932 株；撒播紫花苜蓿 <math>36.87\text{hm}^2</math>；整修田间道路 1370m、生产道路 2740m。</p> <p>2. 复垦后土地质量监测 25 次、植被效果监测 75 次、复垦配套设施监测 4 次，林地管护 <math>34.82\text{hm}^2</math>、草地管护 <math>2.05\text{hm}^2</math>。</p> <p>3. 全井田进行植被样方调查监测 6 处。</p>
第五年	<p>1. 井筒封闭。</p> <p>2. 对不稳定地质体监测，4 个 GNSS 设备维护。</p> <p>3. 2 处自动化监测井 (HJ21、HJ22) 进行水位自动化监测，每井每年采集分析水质 3 次。</p>	<p>1. 复垦后土地质量监测 25 次、植被效果监测 75 次、复垦配套设施监测 4 次，林地管护 <math>20.89\text{hm}^2</math>、草地管护 <math>1.23\text{hm}^2</math>。</p> <p>2. 全井田进行植被样方调</p>

年度	矿山地质环境治理措施及工程量	土地复垦措施及工程量
	<p>4. 采用高分遥感影像实施全区综合性监测。对矿区进行 InSAR 形变监测，监测面积 5.345km<sup>2</sup>。</p> <p>5. 沙界沟上、下游地表水每年每断面 (W1、W2) 流量监测 3 次、水质 3 次。</p> <p>6. 工业场地、采煤塌陷区 2 处土壤环境质量监测每点每年 1 次。</p>	查监测 6 处。

十、矿山治理与土地复垦工程分为近期 5 年（2026 年～2030 年），远期 7 年（2031 年～2037 年）两个阶段。矿山地质环境保护与土地复垦工程总体部署、适用期年度工作安排基本合理。

十一、根据矿山地质环境保护与土地复垦工程部署、工程量及工程技术手段，参照相关标准进行经费估算，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 1512.44 万元、2666.57 万元，总费用为 4179.01 万元，吨煤投资 7.66 元（剩余可采储量 \*\*\* 万 t），静态亩均投资 9208.56 元（复垦责任范围 193.05hm<sup>2</sup>），经费估算基本合理。

《方案》适用期矿山地质环境治理和土地复垦工程静态费用为 1472.71 万元、1952.87 万元，总计 3425.58 万元。具体见表 2。

表 2 适用期年度矿山地质环境治理与土地复垦费用表 单位：万元

年度	矿山地质环境治理费用	土地复垦费用	小 计
第一年	445.13	522.37	967.50
第二年	225.69	474.29	699.98
第三年	166.35	341.36	507.71

年度	矿山地质环境治理费用	土地复垦费用	小计
第四年	420.65	386.50	807.15
第五年	214.89	228.35	443.24
合计	1472.71	1952.87	3425.58

十二、《方案》提出的各项保障措施和建议较合理，治理效益分析客观可信。

十三、榆林市自然资源和规划局横山分局对前一个方案进行了3次年度验收，即2020年及以前、2022年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦验收以及监测工程阶段性验收。榆林市自然资源和规划局对横山县波罗镇山东煤矿矿山地质环境保护与土地复垦适用期（2018-2022年）工程进行了验收。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，截至2025年10月31日，核定矿山企业应提取基金\*\*\*\*\*万元，实际提取基金\*\*\*\*\*万元，支取基金\*\*\*\*\*万元，账户积存基金及利息\*\*\*\*\*万元。

#### 十四、存在问题及建议

1. 细化采煤诱发沙界沟沟边不稳定地质体的防治工程；
2. 优化采煤沉陷裂缝充填及土地复垦综合性治理内容；
3. 矿山近于闭坑阶段，完善矿山地质环境、土地复垦、生态修复的综合性监测，为闭坑治理提供科学依据。
4. 提出矿山按规定编制闭坑所需的各种方案；不稳定地质体治理应委托有关单位进行勘查、设计、施工、监理。

综上，专家组同意《方案》通过审查，陕西景博远科工程科技有限公司按专家组及专家意见修改完善后由横山县波罗镇山东煤矿按程序上报。

专家组长：徐长生

2025年12月15日

《横山县菠萝镇山东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
徐友序	中国地质调查局西安地质调查中心	研究员	矿山环境	同意	徐友序
金海生	陕西核工业工程勘察院有限公司	正高工	水工环地质	同意	金海生
李吉平	陕西政贤公司	正高	地质	同意	李吉平
杜林伟	中煤科工北京津华宇工程公司	教授高	采矿工程	同意	杜林伟
任继卫	陕西师范大学	教授	生态修复	同意	任继卫
陈承斗	西安科技大学	教授	土地复垦	同意	陈承斗
赵印利	陕西水保地勘设计研究院	高工	土壤造作	同意	赵印利

# 目 录

<b>前 言</b> .....	<b>1</b>
一、任务的由来.....	1
二、编制目的.....	2
三、编制依据.....	2
四、方案适用年限.....	5
五、编制工作概况.....	6
<b>第一章 矿山基本情况.....</b>	<b>11</b>
一、矿山简介.....	11
二、矿区范围及拐点坐标.....	11
三、矿山开发利用方案概述.....	13
四、矿山开采历史及现状.....	25
<b>第二章 矿区基础信息.....</b>	<b>29</b>
一、矿区自然地理.....	29
二、矿区地质环境背景.....	34
三、矿区社会经济概况.....	44
四、矿区土地利用现状.....	46
五、矿山及周边其他人类重大工程活动.....	48
六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析.....	54
<b>第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估.....</b>	<b>74</b>
一、矿山地质环境与土地资源调查概述.....	74
二、矿山地质环境影响评估.....	75
三、矿山土地损毁预测与评估.....	101
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围.....	108
<b>第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析.....</b>	<b>118</b>
一、矿山地质环境治理可行性分析.....	118
二、矿区土地复垦可行性分析.....	121

<b>第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程.....</b>	<b>132</b>
一、矿山地质环境保护与土地复垦预防.....	132
二、矿山不稳定地质体治理.....	133
三、矿区土地复垦.....	138
四、含水层破坏修复.....	150
五、水土环境修复.....	150
六、矿山地质环境监测.....	151
七、矿区土地复垦监测和管护.....	165
<b>第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署.....</b>	<b>171</b>
一、总体工作部署.....	171
二、阶段实施计划.....	171
三、近期年度工作安排.....	172
<b>第七章 经费估算与进度安排.....</b>	<b>176</b>
一、经费估算依据.....	176
二、矿山地质环境治理工程经费估算.....	161
三、土地复垦工程经费估算.....	182
四、总费用汇总与年度安排.....	187
<b>第八章 保障措施与效益分析.....</b>	<b>195</b>
一、组织保障.....	195
二、技术保障.....	196
三、资金保障.....	197
四、监管保障.....	198
五、公众参与.....	198
六、效益分析.....	199
<b>第九章 结论与建议.....</b>	<b>201</b>
一、结论.....	201
二、建议.....	203

**附图：**

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

**附表：**

1、矿山地质环境现状调查表

2、公众参与调查表

**附件：**

- 1、委托书，横山县波罗镇山东煤矿；
- 2、采矿许可证，陕西省自然资源厅，2021 年 4 月 23 日；
- 3、陕西省发展和改革委员会 2022 年 12 月 28 日下发的《陕西省发展和改革委员会关于陕西中太能源投资有限公司等 4 处煤矿生产能力核定的批复》（陕发改能煤炭（2022）2220 号）；
- 4、关于《横山县波罗镇山东煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》等三个方案通过审查的公告（2018 年第 12 号），陕西省国土资源厅，2018 年 4 月 27 日；
- 5、关于《横山县波罗镇山东煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》审查意见的函（陕矿评利用函（2023）39 号），陕西省矿产资源调查评审中心，2023 年 7 月 10 日；
- 6、2023 年、2025 年储量年报评审意见及证明；
- 7、国有土地使用证（横国用（04）第 1128 号），横山县人民政府，2004 年 6 月 18 日；
- 8、房屋移交与生态管护协议，2025 年 12 月 1 日；
- 9、上期两案适用期验收意见，2025 年 1 月 6 日；
- 10、上期两案年度验收意见；
- 11、2024 年、2025 年矿山地质环境治理恢复与土地复垦年度工程治理计划专家组

审查意见；

- 12、行政处罚告知书，2025年5月30日；
- 13、煤矸石综合利用协议，2023年11月12日；
- 14、矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金监管协议，2018年12月11日；
- 15、矿山企业、编制单位内审意见，2025年6、7月；
- 16、横山县波罗镇山东煤矿关于长庆油田分公司第二采气厂管道局榆45-7~榆12站单井管线跨山东煤矿井田的保护协议，2021年12月；
- 17、横山县波罗镇山东煤矿B1崩塌边坡稳定性评价意见，2024年9月；
- 18、专家现场考察意见及修改说明；
- 19、市县局现场考察意见；
- 20、基金账户余额证明，2025年11月；
- 21、投资估算书。

## 前 言

### 一、任务的由来

横山县波罗镇山东煤矿（以下简称“山东煤矿”），位于横山区城东北直距约 18km 处，行政区划隶属榆林市横山区波罗镇管辖。根据现持采矿许可证，山东煤矿矿区范围由 17 个拐点圈定，面积为 4.7471km<sup>2</sup>，开采标高 960m~910m，煤矿生产能力 0.60Mt/a，开采 3 号煤层。

2017 年，山东煤矿委托陕西工程勘察研究院编制了《横山县波罗镇山东煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，并获得了原陕西省国土资源厅的公告（2017 年 12 月），煤矿生产规模 0.60Mt/a，方案适用期 2018 年至 2022 年。上期两案公告以来，煤矿按方案要求严格履行矿山地质环境保护与土地复垦义务，2025 年 2 月，通过了榆林市自然资源和规划局组织的适用期验收。由于逾期未重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，榆林市自然资源和规划局于 2025 年 5 月出具了《行政处罚告知书》（榆政资规处告〔2025〕22 号），对煤矿进行了处罚，并要求尽快完成《两案》编制工作。

山东煤矿于 2022 年列入陕西省保供煤矿名单，2022 年 12 月 28 日，陕西省发改委以“陕发改能煤炭〔2022〕2220 号”印发了《关于陕西中太能源投资有限公司等 4 处煤矿生产能力核定的批复》，同意将山东煤矿产能核增到 0.90Mt/a。

2023 年 4 月，山东煤矿委托陕西景博远科工程科技有限公司编制了《横山县波罗镇山东煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》，并获得陕西省矿产资源调查评审中心的批函“陕矿评利用函〔2023〕28 号”，生产规模为 0.90Mt/a。

为了贯彻落实国务院《土地复垦条例》、自然资源部《矿山地质环境保护规定》等相关法规规章，执行原国土资源部办公厅（国土资规〔2016〕21 号）、陕西省自然资源厅（陕国土资环发〔2017〕11 号）《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》中关于编制方案的有关要求，涉及调整开采规模、变更矿区范围、变更开采方式的，应重新编制或修订方案”。山东煤矿涉及扩大开采规模（0.60Mt/a 调增为 0.90Mt/a），且上期方案到期，须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）。2024 年 9 月，横山县波罗镇山东煤矿委托我单位编制《横山县波罗镇山东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）》。

## 二、编制目的

1. 为贯彻落实《矿产资源法》矿区生态修复要求，促进矿区生态文明建设、绿色矿山建设，有效解决煤炭开发过程中的矿山地质环境破坏及土地损毁，保护和改善区域生活环境和生态环境，积极贯彻《土地复垦条例》及《矿山地质环境保护规定》。

2. 按照“预防为主、防治结合，谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”及“谁损毁、谁复垦”的原则，保证山东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，实现矿区的可持续发展。

3. 结合山东煤矿实际建设生产情况对评估区地质环境造成的不良影响进行现状和预测评估，制定有针对性的治理措施，遏制、减缓煤炭开发过程中矿山地质环境破坏及土地损毁，保护耕地资源。

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

## 三、编制依据

### （一）委托书

委托书，横山县波罗镇山东煤矿，2024年9月10日。

### （二）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，2025年7月1日；
- 2、《中华人民共和国土地管理法》，全国人大常务委员会，2020年1月1日；
- 3、《中华人民共和国黄河保护法》，全国人大常务委员会，2023年4月1日；
- 4、《中华人民共和国土地管理法实施条例》，中华人民共和国国务院令（第743号），2021年7月2日；
- 5、《土地复垦条例》（国务院令第592号），2011年3月5日；
- 6、《永久基本农田保护条例》（国务院令第257号），2011年1月8日；
- 7、《生态环境监测条例》（国务院令第820号），自2026年1月1日施行；
- 8、《矿山地质环境保护规定》，2019年7月16日；
- 9、《土地复垦条例实施办法》，2019年7月16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 18 日。

### （三）政策文件

1、自然资源部 国家发展改革委 财政部 国家林业和草原局《关于学习运用习近平生态文明思想“厦门实践”经验 深入推进新时期生态保护修复工作》（自然资发〔2024〕151 号），2024 年 8 月 8 日；

2、国土资源部办公厅《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21 号），2017 年 1 月 3 日；

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

4、《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），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；

5、陕西省国土资源厅《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；

6、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；

7、《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）；

8、《关于印发〈陕西省恢复植被和林业生产条件、树木补种标准（试行）〉的通知》，陕林策发〔2022〕89 号，陕西省林业局，2022 年 5 月 18 日。

### （四）技术规范与标准

1、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（国土资源部，2016 年 12 月）；

2、《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43934-2024）；

- 3、《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）；
- 4、《采矿沉陷区生态修复技术规程》（GB/T 42251-2022）；
- 5、《土地复垦方案编制规程》（第一部分：通则、TD/T1031.1—2011）；
- 6、《土地复垦方案编制规程》（第三部分：井工煤矿、TD/T1031.3—2011）；
- 7、《矿山生态修复技术规范第1部分：通则》（TD/T 1070.1-2022）；
- 8、《矿山生态修复技术规范第2部分：煤炭矿山》（TD/T 1070.2-2022）；
- 9、《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；
- 10、《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；
- 11、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- 12、《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1012—2000）；
- 13、《人工草地建设技术规程》（NY/T1342-2007）；
- 14、《造林技术规程》（GB/T 15776-2023）；
- 15、《陕西省造林技术规范》（陕西省地方标准 DB61/T 142-2021）；
- 16、《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）；
- 17、《矿山生态修复工程实施方案编制导则》（TD/T 1093-2024）；
- 18、《行业用水定额》（陕西省地方标准 DB61/T 943-2022）；
- 19、《地下水动态监测规程》（DZ/T 0133-1994）；
- 20、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- 21、《土壤环境监测技术标准》（HJ/T166-2004）；
- 22、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）；
- 23、《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T1044-2014）；
- 24、《矿山地质环境治理恢复技术与验收规范》（DB61/T 1455-2021）
- 25、《煤矿地下水监测规范》（DB61/T 1247-2019）；
- 26、《矿山生态监测规范》（陕西省地方标准 DB61/T 1741-2023）；
- 27、《矿山生态修复工程验收规范》（TD/T 1092-2024）。

## （五）技术资料

- 1、《横山县波罗镇山东煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》，陕西景博远科工程科技有限公司，2023年4月；
- 2、《横山县波罗镇山东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）》及专家组审查意见，2025 年 3 月；

3、《横山县波罗镇山东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）》及专家组审查意见，2025 年 7 月；

4、《横山县波罗镇山东煤矿盘区优化设计方案》，2023 年 5 月；

5、《横山县波罗镇山东煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（2017 版），陕西工程勘察研究院，2017 年 12 月；

6、《陕西省横山县波罗镇山东煤矿（恢复范围）资源储量说明书》评审备案证明（陕国资储备[2019]15 号），榆林市荣岩地质勘探有限公司，2019 年 3 月；

7、《横山县波罗镇山东煤矿煤炭资源储量分割说明书》及核定意见，陕西景博远科工程科技有限公司，2022 年 11 月；

8、《横山县波罗镇山东煤矿矿井水文地质类型划分报告》，西安荣岩地质勘探有限公司，2021 年 7 月；

9、《横山县波罗镇山东煤矿矿山地质环境保护与土地复垦适用期验收报告、历年各年度验收报告》及审查意见，横山县波罗镇山东煤矿，2025 年 2 月；

10、横山县波罗镇山东煤矿 2023 年储量年度报告及评审意见，2024 年 2 月；

11、横山县波罗镇山东煤矿 2024 年储量情况说明，2025 年 7 月；

12、横山县波罗镇山东煤矿 2025 年储量情况说明，2025 年 11 月；

13、横山区三区三线永久基本农田、横山区耕地和永久基本农田核实处置成果；

14、其他技术资料。

#### 四、方案适用年限

根据 2023 年通过的山东煤矿矿产资源开发利用方案（变更）及 2023、2024 年储量年报，截止 2024 年 12 月 31 日，山东煤矿剩余可采储量为 \*\*\*\*\* 万 t，按 90 万 t/a 设计规模，考虑 1.3 的储量备用系数，煤矿剩余服务年限 4.7 年。综合考虑稳沉期 1.3 年、管护期 6 年，确定本方案服务年限为 12 年（2026-2037 年）。

本方案适用期为 5 年（2026-2030 年），方案基准年为 2024 年，实施基准期以自然资源主管部门公告之日起算。

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

## 五、编制工作概况

### （一）工作程序

本方案编制按照自然资源部规定的程序进行，见图 0.5-1。

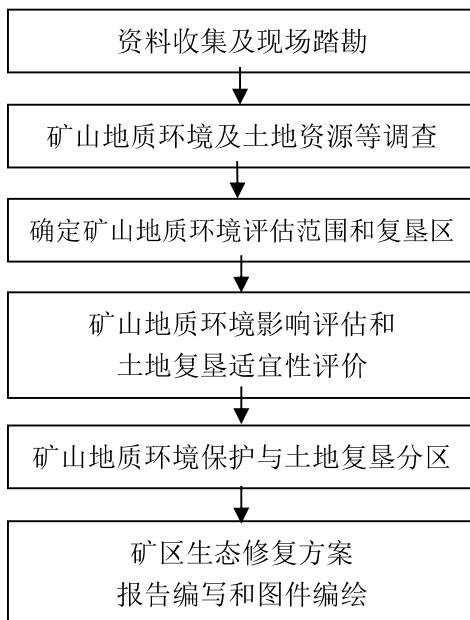


图 0.5-1 工作程序框图

### （二）工作方法及工作量

根据国务院令第 592 号《土地复垦条例》、自然资源部令第 5 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，特别对上期两案中制定的工程实施情况进行分析，对监测资料进行分析；根据调查结果及开发利用方案（变更），进行矿山地质环境影响现状评估、预测评估、场地地质环境评估及土地损毁情况预测；随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，结合生态因子等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。

根据煤矿开采特点，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《横山县波罗镇山东煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》（2023年10月）、《横山县波罗镇山东煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（2017年12月）、《上期两案适用期验收报告》（2025年2月）等资料，掌握了该煤矿的基本情况；了解矿区及周边不稳定地质体发育情况；收集地形地质图、水文地质图、土地利用现状图等图件（2024年11月）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

采用1:10000地形地质图和井上下对照图（2024年11月）做底图，参考水文地质图、土地利用现状图（2024年11月）等图件，采取线路穿越法、地质环境追索法与访问当地群众相结合的方法开展调查工作，调查内容主要有：

- (1) 地面工程实际用地范围与不动产情况；
- (2) 依据榆林市生态修复规划，分析矿区地质环境问题的分布及发育状况；
- (3) 针对不同土壤和土地利用类型，开挖土壤剖面，采集土壤样本；
- (4) 依据土地利用现状数据，调查土地利用现状情况，复核矿区范围土地权属；
- (5) 矿区范围内植被分布及林灌草的优势群落。
- (6) 矿区范围内农业种植及牧业养殖情况；
- (7) 矿区范围内人类工程活动情况；
- (8) 矿区范围及周边村庄分布及各村人口，以及村民生活条件、饮水设施；
- (9) 矿区范围内的水利、电力设施分布及配套设施情况；
- (10) 依据土地利用现状数据库，调查复核矿区范围内土地权属；
- (11) 《横山县波罗镇山东煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（2017版）涉及工程治理和复垦现状；
- (12) 公众参与调查。

## 3、室内资料整理及综合分析

- (1) 分析和评估矿山地质环境问题现状，划定矿山地质环境现状分区；

- (2) 根据开采方式、煤层埋藏条件,类比已开展的地表沉陷监测数据,确定相关参数,计算地面塌陷值,绘制地面沉陷等值线图;
- (3) 预测煤矿开采引发和加剧的地质环境问题;
- (4) 结合土地利用现状,划分土地损毁程度分区,计算各地类损毁面积;
- (5) 确定复垦区及复垦责任范围面积以及各单元拐点坐标;
- (6) 进行矿山地质环境治理可行性分析和土地复垦适宜性评价;
- (7) 针对矿山地质环境问题提出治理措施;
- (8) 结合当地土壤条件提出土地复垦质量要求;
- (9) 对矿山地质环境治理和土地复垦工程进行典型设计;
- (10) 根据矿山地质环境重点保护对象和土地复垦区域,制定监测方案;
- (11) 根据工程设计进行工程量测算和经费估算;
- (12) 制定适用期年度实施计划,提出治理费用及基金计提计划。

#### 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2024年9月21日~26日、2024年11月19~21日、2024年12月26日~29日及2025年3月17日~20日、5月7日~10日、8月15日~20日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,随后进行资料整理和报告编制。

2025年7月16日,陕西省自然资源厅组织有关专家,榆林市自然资源和规划局、横山分局有关管理人员到项目现场进行踏勘核实,召开了现场座谈会,根据现场提出的意见,项目组进行了修改完善,补充了有关内容,形成了该方案。

完成的工作量详见表0.5-1。

表 0.5-1 完成工作量一览表

名称		单位	工程量	备注
调查、评估面积	调查面积	km <sup>2</sup>	5.3450	评估范围基础上延伸至第一斜坡带、分水岭或沟谷全流域
	评估面积	km <sup>2</sup>	4.8461	评估范围从井田边界向外 110m, 沿工业场地边界外扩 100m
	调查线路	km	22.5	沿矿区内地质环境调查, 重点区域采用穿插法调查
资料收集	收集(整理)资料	份	8	勘探地质报告、开发利用方案(变更)、上期矿山地质环境保护与土地复垦方案等相关资料
	土地利用现状图	幅	5	1:5000 标准图幅
	永久基本农田分布图	幅	5	
矿山地质环境调查点	地质环境点	个	25	包括地层岩性、地质构造及其他地质现象 区内主要地貌类型调查 水文长观孔、民井、含水层监测井 /
	地形地貌点	个	24	
	含水层调查点	个	10	
	水土环境点	个	6	
	人类工程活动调查点	个	30	
土地复垦工作调查点	土地利用现状调查点	个	32	评估区内所有二级地类 工业场地、场外道路、输电线路、周边煤矿案例 评估区内旱地、林地、草地
	矿山地面工程调查点	个	8	
	土壤剖面开挖点	个	8	
公众参与调查访问		个	3	复垦区涉及的村庄
		人	60	评估区村庄村民及部分矿区工人
照片及录像	数码照片	张	126	所有调查点配套照片
	无人机录像	min	36	评估区内地面工程、典型地貌、土地利用、村庄、农业生产活动等
确定复垦区面积		hm <sup>2</sup>	207.06	已损毁土地、拟损毁土地、永久性建设用地
确定复垦责任范围面积		hm <sup>2</sup>	193.05	已损毁土地、拟损毁土地

### 3、质量评述及资料真实性的承诺

本方案收集资料真实可靠，调查用图比例符合规范要求，地质环境、土地资源调查点数量、内容等符合规范要求；在已有资料和现场调查基础上，以《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。

矿山企业：我公司（横山县波罗镇山东煤矿）委托开展“横山县波罗镇山东煤矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）”编制工作，提供了《开发利用方案（变更）》、采掘工程布置、采空区、地面工程用地等相关资料及数据，我公司承诺对方案编制所提供的资料及数据的真实性、科学性负责，并承诺对报告中涉及的内容负法律责任。

编制单位：我公司（陕西景博远科工程科技有限责任公司）收集的资料及数据来源于山东煤矿、榆林市自然资源和规划局横山分局，野外调查数据及资料来自于项目组实地外业调查。承诺在工作开展过程对山东煤矿提供的技术资料进行了分析核对，并以此为基础完成了编制工作。

## 第一章 矿山基本情况

### 一、矿山简介

#### （一）基本情况

- （1）矿山名称：横山县波罗镇山东煤矿
- （2）开采地点：陕西省榆林市横山区波罗镇
- （3）生产规模：现持采矿证 60 万 t/a，开发利用方案设计规模 90 万 t/a
- （4）矿区面积：4.7471km<sup>2</sup>
- （5）开采煤层：3 号煤层
- （6）服务年限：剩余 4.7 年

#### （二）地理位置及交通

山东煤矿位于横山区城东北方向直线距离约 17km，地理坐标在东经  $109^{\circ}19'11''\sim109^{\circ}20'43''$ 、北纬  $39^{\circ}01'50''\sim39^{\circ}03'09''$  之间。

西（安）一包（头）公路、包茂高速从矿区北部通过，S204 省道与矿井隔无定河东西向通过。榆（林）一横（山）三级公路北东向由矿区中部穿过，距榆林市区约 50km，横（山）马（扎梁）一级公路从矿区西部穿过；神（木）一延（安）铁路从井田以东约 25km 处通过。交通便利，煤炭外运条件良好。交通位置见图 1.1-1。

### 二、矿区范围及拐点坐标

根据 2021 年 4 月 23 日取得采矿证（证号：\*\*\*\*\*、有效期 2021 年 4 月 23 日—2026 年 4 月 23 日），山东煤矿矿区范围由 17 个拐点圈定，面积 4.7471km<sup>2</sup>，山东煤矿矿区范围拐点坐标见表 1.2-1。

山东煤矿位于榆横矿区北区的东南部边界，为地方小煤矿，地处榆横远景调查区的东南部，周边无紧邻矿权，煤矿范围及与周边煤矿位置关系见图 1.2-2。



图 1.1-1 交通位置示意图

表 1.2-1 山东煤矿区范围拐点坐标

序号	纵坐标(X)	横坐标(Y)	序号	纵坐标(X)	横坐标(Y)
1			10		
2			11		
3			12		
4			13		
5			14		
6			15		
7			16		
8			17		
9					

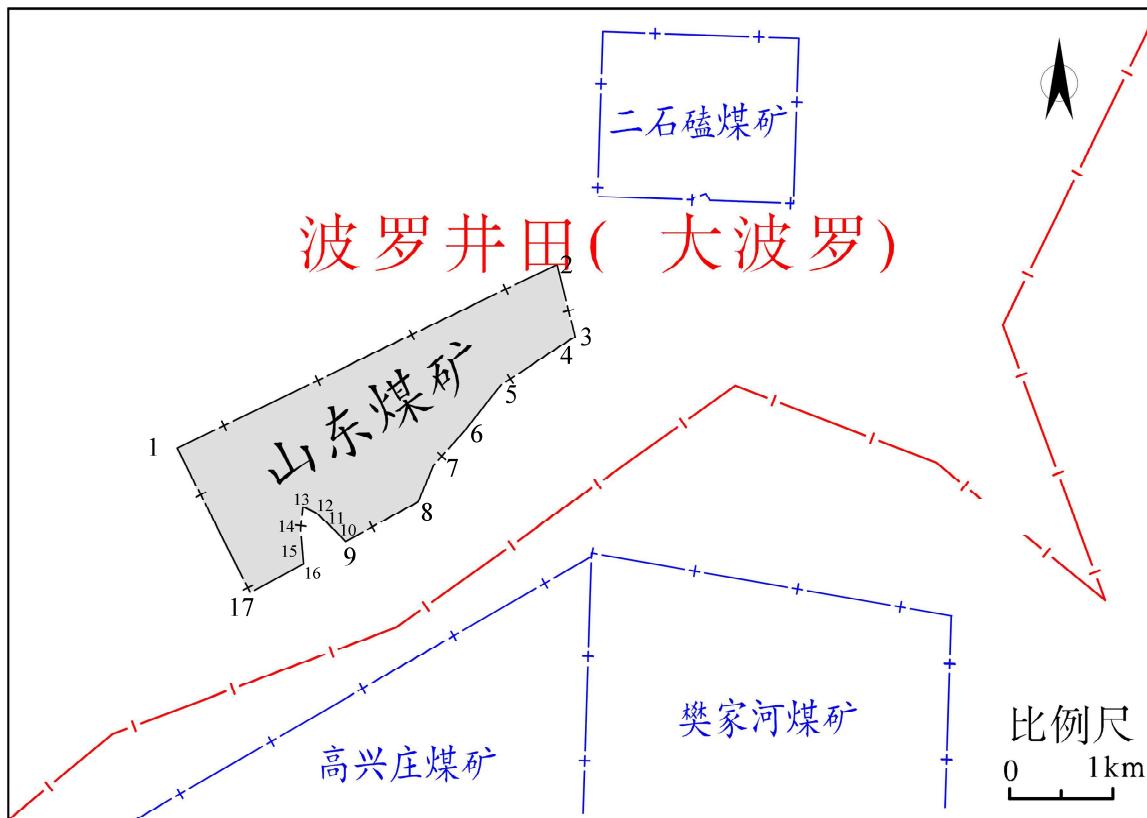


图 1.2-1 山东煤矿与相邻煤矿位置关系示意图

### 三、矿山开发利用方案概述

2023 年，横山县波罗镇山东煤矿委托陕西景博远科工程科技有限公司编制了《横山县波罗镇山东煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》（以下简称“开发利用方案”），并 2023 年 11 月 10 日取得批复。

变更后的开发利用方案与上版开发利用方案（生产规模 60 万 t/a）相比，矿区范围、地面工程、主要生产设备及生产系统均不变，主要有四个方面的调整，见表 1.3-1。

表 1.3-1 变更后开发利用方案与上版开发利用方案变化一览表

序号	变化内容	上版开发利用方案	变更后开发利用方案及原因
1	井田范围	由 6 个拐点组成，面积 5.81km <sup>2</sup>	由 17 个拐点组成，面积 4.7471km <sup>2</sup> 分别在 2018 年和 2021 年退出湿地保护区
2	生产规模提升	60 万 t/a	90 万 t/a
3	井田开拓方式	主立井、副斜井综合开拓	立井开拓
4	补充完善	/	增加绿色矿山建设相关内容

### （一）建设规模

山东煤矿现持采矿证生产规模为 0.60Mt/a，开发利用方案设计规模为 0.90Mt/a。

### （二）地面工程布置

山东煤矿地面工程主要包括工业场地、场外道路、供电工程和供水工程，均已建成投入使用，地面工程布置见图 1.3-1；与原“2017 年矿山地质环境保护与土地复垦方案”地面工程布置一致。

#### 1、工业场地

工业场地位于矿区范围内，总占地面积 14.01hm<sup>2</sup>，既有公路把工业场地分为两个场地，主井场地和副井场地。主要布置有生产区，辅助生产区，行政生活福利区。生产区位于既有公路东侧主立井场地，辅助生产区和行政生活福利区位于既有公路西侧副井场地，两个场地人员、设备主要通过场外公路联系。场内道路从外部的既有公路引入。工业场地平面布置见图 1.3-2。

**（1）生产区：**位于既有公路东侧主立井场地，主要为生产设施区（见照片 1.3-2）。布置有主立井井筒（见照片 1.3-3）、主井井口房、筛分车间（见照片 1.3-4）、主厂房、浓缩车间、电气楼、矸石仓、产品煤储煤场、块煤储煤场、1 号转载站、2 号转载站、空气加热室、煤样室、化验室、提升机房、锅炉房、门卫室、3 号水源井、地磅房及相关建筑物之间皮带栈桥、雨水调蓄池等。



照片1.3-1 工业场地全景（正射）



照片 1.3-2 生产区全景（无人机照片、镜向 NW）



照片1.3-3 主立井井筒（镜向W）



照片1.3-4 筛分车间（镜向NW）

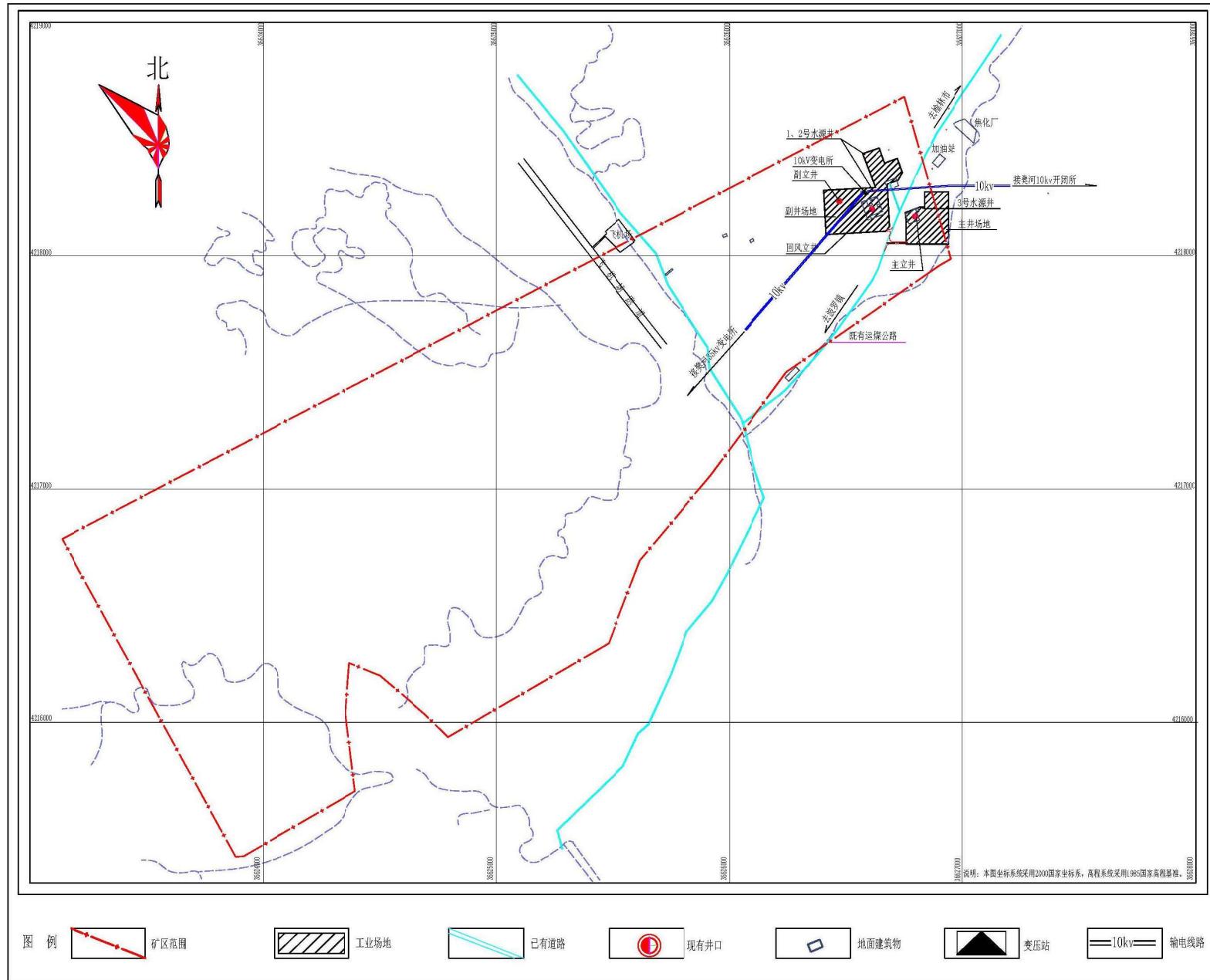


图 1.3-1 地面工程总平面布置图

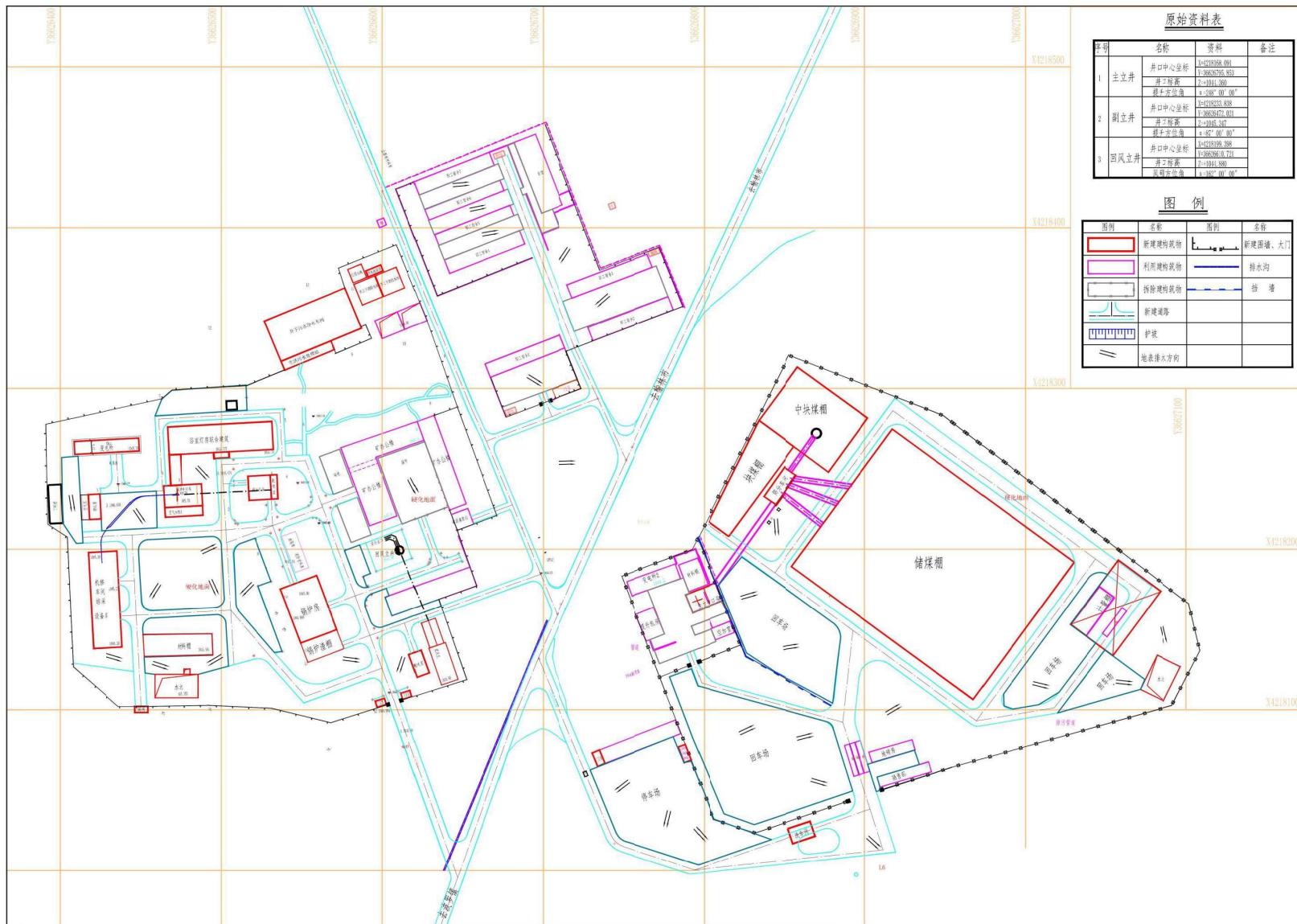


图 1.3-2 工业场地平面布置图

**(2) 辅助生产区：**位于既有公路西副立井场地西侧（见照片 1.3-5）。主要布置有副立井井筒（见照片 1.3-6）、井口房、空气加热室、提升机房、浴室灯房联合建筑、综采设备库、机修车间、器材库棚消防材料库联合建筑、胶轮车库、空气压缩机站、生活污水处理站、门卫室等建筑。

**(3) 行政生活福利区：**位于既有公路西副立井场地北侧，布置有七栋职工宿舍、办公楼和一栋餐厅等（见照片 1.3-7）。



照片 1.3-5 辅助生产区和行政生活福利区全景（无人机照片、镜向 SW）



照片 1.3-6 回风立井（镜向 W）



照片 1.3-7 矿办公楼（镜向 NW）

## 2、道路

工业场地与现有横山公路相接紧邻，进场道路与工业场地集中布置，道路不单

独占地，出矿区大门后可直接到达公路，交通方便。

### 3、供电工程

山东煤矿目前在副立井场地中部风井北侧建设一座矿井 10kV 总变电所，采用三回线路供电，正常运行时两回 10kV 电源引自樊河 35kV 变电站 10kV 不同母线段，线路长度约为 0.4km，另一回备用电源引自二石磕 10kV 开闭所，线路长度约为 1.2km，均为架空线路为 LGJ-50；供电工程用地由国网陕西省电力公司榆林供电公司统一建设。

### 4、供水工程

矿井生活用水采用在工业场地布置的三口管井（两用一备），通过高位水池及地埋管道通至各用水点，均为地下埋设；全部位于工业场地用地范围内。

### 5、地面工程征占地情况

山东煤矿地面工程总占地面积 14.01hm<sup>2</sup>，全部为永久建设用地。各地面工程征占地情况见表 1.3-3。

目前，本项目永久占地中 0.67hm<sup>2</sup> 取得横山县人民政府颁发的国有土地使用证（横国用（04）第 1128 号）；6.67hm<sup>2</sup> 取得原陕西省林业厅的审核文件（陕征占用林地审字（2005）177 号）；6.67hm<sup>2</sup> 取得原陕西省林业厅的审核文件（陕征占用林地审字（2007）95 号），矿山企业正在补充办理用地手续。

表 1.3-3 地面工程占地一览表

序号	项目	面积 (hm <sup>2</sup> )	用地性质	用地依据	是否压占 永久基本农田
1	工业场地	14.01	永久建设用地	横国用（04）第 1128 号； 陕征占用林地审字 （2005）177 号；陕征占 用林地审字（2007）95 号	否
2	进场道路	/	/	与工业场地一起布置	/
3	合计	14.01	/	/	/

## （三）批准开采煤层及资源量

### 1、开采煤层

根据开发利用方案（变更）和采矿许可证，山东煤矿批准开采煤层为 3 号煤。

### 2、资源量

根据《横山县波罗镇山东煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》和山东煤矿的

生产情况，截止 2025 年底，山东煤矿剩余设计可采资源量为 \*\*\*\*\* 万 t。煤矿生产能力 90 万 t/a，备用系数取 1.3，剩余服务年限为 4.7 年。

#### （四）井下开拓部署

##### 1、开拓方式

山东煤矿采用单水平立井开拓，水平标高+945m，分别为主立井、副立井和回风立井。3 号煤层开拓平面图分别见图 1.3-3，剖面见图 1.3-4。

##### 2、开拓大巷布置

三条井筒见煤层后，先沿东西向布置一组中央大巷组，即中央带式输送机大巷、中央辅助运输大巷、中央回风大巷，中央大巷组掘进至钻孔 SB1 附近时，然后平行于矿区边界，沿东北—西南方向布置一组北翼大巷组，即北翼带式输送机大巷、北翼辅助运输大巷、北翼回风大巷，北翼大巷组兼做盘区巷道，盘区内工作面利用北翼大巷组进行条带式开采。

##### 3、水平划分

煤层赋存条件简单，井田内可采煤层仅为 3 号煤层，煤层倾角小于 1°，根据煤层赋存情况，全井田以一个水平开采，水平标高 +945m。

##### 4、盘区划分及开采顺序

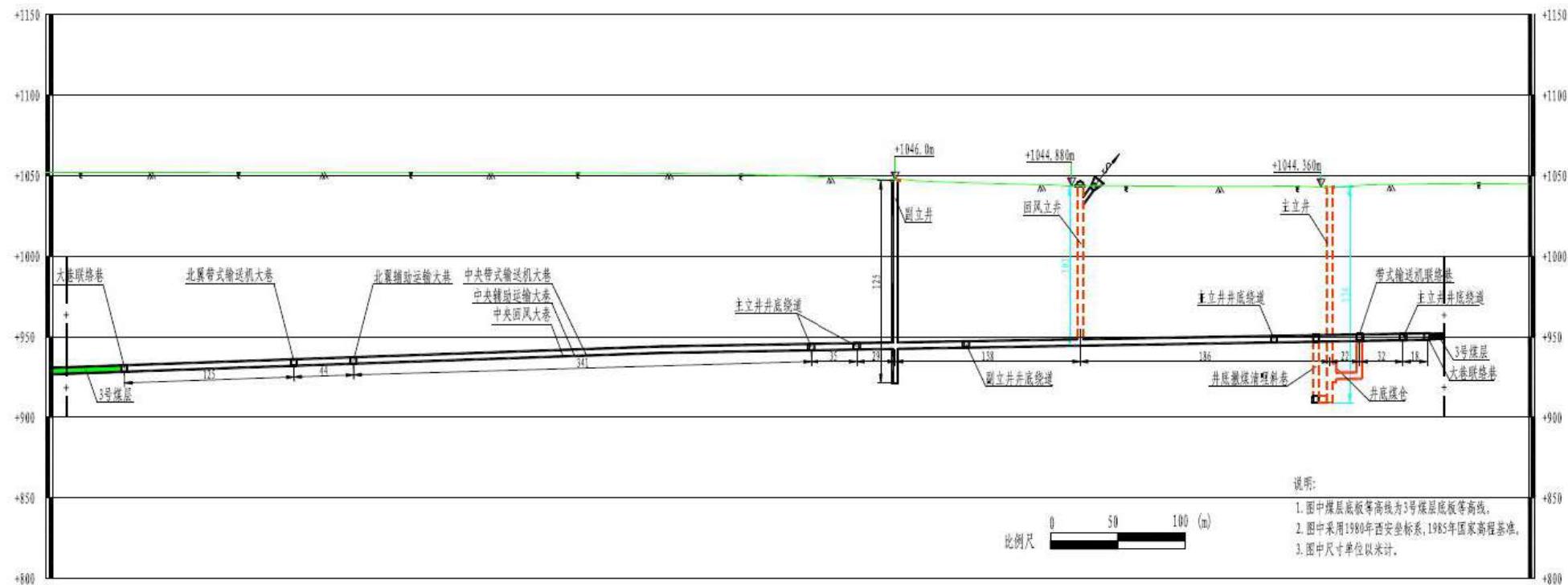
###### ① 盘区划分

全井田共划分 1 个盘区，盘区内为单翼开采盘区。

3 号煤层厚度为 2.58~3.43m，平均厚度为 2.89m，工作面长度为 200m，推进长度为 1400m。



图 1.3-3 开拓方式平面图



## ②适用期开采接续

根据煤矿提供的开采计划，煤矿剩余开采时间为 4.7 年，主要开采 3112、3107、3108 工作面。近期回采接续安排见表 1.3-2 及开拓方式平面布置图。

表 1.3-2 煤矿适用期主要回采工作面接续一览表

工作面	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年
3112					
3107					
3108					

## 4.采煤方法、工艺及顶板管理办法

采用综合机械化一次采全高采煤法，全部垮落法管理顶板。

## 5.安全煤柱留设

煤矿的永久煤柱主要包括矿井境界煤柱、采空区保护煤柱等。

### （1）煤矿境界煤柱

在本矿井境界一侧留设 20m 宽的井田境界煤柱。

### （2）采空区保护煤柱

采空区留设 30m 的安全煤柱。

### （3）村庄煤柱

矿区东北部边界处地面存在零星村庄，根据现行《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》，村庄保护等级为 III 级，围护带宽度取 10m。按 100m 留设保护煤柱。

### （4）飞机场煤柱

矿区东北部边界处有农用飞机场，根据现行《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》，飞机场保护等级为 I 级，围护带宽度取 20m，保护煤柱宽度为 150m。

### （5）天然气井及管线煤柱

矿区南部有 1 处天然气井，即 QJ2 天然气井，根据现行《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》，天然气井保护等级为 I 级，围护带宽度取 20m，天然气井保护煤柱宽度为 130m。

长庆油田分公司第二采气厂管道局榆 45-7～榆 12 站单井管线从山东煤矿中部偏南区域穿过井田，该管线留设保护煤柱宽度为 130m。

#### （6）横马一级公路

横（山县）马（扎梁）一级公路从井田西部南北向穿过，穿越长度 1.75km，距离井田西边界最近距离 200m。该公路已经按照《陕西省横山县城至马扎梁一级公路压覆矿产资源储量核实报告》留设保护煤柱宽度为 135m。

该公路为规划公路，目前未建设。

#### （7）地面临时供水管线

井田中部有地面供水管线横穿而过，该供水管线从长城煤矿附近取水输送至榆横工业园，自王圪堵水库供水工程投入使用后，该管线再未使用，属临时性取水管线。根据开发利用方案，不留设保护煤柱。

### 四、矿山开采历史及现状

#### （一）矿山开采历史

山东煤矿始建于 1996 年，2000 年，陕西省国土资源厅颁发了山东煤矿采矿许可证，证号 6100000032264（现已注销），有效期为 1999 年 12 月至 2002 年 12 月，生产规模 0.15Mt/a，井田面积 5.81km<sup>2</sup>。

从 2002 年至 2012 年期间，山东煤矿范围及位置发生改变，采矿证证号变更为 C6100002009081120031813，有效期为 2012 年 1 月 10 日至 2016 年 1 月 10 日，生产规模 0.15Mt/a，井田范围由 4 个拐点坐标圈定，井田面积 2.79km<sup>2</sup>。2008 年山东煤矿委托榆神煤炭建筑设计有限公司，对矿井生产系统重新设计，设计生产能力 0.30Mt/a，将工业场地移至井田中央波（罗）～榆（林）公路两侧，新建两条立井和配套生产系统。

2015 年 4 月，陕西省国土资源厅依据相关规定，以“陕国资矿函[2015]30 号”文件《关于同意横山县波罗镇山东煤矿恢复井田范围的批复》同意恢复山东煤矿原

井田范围面积  $5.81\text{km}^2$ ，该范围由 6 个拐点坐标圈定，其中，包括与现山东煤矿采矿许可证重叠面积  $1.31\text{km}^2$ ，和现采矿证范围外扩大面积  $4.50\text{km}^2$ 。

2018 年，横山县波罗镇山东煤矿对采矿许可证范围进行了调整，退出湿地保护区总面积约为  $1.0627\text{km}^2$ ，山东煤矿矿区面积变为  $4.7473\text{km}^2$ 。

2019 年年初，山东煤矿机械化改造工作基本完成，进入试生产阶段，生产能力  $0.60\text{Mt/a}$ ，采用长壁采煤法，全部垮落法管理顶板，综合机械化回采工艺。

2021 年 4 月，原采矿许可证到期后，山东煤矿对采矿证进行了延续申请。在办理采矿许可证延续过程中，发现该采矿权矿区范围与封库上报国家生态保护红线评估调整成果对比，矿区范围与无定河湿地自然保护区有一小部分重叠区（ $0.0002\text{km}^2$ ），此次采矿许可证延续时，对重叠区范围进行了扣除。2021 年 4 月 23 日，陕西省自然资源厅重新换发了山东煤矿采矿许可证（证号为 C6100002009081120031813），有效期限自 2021 年 4 月 23 日至 2026 年 4 月 23 日。矿区范围由 17 个拐点坐标圈定而成，面积  $4.7471\text{km}^2$ ，开采煤层为 3 号煤层，开采标高为 960m 至 910m，生产规模  $0.60\text{Mt/a}$ 。

2022 年 7 月 7 日，煤电油气运保障工作部际协调机制办公室下发了《关于抓紧组织开展第二批煤矿产能核定工作的通知》，山东煤矿为陕西省 18 座核增产能煤矿之一，生产能力拟由 60 万吨/年核增至 90 万吨/年。为此，山东煤矿委托陕西省煤炭科学研究所于 2022 年 9 月编制完成了《横山县波罗镇山东煤矿（普通合伙）生产能力核定报告书》，陕西省发展和改革委员会于 2022 年 12 月 28 日下发了《陕西省发展和改革委员会关于陕西中太能源投资有限公司等 4 处煤矿生产能力核定的批复》（陕发改能煤炭[2022]2220 号），同意山东煤矿生产规模由  $0.60\text{Mt/a}$ /年核增至  $0.90\text{Mt/a}$ 。

煤矿在矿区东北部及工业场地南侧存在原山东煤矿采空区，均为 2015 年 4 月底之前采动，采用房柱式开采，采空区范围也较为清楚，面积约  $0.4886\text{km}^2$ ，目前已恢复到开采前现状。

山东煤矿 2018 年开始进行机械化改造工作，2019 年 6 月开始试生产，2020 年 7 月机械化改造完毕正式投产。截止 2025 年 8 年底，山东煤矿已完成了 3101、3102、3103、3104、3105、3106、3111、3110、3109 共 9 个长壁工作面的回采任务。井下

正规工作面采空区均为近几年回采形成，采空区范围清楚，均为长壁综合机械化采煤法开采。

其中 2019~2023 年开采工作面形成采空区面积为 0.9594km<sup>2</sup>，煤矿在上期两案执行期间对该部分区域进行了治理，并通过了榆林市自然资源和规划局组织的适用期验收。

2024 年~至今年形成的采空区面积为 0.4251km<sup>2</sup>，开采工作面为 3111、3110、3109 工作面形成，该部分区域煤矿还未进行治理，地面有明显的裂缝，纳入本方案治理复垦范围。

表 1.4-1 采空区基本情况一览表

开采阶段	开采煤层	采煤方法	开采时间	开采位置	采厚 (m)	开采深度 (m)	面积 (km <sup>2</sup> )
机械改造前	3 煤	房柱式采煤	2000~2009 年	煤矿东北部			0.4886
机械改造后	3 煤	综采	2019~2023 年	矿区中部区域	2.85~3.53m；平均 3.17m	90~190	0.9594
	3 煤		2024-至今	3110、3111、3109 工作面			0.4251
合计							1.8731

采空区分布情况见图 1.4-1。

## （二）矿山开采现状

目前，山东煤矿正常生产中，按照开采接续正在开采 3 号煤层的 3109 工作面，该工作面平均厚度 3.17m。

## （三）矿山地质环境现状

根据本次矿山地质环境现状调查，评估区共分布采煤塌陷 1 处，不稳定地质体 2 处。采煤塌陷（TX1）裂缝发育明显，威胁乡村道路；不稳定地质体主要威胁农田、道路及沟道，现状评估危害程度中等，危险性中等，影响程度较严重。

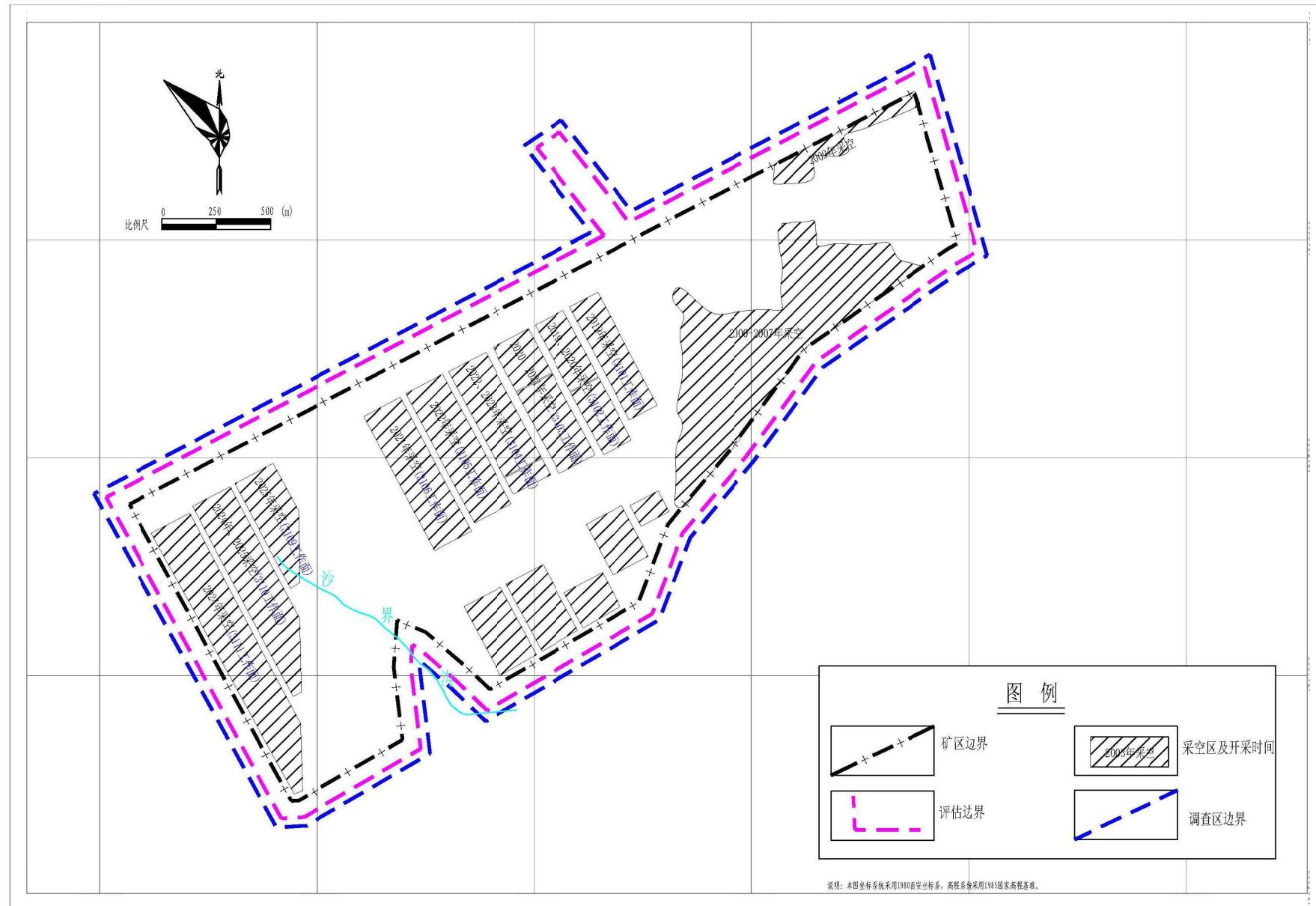


图 1.4-1 采空区分布图

## 第二章 矿区基础信息

### 一、矿区自然地理

#### （一）气象

榆林市横山区属温带干旱、半干旱大陆性季风气候。由于受极地大陆冷空气团控制的时间长，受热带海洋暖气团影响短，所以一年里寒季长，热天短，温差大，富日照，降水少，风沙多，季风气候特别明显。

根据榆林市横山区气象站 1980~2024 年气象观测资料：多年平均降水 354.46mm，最大年降水 816.0mm（2021 年），最小年降水 210.9mm（2000 年），降水日 76 天，日最大降雨量 138.6mm。横山区历年（1980~2024 年）降水量变化曲线详见图 2.1-1。

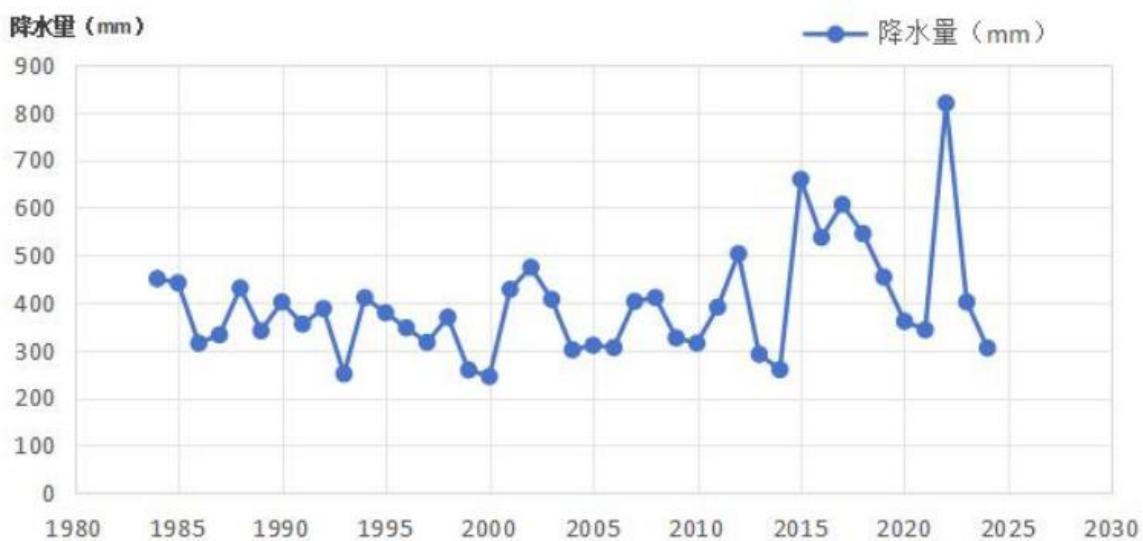


图 2.1-1 榆林市横山区多年降水量曲线图

区内降水多集中于6月~9月，约占全年降水量的60%，且多以暴雨形式降落，暴雨主要集中在每年的6月~8月，其中8月是暴雨最集中的时段，平均最大月降水量77.01mm，占全年暴雨总次数的一半以上，而连阴雨多发于秋季，暴雨及连阴雨易引发崩塌、滑坡等不稳定地质体。总之，该区一年中冬干、春旱、夏秋多雨，晴天多，阴天少。降水量的年内分配情况见图2.1-2。

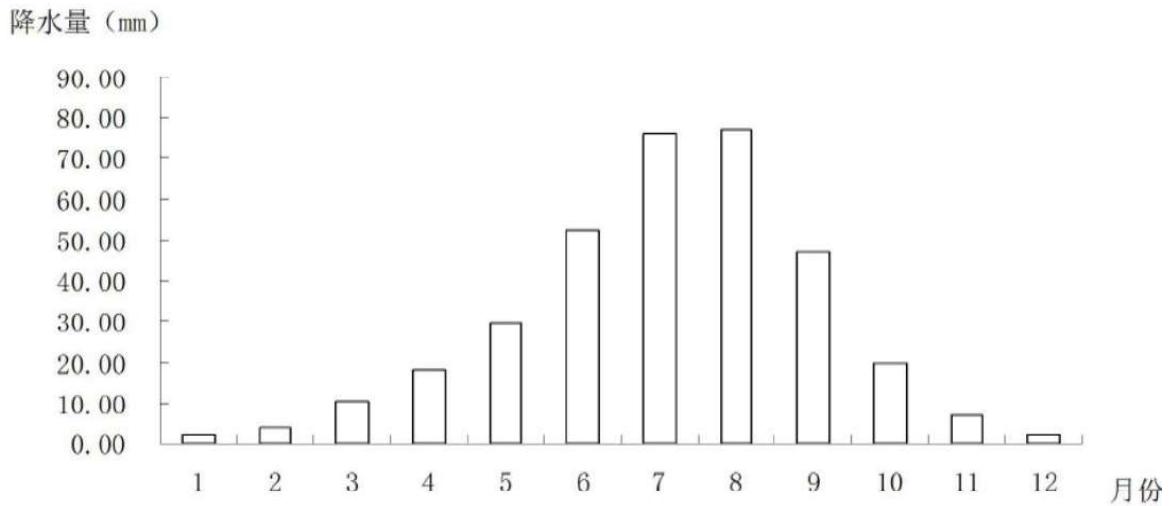


图 2.1-2 榆林市横山区月平均降雨量直方图

## （二）水文

山东煤矿位于波罗镇，区内水系不发育，多为沙垄间带状洼地。主要地表水系为无定河（照片 2.1-1、2.1-2）和沙界沟。项目区水系图详见图 2.1-3。

无定河从矿区南缘由东向西流过，为黄河的一级支流，发源于定边县东南长春梁东麓，经靖边县、内蒙古的巴图湾进入本县，自西向东流经县境北部，从朱家沟出境经榆林、米脂、绥德、清涧、注入黄河，县内流程 95km，坡降约为 0.19%，是穿越本区最大的河流，亦是黄河中游主要支流之一。

由于流经毛乌素沙漠地带，故径流量年际变化不大，年内分配也较均匀，每年的泥沙主要来自 7、8、9 三个月，三个月输沙量占全年输沙量的 70%。据横山水文站观测资料，年平均流量  $20.5\text{m}^3/\text{s}$ ，最大洪峰流量  $1020\text{m}^3/\text{s}$ ，最小  $0.13\text{m}^3/\text{s}$ 。平均含沙量  $45\text{kg/m}^3$ ，最大含沙量  $113\text{kg/m}^3$ 。

矿区范围内主要有沙界沟，位于井田西部，为无定河支流，全长 6.79km，流域面积  $0.71\text{km}^2$ ，沟谷比降 10.61‰，平均流量  $0.037\text{m}^3/\text{s}$ ，自北向南经矿区南侧 3km 注入无定河。沙界沟河水补给主要来源为雨水、第四系含水层补给。

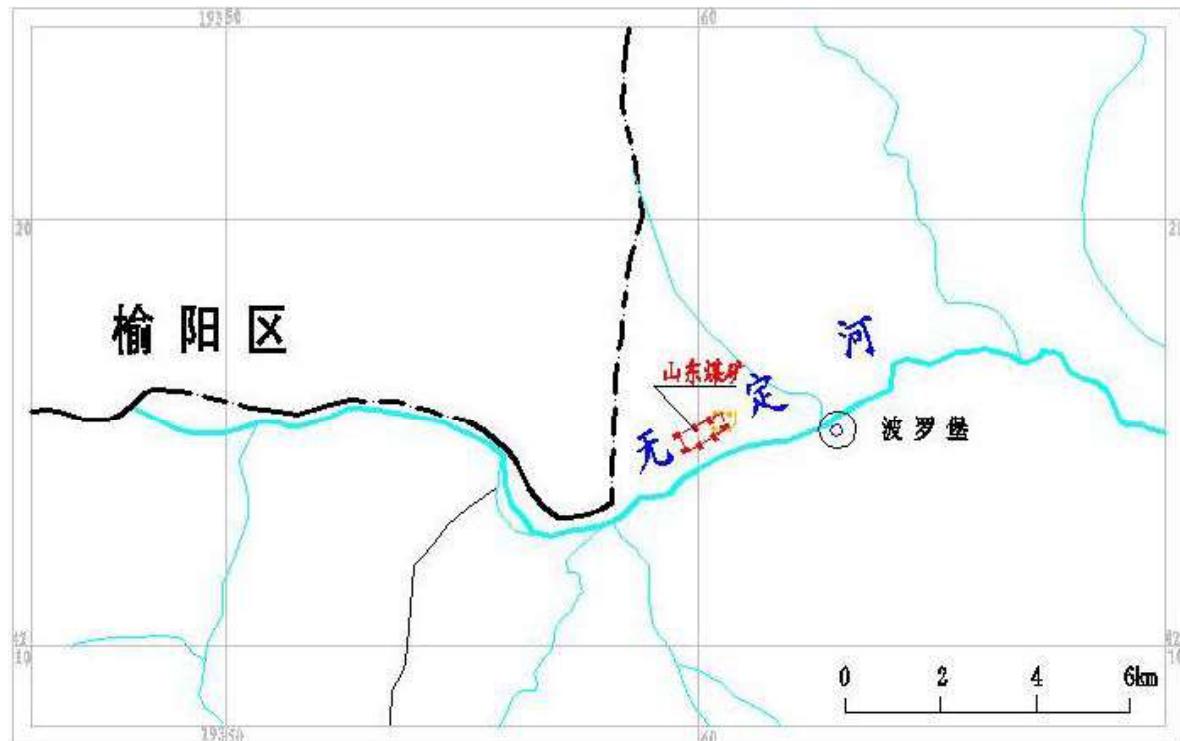


图 2.1-3 矿区周边水系分布图



照片 2.2-1 无定河（镜向W）



照片 2.2-2 无定河（镜向SW）

### （三）地形地貌

矿区位于横山区波罗镇，无定河以北，为毛乌素沙地与陕北黄土高原的接壤地带，地势较为平缓，地貌类型主要为风沙滩地地貌。地貌特征表现为低缓的固定、半固定沙丘和平缓的沙地。沙丘呈北东—南西向延伸，长度 100~500m，宽度为 50~150m 风积沙丘与风蚀洼地（沙地）相间分布，构成波状起伏的沙漠地形。地势北高南低，最高点位于井田北部的无名沙丘地，高程 1063m，最低点位于井田西南部沙界沟河滩地，高程 995m，相对高差 68m。风沙地貌有利于降水入渗，地表草本植物生长良好。



照片 2.2-1 风沙滩地地貌（镜向SW）



照片 2.2-2 风沙滩地地貌（镜向SE）

#### （四）植被

山东煤矿矿区植被类型主要乔木林、灌木林和草丛。

区内乔木林地多为人工次生林，主要分布在矿区沙界沟以及东部及东北部，主要以小叶杨、旱柳和樟子松为主；灌木林地主要分布于矿区西部沙丘地带，植被种类有柠条、沙棘、沙柳、沙蒿等；草丛主要为大针茅、长芒草、禾草、紫花苜蓿、沙蒿草丛，分布于丘陵地带。另外，在沙界沟、丘陵间有少量耕地，种植的农作物主要有高粱、玉米等，油料作物主要有向日葵、大麻、蓖麻等。



照片 2.1-3 杨树（镜向S）



照片 2.1-4 樟子松（镜向E）

#### （五）土壤

井田范围内土壤主要为风沙土和黄土性土。

风沙性土是在风力的作用下，人类在沙性母质上不合理利用而形成的幼年岩性土壤，分为流动、半固定、固定风沙土亚类（3个土属，3个土种）。固定风沙土亚类剖

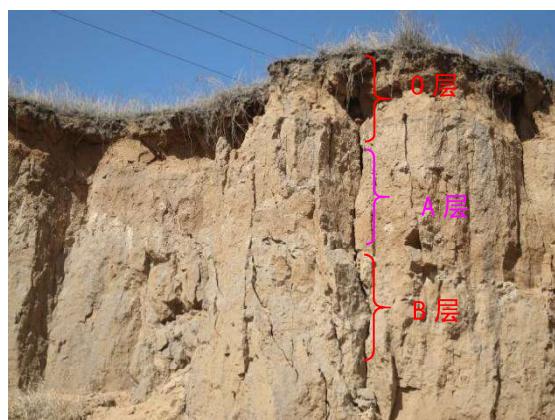
面形态：0~7cm 颜色淡灰黄，质地沙土，结构为结皮层弱团块，少孔隙，有机质含量 0.5%，酸碱度（PH 值）8.5；7~90cm 颜色淡黄，质地仍为沙土，无孔隙，有机质含量 0.1%，酸碱度 8.9；90cm 以下颜色淡黄，质地沙壤，结构块状，无孔隙，有机质含量 0.2%，酸碱度 8.7。此土类质地为沙土，通气透水，缺乏有机质，结构不良，养分含量低，易冷易热，适宜插搭障被，封沙种草造林，发展林牧。

黄土性土是在黄土母质上经侵蚀、堆积和长期耕作熟化而形成的土壤，分绵沙土和黄绵土亚类（6 个土属，33 个土种）。绵沙土亚类主要分布在石窑沟以北、大墩梁以西的涧、梁、峁地和黑木头河、无定河及其支流沟道河川地。其剖面形态：100cm 内颜色多为淡黄、淡黄灰、棕黄、淡棕黄，质地是砂、沙壤、砾质土等，结构块状，较湿润，多孔，有机质含量 0.3%~1%，酸碱度 8.8 左右。黄绵土亚类分布在石窑沟以南、大墩梁以东的梁、峁及大理河中下游及其支流的河川与沟台地上。其剖面形态是 100cm 内颜色多为淡黄，质地轻壤，结构块状，多孔隙，有机质含量 0.4%~0.18%，酸碱度 8.6~8.9。此土类通气性好，养分转化快，土性暖，有机质及养分含量少，宜植性广。

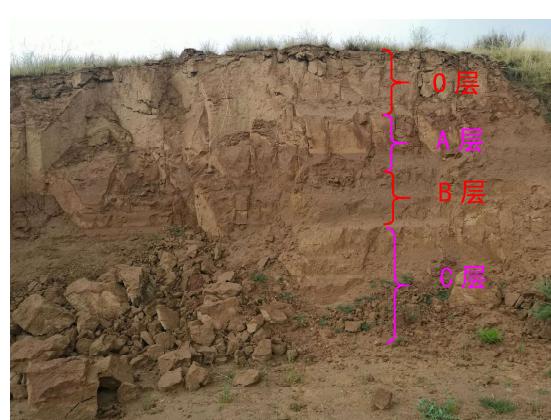
表 2.1-1 矿区内主要土壤类型土壤养分状况

土壤类型	有机质%	全氮%	全磷%	全钾%
黄土	0.21~0.81	0.011	0.04	1.90

复垦区典型土壤剖面见照片 2.1-5、照片 2.1-6。



照片 2.1-3 黄土（耕地）土壤剖面



照片 2.1-5 黄土（林草地）土壤剖面

## 二、矿区地质环境背景

### （一）地层岩性

本区地表均被第四系松散沉积物覆盖，主要有现代河床冲、洪积层、上更新统萨拉乌苏组砂土所覆盖，南部无定河滩地分布有全新统冲洪积层。依据本次区内新施工钻孔仅揭露到延安组第三段中部，据以往地质资料揭露地层由老至新有：下侏罗统富县组（J<sub>1</sub>f）、侏罗系中统延安组（J<sub>2</sub>y）、第四系中更新统离石组（Q<sub>2</sub>l）、全新统风积沙（Q<sub>4</sub><sup>eol</sup>）。现由老至新分述如下：

#### （1）下侏罗统富县组（J<sub>1</sub>f）

主要为浅灰、紫灰及灰绿色中粒长石砂岩，分选性中等，次棱角状，孔隙式泥质胶结。据区域地质资料揭露，厚度26m左右，与下伏瓦窑堡组呈微角度不整合接触。

#### （2）侏罗系中统延安组（J<sub>2</sub>y）

全区内分布，为区内含煤地层，地表未见出露，据区域资料显示，厚度在230m左右。岩性主要表现为一套河流—湖泊三角洲—冲积平原环境沉积的灰色细—粗粒长石砂岩、深灰色泥岩、粉砂岩，夹黑色炭质泥岩、煤层（线）多个沉积旋回组成的建造。根据岩石组合、含煤特征、旋回结构等进一步划分为四个段，分别为一、二、三、四段。与下伏地层呈整合接触关系。

##### ①延安组第一段（J<sub>2</sub>y<sup>1</sup>）

本区内钻孔均未揭穿该层，据以往地质资料，该段岩性下部为灰—深灰色泥岩、粉砂质泥岩夹浅灰色粉砂岩，下部夹一薄煤层（9号煤层位）。上部为灰—浅灰色粉砂岩、泥质粉砂岩夹灰—深灰色泥岩及浅灰色中粒长石砂岩，顶部夹有一层煤线（8号煤层层位）。据区域资料，本段地层厚约50m。

##### ②延安组第二段（J<sub>2</sub>y<sup>2</sup>）

岩性为粉砂质泥岩、泥岩、细粒长石砂岩夹粉砂岩和薄煤层，据区域资料，本段地层厚约70m。依据岩性组合，可进一步划分为2~3个次级沉积旋回，各旋回的上部分别为一个煤层产出部位（7、6、5号煤层）。

本段砂岩粒度较细，厚度薄，多呈带状分布，具缓波状交错层理；粉砂岩、粉砂质泥岩，泥岩中多发育水平层理、缓波状层理，并含有大量的植物化石。

③延安组第三段 ( $J_2y^3$ )

本段是延安组主要含煤层段，其典型沉积序列由3个下粗上细的次级旋回组成。每个旋回下部为中细粒长石砂岩，向上依次为粉砂岩、泥岩，次级旋回的顶部为3、4<sup>-1</sup>、4<sup>-2</sup>号煤层的赋存层位。

本段顶部的3号煤层分布范围广，厚度较大，结构简单，特征明显，是区内及区域地层和煤层对比的重要标志层（K2）。

④延安组第四段 ( $J_2y^4$ )

区内本段上部不同程度的遭受剥蚀，保留不全。其厚度32.94~103.50m，平均58.85m，岩性主要为浅灰、灰白色中厚层状细—中粒长石砂岩夹灰—深灰色粉砂岩或互层，局部为泥岩。矿区西部该段上部夹有薄煤层（2号煤层）。

本段底部的长石砂岩区域上分布稳定，以含大量镜煤条带及植物化石碎片、发育大型交错层理为特征，相当于区域上的“真武洞砂岩”（K3标志层），是本区重要的标志层，同时也是3号煤层的顶板和直接充水含水层。

（3）第四系（Q）

基本覆盖全区，地表以灰黄色粉细沙为主，现代河床冲、洪积层主要分布于区内沙界沟及其它较大沟谷中。

①中更新统砾石组（ $Q_2l$ ）：

是本区第四系地层的主要组成部分，厚度42.10~81.40m，岩性为灰黄色、浅棕黄色粉质粘土、粉土，夹2~5层厚0.3m左右的古土壤层，半固结，柱状节理发育，含大量灰白色不规则状钙质结核，底部偶见灰白、褐黄色砂、砂卵石层。

②全新统风积沙（ $Q_4^{eol}$ ）

呈簸箕状沙丘、沙垄广泛分布全矿区。厚6.50~17.80m，为灰黄、灰白色粉沙、粉细沙。

③现代河床冲、洪积层（ $Q_4^{al}$ ）

分布于区内西部沙界沟及其它较大沟谷之中，岩性主要为灰黄、浅灰黄色粉细沙和粉土，底部含砂砾石。

2.含煤地层

本井田含煤地层为侏罗系延安组，下分四个岩性段，仅含可采煤层1层，为3号

煤层，位于第三段上部。其余各段虽含煤层，但均为不可采煤层。

井田地层岩性柱状图见图 2.2-1。矿区地质剖面图见图 2.2-2。

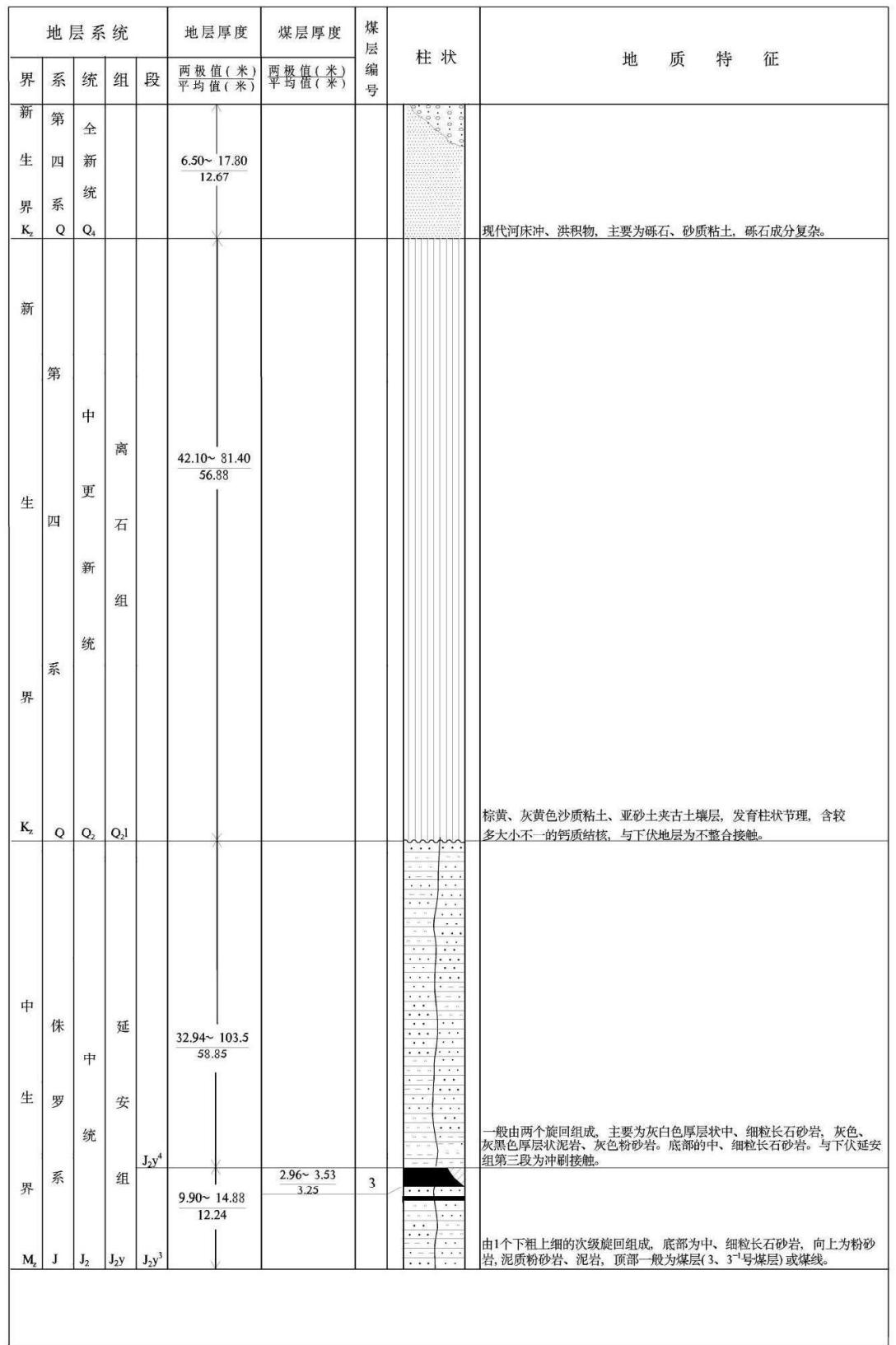


图 2.2-1 地层综合柱状图

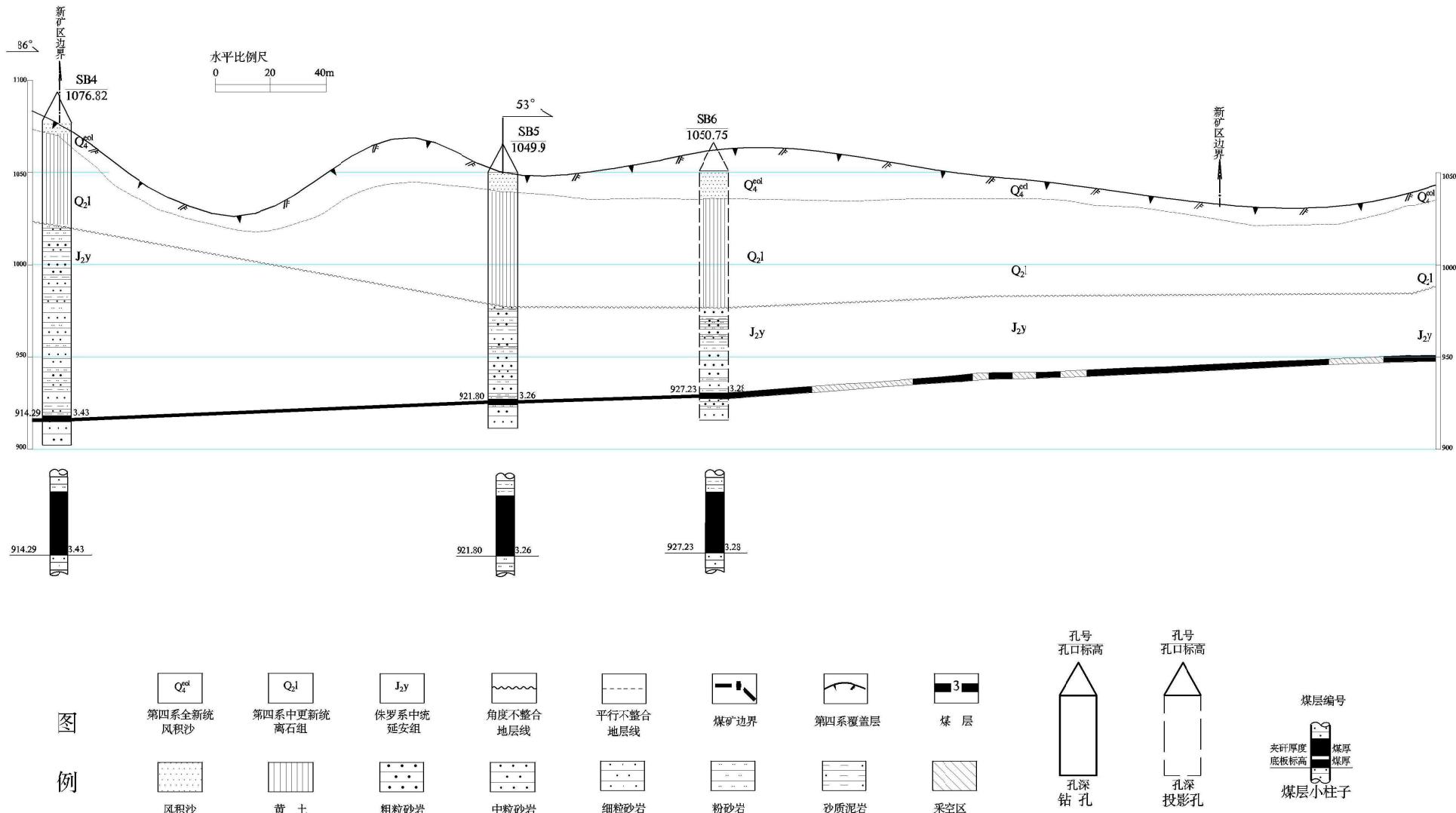


图 2.2-2 矿区地质剖面图

## （二）地质构造

井田处于鄂尔多斯盆地次级构造单元—陕北斜坡中部。陕北斜坡被围于西部天环坳陷、北部伊盟隆起、东部晋西挠褶带等构造体系之中，以单斜构造为主，岩层向北西、北西西微倾，倾角一般  $1^{\circ} \sim 3^{\circ}$ ，在此基础上发育有宽缓的短轴状向斜、背斜及鼻状隆起等次级构造，未发现规模较大的褶皱，断裂构造一般不发育。

受大的构造背景控制，矿区内地质构造简单，延安组地层呈向北西西微倾的单斜层，平均倾角  $1^{\circ}$ ，井田东部有鼻状隆起，向西变为宽缓的波状起伏。无较大的断裂及褶皱构造，未见岩浆活动痕迹。。

据《中国地震动参数区划图》（GB18306—2015），本区抗震设防烈度为VI度，设计基本加速度值为  $0.05g$ 。

## （三）水文地质

### 1.含（隔）水层

#### （1）第四系松散岩类孔隙裂隙潜水

①第四系全新统（ $Q_4^{eol}$ ）沙层含水层、冲积层含水层（ $Q_4^{al}$ ），其岩性为黄褐色中细沙及粉沙，底部含小砾石。主要分布在沙界沟河滩，厚度一般为  $6 \sim 18m$ ，透水性好，利于降水入渗，含水性较差，富水性弱。主要接受大气降水补给，丰水期又可接受地表水的侧向渗漏补给，向河流方向径流、排泄。

②第四系中更新统黄土孔隙裂隙潜水分布于全区，零散而不连续，厚度  $42.10 \sim 81.40m$ ，岩性为棕黄色、灰黄色砂质黄土，结构中~稍密，具孔隙，发育垂直节理，地下水以孔隙水为主。降深  $38.19 \sim 53.47m$ ，渗透系数  $0.37 \sim 0.47m/d$ ，该区黄土含水层中等富水性。

#### （2）中侏罗统碎屑岩类风化裂隙潜水

分布于区内基岩的顶部，据钻孔揭露厚度  $30 \sim 50m$ ，基岩裂隙发育，储水空间较好。井深  $116.60m$ ，水位埋深  $73.00m$ ，当降深  $27.12m$ ，涌水量  $1.094l/s$ ，属弱富水性。

#### （3）中侏罗统碎屑岩类孔隙裂隙承压水

分布于基岩风化裂隙带以下，其顶板为深灰色泥岩、灰色粉砂岩、浅灰色细粒

砂岩及灰白色中粒砂岩不等厚互层，含水层以中、细粒砂岩为主，该段多以渗出、滴出的方式充入巷道，涌水量不大，富水性弱。

#### （4）隔水层水文地质特征

矿区范围内隔水层主要为延安组分布连续的厚层泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩。同时3号煤层本身也是区内分布稳定的隔水层。

### 2.地下水的补给、径流和排泄

第四系松散层孔隙潜水的补给、径流、排泄主要受地形地貌及岩性等因素控制。河滩冲、洪积层孔隙潜水的主要补给来源为无定河水体，部分向无定河下游排泄，部分下渗补给其下部的风化裂隙潜水。沙、土孔隙潜水的主要补给来源为大气降水，少量为沙漠凝结水。地下潜水大致由北西向南东方向径流，排泄除蒸发外，大部分以泉或泄流的形式向无定河排泄，部分下渗补给其下的风化带裂隙潜水。

碎屑岩类风化裂隙潜水主要接受上部松散岩类孔隙潜水的下渗补给。该潜水层除局部与其上的松散层有泥岩等隔水夹层外，大部分地段为具有水力联系的统一含水体，故补给、径流、排泄与松散层潜水基本一致。

基岩层间裂隙承压水在矿区东侧的露头处接受大气降水和地表水的补给，总体由东向西缓慢运移，因受上覆泥岩、粉砂岩隔水层及单斜构造的制约，形成承压水。该层富水性弱，径流速度缓慢，由于受向西微倾的单斜构造的影响，向深部基本形成了较为封闭的储水空间，承压水基本处于停滞状态，故水量较小，地下水矿化度变得愈来愈高。

### 3.煤矿充水条件分析

依据山东煤矿水文地质条件及煤层覆岩结构类型，矿井充水方式有直接和间接两种，它们分别受大气降水、地表水、地下水和老窑积水等因素控制，且相互之间具有一定的水力联系。

#### （1）充水通道

##### （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。大气降水一方面通过含水层露头和地表入渗补给含水层成为矿井充水的间接水源；另一方面可通过浅部煤层开采形成的地表塌陷或者裂隙、废弃巷道或封闭不良钻孔等导水通道直接进入矿井，成为矿井的直接水源。

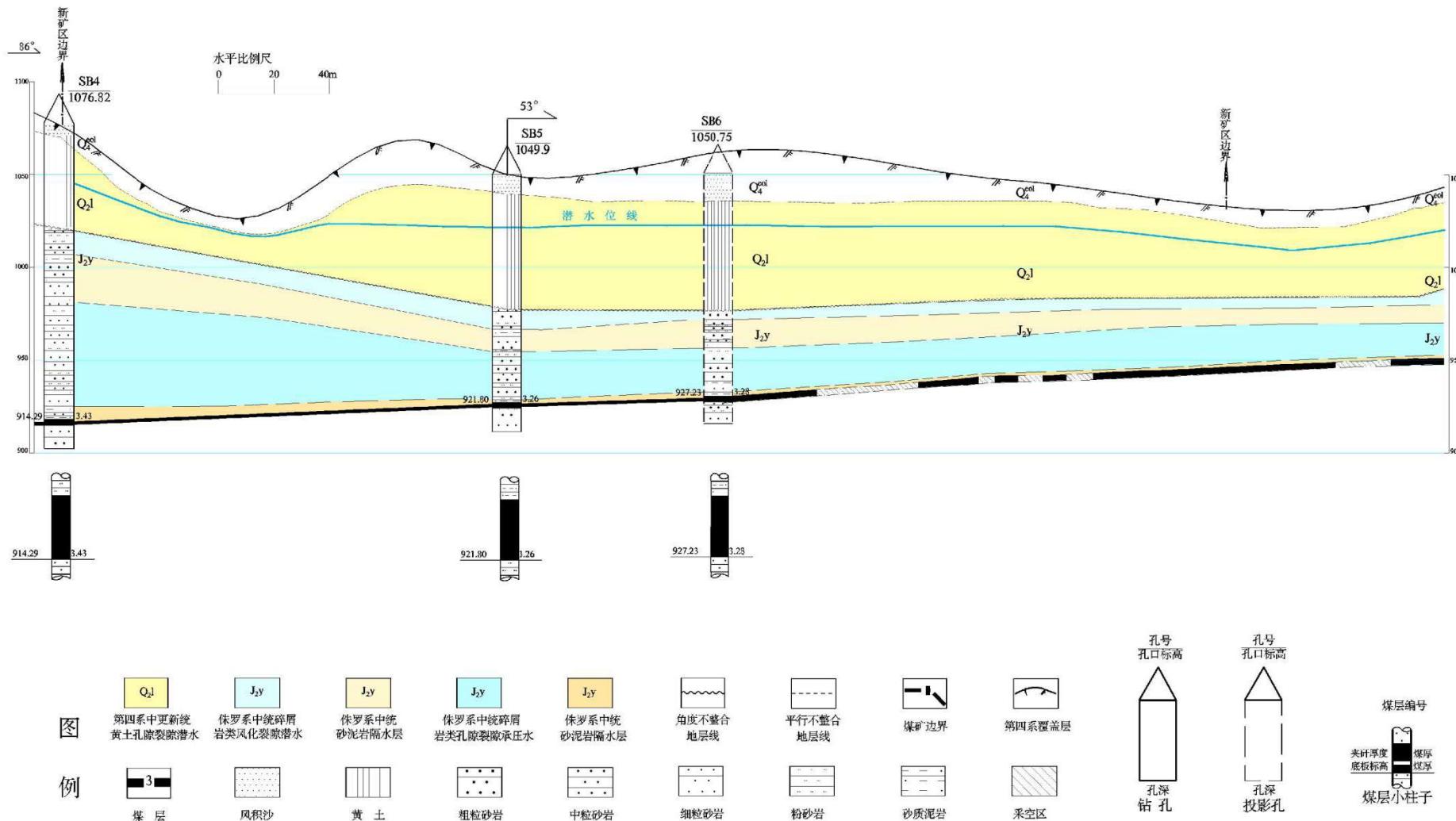


图 2.2-3 水文地质剖面图

## （2）地表水

区内地表水体主要是沙界沟河，分布在煤矿的西南部。另外，在导水裂隙带导通基岩风化带和土层的区域，地表水通过侧向和垂向下渗补给风化基岩含水层，沿基岩风化裂隙带进入矿坑，成为间接充水水源。

## （3）地下水

主要为第四系松散砂层孔隙潜水、第四系中更新统砾石组黄土孔隙裂隙潜水、基岩风化带孔隙裂隙承压水及3号煤层顶板基岩裂隙承压水。

### ①第四系松散砂层孔隙潜水

该水体主要分布于沙界河河谷阶地，分布于煤矿南部，南部开采时可构成矿井直接充水水源，其余地段不构成矿井直接充水水源，而是通过含水层之间相互补给构成间接充水水源。

### ②第四系中更新统砾石组黄土孔隙裂隙潜水

根据预测导水裂隙带发育高度来看，导水裂隙带已沟通该含水体，故构成矿井直接充水水源。

### ③基岩风化带裂隙潜水

煤矿全区分布，在大部分区域导水裂隙带导通基岩风化带，故基岩风化带裂隙潜水构成直接充水水源。根据目前山东煤矿实际开采情况，3号煤层导水裂隙带与基岩顶部风化基岩导通，开采3101、3102工作面时，矿井涌水量明显增大，成为矿井充水来源。

### ④3号煤层顶板基岩裂隙承压水

延安组基岩裂隙水是煤层的直接充水水源，富水性弱，地下水径流条件差，该含水层虽有较高的水头压力，多以地下水静储量为主，涌水量较小，易于疏干，一般对矿井开采危害不大。

## （4）老空水

经调查，山东煤矿周边无废弃老窑和生产矿井，主要面临的是山东煤矿的老（采）空区积水的影响，老采空区存在积水，而且积水区面积较大。

## （四）工程地质

### 一、岩（土）的工程地质特征

根据岩（土）的岩性组合特征及工程力学特征，将本区岩土体分为六大岩组。

表2.2-1 岩（土）工程地质分类表

工程地质分类			岩层组	饱和单轴抗压强度 (MPa)	空间分布	岩体结构
岩类	RQD	岩石质量				
松散岩类		极劣	砂土层组		黑木头川、沙峁沟谷、王沙、毛尾沙	散体结构
			粉土层组		广布全区，主要为Q <sub>2-3</sub> 黄土	
软岩及较软岩	27.95-54.90 38.08	劣	风化岩组	14.2-19.3 16.5	基岩顶部20m左右	碎裂结构
		劣	煤岩组	11.6	可采煤层和不可采煤层	层状结构
	40.0-68.30 57.97	劣-中等	泥岩组	26.9	主要分布于煤系地层中及煤层顶、底板	
较坚硬岩	69.3-88.3 81.73	中等-好	砂岩组	44.4	煤层底板	块状结构

## 1.松散岩类

包括砂土层组及粉土层组：

### ①砂土层组

主要为粉细砂、砂砾石。为全新统风积沙和冲洪积物，分布于黑木头川及其较大支沟沙峁沟谷和王沙、毛尾沙，厚度2~13m不等，以粉细砂、砂砾石为主，夹粉土层。其压缩性大，抗剪强度小，承载力低，稳定性差。

### ②粉土层

为第四系中上更新统黄土，厚度大，一般厚度约40m，最厚66.03m。黄土含粉砂，含水量较小，塑性差，孔隙度大，结构疏松，垂直节理发育，多具湿陷性，易被地表水流冲蚀而引起坍塌，浸水易失稳，这与黄土梁峁区沟壑纵横的地貌特征相吻合。黄土承载力较低，稳定性较差。

## 2.软岩及较软岩类

包括风化岩组、煤岩组及泥岩组：

### ①风化岩组

风化岩组指基岩顶部20~30m左右深度范围内具有已风化特点的岩石，包括J<sub>2z</sub>、J<sub>2y</sub>岩性段，风化岩层内部由上到下风化程度逐渐减弱，强风化者原岩结构破坏，

疏松破碎，孔隙度大，含水率增高，强度减小，表现了稳定性差的特点。

### ②煤岩组

包括  $J_{2y}$  岩性段，区内 3 号煤层为主采煤层，该煤层属中厚煤层，性较脆，硬度中等。基岩裂隙较发育，裂隙内充填有钙质及黄铁矿薄膜。属软弱岩，强度较低。

### ③泥岩组

本岩组是与煤层开采有直接关系的岩组之一，是煤系地层的主要岩组，包括  $J_{2y}$  岩性段，由泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩及薄煤层等组成。多出现于煤层直接顶、底板，岩石含有较高的粘土矿物和有机物，以发育较多的水平层理、节理裂隙和滑面等结构面为特征。岩石质量较劣至中等，岩体完整性较差至中等完整。

## 3. 软坚硬岩类

包括  $J_{2z}$ 、 $J_{2y}$  岩性段，主要指以砂岩组为主，本岩组在该区以粉砂岩和细粒砂岩为主，局部为中粒砂岩，泥质、钙质胶结。原生结构面一般有平行层理、块状层理、大型板状交错层理。单层厚度大，构造结构面不太发育，主要为节理。岩石质量中等，岩体中等完整。

## （五）矿体地质特征

### 1、煤层

山东煤矿可采煤层仅 1 层，为 3 号煤层：该煤层位于延安组第三段的顶部，是本区的主要可采煤层之一，该煤层厚度  $2.85\sim3.53m$ ，平均  $3.17m$ ，由东向西煤层厚度递增，变化规律明显。煤层结构简单，为不含夹矸的单一煤层。煤层的底板标高变化在  $+910\sim+960m$  之间，埋深  $90\sim190m$ 。煤层顶板主要为粉砂岩和砂质泥岩，局部为细粒砂岩；底板主要为粉砂岩和砂质泥岩。

该煤层为中厚煤层，全区可采，厚度变化小且规律明显，结构简单，煤质变化小，煤类单一，属稳定型煤层。

3 号煤层厚度等值线图见图 2.2-3。

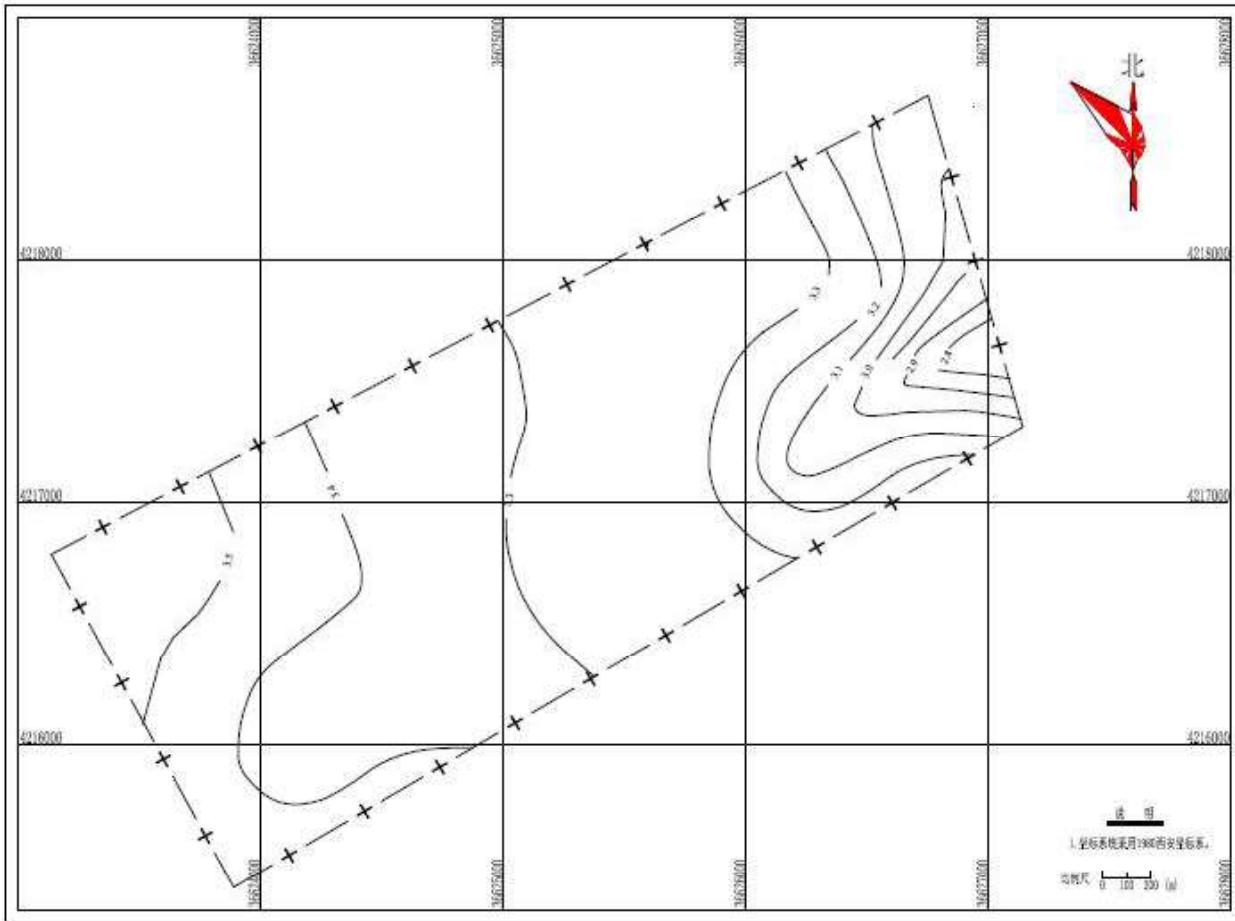


图 2.2-3 3号煤层厚度等值线图

### 三、矿区社会经济概况

山东煤矿行政区划隶属榆林市横山区波罗镇管辖。

#### （1）榆林市横山区

横山位于陕西省北部、榆林市中部偏西，地处毛乌素沙漠与黄土高原过渡地带，总面积 4333 平方公里。全区地貌以芦河、无定河为界，北部为风沙草滩区，占总面积的 32.2%；南部为丘陵沟壑区，占 51.3%；中部为河谷川地，占 16.5%。横山是国家能源化工基地以及“西气东输、西煤东运、西电东送”的重要组成部分，也是著名的古边塞重镇和革命老区。

全区拥有耕地 160 万亩、林地 240 万亩、草地 120 万亩，农业生产条件优越，农畜产品种类多、品质好。横山羊肉，肉质细腻、味美无膻，深受广大消费者青睐；横山大明绿豆，粒大饱满，驰名中外，远销东南亚等国和地区，年出口创汇达 1800 多万美元，“横山羊肉”和“横山大明绿豆”已被国家质检总局公布为全国地理产品标志保护。全区机械化水稻种植 4.5 万亩，年产量 1.8 万吨，被誉为“塞上小江南”。

横山北接榆林，是距榆林城市最近的县区。规划面积 914 平方公里的榆横工业园区，横山占 557.3 平方公里(占到 60%); 白界乡苏庄则、草海则等村所在的西南新区，被规划为榆林城市新区，可以说，横山不仅是榆横工业园区的核心地，也是榆林中心城市扩张的接续地和承载地。境内交通便捷，东与包西铁路、210 国道相连，中有 204 省道穿越，北与包茂高速公路相接，南有青银高速公路、307 国道及太中银铁路通过，基本形成了内连外通、北上南下的交通网络。

2024 年，全区实现地区生产总值 430.19 亿元，增长 7.0%。其中，第一产业实现增加值 28.36 亿元，增长 3.4%; 第二产业实现增加值 314.83 亿元，增长 9.0%; 第三产业实现增加值 87.00 亿元，增长 2.4%。三次产业占比为 7:73:20。2024 年末全区总户数 117156 户，年末户籍人口为 383686 人，粮食作物播种面积 1096011 亩，产量 246663.13 吨；蔬菜播种面积 72541 亩，产量 102527 吨；水果面积 125922 亩，挂果面积 79061 亩，产量 74779 吨。2024 年，全区完成财政总收入 50.82 亿元，增长 19.6%，其中，地方财政收入 14.23 亿元，实现全体农民人均可支配收入 30140 元，增长 6.4%；实现城镇常住居民人均可支配收入 41330 元，增长 5.5%。

表 2.3-1 榆林市横山区近 3 年社会经济情况表

年份	总人口 (人)	农业人口 (人)	社会总产值 (亿元)	农业产值 (亿元)	城镇居民收入 (元/人)	农村居民收入 (元/人)	粮食播种面积 (万亩)
2022 年	384431	311554	331.50	28.94	26311	16715	108.11
2023 年	384663	311650	407.83	28.18	39160	18128	109.59
2024 年	383686	310265	430.19	28.36	41330	19420	109.60

资料来源：榆林市横山区 2022~2024 年国民经济与社会发展统计公报

## （2）波罗镇

波罗镇地处横山区北部，东邻白界乡、响水镇，南接殿市镇，西连横山镇，北与榆阳区芹河乡接壤，西北和榆阳区巴拉素镇、红石桥乡相接。辖区东西最大距离 27.8 千米，南北最大距离 28.3 千米，总面积 317.2 平方千米。

波罗镇境内已探明地下矿藏主要有煤、高岭土、天然气等。其中煤炭储量 95190 万吨；天然气储量约 50 亿立方米，有气井 69 口，年产量 8.3 亿立方米。2024 年实现地区生产总值 552 亿元，“两税”收入达到 110.4 亿元，农民人均纯收入达 26500 元。

表 2.3-1 波罗镇近 3 年社会经济情况表

年份	总人口 (人)	农业人 口(人)	社会总 产值(亿 元)	农业产 值(亿 元)	城镇居民 收入(万 元/人)	农村居民 收入(万 元/人)	耕地 面积 (亩)	人均耕 地(亩/ 人)
2022 年	22310	20322	45.6	2735	3.9	1.7	59776	2.2
2023 年	22516	20118	48.95	2.81	4.2	2.1	59916	2.2
2024 年	22895	20335	52.0	3.25	4.6	2.65	59936	2.2

资料来源：波罗镇 2022~2024 年国民经济与社会发展统计公报

## 四、矿区土地利用现状

### (一) 土地利用类型与面积

山东煤矿共涉及榆林市横山区 1:5000 土地利用标准分幅图 5 幅，图幅号分别为：J49H092046、J49H092047、J49H093045、J49H093046、J49H093047。依据榆林市自然资源和规划局横山分局 2024 年变更的第三次全国国土调查数据，项目区的土地利用面积合计 481.96hm<sup>2</sup>，其中矿区面积 474.71hm<sup>2</sup>，位于矿区范围外的工业场地面积 7.25hm<sup>2</sup>，现状类型划分为 10 个一级类和 21 个二级类，主要以其他林地和其他草地为主，其次为灌木林地、工业用地和乔木林地、水浇地、采矿用地，其他用地面积均较小，各自占比均不足 1%。土地利用现状见表 2.4-1，分布情况见附图 2。

表 2.4-1 土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 (hm <sup>2</sup> )			占项目区总面积 比例 (%)	
				矿区	工业场地	小计		
01	耕地	0102	水浇地	5.01		5.01	1.04	1.26
		0103	旱地	1.04		1.04	0.22	
03	林地	0301	乔木林地	12.69		12.69	2.63	78.65
		0305	灌木林地	49.45		49.45	10.26	
		0307	其他林地	316.91		316.91	65.75	
04	草地	0401	天然牧草地	2.74		2.74	0.57	12.89
		0402	人工牧草地	2.29		2.29	0.48	
		0404	其他草地	57.11		57.11	11.85	
05	商业服务业用 地	05H1	商业服务业设 施用地	0.03		0.03	0.01	0.02
		0508	物流仓储用地	0.04		0.04	0.01	
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	10.44	7.25	17.69	3.67	4.71
		0602	采矿用地	5.01		5.01	1.04	
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.53		0.53	0.11	0.11

一级地类		二级地类		面积 (hm <sup>2</sup> )			占项目区总面积比例 (%)	
				矿区	工业场地	小计		
08	公共管理与公共服务用地	08H1	机关团体新闻出版用地	0.09		0.09	0.02	
		0809	公用设施用地	0.02		0.02	0.02	
10	交通运输用地	1003	公路用地	2.10		2.10	0.44	
		1006	农村道路	4.70		4.70	0.98	
		1007	机场用地	1.68		1.68	0.35	
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	1.82		1.82	0.38	
		1107	沟渠	0.58		0.58	0.12	
12	其他土地	1202	设施农用地	0.01		0.01	0.00	
		1205	沙地	0.42		0.42	0.09	
合计				474.71	7.25	481.96	100.00	
							100.00	

## （二）永久基本农田情况

对照收集的榆林市横山区国土空间规划图，矿区范围内无永久基本农田。矿区周边基本农田分布情况见图 2.4-1。本项目地面建设工程均不占用基本农田。

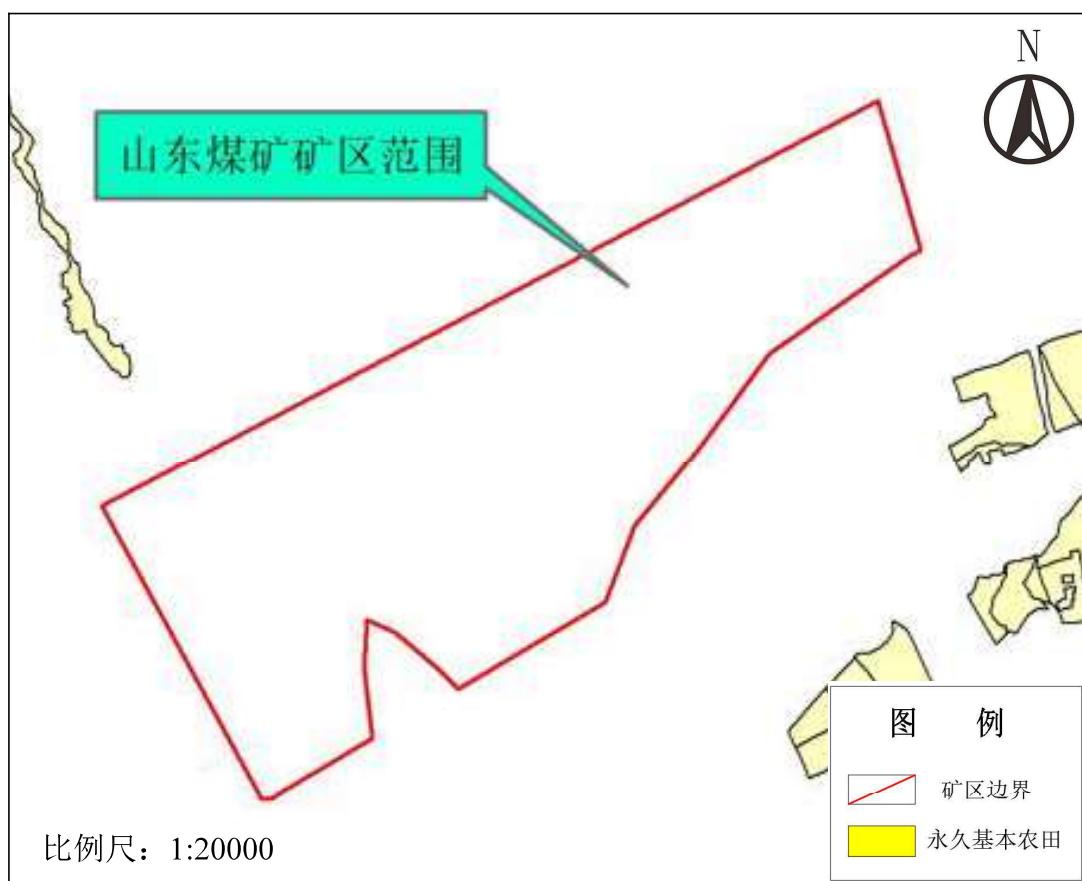


图 2.4-1 矿区及周边永久基本农田分布图

## 五、矿山及周边其他人类重大工程活动

评估区地处毛乌素沙漠东南缘与陕北黄土高原接壤地带，为垄状沙丘及波状沙丘夹沙间洼地的地貌形态，地势相对平缓，项目区除无定河北岸湿地自然保护区外，无其它重要地质遗迹、人文景观等。区内主要人类工程活动见图 2.5-1。

### （一）村庄及农业生产

山东煤矿矿区涉及一个行政村，为长城村，主要为芦草梁村组。村民主要从事农业生产活动，如种植玉米、谷子等。

矿区内仅芦草梁村组零散分布 4 户村民住宅，人口共计 18 人，涉及房屋 29 间。

表 2.5-1 矿区内住户基本信息统计表

村庄	人数（口）	房屋（间）	宅基地面积（亩）	位置	
				X	Y
住户 1	4	6	0.5		
住户 2	4	8	0.4		
住户 3	5	6	0.6		
住户 4	5	9	0.6		
合计	18	29	2.1		

### （二）矿区及周边道路

矿区及周边道路主要为榆横公路及乡村道路。榆横公路，为三级公路（见照片 2.5-1）在区内长度约 5.2km，道路平均宽度约 5.0m，采用混凝土路面；矿区范围内乡村道路（见照片 2.5-2）网密布，宽约 3.5m，采用泥结碎石路面，区内长度约 6.5km。



照片 2.5-1 榆横公路（镜向 NE）



照片 2.5-2 乡村道路（镜向 N）

### （三）横马一级公路

横（山县）马（扎梁）一级公路从井田西部南北向穿过，穿越长度 1.75km，距离井田西边界最近距离 200m。该公路已经按照《陕西省横山县城至马扎梁一级公路压覆矿产资源储量核实报告》留设保护煤柱宽度为 135m。

该公路为规划公路，目前未建设。

#### （四）临时供水管线

井田中部有地面供水管线横穿而过，该供水管线从长城煤矿附近取水输送至榆横工业园，自王圪堵水库供水工程投入使用后，该管线再未使用，属临时性取水管线。

#### （五）油气井及输气管线

矿区南部有 1 处天然气井，即 QJ2 天然气井。

长庆油田分公司第二采气厂管道局榆 45-7～榆 12 站单井管线从山东煤矿中部偏南区域穿过井田，向北延伸穿过井田北部边界，井田内管线长度均为 1.2km 左右。



照片 2.5-3 临时供水管线（已废弃）（镜向 W）



照片 2.5-4 QJ2 天然气井（镜向 SE）



照片 2.5-5 天然气管线（镜向 N）

### （三）其他人类活动

①横山机场：为榆林波罗通用航空公司所有，航站区总建筑面积 15200m<sup>2</sup>。

横山县通用机场与本井田在北部边界处重叠，开采为其留设 150m 宽的保护煤柱。

②横山县天和生态农业开发有限公司：位于矿区范围中东部，占地面积约 25.39hm<sup>2</sup>。该公司在矿区主要生产活动以育苗为主，在矿区无地面建筑分布。



照片 2.5-6 横山机场（镜向 N）



照片 2.5-7 天和生态农业区（镜向 NW）



照片 2.5-8 横山机场全貌

③无定河湿地自然保护区：陕西无定河湿地自然保护区位于横山县北部的无定河流域，东经 \*\*\*\*~\*\*\*\*，北纬 \*\*\*\*~\*\*\*\*，是以保护湿地生态系统为主要对象的自然保护区。于 2009 年 12 月 26 日经陕西省人民政府批准设立的省级自然保护区（陕政函〔2009〕207 号），保护区总面积 11480hm<sup>2</sup>，其中核心区面积 1433hm<sup>2</sup>，缓冲区面积 3166hm<sup>2</sup>，实验区面积 6881hm<sup>2</sup>，该自然保护区以保护湿地生态系统为主要对象的自然保护区，其建立对于保护湿地珍稀水禽、陕北黄土高原风沙区湿地景观及水源地具有重要作用。

山东煤矿井田整体位于无定河湿地省级自然保护区北侧，根据陕西省国土资源厅《关于全面停止各类保护区矿产资源勘察开采活动的通知》(陕国土资发〔2017〕55 号)和《关于涉及自然保护区采矿权有关事宜的通知》(陕国土资发〔2017〕62 号)，山东煤矿退出了湿地保护区 1.0627km<sup>2</sup>，并于 2018 年直接换发了采矿许可证(证号：C6100002009081120031813)，采矿许可证面积 4.7473km<sup>2</sup>。2021 年 4 月，在办理采矿许可证延续过程中，发现矿区范围与无定河湿地自然保护区有一小部分重叠区

（0.0002km<sup>2</sup>），对重叠区范围进行了扣除，换发的采矿许可证记载矿区范围由17个拐点坐标圈定而成，面积4.7471km<sup>2</sup>，现状矿区范围与无定河湿地自然保护区无重叠区域。

总体上该区人类工程活动较强烈。

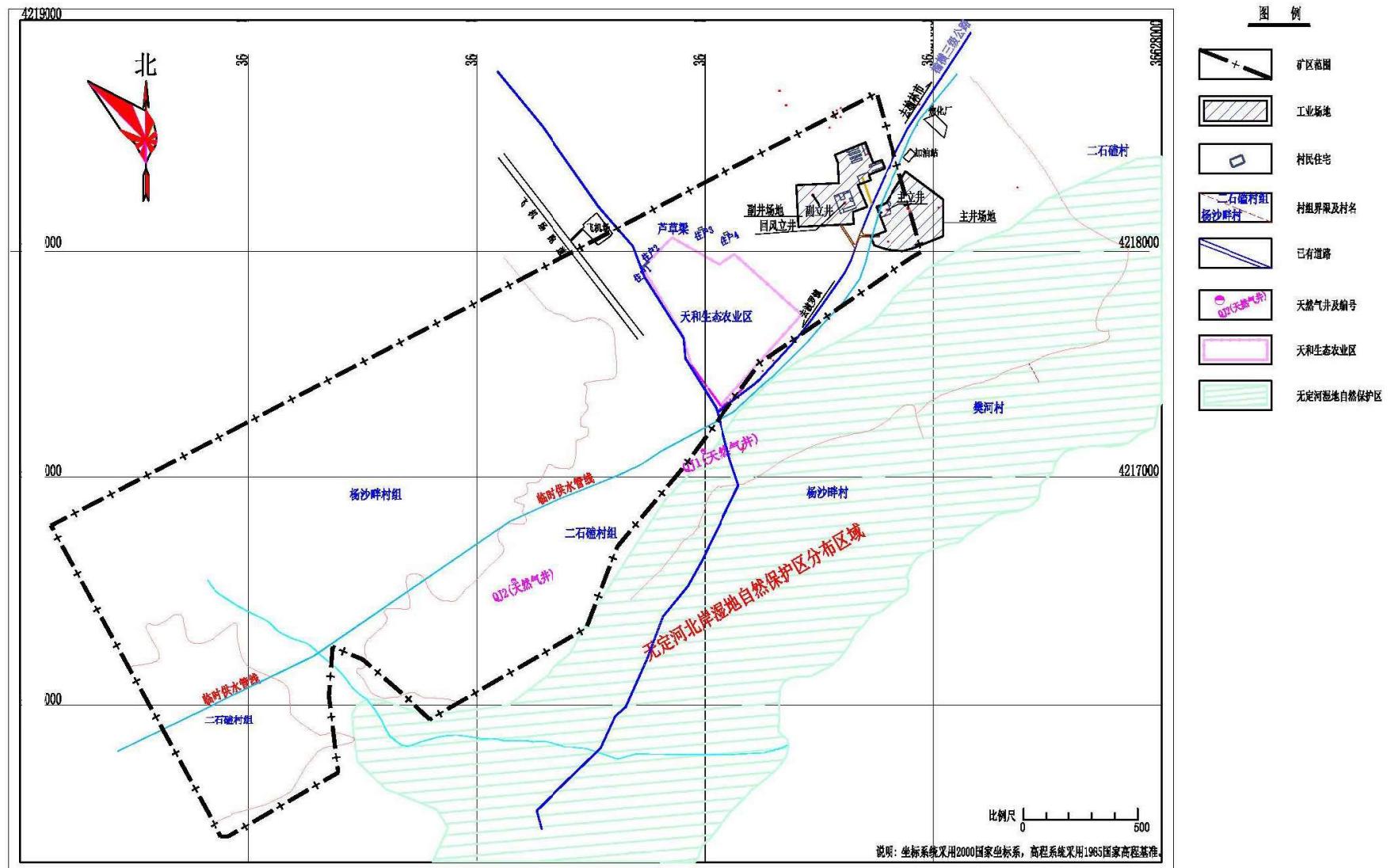


图 2.5-1 矿区及周边人类工程活动分布图

## 六、矿山及周边矿山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、上期矿山地质环境保护与土地复垦方案概述

山东煤矿于 2017 年完成了《横山县波罗镇山东煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，并 2017 年 12 月获得了原陕西省国土资源厅的公告，方案适用期 2018 年—2022 年。方案适用期年度计划安排治理工程基本按照上期方案各年度计划内容及矿山实际生产接续情况安排实施。

#### 2、基金计提情况

山东煤矿于 2018 年 11 月 18 日建立基金账户，其中 2017 年结余矿山地质环境保证金、土地复垦费用 \*\*\*\*\* 万元；截止 2025 年 10 月底应计提基金 \*\*\*\*\* 万元，实际计提基金\*\*\*\*\*万元，根据榆林市自然资源和规划局横山分局的监管要求，实现足额按时计提。

#### 3、基金使用情况

山东煤矿对 2018-2020 年治理工程、2022 年治理工程及监测工程进行了年度基金验收，2022 年提取使用基金 \*\*\*\*\* 万元；2024 年提取使用基金 \*\*\*\*\* 万元；截止 2025 年 10 月底，基金账户余额 \*\*\*\*\* 万元（含利息）。

表 2.6-1 山东煤矿煤矿适用期基金使用情况一览表      单位：万元

序号	年度	销售费用 (万元)	应提取金额 (万元)	实际提取金额 (万元)	使用金额 (万元)	剩余金额 (万元)
1	2017 年					
2	2018 年					
3	2019 年					
4	2020 年					
5	2021 年					
6	2022 年					
7	2023 年					

序号	年度	销售费用 (万元)	应提取金额 (万元)	实际提取金额 (万元)	使用金额 (万元)	剩余金额 (万元)
8	2024 年					
9	2025 年					
	累计					

#### 4、上期《两案》适用期年度工作安排情况

##### 1) 矿山地质环境保护与恢复治理适用期恢复治理工作部署

上期方案矿山地质环境治理适用期治理内容如下：

- ①对不稳定地质体 B1 进行治理，彻底消除其隐患；
- ②建议对无定河保护湿地北侧足够安全距离的保护煤柱；
- ③对该阶段开采形成的地面塌陷区破坏乡村道路进行维修；
- ④对民用输电线电线杆进行扶正、加固或移设；

⑤对已有地面塌陷 TX1、TX2（监测点 D1~D5）实施不稳定地质体位移变形监测；对主井、副井工业场地（监测点 D6、D7）、进场道路（监测点 D8）、横山机场（监测点 D9）及曹建平煤厂（监测点 D10）进行房屋裂缝监测；针对近期采空区（监测点 D18~D25）实施地表位移变形监测，针对首采工作面进行岩石移动观测；

⑥针对区内工业场地 3 处水源井设置监测点 S1~S3，针对一采区设置基岩水文井 S4，进行各含水层水位、水质监测；

⑦在工业场地南部、无定河北岸、沙界沟中游各设置 1 个水体环境监测点（W1~W3），进行流量、水质监测；在已有采空区、近期采区、矸石周转场下游各设置各设置 1 个土壤环境监测点（W4、W6、W11），分别对其土壤质量进行定期监测；

⑧人工巡查，监测不稳定地质体、地形地貌景观影响与破坏情况。

##### 2) 土地复垦适用期恢复治理工作部署

上期方案土地复垦适用期治理内容如下：

- ①复垦已有地面塌陷及本 5 年开采形成的地面塌陷损毁的土地，其中：复垦水

浇地面积 5.76hm<sup>2</sup>，复垦有林地面积 167.11hm<sup>2</sup>，复垦灌木林地面积 1.79hm<sup>2</sup>，复垦人工牧草地面积 9.29hm<sup>2</sup>，复垦沙地（灌木林地方向）89.33hm<sup>2</sup>；

②从沙界沟东侧边坡上部取土并储存，并进行植被绿化，栽植油松 3890 棵。

③对土地损毁情况进行监测，对复垦后的土地进行复垦效果监测，并进行管护。

## 5、上期《两案》年度计划与设计情况

2020 年山东煤矿自主编制了《横山县波罗镇山东煤矿矿山地质环境治理与土地复垦 2020 年及以前工程治理计划与设计》，2021 年 4 月 11 日，榆林市自然资源和规划局横山分局组织有关专家对《横山县波罗镇山东煤矿矿山地质环境治理恢复与土地复垦 2020 年及以前工程治理计划与设计》进行了评审及验收。2020 年及以前方案确定了《横山县波罗镇山东煤矿工业广场绿化工程》、《横山县波罗镇山东煤矿老井、旧工业场地治理工程》、《横山县波罗镇山东煤矿硬地峁梁供水管线治理工程》、《横山县波罗镇山东煤矿 3101、3102 工作面采空区地表塌陷区治理工程》、《横山县波罗镇山东煤矿损毁路面修复工程》、《横山县波罗镇山东煤矿低压输电通讯线路修复工程》、《横山县波罗镇山东煤矿地下水监测井工程》和《横山县波罗镇山东煤矿 3101 采空区沉降监测工程》8 个工程。

2022 年山东煤矿委托陕西景博远科工程科技有限公司编制了《横山县波罗镇山东煤矿矿山地质环境治理与土地复垦 2022 年度工程治理计划与设计》，2022 年 7 月 3 日，榆林市自然资源和规划局横山分局组织有关专家对陕西景博远科工程科技有限公司编制的《横山县波罗镇山东煤矿矿山地质环境治理与土地复垦 2022 年度工程治理计划与设计》进行了评审。2022 年方案确定了《横山县波罗镇山东煤矿采空塌陷区输电线路修复工程（3103、3106 工作面）》、《横山县波罗镇山东煤矿采空塌陷区裂隙充填及土地复垦工程（3101、3102、3103、3106 工作面）》、《横山县波罗镇山东煤矿矿区及周边绿化工程》、《横山县波罗镇山东煤矿拆迁复垦工程》和《横山县波罗镇山东煤矿矿山地质环境保护与土地复垦监测工程》5 个工程。

山东煤矿计划工程 14 个，其中：2020 年及以前计划工程 8 个，2022 年度计划工程 5 个。两案报告编制 1 个，年度计划编制 1 个。山东煤矿计划总经费 1213.05 万元，其中：2018~2020 年度计划总经费 858.05 万元，2022 年度计划总经费 355.00 万元。

## 6、上期《两案》验收情况

山东煤矿适用期共验收3次，分别为《横山县波罗镇山东煤矿矿山地质环境治理恢复与土地复垦2020年及以前》验收、《横山县波罗镇山东煤矿矿山地质环境治理恢复与土地复垦2022年度》验收和《横山县波罗镇山东煤矿矿山地质环境治理恢复与土地复垦监测工程》阶段性验收。

2022年3月9日，横山区自然资源和规划局组织有关专家、横山县波罗镇山东煤矿（承担单位）、陕西景博远科工程科技有限公司、陕西工程勘查研究院（编制单位）、浙江中隧建设工程有限公司、陕西省185煤田地质有限公司、榆林巨吉商贸有限公司和西安煤航遥感信息有限公司（施工单位）对横山区山东煤矿提交的《横山县波罗镇山东煤矿矿山地质环境治理恢复与土地复垦2020年及以前》进行了验收。共完成《横山县波罗镇山东煤矿工业广场绿化工程》、《横山县波罗镇山东煤矿老井、旧工业场地治理工程》、《横山县波罗镇山东煤矿硬地峁梁供水管线治理工程》、《横山县波罗镇山东煤矿3101、3102工作面采空区地表塌陷区治理工程》、《横山县波罗镇山东煤矿损毁路面修复工程》、《横山县波罗镇山东煤矿低压输电通讯线路修复工程》、《横山县波罗镇山东煤矿地下水监测井工程》、《横山县波罗镇山东煤矿3101采空区沉降监测工程》8项工程和两案编制。

2024年6月16日，横山区自然资源和规划局组织有关专家、横山县波罗镇山东煤矿（承担单位）、陕西景博远科工程科技有限公司对横山区山东煤矿提交的《横山县波罗镇山东煤矿矿山地质环境治理恢复与土地复垦2022年度》进行了验收，共完成了《横山县波罗镇山东煤矿采空塌陷区输电线路修复工程（3103、3106工作面）》、《横山县波罗镇山东煤矿采空塌陷区裂隙充填及土地复垦工程（3101、3102、3103、3106工作面）》、《横山县波罗镇山东煤矿矿区及周边绿化工程》和《横山县波罗镇山东煤矿矿山地质环境保护与土地复垦监测工程》4项工程。

2024年6月16日，榆林市自然资源和规划局横山分局组织相关专家和相关部门代表，在横山县波罗镇山东煤矿会议室召开验收会议，对横山县波罗镇山东煤矿提交的《横山县波罗镇山东煤矿矿山地质环境保护与土地复垦监测工程》进行了阶段性验收。经审查认定，《横山县波罗镇山东煤矿矿山地质环境保护与土地复垦监测工程》阶段设备安装验收加快了矿山《两案》的工作部署进度，设备安装已经完毕，基本完成了阶段性任务，点位部署合理、满足设计要求，提交的相关资料满足阶段性验收要

求。

2024年3月12日，榆林市自然资源和规划局组织相关专家和相关部门代表，对横山县波罗镇山东煤矿矿山地质环境保护与土地复垦适用期（2018-2022年）进行了验收，并于2025年2月取得了验收意见，建议完善年度验收专家提出的整改意见，加强对采煤塌陷治理区植被恢复与管护工作。

## 7、上期《两案》执行情况

《两案》适用期共布置10项工程，2020年及以前计划布置9项工程，2022年度计划布置6项工程，其中2020年及以前计划、2022年度计划与《两案》中相同的项目有9项，计划新增技术服务项目2项、工程4项。

适用期内共验收13项工程，其中《两案》布置的9项，验收技术服务项目1项，新增项目3项。总费用1045.52万元，其中第一次验收9项工程，费用858.05万元，第二次验收4项工程，费用126.77万元，监测工程阶段性验收费用60.70万元。

## 8、上期《两案》未执行工程说明

2018年不执行理由，2018年矿方未实施年度治理计划，相应治理内容推后执行。

B1不稳定地质体未按《两案》部署削坡、修截排水沟，是根据横山县波罗镇山东煤矿委托榆林市博地地质工程有限公司编制的《横山县波罗镇山东煤矿B1不稳定地质体边坡稳定性评价报告》，经专家评审认定B1不稳定地质体在天然状态整体处于稳定状态，在降雨饱和条件下该崩塌也能保持基本稳定状态。B1天然状态和暴雨工况下都处在稳定-基本稳定状态，与10年来没有发生明显变形的实际情况吻合。

建议在坡顶及坡脚处设立警示标志，坡顶张拉裂隙处可设置围栏。山东煤矿已在坡顶及坡脚处设立警示标志，坡顶张拉裂隙处设置围栏。

## 9、上期《两案》工程变更

①分年度变更治理工程主要体现在以往年度治理工程滞后，从而导致上年度未治理内容纳入第二年度、第三年度或者第四年度执行，但均在两案治理内容内。

②工程量的变更，主要原因山东煤矿工业场地绿化成活率低，导致后期补植补栽，从而增加工程量；开采计划提前，导致损毁面积增加，工程量增加。



照片 2.6-1 上期未治理工程现状

## 10、上期《两案》新增工程

新增治理工程主要硬地崩梁供水管线治理工程、年度计划报告、验收报告、两案和监测报告的编制费用。

## 11、上期《两案》与本次方案的衔接

- 1) 将矿山地质环境保护与土地复垦监测工程纳入本方案。
- 2) 根据煤炭开采计划，做好监测点的设置及年度监测点的迁移。

## 12、上期《两案》适用期后开展的矿山地质环境保护与土地复垦工作

上期《两案》适用期到期后，煤矿积极履行矿山地质环境保护与土地复垦义务，编制的《横山县波罗镇山东煤矿矿区地质环境恢复与土地复垦年度工程治理计划（2024年度）》于2025年3月通过专家审查；编制的《横山县波罗镇山东煤矿矿区地质环境恢复与土地复垦年度工程治理计划（2025年度）》于2025年7月通过专家审查。

表2.6-2 2024年度矿山地质环境保护与土地复垦工程

项目名称	工程量	实施内容	投资估算（万元）
供水管线治理工程	3103、3104、3106、3107工作面上榆林市水务集团榆横工业园区供水有限公司硬地梁供水工程输水管道，长968.5m，Φ600钢管	采前开挖保护（开挖出输水管道采用三脚架悬空支护）；采厚回填加固（沉陷基本稳定后采用碎石黄土加固管基、管道回放、土方回填夯实），施工带影响区复垦（复垦面积2.09公顷，种植紫穗槐和撒播紫花苜蓿）	65.52
3109、3110、3111工作面通村道路临时治理工程	通村道路长703.19m（路面宽7.5m）	人工切缝长645.33m，挖出影响安全通行的混凝土路面长57.86m（挖方量136.32m <sup>3</sup> ），修复混凝土路面长57.86m（面积492.15m <sup>2</sup> ），设置警示牌8个	18.38

横山县波罗镇山东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）

项目名称	工程量	实施内容	投资估算（万元）
3106、3107工作面边坡治理工程	治理面积1.1513hm <sup>2</sup>	削坡、弃土外运59118.85m <sup>3</sup> ，修复灌溉渠道90m，栽植紫穗槐46052穴，撒播紫花苜蓿1.1513hm <sup>2</sup>	41.79
3104、3105工作面裂缝填充工程	60.36hm <sup>2</sup>	填充裂缝206条（宽度在3~20cm的198条、20~50cm的8条）、长18425m	65.23
杨沙畔村东沙饮水工程	3104工作面新建水源井及输水管道	新建水源井（井深110m）、配套供电设施、修建水源井至已有高位蓄水池的输水管道长920m（1.0Mpa $\phi$ 90PE）	45.26
杨沙畔村西沙饮水工程	3110工作面新建水源井及蓄水池、输水管道	新建水源井3口（井深110m），配套建设3套供电设施，新建高位蓄水池1座（容积400m <sup>3</sup> ）、3条水源井至高位蓄水池输水管道（其中1.6Mpa $\phi$ 75PE输水管2条，长度分别为1880m和1730m，1.6Mpa $\phi$ 90PE输水管道1条，长1570m）、配水管网3980m、检查井16座	168.26
杨沙畔村前沟、后沟灌溉水源配套工程	3109工作面上新修泵站、架空线路及输配水管道	无定河新修泵站2座（水源调整为无定河地表水，已办理取水许可手续），安装水泵4台、变压器2台机10KV架空线路50m、电缆400m，新建输配水干支管5925m（其中DN100钢管1200m、1.0Mpa $\phi$ 120PE管4360m、1.0Mpa $\phi$ 63PE管365m），设置出水口73个，灌溉面积440亩	95.67
二石磕村农村公路治理工程	公路长2.16km（宽9m段长0.88km、5m段长1.28km），混凝土路面	维修、更换原混凝土路面，待原路面混凝土强度不低于设计强度等级值的80%时，在原路面上铺设5cm厚AC-16中粒式沥青混凝土	226.26
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）	/	报告编制及图件	20
合计			743.67

表2.6-3 2025年度矿山地质环境保护与土地复垦工程

项目名称	工程量	投资估算（万元）
长城村芦草梁组灌溉水源配套工程	新建140米深水源井2口、配套水管3355米、新建1000方高位蓄水池2座	171.12
杨石畔至二石磕村生产路治理工程	修复4.5米宽砂石路5620米	243.64
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）	报告编制及图件	12
合计		426.76

2024 年度的治理工程已完成，待验收；2025 年的治理工程正在开展。

## （二）已完成治理工程（措施）分析

山东煤矿上期《两案》分年度落实情况表见表 2.6-4。

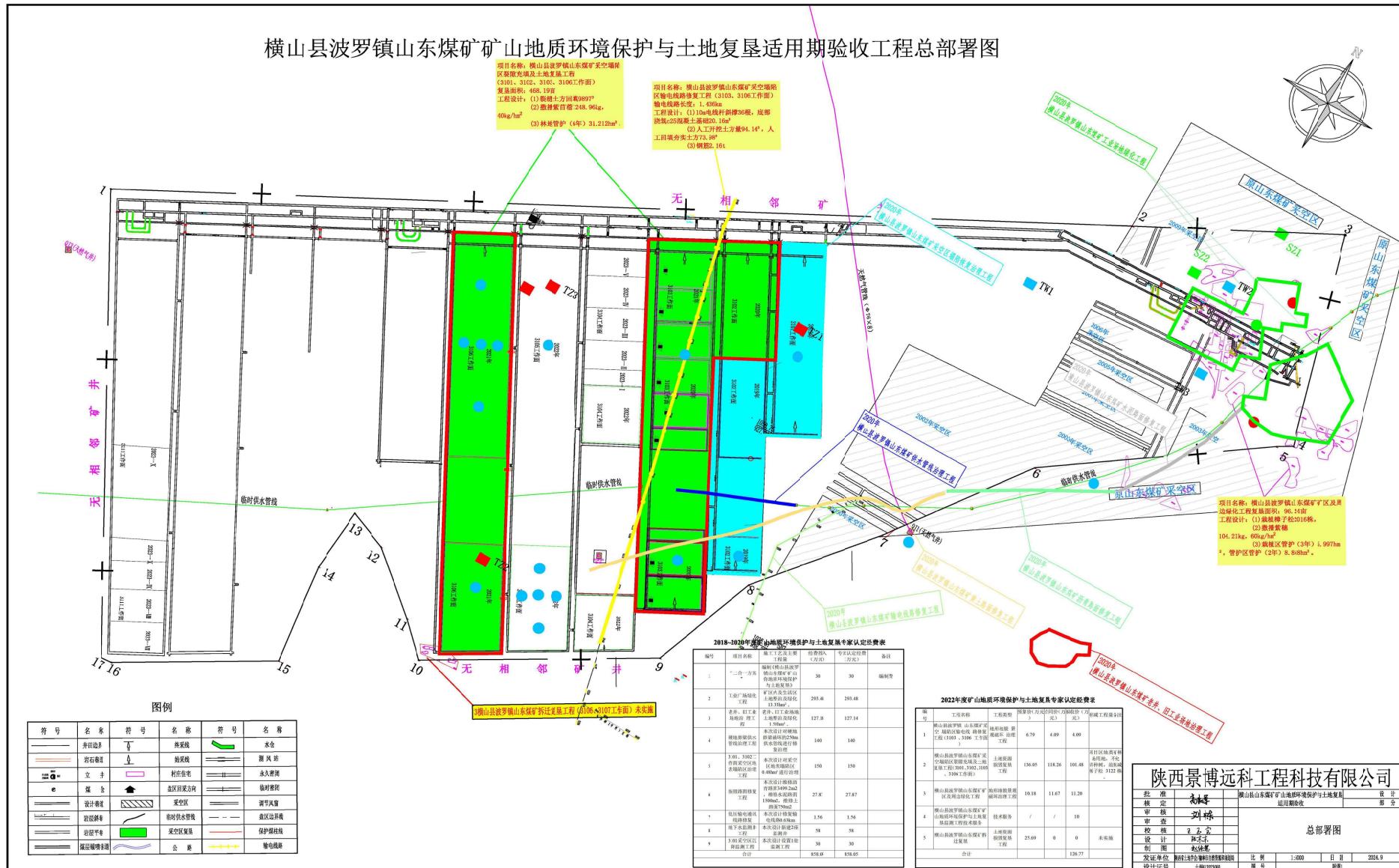


图 2.6-1 上期《两案》适用期验收工程分布图

表 2.6-4 山东煤矿上期《两案》分年度落实情况表

年度	项目名称	主要工程内容	经费 (万元)	实施情况	备注
	适用期经费合计(万元)		2800.57		
2018	矿山地质环境治理		74.2		
	彻底清除不稳定地质体 B1	削坡并修建截排水沟		未实施	
	修复区内已受损道路共 1.31km	修复区内已受损道路共 1.31km		变更至 2020年	
	对已有地面塌陷 TX1、TX2（监测点 D1~D5）实施不稳定地质体 监测；对主井、副井工业场地（监测点 D6、D7）、进场道路（监测点 D8）、横山机场（监测点 D9）及曹建平煤厂（监测点 D10）进行房屋裂缝监测	对塌陷 TX1、TX2、主井、副井工业场地、进场道路、横山机场曹建平煤厂房屋裂缝监测		变更至 2022年	
	对工业场地水井进行含水层水量、水位、水质监测；新凿基岩水文井，进行各含水层水量、水位、水质监测	水井进行含水层水量、水位、水质监测		变更至 2022年	
	在副井工业场地针设置水监测点（W1），对处理后的水进行水环境监测；在沙界沟和无定河北岸分别设置水体监测点（W2、W3），进行水环境监测	对副井工业场地、处理后的水、沙界沟和无定河北岸分别设置水体监测点进行水环境监测		变更至 2022年	
	在已有采空区地表设置土壤监测点（W4），在矸石周转场设置土壤监测点（W11），进行土壤环境监测	已有采空区地表和矸石周转场设置土壤监测点进行土壤环境监测		变更至 2022年	
	地面巡查,监测地形地貌景	监测地形地貌景		变更至 2022年	
	土地复垦		567.57		
	对矸石周转场表土进行剥离储存，共剥离表土量 3360m <sup>3</sup>	剥离表土		变更至 2021年	
	从沙界沟东侧边坡上部取土并储存，并进行植被绿化，栽植油松 3890 棵	植被绿化，栽植油松		变更至 2021年	
	对已沉陷损毁土地进行复垦	复垦水浇地 5.76hm <sup>2</sup> ；复垦有林地 125.78hm <sup>2</sup> ；复垦灌木林地 1.79hm <sup>2</sup> ；复垦其它草地（人工牧草地方向）9.29hm <sup>2</sup> ；复垦沙地（灌木林地方向）17.87hm <sup>2</sup>		变更至 2020年	

年度	项目名称	主要工程内容	经费(万元)	实施情况	备注
	对采空区地表进行土地损毁监测	对采空区地表进行土地损毁监测		变更至2022年	
	对复垦后的土地进行复垦效果监测，并进行管护	对复垦后的土地进行复垦效果监测，并进行管护		变更至2022年	
2019	矿山地质环境治理		24.31		
	维修采空区受损的道路、对输电线路进行扶正、加固或移设	维修、加固采空区受损的道路、输电线		变更至2020年	
	继续对上一年设置的不稳定地质体点进行监测；针对本年度采空区设置监测点（D1 8~D19）实施地表位移变形监测，通过水准测量手段对其水平位移和垂直位移进行监测；对首采工作面设置岩移观测站，进行岩移观测	监测		变更至2022年	
	继续对工业场地内3处水源井及一盘区内1处水文钻井进行含水层水量、水位、水质监测	监测		变更至2022年	
	继续对工业场地处理后的水进行水环境监测，对工作面地表进行土壤环境监测	监测		变更至2022年	
	在首采工作面设置1处土壤质量监测点（W6），每季度监测1次，取1组土壤进行分析，共计4次	监测		变更至2022年	
	地面巡查,监测地形地貌景	监测		变更至2022年	
	土地复垦		516.27		
	对开采沉陷损毁土地进行复垦，复垦有林地面积10.33hm <sup>2</sup> ；复垦沙地（灌木林地方向）面积17.87hm <sup>2</sup>	对开采沉陷损毁土地进行复垦，复垦有林地面积10.33hm <sup>2</sup> ；复垦沙地（灌木林地方向）面积17.87hm <sup>2</sup>		变更至2020年	
	对采空区地表进行土地损毁监测	监测		变更至2022年	
2020	对复垦后的土地进行复垦效果监测，并进行管护	监测		变更至2022年	
	矿山地质环境治理		24.55		
	维修采空区受损的道路、对输电线路进行扶正、加固或移设	维修、加固采空区受损的道路、输电线		实施	2020年验

年度	项目名称	主要工程内容	经费(万元)	实施情况	备注
2021	继续对上一年设置的不稳定地质体点进行监测；针对本年度采空区设置监测点（监测点（D20-D21）实施地表位移变形监测，通过水准测量手段对其水平位移和垂直位移进行监测；继续对首采工作面设置岩移观测站，进行岩移观测	监测		变更至2022年	收
	继续对工业场地内3处水源井及一盘区内1处水文钻井进行含水层水量、水位、水质监测	监测		变更至2022年	
	继续对工业场地处理后的水进行水环境监测，对工作面地表进行土壤环境监测	监测		变更至2022年	
	继续对土壤质量监测点（W6）进行监测，每季度监测1次，取1组土壤进行分析，共计4次	监测		变更至2022年	
	地面巡查，监测地形地貌景	监测		变更至2022年	
	土地复垦		514.92		
	对开采沉陷损毁土地进行复垦：复垦有林地面积10.33hm <sup>2</sup> ；复垦沙地（灌木林地方向）面积17.87hm <sup>2</sup>	对开采沉陷损毁土地进行复垦，复垦有林地面积10.33hm <sup>2</sup> ；复垦沙地（灌木林地方向）面积17.87hm <sup>2</sup>		实施	2022年验收
	对采空区地表进行土地损毁监测	监测		变更至2022年	
	对复垦后的土地进行复垦效果监测，并进行管护	监测		变更至2022年	
	矿山地质环境治理		24.46		
2021	维修采空区受损的道路、对输电线路进行扶正、加固或移设	维修、加固采空区受损的道路、输电线路		变更至2022年	
	继续对上一年设置的不稳定地质体点进行监测；针对本年度采空区设置监测点（监测点（D20-D21）实施地表位移变形监测，通过水准测量手段对其水平位移和垂直位移进行监测；继续对首采工作面设置岩移观测站，进行岩移观测	监测		变更至2022年	
	继续对工业场地内3处水源井及一盘区内1处水文钻井进行含水层水量、水位、水质监测	监测		变更至2022年	

年度	项目名称	主要工程内容	经费 (万元)	实施情况	备注
	继续对工业场地处理后的水进行水环境监测，对工作面地表进行土壤环境监测	监测		变更至2022年	
	继续对土壤质量监测点（W6）进行监测，每季度监测1次，取1组土壤进行分析，共计4次	监测		变更至2022年	
	地面巡查，监测地形地貌景	监测		变更至2022年	
	土地复垦		514.92		
	对开采沉陷损毁土地进行复垦：复垦有林地面积10.33hm <sup>2</sup> ；复垦沙地（灌木林地方向）面积17.87hm <sup>2</sup>	对开采沉陷损毁土地进行复垦，复垦有林地面积10.33hm <sup>2</sup> ；复垦沙地（灌木林地方向）面积17.87hm <sup>2</sup>		变更至2022年	
	对采空区地表进行土地损毁监测	监测		变更至2022年	
	对复垦后的土地进行复垦效果监测，并进行管护	监测		变更至2022年	
2022	矿山地质环境治理		24.46		
	维修采空区受损的道路、对输电线路进行扶正、加固或移设	维修、加固采空区受损的道路、输电线路		实施	
	继续对上一年设置的不稳定地质体点进行监测；针对本年度采空区设置监测点（监测点（D20-D21）实施地表位移变形监测，通过水准测量手段对其水平位移和垂直位移进行监测；继续对首采工作面设置岩移观测站，进行岩移观测	监测		实施	
	继续对工业场地内3处水源井及一盘区内1处水文钻井进行含水层水量、水位、水质监测	监测		实施	
	继续对工业场地处理后的水进行水环境监测，对工作面地表进行土壤环境监测	监测		实施	
	继续对土壤质量监测点（W6）进行监测，每季度监测1次，取1组土壤进行分析，共计4次	监测		实施	
	地面巡查，监测地形地貌景	监测		实施	
	土地复垦		514.92		
	对开采沉陷损毁土地进行复垦：复垦有林地面积10.33hm <sup>2</sup> ；复垦沙地（灌木林地方向）面积17.87hm <sup>2</sup>	对开采沉陷损毁土地进行复垦，复垦有林地面积10.33hm <sup>2</sup> ；复垦沙地（灌木林		实施	
		地方向）面积17.87hm <sup>2</sup>			
	对采空区地表进行土地损毁监测	监测		实施	
	对复垦后的土地进行复垦效果监测，并进行管护	监测		实施	



照片 2.6-1 3101、3102 工作面裂缝治理前



照片 2.6-2 3101、3102 工作面裂缝治理后



照片 2.6-3 旧工业场地治理效果



照片 2.6-4 旧工业场地治理效果



照片 2.6-5 地下水监测井 HJ21



照片 2.6-6 地下水监测井 HJ22



照片 2.6-7 电线杆加固前



照片 2.6-8 电线杆加固后效果



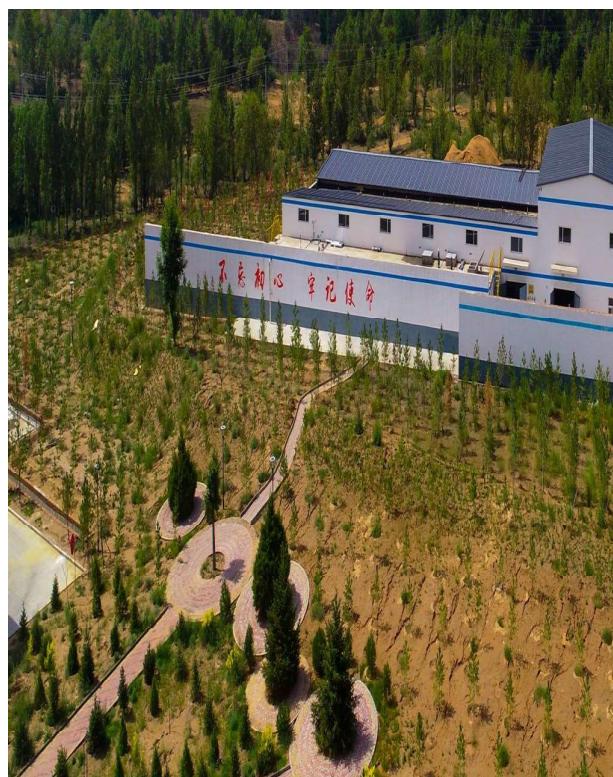
照片 2.6-9 生产路治理前



照片 2.6-10 生产路治理后效果



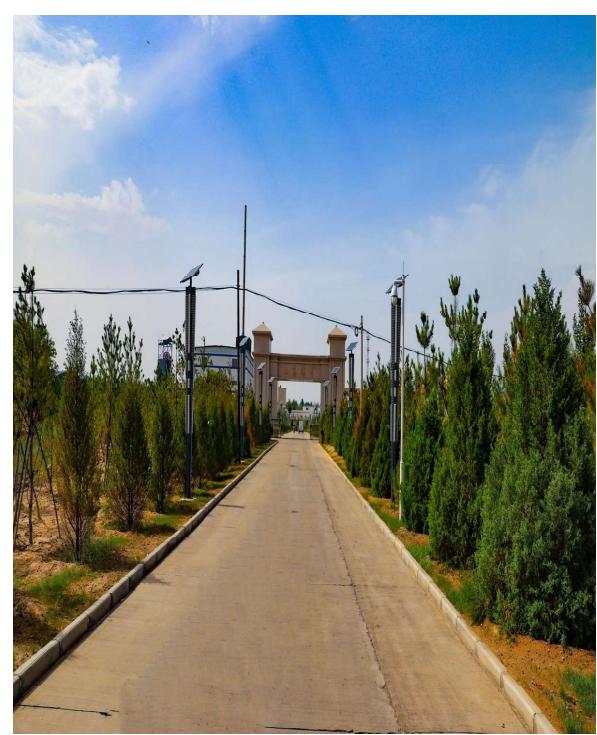
照片 2.6-11 工业场地治理前



照片 2.6-12 工业场地治理后效果



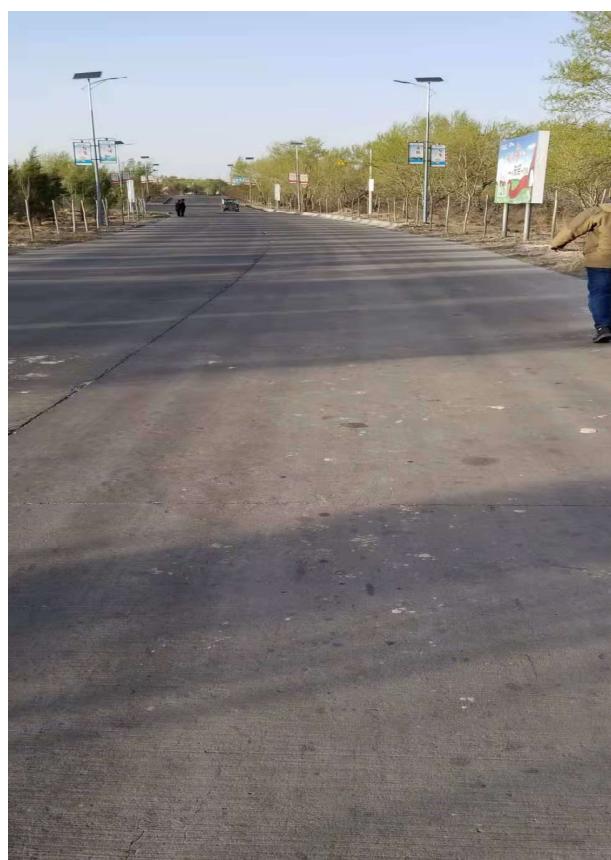
照片 2.6-13 进场道路治理前



照片 2.6-14 进场道路治理后效果



照片 2.6-15 农村道路治理前



照片 2.6-16 农村道路治理后效果



照片 2.6-17 民用输电线路扶正整体效果

### （三）成效分析及经验总结

#### 1、成效分析

经过治理和复垦，山东煤矿完成了《方案》安排的大部分工程，较好按计划执行了《两案》的工作部署。

通过对山东煤矿采空塌陷区治理，可以减少山东煤矿矿区黄土沟壑区的生态损坏，增加矿区生物多样性；使退耕还林还草成果得到巩固，生态环境逐渐向良性发展。

通过道路修复工程，改善了因采煤造成原有道路损坏的地质环境问题，优化了矿区交通。

山东煤矿按要求成立了矿山环境恢复治理和土地复垦领导小组，安排专人开展地裂缝和地面塌陷的巡查记录工作。通过实施监测工程，能尽快发现采矿活动造成的环境地质问题，同时能有效及时处理，响应了绿色矿山建设、环境恢复治理、土地复垦等工作的要求。

#### 2、取得的经验教训

##### （1）治理和复垦工作经验

通过分析对比，本方案重点从以下方面加强治理工程部署和土地复垦设计。

①加强矿山地质环境和土地复垦监测，及时掌握矿山地质环境和土地损毁的变化趋势，为矿山地质环境治理工程和土地复垦工程提供可靠资料。

②结合现场调查结果，加强对已复垦植被的管护管理，特别注重植被成活率、植被郁闭度的监测。

③边开采、边复垦，对损毁的土地进行及时治理恢复。

④加强区域一体化治理和复垦，特别是沉陷较严重区域，进行统一规划，强化水路林网沙一体化设计。

⑤矿方成立矿山地质环境治理与土地复垦工作机构，推动该项工作有组织地开展和实施。

⑥实施治理工程措施，要取得当地村民的支持，积极引导村民参与，要在村委会、镇政府的支持、配合下，才能够取得良好的效果。

##### （2）地表水资源保护的工作总结

煤矿在开采 3109 工作面过程中经过沙界沟，沙界沟作为矿区范围内唯一一个主要沟道，主要分布一条地表沟流、一条乡村道路及紧邻的水浇地。沙界沟作为周边水浇地的主要灌溉水源，平均流量  $0.037\text{m}^3/\text{s}$ ，自北向南经矿区南侧 3km 注入无定河。

由于煤矿开采深度较浅，考虑到导水裂隙带有可能贯通地表，造成地表水的损失，同时威胁煤矿安全生产，煤矿在沙界沟上游（位于矿区范围外）出资建设了一座拦水坝，同时在沙界沟内铺设了三条管道（总长度约 1.8km），总投资约 200 万元。

通过实施以上工程，有助于保护沙界沟地表水资源，同时保护了周边水浇地的灌溉水源。

- ①为横山地区煤矿开采“过沟区域”积累了地表水资源保护的经验。
- ②有利于保护周边耕地资源的灌溉水源。
- ③对于沟道区域的“山水林田湖草沙”统一治理提供典型经验。



照片 2.6-18 沙界沟上游设置的拦水坝



照片 2.6-19 沙界沟沿线的管道布置

### （3）存在的主要问题

- ①工作面开采接续对矿山地质环境治理和土地复垦工程的实施至关重要，要强化开采设计的准确性，上期两案因工作面调整导致实施工程与部署工程存在偏差。
- ②矿山地质环境和土地复垦监测前期重视不够，导致监测多以人工巡查和省级地下水监测点自动化监测为主，2024 年的监测工作主要部署在已稳沉的工作面上部，采集的数据对地表沉陷的规律性认识不足，对治理工作支撑不够。

### （4）上期两案已治理工程主要工程量统计分析

根据煤矿上期两案已采取的治理和复垦工程量，通过对比分析，确定本方案拟定的工程量测算依据。

表 2.6-5 山东煤矿上期《两案》治理与复垦工程单位工程量统计

序号	治理项目名称	设计工程量	实际工程量	本方案拟定工程量
1	裂缝充填（轻度）	96.82m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	150m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	150m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
2	裂缝充填（中度）	821.58m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	420m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	420m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
3	裂缝充填（重度）	1896.15m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	1250m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	1250m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
4	补栽樟子松	1200 株/hm <sup>2</sup>	600 株/hm <sup>2</sup>	750 株/hm <sup>2</sup>
5	补栽紫穗槐	2500 株/hm <sup>2</sup>	1200 株/hm <sup>2</sup>	1200 株/hm <sup>2</sup>
6	撒播紫花苜蓿	60kg/hm <sup>2</sup>	20kg/hm <sup>2</sup>	20kg/hm <sup>2</sup>
7	土壤培肥（农家肥）	2500kg/hm <sup>2</sup>	6000kg/hm <sup>2</sup>	6000kg/hm <sup>2</sup>

### 第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估

#### 一、矿山地质环境与土地资源调查概述

项目组在前期收集与分析已公告《两案》、《土地利用现状图》《榆林市横山区“十四五”规划》和煤矿 1:5000 井上下对照图的基础上，2024 年 9 月 21 日~26 日、2024 年 11 月 19~21 日、2024 年 12 月 26 日~29 日及 2025 年 3 月 17 日~20 日、5 月 7 日~10 日、8 月 15 日~20 日，项目组多次赴现场进行矿山地质环境调查，集中对工业场地、道路等地物进行了调查，对地形地貌景观影响、水土环境、土地资源（已损毁土地、拟开采区土地利用现状）等方面展开详细调查、实地测量、定位拍照和记录，核实原不稳定地质体现状。

##### （一）矿山地质环境调查概述

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

**地质环境调查点：**主要内容为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，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 36 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 15 处。利用无人机对工业场地、塌陷区、区内沟谷（沙界沟）等进行拍照，共计形成视频 36min，照片 126 张。

**不稳定地质体调查点：**主要为对区内发育的各类不稳定地质体进行调查，包括对区内详查报告及原《方案》中的不稳定地质体进行调查复核，对矿山建设及采矿活动可能引发、遭受、加剧的不稳定地质体进行调查，对采空区进行调查。经调查，现状评估区发育的不稳定地质体主要为地面塌陷 1 处。无人机与现场核查相结合对近期已开采 3 号煤的工作面进行现场裂缝调查。

**含水层调查点：**主要为对区内的水文监测井、民井和水文孔进行调查，共完成含水层调查点 10 处。

**水土环境调查点：**主要为对矿井水，生产生活用水及无定河等进行水环境质量进行调查，对工业场地、采空区进行土壤环境进行调查，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；共完成土壤环境调查点 2 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，包括道

路、煤矿生产、工业生产等；共完成人类工程活动调查点 8 处。

## （二）土地资源调查概述

土地复垦工作调查包括土地利用现状调查、矿山地面工程调查、沉陷已损毁土地调查、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地类涉及：耕地、园地、林地、草地、工矿仓储用地、住宅用地、特殊用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地。对各地类进行了抽查，共完成土地利用现状调查点 32 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等，共完成矿山地面工程调查点 8 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 7 处。

**土壤剖面调查：**本次开挖了耕地、林地、草地等不同植被类型土壤的典型剖面，对土壤结构进行了分层并量取各层厚度，共完成土壤剖面调查点 8 处。

## （三）矿山生态状况调查

**矿山所在地的生态本底调查：**主要包括生态系统状况、生态系统格局、生物多样性等，以及生态保护红线、无定河湿地保护区等情况，明确煤矿所在区域的生态功能定位。

**矿区生物多样性调查：**主要包括生态系统的群落特征，如物种的多样性、群落结构、优势种、相对丰度、营养结构、丰富度，以及关键物种及其生境，草地生态系统的野生动植物物种、数量、分布及生境等。

# 二、矿山地质环境影响评估

## （一）评估范围和评估级别

### 1、评估范围

根据煤矿边界附近主采煤层上覆基岩、松散层厚度和不同岩性中的边界角，考虑地面工程的影响范围，计算采空区影响变形边界，最后确定评估范围。

根据矿区地质特征及开采条件，影响传播角基岩中  $73^\circ$ ，土层中  $45^\circ$ ，经计算采空区引起的地表变形影响宽度为开采边界外 38~106m，平均 77m。结合野外地质环境调查，综合分析确定评估范围从井田边界向外 110m，沿工业场地边界外扩 100m，评估面积  $4.8461\text{km}^2$ ；评估范围拐点坐标见表 3.2-1。为了解评估范围外不稳定地质体情

况，评估边界向外扩展 50m 作为调查边界，调查面积为 5.3450km<sup>2</sup>。

表 3.2-1 煤矿评估边界拐点坐标表

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

（2000 国家大地坐标系统）

## 2、评估级别

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

表 3.2-2 矿山地质环境影响评估级别分级表

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

### （1）评估区重要程度

依据表 3.2-3，按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）附录 B，评估区重要程度属“重要区”。

表 3.2-3 评估区重要程度分级表

确定因素	评估区	重要程度分区	结论
集镇与居民	有零星村庄分布	一般区	重要区
建筑与交通	无重要交通要道或建筑设施	一般区	
各类保护区	区内无自然保护区或景区	一般区	
水源地	无重要水源地	一般区	
土地	破坏耕地、林地、草地	重要区	

### （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》，生产规模为 90 万 t/a，为中型煤矿。

### （3）矿山地质环境复杂程度

依据表 3.2-4，按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）附录 C 表 C.1 列出上述条件的复杂程度，依据就高不就低的原则，确定评估区矿山地质环境条件复杂程度为复杂。

表 3.2-4 评估区地质环境条件复杂程度评定表

确定因素	评估区情况	复杂程度	结论
水文地质条件	山东煤矿开采正常涌水量 350m <sup>3</sup> /h，最大涌水量为 520m <sup>3</sup> /h	复杂	复杂
工程地质条件	煤层顶板岩性以粉砂岩为主，泥岩次之，局部为细粒砂岩；底板岩性主要为粉砂岩，次为泥岩，局部为粉砂岩和细砂岩。	中等	
地质构造	地质构造简单，类型单一，岩层产状变化小。	简单	
不稳定地质体	不稳定地质体发育较严重，发育 1 个采空塌陷，2 处不稳定地质体，威胁乡村道路和农业活动、沟道排水，危险性中等	中等	
采空区	采空区面积和空间较大	复杂	
地形地貌	地貌以风沙草滩地貌为主，变化一般，相对高差最大 68m。	中等	

### （4）评估级别确定

评估区为重要区，中型煤矿，矿山地质环境条件复杂，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。

根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》，现状评估分析与预测主要针对不稳定地质体、含水层、地形地貌景观与矿区水土环境环境进行现状分析。

## （二）不稳定地质体现状分析与预测

根据现状调查，并结合榆林市横山区有关规划，评估区共发现不稳定地质体 3 处，为采空塌陷 1 处、不稳定地质体 2 处，未发现其他类型不稳定地质体。现状不稳定地质体分布见图 3.2-2。

### （1）原方案不稳定地质体

2017年《横山县波罗镇山东煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》中确定的地灾点包括不稳定地质体1处（B1）、地面塌陷2处（TX1、TX2）。

经现场核实，上期方案中不稳定地质体B1已经评估并经省级专家库成员评审通过，认为B1不稳定地质体天然状态和暴雨工况下都处在稳定—基本稳定状态，与10年来没有发生明显变形的实际情况吻合，威胁对象为坡顶的田间道路和下方的公路，目前矿山企业根据专家组建议在坡顶及坡脚处设立警示标志，坡顶局部设置围栏，本方案计划制定的措施与方案建议一致：加强日常巡查及持续性降雨等极端天气期间的安全检查。

上期方案包含的地面塌陷2处，在矿区中西部分布，煤矿在上期《两案》适用期内对塌陷裂缝进行及时充填，对损毁道路进行了治理，并补植了樟子松、紫穗槐、紫花苜蓿，同时进行了土地平整，上期《两案》治理工程已通过了榆林市自然资源和规划局组织的适用期验收。

### （2）新发现不稳定地质体

采空塌陷TX1为本次调查新发现的不稳定地质体，该塌陷为煤矿2023-2025年开工作面产生的采空塌陷。

2处不稳定地质体为采煤塌陷引起的黄土土质不稳定地质体，主要位于沙界沟上游区域。

综上，评估区内共发育不稳定地质体3处。1处为采空塌陷（TX1），2处为不稳定地质体。不稳定地质体分布图见图3.2-2。

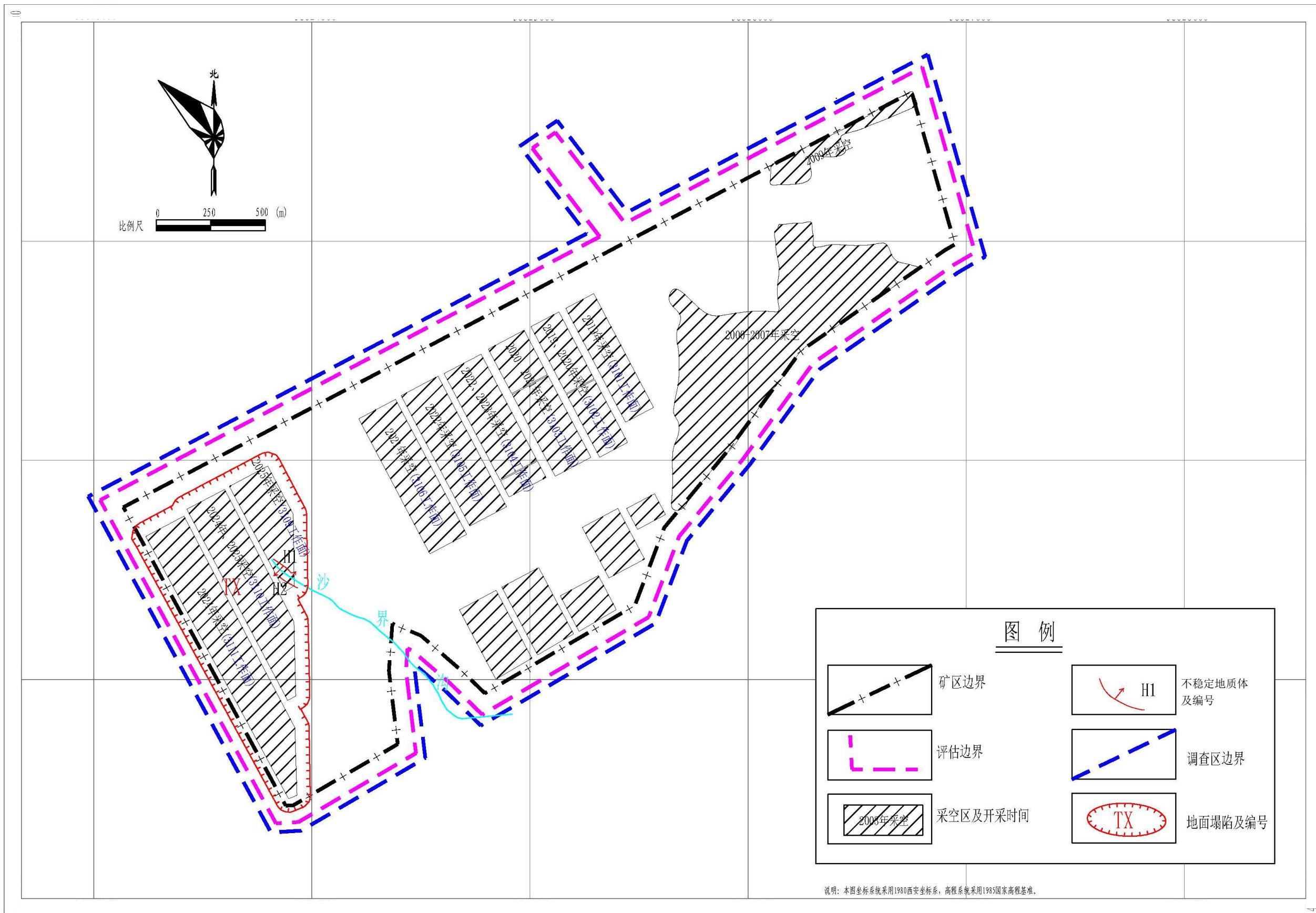


图 3.2-1 现状不稳定地质体分布图

## 1、不稳定地质体现状评估

### （1）采空塌陷区

采空塌陷（TX1）位于矿区3109、3110、3111工作面上部，塌陷面积65.81hm<sup>2</sup>，规模为中型。该采空塌陷为山东煤矿2023年1月至2025年7月期间采用一次采全高长壁综合机械化采煤法开采3号煤形成，该塌陷区煤层采厚2.9~5.28m，平均3.77m，煤层平均埋深110m。

经过现场核实，该塌陷尚未沉稳，发育采空塌陷与伴生地裂缝等不稳定地质体，裂缝宽度10~60cm，长度60~120m，深度30~150cm，塌陷台阶明显，威胁乡村道路和民用输电线路。因此，现状评估该采空塌陷危害程度中等，危险性中等，影响程度较严重。



照片 3.2-1 塌陷区地表裂缝（面向 W）



照片 3.2-2 塌陷区道路裂缝（面向 N）

### （2）不稳定地质体

根据现场调查，区内共发育2处不稳定地质体。

#### 1) H1 不稳定地质体

H1 不稳定地质体位于沙界沟内，坐标X: \*\*\*\*\*, Y: \*\*\*\*\*, 不稳定地质体高程介995m~1020m之间，平面上呈条带状，长约220m，宽度35m，滑向0°~20°，在采煤的影响下使边坡失稳，坡度60°~75°，不稳定地质体上部分布有塌陷裂缝。不稳定地质体为边坡的第四系黄土及附着的植被，厚约0.8m，体积6160m<sup>3</sup>。该不稳定地质体为黄土土质。目前该不稳定地质体未进行治理，主要影响沙界沟沟道排水，危害程度中等，危险性中等，影响较严重。



照片 3.2-3 H1 不稳定地质体全貌（镜向 SE）



照片 3.2-4 H1 不稳定地质体与下方沟道的位置关系（镜向 SE）



照片 3.2-5 H1 不稳定地质体的局部（镜向 S）



图 3.2-2 H1 不稳定地质体示意图

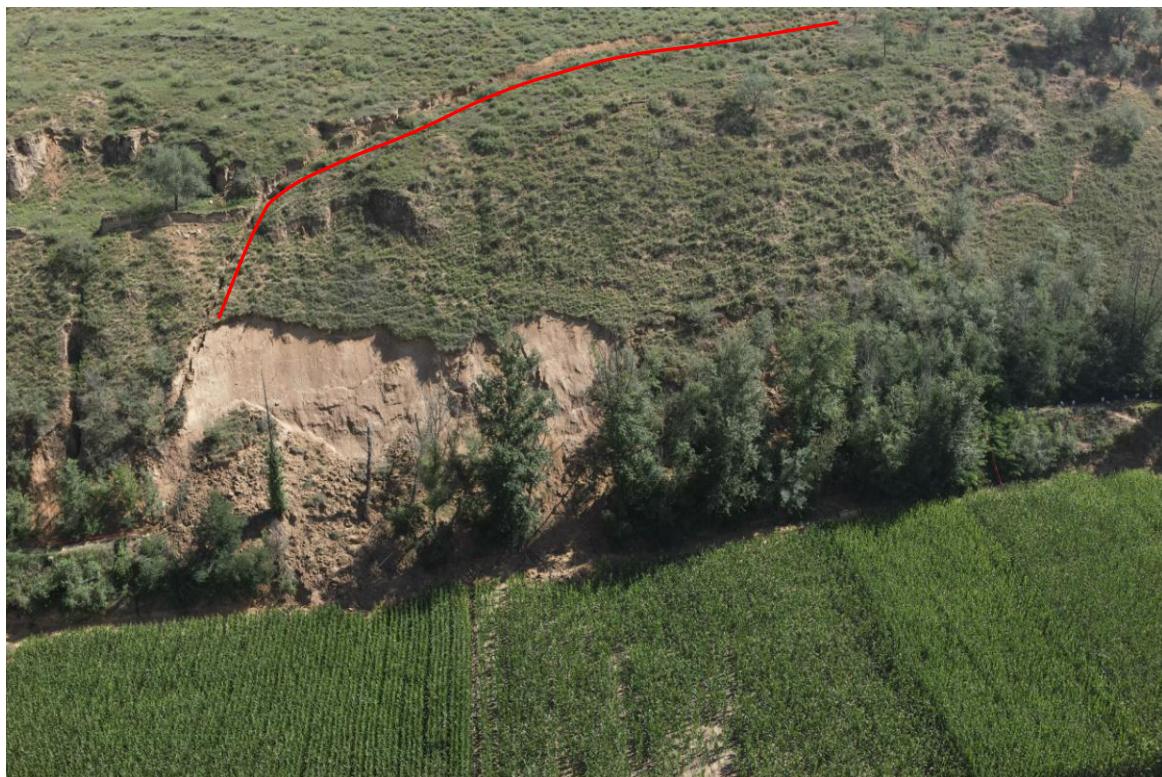
## 2) H2 不稳定地质体

H2 不稳定地质体位于沙界沟内，位于 H1 对面北侧，坐标 X: 37430353.9406, Y: 3892683.5331，不稳定地质体高程介 995m~1015m 之间，平面上呈条带状，长约 50m，宽度 15m，滑向 170°~190°，在采煤的影响下使边坡失稳，坡度 70° ~85°，上部分布有采煤引发的地表塌陷裂缝。不稳定地质体为边坡的第四系黄土及附着的植

的植被，厚约 0.8m，体积  $600m^3$ 。该不稳定地质体为黄土土质。目前该不稳定地质体未进行治理，主要影响下方的水浇地，危害程度中等，危险性中等，影响较严重。



照片 3.2-6 H2 不稳定地质体全貌（镜向 NE）



照片 3.2-7 H2 不稳定地质体全貌（镜向 N）



照片 3.2-8 H2 不稳定地质体全貌（镜向 NW）

总体上，不稳定地质体现状评估影响程度较严重。

## 2、不稳定地质体预测评估

### （1）煤矿地面工程不稳定地质体危险性评估

煤矿地面工程主要为工业场地。

#### 1) 遭受不稳定地质体危险性评估

经现场调查，工业场地均远离现有不稳定地质体，因此遭受不稳定地质体影响可能性小，危害程度小，危险性小。

#### 2) 引发不稳定地质体危险性评估

工业场地已建成使用，场地四周高陡边坡已实施治理，无新建工程，且远离采煤区，预测工业场地建设引发不稳定地质体的可能性小，危害程度小，危险性小。

### （2）矿区内地面工程不稳定地质体危险性评估

#### 1) 乡村道路

在3109、3110、3111工作面上部分布有乡村道路，地下开采对其造成损坏，在路面、路肩或边坡出现单一或多组的裂缝，裂缝宽度从几厘米到几十里面，长度延伸数十米，影响道路的正常的通行，作为该区域的主要通行道路，影响较严重。

#### 2) 其他地面工程

4个住户在保护煤柱范围之内，采空区距离最近的村庄500米以上；横山机场在保护煤柱范围之内，距离综采采空区600米以上；天和生态农业开发有限公司在保护煤柱范围之内，距离采空区400米，影响较轻。

### （2）采矿工程不稳定地质体影响预测

#### 1) 采空塌陷预测

根据山东煤矿煤层赋存条件、采煤方法及工艺等条件，以及《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》中所列预计方法，采用概率积分法中的最大值预测方法进行开采区预测。模式如下：

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

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

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

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

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

式中：

$M$  ——煤层开采厚度,  $mm$ ;

$\alpha$  ——煤层倾角;

$q$  ——下沉系数;

$b$  ——水平移动系数;

$r$  ——主要影响半径,  $m$ ,  $r = H/\tan\beta$ ;

$H$  ——煤层埋深,  $m$ 。

预测参数: 参照《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“按覆岩性质区分的地表移动一般参数综合表”, 并参考本矿区本煤矿采煤塌陷巡查结果及周边相同地质条件的高兴庄煤矿、樊家河煤矿监测数据, 对地表移动变形参数修正如下, 具体见表 3.2-6。

表 3.2-6 地表移动变形模式参数表

序号	参数	符号	单位	参数值	备注
1	煤层倾角	$\alpha$	°	1~6	/
2	下沉系数	$q$	-	0.62	/
3	主要影响正切	$\tan\beta$	-	2.10	/
4	水平移动系数	$b$	-	0.34	/
5	拐点偏移距	$s$	$m$	$0.1H$	$H$ 为平均采深
6	最大下沉角	$\theta$	deg	90-0.68 $\alpha$	/

### ①采空塌陷预测值

本方案主要开采 3 号煤。根据开采区地质、采矿条件, 以工作面为计算块段, 采用地表移动预测软件进行模拟预测。

根据预测结果, 绘制的方案服务期内开采区采空塌陷等值线见图 3.2-2, 开采区各变形指标数据见表 3.2-7。

表 3.2-7 采空塌陷、倾斜、移动和变形值预测一览表

可采煤层	开采工作面	煤层厚度 (mm)	平均埋深 $H$ (m)	主要影响半径 $r$ (m)	下沉深度 (mm)	倾斜 (mm/m)	曲率 ( $10^{-3}/m$ )	水平移动 (mm)	水平变形 (mm/m)
3 号煤层	3107	3430	153.76	73.22	2126.28	29.04	0.60	637.88	13.24
	3108	3320			2058.09	28.11	0.58	617.43	12.82
	3112	3280		56.40	2033.29	36.05	0.97	609.99	16.44
	全井田	/		/	2126.28	36.05	0.97	637.88	16.44

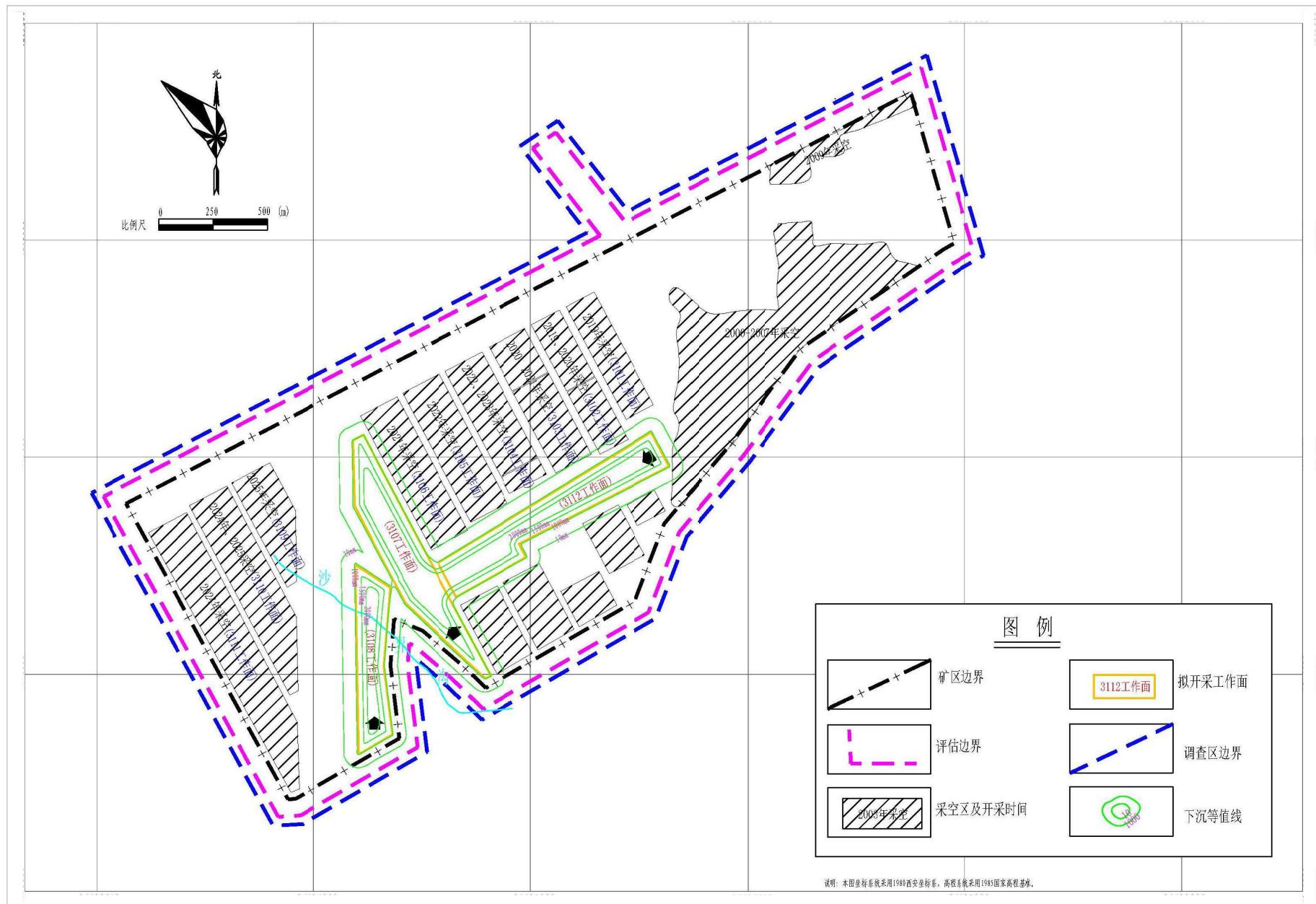


图 3.2-2 开采后地表沉陷等值线图

根据高兴庄煤矿沉降预测结果、相关监测数据，预测 3 煤开采后地表下沉值约为 1307.30~2206.06mm，而煤层开采后实测值约为 1.1~2.1m，预测结果基本与实际吻合。本矿井采煤地表沉降与变形相关参数选取基本与高兴庄煤矿相同，推测本次变形预测计算选择基本正确，煤层实际开采后地表变形与预测基本一致，本次预测结论基本可行。

由表 3.2-7 可知，煤层开采后，地表塌陷中心的最大下沉值为 2126.28mm，最大倾斜值为 36.5mm/m，最大曲率值为  $0.97 \times 10^{-3}/m$ ，最大水平移动值为 637.88mm，最大水平变形值为 16.44mm/m。

## 2) 引发不稳定地质体的类型、范围和时间

服务期内开采区域地形地貌主要为风沙草滩地貌，大部分采煤深厚比大于 60，沟谷地区 30~60。开采后由于受到塌陷和伴生裂缝影响，可能在沟谷地区引发黄土斜坡失稳形成不稳定地质体。地表变形在时间上与井下采掘工作面的推进速度、距离等密切相关，一般当回采工作面自开切眼开始向前推进的距离相当于  $1/4H$  ( $H$  为平均采深) 时，开采影响即波及到地表，引起地表变形。地表移动的延续时间 (T) 可根据下式计算：

$$T=2.5 H. \quad (d)$$

$H.$ ：平均采深，m；

通过计算，3 号煤开采后地表移动延续的时间为 225~475 天；结合山东煤矿近年自身开采经验，同时参考周边相邻的煤矿稳沉期，本方案稳沉期选取 1.3 年为宜。

## （3）采矿活动影响程度预测

### ①采矿活动引发煤矿地面工程影响预测评估

工业场地远离开采区，且工业场地位于场地保护煤柱内，距离 10mm 等值线边界约 1000m 以外，预测服务期内开采对其危害程度小，危险性小，影响程度较轻。

### ②采矿活动引发村庄损坏预测评估

评估区内仅有零星住户，均位于保护煤柱范围之内，距离 10mm 等值线边界约 600m，预测开采对其危害程度小、危险性小，影响程度较轻。

### ③采矿活动引发横马一级公路损坏预测评估

横马一级公路属于规划公路，目前未建设，位于保护煤柱范围之内，距离 10mm 等值线边界约 200m，预测开采对其危害程度小、危险性小，影响程度较轻。

### ④采矿活动引发横山机场损坏预测评估

横山机场位于保护煤柱范围之内，距离 10mm 等值线边界约 1000m，预测开采对其危害程度小、危险性小，影响程度较轻。

#### **⑤采矿活动引发天然气气井及管线损坏预测评估**

QJ2 天然气井和输气管线，位于保护煤柱范围之内，距离 10mm 等值线边界约 500m，预测开采对其危害程度小、危险性小，影响程度较轻。

#### **⑥采矿活动引发道路损坏预测评估**

乡村道路未留设保护煤柱，开采对采区内村庄间的乡村道路造成损坏，损坏等级 II~III，预计影响长度为 1020m，采煤活动造成道路路面开裂、底板脱空等，影响行人及车辆安全，因此采矿活动对其危害程度中等，危险性中等。

#### **⑦采矿活动引发低压输电线路损坏预测评估**

矿区内低压输电线路受未来采煤影响长度约为 950m，经调查，影响数量为 30 根，低压输电线路未留设保护煤柱，受采煤沉陷影响，易出现歪斜等情况，影响附近居民用电，预测采矿活动对其危害程度中等，危险性中等。

#### **⑧采矿活动引发临时供水管线损坏预测评估**

煤矿未来开采 3112 工作面位于临时供水管线的下部，根据现场调查及核实，目前临时供水管线已废弃，且《开发利用方案（变更）》明确不留设保护煤柱，引起预测采矿活动对其危害程度小，危险性小。

#### **⑨采矿活动引发沙界沟不稳定地质体预测评估**

煤矿未来开采 3108 工作面时经过沙界沟，类比现有过沟开采对沙界沟造成的破坏，预测未来煤矿在开采 3108 工作面时会造成沙界沟的边坡形成不稳定地质体，对沟道排水及农田造成影响，预测采矿活动对其危害程度中等，影响较严重。



图 3.2-1 采矿活动引发的沙界沟不稳定地质体范围示意图

总体上，不稳定地质体预测评估影响程度较严重。

### （三）矿区含水层破坏现状分析与预测

#### 1、含水层现状评估

评估区内具有供水意义含水层为第四系全新统冲积层孔隙水含水层、侏罗系延安组砂岩裂隙潜水和承压含水层。

##### （1）对含水层结构的影响分析

根据实地调查，结合煤矿已有资料统计，综采工作面开采后形成的导水裂隙发育到延安组砂岩裂隙含水层结构遭受破坏，产生导水通道，含水层结构破坏，水位降至煤层底板，沟谷区（沙界沟）煤层埋深较浅区，导水裂隙带已贯穿至地表，沟通延安组基岩含水层，导致矿区内含水层贯通，现状评估采矿活动对梁峁区含水层结构的影响较严重，对沟谷区域（沙界沟）含水层结构影响严重。

##### （2）对矿井水量的影响分析

根据煤矿水量监测台账，山东煤矿矿井水量最大变化量为  $254.6\text{m}^3/\text{d}$ 。根据《矿

山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/0223-2011）附录 E，现状评估采矿活动对矿井水量的影响较轻。

表 3.2-8 山东煤矿 2024 年水量变化台账 (m³/d)

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
水量变化	125.6	108.3	210.5	204.5	185.3	195.6	144.5	178.2	215.6	228.9	241.5	254.6

### （3）对地下水位的影响分析

根据实地调查，结合煤矿已有资料统计，3号煤层开采后形成的导水裂隙带发育高度大部分发育至第四系全新统冲积孔隙潜水含水层、中更新统黄土孔隙裂隙潜水含水层，沟谷区煤层埋深较浅区，导水裂隙带已导穿至地表，大部分沟通延安组基岩含水层，导致矿区含水层水位下降明显，根据监测井水位监测结果，地下水监测井侏罗系中统延安组裂隙含水层水位下降最大约在 4.5m，考虑矿区含水层整体富水性弱，现状评估采矿活动对地下水位的影响较严重。

表 3.2-9 山东煤矿 2024 年监测井水位埋深

月份	原始	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
水位	-35.6	-36.2	-37.5	-38.1	-36.1	-36.9	-36.1	-35.9	-35.8	-38.4	-39.5	-39.6	-40.1

### （4）对村民生产生活用水的影响分析

评估区内仅有零星住户，全部位于保护煤柱范围之内，经现场踏勘、走访及相关资料收集，村民生活用水主要为波罗镇的统一集中供水，目前居民生活用水正常，因此村民生产生活用水受影响程度较轻。

### （5）对含水层水质的影响分析

根据监测点采样的地下水水质监测资料（见表 3.2-10），各监测点位所有水质监测因子浓度均符合《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 III 类标准要求，地下水水质良好。

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

表 3.2-10 地下水水质监测结果 单位: mg/L

监测因子	监测点位	HJ21			HJ22		
		标准(单位)	监测值	超标率	最大超标倍数	监测值	超标率
pH 值	6.5-8.5	7.58	0	0	7.19	0	0
总硬度	≤450	262	0	0	223	0	0
溶解性总固体	≤1000	671	0	0	686	0	0
氨氮	≤0.5	0.131	0	0	0.115	0	0
高锰酸盐指数	≤3.0	2.5	0	0	2.8	0	0
硝酸盐(氮)	≤20	6.54	0	0	4.44	0	0
亚硝酸盐(以 N 计)	≤1.0	ND0.001	0	0	ND0.001	0	0
挥发酚类	≤0.002	0.0010	0	0	0.0012	0	0
铅	≤0.01	ND $2.5 \times 10^{-3}$	0	0	ND $2.5 \times 10^{-3}$	0	0
镉	≤0.005	ND $5 \times 10^{-4}$	0	0	ND $5 \times 10^{-4}$	0	0
汞	≤0.001	ND $1 \times 10^{-4}$	0	0	ND $1 \times 10^{-4}$	0	0
砷	≤0.01	$3.8 \times 10^{-3}$	0	0	$2.1 \times 10^{-3}$	0	0
铬(六价)	≤0.05	0.008	0	0	0.011	0	0
氰化物	≤0.05	ND0.002	0	0	ND0.002	0	0
氟化物	≤1.0	0.565	0	0	0.535	0	0
铁	≤0.3	ND0.075	0	0	ND0.075	0	0
锰	≤0.1	ND0.025	0	0	ND0.025	0	0
石油类	≤0.05	ND0.01	0	0	ND0.01	0	0
氯化物	≤250	174	0	0	182	0	0
硫酸盐	≤250	115	0	0	136	0	0
钾	/	2.16	/	/	3.02	/	/
钠	≤200	164	0	0	186	0	0
钙	/	22.8	/	/	25.1	/	/
镁	/	34.6	/	/	27.6	/	/
碳酸盐	/	ND5	/	/	ND5	/	/
重碳酸盐	/	372	/	/	336	/	/
细菌总数	≤100 个/mL	未检出	/	/	未检出	/	/
总大肠菌群	≤3.0 个/L	<2	0	0	<2	0	0

总体上，含水层现状评估影响程度严重。

## 2、含水层预测评估

### (1) 开采区含水层结构、水位影响程度预测

#### 1) 采煤工作面三带高度计算

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，以下针对区内可采煤层开采后，其上覆岩层移动变形对主要含水层的影响进行预测评估。考虑煤层顶板、上覆岩层岩性，垮落带高度计算采用《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) 崩落带高度的预测

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

式中： $H_m$ — 崩落带高度（m）； $M$ —煤层的开采厚度（m）；

## 2) 导水裂隙带高度预测

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

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

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，含水层水位受影响的可能性小。

## 2) 开采区含水层结构、水位影响预测评估

煤矿服务期内主要开采 3 号煤剩余区域，崩落带、导水裂隙带高度见表 3.2-11，山东煤矿 3 号煤开采后，3 号煤层崩落带高度 40.73m~48.57m，导水裂隙带高度 94.84m~113.10m。矿区 3 号煤上覆岩层厚度 94.14~186.75m，故矿区各个钻孔导水裂隙带均贯穿基岩，局部已经发育到黄土层上及地表，因此开采煤层后部分导水裂隙带导通形成导水通道，含水层结构破坏，地下水水位下降，水位降至煤层底板，影响程度严重。导水裂隙发育见图 3.2-4。

表 3.2-11 开采区导水裂隙带高度预测结果表

钻孔号	煤层厚度（m）	崩落带（m）	导水裂隙带（m）	上覆地层埋深（m）	上覆基岩厚度（m）	基岩顶与导裂带顶间距（m）	导裂带顶与地表间距（m）
SB1	/			120.90	50.40		
SB2	2.96	40.73	94.84	130.81	57.51	-37.33	35.97
SB3	3.53	48.57	113.10	186.75	88.55	-24.55	73.65
SB4	3.43	47.20	109.90	159.10	103.50	-6.4	49.2
SB5	3.26	44.86	104.45	124.84	52.24	-52.21	20.39
SB6	3.28	45.13	105.09	120.24	46.14	-58.95	15.15
SB7	3.14	43.21	100.61	94.14	32.94	-67.67	-6.47
SB8	3.14	43.21	100.61	112.04	44.34	-56.27	11.43
SB9	3.32	45.68	106.37	106.80	54.10	-52.27	0.43
最小值	2.96	40.73	94.84	94.14	32.94	-67.67	-6.47
最大值	3.53	48.57	113.10	186.75	103.50	-6.4	73.65

### ①影响含水层范围预测

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 $75^\circ$ 。

经计算，回采后导水裂隙沟通范围为采空区外 $11.24m$ ，沟通范围内含水层结构破坏，水位大幅下降，影响程度严重。

降落漏斗影响范围根据抽水钻孔数据计算，计算公式为：

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

式中： $R$ —影响半径，m；

$S_w$ —水位下降平均值，m；

$K$ —渗透系数值，m/d。

经计算，回采后降落漏斗影响范围为导水裂隙沟通区外 $96.81m$ ，该范围内水位大幅下降，影响程度严重。

### （2）对矿井水量影响预测分析

据山东煤矿2024年水量监测台账，全矿井最大水量变化量（减少）为 $254.6m^3/d$ ，煤矿剩余服务年限内主要开采3号煤层，后期煤层开采方式、工艺与现状相同，地质环境背景基本一致，因此，预测后期煤层开采后水量变化量（减少）基本在 $254.6m^3/d$ 左右。根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/0223-2011）附录E，预测评估煤层开采后对矿区水量的影响和破坏较轻。

### （3）对地下水位的影响预测分析

本矿山未来开采3号煤层，后期煤层开采方式、工艺与现状相同，地质环境背景基本一致，预测煤层开采后导水裂隙带将导穿延安组基岩含水层，导致该含水层处于疏干~半疏干状态，水位明显下降，下降量可达 $3.5m$ ，因此，预测评估煤层开采对该含水层水位影响较严重。

### （4）对村民生产生活用水影响预测分析

矿区范围内仅有零星住户，目前主要由波罗镇统一供应自来水，因此对村民生产生活受影响程度较轻。

### （5）对含水层水质影响预测分析

煤层开采中，被导水裂隙影响到的各含水层地下水合并渗漏形成矿井水，使原有的水质发生变化，成为混合水质。当进入采掘巷道后，则会受到井下开采的影响。这些矿井水随着开采的进行不断排出地表，进入矿井水处理站处理达标后全部回用，因此，对含水层水质影响程度较轻。

总体上，煤炭开采对含水层预测影响程度严重。

#### （四）地形地貌景观影响现状分析与预测

##### 1、地形地貌景观现状评估

评估区为风沙草滩地貌，地形总体特征是南高北低，相对高差 68m。

工业场地场内绿化、硬化设施完善，对地形地貌景观影响程度较轻。

根据资料核查和现状调查，采空塌陷（TX）尚未沉稳，伴生裂缝发育，引起地表坡度发生了一定变化，但煤矿及时对裂缝进行充填，矿区处于陕北黄土高原北部，毛乌素沙漠南缘，地貌以黄土梁峁地貌为主，地形绵延起伏，煤层开采后地表出现裂缝、边坡垮塌黄土裸露等地貌破坏问题，但经人工辅以自然恢复后，塌陷痕迹已不明显，局部区域地形出现小变化，但整体地貌未发生改变，采矿活动对区域地形地貌影响较小，因此采矿活动对地形地貌景观影响程度较轻。

总体上，评估区现状地形地貌景观影响程度较轻。

##### 2、地形地貌景观预测评估

工业场地已建成使用，生产期间不断完善景观设计、绿化及恢复治理，预测对地形地貌景观影响程度较轻。

服务期内煤炭开采后，根据预测结果开采区塌陷最大值 2.12m，远小于矿区相对高差，地面塌陷会在采空区边缘局部区域形成错台，但整体地貌单元未发生改变。根据已采区域地表特征，煤层开采后地形变化较小，矿区地貌整体未发生改变，仅在塌陷裂缝周边出现景观与周围不一致，但通过简易裂缝填充等工程辅以自然恢复可在短期内快速恢复，因此，预测评估采矿活动对地形地貌影响较轻。

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）地表水

## ①监测结果分析

山东煤矿为生产矿井。根据榆林市常青环保检测有限公司于 2024 年 5 月 18 日、6 月 28 日对沙界沟设置的 3 个监测断面监测结果（表 3.2-10），监测项目包括 pH、COD、BOD5、氨氮、氟化物、砷、挥发酚、石油类、硫化物、硫酸盐、铁、锰、悬浮物、汞、六价铬共 15 项。由水质监测结果可知，各监测断面水质因子浓度均符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 III 类标准要求。

表 3.2-12 地表水检测结果（除 pH 值外，其余单位为 mg/L）

监测因子	监测时间	2024.5.18				超标率	最大超标倍数		
		标准	监测值						
			1#断面	2#断面	3#断面				
pH 值		6-9	7.28	7.46	7.10	/	/		
化学需氧量		≤20	14	16	15	0	0		
五日生化需氧量		≤4	3.5	3.7	3.2	0	0		
氨氮		≤1.0	0.703	0.697	0.985	0	0		
氟化物		≤1.0	0.614	0.624	0.635	0	0		
砷		≤0.05	4.6×10 <sup>-3</sup>	2.8×10 <sup>-3</sup>	4.1×10 <sup>-3</sup>	0	0		
挥发酚		≤0.005	0.0007	0.0008	0.0009	0	0		
石油类		≤0.05	0.02	0.03	0.03	0	0		
硫化物		≤0.2	ND0.01	ND0.01	ND0.01	0	0		
硫酸盐		≤250	70.6	72.2	71.8	0	0		
铁		≤0.3	ND0.03	ND0.03	ND0.03	0	0		
锰		≤0.1	ND0.01	ND0.01	ND0.01	0	0		
悬浮物		/	7	9	5	0	0		
汞		≤0.1	ND4×10 <sup>-5</sup>	ND4×10 <sup>-5</sup>	ND4×10 <sup>-5</sup>	0	0		
六价铬		≤0.05	ND0.004	ND0.004	ND0.004	0	0		
监测因子	监测时间	2024.6.28				超标率	最大超标倍数		
		标准	监测值						
			1#断面	2#断面	3#断面				
pH 值		6-9	7.12	7.09	7.05	/	/		
化学需氧量		≤20	17	17	18	0	0		
五日生化需氧量		≤4	3.5	3.6	3.1	0	0		
氨氮		≤1.0	0.724	0.715	0.945	0	0		
氟化物		≤1.0	0.612	0.623	0.632	0	0		
砷		≤0.05	4.7×10 <sup>-3</sup>	2.4×10 <sup>-3</sup>	3.9×10 <sup>-3</sup>	0	0		
挥发酚		≤0.005	0.0007	0.0007	0.0010	0	0		
石油类		≤0.05	0.03	0.02	0.02	0	0		
硫化物		≤0.2	ND0.01	ND0.01	ND0.01	0	0		
硫酸盐		≤250	72.0	73.4	70.2	0	0		
铁		≤0.3	ND0.03	ND0.03	ND0.03	0	0		
锰		≤0.1	ND0.01	ND0.01	ND0.01	0	0		
悬浮物		/	8	8	6	0	0		

汞	$\leq 0.1$	$ND4 \times 10^{-5}$	$ND4 \times 10^{-5}$	$ND4 \times 10^{-5}$	0	0
六价铬	$\leq 0.05$	ND0.004	ND0.004	ND0.004	0	0

因此，矿山开采对地表水体影响程度较轻。

## （2）土壤

山东煤矿加强了土壤环境影响源头的控制管理，主要是通过严格控制地面工程用地范围，降低地面工程对土壤环境的影响。通过对比2019~2024年遥感影像，煤矿地面工程用地范围无明显扩大，均控制在已有用地范围内，且通过调查，地面工程周边植被生长良好、农作物产量正常，无明显的土壤环境变化导致的地表农作物产量降低、植被覆盖度降低问题，因此，现状评估煤矿生产对土壤环境影响较轻。

山东煤矿上期方案适用期内基本未开展土壤监测工程，本期方案将严格落实土壤监测工程。

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，均属于物理破坏，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

矿井水均达标处理后全部回用，不外排。

开采后塌陷区后会出现伴生地裂缝、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，均属于物理破坏，影响程度较轻。

山东煤矿掘进矸石不出井，洗选矸石综合利用，煤矸石排放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

通过以上分析，进行不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境影响程度现状评估分级。通过对不同矿山地质环境问题现状评估结果的叠加分析，编制了山东煤矿矿山地质环境问题现状图，见附图1。

将全区划分为2级2个影响程度区，即1个较严重影响区，面积0.6581km<sup>2</sup>，占评估区比例13.58%；1个较轻影响区，面积4.1880km<sup>2</sup>，占评估区比例86.42%。

现状评估分区基本情况见表3.2-13。

### 2、预测评估分级与分区

通过以上分析，进行不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境影响程度预测评估分级。通过对不同矿山地质环境问题预测评估结果的叠加分析，编制了山东煤矿矿山地质环境影响预测评估图，见附图3。

将全区共划分2级2个影响程度区，其中：1个较严重影响区，面积1.2724km<sup>2</sup>，占评估区比例26.26%；1个较轻影响区，面积3.5737km<sup>2</sup>，占评估区比例73.74%。

预测评估分区基本情况见表3.2-14。

表 3.2-13 现状评估分区基本情况表

现状评估分区			面积(km <sup>2</sup> )	矿山地质环境问题和影响程度				
编号	分级	位置		不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境	防治情况
II	较严重	采空塌陷 TX	0.6581	沙界沟内的不稳定地质体 H1 威胁沟道排水, H2 威胁水浇地和农业生产活动, 危险性中等; 采空塌陷威胁乡村道路, 危险性中等; 影响较严重	导水裂隙发育到延安组砂岩裂隙含水层, 含水层结构破坏, 水位降至煤层底板, 影响严重; 对含水层水质、村民生产生活用水影响较轻	塌陷区伴生裂缝发育, 引起地表坡度发生一定变化, 但煤矿及时对裂缝进行充填, 不影响整体地形地貌, 影响较轻	影响较轻	不稳定地质体治理、裂缝填充、道路维修、人工巡查
III	较轻	评估范围内其它区	4.1880	其他区域已稳沉治理或未开采, 不稳定地质体弱发育, 影响较轻		稳沉已治理或未开采, 影响较轻		人工巡查, 自然恢复
合计			4.8461	/	/	/	/	/

表 3.2-14 预测评估分区基本情况表

预测评估分区			面积(km <sup>2</sup> )	矿山地质环境问题和影响程度				
编号	分级	位置		不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境	防治难度
II	较严重	评估区中北部	1.2724	开采影响乡村道路、民用输电线路及沙界沟谷（可能引起不稳定地质体），影响较严重	煤层开采后导水裂隙带发育到延安组砂岩裂隙含水层，含水层结构破坏，水位降至煤层底板，影响严重	煤层开采后地形变化较小，矿区地貌整体未发生改变，仅在塌陷裂缝周边出现景观与周围不一致，但通过简易裂缝填充等工程辅以自然恢复可在短期内快速恢复，总体上影响较轻	矿井水达标处理后全部回用，不外排；采煤塌陷区出现伴生地裂缝对土壤影响属于物理破坏，影响较轻	中等
III	较轻	评估范围内其它区	3.5737	影响较轻	影响较轻	影响较轻	影响较轻	小
合计			4.8461	/	/	/	/	/

### 三、矿山土地损毁预测与评估

山东煤矿属于生产矿井，地面建设工程均已建成，本次不新增占地，因此土地损毁主要为生产期沉陷损毁土地。

#### （一）土地损毁环节与时序

根据煤矿开采工艺及榆神矿区煤矿土地复垦经验，经过对山东煤矿已损毁土地的调查，本方案生产过程中造成的土地损毁形式主要表现为地表裂缝、地表沉陷和矸石压占土地。

##### （1）地表裂缝

随着煤炭的开采，地表局部将出现地裂缝。裂缝通常分布于煤柱的上方，并形成几条平行的裂缝带，使土地被分割，导致土壤剖面耕作层厚度减小，土壤各土层产生垮落、错动，改变土壤剖面，使土壤原有有机质量受到损害，对植被生长不利。

##### （2）地表沉陷

本矿所有煤层煤采用一次采全高长壁综合机械化采煤法，全部垮落法管理顶板，由于煤炭的采出、采空区的出现，以及地表雨水冲刷、矿坑水流动、煤柱破坏等因素的影响，采空区上覆岩土体破裂，将导致地表产生移动变形，破坏原有地表土体结构，引起地表塌陷，对土地资源造成损毁。特别是多煤层开采，对土地造成重复损毁，严重影响地表植被的正常生长，由于地表塌陷，地面建（构）筑物、交通等生产生活设施也将受到不同程度的破坏。该过程一直持续到采煤结束后约 1.3 年。

##### （3）矸石压占土地

山东煤矿产生的煤矸石全部综合利用，不会对土地造成压占损毁。

本方案煤矿开采与土地损毁的时序关系见图 3.3-1。

#### （二）永久性建设用地现状

##### （1）永久性建设用地占用土地现状

山东煤矿永久性建设用地为工业场地，用地面积  $14.01\text{hm}^2$ ，占压土地类型为采矿用地，用地形式为占用，见表 3.3-1。

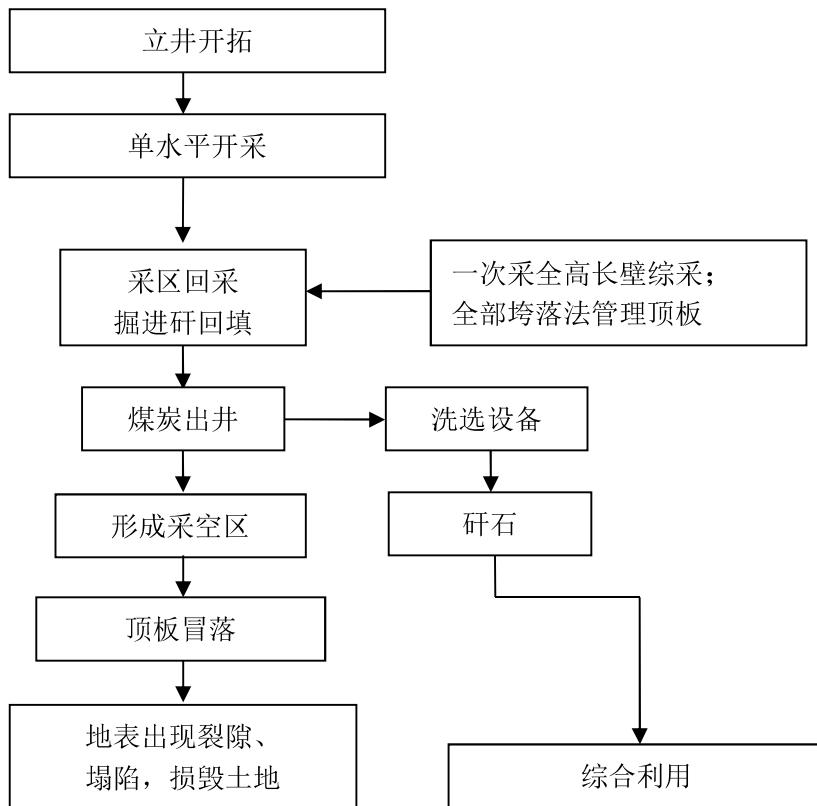


图 3.3-1 煤矿开采与土地损毁时序关系图

### (三) 已损毁各类土地现状

#### (1) 沉陷损毁土地

据野外调查及资料分析, 山东煤矿存在 1 处采空塌陷 (TX)。

##### ①2024 年以前采煤塌陷区现状

2024 年以前形成的采煤塌陷主要为山东煤矿采用房柱式、综合机械化开采形成的, 形成时间煤矿开采至 2024 年, 面积约 283.06hm<sup>2</sup>。经调查, 煤矿在上期方案适用期间对该部分区域进行了系统治理, 主要为道路修复、塌陷裂缝充填, 并于 2024 年以前通过了榆林市自然资源和规划局横山分局组织的年度验收, 于 2025 年通过了榆林市自然资源和规划局组织的适用期验收。同时经过多年的自然恢复, 该部分区域现状调查植被生长良好, 该区域不再纳入方案复垦责任范围。

##### ②采煤塌陷 (TX) 现状

采空塌陷 (TX) 位于工业场地东部, 为山东煤矿 2024-2025 年采用一次采全高长壁综合机械化采煤法开 3 号煤产生的塌陷, 地表产生裂缝明显, 形成采空塌陷区面积 65.81hm<sup>2</sup>, 影响地类为耕地、林地、草地、交通运输用地、水域及水利设施用地, 损毁程度为重度和中度, 其中重度损毁主要在沟谷区域及周边, 见表 3.3-1。



照片 3.3-3 塌陷裂缝及台阶（镜向 SW）



照片 3.3-4 中度损毁区（镜向 E）



照片3.3-5 沙界沟土地损毁现状（镜向E）

## （2）已损毁土地复垦情况

根据采空塌陷区损毁土地分析，采空塌陷区目前尚未治理，纳入本方案复垦责任范围。

## （3）已损毁土地利用现状

根据最新变更的全国第三次国土调查结果及土地损毁程度，确定已损毁土地利用现状，具体见附图 2，并统计不同损毁程度的地类面积，具体见表 3.3-1，已损毁土地损毁程度见图 3.3-2。

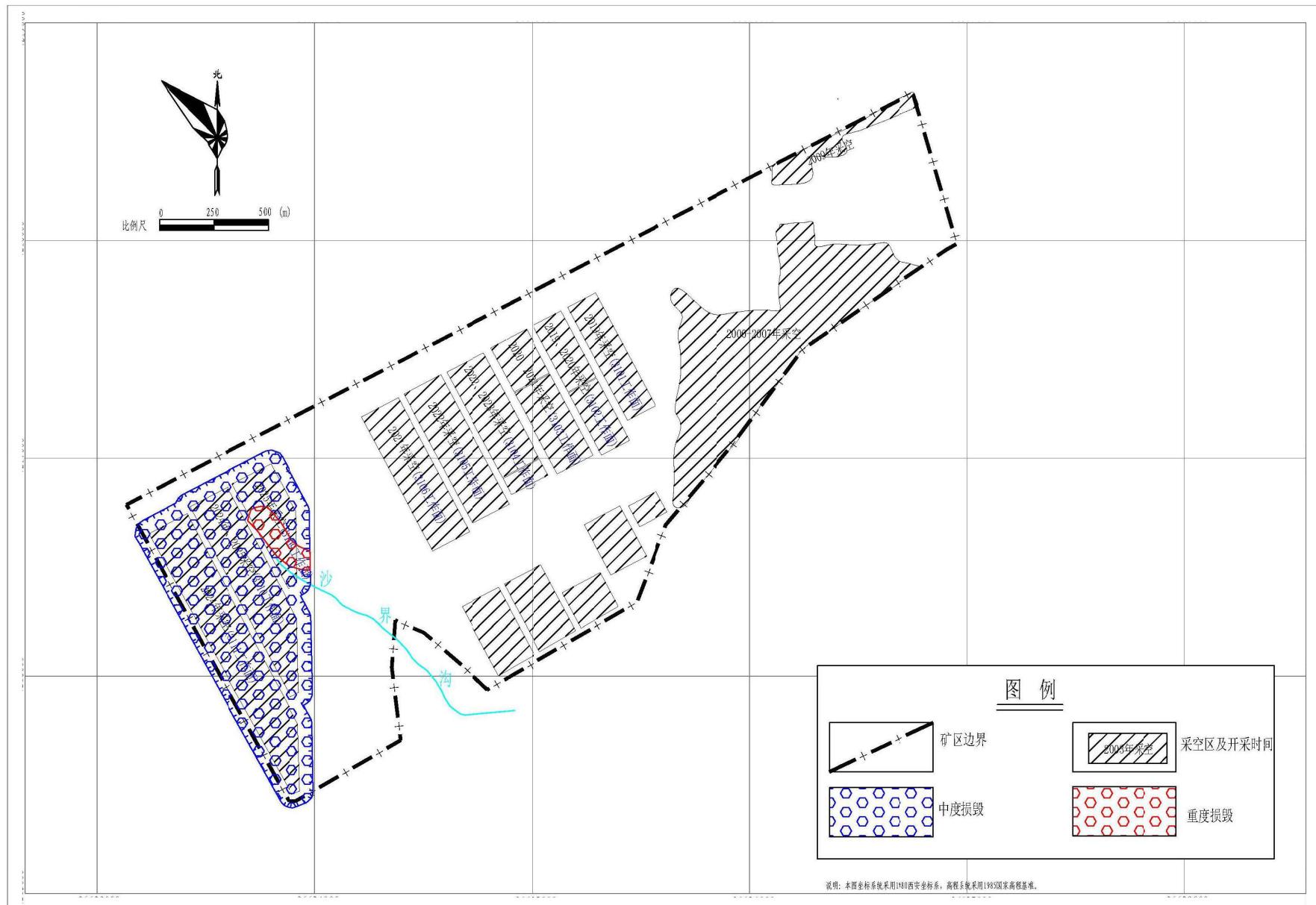


图 3.3-2 已损毁土地损毁程度图

表 3.3-1 永久性建设用地占用及已损毁土地类型及损毁程度表 单位: hm<sup>2</sup>

一级地类		二级地类		永久性建设 用地	已损毁土地 (沉陷损毁)			合计
					工业场地	中度	重度	
占用	中度	重度	小计					
01	耕地	0102	水浇地			1.42	1.42	1.42
03	林地	0305	灌木林地		10.50	4.36	14.86	14.86
		0307	其他林地		46.26	1.50	47.76	47.76
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	9.00				9.00
		0602	采矿用地	5.01				5.01
10	交通运输用地	1006	农村道路		1.50		1.50	1.50
11	水域及水利设施 用地	1107	沟渠		0.15	0.12	0.27	0.27
合计				14.01	59.91	7.40	65.81	79.82

#### (4) 已损毁土地重复损毁可能性分析

本煤矿为单煤层开采，本方案拟开采煤层不会对已损毁土地造成重复损毁。

#### (四) 拟损毁土地预测与评估

根据山东煤矿生产实际，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、沉陷损毁土地

###### (1) 预测时段划分

由于本方案剩余服务年限较短，根据山东煤矿的采区划分及采区接续计划，考虑采区开采的完整性和土地复垦工程的可操作性，将本方案剩余生产年限（3.9年）作为1个时段，主要开采3号煤。

###### (2) 土地复垦地表变形预测结果

根据前节地表变形预测结果可知，开采后的最大下沉值为2126.28mm，最大倾斜值为36.5mm/m，最大曲率值为 $0.97 \times 10^{-3}/m$ ，最大水平移动值为637.88mm，最大水平变形值为16.44mm/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、密度和塌陷的深度

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》中土地损毁程度分级标准进行，具体见表3.3-2、3.3-3。

#### （4）土地损毁预测结果

根据土地损毁等级划分标准，综合考虑塌陷拉伸区实际影响，绘制拟损毁土地损毁程度图，土地损毁程度及位置见图3.3-3、附图4。

表 3.3-2 水浇地损毁程度分级标准

损毁等级	水平移动 mm	附加倾斜 mm·m <sup>-1</sup>	下沉 m	沉陷后潜水位埋深 m	生产力降低 %
轻度	≤4.0	≤6.0	≤1.5	≥1.5	≤20.0
中度	4.0~8.0	6.0~12.0	1.5~3.0	0.5~1.5	20.0~60.0
重度	>8.0	>12.0	>3.0	<0.5	>60.0

表 3.3-3 林地、草地损毁程度分级标准

损毁等级	水平移动 mm	附加倾斜 mm·m <sup>-1</sup>	下沉 m	塌陷后潜水位埋深 m	生产力降低 %
轻度	≤8.0	≤20.0	≤2.0	≥1.0	≤20.0
中度	8.0~20.0	20.0~50.0	2.0~6.0	0.3~1.0	20.0~60.0
重度	>20.0	>50.0	>6.0	<0.3	>60.0

注：附加倾斜指受采煤塌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。

本项目拟沉陷损毁土地面积为127.24hm<sup>2</sup>，具体见表3.3-4。

表3.3-4 拟损毁土地面积及损毁程度表 单位：hm<sup>2</sup>

一级地类		二级地类		沉陷损毁			合计
				轻度	中度	重度	
01	耕地	0102	水浇地			2.50	2.50
03	林地	0305	灌木林地	6.21			6.21
		0307	其他林地	35.65	67.76	1.85	105.26
04	草地	0404	其他草地		10.25		10.25
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.20	1.10	1.52	2.82
11	水域及水利设施用地	1107	沟渠			0.20	0.20
合计				42.06	79.11	6.07	127.24

#### （5）拟损毁土地重复损毁可能性分析

本方案拟损毁土地不存在重复损毁的可能。



图3.3-3 拟损毁土地损毁程度图

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

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

表 3.4-1 矿山地质环境保护与治理恢复分区标准

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

#### 2.分区评述

通过叠加，矿山地质环境问题影响程度分为较严重和较轻两个级别。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2级3个不同防

治分区，其中：2个次重点防治区，面积1.9305km<sup>2</sup>，占评估区比例39.84%；1个一般防治区，面积2.9156km<sup>2</sup>，占评估区比例60.16%，见表3.4-2、附图6。

#### （1）次重点防治区（II）

次重点防治区（II）划分了2个次重点防治区，面积共1.9305km<sup>2</sup>，占评估区面积的39.84%。

该区域为煤矿主要开采区，已开采后地面塌陷未稳沉区域及未来开采后地面塌陷区域，主要威胁乡村道路和民用输电线路，沙界沟内的不稳定地质体H1威胁沟道排水，H2威胁水浇地和农业生产活动，影响较严重；导水裂隙破坏侏罗系中统延安组、直罗组含水层结构，影响严重；地表沉陷未改变整体地形地貌，对地形地貌影响较轻；生活污水、矿井水达标处理后回用，洗选矸石各有毒有害组分含量均符合标准要求，水土环境影响较轻。

#### （2）一般防治区（III）

保护煤柱内及其他区域，面积2.9156km<sup>2</sup>，占评估区的60.16%。不稳定地质体弱发育，影响较轻。延安组及直罗组砂岩裂隙含水层结构破坏，局部沟通第四系潜水，水位下降，影响严重。不改变总体地貌，影响较轻。水土环境影响较轻。

表 3.4-2 矿山地质环境治理分区基本情况表

治理分区			面积 (km <sup>2</sup> )	主要矿山地质环境问题和影响程度	防治措施	进度安排
编 号	分 级	位置				
II <sub>1</sub>	次 重 点 治 理 区	采空塌陷区 (TX1)	0.6581	沙界沟内的不稳定地质体 H1 威胁沟道排水, H2 威胁水浇地和农业生产活动; 主要威胁乡村道路, 危险性中等, 影响较严重; 对含水层结构、水位和地形地貌景观影响较严重; 对水土环境影响较轻	裂缝充填、维修受损乡村道路、民用输电线路; 实施不稳定地质体、含水层、地形地貌景观及水土环境监测、人工巡查	近期
II <sub>2</sub>		3108、3107、3112 工作面(拟开采区)	1.2724	预测开采影响乡村道路、民用输电线路, 影响沙界沟, 引发不稳定地质体, 影响较严重; 开采后导水裂隙带发育到延安组砂岩裂隙含水层, 对含水层结构、水位和地形地貌景观影响较严重; 对水土环境影响较轻		
III <sub>1</sub>	一 般 治 理 区	评估范围内其它 地区域	2.9156	影响较轻	人工巡查、自然恢复为主	近、远期
合计		4.8461	/		/	/

## （二）土地复垦区与复垦责任范围

### 1、复垦区的确定

#### （1）永久性建设用地

永久性建设用地为工业场地，面积为 14.01hm<sup>2</sup>。

#### （2）损毁土地

损毁土地全部由沉陷损毁土地组成。

本方案中沉陷损毁土地包括已沉陷损毁区（TX）和拟沉陷损毁区，面积合计为 193.05hm<sup>2</sup>。

#### （3）复垦区

根据煤矿范围内现有土地利用现状现场调查、拟损毁土地分析与预测结果，复垦区由永久性建设用地、损毁土地（已沉陷损毁土地+拟沉陷损毁土地）组成，面积合计为 207.06hm<sup>2</sup>。复垦区各面积关系具体见表 3.4-3。

### 2、复垦责任范围的确定

复垦责任范围由损毁土地和不留续使用的永久性建设用地组成，本煤矿的服务年限结束后地表建筑物的留续使用情况，确定本方案的复垦责任范围。

根据矿方与横山县波罗镇长城村的房屋接管协议，工业场地用地为集体土地，留续为长城村的村级办公、村民活动中心、集体产业孵化等与乡村振兴的用途，因此，山东煤矿复垦责任范围与损毁土地一致，全部为损毁土地构成，面积共 193.05hm<sup>2</sup>。复垦责任范围见表 3.4-3，复垦区与复垦责任范围示意图见图 3.4-1。

表 3.4-3 复垦区与复垦责任范围面积关系表

序号	分区		面积 (hm <sup>2</sup> )	沉陷 范围内	备注
1	永久性 建设用地	工业场地	14.01	/	闭坑后不留续使用
2		已沉陷损毁	65.81	/	
3		拟沉陷损毁	127.24	/	
4		小计	193.05		
5	复垦区 面积	/	207.06		损毁土地+永久性建设用地
6	复垦责任 范围面积	/	193.05		损毁土地+不留续使用的永久 性建设用地

### 3、复垦区、复垦责任范围拐点坐标的确定

根据确定的复垦区和复垦责任范围，划定各分区的拐点坐标，具体见表 3.4-4。

需要说明的是，采空沉陷区的范围由 10mm 下沉光滑等值线圈定，实际操作性不强，为了在实际工作中准确标识沉陷区的范围，将地表外围等值线进行弧段近似取直，用拐点的连线确定其范围。

表 3-4-4 复垦区拐点坐标表（2000 国家大地坐标系）

序号	X 坐标	Y 坐标	序号	X 坐标	Y 坐标
工业场地 1					
1			7		
2			8		
3			9		
4			10		
5			11		
6			12		
场地 2					
1			13		
2			14		
3			15		
4			16		
5			17		
6			18		
7			19		
8			20		
9			21		
10			22		
11			23		
12			24		
陷区					
1			23		
2			24		
3			25		
4			26		
5			27		
6			28		
7			29		
8			30		
9			31		
1			32		
2			33		
3			34		
4			35		
5			36		
6			37		
7			38		
8			39		
9			40		
10			41		
11			42		
12			43		
13			44		
14			45		
15			46		

序号	X坐标	Y坐标	序号	X坐标	Y坐标
16			47		
17			48		
18			49		
19			50		
20			51		
21			52		
22			53		

### （三）土地类型与权属

#### 1、土地利用类型

项目复垦区共涉及榆林市横山区 1: 5000 土地利用标准分幅图 5 幅，图幅号为 J49H092046、J49H092047、J49H093043、J49H093046、J49H093047。

##### （1）土地利用现状及类型

复垦区和复垦责任范围一致，土地利用现状类型划分为 6 个一级类和 8 个二级类，包括耕地、林地、草地、工矿仓储用地、交通运输用地、水域及水利设施用地和其他土地，总面积为 207.06hm<sup>2</sup>。不同地类土地利用现状见照片 3.4-1~照片 3.4-4。



照片 3.4-1 水浇地（镜向NE）



照片 3.4-2 林地（镜向NW）



照片 3.4-3 草地（镜向N）



照片 3.4-4 农村道路（镜向NW）

## （2）土地损毁程度

复垦区内土地损毁形式主要为沉陷损毁，沉陷区损毁土地依据损毁标准确定土地损毁程度，划分为轻度、中度和重度，具体见表 3.4-5。

## （3）土地质量现状

根据现场调查及测验，复垦区内的耕地土壤分布在川道高阶地上，基质沙性大，肥力不足，缺氮少磷，有机质含量低，仅 0.21~0.81%；土壤主要由 0.25mm 以下颗粒组成，细砂粒和粉粒占总重量的 60%。有轻度碳酸钙，土层中有假苗丝状或霜状白色石灰新生体，但无明显钙积层；剖面质地均一，无粘化特征，垂直节理发育，透水性好，保水、保肥性差，风蚀、水蚀较严重。

复垦区内耕地主要为水浇地，主要农作物为小高粱、玉米、谷子、糜子、豆类、土豆等，其中春玉米平均产量 650~750kg/亩。

复垦区林草地土壤质量一般；pH 值在 8.5 左右，有机质含量在 0.1%~0.6%。

## （4）农林草生产状况

复垦区林草覆盖率约为 32%，植被类型划属温带草原区域—温带南部草原亚地带—陕北黄土梁峁、丘陵灌木草原区，主要植被类型有杨、槐、榆、油松、柠条、沙柳、沙棘、长芒草、沙蒿、铁杆蒿、禾草、百里香、沙米、虫实、白羊草、黄背草、达乌里胡枝子、茭蒿等。

## （5）永久基本农田、田间配套分布情况

复垦区内拟损毁土地耕地全部为水浇地，灌溉水源主要为沙界沟和无定河的水资源，主要通过地下埋管进行灌溉。



照片 3.4-5 灌溉管道（镜向SW）



照片 3.4-6 灌溉系统（镜向NE）

复垦区内无永久基本农田。

## 2、土地权属状况

本项目复垦区分属于榆林市横山区波罗镇长城村和山东煤矿土地，涉及 1 个行政村，涉及面积 207.06hm<sup>2</sup>，本项目复垦区内土地权属划分参见表 3.4-6。

土地所有权为集体所有；农村道路使用权归属集体；其余土地承包经营权归属承包人，根据当地自然资源部门调查结果，整个项目区土地权属清楚，无土地权属纠纷。

表 3.4-5 复垦区/复垦责任范围土地利用现状表 单位: hm<sup>2</sup>

一级地类		二级地类		复垦区				合计	
				永久性建设用地		损毁土地			
				工业场地	已沉陷损毁	拟沉陷损毁	小计		
				/	中、重度	轻、中、重度			
01	耕地	0103	水浇地		1.42	2.50	3.92	3.92	
03	林地	0305	灌木林地		14.86	6.21	21.07	21.07	
		0307	其他林地		47.76	105.26	153.02	153.02	
04	草地	0404	其他草地			10.25	10.25	10.25	
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	9.00				9.00	
		0602	采矿用地	5.01				5.01	
10	交通运输用地	1006	农村道路		1.50	2.82	4.32	4.32	
11	水域及水利设施用地	1107	沟渠		0.27	0.20	0.47	0.47	
总计				14.01	65.81	127.24	193.05	207.06	

表 3.4-6 复垦区土地权属表

单位: hm<sup>2</sup>

地类 权属			01 耕地	03 林地		04 草地	06 工矿仓储用地		10 交通 运输用地	11 水域及水利设 施用地	合计
陕西 省榆林 市横山 区	波罗镇	长城村	0103	0305	0307	0404	0601	0602	1006	1107	
	山东煤矿		水浇地	灌木 林地	其他 林地	其他 草地	工业 用地	采矿 用地	农村 道路	沟渠	
3.92	21.07	153.02	10.25						4.32	0.47	193.05
3.92	21.07	153.02	10.25	9.00	5.01						14.01
3.92	21.07	153.02	10.25	9.00	5.01	4.32	0.47				207.06

## 第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

### 一、矿山地质环境治理可行性分析

#### （一）技术可行性分析

通过现状与预测分析，评估区矿山地质环境问题主要集中在采空塌陷以及采空塌陷不稳定地质体，黄土土质不稳定地质体、道路破坏、输电线路破坏、含水层结构破坏、地形地貌景观破坏方面，本方案提出受损道路、民用输电线路维修工程，不稳定地质体、含水层、水土环境监测均有相对成熟的技术支撑，并适合评估区矿山地质环境治理工程。

本方案按照治理分区，系统实施矿山地质环境保护和恢复治理工作，次重点防治区为工程治理重点，坚持“预防为主、防治结合、在保护中开发、在开发中保护；因地制宜、边开采边治理”的原则。

#### （二）经济可行性分析

本方案估算矿山地质环境总费用为 4179.01 万元，吨煤费用为 7.66 元。根据目前历年榆横矿区煤炭市场价格综合销售价约 500 元/t，生产成本为 200 元/t，矿山环境治理费用占利润费用比例为 3.43%，因此，矿山地质环境治理在经济上可行。

#### （三）生态环境协调性分析

本方案按照“依靠科技进步、发展循环经济、建设绿色矿业”实施后矿区不稳定地质体得到一定程度的遏制，可消除地面塌陷、地裂缝等不稳定地质体对矿区道路、农田等的威胁，使恶劣的矿山地质环境条件得到改善。并使得生态环境和地貌景观得到恢复，矿山生态系统达到平衡，受损的土地得到重新利用，水土流失得到抑制，水体环境质量问题得到好转。

地形地貌景观、复垦类型因地制宜，基本恢复原生地貌，同周边景观的协调一致性较好。

#### （四）生态恢复力分析

##### 1. 矿区生态本底与损毁特征分析

###### 1) 自然条件

**地理位置与气候：**矿区处于陕北黄土高原北部，毛乌素沙地南缘，是典型的生态脆弱过渡带，气候为温带大陆性半干旱气候，年降水量少，且时空分布不均，蒸发量大，水资源是制约生态恢复的核心因子。

**地形地貌：**典型的黄土丘陵沟壑区，地表切割破碎，过沙界沟开采是本项目最显著的特点和治理复垦的挑战之一。

**土壤：**以黄绵土、风沙土为主，结构疏松，抗侵蚀能力差，有机质含量低，肥力贫瘠。

**植被：**原生植被为灌丛草原，生态系统脆弱，自我恢复能力有限，一旦破坏，极易引发水土流失和土地沙化。

## 2) 土地资源与生态损毁程度

**一次采全高开采的影响：**开采平均 3.17 米的厚煤层，埋深 90-190 米，属于浅埋深、厚煤层开采。这种条件下，采空区上覆岩层会形成“三带”发育，且容易直达地表，导致严重的地表沉陷和变形。

**“过沟”开采的叠加影响：**这是生态损毁的关键加剧因素。地表裂缝与不稳定地质体：沟坡地带本身应力集中，采动会诱发大量的张拉裂缝，甚至引发山体不稳定地质体滑塌，严重破坏地形地貌和土壤结构。沟道断流与水源漏失：采动裂隙可能切穿沟底，导致季节性河流或浅层地下水漏入井下，使沟道断流，加剧区域干旱。水土流失加固：地表裂缝和破碎的地形为降水汇流和土壤侵蚀创造了极为有利的条件，水土流失会成倍增加。

综合一次采全高和过沟开采的影响，该矿区的生态损毁程度应判定为中度至重度。特别是过沟地段、沉陷边缘和裂缝发育区，属于重度损毁，生态系统结构和功能遭到严重破坏。

## 3) 水土资源状况

**水资源：**极度紧缺。采矿活动不仅本身用水，更重要的是通过破坏含水层和导致沟道漏失，进一步恶化了区域水资源状况，对生态修复造成较大的制约。

**土地资源：**地表沉陷、裂缝和不稳定地质体将导致大量土地失去原有的农业或生态功能，尤其是坡耕地和沟坝地，损毁严重。

## 2. 基于生态恢复力评价的恢复模式选择

根据《国土空间生态保护修复工程实施方案编制规程》（TD/T 1068-2022），对矿区不同区域的生态恢复力进行评价，并据此选择最适宜的恢复模式。

表 4.1-1 生态恢复力评价及修复模式选择

评价区域	生态受损程度	水土条件	生态恢复力评价	推荐修复模式	可行性分析
平缓梁峁顶面	轻度至中度（整体沉降，少量裂缝）	土壤结构基本保持，但水分可能漏失	中等（生态系统本底尚在，种子库和繁殖体部分存留）	辅助再生	可行性较高。单纯自然恢复缓慢且易退化。需人工干预，如裂缝填堵、土地平整、补播耐旱草种、以“辅助”生态系统快速步入良性演替。
边坡及沟壑地带（过沟开采影响区）	重度（密集裂缝、不稳定地质体风险）	地形破碎、土壤丧失，水分极度匮乏	低（不具备自然恢复的基础条件，必须进行人工干预）	生态重建	必须实施。是治理的重点和难点。需采取工程措施与生物措施相结合，如削坡减载、坡脚设置护坝、重建土壤剖面，并选择深根性、护坡能力强的植物（如紫穗槐）进行植被重建。
其他区域	轻度（主要受粉尘、地下水波动影响）	土壤肥力可能下降，水分胁迫可能加剧	高（生态系统完整，结构未破坏）	自然恢复	可行性高。对未受影响的区域，不扰动矿区生态系统的整体性和完整性

### 3.技术经济分析与成熟技术的应用

**裂缝治理与土壤保育技术：**复垦时，人工或机械方式进行裂缝填堵是基础。优先利用就近的黄土作为客土材料。

**植被恢复技术：**选择乡土物种，选择耐旱、耐贫瘠、根系发达的本地植物，如紫穗槐、紫花苜蓿等，这些物种适应性强，播种后管护成本低。无人机飞播技术适用于大面积区域，效率高，成本低。

#### 4.小结

对于横山区的山东煤矿，其生态恢复力因其剧烈的开采扰动和脆弱的自然本底而整体偏低。

恢复模式选择上，采取“以生态重建为核心，以辅助再生为补充”的积极策略，尤其要对“过沟开采”造成的创伤进行精准治理。

技术路径上，必须工程措施先行（裂缝填堵、坡体稳定），生物措施紧跟（优选乡土植物、容器苗、灌草结合）。水资源保障是贯穿始终的生命线。

长期效果上，这种基于自然解决方案、尊重生态演替规律的恢复模式，能够培育出具有高度多样性、稳定性和自维持能力的生态系统，最终实现矿区生态系统的健康与可持续发展。

## 二、矿区土地复垦可行性分析

### （一）复垦区土地利用现状

本方案复垦区面积和复垦责任范围均为 193.05hm<sup>2</sup>，涉及波罗镇的 1 个行政村。

复垦责任范围全部为沉陷损毁土地，面积为 193.05hm<sup>2</sup>。

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

#### 1、评价原则

- (1) 符合国土空间规划，并与其他规划相协调
- (2) 因地制宜，农用地优先的原则
- (3) 自然因素和社会经济因素相结合原则
- (4) 主导性限制因素与综合平衡原则
- (5) 综合效益最佳原则
- (6) 动态和土地可持续利用原则

（7）经济可行与技术合理性原则

## 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土地利用总体规划及相关规划等。

（2）相关规程和标准

包括国家与地方的相关规程、标准等，如《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036—2013）、《土地整治高标准农田建设综合体》（DB61/T 991.1-991.7-2015）、《土地开发整理规划编制规程》（TD/T1011—2000）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，全部由损毁土地组成，面积为 193.05hm<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，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。复垦方向的确定主要取决于土地损毁形式、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，具体见表 4.2-1。

表 4.2-1 土地复垦评价单元划分表

损毁区域	损毁形式	损毁面积 (hm <sup>2</sup> )	损毁特点	评价单元	序号
沉陷土地	采煤沉陷	3.92	地表沉陷, 损毁程度不同	重度沉陷损毁耕地	1
		41.86		轻度沉陷损毁林地	2
		124.52		中度沉陷损毁林地	3
		7.71		重度沉陷损毁林地	4
		10.25		中度沉陷损毁草地	5
		4.79		沉陷损毁其他地类	6

#### 4、评价体系及评价标准的建立

##### (1) 评价体系

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

**损毁程度:** 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:** 有效土层厚度主要是指耕地中的犁底层的厚度, 林、果、草地指的是腐殖质层的厚度。本区有效土层厚度相对较厚, 可满足不同复垦方向的要求。

**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。本区土壤类型以黄绵土为主, 其次为栗钙土, 土体疏松、软绵, 透水性及可耕性良好, 渗水性强, 保水保肥能力较好, 有机质含量低, 易受侵蚀。

**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, 有机质含量耕地一般在 0.6~0.8% 之间, 草地 0.2~0.4%。

**交通条件:** 本区耕地分布于沙界沟内, 全部为水浇地。耕地周边交通较为方便。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:** 矿区为黄土梁峁地貌和黄土沟谷地貌, 受长期的雨水冲蚀、冲刷和切割形成沟谷, 沟谷岸坡陡、高, 由裸露的黄土组成, 仅沟谷下游低洼地段砂岩裸露, 岸坡高达 60 多米, 坡度多为 30-60°。

**周边地类:** 工业场地较为集中, 周边地类作为参照确定复垦方向。

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

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

### ①宜耕土地

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

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

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

### ②宜林土地

1等地：适于林木生产，无明显限制因素，损毁轻微，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4.2-2。

表 4.2-2 沉陷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	林地评价	草地评价
		水浇地		
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	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
	无道路设施	3 或 N	2	2
覆土厚度	>100	1	1	1
	50~100	2	1	1
	30~50	2 或 3	2 或 3	2
	<30	3 或 N	3	3
周边地类	耕地	1	1	1
	林地	2	1	1
	草地等其他地类	3	2	2

## 5、评价过程及复垦方向的确定

### （1）评价过程分析

#### ①土地损毁前后质量分析

煤矿内水浇地集中分布在沙界沟内, 土壤以风沙土和黄土性土为主, 有机质含量一般。农作物主要包括玉米、糜子等。

林地主要为灌木林地和其他林地, 林下为灌丛和草本, 植被茂密。植被分布有

樟子松、柠条、沙棘灌丛等。

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

## ②各评价单元评价过程分析

对于损毁土地适宜性评价采用极限条件法评价土地的适宜性，极限条件法即由诸选定评价因子中，评价因子适宜性等级最小（即限制性等级最大）的因子决定土地适宜性等级。根据各个评价单元的性质，对照表 4.2-2 所确定的宜耕、宜林和宜草评价标准，对其进行逐项比配，可得到各个评价单元的评价因子取值，见表 4.2-3。

表 4.2-3 适宜性评价单元评价过程

序号	评价单元	评价因子	指标	适宜性评价
1	重度损毁水浇地	损毁程度	重度损毁	宜耕 2 级
		土壤质地	壤土	
		有效土层厚度 (cm)	>80	
		有机质含量 (g/kg)	5~8	
		交通条件	有完善道路设施	
		地形坡度 (°)	<6	
2	轻度损毁林地	损毁程度	轻度损毁	宜林 1 级
		土壤质地	粘壤土	
		有效土层厚度 (cm)	>80	
		有机质含量 (g/kg)	3~6	
		交通条件	有，但不完善	
		地形坡度 (°)	2~15	
3	中度损毁林地	损毁程度	中度损毁	宜林 2 级
		土壤质地	粘壤土	
		有效土层厚度 (cm)	>80	
		有机质含量 (g/kg)	3~6	
		交通条件	有，但不完善	
		地形坡度 (°)	2~15	
4	重度损毁林地	损毁程度	重度损毁	宜林 2 级
		土壤质地	粘壤土	
		有效土层厚度 (cm)	>80	
		有机质含量 (g/kg)	3~6	
		交通条件	有，但不完善	
		地形坡度 (°)	2~15	
5	中度损毁草地	损毁程度	中度损毁	宜草 1 级
		土壤质地	砂壤土	

序号	评价单元	评价因子	指标	适宜性评价
		有效土层厚度 (cm)	>80	
		有机质含量 (g/kg)	3~6	
		交通条件	无道路设施	
		地形坡度 (°)	>15	

### ③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 4.2-4 所示。

表 4.2-4 各评价单元适宜性等级表

类型	编号	评价单元	复垦方向限制性因素	适宜性方向
沉陷损毁	1	重度损毁水浇地	损毁程度	水浇地
	2	轻度损毁林地	土壤有机质、地形坡度	林地
	3	中度损毁林地	土壤有机质、地形坡度	林地
	4	重度损毁林地	损毁程度、地形坡度	林地
	5	中度损毁草地	地形坡度、交通条件	草地
	6	其他地类	损毁程度	保留原地类 (道路、沟渠)

### （2）最终复垦方向确定

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，是可以通过合理的复垦工程措施改变的。

②不留续永久性建设用地存在压占时间长，覆土土壤质地以砂壤土为主，需经过地表清理后覆土复垦，由于场地较为平整，同时结合治理工程部署，拟复垦为旱地。

⑤其他地类如沟渠、农村道路由于土地权属关系及联通作用，按原状复垦为原地类。

根据适宜性评价分析，其他地类在考虑煤矿自然、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 4.2-5。

表 4.2-5 各评价单元复垦方向确定

损毁形式	评价单元	复垦方向
沉陷损毁	重度损毁水浇地	水浇地
	轻度、中度、重度损毁林地	灌木林地、其他林地（和原地类一致）
	中度损毁草地	其他草地（和原地类一致）
	损毁裸地	其他草地
	损毁其他地类	农村道路、沟渠

### （3）划分复垦单元

依据确定的最终复垦方向，参照损毁形式及复垦工程措施，划定合理的复垦单元。具体见表 4.2-6。

表 4.2-6 复垦单元划分表

复垦单元	二级项目	面积 (hm <sup>2</sup> )	序号
水浇地方向复垦单元	沉陷损毁水浇地	3.92	1
林地方向复垦单元	沉陷损毁林地	174.09	2
草地方向复垦单元	沉陷损毁草地	10.25	3
其他用地方向复垦单元	沉陷损毁其他地类	4.79	4

## （三）水土资源平衡分析

项目区复垦复垦的水浇地、旱地、林地、草地复垦后需要浇水，水资源主要为无定河和沙界沟内水源。

### 1、水资源平衡分析

#### （1）需水量

项目区位于陕北风沙草滩区，根据不同作物需水量及项目区的特点，结合陕西省《行业用水定额》（DB 61/T 943-2022），确定本方案设计水浇地灌水定额：2700m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>·a，林地灌水定额：900m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>·a，草地灌水定额：600m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>·a。项目区土地复垦年用水量为 17.35 万 m<sup>3</sup>，用水量及灌溉方式见表 4.2-7。

表 4.2-7 用水量及灌溉方式

用水区	工程名称	灌水定额	数量	单位	估算年用水量 (万 m <sup>3</sup> /a)	灌溉方式
复垦区	水浇地	2700m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ·a	3.92	hm <sup>2</sup>	1.06	现有灌溉系统
	林地	900m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ·a	174.09	hm <sup>2</sup>	15.67	蓄水池
	草地	600m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ·a	10.25	hm <sup>2</sup>	0.62	蓄水池
合计	—	—	—	—	17.35	—

#### （2）供水量及供水水源

山东煤矿范围紧邻无定河，在水浇地周围有沙界沟，沙界沟内有拦水坝，有灌溉系统；且项目区年平均降水450mm左右，矿区范围内分布有蓄水池，供水量共计约40万m<sup>3</sup>/a，供水量大于其需水量（17.35万m<sup>3</sup>/a），满足复垦后土地管护用水量。

综上所述，复垦区土地水资源需求量小于供给量，水资源供给量充足，可供复垦区内土地使用。

### （3）需水供水平衡分析

根据以上分析，项目区内供水量充裕，水量可满足复垦区内的灌溉需求。

## 2、土壤资源平衡分析

本方案的分析的土壤资源平衡主要针对表土资源，涉及土壤资源区域为裂隙填充区和永久性建设用地区域。

### （1）表土需求量分析

由于裂隙填充、平整工程等土方均是在施工区范围内达到平衡，因此对于裂隙填充、平整等方面土方不再进行分析。

### （2）表土供给量分析

对于本井田开采区，因井田地处风沙草滩区，土源丰富，需要的裂缝填充土源就近利用黄土即可满足需求，无需外调。

综上所述，土壤资源的需求和来源可实现平衡。

## （四）土地复垦质量要求

对于复垦质量要求主要参考《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013），《土地开发整理规划编制规程》（TD/T1011-2000），《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1020-2000），《土地整治高标准农田建设综合体》（DB61/T991.1-991.7-2015）。

### 1、水浇地方向土地复垦质量要求

水浇地方向土地复垦复垦标准具体见表4.2-8。

表4.2-8 水浇地复垦标准

序号	指标类型	基本指标	控制标准	本方案确定的标准
				沉陷损毁水浇地
1	地形	地面坡度/（°）	≤15	≤5
2	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥80	≥120
		土壤容重/（g/cm <sup>3</sup> ）	≤1.4	≤1.4

序号	指标类型	基本指标	控制标准	本方案确定的标准
				沉陷损毁水浇地
3	配套措施	土壤质地	壤土至粘壤土	壤土
		砾石含量/%	≤5	≤3
		PH 值	6.0~8.5	7.0~8.0
		有机质/%	≥0.8	≥0.8
		电导率/(dS/m)	≤2	≤2
3	道路	排水	达到当地各行业 工程建设标准要 求	—
		道路		灌溉渠道: U型渠道, 上口宽 795mm, 渠道深度 600mm, 渠道 边坡系数 0.20 田间道: 路宽 3~4m, 泥结石路面 生产路: 路宽 1~3m, 素土路面
		林网		—
4	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	五年后春玉米产量≥3500kg/hm <sup>2</sup>

## 2、林地方向土地复垦质量要求

乔木林地、灌木林地土地复垦复垦标准具体见表 4.2-9。

表 4.2-9 乔木林地、灌木林地复垦标准

序号	指标类型	基本指标	控制标准	本方案确定的标准
				沉陷损毁林地
1	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	≥30
		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	≤5
		PH 值	6.0~8.5	7.0~8.0
		有机质/%	≥0.5	≥0.5
2	配套措施	道路	达到当地本行业工程 建设标准要求	—
3	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	乔木林地: 1250 灌木林地: 2500
		郁闭度	≥0.30	≥0.30

## 4、草地方向土地复垦质量要求

草地土地复垦复垦标准具体见表 4.2-10。

表 4.2-10 草地土地复垦标准

序号	指标类型	基本指标	控制标准	本方案确定的标准 (沉陷损毁草地)
1	地形	地面坡度	$\leq 20$	$\leq 20$
2	土壤质量	有效土层厚度/cm	$\geq 40$	$\geq 40$
		土壤容重/ (g/cm <sup>3</sup> )	$\leq 1.40$	$\leq 1.40$
		土壤质地	壤土至粘壤土	砂壤土
		砾石含量/%	$\leq 10$	$\leq 5$
		PH 值	6.5~8.5	7.0~8.0
		有机质/%	$\geq 0.5$	$\geq 0.5$
3	配套措施	灌溉	达到当地各行业工程建设标准要求	—
		道路		—
4	生产力水平	覆盖度/%	$\geq 30$	$\geq 30$
		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	五年后达到周边地区同等土地利用类型水平

。

## 第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

山东煤矿生产引发的矿山地质环境及土地损毁问题为：采空塌陷及伴生地裂缝、不稳定地质体等，含水层、地形地貌景观受影响，水土环境影响，以及土地资源损毁，以下针对不同地质环境及土地利用问题提出恢复治理工程。矿山地质环境治理与土地复垦工程分为不分阶段，治理工程、土地复垦以年度为单位进行安排部署。

### 一、矿山地质环境保护与土地复垦预防

#### （一）目标任务

##### 1.目标

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

##### 2.任务

- (1) 对工业场地等地面建（构）筑物留设保护煤柱，对影响严重的道路和民用输电线路进行维修治理，加强监测。
- (2) 对不稳定地质体进行治理。
- (3) 保护主要含水层，维持评估区及周围生产、生活供水。
- (4) 减缓地形地貌景观、水土环境的影响。
- (5) 保护土地资源，对受影响和损毁的土地进行土地复垦，特别是沉陷区内水浇地，要确保水浇地的耕种质量不降低、耕种时间不受限，使其恢复原貌或适宜用途。
- (6) 维护和治理煤矿及周围地区生态环境，建设绿色矿业。
- (7) 根据当地实际情况，实施全域土地整治工程。

#### （二）主要技术措施

##### 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。山东煤矿在工业场地、煤矿边界、主要大巷、采空区、油气井、油气井管线、横马一级公路等都留有煤柱。

## 2. 避让

在矿区所有采空塌陷隐患区设置警示牌提醒行人避让，减缓财产及人身安全威胁。

## 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。在煤矿开采过程中要做到“边开采，边复垦”。

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

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

## 4. 表土资源保护措施

在进行土地复垦时，要保护和利用好表层的耕作层土壤和表层土壤。将表土资源放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

## （一）目标任务

### 1、治理目标

（1）避免和减缓采空塌陷及其伴生的不稳定地质体造成的损失，对重要的地面建（构）筑物留设保护煤柱，对影响较严重的地面建（构）筑物和道路进行维修治理并加强监测。

（2）闭毁3条井筒，完成闭坑任务。

### 2、治理任务

（1）对沙界沟内的2处不稳定地质体进行治理；

（2）对受影响的乡村道路及时维修；

（3）对受影响的民用输电线路进行维修；

（4）煤矿闭坑期，实施井筒封闭工程。

## （二）工程设计与技术措施

煤矿生产主要引发采空塌陷及伴生地裂缝，造成乡村道路、地面建筑物等损坏。

因此提出如下治理工程：维修塌陷区道路、维修输电线路等，具体见表 5.2-1。

表 5.2-1 治理工程一览表

治理工程		治理措施
不稳定地质体治理		削坡减载、截水沟、植被恢复、警示牌 自动化监测预警、设立警示牌、人工巡查
采空塌陷区	裂缝充填	伴生裂缝及时填充
	道路	维修损坏路段
	民用输电线路	维修损坏的输电线路
闭坑后措施		井筒封闭

### 1、不稳定地质体（H1、H2）防治工程

治理时间：2026 年

H1、H2 位于沙界沟内，为采煤塌陷所致，为黄土边坡，坡面上部裂缝导致黄土土质疏松，在重力作用下下滑，威胁坡脚的沟道及农业生产。根据该不稳定边坡发育特征、地质条件及发展趋势，设计采用坡顶裂缝填埋+清理河道+截排水渠+修建挡墙+植被恢复+设立警示牌的治理措施。

**坡顶裂缝填埋：**首先对裂缝进行处理，形成倒梯形或 V 形槽，清除槽内松散土石、植被根系；然后进行分层回填，采用塑性高、抗裂性强、水稳定性好的黏土材料，进行分层回填，每层厚度需严格控制（通常 15-20cm），采用小型机具或人工仔细夯实，确保压实度；最后封闭与防护，回填至坡面后，宜构筑略高于地面的弧形土埂，防止积水。

**清理河道：**对河道里面的土方进行清理，确定清理范围，干法/湿法作业，弃土运至临近的耕地进行土壤改良。

**截排水渠：**本方案设计在边坡顶部修建截水渠，截排水渠为矩形截面，截面外侧宽 0.7m，深 30cm；排水渠壁为 20cm，底厚 20cm，采用 C20 混凝土浇筑。基础处理为对原土夯实处理后采用 30cm 厚三七灰土换填，压实系数 $\geq 0.95$ 。

**修建挡墙：**在斜坡坡脚处设置挡土墙。挡墙高 4.0m，基础埋深 1.0m，顶宽 1.0m，面坡比 1:0.3，背坡竖直。墙身采用 C30 砼浇筑，墙底设置 0.5m 厚三七灰土垫层，两端超出墙底 0.5m。墙身设置 2 排泄水孔，横纵间距均为 1.0m，泄水孔距离地面 0.5m，泄水孔采用Φ100PVC 管，伸出墙外 10cm，倾向坡外 5%，泄水孔进口处设置反滤层，

墙后分层夯实回填，分层厚度不得大于 50cm，压实系数不小于 0.9。挡土墙两端与自然地形衔接。

植被恢复：主要在坡面栽植紫穗槐、撒播紫花苜蓿，选用高度地径 0.3cm 苗木，每穴三株，平台区域栽植樟子松一行，选用高度 2.0m 二级苗木。

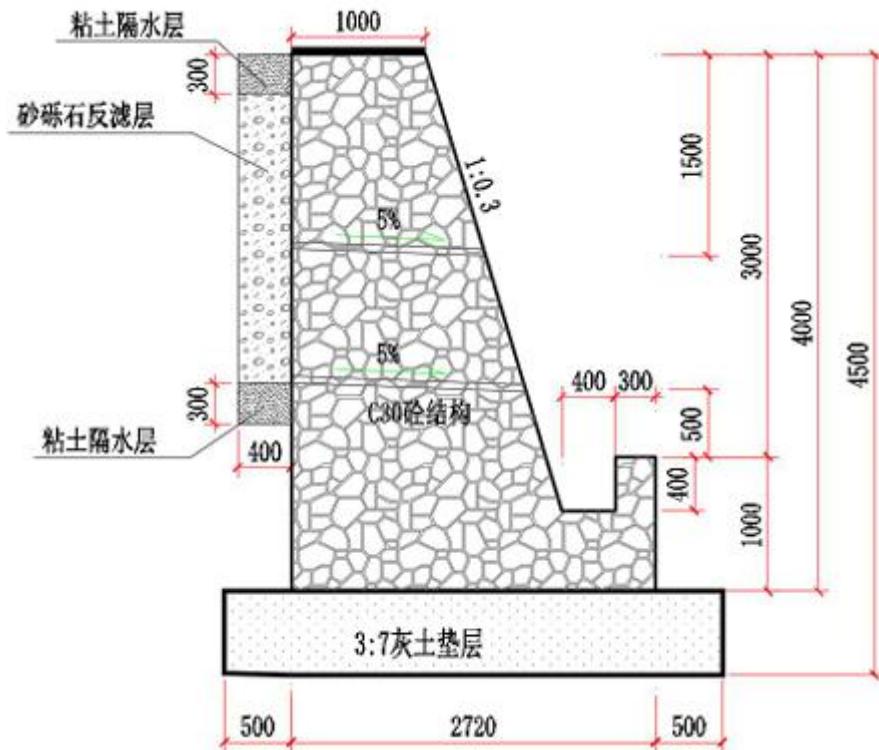


图 5.2-1 挡墙设计大样图

未来开采形成的不稳定地质体参照此设计进行治理。

## 2、道路维修

塌陷区内受影响道路为乡村道路，为等级外公路。煤矿生产引发采空塌陷及伴生地裂缝等，会造成部分路段损坏，因此为保证道路交通不受影响，须在塌陷沉稳后对其进行维修。

塌陷区受损路段宽度 3-4m，主要为水泥混凝土路面，维修按照受损长度的 40% 进行估算，宽度不变，道路标准执行原标准。

## 3、民用输电线路维修

地面塌陷及伴生地裂缝对村庄民用输电线路产生影响，主要采取的措施为扶正电线杆。

## 4、井筒封闭

煤矿闭坑后，对井筒进行封闭。封闭措施如下：

- 1) 井筒内巷道等支护井壁的所有设施不得拆除，与井筒联络的巷道预先施工好拦渣坝，拦渣坝采用砼浇灌，砼强度不低于 C25，墙体内外加铁丝网和钢筋，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，不能有浮砾和蜂窝面，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。

## 5、综合管理（设置警示牌、人工巡查）

山东煤矿应组织人员定期巡查沟谷、采空塌陷隐患区、近期开采新形成的塌陷区等，遇到地质环境问题，及时汇报、及时处理，并立警示牌。人工巡查按照 3 人一组，每月至少巡查 2 次，并及时记录巡查结果。

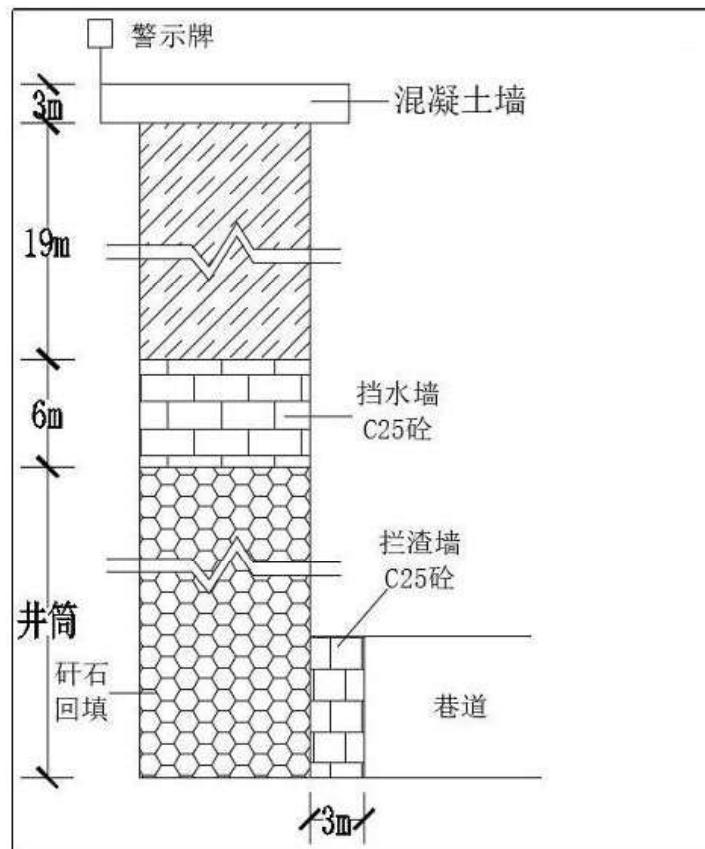


图 5.2-2 立井封闭井筒工程设计示意图

### (三) 主要工程量

#### (1) 道路维修

表 5.2-1 受损道路治理一览表

道路名称	受损长度 (m)	宽度 (m)	治理面积 (m <sup>2</sup> )
乡村道路（水泥路）	13500	4	21599

#### (2) 民用输电线路维修

维修受损的民用输电线路 3.56km，30 根。

#### (3) 人工巡查

定期巡查至少 240 次，每年 24 次。

#### (4) 井筒封闭

封闭 3 条井筒工作量见表 5.2-2。

表 5.2-2 井筒封闭工程量表

序号	工程项目	主立井	副立井	回风立井	合计
1	挡渣墙 (m <sup>3</sup> )	126.12	103.20	90.75	320.07
2	回填矸石 (m <sup>3</sup> )	5158.58	4032.00	2904.00	12094.58
3	混凝土墙 (m <sup>3</sup> )	182.94	151.20	136.13	470.27
4	模板工程 (m <sup>2</sup> )	67.2	50.4	50.4	168.00
5	回填粘土 (m <sup>3</sup> )	363.60	307.20	290.40	961.20
6	井口钢板	82.93	76.06	73.95	232.94
7	井口覆土 (m <sup>3</sup> )	38.49	34.33	33.07	105.89
8	钢筋 (Φ22 螺纹钢筋) (t)	0.33	0.24	0.24	0.81

### 三、矿区土地复垦

#### （一）目标任务

本方案复垦土地的面积为 193.05hm<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。

#### （二）工程设计及技术措施

##### 1、沉陷区水浇地复垦单元工程设计

本单元复垦措施主要包括裂隙填充、表土剥覆、田面平整、土地翻耕、田埂修筑及土壤培肥。

###### （1）裂隙填充

依据地表沉陷预测，地表沉陷过程将形成采动过程中的临时性裂缝，一般发生在工作面的正上方；在工作面的开切眼、终采线附近宜形成稳沉后的永久性裂缝。

###### ①小面积沉陷、裂缝地复垦工程设计

a、剥离沉陷区及裂缝地周围和需要削高垫底部位的耕作层土壤并就近堆放，剥离厚度为 0.3-0.4m。需要平整的削高垫底部位可在地块范围内用目测确定。

b、在复垦场地附近上坡方向选定的黄土土源，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。

c、由堆放点用机动车或手推车取土对沉陷区域或裂缝进行填充，在充填部位或削高垫低部位覆盖耕层土壤。对于还未稳定的沉陷区域，应略比周围田面高出 5.0-10.0cm，待其稳定沉实后可与周围田面基本齐平。在充填裂缝距地表 1.0m 左右时，每隔 0.3m 左右分层应用木杠或夯石分层捣实，直至与地面平齐。

d、整修沉陷或裂缝区域损毁的田坎地棱等排灌设施，恢复原有的耕作条件。

②大面积沉陷、裂缝地复垦工程设计

- a、按照设计要求修筑施工及机械运行的道路。
- b、如果复垦区耕层表土肥力明显优于地下黄土覆盖层，按照设计分区剥离耕层，将表土堆放在各复垦区周边地带。耕层表土主要用铲车和运输车辆配合推土机施工，剥离厚度 0.3-0.4m。
- c、按照设计要求进行分区施工放样，一般采用施工方格网进行放样，待复垦区采取统一坐标系统，方格网距根据地形条件采用 20~50m，网点坐标应统一编号并注明每一标桩的设计高度及挖填深度。
- d、分区按照设计要求和该区的复垦方向进行平整土地。用铲车、推土机和运输车辆相配合，按标桩指示高度挖高填低。

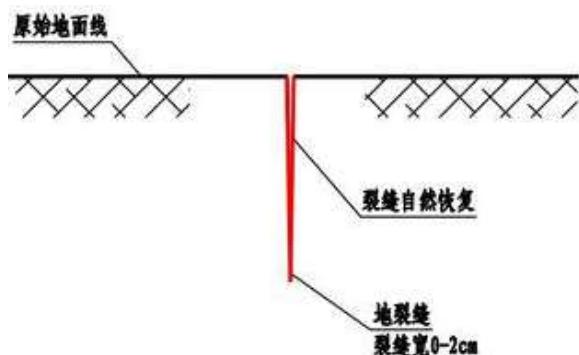


图 5.2-2 裂缝回填横剖面图(裂缝宽 0~2cm)

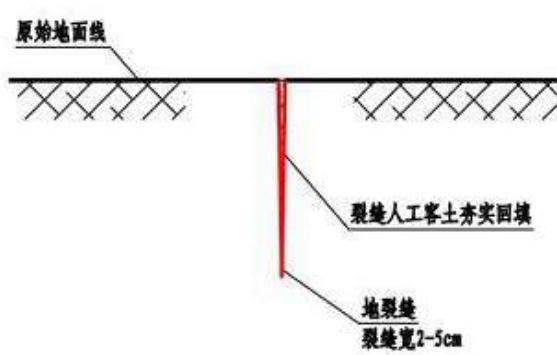


图 5.2-3 裂缝回填横剖面图(裂缝宽 2~5cm)

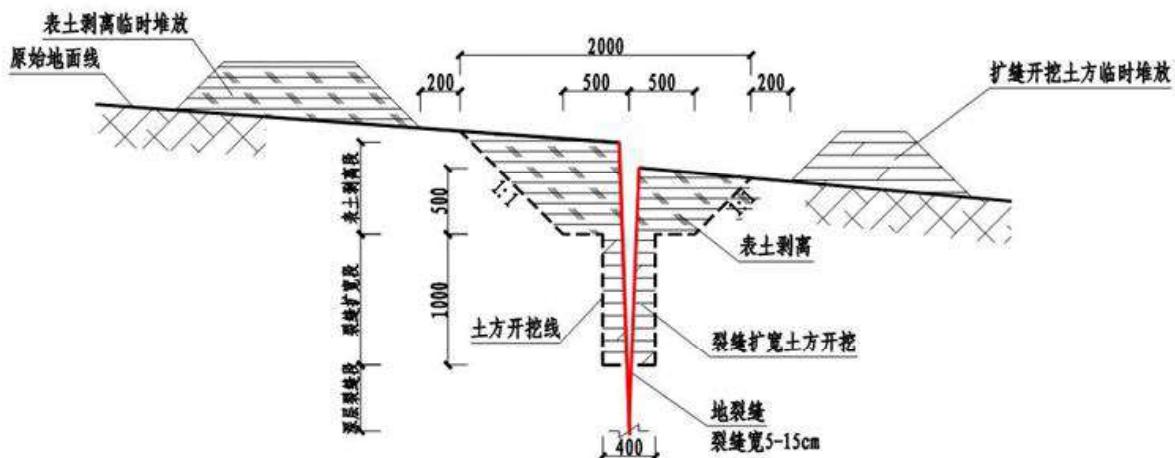


图 5.2-4 裂缝开挖横剖面图 (裂缝宽 5~15cm)

表 5.3-1 复垦前后土地利用结构调整表 单位: hm<sup>2</sup>

一级地类		二级地类		复垦前		复垦后		变化值
				沉陷损毁	小计	沉陷损毁	小计	
01	耕地	0103	水浇地	3.92	3.92	3.92	3.92	0.00
03	林地	0305	灌木林地	21.07	21.07	21.07	21.07	0.00
		0307	其他林地	153.02	153.02	153.02	153.02	0.00
04	草地	0404	其他草地	10.25	10.25	10.25	10.25	0.00
10	交通运输用地	1006	农村道路	4.32	4.32	4.32	4.32	0.00
11	水域及水利设施用地	1107	沟渠	0.47	0.47	0.47	0.47	0.00
合计				193.05	193.05	193.05	193.05	0.00

e、充填沉陷区和裂缝。位于田面设计标高以下低洼处宽度 0.30m 以上的大裂缝和沉陷区域应在平整土地之前充填；小于 0.30m 的中小裂缝可在平整过程中充填；土地平整后显露出来的裂缝和沉陷区域则在平整土地后充填。宽度大于 0.30m 的裂缝和沉陷区域在充填时应加设防渗层。防渗层厚度应大于 1.00m，位于田面 0.5~1.0m 以下，用粘土分三层以上捣实，使其干容重达到 1.40t/m<sup>3</sup> 以上。用于构筑防渗层的粘土，其渗透系数小于 0.001m/d。

f、覆盖表土，人工配合铲车及运输车辆联合作业，使覆盖均匀。

### ③填充裂缝工程量计算方法

塌陷区土地恢复治理过程中首先要消除裂缝，根据不同类型强度的裂缝情况，其填充工程量亦不同。设塌陷裂缝宽度为 a（单位：m），则地表塌陷裂缝的可见深度 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，每公顷土地的裂缝系数为 n，则每公顷面积塌陷裂缝的长度 U 可按下列经验公式计算：

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

设每亩沉陷地裂缝的充填土方量为 V (m<sup>3</sup>)，则 V 可按如下经验公式计算：

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

根据本方案塌陷预测结果分析，近期开采区裂缝破坏的程度可分为重度、中度和轻度三个类型，裂缝采取工程措施进行填充。根据煤矿现场调查及当地治理经验，确定不同破坏程度地区裂缝发育技术参数见见表 5.2-2。

表 5.2-2 不同破坏程度地区裂缝发育技术参数表（类比已治理区域单位工程量）

破坏程度	裂缝宽度 a(m)	裂缝间距 C(m)	裂缝条数 (n)	每公顷地裂缝土方充填量 V(m <sup>3</sup> )
轻度	0.15	30	1	150
中度	0.30	20	2	420
重度	0.40	20	3	1250

因山东煤矿涉及塌陷区出现裂缝，煤矿须及时进行充填治理；为保障填充效果，裂缝充填须进行多次充填治理。

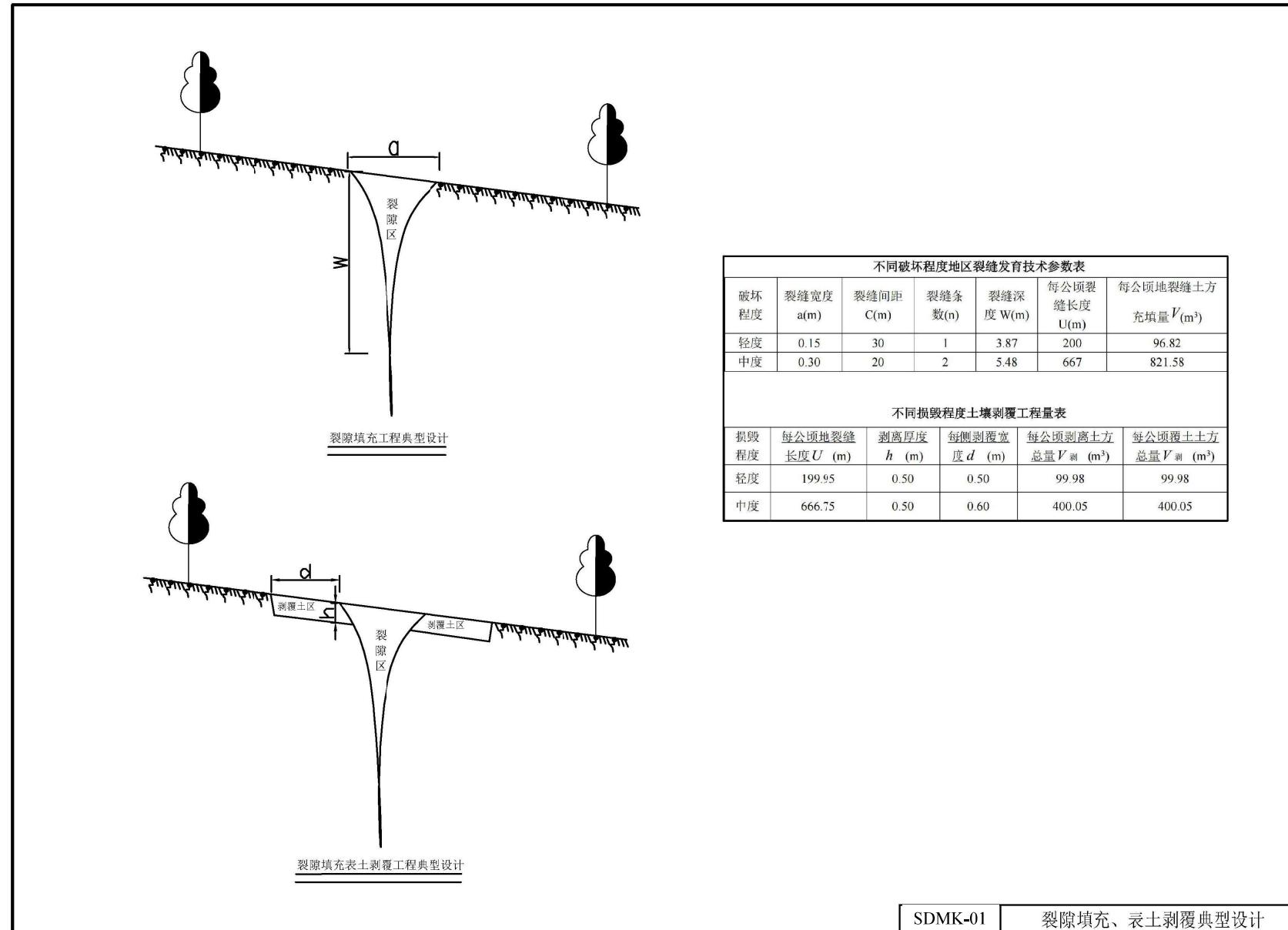


图 5.3-1 地表裂缝充填典型设计图

## （2）土壤剥覆工程

**剥覆对象：**本方案确定剥离的表土裂隙两侧土壤，包括耕地的耕作层和林地、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：**人工和机械剥离。

## （3）田面平整工程

**施工区域：**地表沉陷附加地表坡度 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，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。沉陷区内耕地土地翻耕的年限依据地表稳定时间确定，本矿为单煤层开采，不存在重复损毁，土地翻耕实施年限为 3 年。

## （5）田埂修筑

在沉陷区地表塌陷造成地表起伏后，实施平整工程后进行田块重新划分，修筑田埂。田埂修筑按照损毁前田坎（埂）标准修筑。根据实地调查，复垦区内的耕地田坎（埂）上顶宽度一般在 20cm，下底宽度约 30cm。高度约 20cm。田埂修筑工程采用聚土成埂的施工方法，采用人工施工。

## （6）道路工程

道路工程主要是田间道路和生产道路。主要布置在沟谷内的水浇地。

### 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。

### ②设计规格

田间道路连接农村道路与耕作田块，设计可通行农用车，稳沉后对田间道路进行整修或新建。设计标准：夯填土厚 20cm；砂石路基，路基厚度 15cm，宽度 5.0m；泥结碎石路面，路面厚度 15cm，宽度 4.0m。

生产路连接田块之间，设计可通行行人和农用工具，地表沉陷稳沉后对其进行整修或新建。设计标准：砂路基，路基厚度 15cm，宽度 2.6m；素土路面，路面厚度 15cm，宽度 2.0m。典型设计见图 5.3-1。

## （7）灌溉工程

### 1) 灌溉水源及方式

复垦区水源为无定河和沙界沟，引水方式自流，排水方式采用灌溉渠道自排，地表沉陷深度不改变灌溉水流方式。

### 2) 典型灌排布局

根据陕北地区的类型特征及当地农业生产状况，渠道全部采用 U 型渠衬砌。设计典型典型农渠上口宽 795mm，渠道深度 600mm，渠道边坡系数 0.20。典型田块灌排布局见图 5.3-2，本方案需要维修的典型农渠断面示意图见图 5.3-3。

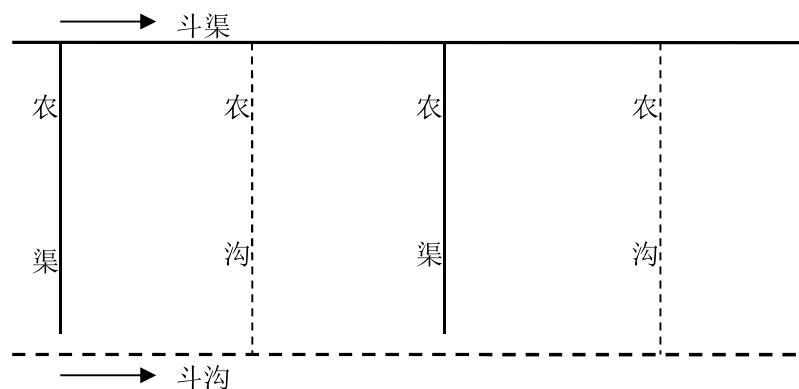


图 5.3-2 典型灌排布局图

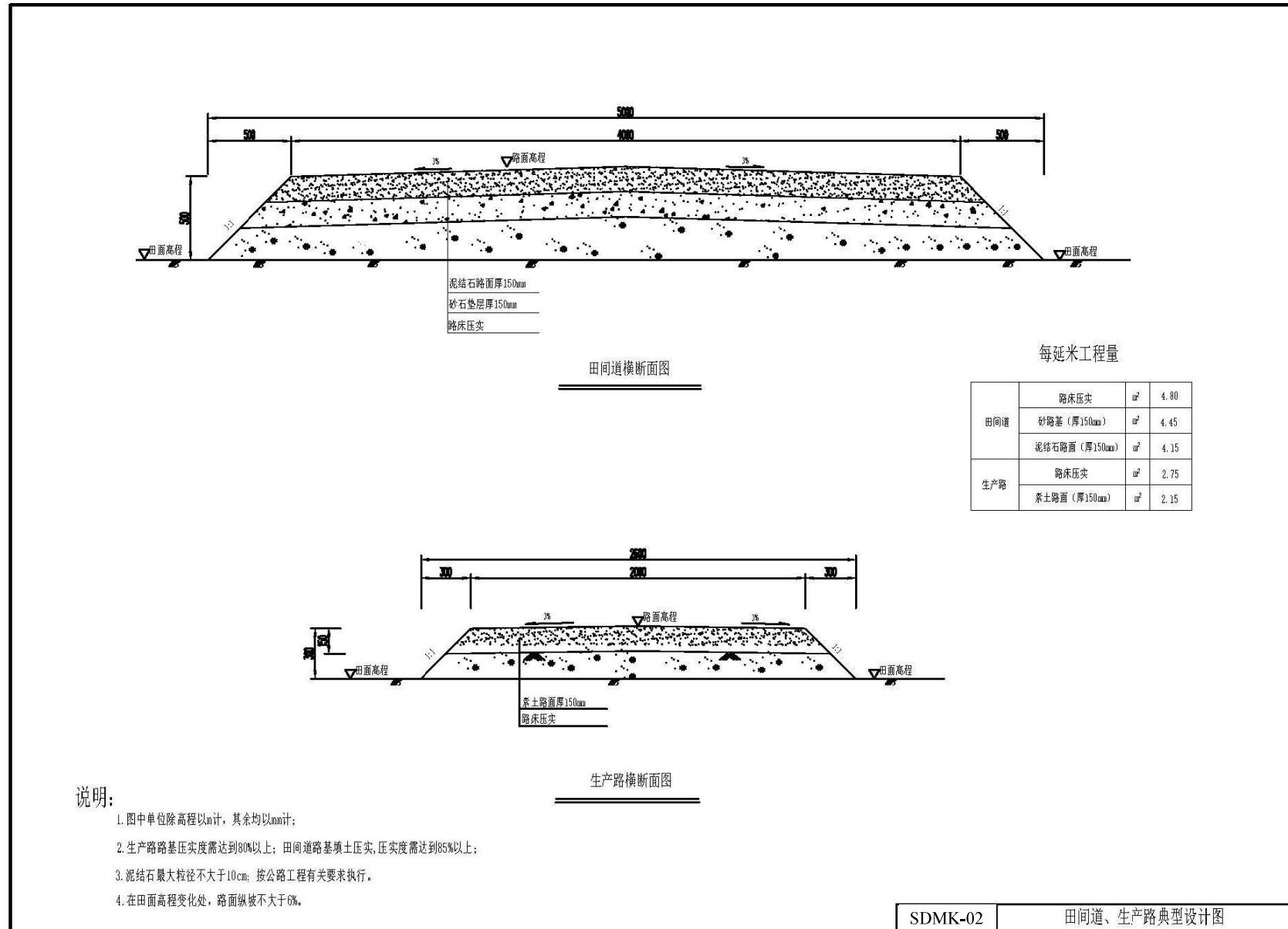


图 5.3-1 田间道生产路工程设计图

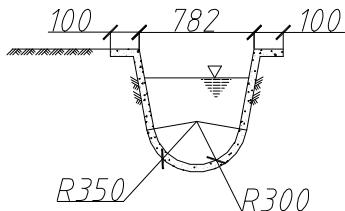


图 5.3-3 典型农渠断面示意图

## 2、沉陷区林地复垦单元工程设计

本单元复垦措施主要包括地裂隙填充、表土剥覆、植被恢复措施。

### （1）裂隙填充

林地裂隙填充参考旱地裂隙填充实施，在进行裂隙填充时要注意对林地苗木的保护，工程设计及工作量详见不稳定地质体近期治理工程。

### （2）土壤剥覆工程

裂隙填充过程中的表土剥覆措施施工措施及施工工艺参照水浇地复垦单元。

### （3）林草恢复措施

植被恢复采用乔灌草结合的配置方式，见表 5.3-2。典型设计见图 5.3-4。

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	单位面积补植量 (根据已治理数据统计)
樟子松	株距 2m 行距 4m	植苗	/	2~3 年生一级苗	750 株/ $hm^2$
紫穗槐	株距 2m 行距 2m	植苗	/	1~2 年生实生苗	1200 株/ $hm^2$
紫花苜蓿	—	撒播	全面整地	一级种	20kg/ $hm^2$

## 3、沉陷区草地复垦单元工程设计

草地复垦单元实施的复垦措施主要包括裂隙填充、裂隙两侧表土剥离、草种撒播。

裂隙填充、裂隙两侧表土剥离工程措施实施工程施工工艺主要参照林地复垦单元实施。

### （1）草种选择

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

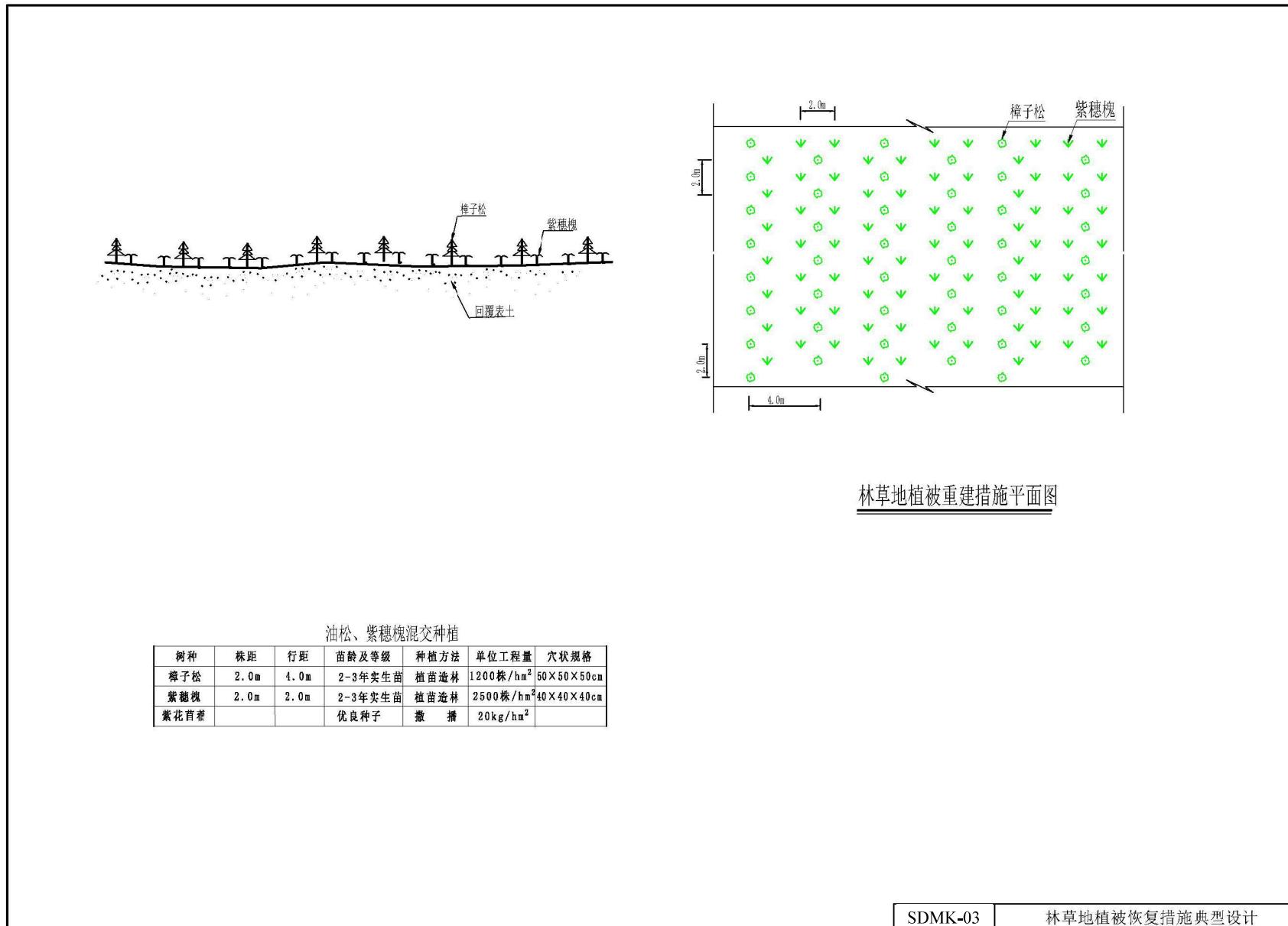


图 5.3-4 林草地植被恢复措施典型设计图

草种选择：紫花苜蓿，一级草籽。

②种植方式

对林地撒播草种，单位综合补播量为  $20\text{kg}/\text{hm}^2$ ，草地播量为  $40\text{kg}/\text{hm}^2$ ，按照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 5.3-3。

表 5.3-3 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

**(三) 主要工程量**

**1、沉陷损毁区工程量**

**(1) 裂缝充填**

裂缝充填 8.16 万  $\text{m}^3$ ，见表 5.3-4。

表 5.3-4 近期裂缝充填工作量一览表

治理区域	损毁程度	面积 ( $\text{hm}^2$ )	每公顷土方充填量 ( $\text{m}^3/\text{hm}^2$ )	充填裂缝土方石量 ( $\text{m}^3$ )
已塌陷区	中度	59.91	420	25162
	重度	7.40	1250	9250
近期塌陷区	轻度	42.60	150	6390
	中度	79.11	420	33226
	重度	6.07	1250	7588
合计	/	/	/	81616

**(2) 土壤剥覆工程**

表 5.3-5 裂隙充填过程表土剥覆工程量表

复垦阶段	损毁阶段	损毁程度	面积 ( $\text{hm}^2$ )	单位面积剥覆量	表土剥覆量
				( $\text{m}^3/\text{hm}^2$ )	( $\text{m}^3$ )
近期	已损毁	中度	59.91	605.00	36246
		重度	7.40	1440.00	10656
	拟损毁	轻度	42.60	143.52	6114
		中度	79.11	605.00	47862
		重度	6.07	1440.00	8741
				109619	

**(3) 土地平整**

表 5.3-6 沉陷区平整工程量表

复垦阶段	损毁阶段	损毁程度	面积 (hm <sup>2</sup> )	平整土方量	平整工程量
				(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )
近期	已损毁	中度	59.91	437.44	26207
		重度	7.40	525.52	3889
	拟损毁	轻度	42.60	349.63	14894
		中度	79.11	437.44	34606
		重度	6.07	525.52	3190

#### (4) 土地翻耕

表 5.3-7 沉陷区耕地土地翻耕工程量表

复垦阶段	复垦区域	翻耕面积(hm <sup>2</sup> )
近期 (已损毁)	耕地	1.42
近期 (拟损毁)	耕地	2.50
合计		3.92

#### (5) 土壤培肥

表 5.3-8 沉陷区耕地土地翻耕工程量表

种类	单位面积工程量	培肥面积(hm <sup>2</sup> )	工程量 (kg)
农家肥	6000kg/hm <sup>2</sup>	3.92	23520

#### (6) 道路工程

表 5.3-9 沉陷耕地田间道路工程量表工程量表

复垦阶段	道路长度 (m)	工程措施	每延米工程量 (m <sup>2</sup> )	工程量 (m <sup>2</sup> )
近期	6850	泥结碎石路面	4.15	28427.5
		砂路基	4.45	30482.5
		路床压实	4.8	32880

表 5.3-10 沉陷耕地生产道路工程量表工程量表

复垦阶段	道路长度 (m)	工程要素	每延米工程量 (m <sup>2</sup> )	工程量 (m <sup>2</sup> )
近期	13700	素土路面	2.15	29455
		路床压实	2.75	37675

#### (7) 林草恢复工程

表 5.3-11 沉陷区林地补植工程量表

复垦阶段	损毁时段	林地类型	面积 (hm <sup>2</sup> )	补植苗种类	单位面积 补植工程量	工程量 (株、kg)
近期	已损毁	灌木林地	14.86	紫穗槐	750 株/hm <sup>2</sup>	11145

复垦阶段	损毁时段	林地类型	面积 (hm <sup>2</sup> )	补植苗种类	单位面积 补植工程量	工程量 (株、kg)
拟损毁	其他林地	47.76	紫花苜蓿	20kg/hm <sup>2</sup>	297.20	
				樟子松	500 株/hm <sup>2</sup>	23880
				紫花苜蓿	20kg/hm <sup>2</sup>	955.2
	灌木林地	6.21	紫穗槐	750 株/hm <sup>2</sup>	4658	
				紫花苜蓿	20kg/hm <sup>2</sup>	124.2
	其他林地	105.26	樟子松	500 株/hm <sup>2</sup>	52630	
			紫花苜蓿	20kg/hm <sup>2</sup>	2105.2	

表 5.3-12 沉陷区草地撒播草种工程量表

复垦阶段	损毁阶段	面积	撒播草种	单位补种量 (kg/hm <sup>2</sup> )	种植量 (kg)
近期	拟损毁	10.25	紫花苜蓿	20	205.00
合计					205.00

## 四、含水层破坏修复

### （一）目标任务

本方案提出的含水层影响减缓措施主要是针对地下含水层，减缓煤层开采后形成的导水裂隙对各含水层结构的破坏，减少地下水漏失量。

### （二）工程设计与技术措施

考虑到含水层自身的特性，本方案在煤矿开采的全期都应积极地采取以下减缓措施，减轻含水层受到开采的影响。

#### 1、源头控制与减损措施

协调开采，合理布局工作面和开采顺序，使地表和岩层的移动变形相互抵消，减少对含水层的整体破坏。

#### 2、地下水水量与水位恢复措施

将煤矿疏干排水（矿井水）不再是简单排放，而是视为一种水资源。经过净化处理后，优先用于井下防尘、地面灌溉、工业用水，甚至生态补水，减少对新鲜水源的抽取，间接帮助区域含水层恢复。

#### 3、监测与适应性管理

建立长期水文地质监测网络：布设地下水水位、水质监测孔，定期监测水位动态和水质变化，评估修复效果。

## 五、水土环境修复

### （一）目标任务

本方案提出的水土环境修复措施主要是为了减缓煤层开采后采空塌陷对土壤理化性质的破坏，减轻对地表水体的影响。

### （二）工程设计与技术措施

本方案不分近期、远期对其进行治理，以下几点减缓措施在煤矿开采的全期都应积极地采取。

#### 1、加强管理

- (1) 建立设备管理责任制，落实设备管理责任人，管理人应定期巡查设备运行情况，发现异常尽快处理，避免造成水处理系统事故；
- (2) 定期对处理、储存污废水的相关设施、设备等进行检修，确保设施的正常运行，减少故障率；
- (3) 定期对各类水池进行清淤，保证储水容量，增加存水缓冲能力；
- (4) 定期对回用水管线进行巡查和检修，保证管道的畅通和完好；
- (5) 加强消防水收集，确保消防污水收集进入矿井水处理站；

#### 2、加强土壤监测和人工巡查

煤矿应加强对塌陷区土壤定期进行土壤有机质、pH值等项目的监测和人工巡查，发现异常，加密观测，及时通过生物、化学、物理等联合修复方式进行土壤置换、改良，减缓对土壤理化性质的破坏和土体的影响。

## 六、矿山地质环境监测

矿山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、水土环境风险为出发点，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。

煤矿生产引发的主要地质环境问题包括：采空塌陷及伴生地裂缝、黄土滑塌等不稳定地质体，含水层、地形地貌景观、水土环境、生态系统的影响和破坏。因此，矿山地质环境监测包括不稳定地质体、含水层、水土环境与地形地貌景观的监测。监测

工作由山东煤矿负责并组织实施，加强对本方案实施的组织管理和行政管理，自然资源管理部门负责监督管理。

## （一）目标任务

### 1、监测目标

#### （一）矿山地质环境监测

##### （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，选取评估区内场地水文监测井监测含水层的水位、水质变化，当出现异常情况时，及时调整井下回采方案或其它措施，减缓对含水层的影响程度。

##### （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。同时依据遥感影像可分析矿山工程建设情况、土地利用变化情况、采煤沉陷区植被覆盖度变化情况、地形坡度变化情况等矿区生态变化。

##### （4）水土环境

通过监测数据掌握矿井建设生产对地表水体、土壤的影响，及时采取整治措施，避免进一步造成区域水土环境影响，对区域居民生产生活造成不利的影响。

### （二）生态系统监测

#### （5）生态系统

在地形地貌高分遥感数据的基础上，每年解译分析，根据解译出的信息，结合人工生态环境调查，完成每年度生态系统监测工程。

### 2、监测任务

#### （1）矿山地质环境稳定性

针对近期开采工作面、近期开采影响范围内重要建构筑物、已有不稳定地质体点

布设监测点，重点监测地面塌陷、地裂缝对建构筑物的损坏情况及地表变形情况。

（2）含水层

水量监测：自动化监测井水位；

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隙对地形地貌景观、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，采用 1: 10000 比例尺。

（4）水土环境

水体监测：井田内沙界沟的水质及水量；

土壤监测：监测土壤有机物和无机物含量、物理特性。

（5）生态系统监测

重点监测植物群落的垂直结构（如森林的乔木层、灌木层、草本层）和水平结构（如不同植物群落的分布格局），以及群落随时间的演替变化，了解生态系统的发展方向和阶段。

## （二）监测设计

本次监测范围为地质环境治理评估范围，共包括矿山地质环境稳定性监测、含水层监测、地形地貌景观监测、水土环境监测、人工巡查及警示牌五个部分，监测点位见图 5.6-1。

本方案只对监测工程量进行估算，后期监测实施前矿山企业委托专业单位编制监测实施方案，进一步细化各监测措施和监测内容，监测工程完成后，由实施单位提交监测成果报告。

### 1、矿山地质环境稳定性监测

根据工作面的设置，井下采掘的同时对地面沉陷及区内受影响的地面设施进行监测，随时掌握不稳定地质体的发育情况以及地面设施的受影响程度，出现异常情况时，以便对遭到破坏的地面设施及时进行加固、维修，及时组织受威胁人员进行安全转移，确保 人民生命财产安全。

（1）监测内容

地貌原始标高、地表下沉量、水平移动量、地裂缝宽度、深度、建筑物裂隙宽、

长度等，对矿区范围内矿山地质环境进行监测数据采集、数据分析并提交专项报告。

（2）监测方法

- 1) 地表塌陷监测应设置地表岩层监测点，采用 GNSS 自动化监测网进行监测。
- 2) 地裂缝变形采用地面观察及钢尺丈量等方法。
- 3) 对适用期在主要采掘工作面地表设置“十”、“丰”字型采煤塌陷自动化 GNSS 监测网、全站仪或 RTK 观测，掌握单层煤、多层煤地表沉陷变形规律。

（3）监测点布设

总体上要遵循重点自动化监测和人工巡查相结合、保障煤矿安全生产和村民人身安全、监控矿山地质环境变化的原则布置监测点。根据工作面接续开采情况，现有不稳定地质体监测点 18 个，适用期在全区布设矿山地质环境监测点 20 个，其中保持现状不变的 2 个（GNSS-1、GNSS-2），位于房柱式采空区。迁移的 16 个，主要从已经稳沉的 3101、3102、3103 工作面迁移至 3108 工作面；从已经稳沉的 3106 工作面迁移至 3112 工作面；从已经稳沉的 3105 工作面迁移至 3107 工作面。新增的 2 个，位于 H1、H2。不稳定地质体监测点详细情况见表 5.6-1，各类监测点布设位置见图 5.6-1。

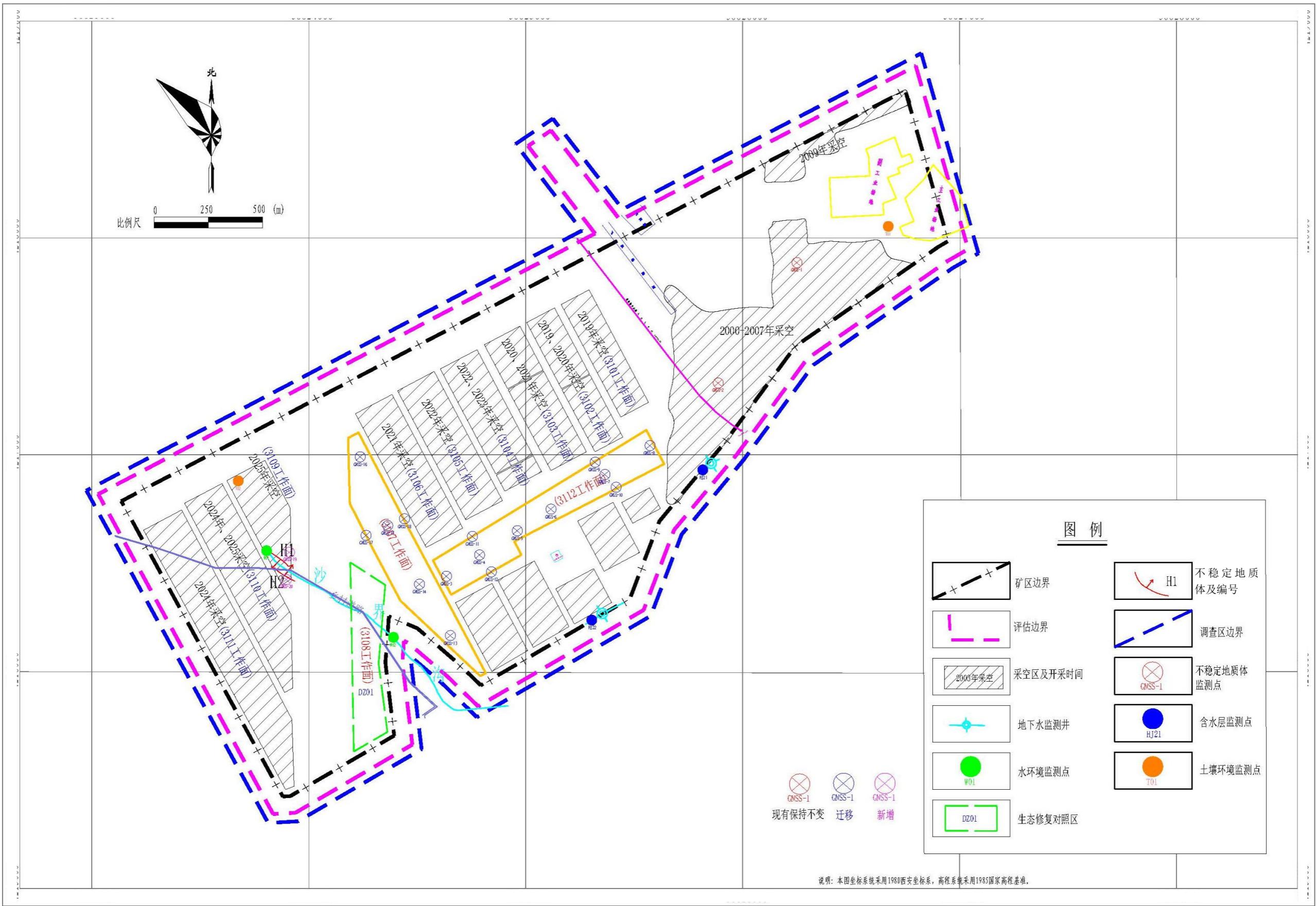


图 5.6-1 矿山地质环境监测点位置分布图

表 5.6-1 不稳定地质体监测点情况一览表

编号	现有位置	监测点个数	持续时间	备注
GNSS-1	房柱式采空区	1	第一年至闭坑	现有
GNSS-2	房柱式采空区	1	第一年至闭坑	现有
GNSS-3	3101 工作面	1	第一年至稳沉	迁移至 3108 工作面
GNSS-4	3102 工作面	1	第一年至稳沉	迁移至 3108 工作面
GNSS-5、6	3103 工作面	2	第一年至稳沉	迁移至 3108 工作面
GNSS-7~12	3106 工作面	6	第一年至稳沉	迁移至 3112 工作面
GNSS-13~18	3105 工作面	6	第二年至稳沉	迁移至 3107 工作面
GNSS-19	H1 不稳定地质体	1	第一年至闭坑	新增
GNSS-20	H2 不稳定地质体	1	第一年至闭坑	新增

#### （4）监测频率及时间

监测频率：派专人定时监测，监测频率每月 1 次。雨季及发现变形异常时需加密观测，每 5 天监测一次或更短时间内监测 1 次，并做好记录。遇见异常情况，即刻报告上级主管部门。

监测时间：各监测点根据检测对象合理安排持续时间，详见表 5.6-1。

监测记录：监测数据应列表记录，力求完整。绘制沉陷量随时间、降雨强度等变化曲线，为分析判断提供依据。

险情警报：当有异常出现后，即刻进行研判，确定为险情时，立即上报并果断采取应急措施。

## 2、含水层监测

#### （1）监测内容

对主要含水层的水位、水量和水质（简分析、全分析）进行监测，进行监测数据采集、采样分析和成果汇总，提交专项报告。

简分析：包括氯离子、硫酸根离子、碳酸根离子、硝酸根离子、游离二氧化碳、总硬度、总碱度、总酸度、溶解性总固体、pH 值等指标；全分析：包括氯离子、硫酸根离子、碳酸根离子、硝酸根离子、游离二氧化碳、总硬度、总碱度、总酸度、溶解性总固体、pH 值、氟离子、亚硝酸根离子、溴离子、碘离子、磷酸根、偏硼酸、可溶性二氧化硅、耗氧量等指标。

#### （2）监测方法

水位监测：采用测绳、微安表或自动水位计进行监测。

水位、水质监测：地下水监测的频次、方法、精度要求执行《地下水监测规范》（SL183-2005）。使用的仪器有水位记录仪、压力计、水温计、标尺、地下水位自动监测仪等；含水层破坏可采用人工现场调查、取样分析、安装地下水位自动监测仪等方法进行监测。地下水监测须委托具有资质的单位进行监测。

水量监测：选择容积法、堰测法或流速仪法测量。主要监测矿井水量变化情况。含水层监测点详细情况见表 5.6-2，监测点布设位置见图 5.6-1。

表 5.6-2 含水层监测点情况一览表

编号	现有位置	监测点个数	持续时间	备注
HJ21		1	第一年至闭坑	现有
HJ22		1	第一年至闭坑	现有

地下水监测井 HJ21、HJ22 已有监测设备，对第四系中更新统黄土孔隙裂隙含水层水位、水温进行定期监测，将数据接入陕西省、榆林市国土空间生态修复监管平台，后期发现问题及时上报矿方，指导煤矿治理工作。

### （3）监测频率及时间

监测频率：在 HJ21、HJ22 监测井水位每月监测一次。水质每季度监测 1 次，取 1 组水样进行简单分析，丰水期和枯水期进行全面分析，每年共计两次简单分析和 2 次全分析。发现异常变化时加密观测。地下水位观测井采用自动监测，可实时监测。

监测时间：区内地下水监测点 HJ21、HJ22 监测时间为自矿山开始开采起至矿山开采稳沉后结束，共监测 10 年。

### （4）险情警报：当水位出现异常时，应及时上报并果断采取应急措施。

## 3、地形地貌监测

### （1）监测时间

监测时段：集中在每年 7 月或 8 月。

监测频率：在方案总服务年限内一年监测一次。

监测时长：监测时间持续到地表移动稳沉期后，共计 10 年。

监测内容：主要监测地表高程、地形坡度的变化和较大裂缝对地形地貌、植被生长的影响情况，测图比例尺采用 1:10000。对矿区范围内地形地貌监测监测数据采集、解译与委托专业单位编制提交专项报告。监测范围面积为 5.3km<sup>2</sup>。

### （3）监测方法

主要采用无人机航测、InSAR、遥感解译的方法进行监测，数据比对过程中，建议矿山企业购买 2015、2020、2025~2030、2032 年矿区遥感影像做为比对。每年采用无人机航测、InSAR 重点监测采煤工作面，地形地貌监测详细情况见表 5.6-3。

表 5.6-3 地形地貌监测点情况一览表

监测内容	监测目的
地形地景观影响	监测矿区高程、坡度、植被分布、面积及变化、边坡垮塌等不稳定地质体、地形地貌、土地损毁、植被生态情况

表 5.6-4 地形地貌监测设计

监测手段	监测时间	监测区域
RS（遥感，分辨率不小于 1m）	2015 年、2020 年、2025 年、2030 年、2032 年	整个评估区
InSAR	2020 年、2025 年、2030 年、2032 年	整个评估区（不稳定地质体、地表形变）
无人机航测	每年 8 月	开采工作面、近期治理工作面

#### 4、水土环境监测

##### （1）监测点布设

在沙界沟设置水环境监测点 W01、W02；工业场地周边布设土壤环境监测点 T01，在受采煤沉陷影响地面的土地布置土壤监测点 T02，水土环境监测详细情况见表 5.6-4~5，监测点位置见图 5.6-1。

表 5.6-5 水环境监测点情况一览表

编号	位置	监测内容	持续时间
W01	沙界沟上游	流量、水质	第一年~闭坑
W02	沙界沟沟口	流量、水质	第一年~闭坑

表 5.6-6 土壤环境环境监测点情况一览表

编号	位置	监测内容	持续时间
T01	工业场地周边	土壤元素变化	第一年~闭坑
T02	采煤沉陷区	土壤元素变化	第一年~闭坑

##### （2）监测内容及时间

### 1) 监测内容

水体环境主要监测物理破坏及水资源；土壤环境主要监测有机影响物、无机影响物、水溶性盐等含量，进行监测数据采集、采样分析和成果汇总，提交专项报告。

表 5.6-7 土壤监测内容一览表

序号	试验项目	试验方法
1	土壤样	10 种元素
2	pH	玻璃电极法
3	氧化还原点位	氧化还原电位仪现场测定
4	阳离子交换量	分光光度法、滴定
5	交换性钾、钠	乙醇洗盐、氯化铵-乙醇交换提取法、原子吸收分光光度法
6	交换性盐基总量	重量法
7	交换性酸	滴定法
8	有机质	容量法
9	腐殖质	容量法
10	全氮	凯氏法
11	全磷	等离子体光谱法、分光光度法
12	全钾	等离子体光谱法、分光光度法
13	有效硫	磷酸二氢钠-乙酸浸提、JCP-AES 测定
14	有效硅	柠檬酸浸提、ICP-AES 测定
15	硫化物	分光光度法

### 2) 监测频率及时间

水环境的监测每年三次（枯水期、平水期、丰水期）定时定点监测。土壤环境质量每年监测 1 次，取 1 组土壤进行分析，若未发现超标，及时采取有效措施。在整个矿井服务期内进行监测，工业场地周边、塌陷区土壤环境监测点及水环境监测点监测时间为 10 年，自煤矿适用期开始至闭坑结束。

### （3）采样及分析方法

①采样时间为每季度第一月中旬；

②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。

## 5、生态系统监测与调查

生态系统调查监测是指对矿区生态系统进行定期和长期的监测和记录，掌握生态环境的状况和变化趋势，掌握生态系统因塌陷影响造成的动态变化特征。

### ①监测内容

主要包括生态系统格局、生态系统状况、生态系统服务和生态系统质量调查。具体指标包括生物多样性等生态学特征，如种群数量、等参数。生态系统的格局、分类、功能、质量等方面，监测例如植被覆盖度、各类生态系统格局变化等指标。其中应用遥感数据监测内容和地形地貌监测同步实施，在地形地貌监测的基础上增加生态系统质量、格局等相关指标的解译分析。

### ②监测方法

遥感监测：采用当年6~9月份最新遥感数据，分辨率不低于1m，进行解译分析。

实地调查：样方调查。

### ③监测设计与措施

生态系统监测可分为生态系统格局、生态系统状况、生态系统服务和生态系统质量调查。

#### 1) 生态系统监测

##### (1) 监测内容

生态系统监测主要借助遥感数据、地理信息系统乃至无人机等技术手段，对评估范围的内生态系统格局、生态系统质量进行调查监测。生态系统组成、生态系统质量等因素进行监测分析，解译计算矿区植被覆盖度，植被指数、土壤侵蚀等数据进行解译，通过解译数据判断矿区生态系统质量综合指数。

##### (2) 监测频次

生态系统监测采用1年监测1次。

#### 2) 生态状况调查

##### (1) 监测内容

生物多样性调查内容主要包括物种多样性、生态系统多样性，以及生态过程及相互作用。物种多样性：指一定区域内生物种类的丰富性，包括动物、植物、微生物等。生态系统多样性：指生物群落及其生态过程的多样性，以及生态系统的环境差异、生态

过程变化的多样性等。

#### （2）监测方法

**地面调查监测：**通过实地考察和记录，收集生物多样性的直接数据。这种方法适用于各种类型的生物，包括动物、植物等。例如，动物调查可以采用样线调查法、红外触发相机法和直接计数法等。植物调查则采用样线法和样方法相结合的方式进行。

**遥感技术：**利用遥感技术进行大面积的生物多样性调查。这种方法适用于大规模的生态系统调查，可以通过卫星图像和地面数据相结合，提高调查的效率和准确性。

#### （3）监测频次采用 1 年监测 1 次。

#### （4）设置生态修复对照区

本方案第一年在未开采的 3108 工作面(矿区西南部)黄土丘陵风沙草滩生态系统，划定对照区一处（编号 DZ01），面积 11.03hm<sup>2</sup>，第一年应重点监测，为后期生态系 统监测提供对比数据。

本次现状调查矿区范围内生态系统简单，主要为黄土丘陵风沙草滩生态系统，植被主要有乔木林、灌丛、草丛、农业植被，其中以草丛、灌丛为主。根据样方调查乔木林地主要以油松为主，10\*10m 样方内樟子松 6-19 株，高度 2~4m，樟子松松株间多为禾草类草本植物，样方内 40~100 株不等；灌木林地主要以紫穗槐为主，5\*5m 样方内紫穗槐 5~10 株，灌丛高度 0.7~2m，株间多为禾草类草本植物，约为 60~120 株，植被覆盖度较高；草地植被主要为禾草类、苜蓿类，2\*2m 样方内，苗木 25~75 株，植被覆盖度较高。开采过程中，矿山应加强采煤对生态影响的调查、分析及研究工作，在监测成果报告中，应包含生态影响的调查、分析及研究结论。

### 6、地质环境监测人工巡查

加强煤层开采期影响范围内的巡查，巡查主要内容有塌陷坑及塌陷地裂缝、建构 筑物受损情况，采矿活动引发的不稳定地质体，巡查要有记录，并有巡查人员签名，当发现地质环境问题或隐患时，应设立警示标志，防止人员误入造成伤害。根据横山 地区警示牌设置经验，地质环境的人工监控每月巡查两次，平均每 10hm<sup>2</sup> 设置警示牌 一个。

山东煤矿自 2025 年起，应按月定期安排人员对矿区内地质体和土地损毁情况进行巡查，每次巡查人数 2~4 人，根据季节和人员安排情况而定。主要巡查① 矿区沙界沟目前已设置警示牌，仍应加强对不稳定边坡的人工巡查监测；② 塌陷地范 围及裂缝发育情况；③ 塌陷地地表构筑物是否有损毁变形；④ 是否有导水通道形成；

⑤矿区内地表是否有积水形成；⑥本期方案现有矿山不稳定地质体变化趋势；采煤沉陷引起的矿山不稳定地质体，以及道路、输电线路等构筑物损毁问题。

巡查内容与方法：①视觉检查：一是寻找新生裂缝。注意地表有无新出现的直线型、弧形或网状裂缝，记录其位置、走向。二是观测已有裂缝变化：对比上次记录，检查裂缝长度、宽度、深度、错台高度是否扩大。三是识别灾害前兆：观察地面是否出现鼓包、塌陷坑、树木歪斜、建筑物新增开裂、水源漏失等现象。②简易测量工具：使用钢卷尺、裂缝观测仪、标志桩等，对裂缝关键参数进行定量测量并记录。③信息记录与报送：用标准化巡查记录表，内容应包括：时间、天气、巡查区域、裂缝位置（宜用 GPS 坐标）、形态描述（长、宽、深、走向）、照片/视频编号、变化情况、初步风险判断、处理建议。发现一般裂缝，当日汇总上报。发现宽度大于 10cm、长度大于 50m、位于关键设施附近或发展迅速的重大裂缝，必须立即电话报告，随后补交书面记录。

表 5.6-8 人工巡查及处理措施表（样表）

基本信息	巡查时间		巡查区域	
	天气情况		巡查人员（签字）	
	巡查工具（卷尺/测绳/相机/GPS 等）		复核人员（签字）	
现状照片（水印相机拍照）				
裂缝记录	裂缝编号			
	具体位置（GPS 坐标）			
	裂缝形态（直线/弧形/网状）			
	长度、宽度、深度（m）			
	发展区域（新出现/扩大/稳定/闭合）			
	周边构建筑物（房屋/道路/管线/农田等）			
	距离构建筑物距离（m）			
	构建筑物影响（开裂/沉降/渗漏/无影响）			
	地表情况（积水/掉块/植被破坏/无异常）			
	其他风险（人工通行风险/设备安全风险等）			

处理措施及跟踪记录	即时处理措施（设置警示牌/封堵裂缝/临时加固/禁止通行）	
	上报情况（上报部门/上报时间/接收人）	
	整改要求（责任单位/整改期限/整改措施）	
	复查时间	
	复查结果（隐患消除/部分整改/未整改）	
	复查人员（签字）	
	备注（后续跟踪计划/特殊说明）	

## 7、监测资料的汇总、分析及预报、预警

要对每次监测结果进行认真地记录，确保监测数据的真实性。定期对检测进行整理分析，整理分析周期不大于1年。由专业技术人员按年度将所监测的资料结合气象、水文进行汇总、分析、总结。对监测点可能出现的情况，及时进行评估与预测，发现问题及时上报解决，确保生命、财产安全。预警可由矿方通过设警示牌、告示、广播、电话通知等。

### （三）技术措施

#### 1、矿山地质环境稳定性、地形地貌监测技术要求

- (1) 监测点应建立在便于长期保存和寻找地段；
- (2) 每次变形观测宜采用相同的图形和观测方法、统一仪器和观测方法、固定观测人员；
- (3) 不稳定边坡的监测应根据有关技术要求进行，其它要求须满足《工程测量规范》（GB50026-93）的要求。

#### 2、含水层监测技术要求

- (1) 做好地表水（井）点的保管工作，水位观测点应做标记，使观测位置在同一个点上；
- (2) 地下水监测方法和精度满足《地下水动态监测规程》（DZ/T0133-1994）的要求。

#### 3、水土环境监测技术要求

- (1) 土壤环境分析应符合《土壤环境监测技术规范》（HJ/T186）的有关规定，并满足《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）要求。

### （三）主要工程量

#### 1、不稳定地质体监测工作量

表 5.6-9 不稳定地质体监测量一览表

编号	现有位置	监测点个数	持续时间（年）	备注
GNSS-1	房柱式采空区	1	10	现有
GNSS-2	房柱式采空区	1	10	现有
GNSS-3	3101 工作面	1	4	迁移至 3108 工作面
GNSS-4	3102 工作面	1	4	迁移至 3108 工作面
GNSS-5、6	3103 工作面	2	4	迁移至 3108 工作面
GNSS-7~12	3106 工作面	6	4	迁移至 3112 工作面
GNSS-13~18	3105 工作面	6	4	迁移至 3107 工作面
GNSS-19	H1 不稳定地质体	1	10	新增
GNSS-20	H2 不稳定地质体	1	10	新增

注：采用 GNSS 自动化监测系统

表 5.6-10 GNSS 系统购买及维护工程量一览表

项目名称	单位	第一年	第二~第四年	第五~第十年
GNSS 系统购买及安装	套	2	/	/
GNSS 系统维护	次	20	20*3=60	4*5=20

#### 2、含水层监测工作量

表 5.6-11 含水层监测量一览表

编号	现有位置	监测点个数	持续时间（年）	监测内容（次数）	
				水质(简分析)	水质(全分析)
HJ21		1	11	33	33
HJ22		1	11	33	33

注：监测井水位采取自动化监测。

#### 3、地形地貌景观监测工作量

表 5.6-12 遥感影像监测工作量表

监测项目	监测项目	监测面积 (km <sup>2</sup> )	
		第 1~11 年	合计
高程、坡度、植被分布、面积及变化、边坡垮塌情况	高分遥感数据地形地貌解译	每年 5.4km <sup>2</sup>	54
	InSAR 数据地形地貌解译	第 1 年、4 年各 5.4km <sup>2</sup>	10.8
	无人机遥感监测	第 1~4 年每年 0.5175km <sup>2</sup>	2.07
	无人机航测数据地形地貌解译		

#### 4、水土环境监测工作量

表 5.6-13 水体环境监测工作量表

编号	位置	监测时间（年）	水量监测（次）	水质监测量（次）
W1	沙界沟上游	11	33	33
W2	沙界沟下游	11	33	33

表 5.6-14 土壤环境监测工作量表

编号	监测对象	监测时间（年）	监测量（次）	监测内容
T1	工业场地土壤	11	11	土壤有机物等
T2	采煤沉陷区	11	11	
合计		/	22	/

#### 5、人工巡查及警示牌监测工作量

表 5.6-15 人工巡查及警示牌布置工程量表

项目名称	单位	时间（年）	监测量（次）
人工巡查	次	4	96
警示牌	块	4	20

### 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损毁的重要手段之一。本方案的监测措施主要为土地损毁监测和复垦效果监测。依此来验证、完善沉陷预测与复垦措施，从而保证复垦目标的实现。

管护措施是复垦工程的最后程序，主要包括园林地管护和草地管护。

#### （一）目标任务

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

针对复垦后的林地和草地、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）地貌监测

①原始地形信息。采矿引起了地形变化，而且采矿是不断变化的，为了更好地与原始地形进行对比，需要在开采前对原始地形进行监测。

②土地利用状况。要保留原始的土地利用状况信息，以便对后期的变化进行追踪对比研究。主要是土地利用数据。

③土壤信息。包括土壤类型，以及土壤的各种理化性质等信息。

④耕地权属信息。采集复垦区占用的耕地和地籍信息，为占补平衡提供依据。

#### （2）土地损毁监测

适用复垦单元：对拟损毁原地表、沉陷区内损毁土地进行监测，包括耕地、林地、草地复垦单元。

监测内容：原始地形信息、地表下沉量、地裂缝、塌陷情况、土地产量等。

监测设备：本次变形监测平面坐标系采用 2000 国家坐标系。使用通过国家检校的符合国家 C、D 级控制网精度的双频接收机进行静态观测。

监测方法：①工作基点布置，在监测区域外地层稳定位置布设工作基点。工作基点是测定监测区域位移、沉降量的依据，工作基点的稳定是影响变形监测数据准确性最重要的因素之一，因此工作基点的位置应选择在远离监测区，基础稳定的地方，点位周围无高压线路、高层建筑物，同时还应考虑到便于观测等方面的要求。根据该复垦区实际情况，须在符合要求的区域拟设立 1 个工作基点，组成闭合变形监测网，方便后期检核。②监测方案，工作基点作为直接测定观测点的控制点位，为保证准确无误，每次观测后都要进行检测，出现位移或者沉降应及时分析原因，确实发生点位位移和沉降的应予以剔除，用剩余控制点位进行替代进行下一轮观测。

观测时设计好观测网形，然后按照边连式组成同步环观测，每个观测点的观测采样率为 1s/次，卫星高度截止角为 15°，天线高采用三次平均值，GPS 接收机尽量采用同一型号且天线统一对准一个方向（一般情况下为北方向）从而减小系统误差，观测时间至少 1h。确定进行观测时要提前查看星历预报，避免在 GPS 卫星较少的时间段观测，以免造成观测精度不达标的现状。

观测点应布设在最能反映监测区位移和沉降变化处。根据煤矿土地损毁预测图，

结合沉陷损毁区损毁情况，本方案根据采区分布位置布设观测点。

**监测频率：**煤矿需委托具有监测资质的单位专业人员进行定期监测。在原地表拟损毁前要监测 1 次；开采过程中，每月监测 1 次；开采后至地表稳沉阶段，每月监测 1 次。

### （3）土壤质量监测

土壤质量监测包括沉陷损毁前、复垦后土壤质量监测，主要监测内容包括复垦区地形坡度、有效土层厚度、土壤有效水分、土壤容重、酸碱度（pH）等。具体监测指标参照表 5.7-1。

**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，监测次数为一次。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、土壤理化性质和植被生长状况实施监测，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。

监测方案主要是委托具有土壤监测资质的研究所、高校或企业编制。

### （4）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复垦植被监测

复垦植被监测适用于沉陷区内林地、草地复垦单元。

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

**表 5.7-1 复垦土壤质量监测方案表**

监测内容	样点持续监测时间 年	总监测次数	监测方法
地形坡度	6	13	
有效土层厚度	6	13	地测法

监测内容	样点持续监测时间 年	总监测次数	监测方法
土壤容重	6	13	环刀法
土壤质地	6	13	比重计法
土壤砾石含量	6	13	晒分法
PH 值	6	13	混合指示剂比色法
有机质	6	13	重铬酸钾容重法
全氮	6	13	重铬酸钾容—硫酸消化法
有机磷	6	13	硫酸—高氯酸消煮法
有效钾	6	13	NaOH 溶融—火焰光度计法
土壤盐分含量	6	13	电导法, 残渣烘干法

在复垦规划的服务年限内, 每年监测 1 次, 复垦工程竣工后每年监测 1 次, 监测点布设为 1 个/ $\text{hm}^2$ , 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	1	6
郁闭度	1	6
单位面积蓄积量	1	6

## ②复垦配套设施监测

监测对象: 复垦配套设施监测主要包括田间道路、生产路等。

监测时间: 监测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。

监测频次: 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 <sup>-1</sup>	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

本区属于陕北生态脆弱区，管护期一般为3-6年，结合山东煤矿自身开采经验，同时参考周边相邻的红岩煤矿管护经验，本方案管护期确定为6年。

### （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。

管护方法采用人工管护；植树后要及时松土除草，连续进行3~4年，每年2~3次；对幼树正确修枝，上部要修去与主梢竞争的强分枝，树冠下部枝条全部剪去，保留的树冠为树高的2/3；每年定期进行病虫害防治；造林当年秋季，凡是成活率在85%以下的或幼株死亡不均匀的地段，第二年须选择壮苗或比原来幼苗稍大的苗木，按原来栽植的株行距补植。

### （2）草地管护

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

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

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

## （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一览表

监测工程实施范围	监测内容	每个点每年监测次数	监测年限(年)	监测点个数	监测次数
耕地 17.93hm <sup>2</sup> 林地 174.09hm <sup>2</sup> 草地 10.25hm <sup>2</sup> 交通运输用地 3.45hm <sup>2</sup>	土地质量监测	2	6	10	120
	植被恢复效果监测	4	6	15	360
	复垦配套设施监测	2	6	2	24

## 2、复垦管护工程量

表 5.7-5 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	174.09	植树后及时灌水 2~3 次，第一次浇灌应确保水能渗透根部，一般为一周浇灌一次，成活后视旱情及时浇灌；喷药每月一次。每年冬季应施一次有机肥，每年 5-6 月应追施一次复合肥
	草地		10.25	

## 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。部署了采空塌陷治理工程、含水层影响减缓措施、地形地貌景观影响治理、水土环境质量、土地损毁的减缓措施。

矿山地质环境治理总体工作部署见表 6.1-1。土地复垦总体工作部署见表 6.1-2。

表 6.1-1 矿山地质环境治理总体部署

防治对象	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境
工程措施	不稳定地质体治理；塌陷区道路修复；维修受损的民用输电线路；井筒封闭、不稳定地质体监测	排供结合、含水层监测	地形地貌景观遥感监测	水土环境监测

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
沉陷土地	塌陷区裂缝充填、土地平整、土地翻耕、道路工程、表土剥覆工程；全域土地整治	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，力求使本方案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》和本方案服务期范围，矿山地质环境治理与土地复垦分为方案服务期的近期（2026—2030 年）、远期（2031-2037 年）两个阶段，采取近细远粗的原则部署治理及复垦措施。

本方案针对矿山地质环境治理及土地复垦提出了实施计划，内容如下：

#### （一）近期工作安排（2026—2030 年）

##### 1、不稳定地质体治理

- (1) 不稳定地质体治理；
- (2) 维修受损乡村道路；

- (3) 维修受损的输电线路；
- (4) 对不稳定地质体进行监测；
- (5) 井筒封闭；
- (6) 地面巡查。

## 2、含水层修复、监测

对 2 个自动化监测井（HJ21、HJ22）进行含水层水位、水质监测。

## 3、地形地貌监测

- (1) 采用高分精度遥感数据，监测采空塌陷区地形地貌景观影响与恢复治理情况；
- (2) 对拟开采及正在开采区域使用无人机地形测绘。

## 4、水土环境监测

(1) 对沙界沟设置 2 个水体环境监测点，进行流量、水质监测；在工业场地、3109 工作面设置 2 个土壤环境监测点，重点监测土壤有机物含量。

## 5、土地复垦

- (1) 对近期开采形成的塌陷区以及已开采塌陷区实施复垦措施，主要工程措施包括土壤剥覆、土地平整、道路修复、田埂修筑、土地翻耕、植被恢复等。
- (2) 对沉陷区损毁土地、已开采塌陷区损毁土地实施监测措施和管护措施。

### (三) 远期工作安排（2031-2037 年）

#### 1、矿山地质环境治理

- (1) 继续不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境、生态系统监测。

#### 2、土地复垦

- (1) 对复垦土地复垦效果实施监测，并进行管护。

## 三、年度工作安排

近期工作主要集中在已有塌陷区、近期开采塌陷区，对受损道路修复，土地资源进行裂缝充填等复垦；不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境、生态系统监测，以及土地损毁监测、植被恢复监测措施和管护工程等措施，具体见表 6.3-1。

表 6.3-1 适用期各年度治理（复垦）措施表

实施年度	治理（复垦）对象	治理（复垦）措施	
		矿山地质环境治理	土地复垦
第一年度	<p><b>最终治理措施区域</b> ①采空塌陷区（TX） (3109、3110、3111工作面)</p> <p><b>临时治理措施区域</b> ②3112工作面上部采空塌陷区</p>	<p>1.治理不稳定地质体 H1、H2。</p> <p>2.受损乡村道路修复，长度 4050m，平均宽度 4m，采用水泥混凝土路面。</p> <p>3.两处不稳定地质体设置 2 个 GNSS 监测点；将 3101 工作面 GNSS-3 迁移至 3112 工作面；将 3102 工作面的 GNSS-4 迁移至 3112 工作面；将 3103 工作面的 GNSS-5、6 迁移至 3112 工作面；将 3106 工作面的 GNSS-7-12 迁移至 3112 工作面。20 个 GNSS 设备维护。</p> <p>4.2 处自动化监测井（HJ21、HJ22）水位自动化监测，每井每年采集分析水质 3 次。</p> <p>5.采用高分遥感影像实施全区综合性监测。采用 InSAR 开展全矿区 5.345km<sup>2</sup> 地表形变监测；对本年度 3112 工作面沉陷区、下一年开采 3107 工作面地表进行无人机监测，监测面积 0.6327km<sup>2</sup>。</p> <p>6.沙界沟上、下游地表水每年每断面（W1、W2）流量监测 3 次、水质采样 3 次。</p> <p>7.工业场地、采煤塌陷区 2 处土壤环境质量监测每年每点 1 次。</p> <p>8.人工巡查 24 次，设置警示牌 4 个。</p> <p>9.《两案》编制、年度计划及验收报告。</p>	<p>1.对已损毁稳沉的 3109、3110、3111 工作面地表损毁土地进行复垦，复垦面积 65.81hm<sup>2</sup>，包括裂缝充填 2.12 万 m<sup>3</sup>、土壤剥覆 26309m<sup>3</sup>、土地平整 23439m<sup>3</sup>、维修灌溉渠道 125m、土地翻耕 4.66hm<sup>2</sup>；栽植樟子松 19893 株、紫穗槐 1211 株；草地补撒紫花苜蓿；整修田间道路 1781m、生产道路 3562m。</p> <p>2.对本年度开采的 3112 工作面地表裂缝进行充填。</p> <p>3.复垦土地质量监测 25 次、植被效果监测 75 次、复垦配套设施监测 4 次；林地管护 45.26hm<sup>2</sup>、草地管护 2.67hm<sup>2</sup>。</p> <p>4.全井田进行植被样方调查监测 6 处。</p>

实施年度	治理（复垦）对象	治理（复垦）措施	
		矿山地质环境治理	土地复垦
第二年度	<b>最终治理措施区域</b> ①3112工作面上部采空塌陷区 <b>临时治理措施区域</b> ②3107工作面上部采空塌陷区	1.受损乡村道路修复，长度3375m，平均宽度4m，采用水泥混凝土路面。 2.维修受损输电线路杆12根。 3.将3105工作面的GNSS13-18迁移至3107工作面上；20个GNSS设备维护。 4.2处自动化监测井（HJ21、HJ22）进行水位自动化监测，每井每年采集分析水质3次。 5.对本年度3107工作面沉陷区、下一年开采3108工作面地表进行无人机监测，监测面积0.5218km <sup>2</sup> 。 6.沙界沟上、下游地表水每年每断面（W1、W2）流量监测3次、水质采样3次。 7.工业场地、采煤塌陷区2处土壤环境质量监测每点每年1次。 8.人工巡查24次，设置警示牌5个。 9.年度计划及验收报告。	1.对3112工作面地表损毁沉土地进行复垦，复垦面积44.53hm <sup>2</sup> ，包括裂缝充填1.96万m <sup>3</sup> 、土壤剥覆26309m <sup>3</sup> 、土地平整21636m <sup>3</sup> 、维修灌溉渠道425m，土地翻耕4.30hm <sup>2</sup> ；栽植樟子松18362株、紫穗槐1118株；撒播紫花苜蓿44.24hm <sup>2</sup> ；整修田间道路1644m、生产道路3288m。 2.对本年度开采的3107工作面地表裂缝进行充填。 3.复垦后土地质量监测25次、植被效果监测75次、复垦配套设施监测4次，林地管护41.78hm <sup>2</sup> 、草地管护2.46hm <sup>2</sup> 。 4.全井田进行植被样方调查监测6处。
第三年度	<b>最终治理措施区域</b> ①3107工作面上部采空塌陷区 <b>临时治理措施区域</b> ②3108工作面上部采空塌陷区	1.受损乡村道路修复，长度3510m，平均宽度4m，采用水泥混凝土路面。 2.维修受损输电线路电线杆10根。 3.将3111工作面的GNSS-3、将3110工作面的GNSS-4、3109工作面的GNSS-5、6迁移至3108工作面；20个GNSS设备进行维护。 4.2处自动化监测井（HJ21、HJ22）进行水位自动化监测，每井每年采集分析水质3次。 5.对本年度3108工作面沉陷区无人机监测，监测面积0.2654km <sup>2</sup> 。 6.沙界沟上、下游地表水每年每断面（W1、W2）流量监测3次、水质采样3次。 7.工业场地、采煤塌陷区2处土壤环境质量监测每点每年1次。	1.对3107地表损毁沉土地进行复垦，复垦面积50.9hm <sup>2</sup> ，包括裂缝充填1.47万m <sup>3</sup> 、土壤剥覆19731m <sup>3</sup> 、土地平整16227m <sup>3</sup> 、维修灌溉渠道620m，土地翻耕3.23hm <sup>2</sup> ；栽植樟子松13772株、紫穗槐838株；撒播紫花苜蓿33.18hm <sup>2</sup> ；整修田间道路1233m、生产道路2466m。 2.对本年度开采的3108工作面地表裂缝进行充填。 3.复垦后土地质量监测25次、植被效果监测75次、复垦配套设施监测4次，林地管护31.34hm <sup>2</sup> 、草地管护1.85hm <sup>2</sup> 。 4.全井田进行植被样方调查监测6处。

实施年度	治理（复垦）对象	治理（复垦）措施	
		矿山地质环境治理	土地复垦
		8.人工巡查 24 次，设置警示牌 3 个。 9.年度计划及验收报告。	
第四年度	<b>最终治理措施区域</b> ①3108 工作面上部采空塌陷区	1.受损乡村道路修复，长度 2565m，平均宽度 4m，采用水泥混凝土路面。 2.沙界沟形成的不稳定地质体治理。 3.维修受损输电线路电线杆 8 根。 4.不稳定地质体监测，20 个 GNSS 设备进行维护。 5.2 处自动化监测井（HJ21、HJ22）进行水位自动化监测，每井每年采集分析水质 3 次。 6.对 3112、3107、3108 工作面地表沉陷区进行无人机监测，监测面积 1.2156km <sup>2</sup> 。 7.沙界沟上、下游地表水每年每断面（W1、W2）流量监测 3 次、水质采样 3 次。 8.工业场地、采煤塌陷区 2 处土壤环境质量监测每点每年 1 次。 9.人工巡查 24 次。 10.年度计划及验收报告。	1.对 3108 工作面地表损毁沉土地进行复垦，复垦面积 31.81hm <sup>2</sup> ，包括裂缝充填 1.63 万 m <sup>3</sup> 、土壤剥覆 21924m <sup>3</sup> 、土地平整 18030m <sup>3</sup> 、土地翻耕 3.59hm <sup>2</sup> ；维修灌溉渠道 510m，栽植樟子松 15302 株、紫穗槐 932 株；撒播紫花苜蓿 36.87hm <sup>2</sup> ；整修田间道路 1370m、生产道路 2740m。 2.复垦后土地质量监测 25 次、植被效果监测 75 次、复垦配套设施监测 4 次，林地管护 34.82hm <sup>2</sup> 、草地管护 2.05hm <sup>2</sup> 。 3.全井田进行植被样方调查监测 6 处。
第五年度	①工业场地 ②已治理区	1.井筒封闭。 2.对不稳定地质体监测，4 个 GNSS 设备维护。 3.2 处自动化监测井（HJ21、HJ22）进行水位自动化监测，每井每年采集分析水质 3 次。 4.采用高分遥感影像实施全区综合性监测。对矿区进行 InSAR 形变监测，监测面积 5.345km <sup>2</sup> 。 5.沙界沟上、下游地表水每年每断面（W1、W2）流量监测 3 次、水质采样 3 次。 6.工业场地、采煤塌陷区 2 处土壤环境质量监测每点每年 1 次。	1.复垦后土地质量监测 25 次、植被效果监测 75 次、复垦配套设施监测 4 次，林地管护 20.89hm <sup>2</sup> 、草地管护 1.23hm <sup>2</sup> 。 2.全井田进行植被样方调查监测 6 处。

## 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经费估算依据

- （1）陕西省水利厅关于发布《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》（2024年修正）等计价依据的通知，陕水规计发〔2024〕107号；
- （2）《国家发展改革委员会关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格〔2015〕299号）；
- （3）《关于深化增值税改革有关政策的公告》财政部、税务总局、海关总署公告，2019年第39号文；
- （4）《建设工程监理与相关服务收费管理规定》国家发改委、建设部，发改价格〔2007〕670号文；
- （5）《工程勘察设计收费标准》国家发展计划委员会、建设部，2002年修订本；
- （6）《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格〔2002〕1980号）；
- （7）《榆林市建设工程材料价格信息》2025年第4期；
- （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）本方案设计的矿山地质环境治理恢复工程量。

##### 2、土地复垦工程经费估算依据

- （1）《国土资源部关于印发土地整治工程营业税改征增值税计价依据调整过渡实施方案的通知》（国土资厅发〔2017〕19号）；
- （2）《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）；
- （3）《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》（TD/T 1031.1—2011）；
- （4）《土地复垦方案编制规程第3部分：井工煤矿》（TD/T 1031.3—2011）；
- （5）《土地开发整理项目预算编制规定》（财综〔2011〕128号）；
- （6）《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综〔2011〕128号）；
- （7）《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）；

- (8) 《财政部国土资源部关于印发土地开发整理项目预算定额标准的通知》（财综〔2011〕169号）；
- (9) 《陕西省土地开发整理项目预算定额》（2004年）；
- (10) 《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格〔2002〕1980号）；
- (11) 《榆林市建设工程材料价格信息》2025年第2期；
- (12) 《人事部、财政部关于印发<完善艰苦边远地区津贴标准的通知>》（人社部规〔2018〕1号）；
- (13) 陕西省住房和城乡建设厅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）；
- (14) 《陕西省土地开发整理项目预算编制办法和费用标准（试行）》（陕国资发〔2004〕22号）；
- (15) 本方案设计的土地复垦工程量。

## （二）估算表的编制方法

矿山地质环境治理工程静态经费估算表由建安工程费、临时工程费、独立费用及基本预备费四部分组成。各部分费用估算的计算公式如下：

建安工程费=估算工程量×工程单价（建安工程单价）；

临时工程费=估算临时工程量×工程单价+其它临时工程费；

独立费用=建设管理费+场地征用费+生产准备费用+科研勘测设计费+其他费用；

基本预备费=（建安工程费+临时工程费+独立费用）×10%；

工程静态总费用=建安工程费+临时工程费+独立费用+基本预备费。

## 二、矿山地质环境治理经费估算

### （一）估算方法

#### 1、基础单价

##### （1）人工预算单价

人工预算单价根据其费用构成，陕西省劳动力市场价格水平、陕西省人力资源和社会保障部门发布的有关工资标准，结合水利建设实际综合分析确定。

根据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》，陕西省水利工程人工预算单价执行技工75元/工日，普工50元/工日。

## (2) 材料预算价格

### 主要材料估算价格：

主要材料指在水利工程建设中使用量较多、对工程造价影响较大的材料，如水泥、砂石料、钢材、木材、参合料、油料、火工产品、电线、电缆及母线等。应计算其估算价格。

## (3) 施工用风、水、电预算价格

施工用电价为 0.97 元/kw·h，施工用风价为 0.12 元/m<sup>3</sup>，施工用水价取费为 5.34 元/m<sup>3</sup>。

## 2、工程单价构成及取费标准

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，估算单价采用预算定额计算时扩大 10%，由直接费、间接费、利润、价差、税金、扩大等组成，取费标准如下：

### (1) 直接费：

是指工程施工过程中直接消耗在工程项目上的活劳动和物化劳动的费用。由基本直接费、其它直接费组成。

①直接费包括：人工费、材料费及施工机械使用费。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。

②其他直接费：建筑工程按基本直接费的 8.0% 计算见表 7.2-1。

表 7.2-1 其他直接费基准费率表 (%)

序号	费率名称	陕南		关中		陕北	
		建筑工程	安装工程	建筑工程	安装工程	建筑工程	安装工程
1	冬雨季施工增加费费率	2	2	2.5	2.5	3	3
2	夜间施工增加费费率	0.5	0.7	0.5	0.7	0.5	0.7
3	文明施工措施费费率	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
4	小型临时设施摊销费费率	3	3	3	3	3	3
5	其他费率	1	1.5	1	1.5	1	1.5
	合计	7.0	7.7	7.5	8.2	8.0	8.7

(2) 间接费：按《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》执行，详见表 7.2-2。

表 7.2-2 间接费取费标准表

序号	工程类别	计算基数	间接费率(%)
1	建筑工程		
1.1	土方工程	直接费	8.5
1.2	石方工程	直接费	12.5

1.3	砂石备料工程	直接费	5
1.4	模板工程	直接费	9.5
1.5	混凝土工程	直接费	9.5
1.6	钢筋制作安装工程	直接费	5.5
1.7	钻孔灌浆及锚固工程	直接费	10.5
1.8	疏浚工程	直接费	7.5
1.9	其他	直接费	10.5

**(3) 企业利润：**为（直接费+间接费）\*利润率。利润率按《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》表 1.4-11 取值为 7%计算。

#### **(4) 税金**

税金=（直接费+间接费+利润+价差）×建筑业增值税销项税率，建筑业增值税销项税率为 9%。

#### **(5) 扩大系数**

扩大系数为 10%。

### **3、施工临时工程费**

施工临时工程费用包括施工安全生产专项费和其他施工临时工程费。

### **4、独立费用**

独立费用包含建设管理费、生产准备费、科研勘察设计费和其他。

#### **(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、工程质量检测费、咨询评审服务费、工程验收费、工程保险费。

①建设单位开办费不计列；

②建设单位人员费不计列；

③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。

④招标业务费按原国家计委《关于印发<招标代理服务收费管理暂行办法>的通知》（计价格[2002]1980 号）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）文件招标业务费区间费率，累进加价计算。实际结算时，按照双方签订合同为准。

⑤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。实际结算时，按照双方签订合同为准。

⑥工程质量检测费不计列。

⑦咨询评审服务费：按建安工程费的 0.8%计取；

⑧工程验收费：依据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》表 1-5-9 累进加价计取。

⑨工程保险费：按建安工程费的 0.5%计取。

### （2）生产准备费

不计列。

### （3）科研勘察设计费

①科学研究试验费：按工程部分一至四部分投资之和减去设备费×科学研究试验费费率计算；本工程不计取；

②勘察设计费：国家发展改革委、建设部颁布的《水利、水电、电力建设项目前期工作工程勘察收费暂行规定》（发改价[2006]1352 号），陕水规计发〔2024〕107 号相关规定并结合市场行情计算，按(工程部分一至四部分投资之和-设备费)×勘察设计费费率×前期工作阶段系数，本工程勘察设计费费率取 8%。

### （4）矿山地质环境监测费

按《地质调查项目预算标准（2021）》计取。水位测量、取水样依据《工程勘察设计收费标准》（计价格〔2002〕号）；土壤取样、水质分析依据《地质调查项目预算标准》（2021 年）；土壤分析依据《陕西省环境监测机构开展专业服务收费标准》（陕环计发〔196〕28 号）。

## 5、基本预备费

以建安工程费+临时工程费+独立费用为计算基础，费率按《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》取 10%。

## （二）工程量估算

经计算，山东煤矿近期、远期的矿山地质环境治理工程量见表 7.2-1 所示。

表 7.2-1 矿山地质环境治理总工程量表

矿山地质环境治理	治理项目	工程措施	工程量		
			近期	远期	合计
不稳定地质体	不稳定地质体治理	坡顶裂缝填埋 (m <sup>3</sup> )	8560	/	8560
		清理河道 (m <sup>3</sup> )	10500	/	10500
		挡土墙 (m)	4853	/	4853
		截排水渠 (m)	4250	/	4250
		栽植紫穗槐 (株)	6650	/	6650

矿山地质环境治理	治理项目	工程措施	工程量		
			近期	远期	合计
监测工程	不稳定地质体	撒播紫花苜蓿	1.20	/	1.20
		道路修复	路面维修 (m <sup>2</sup> )	21599	/
		输电线路维修 (km)		3.56	/
		井筒封闭	挡渣墙 (m <sup>3</sup> )	320.07	/
			回填砾石 (m <sup>3</sup> )	12094.58	/
			混凝土墙 (m <sup>3</sup> )	470.27	/
			模板工程 (m <sup>2</sup> )	168.00	/
			回填粘土 (m <sup>3</sup> )	961.20	/
			井口钢板 (m <sup>2</sup> )	232.94	/
			井口覆土 (m <sup>3</sup> )	105.89	/
			钢筋 (t)	0.81	/
监测工程	含水层	监测布置点 (点)		2	/
		GNSS 迁移监测点 (点)		20	/
		GNSS 设备管理维护 (次)		80	20
	水土环境	水位测量 (次)		/	/
		水质简分析 (组)		15	18
		水质全分析 (组)		15	18
		软件设备管理维护 (次)		5	6
	生态系统	高分遥感监测 (km <sup>2</sup> )		21.6	32.4
		水质监测 (次)		15	18
		土壤分析 (组)		10	12
		生态系统监测 (次)		5	6
		生物状况调查 (次)		5	6

### （三）经费估算

本矿山地质环境治理工程估算静态投资 1512.44 万元，见表 7.2-2、详见估算书。

表 7.2-2 矿山地质环境治理费用估算表

序号	投资或费用项目名称	建筑工程和安装工程投资	设备费	费用	合计	占工程部分总投资 (%)
1	工程部分投资	1218.38			1218.38	80.56%
1.1	建筑工程投资	1154.05			1154.05	76.30%
(一)	矿山地质环境治理工程	688.04			688.04	45.49%
(二)	矿山地质环境监测工程	466.01			466.01	30.81%
1.2	施工临时工程投资	64.34			64.34	4.25%
(一)	施工安全生产专项费	29.72			29.72	1.96%

序号	投资或费用项目名称	建筑和安装工程投资	设备费	费用	合计	占工程部分总投资(%)
(二)	其他施工临时工程	34.62			34.62	2.29%
2	独立费用			156.56	156.56	10.35%
2.1	建设管理费			101.52	101.52	6.71%
2.3	科研勘察设计费			55.04	55.04	3.64%
2.4	其他			0.00	0.00	
3	预备费			137.49	137.49	9.09%
3.1	基本预备费			137.49	137.49	9.09%
	工程部分总投资				1512.44	100%

### 三、土地复垦工程经费估算

#### (一) 估算方法

根据《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》和《土地开发整理项目预算编制规定》，项目预算总投资由工程施工费、其他费用（包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费和业主管理费等）、复垦监测与管护费和预备费五个部分组成。在计算中，单位以元或万元计，取小数点后两位，由于Excel自动进位引起误差为0.01元，依据《陕西省土地开发整理项目预算编制办法和费用标准（试行）》（陕国资发〔2004〕22号）总则第6条规定，估算单价采用预算定额计算时扩大15.5%。

#### 1、工程施工费

工程施工费由直接工程费、间接费、利润和税金组成。

##### (1) 直接费

直接费=直接工程费+措施费。

##### 1) 直接工程费

直接工程费由人工费、材料费和施工机械使用费组成。

##### ①人工费

人工预算单价由基本工资、辅助工资、工资附加费组成。

人工预算单价由基本工资、辅助工资、工资附加费组成，基础工资标准（六类工资区）：甲类，540元/月，乙类，445元/月。依据财政部、国土资源部2011年颁发的《土地开发整理项目预算编制规定》及项目所在区域（本项目处于七类工资区，工资系数为1.0261），确定本方案的人工预算单价费用为甲类工52.14元/工日、乙类工

由于人工单价与现实情况差距较大，同时依据陕西省住房和城乡建设厅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、园林绿化工程调整为146.0元/工日；装饰工程调整为136.00元/工日，增调部分纳入价差进行计算。

### ②材料费

计算公式：材料费=工程量×定额材料费

定额材料用量从《土地开发整理项目预算定额》查取。

材料单价：主要材料价格参照“榆林市建设工程材料价格信息”2025年第2期中含税市场价取值，次要材料以当地市场调查价为准。由于本方案工程所需材料都可就近采购，运距短，且随需随买，材料预算单价按照不含增值税（可抵扣进项税款）材料原价计算，不计材料包装费、运输保险费、运杂费及采购保管费。

### ③施工机械使用费

定额施工机械使用费=定额台班数×定额施工机械台班费

施工机械费=工程量×定额施工机械使用费

施工机械使用费以不含增值税款的价格计算，安装拆卸费、台班人工费不做调整。

定额施工机械台班数依据《土地开发整理项目预算定额》计取，定额台班费根据《土地开发整理项目施工机械台班费定额》计算。

## 2) 措施费

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

本项目工程类别包含土方、砌体及其他项目三类，间接费费率取值5%，见表7.3-1。间接费中的相关费用项目，如属于增值税应税项目的，均按不含增值税的价格计算。

表 7.3-1 间接费费率表

序号	项目类别	计算基础	间接费费率
1	土方项目	直接费	5
2	石方项目	直接费	6
3	砌体项目	直接费	5
4	混凝土项目	直接费	6
5	其他项目	直接费	5
6	安装项目	人工费	65

### （3）利润

按直接工程费与间接费之和计算，利润率取 3%。

计算公式：利润=（直接费+间接费）×3%。

### （4）税金

税金是指按国家税法规定应计入工程造价内的增值税销项税额，本方案按建筑业适用的增值税率 9%计算。

计算公式：税金=（直接费+间接费+利润+材料价差）×9%。

## 2、设备费

本复垦方案无设备费。

## 3、其它费用

其它费用包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费和业主管理费。

### （1）前期工作费

由土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目规划设计及预算编制费和项目招标代理费等组成，依据《土地开发整理项目预算定额》计取。

### （2）项目监理费

工程监理费计费基数为工程施工费与设备购置费之和，依据《土地开发整理项目预算定额》计取。

### （3）拆迁补偿费

本项目不涉及拆迁补偿问题，因而拆迁补偿费不计。

### （4）竣工验收费

由工程复核费、工程验收费、项目决算编制及审计费、整理后土地的重估与登记费与标识设定费等费用组成。竣工验收费计费基数为工程施工费与设备购置费之和。依据《土地开发整理项目预算定额》计取。

### （5）业主管理费

业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费和竣工验收费之和为计费基数，依据《土地开发整理项目预算定额》计取。

#### 4、预备费估算

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、价差预备费和风险金。

##### （1）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。可按工程施工费与其他费用之和的 10%计取。

##### （二）估算表的编制方法

土地复垦静态总经费估算表由工程施工费、其它费用（前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费）、监测与管护费、预备费（基本预备费）组成。各部分费用估算的计算公式如下：

工程施工费=估算工程量×工程单价；

其他费用=前期工作费+工程监理费+竣工验收费+业主管理费；

监测与管护费=监测费用+管护费用；

基本预备费=（工程施工费+其他费用+监测与管护费）×10%；

工程静态总费用=工程施工费+其他费用+监测与管护费+基本预备费。

##### （三）经费估算

经计算，山东煤矿近期、远期的土地复垦工程量见表 7.3-1。

本方案土地复垦工程估算总静态投资费用为 2666.57 万元，详见表 7.3-2、估算书。

表 7.3-2 土地复垦工程费用估算表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	占静态投资比例（%）
一	工程施工费	1561.56	58.56
二	设备费	0.00	0.00
三	其他费用	192.89	7.23
四	监测与管护费	669.70	25.11
(一)	复垦监测费	7.06	0.26
(二)	复垦管护费	662.65	24.85
五	预备费	242.42	9.09
(一)	基本预备费	242.42	9.09
六	静态投资	<b>2666.57</b>	<b>100.00</b>

表 7.3-1 土地复垦工程量汇总表

复垦项目			单位	近期	远期	合计
土壤重构工程	充填工程	裂缝充填	m <sup>3</sup>	81616		81616
	剥覆工程	人工土壤剥离	m <sup>3</sup>	109619		109619
		人工土壤回覆	m <sup>3</sup>	109619		109619
	平整工程	土地平整	m <sup>3</sup>	82786		82786
		土壤翻耕	hm <sup>2</sup>	3.92		3.92
生物化学	土壤培肥	农家肥	kg	23520		23520
植被重建工程	林草恢复工程	栽植乔木（樟子松）	株	76510		76510
		栽植灌木（紫穗槐）	株	4658		4658
		林地撒撒草种	hm <sup>2</sup>	174.09		174.09
		草地撒撒草种	hm <sup>2</sup>	10.25		10.25
配套工程	灌溉工程	土方开挖	m <sup>3</sup>	3997.5		3997.5
		U50 型渠槽构件安装	m	6150		6150
		原土回填	m <sup>3</sup>	2152.5		2152.5
	田间道路	田间道碎石路面	m <sup>2</sup>	28427.5		28427.5
		砂路基	m <sup>2</sup>	30482.5		30482.5
		路床	m <sup>2</sup>	32880		32880
	生产道路	素土路面	m <sup>2</sup>	29455		29455
		路床	m <sup>2</sup>	37675		37675
监测与管护工程	监测工程	土地质量监测	次	100	20	120
		复垦效果监测	次	300	60	360
		复垦配套设施监测	次	16	8	24
	管护工程	林地管护	hm <sup>2</sup>	174.09	/	174.09
		草地管护	hm <sup>2</sup>	10.25	/	10.25

## 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静态总费用 4179.01 万元，其中矿山地质环境治理静态费用 1512.44 万元，剩余可采资源量 \*\*\*\*，静态吨煤投资 7.66 元；土地复垦静态投资 2666.57 万元，复垦责任范围 193.05hm<sup>2</sup>，静态亩均投资 9208.56 元。

### （二）各年度治理工程经费安排

各年矿山地质环境治理和土地复垦工程的名称、工程量、静态投资见表 7.4-1、表 7.4-2、表 7.4-3 所示。

表 7.4-1 适用期各年度经费安排总表

年度	各年度静态投资（万元）		小计（万元）
	矿山地质环境	土地复垦	
第一年	445.13	522.37	967.50
第二年	225.69	474.29	699.98
第三年	166.35	341.36	507.71
第四年	420.65	386.50	807.15
第五年	214.89	228.35	443.24
合计	1472.71	1952.87	3425.58

表 7.4-2 适用期各年度矿山地质环境治理费用估算表

序号	项目名称	单位	工程量	单价（元）	合计（万元）
1	第一年				445.13
1.1	治理工程				204.13
1.1.1	不稳定地质体治理				151.97
1.1.1.1	坡顶裂缝填埋	m <sup>3</sup>	3253	12.79	4.16
1.1.1.2	河道土方清理	m <sup>3</sup>	3990	51.69	20.62
1.1.1.3	M7.5 浆砌石墙				91.20
①	基槽开挖	m <sup>3</sup>	34762.04	5.09	17.69
②	C30 混凝土浇筑	m <sup>3</sup>	645.45	674.84	43.56
③	伸缩缝	m <sup>2</sup>	18.44	5.98	0.01
④	3:7 灰土垫层	m <sup>3</sup>	461.04	188.16	8.67
⑤	反滤层	m <sup>3</sup>	590.12	294.44	17.38
⑥	黏土夯填	m <sup>3</sup>	18.44	31.00	0.06
⑦	PVC 泄水孔	m	2766.21	13.85	3.83

序号	项目名称	单位	工程量	单价(元)	合计(万元)
1.1.1.4	截排水渠				34.83
①	基槽开挖	m <sup>3</sup>	2018.75	5.09	1.03
②	C20 明渠浇筑	m <sup>3</sup>	403.75	648.70	26.19
③	伸缩缝	m <sup>2</sup>	16.15	5.98	0.01
④	3:7 灰土垫层	m <sup>3</sup>	403.75	188.16	7.60
1.1.1.5	栽植紫穗槐	株	2527	3.47	0.88
1.1.1.6	撒播紫花苜蓿	hm <sup>2</sup>	0.46	6204.91	0.28
1.1.2	道路修复	m <sup>2</sup>	6480	76.28	<b>49.43</b>
1.1.3	维修民用输电线路	km	1.07	25494.22	<b>2.73</b>
<b>1.2</b>	<b>矿山地质环境监测工程</b>				<b>99.90</b>
1.2.1	不稳定地质体监测				<b>80.23</b>
1.2.1.1	监测布置点	点	2	2245.43	0.45
1.2.1.2	GNSS 位移监测点运行维护	点/次	20	14888.00	29.78
1.2.1.3	GNSS 地面变形传感器拆除	点	10	15000.00	15.00
1.2.1.4	GNSS 地面变形传感器安装/移设	点	10	35000.00	35.00
1.2.2	含水层监测				<b>7.57</b>
1.2.2.1	含水层水位自动监测	次	2	30000.00	6.00
1.2.2.2	取样	组	6	120.00	0.07
1.2.2.3	水质分析	组	6	2500.00	1.50
1.2.3	水环境监测				<b>1.57</b>
1.2.3.1	取样	组	6	120.00	0.07
1.2.3.2	水质分析	组	6	2500.00	1.50
1.2.4	土壤环境监测				<b>0.57</b>
1.2.4.1	取土样	组	2	228.00	0.05
1.2.4.2	土壤分析	组	2	2600.00	0.52
1.2.5	地形地貌监测				<b>2.96</b>
1.2.5.1	遥感监测	幅	1	10000.00	1.00
1.2.5.2	无人机航拍	幅	2	8000.00	1.60
1.2.5.3	人工巡查	次	12	300.00	0.36
1.2.6	生态系统监测				<b>7.00</b>
1.2.6.1	生态系统监测	次	1	40000.00	4.00
1.2.6.2	生物状况调查	次	1	30000.00	3.00
1.3	临时工程、独立及预备费	项	/	/	141.10

**横山县波罗镇山东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）**

序号	项目名称	单位	工程量	单价（元）	合计（万元）
<b>2</b>	<b>第二年</b>				<b>225.69</b>
<b>2.1</b>	<b>治理工程</b>				<b>39.99</b>
2.1.1	道路修复	m <sup>2</sup>	4968	76.28	<b>37.90</b>
2.1.2	维修民用输电线路	km	0.82	25494.22	<b>2.09</b>
<b>2.2</b>	<b>矿山地质环境监测工程</b>				<b>99.45</b>
2.2.1	不稳定地质体监测				<b>79.78</b>
2.2.1.1	GNSS 位移监测点运行维护	点/次	20	14888.00	29.78
2.2.1.2	GNSS 地面变形传感器拆除	点	10	15000.00	15.00
2.2.1.3	GNSS 地面变形传感器安装/移设	点	10	35000.00	35.00
2.2.2	含水层监测				<b>7.57</b>
2.2.2.1	含水层水位自动监测	次	2	30000.00	6.00
2.2.2.2	取样	组	6	120.00	0.07
2.2.2.3	水质分析	组	6	2500.00	1.50
2.2.3	水环境监测	km <sup>2</sup>			<b>1.57</b>
2.2.3.1	取样	组	6	120.00	0.07
2.2.3.2	水质分析	组	6	2500.00	1.50
2.2.4	土壤环境监测				<b>0.57</b>
2.2.4.1	取土样	组	2	228.00	0.05
2.2.4.2	土壤分析	组	2	2600.00	0.52
2.2.5	地形地貌监测				<b>2.96</b>
2.2.5.1	遥感监测	幅	1	10000.00	1.00
2.2.5.2	无人机航拍	幅	2	8000.00	1.60
2.2.5.3	人工巡查	次	12	300.00	0.36
2.2.6	生态系统监测				<b>7.00</b>
2.2.6.1	生态系统监测	次	1	40000.00	4.00
2.2.6.2	生物状况调查	次	1	30000.00	3.00
2.3	临时工程、独立及预备费	项	/	/	86.25
<b>3</b>	<b>第三年</b>				<b>166.35</b>
<b>3.1</b>	<b>治理工程</b>				<b>48.68</b>
3.1.1	道路修复	m <sup>2</sup>	6048	76.28	<b>46.13</b>
3.1.2	维修民用输电线路	km	1.00	25494.22	<b>2.55</b>
<b>3.2</b>	<b>矿山地质环境监测工程</b>				<b>49.45</b>
3.2.1	不稳定地质体监测				<b>29.78</b>

序号	项目名称	单位	工程量	单价（元）	合计（万元）
3.2.1.1	GNSS 位移监测点运行维护	点/次	20	14888.00	29.78
3.2.2	含水层监测				<b>7.57</b>
3.2.2.1	含水层水位自动监测	次	2	30000.00	6.00
3.2.2.2	取样	组	6	120.00	0.07
3.2.2.3	水质分析	组	6	2500.00	1.50
3.2.3	水环境监测	km <sup>2</sup>			<b>1.57</b>
3.2.3.1	取样	组	6	120.00	0.07
3.2.3.2	水质分析	组	6	2500.00	1.50
3.2.4	土壤环境监测				<b>0.57</b>
3.2.4.1	取土样	组	2	228.00	0.05
3.2.4.2	土壤分析	组	2	2600.00	0.52
3.2.5	地形地貌监测				<b>2.96</b>
3.2.5.1	遥感监测	幅	1	10000.00	1.00
3.2.5.2	无人机航拍	幅	2	8000.00	1.60
3.2.5.3	人工巡查	次	12	300.00	0.36
3.2.6	生态系统监测				<b>7.00</b>
3.2.6.1	生态系统监测	次	1	40000.00	4.00
3.2.6.2	生物状况调查	次	1	30000.00	3.00
3.3	临时工程、独立及预备费	项	/	/	68.22
<b>4</b>	<b>第四年</b>				<b>420.65</b>
4.1	<b>治理工程</b>				<b>280.99</b>
4.1.1	不稳定地质体治理				247.95
4.1.1.1	坡顶裂缝填埋	m <sup>3</sup>	5307	12.79	6.79
4.1.1.2	河道土方清理	m <sup>3</sup>	6510	51.69	33.65
4.1.1.3	M7.5 浆砌石墙		0		0.00
①	基槽开挖	m <sup>3</sup>	56717	5.09	28.87
②	C30 混凝土浇筑	m <sup>3</sup>	1053	674.84	71.07
③	伸缩缝	m <sup>2</sup>	30.09	5.98	0.02
④	3:7 灰土垫层	m <sup>3</sup>	752.22	188.16	14.15
⑤	反滤层	m <sup>3</sup>	962.84	294.44	28.35
⑥	黏土夯填	m <sup>3</sup>	30.09	31.00	0.09
⑦	PVC 泄水孔	m	4513.29	13.85	6.25
4.1.1.4	截排水渠		0		0.00

横山县波罗镇山东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）

序号	项目名称	单位	工程量	单价（元）	合计（万元）
①	基槽开挖	m <sup>3</sup>	3293.75	5.09	1.68
②	C20 明渠浇筑	m <sup>3</sup>	658.75	648.70	42.73
③	伸缩缝	m <sup>2</sup>	26.35	5.98	0.02
④	3:7 灰土垫层	m <sup>3</sup>	658.75	188.16	12.40
4.1.1.5	栽植紫穗槐	株	4123	3.47	1.43
4.1.1.6	撒播紫花苜蓿	hm <sup>2</sup>	0.74	6204.91	0.46
4.1.2	道路修复	m <sup>2</sup>	4104	76.28	<b>31.31</b>
4.1.3	维修民用输电线路	km	0.68	25494.22	<b>1.73</b>
4.2	<b>矿山地质环境监测工程</b>				<b>49.45</b>
4.2.1	不稳定地质体监测				<b>29.78</b>
4.2.1.1	GNSS 位移监测点运行维护	点/次	20	14888.00	29.78
4.2.2	含水层监测				<b>7.57</b>
4.2.2.1	含水层水位自动监测	次	2	30000.00	6.00
4.2.2.2	取样	组	6	120.00	0.07
4.2.2.3	水质分析	组	6	2500.00	1.50
4.2.3	水环境监测	km <sup>2</sup>			<b>1.57</b>
4.2.3.1	取样	组	6	120.00	0.07
4.2.3.2	水质分析	组	6	2500.00	1.50
4.2.4	土壤环境监测				<b>0.57</b>
4.2.4.1	取土样	组	2	228.00	0.05
4.2.4.2	土壤分析	组	2	2600.00	0.52
4.2.5	地形地貌监测				<b>2.96</b>
4.2.5.1	遥感监测	幅	1	10000.00	1.00
4.2.5.2	无人机航拍	幅	2	8000.00	1.60
4.2.5.3	人工巡查	次	12	300.00	0.36
4.2.6	生态系统监测				<b>7.00</b>
4.2.6.1	生态系统监测	次	1	40000.00	4.00
4.2.6.2	生物状况调查	次	1	30000.00	3.00
4.3	临时工程、独立及预备费	项	/	/	90.21
<b>5</b>	<b>第五年</b>				<b>214.89</b>
5.1	<b>治理工程</b>				<b>125.23</b>
5.1.1	井筒封闭				125.23
5.1.1.1	施工挡渣墙	m <sup>3</sup>	320.07	685.20	21.93

**横山县波罗镇山东煤矿矿区生态修复方案（矿山地质环境恢复与土地复垦方案）**

序号	项目名称	单位	工程量	单价（元）	合计（万元）
5.1.1.2	回填砾石	m <sup>3</sup>	12094.58	24.06	29.10
5.1.1.3	混凝土墙	m <sup>3</sup>	470.26	685.20	32.22
5.1.1.4	回填粘土	m <sup>3</sup>	961.2	123.84	11.90
5.1.1.5	井口钢板	m <sup>2</sup>	232.94	1069.68	24.92
5.1.1.6	井口覆土	m <sup>3</sup>	105.89	185.95	1.97
5.1.1.7	模板工程	m <sup>2</sup>	168	152.40	2.56
5.1.1.8	钢筋	t	0.81	7713.67	0.62
5.2	<b>矿山地质环境监测工程</b>				<b>49.45</b>
5.2.1	不稳定地质体监测				<b>29.78</b>
5.2.1.1	GNSS 位移监测点运行维护	点/次	20	14888.00	29.78
5.2.2	含水层监测				<b>7.57</b>
5.2.2.1	含水层水位自动监测	次	2	30000.00	6.00
5.2.2.2	取样	组	6	120.00	0.07
5.2.2.3	水质分析	组	6	2500.00	1.50
5.2.3	水环境监测	km <sup>2</sup>			<b>1.57</b>
5.2.3.1	取样	组	6	120.00	0.07
5.2.3.2	水质分析	组	6	2500.00	1.50
5.2.4	土壤环境监测				<b>0.57</b>
5.2.4.1	取土样	组	2	228.00	0.05
5.2.4.2	土壤分析	组	2	2600.00	0.52
5.2.5	地形地貌监测				<b>2.96</b>
5.2.5.1	遥感监测	幅	1	10000.00	1.00
5.2.5.2	无人机航拍	幅	2	8000.00	1.60
5.2.5.3	人工巡查	次	12	300.00	0.36
5.2.6	生态系统监测				<b>7.00</b>
5.2.6.1	生态系统监测	次	1	80000.00	4.00
5.2.6.2	生物状况调查	次	1	60000.00	3.00
5.3	临时工程、独立及预备费	项	/	/	40.21

表 7.4-3 近期各年度工程施工费估算表

单位：万元

项目名称	单价 (元)	第1年		第2年		第3年		第4年		第5年	
		工程量	经费								
裂缝充填 (m <sup>3</sup> )	12.79	21220	27.14	19588	25.05	14691	18.79	16323	20.88	9794	12.53
表土剥离 (m <sup>3</sup> )	18.43	28501	52.53	26309	48.49	19731	36.37	21924	40.41	13154	24.24
表土回覆 (m <sup>3</sup> )	18.43	28501	52.53	26309	48.49	19731	36.37	21924	40.41	13154	24.24
土地平整 (m <sup>3</sup> )	10.37	23438.6	24.31	21635.6	22.44	16226.7	16.83	18029.7	18.70	10817.8	11.22
土地翻耕-含培肥 (hm <sup>2</sup> )	13971.01	4.66	6.51	4.30	6.01	3.23	4.51	3.59	5.01	2.15	3.01
栽植樟子松 (株)	40.70	19893	80.96	18362	74.73	13772	56.05	15302	62.28	9181	37.37
栽植紫穗槐 (株)	3.47	1211	0.42	1118	0.39	838	0.29	932	0.32	559	0.19
撒播紫花苜蓿 (hm <sup>2</sup> )	6204.91	47.93	29.74	44.24	27.45	33.18	20.59	36.87	22.88	22.12	13.73
灌溉工程 (m) -土方开挖	5.67	1039.4	0.59	959.4	0.54	719.6	0.41	799.5	0.45	479.7	0.27
灌溉工程 (m) -U50 渠道	289.81	1599	46.34	1476	42.78	1107	32.08	1230	35.65	738	21.39
灌溉工程 (m) -原土回填	9.25	559.7	0.52	516.6	0.48	387.5	0.36	430.5	0.40	258.3	0.24
田间道-碎石路面 (m <sup>2</sup> )	59.78	7391	44.18	6823	40.79	5117	30.59	5686	33.99	3411	20.39
田间道-砂路基 (m <sup>2</sup> )	43.14	7925	34.19	7316	31.56	5487	23.67	6097	26.30	3658	15.78
田间道-路床 (m <sup>2</sup> )	2.34	8549	2.00	7891	1.85	5918	1.38	6576	1.54	3946	0.92
生产路-素土路面 (m <sup>2</sup> )	2.28	7658	1.75	7069	1.61	5302	1.21	5891	1.34	3535	0.81
生产路-路床 (m <sup>2</sup> )	2.34	9796	2.29	9042	2.12	6782	1.59	7535	1.76	4521	1.06

横山县波罗镇山东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）

项目名称	单价 (元)	第1年		第2年		第3年		第4年		第5年	
		工程量	经费								
复垦后土地质量监测(次)	200	25	0.50	25	0.50	25	0.50	25	0.50	25	0.50
植被恢复效果监测(次)	120	75	0.90	75	0.90	75	0.90	75	0.90	75	0.90
复垦配套设施监测(次)	140	4	0.06	4	0.06	4	0.06	4	0.06	4	0.06
林地管护(hm <sup>2</sup> )	6110.97	45.26	27.66	41.78	25.53	31.34	19.15	34.82	21.28	20.89	12.77
草地管护(hm <sup>2</sup> )	3956.12	2.67	1.05	2.46	0.97	1.85	0.73	2.05	0.81	1.23	0.49
基本预备费、其他费用等	—	—	86.2	—	71.56	—	38.95	—	50.65	—	26.25
复垦经费合计	—	—	<b>522.37</b>	—	<b>474.29</b>	—	<b>341.36</b>	—	<b>386.50</b>	—	<b>228.35</b>

## 第八章 保障措施与效益分析

### 一、组织保障

1、把矿山地质环境保护和土地复垦工作列为矿山管理工作的重点。实行法人负责制，矿山企业法人是矿山地质环境保护与土地复垦的第一责任人。

2、为了使矿山地质环境治理恢复工作顺利进行，横山县波罗镇山东煤矿成立矿山地质环境保护与土地复垦项目领导小组，领导小组组成如下：

组长：黄华居（法人）

副组长：总工程师、生产矿长、安全矿长、机电矿长、财务科长

组员：环保科长（负责监督管理）、财务科长（负责招标、费用提取及下拨）、地测科长（负责技术及施工）、调度主任（负责物资供应）、外协办经理、地测技术部经理、安全员、环保员、矿山地质环境监测专员等。

#### 3、领导小组职责

（1）领导小组负责组织制定矿山地质环境保护与土地复垦工作、审定采区、采煤工作面上方回采前的走访调查摸底工作，制定项目实施计划和项目实施情况以及基金的预算安排和决算结果，研究决定重大事项。

（2）领导小组需积极与自然资源、煤炭、生态环境等职能部门联系，做好本矿矿山地质环境保护与土地复垦治理项目的各项工作。

#### 4、各部门职责

（1）总工程师具体负责矿山地质环境保护与土地复垦恢复的协调工作，拟草合同，签订合同事宜。

（2）地测技术部负责矿山地质环境保护与土地复垦方案的制定、技术指导工作以及相关资料、图纸的收集工作。结合矿山地质环境监测数据平台，落实人工巡查制度，定期巡查、拍照、汇总上报。

（3）环保技术部门负责矿山地质环境保护与土地复垦方案的审定、治理工程的监督、验收等工作。

（4）财务部门负责矿山地质环境保护与土地复垦恢复工作所需费用预算及工程结算工作。

（5）财务部负责矿山地质环境保护与土地复垦恢复工作所需队伍的招投标以及合

同的签订工作。

（6）财务部负责矿山地质环境保护与土地复垦恢复工作所需资金的支付工作。

（7）调度部门负责矿山地质环境保护与土地复垦恢复工作所需材料、工器具的购置工作。

（8）安全环保部负责矿山地质环境保护与土地复垦恢复工作的安全、环保监督管理工作。

5、环保部为矿山地质环境保护与土地复垦工作的职能部门，具体负责矿山地质环境保护与土地复垦管理体系的建立，制定矿山地质环境保护与土地复垦的管理办法、地质环境事故的应急处理预案、工程措施的组织实施和相关制度及管理办法的宣传培训等工作。

6、山东煤矿应了解在矿山建设及运行期间各级自然资源行政管理部门的主要职责，加强同省、市、县自然资源主管部门的沟通与联系，做好企业矿山地质环境保护与土地复垦工作，接受各级自然资源行政管理部门的监督。

## 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

#### 1、资金来源

资金来源遵循：“谁破坏，谁治理”的原则；地质环境保护与土地复垦的资金计入当期生产成本的原则；按煤矿建设工程实际生产能力计提的原则；地质环境保护与土地复垦资金投资集中在前期提取的原则。

#### 2、资金提取计划

根据最新《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》，煤矿矿种系数为1.4%，开采系数为1.2；陕北地区系数为1.1，按月提取基金费用，基金提取公式如下：

$$\text{基金计提数额} = \text{原矿月销售收入} \times \text{矿种系数} \times \text{开采系数} \times \text{地区系数}$$

表 8.1-1 山东煤矿近期各年提取基金一览表

月销售 (万吨)	销售价 (元/吨)	矿种 系数	开采 系数	地区 系数	月提取基金 (万元)	占销售 收入	吨煤 (元/吨)
7.5	500	1.40%	1.2	1.1	69.3	1.85%	9.24

按照《基金实施办法》，本矿吨煤计提基金费用约为9.24元/吨（按500元/吨的销售价计算）（表8.1-1）。本方案估算吨煤投资小于计提费用，因此本矿基金数额依据吨煤投资9.24元/t提取。

近期每年计提费用依照本方案安排实际工作量所需金额提取，提取数额见表8.1-2。

表 8.1-2 山东煤矿近期各年计提基金计划表 单位：万元

年度	产值	提取金额	治理内容	治理费用	
第一年	45000	927.00	矿山地质环境治理工程	445.13	967.50
			土地复垦工程	522.37	
第二年	45000	3252.01	矿山地质环境治理工程	225.69	699.98
			土地复垦工程	474.29	
第三年	45000	/	矿山地质环境治理工程	166.35	507.71
			土地复垦工程	341.36	
第四年	22500	/	矿山地质环境治理工程	420.65	807.15
			土地复垦工程	386.50	
第五年	/	/	矿山地质环境治理工程	214.89	443.24
			土地复垦工程	228.35	
合计	157500	4179.01	/	3425.58	

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。基金提取后应及时用于矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程，不得挤占和挪用。按要求完成治理恢复与土地复垦任务后的年度结余资金可转接下年度使用。

矿山企业不履行治理恢复与土地复垦义务或者履行不到位且拒不整改的，可由自然资源主管部门委托第三方进行治理恢复，该费用从矿山企业提取的基金中列支。

#### 四、监管保障

煤矿将委托有规划设计资质的单位进行矿山地质环境治理工程与土地复垦规划设计、委托有资质的监理单位承担监理工作。

本方案实施严格的监测制度，按方案中的监测要求编制监测计划并实施；监测成果应进行统计和对比分析，作出简要评价，并定期报送当地自然资源行政主管部门；在土地复垦工程竣工验收时，监测单位应提交竣工验收监测专题报告。

土地复垦工程实施严格的招投标与目标责任制度。施工中进行工程监理，按监理的工作程序、工作标准和监理工作规定开展本方案土地复垦监理工作，对工程的进度、质量、投资实行控制，负责土地复垦工程施工的安全监理。

实行严格的工程验收制度，复垦工程将严格按照“复垦方案”的技术要求执行，制定严格的工程考核制度。在验收中，应严格验收制度，验收人员对照复垦单元措施逐项核实工程量，鉴定工程质量，填报验收表，写出验收总结，验收不合格，应限期整改。

定期向自然资源主管部门报告土地复垦工程的实施进展情况、存在的问题，结合工程进度提出具体的改进和补救措施，确保复垦工程的全面完成。

#### 五、公众参与

为了解本工程项目所在区域公众对本工程项目的看法，本方案编制之前进行了公众参与调查，在矿方的支持配合下，编制单位走访了波罗镇、长城村及下属小组等煤矿内涉及到的村庄，还对自然资源部分相关人员进行了访谈。

详细介绍了项目的性质、类型、规模及以国家相关矿山地质环境与土地复垦政策，如实向公众阐明本项目可能产生的地表塌陷、不稳定地质体及土地损毁；介绍项目投资、建成后的企业带来的经济效益及对促进地方经济发展的情况，征求了当地各方对土地复垦的意见。

根据当地的经济、文化水平，确保被调查人员对土地复垦实施情况及该煤矿建设项目有一定的了解。通过散发公众参与调查表及张贴公告的形式，向矿区各方发放调查表，样表见表 8.1-1。

本方案共发放调查表 25 份，其中有效问卷 20 份，对问卷综合分析认为：周围群众大多认为山东煤矿的建设能促进当地经济的发展，希望后期开采也采取相关措施减少对土地及周边环境的影响，要积极推进矿山地质环境保护与土地复垦工程的实施。

根据调查结果结合调查内容分析如下：

- (1) 土地复垦以恢复原有土地利用现状为主，特别是要恢复旱地耕种功能；
- (2) 对园地、林地造成损毁应按照国家政策进行补偿；
- (3) 植被恢复选择当地物种，例如：樟子松、紫穗槐、紫花苜蓿等；
- (4) 希望煤矿招工尽量从地方招工，促进当地经济发展。
- (5) 希望加大对农业的支持，做好煤矿闭坑后的产业接续工作。

## 六、效益分析

### (一) 社会效益

山东煤矿生产带动了社会经济的发展，促进了采掘业、运输业、商业、服务业及加工业的发展，带来更多就业机会，改善了当地的产业结构，提高当地居民的生活水平。

1、本方案实施后，通过采空塌陷区土地的治理，将恢复受损土地的使用功能，可以减少矿区开采带来的新增水土流失。

2、本方案实施后能够减轻生态环境破坏，为工程建设区的绿化创造了良好的生态环境，有利于矿区职工以及附近居民的身心健康，从而能够提高劳动生产率。

3、综合治理工程的实施能够为矿区村民提供更多的就业机会，对于促进企地和谐起到积极的推动作用。

4、通过恢复治理水浇地 3.92hm<sup>2</sup>，恢复土地的使用功能，提高了土地生产率，调整土地利用结构，提高环境容量，促进生态良性循环；另外维修受损道路，合理布置了田间道、生产路等。

总体上，本方案实施后减轻村民财产损失，增加农村人口的就业机会，改善农村经济结构，促进农村经济发展，促进社会和谐发展，具有明显的社会效益。

## （二）环境效益

通过治理采空塌陷，复垦林地 174.09hm<sup>2</sup>、草地 10.25hm<sup>2</sup>，保护含水层，将使区内土地资源得到良好利用，植被得到恢复、增加，改善区内地质环境质量，加上后期合理适当的监测、管护措施，吸引周边动物群落的回迁，增加动植物群落多样性，实现动植物生态系统的多样性和稳定性。具有良好的、长远的环境效益，能够促进经济和社会的可持续发展。

## （三）经济效益

本方案充分考虑了矿山现状及可能发生的地质环境与土地损毁问题，因地制宜地部署了矿山地质环境治理与土地复垦工程，既保证了高质量的治理效果，又可以很好的节约治理费用。本方案通过全域土地整治治理在工业场地开展占补平衡用地，每年经济收入增加约 32 万元。

## 第九章 结论与建议

### 一、结论

#### （一）矿山地质环境影响评估

##### 1、评估级别

山东煤矿生产规模 90 万 t/a，为中型矿山，评估区为重要区，矿山地质环境条件复杂，评估级别为一级。

##### 2、现状评估

###### （1）不稳定地质体现状评估

根据现状调查，评估区分布采空塌陷 1 处，采空塌陷 (TX) 威胁乡村道路，危险性中等；沙界沟内的不稳定地质体 H1 威胁沟道排水，H2 威胁水浇地和农业生产活动，危险性中等；影响程度较严重。总体上，不稳定地质体现状评估影响程度较严重。

###### （2）含水层现状评估

采空塌陷 (TX) 形成的导水裂隙发育到延安组砂岩裂隙含水层，含水层结构破坏，水位降至煤层底板，对含水层影响程度严重；对含水层水质、村民生产生活用水影响较轻。总体上，含水层现状评估影响程度严重。

###### （3）地形地貌景观现状评估

采空塌陷 (TX) 发育的伴生裂缝已及时进行了充填；工业场地场内绿化、硬化设施完善；总体上，地形地貌景观现状评估影响程度较轻。

###### （4）水土环境现状评估

评估区生产生活用水、矿井水全部回用、不外排；本矿矸石属于 I 类一般工业固体废物，采煤塌陷对土壤影响主要为物理破坏；总体上，水土环境现状评估影响程度较轻。

###### （5）现状评估分级与分区

将全区划分为 2 级 2 个影响程度区，即 1 个较严重影响区，1 个较轻影响区。

##### 3、预测评估

###### （1）不稳定地质体预测评估

工业场地远离现有不稳定地质体，遭受不稳定地质体影响可能性小，危害程度小，危险性小。工业场地已建成使用、四周高陡边坡已实施治理，无新建工程；预测工业场地引

发不稳定地质体的可能性小，危险性小，为适宜场地。

工业场地位于开采区外，且已留设保护煤柱，预测开采对其危害程度小，危险性小，影响程度较轻。开采威胁乡村道路，引发沙界沟产生不稳定地质体，影响程度较严重。

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

煤层开采后，导水裂隙带发育到瓦延安组砂岩裂隙含水层，含水层结构破坏，水位降至各煤层底板，预测影响程度严重。

总体上，煤炭开采对含水层预测影响程度严重。

## （3）地形地貌景观预测评估

采空塌陷及伴生裂缝会对地面标高会产生一定的影响，但不会改变整体地形地貌，预测影响程度较轻。工业场地已建成使用，生产期间不断完善景观设计、绿化及恢复治理，预测影响程度较轻。总体上，地形地貌景观预测评估影响程度较轻。

## （4）水土环境预测评估

生产生活水、矿井水全部回用，不外排。开采后对土壤影响主要为物理破坏；煤矿掘进矸石不出井，洗选矸石综合利用，本矿煤矸石属于I类一般工业固体废物，预测影响程度较轻。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

将全区共划分2级2个影响程度区，其中：1个较严重影响区，1个较轻影响区。

## （二）矿山土地损毁预测与评估

### 1、已损毁土地

本项目永久性建设用地占用土地面积14.01hm<sup>2</sup>，已沉陷损毁土地面积65.81hm<sup>2</sup>。

### 2、拟损毁土地

拟沉陷损毁土地127.24hm<sup>2</sup>。

## （三）矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

### 1、矿山地质环境治理分区

矿山地质环境治理分区将全区2级3个不同防治分区，其中：2个次重点防治区，1个一般防治区。

## 2、土地复垦责任范围

在本方案服务年限结束后，复垦区内永久性建设用地（工业场地）不留续使用，本方案的复垦责任范围面积 193.05hm<sup>2</sup>。

### （四）矿山地质环境治理与土地复垦工程

部署了近期 5 年（2026-2030 年）、远期 7 年（2031-2037 年）的矿山地质环境治理工程、土地复垦措施。

#### 1、矿山地质环境治理工程

裂缝充填、塌陷区受损道路维修、维修受损输电线路、井筒封闭等。

#### 2、土地复垦工程

复垦区域：塌陷区土地。

工程措施：表土剥覆工程、平整工程、土地翻耕、道路工程、灌溉工程等。

生物化学措施：土壤培肥、林草恢复工程。

#### 3、矿山地质环境监测工程

部署了不稳定地质体监测点 22 个（其中新增 2 个）；含水层监测点 2 个；地形地貌景观和生态系统高分遥感监测 5.41km<sup>2</sup>；水环境监测点 2 个；土壤环境监测点 2 个；人工巡查；设置警示牌 20 个。

#### 4、矿区土地复垦管护

累计管护林草地 184.34hm<sup>2</sup>。

### （五）矿山地质环境保护与土地复垦工程经费估算

本方案矿山地质环境保护与土地复垦估算静态总费用 4179.01 万元，其中矿山地质环境治理静态费用 1512.44 万元，剩余可采资源量 \*\*\*\*\*，静态吨煤投资 7.66 元；土地复垦静态投资 2666.57 万元，复垦责任范围 193.05hm<sup>2</sup>，静态亩均投资 9208.56 元。

## 二、建议

- 1、若煤矿在本方案剩余开采年限结束后未闭坑，接续开采煤炭资源，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）。
- 2、若煤矿服务年限结束后闭坑，应按规定编制闭坑所需的各种方案并落实。
- 3、不稳定地质体治理应委托有相关资质的单位进行勘查设计。