

陕西陕煤韩城矿业有限公司  
陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿  
矿区生态修复方案  
(矿山地质环境保护与土地复垦方案)

陕西陕煤韩城矿业有限公司

2025 年 9 月





陕西陕煤韩城矿业有限公司  
陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿  
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：陕西陕煤韩城矿业有限公司

法人代表：吴杰

总工程师：张杰

编制单位：陕西生态产业有限公司

法人代表：祖鹏举

总工程师：曲少东

项目负责人：葛磊

编写人员：葛磊 董起广 张小萌 姜泽玉

穆柳霖 李冰倩

制图人员：董起广 张小萌

# 《陕西陕煤韩城矿业有限公司陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口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 8 月 8 日，陕西省自然资源厅组织有关专家（名单附后）在西安市对陕西陕煤韩城矿业有限公司委托陕西生态产业有限公司编制的《陕西陕煤韩城矿业有限公司陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口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了实地踏勘，专家组在听取汇报、审阅方案及附件、附图的基础上，经过质询答辩后，形成如下意见：

一、《方案》完成的工作量满足编制的要求。《方案》收集资料 14 份，完成调查面积 35.98km<sup>2</sup>，评估区面积 34.52km<sup>2</sup>，地质环境调查点 63 个、土地复垦调查点 18 个。《方案》附图、附表及附件完整，插图及插表齐全，编制格式符合《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》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基本合理。依据《矿产资源开采方案》和《2024 年资源储量年度报告》，截止 2024 年 12 月 31 日，矿山剩余可采储量\*\*\*\*\*Mt，矿山剩余服务年限为 16.5 年，沉稳复垦期 3.5 年，管护抚育期 6 年。《方案》适用年限为 26 年（2025 年-2050 年），《方案》适用期为 5 年（2025 年- 2029 年），《方案》编制基准年为 2024 年，

《方案》实施基准期以自然资源主管部门公告之日算起。

三、矿山基本情况和其它基础信息叙述完整。生产状态：生产矿山，拟变更采矿许可证生产规模 1.35Mt/a（现有采矿证生产规模为 0.90Mt/a），采矿许可证（证号：C6100002009081120031630），矿区范围由 32 个拐点圈定，矿区面积为 27.6107km<sup>2</sup>，开采标高 +580m~+280m，开采 2 号和 3 号煤层。矿区土地利用现状涉及 12 个一级地类和 28 个二级地类，土地利用现状叙述清晰；矿山采用地下开采，采用平硐开拓方式，主要采用机械化综采，允许地表塌落，根据矿山开采方式和采矿方法，矿种系数为 1.4%（煤炭价格≤600 元/吨），开采系数为 1.2（允许塌陷），地区系数为 1.1（关中平原区）。

四、矿区自然地理和地质背景叙述正确。评估区重要程度属重要区，矿山生产规模为大型，地质环境条件复杂程度为复杂，确定评估级别为一级是正确的，评估区面积为 34.52km<sup>2</sup>，评估范围适宜。

五、矿山地质环境现状评估和预测评估正确。矿山地质环境现状评估将评估区划分为影响程度严重区、较严重区和较轻区，其中严重区 3 个区块，面积 1.48km<sup>2</sup>，占评估区面积的 4.29%；较严重区 1 个区块，面积 0.01km<sup>2</sup>，占评估区面积的 0.03%；较轻区 2 个区块，面积 33.03km<sup>2</sup>，占评估区面积的 95.68%。预测评估将评估区划分为影响程度严重区、较严重区和较轻区，其中严重区 6 个区块，面积 4.86km<sup>2</sup>，占评估区面积的 14.08%；较严重区 1 个区块，面积 0.01km<sup>2</sup>，占评估区面积的 0.03%；较轻区 2 个区块，面积 29.65km<sup>2</sup>，占评估区面积的 85.89%。

六、矿山土地损毁现状评估与预测评估正确，土地损毁的环



节和时序叙述正确，已损毁土地现状正确，拟损毁土地预测正确。矿山共计损毁土地面积 546.13hm<sup>2</sup>，其中已损毁土地面积 116.90hm<sup>2</sup>，拟损毁土地面积 447.08hm<sup>2</sup>，重复损毁面积 17.85hm<sup>2</sup>。

七、矿山地质环境保护与治理分区原则正确，分区合理；复垦责任范围划定合理，土地权属明确；复垦区及复垦责任范围划定基本合理，土地权属明确，复垦区范围由损毁土地、永久性建设用地组成，共计 546.13hm<sup>2</sup>，其中损毁土地 447.08hm<sup>2</sup>、永久性建设用地 99.05hm<sup>2</sup>。矿山闭坑后，平硐工业场地、道路等留续使用，面积 100.28hm<sup>2</sup>，复垦责任范围面积 445.85hm<sup>2</sup>。

八、矿山地质环境保护与治理恢复可行性分析正确；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》提出的矿山环境保护与土地复垦目标与任务明确，对治理与复垦工程内容提出的技术方法正确可行，治理与复垦工程量明确，具有可操作性。矿山地质环境治理工程主要措施：对不稳定地质体及近期开采引发地面塌陷设立警示标志及巡视、开展胡家山滑坡（H01）工程治理和崩塌（B01）危岩体清除、输电线路修复、临时房屋拆除改造（二期），修复农村道路，对地质环境、地形地貌景观及地下水进行监测；土地复垦工程主要措施：泗洲庙排矸场底部平台补植、未沉稳地面塌陷区沉稳后土地复垦、已复垦地面塌陷区进行补植、预测近期开采工作面地面塌陷区域土地复垦、搬迁宅基地、土地损毁监测、土地质量和复垦效果监测、复垦管护等。近期 5 年各年度矿山治理工程量及土地

复垦工程量见表 1。

表 1 近期矿山地质环境治理恢复与土地复垦任务表

年度	矿山地质环境治理措施及工程量	土地复垦措施及工程量
第一年	<p>1、滑坡 H01、崩塌隐患 B01、TX04 地面塌陷设置警示牌 8 个，人工巡查 24 次；中部风井场道路旁侧崩塌隐患（B01）清除危岩体；采用挖高填低人工修复泗洲庙排矸场东侧道路排水渠。</p> <p>2、输电线路修复 2km，扶正加固电线杆 10 根；</p> <p>3、开展临时房屋拆除改造二期；</p> <p>4、矿山地质环境损毁监测：以月度为周期，采用 InSAR 技术对评估区开展地表形变监测，覆盖面积 34.52km<sup>2</sup>，实现对沉降与变形动态的持续跟踪与评估；</p> <p>在 23308、23302<sub>下</sub>工作面和滑坡 H01 新增北斗形变位移测量系统 3 套，已部署监测系统持续监测；</p> <p>无人机遥感监测 23308、23302<sub>下</sub>采空区影响地表范围；</p> <p>5、地下水环境监测：利用已有 S1、S2、S3 水文孔及设备继续实时监测奥陶系灰岩含水层；新建 S4 水文孔实时监测二叠系山西组、石盒子组地下水水位；人工监测 2 处村民水井（S5、S6）地下水水位，共计 24 次（每月 1 次）；采用人工采样实验室检测的方式对 S1-S6 水质进行监测，共计 18 次（丰、平、枯）；</p> <p>6、地形地貌景观监测：高分遥感和航天摄影监测各 1 幅（34.52km<sup>2</sup>）；</p> <p>7、水土环境质量监测：土壤质量采样、检测 1 件。</p>	<p>1、泗洲庙排矸场底部平台补植刺槐 502 株、连翘 704 株，购买、挖运商品土 450m<sup>3</sup>，补植面积 0.57hm<sup>2</sup>；</p> <p>2、对 TX04（中度损毁区）裂缝进行临时修复 17.46hm<sup>2</sup>；23302<sub>下</sub>和 23308 裂缝进行临时修复 35.76hm<sup>2</sup>；</p> <p>3、土地损毁与复垦高分遥感监测、复垦植被多光谱遥感监测（28.50km<sup>2</sup>）；</p> <p>4、复垦土壤质量采样、检测 3 件。</p> <p>5、管护工程：对已复垦区（TX01-TX03）进行管护补栽，面积共计 16.65hm<sup>2</sup>。</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
	8、技术服务项目：2025 年度实施计划及总结报告编制；2025 年度监测评价成果报告编制。	
第二年	<p>1、22306 采空塌陷设置警示牌 1 个，人工巡查滑坡 H02、22306 采空塌陷区 24 次；</p> <p>2、修复农村道路长 343m，面积 1200m<sup>2</sup>；</p> <p>3、输电线路修复 2.2km，扶正加固电线杆 11 根；</p> <p>4、胡家山滑坡隐患（H01）治理工程：浆砌石挡墙 153m，C25 混凝土排水渠 570m；</p> <p>5、矿山地质环境损毁监测：以月度为周期，采用 InSAR 技术对评估区开展地表形变监测，覆盖面积 34.52km<sup>2</sup>，实现对沉降与变形动态的持续跟踪与评估；</p> <p>在 22306 工作面新增北斗形变位移测量系统 2 套，已部署监测系统持续监测；无人机遥感监测 22306 采空区影响地表范围；</p> <p>6、地下水环境监测：利用已有 S1、S2、S3 水文孔及设备继续实时监测奥陶系灰岩含水层；利用 S4 水文孔实时监测二叠系山西组、石盒子组地下水水位；人工监测 2 处村民水井（S5、S6）地下水水位，共计 24 次（每月 1 次）；采用人工采样实验室检测的方式对 S1-S6 水质进行监测，共计 18 次（丰、平、枯）；</p> <p>8、水土环境质量监测：土壤质量采样、检测 1 件。</p> <p>9、技术服务项目：2026 年度实施计划及总结报告编制；2026 年度监测评价成果报告编制。</p>	<p>1、对 TX04（中度损毁区）裂缝进行修复 13.97hm<sup>2</sup>；复垦其他园地 13.33hm<sup>2</sup>，乔木林地 3.85hm<sup>2</sup>，灌木林地 0.25hm<sup>2</sup>，其他林地 0.03hm<sup>2</sup>；</p> <p>2、对 23302<sub>下</sub>和 23308 裂缝进行临时修复 28.61hm<sup>2</sup>；</p> <p>3、土地损毁与复垦植被高分遥感监测、多光谱遥感监测（28.50km<sup>2</sup>）；</p> <p>4、复垦土壤质量采样、检测 3 件；</p> <p>5、复垦后进行管护和土地复垦监测，管护对已复垦区（TX01~TX03）土地 16.65hm<sup>2</sup>。</p>
第三年	<p>1、22306 采空塌陷设置警示牌 1 个，人工巡查滑坡 H02、22306 采空塌陷 24 次；</p> <p>2、修复农村道路长 320m，面积 1120m<sup>2</sup>；城镇村道路 300m，面积 1500m<sup>2</sup>；</p> <p>3、输电线路修复 1.8km，扶正加固电线杆 9 根；</p>	<p>1、土地损毁与复垦植被高分遥感监测、多光谱遥感监测（28.50km<sup>2</sup>）；</p> <p>2、对 23302<sub>下</sub>和 23308 裂缝进行临时修复 17.88hm<sup>2</sup>；对 22306 裂缝进行临时修复 20.86hm<sup>2</sup>；</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、矿山地质环境损毁监测：以月度为周期，采用 InSAR 技术对评估区开展地表形变监测，覆盖面积 34.52km<sup>2</sup>，实现对沉降与变形动态的持续跟踪与评估；在 22306、22307 工作面新增北斗形变位移测量系统 2 套，迁移北斗形变位移测量系统 2 套，已部署监测系统持续监测；无人机遥感监测 22306 采空区影响地表范围；</p> <p>5、地下水环境监测：利用已有 S1、S2、S3 水文孔及设备继续实时监测奥陶系灰岩含水层；利用 S4 水文孔实时监测二叠系山西组、石盒子组地下水水位；人工监测 2 处村民水井（S5、S6）地下水水位，共计 24 次（每月 1 次）；采用人工采样实验室检测的方式对 S1-S6 水质进行监测，共计 18 次（丰、平、枯）；</p> <p>6、地形地貌景观监测：高分遥感和航天摄影监测各 1 幅（34.52km<sup>2</sup>）；</p> <p>7、水土环境质量监测：土壤质量采样、检测 1 件。</p> <p>8、技术服务项目：2027 年度实施计划及总结报告编制；2027 年度监测评价成果报告编制。</p>	<p>3、复垦土壤质量采样、检测 3 件。</p> <p>4、针对已复垦区（TX01~TX04）土地进行管护和土地复垦监测，管护面积 34.11hm<sup>2</sup>。</p>
第四年	<p>1、22307 采空塌陷设置警示牌 2 个，人工巡查滑坡 H02、22307 采空塌陷 24 次；</p> <p>2、输电线路修复 2.4km，扶正加固电线杆 12 根；</p> <p>3、矿山地质环境损毁监测：以月度为周期，采用 InSAR 技术对评估区开展地表形变监测，覆盖面积 34.52km<sup>2</sup>，实现对沉降与变形动态的持续跟踪与评估；</p> <p>在 22305 新增北斗形变位移测量系统 2 套，迁移北斗形变位移测量系统 3 套，已部署监测系统持续监测；无人机遥感监测 22307 采空区影响地表范围；</p> <p>4、地下水环境监测：利用已有 S1、S2、S3 水</p>	<p>1、对 22308、22302 开展土地复垦，复垦其他园地 18.24hm<sup>2</sup>，乔木林地 10.98hm<sup>2</sup>，灌木林地 2.97hm<sup>2</sup>，其他林地 0.01hm<sup>2</sup>，其他草地 3.56hm<sup>2</sup>；</p> <p>2、对 22306 裂缝进行临时修复 16.69hm<sup>2</sup>；对 22307 裂缝进行临时修复 29.43hm<sup>2</sup>；</p> <p>3、土地损毁与复垦植被高分遥感监测、多光谱遥感监测（28.50km<sup>2</sup>）；</p> <p>4、搬迁宅基地 1.20hm<sup>2</sup>，主要工程措施包括拆除清运工程、客土回覆、土地平整、土壤培肥、植被重建工程，共计复垦面积 1.20hm<sup>2</sup>，复垦为其他园地；</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>文孔及设备继续实时监测奥陶系灰岩含水层；利用 S4 水文孔实时监测二叠系山西组、石盒子组地下水水位；人工监测 2 处村民水井（S5、S6）地下水水位，共计 24 次（每月 1 次）；采用人工采样实验室检测的方式对 S1-S6 水质进行监测，共计 18 次（丰、平、枯）；</p> <p>5、地形地貌景观监测：高分遥感和航天摄影监测各 1 幅（34.52km<sup>2</sup>）；</p> <p>6、水土环境质量监测：土壤质量采样、检测 1 件。</p> <p>7、技术服务项目：2028 年度实施计划及总结报告编制；2028 年度监测评价成果报告编制。</p>	<p>5、复垦土壤质量采样、检测 3 件。</p> <p>6、针对已复垦区（TX04）土地进行管护和土地复垦监测，管护面积 17.46hm<sup>2</sup>。</p>
第五年	<p>1、22305 采空塌陷设置警示牌 2 个，人工巡查滑 H02、22305 采空塌陷进行人工巡查 24 次；</p> <p>2、修复农村道路长 137m，面积 480m<sup>2</sup>；城镇村道路 540m，面积 2700m<sup>2</sup>；</p> <p>3、输电线路修复 1.6km，扶正加固电线杆 8 根；</p> <p>4、矿山地质环境损毁监测：以月度为周期，采用 InSAR 技术对评估区开展地表形变监测，覆盖面积 34.52km<sup>2</sup>，实现对沉降与变形动态的持续跟踪与评估；</p> <p>在 22303 新增北斗形变位移测量系统 2 套，迁移北斗形变位移测量系统 3 套；无人机航拍 22305 采空区影响地表范围；</p> <p>5、地下水环境监测：利用已有 S1、S2、S3 水文孔及设备继续实时监测奥陶系灰岩含水层；利用 S4 水文孔实时监测二叠系山西组、石盒子组地下水水位；人工监测 2 处村民水井（S5、S6）地下水水位，共计 24 次（每月 1 次）；采用人工采样实验室检测的方式对 S1-S6 水质进行监测，共计 18 次（丰、平、枯）；</p> <p>6、地形地貌景观监测：高分遥感和航天摄影监</p>	<p>1、对 22306 开展土地复垦，复垦其他园地 14.18hm<sup>2</sup>，乔木林地 3.27hm<sup>2</sup>，其他林地 1.00hm<sup>2</sup>；</p> <p>2、对 22307 裂缝进行临时修复 23.54hm<sup>2</sup>；对 22305 裂缝进行临时修复 23.47hm<sup>2</sup>；</p> <p>3、土地损毁与复垦植被高分遥感监测、多光谱遥感监测（28.50km<sup>2</sup>）；</p> <p>4、搬迁宅基地 1.21hm<sup>2</sup>，主要工程措施包括拆除清运工程、客土回覆、土地平整、土壤培肥、植被重建工程，共计复垦面积 1.21hm<sup>2</sup>，复垦为其他园地；</p> <p>5、复垦土壤质量采样、检测 3 件。</p> <p>6、针对塌陷损毁（TX04 和 23308、23302 下工作面）进行管护和土地复垦监测，管护面积 53.22hm<sup>2</sup>。</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
	测各 1 幅（34.52km <sup>2</sup> ）； 7、水土环境质量监测：土壤质量采样、检测 1 件。 8、技术服务项目：2029 年度实施计划及总结报告编制；2029 年度监测评价成果报告编制。	

十、《方案》提出的总体工作部署和阶段实施计划基本合理。本方案适用年限为 5 年。总体部署、阶段实施计划、适用期年度工作安排基本合理，具有针对性。

十一、根据矿山地质环境保护与土地复垦工程部署、工程量及工程技术手段，参照相关标准进行了经费估算，矿山地质环境治理工程、土地复垦工程静态费用分别为 4931.38 万元、16769.10 万元，总费用 21700.48 万元，吨煤投资为 6.96 元（剩余可采储量\*\*\*\*\*Mt），静态亩均投资 25074.35 元（复垦责任范围 445.85hm<sup>2</sup>），经费估算合理。《方案》近期矿山地质环境治理工程和土地复垦工程静态费用分别为 1937.40 万元、2549.22 万元，总费用 4486.62 万元。适用期各年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用安排合理。

表 2 近期矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用明细表

年度		地质环境治理费用 (万元)	土地复垦费用 (万元)	合计 (万元)
适用期	第一年	861.08	272.52	1133.6
	第二年	392.49	291.70	684.19
	第三年	231.49	190.06	421.55
	第四年	185.90	920.57	1106.47



年度		地质环境治理费用 (万元)	土地复垦费用 (万元)	合计 (万元)
	第五年	266.44	874.37	1140.81
合计		1937.40	2549.22	4486.62

十二、方案提出的各项保障措施和建议合理可行，对治理效益的分析可信。

十三、韩城市自然资源局分别于 2021 年 2 月、2022 年 1 月、2023 年 2 月、2023 年 12 月和 2025 年 1 月对下峪口煤矿进行了年度验收；2025 年 1 月 17 日，韩城市自然资源局对下峪口煤矿进行了适用期（2020 年-2024 年）验收；按照《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》（陕自然资规〔2024〕1757 号），经审核税务等相关凭证资料，截止 2025 年 6 月 27 日，核定该企业应提取基金 \*\*\*\*\* 万元，实际提取基金 \*\*\*\*\* 万元，支取基金 \*\*\*\*\* 万元，账户剩余基金 \*\*\*\*\* 万元。

#### 十四、存在问题及建议

- 1、依据以往监测经验数据，进一步完善监测内容和监测部署。
- 2、工程部署图进一步完善治理分区、年度实施计划、经费镶表，规范图例。

综上，专家组同意《方案》通过审查，陕西生态产业有限公司按专家组意见修改完善后由陕西陕煤韩城矿业有限公司按程序上报。

专家组长： 

2025 年 8 月 28 日

# 陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿矿区生态修复方案(矿山地质环境保护与土地复垦方案)

## 评审专家责任表

姓 名	单 位	职务/职称	专 业	是否同意 评审结论	签 字
李忠明	机械工业勘察设计院有限公司	教高	水工地质 工程地质	同意	李忠明
刘益民	陕西省宝鸡峡水电设计院	教高	土地整治	同意	刘益民
张马文	长安大学	教授	环境工程	同意	张马文
林和军	中煤西安设计工程公司	教高	工程地质	同意	林和军
李永录	西安科技大学	教授	水利工程	同意	李永录
李维强	陕西地质勘察研究院有限公司	工程	水文地质	同意	李维强
王剑峰	西安地质调查中心	研究员	地质经济	同意	王剑峰



**矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）信息表**

矿山企业	企业名称	陕西陕煤韩城矿业有限公司			
	法人代表	吴杰	联系电话	0913-5265897	
	单位地址	韩城市			
	矿山名称	陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿			
	采矿许可证	<input type="checkbox"/> 新申请 <input type="checkbox"/> 持有 <input checked="" type="checkbox"/> 变更 以上情况请选择一种并打“√”			
编制单位	单位名称	陕西生态产业有限公司			
	法人代表	葛磊	联系电话		
	主要编制人员	姓名	职责	联系电话	签字
		葛磊	项目负责人、报告编制	18691452917	葛磊
		董起广	报告编制、校核	13259951375	董起广
		张小萌	报告编制、无人机影像	15289359366	张小萌
		姜泽玉	报告编制、制图	18829272126	姜泽玉
		穆柳霖	公众调查、预算	15829795035	穆柳霖
		李冰倩	公众调查、制图	15686273593	李冰倩
审查申请	我单位已按要求编制矿区生态修复方案(矿山地质环境保护与土地复垦方案)，保证方案中所引数据的真实性，同意按国家相关保密规定对文本进行相应处理后进行公示，承诺按批准后的方案做好矿山地质环境保护与土地复垦工作。 请予以审查。				
	<div align="center">  <p>申请单位（矿山企业）盖章</p> </div>				
联系人： 钟飞		联系电话： 13772357626			

# 目 录

前 言.....	1
一、任务的由来.....	1
二、编制目的、任务.....	1
三、编制依据.....	3
四、方案适用年限.....	7
五、编制工作概况.....	7
<b>第一章 矿山基本情况.....</b>	<b>12</b>
一、矿山简介.....	12
二、矿区范围及拐点坐标.....	14
三、矿山开采方案概述.....	15
四、矿山开采历史与现状.....	24
<b>第二章 矿区基础信息.....</b>	<b>28</b>
一、矿区自然地理.....	28
二、矿区地质环境背景.....	34
三、社会经济概况.....	49
四、土地利用现状.....	51
五、矿山及周边其他人类重大工程活动.....	55
六、矿山及周边土地复垦与地质环境治理案例分析.....	57
<b>第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估.....</b>	<b>76</b>
一、矿山地质环境与土地资源调查概述.....	76
二、矿山地质环境影响评估.....	77

三、矿山土地损毁预测与评估.....	105
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围.....	117
<b>第四章矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析.....</b>	<b>117</b>
一、矿山地质环境治理可行性分析.....	126
二、土地复垦可行性分析.....	128
<b>第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程.....</b>	<b>143</b>
一、矿山地质环境保护与土地复垦预防.....	143
二、矿山不稳定地质体治理.....	144
三、土地复垦.....	155
四、含水层破坏修复.....	168
五、水土环境修复.....	168
六、矿山地质环境监测.....	169
七、土地复垦监测和管护.....	176
<b>第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署.....</b>	<b>182</b>
一、总体工作部署.....	182
二、阶段实施计划.....	182
三、近期年度工作安排.....	185
<b>第七章 经费估算与进度安排.....</b>	<b>189</b>
一、经费估算依据.....	189
二、矿山地质环境治理工程经费估算.....	199
三、土地复垦工程经费估算.....	204
四、总经费汇总.....	210

第八章保障措施与效益分析..... 221

一、保障措施.....221

二、效益分析.....224

第九章结论与建议..... 227

一、结论.....227

二、建议.....233

## 一、附图

序号	名称	比例尺
1	下峪口煤矿矿山地质环境问题现状图	1:10000
2	下峪口煤矿矿区土地利用现状图	1:10000
3	下峪口煤矿矿山地质环境问题预测图	1:10000
4	下峪口煤矿矿区土地损毁预测图	1:10000
5	下峪口煤矿矿区土地复垦规划图	1:10000
6	下峪口煤矿矿山地质环境治理工程部署图	1:10000

## 二、附表

- 1、下峪口煤矿矿山地质环境治理工程投资估算表
- 2、下峪口煤矿矿山土地复垦工程投资估算表
- 3、矿山地质环境现状调查表



### 三、附件：

- 1、专家现场踏勘意见
- 2、市、县自然资源主管部门现场踏勘意见
- 3、矿产资源开采方案批复
- 4、韩城市自然资源局《关于陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案适用期验收意见的函》
- 5、陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案年度验收意见
- 6、基金三方监管协议
- 7、采矿许可证
- 8、上一期方案公告文件
- 9、签订基金三方监管协议以来各年度基金的提取和使用情况
- 10、基金账户余额查询扫描件
- 11、陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案委托书
- 12、公众调查调查意见表
- 13、编制单位初审意见及修改说明
- 14、矿山企业对方案的内审意见
- 15、土地使用证
- 16、陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿环境监测报告
- 17、陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿韩城市自然资源局保有资源量
- 18、韩城市上峪口村一般工业固废综合利用及生态修复项目相关批复
- 19、陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿矿权内已注销陕西黄河矿业(集团)有限责任公司东岭煤矿采矿权

# 前 言

## 一、任务的由来

陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿（以下简称“下峪口煤矿”），渭北石炭二叠纪煤田韩城矿区北部，距离韩城市东北部约 26km，生产规模 0.90Mt/a，行政区划属韩城市龙门镇管辖。煤矿现持有国土资源部 2009 年 8 月 10 日颁发采矿许可证（C6100002009081120031630），矿区面积 27.6107km<sup>2</sup>，开采煤层为 2 号和 3 号煤层。

下峪口煤矿始建于 1970 年开工建设，1975 年建成投产，1979 年达产，煤矿生产能力 0.90Mt/a。

2019 年 10 月企业委托中煤科工集团西安研究院有限公司编制《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称《方案》），《方案》适用期为 5 年（2020 年~2024 年），2020 年 4 月 15 日，陕西省自然资源厅对《两案》进行了公示（陕自然资公告〔2020〕8 号）。该《方案》已到期，适用期已经通过了韩城市自然资源局组织验收；同时根据<关于对《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿矿产资源开采方案》的审查意见>（陕矿评利用发〔2025〕23 号），生产规模调整为 1.35Mt/a。因此，需要重新编制方案，本方案编制依据为<关于对《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿矿产资源开采方案》的审查意见>（陕矿评利用发〔2025〕23 号）。

根据《矿山地质环境保护规定》（自然资源部令第 5 号，2019 年 7 月 24 起日实施）、《土地复垦条例》（国务院令第 592 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》（国土资规〔2016〕21 号）、《陕西省自然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）等有关政策、法规及文件要求，重新编制《陕西陕煤韩城矿业有限公司陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口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）》。

为此，韩城矿业有限公司委托我单位编制《陕西陕煤韩城矿业有限公司陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口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、任务

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

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

3、为促进矿区生态文明建设，开展自然资源绿化行动，推进损毁土地综合治理，加强矿山不稳定地质体防治，避免资源浪费、促进煤炭工业健康发展，有效解决煤炭开发过程中的矿山地质环境破坏及土地损毁，保护和改善区域生活环境和生态环境，促进绿色矿山建设。

4、通过调查和预测煤矿开采对当地生态环境和土地资源造成的不良影响，合理规划设计，制定针对性的预防与治理措施，指导矿山企业两案实施。

5、为自然资源主管部门监督管理矿山企业（矿区生态修复）矿山地质环境保护与土地复垦工作落实情况提供依据。

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

具体任务是：

(1)查明矿区及影响区范围内的地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、工程地质、气象水文、植被等地质环境条件。

(2)查明已建矿区社会环境条件，包括人口、村庄分布、土地利用等社会经济状况及人为活动对地质环境的影响。

(3)查明已建矿区现状不稳定地质体的类型、分布规模、稳定程度、活动特点、主要诱发因素，危害对象、范围及程度。

(4)查明已建矿区及影响区范围内地形地貌景观破坏、土地损毁情况、含水层破坏、水土环境情况；查明已建矿区及影响区范围内的土地利用现状、人类重大工程活动现象以及土地复垦情况。

(5)对已建矿区及影响区的地质环境影响与土地损毁进行现状评估、预测评估，对已建矿区的矿山地质环境治理与土地复垦进行可行性分析。

(6)在现状评估和预测评估的基础上，对已建矿区矿山地质环境治理与土地复垦工程提出合理、经济、可行治理与复垦方案。

(7)根据工程建设方案及其对地质环境影响、破坏程度，分阶段部署必要的地质环境防治工程、土地复垦工程和监测措施，估算工程费用，为矿区地质环境保护与治理恢复、土地复垦再利用及政府监督提供依据。

### 三、编制依据

#### （一）约定依据

- 1、《委托书》（陕西陕煤韩城矿业有限公司，2024 年 8 月 19 日）

#### （二）法律法规

- （1）《中华人民共和国矿产资源法》（2024 年 11 月 8 日，第 36 号主席令公布，自 2025 年 7 月 1 日起施行，2025 年 3 月 8 日修订）；
- （2）《中华人民共和国土地管理法》（2019 年 8 月 26 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议第三次修正，2020 年 1 月 1 日起）；
- （3）《中华人民共和国黄河保护法》（中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十七次会议于 2022 年 10 月 30 日通过，2023 年 4 月 1 日实施）；
- （4）《中华人民共和国森林法》（2019 年 12 月 28 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十五次会议第二次修正，2020 年 7 月 1 日起实施）；
- （5）《中华人民共和国土地管理法实施条例》（1998 年 12 月 27 日发布，2021 年 7 月 2 日第三次修订，中华人民共和国国务院令第 743 号）；
- （6）《土地复垦条例》（国务院令第 592 号，2011 年 3 月 5 日起实施）；
- （7）《地质灾害防治条例》（国务院令第 394 号，2004 年 3 月 1 日）；
- （8）《基本农田保护条例》（国务院令第 257 号，1998 年 12 月 27 日公布，2011 年 1 月 8 日《国务院关于废止和修改部分行政法规的决定》修订）；
- （9）《土地复垦条例实施办法》（国土资源部第 56 号令，2013 年 3 月 1 日实施）；
- （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 日起施行）；
- （11）《陕西省地质灾害防治条例》（2017 年 9 月 29 日陕西省第十二届人民代表大会常务委员会第三十七次会议通过，2018 年 1 月 1 日起实施）；
- （12）《矿山地质环境保护规定》（自然资源部令第 5 号修订，2019 年 7 月 24 日起实施）；
- （13）《陕西省矿产资源管理条例》（根据 2020 年 6 月 11 日陕西省第十三届人民代表大会常务委员会第十七次会议关于修改《陕西省实施〈中华人民共和国环境保护法〉办法》等八部地方性法规的决定第三次修正）。

### （三）政策依据

（1）自然资源部、生态环境部、财政部、国家市场监督管理总局、国家金融监督管理总局、中国证券监督管理委员会、国家林业和草原局联合印发《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（自然资规〔2024〕1号）；

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

（3）陕西省自然资源厅关于印发《陕西省绿色矿山建设管理办法》的通知（2024年04月16日发布，自2024年4月30日起实施，有效期五年）；

（4）《陕西省自然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）；

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

（6）《关于进一步加强地质灾害危险性评估管理工作的通知》（陕国土资环发〔2016〕37号，2016年8月26日）；

（7）《关于加快矿山地质环境保护与恢复治理工作的通知》（陕国土资环发〔2016〕52号，2016年11月22日）；

（8）《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，2024年12月31日；

（9）陕西省自然资源厅关于印发《陕西省加强矿山地质环境恢复和综合治理实施方案（2019-2020年）》的函（陕自然资函〔2019〕227号，2019年11月14日）；

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

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

### （四）规范规程

（1）《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（国土资源部办公厅，自然资源资规〔2016〕21号，2017年1月3日）；

（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) 《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》（DZ/T0223—2011）；
- (5) 《土地复垦方案编制规程 第1部分：通则》（TD/T 1031.1-2011）；
- (6) 《土地复垦方案编制规程 第3部分：井工煤矿》（TD/T 1031.3-2011）；
- (7) 《土地利用现状分类》（GB/T21010—2017）；
- (8) 《耕地质量等级》（GB/T33469—2016）；
- (9) 《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036—2013）；
- (10) 《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）；
- (11) 《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）；
- (12) 《地下水质量标准》（GB/T 14848—2024）；
- (13) 《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）；
- (14) 《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T 1007-2003）；
- (15) 《滑坡防治设计规范》（GB/T 38509-2020）；
- (16) 《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221—2006）；
- (17) 《泥石流灾害防治工程设计规范》（DZ/T 0239—2004）；
- (18) 《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；
- (19) 《工程岩体分级标准》（GB50218—2014）；
- (20) 《造林技术规程》（GB/T15776—2023）；
- (21) 《岩土工程勘察规范（2009年版）》（GB50021-2001）；
- (22) 《矿山土地复垦基础信息调查规程》（TD/T 1049-2016）；
- (23) 《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T 1044-2014）；
- (24) 《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范（1：50000）》（DZ/T0261-2014）；
- (25) 《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）；
- (26) 《表土剥离及其再利用技术要求》（GB/T 45107-2024）；
- (27) 《煤矸石回填塌陷区复垦技术规程》（GB/T 45610-2025）；
- (28) 《煤矿采空区岩土工程勘察规范（2017年版）》（GB 51044-2014）；
- (29) 《矿山生态监测规范》（DB61/T 1741-2023）；
- (30) 中国地质调查局印发《地质调查项目预算标准（2021年）》；
- (31) 《陕西省水利工程概（估）算编制规定》（陕发改项目〔2017〕1606号）；

(32) 财政部、自然资源部关于印发《土地开发整理项目预算定额标准》的通知(财综〔2011〕128号, 2011年12月31日)。

### (五) 相关资料

(1) 《韩城市国土空间总体规划》(2021-2035), 韩城市人民政府, 2023年;

(2)《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》, 中煤科工集团西安研究院有限公司, 2019年12月;

(3)《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿 2024 年资源储量年度报告》(陕西省一三一煤田地质有限公司, 2025 年 1 月);

(4)《韩城市地质灾害防治“十四五”规划》, 陕西省一三一煤田地质有限公司, 2021 年 12 月;

(5)《陕西省韩城市地质灾害风险普查》(陕西省水工环地质调查中心, 2021 年 8 月);

(6)《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿矿产资源开采方案》(2025 年 7 月, 西安科技大学);

(7) 关于对《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿矿产资源开采方案》的审查意见(陕矿评利用发〔2025〕23 号);

(8) 韩城市 2022 年度土地利用现状图 1:10000 标准分幅图;

(9) 韩城市自然资源局《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案适用期验收意见的函》;

(10)《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿 2024 年度矿山地质环境与土地复垦监测评价报告》(陕西陕煤韩城矿业有限公司, 2024 年 12 月);

(11)《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿采动围岩裂隙发育规律探测报告》(西安科技大学, 2023 年 9 月);

(12)《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿采煤沉陷区土地损毁调查报告》(陕西生态产业有限公司, 2024 年 8 月);

(13)《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿采煤沉陷区土地复垦工程设计》(陕西生态产业有限公司, 2024 年 9 月);

(14)《韩城市上峪口村一般工业固废综合利用及生态修复项目土地复垦方案报告书》(西安茂乾土地规划有限公司, 2021 年 7 月)

(15) 陕西生态产业有限公司技术人员所做的现场调查记录。

上述相关文件、法规，以往地质工作、地质成果和相关技术资料是本次进行地质环境保护与土地复垦方案编制的主要依据，为本次工作的顺利完成奠定了基础。

## 四、方案适用年限

根据《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿矿产资源开采方案》（2025年7月，西安科技大学）可知：截止2024年12月31日，下峪口煤矿采矿许可证范围内剩余保有资源量\*\*\*\*\*Mt，设计可采资源量\*\*\*\*\*Mt，生产能力为1.35Mt/a，储量备用系数取1.4，剩余服务年限16.5年。

按照剩余设计可采资源量\*\*\*\*\*Mt（考虑主要井巷煤柱回收后，回收率50%），设计生产能力1.35Mt/a、剩余开采年限16.5年，考虑到煤矿沉稳及治理期（3.5年）及植物管护期（6.0年），本方案服务年限为26年，包括近期5年（2025年~2029年），中期12年（2030年~2041年），后期9年（2042年~2050年）。

本方案适用年限为5年（2025年~2029年），实施基准期以自然资源主管部门公告之日算起。

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

## 五、编制工作概况

### （一）工作程序

本方案编制严格按照《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》（DZ/T0223—2011）及《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》进行。工作程序是（见图0-1）：接收业主委托，在充分收集和利用已有资料的基础上，结合现场调查建设工程区的地质环境条件、社会环境条件、土地损毁、含水层破坏、现状不稳定地质体和地质环境的类型、分布规模、稳定程度、活动特点等因素，综合分析，进行陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿矿区的地质环境影响与土地损毁评估、地质环境治理与土地复垦修复；再根据工程建设方案及其对地质环境影响、破坏程度，分阶段部署必要的防治工程和监测措施，估算工程费用，为地质环境保护与治理恢复、政府监督提供依据。

### （二）工作方法

#### （1）资料搜集

搜集有关工作区的社会经济、自然地理、区域地质环境、水文气象、矿产勘查、土地利用、矿山建设开采方案和不稳定地质体调查与区划等基础资料，了解建设工程区的地质环境条件、地质环境问题、建设工程规模等，开展综合研究，初步确定矿山地质环境影响评估的范围、评估级别和调查区范围，明确本次工作的重点，以指导野外调查工作。

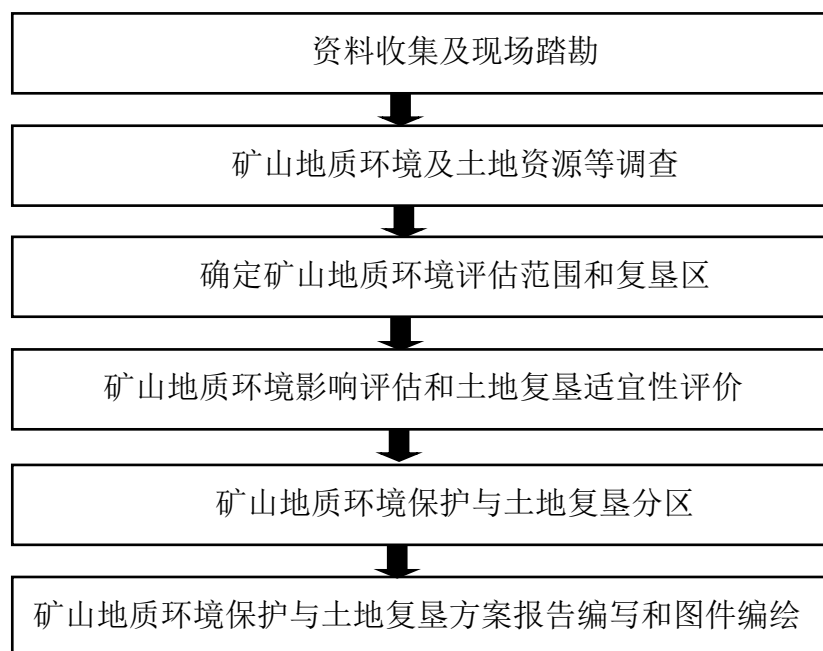


图 0-1 地质环境保护与治理恢复工作程序框图

## (2)野外工作方法

野外调查采用 1: 10000 地形图，GPS 定位，数码拍照，地质调绘采用线路调查法、环境地质点调查法，采访调查法等方法开展。

①路线调查法：根据调查路线应基本垂直地貌单元、岩层走向、地质构造线走向这一原则，布置调查线路，迅速了解区内地形地貌，地质遗迹，土地利用、土壤植被、人类工程活动、地质界线、构造线、岩层产状和不良地质现象，调查区内斜坡坡度、沟谷比降、水文等情况，编绘工作区地质环境底图，以便为方案编制提供可靠依据。

②地质环境点调查法：对调查区内不稳定地质体、拟建工程点等逐点调查，查明不稳定地质体的位置、规模、现状、危害对象及稳定性、损失程度、发灾原因等，了解拟建工程区可能存在的地质环境问题。

③土地分布调查法：查明工程占地类型、土地性质、损毁情况及权属关系，了解拟建工程区可能存在的地质环境问题。

④公众调查法：本着“贯穿项目始终，多方参与”的原则，在项目方案编制之前进行社会公众调查。以采访拟建工程区、不稳定地质体附近的居民为主，详细了解工作区地质环境的变化情况、不稳定地质体的活动现状和土地利用现状等，发放“公众参与调查表”，充分了解矿区群众的意见；征询当地镇、市自然资源、环境保护主管部门就矿区地质环境和土地复垦的意见，为方案编制提供依据。

(3)室内资料整理

在综合分析既有资料和实地调查资料的基础上，以《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》为依据，编制了陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿“矿山地质环境问题现状图”、“矿区土地利用现状图”、“矿山地质环境问题预测图”、“矿区土地损毁预测图”、“矿区土地复垦规划图”和“矿山地质环境治理工程部署图”。以图件形式反映各类不稳定地质体分布及其与地质环境的相互关系，标明地质环境影响分区及环境保护与治理恢复工程及监测的部署，编制工程概算和工作报告。

本方案附图成图比例尺为 1:10000，其中地形地貌、土地利用现状由搜集的 1:10000 图放大而来，因而采集数据精度均以 1:10000 底图数据库为准。

(三) 完成的工作量

陕西生态产业有限公司接受任务后，即组织人员开展工作：2024 年 8 月 19 日～4 月 25 日搜集资料、编写工作计划；2024 年 8 月 26 日～9 月 10 日开展野外调查工作；2024 年 9 月 11 日～9 月 25 日根据搜集资料及野外调查结果，初步拟定矿山地质环境恢复治理及土地复垦的方向、目标、初步技术方案；9 月 26 日～9 月 30 日，拜访了市自然资源局、镇政府、镇自然资源所，在**龙门镇、桑树坪镇及涉及村**发放调查问卷、开展公众调查；10 月 1 日～12 月 30 日进行室内资料整理和方案编制。本次工作共完成地质路线调查约 58.5km，矿山地质环境调查点 63 处，土地损毁调查点 18 处，搜集各类资料 15 份，拍摄照片 184/64 张（见表 0-1）。

2025 年 7 月 15 日-7 月 16 日，根据专家踏勘意见，对 23302 下工作面地表裂缝发育情况及矿区其他土地损毁修复情况进行了补充调查。

表 0-1 完成实物工作量统计表

序号	项目	单位	工程量	说明
1	收集资料	份	14	开采方案、地质环境保护与土地复垦方案、验收总结报告、土地利用现状图等



序号		项目	单位	工程量	说明
2	矿山地质环境调查	评估区面积	km <sup>2</sup>	34.52	
3		调查面积	km <sup>2</sup>	35.98	
4		调查线路	km	58.50	
5		矿山地质环境调查点	处	63	村庄、工矿企业、水井、输电线路、地形地貌等
6		不稳定地质体调查点	处	7	不稳定地质体
7		周边煤矿调查	处	3	桑树坪煤矿、燎原煤矿、兴隆煤矿
8		无人机航拍	km <sup>2</sup>	40	
9		矿山地质环境数码照片	张/使用	205/60	补充调查拍照 8 张
10	土地方面调查	土地损毁调查点	处	18	
11		典型土壤剖面	个	4	选取典型土壤剖面 4 处
12		土地复垦数码照片	张/使用	186/64	补充调查拍照 13 张
13		数码录像	min	56	
14		室内整理资料	份	15	
15		公众调查表	份	120	

#### （四）评估质量综述

本次调查与评估工作严格按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）、《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）、《土地复垦方案编制规程第 1 部分：通则》（TD/T1031.1-2011）和《土地复垦方案编制规程 第 3 部分：井工煤矿》（TD/T1031.3-2011）的要求组织实施。野外调查工作是在广泛搜集工作区社会经济、自然地理、水文气象、矿产勘查、不稳定地质体调查、矿山开采方案、土地复垦工程等资料的基础上开展的，矿区地形复杂，部分地方人力难以到达，为此，采用高分辨无人机进行了环境调查。利用 GIS 软件进行土地损毁分析，保证成果的精度。同时通过走访、座谈等形式广泛征集了市、镇、村政府部门及当地村民的意见和建议。现场调查和公众意见征询资料均由方案编制人员同矿山工作人员野外实测或搜集，保证了资料的准确性和可靠性；工作程序、方法、内容均满足相关技术规范的要求，质量合格。

#### （五）承诺内容

韩城矿业有限公司提供的相关资料均通过相关部门评审，检验报告均盖章、签字齐全，引用基础数据、结论均真实可靠。

陕西生态产业有限公司收集的资料均通过相关部门评审，针对陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿矿山地质环境现状和土地利用现状进行了充分实地调查，按照《自然

资源部办公厅关于做好地质环境保护与土地复垦方案编制报有关工作的通知》（自然资源部办公厅，自然资源资规〔2016〕21号）和相关规范要求编制本方案，根据实地调查情况进行现状、预测评估，按照相关规范要求提出矿山地质治理和土地复垦措施，经费估算合理。方案编制符合规范要求，质量合格。

# 第一章 矿山基本情况

## 一、矿山简介

### （一）矿山基本情况

陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿采矿权人为陕西陕煤韩城矿业有限公司，位于陕西省韩城市，经营范围为煤矿开采、销售，产品方案：精煤(50mm~25mm、25mm~0mm)中煤、煤泥。矿山概况如下：

矿山名称：陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿

采矿权人：陕西陕煤韩城矿业有限公司

企业性质：国有企业

采矿许可证号：C6100002009081120031630

有效期限：2020年9月11日至2025年9月11日

建设性质：生产矿山

建设地点：韩城市龙门镇

开采方式：地下开采

开采标高：+580m~+280m

开采对象：2号和3号煤层

开拓运输：联合开拓方式

生产状态：生产矿山

生产规模：0.9Mt/a（采矿证）

### （一）地理位置及交通

#### ①地理位置

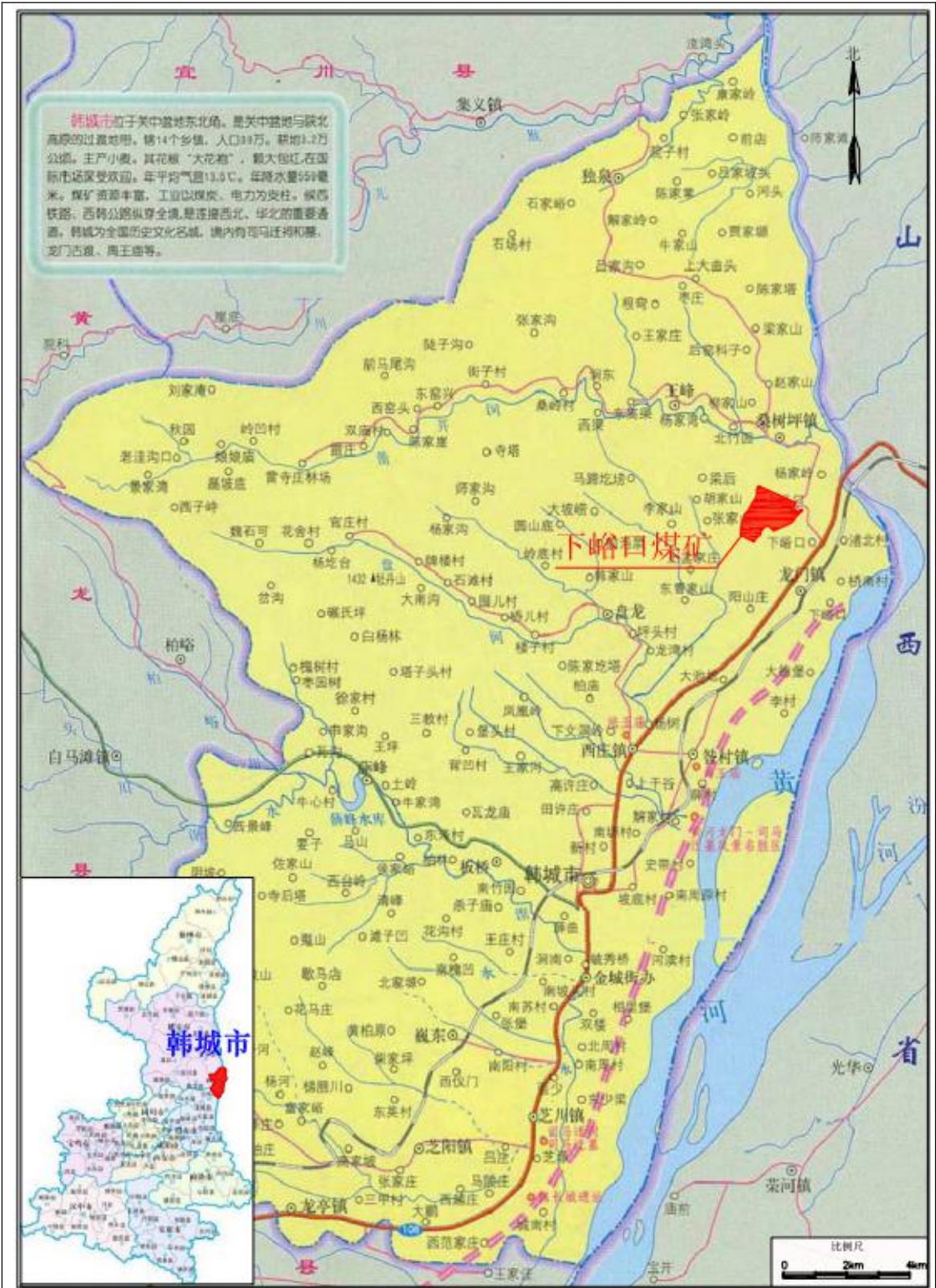
下峪口煤矿位于陕西省韩城市北东26km处，行政区划隶属韩城市龙门镇所辖，地理坐标为：东经\*\*\*\*\*，北纬\*\*\*\*\*。

#### ②交通情况

铁路：西（安）—侯（马）线从陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿平硐工业场地南侧通过，建有下峪口车站，下峪口煤矿在车站建有装车线，主井口距车站仅200m。

公路：韩（城）—宜（川）公路自南向北穿过煤矿东部边界外，距平硐工业

场地 1.5km，西（安）—侯（马）公路从平硐工业场地北侧通过。陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿交通较为便利，煤炭外运条件较好。交通位置见图 1-1。





## 二、矿区范围及拐点坐标

下峪口煤矿现持有陕西省自然资源厅颁发的采矿许可证（证号：C6100002009081120031630），矿区范围由 32 个拐点圈定，开采标高：+580m~+280m，矿区面积为 27.6107km<sup>2</sup>。采矿权拐点坐标见表 1-1。

表 1-1 采矿权范围拐点一览表（2000 国家大地坐标系）

点号	纵坐标（X）	横坐标（Y）	点号	纵坐标（X）	横坐标（Y）
1	*****	*****	17	*****	*****
2	*****	*****	18	*****	*****
3	*****	*****	19	*****	*****
4	*****	*****	20	*****	*****
5	*****	*****	21	*****	*****
6	*****	*****	22	*****	*****
7	*****	*****	23	*****	*****
8	*****	*****	24	*****	*****
9	*****	*****	25	*****	*****
10	*****	*****	26	*****	*****
11	*****	*****	27	*****	*****
12	*****	*****	28	*****	*****
13	*****	*****	29	*****	*****
14	*****	*****	30	*****	*****
15	*****	*****	31	*****	*****
16	*****	*****	32	*****	*****
矿区面积：27.6107km <sup>2</sup> ，开采标高+580m~+280m					

陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿北部与桑树坪煤矿相邻，西北部与王峰煤矿相邻，西南部与兴隆煤矿相邻，东南部与燎原煤矿相邻，东北方向石窑塔煤矿、盛捷煤矿、三合煤矿、兴盛煤矿及矿井范围内存在东岭新井（批准开采 1 号煤）等小煤矿均已关闭。其余方向无矿权设置，区内无矿权重叠。周边矿权设置见图 1-2。

东岭煤矿与下峪口煤矿存在范围重叠，重叠范围包括下峪口煤矿一采区、二三采区及二一采区的一部分，井田面积 5.5218km<sup>2</sup>，约占下峪口煤矿井田面积 20% 其采矿证批准开采 1 号煤层，该矿井田范围内 1 号煤厚 0-0.6m，该矿已于 2020 年申请关闭，该矿关闭时间已超过五年，地表已沉稳，关闭前已由韩城市人民政府组织各相关单位进行了关闭前验收，按要求履行了土地复垦主体责任，与下峪口煤矿互不隶属。

### 三、矿山开采方案概述

根据《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿矿产资源开采方案》（2025年7月，西安科技大学）和下峪口煤矿生产实际为依据。拟对生产规模进行变更，详见表 1-2。



图 1-2 周边矿权设置情况示意图

表 1-2 下峪口煤矿开发方案变更内容对照表

序号	变更内容	采矿许可证和初步设计	开采方案
1	生产能力	0.90Mt	1.35Mt

（一）生产规模

生产规模：1.35Mt/a

（二）剩余保有资源量、剩余设计利用资源储量及服务年限

根据《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿矿产资源开采方案》（2025年

7 月，西安科技大学）可知：截止 2024 年 12 月 31 日，下峪口煤矿采矿许可证范围内剩余保有资源量\*\*\*\*\*Mt，设计资源量\*\*\*\*\*Mt，设计可采资源量\*\*\*\*\*Mt，生产能力为 1.35Mt/a，储量备用系数取 1.4，剩余服务年限 16.5 年。

（三）矿井工业场地及其布置

下峪口煤矿始建于 1970 年，1975 年建成投产，下峪口煤矿矿井地面布置三个场地：平硐工业场地、中部风井场地和姚家埧风井场地。平硐工业场地位于井田东部边界外约 2.1km 的山前冲积平原，场地内布置有主平硐、副平硐；在井田中部布置有中部风井场地布置有 1 对进、回风立井；在中部场地西北 2.2km 处布置姚家埧回风立井场地，场地内布置 1 条回风立井。

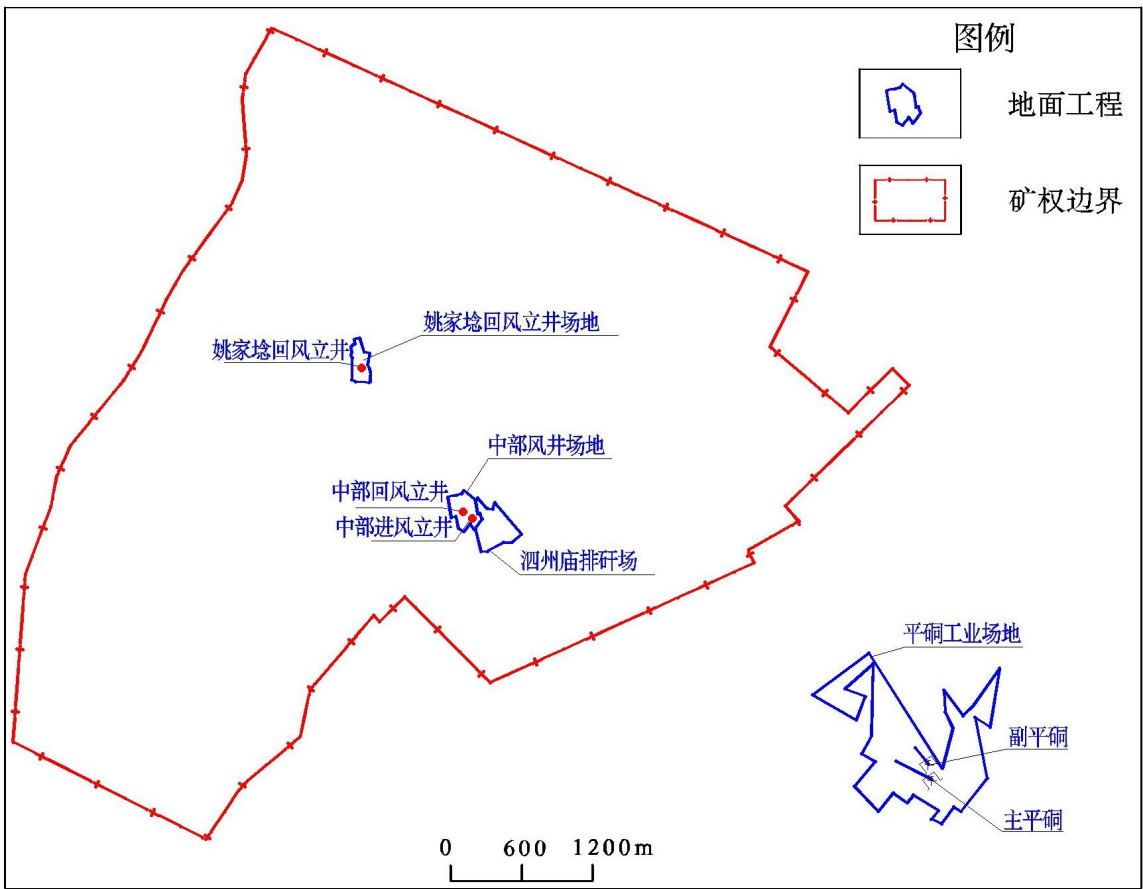


图 1-3 下峪口煤矿地面工程布置图

1、地面工程

（1）平硐工业场地

平硐工业场地位于井田东南部边界外山前坡积台地，北高南低，东西平坦，为一狭长地段，占地面积 90.37hm<sup>2</sup>，距离井田东南边界约 2.3km，1975 年建成，为煤矿的主要生产、生活场地。（见照片 1-1、1-2）

该场地布置有主平硐，担负矿井的煤炭和辅助运输任务。另布置有辅助生产区（选煤厂及装车站、材料库、机修车间、变电所等）和行政生活福利区（锅炉房、综合办公楼、联合建筑、单身宿舍与食堂等）。已全部建成，无新建工程。



照片 1-1 工业场地入口（镜向：SE）  
拍摄日期：2024 年 11 月 8 日



照片 1-2 职工食堂（镜向：NE）  
拍摄日期：2024 年 11 月 8 日



照片 1-3 平硐工业场地（镜向：SE）  
拍摄日期：2024 年 11 月 8 日



照片 1-4 办公大楼（镜向：SE）  
拍摄日期：2024 年 11 月 8 日



照片 1-5 平硐工业场地老职工活动中心  
（镜向：NW）拍摄日期：2024 年 11 月 8 日  
(2) 中部风井场地和泗洲庙排矸场



照片 1-6 平硐工业场地办公大楼  
（镜向：NW）拍摄日期：2024 年 11 月 8 日

该场地布置有 2 个立井：进、回风立井，占地面积 4.95hm<sup>2</sup>。1975 年建成，其



中进风立井与空气加热室等布置在场地的南端，担负进风、二水平排矸、下放大型设备，回风立井、通风机房等布置在场地的北端，负责二水平的回风。（见照片 1-7、1-8）。



照片 1-7 中部风井场地（镜向：NE）  
拍摄日期：2024 年 11 月 8 日



照片 1-8 无人机航片图  
拍摄日期：2024 年 11 月 8 日



照片 1-9 中部风井场地（镜向：SE）  
拍摄日期：2024 年 11 月 8 日



照片 1-10 下峪口回风立井（镜向：SE）  
拍摄日期：2024 年 11 月 8 日



照片 1-11 中部风井场地植树绿化（镜向：NW）  
日期：2024 年 11 月 8 日



照片 1-12 排矸场植树绿化（镜向：SW）  
日期：2024 年 11 月 8 日

泗洲庙排矸场位于井田中央的泗洲庙沟北西梁台阶上，于 1994 年开始建设，2000 年建成排矸，截至 2022 年底，排放矸石 210m<sup>3</sup>，目前不在使用，已经完成工

程治理和生态恢复工作。

(3) 姚家埧回风立井场地

姚家埧风井场地于 2017 年开始建设，布置有 1 个回风立井，配备有通风机配电室、6/0.4KV 变电所、消防水池及水泵房等设施。目前，姚家埧风井场地已经建设完成，正常运营（见照片 1-15、照片 1-16）。



照片 1-13 姚家埧风井场地（镜向：S）  
日期：2024 年 11 月 8 日



照片 1-14 姚家埧风井场地（镜向：N）  
日期：2024 年 11 月 8 日

2、场内外道路

(1) 场内道路

场内主干道路面宽 7.0 m，辅助道路及消防道路 4.0m。生产区及辅助生产区道路为城市型，储煤区道路为郊区型，路面采用混凝土面层。场内道路面积计入对应场地地块内。（见照片 1-15）

(2) 场外道路

下峪口煤矿评估范围内均有道路与主干道相通，路基宽度 7.5m，路面宽 5.5m，最大纵坡 9%。场外道路为通村道路，不统计面积。（见照片 1-16）



照片 1-15 场内道路（镜向：NE）  
日期：2024 年 11 月 8 日



照片 1-16 场外道路（镜向：W）  
日期：2024 年 11 月 8 日



### （3）供电工程

下峪口煤矿工业场地位于龙门镇城镇规划建设区内，就近接入城镇电网，由龙门镇电业局管理。

### （4）供水工程

下峪口煤矿工业场地供水由龙门镇自来水公司供给。

中部风井场地和姚家埧回风立井场地的供水均由矿井涌水过滤净化后泵致场地内部解决。

## 3、地面工程占地

下峪口煤矿总占地面积为 99.05hm<sup>2</sup>。详见表 1-4。

表 1-4 地面工程占地面积表

序号	用地项目	单位	用地数量	用地类别
1	平硐工业场地	hm <sup>2</sup>	90.37	工业用地
2	中部风井场地	hm <sup>2</sup>	4.95	工业用地
3	姚家埧风井场地	hm <sup>2</sup>	3.73	工业用地
合 计			99.05	

## （四）井下开拓部署

### 1、开拓方式

下峪口煤矿采用平硐开拓方式，井筒特征如表1-3，煤矿开拓方式平面图见图 1-4、图1-5，开拓方式剖面图见图1-6。

表 1-5 下峪口煤矿主要井筒特征一览表

井筒名称	井口坐标		井口 标高 m	提升 方位角°	长度 m	直径 m	断面积 m <sup>2</sup>
	X 坐标	Y 坐标				净	净
主平硐	*****	*****	+420.0	119° 10′	4270	6.5	15.7
副平硐	*****	*****	+428.9	140° 10′	5090	4.8	12.3
中部进风立井	*****	*****	+757.0	/	486	6.5	33.2
中部回风立井	*****	*****	+757.6	/	460	5.5	23.7
姚家埧回风井	*****	*****	+795.0	/	520	5.5	23.7

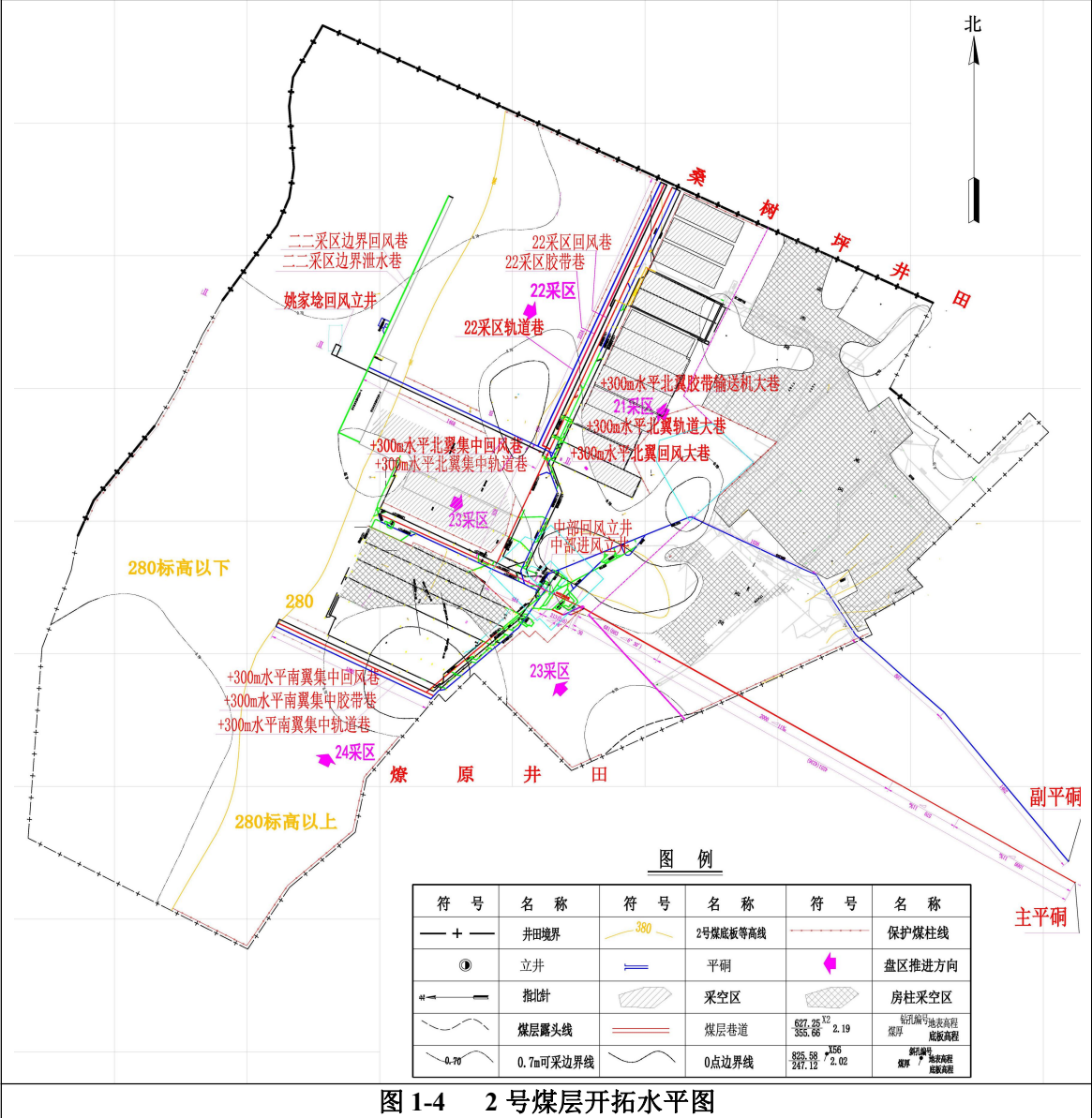
### 2、水平划分

划分为两个水平：一水平标高+437m，二水平标高+300m。目前一水平已开采结束。

### 3、开拓巷道布置

二水平布置 1 组三条水平大巷，即+300m 水平轨道、胶带输送机 and 回风大巷；在+300m 水平大巷南、北两侧各布置一组大巷组，分别为+300 水平南翼大巷组、

+300 水平北翼大巷组；在+300m 水平北翼大巷拐弯处沿着井田倾向往井田深部做一组+300m 水平北翼集中大巷组至姚家埧回风立井;在+300m 水平南翼大巷尽头平行于+300 水平大巷方向布置一组+300m 水平南翼集中大巷组。见图 1-4、1-5。



4、采区划分与开采顺序

全井田共划分为二个水平，7 个采区。一水平划分为一、二、四采区，二水平划分为 21、22、23、24 采区，目前一水平一、二、四采区及二水平 21 采区已回采完毕。除 22 采区不开采 2 号煤外，其余采区煤层均采用下行开采，首先开采上部 2 号煤层然后开采其下部 3 号煤层，见图 1-6。矿井目前开采 23 采区。

近期 5 年工作面 3 号煤布置如图 1-7，时间安排见表 1-6。

5、井下运输

井下主运输采用带式输送机运输，辅助运输采用轨道运输。

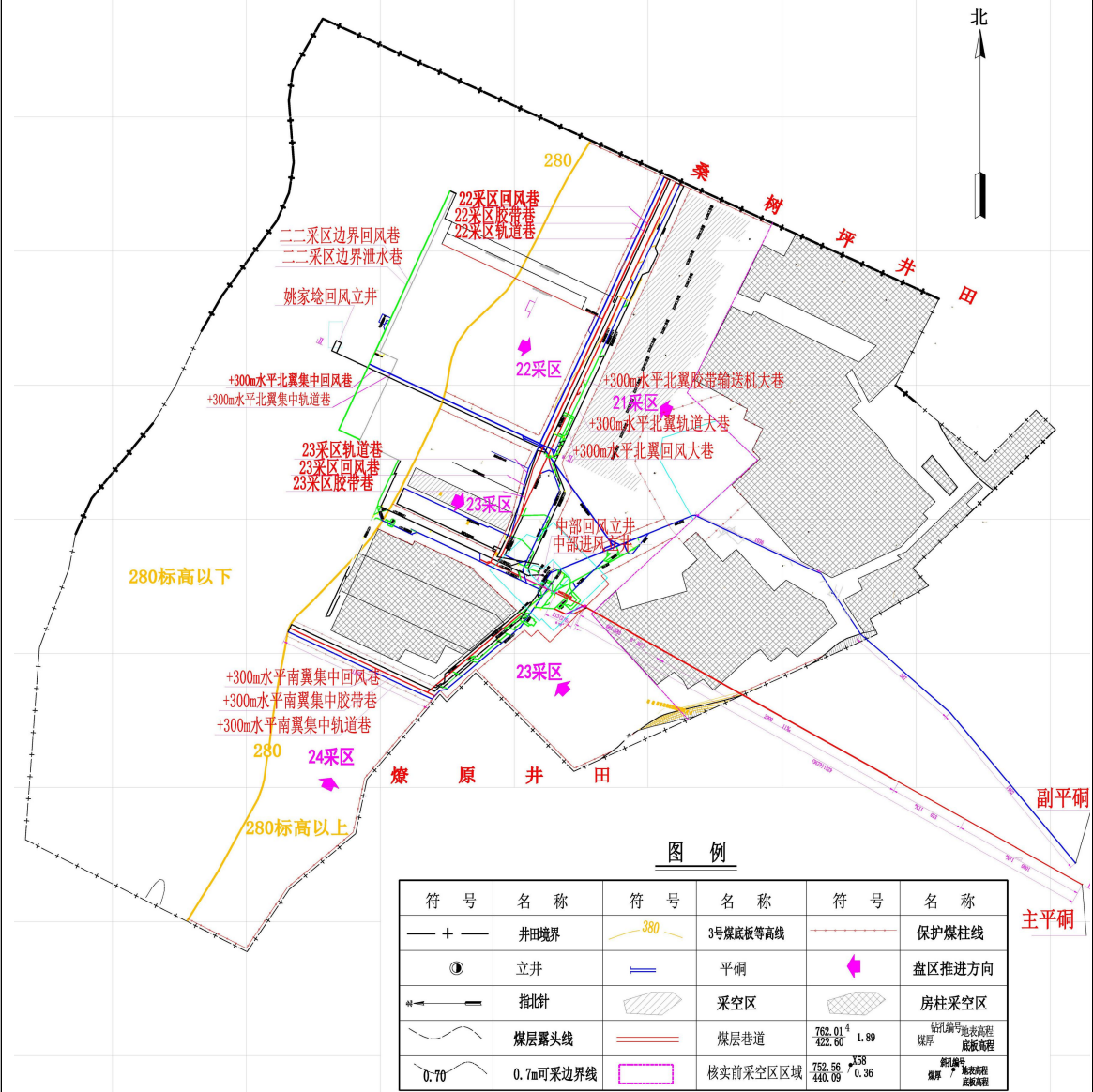


图 1-5 3 号煤层开拓水平图

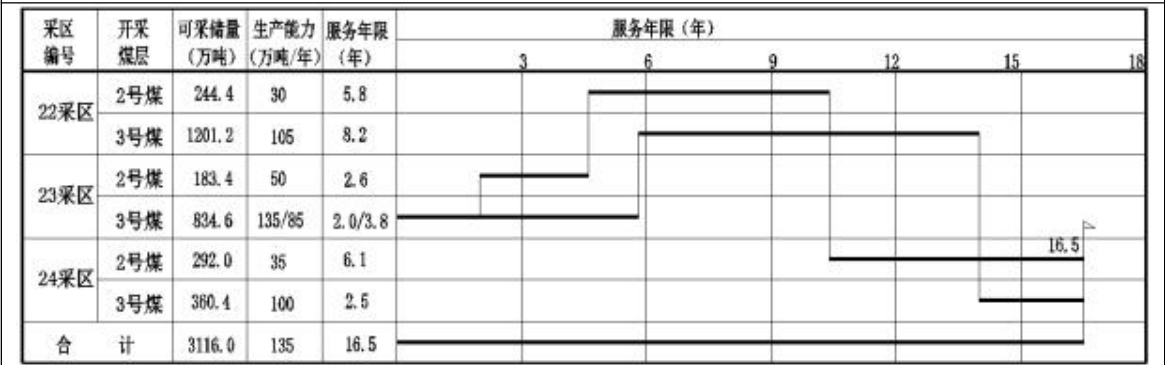


图 1-6 采区接续表

6、采煤方法及工艺

井下各煤层均采用走向长壁采煤方法；2 号煤层采用薄煤层综合机械化采煤工

艺，23、24 采区 3 号煤层采用综合机械化采煤工艺，22 采区 3 号煤层采用综合机械化放顶煤采煤工艺；2、3 号煤层均采用全部垮落法处理采空区。

目前，井下在 23 采区布置一个采煤工作面，“一井一面”模式组织生产满足矿井 135 万吨/年的生产能力。因 2 号煤层较薄，后期 3 号煤与 2 号煤各布置 1 个工作面进行搭配开采满足矿井 135 万吨/年的生产能力。

7、工作面参数

2 号煤层工作面长度为 150m，煤层平均厚度为 1.m，煤层倾角 4°-5°，工作面采高为 1.2m，回采率 97%；3 号薄煤层工作面长度为 125m，平均厚度 3.5m，煤层倾角 4°-5°，工作面采高为 3.5m，回采率 93%；3 号薄煤层工作面长度为 125m，平均厚度 4.7m，煤层倾角 4°-5°，工作面采高为 2.0-2.7m，回采率 93%。

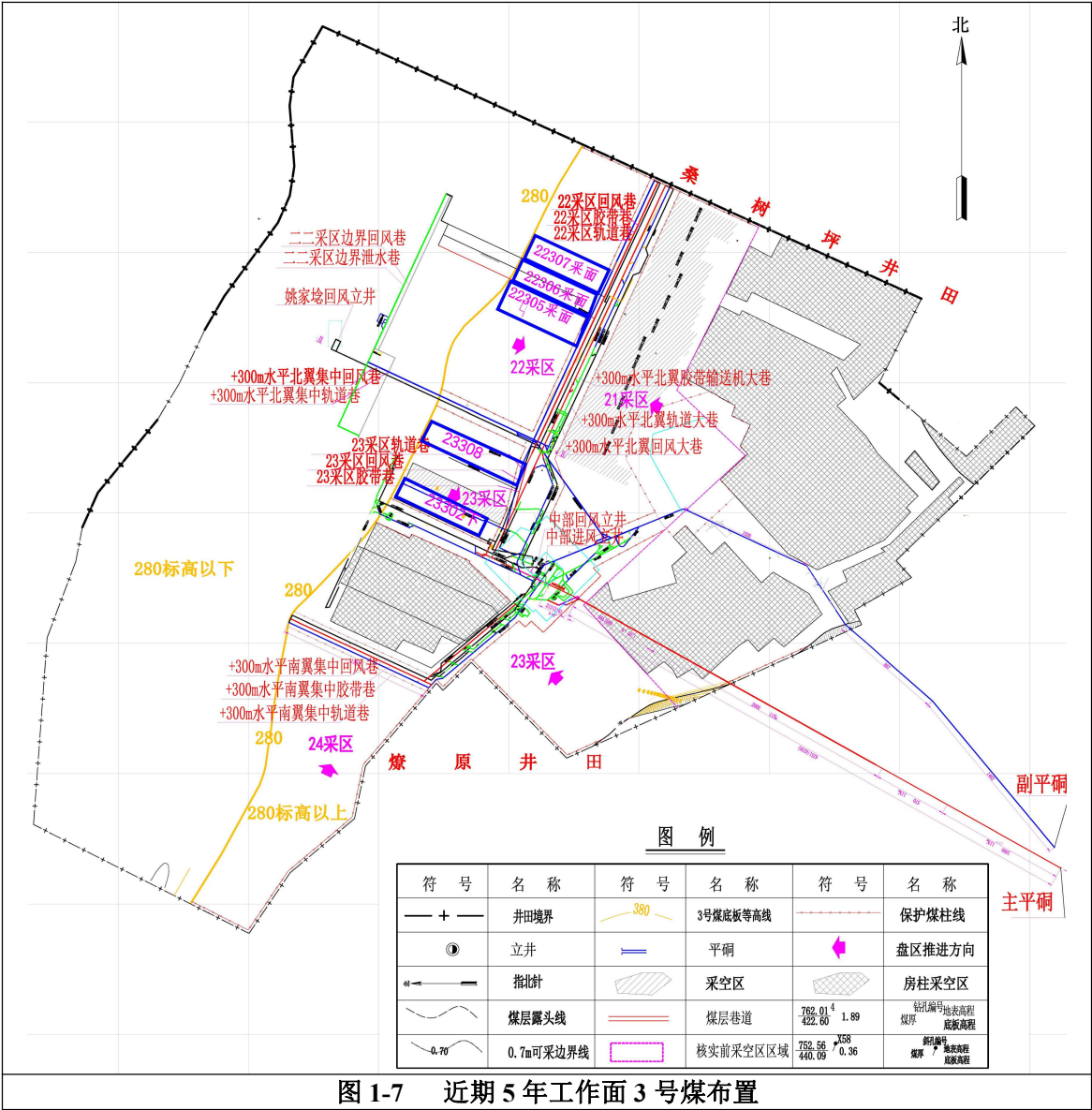


图 1-7 近期 5 年工作面 3 号煤布置

表 1-6 方案近期开采工作面接续计划表

煤层 编号	工作面编号	接替顺序				
		2025 年	2026 年	2027 年	2028 年	2029 年
3 号 煤层	23308 综采面					
	23302 <sub>下</sub> 综采面					
	22306 综采面					
	22307 综采面					
	22305 综采面					

## 8、安全煤柱留设

按照《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》规定，工业场地保护等级为Ⅱ级，围护带宽度取 15m。表土层移动角取 45°，基岩移动角均取 72°（近水平煤层）。

（1）井田境界煤柱：各煤层井田境界煤柱除 22 采区边界按 20m 留设外，其余均按 40m 留设。

### （五）矸石处理与利用

根据《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿矿产资源开采方案》可知：本矿井目前为生产矿井，基建期的矸石已经部分用于平场场地，部分矸石经自卸汽车运至泗洲庙排矸场，已排放矸石 210m<sup>3</sup>，该排矸场库容已满，已停用。

为了提高固废的综合利用率，煤矿与陕西陕煤韩城矿业有限公司新型环保建筑材料分公司签订了《矸石供销协议》，自签订协议以来每年执行情况良好，煤矸石综合利用率为 100%。

### （六）矿井水排放和处置

本矿井的主要污水来源为工业场地的生活污水和井下排水。工业场地的生活污水量为 856m<sup>3</sup>/d；矿井涌水量 44.5m<sup>3</sup>/h～93.9m<sup>3</sup>/h(1068.0m<sup>3</sup>/d～2253.6m<sup>3</sup>/d)，平均涌水量 70m<sup>3</sup>/h(1680.0m<sup>3</sup>/d)。

矿井工业场地建设有处理能力 8000m<sup>3</sup>/d 的矿井水处理站和处理能力 1000m<sup>3</sup>/d 的生活污水处理站，处理后的生活污水全部复用于场区绿化、补充选煤厂生产系统用水，利用率为 100%；处理后的矿井水部分复用于场地生产，其余用于地面及井下消防洒水，矿井水利用率为 100%。

## 四、矿山开采历史与现状

### 1、开采历史与现状



下峪口煤矿始建于 1970 年，1975 年建成投产，1979 年达产，煤矿设计生产能力 0.90Mt/a。西安煤炭设计研究院于 1990 年 6 月编制了《下峪口煤矿改扩建初步设计》，该设计经原国家能源投资公司审查，并以能投煤技（1991）477 号文批复，同意困境设计生产能力由 90 万 t/a 扩建至 150 万 t/a，净增设计能力 60 万 t/a。鉴于当时国家投资安排困难，矿井改扩建工程未能及时列入国家贷款计划，根据原国家能源投资公司能投计（1993）111 号文关于《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口改扩建工程投资》的审查意见，同意在批复的矿井改扩建初步设计范围内对矿井的通风、排矸、供电系统进行改建。陕西陕煤韩城矿业有限公司于 1993 年开始组织实施矿井的改扩建工程，截止 1995 年底，矿井改扩建工程基本结束，但是由于历史原因采矿证规模一直为 90Mt/a。目前，一水平已开采结束。二水平划分为 21、22、23、24 采区，矿井目前开采 23 采区。

截止 2024 年 12 月 31 日，下峪口煤矿累计动用资源量为\*\*\*\*\*Mt，剩余保有资源量为\*\*\*\*\*Mt。

## 2、采空区分布

根据本次调查和《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿采煤沉陷区土地损毁调查报告》（陕西生态产业有限公司，2023 年 11 月），下峪口煤矿划分两个水平：第一水平标高+437m，目前已基本回采完毕；第二水平标高+300m，为现主要生产水平。评估区内现有 4 处采空区(CK01~CK04)，采空区面积为 10.4124km<sup>2</sup>。

### (1)一水平一一采区、一二采区和一四采区采空区 (CK01)

该采空区位于下峪口煤矿东北部，包括一一采区、一二采区和一四采区，为 1975~2002 年开采形成，面积约 6.5246km<sup>2</sup>，规模属于大型。该区域采用了壁式采煤法，炮采、综采工艺开采 2、3 号煤层。

### (2)二水平二三采区采空区 (CK02)

位于下峪口煤矿中部，为 2002~2019 年开采二三采区形成的采空区，形成了 23301、23303、23027、23207、23209、23311 工作面，面积 1.1863km<sup>2</sup>。其中 23209 工作面开采 2、3 号煤层，其余工作面 2 号煤层开采完毕，拟开采 3 号煤层。

### (3)二一采区采空区 (CK03)

位于下峪口煤矿东北部，为 2010~2020 年开采二一采区形成的采空区，形成了 21308、21206、21310、21212、21314、21316、21318、21320、21220、21322、



21324、21326 和 21330 工作面，面积 1.2556km<sup>2</sup>。2 号煤层已基本开采完毕，近年主要开采 3 号煤层，最近完成工作面为 2021 年开采的 21314、21318 工作面、2024 年开采的 21320 工作面。

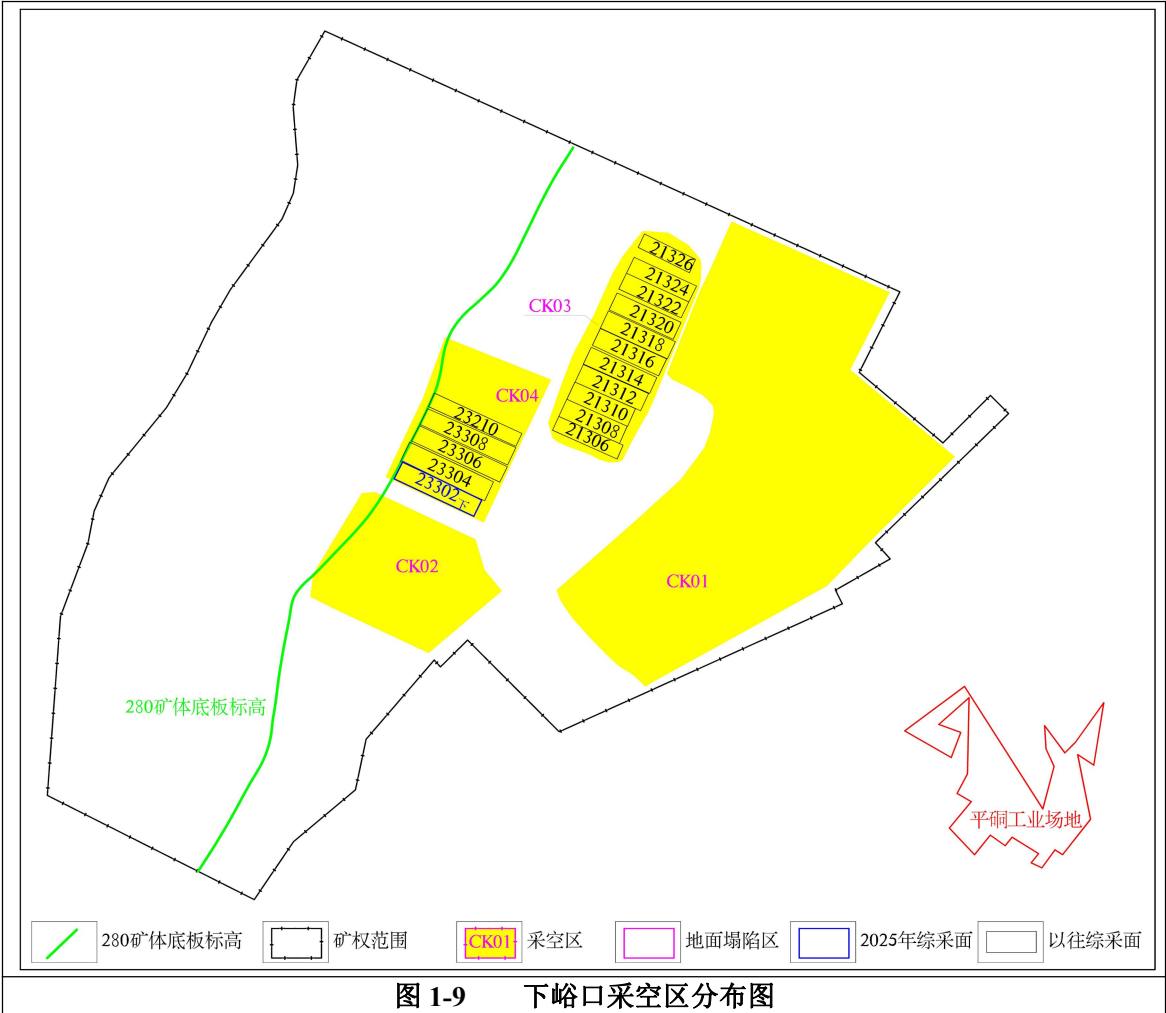


图 1-9 下峪口采空区分布图

(4)二三采区采空区 (CK04)

该采空区位于煤矿东北部，面积 1.4459km<sup>2</sup>，规模属于大型，为下峪口煤矿近年开采 2、3 号煤层形成，主要形成时间为 2010～2024 年。最近完成工作面为 2021 年开采的 23210、23202 工作面、2022 年开采的 23202 工作面、2023 年开采的 23308 和 23306(下)工作面。

3、矿山地质环境现状问题

下峪口煤矿为生产矿山，地面工程包括平硐工业场地、中部风井场地工业广场、姚家埝风井和场地内外道路，总占地面积 99.05hm<sup>2</sup>，地均为永久建设用地。场地内道路包括于各个场地内，道路均为借用社会道路。

根据现场调查情况，下峪口煤矿已完成的地质环境治理和土地复垦工程包括：

塌陷区地表建构筑物维修工程（塌陷区受损电杆、路面维修工程）、排矸立井进场道路路基滑塌治理工程、排矸立井综合治理工程、2处滑坡、4处地面塌陷预防、矸石山土地复垦工程、塌陷区受损土地复垦、塌陷稳沉区调查、监测工程等方面，通过以上工程的治理，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。

根据上期《两案》、《韩城市地质灾害防治“十四五”规划》（陕西省一三一煤田地质有限公司，2021年12月）和《陕西省韩城市地质灾害风险普查》（陕西省水工环地质调查中心，2021年8月），评估区内有1处在册不稳定地质体，丁家坡滑坡（本方案命名为H02，统一编号：610581010010，野外编号：HC008）。胡家山滑坡（H01）、丁家坡滑坡（H02），地面塌陷（TX01）、地面塌陷（TX02）。本次调查新发现二处地面塌陷，即地面塌陷（TX03）、地面塌陷（TX04），一处崩塌隐患（B01）。未发现泥石流等其他类型不稳定地质体。

## 第二章 矿区基础信息

### 一、矿区自然地理

#### (一) 气象

韩城市处于暖温带半干旱区域，属大陆性季风气候，四季分明，气候温和，光照充足，雨量较多。年平均气温 13.5℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$  积温为 4626℃。平均年降水量 559.7mm，无霜期 208 天，日照 2436 小时，有利于发展农业生产。但雨量不均，多集中于 7、8、9 月份（图 2-1～图 2-2），其中 8 月份前后降水量最大，期间山、塬区夏季降水多，因地形和热力作用影响，造成多阵性降水，春季的 3、4 两月，夏季 6、7、9 三个月，降水量比较稳定。总体趋势是由西北向东南递减，西部的官庄村最多，南部的芝川镇最少（图 2-3）。但雨量不均，春季易发生干旱，夏季阵雨、暴雨多，强度大，但暴雨分布中心尚不明确，降雨量分布有自北而南、河谷山区逐渐增大的特点。

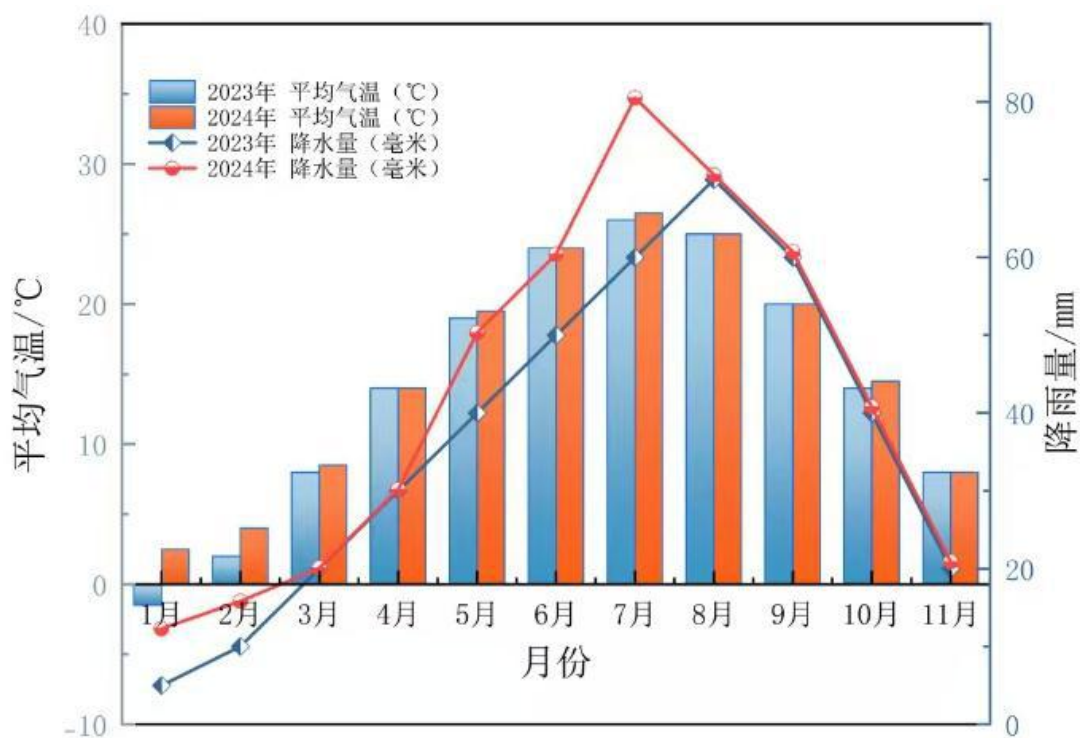


图 2-1 韩城市月平均降水量分布图

本区蒸发能力受气候、地形、植被及下垫面等综合因素的影响，在地区上有明显的差别。水面蒸发量多年平均为 1300mm。自东向西变化在 1400~1200mm 之间，变化的规律是：西少东多，山区小、平原大。陆面蒸发变化在 361~525mm 之间，平均为 499.4mm，变化规律与水面相反，即由西向东递减。项目区年降雨

量 550mm。

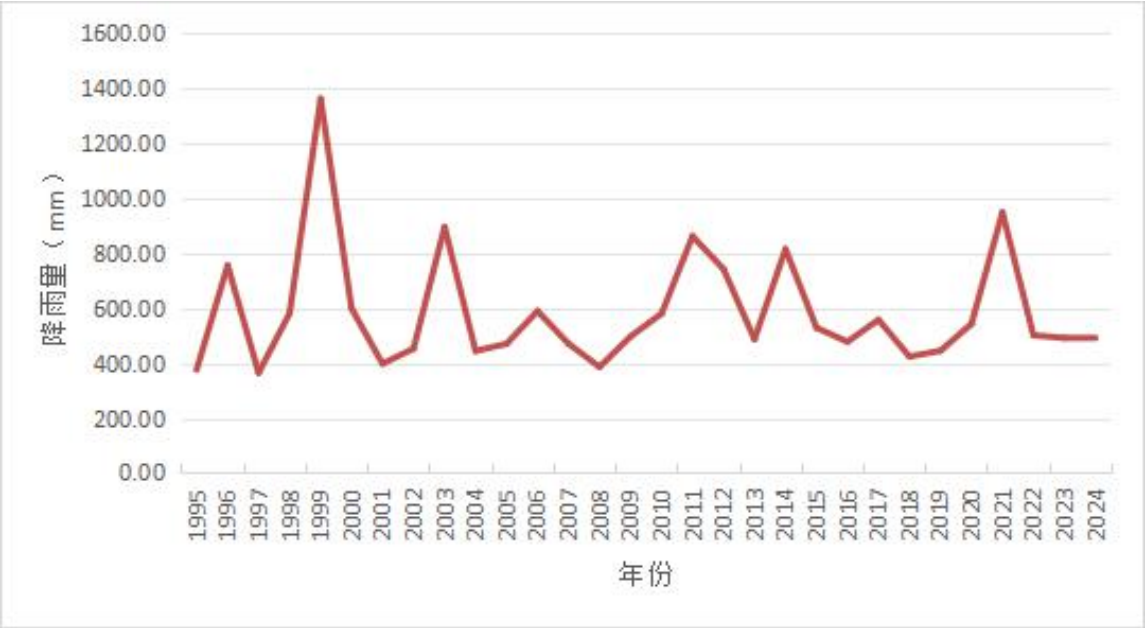


图 2-2 韩城市年平均降水量分布图

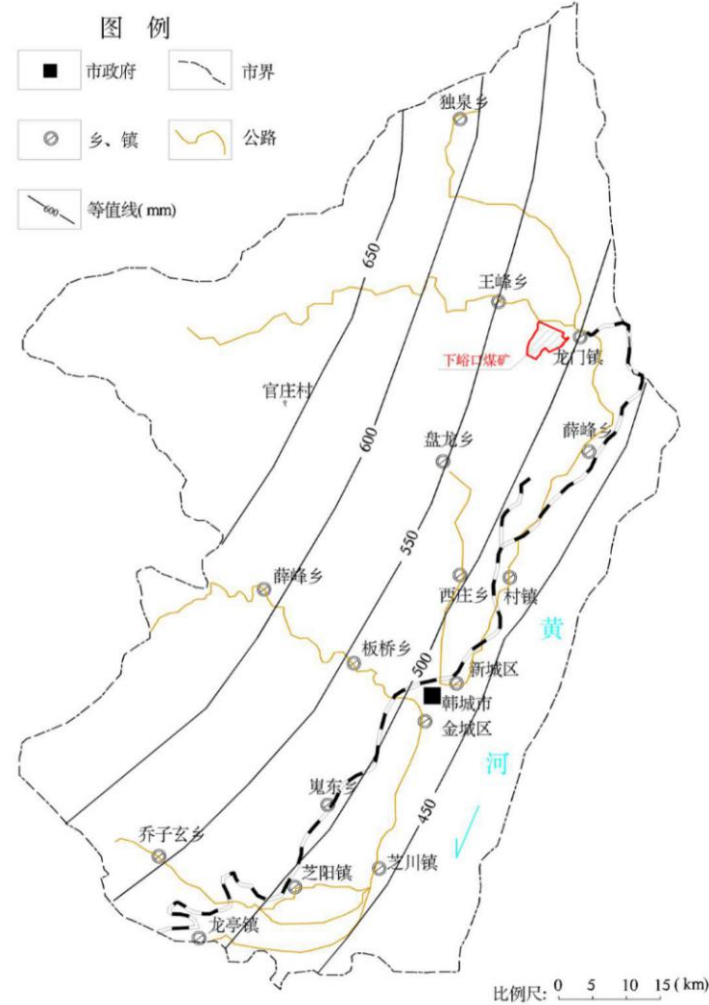


图 2-3 韩城市多年降雨量等值线图

## （二）水文

黄河自北而南从煤矿东南侧经过，距评估边界最近距离约 3.15km，在禹门口以上段河床狭窄，两岸峭壁耸立，水流湍急，在禹门口以下，水面宽阔多淤流浅滩。水面高程一般在 378~381m 之间，洪水期水流坡降为 3~4‰。据龙门水文观测站资料，最高洪水位为 395.90m，最低水位为 371.84m；最大流量为 24000m<sup>3</sup>/s；最小流量为 73m<sup>3</sup>/s。

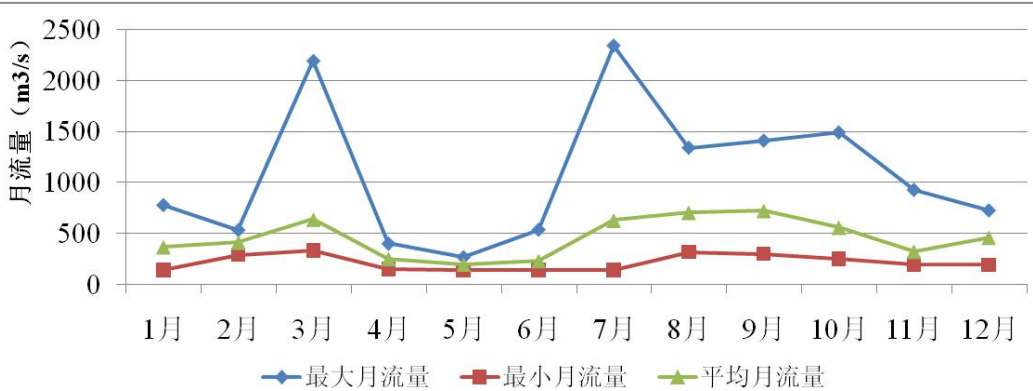


图 2-4 黄河（龙门段）月流量历时曲线图

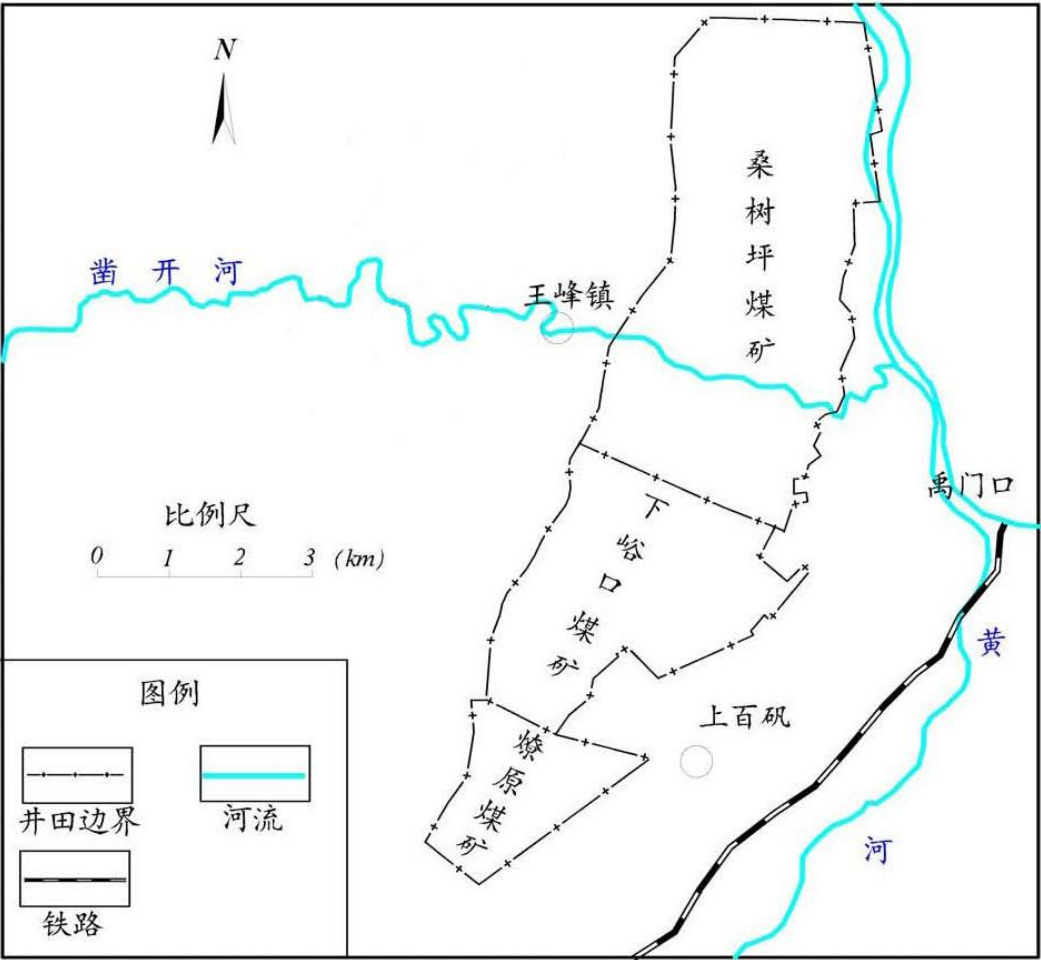


图 2-5 韩城市水系图

煤矿评估范围内无较大河流，但沟谷发育，多为间歇性溪流，其流量随季节而变化，冬春季节流量甚小或干涸。补给来源主要为大气降水，其次为上游的泉水。区内水系图见图 2-5。

### （三）地形地貌

区内地形由于受到地质构造、岩性、地表水等因素控制，在韩城大断层的西北侧属构造剥蚀低山丘陵区，在煤矿东南侧，则属山前倾斜冲积洪积平原，在丘陵内，基岩广泛裸露于沟谷之中，山顶均为广泛的黄土覆盖，由于剥蚀及地表水长期的冲刷切割，形成纵横交错的沟谷和蜿蜒曲折的梁峁，沟谷多呈“V”字型，两侧地形陡峭。在厚层黄土区冲沟极为发育，形成黄土崖、黄土柱、黄土漏斗等地貌景观，见图 2-6。

区内地形较为复杂，高程变化的幅度甚大，沟底与山顶的比高，大者可达 300m 以上，一般均在 100~200m 左右。地形高程以黄河水面为最低（+380m），江神庙为最高（+1002m），一般在 800m 左右。总的趋势是西北高，向东南方向逐渐降低。（地形地貌见照片 2-1、2-2）



照片 2-1 低山丘陵区（镜向：NW）

拍摄日期：2024 年 11 月 8 日



照片 2-2 平原区（镜向：SE）

拍摄日期：2024 年 11 月 8 日

### （四）植被

韩城市位于关中盆地东北隅，按照中国植被区划属于华北暖温带落叶阔叶林地带的西段，在陕西植被区划中，西北部属于黄龙-桥山次生水源涵养区，中部和东南部分属渭北黄土高原水土保持农田防护林区和关中平原四旁绿化农田防护林区。

矿区属暖温带华北落叶阔叶针叶林带的西段，植物种类繁多。适生植被包括：自然植被和人工植被。









照片 2-3 花椒树（镜向：W）  
拍摄日期：2024 年 11 月 8 日



照片 2-4 花椒地（镜向 NE）  
拍摄日期：2024 年 11 月 8 日



照片 2-5 人工草地（镜向 NW）  
拍摄日期：2024 年 11 月 8 日



照片 2-6 天然乔木植被侧柏（镜向 NE）  
拍摄日期：2024 年 11 月 8 日



照片 2-7 香蒲群落（镜向 E）  
拍摄日期：2024 年 11 月 8 日



照片 2-8 狼牙刺群落（镜向 S）  
拍摄日期：2024 年 11 月 8 日

褐土的表土呈褐色至棕黄色；剖面中、下部有粘粒和钙的积聚；呈中性（表层）至微碱性（心底土层）反应。褐土性土为粘化 B 层发育不明显的土壤，主要分布在浅山丘陵和山区。

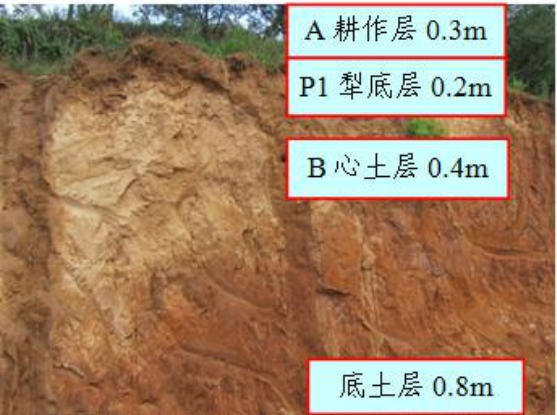
壤土主要分布在平缓的塬面上，壤土是在自然褐土上经人们施加土粪、长期耕种，熟化、堆积覆盖而形成的，数千年来，由于人类在自然褐土的腐殖质层上



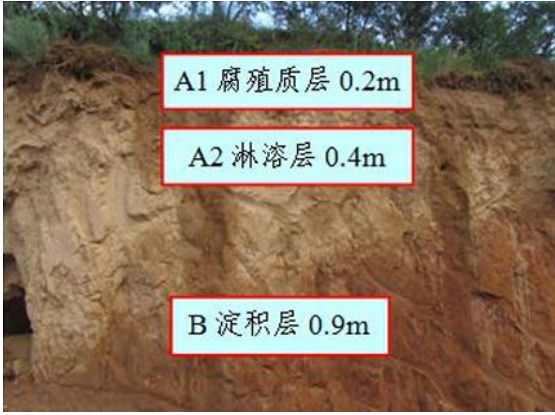
长期耕种，施加土粪，在褐土的腐殖质层上形成一层人工熟化的土层，人类耕作熟化的这层土壤被称作古耕腐殖质层，由于不断施加土粪和自然沉积，而形成复盖层，使耕作层逐渐脱离古耕腐殖质层。塋土母质为黄土或黄土状物质。土体结构,上部为活土层，下伏属自然褐土的层次，孔隙度为 52.5%，覆盖层质地为轻壤和中壤，有机质及养分含量较高，结构良好，透水、透气，便于耕作，有利于作物根系的生长。其下的粘土层质地中壤至重壤，结构紧密，孔隙度仅 42.3%，吸收性能强，通透性差，有托水托肥作用。它具有通气、通水、保水、保肥、耐旱、耐涝、发小苗也发老苗的生产性能，适种作物广泛，生产水平较高。

下峪口矿区农业土壤为碱性土，pH 值为 7.5~8.5；有机质含量在 15~30g/kg 范围内，全氮在 0.8~1.6g/kg 范围内，碱解氮在 60~90mg/kg 之间，表土层厚度>80cm。

复垦区典型土壤剖面见照片 2-9、照片 2-10。



照片 2-9 土壤典型剖面 1 (镜向: W)  
拍摄日期: 2024 年 11 月 9 日



照片 2-10 土壤典型剖面 2 (镜向: E)  
拍摄日期: 2024 年 11 月 9 日

## 二、矿区地质环境背景

### (一) 地层岩性

区内地层由老到新依次为：奥陶系中统马家沟组( $O_2m_2$ )和峰峰组( $O_2f$ )，石炭系中统本溪组( $C_2b$ )和上统太原组( $C_3t$ )，二叠系下统山西组( $P_1s$ )、下石盒子组( $P_1sh$ )，上统上石盒子组( $P_2sh$ )、石千峰组( $P_2s$ )及第四系( $Q$ )。分述如下：

#### 1、奥陶系

##### (1) 中奥陶统上马家沟组( $O_2m_2$ )

上部为深灰色厚层状白云岩与灰岩互层，中夹薄层泥岩；中部为黑灰色粗粒状中厚层状白云岩；下部为灰色中厚状灰岩夹薄层状泥灰岩及角砾状灰岩。厚度为 127~205m，平均厚度为 165m。

## （2）中奥陶统峰峰组(O<sub>2</sub>f)

上部为灰色厚层石灰岩、豹皮状灰岩；下部为黄灰色薄层泥灰岩、角砾状灰岩及黑色厚层灰岩组成。厚度 60~121m，平均厚度 90m。

## 2、石炭系

### （1）中石炭统本溪组(C<sub>2</sub>b)

岩性主要为粘土泥岩，灰色泥岩，砂质泥岩及灰色石英砂岩，大部分地区多无沉积，只有 20%钻孔有沉积，多分布在本井田东北部。接受沉积地区均以陆相沉积为主，厚度仅为 0~9m。

### （2）上石炭统太原组(C<sub>3</sub>t)

为海陆交互相沉积，是本煤矿主要含煤地层之一。下部以石英砂岩、砂砾岩为主，间夹粉砂岩、泥岩；中部为石英砂岩、粉砂岩、石灰岩和煤层组成；上部以砂岩为主，粉砂岩、砂质泥岩次之。本组地层厚度为 44~105m，平均厚度 67.4m，含煤多达 7 层。

## 3、二叠系

### （1）下叠统山西组(P<sub>1</sub>s)

以碎屑岩占主导地位，其次为砂质泥岩、粉砂岩及泥岩，含煤达 5 层之多，是井田另一主要含煤地层。本组厚度 34~97m。

### （2）下叠统下石盒子组(P<sub>1</sub>sh)

岩性主要为砂岩，夹薄层粉砂岩、砂质泥岩。砂岩为中粗粒结构，成份主要为石英，含长石及深色矿物，多为泥质胶结。顶部多为粉砂岩、砂质泥岩，其中夹有薄层灰色细粒砂岩。本组岩层中一般不含煤层，仅在少数钻孔中发现有个别可采见煤点，但厚度均不大，分布面积不广，无开采价值，本组厚度为 28~70m。

### （3）上叠统上石盒子组(P<sub>2</sub>sh)

岩层主要由砂岩、粉砂岩及砂泥岩互层组成。岩层为中细粒结构，中厚层状，多为复矿物砂岩，以硬砂岩为主，粉砂岩和砂质泥岩中铁质含量较高，与上述粒度砂岩成不等厚的互层出现，本组厚度 275~366m。

### （4）上叠统石千峰组(P<sub>2</sub>s)

岩层主要为中~粗粒砂岩与泥岩、粉砂岩、砂质泥岩互层组成。砂岩成份以石英为主，粉砂岩、砂质泥岩等较细粒的碎屑岩，均呈薄层状，风化后成碎片状。

顶部为一层厚约 20~40m 的泥岩，呈薄层状结构，本组厚度 170~240m。

#### 4、第四系（Q）

区内第四系分布广泛，直接覆盖于各时代地层之上，呈角度不整合接触。岩性以浅黄、黄色粉砂土及红色粘土，中间夹钙质结核层，底部常有一层胶结不良的砾石层，在河谷及沟底尚有近代冲积、洪积、坡积物，成分为砂砾石及混杂物。一般厚 0~56m 不等。

该区煤系地层综合柱状图见图 2-7。

#### （二）地质构造及地震

下峪口煤矿总体构造形态为一走向北东，倾向北西，沿走向与倾向有明显波状起伏的单斜构造。大中型构造不很发育，主要以褶皱、小型断裂及层滑构造为主。煤矿浅部边界邻近大型构造，造成含煤岩系呈急倾斜甚至微倒转状态，但由煤系露头线倾斜延伸不远，煤岩层倾角急剧变缓在 15° 以下，一般煤层倾角 5~6° 左右。

煤矿煤系地层内共发育褶曲构造 9 条，除下峪口背斜（Z7）与北子山向斜（Z8）两条褶曲规模较大外，其余各褶曲均幅度较小；发育两个挠曲（折）构造，构造的轴向均沿北东向连续延伸；共揭露落差在 1.0m 以上的断层 186 条，以发育正断层为主，计 173 条，逆断层 13 条，以倾角大于 45° 的高角度断层为主，落差最大者 10m，最小者 0.3m 以下。

据历史记载，1556 年华县大地震对本区的影响烈度达 8 度。韩城地区 1959 年 8 月曾发生 5.4 级地震，震感强烈，近 30 年来弱震活动较频繁，时有小地震发生。根据《中国地震动峰值加速度区划图》、《中国地震动反应谱特征周期区划图》，评估区地震动峰值加速度 0.15g，地震动反应谱特征周期为 0.40s。

矿区构造纲要图见图 2-8。

#### （三）水文地质条件

##### 1、含水层

根据勘探和生产资料，将本区含水层划分为四组，详细叙述如下：

##### 1) 第四系砂砾石层孔隙中等含水层组（H<sub>1</sub>）

该含水岩组主要分布在韩城正断层以东的平原区。由黄土及其上覆的坡积、洪积物组成，其前缘属黄河二、三级阶地，由砂、卵、砾及粘土组成。

地层时代 系统组		地 层 厚 度 (m)	煤 层 间 距 (m)	煤 层 编 号	地层柱状 1:200	岩 层 厚 度(m)				岩 性 描 述	标志层
						最小	最大	一般	累计		
二 叠 系	下 石 盒子 组 P1sh	$\frac{28-94}{50}$								中粒砂岩：灰白色厚及中厚层状，斜层理发育，层面含大而稀的云母片。	
										泥质粉砂岩：灰色，水平层理，含植物化石。	
						0	8	3.35	3.35	粉砂岩：灰色泥质胶结薄层状，层面含大量植物叶片化石，上部含植物根茎化石，中夹细砂岩。	
						0	7	4.4	7.75	煤：黑色块状。	
						0	1.3	0.4	8.15		
						0	3	1.1	9.25	粉砂岩：灰色，含植物根茎化石。	
						2	8	5	14.25	中粒砂岩：灰色灰白色，泥质胶结波状层理、斜层理，厚及中厚状，层面含炭屑及云母片。	
						0	7	4.4	18.65	细砂岩：灰色，薄层状，水平层理，含云母片，分选中等。	
						0	1.31	0.4	19.05	煤：黑色块状。	
						0	3	1.5	20.55	泥质粉砂岩：灰色，泥质胶结，含大量植物根茎化石。	
						0	8	3	23.55	中粒砂岩：灰色灰白色，泥质胶结波状层理、斜层理，厚及中厚状，层面含炭屑及云母片。	
						0	7	1	24.55	粉砂岩：灰色泥质胶结薄层状，层面含大量植物叶片化石，上部含植物根茎化石，中夹细砂岩。	
						0	3	1	25.55	煤：黑色块状，碎块，碎粒状。	
						0.2	2	1	26.55	砂质泥岩：灰色，含植物根茎化石及云母星点，团块状。	
						1.0	7	3.2	29.75	粉砂岩：灰色泥质胶结块状，裂隙发育。	
										中细粒砂岩：灰色，灰白色，砂、泥质胶结，以石英为主，含暗色矿物，波状层理、斜层理，厚及中厚状，层面含炭屑及大量云母片。	
						0	12	7.2	36.95		
						0	9	1.6	38.55	泥质粉砂岩：灰黑色，薄层状，层面含植物化石。	
						0.36	9.62	4.16	42.55	煤：黑色，粉末状、鳞片状、碎块，碎粒状。	
						0	4	2.5	45.05	砂质泥岩：灰黑色、灰色，含植物化石碎屑及云母星点。	
						0	9.0	4.0	49.05	细粒砂岩：灰色，灰白色，层面含炭屑及大量云母片。	
						0	5.22	2.8	51.25	煤：黑色块状，碎块，碎粒状。	
						0	4	1.6	52.85	粉砂岩：灰色，破碎，顶部有0.4米的细砂岩，致密块状。	
										中粒砂岩灰色：灰白色，泥质胶结，波状层理、斜层理，厚及中厚状，层面含大量砂泥质包体及炭屑。	
						0	54	11.1	63.95		K <sub>4</sub>
						0	3	2	65.95	粉砂岩：灰色，破碎。	
						0	1.74	0.58	66.55	煤：黑色块状，碎块，碎粒状。	
						0.5	2	1	67.55	泥质粉砂岩：灰色，含铝质及大量植物根茎化石，团块状。	
										粉砂岩：灰色，水平层理，致密块状，中夹四层菱铁矿层，底部有六号煤厚一般0.2米。	K <sub>3</sub>
						0	32	12.4	79.95		
						0	5	2.2	82.15	泥岩：灰色，含铝质及大量植物根茎化石，团块状。	
										粉砂岩、细砂岩、灰色，致密块状，水平层理含黄铁矿结核。	
						3.1	10	8.2	90.35		
										石英砂岩：灰白色，厚层、中厚层及薄层，致密坚硬，分选性差，底部常含砾。	
										粉砂岩 灰色，薄层状，钙质胶结，水平层理，含黄铁矿结核。	
						10	38	18.5	108.85	煤 黑色，块状、碎块状。	K <sub>2</sub>
										石灰岩、深灰色，致密坚硬，含方解石脉及大量蜓科化石。	
						0	8.34	2.8	111.55	煤，块状、碎块状、粉末状。	
						0.2	9.8	2	113.55	泥岩，灰色、浅灰色含铝质块状、团块状、含大量植物根茎化石及黄铁矿结核。	
						0.64	15.6	2.5	116.05	粉砂岩，浅灰色，黑色，均一块状，含黄铁矿结核，底部含12号煤。	
						0	4	2	118.05	粉砂质泥岩，灰色，薄层状，含大量黄铁矿结核。	
										粉砂岩，深灰色块状，含黄铁矿结核。	
						5	21	13.3	131.35	石英砂岩，浅灰色，硅质胶结，坚硬，分选性差，含黄铁矿结核。	
										砾岩：灰色、浅灰色，泥质胶结，砾石成分为石英。砾径直径为一厘米左右，滚圆度好，分选性差，致密、坚硬。	
						0	9			粘土泥岩，浅灰色、灰色，块状，含铝质，致密、细腻，具鲕状构造，含黄铁矿结核。	K <sub>1</sub>
										石灰岩，深灰色，块状，致密坚硬。	

图 2-7 地层综合柱状图



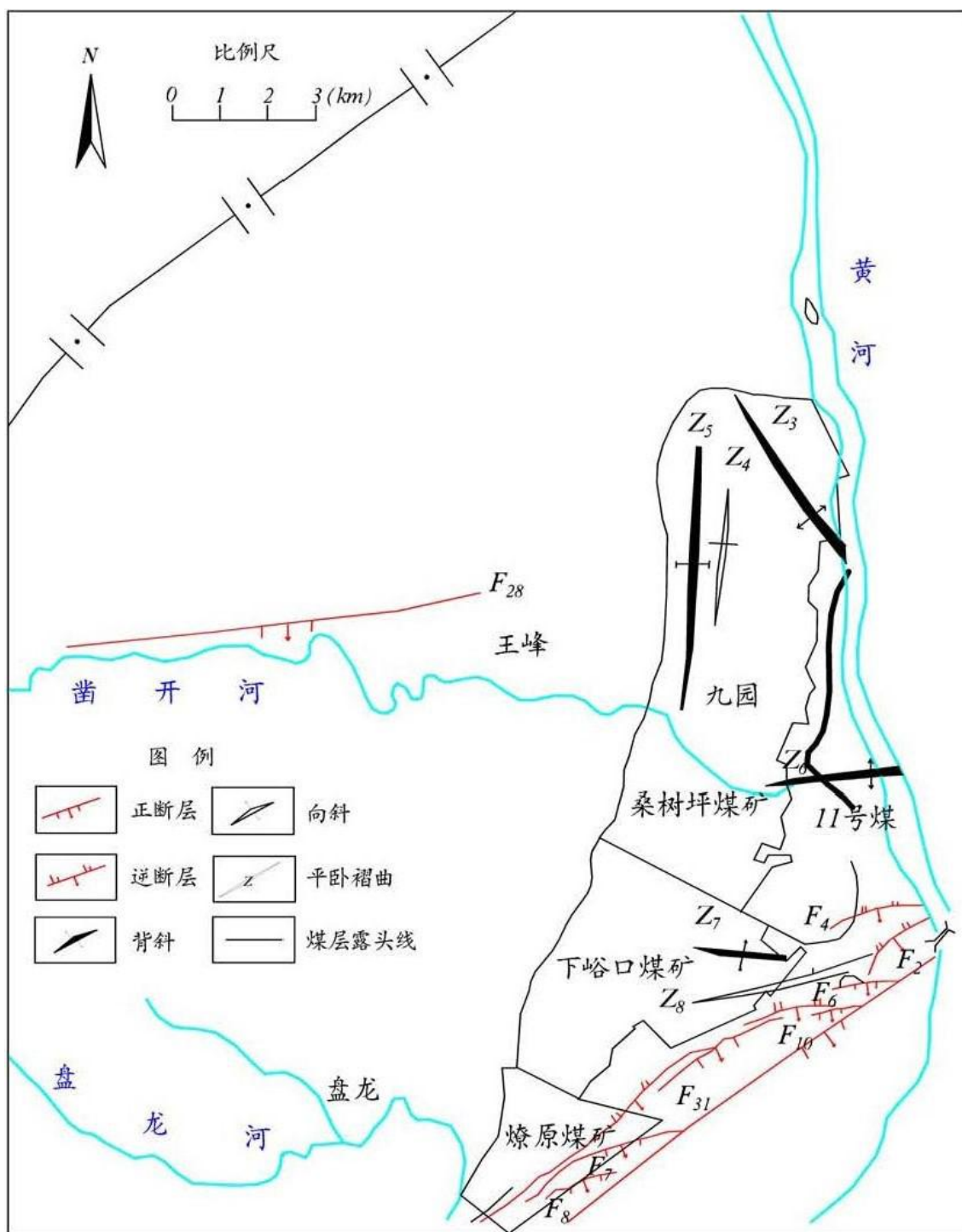


图 2-8 构造纲要图

在下峪口一带，含水层顶底标高为+356~+323m（底板之下为下更新统河湖相地层），其中的地下水属承压水，水位标高+372~+374m。单位涌水量  $q=1.30\sim 4.45\text{L/s}\cdot\text{m}$ ，水质为  $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg}$  型或  $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$  型，矿化度小于  $1\text{g/L}$ ，水温  $16\sim 17^\circ\text{C}$ 。（详细水文地质平面图 2-9、水文地质平面图 2-10）

第四系砂砾石层孔隙中等含水层组由上至下可细分为三个含水层：



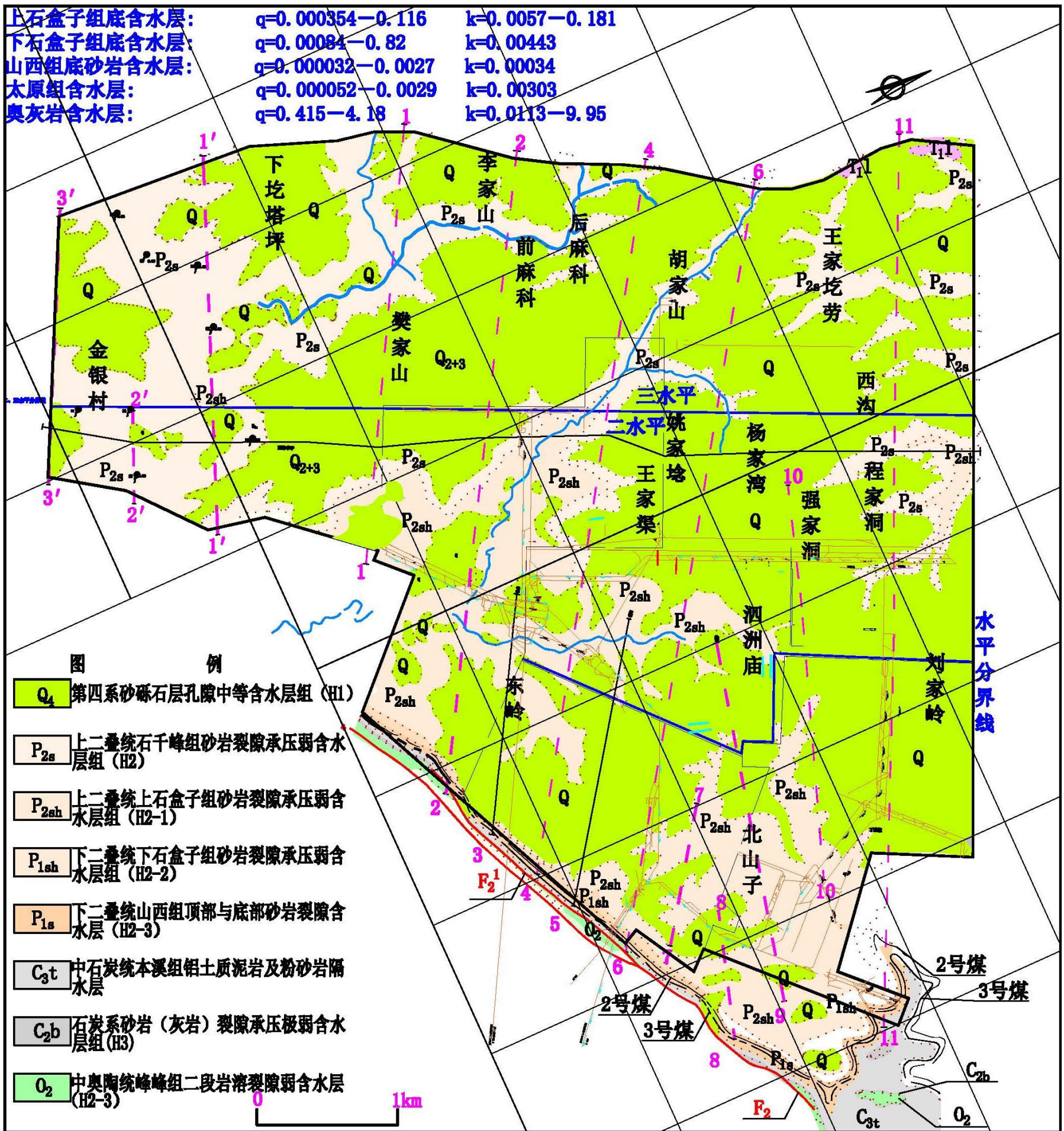


图 2-9 矿区综合水文地质图



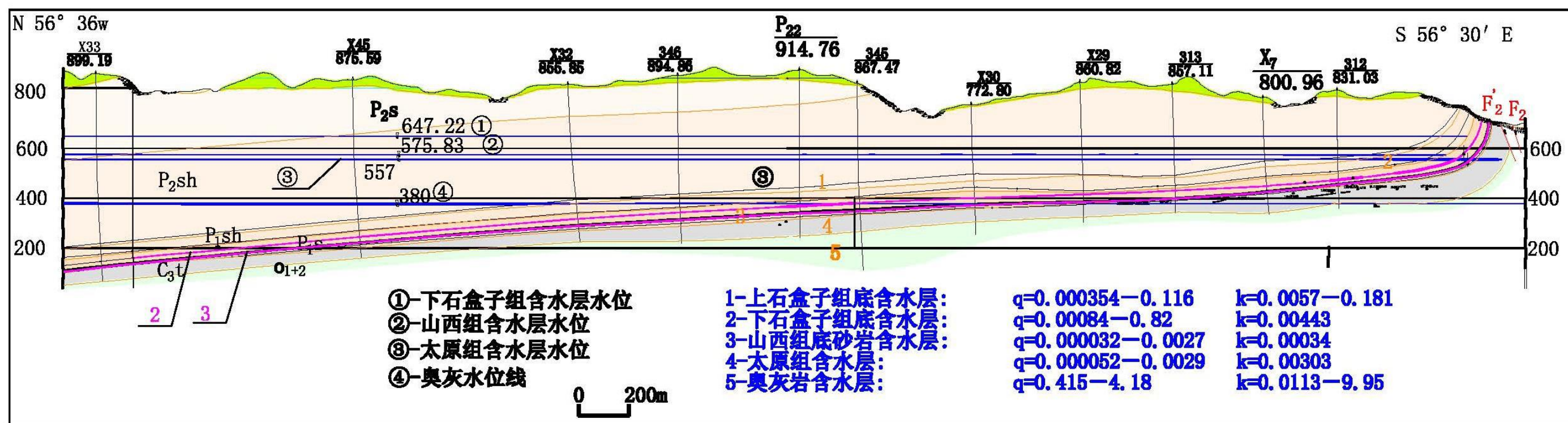


图 2-10 4-4' 水文地质剖面图

(1) 更新统孔隙含水层 ( $H_{1-1}$ )：位于第四系地层的上部，为褐黄色粗砂，含水层厚 27~53.7 m，平均厚度 33.1 m。单位涌水量  $q=1.83 \text{ L/s}\cdot\text{m}$ ，渗透系数  $K=11.78\text{m/d}$ 。水质类型： $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg}$  型或  $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$  型，矿化度  $M=0.834\text{g/L}$ 。

(2) 全新统粉砂岩孔隙含水层 ( $H_{1-2}$ )：位于第四系地层的中部，为黄褐色粉砂，含水层厚 10~24 m，平均厚度 11.8 m。单位涌水量  $q=3.06\text{L/s}\cdot\text{m}$ ，渗透系数  $K=9.24\text{m/d}$ 。水质类型： $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg}$  型或  $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$  型，矿化度  $M=1.302\text{g/L}$ 。

(3) 全新统中、粗砂岩孔隙含水层 ( $H_{1-3}$ )：位于第四系地层的下部，为黄褐色中、粗砂，含水层厚 26~36 m，平均厚度 29.80 m。单位涌水量  $q=10.68\text{L/s}\cdot\text{m}$ ，渗透系数  $K=7.20\text{m/d}$ 。水质类型： $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg}$  型或  $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$  型，矿化度  $M=1.24\text{g/L}$ 。第四系砂砾石层含水层底板起伏变化基本与地表起伏状况相当，即二二采区-二三采区-二四采区一线位分割线，两侧为较为低洼的沟谷。由第四系含水层厚度等值线可知，第四系含水层厚度分布不均，在二六-二三-二四采区一线、二五、二二、四采区一线第四系含水层厚度较厚。

表 2-1 下峪口井田含水层划分表

含水层组划分	代号	含水层组名称	含水层个数	代号	含水层名称
第一含水层组	$H_1$	第四系砂砾石层孔隙中等含水层组	3	$H_{1-1}$	更新统粗砂孔隙含水层
				$H_{1-2}$	全新统粉砂孔隙含水层
				$H_{1-3}$	全新统中、粗砂孔隙含水层
第二含水层组	$H_2$	二叠系砂岩层裂隙承压弱含水层组	3	$H_{2-1}$	上石盒子组砂岩裂隙含水层
				$H_{2-2}$	下石盒子组砂岩裂隙含水层
				$H_{2-3}$	山西组顶部与底部砂岩裂隙含水层
第三含水层组	$H_3$	石炭系砂岩（灰岩）裂隙承压极弱含水层组	1	$H_3$	砂岩与灰岩裂隙含水层
第四含水层组	$H_4$	奥陶系石灰岩溶隙溶洞承压强含水层组	4	$H_{4-1}$	峰峰组二段岩溶裂隙弱含水层
				$H_{4-2}$	上马家沟组二段岩溶裂隙强含水层
				$H_{4-3}$	上马家沟组一段岩溶裂隙弱含水层
				$H_{4-4}$	下马家沟组二段岩溶裂隙强含水层

## 2) 二叠系砂岩裂隙承压弱含水层组 ( $H_2$ )

二叠系地层主要由泥岩、砂质泥岩与各种不同粒度的砂岩相间组成。由于含水砂岩层次较多，并与粉砂岩、泥岩等隔水层相互重叠，构成复合含水岩层。地下水具有承压性，主要埋藏于中-粗粒砂岩裂隙中，细粒砂岩次之，泥岩、粉砂岩裂隙发育较差，并为方解石所充填，可视为相对隔水层。对煤层开采有一定影响的为山西组、下石盒子组含水层。由于岩性及地质构造的控制作用，这些岩组含

水性变化大。井田东南边部断层较多，构造破坏强，裂隙发育且开启程度好，向深部构造的变动影响急速减弱，形成了愈向深部水量愈减弱的变化规律。总体含水量并不丰富，且以静储量为主，尤其是煤系地层，水量相对更弱，故属于裂隙承压弱含水岩组。虽然该含水层组属弱、极弱含水层，但其富水性有不均一特点，在有的区域还会对生产造成影响。

上石盒子下段砂岩裂隙含水层（ $H_{2-1}$ ）：位于二叠系上石盒子组的底部，岩性为灰色白中粗粒砂岩。含水层厚 0~28m，平均厚度 15.0m。单位涌水量  $q=0.000354\sim0.116\text{L/s.m}$ ，渗透系数  $K=0.0057\sim0.181\text{m/d}$ 。

下石盒子组底部砂岩裂隙含水层（ $H_{2-2}$ ）：位于二叠系下石盒子组的底部（ $H_{2-2-2}$ ），岩性为灰色中粒砂岩，局部相变为细粒或粗粒砂岩，次为下石盒子组的上部中粒砂岩含水层（ $H_{2-2-1}$ ），厚 12.0~33.0m，平均厚度 19.75m。单位涌水量  $q=0.00084\sim0.82\text{L/s.m}$ ，渗透系数  $K=0.00443\text{m/d}$ 。

山西组底部砂岩裂隙含水层（ $H_{2-3}$ ）：由 2 号与 3 号煤层老顶砂岩含水层（ $H_{2-3-1}$  与  $H_{2-3-2}$ ）及山西组底部砂岩含水层（ $H_{2-3-3}$ ），平均厚度 35m。其中 2 号煤层老顶砂岩含水层岩性为灰色细砂岩与中粒砂岩，厚度 2.0~15.0m，平均 7.5m；3 号煤层老顶砂岩含水层岩性为灰色细砂岩与中粒砂岩，厚度 5.0~22.0m，平均 10.0m。含水层单位涌水量  $q=0.000032\sim0.3877\text{L/s.m}$ ，渗透系数  $K=0.00034\text{m/d}$ 。

### 3) 石炭系砂岩（灰岩）裂隙承压极弱含水层组（ $H_3$ ）

岩性为灰白色中—厚层状石英砂岩或灰色石灰岩，含水层最小厚度 10m，最大厚度 38m，平均厚度 18.5m。据邻矿资料，井下出水点出水量多小于  $1.0\text{m}^3/\text{h}$ ，涌水量不大。单位涌水量  $q=0.000052\sim0.0029\text{L/s.m}$ ，渗透系数  $K=0.00303\text{m/d}$ 。该含水层属于裂隙承压极弱含水层。

### 4) 奥陶系石灰岩溶裂隙承压强含水层组（ $H_4$ ）

奥陶系石灰岩层在井田边浅部出露，浅部岩层历经多次构造破坏作用，直立、倒转、褶曲、断裂，岩溶裂隙发育，为地下水的储存运移创造了良好条件，地下水以动储量和静储量并存为特征，在矿区边浅部径流带范围内形成了统一的含水水体。向井田的中深部方向，岩层倾角逐渐变小，断裂稀少，岩溶裂隙不发育，富水性变弱，地下水以静储量为主。相邻的桑树坪煤矿共施工揭露奥灰岩钻孔 15 个，钻孔中所见岩溶裂隙在 100m 范围内宽为 1mm，被泥质或方解石脉充填，裂隙率



在 1% 左右，冲洗液消耗量在  $0.2\sim 0.3\text{m}^3/\text{h}$ ，孔内水位稳定，基本上不漏失，钻孔单位涌水量  $1\text{ L/s}\cdot\text{m}$ 。在灰岩深  $100\sim 200\text{m}$  以内，主要为百米白云岩段，溶蚀裂隙比较发育，多为垂向裂隙，宽  $1\sim 3\text{mm}$ ，个别  $5\text{mm}$ ，多被方解石填充，孔内常有冲洗液漏失，单位涌水量常在  $1\text{ L/s}\cdot\text{m}$  以上。在灰岩深  $200\text{m}$  以下，岩溶发育微弱。说明奥陶系石灰岩纵向上岩溶裂隙发育具分带性，这种分带性决定了其水文地质特性的分带性，表现在奥陶系石灰岩岩溶裂隙承压强含水层组由相对隔水层段与几个含水层段复合而成，具有统一的水位高程，是一个非均质的具有多层段结构的复合承压含水层。

峰峰组二段岩溶裂隙弱含水层 ( $H_{4.1}$ )：为深灰色微晶灰岩，厚度为  $0\sim 34\text{m}$ 。

上马家沟组三段岩溶裂隙弱含水层 ( $H_{4.2}$ )：为弱含水层，厚  $33\sim 74\text{m}$ ，出露在马家沟拐弯处。

上马家沟组二段岩溶裂隙强含水层 ( $H_{4.3}$ )：此段在矿区广泛分布，层位稳定，厚度  $70\sim 120\text{m}$ ，为一主要强含水层，出露于马家沟南侧石灰窑旁，为岩溶裂隙强含水层。

下马家沟组二段岩溶裂隙强含水层 ( $H_{4.4}$ )：该段厚  $49\sim 68\text{m}$ ，为岩溶裂隙中等富水含水层。

冶里亮甲山组二段岩溶裂隙弱含水层 ( $H_{4.5}$ )：主要为燧石条带白云岩，巨厚层状，质地不均致密坚硬，垂直裂隙发育，被方解充填，可见缝合线，溶蚀裂隙及小溶洞、溶孔发育。厚度  $0\sim 57\text{m}$ ，为岩溶裂隙弱含水层。

## 2、隔水层

根据岩性特征进行划分，考虑到岩性和地层时代相互关系共划分为四个隔水层段，即第四系粉砂土亚粘土隔水层段、二叠系泥岩砂质泥岩隔水层段、石炭系泥岩粉砂岩隔水层段与奥陶系石灰岩隔水层段。分述如下：

### 1) 第四系粉砂土粘土隔水层

该隔水层为黄色粉砂土、淡红色粘土，厚  $0\sim 100\text{m}$  不等，夹钙质结核层。该层上部在河谷及沟底有河流冲、洪积形成的砾石、砂等近代堆积物，为局部分布的隔水层。底部常有一层胶结不好的砾石层为第四系底部的潜水含水层。

### 2) 二叠系泥岩砂质泥岩隔水层

岩性为黄绿色、灰绿色、灰黑色砂质泥岩、泥岩互层。含四个隔水带：

- 一为下石盒子组顶部泥岩与砂质泥岩互层段，平均厚度 8.90m；
- 二为山西组顶部的一段粉砂质泥岩、粉砂岩，平均厚度 7.30m；
- 三为 2 号煤直接顶板，为粉砂岩、粉砂质泥岩，平均厚度 3.74m；
- 四为 3 号煤顶板，为粉砂岩及粉砂质泥岩，平均厚度 11.69m。

### 3) 石炭系泥岩粉砂岩隔水层

由灰白色铝质泥岩、灰黑色碳质泥岩、煤层、浅灰色粉砂岩组成。从上到下可分为四个隔水带：

- 一是太原组上段，平均厚 4.44m；
- 二是太原组中段上部，平均厚度 25.25m；
- 三是太原组中段下部，平均厚度 5.92m；
- 四为本溪组铝土质泥岩及粉砂岩，平均厚度 5.16m。

### 4) 奥陶系泥灰岩隔水层

奥陶系石灰岩的隔水层段为峰峰组一段，位于上马家沟组二段强含水层之上。

峰峰组一段厚 50~72.79m，由灰绿色、灰黑色泥灰岩、泥质灰岩、灰岩、白云质灰岩、灰质白云岩和角砾状泥灰岩互层组成，质地不均，泥质含量高达 22.33~32.49%，多呈薄层状，交互成层，垂向变化快，裂隙不发育，且多被泥质充填，透水性弱。

## 3、地下水的补给、径流和排泄

### 1) 地下水的径流条件

#### (1) 煤系及其上部各含水层

含水层与隔水岩层交替互层，阻止了各含水层之间水力联系，加之地层向深部渐趋平缓，裂隙发育程度逐渐降低，故地表水体和降水对砂岩裂隙含水层补水作用微弱。在自然状态下，各含水层组之间不存在水力联系。地下水的径流条件较差，遇到河谷侵蚀区，地下水沿岩层走向，由河沟谷间分水岭向谷地运动，以泉水或渗流形式补给河流。

#### (2) 奥陶系灰岩含水层

奥陶系灰岩含水层中的地下水，迳流带处于矿区浅部单斜构造由急倾斜变成缓倾斜的转折部位。各组岩层错开对接导致上下含水层连通一起，形成了统一的含水水体及+380m 的统一区域水位。其径流形式在中深部通过构造裂隙以渗流的形

式向边浅部运动，即逆岩层倾向，向黄河谷地方排泄；在边浅部构造带，地下水在岩溶作用形成的岩溶裂隙中以管道流的形式运动。且依据矿井的孔 1、孔 2 和 W1 三个水文长观孔的监测数据，近年来，奥灰水位一直保持在+370m 以上，无明显的波动变化。

因此，矿井奥灰水一般不是矿井的直接充水水源。

## **2) 地下水的补给条件**

地下水的补给来源主要来自两个方面，一是地表河流的渗漏补给。区内有大小河流 7 条，其流向大致与地层走向垂直，河流在流经矿区浅部的灰岩段及边浅部断裂构造带地段均产生渗漏补给。二是大气降水的渗入补给。区内黄土覆盖厚度较大且分布面积广，加之地形复杂，地表径流条件好，大气降水以面流和片流的形式很快排泄到沟谷流走，仅在基岩露头与裂隙发育段有一些补给，其余地段渗透补充有限。

## **3) 地下水的排泄条件**

在采矿疏干含水层之前，地下水主要通过沟谷中泉水排泄。在基岩出露的边浅部，含水层与地表水之间互为补排关系，在雨季为地下水的补给区，旱季则成为地下水的排泄区。采矿过程中井巷、工作面的疏干作用为地下水的另一个重要排泄方式。

## **3、煤矿充水条件分析**

### **1、充水水源**

#### **1) 大气降水**

由于区内年降雨量小于蒸发量，加之地表泄水条件良好，在雨季只有少量降水下渗补给露头含水层，大气降水不会对矿井涌水量构成太大威胁，只有在塌陷区大气降水才会进入井下采空区，形成采空区积水。

#### **2) 地下含水层水**

该区主要含水层为煤系及其上覆地层中的砂岩（灰岩）含水层、煤系基底奥陶系石灰岩岩溶裂隙含水层。由于受沉积作用的控制，含水层与隔水层相间存在，形成多层结构的复合承压含水水体。

矿井开采 2 号、3 号煤层、3 下煤层时的主要充水含水层为山西组与下石盒子组砂岩含水层，其富水性与透水性不好，水力联系差，径流条件良好，补给量不

足，渗透有限，含水量不大，同时受隔水层阻隔，各含水层之间多无水力联系，充水方式主要为顶板淋水型。由于未来主采的 2 号和 3 号煤层距离奥灰较远，本区内部无大型构造发育，导通奥灰得出可能性小。且依据矿井的孔 1、孔 2 和 W1 三个水文长观孔的监测数据，近年来，奥灰水位一直保持在+370m 以上，无明显的波动变化。因此矿井奥灰水一般不是矿井的直接充水水源。

### 3) 地表水体

评估区内地表水体不发育，各冲沟雨季流水均对矿井不构成威胁。目前仅在二四采区存在季节性河流白帆河。依据 2024 年白矾河的地表水文观测成果，1 月至 8 月，流量均几乎为 0。因此，地表水不是矿井的直接充水水源。

### 4) 老空（窑）积水

下峪口煤矿目前开采区域为 2-2 采区及 2-3 采区，原一采区、四采区存在 3# 煤层采空积水，11#煤层采空积水区及巷道注水区，井田内积水区大致分为 6 部分。矿井周边存在 5 处小煤窑采空积水区，分别为盛捷矿采空积水区、石窑塔矿采空积水区、东岭新井采空积水区、龙门镇矿采空积水区和阳坡矿采空积水区。

目前，矿井涌水量构成中也有部分是来源于老窑/采空区的涌水。因此，采空区积水是矿井的直接充水水源之一。

综上，位于导水裂缝带范围内煤层顶板山西组、下石盒子组、上石盒子组砂岩弱富水含水层组和老空（窑）水是矿井的直接充水水源；奥灰水是矿井的潜在充水水源。

## 2、充水通道

### 1) 断层构造及裂隙

充水通道主要是断层构造及裂隙、封堵不良钻孔及煤层开采形成的导水裂隙。对矿井开采构成充水性的构造主要为中小型断层与裂隙。据二水平采掘巷道观测，一般裂隙单点出水量为  $0.01\sim 0.20\text{m}^3/\text{h}$ ，最大出水量为  $2\text{m}^3/\text{h}$ （300 北翼轨道巷），遇断层几乎都出水，但水量均不大，一般为  $0.1\sim 0.5\text{m}^3/\text{h}$ 。断层、裂隙出水以顶板滴水、淋水为主。

截至目前，矿井从未发生过由于断层导水而引起的突水事故，后续随着开采深度的加大，在带压开采条件下奥灰水仍存在通过隐伏导水构造（包括导水断层）进入采动空间的可能，因此后续矿井针对工作面内隐伏导水构造的探查是防治水

工作的重点。

## 2) 顶板采动裂隙

煤层回采扰动形成的导水裂缝带是顶板水进入矿井的主要通道之一，导水裂隙带的高度与井下煤层开采厚度、煤层顶板管理方法、岩性等直接相关。矿井主采 3 号、3 号下煤层，煤开采后产生的导水裂缝带会使上覆含水层的水导入矿井，尤其本矿井大型断层构造不发育，导水裂缝带是顶板水进入矿井的主要通道。

## 3、煤矿涌水量

目前，根据 2022-2024 年下峪口煤矿涌水量台账可知：矿井涌水量  $44.5\text{m}^3/\text{h} \sim 93.9\text{m}^3/\text{h}$  ( $1068.0\text{m}^3/\text{d} \sim 2253.6\text{m}^3/\text{d}$ )，平均涌水量  $70\text{m}^3/\text{h}$  ( $1680.0\text{m}^3/\text{d}$ )；与以往矿井涌水量相比变化不大（2019 年记录下峪口煤矿正常涌水量为  $2300\text{m}^3/\text{d}$ ）。

经过多年开采，工作面实际揭露断层均小于三米且无出水现象，开采 2 号、3 号煤层时的主要充水含水层为山西组与下石盒子组砂岩含水层，其富水性与透水性不好，水力联系差，径流条件良好，补给量不足，渗透有限，含水量不大，同时受隔水层阻隔，各含水层之间多无水力联系，充水方式主要为顶板淋水型。

## （四）工程地质条件

### 1、黄土工程地质特征

黄土为粘土、粉质粘土，上部结构疏松，具孔隙；下部致密，孔隙少而小。具湿陷性。塬边缘地形坡度大，易发生黄土崩塌、滑坡。

### 2、岩石工程地质特征

根据岩石的岩性组合特征，力学性质，共划分 3 个工程地质岩组。即：砂岩岩组、泥岩岩组和煤层，现分述如下：

砂岩岩组：包括各粒级的砂岩，单轴抗压强度  $23.9 \sim 79.4\text{MPa}$ ，平均  $42.2\text{MPa}$ ，分层厚度大于  $0.2\text{m}$ ，是稳定性较好的岩体。

泥岩岩组：包括泥岩、砂质泥岩，以及遇水泥化的砂质岩，水稳定性差，单轴抗压强度  $20.9 \sim 27.7\text{MPa}$ ，平均  $24.3\text{MPa}$ ，是稳定性很差的岩体。

煤层：煤层的抗压强度小。

### 3、煤层顶底、板特征

下峪口煤矿 2 号煤层直接顶板为 2 类中等稳定顶板，老顶（基本顶）为 I 级来压不明显顶板；3 号煤层直接顶板为 1b 类不稳定顶板，老顶（基本顶）因煤层采



高不同，而表现为不同来压等级，当煤层采高为 2m 时，表现为Ⅰ级来压不明显顶板，而当放顶煤采高达到 6m 时，表现为Ⅱ～Ⅲ级来压明显到强烈顶板；

2 号煤层底板类型因岩性不同有Ⅰ类极软、Ⅱ类松软、Ⅲ类较软及Ⅳ类中硬四种类型，3 号煤层底板为煤层时均为Ⅱ类松软底板。

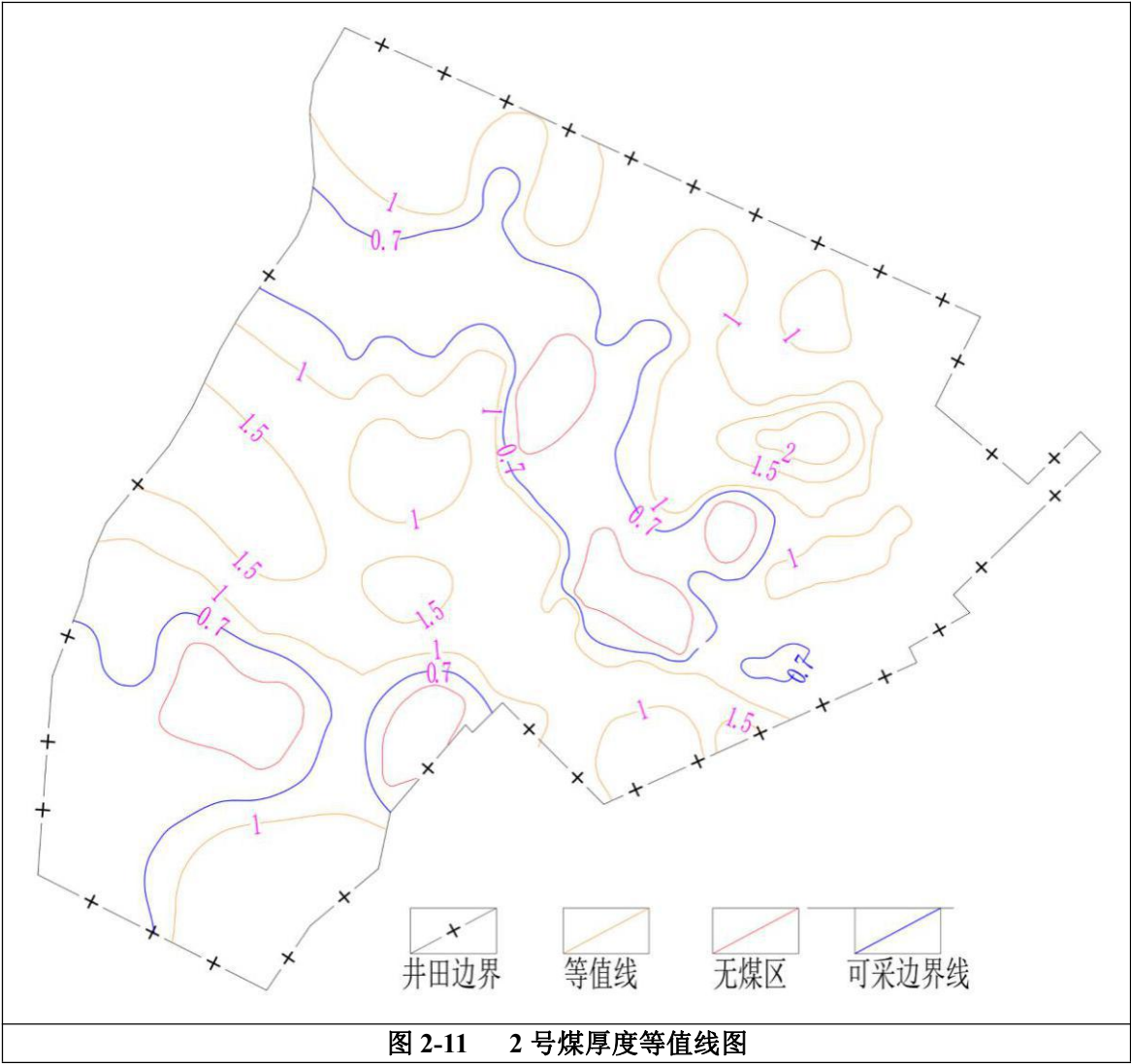
（五）煤层地质特征

1、含煤性

下峪口煤矿主要含煤地层为上石炭统太原组和下二叠统山西组。

2、可采煤层

下峪口煤矿可采煤层为 2 和 3 煤层，煤层特征见表 2-2，2 号煤厚度等值线图见 2-11，3 号煤厚度等值线图见 2-12。



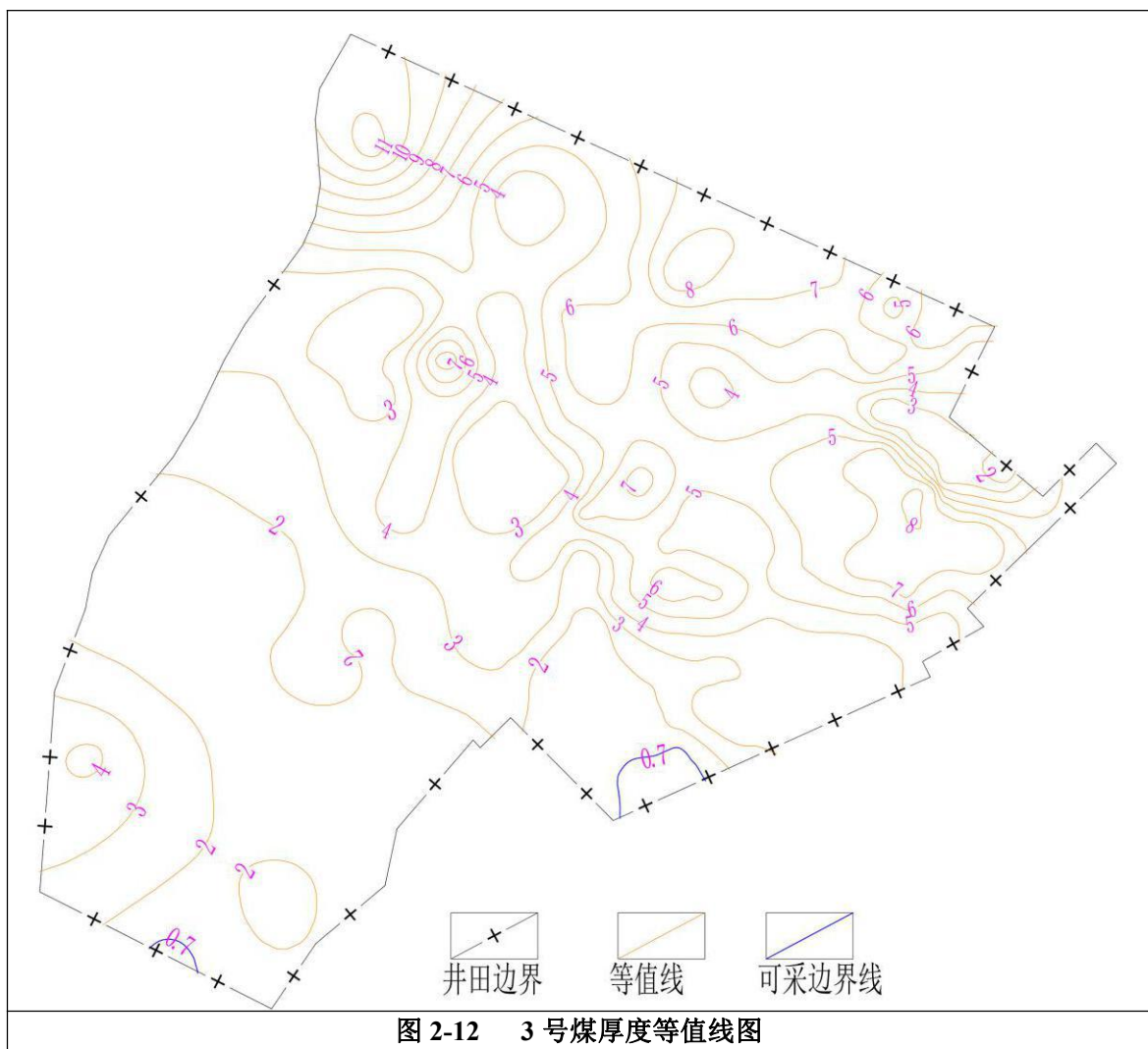


图 2-12 3 号煤厚度等值线图

表 2-2 可采煤层特征表

煤层号	煤层厚度 (m)	夹矸层数	顶底板岩性	煤 层 稳定性	可采 情况
	最小~最大 平均		顶底板岩性 底板岩性		
2	****~**** ****	一般不含	中—细粒砂岩 泥岩、碳质泥岩	不稳定	局部 可采
3	****~**** ****	一般不含	中—细粒砂岩 砂质泥岩、泥岩	较稳定	全区 可采

### 三、社会经济概况

#### (一) 韩城市

韩城市位于陕西东部黄河西岸，关中盆地东北隅，黄河西岸，是陕西省所辖副地级市，北依宜川县，西邻黄龙县，南接合阳县，东隔黄河与山西省河津、乡宁、万荣等县市相望，地理坐标介于东经 110° 07′ 19″ ~110° 37′ 24″、北纬 35° 18′ 50″ ~35° 52′ 08″ 之间，境域南北最长处 50.2km，东西最宽处 42.5km，

总面积 1621km<sup>2</sup>，全市辖 6 镇 2 个街道办事处，276 个行政村，常住人口 50.0 万人，户籍人口 39.0946 万人。

2024 年全市生产总值 688.1 亿元，按可比价格计算,比上年增长 9.5%。其中，第一产业增加值 15.6 亿元，增长 4.6%；第二产业增加值 250.3 亿元，增长 9.9%；第三产业增加值 83.1 亿元，增长 9.2%。人均生产总值 87120 元；城乡居民收入持续增加，全年城镇居民人均可支配收入 32420 元，较上年增长 8.9%，城镇居民人均消费支出 21634 元；农村居民人均可支配收入 13538 元，增长 9.2%，农村居民人均消费支出 8975 元。

**（二）龙门镇概况**

龙门镇位于韩城市东北 23km，东临黄河，西依梁山，自古是大西北通往华北的要冲。是韩城市的工业重镇，矿产资源丰富，镇内的龙门冶金工业园被确定为陕西省“循环经济示范点”和我国西部首家生态工业园，也是我国西部最大的焦炭生产基地和西北三大钢铁基地之一，龙门镇近 3 年社会经济情况具体见表 2-3。

**表 2-3 龙门镇近 3 年社会经济情况表**

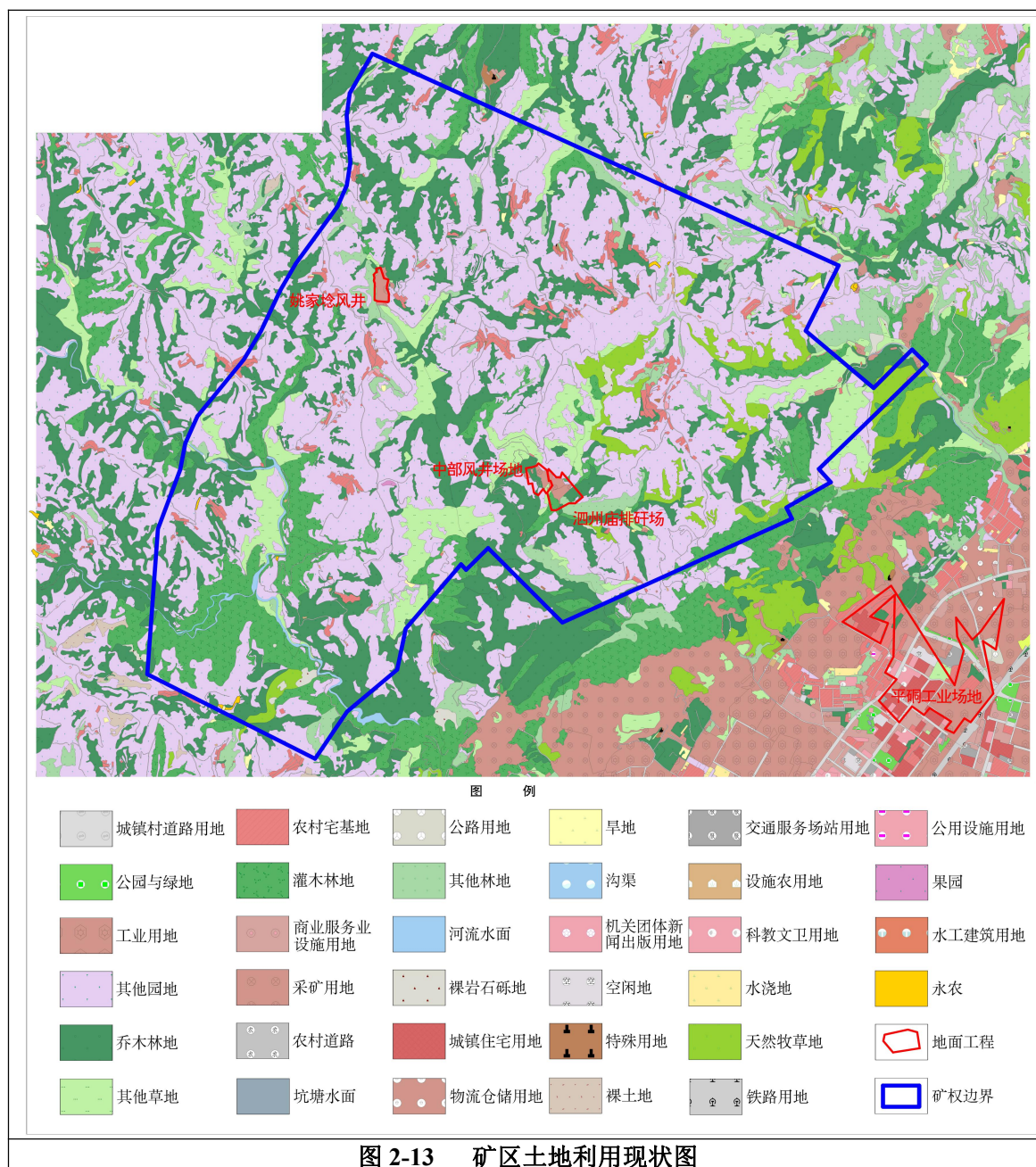
年度	2022 年	2023 年	2024 年
总人口（万人）	7.9	7.9	7.9
农业人口（人）	53426	53210	53410
人均耕地（亩/人）	0.15	0.13	0.12
工农业总产值（亿元）	12.6	12.8	13.0
农业产值（亿元）	3.0	3.1	3.2
城镇居民人均纯收入（元/人）	39100	41200	433410
农民人均纯收入（元/人）	19500	20100	20700
耕地面积（亩）	1600	1550	1550

**资料来源：龙门镇 2022~2024 年国民经济与社会发展统计公报**

龙门镇是韩城市的工业重镇，矿产资源丰富，有煤炭、石灰石、铁矿、铝土矿、高岭土、大理石等。镇域内的龙门冶金工业园拥有冶金、电力、焦化、水泥、煤炭开采等各类企业，20 多个(中、省、市属企业 15 个)。园内企业年生产原煤 200 万吨。

## 四、土地利用现状

陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿部分已建工程位于采矿权范围外（井田范围外的工业场地占地(90.37hm<sup>2</sup>)), 因此项目区面积=采矿权范围面积+采矿权范围外占地面积=2759.63+90.37=2850.00hm<sup>2</sup>，其中项目区范围内基本基本农田1.45hm<sup>2</sup>。（见图 2-13）



共涉及标准分幅土地利用现状图 8 幅，图幅号分别为：\*\*\*\*\*、\*\*\*\*\*、\*\*\*\*\*、\*\*\*\*\*、\*\*\*\*\*、\*\*\*\*\*、\*\*\*\*\*、\*\*\*\*\*。依据收集的韩城市自然资源局第三次全国国土调查成果及《土地利

用现状分类》（GB/T21010-2017）标准，项目区的土地利用现状类型划分为 12 个一级类和 28 个二级类，包括耕地、园地、林地、草地、商业用地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、特殊用地、交通运输用地、水域及水利设施用地和其他土地，各类土地利用面积见表 2-4，土地利用现状情况见附图 2。

表 2-4 土地利用现状表

与矿权关系	一级地类		二级地类		矿区内面积(hm <sup>2</sup> )	占总面积比例（%）
矿权内	01	耕地	0102	水浇地	0.12	0.00
			0103	旱地	2.00	0.07
	02	园地	0201	果园	0.53	0.02
			0204	其他园地	1423.88	51.60
	03	林地	0301	乔木林地	548.79	19.89
			0305	灌木林地	280.02	10.15
			0307	其他林地	92.77	3.36
	04	草地	0401	天然牧草地	88.11	3.19
			0404	其他草地	187.31	6.79
	05	商业用地	0505	商业金融用地	0.31	0.01
	06	工矿仓储用地	0601	工业用地	5.81	0.21
			0602	采矿用地	6.49	0.24
			0604	物流仓储用地	0.02	0.00
	07	住宅用地	0702	农村宅基地	59.73	2.16
	08	公共管理与公共服务用地	0801	机关团体用地	0.68	0.02
			0803	教育用地	0.52	0.02
			0809	公用设施用地	0.14	0.01
	09	特殊用地	09	特殊用地	0.76	0.03
	10	交通运输用地	1003	公路用地	3.17	0.11
			1004	城镇村道路用地	1.77	0.06
			1005	交通服务场站用地	0.07	0.00
			1006	农村道路	35.89	1.30
	11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	10.88	0.39
			1104	坑塘水面	0.03	0.00
			1107	沟渠	1.20	0.04
	12	其他用地	1202	设施农用地	2.86	0.10
			1206	裸土地	0.04	0.00
			1207	裸岩石砾地	5.73	0.21
合计					2759.63	100.00



与矿权关系	一级地类		二级地类		矿区内面积(hm <sup>2</sup> )	占总面积比例 (%)
矿权外	03	林地	0301	乔木林地	2.60	2.88
			0307	其他林地	0.12	0.13
	04	草地	0404	其他草地	1.92	2.13
	05	商业用地	0505	商业金融用地	3.64	4.03
	06	工矿仓储用地	0601	工业用地	34.79	38.5
			0602	采矿用地	0.50	0.55
			0604	物流仓储用地	0.75	0.83
	07	住宅用地	0701	城镇宅基地	14.43	15.97
			0702	农村宅基地	12.41	13.73
	08	公共管理与公共服务用地	0801	机关团体用地	2.88	3.19
			0803	教育用地	2.72	3.01
			0810	公园与绿地	0.51	0.56
	10	交通运输用地	1003	公路用地	0.88	0.97
			1004	城镇村道路用地	8.33	9.22
			1005	交通服务场站用地	1.21	1.34
			1006	农村道路	0.14	0.15
	12	其他用地	1201	空闲地	2.54	2.81
合计					90.37	100.00

耕地：在井田范围内零星分布，耕地面积为 2.12hm<sup>2</sup>，占比为 0.07%，为水浇地和旱地，其中水浇地主要分布在井田内河流两侧，河流水作为灌溉水源。旱地主要分布在黄土塬面，壤肥力质量较差，地力质量一般，生产水平较低。

园地：矿区内主导地类为园地，面积为 1424.41hm<sup>2</sup>，占比为 51.62%，主要分布在坡地及经整治形成的梯田带上，地类属性以“其他园地”为主，以花椒栽培为主要利用方式。

林地：面积为 921.58hm<sup>2</sup>，占比为 33.40%，主要分布黄土谷坡地带，乔木林地、竹林地、灌木林地和其他林地均有分布。主要种类有杨树、刺槐林、狼牙刺、紫穗槐等。

草地：面积为 275.42hm<sup>2</sup>，占比为 9.98%，主要分布在井田范围东侧，包含天然牧草地和其他草地。主要种类有小冠花、苜蓿等。

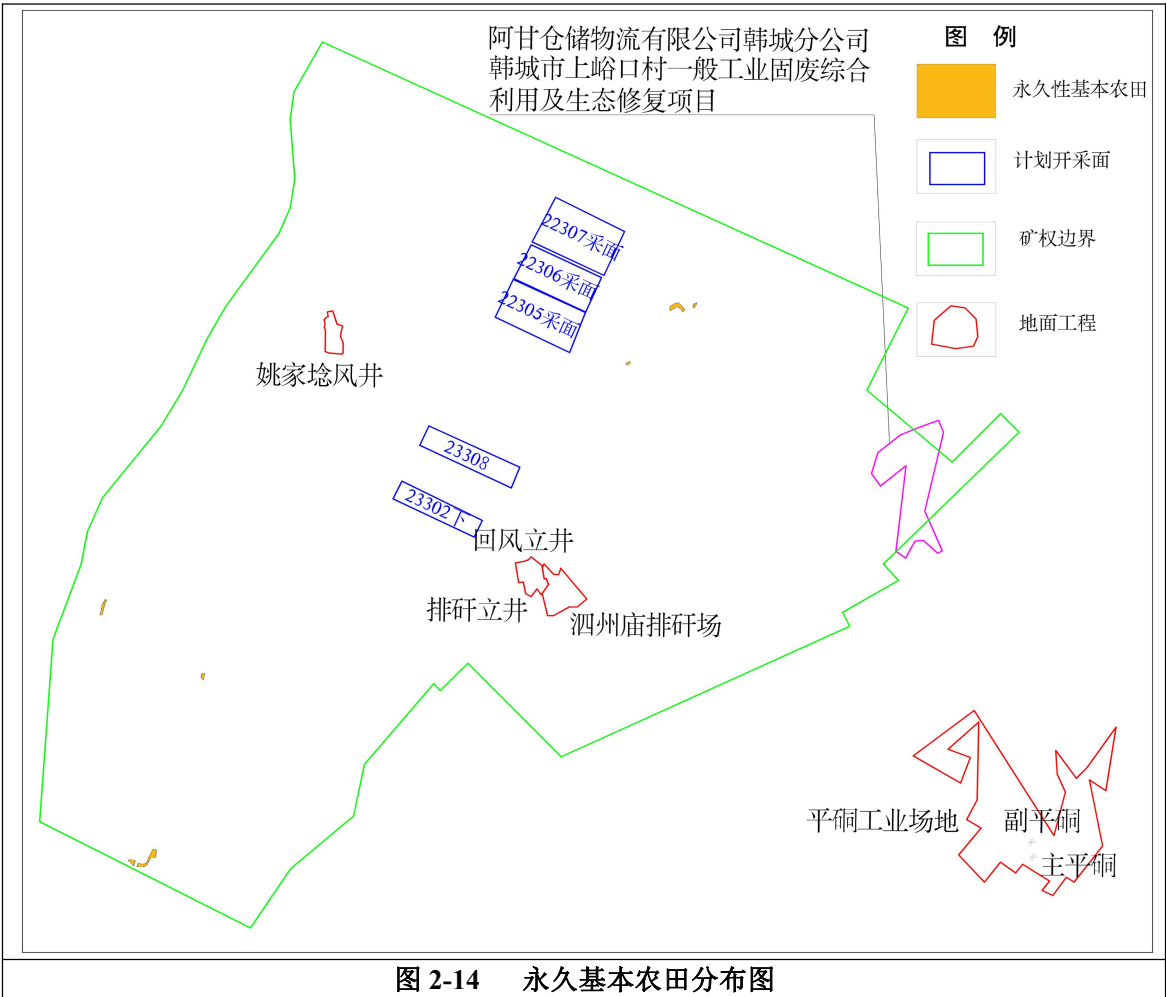
商业用地面积 0.31hm<sup>2</sup>，占比为 0.01%；工矿仓储用地为工业用地、采矿用地和物流仓储用地，用地面积 12.32hm<sup>2</sup>，占比为 0.45%；住宅用地全部为农村宅基地，面积 59.73hm<sup>2</sup>，占比为 2.16%；公共管理与公共服务用地为机关团体用地、

教育用地和公用设施用地，用地面积 1.34hm<sup>2</sup>，占比为 0.05%；特殊用地面积 0.76hm<sup>2</sup>，占比为 0.03%；交通运输用地为公路用地、城镇村道路用地、交通服务场站用地和农村道路，用地面积 40.90hm<sup>2</sup>，占比为 1.47%；水域及水利设施用地为河流水面、坑塘水面和沟渠，用地面积 12.11hm<sup>2</sup>，占比为 0.43%；其他用地为设施农用地、裸土地和裸岩石砾地，用地面积 8.63hm<sup>2</sup>，占比为 0.31%。

与上期方案的变化情况：上一期方案项目区总面积 2759.63hm<sup>2</sup>，采用的是二调数据，地类以园地、林地和草地为主；本期方案涉及矿区范围扩大，总面积 2850.00hm<sup>2</sup>，采用最新的三调数据，地类以园地、林地和草地为主。

（二）永久基本农田情况

项目区范围内永久基本农田 1.45hm<sup>2</sup>。平硐工业场地、中部风井场地、泗洲庙排矸场地（已治理）、姚家塄风井及场内外道路等永久性建设用地未压占永久基本农田，现状及预测近期五年地面塌陷区也无永久基本农田。见图 2-14。



## 五、矿山及周边其他人类重大工程活动

评估区人类工程活动主要为农业生产、煤矿开采、公路等。

### （一）煤矿开采

下峪口煤矿北与桑树坪煤矿接壤，南与燎原煤矿毗邻，西与王峰煤矿毗邻，见表 2-5。

表 2-5 周边煤矿分布情况一览表

序号	名称	开拓方式	开采煤层	备注
1	桑树坪煤矿	斜井、立井	3	生产
2	燎原煤矿	斜井	2、3、11	生产
3	王峰煤矿	斜井、立井	2、3、11	建设期

### （二）道路、建筑物

根据现场调查，下峪口煤矿工业场地、中部风井场地和风井场地及相应通行道路均在建矿初期建设完成，评估区范围内公路均为等级外县乡道路。

### （三）输电线路、光伏板

下峪口煤矿从平硐工业场地通往泗洲庙排矸场地的高压线路与巷道永久性煤柱一起布置，其余均为民用输电线路。

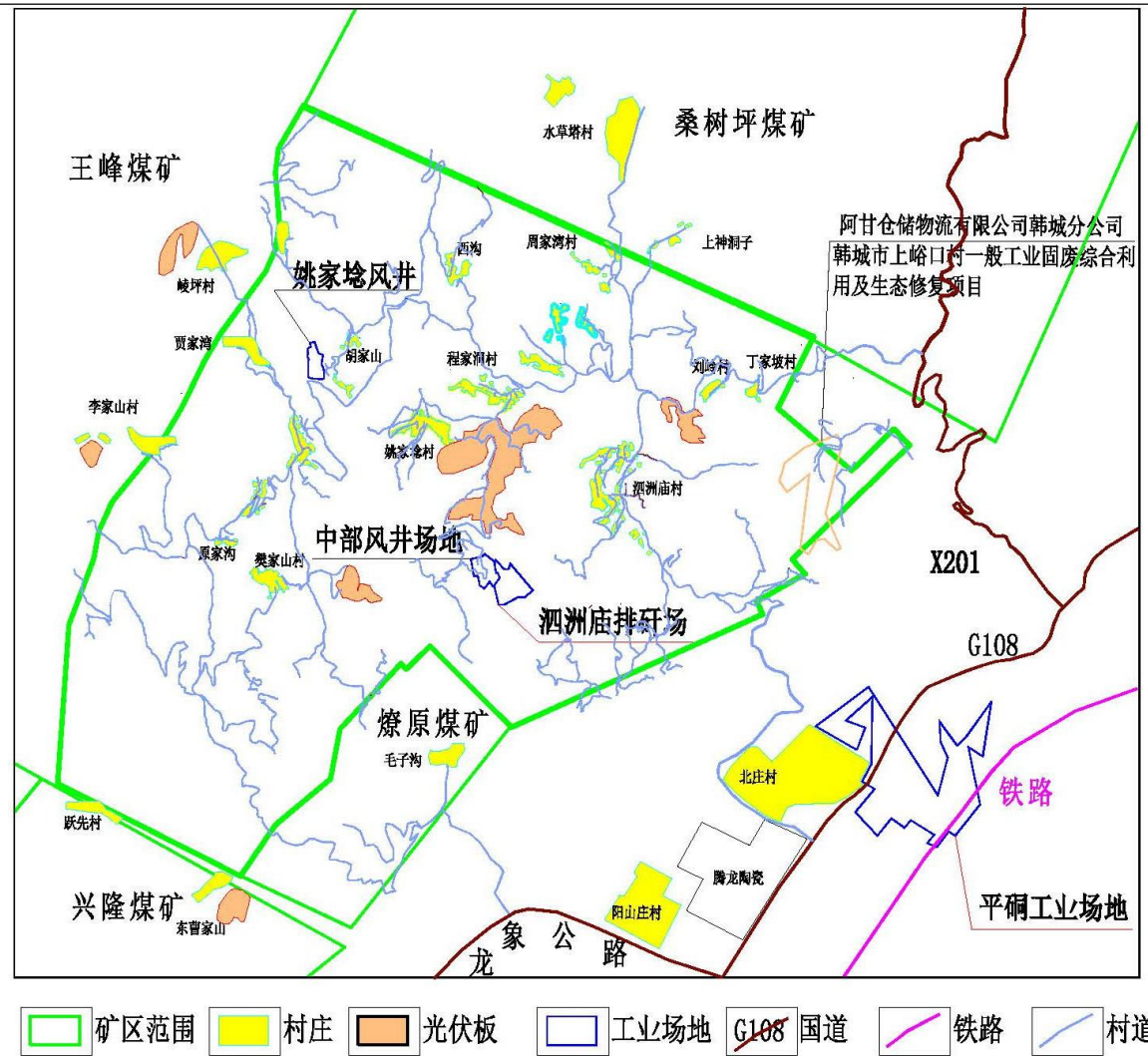
### （四）农业生产活动

根据调查，评估区范围内共涉及 22 个自然村，共计 1029 户，3720 人。有关调查结果见表 2-6。煤矿范围内村庄见图 2-15、照片 2-11、2-12。

表 2-6 评估区村庄、住户、人口、耕地等一览表

自然村村名	户数（户）	人口（人）	房屋（间）	耕地（hm <sup>2</sup> ）
程家洞	76	228	684	500
强家洞	8	26	78	532
水草塔	20	65	185	312
梁后村	3	12	36	355
杨湾	38	115	345	460
泗洲庙	148	476	1428	1904
姚家埝	8	24	72	1012
刘岭	40	131	393	524
丁家坡	28	92	276	368
下圪针坪	21	80	240	320
樊家山	44	175	525	700
原家沟	32	150	450	600

自然村村名	户数（户）	人口（人）	房屋（间）	耕地（hm <sup>2</sup> ）
前麻科	16	60	180	240
后麻科	11	43	129	172
李家山	119	485	1455	1940
张家山	124	508	1524	2032
贾湾	93	316	948	1264
胡家山	24	103	309	412
王家仵佬	15	60	180	240
西沟	40	128	384	512
孟家卓子	19	80	240	320
金银村	22	80	240	320
合计	949	3437	10301	15309



评估区内农业生产活动以花椒园林经营为核心，经过多年开垦种植，形成了

连续成片的花椒园林带，生产力水平较高，成为地方农业经济的重要支柱。从土地利用空间分布上来看，评估区呈现出了“以园地为主体、林草为背景”的空间格局，基本无传统耕地。韩城“大红袍”花椒为当地特色品种，突出表现为粒大肉厚、色泽鲜艳、香气浓郁且麻味纯正，在区域品牌建设与精深加工中具备明显的市场识别度与产业带动效应。



照片 2-11 胡家山（镜向：E）  
拍摄日期：2024 年 11 月 9 日



照片 2-12 王家吃佬（镜向：S）  
拍摄日期：2024 年 11 月 9 日

### （五）工业活动

在评估区东北部（龙门镇上峪口村西北南岔沟）有一处韩城市上峪口村一般工业固废综合利用及生态修复项目，责任主体为阿甘仓储物流有限公司韩城分公司，该项目总投资 1448.9 万元。根据企业提供《韩城市上峪口村一般工业固废综合利用及生态修复项目土地复垦方案报告书》，项目所在区域无地下采空区，未压覆矿产资源。

综上，确定评估区范围内总体人类工程活动强烈。

## 六、矿山及周边土地复垦与地质环境治理案例分析

### （一）已公告方案适用期工程部署情况

2019 年陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿委托中煤科工集团西安研究院有限公司编制了《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，通过了陕西省自然资源厅审查，并于 2020 年 4 月 15 日取得了陕西省自然资源厅的公告，方案适用期为 2020-2024 年。

《两案》适用期内治理工程部署主要如下：

#### 1、不稳定地质体治理

(1)胡家山滑坡（H01）、丁家坡滑坡（H02）设置警示标志；



(2)地面巡查;

(3)维修地面塌陷 TX01、TX02 受损的乡村道路; 修复受损电线杆;

(4)对胡家山滑坡(H01)、丁家坡滑坡(H02)、在位于地面塌陷 TX01、TX02 的对岸梁、泗洲庙及东岭实施地灾位移变形监测; 对程家洞村、姚家埝村、刘岭村、泗洲庙排矸场及乡村道路进行设置建(构)筑物、道路裂缝监测点。

## 2、含水层监测

(1)对水文监测井、刘岭村水井、姚家埝村水井、程家洞村水井进行含水层水位、水质监测。

## 3、地形地貌监测

(1)采用高精度遥感数据, 监测不稳定地质体、地形地貌景观。

## 4、水土环境监测

(1)在工业场地矿井水排放口进行水体监测, 在井田南部(近期采空区)、井田北部(中期采空区)、井田东部(中期采空区)、井田西部(中期采空区)进行土壤监测;

## 5、土地复垦

(1)对临时用地进行复垦, 复垦面积 1.80hm<sup>2</sup>, 复垦区栽植紫穗槐, 撒播紫花苜蓿;

(2)对泗洲庙排矸场地已堆矸区域进行覆土、植被恢复, 对堆渣表面和坡面进行客土覆土, 然后进行土地平整, 堆渣表面采用乔灌木林草恢复模式, 堆渣坡面撒播紫花苜蓿, 复垦面积 2.12hm<sup>2</sup>;

(3)对北进风立井、北回风立井进行覆土复垦, 复垦面积 0.60hm<sup>2</sup>;

(4)对地表进行土地损毁监测次数 7920 次, 对复垦后的土地进行复垦效果监测: 土壤质量监测 1200 次, 复垦植被监测 800 次, 复垦配套设施监测 500 次。

(5)对搬迁后的刘家庄村进行砌体清理及石渣外运, 混凝土拆除 25672m<sup>3</sup>, 砌体拆除 14514m<sup>3</sup>, 石渣外运 396236m<sup>3</sup>。对搬迁后的刘家庄村进行土地复垦, 复垦为旱地面积 10.24hm<sup>2</sup>。

(6)对已损毁沉陷土地进行复垦, 复垦面积 1042.58hm<sup>2</sup>。

(7)对搬迁后的西郭村进行砌体清理及石渣外运, 混凝土拆除 25473m<sup>3</sup>, 砌体拆除 14313m<sup>3</sup>, 石渣外运 396036m<sup>3</sup>。对搬迁后的西郭村进行土地复垦, 复垦为旱

地面积 16.05hm<sup>2</sup>。

(8)对复垦后的园地、林地、草地进行管护，其中园地管护面积 294.29hm<sup>2</sup>，林地管护面积 58.92hm<sup>2</sup>，草地管护面积 57.80hm<sup>2</sup>。

## (二) 已完成治理工程（措施）分析

### 1、矿山地质环境保护与土地复垦方案验收情况

下峪口煤矿自 2020 年 4 月 15 日《两案》公告以来，煤矿积极开展工作，主要完成损毁道路维修、塌陷区土地复垦、矿山地质环境监测、适用期内共验收 5 次，韩城市自然资源局分别于 2021 年 2 月、2022 年 1 月、2023 年 2 月、2023 年 12 月和 2025 年 1 月对下峪口煤矿进行了矿山地质环境恢复治理基金年度验收，验收总金额 7642.0153 万元。见表 2-8，图 2-16。

### 2、已完成治理工程（措施）概述

根据现场调查情况，下峪口煤矿已完成的地质环境治理和土地复垦工程包括：姚家塄排矸立井综合治理工程、警示牌设置、道路修复、地面塌陷区土地复垦、矸石山治理、矿山地质环境监测等方面，接下来对部分主要治理工程进行列举。

#### (1)排矸立井综合治理工程

泗洲庙排矸场主沟长 3.07km，主沟比降 5.8%，为“V”型沟道，目前已排放矸石 210 万 m<sup>3</sup>，沿沟底修建有排水涵洞，雨季时上游排水可顺利通过。

2023 年度和 2024 年度下峪口煤矿开展姚家塄排矸立井综合治理工程（一期）和（二期），决算费用：1306.9100 万元和 306.5463 万元，详细治理内容如下：

排矸立井综合治理工程（一期）主要内容：①平台挖方 314337m<sup>3</sup>，外购客土覆土 27871.11m<sup>3</sup>，涂防水膜 14500m<sup>2</sup>，植被恢复 25600m<sup>2</sup>；②完成主楼及配电室外立面提升改造 4025m<sup>2</sup>，道路硬化 3965m<sup>2</sup>，排水引导渠，皮带传送装置封闭围护 500m<sup>2</sup>，南侧毛石挡墙 45m，土垄挡水饮工程，排矸竖井楼东侧场地绿化工程 1300m<sup>2</sup>。（照片 2-15、2-16、2-17、2-18）

排矸立井综合治理工程（二期）主要内容：①对排矸立井主楼至平台滑坡处退台修坡，坡面覆土、混播草籽绿化；②排矸坡面施工 400mm×400mmPE 排水渠 3918m，坡底南、北两侧各浇筑，1 个 3m×3m×3m 钢筋混凝土沉淀池；③采用 C30 混凝土硬化排矸坡平台，硬化厚度 300mm、面积 965m<sup>2</sup>；④采用 C30 混凝土硬化排矸立井场区至排矸坡平台道路，道路全长 125m；⑤种植白皮松（300 棵）、混

播草籽绿化排矸立井主楼东北侧场区，绿化面积 1600m<sup>2</sup>。



照片 2-15 下峪排矸立井植树绿化（镜向：NW）拍摄日期：2024 年 11 月 8 日



照片 2-16 泗洲庙排矸场植树绿化（镜向：SW）拍摄日期：2024 年 11 月 8 日



照片 2-17 泗洲庙排矸场恢复草地（镜向：NW）拍摄日期：2024 年 11 月 8 日



照片 2-18 泗洲庙排矸场马道截水渠（镜向：SW）拍摄日期：2024 年 11 月 8 日

下峪口煤矿适用期矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程分布图见图 2-15。

## (2) 塌陷区地表构筑物维修工程（塌陷区受损电杆、路面维修工程）

根据现状调查结果，塌陷区内受影响道路为乡村道路，均为等级外公路。煤矿生产引发地面塌陷及伴生地裂缝，会造成部分路段损坏，路面为水泥路，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。

治理内容为：扶正电杆 24 根（照片 2-19、2-20、2-21），施工分为人工基槽开挖+3:7 灰土垫层+C25 混凝土浇筑+苗木移植，治理效果达到电线杆稳定不在变形。

## (2) 塌陷区地表构筑物维修工程（塌陷区受损电杆、路面维修工程）

根据现状调查结果，塌陷区内受影响道路为乡村道路，均为等级外公路。煤矿生产引发地面塌陷及伴生地裂缝，会造成部分路段损坏，路面为水泥路，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。

治理内容为：扶正电杆 24 根（照片 2-19、2-20、2-21），施工分为人工基槽开挖+3:7 灰土垫层+C25 混凝土浇筑+苗木移植，治理效果达到电线杆稳定不在变形。









照片 2-19 治理中电杆  
拍摄日期：2023 年 2 月 8 日



照片 2-20 治理后电杆  
拍摄日期：2024 年 11 月 8 日



照片 2-21 治理后电杆  
拍摄日期：2023 年 2 月 15 日



照片 2-22 治理后乡村道路  
拍摄日期：2024 年 11 月 8 日

水草塔村道路水毁浆砌修补、二组塔洼至竹园前滩破损道路修复、泗洲庙村龙瓦寺沟通村道路修复工程。（照片 2-22）

### (3) 警示牌设置

对胡家山滑坡（H01）、丁家坡滑坡（H02）、一水平地面塌陷（TX01）、二水平地面塌陷（TX02）、二一采区地面塌陷（TX03）以及二三采区地面塌陷（TX04）设立警示牌。地面塌陷区、滑坡点设置警示牌见照片 2-23、2-24、2-25、2-26。



照片 2-23 塌陷警示牌  
拍摄日期：2024 年 11 月 8 日



照片 2-24 塌陷警示牌  
拍摄日期：2024 年 11 月 8 日





照片 2-25 警示牌

拍摄日期：2024 年 11 月 8 日



照片 2-26 滑坡点警示牌

拍摄日期：2024 年 11 月 8 日

#### (4)地面塌陷 TX01、TX02、TX03 受损土地复垦工程

地面塌陷 TX01、TX02 和 TX03 地貌属于构造剥蚀的低山区，沟谷及其两侧基岩裸露，山岭为黄土覆盖，黄土厚度 20m 左右。地裂缝所在地为农民耕种的花椒树园中。



照片 2-27 地裂缝治理前

拍摄日期：2024 年 11 月 8 日



照片 2-28 地裂缝治理中

拍摄日期：2025 年 4 月 10 日



照片 2-29 地裂缝治理后

拍摄日期：2025 年 4 月 10 日



照片 2-30 地裂缝治理后

拍摄日期：2025 年 4 月 10 日

治理工程主要为：裂缝充填工程、土壤剥覆工程、土地平整、土地翻耕、土

壤培肥、田坎修筑，治理前中后见照片 2-27、2-28、2-29、2-30。

### **(5)监测工程**

下峪口煤矿自 2021 年开始在矿区内部署了矿山地质环境与土地复垦监测网络，监测内容主要包含地质环境损毁监测、采煤影响区域地下水环境监测、矿区地形地貌景观监测、矿区水土环境质量监测、矿区土地损毁与复垦监测等内容。

#### **①地质环境损毁监测**

针对全矿区地质环境损毁情况建立区域监测网，采用遥感监测、无人机监测、实地巡查等方法对矿区范围内不稳定地质体分布、规模进行监测；

对近期开采工作面以及不稳定地质体，建立重点不稳定地质体监测网，重点监测地面塌陷变形发育规律和不稳定地质体变形发育情况，存在异常时及时预警；

对分布在采煤沉陷影响范围内及其他不稳定地质体威胁范围内的建构筑物、道路管线等重要保护目标，建立保护目标监测网，实时监测重要保护目标的变形破坏情况或保护目标区域地表变形情况，存在异常及时预警。

#### **INSAR 遥感监测和无人机航测**

2021 年起，矿山企业利用 InSAR 技术快速获取矿区大范围的“面状”历史及现状地表形变信息，以便及时掌握矿区内采煤塌陷分布位置、范围及伴生不良地质现象的发育情况，同时实现开采沉陷早期预警及采煤稳沉区范围判定，为矿山企业后期实施治理恢复工程提供数据支撑。

2024 年利用陆地探测一号卫星 14 期干涉 SAR 数据，采用小基线子集（SBAS-InSAR）方法，结合高分二号卫星 2024 年 9 月 1 米分辨率真彩色遥感影像数据与野外实地调查，对下峪口煤矿进行矿山地质环境损毁遥感监测。根据监测，煤矿存在 3 处明显采空塌陷区，面积合计 92.5hm<sup>2</sup>，位于 23302、23306、23308 和 21320 工作面；存在裂缝 64 条，主要位于塌陷区 A 内部及边缘地区。见图 2-17。

#### **北斗形变位移测量系统**

下峪口煤矿 2021 年度在二一采区 21318 工作面和二三采区 23202 和 23308 工作面上各部署 1 个北斗形变位移测量监测点，编号 JC001~JC003；2022 年度在 23306 下工作面上部署 1 处北斗形变位移测量监测点，编号 JC004；2024 年度在 23308 工作面区域部署 4 处北斗形变位移测量监测点，编号为 JC005~JC008。



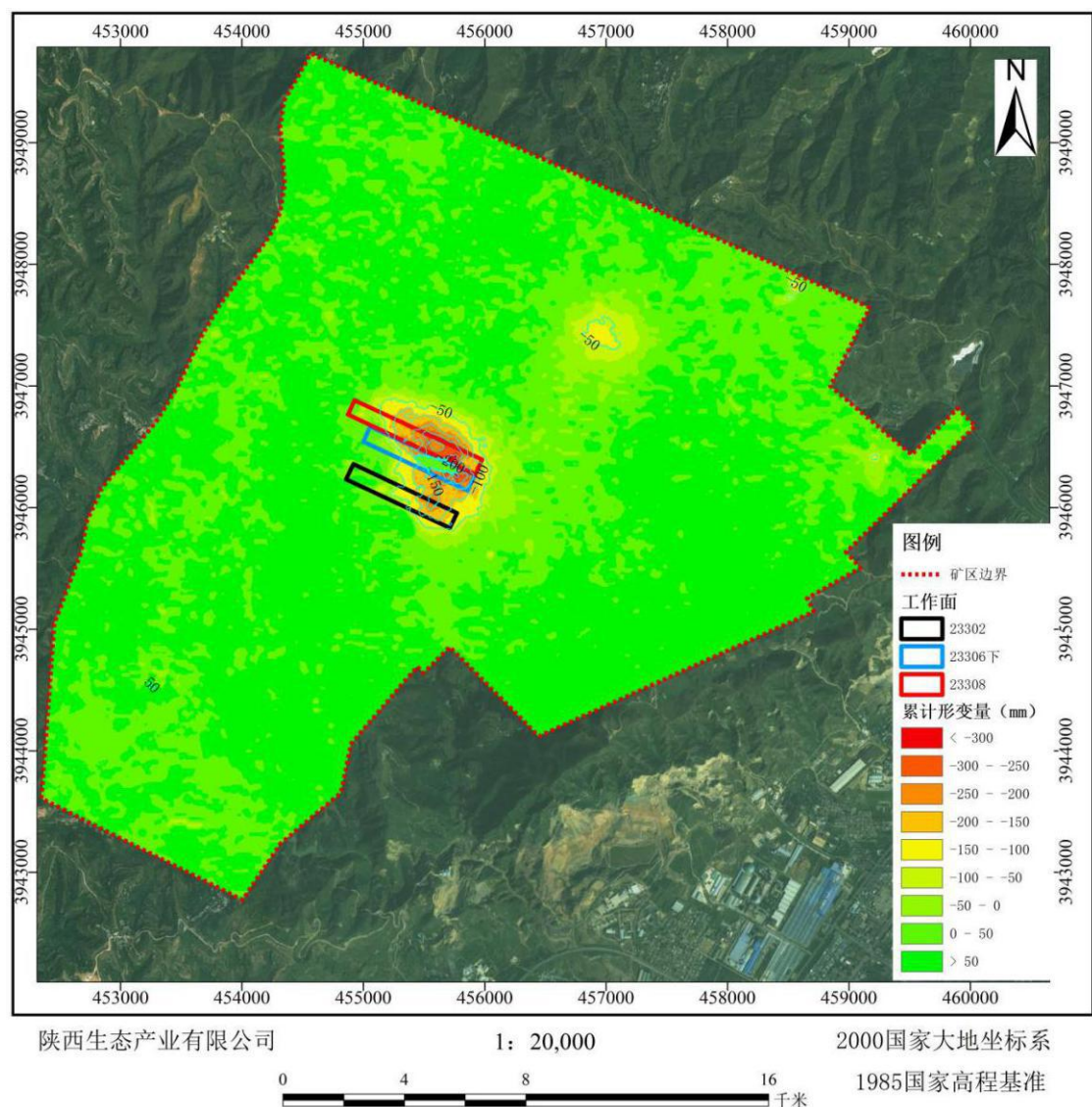


图 2-17 监测成果图

表 2-9 下峪口煤矿北斗形变位移测量系统成果表（更新）

工作面	点位编号	部署时间	地表形变时间	当前阶段	累计下沉量（mm）	下沉速率（mm/d）
21318 工作面	JC001	2022年1月	2022.1.1~2024.12.31	基本稳定	1427	<1.0
23302 工作面	JC002	2022年1月	2022.1.1~2024.12.31	基本稳定	205	<1.0
23308 工作面	JC003	2022年1月	2022.1.1~2024.12.31	基本稳定	2242	<1.0
23306 <sub>下</sub> 工作面	JC004	2023年4月	2023.4.3~2024.12.31	稳定	1315	<1.0
23308 工作面	JC005	2024 年 11 月	2024.11.19~2024.12.31	初始期	-3	/
23308 工作面	JC006	2024 年 11 月	2024.11.19~2024.12.31	初始期	-46	/
23308 工作面	JC007	2024 年 11 月	2024.11.19~2024.12.31	初始期	-3	/
23308 工作面	JC008	2024 年 11 月	2024.11.19~2024.12.31	初始期	-6	/

## ②地下水环境监测

监测 W1 水文孔（编号 S1）、程家洞水文长观孔（编号 S2）、张家山水文长

观孔（编号 S3），监测层位为奥陶系灰岩含水层。

2024 年 12 月对 3 处监测点水质进行采样分析，检测项目为《陕西省首批矿山地下水监测井建设指导方案》规定的 26 项。

经检测，下峪口煤矿监测井水样的各项检测值符合《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）规定的Ⅲ类地下水质量标准，化学组分含量中等。其中 As、Hg、Pb、Mn、Cd 和氰化物含量远低于标准限值，总硬度、溶解性总固体和硫酸盐含量中等偏高。年度监测期间未见明显异常或水质变化情况，煤矿开采影响较轻。

### ③水土环境监测

#### 1)地表水监测

在矿区的矿井水处理站总排口、生活污水处理设施总排口设置 2 个地表水水质监测点，编号 SW1~SW2。

经检测，各项指标检测值符合《地表水环境质量标准》GB 3838-2002 规定的Ⅲ类地表水标准限值。两处水体 pH 值接近，为 8.3~8.5；水中挥发酚、硫化物、石油类、As 和 Hg 含量均较低，化学需氧量低，反映矿区矿井水和生活废水处理后的水质较好。

#### 2)土壤环境质量监测

在下峪口煤矿东、南、西、北 4 个区域共部署 4 个土壤环境质量监测点，编号 TW1~TW4。4 处监测点位于园地或林地内部，检测质低于《农田土壤环境质量监测技术规范》（NY/T395-2012）规定的农用地风险筛选值，未见异常。

### 3、上期两案适用期治理工程完成情况说明

上期《两案》公告以来，下峪口煤矿按照《两案》认真落实各项治理工程，包括不稳定地质体治理工程、土地复垦工程及监测工程，主要集中在地面工程场地、塌陷区等，见表 2-10。

2025 年 6 月 30 日，韩城市自然资源局《关于陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案适用期验收意见的函》：2025 年 1 月 17 日，《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》通过了适用期验收。具体内容如下：陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿实施项目共计 49 项，基本完成了计划工作，适用期工程治理效果较好，工程观感质量符合要求，复垦面积 73.45hm<sup>2</sup>。

表 2-10 已公告《两案》适用期年度地质环境治理工程与完成情况一览表

实施年度	两案工程安排		完成 情况	验收情况		情况 说明
				年度验收 项目名称	验收 年度	
2020	矿山地质 环境保护 工程	(1) 胡家山滑坡(H01)、丁家坡滑坡(H02)设置警示标志;	已完成	不稳定地质体(滑坡2、地面塌陷4)预防	2021年	已验收
		(2) 地面巡查;	已完成	地面巡查	2021年	已验收
		(3) 维修地面塌陷 TX01、TX02 受损的乡村道路; 修复受损电线杆;	已完成	近年塌陷区受损房屋、道路及输电线路维修工程	2021年	已验收
		(4) 对胡家山滑坡(H01)、丁家坡滑坡(H02)、在位于地面塌陷 TX01、TX02 的对岸梁、泗洲庙及东岭实施地灾位移变形监测; 对程家洞村、姚家埝村、刘岭村、泗洲庙排矸场及乡村道路进行设置建(构)筑物、道路裂缝监测点。	已完成	监测与管护工程	2021年	已验收
		(5) 对泗洲庙排矸场、水文监测井、刘岭村水井、姚家埝村水井、程家洞村水井进行含水层水位、水质监测。	已完成	下峪口煤矿地下水监测(J196)工程、监理。	2020年	已验收
		(6) 在工业场地矿井水排放口进行水体监测, 在井田南部(近期采空区)、井田北部(中期采空区)、井田东部(中期采空区)、井田西部(中期采空区)进行土壤监测;	已完成	下峪口煤矿地下水监测(J196)工程、监理。	2020年	已验收
		(7) 采用高精度遥感数据, 监测不稳定地质体、地形地貌景观。	已完成	监测与管护工程	2020年	已验收
	土地复垦工程	(1) 对临时用地进行复垦, 复垦面积 1.80hm <sup>2</sup> , 复垦区栽植紫穗槐, 撒播紫花苜蓿;	已完成	近年塌陷区受损土地临时复垦工程	2021年	已验收
		(2) 对泗洲庙排矸场地已堆矸区域进行覆土、植被恢复, 对堆渣表面和坡面进行客土覆土, 然后进行土地平整, 堆渣表面采用乔灌草林草恢复模式, 堆渣坡面撒播紫花苜蓿, 复垦面积 2.12hm <sup>2</sup> ;	已完成	矸石山绿化及护坎治理工程、矸石山覆土治理工程	2020年	已验收
		(3) 对北进风立井、北回风立井进行覆土复垦, 复垦面积 0.60hm <sup>2</sup> ;	已完成	排矸立井矸石场综合治理工程	2022年	已验收
		(4) 对地表进行土地损毁监测次数1584次。	已完成	监测与管护工程	2020年	已验收
2021	矿山地质 环境保护 工程	(1) 胡家山滑坡(H01)、丁家坡滑坡(H02)设置警示标志;	已完成	不稳定地质体(滑坡(2)、地面塌陷(4))预防	2021年度	已验收
		(2) 继续地面巡查;	已完成	不稳定地质体巡查(滑坡、塌陷)	2021年	已验收



实施年度	两案工程安排		完成 情况	验收情况		情况 说明
				年度验收 项目名称	验收 年度	
		(3) 继续维修地面塌陷 TX01、TX02 受损的乡村道路；修复受损电线杆；	已完成	近年塌陷区受损房屋、道路及输电线路维修工程	2021年	已验收
		(4) 继续对胡家山滑坡(H01)、丁家坡滑坡(H02)、在位于地面塌陷 TX01、TX02 的对岸梁、泗洲庙及东岭实施地灾位移变形监测；对程家洞村、姚家埝村、刘岭村、泗洲庙排矸场及乡村道路进行设置建(构)筑物、道路裂缝监测点。	已完成	监测与管护工程	2021年	已验收
		(5) 继续对泗洲庙排矸场、水文监测井、刘岭村水井、姚家埝村水井、程家洞村水井进行含水层水位、水质监测。	已完成	2021年度在线监测系统建设	2021年	已验收
		(6) 继续在工业场地矿井水排放口进行水体监测，在井田南部（近期采空区）、井田北部（中期采空区）、井田东部（中期采空区）、井田西部（中期采空区）进行土壤监测；	已完成	2021年度矿山地质环境与土地复垦监测工程	2021年	已验收
	土地复垦工程	(1) 对搬迁后的村庄村进行砌体清理及石渣外运，混凝土拆除 25672m <sup>3</sup> ，砌体拆除 14514m <sup>3</sup> ，石渣外运 396236m <sup>3</sup> 。	/	/	/	（未实施）由韩城市政府统一组织实施
		(2) 对已损毁沉陷土地进行复垦，复垦面积 239.38hm <sup>2</sup> 。	已完成	地面塌陷TX01、TX02受损土地复垦工程	2021年	已验收
		(3) 对地表进行土地损毁监测次数1584次。	已完成	监测与管护工程	2021年	已验收
2022	矿山地质环境保护工程	(1) 胡家山滑坡(H01)、丁家坡滑坡(H02)设置警示标志；	已完成	不稳定地质体警示牌	2022年	已验收
		(2) 继续地面巡查；	已完成	2022 年度矿山地质环境与土地复垦动态监测	2022 年	已验收
		(3) 继续维修地面塌陷 TX01、TX02 受损的乡村道路；修复受损电线杆；	已完成	塌陷区输电线路修复	2022 年	已验收
		(4) 继续对胡家山滑坡(H01)、丁家坡滑坡(H02)、在位于地面塌陷 TX01、TX02 的对岸梁、泗洲庙及东岭实施地灾位移变形监测；对程家洞村、姚家埝村、刘岭村、泗洲庙排矸场及乡村道路进行设置建(构)筑物、道路裂缝监测点。	已完成	2022 年度矿山地质环境与土地复垦动态监测	2022 年	已验收
		(5) 继续对泗洲庙排矸场、水文监测井、刘岭村水井、姚家埝村水井、程家洞村水井进行含水层水位、水质监测。	已完成	2022 年度矿山地质环境与土地复垦动态监测	2022 年	已验收
		(6) 继续在工业场地矿井水排放口进行水体监测，在井田南部（近期采空区）、井田北部（中期采空区）、井田东部（中期采空区）、	已完成	2022 年度矿山地质环境与土地复垦动态监测	2022 年	已验收

实施年度	两案工程安排		完成 情况	验收情况		情况 说明
				年度验收 项目名称	验收 年度	
		井田西部（中期采空区）进行土壤监测；				
	土地复垦工程	（1）对搬迁后的刘家庄村进行土地复垦，复垦为旱地面积10.24hm <sup>2</sup> ，首先进行客土覆土，然后进行土地翻耕及培肥，最后进行土地平整；	/	/	/	（未实施）由韩城市政府统一组织实施
		（2）对搬迁后的西郭村进行砌体清理及石渣外运，混凝土拆除25473m <sup>3</sup> ，砌体拆除14313m <sup>3</sup> ，石渣外运396036m <sup>3</sup> 。	/	/	/	（未实施）由韩城市政府统一组织实施
		（3）对已损毁沉陷土地进行复垦，复垦面积359.06hm <sup>2</sup> ；	已完成	塌陷区土地复垦	2022年	已验收
		（4）对地表进行土地损毁监测次数1584次。对复垦后的土地进行复垦效果监测：土壤质量监测400次，复垦植被监测300次，复垦配套设施监测150次；	已完成	2022年度矿山地质环境与土地复垦动态监测	2022年	已验收
2023	矿山地质环境保护工程	（1）胡家山滑坡（H01）、丁家坡滑坡（H02）设置警示标志；	已完成	不稳定地质体警示标志设置	2023年	已验收
		（2）继续地面巡查；	已完成	矿山地质环境与土地复垦动态监测	2023年	已验收
		（3）继续维修地面塌陷TX01、TX02受损的乡村道路；修复受损电线杆；	已完成	维修受损乡村道路\扶正电线杆	2023年	已验收
		（4）继续对胡家山滑坡（H01）、丁家坡滑坡（H02）、在位于地面塌陷TX01、TX02的对岸梁、泗洲庙及东岭实施地灾位移变形监测；对程家洞村、姚家塄村、刘岭村、泗洲庙排矸场及乡村道路进行设置建（构）筑物、道路裂缝监测点。	已完成	矿山地质环境与土地复垦动态监测	2023年	已验收
		（5）继续对泗洲庙排矸场、水文监测井、刘岭村水井、姚家塄村水井、程家洞村水井进行含水层水位、水质监测。	已完成	矿山地质环境与土地复垦动态监测	2023年	已验收
		（6）继续在工业场地矿井水排放口进行水体监测，在井田南部（近期采空区）、井田北部（中期采空区）、井田东部（中期采空区）、井田西部（中期采空区）进行土壤监测；	已完成	矿山地质环境与土地复垦动态监测	2023年	已验收
	土地复垦工程	（1）对搬迁后的西郭村进行土地复垦，复垦为旱地面积16.05hm <sup>2</sup> ，首先进行客土覆土，然后进行土地翻耕及培肥，最后进行土地平整；	/	/	/	（未实施）由韩城市政府统一组织实施
		（2）对开采损毁土地进行复垦，复垦面积177.66hm <sup>2</sup> ；	已完成	开采损毁土地复垦	2023年	已验收

实施年度	两案工程安排		完成 情况	验收情况		情况 说明
				年度验收 项目名称	验收 年度	
2024		(3) 对地表进行土地损毁监测次数 1584 次。对复垦后的土地进行复垦效果监测：土壤质量监测 400 次，复垦植被监测 300 次，复垦配套设施监测 150 次；	已完成	矿山地质环境与土地复垦动态监测	2023年	已验收
		(4) 对复垦后的园地、林地、草地进行管护，其中园地管护面积 117.72hm <sup>2</sup> ，林地管护面积23.57hm <sup>2</sup> ，草地管护面积23.12hm <sup>2</sup> 。	已完成	植被管护	2023年	已验收
	矿山地质 环境保护 工程	(1) 胡家山滑坡（H01）、丁家坡滑坡（H02）设置警示标志；	已完成	不稳定地质体警示标志设置	2023年	已验收
		(2) 继续地面巡查；	已完成	监测	2024年	已验收
		(3) 继续维修地面塌陷 TX01、TX02 受损的乡村道路；修复受损电线杆；	正在实施	/	/	/
		(4) 继续对胡家山滑坡（H01）、丁家坡滑坡（H02）、在位于地面塌陷 TX01、TX02 的对岸梁、泗洲庙及东岭实施地灾位移变形监测；对程家洞村、姚家埝村、刘岭村、泗洲庙排矸场及乡村道路进行设置建（构）筑物、道路裂缝监测点。	已完成	监测	2024年	已验收
		(5) 继续对泗洲庙排矸场、水文监测井、刘岭村水井、姚家埝村水井、程家洞村水井进行含水层水位、水质监测。	已完成	监测	2024年	已验收
		(6) 继续在工业场地矿井水排放口进行水体监测，在井田南部（近期采空区）、井田北部（中期采空区）、井田东部（中期采空区）、井田西部（中期采空区）进行土壤监测；	已完成	监测	2024年	已验收
		(7) 采用高精度遥感数据，监测不稳定地质体、地形地貌景观。	已完成	监测	2024年	已验收
	土地复垦工 程	(1) 对开采损毁土地进行复垦，复垦面积 266.48hm <sup>2</sup> ；	正在实施	/	/	/
		(2) 对地表进行土地损毁监测次数 1584 次。对复垦后的土地进行复垦效果监测：土壤质量监测 400 次，复垦植被监测 200 次，复垦配套设施监测 200 次；	正在实施	/	/	/
		(3) 对复垦后的园地、林地、草地进行管护，其中园地管护面积 176.57hm <sup>2</sup> ，林地管护面积35.35hm <sup>2</sup> ，草地管护面积34.68hm <sup>2</sup> 。	正在实施	/	/	/

4、已公告《两案》适用期治理工程与本《两案》衔接情况说明

根据表 2-10，已公告《两案》适用期部署工程共 50 项，已完成 42 项，2024 年度工作 4 项工作正在实施，不纳入本《两案》；刘家桩村、西郭村等自然村拆除复垦并种植花椒工程根据韩城市相关文件要求，由矿山出资（目前矿山已投入资金 8000 万元，该资金不计入土地复垦基金），韩城市政府组织实施（附件韩城市人民政府办公室关于搬迁安置的通知），不在纳入本期《两案》。

5、基金使用情况说明

根据《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，2024 年 12 月 31 日）：截至 2025 年 6 月 27 日，陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿应计提基金\*\*\*\*\*万元（其中 2021 年以前欠缴\*\*\*\*\*万元，2021 年-2024 年应计提基金\*\*\*\*\*万元，2025 年 1 至 5 月应计提提取基金\*\*\*\*\*万元），实际计提基金\*\*\*\*\*万元，提取基金\*\*\*\*\*万元，目前账户余额\*\*\*\*\*万元。详见表 2-11。

表 2-11 下峪口煤矿矿山地质环境治理与土地复垦基金使用情况一览表

序号	年度	应提取金额 (万元)	实际提取金 (万元)	使用金额 (万元)	剩余金额 (万元)
1	2021 年	*****	*****	*****	*****
2	2022 年	*****	*****	*****	*****
3	2023 年	*****	*****	*****	*****
4	2024 年	*****	*****	*****	*****
5	2025 年	*****	*****	*****	*****
累计		*****	*****	*****	*****
		账户余额			*****
截至 2025 年 6 月 27 日，陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿应计提基金*****万元（2020 年以前欠缴*****万元，2021 年-2024 年应计提基金*****万元，2025 年 1 至 5 月应计提提取基金*****万元），实际计提基金*****万元，提取基金*****万元，目前账户余额*****万元。					
（2023 年 4 月 20 日，陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿与上海浦东发展银行股份有限公司西安分行签订基金三方监管协议，设立账户）					

（三）周边矿山土地复垦与地质环境治理分析

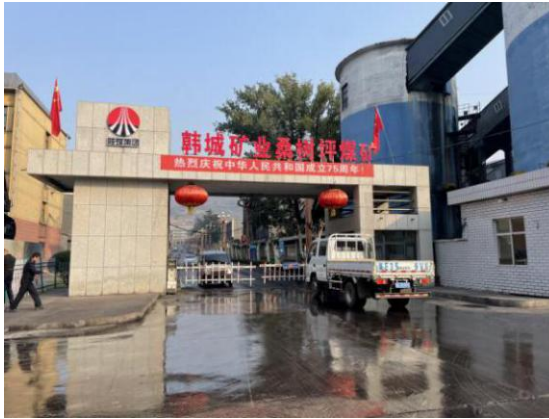
通过资料收集及对周边矿山的现场调查，本矿北部紧邻的桑树坪煤矿生产能力 3.00Mt/a，采用长壁综合机械化放顶煤，全部垮落法管理顶板。生产条件及自然



本底与本煤矿相似度高，因此本方案将其确定为对比案例进行分析。

### 1、基本概况

树坪煤矿位于渭北石炭二叠纪煤田韩城矿区北部，距离韩城市城约 26km，行政区划属陕西省韩城市桑树坪镇管辖，面积 49.1458km<sup>2</sup>，场区环境优美，见照片 2-31、照片 2-32。



照片 2-31 斜井区大门（镜向 E）

拍摄日期：2024 年 11 月 9 日



照片 2-32 行政办公楼（镜向 E）

拍摄日期：2024 年 11 月 9 日

### 2、治理效果

自 2020 年 4 月 15 日《陕西陕煤韩城矿业有限公司桑树坪煤矿矿山地质环境与土地复垦方案》公告以来，陕西陕煤陕西陕煤韩城矿业有限公司有限公司桑树坪煤矿斜井区和二号井区积极开展工作，主要完成损毁道路维修、塌陷区土地复垦、矿山地质环境监测、适用期内共验收 5 次，合计验收资金 9456.4104 万元。

#### (1)塌陷区地表构筑物维修工程（塌陷区受损电杆、路面维修工程）

根据现状调查结果，塌陷区内受影响道路为乡村道路，均为等级外公路。煤矿生产引发地面塌陷及伴生地裂缝，会造成部分路段损坏，路面为水泥路，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。

#### (2)矸石山土地复垦工程（斜井区）

排矸场设在斜井工业场地东北侧的荒沟内，为凿开河左岸的一级支沟，该排矸场主沟长 2.07km，主沟比降 15%，为“V”型沟道，目前已排放矸石 210 万 m<sup>3</sup>，占地面积 9.27hm<sup>2</sup>。已修筑 604m、594m、584m、575m、563m、552m、514m、500m 八级平台，平台已覆土绿化；目前堆矸区域位于后缘沟道。目前已设置拦矸工程，基础坝高 5.00m，内外坡比 1:1，坝顶端切入山体 150m，坝底沿地面 0.5m 以上设置两排泄水孔，进水口周围设置碎石反滤体。基础坝高上逐级修建矸石坝，每级

高 20m，坝坡比 1:1.75。矸石平台右侧设有挡土墙工程，以防止矸石滑落造成水土流失，墙高 2m，总长 210m。



**照片 2-33 治理后电杆**  
拍摄日期：2024 年 11 月 9 日



**照片 2-34 治理后乡村道路**  
拍摄日期：2024 年 11 月 9 日

排矸场采用边堆矸边复垦的治理方式，排矸场已复垦面积 3.20hm<sup>2</sup>，排矸前进行了表土剥离，剥离后的表土用于后期的覆土及植被恢复。

**(3) 塌陷区受损土地复垦**

桑树坪斜井区复垦三号主巷道上部区域及4321工作面上部区域。地面沉陷裂缝较为发育，地面主要地类为草地、园地、裸地。复垦面积35.5hm<sup>2</sup>，其中园地14.50hm<sup>2</sup>，林地5.50 hm<sup>2</sup>，草地15.50hm<sup>2</sup>。

桑树坪二号井复垦区域是 TX04 内的 1311、1313 及 1315 工作面塌陷区。复垦面积 29.10hm<sup>2</sup>。其中园地 6.75hm<sup>2</sup>，草地 15.10hm<sup>2</sup>，林地 7.25hm<sup>2</sup>。复垦措施：裂缝充填+土地平整+土地翻耕+管护。



**照片 2-35 排矸场（镜向 N）**  
拍摄日期：2024 年 11 月 10 日



**照片 2-36 排矸场（镜向 N）**  
拍摄日期：2024 年 11 月 10 日





照片 2-37 排矸场（镜向 W）  
拍摄日期：2024 年 11 月 10 日  
(四) 取得的经验及教训



照片 2-38 排矸场（镜向 E）  
拍摄日期：2024 年 11 月 10 日

下峪口煤矿通过多年的实践，摸索出了适合本矿实际的矿山地质环境治理与土地复垦经验。

1、地面塌陷及地裂缝治理复垦工程在未稳沉时进行临时裂缝填充等措施进行治理，在稳沉后继续进行治理；项目区多为其他园地，治理措施以微地形改造为主，围绕塌陷裂缝和塌陷台阶开展。



照片 2-39 土地复垦现场照片  
拍摄日期：2024 年 11 月 10 日



照片 2-40 土地复垦现场照片  
拍摄日期：2024 年 11 月 10 日

2、采空地面塌陷损毁区分为中度损毁区和轻度损毁区，中度损毁区主要分布于采空塌陷区四周，对于已形成大于 0.5m 错台的裂缝，采取错台下部裂缝进行回填，错台保留为田坎，减少对地块土壤的工程扰动；对于小于 0.5m 错台裂缝，主要采用挖高填低、开挖裂缝充填、平整覆土、植被恢复工程，尽量恢复地块平整度，种植花椒、柿子等经济作物。轻度损毁区涉及面积大，主要位于塌陷盆地，原《方案》主要为花椒移栽、土地平整、土壤翻耕等措施。但经过与土地损毁权属人交流，轻度损毁区根据以往耕作经验，经过机械化深翻耕即可对轻微裂缝进

行修复，这样既保证来年花椒产量，同时保证耕作区土壤物理化学性质、土壤孔隙率、含水率不被破坏，因此轻度损毁区域不部署工程治理设计，仅对区内进行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。

3、临时压占及占用损毁土地复垦时，按照原地类进行复垦，保持物种多样性。

4、在矸石场治理一定要提高绿化率、综合治理，并结合周边地形地貌特点，形成和周边地形地貌景观相协调的新地貌。

5、煤矿应对矿山不稳定地质体、含水层、地形地貌、水土环境、土地复垦治理效果等进行监测，定期对全矿区进行航拍制作正射图，准确掌握煤矿矿山地质环境动态变化情况及周期，进而有效的提出防治措施，为更好的治理矿山提供了有力的技术支撑。

6、目前矿山采空塌陷区北斗形变位移测量系统动态监测布置4处，均为3号煤采空塌陷区，下一步在近期五年内要继续实施采空塌陷区形变位移监测，优化点位布置，总结形变位移规律，为矿山地质环境恢复治理和土地复垦工作提供支持。

7、应完善矿山地质环境监测工程项目施工资料，并加强监测成果数据分析。依据数据分析结果，实施治理及复垦工程。并委托技术单位指导我矿规范巡查工作，明确巡查目的任务，安排人员对上年度塌陷区人工巡查和生态环境监测，实施掌握塌陷区自然恢复状况。

8、应加强组织机构运行管理，明确领导小组责任，保留机构运行记录、年度基金计提、使用计划等；并按照《陕西省矿山地质环境治理恢复技术要求与验收办法》（陕自然资规〔2019〕5号），加强施工前、中、后的资料管理，并最终形成矿区生态修复（矿山地质环境保护与土地复垦）成果汇总图。

9、加强人工巡查，应补充完善人工巡查表的巡查要求，尽可能填写监测数据，避免无效的监测。

## 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上版《两案》、《土地利用现状图》、《韩城市地质灾害防治“十四五”规划》、《陕西省韩城市地质灾害风险普查》和煤矿 1: 5000 井上下对照图的基础上, 2024 年 8 月 19 日~25 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, 2024 年 9 月 27 日~28 日、2024 年 10 月 6 日~9 日进行了现场调查, 调查矿区范围内不稳定地质体、已实施及验收治理工程、采空塌陷区土地损毁情况、复垦治理情况及监测工程布置等内容。

2025 年 7 月 15 日-7 月 16 日, 根据专家踏勘意见, 对 23302 下工作面地表裂缝发育情况及矿区其他土地损毁修复情况进行了补充调查。

#### (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 63 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 12 处。利用测绘无人机对平硐工业场地、中部风井场地、姚家塄风井、场外道路、塌陷区、区内沟谷及搬迁迹地等进行测绘并形成正射影像, 共计形成全区正射影像 1 张, 照片 80 张。

**不稳定地质体调查点:** 主要为对区内发育的不稳定地质体进行调查, 包括对区内详查报告及原《两案》中的不稳定地质体进行调查复核, 对矿山建设及采矿活动可能引发、遭受的不稳定地质体进行调查, 对采空区进行调查。

**含水层调查点:** 主要为对区内的民井和沟内蓄水池进行调查, 以对村民访问为主, 有条件的进行了实测, 对区内民井和沟内蓄水的水位变化及水量有了初步了解; 共完成含水层调查点 4 处。

**水土环境调查点:** 主要为对矿井水, 生产生活用水等进行水环境调查, 对泗洲庙排矸场进行土壤环境调查, 进而分析矿山建设及采矿活动对调查区内的水土环境质量; 共完成水土环境调查点 6 处。



**人类工程活动调查点：**主要为对调查区内重要的人类工程活动进行调查，包括周边煤矿、道路、水库、农业生产活动、输电线路等；共完成人类工程活动调查点 28 处。

## **(二)土地资源调查概述**

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

**土地利用现状调查点：**主要为煤矿范围内的所有二级地类：水浇地、旱地、果园、其他园地、乔木林地、灌木林地、其他林地、天然牧草地、其他草地、商业金融用地、工业用地、采矿用地、物流仓储用地、农村宅基地、机关团体用地、教育用地、公用设施用地、特殊用地、公路用地、城镇村道路用地、交通服务场站用地、农村道路、河流水面、坑塘水面、沟渠、设施农用地、裸土地、裸岩石砾地等。对各地类进行了抽查，共完成土地利用现状调查点 28 处。

**矿山地面工程调查点：**主要为煤矿范围内地面建设工程压占损毁土地进行调查，调查内容包括：平硐工业场地、中部风井场地、泗洲庙排矸场、姚家埝风井、场外道路及建筑物基础埋深、建筑物体量等，共完成矿山地面工程调查点 24 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 12 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 4 处。

## **二、矿山地质环境影响评估**

### **(一)评估范围和级别**

#### **1、评估范围**

根据煤矿边界附近主采煤层上覆基岩、松散层厚度、监测数据，考虑煤矿开采对地下水的影响范围和地面工程评估范围，计算采空区影响范围边界，最后确定评估范围。

依据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011），矿山环境影响评估范围应包括矿山用地范围、矿业活动影响范围和可能影响矿业活动的不良地质因素存在的范围，根据开采方案及实地调查，煤矿边界附近主采煤层上覆松散层最大厚度 25m，上覆基岩最大厚度 490m，按照“三下”开采规范，

结合陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿岩移观测资料，移动角在基岩中为  $75^{\circ}$ ，松散层中为  $45^{\circ}$ ，经计算地面塌陷范围在开采边界外最大为 160m，考虑到地形的变化及留设的 20m 矿界煤柱，评估范围从煤矿边界向外扩展 140m。按照 2 号、3 号煤层底板标高 280m 以西非下峪口煤矿煤层，评估区向西外扩约 160m。因平硐工业场地在井田东南边界外 2.3km 处，占地面积约  $0.91\text{km}^2$ ，计入评估范围，因此总评估面积为  $34.52\text{km}^2$ 。

评估边界拐点坐标见表 3-1。

表 3-1 煤矿评估边界拐点坐标一览表

点 号	2000 坐标 (m)		点 号	2000 坐标 (m)	
	X (纬距)	Y (经距)		X (纬距)	Y (经距)
1	*****	*****	16	*****	*****
2	*****	*****	17	*****	*****
3	*****	*****	18	*****	*****
4	*****	*****	19	*****	*****
5	*****	*****	20	*****	*****
6	*****	*****	21	*****	*****
7	*****	*****	22	*****	*****
8	*****	*****	23	*****	*****
9	*****	*****	24	*****	*****
10	*****	*****	25	*****	*****
11	*****	*****	26	*****	*****
12	*****	*****	27	*****	*****
13	*****	*****	28	*****	*****
14	*****	*****	29	*****	*****
15	*****	*****	30	*****	*****

为了解评估区外不稳定地质体发育情况，根据地形情况，调查范围沿评估边界向外延伸约 50m，调查面积约  $35.98\text{km}^2$ 。

## 2、评估级别的确定

依据《矿山地质环境保护与恢复治理方案规范》（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、矿山生产规模、矿山地质环境条件复杂程度综合确定，见表 3-2。

### （1）评估区重要程度

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011），评估区内矿山临时建设工程破坏了耕地中的旱地，采取上一级别优先原则，只要一

条符合即为该级别，确定评估区为**重要区**（表 3-3）。

**表 3-2 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

**表3-3 评估区重要程度分级表**

重要区	较重要区	一般区	评估区
<b>1.分布有500人以上的居民集中居住区；</b>	1.分布有200~500人以上的居民集中居住区；	1.居民居住分散，居民集中居住区人口在200人以下；	一般区（评估内无人居住）
2.分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程及其它重要建筑设施；	2.分布有二级公路、铁路、小型水利、电力工程及其它重要建筑设施；	<b>2.无重要交通要道或建筑设施；</b>	一般区（无重要交通要道或建筑设施）
3.矿区紧邻国家自然保护区（含地质公园、风景名胜区分区等）或重要旅游景点；	3.矿区紧邻省级、县级自然保护区或重要旅游景点；	<b>3.矿区远离各级自然保护区及旅游景点；</b>	一般区（评估区内无各类保护区及文物古迹或旅游景点）
4.有重要水源地	4.有较重要水源地	<b>4.无较重要水源地</b>	一般区（无较重要水源地）
<b>5.破坏耕地、园地。</b>	5.破坏林地、草地。	5.破坏其它类型土地。	重要区（破坏旱地）

注：评估区重要程度分级确定采取上一级别优先原则，只有一条符合者即为该级别。

## （2）矿山生产建设规模

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》，结合《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿矿产资源开采方案》（2025年7月，西安科技大学），矿山生产规模 1.35Mt/a，生产建设规模为**大型**。

### (3) 地质环境条件复杂程度

本区煤层处于地下水位以下及其附近。二叠系砂岩裂隙承压弱含水层是 2 号、3 号煤层的充水含水层，补给条件不良。煤矿正常涌水量为 2300m<sup>3</sup>/d，地下水采矿和疏干排水较容易造成周围含水层破坏。总体上水文地质条件中等。（表 3-4）

**表3-4 评估区矿山地质环境条件复杂程度分级表**

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

注：采取就上原则，前六条中只要有一条满足某上一级别，应定为该级别。

2号煤层顶板岩石均为中等稳定，3号煤层为不稳定；2号煤层底板主要以砂质泥岩和粉砂岩为主，局部为泥岩或细粒砂岩；各煤层底板总体稳定性中等。工程地质条件中等。

本区总体构造形态为一走向北东，倾向北西，沿走向与倾向有明显波状起伏的单斜构造。大中型构造不很发育，主要以褶皱、小型断裂及层滑构造为主。煤矿地层构造复杂程度为中等。

本矿为生产煤矿，因煤矿开采已经引发4处地面塌陷及伴生地裂缝及2处滑坡、1处崩塌隐患，不稳定地质体现状程度为中等。

本矿已经形成大面积采空区，未来有重复开采；邻近煤矿采空区面积和空间小，总体上采动影响复杂。

调查区内地形较为复杂，高程变化的幅度甚大，沟底与山顶的比高，大者可达300m以上，一般均在100~200m左右。地形高程以黄河水面为最低（+380m），江神庙为最高（+1002m），一般在800m左右，地形地貌复杂。

因此，陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿矿山地质环境条件复杂程度为复杂。

#### （4）评估级别

评估区重要程度为重要区，矿山建设规模为大型，矿山地质环境条件复杂程度为复杂，根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》评估级别分级表，确定本矿山地质环境影响评估级别为一级。

### （二）矿山不稳定地质体现状分析与预测

#### 1、现状分析

根据《韩城市地质灾害防治“十四五”规划》（韩城市人民政府）和《陕西省地质灾害综合防治平台（韩城市地质灾害数据库）》，评估区内有1处在册不稳定地质体，丁家坡滑坡（本方案命名为H02，统一编号：610581010010，野外编号：HC008）。原《方案》中有1处滑坡隐患和2处地面塌陷，即胡家山滑坡（H01）、地面塌陷（TX01）、地面塌陷（TX02）。原《方案》适用期间新增1处地面塌陷（TX03），本轮调查新发现1处地面塌陷（TX04）和1处崩塌隐患（B01）。详见图3-1。





**表 3-5 评估区不稳定地质体基本情况一览表**

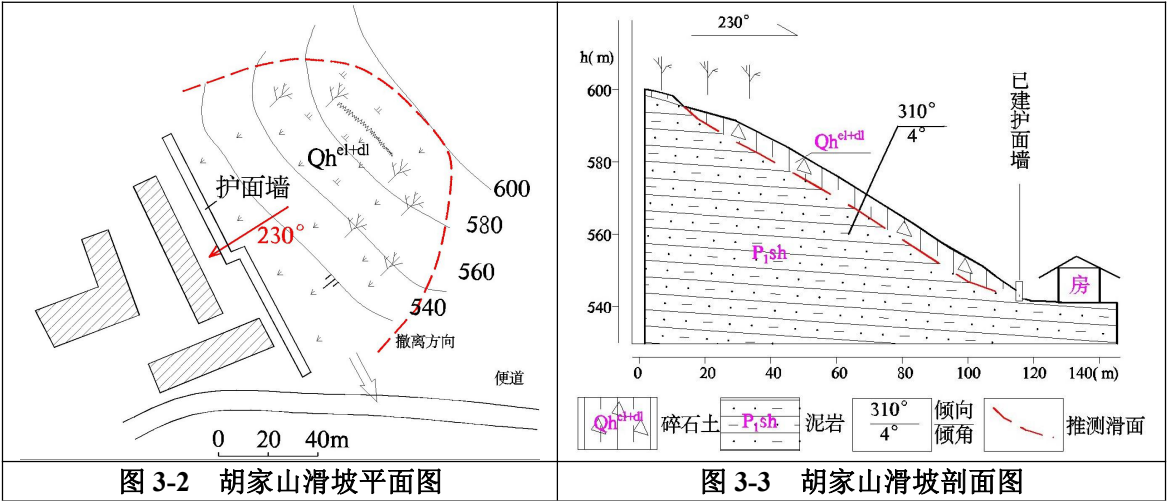
编号	H01	H02	TX01	TX02	TX03	TX04	B01
名称	胡家山滑坡	丁家坡滑坡	一水平地面塌陷	二水平地面塌陷	二一采区地面塌陷	二水平地面塌陷	泗洲庙立井道路旁侧
位置	姚家埧风井北	丁家坡村林场组	煤矿东北部	煤矿中部	煤矿东北部	煤矿中部	中部
坐标 X	*****	*****	/	/	/	/	*****
坐标 Y	*****	*****	/	/	/	/	*****
规模	中型	小型	大型	大型	大型	大型	小型
威胁对象	废弃炸药库	村民	园地	园地	园地	园地	道路
发育程度	中等	中等	弱发育	弱发育	弱发育	中等	中等
危害程度	小	中等	小	小	小	中等	中等
危险性	小	中等	小	小	小	中等	中等
来源	原《方案》	在册点	原《方案》	原《方案》	原《方案》适用期间新增	实地调查发现新增	实地调查发现新增

**(1) 胡家山滑坡 (H01)**

位于王峰乡梁后村胡家山组，中型土质滑坡，长 80~100m，宽 300m，厚 15m，

体积 30000m<sup>3</sup>。滑向 230°，平均坡度 25°。滑坡物质为 Q<sup>2</sup> 黄土，控滑结构面为松散层与基岩接触面。滑床岩性为砂岩。坡体平面形态半圆形，剖面形态阶梯型，滑面埋深 15m。

现场调查发现该滑坡为人为切挖坡脚引起的黄土体滑坡，威胁对象为姚家塄风井建设期废弃炸药库，处于欠稳定状态，发育程度中等，危害程度小，危险性小。（滑坡平剖面图见图 3-2、3-3，照片 3-1）。



(2) 丁家坡滑坡 (H02)

为韩城市在册不稳定地质体，统一编号：610581010010，野外编号：HC008，本方案命名为 H02。位于桑树坪镇刘岭村四组，经度：\*\*\*\*\*，纬度：\*\*\*\*\*。为小型土质古滑坡，长 15m，宽 100m，厚 10m，体积 15000m<sup>3</sup>。滑向 125°，平均坡度 30°。滑体物质为碎石土，滑床岩性黄土，控滑结构面为土层分界面。威胁对象：威胁滑坡前缘 4 户 17 人。



照片 3-1 胡家山滑坡（镜向：NW）

拍摄日期：2024 年 11 月 8 日

欠稳定状态，发育程度中等，危害程度中等，危险性中等。丁家坡滑坡 (H02)



照片 3-2 丁家山滑坡（镜向：NW）

拍摄日期：2025 年 7 月 15 日

与矿山企业采煤无关。滑坡剖面图见图 3-4~3-5。

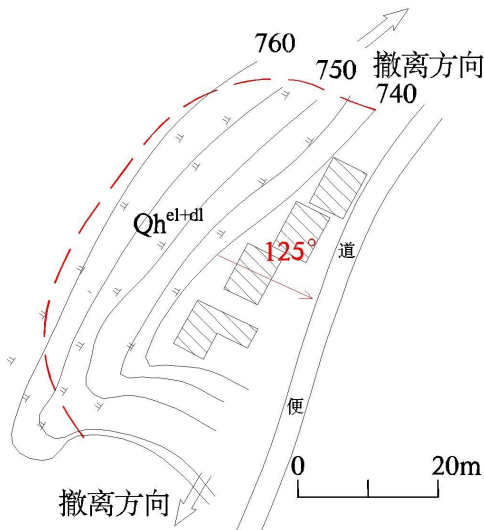


图 3-4 丁家坡滑坡平面图

(3) 一水平地面塌陷 (TX01)

位于下峪口煤矿东北部, 包括一一采区、一二采区和一四采区, 为该矿 1975~2002 年开采形成的采空区地面塌陷, 面积 6.5246km<sup>2</sup>, 该区域分别采用了壁式采煤法, 综采工艺开采 2、3 号煤层。

根据现场补充调查, 采空区域目前已稳定, 矿山企业于 2025 年 4 月对区域内原有中度损毁区进行修复治理, 对轻度塌陷损毁区则以自然恢复为主并同步布设监测, 跟踪评价恢复过程与稳定性。矿山企业已对该区域内受损乡村道路、输电线路等进行修复治理。因此, 地面塌陷 (TX01) 发育程度为**弱发育**, 危害程度小, 危险性小。

(4) 二水平地面塌陷 (TX02)

位于下峪口煤矿中部, 为 2002~2019 年开采二三采区形成的采空区地面塌陷, 形成了 23301、23303、23027、23207、23209、23311 工作面, 面积 1.1863km<sup>2</sup>。

根据现场调查, 采空区域目前已稳定, 矿山企业已对采空区造成的地裂缝、乡村道路塌陷、输电线路等进行了修复治理。因此, 地面塌陷 (TX02) 发育程度为**弱发育**, 危害程度小, 危险性小。

(5) 二一采区地面塌陷 (TX03)

位于下峪口煤矿东北部, 为 2020~2024 年开采二一采区形成的采空区地面塌陷, 形成了 21308、21206、21310、21212、21314、21316、21318、21320、21220、21322、21324、21326 和 21330 工作面, 面积 1.2556km<sup>2</sup>。2 号煤层已基本开采完

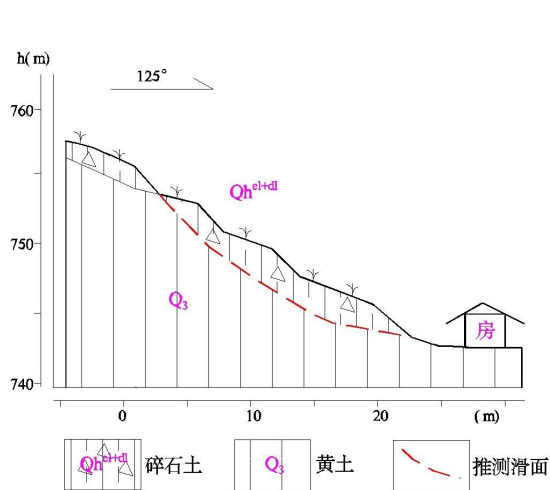


图 3-5 丁家坡滑坡剖面图

毕，近年主要开采 3 号煤层，最近完成工作面为 2021 年开采的 21314、21318 工作面、2024 年开采的 21320 工作面。

2025 年 4 月，矿山企业对区内中度损毁区实施了工程化治理；对轻度塌陷损毁区则以自然恢复为主并同步布设监测，跟踪评价恢复过程与稳定性，已通过验收，不存在问题。因此，地面塌陷（TX03）发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。

（6）二水平地面塌陷（TX04）

位于下峪口煤矿中部，为 2021～2024 年开采二三采区形成的采空区地面塌陷，面积 1.4459km<sup>2</sup>。最近完成工作面为 2021 年开采的 23210、23202 工作面、2023 年开采的 23308 和 23306(下)工作面。

根据下峪口煤矿开采 2、3 号煤层平均厚度 1.00m 和 4.16m，埋深 385m 和 472m，可知开采深厚比为：385.00 和 113.46。根据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）表 11 可知：2、3 煤层开采深厚比分别为>120 和 80～120。现状有 6 条裂缝，长 84-346m，宽 0.2-1.0m，深 1.5-3.0m；10 处沉陷区多呈圆形，直径 0.5-1.3m，塌陷深度 1.2-3.0m。地面塌陷（TX04）发育程度为中度。

矿山对地面塌陷（TX04）乡村道路、输电线路等已经进行修复治理，二三采区未稳定，仍威胁对象为林草地、太阳能光伏板等，危害程度中等，危险性中等。

表 3-6 二三采区地面塌陷（TX04）中度损毁区一览表

位置	开采面	塌陷面积 (hm <sup>2</sup> )	陷坑编号	长度 (m)	宽度/直径 (m)	深度 (m)
姚家塄村一组	/	3.59	LF10	98	1.0	3
			XK42	1.2	1.2	3
			XK43	0.8	0.8	2
姚家塄村二组	23210	2.27	LF11	203	0.2	1.5
			XK44	0.5	0.5	1.5
			XK45	1.2	1.2	2.5
			XK46	1.2	1.2	2.5
			XK47	0.5	0.5	1.5
姚家塄村三组	23308	11.99	LF12	346	0.7	2.4
			LF13	84	0.5	2
			LF14	212	0.4	4
			LF15	178	0.2	1.2
			XK48	1.3	1.3	2
			XK49	0.7	0.7	1.4
			XK50	0.7	0.7	1.4
			XK51	0.5	0.5	1.2

### （7）中部风井场地进场道路旁侧崩塌隐患（B01）

B01 崩塌隐患位于中部风井场地进场道路旁侧。中心坐标东经\*\*\*\*\*，北纬\*\*\*\*\*。在通往中部风井场地道路上方形成 10-12m 高岩质边坡，所在坡面岩性为上叠统上石盒子组(P<sub>2</sub>sh)浅黄绿色砂质泥岩。B01 崩塌隐患位于边坡中部和上部，高度 10-12m，宽约 25m，平均厚 0.3m，体积 120m<sup>3</sup>，坡向 145°，整体坡度 55°。

（见照片 3-3、图 3-6）岩石呈浅黄绿色，弱风化，细粒结构，层状构造，岩石较软。岩层产状：340°∠25°，与坡向相反。存在一组卸荷裂隙，产状为：120°∠45°，裂隙宽度 2cm，无填充物，断续长 3-5m，在卸荷重力作用及降雨入渗裂隙后的水压力作用下，存在崩塌隐患。

威胁对象为下方道路宽 20m，为通往中部风井场地主要道路，可能直接经济损失 100-500 万元，潜在威胁人数小于 10 人，危害程度中等。

在现状条件下，该崩塌隐患处于欠稳定状态，发育程度中等，危害程度中等，危险性中等。



照片 3-3 中部风井道路旁侧崩塌隐患  
（镜向：NW）拍摄日期：2025 年 7 月 15 日

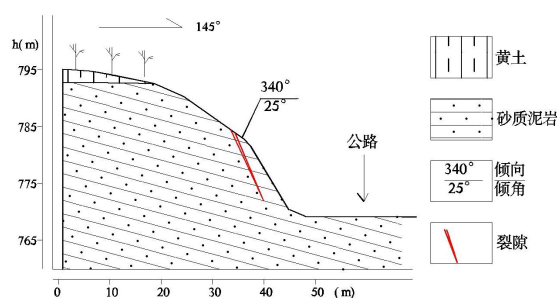


图 3-6 中部风井道路旁侧崩塌隐患剖面图

## 2、不稳定地质体影响预测分析

### （1）工程建设遭受和引发不稳定地质体危险性的预测评估

#### 1) 建设工程遭受不稳定地质体危险性预测评估

①平硐工业场地位于龙门镇京昆线两侧，地势平坦，位于滑坡、地面塌陷等不稳定地质体影响范围外，遭受不稳定地质体的可能性较小，危害程度小，危险性小。

②中部风井场地、泗洲庙排矸场位于泗洲庙村，位于滑坡、地面塌陷等不稳定地质体影响范围外，遭受不稳定地质体的可能性较小，危害程度小，危险性小。



③姚家塄风井位于姚家塄村，邻近胡家山滑坡（H01）不稳定地质体影响范围，遭受不稳定地质体的可能性中等，发育程度中等，危害程度中等，危险性中等。

## 2) 建设工程引发不稳定地质体危险性预测评估

平硐工业场地、中部风井场地、姚家塄风井已建成运营多年，后期不会新建，引发不稳定地质体的可能性小，危害程度小，危险性小。

### (2) 采矿活动引发不稳定地质体影响预测

采矿活动可能引发伴生地裂缝、地面塌陷、采动边坡和崩塌等不稳定地质体，威胁地面的土地资源及建（构）筑物等，可能造成设施损坏，威胁附近人员。

#### 1) 采煤引发地表塌陷变形量预测模式及计算方法

根据下峪口煤矿地表移动变形观测结果及历年监测成果，按照下峪口煤矿煤层赋存条件、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程》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全区预测。模式如下：

最大下沉值： $W = M \times q \times \cos \alpha$ ，mm

最大倾斜值： $i = W/r$ ，mm/m

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

最大水平移动值： $U = b \times W$ ，mm

最大水平变形值： $\varepsilon = 1.52 \times b \times i$ ，mm/m

上式中：M—煤层开采厚度，m；

H—煤层埋藏深度，m；

$\alpha$ —煤层倾角， $5^\circ$ ；

r—开采影响半径，m；

q—下沉系数， $q_{初}=0.60$ ； $q_{复}=0.66$ （根据2、3号煤层顶岩性为粉砂岩-中粒砂岩，中硬岩，同时结合前期监测数据综合确定）；

b—水平移动系数，0.3。

由于本煤矿各煤层开采的间隔时间较长，各煤层开采后的倾斜率、曲率、水平移动、水平变形值一般不会同一时间叠加，所以，本次预测不考虑各煤层的倾斜率、曲率、水平移动、水平变形值的叠加情况，只考虑其单独影响。但沉降量一般会随时间的延续会叠加的，因此沉陷考虑沉降量的叠加。

表 3-7 煤矿开采计划参数

生产阶段	开采煤层	平均埋深 (m)	工作面采高 (m)
近期	3 号煤层	510~600 (530)	2.0-3.5
中期	2 号煤层	500~680 (538)	2.0-3.5
	3 号煤层	530~740 (550)	1.5

### ①适用期(近期)开采地面塌陷预测值

近期计划开采 3 号煤层，开采 23302<sub>下</sub>、22306、22307、22305 和 22308 工作面。根据上述各参数，结合矿井开拓方式、煤层赋存特征，以工作面为计算块段，采用《地表移动与变形预计系统》软件进行模拟预测。根据预测结果，绘制近期开采区地面塌陷等值线见图 3-7，开采区各变形指标数据见表 3-8。

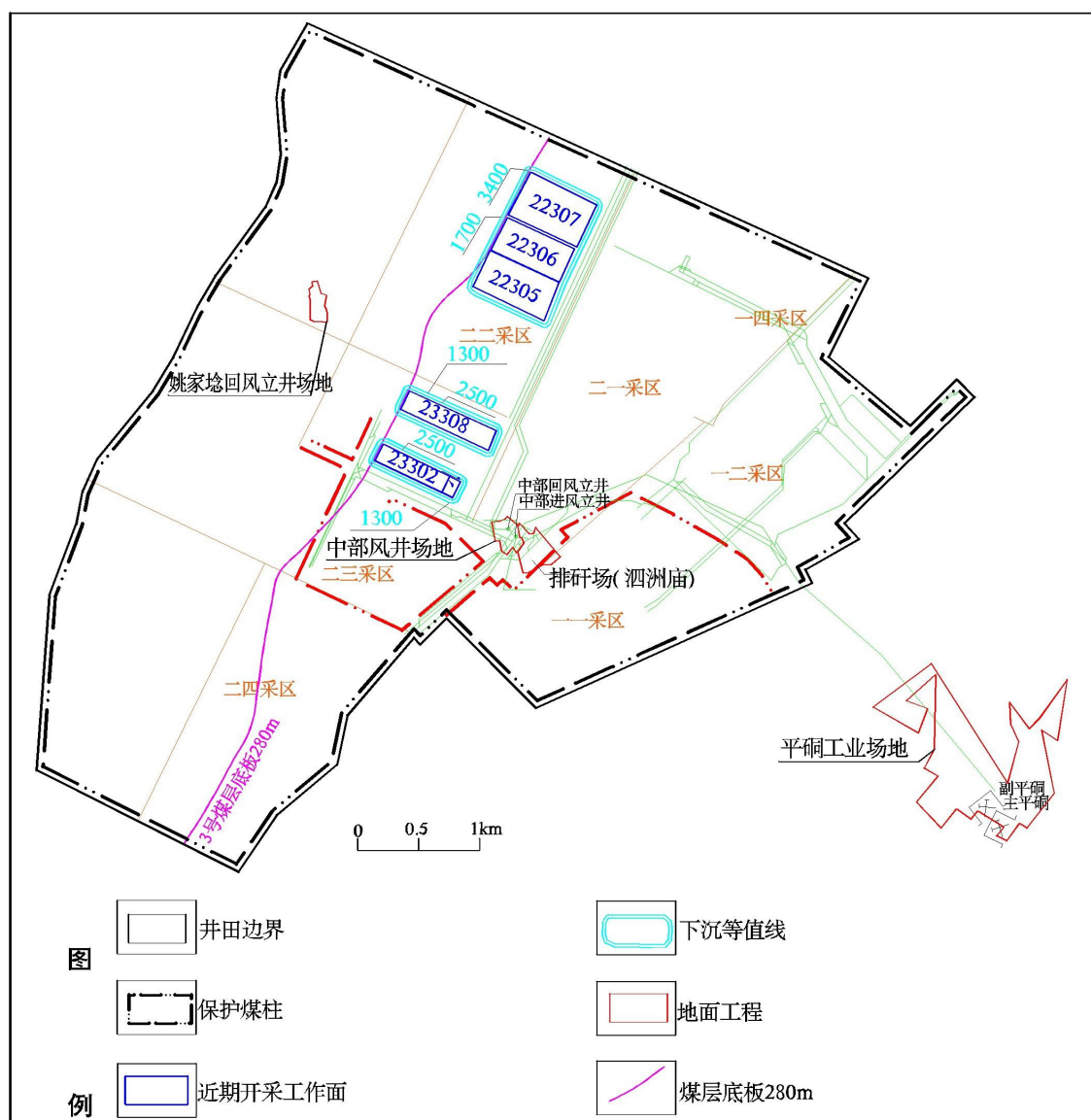


图 3-7 近期 3 号煤层地表下沉等值线图

近期开采 3 号煤层后其形成的地表最大下沉值为 3405.79mm，最大倾斜值为

20.03mm/m，最大曲率值  $0.18 \times 10^{-3}/\text{m}$ ，最大水平移动值为 1021.74mm，最大水平变形值为 9.14mm/m。

表 3-8 近期开采区地面塌陷、倾斜、移动和变形值预测一览表

煤层		采厚 (m)	塌陷值 (mm)	倾斜值 (mm/m)	曲率 ( $10^{-3}/\text{m}$ )	水平移动值 (mm)	水平变形 (mm/m)
3 煤	最小	*****	236.70	1.39	0.01	71.00	0.63
	最大	*****	3405.79	20.03	0.18	1021.74	9.14

通过实地调查，结合 GNSS 监测数据和裂缝调查台账（2022.1.1~2024.12.31），开采 3 煤 21318 工作面时（JC001 监测点）实际最大沉陷值为 1427mm；23308 工作面(JC003 监测点)最大下沉量 2242mm；23306 下工作面最大下沉量 1315mm。将实际监测沉陷量和计算推测沉陷量进行对比，计算推测数据接近监测值，表明计算过程可信。预测近期（适用期）开采 3 号煤层在已有地面塌陷（TX04）引发重复损毁；引发新的地面塌陷（TX05），面积为 96hm<sup>2</sup>。

②中期开采地面塌陷预测值

根据以上预测模型和有关参数对煤矿中期开采区开采引起的地面塌陷进行预测，预测结果见表 3-9。

表 3-9 中期开采区地面塌陷、倾斜、移动和变形值预测一览表

可采煤层	可采厚度 (m)	下沉值 $W_{\max}(\text{mm})$	倾斜值 $I_{\max}(\text{mm}/\text{m})$	曲率值 $K_{\max}(10^{-3}/\text{m})$	水平移动值 $U_{\max}(\text{mm})$	水平变形值 $\epsilon_{\max}(\text{mm}/\text{m})$
2	*****	0~1972.47	0~12.64	0~0.12	0~591.74	0~5.77
3	*****	236.70~6075.19	1.39~35.74	0.01~0.32	71.00~1822.56	0.63~16.30
累计		236.7~2075.19				

中期开采 2 号煤层后其形成的地表最大下沉值为 1972.47mm，最大倾斜值为 12.64mm/m，最大曲率值  $0.12 \times 10^{-3}/\text{m}$ ，最大水平移动值为 591.74mm，最大水平变形值为 5.77mm/m；中期开采 3 号煤层后其形成的地表最大下沉值为 6075.19mm，最大倾斜值为 35.74mm/m，最大曲率值  $0.32 \times 10^{-3}/\text{m}$ ，最大水平移动值为 1822.56mm，最大水平变形值为 16.30mm/m；2、3 号煤叠加区域其形成的地表最大下沉值为 2075.19mm。预测中期开采 2、3 号煤层在已有地面塌陷（TX04）引发重复损毁，引发新的地面塌陷（TX06）和地面塌陷（TX07），面积分别为 28hm<sup>2</sup>和 214hm<sup>2</sup>。

2) 采煤引发不稳定地质体的类型、范围和时间

地表沉陷变形将随采掘工作面、盘区的推进，地表逐渐形成沉陷盆地。沉降中心预计基本上与开采中心相同。地表裂缝和沉陷坑可能出现在沟谷、沟底及沟

谷边缘。采空区影响地表变形范围沿采空区边界向外扩展约 156~170m, 平均 160m。这些扩展带主要以拉伸变形、水平位移和倾斜位移为主, 而沉降盆地中心则以垂向沉降变形为主, 水平位移、倾斜位移为辅的变形规律。

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。依据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设及压煤开采规程》, 停采后地表沉降总延续时间采用下式估算:

$$T=2.5H$$

式中:  $T$ ——地表沉降总延续时间 ( $d$ );

$H$ ——平均采深 ( $m$ )。

根据上式算得矿区煤层开采后的地表移动延续时间约 2.5~2.8 年。

变形特征是: 初期剧烈、中期缓慢、晚期相对稳定。但是在出现地表裂缝和塌陷坑的部位, 变形期相对要长, 其影响程度相对要严重。

中期开采区大部分位于黄土台塬上, 随着煤层开采, 采空区的形成与扩大, 地表为连续变形, 在黄土台塬形成连续的地面塌陷盆地, 在矿界煤柱、大巷煤柱、切眼一带将会形成小规模的地裂缝, 损毁局部道路, 在沟谷边缘可能会诱发次生崩塌、滑坡等不稳定地质体。

### 3) 采矿活动影响程度预测

#### ①采矿活动引发地面工程影响预测评估

中部风井场地、泗洲庙排矸场、姚家塄风井均位于保护煤柱内部, 预测近期、中期开采对其危害程度小, 危险性小, 影响程度较轻。

#### ②采矿活动引发村庄房屋损坏预测评估

评估区范围内共涉及 22 个自然村, 共计 1029 户, 3720 人。近期 (5 年) 沉降区开采区内有 5 个自然村, 刘家岭、程家洞、水草塔、姚家塄、梁后村, 总户数 179 户, 人口 603 人。随着煤矿开采, 采空区的形成与扩大, 地面塌陷将不同程度地影响各村庄。

根据下峪口煤矿地质条件、开拓方案和《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》的有关规定, 分别计算煤层开采后各村庄有关地表变形参数, 划分出可能遭受的损坏等级, 确定可能的受灾情况。预测结果见表 3-10。

近期 5 年开采区内 5 个自然村和未来开采区内 17 个自然村在煤层开采后，居民建筑物损坏等级均为 IV 级，严重损坏，对村庄建筑物的危害程度大，危险性大，影响程度严重。

表 3-10 村庄地表塌陷参数预测结果表

自然村		水平变形 e	曲率 K	倾斜 i	破坏等级	受损户数 (户)	受损人口 (人)
		(mm/m)	(10 <sup>-3</sup> /m)	(mm/m)			
近期	程家洞	18.23	0.34	38.33	IV	76	228
	姚家埝	11.75	0.22	24.71	IV	70	253
	刘家岭	15.12	0.30	31.80	IV	30	98
	水草塔	15.59	0.31	31.95	IV	20	65
	梁后村	11.22	0.23	24.02	IV	19	62
中期	强家洞	16.34	0.30	34.35	IV	46	133
	杨家湾	15.37	0.28	32.31	IV	38	115
	泗洲庙	15.49	0.28	32.57	IV	148	476
	下圪针坪	2.93	0.05	6.17	III	21	80
	樊家山	15.15	0.29	31.86	IV	44	175
	原家沟	11.71	0.23	24.62	IV	32	150
	前麻科	15.7	0.31	33.01	IV	16	60
	后麻科	11.54	0.22	24.28	IV	11	43
	李家山	6.59	0.13	13.86	IV	119	485
	张家山	15.06	0.28	31.66	IV	124	508
	贾湾	8.74	0.16	18.38	IV	93	316
	胡家山	7.92	0.15	16.67	IV	24	103
	王家仵佬	12.61	0.23	26.52	IV	15	60
	西沟	16.34	0.3	34.35	IV	40	128
	孟家卓子	9.38	0.18	19.74	IV	19	80
	金银村	13.49	0.26	28.38	IV	22	80
合计		/	/	/	/	991	3595

#### ③采矿活动引发输电线路损坏预测评估

近期和中期存在民用输电线路，煤层开采引发地面塌陷将造成电线杆歪斜，对正常供电造成一定影响，但其为一般性设施，易于恢复，预测未来煤层开采对民用输电线路造成的危害程度小，危险性小，影响程度较轻。

#### ④采矿活动引发道路损坏预测评估

近期、中期开采区的采矿活动将会对区内的乡村道路产生影响，由于均为等级外道路，人流、车流量小，预测造成的危害程度小，危险性小，影响程度较轻。

### (三) 含水层影响现状分析与预测

#### 1、含水层结构、水位影响现状评估

下峪口煤矿经过多年开采，据二水平采掘巷道观测，遇断层几乎都出水，但水量均不大，以顶板滴水、淋水为主。此外，根据煤矿多年的观测及科研单位的



研究成果，下峪口煤矿受采矿活动破坏或影响的含水层主要为下石盒子组和山西组砂岩孔隙裂隙含水层，造成煤矿采空区影响范围内主要充水含水层、水位下降，地下水流失量较大，通过顶板裂缝进入巷道及采空区，约  $2300\text{m}^3/\text{d}$ 。见图 3-8。

上述受影响的含水层其富水性与透水性不好，水力联系差，加上地形复杂，地表径流条件好，补给量不足，渗透有限，含水量不大，同时受隔水层阻隔，各含水层之间多无水力联系，因此，对上覆其他含水层水位、水量影响较小。

经调查，当地居民多以打井方式取用地下水，绝大多数取用第四系潜水，该含水层广泛分布，含水丰富，大气降水可以普遍渗入，水位较稳定，水质没有特殊变化，未发现采矿活动影响当地居民生产、生活用水情况。

因此，采矿活动造成直接涌水含水层下石盒子组和山西组砂岩孔隙裂隙含水层水位下降，水量流失，影响程度严重。

## 2、含水层水质影响现状评估

下峪口煤矿经多年开采形成的采空区内富水性弱的下石盒子组和山西组砂岩孔隙裂隙含水层受到采矿活动破坏和影响，煤矿开采期间上述含水层水涌入采空区，受到煤岩屑混入从而使水质受到一定程度影响，但影响因子单一，影响程度较轻，且各含水层地下水混合汇流向工作面，经煤矿排水设备排出地表，处理后综合利用。但各含水层水质本身未受到影响和贯通。

因此，煤矿开采对含水层水质影响较轻。

综上，采矿活动造成直接涌水含水层下石盒子组和山西组砂岩孔隙裂隙含水层水位下降，水量流失，影响程度严重。

## 3、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

根据《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿采动围岩裂隙发育规律探测报告》（西安科技大学，2023 年 9 月）可知：下峪口煤矿 23202 工作面 2 号煤层采高为 1.3m 时，冒落带发育高度为 12.07m，冒采比为 9.28，顶板导水裂隙带发育高度为在 25.1m~29m，裂采比为 19.3~22.3；底板破坏深度在 11.33~14.25m；23308 工作面 3 煤采高 1.5m 时，顶板导水裂隙带发育高度在 44m~48.98m，裂采比为 17.6~19.59；底板破坏深度 12~14.06m。

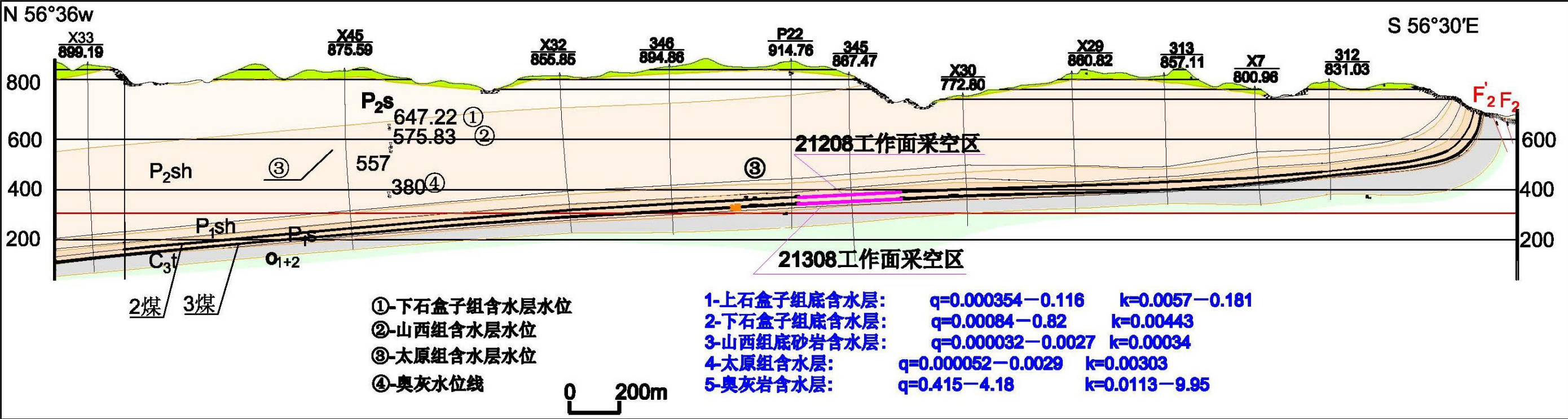


图 3-8 4-4' 现状水文地质剖面图

垮落带、导水裂隙带高度计算采用《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》中推荐的公式模式：

垮落带高度的预测：

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

式中： $H_m$ —垮落带高度（m）； $M$ —煤层的开采厚度（m）；

公式适用于中硬（单向抗压强度 20~40，砂岩、泥质灰岩、砂质页岩、页岩），单层采厚 1~3m，累计采厚不超过 15m。

导水裂隙带高度预测：

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

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

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

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

## ②近期开采区含水层结构、水位影响预测评估

近期计划开采 3 煤层，计划开采 23308、23302<sub>下</sub>、22306、22307、22305 和 22308 工作面开采后，垮落带、导水裂隙带高度见表 3-10。根据预测结果，5 年开采区导水裂缝带最大高度为 55.22m，受破坏的含水层主要是二叠系下统山西组含水层，局部影响二叠系下统石盒子组，并终止于石盒子组含水层内，不会对上覆当地居民饮用水来源的含水层造成影响。

根据工作面边界附近基岩厚度、裂缝角计算导水裂隙沟通范围，计算公式为：

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

式中： $L$ —沟通范围，m； $H$ —含水层厚度，m； $\alpha$ —裂缝角，取 75°。

降落漏斗分布范围根据邻近钻孔抽水试验数据计算，计算公式为：

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

式中： $R$ —影响半径，m； $S_w$ —水位下降值，取 40m； $K$ —渗透系数，取 0.00852。

表 3-11 近期开采区导水裂隙带高度预测结果一览表

煤层	采厚 (m)		导水裂隙带高度(m)		垮落带高度 (m)
			模式 1	模式 2	
3 号煤	最小	*****	14.22	22.00	3.94
	最大	*****	49.17	55.52	14.15

经计算, 5 年开采区工作面导水裂隙沟通范围为采区外 14.32m; 降落漏斗分布范围为沟通区外 21.04m。

煤层开采后, 在一定时间内, 导水裂隙沟通范围内含水层水位下降, 结构破坏, **影响程度严重**。矿井涌水量为 2300m<sup>3</sup>/d, 按年生产日为 330 天计时, 区域地下水流失量为 75.9 万 m<sup>3</sup>。

### ③中期开采区含水层结构、水位影响预测评估

中期煤层开采后垮落带、导水裂隙带高度计算结果见表 3-12。

根据上述预测结果, 3 号煤层(各层煤开采形成的导水裂缝带高度综合以 3 号煤计)开采后会造成顶板垮落, 上覆地层因煤层开采而失去支撑造成部分岩石松动、垮落, 导致上部含水层形成导水裂隙带, 形成的导水裂隙带最大高度为 70.79m, 造成上覆二叠系下统山西组含水层结构破坏, 产生导水通道, 局部沟通二叠系下统石盒子组, 并终止于石盒子组含水层内, 造成含水层结构破坏, 地下水水位下降, **影响程度严重**。

表 3-12 开采区垮落带、导水裂隙带预测结果表

煤层	采厚 (m)		导水裂隙带高度(m)		垮落带高度 (m)
			模式 1	模式 2	
2 号煤	最小	*****	0	0	0
	最大	*****	41.31	44.64	11.26
3 号煤	最小	*****	14.22	22.00	3.94
	最大	*****	55.86	70.79	17.00

由于上覆地层较厚, 仅二叠系上统上石盒子组厚为 275~366m, 同时加上二叠系泥岩及第四系粉质粘土等隔水层阻隔, 各含水层之间多无水力联系, 因此, 对上覆居民主要用水含水层—第四系潜水含水层水位、水量**影响程度较轻**。

总体上, 含水层预测评估影响程度严重。

## (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

下峪口煤矿评估区及附近 1km 范围内没有登记注册的地质遗迹、人文景观和主要交通干线。

以往采矿活动主要分布在以下区域：

#### ①平硐工业场地

平硐工业场地位于井田东南部边界外山前坡积台地，占地面积  $90.37\text{hm}^2$ ，距离井田东南边界约  $2.3\text{km}$ 。平硐工业场地位于龙门镇，是一个已建建成多年城镇，土地类型主要为工业用地、城镇宅基地、农村宅基地和城镇村道路用地。

因此，平硐工业场地对地形地貌景观破坏**较轻**。

#### ②中部风井场地

中部风井场地位于泗洲庙沟，该场地布置有 2 个立井：回风立井、排矸立井，占地面积  $4.95\text{hm}^2$ 。压占土地类型主要为乔木林地、采矿用地。因修建中部风井场地改变了原有地形地貌景观、生态环境，对地形地貌景观破坏**严重**。

泗洲庙排矸场位于井田中央的泗洲庙沟北西梁台阶上，已停止使用。进行了工程治理和土地复垦，并通过了适用期验收，对地形地貌景观破坏**较轻**。

#### ③姚家塄风井场地

姚家塄风井场地已经建设完成，正常运营，占地面积  $3.73\text{hm}^2$ 。压占土地类型主要为采矿用地。因修建姚家塄风井场地改变了原有地形地貌景观、生态环境，对地形地貌景观破坏**严重**。

#### ④采空塌陷

根据现场调查，评估区东南、东北及中南部部分区域已进行地下采矿活动，形成地下采空区，采空区诱发了形成地面塌陷（TX01-TX04），其中已沉稳（TX01-TX03）地面塌陷区已修复；（TX04）未沉稳，塌陷面积  $17.85\text{hm}^2$ ，损毁土地类型主要为其他园地和乔木林地。现有地面塌陷区都位于低山丘陵区，多表现为伴生塌陷裂缝和下错形成的台阶。地面塌陷对地面标高产生了一定的影响，也引起局部地形坡度发生变化，产生的塌陷裂缝影响了原生地貌的完整性，但这些变化不会改变本区总体低山丘陵地形地貌，因此地面塌陷对地形地貌景观影响**较轻**。

因此，现状评估地形地貌景观现状影响**严重**。

## 2、地形地貌景观预测评估

### （1）地面工程对地形地貌景观影响

平硐工业场地位于龙门镇，是一个已建建成多年城镇，土地类型主要为工业



用地、城镇宅基地、农村宅基地和城镇村道路用地。对地形地貌景观破坏**较轻**。

姚家塄风井场地、中部风井场地后期继续使用，不会新建，对地形地貌景观破坏**严重**。

（2）采矿活动对地形地貌景观影响

根据预测，煤层开采后，近期最大沉陷值 3.41m，中期最大沉陷值 6.08m，沉陷对地面标高会产生一定的影响，产生的地表裂缝会改变原生地貌的完整性，地表沉陷也会引起地表坡度的一些变化，特别是沉陷边缘区。但是相对于原生地表坡度要小很多，不会改变所在区域总体地形地貌类型，对原有的地形地貌景观影响程度**较轻**。

因此，预测估区地形地貌景观现状影响**严重**。

（五）矿区水土环境现状分析与预测

1、现状分析

（1）水环境现状分析

根据《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿 2024 年度矿山地质环境与土地复垦监测》（2024 年 12 月 31 日）可知，矿区水土环境现状情况如下：

①矿井水

矿井正常涌水量为 1068.0m<sup>3</sup>/d~2253.6m<sup>3</sup>/d。2016 年 10 月矿山企业建成了处理能力为 4000m<sup>3</sup>/d 的矿井水处理站。矿井水经混凝沉淀、深度净化、消毒处理后回用于井下消防洒水、选煤厂用水综合利用等，不外排。

矿山企业以往在矿区的矿井水处理站、生活污水处理设施处设置 2 个地表水水质监测点，编号 SW1~SW2。矿区水质分析见表 3-13。

表 3-13 矿井地下水、地表水监测结果表（单位：mg/L）

化验项目	单位	检出限	地表水 SW1	地表水 SW2
PH	/	/	8.3	7.9
总硬度	mg/L	1.0	/	/
硫酸盐	mg/L	1.0	136	125
氰化物	mg/L	0.004	ND0.004	ND0.004
总磷	mg/L	0.01	0.08	0.06
六价铬	mg/L	0.004	<0.004	<0.004
氟化物	mg/L	0.005	1.55	1.48
溶解性总固体	mg/L	/	/	/

化验项目	单位	检出限	地表水 SW1	地表水 SW2
石油类	mg/L	0.01	ND0.01	ND0.01
硫化物	mg/L	0.003	ND0.01	ND0.01
化学需氧量	mg/L	4.0	6	5
五日生化需氧量	mg/L	0.5	1.4	1.4
溶解氧	mg/L	0.2	<b>7.5</b>	<b>7.3</b>
悬浮物	mg/L	4.0	12	13
粪类大肠杆菌	MPN/L	20	120	140
高锰酸盐指数	mg/L	0.5	2.5	2.5
总 $\alpha$ 放射性	Bq/L	0.02	/	/
总 $\beta$ 放射性	Bq/L	0.03	/	/
氨氮	mg/L	0.025	0.650	0.682
总氮	mg/L	0.05	5.05	5.12
总汞	mg/L	0.00004	0.00006	0.00008
砷	mg/L	0.0003	0.0015	0.0216
铅	mg/L	0.00009	0.000153	0.000186
镉	mg/L	0.00005	0.000161	0.000129
锌	mg/L	0.00067	ND0.00067	ND0.00067
铁	mg/L	0.00082	/	/
锰	mg/L	0.00012	/	/
铜	mg/L	0.00008	0.000579	0.000424
总铬	mg/L	0.00011		
硒	mg/L	0.0004	0.0009	0.0087
挥发酚	mg/L	0.0003	ND0.0003	ND0.0003
阴离子表面活性剂	mg/L	0.05	ND0.05	ND0.05

## ②地面生产辅助设施及生活废水

工业场地生产、生活废水主要包括浴室、食堂、卫生间以及矿灯房等生产部门排放的废水等，矿山企业于工业场地建成了一座处理站规模为 400m<sup>3</sup>/h 的生活废水处理站，经二级生化处理站处理达标后全部用于选煤厂用水及场地绿化用水，不外排。

综上所述，水环境预测评估影响程度**较轻**。

## (2)土壤环境现状分析

采动塌陷区表层以黄绵土为主，塌陷过程以物理性破坏为主导机理。受差异沉降与拉张应力影响，地表出现张性地裂缝与小型台阶状断差，部分地块被割裂

成不规则斑块，造成微地形重塑，以上均属于物理性破坏，对土壤环境影像程度较轻；矿山开采形成的矸石全部综合利用，矿区内泗洲庙排矸场已于上一适用期完成了治理修复，经对泗洲庙排矸场下游土壤环境进行监测，详见表 3-14，经检测各项指标数据均符合，对于土壤环境影响较轻。因此，预测评估土壤环境质量影响程度较轻。

现状评估认为采矿活动对水土环境影响程度**较轻**。

**表 3-14 矿区土壤监测结果表（单位：mg/L）**

化验项目	单位	检出限	TW1	T01-2024	T02-2024
PH	/	/	8.47	8.62	8.54
干物质含量	%	/	83.6	82.8	85.0
水分含量	%	/	19.6	20.8	17.6
有机质	g/kg	/	/	9.89	7.05
总汞	mg/kg	0.002	0.0902	0.0742	0.0715
总砷	mg/kg	0.01	10.4	12.5	12.5
铅	mg/kg	0.1	21.0	20.6	19.7
镉	mg/kg	0.01	0.11	0.11	0.11
铜	mg/kg	1	23	26	20
镍	mg/kg	3	21	24	25
锌	mg/kg	1	70	56	55
铬	mg/kg	4	42	40	48
有效磷	/	/	/	17.4	20.1
速效钾	/	/	/	200	233
全氮	/	/	/	0.608	0.508
水溶性盐总量	/	/	1.4	1.3	1.3
石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	mg/kg	6	ND6	ND6	ND6

## 2、水土环境预测评估

矿山企业的生活污水处理站与矿井水处理站运行稳定。生活污水实现全量收集及处理，出水全部在厂区内回用，实现零外排；矿井水经系统处理后，水质达标后作为井下消防、降尘洒水和洗煤厂工艺补水等用途回用，不外排。

近期和中期煤层开采后塌陷区会出现伴生地裂缝、局部地区地表坡度将会发生变化，属于物理破坏，影响程度**较轻**。

矸石属第I类一般工业固体废弃物，矿山企业将煤矸石全部综合利用，已有排矸场已完成恢复治理，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）地质环境影响程度分级分区评估

### 1、评估分级分区原则

根据项目建设的工程类型、规模、区段特点，结合矿山环境影响程度现状/预测评估的结果，“以人为本，以矿山地质环境为本”，根据“区内相似、区际相异”原则，按照影响矿山地质环境的地质环境条件、不稳定地质体的发育程度、对含水层、地形地貌景观及水土环境的影响程度等因素进行综合评估，划分矿山地质环境影响程度评估分级和分区。具体采用因子叠加（半定量）方法进行分区。

### 2、评估分级分区方法

本次矿山地质环境影响程度现状/预测评估采用因子叠加（半定量）分析法。具体如下：

#### （1）评估因子的选取及评价标准

根据工程建设影响、破坏地质环境的情况，结合评估区地质环境条件、人类工程活动强弱等因素的具体特点，矿山地质环境影响程度现状/预测评估主要选择工程建设遭受、引发不稳定地质体的程度、工程建设对含水层、地形地貌景观和水土环境的影响和破坏程度四个差异性因子为评价指标，不同评价指标的影响程度判别标准见表 3-15。

#### （2）矿山地质环境影响程度综合评估分区

根据表 3-15 的标准，对矿山建设不同工程区块进行地质环境影响程度综合评判，每个工程区块的影响程度取值“就高不就低”，即该区块的影响程度值取 4 个判别因子中最高者。然后，依据“区内相似、区际相异”的原则，对各工程区块进行合并，并根据合并后的区块影响程度进行地质环境影响程度分级。

表 3-15 地质环境影响程度评价分级标准表

评价因子	地质环境影响程度		
	严重	较严重	较轻
不稳定地质体	不稳定地质体规模大，发生的可能性大；影响到城市、乡镇、重要行政村、重要交通干线、重要工程设施及各类保护区安全；造成或可能造成直接经济损失大于 500 万元，受威胁人数大于 100 人。	不稳定地质体规模中等，发生的可能性较大；影响到村庄、居民聚居区、一般交通线和较重要工程设施安全；造成或可能造成直接经济损失 100~500 万元，受威胁人数 10~100 人。	不稳定地质体规模小，发生的可能性小；影响到分散性居民、一般性小规模建筑及设施；造成或可能造成直接经济损失小于 100 万元，受威胁人数小于 10 人。
含水	矿床充水主要含水层结构破坏，产生导水通道；矿井正常涌水量	矿井正常涌水量 3000~	矿井正常涌水量小于 3000

评价因子	地质环境影响程度		
	严重	较严重	较轻
层	大于 10000m <sup>3</sup> /d; 区域地下水水位下降; 矿区周围主要含水层(带)水位大幅下降, 或呈疏干状态, 地表水体漏失严重; 不同含水层(组)串通水质恶化; 影响集中水源地供水, 矿区及周围生产、生活供水困难。	10000m <sup>3</sup> /d; 矿区及周围主要含水层(带)水位下降幅度较大, 地下水呈半疏干状态; 矿区及周围地表水体漏失较严重影响矿区及周围部分生产生活供水。	m <sup>3</sup> /d; 矿区及周围主要含水层水位下降幅度小; 矿区及周围地表水体未漏失; 未影响到矿区及周围生产生活供水。
地形地貌景观	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大; 对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重。	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大; 对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较重。	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小; 对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较轻。
水土环境	生产过程中排放固体废弃物, 造成水体、土壤原有理化性状恶化, 全部丧失原有功能。	生产过程中排放固体废弃物, 造成水体、土壤原有理化性状变化较大, 使其丧失部分原有功能。	生产过程中排放固体废弃物, 未造成水体、土壤原有理化性状变化, 或有轻微变化, 对水体、土壤原有功能影响较小。

### 3、地质环境影响程度现状评估分区

通过对各因子现状调查结果进行叠加分析, 对各区块界线进行必要修整后, 得到评估区地质环境影响程度现状评估综合分区。本次共划分地质环境影响程度分区 6 块(详见附图 01、表 3-16), 其中地质环境影响程度严重区(I) 3 处, 较严重区(Bx) 1 处, 较轻区(Cx) 2 处。

#### (1) 地质环境影响程度严重区(I<sub>1</sub>~I<sub>3</sub>)

中部风井场地、泗洲庙排矸场(I<sub>1</sub>): 中部风井场地(4.95hm<sup>2</sup>)、泗洲庙排矸场(7.90hm<sup>2</sup>), 改变原始地形地貌景观, 对地形地貌景观破坏**严重**。

地面塌陷(TX04)(I<sub>2</sub>): 发育程度中等发育, 危害程度中等, 危险性中等, 地面塌陷面积 17.85hm<sup>2</sup>; 崩塌隐患(B02)发育程度中等, 危害程度中等, 危险性中等; 改变原始地形地貌景观, 对地形地貌景观破坏**严重**。

胡家山滑坡 H01、姚家埝风井(I<sub>3</sub>): 发育成程度中等, 危害程度中等, 危险性中等; 姚家埝风井改变原始地形地貌景观, 压占土地面积: 3.73hm<sup>2</sup>, 改变原始地形地貌景观, 对地形地貌景观破坏**严重**。

地质环境影响程度严重区面积合计 1.48km<sup>2</sup>, 占评估区面积的 4.29%。

#### (2) 地质环境影响程度较严重区 1 处(II<sub>1</sub>)

分布于评估区的北部, 面积 0.01km<sup>2</sup>, 占比 0.03%。丁家山滑坡 H02 发育成程



度中等，危害程度中等，危险性中等。

(3) 地质环境影响程度较轻区 2 处(III<sub>1</sub> 和 III<sub>2</sub>)

评估区大部分(III<sub>1</sub>)：

分布于评估区的大部，面积 30.16km<sup>2</sup>，占评估区面积的 87.37%。地面塌陷 (TX01~TX03) 发育成程度弱发育，危害程度较小，危险性较小。这些地段矿山活动对矿区地质环境影响程度较轻，存在的地质环境问题少，危害程度较轻。

平硐工业场地(III<sub>2</sub>)：

平硐工业场地评估区面积 2.77km<sup>2</sup>，占评估区面积的 8.02%。一个已建建成多年城镇，地势平坦，土地类型主要为工业用地、城镇宅基地、农村宅基地和城镇村道路用地。对地形地貌景观破坏较轻。

地质环境影响程度较轻区面积合计 33.03km<sup>2</sup>，占评估区面积的 95.68%。

#### 4、地质环境影响程度预测评估分区

通过对各因子预测评估结果进行叠加分析及矿山活动特征对各区块界线进行必要修整后，得到评估区地质环境影响程度预测评估综合分区。本次共划分地质环境影响程度分区 9 块（详见附图 03、表 3-17），其中地质环境影响程度严重区 (I) 6 处，较严重区 (By) 1 处，较轻区 (Cy) 2 处。

(1) 地质环境影响程度较严重区(I<sub>1</sub>~I<sub>6</sub>)

中部风井场地、泗洲庙排矸场(I<sub>1</sub>)：中部风井场地 (4.95hm<sup>2</sup>)、排矸立井排矸场 (7.90hm<sup>2</sup>)，改变原始地形地貌景观，对地形地貌景观破坏严重。

地面塌陷 (TX04) (I<sub>2</sub>)：由于近期开采 23302 综采面即位于 23202 综采面下方，重复损毁，发育程度中等，危害程度中等，危险性中等，地面塌陷面积 17.85hm<sup>2</sup>；崩塌隐患 (B02) 发育程度中等，危害程度中等，危险性中等；改变原始地形地貌景观，对地形地貌景观破坏严重。

胡家山滑坡 H01、姚家塄风井(I<sub>3</sub>)：发育成程度中等，危害程度小，危险性小；姚家塄风井改变原始地形地貌景观，压占土地面积：3.73hm<sup>2</sup>，改变原始地形地貌景观，对地形地貌景观破坏严重。

地面塌陷 (TX05) (I<sub>4</sub>)由于近期开采 22306、22307 和 22305 综采面，发育程度强发育，危害程度大，危险性大，地面塌陷面积 96hm<sup>2</sup>；改变原始地形地貌景观，对地形地貌景观破坏较严重。

表 3-16 矿山地质环境影响程度现状评估分区说明表

	编号	位置	面积 (km <sup>2</sup> )	面积 占比 (%)	单因子影响程度现状评估				影响 程度 分级	现存的地质环境问题
					不稳定 地质体	含水层	地形地 貌景观	水土 环境		
现状评估 分区	I <sub>1</sub>	中部风井场地、泗洲庙 排矸场	0.28	0.81	较轻	较轻	严重	较轻	严重	中部风井场地（4.95hm <sup>2</sup> ）、泗洲庙排矸场（7.90hm <sup>2</sup> ） 改变原始地形地貌景观。
	I <sub>2</sub>	地面塌陷（TX04）	1.10	3.19	中等	严重	较轻	较轻	严重	地面塌陷（TX04）发育程度中等，危害程度中等，危 险性中等，地面塌陷面积17.85hm <sup>2</sup> 。崩塌隐患（B02） 发育程度中等，危害程度中等，危险性中等。
	I <sub>3</sub>	胡家山滑坡H01、姚家 埝风井	0.10	0.29	较轻	较轻	严重	较轻	严重	胡家山滑坡H01发育成程度中等，危害程度小，危险 性小；姚家埝风井改变原始地形地貌景观，压占土地面 积：3.73hm <sup>2</sup> 。
较严重区	II	丁家山滑坡H02	0.01	0.03	中等	较轻	较轻	较轻	较严重	丁家山滑坡H02发育成程度中等，危害程度中等，危险性 中等
较轻区	III <sub>1</sub>	评估区大部分	30.26	87.66	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	地面塌陷（TX01、TX02和TX03）发育程度弱发育， 危害程度小，危险性小。存在的地质环境问题少，对矿 山地质环境的影响较轻。
	III <sub>2</sub>	平硐工业场地	2.77	8.02	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	平硐工业场地周边为一个已建成多年城镇，地势平坦。 存在的地质环境问题少，对矿山地质环境的影响较轻。

表 3-17 矿山地质环境影响程度预测评估分区说明表

	编号	位置	面积 (km <sup>2</sup> )	面积占 比 (%)	单因子影响程度现状评估				影响程 度分级	预测存在的地质环境问题
					不稳定 地质体	含水层	地形地 貌景观	水土 环境		
预测评估 分区	I <sub>1</sub>	中部风井场地、泗洲庙排矸场	0.28	0.81	较轻	严重	严重	较轻	严重	中部风井场地（4.95hm <sup>2</sup> ）、泗洲庙排矸场（7.90hm <sup>2</sup> ）改变原始地形地貌景观。
	I <sub>2</sub>	地面塌陷（TX04）	1.10	3.19	中等	严重	较轻	较轻	严重	地面塌陷（TX04）发育程度中等，危害程度中等，危险性中等，地面塌陷面积17.85hm <sup>2</sup> 。崩塌隐患（B02）发育程度中等，危害程度中等，危险性中等。
	I <sub>3</sub>	胡家山滑坡H01、姚家塄风井	0.10	0.29	中等	较轻	严重	较轻	严重	胡家山滑坡H01发育成程度中等，危害程度小，危险性小；姚家塄风井改变原始地形地貌景观，压占土地面积：3.73hm <sup>2</sup> 。
	I <sub>4</sub>	地面塌陷（TX05）	0.96	2.78	严重	严重	较轻	较轻	严重	地面塌陷（TX05）发育程度强发育，危害程度大，危险性大，地面塌陷面积96hm <sup>2</sup> 。
	I <sub>5</sub>	二二采区地面塌陷（TX06）	0.28	0.81	严重	严重	较轻	较轻	严重	地面塌陷（TX06）发育程度强发育，危害程度大，危险性大，地面塌陷面积28hm <sup>2</sup> 。
	I <sub>6</sub>	二四采区地面塌陷（TX07）	2.14	6.20	严重	严重	较轻	较轻	严重	地面塌陷（TX07）发育程度强发育，危害程度大，危险性大，地面塌陷面积214hm <sup>2</sup> 。
较严重区	II	丁家山滑坡H02	0.01	0.03	中等	较轻	较轻	较轻	较严重	丁家山滑坡H02发育成程度中等，危害程度中等，危险性中等。
较轻区	III <sub>1</sub>	评估区大部分	26.88	77.87	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	地面塌陷（TX01、TX02和TX03）发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。存在的地质环境问题少，对矿山地质环境的影响较轻。
	III <sub>2</sub>	平硐工业场地	2.77	8.02	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	平硐工业场地周边为一个已建成多年城镇，地势平坦。存在的地质环境问题少，对矿山地质环境的影响较轻。

由于中期开采二二采区地面塌陷(TX06)(I<sub>5</sub>)和二四采区地面塌陷(TX07)(I<sub>6</sub>):地面塌陷发育程度**强发育**, **危害程度大**, **危险性大**, 地面塌陷面积依次为 28hm<sup>2</sup>和 214hm<sup>2</sup>; 改变原始地形地貌景观, 对地形地貌景观破坏较严重。

地质环境影响程度严重区面积合计 4.86km<sup>2</sup>, 占评估区面积的 14.08%。

(2) 地质环境影响程度较严重区 1 处(II<sub>1</sub>):

分布于评估区的北部, 面积 0.01km<sup>2</sup>, 占比 0.03%。丁家山滑坡 H02 发育成程度**中等**, **危害程度中等**, **危险性中等**。

(3) 地质环境影响程度较轻区 2 处(III<sub>1</sub>)

评估区大部分(III<sub>1</sub>)

分布于评估区的大部, 面积 26.88km<sup>2</sup>, 占比 77.87%。地面塌陷(TX01~TX03)发育成程度弱发育, 危害程度小, 危险性小。地质环境问题少, 危害程度较轻。

平硐工业场地(III<sub>2</sub>)

平硐工业场地评估区面积 2.77km<sup>2</sup>, 占评估区面积的 8.02%。一个已建建成多年城镇, 地势平坦, 土地类型主要为工业用地、城镇宅基地、农村宅基地和城镇村道路用地。对地形地貌景观破坏**较轻**。

地质环境影响程度较轻区面积合计 29.65km<sup>2</sup>, 占评估区面积的 85.89%。

### 三、矿山土地损毁预测与评估

下峪口煤矿为生产矿山, 既有土地损毁主要表现为平硐工业场地占压、中部风井场地占压(含回风立井与排矸立井)以及姚家塄风井场地占压等。其中, 泗洲庙排矸场占压损毁已完成修复处置。结合当前采掘布局与地质条件判断, 后续土地损毁以开采塌陷损毁为主。

#### (一) 土地损毁环节与时序

下峪口煤矿作为生产煤矿, 平硐工业场地、中部风井场地(回风立井和排矸立井)、姚家塄风井场等永久性建设用地已压占时间较长, 开采时间较长, 目前造成土地损毁的主要形式为: 沉陷损毁土地和矸石压占损毁土地。

1、平硐工业场地、中部风井场地(回风立井和排矸立井)、姚家塄风井场

经现场调查, 主要为平硐工业场地、中部风井场地、姚家塄风井场地及其配套的道路、供电在施工过程中对土地的压占损毁。

下峪口煤矿工业场地位于龙门镇城镇建成区内, 且已于 1979 年建成, 目前一

直沿用原场地，不新增场地；立井场地位于井田中央的泗洲庙沟北的西梁台阶上，于 2011 年建成使用，正常运营，不新增场地；该排矸场位于井田中央的泗洲庙沟北西梁台阶上，于 2011 年建成使用，现暂停使用；姚家埧风井 2017 年开始建设，目前已经建设完成，正常运营，不新增场地。

## 2、泗洲庙排矸场

基建期产生的部分矸石已用于场地平整，余量由自卸车外运至泗洲庙排矸场。该场位于泗洲庙村泗庙沟，主沟长约 3.07 km、比降约 5.8%，为 V 型沟道，沟底敷设排水涵洞以保障汛期来水通泄；累计排放量约 210 万 m<sup>3</sup>，库容已满，现已停用。矸石主要来自掘进与筛选环节，除井下回填和综合利用外，长期堆存对原始地貌造成覆盖、扰动与占压。自 2023 年起，矿山企业分两期实施综合治理，累计投入 1613 万元，重点推进堆体整形减坡、平台与马道土体重构、截排水系统完善及植被重建，形成“工程治理+生态恢复”的路径，目前整体治理成效较好。

## 3、地表沉陷损毁

下峪口煤矿采煤造成的地表塌陷损毁土地今后土地损毁主要环节和形式。

本矿采用倾斜长臂式综采、综放，由上而下全部垮落式顶板管理，开采煤层为 2 号和 3 号煤层，随着工作面的推进，工作面煤层采空，顶板垮落，造成地表缓慢下沉，在地表不连续下沉过程中，地表局部将出现地裂缝，并可能出现地面台阶。在裂隙产生的过程中，造成土地被分割，土壤质地疏松，土壤水分减少，影响土壤质量，从而影响地表植被生长，地表裂隙的产生同时造成地表交通设施、电力设施等受到地表塌陷的影响，也会影响耕地耕种质量和地表植被生长条件。

### （二）已损毁各类土地现状

下峪口煤矿地面建设工程包括平硐工业场地、中部风井场地（回风立井和排矸立井）和姚家埧风井场等地面建筑。造成土地损毁的主要形式为平硐工业场地、中部风井场地（回风立井和排矸立井）和姚家埧风井场压占损毁土地、地表塌陷损毁土地。

## 1、建设用地

本项目永久性建设用地包括：平硐工业场地、中部风井场地（回风立井和排矸立井）、姚家埧风井场、场内外道路（场内道路面积计入对应场地地块内，场外道路为通村道路，不统计面积）。总面积 99.05hm<sup>2</sup>，具体面积见表 3-18。



表 3-18 建设用地占地面积及类型统计

一级地类		二级地类		平硐工业场地	中部风井场地	姚家崓风井场地	合计
02	园地	0204	其他园地		1.07	0.27	1.34
03	林地	0301	乔木林地	2.60	1.41	0.06	4.07
		0305	灌木林地				
		0307	其他林地	0.12		0.01	0.13
04	草地	0404	其他草地	1.92	0.22	0.01	2.15
05	商业用地	0505	商业金融用地	3.64			3.64
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	34.79	0.12		34.91
		0602	采矿用地	0.50	1.93	3.37	5.80
		0604	物流仓储用地	0.75			0.75
07	住宅用地	0701	城镇宅基地	14.43			14.43
		0702	农村宅基地	12.41			12.41
08	公共管理与公共服务用地	0801	机关团体用地	2.88			2.88
		0803	教育用地	2.72			2.72
		0810	公园与绿地	0.51			0.51
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.88			0.88
		1004	城镇村道路用地	8.33			8.33
		1005	交通服务场站用地	1.21			1.21
		1006	农村道路	0.14	0.20	0.01	0.35
12	其他用地	1201	空闲地	2.54			2.54
				90.37	4.95	3.73	99.05

2、已损毁土地的确定

(1) 采煤塌陷损毁土地

据野外调查及资料分析, TX04 未沉稳没有治理外, 其他 3 处塌陷 TX01、TX02、TX03 已经治理, 并通过验收。

表 3-19 已沉陷损毁土地面积现状表

一级地类		二级地类		合计
02	园地	0204	其他园地	13.33
03	林地	0301	乔木林地	3.85
		0305	灌木林地	0.25
		0307	其他林地	0.03
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.04
08	公共管理与公共服务用地	0801	机关团体用地	0.01
10	交通运输用地	1004	城镇村道路用地	0.01
		1006	农村道路	0.33
合计				17.85

①二水平地面塌陷（TX04）

为 2002~2024 年开采二三采区形成的地面塌陷（TX04）。其中 23209 工作面开采 2、3 号煤层, 其余工作面 2 号煤层开采完毕, 拟开采 3 号煤层。地面塌陷(TX04)分为中度区和轻度区, 面积分别为: 90.71hm<sup>2</sup> 和 17.85hm<sup>2</sup>。其中中度区内可见多条裂缝, 裂缝详细特征见表 3-6, 见照片 3-4、3-5、3-6 和 3-7。二三采区地面塌陷（TX04），详见表 3-19。



照片 3-4 LF10 现场照（镜向：NW）  
拍摄日期：2024 年 11 月 9 日



照片 3-5 XK42 现场调查（镜向：NW）  
拍摄日期：2024 年 11 月 9 日



照片 3-6 LF12 现场调查（镜向：NW）  
拍摄日期：2024 年 11 月 9 日  
②二三采区 23302<sub>下</sub>工作面地裂缝



照片 3-7 LF14 现场调查（镜向：NW）  
拍摄日期：2024 年 11 月 9 日

根据本次补充调查，在二三采区 23302<sub>下</sub>工作面地表发现一条裂缝（LF21），裂缝长 80-100m，地裂缝走向 110°，宽 40-110cm，深度 1.2-3.0m。裂缝损毁土地，损毁地类为其他园地，地面开裂，损毁了土地完整性。见照片 3-8、3-9。



照片 3-8 泗洲庙立井道路旁侧崩塌隐患  
（镜向：W）拍摄日期：2025 年 7 月 15 日  
2、已损毁土地复垦情况



照片 3-9 泗洲庙立井道路旁侧崩塌隐患  
（镜向：W）拍摄日期：2025 年 7 月 15 日

#### （1）泗洲庙排矸场复垦情况

该排矸场位于井田中央的泗洲庙沟北西梁台阶上，现暂停使用，距平硐工业场地约 5.5km，主沟长 3.07km，占地面积 7.90hm<sup>2</sup>，主沟比降 5.8%，“V”型沟道，目前已排放矸石 210×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>，沿沟底修建有排水涵洞，雨季时上游排水可顺利通过。

排矸立井综合治理工程（一期）主要内容：①平台挖方 314337m<sup>3</sup>，外购客土覆土 27871.11m<sup>3</sup>，涂防水膜 14500m<sup>2</sup>，植被恢复 25600m<sup>2</sup>；②完成主楼及配电室外立面提升改造 4025m<sup>2</sup>，道路硬化 3965m<sup>2</sup>，排水引导渠，皮带传送装置封闭围护 500m<sup>2</sup>，南侧毛石挡墙 45m，土垄挡水工程，排矸竖井楼东侧场地绿化工程



1300m<sup>2</sup>。（照片 3-10、3-11、3-12、3-13）

排矸立井综合治理工程（二期）主要内容：①对排矸立井主楼至平台滑坡处退台修坡，坡面覆土、混播草籽绿化；②排矸坡面施工 400mm×400mmPE 排水渠 3918m，坡底南、北两侧各浇筑，1 个 3m×3m×3m 钢筋混凝土沉淀池；③采用 C30 混凝土硬化排矸坡平台，硬化厚度 300mm、面积 965m<sup>2</sup>；④采用 C30 混凝土硬化排矸立井场区至排矸坡平台道路，道路全长 125m；⑤种植白皮松（300 棵）、混播草籽绿化排矸立井主楼东北侧场区，绿化面积 1600m<sup>2</sup>。

2025 年 7 月 15 日-7 月 16 日，根据问询矿山企业和走访村民，泗洲庙排矸场东北侧 60m 处，存在取土挖损迹象。泗洲庙排矸场道路东北侧土地不属于矿山企业，当地村民私自取土损毁土地，与矿山企业无关，复垦责任不属于矿山企业。

2025 年 7 月 15 日-7 月 16 日，根据现场补充调查，泗洲庙排矸场底部平台刺槐成活率较低，面积 0.57hm<sup>2</sup>。



照片 3-10 排矸立井植树绿化（镜向：NW）  
拍摄日期：2024 年 11 月 8 日



照片 3-11 排矸立井植树绿化（镜向：SW）  
拍摄日期：2024 年 11 月 8 日



照片 3-12 泗洲庙排矸场恢复草地（镜向：NW）  
拍摄日期：2024 年 11 月 8 日



照片 3-13 泗洲庙排矸场马道截水渠  
（镜向：SW）拍摄日期：2024 年 11 月 8 日

(2)地面塌陷 TX01、TX02 和 TX03 受损土地复垦工程

地面塌陷 TX01、TX02 和 TX03 地貌属于构造剥蚀的低山区，沟谷及其两侧

基岩裸露，山岭为黄土覆盖，黄土厚度 20m 左右。地裂缝所在地为农民耕种的花椒树园中。

治理工程主要为：裂缝充填工程、土壤剥覆工程、土地平整、土地翻耕、土壤培肥、田坎修筑。治理前中后见照片 3-14、3-15。



照片 3-14 地裂缝治理后  
拍摄日期：2025 年 4 月 10 日



照片 3-15 地裂缝治理后  
拍摄日期：2025 年 4 月 10 日

### 3、已损毁土地重复损毁可能性分析

根据下峪口煤矿采矿证服务年限及批复开采煤层为 2 和 3 号煤层，本方案拟开采煤层会对已损毁土地造成重复损毁。近期开采的 23302 综采面即位于 23202 综采面下方，与 TX04 存在重复损毁。

#### （三）拟损毁土地预测与评估

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

#### 1、预测时段划分

本着“远粗近细”的原则，根据下峪口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（16.5 年）划分为 2 个时段。

一时段（0~5.0 年），年限为 5.0 年，开采二三采区的 23308、23302 综采面，二二采区的 22306、22307 和 22305 综采面；

二时段（5.1~17.0 年），年限为 12.0 年，开采二二采区、二四采区。

#### 2、地表变形预测结果



本项目煤层开采后，其上覆岩层因失去支撑作用自下而上发生冒落、裂隙和移动、整体弯曲下沉，最终在地表形成沉陷区。由于大巷煤柱、采区边界煤柱分割，煤矿地表将出现沉陷下沉区，在沉陷区开采边界附近会出现一些下沉台阶，并出现一些较大的、永久地表裂缝。本煤矿开采地表沉陷变形的特点主要表现在以下几个方面：

①地表下沉是逐步形成的，要经历较长的时间，本项目约为 2.5-3.0 年；

②厚黄土层矿区地表移动变形具有发展快、稳定快、活跃期短的特征；

③黄土沟壑区采煤沉陷引起的山坡侧向滑移变形是渭北矿区地表移动变形的重要特征；

④在薄基岩厚黄土层开采条件下，黄土层的沉陷变形与基岩沉陷保持同步移动。与基岩相比，黄土层中的开采影响传播速度要明显快于岩层，而且下沉系数要大于基岩中的下沉系数，下沉衰减和竖向离层发育较低，在煤柱上方和采空区上方地表移动分布呈非对称特征；

⑤煤炭开采相邻工作面间及停采线、采区边界裂缝破坏了原始地貌的完整性，造成与周围自然景观的不相协调，对生态景观有一定的负面影响；

⑥在黄土山区条件下，斜坡体各部分受到开采影响的强度和时间不同，所产生的开采沉陷及其引起的斜坡塑性滑移也不同。在地表倾向于开采沉陷倾斜方向一致的“正向坡”条件下，山坡的侧向滑移增大了斜坡体的开采沉陷变形，而在地表倾向于开采沉陷倾斜方向相反的“反向坡”条件下，山坡的侧向滑移减少了斜坡体的开采沉陷变形。

总体看，本煤矿开采对地表形态和地形标高会产生一定的影响，坡度较大区影响相对较大，平坦区影响相对较小，总体上地表沉陷对煤矿区域总体地貌类型影响不大。

预测结果及地表等值线图具体见采矿引发的不稳定地质体预测章节。

### 3、地表裂缝预测

根据沉陷预测结果及该区域土地损毁经验，该项目沉陷区的地表裂缝大致可以分为两组，一组为永久性裂缝带，位于采区边界和永久性煤柱周围的拉伸区，裂缝的宽度和落差较大，平行于采区边界方向延伸。开采工作面上山、下山边界和停采线边界上方的地表一旦产生裂缝是永久的，这些裂缝只有当相邻工作面的

开采，或者实施人工充填，或者经历较长时间的自然作用才能闭合。

另一组为动态裂缝，它随着工作面的向前推进，出现在工作面前方的动态拉伸区，裂缝的宽度和落差较小，呈弧状分布，大致与工作面平行而垂直工作面的推进方向，随着工作面的继续推进，动态拉伸区随后又变为动态压缩区，动态裂缝可重新闭合。

在地表移动盆地的外边缘区产生的裂缝，裂缝的深度和宽度与有无第四纪松散层及其厚度、性质和变形值大小密切相关。若第四纪松散层为塑性大的粘性土，一般是地表拉伸变形值超过 6~10mm/m 时，地表才发生裂缝。塑性小的砂质粘土、粘土质砂等，地表拉伸变形值达到 2~3mm/m 时，地表即可发生裂缝。当采深很小，采厚较大时，地表裂缝有可能和采空区相连通。

本煤矿第四系松散层主要为塑性小的砂质粘土，预测其地表的水平拉伸变形值超过 3mm/m 时，将发生裂缝。根据各阶段各煤层开采后拉伸变形值等值线大于 3mm/m 的区域视为裂缝区。

#### 4、土地损毁等级划分标准

复垦区拟沉陷损毁土地损毁程度主要取决于沉陷裂缝的宽度、密度和沉陷的深度等，而裂缝的宽度和密度与地表水平变形值的大小和深厚比的大小有密切关系。本方案对土地损毁程度的确定参照《土地复垦方案编制规程》中土地损毁程度分级标准进行，具体见表 3-20、3-21。

表 3-20 旱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	≤8.0	≤20.0	≤2.0	≥1.5	≤20.0
中度	8.0~16.0	20.0~40.0	2.0~5.0	0.5~1.5	20.0~60.0
重度	>16.0	>40.0	>5.0	<0.5	>60.0

表 3-21 园林地、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	沉陷后潜水位埋深 m	生产力降低 %
轻度	≤8.0	≤20.0	≤2.0	≥1.0	≤20.0
中度	8.0~20.0	20.0~50.0	2.0~6.0	0.3~1.0	20.0~60.0
重度	>20.0	>50.0	>6.0	<0.3	>60.0

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

## 5、土地损毁预测结果

根据上期方案的资料、采煤塌陷监测及近期塌陷地预测成果，按照土地损毁等级划分标准，绘制拟损毁土地损毁程度图。根据全区开采地表变形预测结果及划定的土地损毁程度分级标准，对损毁土地损毁程度进行划分，本方案服务年限范围内土地损毁程度以中度损毁为主。见表 3-22、3-23。

拟沉陷损毁土地中，一时段沉陷造成的土地损毁面积为  $112.96\text{hm}^2$ ，其中中度损毁面积  $111.19\text{hm}^2$ ，轻度损毁面积  $1.77\text{hm}^2$ ；二时段沉陷造成的土地损毁面积为  $334.12\text{hm}^2$ ，其中中度损毁面积  $286.86\text{hm}^2$ ，轻度损毁面积  $47.26\text{hm}^2$ 。

## 6、拟损毁土地重复损毁可能性分析

本方案各时段拟损毁土地存在重复损毁的可能，主要是由于本方案服务期内煤矿划分的采区在平面上相互邻近与衔接，由于各时段间煤炭开采属于间隔关系，因此各时段确定的损毁土地辐射至地表将产生一定距离的损毁扩大区，由此各时段的地表损毁区域将不可避免的会产生重叠，形成重复损毁土地；另一方面一时段主要开采 3 煤，二时段主要全区开采 2 号煤层，因此下层煤层开采会对上层煤炭的开采造成重复的损毁影响。

本方案各时段间拟损毁土地重复损毁存在以下特点：全部开采后地面损毁程度在部分区域比各时段开采后地面损毁程度加重，本方案确定的各时段开采后对地面的影响仅考虑本时段内各煤层开采后对地表的影响，拟损毁土地预测则考虑本方案全部服务期全部煤层开采后对地表的影响。

### （四）损毁土地综合分析

根据以上分析，建设用地占地面积  $99.05\text{hm}^2$ ，已沉陷损毁土地面积为  $17.85\text{hm}^2$ ，拟沉陷损毁土地面积为  $447.08\text{hm}^2$ （包含一时段沉陷损毁面积  $112.96\text{hm}^2$  和二时段沉陷面积  $334.12\text{hm}^2$ ，包含重复损毁面积  $17.85\text{hm}^2$ ）。

表 3-22 一时段（近期）损毁土地利用现状表

一级地类		二级地类		一时段损毁（hm <sup>2</sup> ）						合计
				23302 <sub>下</sub>	23308	22305	22305	22306	22307	
				中度	中度	轻度	中度	中度	中度	
02	园地	0204	其他园地	3.78	14.46	1.01	16.98	14.18	22.37	72.78
03	林地	0301	乔木林地	7.37	3.61	0.76	6.49	3.27	6.24	27.74
		0305	灌木林地	2.07	0.90				0.29	3.26
		0307	其他林地		0.01			1.00	0.24	1.25
04	草地	0404	其他草地	3.43	0.13				0.29	3.85
07	住宅用地	0702	农村宅基地				0.23	2.41	0.06	2.70
08	公共管理与公共服务用地	0803	教育用地				0.06			0.06
09	特殊用地	09	特殊用地					0.20		0.20
10	交通运输用地	1003	公路用地				0.27			0.27
		1004	城镇村道路用地					0.15		0.15
		1006	农村道路	0.10	0.20		0.10	0.28	0.02	0.70
合计				16.75	19.31	1.77	24.13	21.49	29.51	112.96

表 3-23 二时段（中期）损毁土地利用现状表

一级地类		二级地类		二时段损毁（hm <sup>2</sup> ）							合计 （hm <sup>2</sup> ）
				二二采区 （1）	二二采区 （2）	二二采 区（3）	二二采区 （3）	二二采区 （4）	二四采区	二四采区	
				中度	中度	轻度	中度	中度	轻度	中度	
01	耕地	0103	旱地						0.32		0.32
02	园地	0204	其他园地	10.89	34.13	5.90	11.02	5.34	18.72	78.86	164.86
03	林地	0301	乔木林地	7.77	6.84	5.82	1.62	4.90	0.91	52.05	79.91
		0305	灌木林地	3.29	0.92			4.38	4.68	22.10	35.37
		0307	其他林地		1.49		0.45	4.42	0.47	7.56	14.39
04	草地	0401	天然牧草地							5.65	5.65
		0404	其他草地	0.42				0.38	6.44	5.52	12.76
07	住宅用地	0702	农村宅基地		4.58	2.48		0.02	0.01	2.37	9.46
08	公共管理与公 共服务用地	0801	机关团体用地		0.15						0.15
		0809	公用设施用地		0.02						0.02
09	特殊用地	09	特殊用地		0.07						0.07
10	交通运输用地	1003	公路用地			0.14					0.14
		1004	城镇村道路用地		0.28	0.08					0.36
		1006	农村道路	0.24	1.42	0.40	0.04		0.55	2.30	4.95
11	水域及水利设 施用地	1101	河流水面							2.06	2.06
12	其他用地	1202	设施农用地			0.34				0.23	0.57
		1206	裸土地							0.01	0.01
		1207	裸岩石砾地							3.07	3.07
合计				22.61	49.90	15.16	13.13	19.44	32.10	181.78	334.12



## 四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

### (一) 矿山地质环境保护与治理分区

#### 1、分区原则及方法

##### (1) 分区原则

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

##### (2) 分区方法

在对不稳定地质体、含水层、地形地貌景观影响和破坏、水土环境问题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、水土环境问题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 3-24。

表 3-24 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	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			
水土环境问题	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			

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

#### 2、分区评述

根据矿山地质环境治理分区原则和分区标准，将下峪口煤矿矿山地质环境治理分区划分为重点防治区(H)、次重点防治区(B)、一般防治区(C)二级，共 9 个区块（见附图 06），其中重点防治区(A)6 个区块、次重点防治区(B)1 个区块和一般防治区(C)2 个区块。

其中重点防治区(A)总面积 4.86km<sup>2</sup>，占评估区总面积 14.08%；次重点防治区(B)

总面积 0.01km<sup>2</sup>，占评估区总面积 0.03%；一般防治区(C)块总面积 29.65km<sup>2</sup>，占评估区总面积 85.89%。各分区具体特征说明见表 3-25 及附图 6。

### (1) 重点防治区 (A)

全区划分了 6 个重点防治区，总面积 4.86km<sup>2</sup>，占评估面积的 14.08%。

各区煤层开采后，发生地面塌陷及伴生地裂缝可能性较大，地表有 19 个自然村，约 970 户 3505 人，**危害程度大，影响程度严重。**

各区煤层开采后，若不采取任何措施，导水裂隙对二叠系砂岩裂隙承压弱含水层下石盒子组、山西组和石炭系砂岩裂隙承压极弱含水层太原组结构造成破坏，产生导水通道，造成局部地下水位下降，**影响程度严重。**

对地面标高会产生一定的影响，引起地表坡度小的变化，但不会改变区域总体地形地貌景观。**对地形地貌影响较严重。**

### (2) 次重点防治区 (B)

全区划分了 1 个次重点防治区，总面积 0.01km<sup>2</sup>，占评估面积的 0.03%。

丁家山滑坡 H02 发育成程度中等，**危害程度中等，危险性中等**；含水层、地形地貌景观、水土环境问题**影响程度较轻。**

### (3) 一般防治区 (C)

全区划分了 2 个一般防治区，总面积 29.65km<sup>2</sup>，占评估面积的 85.89%。

评估区大部分(C<sub>1</sub>)

分布于评估区的大部，面积 26.88km<sup>2</sup>，占比 77.87%。地面塌陷 (TX01~TX03) 发育成程度弱发育，危害程度小，危险性小。

不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境问题**影响程度较轻。**

平硐工业场地(C<sub>2</sub>)

平硐工业场地评估区面积 2.77km<sup>2</sup>，占评估区面积的 8.02%。一个已建建成多年城镇，地势平坦，土地类型主要为工业用地、城镇宅基地、农村宅基地和城镇村道路用地。

不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境问题**影响程度较轻。**

表 3-25 矿山地质环境保护与治理恢复分区标准

防治分区			面积		矿山地质环境问题	主要防治措施	进度安排
级别	编号	位置	面积 (km²)	占比 (%)			
重点防治区	A <sub>1</sub>	中部风井场地、泗洲庙排矸场	0.28	0.81	中部风井场地（4.95hm²）、泗洲庙排矸场（7.90hm²）改变原始地形地貌景观。	维修受影响的道路及输电线路；自然恢复、综合管护，进行不稳定地质体监测，含水层监测、遥感监测。	近期
	A <sub>2</sub>	地面塌陷（TX04）	1.10	3.19	地面塌陷（TX04）发育程度中等，危害程度中等，危险性中等，地面塌陷面积17.85hm²。		近期
	A <sub>3</sub>	胡家山滑坡H01、姚家埝风井	0.10	0.29	胡家山滑坡H01发育成程度中等，危害程度中等，危险性中等；姚家埝风井改变原始地形地貌景观，压占土地面积：3.73hm²。		近期—中期
	A <sub>4</sub>	地面塌陷（TX05）	0.96	2.78	地面塌陷（TX05）发育程度强发育，危害程度大，危险性大，地面塌陷面积96hm²。	维修受影响的道路及输电线路；移民搬迁；自然恢复、综合管护，进行不稳定地质体监测，含水层监测、遥感监测。	近期—中期
	A <sub>5</sub>	二二采区地面塌陷（TX06）	0.28	0.81	地面塌陷（TX06）发育程度强发育，危害程度大，危险性大，地面塌陷面积28hm²。		中期
	A <sub>6</sub>	二四采区地面塌陷（TX07）	2.14	6.20	地面塌陷（TX07）发育程度强发育，危害程度大，危险性大，地面塌陷面积214hm²。		中期
	小计		4.86	14.08			
次重点防治区	B <sub>1</sub>	丁家山滑坡H02	0.01	0.03	丁家山滑坡 H02 发育成程度中等，危害程度中等，危险性中等。	预防、监测	近期—中期
一般防治区	C <sub>1</sub>	大部分	26.88	77.87	平硐工业场地周边为一个已建成多年城镇，地势平坦；地面塌陷（TX01、TX02 和 TX03）发育程度弱，危害程度小，危险性小。存在的地质环境问题少，对矿山地质环境的影响较轻。	预防、监测	近期—中期
	C <sub>2</sub>	平硐工业场地	2.77	8.02			
	小计		29.65	85.89			
合计			34.52	100.00			

## （二）土地复垦区与复垦责任范围

①永久性建设用地：包括平硐工业场地、中部风井场地（回风立井和排矸立井）、姚家埧风井场，总面积 99.05hm<sup>2</sup>。

②损毁土地：损毁土地为沉陷损毁土地。

本方案中沉陷损毁土地包括未稳沉的已沉陷损毁区和拟沉陷损毁区，其中已沉陷损毁区面积 17.85hm<sup>2</sup>，拟沉陷损毁区 447.08hm<sup>2</sup>（一时段 112.96hm<sup>2</sup>和二时段 334.12hm<sup>2</sup>，包含重复损毁面积 17.85hm<sup>2</sup>）。

### 1、复垦区的确定

复垦区是指生产建设项目损毁土地和永久性建设用地构成的区域。总面积=永久性建设用地+已损毁土地+拟损毁土地-重复损毁土地-保留永久-不宜复垦=99.05+17.85+447.08-17.85-90.37-9.91=445.85hm<sup>2</sup>。

### 2、复垦责任范围确定

本项目平硐工业场地留续使用，不纳入复垦责任范围；不宜复垦土地留续使用。因此本项目复垦责任范围小于复垦区面积，各面积关系具体见表 3-25。

## （三）土地类型与权属

### 1、土地利用类型

复垦区共涉及韩城市 2024 年的土地利用现状图 1:10000 标准分幅图 8 幅，图幅号为\*\*\*\*\*、\*\*\*\*\*、\*\*\*\*\*、\*\*\*\*\*、\*\*\*\*\*、\*\*\*\*\*、\*\*\*\*\*、\*\*\*\*\*，按《土地利用现状分类》（GB/T21010—2017）地类划分方式统计了下峪口煤矿项目区土地利用现状数据。复垦区内不涉及基本农田，复垦区土地利用类型见表 3-29，土地利用现状见附图 2。

#### （1）土地利用现状及类型

复垦区土地利用现状分为 12 个一级类和 28 个二级类，分别为耕地、园地、林地、草地、商业用地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、特殊用地、交通运输用地、水域及水利设施用地和其他土地，面积为 2850.00hm<sup>2</sup>，具体见表 3-26。

#### （2）土地损毁程度

复垦区内不同地类土地利用现状见照片 3-16~照片 3-19。

复垦区内土地损毁形式主要为压占损毁和沉陷损毁两种类型。永久性建设用

地（平硐工业场地、立井场地、姚家埧风井场地）和临时性建设用地（泗洲庙排矸场）损毁形式为压占，损毁程度为重度；沉陷区损毁土地依据损毁标准确定土地损毁程度，全部未中度。复垦责任范围内土地损毁程度、损毁类型及损毁面积具体见表 3-27。

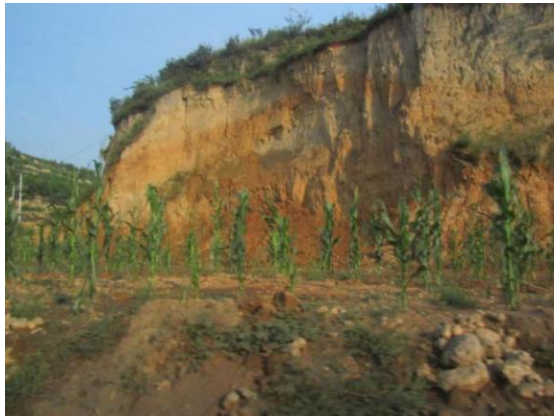
表 3-26 复垦区、复垦责任区面积关系表

序号	分区		面积 (hm <sup>2</sup> )	合计 (hm <sup>2</sup> )	备注
1	项目区	划定矿区范围+矿区范围以外的场地面积	2850.00		
2	永久性建设用地	平硐工业场地	90.37	99.05	未完成
3		中部风井场地	4.95		未完成
4		姚家埧风井场	3.73		
5	损毁土地	已沉陷损毁土地	17.85	464.93	位于拟沉陷损毁土地范围内，属于重复损毁土地（17.85hm <sup>2</sup> ）
6		拟沉陷损毁土地	447.08		一时段 112.96hm <sup>2</sup> 和二时段 334.12hm <sup>2</sup>
7	重复损毁面积	/	17.85		沉陷重复损毁面积 17.85hm <sup>2</sup>
8	复垦区面积	/	546.13		扣除重复损毁 17.85hm <sup>2</sup>
9	复垦责任区面积	/	445.85		平硐工业场地保留面积：90.37hm <sup>2</sup> ；道路等保留面积：9.91hm <sup>2</sup>

(3) 耕地质量现状

复垦区内耕地主要分布于平缓塬面及阶地上，零星分布于矿区内。

复垦区内拟损毁土地耕地全部为旱地，农田大部分为没有灌溉条件的平田，土壤熟化时间五年以上，土壤侵蚀强度为中度至强度，耕层厚度>15cm，耕层质地为粉砂质壤土或壤土。



照片 3-16 耕地（镜向：E）  
拍摄日期：2024 年 11 月 9 日



照片 3-17 园地（镜向：W）  
拍摄日期：2024 年 11 月 9 日





照片 3-18 林草地（镜向：SW）

拍摄日期：2024 年 11 月 9 日



照片 3-19 村庄（镜向：S）

拍摄日期：2024 年 11 月 9 日

根据现场调查及测验，复垦区内的耕地土壤以壤土为主，是韩城市的主要农业耕作土壤，主要分布在平缓的塬面上。这种土壤复盖层较厚，有机质及养分含量较高，剖面质地上轻下重，结构良好，质地适中，透水、透气、便于耕种，宜于农耕。剖面形态特征为，耕层一般 20~25cm，浅灰棕色质地中壤，受耕种影响最大，呈团块状结构，由于深翻、施肥，使土层不断熟化加厚，且疏松多孔，通透性和耕性好，适耕期长，适种各种作物；犁底层一般 10cm 左右，颜色灰棕，块状结构，较紧实。pH 值各层均在 8 以上，全剖面呈强石灰反应，质地沙粘适中，耕性好，通透性好，蓄水保墒，养分转化快。

复垦区内农业土壤有机质平均含量 20.64g/kg，全氮平均含量 1.00g/kg，碱解氮平均含量 91.31mg/kg，有效磷平均含量 21.17mg/kg，速效钾平均含量 209.23mg/kg。

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）林、园地生产状况

项目区以园地、林地和草地为主，项目区农用地表土层厚度在 40~50cm，土壤质地为黄绵土，团粒结构，土质绵轻，透水通气，耐旱耐涝，适耕期长，耕性好。该区土壤有机质含量 8.16~16.3g/kg，全磷含量 334~702mg/kg，有效磷含量 5~14.4mg/kg，速效钾含量 36.5~85.9mg/kg，pH 值 8.35-8.46。

#### （5）农林草生产状况

复垦区内耕地主要为旱地，主要农作物为冬小麦、玉米等，其中小麦平均产量 210~230kg/亩。

复垦区内园地全部为其他园地，主要种植花椒，平均产量 125kg 干椒/亩。

复垦区林草覆盖率约为 26%，植被类型为侧柏、荆条、酸枣、经济作物（花椒、苹果）等，呈片状在复垦区内沟壑内广泛分布。

### （6）永久基本农田、田间配套分布情况

平硐工业场地、中部风井场地、泗洲庙排矸场、姚家塄风井及场内外道路等永久性建设用地未压占永久基本农田，现状及预测近期五年地面塌陷区也无永久基本农田。

复垦责任区主要为其他园地、乔木林地、乔木林地、灌木林地、其他林地、天然牧草地和其他草地，无永久基本农田。

因此，复垦责任区内不涉及基本农田。

### 2、土地权属状况

陕西陕煤韩城矿业有限公司办理了二宗土地用地手续（见附件 15），分别为：韩国用（2009）第 002274 号、韩国用（2009）第 000370 号，详见表 3-28。

根据宗地韩国用（2009）第 002274 号：中部风井场地用地办理永久用地手续；根据宗地韩国用（2009）第 000370 号：平硐工业场地部分用地办理永久用地手续。

姚家塄风井场地、中部风井场地部分为临时用地；沉陷区为临时用地。目前正在办理用地手续。

复垦区土地为陕西省韩城市桑树坪镇的程家洞村、水草塔村、姚家塄村、张家山村和赵家沟村；龙门镇的马庄村和上峪口村；西庄镇道口梁村所有土地。

土地所有权为集体所有；农村宅基地使用权属于村民本人，农村道路使用权归属集体；其余土地承包经营权属于承包人，具体见表 3-29。

**表 3-28 陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿办理土地手续情况**

权属	名称	位置	用途	面积（m <sup>2</sup> ）	终止日期	备注
陕西陕煤韩城矿业有限公司	下峪口煤矿下广场	韩城市龙门镇	工业用地	120784.11	2051.12.30	韩国用（2009）第 002274 号
	下峪口煤矿排矸工业场地	韩城市王峰乡姚家塄	工业用地	42316.42	2057.12.31	韩国用（2009）第 000370 号

一级地类		二级地类		复垦区															
				复垦责任范围															
				建设用地				沉陷损毁土地								合计	重复损毁面积	永久性建设用地留续使用面积	复垦区/复垦责任范围面积
				平硐工业场地	中部风井场地	姚家埝风井场	小计	已沉陷损毁土地	拟沉陷损毁土地（一时段）		拟沉陷损毁土地（二时段）		小计						
编码	名称	编码	名称	重度	重度	重度	/	中度	轻度	中度	轻度	中度	轻度	中度	/	/	/	/	
01	耕地	0103	旱地								0.32		0.32		0.32			0.32	
02	园地	0204	其他园地		1.07	0.27	1.34	13.33	1.01	71.77	24.62	140.24	25.63	225.34	252.31	13.33		238.98	
03	林地	0301	乔木林地	2.60	1.41	0.06	4.07	3.85	0.76	26.98	6.73	73.18	7.49	104.01	115.57	3.85	2.60	109.12	
		0305	灌木林地				0	0.25		3.26	4.68	30.69	4.68	34.2	38.88	0.25		38.63	
		0307	其他林地	0.12		0.01	0.13	0.03		1.25	0.47	13.92	0.47	15.2	15.8	0.03	0.12	15.65	
04	草地	0401	天然牧草地				0					5.65		5.65	5.65			5.65	
		0404	其他草地	1.92	0.22	0.01	2.15			3.85	6.44	6.32	6.44	10.17	18.76		1.92	16.84	
05	商业用地	0505	商业金融用地	3.64			3.64								3.64		3.64	/	
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	34.79	0.12		34.91								34.91		34.79	0.12	
		0602	采矿用地	0.50	1.93	3.37	5.8								5.8		0.50	5.30	
		0604	物流仓储用地	0.75			0.75								0.75		0.75	/	
07	住宅用地	0701	城镇宅基地	14.43			14.43								14.43		14.43	/	
		0702	农村宅基地	12.41			12.41	0.04		2.70	2.49	6.97	2.49	9.71	24.61	0.04	12.41	12.16	
08	公共管理与公共服务用地	0801	机关团体用地	2.88			2.88	0.01						0.01	2.89	0.01	2.88	/	
		0803	教育用地	2.72			2.72			0.06		0.15		0.21	2.93		2.72	/	
		0809	公用设施用地				0					0.02		0.02	0.02			/	
		0810	公园与绿地	0.51			0.51								0.51		0.51		
09	特殊用地	09	特殊用地							0.20		0.07		0.27	0.27			/	
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.88			0.88			0.27	0.14		0.14	0.27	1.29		0.88	/	
		1004	城镇村道路用地	8.33			8.33	0.01		0.15	0.08	0.28	0.08	0.44	8.85	0.01	8.33	/	
		1005	交通服务场站用地	1.21			1.21							0	1.21		1.21		
		1006	农村道路	0.14	0.20	0.01	0.35	0.33		0.70	0.95	4.00	0.95	5.03	6.33	0.33	0.14	/	
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面									2.06		2.06	2.06			/	
12	其他用地	1201	空闲地	2.54			2.54								2.54		2.54	/	
		1202	设施农用地								0.34	0.23	0.34	0.23	0.57			/	
		1206	裸土地									0.01		0.01	0.01			0.01	
		1207	裸岩石砾地									3.07		3.07	3.07			3.07	
			合计	90.37	4.95	3.73	99.05	17.85	1.77	111.19	47.26	286.86	49.03	415.9	563.98	17.85	90.37	445.85	

永久保留：90.37hm²。其它保留面积 9.91hm²，包括：教育用地：0.21hm²；公用设施用地：0.02hm²；特殊用地：0.27hm²；公路用地：0.41hm²；城镇村道路用地：0.51hm²；农村道路：5.86hm²；河流水面 2.06hm²；设施农用地 0.57hm²。

表 3-29 复垦区土地利用权属表												
一级地类		二级地类		桑树坪镇					韩城矿业有限 公司	西庄镇	龙门镇	合计
编码	名称	编码	名称	程家洞村	水草塔村	姚家埝村	张家山村	小计	韩城矿业有限 公司	道口梁村	马庄村	
01	耕地	0103	旱地								0.32	0.32
02	园地	0204	其他园地	54.60	1.66	84.10	27.20	168.41	0.85	7.40	63.17	238.98
03	林地	0301	乔木林地	19.78	1.19	33.00	1.48	56.86	1.41	5.77	46.49	109.12
		0305	灌木林地	4.67		7.18	6.83	18.68		3.88	16.07	38.63
		0307	其他林地	1.24	4.42	1.84	0.28	7.78		5.04	2.83	15.65
04	草地	0401	天然牧草地							5.57	0.08	5.65
		0404	其他草地	0.67		2.43	7.17	10.49	0.22	0.13	6.22	16.84
06	工矿仓储用地	0601	工业用地					0.12	0.12			0.12
		0602	采矿用地			0.32	3.35	5.30	1.63			5.30
07	住宅用地	0702	农村宅基地	2.71	0.03	7.05		9.79			2.37	12.16
08	公共管理与公共服 务用地	0801	机关团体用地									/
		0809	公用设施用地									/
09	特殊用地	09	特殊用地									/
10	交通运输用地	1003	公路用地									/
		1004	城镇村道路用地									/
		1006	农村道路									/
11	水域及水利设施用 地	1101	河流水面									/
12	其他用地	1202	设施农用地									/
		1206	裸土地								0.01	0.01
		1207	裸岩石砾地							3.07		3.07
合计				83.67	7.30	135.92	46.31	277.43	4.23	30.86	137.56	445.85

## 第四章矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

### 一、矿山地质环境治理可行性分析

#### （一）技术可行性分析

通过现状与预测分析，评估区矿山地质环境问题主要为不稳定地质体引发的地面建构筑物损坏、含水层结构破坏、地形地貌景观影响方面，本方案提出留设煤柱等预防措施，受损村庄搬迁，维修受损乡村公路，这都是本区常用的防治工程，不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境监测均有相对成熟的技术支撑。

##### 1、不稳定地质体

矿山企业前期针对滑坡 2 处、地面塌陷 4 处（本次新增 2 处）、崩塌隐患 1 处（本次新增）。其中 1 处滑坡为在册点。矿山企业采取监测和设置警示牌方式进行处理。

采空区监测：矿山企业通过在工作面部署北斗形变位移测量系统，实时监测采空区和裂缝变形位移情况。

地下水监测：已有 3 个地下水监测点（编号 S1-S3），监测层位为奥陶系灰岩含水层；本次新增 3 个（编号 S4-S6），监测层位为二叠系山西组含水层。

##### 2、塌陷区地表建构筑物维修工程

通过对地面塌陷区损坏道路修复、歪斜电线杆扶正，搬迁地面塌陷区影响范围内的村民，减轻了地面塌陷对地表建筑物影响。

##### 3、矸石山土地复垦工程

姚家塄排矸立井综合治理工程（一期）主要内容：①平台挖方 314337m<sup>3</sup>，外购客土覆土 27871.11m<sup>3</sup>，涂防水膜 14500m<sup>2</sup>，植被恢复 25600m<sup>2</sup>；②完成主楼及配电室外立面提升改造 4025m<sup>2</sup>，道路硬化 3965m<sup>2</sup>，排水引导渠，皮带传送装置封闭围护 500m<sup>2</sup>，南侧毛石挡墙 45m，土垄挡水工程，排矸竖井楼东侧场地绿化工程 1300m<sup>2</sup>。

姚家塄排矸立井综合治理工程（二期）主要内容：①对排矸立井主楼至平台滑坡处退台修坡，坡面覆土、混播草籽绿化；②排矸坡面施工 400mm×400mmPE 排水渠 3918m，坡底南、北两侧各浇筑，1 个 3m×3m×3m 钢筋混凝土沉淀池；③采用 C30 混凝土硬化排矸坡平台，硬化厚度 300mm、面积 965m<sup>2</sup>；④采用 C30 混



凝土硬化排矸立井场区至排矸坡平台道路，道路全长 125m；⑤种植白皮松（300 棵）、混播草籽绿化排矸立井主楼东北侧场区，绿化面积 1600m<sup>2</sup>。效果整体良好。

#### 4、塌陷区受损土地复垦

矿山企业针对地面塌陷中度损毁区内损毁地块采用进行表土剥离+裂缝开挖+裂缝充填压实+表土回填+场地平整+土壤翻耕(含培肥)+植被重建工程+养护工程；对轻度区域进行植被质量监测。

本方案按照治理分区，以近期矿山地质环境保护和恢复治理工作为重点，治理难度较小，防治措施技术可行。

### （二）经济可行性分析

本方案针对受威胁的程家洞村进行采前搬迁。修复受损道路、房屋、输电线路，以及不稳定地质体、含水层、水土环境、地形地貌遥感监测措施费用合理，符合当地经济发展。

根据《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿矿产资源开采方案》及实际调查，下峪口煤矿生产能力达到 135 万吨，年平均销售收入为 67500 万元，年平均成本 60750 万元，年平均税后利润 6750 万元。

本方案采用矿山地质环境治理工程措施有巡视、监测、维修乡村道路、输电线路电线杆修复等；用土地复垦措施表土剥离、裂缝开挖、裂缝充填压实、表土回填、场地平整、土壤翻耕（含培肥）、植被重建工程和监测措施与管护措施。治理和复垦措施上一轮《方案》已经使用过，技术成熟，价格适宜。

本方案矿山地质环境治理工程实施后可消除安全隐患，恢复评估区人民群众及矿山企业的人居环境及工业、农业生产环境，保障矿区职工及附近人民群众的社会、经济活动的正常开展。

### （三）生态环境协调性可行性分析

本方案按照“依靠科技进步、发展循环经济、建设绿色矿山”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居民房屋、输电线路、道路等建筑物的威胁，使恶劣的矿山地质环境条件得到改善。使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，水土损毁得到抑制。地形地貌景观、复垦类型因地制宜，基本恢复原生地貌，同周边景观的协调性一致性较好。

## 二、土地复垦可行性分析

### （一）复垦区土地利用现状

根据确定的复垦责任范围，本项目复垦土地面积为 445.85hm<sup>2</sup>，其中未复垦建设用地占地面积 106.95hm<sup>2</sup>（排矸场已复垦 7.90hm<sup>2</sup>），沉陷损毁土地面积 464.93hm<sup>2</sup>（重复损毁面积 17.85hm<sup>2</sup>），保留平硐工业场地、道路等用地，面积为 100.28hm<sup>2</sup>，沉陷损毁土地为中度和轻度损毁。

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

#### 1、评价原则

（1）符合《韩城市国土空间总体规划》（2021-2035），并与其他规划相协调

《韩城市国土空间总体规划》是韩城市 2021-2035 年国土空间保护、开发、利用、修复和指导各类建设的行动纲领，也是实施国土空间用途管制的基本依据。土地复垦修复适宜性评价应符合该规划，避免盲目投资、过度超前浪费土地资源。同时也应与其他规划（农业区划、农业生产远景规划、城乡规划等）相协调。

（2）因地制宜，农用地优先的原则

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

（3）自然因素和社会经济因素相结合原则

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

应该类比周边同类项目的复垦经验。

#### （4）主导性限制因素与综合平衡原则

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

#### （5）综合效益最佳原则

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

#### （6）动态和土地可持续利用原则

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

#### （7）经济可行与技术合理性原则

土地复垦所需的费用应在保证复垦目标完整、复垦效果达到复垦标准的前提下，自然修复、辅助再生、人工干预相结合手段复绿手段，以低投入达到高效果目的。兼顾土地复垦成本，尽可能减轻企业负担。复垦技术应能满足复垦工作顺利开展、复垦效果达到复垦标准的要求。

## 2、评价依据

### （1）相关法规和规划

①《中华人民共和国土地管理法》，2019年8月26日第三次修正，2020年1月1日施行；

②《中华人民共和国土地管理法实施条例》，2021年4月21日第三次修订，自2021年9月1日起施行；

③《土地复垦条例》，国务院令2011年第592号发布，2011年3月5日起施行；

④《土地复垦条例实施办法》，自然资源部 2019 年第 5 号令修正公布，2019 年 7 月 24 日起实施；

⑤陕西省实施《中华人民共和国土地管理法》办法（2022 年度修订），2022 年 12 月 1 日实施；

⑥《韩城市国土空间总体规划》，韩城市人民政府，2023 年 3 月。

## （2）相关规程和标准

①《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；

②《农用地土壤环境损害鉴定评估技术规范》（NY/T 4155-2022）；

③《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T1007-2003）；

④《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1012-2016）；

⑤《陕西工矿废弃地复垦利用试点管理办法》（陕国土资发[2014]3 号）；

## （3）其它

①项目区自然社会经济状况、土地损毁分析结果；

②土地损毁前后的利用状况；

③损毁土地资源复垦的客观条件；

④公众参与意见等。

## 3、评价范围的确定与评价单元的划分

### （1）评价范围

本方案的评价范围与复垦责任范围一致。

中部风井场地（回风立井和排矸立井）、姚家埝风井场、搬迁废弃地和沉陷土地组成。

总面积面积为 445.85hm<sup>2</sup>。

### （2）土地复垦评价单元的划分

评价单元是适宜性评价的基本工作单位，由于本方案土地复垦适宜性评价的对象为复垦责任范围内土地，是一种对拟复垦土地状况的评价。对其进行复垦规划的最重要因素为土地损毁类型、损毁程度和土地利用类型。结合本项目复垦责任范围各分区损毁形式、特点等因素，列表分析各分区特征，具体见表 4-1。

## 4、评价体系及评价标准的建立

### （1）评价方法及评价体系

表 4-1 土地复垦评价单元划分表

损毁区域	损毁形式	损毁程度	地类	损毁面积 (hm <sup>2</sup> )	评价单元	序号
中部风井场地	压占	/	乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、工业用地、 采矿用地、农村宅基地、农村道路	4.75	平硐工业场地	1
姚家埝风井场	压占	/		3.72	姚家埝风井场	2
地面塌陷区	塌陷	轻度	旱地	0.32	轻度旱地单元	3
	塌陷	轻度	其他园地	25.63	轻度其他园地单元	4
	塌陷	中度	其他园地	212.01	中度其他园地单元	5
	塌陷	轻度	乔木林地	7.49	轻度乔木林地单元	6
	塌陷	中度	乔木林地	100.16	中度乔木林地单元	7
	塌陷	轻度	灌木林地	4.68	轻度灌木林地单元	8
	塌陷	中度	灌木林地	33.95	中度灌木林地单元	9
	塌陷	轻度	其他林地	0.47	轻度其他林地单元	10
	塌陷	中度	其他林地	15.17	中度其他林地单元	11
	塌陷	中度	天然牧草地	5.65	中度天然牧草地单元	12
	塌陷	轻度	其他草地	6.44	轻度其他草地单元	13
	塌陷	中度	其他草地	10.17	中度其他草地单元	14
	塌陷	轻度	农村宅基地	2.49	轻度农村宅基地单元	15
	塌陷	中度	农村宅基地	9.67	中度农村宅基地单元	16
	塌陷	中度	裸土地	0.01	中度裸土地单元	17
	塌陷	中度	裸岩石砾地	3.07	中度裸岩石砾地单元	18
合计				445.85		



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，林草地指的是腐殖质层的厚度。本区有效土层厚度相对较薄，园地有效土厚度大约为 50cm，耕地有效土层厚度大约为 30~40cm，林地、草地有效的土层大约为 20~30cm。

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

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

交通条件：本区耕地零星分布于井田范围，地类以园地为主，周边交通较为方便。灌木林地和草地周边，由于人口密度较低，交通不便受人类活动影响较小。

地形坡度：大部分地域被第四系黄土所覆盖，属于典型的黄土山地丘陵沟壑地貌，地形坡度以一、二级别为主。

周边地类：压占损毁土地可能面积较小，周边地类作为参照确定复垦方向。

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

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

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

2 等地：比较适于园地、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：果树、林木生长困难，地形、土壤和水分等限制因素较多，损毁严重，造林植树技术要求较高，产量和经济价值较低。

### ③宜草土地

1 等地：水土条件好，草群质量好产量高，损毁轻微，容易恢复为草地。

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

3 等地：水土条件质量差、产量低、损毁严重，需大力整治复垦后才能利用。

### (2) 评价标准

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

结合项目区自然环境条件及以往的复垦经验，参考《耕地后备资源调查与评价技术规程》和《土地复垦技质量控制标准》等确定土地复垦适宜性评价的等级标准，详见下表 4-2。

表 4-2 复垦主导限制因素的农林牧等级标准

限制因素	指标	耕地评价	林地、园地评价	草地评价
沉陷损毁程度	轻度损毁	1	1	1
	中度损毁	2	2	1
	重度损毁	3	2	2
土壤质地	壤土、粉砂粘壤土、壤粘土 1 1 1	1	1	1
	砂壤土、粘壤土 2 2 1	2	2	1
	砂土	3 或 N	3	2
地形坡度 (°)	<2	1	1	1
	2~6	2	1	1
	6~15	3	2	2

限制因素	指标	耕地评价	林地、园地评价	草地评价
	15~25	3	2	2
	>25	N	3	3
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
交通条件	交通便利，在道路旁侧（好）	1	1	1
	交通便利，但距离道路有一定距离（较好）	2	1	1
	交通不便，周边无道路相通（不好）	3 或 N	2	1
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、草地	2	1	1
	沙地等其他地类	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

项目区内耕地矿井范围内面积较少。园地为主，土壤类型以壤土为主，有机质含量偏低。园地以花椒、柿子等园地为主。

林地在复垦区内大量分布，以乔木林地、灌木林地和其他林地为主，主要分布在黄土沟谷较缓边坡，主要为林木类型有刺槐、杨树、槐树、榆树等，灌木林地植被类型有连翘、虎榛子、荆条、酸枣等。并伴生河北苔草、白羊草等草本植被。

沉陷损毁区在地表变形后，会形成一定程度的地表裂隙。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。

压占损毁土地地表植被遭受破坏，改变了土壤原有的理化性质，改变了土地利用类型：

——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 所确定的宜耕、宜林宜园和宜草评价标准，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 4-3。

表 4-3 适宜性评价单元评价过程

序号	评价单元	评价因子	指标
1	中度损毁水浇地	损毁程度	中度
		土壤质地	壤土
		有效土层厚度（cm）	>50
		有机质含量（g/kg）	8~10
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度（°）	<2
2	中度损毁旱地	损毁程度	中度
		土壤质地	壤土
		有效土层厚度（cm）	>50
		有机质含量（g/kg）	8~10
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度（°）	<2
3	中度损毁园地	损毁程度	中度
		土壤质地	壤土
		有效土层厚度（cm）	>50
		有机质含量（g/kg）	8~10
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度（°）	2~6
4	中度损毁林地	损毁程度	中度
		土壤质地	壤土
		有效土层厚度（cm）	30~50
		有机质含量（g/kg）	5~8
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度（°）	>15
5	中度损毁草地	损毁程度	中度
		土壤质地	壤土

序号	评价单元	评价因子	指标
		有效土层厚度 (cm)	30~50
		有机质含量 (g/kg)	5~8
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度 (°)	>15
6	轻度、中度损毁农村宅基地	损毁程度	轻度、中度
		土壤有机质含量	5~8
		覆土厚度	10~30
		周边地类	园地
7	永久性建设用地	损毁程度	/
		交通条件	有完善道路设施
		周边地类	园地

## ②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 4-4 所示。

**表 4-4 各评价单元适宜性等级表**

损毁区域	序号	评价单元	限制因素
中部风井场地	1	中部风井场地	覆土条件
姚家埝风井场	2	姚家埝风井场	覆土条件
沉陷土地	3	轻度旱地单元	无明显限制因素
	4	轻度其他园地单元	无明显限制因素
	5	中度其他园地单元	无明显限制因素
	6	轻度乔木林地单元	地形坡度
	7	中度乔木林地单元	地形坡度
	8	轻度灌木林地单元	地形坡度
	9	中度灌木林地单元	地形坡度
	10	轻度其他林地单元	地形坡度
	11	中度其他林地单元	地形坡度
	12	中度天然牧草地单元	无明显限制因素
	13	轻度其他草地单元	无明显限制因素
	14	中度其他草地单元	无明显限制因素
	15	轻度农村宅基地单元	无明显限制因素



损毁区域	序号	评价单元	限制因素
	16	中度农村宅基地单元	无明显限制因素
	17	中度裸土地单元	无明显限制因素
	18	中度裸岩石砾地单元	无明显限制因素

根据以上评价结果对照表，分析如下：

①因地表沉陷造成的土地损毁所形成地表裂隙等外在表现形式，是可以通过合理的复垦工程措施改变的。

②园地考虑到复垦区土地权属人意愿，以及土地权属人经济效益最大化等方面原因，仍复垦园地。

③项目区林地和草地一般分布在较陡的边坡，交通条件和地形坡度等因素限制，仍复垦为原有地类，采用自然恢复与人工修复相结合手段。

④农村宅基地实施采前搬迁，周边地类以园地为主，已搬迁农村宅基地复垦为其他园地。

#### （2）最终复垦方向确定及复垦单元划分

根据适宜性评价分析，最终复垦方向的确定需要综合考虑多种因素。根据韩城市国土空间总体规划（2021—2035年），在考虑项目区自然、社会经济、政策和公众意愿的基础上，结合适宜性等级评定结果，最终确定复垦方向。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。见表 4-5。

### （三）水土资源平衡分析

#### 1、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，对于重建植被成活率以及农田植被生产力有重要意义，主要包括土源供给量分析和需土量分析。

项目区属于黄土地貌类型区，土壤资源丰富。本方案中裂隙填充、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，涉及的表土资源包括矿井工业场地等地面场地和搬迁村庄迹地。

##### （1）需土量分析

根据土地复垦质量标准，复垦为其他园地和旱地回覆表土厚度至少 0.5m，乔木林地、灌木林地、其他林地和其他草地回覆表土厚度至少 0.3m。土方需求量见表 4-6。

表 4-5 土地复垦适宜性评价结果表

评价单元	复垦利用方向	复垦面积	复垦单元
中部风井场地评价单元	其他园地	4.75	(1) 中部风井场地复垦单元
姚家塄风井场评价单元		3.72	(2) 姚家塄风井场复垦单元
轻度旱地单元	旱地	0.32	(3) 轻度旱地方向复垦单元
轻度其他园地单元	其他园地	25.63	(4) 轻度其他园地复垦单元
中度其他园地单元	其他园地	212.01	(5) 中度其他园地复垦单元
轻度乔木林地单元	乔木林地	7.49	(6) 轻度乔木林地复垦单元
中度乔木林地单元	乔木林地	100.16	(7) 中度乔木林地复垦单元
轻度灌木林地单元	灌木林地	4.68	(8) 轻度灌木林地复垦单元
中度灌木林地单元	灌木林地	33.95	(9) 中度灌木林地复垦单元
轻度其他林地单元	其他林地	0.47	(10) 轻度其他林地复垦单元
中度其他林地单元	其他林地	15.17	(11) 中度其他林地复垦单元
中度天然牧草地单元	其他草地	5.65	(12) 中度天然牧草地复垦单元
轻度其他草地单元	其他草地	6.44	(13) 轻度其他草地复垦单元
中度其他草地单元	其他草地	10.17	(14) 中度其他草地复垦单元
轻度农村宅基地单元	其他园地	2.49	(15) 轻度农村宅基地复垦单元
中度农村宅基地单元	其他园地	9.67	(16) 中度农村宅基地复垦单元
中度裸土地单元	其他园地	0.01	(17) 中度裸土地复垦单元
中度裸岩石砾地单元	其他园地	3.07	(18) 中度裸岩石砾地复垦单元
合计		445.85	

表 4-6 复垦工程涉及土方工程分析表

分区	面积 hm <sup>2</sup>	回覆土方 需求量 m <sup>3</sup>	土方来源	备 注
(1) 中部风井场地复垦单元	4.75	23750	房屋拆除清运后,就地实施土壤培肥、改良土壤,覆土 0.5m;	复垦为其他园地
(2) 姚家塄风井场复垦单元	3.72	18600		
(3) 轻度旱地方向复垦单元	0.32	/	利用原有地类表土	复垦为旱地
(4) 轻度其他园地复垦单元	25.63	/	利用原有地类表土	复垦为其他园地
(5) 中度其他园地复垦单元	212.01	/	利用原有地类表土	复垦为其他园地
(6) 轻度乔木林地复垦单元	7.49	/	利用原有地类表土	复垦为乔木林地
(7) 中度乔木林地复垦单元	100.16	/	利用原有地类表土	复垦为乔木林地
(8) 轻度灌木林地复垦单元	4.68	/	利用原有地类表土	复垦为灌木林地
(9) 中度灌木林地复垦单元	33.95	/	利用原有地类表土	复垦为灌木林地
(10) 轻度其他林地复垦单元	0.47	/	利用原有地类表土	复垦为其他林地
(11) 中度其他林地复垦单元	15.17	/	利用原有地类表土	复垦为其他林地
(12) 中度天然牧草地复垦单元	5.65	/	利用原有地类表土	复垦为其他草地
(13) 轻度其他草地复垦单元	6.44	/	利用原有地类表土	复垦为其他草地
(14) 中度其他草地复垦单元	10.17	/	利用原有地类表土	复垦为其他草地
(15) 轻度农村宅基地复垦单元	2.49	12450	房屋拆除清运后,就地实施土壤培肥、改良土壤,覆土 0.5m;	复垦为其他园地
(16) 中度农村宅基地复垦单元	9.67	48350		
(17) 中度裸土地复垦单元	0.01	50	覆土 0.5m	
(18) 中度裸岩石砾地复垦单元	3.07	15350	覆土 0.5m	
合计		118550		

## (2) 供给量分析

根据现场调查,并结合土地复垦质量要求,矿井回覆表土来源来自周边村庄集体用地,取土方量 120000m<sup>3</sup>,大于需土量 118550m<sup>3</sup>,运距 2km,土源地储量丰富,交通方便,土种为黄绵土,质地轻壤,土性绵软,能够满足覆土和植被生长要求。复垦所需土壤全部为外购土壤,矿山企业委托施工单位负责相关复垦事宜,由施工单位负责与出售土源方签订购买协议,复垦责任为出售土源方。

中部风井场地(回风立井和排矸立井)、姚家塄风井场、搬迁村庄等周边大部分为园地,可利用的表土资源紧张,为达到园地复垦表土厚度的要求,本方案提出在房屋拆除后,就地实施土壤培肥、改良土壤。

## 2、水资源平衡分析

### (1) 需水量分析

根据现场调查，旱地维持原来的旱作模式。仅进行复垦区内的补植补栽的园地、林地、草地管护用水量分析，根据不同苗木需水量及项目区的特点，参照《行业用水定额》（陕西省地方标准 DB61/T943-2022）表 1 可知：韩城属于渭北旱塬区，园地  $825\text{m}^3/\text{hm}^2\cdot\text{a}$ 、林地  $525\text{m}^3/\text{hm}^2\cdot\text{a}$ 、草地  $420\text{m}^3/\text{hm}^2\cdot\text{a}$  的灌溉定额，管护需连续管护 3 年。

#### （2）供给量分析

根据开采方案及井下水量监测，下峪口井下正常涌水量  $1680\text{m}^3/\text{d}$ ，井下排水经混凝沉淀、气浮、过滤、消毒进行处理后，可用于林草灌溉。按照正常涌水量计算，井下排水每年可供给水量  $61.32\text{万 m}^3$ 。

#### （3）水资源平衡分析

通过需、供水量分析，矿区可供用水量为  $61.32\text{万 m}^3/\text{a}$ ，土地复垦需水量  $31.00\text{万 m}^3/\text{a}$  小于供给水量，复垦区可提供水量充裕，可以满足本项目需要。

表 4-7 项目区园地、林地和草地复垦需水量分析表

序号	复垦方向	复垦面积 ( $\text{hm}^2$ )	灌溉用水定额 ( $\text{hm}^2\cdot\text{a}$ )	需水量 ( $\text{m}^3$ )	备注
1	园地	261.35	825	215613.75	
2	林地	161.92	525	85008.00	
3	草地	22.26	420	9349.20	
合计				309970.95	

#### （四）土地复垦质量要求

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

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

对于复垦质量要求主要参考《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013），

《土地开发整理规划编制规程》（TD/T1011-2000），《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1020-2000），《土地整治高标准农田建设综合体》（DB61/T991.1-991.7-2015）。

### **1、沉陷区旱地地方向土地复垦质量要求**

- 1) 平整后的地面坡度 $\leq 5^{\circ}$ ；
- 2) 复垦后有效土层厚度 $\geq 80\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$ ，土壤质地壤土至粘壤土，砾石含量 $\leq 10\%$ ，pH 值在 7.5~8.5 之间，土壤有机质含量 $\geq 0.8\%$ ；
- 3) 根据地形坡度适度修筑条田，耕作层厚度 $> 30\text{cm}$ ；
- 4) 田间道和生产路在采煤期间要满足生产生活需求。田间道：砂石路基，路基厚度 20cm，宽度 5.0m，泥结碎石路面，路面厚度 15cm，宽度 4.0m；生产路：路床压实，厚度 15cm，宽度 2.6m，素土路面，路面厚度 15cm，宽度 2.0m。
- 5) 复垦后种植农作物无不良生长反应，粮食作物中有害成分含量符合《粮食卫生标准》(GB2715-81)；
- 6) 复垦五年后生产力水平达到周边地区同等土地利用类型水平。

### **2、沉陷区园地地方向土地复垦质量要求**

项目区园地类型大部分为花椒树，园地地方向复垦单元质量要求为花椒树方向复垦质量要求。

#### **(1) 沉陷损毁园地复垦质量要求**

- 1) 复垦后有效土层厚度 $\geq 30\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.5\text{g/cm}^3$ ，土壤质地为壤土，pH 值在 7.5~8.5 之间，土壤有机质含量 $\geq 0.5\%$ ；
- 2) 按照园地类型，对于因沉陷而造成的花椒树死亡的要选择花椒树苗进行补植，补植采用苗木移植，选择苗木高度大于 60cm，采用大坑造林，坡地较陡时采用水平沟造林，坑的规格应大于  $30 \times 30 \times 30\text{cm}$ ，坑内应放农家肥和钙镁磷肥等作底肥。
- 3) 对于因地表沉陷受损的苗木，要及时扶正，对于倾斜较大的树木，实施一定的扶正措施；
- 4) 确保一定量的灌溉，五年后植树成活率 90%以上。

(2) 园地地方向中部风井场地、姚家塄风井、平硐工业场地、农村宅基地复垦质量要求。

1) 覆土有效厚度大于 $\geq 30\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.5\text{g/cm}^3$ ，土壤质地为壤土，pH 值在 7.5~8.5 之间，土壤有机质含量 $\geq 0.5\%$ ；

2) 选择苗木高度大于 60cm，采用大坑造林，坡地较陡时采用水平沟造林，坑的规格应大于  $30\times 30\times 30\text{cm}$ ，坑内应放农家肥和钙镁磷肥等作底肥。

3) 株行距  $2\times 2\text{m}$ ，每公顷 2500 株。

4) 确保五年后苗木成活率 90%以上。

5) 一般在冬春季节、立春前进行。冬春太干旱的地区，也可在雨季进行，但应在立秋前完成，栽植时减去部分叶片，减少蒸发，以利提高成活率。

### 3、沉陷区林地复垦单元质量要求

1) 复垦后有效土层厚度 $\geq 30\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.5\text{g/cm}^3$ ，土壤质地砂土至砂质粘土，pH 值在 7.5~8.5 之间，土壤有机质含量 $\geq 0.5\%$ ；

2) 树种首先选择当地适种树种，乔木选择刺槐等；灌木选择连翘等；

3) 整地：造林前穴状整地，乔木规格为  $0.5\text{m}\times 0.5\text{m}\times 0.5\text{m}$ ；灌木规格为  $0.4\text{m}\times 0.4\text{m}\times 0.4\text{m}$ ；

4) 对于因地表沉陷受损的苗木，要及时扶正，对于倾斜较大的树木，实施一定的扶正措施；

5) 复垦后定植密度满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）要求，郁闭度 $\geq 0.3$ ；

6) 确保一定量的灌溉，五年后植树成活率 70%以上。

### 4、沉陷区草地复垦质量要求

1) 复垦后有效土层厚度 $\geq 30\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$ ，土壤质地砂土至壤土，砾石含量 $\leq 15\%$ ，pH 值在 7.5~8.5 之间，土壤有机质含量 $\geq 0.5\%$ ；

2) 草籽选择适宜本地生长的乡土品种，草籽选择紫花苜蓿等；

3) 复垦后林草覆盖率 $\geq 30\%$ ，复垦五年后生产力水平达到周边地区同等土地利用类型水平；

4) 对于因地表沉陷受损的草地，补植地区与原草地植被种类相同；

5) 复垦后 5 年草地具有生态稳定性和自我维持能力，生物多样性不低于原植被生态系统。



## 第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

下峪口煤矿生产引发的矿山地质环境问题为：地面塌陷及伴生地裂缝等不稳定地质体，含水层、地形地貌景观受影响，水土影响问题，以及土地资源损毁，以下针对不同地质环境及土地利用问题提出恢复治理工程。矿山地质环境治理与土地复垦工程分为近期 5 年（2025 年～2029 年），中期 12 年（2030 年～2041 年），后期 9 年（2042 年～2050 年），治理工程、土地复垦以近期为主，兼顾中后期。

### 一、矿山地质环境保护与土地复垦预防

#### （一）目标和任务

##### 1、目标

最大程度地减少矿山地质环境问题的发生，避免和减缓不稳定地质体造成的损失，有效遏制矿山采矿活动对主要含水层、地形地貌景观、水土环境及土地资源的影响和破坏，保护评估区地质环境，实现矿产资源开发利用与地质环境保护协调发展，实现项目区经济可持续发展。

##### 2、任务

（1）避免和减缓地面塌陷及其伴生的不稳定地质体造成的损失，对采煤影响村庄进行整体搬迁，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）避免和减缓主要含水层受影响或破坏、地下水水位下降，维持评估区及周围生产、生活供水。

（3）避免和减缓对地形地貌景观的影响。

（4）避免和减缓对水土环境的影响和破坏。

（5）避免和减缓对土地损毁，对受影响和损毁的土地进行土地复垦，使其恢复原貌或适宜用途；对村庄搬迁迹地进行复垦。

（6）在后期及时关闭平硐工业场地、中部风井场地、姚家埧风井场等，并对其进行复垦，减缓对地形地貌及土地资源的影响。

（7）维护和治理评估区及周围地区生态环境，建设绿色矿业。

#### （二）保护与预防措施

##### 1、留设保护煤柱

在重要建（构）筑物、重要地面及井下生产设施处按照“三下采煤规范”留

设保护煤柱：中部风井场地、煤矿边界、主要大巷等留设保护煤柱。

## **2、避让**

对一般建（构）筑物，采取搬迁避让的方法：对村民居住较为分散村庄，人口少的村庄提前搬迁，避免采煤对其生产生活的影响程度，能够将不稳定地质体的影响程度降低。

经现场调查发现滑坡 2 处（H01、H02），H01 为中型黄土滑坡；H02 为小型黄土滑坡，主要分布在塬间沟谷，欠稳定性状态，为在册不稳定地质体，威胁滑坡前缘 4 户 17 人。矿方应加强对滑坡的监测，并采取避让警示措施。

## **3、合理规划**

在建设和生产过程中要加强规划和施工管理，尽量减少对土地的预期影响。在煤矿建设之前，要建立土地利用规划，分布实施。开采过程中要做到“边开采，边复垦”。

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

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

## **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。将客土资源在合适的地方存储并加以养护，保持肥力；待复垦时，再平铺于土地表面，使其得到充分、有效的利用。

# **二、矿山不稳定地质体治理**

## **（一）目标任务**

### **1、治理目标**

根据矿山开发建设工程的特点、现状不稳定地质体的危险性及未来可能出现的地质环境问题，提出具有针对性、可行性、实用性的防治措施建议，获得最佳的社会效益、环境效益和经济效益，最终达到矿山地质环境保护与矿山生产发展相协调的目标。

### **2、治理任务**

矿山地质环境治理的实施旨在控制或消除矿山存在的不稳定地质体，恢复矿山建设、生产等活动对地质环境的破坏。结合本矿实际，矿山不稳定地质体治理任务主要包括：

（1）对受影响的乡村级道路进行充填、压实、平整及路面维护治理；对输电线路的电杆进行扶正或移设。

（2）对现状已有的 2024 年采空区地面塌陷及预测可能出现的塌陷区进行及时回填治理。

（3）针对不稳定地质体开展工程治理，包括：滑坡、崩塌隐患。

（4）开展不稳定地质体预警监测工程，包括不稳定地质体的监测、采场边坡变形监测、水环境、水量的动态监测等内容。

## （二）工程设计与技术措施

### 1、近期治理工程

（1）胡家山滑坡隐患（H01）、丁家坡滑坡隐患（H02）、崩塌隐患（B01）、TX04 和适用期开采新形成的塌陷区

经现场调查发现滑坡 2 处（H01、H02）：H01 为中型黄土滑坡；H02 为在册不稳定地质体。

#### ①胡家山滑坡隐患（H01）

胡家山滑坡隐患（H01）治理工程见部署平面图图 5-1。

削坡卸荷：由于滑坡体前缘坡度过大，针对滑坡体中、前缘采用削坡卸载方式减小坡度。（图 5-1）

挡墙工程：在滑坡体前缘布置 M7.5 浆砌石挡墙，挡墙总长约 153m，高 5.5m，墙面外坡比为 1:0.25，墙面内坡比为 1:0.25，顶宽 0.5m；基础埋深不小于 1.5m，挡墙底宽 5.5m，持力层为分层回填压实的碎石层，承载力特征值不小于 300kPa。距地面 0.3m 高设置泄水孔，泄水采用  $\phi 110\text{mm}$ PVC 管。（图 5-2）

在滑坡体周边布设截排水渠，长 570m，截水沟断面呈矩形，设计断面尺寸为底宽 0.5m，深度 0.5m，壁厚 20cm，采用 C25 砼浇筑而成；截水沟每 10m 设置伸缩缝，宽 2cm，以沥青砂板填塞。水泥采用 PC42.5 水泥，砂采用当地产中粗砂。（图 5-3）

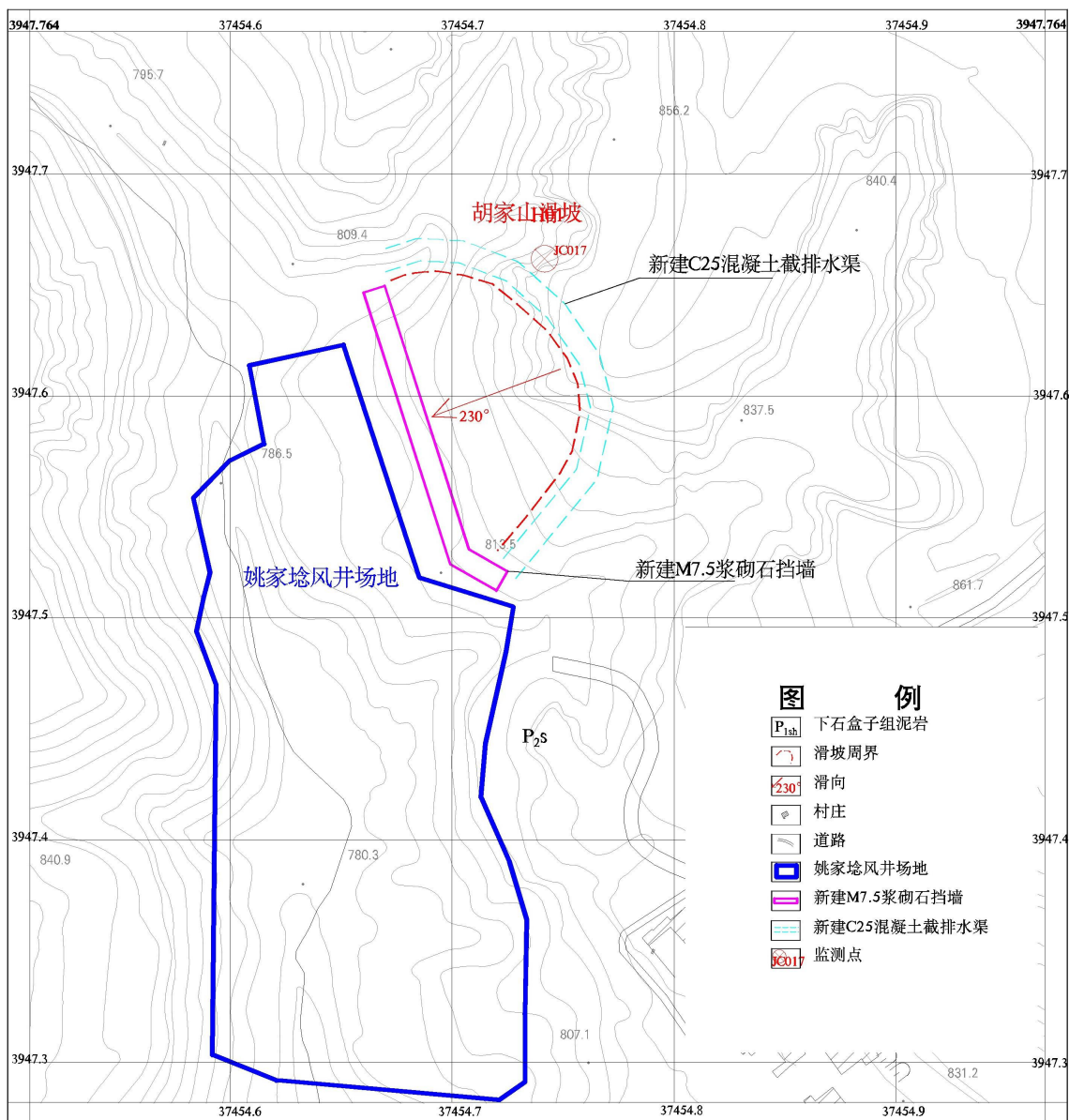


图 5-1 胡家山滑坡隐患（H01）治理工程部署平面图

## ②中部风井场地进场道路旁侧崩塌隐患（B01）

针对中部风井场地进场旁侧崩塌隐患(B01)采用清除危岩体,清除量为 120m<sup>3</sup>。

## ③警示牌及人工巡视

矿方应加强对滑坡（H01）、崩塌隐患（B01）、新老采空塌陷灾害的监测，并采取避让警示措施，并部署技术人员每月进行人工巡查，人工巡查按照 3 人一组，每月巡查 2 次，及时记录巡查结果。

## （2）搬迁村庄

由于近期开采区采空塌陷影响范围内的村庄民居住分散、人口少、生产生活条件落后，将根据煤矿采掘进度，实施集中搬迁安置。根据政府文件，搬迁由下

峪口煤矿出资，地方政府组织实施，达到各方满意，搬迁后，拆除村庄房屋等原建构筑物，宅基地进行复垦，具体工程措施及工程量见土地复垦章节内容。

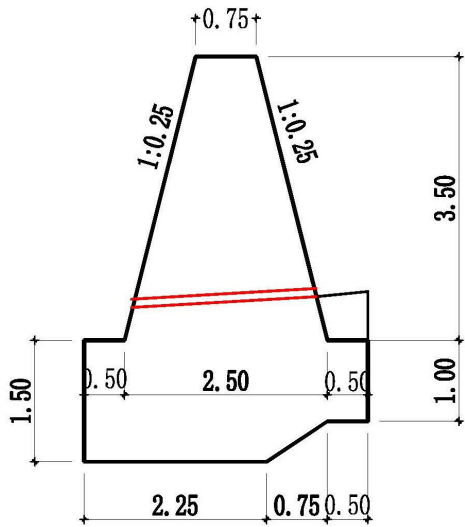


图 5-2 浆砌石挡墙设计图

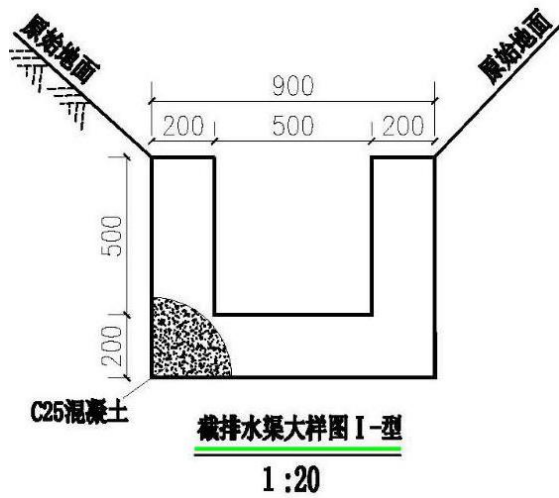


图 5-3 截排水区墙设计图

(3) 维修乡村道路

下峪口煤矿近期生产（23302<sub>下</sub>、23308、22305、22306、22307）引发地面塌陷及伴生地裂缝，会造成部分公路用地、城镇村道路和农村道路损坏，公路用地、城镇村道路为混凝土道路，宽 5m，近期受影响面积共 0.42hm<sup>2</sup>，长度 840m；农村道路为碎石路，宽 3.5m，近期受影响面积 0.70hm<sup>2</sup>，长度 2000m，为保证道路交通不受影响，须在塌陷沉稳后对其进行维修，修复长度城镇村道路按总破坏长度 100%计算，农村道路按总破坏长度 40%计算，宽度不变，道路标准执行原标准。

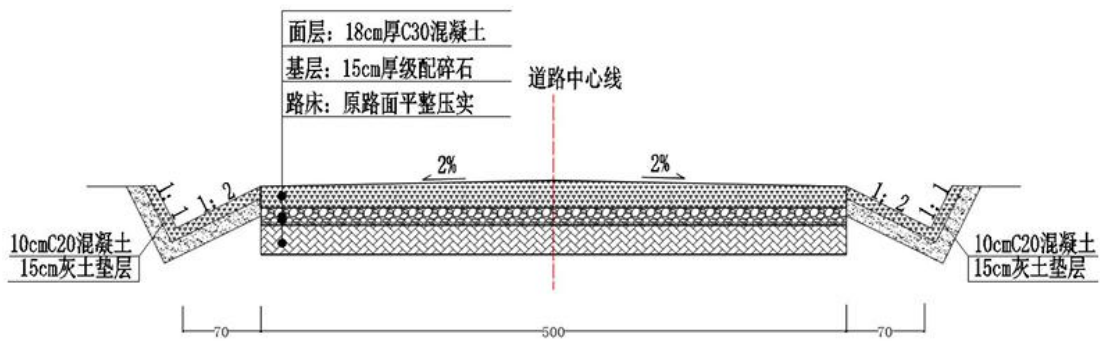


图 5-4 城镇村道路修复设计大样图

(4) 输电线路电线杆修复

地面塌陷及伴生地裂缝对村庄低压输电线路产生影响，拟对程家洞村、强家洞村、杨家湾村及姚家埝村周边（TX03、TX04）采取扶正电线杆的治理措施，预计工程量 10km，50 根电线杆。

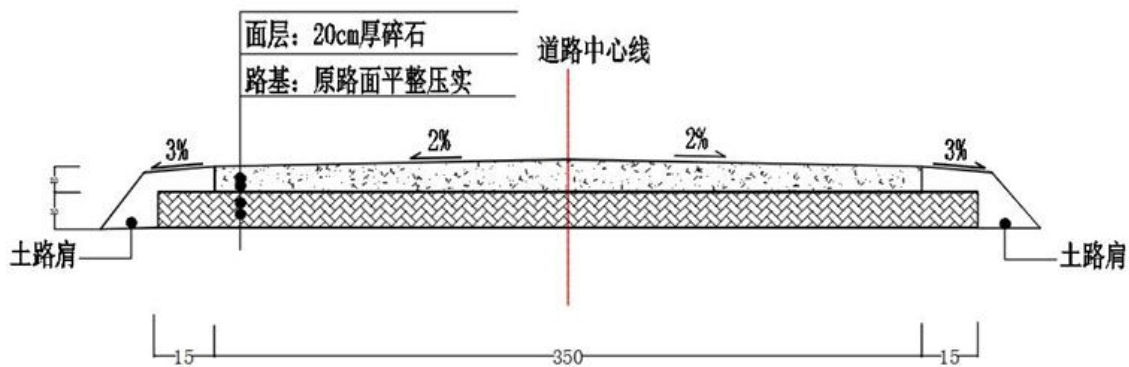


图 5-5 农村道路修复设计大样图

#### (5) 临时房屋拆除改造二期

在下峪口煤矿沟临时房屋拆除改造工程（二期）。主要内容：对矸石山老旧房屋进行拆除平整，边界砌筑围墙，进行土地平整、覆土、种植混播草籽；砌筑高位水池、增设灌溉系统。

表 5-1 临时房屋拆除改造二期工程量一览表

序号	单项名称	单位	工程量
1	沟塘子矸石山拆除改造工程		
1.1	果树园	m <sup>2</sup>	4800
1.2	危房拆除、回填土地	m <sup>2</sup>	4800
1.3	园林绿化	项	1
1.4	水源及喷灌设施		
1.4.1	蓄水池	m <sup>3</sup>	150
1.4.2	管道	m	1500
1.4.1	蓄水池	m <sup>3</sup>	150

#### (6) 泗洲庙排矸场东侧道路排水渠

根据专家现场踏勘和补充调查情况，泗洲庙排矸场东侧道路排水渠渠帮高于现状地面，采用挖高填低办法使得现状地面高于水渠，保证地表水能进入水渠中。

## 2、中期治理工程

#### (1) 道路维修

由于中期开采将对乡村道路造成不同程度的破坏，路面为水泥，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。

公路用地、城镇村道路为混凝土道路，长 1000m，宽度 5.0m，0.50hm<sup>2</sup>；农村



道路为碎石路，宽 3.5m，受影响面积 4.95hm<sup>2</sup>，长度 14150m。修复长度城镇村道路按总破坏长度 100%计算，农村道路按总破坏长度 40%计算，宽度不变，道路标准执行原标准。

### （2）输电线路维修

中期地面塌陷区扶正电线杆和近期相应工程措施类似，长度 25.40km。

### （3）综合管理

下峪口煤矿应组织人员定期巡查地面塌陷 TX04、滑坡 H02 以及近期、中期开采新形成的塌陷区，地形陡峭的沟谷地区，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，每月巡查 2 次，及时记录巡查结果。

## 3、后期治理工程

煤矿闭坑后对主平硐、回风立井、排矸进风立井、姚家塄风井进行封闭，具体方法为：

（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挡渣墙，挡渣墙采用砼浇灌，砼强度不低于 C25，墙体内加铁丝网和钢筋，墙体外缘要接帮接顶，墙顶厚 3m，外侧墙体坡比 1:0.5。

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

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

（4）按“井”型在井口上铺设 30#钢轨 4 条，钢轨长度 12m，然后再铺设 8mm 钢板，盖住井口，钢板外缘离井口边沿不少于 2m，钢板四角要用锚杆锚固拉紧。

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

（6）水泥浇灌完成后，要定期进行养护，养护不低于 3 个月，3 个月以后，浇灌体上方覆盖 0.8m 的土层，立警戒牌。

（7）井筒上方不准负载重物。

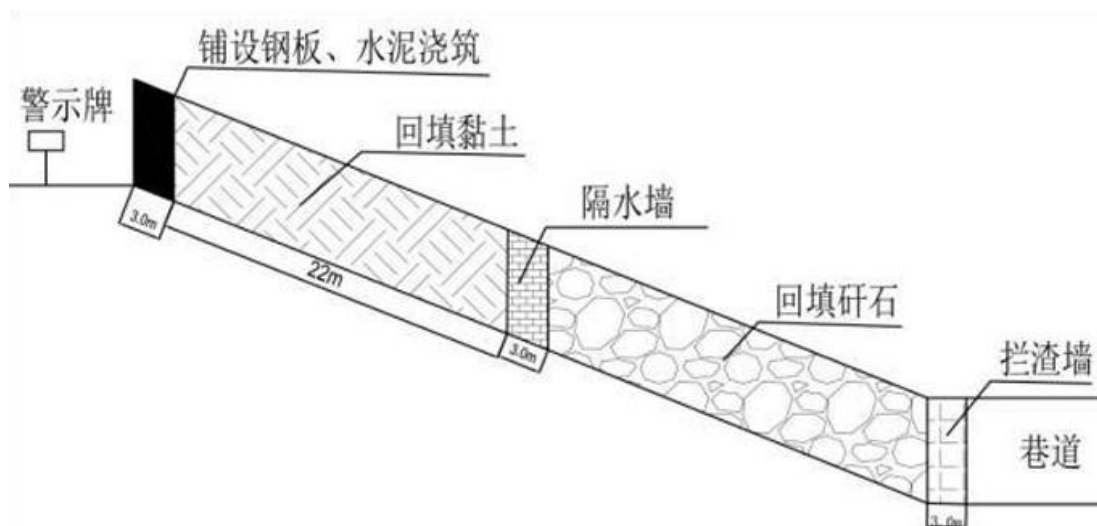


图 5-5 井筒封闭设计大样图

表 5-2 后期井筒封闭工程量一览表

序号	工程项目	主平硐	副平硐	回风立井	排矸进风立井	姚家埧风井	合计
1	挡渣墙 (m³)	41.10	37.60	62.21	92.13	76.41	309.45
2	回填矸石 (m³)	40930.92	37447.70	5778.54	9183.12	9593.70	102933.98
3	挡水墙 (m³)	69.36	63.46	104.85	151.91	127.37	516.95
4	回填粘土 (m³)	213.84	195.64	312.84	438.24	373.56	1534.12
5	井口剥离岩土 (m²)	341.54	312.47	395.34	452.35	424.14	1925.84
6	浇筑水泥 (m³)	321.56	294.20	407.84	510.45	458.24	1992.29
7	钢板面积 (m²)	134.42	122.98	176.37	227.04	201.17	861.98
8	警示牌 (个)	2	2	2	2	2	10
9	组合刚模板 (m²)	33.22	30.40	45.78	64.31	61.79	235.50

### (三) 主要工程量

矿山地质环境保护与恢复治理各项工作量见表 5-3。

表 5-3 矿山地质环境治理工程量一览表

序号	项目名称	单位	近期						中期	远期	合计	备注
			第一年 (23308、 23302 <sub>下</sub> )	第二年 (22306)	第三年 (22306)	第四年 (22307)	第五年 (22305)	小计				
1	H02 滑坡隐患、B01 崩塌隐患、TX04 及新工作面采空塌陷											
1.1	警示牌	个	8	1	1	2	2	14	60		74	
1.2	人工巡视	次	24	24	24	24	24	120	288		408	
1.3	巡视车辆	辆	24	24	24	24	24	120	288		408	
2	胡家山滑坡隐患(H01)	m		153								
2.1	挡墙工程											
2.1.1	削坡卸荷	m <sup>3</sup>		15850								
2.1.2	基础开挖	m <sup>3</sup>		805								
2.1.3	M7.5 浆砌石挡墙	m <sup>3</sup>		1530								
2.1.4	伸缩缝	m <sup>2</sup>		200								
2.1.5	反滤层	m <sup>3</sup>		459								
2.1.6	泄水孔	m		383								
2.2	截排水渠工程	m		570								
2.2.1	基础开挖	m <sup>3</sup>		578								
2.2.2	C25 混凝土排水渠	m <sup>3</sup>		218								

序号	项目名称	单位	近期						中期	远期	合计	备注
			第一年 (23308、 23302 <sub>下</sub> )	第二年 (22306)	第三年 (22306)	第四年 (22307)	第五年 (22305)	小计				
2.2.3	模板	m <sup>2</sup>		1596								
2.2.4	伸缩缝	m <sup>2</sup>		24								
2.3	绿化工程											
2.3.1	栽植灌木	株		3625								
2.3.2	撒播绿化	m <sup>2</sup>		14500								
3	中部风井场地进场道路旁侧 B01 崩塌隐患											
3.1	清理坡面孤石	m <sup>3</sup>	120									
4	城镇村道路修复工程				22306		22305					
4.1	C25 水泥混凝土面层	m <sup>2</sup>			1500		2700	4200	5000		9200	厚 18cm
4.2	级配碎石垫层	m <sup>3</sup>			225		405	630	750		1380	厚 15cm
4.3	路床压实	m <sup>2</sup>			1500		2700	4200	5000		9200	
4.4	C20 混凝土排水渠	m <sup>3</sup>			300		540	840	1000		1840	
4.5	灰土垫层	m <sup>3</sup>			60		108	168	200		368	
5	农村道路修复工程 (40%计)			23308、 23302 <sub>下</sub>	22306		22307、 22305					
5.1	路床压实	m <sup>2</sup>		1200	1120		480	2800	19800		22600	
5.2	泥结碎石路面	m <sup>2</sup>		1200	1120		480	2800	19800		22600	

序号	项目名称	单位	近期						中期	远期	合计	备注
			第一年 (23308、 23302 <sub>下</sub> )	第二年 (22306)	第三年 (22306)	第四年 (22307)	第五年 (22305)	小计				
6	维修输电线路	根	10	11	9	12	8	50	127		177	
6.1	土方开挖	m <sup>3</sup>	400	440	360	480	320	2000	5080		7080	
6.2	C25 混凝土基础	m <sup>3</sup>	400	440	360	480	320	2000	5080		7080	
6.3	钢筋制作	t	10	11	9	12	8	50	127		177	
6.4	模板	m <sup>2</sup>	360	396	324	432	288	1800	4572		6372	
7	矸石山房屋拆除改造 二期											
7.1	果树园	m <sup>2</sup>	4800					4800			4800	
7.2	危房拆除、回填土地	m <sup>2</sup>	4800					4800			4800	
7.3	园林绿化	项	1					1			1	
7.3.1	蓄水池	m <sup>3</sup>	150					150			150	
7.3.2	管道	m	1500					1500			1500	
7.3.3	蓄水池	m <sup>3</sup>	150					150			150	
8	井筒封闭	个								5	5	
8.1	挡渣墙	m <sup>3</sup>								309.45	309.45	
8.2	回填矸石	m <sup>3</sup>								102933.98	102933.98	
8.3	挡水墙	m <sup>3</sup>								516.95	516.95	
8.4	回填粘土	m <sup>3</sup>								1534.12	1534.12	

序号	项目名称	单位	近期						中期	远期	合计	备注
			第一年 (23308、 23302 <sub>下</sub> )	第二年 (22306)	第三年 (22306)	第四年 (22307)	第五年 (22305)	小计				
8.5	井口剥离岩土	m <sup>2</sup>								1925.84	1925.84	
8.6	浇筑水泥	m <sup>3</sup>								1992.29	1992.29	
8.7	钢板面积 (m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>								861.98	861.98	
8.8	警示牌	个								10	10	
8.9	组合刚模板 (m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>								235.50	235.50	
9	泗洲庙排矸场东侧道路排水渠											
9.1	人工挖土方回填渠帮	m <sup>3</sup>	150									
10	含水层监测											
10.1	施工水文钻孔	m	550									
10.2	购置地下水监测设备	台	1									
11	技术服务项目											
11.1	矿山地质环境治理恢复与土地复垦工作实施计划	次	1	1	1	1	1	5	12		17	
11.2	矿山地质环境治理恢复与土地复垦工作监测评价报告	次	1	1	1	1	1	5	12		17	
11.3	矿山地质环境治理恢复与土地复垦实施工作总结报告	次	1	1	1	1	1	5	12		17	



### 三、土地复垦

#### (一) 目标任务

1、下峪口煤矿复垦责任范围面积为 445.85hm<sup>2</sup>，土地复垦率 100%。其中近期复垦：其他园地 48.16hm<sup>2</sup>，乔木林地面积 18.10hm<sup>2</sup>，灌木林地面积 3.22hm<sup>2</sup>，其他林地面积 1.04hm<sup>2</sup>，其他草地 3.56hm<sup>2</sup>。

2、复垦为旱地 0.32hm<sup>2</sup>，其他园地 261.35hm<sup>2</sup>，乔木林地 107.65hm<sup>2</sup>，灌木林地 46.02hm<sup>2</sup>，其他林地 15.64hm<sup>2</sup>，其他草地 22.26hm<sup>2</sup>，通过本方案矿山复垦前后土地利用结构调整详见表 5-4。

3、复垦土地质量满足本方案制订“土地复垦质量要求”，通过自然资源部门组织的土地复垦验收。

4、复垦后的矿区生态环境优美，山、水、田、林、村布局协调，土地资源可持续利用。

表 5-4 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
编码	名称	编码	名称			
01	耕地	0103	旱地	0.32	0.32	0
02	园地	0204	其他园地	238.98	261.35	22.37
03	林地	0301	乔木林地	109.12	107.65	-1.47
		0305	灌木林地	38.63	38.63	0
		0307	其他林地	15.65	15.64	-0.01
04	草地	0401	天然牧草地	5.65		-5.65
		0404	其他草地	16.84	22.26	5.42
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	0.12		-0.12
		0602	采矿用地	5.30		-5.30
07	住宅用地	0702	农村宅基地	12.16		-12.16
12	其他用地	1206	裸土地	0.01		-0.01
		1207	裸岩石砾地	3.07		-3.07
合计				445.85	445.85	

#### (二) 工程设计及技术措施

##### 1、沉陷区损毁各复垦单元主要技术措施

沉陷损毁形式区域实施的主要复垦措施包括：表土剥离+裂缝开挖+裂缝充填压实+表土回填+场地平整+土壤翻耕（含培肥）+植被重建工程+监测措施与管护措施。（沉陷区交通运输用地为公路用地、城镇村道路用地和农村道路，复垦措施为道路修复工程。该项工程已质环境部分进行设计，不再重复计算；沉陷区其他

十地包括：教育用地、公用设施用地、特殊用地、河流水面、设施农用地，，本方案安排监测措施。)

### (1)土壤重构

土壤重构包括表土剥离、裂缝开挖、裂缝充填、表土回覆、土地平整、土壤翻耕、植被重建。

#### ①表土剥离

施工程序：测量放样→表土剥离。

开挖前，做好清基范围的施工放线工作，严格按放样边线进行开挖。剥离开挖工程区域内的耕植土，土壤厚度 0.5m，放置堆土区域。表土剥离自裂缝中心两边各 1.00m 范围进行自上向下开挖，开挖深度为 0.5m(若裂缝两侧存在错台，以较低一侧开挖 0.5m 深)，上口宽 3.1m，底宽 2.1m，两侧边坡按照上口宽进行放坡开挖，剥离出的土方堆积于开挖口一侧，表土堆积距开挖口上口边缘不小于 0.2m。

#### ②裂缝开挖

施工程序：测量放样→机械开挖。

地表的植被清理延伸至离施工图所示最大开挖边线外侧。开挖施工时按设计图纸要求，表土剥离完成后，以裂缝为中心，向两侧各外扩 1.00m 进行自上而下开挖，开挖深度为 2.5m，宽 1.5m，开挖出的土方堆放于表土剥离开挖口的另一侧，土方堆积距表土剥离开挖口边缘不小于 0.2m。

#### ③裂缝充填

施工程序：分层铺料、压实→人工修整。

分层铺土、填筑时，应按裂缝设计横断面全宽度纵向分层填土。裂缝自上而下 2.5m 以下为裂缝回填的深层裂缝段，此段裂缝采取人工夯实开挖土的方式进行回填夯实，回填深度约 4.0m(暂时以 4.0m 计算，若回填实际深度与设计不符时，按照实际回填深度进行工程量计量)，向裂缝内填充开挖土土料后利用机械或石夯进行夯实，施工时要不断重复填充土料、夯实工序，直至裂缝填满和多次击实深度小于 2cm 时停止深层裂缝夯实，进入下一道工序。夯实机械选用蛙式打夯机，填土分层厚度应根据蛙式打夯机的机械性能，设计要求密度，填料密度和含水量等指标经过试验确定，回填高程至裂缝开口-0.5m，土层厚度满足园地复垦要求。见图 5-4。

#### ④表土回覆

对开挖前已剥离表土(耕植土)进行回填, 不用压实, 填至略高出周边高程 3~5cm。

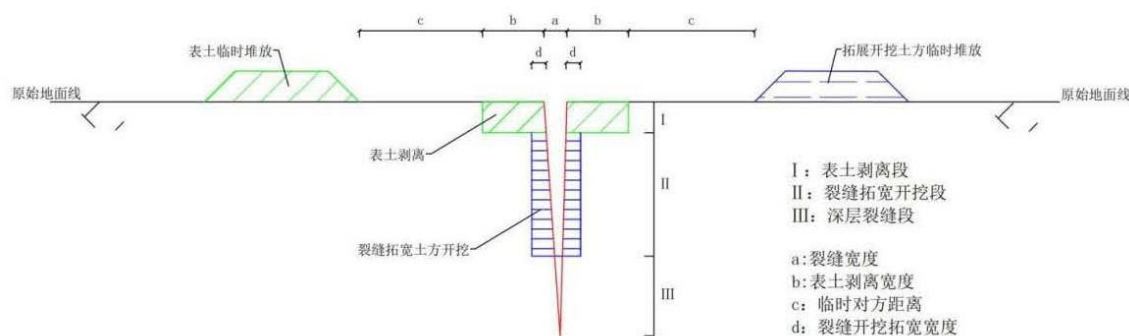


图 5-4 裂隙充填及表土剥离典型工程设计见图

#### ⑤土地平整

施工区域: 沉陷后地表坡度增加  $2^{\circ}$  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, 田坎修筑: 在保持原有田坎稳定性的基础上对田坎进行修复, 矿区内园地梯田田坎高 2.5-3m, 田坎外坡度为  $70^{\circ}$ 。修复时主要为拍打、夯实。经现场勘查, 复垦区园地每公顷修筑田埂工程量为  $30\text{m}^3$ 。

#### ⑥田埂工程

在保持原有地块形成错台的地块, 为保证灌溉水源蓄水及地块侧边田坎稳定性的基础上进行田坎修筑, 园地田坎高 40cm, 顶宽 40cm, 底宽 70cm。修复时主要为拍打、夯实。

#### ⑦土地翻耕(培肥)

平整后的土地不同程度受到机械来回碾压，难以耕作。为了使其达到耕种要求，表土翻松则用推土机的松土器进行耙松处理，保证复垦植物正常生长。

土地复垦后，对复垦的平整田块进行测土配肥，对土壤进行改良，增施有机肥、无机肥，提升耕地质量标准。在 0~20cm 土层内，均匀撒施肥料，农家肥 20 吨/hm<sup>2</sup>，商品有机肥 4500kg/hm<sup>2</sup>，土壤配肥连续 3 年。

## (2)植被重建工程

### 1) 园地植被恢复措施

#### ①坡地栽植整地方法

##### 带状整地

25° 以下的坡地沿等高线带状整地。带宽 1m，带间距 2m。带内深翻，拣去石块、草(树)根，带上挖穴，穴内表土与底土分开放置。穴的规格为 40cm×40cm×40cm。

##### 修水平阶或反坡梯田

坡度在 25° 及其以上的坡地，水平阶或反坡梯田的田面宽 1m~1.5m；25° 以下的坡地，田面宽 1.5m~3.0m。田面上挖栽植穴，穴内表土与底土分开放置。穴的规格同 40cm×40cm×40cm。

#### ②平地建园整地方法

##### 全园整地

每亩撒施商品有机肥 4500kg/hm<sup>2</sup>，深翻 30 cm 以上，按株行距挖栽植穴。穴的规格为长、宽各 60cm，深 50cm。

##### 带状整地

带宽 1m~2 m，相邻带中心距与行距同。深翻 30cm~40cm。在带内按株距挖穴，穴的规格同 0.40m×0.40m（圆形，坑径×坑深）。

#### ③平地建园

梯田埝边及农田边、房前屋后零星整地穴状整地，栽植穴规格为长、宽为 40cm~50cm，深 40cm。

#### ④苗木准备

必须采用 I、II 级良种壮苗，不得用等外苗。同一块地 I、II 级苗分开栽植。整片建园应以大红袍系列(狮子头、八月椒、秦安一号)为主栽品种，同时推广花椒

良种无刺椒、南强一号、早红椒、黄盖椒等早中晚熟品种搭配栽植，延长花椒采摘期。

### 2) 林地植被恢复措施

对于受损的树木，及时扶正树体，填补裂缝，保证正常生长；对受损乔灌木根据坡向、坡度、土壤质地、土层厚度等，采取适宜的整地措施，新植或补植苗木。林地苗木布置林地苗木补植种类参照复垦区现有的苗木类型。

复垦区主要有苗木类型有刺槐、连翘等乔灌木种类。乔木林地、其他林地补植或新植刺槐，灌木林地栽植连翘、紫穗槐，采用植苗种植，并适量浇水，成活前应一周浇灌一次，成活后半月浇灌一次，种植季节应在3月上旬至中旬，以穴状整地为好。乔木林地、其他林地整地规格为0.5m×0.5m（圆形，坑径×坑深）；灌木林地整地规格为0.4m×0.4m（圆形，坑径×坑深）；损毁林地采用混交复垦技术，见表5-5~5-7。

**表 5-5 种植树种技术设计指标表**

植物名称	栽植密度	栽植方法	整地规格	苗木规格	密度
花椒树	株距 2m 行距 2m	植苗	穴状整地 (40cm×40cm)	1~2 年生实生苗	按平均损毁程度 80%补植
刺槐	株距 3m 行距 3m	植苗	穴状整地 (50cm×50cm)	2~3 年生一级苗	按平均损毁程度 80%补植
连翘	株距 2m 行距 3m	植苗	穴状整地 (40cm×40cm)	1~2 年生实生苗	按平均损毁程度 80%补植
紫穗槐	株距 2m 行距 2m	植苗	穴状整地 (40cm×40cm)	1~2 年生实生苗	按平均损毁程度 80%补植

**表 5-6 乔草混交技术设计指标表**

配置模式	栽植地点	混交方式	种植方式
刺槐×汇合草籽	损毁乔木林地、其他林地	行间混交	植苗/撒播

**表 5-7 灌草种混交技术设计指标表**

配置模式	栽植地点	混交方式	种植方式
连翘×汇合草籽	灌木林地	行间混交	植苗/撒播
紫穗槐×汇合草籽	灌木林地	行间混交	植苗/撒播

栽植方法：挖穴时将上层熟土和底层生土分开放置，栽植深度与苗埋深一致或略深。将苗木用水湿根，放入已挖好的栽植坑中央，填土时用湿土埋根，土埋到2/3左右时候，把苗向上略提，舒展根系，使苗达到要求高度，然后捣实，再填满土重新捣实，最后在树株表面四周覆上一层土。

### 3) 草地植被恢复措施

草种选择：草籽种类要求是一级种，且要有“一签、三证”，即要有标签、

经营许可证、合格证和检疫证。草种选择：黑麦草、苜蓿和香蒲，一级草籽。

种植方式：对现有草地进行人工补播，单位综合补播量为 30kg/hm<sup>2</sup>，播种方式采用人工撒播，尽可能将种子均匀地撒播。复垦技术具体见表 5-9 和表 5-10。

表 5-8 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
汇合草籽	一级种	撒播	春季播种	按损毁程度

种植时间：雨季撒播，春秋进行人工除草两次，严禁放牧。

表 5-9 草地配置技术设计指标表

配置模式	栽植地点	种植方式
汇合草籽	损毁草地	撒播

2、中部风井场地、姚家塄风井、搬迁宅基地其他园地复垦单元设计

根据复垦方向的确定，中部风井场地、姚家塄风井、搬迁宅基地复垦为其他园地，面积 20.63hm<sup>2</sup>，本复垦单元的复垦工程措施主要为土壤重构工程和植被恢复，土壤重构工程包括清理工程、土地平整、客土回覆等，植被恢复树种选择为花椒树。

(1) 土壤重构工程

①拆除工程和清理工程

中部风井场地、姚家塄风井为钢筋混凝土建筑；搬迁宅基地基本为砖混结构，建构筑物总占地面积 20.63hm<sup>2</sup>。拆除产生废弃物按实际建筑占地面积估算，每公顷 2000m<sup>3</sup>。剥离硬化地面需清理厚度按 30cm 计列。依据下峪口煤矿对韩城市垃圾处理场调查结果，复垦过程中清理的弃渣运至韩城市最近的垃圾场处理，距离约 10.0km。

混凝土砌体拆除工程量： $8.47\text{hm}^2 \times 2000\text{m}^3/\text{hm}^2 = 16940\text{m}^3$

砖混砌体拆除工程量： $12.16\text{hm}^2 \times 2000\text{m}^3/\text{hm}^2 = 24320\text{m}^3$

硬化地面和基础拆除工程量： $20.63\text{hm}^2 \times 0.3\text{m} = 61890\text{m}^3$

②土地平整

对复垦场地进利用推土机等机械或人工进行平整，消除地表附加坡度，其中，靠近平台坡角土地整理为排水土渠，其后衬砌植生袋。

③客土回覆

对中部风井场地、姚家塄风井和搬迁宅基地表面进行简单平整，然后进行客土覆土摊铺，需覆土面积 33.89hm<sup>2</sup>，覆土厚度 0.5m，将堆存的表土摊铺于复垦区。



#### ④土壤培肥

在 0~20cm 土层内，均匀撒施肥料，选用商品有机肥（按照 4500kg/hm<sup>2</sup>.a）及农家肥（按照 20 吨 kg/hm<sup>2</sup>.a），改良土壤环境，增加土壤有机质含量，为土地产量打下基础，连续使用 3 年。

#### （2）植被重建工程

整地挖穴：一般在雨季末至翌年 3 月整地效果较好。这段时间内土层较湿润，气温不高，易于整地作业。同时整地后经数月的太阳烤晒，可改良土壤理化性质，花椒树整地规格为 0.5m×0.5m（圆形，坑径×坑深），株行距 2m×4m，挖穴时将表土与心土分开堆放；柿子树整地规格为 0.5m×0.5m（圆形，坑径×坑深），株行距 3m×4m，挖穴时将表土与心土分开堆放。挖好后将表土与腐熟的有机肥按 3: 1 比例及少量有机肥（每穴 2-3 两）混匀回填 20cm，再在上部填 5-10cm 素表土踩实，坑底中间呈现 5cm 高土丘状。

植树：穴植花椒树，株高大于 50cm，1~2 年生实生苗；穴植柿子树，株高大于 50cm，2~3 年生一级苗。

人工抚育措施：在植物措施开展后，需进行植被抚育管理，以提高植被的成活率，当发现树木枯死等不良现象，应及时补种。

### 3、泗洲庙排矸场底部平台补植

泗洲庙排矸场底部平台已复垦土地苗木成活率较低，本轮安排补植，补植率为 80%，补植树种为刺槐、连翘，补植面积 0.57hm<sup>2</sup>。

#### （三）主要工程量

##### 1、主要工程量测算方法

##### （1）充填工程工程量测算方法

根据《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿采煤沉陷区土地损毁调查报告》（陕西生态产业有限公司，2024 年 8 月）和《陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿 2024 年度矿山地质环境与土地复垦监测评价报告》（陕西陕煤韩城矿业有限公司，2024 年 12 月），下峪口煤矿采煤沉陷区地表塌陷裂缝不明显，轻度损毁区裂缝不发育；中度损毁区平均每公顷发育裂缝 0.5 条，平均深度约 2.5m，平均宽约 0.5m，长度合计约 60m；则每公顷沉陷地裂缝的充填土方量为  $V(m^3) = 0.5 \times \text{裂缝平均深度} \times \text{裂缝合计长度}$ ，下峪口煤矿各损毁程度的地裂缝技术参数见表

5-10。考虑井田内近期煤层开采后地表移动延续的时间约 2.81 年，时间段分配上，初期剧烈变形，中期缓慢变形特点，安排裂缝临时修复和终了修复相结合措施。第二年、第三年修改工程量分别为第一年工程量的 80%、50%。

**表 5-10 不同损毁程度地裂缝充填土方量**

损毁程度	每公顷沉陷地裂缝土方充填量 V (m³)
中度	75
轻度	0

(2) 土壤剥离工程工程量测算

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

设剥离表土量为  $V_{\text{剥}}$  (m³)，每公顷地裂缝长度  $U$  (m)，剥离表土厚度为  $h$  (m)，每侧剥离宽度为  $d$  (m)，则每公顷损毁土地剥离土方量  $V_{\text{剥}}$  的计算公式如下： $V_{\text{剥/覆}}=2 \times U \times h \times d$  (m³)

根据地裂缝长度及剥离宽度确定土壤剥离土方量，具体见表 5-11。

**表 5-11 不同损毁程度土壤剥离工程量表**

损毁程度	每公顷地裂缝长度 U(m)	剥离厚度 h(m)	每侧剥离宽度 d (m)	每公顷剥离土方总量 $V_{\text{剥}}$ (m³)	每公顷覆土土方总量 $V_{\text{剥}}$ (m³)
中度	60	0.3	0.5	18	18
轻度	0	0	0	0	0

(3) 平整工程工程量测算

平整土地主要是为了消除地表沉陷引起的附加坡度，提高耕地的耕种标准。轻度区、中度区的附加坡度分别按照 1° 和 2° 计算，同时原有地面坡度平均按照 3° 计算。根据沉陷区不同损毁程度产生倾斜的附加坡度平均值及原始坡度，平整每公顷土地土方量  $V_1$  可按照以下经验公式计算：

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

经计算，不同损毁程度每公顷沉陷地平整工程工程量见表 5-12。

**表 5-12 不同损毁程度平整土地工程量**

损毁程度	平均平整坡度 (°)	平整每公顷土地平整量 (m³)
中度	5	349.63
轻度	4	437.44

根据以上复垦工程量计算方法，分别测算统计各复垦单元的工程量。

## 2、主要复垦工程量

沉陷损毁区、中部风井场地、姚家埝风井、搬迁宅基地土地复垦措施及工程量见表 5-13。

表 5-13 土地复垦工程量一览表

序号	治理内容	单位	近期（适用期）						中期	远期	合计	备注
			第一度	第二年	第三年	第四年	第五年	小计				
1	沉陷损毁区	hm <sup>2</sup>	53.22	42.58	38.74	46.12	47.01	222.67	363.30		585.97	
1.1	土壤剥覆工程	hm <sup>2</sup>	53.22	42.58	38.74	46.12	47.01	222.67	363.30		585.97	
1.1.1	人工表土剥离	m <sup>3</sup>	957.96	766.37	697.32	830.13	846.25	4098.03	15040.62		19138.65	18m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
1.2	裂缝拓宽土方开挖	hm <sup>2</sup>	53.22	42.58	38.74	46.12	47.01	222.67	363.30		585.97	
1.2.1	裂缝拓宽	m <sup>3</sup>	2661.00	2128.80	1937.00	2305.09	2350.70	11382.59	41779.50		53162.09	50m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
1.3	充填工程	hm <sup>2</sup>	53.22	42.58	38.74	46.12	252.90	222.67	363.30		585.97	
1.3.1	购买商品	m <sup>3</sup>	3991.50	3193.20	2905.05	3458.85	3526.05	17074.65	62669.25		79743.90	
1.3.2	挖运土方	m <sup>3</sup>	3991.50	3193.20	2905.05	3458.85	3526.05	17074.65	62669.25		79743.90	
1.3.3	人工挑土	m <sup>3</sup>	3991.50	3193.20	2905.05	3458.85	3526.05	17074.65	62669.25		79743.90	
1.3.4	充填工程	m <sup>3</sup>	3991.50	3193.20	2905.05	3458.85	3526.05	17074.65	62669.25		79743.90	75m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
1.3.5	场地平整	m <sup>2</sup>	6385	6385	6795	6035	6348	31948	43236		75184	120m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>
1.4	耕地土地平整	hm <sup>2</sup>							0.32		0.32	
1.4.1	耕地土地平整	m <sup>3</sup>							139.98		139.98	437.44m <sup>3</sup> /h m <sup>2</sup>
1.5	耕地土地翻耕	hm <sup>2</sup>							0.32		0.32	
1.5.1	耕地土地翻耕	hm <sup>2</sup>							0.32		0.32	
1.6	耕地土壤培肥	hm <sup>2</sup>							0.32		0.32	
1.6.1	农家肥	吨							6.4		6.4	20 吨/hm <sup>2</sup>

序号	治理内容	单位	近期（适用期）						中期	远期	合计	备注
			第一度	第二年	第三年	第四年	第五年	小计				
1.6.2	商品有机肥	kg							1440		1440	4500kg/hm <sup>2</sup>
1.7	其他园地	hm <sup>2</sup>	13.87	13.33	6.67	18.24	14.18	66.29	191.89		258.18	
1.7.1	栽植花椒	株	17338	26660	13330	36480	28360	122168	383780		505948	2000 株/hm <sup>2</sup>
1.8	乔木林地	hm <sup>2</sup>	0.26	3.85	1.925	10.98	3.27	20.285	89.55		109.835	
1.8.1	栽植刺槐	株	116	3388	1694	9663	2878	17739	78804		96543	880 株/hm <sup>2</sup>
1.9	灌木林地	hm <sup>2</sup>	0.34	0.25	0.125	2.97		3.685	35.41		39.095	
1.9.1	栽植连翘	株	227	330	165	3921		4643	46742		51385	1320 株/hm <sup>2</sup>
1.10	其他林地	hm <sup>2</sup>	0.11	0.03	0.015	0.01	1.00	1.165	14.60		15.765	
1.10.1	栽植紫穗槐	株	110	60	30	20	2000	2220	29200		31420	2000 株/hm <sup>2</sup>
1.11	其他草地	hm <sup>2</sup>				3.56		3.56	18.70		22.26	
1.11.1	撒播草籽	hm <sup>2</sup>				3.56		3.56	18.70		22.26	紫花苜蓿 60kg/hm <sup>2</sup>
2	中部风井场地	hm <sup>2</sup>								4.75	4.75	
2.1	混凝土砌体	m <sup>3</sup>								9500	9500	
2.2	硬化地面和基础拆除	m <sup>3</sup>								14250	14250	
2.3	建筑垃圾外运	m <sup>3</sup>								23750	23750	
2.4	土地平整	hm <sup>2</sup>								4.75	4.75	
2.5	客土回覆	m <sup>3</sup>								23750	23750	
2.6	购买商品土	m <sup>3</sup>								23750	23750	

序号	治理内容	单位	近期（适用期）						中期	远期	合计	备注
			第一度	第二年	第三年	第四年	第五年	小计				
2.7	农家肥	t								95	95	20 吨/hm <sup>2</sup>
2.8	商品有机肥	kg								21375	21375	4500kg/hm <sup>2</sup>
2.9	栽植花椒	株								11875	11875	株距 2m 行距 2m
3	姚家埝风井	hm <sup>2</sup>								3.72	3.72	
3.1	混凝土砌体	m <sup>3</sup>								7440	7440	
3.2	硬化地面和基础拆除	m <sup>3</sup>								11160	11160	
3.3	建筑垃圾外运	m <sup>3</sup>								18600	18600	
3.4	土地平整	hm <sup>2</sup>								3.72	3.72	
3.5	客土回覆	m <sup>3</sup>								18600	18600	
3.6	购买商品土	m <sup>3</sup>								18600	18600	
3.7	农家肥	t								74.4	74.4	20 吨/hm <sup>2</sup>
3.8	商品有机肥	kg								16740	16740	4500kg/hm <sup>2</sup>
3.9	栽植花椒	株								9300	9300	株距 2m 行距 2m
4	搬迁宅基地	hm <sup>2</sup>				1.20	1.21	2.41	9.75		12.16	
4.1	砖混砌体拆除	m <sup>3</sup>				2400	2420	4820	19500		24320	
4.2	硬化地面和基础拆除	m <sup>3</sup>				3600	3630	7230	29250		36480	
4.3	建筑垃圾外运	m <sup>3</sup>				6000	6050	12050	48750		60800	

序号	治理内容	单位	近期（适用期）						中期	远期	合计	备注
			第一度	第二年	第三年	第四年	第五年	小计				
4.4	土地平整	hm <sup>2</sup>				1.20	1.21	2.41	9.75		12.16	
4.5	客土回覆	m <sup>3</sup>				6000	6050	12050	48750		60800	
4.6	购买商品土	m <sup>3</sup>				6000	6050	12050	48750		60800	
4.7	农家肥	t				24.0	24.2	48.2	195		243.2	20 吨/hm <sup>2</sup>
4.8	商品有机肥	kg				5400	5445	10845	43875		54720	4500kg/hm <sup>2</sup>
4.9	栽植花椒	株				3000	3025	6025	24375		30400	株距 2m 行距 2m
5	裸土地	hm <sup>2</sup>							0.01		0.01	
5.1	土地平整	hm <sup>2</sup>							0.01		0.01	
5.2	客土回覆	m <sup>3</sup>							50		50	
5.3	购买商品土	m <sup>3</sup>							50		50	
5.4	农家肥	t							0.2		0.2	20 吨/hm <sup>2</sup>
5.5	商品有机肥	kg							45		45	4500kg/hm <sup>2</sup>
5.6	栽植花椒	株							25		25	株距 2m 行距 2m
6	裸岩石砾地	hm <sup>2</sup>							3.07		3.07	
6.1	土地平整	hm <sup>2</sup>							3.07		3.07	
6.2	客土回覆	m <sup>3</sup>							15350		15350	
6.3	购买商品土	m <sup>3</sup>							15350		15350	



序号	治理内容	单位	近期（适用期）						中期	远期	合计	备注
			第一度	第二年	第三年	第四年	第五年	小计				
6.4	农家肥	5							61.4		61.4	20 吨/hm <sup>2</sup>
6.5	商品有机肥	kg							13815		13815	4500kg/hm <sup>2</sup>
6.6	栽植花椒	株							7675		7675	株距 2m 行距 2m
7	泗州庙排矸场底部平台	hm <sup>2</sup>	0.57									
7.1	购买商品土	m <sup>3</sup>	200									
7.2	机械挖运土方	m <sup>3</sup>	200									
7.3	人工挑土	m <sup>3</sup>	200									
7.4	栽植刺槐	株	502									880 株/hm <sup>2</sup>
7.5	栽植连翘	株	754									1320 株/hm <sup>2</sup>
7.6	撒播草籽	hm <sup>2</sup>	0.57									

开车时间：23308、23302<sub>下</sub>开采时间为第一年，22306 开采时间为第二年、第三年，22307 开采时间为第四年，22305 开采时间为第五年；考虑沉稳期 3 年：23308、23302<sub>下</sub>复垦时间为第四年；22306 复垦时间为第五年；22307 和 22305 复垦时间为中期；第二年复垦地面塌陷（TX04）遗留问题。

## 四、含水层破坏修复

含水层的破坏治理，可采用回灌、修补、置换等措施。根据目前的技术水平，对井下采煤造成的含水层破坏修复技术难度大，周期长，具体实施的案例少。

### （一）目标任务

根据目前的技术水平和煤矿的实际情况，确定煤矿的含水层保护和治理的目标是：避免和减缓煤层开采对含水层的影响和破坏，减少地下水漏失量，减轻对当地农业与村民生产、生活的影响，造成周边居民生活用水困难时，采取集中供水的方式确保当地居民生产、生活用水。

### （二）工程设计与技术措施

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

## 五、水土环境修复

含水层的破坏治理，可采用回灌、修补、置换等措施。根据目前的技术水平，对井下采煤造成的含水层破坏修复技术难度大，周期长，具体实施的案例少。

### （一）目标任务

#### 1、目标

通过对煤矿井下涌水的无害化处理，保护区域水环境；对废渣的合理堆放，远期生态恢复，涵养水源，保护区域水土环境不发生恶化，重塑良好的水土生态环境。

#### 2、任务

根据矿区水土环境修复的目标，结合矿区水土环境质量严重程度，方案安排的矿区水土环境修复任务如下：

矿山开采期内，继续加强对矿山用水（生活用水）的综合利用及达标处理。

土壤环境修复主要指的是泗洲庙矸石场，已于上一适用期完成了治理，当前处于管护期。为防止矸石对下游受纳区土壤产生不利的影响风险，持续开展排矸场下游监测，动态评估土壤环境响应。

### （二）工程设计与技术措施

矿山企业现有矿井水处理站和生活污水处理站的设计能力大于来水，矿井水、生活污水经处理后全部综合利用，已经做到了零排放；远期矿井排水及生活污水

来源量也不会大于污水的处理能力，保持污水处理设备的良好运行，能够做到零排放，对周边水体无影响；泗洲庙排矸场已经过修复治理，对水环境的影响小。

持续完善水土环境监测体系，重点围绕土壤质量、植被恢复及地表稳定性开展工作。对泗洲庙排矸场周边区域土壤定期进行监测，发现异常时及时加密观测，划定影响范围，并结合实际情况采取生物、物理或化学等修复措施。同时，加强对复垦区和生态修复区植被覆盖度、土壤水分保持能力等指标的动态监测，确保矿区生态系统保持稳定并逐步改善。

## **六、矿山地质环境监测**

### **（一）目标任务**

依托矿山地质环境动态监测系统，持续加强矿山地质环境损毁、地形地貌景观破坏、含水层破坏、水土环境质量变化、土地资源损毁等地质环境问题系统监测，为矿山企业土地复垦与矿山生态修复的过程监管、适应性管理和验收提供科学依据。

#### **1、不稳定地质体监测**

针对全矿区地质环境损毁情况建立区域监测网，采用遥感监测、无人机监测、实地巡查等方法对矿区范围内不稳定地质体分布、规模进行监测；

对近期开采工作面以及现存有较多威胁对象的不稳定地质体，建立重点不稳定地质体监测网，重点监测地面塌陷变形发育规律和不稳定地质体变形发育情况，存在异常时及时预警；对分布在采煤沉陷影响范围内及其他不稳定地质体威胁范围内的建构筑物、道路管线等重要保护目标，建立保护目标监测网，实时监测重要保护目标的变形破坏情况或保护目标区域地表变形情况，存在异常及时预警。

#### **2、地下水环境监测**

已有监测点：W1 水文孔（编号 S1）、程家洞水文长观孔（编号 S2）、张家山水文长观孔（编号 S3），监测层位为奥陶系灰岩含水层。

由于 2 号、3 号煤层均赋存于下叠统山西组(P<sub>1s</sub>)，二叠系山西组属于裂隙承压弱含水岩组，涌水量小，富水性不均一特点，针对二叠系山西组布设含水层监测井（编号 S4），监测井位于后麻科附近，地面标高 795m，矿区最低开采标高 280m，考虑地层因素，本次水文孔布设深度 550m，对区域内地下水水位、水质动态变化情况进行监测。

同时影响范围内村民水井和井下蓄水池设置地下水环境监测点（编号 S5 和 S6），对区域内地下水水位、水质动态变化情况进行监测。

### **3、地形地貌景观监测**

为全面了解矿山生产建设过程中地形地貌变化状况，利用遥感监测技术，精确监测评估煤矿生产活动对地形地貌景观的影响。

### **4、水土环境质量监测**

#### **（1）地表水环境质量监测**

矿山企业的矿井水、生活污水经处理后全部回用，不外排，因此本方案不涉及地表水环境质量监测。

#### **（2）土壤环境质量监测**

持续在泗洲庙排矸场布设土壤监测点，对土壤环境质量进行监测。

### **（二）监测设计与技术措施**

#### **1、不稳定地质体监测**

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设监测点，采用高分遥感解译结合合成孔径雷达干涉测量（InSAR）的方法对评估区进行监测，并根据开采情况在工作面地表部署北斗形变位移测量系统进行地面塌陷区监测。

北斗形变位移测量系统以 10min 一条数据的频率返回监测点的空间绝对位置、累计绝对位移量、空间位移方向等数据和位移曲线图，陕西陕煤韩城矿业有限公司已完成矿山地质环境动态监测预警系统上线、运行和维护，目前系统各项功能正常运行，各功能模块和数据列表均正常使用。

#### **（1）监测部署原则**

##### **①全面控制原则**

为全面控制开采工作面沉陷影响范围，在已开采工作面、正在开采工作面、计划开采工作面、地表移动盆地影响范围边界部署北斗形变位移测量系统。

##### **②观测线十字交叉原则**

沿开采工作面走向和倾向十字交叉布置观测线，走向和倾向上各放置一条观测线，并依据煤层开采倾角适当根据坡向偏移，不同的观测方向监测点布设密度也不同。沿走向与倾向监测设备布设方式见图 5-5。

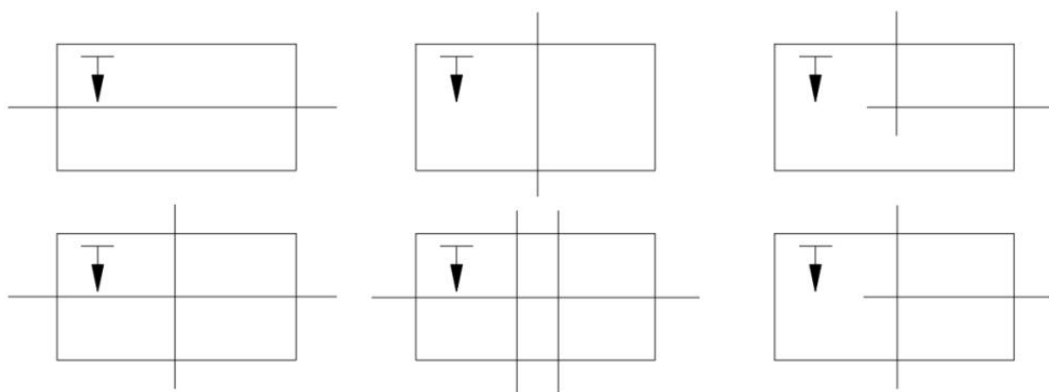


图 5-6 沿走向与倾向监测设备布设方式

### ③动态调整原则

当已部署监测点的工作面达到稳沉期后，将该区域的监测设备调整到新开采工作面的区域，实现监测设备利用效率最大化。

### ④残余变形监测原则

监测开采工作面地表沉陷到达稳沉期后，在已稳沉的工作面按不同地貌类型保留一定数量的长期监测点，监测地表沉陷在不同地貌类型的残余变形规律。

## (2) 不稳定地质体遥感监测

对下峪口煤矿全矿区范围采用合成孔径雷达干涉测量技术（InSAR）及现场地质环境损毁核查相结合的方法，全面掌握矿区内地质环境损毁发育情况。InSAR（干涉合成孔径雷达）技术是一种基于合成孔径雷达（SAR）图像的高精度地表形变监测方法，利用 SAR 传感器发射的微波信号与地表相互作用后返回的相位信息，通过分析两幅或多幅 SAR 图像之间的相位差异，提取地表微小形变信息，精度可达毫米级。InSAR 技术具有覆盖范围广、监测精度高、不受天气和光照条件影响等显著优点，能够在大范围区域内实现全天候、全天时的地表形变监测，同时还可以提供历史形变数据，为长期地表变化分析提供重要支持。

分别采用了 SBAS-InSAR（小基线集成孔径雷达干涉测量）和 D-InSAR（差分合成孔径雷达干涉测量）两种技术手段对采空区的地表沉降进行了系统性监测分析。SBAS-InSAR 技术的特点在于其能够通过多个时间点的小基线雷达影像数据，获取地表沉降的时间序列变化。这种技术的优势在于能够精确捕捉地表形变的动态过程，特别适用于监测长期、缓慢且稳定的地表沉降，能够有效识别采空区地表变形的趋势和累积效应；D-InSAR 技术则侧重于对地表形变的快速监测，其特点在于利用不同时间点获取的两幅雷达影像，通过干涉处理直接得到地表的

形变信息。D-InSAR 技术的优势在于其空间分辨率高，适合用于大范围的地表沉降监测，特别是针对地质构造复杂、形变较为剧烈的区域。

监测频率及时段：D-InSAR 监测每月度一次，SBAS-InSAR 每年度一次。

监测成果及展示：每月通过 D-InSAR 技术生成一份地表形变沉降范围示意图；每年度利用 SBAS-InSAR 技术生成一份年度地表形变综合专题图。

### （3）北斗形变位移测量系统布设

下峪口煤矿于 2021 年已完成了矿山地质环境动态监测网络的部署，目前部署 8 套北斗形变位移测量系统，分别位于 21318、23302、23308 工作面。根据开采接续计划，下峪口煤矿近期开采 23308、23302<sub>下</sub>、22306、22307 和 22305 工作面。在已部署监测系统的基础上，对近期开采 23302<sub>下</sub>、22306、22307 和 22305 综采面，每年依次新增 2 个监测点，编号为 JC009、JC010、JC011、JC012、JC013、JC014、JC015 和 JC016，在胡家山滑坡（H01）后缘布设 1 个监测点，编号为 JC017，持续丰富开采区域地面塌陷变形监测网，监测点位坐标及情况描述见表 5-14。（新增部署监测点位安装位置将根据安装时现场实际情况进行局部调整）。

**表 5-14 近期北斗形变位移测量系统部署情况表**

监测点编号	部署位置	坐标（X）	坐标（Y）	监测状态
JZ001	姚埝村	*****	*****	持续监测
JC001	21318 工作面	*****	*****	
JC002	23302 工作面	*****	*****	
JC003	23308 工作面	*****	*****	
JC004	23306 <sub>下</sub> 工作面	*****	*****	
JC005	23302 工作面	*****	*****	
JC006	23302 工作面	*****	*****	
JC007	23308 工作面	*****	*****	
JC008	23308 工作面	*****	*****	新增监测
JC009	23302 <sub>下</sub> 工作面	*****	*****	
JC010	23302 <sub>下</sub> 工作面	*****	*****	
JC011	22306 工作面	*****	*****	
JC012	22306 工作面	*****	*****	
JC013	22307 工作面	*****	*****	
JC014	22307 工作面	*****	*****	
JC015	22305 工作面	*****	*****	
JC016	22305 工作面	*****	*****	
JC017	H01 滑坡	*****	*****	



（4）无人机倾斜摄影布置

无人机监测具有高度的灵活性和高分辨率的成像能力，能够对采空区地表形变进行精准的监测，获取到高清影像数据，为区域内微小地表变化的精细识别提供了重要手段。通过无人机航测技术，可以揭示了地表裂缝的分布形态、走向及其动态变化过程。未来，通过对不同时期的航测影像进行比对和三维地形模型的重建，能够精确评估地表裂缝的扩展速度和塌陷坑的演变过程，从而更好地预测不稳定地质体的发生。

每年度采取无人机针对近期开采 23308、23302<sub>下</sub>、22306、22307 和 22305 综采面进行航拍摄影，开采范围外扩 200m。

频次：1 次/1 年。

2、地下水环境监测

已有监测点：监测 W1 水文孔（编号 S1）、程家洞水文长观孔（编号 S2）、张家山水文长观孔（编号 S3），监测层位为奥陶系灰岩含水层。

基于下峪口煤矿的地下水现状，依据下峪口煤矿近期工作面开采范围及矿区水文监测井建设情况，通过新布设水文孔 S4 定期观测水位及地表 2 处（编号：S5 和 S6）已有水井定期观测水位，采样的方法进行持续监测二叠系山西组、石盒子组含水层。（见表 5-15、监测点部署见图 5-7）

水质分析项目：pH 值、石油类、BOD<sub>5</sub>、氨氮、总氮、总磷、总铬、总铁、总锰、硫酸盐、总硬度、溶解性总固体（TDS）、总汞、总镉、六价铬、总铅、总砷、总锌、硫化物、氟化物、硝酸盐、亚硝酸盐、氰化物、氯化物、高锰酸盐指数、大肠杆菌、钾、钠、钙、镁、碳酸根离子、重碳酸根离子。

表 5-15 含水层监测点部署情况表

监测点编号	部署位置	坐标（X）	坐标（Y）	监测状态
S1	W1 水文长观孔	*****	*****	已有监测点
S2	程家洞水文长观孔	*****	*****	
S3	张家山水文长观孔	*****	*****	
S4	新布设水文孔	*****	*****	新增监测点
S5	姚家埝村民用水井	*****	*****	持续监测
S6	张家山村民用水井	*****	*****	

监测方法及频率：利用已有 S1、S2、S3 水文孔及自动化设备继续实时监测奥陶系灰岩含水层。

二叠系山西组、石盒子组含水层地下水水位采用人工监测方式定期观测，监测频率为每月 1 次；S4 采用自动化监测设备对地下水水位与水温的实时连续监测。采取人工采样实验室检测的方式对 S4-S6 水质进行监测，每年开展 3 次，分别在丰水期、平水期和枯水期进行采样，以全面反映地下水水质的时序变化特征。

### 3、水土环境监测

#### (1) 土壤监测

下峪口煤矿土壤环境质量依据《土壤质量决策单元-多点增量采样法（GB/T42489-2023）》、《农田土壤环境质量管理技术规范（NY/T395-2012）》、作为取样、分析和评价标准。

在泗洲庙排矸场下游部署 1 处土壤质量监测点，编号 TW1，采用人工采样送检的方法持续监测。监测点位坐标及情况描述见表 5-16。

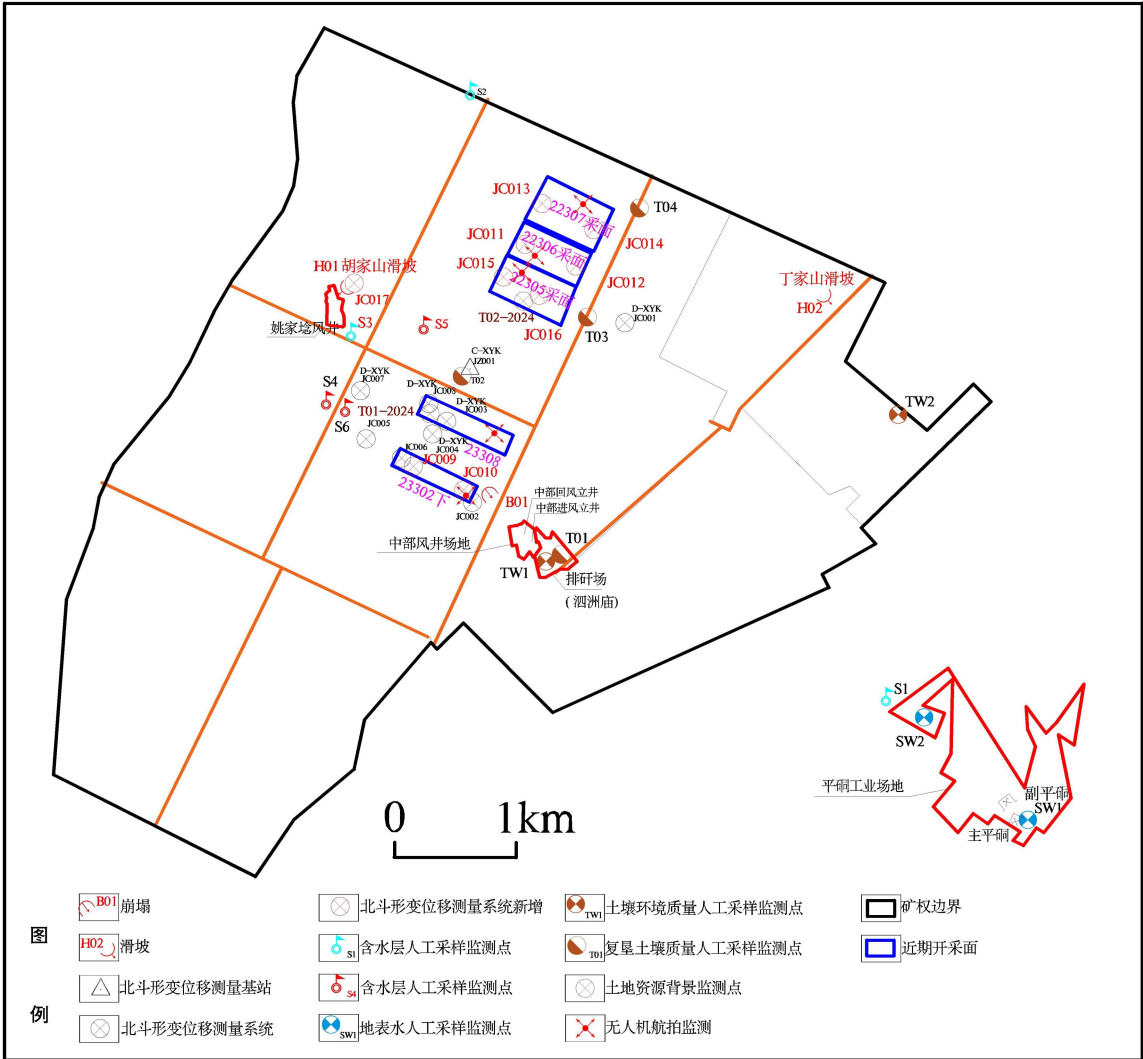


图 5-7 监测点位分布图

表 5-16 土壤环境质量监测点部署情况表

监测点编号	监测对象	坐标（X）	坐标（Y）	监测状态
TW1	泗洲庙排矸场	*****	*****	监测 5 年

（以上坐标采用国家 2000 坐标参考系统）

监测层位：表土层，采集深度为 0~20cm。如果林地有效土层厚度不足 20cm，采样深度为实际有效土层厚度，并在备注中说明。

采样方法：土壤环境质量监测采用区域土壤混合采样方式，土壤采集样品数依据《土壤质量决策单元-多点增量采样法》（GB/T42489-2023）执行，每个混样坑分别采集等量土样，去除样品中的根系等，将所有混样点采集的样品充分混匀，然后采取“四分法”剔除多余样品（样品缩分），留取以风干重计的样品不少于 3kg。

常规分析指标样品用不锈钢铲采集，也可使用竹木质、塑料质、不锈钢土钻采集，避免使用铁质、铜质、钴钢、碳钢等各类不耐腐蚀的工具；有环境测定指标样品采集须使用竹、木铲等工具，并去除金属工具直接接触部分。

土壤质量样品测试分析项目：pH 值、镉、总汞、总砷、铜、铅、铬、锌、镍、石油烃类。

监测频率：每年采集一次土壤环境质量样品进行检测分析。

4、矿山地质环境综合管理

在煤炭开采过程中，下峪口煤矿应组织人员对场地区、地面塌陷区进行定期巡查，及时发现矿山地质环境问题，及时进行处理。

（三）主要工程量

矿山地质环境监测工程量见表 5-17。

表 5-17 矿山地质环境监测工程量

序号	工程名称	单位	近期	中期	合计	监测频率
1	地质环境监测					
1.1	不稳定地质体遥感监测（34.52km <sup>2</sup> ）	套	5	12	17	每年 1 套
1.2	新增北斗形变位移测量系统	套	9	24	33	
1.3	迁移北斗形变位移测量系统	套	8	40	48	
1.4	无人机航拍	次	5	12	17	每年 1 次
2	含水层监测	次				
2.1	地表水井水位监测	次	120	288	408	每月 1 次
2.2	新布设水文孔水位监测	年	18	48	64	持续监测

序号	工程名称	单位	近期	中期	合计	监测频率
2.3	地下水水质监测	件	84	216	300	每年 1 次
3	地形地貌景观监测					
3.1	地形地貌景观高分遥感监测 (34.52km <sup>2</sup> )	项	5	12	17	每年 1 次
3.2	地形地貌景观航天摄影测量 (34.52km <sup>2</sup> )	项	5	12	17	每年 1 次
4	水土环境监测					
4.1	土壤监测	件	5	12	17	每季度 1 次

## 七、土地复垦监测和管护

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

管护措施是复垦工程的最后程序，主要包括林地管护和草地管护。

### （一）目标任务

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

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

### （二）措施和内容

#### 1、土地复垦监测措施

##### （1）土地损毁与复垦高分遥感监测

利用高分遥感监测、无人机及人工调查对评估区内土地利用类型、土地损毁及复垦、植被生态、水域面积等进行监测，全面掌握矿区内地形地貌、景观类型的变化情况，重点掌握矿区地面工程、矿山开采对地形地貌及景观类型的影响或破坏，为年度治理设计提供数据依据，同时监测治理恢复的效果。

利用无云覆盖、空间分辨率为 1m 的高分、高景系列遥感影像数据作为遥感监测的数据源，通过人机交互解译技术生产矿区地理要素解译图、采空塌陷损毁专题图、地面工程专题图、治理恢复专题图。

监测频率及时段：每年度一次，遥感数据获取时段为每年 9 月份，监测至方案服务期结束。

监测成果及展示：生产矿区地理要素解译图、采空塌陷损毁专题图、地面工程专题图、治理恢复专题图。

## （2）复垦植被多光谱遥感监测

植被覆盖度是矿山生态修复效果的核心指标之一，其变化能够直接反映修复工作的成效和生态系统的恢复进程，为确保矿山生态修复效果符合预期目标，并及时发现和解决潜在问题，本方案设计利用多光谱遥感技术对全矿区生态系统质量进行监测，查明矿山拟损毁区域的生态系统质量基值、损毁区域的生态系统质量对比值以及开展复垦工作区域的生态系统质量恢复效果值，重点监测指标为植被归一化指数、植被覆盖度。

利用空间分辨率为 10~30m 的多光谱遥感影像数据作为遥感监测的数据源。通过波段组合及光谱拟合反演方法生产归一化植被指数专题图、植被覆盖度专题图。

监测频率及时段：每年度一次，遥感数据获取时段为每年 9 月份，监测至方案服务期结束。

监测成果及展示：归一化植被指数专题图、归一化植被指数变化专题图、植被覆盖度专题图、植被覆盖度变化专题图。

## （3）复垦土壤质量监测

根据下峪口煤矿治理计划，对已完成复垦的区域进行监测。复垦土壤质量监测采用现场取样人工送检的方法进行监测。各年度部署复垦土壤质量监测点 3 个，监测点布置应具有代表性，同时采用实地调查的方式，查明复垦区的复垦效果、地形坡度等信息。

对复垦区的地形坡度、有效土层厚度、土壤有效水分、土壤容重进行现场测量。

监测点部署：采用区域土壤混合采样方式获取复垦区域土地复垦土壤监测样品，土壤采集样品数依据《土壤质量自然、近自然及耕作土壤调查程序指南》（GB/T 36393-2018）执行。

监测层位：表层土样，园地采集深度为 0~40cm，其他类型采集深度为 0~20 cm，且不同深度的土壤采集体积占比相同。如果耕地、林地、草地有效土层厚度不足 20cm 和园地有效土层厚度不足 40cm，采样深度为实际有效土层厚度，并在备注

中说明。

采样层位：表土层。

每年采集一次复垦区域土壤样品，对复垦土壤指标、养分指标、物理性质指标及化学性质指标进行检测分析。其中，土壤指标包含：镉、总汞、总砷、铜、铅、铬、锌、镍、石油烃类；养分指标包含：有机质、全氮、有效磷和速效钾；物理性质指标包含土壤质地、砾石含量、土壤水分及土壤容重；化学性质指标包含全盐量及土壤 pH 值。

监测指标：按照《农田土壤环境质量监测技术规范》（NY/T395-2012）的规定执行。对复垦土壤指标、养分指标、物理性质指标及化学性质指标进行检测分析。其中，土壤指标包含：镉、总汞、总砷、铜、铅、铬、锌、镍、石油烃类；养分指标包含：有机质、全氮、有效磷和速效钾；物理性质指标包含土壤质地、砾石含量、土壤水分及土壤容重；化学性质指标包含全盐量及土壤 pH 值。

监测频率：每年度采集一次土壤复垦质量监测样品，每年度采样时间为 10 月，监测至方案服务期结束。

采样方法：

①面积较大、连续性较好的复垦地块采用梅花法、棋盘法采集混合样，条块状较为狭长的地块采用蛇形法采集混合样；

②常规分析指标样品用不锈钢铲采集，也可使用竹木质、塑料质、不锈钢土钻采集，避免使用铁质、铜质、钴钢、碳钢等各类不耐腐蚀的工具；有环境测定指标样品采集须使用竹、木铲等工具，并去除金属工具直接接触部分。

③取样时挖出方坑，坑的深度通过所拍照片中标尺（木尺）刻度体现，因地样点的坑深度为 40~42cm，耕、林和草地样点的坑深度为 20~22cm。为保证不同深度的土壤样品采集体积占比相同，采样时需均匀采集园地 0~40cm 范围内土壤，耕、林和草地 0~20cm 范围内的土壤（只可去除表层的秸秆、枝叶、以及砾石等，不可进行表土剥离），保证每个混样坑从上至下采集的土壤体积相同，不同混样点采集的土壤重量相同。采样过程中用不锈钢铲或木铲垂直坑壁进行样品采集，用塑料布或者塑料簸箕接样，按上述操作方法依次采集所有混样坑的土样（每个混样坑采土重量相同）混合为一件样品。

④每个混样坑分别采集等量土样，去除样品中的根系等，将所有混样点采集



的样品充分混匀，然后采取“四分法”剔除多余样品（样品缩分），留取以风干重计的样品不少于 3kg。

监测成果及展示：各年度复垦土壤质量分析检测报告。

## 2、复垦管护措施

### （1）园地管护

#### 1) 土壤管理

①深翻土壤:每年春季和秋季，应深翻果树种植区的土壤，以增加土壤通气性和保持适宜的土壤含水量。

②施肥:根据果树品种和生长阶段的需要，科学施肥，保证果树的差分供应。可选择有机肥和农家肥结合的方法，注意适量施肥，避免施肥过量对造成土壤影响。

③水分管理:果树生长期间，保持土壤湿润度适宜。根据果树的需水量，及时浇水，并注意合理排水，避免积水导致根部病害。

#### 2) 病虫害防治

①疫病防治:定期对果树进行疫病检查，如发现疫病病斑，及时剪除和销毁受感染部位。可合理使用疫病防治药剂，但避免过度使用，以免残留物影响果实和土壤。

②害虫防治:根据果树生长季节和害虫出没的特点，采取相应的防治措施。常用的方法包括合理剪除树冠枝条、喷洒农药、设置黏虫板等，但要注意农药的使用量和频次，以免对环境产生负面影响。

#### 3) 修剪管理

①休眠期修剪:果树进入休眠期后，及时进行修剪，将枯萎、虚弱和交错的枝条剪除。还应注意对树冠进行疏枝，以促进阳光照射和通风。

②年轻果树修剪:年轻果树修剪是培养树形和减轻营养负荷的关键。根据果树的性状和需求，合理修剪树冠，删节过密的枝条

③结果期修剪:果树结出果实后，应进行果实疏小和纠正树形的修剪，以避免果实过密影响品质和健康。

#### 4) 病树处理

如果发现果树某些部位出现异常，如树干溃烂、枝条变黑等，可能需要采取

病树处理措施。及时剪除和销毁受感染的部分，避免病害的扩散。

### （3）林地管护

#### 1) 水分管理

管护期内定期进行灌溉，防止幼树成长期遭受干旱灾害，以促使幼林正常生长和及早郁闭，提高成活率。

#### 2) 养分管理

复垦后还应对复垦林地进行施肥管理，促进树木生长。

#### 3) 林木修枝

林带刚进入郁闭阶段时，采取部分木平茬或修枝，促进树木生长。

#### 4) 林木密度调控

林带郁闭后，通过人工调节树种间的关系，调节林带的结构，及时伐掉枯梢木和病腐木等，保证树种正常生长。

#### 5) 补种苗木

及时伐掉未成活树木并进行补植。

#### 6) 病虫害防治

防止鼠害兔害，注意病虫害的观察，并对病虫害及缺肥症状进行观察、记录，一旦发现，及早采取喷洒药物或施肥等措施加以遏制。

### （2）草地管护

1) 破除土表板结:播种后出苗前，土壤表层时常形成板结层，妨碍种子顶土出苗需要破除板结。

2) 间补草苗:出苗后发现缺苗严重时，须采取补种或移栽的措施补苗。为加速出苗，补种时宜进行浸种催芽；补苗时需保证土壤水分充足;当出苗过大时，宜进行间苗，按照田间合理密度要求拔掉一部分苗。

3) 养分管理:当复垦草地出现出现缺素症状时，根据缺素症状及时进行追肥。

4) 其它管理:苗期重视清除病虫害与杂草；做好越冬与返青期，严禁放牧。

### （三）主要工程量

#### 1、土地复垦监测工程量

**表 5-18 土地复垦监测工程量表**

序号	工程名称	单位	近期	中期	远期	合计
1	土地损毁与复垦高分遥感监测（28.50km <sup>2</sup> ）	项	5	12		17
2	复垦植被多光谱遥感监测（28.50km <sup>2</sup> ）	项	5	12	9	26
3	复垦土壤质量采样、检测	件	15	36	27	78

2、复垦管护工程量

**表 5-19 管护工程量表**

序号	管护区域	单位	近期	中期	远期	合计	管护方法
1	园地	hm <sup>2</sup>	48.16	204.72	8.47	261.35	浇水、喷药、施肥、平岔、收割、病虫害防治
2	林地	hm <sup>2</sup>	22.36	139.56		161.92	
3	草地	hm <sup>2</sup>	3.56	18.70		22.26	

**表 5-20 近期（五年）管护工程量一览表**

序号	年度	单位	面积	管护位置	管护方法
1	第一年	hm <sup>2</sup>	16.65	TX01-TX03	浇水、喷药、施肥、平岔、收割、病虫害防治
2	第二年	hm <sup>2</sup>	16.65	TX01-TX03	
3	第三年	hm <sup>2</sup>	34.11	TX01-TX04	
4	第四年	hm <sup>2</sup>	17.46	TX041	
5	第五年	hm <sup>2</sup>	53.22	TX041 和 23308、23302 <sub>下</sub> 工作面	

## 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。部署了地面塌陷治理工程、含水层影响减缓措施、地形地貌景观修复、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。

表 6-1 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	水土环境问题
工程措施	滑坡防治、受损道路维修、电线杆扶正、井筒封闭、不稳定地质体监测	加强废水资源化利用、排供结合、植树种草恢复水位等、含水层监测	航拍或卫星遥感资料监测	水土监测

土地复垦总体工作部署见表 6-2。

表 6-2 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	填充工程、土地平整、土地翻耕、集雨工程、道路工程、土壤剥覆工程	土壤培肥、林草恢复	土地损毁监测、复垦效果监测 林草管护
临时用地	——	林草恢复	复垦效果监测、草地管护
硬化场地、废弃风井、搬迁废弃地	清理工程、客土覆土、土地平整、土地翻耕	土壤培肥、林草恢复	复垦效果监测、林草管护

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

### 二、阶段实施计划

根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》和本方案服务年限，矿山地质环境治理与土地复垦分为近期 5 年（2025 年～2029 年），中期 12 年（2030 年～2041 年），后期 9 年（2042 年～2050 年），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（2025—2029 年）

##### 1、矿山地质环境治理

(1) 对胡家山滑坡 (H01)、崩塌隐患 (B01)、TX04 及新开采工作面地面塌陷设立警示标志；中部风井场地道路旁侧崩塌隐患 (B01) 采用清理坡面滚石和清除危岩体；泗洲庙排矸场东侧道路排水渠渠帮高于现状地面，采用挖高填低办法使得现状地面高于水渠，保证地表水能进入水渠中。

(2) 近期开采区的影响范围内的村庄进行搬迁根据煤矿采掘进度，实施集中搬迁安置。

(3) 对近期开采塌陷区受损的城镇村道路和乡村道路进行维修。

(4) 对地面塌陷 TX04 和近期开采塌陷区受损的民用输电线路进行扶正。

(5) 开展临时房屋拆除改造二期工程。

(6) 采用 (InSAR) 技术对不稳定地质体进行监测，采用北斗形变位移测量系统针对早期未沉稳的开采面和近期开采进行监测，利用无人机针对进行开采面逐年度进行监测。

## 2、含水层监测

利用已有 S1、S2、S3 水文孔及自动化设备继续实时监测奥陶系灰岩含水层。二叠系山西组、石盒子组含水层地下水水位采用人工监测方式定期观测，监测频率为每月 1 次；S4 采用自动化监测设备对地下水水位与水温的实时连续监测。采取人工采样实验室检测的方式对 S4、S5、S6 水质进行监测，每年开展 3 次，分别在丰水期、平水期和枯水期进行采样，以全面反映地下水水质的时序变化特征。

## 3、地形地貌修复与监测

(1) 采用卫星高分遥感影像资料和航天摄影影像资料，监测地面塌陷区、泗洲庙排矸场地形地貌景观影响与恢复治理情况。

## 4、水土环境监测

(1) 泗洲庙排矸场 (TW1) 设置土壤监测点并进行监测。

## 5、土地复垦

近期土地复垦面积为上轮《方案》已损毁尚未沉稳土地和 2025 年~2029 年开采损毁土地。损毁土地面积合计为 124.85hm<sup>2</sup>，其中复垦已损毁土地面积为 17.85hm<sup>2</sup>，一时段开采损毁土地面积为 112.96hm<sup>2</sup>。复垦搬迁村庄面积为 2.41hm<sup>2</sup>。

(1) 地面塌陷 TX04 沉稳后，对 TX04 裂缝和地面塌陷区进行修复，并按原地类开展土地复垦工作，复垦面积 17.46hm<sup>2</sup>；

(2) 对搬迁宅基地进行拆除复垦、植被恢复，复垦面积 2.41hm<sup>2</sup>；

(3) 对近期开采范围已沉稳的损毁土地按原地类进行复垦，复垦其他园地面积 48.16hm<sup>2</sup>，乔木林地面积 18.10hm<sup>2</sup>，灌木林地面积 3.22hm<sup>2</sup>，其他林地面积 1.04hm<sup>2</sup>，其他草地面积 3.56hm<sup>2</sup>。

(4) 泗洲庙排矸场底部平台已复垦土地苗木成活率较低，本轮安排补植，补植率为 60%，补植树种为刺槐、连翘，补植面积 0.57hm<sup>2</sup>。

(5) 针对前期已复垦 TX01、TX02 和 TX03，本轮适用期复垦 TX04 复垦效果进行监测和管护。

## (二) 中期工作安排 (2030—2041 年)

### 1、矿山地质环境治理

(1) 对胡家山滑坡 (H01) 及中期新开采工作面地面塌陷设立警示标志。

(2) 对中期开采区的影响范围内的村庄进行搬迁根据煤矿采掘进度，实施集中搬迁安置。

(3) 对中期开采塌陷区受损的城镇村道路和乡村道路进行维修，受损的民用输电线路进行扶正。

(4) 采用 (InSAR) 技术对不稳定地质体进行监测，采用北斗形变位移测量系统针对早期未沉稳的开采面和近期开采进行监测，利用无人机针对进行开采面逐年度进行监测。

### 2、含水层监测

利用已有 S1、S2、S3 水文孔及自动化设备继续实时监测奥陶系灰岩含水层。二叠系山西组、石盒子组含水层地下水水位采用人工监测方式定期观测，监测频率为每月 1 次；S4 采用自动化监测设备对地下水水位与水温的实时连续监测。采取人工采样实验室检测的方式对 S4、S5、S6 水质进行监测，每年开展 3 次，分别在丰水期、平水期和枯水期进行采样，以全面反映地下水水质的时序变化特征。

### 3、地形地貌修复与监测

(1) 采用卫星高分遥感影像资料和航天摄影影像资料，监测地面塌陷区、泗洲庙排矸场地形地貌景观影响与恢复治理情况。

### 4、水土环境监测

(1) 泗洲庙排矸场 (TW1) 设置土壤监测点并进行监测。



## 5、土地复垦

中期土地复垦面积为近期已损毁尚未沉稳土地和 2030 年~2041 年开采损毁土地。损毁土地面积合计为 389.53hm<sup>2</sup>，其中复垦一时段已损毁土地面积为 55.41hm<sup>2</sup>，二时段开采损毁土地面积为 334.12hm<sup>2</sup>。复垦搬迁村庄面积为 9.75hm<sup>2</sup>。

(1) 对近期和中期开采范围已沉稳的损毁土地按原地类进行复垦，复垦旱地 0.32hm<sup>2</sup>，其他园地面积 204.72hm<sup>2</sup>，乔木林地面积 89.55hm<sup>2</sup>，灌木林地面积 35.41hm<sup>2</sup>，其他林地面积 14.60hm<sup>2</sup>，其他草地面积 18.70hm<sup>2</sup>；

(2) 对搬迁宅基地进行拆除复垦、植被恢复，复垦面积 9.75hm<sup>2</sup>；

(3) 针对近期已复垦 23305、23307 及中期损毁土地进行监测和管护。

### (三) 远期工作安排 (2042—2050 年)

#### 1、矿山地质环境治理

闭坑后对废弃井筒进行充填封堵。

#### 2、土地复垦

(1) 中期最后一年开采区土地复垦工程的实施。

(2) 中部风井场地、姚家塄风井进行拆除复垦。

(3) 中期开采区复垦措施实施及后期的延续监测和管护措施。

### 三、近期年度工作安排

近期各年度矿山地质环境治理、土地复垦工程具体见表 6-1。

表 6-1 矿山地质环境治理与土地复垦年度计划任务及工作量表

年 度	治理措施	
	矿山地质环境治理	土地复垦
第 一 年	<p>1、滑坡 H01、H02、崩塌隐患 B01、TX04 地面塌陷设置警示牌 8 个，人工巡查 24 次；中部风井场地道路旁侧崩塌隐患（B01）清除危岩体；采用挖高填低人工修复泗洲庙排矸场东侧道路排水渠。</p> <p>2、输电线路修复 2km，扶正加固电线杆 10 根；</p> <p>3、开展临时房屋拆除改造二期；</p> <p>4、矿山地质环境损毁监测：以月度为周期，采用 InSAR 技术对评估区开展地表形变监测，覆盖面积 34.52km<sup>2</sup>，实现对沉降与变形动态的持续跟踪与评估；在 23308、23302<sub>下</sub>工作面和滑坡 H01 新增北斗形变位移测量系统 3 套，已部署监测系统持续监测；无人机遥感监测 23308、23302<sub>下</sub>采空区影响地表范围；</p> <p>5、地下水环境监测：利用已有 S1、S2、S3 水文孔及设备继续实时监测奥陶系灰岩含水层；布设水文孔 S4（550m），安装自动化监测设备实时监测二叠系山西组、石盒子组含水层地下水水位；人工监测 2 处村民水井（S5、S6）地下水水位，共计 24 次（每月 1 次）；采用人工采样实验室检测的方式对 S1-S6 水质进行监测，共计 18 次（丰、平、枯）；</p> <p>6、地形地貌景观监测：高分遥感和航天摄影监测各 1 幅（34.52km<sup>2</sup>）；</p> <p>7、水土环境质量监测：土壤质量采样、检测 1 件。</p> <p>8、技术服务项目：2025 年度实施计划及总结报告编制；2025 年度监测评价成果报告编制。</p>	<p>1、泗洲庙排矸场底部平台补植刺槐 502 株、连翘 704 株，购买、挖运商品土 450m<sup>3</sup>，补植面积 0.57hm<sup>2</sup>；</p> <p>2、对 TX04（中度损毁区）裂缝进行临时修复 17.46hm<sup>2</sup>；23302<sub>下</sub>和 23308 裂缝进行临时修复 35.76hm<sup>2</sup>；</p> <p>3、土地损毁与复垦高分遥感监测、复垦植被多光谱遥感监测（28.50km<sup>2</sup>）；</p> <p>4、复垦土壤质量采样、检测 3 件。</p> <p>5、管护工程：对已复垦区（TX01-TX03）进行管护补栽，面积共计 16.65hm<sup>2</sup>。</p>
第 二 年	<p>1、22306 采空塌陷设置警示牌 1 个，人工巡查滑坡 H02、22306 采空塌陷区 24 次；</p> <p>2、修复农村道路长 343m，面积 1200m<sup>2</sup>；</p> <p>3、输电线路修复 2.2km，扶正加固电线杆 11 根；</p> <p>4、胡家山滑坡隐患（H01）治理工程：浆砌石挡墙 153m，C25 混凝土排水渠 570m；</p> <p>5、矿山地质环境损毁监测：以月度为周期，采用 InSAR 技术对评估区开展地表形变监测，覆盖面积 34.52 km<sup>2</sup>，实现对沉降与变形动态的持续跟踪与评估；在 22306 工作面新增北斗形变位移测量系统 2 套，已部署监测系统持续监测；无人机遥感监测 22306 采空区影响地表范围；</p> <p>6、地下水环境监测：利用已有 S1、S2、S3 水文孔及设备继续实时监测奥陶系灰岩含</p>	<p>1、对 TX04（中度损毁区）裂缝进行修复 13.97hm<sup>2</sup>；复垦其他园地 13.33hm<sup>2</sup>，乔木林地 3.85hm<sup>2</sup>，灌木林地 0.25hm<sup>2</sup>，其他林地 0.03hm<sup>2</sup>；</p> <p>2、对 23302<sub>下</sub>和 23308 裂缝进行临时修复 28.61hm<sup>2</sup>；</p> <p>3、土地损毁与复垦植被高分遥感监测、多光谱遥感监测（28.50km<sup>2</sup>）；</p> <p>4、复垦土壤质量采样、检测 3 件；</p> <p>5、复垦后进行管护和土地复垦监测，管护对已复垦区（TX01~TX03）土地 16.65hm<sup>2</sup>。</p>

年度	治理措施	
	矿山地质环境治理	土地复垦
	<p>水层；利用 S4 水文孔实时监测二叠系山西组、石盒子组地下水水位；人工监测 2 处村民水井（S5、S6）地下水水位，共计 24 次（每月 1 次）；采用人工采样实验室检测的方式对 S1-S6 水质进行监测，共计 18 次（丰、平、枯）；</p> <p>7、地形地貌景观监测：高分遥感和航天摄影监测各 1 幅（34.52km<sup>2</sup>）；</p> <p>8、水土环境质量监测：土壤质量采样、检测 1 件。</p> <p>9、技术服务项目：2026 年度实施计划及总结报告编制；2026 年度监测评价成果报告编制。</p>	
第三年	<p>1、22306 采空塌陷设置警示牌 1 个，人工巡查滑坡 H02、22306 采空塌陷 24 次；</p> <p>2、修复农村道路长 320m，面积 1120m<sup>2</sup>；城镇村道路 300m，面积 1500m<sup>2</sup>；</p> <p>3、输电线路修复 1.8km，扶正加固电线杆 9 根；</p> <p>4、矿山地质环境损毁监测：以月度为周期，采用 InSAR 技术对评估区开展地表形变监测，覆盖面积 34.52km<sup>2</sup>，实现对沉降与变形动态的持续跟踪与评估；在 22306、22307 工作面新增北斗形变位移测量系统 2 套，迁移北斗形变位移测量系统 2 套，已部署监测系统持续监测；无人机遥感监测 22306 采空区影响地表范围；</p> <p>5、地下水环境监测：利用已有 S1、S2、S3 水文孔及设备继续实时监测奥陶系灰岩含水层；布设水文孔 S4（550m），安装自动化监测设备实时监测二叠系山西组、石盒子组含水层地下水水位；人工监测 2 处村民水井（S5、S6）地下水水位，共计 24 次（每月 1 次）；采用人工采样实验室检测的方式对 S1-S6 水质进行监测，共计 18 次（丰、平、枯）；</p> <p>6、地形地貌景观监测：高分遥感和航天摄影监测各 1 幅（34.52km<sup>2</sup>）；</p> <p>7、水土环境质量监测：土壤质量采样、检测 1 件。</p> <p>8、技术服务项目：2027 年度实施计划及总结报告编制；2027 年度监测评价成果报告编制。</p>	<p>1、土地损毁与复垦植被高分遥感监测、多光谱遥感监测（28.50km<sup>2</sup>）；</p> <p>2、对 23302<sub>下</sub>和 23308 裂缝进行临时修复 17.88hm<sup>2</sup>；对 22306 裂缝进行临时修复 20.86hm<sup>2</sup>；</p> <p>3、复垦土壤质量采样、检测 3 件。</p> <p>4、针对已复垦区（TX01~TX04）土地进行管护和土地复垦监测，管护面积 34.11hm<sup>2</sup>。</p>
第四年	<p>1、22307 采空塌陷设置警示牌 2 个，人工巡查滑坡 H02、22307 采空塌陷 24 次；</p> <p>2、输电线路修复 2.4km，扶正加固电线杆 12 根；</p> <p>3、矿山地质环境损毁监测：以月度为周期，采用 InSAR 技术对评估区开展地表形变监测，覆盖面积 34.52km<sup>2</sup>，实现对沉降与变形动态的持续跟踪与评估；在 22305 新增北斗形变位移测量系统 2 套，迁移北斗形变位移测量系统 3 套，已部署</p>	<p>1、对 23308、23302<sub>下</sub>开展土地复垦，复垦其他园地 18.24hm<sup>2</sup>，乔木林地 10.98hm<sup>2</sup>，灌木林地 2.97hm<sup>2</sup>，其他林地 0.01hm<sup>2</sup>，其他草地 3.56hm<sup>2</sup>；</p> <p>2、对 22306 裂缝进行临时修复 16.69hm<sup>2</sup>；对 22307 裂缝进行临时修复 29.43hm<sup>2</sup>；</p>

年度	治理措施	
	矿山地质环境治理	土地复垦
	<p>监测系统持续监测；无人机遥感监测 22307 采空区影响地表范围；</p> <p>4、地下水环境监测：利用已有 S1、S2、S3 水文孔及设备继续实时监测奥陶系灰岩含水层；利用 S4 水文孔实时监测二叠系山西组、石盒子组地下水水位；人工监测 2 处村民水井（S5、S6）地下水水位，共计 24 次（每月 1 次）；采用人工采样实验室检测的方式对 S1-S6 水质进行监测，共计 18 次（丰、平、枯）；</p> <p>5、地形地貌景观监测：高分遥感和航天摄影监测各 1 幅（34.52km<sup>2</sup>）；</p> <p>6、水土环境质量监测：土壤质量采样、检测 1 件。</p> <p>7、技术服务项目：2028 年度实施计划及总结报告编制；2028 年度监测评价成果报告编制。</p>	<p>3、土地损毁与复垦植被高分遥感监测、多光谱遥感监测（28.50km<sup>2</sup>）；</p> <p>4、搬迁宅基地 1.20hm<sup>2</sup>，主要工程措施包括拆除清运工程、客土回覆、土地平整、土壤培肥、植被重建工程，共计复垦面积 1.20hm<sup>2</sup>，复垦为其他园地；</p> <p>5、复垦土壤质量采样、检测 3 件。</p> <p>6、针对已复垦区（TX04）土地进行管护和土地复垦监测，管护面积 17.46hm<sup>2</sup>。</p>
第五年	<p>1、22305 采空塌陷设置警示牌 2 个，人工巡查滑 H02、22305 采空塌陷进行人工巡查 24 次；</p> <p>2、修复农村道路长 137m，面积 480m<sup>2</sup>；城镇村道路 540m，面积 2700m<sup>2</sup>；</p> <p>3、输电线路修复 1.6km，扶正加固电线杆 8 根；</p> <p>4、矿山地质环境损毁监测：以月度为周期，采用 InSAR 技术对评估区开展地表形变监测，覆盖面积 34.52km<sup>2</sup>，实现对沉降与变形动态的持续跟踪与评估；在 22303 新增北斗形变位移测量系统 2 套，迁移北斗形变位移测量系统 3 套；无人机航拍 22305 采空区影响地表范围；</p> <p>5、地下水环境监测：利用已有 S1、S2、S3 水文孔及设备继续实时监测奥陶系灰岩含水层；利用 S4 水文孔实时监测二叠系山西组、石盒子组地下水水位；人工监测 2 处村民水井（S5、S6）地下水水位，共计 24 次（每月 1 次）；采用人工采样实验室检测的方式对 S1-S6 水质进行监测，共计 18 次（丰、平、枯）；</p> <p>6、地形地貌景观监测：高分遥感和航天摄影监测各 1 幅（34.52km<sup>2</sup>）；</p> <p>7、水土环境质量监测：土壤质量采样、检测 1 件。</p> <p>8、技术服务项目：2029 年度实施计划及总结报告编制；2029 年度监测评价成果报告编制。</p>	<p>1、对 22306 开展土地复垦，复垦其他园地 14.18hm<sup>2</sup>，乔木林地 3.27hm<sup>2</sup>，其他林地 1.00hm<sup>2</sup>；</p> <p>2、对 22307 裂缝进行临时修复 23.54hm<sup>2</sup>；对 22305 裂缝进行临时修复 23.47hm<sup>2</sup>；</p> <p>3、土地损毁与复垦植被高分遥感监测、多光谱遥感监测（28.50km<sup>2</sup>）；</p> <p>4、搬迁宅基地 1.21hm<sup>2</sup>，主要工程措施包括拆除清运工程、客土回覆、土地平整、土壤培肥、植被重建工程，共计复垦面积 1.21hm<sup>2</sup>，复垦为其他园地；</p> <p>5、复垦土壤质量采样、检测 3 件。</p> <p>6、针对塌陷损毁（TX04 和 23308、23302 下工作面）进行管护和土地复垦监测，管护面积 53.22hm<sup>2</sup>。</p>

## 第七章 经费估算与进度安排

### 一、经费估算依据

#### (一) 估算依据

##### 1、矿山地质环境治理工程经费估算依据

- (1) 《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》(陕发改项目[2017]1606号)；
- (2) 《陕西省水利建筑工程概算定额》《陕西省水利工程族工机械台班费定额》(陕发改项目[2017]1606号)；
- (3) 渭南市 2025 年第二期信息价；
- (4) 《工程勘察设计收费标准》(国家计委、建设部，计价格[2002]10号)；
- (5) 《关于深化增值税改革有关政策的公告》(财政部 税务总局 海关总署公告 2019 年第 39 号)；
- (6) 《招标代理服务收费管理暂行办法》(计价格[2002]1980号)；
- (7) 《建设工程监理与相关服务收费管理规定》(发改价格[2007]670号)；
- (8) 《测绘生产成本费用定额》(财政部、国家测绘局，财建[2009]17号)；
- (9) 《地质调查项目预算标准(2021)》(自然资源部中国地质调查局)；
- (10) 《工程勘察设计收费标准(2022 年修订本)》(中国勘察设计协会 2022 年 6 月)。

##### 2、土地复垦工程经费估算依据

- (1) 《土地开发整理项目预算编制规定》《土地开发整理项目预算定额》《土地开发整理项目施工机械台班费定额》(财综[2011]128号)；
- (2) 《土地复垦方案编制规程一通则》(国土资源部，TD/T1031.1-2011)；
- (3) 《国土资源部办公厅关于印发土地整治工程营业税改征增值税计价依据调整过渡实施方案的通知》(国土资厅发[2017]19号)；
- (4) 《陕西省土地开发整理项目预算编制办法及费用标准》(陕国土资发[2004]22号)；
- (5) 《关于深化增值税改革有关政策的公告》(财政部 税务总局 海关总署公告 2019 年第 39 号)；
- (6) 渭南市 2025 年第二期信息价；

(7) 《关于调整房屋建筑和市政基础设施工程工程量清单计价综合人工单价的通知》(陕西省住房和城乡建设厅, 陕建发[2021]1097 号)。

(8) 《关于印发陕西省生态环境监测社会机构技术服务成本估算参考价格的通知》。

## **(二) 经费来源**

根据“谁损毁、谁治理”及“谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”的原则, 本项目矿山地质环境治理与土地复垦经费由下峪口煤矿自筹, 从销售费中按规定提取, 作为矿山地质环境恢复治理与土地复垦基金, 治理工程所需费用从基金列支, 计入生产成本。

## **(三) 经费构成及计算方法**

### **1、矿山地质环境治理工程经费**

本方案矿山地质环境恢复治理工程投资估算由工程施工费、监测工程费、临时工程费、独立费和预备费等组成。

#### **(1) 基础单价**

##### **1) 人工估算单价**

人工估算单价由基本工资、辅助工资、工资附加费组成。

根据《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》(陕发改项目[2017]1606号), 人工估算单价为: 技工 75 元/工日, 普工 50 元/工日。

##### **2) 材料估算价格**

依据《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》(陕发改项目[2017]1606号)规定:

###### **①主要材料估算价格:**

主要材料估算价格=[主要材料原价+(运杂基本费×装载效能综合系数)]×(1+采购保管费费率)+运输保险费

主要材料价原价采用水利工程设计概(估)算编制规定“渭南市 2025 年第二期信息价不含税信息价计算。

运杂费: 主要依据《陕西省交通厅关于执行交通部公路工程概算预算定额及编制办法的通知》的有关规定计算。

采购及保管费: 按材料运到工地仓库价格一般为 3%; 构件、成品、半成品采

购保管费费率一般为 2.5% 计算。

### ②其他工程或材料价格

渭南市工程造价信息不能查询的材料价格，依据现场实地调查及咨询相关监测机构确定。

### 3) 施工用风、水、电估算价格

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>。

表 7-1 主要材料限价表

序号	名称	计量单位	预算价格 (金额元)	其中(金额元)							
				含税价	除税系数	材料原价	包装费	运杂费	运到工地 仓库价格	采购及 保管费	运输 保险费
1	柴油	kg	7.75	8.5	1.13	7.52			7.52	0.23	
2	水泥	kg	0.53	0.46	1.13	0.41		0.1	0.51	0.02	
3	粗砂	m <sup>3</sup>	101.33	90	1.03	87.38		11	98.38	2.95	
4	卵石	m <sup>3</sup>	81.33	70	1.03	67.96		11	78.96	2.37	
5	碎石	m <sup>3</sup>	81.33	70	1.03	67.96		11	78.96	2.37	
6	石屑	m <sup>3</sup>	81.33	70	1.03	67.96		11	78.96	2.37	
7	碎(卵)石	m <sup>3</sup>	81.33	70	1.03	67.96		11	78.96	2.37	
8	块石	m <sup>3</sup>	121.33	110	1.03	106.80		11	117.8	3.53	
9	水泥 32.5	kg	0.44	0.37	1.13	0.33		0.1	0.43	0.01	
10	汽油	kg	8.00		1						

### (2) 工程施工费估算

工程单价（建筑工程单价）是指以价格形式表示的完成单位工程量（如 1m<sup>3</sup>、1 套），所耗用的全部费用，由直接费、间接费、利润、价差和税金五部分组成。

#### 1) 工程施工费单价

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

##### ①基本直接费

由人工费、材料费、机械使用费组成，材料费及施工机械使用费均按不含增值税进项税额的基础单价计算。

人工费=定额工日×人工概算单价。

材料费=定额材料用量×材料单价。

机械使用费=定额机械使用量（台班）×施工机械台班费（元/台班）。

##### ②其它直接费



其他直接费：包括冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、安全文明施工措施费、小型临时设施摊销费、其他。

其他直接费费率=其他直接费基准费率×工程类别调整系数

其他直接费基准费率=冬雨季施工增加费+夜间施工增加费+安全文明施工措施费+小型临时设施摊销费+其他费率

本项目施工工程为建筑工程，属关中地区。因此，项目其他直接费按 9.0% 计算。

### 2) 间接费

按《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（陕发改项目〔2017〕1606 号）执行，见表 7-3。

表 7-3 其他直接费与间接费取费表

参数类别	土方工程	石方工程	砂石备料工程	模板工程	混凝土工程	钢筋制作安装工程	钻孔灌浆及锚固工程	疏浚工程	其他	设备安装工程
其他直接费	4.25	4.25	0.5	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	4.6
间接费	4	6	5	5	6	5	9	6	6	60

### 3) 利润

按直接工程费与间接费之和乘以利润率计算，利润率为 7%。

### 4) 税金

税金按国家税法规定应计入工程造价内的增值税销项税额，税率按 9.0% 计算。

税金=（直接费+间接费+利润+材料价差）×税率。

### 5) 扩大费

根据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（陕发改项目〔2017〕1606 号）规定，估算单价按概算单价扩大 10% 计算。

### （3）临时工程费

临时工程包括建筑工程、机电设备及安装工程、金属结构设备及安装工程三部分之和。根据本项目实际，临时工程费按建筑工程费的 3.0% 计算。

### （4）监测费用估算

矿山地质环境监测费由监测点设置、地面变形测量、人工巡视、无人机摄影测量、水、土环境监测费用组成，均为直接费。

变形监测点设置、变形监测依据《测绘生产成本费用定额》（财建[2009]17

号)；土壤分析、水质分析、航空遥感摄影依据《地质调查项目预算标准(2021)》见表 7-4、7-5、7-6；无人机航拍依据《工程勘察设计收费标准(2022 年修订本)》(中国勘察设计协会 2022 年 6 月)见表 7-7；地下水水位自动化监测和维护 20000 元/年。

根据《工程勘察设计收费标准(2022 年修订本)》(中国勘察设计协会 2022 年 6 月)和《地质调查项目预算标准(2021)》北斗形变位移测量系统：65740 元/套；北斗形变位移测量系统迁移：6743 元/套；InSAR 地表形变监测：38808.6 元/幅；高分遥感监测：23400.6 元/幅。

监测费=工程量×直接费。

表 7-4 地下水水质监测指标分析测试费用预算标准

序号	测试项目	单位	预算标准 (元)	序号	测试项目	单位	预算标准 (元)
1	pH 值	项	60	17	氟化物	项	150
2	BOD5	项	150	18	硝酸盐	项	150
3	氨氮	项	150	19	亚硝酸盐	项	150
4	总铬	项	100	20	氰化物	项	150
5	总铁	项	100	21	氯化物	项	150
6	总锰	项	100	22	大肠杆菌	项	180
7	硫酸盐	项	150	23	钾	项	100
8	总硬度	项	150	24	钠	项	100
9	溶解性总固体(TDS)	项	180	25	钙	项	100
10	总汞	项	100	26	镁	项	100
11	总镉	项	100	27	碳酸根离子	项	150
12	六价铬	项	180	28	重碳酸根离子	项	150
13	总铅	项	100	29	高锰酸盐指数	项	150
14	总砷	项	100	30	石油类	项	150
15	总锌	项	100	31	总氮	项	150
16	硫化物	项	150	32	总磷	项	150
单位预算标准：4200 元/件							

表 7-5 土壤监测指标分析测试费用预算标准

序号	测试项目	单位	预算标准（元）	序号	测试项目	单位	预算标准（元）
1	pH 值	项	120	6	铅	项	150
2	镉	项	150	7	铬	项	150
3	总汞	项	150	8	锌	项	150
4	总砷	项	150	9	镍	项	150
5	铜	项	150	10	石油烃类	项	500
单位预算标准：1820 元/件							

表 7-6 航空遥感摄影预算标准

序号	测试项目	单位	预算标准（元）
1	分辨率 0.05m II	km <sup>2</sup>	2373

表 7-7 无人机航拍预算标准

序号	测试项目	单位	预算标准（元）
1	丘陵 高差 30~300m	km <sup>2</sup>	49000
2	倾斜摄影 实景三维 模型	km <sup>2</sup>	27000
	合计		73000

### (5) 独立费用

①建设管理费包括建设单位开办费、建设单位人员费、建设管理经常费、招标业务费、建设监理费、第三方工程质量检测费、咨询评审服务费、工程验收费、工程保险费。

建设单位开办费不计列。

建设单位人员费按《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》表 I.5-7 累进加价计算。

建设管理经常费按《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》表 I.5-8 累进加价计算。

招标业务费按国家计划委员会颁布的《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格[2002]1980 号文件）和国家发展改革委颁布的《关于降低部分建设项目收费标准规范收费行为等有关问题的通知》（发改价格[2011]534 号）和《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》表 I.5-9，按累进加价计算。

建设监理费：按“发改价格[2007]670 号”和“陕价行发[2007]83 号”进行计算。

第三方工程质量检测费：按建安工程费的 0.3%计取，本项目不计取。

验收费：依据《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》表 1.5-10 计取。

咨询评审服务费：按建安工程费的 0.8%计取。

工程保险费不计列。

②生产准备费不计列。

③科研勘察设计费科学研究试验费不计列；勘察设计费，勘察费费率为 4.5%，设计费费率取 2.5%；前期工作开始阶段系数取 0.7 计取。

④其它专项报告编制费、其他生产物资购置费、其他税费均不计列。

## **(6) 基本预备费**

基本预备费=（工程施工+独立费用）×基本预备费费率，费率取 10%。

## **2、土地复垦经费**

本方案土地复垦工程概算由工程施工费、设备费、其他费用、监测管护费和预备费等组成。

### **(1) 基础单价**

#### **①人工估算单价**

人工单价由基本工资、辅助工资、工资附加费组成。

本方案中人工单价依据陕西省住建厅印发的《关于调整房屋建筑和市政基础设施工程工程量清单计价综合人工单价的通知》（陕建发〔2021〕1097 号）进行调整，根据文件中要求，建筑工程、安装工程、市政工程、园林绿化工程由原 120.0 元/工日调整为 136.0 元/工日；装饰工程由原 130.00 元/工日调整为 146.00 元/工日。

因此，本项目确定甲类工为 146.0 元/工日、乙类工 136.0 元/工日。

#### **②材料估算价格**

##### **1) 主要材料估算价格**

按照材料估算价格中的材料原价、运杂费，运输保险费、采购及保管费等分别按不含相应增值税进项税额的价格计算。现价含增值税进项税额价格时，按以下公式调整：估算材料单价=材料原价（含增值税进项税额）÷调整系数。主要材料估算价格：主要材料估算价格=（材料原价+运杂费）×（1+采购及保管费率）+运输保险费。

主要材料价原价：采用渭南市 2025 年第二期信息价不含税信息价计算。

运杂费：主要依据《陕西省交通厅关于执行交通部公路工程概算预算定额及编制办法的通知》的有关规定计算。

采购及保管费：按材料运到工地仓库价格一般为 3%；构件、成品、半成品采购保管费费率一般为 2.5% 计算。

次要材料以当地市场调查价为准。根据《土地开发整理项目预算定额标准编制规定》主要材料价格计算办法，当材料估算价格高于规定价格时，超出部分按价差计算；当材料估算价格低于规定价格时，可直接采用估算价格计算。

其中主要材料如钢材、水泥、砂子、碎石、块石、板材、汽油、柴油、锯材、生石灰、树苗以规定价进单价，估算价与规定价之差在计取税金后列入单价中。

## 2) 其他工程或材料价格

《渭南市工程造价管理信息》不能查询的材料价格，依据现场实地调查及咨询相关监测机构提供的监测价格确定。

## ③ 施工用风、水、电估算价格

施工用电价为 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) 工程施工费估算

工程施工费单价（建筑工程单价）是指以价格形式表示的完成单位工程量（如 1m<sup>3</sup>、1 套）所耗用的全部费用，由直接费、间接费、利润、价差和税金五部分组成。

### ① 直接费

工程施工过程中直接消耗在工程项目上的活劳动和物化劳动的费用，由直接工程费、措施费组成。

#### 1) 直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费 =  $\sum$  分项工程量  $\times$  分项工程定额人工费。

分项工程定额人工费是人工单价与定额消耗标准的乘积。

材料费 =  $\sum$  分项工程量  $\times$  分项工程定额材料费。

定额材料费是定额中各种材料概算价格与定额消耗量的乘积之和。

材料概算价格按当地物价部门提供的市场指导价。

施工机械使用费=Σ 分项工程量×分项工程定额机械费。

## 2) 措施费

措施费=直接工程费×措施费率

依据《土地开发整理项目预算编制规定》及《关于增加建设工程扬尘治理专项措施费及综合人工单价调整的通知》（陕建发[2017]270 号），本项目措施费综合费率=临时设施费+冬雨季施工增加费+夜间施工增加费+施工辅助费+安全施工措施费。

本项目措施费综合费率为  $2+0.7+0.2+0.7+0.2=2.8\%$ 。

## ②间接费

间接费=直接费×间接费率

根据《土地开发整理项目预算编制规定》，结合本项目特点，土方工程、砌体工程和其他工程间接费按照直接费的 5%比例计取，石方工程和混凝土工程按照直接费的 6%计取。

## ③利润

按直接工程费与间接费之和乘以利润率计算，利润率为 3%。

## ④税金

税金按国家税法规定应计入工程造价内的增值税销项税额，税率按 9.0%计算。

税金=(直接费+间接费+利润+材料价差)×税率。

## ⑤扩大费

参考《陕西省土地开发整理项目估算编制办法及费用标准（试行）》（陕国土资发〔2004〕22 号）总则第 6 条规定，按 15.5%计取。指直接费、间接费、利润和税金之和的 15.5%。

## （3）设备费

设备购置费包括设备原价、运杂费、运输保险费和采购及保管费。

## （4）监测管护费

### ①复垦监测费

指复垦方案服务期内进行土地损毁监测和土地复垦效果监测的费用。复垦土壤质量监测分别按照 4890 元/次计费；复垦植被多光谱遥感监测 15798.60 元/次；土地损毁与复垦高分遥感监测见表 7-8，即 2373 元/km<sup>2</sup>。

表 7-8 复垦土壤质量监测预算标准

序号	测试项目	单位	预算标准 (元)	序号	测试项目	单位	预算标准 (元)
1	镉	项	150	13	镍	项	150
2	总汞	项	150	14	石油烃类	项	500
3	总砷	项	150	15	有机质	项	200
4	铜	项	150	16	全氮	项	240
5	铅	项	150	17	有效磷	项	240
6	铬	项	150	18	速效钾	项	200
7	锌	项	150	19	土壤质地	项	300
8	镍	项	150	20	砾石含量	项	150
9	石油烃类	项	500	21	土壤水分	项	150
10	有机质	项	200	22	土壤容重	项	200
11	铬	项	150	23	全盐量	项	240
12	锌	项	150	24	土壤 pH 值	项	120
单位预算标准：4890 元/件							

## ②管护费

管护工程量与最短管护时间随复垦区位条件、植被种类差异较大，对于一般地区管护时间最短为 3 年，本项目处于关中地区，取 3 年。通过比较分析，本方案确定本项目林、草地管护工程单价费用为 3600 元/（hm<sup>2</sup>.年）。

## （5）其他费用

其它费用由前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费、竣工验收费和业主管管理费组成。费用标准参照《土地开发整理项目预算编制规定》计算。

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管理费。

### ①、前期工作费

前期工作费包括土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计及预算编制费和项目招标代理费，各费用以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用分档定额计费方式计算。

### ②、工程监理费



工程监理费计费基数为工程施工费与设备购置费之和。

该项目工程监理费以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用分档定额计费方式计算。

### ③、拆迁补偿费

项目不涉及拆迁补偿，故不计拆迁补偿费。

### ④、竣工验收费

竣工验收费包括工程复核费、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。竣工验收费计费以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用分档定额计费方式计算。

### 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。该项目业主管理费以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用分档定额计费方式计算。

## （6）预备费

预备费是指考虑了矿山地质环境治理与土地复垦期间可能发生的风险因素，从而导致费用增加的一项费用。预备费主要包括基本预备费。

基本预备费指为解决在工程施工过程中因自然灾害、设计变更等所增加的费用。基本预备费=（工程施工费+独立费用）×基本预备费费率。依据《土地开发整理项目预算编制规定》（财政部、国土资源部，2011年）基本预备费按照10%计取。

## 二、矿山地质环境治理工程经费估算

### （一）总工程量

经计算，下峪口煤矿近期、中期的矿山地质环境治理工程量见表7-9所示。

表 7-9 矿山地质环境治理工程量一览表

序号	项目名称	单位	近期						中期	远期	合计	备注
			第一年 (23308、 23302 <sub>下</sub> )	第二年 (22306)	第三年 (22306)	第四年 (22307)	第五年 (22305)	小计				
1	H02 滑坡隐患、B01 崩塌隐患、TX04 及新工作面采空塌陷											
1.1	警示牌	个	8	1	1	2	2	14	60		74	
1.2	人工巡视	次	24	24	24	24	24	120	288		408	
1.3	巡视车辆	辆	24	24	24	24	24	120	288		408	
2	胡家山滑坡隐患(H01)	m		153								
2.1	挡墙工程											
2.1.1	削坡卸荷	m <sup>3</sup>		15850								
2.1.2	基础开挖	m <sup>3</sup>		805								
2.1.3	M7.5 浆砌石挡墙	m <sup>3</sup>		1530								
2.1.4	伸缩缝	m <sup>2</sup>		200								
2.1.5	反滤层	m <sup>3</sup>		459								
2.1.6	泄水孔	m		383								
2.2	截排水渠工程	m		570								
2.2.1	基础开挖	m <sup>3</sup>		578								
2.2.2	C25 混凝土排水渠	m <sup>3</sup>		218								

序号	项目名称	单位	近期						中期	远期	合计	备注
			第一年 (23308、 23302 <sub>下</sub> )	第二年 (22306)	第三年 (22306)	第四年 (22307)	第五年 (22305)	小计				
2.2.3	模板	m <sup>2</sup>		1596								
2.2.4	伸缩缝	m <sup>2</sup>		24								
2.3	绿化工程											
2.3.1	栽植灌木	株		3625								
2.3.2	撒播绿化	m <sup>2</sup>		14500								
3	中部风井场地进场道路旁侧 B01 崩塌隐患											
3.1	清理坡面孤石	m <sup>3</sup>	120									
4	城镇村道路修复工程				22306		22305					
4.1	C25 水泥混凝土面层	m <sup>2</sup>			1500		2700	4200	5000		9200	厚 18cm
4.2	级配碎石垫层	m <sup>3</sup>			225		405	630	750		1380	厚 15cm
4.3	路床压实	m <sup>2</sup>			1500		2700	4200	5000		9200	
4.4	C20 混凝土排水渠	m <sup>3</sup>			300		540	840	1000		1840	
4.5	灰土垫层	m <sup>3</sup>			60		108	168	200		368	
5	农村道路修复工程 (40%计)			23308、 23302 <sub>下</sub>	22306		22307、 22305					
5.1	路床压实	m <sup>2</sup>		1200	1120		480	2800	19800		22600	
5.2	泥结碎石路面	m <sup>2</sup>		1200	1120		480	2800	19800		22600	

序号	项目名称	单位	近期						中期	远期	合计	备注
			第一年 (23308、 23302 <sub>下</sub> )	第二年 (22306)	第三年 (22306)	第四年 (22307)	第五年 (22305)	小计				
6	维修输电线路	根	10	11	9	12	8	50	127		177	
6.1	土方开挖	m <sup>3</sup>	400	440	360	480	320	2000	5080		7080	
6.2	C25 混凝土基础	m <sup>3</sup>	400	440	360	480	320	2000	5080		7080	
6.3	钢筋制作	t	10	11	9	12	8	50	127		177	
6.4	模板	m <sup>2</sup>	360	396	324	432	288	1800	4572		6372	
7	矸石山房屋拆除改造 二期											
7.1	果树园	m <sup>2</sup>	4800					4800			4800	
7.2	危房拆除、回填土地	m <sup>2</sup>	4800					4800			4800	
7.3	园林绿化	项	1					1			1	
7.3.1	蓄水池	m <sup>3</sup>	150					150			150	
7.3.2	管道	m	1500					1500			1500	
7.3.3	蓄水池	m <sup>3</sup>	150					150			150	
8	井筒封闭	个								5	5	
8.1	挡渣墙	m <sup>3</sup>								309.45	309.45	
8.2	回填矸石	m <sup>3</sup>								102933.98	102933.98	
8.3	挡水墙	m <sup>3</sup>								516.95	516.95	
8.4	回填粘土	m <sup>3</sup>								1534.12	1534.12	

序号	项目名称	单位	近期						中期	远期	合计	备注
			第一年 (23308、 23302 <sub>下</sub> )	第二年 (22306)	第三年 (22306)	第四年 (22307)	第五年 (22305)	小计				
8.5	井口剥离岩土	m <sup>2</sup>								1925.84	1925.84	
8.6	浇筑水泥	m <sup>3</sup>								1992.29	1992.29	
8.7	钢板面积 (m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>								861.98	861.98	
8.8	警示牌	个								10	10	
8.9	组合刚模板 (m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>								235.50	235.50	
9	泗洲庙排矸场东侧道路排水渠											
9.1	人工挖土方回填渠帮	m <sup>3</sup>	150									
10	含水层监测											
10.1	施工水文钻孔	m	550									
10.2	购置地下水监测设备	台	1									
11	技术服务项目											
11.1	矿山地质环境治理恢复与土地复垦工作实施计划	次	1	1	1	1	1	5	12		17	
11.2	矿山地质环境治理恢复与土地复垦工作监测评价报告	次	1	1	1	1	1	5	12		17	
11.3	矿山地质环境治理恢复与土地复垦实施工作总结报告	次	1	1	1	1	1	5	12		17	

## （二）经费估算

本方案矿山地质环境治理工程估算费用为 4931.38 万元，各项费用见表 7-10。

表 7-10 矿山地质环境治理工程预算表

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	占工程总投资/%
1	工程部分投资费用	3889.39		1041.99	4931.38	100.00
1.1	工程部分投资	3889.39			3889.39	78.90
1.1.1	建筑工程投资	3776.11			3776.11	76.60
1.1.2	机电设备及安装工程投资					
1.1.3	金属结构设备及安装工程投资					
1.1.4	施工临时工程投资	113.28			113.28	2.30
1.2	独立费用			593.68	593.68	12.00
1.3	预备费			448.31	448.31	9.10
1.3.1	基本预备费			448.31	448.31	9.10
1.3.2	价差预备费					
1.4	建设期融资利息					
3	独立投资					
	工程静态投资	3889.39		1041.99	4931.38	100.00
	工程总投资	3889.39		1041.99	4931.38	100.00

表 7-10 矿山地质环境治理工程分年度预算表

年度	建筑工程费	临时工程费	独立费用	预备费	合计
第一年	659.36	19.78	103.66	78.28	861.08
第二年	300.54	9.02	47.25	35.68	392.49
第三年	177.25	5.32	27.87	21.05	231.49
第四年	142.35	4.27	22.38	16.90	185.90
第五年	204.02	6.12	32.08	24.22	266.44
近期合计	1483.52	44.51	233.24	176.13	1937.40
中期	1927.82	57.83	303.09	228.87	2517.61
远期	364.77	10.94	57.35	43.31	476.37
合计	3776.11	113.28	593.68	448.31	4931.38

## 三、土地复垦工程经费估算

### （一）总工程量

经过计算，下峪口煤矿近期、中期及后期的土地复垦工程量见表 7-11 所示。

表 7-11 土地复垦工程量一览表

序号	治理内容	单位	近期（适用期）						中期	远期	合计	备注
			第一度	第二年	第三年	第四年	第五年	小计				
1	沉陷损毁区	hm <sup>2</sup>	53.22	42.58	38.74	46.12	47.01	222.67	363.30		585.97	
1.1	土壤剥覆工程	hm <sup>2</sup>	53.22	42.58	38.74	46.12	47.01	222.67	363.30		585.97	
1.1.1	人工表土剥离	m <sup>3</sup>	957.96	766.37	697.32	830.13	846.25	4098.03	15040.62		19138.65	18m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
1.2	裂缝拓宽土方开挖	hm <sup>2</sup>	53.22	42.58	38.74	46.12	47.01	266.25	363.30		585.97	
1.2.1	裂缝拓宽	m <sup>3</sup>	2661.00	2128.80	1937.00	2305.09	2350.70	11382.59	41779.50		53162.09	50m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
1.3	充填工程	hm <sup>2</sup>	53.22	42.58	38.74	46.12	252.90	222.67	363.30		585.97	
1.3.1	购买商品	m <sup>3</sup>	3991.50	3193.20	2905.05	3458.85	3526.05	17074.65	62669.25		79743.90	
1.3.2	挖运土方	m <sup>3</sup>	3991.50	3193.20	2905.05	3458.85	3526.05	17074.65	62669.25		79743.90	
1.3.3	人工挑土	m <sup>3</sup>	3991.50	3193.20	2905.05	3458.85	3526.05	17074.65	62669.25		79743.90	
1.3.4	充填工程	m <sup>3</sup>	3991.50	3193.20	2905.05	3458.85	3526.05	17074.65	62669.25		79743.90	75m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
1.3.5	场地平整	m <sup>2</sup>	6385	6385	6795	6035	6348	31948	43236		75184	120m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup>
1.4	耕地土地平整	hm <sup>2</sup>							0.32		0.32	
1.4.1	耕地土地平整	m <sup>3</sup>							139.98		139.98	437.44m <sup>3</sup> /h m <sup>2</sup>
1.5	耕地土地翻耕	hm <sup>2</sup>							0.32		0.32	
1.5.1	耕地土地翻耕	hm <sup>2</sup>							0.32		0.32	
1.6	耕地土壤培肥	hm <sup>2</sup>							0.32		0.32	
1.6.1	农家肥	吨							6.4		6.4	20 吨/hm <sup>2</sup>



序号	治理内容	单位	近期（适用期）						中期	远期	合计	备注
			第一度	第二年	第三年	第四年	第五年	小计				
1.6.2	商品有机肥	kg							1440		1440	4500kg/hm <sup>2</sup>
1.7	其他园地	hm <sup>2</sup>	13.87	13.33	6.67	18.24	14.18	66.29	191.89		258.18	
1.7.1	栽植花椒	株	17338	26660	13330	36480	28360	122168	383780		505948	2000 株/hm <sup>2</sup>
1.8	乔木林地	hm <sup>2</sup>	0.26	3.85	1.925	10.98	3.27	20.285	89.55		109.835	
1.8.1	栽植刺槐	株	116	3388	1694	9663	2878	17739	78804		96543	880 株/hm <sup>2</sup>
1.9	灌木林地	hm <sup>2</sup>	0.34	0.25	0.125	2.97		3.685	35.41		39.095	
1.9.1	栽植连翘	株	227	330	165	3921		4643	46742		51385	1320 株/hm <sup>2</sup>
1.10	其他林地	hm <sup>2</sup>	0.11	0.03	0.015	0.01	1.00	1.165	14.60		15.765	
1.10.1	栽植紫穗槐	株	110	60	30	20	2000	2220	29200		31420	2000 株/hm <sup>2</sup>
1.11	其他草地	hm <sup>2</sup>				3.56		3.56	18.70		22.26	
1.11.1	撒播草籽	hm <sup>2</sup>				3.56		3.56	18.70		22.26	紫花苜蓿 60kg/hm <sup>2</sup>
2	中部风井场地	hm <sup>2</sup>								4.75	4.75	
2.1	混凝土砌体	m <sup>3</sup>								9500	9500	
2.2	硬化地面和基础拆除	m <sup>3</sup>								14250	14250	
2.3	建筑垃圾外运	m <sup>3</sup>								23750	23750	
2.4	土地平整	hm <sup>2</sup>								4.75	4.75	
2.5	客土回覆	m <sup>3</sup>								23750	23750	
2.6	购买商品土	m <sup>3</sup>								23750	23750	

序号	治理内容	单位	近期（适用期）						中期	远期	合计	备注
			第一度	第二年	第三年	第四年	第五年	小计				
2.7	农家肥	t								95	95	20 吨/hm <sup>2</sup>
2.8	商品有机肥	kg								21375	21375	4500kg/hm <sup>2</sup>
2.9	栽植花椒	株								11875	11875	株距 2m 行距 2m
3	姚家埝风井	hm <sup>2</sup>								3.72	3.72	
3.1	混凝土砌体	m <sup>3</sup>								7440	7440	
3.2	硬化地面和基础拆除	m <sup>3</sup>								11160	11160	
3.3	建筑垃圾外运	m <sup>3</sup>								18600	18600	
3.4	土地平整	hm <sup>2</sup>								3.72	3.72	
3.5	客土回覆	m <sup>3</sup>								18600	18600	
3.6	购买商品土	m <sup>3</sup>								18600	18600	
3.7	农家肥	t								74.4	74.4	20 吨/hm <sup>2</sup>
3.8	商品有机肥	kg								16740	16740	4500kg/hm <sup>2</sup>
3.9	栽植花椒	株								9300	9300	株距 2m 行距 2m
4	搬迁宅基地	hm <sup>2</sup>				1.20	1.21	2.41	9.75		12.16	
4.1	砖混砌体拆除	m <sup>3</sup>				2400	2420	4820	19500		24320	
4.2	硬化地面和基础拆除	m <sup>3</sup>				3600	3630	7230	29250		36480	
4.3	建筑垃圾外运	m <sup>3</sup>				6000	6050	12050	48750		60800	

序号	治理内容	单位	近期（适用期）						中期	远期	合计	备注
			第一度	第二年	第三年	第四年	第五年	小计				
4.4	土地平整	hm <sup>2</sup>				1.20	1.21	2.41	9.75		12.16	
4.5	客土回覆	m <sup>3</sup>				6000	6050	12050	48750		60800	
4.6	购买商品土	m <sup>3</sup>				6000	6050	12050	48750		60800	
4.7	农家肥	t				24.0	24.2	48.2	195		243.2	20 吨/hm <sup>2</sup>
4.8	商品有机肥	kg				5400	5445	10845	43875		54720	4500kg/hm <sup>2</sup>
4.9	栽植花椒	株				3000	3025	6025	24375		30400	株距 2m 行距 2m
5	裸土地	hm <sup>2</sup>							0.01		0.01	
5.1	土地平整	hm <sup>2</sup>							0.01		0.01	
5.2	客土回覆	m <sup>3</sup>							50		50	
5.3	购买商品土	m <sup>3</sup>							50		50	
5.4	农家肥	t							0.2		0.2	20 吨/hm <sup>2</sup>
5.5	商品有机肥	kg							45		45	4500kg/hm <sup>2</sup>
5.6	栽植花椒	株							25		25	株距 2m 行距 2m
6	裸岩石砾地	hm <sup>2</sup>							3.07		3.07	
6.1	土地平整	hm <sup>2</sup>							3.07		3.07	
6.2	客土回覆	m <sup>3</sup>							15350		15350	
6.3	购买商品土	m <sup>3</sup>							15350		15350	

序号	治理内容	单位	近期（适用期）						中期	远期	合计	备注
			第一度	第二年	第三年	第四年	第五年	小计				
6.4	农家肥	5							61.4		61.4	20 吨/hm <sup>2</sup>
6.5	商品有机肥	kg							13815		13815	4500kg/hm <sup>2</sup>
6.6	栽植花椒	株							7675		7675	株距 2m 行距 2m
7	泗州庙排矸场底部平台	hm <sup>2</sup>	0.57									
7.1	购买商品土	m <sup>3</sup>	200									
7.2	机械挖运土方	m <sup>3</sup>	200									
7.3	人工挑土	m <sup>3</sup>	200									
7.4	栽植刺槐	株	502									880 株/hm <sup>2</sup>
7.5	栽植连翘	株	754									1320 株/hm <sup>2</sup>
7.6	撒播草籽	hm <sup>2</sup>	0.57									

开车时间：23308、23302<sub>下</sub>开采时间为第一年，22306 开采时间为第二年、第三年，22307 开采时间为第四年，22305 开采时间为第五年；考虑沉稳期 3 年：23308、23302<sub>下</sub>复垦时间为第四年；22306 复垦时间为第五年；22307 和 22305 复垦时间为中期；第二年复垦地面塌陷（TX04）遗留问题。

## （二）经费估算

本方案土地复垦工程估算费用为 16769.10 万元，各项费用见表 7-12。

**表 7-12 土地复垦工程预算表**

序号	工程或费用名称	预算金额	各项费用占总费用比例（%）
	（1）	（2）	（3）
一	工程施工费	13843.46	82.55
四	其他费用	1401.18	8.36
五	不可预见费	1524.46	9.09
总计		16769.10	

**表 7-13 土地复垦工程分年度预算表**

年度	工程施工费	其他费用	不可预见费	合计
第一年	224.98	22.77	24.77	272.52
第二年	240.81	24.37	26.52	291.70
第三年	156.90	15.88	17.28	190.06
第四年	759.96	76.92	83.69	920.57
第五年	721.82	73.06	79.49	874.37
近期合计	2104.47	213.00	231.75	2549.22
中期	8040.86	813.87	885.47	9740.20
远期	3698.13	374.31	407.24	4479.68
合计	13843.46	1401.18	1524.46	16769.10

## 四、总经费汇总

### （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 21700.48 万元，其中矿山地质环境治理费用 4931.38 万元，土地复垦费用 16769.10 万元，吨煤投资 6.96 元（\*\*\*\*\*Mt），土地复垦亩均投资 25074.35 元（445.85hm<sup>2</sup>）。

其中，近期矿山地质环境保护与土地复垦估算静态总费用 4486.62 万元，中期 12257.81 万元，远期 4956.05 万元。

### （二）近期年度经费安排

近期，本方案矿山地质环境治理与土地复垦工程静态费用为 4486.62 万元，其中矿山地质环境治理费用 1937.40 万元，土地复垦费用 2549.22 万元。

表 7-14 近年度土地复垦工程预算表

年度	矿山地质环境治理静态费用（万元）	土地复垦静态费用（万元）	总费用（万元）
第一年	861.08	272.52	1133.6
第二年	392.49	291.70	684.19
第三年	231.49	190.06	421.55
第四年	185.90	920.57	1106.47
第五年	266.44	874.37	1140.81
合计	1937.40	2549.22	4486.62

### 1、矿山地质环境治理各年度经费安排

根据近期各年度矿山地质环境治理工程安排，计算的年度经费见表 7-15。

表 7-15 近年度矿山地质环境治理工程预算表

序号	单价表号	项目名称	计量单位	工程量或设计参数	工程单价或单位投资扩大指标(金额元)	合计/万元
1		第一年				659.36
1.1		滑坡隐患、TX04 及新开采空塌陷				4.04
1.1.1		警示牌	个	8	1000.00	0.80
1.1.2		人工巡视	次	24	150.00	0.36
1.1.3		巡视车辆	辆	24	1200.00	2.88
1.2		维修输电线路	根	10		30.58
1.2.1	1	土方开挖	m <sup>3</sup>	400	15.96	0.64
1.2.2	2	C25 混凝土基础	m <sup>3</sup>	400	506.82	20.27
1.2.3	3	钢筋制作	t	10	7310.89	7.31
1.2.4	4	模板	m <sup>2</sup>	360	65.44	2.36
1.3		中部回风立井道路旁侧 B01 崩塌隐患				0.33
1.3.1	5	清理坡面孤石	m <sup>3</sup>	120	27.47	0.33
1.4		房屋拆除改造二期				302.70
1.4.1	6	果树园	株	4800	39.67	19.04
1.4.2	7	危房拆除、回填土地	m <sup>3</sup>	4800	83.81	40.23
1.4.3		园林绿化		1	1494800	149.48
1.4.4		水源及喷灌设施	项	1		93.95
1.4.4.1	8	蓄水池	m <sup>3</sup>	150	627.94	9.42
1.4.4.2	9	管道	m	1500	483.51	72.53
1.4.4.3		离心泵	台	6	20000.00	12.00
1.5		排矸立井排矸场东侧道路排水渠				0.44
1.5.1	10	人工挖土方回填渠帮	m <sup>3</sup>	150	29.66	0.44

序号	单价表号	项目名称	计量单位	工程量或设计参数	工程单价或单位投资扩大指标(金额元)	合计/万元
1.6		地质环境监测				30.90
1.6.1		不稳定地质体遥感监测	套	1	38808.60	3.88
1.6.2		新增北斗形变位移测量系统	套	3	65740.00	19.72
1.6.3		无人机航拍	km2.年	1	73000.00	7.30
1.7		含水层监测				232.47
1.7.1		施工水文钻孔	m	550	3482.00	191.51
1.7.2		购置地下水监测设备	台	1	250000.00	25.00
1.7.3		地下水位监测	次	24	1000.00	2.40
1.7.4		地下水水位监测（自动化）	项	3	20000.00	6.00
1.7.5		地下水监测	件	18	4200.00	7.56
1.8		地形地貌景观监测				10.53
1.8.1		地形地貌景观高分遥感监测	幅	1	23400.60	2.34
1.8.2		地形地貌景观航天摄影测量	km2.年	34.52	2373.00	8.19
1.9		水土环境监测				0.18
1.9.1		土壤监测	件	1	1820.00	0.18
1.10		技术服务项目				50.00
1.10.1		矿山地质环境治理恢复与土地复垦工作实施计划和总结报告	次	1	300000.00	30.00
1.10.2		矿山地质环境治理恢复与土地复垦工作监测评价报告	次	1	200000.00	20.00
2		第二年				300.54
2.1		滑坡隐患、TX04 及新开采空塌陷				3.34
2.1.1		警示牌	个	1	1000.00	0.10
2.1.2		人工巡视	次	24	150.00	0.36
2.1.3		巡视车辆	辆	24	1200.00	2.88
2.2		胡家山滑坡隐患（H01）				160.04
2.2.1		挡墙工程				128.42
2.2.1.1	5	削坡卸荷	m3	15850	27.47	43.54
2.2.1.2	5	基础开挖	m3	805	27.47	2.21
2.2.1.3	11	M7.5 浆砌石挡墙	m3	1530	447.32	68.44
2.2.1.4	12	伸缩缝	m2	200	204.42	4.09
2.2.1.5	13	反滤层	m3	459	172.97	7.94
2.2.1.6	14	泄水孔	m	383	57.35	2.20
2.2.2		胡家山滑坡隐患（H01）				26.21
2.2.2.1	5	基础开挖	m3	578	27.47	1.59



序号	单价表号	项目名称	计量单位	工程量或设计参数	工程单价或单位投资扩大指标(金额元)	合计/万元
2.2.2.2	8	C25 混凝土排水渠	m3	218	627.94	13.69
2.2.2.3	4	模板	m2	1596	65.44	10.44
2.2.2.4	12	伸缩缝	m2	24	204.42	0.49
2.2.3		绿化工程				5.41
2.2.3.1	15	栽植灌木	株	3625	13.08	4.74
2.2.3.2	16	撒播绿化	hm2	1.45	4610.96	0.67
2.3		农村道路修复工程（40%计）				5.34
2.3.1	17	路床压实	m²	1200	1.63	0.20
2.3.2	18	泥结碎石路面	m²	1200	42.86	5.14
2.4		维修输电线路	根	4		33.63
2.4.1	1	土方开挖	m³	440	15.96	0.70
2.4.2	2	C25 混凝土基础	m³	440	506.82	22.30
2.4.3	3	钢筋制作	t	11	7310.89	8.04
2.4.4	4	模板	m2	396	65.44	2.59
2.5		地质环境监测				24.33
2.5.1		不稳定地质体遥感监测	套	1	38808.60	3.88
2.5.2		新增北斗形变位移测量系统	套	2	65740.00	13.15
2.5.3		无人机航拍	km2.年	1	73000.00	7.30
2.6		含水层监测				15.96
2.6.1		地下水水位监测	次	24	1000.00	2.40
2.6.2		地下水水位监测（自动化）	项	3	20000.00	6.00
2.6.3		地下水监测	件	18	4200.00	7.56
2.7		地形地貌景观监测				10.53
2.7.1		地形地貌景观高分遥感监测	幅	1	23400.60	2.34
2.7.2		地形地貌景观航天摄影测量	km2.年	34.52	2373.00	8.19
2.8		水土环境监测				0.18
2.8.1		土壤监测	件	1	1820.00	0.18
2.9		技术服务项目				50.00
2.9.1		矿山地质环境治理恢复与土地复垦工作实施计划和总结报告	次	1	300000.00	30.00
2.9.2		矿山地质环境治理恢复与土地复垦工作监测评价报告	次	1	200000.00	20.00
3		第三年				177.25
3.1		滑坡隐患、TX04 及新开采空塌陷				3.34
3.1.1		警示牌	个	1	1000.00	0.10

序号	单价表号	项目名称	计量单位	工程量或设计参数	工程单价或单位投资扩大指标(金额元)	合计/万元
3.1.2		人工巡视	次	24	150.00	0.36
3.1.3		巡视车辆	辆	24	1200.00	2.88
3.2		城镇村道路修复工程				39.87
3.2.1	19	C25 水泥混凝土面层	m <sup>2</sup>	1500	101.65	15.25
3.2.2	20	级配碎石垫层	m <sup>3</sup>	225	179.22	4.03
3.2.3	17	路床压实	m <sup>2</sup>	1500	1.63	0.24
3.2.4	8	C20 混凝土排水渠	m <sup>3</sup>	300	627.94	18.84
3.2.5	21	灰土垫层	m <sup>3</sup>	60	250.86	1.51
3.3		农村道路修复工程（40%计）				4.98
3.3.1	17	路床压实	m <sup>2</sup>	1120	1.63	0.18
3.3.2	18	泥结碎石路面	m <sup>2</sup>	1120	42.86	4.80
3.4		维修输电线路	根	6		27.52
3.4.1	1	土方开挖	m <sup>3</sup>	360	15.96	0.57
3.4.2	2	C25 混凝土基础	m <sup>3</sup>	360	506.82	18.25
3.4.3	3	钢筋制作	t	9	7310.89	6.58
3.4.4	4	模板	m <sup>2</sup>	324	65.44	2.12
3.5		地质环境监测				25.68
3.5.1		不稳定地质体遥感监测	套	1	38808.60	3.88
3.5.2		新增北斗形变位移测量系统	套	2	65740.00	13.15
3.5.3		迁移北斗形变位移测量系统	套	2	6743.00	1.35
3.5.4		无人机航拍	km <sup>2</sup> .年	1	73000.00	7.30
3.6		含水层监测				17.96
3.6.1		地下水水位监测	项	4	20000.00	8.00
3.6.2		地下水位人工监测	次	24	1000.00	2.40
3.6.3		地下水监测	件	18	4200.00	7.56
3.7		地形地貌景观监测				10.53
3.7.1		地形地貌景观高分遥感监测	幅	1	23400.60	2.34
3.7.2		地形地貌景观航天摄影测量	km <sup>2</sup> .年	34.52	2373.00	8.19
3.8		水土环境监测				0.18
3.8.1		土壤监测	件	1	1820.00	0.18
3.9		技术服务项目				50.00
3.9.1		矿山地质环境治理恢复与土地复垦工作实施计划和总结报告	次	1	300000.00	30.00
3.9.2		矿山地质环境治理恢复与土地复垦工作监测评价报告	次	1	200000.00	20.00

序号	单价表号	项目名称	计量单位	工程量或设计参数	工程单价或单位投资扩大指标(金额元)	合计/万元
4		第四年				142.35
4.1		滑坡隐患、TX04 及新开采空塌陷				3.44
4.1.1		警示牌	个	2	1000.00	0.20
4.1.2		人工巡视	次	24	150.00	0.36
4.1.3		巡视车辆	辆	24	1200.00	2.88
4.2		维修输电线路	根	5		36.70
4.2.1	1	土方开挖	m³	480	15.96	0.77
4.2.2	2	C25 混凝土基础	m³	480	506.82	24.33
4.2.3	3	钢筋制作	t	12	7310.89	8.77
4.2.4	4	模板	m²	432	65.44	2.83
4.3		地质环境监测				26.35
4.3.1		不稳定地质体遥感监测	套	1	38808.60	3.88
4.3.2		新增北斗形变位移测量系统	套	2	65740.00	13.15
4.3.3		迁移北斗形变位移测量系统	套	3	6743.00	2.02
4.3.4		无人机航拍	km².年	1	73000.00	7.30
4.4		含水层监测				17.96
4.4.1		地下水水位监测（自动化）	项	4	20000.00	8.00
4.4.2		地下水位人工监测	次	24	1000.00	2.40
4.4.3		地下水监测	件	18	4200.00	7.56
4.5		地形地貌景观监测				10.53
4.5.1		地形地貌景观高分遥感监测	幅	1	23400.60	2.34
4.5.2		地形地貌景观航天摄影测量	km².年	34.52	2373.00	8.19
4.6		水土环境监测				0.18
4.6.1		土壤监测	件	1	1820.00	0.18
4.7		技术服务项目				50.00
4.7.1		矿山地质环境治理恢复与土地复垦工作实施计划和总结报告	次	1	300000.00	30.00
4.7.2		矿山地质环境治理恢复与土地复垦工作监测评价报告	次	1	200000.00	20.00
5		第五年				204.02
5.1		滑坡隐患、TX04 及新开采空塌陷				3.44
5.1.1		警示牌	个	2	1000.00	0.20
5.1.2		人工巡视	次	24	150.00	0.36
5.1.3		巡视车辆	辆	24	1200.00	2.88
5.2		城镇村道路修复工程				71.77

序号	单价表号	项目名称	计量单位	工程量或设计参数	工程单价或单位投资扩大指标(金额元)	合计/万元
5.2.1	19	C25 水泥混凝土面层	m <sup>2</sup>	2700	101.65	27.45
5.2.2	20	级配碎石垫层	m <sup>3</sup>	405	179.22	7.26
5.2.3	17	路床压实	m <sup>2</sup>	2700	1.63	0.44
5.2.4	8	C20 混凝土排水渠	m <sup>3</sup>	540	627.94	33.91
5.2.5	21	灰土垫层	m <sup>3</sup>	108	250.86	2.71
5.3		农村道路修复工程（40%计）				2.14
5.3.1	17	路床压实	m <sup>2</sup>	480	1.63	0.08
5.3.2	18	泥结碎石路面	m <sup>2</sup>	480	42.86	2.06
5.4		维修输电线路	根	5		24.46
5.4.1	1	土方开挖	m <sup>3</sup>	320	15.96	0.51
5.4.2	2	C25 混凝土基础	m <sup>3</sup>	320	506.82	16.22
5.4.3	3	钢筋制作	t	8	7310.89	5.85
5.4.4	4	模板	m <sup>2</sup>	288	65.44	1.88
5.5		地质环境监测				26.35
5.5.1		不稳定地质体遥感监测	套	1	38808.60	3.88
5.5.2		新增北斗形变位移测量系统	套	2	65740.00	13.15
5.5.3		迁移北斗形变位移测量系统	套	3	6743.00	2.02
5.5.4		无人机航拍	km <sup>2</sup> .年	1	73000.00	7.30
5.6		含水层监测				17.96
5.6.1		地下水水位监测	项	4	20000.00	8.00
5.6.2		地下水位人工监测	次	24	1000.00	2.40
5.6.3		地下水监测	件	18	4200.00	7.56
5.7		地形地貌景观监测				10.53
5.7.1		地形地貌景观高分遥感监测	幅	1	23400.60	2.34
5.7.2		地形地貌景观航天摄影测量	km <sup>2</sup> .年	34.52	2373.00	8.19
5.8		水土环境监测				0.18
5.8.1		土壤监测	件	1	1820.00	0.18
5.9		技术服务项目				50.00
5.9.1		矿山地质环境治理恢复与土地复垦工作实施计划和总结报告	次	1	300000.00	30.00
5.9.2		矿山地质环境治理恢复与土地复垦工作监测评价报告	次	1	200000.00	20.00

## 2、土地复垦费用年度安排

近期各年土地复垦工程量、经费见表 7-16。

表 7-16 近年度土地复垦工程预算表

序号	定额编号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1		第一年				2249778.29
1.1		泗州庙排矸场底部平台				101458.85
1.1.1		购买商品土	m <sup>3</sup>	450	80	36000
1.1.2	10224	机械挖运土方	m <sup>3</sup>	450	35.3	15885
1.1.3	10045	人工挑土	m <sup>3</sup>	450	45.64	20538
1.1.4	90003	栽植刺槐	株	502	30.42	15270.84
1.1.5	90001	栽植连翘	株	754	14.81	11166.74
1.1.6	90030	撒播草籽	hm <sup>2</sup>	0.57	4558.36	2598.27
1.2		其他园地				744320.34
1.2.1	90004	栽植花椒	株	17338	42.93	744320.34
1.3		乔木林地				3528.72
1.3.1	90003	栽植刺槐	株	116	30.42	3528.72
1.4		灌木林地				3361.87
1.4.1	90001	栽植连翘	株	227	14.81	3361.87
1.5		其他林地				3346.2
1.5.1	90003	栽植紫穗槐	株	110	30.42	3346.2
1.6		沉陷损毁区（临时工程）				1235723.21
1.6.1	10002	人工表土剥离	m <sup>3</sup>	957.96	23.3	22320.47
1.6.2	10010	裂缝拓宽土方开挖	m <sup>3</sup>	2661	50.47	134300.67
1.6.3		购买商品	m <sup>3</sup>	3991.5	80	319320
1.6.4	10224	挖运土方	m <sup>3</sup>	3991.5	35.3	140899.95
1.6.5	10333	充填工程	m <sup>3</sup>	3991.5	100.34	400507.11
1.6.6	10045	人工挑土	m <sup>3</sup>	3991.5	45.64	182172.06
1.6.7	10326	场地平整	m <sup>2</sup>	6385	5.67	36202.95
1.7		土地复垦监测				98099.1
1.7.1		土地损毁与复垦高分遥感监测 (28.50km <sup>2</sup> )	套	1	15798.6	15798.6
1.7.2		复垦植被多光谱遥感监测 (28.50km <sup>2</sup> )	hm <sup>2</sup>	2850	23.73	67630.5
1.7.3		复垦土壤质量采样、检测	件	3	4890	14670
1.8		管护				59940
1.8.1		管护	hm <sup>2</sup>	16.65	3600	59940
2		第二年				2408147.57
2.1		沉陷损毁区	hm <sup>2</sup>			995819.21
2.1.1	10002	人工表土剥离	m <sup>3</sup>	766.37	23.3	17856.42
2.1.2	10010	裂缝拓宽土方开挖	m <sup>3</sup>	2128.8	50.47	107440.54
2.1.3		购买商品	m <sup>3</sup>	3193.2	80	255456
2.1.4	10224	挖运土方	m <sup>3</sup>	3193.2	35.3	112719.96

序号	定额编号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
2.1.5	10333	充填工程	m <sup>3</sup>	3193.2	100.34	320405.69
2.1.6	10045	人工挑土	m <sup>3</sup>	3193.2	45.64	145737.65
2.1.7	10326	场地平整	m <sup>2</sup>	6385	5.67	36202.95
2.2		其他园地	hm <sup>2</sup>			1144513.8
2.2.1	90004	栽植花椒	株	26660	42.93	1144513.8
2.3		乔木林地	hm <sup>2</sup>			103062.96
2.3.1	90003	栽植刺槐	株	3388	30.42	103062.96
2.4		灌木林地	hm <sup>2</sup>			4887.3
2.4.1	90001	栽植连翘	株	330	14.81	4887.3
2.5		其他林地	hm <sup>2</sup>			1825.2
2.5.1	90003	栽植紫穗槐	株	60	30.42	1825.2
2.6		土地复垦监测				98099.1
2.6.1		土地损毁与复垦高分遥感监测 (28.50km <sup>2</sup> )	套	1	15798.6	15798.6
2.6.2		复垦植被多光谱遥感监测 (28.50km <sup>2</sup> )	hm <sup>2</sup>	2850	23.73	67630.5
2.6.3		复垦土壤质量采样、检测	件	3	4890	14670
2.7		管护				59940
2.7.1		管护	hm <sup>2</sup>	16.65	3600	59940
3		第三年				1569024.43
3.1		沉陷损毁区				720984.7
3.1.1	10002	人工表土剥离	m <sup>3</sup>	711.36	23.3	16574.69
3.1.2	10010	裂缝拓宽土方开挖	m <sup>3</sup>	2964	50.47	149593.08
3.1.3		购买商品	m <sup>2</sup>	1976	80	158080
3.1.4	10224	挖运土方	m <sup>3</sup>	1976	35.3	69752.8
3.1.5	10333	充填工程	m <sup>3</sup>	1976	100.34	198271.84
3.1.6	10045	人工挑土	m <sup>3</sup>	1976	45.64	90184.64
3.1.7	10326	场地平整	m <sup>2</sup>	6795	5.67	38527.65
3.2		其他园地				572256.9
3.2.1	90004	栽植花椒	株	13330	42.93	572256.9
3.3		乔木林地				51531.48
3.3.1	90003	栽植刺槐	株	1694	30.42	51531.48
3.4		灌木林地				2443.65
3.4.1	90001	栽植连翘	株	165	14.81	2443.65
3.5		其他林地				912.6
3.5.1	90003	栽植紫穗槐	株	30	30.42	912.6
3.6		土地复垦监测				98099.1
3.6.1		土地损毁与复垦高分遥感监测 (28.50km <sup>2</sup> )	套	1	15798.6	15798.6
3.6.2		复垦植被多光谱遥感监测	hm <sup>2</sup>	2850	23.73	67630.5

序号	定额编号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
		(28.50km <sup>2</sup> )				
3.6.3		复垦土壤质量采样、检测	件	3	4890	14670
3.7		管护				122796
3.7.1		管护	hm2	34.11	3600	122796
4		第四年				7599556.78
4.1		沉陷损毁区	hm2			1073626.7
4.1.1	10002	人工表土剥离	m <sup>3</sup>	830.13	23.3	19342.03
4.1.2	10010	裂缝拓宽土方开挖	m <sup>3</sup>	2305.09	50.47	116337.89
4.1.3		购买商品	m <sup>3</sup>	3458.85	80	276708
4.1.4	10224	挖运土方	m <sup>3</sup>	3458.85	35.3	122097.41
4.1.5	10333	充填工程	m <sup>3</sup>	3458.85	100.34	347061.01
4.1.6	10045	人工挑土	m <sup>3</sup>	3458.85	45.64	157861.91
4.1.7	10326	场地平整	m <sup>2</sup>	6035	5.67	34218.45
4.2		其他园地	hm2			1566086.4
4.2.1	90004	栽植花椒	株	36480	42.93	1566086.4
4.3		乔木林地	hm2			293948.46
4.3.1	90003	栽植刺槐	株	9663	30.42	293948.46
4.4		灌木林地	hm2			58070.01
4.4.1	90001	栽植连翘	株	3921	14.81	58070.01
4.5		其他林地				608.4
4.5.1	90003	栽植紫穗槐	株	20	30.42	608.4
4.6		其他草地	hm2			16227.76
4.6.1	90030	撒播草籽	hm2	3.56	4558.36	16227.76
4.7		搬迁宅基地				4430033.95
4.7.1	30073	砖混砌体拆除	m <sup>3</sup>	2400	366.52	879648
4.7.2	40192	硬化地面和基础拆除	m <sup>3</sup>	3600	574.83	2069388
4.7.3	20293	建筑垃圾外运	m <sup>3</sup>	6000	95.02	570120
4.7.4	10330	土地平整	hm <sup>2</sup>	1.2	239.96	287.95
4.7.5	10224	客土回覆	m <sup>3</sup>	6000	35.3	211800
4.7.6		购买商品土	m <sup>3</sup>	6000	80	480000
4.7.7		农家肥	t	24	1500	36000
4.7.8		商品有机肥	kg	5400	10	54000
4.7.9	90004	栽植花椒	株	3000	42.93	128790
4.8		土地复垦监测				98099.1
4.8.1		土地损毁与复垦高分遥感监测 (28.50km <sup>2</sup> )	套	1	15798.6	15798.6
4.8.2		复垦植被多光谱遥感监测 (28.50km <sup>2</sup> )	hm <sup>2</sup>	2850	23.73	67630.5
4.8.3		复垦土壤质量采样、检测	件	3	4890	14670



序号	定额编号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
4.9		管护				62856
4.9.1		管护	hm2	17.46	3600	62856
5		第五年				7218162.53
5.1		沉陷损毁区	hm2			1095636.97
5.1.1	10002	人工表土剥离	m³	846.25	23.3	19717.63
5.1.2	10010	裂缝拓宽土方开挖	m³	2350.7	50.47	118639.83
5.1.3		购买商品	m³	3526.05	80	282084
5.1.4	10224	挖运土方	m³	3526.05	35.3	124469.57
5.1.5	10333	充填工程	m³	3526.05	100.34	353803.86
5.1.6	10045	人工挑土	m³	3526.05	45.64	160928.92
5.1.7	10326	场地平整	m²	6348	5.67	35993.16
5.2		其他园地	hm2			1217494.8
5.2.1	90004	栽植花椒	株	28360	42.93	1217494.8
5.3		乔木林地	hm2			87548.76
5.3.1	90003	栽植刺槐	株	2878	30.42	87548.76
5.4		其他林地	hm2			60840
5.4.1	90003	栽植刺槐	株	2000	30.42	60840
5.5		搬迁宅基地	hm2			4466950.9
5.5.1	30073	砖混砌体拆除	m3	2420	366.52	886978.4
5.5.2	40192	硬化地面和基础拆除	m3	3630	574.83	2086632.9
5.5.3	20293	建筑垃圾外运	m3	6050	95.02	574871
5.5.4	10330	土地平整	hm2	1.21	239.96	290.35
5.5.5	10224	客土回覆	m3	6050	35.3	213565
5.5.6		购买商品土	m³	6050	80	484000
5.5.7		农家肥	t	24.2	1500	36300
5.5.8		商品有机肥	kg	5445	10	54450
5.5.9	90004	栽植花椒	株	3025	42.93	129863.25
5.6		土地复垦监测				98099.1
5.6.1		土地损毁与复垦高分遥感监测 (28.50km²)	套	1	15798.6	15798.6
5.6.2		复垦植被多光谱遥感监测 (28.50km²)	hm²	2850	23.73	67630.5
5.6.3		复垦土壤质量采样、检测	件	3	4890	14670
5.7		管护				191592
5.7.1		管护	hm2	53.22	3600	191592

## 第八章保障措施与效益分析

### 一、保障措施

#### （一）组织保障

1、为有序推进下峪口煤矿地质环境治理恢复与土地复垦工作开展，结合矿井实际，成立下峪口煤矿地质环境治理恢复与土地复垦工作领导小组。

组    长：矿长、党委书记

常务副组长：经营副矿长

副  组  长：总工程师、生产副矿长、安全副矿长、通风副矿长、机电副矿长、纪委书记、党委副书记、选煤厂厂长

成    员：地质测量部、规划部、环保办、财务部、综合调度室、企管部、综合办公室、纪委监察室负责人及业务主管

领导小组下设办公室，办公室设在地质测量部，办公室主任由地质测量部部长担任。负责矿山地质环境治理恢复与土地复垦实施现场的协调及技术监督工作，同时协助监督检查和验收工作，确保工程按期保质保量完成。

2、鉴于矿山地质环境治理与土地复垦工作的长期性和综合性，又需要“边开采、边治理、边复垦”，煤矿还要选派专业人员对治理与复垦的施工进度和及时性进行监督，如果发现治理措施不当或开采计划改变，及时调整实施方案，并上报相关部门。

3、矿山地质环境治理与土地复垦过程要规范化，应严格按照建设项目管理程序实行招投标制，选择有施工资质、技术力量强的施工单位负责项目的实施，加强管理。

4、矿山地质环境治理与土地复垦资料必须规范化，包括勘察、设计、施工日志、竣工验收资料，以及治理过程工程量及经费要及时整理、归档，便于后期自然资源主管部门核查。

#### （二）技术保障

1、根据项目工作要求，采用第三方专业单位的管家服务模式，委托专业勘察设计单位对实施项目开展勘察、设计，要求施工单位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 requirements 开展工作，同时委托专业监理单位对施工全过程实施监理。

2、根据项目工作要求，配备专业技术人员及业务培训，聘请专家团队进行咨询培训。

3、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。

4、生产过程中严格实施质量三检制度（自检、互检、抽检），确保工程质量，争创优质工程。

5、在项目实施过程中，严格按照技术规范、规程及设计书、施工方案要求操作，对项目全过程进行质量监控，不允许出现不合格的原材料、中间成果和单项工程，确保最终成果的高质量。

6、制定《质量责任制考核办法》，并依据《办法》对各作业组、作业人员定期进行质量责任制考核，确保质量目标实现。

7、随时接受主管单位和其他有关部门的监督、检查和指导。

### （三）资金保障

根据“谁损毁谁复垦”及“谁开发谁保护，谁破坏谁治理，谁投资谁受益”的原则，矿山地质环境保护与土地复垦资金来源为煤矿自筹。

根据陕西省自然资源厅 陕西省财政厅 陕西省生态环境厅 陕西省林业局关于印发《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》的通知，陕自然资规〔2024〕1757号，2024年12月31日，矿山企业应在银行设立专用账户，单独设置矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金科目，每月按照原矿销售收入、开采矿种系数、开采方式系数、地区系数等综合提取基金。

基金计提数额=原矿月销售收入矿种系数开采系数地区系数

下峪口煤矿开采矿种为煤炭，根据通知要求，各系数取值如下：

矿种系数取 1.4%（煤炭），开采系数取 1.2（允许塌陷，机械化综采），地区系数取 1.1（关中地区）。

目前，本矿平均煤炭销售价格为 500 元/t。

按照原煤售价 500 元/吨计算，下峪口煤矿适用期各年提取基金见表 8-1。

即适用期年吨煤提取基金为 9.24 元，月提取基金数额为 103.95 万元。

根据本次两案计算矿山地质环境与土地复垦治理基金，每吨煤提取基金为 6.96

元，低于基金按提取系数计算金额，应按每吨煤提取基金为 9.24 元提取基金。

表 8-1 下峪口煤矿提取基金一览表

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	元/吨
11.25	500	1.4%	1.2	1.1	103.95	1.85	9.24

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，具体的基金提取金额可依据相关政策执行。

矿山企业年度提取的基金累计不足于本年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用的，或低于本《方案》中估算的年度治理恢复与土地复垦费用的，应以本年度实际所需费用或《方案》中估算年度费用进行补足。

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

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

#### （四）监管保障

煤矿在进行不稳定地质体治理时，要委托有专业资质的单位进行勘察、设计、施工、监理。

矿山地质环境与土地复垦工程实施严格的招投标与目标责任制度。施工过程中进行工程监理，按监理的工作程序、工作标准和监理工作规定开展本方案矿山地质环境与土地复垦监理工作，对工程的进度、质量、投资实行控制，负责矿山地质环境与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。

按《陕西省矿山地质环境恢复治理与土地复垦基金实施办法》监管要求，定期向自然资源主管部门报告基金的计提、使用情况，土地复垦工程的实施进展情况及下年度的复垦计划，确保复垦工程的全面完成。

## （五）公众参与

为了解本项目所在区域公众对项目的态度，本方案在编制时进行了公众参与调查，在矿方的支持与配合下，编制单位走访了韩城市龙门镇、桑树坪镇内涉及到的村庄，对项目进行了公示，向当地村民详细介绍了项目的性质、类型、规模及以国家相关矿山地质环境与土地复垦政策，听取土地权属人对采煤造成的土地损毁、补偿情况等的介绍，并就塌陷区土地复垦征求了公众意见，为做好矿山地质环境保护与土地复垦提供了依据。

通过发放公众参与调查表及张贴公告的形式，向项目区公众共发放调查表 120 份，收回有效问卷 120 份，回收率 100%。

表 8-2 陕西陕煤韩城矿业有限公司下峪口煤矿公众调查统计分析表

被调查者态度	泗州庙村	程家洞村	姚家塄村	张家山村	刘岭村	合计（人）
坚决支持	22	21	17	22	20	102
有条件赞成	3	4	3	3	5	18
无所谓	/	/	/	/	/	/
反对	/	/	/	/	/	/
合计	25	25	20	25	25	120

根据现场调查分析，周围村民认为下峪口煤矿能及时搬迁、补偿受影响村民，及时进行地质环境治理与土地复垦，希望更多关注、解决村民生产不便等问题。

- （1）土地复垦的措施主要有裂缝填充、植被恢复、土地平整；
- （2）植被恢复选择当地物种，如花椒树、柿子树、刺槐、连翘、紫花苜蓿等；
- （3）希望土地复垦后比原有环境有所改善。

## 二、效益分析

### 1、社会效益

矿山地质环境保护与土地复垦，一方面可以减少和预防引发不稳定地质体对人民生命财产的威胁，达到防灾减灾的目的；另一方面随着对矿山地质环境保护与土地复垦，可改善矿区的生态环境，保证矿山开发和生态环境可持续发展，在一定程度上缓解了人地关系的压力。

- （1）通过治理地面塌陷及建设场地复垦，缓解当地就业压力。

（2）矿山地质环境保护与土地复垦，可增加部分当地居民就业，从而增加农民的收入，加快当地农村现代化进程，缩小了城乡差距，有利于社会的团结和稳

定，促进社会进步。

(3) 本项目土地复垦方案实施后，可以减少矿区开采工程带来的新增水土流失，减轻所造成的损失和危害，能够确保矿山的安全生产。

(4) 矿区复垦能够减少生态环境破坏，为工程建设区的绿化创造了良好的生态环境，有利于矿区职工以及附近居民的身心健康，从而能够提高劳动生产率。

(5) 本工程实施后，通过建设人工林地，恢复林草植被面积，对改善项目建设影响范围及周边地区的土地利用结构起到良好的促进作用，从而促进当地林、牧业协调发展。综合可见，本复垦项目对当地社会发展会有较大的促进作用，具有较好的社会可行性。

## 2、生态效益

“绿水青山，就是金山银山”，项目区生态环境相对脆弱，生态环境保护任务尤为重要。下峪口煤矿矿山地质环境保护与土地复垦项目实施后，提高了植被覆盖率，有利于水土保持及生态环境的改善。

(1) 方案实施后，将基本控制复垦区的水土流失，通过改变微地形、增加地面植被、改良土壤性质可增加土壤入渗，减轻土壤侵蚀，将产生明显的保水保土效益，防止因水土流失引起的损失，并在一定程度上改善工程地区原有的水土流失及生态环境状况。

(2) 方案实施后，植被覆盖率得到明显的提高，将有效遏制项目区及周边环境的恶化，在合理管护的基础上最终实现植物生态系统的多样性与稳定性。吸引周边动物群落多样性，达到植物动物群落的动态平衡。

(3) 方案实施后，通过对生态系统的重建工程，将对局部环境空气和小气候产生正效与长效影响。

## 3、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，经济上可行。

(1) 防灾减灾，保护群众：通过矿山环境恢复治理工程实施，可以对区内不稳定地质体有效的治理，减轻不稳定地质体对矿区工作人员及周边居民生命财产的威胁，经济效益巨大。

（2）恢复土地，增产增收：通过清理工程、表土剥覆、土地平整、土壤培肥、林草恢复等工程的实施，可以有效地恢复已损毁的土地，恢复其生产能力，增加土壤肥力，提高产量，达到增收的目的，进而带动当地农民收入的增加。

（3）增加就业，提高收入：本方案部署工程的实施，一方面，工程实施过程中普工、技工等人工需求量大，用工可以从当地居民中雇工，从而增加当地居民的收入；另一方面，土地复垦过程中，需要大量的花椒树、柿子树、刺槐、连翘等，当地居民可通过培育种植苗木，成为土地复垦所需苗木的供应商，进而增加收入。



## 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

下峪口煤矿为井工开采的大型矿山，生产规模为 0.9Mt/a，本次拟调整开采规模 1.35Mt/a，评估区为重要区，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

经调查，评估范围内共发现滑坡 2 处、地面塌陷 4 处、1 处崩塌隐患。

胡家山滑坡（H01），威胁对象为姚家塄风井建设期废弃房屋及草地，欠稳定状态，发育成程度中等，危害程度小，危险性小。

丁家坡滑坡（H02），威胁滑坡前缘 4 户 17 人，欠稳定状态，发育成程度中等，危害程度中等，危险性中等。

崩塌隐患（B01）发育程度中等，危害程度中等，危险性中等。

一水平地面塌陷（TX01）、二水平地面塌陷（TX02）和二一采区地面塌陷（TX03），已经完成治理，发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。

二三采区地面塌陷（TX04），威胁对象有乡村道路及民用输电线路等，发育成程度中等，危害程度中等，危险性中等。

###### (2) 含水层现状评估

采矿活动造成煤矿采空区影响范围内主要充水含水层、水位下降，地下水流失量较大，含水层现状影响程度严重。

###### (3) 地形地貌景观现状评估

中部风井场地和姚家塄风井场地压占土地资源，改变了原有地形地貌景观、生态环境，对地形地貌景观破坏严重。

平硐工业场地为一个已建建成多年城镇，土地类型主要为工业用地、城镇宅基地、农村宅基地和城镇村道路用地；泗洲庙排矸场已经进行工程治理，并通过了适用期验收，对地形地貌景观破坏较轻。

评估区形成四处地面塌陷（TX01-TX04），其中地面塌陷（TX01-TX03）现存中

度损毁区已完成治理，地面塌陷（TX04）范围内显现 3 个中度损毁区，目前未沉稳，未对原有地形地貌形成实质性的分割和改变区域整体地形地貌景观，对地形地貌景观破坏**较轻**。

#### （4）水土环境现状评估

建成了矿井水处理站，矿井水经混凝沉淀、深度净化、消毒处理后回用于井下消防洒水、选煤厂用水等，不外排；工业场地现有一座生活污水处理站，处理达标后全部用于选煤厂用水及场地绿化用水，不外排。

采煤后形成的塌陷区会出现伴生地裂缝与小型台阶状断差，部分地块被割裂成不规则斑块，造成微地形重塑，均属于物理性破坏，目前对土壤理化性质影响程度较轻。

总之，水土环境现状影响程度**较轻**。

#### （5）现状评估分级与分区

将全区划分为 3 级 6 个不同影响程度区，其中：3 个影响严重区，1 个影响较严重区，2 个影响较轻区。其中影响严重区面积合计 1.48km<sup>2</sup>，占评估区面积的 4.29%；影响较严重区面积合计 0.01km<sup>2</sup>，占评估区面积的 0.03%；影响较轻区面积 33.03km<sup>2</sup>，占评估区面积的 95.68%。

### 3、预测评估

#### （1）不稳定地质体危险性预测评估

##### ①矿山工程可能遭受不稳定地质体危险性预测评估

平硐工业场地、中部风井场地、泗洲庙排矸场、场内外道路位于滑坡、地面塌陷等不稳定地质体影响范围外且位于保护煤柱内部，**遭受不稳定地质体的可能性较小，危害程度小，危险性小**；姚家埧风井邻近胡家山滑坡（H01）不稳定地质体影响范围，**遭受不稳定地质体的可能性中等，发育程度中等，危害程度中等，危险性中等**。

##### ②矿山工程建设引发不稳定地质体危险性预测评估

平硐工业场地、中部风井场地、泗洲庙排矸场、姚家埧风井及场内外道路等工程均已建成多年，后期采矿不会新建矿山工程，**引发不稳定地质体的可能性小，危害程度小，危险性小**；泗洲庙排矸场已开展了综合治理和覆土绿化，**引发不稳定地质体的可能性小，危害程度小，危险性小**。

近期（适用期）开采区内 5 个自然村和未来开采区内 16 个自然村位于采空塌陷范围内，对村庄建筑物的危害程度大，危险性大，影响程度严重，当煤矿开采前搬迁时，则对村庄建筑物的危害程度减小，危险性小；采矿活动引发输电线路电线杆歪斜、乡村道路开裂，危害程度小，危险性小，影响较轻。

#### （2）含水层预测评估

近期和中期开采后，导水裂隙沟通二叠系下统山西组含水层，局部影响二叠系下统石盒子组，并终止于石盒子组含水层内，主要充水含水层结构破坏，地下水水位下降，影响程度严重。但是开采形成的导水裂隙带均未穿透地表，对第四系松散层孔隙裂隙潜水含水层影响程度较轻，对居民生产生活用水影响程度较轻。

总之，含水层预测影响程度**严重**。

#### （3）地形地貌景观预测评估

中部风井场地和姚家埝风井场地压占土地资源，改变了原有地形地貌景观、生态环境，对地形地貌景观破坏**严重**。

平硐工业场地为一个已建建成多年城镇，土地类型主要为工业用地、城镇宅基地、农村宅基地和城镇村道路用地；泗洲庙排矸场已经进行工程治理，并通过了适用期验收，对地形地貌景观破坏**较轻**。

近期和中期煤层开采后沉陷对地面标高会产生一定的影响，产生的地表裂缝会改变原生地貌的完整性，地表沉陷也会引起地表坡度的一些变化，特别是沉陷边缘区。但是相对于原生地表坡度要小很多，不会改变所在区域总体地形地貌类型，对原有的地形地貌景观影响程度**较轻**。

总体上，地形地貌景观预测评估影响程度**较轻**。

#### （4）水土环境预测评估

生活污水处理站及矿井水处理站正常运行，生活污水达标处理并全部回用，矿井水达标处理后尽量综合利用。

近期和中期煤层开采后塌陷区会出现伴生地裂缝、局部地区地表坡度将会发生变化，影响程度**较轻**。

总之，土地资源预测影响程度**较轻**。

#### （5）预测评估分级与分区

预测评估将全区共划分 3 级 9 个不同影响程度区，6 个严重影响区，1 个较严

重影响区，2 个较轻影响区。其中：6 个严重影响区面积合计 4.86km<sup>2</sup>，占评估区比例 14.08%；1 个较严重影响区面积 0.01km<sup>2</sup>，占评估区比例 0.03%；2 个较轻影响区面积 29.65km<sup>2</sup>，占评估区比例 85.89%。

## （二）矿山土地损毁预测与评估

### 1、已损毁土地

本方案已损毁土地主要包括建设用地压占损毁和地面采矿塌陷损毁土地。

平硐工业场地、中部风井场地（回风立井和排矸立井）、姚家塄风井场、场内外道路（场内道路面积计入对应场地地块内，场外道路为通村道路，不统计面积），总面积 99.05hm<sup>2</sup>，场地均已征用。

已塌陷损毁土地：17.85hm<sup>2</sup>，损毁程度为中度。

### 2、拟损毁土地

本方案拟沉陷损毁土地面积为 447.08hm<sup>2</sup>（包含一时段沉陷损毁面积 112.96hm<sup>2</sup>和二时段沉陷面积 334.12hm<sup>2</sup>，包含重复损毁面积 17.85hm<sup>2</sup>）。

一时段沉陷损毁面积 112.96hm<sup>2</sup>，其中中度损毁面积 111.19hm<sup>2</sup>，轻度损毁面积 1.77hm<sup>2</sup>；二时段沉陷造成的土地损毁面积为 334.12hm<sup>2</sup>，其中中度损毁面积 286.86hm<sup>2</sup>，轻度损毁面积 47.26hm<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

共划分 3 级 9 个保护与恢复治理区，其中：重点防治区 6 个，面积 4.86km<sup>2</sup>，占评估面积的 14.08%；次重点防治区 1 个，面积 0.01km<sup>2</sup>，占评估面积的 0.03%；一般防治区 2 个，面积 29.65km<sup>2</sup>，占评估面积的 85.89%。

### 2、土地复垦责任范围

本方案的复垦区由平硐工业场地、中部风井场地（回风立井和排矸立井）、姚家塄风井场及沉陷土地组成，面积为 546.13m<sup>2</sup>。

由于平硐工业场地留续使用；同时由于复垦区内的机关团体用地、教育用地、公用设施用地、特殊用地、公路用地、城镇村道路用地、农村道路、河流水面、坑塘水面和沟渠用地按原地类修复，不宜复垦。因此本煤矿内的复垦责任范围，面积为 445.85hm<sup>2</sup>。

## （四）矿山地质环境治理与土地复垦工程

## 1、矿山地质环境保护与土地复垦预防措施

### （1）留设保护煤柱

在重要建（构）筑物、重要地面及井下生产设施处按照“三下采煤规范”留设保护煤柱：中部风井场地、煤矿边界、主要大巷等留设保护煤柱。

### （2）避让

对近期（适用期）开采区内 5 个自然村和未来开采区内 16 个自然村采取搬迁避让的方法，避免采煤对其生产生活的影响程度，能够将不稳定地质体的影响程度降低。

### （3）合理规划

在建设和生产过程中要加强规划和施工管理，尽量减少对土地的预期影响。在煤矿建设之前，要建立土地利用规划，分布实施。开采过程中要做到“边开采，边复垦”。

### （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。将客土资源在合适的地方存储并加以养护，保持肥力；待复垦时，再平铺于土地表面，使其得到充分、有效的利用。

## 2、矿山地质环境治理工程

部署近期 5 年（2025 年～2029 年），中期 12 年（2030 年～2041 年），后期 9 年（2042 年～2050 年）的矿山地质环境治理工程。

近期矿山地质环境治理工程措施：

（1）对胡家山滑坡（H01）开展工程治理，对崩塌隐患（B01）危岩体进行清除，针对地面塌陷 TX04 及新开采空塌陷设立警示标志；泗洲庙排矸场东侧道路排水渠采用挖高填低进行处理，保证地表水能进入水渠中。

（2）近期开采区的影响范围内的村庄进行搬迁根据煤矿采掘进度，实施集中搬迁安置。

（3）对近期开采塌陷区受损的城镇村道路和乡村道路进行维修。

（4）对近期开采塌陷区受损的民用输电线路进行扶正。

（5）开展房屋拆除改造二期工程。

（6）采用（InSAR）技术对不稳定地质体进行监测，采用北斗形变位移测量

系统针对早期未沉稳的开采面和近期开采进行监测，利用无人机针对进行开采面逐年度进行监测。

### 3、矿区土地复垦

部署近期 5 年（2025 年~2029 年），中期 12 年（2030 年~2041 年），后期 9 年（2042 年~2050 年）的矿山地质环境治理工程。

近期土地复垦面积为上轮《方案》已损毁尚未沉稳土地和 2025 年~2029 年开采损毁土地。损毁土地面积合计为 124.85hm<sup>2</sup>，其中复垦已损毁土地面积为 17.85hm<sup>2</sup>，一时段开采损毁土地面积为 112.96hm<sup>2</sup>。复垦搬迁村庄面积为 2.41hm<sup>2</sup>。

（1）地面塌陷 TX04 沉稳后，对地面塌陷 TX04 裂缝和塌陷坑进行修复，并按原地类开展土地复垦工作，复垦面积 17.46hm<sup>2</sup>；

（2）对搬迁宅基地进行拆除复垦、植被恢复，复垦面积 2.41hm<sup>2</sup>；

（3）对近期开采范围已沉稳的损毁土地按原地类进行复垦，复垦其他园地面积 48.16hm<sup>2</sup>，乔木林地面积 18.10hm<sup>2</sup>，灌木林地面积 3.22hm<sup>2</sup>，其他林地面积 1.04hm<sup>2</sup>，其他草地面积 3.56hm<sup>2</sup>。

（4）泗洲庙排矸场底部平台已复垦土地苗木成活率较低，本轮安排补植，补植率为 60%，补植树种为刺槐、连翘，补植面积 0.57hm<sup>2</sup>。

（5）针对前期已复垦 TX01、TX02 和 TX03，本轮适用期复垦 TX04 复垦效果进行监测和管护。

### 4、矿山地质环境监测工程

矿山地质环境损毁监测:采用 InSAR 技术对评估区开展地表形变监测，实现对沉降与变形动态的持续跟踪与评估;通过持续完善的北斗形变位移测量系统网络，实现对地表形变的实时监控;依托无人机遥感手段，对采空区地表受影响范围开展精细化监测。

利用已有 S1、S2、S3 水文孔及自动化设备继续实时监测奥陶系灰岩含水层；通过新布设水文孔（S4）和地表 2 处已有水井定期观测水位（编号：S5 和 S6），采取地下水水样监测水质，持续监测二叠系山西组、石盒子组含水层。编号为：S4、S5 和 S6。

地形地貌修复与监测：采用高分遥感、无人机遥感及人工巡查，监测土地压占、地面。

水土环境监测：在泗洲庙排矸场（TW1）设置土壤监测点并进行监测。

## 5、矿区土地复垦监测和管护

土地复垦监测主要包括土地损毁监测和复垦效果监测。本方案共布置了：土地损毁与复垦高分遥感监测(28.50km<sup>2</sup>)17套,复垦植被多光谱遥感监测(28.50km<sup>2</sup>)26套,复垦土壤质量采样、检测78次。

复垦管护园地面积 261.35hm<sup>2</sup>,林地面积 161.92hm<sup>2</sup>,草地面积 22.26hm<sup>2</sup>。

### （五）矿山地质环境治理工程经费估算

本方案矿山地质环境保护与土地复垦估算静态总费用 21700.48 万元，其中矿山地质环境治理费用 4931.38 万元，土地复垦费用 16769.10 万元，吨煤投资 6.96 元（\*\*\*\*\*Mt），土地复垦亩均投资 25074.35 元（445.85hm<sup>2</sup>）。

近期矿山地质环境保护与土地复垦估算静态总费用 4486.62 万元，中期 12257.81 万元，远期 4956.05 万元。

## 二、建议

1、建议矿山企业持续完善土地复垦与生态修复的长期监测与效果评估体系，定期开展效果评估和技术优化，形成良好的反馈和优化机制，确保生态修复技术措施的持续有效性。

2、建议矿方对监测人员、区内居民及工程施工人员进行不稳定地质体科普教育，加强其不稳定地质体防范意识。

3、建议矿山企业针对损毁区按照地形地貌、地质条件及破坏特征进行分类分级治理，逐步构建一套适用于下峪口煤矿的采动破坏区域修复技术，有效解决了地质环境破坏问题。