

神木市瑶镇乡黄土庙煤矿
矿区生态修复方案
(矿山地质环境保护与土地复垦方案)

神木县瑶镇乡黄土庙煤矿
2025年12月

神木市瑶镇乡黄土庙煤矿
矿区生态修复方案
(矿山地质环境保护与土地复垦方案)

申报单位：神木县瑶镇乡黄土庙煤矿
法人代表：刘忠孝
总工程师：曹会忠

编制单位：陕西秦新绿能科技有限公司
法人代表：杨丽霞
总工程师：李龙
项目负责：陈国柱
编写人员：陈国柱 刘佳坤 贾小宁
制图人员：高飞 刘佳坤
高飞

《神木市瑶镇乡黄土庙煤矿矿区生态修复方案 (矿山地质环境保护与土地复垦方案)》 专家组评审意见

2025年10月17日，陕西省自然资源厅邀请有关专家（名单附后）在西安市对神木县瑶镇乡黄土庙煤矿委托陕西秦新绿能科技有限公司编制的《神木市瑶镇乡黄土庙煤矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》（以下简称《方案》）进行了评审。受陕西省自然资源厅委托，省地质环境监测总站组织召开本次会议，会前部分专家到矿山进行了实地踏勘，专家组在听取汇报、审阅方案及附件、附图的基础上，经过质询答辩后，形成如下意见：

一、《方案》完成的工作量满足编制的要求。《方案》搜集资料17份，完成调查面积 2.5021km^2 ，评估区面积 2.1853km^2 ，地质环境调查点35个、土地复垦调查点29个。《方案》附图、附表及附件完整，插图及插表齐全，格式符合编制要求。

二、《方案》编制依据较充分，治理规划总体部署年限和适用年限基本合理。依据《陕西省神木县瑶镇乡黄土庙煤矿（扩大范围）矿产资源开发利用方案》《储量年报》等，截止2024年12月31日，矿山剩余可采储量 ，矿山剩余服务年限为10年。鉴于本年度即将结束，方案规划年限自2026年开始，故矿山剩余服务年限为9年，考虑沉稳期1年、管护期6年，《方案》规划服务年限为16年（2026年-2041年）。《方案》适用期为5年（2026年-2030年），《方案》编制基准年为2024年，《方案》实施基准期以自然资源部门公告之日算起。

三、矿山基本情况和其他基础信息叙述基本完整，黄土庙煤矿处于生产状态，生产规模，采矿许可证号：，采矿证有效期限自 2023 年 2 月 20 日至 2028 年 2 月 20 日，矿区由 8 个拐点圈定，矿区面积 1.5877km^2 ，开采标高从 +1180m 至 +1050m。矿区土地利用现状类型为 5 个一级类和 8 个二级类，以林地、草地为主，矿山地面建设工程不占用永久基本农田，土地利用现状清晰。矿山属于地下开采，批准开采煤层 3⁻¹、4⁻²、4⁻³、4⁻⁴、5⁻² 煤层，采用一次采全高长壁综合机械化采矿法，允许地表塌落，根据矿山开采方式和采矿方法，确定矿种系数为 1.4%（煤炭），开采影响系数为 1.2（允许地表塌陷），地区系数为 1.1（陕北地区）。

四、矿区自然地理和地质环境背景叙述基本正确，评估区重要程度属于重要区，矿山地质环境条件复杂程度属于复杂，矿山生产规模为，属于中型煤矿，确定矿山地质环境影响评估级别为一级结论正确，评估面积 2.1853km^2 适宜。

五、矿山地质环境现状评估和预测评估基本合理。现状评估将评估区划分为 3 级 4 个不同影响区，其中：1 个严重影响区，面积 0.1005km^2 ，占评估区面积 4.60%；2 个较严重影响区，面积 1.0366km^2 ，占评估区面积 47.43%；1 个较轻区，面积 1.0482km^2 ，占评估区面积 47.97%。预测评估将评估区划分为 2 级 2 个不同影响程度区，其中：1 个较严重影响区，面积 1.3306km^2 ，占评估区比例 60.89%；1 个较轻区，面积 0.8547km^2 ，占评估区比例 39.11%。

六、矿山土地损毁预测与评估基本正确，土地损毁的环节和时序叙述正确。复垦区土地损毁形式为沉陷损毁和压占损毁。矿山共计损毁土地面积 124.23hm^2 ，其中已损毁土地面积 13.31hm^2 ，

拟损毁土地面积 117.76hm^2 ，重复损毁土地 6.84hm^2 。

七、矿山地质环境保护与治理分区原则正确，分区结果基本合理。《方案》将全区划分为 3 级 3 个防治区。其中：重点防治区 1 个，面积 0.1005km^2 ，占防治区比例 4.60%；次重点防治区 1 个，面积 1.3008km^2 ，占防治区比例 59.52%；一般防治区 1 个，面积 0.7840km^2 ，占防治区比例 35.88%。矿山地质环境防治分区原则正确、分区结果合理。

复垦责任范围划定合理，土地权属明确。复垦区由永久性建设用地和损毁土地组成，共计 129.23hm^2 ，其中损毁土地 124.23hm^2 、永久性建设用地 5.00hm^2 。矿山闭坑后，工业场地不留续使用，复垦责任范围面积 129.23hm^2 。

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

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。地质环境治理措施有受损道路维修、输电线路塔基加固，电线杆扶正以及实施矿山不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境影响监测等；土地复垦的主要工程措施有拆除、清理、裂缝填充、植被恢复、监测和管护工程等。矿山地质环境保护与土地复垦目标任务明确，设计依据充分，采用的技术方法合理可行，治理与复垦工程量计算正确，具备可操作性。

近期 5 年各年度矿山地质环境治理工程量及土地复垦工程量见表 1。

表1 矿山地质环境治理恢复与土地复垦任务表

年度	矿山地质环境治理措施及工程量	土地复垦措施及工程量
第一 年度	<p>1、修复土路 1919m，竖立警示牌 5 个； 2、高压塔基加固 3 座，低压线杆扶正 3 根； 3、设置自动化监测点 16 个；设置埋石桩监测点 6 个；人工巡查 24 次； 4、含水层监测：新设地下水监测井 1 口（J2），已设和新设地下水监测井设备各 1 套（J1、J2）；定期进行取样分析；地形地貌监测：无人机航测 0.43km² 及数据分析 1 次；设置水环境监测点 1 个；设置土壤环境监测点 2 个，进行水土环境质量监测；生态监测：遥感解译及分析 1 次； 5、修编《方案》，编制第一年《年度计划》和《年度验收报告》。</p>	<p>1、对已开采 43101、43102、43103 工作面损毁进行土地复垦，复垦乔木林地 1.61hm²，灌木林地 2.98hm²，其他林地 0.08hm²，天然牧草地 2.75hm²； 2、对第一年度开采 43109、43107 工作面损毁土地进行裂缝填充，治理面积 49.16hm²； 3、对治理工作面实施土地损毁监测 18 次，土壤质量和复垦效果监测各 36 次；林地管护 4.66hm²，草地管护 2.75hm²。</p>
第二 年度	<p>1、修复沥青道路 388m，修复土路 1505m，竖立警示牌 1 个； 2、高压塔基加固 4 座，低压线杆扶正 2 根； 3、安装自动化监测设备 8 套；维护自动化监测设备 16 套；人工巡查 24 次； 4、进行含水层监测；地形地貌监测：无人机航测 0.36km² 及数据分析 1 次；水土环境质量监测；生态监测：遥感解译及分析 1 次； 5、编制第二年《年度计划》和《年度验收报告》。</p>	<p>1、对第一年度已开采 43109、43107 工作面损毁土地进行复垦，复垦乔木林地 9.52hm²，灌木林地 3.49hm²，其他林地 2.87hm²，天然牧草地 19.91hm²； 2、对第二年度开采 43107、43105 工作面损毁土地进行裂缝填充，治理面积 43.18hm²； 3、对治理工作面实施土地损毁监测 10 次，土壤质量和复垦效果监测各 20 次；林地管护 16.00hm²，草地管护 32.25hm²。</p>
第三 年度	<p>1、修复沥青道路 958m，修复土路 491m，竖立警示牌 2 个； 2、低压线杆扶正 17 根； 3、安装自动化监测设备 7 套；维护自动化监测设备 8 套；人工巡查 24 次； 4、进行含水层监测；地形地貌监测：无人机航测 0.31km² 及数据分析 1 次；水土环境质量监测；生态监测：遥感解译及分析 1 次 5、编制第三年《年度计划》和《年度验收报告》。</p>	<p>1、对第二年度已开采 43107、43105 工作面损毁土地进行复垦，复垦乔木林地 1.19m²，灌木林地 9.22hm²，其他林地 2.36hm²，天然牧草地 28.27hm²； 2、对第三年度开采 44101、44102 工作面损毁土地进行裂缝填充，治理面积 37.94hm²； 3、对治理工作面实施土地损毁监测 16 次，土壤质量和复垦效果监测各 32 次；林地管护 12.77hm²，草地管护 28.27hm²。</p>

第四 年度	<p>1、修复土路 2300m； 2、维护自动化监测设备 7 套；人工巡查 24 次； 3、进行含水层监测，地形地貌监测：无人机航测 0.36km^2 及数据分析 1 次；水土环境质量监测；生态监测：遥感解译及分析 1 次； 4、编制第四年《年度计划》和《年度验收报告》。</p>	<p>1、对第三年度已开采 44101、44102 工作面损毁土地进行复垦，复垦乔木林地 2.79hm^2，灌木林地 7.62hm^2，其他林地 0.08hm^2，天然牧草地 25.89hm^2； 2、对第四年度开采 44102、44103 工作面损毁土地进行裂缝填充，治理面积 37.94hm^2； 3、对治理工作面实施土地损毁监测 20 次，土壤质量和复垦效果监测各 40 次；林地管护 10.50hm^2，草地管护 25.89hm^2。</p>
第五 年度	<p>1、修复沥青道路 354m，修复土路 768m； 2、维护自动化监测设备 15 套；人工巡查 24 次； 3、进行含水层监测；地形地貌监测：无人机航测 0.43km^2 及数据分析 1 次； 4、遥感综合监测：遥感解译及分析 1 次；水土环境质量监测；生态监测：遥感解译及分析 1 次； 5、编制第五年《年度计划》和《年度验收报告》；编制本《方案》适用期总结报告。</p>	<p>1、对第四年度已开采 44102、44103 工作面损毁土地进行复垦，复垦乔木林地 7.85hm^2，灌木林地 4.32hm^2，其他林地 2.59hm^2，天然牧草地 23.20hm^2； 2、对第五年度开采 44103、44104、44105 作面损毁土地进行裂缝治理，治理面积 29.62hm^2； 3、对治理工作面实施土地损毁监测 15 次，土壤质量和复垦效果监测各 30 次；林地管护 14.76hm^2，草地管护 23.19hm^2。</p>

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

十一、根据矿山地质环境保护与土地复垦工程部署、工程量及工程技术手段，参照相关标准进行经费估算，矿山地质环境治理工程、土地复垦工程静态费用分别为 1615.55 万元、4341.27 万元，总费用为 5956.82 万元，吨煤投资 7.69 元（剩余可采储量），静态亩均投资 22395.57 元（复垦责任范围 129.23hm^2 ），

经费估算合理。《方案》适用期5年矿山地质环境治理工程和土地复垦工程静态费用分别为732.51万元、1306.48万元，总费用2038.99万元。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 适用期矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用明细表

年度	矿山地质环境治理费用(万元)	土地复垦费用(万元)	小计(万元)
第一年	279.07	288.86	567.93
第二年	246.43	284.36	530.79
第三年	123.06	268.7	391.76
第四年	33.48	254.79	288.27
第五年	50.47	209.77	260.24
合计	732.51	1306.48	2038.99

十二、方案提出的各项保障措施和建议合理、可行，对治理效益分析基本可信。

十三、上一期《方案》适用期2021年-2025年，因2021年9月30日-2024年9月10日为机械化改造建设期，2024年9月11日-2025年2月28日为联合试运转期，不具备年度验收条件和适用期验收条件。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10月30日，核定该企业应提取基金万元，实际提取基金万元，使用基金元，账户剩余基金万元。

十四、存在问题及建议

- 1、矿方应尽快办理工业场地等相关用地及超出建设用地外临时用地手续；
- 2、矿山正式投入生产后，应及时并积极进行矿区生态修复工作；
- 3、在窟野河流域西沙街道矿区生态修复工程治理区范围外的邻近区，矿山企业应注意修复标准与其一致。同时，还应注意下组煤开采时，重复采动后的影响修复。

综上，专家组同意《方案》通过审查，陕西秦新绿能科技有限公司按专家组意见修改完善后，由神木县瑶镇乡黄土庙煤矿按程序上报。

专家组长：林社平
2025年11月28日

《神木市瑶镇乡黄土庙煤矿矿区生态环境修复方案
 (矿山地质环境保护与土地复垦责任表
 评审专家责任表)》

姓 名	单 位	职务/职称	专 业	是否同意 评审结论	签 字
林和平	榆林市设计院公司	高工	地质师	同意	林和平
唐永军	西煤科大	研究生	地质学	同意	唐永军
李晓东	陕西致景集团有限公司	正高	地质	同意	李晓东
赵伟	陕西中利水电工程咨询有限公司	正高	地质工程	同意	赵伟
刘金民	陕西省宝鸡峡水电设计院	高工	土地整治	同意	刘金民
高建忠	陕西三生物地质有限公司	高工	地环	同意	高建忠
王振海	陕西地质环境恢复有限公司	高级工程师	探测制图/地质	同意	王振海

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	神木县瑶镇乡黄土庙煤矿		
	法人代表	刘忠孝	联系电话	13309129967
	单位地址	陕西省榆林市		
	矿山名称	神木市瑶镇乡黄土庙煤矿		
	采矿许可证	<input type="checkbox"/> 新申请 <input checked="" type="checkbox"/> 持有 <input type="checkbox"/> 变更 以上情况选择一种并打“√”		
编 制 单 位	单位名称	陕西秦新绿能科技有限公司		
	法人代表	杨丽霞	联系电话	18066531037
	主要编制人	姓名	职责	联系电话
		陈国柱	项目负责人	15353643568
		刘佳坤	地质环境保护	13289661082
		贾小宁	土地复垦	18691569587
		李龙	投资估算	15619495656
员	高飞	图件编制	15891267275	
审 查 申 请	<p>我单位已按要求编制矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案），保证方案中所引数据的真实性，同意按国家相关保密规定对文本进行相应处理后进行公示，承诺按批准后的方案做好矿山地质环境保护与土地复垦工作。</p> <p>请予以审查。</p> <p>联系人：胡铁柱 联系电话：13133519818</p> <p>申请单位（矿山企业）盖章</p>			

目 录

前 言	1
一、任务由来	1
二、编制目的	2
三、编制依据	2
四、方案适用年限	8
五、编制工作概况	8
第一章 矿山基本情况	13
一、矿山简介	13
二、矿区范围及拐点坐标	14
三、矿山开发利用方案概述	15
四、矿山开采历史及现状	31
五、上期《方案》执行情况	36
六、基金使用情况	48
第二章 矿区基础信息	52
一、自然地理	52
二、地质环境背景	60
三、矿区社会经济概况	80
四、矿山地质环境现状与土地利用现状	81
五、矿山及周边其他人类重大工程活动	83
六、矿山及周边矿区生态修复案例分析	91
七、矿山绿色矿山建设	95
八、矿区生态系统定位	95
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估	98
一、矿山地质环境与土地资源调查概述	98
二、矿山地质环境影响评估	101
三、矿山土地损毁预测与评估	133
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围	149
第四章 矿区生态修复可行性分析	159
一、矿山地质环境治理可行性分析	159
二、矿区土地复垦可行性分析	161
三、生态恢复力分析	182
第五章 矿区生态修复工程	185

一、矿区生态修复预防	185
二、不稳定地质体治理	187
三、矿区土地复垦	194
四、含水层破坏修复	213
五、水土环境修复	214
六、矿山地质环境监测	214
七、土地复垦监测和管护	225
第六章 矿区生态修复工作部署	229
一、总体工作部署	229
二、阶段实施计划	229
三、近期年度工作安排	230
第七章 经费估算与进度安排	239
一、经费估算依据	239
二、矿山地质环境治理工程经费估算	241
三、土地复垦工程经费估算	249
四、总费用汇总与年度安排	257
第八章 保障措施与效益分析	263
一、保障措施	263
二、效益分析	267
第九章 结论与建议	269
一、结论	269
二、建议	273
附表:	
1、矿山地质环境现状调查表；	
2、公众参与调查表。	
附件:	
附件 1、采矿权人委托书；	
附件 2、采矿许可证；	
附件 3、《开发利用方案（扩大范围）》审查意见（陕国资矿采审〔2013〕 8 号）；	
附件 4、《机械化改造设计》批复文件（陕发改能煤炭〔2020〕567 号）；	
附件 5、上期《方案》公告文件（陕自然资公告〔2021〕12 号）；	

- 附件 6、土地证（神土字（1997）第 045 号）；
- 附件 7、临时用地手续办理承诺书；
- 附件 8、复垦承诺书；
- 附件 9、矿山企业内审意见；
- 附件 10、黄土庙煤矿编制单位内审意见；
- 附件 11、黄土庙基金余额证明（截至 2025 年 10 月 31 日）；
- 附件 12、黄土庙煤矿基金监管三方协议；
- 附件 13、神木市自然资源局关于黄土庙煤矿适用期机械化改造未生产的情况说明；
- 附件 14、榆林市自然资源局关于神木县黄土庙煤矿矿山地质环境保护与土地复垦工作有关情况说明；
- 附件 15、《关于神木县瑶镇乡黄土庙煤矿机械化改造项目开工备案的通知》（神能局发〔2021〕331 号）；
- 附件 16、陕西省发展和改革委员会《关于神木县瑶镇乡黄土庙煤矿机械化改造项目联合试运转方案备案的通知》（陕发改能煤炭〔2024〕1560 号）；
- 附件 17、黄土庙煤矿 2024 年储量年报专家评审意见；
- 附件 18、2025 年剩余可采储量说明；
- 附件 19、黄土庙煤矿成立矿山地质环境保护与土地复垦领导小组文件；
- 附件 20、黄土庙煤矿近期（2026~2030）开采接续图及工作面坐标；
- 附件 21、关于凉水井煤矿供电线路及部分工业场地位于黄土庙煤矿井田范围内存在安全隐患的告知函；
- 附件 22、黄土庙煤矿采煤沉陷变形人工巡查记录表；
- 附件 23、矸石综合利用协议；
- 附件 24、土壤及水质检测报告；
- 附件 25、复垦责任范围拐点坐标；
- 附件 26、黄土庙煤矿现场踏勘意见表（市县盖章）；
- 附件 27、黄土庙煤矿现场踏勘意见及修改说明；
- 附件 28 黄土庙适用期核查意见
- 附件 29、投资估算书。

附图：

- 附图 1 神木市瑶镇乡黄土庙煤矿矿区地质环境问题现状图（1: 5000）
- 附图 2 神木市瑶镇乡黄土庙煤矿矿区土地利用现状图（1: 5000）
- 附图 2-1 神木市瑶镇乡黄土庙煤矿矿区土地利用现状图（二调）（1: 5000）
- 附图 3 神木市瑶镇乡黄土庙煤矿矿区地质环境问题预测图（1: 5000）
- 附图 4 神木市瑶镇乡黄土庙煤矿矿区土地损毁预测图（1: 5000）
- 附图 5 神木市瑶镇乡黄土庙煤矿矿区土地复垦规划图（1: 5000）
- 附图 6 神木市瑶镇乡黄土庙煤矿矿区地质环境治理工程部署图（1: 5000）
- 附图 7 神木市瑶镇乡黄土庙煤矿矿区土地复垦规划图（近期）（1: 5000）
- 附图 8 神木市瑶镇乡黄土庙煤矿矿区地质环境问题工程部署图（近期）（1: 5000）
- 附图 9 2021-2025 年度神木市瑶镇乡黄土庙煤矿矿区生态修复工程部署图（1: 5000）

前 言

一、任务由来

神木市瑶镇乡黄土庙煤矿（以下简称“黄土庙煤矿”）位于神木市正西方向30km处，行政区划隶属神木市锦界镇。根据2023年2月21日陕西省自然资源厅颁发的采矿许可证（C6100002010021120057019），黄土庙煤矿范围由8个拐点圈定，井田东西宽约0.9km，南北长约1.8km，面积1.5877km²。批准开采3¹（已采完）、4²（已采完）、4³、4⁴、5²煤层，生产规模60万吨/年，开采标高从+1180m至+1050m。有效期限自2023年2月20日至2028年2月20日。

黄土庙煤矿于2012年编制了《陕西省神木县瑶镇乡黄土庙煤矿（扩大范围）矿产资源开发利用方案》并审查通过（以下简称《开发利用方案（扩大范围）》，陕国资矿采审〔2013〕8号，见附件3）。因矿井原有开拓系统、运输系统及采煤方法不能满足安全生产、环保及产业政策的要求，黄土庙煤矿于2019年编制了《神木县瑶镇乡黄土庙煤矿机械化改造设计》并于2020年4月取得批复（以下简称《机械化改造设计》，见附件4，陕发改能煤炭〔2020〕567号）。

2019年7月，黄土庙煤矿委托陕西地矿九〇八环境地质有限公司编制了《神木县瑶镇乡黄土庙煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称上期《方案》）。方案依据《开发利用方案（扩大范围）》和《机械化改造设计》进行编制，并于2021年6月公示（陕自然资公告〔2021〕12号），方案实施基准年为2021年，适用期5年（2021年—2025年）。

2021年9月30日-2024年9月10日为机械化改造建设期（见附件15《关于神木县瑶镇乡黄土庙煤矿机械化改造项目开工备案的通知》，神能局发〔2021〕331号），2024年9月11日-2025年2月28日为联合试运转期（见附件16《陕西省发展和改革委员会关于神木县瑶镇乡黄土庙煤矿机械化改造项目联合试运转方案备案的通知》陕发改能煤炭〔2024〕1560号）。2025年3月开始正式生产。

根据《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编制有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21号文）和《陕西省国土资源厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（陕国资环发〔2016〕11号）的相关要求，黄土庙煤矿上期《方案》适用期（2021年—2025年）即将

到期，黄土庙煤矿委托陕西秦新绿能科技有限公司对上期《方案》进行修编，编制《神木市瑶镇乡黄土庙煤矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》。

二、编制目的

1、为促进矿区生态文明建设，规范煤炭开采，避免资源浪费、促进煤炭工业健康发展，有效解决煤炭开发过程中的矿山地质环境破坏及土地损毁，保护和改善区域生活环境和生态环境，积极贯彻《土地复垦条例》及《矿山地质环境保护规定》。

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

3、通过预测煤矿开采对当地生态环境造成的不良影响，合理规划设计，制定针对性的治理措施，最大限度减少煤矿开采对矿山地质环境的影响，节约集约利用土地资源。

4、为自然资源主管部门监督管理矿山企业矿区生态修复工作落实情况提供依据。

5、通过设置合理有效的矿区生态修复治理工程，建设绿色矿山。

6、为矿山实施矿区生态修复治理工程提供指导作用。

三、编制依据

（一）委托书

关于编制《神木市瑶镇乡黄土庙煤矿矿区生态修复方案》的委托书，2025年4月。

（二）法律法规及制度

1、《中华人民共和国矿产资源法》（全国人大常委会，2024年11月8日修订）；

2、《中华人民共和国环境保护法》（全国人大常委会，2014年4月24日修订）；

3、《中华人民共和国环境影响评价法》（全国人大常委会，2002年通过，2018年12月29日修正）；

- 4、《中华人民共和国土地管理法》（全国人大常委会，2019年8月26日修正）；
- 5、《中华人民共和国农业法》（全国人大常委会，2012年12月28日修正）；
- 6、《中华人民共和国黄河保护法》（全国人大常委会，2022年10月30日通过，2023年4月1日起施行）；
- 7、《中华人民共和国土地管理法实施条例》（国务院令第743号，2021年7月2日修订）；
- 8、《永久基本农田保护红线管理办法》（自然资源部 农业农村部 第17号令，2025年10月1日施行）；
- 9、《地质灾害防治条例》（国务院令第394号，2004年3月1日）；
- 10、《土地复垦条例》（国务院令第592号，2011年5月3日）；
- 11、《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，2019年7月16日修正）；
- 12、《矿山地质环境保护规定》（自然资源部令第5号，2019年7月24日实施）；
- 13、《地质灾害防治单位资质管理办法》（自然资源部令第8号，2022年11月11日）；
- 14、《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11月29日）；
- 15、《陕西省地质灾害防治条例》（陕西省人大常委会，2018年1月1日实施，2019年7月31日修正）；
- 16、《陕西省矿产资源管理条例》（陕西省人大常委会，2020年6月11日修正）。

（三）政策性文件

- 1、《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国资规〔2016〕21号，2017年1月3日）；
- 2、《陕西省国土资源厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（陕国土资环发〔2017〕11号，2017年2月20日）；
- 3、《关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见》（国资发〔2016〕63号）；

- 4、《关于加快建设绿色矿山的实施意见》（自然资规〔2024〕1号，2024年4月16日）；
- 5、《关于持续推进绿色矿山建设的通知》（陕自然资规〔2024〕1740号，2024年12月27日）；
- 6、《自然资源部 农业农村部关于加强和改进永久基本农田保护工作的通知》（自然资规〔2019〕1号）；
- 7、《关于探索利用市场化方式推进矿山生态修复的意见》（自然资规〔2019〕6号）；
- 8、《自然资源部关于进一步加强生产矿山生态修复监管工作的通知》（2024年12月）；
- 9、《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）；
- 10、陕西省自然资源厅 陕西省财政厅 陕西省环境保护厅 陕西省林业局关于印发《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》的通知（陕自然资规〔2024〕1757号，2024年12月31日）；
- 11、陕西省自然资源厅关于印发《陕西省矿山地质环境治理恢复技术要求预验收办法》的通知（陕自然资发〔2019〕5号，2019年12月30日）；
- 12、关于印发《陕西省矿山地质环境综合调查技术要求（试行）》的通知（陕自然资修复发〔2020〕24号）；
- 13、《自然资源部关于做好采矿用地保障的通知》（自然资发〔2022〕202号）；
- 14、《关于进一步做好全省矿山生态修复监管工作的通知》（陕自然资修复发〔2021〕29号）；
- 15、陕西省自然资源厅关于贯彻实施《陕西省实施<中华人民共和国土地管理法>办法》的通知（陕自然资法发〔2022〕16号）；
- 16、《陕西省矿山地质环境综合调查技术要求（试行）》（陕自然资修复发〔2020〕24号）；
- 17、《榆林市绿化委员会榆林市林业和草原局关于印发2025年度生态修复工程苗木指导价格的通知》（榆绿委发〔2024〕6号）。

（四）技术规范与标准

- 1、《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43934-2024）；
- 2、《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）；
- 3、《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》（GB/T 42362-2023）；
- 4、《采矿沉陷区生态修复技术规程》（GB/T 42251-2022）；
- 5、《造林技术规程》（GB/T 15776-2023）；
- 6、《土地利用现状分类》（GB/T 21010—2017）；
- 7、《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；
- 8、《地下水质量标准》（GB/T 14848—2017）；
- 9、《地表水环境质量标准》（GB 3838—2002）；
- 10、《工程岩体分级标准》（GB 50218—2014）；
- 11、《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB 12719-2021）；
- 12、《煤矿采空区岩土工程勘察规范》（GB 51044-2014）；
- 13、《造林技术规程》（GB/T 15776-2023）；
- 14、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）；
- 15、《矿山地质环境治理恢复与验收规范》（DB 61/T1455-2021）；
- 16、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；
- 17、《煤矿行业绿色矿山建设规范》（DZ/T 0315-2018，自然资源部，2018年10月1日实施）；
- 18、《矿区地下水监测规范》（DZT 0388-2021）；
- 19、《矿山生态修复工程实施方案编制导则》（TD/T 1093-2024）；
- 20、《矿山生态修复工程验收规范》（TD/T 1092-2024）；
- 21、《矿山生态修复技术规范 第1部分：通则》（TD/T 1070.1-2022）；
- 22、《矿山生态修复技术规范 第2部分：煤炭矿山》（TD/T 1070.2-2022）；
- 23、《国土空间生态保护修复工程实施方案编制规程》（TD/T 1068-2022）；
- 24、《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》（TD/T 1031.1-2011）；
- 25、《土地复垦方案编制规程第3部分：井工煤矿》（TD/T 1031.3-2011）；
- 26、《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T 1044-2014）；
- 27、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；
- 28、《矿山土地复垦基础信息调查规程》（TD/T 1049-2016）；

- 29、《土壤环境监测技术标准》（HJ/T 166-2004）；
- 30、《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》，2017年版；
- 31、《人工草地建设技术规程》（NY/T 1342-2007）；
- 32、《陕西省矿山生态监测规范》（DB 61T 1741-2023）；
- 33、《煤矿地下水监测规范》（DB61/T 1247-2019）；
- 34、《造林技术规范》（DB61/T142-2021）；
- 35、《陕西省行业用水定额》（DB61/T943-2020）；
- 36、《矿山地质环境治理恢复技术与验收规范》（DB61T 1455-2021）；
- 37、《土地开发整理项目预算定额标准》（财综〔2011〕128号，2011年12月31日）；
- 38、《地质调查项目预算标准（2021年）》（自然资源部中国地质调查局，2021年7月）；
- 39、《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〕39号）；
- 40、《工程勘察设计收费标准》（中设协字〔2022〕52号，2022年版）；
- 41、《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》《陕西省水利建筑工程概算定额》（2024年修正）（陕水规计发〔2024〕107号）。

（五）相关规划

- 1、《榆林市地质灾害防治“十四五”规划（2021~2025）》（榆林市自然资源和规划局，2021年12月）；
- 2、《榆林市地质灾害风险大核查》（榆林市自然资源和规划局，2022年8月）；
- 3、《神木市国土空间总体规划（2021-2035）》（神木市自然资源与规划局，2023年3月14日）；
- 4、《神木市国土空间生态修复规划（2021-2035）》（神木市自然资源与规划局，2022年10月25日）；
- 5、《陕西省神木市地质灾害详查报告》（陕西省地质调查院，2016年2月）；
- 6、《神木市地质灾害风险调查评价报告》（陕西科睿斯达环境科技有限公司，2021年12月）；

- 7、《神木市“十四五”地质灾害防治规划（2021~2025年）》（神木市自然资源和规划局，2022年7月）；
- 8、神木市年度国土变更调查数据（2024年12月）；
- 9、神木市耕地和永久基本农田更新成果；
- 10、矿区范围内2009年土地利用调查数据，神木市自然资源局，2009年。

（六）技术资料

- 1、《陕西省神木县瑶镇乡黄土庙煤矿（扩大范围）资源储量核实报告》（榆林市荣岩地质勘探有限公司，2012年10月）；
- 2、《神木县瑶镇乡黄土庙煤矿（扩大范围）矿产资源开发利用方案》（榆林市榆神煤炭建筑设计有限公司编制，陕国资矿采审〔2013〕8号，2013年2月）；
- 3、《陕西省神木县瑶镇乡黄土庙煤矿矿井水文地质类型划分报告》（榆林市金东汇鑫地质勘查有限公司，2018年7月）；
- 4、《神木县瑶镇乡黄土庙煤矿机械化改造设计》（榆林市榆神煤炭建筑设计有限公司，陕发改能煤炭〔2020〕567号，2020年4月）；
- 5、《神木县瑶镇乡黄土庙煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（陕西地矿九〇八环境地质有限公司，2021年6月）；
- 6、《神木县瑶镇乡黄土庙煤矿机械化改造项目（0.60Mt/a）环境影响报告书》（陕西省现代建筑设计研究院，2021年7月）；
- 7、榆林市生态环境局神木分局关于神木县瑶镇乡黄土庙煤矿机械化改造项目(0.60Mt/a)环境影响报告书的批复（神环发〔2021〕269号）；
- 8、《神木县瑶镇乡黄土庙煤矿机械化改造及选煤厂设计项目水土保持方案报告书》（榆林森泽水利工程设计有限责任公司，2021年8月）；
- 9、《神木县瑶镇乡黄土庙煤矿建矿地质报告》（陕西省一八六煤田地质有限公司，2023年7月）；
- 10、《神木县瑶镇乡黄土庙煤矿2024年储量年度报告》（陕西省一八六煤田地质有限公司，2025年1月）；
- 11、《神木县瑶镇乡黄土庙煤矿2025年开采量》（神木县瑶镇乡黄土庙煤矿，2025年10月）；
- 12、开采接续图（2026年-2030年）及坐标表；

- 13、井上下对照图（2025年9月）；
- 14、采矿许可证；
- 15、《关于黄土庙村黄土庙煤矿用地的批复》（神土字〔1997〕第045号）；
- 15、《神木市瑶镇乡黄土庙煤矿矿区生态修复方案委托书》（2025年4月）；
- 16、《神木县瑶镇乡黄土庙煤矿HTM01号地下水监测井成井报告》（陕西地矿九0八环境地质有限公司，2021年10月）；
- 17、矿山生产涉及的其他资料。

四、方案适用年限

根据《神木县瑶镇乡黄土庙煤矿2024年储量年度报告》，截至2024年12月，保有储量 万吨，依据开发利用方案，矿井回采率为 ，剩余可采储量 万吨。生产能力 ，储量备用系数取1.3，矿井剩余服务年限9.93年（取10年）。

截至2025年12月，矿井剩余服务年限9年，基本稳沉及治理时间取1年、管护期取6年，矿区生态修复方案服务年限=生产期+基本稳沉时间+管护期。综合确定本方案的服务年限为16年（ $9+1+6=16$ 年），其中近期五年（2026年—2030年），中期4年（2031年—2034年），远期7年（2035年—2041年）。方案到期后，应重新编制《神木市瑶镇乡黄土庙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）》。方案基准期以省自然资源厅公告下发之日起算。

矿山企业扩大开采规模、变更矿区范围或开采方式的，应当重新编制或修订矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）。

五、编制工作概况

（一）工作程序

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

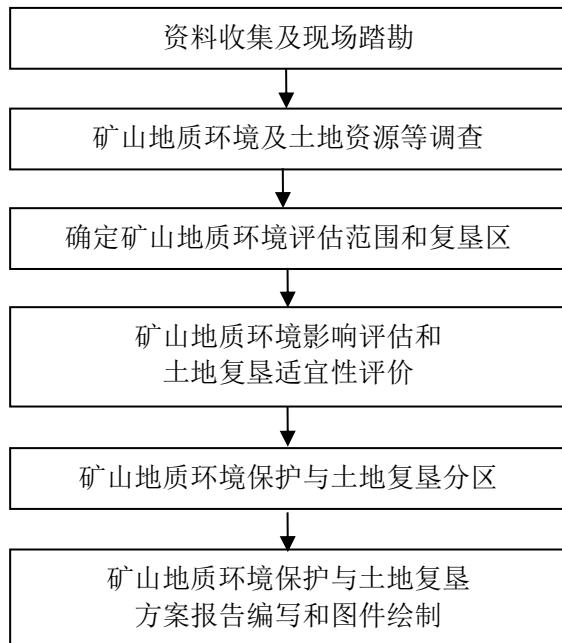


图 0.5-1 工作程序框图

(二) 工作方法

根据建设工程的特点，本次工作主要采用收集已有资料、现场踏勘、室内分析计算综合进行的工作方法。

1、资料整理

收集了《神木县瑶镇乡黄土庙煤矿（扩大范围）矿产资源开发利用方案》、《神木县瑶镇乡黄土庙煤矿矿山地质环境治理与土地复垦方案》、《神木县瑶镇乡黄土庙煤矿建矿地质报告》、《神木市地质灾害风险调查评价》、《神木县瑶镇乡黄土庙煤矿 2024 年储量年度报告》、永久基本农田数据、年度国土变更调查数据、井上下对照图、开采接续图等文件，以及区域社会经济、自然地理、气象、水文、土壤、植被、工程地质、水文地质等资料，梳理了煤矿的基本情况，分析了区域社会经济发展及生态环境条件。经综合分析，确定了现场调查范围、调查内容、调查重点、调查方法和调查线路。

2、野外调查

本次调查中采取现场观察与访问相结合，以 1:10000 地形地质图、年度国土变更调查数据为手图，点、线、面相结合；加强地质观察和矿山工程分析，并记好了调查卡片、摄像，把调查主要内容展示在手图上，调查内容主要有：

- (1) 矿山地面设施占地范围及用地手续办理情况；
- (2) 地质环境问题的分布及发育状况、煤矿开采已损毁土地情况；

- (3) 针对不同土壤和土地利用类型，开挖土壤剖面，采集土壤样本；
- (4) 矿区范围内植被分布及林灌草的优势群落；
- (5) 矿区范围内农业种植及牧业养殖情况；
- (6) 矿区范围内人类工程活动情况；
- (7) 矿区范围内村庄分布及各村人口，以及村民生活条件；
- (8) 矿区范围内的水利工程分布及灌溉设施；
- (9) 依据土地利用现状数据库，调查复核矿区范围内土地权属；
- (10) 原《神木县瑶镇乡黄土庙煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》实施情况；
- (11) 问卷调查。

3、室内分析计算

- (1) 分析和评估矿山地质环境问题现状，划定矿山地质环境现状分区；
- (2) 根据开采方式、煤层埋藏条件确定相关参数，计算塌陷地值，绘制地面沉陷等值线图；
- (3) 预测煤矿开采引发的地质环境问题；
- (4) 结合土地利用现状，划分土地损毁程度分区，计算不同煤层、不同时段各地类损毁面积；
- (5) 确定复垦区及复垦责任范围面积，以及各单元拐点坐标；
- (6) 进行矿山地质环境治理可行性分析和土地复垦修复适宜性评价；
- (7) 针对矿山地质环境问题提出治理措施；
- (8) 结合当地土壤条件提出土地复垦质量要求；
- (9) 对矿区生态修复工程进行典型设计；
- (10) 计算工程量，估算工程费用；
- (11) 制定适用期年度实施计划，提出治理费用。

4、方案编制

- (1) 编写《神木市瑶镇乡黄土庙煤矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》。
- (2) 编制了黄土庙煤矿矿山地质环境问题现状图、黄土庙煤矿矿区土地利用现状图、黄土庙煤矿矿山地质环境问题预测图、黄土庙煤矿矿区土地损毁预测图、黄土庙煤矿矿区土地复垦规划图、黄土庙煤矿矿山地质环境治理工程部署图，

黄土庙煤矿上期《方案》已治理工程汇总图，以图件形式反映各类不稳定地质体的分布、土地利用、损毁情况以及矿山地质环境的相互关系，并针对矿山开采引起的矿山地质环境问题提出生态修复防治工程部署方案。

5、完成工作量

我公司接受任务后，即组织人员开展工作，2025年4月7日~4月12日搜集资料，编写工作计划；并在2025年4月14日~4月18日进行野外调查。（见表0.5-1、表0.5-2）。

本项目投入的技术人员共计5名，其中项目负责人1人，技术人员3人，制图1人，主要人员均具有多年参与矿区生态修复方案编制工作的经验，满足工作要求。

表0.5-1 收集资料表

工作内容		单位	完成工作量	备注
资料收集	气象	份	1	1995-2024年
	地质	份	3	地形地质图、水文地质图
	土地资源	份	3	2024年度国土变更调查数据、永久基本农田数据，国有土地使用证等用地手续批复文件
	报告	份	11	详见上文编制依据。

表0.5-2 完成工作量一览表

序号	名称	单位	工程量	备注
1	调查面积	km ²	2.5021	在评估区的基础上外延50m。
2	评估面积	km ²	2.1853	以矿区范围为基础，外扩100m，局部调整。
3	调查线路	km	17	沿线路调查，重点区域采用穿插法调查。
4	确定复垦责任面积	hm ²	134.51	压占损毁、沉陷损毁
5	地质环境点	个	15	包括地层岩性、地质构造、地貌类型、含水层、水土环境、人类工程活动。
	地形地貌点	个	5	
	矿山不稳定地质体点	个	5	复核神木市在册地质灾害点数据库，评估区内无在册灾点。
	含水层调查点	个	3	地下水监测井、民井
	水土环境点	个	4	民井、工业场地水源井等
	人类工程活动调查	个	16	井田周边采矿活动、村庄村镇建设、铁路建设、公路建设、农业生产活动、输电线路等。

序号	名称	单位	工程量	备注
	土地利用现状调查点	个	7	评估区内所有二级地类。
	矿山地面工程调查点 (压占损毁土地)	个	9	工业场地、进场道路
	土壤剖面调查	个	3	旱地、林地、草地。
6	拍摄数码照片	张	156	所有调查点配套照片。
7	无人机拍照	张	30	工业场地、输电线路、道路、典型地貌等。
8	无人机录像	min	15	井田周边采矿活动、村庄村镇建设、铁路建设、公路建设、农业生产活动、输电线路等、典型地貌、土地。
9	发放公共调查表	张	40	收回 40 张。

（三）工作质量评述

首先成立了方案编制组，设立了项目总工，加强技术指导；成立了质量管理小组，全过程进行质量检查；建立了三级检查验收制度，层层把关，严格内审。

项目实施过程中，建立健全项目工作质量和三级检查验收制度，严格执行质量检查制度：野外原始资料、中间性成果必须做到自检、互检、组长检查 100%，项目负责人抽查资料不少于 50%，公司抽查资料不低于 10%，对综合成果和图件要 100% 进行审查，发现问题及时解决，并形成文字记录和质量检查卡。

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

（四）承诺

矿山企业：我公司（神木县瑶镇乡黄土庙煤矿）委托陕西秦新绿能科技有限公司开展《神木市瑶镇乡黄土庙煤矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》编制工作，提供了《开发利用方案（扩大范围）》等相关资料及数据，我公司承诺对方案编制所提供的资料及数据的真实性、科学性负责。

编制单位：我公司（陕西秦新绿能科技有限公司）收集的资料及数据主要来源于矿山企业，野外调查数据及资料来自项目组实地外业调查。我公司（陕西秦新绿能科技有限公司）承诺对本方案中相关数据的真实性、科学性及结论的可靠性负责。

第一章 矿山基本情况

一、矿山简介

（一）矿山基本情况

采矿权人：神木县瑶镇乡黄土庙煤矿

矿山名称：神木市瑶镇乡黄土庙煤矿

企业性质：私营独资企业

开采方式：地下开采

生产规模：0.6Mt/a

井田范围：1.5877km²

开采标高：1180m～1050m

（二）地理位置与交通

1、矿区位置

黄土庙煤矿位于陕西省神木市城西约30km处，行政区划隶属神木市锦界镇管辖。地理坐标为：东经： 北纬：

2、矿区交通

神（木）～延（安）铁路及榆（林）～神（木）公路从矿区外东南部通过，矿区距神（木）～延（安）铁路锦界火车站约8km，矿区有新修沥青公路与矿区南部平行侧通过的G1812（沧榆高速榆神段）、S204省道相接，南经榆林、延安可达西安，北可达东胜、包头；东经府谷县可达山西，交通状况良好、交通运输条件便利，矿区位置见图1.1-1。



图 1.1-1 黄土庙煤矿交通位置图

二、矿区范围及拐点坐标

根据 2023 年 2 月 21 日陕西省国土资源厅颁发的采矿许可证（证号：），矿区范围由 8 个拐点圈定，面积 1.5877km²；开采标高从+1180m~+1050m（见表 1.2-1）。

表 1.2-1 黄土庙煤矿拐点坐标一览表

序号	X (m)	Y (m)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

注：2000 国家大地坐标系开采标高：+1180m~+1050m

黄土庙煤矿西部、北部与锦界井田相邻，东部与凉水井井田相邻，南部隔着沧榆高速为香水河煤矿。与周边采矿权无重叠，黄土庙煤矿范围内无其他采矿权、

探矿权设置（见图 1.2-1）。

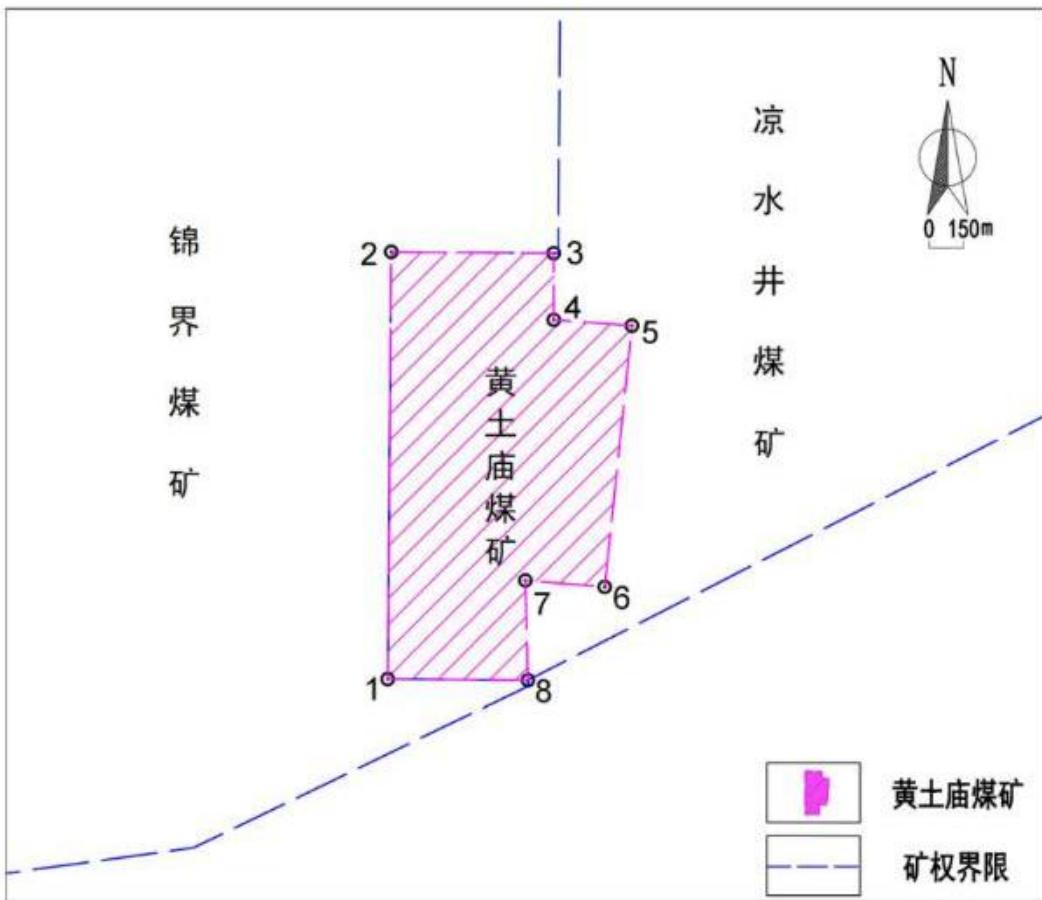


图 1.2-1 周边矿权分布示意图

三、矿山开发利用方案概述

神木县瑶镇乡黄土庙煤矿于 2012 年委托榆林市榆神煤炭建筑设计有限公司编制了《陕西省神木县瑶镇乡黄土庙煤矿（扩大范围）矿产资源开发利用方案》（陕国土资矿采审〔2013〕8 号），又因矿井原有开拓系统、运输系统及采煤方法不能满足安全生产、环保及产业政策的要求，煤矿于 2019 年委托榆林市榆神煤炭建筑设计有限公司编制了《神木县瑶镇乡黄土庙煤矿机械化改造设计》（陕发展能煤炭〔2020〕567 号），本方案根据《开发利用方案（扩大范围）》和《机械化改造设计》及矿井现状对矿山开发利用情况进行概述。

（一）建设规模及服务年限

根据《神木县瑶镇乡黄土庙煤矿 2024 年储量年度报告》，截至 2024 年 12 月，保有储量 万吨，依据开发利用方案，矿井回采率 ，剩余可采储量 万吨。生产能 ，储量备用系数取 1.3，矿井剩余服务年限

年（取 10 年）。截至 2025 年 12 月，矿井剩余服务年限 9 年。

（二）地面建设工程布局

黄土庙煤矿地面配套设施主要为工业场地、进场道路。截至目前，矿山地面设施已建成，地面工程总平面布置（见表 1.3-1、见图 1.3-1）。

工业场地已经取得永久性建设用地批复（神土字〔1997〕第 045 号），矿山承诺临时用地将尽快与自然资源局对接办理相关手续（见附件 7）。地面工程永久性建设用地及临时用地分布见图 1.3-2。

表 1.3-1 地面工程占地情况表

序号	项目	单位	占地面积				合计	权属	备注			
			永久性建设用地		临时用地							
			矿区 内	矿区 外	矿区 内	矿区 外						
1	工业 场地	hm ²	4.85	0.15	4.83	0.06	9.89	黄土 庙村、黄 土庙煤矿	神土字〔1997〕第 045 号，包含材料库及材 料库道路面积			
2	进场 道路	hm ²			0.04	0.12	0.16	黄土 庙村	自建道路			
合计			4.85	0.15	4.87	0.18	10.05					

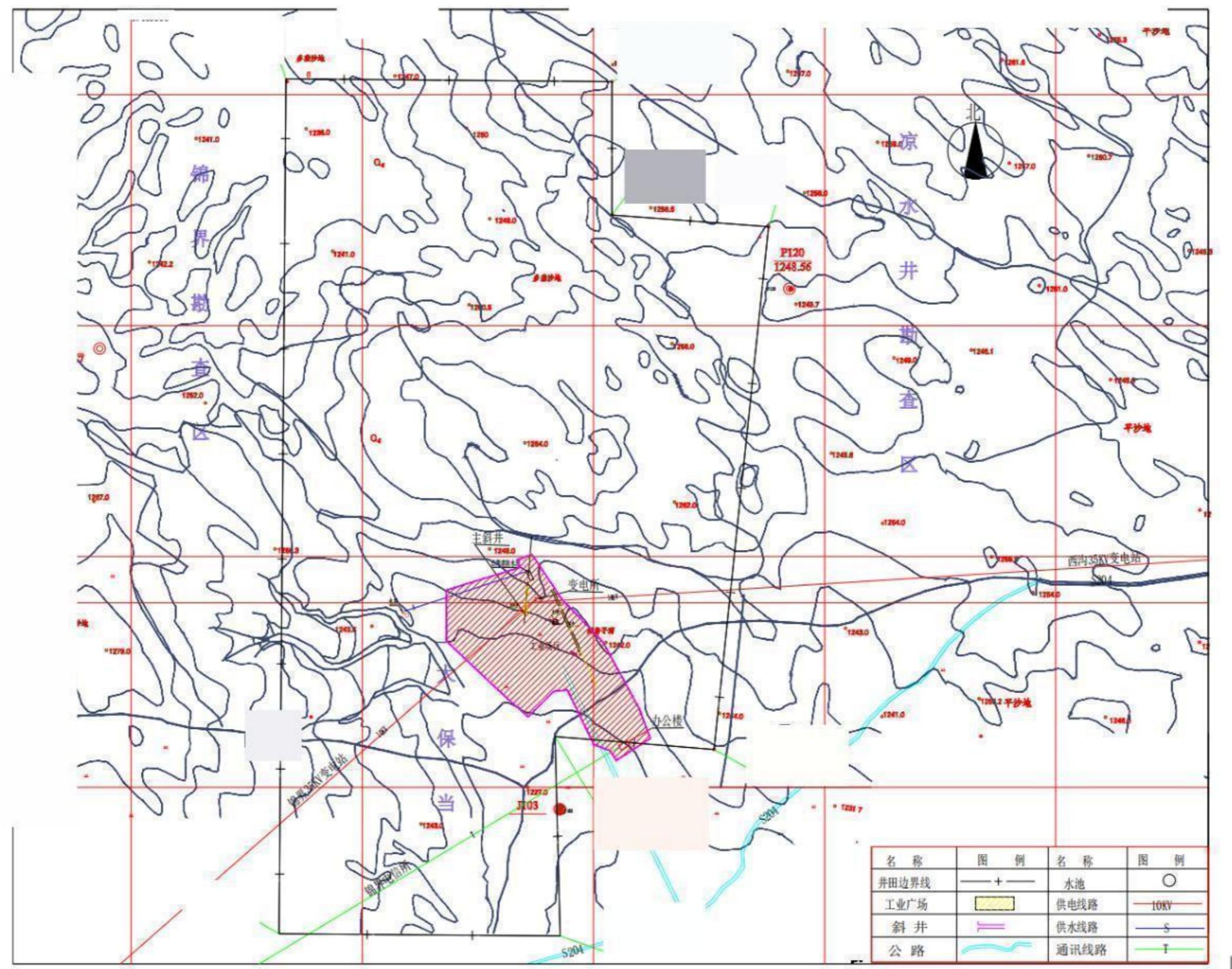


图 1.3-1 黄土庙矿区总平面布置图

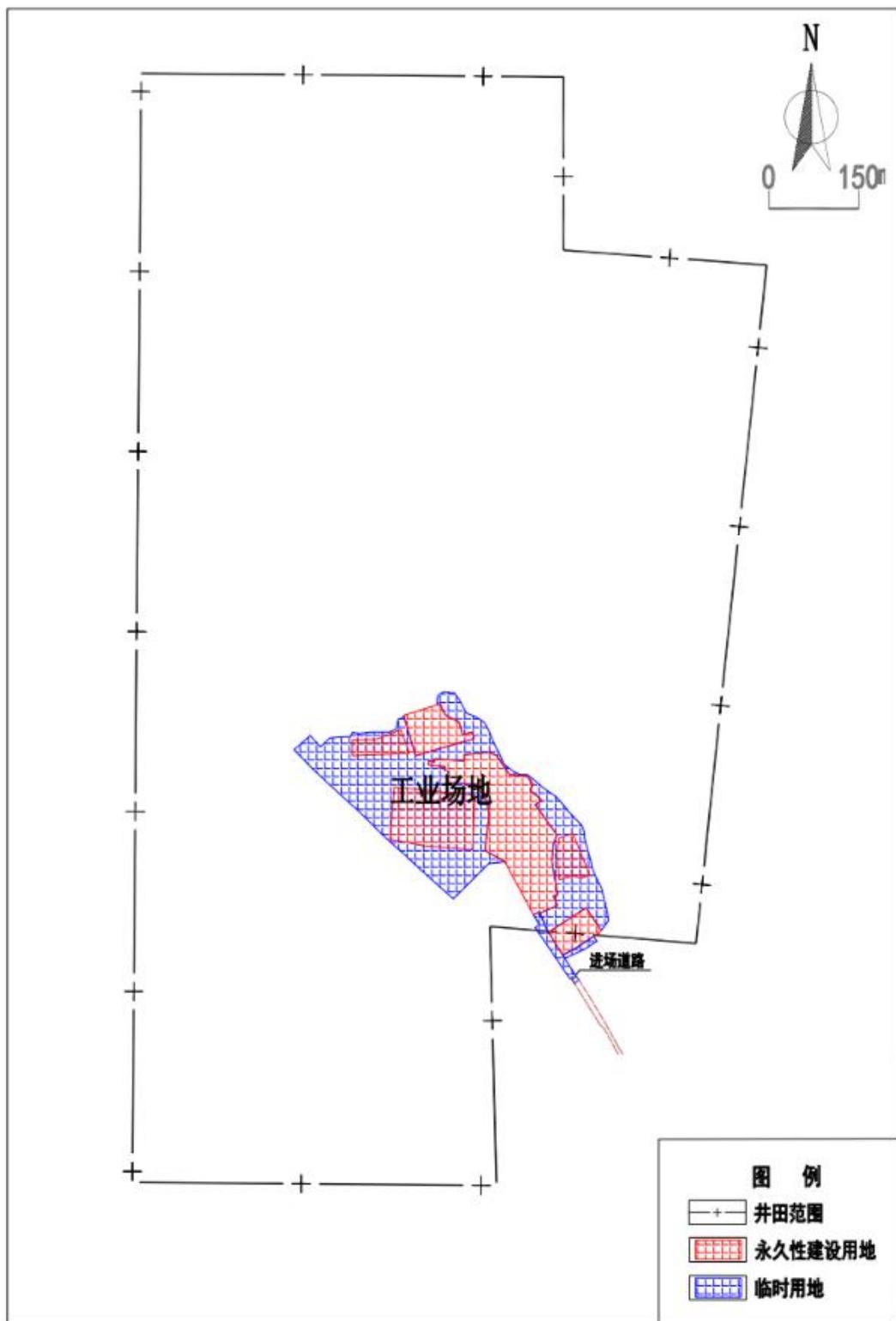


图 1.3-2 用地性质分布图

1、工业场地

本矿井工业场地位于井田东南，占地面积为 9.89hm^2 。划分为生产区、辅助生产区、行政福利区、生活福利区、风井场地、材料库及道路六个功能区，工业

场地 2014 年建成，建筑物结构多为框架结构和砖混结构。工业场地平面布置见图 1.3-3，照片 1.3-1~1.3-6。

（1）生产区

位于场地的中西部，该区从主斜井向南布置有筛选、洗煤、储运、销售设施。主井周围布置有空气加热室、空压站等。

（2）辅助生产区

位于场地的中东部，由新建的副斜井、浴室灯房及任务交代室、综采设备中转库及机修车间和既有无轨胶轮车库、材料库棚和消防材料库及油脂库等组成。

（3）生活福利区

位于场区北部，主斜井北侧。该区完全利用现有设施，主要布置有职工宿舍、变电所、锅炉房、净水车间日用水池泵房、调节沉淀间、污水处理车间等设施。

（4）行政福利区

位于场地东南部，其内布置有矿办公楼、销售部、门卫室、磅房等。

（5）风井场地

位于场地的中部，其内布置有改造后回风立井，通风机房及专用配电室等设施。

（6）材料库（原炸药库）及道路

材料库及道路位于工业场地西北角，占地面积为 0.16hm²，包含在工业场地内，由原炸药库改造而来，用地性质为临时用地。现状见照片 1.3-6。

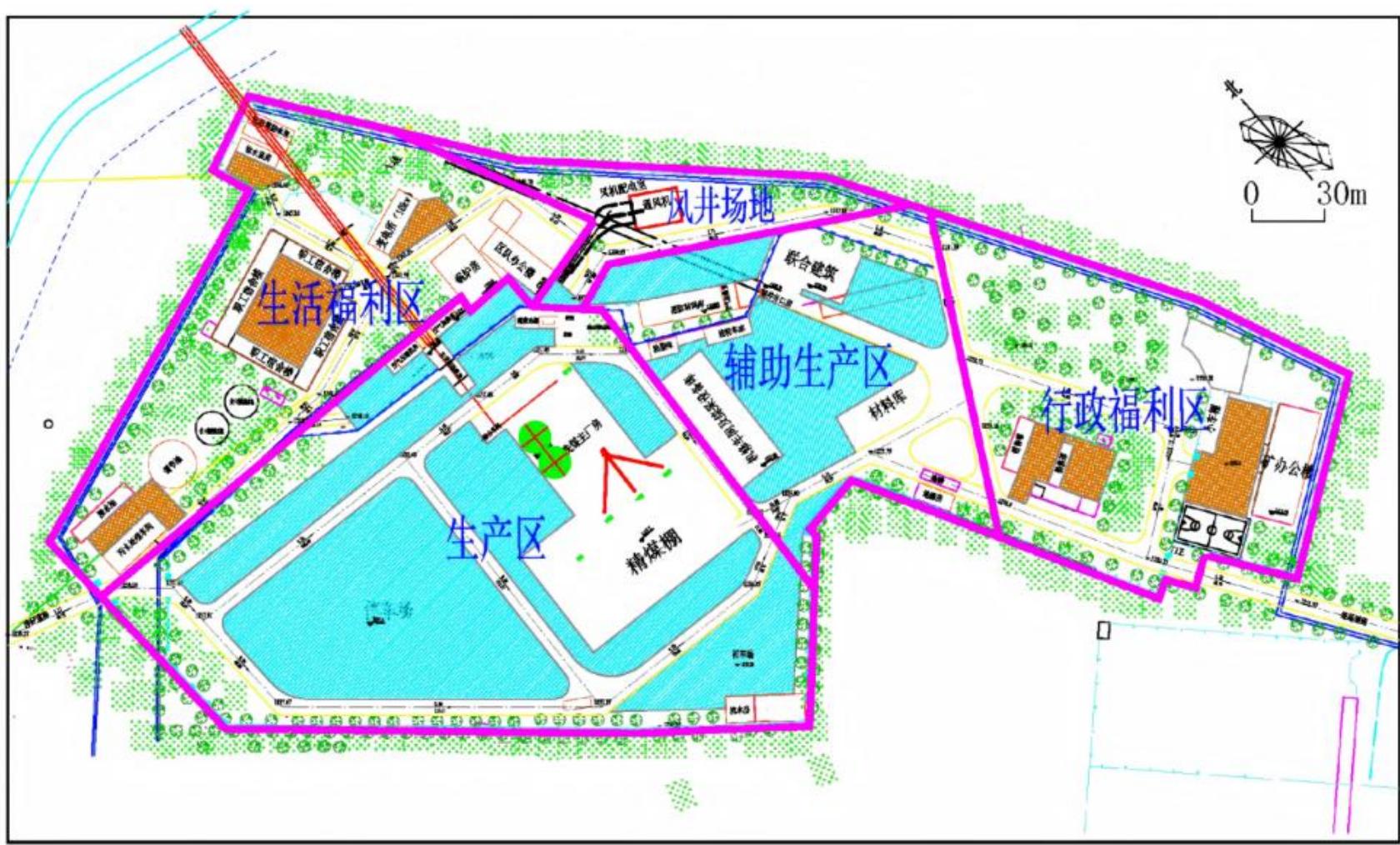
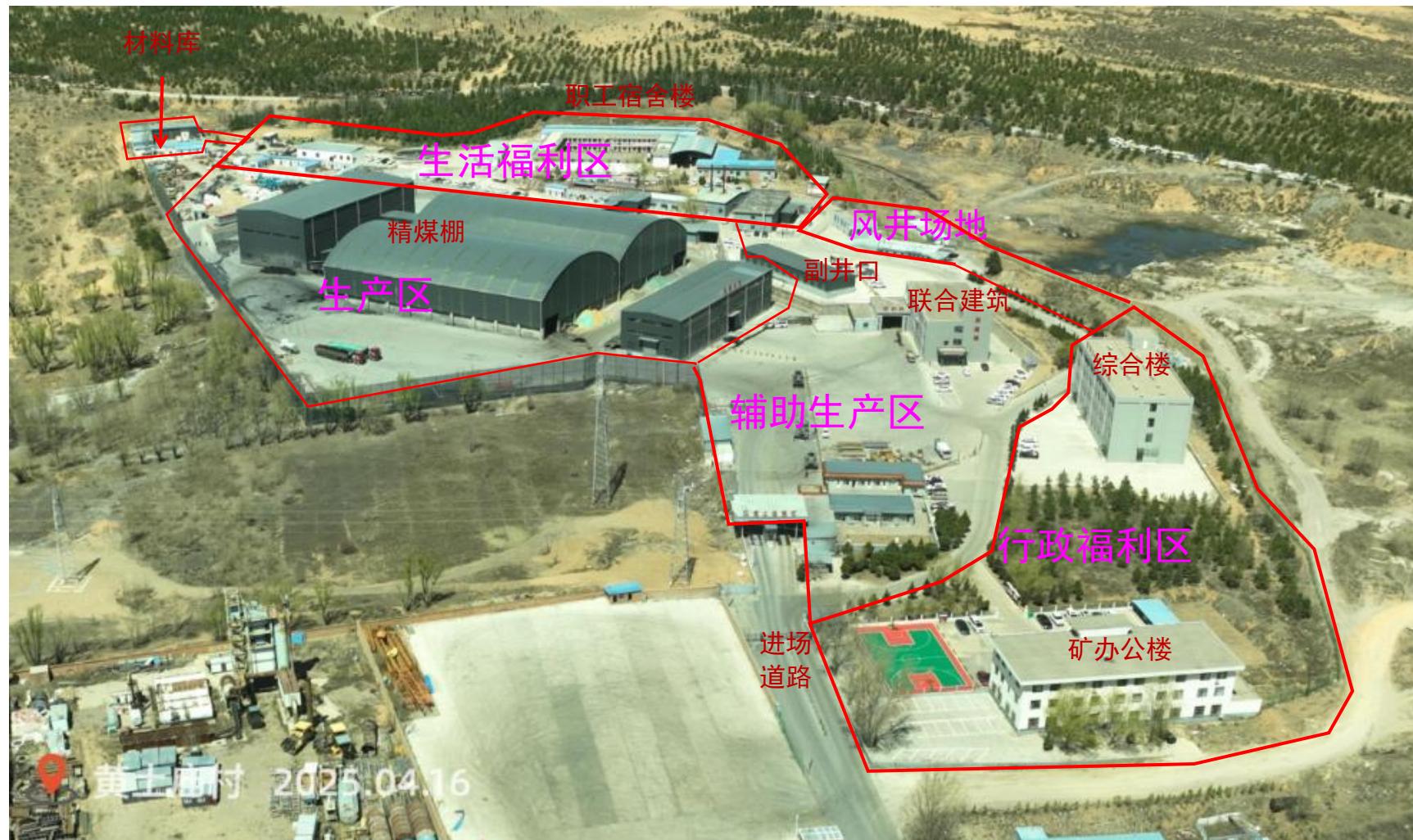


图 1.3-3 工业场地平面布置图



照片 1.3-1 工业场地全景图



照片 1.3-2 行政福利区（矿办楼）



照片 1.3-3 风井场地



照片 1.3-4 生活福利区（职工宿舍）



照片 1.3-5 生产区（储煤场）



照片 1.3-6 材料库及道路

2、进场道路

进场道路宽 12.0m，路面结构采用 25cm 厚混凝土，道路长度 132m，进场道路为建矿时（1995 年）煤矿出资修建，后在原进场道路基础上扩建，原道路宽 4.3m，扩建部分占地类型为采矿用地。道路南部与省道 S204 相接，道路北部为断头路，仅通往黄土庙工业场地。（见照片 1.3-7、1.3-8）。



照片 1.3-7 进场道路北部



照片 1.3-8 进场道路

3、水源

矿井生产、生活主要为矿井疏干水经水处理站处理后回用，符合矿井水回用要求；同时，另一部分取自工业场地水源井。铺设专用管路连接各用水点及地面供水设施，专用管线采用地埋式管路。

4、电源

根据矿井与供电部门签订的供电合同，矿井现有的一回路电源引自锦界 110kV 变电所，一回路电源引自西沟 35kV 变电所不同母线，线路全长 2.5km 和 4.0km，从而形成矿井的双回路电源。

（三）矿山资源储量

根据《神木县瑶镇乡黄土庙煤矿 2024 年储量年度报告》，截至 2024 年 12 月，保有储量 万吨，依据开发利用方案，矿井回采率为 65%，剩余可采储量 万吨。

（四）煤柱留设

（1）井田境界煤柱

煤矿水文地质类型划分为中等型，井田境界煤柱按 40m 留设，设计在黄土庙煤矿境界一侧留设 20m 宽的井田境界煤柱。

（2）工业场地与井筒保护煤柱

黄土庙煤矿目前共有 1 处场地和 3 条井筒，各井筒均位于工业场地内。井田煤层开采煤柱留设按松散层移动角取 45°、松散层厚度 25m，岩层移动角取 71°、岩层厚度 70m 进行设计。4⁻³、4⁻⁴、5⁻² 煤层工业场地保安煤柱分别留设 75m、80m、90m。

（3）大巷保护煤柱

煤矿主要大巷均位于煤层中，便于后期大巷煤柱回收，考虑充足的大巷保护距离，大巷之间及两侧保护煤柱留设 30m。

（四）井下开拓部署

1、井筒设置

矿井现有 3 条井筒，采用“两斜一立”（主斜井、副斜井、回风立井）综合开拓。主斜井落煤后布置一段煤门，再向北平行布置三条大巷至井田北部边界，然后沿井田北部边界布置。中央东西向“工”字形布置一组大巷，分别为盘区带式输送机大巷、盘区辅助运输大巷和盘区回风大巷。

2、水平划分

矿井共划分三个主水平和两个辅助水平开采，其中一水平布置在 3⁻¹ 煤层（已采完），水平标高+1171.0m；二水平布置在 4⁻² 煤层（已采完），水平标高+1132.0m；三水平布置在 5⁻² 煤中，水平标高+1062.0m。4⁻³ 煤层和 4⁻⁴ 煤层分别设为三水平的辅助水平，分别为 4⁻³ 煤层辅助一水平，水平标高+1104m，4⁻⁴ 煤层辅助二水平，水平标高+1090m。适用期内（2026 年—2030 年）开采辅助一水平 4⁻³ 煤层和辅助二水平 4⁻⁴ 煤。

3、采煤方法

煤矿采用长壁式采煤方法，一次采全高综采工艺开采，全部垮落法管理顶板。

4、盘区划分与接替

盘区划分：煤矿划分为 431、441 及 521 三个盘区。三个盘区共布置 17 工作面。

盘区开采接续：431 盘区（4⁻³ 煤层）→441 盘区（4⁻⁴ 煤层）→521 盘区（5⁻² 煤层），开采盘区大巷单翼接续开采，工作面内采用后退式开采（见表 1.3-2）。

表 1.3-2 盘区生产接续计划表

煤层 编号	工 业 储 量 (Mt)	设计可 采储量 (Mt)	服务 年 限 (a)	接 续 计 划 (a)									
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4 ³ 煤层		2.29				2.29							
4 ⁴ 煤层		2.01					2.01						
5 ² 煤层		4.39						4.39					
合 计		8.69								8.69			

适用期（2026 年-2030 年）开采工作面接替：43109 工作面→43107 工作面→43105 工作面→44101 工作面→44102 工作面→44103 工作面→44104 工作面→44105 工作面，见表 1.3-3、表 1.3-4、图 1.3-4。

表 1.3-3 适用期开采工作面参数表

年度	开采煤层	工作面	平均采高	工作面长度 (m)
2026 年	4 ³ 煤	43109、43107	1.28	150
2027 年	4 ³ 煤	43107、43105	1.28	150
2028 年	4 ⁴ 煤	44101、44102	1.12	150
2029 年	4 ⁴ 煤	44102、44103	1.12	150
2030 年	4 ⁴ 煤	44103、44104、44105	1.12	150

表 1.3-4 方案适用期（2026 年—2030 年）工作面接续计划表



5、开拓方式

黄土庙煤矿采用斜井多水平开拓方式。开拓方式见图 1.3-5～图 1.3-8。



图 1.3-4 适用期开采计划图（4³ 煤层、4⁴ 煤层）

图 1.3-5 4³ 煤层开拓方式图

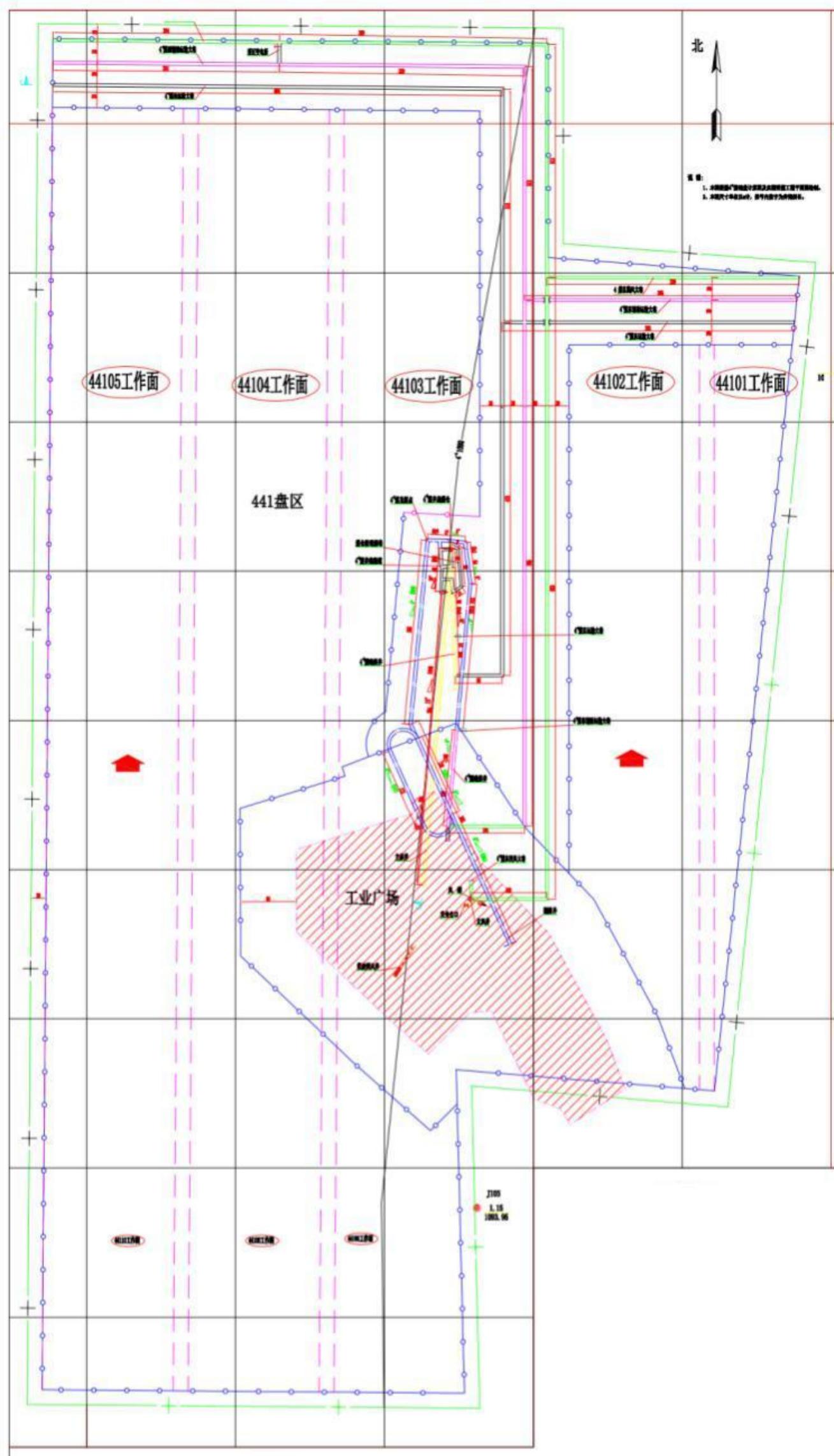


图 1.3-6 4#煤层开拓方式图

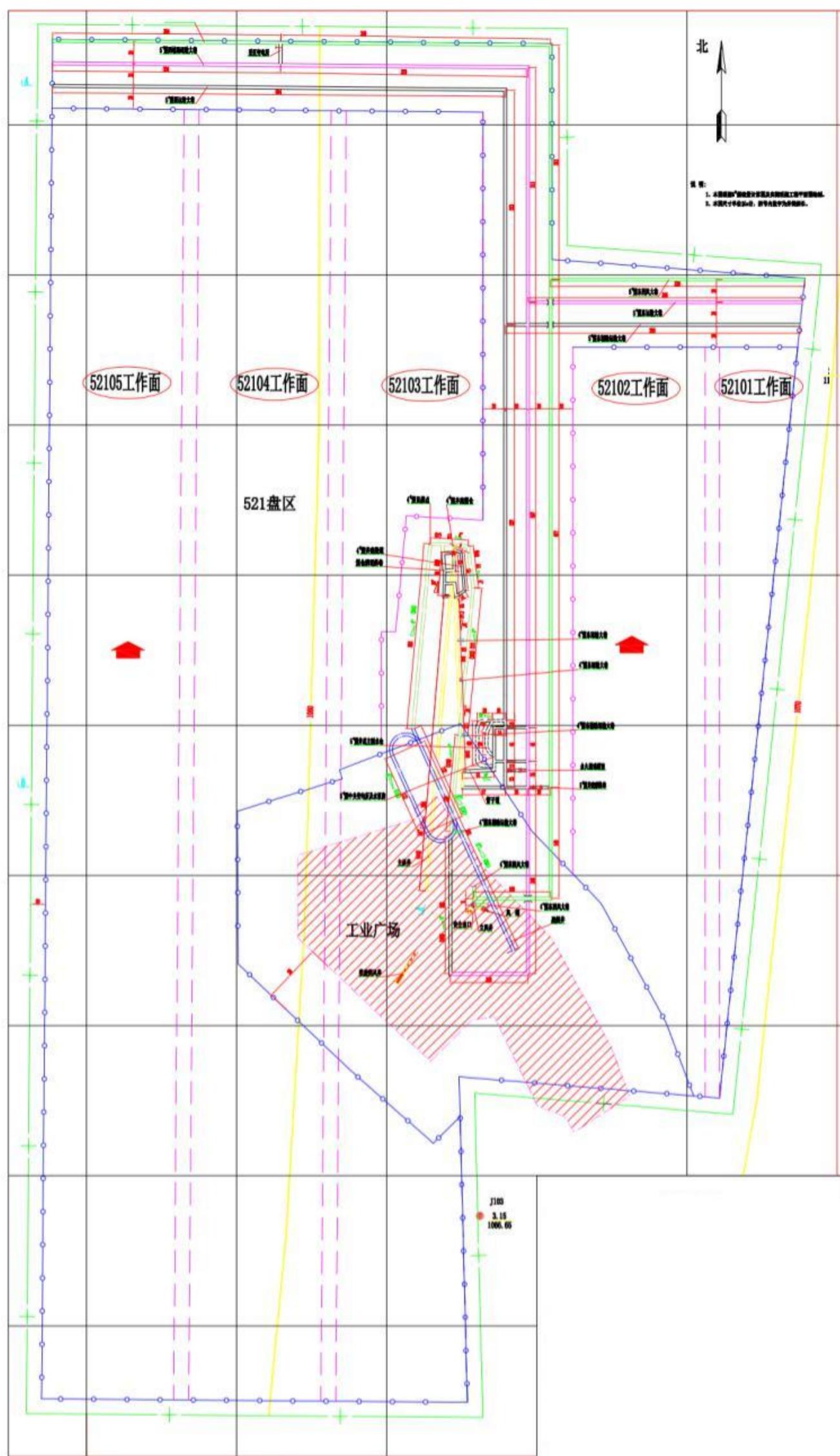


图 1.3-7 5#煤层开拓方式图

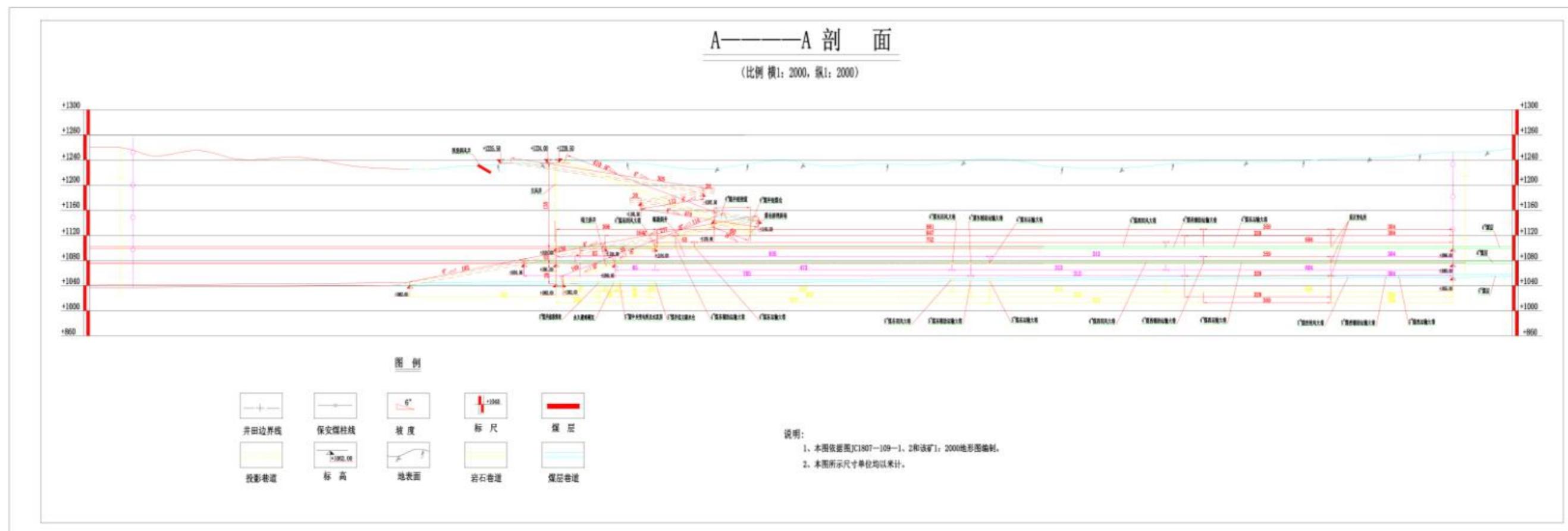


图 1.3-8 煤层开拓方式剖面图

（六）开发利用方案执行情况

黄土庙煤矿严格按照《神木县瑶镇乡黄土庙煤矿（扩大范围）矿产资源开发利用方案》进行开采，煤矿机械化升级改造，未改变各煤层及盘区开采接续，均与《开发利用方案（扩大范围）》一致。

四、矿山开采历史及现状

（一）开采历史

1、开采历史

黄土庙煤矿于1995年底正式投产建设，2008年纳入神木矿区整合范围，整合后由原井田面积 1.01km^2 扩大为 1.31km^2 ，设计生产能力 0.30Mt/a ，设计开采 3^{-1} 、 4^{-2} 煤层，2013年2月5日，取得了采矿许可证，生产规模：60万吨/年；矿区面积： 1.5879km^2 。批准开采煤层有 3^{-1} 、 4^{-2} 、 4^{-3} 、 4^{-4} 、 5^{-2} 共5层煤；2014年5月，黄土庙井下 3^{-1} 、 4^{-2} 煤层开采完毕，采用房柱式开采方式。

2019年，由于工艺落后，矿井原有生产系统和采煤方法不能满足安全生产、环保及产业政策的要求，煤矿委托榆林市榆神煤炭建筑设计有限公司编制《神木县瑶镇乡黄土庙煤矿机械化改造及选煤厂设计》，并于2020年4月取得陕西省发展和改革委员会批复。

2021年9月30日-2024年9月10日为机械化改造建设期（见附件15《关于神木县瑶镇乡黄土庙煤矿机械化改造项目开工备案的通知》，神能局发〔2021〕331号），2024年9月11日-2025年2月28日为联合试运转期（见附件16《陕西省发展和改革委员会关于神木县瑶镇乡黄土庙煤矿机械化改造项目联合试运转方案备案的通知》陕发改能煤炭〔2024〕1560号）。2025年3月开始正式生产。截至2025年10月， 4^{-3} 煤层43103、43101、43102工作面已开采完毕，目前正在开采 4^{-3} 煤43109工作面。上期《方案》适用期计划开采工作面与实际开采情况见表1.4-1。

2、采空区分布

黄土庙煤矿2014年5月之前开采 3^{-1} 煤、 4^{-2} 煤，形成房柱式采空区（塌陷隐患TX1、TX2）面积 120.90hm^2 ，2024年9月至2025年10月，开采 4^{-3} 煤43101、43102、43103工作面形成综采采空区，累计开采面积 139.26hm^2 ，扣除TX2与 4^{-3} 煤43101、43102、43103工作面重复采动面积 16.26hm^2 ，历史共形成采空区

面积 123.00hm², 3⁻¹ 煤、4⁻² 煤历史采空区分布见图 1.4-1、1.4-2。最终形成采空区分布见图 1.4-3。

表 1.4-1 上期《方案》适用期（2021 年-2025 年）开采接续对比表

序号	年度	计划开采工作面	实际开采工作面
1	2021	机械化改造建设	机械化改造建设
2	2022	机械化改造建设	机械化改造建设
3	2023	机械化改造建设+43103→43101→43102→43104	机械化改造建设
4	2024	43105→43107	机械化改造建设+43103
5	2025	43107→43109	43101→43102



图 1.4-1 3⁻¹ 煤采空区分布图



图 1.4-2 4² 煤采空区分布图

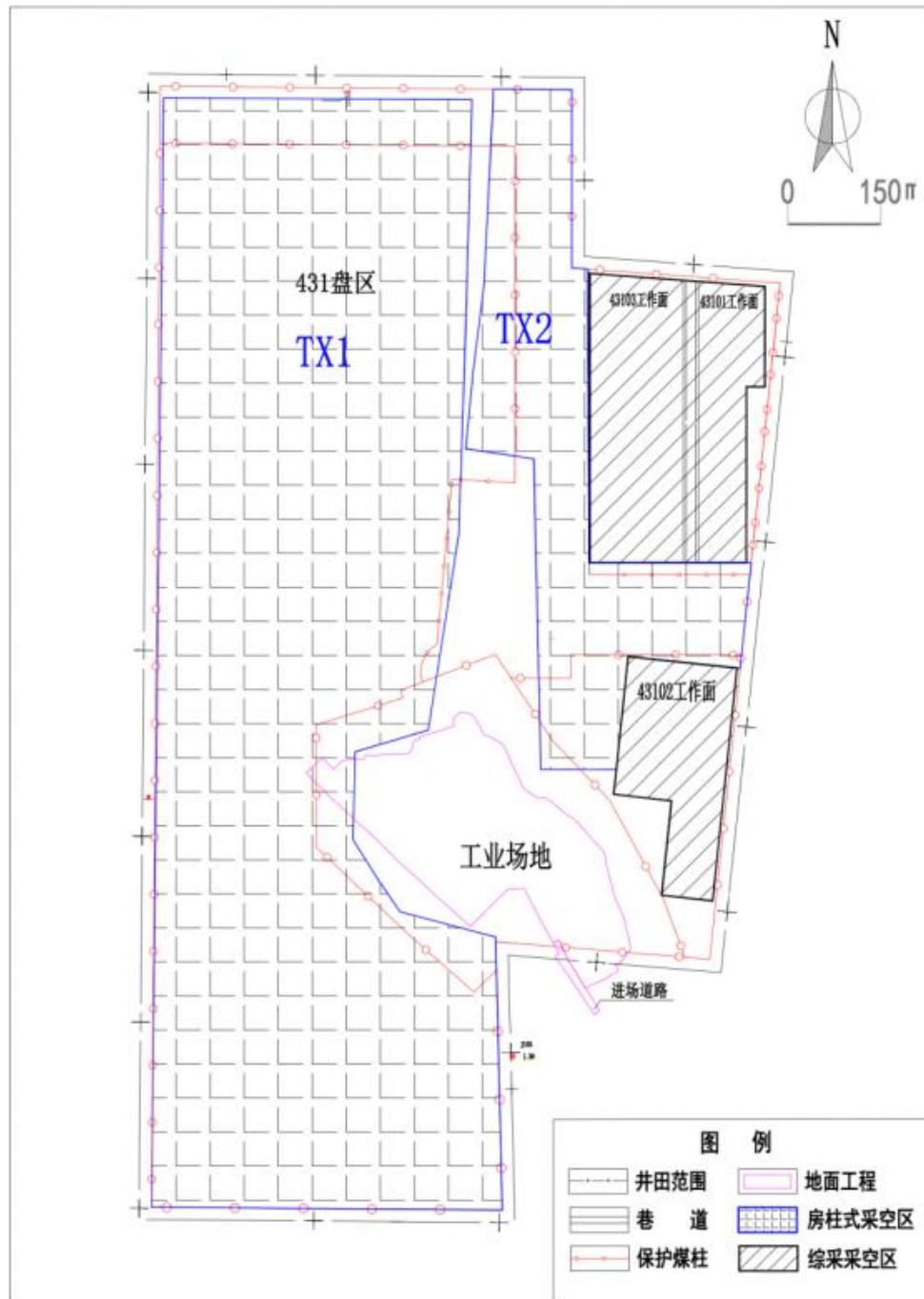


图 1.4-3 现有采空区分布图

(二) 开采现状

黄土庙煤矿现处于正常开采状态。目前正在开采 4³ 煤 43109 工作面，工作面参数见表 1.3-3。

本方案适用期(2026 年—2030 年)开采 4³ 煤层和 4⁴ 煤层，其中 4³ 煤层 2027 年开采完毕，4⁴ 煤层 2028 年开始开采，2030 年开采完毕。适用期接续计划见图 1.3-4。

（三）矿山地质环境现状

现状矿山不稳定地质体为上期《方案》的塌陷隐患 2 处（TX1、TX2），叙述如下：

TX1、TX2 为 1996—2014 年开采 3⁻¹、4⁻² 煤形成，采取“采 5 留 8”的布局成“品”字状布置工作面，采高约 2.85m，采深采厚比为 31~52 之间；矿井煤层顶底板稳定性均较好，以保安煤柱支护，煤矿未发生过冒顶事故，形成采空区面积 120.90hm²，按照上期《方案》及年度计划部署工程工程名称为：塌陷隐患区（TX2）土地复垦工程（2024 年）、黄土庙煤矿 TX1 采空塌陷隐患区治理工程（2025 年），依据《2025 年年度计划》，TX1 共查明裂缝（群）26 条，裂缝长度 5~10m 不等，宽 2~3cm，深约 0.5~1.2m；裂缝走向多为平行开采方向，均为土质裂缝。项目已实施待验收。

本《方案》调查时未发现裂缝，采空区上部地表植被生长较好。

TX1、TX2 采空塌陷隐患区主要威胁对象为塌陷隐患区上方乡村道路、凉水井煤矿排矸道路等周边人类活动，因此该采空塌陷区危险性中等。



照片 1.4-1 TX1 植被现状（航拍）



照片 1.4-2 TX2 植被现状（航拍）

五、上期《方案》执行情况

（一）概述

2019 年 7 月，黄土庙煤矿委托陕西地矿九〇八环境地质有限公司编制了《神木县瑶镇乡黄土庙煤矿矿区地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称上期《方案》），并于 2021 年 6 月公告（陕自然资公告〔2021〕12 号），方案实施基准年为 2021 年，适用期 5 年（2021 年—2025 年），生产规模 0.6Mt/a，各年度部署工程情况见表 1.5-1。

表 1.5-1 上期《方案》适用期工程部署情况表

实施年度	治理对象	矿山地质环境治理措施和工程量	复垦区域	土地复垦治理措施和工程量
2021年	1、地面塌陷 2、含水层监测 3、地面道路及输电线路 4、地形地貌、水土环境监测 5、损毁土地复垦	1、布置 6 个地质灾害监测点，分别布置在炸药库（D1）、炸药库道路（D2）、输电线路（D3~D5）和移动信号塔（D6），对采空地面塌陷地质灾害地表变形进行监测，共计监测 72 次。 2、在工业场地水源井和主斜井各布置地下水监测点 1 个，在工业场地和矿区北部各布置一个水文监测井，针对 2 个水文监测点进行含水层水位、水质和水量监测，共计监测 16 次； 3、采用无人机在 4 月和 10 月份对矿区地形地貌景观破坏与恢复情况进行监测； 4、在井下污水处理站及生活污水处理站设置 2 个水体环境监测点（W1、W2）进行水体环境监测，共计 8 次；在储煤场和沉陷区采矿用地分别设置 2 个土壤环境监测点（T1、T2）进行土体环境监测，共计 8 次。	TX1 采空沉陷损毁区域	复垦措施主要为植被恢复工程和管护工程，工程量为： 1、对 TX1 采空沉陷损毁区域进行复垦工作，主要工程量为：种植紫穗槐 137575 株，种植油松 61272 株，穴播紫花苜蓿 82.9hm ² 。 2、土地损毁前土壤质量监测 19 组，复垦后土壤质量监测 181 组。复垦效果监测 19 次，林地管护 55.15hm ² ，草地管护 27.75hm ² 。
2022年	1、地面塌陷 2、含水层监测 3、地面道路及输电线路 4、地形地貌、水土环境监测 5、损毁土地复垦	1、继续炸药库（D1）、炸药库道路（D2）、输电线路（D3~D5）和移动信号塔（D6）采空塌陷地质灾害地表变形监测，共计监测 72 次； 2、继续对 2 个水文监测点（S1-S2）和两个水文监测井含水层水位、水量和水质监测，共计监测 16 次； 3、继续采用无人机在 4 月和 10 月份对矿区地形地貌景观破坏与恢复情况进行监测。 4、继续 2 个水体环境监测点（W1-W2）和 2 个土环境监测点（T1-T2）监测，共计各 8 次。	TX2 采空沉陷损毁区域	复垦措施主要为植被恢复工程和管护工程，工程量为： 1、对 TX2 采空沉陷损毁区域进行复垦工作，主要工程量为：种植紫穗槐 29500 株，种植油松 13110 株，穴播紫花苜蓿 34.72hm ² 。 2、土地复垦后土壤质量监测 181 组。复垦效果监测 19 次，林地管护 6.95hm ² ，草地管护 50.67hm ² 。

实施年度	治理对象	矿山地质环境治理措施和工程量	复垦区域	土地复垦治理措施和工程量
2023年	1、地面塌陷 2、含水层监测 3、地面道路及输电线路 4、地形地貌、水土环境监测 5、损毁土地复垦	1、继续炸药库（D1）、炸药库道路（D2）、输电线路（D3~D5）和移动信号塔（D6）采空塌陷地质灾害地表变形监测，共计监测 72 次； 2、对首采 43103 工作面布置“丰”字形监测网络，平行于 43103 工作面布置一条观测线，共布置 5 个监测点（D7~D12），垂直于工作面布置三条观测线，共布置 6 个监测点（D13~D18），对采面开采后变形规律进行监测，共计监测 132 次； 3、对矿区受采空沉陷损毁破坏道路和输电线路砼杆及移动信号塔塔基进行修复加固，共计混凝土量 819.47m ³ ； 4、继续对 2 个水文监测点（S1-S2）和两个水文监测井含水层水位、水量和水质监测，共计监测 16 次； 5、继续采用无人机在 4 月和 10 月份对矿区地形地貌景观破坏与恢复情况进行监测； 6、继续 2 个水体环境监测点（W1-W2）和 2 个土壤环境监测点（T1-T2）监测，共计各 8 次。	沉陷区采矿用地	复垦措施主要为土壤重构工程、植被恢复工程和管护工程，工程量为： 1、拆除建筑物 632m ³ ，挖除基础和硬化层 632m ³ ，建筑垃圾清运 1264m ² 。 2、土地翻耕（含施肥）6.32hm ² ，穴播紫花苜蓿 6.32hm ² 。 3、土地复垦后土壤质量监测 181 组。复垦效果监测 19 次，林地管护 66.95hm ² ，草地管护 56.99hm ² 。
2024年	1、地面塌陷 2、含水层监测 3、地面道路及输电线路 4、地形地貌、水土环境监测 5、损毁土地复垦	1、继续炸药库（D1）、炸药库道路（D2）、输电线路（D3~D5）和移动信号塔（D6）采空塌陷地质灾害地表变形监测，共计监测 72 次； 2、继续对 2 个水文监测点（S1-S2）和两个水文监测井含水层水位、水量和水质监测，共计监测 16 次； 3、继续采用无人机在 4 月和 10 月份对矿区地形地貌景观破坏与恢复情况进行监测； 4、对矿区受采空沉陷损毁破坏道路和输电线路砼杆及移动信号塔塔基进行修复加固，共计混凝土量 819.47m ³ ；	2023 年开采沉陷损毁区	复垦措施主要为土壤重构工程、植被恢复工程和管护工程，工程量为： 1、表土剥覆 3486m ³ ，裂缝填充 3016.55m ³ 。 2、种植紫穗槐 15475 株，种植油松 6877 株，种植紫花苜蓿 33.50hm ² 。 3、土地复垦后土壤质量监测 181 组。复垦效果监测 19 次，林地管护 73.14hm ² ，草地管护 84.30hm ² 。

实施年度	治理对象	矿山地质环境治理措施和工程量	复垦区域	土地复垦治理措施和工程量
		5、继续 2 个水体环境监测点(W1-W2)和 2 个土环境监测点(T1-T2)监测，共计各 8 次。		
2025 年	1、地面塌陷 2、含水层监测 3、地面道路及输电线路 4、地形地貌、水土环境监测 5、损毁土地复垦	1、继续炸药库(D1)、炸药库道路(D2)、输电线路(D3~D5)和移动信号塔(D6)采空塌陷地质灾害地表变形监测，共计监测 72 次； 2、继续对 2 个水文监测点(S1-S2)和两个水文监测井含水层水位、水量和水质监测，共计监测 16 次； 3、继续采用无人机在 4 月和 10 月份对矿区地形地貌景观破坏与恢复情况进行监测； 4、对矿区受采空沉陷损毁道路和输电线路砼杆及移动信号塔塔基进行修复加固，共计混凝土量 819.47m ³ ； 5、继续 2 个水体环境监测点(W1-W2)和 2 个土环境监测点(T1-T2)监测，共计各 8 次。	2024 年开采沉陷损毁区	复垦措施主要为土壤重构工程、植被恢复工程和管护工程，工程量为： 1、表土剥覆 5589.62m ³ ，裂缝填充 4932.69m ³ 。 2、种植紫穗槐 85000 株，种植油松 37774 株，种植紫花苜蓿 52.32hm ² 。 3、土地复垦后土壤质量监测 181 组。复垦效果监测 19 次，林地管护 107.14hm ² ，草地管护 102.63hm ² 。

（二）验收及执行情况

黄土庙煤矿《方案》自 2021 年 6 月公示以来，煤矿积极开展工作，主要完成地质环境治理工程包括：塌陷区道路维修、输电线路维修等；复垦工程包括：采空塌陷区土地复垦等、监测工程与管护工程。

2021 年 9 月至 2025 年 2 月黄土庙煤矿停产进行机械化改造建设及试运转，2025 年 3 月 10 日正式生产。因上期适用期 5 年（2021 年—2025 年）停产 4 年且神木市未开展 2024 年及 2025 年年度验收。因此黄土庙煤矿未进行年度验收及适用期验收，见附件 13~附件 16。

上期《方案》适用期共布置 21 项工程，总经费 2236.56 万元：其中 2021 年布置 3 项工程，经费 954.25 万元；2022 年布置 3 项工程，经费 250.21 万元；2023 年布置 5 项工程，经费 125.4 万元；2024 年布置 5 项工程，经费 262.23 万元；2025 年布置 5 项工程，经费 644.47 万元。

上期适用期编制了《2023 年年度计划》、《2024 年年度计划》、《2025 年年度计划》，黄土庙煤矿按照年度计划部署，积极开展治理工作。上期《方案》的执行情况为：已执行 13 项，部分执行 2 项，无需执行 6 项。具体执行情况见表 1.5-2。

表 1.5-2 上期《方案》适用期部署工程及执行情况表

年度	治理工程分类	《方案》部署工程名称	年度计划名称	主要工程内容	《方案》工程施工费(万元)	执行情况	执行时间(年)	未执行原因	验收时间(年)	备注
2021年	矿山地质环境治理工程	1、矿山地质环境监测	矿山地质环境及土地复垦监测工程	HTM01 水文监测井, InSAR 地表变形监测, 无人机地形地貌监测、人工巡查	128.85	部分执行	2021、2023			因机械化改造停产至 2024 年 9 月, 2025 年度计划中部署对 TX1 进行不稳定地质体监测
	土地复垦工程	1、TX1 采空塌陷区土地复垦	黄土庙煤矿 TX1 采空塌陷隐患区治理工程	对采空塌陷区进行植被恢复	657.39	已执行	2025			因机械化改造停产至 2024 年 9 月, 2025 年度计划中部署对 TX1 进行塌陷区复垦
		2、土地复垦监测与管护工程	矿山地质环境及土地复垦监测工程	人工巡查、记录	44.94	部分执行	2021			
2022年	矿山地质环境治理工程	1、矿山地质环境监测	矿山地质环境及土地复垦监测工程	不稳定地质体监测、矿区含水层监测、地形地貌景观监测、水土环境质量监测等项目	10.35	已执行	2024			因机械化改造停产至 2024 年 9 月, 2024 年度计划中部署对 TX2 进行塌陷区复垦
	土地复垦工程	1、TX2 采空塌陷区土地复垦	塌陷区土地复垦工程	对 TX2 采空塌陷地裂缝充填采空塌陷进行地裂缝治理及土地复垦	149.43	已执行	2024			
		2、土地复垦监测与管护工程	矿山地质环境及土地复垦监测工程	不稳定地质体监测、矿区含水层监测、地形地貌景观监测、水土环境质量监测、土地复垦监测等项目	51.11	已执行	2024			
2023年	矿山地质环境治理工程	1、43101、43102、43103、43104 工作面道路修复	黄土庙煤矿 43101、43102、43103 工作面采空塌陷区损毁道路修复工程	对受采空塌陷破坏的农村道路进行修复	19.33	已执行	2025		未验收	因机械化改造停产至 2024 年 9 月, 2025 年度计划中部署对 43101、43102、43103 工作面进行塌陷区复垦
		2、43101、43102、43103、43104 工作面维修输电线路	黄土庙煤矿 43101、43102、43103、43109 工作面采空塌陷区输电线路维修加固工程	高压塔基加固、低压线杆扶正	2.7	已执行	2025			2025 年度计划中已部署, 已执行未验收
		3、矿山地质环境监测	矿山地质环境及土地复垦监测工程	不稳定地质体监测、矿区含水层监测、地形地貌景观监测、水土环境质量监测等项目	14.24	已执行	2024			
	土地复垦工程	1、采矿用地土地复垦			30.88	无需执行		当地企业正在使用		
		2、土地复垦监测与管护工程	矿山地质环境及土地复垦监测工程		51.74	已执行	2024			2025 年度计划中已部署, 已执行未验收
2024年	矿山地质环境治理工程	1、43105、43107 工作面道路修复			19.33	无需执行		接续变化, 道路未损毁, 无需修复		
		2、43105、43107 工作面维修输电线路			2.7	无需执行		接续变化, 未损毁, 无需修		2025 年度计划中已部署, 已执行未验收

年度	治理工程分类	《方案》部署工程名称	年度计划名称	主要工程内容	《方案》工程施工费(万元)	执行情况	执行时间(年)	未执行原因	验收时间(年)	备注
2025年								复		
		3、矿山地质环境监测	矿山地质环境及土地复垦监测工程		10.33	已执行				
	土地复垦工程	1、43101、43102、43103、43104工作面采空塌陷区土地复垦	黄土庙煤矿43101、43102、43103工作面采空塌陷区裂缝填充工程	2025年对43101、43102、43103工作面采空塌陷裂缝充填	105.64	已执行	2025			原计划2023年开采43103工作面，因机械化改造停产，实际2024年9月开采43103工作面，2025年开采43101、43102工作面，2025年度计划已部署工程，已执行未验收
		2、土地复垦监测与管护工程	矿山地质环境及土地复垦监测工程		57.32	已执行	2024			
2025年	矿山地质环境治理工程	1、43107、43109工作面道路修复			19.33	无需执行		接续变化，道路未损毁，无需修复		
		2、43107、43109工作面维修输电线路	黄土庙煤矿43101、43102、43103、43109工作面采空塌陷区输电线路维修加固工程		2.7	已执行				2025年度计划中已部署，已执行未验收
		3、矿山地质环境监测	矿山地质环境及土地复垦监测工程	不稳定地质体监测、矿区含水层监测、地形地貌景观监测、水土环境质量监测等项目	31.11	已执行	2025			2025年度计划中已部署，已执行未验收
	土地复垦工程	1、43105、43107工作面采空塌陷区土地复垦			437.24	无需执行		开采接续变化，未损毁，无需复垦		
		2、土地复垦监测与管护工程			74.81	无需执行		开采接续变化，无需监测与管护		
合计					1921.47					

（三）已执行工程简述

上期《方案》公告以来，黄土庙煤矿因机械化改造停产，仍按照《方案》认真落实各项治理工程，包括矿山地质环境治理工程、土地复垦工程及监测工程，主要集中在采煤沉陷区。

1、已执行的地质环境治理项目

（1）黄土庙煤矿 43101、43102、43103、43109 工作面采空塌陷区输电线路维修加固工程

受采煤活动影响，矿区范围内 1481 远登线、1142 沟锦Ⅱ线、110KV1772 福凯线、朔沙Ⅱ线、凉锦线将出现倒塔、断线等情况，部分线塔产生了偏移。2025 年度计划部署工程：黄土庙煤矿 43101、43102、43103、43109 工作面采空塌陷区输电线路维修加固工程。为保障线路正常运行，已由黄土庙煤矿出资，委托施工单位进行了高压塔基基础加固，项目已实施未验收，实施情况见照片 1.5-1、1.5-2。



照片 1.5-1 远登线高压塔基加固



照片 1.5-2 沟锦Ⅱ线高压塔基加固

2、已执行的土地复垦项目

（1）黄土庙煤矿 TX1 采空塌陷隐患区土地复垦工程(2025 年度计划部署工程)

本项目为《两案》部署工程。由于地表沉陷过程中动态裂缝的形成，土壤水分和养分均随着裂缝宽度、深度而产生不同程度的流失，造成土地损毁、土壤贫瘠。TX1 采空隐患区纳入 2025 年计划进行治理，治理裂缝 26 条，现已施工完毕，总治理面积为 85.80hm²。



照片 1.5-3 裂缝治理前

照片 1.5-4 裂缝治理后

(2) TX2 采空塌陷隐患区土地复垦工程(2024 年度计划部署工程)

本项目为《两案》部署工程。由于 2024 年煤矿联合试运转，原房柱式采空区稳定性被破坏，造成地表轻微裂缝，TX2 采空隐患区纳入 2024 年计划进行治理。现已施工完毕，总治理面积为 35.10hm^2 。

(3) 黄土庙煤矿 43101、43102、43103 工作面采空塌陷区裂缝填充工程(2025 年度计划部署工程)

因黄土庙煤矿位于波状沙丘地貌区。伴随工作面回采形成采空沉陷区，地面出现地裂缝等，破坏原始地形地貌，损毁土地。共查明裂缝（群）26 条，裂缝长度 5~150m 不等，宽 2~40cm，深约 4~16m；裂缝走向多为平行开采方向，在巷道边界居多；垂直开采方向的多分布在巷道中部。伴生裂缝及分支较多，均为土质裂缝。《2025 年度计划》部署此工程，针对试运转开采的 43101、43103 工作面以及 43102 工作面地面塌陷区进行裂缝充填工程。措施包括：裂缝充填、表土恢复、地形地貌修整等，治理面积约 14.51hm^2 。已执行待验收。裂缝治理工作见照片 1.5-5~1.5-7。



照片 1.5-5 黄土庙煤矿工作面裂缝充填（治理中）



照片 1.5-5 沥青道路治理前

照片 1.5-6 沥青道路治理后

3、已执行的监测工程

（1）监测点布设情况

黄土庙煤矿上期《方案》适用期内开展的监测工作主要为新建地下水监测井一口（HTM01），埋石桩地面变形监测，定期安排专人对采空塌陷区进行人工巡查；利用 InSAR 进行变形监测，每年用无人机进行地形地貌监测。

InSAR 变形监测成果见图 1.5-1。由图可知，变形大的区域分布在矿区东北部和中心。

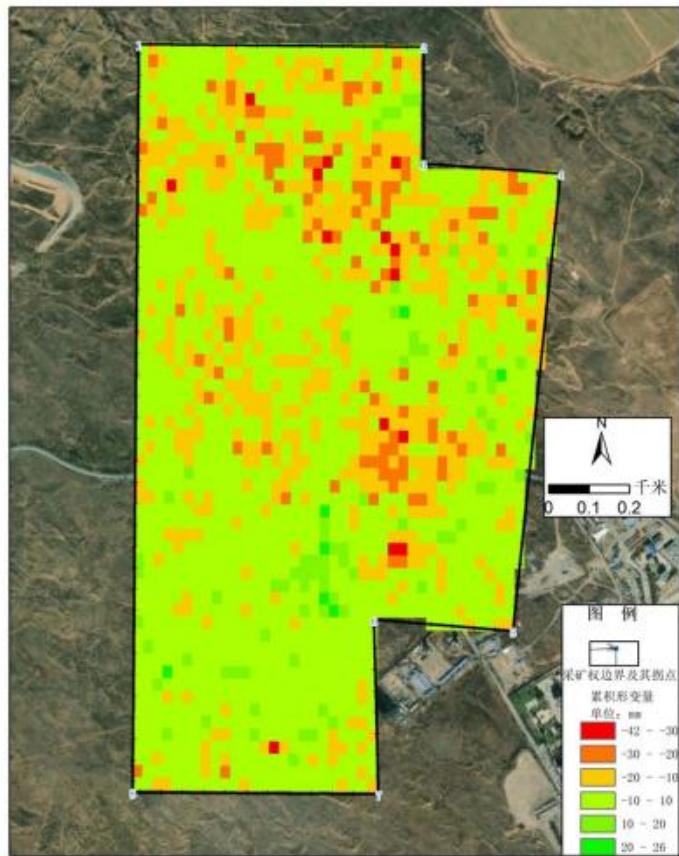


图 1.5-1 InSAR 变形监测成果图

(2) 含水层监测（自动化监测井）

煤矿根据“陕国土资环发〔2018〕7号”文要求，2021年9月已建成1口地下水监测井（HTM01监测井），井深164.50m，监测层位为侏罗系中统延安组5²号煤层底板以上基岩段含水层。根据监测井（HTM01）2022年1月至2024年12月监测数据分析得出，水位最大下降1.13m。监测井见照片1.5-7。



照片 1.5-7 黄土庙煤矿 HTM01 监测井

4、《方案》执行情况总结

执行情况：黄土庙煤矿在《方案》适用期内共部署了 21 项治理项目，已执行 13 项，部分执行 2 项，无需执行 6 项。无需执行项目原因：煤矿自 2021 年 9 月至 2025 年 3 月，停产进行机械化改造，2024 年 9 月开始联合试运转开采，接续发生变化，现状未损毁，无需执行，具体情况见表 1.5-2。

综上所述，虽然因机械化改造建设延期等客观原因停产，黄土庙煤矿自联合试运转开始，黄土庙煤矿依然对矿区生态修复工作较重视，根据实际生产情况，对上期《方案》适用期部署矿区生态修复工程积极执行。

5、经验教训总结

1) 本矿近期开采 4⁻³ 煤，开采后地表移动延续的时间约 1 年。矿区位于风沙草滩区，根据黄土庙煤矿采空区地表裂缝调查结果，结合凉水井煤矿、锦界煤矿裂缝发育情况及地表变形规律，风沙草滩区地表裂缝容易受到风吹沙埋而很快出现“表层虚掩”，如不及时巡查和治理，后续裂缝充填治理工作开展难度较大。虚掩的裂缝导致土壤结构破坏，局部土壤沙化，在雨季出现水土流失，进一步扩大裂缝，严重会导致局部裂缝相互贯通形成塌陷坑，因此采空区裂缝治理应做到加强监测，随采随治。

本期《方案》中针对 4⁻³ 煤采空区及时填充裂缝，首先对裂缝进行及时巡查，随采随治，防止裂缝进一步扩大加重水土流失。待采空区稳沉后进行植被恢复和土地复垦工程。本方案仍按“采空区裂缝随采随治+稳沉后全面治理”的方式进行采空区治理和复垦

目前采空区土地复垦中，乔木选取樟子松、灌木选取沙柳等，草本选取紫花苜蓿等草本植被进行复垦，复垦效果较好，植物品种选用植物适应性较好，在后期工作中可继续选用该树种、草种。采取乔灌草混种的方式，保证植物多样性。

(4) 2024 年度黄土庙煤矿实施了矿区生态修复监测工程，主要包括地表变形监测、含水层监测、地形地貌景观监测、水土环境质量监测、土地损毁监测及复垦效果监测，地表变形监测以人工巡查及 InSAR 技术进行检查，未布置自动化监测，因煤矿 3⁻¹、4⁻² 煤已采空，未沉陷，下组煤开采后，容易引起沉陷，因此本《方案》计划布设动态监测系统进行地表变形监测，实现地表变形监测点及监测数据直观、可视化。在 GNSS 监测点出现较大偏移或沉降后，项目技术人员

及时到达现场进行地表变形调查和核实，确保监测数据的准确，同时自动化监测与人工监测相结合，促进巡查工作的及时性和有效性。监测成果对于年度工程部署和设计具有重要的意义，后续根据工作面回采计划，进行监测点位动态调整。

(5) 矿山企业健全的管理制度、明确的管理职责，加之专业化的技术服务单位，共同促进了矿山企业治理工作水平的提升。在上期《方案》实施过程中，黄土庙煤矿成立了矿区生态修复领导小组，明确了工作流程和管理职责，加强考核，同时委托专业资质单位承担技术服务工作。《年度实施计划》编制有专业技术单位进行技术支持，确保了工作程序合法合规、基金使用合理、治理工作有效，为下一阶段矿山全面开展生产及矿山生态修复工作奠定了坚实的基础。

6、上期《方案》执行情况说明与本期《方案》衔接

上期《方案》适用期为2021年-2025年，编制了《2023年年度治理计划》《2024年年度治理计划》和《2025年年度治理计划》，除去无需执行的6项工程（接续变化未损毁），2项监测工程因煤矿停产部分执行外，其余13项工程均已执行。因神木市未开展2024年、2025年验收工作，考虑上期《方案》部署工程已执行，加之黄土庙煤矿为多层煤开采，本期开采工作面与上期《方案》部署工程空间重叠，为便于自然资源部门监管和煤矿生态修复管理工作的推进，上期《方案》部署工程单独验收，不纳入本期《方案》。

7、存在问题

对于采空塌陷裂缝应随采随治，但复垦工作应待沉稳后实施，为避免土地裸露，应采取穴播草籽等应急手段，提高土地覆盖度，避免水土流失。

六、基金使用情况

黄土庙煤矿自基金账户设立以来截至2025年11月底，应提取基金万元，实际提取 万元，累计使用 0 元，账户余额 万元（含利息），各年度基金计提及使用情况见表 1.6-1。

表 1.6-1 黄土庙煤矿基金提存和使用明细表

序号	年度	应提取金额（万元）	实际提取金（万元）	使用金额（万元）	剩余金额（万元）
1	2018 年				
2	2020 年				
3	2021 年				
4	2022 年				
5	2023 年				
6	2024 年				
7	2025 年 1 月				
8	2025 年 2 月				
9	2025 年 3 月				
10	2025 年 4 月				
11	2025 年 5 月				

12	2025 年 6 月				
13	2025 年 7 月				
14	2025 年 8 月				
15	2025 年 9 月				
16	2025 年 10 月				
17	2025 年 11 月				
累计					

中国银行账户余额打印清单

账号

户名：神木县瑶镇乡黄土庙煤矿矿区生态治理恢复和土地复垦基金专
机构名称：中国银行

子账户类别/币别

开户日

账号状态

当前余额

当前已冻结\圈存金额

当前可用余额

CNY

2018/11/23 正常

0.00



照片 1.6-1 基金账户余额截图

第二章 矿区基础信息

一、自然地理

(一) 气象

黄土庙煤矿地处半干旱大陆性气候区，冬季寒冷，春季多风，夏季炎热，秋季凉爽，四季冷热多变，昼夜温差大；干旱少雨，蒸发量较大；全年无霜期较短，一般10月初上冻，次年4月初解冻。根据神木市气象局多年资料，多年平均气温8.6℃，极端最高气温38.9℃（1966年6月21日），极端最低气温-29.0℃（2003年1月2日），日最大降雨量165.1mm（2016.7.11），枯水年降雨量108.6mm（1963年），丰水年降雨量819.0mm（1967年），多年平均风速3.4m/s，极端最大风速25m/s（1970年7月18日），年最多风向NW，年最大冻土深度146cm（1968年2月），多年平均气压910毫巴，多年平均相对湿度56%，年平均蒸发量1712.0mm，年平均降雨量452.80mm（2001年至2024年），年平均降雨量分布见图2.1-2。全年降雨量分配很不均匀，多以暴雨形式集中在7~9月份，占年降雨量的66%，月平均降雨量见图2.1-3。根据已公开的资料，神木市多年降雨等值线图（图2.1-1）。

神木市盛行西北风，全年平均大风日数14天，最大风速大于25m/s。年平均沙尘暴10次左右，最多可达22次。气候对地质灾害的影响主要表现为降水，受降水影响，7~9月易发生崩塌、滑坡等地质灾害；另外，秋冬及冬春季节的冻融作用，亦是地质灾害高发期。

表2.1-1 神木市多年月均气象要素统计表

月份	气温 (°C)	降雨量 (mm)	蒸发量 (mm)	相对湿度 (%)	风速 (m/s)	最大冻土深度 (m)
1	-9.3	2.5	32.9	54	2	1.29
2	-5.1	3.4	48.3	53	2.2	1.5
3	2.6	11.9	111	47	2.6	1.44
4	11.5	19.7	245	41	3	0.15
5	17.8	29.1	298.7	42	2.8	
6	22.1	43.6	288.1	51	2.5	
7	23.9	110.5	233.6	63	2.1	
8	21.8	113.8	187.6	70	1.9	
9	16	55.5	145.6	68	1.7	
10	9.4	23.3	112	64	1.9	0.14

11	0.5	7.8	56.5	60	2	0.49
12	-7.1	2.1	31.7	58	1.9	1.03
月均或 总量	8.7	423.2	1791	55.9	2.2	0.5
注：降水量与蒸发量为年均总量						

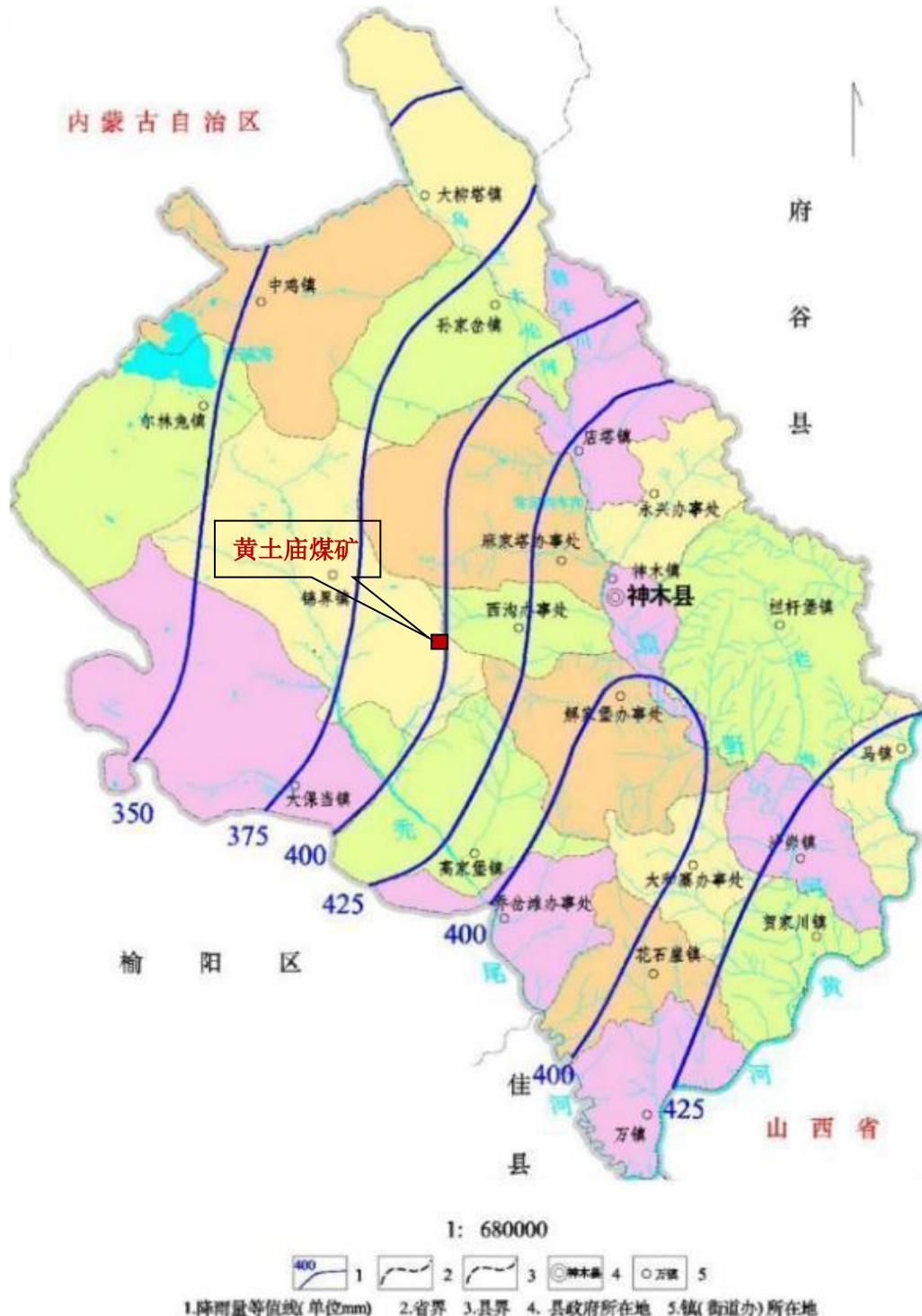


图 2.1-1 神木市年平均降雨量等值线图

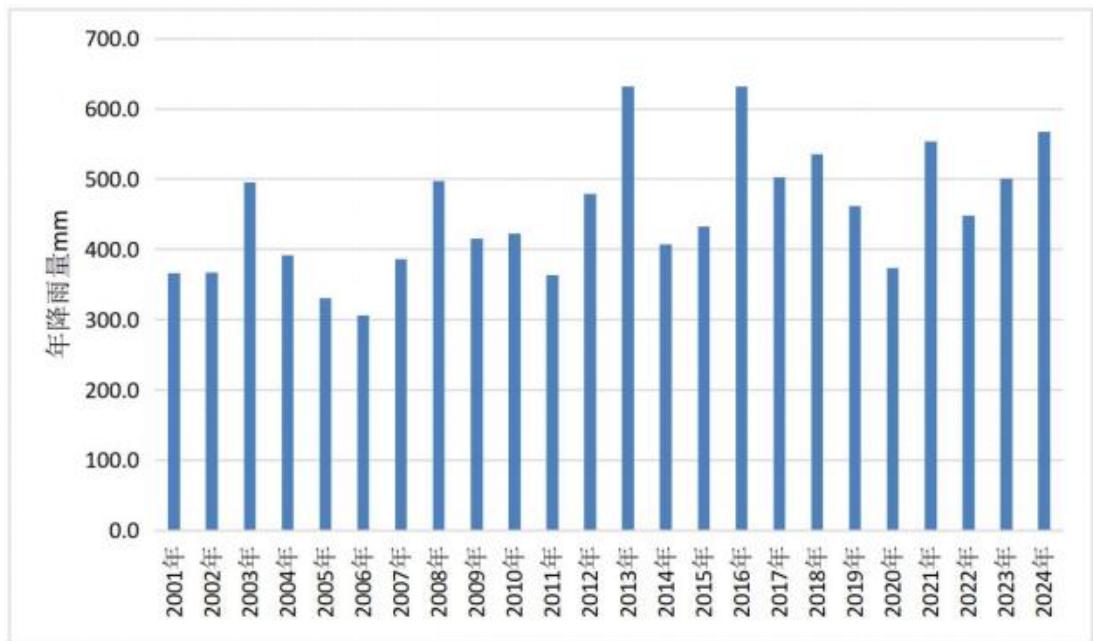


图 2.1-2 1995 年—2024 年年降雨量变化图

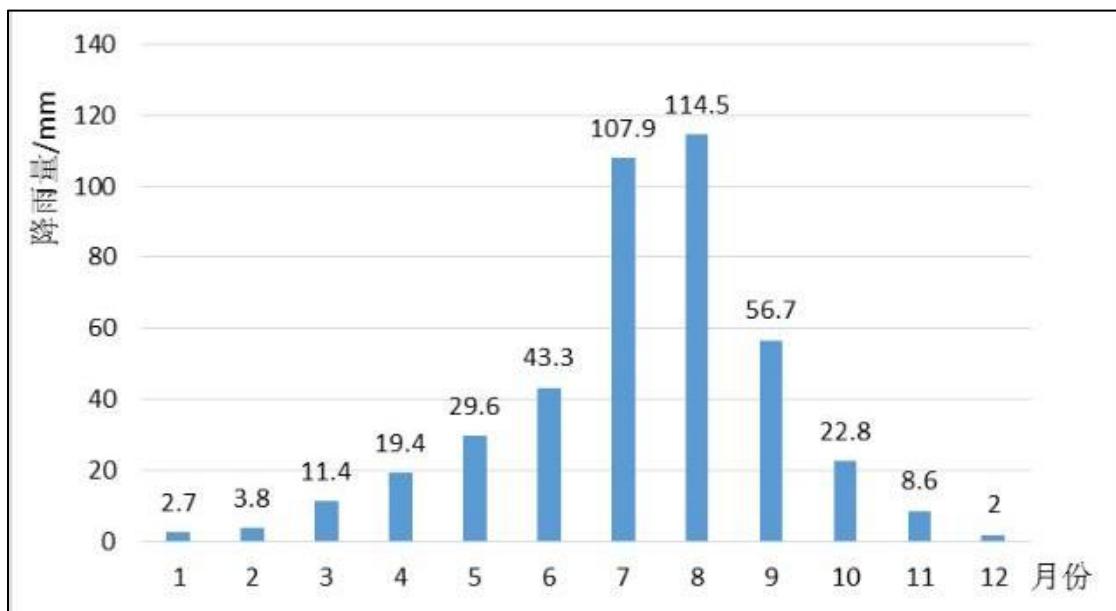


图 2.1-3 神木市多年月均降雨量图

(二) 水文

黄土庙煤矿属秃尾河流域，区内全部被第四系风积沙覆盖，地表水不发育，无河流及沟流。

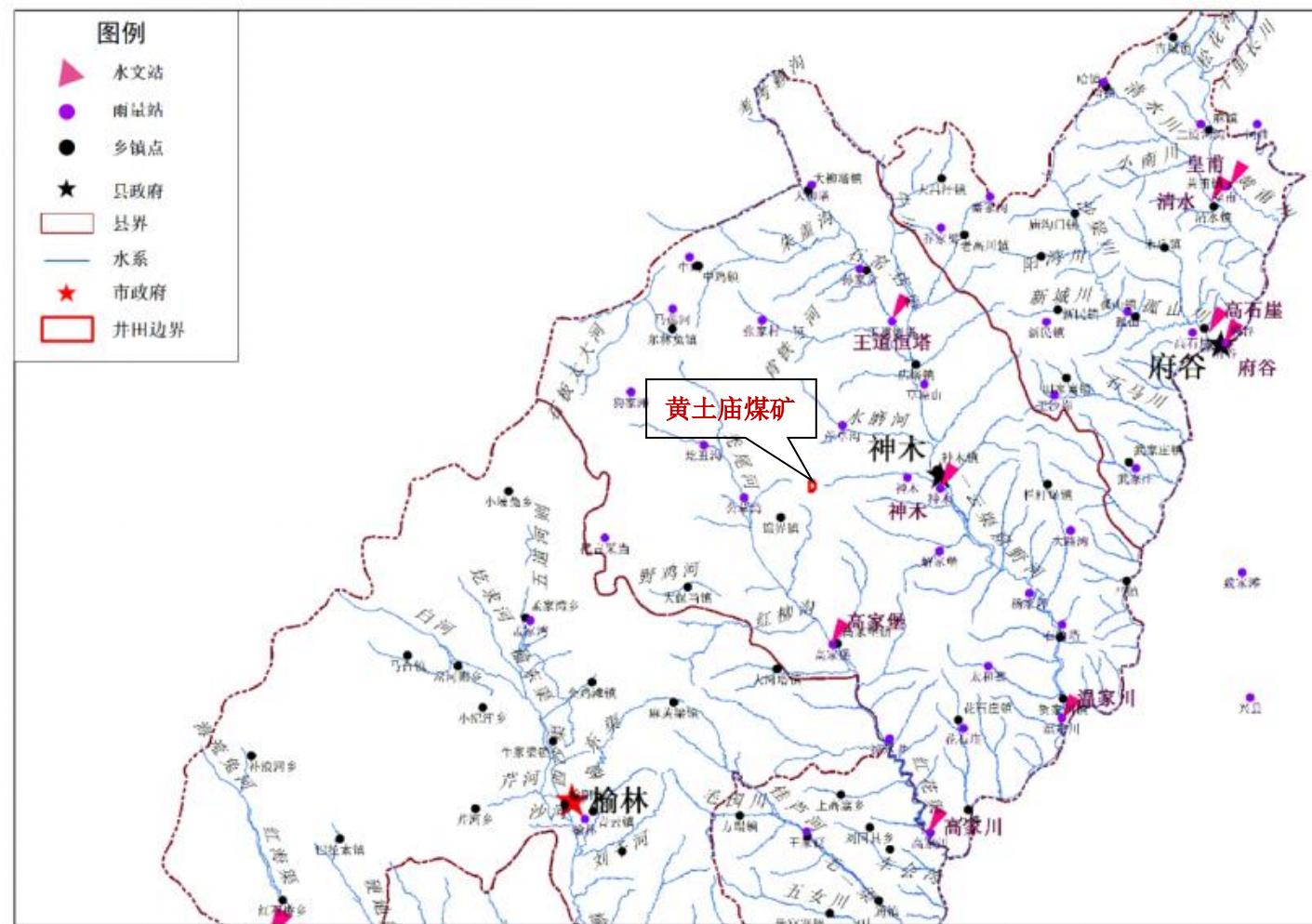


图 2.1-4 矿区周边水系示意图

（三）地形地貌

矿区位于陕北黄土高原北端、毛乌素沙漠东南缘的黄土丘陵与沙漠过渡区。地貌类型为波状沙丘，植被覆盖率较高。厚度一般几米至十余米。矿区总体地形为中间高，南北低，最高海拔 1264m，最低海拔 1225m，最大相对高差约 39m。矿区地貌见图 2.1-5、2.1-6，照片 2.1-1、2.1-2。



照片 2.1-1 波状沙丘地貌



照片 2.1-2 波状沙丘地貌

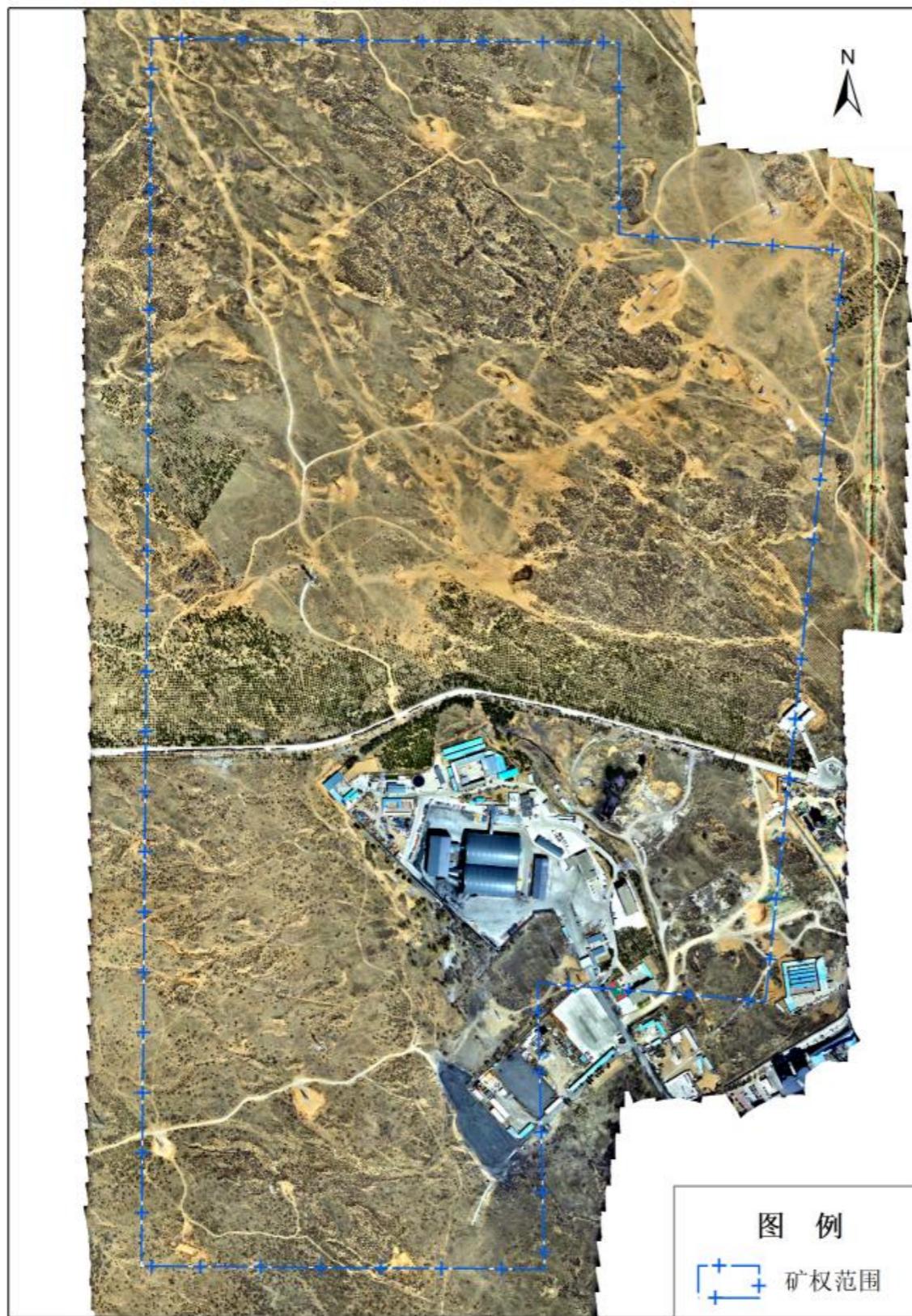


图 2.1-5 黄土庙煤矿正射影像图

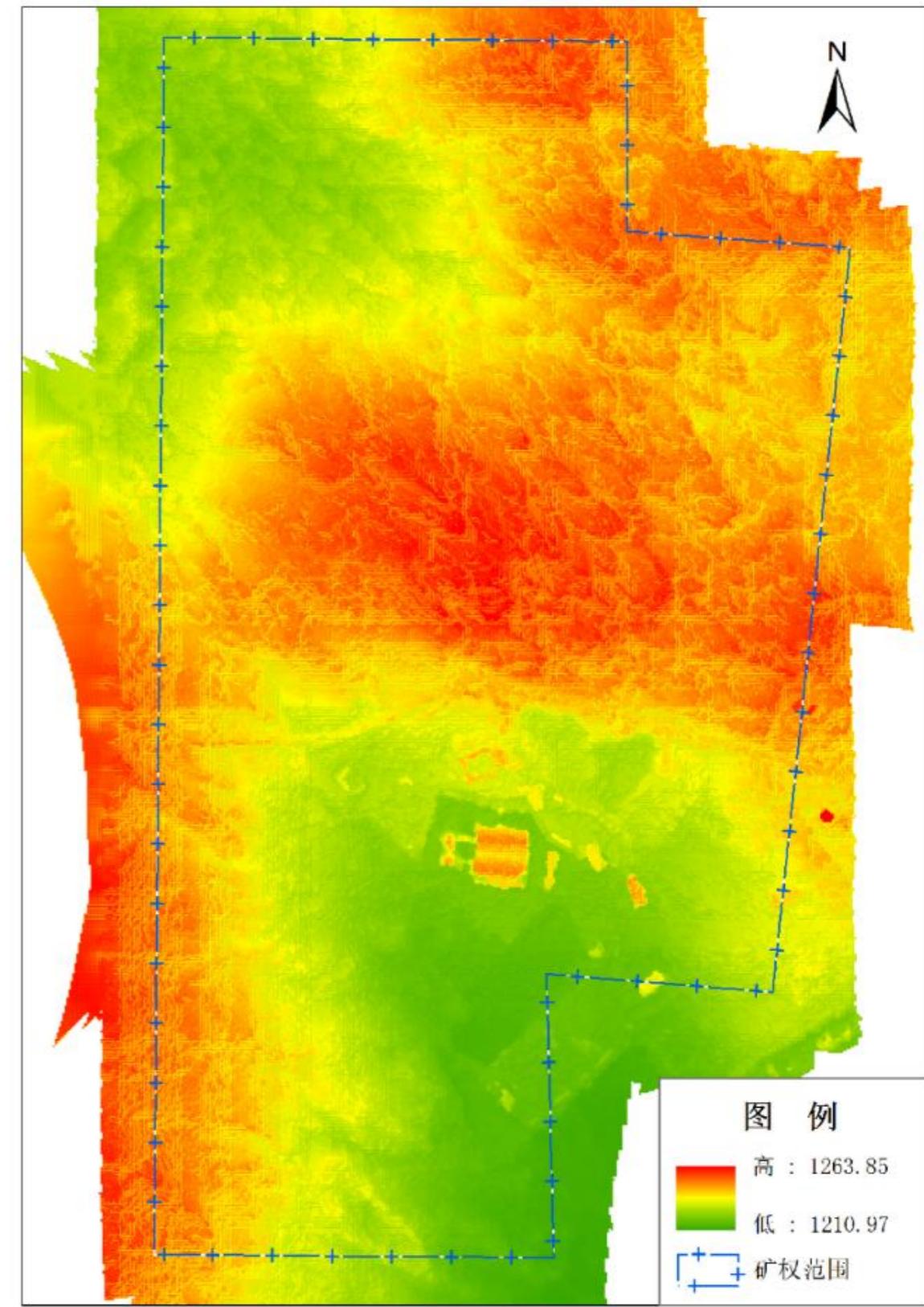


图 2.1-6 煤矿地形高程分析图

（四）植被

1、植被类型

煤矿地带性植被类型为典型的草原植被，其代表群系为本氏针茅草原。由于受非地带性生态环境条件的影响，区内广泛发育着半隐域性植被—草原地带沙地植被，煤矿植被类型分为乔木、灌丛、草本等。

乔林地分布于矿区中部，工业场地以北，主要为油松、侧柏；灌木林地主要为柠条、沙柳，分布于沙地；草本植被主要为沙蒿、白羊草，沙蒿分布于沙地；矿区附近农业植被主要有玉米、土豆和谷子、糜子、向日葵等，为一年一熟。矿区典型植被见照片 2.1-3~2.1-6。

2、矿区生态

黄土庙煤矿位于毛乌素沙漠南缘，陕北黄土高原与毛乌素沙地过渡地带，同时也是农牧交错和风蚀水蚀过渡带，是我国主要的生态环境脆弱地区，在区域生态系统中承担着多重关键功能。黄土庙煤矿内以中覆盖度植被为主。林地郁闭度与植被覆盖度受人类活动和自然因素综合影响，郁闭度整体在 0.2-0.4 之间，植被覆盖度约为 30%-40%。在经过生态治理与植被修复的区域，郁闭度和覆盖度有所提升，部分区域植被覆盖度可达 50%。人工造林区域植被郁闭度较高，部分可达 0.6 以上，植被覆盖度超 60%。



照片 2.1-3 沙柳



照片 2.1-4 樟子松



照片 2.1-5 柠条



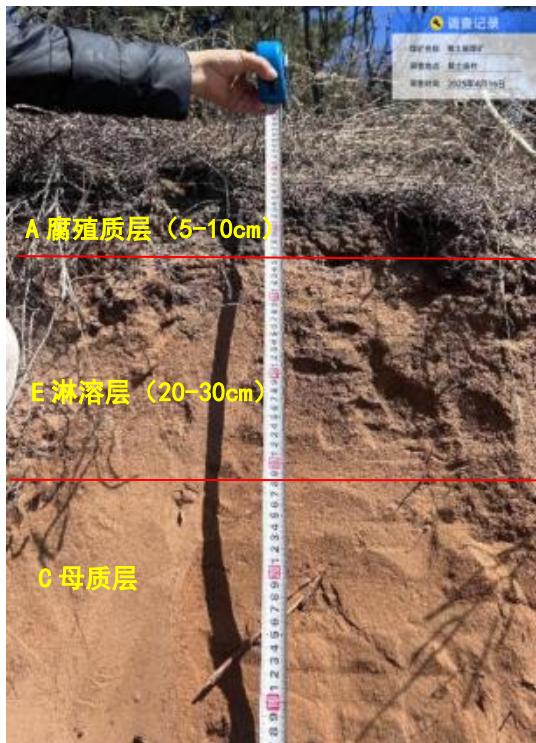
照片 2.1-6 沙蒿

（五）土壤

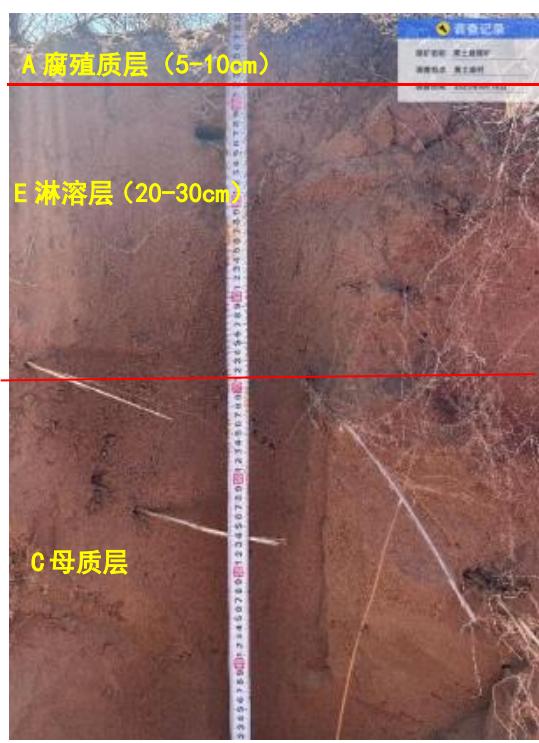
根据实地调查和收集的相关资料，评估区的土壤类型主要为风沙土。

风沙土是多风地区沙性母质上形成的一种幼年土壤，是在风力的作用下人类在沙性母质上不合理利用形成的初育土，在评估区范围内广泛分布。风沙土结构松散，土粒维持性差，质地为中、细砂，肥力极低，据测定风沙土有机质含量 $2.31\sim7.91\text{g/kg}$ ，全氨含量 $0.2\sim0.43\text{g/kg}$ ，全磷含量 $0.42\sim0.63\text{g/kg}$ ，全钾含量 $2.19\sim2.45\text{g/kg}$ ，土壤肥力低下，保水保肥性能差。（见照片 2.1-7、照片 2.1-8、照片 2.1-9）。

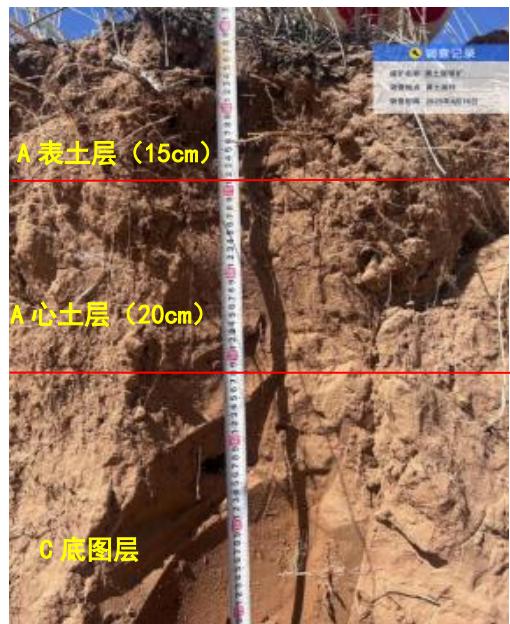
此类土壤通气透水，土体结构松散，质地粗，细砂粒占土壤矿质部分重量的 $80\%\sim90\%$ 以上。熟化层土壤厚度多在 $15\sim30\text{cm}$ ， 1m 以下没有见到基岩。土壤养分含量缺磷、少氮、钾有余，有机质含量低，pH值 $8.7\sim9.7$ ，适宜封沙种草造林，发展林牧。以耐旱灌木或半灌木为主，以及耐旱、耐瘠的沙生植物，如沙柳、沙蒿、柠条等。



照片 2.1-7 灌木林地风沙土土壤剖面



照片 2.1-8 草地风沙土土壤剖面



照片 2.1-9 耕地土壤剖面

二、地质环境背景

（一）地层岩性

黄土庙煤矿所在的榆神矿区位于陕北侏罗纪煤田西北部，地处陕西省神木市西南部，地层区划属华北地层区鄂尔多斯盆地分区，是以中生代陆相沉积为主体的大型内陆沉积盆地，榆神矿区地表大部分被第四系、新近系地层覆盖，沟谷有

零星基岩出露。根据钻孔揭露及以往地质资料，本区地层由老至新依次为：三叠系上统永坪组（T_{3y}）、侏罗系中统延安组（J_{2y}）、直罗组（J_{2Z}）、第三系上新统静乐组（N_{2j}）、第四系中更新统离石组（Q_{2l}）、上更新统萨拉乌素组（Q_{3S}）、全新统风积沙（Q_{4^{col}}）（见图 2.2-1）。现分述如下：

1、三叠系上统永坪组（T_{3y}）

该地层是陕北侏罗纪煤田含煤岩系的沉积基底，遍布全区，未出露，根据区域资料厚度 80~200m。其岩性为一套巨厚层状灰绿色中~细粒长石、石英砂岩，含大量云母及绿泥石，分选性及磨圆度中等，具大型板状交错层理、楔状层理及块状层理，局部含石英砾、灰绿色泥质包体及黄铁矿结核。

2、侏罗系中统延安组（J_{2y}）

该地层为本区含煤地层，全区分布，未出露，与下伏三叠系上统永坪组呈平行不整合接触，因受直罗河冲刷及新生界的剥蚀，上部地层均有不同程度缺失，残存厚度 112.34~184.20m，平均 148.27m，总体趋势由东北向西南逐渐变厚。详见含煤地层。

3、侏罗系中统直罗组（J_{2Z}）

该地层在区内广泛分布，残存厚度 20~40.50m，平均 30m。上部为灰绿或兰灰色砂质泥岩、粉砂岩，含菱铁矿结核。下部为灰白色，局部灰绿色中~粗粒长石砂岩，夹绿灰色泥岩，具大型板状斜层理，或不显层理，含植物茎叶化石、镜煤团块及黄铁矿结核，底部砂岩偶含石英砾石，砾径 2mm 至 15cm 不等。与下伏延安组呈平行不整合接触。

4、新近系上新统静乐组（N_{2j}）

区内无出露，据钻孔揭露，其厚度 0~48.20m，岩性主要为浅红色、棕红色粘土及亚粘土，含不规则的钙质结核，呈层状分布。局部地段底部为 10~30cm 厚砾石层，成分多为石英砂岩、砾岩等，钙质胶结，坚硬致密。本组地层因含三趾马及其他动物骨骼化石而称之为“三趾马红土”。与下伏侏罗系中统直罗组呈不整合接触。

5、第四系中更新统离石组（Q_{2l}）

区内广有分布，根据钻孔揭露及填图资料，厚度 0~73.70m，平均 36.85m。岩性以灰黄色、棕黄色亚粘土、亚砂土为主，其中夹多层古土壤层，含分散

状钙质结核，核径一般3~5cm，最大为20cm，具垂直裂隙，发育小型冲沟。与小伏地层呈不整合接触。

6、第四系上更新统萨拉乌素组（Q_{3s}）

区内广泛分布，根据填图资料，厚度0~53.98m，岩性主要由灰黄色、灰绿色、灰褐色及灰黑色粉砂、细砂、中砂组成，夹亚砂土、亚粘土和泥炭层。局部底部含有豆状钙质结核。与下伏地层呈不整合接触。

7、第四系全新统风积沙层（Q_{4eol}）

风积沙层（Q_{4eol}）：本区广泛分布，以固定沙丘、半固定沙丘和流动沙形式覆盖于其他地层之上。岩性主要为浅黄色、褐黄色细沙、粉沙，质地均一，分选较好，磨圆度较差，厚度0~21.90m，与下伏地层呈不整合接触。

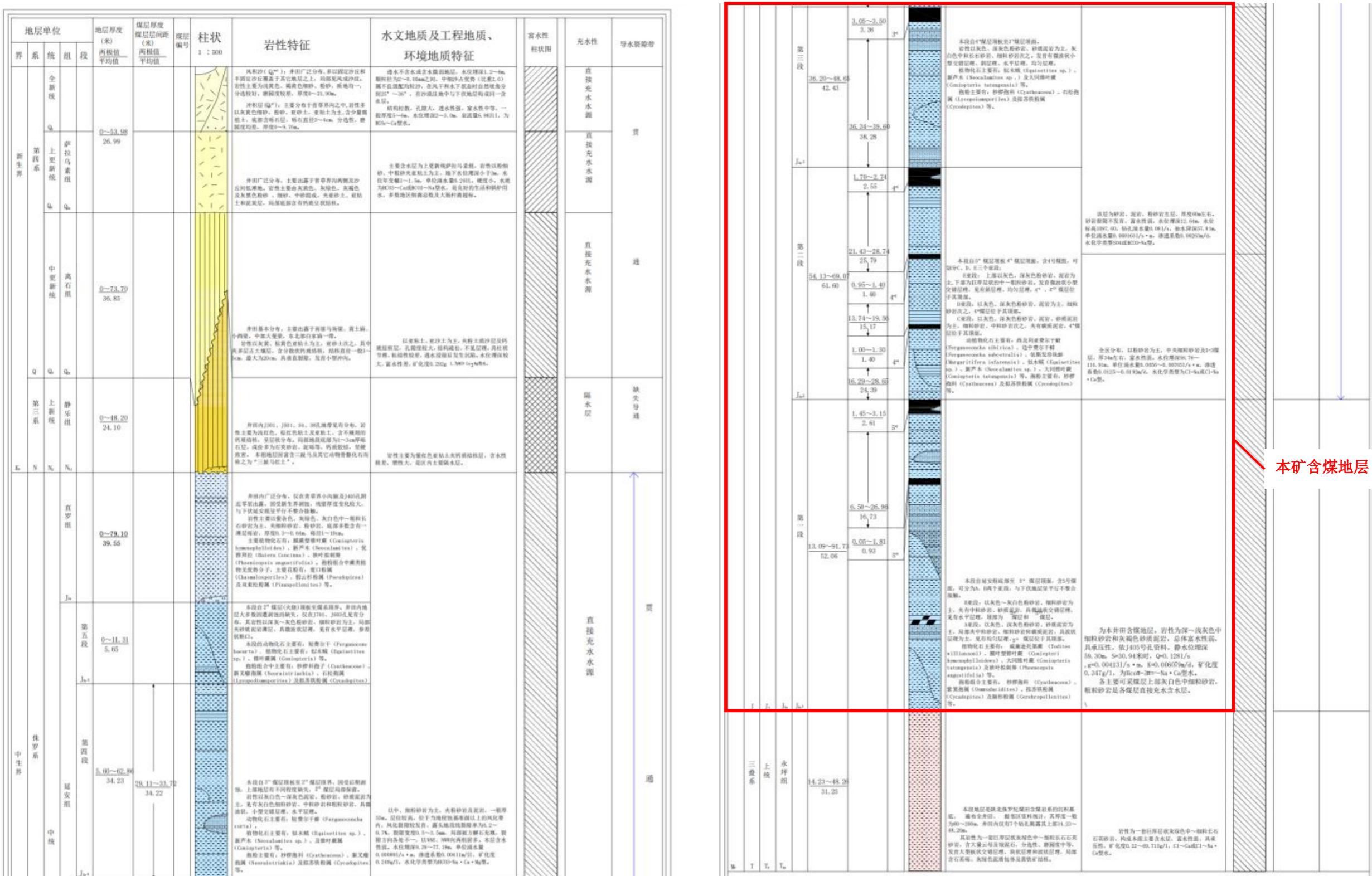
根据黄土庙煤矿最新地质勘探资料，矿区内不涉及第四系上更新统萨拉乌素组地层。

表 2.2-1 区域地层一览表

地层系统				代号	岩性特征	厚度 (m)
界	系	统	组			
新生界	第四系	全新统		Q ₄	以现代风积沙为主，冲积层次之。	0~150
			马兰组	Q _{3m}	灰黄、灰褐色亚沙土及粉砂，均质、疏松、大孔隙度。	5~31
		上更新统	萨拉乌苏组	Q _{3s}	上部为灰黄、灰色粉细沙及亚沙土、具层状构造。顶部有恶土及泥炭薄层，下部为浅灰、黑褐色亚沙土夹沙质亚粘土。底部有砾石，含螺及脊椎动物化石。	0~166
		中更新统	离石组	Q _{2l}	浅棕黄、褐黄色亚粘土及亚沙土，夹粉沙土质沙层，薄层褐色古土壤层及钙质结核层，底部具有砾石层。	0~154
		新近系	上新统	N _{2b}	岩性为棕红色粘土及亚粘土，夹钙质结核层，底部局部有浅红色灰黄色砾岩。	0~175
	中生界	白垩系	下统	K _{1l}	紫红、桔红色巨厚层状中粗粒长石砂岩，胶结疏松，巨型板斜层理发育，底部有几米至几十米厚的砾岩层，成分为石英岩、硅质岩、硅灰岩及片岩等。	0~337
		侏罗	中统	J _{2a}	上部紫红、暗紫色泥岩，紫杂色砂质泥岩为主，与粉砂岩及细砂岩互层，含叶肢介、介形虫及鱼化石，下部以紫红色中至粗粒长石砂岩为主，夹砂质泥岩。	0~298

系 系 系 三叠系	直罗组 延安组 下统 上统	J _{2z} J _{2y} J _{1f} T _{3y}	上旋回：上部以杂紫色、灰绿色泥岩、砂质泥岩为主，夹灰绿、灰白色中厚层状长石石英砂岩，下部灰绿、灰黄绿色细中粒砂岩与粉砂泥岩互层。下旋回：上部灰绿、兰灰色粉砂岩与细砂岩互层，下部为灰白色中一粗粒长石砂岩，夹灰绿色砂质泥岩，底部有砂砾岩。 以灰白色、浅灰色中细粒长石砂岩、岩屑长石砂岩及钙质砂岩为主，次为灰—灰黑色粉砂岩、砂质泥岩、泥岩及煤层、炭质泥岩，局部地段夹有透镜状泥灰岩，枕状或球状菱铁矿结核及菱铁质砂岩、蒙脱质粘土岩。含可采煤层7—9层，主可采煤层4层。动物化石常见的有双壳纲、以费尔干蚌—延安蚌为主的动物组合。 上亚旋回：下部及中部为巨厚层状灰白色粗粒长石石英砂岩，含砾粗粒砂岩。顶部为灰绿色紫色粉砂岩砂质泥岩，含植物化石及叶肢介化石。下亚旋回：下部主要为粗粒石英砂岩，含砾粗粒石英砂岩，上部为灰绿色、褐灰色、紫杂色粉砂岩，砂质泥岩。 灰白、灰绿色巨厚层状细中粒长石石英砂岩，含大量绿泥石，局部含石英砾、灰绿色泥质包体及黄铁矿结核。	0~238
				20~330
				0~148
				80~200

神木市瑶镇乡黄土庙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）



图例

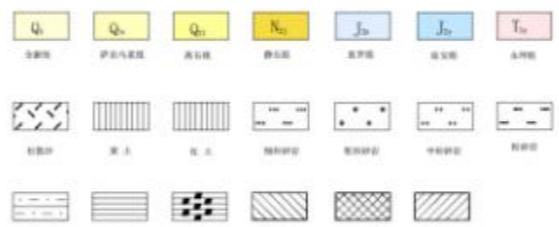
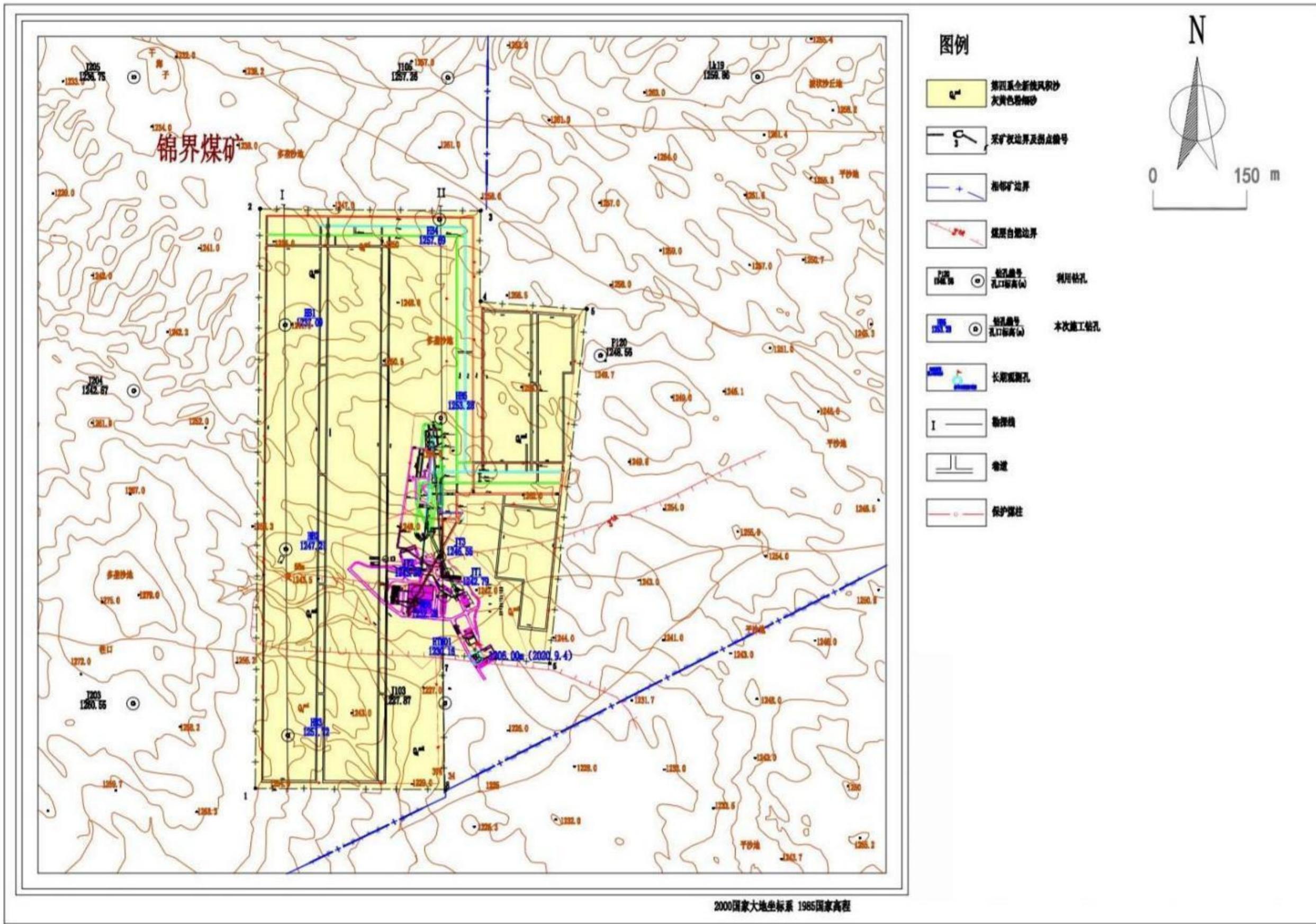


图 2.2-1 地层综合柱状图



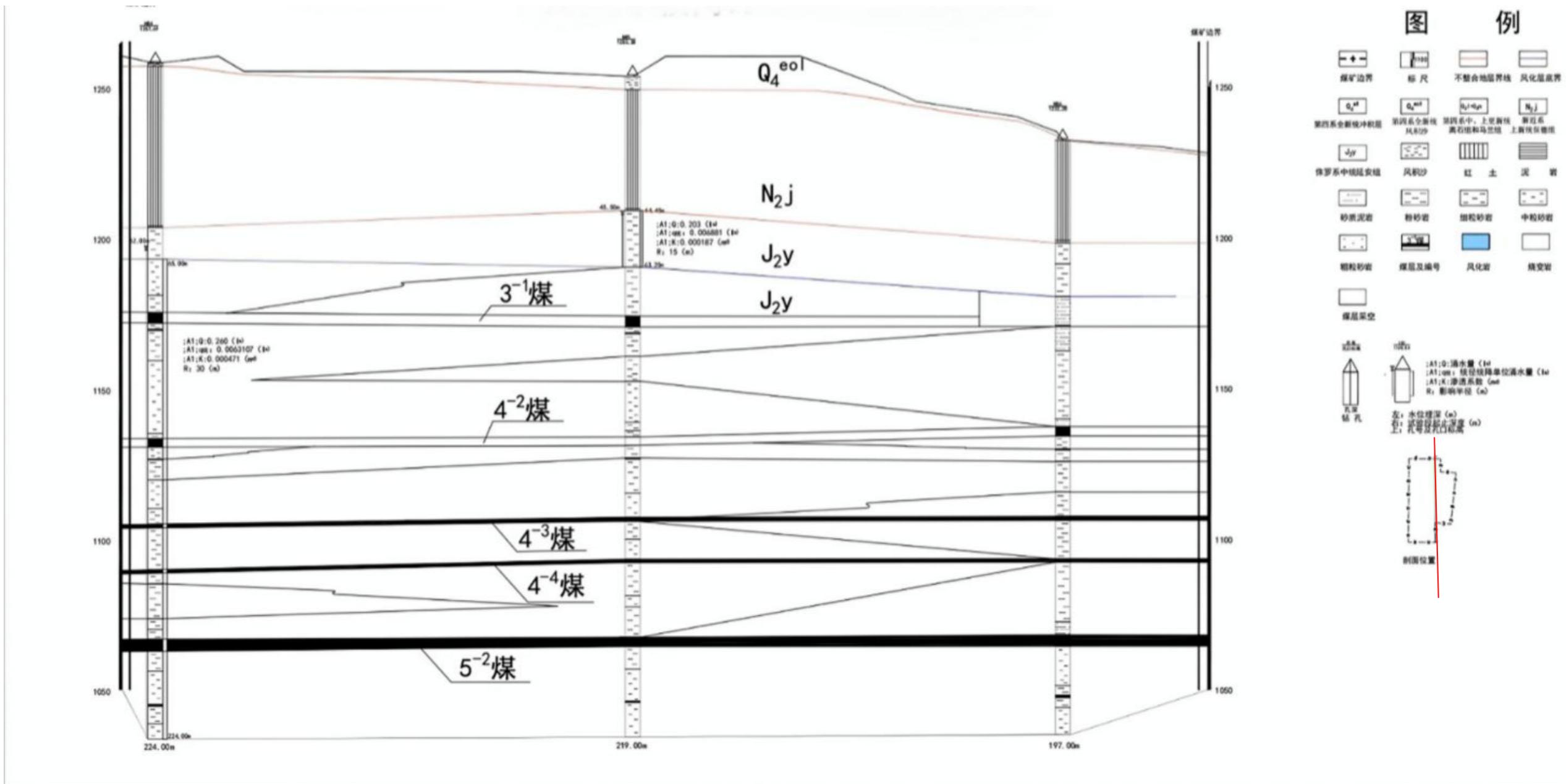


图 2.2-3 II-II'线工程地质剖面图 (II-II'剖面位置见图 2.2-2)

(二) 地质构造

井田位于华北地台鄂尔多斯台向斜东翼-陕北斜坡上。地层总体为向西缓倾的单斜，倾角1°左右，坡降一般5-17‰，没有岩浆岩。

黄土庙煤矿在区域构造中的位置位于鄂尔多斯台向斜东翼陕北斜坡上，矿区基本构造形态为北西倾斜的单斜构造，产状较平缓，倾角1°左右，区内未见大的断裂及褶曲构造，无岩浆岩侵入体，构造复杂程度划分为简单类型。

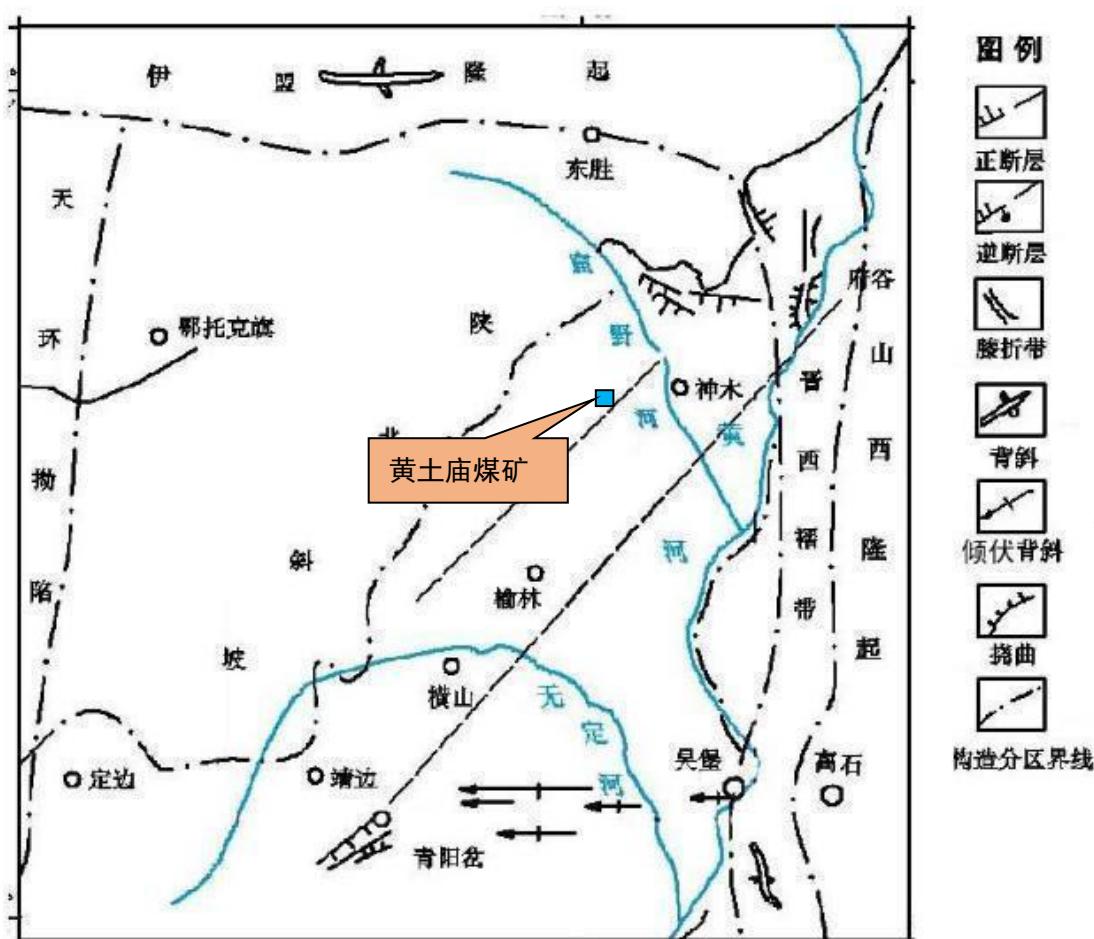


图 2.2-4 区域构造图

(三) 水文地质条件

1、含(隔)水层特征

根据本区地下水的赋存条件及水力特征，将按地下水赋存条件及水力特征，将矿区含水层划分为新生界松散层孔隙潜水和中生界碎屑岩裂隙潜水及基岩裂隙承压水两大类；隔水层为新近系上统静乐组红土隔水层。

(1) 新生界松散层孔隙潜水

1) 风积层：广泛分布本区地表，岩性为粉细砂，厚度变化大，透水不含水或含水微弱，稍密，在沙滩区与下伏萨拉乌素组构成同一含水层。

2) 冲积层：分布于本区的沟谷地带，与下伏基岩风化带形成同一含水层，沿河谷呈片状或带状分布。含水层为细砂、中粗砂及砂砾石，结构松散，孔隙大，透水性强，补给条件优越，赋存条件佳。含水层厚度一般3~10m，水位埋深一般小于5m。富水性中等到强。

3) 湖积层：主要含水层为上更新统萨拉乌素组，岩性以粉细砂、中粗砂夹亚粘土为主，地下水位埋深小于3m，水位年变幅1~1.5m，单位涌水量0.26~1.2L/S·m，富水性中等到极强。从该含水层中出露的泉水最大流量为304L/S.K=1.27~14.822m/d，矿化度小于0.3g/L，硬度小，水质为HCO₃~Ca或HCO₃~Na型水，是良好的生活和锅炉用水，多数地区细菌总数及大肠杆菌超标。

(2) 新近系上统静乐组红土隔水层 (N_{2j})

主要分布于黄土梁峁上部，残存厚度20~40.50m，平均30m。为棕红色粘土及砂质亚粘土，夹有多层钙质结核，均一致密，可塑性强。在有该层存在的部位是上下含水层良好的不稳定隔水层。

在局部地段，底部有1~2m的褐黄、紫灰色砂砾石层，砾径0.5~15cm，一般2~3cm，分选性及磨圆度均较差，半固结，当其上部粘土层不发育时，则直接与黄土层或松散沙层接触，在地形低洼处含水。

(3) 侏罗系中下统延安组砂岩裂隙含水组 (J_{1-2y})

为一套浅灰色中细粒砂岩与砂质泥岩、炭质泥岩互层。一般厚度为275m左右，节理裂隙不发育，富水性极差。从大量的抽水资料可以看出，垂向上，随着深度增加，富水性变差，渗透系数变小，矿化度增加，水质呈相对变差的趋势。延安组各主要可采煤层上部均有15m左右的灰白色中、细粒砂岩，局部粗粒砂岩，是各主要可采煤层的直接充水含水层。

延安组为含煤地层，主要由中细粒砂岩、粉砂岩、泥岩及煤层组成，含水层为中细粒砂岩。因裂隙不发育，且又与泥岩隔水层交替迭置。所以从总体上来说，延安组各段含水极其微弱，但就各段相对而言，又有所差别。现根据含水层与主要可采煤层的关系及其富水性差异划分出以下4个含水层段。

①3⁻¹ 煤底面至基岩顶面风化裂隙潜水含水层段

以中、细粒砂岩为主，夹粉砂岩及泥岩，一般厚 55m。层位较高，位于当地侵蚀基准面以上的风化带内，风化裂隙较发育，露头地段线裂隙率为 0.2~0.7%，裂隙宽度 0.5~3.5mm，局部被方解石充填，裂隙方向各处不一，以 NNE、NWW 向两组居多。本层含水性弱。水位埋深 9.39~77.19m，单位涌水量 0.00089l/s·m，渗透系数 0.00411m/日，矿化度 0.248g/l，水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{—Na}\cdot\text{Ca}\cdot\text{Mg}$ 型。

② $4^3\sim 3^1$ 煤层间裂隙承压含水层段

该层为砂岩、泥岩、粉砂岩互层，厚度 60m 左右。砂岩裂隙不发育，富水性弱，水位埋深 12.64m，水位标高 1097.60m，钻孔涌水量 0.08l/s，抽水降深 57.81m，单位涌水量 0.000163l/s·m，渗透系数 0.00263m/d，水化学类型 SO_4 或 $\text{HCO}_3\text{—Na}$ 型。

③ $5^2\sim 4^3$ 煤层间裂隙承压含水层段

全区分布，以粉砂岩为主，中夹细粒砂岩及 5³ 号煤层，厚 34m 左右，富水性弱。水位埋深 56.76~116.91m，单位涌水量 0.0056~0.00765l/s·m，渗透系数 0.0125~0.0192m/d，水化学类型为 Cl—Na 或 $\text{Cl—Na}\cdot\text{Ca}$ 型。

以上是延安组的主要含水层段，而煤层底部的泥岩、粉砂岩为其相对的隔水层段。

（4）三叠系上统永坪组砂岩裂隙承压含水层（T₃y）

该层为钻孔的终孔层位，全区分布，岩性为巨厚层状灰绿色砂岩，砂岩裂隙不发育，富水性弱。

II-II 线水文地质剖面图

比例尺 橫向1: 2000 縱向1: 500

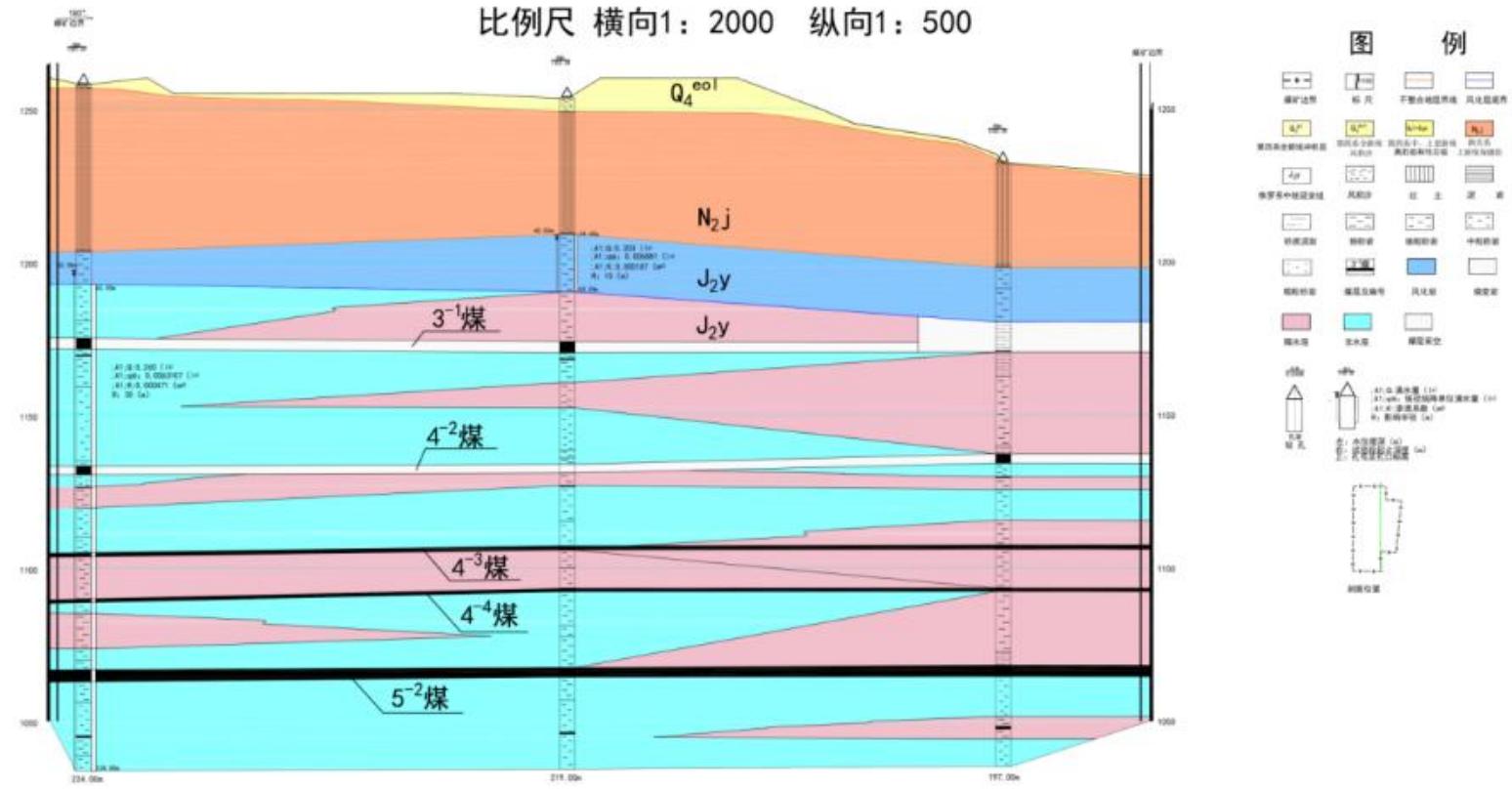


图 2.2-5 II-II'水文地质剖面图

2、地下水的径流、补给和排泄

区内地下水主要接受大气降水补给。据神木气象站资料，近六年来降水量432.9~743.2mm，平均量583.5mm，而蒸发量是降水量的4~5倍。但降水集中，7~9月份占全年的67%。沙层（萨拉乌苏组等）接受大气降水后，由分水岭向古冲沟、洼地潜流汇集。地下水径流通过隔水层“天窗”沿煤系中发育不多的裂隙微弱下渗补给下伏基岩裂隙水外，大部分补给了烧变岩区，形成烧变岩裂隙孔洞潜水。

烧变岩潜水，主要是通过片沙和黄土层接受降水补给，部分地段接受同岩层及地表水侧向补给，一般在烧变岩底板控制下，以向低洼处汇集为主，次为沿透水性好的裂隙孔洞作水平方向运移。

第四系冲、洪积层潜水主要沿沟谷分布，靠近地表水体，富水性弱~中等，与大气降水和地表水关系密切。第四系黄土孔隙、裂隙潜水含水层广泛分布于梁峁地带，大气降水是唯一的补给来源，水量小。

基岩在煤矿内未出露，主要接受上部潜水的垂向补给，总体沿地层倾向缓慢径流。在当地侵蚀基准面以上的部分，在沟谷内裂隙发育地带以侵蚀下降泉的形式排出补给地表水；侵蚀基准面以下，因受上覆泥岩、粉砂岩隔水层影响，形成承压水，富水性弱，径流速度缓慢。

总之，区内大气降水补给地下水，地下水补给地表水。基岩构造裂隙在风化应力作用下扩大加深，为地下水提供一定的赋存空间，浅层地下水补给条件好，水量相对较大，动态变化也大；深层水补给条件差，水量小，动态变化不明显，地下水随深度增加矿化度逐渐升高，反映出地下水交替速度十分缓慢，几乎到滞流状态。

3、矿井充水条件分析

（1）充水水源

①大气降水

大气降水是地下水的补给来源。因此，矿床充水都直接或间接与大气降水有关系。本区地表为第四系松散沙层覆盖，十分有利于接受降水补给，大气降水通过地表入渗补给含水层成为矿井充水的间接水源。

②地下水

第四系全新统上更新统（风积、冲积、湖积层）孔隙潜水含水层：全区均有分布，煤层开采时导水裂隙带基本发育至地表，沟谷地段红土缺失，失去了有力的隔水层，这些潜水将通过煤层导水裂隙带直接进入矿井，故该含水层为矿井直接充水水源。

侏罗系中下统延安组砂岩裂隙含水层：该含水层覆盖于各煤层之上，煤层开采时各煤层导水裂隙相互沟通，煤层以上的各延安组砂岩含水层将通过煤层导水裂隙带直接进入矿井，是矿井的直接充水水源。

烧变岩裂隙孔洞潜水含水层：由于3⁻¹煤层自燃，在煤矿南部形成了烧变岩区，其结构破碎、裂隙发育，易受大气降水及地表松散层水的直接补给，具有良好的储水空间及导水通道。各煤层开采时的导水裂隙带均可沟通此含水层，烧变岩潜水将通过导水裂隙带进入矿井，是矿井的直接充水水源。

③老窑及采空区积水

黄土庙煤矿内3⁻¹煤层已开采完毕，形成采空区面积106.16万m²；4⁻²煤层开采完毕，形成采空区面积144.80万m²。根据物探成果，两层煤层形成的采空区，局部有积水。由于各煤层间距较小，开采各煤层形成的导水裂隙带互相沟通，采空区积水将通过煤层导水裂隙带或巷道采掘破坏形成的孔隙及裂隙直接进入开采水平，影响正常生产，为矿井的直接充水水源。因此黄土庙煤矿在回采下组煤时采用物探等技术手段对煤矿内采空区积水情况进行详细探测，并在掘、采之前，首先对上部采空积水进行探、放、疏、排。做到及时预测、预报，及时探、排。

总体来说，黄土庙煤矿未来开采各煤层，直接充水水源为第四系全新统上更新统（风积、冲积、湖积层）孔隙潜水含水层、侏罗系中下统延安组砂岩裂隙含水层、烧变岩潜水和煤层采空区积水，间接充水水源为大气降水。

（2）充水通道分析

①导水裂隙带

煤层开采后，采空区顶板岩层由于失去支撑而向采空区内逐渐移动、弯曲和破坏，从而在顶板内形成冒落裂隙。随着采煤工作面的不断推进，围岩的移动、变形和破坏不断向上扩展，在采空区上方形成一定高度的冒落带和裂隙带，合称

为导水裂隙带。导水裂隙带所及范围内的地下水通过冒裂带裂隙进入矿井，对采矿造成影响甚至危及采矿安全。导水裂隙带发育高度是预计矿井涌水量大小、评价顶板突水危险性的重要指标。

②原生结构裂隙

各煤层均赋存于延安组，含水层中不同程度地发育有孔隙和裂隙，它们是保持含水层内水力联系的通道，当采矿揭露穿含水层时，这些孔隙和裂隙也必然成为地下水向矿坑充水的直接通道。

（四）工程地质条件

根据岩（土）体工程地质特征及成因，区岩土体分为三大类六大岩组（见表2.2-2），各岩组主要特征分述如下。

表 2.2-2 岩（土）体工程地质分类表

分类	岩层组	饱和抗压强度 (MPa)	空间分布	岩体结构
土质岩类	沙层组		地表全区分布	散体结构
	土层组		全区分布，包括红土	
软弱岩类	风化岩组	5.6-6.0	基岩顶部风化带	碎裂结构
	煤岩组	20.9-26.5	可采煤层、	
半坚硬 岩类	粉砂岩泥岩 及互层岩组	19.0-28.3	煤层直接顶板和直接底板	层状结构
	砂岩组	14.7-54.3	煤层基本顶及延安组各段中部	

（1）沙层组

全区分布，厚度 1.00~4.60m。据测试成果，粒径以 0.5~0.05mm 的颗粒占绝对优势，岩性主要为细砂，局部为中砂。

（2）土层组

全区分布，红土层厚度 34.00~41.15m，岩性为棕红色粉质粘土，根据测试成果，密度 1.77~2.07g/cm³，比重 2.69~2.71g/cm³，孔隙比 0.568~0.861，含水比 0.70~1.00、饱和度 70.1~94.4，液限 22.50%~29.10%，塑限 15.6%~17.5%，压缩系数 0.054~0.590，压缩模量 3.06~29.00，具有中等压缩性。

（3）风化岩组

本岩组主要以风化泥岩、砂质泥岩及砂岩为主。呈弱风化或中风化状态，受风化影响岩石颜色混杂，岩芯较破碎。试验测定饱水状态下，软化系数平均值为 0.70，属于软化岩石，表现出水稳定性较差的特点，岩体较破碎，岩石质量为IV级。

(4) 煤岩组

煤层饱和抗压强度 14.00~22.50Mpa，干燥状态抗压强度 20.30~31.40Mpa，软化系数 0.69~0.75。饱和抗拉强度 0.3~0.9Mpa。饱和抗剪断强度凝聚力 $c=0.88\sim1.51\text{Mpa}$ ，内摩擦角 $\varphi=36.8\sim36.9$ 度。

(5) 粉砂岩、泥岩及互层岩组

本岩组是与煤层开采有直接关系的岩组之一，是煤系的主要岩组，由粉砂岩、泥岩、砂质泥岩及薄煤等组成。多出现于煤层直接顶底板。岩石含有较高的粘土矿物和有机质，以发育较多的水平层理、节理裂隙和滑面等结构面为特征。饱和抗压强度平均值为 27.98MPa。浸水或长时间暴露于空气中岩石多沿层理方向离析成薄片。试验测定饱水状态下，软化系数平均值小于 0.60，属于软化岩石，表现出水稳定性较差的特点，岩体较破碎，岩石质量为IV级。

(6) 砂岩组

以中粒砂岩和细粒砂岩为主，多形成煤层的基本顶或老底，岩石由石英、长石、云母、暗色矿物、岩屑等组成。岩石平均抗压强度 46.31MPa。其水稳定性较好，属较硬岩，岩体较完整，岩石质量为III级。

(五) 矿体地质特征

黄土庙煤矿矿区可采煤层 5 层 3⁻¹、4⁻²、4⁻³、4⁻⁴、5⁻²，（见表 2.2-3）。

表 2.2-3 主采煤特征一览表

煤层号	煤层厚度计算特征（储量估算采用厚度）			结构	层间距	可采类型	稳定类型
	两极值平均值	标准差	变异系数				
3 ⁻¹	3.05~3.50 3.15	0.59	0.23	结构简单，不含夹矸的单一煤层	33.0~46.0 39.0	局部可采	稳定
4 ⁻²	1.70~2.76 2.24	0.8	0.37	偶含 1~3 层夹矸，矸岩性为泥岩，厚约 0.1~0.4 左右，结构简单	15.0~29.0 22.0		
4 ⁻³	0.95~1.35 1.28	0.16	0.13	结构简单，不含夹矸的单一煤层		全部可采	稳定

煤层号	煤层厚度计算特征（储量估算采用厚度）			结构	层间距	可采类型	稳定类型
	两极值平均值	标准差	变异系数				
4 ⁻⁴	$\frac{1.0 \sim 1.30}{1.12}$	0.26	0.15	结构简单，不含夹矸的单一煤层	$\frac{12.0 \sim 19.0}{15.0}$	全部可采	稳定
5 ⁻²	$\frac{1.43 \sim 3.15}{2.47}$	0.35	0.16	结构简单，不含夹矸的单一煤层	$\frac{14.0 \sim 34.0}{24.0}$	全部可采	稳定

1、3⁻¹煤层

该煤层位于延安组第三段的顶部，是本区的主要可采煤层之一，大部可采，可采面积 101.9 万 m²，目前该煤层原煤矿范围内已全部采空，与下部 4⁻³ 煤层间距 33.00~46.00m，平均 39.00m。

2、4⁻²煤层

该煤层位于延安组第二段的顶部，全区可采，与下部 4⁻³ 煤层间距 15.00~29.00m，平均 22.00m。资源量估算采用煤厚 1.70~2.76m，平均 2.24m；该煤层中间局部采空，普遍含 1~3 层夹矸厚度，厚度 0.1~0.4m，夹矸岩性多为粉砂岩，少数为炭质泥岩。

3、4⁻³煤层

位于延安组第二段的中上部，是本区次要可采煤层，全区分布，与下部 4⁻⁴ 煤层间距 12.00~19.00m，平均 15.00m。资源量估算采用煤厚 0.95~1.35m，平均 1.28m，为不含夹矸的单一煤层。

煤层的底板标高变化在 1090~1110m 之间，埋深 101~167m，煤层不含夹矸。顶板主要为砂质泥岩和细粒砂岩，局部粉砂岩；底板岩性主要为粉砂岩次为砂质泥岩。

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

4、4⁻⁴煤层

位于延安组第二段的中部，是本区的主要可采煤层，全区可采。与下部 5⁻² 煤

层间距 14.00~34.00m，平均 24.00m。该煤层由东南向西北部逐渐变厚，资源量估算采用煤厚 1.00~1.30m，平均 1.12m，规律性明显，该煤层结构简单，为不含夹矸的单一煤层。

煤层的底板标高变化在 1080~1100m 之间，埋深 115~201m，顶板主要为粉砂岩，少量泥岩；底板主要为粉砂岩和砂质泥岩，其次为细粒砂岩。

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

5、5²煤层

该组煤层位于延安组第一段顶部，是本区的主要可采煤层，全区可采，资源量估算采用煤厚 1.43~3.15m，平均 2.47m，该煤层结构简单，为不含夹矸的单一煤层。

煤层的底板标高变化在 1050~1070m 之间，埋深 130.00~235.00m；煤层顶板主要为粉砂岩，砂质泥岩局部为细粒砂岩；底板为砂质泥岩，粉砂岩，局部为泥岩和碳质泥岩。

该煤层为中厚煤层，全区可采，厚度变化小且规律明显，结构简单，煤质变化小，煤类单一，属稳定型煤层。（煤层厚度见图 2.2-6~图 2.2-8）。

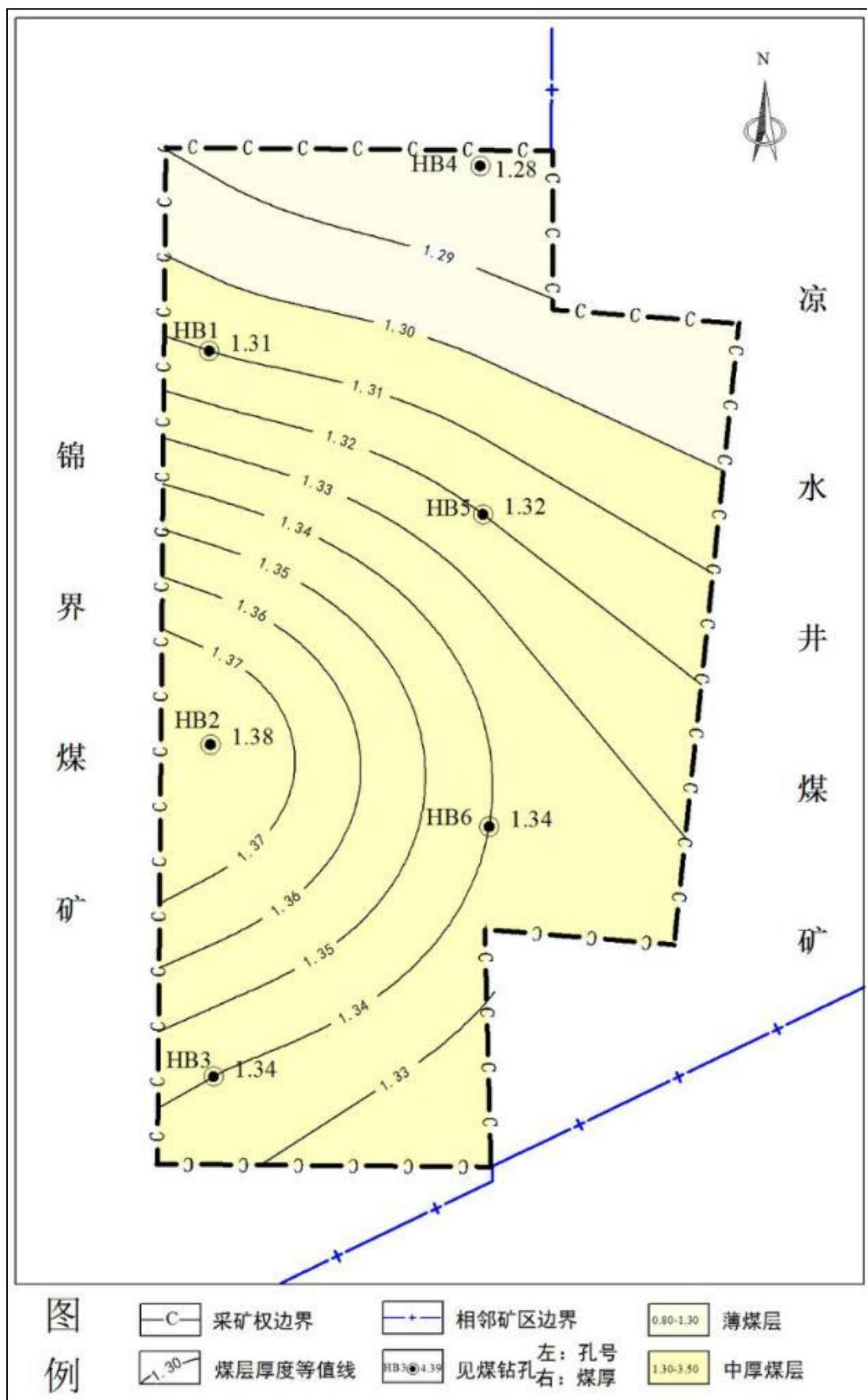


图 2.2-6 4³ 煤层厚度等值线图

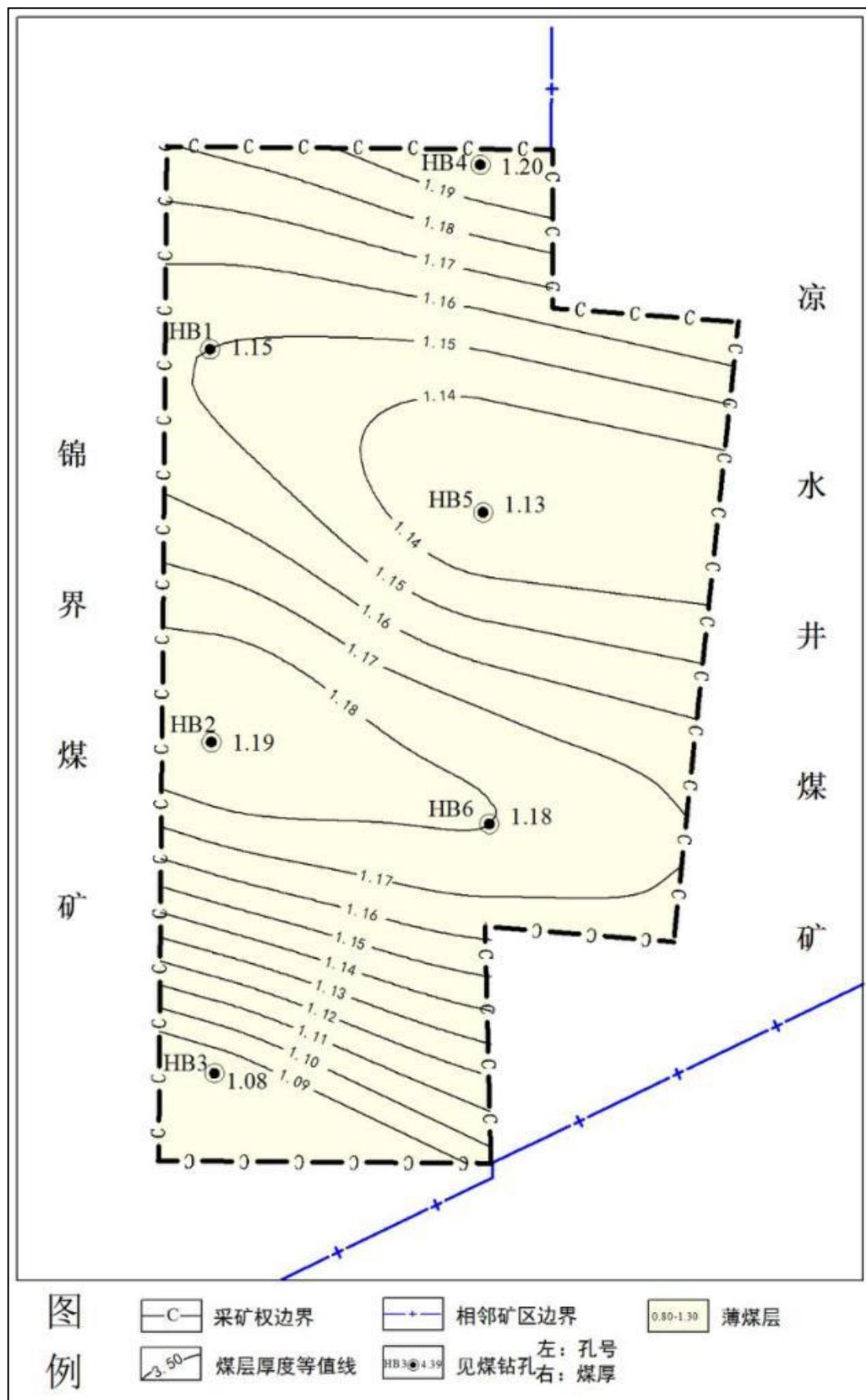


图 2.2-7 4⁴煤层厚度等值线图

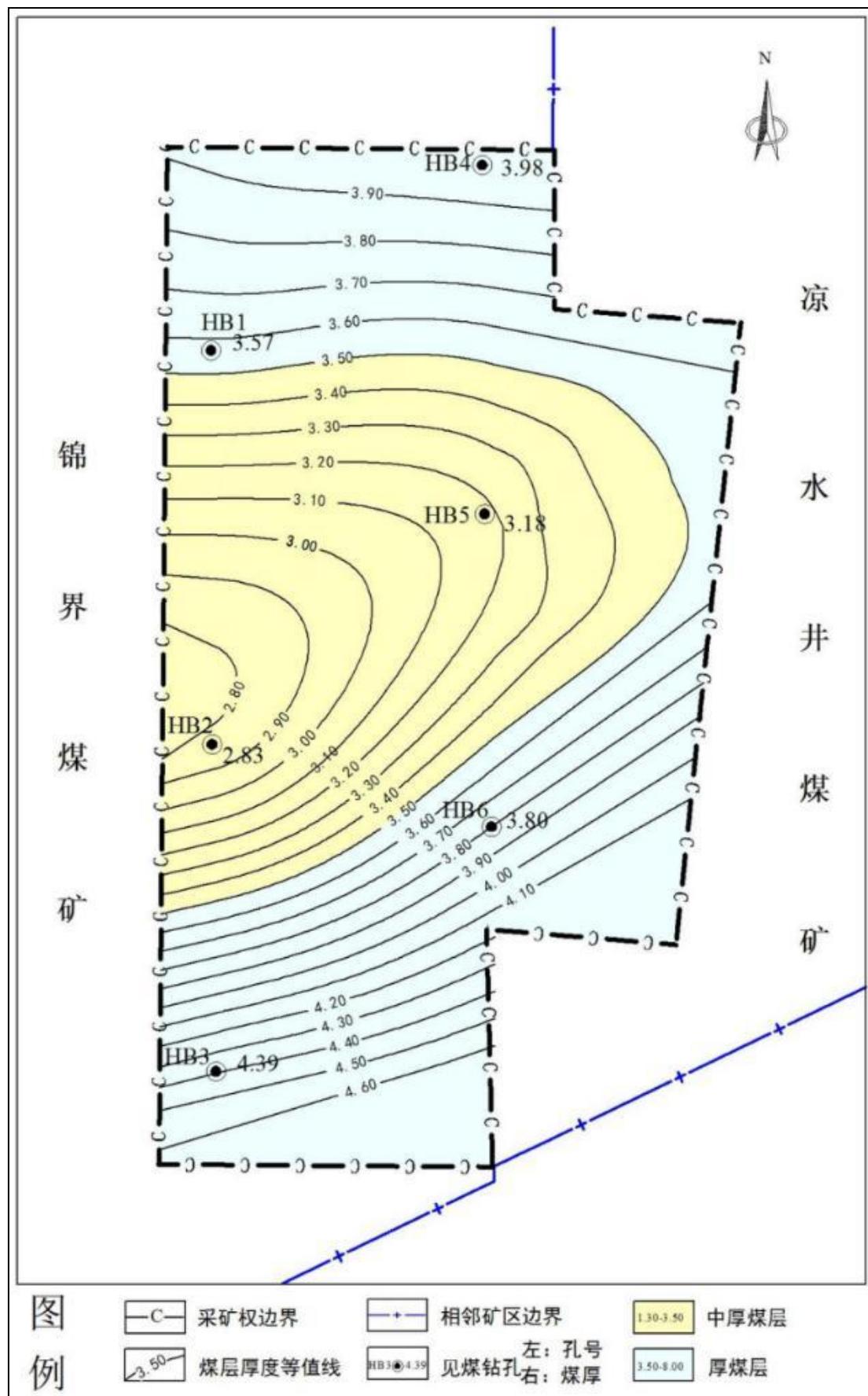


图 2.2-8 5-2 煤层厚度等值线图

三、矿区社会经济概况

（一）神木市

神木市位于陕西北部、秦晋蒙三省区接壤地带。全市国土总面积达 7635 平方公里，是陕西省面积最大的县（市），辖 14 个镇 6 个街道 326 个行政村，常住人口 58.41 万人。神木是西部地区县域综合实力最强的县（市）。

2022 年神木市地区生产总值 2231.47 亿元，占榆林市总量的 34.1%，占陕西省总量的 6.8%，按不变价计算，同比增长 4.0%。其中，第一产业增加值 28.02 亿元，增长 4.2%；第二产业增加值 1841.77 亿元，增长 3.1%；第三产业增加值 361.68 亿元，增长 6.7%。三次产业结构为 1.25:82.54:16.21。人均地区生产总值 386334 元，按不变价计算，增长 3.4%。

2023 年神木市地区生产总值 2347.10 亿元，占榆林市总量的 33.1%，占陕西省总量的 6.9%，按不变价计算，同比增长 4.1%。分产业看，第一产业增加值 29.34 亿元，增长 3.7%；第二产业增加值 1954.22 亿元，增长 5.7%；第三产业增加值 363.53 亿元，下降 1.4%。三次产业结构为 1.25:83.26:15.49。人均地区生产总值 405161 元，按不变价计算，增长 3.7%。

2024 年神木市地区生产总值 2502.61 亿元，占榆林市总量的 33.2%，占陕西省总量的 7.0%。分产业看，第一产业增加值 29.57 亿元，增长 3.4%；第二产业增加值 2093.14 亿元，增长 7.6%；第三产业增加值 379.90 亿元，增长 3.2%。三次产业结构为 1.18:83.64:15.18。人均地区生产总值 430039 元，按不变价计算，增长 6.1%。

（见表 2.3-1）。

表 2.3-1 神木市近 3 年社会经济概况表

年度	人口 (万人)	生产总值 GDP (亿元)				城镇居民人 均可支配收 入 (元)	农村居民 人均可支配 收入 (元)
		第一产业	第二产业	第三产业	总值		
2022 年	46.44	28.02	1841.77	361.68	2231.47	43749	20304
2023 年	46.76	29.34	1954.22	363.53	2347.10	46353	21858
2024 年	58.41	29.57	2093.14	379.90	2502.61	48835	23290

（二）锦界镇

锦界镇地处毛乌素沙漠南缘，辖 20 个行政村，2 个社区，总土地面积 777.7

平方公里，镇区面积 17.6 平方公里。总人口 8.3 万人，神木市高新区坐落境内，是全国重点镇、省级卫生镇、陕西省乡村振兴示范镇。

2024 年，锦界镇实现镇域生产总值 650 亿元（含高新区），实现税收 66.5 亿元，同比增长 25.5%；全社会固定资产投资 9.9 亿元；招商引资 18.6 亿元；农业生产总值 5.3 亿元；一般公共预算支出 1.6 亿元、基本建设项目支出 1.3 亿元；新增工业 15 户、中小企业 12 户、个体工商户 32 户，农民人均可支配收入 26490.75 元。

在 2024 年镇域经济全国 500 强中位列第 58 名、西部第 3 名，整体经济规模庞大且保持 稳定。锦界镇作为陕西省第二大经济开发区锦界工业园区所在地，能源化工产业是主导产业，涵盖清洁煤电、煤炭分质清洁利用、高性能树脂、精细化工、现代载能、新能源 等七大领域。

表 2.3-2 锦界镇近 3 年社会经济概况表

年度	总人口 (人)	农业人口 (人)	人均耕地 (亩)	社会总产值 (亿元)	农业总产值 (亿元)	农村居民人均收入 (元)
2022 年	79216	23451	3.24	655.6	4.88	28080
2023 年	79000	23700	3.20	692.0	5.12	24515
2024 年	83000	26126	3.21	650.0	5.30	26490.75

四、矿山地质环境现状与土地利用现状

（一）矿山地质环境现状

2025 年 4 月，2025 年 8 月项目组赴现场进行矿山地质环境调查，集中对工业场地、进场道路、采空区进行了不稳定地质体（地裂缝、塌陷地等）、含水层、地形地貌景观、水土环境等方面的详细调查。经实地测量、定位拍照和记录确定，井田地形地貌主要为波状沙丘地貌，井田开采范围内分布有塌陷隐患 2 处（上期《方案》）。

（二）矿区土地利用现状

黄土庙煤矿占地面积 158.99hm²，包括划定的矿权范围面积 158.77hm²，矿区外面积 0.22hm²，根据神木市自然资源和规划局收集 2024 年度国土变更调查数据、永久基本农田数据，煤矿的土地利用现状类型划分为 5 个一级类和 8 个二级类，包括林地、草地、工矿用地、公共管理和公共服务用地、交通运输用地（见表 2.4-1）。

表 2.4-1 矿区土地利用现状表

土地利用类型		矿权范围 内面积		面积合计 (公顷)		占比例	
一级地类	二级地类	矿权范 围 内面积	矿权范 围 外面积				
林地(03)	乔木林地(0301)	16.88		16.88	48.62	10.62%	30.58%
	灌木林地(0305)	26.41		26.41		16.61%	
	其他林地(0307)	5.33		5.33		3.35%	
草地(04)	天然牧草地 (0401)	91.11		91.15	91.15	57.33%	57.33%
工矿仓储用地 (06)	采矿用地(0602)	17.24	0.20	17.40	17.40	10.96%	10.96%
公共管理和公 共服务用地 (08)	公用设施用地 (0809)	0.01		0.01	0.01	0.01%	0.01%
交通运输用地 (10)	公路用地(1003)	1.05		1.06	1.81	0.66%	1.13%
	农村道路(1006)	0.74		0.75		0.47%	
合计 (公顷)		158.77	0.22	158.99	158.99	100.00%	100.00%

1、林地

林地在矿区分布较多，是矿区占地面最大的土地利用类型，面积48.62hm²，占总面积30.58%，其中，乔木林地分布在工业场地北侧，面积16.88hm²；灌木林地分布在矿区范围北部，面积26.41hm²，其他林地分布在矿区中部，面积5.33hm²。

根据现场调查，矿区乔木林地树种以油松为主；灌木林地植被种类以柠条、沙柳为主，长势良好，覆盖度40%左右。

2、草地

草地在矿区分布面积较多，是矿区占地面最多的土地利用类型，面积91.15hm²，占矿区面积的57.33%，全部为天然牧草地，根据现场调查，草种类型主要有沙蒿、沙米、虫实、狗尾草等。

3、工矿仓储用地

工矿仓储用地为采矿用地，面积17.40hm²，占总面积10.96%。根据现场调查，

采矿用地为黄土庙煤矿的工业场地及凉水井工业场地、拌和站。

4、公共管理和公共服务用地

公共管理和公共服务用地为公用设施用地，面积 0.01hm^2 ，占总面积 0.01%。

根据现场调查，公用设施用地为移动信号塔占地。

5、交通运输用地

交通运输用地为农村道路，面积 1.81hm^2 ，占总面积 1.13%。根据现场调查，公路用地为凉水井煤矿排矸道路，农村道路为矿区内的通村道路，均为素土道路，宽度为 2.5~4m。

（三）基本农田

根据神木市永久基本农田核实处置划定成果套合，矿区范围内不涉及永久基本农田，见图 2.4-1。

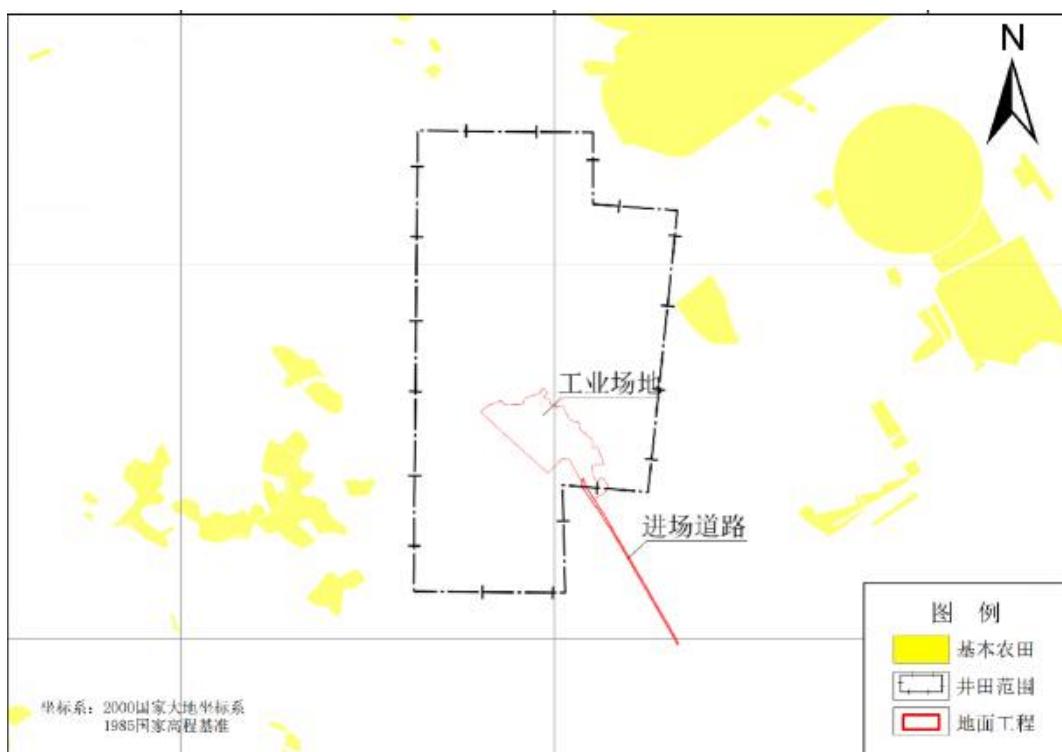


图 2.4-1 矿区及周边永久基本农田分布图

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

矿区内地质环境主要受黄土庙煤矿生产活动、凉水井煤矿生产、输电线路、输水管线、凉水井煤矿排矸道路、凉水井危废库、凉水井工业场地、移动信号塔等影响，井田范围内无村庄，其他人类工程活动较少。（见图 2.5-1）。

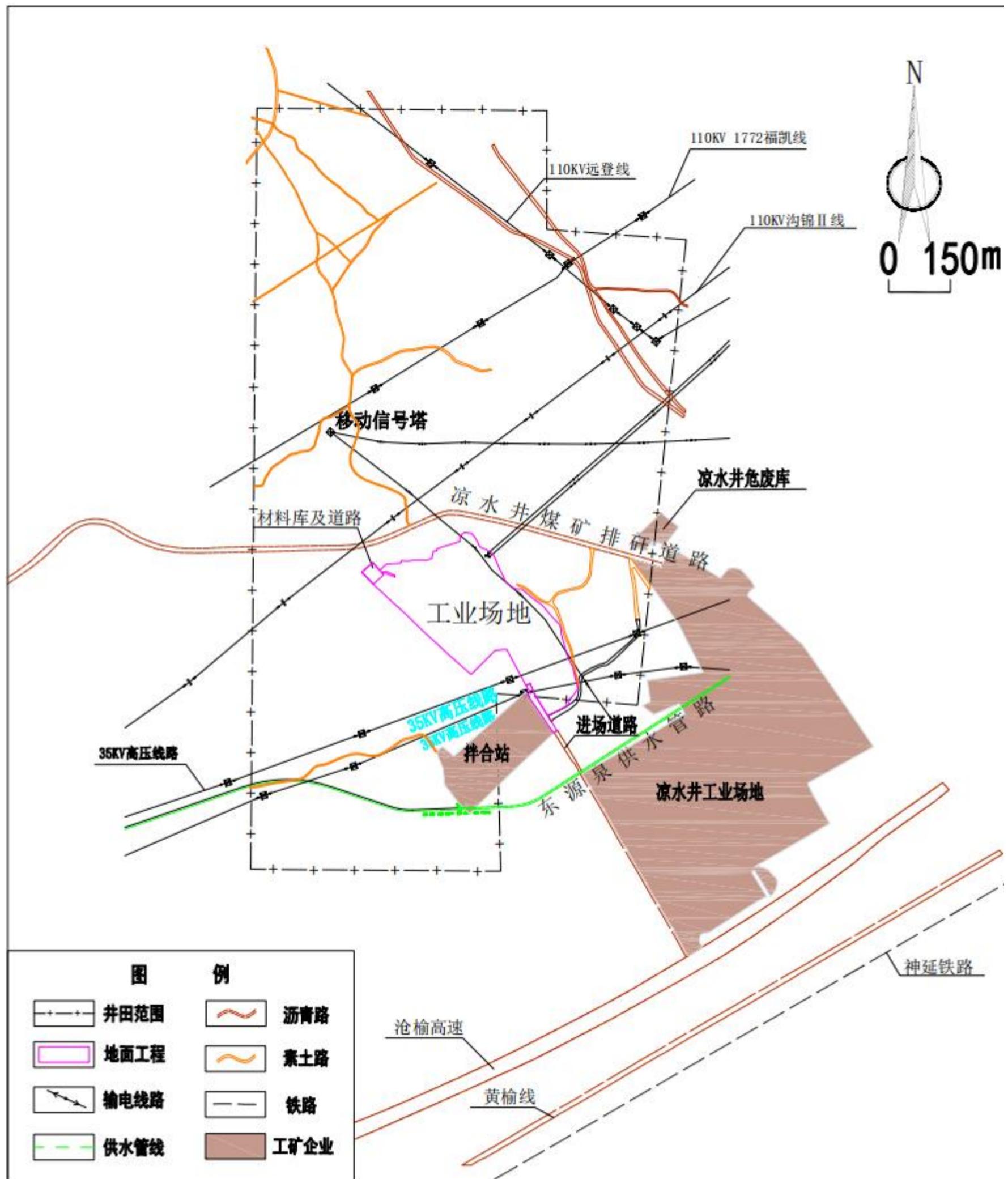


图 2.5-1 其他人类工程活动示意图

（一）矿业生产

黄土庙煤矿周边矿山企业包括锦界煤矿、凉水井煤矿。

1、锦界煤矿

陕西国华锦界能源有限责任公司锦界煤矿位于黄土庙煤矿西部，矿区面积141.7783km²，矿井建矿始于2004年，2006年10月1日正式投产，现矿井正常生产。矿井采用斜井、立井混合开拓，现有两立五斜七个井筒，采用综合机械化长壁采煤方法。载证规模6Mt/a，核定生产能力18.00Mt/a，配套建设20.00Mt/a洗煤厂。可采煤层为3⁻¹、4⁻²、4⁻³、4⁻⁴、5⁻²[±]、5⁻³煤层开采标高1175~920m，井巷工程标高至地表。矿井生产以来仅开采了3⁻¹煤层，其东南部采空区与黄土庙煤矿紧邻，但矿井之间均留设足够的防隔水煤柱。

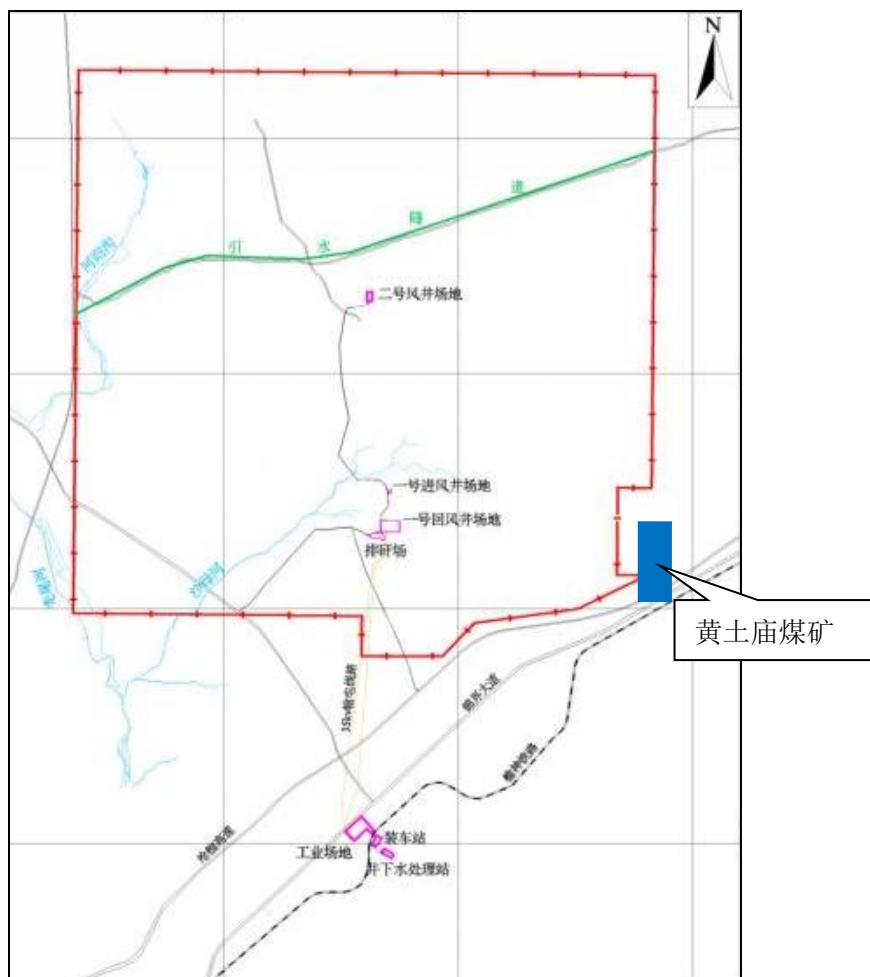


图 2.5-2 锦界煤矿总平面布置图



照片 2.5-1 锦界煤矿工业场地全貌（镜向西）

2、凉水井煤矿

凉水井煤矿位于黄土庙煤矿东部，于2005年3月开工建设，2008年8月投入联合试运转，生产规模4.00Mt/a，核定生产能力8.00Mt/a。开采3⁻¹、4⁻²、4⁻³、4⁻⁴、5⁻²、5⁻³煤层，采用斜井多水平、分煤层开拓方式，长壁综采采煤法和全部跨落法管理顶板。矿井3⁻¹煤层已基本回采完毕，采空区位于西北部。目前井下主要开采4⁻²煤层和4⁻³煤层，回采位于黄土庙煤矿东北部的42207工作面，离黄土庙煤矿边界最近的采空区为42101工作面，距离约650m。与黄土庙煤矿紧邻区域无采空区，为其工业场地及大巷，留设保护煤柱。



照片 2.5-2 凉水井煤矿工业场地

表 2.5-1 矿区周边煤矿基本情况表

煤矿名称	面积 (km ²)	生产能力 (Mt/a)	开采煤层	生产状态
锦界煤矿	141.7783	18.00	3 ⁻¹ 、4 ⁻² 、4 ⁻³ 、4 ⁻⁴ 、5 ⁻² 煤层	生产
凉水井煤矿	68.9285	4.00	3 ⁻¹ 、4 ⁻² 、4 ⁻³ 、4 ⁻⁴ 、5 ⁻² 、5 ⁻³ 煤层	生产

评估区内分布有凉水井危废库（原炸药库）及危废库道路。

（1）危废库

凉水井煤矿原炸药库已废弃，改为矿山危废库继续使用，存放材料为柴油等油料，危废库紧邻凉水井工业场地北部，见照片 2.5-2，占地面积 0.19hm²，黄土庙煤矿内占地。

（2）危废库道路

危废库道路连接凉水井场区与危废库，道路长度为 50m，为沥青路面，占地面积为 0.03hm²。见照片 2.5-3、2.5-4。



照片 2.5-3 凉水井危废库



照片 2.5-4 凉水井危废库道路

（二）交通道路

1、凉水井排矸道路

矿区中部分布一条东西走向的凉水井煤矿排矸公路（见照片 2.5-5），排矸道路连接凉水井工业场地和排矸场，路面宽 8m。道路总长约为 1800m，黄土庙煤矿内长度 996m。路面为沥青路面，占地面积为 0.8hm^2 ，其在修建过程中挖高填低，破坏原有的地形地貌、植被，对地质环境影响和破坏较严重。因黄土庙煤矿开采造成的路面损毁，由凉水井煤矿自行出资修复。



照片 2.5-5 凉水井煤矿排矸道路（公路用地）

2、场外道路

神延铁路位于矿区南部，北起陕西省神木市神木北站，南至延安市延安北站，

正线全长 382.4 公里。



照片 2.5-6 神延铁路及 G337 黄榆线



照片 2.5-7 沧榆高速

（三）输电线路

本次调查，矿区中部分布有高压输电线路 5 条（110 千伏 1481 远登线、110 千伏 1142 沟锦 II 线、1772 福凯线、朔沙 II 线、凉锦线），低压输电线路 1 条，现状地类为灌木林地、天然牧草地（见照片 2.5-10）。经与国网榆林供电公司协商，高压塔基加固由黄土庙矿方出资修复。2025 年已实施高压塔基加固 12 座，采用可调式加固装置，低压线塔扶正加固 6 根。



照片 2.5-8 输电线路



照片 2.5-9 低压输电线路

（四）农业生产

神木市窟野河流域西沙街道矿区生态修复工程是 2024 年至 2025 年实施的重点生态修复项目，主要涉及土地整理、河道治理和土壤改良等工程，项目 2025 年 6 月起施工，少部分范围位于矿区 43101（已开采）、43103（已开采）、44101 工

作面（未开采）上方，受采煤沉陷影响。



照片 2.5-10 土地整治项目现状

（五）东源泉供水管路

东源泉供水管路东西走向穿过矿区南边，矿区内地内长度约 0.6km，该管路为工业供水管路，建矿后于 2005 年开始建设。双方已达成协议，由煤矿负责监测和告知，采煤沉陷影响管路运行由东源泉供水管路公司自行修复。

（六）拌合站

根据现场调查，拌合站位于矿区南部边界，紧邻黄土庙工业场地，属风沙地貌；三调土地利用类型为采矿用地，回退二调地类为采矿用地，东西长 300m，南北宽 120m，占地面积约 3.67hm^2 ，其中矿区内地内面积 1.97hm^2 ，矿区外占地面积 1.69hm^2 ，经走访询问，为个体户所有，正在使用，复垦责任人为个体户。



照片 2.5-11 拌合站现状

（七）移动信号塔

矿区内存在一处移动信号铁塔，见照片 2.5-12，占地面积 0.01hm²，位于近期开采 43107、44102 工作面上方，经现场调查，信号塔基础已加固。



照片 2.5-12 移动通讯塔

六、矿山及周边矿区生态修复案例分析

（一）矿山及周边矿区生态修复案例

1、周边煤矿（锦界煤矿）

本方案以矿区周边的锦界煤矿为类比矿井，锦界煤矿近年来实施的典型项目包括采空塌陷区治理工程、生态治理和水土保持监测项目、沙母河排矸场复垦绿化项目等，本次对几个典型项目进行治理效果分析。见照片 2.6-1~2.6-4。

（1）采空塌陷区治理工程

锦界煤矿已对塌陷区受损的乡村道路进行裂缝充填，沉稳区域进行修复，治理长度 28.3km。煤矿对塌陷区实施人工绿化，乔灌樟子松，并设置围栏、养护管道，种植面积 246hm²。

经现场调查，锦界煤矿对已沉稳区耕地、林地和草地实施土地平整、林草恢复等措施。



照片 2.6-1 采空塌陷区治理工程

（2）生态治理和水土保持监测项目

利用遥感监测、实地量测、地面观测、资料分析等方法对煤矿生态治理和水土保持相关情况进行调查、观测与分析，查清煤矿的生态治理和水土保持现状，截止 2023 年 10 月，锦界煤矿地表扰动土地面积为 64.47hm^2 ；排矸场占地面积 20.96hm^2 ，排矸场到界面积 13.08hm^2 ，排矸场覆土绿化率 100%；塌陷土地面积 6130.43hm^2 ，塌陷土地治理面积 6128.62hm^2 ，塌陷土地治理率 99.97%；矿区土地复垦率 99.23%；矿山修复治理率 99.84%；矿区林草覆盖率和林草植被恢复率分别为 88.56% 和 99.28%。

2023 年监测发现锦界煤矿监测范围内土壤微度侵蚀面积 6521.67hm^2 、轻度侵蚀面积 2920.82hm^2 、中度侵蚀面积 4067.48hm^2 、强烈及以上侵蚀面积 664.82hm^2 ，水土保持率 46.01%，即微度侵蚀面积占监测总面积的 46.01%。



照片 2.6-2 植被恢复情况监测



照片 2.6-3 采空区塌陷监测

（3）沙母河排矸场复垦绿化项目

锦界煤矿对排矸场地修建截排水沟 240m，周围布设围栏，对矿区覆土，设置沙障，栽种刺槐、沙棘、沙蒿等植物实施复垦。实现投资 77.74 万元。



照片 2.6-4 锦界煤矿排矸场土地复垦工程

本《方案》编制可借鉴矿区已有的治理复垦经验，通过分析矿山产生新的矿山地质环境问题及对土地资源的损毁情况，结合已有经验提出合理、适宜的防治复垦措施，目前没有已验收的项目。

（二）取得的经验教训

1、塌陷地地裂缝治理及复垦工程

黄土庙煤矿位于风积沙区，地势平坦，无较大起伏，人工和机械均可直接到达裂缝发育区域，因此以裂缝发育宽度采取不同的治理措施，减小因治理对生态环境和土地资源的二次破坏。塌陷地地裂缝应发现即治理，通过初步治理，消除地表裂缝，减轻不稳定地质体造成的危害，待稳沉后再进行最终治理，土地复垦可纳入第二年进行。

(1) 裂缝宽度小于 15cm 时，采取人工修复。人工分段开挖表土，每段长 5-10m；裂缝回填施工时对主裂缝旁 2m 范围内的伴生小型裂缝同时进行回填施工。

(2) 裂缝宽度大于 30cm 时，采取机械修复。采用机械对地裂缝两侧表土开挖，深 50cm，表土堆积在地裂缝开挖口一侧，并进行简易养护；表土剥离后，以裂缝为中心，向两侧扩宽，开挖深度 1.5-2.5m，宽 0.6-2m，并将土方堆积在表土另一侧；裂缝填充后的地面应整平并压实，到达设计高程后，按原地类复垦，栽植与周边相适应的植物。根据样方调查结合现场调查，矿区范围内优势种乔木（新疆杨、樟子松）；灌木（柠条、沙柳）、草（紫花苜蓿、沙打旺）等乡土植物进行植被恢复。

(3) 道路等地面附着物都存在重复损毁，需要定期进行人工巡查，费用并进行多次修复，等全部开采后再一次性按原路面标准修复。

经过以上措施后，黄土庙煤矿采空区地裂缝均已及时治理，植被长势良好，并通过了专家验收。

2、监测工程

黄土庙煤矿监测工程实施情况较好；2021 年实施了 HTM01 水文地下监测井，采取自动监测设备对含水层水位进行了实时监测，并与省厅矿山地质环境调查数据库系统联网；实施了 InSAR 加强土地复垦效果和植被存活率的监测，及时追肥及补种，确保土地肥力和植被覆盖度；定期对全井田进行航拍制作正射图，能够准确掌握煤矿矿山地质环境动态变化及防治措施效果，为更好地治理矿山提供有力的技术支撑；定期对矿区范围内水土环境监测点进行取样分析，发现监测指标超限时对水土环境源及时采取措施进行治理；每年对复垦区进行土壤质量监测和植被成活率监测，土壤有机质不足和植被成活率低时，及时追肥补栽，确保了矿区生态恢复效果良好。

3、养护工程

黄土庙煤矿地处风积沙区，地势平坦，地形无较大起伏，地表植被整体长势较好，矿区道路四通八达，存在村民放牧现象，植被易被牲畜啃食，造成植被死亡引起地表生态环境的退化。矿区今后应在复垦区设立警示牌，简易围挡等措施，提醒村民不要放牧，并加强监测巡查、知识宣讲的工作，与周边村民做好地企沟

通，宣传绿色矿山和生态修复的理念，加强养护工作，确保植被成活率和植被覆盖度。

4、专职部门实施

矿区生态修复是一个系统工程，矿山因此设置了领导机构管理小组，明确了日常管理部分，由专人负责工程管理、资料档案管理等工作，并将具体工作分解到部门、责任到人，避免人人都管，无规划，乱实施。

七、矿山绿色矿山建设

黄土庙煤矿自建矿以来，积极推行“绿色矿山”的发展理念。将绿色生态理论与实践贯穿于矿产资源开发利用全过程，在绿色矿山建设方面取得了一定的成效。

根据自然资源部关于印发的《绿色矿山评价指标》要求，结合黄土庙煤矿绿色矿山建设情况逐项评估，基本符合绿色矿山要求，正在申报绿色矿山。

黄土庙煤矿于2021年编制了《神木县瑶镇乡黄土庙煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，并按照《方案》布置工程及时实施了采煤沉陷区复垦、矿山道路修复等工程。与周边环境相适应协调，复垦效果较好，生态环境得到较好恢复；采煤沉陷区损毁土地按原地类进行复垦，因地制宜采取裂缝填充、土壤培肥、林草地补植补栽等措施，治理后土地基本功能有所提升，实现了土地可持续利用。

在后期的绿色矿山提升中，建议矿山从土地利用功能要求方面进行提升，对废弃的炸药库及时进行复垦，闭矿后对工业场地进行复垦，恢复土地基本功能，因地制宜实现土地可持续利用。

八、矿区生态系统定位

（一）区域生态功能区划定位

根据《陕西省生态功能区划》，神木市位于“鄂尔多斯高原风沙草原生态区”中的“神木-府谷煤田开发荒漠化控制生态功能区”。

1、核心生态特征

该区域属于典型的温带干旱、半干旱草原生态系统，并向风沙草原过渡，生态环境脆弱，对人为干扰的敏感性强，自我恢复能力较弱。

2、主要生态功能

- (1) 防风固沙：地表植被对于固定沙地、防止土地沙化具有关键作用。
- (2) 水土保持：尽管降水较少，但集中的降雨仍易造成水土流失，植被和土壤结皮能有效减少土壤侵蚀。
- (3) 生物多样性维护：为当地特有的耐旱、耐贫瘠的动植物（如沙蒿、柠条、沙柳及多种啮齿类、鸟类动物）提供了栖息地，是区域生物多样性的重要组成部分。

黄土庙煤矿处于“鄂尔多斯高原风沙草原生态区”中的“神木-府谷煤田开发荒漠化控制生态功能区”。因此，矿区的生态修复工作，不仅是恢复局部区域的生态环境，更是对“神木-府谷煤田开发荒漠化控制生态功能区”整体生态功能稳定性的维护与增强，具有超越矿区本身的重要区域意义。

(二) 矿区生态系统类型与特征

本矿区的生态系统可定位为：“以人工干预和自然恢复相结合的采矿扰动型草甸草原生态系统”。

(1) 原生/本底生态系统

在采矿活动前，该区域是以草本植物为建群种，伴生有灌木的典型草原生态系统。土地利用类型以天然牧草地、其他草地和林地为主，土壤以黄绵土和风沙土为主，结构疏松，抗侵蚀能力差。

(2) 现状生态系统

多年的采矿活动使其转变为“严重人为扰动的退化生态系统”。主要表现为：

- ①地表变形：采空区导致的地面裂缝、塌陷，切断了土壤和植被的连续性。
- ②水土流失：地表变形破坏了原生植被和土壤结构，加剧了水土流失。
- ③景观破碎：工业场地、道路等地面建设将连续的草原生境分割成孤立的斑块，影响物种迁徙与基因交流。
- ④水源影响：井下开采可能对萨拉乌苏组等关键含水层结构造成影响，进而影响区域水文生态。

(3) 核心生态限制因子

水分是决定本生态系统类型和恢复速度的关键限制因子。生态修复措施必须

充分考虑水资源的承载能力，选择节水、耐旱的植物物种。

（三）生态修复的总体导向

基于以上定位，本矿区的生态修复不应是简单的“复绿”，而应是以“近自然恢复”为导向，旨在：

（1）结构恢复

重建稳定、不易侵蚀的地表形态（治理塌陷、裂缝），恢复适宜的土壤剖面结构。

（2）功能恢复

恢复生态功能：优先恢复植被的防风固沙、水土保持功能，逐步重建生态系统的物质循环和能量流动能力。

重建生物栖息地：通过植被恢复，为本地物种提供栖息地和生态廊道，逐步提升生物多样性。

与区域生态功能协同：修复后的生态系统应能融入并支撑区域“荒漠化控制”的生态功能，形成稳定、自维持的草甸草原群落，降低区域生态安全风险。

（四）对修复方案的具体指导意义

植物物种选择：必须严格以乡土植物为主，如沙蒿、柠条、沙柳、沙打旺等，严禁使用不适应当地气候的外来物种。

复垦方向：鉴于区域生态本底和功能定位，将损毁土地复垦为“林草地”最符合生态系统定位、最可持续的方向。

监测体系设计：生态系统监测不仅要关注植被覆盖率、郁闭度/盖度，还应包括土壤水分、土壤侵蚀模数、关键物种（指示植物）的出现与长势等，以综合评估生态系统的结构与功能恢复状况。

黄土庙煤矿矿区生态系统科学定位于“神木-府谷煤田开发荒漠化控制生态功能区”内的“采矿扰动型草甸草原生态系统”，为本生态修复方案提供了根本遵循和决策依据，确保所有修复工程都服务于恢复和增强区域核心生态功能这一终极目标。

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

项目组在搜集与分析上期《方案》《榆林市地质灾害防治“十四五”规划(2021~2025)》《榆林市地质灾害风险大核查》《神木市地质灾害风险调查评价》《神木市地质灾害“十四五”规划(2021~2025年)》、年度国土变更调查数据和煤矿井上下对照图的基础上，于2025年4月21日~24日组织调查组赴现场进行矿区生态修复调查。调查区域分为近期开采区域和中期开采区域。调查的对象主要为地面建设工程，典型地物。调查的内容有不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境、土地资源、公众参与。采用实地测量、定位、拍照、录像和文字记录，发放调查表等形式。

因矿区近期开采4³煤和4⁴煤部分，工作面涉及全井田，因此对全井田进行了调查，对户数、人口、房屋、收入、生产生活用水情况，村庄经济发展情况，发放调查问卷进行公众参与调查。公路调查了类型、等级，输电线路的电压等。同时，调查了不稳定地质体发育情况，水井含水层的类型、水量和开采情况，地形地貌的类型、分布，水土环境，土地利用类型及面积，土地的权属，种植农作物的种类及产量，当地的植被类型，土壤类型等。

通过调查，对当地地质环境与土地资源有了全面掌握，为本方案编写提供了良好的基础资料。

集中对工业场地、材料库、材料库道路等地面工程及已开采区进行了不稳定地质体、含水层、地形地貌景观影响、水土环境、土地资源（已损毁土地、拟开采区土地利用现状）等方面展开详细调查，实地测量、定位拍照和记录，调查了塌陷地情况，未发现除塌陷地及伴生地裂缝以外的其他不稳定地质体。

本次调查中采取现场观察与访问相结合，以1:10000地形地质图、2024年国土变更调查数据为手图，点、线、面相结合；加强了地质观察和矿山工程分析，并记好了调查卡片、拍摄录像，把调查主要内容展示在手图上，确保了第一手资料的完整性和可靠性。

（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、已采取措施及治理效果调查。

地质环境调查点：主要内容为对调查区内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，本次共完成地质环境调查点 15 处。

地形地貌调查点：主要对区内典型地貌的分布情况进行调查，完成地形地貌调查点 5 处。利用数码设备和无人机对工业场地、进场道路等进行影像拍摄，共计形成全区正射影像 1 张，视频 5 个，照片 156 张。

不稳定地质体调查点：主要对区内发育的各类不稳定地质体进行调查，包括对上期《方案》中的不稳定地质体点进行调查复核（TX1、TX2），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（工业场地、进场道路），对采空区进行调查（43101、43103、43102 工作面）。现状评估区发育的不稳定地质体主要为塌陷地 1 处。

含水层调查点：主要对区内的地下水文监测井（HTM01）进行调查，对矿山生活用水民井的水位变化及水量进行了解（2 处）；共完成含水层调查点 3 处。

水土环境调查点：主要对矿区内地质环境开展调查（2 处），对矿区土壤环境调查（2 处），进而分析矿山采矿活动对调查区内的水土环境的影响程度；共完成水土环境调查点 4 处。

人类工程活动调查点：主要对调查区内重要的人类工程活动进行调查，包括村庄（0 个）、公路（G337 黄榆线、G1812 沧榆高速）、煤矿生产（锦界煤矿、凉水井煤矿）、农村道路（4 条）、高压输电线路塔基（22 座）、低压输电线路电线杆（16 根）、移动信号站 1 座，共完成人类工程活动调查点 10 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进行了现状调查，共完成土地利用现状调查点 7 处。

矿山地面工程调查点：主要为煤矿范围内地面建设工程（包含永久性建设用

地）土地利用情况进行调查，调查内容包括工业场地（永久性建设用地）、材料库和材料库道路对土地的压占损毁情况及建筑物基础埋深、建筑物体量等，共完成矿山地面工程调查点 3 处。

沉陷已损毁土地调查点：主要为煤矿形成的采空区导致塌陷地损毁（包含 43101、43103、43102 工作面塌陷地），共完成沉陷已损毁土地调查点 6 处。

土壤剖面调查：本次利用天然土壤剖面结合开挖土壤剖面进行调查，对旱地、乔木林地、灌木林地、天然牧草地、其他草地进行了调查，对土壤结构进行了分层，分析了井田不同地类土壤结构，共完成土壤剖面调查点 3 处。

（三）生态状况调查概述

（1）矿区生态功能

矿区地处毛乌素沙漠南缘，毛乌素沙漠与黄土丘陵区过渡地带，在区域生态系统中承担着多重关键功能。风沙草滩区的植被可降低风沙侵蚀对周边区域的影响，稳固土壤，保护土地资源。在气候调节方面，属温带大陆性季风气候，四季分明、昼夜温差大、年降雨量小且暴雨集中，其生态系统有助于调节局部气候。锦界镇还是生物多样性的重要承载地，多样的生态环境为众多野生动植物提供了栖息、繁衍场所，维护了区域生物链的完整与平衡。

（2）矿区生态系统格局

矿区生态系统类型多样。风沙草滩生态系统以流动、半流动沙丘以及盐碱化草甸为主要特征，生长着沙柳、沙蒿等耐旱、耐盐碱植被，是防风固沙的重要生态屏障。

（3）矿区生态特征

矿区郁闭度与覆盖度受人类活动和自然因素综合影响，矿区不同生态系统郁闭度和覆盖度存在差异。风沙草滩区植被郁闭度整体在 0.2 - 0.4 之间，植被覆盖度约为 30% - 40%，沙生植被分布较为稀疏。在经过生态治理与植被修复的区域，郁闭度和覆盖度有所提升，部分区域植被覆盖度可达 50%。人工造林区域植被郁闭度较高，部分可达 0.5 以上，植被覆盖度可达 60%。

基于多源数据评估，矿区生态系统健康指数处于中等水平。生态系统服务功能价值评估显示，其在水土保持、气候调节、生物多样性维持等方面的服务价

值较高。但因煤炭资源开发等人类活动影响，生态压力指数偏高。煤炭开采导致部分区域地表塌陷、植被破坏，引发水土流失加剧、生物栖息地破碎化等问题。

二、矿山地质环境影响评估

（一）评估范围和评估级别

1、评估范围

以煤矿边界为基准，根据开采边界附近煤层上覆不同地层厚度及各自的边界角，预测塌陷地边界，并考虑地面场地评估范围的外延，确定评估边界。

煤矿适用期内开采 2 层煤，分别为 4⁻³，4⁻⁴ 煤层，两层煤均全区可采，4⁻³ 煤层埋深 126.00~159.25m，4⁻⁴ 煤层埋深 139.85~170.92m；松散层厚度 0~30m，影响移动角按照基岩 71°、松散层 45° 进行取值。经计算，煤层采空区边界地面塌陷影响范围为 50~116m。考虑留设 20m 矿界煤柱，评估范围沿煤矿边界外扩 100m，局部调整，最终确定评估区域由 10 个拐点组成，评估面积为 2.1853km²，评估边界拐点坐标见表 3.2-1、图 3.2-1。为了解评估范围外不稳定地质体发育情况，现场调查时，以评估范围为基础，向外再扩展 50m，局部调整，调查面积为 2.5021km²。

表 3.2-1 评估区拐点坐标表

序号	国家 2000 坐标系	
	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
评估区面积 2.1853km ²		

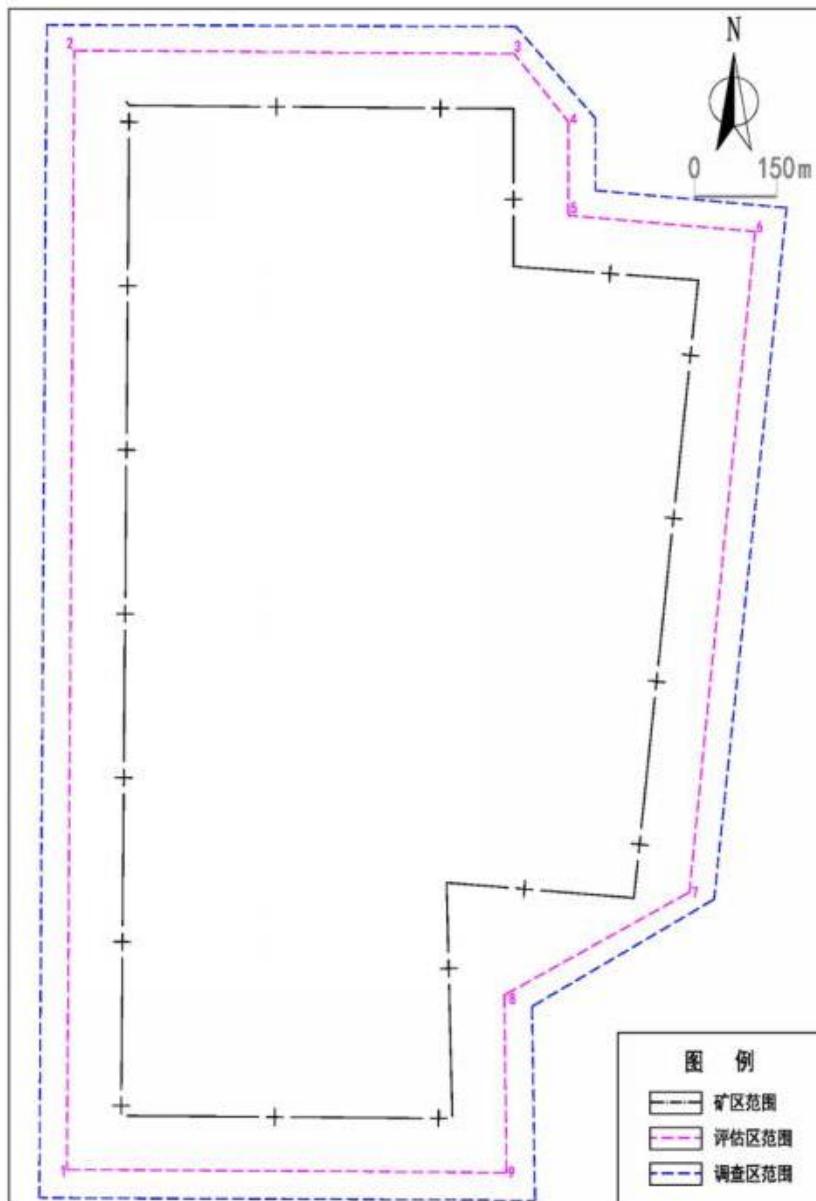


图 3.2-1 评估区范围示意图

2、评估级别

（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），矿山地质环境影响评估级别应根据评估区重要程度、矿山开采建设规模、矿山地质环境条件复杂程度综合确定。

评估区无村庄；无重要交通要道或建筑设施，分布有远登线 110 千伏输电线路、110 千伏 1772 福凯线输电线路；无各级自然保护区和旅游景区；无较重要水源地；煤层开采后破坏草地、林地。因此，确定评估区属重要区（见表 3.2-2）。

表 3.2-2 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区	评估区情况
1、分布有 500 人以上的居民集中居住区；	1、分布有 200~500 人以上的居民集中居住区；	1、居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下；	无村庄及居民（一般区）
2、分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程及其他重要建筑设施；	2、分布有二级公路、小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施；	2、无重要交通要道或建筑设施；	分布有 110 千伏输电线（重要区）
3、矿区紧邻国家自然保护区（含地质公园、风景名胜区等）或重要旅游景点；	3、紧邻省级、县级自然保护区或重要旅游景区；	3、远离各级自然保护及旅游景区（点）；	远离各级自然保护区及旅游景区（一般区）
4、有重要水源地；	4、有较重要水源地；	4、无较重要水源地；	无较重要水源地（一般区）
5、破坏耕地、园地。	5、破坏林地、草地。	5、破坏其他类型土地。	破坏林地、草地等（较重要区）

注：评估区重要度分级确定采取上一级别优先原则，只有一条符合者即为该级别。

（2）矿山开采建设规模

黄土庙煤矿生产规模为 0.6Mt/a，属中型煤矿，地下开采。

（3）矿山地质环境复杂程度

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》，确定评估区的地质环境条件复杂程度为复杂（见表 3.2-3）。

表 3.2-3 矿山地质环境条件复杂程度分级表

序号	复杂	中等	简单	判定级别
1	1、主要矿层（体）位于地下水位以下，矿坑进水边界条件复杂，充水水源多，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性强，补给条件好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系密切，老窿（窑）水威胁大，矿坑正常涌水量大于 10000m ³ /d，地下采矿和疏干排水容易造成区域	1、主要矿层（体）位于地下水位附近或以下，矿坑进水边界条件中等，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性中等，补给条件较好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水有一定联系，老窿（窑）水威胁中等，矿坑正常涌水量 3000-10000m ³ /d，地下采	1、主要矿层（体）位于地下水位以上，矿坑进水边界条件简单，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性差，补给条件差，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水不密切，矿坑正常涌水量小于 3000m ³ /d，地下水采矿	中等

序号	复杂	中等	简单	判定级别
	含水层破坏	矿和疏干排水较容易造成周围主要充水含水层破坏	和疏干排水造成周围主要充水含水层破坏可能性较小	
2	2、矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱岩层或松散岩层发育，蚀变带、岩溶裂隙发育，岩石风化强烈，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于10m，矿层（体）顶底板和矿床周围稳固性差，矿山工程场地地基稳定性差	2、矿床围岩岩体结构以薄一厚层状结构为主，蚀变带、岩溶裂隙发育中等，岩石风化中等，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度5~10m，矿层（体）顶底板和矿床周围稳固性中等，矿山工程场地地基稳定性中等	2、矿床围岩岩体结构以巨厚层状一块状整体结构为主，蚀变作用弱、岩溶裂隙不发育，岩石风化弱，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于5m，矿层（体）顶底板和矿床周围稳固性好，矿山工程场地地基稳定性好	中等
3	3、地质构造复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有活动断裂，导水断裂带切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水性强，对井下采矿安全影响大	3、地质构造较复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，并切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水性较差，对井下采矿安全影响较大	3、地质构造简单，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造不发育，断裂未切割矿层（体）围岩覆岩，断裂带对井下采矿安全影响小	简单
4	4、现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题类型多，危害大	4、现状条件下矿山地质环境问题类型较多，危害较大	4、现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小	简单
5	5、塌陷地面积和空间大，多次重复开采及残采，塌陷地未得到有效处理，采动影响强烈	5、塌陷地面积和空间较大，重复开采较少，塌陷地部分得到处理，采动影响较强烈	5、塌陷地面积和空间小，无重复开采，塌陷地得到处理，采动影响较轻	复杂
6	6、地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于35°，相对高差大，地面倾向与岩层倾向基本一致	6、地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，不利于自然排水，地形坡度一般大于20°-35°，相对高差较大，地面倾向与岩层倾向多为斜交	6、地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形起伏变化平缓，有利于自然排水，地形坡度一般大于20°，相对高差小，地面倾向与岩层倾向多为反交	简单
注：采取就上原则，前6条中只有一条满足某一级别，应定为该级别。				

(4) 评估级别确定

评估区为重要区，中型煤矿，矿山地质环境条件复杂，根据《矿山地质环境保护与恢复治理编制规范》评估级别分级表，黄土庙煤矿矿山地质环境影响评估

级别为一级（表 3.2-4）。

表 3.2-4 矿山地质环境影响评估级别分级表

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

（二）地质环境稳定性现状分析与预测

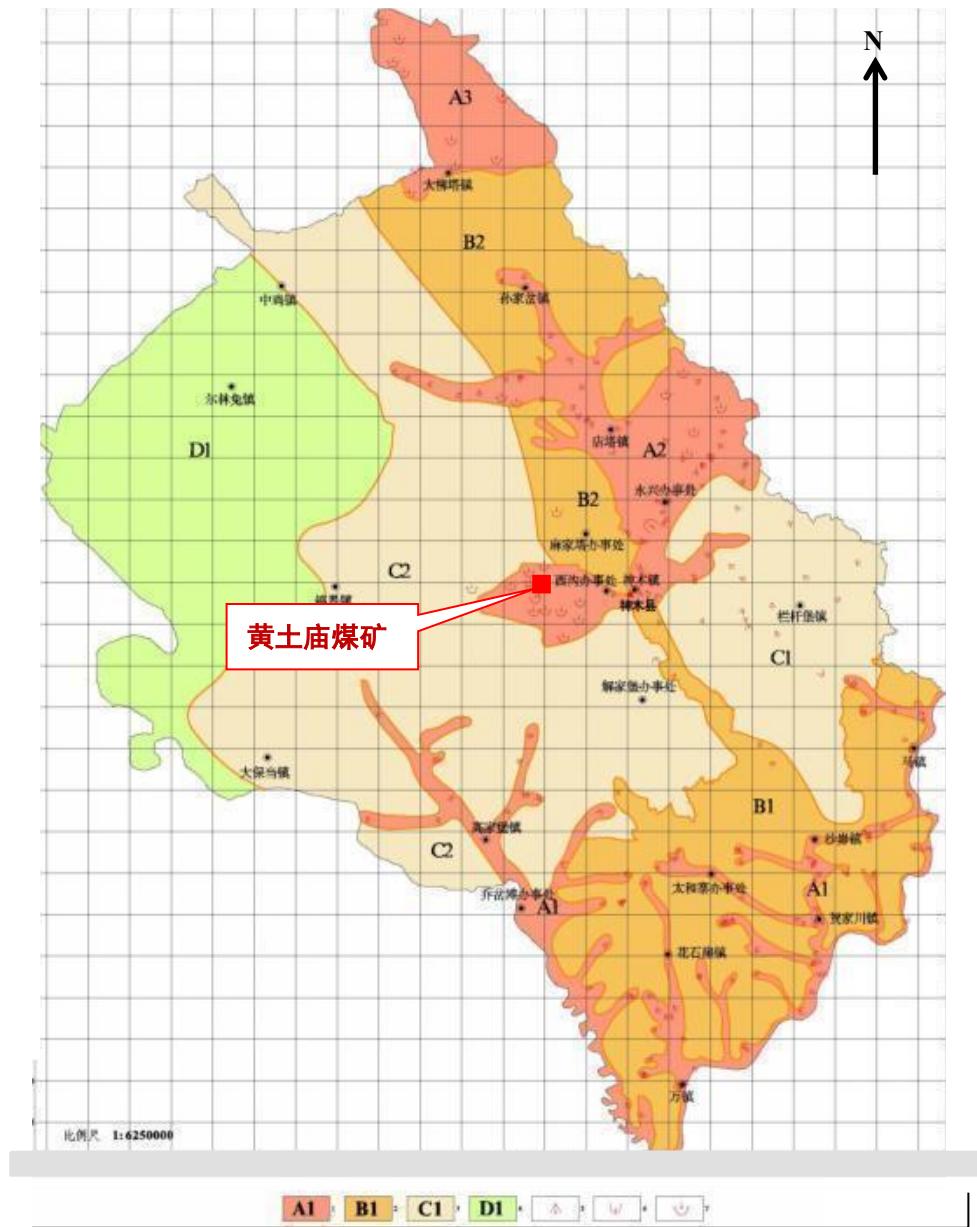
1、矿山地质环境稳定性现状评估

（1）详查报告、风险评价报告中地质灾害分布情况

经整理分析《陕西省神木市地质灾害详细调查报告》（陕西省地质环境监测总站，2014 年 12 月）、《陕西省神木市地质灾害风险调查评价报告》（陕西科睿斯达环境科技有限公司，2021 年 6 月），评估区内为地质灾害低易发区，风险性中等，见图 3.2-2。

（2）在册地质灾害分布情况

根据《榆林市地质灾害防治“十四五”规划（2021~2025）》《榆林市地质灾害风险大核查》《神木市地质灾害风险调查评价》《神木市地质灾害防治“十四五”规划（2021~2025 年）》可知，黄土庙煤矿矿区无在册地质灾害点分布。



1、地质灾害高易发区及编号 2、地质灾害中易发区及编号 3、地质灾害低易发区及编号 4、地质灾害非易发区及编号
5、崩塌 6、滑坡 7、地面塌陷

图 3.2-2 神木市地质灾害易发性分区图

(3) 上期《方案》不稳定地质体分布情况

2019 年编制的上期《方案》中有 2 处地面塌陷隐患 (TX1、TX2) 现叙述如下，具体见表 3.2-5。

表 3.2-5 上版方案不稳定地质体点现状情况对照表

编号	位置	形成时间	规模	威胁对象	危险性	备注
地面塌陷隐患 TX1	矿区东部	2014 年 5 月之前	中型	移动信号塔 1 座, 高压塔基 9 座, 材料库	小	消除下组煤开采塌陷部分, 剩余部分保留纳入本方案,
地面塌陷隐患 TX2	矿区西部	2014 年 5 月之前	中型	高压塔基 9 座	小	下组煤开采塌陷时一并治理

(4) 本方案不稳定地质体现状评估

上期《方案》1 处地面塌陷隐患 (TX2) 东部在开采下部 4⁻³ 煤 43101、43103、时, 因沉陷已消失; 扣除已采空沉陷部分, 剩余部分继续纳入本方案治理。2024 年—2025 年已开采 43101、43103、43102 工作面已治理待验收。

根据 2025 年 10 月现场调查, 本方案未发现新的不稳定地质体, 未见地裂缝分布, 和上期《方案》对比情况见表 3.2-6, 不稳定地质体分布见图 3.2-3。

①地面塌陷隐患 (TX1)

采空地面塌陷隐患 TX1 位于大巷西侧, 面积 85.80hm²。该采空区为黄土庙煤矿于 2014 年之前采用房柱式采煤方法开采 3⁻¹ 煤和 4⁻² 煤形成, 采取“采 5 留 8”的布局成“品”字状布置工作面, 采高约 2.85m, 采深采厚比为 31~52 之间; 矿井煤层顶底板稳定性均较好, 以保安煤柱支护, 煤矿未发生过冒顶事故。

本《方案》调查未发现裂缝, 采空区上部地表植被生长较好, 采空区上部有一条凉水井煤矿排矸道路及农村道路。

现状条件下, TX1 地面塌陷不稳定地质体危险性中等, 影响程度较严重。

②地面塌陷隐患 (TX2)

位于大巷东侧, 面积 35.10hm², 该采空区为黄土庙煤矿于 2014 年之前采用房柱式采煤方法开采 3⁻¹ 煤和 4⁻² 煤形成, 采取“采 5 留 8”的布局成“品”字状布置工作面, 采高约 2.85m, 采深采厚比为 31~52 之间; 矿井煤层顶底板稳定性均较好, 以保安煤柱支护, 煤矿未发生过冒顶事故。

本《方案》调查未发现裂缝, 采空区上部地表植被生长较好, 采空区中部有一条凉水井煤矿排矸道路, 现场调查其未受到破坏。

现状条件下, TX2 地面塌陷不稳定地质体危险性中等, 影响程度较严重。

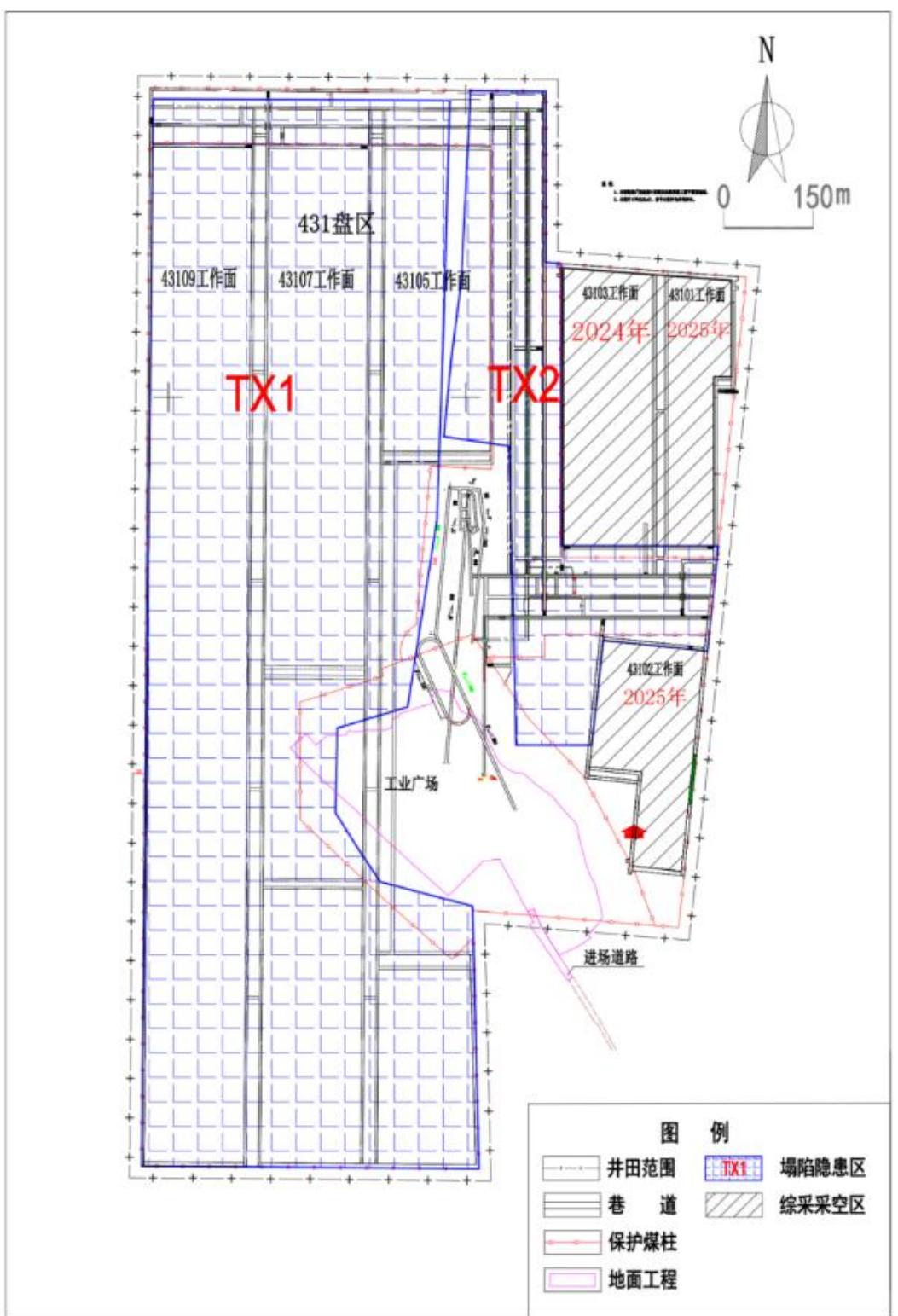


图 3.2-3 不稳定地质体现状分布图

。

表 3.2-6 本方案与上期《方案》对照表

序号	类型		上版方案	本方案	备注
1	不稳定地质体	地面塌陷隐患	TX1、TX2	保留 TX1、TX2（部分）	
2	治理工程		1、对矿区受采空沉陷损毁破坏道路和输电线路砼杆及移动信号塔塔基进行修复加固； 2、监测工程； 3、废弃村采矿用地复垦； 4、采空区土地复垦； 5、土地复垦监测与管护。	1、对矿区受采空沉陷损毁道路进行修复、输电线路高压塔基进行加固及移动信号塔塔基进行修复加固、砼杆进行扶正； 2、采煤沉陷区土地复垦； 3、矿山地质环境监测与土地复垦监测与管护。	
3	复垦责任范围 (hm ²)		180.72	129.23	
4	亩均投资 (元)		22646	22395.57	
5	吨煤投资 (元)		6.45	8.78	

2、不稳定地质体影响预测评估

黄土庙煤矿地面工程包括工业场地、进场道路，均位于保安煤柱内。矿区上方分布凉水井排矸道路、危废库及危废库道路、拌合站。本次主要预测矿山地面设施运营及矿山地下采矿活动可能引发不稳定地质体的危险性。

（1）地面建设工程遭受或引发不稳定地质体危险性预测评估

①地面建设工程遭受不稳定地质体危险性预测评估

工业场地、进场道路周边为波状沙丘地貌，地形较为平坦开阔，根据开发利用方案，均留有保安煤柱，预测地面工程遭受地面塌陷不稳定地质体影响的可能性小，危害程度小，危险性小。

②地面建设工程引发不稳定地质体危险性预测评估

现有地面工程及道路均已建成，满足矿山开采需求，无新增建设工程计划，预测引发不稳定地质体的可能性小，危害程度小，危险性小。

（2）矿山开采引发不稳定地质体危险性预测评估

黄土庙煤矿采用长壁式综采采煤法，全部垮落法管理顶板，因 TX1、TX2 全区与下层煤开采区域重叠（见上图 3.2-3）。随着 4³、4⁴、5² 的开采，塌陷隐患区（TX1、TX2）原有应力状态失衡，矿山开采可能引发地面塌陷、地表开裂等不稳定地质体，可能造成地面建（构）筑物损坏、威胁采空区上方人类活动的安全。该区域地势起伏较小不稳定地质体弱发育。本次首先对开采区进行地表塌陷的范围、强度进行理论预测，在预测基础上对照煤矿开拓方案，进行地面沉陷不稳定地质体危险性预测评估。

a) 移动变形最大值模型

根据本井田的煤层赋存条件和井田开拓与井下开采方式等资料，以及《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》中所列预计方法，综合考虑采煤方法、顶板管理方法、开采范围大小、开采时间、覆岩特性、松散层厚度等，本次评价采用概率积分法最大值预测方法进行地表变形量预测。

充分开采时地表最大移动变形量的计算模型如下：

$$\text{最大下沉值: } W_{\max} = Mq \cos \alpha$$

$$\text{最大倾斜 } i_0 = i(0) = \frac{W_{\max}}{r}$$

$$\text{最大曲率 } K_0 = 1.52 \frac{W_{\max}}{r^2}$$

$$\text{最大水平移动 } u_0 = bri_0 = bW_{\max}$$

$$\text{最大水平变形 } \varepsilon_0 = \pm 1.52 \frac{bW_{\max}}{r}$$

上式中：M—煤层开采厚度，m；

H—煤层埋藏深度，m；

α —煤层倾角，为 1° ；

q—下沉系数；

b—水平移动系数；

$$r = \frac{H}{\tan \beta} \quad r \text{—主要影响半径, } \tan \beta \text{—主要影响角正切。}$$

$\tan \beta$ —主要影响角正切；

b) 预计参数的确定

黄土庙煤矿各主要可采煤层底板由主要为粉砂岩、砂质泥岩，平均饱和抗压强度为 27.98 MPa ，工作面底板分类属 IV 类，中硬类底板。采用长壁综采采煤法，一次采全高，全部垮落法管理顶板；结合周边煤矿开展的地表岩移观测成果及神府矿区经验值，黄土庙煤矿实际地质采矿条件，各沉陷预计参数取值见下表 3.2-7。

表 3.2-7 各煤层沉陷预计参数选取表

煤层	下沉	水平移动系数	煤层倾角	主要影响角正切	开采传播影响角
	q	b	α ($^\circ$)	$\tan \beta$	θ ($^\circ$)
4 ⁻³	0.75	0.3	1	2.0	89.33
4 ⁻⁴	0.90	0.3	1	2.0	89.33
5 ⁻²	0.99	0.3	1	2.0	89.33

c) 预测结果

根据上述各参数，结合矿井开拓方式、煤层赋存特征，应用选定模式，采用《地表移动与变形预计系统》软件进行模拟预测煤层开采后地表移动与变形情况。

①近期开采地面塌陷预测值

根据近 5 年（2026 年—2030 年）开采接续计划，近期开采 4⁻³ 煤、4⁻⁴ 煤，共计 8 个工作面，工作面接续计划见第一章表 1.4-1 有关内容。煤层赋存参数见第二章有关内容。塌陷区各变形指标数据见表 3.2-8。近期煤层开采后地表沉陷等值线见图 3.2-4、3.2-5。

表 3.2-8 近期开采引起的地表移动与变形值预计结果

煤层	取值	煤层埋深	采厚 (m)	沉降量	倾斜率	曲率	水平移动	水平变形
		H (m)	(m)	W _{max} (mm)	I _{max} (mm/m)	K _{max} (10 ⁻³ /m m)	U _{max} (mm/m)	E _{max} (mm/m)
4 ⁻³	最小值	101	1.28	959.85	19.0	0.57	288	8.7
	最大值	167	1.38	1034.84	12.4	0.23	310	5.7
4 ⁻⁴	最小值	115	1.08	971.85	16.9	0.45	292	7.7
	最大值	201	1.2	1079.84	10.7	0.16	324	4.9

②地面变形预测与变形监测数据对比修正

黄土庙煤矿东部与凉水井煤矿相邻，凉水井煤矿目前开采 4⁻² 煤，根据凉水井现有监测数据，地表移动稳定后，走向主断面上最大下沉值 2220mm，监测数据见图 3.2-3。

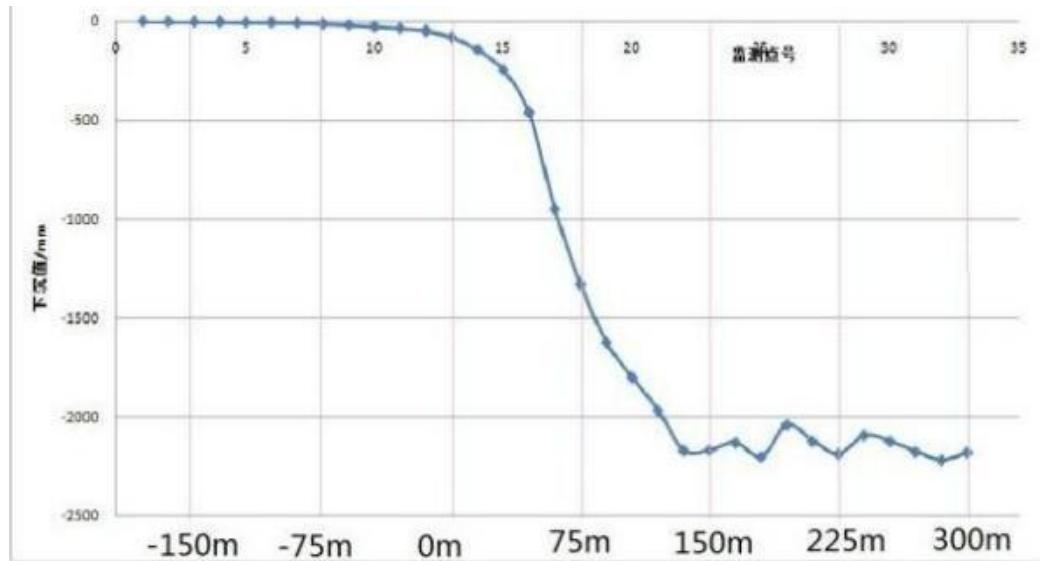


图 3.2-3 稳沉后凉水井煤矿下沉曲线图

凉水井煤矿 4⁻² 煤沉陷预计参数取值见表 3.2-9，沉陷预计结果见表 3.2-10，通过理论与实际值相比较，理论值接近实际监测沉陷值。

表 3.2-9 地表移动变形模式参数表

序号	参数	符号	单位	参数值	备注
1	下沉系数	q	-	0.75、0.80	0.75 为一水平、0.80 二水平
2	主要影响正切	$\operatorname{tg} \beta$	-	2.0、2.2	2.0 为一水平、2.2 为二水平
3	水平移动系数	b	-	0.30	/
4	拐点偏移距	s	M	0.17H	H 为平均采深
5	最大下沉角	θ	deg	90	/

表 3.2-10 凉水井煤矿地表移动变形预测结果表

煤层	埋深 (m)	采厚 (m)	塌陷值 (mm)	倾斜值 (mm/m)	曲率 (10 ⁻³ /m)	水平移动值 (mm)	水平变形 (mm/m)
4 ⁻²	130	3.2	2272.02	33.60	0.82	626.66	15.39

参考凉水井煤矿监测数据,实测下沉监测值与预测值接近。黄土庙煤矿 43103 首采工作面布设了埋石桩岩移动监测点 34 个,因政府实施土地整治项目,埋石桩已被挖除,无完整监测数据。因此根据凉水井煤矿的监测数据,推断黄土庙煤矿 4⁻³ 煤选取以上计算参数后,预测结果较为可信。

黄土庙煤矿近期及中期下沉等值线见图 3.2-4~3.2-7。

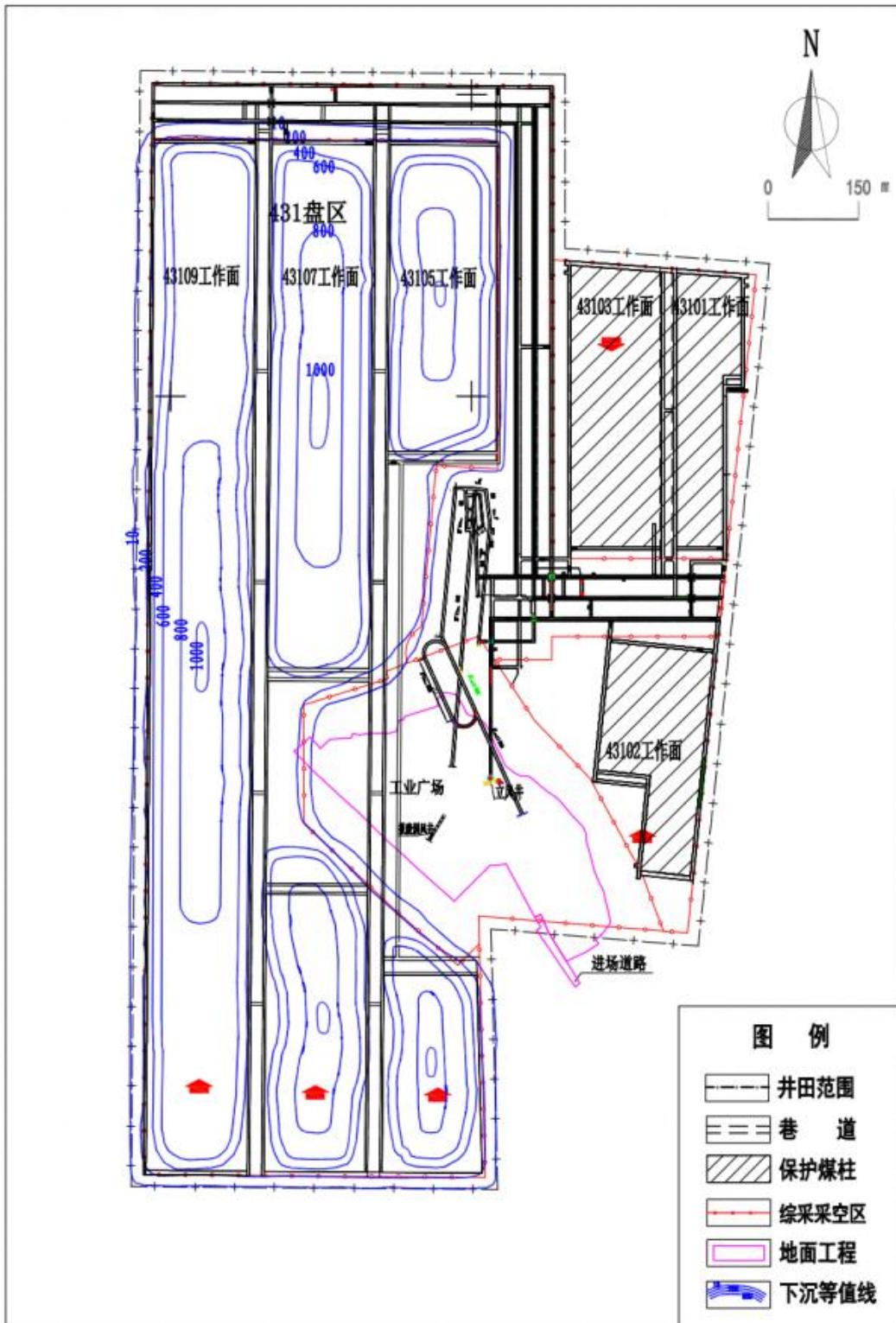


图 3.2-4 近期 4⁻³ 煤下沉等值线图

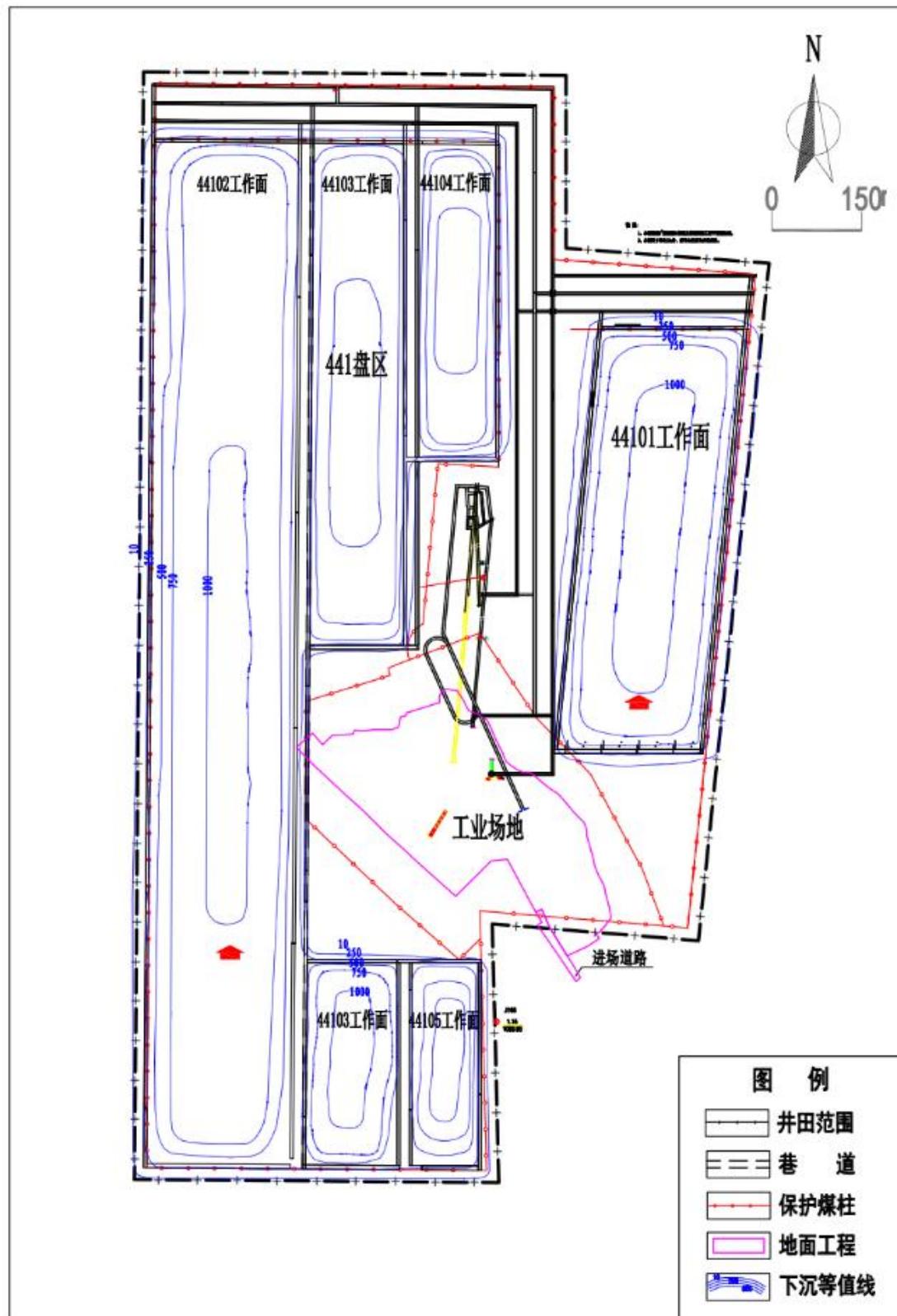


图 3.2-5 近期 4⁴ 煤下沉等值线

③中期全井田开采地面塌陷预测值

根据以上预测模型和有关参数对中期开采引起的地面塌陷进行预测，预测结果见表 3.2-11，沉陷等值线图见图 3.2-6。

表 3.2-11 全井田各煤层地面塌陷、倾斜、移动和变形值预测表

煤层	取值	煤层埋深	采厚 (m)	沉降量	倾斜率	曲率	水平移 动	水平变 形
		H (m)	(m)	W _{max} (mm)	I _{max} (mm/m)	K _{max} (10 ⁻³ /m m)	U _{max} (mm/ m)	E _{max} (mm/ m)
5-2	最小值	130	2.83	2801.27	43.1	1.01	840	19.7
	最大值	235	4.39	4345.44	37.0	0.48	1304	16.9
全井 田	最小值	130	5.19	5137.32	79.8	1.89	1541	36.4
	最大值	235	6.97	6899.25	59.3	0.77	2070	27.0

全井田开采形成的地表最大下沉值为 6899.25mm，最大倾斜值为 59.3mm/m，最大曲率值为 $1.89 \times 10^{-3}/m$ ，最大水平移动值为 2070mm，最大水平变形值为 36.4mm/m。

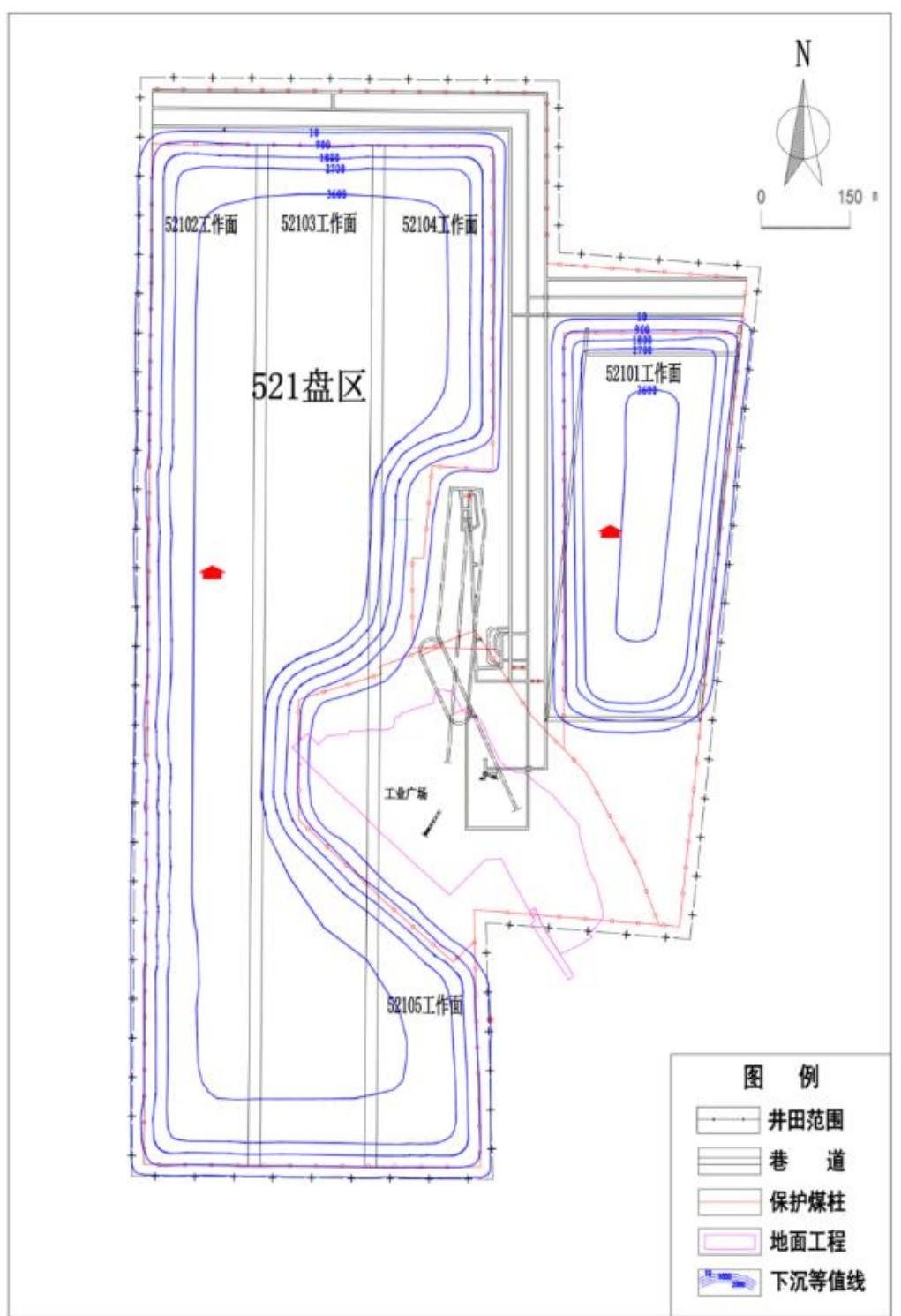


图 3.2-6 中期 5⁻² 煤下沉等值线图

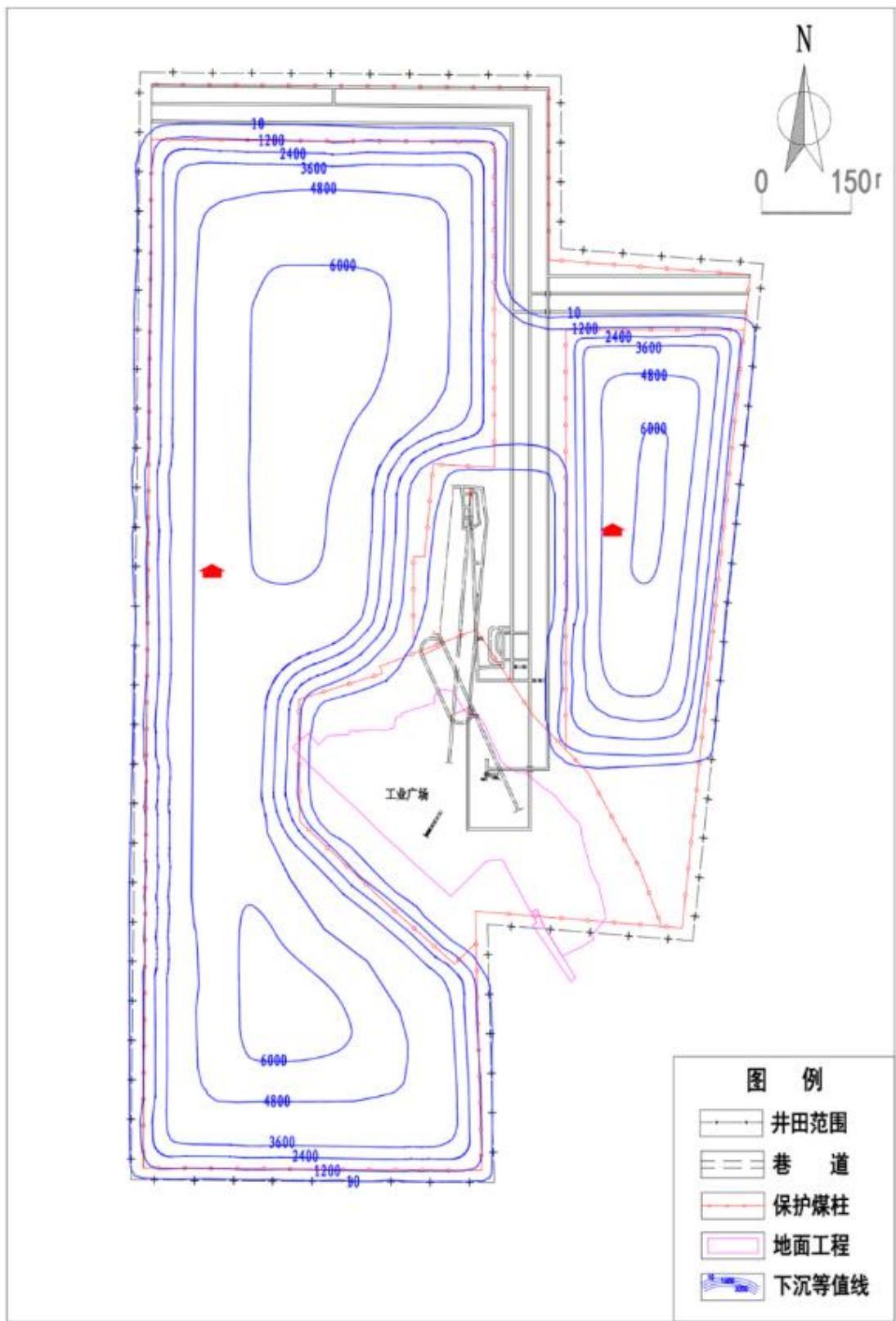


图 3.2-7 全井田下沉等值线图

d) 引发不稳定地质体的类型、影响范围和时间

矿区地形地貌单元主要为波状沙丘，煤矿开采形成采空区并逐渐扩大，引发采空塌陷，塌陷过程在矿界煤柱、大巷煤柱、采空区等煤柱边界一带可能发生台阶下沉、地表开裂等，局部地面建筑物也可能发生裂缝、倒塌，形成不稳定地质体。

地表变形在时间上与井下采掘工作面的推进速度、距离等密切相关，一般当回采工作面自开切眼开始向前推进的距离相当于 $1/4H$ (H 为平均采深) 时，开采影响即波及地表，其移动速度是由零逐渐增大，达到一定值后，又逐渐缩小趋于零，引发地表变形，因井田在联合试运转，无实测资料，地表移动的延续时间

(T) 可根据下式计算：

$$T=2.5H_0 \text{ (d)}$$

式中： H_0 —工作面平均采深 (m)。

黄土庙煤矿地表最高点海拔约为+1264m，位于矿区中部，凉水井煤矿排矸道路以北，对应井下大巷位置；最低点海拔约为+1225m，位于矿区南部边界 43105 工作面上方，相对高差为 39m，煤矿地表海拔高程一般为+1225~+1264m。 5^2 煤底板标高为 1050~1070m，工作面平均采深 $H_0=186\text{m}$ 。由此，得出黄土庙煤矿开采沉陷影响地表移动延续周期 $T=2.5\times186=465\text{d}=1.3$ 年，基本稳沉期为 $0.6T=1.0$ 年。初期剧烈变形，中期缓慢变形，晚期相对稳定。

e) 采矿活动影响程度预测

①采矿活动引发村庄房屋建筑物损毁预测评估

根据现场调查，矿区范围无村庄分布，预测危害程度小，危险性小，影响程度较轻；

②采矿活动引发输电线路损坏预测评估

高压输电线路：矿区范围内东西向分布 110 千伏 1481 远登线、110 千伏 1142 沟锦Ⅱ线、110 千伏 1772 福凯线、朔沙Ⅱ线、凉锦线，共 5 条高压输电线路，经现场调查，塔基采用可调式基础加固方式基均已加固，预测采矿活动对输电线路的危害程度小，危险性小，影响程度较轻。

民用输电线路(低压线路)：采空塌陷和裂缝对输电线路基座可能造成破坏，影响正常使用。预测采矿活动对其危害程度中等，危险性中等，影响程度较严重。

③采矿活动引发移动通信设施损坏预测评估

根据现场调查，移动信号塔位于矿区中部，现已加固完成，预测采矿活动对其危害程度小，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

近期开采：地面塌陷将会对凉水井煤矿排矸道路和通村道路产生影响，影响沥青混凝土路面宽度8m，长度1.1km；影响素土路面宽度3-5m，长度6.9km；煤层开采后，受地面塌陷及地裂缝影响，局部路段受到损坏，影响正常通行，预测采矿活动对其危害程度中等，危险性中等，影响程度较严重。

中期开采：地面塌陷将会对区内通村道路产生影响，受影响素土路面宽度3-5m，长度约4.9km；煤层开采后，受地面塌陷及地裂缝影响，局部路段受到损坏，影响正常通行，预测采矿活动对其危害程度中等，危险性中等，影响程度较严重。

⑤采矿活动引发地面工程影响预测评估

工业场地、进场道路位于开采范围外，下方留设了保护煤柱，且远离未来采矿工程引发塌陷地影响范围，不受塌陷地的影响。预测受采煤影响的危害程度小，危险性小，影响程度轻。

工业场地西北角（材料库及道路）、窟野河流域西沙街道矿区生态修复工程（土地整治部分）道路、农村道路、输电线路等部分位于开采范围外，但位于地面塌陷隐患（TX1、TX2）范围内，预测采矿活动对其危害程度中等，危险性中等，影响程度较严重。

⑥采矿活动引发周边工矿企业影响预测评估

井田范围内涉及凉水井煤矿危废库及道路、工业场地辅助生产区，因凉水井煤矿工业场地留设有保护煤柱，位于黄土庙煤矿开采范围外，位于开采影响范围内，预测采矿活动对其危害程度中等，危险性中等，影响程度较严重。

总体上，不稳定地质体预测评估危险性中等、影响程度较严重。

（三）矿区含水层破坏现状分析与预测

评估区主要充水含水层为侏罗系中统延安组砂岩裂隙含水层（J_{2y}），根据煤矿勘探报告成果中水文地质剖面图可见，其主要充水含水层基本位于煤层以下，按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》要求，本方案重点关注评估具有供水意义和直接充水含水层受影响程度。

1、含水层破坏现状分析

（1）含水层结构

黄土庙煤矿经过多年开采，现3⁻¹、4⁻²煤层已开采完毕，3⁻¹煤层位于侵蚀基准面以上，向上为第四系松散岩类孔隙潜水含水层，煤层开采产生的导水裂隙带在部分区域沟通松散岩类孔隙潜水含水层及地表，破坏区内地下含水层结构，造成地表部分植被枯萎，矿山开采对含水层结构影响较严重。

现状评估煤层开采对含水层结构影响较严重。

（2）涌水量

据矿方提供井下涌水监测资料，上期《方案》矿井正常涌水量为66m³/d，根据本次现状调查及收集整理资料，目前矿井正常涌水量为19.70~25.63m³/d。

截至2014年5月已开采完毕3⁻¹、4⁻²煤层，裂隙导水通道贯通的延安组、直罗组底部砂岩裂隙含水层，该含水层富水性弱，预测黄土庙煤矿最大涌水量为100m³/h，矿井涌水增加较少。

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）附录E，现状评估对含水层水量影响较轻。

（3）含水层水位

黄土庙煤矿2021年9月已实施一口地下水监测井（编号HTM01），位于工业场地南部，监测层位为侏罗系中统延安组5⁻²号煤层底板以上基岩段含水层。井口标高1230.16m，井深164.50m，距5⁻²煤52103工作面最近直距约320m，见图3.2-8。监测井安装时水位埋深16.7m，根据2022年1月至2024年12月监测数据分析知，地下水位埋深值17.83m，水位下降1.13m，采煤活动对地下水位影响较严重。

（4）含水层水质影响

延安组含水层被沟通后，各含水层地下水水质混合，汇流向工作面，经煤矿排水设备排出地表，各主要充水含水层的水质本身未发生改变，因此煤矿开采对含水层水质影响程度较轻。



图 3.2-8 地下水监测井平面位置图

2、含水层预测评估

(1) 开采区含水层结构影响程度预测

黄土庙矿区位于锦界煤矿和凉水井煤矿之间，矿区内无萨拉乌苏组含水层存在，锦界煤矿目前开采 3⁻¹ 煤层，锦界煤矿萨拉乌苏组分布于矿区东南部和青草界沟两侧区域，区内分布极不均一，在中西部出露，东部黄土梁峁沟谷区缺失，厚度变化大。已结合两个矿山，进行含水层预测评估分析，凉水井煤矿萨拉乌苏组位于矿区。

1) 采煤工作面三带高度计

目前黄土庙煤矿已完成 3⁻¹、4⁻² 煤层的回采，计划开采的 4⁻³、4⁻⁴、5⁻² 煤层，均采用综采工艺。3⁻¹ 煤层采厚 2.70m；4⁻² 煤层采厚 2.10m；4⁻³ 煤层平均厚度 1.33m，4⁻⁴ 煤层平均厚度 1.16m，5⁻² 煤层平均厚度 3.63m；各煤层顶板皆为中硬砂岩。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》(安监总煤装(2017)66 号) 的规定，采用经验公式计算冒落带及导水裂隙带发育的最大高度：

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

$$H_h = \frac{100 \sum M}{1.6 \sum M + 3.6} \pm 5.6$$

M：开采厚度(m)。公式应用范围：单层采厚 1~3m，累计采厚不超过 15m。

导水裂隙带、冒落带计算结果见表 3.2-12。

表 3.2-12 导水裂隙带、冒落带经验公式计算结果统计表

煤层 编号	煤层厚度			经验公式计算结果		层间距 (m)
	最小 (m)	最大(m)	平均煤厚或采 厚 (m)	冒落带高度 (m)	导水裂隙带高 度 (m)	
3 ⁻¹	3.33	3.63	2.70	14.83	49.28	33.0~46.0 39.0
4 ⁻²	1.70	2.82	2.10	13.91	47.43	
4 ⁻³	1.28	1.38	1.33	11.92	43.15	15.0~29.0 22.0
4 ⁻⁴	1.08	1.20	1.16	11.26	41.63	
5 ⁻²	2.83	4.39	3.63	15.75	51.05	12.0~19.0 15.0
						14.0~34.0 24.0

黄土庙煤矿未进行“三带”发育高度实测工作，采用“三带”高度类比法，利用周边锦界煤矿、凉水井煤矿进行过导水裂隙带和冒落带的钻孔探测工作的实测资料，进行导水裂隙带发育高度预测。周边煤矿工作面钻孔资料及冒落带和导水裂隙带高度数据见表 3.2-13。

表 3.2-13 周边煤矿工作面实测钻孔资料汇总表

煤矿	工作面	钻孔序号	采高 M (m)	采深 H (m)	冒落带高度 Hm		导水裂隙带高度 Hli	
					高度	垮采比	高度	裂采比
锦界	93104	冒 1 钻孔	3	114	13.22	4.22	45.72	15.24
乌兰木伦	12403	WM ²	2.04	110.94			35.74	17.52
		WM1	2.47	116.84			62.89	25.46
寸草塔	43115	3	2.3	101.6	8.8	3.83	25.21	10.96
活鸡兔	12 上 308 与 309 工作面 煤柱	S1	3.9	128.9			33.89	8.7
		S2	3.9	131.2			48.09	12.3
		S3	3.9	129.77			36.13	9.3
凉水井	42205	LK19	3.5	120	28	8.00	59.3	19.51

周边邻近矿井采用钻孔测实法获得如下数据：采高 $< 3\text{m}$ 的情况下，裂采比平均值为 16.52；采高 $\geq 3\text{m}$ 的情况下，裂采比平均值为 19.85。

由于黄土庙煤矿与锦界煤矿相邻，其地层结构相似。按照锦界煤矿实测数据即冒采比 4.22、裂采比 15.24，计算各煤层导水裂隙带发育高度，计算得出其导水裂隙带高度如表 3.2-14 所示。

表 3.2-14 导水裂隙带、冒落带实测数据类比法计算结果统计表

煤层 编号	煤层厚度			实测类比法计算结果		层间距 (m)
	最小 (m)	最大 (m)	平均煤 厚或采 厚 (m)	冒落带高度 (m)	导水裂隙带高度 (m)	
3 ⁻¹	3.33	3.63	2.70	11.39	41.15	33.0~46.0 39.0
4 ⁻²	1.70	2.82	2.10	8.86	32.00	
4 ⁻³	1.28	1.38	1.33	5.61	20.27	15.0~29.0 22.0
4 ⁻⁴	1.08	1.20	1.16	4.90	17.68	
5 ⁻²	2.83	4.39	3.63	15.32	55.32	12.0~19.0 15.0
						14.0~34.0 24.0

将黄土庙煤矿裂采比类比法计算结果与《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》（国家安全监管总局、国家煤矿安监局、国家能源局、国家铁路局，2017年5月）中经验公式计算的导水裂隙带最大高度进行对比，其结果如下表所示：

表 3.2-15 导水裂隙带、垮落带实测类比法与经验公式法计算结果对比表

煤层编号	垮落带高度 (m)		导水裂隙带高度 (m)	
	经验公式法	实测类比法	经验公式法	实测类比法
3 ⁻¹	14.83	11.39	49.28	41.15
4 ⁻²	13.91	8.86	47.43	32.00
4 ⁻³	11.92	5.61	43.15	20.27
4 ⁻⁴	11.26	4.90	41.63	17.68
5 ⁻²	15.75	15.32	51.05	55.32

经验公式法计算导水裂隙带最大高度值基本比实测类比法要大，因矿井未进行“三带”发育高度实测工作，为了矿井安全生产，采用经验公式计算所得的结果作为预测本矿井的导水裂隙带发育高度。

2) 含水层结构、水位影响预测评估

近期5年开采4⁻³、4⁻⁴煤共8个工作面，导水裂隙带高度见表3.2-14。下组煤导水裂隙均进入上层煤采空塌陷区。近期煤层开采后导水裂隙最大高度

43.15m，导水裂隙将破坏侏罗系中统延安组砂岩裂隙含水层，最终沟通至延安组顶部相对隔水层，含水层结构破坏，水位降至煤层底板，**影响程度严重**。

中期开采5²煤工作面，开采后导水裂隙带高度计算结果见表3.2-14。4⁴、5²煤层间距14.0~34.0m，平均24m，即下组煤导水裂隙进入上层煤采空塌陷区。通过计算结果分析，中期煤层开采后导水裂隙带将沟通至侏罗系中统延安组顶部相对隔水层。因此，延安组顶部含水层以下、煤层以上的各含水层结构造成破坏，水位降至煤层底板，**影响程度严重**。近期、中期开采后导水裂隙发育，见图3.2-9。

3) 对村民生产生活用水、地表水预测评估

①村民生产生活用水影响预测

黄土庙煤矿地理坐标为东经109°45'~110°00'，位于神木市锦界镇西南部，距离红石峡水源地核心区直线距离约45km，且不在其补给区重叠范围内（如榆溪河上游流域）。此外，《榆林市地下水保护与利用规划》将锦界镇划分为中等保护区，主要保护目标为区域生态水位而非饮用水源，因此黄土庙煤矿不在红石峡水源地保护区范围内。矿区无村庄分布，近期、中期开采后导水裂隙沟通第四系潜水含水层的可能性小，因此周边村民生产生活用水受影响较轻。

②开采引发地表水体影响预测评估

评估区范围内无地表水体，预测近期、中期开采对其影响程度**较轻**。

（2）含水层水质影响预测评估

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

总体上，含水层预测评估影响程度**严重**。

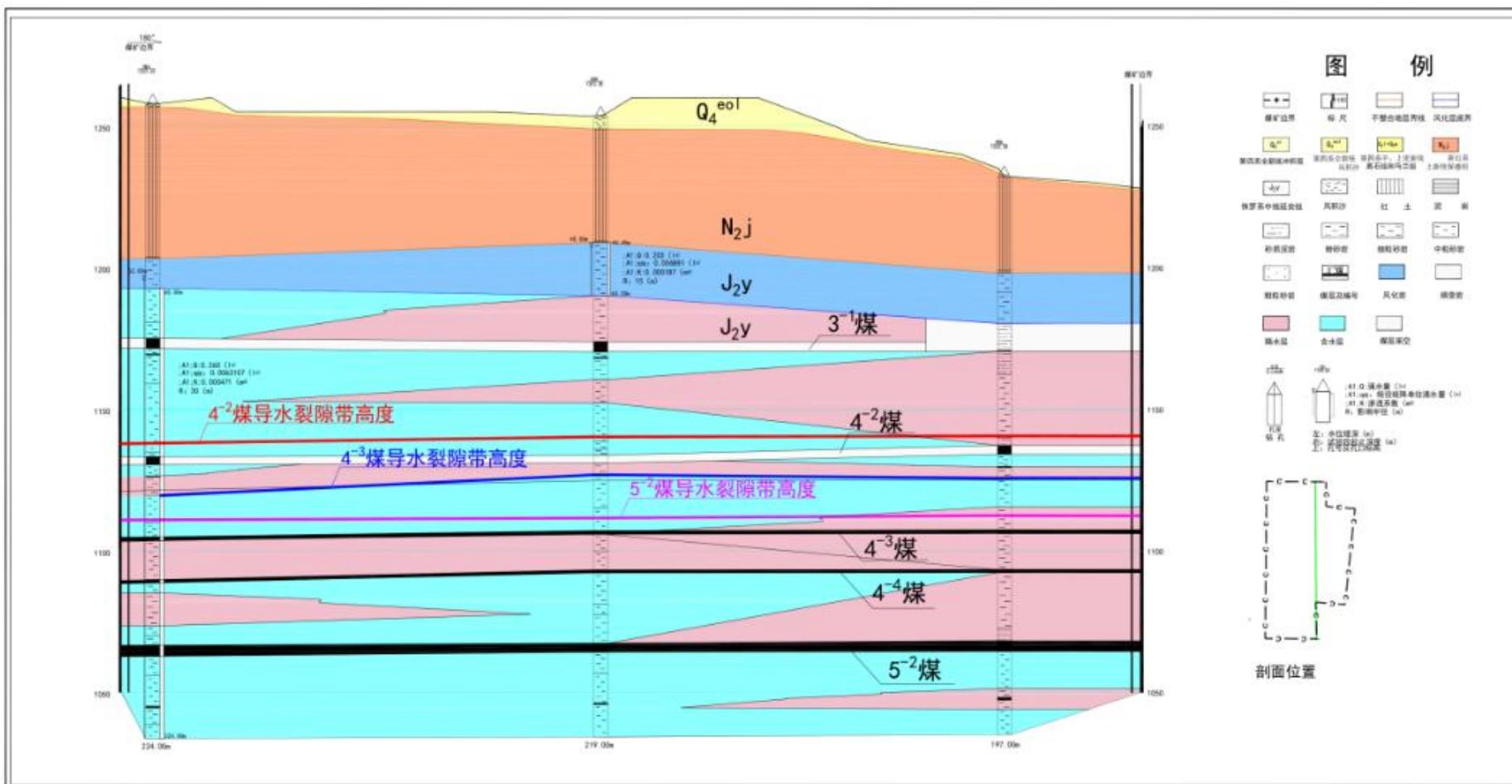


图 3.2-9 导水裂隙带高度示意图

（四）矿区地形地貌景观破坏现状分析与预测

1、地形地貌景观破坏现状分析

根据野外调查结果，评估区本区无地质遗迹、人文景观及自然保护区。现状对地形地貌景观造成破坏的形式主要包括地面建设工程和矿山开采。

（1）地面工程对地形地貌景观影响

1) 工业场地

工业场地位于煤矿中部，为波状沙丘地貌，地形起伏小，较为开阔；矿井地面工程已建成使用，场地在建设过程中土方开挖，改变了评估区内原有自然地貌景观，使其变成了人工建筑物，造成地表裸露，使微地貌景观生态系统在空间分布上不连续性。工业场地占地面积 10.05hm^2 （含临时性建设用地），现状评估认为工业场地建设对原生地形地貌景观影响程度**严重**。

2) 进场道路

进场道路与工业场地相连，造成地表裸露，使微地貌景观生态系统在空间分布上不连续性建设规模小，现状评估进场道路地貌景观影响程度**严重**。

3) 凉水井工业场地、危废库及道路

凉水井工业场地位于黄土庙煤矿东部边界，已建成使用，场地在建设过程中开挖、平整场地，改变了评估区内原有自然地貌景观，使其变成了人工建筑物，造成地表裸露，使微地貌景观生态系统在空间分布上不连续性。评估区占地总面积 1.88hm^2 ，现状评估认为工业场地建设对原生地形地貌景观影响程度**较轻**。

（2）矿山开采对地形地貌景观影响

经调查，TX1、TX2 采空塌陷隐患区形成时间较长，目前宽度较小的裂缝已自然恢复，宽度较宽的裂缝未治理，分布密度较小。因此对地形地貌的影响**较轻**。

2、地形地貌景观破坏预测分析

（1）地面工程对地形地貌景观影响

矿区地面建设已全部建成并投产使用，后期无新建地面工程，预测地面建设工程对地形地貌景观影响**较轻**。

（2）矿山开采对地形地貌景观影响

黄土庙煤矿处于波状沙丘地貌区，根据预测，煤层开采后，全区累计塌陷地沉降约 3.04m ，适用期塌陷地沉降约 1.01m 。

煤矿开采在工作面推进方向上形成一定的伴生塌陷裂缝，地面塌陷对地面标

高会产生一定影响，引起地表坡度变化；地面塌陷及伴生裂缝可能改变原生地貌的完整性，但不改变本区总体地形地貌，预测采矿活动对地形地貌景观影响程度较轻。

总体上，地形地貌景观预测评估影响程度较轻。

（五）矿区水土环境现状分析与预测

1、水土环境现状分析

（1）水环境影响

黄土庙煤矿无地表水体，矿山生产不会对地表水体造成影响，现状条件下影响水环境质量的来源为：矿井水和生活污水。

矿井水水质简单，经混凝沉淀、净化、过滤、消毒等处理后复用于选煤厂生产补充水、井下消防洒水、洒水降尘、绿化等，生活污水经格栅去除大块杂物后，进入调节池，再提升至污水处理设备进行二级生化处理，再由净水器提升，经混凝、沉淀、过滤后出水进入复用水池，清水则由泵压力供至场区绿化管网及黄泥灌浆用水，不外排。

根据《黄土庙煤矿环境影响评价报告》，经检验，各检测因子均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）要求。现状评估煤层开采对水质影响较轻。

表 3.2-16 水质检测结果

检测因子	检测数据 (mg/L)	质控样编号	质控样值 (mg/L.)	是否合格
pH	7.01	BY400065	7.05±0.05	合格
氨氮	24.4	BY400012	24.8±1.2	合格
挥发酚	0.0144	GSB07-3180-2014	0.0149±0.0012	合格
硝酸盐	8.49	GSB07-3166-2014	8.54±0.3	合格
亚硝酸盐	0.344	GSB07-3165-2014	0.345±0.017	合格
K ⁺	0.633	GSB07-3185-2014	0.641±0.034	合格
Ca ²⁺	1.64	GSB07-3185-2014	1.62±0.07	合格
Mg ²⁺	0.259	GSB07-3185-2014	0.254±0.017	合格
氯化物	12.7	BY400025	12.4±0.6	合格
硫酸盐	5.14	BY400033	5.20±0.28	合格
汞(μg/L)	16.3	BY400030	16.0±0.9	合格
砷(μg/L)	32.2	BY400029	32.5±1.9	合格
铁	0.809	BY400038	0.811±0.035	合格

（2）土环境影响

黄土庙煤矿现状土环境影响源主要包括：煤矸石、生活垃圾以及脱硫渣，现分析如下：

①煤矸石

井下掘进和通过洗选工艺选矸每年将要排出 2.5 万吨的煤矸石，全部通过汽车运至陕西省神木银丰陶瓷有限责任公司进行综合利用。矸石利用率达到 100%，不外排。现状评估其对土壤环境的影响较轻。

②生活垃圾

生活垃圾集中收集后定时运往指定处理场统一处理，现状评估其对土壤环境的影响较轻。

③脱硫渣

全部运至神木县亿源建材有限公司综合利用，现状评估其对土壤环境的影响较轻。

根据水样和土样检测结果，黄土庙煤矿水质、土质变化不大，除个别指标稍有浮动外，其余数值均基本持平。综上所述，**现状评估水土环境影响较轻。**

2、水土环境预测分析

（1）水环境影响预测

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

（2）土环境影响预测

煤层开采后塌陷地会出现伴生地面裂缝、局部地区地表坡度将会发生变化，塌陷地过程使土壤质地趋于疏松，均属于物理破坏，**对土壤环境影响较轻。**

综上所述，**预测评估水土环境影响较轻。**

（六）评估分级与分区

1、现状评估分区

矿山地质环境影响分级分区采用“区内相似，区际相异”的原则，根据不稳定地质体威胁对象、危害程度以及矿业活动对含水层、地形地貌景观和水土环境的影响等评估要素，对区内进行矿山地质环境影响分级分区。评估区面积

218.53hm², 共划分 3 级 4 个不同影响区, 其中: 1 个严重区, 总面积约 10.05hm², 占评估面积的 4.60%; 2 个较严重区, 总面积约 103.66hm², 占评估面积的 47.44%; 1 个较轻区, 总面积约 104.82hm², 占评估面积的 47.97% (见表 3.2-17)。

2、预测评估分区

矿山地质环境影响分级分区与现状评估分级分区的原则相同, 由于本矿山煤层开采对含水层的影响严重, 含水层的影响划为 1 个严重区, 不能清晰地反映煤层开采引发塌陷地对各威胁对象的危害程度和危险性, 也不能反映煤层开采对地形地貌景观的影响。为了更合理地反映以上情况, 分区时对含水层的影响只做文字性叙述 (严重级), 矿山地质环境影响分区根据不稳定地质体影响对象、危害程度以及矿业活动影响的地形地貌景观、水土环境程度为评估要素, 对区内进行矿山地质环境影响分级分区。

预测评估区面积 218.53hm², 全区共划分 2 级 2 个不同影响区, 其中: 1 个较严重区, 面积共 133.06 hm², 占评估区比例 60.89%; 1 个较轻区, 面积共 85.47hm², 占评估区比例 39.11% (见表 3.2-18)。

表 3.2-17 矿山地质环境影响现状评估分级分区表

现状评估分区					矿山地质环境问题及影响程度				影响程度分级
名称及位置	分区	编号	面积 (hm ²)	占比	矿山不稳定地质体	地形地貌景观	含水层	水土环境质量	
工业场地	严重区I	I	10.05	4.60%	区内暂无矿山不稳定地质体	严重	较轻	较轻	严重
矿区西部, 房柱式采空区	较严重区II	II-1	85.29	39.03%	地面塌陷隐患 TX1	较轻	较严重	较轻	较严重
矿区东部, 房柱式采空区		II-2	18.37	8.41%	地面塌陷隐患 TX2				
其他区	较轻区III	III	104.82	47.97%	区内无不稳定地质体	较轻	较轻	较轻	较轻
合计			218.53	100.00%					

表 3.2-18 矿山地质环境影响预测评估分级分区表

预测评估分区					矿山地质环境问题及影响程度			
名称	编号	分区	面积 (hm ²)	占比	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境质量
地面塌陷影响区	II	较严重区	133.06	60.89%	近期、中期采煤活动引起地面塌陷，主要威胁区内道路，危险性中等。	含水层影响严重	根据地面沉陷预测结果，地面塌陷及伴生裂缝不会改变区域地貌，预测采矿活动对地形地貌景观影响程度较轻；	对水土环境质量影响较轻
其他地区	III	较轻区	85.47	39.11%	区内未分布不稳定地质体。	含水层影响严重	对地形地貌景观影响较轻	对水土环境质量影响较轻
合计			218.53	100.0%				

三、矿山土地损毁预测与评估

（一）土地损毁环节与时序

黄土庙煤矿 1996 年建成投产。地面建设工程均已完工，本项目对土地造成损毁的环节主要为建设期造成的压占损毁土地和生产期造成的沉陷损毁土地。

1、建设期

黄土庙煤矿地面建设已完成，建设期对土地的损毁为工业场地（包含材料库及道路）和进场道路压占损毁，土地证外面积 5.05hm²。

2、生产期

生产过程中造成的土地损毁类型主要表现为地面沉降引起的塌陷地及其地表裂缝，均属沉陷损毁。

（1）土地损毁时序

地下煤层开采，随着工作面的推进到一定程度，开采影响波及地表，引起地表变形。不同时间的开采工作面与地表点的相对位置不同，开采对地表点的影响也不同。地表点的移动经历一个由开始移动到剧烈移动，最后到停止移动的全过程。地表移动的过程也是地裂缝产生的过程，从而造成地表土地受到损毁，影响土壤理化性质，对地表植被造成损害（见图 3.3-1）。

表 3.3-1 损毁时间表

区域名称	损毁时序	损毁形式
工业场地临时用地、进场道路	2018 年-2034 年	压占
沉陷损毁区	2024 年-2034 年	塌陷

（2）损毁类型

①沉陷损毁

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

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

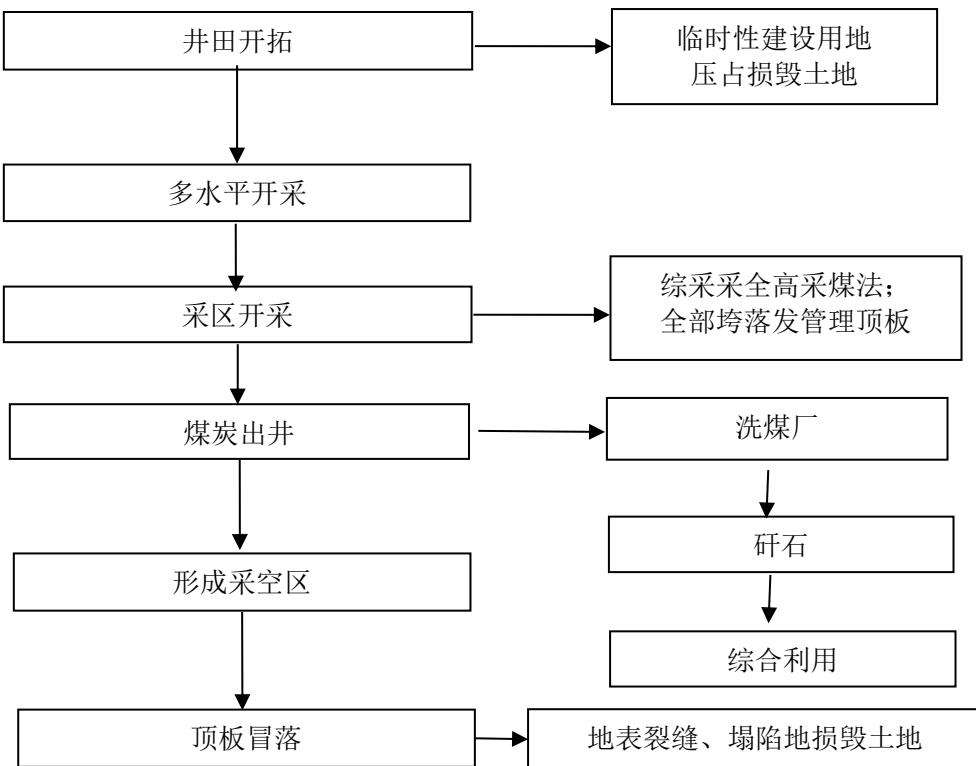


图 3.3-1 煤矿开采与土地损毁时序关系图

(二) 永久性建设用地

黄土庙煤矿永久性建设用地为工业场地，位于矿区中部，批准占地面积 5.00hm²。

(三) 已损毁各类土地现状

根据矿山开采情况及现场踏勘，黄土庙煤矿已损毁土地面积 13.31hm²，其中压占损毁 5.05hm²、沉陷损毁 8.26hm²。

1、压占损毁现状

1) 工业场地

黄土庙煤矿于 1997 年办理了国有土地使用证，证号“神土字（1997）第 045 号”，使用权面积 5.00hm²，实际使用面积 9.89hm²，土地证外使用面积 4.89hm²，完全改变了原有地类，破坏了土地资源，损毁类型为压占损毁，属重度损毁。压占损毁见表 3.3-2。

2) 进场道路

进场道路位于工业场地南部，占地面积 0.16hm²，由农村道路扩建而成，占

地类型为采矿用地，经调查为临时性道路，矿方正在办理临时用地手续，属重度损毁。

表 3.3-2 压占损毁用地构成表

用地性质	用地名称	面积 (hm ²)	损毁程度
临时性建设用地	工业场地临时用地区	4.89	重度
	进场道路	0.16	
总计 (hm ²)		5.05	

表 3.3-3 压占已损毁土地面积现状统计表

一级地类		二级地类		临时占地		合计
				工业场地临时用地	进场道路	
03	林地	0301	乔木林地	0.01		0.01
		0305	灌木林地	0.01		0.01
		0307	其他林地	0.00		0.00
04	草地	0401	天然牧草地	0.06		0.06
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	4.81	0.16	4.87
合计				4.89	0.16	5.05

2、沉陷损毁现状

截至 2025 年 10 月，黄土庙煤矿共开采 3 个工作面，已沉陷损毁面积 18.74hm²，经调查分析，“43101、43102、43103 工作面塌陷区裂缝充填工程（2025 年）”已实施。因 2025 年政府实施土地整治项目（窟野河流域西沙街道矿区生态修复工程）复垦采空区上方 10.48hm² 的土地。经计算，剩余沉陷损毁未复垦面积 8.26hm²（18.74hm²-10.48hm²），土地整治项目位置、范围及实施前后影像对比与采空区重叠情况见图 3.3-2。本方案对未复垦区域安排第一年进行复垦。沉陷已损毁土地利用现状见表 3.3-4。

表 3.3-4 沉陷已损毁土地现状统计表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)
03	林地	0301	乔木林地	1.61
		0305	灌木林地	2.98
		0307	其他林地	0.08
04	草地	0401	天然牧草地	2.75
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.54
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.19
		1006	农村道路	0.11
合计				8.26

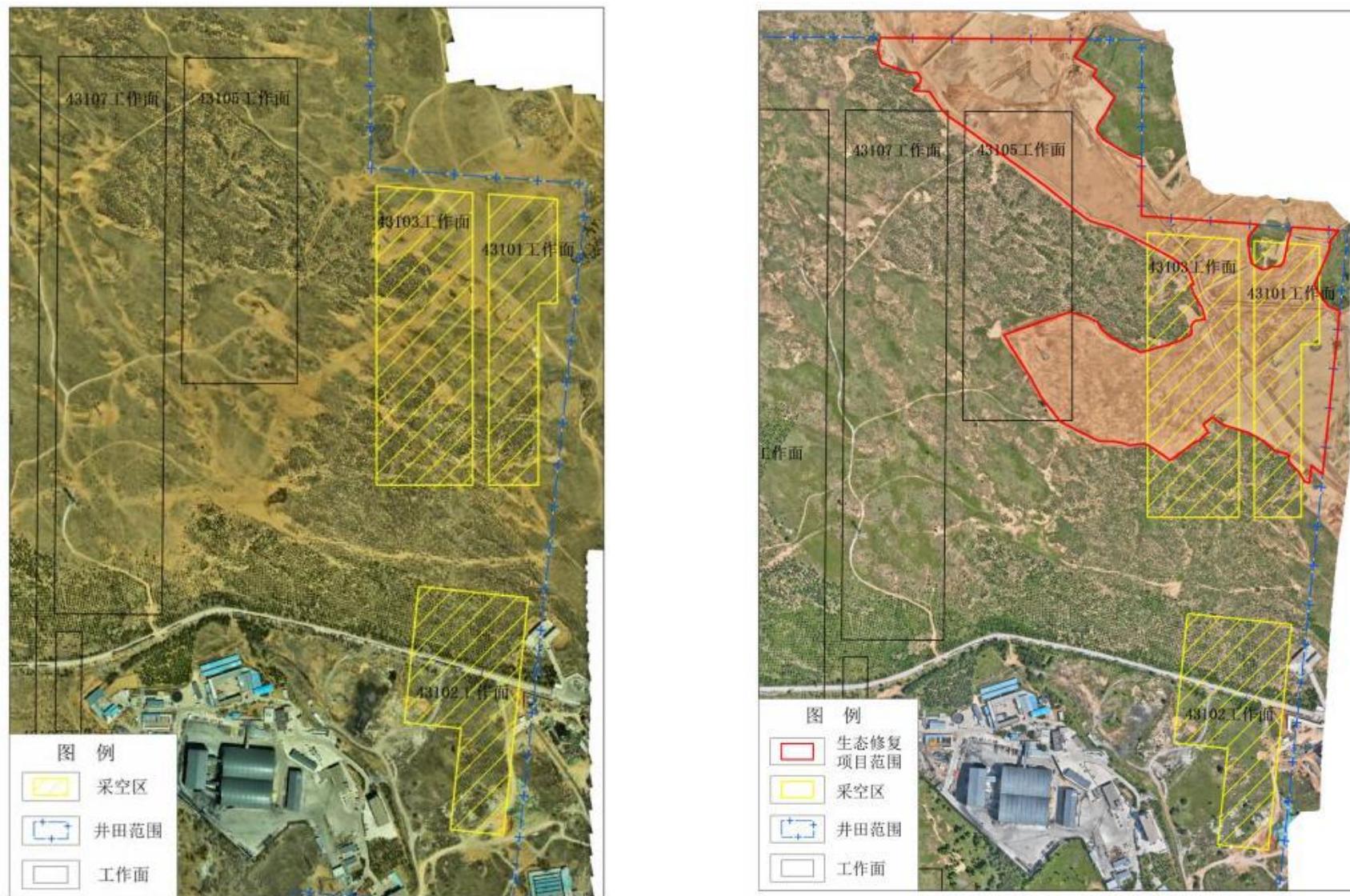


图 3.3-2 窟野河流域西沙街道矿区生态修复工程（土地整治）项目实施前后对比图

3、已损毁土地重复损毁分析

不存在重复损毁。

4、已损毁土地面积汇总

已损毁土地面积 13.31hm^2 , 其中压占损毁 4.89hm^2 , 沉陷损毁 8.26hm^2 , 不存在重复损毁（见表 3.3-5）。损毁关系见图 3.3-3。

表 3.3-5 已损毁土地面积汇总表

损毁区域		土地面积 (hm^2)	损毁方式	损毁程度
压占损毁	工业场地临时用地	4.89	压占	重度
	小计	4.89		
沉陷损毁	轻度损毁	8.26	塌陷	轻度
	小计	8.26		/
合计		13.31	/	/



图 3.3-3 已损毁土地复垦情况

（四）拟损毁土地预测与评估

土地损毁预测实际上是矿区开发活动引起的矿区土地地形与土地质量变化程度的预测，它表现在矿区开采活动引起的矿区地形变化、土地质量控制因素指标值在矿区原始土地质量背景值基础上不利于土地利用的“恶性”变化。

黄土庙煤矿地面建设工程已全部建成且投产使用，未来无新增地面工程，矿井拟损毁土地主要为开采沉陷对土地的损毁。根据《开发利用方案（扩大范围）》，对于本井田内的工业场地、井下采煤大巷等均留设保护煤柱。沉陷损毁对象为采区内的地表形态、土地资源，地表植被。本章第二节中已对矿山开采引发地表变形情况进行了详细预测分析，此处不再赘述。

1、预测时段划分

黄土庙煤矿剩余生产服务年限为9年，考虑土地复垦工程实施的可操作性，并保证工作面的完整性。在进行地表变形预测时按照2个时段进行划分。

第一时段（2026年—2030年），年限为5年，按照开采顺序，开采4⁻³煤层：43109、43107、43105工作面；4⁻⁴煤层：44101~44105工作面；第二时段（2031年—2034年），年限为4年，开采5⁻²煤层。

2、地表变形预测结果

第一时段及第二时段地表下沉、移动与变形值预测结果见表3.2-6、表3.2-7，根据以上时段划分，结合第三章预测沉陷等值线图，该节已在第三章“采煤引发地表塌陷变形量预测模式及计算方法”详细计算。

3、损毁程度分级标准

根据《土地复垦方案编制规程》第3部分井工煤矿附录B采煤塌陷土地损毁程度分级参考标准中表B.1~B.4（见表3.3-6、表3.3-7），结合附近煤矿沉陷损毁规律，可确定黄土庙煤矿各土地类型的损毁程度。

表 3.3-6 旱地损毁程度分级标准

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

表 3.3-7 林地、草地损毁程度分级标准

损毁等级	水平变形 (mm/m)	附加倾斜 (mm/m)	下沉 (m)	塌陷后潜水位埋深 (m)	生产力降低%
------	----------------	----------------	--------	--------------	--------

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

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

4、沉陷拟损毁预测结果

依据矿山开采引发地表变形情况的预测分析，参照土地损毁等级划分标准，绘制矿区沉陷拟损毁土地预测图，并统计沉陷拟损毁土地的各地类面积及损毁程度，根据本矿的采区划分及开采接续计划，考虑采区开采的完整性和土地复垦工程的可操作性，将本方案设计生产年限（9年）划分为2个时段。

近期即适用期（2026年—2030年）年限为5年，开采4³煤层：43109、43107、43105工作面（92.34hm²）和4⁴煤层44101、44102、44103工作面（106.16hm²），拟损毁土地198.50hm²（包含重复损毁面积），见图。

中期（2031年—2034年）开采5²煤层，中期拟损毁112.66hm²。

沉陷等值线及损毁程度见图3.3-4~图3.3-11，损毁地类面积见表3.3-8~表3.3-10。

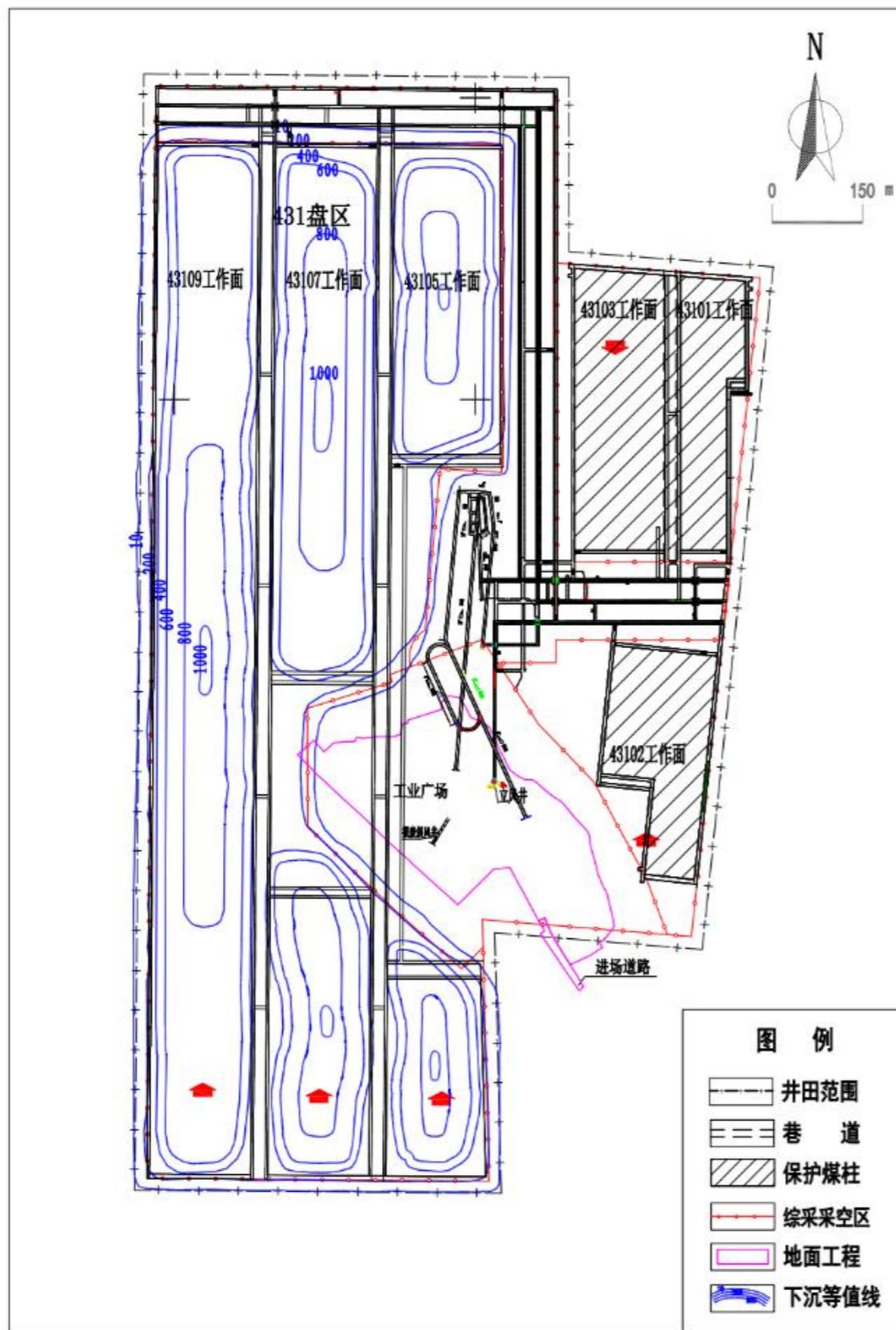


图 3.3-4 近期（适用期）4³ 煤层塌陷地拟损毁下沉等值线图

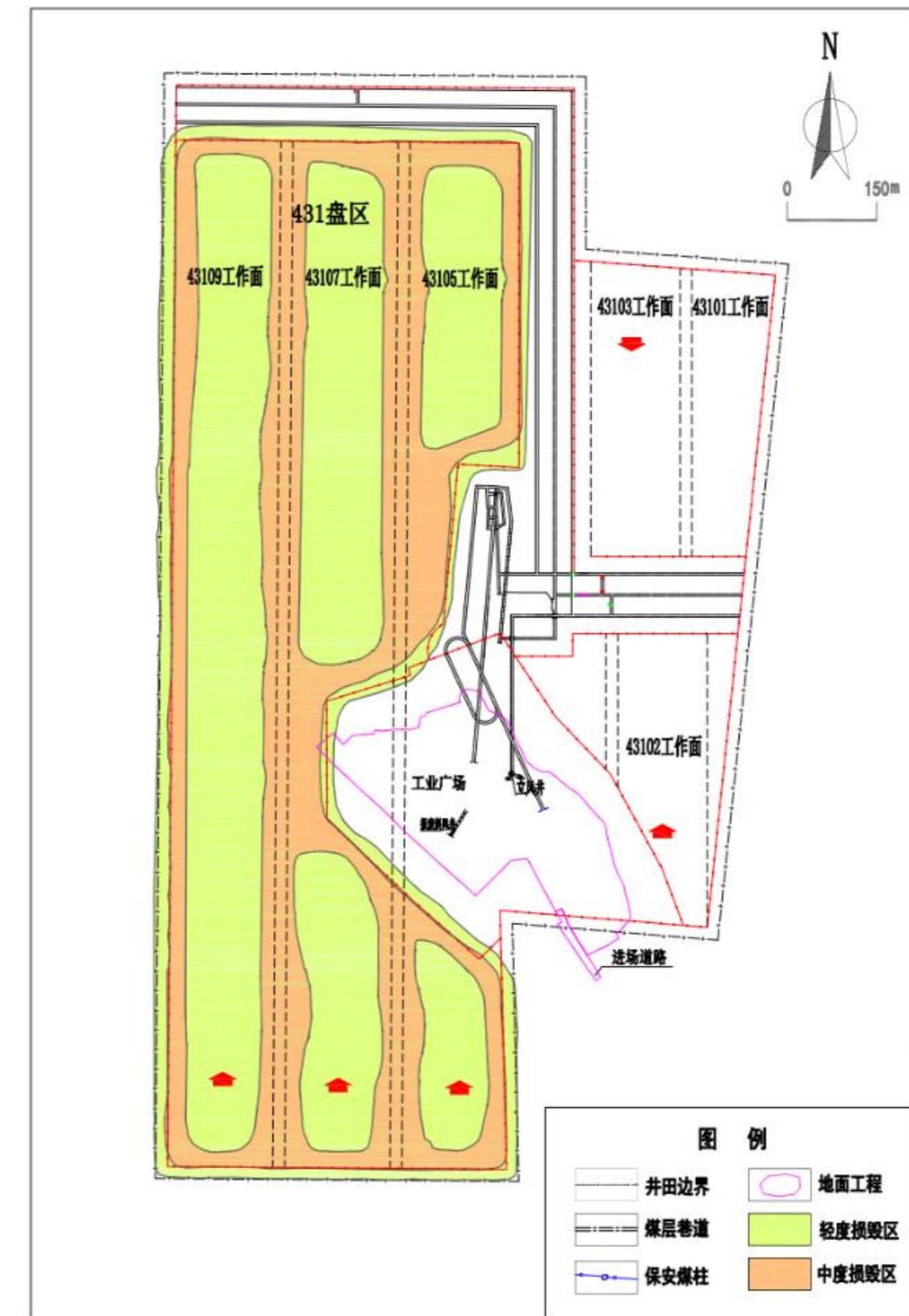


图 3.3-5 近期（适用期）4³ 煤层塌陷地拟损毁程度图

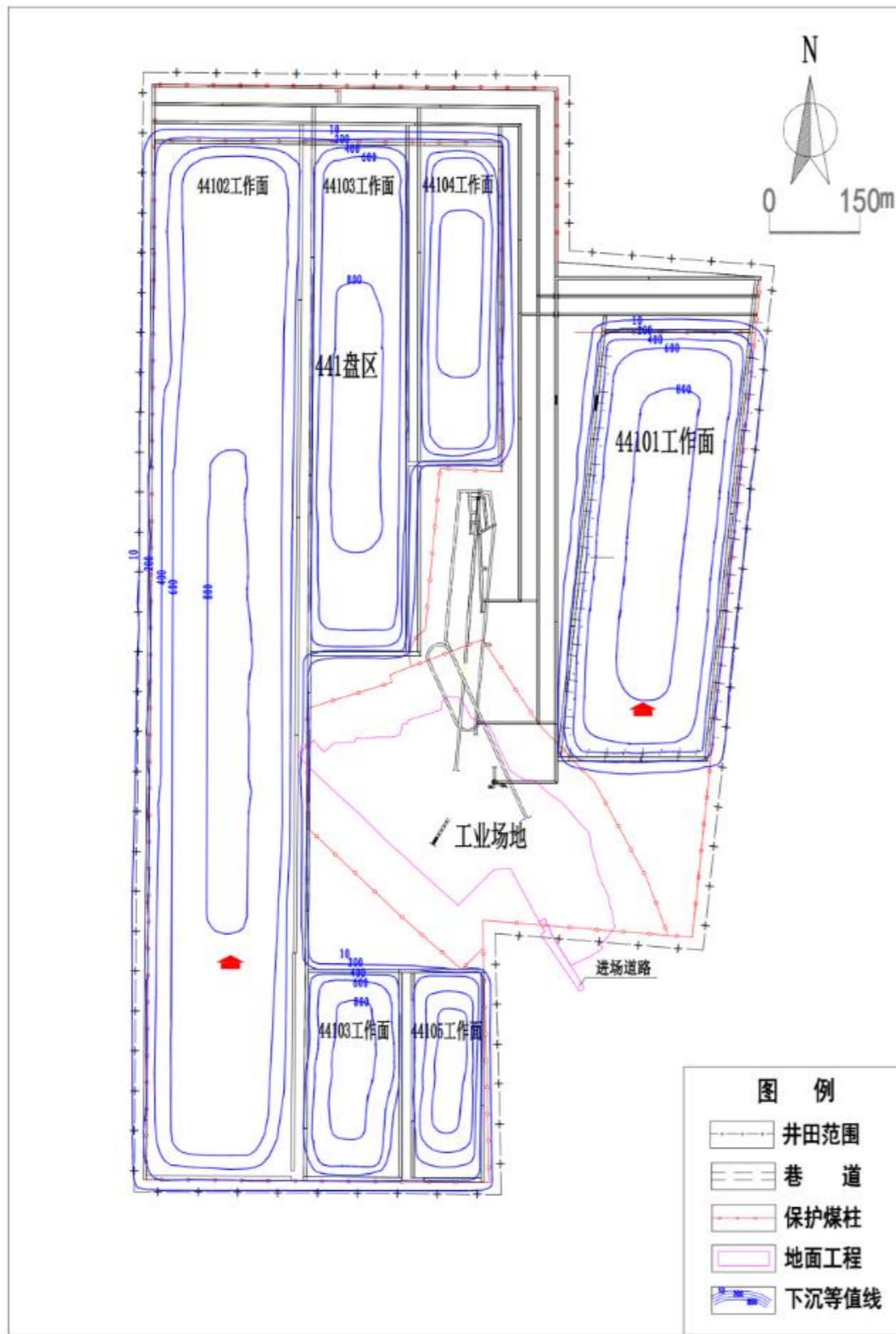


图 3.3-6 近期（适用期）4#煤层塌陷地拟损毁下沉等值线图

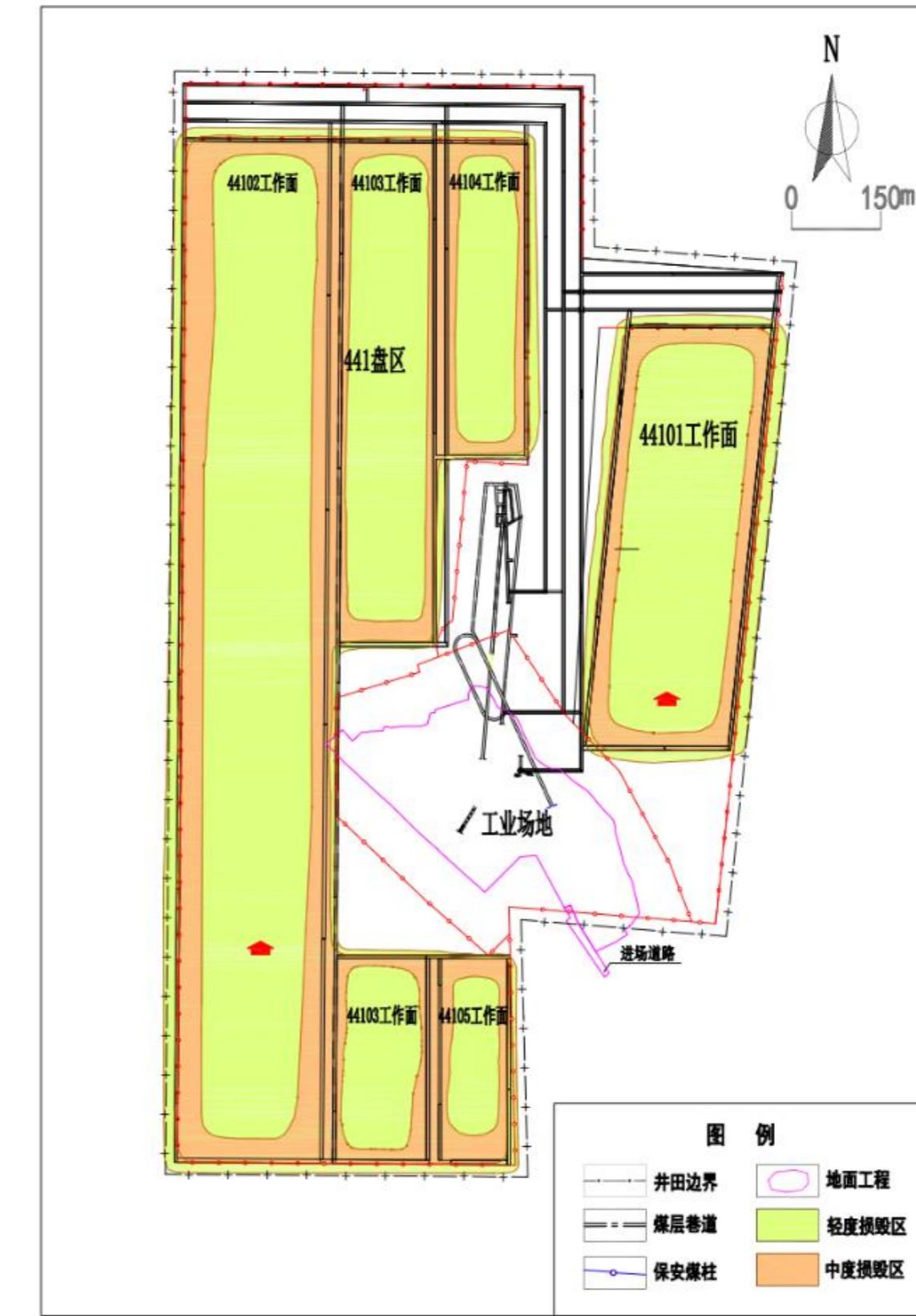


图 3.3-7 近期（适用期）4#煤层塌陷地拟损毁程度图

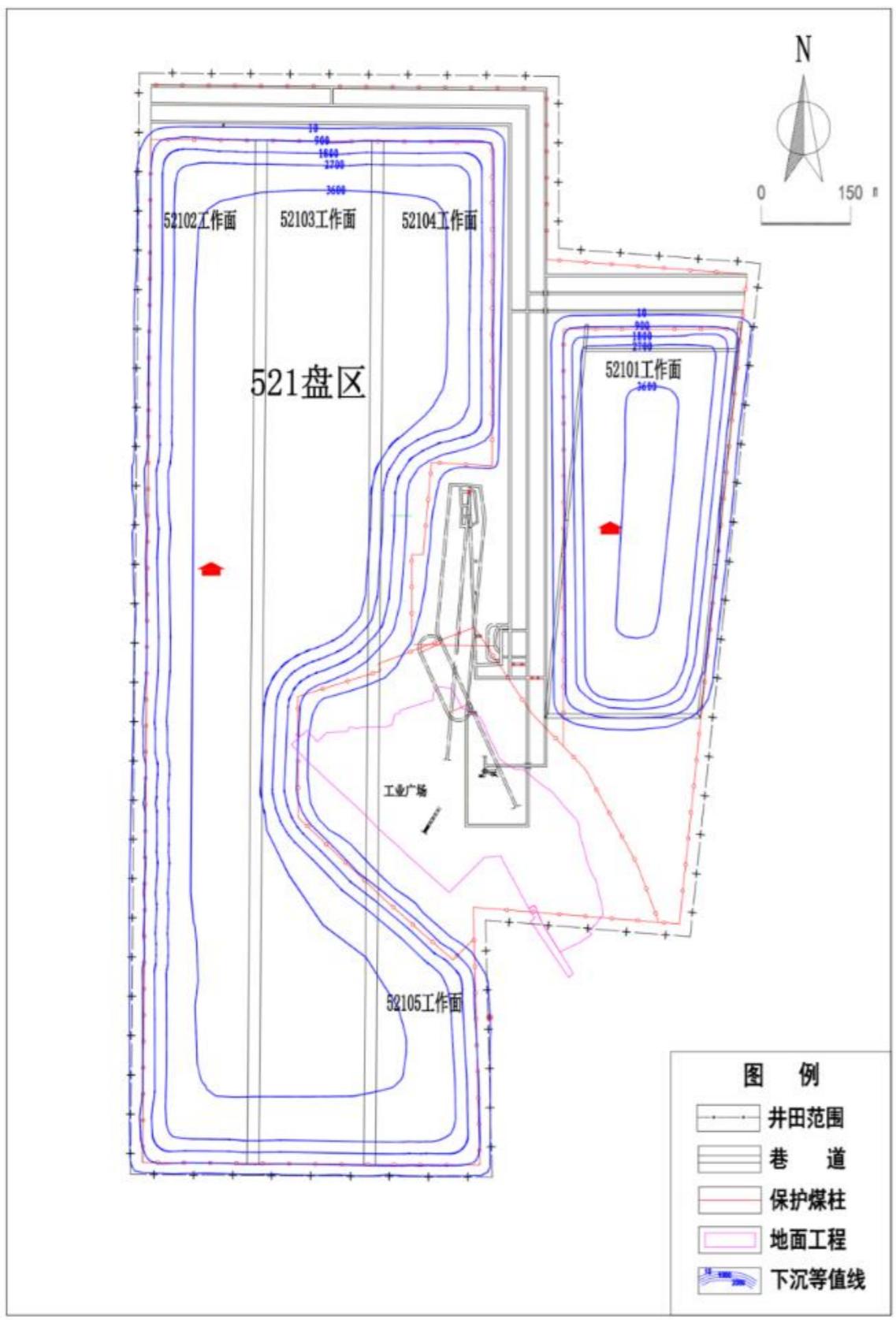


图 3.3-8 中期 5-2 煤层塌陷地拟损毁下沉等值线图

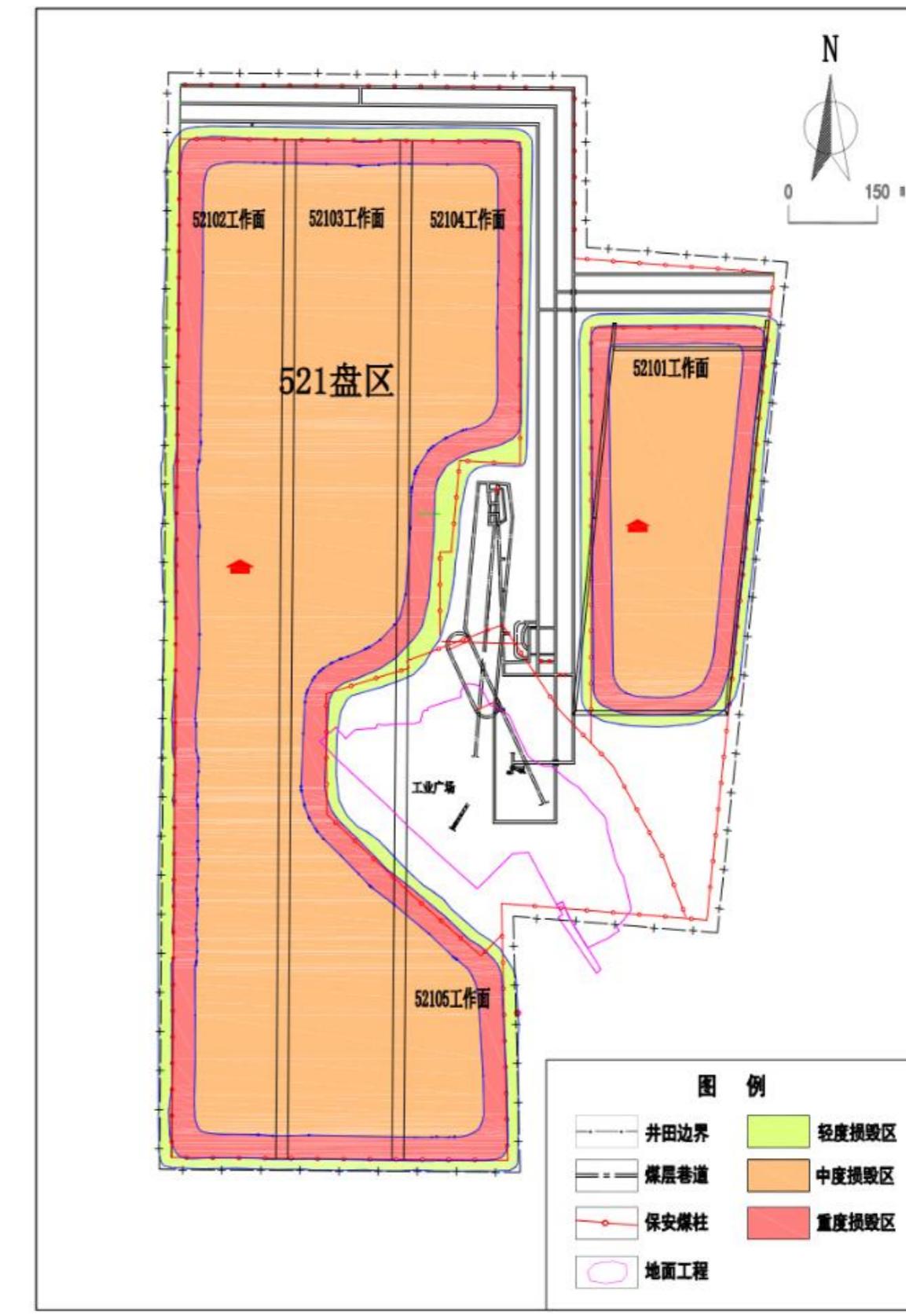


图 3.3-9 中期 5-2 煤层塌陷地拟损毁程度图

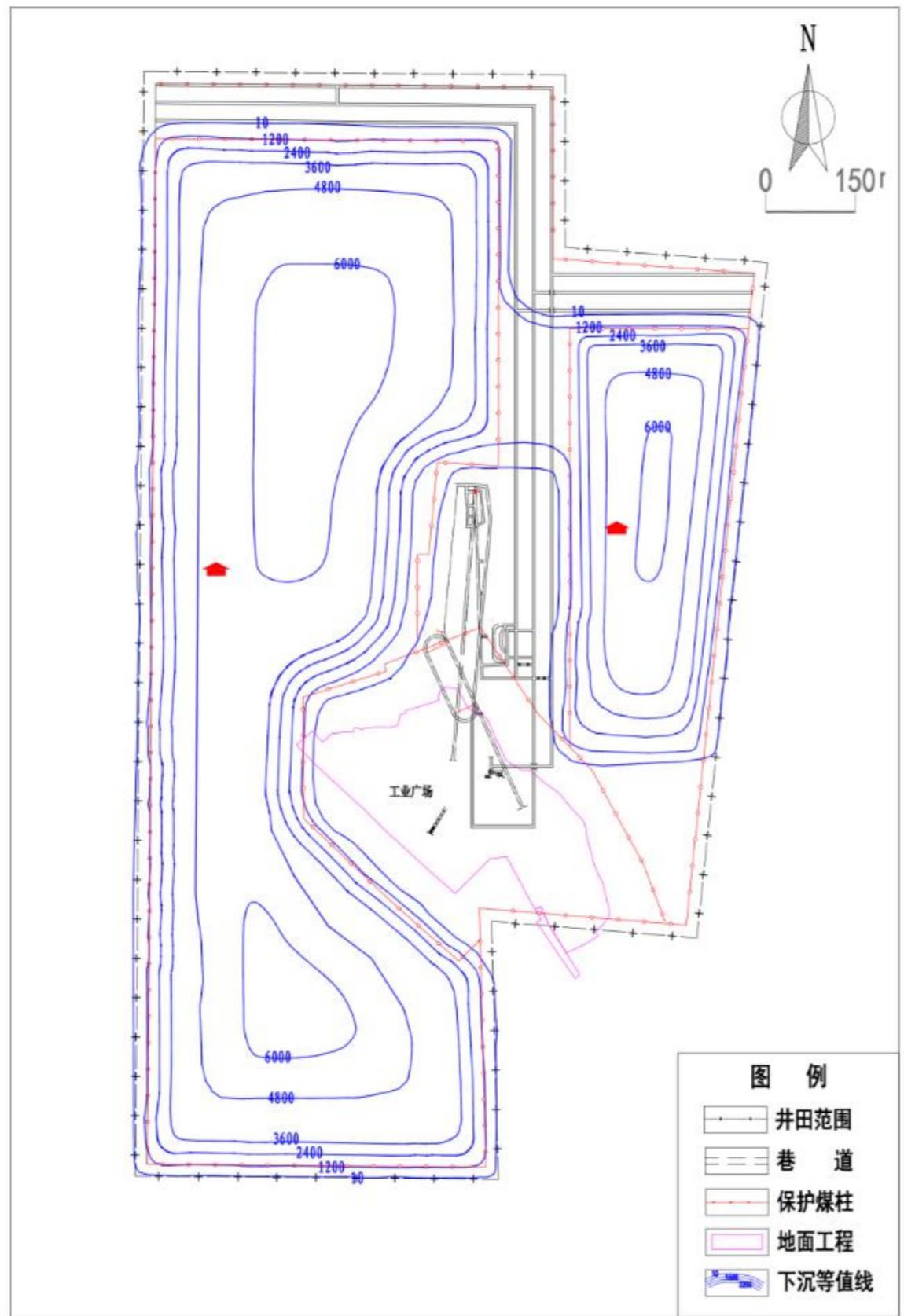


图 3.3-10 全井田塌陷地拟损毁下沉等值线图



图 3.3-11 全井田塌陷地拟损毁程度图

表 3.3-8 近期（适用期）沉陷地拟损毁土地面积统计表

一级地类	二级地类											合计 (hm ²)	占比 (%)		
		2026 年		2027 年		2028 年		2029 年		2030 年					
		4-3 煤		4-3 煤		4-4 煤		4-4 煤		4-4 煤					
		轻度	中度	轻度	中度	轻度	中度	轻度	中度	轻度	中度				
03	林地	0301	乔木林地	6.15	3.37	0.36	0.83	2.32	0.48	5.64	2.21	0.70	0.71	22.77 11.47%	
		0305	灌木林地	1.91	1.58	6.34	2.88	5.93	1.69	2.51	1.81	5.57	2.18	32.53 16.39%	
		0307	其他林地	1.89	1.09	1.36	1.00	0.08	0.00	1.70	0.89	1.79	0.64	10.33 5.20%	
04	草地	0401	天然牧草地	18.99	13.27	18.20	10.08	17.63	8.26	16.38	6.82	10.22	5.90	125.73 63.34%	
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.18	0.11	1.53	0.45	0.52	0.58	0.07	0.11	1.35	0.43	5.33 2.68%	
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	0.01	0.00						0.01			0.03 0.01%	
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.30	0.14	0.04		0.23	0.07	0.23	0.09			1.11 0.56%	
		1006	农村道路	0.12	0.04	0.07	0.05	0.08	0.07	0.06	0.07	0.05	0.07	0.69 0.35%	
合计 (hm ²)			29.57	19.59	27.90	15.29	26.79	11.16	26.59	12.02	19.69	9.93	198.50	100%	
			49.16		43.19		37.94		38.60		29.61				

表 3.3-9 中期塌陷地拟损毁土地面积统计表

一级地类	二级地类	拟损毁 (hm ²)			面积合计 (hm ²)	占比 (%)			
		5-2 煤							
		轻度	中度	重度					
03	林地	0301	乔木林地	2.24	7.29	3.77	13.30	11.80%	
		0305	灌木林地	2.39	13.84	4.32	20.55	18.24%	
		0307	其他林地	0.29	4.71	0.29	5.29	4.70%	
04	草地	0401	天然牧草地	8.41	46.56	14.83	69.80	61.96%	
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.79	0.96	0.87	2.62	2.33%	
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地		0.01		0.01	0.01%	
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.25	0.20	0.27	0.72	0.64%	
		1006	农村道路	0.04	0.25	0.07	0.36	0.32%	
合计 (hm ²)				14.4158	73.8294	24.4128	112.66	100.00%	
					112.66				

表 3.3-10 沉陷拟损毁土地面积统计表

一级地类	二级地类	近期		中期			分损毁程度合计 (hm ²)			总计 (hm ²)	占比 (%)			
		轻度	中度	轻度	中度	重度	轻度	中度	重度					
03	林地	0301	乔木林地	15.17	7.60	2.24	7.29	3.77	17.41	14.89	3.77	36.07	11.59%	
		0305	灌木林地	22.30	10.22	2.39	13.84	4.32	24.69	24.06	4.32	53.07	17.06%	
		0307	其他林地	6.78	3.54	0.29	4.71	0.29	7.08	8.26	0.29	15.62	5.02%	
04	草地	0401	天然牧草地	81.41	44.32	8.41	46.56	14.83	89.82	90.88	14.83	195.53	62.84%	
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	3.65	1.68	0.79	0.96	0.88	4.44	2.64	0.88	7.96	2.56%	
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	0.01	0.01		0.01			0.03	0.00	0.03	0.01%	
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.81	0.30	0.25	0.20	0.27	1.06	0.50	0.27	1.83	0.59%	
		1006	农村道路	0.39	0.30	0.04	0.25	0.07	0.43	0.54	0.07	1.05	0.34%	
合计 (hm ²)				130.53	67.98	14.42	73.83	24.41	144.93	141.81	24.41	311.16	100.00%	
				198.50		112.66			311.16					

2) 拟损毁土地重复损毁（塌陷）可能性分析

黄土庙煤矿开采 43101、43103 工作面（南部）、43102 工作面造成的沉陷损毁已填充裂缝未复垦；近期开采 4⁻⁴、中期开采 5⁻² 煤层，下组煤的开采会造成重复损毁（见表 3.3-11）。

表 3.3-11 塌陷地重复损毁土地面积统计表

一级地类		二级地类		拟损毁总面积 (hm ²)	重复损毁面积 (hm ²)	最终拟损毁面积 (hm ²)
03	林地	0301	乔木林地	36.07	22.44	13.62
		0305	灌木林地	53.07	31.51	21.57
		0307	其他林地	15.62	10.32	5.30
04	草地	0401	天然牧草地	195.53	122.97	72.56
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	7.95	4.49	3.46
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	0.03	0.01	0.01
10	交通运输用地	1003	公路用地	1.83	1.03	0.80
		1006	农村道路	1.04	0.61	0.44
				311.16	193.40	117.76

（五）损毁土地统计

黄土庙煤矿损毁土地总面积为 324.47hm², 其中压占损毁土地 5.05hm², 塌陷地已损毁土地 8.26hm², 塌陷地拟损毁土地 311.16hm², 重复损毁面积 200.24hm², 损毁土地面积见表 3.3-12, 损毁土地关系见图 3.3-12。

表 3.3-12 黄土庙煤矿损毁土地统计表

一级地类		二级地类		压占损毁	沉陷地损毁		重复损毁	合计 (hm ²)	占比 (%)			
				已损毁	已损毁	拟损毁						
				重度	轻度							
03	林地	0301	乔木林地		1.61	36.07	24.05	13.63	10.97%			
		0305	灌木林地	0.00	2.98	53.07	34.47	21.58	17.37%			
		0307	其他林地	0.02	0.08	15.62	10.42	5.30	4.27%			
04	草地	0401	天然牧草地	0.06	2.75	195.53	124.57	73.77	59.38%			
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	4.96	0.55	7.96	4.84	8.64	6.95%			
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地			0.03	0.02	0.01	0.01%			
10	交通运输用地	1003	公路用地		0.19	1.83	1.22	0.80	0.64%			
		1006	农村道路		0.11	1.05	0.66	0.50	0.40%			
合计 (hm ²)				5.05	8.26	311.16	200.24	124.23	100%			
						324.47						

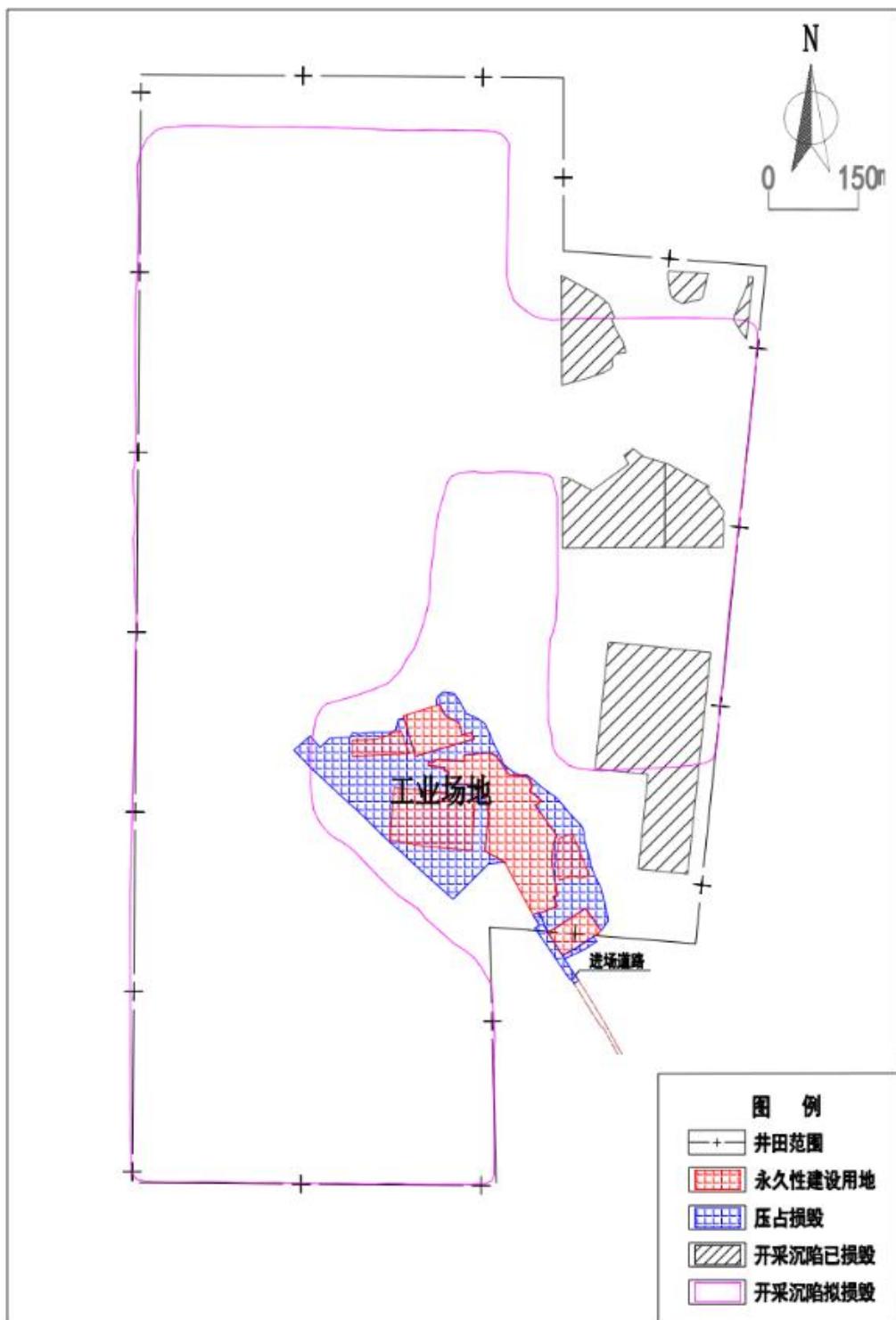


图 3.3-12 黄土庙煤矿损毁土地关系图

四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

(一) 矿山地质环境治理分区

1、分区原则及方法

(1) 分区原则

①“以人为本”原则，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。

②“以工程建设安全为本”原则，力争确保工程建设、运营安全，同时也要充分考虑工程建设、运营对生态环境的综合影响。

③“利于保护与恢复治理”原则，分区时充分考虑开展保护与恢复治理工作的方便性与可操作性。

④“统筹规划，突出重点”原则，分区时结合矿山保护、开采等相关规划，重点突出对矿山地质环境有重要影响的区段。

⑤“区内相似，区际相异”原则，根据矿区地质环境问题类型及重点防治对象的不同，同一类地质环境问题或同一类治理方式区段划为同一个区或亚区。

⑥“有利于矿山发展”原则，保护与恢复治理分区要有利于建设绿色和谐矿山有利于矿山实施可持续开采，有利于解决矿区人居安全问题。

（2）分区方法

根据《矿山地质环境恢复治理方案编制规范》，分析矿山地质环境影响，综合考虑矿山地质环境现状评估和预测评估结果，将评估区分为重点防治区、次重点防治区和一般防治区，对于现状评估与预测评估结果不一致的采取就上原则进行分区（见表 3.4-1）。

表 3.4-1 矿山地质环境治理分区

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	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			
地形地貌景观	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			
水土环境	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			

注：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

本矿山煤层开采对含水层的影响严重，含水层的影响范围几乎囊括整个评估区，如严格按照规范则整个矿区统一划为 1 个重点防治区，不能清晰地反映其他防治对象的防治等级。为了更合理地反映以上情况，防治分区时对含水层的影响

只做文字性叙述。

根据矿山地质环境问题类型、分布特征及其危害性，矿山地质环境影响现状及预测评估结果，进行矿山地质环境保护与恢复治理分区。根据《DZ/T0223-2011》标准附录 F，并遵循“就上原则”将评估区划分为重点防治区（I）、次重点防治区（II）和一般防治区（III），共 3 级 3 个区块，其中：1 个重点防治区，总面积 10.05hm²，占评估面积的 4.60%；1 个次重点防治区，总面积为 130.08hm²，占评估面积的 59.52%；1 个一般防治区，总面积为 78.40hm²，占评估面积的 35.88%（见表 3.4-2）。

表 3.4-2 矿山地质环境治理分区表

保护与治理分区				主要矿山地质环境问题和影响程度	防治措施	进度安排	面积占比
编号	级别	分布	面积 (hm ²)				
A	重点防治区	工业场地及进场道路	10.05	工业场地留设有保护煤柱，危险性小；对地形地貌影响严重；对含水层影响较轻；对水土环境质量影响较轻。	工业广场进行含水层、地貌景观、水土环境质量监测。后期对其进行拆除与复垦。	后期	4.60%
B	次重点防治区	地面塌陷影响区域	130.08	近、中期采矿活动造成矿区道路损毁，危险性中等；对地形地貌景观影响较严重；采矿活动对含水层结构影响严重，对居民生产生活用水影响较轻，对水土环境质量影响较轻。	塌陷区边界和内部竖立警示牌，对塌陷区道路、输电线路进行维修；在开采影响范围内进行地貌、含水层、水土环境质量、生态环境监测；对塌陷区裂缝进行填埋，平整土地等措施。	近期、中期	59.53%
C	一般防治区	评估范围内其他地区	78.40	其他区域，位于不开采区，影响较轻	以监测为主	近期、中期	35.88%
合计		/	218.53	/	/	/	

（二）土地复垦区与复垦责任范围

1、复垦区范围确定

本项目复垦区包括压占损毁土地、沉陷损毁土地和永久性建设用地。复垦区拐点坐标见附件。复垦区面积（ 129.23hm^2 ）=永久性建设用地（ 5.00hm^2 ）+损毁土地（ 124.23hm^2 ），见表 3.4-3。

（1）永久性建设用地

黄土庙煤矿批准永久性建设用地 5.00hm^2 ，永久性建设用地全部不留续使用。

（2）损毁土地

损毁土地总面积为 324.47hm^2 （已损毁 13.31hm^2 +拟损毁 311.16hm^2 ），包括压占已损毁、沉陷已损毁、沉陷拟损毁。

其中已损毁土地 13.31hm^2 =压占损毁土地 5.05hm^2 +沉陷已损毁土地 8.26hm^2 ；拟损毁土地 117.76hm^2 =累计沉陷拟损毁总面积 311.16hm^2 -沉陷拟损毁重复损毁面积 193.40hm^2 ；

（3）重复损毁情况

总重复损毁土地 200.24hm^2 =沉陷已损毁与拟损毁重复损毁 6.76hm^2 +沉陷拟损毁与压占已损毁重复损毁 0.08hm^2 +各煤层沉陷拟损毁重复损毁 193.40hm^2 。

已损毁与拟损毁重复损毁面积 6.84hm^2 =沉陷拟损毁与压占已损毁重复损毁 0.08hm^2 +沉陷拟损毁与沉陷已损毁重复损毁 6.76hm^2 。

复垦区面积 $129.23\text{hm}^2=324.47\text{hm}^2-220.24\text{hm}^2+5.00\text{hm}^2$ ，复垦区用地关系见表 3.4-3。

表 3.4-3 复垦区面积关系表

复垦区范围构成	用地名称	面积 (hm^2)	说明
永久性建设用地	工业场地	5.00	已有，继续使用至闭坑
压占损毁土地	工业场地临时用地	4.89	压占已损毁
	进场道路	0.16	压占已损毁
沉陷损毁	已沉陷损毁土地	8.26	沉陷损毁
	沉陷拟损毁土地	311.16	
	重复损毁	200.24	沉陷已损毁与沉陷拟损毁重复 6.76hm^2 ，压占与拟损毁重复 0.08hm^2 ，

			拟损毁与拟损毁重复损毁 193.40hm ² , 扣除重复损毁土地 200.24hm ²
复垦区面积 合计 (hm ²)	129.23		由永久性建设用地、压占损毁土地、 沉陷地损毁土地构成

2、复垦责任范围确定

复垦责任范围由复垦区扣除留续使用的永久性建设用地确定，矿山闭坑时，永久性建设用地均不留续使用，因此复垦责任范围等于复垦区面积。复垦责任范围面积 129.23hm²（见表 3.4-4）。

表 3.4-4 复垦责任范围各类用地构成表

复垦区范围构成	用地名称	面积 (hm ²)	说明	是否纳入复垦责任范围
永久性建设用地	工业场地	5.00	已有，继续使用至闭坑	是
压占损毁土地	工业场地临时用地	4.89	压占已损毁	
	进场道路	0.16	压占已损毁	
沉陷损毁	已沉陷损毁土地	8.26	沉陷损毁	
	沉陷拟损毁土地	311.16		
	重复损毁	200.24	已损毁与拟损毁重复，近期 (4 ⁻³ 、4 ⁻⁴ 煤层) 与中期 (5 ⁻² 煤层) 煤层开采重复损毁	
复垦区责任区面积合计 (hm ²)		129.23		

（三）土地类型与权属

1、土地类型

（1）土地利用现状及类型

复垦责任土地利用现状分为 5 个一级类和 8 个二级类（见表 3.4-5）。

表 3.4-5 黄土庙煤矿复垦区土地利用现状统计表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	比例 (%)	
03	林地	0301	乔木林地	13.62	41.16	10.54%
		0305	灌木林地	22.23		17.20%
		0307	其他林地	5.31		4.10%
04	草地	0401	天然牧草地	76.08	76.08	58.87%
						58.87%

06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	10.69	10.69	8.27%	8.27%	
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	0.02	0.0142	0.01%	0.01%	
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.80	1.28	0.62%	0.99%	
		1006	农村道路	0.48		0.38%		
合计 (hm ²)				129.23	129.23	100.00%	100.00%	
注：表中采矿用地面积已回退至二调								

表 3.4-6 黄土庙煤矿复垦责任区土地利用现状统计表

一级地类		二级地类		复垦责任范围面积 (hm ²)								合计		
				不留续使用的永久性建设用地		损毁土地								
				工业场 地	小计	压占损毁			沉陷损毁土地					
						工业场地	进场道路	小计	轻度	中度	重度	小计		
03	林地	0301	乔木林地					2.40	7.58	3.64	13.62	40.63		
		0305	灌木林地		0.14		0.14	2.55	13.85	5.17	21.57			
		0307	其他林地					0.23	4.72	0.36	5.30			
04	草地	0401	天然牧草地		1.04	0.06	1.10	9.92	46.66	17.13	73.71	74.81		
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	5.00	5.00	3.70	0.10	3.80	1.50	0.96	1.21	3.67	12.48	
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地							0.01		0.01	0.021	
10	交通运输用地	1003	公路用地					0.26	0.34	0.20	0.80	0.80		
		1006	农村道路					0.13	0.26	0.11	0.50	0.50		
合计 (hm ²)				5.00	5.00	4.89	0.16	5.05	17.00	74.37	27.82	119.18	129.23	
注：1、表格中压占损毁土地地类按照回退后的地类统计。 2、表格中已扣除沉陷区重复损毁面积。														

（2）土地损毁程度

复垦区内土地损毁类型主要为压占损毁和沉陷损毁两种类型：

压占损毁土地为工业场地及进场道路，面积 5.05hm^2 ，均为重度损毁。

现状已沉陷损毁土地 8.26hm^2 ，均为轻度损毁。

沉陷拟损毁土地 311.16hm^2 ，扣除重复损毁土地 193.40hm^2 ，面积为 117.76hm^2

（3）土地质量现状

区中风沙土是多风地区沙性母质上形成的一种幼年土壤，在评估区范围内广泛分布。风沙土结构松散，土粒维持性差，质地为中、细砂，缺氮少磷，有机质含量 $0.21\% \sim 0.81\%$ ，属较低肥力土壤。有机质和速效磷含量较低，无耕地存在。

（4）农林草生产状况

复垦区土地质量一般，无耕地；林草地土层一般，腐殖质层 10cm 左右；灌木林地植被种类以柠条、沙棘、沙柳为主，长势良好，覆盖度 40% 左右；草种类型主要有沙米、虫实、狗尾草等。

2、基本农田

黄土庙煤矿评估区范围内无基本农田。

3、土地权属

黄土庙煤矿复垦区土地利用权属见表 3.4-7。

表 3.4-7 黄土庙煤矿复垦区土地利用现状权属表

一级地类		二级地类		土地权属 (hm ²)			合计 (hm ²)	
				黄土庙煤矿	锦界镇			
					黄土庙村	四卜树村		
03	林地	0301	乔木林地		12.51	1.12	13.62	
		0305	灌木林地		5.10	17.13	21.70	
		0307	其他林地		4.77	0.53	5.30	
04	草地	0401	天然牧草地		40.73	35.35	74.81	
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	5.00	7.48		12.48	
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地		0.01		0.01	
10	交通运输用地	1003	公路用地		0.80		0.80	
		1006	农村道路		0.23	0.27	0.50	
合计 (hm ²)				5.00	74.84	54.39	129.23	

第四章 矿区生态修复可行性分析

一、矿山地质环境治理可行性分析

（一）技术可行性分析

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

1、不稳定地质体

地面塌陷及地裂缝治理：对于未达到稳定状态的地面塌陷区，可先采取紧急裂缝填充、监测措施，在明显位置布设警示牌进行警示，待塌陷区沉降稳定后，可采取防渗处理、削高填低、回填整平、挖沟排水、植被重建等综合治理措施，地裂缝可采取土石充填并夯实，防渗处理等措施。以上治理工程易于实施，技术可行。

2、含水层破坏修复技术可行性分析

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

3、地形地貌景观破坏治理

煤层开采及地面建设工程影响原生地形地貌，主要为地面工程建设改变了评估区内原有自然景观，造成地表裸露，改变了原来的地形地貌景观，造成景观生态系统在空间分布上的不连续性。同时，煤层开采及地面建设工程损毁土地，造成土壤理化性质改变。矿区内地形地貌景观恢复治理工程主要为闭坑后拆除地面建筑、清理建筑垃圾、封堵井口、设置警示牌、矿山地质环境监测，同时进行植

被恢复。以上工程措施易于实施，技术上可行。

4、水土环境治理

黄土庙煤矿水土环境质量主要受煤矿生产生活活动的影响。因煤矿生产生活的清洁化管理，对水土环境质量影响较轻；煤矿近期开采形成的地表开裂使土壤质地趋于疏松，对土壤理化性质影响程度较轻。

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

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

（二）经济可行性分析

按照“谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”的原则，本方案矿山环境治理工程主要有损毁道路修复、输电线路修复、电杆扶正、井筒封闭以及不稳定地质体、含水层、水土环境质量、地形地貌遥感监测措施，均从矿山企业煤炭收入中提取基金用于矿区生态修复工作。

1、销售收入估算

结合当地煤炭供需情况及对未来煤炭市场需求的预测分析，煤矿原煤综合售价为 500 元/t，年销售收入为 30000 万元。

2、生产成本估算

参考现有生产矿井和国内类似生产矿井及选煤厂实际成本，结合本项目开采技术条件、开拓开采方法、技术装备水平、劳动生产率等实际情况，项目成本费用为 300 元/t，年总成本为 18000 万元。

3、经济可行性分析

由以上分析可知，煤矿达产年企业毛利润约为 12000 万元。本方案近期矿区生态修复投资为 2038.99 万元，其中矿山地质环境保护估算投资 732.51 万元，土地复垦估算投资 1306.48 万元，技术服务费 500 万元。年均 507.80 万元，远远小

于企业毛利润，因此本方案经济上可行。

（三）生态环境协调性分析

当前矿山开采活动引发的矿山地质环境问题、生态环境问题依然严重，对采空区进行了治理。本区位于风沙草滩区，生态脆弱，本方案提出的修复受损道路，地面塌陷区实施监测、水土环境质量监测等措施，与原有生态环境、地形地貌景观总体保持一致。

本方案实施后使受影响的矿山地质环境条件得到改善，矿山生态系统达到平衡，防治措施与生态环境相协调，治理可行。

二、矿区土地复垦可行性分析

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

（一）复垦区土地利用现状

本项目的复垦区面积为 129.23hm²。通过对复垦区土地利用现状图进行分析，最终获得煤矿复垦区土地利用现状表，详见表 4.2-1。

表 4.2-1 复垦区土地利用现状表

一级地类		二级地类		复垦区面积 (hm ²)
03	林地	0301	乔木林地	13.62
		0305	灌木林地	22.23
		0307	其他林地	5.30
04	草地	0401	天然牧草地	76.08
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	10.69
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	0.01
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.80
		1006	农村道路	0.49
合计				129.23

（二）土地复垦修复适宜性评价

土地复垦修复适宜性评价是一种预测性的土地适宜性评价，是依据《神木市

国土空间总体规划》（2021-2035），按照因地制宜的原则，在充分尊重土地权益人的意愿的前提下，根据土地利用类型、土地损毁程度、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，划分土地复垦修复单元。土地复垦修复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《神木市国土空间总体规划》（2021-2035），并与其它规划相协调

《神木市国土空间总体规划》是神木市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，结合《神木市国土空间总体规划》（2021-2035）《神木市国土空间生态修复规划》（2021-2035），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。

（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

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，保证生态安全和人类社会可持续发展。

（7）经济可行与技术合理性原则

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

2、评价依据

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

（1）相关法律法规和规划

符合《中华人民共和国土地管理法》《土地复垦条例》《土地复垦条例实施办法》《陕西省实施〈土地复垦条例〉办法》等土地管理的相关法律法规和复垦区国土空间规划等相关规划。

（2）相关规程和标准

包括国家与地方的相关规程、标准等，如《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）《土地整治高标准农田建设综合体》（DB61/T991.1-991.7-2015）《土地整治项目设计报告编制规程》（TD/T 1038-2013）等。

（3）其他

包括复垦区及复垦责任范围内自然社会经济状况、土地损毁分析结果、土地

损毁前后的土地利用状况、公众参与意见及周边同类项目的类比分析。

3、评价范围的确定与评价单元的划分

（1）评价范围

因沉陷损毁、压占损毁和永久性建设用地存在重复区域，本项目土地复垦适宜性评价的范围为：复垦责任范围内扣除重复损毁区域。适宜性评价范围总面积129.23hm²。

（2）适宜性评价单元的划分

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

黄土庙煤矿按照损毁程度和类型，结合土地利用现状类型、土地损毁程度，将损毁土地按照不同地类、不同损毁程度划分为工业场地，进场道路，乔木林地、灌木林地、其他林地、天然牧草地、采矿用地、公用设施用地公路用地、农村道路10个评价单元（见表4.2-2）。

表4.2-2 土地复垦适宜性评价单元划分

评价单元	损毁单元	损毁形式	损毁程度	损毁地类	面积（hm ² ）
PJ-01	SH-01	沉陷损毁	轻度	乔木林地	2.31
	SH-02		中度	乔木林地	7.77
	SH-03		重度	乔木林地	3.64
PJ-02	SH-04	沉陷损毁	轻度	灌木林地	2.65
	SH-05		中度	灌木林地	14.14
	SH-06		重度	灌木林地	5.17
PJ-03	SH-07	沉陷损毁	轻度	其他林地	0.23
	SH-08		中度	其他林地	4.79
	SH-09		重度	其他林地	0.28
PJ-04	SH-10	沉陷损毁	轻度	天然牧草地	10.09
	SH-11		中度	天然牧草地	50.36
	SH-12		重度	天然牧草地	17.05

评价单元	损毁单元	损毁形式	损毁程度	损毁地类	面积 (hm ²)
PJ-05	SH-13		轻度	采矿用地	1.47
	SH-14		中度	采矿用地	1.12
	SH-15		重度	采矿用地	1.99
PJ-06	SH-16		中度	公用设施用地	0.01
PJ-07	SH-17		轻度	公路用地	0.25
	SH-18		中度	公路用地	0.40
	SH-19		重度	公路用地	0.18
PJ-08	SH-20		轻度	农村道路	0.10
	SH-21		中度	农村道路	0.28
	SH-22		重度	农村道路	0.18
PJ-09	SH-23	工业场地(压占损毁)	重度	乔木林地、灌木林地、采矿用地	4.89
	SH-24	工业场地(永久性建设用地)		采矿用地	5.00
PJ-10	SH-25	进场道路	重度	采矿用地	0.16
合计 (hm ²)					129.23

4、初步复垦方向的确定

根据国土空间规划，并与生态修复规划相衔接，从矿区所在地实际出发，通过对自然因素、社会经济因素、政策因素和公众意愿的分析，初步确定复垦方向。

（1）项目区自然条件

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

1) 项目区自然条件

项目区内地表被第四系风积沙所覆盖，地形特点为总体为中间高，两边低。黄土庙煤矿地表最高点海拔约为+1264m，位于矿区中部，凉水井煤矿排矸道路以北，对应井下大巷位置；最低点海拔约为+1225m，位于矿区南部边界43105工作面上方，相对高差为39m。

区域属典型的中温带半干旱大陆性季风气候，冬季严寒，春季多风，夏季炎

热，秋季凉爽，昼夜温差悬殊，四季冷热多变。常年干旱少雨，年蒸发量较大。全年无霜期较短，一般 10 月初上冻，次年 4 月初解冻。多年平均气温 8.4℃，极端最高气温 38.9℃，极端最低气温-28.4℃，多年平均降水量 435.7mm，多年平均风速 2.2m/s，极端最大风速 25m/s，年最多风向 NW，多年最大冻土深度 146cm，多年平均气压 910 毫巴，全年降水量分配很不均匀，多以暴雨形式集中在 7—9 月份，约占全年降水量的 68%。不同年份降水量变化明显。

2) 项目区社会经济概况

黄土庙煤矿位于神木市锦界镇，神木市西约 30km 处，与大柳塔镇、中鸡镇、店塔镇及西沙街道办接壤，辖 20 个行政村，2 个社区，总土地面积 777.7 平方公里，镇区面积 17.6 平方公里。总人口 8.3 万人，户籍人口 2.1 万人，常住人口 4.5 万人。镇域内基础设施良好，现已建成的榆神、锦大、麻瑶公路、神尔路、榆神高速公路，神延、包西、神大铁路穿镇而过，省市交通基础设施重点项目-靖神铁路起点位于我镇起鸡合浪村。2023 年，锦界镇实现镇域生产总值 650 亿元，完成农业生产总值 5.3 亿元，农民人均可支配收入 26490.75 元。

(2) 政策因素

根据《神木市国土空间规划》，矿区的复垦工作应本着因地制宜、合理利用、农用地优先的原则，坚持矿区开发与保护、开采与复垦相结合，实现土地资源的永续利用，并与社会、经济、环境协调发展。综合考虑项目所在地实际情况，将项目区土地利用方向规划为耕地、林地、草地、交通运输用地、其他土地等。

(3) 公众参与调查

复垦义务人黄土庙煤矿，相关科室人员和编制单位相关技术人员以走访、座谈的方式，听取和了解了土地权利人和相关职能部门的意见，得到了他们的大力支持。通过走访当地自然资源部门，当地自然资源部门在核实当地的土地利用现状及权属后，建议将损毁土地尽量恢复其原有功能，同时经建设单位与当地村委会及土地权属人协商，当地村委会及土地权属人首先同意将损毁土地复垦为耕地，在不能恢复为耕地时，考虑恢复为林地和草地。

5、类比分析

本次复垦方向参考周边煤矿项目区已复垦的项目，确定项目区的土地利用方

向。

综合上述，确定项目区的复垦利用初步方向如下表：

表 4.2-3 土地复垦方向初步确定基本原则

土地损毁类型	土地利用类型	损毁程度	初步复垦方向	复垦面积 (hm ²)
沉陷损毁土地	林地	轻度	复垦为原地类	5.18
		中度	复垦为原地类	26.71
		重度	复垦为原地类	9.09
	草地	轻度	复垦为原地类	10.09
		中度	复垦为原地类	50.36
		重度	复垦为原地类	17.05
	工矿仓储用地、交通运输用地、公用设施用地	轻度	复垦为原地类	1.82
		中度	复垦为原地类	1.81
		重度	复垦为原地类	2.34
工业场地 (压占损毁)	采矿用地	重度	结合周边地类， 复垦为原地类和 复垦为耕地、林地、草地	9.89
工业场地(永久性建设用地)	采矿用地			
进场道路(压占损毁)	采矿用地	重度	结合周边已复垦地类，复垦为耕地	0.16
合计 (hm ²)				129.23

6、待复垦土地适应性等级评定

（1）评价因子的选择

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

离居民点的距离等评价指标。

（2）评价体系

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

适宜类按照土地质量等，分为I等地、II等地和III等地；暂不适宜类和不适宜类不进行划分，以“N”表示。

1) 宜农土地

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

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

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

2) 宜林土地

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

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

III等地适宜：果木、林木生长困难，地形、土壤和水分等限制因素较多，损毁严重，造林植树技术要求较高，产量和经济价值较低。

3) 宜草土地

I等地适宜：水土条件好，草群质量和产量高，损毁轻微，容易恢复为草场。

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

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

（3）评定方法

1) 定性分析方法

通过对本方案损毁土地特点分析，本方案对黄土庙煤矿内受影响的采矿用地（除工业场地外）、公共设施用地、公路用地和农村道路采取定性分析方法（见表 4.2-4）。

表 4.2-4 定性分析法评价结果表

序号	评价单元		原地类	复垦后单元	复垦面积 (hm ²)
1	沉陷 损毁 土地	采矿用地	采矿用地	采矿用地	4.58
2		公用设施用地	公用设施用地	公用设施用地	0.01
3		公路用地	公路用地	公路用地	0.82
4		农村道路	农村道路	农村道路	0.56
合计 (hm ²)					5.97

2) 定量分析方法

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

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

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

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

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

在进行适宜性评价时，先进行宜耕方向的适宜性评价，若不适应耕地方向，再评价其是否适宜园林地或草地方向。该方法适宜于工业场地、进场道路（见表 4.2-5）。

表 4.2-5 采用极限条件法的土地复垦适宜性评价单元

编号	评价单元		面积 (hm ²)
1	压占损毁	工业场地	4.89
2		进场道路	0.16
合计 (hm ²)			5.05

(4) 评价标准

结合煤矿自然环境条件及以往的复垦经验，参考《耕地后备资源调查与评价技术规程》和《土地复垦技术质量控制标准》等确定土地复垦适宜性评价的等级标准，详见表 4.2-6、4.2-7。

表 4.2-6 永久性建设用地、压占损毁土地限制因素等级标准

限制因素及分级指标		宜耕	宜园	宜林	宜草
土壤质地	壤土、粉砂粘壤土、壤黏土	1	1	1	1
	砂壤土、粘壤土	2	2	2	1
	砂土	3	3	3	2
覆土条件厚度 (cm)	>60	1	1	1	1
	30-60	2	2	1	1
	10-30	3 或 N	3	2	2
	<10	N	3 或 N	3	3
土壤有机质含量 (g/kg)	>10	1	1	1	1
	8-10	2	2	1	1
	5-8	3	3	2	2
	<5	N	3 或 N	3	2
地面坡度 (°)	<6	1	1	1	1
	2-6	2	1	1	1
	6-15	2	2	2	2
	15-25	3	2	2	2
	>25	N	3 或 N	3	3
交通条件	有完善道路设施	1	1	1	1
	有，但不完善	2	2	2	2
	无道路设施	3 或 N	3 或 N	3	3
周边地类	耕地	1	1	1	1
	耕地、园地、林地、草地	2	2	1	1
	沙地等其他地类	3	3	2	2
离居民点的距离	<1km	1	1	1	1
	1km~2km	2	2	1	1
	2km~3km	3	2	2	2
	>3km	N	3 或 N	2	1 或 2

表 4.2-7 沉陷损毁土地限制因素等级标准

限制因素及分级指标		宜耕	宜园	宜林	宜草
土壤质地	壤土、粉砂粘壤土、壤黏土	1	1	1	1
	砂壤土、粘壤土	2	2	2	1
	砂土	3	3	3	2
有效土层厚度 (cm)	>100	1	1	1	1
	80-100	2	2	1	1
	30-50	3 或 N	3	2	2
	<30	N	3 或 N	3	3
土壤有机质含量 (g/kg)	>10	1	1	1	1
	8-10	2	2	1	1
	5-8	3	3	2	2
	<5	N	3 或 N	3	2
地面坡度 (°)	<6	2	1	1	1
	6-15	2	2	2	2
	15-25	3	2	2	2
	>25	N	3 或 N	3	3
交通条件	有完善道路设施	1	1	1	1
	有，但不完善	2	2	2	2
	无道路设施	3 或 N	3 或 N	3	3

(5) 评价过程及复垦方向的确定

1) 评价过程分析

对于沉陷区土地适宜性评价采用极限条件法评价土地的适宜性，由评价因子适宜性等级最小（即限制性等级最大）的因子决定土地适宜性等级。根据各个评价单元的性质，对照表 4.2-6、4.2-7 所确定的宜耕、宜林和宜草评价标准，对其进行逐项比配，可得到各个评价单元的评价因子取值，见表 4.2-8、4.2-9。

表 4.2-8 沉陷损毁土地适宜性评价单元指标值

序号	评价单元	评价因子	指标
1	采矿用地	土壤质地	壤土
		有效土层厚度 (cm)	60-80
		有机质含量 (g/kg)	8-10
		交通条件	有完善道路设施
		地面坡度 (°)	2~6

表 4.2-9 压占土地适宜性评价单元指标值

序号	评价单元	评价因子	指标
1	工业场地	交通条件	有完善道路设施
		周边地类	天然牧草地、耕地、乔木林地
		覆土条件厚度 (cm)	土源较充足 50~80
		土壤质地	壤土
		土壤有机质含量 (g/kg)	8~10
		地面坡度 (°)	<3
		离居民点的距离 (km)	0.8
2	进场道路	交通条件	有完善道路设施
		周边地类	天然牧草地、灌木林地
		覆土条件厚度 (cm)	土源较充足 50~80
		土壤质地	壤土
		土壤有机质含量 (g/kg)	5~8
		地面坡度 (°)	<6
		离居民点的距离 (km)	0.51

2) 耕地、园地、林地及草地复垦方向主要限制因素分析

将参评单元的土地质量分别与复垦土地主要限制因素的耕地、园地、林地和草地评价等级标准对比，以限制最大，适宜性等级最低的土地质量参评项目决定该单元的土地适宜等级，评价结果如表 4.2-10、4.2-11 所示。

表 4.2-10 沉陷区损毁土地适宜性评价结果表

序号	评价单元	评价因子					限制性因素
		土壤质地	有效土层厚度 (cm)	有机质含量 (g/kg)	交通条件	地形坡度 (°)	
1	采矿用地	壤土	60-80	8~10	有完善道路设施	6-15	无明显限制因素

表 4.2-11 永久性建设用地、压占损毁土地适宜性评价结果表

序号	评价单元	评价因子							限制性因素
		土壤质地	有效土层厚度 (cm)	有机质含量 (g/kg)	交通条件	地形坡度 (°)	周边地类	离居民点的距离	
1	工业场地	砂土	50~80	4~7.91	有完善道路设施	2~8	林地、草地、	0.65km (直线)	土壤质地、土壤 有机质、离居民 点的距离
2	工业场地临时用地	砂土	50~80	4~7.91	有完善道路设施	2~8	林地、草地、	0.65km (直线)	
3	进场道路	砂土	50~80	5~8	有完善道路设施	2~8	林地、草地	0.74km (直线)	

注：公路用地、农村道路，本方案不再进行评价。

2) 评价过程

土地适宜性评价由评价因子适宜性等级最小（即限制性等级最大）的因子决定土地适宜性等级。根据各个评价单元的性质，对照表 4.2-5~表 4.2-6 所确定的宜耕、宜园、宜林和宜草评价标准，对其进行逐项比配，可得到各个评价单元结果表 4.2-10、4.2-11。

（6）确定最终复垦方向和划分复垦单元

1) 最终复垦方向确定

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

表 4.2-12 复垦责任范围各复垦单元复垦方向

土地损毁类型	土地利用类型	损毁程度	初步复垦方向	复垦面积 (hm ²)
沉陷损毁土地	林地	轻度	复垦为原地类	5.31
		中度	复垦为原地类	26.38
		重度	复垦为原地类	9.34
	草地	轻度	复垦为原地类	10.76
		中度	复垦为原地类	46.66
		重度	复垦为原地类	17.56
	工矿仓储用地、交通运输用地、公用设施用地	轻度	复垦为原地类	0.93
		中度	复垦为原地类	1.33
		重度	复垦为原地类	0.91
永久性建设用地/	工业场地	重度	回退至二调地类，并结合周边地类，复垦为草地。	5.00
压占损毁	工业场地临时用地	重度	回退至二调地类，复垦为草地	4.89
	进场道路	重度	回退至二调地类，并考虑断头路的实际情况，复垦为草地。	0.16
合计				129.23

2) 划分复垦单元

依据确定的最终复垦方向，将采取的复垦措施和复垦标准一致的评价单元作为一个复垦单元，然后根据复垦方向确定复垦措施。复垦单元划分见表 4.2-13。土地复垦适应性评价结果表及复垦措施一览表具体见表 4.2-14。

表 4.2-13 复垦单元划分

序号	评价单元编号	评价单元	原地类	损毁面积 (hm ²)	复垦利用方向	复垦单元编号	复垦单元
1	PJ-01	沉陷区乔木林地	乔木林地	13.62	乔木林地	FK-01	沉陷区乔木林地复垦单元
2	PJ-02	沉陷区灌木林地	灌木林地	22.10	灌木林地	FK-02	沉陷区灌木林地复垦单元
3	PJ-03	沉陷区其他林地	其他林地	5.30	灌木林地	FK-03	沉陷区其他林地复垦单元
4	PJ-04	沉陷区天然牧草地	天然牧草地	74.98	天然牧草地	FK-04	沉陷区天然牧草地复垦单元
5	PJ-05	沉陷区采矿用地	采矿用地	1.87	采矿用地	FK-05	沉陷区采矿用地复垦单元
6	PJ-06	沉陷区公用设施用地	公用设施用地	0.01	公用设施用地	FK-06	沉陷区公用设施用地复垦单元
7	PJ-07	沉陷区公路用地	公路用地	0.80	公路用地	FK-07	沉陷区公路用地复垦单元
8	PJ-08	沉陷区农村道路	农村道路	0.49	农村道路	FK-08	沉陷区农村道路复垦单元
9	PJ-09	工业场地	采矿用地	5.01	天然牧草地	FK-09	工业场地天然牧草地复垦单元
10	PJ-10	工业场地临时用地	天然牧草地	1.04	天然牧草地		
			采矿用地	3.70	天然牧草地		
			灌木林地	0.14	灌木林地	FK-10	工业场地灌木林地复垦单元
11	PJ-11	进场道路	天然牧草地、采矿用地	0.16	天然牧草地	FK-11	进场道路天然牧草地复垦单元
合计				129.2254			

表 4.2-14 土地复垦适应性评价结果表及复垦措施一览表

序号	评价单元编号	评价单元	原地类	损毁面积(hm ²)	复垦利用方向	主要复垦措施	复垦单元编号	复垦单元	复垦面积(hm ²)
1	PJ-01	沉陷区乔木林地	乔木林地	13.62	乔木林地	裂缝填充、补种、扶正树苗、管护	FK-01	沉陷区乔木林地复垦单元	13.62
2	PJ-02	沉陷区灌木林地	灌木林地	22.10	灌木林地		FK-02	沉陷区灌木林地复垦单元	22.10
3	PJ-03	沉陷区其他林地	其他林地	5.30	灌木林地		FK-03	沉陷区其他林地复垦单元	5.30
4	PJ-04	沉陷区天然牧草地	天然牧草地	74.98	天然牧草地	裂缝填充、补播、管护	FK-04	沉陷区天然牧草地复垦单元	74.98
5	PJ-05	沉陷区采矿用地	采矿用地	1.87	采矿用地	监测	FK-05	沉陷区采矿用地复垦单元	1.87
6	PJ-06	沉陷区公用设施用地	公用设施用地	0.01	公用设施用地	监测	FK-06	沉陷区公用设施用地复垦单元	0.01
7	PJ-07	沉陷区公路用地	公路用地	0.80	公路用地	监测	FK-07	沉陷区公路用地复垦单元	0.80
8	PJ-08	沉陷区农村道路	农村道路	0.49	农村道路	监测	FK-08	沉陷区农村道路复垦单元	0.49
9	PJ-09	工业场地	采矿用地	5.01	天然牧草地	清理工程、土地平整、覆土、翻耕、植被恢复	FK-09	工业场地天然牧草地复垦单元	5.01
10	PJ-10	工业场地临时用地	天然牧草地	1.04	天然牧草地				
			采矿用地	3.70	天然牧草地		FK-10	工业场地灌木林地复垦单元	1.04
			灌木林地	0.14	灌木林地		FK-11	进场道路天然牧草地复垦单元	3.70
合计				129.23					129.2254

(三) 水土资源平衡分析

1、水源平衡分析

(1) 需水量分析

本《方案》只对项目区内林地、草地恢复时管护浇灌用水进行分析。结合《行业用水定额》（陕西省地方标 DB 61/T943-2020），根据不同苗木需水量及项目区的特点，结合《陕西省行业用水定额》（2020 修订版），确定本方案设计乔木灌水定额 210kg/株·a，灌木灌水定额 150kg/株·a，种草灌水定额 2400m³/公顷·a。采用水车拉水灌溉的方式，工业场地距项目区各处 1km 左右。本项目植被管护年需水量约为 20.78 万 m³，植被管护需水量计算见表 4.2-15。

表 4.2-15 植被管护需水量计算

工程名称	灌水定额	管护数量	单位	年用水量 (万 m ³ /a)
乔木管护	210kg/株·a	137476	株	2.89
灌木管护	150kg/株·a	1067310	株	16.01
种草管护	2400m ³ /公顷·a	1513	公顷	363.09
合计				381.99

(2) 可供水量分析

针对林地及草地复垦单元，鉴于林草地生长管护期需要一定的水源来保证成活率，因此设计在雨季前栽植林木和撒播草种，可充分利用项目区大气降水、工业场地水源井、井下疏排水等作为灌溉用水，以最大化利用水资源，确保复垦作物、植被正常生长。根据复垦区提供的已有基础资料以及能够获取到的数据资料，复垦区可利用水资源主要由两部分组成：工业场地水源井、水处理站处理的矿井排水和生活污水。

①工业场地水源井

工业场地有 3 口水源井，总取水 78.84 万 m³/a，生活用水总量 10.96 万 m³，剩余可用水量 63.88 万 m³/a。

②井下排水可复用水量为 70.22 万 m³/a，选煤厂用水、灌浆系统用水、井下生产洒水等生产用水总量 51.47 万 m³/a，剩余可用水量 18.75 万 m³/a。

复垦区总可利用水量为 86.63 万 m³/a。

(3) 水量供需平衡分析

根据计算分析，复垦区需水量为 20.78 万 m³/a，可供水量为 86.63 万 m³/a，

由此可知，复垦区供水量大于需水量，完全满足复垦所需灌溉水量。项目区水源可以满足土地复垦管护用水。

2、土源平衡分析

根据复垦区内各地类确定复垦方向，主要涉及的土方工程包括永久性建设用地复垦和地面裂缝充填土方复垦。

（1）土源需求量分析

根据确定的各复垦单元复垦方向，其中沉陷区损毁裂隙充填工程就地取土、平整，考虑到项目区处于风沙草滩区，外购土方作为土壤改良措施。

（2）土源供给量分析

，根据复垦区各复垦修复单元确定的复垦方向，项目在永久建设工程复垦工程在拆除地面建筑物后就地深翻耕，沉陷地裂缝采取表土剥离，裂缝充填砾石等方式处理，不再寻找土源，进行裂隙区内部填充，填充后对裂隙区实施平整，外购土方增加土层厚度，确保复垦效果，取土地复垦由。

综上分析，土地复垦工程实施过程中土资源可以达到平衡。

（四）土地复垦质量要求

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

复垦质量要求主要参考《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013），《土地整治项目规划设计规范》（TD/T 1012-2016），《土地整治高标准农田建设综合体》（DB 61/T991.1-991.7-2015），同时结合复垦区现状、土地损毁程度与复垦适宜性评价而制订土地复垦标准。

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

1、沉陷区林地复垦标准

表 4.2-16 沉陷区林地复垦质量标准

黄土高原区土地复垦质量控制标准				本方案复垦的质量标准
复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准	
林地 (乔木林地)	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	30-50
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.5	≤1.5
		土壤质地	砂土至砂质粘土	壤土
		砾石含量/%	≤25	≤15
		pH 值	6.0-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	≥0.5	0.6~0.8
	配套设施	道路	达到当地本行业工程建设标准要求	道路通达，与周边相协调
	生产力水平	定植密度/(株/hm ²)	满足《造林作业设计规程》(LY/T1607)要求	满足《造林作业设计规程》(LY/T1607)要求
		郁闭度	≥0.30	≥0.50
林地 (灌木林地)	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	30-50
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.5	≤1.5
		土壤质地	砂土至砂质粘土	壤土
		砾石含量/%	≤25	≤15
		pH 值	6.0-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	≥0.5	0.6~0.8
	配套设施	道路	达到当地本行业工程建设标准要求	道路通达，与周边相协调
	生产力水平	定植密度/(株/hm ²)	满足《造林作业设计规程》(LY/T1607)要求	满足《造林作业设计规程》(LY/T1607)要求
		郁闭度	≥0.30	≥0.50
林地 (其他林地)	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	30-50
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.5	≤1.5
		土壤质地	砂土至砂质粘土	壤土
		砾石含量/%	≤25	≤15
		pH 值	6.0-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	≥0.5	0.6~0.8
	配套设施	道路	达到当地本行业工程建设标准要求	道路通达，与周边相协调
	生产力水平	定植密度/(株/hm ²)	满足《造林作业设计规程》(LY/T1607)要求	满足《造林作业设计规程》(LY/T1607)要求
		郁闭度	≥0.20	≥0.40

2、沉陷区草地复垦标准

表 4.2-17 沉陷区草地复垦质量标准

黄土高原区土地复垦质量控制标准				本方案复垦的质量标准
复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准	
草地 (天然牧草地)	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	30~50
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.45	≤1.45
		土壤质地	砂土至壤黏土	壤土
		砾石含量/%	≤15	≤15
		pH 值	7.0-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	≥0.3	0.5~0.8
草地 (其他草地)	配套设施	道路	达到当地各行业工程建设标准要求	达到当地各行业工程建设标准要求
	生产力水平	覆盖度/%	≥30	≥60
		产量/(kg/hm ²)	五年后达到周边地区同等土地利用类型水平	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平
		有效土层厚度/cm	≥30	30~50
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.45	≤1.45
		土壤质地	砂土至壤黏土	壤土
草地 (其他草地)	土壤质量	砾石含量/%	≤15	≤15
		pH 值	7.0-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	≥0.3	0.5~0.8
		道路	达到当地各行业工程建设标准要求	达到当地各行业工程建设标准要求
		覆盖度/%	≥30	≥50
		产量/(kg/hm ²)	五年后达到周边地区同等土地利用类型水平	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平

3、沉陷区农村道路复垦标准

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

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

4、沉陷区其他用地复垦标准

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

5、压占区林地复垦标准

表 4.2-18 压占区林地复垦质量标准

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

6、压占区草地复垦标准

表 4.2-19 压占区草地复垦质量标准

黄土高原区土地复垦质量控制标准				本方案复垦的质量标准
复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准	
草地 (天然牧)	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	30~60
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.45	≤1.45
		土壤质地	砂土至壤黏土	砂土

草地)	砾石含量/%	≤ 15	≤ 15
	pH 值	7.0~8.5	7.0~8.5
	有机质/%	≥ 0.3	0.5~0.8
配套设施	道路	达到当地各行业工程建设标准要求	达到当地各行业工程建设标准要求
生产力水平	覆盖度/%	≥ 30	≥ 50
	产量/ (kg/hm ²)	五年后达到周边地区同等土地利用类型水平	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平

7、农村道路复垦标准

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

- (1) 农村道路设计边坡 1: 1，路面宽度为 6m，采用水泥混凝土路面；
- (2) 道路两旁原有的防护林，进行扶正管护；
- (3) 复垦后标准不低于原道路标准，结合复垦区耕地比较分散的特点，保障原有农村道路的交通条件良好，便于农机进行田间作业及日常生产资料的运输。

三、生态恢复力分析

生态恢复力是指生态系统在遭受外界干扰（如采矿活动）后，能够抵抗干扰、维持原有结构与功能，并通过自我调节与组织能力恢复到初始或另一种稳定状态的能力。对本矿区而言，生态恢复力分析的核心是评估在自然恢复力基底上，需要施加多少人为干预（修复工程），才能帮助生态系统克服恢复阈值，建立新的、稳定的、具有服务功能的平衡状态。

（一）影响矿区生态恢复力的关键限制性因子

矿区生态系统先天脆弱，恢复力较低，主要受以下关键因子限制：

1、气候因子（核心限制）

干旱少雨：年降水量低且集中，蒸发量大，土壤水分严重亏缺。水分是植被自然恢复和人工修复成功的决定性因素。

风大：频繁的大风加剧土壤水分蒸发和土壤风蚀，对种子萌发和幼苗定居构成严重威胁。

2、土壤因子（基础限制）

土壤贫瘠：本底土壤以黄绵土和风沙土为主，有机质含量低，氮、磷等营养

元素匮乏，难以支撑茂盛植被的生长。

结构破坏：采矿活动，特别是地表裂缝和塌陷，彻底破坏了土壤剖面结构，导致土壤流失、持水能力下降、种子库丧失，使自然恢复的起点极低。

3、生物因子（动力限制）

种子库与繁殖体缺失：剧烈的土地损毁使土壤中的原生植物种子库大量流失，周围种源有限，自然入侵和定居过程非常缓慢。

植被群落简单：原生草原生态系统结构相对简单，其抵抗干扰和恢复的缓冲能力本身较弱。

4、地形与水文因子（空间与资源限制）

地表变形：裂缝、塌陷盆地改变了微地形，造成局部积水或径流汇集，但更多的是导致水土流失，破坏了生境的均一性。

含水层影响：采矿可能破坏浅部含水层，进一步减少了生态恢复可依赖的水资源。

（二）矿区生态恢复力综合评价

基于以上因子，对本矿区生态恢复力进行综合评价：

1、自然恢复力等级：极低

在无人为干预的情况下，受损区域（尤其是重度损毁区）很难依靠自然力在可接受的时间尺度内（如数十年）恢复到具有生态服务功能的稳定状态。地表裂缝难以自行闭合，先锋植物难以在贫瘠、干旱的塌陷区域定居，系统将长期停留在退化状态。

2、恢复阈值：高

生态系统已越过其自我恢复的临界点。必须通过高强度的人工干预来“推”过这个阈值，包括：工程措施（裂缝充填、土地平整）以创造基本立地条件，和生物措施（客土、施肥、人工植被重建）以提供恢复的初始动力。

（三）提升生态恢复力的策略与工程导向

本方案的修复工程，本质上就是一系列旨在“主动提升生态系统恢复力”的措施。

1、降低环境胁迫，创造恢复基础（“减负”）

消除物理障碍：通过充填裂缝、平整土地，消除导致水土流失和阻碍植被生

长的直接物理障碍，稳定地表。

水分管理：通过土地平整、鱼鳞坑等微地形改造，集蓄有限降水，提高水分利用效率。这是提升恢复力的关键。

2、输入资源与能量，启动恢复进程（“赋能”）

土壤改良：通过表土剥离与回覆、客土、施用有机肥等方式，快速改善土壤的物理结构和肥力，为植物生长提供“土壤引擎”。

构建先锋植物群落：科学选择耐旱、耐贫瘠、根系发达的乡土植物（如柠条、沙打旺）作为先锋种。它们能快速覆盖地表、固定土壤、改善微环境，为后续物种的侵入和演替创造条件。

3、引导生态演替，增强系统稳定性（“导向”）

物种配置与多样性设计：采用草、灌相结合的混合配置模式，模拟自然群落结构。较高的物种多样性可以增强生态系统应对未来环境波动的能力，从而提高其长期恢复力。

长期管护：实施不少于3年的植被抚育管护（如补植、浇水、施肥、防治病虫害），确保先锋群落成功定居并进入良性演替轨道。这是巩固恢复成果、防止“二次退化”的必要措施。

监测与适应性管理：建立生态系统监测体系，跟踪植被恢复、土壤变化、水分动态等关键指标。根据监测结果，及时调整管护措施，实现适应性管理，这是维持和提升恢复力的动态保障。

神木市瑶镇乡黄土庙煤矿矿区生态系统先天本底脆弱，采矿扰动剧烈，其自然恢复力低，恢复阈值高。因此，本生态修复方案不能依赖于自然恢复，必须采取积极主动、系统性的工程与生物措施，通过消除限制因子、输入关键资源、构建合理群落并进行长期管护，才能有效提升并最终实现生态系统的自我维持和长期稳定，使其重新承担起防风固沙、水土保持的区域生态功能。本方案后续的所有工程设计，均是建立在此恢复力分析的基础之上。

第五章 矿区生态修复工程

黄土庙煤矿生产引发的矿山地质环境问题为：采矿引起塌陷地及伴生裂缝等不稳定地质体，含水层、地形地貌景观受影响，水土环境影响以及土地资源损毁，本章将针对不同地质环境及土地利用问题提出相应的治理目标和技术措施。矿区生态修复工程为近期5年（2026年—2030年），中期4年（2031年—2034年），后期7年（2035年—2041年）三个阶段，治理工程、土地复垦、生态修复均以近期为主，兼顾后期。

一、矿区生态修复预防

（一）目标和任务

1、目标

建设生态文明，建设美丽家园，最大程度减少矿山地质环境问题的发生，避免和减缓不稳定地质体造成的损失，有效遏制对主要含水层、地形地貌景观、水土环境及土地资源的影响，实现矿产资源开发利用与地质环境保护相协调、经济可持续发展。

2、任务

（1）避免和减缓塌陷地及其伴生的不稳定地质体造成的损失，对重要的地面建（构）筑物留设保护煤柱，塌陷地治理并加强监测，对影响较严重的道路进行修复治理。

（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不良影响。

（5）避免和减缓土地损毁，对损毁土地进行土地复垦，使其恢复原貌或适宜用途。

（6）在后期及时关闭工业场地，并对其进行治理，减缓对地形地貌影响。

（7）维护和治理本区及周围地区生态环境，建设绿色矿山。

（二）保护与预防措施

1、矿山地质环境保护预防

（1）不稳定地质体保护预防措施

①留设保护煤柱

在保护级别高的重要建（构）筑物处留设保护煤柱，能够避免或减缓矿山地质环境问题的产生和影响，减少治理工程和费用。黄土庙煤矿在工业场地、煤矿边界、主要大巷等都留有煤柱。

②不稳定地质体治理

对地面裂缝进行填充，避免或减少塌陷地和地面裂缝的发生。

③地表监测

建立地表岩移观测站，对采煤过程中地表变形移动参数进行观测和分析，为科学采煤提供依据；做好日常巡查，发现裂缝及时治理。

④竖立警示牌

竖立警示牌提醒过往行人避让，减缓财产及人身安全威胁。

（2）含水层保护措施

目前采矿对含水层的破坏是不可抗拒的，但可采取相应的措施，黄土庙煤矿采取了防护及回用措施。本方案加强对含水层水位、水质、水量的定期监测，保护饮用水水源，保障居民用水。

（3）地形地貌景观保护措施

①合理规划，科学利用

在生产过程中要加强规划和施工管理，尽量减少对土地的影响范围。要做到“边开采、边治理”。

②边开采，边治理

煤矿的开采会对原地形标高和地表形态产生一定影响；产生的地表裂缝，特别是一些较大的裂缝会改变原生地貌的完整性；塌陷地也会引起地表坡度的一些变化，特别是塌陷边缘区，但是相对于原生地表坡度要小很多。

要做到对损毁土地的及时治理，在开采过程中，做到边开采，边治理，及时恢复植被，避免造成植被枯死、裂缝纵横、水土流失等不协调的景观。

（4）水土环境预防措施

在煤矿原有预防措施的基础上，对土壤理化性质变化、水质变化等关键指标进行监测。根据监测结果，及时调整预防措施，实现适应性管理。加强矿区水土环境的生态管理和监测。

2、土地复垦预防

黄土庙煤矿在正常生产过程中，对土地损毁的方式主要是塌陷地以及工业场地压占用地等，按照“在保护中开发，在开发中保护”的原则，根据采煤项目土地损毁的特点，煤矿生产阶段的预防控制措施主要包括：

①裂缝治理后进行整理复垦，恢复土地功能。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，将临时性建设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。

②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。

③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。将土地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、有效地利用。

④对地表损毁情况进行监测，包括损毁范围、程度、历时等多个因子的监测，建立地表损毁程度与地表变形移动特征参数、采煤工艺参数之间的相关关系，以减缓地表土地损毁为原则，及时调整采煤工艺参数。

二、不稳定地质体治理

（一）目标任务

1、治理目标

（1）避免和减缓塌陷地、不稳定地质体造成的损失，对工业场地、煤矿边界、主要大巷等重要的地面建（构）筑物留设保护煤柱，对塌陷区受损道路进行修复并加强监测。

（2）后期封闭3条井筒，完成闭坑任务。

2、治理任务

（1）对受影响的农村道路进行修复。

（2）煤矿闭坑期，3条井筒封闭工程。

（二）工程设计与技术措施

1、近期治理工程

近期煤矿生产主要引发地面塌陷及伴生地裂缝主要威胁对象为地面建筑物、乡村道路等。根据矿山地质环境调查现状，提出如下治理工程：对受影响的通村道路、输电线路及时维修。

(1) 采空区受损道路修复工程

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

根据现状分析及预测，近期采煤活动形成的地面塌陷将会对窟野河生态修复项目田间道路和乡村道路产生影响，窟野河生态修复项目田间道路为沥青混凝土路面，乡村道路为素土路面。影响沥青混凝土路面宽度8m，长度1.65km（含重複损毁长度），面积9916.63m²；影响素土路面宽度3m，长度7.25km，面积21742.42m²。根据调查，维修面积按照受损面积的30%进行估算，路面宽度不变，道路标准执行原标准。维修道路路口设置警示牌。须在路面塌陷后对其进行应急处理，待沉稳后进行维修，恢复原状。道路修复工程量见表5.2-1，道路修复单体图见图5.2-1~5.2-3。近期道路分布见图5.2-4。

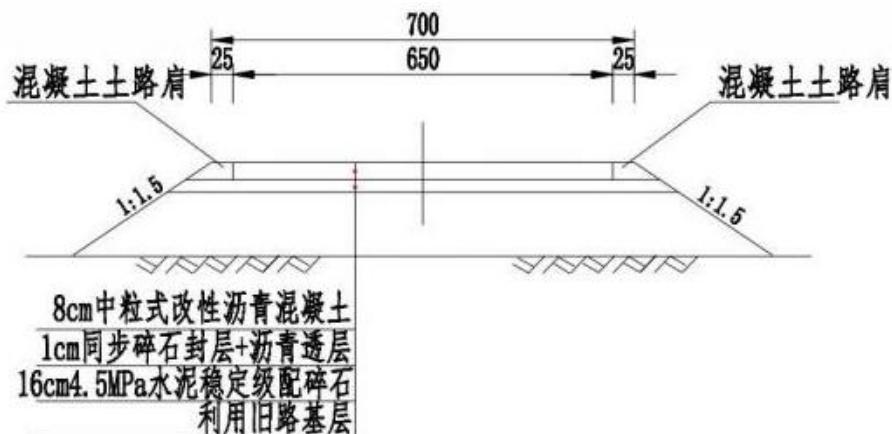


图 5.2-1 沥青道路修复剖面结构图

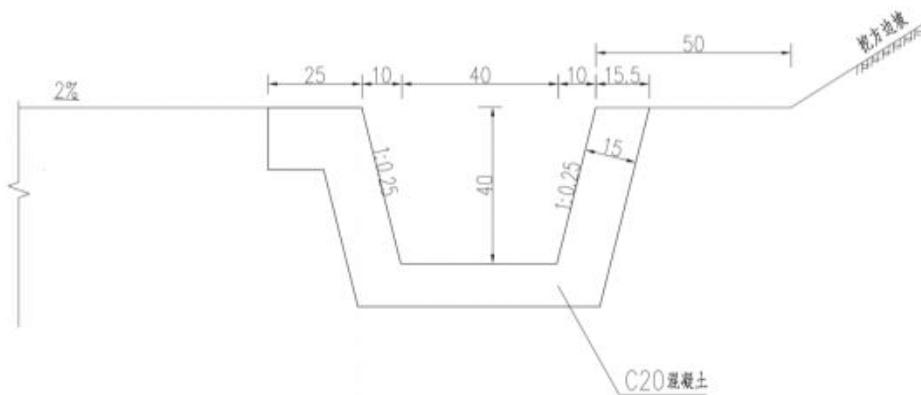


图 5.2-2 道路排水渠剖面结构图

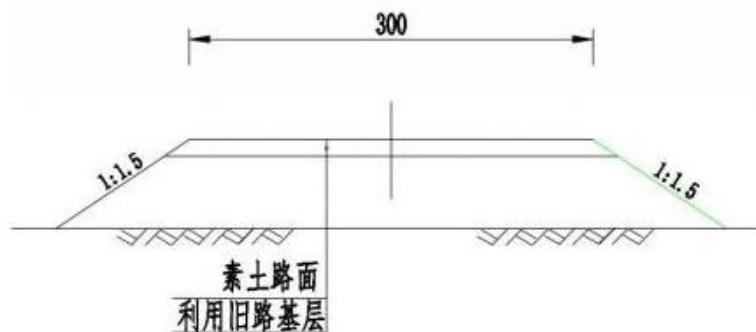


图 5.2-3 素土路修复横断面图

表 5.2-1 近期各煤层道路修复工程统计表

道路名称		长度 (m)	宽度 (m)	影响面积 (m^2)	治理面积 (按影响面积 30%) (m^2)
乡村道路	沥青路	1653	6	9916.62	2974.98
	素土路	7274	3	21742	6521.50

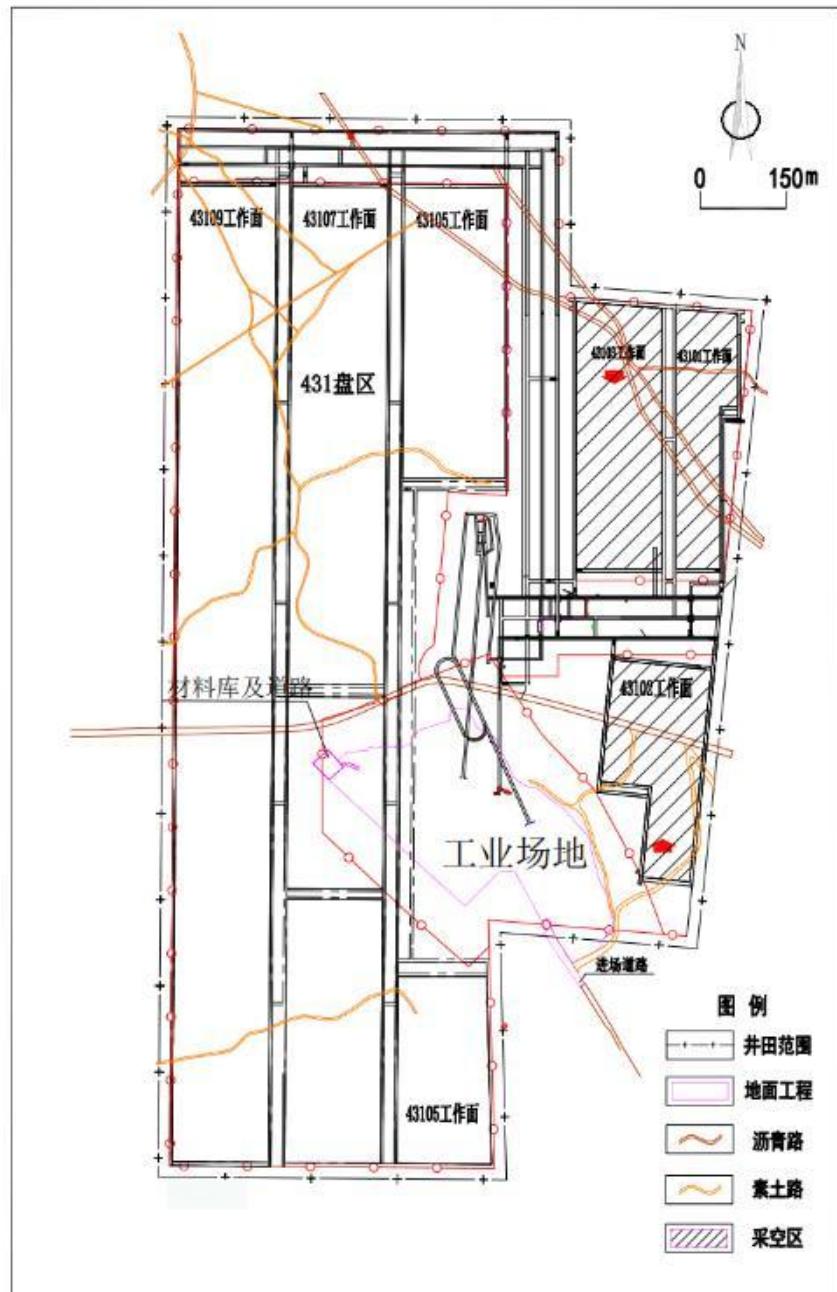


图 5.2-4 矿区道路分布图

2、中期治理工程

(1) 道路修复

中期开采 5² 煤层，受损道路范围与近期基本保持一致，并存在重复损毁情况，影响沥青混凝土路面宽度 8m，长度 1.28km（含重复损毁长度），面积 7702.53m²；影响素土路面宽度 3m，长度 3.89km，面积 11670.85m²。为保证道路交通不受影响，须在塌陷沉稳后对其进行修复，修复面积按照受损面积的 30% 进行估算，路面宽度不变，道路标准执行原标准，维修道路时路口设置警示牌。

须（见表 5.2-2）。

表 5.2-2 中期各煤层道路修复工程统计表

道路名称		长度 (m)	宽度 (m)	影响面积 (m^2)	治理面积 (按影响面积 30%) (m^2)
乡村道路	沥青路	1284	6	7702.53	2310.76
	素土路	3890	3	11670.35	3501.11

3、后期治理工程

煤矿闭坑后，对黄土庙煤矿的主斜井、副斜井、回风立井进行封闭。封闭措施如下：

(1) 井筒内巷道等支护井壁的所有设施不得拆除，井口斜长 20m 处设置一座密闭墙。沿井筒横向放置间距为 1m 的工字钢，左右各锚入巷道壁 300mm 以上，紧挨着工字钢铺钢筋网浇筑 C35 混凝土密闭墙（厚 1m）。为保证密闭墙稳定性，墙体中部与在巷帮采用一圈间距 1m、长 1.8m 的预应力锚杆（锚入岩壁 1m，外露 0.8m）进行连接。墙体预留 PVC 泄水管，尺寸直径为 110mm，水平间距 2.0m，垂直间距 2.0m，最下一层排水孔距地面 50cm，PVC 排水管外露 30cm（见图 5.2-5、图 5.2-6）。

(2) 待密闭墙硬化有一定强度后向井筒内回填黏性土 18m，回填过程中夯实，填至井口 1m 处。

(3) 将沿井筒周边外扩 1m 范围的土体全部剥离，剥离坑深度略大于 1m，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) 紧邻回填的黏土按“井”型铺设 4 条 30#钢轨，钢轨长度要比井筒断面直径长 1m，然后再铺设 8mm 钢板，盖住井口，钢板四角要用锚杆锚固拉紧。

(5) 向剥离坑内浇灌 C35 混凝土，每浇灌 0.5m 时，要按 0.5m 的间排距铺设一层钢筋呈网状，水泥要一次性浇灌成功，水泥厚度为 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，并在四周设置栅栏和警戒牌（图 5.2-7），以防止人员进入，在栅栏内进行绿化。

(7) 井筒上方不准负载重物。

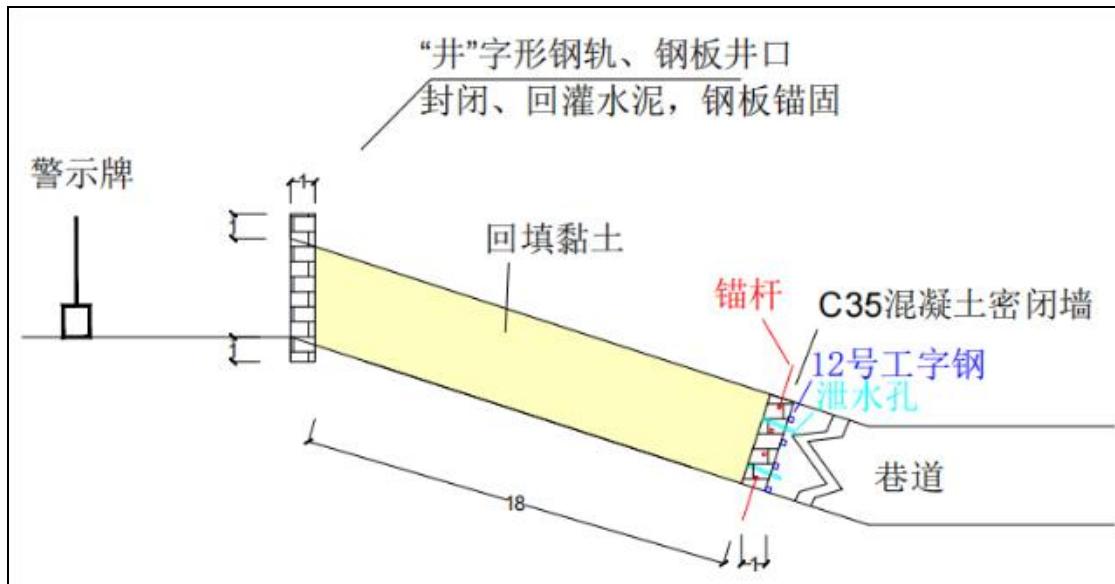


图 5.2-5 井筒封闭设计剖面示意图（图中标注尺寸单位为 m）

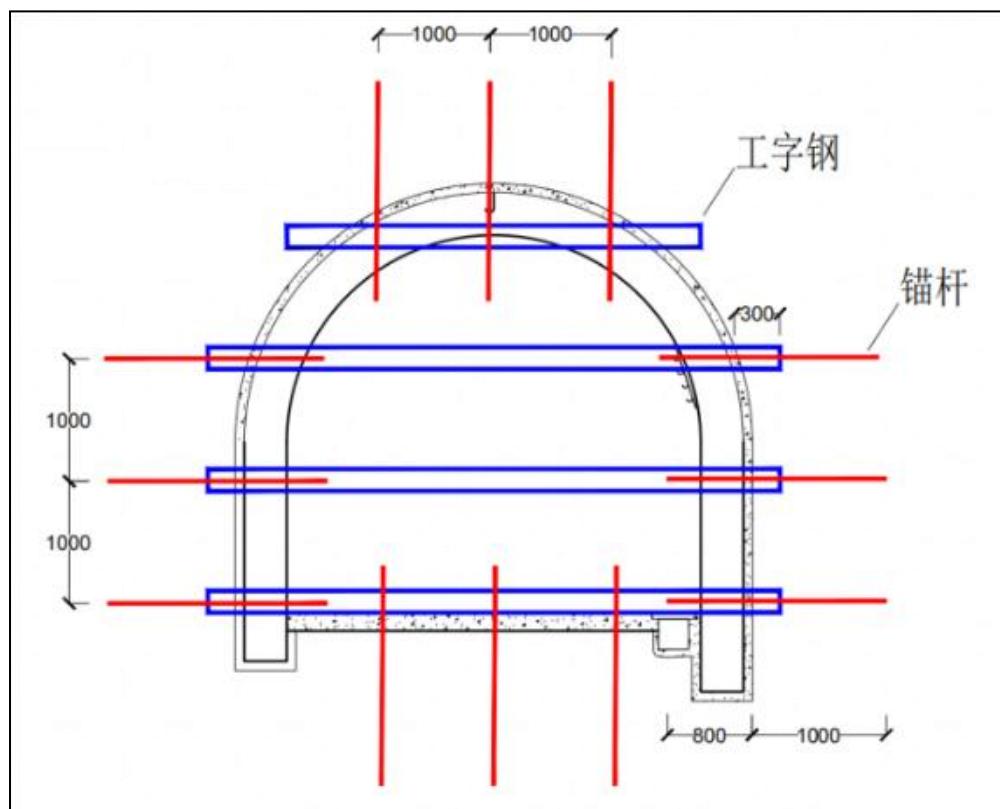


图 5.2-6 井筒封闭设计横断面示意图（图中标注尺寸单位为 mm）

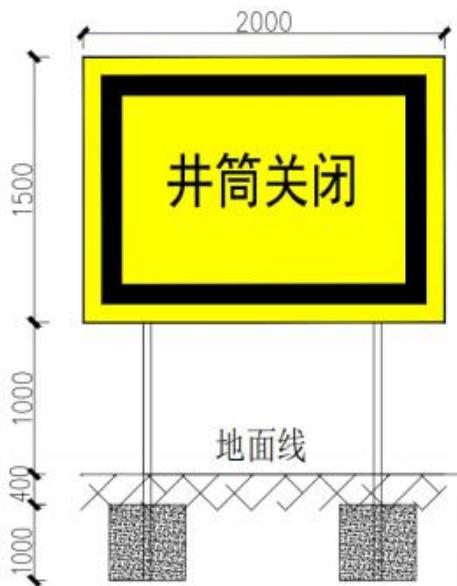


图 5.2-7 警示牌示意图（图中尺寸单位为 mm）

（三）主要工程量

1、近期（适用期）治理工程量

近期（适用期）治理工程主要包括道路修复、人工巡查等工程，其中近期（适用期）修复沥青道路面积 2974.98m^2 ，修复素土道路面积 6521.90m^2 （塌陷地道路修复按 30%计算），近期定期巡查 120 次，每年 24 次（见表 5.2-3）。

表 5.2-3 近期（适用期）道路修复工程统计表

工程类别	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	合计
沥青混凝土路面维修 (m^2)	0	749.61	1544.46	0	680.91	2974.98
素土路面维修 (m^2)	1646.2	1452.6	677.4	1974.3	771	6521.50
竖立警示牌（个）	5	1	2	0	0	8
人工巡查（次）	24	24	24	24	24	120
高压塔基加固	3	4				7
低压线塔扶正	3	2	17			22

2、中期治理工程量

修复沥青道路面积 7702.53m^2 ，修复素土道路面积 11670.35m^2 （塌陷地道路修复按 30%计算），中期人工巡查至少 96 次，每年 24 次（见表 5.2-4）。

表 5.2-4 中期道路修复工程统计表

工程类别	工程量
采空区道路 维修工程	沥青路面维修
	素土路面维修

监测工程	人工巡查（次）	96
------	---------	----

3、后期治理工程量

煤矿开采结束后，远期主要工程为井筒封闭工程，煤矿共封闭3条井筒，分别为主斜井、副斜井和回风立井，封闭井筒工程量见表5.2-5。

表5.2-5 后期井筒封闭工程量表

序号	工程项目	主斜井	副斜井	回风立井	合计
1	硐口掏槽	4	4	4	12
2	安装12号工字钢（m）	20.00	26.00	20.00	66
3	预应力锚杆（根）	12	12	12	36
4	C35混凝土密闭墙（m ³ ）	11.8	18.4	12.6	42.8
5	密闭墙模板（m ² ）	23.6	36.8	25.2	85.6
6	密闭墙钢筋（t）	1.18	1.84	1.26	4.28
7	PVC排水管（110mm）	5.2	5.2	5.2	15.6
8	回填粘土（m ³ ）	212.4	331.2	226.8	770.4
9	井口剥离岩土（m ³ ）	20.48	25.69	20.88	67.05
10	井口C35混凝土挡墙（m ³ ）	32.28	44.09	33.48	109.85
11	井口挡墙模板（m ² ）	64.56	88.18	66.96	219.7
12	井口挡墙钢筋（t）	3.23	4.41	3.35	10.99
13	钢板面积（m ² ）	32.28	44.09	33.48	109.85
14	钢轨长度（m）	24.00	30.00	24.00	78
15	铁丝栅栏（m）	10	10	10	30
16	警示牌（个）	1	1	2	4

三、矿区土地复垦

（一）目标任务

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

本方案复垦责任范围面积为129.23hm²，土地复垦率100%（见表5.3-1）。

——天然牧草地增加8.81hm²，来自工业场地及进场道路，原为采矿用地，

复垦后为天然牧草地，地类得到提升。

表 5.3-1 复垦前后土地利用结构调整表

一级地类	二级地类	复垦前 (hm ²)				合计 (hm ²)	复垦后 (hm ²)				合计 (hm ²)	变幅			
		塌陷地损毁	工业场地	工业场地临时用地	进场道路		塌陷地损毁	工业场地	工业场地临时用地	进场道路		面积 (hm ²)	百分比 (%)	0.00	0.00
林地(03)	乔木林地 (0301)	13.62				13.62	13.62				13.62	0.00	0.00	0.00	
	灌木林地 (0305)	21.57		0.14		21.71	21.57		0.14		21.71	0.00			
	其他林地 (0307)	5.30				5.30	5.30				5.30	0.00			
草地(04)	天然牧草地 (0401)	73.71		1.04	0.06	74.81	73.71	5.00	4.75	0.16	83.62	8.81	8.81	6.82	6.82
工矿仓储用地 (06)	采矿用地 (0602)	3.67	5.00	3.71	0.10	12.48	3.67				3.67	-8.81	-8.81	-6.82	-6.82
公共管理与公共服务用地(08)	公用设施用地 (0809)	0.01				0.01	0.01				0.01	0.00	0	0.00	0
交通运输用地 (10)	公路用地 (1003)	0.80				0.80	0.80				0.80	0.00	0	0.00	0
	农村道路 (1006)	0.50				0.50	0.50				0.00	0.50	0.00	0.00	0
合计 (hm ²)		119.18	5.00	4.89	0.16	129.23	119.18	5.00	4.89	0.16	129.23	0.00	0	0.00	0

（二）工程设计

1、沉陷区林地复垦单元工程设计

本复垦单元的复垦工程主要为地貌重塑、土壤重构和植被重建，复垦工程措施主要为裂缝充填、表土剥覆及植被修复。根据土地适宜性评价，沉陷区乔木林地按原地类复垦。

（1）地貌重塑工程

裂缝充填措施：

参照凉水井煤矿、锦界煤矿及本矿山已实施的 TX2、43101 工作面裂缝填充工程施工方法，将裂缝填充分别采取不同的治理措施：

1) 轻度损毁区：

①裂缝宽度为 0~2cm：以自然修复为主，不采取人工措施。

②裂缝宽度为 2~5cm：采用人工修复，以人工夯实开挖土的方式进行回填夯实。

③裂缝宽度为 5~15cm：采用人工修复，土方开挖采用人工分段开挖，以人工夯实开挖土的方式进行回填夯实。

2) 中度损毁区：

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

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

3) 重度损毁区：

裂缝宽度为大于 50cm：采用机械开挖，土方开挖采用人工分段开挖，以机械夯实开挖土的方式进行回填夯实。

裂缝充填施工顺序：

施工顺序：表土剥离--裂缝扩宽开挖--深层裂缝回填夯实--裂缝扩宽段分层夯实--表土回覆。

轻度损毁区：

1) 裂缝宽度为 2~5cm

裂缝宽度为 2~5cm 采用人工修复，以人工夯实回填的方式进行回填夯实，回填深度约 6.0m（暂时以 6.0m 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），向裂缝内填充回填土土料后利用木杆或石夯进行夯实，施工时要不断重复填充土料、夯实工序，直至裂缝填充饱满和多次击实深度小于1cm时停止深层裂缝夯实，进入下一道工序。

2) 裂缝宽 5-15cm

①表土剥离：表土剥离采用人工开挖，表土剥离自裂缝中心两边各0.5m范围进行自上向下开挖，开挖深度为0.5m，上口宽2.0m，底宽1.0m，两侧边坡按照1:1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裂缝扩宽土方开挖：表土剥离完成后，以裂缝为中心，向两侧各外扩0.2m进行自上而下开挖，开挖深度为1.0m，宽0.4m，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深层裂缝回填：裂缝自上而下1.5m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4.5m（暂时以4.5m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木杆或石夯进行夯实，施工时要不断重复填充土料、夯实工序，

直至裂缝填充饱满和多次击实深度小于1cm时停止深层裂缝夯实，进入下一道工序。

④裂缝扩宽土方回填夯实：裂缝扩宽段土方夯实采取人工分层夯实，每层夯实厚度不大于20cm；夯实土方的土料为原裂缝扩宽开挖出的土方，夯实时采用机械或者石夯进行人工夯实；夯实回填自地面下1.5m至地面下0.5m，夯实系数为0.93。

⑤表土回覆：表土回覆土料为表土剥离出的土方，回填时不进行机械或人工夯实，在表土回覆完成后采取人工脚踩表层夯实，对夯实系数不作要求。

中度损毁区：

1) 裂缝宽 15-30cm

①表土剥离：表土剥离自裂缝中心两边各0.6m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2.2m，底宽1.2m，两侧边坡按照1:1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裂缝扩宽土方开挖：表土剥离完成后，以裂缝为中心，向两侧各外扩 0.3m 进行自上而下开挖，开挖深度为 1.5m，宽 0.6m，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深层裂缝回填：裂缝自上而下 2.0m 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 5.0m（暂时以 5.0m 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木杆或石夯进行夯实，施工时要不断重复填充土料、夯实工序，直至裂缝填充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。

④裂缝扩宽土方回填夯实：裂缝扩宽段土方夯实采取人工分层夯实，每层夯实厚度不大于 20cm；夯实土方的土料为原裂缝扩宽开挖出的土方，夯实时采用机械或者石夯进行人工夯实；夯实回填自地面下 2.0m 至地面下 0.5m，夯实系数为 0.93。

⑤表土回覆：表土回覆土料为表土剥离出的土方，回填时不进行机械或人工夯实，在表土回覆完成后采取人工脚踩表层夯实，对夯实系数不作要求。

2) 裂缝宽 30-50cm

①表土剥离：表土剥离自裂缝中心两边各 0.8m 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 2.6m，底宽 1.6m，两侧边坡按照 1:1 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裂缝扩宽土方开挖：表土剥离完成后，以裂缝为中心，向两侧各外扩 0.5m 进行自上而下开挖，开挖深度为 2.0m，宽 1.0m，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深层裂缝回填：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 6.0m（暂时以 6.0m 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，直至裂缝填充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。

④裂缝扩宽土方回填夯实：裂缝扩宽段土方夯实采取人工分层夯实，每层夯实

实厚度不大于 20cm；夯实土方的土料为原裂缝扩宽开挖出的土方，夯实时采用机械进行夯实；夯实回填自地面下 2.5m 至地面下 0.5m，夯实系数为 0.93。

⑤表土回覆：表土回覆土料为表土剥离出的土方，回填时不进行机械或人工夯实，在表土回覆完成后采取人工脚踩表层夯实，对夯实系数不作要求。

重度损毁区：

①表土剥离：表土剥离自裂缝中心两边各 1.05m 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 1:1 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裂缝扩宽土方开挖：表土剥离完成后，以裂缝为中心，向两侧各外扩 1.05m 进行自上而下开挖，开挖深度为 2.0m，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深层裂缝回填：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 6.0m（暂时以 6.0m 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，直至裂缝填充满和多次击实深度小于 2cm 时停止深层裂缝夯实，进入下一工序。

④裂缝扩宽土方回填夯实：裂缝扩宽段土方夯实采取人工分层夯实，每层夯实厚度不大于 20cm；夯实土方的土料为原裂缝扩宽开挖出的土方，夯实时采用机械进行夯实；夯实回填自地面下 2.5m 至地面下 0.5m，夯实系数为 0.93。

⑤表土回覆：表土回覆土料为表土剥离出的土方，回填时不进行机械或人工夯实，在表土回覆完成后采取人工脚踩表层夯实，对夯实系数不作要求。

裂缝回填典型横剖面图见图 5.3-1。

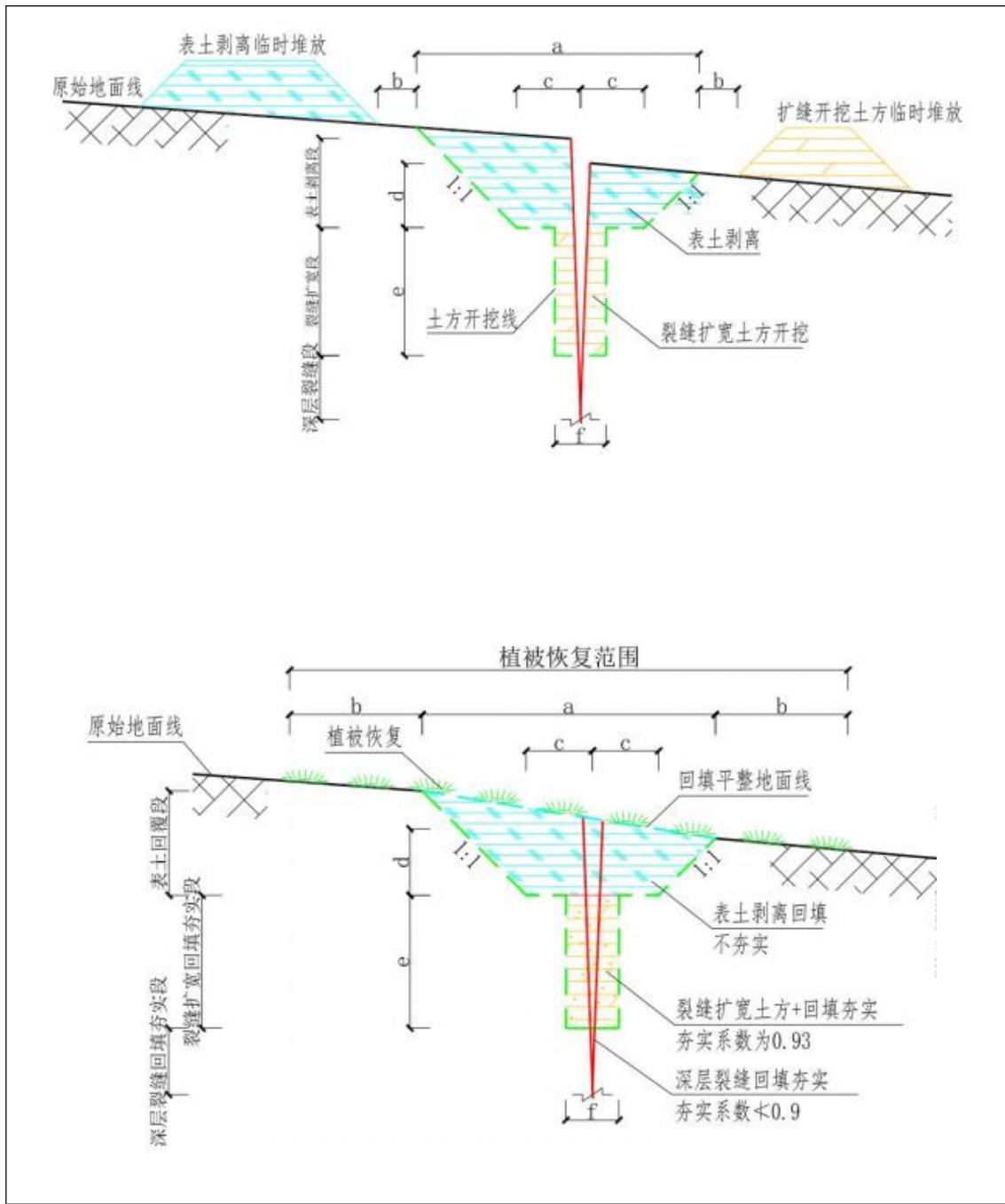


图 5.3-1 典型地裂缝治理示意图

(2) 植被重建工程

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

①树种选择

本次复垦工程选择适合当地生长的具有一定稳定性和适应性的、生长快的乡

土树种，不引进外来树种。乔木林地选择樟子松和新疆杨；灌木选用沙柳、柠条；草籽选用紫花苜蓿、沙打旺。

②造林模式及栽植规格

林木栽植方法采用穴状整地，矩形坑穴，乔木规格为80cm×80cm×80cm；灌木规格为40cm×40cm×40cm，林木补植量考虑不同损毁程度进行补植。（见表5.3-2）。

③栽植时间

以春秋两季为宜，春季为3-4月，秋季为9-10月，苗木栽植后踏实，浇透水。

④栽植方法

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

草种播撒前用水浸泡5~12小时，可以缩短发芽时间，增强成活率，与商品有机肥和土壤拌合后均匀播撒，后用耙子翻动。

⑤抚育管理：栽植后及时灌水2~3次，一般为一周浇灌一次，成活后半个月浇灌一次。前三年每年穴内除草2~3次。需定时整形修枝和病虫害防治。

表 5.3-2 沉陷区林地造林技术设计指标表

树种名称	植物性状	方式	株×行距（m）	种植方式	苗木种子规格（株高）	补植苗量（株/hm ² ）		
						轻度	中度	重度
栽植乔木 (新疆杨)	常绿乔木	穴状整地	4.0×4.0	植苗	H≥3m, Φ≥6cm	188	375	438
栽植乔木 (樟子松)	落叶乔木	穴状整地	4.0×4.0	植苗	H≥0.7m, G≥0.3m	188	375	438
栽植灌木 (沙柳)	落叶灌木	穴状整地	2.0×2.0	植苗	d≥0.3cm	750	1500	1750
栽植灌木 (柠条)	落叶灌木	穴状整地	2.0×2.0	植苗	d≥0.3cm	750	1500	1750
紫花苜蓿	-	穴播	-	-	草籽	20	25	30
沙打旺	-	穴播	-	-	草籽	20	25	30

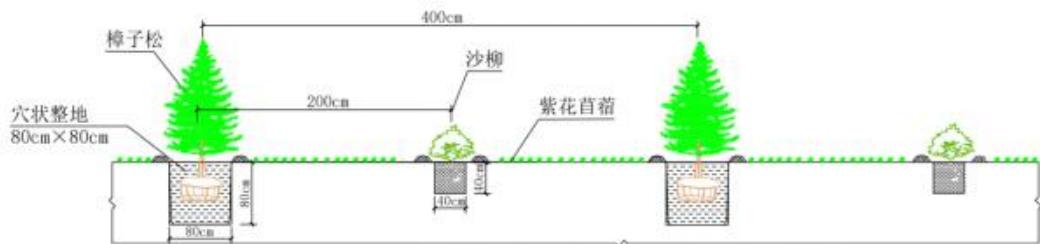


图 5.3-2 沉陷区喬木林地栽植剖面图

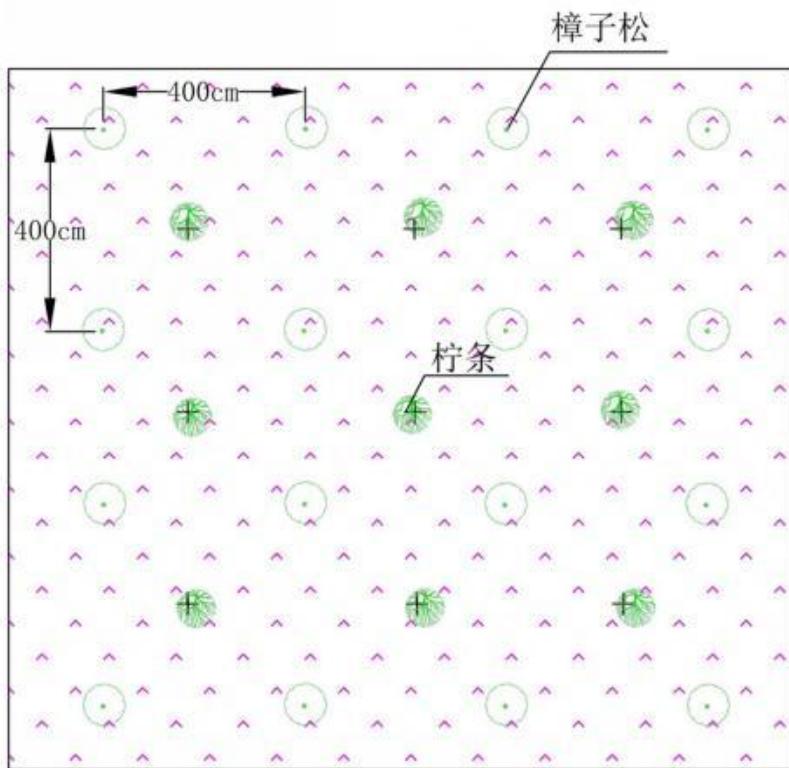


图 5.3-3 沉陷区喬木林地栽植平面图

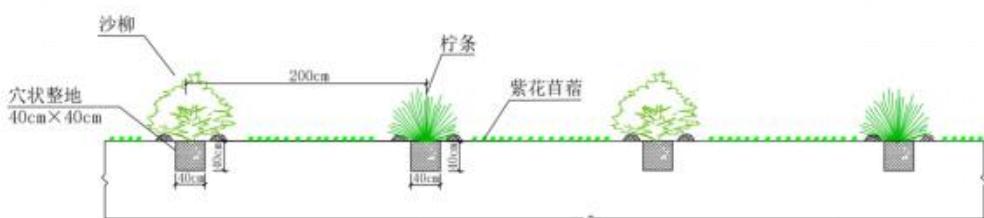


图 5.3-4 沉陷区灌木林地栽植剖面图

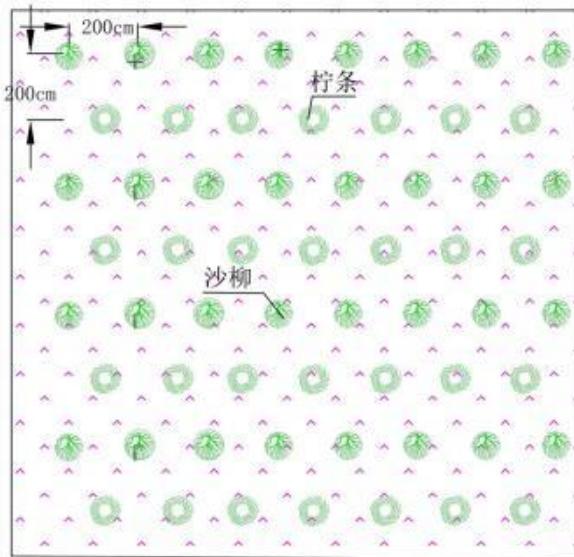


图 5.3-5 沉陷区灌木林地栽植平面图

2、沉陷区草地复垦单元工程设计

本复垦单元主要为沉陷区损毁天然牧草地，按原地类复垦，土地复垦工程为土壤重构工程、植被重建工程。

（1）土壤重构工程

土壤重构工程参考沉陷区林地复垦单元工程设计。

（2）植被重建工程

采用灌草结合方式对灌木林地进行播撒草籽，按当地条件选配草籽，选用草籽为紫花苜蓿和沙打旺。为改良沉陷区牧草地，对补播地段进行松土，清除杂草，待雨季进行人工补播。补植比例：重度损毁区按 $30\text{kg}/\text{hm}^2$ 进行补植；中度损毁区按 $25\text{kg}/\text{hm}^2$ 进行补植；轻度损毁区按 $20\text{kg}/\text{hm}^2$ 进行补植（见表 5.3-3）。

表 5.3-3 沉陷区播撒草籽技术指标

播种草种	种子品种	种子处理	播种周期	播种方式	需种量 (kg/hm^2)		
					重度	中度	轻度
紫花苜蓿	一级种	清选去杂	春季播种	穴播	30	25	20
沙打旺	一级种	清选去杂	春季播种	穴播	30	25	20
注：沙柳、沙打旺混合穴播							

3、沉陷区其他土地复垦工程设计

沉陷区其他土地包括商业服务业设施用地、公路用地、交通服务场站用地、采矿用地等，本方案安排监测措施。

4、工业场地天然牧草地复垦单元

针对工业场地天然牧草地复垦单元工程设计，基所占地类为天然牧草地，将其复垦为原地类。应将迹地上的废弃建筑物拆除、挖除地基、剥离硬化地面，对场地进行土地平整，土地平整时利用平地机、推土机等机械进行平整，消除地表附加坡度。

天然牧草地撒播紫花苜蓿、沙打旺。相应技术措施见本章沉陷区草地复垦单元工程设计。

5、工业场地灌木林地复垦单元

针对工业场地临时用地灌木林地复垦单元工程设计，基所占地类为灌木林地，将其复垦为原地类。应将迹地上的废弃建筑物拆除、挖除地基、剥离硬化地面，对场地进行土地平整，土地平整时利用平地机、推土机等机械进行平整，消除地表附加坡度。

灌木林地补植沙柳、柠条。相应技术措施见本章沉陷区林地复垦单元工程设计。

6、进场道路天然牧草地复垦单元

针对进场道路复垦单元工程设计，应将迹地上路基及路面拆除，对场地进行土地平整，土地平整时利用平地机、推土机等机械进行平整，消除地表附加坡度。

天然牧草地撒播紫花苜蓿、沙打旺。相应技术措施见本章沉陷区草地复垦单元工程设计。本复垦单元安排在后期实施，复垦面积 0.16hm^2 。

参考沉陷区草地复垦单元工程设计。

（三）技术措施

1、工程技术措施

工程技术措施是指对受影响的土地采取裂缝充填、表土剥覆、平整、翻耕、土壤培肥等各种手段，并结合一定的防洪防涝等措施进行处理的技术措施。根据损毁土地的复垦质量要求，本方案对工业场地、材料库及材料库道路、沉陷区等复垦单元进行工程技术措施设计。

（1）黄土庙煤矿工业场地和进场道路工程技术措施

待矿山运营期满后，对工业场地和进场道路地面建筑进行拆除，对道路地表硬化层进行拆除，将清理的建筑垃圾运至政府指定的建筑垃圾场进行统一处理。然后进行土地平整、土地翻耕、土壤培肥及植被重建工程等工程。

（2）沉陷区工程技术措施

煤矿塌陷后对原地貌影响不大，地表倾斜严重、需要整平的区域进行土地平整。土地平整通过推高填低的方法，首先将表土剥离，剥离厚度一般0.5m左右，选择合适地点统一堆放，将地表整平，最后回覆表土即可；不需要整平的区域，裂缝处理后回覆表土。

2、生物化学措施

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

（1）复垦植物的选择

1) 立地条件分析

矿区土壤主要为风沙土，此类土壤通气透水，土体结构松散，质地粗，细砂粒占土壤矿质部分重量的80~90%以上。熟化层土壤厚度多在15~30cm，1m以下没有见到基岩。土壤养分含量缺磷、少氮、钾有余，有机质含量低，约0.1%~0.5%，肥力极低，pH值8.0-9.0，适宜封沙种草造林，发展林牧。以耐旱灌木或半灌木为主，以及耐旱、耐瘠的沙生植物。

黄土庙煤矿地表植被以沙生植被和蒿类植物为主，主要分布有沙柳、柠条、沙蒿、沙打旺、针茅、黄蒿等；人工栽植植被有柳树、油松、杨树、沙柳、柠条等。

2) 植品种的选择

根据本地自然条件分析，并结合土地复垦的要求，按照“因地制宜”原则，选择优良乡土树种和经多年种植已适应环境的草种（见表5.3-4）。

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

表 5.3-4 黄土庙煤矿植物品种的选择及原因

地类	植物品种	选择原因
乔木	新疆杨	新疆杨是杨柳科属下的银白杨在中国南疆盆地的变种，为高 15-30 米的乔木 植物。树冠窄圆柱形或尖塔形，树皮灰白或青灰色，光滑少裂，仅见雄株。 新疆杨主要以播种和扦插繁殖，生长缓慢，耐修剪，对有毒气体抗性强，也 是城市绿化或道路两旁栽植的树种。
	樟子松	樟子松是松科、松属植物。常绿乔木，高 15-25 米，最高达 30 米，树冠椭圆形或圆锥形。树干挺直，3~4 米以下的树皮黑褐色，鳞状深裂，叶 2 针一束，刚硬，常稍扭曲，先端尖。球果长卵形。鳞盾呈斜方形，具纵脊横脊，鳞脐呈瘤状突起。种子小，具黄色、棕色、黑褐色不一，种翅膜质。
灌木林地	柠条	柠条又叫毛条、 白柠条，为豆科锦鸡儿属落叶大灌木饲用植物，根系极为发达，主根入土深，株高为 40—70 厘米，最高可达 2 米。适生长于海拔 900—1300 米的阳坡、半阳坡。耐旱、耐寒、耐高温，是干旱草原、荒漠草原地带 的旱生灌丛。 目前，柠条是中国西北、华北、东北西部水土保持和固沙造林 的重要树种之一，属于优良固沙和绿化荒山植物， 良好的饲草饲料。根、花、种子均可入药，为滋阴养血、通经、镇静剂等。
	沙柳	沙柳为沙漠植物，也是极少数可以生长在盐碱地的一种植物。其幼枝黄色，叶线形或线状披针形，枝条丛生不怕沙压，根系发达，萌芽力强，是固沙造林树种，其天敌为沙柳毒蛾，生于河谷溪边湿地。
草地	紫花苜蓿	蔷薇目、豆科、苜蓿属多年生草本，根粗壮，深入土层，根茎发达。茎直立、丛生以至平卧，四棱形，无毛或微被柔毛，枝叶茂盛。生于田边、路旁、旷野、草原、河岸及沟谷等地。苜蓿适宜在具有明显大陆性气候的地区 发展，这些地区的特点是春季迟临，夏季短促，土壤 pH 近中性。
	沙打旺	沙打旺，豆科黄芪属多年生草本。可用于改良荒山和固沙的优良牧草，也可用作绿肥沙打旺防风固沙能力强，在黄河故道等风沙危害严重的地区，种植沙打旺可减少风沙危害、保护果林、防止水土流失和改良土壤。

(3) 种植密度

依据《造林技术规程》（GB/T15776-2016），同时参考《陕西省土地开发整理工程建设标准》，本方案最终确定复垦植被具体种植密度（详见表 5.3-5）。

表 5.3-5 复垦选择植被种植密度表

树种/草种	种植密度	
	株行距 (m)	株/hm ² 、 kg/hm ²
栽植乔木（新疆杨 $\Phi \geq 6\text{cm}$, $H \geq 3.0\text{m}$ ）	3.0*3.0	根据损毁程度：轻/中/重 188/375/438 株/hm ²
栽植乔木(樟子松 H	3.0*3.0	根据损毁程度：轻/中/重 188/375/438 株/hm ²

$\geq 0.7m$, $G \geq 0.3m$		
栽植灌木（沙柳， $d \geq 0.3cm$ ）	1.5*1.5	根据损毁程度：轻/中/重 750/1500/1750 株/ hm^2
栽植灌木（柠条， $d \geq 0.3cm$ ）	1.5*1.5	根据损毁程度：轻/中/重 750/1500/1750 株/ hm^2

（4）植物的配置

①保持植物措施与原地貌景观相协调的原则，提高标准，确定新的用地类型。

②在复垦林种选择上除考虑其综合防护作用外，还应符合防尘抗噪、美观大方和经济适用的要求。

（5）植物的栽培与管理

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

②幼林抚育：包括补植、松土、除草、灌水、修枝和平茬。

每年夏季进行松土、除草，深度约 10cm，前两年每年 2~3 次，以后次数可适当减少；干旱严重，影响树木生长或导致死亡时，要及时浇水，每年 1~2 次。对于成活率低于 85% 的幼林要进行苗木补植，同时要禁止放牧和人为破坏，做好病虫害防治工作。

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

（四）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

采空区形成塌陷地和裂缝，裂缝的产生造成地表破碎，植被损毁，水土流失加重，同时加大了地下水的蒸发，因此需对塌陷地及地面裂缝进行回填。对出现在塌陷地域的裂缝，一般将宽度小于 20mm 的裂缝视为轻微破坏等级，20mm~300mm 为中度破坏等级，大于 300mm 为重度破坏等级。根据不同类型强度的裂缝情况其充填土方的工程量亦不同。设塌陷裂缝宽度为 a （单位：m），则塌陷

地裂缝的可见深度 W 可按下列经验公式计算：

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

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

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

设每亩塌陷裂缝地充填土方量为 V (m³)，则 V 可按如下经验公式计算：

$$V = \frac{1}{2}aUW \text{ (m}^3/\text{亩)}$$

根据周边煤矿现场调查及当地土地复垦经验，确定各损毁程度的裂缝参数，参数见表 5.3-8。

每一图斑塌陷裂缝充填土方量 (Mvi) 可按下列公式计算：

$$Mvi = V \times F \text{ (m}^3)$$

式中 F 为图斑面积 (亩)

根据评估区塌陷预测结果分析，裂缝破坏的程度可分为轻度、中度和重度三个类型，根据以上公式，计算得出不同损毁程度的土地的裂缝的参数及每公顷所需的填方量 (见表 5.3-6)。

表 5.3-6 不同损毁程度裂缝技术参数表

损毁等级	裂缝宽度 a (m)	裂缝间距 C (m)	裂缝系数 n	裂缝深度 W (m)	每亩面积裂缝长度 U (m)	每公顷面积裂缝长度 U (m)	充填裂缝每公顷所需方量 V (m ³)
轻度	0.08	50	1	2.83	13.34	200.1	22.64
中度	0.2	30	2	4.47	44.47	666.67	298.14
重度	0.4	20	3	6.32	100.05	1500	1897.37

(2) 土壤剥覆工程工程量测算

裂缝填充前进行土壤剥离，剥离土方量为剥离面积与剥离厚度的乘积，裂缝充填后进行表土回覆，表土回覆量与表土剥离量相同 (见表 5.3-7)。

设剥离表土量为 V 剥 (m³)，每公顷裂缝长度 U (m)，剥覆表土厚度为 h (m)，每侧剥离宽度为 d (m)，则每公顷损毁土地剥覆土方量 V 剥的计算公式如下：

$$V_{\text{剥}} = 2Uhd \text{ (m}^3)$$

表 5.3-7 不同损毁程度土壤剥覆工程量表

损毁等级	每公顷面积裂缝长度 U (m)	剥离厚度 h (m)	每侧剥覆宽度 d (m)	每公顷面积剥覆量 (m ³ /hm ²)
轻度	200.10	0.5	0.5	100.05
中度	666.67	0.5	0.6	400.00
重度	1500.00	0.5	0.8	1200.00

(3) 土地平整工程工程量测算

工业场地永久性建设用地和临时性占地复垦为草地，不计土地平整工程量。

沉陷区损毁土地复垦不计土地平整工程量。

(4) 土地翻耕工程量测算

工业场地永久性建设用地和临时性占地复垦为草地，不计土地翻耕工程量。

沉陷区损毁土地不计土地翻耕工程。

(5) 土壤培肥工程量测算

工业场地永久性建设用地和临时性占地复垦为草地，不计土壤培肥工程量，

沉陷区损毁土地不计土壤培肥工程。

2、主要工程量计算**(1) 工业场地复垦单元工程量****①清理工程**

表 5.3-8 清理工程工程量表

复垦阶段	复垦区域	工程项目	损毁面积 (hm ²)	单位方量 (m ³ /hm ²)	拆除及清运方量 (m ³)
后期	工业场地	废弃建筑拆除	9.89	2500	24715.75
		基础拆除	9.89	500	4943.15
		硬化层拆除	10.05	1000	10048.5
		垃圾清理	—	—	39707.4

②植被重建工程

表 5.3-9 植被重建工程量表

复垦阶段	复垦区域	复垦单元	树种名称	行株距(m)	方式	苗木规格	面积(hm ²)	栽植数量(株/hm ² 、kg/hm ²)
后期	工业场地	乔木林地	樟子松	4*4	穴状整地	2~3 年生一级苗	0.004	10
			沙柳	4*4	穴状整地	2~3 年生一级苗		10
		灌木林地	柠条	1.5*1.5	穴状整地	2~3 年生一级苗	4.41	236
			沙柳	4*4	穴状整撒	2~3 年生一级苗		236
		天然牧草地	紫花苜蓿	15kg/hm ²	播撒	一级种	9.91	9.91
			沙打旺	15kg/hm ²	播撒	一级种		9.91

(2) 沉陷损毁林地复垦单元工程量**1) 地貌重塑工程量****① 裂缝填充工程**

沉陷区林地裂缝填充工程量见表 5.3-10。

表 5.3-10 裂缝充填工程量表

复垦阶段	损毁阶段	损毁等级	充填裂缝每公顷所需方量 V (m ³)	损毁面积 (hm ²)	土石方量 (m ³)
近期	拟损毁	轻度	22.64	44.26	1001.96
		中度	298.14	21.37	6370.63
中期	拟损毁	轻度	22.64	4.92	111.32
		中度	298.14	25.84	7704.80
		重度	1897.37	8.38	15892.18

② 土壤剥覆工程

表土剥离为裂隙填充式两侧表土，依据损毁程度，两侧分别剥离 0.5~0.8m 不等，剥离厚度为 0.50m，具体工程量见表 5.3-11。

表 5.3-11 表土剥覆工程量表

复垦阶段	损毁阶段	损毁等级	每公顷面积剥覆量 (m ³ /hm ²)	治理面积 (hm ²)	剥离/回覆土方总量 V 剥/覆 (m ³)
近期	拟损毁	轻度	60.03	44.26	2656.70
		中度	240.00	21.37	5130.86

复垦阶段	损毁阶段	损毁等级	每公顷面积剥覆量 (m³/hm²)	治理面积 (hm²)	剥离/回覆土方总量 V 剥/覆 (m³)
中期	拟损毁	轻度	60.03	4.92	295.16
		中度	240.12	25.84	6205.40
		重度	720.36	8.38	6033.66

2) 植被重建工程量

①乔木林地恢复

根据区内样方调查结果，沉陷区内乔木林地栽植沙柳、新疆杨、樟子松，具体工程量见表 5.3-12。

表 5.3-12 乔木林地苗木补植工程量

复垦阶段	损毁阶段	规格及工程量	面积 (hm²)			合计
			轻度	中度	重度	
近期	拟损毁	面积 (hm²)	15.17	7.60		22.77
		新疆杨	3274	2048		5322
		樟子松	3274	2048		5322
中期	拟损毁	面积 (hm²)	2.65	8.28	4.34	15.27
		新疆杨	485	2868	1965	5318
		樟子松	485	2868	1965	5318

②灌木林地、其他林地恢复

根据区内样方调查结果，沉陷区内灌木林地、其他林地栽植沙柳、柠条，具体工程量见表 5.3-13。

表 5.3-13 灌木林地、其他林地苗木补植工程量

复垦阶段	损毁阶段	规格及工程量	面积 (hm²)			合计
			轻度	中度	重度	
近期	拟损毁	面积 (hm²)	21.68	10.95		32.63
		沙柳	26929	14427		51525
		柠条	26929	14427		51525
中期	拟损毁	面积 (hm²)	3.07	25.53	7.42	36.02
		沙柳	2304	38291	12984	53579
		柠条	2304	38291	12984	53579

(3) 沉陷损毁草地复垦单元工程量

①充填工程

表 5.3-14 地裂缝充填工程量表

复垦阶段	损毁等级	损毁面积 (hm²)	每公顷充填量 (m³)	充填量 (m³)
------	------	------------	-------------	----------

近期	轻度	73.94	22.64	1673.91	13128.81
	中度	38.42	298.14	11454.90	
中期	轻度	10.08	22.64	228.22	53768.63
	中度	47.69	298.14	14218.18	
	重度	20.72	1897.37	39322.23	

②土壤剥覆工程

表 5.3-15 土壤剥覆工程量表

复垦阶段	损毁等级	损毁面积 (hm ²)	每公顷剥/覆土 方总量 (m ³)	剥/覆土方量 (m ³)	
近期	轻度	73.94	60.03	4438.38	13664.08
	中度	38.42	240.00	9225.70	
中期	轻度	10.08	60.03	605.14	26985.54
	中度	47.69	240.00	11451.23	
	重度	20.72	720.00	14929.17	

③植被重建工程

表 5.3-16 播撒草籽工程量表

复垦阶段	损毁等级	损毁面积 (hm ²)	每公顷播撒量 (kg/hm ²)	播撒量 (kg)	
近期	轻度	73.94	20.00	1478.72	2439.25
	中度	38.42	25.00	960.53	
中期	轻度	10.08	20.00	168.27	329.1645
	中度	47.69	25.00	116.41	
	重度	20.72	30.00	44.48	

④农村道路复垦单元工程量

对沉陷区地裂缝进行充填后按原地类复垦，详见本章第二节不稳定地质体治理工程道路修复工程设计。

四、含水层破坏修复

（一）目标任务

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

（二）工程设计与技术措施

考虑到含水层自身的特性，本方案不分近期、中期及后期对其进行治理，以下几点减缓措施在煤矿开采的全期都应积极地采取，以减轻含水层受到开采的影响。

1、排供结合

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

2、植树种草恢复水位

根据沉陷区治理工程安排，大力开展植树种草活动，扩大煤矿内植被覆盖面积，加快地下水位的回升。

3、加强管理

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

五、水土环境修复

（一）目标任务

本方案提出的水土环境修复措施主要是为了减缓煤层开采后塌陷地对土壤理化性质的破坏，监测采矿活动对庙沟环境的影响。

（二）工程设计与技术措施

黄土庙煤矿加强监测和人工巡查，在庙沟和工业场地安装监测系统，实时监控水位、水质，及时发现，提前预防和减缓采矿活动对水环境的影响。

煤矿应加强对塌陷区土壤定期进行 pH 值等土壤质量指标的监测和人工巡查，发现异常，加密观测，并确定影响范围，及时通过生物、化学、物理等联合修复方式进行土壤置换、改良，减缓对土壤理化性质的破坏和土体质量的影响。

六、矿山地质环境监测

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

煤矿生产产生的主要地质环境问题为：塌陷地及伴生裂缝等不稳定地质体，含水层、地形地貌景观和水土环境的影响和破坏。因此，矿山地质环境监测包括不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境监测。监测工作由煤矿负责并组织实施，加强对方案实施的组织管理和行政管理，自然资源管理部门负责监督管理。

（一）目标任务

针对地面塌陷隐患（TX1、TX2）房柱式采空区、综采区及未来开采区实施不稳定地质体监测方案；针对塌陷地实施含水层监测方案；针对全矿区实施地形

地貌景观监测方案；针对工业场地设置水土环境监测方案。

1、监测目标

（1）不稳定地质体

根据工作面布置，在井下开采的同时，对位于开采区内和保护煤柱边界处的重要建（构）筑物部署专门的监测点进行监测，随时掌握建（构）筑物的影响，当出现异常情况时，对遭到损坏的地面建（构）筑物及时进行加固、修复，及时调整井下开采方案，确保人民生命财产和重要建（构）筑物的安全。

（2）含水层

根据工作面布置，在井下开采的同时，选取水文地下监测井，监测评估区内的含水层。随时掌握水井水位、水质变化，当出现异常情况时，及时调整井下开采方案或其他措施，减缓对含水层的影响。

（3）地形地貌景观

通过遥感监测数据掌握本煤矿井下生产，引发塌陷地等不稳定地质体对地形地貌景观产生影响或破坏，分析矿山地质环境总体变化趋势。

（4）水土环境

黄土庙煤矿评估区内无水系，在工业场地设置监测点，监测水体流量、水质，当出现异常情况时，及时采取措施，减缓对地表水的影响。

黄土庙煤矿矸石全部通过汽车运至陕西省神木银丰陶瓷有限责任公司进行综合利用。综合分析，在工业场地周边和凉水井排矸公路沿线各选取1处土壤可能受影响区设置监测点，监测土壤环境影响状况及恢复进展。

2、监测任务

（1）不稳定地质体

针对塌陷地及未来采区设置不稳定地质体位移自动监测点和埋石桩监测点，重点监测塌陷地宏观位移变化。

（2）含水层

新建地下水监测井：新建延安组砂岩含水层监测井

水位监测：水文地下监测井

水质监测：为简分析、全分析所检测的项目。

（3）地形地貌景观

监测内容主要为地表高程、地形坡度的变化和较大裂缝对地形地貌景观、植

被生长的影响情况，主要成果图为植被盖度图、地貌类型图及地表坡度图等。

（4）水土环境

水质监测：工业场地污水处理厂流量、水质；

土壤监测：工业场地污水处理厂、凉水井煤矿排矸道路土壤理化性质。

（二）监测设计与技术措施

本次监测范围为地质环境治理评估范围，考虑到治理工程划分为3个阶段，因此，监测工作以近期为主，兼顾中期和后期监测工作：

1、矿山地质环境监测

（1）监测点部署

工作面监测网部署方式为走向和垂直“丰字型”布置，不同的观测方向布设密度不同。沿工作面走向方向每300—500m布置一个地表形变监测点，主要监测地表移动盆地沿工作面走向方向位移的变化过程。垂直工作面方向设置剖线，沿剖线方向每120—200m布置一个监测点，主要监测地表移动盆地垂直工作面方向位移的变化过程。

矿山地质环境监测点布设主要针对地面塌陷地表形变区和重要地面工程设施区进行监测，共部署51个监测点（包括31个新设GNSS自动化监测点，20个埋石桩监测点）

1) 移动观测基站

工业场地内新立移动观测基站一座（编号JK01）。

2) 地面塌陷地表变形监测

①近期布设：近期开采4³煤（43105、43107、43109工作面）和4⁴煤（44101~44105工作面）开展地面塌陷地表变形监测，共计布设31个GNSS自动化形变监测点（D1~D31），掌握变形规律，监测塌陷区地表变形情况。

②中期布设：近期开采区已覆盖全矿区，中期开采区和近期开采区重复采动，因此不重复布置监测点。

3) 地物损坏监测

近期开采涉及全矿区，因此监测点均在近期布设。

①近期人工巡查线路设置：主要对近期开采工作面上方通村公路及沥青生产道路进行人工巡查监测。

②近期对重要地面工程设施区域和有人类工程活动的区域设置埋石桩监测

点，共 20 个监测点（M1-M20），包括高压塔基、移动信号站等。

（2）监测频率及时间

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

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

2、含水层监测

（1）监测点部署

根据上期《方案》及适用期内含水层监测点布置，沿用上期方案和上期适用期内已布设的 1 个含水层监测点，位于工业场地东南角保护煤柱内（编号 HTM01，井深 164.50m）。原井已受损，本方案进行监测井维护；本方案监测井编号 J1，监测点编号 S1，主要监测延安组砂岩裂隙承压含水层，根据矿山前期开采对含水层的破坏情况，后期继续利用此井进行含水层监测。

新建 1 口监测井，建设标准按《陕西省首批矿山地下水监测井建设指导方案》（陕西省自然资源厅，2018 年 3 月）执行。监测井编号 J2（监测点编号 S2），原则上设置在井田北部，根据 5⁻² 煤层埋深 130-235m，初步确定井深约为 200m，具体位置和井深待年度设计时确定，打井所需材料和工艺可参考已实施的地下水监测井施工（编号 HTM01），该监测井实施完成后接入省级矿山地下水监测系统，费用约 50 万（含自动化设备）。

表 5.6-1 地下水监测井明细表

点号	布设位置	监测对象	监测内容	备注
J1	工业场地	延安组砂岩含水层	水位、水质	已有
J2	矿区北部区域	延安组砂岩含水层	水位、水质	新设

（2）监测频率及时间

监测频率：自动化监测井水位数据每小时自动采集 1 次。水质监测在每年平水期 5 月中旬，丰水期 8 月中旬、枯水期 11 月中旬取样分析。监测过程中，当发现水位、水质变化异常情况时须加密观测。

监测时间：监测点水位、水质为全期监测。

含水层监测由矿山企业负责或委托具有资质的单位进行监测。

（3）监测方法

地下水监测的频次、方法、精度要求执行《地下水监测规范》（SL183-2005）。使用的仪器有水位记录仪、压力计、流速仪、水温计、测流堰、标尺、地下水位自动监测仪等；含水层破坏可采用人工现场调查、取样分析、安装地下水位自动监测仪等方法进行监测。

1) 水位应测量静水位、稳定动水位的埋藏深度与高程，自动监测采用自动监测仪和自动传输仪，采用全省一致的技术参数、数据传输格式，数据自动上传煤矿和各级地质环境主管部门，与陕西省地质环境监测总站的地下水监测系统实现数据链接。应符合《地下水监测工程技术规范》（GB/T51040-2014）的规定。

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

（4）技术要求

1) 地下水位自动监视仪选购和安装时，要掌握监测井地层岩性柱状剖面和钻孔结构，了解最低水位、最高水位埋深和标高及水位变幅，测量监测井孔口高程，记录传感器下放深度，并掌握监测井区域内的极端天气和降雨特征。避免监测频率设置过高占据数据存储空间和增加数据传输成本；也应避免监测频率设置过低，不能发挥自动监测优势，遗漏重要监视数据。监视数据可以采用有线传输，也可以采用无线传输。做好自动监测装置的防雨、防潮、防盗保护。

2) 井下取样时需在水平面下大于3m处，井口采取时需抽水10min以上。所采的地下水样必须代表天然条件下的客观水质情况，其中气温、水温、水位、水量、pH、 Ca^{2+} 和 HCO_3^- 要求现场测量，计数保留两位小数。采样器应进行前期处理，容器应做到定点、定项。取样时应避免外界干扰。对不稳定成分的水样应加入稳定剂，及时在现场密封样品，贴上水样标签。运送过程中应防震、防冻及避免阳光照射。水样送至化验室时，应有交接手续。

3、地形地貌景观监测

（1）监测点部署

本矿井为井下生产，应采用地面分辨率优于0.5m的无人机航测监测技术进行地形地貌形态、面积等的监测。结合人工测量地面塌陷、地裂缝等区域。地面建设对地形地貌景观、土地资源的影响严重，井下生产对地形地貌景观的影响主

要反映在地表高程、地形坡度的一些变化和较大裂缝对地形地貌景观的影响。

（2）监测频率及时间

无人机航测每年监测 1 次，在植被生长良好的 8 月中旬监测 1 次。

4、生态监测

（1）监测内容

生态监测内容主要为全矿区范围监测，主要包括矿山设施、植被生态、不稳定地质体、土地损毁与复垦等区域，然后通过样方对比分析变化情况。

（2）监测时间

每年 8 月份。

（3）监测频率

矿山地质环境用卫星遥感监测每年 1 次，遥感解译涵盖土地损毁与复垦、不稳定地质体、植被生态、水域面积变化等工作，分析总结报告 1 份，图件 4 份。

5、水土环境质量监测

（1）监测点部署

根据现场调查结合矿方提供资料，煤矿在污水处理场新设 1 个水体环境监测点（编号 WS1）进行水体环境监测。

在工业场地和凉水井煤矿排矸道路新设 2 个土环境监测点（编号 WT1、WT2）进行土环境监测。①煤矸石对土壤质量的影响检测；②复垦土壤质量监测

（2）监测频率及时间

水体环境监测点每年监测 3 次，每次取 1 组水样进行全分析，若发现水体受影响，增加监测频率。分别在平水期 5 月中旬，丰水期 8 月中旬、枯水期 11 月中旬进行取样监测。

土壤环境质量每年监测 1 次，8 月中旬取 1 组土壤进行土壤 pH 等质量指标检测，监测时间：全期监测。若长时期未发现超标，可降低监测频率。

（3）采样及分析方法

1) 水质

水样同含水层监测。

2) 土壤

采集平面混合样品时，采样深度 0cm~20cm，将一个采样单元内各采样分点采集的土样混合均匀，采用四分法，最后留下 1kg 左右。采集剖面样时，剖面的

规格长度一般为长 1.5m，宽 0.8m，深 1.2m，要求到达土壤母质层或潜水水位处，剖面要求向阳，采样要自下而上，分层采取耕作层、沉积层、风化母岩层或母质层样品。采取潮湿样品可内衬塑料袋（供有机化合物测定）。采样的同时，由专人填写样品标签，采用记录：标签一式两份，一份放入袋中，一份系在袋口，标签上标注采样时间、地点、样品编号、监测项目、采样深度和经纬度。采样结束，需逐项检查采样记录、样袋标签和土壤样品，如有缺项和错误，及时补齐更正。

土壤质量分析应符合《土壤环境监测技术规范》（HJ/T186）的有关规定。

6、矿山地质环境综合管理

在煤炭开采过程中，黄土庙煤矿应组织人员对采空区地表进行定期巡查，及时发现矿山地质环境问题，当发现不稳定地质体或隐患时，应设立警示标志，防止人员误入可能造成伤害。

7、巡视巡查监测要求

巡视巡查是自动化、遥感监测的重要补充，用于发现突发性、局部性问题。

(1) 人员要求：由熟悉矿区环境的地质、环保专员或受过培训的安全员进行，至少 2 人一组。

(2) 频率：

①常规巡查：每周 1 次，覆盖全开采区及周边 1km 范围。

②汛期/解冻期：增加至每周 2-3 次，此时不稳定地质体风险高。

③雨后：必须进行专项巡查，检查新增裂缝、滑坡、渗漏等情况。

(3) 内容：

①检查有无新增地裂缝、塌陷坑、滑坡体，记录其位置、规模。

②检查排水沟、坡面等水土保持设施是否完好、有无淤堵或损毁。

③检查植被有无大面积枯黄、死亡等异常现象及沙化加剧区域（标记坐标并描述范围）。

④检查监测设施（GNSS 站、监测桩等）是否被人为或自然破坏。

⑤装备：配备 GPS 定位仪、数码相机、卷尺、记录本、对讲机、安全帽等。

(3) 巡视巡查记录表（模板），见表 5.6-2。

表 5.6-2 黄土庙煤矿地质环境巡视巡查记录表

巡查日期	年 月 日	巡查时段	时 分 - 时 分	巡查人员	
------	-------	------	-----------	------	--

天气情况		气温	°C	风力	级
巡查区域	<input type="checkbox"/> 首采区 <input type="checkbox"/> 复采区 <input type="checkbox"/> 未采区 <input type="checkbox"/> 周边敏感区 (注明具体位置)				
地面塌陷与裂缝					
编号	位置 (经纬度)	类型(塌陷/裂缝)	规模(长×宽×深)	发育状态 (稳定/扩展)	照片编 号
1					
2					
植被异常					
编号	位置	异常类型 (枯萎/沙化)	面积(m ²)	可能原因 分析	照片编 号
1					
2					
地下水与水体					
监测井 编号	水位(m)	水质外观	异味情况	地表积水 点位置	备注
J1		<input type="checkbox"/> 清澈 <input type="checkbox"/> 浑浊 <input type="checkbox"/> 异味 <input type="checkbox"/> 油污			
J2		<input type="checkbox"/> 清澈 <input type="checkbox"/> 浑浊 <input type="checkbox"/> 异味 <input type="checkbox"/> 油污			
设施完好性					
设备类型	位置	状态(正常 / 故障 / 缺失)	处理建议		照片编 号
手持 GPS					
自动水位计					
其他异常					
处理意见		上报情况	<input type="checkbox"/> 已上报 <input type="checkbox"/> 待上报	负责人签 字	
总体评价	<input type="checkbox"/> 无异常 <input type="checkbox"/> 发现轻微问题 <input type="checkbox"/> 发现重大问题				
备注					

说明

- 此表每次巡查填写一份，做到“一巡一记”。
- “现场照片编号”需与相机中照片文件名对应（建议用“日期+位置+序号”命名）。
- 发现重大隐患（如大型塌陷、滑坡、水土环境影响）应立即报告，并启动应急预案。
- 记录表应定期归档，便于追溯和总结规律。

(三) 主要工程量

1、矿山地质环境监测工作量

矿山地质环境监测工程量见表 5.6-3。

表 5.6-3 矿山地质环境监测量表

时间	编号	监测对象	不稳定地质体	监测量(次)			备注
				近期 (5年)	中期 (4年)	远期 (7年)	
近期(共部署 51 个监测点, 包括 31 个 GNSS 自动化监测点、20 个埋石桩监测点)	JK01	新设自动化观测站(位于工业场地)		/	/	/	
	D1~D31	近期开采 4 ³ 、4 ⁴ 煤地面塌陷、塌陷隐患 TX1、TX2	地面塌陷及伴生地裂缝	/	/	/	GNSS 自动化监测点 31 个(自动采集数据)
	M1~M ² 0	输电线路等重要建筑物		183	350	/	通村公路人工巡查线路
		人工巡查		120	96		重要地面工程、有人类工程活动的区域设置地表变形监测点,包括凉水井排矸公路、凉水井危废库、凉水井工业场地(部分)
合计				/	303	446	/

2、含水层监测工作量

含水层监测工程量见表 5.6-4。

表 5.6-4 含水层监测量表

编号	位置	水位	水位监测、水质分析				监测内容	
			监测量(次)					
			近期	中期	后期	合计		
J1	工业场地(已有 HTM01 地下水监测井)	自动监测	30	24	18	72	水位监测、水质分析	
J2	井田北部(新建地下水监测井)		30	24	18	72		
合计			60	48	36	144		

3、地形地貌景观监测工作量

地形地貌监测工程量见表 5.6-5。

表 5.6-5 无人机航测工作量表

监测项目	近期	中期	远期	合计
------	----	----	----	----

无人机遥感影像航拍及数据分析 (km ²)	1.89	1.5	1.0	4.39
-----------------------------------	------	-----	-----	------

4、生态监测工程量

生态监测工程量见表 5.6-6。

表 5.6-6 生态监测工作量表

监测项目	监测数量			
	近期	中期	远期	合计
购买高精度卫星遥感数据 (km ²)	5	4	6	15
卫星遥感监测数据解译 (km ²)	5	4	6	15
土地损毁与复垦分析 (次)	5	4	6	15
土地复垦质量分析 (次)	5	4	6	15
不稳定地质体 (次)	5	4	6	15
植被生态分析 (次)	5	4	6	15
水域面积分析 (次)	5	4	6	15
分析总结报告 (份)	5	4	6	15

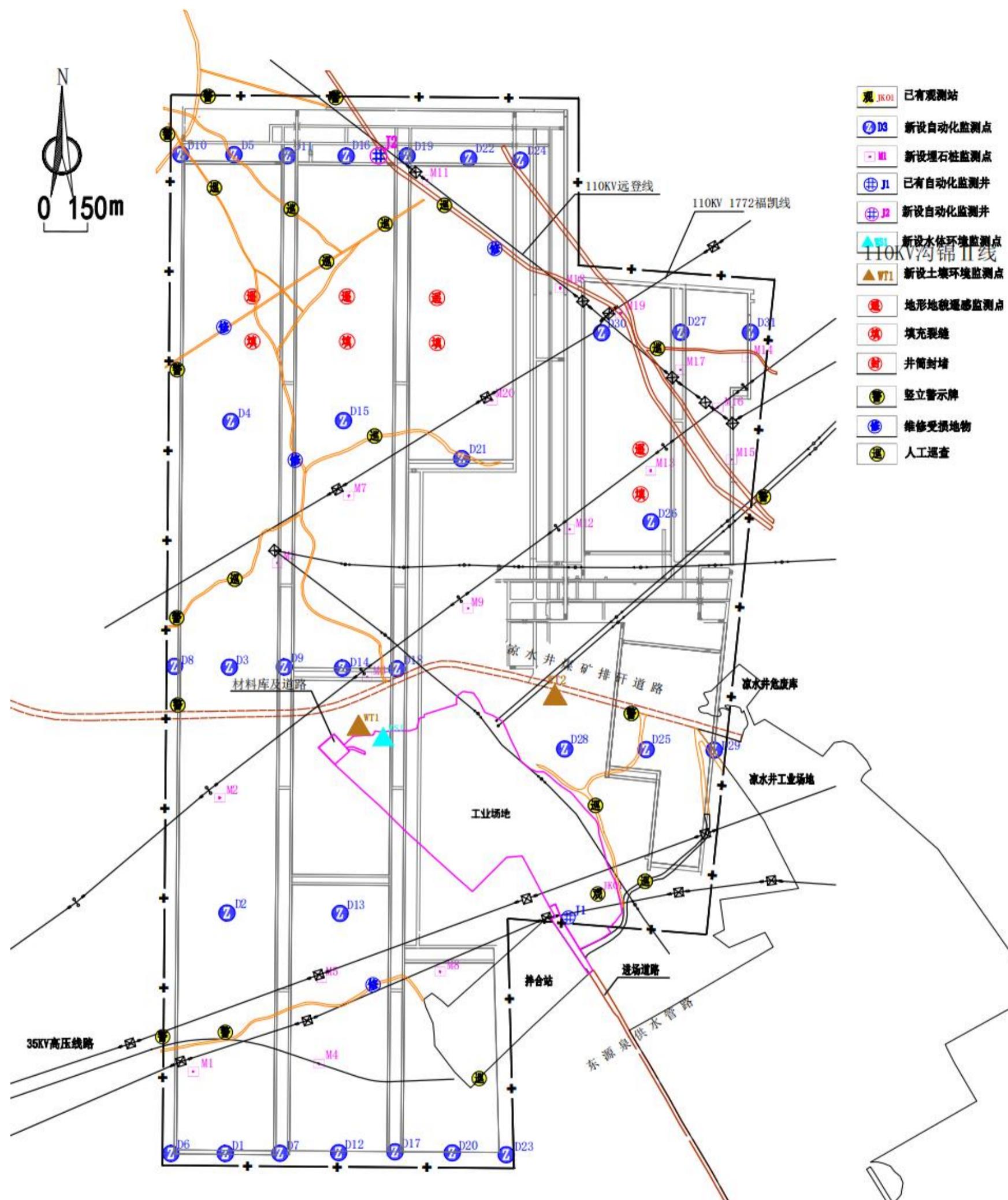
5、水土环境质量监测工作量

水土环境质量监测工程量见表 5.6-7。

表 5.6-7 水土环境质量监测工作量表

类比	编号	监测对象	监测量(点.次)			监测内容
			近期	中期	远期	
水环境监测点	WS1	工业场地水质	15	12		水质分析。
土环境监测点	WT1	工业场地土壤	10	8	-	土环境监测、复垦土壤质量监测
	WT2	运输道路土壤	10	8	-	
合计			35	28		/

监测点部署图见图 5.6-1。



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。以此来验证、完善塌陷预测与复垦措施，从而保证复垦目标的实现。

管护措施是复垦工程的最后程序，主要包括林地管护和草地管护。

（一）监测原则

- 1、坚持煤矿主导、责任到人负责的原则；
- 2、坚持全面布控，重点监测的原则，监测范围应大于矿山开采范围及其影响范围；
- 3、监测方案应分类、切实可行；
- 4、采取科学的技术方法，合理优化；
- 5、监测标准合法化原则。

（二）目标任务

监测措施的主要任务包括对塌陷地、压占损毁区等复垦责任范围内的土地实施土地损毁监测、复垦质量监测等内容。

针对复垦后的林地和草地进行管护，黄土庙煤矿为全区可采，各煤层开采时间约为5年，因此近期（适用期）监测和管护时间为6年，中期和后期均为6年。

（三）措施和内容

1、土地复垦监测措施

土地复垦监测主要土地复垦效果监测。

复垦效果监测主要包括土地损毁监测、土壤质量监测和复垦植被效果监测。土地复垦效果监测设置专门的监测人员，记录土地复垦各项措施的效果，为实施管护措施、调整复垦措施设计提供依据。

（1）土地损毁监测

土地损毁监测与土壤质量监测同时实施，土地损毁监测的主要内容主要包括塌陷区裂隙发育过程中的裂隙宽度、裂隙深度、塌陷台阶、裂隙发育过程分析。土地损毁监测结果作为实施土地复垦工程实施的主要参考依据。塌陷地耕地、林

地、草地监测布点为 1 个/4hm²，塌陷地每个特殊用地布设一个监测点，地面工程各布设一个监测点，近期（适用期）监测时间 6 年，中期监测时间 6 年，每年 2 次。

（2）土壤质量监测

土壤质量监测包括原地表监测、复垦后土壤质量监测，主要监测内容包括复垦区地形坡度、有效土层厚度、土壤有效水分、土壤容重、酸碱度（pH）等。原地表监测在土地损毁前实施，在工作面上方各地类设置土壤质量监测点，监测布点为 1 个/4hm²，土地复垦工程实施后进行土壤质量的变化监测，监测频次按照 2 次/年，近期（适用期）监测时间 5 年，中期监测时间 4 年（见表 5.7-1）。

表 5.7-1 复垦土壤质量监测方案表

监测内容	监测频率（次/年）	样点持续监测时间	监测方法
地形坡度	2	近期 6 年 中期 4 年 后期 6 年	
有效土层厚度			地测法
土壤容重			环刀法
土壤质地			比重计法
土壤砾石含量			晒分法
pH 值			混合指示剂比色法
有机质			重铬酸钾容重法
全氮			重铬酸钾容—硫酸硝化法
有机磷			硫酸—高氯酸消煮法
有效钾			NaOH 熔融—火焰光度计法
土壤盐分含量			电导法，残渣烘干法

（3）复垦植被效果监测

复垦效果监测为塌陷地林草地的植被监测，包括植物生长势、高度、种植密度、成活率、郁闭度、生长量等，监测频率为每年 2 次，近期（适用期）监测时间 6 年，中期后期监测时间 6 年（见表 5.7-2）。

表 5.7-2 复垦植被恢复监测方案表

监测内容	监测频次（次·年）	样点持续监测时间
成活率	2	近期 6 年，中后期 6 年
郁闭度	2	近期 6 年，中后期 6 年
单位面积蓄积量	2	近期 6 年，中后期 6 年

2、复垦管护措施

近期（适用期）管护时间按 6 年计，中期和后期管护时间按 6 年计，管护方法采用人工管护。

（1）林地管护

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

植树后要及时松土除草，每年2~3次；对幼树正确修枝，上部要修去与主梢竞争的强分枝，树冠下部枝条全部剪去，保留的树冠为树高2/3；每年定期进行病虫害防治；造林当年秋季，凡是成活率在85%以下的或幼株死亡不均匀的地段，第二年须选择壮苗或比原来幼苗稍大的苗木，按原栽植的株行距补植（见表5-53）。

（2）草地管护

草地管护的目标是苗全、苗壮，主要包括破除土表板结，间苗、补苗和定苗，中耕与培土、灌溉与施肥、病虫害与杂草管理及越冬与返青期管护。播种后及时灌水；对成活率不合格的草地，或个别地段有成块死亡的应及时补播；草籽要求纯度在95%以上，发芽率在90%以上（见表5.7-3）。

（四）主要工程量

1、土地复垦监测工程量

表 5.7-3 土地复垦监测工程量

复垦阶段	监测内容	损毁面积 (hm ²)	监测频次 (次/年)	监测点 个数	监测次数 (次)
近期	土地损毁监测	190.85	1	79	79
	土壤质量监测		2	79	158
	复垦植被效果监测		2	79	158
中期	土地损毁监测	150.38	1	23	23
	土壤质量监测		2	23	184
	复垦植被效果监测		2	23	184
后期	土壤质量监测	10.05	2	19	116
	复垦植被效果监测		2	19	116
合计	土地损毁监测	/	/	/	102
	土壤质量监测		/	/	458
	复垦植被效果监测		/	/	458

2、管护工程量

表 5.7-4 管护工程量

复垦阶段	管护区域	管护方法	管护面积 (hm ²)	管护时间 (年)

复垦阶段	管护区域	管护方法	管护面积 (hm ²)	管护时间 (年)
近期	林地	浇水、喷药施肥、平茬、收割	58.69	6
	草地		112.36	6
中期	林地	浇水、喷药施肥、平茬、收割	39.14	6
	草地		69.80	6
后期	林地	浇水、喷药施肥、平茬、收割	0.81	6
	草地		59.47	6
合计	林地		98.64	/
	草地		241.63	/

第六章 矿区生态修复工作部署

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，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、监测与管护的矿区生态修复体系。部署了不稳定地质体治理工程、含水层影响减缓措施、地形地貌景观影响治理、水土环境、土地损毁的减缓措施（见表 6.1-1、6.1-2）。

表 6.1-1 矿山地质环境治理总体部署

防治对象	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境
工程措施	受损道路修复、埋设警示牌、井筒封闭、不稳定地质体监测	加强含水层监测、保障居民用水	卫星遥感影像资料检测	水土环境监测

表 6.1-2 土地复垦总体部署

复垦对象	工程措施	生物化学措施	监测与管护措施	部署时间
塌陷地损毁土地	裂缝填充工程、土壤剥覆工程、土地平整	土壤培肥、植被恢复	土壤质量监测、土地损毁监测、复垦效果监测、林草管护	近期 中期 后期
工业场地、进场道路	清理工程、土地平整、土地翻耕	土壤培肥、植被恢复	土壤质量监测、土地损毁监测、复垦效果监测、林草管护	后期

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地治理，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，矿区生态修复分为近期 5 年（2026 年—2030 年），中期 4 年（2031 年—2034 年），后期 7 年（2035 年—2041 年）三个阶段，采取近细远粗的原则部署生态修复措施并提出了实施计划，内容如下：

（一）矿山地质环境治理阶段性实施计划

1、近期矿山地质环境治理安排（2026 年—2030 年）

（1）对受损道路、输电线路修复工程进行修复；

- (2) 塌陷地设立自动化监测点和埋石桩监测点，监测地表沉降位移等情况；
- (3) 利用现有地下水监测井 HTM01（本方案名称 J1）、近期（适用期）拟建的 1 口地下水监测井（J2）进行含水层水位、水质监测；
- (4) 地形地貌景观监测；
- (5) 在工业场地污水处理厂设置 1 个水环境监测点（WS1）；在工业场地污水处理厂和凉水井排矸道路分别设置 1 个土环境监测点（WT1、WT2）；
- (6) 地面人工巡查。

2、中期矿山地质环境治理安排（2031 年—2034 年）

- (1) 针对中期受损道路进行修复；
- (2) 继续实施不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境监测；
- (3) 地面人工巡查。

3、后期矿山地质环境治理安排（2035 年—2041 年）

- (1) 封闭黄土庙煤矿的 3 条井筒；
- (2) 继续实施不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境监测。

（二）土地复垦阶段性实施计划

1、近期土地复垦工作安排（2026 年—2030 年）

- (1) 对已沉陷损毁未治理区域（TX1、TX2）和近期开采的 4³、4⁴ 煤层塌陷地进行土地复垦，包括裂缝充填、表土剥覆、植被恢复措施；
- (2) 对复垦区域进行土壤质量监测、土地损毁监测、复垦效果监测；
- (3) 对复垦区域进行林草抚育管护工作。

2、中期土地复垦工作安排（2031 年—2034 年）

- (1) 对中期开采的 5² 煤层塌陷地进行土地复垦；
- (2) 对复垦区域进行复垦监测和管护；

3、后期土地复垦工作安排（2035 年—2041 年）

对黄土庙煤矿工业场地（含材料库及材料库道路）、进场道路实施拆除清运、和植被恢复措施。

三、近期年度工作安排

近期各年度矿区生态修复工程主要集中在受损道路修复、不稳定地质体治理及土地复垦见表 6.3-1。

表 6.3-1 近期各年度治理措施表

实施 年度	治理（复垦）对 象	治理措施	
		矿山地质环境治理	土地复垦
第一年	1、已开采 43101、43102、43103 工作面未复垦区； 2、本年度新开采 43109、43107 工作面上方损毁土地、道路、输电线路等	1、修复土路 1919m，竖立警示牌 5 个； 2、高压塔基加固 3 座，低压试验杆扶正 3 根； 3、设置自动化监测点 16 个；设置埋石桩监测点 6 个；人工巡查 24 次； 4、含水层监测：新设地下水监测井 1 口（J2），已设和新设地下水监测井设备各 1 套（J1、J2）；定期进行取样分析；地形地貌监测：无人机航测 0.43km ² 及数据分析 1 次；设置水环境监测点 1 个；设置土壤环境监测点 2 个，进行水土环境质量监测；生态监测：遥感解译及分析 1 次； 5、修编《方案》，编制第一年《年度计划》和《年度验收报告》。	1、对已开采 43101、43102、43103 工作面损毁进行土地复垦，复垦乔木林地 1.61hm ² ，灌木林地 2.98hm ² ，其他林地 0.08hm ² ，天然牧草地 2.75hm ² ； 2、对第一年度开采 43109、43107 工作面损毁土地进行裂缝填充，治理面积 49.16hm ² ； 3、对治理工作面实施土地损毁监测 18 次，土壤质量和复垦效果监测各 36 次；林地管护 4.66hm ² ，草地管护 2.75hm ² 。
第二年	1、第一年度开采 43109、43107 工作面未复垦区； 2、本年度新开采 43107、43105 工作面上方损毁土地、道路、输电线路等	1、修复沥青道路 388m，修复土路 1505m，竖立警示牌 1 个； 2、高压塔基加固 4 座，低压试验杆扶正 2 根； 3、安装自动化监测设备 8 套；维护自动化监测设备 16 套；人工巡查 24 次； 4、进行含水层监测；地形地貌监测：无人机航测 0.36km ² 及数据分析 1 次；水土环境质量监测；生态监测：遥感解译及分析 1 次； 5、编制第二年《年度计划》和《年度验收报告》。	1、对第一年度已开采 43109、43107 工作面损毁土地进行复垦，复垦乔木林地 9.52hm ² ，灌木林地 3.49hm ² ，其他林地 2.87hm ² ，天然牧草地 19.91hm ² ； 2、对第二年度开采 43107、43105 工作面损毁土地进行裂缝填充，治理面积 43.18hm ² ； 3、对治理工作面实施土地损毁监测 10 次，土壤质量和复垦效果监测各 20 次；林地管护 16.00hm ² ，草地管护 32.25hm ² 。

实施年度	治理（复垦）对象	治理措施	
		矿山地质环境治理	土地复垦
第三年	1、第二年度开采43107、43105工作面未复垦区； 2、本年度开采44101、44102工作面上方损毁土地、道路、输电线路等	1、修复沥青道路958m，修复土路491m，竖立警示牌2个； 2、低压线杆扶正17根； 3、安装自动化监测设备7套；维护自动化监测设备8套；人工巡查24次； 4、进行含水层监测；地形地貌监测：无人机航测0.31km ² 及数据分析1次；水土环境质量监测；生态监测：遥感解译及分析1次 5、编制第三年《年度计划》和《年度验收报告》。	1、对第二年度已开采43107、43105工作面损毁土地进行复垦，复垦乔木林地1.19hm ² ，灌木林地9.22hm ² ，其他林地2.36hm ² ，天然牧草地28.27hm ² ； 2、对第三季度开采44101、44102工作面损毁土地进行裂缝填充，治理面积37.94hm ² ； 3、对治理工作面实施土地损毁监测16次，土壤质量和复垦效果监测各32次；林地管护12.77hm ² ，草地管护28.27hm ² 。
第四年	1、第三年度开采44101、44102工作面未复垦区； 2、本年度开采44102、44103工作面上方损毁土地、道路等	1、修复土路2300m； 2、维护自动化监测设备7套；人工巡查24次； 3、进行含水层监测，地形地貌监测：无人机航测0.36km ² 及数据分析1次；水土环境质量监测；生态监测：遥感解译及分析1次； 4、编制第四年《年度计划》和《年度验收报告》。	1、对第三季度已开采44101、44102工作面损毁土地进行复垦，复垦乔木林地2.79hm ² ，灌木林地7.62hm ² ，其他林地0.08hm ² ，天然牧草地25.89hm ² ； 2、对第四年度开采44102、44103工作面损毁土地进行裂缝填充，治理面积37.94hm ² ； 3、对治理工作面实施土地损毁监测20次，土壤质量和复垦效果监测各40次；林地管护10.50hm ² ，草地管护25.89hm ² 。

实施年度	治理（复垦）对象	治理措施	
		矿山地质环境治理	土地复垦
第五年	1、第四年度开采44102、44103工作面未复垦区； 2、本年度开采44103、44104、44105工作面上方损毁土地、道路等	1、修复沥青道路 354m，修复土路 768m; 2、维护自动化监测设备 15 套；人工巡查 24 次； 3、进行含水层监测；地形地貌监测：无人机航测 0.43km ² 及数据分析 1 次； 4、遥感综合监测：遥感解译及分析 1 次；水土环境质量监测；生态监测：遥感解译及分析 1 次； 5、编制第五年《年度计划》和《年度验收报告》；编制本《方案》适用期总结报告。	1、对第四年度已开采 44102、44103 工作面损毁土地进行复垦，复垦乔木林地 7.85hm ² ，灌木林地 4.32hm ² ，其他林地 2.59hm ² ，天然牧草地 23.20hm ² ； 2、对第五年度开采 44103、44104、44105 作面损毁土地进行裂缝治理，治理面积 29.62hm ² ； 3、对治理工作面实施土地损毁监测 15 次，土壤质量和复垦效果监测各 30 次；林地管护 14.76hm ² ，草地管护 23.19hm ² 。

表 6.3-2 近期各年度矿山地质环境治理工程量表

序号	工程名称	单位	各年度工程量					合计
			第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	
一	配套工程							
1	道路治理工程							
1.1	沥青混凝土路面							
1.1.1	原路面拆除	m ³	0	225.00	463.20	0	204.30	892.5
1.1.2	垃圾清理	m ³	0	225.00	463.20	0	204.30	892.5
1.1.3	路基平整	m ³	0	200.10	411.73	0	181.60	793.43
1.1.4	基础铺设	m ²	0	1000.00	2058.67	0	908.00	3966.67
1.1.5	沥青混凝土路面铺设	m ³	0	300.10	617.60	0	272.40	1190.1
1.1.6	排水沟	m ³	0	130.92	270.66	0	120.31	521.89
1.2	素土路面	m ²						0
1.2.1	素土路面		1646.2	1453	677	1974	771	6521.2
2	警示牌工程	个						0
2.1	竖立警示牌		5	1	2	0	0	8
3	输电线路维修工程							
3.1	电线杆扶正	根	3	2	17			22
3.2	低压线路调整	m	300	200	1700			2200
3.3	高压塔基加固	座	3	4				7
二	地质环境监测工程							

序号	工程名称	单位	各年度工程量					合计
1	矿山不稳定地质体监测							
1.1	自动化监测点							
1.1.1	自动化监测设备安装	套	16	8	7	0	0	31
1.1.2	自动化监测设备维护	套/年		16	8	7	15	46
1.2	埋石桩监测点							
1.2.1	埋石桩埋设	个	6	5	9	0	0	20
1.2.2	埋石桩监测输电线路	次	36	30	54	27	36	183
1.2.3	人工巡查（道路、管道）	次	24	24	24	24	24	120
2	含水层监测							0
2.1	监测井建设							0
2.1.1	新建地下水监测井	口	1					1
2.1.2	地下水监测井维护	口	1	2	2	2	2	9
2.2	地下水监测							0
2.2.1	取水样	次	6	6	6	6	6	30
2.2.2	水质分析	组	6	6	6	6	6	30
3	地形地貌监测							0
3.1	无人机倾斜摄影测量	km ²	0.43	0.36	0.31	0.36	0.43	1.89
4	生态监测(遥感监测)							0
4.1	购买高精度卫星遥感数据	景	1	1	1	1	1	5
4.2	卫星遥感监测数据解译	次	1	1	1	1	1	5
4.3	土地损毁与复垦分析	次	1	1	1	1	1	5

序号	工程名称	单位	各年度工程量					合计
4.4	不稳定地质体	次	1	1	1	1	1	5
4.5	植被生态分析	次	1	1	1	1	1	5
4.6	分析总结报告	份	1	1	1	1	1	5
5	水土环境质量监测							
5.1	取水样	组	3	3	3	3	3	15
5.2	水质分析	组	3	3	3	3	3	15
5.3	取土样	组	2	2	2	2	2	10
5.4	土壤分析	组	2	2	2	2	2	10

表 6.3-3 近期各年度土地复垦工程量

序号	项目名称	单位	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	合计
1	地貌重塑							
1.1	充填工程	m³	39317.82	31343.63	23600.78	26296.17	20412.72	140971.13
1.1.1	裂缝充填	m ³	39317.82	31343.63	23600.78	26296.17	20412.72	140971.13
2	土壤重构		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2.1	有效土层构建工程		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2.1.1	表土剥离	m ³	19820.79	16257.03	12886.26	14174.99	10745.44	73884.51
2.1.2	外购土方	m ³	2883.56	2750.04	2070.82	2306.50	1791.15	11802.07
2.1.3	客土回覆	m ³	2883.56	2750.04	2070.82	2306.50	1791.15	11802.07
2.1.4	表土回覆	m ³	19820.79	16257.03	12886.26	14174.99	10745.44	73884.51
2.2	清理工程		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.2.1	建筑物拆除	m ³	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.2.2	基础拆除（砌体）	m ³	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.2.3	硬化层拆除	m ³	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.2.4	垃圾清运	m ³	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.3	平整工程		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.3.1	土地平整	m ³	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.3.2	土地翻耕	hm ²	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.4	土壤改良工程		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2.4.1	土壤培肥	hm ²	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	植被重建		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.1	林地恢复工程		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.1.1	栽植乔木（新疆杨Φ≥6cm,定杆高 H≥3m）	株	302.00	0.00	3555.00	431.00	1034.00	5322.00
3.1.2	栽植乔木（樟子松 H≥0.7m,G≥0.3m）	株	302.00	0.00	3555.00	431.00	1034.00	5322.00
3.1.3	栽植灌木（沙柳 d≥0.3m）	株	2293.00	200.00	9427.00	17926.00	11510.00	41356.00
3.1.4	栽植灌木（柠条 d≥0.3m）	株	2293.00	200.00	9427.00	17926.00	11510.00	41356.00
3.2	草地恢复工程		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.2.1	穴播草籽（紫花苜蓿）	hm ²	2.75	32.25	28.27	25.89	23.19	112.36
3.2.2	穴播草籽（沙打旺）	hm ²	2.75	32.25	28.27	25.89	23.19	112.36
4	监测与管护工程		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.1	监测工程		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.1.1	土地损毁监测	点·次	18.00	10.00	16.00	20.00	15.00	79.00
4.1.2	土壤质量监测	点·次	36.00	20.00	32.00	40.00	30.00	158.00
4.1.3	复垦植被效果监测	点·次	36.00	20.00	32.00	40.00	30.00	158.00
4.2	管护工程		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.2.1	林地管护	hm ²	4.66	16.00	12.77	10.50	14.76	58.69
4.2.2	草地管护	hm ²	2.75	32.25	28.27	25.89	23.19	112.36

第七章 经费估算与进度安排

一、经费估算依据

（一）矿山地质环境保护工程估算依据

- 1、陕西省水利厅关于发布《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》《陕西省水利建筑工程概算定额》（2024年修正）等计价依据的通知（陕水规计发〔2024〕107号，2024年12月）；
- 2、《陕西省水利建筑工程概算定额》（2024年修正）（陕水规计发〔2024〕107号，2024年12月）；
- 3、《陕西省水利设备安装工程概算定额》（2024年修正）（陕水规计发〔2024〕107号，2024年12月）；
- 4、《陕西省水利工程施工机械台班费定额》（2024年修正），（陕水规计发〔2024〕107号，2024年12月）；
- 5、《地质调查项目预算标准（2021年）》（自然资源部中国地质调查局，2021年7月）；
- 6、《地质灾害普适型仪器监测预警点建设与运维预算标准（试行）》（自然资源部中国地质调查局，2022年11月）
- 7、《国家发展改革委关于降低部分建设项目收费标准规范收费行为等有关问题的通知》（发改价格〔2011〕534号）
- 8、《国家发展和改革委员会关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格〔2015〕299号）；
- 9、《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部、税务总局、海关总署公告，2019年第39号文）；
- 10、《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》，（办财务函〔2019〕448号）；
- 11、《建设工程监理与相关服务收费管理规定》（国家发展改革委、建设部，发改价格〔2007〕670号文）；
- 12、《工程勘察设计收费标准》（国家发展计划委员会、建设部2002年修

订本）；

- 13、《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格〔2002〕1980号）；
- 14、《测绘生产成本费用定额》（财建〔2009〕17号）；
- 15、《陕西工程造价信息》（2025年10月）；
- 16、《榆林市建设工程造信息价》（2025年10月）；
- 17、本方案设计的矿山地质环境治理恢复工程量。

（二）土地复垦工程估算编制依据

- 1、《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》（TD/T1031.1—2011）；
- 2、《土地复垦方案编制规程第3部分：井工煤矿》（TD/T1031.4—2011）；
- 3、《土地开发整理项目预算编制规定》（财综〔2011〕128号）；
- 4、《土地开发整理项目预算定额》（财综〔2011〕128号）；
- 5、《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综〔2011〕128号）；
- 6、《财政部 国土资源部关于印发土地开发整理项目预算定额标准的通知》（财综〔2011〕128号）；
- 7、《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部 税务总局 海关总署公告 2019年第39号）；
- 8、《国土资源部办公厅关于印发土地整治工程营业税改征增值税计价依据调整过渡实施方案的通知》（国土资厅发〔2017〕19号）；
- 9、《陕西省土地开发整理项目预算编制办法及费用标准（试行）》（陕国资发〔2004〕22号）；
- 10、《关于调整房屋建筑和市政基础设施工程工程量清单计价综合人工单价的通知》（陕建发〔2021〕1097号）；
- 11、《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）；
- 12、《榆林市绿化委员会榆林市林业和草原局关于印发2025年度生态修复工程苗木指导价格的通知》（榆绿委发〔2024〕6号）；
- 13、《陕西工程造价信息》（2025年10月）；
- 14、《榆林市建设工程造信息价》（2025年10月）；

15、本方案设计的土地复垦工程量。

（三）经费来源

根据“谁损毁、谁治理”及“谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”的原则，本矿矿区生态修复经费由黄土庙煤矿自筹，从生产费用中列支，作为地质环境恢复治理与土地复垦基金。

二、矿山地质环境治理工程经费估算

（一）估算方法

1、基础单价

（1）人工预算单价

人工预算单价根据其费用构成、陕西省劳动力市场价格水平、陕西省人力资源和社会保障部门发布的有关工资标准，结合工程建设（本项目工程调整系数暂定为 1），实际综合分析确定。陕西省水利工程人工预算单价执行，普工工资 50 元/工日，技工工资为 75 元/工日。人工价差视为 0。

（2）材料预算单价

①按照陕水规计发〔2024〕107 号，预算材料单价为除以调整系数的不含税价。

主要材料预算价格 = (主要材料原价 + (运杂基本费 × 装载效能综合系数)) * (1 + 采购保管费费率) + 运输保险费

预算材料单价 = 材料原价 (含增值税进项税额) ÷ 调整系数。

调整系数见表 7.2-1。

表 7.2-1 含增值税进项税额材料价格调整系数表

类型	内容	调整系数
材料原价	主要材料：包括水泥、钢筋、柴油、汽油、炸药、木材、引水管道、安装用电缆、轨道、钢板等，其他占工程造价比例高的材料	1.13
	次要材料	1.03
	外购砂、石料、土料	1.02
	商品混凝土	1.03
运杂费	运杂费	1.03
采购及		采购及

保管费		保管费率
-----	--	------

材料单价：参考市场价格并结合《榆林市建设工程信息价》(2025年10月)、广材网、农资网、陕西发改委网站等综合确定各项材料价格。

其中主要材料如钢材、水泥、砂子、碎石、块石、板材、汽油、柴油以规定价进单价，预算价与规定价之差在计取税金后列入单价中。

②其他材料预算价格

参考神木市工业与民用建筑安装工程材料不含增值税进项税额的信息价格确定。

施工用风、水、电预算价格

按照施工组织设计确定的方案进行计算。电价为2.0元/kW·h，风价为0.18元/m³，水价取费为5.0元/m³。

2、工程单价构成及取费标准

工程单价由直接费、间接费、利润、税金、价差等五部分组成。根据《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》(陕水规计发〔2024〕107号文)，估算单价按概算单价扩大10%计算。

(1) 直接费

直接费=基本直接费+其他直接费

①基本直接费包括：人工费+材料费+施工机械使用费。

②其他直接费=基本直接费×其他直接费费率。

其他直接费费率=其他直接费基准费率×工程类别调整系数

其他直接费基准费率=冬雨季施工增加费费率+夜间施工增加费费率+文明施工措施费费率+小型临时设施摊销费费率+其它费率。

其他直接费基准费率，见表7.2-2。

表7.2-2 其他直接费费率表%

序号	费率名称	陕南		关中		陕北	
		建筑工程	安装工程	建筑工程	安装工程	建筑工程	安装工程
1	冬雨季施工增加费费率	2	2	2.5	2.5	3	3
2	夜间施工增加费费率	0.5	0.7	0.5	0.7	0.5	0.7

3	文明施工措施费费率	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
4	小型临时设施摊销费费率	3	3	3	3	3	3
5	其他费率	1	1.5	1	1.5	1	1.5
	合计	7	7.7	7.5	8.2	8	8.7

工程类别调整系数：

①枢纽工程：1.0

②引水工程：0.8

③河道工程：0.7

④其他工程：0.5

本工程项目位于神木市境内，其他直接费基准费率取8.0%，工程类别调整系数取1.0，故其他直接费率为8.0%。

(2) 间接费

间接费=直接费×间接费费率

间接费费率按照《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（陕水规计发〔2024〕107号）执行，见表7.2-3。

表7.2-3 间接费取费标准表

序号	划分项目	计算基数	间接费费率/%			
			枢纽工程	饮水工程	河道工程	其他工程
1	建筑工程					
1.1	土方工程		8.5	5	5	4
1.2	石方工程		12.5	10.5	8.5	6
1.3	砂石备料工程		5	5	5	
1.4	模板工程		9.5	7	6	5
1.5	混凝土工程		9.5	8.5	7	6
1.6	钢筋制作安装工程		5.5	5	5	5
1.7	钻孔灌浆及锚固工程		10.5	9.5	9.5	9
1.8	疏浚工程		7.5	7.5	6.5	6
1.9	其他		10.5	8.5	7.5	6
2	设备安装工程	人工费	75	70	70	60

本工程项目间接费费率按照枢纽工程取值。

(3) 利润

利润= (直接费+间接费) ×利润率, 具体标准见表 7.2-4。

表 7.2-4 利润率表

工程类别	枢纽工程	引水工程、河道工程、其他工程	水土保持生态建设工程
利润率	7%	5%	3%

本工程按枢纽工程类别, 采用 7%的利润率。

(4) 税金

税金= (直接费+间接费+利润+价差) ×建筑业增值税销项税率

依照《关于深化增值税改革有关政策的公告》财政部、税务总局、海关总署公告, 2019 年第 39 号文, 本次建筑业增值税销项税率为 9%

(5) 价差

人工单价、材料、机械人工, 与之调整规定文件调整; 本次方案不计算人工费价差, 其余增加部分按价差处理, 并列入建筑工程单价表中“价差”部分。

(6) 扩大费用

根据《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》(陕水规计发〔2024〕107号文), 估算单价按概算单价扩大 10%计算。

3、临时工程费

临时工程: 施工导流工程、施工交通工程、施工专项工程、施工供电工程、施工房屋建筑工程、其他施工临时工程 6 项。其费用标准按《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》(2024 年修正) 计算 (见表 7.2-5)。

表 7.2-5 施工临时工程费率表 %

工程类别	枢纽工程		引水工程、河道工程		水土保持生态建设工程		其他工程	
	新建	改扩建	新建	改扩建	新建	改扩建	新建	改扩建
费率	4~6	3~4	2	1	1	0.5	3	2

本工程工程类别为枢纽工程, 且为新建工程, 则临时工程费采用 4%的费率。

4、独立费用

(1) 建设管理费

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。

- ①建设单位开办费：不计列。
- ②建设单位人员费：不计列。
- ③建设管理经常费：按《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（2024年修正）表 1-5-8 累进加价计算。
- ④招标业务费：根据国家发展改革委《关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》(发改价格〔2015〕299号), 原国家计委《招标代理服务收费管理暂行办法》(计价格〔2002〕1980号文件)、国家发展改革委办公厅《关于招标代理服务收费有关问题的通知》(发改办价格〔2003〕857号)实行市场调节价。
- ⑤建设监理费：根据国家发展改革委《关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》(发改价格〔2015〕299号)和原国家发展改革委、建设部颁发的《建设工程监理与相关服务收费管理规定》(发改价格〔2007〕670号)确定的收费标准已实行市场调节价。
- ⑥工程质量检测费：不计列。
- ⑦咨询评审服务费：按建安工程费的 0.8%计取。
- ⑧工程验收费：依据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（2024年修正）表 1-5-9 计取。
- ⑨工程保险费：不计列。

(2) 生产准备费

此项费用不计列。

(3) 科研勘察设计费

- ①科学研究试验费：不计列。
- ②勘察设计费，勘察费费率为 4.5%，设计费费率取 3.5%；则勘察设计费按工程措施投资的 8.0%计取。

(4) 地质环境监测费

参考黄土庙煤矿历年监测方案及周边矿山同类项目。监测费不参与独立费与

基本预备费计算。

（5）其他

专项报告编制费、其他生产物资购置费、其他税费均不计列。

5、基本预备费

以建安工程费+临时工程费+独立费用为计算基础，费率取 10%。价差预备费不计列。

（二）工程量与投资估算

矿山地质环境保护总工程量见表 7.2-6 所示。

表 7.2-6 矿山地质环境治理总工程量表

序号	项目名称	单位	近期	中期	后期	合计
一	不稳定地质体治理工程					
1	道路治理工程					
1.1	沥青混凝土路面					
1.1.1	原路面拆除	m ³	892.5	676.2		
1.1.2	垃圾清理	m ³	892.5	676.2		
1.1.3	路基平整	m ³	793.43	617.6		
1.1.4	基础铺设	m ²	3966.67	3088		
1.1.5	沥青混凝土路面铺设	m ³	1187.2	926.4		
1.1.6	排水沟	m ³	521.89	405.99		
1.2	素土路维修					
1.2.1	素土路面维修	m ²	6521.2	3501.11		10022.31
2	警示牌工程					
2.1	竖立警示牌	个	8	0		8
3	输电线路维修工程					
3.1	电线杆扶正	根	22			22
3.2	低压线路调整	m	2200			2200
3.3	高压塔基加固	座	7			7
4	井筒封闭工程					
4.1	硐口掏槽	m			12	12
4.2	安装 12 号工字钢 (m)	t			66	66
4.3	预应力锚杆 (根)	根			36	36
4.4	C35 混凝土密闭墙 (m ³)	m ³			42.8	42.8

序号	项目名称	单位	近期	中期	后期	合计
4.5	密闭墙模板 (m ²)	m ²			85.6	85.6
4.6	密闭墙钢筋 (t)	t			4.28	4.28
4.7	PVC 排水管 (110mm)	m			15.6	15.6
4.8	回填粘土 (m ³)	m ³			770.4	770.4
4.9	井口剥离岩土 (m ³)	m ³			67.05	67.05
4.10	井口 C35 混凝土挡墙 (m ³)	m ³			109.85	109.85
4.11	井口挡墙模板 (m ²)	m ²			219.7	219.7
4.12	井口挡墙钢筋 (t)	t			10.99	10.99
4.13	钢板面积 (m ²)	m ²			109.85	109.85
4.14	钢轨长度 (m)	m			78	78
4.15	铁丝栅栏 (m)	m			30	30
4.16	警示牌 (个)	个			4	4
二	地质环境监测工程					
1	矿山不稳定地质体监测					
1.1	自动化监测点					
1.1.1	自动化监测设备安装	套	31			31
1.1.2	自动化监测设备维护	套/年	46	31		77
1.2	埋石桩监测点					0
1.2.1	埋石桩埋设	个	20			20
1.2.2	埋石桩监测输电线路	次	183	350		533
1.3	人工巡查	次	120	96		216
2	含水层监测					
2.1	监测井建设					
2.1.1	新建地下水监测井	口	1			1
2.1.2	地下水监测井维护	口	9	8	2	19
2.2	地下水监测					
2.2.1	取水样	次	30	24	18	72
2.2.2	水质分析	组	30	24	18	72
3	地形地貌监测					
3.1	无人机倾斜摄影测量	km ²	1.89	1.5	1	4.39
4	生态监测(遥感监测)					
4.1	购买高精度卫星遥感数据	景	5	4	6	15

序号	项目名称	单位	近期	中期	后期	合计
4.2	卫星遥感监测数据解译	次	5	4	6	15
4.3	土地损毁与复垦分析	次	5	4	6	15
4.4	不稳定地质体	次	5	4	6	15
4.5	植被生态分析	次	5	4	6	15
4.6	分析总结报告	份	5	4	6	15
5	水土环境质量监测					
5.1	取水样	组	15	12		27
5.2	水质分析	组	15	12		27
5.3	取土样	组	10	8		18
5.4	土壤分析	组	10	8		18

矿山地质环境治理工程静态投资总计矿山地质环境治理工程静态投资总计
1615.55万元。具体各项费用估算见表 7.2-7。

表 7.2-7 矿山地质环境治理费用估算总表

序号	程或费用名称	合计 (万元)
一	工程施工费+监测费	1232.89
二	临时工程费	49.32
三	独立费用	271.20
四	预备费	62.14
五	静态投资	1615.55

(三) 近期工程量与投资估算

煤矿近期矿山地质环境保护与恢复治理费用合计 732.51 万元（表 7.2-8）。

表 7.2-8 矿山地质环境保护与治理工程投资计划表

分年度	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	合计
工程施工费+监测费	217.52	189.98	95.61	26.35	39.49	568.95
临时工程费	3.97	5.6	2.06	0.22	0.57	12.42
独立费用	46.85	41.37	20.66	5.62	8.47	122.97
基本预备费	10.73	9.48	4.73	1.29	1.94	28.17
静态投资	279.07	246.43	123.06	33.48	50.47	732.51

三、土地复垦工程经费估算

（一）估算方法

根据《土地复垦方案编制规程》第一部分通则（TD/T1031.1-2011），土地复垦费用由工程施工费、设备费、其他费用（前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费）、监测与管护费以及预备费（基本预备费、价差预备费和风险金）构成。

1、工程施工费

（1）直接费

指工程施工过程中直接消耗在工程项目上的活劳动和物化劳动。由直接费和措施费组成。

1) 直接费

直接费包括人工费、材料费、施工机械使用费。

①人工费

人工费=定额劳动量（工日）×人工预算单价（元/工日）。

人工预算单价由基本工资、辅助工资、工资附加费组成。

人工工日单价：分甲、乙两类技术等级，按全国工资区类别划分标准，本项目所在地属七类工资区。根据《土地开发整理项目预算编制规定》（财政部、国土资源部财综〔2011〕128号文），七类区人工预算单价为甲类工 52.14 元/工日、乙类工 39.73 元/工日，由于人工单价与现有市场价格相差较大，因此，本项目根据陕西省住建厅印发的《关于调整房屋建筑和市政基础设施工程量清单计价综合人工单价的通知》（陕建发〔2021〕1097号）进行调整，根据文件要求，建筑工程、安装工程、市政工程、园林绿化工程调整为 136.00 元/工日；装饰工程调整为 146.00 元/工日；因此本项目确定甲类工为 146 元/工日、乙类工 136.0 元/工日，调增部分计入差价。

②材料费

材料费按完成单位合格产品所需消耗的材料数量乘以材料预算价格进行计算。材料用量按照《土地开发整理项目预算定额》（2011年）编制，本次预算

主要材料原价参考“《神木市工程造价管理信息》（2025年第4期）”，并结合工程所在地实际情况综合取定市场询价，预算编制材料价格全部以材料到工地分仓库实际价格计算。

③施工机械使用费

施工机械使用费=定额机械使用量（台班）×施工机械台班费（元/台班）

施工机械使用费参照《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（2011年）进行计算。

2) 措施费

措施费=直接费×措施费率

措施费是指为完成工程项目施工，发生于该工程施工前和施工过程中非工程实体项目的费用。

措施费=直接费×措施费率

本项目措施费率表见表 7.3-1。

表 7.3-1 措施费费率表

序号	工程类别	土方工程	石方工程	砌体工程	混凝土工程	其他工程	安装工程	备注	
1	临时设施费率 (%)	计算基数： 直接费，费率 (%)	2	2	2	3	2	3	参照 128 号文
2	冬雨季施工增加费率 (%)		1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	参照 128 号文
3	施工辅助费率 (%)		0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	1	参照 128 号文
4	安全文明施工费率 (%)		2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	参照 270 号文
5	环境保护费（含排污）		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	参照 270 号文
6	扬尘治理费		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	参照 270 号文
7	特殊地区施工增加费	按照所在地区规定的标准计算							参照 128 号文
8	合计		7.2	7.2	7.2	8.2	7.2	8.3	本项目不存在夜间施工

（2）间接费

间接费=直接费×间接费率。间接费由规费和企业管理费组成，依据《土地开发整理项目概算编制规定》（财综〔2011〕128号），间接费按工程类别进行计取，计算基础为直接费。间接费费率取值见表 7.3-2。

表 7.3-2 间接费费率表

序号	工程类别	计算基础	合计（%）
1	土方工程	直接费	5.0
2	石方工程	直接费	6.0
3	砌体工程	直接费	5.0
4	混凝土工程	直接费	6.0
5	农用井工程	直接费	8.0
6	其他工程	直接费	5.0
7	安装工程	直接费	65.0

间接费费率为 5.0%，计费基础为直接费。

（3）利润

利润是指施工企业完成所承包工程获得的盈利。

依据《土地开发整理项目预算编制规定》（2011）规定，费率取 3%，计算基础为直接费+间接费。

（4）税金

税金指按国家税法规定的应计入工程造价内的营业税、城市维护建设税和教育费附加。计算公式为：

税金=（直接费+间接费+利润）×税率，税率依据财政部、税务总局、海关总署《关于深化增值税改革有关政策的公告》（〔2019〕39号），按照 9%计取。

（5）扩大费

参考《陕西省土地开发整理项目预算编制办法及费用标准（试行）》（陕国资资发〔2004〕22号）总则第 6 条规定，在编制投资估算时，原则上应采用投资估算指标。在没有投资估算指标的情况下，可暂采用预算定额并扩大 15.5%。由于本方案投资采用估算编制，因此扩大费按 15.5%计取，即直接费、间接费、利润和税金之和的 15.5%。

2、设备费

本项目开展土地复垦工作中，不需要购置任何设备，因此本次复垦投资预算中设备费为0元。

3、其他费用

其他费用包括：前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费。

（1）前期工作费

1) 土地清查费

按工程施工费的0.5%计算。计算公式为：

$$\text{土地清查费} = \text{工程施工费} \times \text{费率}$$

2) 项目可行性研究费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计算方式计算，各区间按内插法确定。

3) 项目勘测费

按工程施工费的1.5%计算。

计算公式为：

$$\text{项目勘测费} = \text{工程施工费} \times \text{费率}$$

4) 项目设计与预算编制费

以工程施工费和设备购置费之和作为计算基数，采用分档定额计算方式计算，各区间按内差法确定。

表 7.3-3 项目设计与预算编制费计费标准 单位：万元

序号	计费基数	项目设计与预算编制费
1	≤500	14
2	1000	27
3	3000	51
4	5000	76
5	8000	115
6	10000	141

5) 项目招标代理费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定律累进法计算。

表 7.3-4 项目招标代理费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（单位：万元）	
			计费基数	项目招标代理费
1	≤1000	0.5	1000	1000×0.5%=5
2	1000~3000	0.3	3000	5+ (3000-1000) ×0.3%=11
3	3000~5000	0.2	5000	11+ (5000-3000) ×0.2%=15
4	5000~10000	0.1	10000	15+ (10000-5000) ×0.1%=20

（2）工程监理费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费计算，各区间按内差法确定。

表 7.3-5 项目监理费计费标准单位：万元

序号	计费基数	工程监理费
1	≤500	12
2	1000	22
3	3000	56
4	5000	87
5	8000	130
6	10000	157

（3）竣工验收费

竣工验收费=工程验收费+决算编制及审计费+土地重估与登记费+永久基本农田重划及标记设定费。

1) 工程复核费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 7.3-6 工程复核费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（单位：万元）	
			计费基数	工程复核费
1	≤500	0.70	500	500×0.70%=3.5
2	500~1000	0.65	1000	3.5+ (1000-500) ×0.65%=6.75
3	1000~3000	0.6	3000	6.75+ (3000-1000) ×0.60%=18.75
4	3000~5000	0.55	5000	18.75+ (5000-3000) ×0.55%=29.75
5	5000~10000	0.50	10000	29.75+ (10000-5000) ×0.50%=54.75

2) 工程验收费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 7.3-7 工程验收费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（单位：万元）	
			计费基数	工程验收费
1	≤500	1.4	500	$500 \times 1.4\% = 7$
2	500~1000	1.3	1000	$7 + (1000 - 500) \times 1.3\% = 13.5$
3	1000~3000	1.2	3000	$13.5 + (3000 - 1000) \times 1.2\% = 37.5$
4	1000~3000	1.1	5000	$37.5 + (5000 - 3000) \times 1.1\% = 59.5$
5	1000~3000	1.0	10000	$59.5 + (10000 - 5000) \times 1.0\% = 109.5$

3) 决算编制及审计费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 7.3-8 项目决算编制与审计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（单位：万元）	
			计费基数	项目决算编制与审计费
1	≤500	1.0	500	$500 \times 1.0\% = 5$
2	500~1000	0.9	1000	$5 + (1000 - 500) \times 0.9\% = 9.5$
3	1000~3000	0.8	3000	$9.5 + (3000 - 1000) \times 0.8\% = 25.5$
4	3000~5000	0.7	5000	$25.5 + (5000 - 3000) \times 0.7\% = 39.5$
5	5000~10000	0.6	10000	$39.5 + (10000 - 5000) \times 0.6\% = 69.5$

4) 土地重估与登记费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 7.3-9 整理后土地重估与登记费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（单位：万元）	
			计费基数	整理后土地重估与登记费
1	≤500	0.65	500	$500 \times 0.65\% = 3.25$
2	500~1000	0.60	1000	$3.25 + (1000 - 500) \times 0.60\% = 6.25$
3	1000~3000	0.55	3000	$6.25 + (3000 - 1000) \times 0.55\% = 17.25$
4	1000~3000	0.50	5000	$17.25 + (5000 - 3000) \times 0.50\% = 27.25$
5	1000~3000	0.45	10000	$27.25 + (10000 - 5000) \times 0.45\% = 49.75$

5) 标记设定费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

（4）业主管理费

业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费和竣工验收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 7.3-10 业主管理费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（单位：万元）	
			计费基数	业主管理费
1	≤500	2.8	500	$500 \times 2.8\% = 14$
2	500~1000	2.6	1000	$14 + (1000 - 500) \times 2.6\% = 27$
3	1000~3000	2.4	3000	$27 + (3000 - 1000) \times 2.4\% = 75$
4	3000~5000	2.2	5000	$75 + (5000 - 3000) \times 2.2\% = 119$
5	5000~10000	1.9	10000	$119 + (10000 - 5000) \times 1.9\% = 214$

4、复垦监测管护费

（1）复垦监测费是指土地损毁监测及复垦效果监测产生的费用。通过分析，本方案确定各项监测单价费用为：土地损毁监测 300 元/次，复垦后土壤质量监测为 300 元/点，复垦植被效果监测 300 元/次。

（2）管护费是对复垦区域土地植被进行有针对性的巡查、补植、除草、施肥浇水、修枝、喷药、刷白等管护工作所发生的费用，主要包括管理和养护两大类。通过比较分析，本方案确定本项目林地管护单价 3600 元/（hm²·次），草地管护单价 1200 元/（hm²·次）。

5、基本预备费

基本预备费，基本预备费是为了解决在工程施工过程中因自然灾害、设计变更等所增加的费用。按工程施工费、设备费和其他费用三项之和的 3% 计取。

（二）工程量与投资估算

经计算，黄土庙煤矿土地复垦工程量见表 7.3-11。

表 7.3-11 土地复垦工程量汇总表

序号	项目名称	工程量			合计
		近期	中期	后期	
1	地貌重塑				

1.1	充填工程	140971.13	88591.64		229562.77
1.1.1	裂缝充填	140971.13	88591.64		229562.77
2	土壤重构				
2.1	有效土层构建工程				
2.1.1	表土剥离	73884.51	45628.44		119512.95
2.1.2	外购土方	11802.07	6358.18		18160.25
2.1.3	客土回覆	11802.07	6358.18		18160.25
2.1.4	表土回覆	73884.51	45628.44		119512.95
2.2	清理工程				
2.2.1	建筑物拆除			24715.75	24715.75
2.2.2	基础拆除（砌体）			4943.15	4943.15
2.2.3	硬化层拆除			10048.5	10048.50
2.2.4	垃圾清运			39707.4	39707.40
2.3	平整工程				
2.3.1	土地平整				
2.3.2	土地翻耕				
2.4	土壤改良工程				
2.4.1	土壤培肥				
3	植被重建				
3.1	林地恢复工程				
3.1.1	栽植乔木（新疆杨Φ≥6cm,定杆高 H≥3m）	5322	5318	10	10650
3.1.2	栽植乔木（樟子松H≥0.7m,G≥0.3m）	5322	5318	10	10650
3.1.3	栽植灌木（沙柳 d≥0.3m）	41356	53579	236	95171
3.1.4	栽植灌木（柠条 d≥0.3m）	41356	53579	236	95171
3.2	草地恢复工程				
3.2.1	穴播草籽（紫花苜蓿）	112.36	85.92	9.91	208.19
3.2.2	穴播草籽（沙打旺）	112.36	85.92	9.91	208.19
4	监测与管护工程				
4.1	监测工程				
4.1.1	土地损毁监测	79	23		102
4.1.2	土壤质量监测	158	276	24.00	458
4.1.3	复垦植被效果监测	158	276	24.00	458

4.2	管护工程				
4.2.1	林地管护	58.69	39.14	0.14	97.96
4.2.2	草地管护	112.36	69.80	9.91	192.07

土地复垦项目静态投资总计 4341.27 万元（见表 7.3-12）。

表 7.3-12 矿区土地复垦费用估算表

序号	费用	合计（万元）	占静态投资总额比例（%）
一	工程施工费	3660.84	84.33%
二	其他费用	461.74	10.64%
三	监测与管护费用	95.01	2.19%
(一)	复垦监测费	30.54	0.70%
(二)	管护费	64.47	1.49%
四	基本预备费	123.68	2.85%
五	静态投资	4341.27	100.00%

（三）近期工程量与投资估算

经估算，煤矿近期土地复垦费用合计 1306.48 万元（表 7.3-13）。

表 7.3-13 土地复垦近期投资计划表（万元）

费用	年度投资费用（万元）					合计
	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	
工程施工费	245.78	236.33	223.43	211.83	172.49	1089.86
其他费用	31.00	29.81	28.18	26.72	21.76	137.46
监测与管护费用	4.71	11.13	10.39	9.89	10.34	46.46
基本预备费	7.37	7.09	6.70	6.35	5.17	32.70
静态投资	288.86	284.36	268.70	254.79	209.76	1306.48

四、总费用汇总与年度安排

（一）费用构成与汇总

本方案矿区生态修复估算静态总费用 5956.82 万元，其中矿山地质环境治理费用 1615.55 万元，复垦修复静态投资 4341.27 万元，平均吨煤投资 8.78 元；按重复损毁面积计算，亩均投资 22395.57 元。

（二）近期年度经费安排

本方案近期矿区生态修复工程总费用为 2038.99 万元，其中矿山地质环境治理费用 732.51 万元，复垦修复费用 1306.48 万元（见表 7.4-1）。

表 7.4-1 近期矿区生态修复费用汇总

年度		第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	合计
静态 投资 费用 (万 元)	矿山地质环境 治理	279.07	246.43	123.06	33.48	50.47	732.51
	土地复垦	288.86	284.36	268.70	254.79	209.76	1306.49
	小计	567.93	530.79	391.76	288.27	260.23	2038.99

表 7.4-2 近期矿山地质环境治理费用计划表

序号	工程名称	单位	单价	第一年		第二年		第三年		第四年		第五年		合计	
				工程量	费用(万元)	工程量	费用(万元)	工程量	费用(万元)	工程量	费用(万元)	工程量	费用(万元)	工程量	费用(万元)
一	配套工程			99.20		139.99		51.53		5.45		14.27		310.44	
1	道路治理工程			4.55		17.24		29.13		5.45		14.27		70.55	
1.1	沥青混凝土路面			0.00		13.23		27.26		0.00		12.14		52.54	
1.1.1	原路面拆除	m ³	122.59	0	0.00	225	2.76	463.2	5.68	0	0.00	204.30	2.50	892.50	10.94
1.1.2	垃圾清理	m ³	46.97	0	0.00	225	1.06	463.2	2.18	0	0.00	204.30	1.04	892.50	4.19
1.1.3	路基平整	m ³	5.94	0	0.00	200.1	0.12	411.73	0.24	0	0.00	181.60	0.11	793.43	0.47
1.1.4	基础铺设	m ²	1.56	0	0.00	1000	0.16	2058.666667	0.32	0	0.00	908.00	0.14	3966.67	0.62
1.1.5	沥青混凝土路面铺设	m ³	99.26	0	0.00	300.2	2.98	617.6	6.13	0	0.00	272.40	2.70	1190.20	11.81
1.1.6	排水沟	m ³	469.65	0	0.00	130.92	6.15	270.66	12.71	0	0.00	120.31	5.65	521.89	24.51
1.2	素土路面			4.55		4.01		1.87		5.45		2.13		18.01	
1.2.1	素土路面	m ²	27.62	1646.2	4.55	1453	4.01	677	1.87	1974	5.45	771.0	2.13	6521.20	18.01
2	警示牌工程			0.75		0.15		0.30		0.00		0.00		0	1
2.1	竖立警示牌	个	1500	5	0.75	1	0.15	2	0.30	0	0.00	0	0.00	8	1
3	输电线路维修工程			93.90		122.60		22.10		0.00		0.00		0	239
3.1	低压电线杆扶正	根	3000	3	0.90	2	0.60	17	5.10		0.00		0.00	22	7
3.2	低压线路调整	m	100	300	3.00	200	2.00	1700	17.00		0.00		0.00	2200	22
3.3	高压塔基加固	座	300000	3	90.00	4	120.00		0.00		0.00		0.00	7	210
二	地质环境监测工程			118.32		49.99		44.08		20.90		25.22		0	259
1	矿山不稳定地质体监测			56.64		34.36		28.48		5.27		9.54		0	134.29
1.1	自动化观测站	个	60000	1	6.00										6
1.2	自动化监测点	个			48.00		32.00		25.00		3.50		7.50		116.00
1.2.1	自动化监测设备安装	套	30000	16	48.00	8	24.00	7	21.00	0	0.00	0	0.00	31	93.00
1.2.2	自动化监测设备维护	套/年	5000		0.00	16	8.00	8	4.00	7	3.50	15	7.50	46	23
1.3	埋石桩监测点				1.68		1.40		2.52		0.81		1.08	0	7.49
1.3.1	埋石桩埋设	个	1000	6	0.60	5	0.50	9	0.90	0	0.00	0	0.00	20	2.00
1.3.2	埋石桩监测(输电线路等重要建筑物)	次	300	36	1.08	30	0.90	54	1.62	27	0.81	36	1.08	183	5

1.4	人工巡查	次	400	24	0.96	24	0.96	24	0.96	24	0.96	24	0.96	120	5
2	含水层监测				55.20		9.20		9.20		9.20		9.20	0	92
2.1	监测井建设				54.00		8.00		8.00		8.00		8.00	0	86
2.1.1	新建地下水监测井	口	500000	1	50.00		0.00		0.00		0.00		0.00	1	50
2.1.2	地下水监测井维护	口	40000	1	4.00	2	8.00	2	8.00	2	8.00	2	8.00	9	36
2.2	地下水监测				1.20		1.20		1.20		1.20		1.20	0	6
2.2.1	取水样	次	1000	6	0.60	6	0.60	6	0.60	6	0.60	6	0.60	30	3
2.2.2	水质分析	组	1000	6	0.60	6	0.60	6	0.60	6	0.60	6	0.60	30	3
3	地形地貌监测				0.28		0.23		0.20		0.23		0.28	0	1
3.1	无人机倾斜摄影测量	km ²	6500	0.43	0.28	0.36	0.23	0.31	0.20	0.36	0.23	0.43	0.28	2	1
4	生态监测(遥感监测)			1	5.10	1	5.10	1	5.10		5.10		5.10	3	26
4.1	购买高精度卫星遥感数据	景	8000	1	0.80	1	0.80	1	0.80	1	0.80	1	0.80	5	4.0
4.2	卫星遥感监测数据解译	景	6000	1	0.60	1	0.60	1	0.60	1	0.60	1	0.60	5	3.0
4.3	土地损毁与复垦分析	次	2000	1	0.20	1	0.20	1	0.20	1	0.20	1	0.20	5	1.0
4.4	不稳定地质体	次	2000	1	0.20	1	0.20	1	0.20	1	0.20	1	0.20	5	1.0
4.5	植被生态分析	次	3000	1	0.30	1	0.30	1	0.30	1	0.30	1	0.30	5	1.5
4.6	分析总结报告	份	30000	1	3.00	1	3.00	1	3.00	1	3.00	1	3.00	5	15.0
5	水土环境质量监测				1.10		1.10		1.10		1.10		1.10	0	6
5.1	取水样	组	1000	3	0.30	3	0.30	3	0.30	3	0.30	3	0.30	15	2
5.2	水质分析	组	1000	3	0.30	3	0.30	3	0.30	3	0.30	3	0.30	15	2
5.3	取土样	组	500	2	0.10	2	0.10	2	0.10	2	0.10	2	0.10	10	1
5.4	土壤分析	组	2000	2	0.40	2	0.40	2	0.40	2	0.40	2	0.40	10	2
工程施工费+临时施工费+监测费				221.49		195.58		97.67		26.57		40.06		581.37	
独立费用				46.85		41.37		20.66		5.62		8.47		122.97	
基本预备费				10.73		9.48		4.73		1.29		1.94		28.17	
静态投资				279.07		246.43		123.06		33.48		50.47		732.51	

表 7.4-3 近期土地复垦费用计划表

序号	项目名称	单位	单价(元)	第一年		第二年		第三年		第四年		第五年		合计	
				工程量	费用(万元)	工程量	费用(万元)								
1	地貌重塑				128.77		102.65		77.29		86.12		66.85		461.68
1.1	充填工程	m ³	32.75	39317.82	128.77	31343.63	102.65	23600.78	77.29	26296.17	86.12	20412.72	66.85	140971.13	461.68
1.1.1	裂缝充填	m ³	32.75	39317.82	128.77	31343.63	102.65	23600.78	77.29	26296.17	86.12	20412.72	66.85	140971.13	461.68
2	土壤重构				109.55		91.46		72.04		79.36		60.34		412.75
2.1	有效土层构建工程				109.55		91.46		72.04		79.36		60.34		412.75
2.1.1	表土剥离	m ³	32.75	19820.79	64.91	16257.03	53.24	12886.26	42.20	14174.99	46.42	10745.44	35.19	73884.51	241.96
2.1.2	客土购买	m ³	25	2883.56	7.21	2750.04	6.88	2070.82	5.18	2306.50	5.77	1791.15	4.48	11802.07	29.52
2.1.3	客土回覆	m ³	16.49	2883.56	4.75	2750.04	4.53	2070.82	3.41	2306.50	3.80	1791.15	2.95	11802.07	19.44
2.1.4	表土回覆	m ³	16.49	19820.79	32.68	16257.03	26.81	12886.26	21.25	14174.99	23.37	10745.44	17.72	73884.51	121.83
3	植被重建				7.46		42.22		74.10		46.35		45.30		215.43
3.1	林地恢复工程				3.87		0.10		37.18		12.53		15.01		68.69
3.1.1	栽植乔木(新疆杨Φ≥6cm,定杆高 H≥3m)	株	58.03	302	1.75	0.00	0.00	3555.00	20.63	431.00	2.50	1034.00	6.00	5322.00	30.88
3.1.2	栽植乔木(樟子松H≥0.7m,G≥0.3m)	株	33.9	302	1.02	0.00	0.00	3555.00	12.05	431.00	1.46	1034.00	3.51	5322.00	18.04
3.1.3	栽植灌木(沙柳 d≥0.3m)	株	2.38	2293	0.55	200.00	0.05	9413.00	2.24	17926.00	4.27	11510.00	2.74	41342.00	9.85
3.1.4	栽植灌木(柠条 d≥0.3m)	株	2.4	2293	0.55	200.00	0.05	9413.00	2.26	17926.00	4.30	11510.00	2.76	41342.00	9.92
3.2	草地恢复工程				3.59		42.12		36.92		33.82		30.29		146.74
3.2.1	穴播草籽(紫花苜蓿)	hm ²	7641.69	2.75	2.10	32.25	24.65	28.27	21.60	25.89	19.79	23.19	17.72	112.36	85.86
3.2.2	穴播草籽(沙打旺)	hm ²	5418.19	2.75	1.49	32.25	17.47	28.27	15.32	25.89	14.03	23.19	12.57	112.36	60.88
4	监测与管护工程				4.71		11.13		10.39		9.89		10.34		46.46
4.1	监测工程				2.70		1.50		2.40		3.00		2.25		11.85

神木市瑶镇乡黄土庙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）

4.1.1	土地损毁监测	点·次	300	18	0.54	10	0.30	16	0.48	20	0.60	15	0.45	79.00	2.37
4.1.2	土壤质量监测	点·次	300	36	1.08	20	0.60	32	0.96	40	1.20	30	0.90	158.00	4.74
4.1.3	复垦植被效果监测	点·次	300	36	1.08	20	0.60	32	0.96	40	1.20	30	0.90	158.00	4.74
4.2	管护工程				2.01		9.63		7.99		6.89		8.09		34.61
4.2.1	林地管护	hm ²	3600	4.66	1.68	16.00	5.76	12.77	4.60	10.50	3.78	14.76	5.31	58.69	21.13
4.2.2	草地管护	hm ²	1200	2.75	0.33	32.25	3.87	28.27	3.39	25.89	3.11	23.19	2.78	112.36	13.48
工程施工费				245.78		236.33		223.43		211.83		172.49		1089.86	
监测与管护费				4.71		11.13		10.39		9.89		10.34		46.46	
其他费用				31.00		29.81		28.18		26.72		21.76		137.47	
预备费				7.37		7.09		6.70		6.35		5.17		32.70	
静态投资				288.86		284.36		268.70		254.79		209.76		1306.49	

第八章 保障措施与效益分析

为保证黄土庙煤矿矿区生态修复项目的顺利实施，全面落实各项矿区生态修复项目进度安排，提高工程建设质量并使矿区生态修复设施及早发挥作用，黄土庙煤矿各级领导必须加强管理，在组织、领导、技术力量及资金来源等方面予以保证。

一、保障措施

（一）组织保障

1、黄土庙煤矿将矿区生态修复工作列为矿山管理工作的重点。实行法定代表人负责制，矿山企业法定代表人是矿区生态修复的第一责任人。

2、根据“谁开发、谁保护；谁破坏，谁恢复”，“谁损毁，谁复垦”的原则，成立神木市瑶镇乡黄土庙煤矿矿区生态修复项目领导小组。由法定代表人直接领导，抽调人员组成，必要时可吸收设计、施工单位加入，负责治理工程任务的施工、组织、管理和落实，做到责任明确、奖罚分明。

组长：杨平 于会皎（矿长）

副组长：曹会忠 张晓峰 夏伟 吴迪

组员：各副总、科室负责人、区队负责人

表 8.1-1 黄土庙煤矿矿区生态修复项目组成人员及职责表

职务	姓名	职责
第一责任人及组长	杨平 于会皎	项目管理活动的决策人员，组织、管理、领导本项目的具体执行
副组长	曹会忠 张晓峰 夏伟 吴迪	协助组长管理项目，负责本项目的执行标准及项目质量
组员	行政办公室	负责项目招标管理
	地测部	负责项目施工技术管理
	财务部	负责项目费用的提取及下拨
	安全员	负责项目实施中的安全管理
	环保员	负责项目实施中的环保管理
	监测专员	负责矿山地质环境的监测、巡查工作

3、黄土庙煤矿总工办为矿山地质环境保护、土地复垦工作的职能部门，具体负责矿区生态修复管理体系的建立、管理办法制定、工程措施的组织实施、矿

山地质环境监测和土地复垦质量监测与管护、地质环境事故的应急处理预案编制和组织实施，相关制度、知识的宣传、培训和演练等。

4、黄土庙煤矿应积极加强同省、市、县、镇自然资源部门的沟通、联系，按计划实施矿山企业矿区生态修复工作，同时接受各级自然资源行政管理部门的管理、监督、技术指导和审核、验收等工作。

（二）技术保障

1、根据项目工作要求，选派有经验的技术人员组成施工部，按照指挥部的统一部署和设计要求开展工作。

2、配备性能良好的交通运输工具、通讯工具、测量仪器及其他生产设备，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成图系统，确保工程质量。

3、加强施工过程监理，关键工序聘请专家指导。

4、生产过程中严格实施质量三检制度（自检、互检、抽检），确保工程质量，争创优质工程。

5、在项目实施过程中，严格按照技术规范、规程及设计书、施工方案要求操作，对项目全过程进行质量监控，不允许出现不合格的原材料、中间成果和单项工程，确保最终成果的高质量。

6、制定《质量责任制考核办法》，并依据《办法》对各作业组、作业人员定期进行质量责任制考核，确保质量目标实现。

7、随时接受主管单位和其他有关部门的监督、检查和指导。

（三）资金保障

根据“谁损毁谁复垦”及“谁开发谁保护，谁破坏谁治理，谁投资谁受益”的原则，矿区生态修复资金来源为煤矿自筹。

根据《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），神木市瑶镇乡黄土庙煤矿已建立“矿区生态修复基金（以下简称基金）”账户，把矿区生态修复费用纳入生产建设成本，按月计提基金费用，专项用于该工作的实施。矿山企业已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

黄土庙煤矿开采矿种为煤炭，根据通知要求，各系数取值如下：

矿种系数取 1.4%（煤炭价格≤600 元/吨），开采系数取 1.2%（允许塌陷，机械化综采），地区系数取 1.1%（陕北地区）。

根据选煤设计的最终产品平衡表，结合当地煤炭供需情况及对未来煤炭市场需求的预测分析，确定本项目矿井原煤经洗选后售价为 500 元/吨（见表 8.1-2）。

表 8.1-2 黄土庙煤矿提取基金一览表

月销售 (万 t)	销售价 (元/t)	矿种系 数	开采系 数	地区系 数	月提取 基金(万 元)	占销售 收入	元/t

依据陕自然资规〔2024〕1757 号计算吨煤提取基金为 9.24 元，而本方案估算中吨煤投资 8.78 元，依据就高不就低的原则，黄土庙煤矿近期每年吨煤提取基金为 元，月提取基金数额为 万元。

矿山企业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区生态修复工程。

矿山企业年度提取的基金累计不足本年度矿区生态修复费用的，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》中估算的年度费用进行补足。

基金提取后应及时用于矿区生态修复工程，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拒不整改的，可由自然资源主管部门委托第三方进行治理，该费用从矿山企业提取的基金中列支。

煤矿应根据自然资源主管部门公告的本方案编制年度计划并明确基金使用计划。年度计划内容包括本年度矿区生态修复基金提取、使用情况，下一年度实施方案和基金使用计提。

（四）监管保障

煤矿将委托有规划设计资质的单位进行矿山地质环境治理工程与土地复垦规划设计，监理由自然资源部门委托有资质的监理单位承担。

土地复垦前，邀请自然资源管理部门进行煤矿内土地权属调查确认和登记，土地复垦后再进行土地权属调整和分配，确保土地复垦工作的顺利进行。按照方

案确定的年度进度安排逐地块、逐区域落实，对土地开发复垦实行统一管理。

本方案实施严格的监测制度，监测机构应具有乙级以上监测资质，并按照方案中的监测要求编制监测计划并实施；监测成果应进行统计和对比分析，作出简要评价，并定期报送当地土地行政主管部门；在土地复垦工程竣工验收时，监测单位应提交竣工验收监测专题报告。

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

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

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

每年委托相关单位进行第三方验收，对当年完成的矿区生态修复工程进行核验，并邀请相关专家和部门代表现场检查。

每年委托相关单位理清下一年度矿区生态修复工作的任务，编制年度治理计划，细化工作内容，提出工作计划，切实指导矿山地质环境治理、土地复垦、生态环境建设和开发式治理工作。

（五）公众参与

为了解本工程项目所在区域公众对本工程项目的看法，本方案在编制之前进行了公众参与调查，走访了四卜树村等煤矿涉及的权属村庄，对项目进行了公示。向当地居民详细介绍了项目的性质、类型、规模以及国家相关矿区生态修复政策，如实向公众阐明本项目可能产生的塌陷地、不稳定地质体及土地损毁；介绍项目投资、建成后的企业带来的经济效益以及对促进地方经济发展的情况，征求了当地各方对土地复垦的意见。

根据当地的经济、文化水平，确保被调查人员对土地复垦及该煤矿建设项目有一定的了解。通过散发公众参与调查表及张贴公告的形式，问卷调查对象包括项目影响区的土地权属人。向黄土庙煤矿各方共发放调查表 40 份，收回有效问

卷40份，回收率100%。被调查人群中对该项目均有一定的了解，97%支持该工程建设，3%的公众持无所谓态度，无不支持者。

周围民众大多认为黄土庙煤矿的建设能促进当地经济的发展，但同时对当地生态环境造成一定影响，希望采取相关措施进行矿区生态修复：

- (1) 及时排查并监测不稳定地质体点；
- (2) 土地复垦以恢复原有土地利用现状为主，特别是要恢复原有地类的生态功能；
- (3) 植被恢复选择当地优势物种；
- (4) 建议煤矿招工尽量照顾当地居民，促进当地经济发展。

二、效益分析

(一) 社会效益

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

通过土地复垦，恢复土地的使用功能，提高了土地生产率，调整土地利用结构，提高环境容量，促进生态良性循环；另外修复受损道路，减轻村民财产损失，增加农村人口的就业机会，改善农村经济结构，促进农村经济发展，促进社会和谐发展，具有明显的社会效益。

(二) 环境效益

1、防止土壤性状恶化导致植株死亡

黄土庙煤矿土地损毁的主要表现形式为场地压占、塌陷地裂缝损毁，通过治理塌陷地裂缝、土地复垦及时治理，防止了土壤漏水漏肥、土壤板结以及贫瘠化、植株根系生长困难或因缺水导致植株死亡。

2、消除不稳定地质体隐患

通过治理塌陷地裂缝消除不稳定地质体，修复道路确保正常出入；修复农村道路，保证周边村民出行顺畅。通过土地复垦工程的实施，提高地形稳定性，尤其是塌陷地陡坡以及坡面稳定性，防止次生不稳定地质体发生。

3、增加植被覆盖度，改善空气质量

方案实施后，土地合理利用、协调发展，水土流失得到有效控制，农作物种

植结构将得到改善，黄土庙煤矿的生态系统得到保护。通过综合措施恢复土地的可利用性，改善煤矿的生态环境；植物防护措施可增加综治项目林地和草地面积，提高林草覆盖率，美化环境，促进生态文明建设；土壤有机质含量、土壤养分不平衡状况可以通过增施有机肥和土壤培肥得到缓解。

通过复垦林地、草地，保护含水层，将使区内土地资源得到良好利用，植被得到恢复、增加，改善区内地质环境质量，加上后期合理适当的监测、管护措施，增加动植物群落多样性，实现动植物生态系统的多样性和稳定性。生态效益显著。

（三）经济效益

1、林地收益

按复垦责任范围计算，复垦区共种植各类乔木 10650 株，十年后成材，株成材达 0.30m^3 ，参照现市场行情分析，每 m^3 按 3000 元计算，林木的效益每 10 年发生一次；则平均每年效益为 94.79 万元。

各类灌木 95171 株，十年后成材，株成材达 0.08m^3 ，参照现市场行情分析，每 m^3 按 500 元计算，扣除人工、购苗费等成本 5 元/株，灌木的效益为 333.10 万元（每 10 年发生一次）。则平均每年林地效益为 33.31 万元。

表 8.2-1 林地效益计算表

种类	数量 (株)	折合方量 (m^3)	价格 (元/ m^3)	毛利润 (万元)	投资标准 (元/株)	投资 (万元)	净收益 (万元)	年收益 (万元)
乔木	10650	3195	3000	958.5	10	10.65	947.85	94.79
灌木	95171	7613.68	500	380.684	5	47.59	333.10	33.31
合计							1280.95	128.09

2、草地收益

按复垦责任范围计算，复垦区种草面积 74.81hm^2 ，平均每年每公顷产草量 2.0t，目前紫花苜蓿的平均价格为 0.5 元/kg，每公顷草地的投入为 300 元/ hm^2 ，则平均每年草地收益为 12.72 万元。

总之，本方案有益于促进社会经济发展、提高当地居民经济收入和生活水平。

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区生态修复工程，既保证了高质量的治理效果，又可以很好地节约治理费用，经济上可行。

第九章 结论与建议

一、结论

（一）矿山地质环境影响评估

1、评估级别

黄土庙煤矿为中型煤矿，井工开采，生产规模 0.6Mt/a，评估区为较重要区，矿山地质环境条件复杂，评估级别为一级。

2、现状评估

（1）不稳定地质体现状评估

经调查，评估区发现塌陷隐患 2 处（TX1、TX2），威胁输电线路、农村道路及过往行人，影响程度较严重。

（2）含水层现状评估

4⁻³、4⁻⁴、5⁻² 煤层开采产生的导水裂隙带贯通了砂岩裂隙含水层，对含水层结构影响较严重；对涌水量影响较轻；对主要含水层水质、村民生产生活用水影响较轻。总之，含水层现状影响较严重。

（3）地形地貌景观现状评估

工业场地对地形地貌景观现状影响严重；

（4）水土环境现状评估

现状塌陷地产生的裂缝不改变土壤理化性质，开采区土壤成分基本处于原始成分，并且区内未发现其他土壤环境事件，因此开采区土环境影响现状评估影响较轻。

综上所述，现状评估水土环境影响较轻。

（5）现状评估分级与分区

评估区面积 218.53hm²，共划分 3 级 4 个不同影响区，其中：1 个严重区，总面积约 10.05hm²，占评估面积的 4.60%；2 个较严重区，总面积约 103.66hm²，占评估面积的 47.44%；1 个较轻区，总面积约 104.82hm²，占评估面积的 47.97%。

3、预测评估

（1）不稳定地质体预测评估

地面建设工程遭受已有塌陷和塌陷隐患（TX1、TX2）不稳定地质体的可能

性小，危险性小，影响程度较轻。

工业场地、材料库及材料库道路遭受不稳定地质体可能性小，危害程度小，危险性小。

矿区范围内无村庄分布，预测危害程度小，危险性小，影响程度较轻；

输电线路塔基均已进行基础加固，预测采矿活动对输电线路的危害程度小，危险性小，影响程度较轻。

采矿活动引发道路损坏，影响正常通行，预测采矿活动对其危害程度中等，危险性中等，影响程度较严重。

（2）含水层预测评估

预测4⁻³、4⁻⁴、5⁻²煤开采破坏了上覆延安组砂岩裂隙含水层结构，对上述含水层结构影响严重；对上述含水层涌水量影响较严重；含水层水质、村民生产生活用水水质影响较轻；对其余含水层影响较轻。

总之，含水层预测影响程度严重。

（3）地形地貌景观预测评估

矿区地面建设已全部建成并投产使用，后期无新建地面工程，预测地面建设工程对地形地貌景观影响较轻。

煤矿开采在工作面推进方向上形成一定的伴生塌陷裂缝，地面塌陷对地面标高会产生一定影响，引起地表坡度变化；地面塌陷及伴生裂缝可能改变原生地貌的完整性，但不改变本区总体地形地貌，预测采矿活动对地形地貌景观影响程度较严重。

（4）水土环境预测评估

生活污水处理厂及矿井水处理站正常运行，生活污水、矿井水达标处理并全部回用，对地表水影响较轻；煤矸石、脱硫渣均集中出售给相关企业进行综合利用；生活垃圾集中收集后定时运往指定处理场统一处理。

综上所述，预测评估水土环境影响较轻。

（5）预测评估分级与分区

预测评估区面积218.53hm²，全区共划分2级2个不同影响区，其中：1个较严重区，面积共133.06 hm²，占评估区比例60.89%；1个较轻区，面积共85.47hm²，占评估区比例39.11%。

（二）矿山土地损毁预测与评估

1、已损毁土地

（1）压占损毁

黄土庙煤矿压占已损毁土地面积 5.05hm^2 。

（2）沉陷损毁

黄土庙煤矿塌陷地损毁主要包括已开采的煤矿形成的采空区造成的土地塌陷地损毁，损毁面积 8.26hm^2 。其中中度损毁面积 8.26hm^2 。

2、拟损毁土地

黄土庙煤矿沉陷拟损毁近期（适用期）损毁土地面积 198.50hm^2 ，其中中度损毁土地面积 67.98hm^2 ，轻度损毁土地面积 130.52hm^2 ；中期损毁土地面积 112.66hm^2 ，其中重度损毁土地面积 24.41hm^2 ，中度损毁土地面积 73.83hm^2 ，轻度损毁土地面积 14.42hm^2 ；重复损毁土地面积 200.04hm^2 。

（三）矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

1、矿山地质环境治理分区

全区划分为重点防治区（I）、次重点防治区（II）和一般防治区（III），共3级4个区块，其中：3个重点防治区，总面积 11.58hm^2 ，占评估面积的 5.30%；1个次重点防治区，总面积为 134.40hm^2 ，占评估面积的 61.50%；1个一般防治区，总面积为 72.55hm^2 ，占评估面积的 35.88%

2、土地复垦责任范围

（1）永久性建设用地

黄土庙煤矿永久性建设用地 5.00hm^2 ，为工业场地（土地证内），不留续使用。

（2）压占损毁土地

黄土庙煤矿临时性建设用地 5.05hm^2 ，其中工业场地（土地证外） 4.89hm^2 、进场道路 0.16hm^2 。

（3）塌陷损毁土地

塌陷地已损毁土地 8.26hm^2 ，沉陷拟损毁土地 117.76hm^2 （扣除重复损毁）。

（4）复垦责任范围

复垦责任范围由不留续使用的永久性建设用地、压占损毁土地、塌陷地损毁

土地构成，总面积 129.23hm²。

（四）矿区生态修复工程

1、矿区生态修复预防措施

（1）留设保护煤柱：工业场地、主要大巷等都留有煤柱。

（2）避让：尽快实施塌陷地治理工程，围挡灾害可能影响区域，竖立警示牌提醒场地工作人员避让，减缓财产及人身安全威胁。

2、矿山地质环境治理工程

部署了近期 5 年（2026 年—2030 年），中期 4 年（2031 年—2034 年），后期 7 年（2035 年—2041 年）矿山地质环境治理工程。

近期矿山地质环境治理工程：道路修复、输电线路维修、拟建 1 个地下水监测井、矿山地质环境监测、人工巡查。

中期治理工程：道路修复、矿山地质环境监测、人工巡查。

后期治理工程：封闭 3 条井筒、矿山地质环境监测。

3、矿区土地复垦

部署了近期 5 年（2026 年—2030 年），中期 4 年（2031 年—2034 年），后期 7 年（2035 年—2041 年）土地复垦工程。

近期中期：对塌陷地地裂缝采取土壤剥覆工程、深层裂缝充填、植被重建、植被管护及土地复垦监测工程。

后期：对工业场地、材料库、材料库道路、进场道路实施拆除复垦工程和植被重建工程，并实施植被管护及土地复垦监测工程。

4、矿山地质环境监测工程

新部署自动化监测点 31 个，新设埋石桩监测点 20 个；新建 1 个地下水监测井（近期 1 个），设立含水层监测点 2 个（2 个地下水监测井）；进行无人机航测和遥感解译；生态监测每年 1 次，水环境监测点 1 个，土环境监测点 2 个。

5、矿区土地复垦监测和管护

本方案累计实施土地损毁监测 102 次，土壤质量监测 458 次，复垦效果监测 458 次；对复垦为林草地的复垦单元实施管护措施，累计实施林地管护 97.96hm²，草地管护 192.07hm²。

（五）矿山地质环境治理工程经费估算

1、矿区生态修复估算

本方案矿区生态修复估算静态总费用 5956.82 万元，其中矿山地质环境治理费用 1615.55 万元，土地复垦静态投资 4341.27 万元，平均吨煤投资 8.78 元；复垦责任面积 129.23（包含重复损毁累计面积 329.47hm²），亩均投资 22395.57 元。

2、近期矿区生态修复估算

近期矿区生态修复工程总费用为 2038.99 万元，其中矿山地质环境治理费用 732.51 万元，土地复垦费用 1306.48 万元。

二、建议

1、建议矿方应尽快办理工业场地等相关用地及超出建设用地外临时用地手续；

2、在窟野河流域西沙街道矿区生态修复工程治理区范围外的邻近区，矿山企业应注意修复标准与其一致。同时，还应注意下组煤开采时，重复采动后的影响修复。；

3、本方案不作为设计阶段的内容，建议每年委托专业资质单位开展年度治理计划、固体勘察设计、土地复垦设计等专业勘察设计工作。

4、建议委托相关资质单位开展矿山地质环境和土地复垦监测工作，监测不稳定地质体发育、水土环境、土地复垦效果和植被成活率等情况，为治理工作提供实时资料。

5、建议委托第三方相关单位，在自然资源主管部门的监督下对达到验收标准的已治理工程进行验收。

6、闭坑前委托相关资质单位进行专项闭坑设计。