神木县隆德矿业有限责任公司

隆德煤矿

矿山地质环境保护与土地复垦方案

神木县隆德矿业有限责任公司

2025 年 6 月

神木县隆德矿业有限责任公司

隆德煤矿

矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：神木县隆德矿业有限责任公司

法人代表人：贺　吉

总工程师：冯　宇

编制单位：陕西景博远科工程科技有限公司

法人代表人：高凯军

总工程师：刘　栋

项目负责：王玉宝

编写人员：张东东　　李文涛　　赵雅蕾

制图人员：姜宝宝　刘　帅

矿山地质环境保护与土地复垦方案信息表

<table>
<tr><td rowspan="6">矿山企业</td><td>企业名称</td><td colspan="3">神木县隆德矿业有限责任公司</td></tr>
<tr><td>法人代表</td><td>贺吉</td><td>联系电话</td><td>0912-8601891</td></tr>
<tr><td>单位地址</td><td colspan="3">陕西省神木市大保当镇</td></tr>
<tr><td>矿山名称</td><td colspan="3">隆德煤矿</td></tr>
<tr><td rowspan="2">采矿许可证</td><td colspan="3">□新申请☑持有□变更</td></tr>
<tr><td colspan="3">以上情况请选择一种并打“√”</td></tr>
<tr><td rowspan="8">编制单位</td><td>单位名称</td><td colspan="3">陕西景博远科工程科技有限公司</td></tr>
<tr><td>法人代表人</td><td colspan="2">高凯军</td><td>联系电话</td><td>18909122336</td></tr>
<tr><td rowspan="7">主要编制人员</td><td>姓名</td><td>签字</td><td>职责</td><td>电　话</td></tr>
<tr><td>王玉宝</td><td>王玉宝</td><td>项目负责</td><td>15289376321</td></tr>
<tr><td>张东东</td><td>张东东</td><td>技术负责</td><td>15319600148</td></tr>
<tr><td>李文涛</td><td>李文涛</td><td>地环编制</td><td>18792103103</td></tr>
<tr><td>赵雅蕾</td><td>赵雅蕾</td><td>土地复垦编制、制图</td><td>15891789842</td></tr>
<tr><td>姜宝宝</td><td>姜宝宝</td><td>预算编制</td><td>18291250990</td></tr>
<tr><td>刘　帅</td><td>刘帅</td><td>制　图</td><td>刘帅</td></tr>
<tr><td>审查申请</td><td colspan="4">我单位已按要求编制矿山地质环境与土地复垦方案，保证方案中所引数据的真实性，同意按国家相关保密规定对文本进行相应处理后进行公示，承诺按批准后的方案做好矿山地质环境与土地复垦工作。
请予以审查。

申请单位（矿山企业盖章）

联系人：赵志锋　　联系电话：18309126611</td></tr>
</table>

《神木县隆德矿业有限责任公司隆德煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》专家评审意见

2025年4月11日，陕西省自然资源厅邀请有关专家（名单附后）在西安市对神木县隆德矿业有限责任公司委托陕西景博远科工程科技有限公司编制的《神木县隆德矿业有限责任公司隆德煤矿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考察。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》编制工作搜集资料8份，完成调查面积52.5761km^2，地质与土地资源调查点154个，完成工作量满足方案编制的基本要求。《方案》附图、附表及附件较完整，插图、插表较齐全，编制格式符合《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》要求。

二、《方案》编制依据充分，治理规划总体部署及适用年限确定合理。根据隆德煤矿2024年储量报表，剩余储量　　万吨，其中一水平、二水平剩余可采储量　　万吨，考虑到方案的适用性和可行性，方案服务年限考虑一水平、二水平的开采年限，剩余服务年限37年。考虑沉稳及治理复垦期1年、植物管护期6年，本方案服务年限44年。本方案适用期为5年（2025年－2029年）。《方案》编制基准年为2024年，方案实施基准期以自然资源部门公告之日算起。

三、矿山基本情况、土地利用现状和其他基础信息叙述基本完整，矿区范围由15个拐点圈定，矿区面积44.4143km^2，现持有采矿证生产规模500万t/a。矿山属于地下开采，采矿证批准开采1^{-1}、2^{-2}、3^{-1}、

4^{-3}、5^{-2}、$5^{-2下}$、$5^{-3上}$、5^{-3}、$5^{-3下}$、5^{-4}号煤，采用一次采全高长壁综合机械化采煤法，全部垮落法管理顶板；井田北部以及西小沟一带，采用限厚开采。根据矿山开采方式和采矿方法，矿种系数为1.4%（煤炭价格≤600元/吨），开采系数为1.2（允许地表塌陷），地区系数为1.1（陕北地区）。矿区土地利用现状类型为8个一级类和16个二级类，以草地为主，林地次之，土地利用现状叙述清晰。

四、矿区自然地理和地质环境背景叙述基本正确。评估区重要程度属重要区，地质环境条件复杂程度为复杂，矿山生产规模为500万t/a，属大型矿山；据此确定矿山地质环境影响评估级别为一级是正确的，评估区面积52.0389km²合理。

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5个不同影响程度区，其中：1个严重影响区，面积0.1497km²，占评估区面积的0.29%；3个较严重影响区，面积2.3542km²，占评估区面积的4.52%；1个较轻影响区，面积49.535km²，占评估区面积的95.19%。预测评估将评估区划分为2级5个不同影响程度区，其中：4个较严重影响区，面积32.8329km²，占评估区面积的63.09%；1个较轻影响区，面积19.2060km²，占评估区面积的36.91%。

六、矿山土地损毁预测与评估基本正确，土地损毁环节和时序叙述正确。复垦区土地损毁形式主要为地面塌陷损毁、压占损毁，其中已沉陷损毁土地231.85hm²（损毁程度为中度），临时压占损毁土地0.30hm²（损毁程度为中度）；拟损毁土地为地面塌陷损毁土地，面积3279.91hm²（损毁程度为轻度、中度和重度）；重复损毁土地面积231.85hm²。矿区已损毁土地现状明确，拟损毁土地预测正确。

七、矿山地质环境治理分区原则方法基本正确，分区结果基本合理。《方案》将评估区划分为3级9个不同治理区，其中重点防治区

1 个，面积 0.1497km²，占防治区面积的 0.29%；次重点防治区 7 个，面积 32.8686km²，占防治区面积的 63.16%；一般防治区 1 个，面积 19.0206km²，占防治区总面积的 36.55%。

复垦区范围划定和复垦责任范围划定合理，土地权属明确。永久性建设用地面积 39.25hm²，损毁土地面积 3280.21hm²，确定复垦区面积为 3319.46hm²；永久性建设用地在本方案确定的服务年限结束后留续使用，不纳入复垦责任范围，因此复垦责任范围与损毁土地面积一致，面积为 3280.21hm²。

八、矿山地质环境保护与治理恢复可行性分析、土地复垦适宜性评价指标体系及评价方法正确，复垦适宜性结论合理。

九、《方案》提出的矿山环境保护与土地复垦目标与任务明确；对治理与复垦工程内容提出的技术方法可行；治理与复垦工程量明确，具有可操作性。矿山地质环境治理主要工程措施包括：受损道路维修、受损高压输电线路塔基维修、南区风井场地生态修复典型示范工程、新建含水层监测井，开展矿山不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境监测等；土地复垦措施主要包括：裂缝充填、表土堆存和养护、表土剥覆工程、客土回覆、灌溉管护、矸石山提升治理、平整工程、土地翻耕、清理工程、土壤培肥、林草恢复工程、土地复垦监测及管护工程等。

十、矿山治理与土地复垦工程分为近期 5 年（2025-2029 年）、中期 32 年（2030-2061 年）、远期 7 年（2062-2068 年）三个阶段，详细安排了各年度矿山地质环境保护与土地复垦工作工程内容（详见表 1）。矿山地质环境保护与土地复垦工程总体部署、阶段实施计划、年度工作安排基本合理、具有针对性。

表1　各年度矿山地质环境保护与土地复垦任务表

时间	矿山地质环境治理工程量	土地复垦工程量
第一年	**上期《两案》未落实工程：** 1、维修高压线塔基5个 2、乡村道路（混凝土路面）修复356m。	**上期《两案》未落实工程：** 1、复垦219、221塌陷损毁土地面积231.85hm²，维修高压线塔基5个。 2、矸石山提升治理工程（坡面治理工程）。
	3、乡村道路（混凝土路面）修复536m、乡村道路（素土路面）修复353m。 4、维修高压输电线路塔基16个。 5、南区风井场地生态修复典型示范工程（绿化治理）。 6、按照年度矿山地质环境与土地复垦监测实施方案进行监测，在219、221、223工作面设置GNSS自动化监测站，布设GNSS自动化监测点4个；新建含水层监测井1个，在省级监测井（610821-021）、新建含水层监测井、黑龙沟村水井设置含水层自动化监测点4个；在输电线路设置监测点3个；在工业场地、南区风井场地、北区风井场地设置土壤环境监测点3个。 7、树立警示牌4个，进行规范地人工巡查。 8、《方案》编制、年度实施计划与验收、监测实施方案与验收等技术服务类项目。	3、复垦拟塌陷损毁土地面积113.70hm²，裂隙充填4758m³；人工剥覆表土7140m³；土地平整9531m³；土地翻耕0.70hm²；栽植沙地柏、臭柏1967株等；林地撒播紫花苜蓿15.29hm²，草地撒播紫花苜蓿37.65hm²。 4、北区风井场地临时用地表土剥离及养护。 5、灌溉管护工程（北区风井场地至青龙沟取水点）。 6、按照年度矿山地质环境与土地复垦监测实施方案对土地损毁、土地复垦效果进行监测，并进行林地管护15.29hm²，草地管护37.85hm²。

时间	矿山地质环境治理工程量	土地复垦工程量
第二年	1、乡村道路（混凝土路面）修复 678m、乡村道路（素土路面）修复 268m。 2、维修高压输电线路塔基 5 个。 3、在当年开采的地面塌陷区设置 GNSS 自动化监测站，布设 GNSS 自动化监测点 3 个，在输电线路布设 3 个监测点，在光伏发电设施布设 2 个监测点，继续对不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境进行监测，开展矿山地下水监测井维护。 4、树立警示牌 4 个，进行规范地人工巡查。 5、年度实施计划与验收、监测实施方案与验收等技术服务类项目。	**上期《两案》未落实工程：** 1、矸石山提升治理工程（平台小斑治理工程）。 2、复垦拟沉陷损毁土地面积 178.97hm^2，裂隙充填 5709m^3；人工剥覆表土 8568m^3；土地平整 11437m^3；土地翻耕 0.53hm^2；栽植沙地柏、臭柏 2360 株等；林地撒播紫花苜蓿 11.62hm^2，草地撒播紫花苜蓿 28.61hm^2。 3、北区风井场地临时用地复垦，复垦土地 0.30hm^2。 4、灌溉管护工程（青龙沟取水点至大界取水点）。 5、按照年度矿山地质环境与土地复垦监测实施方案对土地损毁、土地复垦效果进行监测，并进行林地管护 11.62hm^2，草地管护 28.76hm^2。
第三年	1、乡村道路（混凝土路面）修复 642m、乡村道路（素土路面）修复 254m。 2、在当年开采的地面塌陷区设置 GNSS 自动化监测站，布设 GNSS 自动化监测点 4 个，继续对不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境进行监测，开展矿山地下水监测井维护。 3、树立警示牌 4 个，进行规范地人工巡查。 4、年度实施计划与验收、监测实施方案与验收等技术服务类项目。	1、复垦损毁土地面积 186.79hm^2，裂隙充填 10943m^3；人工剥覆表土 16422m^3；土地平整 21921m^3；土地翻耕 0.50hm^2；栽植沙地柏、臭柏 4523 株等；林地撒播紫花苜蓿 11.01hm^2，草地撒播紫花苜蓿 27.11hm^2。 2、按照年度矿山地质环境与土地复垦监测实施方案对土地损毁、土地复垦效果进行监测，并进行林地管护 11.01hm^2，草地管护 27.25hm^2。 3、加大投入，实施地面塌陷区补植补种灌草，提高矿区植被指数和生态环境质量。

时间	矿山地质环境治理工程量	土地复垦工程量
第四年	1、乡村道路（混凝土路面）修复606m、乡村道路（素土路面）修复240m。 2、维修高压输电线路塔基7个。 3、在当年开采的地面塌陷区设置GNSS自动化监测站，布设GNSS自动化监测点5个，在输电线路布设4个监测点，继续对不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境进行监测，开展矿山地下水监测井维护。 4、树立警示牌4个，进行规范地人工巡查。 5、年度实施计划与验收、监测实施方案与验收等技术服务类项目。	1、复垦面积170.55hm²，裂隙充填12370m³；人工剥覆表土18564m³；土地平整24780m³；土地翻耕0.47hm²；栽植沙地柏、臭柏5113株等；林地撒播紫花苜蓿10.40hm²，草地撒播紫花苜蓿25.60hm²。 2、按照年度矿山地质环境与土地复垦监测实施方案对土地损毁、土地复垦效果进行监测，并进行林地管护10.40hm²，草地管护25.74hm²。 3、加大投入，实施地面塌陷区补植补种灌草，提高矿区植被指数和生态环境质量。
第五年	1、乡村道路（混凝土路面）修复749m、乡村道路（素土路面）修复296m。 2、维修高压输电线路塔基6个。 3、在当年开采的地面塌陷区设置GNSS自动化监测站，布设GNSS自动化监测点4个，在输电线路布设3个监测点，在光伏发电设施布设2个监测点，继续对不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境进行监测，开展矿山地下水监测井维护。 4、树立警示牌4个，进行规范地人工巡查。 5、适用期验收、年度实施计划与验收、监测实施方案与验收等技术服务类项目。	1、复垦面积162.43hm²，裂隙充填13798m³；人工剥覆表土20706m³；土地平整27640m³；土地翻耕0.59hm²；栽植沙地柏、臭柏5703株等；林地撒播紫花苜蓿12.84hm²，草地撒播紫花苜蓿31.63hm²。 2、按照年度矿山地质环境与土地复垦监测实施方案对土地损毁、土地复垦效果进行监测，并进行林地管护12.84hm²，草地管护31.79hm²。 3、加大投入，实施地面塌陷区补植补种灌草，提高矿区植被指数和生态环境质量。

十一、根据矿山地质环境保护与土地复垦工作部署、工程量及工程技术手段，参照相关标准进行了经费估算，隆德煤矿矿山地质环境治理工程经费估算为16814.63万元，土地复垦工程经费估算为

38580.78 万元，总经费估算为 55395.41 万元；吨煤投资费用 2.3 元（可采资源量 24069 万 t），亩均投资 7841 元（复垦责任范围 3280.21hm²）。隆德煤矿适用期经费估算 5956.07 万元，其中矿山地质环境治理费用 2524.35 万元，土地复垦费用 3431.72 万元。经费估算正确合理。适用期各年度矿山地质环境治理与土地复垦费用安排见表 2。

表 2 适用期矿山地质环境保护与土地复垦费用明细表（万元）

年度	矿山地质环境治理	土地复垦	小计
第一年	1608.76	1405.64	3014.40
第二年	252.80	1211.48	1464.28
第三年	72.28	243.03	315.31
第四年	310.44	268.55	578.99
第五年	280.07	303.02	583.09
合计	2524.35	3431.72	5956.07

十二、方案提出的各项保障措施和建议合理可行，对治理复垦效益的分析基本可信。

十三、存在问题及建议

1.隆德煤矿开发利用方案仅涉及一、二水平开采设计，本方案治理复垦工程与费用仅涉及一、二水平开采损毁复垦工程与费用。

2.建议矿山企业与矿区内光伏发电企业签署互不影响安全协议。

3.矿山企业应依据矿山地质环境和土地复垦监测工程，总结分析监测数据成果，指导下一步矿山地质环境保护与土地复垦工作。

综上，专家组同意《方案》通过审查，陕西景博远科工程科技有限公司按专家组意见修改完善后，由神木县隆德矿业有限责任公司按

程序上报。

专家组长：李[illegible]

2024年5月26日

《神木县隆德矿业有限责任公司隆德煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》评审专家责任表

姓　名	单　　位	职务/职称	专　业	是否同意评审结论	签　字
李智宇	陕西投资集团有限公司	正高2	地质	同意	李智宇
胡文寿	中国建筑材料工业地质勘查中心陕西总队	教高	地质工程	同意	胡文寿
从赛奎	中煤科工生态环境科技有限公司	高2	地质环境	同意	从赛奎
张扬	陕西师范大学	教授	土地复垦	同意	张扬
孙虎	陕西师范大学	教授	土地复垦	同意	孙虎
王文胜	西安科技大学	教授	采矿工程	同意	王文胜
胡西川	陕西有色勘察设计研究院	高2	工程造价	同意	胡西川

目 录

一、附图：

附图 1 隆德煤矿矿山地质环境问题现状图（1:10000）

附图 2 隆德煤矿矿区土地利用现状图（1:10000）

附图 3 隆德煤矿矿山地质环境问题预测图（1:10000）

附图 4 隆德煤矿矿区土地损毁预测图（1:10000）

附图 5 隆德煤矿矿区土地复垦规划图（1:10000）

附图 6 隆德煤矿矿山地质环境治理工程部署图（1:10000）

二、附表：

1.矿山地质环境现状调查表；

2.公众参与调查表。

三、附件：

1.委托书，神木县隆德矿业有限责任公司，2024 年 8 月 10 日；

2.采矿许可证，陕西省自然资源厅，2023 年 3 月 10 日；

3.2024 年储量报表及 2024 年储量年报评审意见，2025 年 1 月 5 日；

4.上期两案公告（陕自然资公告〔2020〕16 号），陕西省自然资源厅，2020 年 7 月 17 日；

5.上期两案适用期验收意见及年度验收意见，榆林市自然资源和规划局、神木市自然资源和规划局，2024 年 11 月 20 日；

6.关于《神木市神木镇隆德煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》审查意见的报告（陕矿产指利用发〔2019〕42 号），陕西省矿产资源调查评审指导中心，2019 年 12 月 18 日；

7.国有土地使用证（神国用（2015）第 WG004792 号），神木市人民政府，2015 年 2 月 3 日；

8.煤矸石处置服务合同，2024 年；

9.矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金监管协议，2019 年 5 月 28 日；

10.基金账户证明，2024 年 12 月；

11.专家现场考察意见表及修改说明；

12.榆林市、神木市自然资源和规划局现场考察意见表；

13.矿山地质环境治理经费估算书；

14.土地复垦经费估算书。

前　言

一、任务由来

神木县隆德矿业有限责任公司隆德煤矿（以下简称“隆德煤矿”）位于神木市西南部，行政区划隶属神木市大保当镇管辖。

2019 年 12 月 18 日，陕西省矿产资源调查评审中心出具了《关于神木市神木镇隆德煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》审查意见的报告（陕矿产指利用发〔2019〕42 号），煤矿规模 500 万 t/a。

2020 年 7 月 27 日，隆德煤矿委托编制的《神木县隆德矿业有限责任公司神木市神木镇隆德煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称“上期两案”）获陕西省自然资源厅公告（陕自然资公告〔2020〕16 号），适用期为 2020 年~2025 年。上期两案公告以来，煤矿按照方案要求认真履行矿山地质环境保护与土地复垦责任，2024 年 11 月 8 日，榆林市自然资源和规划局组织有关专家对适用期的矿山地质环境治理和土地复垦工程进行了验收，出具了验收意见。

为了贯彻落实国务院《土地复垦条例》、自然资源部《矿山地质环境保护规定》等相关法规规章，按照原国土资源部办公厅（国土资规〔2016〕21 号）、原陕西省国土资源厅（陕国土资环发〔2017〕11 号）《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》的要求，隆德煤矿上期矿山地质环境保护与土地复垦方案到期，因此需重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，2024 年 8 月，神木县隆德矿业有限责任公司委托我单位重新编写《神木县隆德矿业有限责任公司隆德煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

二、编制目的

1、为全面贯彻落实生态文明建设要求，建设绿色矿山，提高能源资源保障能力、促进资源开发与经济社会全面协调可持续发展，加大绿色循环发展，加快转变矿业发展方式，实现资源开发的经济效益、生态效益和社会效益协调统一，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”“边开采、边复垦”的原则，保证隆德煤矿矿山地质环境保护与土地复垦义务的落实，切实做到煤炭开采与生态环境保护的协调，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，最大限度减缓对矿山地质环境的影响、节约集约利用土地资源，保护耕地资源。

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

三、编制依据

（一）委托书

委托书，神木县隆德矿业有限责任公司，2024 年 8 月 10 日。

（二）法律、法规

1、《中华人民共和国矿产资源法》，全国人大常务委员会，2024 年 11 月 8 日修订，2025 年 7 月 1 日施行；

2、《中华人民共和国土地管理法》，全国人大常务委员会，2020 年 1 月 1 日；

3、《中华人民共和国黄河保护法》，全国人大常务委员会，2023 年 4 月 1 日；

4、《中华人民共和国土地管理法实施条例》，中华人民共和国国务院令（第 743 号），2021 年 7 月 2 日；

5、《土地复垦条例》（国务院令第 592 号），2011 年 3 月 5 日；

6、《矿山地质环境保护规定》，2019 年 7 月 16 日修正；

7、《土地复垦条例实施办法》，2019 年 7 月 16 日修正；

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

9、《陕西省矿产资源管理条例》，陕西省人民代表大会常务委员会，2020 年 6 月 18 日。

（三）政策文件

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

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

3、《关于持续推进绿色矿山建设的通知》（陕自然资规〔2024〕1740 号），陕

西省自然资源厅、陕西省生态环境厅、陕西省财政厅、陕西省市场监督管理局、陕西省林业局、国家金融监督管理总局陕西监管局、中国证券监督管理委员会陕西监管局，2024 年 12 月 27 日；

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

5、陕西省国土资源厅《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（陕国土资环发〔2017〕11 号），2017 年 2 月 20 日；

6、陕西省国土资源厅《关于做好煤矿地下水监测工作的通知》（陕国土资环发〔2018〕7 号），2018 年 3 月 14 日；

7、关于印发《陕西省矿山地质环境监测规划》的通知（陕自然资修复发〔2020〕23 号），2020 年 7 月 1 日；

8、《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）；

9、《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）；

10、《陕西省矿山地质环境治理恢复技术要求与验收办法》的通知（陕自然资规〔2019〕5 号，2019 年 12 月 30 日）；

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

（四）技术规范与标准

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

2、《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43934-2024）；

3、《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）；

4、《土地复垦方案编制规程》（第一部分：通则、TD/T1031.1—2011）；

5、《土地复垦方案编制规程》（第三部分：井工煤矿、TD/T1031.3—2011）；

6、《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1012—2000）；

7、《地下水动态监测规程》（DZ/T 0133-1994）；

8、《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；

9、《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1012-2000）；

10、《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）；

11、《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）；

12、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；

13、《土壤环境监测技术标准》（HJ/T166-2004）；

14、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）；

15、《地质灾害危险性评估规范》（GB40112-2021）；

16、《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；

17、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；

18、《地表水和污水监测技术标准》（HJ/T91-2002）；

19、《人工草地建设技术规程》（NY/T1342-2007）；

20、《造林技术规程》（GB/T 15776-2023）；

21、《矿山生态修复技术规范 第 2 部分：煤炭矿山》（TD/T 1070.2-2022）；

22、《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T1044-2014）；

23、《矿山土地复垦基础信息调查规程》（TD/T 21049-2016）；

24、《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）；

25、《煤炭行业绿色矿山建设规范》（DZ/T0315-2018）；

26、《煤矿地下水监测规范》（DB61T 1247-2019）；

27、《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》及配套定额（陕发改项目［2017］1606 号文）；

28、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，2011 年 12 月 31 日）；

29、《陕西省造林技术规范》（陕西省地方标准 DB 61/T 142-2021）；

30、《行业用水定额》（陕西省地方标准 DB61/T 943-2022）；

31、《矿山生态监测规范》（陕西省地方标准 DB 61/T 1741-2023）；

32、《矿山生态修复工程验收规范》（TD/T 1092-2024）；

33、《矿山生态修复工程实施方案编制导则》（TD/T 1093-2024）。

（五）技术资料

1、《神木县隆德矿业有限责任公司神木市神木镇隆德煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，长安大学，2020 年 7 月；

2、《神木县隆德矿业有限责任公司隆德煤矿矿山生态修复规划设计书（2021-2025

年）》，汇金科技控股集团有限公司，2021 年 10 月；

3、历年矿山地质环境保护与土地复垦年度验收报告及适用期验收报告，2024 年 11 月；

4、《神木市神木镇隆德煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》及审查意见，北京圆之翰工程技术有限公司，2019 年 12 月；

6、陕西省神木县隆德矿业有限责任公司隆德煤矿 2024 年储量年度报告，2025 年 1 月；

7、隆德煤矿近 5 年采掘接续计划，2025 年 1 月；

8、《神木市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，神木市人民政府，2024 年 7 月；

9、《榆林市地质灾害大核查成果》，榆林市自然资源和规划局，2022 年；

10、《神木市地质灾害防治“十四五”规划（2021~2025 年）》，神木市自然资源和规划局，2022 年 7 月；

12、《神木市地质灾害风险调查评价》，陕西科睿斯达环境科技有限公司，2021 年 6 月；

12、神木市第三次全国国土调查 2024 年变更调查成果数据和三区三线资料，2024 年 11 月；

13、其他相关资料。

四、方案适用年限

根据隆德煤矿矿产资源开发利用方案（变更）及煤矿提供的 2024 年储量报表，隆德煤矿剩余可采储量******万吨，设计生产能力为 500 万吨/a，剩余服务年限 78.5 年。

由于本煤矿剩余开采年限较长，为提升本方案的适用性和可行性，且《隆德煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》中的工作面接替顺序表仅安排至一、二水平，根据编制指南要求，本方案服务年限考虑一水平、二水平的开采年限，一水平、二水平剩余可采储量******万吨，剩余服务年限 37 年，同时考虑煤矿沉稳期（1 年）及植物管护期（6 年），本方案确定的治理规划年限为 44 年，其中近期 5 年（2025~2029 年），中期 32 年（中期开采期，2030~2061 年），远期 7 年（管护期，2062~2068 年）。

本方案的适用年限为 5 年（2025~2029 年），方案实施基准期以自然资源部门公

告之日算起，编制水平年为 2024 年。

当煤矿扩大开采规模、扩大矿区范围或变更用地位置、改变开采方式时，应当重新编制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。

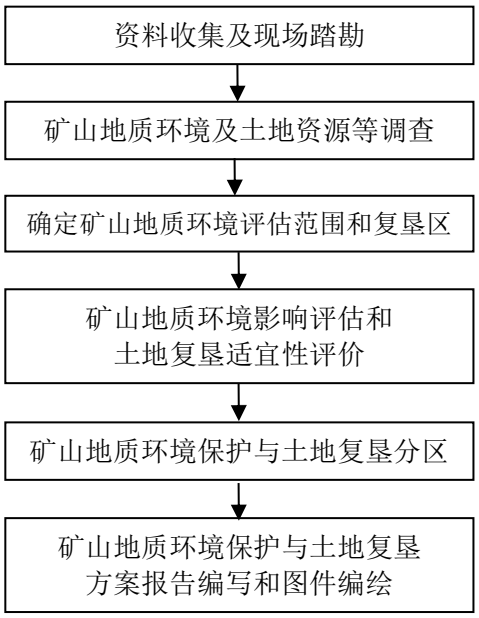


图 0.5-1　工作程序框图

（二）工作方法

根据国务院令第 592 号《土地复垦条例》、自然资源部令第 5 号《矿山地质环境保护规定》和《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》中确定的矿山地质环境保护与土地复垦编制工作的基本要求，在工作中首先明确工作思路，熟悉工作程序，确定工作重点，制定项目实施计划。在资料收集及现场踏勘的基础上，进行矿山地质环境与土地资源利用现状调查，特别对上期两案中制定的工程实施情况进行分析，对监测资料进行分析；根据调查结果及开发利用方案，进行矿山地质环境影响现状评估、预测评估、场地地质环境评估及土地损毁情况预测；随后进行土地复垦适宜性评价，确定评估范围及复垦目标、划分评估级别及复垦责任范围；在此基础上，结合生态因子等进行矿山地质环境保护与土地复垦分区，制定矿山地质环境保护与土地复垦工作措施和工作部署，提出矿山地质环境保护与土地复垦工程，制定监测方案并进行工程

设计、工程量测算，并进行经费估算和效益分析。

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

1、资料收集与分析

在调查前，收集了《神木县隆德矿业有限责任公司隆德煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》（2019 年 12 月）、《神木县隆德矿业有限责任公司隆德煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（2020 年 7 月）、《205 工作面开采地表移动规律分析》（2015 年）、省级地下水监测井（610821-021）2020-2023 年监测数据等资料，掌握了该煤矿的基本情况；了解矿区及周边不稳定地质体发育情况；收集地形地质图、水文地质图、土地利用现状图等图件（2024 年 11 月）作为本次编制工作的底图及野外工作用图；分析已有资料情况，确定需要补充的资料内容；初步确定现场调查方法、调查线路和主要调查内容。

2、野外调查

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

（1）地面工程实际用地范围与不动产、临时用地情况；

（2）依据神木市生态修复规划，分析矿区地质环境问题的分布及发育状况；

（3）针对不同土壤和土地利用类型，开挖土壤剖面，采集土壤样本；

（4）依据土地利用现状数据，调查土地利用现状情况，复核矿区范围土地权属；

（5）矿区范围内植被分布及林灌草的优势群落；

（6）矿区范围内农业种植及牧业养殖情况；

（7）矿区范围内人类工程活动情况；

（8）矿区范围及周边村庄分布及各村人口，以及村民生活条件、饮水设施；

（9）矿区范围内的水利、电力设施分布及配套设施情况；

（10）依据土地利用现状数据库，调查复核矿区范围内土地权属；

（11）《神木县隆德矿业有限责任公司隆德煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（2020 版）涉及工程现状；

（12）公众参与调查。

3、室内资料整理及综合分析

（1）分析和评估矿山地质环境问题现状，划定矿山地质环境现状分区；

（2）根据开采方式、煤层埋藏条件确定相关参数，计算地面塌陷值，绘制地面沉陷等值线图；

（3）预测煤矿开采引发和加剧的地质环境问题；

（4）结合土地利用现状，划分土地损毁程度分区，计算各地类损毁面积；

（5）确定复垦区及复垦责任范围面积以及各单元拐点坐标；

（6）进行矿山地质环境治理可行性分析和土地治理适宜性评价；

（7）针对矿山地质环境问题提出治理措施；

（8）结合当地土壤条件提出土地复垦质量要求；

（9）对矿山地质环境治理和土地复垦工程进行典型设计；

（10）根据矿山地质环境重点保护对象和土地复垦区域，制定监测方案；

（11）根据工程设计进行工程量测算和经费估算；

（12）制定适用期年度实施计划，提出治理费用及基金计提计划。

4、完成工作量

项目组在接到任务后，立即组织专业技术人员开展工作。于 2024 年 8 月 21 日～26 日、2024 年 9 月 19～21 日、2024 年 11 月 26 日～29 日及 2024 年 12 月 17 日~20 日组织人员开展现场地质环境与土地利用情况调查与资料收集，随后进行资料整理和报告编制。

2025 年 1 月 3 日，陕西省自然资源厅组织有关专家，榆林市、神木市自然资源和规划局有关管理人员到项目现场进行踏勘核实，召开了现场座谈会，根据现场提出的意见，项目组进行了修改完善，补充了有关内容，形成了该方案。

完成的工作量详见表 0.5-1。

表 0.5-1　完成工作量一览表

名称		单位	工程量	备注
调查、评估面积	调查面积	km^2	52.5761	评估范围基础上延伸至第一斜坡带、分水岭或沟谷全流域
	评估面积	km^2	52.0389	东北、东南、南部、西南以矿区范围为界，其他区域外延 300m
	调查线路	km	42.5	沿矿区内道路调查，重点区域采用穿插法调查

<table>
<tr><th colspan="2">名称</th><th>单位</th><th colspan="2">工程量</th><th>备注</th></tr>
<tr><td rowspan="3">资料收集</td><td>收集（整理）资料</td><td>份</td><td colspan="2">8</td><td>勘探地质报告、开发利用方案（变更）、上期矿山地质环境保护与土地复垦方案等相关资料</td></tr>
<tr><td>土地利用现状图</td><td>幅</td><td colspan="2">6</td><td rowspan="2">1:1 万标准图幅</td></tr>
<tr><td>永久基本农田分布图</td><td>幅</td><td colspan="2">6</td></tr>
<tr><td rowspan="5">矿山地质环境调查点</td><td>地质环境点</td><td>个</td><td>36</td><td rowspan="5">106</td><td>包括地层岩性、地质构造及其他地质现象</td></tr>
<tr><td>地形地貌点</td><td>个</td><td>24</td><td>区内主要地貌类型调查</td></tr>
<tr><td>含水层调查点</td><td>个</td><td>10</td><td>水文长观孔、民井、矿井水</td></tr>
<tr><td>水土环境点</td><td>个</td><td>6</td><td>/</td></tr>
<tr><td>人类工程活动调查点</td><td>个</td><td>30</td><td>矿业生产、交通道路、水系、输电线路、村庄</td></tr>
<tr><td rowspan="3">土地复垦工作调查点</td><td>土地利用现状调查点</td><td>个</td><td>32</td><td rowspan="3">48</td><td>评估区内所有二级地类</td></tr>
<tr><td>矿山地面工程调查点</td><td>个</td><td>8</td><td>工业场地、风井场地、场外道路、输电线路、周边煤矿案例</td></tr>
<tr><td>土壤剖面开挖点</td><td>个</td><td>8</td><td>评估区内旱地、林地、草地</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">公众参与调查访问</td><td>个</td><td colspan="2">3</td><td>复垦区涉及的村庄</td></tr>
<tr><td>人</td><td colspan="2">60</td><td>评估区村庄村民及部分矿区工人</td></tr>
<tr><td rowspan="2">照片及录像</td><td>数码照片</td><td>张</td><td colspan="2">126</td><td>所有调查点配套照片</td></tr>
<tr><td>无人机录像</td><td>min</td><td colspan="2">36</td><td>评估区内地面工程、典型地貌、土地利用、村庄、农业生产活动等</td></tr>
<tr><td colspan="2">确定复垦区面积</td><td>hm^2</td><td colspan="2">3319.46</td><td>已损毁土地、拟损毁土地、永久性建设用地</td></tr>
<tr><td colspan="2">确定复垦责任范围面积</td><td>hm^2</td><td colspan="2">3280.21</td><td>已损毁土地、拟损毁土地、不留续使用的永久性建设用地</td></tr>
</table>

六、质量评述及资料真实性的承诺

本方案收集资料真实可靠，调查用图比例符合规范要求，地质环境、土地资源调查点数量、内容等符合规范要求；在已有资料和现场调查基础上，以《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》及相关技术规范、标准为依据而编写的，符合规范要求，质量优良。

矿山企业：我公司（神木县隆德矿业有限责任公司）委托开展“神木县隆德矿业

有限责任公司隆德煤矿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》、采掘工程布置、井上下对照图、地面工程用地文件等相关资料及数据，我公司承诺对方案编制所提供的资料及数据的真实性、科学性负责，并承诺对报告中涉及的内容负法律责任。

编制单位：我公司收集的资料及数据来源于隆德煤矿、神木市自然资源和规划局，野外调查数据及资料来自于项目组实地外业调查。我公司（陕西景博远科工程科技有限责任公司）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）地理位置

隆德煤矿位于神木市西南部，地理坐标在北纬******～******，东经******～******之间，行政区划隶属神木市大保当镇管辖。

（二）交通情况

隆德煤矿地处于陕西“米”字型公路网内，337 国道、榆神高速及西（安）包（头）铁路（神延段）并行距矿区东南边界外约 4～5km 处通过，210 国道、包茂高速陕（西）（内）蒙段距矿区西部边界约 35km 处通过。包茂高速陕（西）（内）蒙段和神（木）~黄（骅）铁路以及西包复线，南与陇海线、太中线，北与京包线相连，向东有大秦、神黄两条西煤东运通道与京九、京广等线相接。靖-神铁路从井田的西部穿过，矿井铁路专用线接轨于包西铁路，进而与全国铁路运输网络相衔接且矿区与各乡镇之间有若干简易道路相通，交通运输条件较为便利。交通位置如图 1.1-1 所示。

二、矿区范围及拐点坐标

隆德煤矿目前持有陕西省自然资源厅 2025 年 3 月 13 日颁发的采矿许可证（证号：**********），矿区范围由 15 个拐点圈定（见表 1.1-1），矿区南北长为 6.5km，东西宽约 4.0km，矿区面积 44.4143km^2。开采煤层 1^{-1}、2^{-2}、3^{-1}、4^{-3}、5^{-2}、$5^{-2下}$、$5^{-3上}$、5^{-3}、$5^{-3下}$、5^{-4} 号煤，批准开采标高为******～******。

表 1.1-1　隆德煤矿矿区范围拐点坐标一览表

拐点	2000 国家大地坐标系		拐点	2000 国家大地坐标系	
	横坐标	纵坐标		横坐标	纵坐标
1			9		
2			10		
3			11		
4			12		
5			13		
6			14		
7			15		
8					

图 1.1-1　交通位置图

隆德煤矿位于规划区的东北部，东与大保当普查区相邻，西与小保当一号煤矿相邻，南与大保当井田、黑龙沟煤矿相邻，北与锦东煤矿相邻。矿区内无已其它设置采矿权的煤矿。隆德煤矿矿权设置情况见图1.1-2。

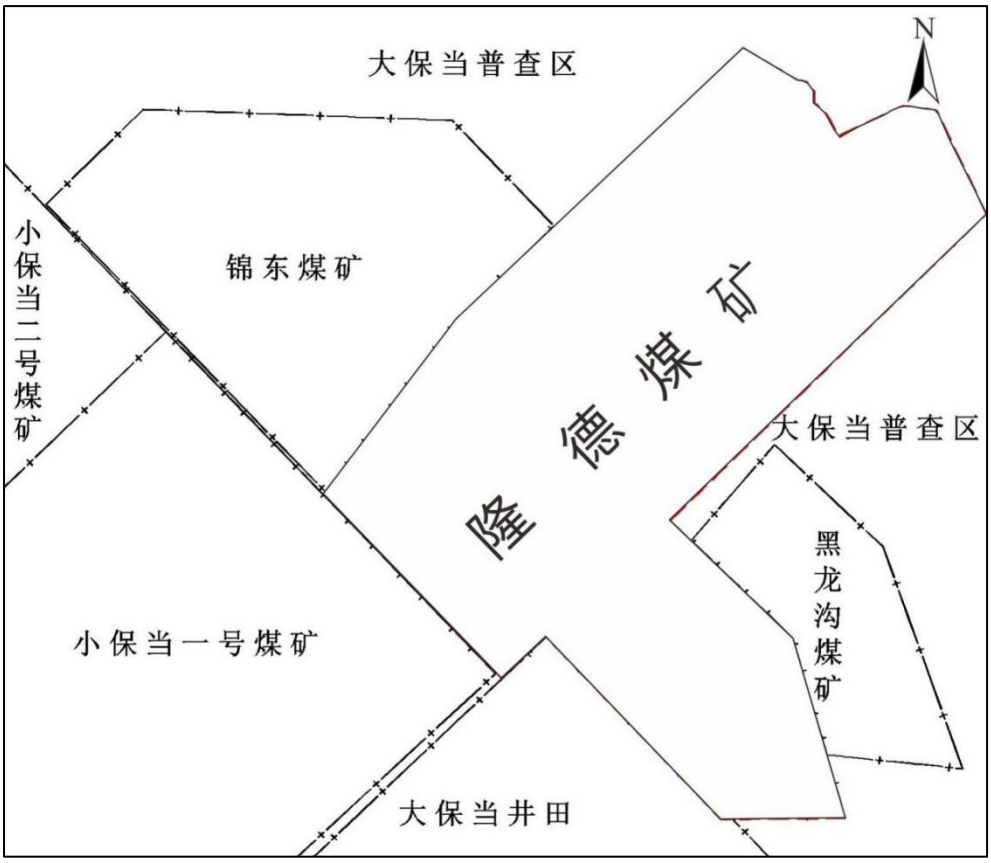


图 1.1-2 隆德煤矿周边矿权示意图

三、矿产资源开发利用方案概述

本方案主要根据煤矿 2019 年委托北京圆之翰工程技术有限公司编制的《神木市神木镇隆德煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》（陕矿产指利用发〔2019〕42 号）和煤矿生产实际，与 2020 年 7 月已公告的两案相比，本次方案采煤工艺、生产能力、开拓开采工作面布置、可采煤层数量、涌水量等均未发生变化。地面工程变化情况如下表。

表 1.3-1 地面工程变化情况对比表

序号	类型	名称	变化情况	现状
1	地面工程	工业场地	无变化	已建成
2		南区风井场地	无变化	已建成
3		北区风井场地	新增	已进行场地平整，拟建
4		炸药库	变更	变更用途为材料库
5		进场道路	无变化	已建成
6		供电线路	无变化	已建成
7		供水管线	无变化	已建成

（一）地面工程布置

本矿地面工程布置主要有工业场地、南区风井场地、北区风井场地、材料库、进场道路、供电、供水管线等。地面工程布置见图 1.3-1。

1、工业场地

工业场地位于矿区东南侧的沙丘台地上，总占地面积11.09hm^2，划分为行政生活福利区、主要生产区及辅助生产区。

（1）行政生活区

布置在整个工业场地的东南部，靠近人流入口。包括行政办公楼、食堂、1号和2号单身宿舍、倒班宿舍等。行政办公楼正对人流主入口布置。食堂布置在广场的西南侧，单身宿舍及倒班宿舍布置在场地南侧。

（2）主要生产区

位于整个工业场地的中北部，布置有主斜井井口房、原煤仓、筛分车间以及产品仓等。井下原煤经主斜井提升进入原煤仓，经转载点直接进入筛分车间，分级后的原煤分别进入块煤仓和末煤仓储存待运。

（3）辅助生产区

位于场区的西部，布置有矿井修理车间、综采设备中转库、无轨胶轮车库、材料库、材料棚、污水处理站等建构筑物。

110kV 变电所布置在场地的北部；锅炉房布置在筛分破碎车间的西南侧，位于场地中部偏东；救护队布置在场地东南部；供水设施布置在场地东侧。

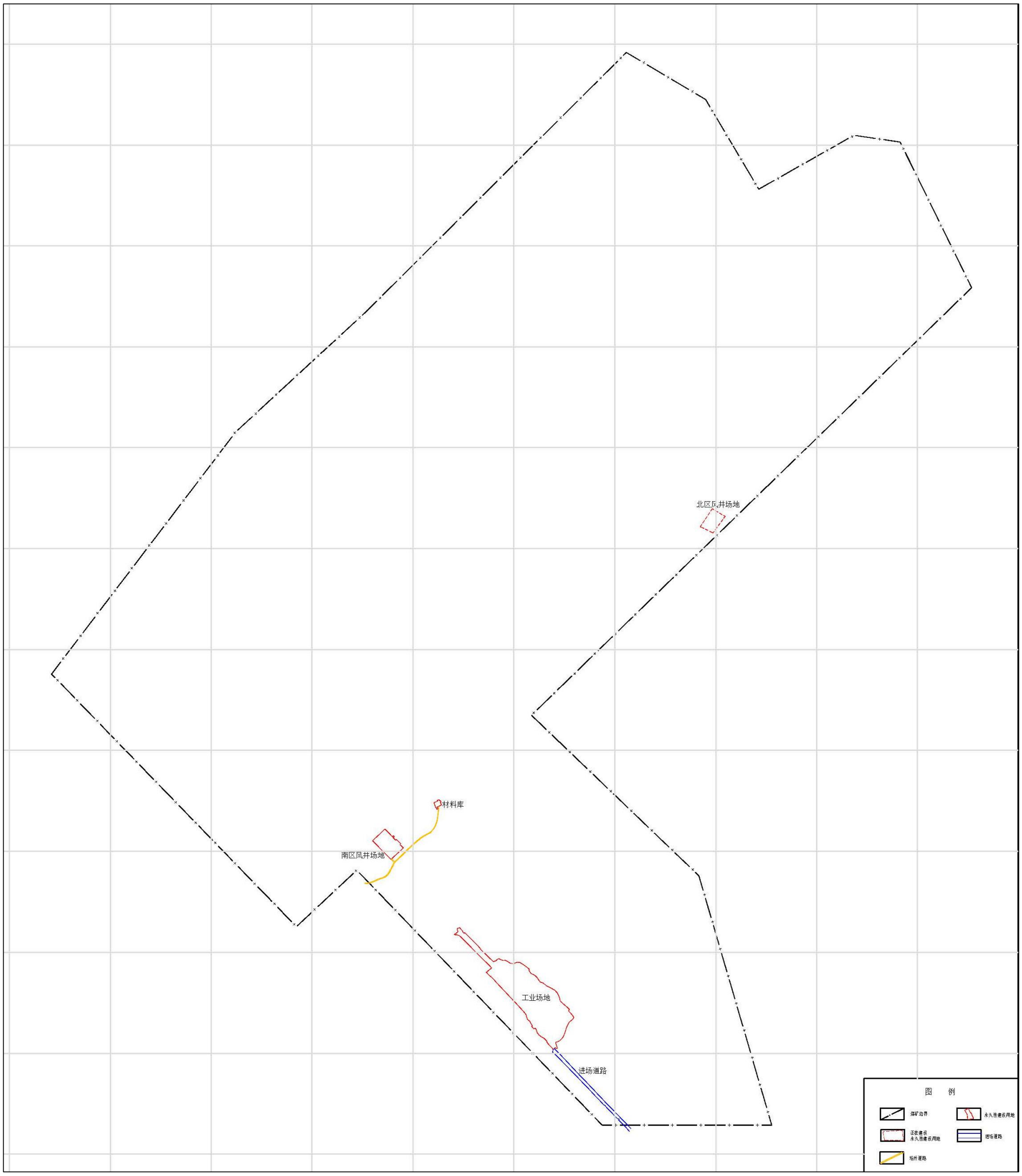


图 1.3-1　地面工程总平面布置图

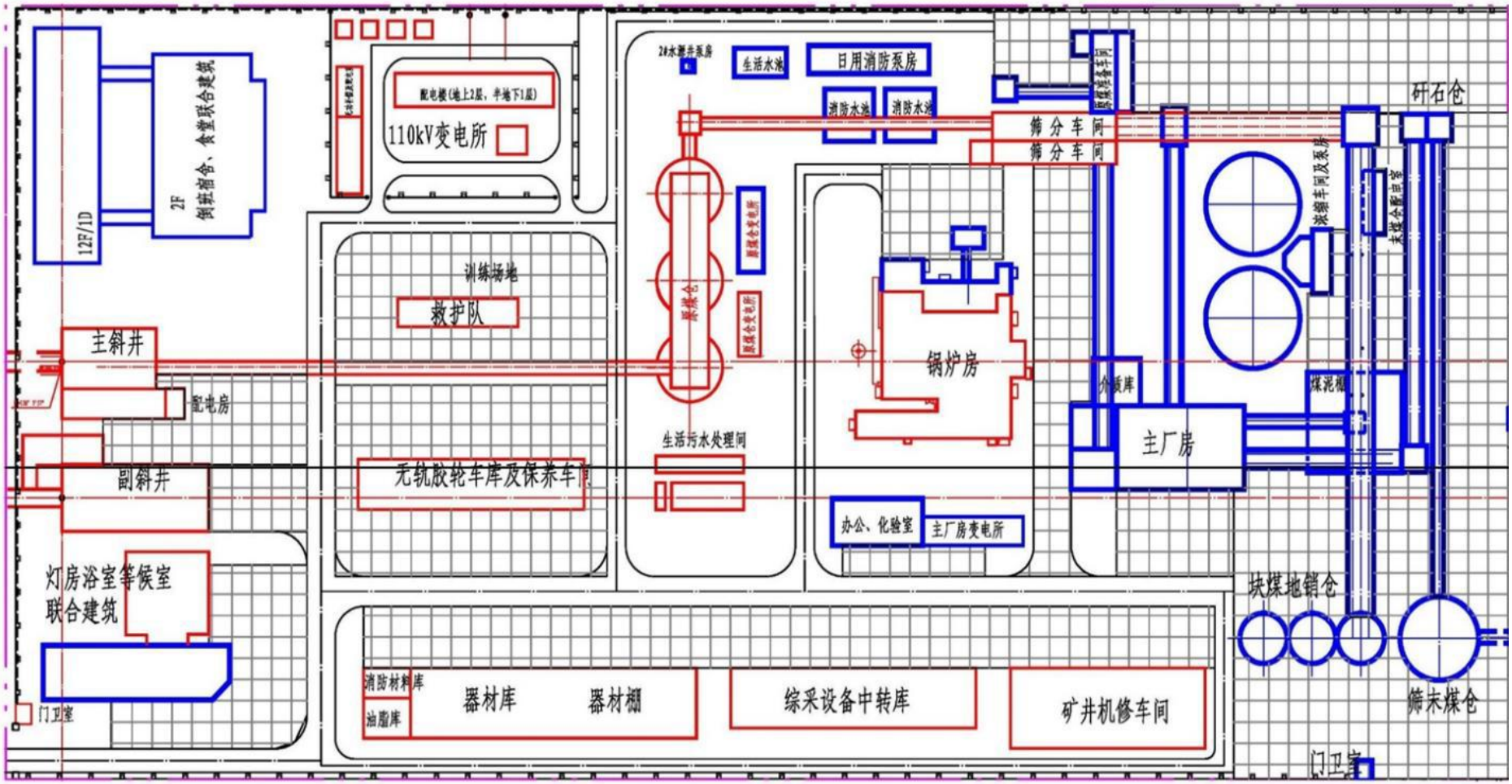


图 1.3-2　工业场地平面布置图

照片 1.3-1 工业场地全貌（镜向：W）

照片 1.3-2 办公楼（镜向：SE）

照片 1.3-3 煤仓（镜向：NW）

照片 1.3-4 机电维修车间（镜向：SW）

照片 1.3-5 副斜井（镜向：NE）

2、南区风井场地

风井场地位于工业场地西北方向约1.2km处，占地面积2.75hm^2。

场地内布置有通风机房、变电所、井下消防水池、生产消防水池、空气压缩站、制浆站制浆车间、制浆站储泥棚、锅炉房、井下排水孔等。

照片 1.3-6 风井场地全貌（镜向：NW）

3、进场道路

该道路为工业场地与外界的唯一通道，自工业场地西侧大门沿工业场地西南围墙向东南与 S204 省道连通，为二级场外道路标准，占地面积为 17.33hm^2，现状用地类型为公路用地。

照片 1.3-7 进场道路（镜向：SW）

4、材料库

位于工业场地北侧约 1.8km 处，原为炸药库用地，已取得国有土地使用证，现地面炸药库储存设施已拆除，改造为材料库用地用途，占地面积 0.82hm^2。

5、供水

供水采用多水源分质供水，矿井共设置水源井 3 座，作为地面辅助生产、生活水源。矿井水处理站 2 座，作为生产补充水源。地面生活污水处理站 1 座，可供绿化、洗煤厂等。供水工程全部在工业场地、风井场地内。

6、供电

工业场地设有 110kV 变电所 1 座，主变容量为 2×40000kVA，电压为 110/10kV。变电所 2 回 110kV 输电线路引自锦界 110kV 变电站不同母线段，导线选用 JL/G1A-185，2 回电源线路沿进场道路展布，长度约 18km，煤矿供电线路全部由国网陕西省电力有限公司建设和土地征用。

7、北区风井场地

在矿井工业场地北侧直线距离约 4.5km 处，目前仅进行了地表平整，占地面积合计为 3.38hm^2。

拟定建设时间为 2025 年 3 月~12 月，输电线路由国网陕西省电力有限公司负责建设、接自石岩湾变电站；道路利用当地农村道路。

北区风井场地内布置有进风立井及空气加热室、北区回风立井及通风机房、110kV 变电所、热泵机房、乏风取热室、压缩空气站、消防水池、消防泵房、灌浆站、各配电室等设施。

照片 1.3-8　北区风井场地总体现状

8、矸石山（已封场）

矸石山位于工业场地西南侧，占地面积 4.40hm²，现状地类为灌木林地已于 2020 年停用并封场，为集体用地，不纳入本方案永久性建设用地，煤矿开展了矸石山北侧复垦及管线铺设工程、矸石山顶部平台土地复垦工程，并于 2023 年进行了验收。

煤矿为进一步提升矸石山生态修复效果，在本方案适用期煤矿部署了矸石山提升治理工程，主要包括坡面治理工程和平台小斑治理工程。

9、地面工程用地情况

根据神木市人民政府颁发的国有土地使用证（神国用（2015）第 WG004792 号），工业场地用地由工业广场宗地、主副井简一区块宗地、主副井简二区块宗地组成，面积为 14.97hm²，南区风井场地为风井宗地，面积为 2.75hm²，材料库为炸药库宗地，面积为 0.82hm²，进场道路为道路宗地，面积 17.33hm²，以上永久性建设用地面积合计为 36.39hm²，权利性质为出让，权利类型为国有建设用地使用权，地类（用途）为采矿用地。

根据陕西省人民政府《关于隆德煤矿北区风井工程项目建设用地的批复》，北区风井场地用地面积 3.38hm²，权属类型为集体农用地。

因此，本项目永久性建设用地面积为 39.25hm²。

表 1.3-1　地面工程用地情况表

序号	项目	面积（hm²）	用地性质	现状地类	用地文件	说明
1	工业场地	14.97	永久性建设用地	采矿用地	神国用（2015）第 WG004792 号	/
2	进场道路	17.33		采矿用地		/
3	南区风井场地	2.75		采矿用地		/
4	材料库	0.82		采矿用地		
5	北区风井场地	3.38		天然牧草地	--	（正在建设）
合计		39.25	/	/	/	/

（二）批准开采煤层

本区含煤地层为侏罗系中统延安组，共 10 层。其中全区可采煤层 10 层，分别为 1^{-1}、2^{-2}、3^{-1}、4^{-3}、5^{-2}、$5^{-2下}$、$5^{-3上}$、5^{-3}、$5^{-3下}$、5^{-4} 煤层。

（三）井下工程部署

1、开拓方式

矿井采用斜井开拓方式，目前已布置 3 个井筒：在工业场地布置 1 个主斜井和 1 个缓坡副斜井，在南区风井场地布置 1 个回风立井。

在主、副斜井井底车场的南北两侧，垂直主、副斜井呈东北西南向在 2^{-2} 煤层中各布置一组大巷分别延伸至井田的南部边界和北部。根据运输和通风需要，在北翼布置 1 条北翼 2^{-2} 煤辅运大巷，1 条北翼 2^{-2} 煤胶运大巷和 2 条北翼 2^{-2} 煤回风大巷。在北翼大巷的两侧布置工作面，双翼开采；在南翼布置 1 条南翼 2^{-2} 煤辅运大巷，1 条南翼 2^{-2} 煤胶运大巷和 1 条南翼 2^{-2} 煤回风大巷。在南翼大巷的西侧布置工作面，单翼开采。

根据拟定的北区风井场地位置以及现有 2^{-2} 煤大巷布置，北部扩区开拓大巷布置在北部扩区的东边界，开拓大巷沿边界南北方向布置。

在北区风井场地内布置进、回风立井，各开采水平的开拓大巷均靠近北部扩区的东边界布置，开拓大巷与北翼各煤层大巷相连通。

根据矿井开拓部署以及主运输、辅助运输方式，下组煤采用暗斜井的方式延深进行开拓延深。

2、水平划分

井田共划分为三个开采水平。其中一水平开采 1^{-1} 煤、2^{-2} 煤，主水平设在 2^{-2} 煤，水平标高为＋1016.0m。1^{-1} 煤和 2^{-2} 煤采用联合布置方式。二水平开采 3^{-1} 煤和 4^{-3} 煤，主水平设在 4^{-3} 煤，水平标高为＋980.0m；3^{-1} 煤设为辅助水平，水平标高＋910.0m。三水平开采 5^{-2} 煤、$5^{-2\,下}$煤、$5^{-3\,上}$煤、5^{-3} 煤、$5^{-3\,下}$煤和 5^{-4} 煤，主水平设在 5^{-3} 煤，水平标高为＋850.0m；5^{-2} 煤设为辅助水平，水平标高＋885.0m。

3、大巷布置

一水平开采大巷布置在 2^{-2} 煤层中。在 2^{-2} 煤层布置胶运大巷、辅运大巷和回风大巷等三条大巷，大巷间距均为 35m。

二水平的主开采水平设在 4^{-3} 煤层中。主、副暗斜井揭露 4^{-3} 煤层后，在 4^{-3} 煤层的南北两翼分别布置 1 条辅运大巷、1 条胶运大巷和 1 条回风大巷共 3 条大巷。

三水平的主开采水平设在 5^{-3} 煤层中。主、副暗斜井揭露 5^{-3} 煤层后，在 5^{-3} 煤层的南、北两翼分别布置 1 条辅运大巷、1 条胶运大巷和 1 条回风大巷共 3 条大巷。

煤矿已在井底车场的南北两翼根据井田形状和东西宽度各布置了一组大巷。

大巷基本沿东北-西南方向布置，2^{-2} 煤南翼大巷长度约为 1130m，2^{-2} 煤北翼大巷长度约为 1940m。工作面顺槽基本垂直南北翼大巷布置，南翼工作面为单翼布置，推进方向最大长度约 3400m，北翼工作面为双翼布置，推进方向最大长度约 2800m。

4、煤层开采顺序

煤层采用下行式开采顺序，即先采上部煤层，后采下部煤层。

5、盘区划分

全井田共划分为10个盘区。一水平的南部区为一盘区，北部区为二盘区；二水平的辅助开采水平南部范围3^{-1}煤层为三盘区，北部区范围3^{-1}煤层为四盘区；二水平的南部范围4^{-3}煤层为五盘区，北部区范围4^{-3}煤层为六盘区；三水平的辅助开采水平南部范围5^{-2}煤层为七盘区，北部区范围5^{-2}煤层为八盘区；三水平的南部范围5^{-3}煤层为九盘区，北部区范围5^{-3}煤层为十盘区。

井田开拓方式（一水平）（开采 2^{-2} 煤层）平剖面图详见图 1.3-3；

井田开拓方式（二水平）（开采 3^{-1} 煤层）平剖面图详见图 1.3-4；

井田开拓方式（二水平）（开采 4^{-3} 煤层）平剖面图详见图 1.3-5；

井田开拓方式剖面图见图 1.3-6。

6、适用期内开采顺序

矿井盘区接续的原则是由远至近依次回采，采用后退式。本方案适用期主要开采 223、225、227、229 工作面，适用期内回采接续安排见表 1.3-4 及图 1.3-7。

第一年计划回采 223 工作面西侧区域，回采长度 2098 米；

第二年计划回采 223 工作面东侧和 225 工作面西侧区域，回采长度 2729 米；

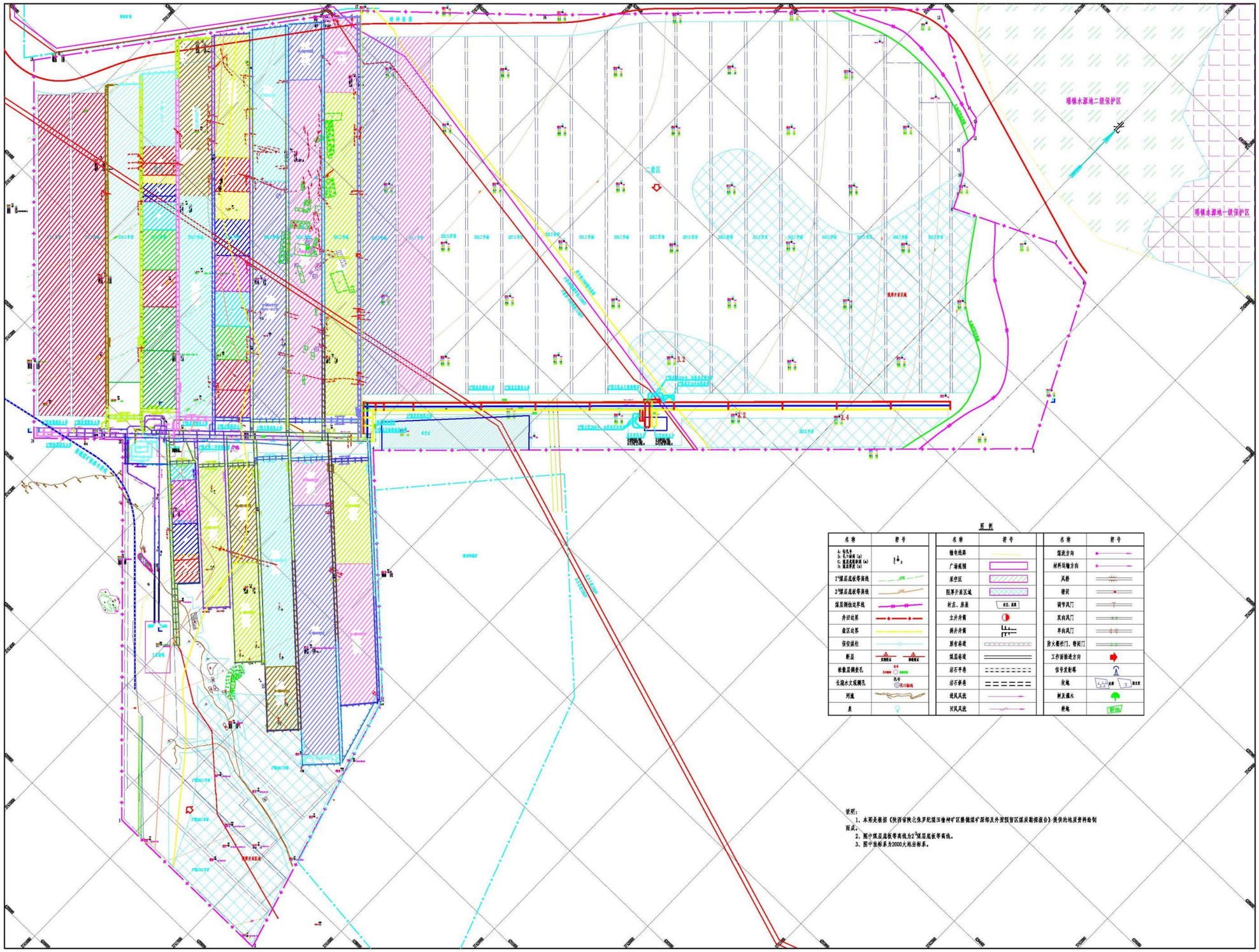
第三年计划回采 225 工作面东侧和 227 工作面西侧区域，回采长度 2773 米；

第四年计划回采 227 工作面东侧和 229 工作面西侧区域，回采长度 2725 米；

第五年计划回采 229 工作面东侧区域，回采长度 2387 米。

表 1.3-4　适用期回采工作面接续安排表

工作面	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年
223 工作面					
225 工作面					
227 工作面					
229 工作面					



说明：

1、本图是根据《陕西省陕北侏罗纪煤田榆神矿区隆德煤矿深部及外围预留区煤炭勘探报告》提供的地质资料绘制而成。

2、图中煤层底板等高线为2^{-2}煤层底板等高线。

3、图中坐标系为2000大地坐标系。

图 1.3-3　一水平（开采 2^{-2} 煤层）井田开拓平面图

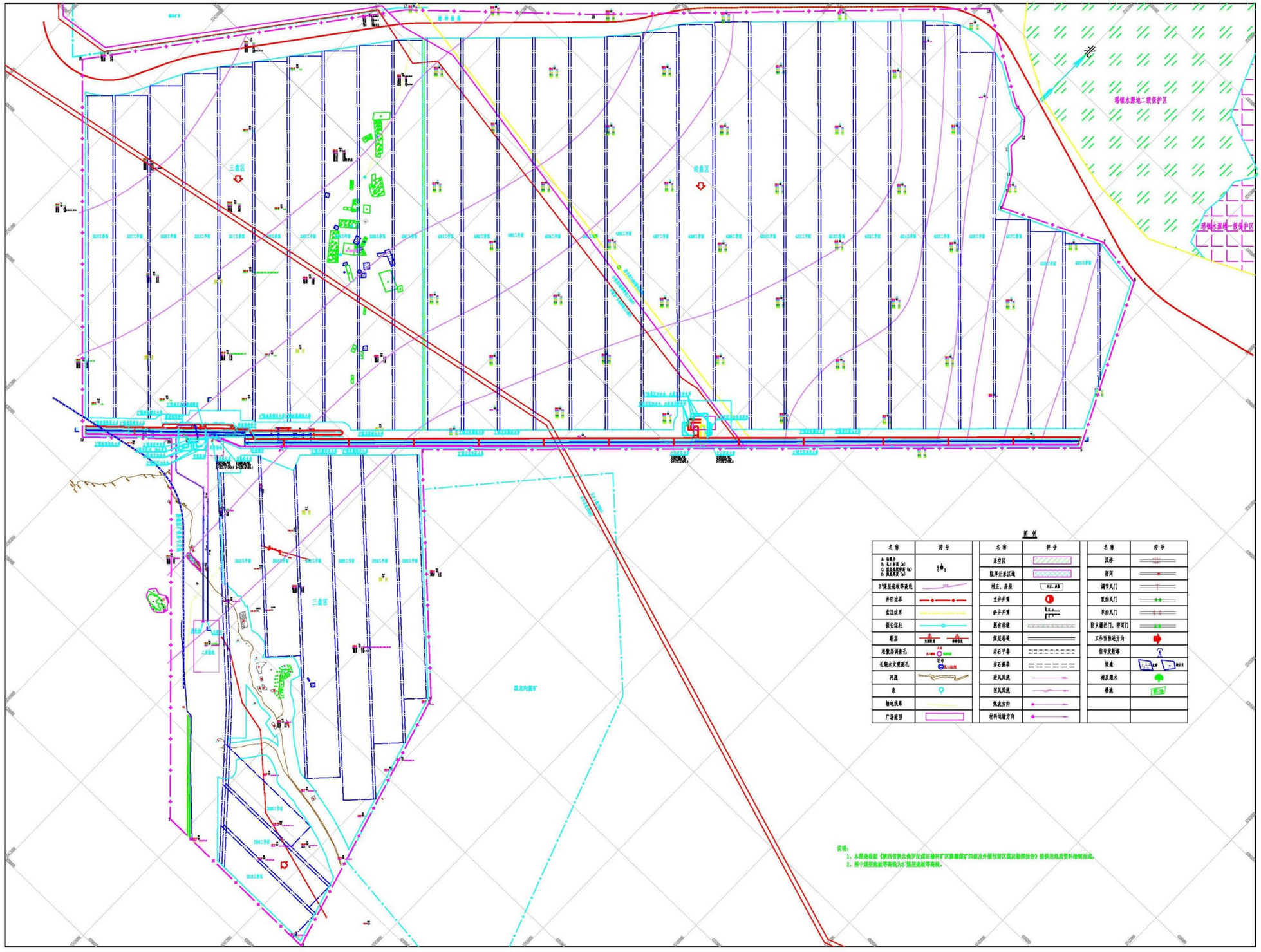


图 1.3-4　二水平（开采 3^{-1} 煤层）井田开拓平面

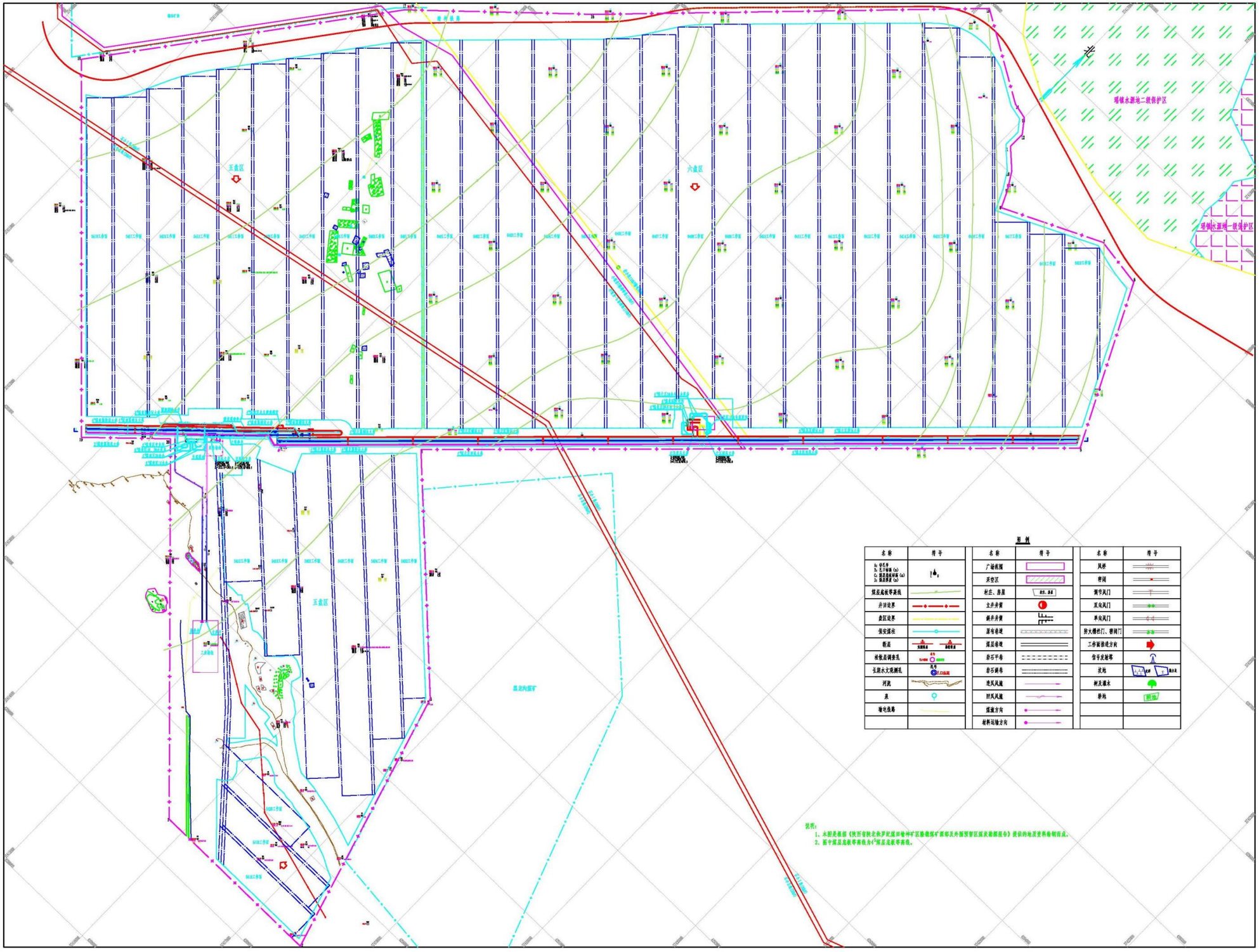


图 1.3-5　二水平（开采 4^{-3} 煤层）井田开拓平面

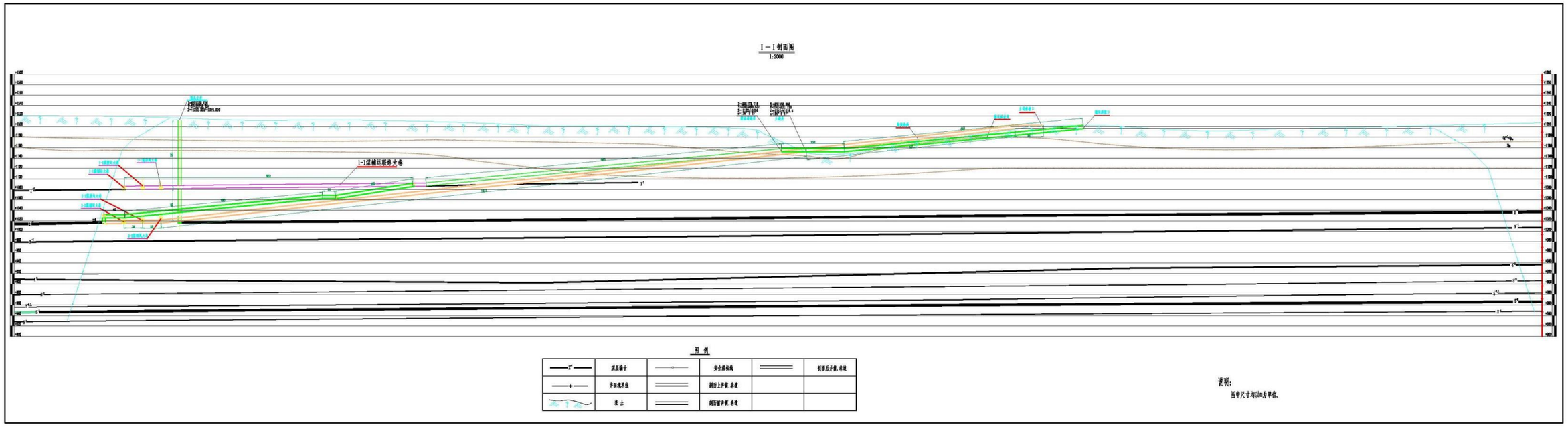


图 1.3-6　开拓方式剖面图

图 1.3-7　适用期工作面开采计划接续图

7、采煤方法、工艺及顶板管理方法

各煤层均采用一次采全高综采采煤工艺。

井田北部以及西小沟一带，采用限厚开采；本方案适用期内不涉及限厚开采。

根据开发利用方案及审查意见，由于本矿井局部区域 2^{-2} 煤层上覆基岩较薄，计算导水裂隙带高度发育至风化基岩和第四系风积沙层，为确保矿井安全，煤矿在井田北部以及西小沟一带采用限厚开采。本方案在二盘区北部以及西小沟一带可采煤层厚度 3.23~4.65m，平均厚度 3.92m。采取限厚开采措施后，开采煤层厚度为 2.50~4.12m，平均厚度为 3.0m。

限厚开采适用于中厚煤层，通过减少煤层开采厚度,有效减少岩层向自由空间移动,进而降低地表沉降的程度，最终实现控制地表移动变形。实践证明该方法在工程中具有较强的可操作性。

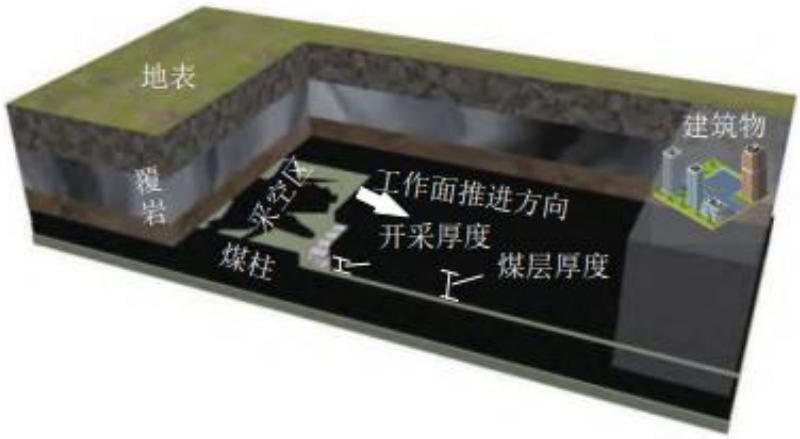


图 1.3-8　限厚开采示意图

8、采高及工作面推进长度

限厚开采区 2^{-2} 煤限厚开采煤层厚度为 2.50~4.12m；3^{-1} 煤综采工作面采高为 2.15~3.05m。

工作面回采巷道基本垂直大巷布置，其推进长度即为大巷西侧的可采区宽度。一盘区和二盘区工作面至西部边界附近的靖神铁路保护煤柱，推进长度约 3.0km；三盘区工作面至瑶镇水源地准保护区保护煤柱，推进长度 1.1~2.8km。

9、安全煤柱留设

①工业场地、地面建构筑物保护煤柱

1）工业场地保护煤柱

表 1.3-5　工业场地保护煤柱边界宽度表

煤层	沙层厚度（m）	土层厚度（m）	上覆基岩厚度（m）	保安煤柱宽度（m）
2^{-2}	36.20	22.65	88.14	127
3^{-1}			127.77	139
4^{-3}			198.55	161
5^{-2}			231.09	172
$5^{-3上}$			258.29	179
5^{-3}			260.91	180
5^{-4}			283.19	187

2）南区风井场地保护煤柱

表 1.3-6　南区风井场地保护煤柱边界宽度表

煤层	沙层厚度（m）	土层厚度（m）	上覆基岩厚度（m）	保安煤柱宽度（m）
2^{-2}	33.20	36.40	118.20	145
3^{-1}			156.07	157
4^{-3}			226.65	178
5^{-2}			257.73	188
$5^{-3上}$			285.26	196
5^{-3}			288.77	197
5^{-4}			308.73	203

3）材料库保护煤柱

表 1.3-7　材料库保护煤柱边界宽度表

煤层	沙层厚度（m）	土层厚度（m）	上覆基岩厚度（m）	保安煤柱宽度（m）
2^{-2}	33.06	14.39	130.42	127
3^{-1}			168.87	138
4^{-3}			236.63	159
5^{-2}			271.68	170
$5^{-3上}$			291.57	176
5^{-3}			300.34	178
5^{-4}			321.97	185

4）北区风井场地保护煤柱

表 1.3-8　北区风井场地保护煤柱边界宽度表

煤层	沙层厚度（m）	土层厚度（m）	上覆基岩厚度（m）	保安煤柱宽度（m）
2^{-2}	24.30	/	112.50	91
3^{-1}			145.96	102
4^{-3}			209.91	121
5^{-2}			242.80	131
5^{-3}			270.16	140
5^{-4}			296.47	148

②靖神铁路保护煤柱

靖神铁路按Ⅰ级保护级别的20m宽围护带设置保护范围护带。该铁路已经提交过压覆报告，且已经通过评审备案（陕自然资矿保备〔2021〕28号），报告名称为：《新建铁路蒙西至华中地区铁路煤运通道集疏运系统靖边至神木集运铁路工程压覆重要矿产资源储量评估报告》。靖神铁路路基单侧留设保护煤柱宽度见表1.3-9。

表1.3-9　靖神铁路保护煤柱边界宽度表

煤层	单侧保安煤柱宽度（m）
2^{-2}	122
3^{-1}	134
4^{-3}	159
5^{-2}	173
5^{-3}	184

③黑龙沟保护煤柱

黑龙沟河沙层、土层和基岩分别以35°、50°和78°裂缝角作直线与煤层底板相交，并再向外扩15m作为护堤保护宽度，即为黑龙沟河流保护煤柱边界。

表1.3-10　河流保护煤柱边界宽度表

煤层	沙层厚度（m）	土层厚度（m）	上覆基岩厚度(m)	保安煤柱宽度(m)
2^{-2}	21.70	7.50	28.91	65
3^{-1}			67.64	73
4^{-3}			136.15	88
5^{-2}			167.05	94
5^{-3}			208.07	103
5^{-4}			230.42	108

④村庄保护煤柱

村庄按Ⅲ级保护级别10m宽围护带设置保护范围，沙层移动角按30°，土层移动角按45°，基岩移动角按73°选取。

表1.3-11　村庄保护煤柱边界宽度表

煤层	沙层厚度（m）	土层厚度（m）	上覆基岩厚度(m)	保安煤柱宽度(m)
2^{-2}	21.70	7.50	28.91	64
3^{-1}			67.64	76
4^{-3}			136.15	97
5^{-2}			167.05	106
5^{-3}			208.07	119
5^{-4}			230.42	126

⑤主、副斜井保护煤柱

表 1.3-12　主、副斜井井筒一侧保护煤柱边界宽度表

煤层	井口保护煤柱宽度（m）	井底保护煤柱宽度（m）
2^{-2}	122	80
3^{-1}	134	92
4^{-3}	156	113
5^{-2}	166	123
$5^{-3上}$	174	131
5^{-3}	175	132
5^{-4}	182	138

⑥保护区及其他保护煤柱

瑶镇水源地保护区位于井田东北边界外，二级保护区边界距离井田边界最近为 230m，一级保护区边界距离井田边界最近为 740m；采兔沟水库位于井田的东部，距离井田东边界 5.0km。井田范围内没有水源地二级保护区，瑶镇水源地一、二级保护区和采兔沟水库均在井田边界以外，且距离井田边界较远，井下开采对其不会产生任何影响。

2017 年 11 月 2 日神木市人民政府办公室下发了《神木市人民政府办公室关于调整神木市臭柏资源自然保护区范围及功能区得通知》（神政办发〔2017〕54 号），对隆德煤煤矿井田范围内的臭柏保护区进行了调整，将臭柏保护区调整至井田范围外，调整后，井田范围内没有臭柏保护区。

2019 年 5 月 17 日神木市环境保护局对隆德煤矿深部及外围预留区划定矿区范围是否涉及各类保护区范围进行了核查。经核查，隆德煤矿划定矿区范围不涉及生态红线范围。并以《关于核查隆德煤矿深部及外围预留区划定矿区范围的函》（神环函〔2019〕105 号）致函神木市自然资源和规划局。

⑦井田边界煤柱

表 1.3-13　边界防水煤柱计算表

煤层	平均煤厚（m）	边界防水煤柱计算总宽度（m）	边界防水煤柱一侧取值宽度（m）
2^{-2}	4.16	31.38	20
3^{-1}	2.68	52.88	27
4^{-3}	2.56	82.56	42
5^{-2}	1.41	36.57	20
$5^{-2下}$	1.14	42.69	22
$5^{-3上}$	1.27	50.33	26
5^{-3}	3.86	52.73	27
5^{-4}	1.45	65.35	33

⑧大巷煤柱

大巷煤柱边界线到巷道中心线的距离确定为 80m，大巷煤柱总宽度 160m。待巷道使用结束后，大巷煤柱必须进行回收，回收率不小于 50%。

（四）固体废弃物与污废水排放和处置

1、固体废弃物

（1）煤矸石

本矿井下掘进矸石 15.0 万 t/a，混入煤流系统进入选煤厂，选煤厂洗选矸石量为 60.4 万 t/a，项目年产矸石量为 75.4 万 t/a，矸石综合利用率 100%，煤矿已与神木市广发源煤业有限公司、神木市荣垣煤业有限公司、榆林市榆神工业区瑞隆欣环保能源科技开发有限公司、神木市沙母河神锦煤矸石再利用贸易有限公司、榆林市浩瑞源能源开发有限公司、神木市永武固废利用有限公司签订了矸石外运及处置服务合同，全部综合利用。

（2）污泥

矿井水处理站煤泥产生量为 1774.9t/a，掺入混煤产品外售；生活污水处理站污泥产生量为 15.5t/a，统一运送至大保当垃圾填埋场安全处置。

（3）生活垃圾

生活垃圾排放量为 516.8t/a，统一清运至大保当垃圾填埋场卫生填埋，煤矿生活垃圾妥善处置。

2、污废水

废水主要为矿井水、生产生活污水及煤泥水。

（1）矿井水

煤矿目前正常涌水量 21840m^3/d，最大涌水量 22800m^3/d。

隆德煤矿建设有处理规模为 48000m^3/d 的矿井水处理站（一用一备），采用混凝+沉淀+过滤消毒+超滤处理工艺，达标处理后满足相关标准要求，除部分用于本矿生活和生产用水，其余多余矿井水已接入区疏干水管网，由区疏干水管网管理部门统一调配综合利用，不外排。

（2）生产生活污水

目前煤矿生活污水产生量 530m^3/d，污水包括浴室、洗衣房、卫生间排水等，工业场地建有处理规模为 1440m^3/d 的生活污水处理站，采用 A/O 二级生化+MBR+消毒处理工艺。达标处理后的污废水用于工业场地绿化、场内外道路的洒水及矸

石山降尘洒水，不外排。

四、矿山开采历史及现状

（一）开采历史

隆德煤矿 2009 年 12 月委托北京圆之翰煤炭设计研究院编制隆德矿井初步设计，矿井建设分两期完成，一期工程（1^{-1}煤、2^{-2}煤）于 2010 年 5 月开工建设，隆德煤矿于 2011 年 5 月 18 日，取得了采矿许可证，面积 20.4647km^2，生产规模 150 万吨/年，限定开采标高为+1095~+980m，开采 1^{-1}、2^{-2}煤层。

2012 年 1 月 1 日开始联合试运转，2012 年 11 月 8 日开始试生产。2011 年 5 月 18 日，原陕西省国土资源厅颁发了采矿许可证，证号：C6100002010051120063557，有效期限自 2011 年 5 月 18 日至 2020 年 4 月 18 日。

2015 年 5 月 8 日原国土资源部以《关于陕西省榆神煤炭国家规划矿区矿业权设置方案（修编）的批复》国土资函〔2015〕261 号文，同意隆德煤矿外围预留区及下部煤层调整给神木县隆德矿业有限责任公司；2018 年 12 月 14 日，陕西省人民政府 21 次常务会议纪要，同意将隆德煤矿外围预留区及下部煤层协议出让给隆德煤矿。隆德煤矿按陕西陕自然资勘函〔2018〕7 号文件和陕国土资勘字〔2019〕26 号文要求，完成了深部及外围预留区探矿权，于 2019 年 2 月 1 日，取得了“陕西省陕北侏罗纪煤田榆神矿区隆德煤矿深部及外围预留区煤炭勘探”的探矿权。

2023 年 3 月 15 日换发新采矿证，生产规模 500 万吨/年，矿区面积 44.4143km^2，限定开采标高为+1095～+790m，开采煤层为：1^{-1}、2^{-2}、3^{-1}、4^{-3}、5^{-2}、$5^{-2下}$、$5^{-3上}$、5^{-3}、$5^{-3下}$、5^{-4}号煤层。

煤矿从投产至今开采完毕 1^{-1}煤层（101、102、103、104、105 工作面，主要位于矿区南部）；2^{-2}煤层已经完成开采 201、202、203、205、206、207、208、209、210、211、212、213、215、216、217、219、221 工作面，采用一次采全高综采工艺，全部垮落法管理顶板。开采后地面塌陷明显，形成采空区面积约 19.8973km^2，其中 2023 年 6 月以前的开采部分已经沉稳，进行了治理并纳入年度验收，开展了适用期验收。其中 2023 年 6 月至今开采形成的采空区，主要为 219、221 工作面开采沉陷区，损毁较严重，采空区分布见图 1.4-1、表 1.4-1。

表 1.4-1　煤矿采空区基本情况一览表

工作面	采煤方法	年限	煤层编号	采厚(m)	开采深度(m)	采空区面积（km^2）
101、102、103、104、105	综采放顶煤	2017 年 10 月~2021 年 12 月	1^{-1} 煤	0.8-2.38	45~170	4.1696
201、202、203、205、206、207、208、209、210、211、212、213、215、216、217		2012 年 1 月至 2023 年 6 月	2^{-2} 煤	0.85~6.6	32~220	13.4686
219、221		2023 年 7 月至今				2.2591
合计	/	/	/	/	/	19.8973

（二）开采现状

1、证照情况

隆德煤矿目前持有陕西省自然资源厅颁发的采矿许可证，生产规模 500 万 t/a，有效期 2025 年 3 月 13 日~2027 年 3 月 13 日。

2、开采情况

目前，井下正在开采 2^{-2} 煤的 223 工作面。

（三）矿山地质环境现状

根据现场调查，区内现状发育不稳定地质体共 1 处，为地面塌陷，塌陷面积 3.1546km^2，规模属于中型。

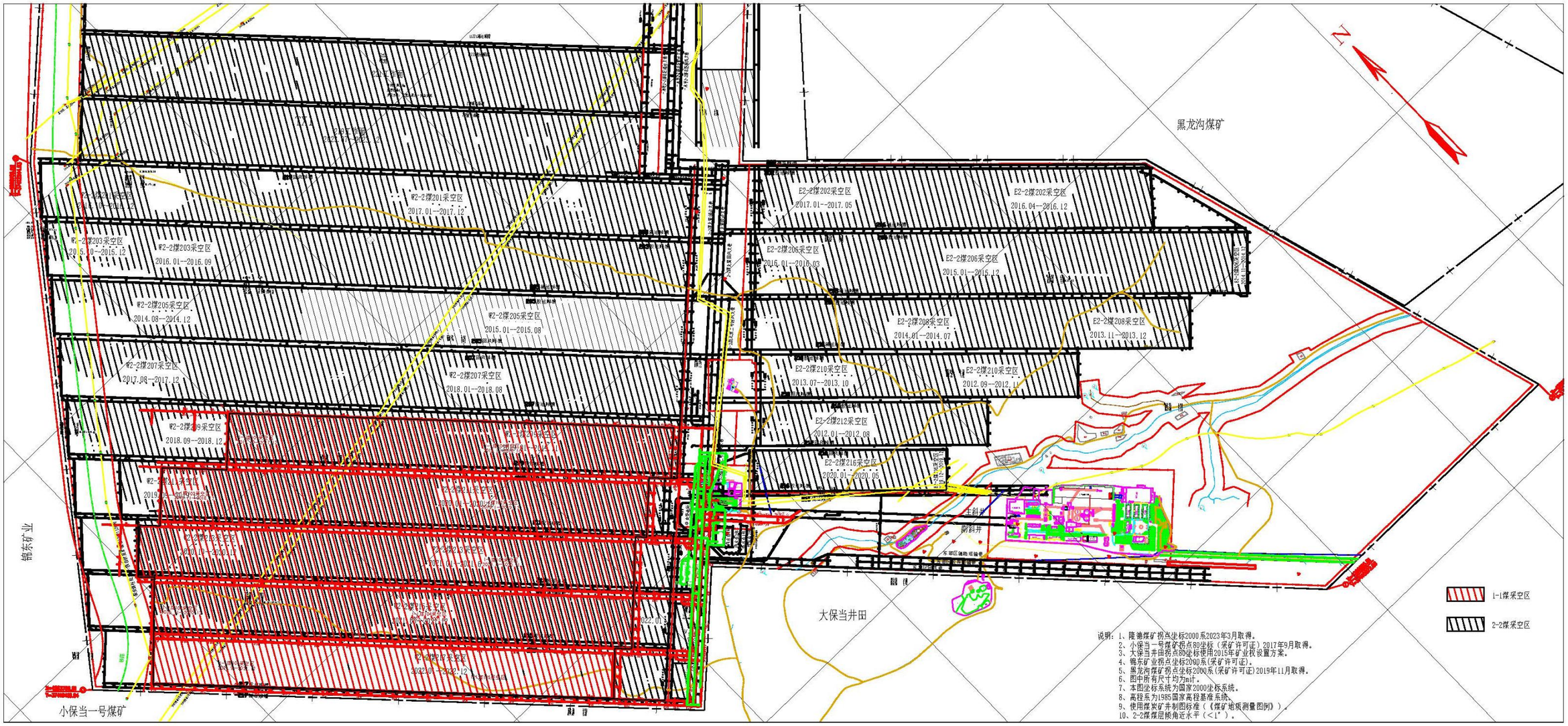

N
黑龙沟煤矿
锦东矿业
小保当一号煤矿
大保当井田
主斜井
副斜井
W2-2煤201采空区
2017.01--2017.12
W2-2煤203采空区
2016.01--2016.09
W2-2煤205采空区
2014.08--2014.12
W2-2煤205采空区
2015.01--2015.08
W2-2煤207采空区
2017.08--2017.12
W2-2煤207采空区
2018.01--2018.08
W2-2煤209采空区
2018.09--2018.12
E2-2煤202采空区
2017.01--2017.05
E2-2煤202采空区
2016.04--2016.12
E2-2煤206采空区
2016.01--2016.03
E2-2煤206采空区
2015.01--2015.12
E2-2煤208采空区
2014.01--2014.07
E2-2煤208采空区
2013.11--2013.12
E2-2煤210采空区
2013.07--2013.10
E2-2煤210采空区
2012.09--2012.11
E2-2煤212采空区
2012.01--2012.08
E2-2煤216采空区
2020.01--2020.05
1-1煤采空区
2-2煤采空区
说明：1、隆德煤矿拐点坐标2000系2023年3月取得。
2、小保当一号煤矿拐点80坐标（采矿许可证）2017年9月取得。
3、大保当井田拐点80坐标使用2015年矿业权设置方案。
4、锦东矿业拐点坐标2000系(采矿许可证)。
5、黑龙沟煤矿拐点坐标2000系(采矿许可证)2019年11月取得。
6、图中所有尺寸均为mm。
7、本图坐标系统为国家2000坐标系统。
8、高程系为1985国家高程基准系统。
9、使用煤炭矿井制图标准（《煤矿地质测量图例》）。
10、2-2煤煤层倾角近水平（<1°）。

图 1.4-1　采空区分布图

第二章　矿区基础信息

一、矿区自然地理

（一）气象

隆德煤矿地处我国西部内陆，为典型的中温带半干旱大陆性气候。气候特点为：冬季寒冷，春季多风，夏季炎热，秋季凉爽，四季冷热多变，昼夜温差悬殊，干旱少雨，蒸发量大，降雨多集中在七、八、九三个月。全年无霜期短，十月初上冻，次年四月解冻。

根据神木市（2002 年～2023 年）气象资料，年平均气温 9.0℃，最热为 7 月，平均 23.9℃，最冷为 1 月，平均-9.90℃。年内降水量变化较大，主要集中在 7～9 月，占全年降水量的 69%，尤以 8 月最多，约占全年降水量的 1/4。历史上降水量最大约 640mm（2016 年），降水量最小约 260mm（2002 年）。神木市多年年际、月际降水量分布见图 2.1-1 和图 2.1-2。

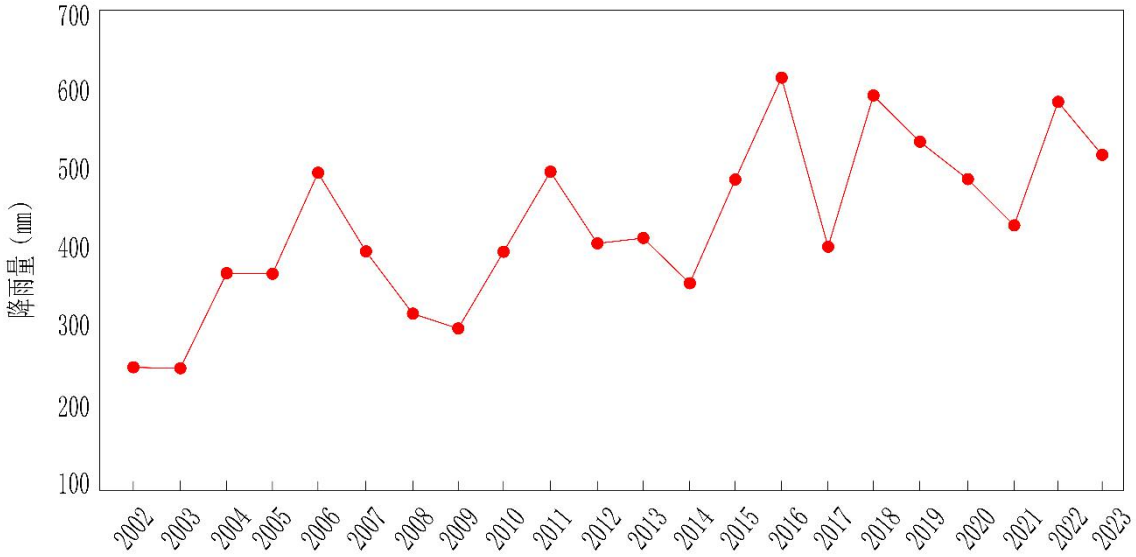


图 2.1-1　神木市多年降水量分布图

降水量由南向北递减，南部沙峁、贺家川等多雨区，年均降水量 425mm，北部尔林兔、中鸡、大柳塔等少雨区，年均降水量 350mm，其余地区年均降水量 400mm。隆德煤矿年平均降水量为 375mm。多年平均蒸发量 1336.6mm，为多年平均降水量的 3 倍。全年无霜期短，10 月初上冻，次年 4 月解冻，最大冻土深度 146mm。

区内风向偏西和西北，平均风速 2.2m/s，极端最大风速达 25m/s（1970 年 7 月 18 日），全年平均大风日数 14 天。

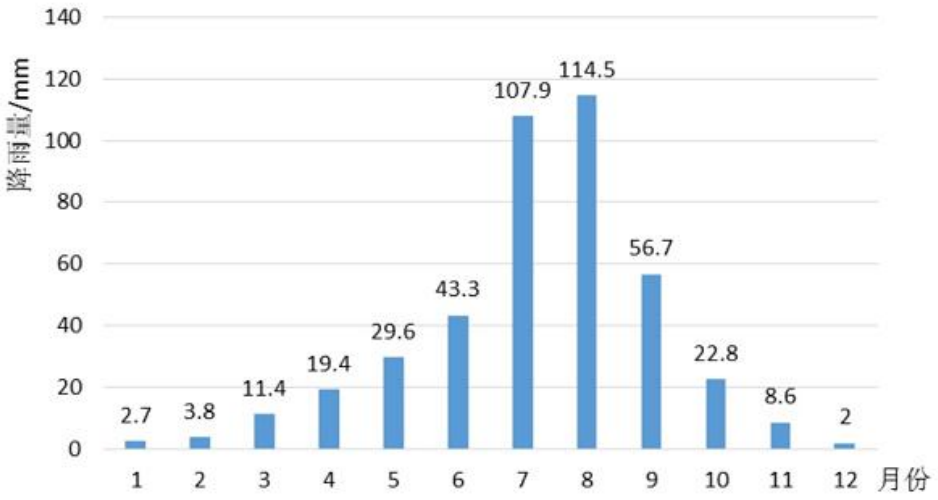


图 2.1-2　神木市多年月平均降水量分布图

（二）水文

煤矿位于黄河一级支流秃尾河的流域范围，仅有秃尾河一级支流黑龙沟一条河流，为常年性河流。黑龙沟从煤矿南部由西向东通过，在东部汇入秃尾河，流量稳定，历史上从未发生过洪水，据长观测得沟流量平均 $6.2\times10^4m^3/d$。

（三）地形地貌

按地貌成因、地貌形态及组成物质，矿区地貌单元可划分为沙丘沙地和河谷地貌两种类型：

1、沙丘沙地：遍布全区，约占全区面积的 95%。由流动、固定、半固定沙丘及沙丘链，长条形沙垄和沙滩，平缓的沙地等交错组成，并有湖泊海子零星分布。沙丘、沙垄一般长数十米至百米，底宽数十米，高度低者 2～3m，高者 15m 有余，一般 5～8m，在较大沙丘之间有丘间洼地为风蚀所成，沙丘受西北风吹蚀不断向南移动，地表干旱，水分缺乏。据地形地貌特征及植被发育程度又可分为：

（1）固定沙丘（$Q_4^{eol}{}_{(g)}$）：遍布全区，约占全区面积的 70%，植被覆盖率 40%以上，高者达 70%。一般沙丘高度较低，呈缓波状起伏，植被以沙蒿、沙竹、花棒、柠条、紫穗槐、沙打旺、沙柳等中型植物为主，有少量杨树、柳树、槐树，等高大乔木植物，局部种植松树，地面多发育结草等杂草类植物。

（2）半固定沙丘（$Q_4^{eol}{}_{(b)}$）：北部及南部局部分布，约占全区面积的 20%，植被覆盖率为 15%～40%。沙丘高度中等，一般 8m 以内。植被发育程度中等，以中型沙漠植物沙蒿为主，乔木植物甚少。

（3）流动沙丘（$Q_4^{eol}{}_{(l)}$）：南部零星分布，约占全区面积的 5%，植被覆盖

率 15%以下。沙丘高度较大，一般 10～20m。植被发育程度差，一般发育有沙米、棉蓬、矮沙蒿等低矮沙漠植物。

2、河谷地貌：沿黑龙沟及西小沟展布，约占全区面积的 5%左右，沟谷两侧基岩断续出露，沟底开阔地带形成一级阶地和河床漫滩。河床漫滩主要分布于大沟沟底，高于河床约 1～2m 左右，漫滩平缓，与河床以陡坎形式连接，由第四系全新统冲积层组成。一级阶地主要由第四系全新统冲积层组成。河漫滩和一级阶地多经人工平整成梯田，为区内农作物主要种植区。

照片 2.1-1　沙丘沙地（镜向:SE）

照片 2.1-2　河谷地貌（镜向:N）

（四）植被

煤矿所在区域属于毛乌素沙漠与黄土高原接壤风沙丘陵区，区域植被以次生植被为主。依据《陕西植被》，本区位于 IA_1 长城沿线风沙草原区中的窟野河西沙地沙生草甸草原植被小区，区内沙丘和沙丘链分布普遍，多已处于固定或半固定状态，与长城沿线风沙草原区的其他区块相比，植被生存条件相对较好。

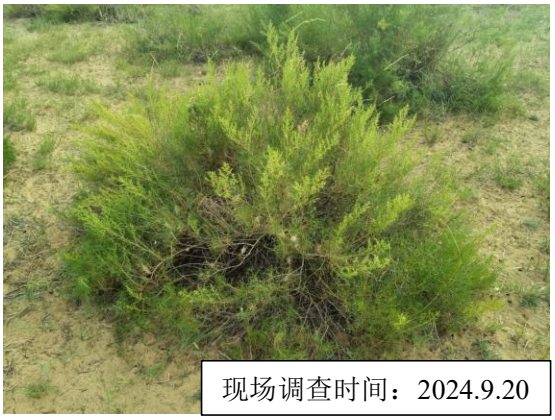
表 2.1-1　矿区范围内植被类型及面积

植被类型	比例（%）
禾草类、沙地先锋群落	59.98
臭柏灌丛	1.22
沙蒿-柠条灌丛	34.70
樟子松常绿乔木	0.45
无植被区	3.65
合计	100.00

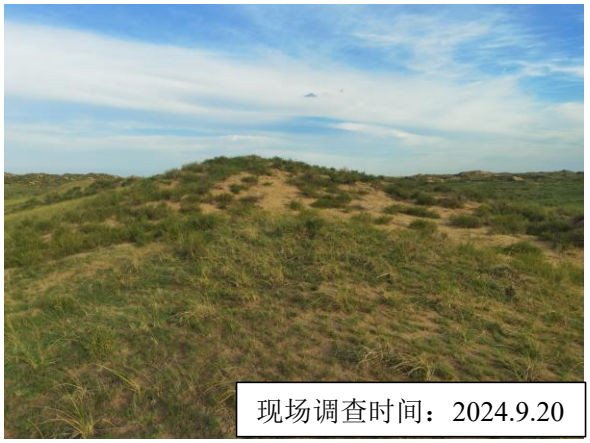
根据植被覆盖地表的百分比，将评价区的植被覆盖度划分为五级，根据评价区植被覆盖度遥感解译及统计结果，植被覆盖度以低—中覆盖度植被为主。

表 2.1-1　矿区范围内植被类型及面积

序号	植被覆盖度类型	覆盖度（%）	比例（%）
1	极低覆盖度植被	＜30	26.65
2	低覆盖度植被	30～45	18.64
3	中覆盖度植被	45～60	22.46
4	中高覆盖度植被	60～75	17.12
5	中高覆盖度植被	＞75	15.13
合计	/		100.00

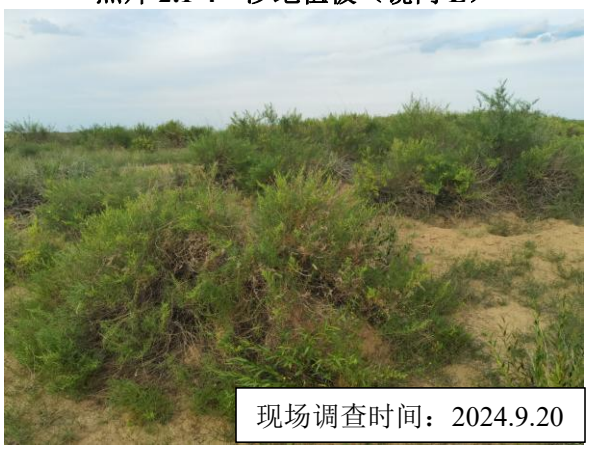


照片 2.1-3　沙蒿（镜向 N）



照片 2.1-4　沙地植被（镜向 E）

照片 2.1-5　小叶杨（镜向 SE）



照片 2.1-6　灌丛植被（镜向 W）

（五）土壤

土壤类型主要为风沙土与黄绵土，以风沙土为主，在部分人工淤地分布有少量灌淤土，土壤有机质含量低。矿区所在区域位于毛乌素沙漠和陕北黄土高原的过渡区，由于受毛乌素沙地东侵南扩的影响，土壤类型主要为黄绵土与风沙土，土壤的成土母质主要有黄土、风积沙、冲积物、风水堆积物、湖积物、坡积物等。

风沙土主要类型为流动风沙土，土壤母质为风积沙，生长稀疏的沙生植物，沙粒含量高达 88~90%，有机质含量低，生物生产量较低，其性状松散，无结构，

土壤肥力低下，保水保肥性能差，流动性大，冷热变化剧烈。干沙层厚 10cm，有三级以上的风力，沙粒便可以随风流动前进，易于被风蚀搬运。

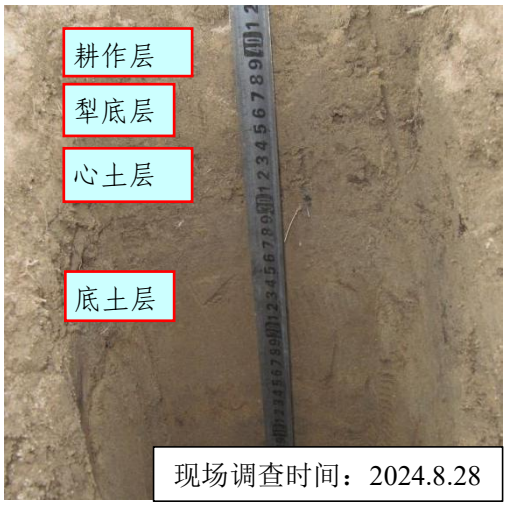
黄绵土是在马兰土及离石黄土母质上由侵蚀堆积和人为熟化形成的土壤，没有明显的发育层次，仅由耕层，心土层和母质层组成。土质疏松多孔，土性绵软，粘沙适宜，耕性及通气性良好。碳酸钙和磷、钾丰富，有机质和氮素养分缺乏。养分的有效性差，结持力小，湿陷性大，易水蚀。土性温暖，春季低温上升快。

本项目区内取三处最具代表性土样，表土层厚度在 30-60cm 之间，经化验结果显示，土壤分层情况大致可分为表土层、心土层和和底土层，表土层土质松软、稳定性差、变化大，含水量较丰富，通常在顶部 20-30cm，心土层在表土层和底土层之间，保持自然土壤淀积层的形态和性状，耕种引起变化小，底土层部位较深，受耕作、施肥等影响较小，土质紧密。本项目区的土壤的理化性状如表 2.1-1 所示。

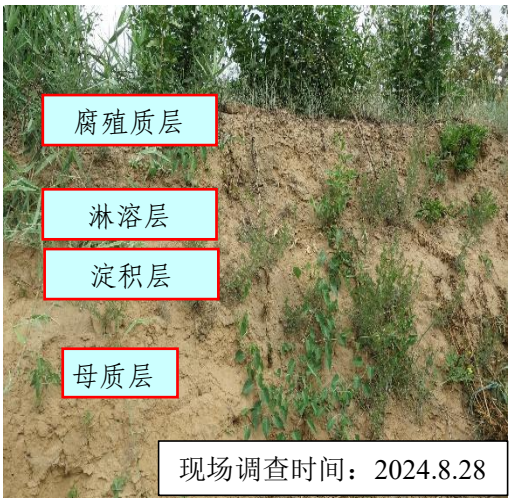
表 2.1-1 矿区土壤性状

序号	取样地点		有机质含量	全 N	全 P	全 K	厚度	pH
土样一	耕地	表土层（A）	0.19%	0.02%	0.08%	1.9%	30cm	7.20
		心土层（B）	0.17%	0.02%	0.07%	1.8%	70cm	7.11
土样二	林地	表土层（A）	0.07%	0.02%	0.09%	2.1%	25cm	8.10
		心土层（B）	0.06%	0.02%	0.08%	2.0%	60cm	8.10
土样三	草地	表土层（A）	0.35%	0.03%	0.11%	2.7%	30cm	7.38
		心土层（B）	0.33%	0.04%	0.10%	2.7%	65cm	7.17

矿区典型土壤剖面见照片 2.1-5、照片 2.1-6。



照片 2.1-7 耕地（灌淤土）典型土壤剖面（镜向 S）



照片 2.1-8 林草地典型土壤剖面（镜向 SE）

二、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

井田内地表均被第四系风积沙及第四系、新近系松散层所覆盖，区内地层由

老至新有：区内地层由老至新有中生界三叠系上统永坪组（T_3y）；侏罗系下统富县组（J_1f）；侏罗系中统延安组（J_2y）、直罗组（J_2z）、安定组（J_2a）；新生界新近系保德组（N_2b）；第四系中更新统离石组（Q_2l）及上更新统萨拉乌素组和全新统风积沙（$Q_3s+Q_4^{eol}$）。各地层柱状图见图 2.2-1，剖面图见图 2.2-2。

1．三叠系上统永坪组（T_3y）

永平组是陕北侏罗纪煤田含煤岩系的沉积基底，遍布全区，勘查区内未出露，钻孔亦未穿透，据区域资料其厚度一般为 80～200m。

其岩性为一套灰绿色巨厚层状中、细粒长石石英砂岩，含大量云母及绿泥石，局部含石英砾、灰绿色泥质包体及黄铁矿结核，分选性及磨圆度中等，发育大型板状交错层理、槽状交错层理、楔状交错层理。因印支运动，本区一度隆起，遭受剥蚀，造成顶面起伏不平，局部地段的顶面砂岩为浅灰白色，向下逐渐过渡到灰绿色。

2．侏罗系下统富县组（J_1f）

富县组是在起伏不平的永坪组基底上开始沉积的，因此其厚度变化较大。区内有 3-6（20.80m）、P96（82.10m）、H27-15（54.51m）三个钻孔穿透了该地层，厚度变化较大。与下伏地层永坪组呈平行不整合接触。

本组地层为河流相与湖泊相沉积。根据沉积特征，岩性组合大致将富县组划分为两个亚旋回。下亚旋回下部岩性主要为粗粒石英砂岩、含砾粗粒石英砂岩，夹有石英细砾岩，其次为中粒、细粒长石石英砂岩。局部地段底部发育有砾石，砾石成分为脉石英、燧石、硅质岩等，砾石直经几毫米至 150 毫米不等，磨园中等，分选差。上部岩性为绿灰色、褐灰色、紫杂色粉砂岩、砂质泥岩、局部为黑灰色、深灰色砂质泥岩。

3．侏罗系中统延安组（J_2y）

延安组是本区的含煤地层，全区分布，未出露。因遭受直罗期河流冲刷，延安组第五段在勘查区内由南向北变薄至缺失，遭受新生界的剥蚀作用，在东南角沿黑龙沟沟谷厚度变薄。第四段在东北角遭受直罗期河流冲刷剥蚀变薄。据钻孔揭露的厚度 167.00～270.92m，平均厚度 213.82m。厚度变化规律较明显，总体上由东北向西南逐渐变厚，与下伏地层富县组呈整合接触。

该组为一套陆源碎屑沉积岩，其岩性以灰色粉砂岩、灰白色－浅灰白色细粒砂岩、中粒长石砂岩、岩屑长石砂岩及钙质砂岩为主，砂质泥岩、泥岩及煤层次

之。炭质泥岩少见，局部地段夹有透镜状泥灰岩及黄铁矿结核，在宏观上有如下特征：

（1）砂岩以细－中粒砂岩居多，少量粗粒或含砾砂岩，砂岩一般为长石砂岩及石英长石砂岩；

（2）细碎屑岩以粉砂岩占优势，砂质泥岩相对较少。细碎屑岩多集中于煤系的中部，砂质泥岩则主要位于煤层顶板与底板；

（3）粘土岩类少，呈薄层出现，煤系中部常见泥岩类，沉积上反映弱碱性水介质环境；

（4）煤系中部砂岩相对较少，粉砂岩较多。

砂岩多分布于各旋回的下、中部。粉砂岩、泥岩分布于顶部。完整植物化石多存于粉砂岩及砂质泥岩中，块状泥岩不含完整植物化石。细粒砂岩与粉砂岩常呈互层状。

4．侏罗系中统直罗组（J_2z）

直罗组在区内全区分布，仅在黑龙沟一带零星出露，因本组地层遭受新生界剥蚀，地层厚度变化较大， 据钻孔揭露厚度 4.30～156.16m，平均厚度 76.82m。厚度变化规律不太明显，大致由东向北变厚，与下伏地层延安组呈平行不整合接触。

本组地层为一套灰绿色、兰灰色、紫杂色河湖相沉积，按岩性大致可分为上、下两个亚段，下亚段上部以灰绿色、兰灰色团块状泥岩、粉砂岩为主，夹细粒长石砂岩。下部为灰白色中、粗粒长石砂岩、岩屑长石砂岩夹灰绿色泥岩、粉砂岩。上亚段为灰绿色、兰灰色紫杂色、紫红色泥岩、粉砂岩，并与灰绿色、灰白色、暗紫色富云母细粒长石砂岩、长石杂砂岩、岩屑长石砂岩不等厚互层。

5．侏罗系中统安定组（J_2a）

安定组在区内局部分布，未出露。该地遭受新生界剥蚀，仅在与锦东煤矿边界和小保当一号煤矿边界处分布，厚度变化较大，边界周围钻孔揭露厚度介于 0～41.40m，区内只有靠近锦东煤矿边界处 201-2（2.90m）、203-1（4.50m）两个钻孔残留该地层，与下伏地层直罗组呈整合接触关系。

本组地层是在干旱气候条件下形成的河流相沉积。岩性简单，上部以紫红色、紫杂色、暗紫色团块状泥岩、粉砂岩为主；中部和底部为一套紫红色、褐红色巨厚层状中、粗粒长石砂岩，分选差、呈棱角状磨圆，胶结较松散，具浅紫红色疙

瘩状斑点。局部夹紫红色、灰绿色粉砂岩，砂质泥岩。

6．新近系上新统保德组（N_2b）

主要分布在井田的西南部，东北部零星分布,在中部有小面积出露。因受第四系沉积初期冲刷剥蚀影响，离石组（Q_2l）黄土几乎缺失,勘查区内只有 6 个钻孔揭露离石组（Q_2l）黄土，揭露厚度 5.28～13.60m。据钻孔揭露保德组（N_2b）及离石组（Q_2l）总厚度为 0～53.07m，平均厚度 12.44m。厚度变化规律不太明显，大致由东向西变厚。

保德组（N_2b）：其岩性为棕红色粘土及亚粘土。含小个体钙质结核，似层状分布，局部富集成钙质层，底部局部有浅红色、灰黄色砾岩，厚度 2～3 米，砾石多为变质岩、细粒石英砂岩、粉砂岩等，由钙质淀积，较致密坚硬，本组地层产三趾马化石及其它动物骨骼化石，因而俗称“三趾马红土”。

离石组（Q_2l）：岩性以黄色、浅棕黄色亚粘土、亚砂土为主，其中夹多层古土壤层，含似层状大小不等的钙质结核，具柱状节理。与下伏地层呈不整合接触。

7．第四系上更新统萨拉乌素组和全新统风积沙（$Q_3s+Q_4^{eol}$）

在区内基本全区分布，以固定沙、半固定沙、流动沙覆于其它地层之上，据钻孔揭露厚度 0～102.70m，平均厚度 42.77m，厚度变化较大，厚度变化规律不明显，整体上西南薄东北厚。

萨拉乌苏组（Q_3s）：岩性主要为灰黄色、灰绿、青黄色、灰褐色及灰黑色粉沙、细沙、中沙、夹亚沙土、亚粘土。含螺、蚌壳层。与下伏地层呈不整合接触。

风积层（Q_4^{eol}）：以固定沙丘、半固定沙丘和流动沙丘形式覆盖于其它地层之上。岩性主要为浅黄色、褐黄色细沙、粉沙，其成份以石英、各色燧石为主。质地均一，分选性较好，磨圆度较好。与下伏地层呈不整合接触。

（二）地质构造

井田内地质构造简单，总体为一走向北北东、倾向北西西、倾角 1°左右的单斜构造，未发现落差大于 30m 的断层和明显的褶皱构造，仅在单斜构造的框架之上发育有一些宽缓的波状起伏，未见岩浆岩活动痕迹。

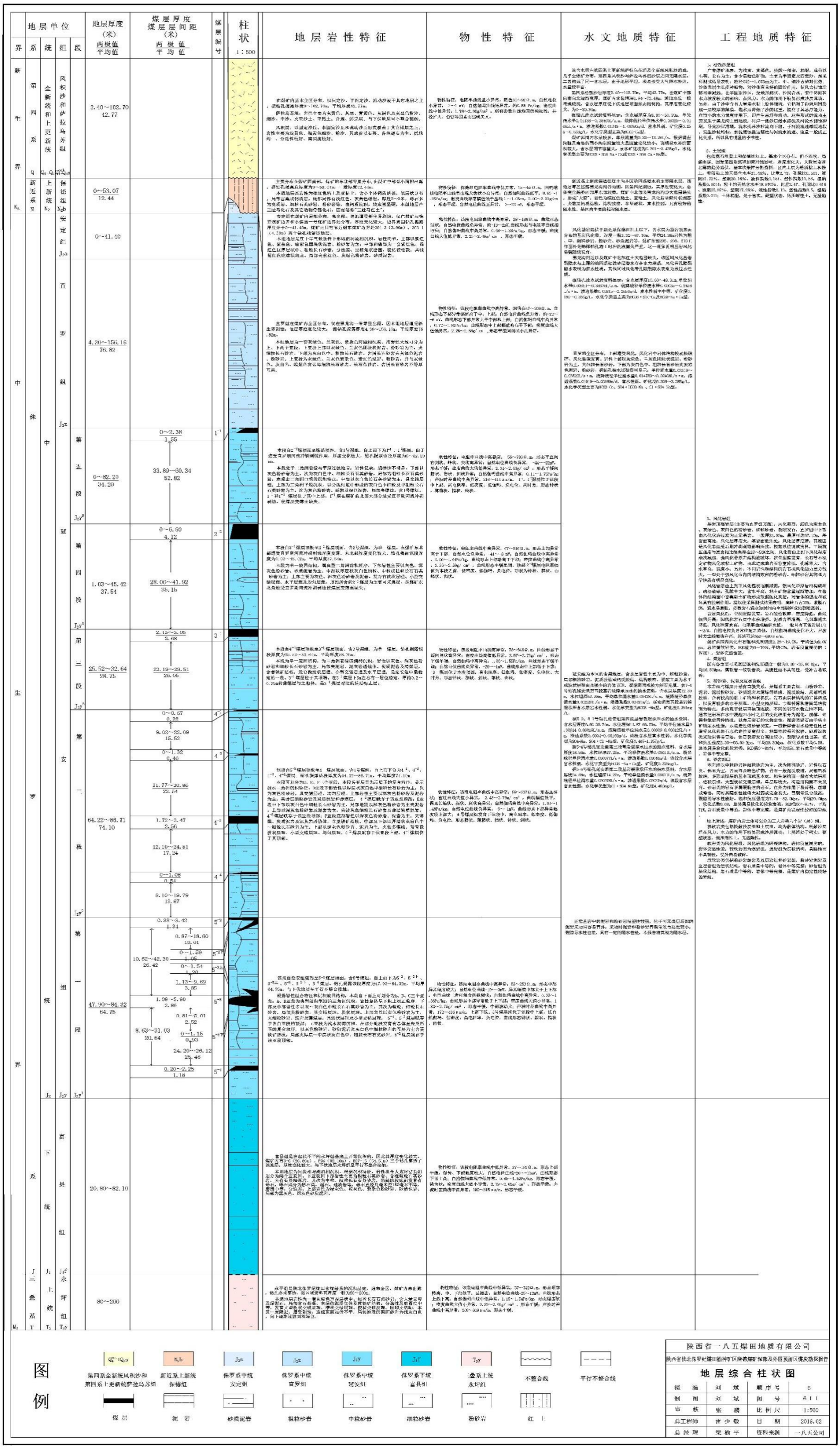


图 2.2-1 地层综合柱状图

（三）水文地质条件

矿区周边没有大的断裂构造形成自然边界，东北部与大保当普查区毗邻，南部与大保当井田毗邻，西部与锦东煤矿、小保当一号矿井毗邻，东南部与黑龙沟煤矿相邻，黑龙沟煤矿正在生产。天然状态下，井田内各地下含水层在浅埋或露头区接受大气降水、河床孔隙水或地表水的补给。随着隆德煤矿的开采以及东南部黑龙沟煤矿的生产，井田东南部的水文地质条件发生了变化，但矿井北部大部分区域周边无老窑水分布，其水文地质条件未发生变化。

1.煤矿含水层水文地质特征

根据地下水的赋存条件及含水层的水力特征将本煤矿地下水划分为新生界松散层孔隙潜水和中生界基岩裂隙承压水两大类，五大含水层（岩组）分述如下。

1）新生界松散层孔隙潜水含水层

①第四系全新统上更新统风积、冲积、湖积层孔隙潜水含水层

该含水层由第四系上更新统萨拉乌苏组及全新统风积沙组成，几乎全区分布。第四系风积沙与萨拉乌苏组沙层之间无隔水层，二者构成了同一含水层，由于地形平坦，极易接受大气降水补给，水量较丰富。岩性上部以浅黄色中沙、细沙及粉沙为主，中上部夹有褐黄色、亮黄色中沙，下部以灰黄色、灰绿、青黄色、灰褐色粉沙、细沙、中沙为主，夹亚沙土、亚黏土。疏松、分选较好。

第四系松散沙层厚度 2.40～102.70m，平均 42.77m，由中部向南向北逐渐变厚（见图 2.2-2），区内水位埋深 1.94～72.48m，滩地水位一般埋藏较浅，含水层厚度受下伏地层顶面形态的制约，其厚度变化较大，为 0～30.30m。

井田范围内水泉较多，单泉流量变化幅度 1.00～49.17L/s，根据调查沟脑及南部的西小沟泉流量较大且流量变化较小，说明泉水补给面积较大，含水层调节容量大。

根据当地实际情况以及本区域沙层的富水规律，区内松散沙层富水性为弱～强。弱富水区主要分布于黑龙沟以北井田中西部；中等富水区主要分布于黑龙沟两侧以及北部沙层厚度大于 30m 的区域，强富水区主要分布于井田东南部的西小沟附近，富水原因主要西小沟地势较低，松散层水由西南向东北补给，汇集在西小沟集中排泄所致。

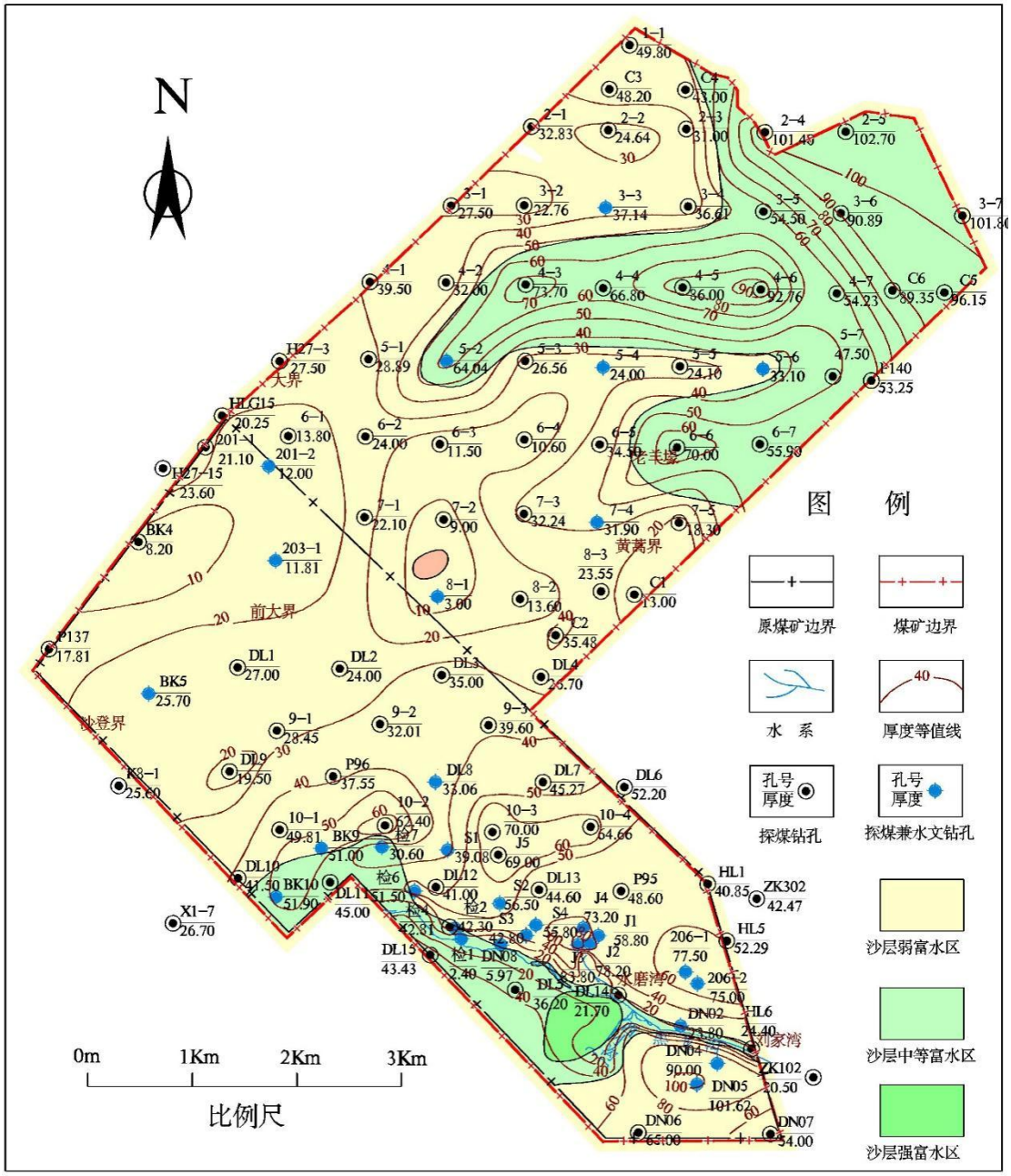


图 2.2-2 沙层厚度等值线及富水性分区图

②第四系中更新统离石黄土弱含水层（Q_2l）

在本区大部缺失。其岩性以粉土为主，大孔隙和垂直裂隙较发育，垂向渗透性大于侧向渗透性。含水层厚度 13.60m，水位埋深 43.20m，静止水位标高+1164.42m，降深 7.55m 时，涌水量 0.022L/s，单位涌水量 0.002914L/s.m，富水性弱。第四系中更新统离石黄土应属弱含水层。

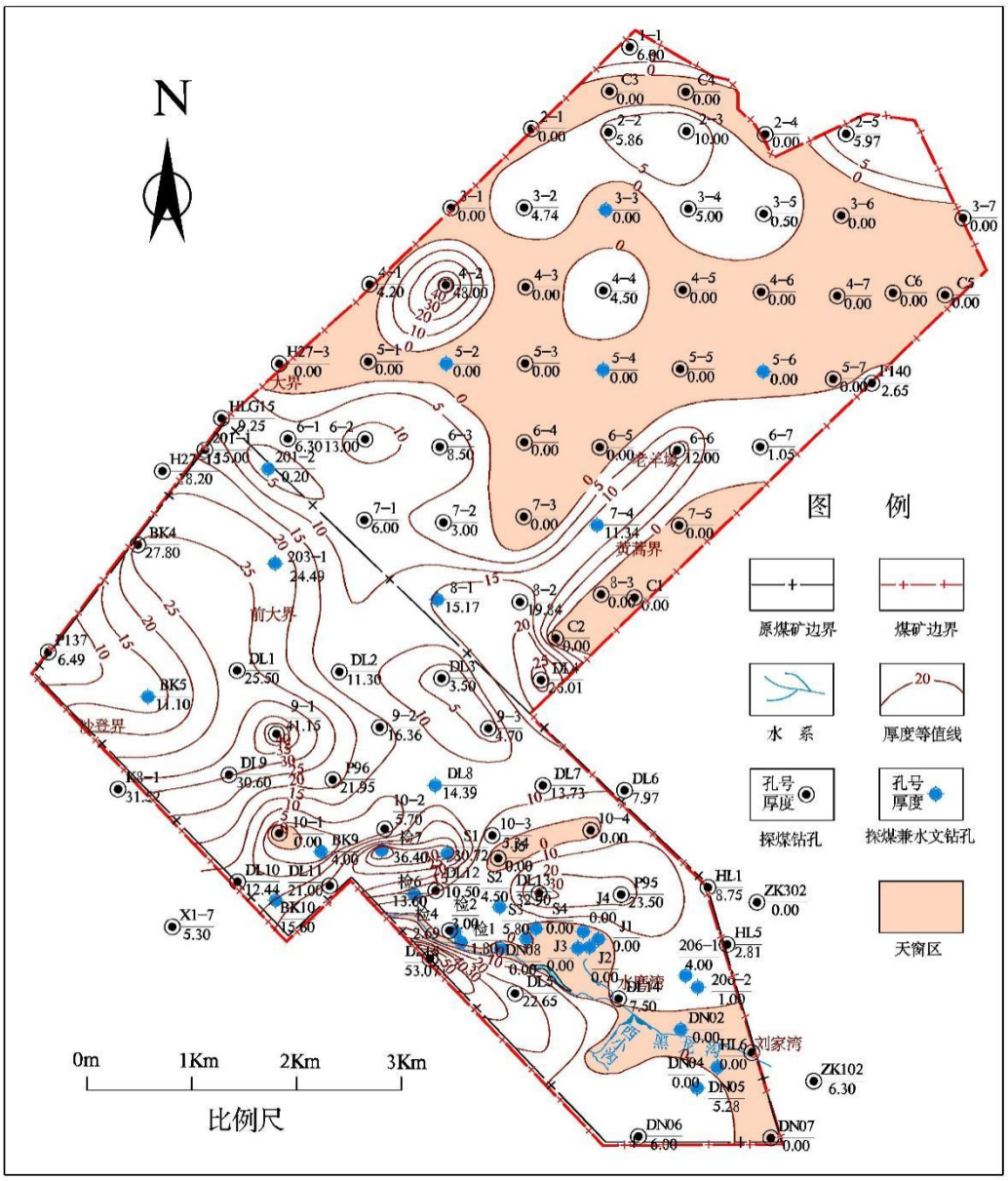


图 2.2-3 土层厚度等值线图

2）中生界碎屑岩裂隙承压水含水层

1、侏罗系碎屑岩类风化带孔隙裂隙潜水-承压水含水层（J_2z）

隐伏于新近系保德组红土以下，含水层为基岩顶界面分布的基岩风化带，厚度一般 3.32～67.10m，平均 24.36m），岩性为粗、中、细粒砂岩、粉砂岩、砂质泥岩等。东部 206、208、210 工作面补充勘探钻孔施工时冲洗液漏失严重，这一现象说明基岩风化带裂隙较发育。

黑龙沟附近以及井田中北部红土大范围缺失，该区域风化基岩裂隙水与上覆的第四系松散砂层潜水存在水力联系，风化带孔隙裂隙水表现为潜水性质。其他区域风化带孔隙裂隙水表现为承压水性质。

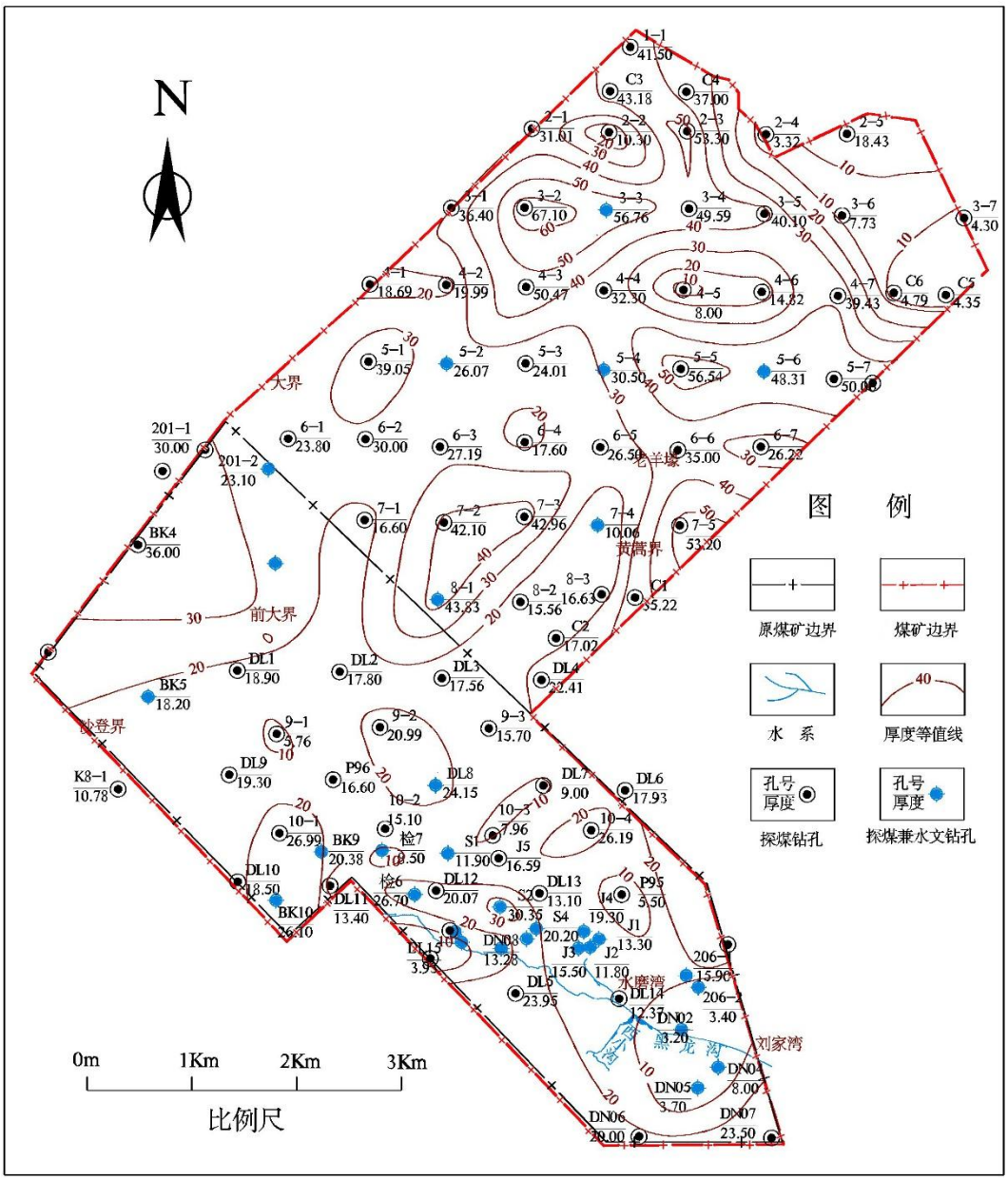


图 2.2-4　风化岩厚度等值线图

②侏罗系中统直罗组基岩裂隙承压水含水层

全区分布，上部遭受风化，风化岩中岩体结构较疏松破碎、风化裂隙发育。区内直罗组其厚度 0～154.50m，平均 82.40m。岩性上部以灰绿色、蓝灰色团块状泥岩、粉砂岩为主，夹细粒长石砂岩，下部为灰白色中、粗粒长石砂岩夹灰绿色泥岩、粉砂岩。

③侏罗系中统延安组裂隙承压水含水层

延安组为本区的含煤地层，含水层岩性主要为中、细粒砂岩，局部粗粒砂岩，泥质胶结或钙质胶结，结构致密，裂隙主要为水平或波状层理面及稀少的岩体节理，裂隙密闭或被方解石充填。

2.隔水层

①新近系上新统保德组红土相对隔水层（N_2b）

新近系上新统保德组红土为本区第四系潜水的主要隔水层，该地层零星出露黑龙沟沟谷两侧。因第四纪剥蚀，其厚度变化大，据钻孔揭露厚度为 0～53.07m，平均 15.02m，总体变化趋势西部厚东部较薄，井田中北部及黑龙沟沟谷大范围缺失，形成“天窗”。岩性为棕红色黏土、亚黏土，风化后呈鳞片状剥落，夹数层钙质结核，结构致密，半坚硬状，富水性弱，具有较好的隔水性，是区内主要的相对隔水层。

②正常基岩中的泥岩和粉砂岩

正常基岩中的泥岩和粉砂岩粘塑性较强，位于可采煤层顶部的泥岩采动后容易冒落。但采动时泥岩和粉砂岩冒裂带发育高度较小，裂隙导水性也差，具有一定的隔水性能。

3.地下水的补给、迳流、排泄条件

1）萨拉乌苏组潜水孔隙潜水补、径、排条件

松散砂层孔隙潜水主要接受大气降水的入渗补给。区内地表多为沙层覆盖，其入渗系数 0.30～0.60，渗透系数 0.09467～4.0379m/d，有利于降水收蓄与运移。潜水径流受地形、地貌条件制约，其流向具多向性。总趋势由高向低，即第四系潜水由西向东运动，以下降泉形式排泄，并在黑龙沟转化为地表水排泄。补给区与排泄区的地形高差大，因此补给区地下水垂直入渗后向径流区运移时，水力坡度大，至径流排泄区，水力坡度变缓。

2）中生界碎屑岩类裂隙承压水补、径、排条件

中生界碎屑岩类基岩承压水无统一的补给区，主要接受区域侧向补给和上部地下水流渗透补给。区内黑龙沟有一处基岩裸露区直接受大气降水和地表水沿裂隙向岩层渗透补给。径流方向基本顺岩层倾向由西向东南方向运移。主要向区外或深部渗流或通过“天窗”顶托补给潜水。另外，各煤层及煤层顶底板多为泥岩、粉砂岩，可作为相对隔水层顶板或底板，其水头也没有区域性变化规律，因沉积层序的粒级不同，粒度横向上有交替变化性，承压水含水岩体在横向上具不连续性，垂向上具分段性。储水空间相对封闭，水量小、水质差、排泄条件差。

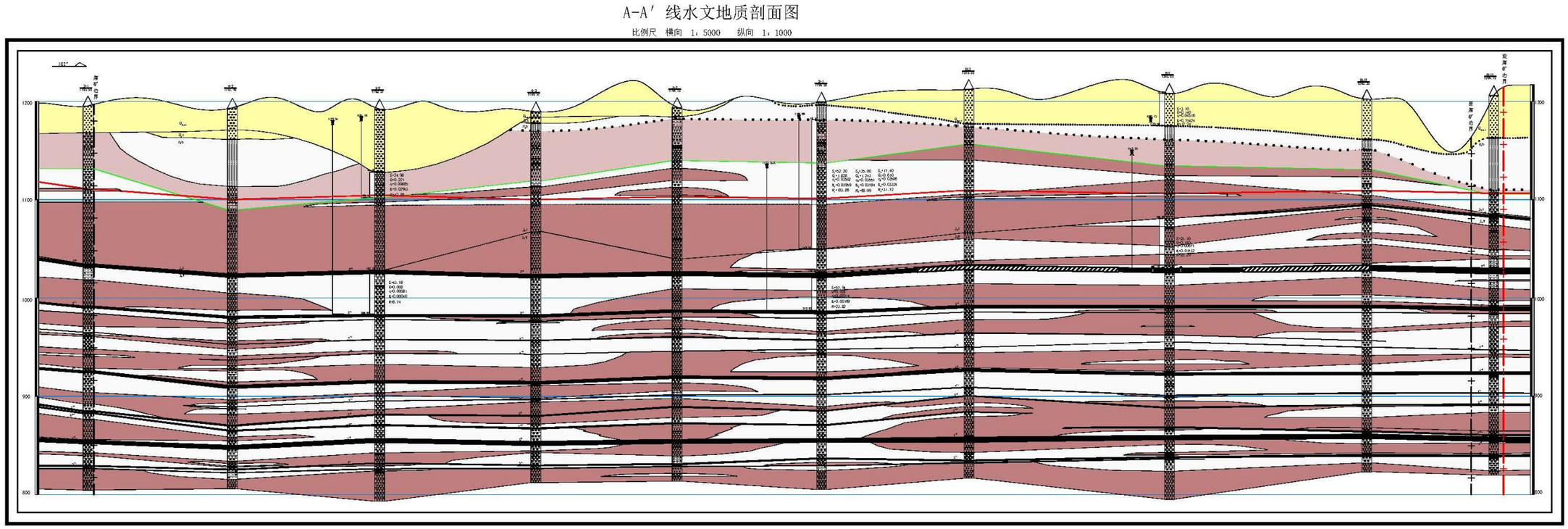


图 2.2-5 矿区水文地质剖面图

4.矿井充水因素

（1）充水水源

①大气降水

煤矿多年年平均降水量多集中 7-9 月份，占全年降水量的 67%，历史最大日降水量 141.1mm。大气降水通过入渗补给构成矿井的间接充水水源。

②地表水

区内地表水体主要是黑龙沟沟流水，雨季来临时，自然降水大部分顺沟谷流出井田，小部分渗入地下转为地下水。煤矿地表多为第四系松散沙层覆盖，十分有利于接受降水补给，大气降水直接影响河流等地表水体的流量及分布。

③地下水

矿井充水水源主要为萨拉乌苏组孔隙潜水、风化基岩裂隙承压水及各煤层顶板基岩孔隙裂隙承压水。

（1）萨拉乌苏组孔隙潜水：未来 5 年开采区域内煤层上覆基岩厚度大于导水裂隙带高度，导水裂缝带未发育至松散层，因此其构成矿床间接充水水源。

（2）风化基岩裂隙潜水：采动后导水裂缝带大部分发育至侏罗系中统直罗组地层，风化基岩裂隙承压水是矿井的间接充水含水层。

（3）各煤层顶板基岩裂隙承压水：煤系地层含水层是煤层的直接充水含水层，钻孔抽水资料显示单位涌水量小于 0.01L/s·m，它们虽有较高的水头压力，但涌水量甚微，富水性弱，易于疏干，对矿井开采危害不大。

④采空区积水

目前该煤矿 1^{-1} 号煤 101、102、103、104、105 工作面和 2^{-2} 号煤 201、202、203、205、206、207、208、209、210、211、212、213、215、216、217、219、221 工作面已经采空，1^{-1} 煤目前无采空区积水，2^{-2} 煤共存在采空积水区 23 处，采空区积水面积 622290m^2，积水量 86016m^3。

（2）充水强度分析

矿井充水强度主要决定于煤层顶板各含水层的富水性；煤层上覆基岩厚度及导水裂隙带沟通各含水层的程度；大气降水特征；采煤方式和开采强度。此外与采煤工作面相对于充水含水层的富水位置也有关系。

开采 2^{-2} 煤层时，除导水裂隙、地面塌陷地裂缝等导通上覆含水层水外，上部的 1^{-1} 采空区积水在巷道、回采工作面等也会以顶板淋水方式充入。同理，开采 3^{-1}

煤层时，由于 3^{-1} 煤层开采形成的导水裂隙带导通了 2^{-2} 煤采空区，2^{-2} 煤层采空区积水将涌入 3^{-1} 煤层采空区。因此在生产过程中要注意采空区积水，开采前一定要实施超前探测。在实际生产过程中，矿井涌水量随季节、开采阶段和开采范围的扩大不断变化。

（四）工程地质条件

1、岩（土）的工程地质类型

依据岩（土）体工程地质特征及成因，区内岩土体分为三大类六大岩组，分述如下：

表 2.2-1　岩土体工程地质分类表

工程地质分类	岩层组	抗压强度（MPa）	空间分布	岩体结构类型
松散岩类	松散砂层组		广布地表沟谷	散体结构
	土层组		梁卯	
软弱岩类	风化岩组		基岩强风化带厚度 3～20m、一般 15m	散体至碎裂结构
	煤岩组	7.16～9.45	主要为各可采煤层，厚 20m 左右、深度 300m 左右	层状结构
半坚硬至坚硬岩类	泥岩、薄层粉砂岩及砂岩互层岩组	14.83～42.96	主要为延安组煤系地层，多为煤层顶、底板	
	砂岩组	16.58～43.82	厚度＞3m 的砂岩及粉砂岩，有时为煤层基本顶	块状结构

（1）松散砂层组

矿区地表广布着风积、湖积沙，粒径 0.25～0.50mm 的中粒、细粒砂占绝对优势。厚度一般 10～25m，最大厚度在矿区东北部，厚 59m。

（2）土层组

主要为棕红色、褐红色含铁钙质粉质粘土，干燥时呈半固结状、湿水可塑。其中含有星散状和似层状钙质结核。不具湿陷性，结构较致密，硬塑，有一定抗剪性能，渗透系数 4.47×10^{3}cm/s，具良好的隔水性，但冲蚀淋蚀易崩塌，浸水易失稳。

（3）风化岩组

岩石风化深度一般 15m~20m。风化岩呈褐黄色、褐红紫色，裂隙发育，裂隙间多充填褐铁质。孔隙率大、含水率高，岩质疏松破碎，RQD 值远低于正常岩石，平均多在 21～32%之间，岩石质量低劣。属于软弱岩类。

（4）煤岩组

宏观多呈薄层状结构、条带状结构。饱和抗压强度（Rb）7.16～9.45MPa，平均 8.34MPa。属于中硬岩类。具脆性而不具韧性，易冲击破碎。煤岩强烈风化后会泥化，属于软弱夹层。但岩芯多呈柱状，岩石质量良好。

（5）泥岩、薄层粉砂岩及砂岩互层岩组

本岩组与开采煤层有直接关系，多出现于煤层直接顶底板，是含有较高粘土矿物和有机质的粉颗粒岩石。以中厚至薄层粉砂岩、（砂质）泥岩为主，夹有煤和细粒砂岩薄层。岩石类型组成复杂，故组内强度不均，差异性甚大，属于中硬至坚硬岩类，而又易于软化和崩解的岩石，RQD 值 60%左右，岩石质量良好。

（6）砂岩组

本岩组以细粒砂岩和中粒砂岩为主，次为粗粒砂岩，也包括厚度＞3m 的结构致密的粉砂岩，多形成煤层的基本顶或老底。岩石主要成份以石英、长石为主，含暗色矿物质及云母碎片，颗粒次棱角状—次圆状，分选较好，泥质胶结，局部钙质胶结。干燥状态抗压强度 16.58～43.82MPa，平均 29.49MPa，属于坚硬岩类。总体上岩石均质，RQD 值 70%以上，该岩组岩石质量好，岩体较完整，稳定性好。

（五）煤层特征

区内延安组赋存可采煤层 10 层，分别为 1^{-1}、2^{-2}、3^{-1}、4^{-3}、5^{-2}、$5^{-2下}$、$5^{-3上}$、5^{-3}、$5^{-3上}$、5^{-4} 煤层，各可采煤层分述如下：

1、1^{-1} 煤层（该煤层目前已采完）

1^{-1} 煤层位于延安组第五段顶部，煤层在煤矿东北部、东部、东南部受直罗组冲刷剥蚀，可采区主要分布在煤矿的西北部及西南部边界附近。赋存面积 10.1326km^2，可采面积 9.776km^2，为局部可采煤层。埋藏深度为 95.59～177.80m，平均埋深 143.03m，底板标高+1045～+1095m。

可采煤层厚度为 0.80～2.38m，平均厚度 1.77m。煤层西北部厚而东南部薄，煤层厚度变化较小。一般不含夹矸，局部含 1～2 层夹矸，岩性以粉砂岩为主，结构简单。

该煤层为薄到中厚煤层，大部可采，煤层厚度变化较小，规律性明显，结构简单，煤类单一，属稳定型煤层。

2、2^{-2} 煤层

2^{-2} 煤层位于延安组第四段顶部，除北部遭受后期直罗河冲刷剥蚀变薄至缺失外，其余地段均赋存，赋存区均可采，可采面积 42.755km^2，为全区可采煤层。埋

藏深度 31.90～225.48m，底板标高在+1000～+1080m 之间。

可采厚度 0.80～6.60m，平均厚度 4.16m，以厚煤层为主；一般不含夹矸，局部含 1 层夹矸，个别含 2 层夹矸，厚度 0.15～0.71m，岩性以粉砂岩为主，其次为砂质泥岩，结构简单。

该煤层可采面积 42.755km^2，全区可采，属薄～厚煤层，以厚煤层为主，变化规律明显，结构简单，以不粘煤为主，次为长焰煤，煤质变化小，属稳定型煤层。

3、3^{-1} 煤层

位于延安组第三段顶部，全区可采，可采面积 44.51km^2，埋藏深度 75.40～266.37m，底板标高在+940～+1060m 之间。

厚度 2.15～3.05m，平均厚度 2.68m，均为中厚煤层；不含夹矸，结构简单。

该煤层全区可采，属中厚煤层，厚度变化小，变化规律明显，结构简单，以不粘煤为主，次为长焰煤，煤质变化小，属稳定型煤层。

4、4^{-3} 煤层

位于延安组第二段中部，全区可采，可采面积 44.51km^2。埋藏深度 140.55～334.11m，底板标高在+880～+990m 之间。

可采厚度 1.72～3.47m，平均厚度 2.56m，均为中厚煤层；一般不含夹矸，偶含 1 层夹矸，厚度 0.08～0.71m，岩性以粉砂岩为主，少量泥岩，结构简单。

该煤层全区可采，属中厚煤层，厚度变化小，变化规律明显，结构简单，以不粘煤为主，个别长焰煤，煤质变化小，属稳定型煤层。

5、5^{-2} 煤层

位于延安组第一段顶部，全区赋存，可采面积40.563km^2。埋藏深度177.56～375.10m，底板标高在+830～+960m之间。

可采煤层厚度 0.38～3.42m，平均厚度 1.34m；以薄煤层为主；一般不含夹矸，局部含 1 层夹矸，厚度 0.01～0.74m，岩性以粉砂岩为主，结构简单；变异系数 0.49，标准差 0.65，面积可采概率 91%。

属薄～中厚煤层，以薄煤层为主，厚度变化较小，变化规律明显，结构简单，煤类单一，以不粘煤为主，少量长焰煤，煤质变化小，属稳定型煤层。

6、$5^{-2\,下}$ 煤层

位于延安组第一段上部，为 5^{-2} 煤层分叉的下分层，可采面积 21.639km^2，为大部分可采。埋藏深度 190.90～382.05m，底板标高在+840～+950m 之间。

煤层可采厚度 0.00～1.59m，平均厚度 1.07m；以薄煤层为主；偶含 1 层夹矸，厚度 0.20～0.45m，岩性为粉砂岩，结构简单。

属薄～中厚煤层，以薄煤层为主；厚度变化小，变化规律较明显，结构简单；煤类单一，以不粘煤为主，次为长焰煤基，煤质变化小，属稳定型煤层。

7、$5^{-3上}$煤层

位于延安组第一段中部，为 5^{-3} 煤层上分层，可采面积 8.896km^2，为局部可采煤层。埋藏深度 308.10～398.38m，底板标高在+810～+890m 之间。

煤层可采厚度 0.00～1.54m，平均 1.20m；以薄煤层为主；偶含一层夹矸，厚度 0.21～0.34m，岩性为粉砂岩，结构简单。

属薄～中厚煤层，以薄煤层为主；厚度变化小，变化规律较明显，结构简单；煤类单一，以不粘煤为主，少量长焰煤，煤质变化小，属较稳定型煤层。

8、5^{-3} 煤层

位于延安组第一段中部，全区可采，可采面积 44.51km^2。埋藏深度 205.15～402.84m，底板标高在+810～+940m 之间。

厚度 1.08～5.90m，平均厚度 3.86m，以厚煤层为主，次为中厚煤层；一般含一层夹矸，个别含 2 层夹矸，厚度 0.01～0.72m，岩性以粉砂岩为主，少量泥岩、砂质泥岩，结构简单。

属薄～厚煤层，以厚煤层为主，次为中厚煤层，厚度变化小，变化规律明显，结构简单，煤类单一，以不粘煤为主，少量长焰煤，煤质变化小，属稳定型煤层。

9、$5^{-3下}$煤层

位于延安组第一段中部，为 5-3 煤层下分层，煤层赋存于井田西北角，赋存区均可采，可采面积 3.008km^2，为局部可采煤层。埋藏深度 238.09～289.15m，底板标高在+880～+930m 之间。

可采厚度 1.05～1.15m，平均厚度 1.09m；均为薄煤点；零星含一层夹矸，厚度 0.20m，岩性为粉砂岩，结构简单。

属薄煤层，厚度变化小，结构简单，煤类单一，属稳定型煤层。

10、5^{-4} 煤层

位于延安组第一段下部，全区赋存，可采面积 32.47km^2，为大部可采煤层；埋藏深度 259.62～416.63m，底板标高在+790～+910m 之间。

可采厚度 0.80～2.25m，平均厚度 1.45m；局部含一层夹矸，厚度 0.09～0.76m，

岩性以粉砂岩为主，少量细粒砂岩和泥岩，结构简单。

属薄～中厚煤层；厚度变化小，变化规律较明显，结构简单；以不粘煤为主，少量长焰煤，煤质变化小；属稳定型煤层。

表 2.2-2　可采煤层特征一览表

含煤段号	煤层号	煤层特征					结构	层间距	可采类型	稳定类型
		两极值 平均值（点数） （储量计算厚度）	两极值 平均值（点数） （可采厚度）	标准差	变异系数	面积可采率%		两极值 一般值		
第五段	1^{-1}	0.15～3.07 1.75	0.80～2.38 1.77 (22)	0.57	0.35	22	一般不含夹矸，局部含1-2层夹矸，结构简单。	51.17～60.34 54.38 28.06～41.92 35.15 23.19～29.51 26.05 9.02～22.09 15.52 11.77～30.86 22.54 12.10～24.51 17.24 8.10～19.79 13.67 0.87～18.60 10.01 16.44～30.19 22.49 （$5^{-3上}$～5^{-2}） 10.62～42.30 26.42 （5^{-3}～5^{-2}） 14.96～29.64 23.78 （$5^{-3下}$～5^{-2}） 8.63～31.03 20.64 （5^{-4}～5^{-3}）	局部可采	较稳定
第四段	2^{-2}	0.00～6.60 4.12	0.80～6.60 4.16(96)	1.19	0.29	96	一般不含夹矸，局部含1层夹矸，个别含2层夹矸，厚度0.15～0.71m。以粉砂岩为主，其次为砂质泥岩。		全区可采	稳定
第三段	3^{-1}	2.15～3.05 2.68	2.15～3.05 2.68(85)	0.21	0.08	100	不含夹矸。		全区可采	稳定
第二段	4^{-1}	0.00～0.67 0.32	/	0.14	0.45	/	局部含1层夹矸，厚度0.13～0.68m；岩性以粉砂岩为主，少量泥岩、砂质泥岩。		不可采	
	4^{-2}	0.00～1.32 0.46	0.90～1.32 1.08(10)	0.31	0.67	/	一般不含夹矸，局部含1～2层夹矸，厚度0.15～0.79m；岩性以粉砂岩为主，少量泥岩。		不可采	
	4^{-3}	1.72～3.47 2.56(83)	1.72～3.47 2.56(83)	0.42	0.16	100	偶含1层夹矸，厚度0.08～0.71m；岩性以粉砂岩、细粒砂岩为主。		全区可采	稳定
	4^{-4}	0.00～1.08 0.54	0.80～1.08 0.90(8)	0.24	0.45	/	局部含1～2层夹矸，厚度0.11～0.65m；岩性以粉砂岩为主，少量泥岩。		不可采	
第一段	5^{-2}	0.38～3.42 1.34	0.80～3.42 1.41(76)	0.65	0.49	91	一般不含夹矸，局部含1层夹矸，夹矸厚度0.01～0.74m，岩性以粉砂岩为主。		全区可采	稳定
	$5^{-2下}$	0.00～1.59 1.07	0.80～1.59 1.14(45)	0.27	0.25	48	一般不含夹矸，偶含1层夹矸，夹矸厚度0.20～0.45m，岩性为粉砂岩。		大部分可采	稳定
	$5^{-3上}$	0.00～1.54 1.20	0.80～1.54 1.27(18)	0.33	0.28	20	一般不含夹矸，偶含1层夹矸，夹矸厚度0.21～0.34m，岩性为粉砂岩。		局部可采	较稳定
	5^{-3}	1.08～5.90 3.86	1.08～5.90 3.86(83)	0.81	0.21	100	一般含一层夹矸，个别含2层夹矸，厚度0.01～0.72m；岩性以粉砂岩为主，少量泥岩、砂质泥岩。		全区可采	稳定
	$5^{-3下}$	1.05～1.15 1.09	1.05～1.15 1.09(6)	0.04	0.04	7	零星含一层夹矸，厚度0.20m；岩性为粉砂岩。		局部可采	稳定
	5^{-4}	0.20～2.25 1.18	0.80～2.25 1.45(57)	0.52	0.44	73	局部含1层夹矸，厚0.09m～0.76m；岩性以粉砂岩为主，少量细粒砂岩、泥岩。		大部分可采	较稳定

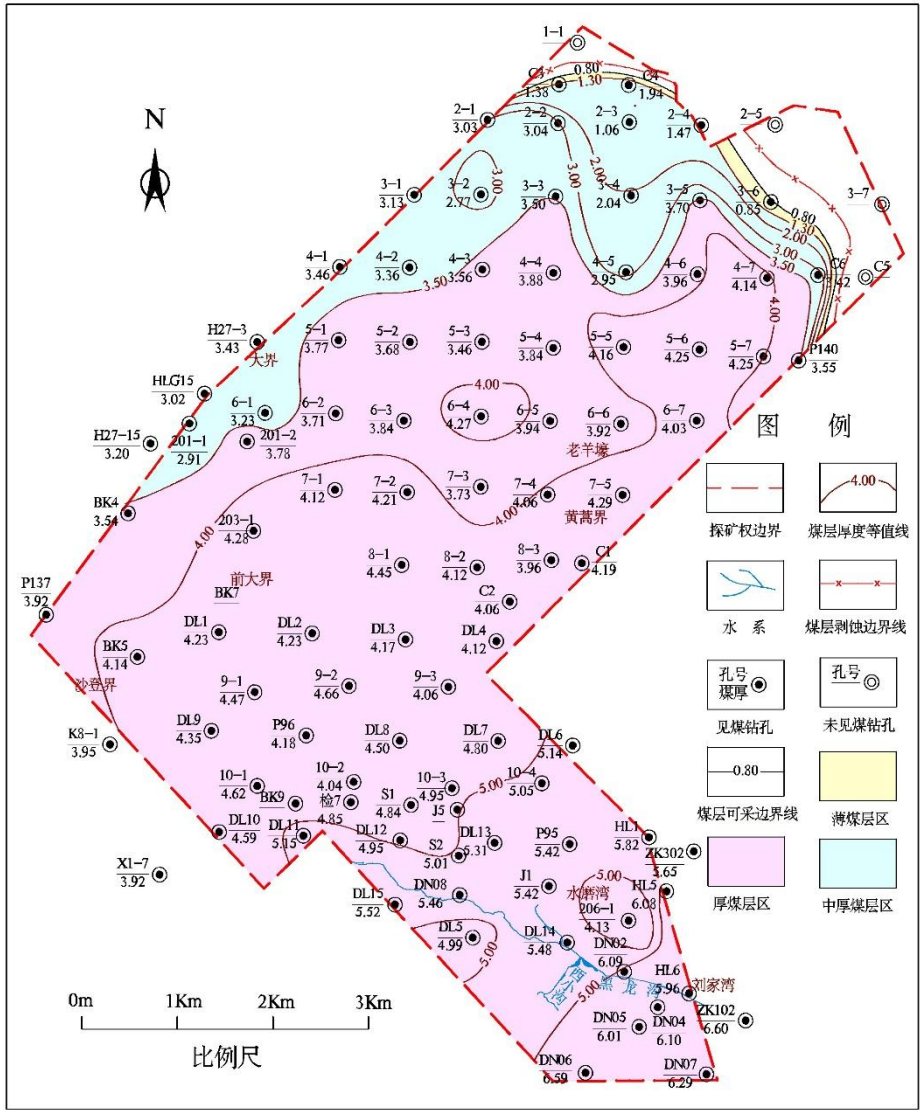


图 2.2-6　2^{-2} 煤层厚度等值线与可采范围分布图

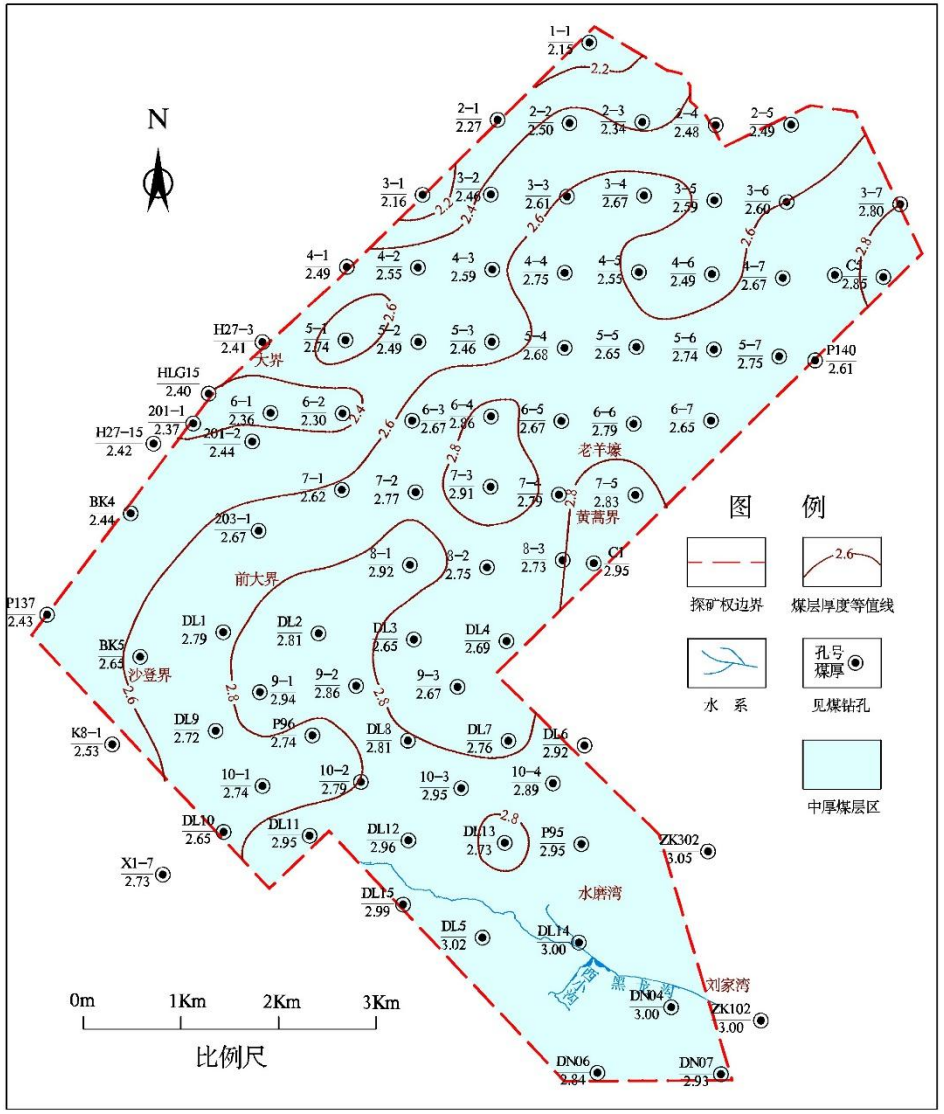


图 2.2-7　3^{-1} 煤层厚度等值线与可采范围分布图

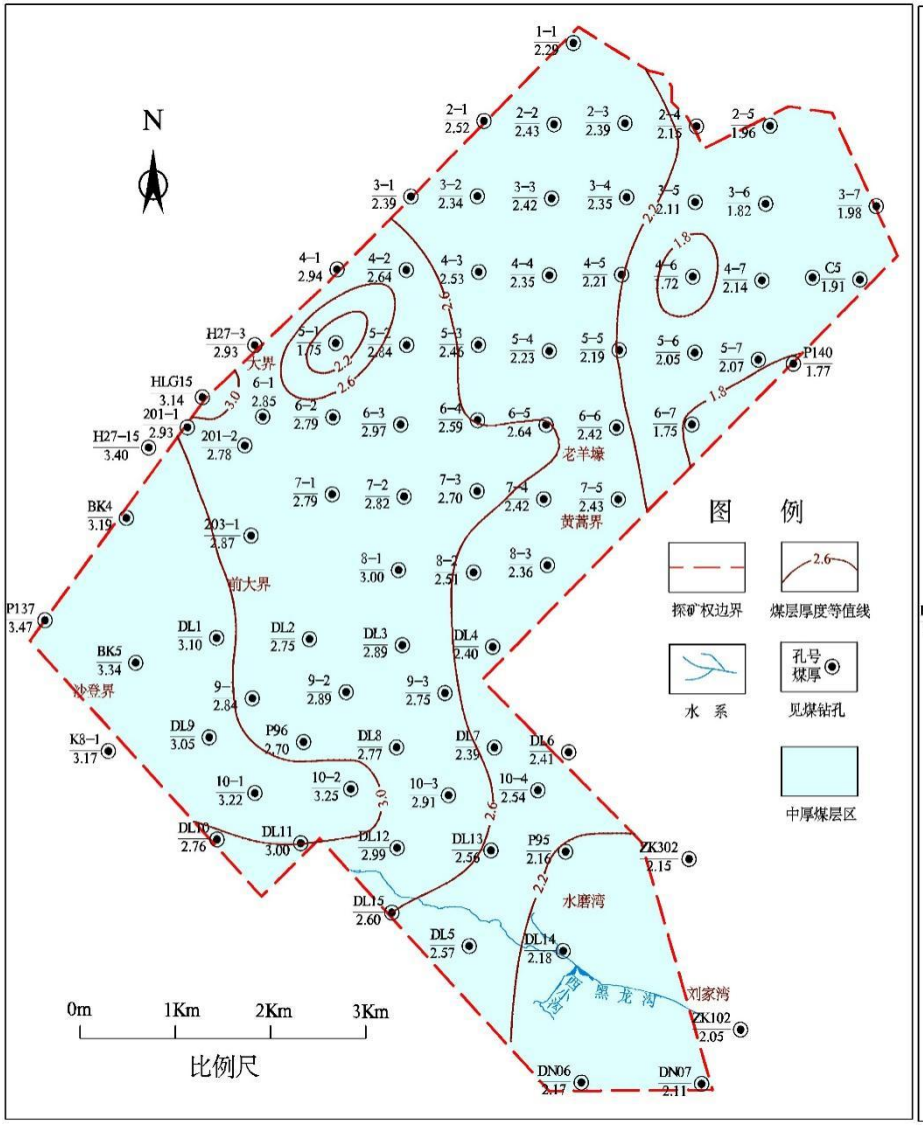


图 2.2-8　4^{-3} 煤层厚度等值线与可采范围分布图

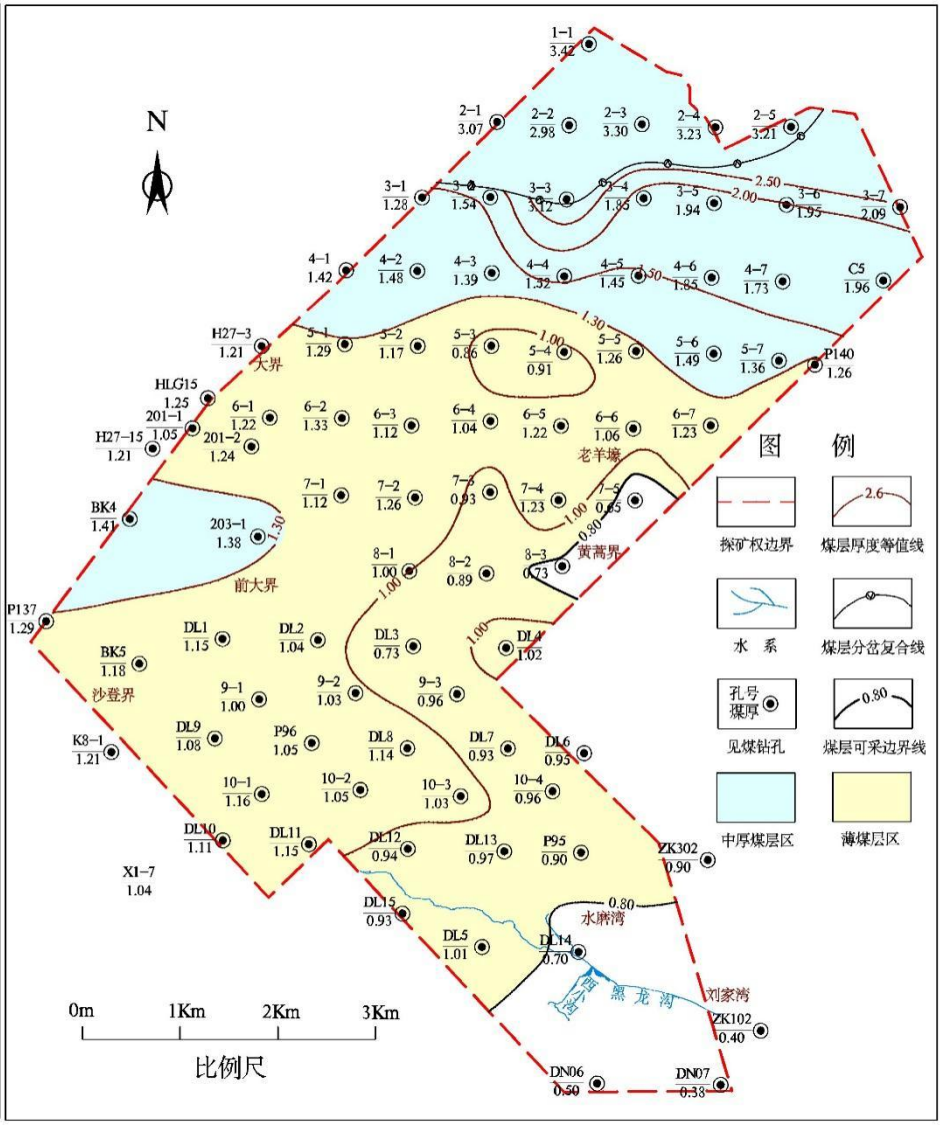


图 2.2-9　5^{-2} 煤层厚度等值线与可采范围分布图

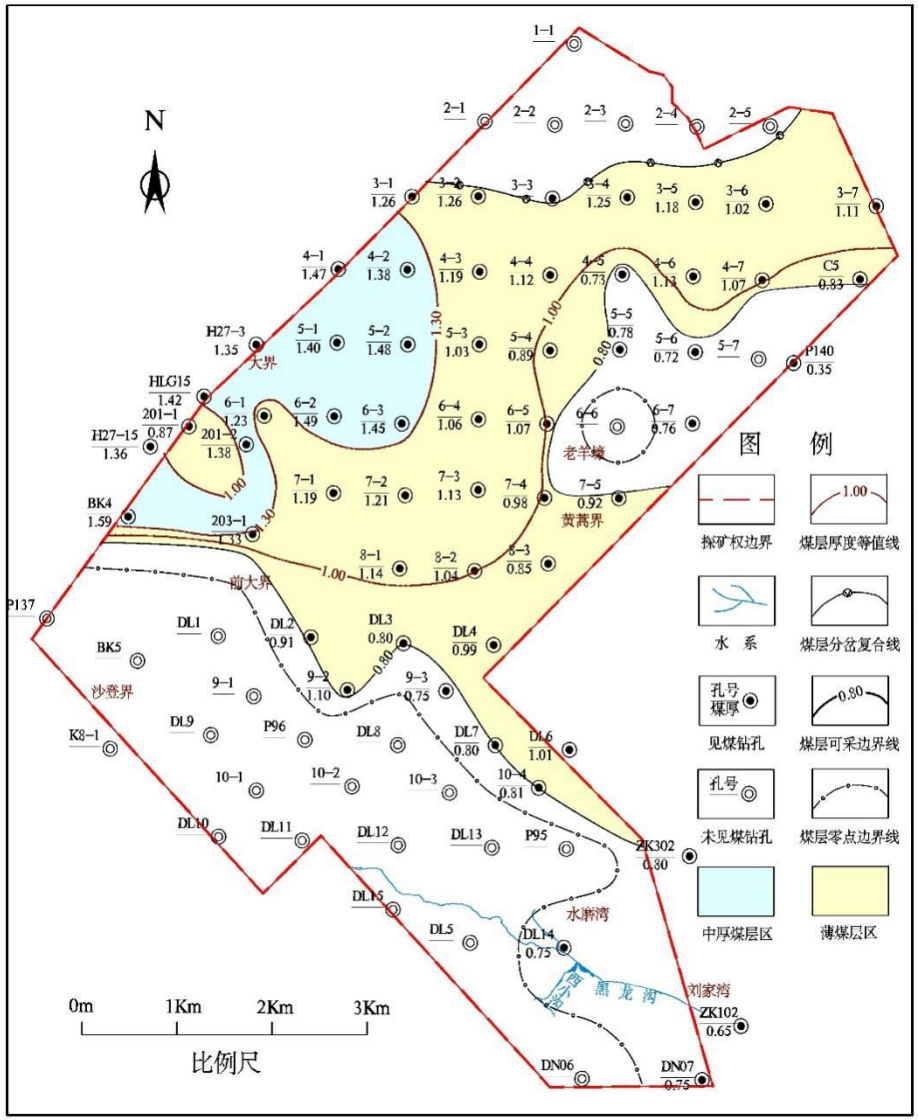


图 2.2-10　$5^{-2下}$煤层厚度等值线与可采范围分布图

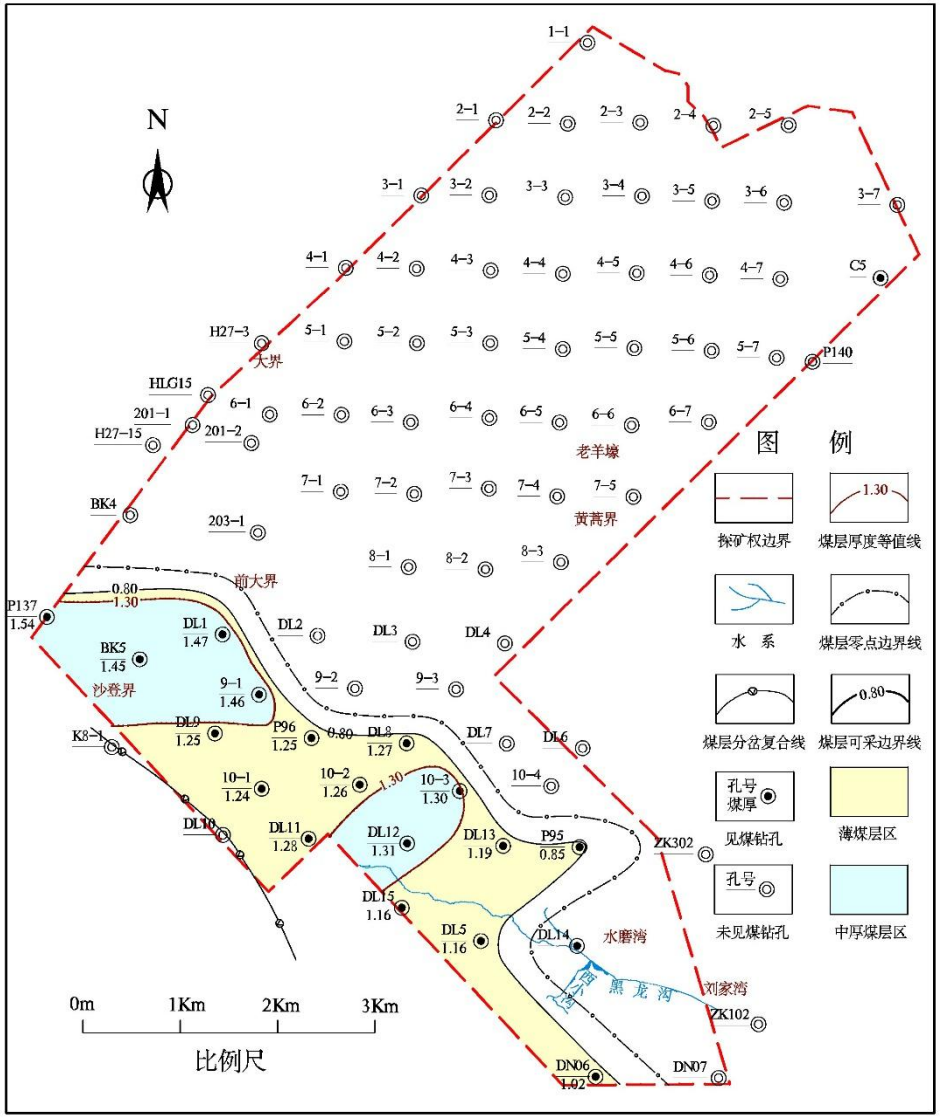


图 2.2-11　$5^{-3上}$煤层厚度等值线与可采范围分布图

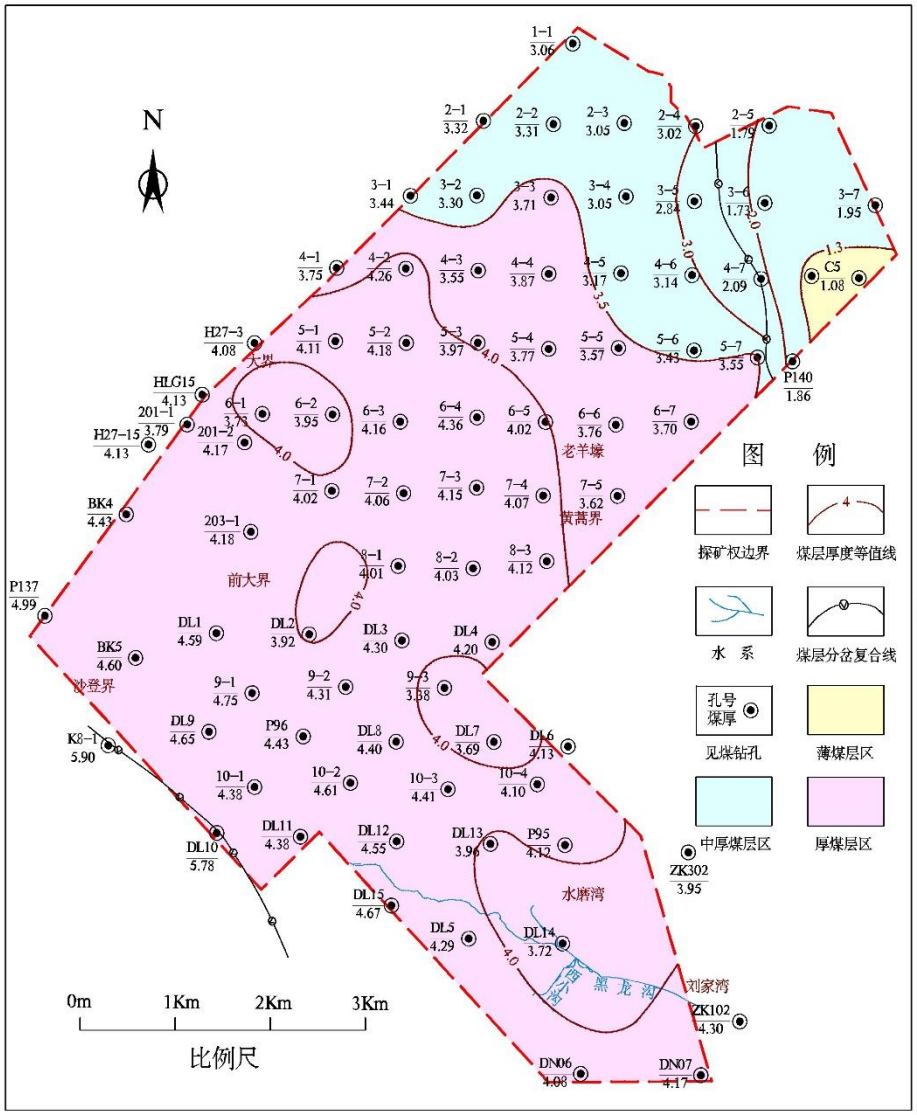


图 2.2-12　5^{-3} 煤层厚度等值线与可采范围分布图

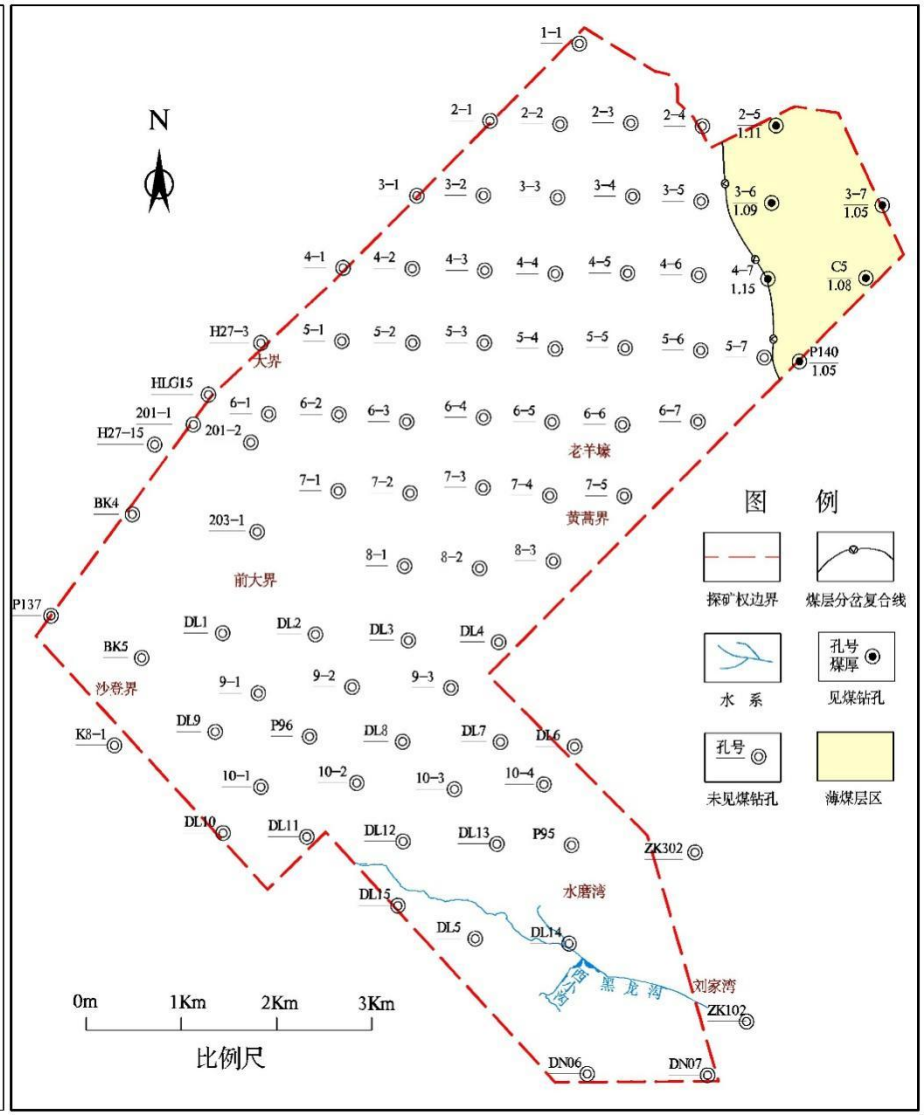


图 2.2-13　$5^{-3下}$ 煤层厚度等值线与可采范围分布图

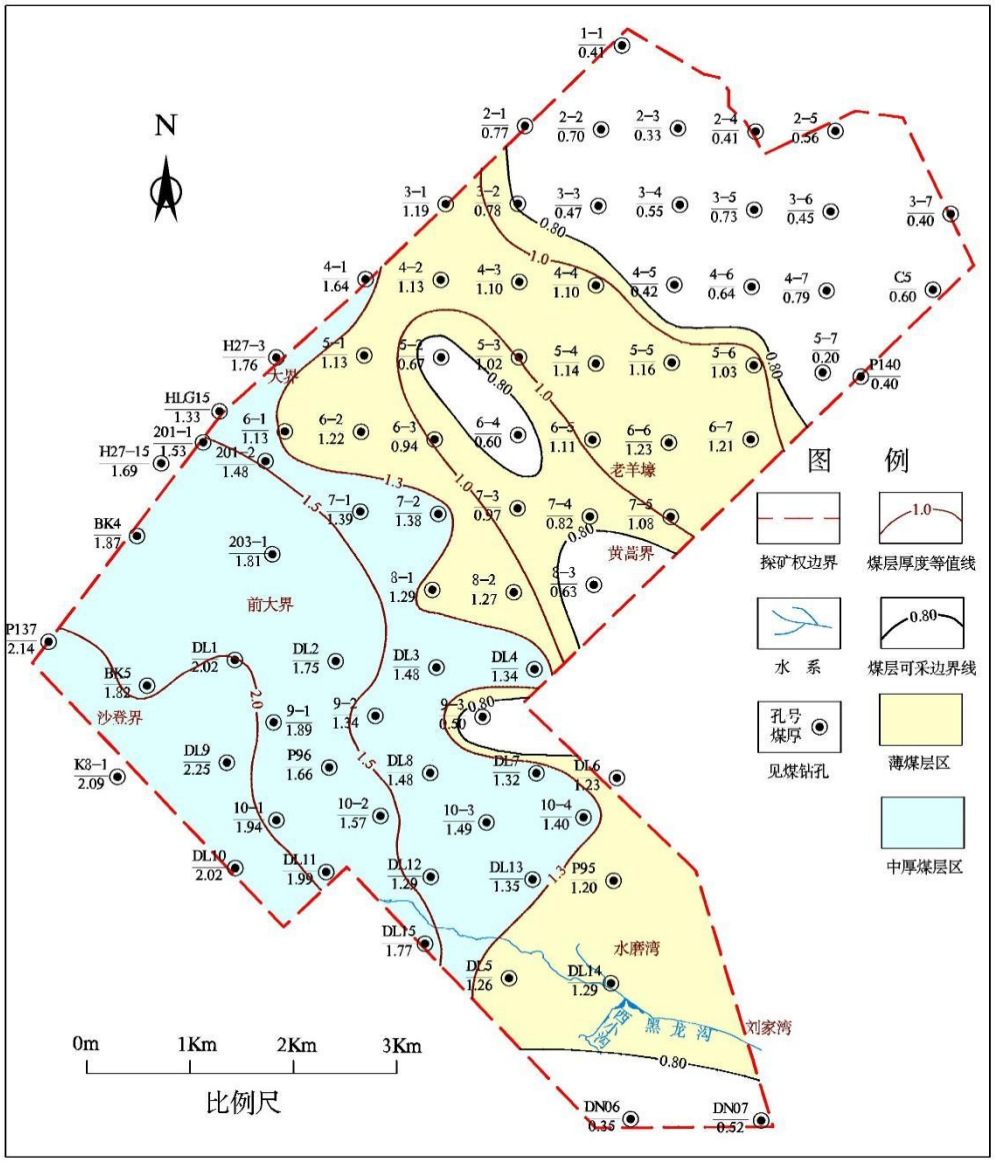


图 2.2-14　5^{-4} 煤层厚度等值线与可采范围分布图

三、矿山生态状况

矿区位于神木臭柏县级自然保护区西部区块实验区外东南侧，不在其保护范围内。井田范围内不涉及自然保护区、风景名胜区等重要生态敏感区，井田内部分地区分布臭柏灌丛，不属于珍稀濒危动植物天然集中分布区。

（一）生态功能区划

项目区地处陕北黄土高原的北端和毛乌素沙漠东南缘的接壤地带，根据《神木市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，该区域属于生态修复保育区、防风固沙生态功能区、北部风沙草滩特色农牧区；要求以自然修复为主，生态环境特点为植物种类单一，植被覆盖率低，沙质荒漠化较为严重，土壤侵蚀极敏感、土地沙漠化中度敏感、土地盐渍化中度敏感，生态环境脆弱，主要发展方向为控制土地开垦、合理利用水资源，保护沙生植被。

（二）生态系统现状

根据实地调查，评价区主要有 4 种类型的生态系统，以草地生态系统为主，生态系统类型及特征见表 2.3-1。

表 2.3-1　生态系统类型及特征表

序号	生态系统类型	主要物种	分　布
1	草地生态系统	沙鞭、沙生白草、蒙古冰草等	大面积分布于矿区
2	林地生态系统	沙蒿、柠条、臭柏等	呈片状分布于固定沙丘周边
3	沙地生态系统	沙地先锋植物聚群	斑点状散布流动、半流动沙地
4	村镇生态系统	以人为主，人工绿色植物	集中分布于村庄周围

主要生态系统现状描述如下：

①草地生态系统

矿区草地基本全为固定或半固定沙丘上演替而来的天然荒草地，大面积广泛分布于评价区内，植被以适应旱生生境的禾本科植物为主，平均覆盖度约 20%左右，其生长缓慢，多呈丛状分布，平均生产力约 1.2t/hm^2 左右。

受区域干旱多风气候以及沙地贫瘠土壤的影响，整个草地生态系统比较脆弱，随着近年来封沙禁牧工程的实施，草地生态系统稳定性有所增强。

②林地生态系统

基本全为沙生小半灌丛，呈片状、斑块状分布，其中沙蒿、柠条等多形成郁闭度 0.2～0.3 的散生聚群，臭柏则多呈郁闭度＞0.5 的小面积连续毡状分布于固定沙丘向阳坡面；灌木丛径一般 1～1.5cm，丛高 0.8～1.5m。

③沙地生态系统

呈低密度的点状、块状散布于沙地中，植被以沙地先锋聚群为主。受严苛干旱缺水气候与沙地贫瘠土壤影响，群落密度与盖度均极低，覆盖度不足 5%，多数情况下为单种单层，以 5～15cm 的小片丛形式出现。

④村镇生态系统

评价区内涉及青龙沟村黑龙沟小组，村庄周边有少量耕地，作物为玉米、谷子，产量较低。村居四邻栽有少量旱柳、山杨、樟子松等乔木。

（三）野外样方调查

2024 年 9 月 19 日至 9 月 21 日，项目组赴现场进行样方调查，选取代表性群落进行典型取样，共选取 5 处样方点，所选取的样方调查点主要集中于煤矿地面建设扰动地区及周边区域，基本涵盖了调查区所有的地貌类型及群落类型。

1、调查方法

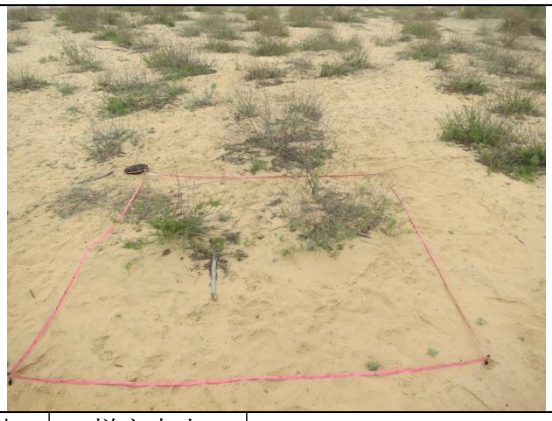
由于区域乔木林地面积极少，且主要集中于井田外村镇周边人工营造林，故本次样方调查仅针对区域灌丛与草地进行，根据地形和植被特征设置 2×2m、5×5m 的样方。对样方中的灌木，调查项目有种类组成、丛径、高度、盖度等；草本植物主要记录其高度、德氏多度、盖度等。

2、调查结果

调查区位于陕北黄土高原与毛乌素沙漠交界地带，本区内主要植被类型为沙生、旱生灌草地。样方调查结果见表 2.3-2。

表 2.3-2　植被样方调查记录表

<table>
<tr><td>样方编号</td><td>JDB01</td><td>群落类型</td><td>臭柏灌丛</td><td>样方大小</td><td>5m×5m</td></tr>
<tr><td>调查地点</td><td colspan="3">**********</td><td>调查日期</td><td>2024.9.20</td></tr>
<tr><td>海拔(m)</td><td>1218</td><td>地貌</td><td colspan="3">（）山地　（）低洼地　（）平原　（√）丘陵　（）高原</td></tr>
<tr><td>坡度(°)</td><td>15</td><td>坡位</td><td colspan="3">（√）谷地　（）下部　（）中部　（）上部　（）梁顶</td></tr>
<tr><td>覆盖度（%）</td><td>80</td><td>干扰程度</td><td colspan="3">（）无干扰　（√）轻微　（）中度　（）强烈</td></tr>
<tr><td>群落结构</td><td>种类</td><td>层高（cm）</td><td>丛径（cm）</td><td colspan="2" rowspan="7">  </td></tr>
<tr><td rowspan="2">灌木层</td><td>臭柏</td><td>50～120
80</td><td>75～150
95</td></tr>
<tr><td>小檗</td><td>30～70
65</td><td>25～90
70</td></tr>
<tr><td rowspan="3">草本层</td><td>牛心朴</td><td>3～8
5</td><td>/</td></tr>
<tr><td>沙蒿</td><td>3～5
3</td><td>6～12
8</td></tr>
<tr><td>茜草</td><td>匍匐</td><td>/</td></tr>
<tr><td>样方编号</td><td>JDB02</td><td>群落类型</td><td>沙蒿灌丛</td><td>样方大小</td><td>5m×5m</td></tr>
<tr><td>调查地点</td><td colspan="3">**********</td><td>调查日期</td><td>2024.9.21</td></tr>
</table>

海拔(m)	1220	地貌	（）山地 （）低洼地 （√）平原 （）丘陵 （）高原	
坡度(°)	2	坡位	（）谷地 （）下部 （）中部 （）上部 （）平原	
覆盖度（%）	40	干扰程度	（）无干扰 （）轻微 （√）中度 （）强烈	
群落结构	种类	层高（cm）	丛径（cm）	
灌木层	沙蒿	65～120 85	95～130 108	
草本层	沙鞭	4～12 6	/	
	砂珍棘豆	4～8 5	6～11 6	
	苦豆子	8～12 7	12～16 12	
样方编号	JDB03	群落类型	臭柏灌丛	样方大小 5m×5m
调查地点	**********			调查日期 2024.9.23
海拔(m)	1215	地貌	（）山地 （）低洼地 （）平原 （√）丘陵 （）高原	
坡度(°)	10	坡位	（）谷地 （√）下部 （）中部 （）上部 （）梁顶	
覆盖度（%）	90	干扰程度	（）无干扰 （√）轻微 （）中度 （）强烈	
群落结构	种类	层高（cm）	丛径（cm）	
灌木层	臭柏	50～120 80	20～110 65	
草本层	细叶大戟	4～12 6	/	
	阿尔泰狗娃花	4～8 5	6～11 6	
	赖草	8～12 7	12～16 12	
样方编号	JDG01	群落类型	沙蒿草地	样方大小 1m×1m
调查坐标	**********			调查日期 2024.9.19
海拔(m)	1210	地貌	（）山地 （）低洼地 （√）平原 （）丘陵 （）高原	
坡度(°)	10	坡位	（）谷地 （）下部 （）中部 （）上部 （）梁顶	
覆盖度（%）	10	干扰程度	（）无干扰 （）轻微 （）中度 （√）强烈	
群落结构	种类	层高（cm）	丛径（cm）	
草本层	沙鞭	4～9 6	/	
	沙芦草	3～11 8	6～9 7	
	沙蒿	8～13 9	7～13 9	
	砂珍棘豆	4～7 5	4～5 4	
样方编号	JDG02	群落类型	牛心朴草地	样方大小 1m×1m
调查地点	**********			调查日期 2024.9.20
海拔(m)	1208	地貌	（）山地 （）低洼地 （√）平原 （）丘陵 （）高原	

坡度(°)	10	坡位	（）谷地 （）下部 （）中部 （）上部 （）梁顶	
覆盖度（%）	5	干扰程度	（）无干扰 （）轻微 （√）中度 （）强烈	
群落结构	种类	层高（cm）	丛径（cm）	
草本层	牛心朴	3～5 4	7～9 8	
	碱蓬	2～7 3	4～5 4	
	砂珍棘豆	6～9 7	9～11 10	

（四）主要群落构成

根据现场样方调查，结合查阅相关资料，给出区内主要植被群落组成如下：

1、草地

矿区草地主要分布于固定与半固定沙地坡面与流动沙丘边缘，全为次生天然荒草地。

根据现场调查结果，评价区草地主要包括禾草类沙生群落与沙地先锋群落两大类。

a.禾草类沙生群落：包括沙鞭群落与沙生白草群落，其中沙鞭群落主要分布于沙丘或流动沙地，以其连绵的匍匐地下茎呈几米至几十米的长条带分布，常在沙地边缘构成纯种植丛，在半固定沙丘地带可形成构成简单的单层群落，层高约 40cm 左右，盖度 10%～40%；沙生白草群落多分布于连片平缓沙地与固定沙丘坡面上，伴生种包括蒙古冰草、牛心朴、沙蒿等，以及少量中生植物如阿尔泰狗娃花、细叶大戟等。

b.沙地先锋群落：主要分布于流动沙地的落砂坡或覆沙洼地上，按大致先后出现的伺候有沙米群聚，沙旋复花群聚，牛心朴群聚等，覆盖度约 5%左右，多数情况下为单种单层，以 5～15cm 的小片丛形式出现。

2、灌丛

评价区灌丛主要分布于固定沙丘坡面、丘间洼地及土质条件较好的黄土硬梁地、沙丘顶部等，全为以灌木和小半灌木为建群种的沙生植被。

根据现场调查结果，评价区灌丛主要有沙蒿—柠条灌丛与臭柏灌丛两大类。

a.沙蒿—柠条灌丛：沙蒿具有叶片线裂以减少蒸腾、根系极端发达以扩大吸水范围、种子可与沙粒粘结成球状易于发芽等适应干旱沙地的生物学特点，能够在

沙地上迅速繁衍并形成优势群落。在半流动沙丘上常形成 0.8～1.5 株/m^2 的单优势种群落。在固定、半固定沙丘上可与柠条构成共优种群落，多分布于薄层覆沙的黄土梁地以及半固定沙地等风蚀较为强烈的地区。伴生种包括牛心朴、白沙蒿、碱茅、赖草等，群落层高通常约 0.5～1.5m，草本层高约 0.2～0.8m。群落盖度在 20%～50%之间。

b.臭柏灌丛：是评价区固沙能力最强的植物群落。见于保护区各处的沙丘、沙地及低凹地，在沙丘、沙地为匍匐状，在低凹地直立生长，所以所见群落高低差异较大，高度从 50～180cm 不等。常见的以臭柏为灌木层的单一建群种，建群种臭柏密度约 65～84 丛/m^2，每丛平均 2～5 个分枝，在沙地固定较早的局部区域也见有绣线菊、柳叶鼠李等。

臭柏群落具明显的灌木层—小半灌木层—草本层分层，组成草本层的植物种类以区域而不同，常见的有沙蒿、草木樨状黄蓍、长芒棒头草、白颖苔草、黑沙蒿、羽茅、北京隐子草、砂狗娃花、沙鞭、黄花铁线莲和牛心朴等。总盖度在 10%～20%之间。

（五）与陕西神木臭柏县级自然保护区的关系

神木臭柏自然保护区属县级自然保护区，是以臭柏为主要保护对象的森林生态系统类型的自然保护区。位于神木市西北部风沙区的大保当镇、锦界镇内。1985 年神木县人民政府以神政发〔1985〕122 号文批准其为县级自然保护区，隶属神木县林业局管理，副科级建制，主要保护对象为臭柏群落。2011 年，神木县人民政府以神政发〔2011〕47 号文调整了该保护区保护范围，调整后的保护区分为东西两处。2017 年，神木县人民政府以神政办发〔2017〕54 号文对神木臭柏县级自然保护区范围与功能区进行调整，调整后保护区总面积 11712.66hm^2，其中核心区总面积为 2918.6hm^2，缓冲区总面积为 2650.2hm^2，实验区总面积为 6143.8hm^2。

根据《陕西神木臭柏县级自然保护区综合科学考察报告》，该保护区是毛乌素沙地南缘关键的森林植被及其野生植物生境所形成的自然生态系统，区内自然生态系统完整，生物小气候多样，是众多野生动植物的良好栖息地，是毛乌素沙地南缘区域植物种类较为丰富的地区之一，也是毛乌素沙地臭柏林的主要分布区。在地理位置上，保护区位于毛乌素沙地南缘，是陕西北部一个重要的自然保护区，对保持陕西北部地区自然生态系统的完整性以及野生动植物物种多样性均发挥了重要作用。

陕西神木臭柏县级自然保护区的主要保护对象为臭柏群落。臭柏群落是毛乌素沙地发育较完善、结构较稳定的植物群落，是沙生演替系列达到高级稳定阶段的代表类型之一，发挥着重要的防风固沙、保持水土、改善土壤结构等重要生态功能，是该地区改善生态环境的重要造林绿化树种。

根据《陕西省地方重点保护植物名录（第一批修订）》，臭柏（沙地柏 Sabina vulgaris Ant.）属陕西省重点保护植物，保护类别为濒危。属柏科，圆柏属，匍匐灌木，高不及 1m；枝密，斜上展，小枝细，径约 1mm，近圆形。鳞叶交叉对生相互紧贴，先端钝或稍尖，背面中部有明显的椭圆形腺体；刺形叶常生于幼龄树上，雌雄异株；球果熟时呈暗褐紫色，被白粉，种子 1～4 粒。臭柏根系强壮，枝叶稠密，生长迅速；耐干旱、抗严寒，少病虫，不畏污浊空气，适应性强，具有防止水土流失、净化空气的作用，是良好的环保树种。保护区内臭柏密度达 65～84 丛／100m^2，每丛有 2～5 个分枝。群落总盖度 75～90％，其中灌丛盖度 70～85％，草本、半、小灌木层 5～30％。同时，臭柏灌丛的土壤达到了沙土发育的较高级阶段，属疏林沙土。地面出现苔藓和地衣，盖度达 30～50％，具有较明显的森林土壤性质。

矿区井田范围位于西部区块实验区外东南侧，不在其保护范围内，井田边界距保护区边界的最近距离为 1.9km。臭柏自然保护区不会受到开采沉陷的直接影响。根据《毛乌素沙地臭柏根系分布及根量》研究表明臭柏根系分布深度达 2.0m，水平延伸幅度达 1.0m；其根量主要集中在 0～60cm 的土层内，占根系总量的 60%～70%，呈倒金字塔型分布。据调查目前臭柏自然保护区潜水埋深为 4~5m，长势良好，即臭柏生长用水主要靠大气降水补给。根据本次地下水模拟预测，项目运行对第四系含水层地下水水位和流场不产生影响，对臭柏自然保护区内的植被生长不产生影响。

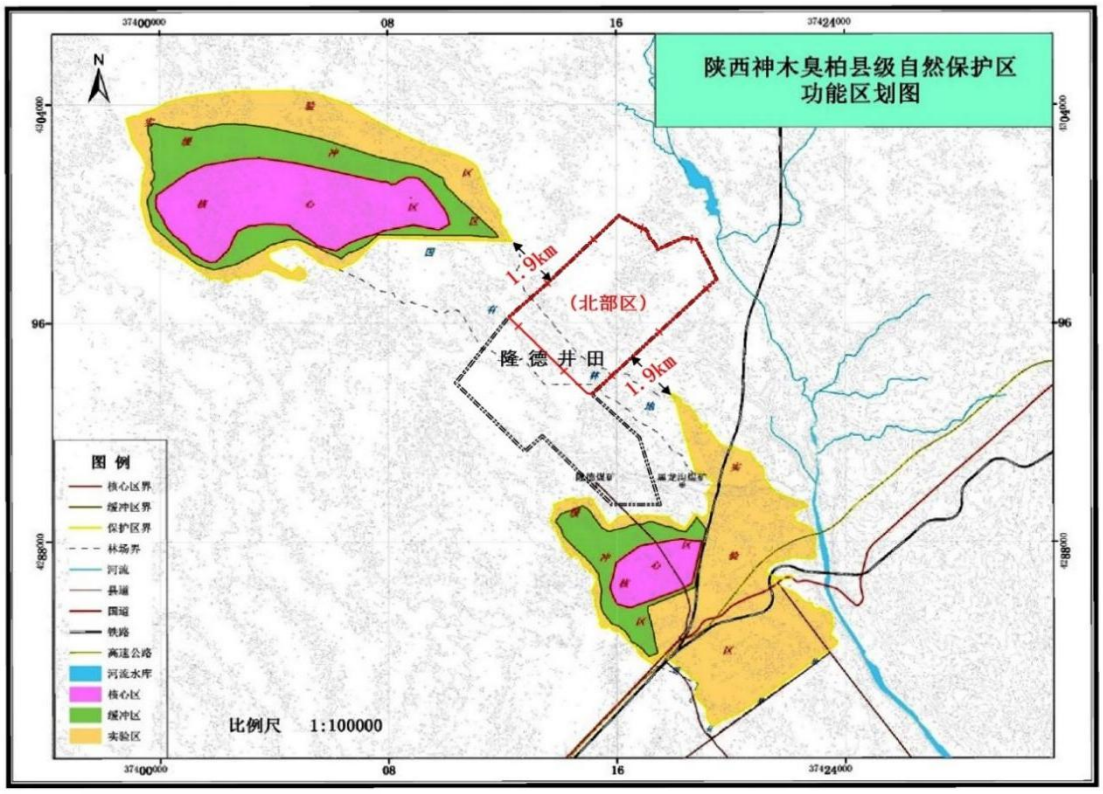


图 2.3-1 煤矿与臭柏自然保护区的位置关系图

（六）与瑶镇水库水源保护区的关系

瑶镇水库位于秃尾河瑶镇北侧干流河道上，坝顶高程 1163.4m，水库总库容 1060 万 m^3，水库水资源量 13635.2 万 m^3/a，主要来自控制流域（面积 852.2km^2）大气降水入渗汇集。水库功能为向神木市城区供水、榆神工业区锦界工业园供水及灌溉，水库水质目标为地表水II类水域。

根据《陕西省神木市瑶镇水库水源保护区划分技术报告》，瑶镇水库划定的三个保护区范围如下：

①一级保护区：水域为水库正常蓄水位线（1160.5m 高程线）以下的区域，面积为 1.14km^2，陆域为水库正常蓄水位线外延 200m 的区域及坝址以下 100m 的区域，面积为 2.04km^2，一级保护区总面积为 3.18km^2。

②二级保护区：水域为瑶镇水库上游两条支流宫泊沟和圪丑沟入库点至河源起点以上的水域范围；陆域为一级保护区陆域边界外延 2km 的区域，水库上游干流河岸向两侧各外延 2km 的区域，二级保护区总面积为 173.05km^2。

③准保护区：水库控制流域面积内除去一级、二级保护区以外的区域及流域边界线以外 1km 内的影响区域，瑶镇水库与采兔沟水库流域边界相邻段准保护区界线以流域边界为准，不在包含流域外 1km 的影响区。

瑶镇水源地保护区位于井田北部，二级保护区边界距离井田边界最近为230m，一级保护区边界距离井田边界最近为740m，井田北部采区与瑶镇水源地准保护区（汇流补给区）重叠面积3.45km^2，占井田总面积的7.75%，采煤避让水源地准保护区，开采区位于水源地准保护区（汇流补给区）边界线南部的采兔沟水库的汇流区范围内。

瑶镇水源地准保护区维护带按边界外侧留设10m，按沙层移动角30°，表土层移动角45°，基岩移动角73°，采用剖面法留设保护煤柱，保护煤柱宽度107-169m。

四、社会经济概况

（一）神木市

神木市位于陕西北部、秦晋蒙三省接壤地带，黄河揽怀南下、长城横腰西飞。全市国土总面积达7635km^2，是陕西省面积最大的县市，辖14镇6个街道326个行政村，总人口46.17万。

其地势西北高、东南低，处于黄土丘陵沟壑区向内蒙古草原过渡地带，地貌以明长城为界，北部为风沙草滩区，占全市总面积的51%，其余为丘陵沟壑区。海拔高度在738.7m到1448.7m之间。黄河沿县境东南部边缘流过，涉境流长98km。市境西北部有46个内陆湖泊。

神木市地域广阔，蕴藏着丰富的煤炭、石英砂、岩盐、石油、天然气等数十种矿产资源，其中以煤炭资源为最，储煤面积达4500km^2，探明储量500亿t，占神府——东胜煤田总储量的1/4，且煤质优良，属特低灰、特低磷、特低硫、中高发热量的优质动力、气化和化工用煤。神木市光热资源可观，是陕西省多日照、强辐射区之一，年平均日照2876h，全年平均气温8.9℃。粮食作物有21大类，133个品种，是传统的红枣、小杂粮种植区，也是优质牧草适生区。市境内黄河的主要支流窟野河、秃尾河流域面积分别占全县总面积的51.2%和31.4%，年均径流量分别为7.67和4亿m^3，是全市主要水利资源。

神木是西北地区县（市）域综合实力最强的县市，2023年，全市完成地区生产总值2347.10亿元，占榆林市总量34%，占陕西省总量6.2%；完固定资产投资456.47亿元，社会消费零售总额111.34万元；城镇、农村常住居民人均可支配收入达到46353元、21858元。

表 2.4-1　神木市近 3 年社会经济情况表

年度	2021 年	2022 年	2023 年
生产总值（亿元）	1894.00	2048.18	2347.10
总人口（万人）	46.03	46.17	47.21
农业人口（人）	331872	333286	332150
农林牧渔业总产值（亿元）	47.79	49.18	52.16
粮食总产量（万吨）	23.89	20.44	23.46
农民人均可支配收入（元/人）	17235	19063	21858
粮食作物播种面积（万亩）	100.59	102.93	105.26

资料来源：神木市 2021~2023 年国民经济与社会发展统计公报。

（二）大保当镇

大保当镇位于神木市西南 57 公里处，属毛乌素沙漠南缘的典型风沙草滩区。西临榆阳区，北接锦界工业园区，地处陕北能源化工基地核心区域，国家级经济开发区榆神工业区位于大保当镇境内，镇域面积 715.3 平方公里，下辖 18 个行政村、1 个社区，辖区内总人口 6.5 万人(其中镇区人口 3.8 万人、农村人口 2.6 万人)。驻地有事业单位 19 个，企业 320 户，个体户 1590 户。2023 年全镇 GDP总量达 925.18 亿元，固定资产投资 267.79 亿元，招商引资 11.08 亿元，大保当镇是全国重点镇，省级乡村振兴示范镇。大保当镇具有区位优势明显，自然资源富集，生态环境优美，文化底蕴厚重，发展潜力巨大等优势，加之产业项目逐年增多，榆神工业区 34 个新续建能化项目陆续开工建设，“镇园一体、产城融合”的格局已基本形成，全镇呈现出经济稳步发展、社会和谐稳定的局面。

表 2.4-2　大保当镇近 3 年社会经济情况表

年份	总人口（人）	农业人口（人）	社会总产值（亿元）	农业产值（亿元）	城镇居民收入（万元/人）	农村居民收入（万元/人）	耕地面积（亩）	人均耕地（亩/人）
2021 年	61194	28500	891.26	3.7	3.1	1.7	19827	2.2
2022 年	65310	27322	910.36	4.1	3.4	1.9	19776	2.2
2023 年	67516	26118	925.18	5.8	3.6	2.1	19916	2.2

资料来源：大保当镇 2021~2023 年国民经济与社会发展统计公报

五、土地利用现状

（一）土地利用类型及面积

矿区范围共涉及最新变更的神木市第三次国土调查 1:10000 土地利用标准分幅图 6 幅，图幅号分别为：J49G029032、J49G029033、J49G030034、J49G030032、J49G030033、J49G031033。地面工程全面位于矿区范围内，依据土地利用现状图，

项目区的土地面积合计为4441.43hm²，土地利用现状类型划分为8个一级类和16个二级类，包括耕地、林地、草地、工矿用地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地。各类土地面积见表2.5-1，土地利用现状见附图2。

表2.5-1 土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积（hm²）	占比（%）
01	耕地	0102	水浇地	3.13	0.07
		0103	旱地	16.35	0.14
03	林地	0301	乔木林地	51.44	1.16
		0305	灌木林地	864.34	19.69
		0307	其他林地	36.24	0.82
04	草地	0401	天然牧草地	3201.26	72.08
		0404	其他草地	117.2	2.64
06	工矿用地	0602	采矿用地	39.93	0.90
07	住宅用地	0702	农村宅基地	5.26	0.12
10	交通运输用地	1001	铁路用地	17.88	0.40
		1002	公路用地	5.90	0.13
		1006	农村道路	50.99	1.15
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	1.49	0.03
12	其他土地	1202	设施农用地	0.46	0.01
		1205	沙地	22.91	0.52
		1206	裸土地	6.65	0.15
总计				4441.43	100.00

根据调查，矿区内耕地为水浇地和旱地，面积仅为9.48hm²，占比0.21%，零星分布在矿区黑龙沟沟谷较为平坦区域，位于农村道路两侧，距离零星居民点较近，为村民自己开垦耕地，作物需水完全依靠雨水，土地贫瘠，产量低，无田间配套设施。主要作物种类有玉米、谷子、豆类及其它经济作物。目前的农田生态系统十分脆弱，旱地作物产量低，仅为300~500kg/亩。根据本次选取耕地土壤剖面进行分析看出，土壤质地松软，土壤有机质含量低。

区内林地面积为962.02hm²，占煤矿总面积21.66%，在矿区内占地面积次之，主要乔木树种为杨树、旱柳、樟子松等，主要灌木树种为臭柏、紫穗槐、沙蒿等。区内乔灌木呈斑块状分散在矿区的各个地方。人工林和半灌木有旱柳、樟子松、沙柳、柠条，呈斑块状或线状散生在局部的道路两侧。

区内草地面积 3318.46hm^2，占煤矿总面积 74.72%，在矿区内面积最大，其中主要为天然牧草地、其他草地。草地全区分布片状分布，植被种类以沙蒿、沙柳等沙生灌丛和草丛为主，局部还零散分布长芒草、百里香和甘草等。区内草地生产力较低，平均产鲜草量 1125～2310kg/hm^2。

农村宅基地面积 5.26hm^2，仅占煤矿总面积 0.12%，主要为黑龙沟村居住点，占地面积较小，矿区开采时留设保护煤柱。

交通运输用地为铁路用地、公路用地和农村道路，面积为 74.77hm^2，占矿区面积的 1.68%；其中铁路用地主要为靖神铁路，公路用地主要为进场道路，农村道路在矿区范围内纵横分布，为矿区范围内的主要林草生产道路。

坑塘水面、设施农用地、沙地、裸土地等其他地类在矿区范围内零星、呈斑块状分布，用地面积较小。

（二）永久基本农田

根据神木市永久基本农田核实处置成果，矿区范围内无永久基本农田分布。

六、矿山及周边其他人类重大工程活动

区内无重要工程设施及交通干线，评估区内无文物古迹。评估区及周边主要人类工程活动有村民生产活动、农业生产活动、铁路运输、高压输电线路及其它人为活动，区内人类工程活动对地质环境的影响主要体现在以下几个方面，具体见图 2.6-1、附图 1。

（一）村庄建设及农耕活动

经调查，矿区范围内有黑龙沟一个行政村，主要包括尚家圪堵、康家圪堵、刘家湾三个自然村，其总人口为 173 人，43 户。村内共 15 口的民用水井，平均井 5~6 米。村内耕地均为水浇地。主要种植的农产品种类有春小麦、玉米、土豆、大豆等。村庄未搬迁但村中年轻居民基本均在外打工，偶尔回家，留守人员基本均为老人。村庄范围内均留有保护煤柱，下部煤层均不开采，因此，矿区内村庄受采矿影响较小。本方案适用期不涉及村庄。

表 2.6-1 矿区内村庄分布

位置	行政村	自然村	房屋（间）	宅基地面积（hm^2）	户数（户）	人数（人）	保护对策
一盘区	黑龙沟村	尚家圪堵	95	2.93	18	92	与黑龙沟一起留设保护煤柱
		康家圪堵	65	1.54	12	52	

位置	行政村	自然村	房屋（间）	宅基地面积（hm^2）	户数（户）	人数（人）	保护对策
		刘家湾村	43	0.79	13	29	
合计			203	5.26	43	173	

照片 2.6-1　尚家圪堵（镜向:N）

照片 2.6-2　刘家湾（镜向:SW）

（二）光伏发电企业

矿区内分布光伏发电企业若干，主要包括分布于矿区南部的神木市隆武新能源发展有限公司、分布于矿区北部的陕西北元新能源科技有限公司，分别为 2024 年、2023 年进行建设。

本方案适用期后期影响陕西北元新能源科技有限公司光伏发电项目。

由于光伏发电企业建设在煤矿取得矿权之后，根据煤矿与神木市隆武新能源发展有限公司、陕西北元新能源科技有限公司签订的互不影响及权益保护协议，煤矿对其造成的破坏由光伏发电企业负责。

照片 2.6-3　隆武光伏发电项目 1

照片 2.6-4　隆武光伏发电项目 2

照片 2.6-5　北元新能源光伏发电项目 3

（三）靖神铁路

靖神铁路沿井田西部边界穿过，靖神铁路走向与井田接近平行，并且有 2.80km 的铁路位于井田内，为保护靖神铁路平稳运行，靖神铁路按III级保护级别的 10m 宽围护带设置保护范围。在此基础上按沙层移动角 30°，土层移动角 45°，基岩移动角δ＝73°、β＝73°、γ＝75°，采用剖面法留设保护煤柱，煤柱宽度 89-153m。

照片 2.6-6　矿区范围内靖神铁路

（四）高压线塔

矿区北部分布有 110KV 输电线路 3 条，夏柠线、夏锦线，1355 草铁牵 T 线、1357 湾草牵线由东向西穿过；矿区南部分布有 35KV 输电线路 2 条，3779 湾草 1 号线、3783 湾草 2 号线，由东向西穿过。

本方案适用期内影响矿区北部的夏柠线、夏锦线，1355 草铁牵 T 线、1357 湾草牵线三条 110kv 输电线路。

照片 2.6-7　1355 草铁牵 T 线

照片 2.6-8　3783 湾草 2 号线

（五）周边煤矿采掘活动

1.小保当矿业有限公司一号煤矿、二号煤矿

小保当矿业有限公司位于陕西省榆林市神木市西南部，成立于 2009 年 4 月，注册资本 17.14 亿元人民币，位于榆神矿区三期规划区，面积 220km^2。小保当矿业按照“一公司两矿”的模式建设，一、二号煤矿核定产能分别为 2000 万吨/年和 1300 万吨/年。主要可采煤层 1^{-1}、2^{-2}（$2^{-2上}$）、3^{-1}、4^{-2}、4^{-3}、5^{-2}（$5^{-2上}$）、$5^{-2下}$。

小保当矿业积极打造“碳中和林”基地，完成矿区周边植被绿化 852 亩，现绿化覆盖率已达到 90%以上。2022 年以来，小保当矿业投资 5000 多万元，按照城市道路标准对进场公路两侧绿化进行整体改造，共种植 4 万余株白皮松、樟子松、新疆杨等大型苗木，共种 60 余万株金叶榆、红瑞木、侧柏，有效减少了地面扬尘污染及场地水土流失。

2.黑龙沟煤矿

陕西黑龙沟矿业有限责任公司位于矿区东部，主要可采煤层 1^{-1}、2^{-2}（$2^{-2上}$）、3^{-1}、4^{-2}、4^{-3}、5^{-2}（$5^{-2上}$）、$5^{-2下}$，井田面积 7.57km²，采用斜井多水平开拓，全井田划分四个水平，核定生产能力为 150 万吨/年，目前 1^{-1} 煤已基本开采结束。

3.锦东煤矿

目前正处于基建期。

总之，矿山及周边其他人类工程活动较强烈。

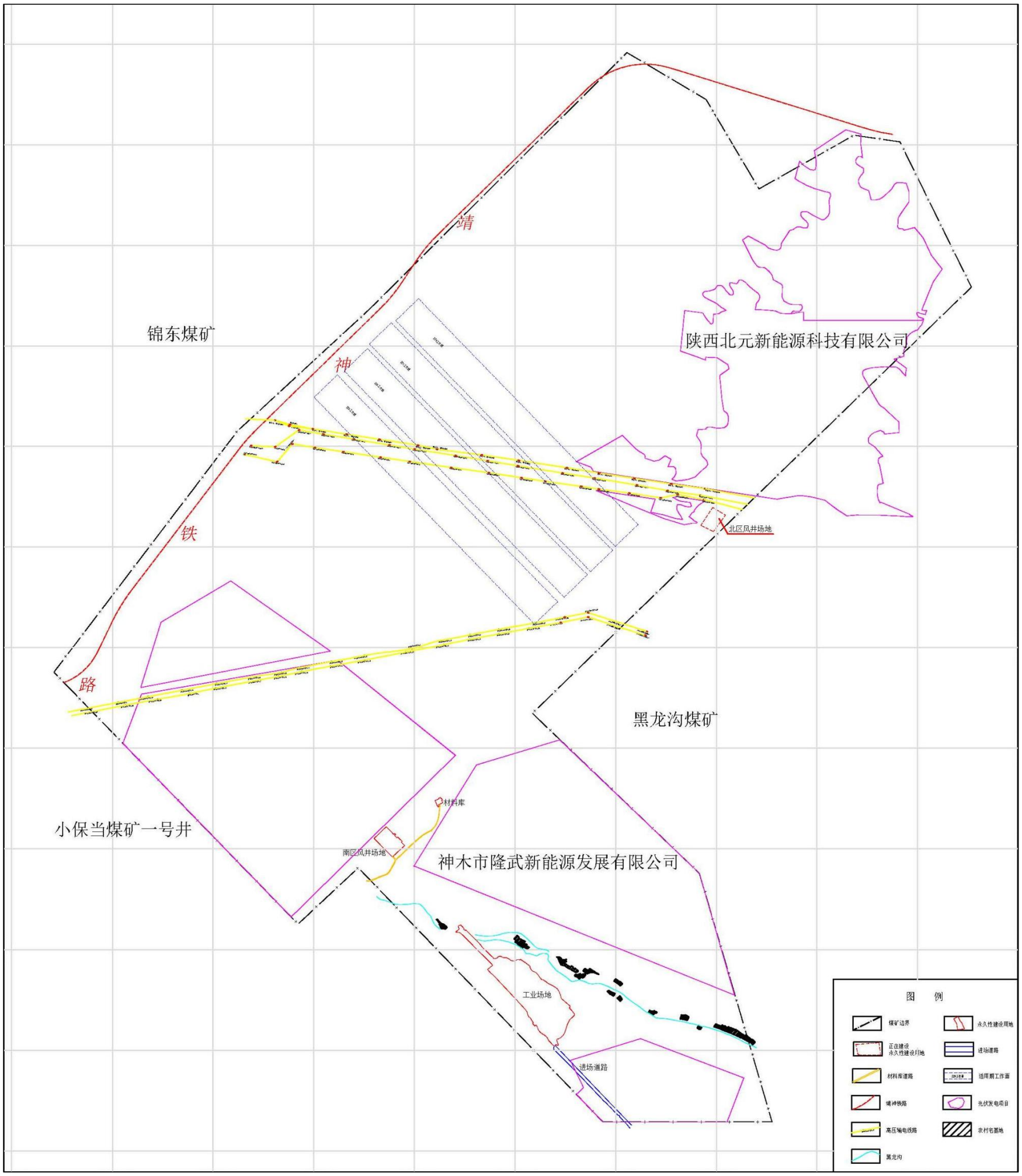


图 2.6-1　人类工程活动分布图

七、矿山及周边地质环境治理与土地复垦案例分析

（一）原矿山地质环境保护与土地复垦方案执行情况概述

1、矿山地质环境保护与土地复垦方案概述

2020 年隆德煤矿委托长安大学编制并提交了《神木县隆德矿业有限责任公司隆德煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》；陕西省自然资源厅于 2020 年 7 月 27 日发布了通过审查的公告（陕自然资公告〔2020〕16 号）。

该方案以 2019 年为基准年，适用期为 5 年（2020 年～2025 年）。

2、基金计提情况

隆德煤矿于 2019 年 5 月 28 日建立基金账户，截止 2025 年 5 月底应计提基金 59839.73 万元，实际计提基金 59839.73 万元，根据神木市自然资源和规划局的监管要求，实现足额按时计提。

3、基金使用情况

隆德煤矿于 2022、2024 年进行了年度基金验收，2022 年煤矿返还基金 701.50 万元；2023 年煤矿返还基金 2510.00 万元；2024 年煤矿返还基金 1786.10 万元，截止 2025 年 5 月底，基金账户余额 55525.42 万元（含利息）。

表 2.7-1 隆德煤矿煤矿适用期基金使用情况一览表　　单位：万元

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	3284.23	3284.23		3284.23
2	2019	4922.93	4922.93		8207.16
3	2020	7384.80	7384.80		15591.96
4	2021	15741.31	15741.31	701.50	30631.77
5	2022	10094.53	10094.53		40726.30
6	2023	7313.76	7313.76	2510.00	45530.06
7	2024	9682.84	9682.84	1786.10	53426.80
8	2025	1415.33	1415.33		54842.13
累计		59839.73	59839.73	4997.60	54842.13
利息					683.29
基金账户余额					55525.42

4、《两案》适用期年度工作安排情况

《两案》适用期各年度工作安排见下表 2.7-2、2.7-3。

表 2.7-2 《两案》适用期（2020～2024 年）的年度工作安排

年度	工程类型	治理或监测对象	治理或监测工程量
第一年	地质灾害治理工程	滑坡	削坡 7500m³，浆砌块石挡土墙 730m³，基槽石方开挖 220m³，挡土墙模板 110 个，排水塑料管安置 390m； 滑坡隐患点设置警示牌 4 个；
		地面塌陷	农村道路维护补修 3920m²； 扶正电杆 9 个；
	地质环境监测工程	地质灾害	设置 11 个自动化监测点 J1~J11； 地质灾害及地面塌陷人工巡查 12 次；
		含水层	打 2 口水文监测井 S2、S3，共计深度 180m，设置 3 个水文监测点 S1、S2、S3，总计监测水质 9 次、水位 9 次、水量 9 次；
		水土污染	于黑龙沟上游、黑龙沟中游、黑龙沟下游、2 处泉眼共布置 5 个水体污染监测点 W1~W5，共监测 15 次；于黑龙沟下游布置一个土壤污染监测点 T1，监测 1 次；
	土地复垦工程	207、101 工作面损毁土地	填充裂隙 120975.02m²，剥离、回覆土方 90290.64m³，补植紫穗槐 141830 株，撒播草种 15284.8kg，30×30 穴状整地 141830 个；
	土地复垦监测及管护工程	207、101 工作面损毁土地、排矸场	布设 6 个土地损毁监测点，土地损毁监测 360 次，土壤质量监测 30 次，复垦植被监测 60 次； 管护损毁林地 141.83hm²，草地 49.23hm²； 管护排矸场林地 0.36hm²，草地 4.04hm²；
第二年	地质灾害治理工程	地面塌陷	素土路面维护补修 3920m²； 扶正电杆 9 个；
	地质环境监测工程	地质灾害	地质灾害及地面塌陷人工巡查 12 次；
		含水层	S1、S2、S3 总计监测水质 9 次、水位 9 次、水量

			9 次；
		水土污染	5 个水体污染监测点 W1~W5，共监测 15 次； 土壤污染监测点 T1，监测 1 次；
	土地复垦工程	102 工作面损毁土地	填充裂隙 83196.46m²，剥离、回覆土方 78836.54m³，补植紫穗槐 110580 株，撒播草种 14473.6kg，30×30 穴状整地 110580 个；
	土地复垦监测及管护工程	102 工作面损毁土地	新增 3 个土地损毁监测点，土地损毁监测 180 次，土壤质量监测 15 次，复垦植被监测 30 次； 继续进行复垦效果监测和林草抚育管护工作，其中灌木林地 106.18hm²，天然牧草地 74.74hm²；
第三年	地质灾害治理工程	地面塌陷	素土路面维护补修 3920m²； 扶正电杆 9 个；；
	地质环境监测工程	地质灾害	地质灾害及地面塌陷人工巡查 12 次；
		含水层	S1、S2、S3 总计监测水质 9 次、水位 9 次、水量 9 次；
		水土污染	5 个水体污染监测点 W1~W5，共监测 15 次； 土壤污染监测点 T1，监测 1 次；
	土地复垦工程	103 工作面损毁土地	填充裂隙 77807.64m²，剥离、回覆土方 75245.01m³，补植紫穗槐 125910 株，撒播草种 13946.4kg，30×30 穴状整地 125910 个；
	土地复垦监测及管护工程	103 工作面损毁土地	新增 3 个土地损毁监测点，土地损毁监测 180 次，土壤质量监测 15 次，复垦植被监测 30 次； 继续进行复垦效果监测和林草抚育管护工作，其中灌木林地 125.91hm²，天然牧草地 48.42hm²；
第四年	地质灾害治理工程	地面塌陷	素土路面维护补修 3920m²； 扶正电杆 9 个；
	地质环境监测工程	地质灾害	地质灾害及地面塌陷人工巡查 12 次；
		含水层	S1、S2、S3 总计监测水质 9 次、水位 9 次、水量 9 次；

		水土污染	5 个水体污染监测点 W1~W5，共监测 15 次； 土壤污染监测点 T1，监测 1 次；
	土地复垦工程	104、218 工作面损毁土地	填充裂隙 78949.17m²，剥离、回覆土方 45651.55m³，补植旱柳 768 棵，60×60 穴状整地 768 个，补植紫穗槐 34510 株，撒播草种 7573.6kg，30×30 穴状整地 2684 个；
	土地复垦监测及管护工程	104、218 工作面损毁土地	新增 9 个土地损毁监测点，土地损毁监测 540 次，土壤质量监测 45 次，复垦植被监测 90 次； 继续进行复垦效果监测和林草抚育管护工作，其中灌木林地 34.51hm²，天然牧草地 53.35hm²；
第五年	地质灾害治理工程	地面塌陷	素土路面维护补修 3920m²； 扶正电杆 9 个；
	地质环境监测工程	地质灾害	地质灾害及地面塌陷人工巡查 12 次；
		含水层	S1、S2、S3 总计监测水质 9 次、水位 9 次、水量 9 次；
		水土污染	5 个水体污染监测点 W1~W5，共监测 15 次； 土壤污染监测点 T1，监测 1 次；
	土地复垦工程	220、222、216 工作面损毁土地	填充裂隙 76079.93m²，剥离、回覆土方 48581.37m³，补植紫穗槐 530 株，撒播草种 7573.6kg，30×30 穴状整地 530 个；
	土地复垦监测及管护工程	220、222、216 工作面损毁土地	新增 5 个土地损毁监测点，土地损毁监测 300 次，土壤质量监测 25 次，复垦植被监测 50 次； 继续进行复垦效果监测和林草抚育管护工作，其中灌木林地 0.53hm²，天然牧草地 94.14hm²；

5、《两案》适用期年度计划及设计情况

隆德煤矿 2020-2022 年，每年向神木市自然资源和规划局提交本年度治理计划与上年度治理总结，但年度计划均未评审，且提交的年度计划中未包含治理工程的工程量及投资预算，隆德煤矿 2023 年度治理计划评审通过。隆德煤矿委托第三方单位编制了生态修复规划设计书。

2021 年 6 月 18 日，神木市自然资源和规划局邀请有关专家及神木市林业局、水利局、环保局、发展改革和科技局、农业农村局、乡镇等单位代表组成评审组，在神木市自然资源和规划局对汇金科技控股集团有限公司编制、神木市隆德矿业有限责任公司隆德煤矿提交的《神木市隆德矿业有限责任公司隆德煤矿矿山生态修复规划设计书(2021-2025 年)》(以下简称“规划设计”)进行了评审。2021 年 10 月 28 日，专家组在复审了修改后的《规划设计》后，出具了专家组意见。

2023 年 3 月 8 日，神木市自然资源和规划局邀请有关专家组成审查组，在神木市对神木县隆德矿业有限责任公司提交的《神木县隆德矿业有限责任公司隆德煤矿矿山地质环境保护与土地复垦 2023 年度治理计划》(以下简称“年度计划”)进行了审查。2023 年 4 月 5 日，专家组在复审了修改后的《2023 年度治理计划》后，出具了专家组意见。

6、《两案》适用期年度验收情况

（1）2022年8月3日，神木市自然资源和规划局邀请有关专家组成验收组会同相关部门代表，在神木县隆德矿业有限责任公司隆德煤矿召开验收会，对隆德煤矿申请验收的项目进行了检查及验收。

（2）2024年6月15日，神木市自然资源和规划局组织有关专家及神木市发改局、生态环境局、林业局、财政局、水利局、农业农村局、大保当镇镇政府负责人或代表，在神木市隆德矿业有限公司隆德煤矿召开验收会，依据《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》(陕国土资发〔2018〕92号)、《陕西省矿山地质环境治理恢复技术要求与验收办法》(陕自然资规〔2019〕5号)对隆德煤矿提交的《神木县隆德矿业有限责任公司隆德煤矿矿山地质环境保护与土地复垦2023年度总结报告》及实体工程进行了验收。

7、《两案》年度验收基金返还情况

2021年返还经费701.50万元，2023年返还经费2510.00万元，2024年返还经费1786.10万元，返还总经费4997.60万元。

8、《两案》分年度工程执行情况

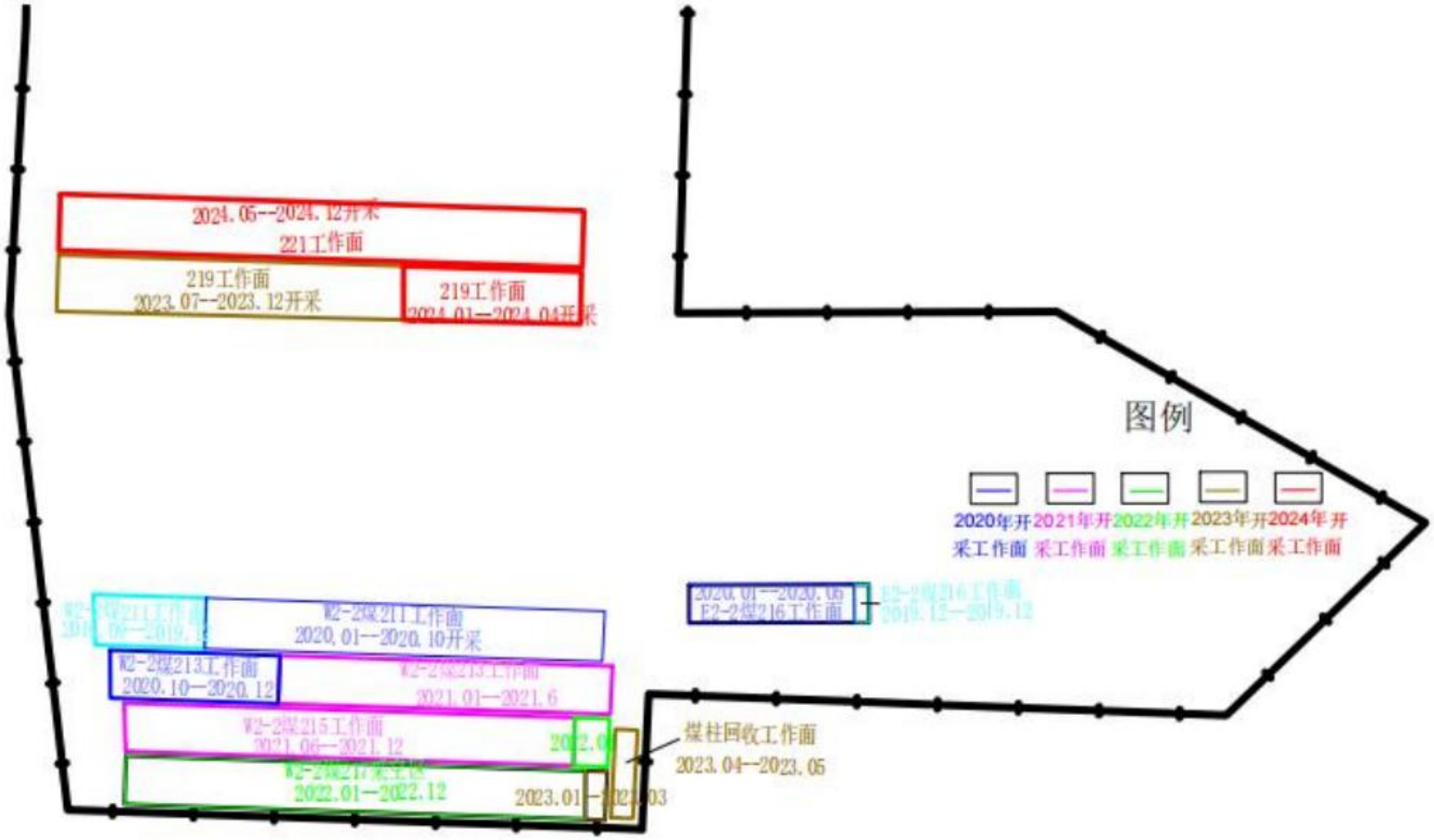


图 2.7-1　上期两案适用期工作面开采情况分布图

表 2.7-3 《两案》适用期部署工程执行情况统计表

年度	工程类型	治理或监测对象	治理或监测工程量	执行情况
2020 年	地质灾害治理工程	滑坡	削坡 7500m³，浆砌块石挡土墙 730m³，基槽石方开挖 220m³，挡土墙模板 110 个，排水塑料管安置 390m；滑坡隐患点设置警示牌 4 个；	已实施
		地面塌陷	农村道路维护补修 3920m²；扶正电杆 9 个；	已实施
	土地复垦工程	207、101 工作面损毁土地	填充裂隙 120975.02m²，剥离、回覆土方 90290.64m³，补植紫穗槐 141830 株，撒播草种 15284.8kg，30*30 穴状整地 141830 个；	已实施
	地质环境监测工程	地质灾害	设置 11 个自动化监测点 J1~J11；地质灾害及地面塌陷人工巡查 12 次；	已实施人工巡查及塌陷监测，已实施一口地下水监测井，已实施自动化监测
		含水层	打 2 口水文监测井 S2、S3，共计深度 180m，设置 3 个水文监测点 S1、S2、S3，总计监测水质 9 次、水位 9 次、水量 9 次；	
		水土污染	于黑龙沟上游、黑龙沟中游、黑龙沟下游、2 处泉眼共布置 5 个水体污染监测点 W1~W5，共监测 15 次；于黑龙沟下游布置一个土壤污染监测点 T1，监测 1 次；	
	土地复垦监测及管护工程	207、101 工作面损毁土地、排矸场	布设 6 个土地损毁监测点，土地损毁监测 360 次，土壤质量监测 30 次，复垦植被监测 60 次；管护损毁林地 141.83hm²，草地 49.23hm²；管护排矸场林地 0.36hm²，草地 4.04hm²；	
2021 年	地质灾害治理工程	地面塌陷	素土路面维护补修 3920m²； 扶正电杆 9 个；	已实施
	土地复垦工程	102 工作面损毁土地	填充裂隙 83196.46m²，剥离、回覆土方 78836.54m³，补植紫穗槐 110580 株，撒播草种 14473.6kg，30*30 穴状整地 110580 个；	已实施
	地质环境监测工程	地质灾害	地质灾害及地面塌陷人工巡查 12 次；	已实施人工巡查及塌陷监测，已实施自动化监测
		含水层	S1、S2、S3 总计监测水质 9 次、水位 9 次、水量 9 次；	

		水土污染	5 个水体污染监测点 W1~W5，共监测 15 次；土壤污染监测点 T1，监测 1 次；	
	土地复垦监测及管护工程	102 工作面损毁土地	新增 3 个土地损毁监测点，土地损毁监测 180 次，土壤质量监测 15 次，复垦植被监测 30 次；继续进行复垦效果监测和林草抚育管护工作，其中灌木林地 106.18hm²，天然牧草地 74.74hm²；	
2022 年	地质灾害治理工程	地面塌陷	素土路面维护补修 3920m²； 扶正电杆 9 个；	已实施
	土地复垦工程	103 工作面损毁土地	填充裂隙 77807.64m²，剥离、回覆土方 75245.01m³，补植紫穗槐 125910 株，撒播草种 13946.4kg，30X30 穴状整地 125910 个；	已实施
	地质环境监测工程	地质灾害	地质灾害及地面塌陷人工巡查 12 次；	已实施人工巡查及塌陷监测，已实施自动化监测
		含水层	S1、S2、S3 总计监测水质 9 次、水位 9 次、水量 9 次；	
		水土污染	5 个水体污染监测点 W1~W5，共监测 15 次；土壤污染监测点 T1，监测 1 次；	
	土地复垦监测及管护工程	103 工作面损毁土地	新增 3 个土地损毁监测点，土地损毁监测 180 次，土壤质量监测 15 次，复垦植被监测 30 次；继续进行复垦效果监测和林草抚育管护工作，其中灌木林地 125.91hm²，天然牧草地 48.42hm²；	
2023 年	地质灾害治理工程	地面塌陷	素土路面维护补修 3920m²； 扶正电杆 9 个；	已实施
	地质环境监测工程	地质灾害	地质灾害及地面塌陷人工巡查 12 次；	已实施
		含水层	S1、S2、S3 总计监测水质 9 次、水位 9 次、水量 9 次；	已实施
		水土污染	5 个水体污染监测点 W1~W5，共监测 15 次；土壤污染监测点 T1，监测 1 次；	
	土地复垦工程	104、218 工作面损毁土地	填充裂隙 78949.17m²，剥离、回覆土方 45651.55m³，补植旱柳 768 棵，60X60 穴状整地 768 个，补植紫穗槐 34510 株，撒播草种 7573.6kg，30*30 穴状整地 2684 个；	已实施
	土地复垦监测及管护工程	104、218 工作面损毁土地	新增 9 个土地损毁监测点，土地损毁监测 540 次，土壤质量监测 45 次，复垦植被监测 90 次；继续进行复垦效果监测和林草抚育管护工作，其中灌木林地 34.51hm²，天然牧草地 53.35hm²；	已实施

2024 年	地质灾害治理工程	地面塌陷	素土路面维护补修 3920m²； 扶正电杆 9 个；	已开展
	地质环境监测工程	地质灾害	地质灾害及地面塌陷人工巡查 12 次；	已开展
		含水层	S1、S2、S3 总计监测水质 9 次、水位 9 次、水量 9 次；	已开展
		水土污染	5 个水体污染监测点 W1~W5，共监测 15 次；土壤污染监测点 T1，监测 1 次；	已开展
	土地复垦工程	220、222、216 工作面损毁土地	填充裂隙 76079.93m²，剥离、回覆土方 48581.37m³，补植紫穗槐 530 株，撒播草种 7573.6kg，30*30 穴状整地 530 个；	未布设 220、222 工作面，216 工作面已治理
	土地复垦监测及管护工程	220、222、216 工作面损毁土地	新增 5 个土地损毁监测点，土地损毁监测 300 次，土壤质量监测 25 次，复垦植被监测 50 次；继续进行复垦效果监测和林草抚育管护工作，其中灌木林地 0.53hm²，天然牧草地 94.14hm²；	未布设 220、222 工作面，216 工作面已治理

9、未验收工程分析

隆德煤矿《两案》中部署的近期（适用期）对 H01 滑坡坡面进行削坡处理，并在坡脚处修建挡墙；在近期（适用期）对 H05 滑坡隐患点坡脚处修建挡土墙，两项工程已在坡脚处修建挡墙，未验收；因时间滞后原因未验收，纳入 2025 年度进行验收。

10、本期方案与上期方案的衔接

表 2.7-4　上期《两案》适用期部署工程与实际实施工程对照表

年度	工程类型	工程部署	执行情况	整改措施
2020 年	地质灾害治理工程	1.滑坡治理 2.维修农村道路、扶正电杆	已执行，滑坡治理未验收	煤矿已将 H01、H05 滑坡列入验收计划
	土地复垦工程	207、101 工作面复垦工程	已执行	
	地质环境监测工程	地质灾害、含水层、水土环境监测	实施人工巡查，地下水监测井自动监测	制定年度监测方案并实施
	土地复垦监测及管护工程	207、101 工作面损毁土地、矸石山监测管护	已实施，矸石山治理工程有待改进	开展矸石山提升治理工程，纳入 2025 年复垦计划
2021 年	地质灾害治理工程	维修乡村道路、扶正电杆	已执行	
	土地复垦工程	102 工作面复垦工程	已执行	
	地质环境监测工程	地质灾害、含水层、水土环境监测	实施人工巡查，地下水监测井自动监测	制定年度监测方案并实施
	土地复垦监测及管护工程	102 工作面损毁土地监测管护		
2022 年	地质灾害治理工程	维修乡村道路、扶正电杆	已执行	
	土地复垦工程	103 工作面复垦工程	已执行	
	地质环境监测工程	地质灾害、含水层、水土环境监测	实施人工巡查，地下水监测井自动监测	制定年度监测方案并实施
	土地复垦监测及管护工程	103 工作面损毁土地监测管护		
2023 年	地质灾害治理工程	维修乡村道路、扶正电杆	已执行	
	土地复垦工程	104、218 工作面复垦工程	已执行	

年度	工程类型	工程部署	执行情况	整改措施
	地质环境监测工程	地质灾害、含水层、水土环境监测	实施人工巡查，地下水监测井自动监测	制定年度监测方案并实施
	土地复垦监测及管护工程	104、218 工作面损毁土地监测管护		
2024 年	地质灾害治理工程	维修乡村道路、扶正电杆	已执行	
	土地复垦工程	220、222、216 工作面复垦工程	已执行 216 工作面复垦工程	未开采 220、222 工作面；将实际开采的 219、221 工作面纳入 2025 年年度治理和复垦工程
	地质环境监测工程	地质灾害、含水层、水土环境监测	已执行，并制定并执行了 2024 年度矿山地质环境与土地复垦监测方案；已执行 216 工作面监测工程	未开采 220、222 工作面
	土地复垦监测及管护工程	220、222、216 工作面损毁土地监测管护		

本方案以上期方案适用期验收时间（2024 年 11 月 20 日）为节点编制本方案，各项治理和复垦工程包含上期未完成工程。

根据开采接续情况，本方案将上期方案未治理的工程（219、221 工作面开采塌陷治理工程），将上期矸石山提升治理工程纳入本方案进行治理。

表 2.7-5　上期方案纳入本期方案工程列表

序号	工程名称	主要工程治理措施
1	219、221 工作面开采塌陷治理工程	裂缝充填、土地平整、植被恢复
2	矸石山提升治理工程	护坡工程、平台小斑治理工程
3	每年制定矿山地质环境保护与土地复垦监测方案并执行	

11、新增项目

隆德煤矿矿山地质环境治理与土地复垦 2023 年度治理计划增补 7 项工程。

表 2.7-6　新增项目统计表

序号	工程（项目）名称	项目额投资（万元）	备注
1	隆德煤矿 103/104/213/215 工作面采空塌陷区治理工程	158.36	项目增补
2	隆德煤矿矸石山北侧复垦及管线铺设工程	242.96	项目增补
3	隆德煤矿矸石山顶部平台土地复垦工程	279.37	项目增补
4	202 盘区地表沉陷监测工程	259	费用增补
5	219 工作面生态监测工程	462	费用增补
6	隆德煤矿生态保护和修复规划	50	项目增补
7	隆德煤矿生态保护和修复实施方案	57	项目增补
合计		1508.69	

12、成效分析

经过近五年的治理，隆德煤矿完成了《方案》安排的大部分工程，包括输电线路修复工程、207 工作面及南翼大巷回采工作面损毁道路修复工程、炸药库道路修复工程、202 盘区地表沉陷监测工程、219 工作面生态监测工程等。

地下水监测井的建设与运行，能够定期精准的监测矿区地下水的动态，掌握地下水水质、水量变化的实时信息，同时，监测结果上传至省环境监测总站，对矿区含水层修复收集了数据。

通过实施 207 工作面及南翼大巷回采工作面损毁道路修复工程、炸药库道路修复工程，改善了因采煤造成原有道路损坏的地质环境问题，优化了矿区交通。

2020-2024 年度，隆德煤矿成立了矿山环境恢复治理领导小组，安排专人开展地裂缝和地面塌陷的巡查记录工作。通过实施 202 盘区地表沉陷监测工程、219 工作面生态监测工程，能尽快发现采矿活动造成的环境地质问题，同时能有效及时处理，响应了绿色矿山建设、环境恢复治理、土地复垦等工作的要求。

13、取得的经验教训

（1）存在的主要问题

①工作面开采接续对矿山地质环境治理和土地复垦工程的实施至关重要，要强化开采设计的准确性，上期两案因工作面调整导致 2024 年实施工程与部署工程存在偏差。

②煤矿为加快两案的衔接，提前半年开展适用期验收，导致年度治理验收延迟，2024 年治理工程的验收滞后，特别是滑坡 H01、H05 已经实施了治理工程，应尽快组织验收。

③矿山地质环境和土地复垦监测前期重视不够，导致监测多以人工巡查和省级地下水监测点自动化监测为主。

（2）治理和复垦工作经验

通过分析对比，本方案重点从以下方面加强治理工程部署和土地复垦设计。

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

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

③边开采、边复垦，对损毁的土地进行及时治理恢复。

④加强区域一体化治理和复垦，特别是沉陷较严重区域，进行统一规划，强化路林网一体化设计。

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

⑥本区主要为沙漠滩地，需选择沙生植被进行植被恢复。

⑦实施治理工程措施，要取得当地村民的支持，积极引导村民参与，要在村委会、镇政府的支持、配合下，才能够取得良好的效果。

第三章　矿山地质环境影响和土地损毁评估

一、矿山地质环境与土地资源调查概述

项目组在前期收集与分析已公告《两案》、《土地利用现状图》、神木市国土空间规划和煤矿 1:10000 井上下对照图的基础上，2024 年 8 月 21 日～26 日、2024 年 9 月 19～21 日、2024 年 11 月 26 日～29 日及 2024 年 12 月 17 日~20 日，项目组多次赴现场进行矿山地质环境调查，集中对工业场地、风井场地、进场道路等地面工程建设区、靖神铁路、道路、村庄等地物进行了调查，对地形地貌景观影响、水土污染、土地资源（已损毁土地、拟开采区土地利用现状）等方面展开详细调查、实地测量、定位拍照和记录，核实原方案执行情况。

（一）矿山地质环境调查概述

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

地质环境调查点：主要内容为对调查区内出露的地层岩性及各岩土体性质、控制性地质构造及其他地质现象，分析其对不稳定地质体的控制及影响程度，本次共完成地质环境调查点 36 处。

地形地貌调查点：主要为对区内的典型地貌分布情况进行调查，完成地形地貌调查点 24 处。利用无人机对工业场地、拟开采区、臭柏分布区等进行拍照，共计形成视频 36min，照片 126 张。

不稳定地质体调查点：主要为对区内发育的各类不稳定地质体进行调查，包括对区内详查报告及原《方案》中的不稳定地质体进行调查复核，对矿山建设及采矿活动可能引发、加剧的不稳定地质体进行调查。

含水层调查点：主要为对区内的民井、水文孔和监测井进行调查，对区内民井和水文监测孔的水位变化及水量有了初步了解；共完成地下水调查点 10 处。

水土环境调查点：主要为对生产生活用水等进行水环境调查，对工业场地、风井场地、开采工作面进行土壤环境污染调查，进而分析矿山建设及采矿活动对调查区内的水土环境的污染程度；共完成水土环境环境调查点 6 处。

人类工程活动调查点：主要为对调查区内重要的人类工程活动进行调查，包括村庄、道路、输电线路、周边煤矿生产等；共完成人类工程活动调查点 16 处。

（二）土地资源调查概述

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

土地利用现状调查点：主要为煤矿范围内的所有地类涉及：耕地、林地、草地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地。对各地类进行了抽查，共完成土地利用现状调查点 32 处。

矿山地面工程调查点：主要为煤矿范围内地面建设工程压占土地进行调查，调查内容包括工业场地、南区风井场地、北区风井场地、周边煤矿案例等，共完成矿山地面工程调查点 8 处。

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

（三）矿山生态状况调查

矿山所在地的生态本底调查：主要包括生态系统状况、生态系统格局、生物多样性等，以及生态保护红线、臭柏保护区、瑶镇水库水源地准保护区等情况，明确煤矿所在区域的生态功能定位。

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

二、矿山地质环境影响评估

（一）评估范围和级别

1、评估范围

根据各开采煤层埋深及上覆岩层岩性、厚度、移动角确定该矿煤层开采影响范围约 106~142m，含水层影响范围根据煤矿边界主要含水层的沟通范围、降落漏斗影响范围确定。本矿主要含水层为全新统冲洪积层孔隙潜水含水层，经计算（见含水层预测评估），最大导水裂隙沟通范围为开采边界外 16.46m，降落漏斗影响范围为沟通范围外 16.42m。考虑留设 20m 矿界煤柱，以煤矿边界向外扩展 52.88 作为评估边界。

本方案选地面塌陷影响范围、含水层影响范围及地面工程影响范围中最大范围 150m 作为评估边界，在周边有邻近矿权处以矿区边界为界，评估面积为

52.0389km^2，评估边界拐点坐标见表 3.2-1。调查面积为在评估面积的基础上外扩 50m，调查面积约 52.5761km^2。

调查范围、评估范围见图 3.2-1。

表 3.2-1 评估边界拐点坐标一览表

点号	2000 国家大地坐标系		点号	2000 国家大地坐标系	
	纵坐标(X)	横坐标(Y)		纵坐标(X)	纵坐标(X)
1'			11'		
2'			12'		
3'			13'		
4'			14'		
5'			15'		
6'			16'		
7'			17'		
8'			18'		
9'			19'		
10'			20'		

2、评估级别

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

表 3.2-2　矿山地质环境影响评估级别分级表

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

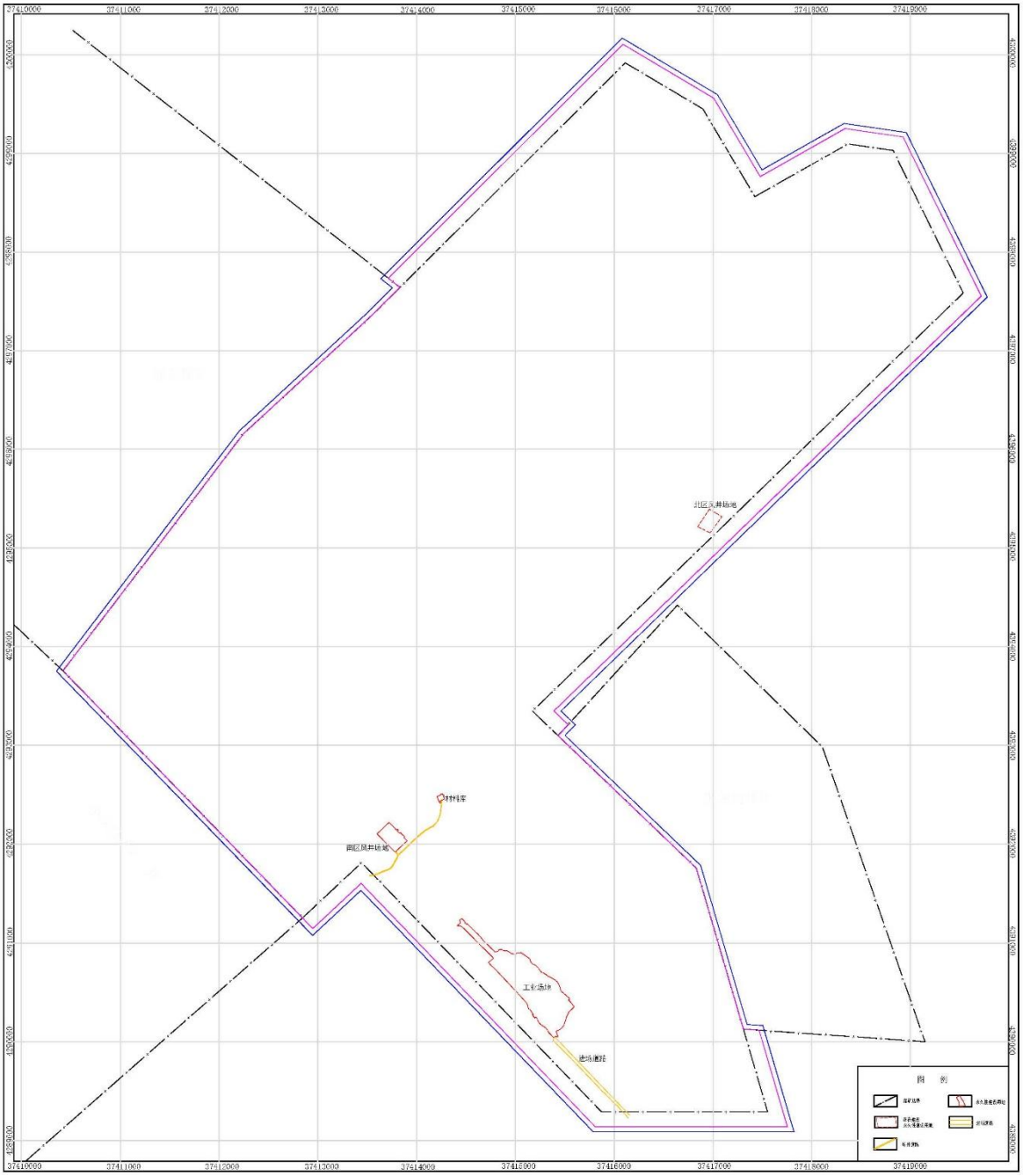


图 3.2-1　调查区、评估区范围分布图

（1）评估区重要程度

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

表 3.2-3　评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区	评估区
1.分布有500 人以上的居民集中居住区；	1.分布有 200~500 人以上的居民集中居住区；	1.居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下；	黑龙沟村分布 30 户 120 人（一般区）

重要区	较重要区	一般区	评估区
2.分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程及其他重要建筑设施；	2.分布有二级公路、小型水利、电力工程或其它较重要建筑设施；	2.无重要交通要道或建筑设施；	分布有靖神铁路、110KV 高压输电线路（重要区）
3.矿区紧邻国家自然保护区（含地质公园、风景名胜区等）或重要旅游景点；	3.紧邻省级、县级自然保护区或重要旅游景区（点）；	3.远离各级自然保护区及旅游景区（点）；	紧邻陕西神木臭柏县级自然保护区（较重要区）
4.有重要水源地；	4.有较重要水源地；	4.无较重要水源地；	有瑶镇水库水资源准保护区（较重要区）
5.破坏耕地、园地。	5.破坏林地、草地。	5.破坏其它类型土地。	破坏林地、草地（重要区）
注：评估区重要度分级确定采取上一级别优先原则，只有一条符合者即为该级别。			

（2）矿山生产建设规模

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》，隆德煤矿生产规模5.0Mt/a，为大型煤矿，井工开采。

（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》，评估区地质环境复杂程度根据表3.2-4各因素确定。

各直接充水含水层是侏罗系中统直罗组基岩裂隙承压水含水层，煤矿区无出露，有一定含水性，富水性弱。底板直接充水含水层是侏罗系中统延安组裂隙承压含水层，含水岩段富水性弱。平均矿井涌水量21840m^3/d，最大涌水量22800m^3/d，总体上**水文地质条件复杂**。

矿床围岩岩体薄—中厚层状，属软弱类岩石，岩石质量较好，岩体较完整，矿层顶板属中等稳定型，底板为粉砂岩、砂质泥岩，属较稳定型，局部为不稳定型。总体上**工程地质条件中等**。

矿井范围内未见大的断裂构造，地壳活动相对较弱，**地质构造简单**。

现状条件**分布有地表塌陷区，未来存在重复开采，矿山地质环境问题复杂。**

评估区地形地貌属风沙滩地区，地貌单元类型较单一，地形较平缓，相对高差较小。**地形地貌简单。**

因此，该煤矿**矿山地质环境条件复杂程度为复杂**。

表 3.2-4　井工开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

序号	复　杂	中　等	简　单	判定级别
1	1.主要矿层（体）位于地下水位以下，矿坑进水边界条件复杂，充水水源多，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性强，补给条件好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系密切，老窿（窑）水威胁大，矿坑正常涌水量大于10000m³/d，地下采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏	1.主要矿层（体）位于地下水位附近或以下，矿坑进水边界条件中等，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性中等，补给条件较好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水有一定联系，老窿（窑）水威胁中等，矿坑正常用水量3000-10000m³/d，地下采矿和疏干排水较容易造成周围主要充水含水层破坏	1.主要矿层（体）位于地下水位以上，矿坑进水边界条件简单，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性差，补给条件差，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水不密切，矿坑正常用水量小于3000m³/d，地下水采矿和疏干排水造成周围主要充水含水层破坏可能性较小	复杂
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-厚层状结构为主，蚀变带、岩溶裂隙发育中等，岩石风化中等，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度5-10m，矿层（体）顶底板和矿床周围稳固性中等，矿山工程场地地基稳定性中等	2.矿床围岩岩体结构以巨厚层状-块状整体结构为主，蚀变作用弱、岩溶裂隙不发育，岩石风化弱，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于5m，矿层（体）顶底板和矿床周围稳固性好，矿山工程场地地基稳定性好	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	复杂
5	5.采空区面积和空间大，多次重复开采及残采，采空区未得到有效处理，采动影响强烈	5.采空区面积和空间较大，重复开采较少，采空区部分得到处理，采动影响较强烈	5.采空区面积和空间小，无重复开采，采空区得到处理，采动影响较轻	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
7	注:采取就上原则，前6条中只有一条满足某一级别，应定为该级别。			

（4）评估级别确定

评估区为重要区，大型煤矿，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》分级表，确定**本矿矿山地质环境影响评估级别为一级**。

（二）不稳定地质体影响现状分析与预测

1、不稳定地质体现状评估

经查阅《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），评估区内无在册地质灾害点。

（1）原两案不稳定地质体

神木市隆德矿业有限责任公司隆德煤矿矿山生态修复规划设计书（2021-2025 年）编制时对 H01 与 H05 进行了现场调查评估，给出了评估结论，认为 H01 与 H05 已在坡脚处设置了挡土墙，目前处于较稳定状态，危害程度小，现状评估危险性小。

（2）本次新发现不稳定地质体

经过本次现场调查，发现地面塌陷 1 处，位于 219、221 工作面上部。

1）地面塌陷（TX）

该塌陷位于煤矿中部，塌陷面积 3.1546km^2，规模属于中型；该塌陷为煤矿开采一盘区 219、221 工作面形成，长壁式综采采煤法开采 2^{-2} 煤，平均采厚 4.12m，形成时间为 2023-2024 年。根据现状调查，开采后地表出现不同程度的塌陷及伴生裂缝，塌陷区目前还未沉稳，已形成数十条地面塌陷伴生裂缝，裂缝 NE、N 方向展布，宽度 0.5～2.0m，多为 0.4～1.3m，长度 30～60m，局部地段明显可见地面错坎，垮塌严重，主要威胁对象为塌陷区上方的道路和高压输电线路，**危险性中等，影响较严重**。

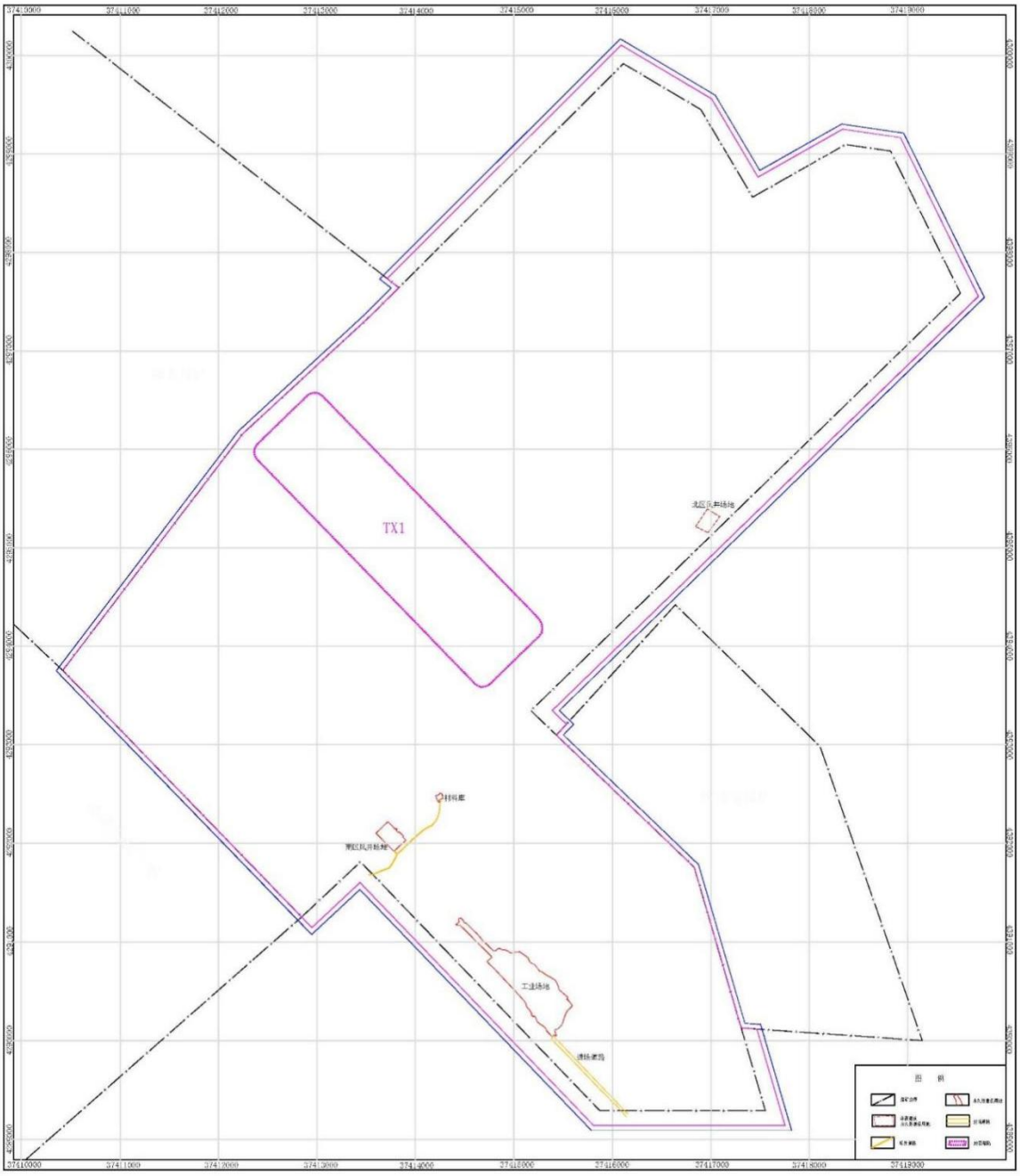


图 3.2-2　现状不稳定地质体分布图

2、不稳定地质体影响评估

（1）地面建设工程不稳定地质体危险性现状评估

隆德煤矿地面建设工程主要包括工业场地、进场道路、南区风井场地、北区风井场地和其他地表构建筑物。

1）遭受不稳定地质体危险性评估

①现有矿山地面工程

工业场地、南区风井场地、材料库均按照有关规范和设计要求建设，工业场

地、南区风井场地、材料库距离现有 2^{-2} 煤采空区最近的距离为 440m、190m、260m，均在 2^{-2} 煤留设保护煤柱范围之外；未来煤层开采形成的采空区距离工业场地、南区风井场地、材料库最近距离约 210m，在保护煤柱保护范围之外，遭受地面塌陷的可能性小，危害程度小、危险性小。

②正在建设矿山地面工程（北区风井场地）

北区风井场地边界距离最近的 221 工作面采空区距离为 4600m，未来煤层开采后距离采空区边界距离北区风井场地最近的距离为 155m，保安煤柱留设宽度最大距离为 148m，遭受地面塌陷的可能性小，危害程度小、危险性小。

因此煤矿地面建设工程遭受不稳定地质体威胁的**可能性小，危害程度小，危险性小。**

③其他地表构建筑物

矿区内其他地表构建筑物主要包括道路、高压输电线路及光伏发电设施。

经调查，矿区内受影响的其他地表构建筑物主要为乡村道路和高压输电线路塔基，主要受地面塌陷（TX1）不稳定地质体的影响，位于 219、221 工作面上部，其中受影响的乡村道路路面发育多条裂缝，危害性大，影响较严重；塌陷区内 5 条高压输电线塔塔基 15 个受到影响，塔基倾斜，影响高压输电线路运行，危险性较大，危害程度较严重，矿山地质环境**影响程度较严重**。

照片 3.2-1 损毁乡村道路（镜向 NE）

照片 3.2-2 高压线塔破坏（镜向 NE）

经现场调查，地面塌陷区内未发现受损的光伏发电设施，对光伏发电设施的影响较轻。

2）引发地质灾害危险性评估

工业场地位于矿区东南侧、靠近公路接入点的黑龙沟南侧、西小沟西北侧的沙丘台地内，未来无新增建设工程，预测其引发不稳定地质体的可能性小，危害

程度小，危险性小。

南区风井场地位于工业场地西北方向约 1.2km 处，场地地势平坦，未来无新增工程，预测其引发不稳定地质体的可能性小，危害程度小，危险性小。

材料库场地位于工业场地东北方向 1.8km 处，无扩建或改造。场地地势平坦，且留设保护煤柱。预测其引发不稳定地质体的可能性小，危害程度小，危险性小。

进场道路为矿井唯一对外通道，自矿井工业场地西侧大门，沿工业场地西南围墙向东南与 S204 省道连通。未来无扩建工程，预测其引发不稳定地质体的可能性小，危害程度小，危险性小。

北区风井场地所在地区为沙丘地，地势较为平坦，起伏小，一般高差 1~3m，四周无高陡边坡，建设场地内无不稳定地质体，且建设挖填方量小，场地平整过程中形成的边坡高度小于 2m，预测其引发不稳定地质体的可能性小、危害程度小，危险性小。

因此预测地面建设工程引发不稳定地质体**可能性小，危害程度小，危险性小**。

（2）采矿工程引发地质环境问题影响预测

采矿工程可能引发地面塌陷及伴生裂缝、滑坡和崩塌等地质灾害，可能造成地面建（构）筑物损坏、威胁人员。

1）地表塌陷岩移观测结果分析

自开采以来，煤矿委托天地科技股份有限公司开采设计事业部建立地表移动观测站，针对 2^{-2} 煤工作面开展了地表移动观测。

在 205 工作面在切眼一侧布置了 2 条地表移动观测线，分别为走向半盆地观测线 A 与倾向全盆地观测线 B。走向测线 A 全长 690m，共布置了 3 个控制点，55 个工作测点，工作测点间距 10m；倾向测线 B 全长 1010m，共布置了 6 个控制点，72 个工作测点，工作测点间距 10m。

（1）205 工作面走向长 3640m，倾向长 300m，煤层倾角<1°，平均采深 228m。219 工作面切眼侧布置了两条地表移动观测线：一条走向半盆地观测线，一条倾向全盆地观测线，观测历时一年，介于 2014 年 8 月 14 日~2015 年 8 月 18 日，走向观测线、倾向观测线分别进行了 13 次、12 次高程观测，均进行了 6 次平面观测；

（2）地表移动观测站观测得出：205 工作面走向观测线最大下沉值 2098mm，最大水平移动值 745mm；205 工作面倾向观测线测得地表最大下沉值 2040mm，最大水平移动值 618mm；

（3）205 工作面属于浅埋深、接近或临界充分采动情况，本次地表移动参数拟合所用数据为 2024 年 8 月 18 日最后一次观测结果，地表移动期已经结束，地表已经稳定，本次分析得出的地表移动参数适用于概率积分法预计模型。煤层采高 3.6m，考虑到厚煤层工作面采出率 97%，计算采高取值 3.49m。本次对两条观测线拟合分析得出，下沉系数 0.60，水平移动系数 0.43，主要影响角正切 2.0，开采影响传播系数 0.50，走向拐点移动距 50m，倾向胶带顺槽一侧拐点移动距 65m，倾向回风顺槽一侧拐点移动距 60m；

（4）205 工作面走向观测线，最大下沉点最大下沉速度 163.33mm/d，推过该测点 135m；倾向观测线最大下沉点最大下沉速度 143.78mm/d，推过该测点 115m；

（5）205 工作面走向观测线测点观测得出，地表移动初始期仅为 2 天，活跃期 61 天，衰退期 193 天，地表移动期 256 天；倾向观测线观测得出，地表移动活跃期 75 天，衰退期 174 天，地表移动期 249 天；

（6）205 工作面开采起动距 48.2m，约为 0.21*H*（*H*-平均采深，m），说明工作面开采后覆层移动波及地表的速度较快，工作面推进 48.2m 后，地表即开始下沉；

（7）205 工作面开采超前影响距 88m，超前影响角 68.9°。工作面开采达到充分以后，工作面推进位置前方水平距离 88m 处地表开始下沉；

（8）205 工作面开采最大下沉速度滞后角 59.7°，滞后距离 133m，即工作面开采达到充分以后，工作面推进位置推过某地表点 133m 后，该地表点下沉速度将达到最大值；

（9）205 工作面走向边界影响距离 150m，走向边界角 56.8°；回风顺槽一侧影响距离 160m，下山边界角 55.1°；胶带顺槽一侧影响距离 150m，上山边界角 56.4°；

（10）205 工作面走向移动影响距离 36m，走向移动角 81.1°；回风顺槽一侧移动影响距离 35.5m，下山移动角 81.2°；胶带顺槽一侧移动影响距离 14.2m，上山移动角 86.4°。

2）地面塌陷值预测

本煤矿采煤地面塌陷预测主要参照隆德煤矿已开采区域沉降监测结果，结合地表沉降移动规律进行取值，采用概率积分法中的最大值预测方法进行开采区预测验证。

本矿已经开展了地表岩移观测工作，通过对隆德煤矿 219 工作面地质与采矿

条件的分析，对地表移动观测站实测数据的计算与分析得出地表沉陷实测回归值。

根据隆德煤矿煤层赋存条件、赋存范围、开采煤层、采煤方法及工艺等条件，以及《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》和《煤矿采空区岩土工程勘察规范》（GB51044-2014[2017 年版]）中所列预计方法，模式如下：

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

最大倾斜值：$i_{max}= W_{max} /r$，mm/m

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

最大水平移动值：$U_{max}=b\times W_{max}$，mm

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

上式中：M—煤层采高，m；

H—煤层埋藏深度，m；

α—煤层倾角，取 1°；

r—开采影响半径，m；

q—下沉系数；

b—水平移动系数。

有关计算参数根据地表沉降观测数据进行修正如下：

依据地表岩移观测数据，修正确定本次地表形态变化预测选取的概率积分法预计参数，参见表 3.2-5：

表 3.2-5　隆德煤矿地表变形有关参数的确定

水平	煤层	煤层厚度（m）	埋深 H(m)	q	b	tgβ	*S/H*
一	2^{-2}	0.80～6.60 4.16	31.90~225.48 128.69	0.60	0.3	2.1	0.18
二	3^{-1}	2.15～3.05 2.68	75.40~266.37 170.89	0.66	0.3	2.2	0.18
	4^{-3}	1.72～3.47 2.56	140.55~334.11 237.33	0.70	0.3	2.2	0.18

①近期开采地面塌陷预测值

近期回采二盘区 2^{-2} 煤的 223、225、227、229 工作面。根据开采区地质、采矿条件，以工作面为计算块段，采用《地表移动与变形预计系统》软件进行模拟

预测，并结合地表岩移结果修正。

根据预测结果，绘制的近期开采区地面塌陷等值线见图 3.2-3，开采区各变形指标数据见表 3.2-6。

表 3.2-6　近期开采地表移动与变形预测结果

盘区	煤层	W_{cm}，（mm）	I_{cm}，(mm/m)	E_{cm}，(mm/m)	K_{cm}，(x 10^{-3}/m)	U_{cm}，（mm）
二盘区	2^{-2}	1208.36~3666.95 2437.66	20.14~47.76 33.95	12.94~21.78 34.72	0.26~0.62 0.44	872.51~1100.09 986.30

本方案适用期的开采区域的 2^{-2} 煤，为首次开采煤层 2^{-2} 煤，近期工作面煤层开采后，地表最大下沉值为 3666.95mm，最大倾斜值为 47.76mm/m，最大曲率为 $0.62*10^{-3}$/m，最大水平移动值为 1100.09mm，最大水平变形值为 21.78mm/m。

②中期开采地面塌陷预测值

根据以上预测模型和有关参数对隆德煤矿中期开采区开采引起的地面塌陷进行预测。

根据预测结果，绘制的中期开采区地面塌陷等值线见图 3.2-4，开采区各变形指标数据见表 3.2-7。

表 3.2-7　中期开采地表移动与变形预测结果

盘区	煤层	最大下沉（m）	倾　斜 (mm/m)	曲　率 (10^{-3}/m)	水平移动（mm）	水平变形 (mm/m)
二盘区（限厚开采）	2^{-2}	2.52	32.43	0.33	768.48	14.79
二盘区	2^{-2}	3.67	47.76	0.62	1100.09	21.78
三、四盘区	3^{-1}	1.66	15.96	0.23	460.25	6.79
五、六盘区	4^{-3}	1.34	13.32	0.20	375.21	5.67
累计结果	/	5.63~6.80	62.94~78.58	0.78~1.07	1636.02~1974.26	27.80~34.92

2^{-2} 煤地表下沉最大值见适用期地表移动与变形预测结果，其中限厚开采区域采用限厚开采后，限厚开采厚度为 2.50～4.12m，平均 3.00m，地表最大下沉值为 2520.36mm，最大倾斜值为 32.43mm/m，最大水平移动值为 768.48mm，最大水平变形值为 14.79mm/m。

本方案规划期内累计最大下沉值地表下沉最大值为 6801.33mm，地表倾斜变形最大值为 78.58mm/m，地表曲率最大值为 $1.07*10^{-3}$/m，地表水平移动最大值为 1974.26mm，地表水平变形最大值为 34.92mm/m。

2）引发不稳定地质体的类型、范围和时间

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，根据 219 工作面开采岩移观测结果，地表移动变形延续时间约 249~256 天，3^{-1}、4^{-3} 煤后期深部开采地表稳沉时间的延后性，总体上，初始期地表变形缓慢，活跃期变形剧烈，衰退期相对稳定。在出现地面开裂和塌陷坑的部位，变形期相对要长，其影响程度相对严重，特别是重复采动时，地表变形周期会变长。综合确定本方案的稳沉时间约为 1 年。

3）采矿活动影响程度预测

根据煤层开采后地表变形分析，井下采矿工程可能引发的不稳定地质体主要为采空区地表塌陷及伴生的地面裂缝，预测威胁地表的建（构）筑物及设施、光伏发电设施（含变电站）、输电线路、铁路、道路等产生一定的影响。

①对地表建（构）筑物影响预测评估

根据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》，采矿引起的地表变形对砖混结构建筑物的损坏程度等级划分见表 3.2-8。

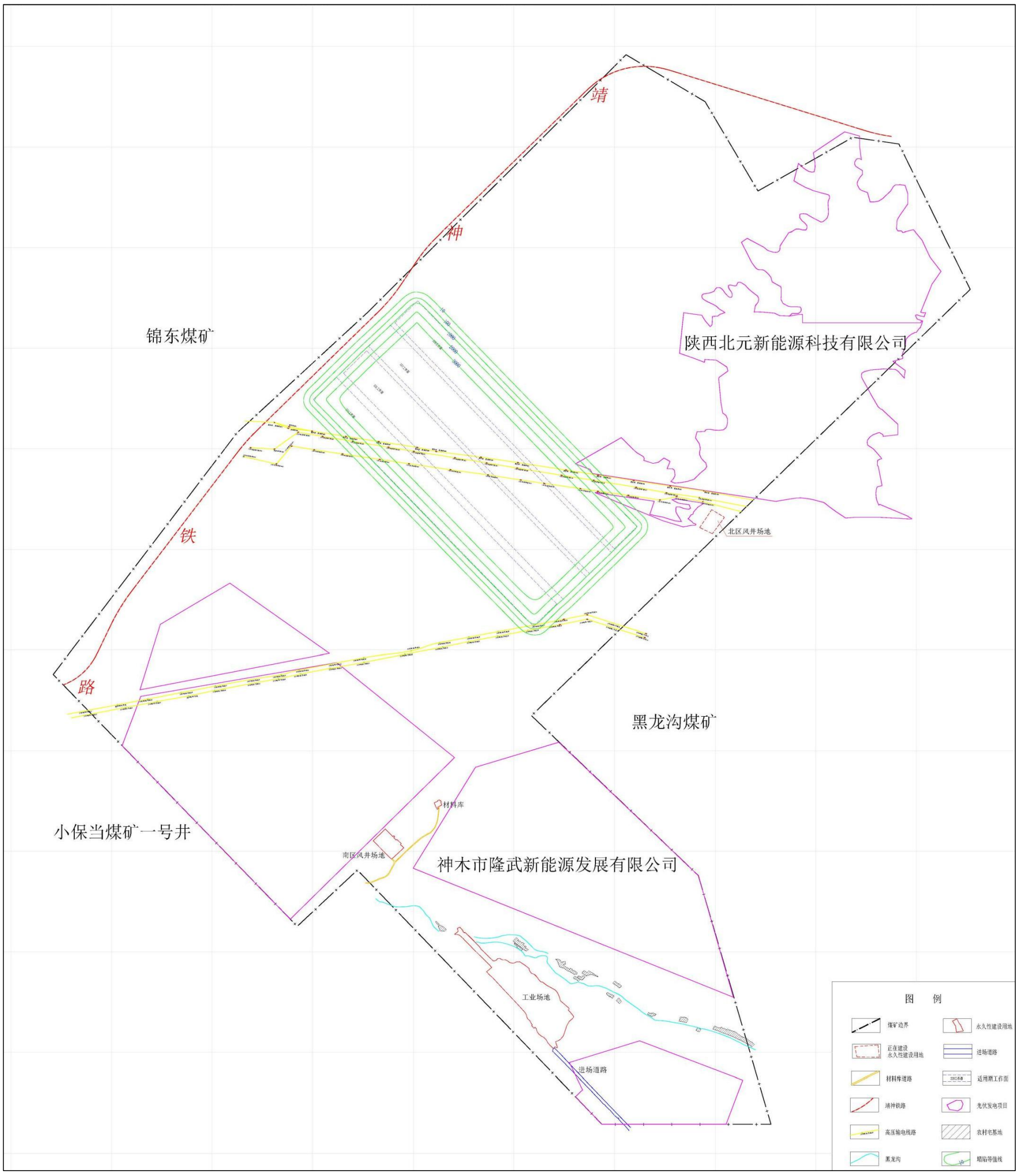


图 3.2-3　适用期开采后地表沉陷等值线图

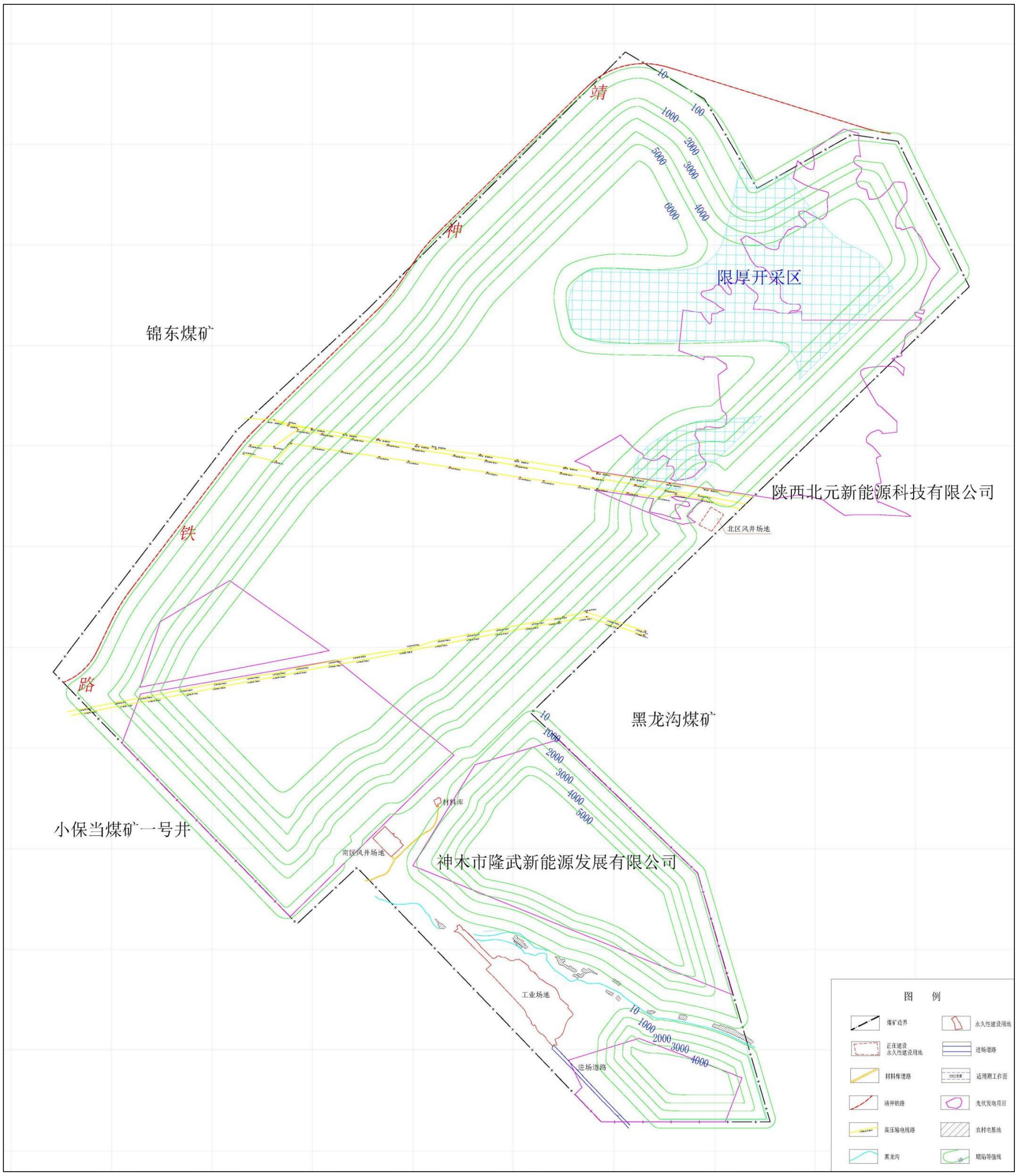


图 3.2-4　中期开采后地表沉陷等值线（累计值）

表 3.2-8　砖混结构建筑物损坏等级表

损坏等级	建筑物破坏程度	地表变形值			损坏分类	结构处理
		I_{cm}, (mm/m)	K_{cm}, ($x10^{-3}$/m)	U_{cm},（mm）		
I	自然间砖墙上出现宽度1～2mm 的裂缝	≤3.0	≤0.2	≤2.0	极轻微损坏	不修
	自然间砖墙上出现宽度小于 4mm 的裂缝，多条裂缝总宽度小于 10mm				较微损坏	简单修
II	自然间砖墙上出现宽度小于 15mm 的裂缝，多条裂缝总宽度小于 30mm；钢筋混凝土梁、柱上裂缝长度小于 1/3 截面高度；梁端抽出小于 20mm；砖柱上出现水平裂缝，缝长大于 1/2 截面边长；门窗略有歪斜	≤6.0	≤0.4	≤4.0	轻度损坏	小修
III	自然间砖墙上出现宽度小于 30mm 的裂缝，多条裂缝总宽度小于 50mm；钢筋混凝土梁、柱上裂缝长度小于 1/2 截面高度；梁端抽出小于 50mm；砖柱上出现小于 5mm 的水平错动；门窗严重变形	≤10.0	≤0.6	≤6.0	中度损坏	中修
IV	自然间砖墙上出现宽度大于 30mm 的裂缝，多条裂缝总宽度大于 50mm；梁端抽出小于 60mm；砖柱出现小于 25mm 的水平错动	＞10.0	＞0.6	＞6.0	严重损坏	中修
	自然间砖墙上出现严重交叉裂缝、上下贯通裂缝，以及墙体严重外鼓、歪斜；钢筋混凝土梁、柱裂缝沿截面贯通；梁端抽出大于 60mm；砖柱出现大于 25mm 的水平错动；有倒塌的危险				极度严重损坏	拆建

地表下沉、移动与变形的预测结果见表 3.2-9。

表 3.2-9　地表下沉、移动与变形的预测结果

区内的建（构）筑物	开采煤层	变形情况	损坏等级
黑龙沟村（尚家圪堵、康家圪堵、刘家湾）	2^{-2} 煤、3^{-1} 煤、4^{-3} 煤	留设保护煤柱	影响较轻
工业场地、北区风井场地、南区风井场地、进场道路			

根据保护煤柱分布图，评估区范围内的工业场地、风井场地、黑龙沟村等地面建（构）筑物均按其规定留设保护煤柱，预测采矿活动对其危害程度小、危险性小，影响程度较轻。

②对靖神铁路影响预测评估

根据压覆报告，靖神铁路煤柱宽度 89-153m，开采形成的采空区边界距离最近为 165m，预测采矿活动对其危害程度小、危险性小，影响程度较轻。

③对光伏发电设施（含变电站）预测评估

区内光伏发电设施采用固定式支架，其中在建隆武新能源光伏为斜角可调固定式，其他为最佳斜角固定式。各光伏区单个光伏单元面积较大，每块整体光伏板有 4~7 个支架，抗地表变形能力较差，不能灵活机动地调整光伏组件。光伏区域未留设保护煤柱，地面塌陷对光伏设施可能产生不同程度的损坏，预测矿山开采引发的地面变形对区内光伏发电设施（含变电站）产生损坏的可能性较大，其**危害程度中等，危险性中等**。

其中适用期主要影响北元新能源有限公司光伏发电设施，涉及 10 组支架。

照片 3.2-3 隆武能源光伏（镜向 SE）

照片 3.2-4 北元新能源光伏项目（镜向 NE）

光伏发电设施于 2023、2024 年建设，煤矿与神木市隆武新能源发展有限公司、陕西北元新能源科技有限公司签订了相互不影响及权益保护协议，因此煤矿对其

造成的损毁由光伏企业进行维修，煤矿提前告知。

④对输电线路损坏预测评估

在评估区内分布 110kV 输电线路夏柠线、夏锦线，1355 草铁牵 T 线，1357 湾草牵线 47 个高压线塔塔基，及 35KV 输电线路 3779 湾草 1 号线、3783 湾草 2 号线 30 个高压线铁塔塔基。

适用期内主要影响 110KV 输电线路塔基 24 个，其中夏柠线、夏锦线 8 个（086、087、088、089、090、091、092、093）；1355 草铁牵 T 线 8 个（018、019、020、021、022、023、024、025）；1357 湾草牵线 8 个（037、038、039、040、041、042、043、044）。35KV 输电线路塔基 2 个（3783 湾草 2 号线 37、3779 湾草 1 号线 38）。

根据开发利用方案，输电线路均未留设保护煤柱，根据采空区地表变形可能造成输电线路塔基破损、塔身歪斜、倾倒，影响高压输电线路正常工作，其**危害程度中等，危险性中等**。

照片 3.2-5　适用期开采范围输电线路分布情况（镜向 NW）

⑤对道路损坏预测评估

评估区内主要干道为乡村道路，为水泥混凝土路面，其他道路为碎石路和素土路。黑龙沟内的乡村道路位于保安煤柱内，故预测地面变形对其危害程度小，

危险性小；其他大部分区域地下开采将造成路面下沉、局部开裂，影响行人、车辆正常通行，由于乡村道路为该区域的主要通行道路，人流、车流量中等，预测对其造成的**危害程度中等，危险性中等**。

总体上，不稳定地质体预测评估**影响程度较严重**。

（三）含水层影响现状分析与预测

1、含水层现状评估

（1）含水层结构

根据矿井 2020-2024 年度涌水量观测报表，目前矿井涌水量以渗出、滴出、导水裂隙带涌水的方式充入巷道及采空区。全矿井近年平均涌水量 901m^3/h，最大涌水量 1186m^3/h。2024 年矿井涌水 74%以上来自老空区来水，24%来自回采工作面和掘进巷道顶板的淋水，2%来自井筒及主要大巷涌水。

表 3.2-10　矿井月平均涌水量统计表

年度	矿井涌水量（m^3/h）												年度	
	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均	最大
2020	933	927	921	928	931	920	911	936	934	927	928	924	927	936
2021	926	902	898	920	925	913	918	905	913	941	927	923	918	941
2022	932	928	918	918	947	916	894	894	907	861	854	844	901	947
2023	808	798	801	841	824	815	826	846	936	844	894	903	815	841
2024	1186	1177	1092	1123	1138	1107	1192	1153	1142	1129	1120	1114	1139	1186
平均	900	889	885	902	907	891	908	912	918	910	903	897	901	
最大	933	928	921	928	947	920	918	936	934	941	928	924		947

1）根据矿方提供矿井涌水量观测台账可以看出近五年来矿井涌水量平均值为 901m^3/h，最大值为 1186m^3/h，涌水一般以采空区出水为主。这主要是由于随着开采工作的不断进行，采空区面积逐年增大，采空区积水逐渐增多，以及 2^{-2} 煤层掘进探放水钻孔数量和放水量的增加有关。

2）涌水量具有波浪式递增的特点，这主要是由于在工作面形成初次垮落时，煤层顶板以上各含水层由静止状态充分沿冒裂后的岩层裂隙向井下排泄。这种由静止状态向动态平衡状态过渡的时段，是地下水静储量短时间释放的阶段，也是矿井涌水量最大的时段，此阶段的持续时间为 3～5 天，其间由于动态水补给不足，之后涌水量呈现下降趋势。

3）矿井涌水量主要来源于采煤工作面煤层顶板含水层，涌水特征主要为井巷

岩壁渗水和穿越含水层地段淋水、滴水以及煤层顶板淋水、滴水，无其他特殊水体（大气降水、地表水及老空水等）参与矿井涌水，涌水量构成单一。

根据第二章水文地质综合柱状图、可采煤层特征表提供的煤层层间距数据，结合前述导水裂隙带发育高度和矿井涌水量数据分析可知，煤层开采对区内 2^{-2} 煤顶板砂岩含水层以上各含水层结构造成了一定的破坏。现状条件下，煤层开采对含水层结构造成破坏，总体上影响程度严重。

根据 2020 年 5 月 17 日至 2024 年 8 月 4 日监测数据分析知，自动化监测井 610821-021 监测数据：其中最大值 13.118m 出现在 2023 年 8 月 1 日，最小值 7.153m 出现在 2022 年 8 月 17 日，通过监测数据分析得出，监测井水位下降 5.97m，**采煤活动对地下水影响严重**。

（2）矿区及附近居民生产生活用水

煤层开采后，导水裂隙可导通沟内的第四系冲洪积空隙潜水含水层（即区内居民生产生活主要取水含水层），造成地下水水量下降，影响居民正常生活。目前，矿区及附近居民生产生活供水由自来水公司供给。

（3）地下水质

根据水质监测结果显示，各项目检测结果均满足《地下水质量标准》III类标准，各含水岩段的水质变化不明显。所以，现状条件下，煤层开采对地下水水质影响较轻。

总体上，**含水层现状评估影响严重。**

表 3.2-11　地下水水质现状监测统计结果表　　**单位：mg/L**

监测项目	1#		2#		3#		4#		5#		6#		7#		地下水III类标准	超标率（%）	最大超标倍数
pH 值	7.45	7.42	8.3	8.25	8.06	8.12	7.61	7.65	7.96	7.92	8.03	8.08	7.89	7.91	6.5～8.5	0	0
总硬度	186	192	157	148	148	141	212	221	175	168	172	170	195	200	≤450	0	0
溶解性总固体	218	221	188	194	174	170	247	255	212	210	222	224	226	234	≤1000	0	0
高锰酸盐指数	0.52	0.58	0.61	0.66	0.4	0.44	0.63	0.68	0.48	0.59	0.87	0.83	0.55	0.6	≤3.0	0	0
氨氮	0.13	0.14	0.12	0.12	0.14	0.16	0.15	0.14	0.19	0.19	0.12	0.11	0.13	0.12	≤0.2	0	0
硝酸盐	2.15	2.2	2.39	2.84	2.72	3.44	2.82	2.91	3.83	4.88	0.17	0.18	2.65	2.73	≤20	0	0
亚硝酸盐	0.003	0.002	0.003	0.002	0.003	0.004	0.003	0.005	0.004	0.004	0.005	0.006	0.004	0.005	≤0.02	0	0
氟化物	0.22	0.16	0.21	0.23	0.23	0.2	0.2	0.18	0.09	0.11	0.2	0.19	0.21	0.23	≤1.0	0	0
氯化物	15.1	15.5	11.4	11.8	10.6	10.2	16	16.5	16.4	17.2	11.4	12.6	14.2	15.9	≤250	0	0
氰化物	ND 0.001	ND 0.001	ND 0.001	ND 0.001	ND 0.001	ND 0.001	ND 0.001	ND 0.001	ND 0.001	ND 0.001	ND 0.001	ND 0.001	ND 0.001	ND 0.001	≤0.05	0	0
硫酸盐	22.6	23.8	21.6	22.6	15.7	16.1	25.8	26.5	14.3	13.3	24.6	26.2	20.4	21.4	≤250	0	0
挥发酚	ND 0.001	ND 0.001	ND 0.001	ND 0.001	ND 0.001	ND 0.001	ND 0.001	ND 0.001	ND 0.001	ND 0.001	ND 0.001	ND 0.001	ND 0.001	ND 0.001	≤0.002	0	0
铬（六价）	ND 0.004	ND 0.004	ND 0.004	ND 0.004	ND 0.004	ND 0.004	ND 0.004	ND 0.004	ND 0.004	ND 0.004	ND 0.004	ND 0.004	ND 0.004	ND 0.004	≤0.02	0	0
镉	ND 0.0001	ND 0.0001	ND 0.0001	ND 0.0001	ND 0.0001	ND 0.0001	ND 0.0001	ND 0.0001	ND 0.0001	ND 0.0001	ND 0.0001	ND 0.0001	ND 0.0001	ND 0.0001	≤0.01	0	0
汞	0.00041	0.0004	0.00054	0.00051	0.00031	0.00034	0.0004	0.00043	0.0007	0.00068	0.00017	0.0002	0.00038	0.0004	≤0.001	0	0
砷	0.0003	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	ND 0.0003	ND 0.0003	0.0006	0.0006	0.0004	0.0005	≤0.05	0	0
铅	ND 0.0025	ND 0.0025	ND 0.0025	ND 0.0025	ND 0.0025	ND 0.0025	ND 0.0025	ND 0.0025	ND 0.0025	ND 0.0025	ND 0.0025	ND 0.0025	ND 0.0025	ND 0.0025	≤0.05	0	0
铁	0.08	0.08	ND 0.02	ND 0.02	0.08	0.08	0.08	0.08	ND 0.02	ND 0.02	0.04	0.04	0.04	0.04	≤0.3	0	0

监测项目	1#		2#		3#		4#		5#		6#		7#		地下水III类标准	超标率（%）	最大超标倍数
锰	ND 0.01	ND 0.01	ND 0.01	ND 0.01	ND 0.01	ND 0.01	ND 0.01	ND 0.01	ND 0.01	ND 0.01	0.06	0.05	ND 0.01	ND 0.01	≤0.1	0	0
钾	1.81	1.78	1.64	1.64	1.78	1.74	1.92	1.89	2.12	2.16	1.45	1.42	1.61	1.58	/	/	/
钠	10.5	10	7.8	7.86	8.62	8.58	11.2	10.8	10.8	10.7	12.4	12.5	11.6	11.2	/	/	/
钙	52.3	54.1	46.3	46.7	42.4	42	62.1	63.2	59.8	58.1	50	50	56.1	55.6	/	/	/
镁	10	9.81	8.54	8.46	9.41	9.3	10.8	11.5	7.24	7.22	10.4	10.4	10.8	11.6	/	/	/
碳酸根	ND 5	ND 5	ND 5	ND 5	ND 5	ND 5	ND 5	ND 5	ND 5	ND 5	ND 5	ND 5	ND 5	ND 5	/	/	/
重碳酸根	181	185	159	157	153	146	196	202	190	186	201	204	206	210	/	/	/
细菌总数（CFU/mL）	10	10	10	10	0	0	20	15	20	15	5	10	10	10	≤100（个/mL）	0	0
总大肠菌群（MPN/100mL）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	≤3.0（个/L）	0	0

备注：pH 值为无量纲。

2、含水层预测评估

煤层开采后，上覆岩层会发生移动变形，形成冒落带、导水裂隙带和弯曲下沉带，可能波及上覆含水层并危及地表水系的安全。

1）覆岩冒裂带发育高度计算

覆岩移动变形对含水层的影响主要受垮落带、导水裂隙带高度的控制，以下针对区内可采煤层开采后，其上覆岩层移动变 c 形对主要含水层的影响进行预测评估。含水层结构、水位所受影响程度主要受垮落带、导水裂隙带高度控制。

①导水裂隙带高度预测

根据《保水采煤技术规范（DB61）2019.12》成果，在榆神矿区，导水裂隙带高度可选以下经验公式计算：

A、采高小于 3.0m 时，采用 GB12719、安监总煤装〔2017〕66 号推荐的经验公式；

$$H_{裂} = 20\sqrt{\sum M} + 10$$

式中：

$H_{裂}$ —导水裂隙带最大高度(m)

∑M—累计采厚（m）（本区取煤层厚度）

B、采高 3.0~6.0m 时，导水裂隙带高度可采用如下经验公式：

H_{Li}=（22~28）×M，m

式中：H_{Li}—导水裂隙带高度（m）；M—采煤工作面一次开采高度（m）；

C、采高大于 6.0m 或重复采动时应在探测数据基础上，采用多种方法综合确定。

②导水裂隙带之上为弯曲下沉带，该带岩层只产生弯曲变形，含水层水位受影响的可能性小。

2）含水层结构、水位影响预测评估

①$2^{-2}$ 煤层导水裂隙高度

自 2015 年 7 月 28 日至 2015 年 10 月 2 日，在隆德煤矿 2^{-2} 煤 205 工作面依次施工了 3 个采后“两带”观测钻孔 CH01、CH02 和 CH03。2015 年 12 月，天地科技股份有限公司开采设计事业部编制了《隆德煤矿 205 工作面 2^{-2} 号煤层覆岩破坏高度实测与分析》报告。该报告最终确定出隆德煤矿 2^{-2} 煤层 205 工作面覆岩破坏高

度预计结果如表 3.2-12 所示。综合冲洗液漏失量观测结果和钻孔彩色电视探测成果，隆德煤矿 2^{-2} 煤层综采一次采全高开采的覆岩破坏高度可以按照垮采比为 7、裂采比为 20 进行预计。

导水裂隙带高度预测结果见表 3.2-12。

表 3.2-12　2^{-2} 号煤层垮落带高度和导水裂隙带高度

序号	孔号	**2^{-2} 煤厚度(m)**	煤层采高(m)	垮落带高度(m)	导水裂隙带高度(m)	**2^{-2} 煤上覆正常基岩厚度(m)**	导水裂隙与风化岩底间距(m)	工作面
1	4-2	3.36	2.56	17.92	51.20	82.57	28.81	2204
2	5-1	3.77	2.56	17.92	51.20	119.58	65.82	2201
3	5-2	3.68	2.43	17.01	48.60	77.4	26.37	2203
4	5-3	3.67	2.75	19.25	55.00	105.92	48.17	2204
5	6-1	3.23	3.23	22.61	64.60	155.1	87.27	219
6	6-2	3.71	3.54	24.78	70.80	122.08	47.74	223
7	6-3	4	2.70	18.90	54.00	122	65.30	2201
8	6-4	4.27	3.45	24.15	69.00	113.74	41.29	2203
9	6-5	4.18	2.39	16.73	47.80	80.77	30.58	2204
10	7-1	4.12	4.12	28.84	**82.40**	139.86	53.34	219
11	7-2	4.21	3.92	27.44	78.40	116.94	34.62	223
12	7-3	3.73	2.57	17.99	51.40	93.93	39.96	2201
13	7-4	4.06	2.85	19.95	57.00	89.68	29.83	2202
14	8-1	4.65	2.69	18.83	53.80	116.79	60.30	219
15	8-2	4.12	3.84	26.88	76.80	119.1	38.46	223
16	8-3	3.96	3.96	27.72	79.20	107.9	24.74	北部区大巷

本次引用上述结论（7 倍垮落比、20 倍采高），根据一水平 2^{-2} 煤层井田开拓方式平面图，目前 2^{-2} 煤层 1 盘区已经回采完毕，2 盘区采用限制采高回采，开采区域内 2^{-2} 煤层采高 2.39-4.12m，计算 2^{-2} 煤垮落带及导水裂隙带发育高度结果表明：2^{-2} 号煤层垮落带发育高度最大值为 28.84m，2^{-2} 号煤层导水裂隙带发育高度最大值为 82.4m。

②$3^{-1}$ 煤层导水裂隙高度

根据本区域实际情况，规范推荐公式所计算的导水裂隙带已不符合本煤矿的实际情况，“两带”高度预测值偏小。实测经验倍数计算值符合现代大型机械化开采后所形成的导水裂隙带高度。

表 3.2-13　3^{-1} 号煤层垮落带高度和导水裂缝带高度计算表

钻孔编号	3^{-1} 煤层厚度（m）	煤层采高（m）	垮落带高度（m）		导水裂隙带高度		
			公式 1	7 倍采高	公式 2		20 采高
					极小值	极大值	
1-1	2.32	2.32	9.96	16.24	26.13	37.33	46.40
2-1	2.27	2.27	9.85	15.89	25.79	36.99	45.40
2-3	2.34	2.34	10.00	16.38	26.26	37.46	46.80
2-5	2.49	2.49	10.31	17.43	27.23	38.43	49.80
3-1	2.16	2.16	9.61	15.12	25.01	36.21	43.20
3-3	2.61	2.61	10.55	18.27	27.96	39.16	52.20
3-5	2.59	2.59	10.51	18.13	27.85	39.05	51.80
3-7	2.8	2.8	10.91	19.6	29.05	40.25	56.00
4-1	2.49	2.49	10.31	17.43	27.23	38.43	49.80
4-3	2.59	2.59	10.51	18.13	27.85	39.05	51.80
4-5	2.55	2.55	10.43	17.85	27.60	38.80	51.00
4-7	2.67	2.67	10.66	18.69	28.32	39.52	53.40
5-1	2.74	2.74	10.80	19.18	28.72	39.92	54.80
5-3	2.46	2.46	10.25	17.22	27.04	38.24	49.20
5-5	2.65	2.65	10.62	18.55	28.20	39.40	53.00
5-7	2.75	2.75	10.81	19.25	28.78	39.98	55.00
6-1	2.36	2.36	10.04	16.52	26.40	37.60	47.20
6-3	2.67	2.67	10.66	18.69	28.32	39.52	53.40
6-5	2.67	2.67	10.66	18.69	28.32	39.52	53.40
6-7	2.65	2.65	10.62	18.55	28.20	39.40	53.00
7-1	2.62	2.62	10.57	18.34	28.02	39.22	52.40
7-3	2.91	2.91	11.11	20.37	29.65	40.85	58.20
7-5	2.83	2.83	10.96	19.81	29.22	40.42	56.60
8-1	2.92	2.92	11.12	20.44	29.70	40.90	58.40
8-3	2.73	2.73	10.78	19.11	28.66	39.86	54.60
9-1	2.94	2.94	11.16	20.58	29.80	41.00	58.80
9-3	2.67	2.67	10.66	18.69	28.32	39.52	53.40
10-1	2.74	2.74	10.80	19.18	28.72	39.92	54.80
10-3	2.95	2.95	11.18	20.65	29.86	41.06	59.00
DL1	2.79	2.79	10.89	19.53	29.00	40.20	55.80
DL3	2.65	2.65	10.62	18.55	28.20	39.40	53.00
DL5	3.02	3.02	11.30	21.14	30.22	41.42	60.40
DL7	2.76	2.76	10.83	19.32	28.83	40.03	55.20
DL9	2.72	2.72	10.76	19.04	28.61	39.81	54.40
DL11	2.95	2.95	11.18	20.65	29.86	41.06	59.00
DL13	2.73	2.73	10.78	19.11	28.66	39.86	54.60
DN06	2.84	2.84	10.98	19.88	29.27	40.47	56.80
DN07	2.93	2.93	11.14	20.51	29.75	40.95	58.60
最大值	3.02	3.02	11.30	21.14	30.22	41.42	60.40

钻孔编号	3^{-1}煤层厚度（m）	煤层采高（m）	垮落带高度（m）		导水裂隙带高度		
			公式 1	7 倍采高	公式 2		20 采高
					极小值	极大值	
最小值	2.16	2.16	9.61	15.12	25.01	36.21	43.20

3^{-1}号煤层为稳定煤层，厚度 2.15～3.05m，平均厚度 2.68m，均为中厚煤层，3^{-1}号煤层垮落带发育高度采用2^{-2}煤层实测经验倍数为 15.12-21.14m，最大值为 21.14m，位于煤矿南部。预计3^{-1}号煤层 3201、307、305、303 工作面垮落带发育高度在 19.04-20.58m 之间。

3^{-1}号煤层导水裂隙带发育高度为 43.20-60.40m，最大值为 60.40m，位于煤矿南部。整体呈北低南高中高周边低的趋势。预计3^{-1}号煤层 307、305、303 工作面导水裂缝带发育高度在 54.40-58.80m 之间。

③多煤层重复采动导水裂隙带发育高度确定

1^{-1}煤仅在一水平一盘区赋存，1^{-1}和2^{-2}煤层煤间距 51.17～60.34m，2^{-2}煤层采高 4m 以上，垮落带发育高度为 28-32.90m，小于两层煤间距，导水裂隙带发育高度 80m-94m，大于两层煤间距，则1^{-1}和2^{-2}煤层重叠采动区域2^{-2}煤层导水裂隙带发育至1^{-1}煤层以上，1^{-1}号煤层导水裂隙带发育高度为 38.28-40.85m，其发育标高和2^{-2}煤导水裂隙带发育标高基本一致，则1^{-1}和2^{-2}煤层重叠采动区域导水裂隙带发育高度以2^{-2}煤层导水裂隙带发育高度为准。

2^{-2}和3^{-1}煤层间距 28.06～41.92m，大于3^{-1}煤层采动后冒落带高度 15.05～21.35m，小于3^{-1}煤层采动后导水裂隙带发育高度 43.00～60.40m，则2^{-2}和3^{-1}煤层重叠采动区域3^{-1}煤层导水裂隙带发育至2^{-2}煤层以上，不超过2^{-2}煤层导水裂隙带发育高度，则2^{-2}和3^{-1}煤层重复开采地段导水裂隙带发育高度以2^{-2}煤层导水裂隙带发育高度为准。

综上所述，未来开采后导水裂缝带会波及2^{-2}煤采空区积水成为主要充水通道。多煤层重复开采地段导水裂隙带发育高度以2^{-2}煤层导水裂隙带发育高度为准，即导水裂隙带导水裂缝带发育高度在 47.8~82.40m 之间，导水裂隙带发育至侏罗系中统直罗组地层正常基岩段，未到达风化基岩裂隙含水层。

表 3.2-14　冒落带、导水裂隙带计算结果表

煤层编号	煤层厚度（m）	采高（m）	上覆基岩厚度（m）	冒落带最大高度（m）	导水裂隙带最大高度（m）
2^{-2}	0.85～4.60 4.16	2.43~4.12 3.09	5.10～201.18 106.21	17.0～28.84 21.68	48.60～82.4 61.95
3^{-1}	2.15～3.05 2.68	2.15～3.05 2.68	28.06～41.92 35.15	15.05～21.35 18.78	43.00～60.40 53.60

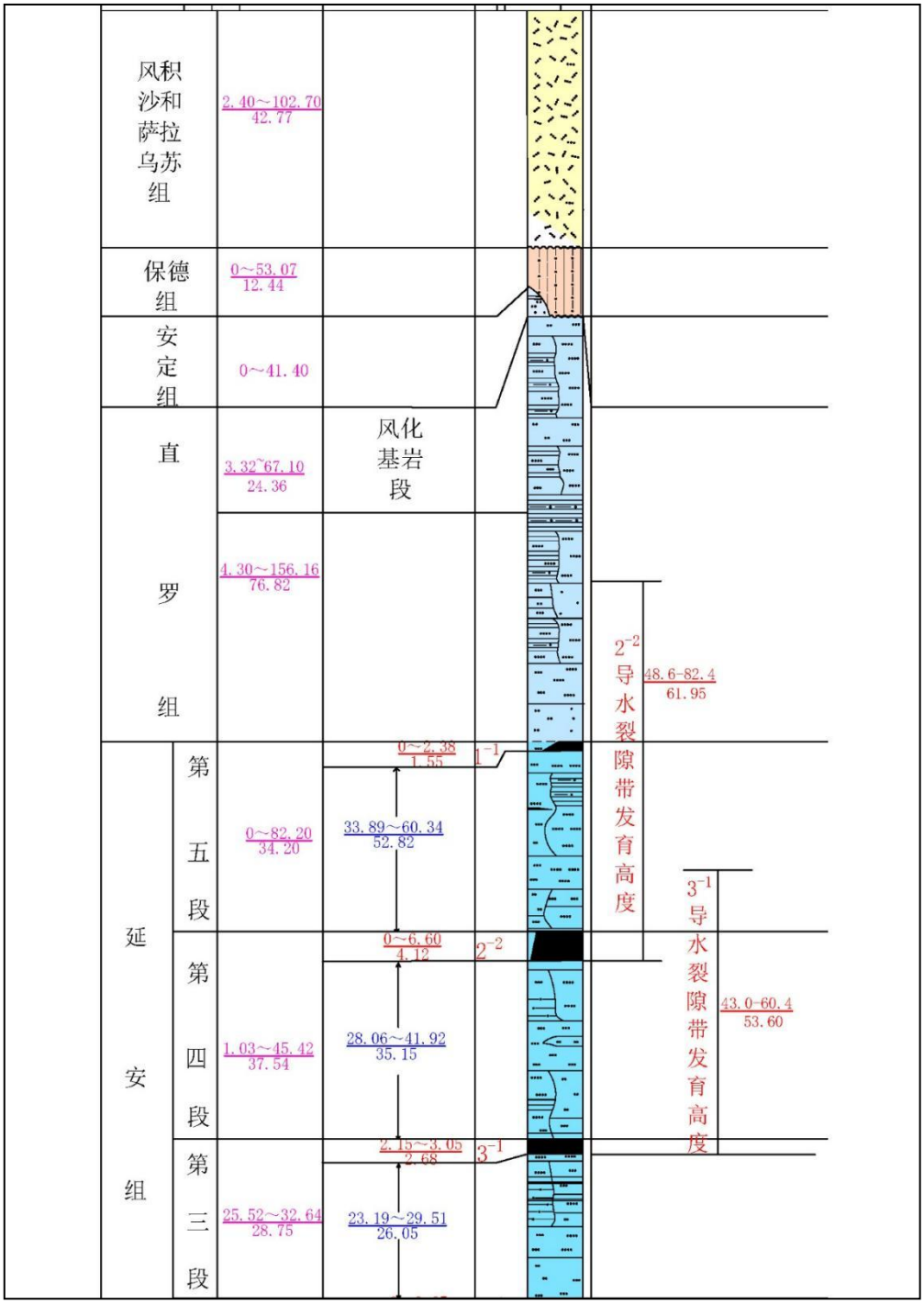


图 3.2-1　导水裂隙带发育高度示意图

综上，采矿工程使直罗组，延安组第四段、第五段含水层结构破坏，产生导水通道，含水层水量减少，按照规范，含水层影响程度**严重**，但含水层水位最大可降至延安组第三段煤层底板，未影响到具有供水意义的含水层，地下水呈半疏干状态，结合矿区地形地貌及煤层上部地层岩性，综合考虑降落漏斗边缘含水层影响程度严重，降落漏斗中部含水层**影响程度严重**。

3）导水裂隙及降落漏斗范围

①导水裂隙沟通范围

根据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》煤柱留设计算公式，结合工作面边界附近导水裂隙带高度、裂缝角计算导水裂隙向采空区外沟通范围，计算公式为：

$L=H\times\tan(90°-\alpha)$

式中：L—沟通范围，m；H—导水裂隙带高度，m；α—裂缝角，取 70°。

经计算，导水裂隙沟通范围为采空区外约 16.46m，沟通区内含水层结构破坏，水位下降，**影响程度严重。**

②导水裂隙降落漏斗范围

降落漏斗影响范围根据抽水钻孔数据计算，计算公式为：

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

式中：R—影响半径，m；S_w—水位下降值，m；K—渗透系数，m/d。

经计算，开采后降落漏斗影响范围为导水裂隙沟通区外约 14.62m。降落漏斗范围内含水层水位大幅下降，**影响程度较严重。**

总体而言，预测煤炭开采对含水层结构**影响严重**。

（3）对含水层水质影响预测

煤层开采中，被导水裂隙影响到的各含水层地下水合并渗漏形成矿井水，使原有的水质发生变化，成为混合水质。当进入采掘巷道后，则会受到井下开采的影响，增加了水体悬浮物和 COD 的含量。这些矿井水随着开采的进行不断排出地表，进入矿井水处理站达标处理，因此，对含水层水质影响**程度较轻**。

（4）对村民生产生活用水影响预测

根据现场调查可知，矿区及附近居民生产生活供水由自来水公司供给。因此，后期煤层的开采对矿区及周围居民的生产生活供水，因此煤炭开采对居民生产生

活用水**影响较轻**。

总体上，含水层预测评估**影响程度严重**。

（四）地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）影响现状分析与预测

1、地形地貌景观现状评估

地形地貌景观监测主要通过卫星遥感进行监测。通过每年对全矿区植被覆盖等情况的监测，了解矿区植被及生态环境现状，从宏观进行生态修复指导。

1）地面工程建设对地形地貌景观影响

①已建设工程

工业场地位于矿区南部，已建成多年，建设时对周边边坡进行了处理，地面大部分进行了硬化，构建筑物较多，本身占用破坏原有地形地貌，造成生态环境在空间分布不连续，对地形地貌景观**影响严重**。

南区风井场地、材料库位于矿区中部，由于地面建设破坏了原始地形地貌，地表建设有单层构建筑物，且周边沙地裸露严重，对地形地貌景观**影响较严重**。

②正在建设工程

本项目拟建设北区风井场地。北区风井场地位于矿区北部，地形以沙丘沙地为主，地形较为平坦，目前对地表进行了平整，占地面积 3.38hm^2。北区风井场地占地面积小，局部改变了原有自然景观，造成地表裸露，但未改变了整体的地形地貌，现状评估北区风井场地等地面设施建设对地形地貌景观**影响较轻**。

2）矿山开采对地形地貌景观影响

据现场调查，隆德煤矿采用综合机械法开采 2^{-2} 煤，地面塌陷区（TX）为风沙地貌，沙丘连绵，波状起伏，开采产生的塌陷对地面标高产生了一定的影响，随地面塌陷产生的地裂缝，影响了原生地貌的地形连贯性，主要表现为工作面中部地面陷落、工作面边缘附近地表的落差或阶梯式落差，伴生地裂缝等，地面塌陷引起局部地段原始地形坡度的一定变化，但未改变整体地形地貌，因此对地形地貌景观影响程度较轻。

总体上，**地形地貌景观现状评估影响程度严重。**

2、地形地貌景观预测评估

1）地面工程建设对地形地貌景观影响预测

工业场地、南区风井场地、进场道路等地面工程占地面积不增加，不新增地表建筑物，预测对地形地貌景观**影响程度较轻**。

北区风井场地处于基建期，未来场地内建构筑物体量较大，改变了原有自然景观，造成地表裸露，改变了原有的地形地貌景观，预测对地形地貌景观**影响程度严重**。

2）采矿活动对地形地貌景观影响

根据预测，开采区塌陷最大值约 5.6~6.8m，根据限厚开采、一次全高预测结果，煤矿开采在工作面推进方向上形成一定的伴生塌陷裂缝，地面塌陷对地面标高会产生一定的影响；局部引发崩塌、滑坡等次生不稳定地质体，引起地表坡度一些变化；地面塌陷及伴生裂缝可能改变原生地貌的完整性，但不改变本区总体地形地貌，因此采矿活动对地形地貌景观影响较轻。

总体上，**地形地貌景观预测影响程度严重。**

（五）水土环境现状分析与预测

1、水土环境现状评估

（1）水体环境

1）生活污水

隆德煤矿在工业场地别设置一座生活污水处理站，处理规模分别为 1440m^3/h，采用 A/O+MBR 膜生物反应器处理工艺。生活污水经处理达标后全部回用于生产用水及地面降尘、绿化用水，不外排。

2）矿井水

矿井水处理站（一用一备）已建成，采用“混凝—沉淀—过滤—消毒+超滤”处理工艺，处理规模为 48000m^3/d，矿井水经处理达标后回用于工业场地浴室用水、洗衣房用水、锅炉补充用水、场地绿化及其他用水外，其余根据榆林市政府统一安排送至榆林市区煤矿疏干水环境治理有限公司统一综合利用。

煤矿每年委托进行了水质监测，共监测 18 项指标，矿井水经常规处理后出水各项污染物浓度均能达到《煤炭工业污染物排放标准》（GB20426-2006）新改扩最高允许排放浓度限值要求，同时满足各项杂用水和工业用水水质标准。可满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。处理后生活污水中各指标均满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级排放标准。生活污水处理站出水水质可以满足《煤炭洗选工程设计规范》（GB50359-2005）中选煤厂补充用水水质标准要求。

因此，污废水对地表水体环境**影响程度较轻。**

（2）土壤环境

煤矿于 2024 年 1 月委托陕西得天节能环保检测有限公司对开采沉陷区、工业场地下风向、拟建北区风井场地进行土壤化学成分监测，监测项目包括 pH 值、铬、镉、汞、砷、铅、铜、锌、镍等。现状条件下地表水和地下水对周边土壤环境的可能性小，采煤后形成的塌陷区出现伴生地裂缝、局部地区地表坡度将会发生变化，塌陷过程对土壤影响主要为物理破坏，使质地趋于疏松，对土壤污染影响程度较轻。

表 3.2-15　土壤环境检测结果表

检测项目	开采沉陷区表层	工业场地下风向表层	南区工业场地下风向表层	拟建北区风井场地下风向表层
pH（无量纲）	8.90	8.69	8.80	8.66
汞（mg/kg）	0.073	0.032	0.042	0.057
砷（mg/kg）	0.600	0.992	1.35	0.456
铅（mg/kg）	7.9	11.0	9.6	8.7
镉（mg/kg）	0.19	0.16	0.21	0.19
铜（mg/kg）	12	14	13	12
锌（mg/kg）	35	17	25	20
镍（mg/kg）	6	7	10	11
六价铬（mg/kg）	0.5ND	0.5ND	0.5ND	0.5ND
备注：检测结果中“ND”表示未检出，“ND”前的数据表示方法检出限制				

总体上，评估区**水土环境现状评估影响程度较轻。**

2、水土环境预测评估

（1）水体环境

煤矿建设有标准化生活污水处理站及矿井水处理站，确保正常运行，并确保生活污水、矿井水 100%处理和回用不外排，因此本矿污废水对地表水**影响较轻**。

（2）土壤环境

1）场地绿化区

工业场地、风井场地定期采用处理达标的中水进行浇洒土壤出露在场地绿植区，水质满足标准要求，预测对土壤环境污染**影响程度较轻。**

2）塌陷区

开采后塌陷区会出现伴生地裂缝、局部地区地表坡度将会发生变化，塌陷过程使土壤质地趋于疏松，均属于物理破坏，**影响程度较轻。**

煤矿掘进矸石和洗选矸石全部综合利用，矸石属于一般工业固体废弃物，预测对土壤**影响程度较轻。**

总体上，**水土环境预测评估影响程度较轻。**

（六）评估分级与分区

1、现状评估分级与分区

（1）现状评估分级

不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境影响现状评估分级见表 3.2-16。

表 3.2-16　现状影响程度分级表

因素	地质灾害	含水层	地形地貌景观	水土环境
现状评估	评估区存在一处地面塌陷，影响高压输电线路塔基、乡村道路，危害程度中等，地质灾害影响较严重。	根据长期水位、水质观测井观测结果，水位变化幅度较大，含水层影响严重。	工业场地改变了原有地形地貌，构建筑物较多，影响严重；材料库影响较严重；南区风井场地周边地表裸露，已有构建筑物改变了现有地形地貌，影响较严重。北区风井场地对地表进行了平整，造成地表裸露，未改变整体地形地貌，影响较轻；开采产生的塌陷对地面标高产生了一定的影响，随地面塌陷产生的地裂缝，未改变原生地貌的地形连贯性，影响较轻。	生活污水、矿井水处理达标后回用，影响较轻。采煤塌陷隐患区无地表裂缝，未见地表沉陷及土壤有机质降低现象，根据土壤检测结果，符合标准，对土壤污染影响较轻。
程度分级	较严重	严重	严重~较轻	较轻

（2）现状分区结果

通过对不同矿山地质环境问题现状评估结果的叠加分析，编制了地质环境影响现状评估图，见图 3.2-7、附图 1。

将全区划分为**3 级 5 个不同影响程度区**，其中：1 个严重影响区，面积 0.1497km^2，占评估区面积的 0.29%；3 个较严重影响区，面积 2.3542km^2，占评估区面积的 4.52%；1 个较轻影响区，面积 49.535km^2，占评估区面积的 95.19%。各区基本情况见表 3.2-17。

表 3.2-17　现状评估分区基本情况表

<table>
<tr><th colspan="5">现状评估分区</th><th colspan="5">矿山地质环境问题及影响程度</th></tr>
<tr><th>名称</th><th>编号</th><th>分级</th><th>位置</th><th>面积
(km²)</th><th>不稳定地质体</th><th>含水层</th><th>地形地貌景观</th><th>水土
环境</th><th>防治
情况</th></tr>
<tr><td>工业场地</td><td>Ⅰ</td><td>严重</td><td>工业场地</td><td>0.1497</td><td>/</td><td rowspan="6">根据长期水位、水质观测井观测结果，水位变化幅度较大，含水层结构破坏，含水层影响严重。</td><td>影响严重。</td><td rowspan="6">生活污水、矿井水处理达标后回用，对水体环境影响较轻。采煤塌陷隐患区无地表裂缝，未见地表沉陷及土壤有机质降低现象，根据土壤检测结果，符合标准，对土壤污染影响较轻。</td><td>未防治</td></tr>
<tr><td>南区风井场地</td><td>Ⅱ1</td><td rowspan="4">较严重</td><td>南区风井场地</td><td>0.0275</td><td>/</td><td>场地面建设造成周边沙地裸露严重，对地形地貌景观影响较严重。</td><td>未防治</td></tr>
<tr><td>材料库</td><td>Ⅱ2</td><td>材料库</td><td>0.0082</td><td>/</td><td>影响较严重。</td><td>未防治</td></tr>
<tr><td>开采区</td><td>Ⅱ3</td><td>219、221 工作面上部</td><td>2.3185</td><td>评估区存在一处地面塌陷，影响高压输电线塔基 14 座，影响乡村道路，危害程度中等，影响较严重。</td><td>地面塌陷区（TX）为风沙地貌，沙丘连绵，波状起伏，地面塌陷表现不明显，未改变原生地貌的地形连贯性，地形地貌景观影响较轻。</td><td>未防治</td></tr>
<tr><td>其他区</td><td>Ⅲ</td><td>较轻</td><td>已治理区及未开采区域</td><td>49.535</td><td>煤矿已治理或未开采，矿区范围内无不稳定地质体，无影响。</td><td>煤矿已治理或未开采，地形地貌景观影响较轻。</td><td>/</td></tr>
<tr><td>合计</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>52.0389</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr>
</table>

2、预测评估分级与分区

（1）预测评估分级

通过以上分析，不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境影响程度预测评估分级见表 3.2-18。

表 3.2-18　预测影响程度分级表

因素	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境
预测评估	开采形成的伴生裂缝及塌陷威胁 5 条输电线路、2 个光伏发电项目、乡村道路，危险性中等，影响较严重	导水裂缝带会波及 2^{-2} 煤采空区积水成为主要充水通道。多煤层重复开采地段导水裂隙带发育高度在 47.8~82.40m 之间，导水裂隙带发育至侏罗系中统直罗组地层正常基岩段，含水层结构影响严重。含水层水质影响较轻。	北区风井场场地内有地表构建筑物建设，造成地表裸露，对地形地貌景观影响较严重。 煤矿开采在工作面推进方向上形成一定的伴生塌陷裂缝，地面塌陷对地面标高会产生一定的影响，塌陷区的台阶和裂缝不会改变原生地貌的完整性，地形地貌景观影响较轻。	矿井水、生产生活污废水全部达标处理、回用，不外排，对水体环境影响较轻。地面塌陷使土壤质地趋于疏松、理化性质有所改变，对土壤环境影响较轻。矸石属于一般工业固体废物，综合利用，影响较轻。
程度分级	较严重	严重	较轻~严重	较轻

（2）预测分区结果

通过对不同矿山地质环境问题预测评估结果的叠加分析，编制了地质环境影响预测评估图，见图 3.2-8、附图 3。全区共划分 2 级 5 个不同影响程度区，其中 4 个较严重影响区，面积 32.8329km^2，占评估区面积的 63.09%；1 个较轻影响区，面积 19.2060km^2，占评估区面积的 36.91%。各分区基本情况见表 3.2-19。

表 3.2-19　预测分区基本情况一览表

<table>
<tr><th colspan="5">预测评估分区</th><th colspan="5">矿山地质环境问题和影响程度</th></tr>
<tr><th>名称</th><th>编号</th><th>分级</th><th>位置</th><th>面积
(km²)</th><th>不稳定地质体</th><th>含水层</th><th>地形地貌景观</th><th>水土环境</th><th>防治难度</th></tr>
<tr><td>北区风井场地</td><td>Ⅱ1</td><td rowspan="4">较严重</td><td>北区风井场地</td><td>0.0338</td><td>/</td><td>/</td><td>场地内进行构建筑物建设，地表裸露，地形地貌景观影响较严重。</td><td>/</td><td>中等</td></tr>
<tr><td rowspan="3">拟开采塌陷区</td><td>Ⅱ2</td><td>矿区西部和北部</td><td>25.8231</td><td>开采形成的伴生裂缝及塌陷威胁110KV高压输电线路塔基47座、35KV输电线路塔基30座、乡村道路，北元、隆武新能源光伏发电设施，危险性中等，影响较严重</td><td rowspan="3">导水裂缝带会波及2-2煤采空区积水成为主要充水通道。多煤层重复开采地段导水裂隙带发育高度在47.8~82.40m之间，导水裂隙带发育至侏罗系中统直罗组地层正常基岩段，含水层结构影响严重。含水层水质影响较轻。居民采用自来水，生产生活用水影响较轻。</td><td rowspan="3">塌陷区的台阶和裂缝不会改变原生地貌的完整性，特别是一些较大的裂缝会改变原生地貌的完整性地形地貌景观影响较严重。</td><td rowspan="3">地面塌陷使土壤质地趋于疏松、理化性质有所改变，对土壤环境影响较轻。矸石属于一般工业固体废物，综合利用，影响较轻。</td><td>中等</td></tr>
<tr><td>Ⅱ3</td><td>矿区中部</td><td>5.4648</td><td>开采形成的伴生裂缝及塌陷威胁隆武新能源光伏发电设施、道路，危险性中等，影响较严重</td><td>中等</td></tr>
<tr><td>Ⅱ4</td><td>矿区南部</td><td>1.5112</td><td>开采形成的伴生裂缝及塌陷威胁道路，危险性中等，影响较严重</td><td>中等</td></tr>
<tr><td>其他地区</td><td>Ⅲ</td><td>较轻</td><td>其他区域</td><td>19.2060</td><td>较轻</td><td>较轻</td><td>较轻</td><td>较轻</td><td>小</td></tr>
<tr><td>/</td><td>合计</td><td>/</td><td>/</td><td>52.0389</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr>
</table>

三、矿山土地损毁预测与评估

本项目对土地的损毁预测及评估范围包括采空区损毁土地现状分析评估和拟开采区地表沉陷对土地的损毁预测及评估。

（一）土地损毁环节与时序

1、矿山建设、生产工艺及流程

（1）建设工艺

隆德煤矿属于生产矿井，目前正在建设北区风井场地，于 2025 年 3 月开工建设，拟定于 2025 年 12 月建成使用。

作为建设项目，北区风井场地在建设期对土地造成临时损毁，煤矿已经委托陕西晴丰源勘察设计有限公司编制了《神木县隆德矿业有限责任公司隆德煤矿北区风井工程土地复垦方案报告书》，并通过专家组评审，本方案将其整体纳入土地复垦工程。

（2）盘区划分及开采时序

方案适用期内（2025-2029 年）主要开采 2^{-2} 煤 223、225、227、229 工作面。

规划治理期内主要开采（一水平）（开采剩余 2^{-2} 煤层）；（二水平）（开采 3^{-1} 煤层、4^{-3} 煤层）。

（3）生产工艺

根据开发利用方案及最新的开拓方式，井田北部以及西小沟一带，采用限厚开采（原可采煤层厚度 3.23~4.65m，平均厚度 3.92m。采取限厚开采措施后，开采煤层厚度为 2.50~4.12m，平均厚度为 3.0m），其余各煤层均采用一次采全高综采采煤工艺，全部垮落法管理顶板。

2、土地损毁形式及环节

不同的建设开采工艺对土地的损毁形式不同，根据开采工艺流程和矿区工程平面布置特征，确定本项目土地损毁的形式主要为塌陷和压占。

（1）塌陷

本项目塌陷损毁主要为地下开采引起的地表塌陷变形。地下采区原煤采出后原岩应力平衡遭到破坏，使围岩周围发生变形、位移、开裂和塌陷，甚至产生大面积移动。随着采空区不断扩大，岩石移动范围也相应扩大，当岩石移动范围扩大到地表时，地表将产生变形和移动，形成下沉盆地和塌陷坑，局部出现断层和裂缝。

（2）压占

本项目压占损毁主要指北区风井场地的建设等不可避免的损毁原地表，在建设过程中临时损毁土地，对地表造成破坏。

（二）已损毁各类土地现状

根据现场调查，隆德煤矿项目区已损毁土地主要为沉陷损毁土地和临时损毁。

1、已损毁土地的确定

（1）已沉陷损毁土地

隆德煤矿 219、221 工作面采用一次采全高综采采煤工艺，全部跨落法管理顶板。目前已回采完毕 2^{-2} 煤的后形成沉陷损毁土地 231.85hm^2，地表沉陷形式主要为裂缝和台阶塌陷深度约 1.6~3.5m，斜坡地表裂隙宽度可达 5~25cm 之间，一般为±20cm。由地表裂隙产生的台阶高差在 0~50cm 之间，裂缝延伸长度一般为 20～40m，走向为 80°，裂隙间距 6～20m。在塌陷区出现部分灌草植被枯萎现象。

221 工作面处于风沙滩区，地表在出现裂缝后会较快自行弥合，现场调查不易发现，219 工作面地表构建筑物损毁较为严重，且现场调查较为明显。

照片 3.3-1　219 工作面道路裂缝（镜向 NW）

照片 3.3-2 植被枯萎现象（镜向 NE）

照片 3.3-3　221 工作面塌陷台阶（镜向 NE）

照片 3.3-4 道路裂缝（镜向 SE）

（2）临时压占损毁土地

根据《神木县隆德矿业有限责任公司隆德煤矿北区风井工程土地复垦方案报告书》，在北区风井场地建设过程中，不可避免造成临时用地损毁，主要在征地范围围之外，由于材料和表土的临时堆放、施工人员的踩踏等，造成土壤局部板结，理化性质轻微改变，植被破坏，损毁面积为 0.30hm²，损毁地类为天然牧草地。

表 3.3-1 已损毁土地利用现状表　　单位：hm²

一级地类		二级地类		沉陷损毁	临时压占损毁	小计
				中度损毁	中度损毁	
01	耕地	0103	旱地	0.42		0.42
03	林地	0301	乔木林地	0.75		0.75
		0305	灌木林地	127.18		127.18
04	草地	0401	天然牧草地	2.06	0.30	2.36
		0403	其他草地	82.81		82.81
12	其他土地	1205	沙地	18.63		18.63
合　　计				231.85	0.30	232.15

2、已损毁土地重复损毁可能性分析

根据开发利用方案，本煤矿可采煤层为为 1~5 号煤组，后期开采下层煤会对已损毁土地造成重复损毁，本方案在规划期内下层煤的开采会影响上层煤形成开采形成的采空区，因此会造成重复损毁。

（三）拟损毁土地预测与评估

本煤矿开采期对土地损毁的主要为煤炭开采引起的地表塌陷。

本项目地下煤层开采引起的地表沉陷范围和损毁程度可用地表沉陷引起的移动和变形值的大小来确定和评价，预测方法及模式见不稳定地质体影响预测章节。为保证土地复垦工程顺利实施，细化土地损毁程度的判定和损毁范围的确定，依据煤矿开采接续关系，分时段进行预测地表变形情况和土地损毁范围。

（1）预测时段划分

本着“远粗近细”的原则，根据隆德煤矿的采区划分及采区接续计划，考虑采区开采的完整性和土地复垦工程的可操作性。

将本方案采矿服务生产年限（37 年）划分为 2 个时段，第一时段为近期适用期 5 年（2025 年—2029 年），第二时段为中期 32 年（2030 年～2061 年）。

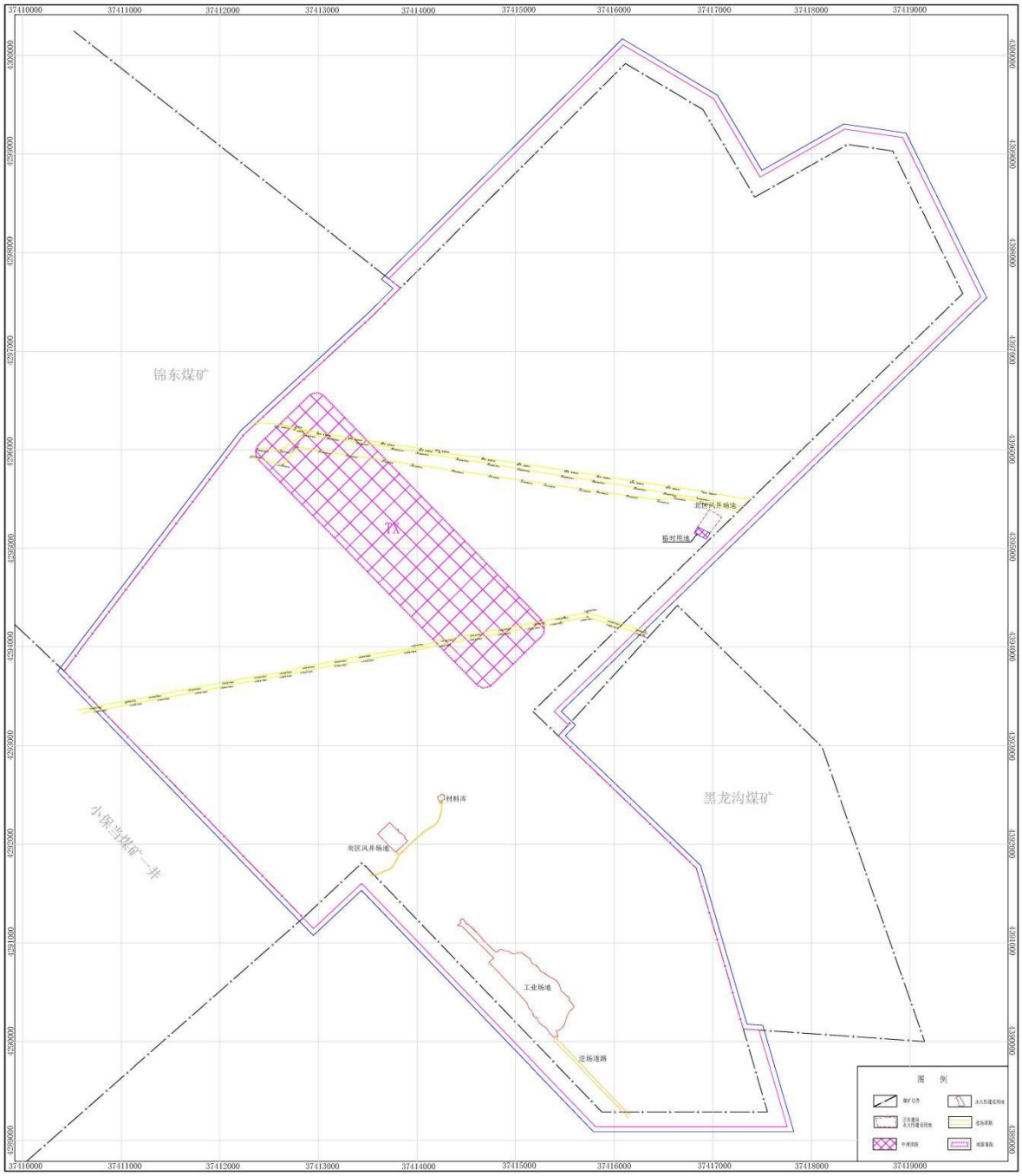


图 3.3-1　已损毁土地损毁程度分布图

（2）地表变形预测结果

本矿采用综合机械化采煤法，顶板管理采用全部垮落法。煤层开采后，其上覆岩层因失去支撑作用自下而上发生冒落、裂隙和移动、整体弯曲下沉，最终在地表形成沉陷区。依据地表变形预测的地表下沉最大值、水平变形最大值、倾斜变形最大值、曲率和水平移动结果，绘制相应的地表下沉等值线图。

（3）地表裂缝预测

根据沉陷预测结果及该地区域土地损毁经验，该项目沉陷区的地表裂缝大致

可以分为两组，一组为永久性裂缝带，位于采区边界和永久性煤柱周围的拉伸区，裂缝的宽度和落差较大，平行于采区边界方向延伸。开采工作面上山、下山边界和停采线边界上方的地表一旦产生裂缝将是永久的，这些裂缝只有当相邻工作面的开采，或者实施人工充填，或者经历较长时间的自然作用才能闭合。该煤矿开采后，永久性裂缝宽度一般为 50~600mm。另一组为动态裂缝，它随着工作面的向前推进，出现在工作面前方的动态拉伸区，裂缝的宽度和落差较小，呈弧状分布，大致与工作面平行而垂直工作面的推进方向，随着工作面的继续推进，动态拉伸区随后又变为动态压缩区，动态裂缝可重新闭合。

在地表移动盆地的外边缘区产生的裂缝，裂缝的深度和宽度与有无第四系松散层及其厚度、性质和变形值大小密切相关。若第四系松散层为塑性大的粘性土，一般是地表拉伸变形值超过 6~10mm/m 时，地表才发生裂缝。塑性小的砂质粘土、粘土质砂等，地表拉伸变形值达到 2~4mm/m 时，地表即可发生裂缝。当采深很小，采厚较大时，地表裂缝有可能和采空区相连通。

本矿第四系松散层主要为塑性小的砂质粘土，预测其地表的水平拉伸变形值超过 2mm/m 时，将发生裂缝。本方案设计各阶段各煤层开采后水平拉伸变形值大于 2mm/m 的区域视为裂缝区。

（4）土地损毁等级划分标准

本煤矿预测区域地处风沙草滩区，整体地形较为平坦，地表沉陷规律较为明显，土地损毁程度的划分依据沉陷等值线较为合理。

土地损毁程度划分的出发点是服务于土地复垦工程措施选择，其在于分析由于地表沉陷而诱发的导致土地生产力降低的障碍因素。通过分析，拟参照《土地复垦方案编制规程》（井工矿）中有关土地损毁程度划分的参数进行，地表沉陷的损毁程度分析依据见表 3.3-2。

表 3.3-2　土地资源损害程度分级标准

地类	损毁程度	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 %
旱地	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
林地	轻度	≤8.0	≤20.0	≤2.0	≥1.0	≤20.0

地类	损毁程度	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 %
草地	中度	8.0~20.0	20.0~50.0	2.0~6.0	0.3~1.0	20.0~60.0
	重度	＞20.0	＞50.0	＞6.0	＜0.3	＞60.0

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

（4）土地损毁预测结果

根据土地损毁等级划分标准，绘制拟损毁土地损毁程度图，近期、中期拟损毁土地损毁程度及位置见图 3.3-2、3.3-3，附图 4。

本项目一时段拟沉陷损毁土地面积为 812.15hm^2，其中轻度损毁土地面积 60.82hm^2，中度损毁土地面积 96.88hm^2，重度损毁土地面积 654.45hm^2；二时段拟沉陷损毁土地面积为 3279.91hm^2，其中轻度损毁土地面积 334.83hm^2，中度损毁土地面积 940.50hm^2，重度损毁土地面积 2004.58hm^2；涉及耕地、林地、草地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地，具体见表 3.3-3。

重复损毁情况：一时段损毁土地全部在二时段损毁土地的范围内。

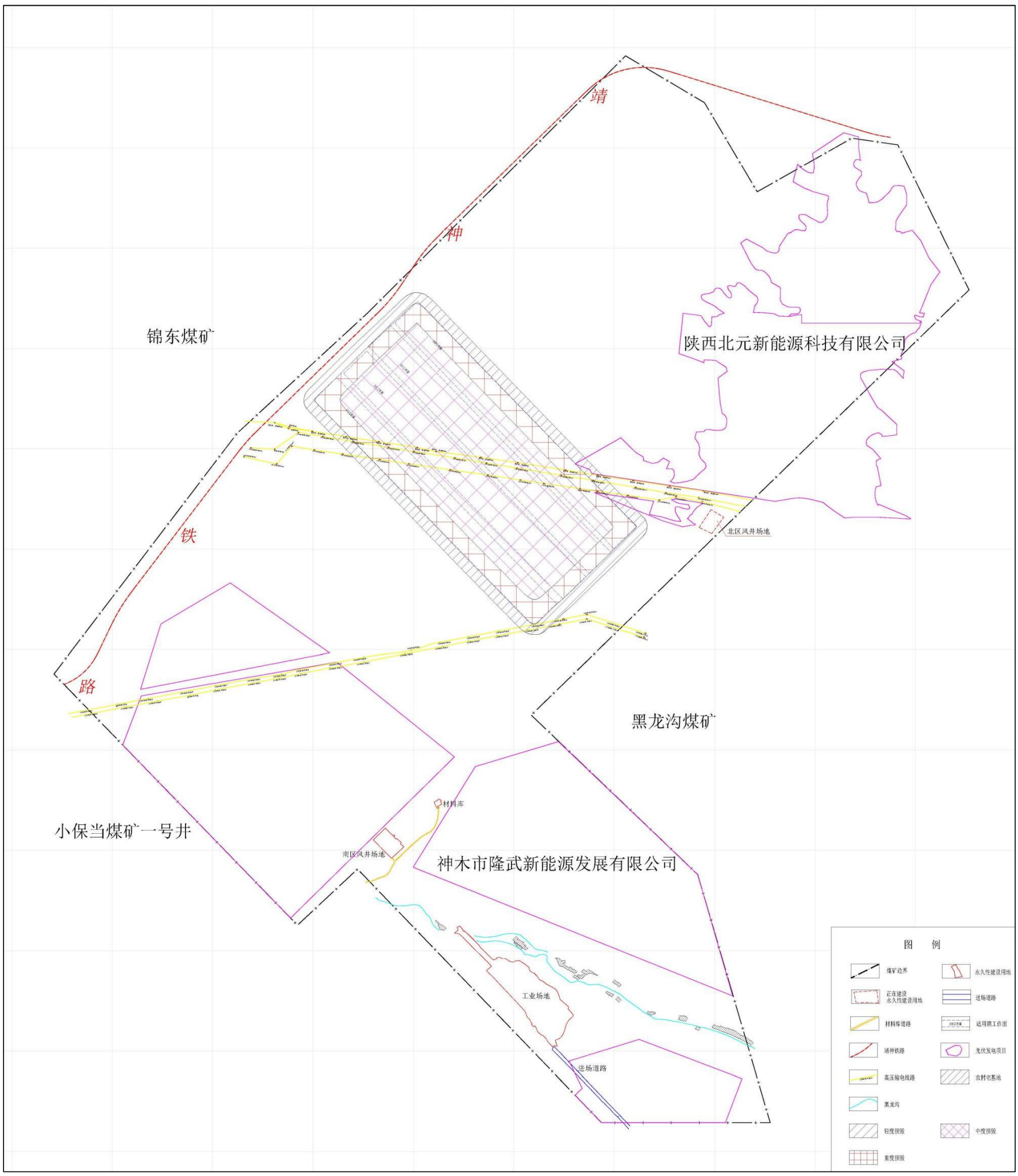


图 3.3-2 适用期开采后土地损毁程度分布图

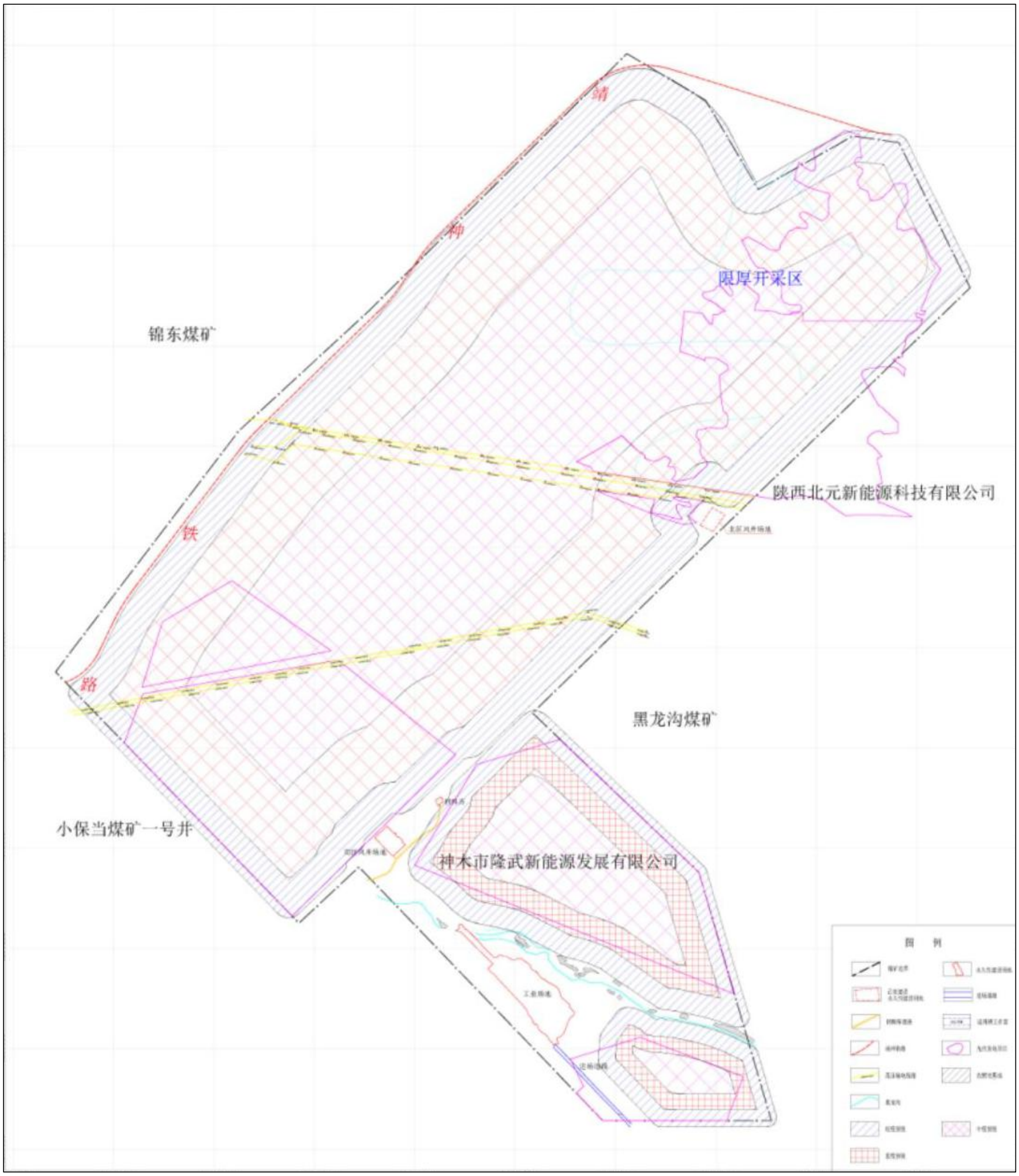


图 3.3-3 规划期内开采后土地损毁程度分布图

表 3.3-3　拟沉陷损毁土地利用现状表　　单位：hm²

地类				一时段损毁程度				二时段损毁程度			
一级地类		二级地类		轻度	中度	重度	小计	轻度	中度	重度	小计
01	耕地	0103	旱地	1.52	1.27		2.79	0.00	10.72		10.72
03	林地	0301	乔木林地					3.04			3.04
		0305	灌木林地	15.21	25.66	15.32	56.19	124.88	342.97	376.69	844.64
		0307	其他林地					4.25			4.25
04	草地	0401	天然牧草地	41.03	65.39	636.77	743.19	194.72	564.66	1605.32	2364.70
		0404	其他草地	0.43	0.36	0.00	0.79	1.42	3.98	4.26	9.66
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.51	0.81	0.46	1.78	3.20	9.01	9.61	21.82
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面					0.09	0.07		0.16
12	其他土地	1202	设施农用地					0.31	0.90	0.96	2.17
		1205	沙地	2.12	3.39	1.90	7.41	2.61	7.31	7.81	17.73
		1206	裸土地					0.15	0.42	0.45	1.02
总计				60.82	96.88	654.45	812.15	334.83	940.5	2004.58	3279.91

四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

（一）矿山地质环境保护与恢复治理分区

1、分区原则及方法

（1）分区原则

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

（2）分区方法

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

表 3.4-1　矿山地质环境保护与恢复治理分区标准

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

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

2、分区评述

通过叠加，矿山地质环境问题影响程度分为严重、较严重和较轻级别。综合考虑危害对象、损失与治理难度，矿山地质环境问题影响程度，将全区共划分 3 级 9 个不同的保护与恢复治理分区，其中：1 个重点防治区，7 个次重点防治区，1 个一般防治区，分区见附图 6，各分区有关数据表 3.4-2。

表 3.4-2　矿山地质环境保护与恢复治理分区基本情况表

保护与恢复治理分区					主要矿山地质环境问题和影响程度	防治措施	进度安排
名称	编号	级别	分布	面积 (km^2)			
工业场地	A	重点防治区	工业场地	0.1497	对地形地貌景观影响严重。	场地治理、封闭井筒	远期
南区风井场地	B_1	次重点防治区	南区风井场地	0.0275	地面建设造成周边沙地裸露，对地形地貌影响较严重。	生态修复示范工程	近期
北区风井场地	B_2		北区风井场地	0.0338	现状无不稳定地质体分布，影响较轻。 场地建设进度 10%，地表裸露，未来建设构建筑物较多，地形地貌景观影响严重。 施工废水沉淀处理后综合利用与绿化用水、道路洒水；土石方内部平衡，水土环境影响较轻。	修复受损的地形地貌	近期 远期
材料库	B_3		材料库	0.0082	对地形地貌景观影响较严重。	修复受损地形地貌	远期
已开采区	B_4		219、221工作面上部	2.3185	存在一处地面塌陷，影响高压输电线塔基 14 座，影响乡村道路，影响较严重。地面塌陷区（TX）为风沙地貌，沙丘连绵，波状起伏，地面塌陷表现不明显，影响了原生地貌的地形连贯性，地形地貌景观影响较严重。水土环境影响较轻。	修复高压输电线塔。提前告知，做好监测。	近期
拟开采区	B_5		矿区西部和北部	23.5046	开采形成的伴生裂缝及塌陷威胁 110KV 高压输电线路塔基 47 座、35KV 输电线路塔基 30 座、乡村道路，北元、隆武新能源光伏发电设施，危险性中等，影响较严重； 导水裂缝带会波及 2^{-2} 煤采空区积水成为主要充水通道。多煤层重复开采地段导水裂隙带发育高度在 47.8~82.40m 之间，导水裂隙带发育至侏罗系中统直罗组地层正常基岩段，含水层结构影响严重； 塌陷区的台阶和裂缝不会改变原生地貌的完整性，特别是一些较大的裂缝会改变原生地貌的完整性地形地貌景观影响较严重； 水土污染影响较轻。	维修高压输电线路受损道路。提前告知，做好监测。	中期
	B_6		矿区中部	5.4648	开采形成的伴生裂缝及塌陷威胁隆武新能源光伏发电设施、道路，危险性中等，影响较严重。	维修受损道路。提前告知，做好监测。	中期

保护与恢复治理分区					主要矿山地质环境问题和影响程度	防治措施	进度安排
名称	编号	级别	分布	面积(km^2)			
	B_7		矿区南部	1.5112	开采形成的伴生裂缝及塌陷威胁道路，危险性中等，影响较严重。	维修受损道路。做好监测。	中期
其他地区	C	一般防治区	其他地区	19.1785	位于保护煤柱内，不稳定地质体弱发育，含水层、地形地貌景观受影响较轻。	自然恢复。	近期中期远期
合计				52.0389			

（二）土地复垦区与复垦责任范围

隆德煤矿复垦区由永久性建设用地（工业场地、南区风井场地、进场道路、北区风井场地、材料库）、损毁土地（压占损毁土地、沉陷损毁土地）组成。

（1）永久性建设用地

本项目永久性建设用地仅包括工业场地、南区风井场地、进场道路、北区风井场地、材料库，面积为 39.25hm^2。

（2）损毁土地

损毁土地包括临时压占损毁土地、已沉陷损毁土地及拟沉陷损毁土地。其中临时压占损毁土地面积为 0.30hm^2，已沉陷损毁土地面积为 231.85hm^2；拟沉陷损毁土地面积为 3279.91hm^2（其中一时段损毁土地 812.15hm^2，二时段损毁土地 3279.91hm^2，一时段二时段重复损毁土地面积-812.15hm^2），已沉陷拟沉陷重复损毁土地-231.85hm^2。

（3）复垦区的确定

根据煤矿范围内现有土地利用现状现场调查、拟损毁土地分析与预测结果，复垦区由永久性建设用地和损毁土地（已沉陷损毁土地+拟沉陷损毁土地-重复损毁土地）组成，复垦区面积合计为 3319.46hm^2。复垦区各面积关系具体见表 3.4-3。

（4）复垦责任范围的确定

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

为服务下层煤开采，工业场地、北区风井场地、南区风井场地、材料库等地表构建筑物均留续使用。因此，复垦责任范围与损毁土地一致，共 3280.21hm^2。复垦区和复垦责任范围确定的相关关系见表 3.4-3。

表 3.4-3　复垦区、复垦责任范围面积关系表

序号	分区			面积（hm^2）	备注
1	永久性建设用地	工业场地、北区风井场地、南区风井场地、材料库		**39.25**	留续使用
2	损毁土地	临时压占损毁		0.30	
3		已沉陷损毁		231.85	
4		拟沉陷损毁	一时段	812.15	
5			二时段	3279.91	
6			重复损毁	-812.15	
7			小计	3279.91	
8		重复损毁		-231.85	
9		**合计**		3280.21	
10	复垦区	/		**3319.46**	
11	复垦责任范围			**3280.21**	

3、复垦区、复垦责任范围拐点坐标的确定

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

表 3.4-4　复垦区拐点坐标表

序号	2000 国家大地坐标		序号	2000 国家大地坐标	
	X 坐标	Y 坐标		X 坐标	Y 坐标
沉陷损毁区					
1			35		
2			36		
3			37		
4			38		
5			39		
6			40		
7			41		
8			42		
9			43		
10			44		
11			45		
12			46		
13			47		
14			48		
15			49		
16			50		
17			51		
18			52		

序号	2000 国家大地坐标		序号	2000 国家大地坐标	
	X 坐标	Y 坐标		X 坐标	Y 坐标
19			53		
20			54		
21			55		
22			56		
23			57		
24			58		
25			59		
26			60		
27			61		
28			62		
29			63		
30			64		
31			65		
32			66		
33			67		
34			68		
工业场地					
1			5		
2			6		
3			7		
4					
南区风井场地					
1			4		
2			5		
3			6		
北区风井场地					
1			5		
2			6		
3			7		
4			8		
材料库					
1			5		
2			6		
3			7		

（三）土地类型与权属

1、土地利用类型

本项目复垦区共涉及神木市 1:1 万土地利用标准分幅图 6 幅，图幅号分别为：J49G029032、J49G029033、J49G030034、J49G030032、J49G030033、J49G031033。

复垦区土地利用现状具体见附图二。

（1）土地利用现状及类型

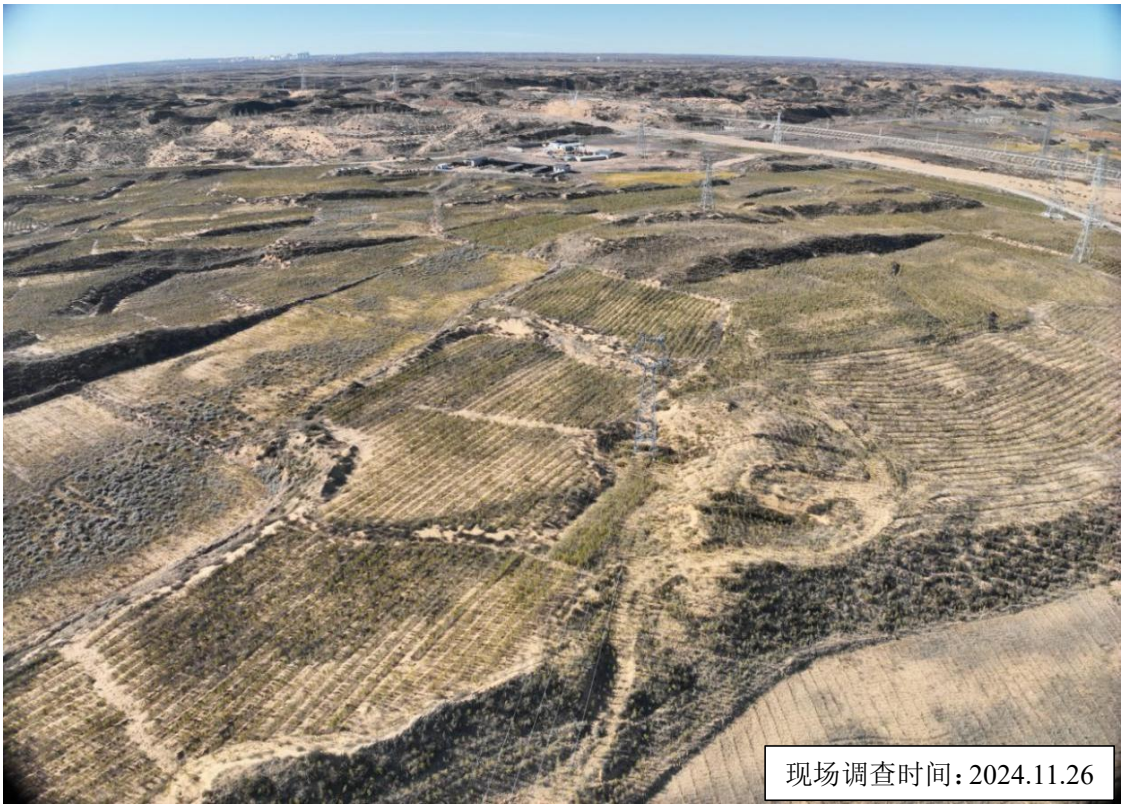
复垦区土地利用现状类型划分为 6 个一级类和 12 个二级类，包括耕地、林地、草地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地和其他土地。面积为 3280.21hm^2，

其中，临时用地面积为 0.30hm²，沉陷损毁土地面积 3279.91hm²，具体见表 3.4-5。

表 3.4-5　复垦区土地利用类型汇总表　　单位：hm²

地类				复垦区/复垦责任范围		
一级地类		二级地类		沉陷损毁土地	临时压占土地	小计
01	耕地	0103	旱地	10.72		10.72
03	林地	0301	乔木林地	3.04		3.04
		0305	灌木林地	844.64		844.64
		0307	其他林地	4.25		4.25
04	草地	0401	天然牧草地	2364.70	0.30	2365.00
		0404	其他草地	9.66		9.66
10	交通运输用地	1006	农村道路	21.82		21.82
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.16		0.16
11	其他土地	1202	设施农用地	2.17		2.17
		1205	沙地	17.73		17.73
		1206	裸土地	1.02		1.02
总计				3279.91	0.30	3280.21

复垦区内不同地类土地利用现状见照片 3.4-1~照片 3.4-4。



照片 3.4-1 煤矿范围内林、草、田、路、村典型配置（无人机影像）

照片 3.4-2　旱地

照片 3.4-3　灌木林地

照片 3.4-4　灌丛

照片 3.4-5　天然牧草地

（2）土地损毁程度

复垦区内土地损毁形式主要为压占损毁和沉陷损毁土地；压占损毁全部为中度损毁，为临时用地损毁，面积为 0.30hm²；沉陷区损毁土地依据损毁标准确定土地损毁程度，划分为轻度、中度和重度，损毁土地面积为 3279.91hm²，其中轻度损毁面积为 334.83hm²，中度损毁面积为 940.50hm²，重度损毁面积为 2004.58hm²。具体见表 3.4-6。

表 3.4-6　复垦责任范围土地损毁程度表　　单位：hm²

地类				临时用地压占	沉陷土地损毁程度				合计
一级地类		二级地类		中度	轻度	中度	重度	小计	
01	耕地	0103	旱地		0.00	10.72		10.72	10.72
03	林地	0301	乔木林地		3.04			3.04	3.04
		0305	灌木林地		124.88	342.97	376.69	844.64	844.64
		0307	其他林地		4.25			4.25	4.25
04	草地	0401	天然牧草地	0.30	194.72	564.66	1605.32	2364.70	2365.00
		0404	其他草地		1.42	3.98	4.26	9.66	9.66

地类				临时用地压占	沉陷土地损毁程度				合计
一级地类		二级地类		中度	轻度	中度	重度	小计	
10	交通运输用地	1006	农村道路		3.20	9.01	9.61	21.82	21.82
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面		0.09	0.07		0.16	0.16
11	其他土地	1202	设施农用地		0.31	0.90	0.96	2.17	2.17
		1205	沙地		2.61	7.31	7.81	17.73	17.73
		1206	裸土地		0.15	0.42	0.45	1.02	1.02
总计					334.83	940.5	2004.58	3279.91	3280.21

（3）土地质量现状

耕地土壤为以风沙土为主，有机质和速效磷含量较低，种植的主要作物主要有玉米、土豆等，土地质量一般，农作物均为一年一熟。复垦区耕地受农田管理活动强烈，人为耕作活动大量施入肥料，0-30cm 深度内的土壤粉粒含量最高，其次依次为砂粒和粘粒。

复垦耕地基质沙性大，肥力不足，缺氮少磷，有机质含量低，仅 0.32～0.78%；土壤主要由 0.25mm 以下颗粒组成，细砂粒和粉粒占总重量的 60%，复垦区林草地土壤质量一般；pH 值在 8.5 左右，有机质含量在 0.1%~0.6%。

（4）农林草生产状况

项目区农业生产以粮、菜为主，主要农作物种类为玉米、洋芋、大豆、糜谷等。林草地以天然牧草地和灌木林地为主，土层一般，主要植被类型有杨树、樟子松、旱柳、沙柳、沙地柏、沙棘、沙蒿、长芒草、三刺草等。

耕地质量等别一般为 11~13 等，其中春玉米平均产量 650~750kg/亩。

（5）永久性基本农田、田间配套分布情况

复垦责任范围的无永久基本农田。

耕地田间配套设施：耕地的田间道路主要为砂石道路，生产道路均为素土路面，道路宽度 3-6 米。

2、土地权属状况

本项目复垦责任范围内土地，全部为集体土地，面积 3280.21hm^2，使用权为大保当镇的公草湾村、黑龙沟村、青龙沟村。根据调查结果，复垦责任范围土地权属清楚，无权属纠纷。复垦责任范围土地权属情况见表 3.4-7。

表 3.4-7　复垦责任范围土地权属表　　单位：hm²

地类				大保当镇			合计
一级地类		二级地类		黑龙沟村	公草湾村	青龙沟村	
01	耕地	0103	旱地	7.82	0.69	2.21	10.72
03	林地	0301	乔木林地	3.04			3.04
		0305	灌木林地	144.88	74.35	625.41	844.64
		0307	其他林地	4.25			4.25
04	草地	0401	天然牧草地	638.28	105.17	1621.55	2365.00
		0404	其他草地	7.27	1.03	1.36	9.66
10	交通运输用地	1006	农村道路	18.8	1.71	1.31	21.82
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.16			0.16
12	其他土地	1202	设施农用地	2.17			2.17
		1205	沙地	11.82		5.91	17.73
		1206	裸土地	0.8		0.22	1.02
总计				839.29	182.95	2257.97	3280.21

第四章　矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

一、矿山地质环境治理可行性分析

（一）技术可行性分析

通过现状与预测分析，评估区矿山地质环境问题主要集中在采煤引发的地质灾害、含水层结构破坏、地形地貌景观破坏方面，因煤矿开采导致塌陷和地裂缝，采取裂缝填充的方式较为适宜，针对受损道路，扶正电线杆，裂缝充填，地面塌陷、含水层、遥感、水土污染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，次重点防治区为工程治理重点，坚持“预防为主、防治结合、在保护中开发、在开发中保护；因地制宜、边开采边治理”的原则。

（二）经济可行性分析

本煤矿未生产，根据煤矿近 5 年销售收入、生产成本分析其可行性。

1、销售收入

根据历年销售价格及目前本地区原煤实际市场售价，确定平均综合销售价格 500 元/t。

2、生产成本

参考周边矿井类似成本，结合本矿开采技术条件、开拓开采方法、技术装备水平、劳动生产率等实际情况，煤矿成本为：254 元/t。

3、经济可行性分析

本方案矿山地质环境保护与土地复垦方案治理静态费用为 **55395.41** 万元，吨煤费用 2.3 元，吨煤销售利润 351 元，治理复垦费用占比 1.1%，因此，本方案提出的治理、复垦措施费用合理，目前煤矿综合盈利能力较强，防治措施经济可行。

（三）生态环境协调性分析

按照山水林田湖草沙系统治理示范区的建设要求，方案按照“依靠科技进步、发展循环经济、建设绿色矿业”实施后矿区整体环境质量得到改善，减轻地面塌陷、地面裂缝等地质灾害对道路等建筑物的威胁，并使得生态环境和地貌景观得到恢复，矿山生态系统达到平衡。

通过实施矿山地质环境恢复治理工程措施，将恢复受影响的地质环境，矿山生态系统达到平衡；矿山地质环境监测可跟踪监测矿山地质环境破坏及演变的动

态过程，为治理工程措施提供有效的指导，引导矿山地质环境实施高效、有针对性的防治措施，发展矿山生产与生态环境相协调的关系是可行的。

二、矿山土地复垦可行性分析

（一）复垦区土地利用现状

本方案复垦责任范围均为3280.21hm^2，涉及整个井田区域，复垦责任范围包含沉陷损毁土地和临时用地。

（二）土地复垦适宜性评价

井工煤矿土地复垦适宜性评价是一种预测性的土地适宜性评价，是依据国土空间总体规划及相关规划，按照因地制宜的原则，在充分尊重土地权益人意愿的前提下，根据土地利用类型、土地损毁情况、公众参与意见等，在经济可行、技术合理的条件下，确定拟复垦土地的最佳利用方向，划分土地复垦单元。土地复垦适宜性评价是确定损毁土地复垦方向的前提和基础，为复垦技术的选择提供参考，指导土地复垦工程的设计。

1、评价原则

（1）符合国土空间总体规划，并与其他规划相协调

（2）因地制宜，农用地优先的原则

（3）自然因素和社会经济因素相结合原则

（4）主导性限制因素与综合平衡原则

（5）综合效益最佳原则

（6）动态和土地可持续利用原则

（7）经济可行与技术合理性原则

2、评价依据

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

（1）相关法律法规和规划

包括国家与地方有关土地复垦的法律法规，如《中华人民共和国土地管理法》、《土地复垦条例》、《土地复垦条例实施办法》、《陕西省实施<土地复垦条例>

办法》等土地管理的相关法律法规和复垦区土地利用总体规划及相关规划等。

（2）相关规程和标准

包括国家与地方的相关规程、标准等，如《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036—2013）、《土地整治高标准农田建设综合体》（DB61/T 991.1-991.7-2015）《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T1007—2003）和《农用地质量分等规程》（GB/T 28407-2022）等。

（3）其他

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

3、评价范围的确定与评价单元的划分

（1）评价范围

适宜性评价范围即复垦责任范围，总面积为 3280.21hm^2。

（2）土地复垦评价单元的划分

评价单元是适宜性评价的基本工作单位，本方案土地复垦适宜性评价的对象为复垦责任范围内土地，是一种对拟复垦土地状况的评价。复垦方向的确定主要取决于土地损毁形式、损毁程度和土地利用类型。结合本项目复垦责任范围各分区损毁形式、特点等因素，列表分析各分区特征，具体见表 4.2-1。

表 4.2-1　复垦责任范围各分区特征表

区域	损毁形式	面积（hm^2）	特点
临时用地	压占损毁	0.30	地表植被破坏、地面未硬化、损毁中度，易恢复
沉陷损毁土地	沉陷损毁	3279.91	沉陷范围广、地类复杂、损毁程度差异大

评价单元划分中，沉陷损毁土地依据损毁地类和损毁程度进行评价单元划分。评价单元划分情况详见表 4.2-2。

表 4.2-2　评价单元划分表

损毁形式	损毁程度	地类	面积（hm^2）	序号
沉陷损毁	轻度	林地	132.17	1
		草地	196.14	2
	中度	旱地	10.72	3
		林地	342.97	4
		草地	568.64	5
	重度	林地	376.69	6
		草地	1609.58	7

损毁形式	损毁程度	地类	面积（hm^2）	序号
	轻度、中度、重度	农村道路	21.82	8
	轻度、中度	坑塘水面	0.16	9
	轻度、中度、重度	设施农用地	2.17	10
	轻度、中度、重度	沙地	17.73	11
	轻度、中度、重度	裸土地	1.02	12
临时用地		/	0.30	13

4、评价体系及评价标准的建立

（1）评价体系

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

损毁程度：损毁程度指标主要是分析沉陷造成的土地及相应的配套设施损毁情况。

有效土层厚度：有效土层厚度主要是指耕地中的犁底层的厚度，林草地指的是腐殖质层的厚度。本区耕地有效土层厚度大约为 30～60cm，林地、草地有效的土层大约为 20～40cm。

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

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

交通条件：本区耕地面积极少，旱地主要分布在风沙区较为平坦区域，周边机耕道路等连接现有道路系统。灌木林地和草地周边，由于人口密度较低，交通不便，受人类活动影响较小。

地形坡度：主要为风沙区，地形较为平坦，坡度较低，地形坡度以一、二级别为主。

周边地类：周边地类作为参照确定复垦方向。

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

适宜类按照土地质量等，按照复垦为耕地的质量标准分为 1 等地、2 等地和 3

等地；暂不适宜类和不适宜类不进行续分，以“N”表示。

1）宜耕土地

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

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

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

2）宜林土地

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

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

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

3）宜草土地

1 等地：水土条件好，草群质量好产量高，损毁轻微，容易恢复为草地。

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

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

（2）评价标准

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

结合项目区自然条件及以往复垦经验，参考《耕地后备资源调查与评价技术规程》和《土地复垦质量控制标准》等确定土地复垦适宜性评价的等级标准，详见表 4.2-3。

表 4.2-3　复垦土地限制因素等级标准

限制因素及分级指标		耕地评价	林地评价	草地评价
		旱地		
沉陷损毁程度	轻度损毁	1	1	1
	中度损毁	2	2	1
	重度损毁	3	2	2
土壤质地	壤土、粉砂粘壤土、壤粘土	1	1	1
	砂壤土、粘壤土	2	2	1
	砂土	3 或 N	3	2
有效土层厚度（cm）	>50	1	1	1
	30~50	2	1	1
	10~30	2 或 3	2 或 3	2
	<10	3 或 N	3	3
土壤有机质含量（g/kg）	>10	1	1	1
	8~10	2	1	1
	5~8	3	2	2
	＜5	N	3	3
地形坡度（°）	<2	1	1	1
	2~6	2	1	1
	6~15	3	2	2
	15~25	3	2	2
	>25	N	3	3
交通条件	有完善道路设施	1	1	1
	有，但不完善或容易修建	2	1	1
	无道路设施或较难实施	3 或 N	2	2
覆土厚度	>100	1	1	1
	50~100	2	1	1
	30~50	2 或 3	2 或 3	2
	<30	3 或 N	3	3
周边地类	耕地	1	1	1
	林地、草地	2	1	1
	裸土地等其他地类	3	2	2

5、评价过程及复垦方向的确定

（1）评价过程分析

——土地损毁前后质量分析

项目区内耕地零散分布在矿区范围内，土壤类型以黄绵土和风沙土为主，有机质含量较低。农作物主要包括玉米、土豆，产量较低。

灌木林地广泛分布于煤矿范围，主要为矮生灌丛，主要灌木类型有臭柏、沙柳、柠条、沙蒿、紫穗槐等，并伴生狗尾草、百里香等草本植被，乔木类型主要为杨树、旱柳等。

沉陷损毁区在地表形成伴生裂缝，可能影响到浅层地下水，裂缝的产生会造成裂缝两侧的土壤水分缺失，可能影响部分植被死亡。地表沉陷过程中如不进行及时的裂缝填充，会造成土壤有机质、土壤水分流失，影响到土壤的理化性质，从而降低土壤质量，影响植被的生长。

——耕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、林地和草地评价等级标准对比，以限制最大，适宜性等级最低的土地质量参评项目，决定该单元的土地适宜等级，评价结果如表 4.2-4。

表 4.2-4　各评价单元适宜性等级表

位置	编号	评价单元	限制性因素
沉陷损毁区	1	中度损毁旱地	无明显限制因素
	2	轻度损毁林地	有机质含量、有效土层
	3	中度损毁林地	有机质含量、有效土层
	4	重度损毁林地	损毁程度
	5	轻度损毁草地	有机质含量、有效土层
	6	中度损毁草地	有机质含量、有效土层
	7	重度损毁草地	损毁程度

根据以上评价结果对照表，初步复垦方向确定如下：

①临时用地结合周边地类，可初步考虑复垦为天然牧草地。

②因地表沉陷造成的土地损毁所形成裂缝等外在表现形式，是可以通过合理的复垦工程措施复垦为原有地类。

③本着“土地复垦优先复垦为耕地，耕地面积不减少”的原则，原有旱地在采取一系列工程措施后，可以复垦为旱地。

④保持原有生态环境的整体性，维持现有权属单位地表构建筑物的特征不变，确保“路相通、田成方、林成网”。

（2）复垦方向确定及复垦单元划分

根据适宜性评价分析，最终复垦方向的确定需要综合考虑多种因素。在考虑项目区自然、社会经济、政策和公众意愿的基础上，结合适宜性等级评定结果，最终确定复垦方向见表 4.2-5。

表 4.2-5　各评价单元初步复垦方向的确定

损毁形式	评价单元	复垦方向
沉陷损毁	中度损毁旱地	旱地
	轻度损毁林地	乔木林地、灌木林地、其他林地
	中度损毁林地	乔木林地、灌木林地、其他林地
	重度损毁林地	乔木林地、灌木林地、其他林地
	轻度损毁草地	天然牧草地、其他草地
	中度损毁草地	天然牧草地、其他草地
	重度损毁草地	天然牧草地、其他草地
永久性建设用地		灌木林地

（3）划分复垦单元

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

表 4.2-6　复垦单元划分

序号	复垦单元	二级项目	面积（hm^2）
1	旱地方向复垦单元	沉陷损毁旱地	10.72
2	乔木林地方向复垦单元	沉陷损毁乔木林地	3.04
3	灌木林地方向复垦单元	沉陷损毁灌木林地	844.64
4	其他林地方向复垦单元	沉陷损毁其他林地	4.25
5	天然牧草地方向复垦单元	沉陷损毁天然牧草地	2364.70
6		临时用地	0.30
7	其他草地方向复垦单元	沉陷损毁其他草地	9.66
8		沉陷损毁裸土地	1.02
9		沉陷损毁沙地	17.73
10	农村道路方向复垦单元	沉陷损毁农村道路	21.82
11	坑塘水面方向复垦单元	沉陷损毁坑塘水面	0.16
12	设施农用地复垦单元	沉陷损毁设施农用地	2.17

（三）水土资源平衡分析

1、土壤资源平衡分析

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

（1）表土需求量分析

本项目需要进行覆土复垦的区域为北区风井场地内绿化用土和临时用地。而裂隙填充、平整工程等土方均是在施工区范围内达到平衡，因此对于裂隙填充、平整等方面土方不再进行分析。

平整后回覆一定厚度的表土，可提高复垦土地的质量标准，本方案设计复垦为场地内绿化区覆土厚度为 0.6m，临时用地覆土厚度为 0.3m，具体见表 4.2-7。

表 4.2-7　回覆表土需求量分析表

区域	覆土面积（hm^2）	表土回覆厚度（m）	表土需求量（m^3）	回覆时间
北区风井场地绿化区	0.60	0.6	3600.00	近期
临时用地	0.30	0.30	900.00	近期
合计			4500.00	/

（2）表土供给量分析

按照表土剥离要求，永久性建设用地区和临时用地区在使用前需要进行表土剥离，根据本煤矿实际，本项目可剥离的面积为 3.68hm^2，剥离表土的厚度为 20cm，剥离表土量为 7660m^3，剥离的表土堆放于北区风井场地东北角的消防区和泵房区内。

表 4.2-8　表土供给量分析表

区域	剥离面积（hm^2）	表土剥离厚度（m）	表土剥离量（m^3）	剥离时间
北区风井场地	3.38	0.6	6760.00	近期
临时用地	0.30	0.30	900.00	近期
合计			7660.00	/

（3）表土供需关系分析

综上所述，表土供需可以实现平衡，多余的表土用于北区风井场地内的平整，项目区内土源达到供需平衡。

以上表土供需平衡及工程量已纳入已批复的《北区风井场地北区风井工程土地复垦报告书》。

2、水资源平衡分析

根据《行业用水定额》（DB61/T943-2020），本方案旱地维持原来的旱作模式。由于项目主要位于陕北长城沿线旱作区，复垦区内规划涉及林地管护面积 399.71hm^2，每年每公顷需浇水 4500m^3；草地管护面积 125.65hm^2，每年每公顷需浇水 2400m^3，复垦区每年共需水 63.46 万 m^3。

复垦区的林草地管护用水主要利用天然降水及处理后的煤矿矿井水，根据现场调查及矿井水测算，可用于本项目的水量约为 810 万 m^3，水量平衡分析见下表 4.2-9：

表 4.2-9　水量平衡分析表

地类	面积（hm^2）	单位面积需水量（m^3）	需水量（万 m^3）	可供水量（万 m^3）	水量平衡（万 m^3）
林地	872.38	4500	392.57	810.00	+83.08
草地	1393.11	2400	334.35		
合计		——	726.92	810.00	+83.08

从水量平衡分析表可知，复垦区可供水量大于复垦区林草地管护需水量，水量供给满足本方案中土地复垦的实施。

（四）土地复垦质量要求

结合复垦区土地适宜性评价结果和当地实际情况，制定具体的复垦标准。

——隆德煤矿应做到“边开采，边复垦”；

——复垦利用类型应与地形地貌及周边的环境相协调；

——土地复垦的质量不宜低于原（或周边）土地利用类型的土壤质量与生产力水平；

——复垦为耕地的应符合土地整治建设标准的要求；

——复垦场地的稳定性和安全性应有可靠保证；

——应充分利用原有地表土作为覆盖层，覆盖后的表土应规范、平整，覆盖层的容重应满足复垦利用的要求。

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

1、旱地方向土地复垦复垦质量要求

旱地方向土地复垦复垦标准具体见表 4.2-10。

表 4.2-10　旱地复垦标准

序号	指标类型	基本指标	控制标准	本方案确定的标准
				沉陷损毁旱地
1	地形	地面坡度/（°）	≤25	≤5
2	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥80	≥80
		土壤容重（g/cm³）	≤1.45	≤1.45
		土壤质地	壤土至粘壤土	砂壤土
		砾石含量/%	≤10	≤3
		PH 值	6.0~8.5	7.5~8.0
		有机质/%	≥0.5	≥0.8
		电导率/（dS/m）	≤2	≤2
3	配套措施	排水	达到当地各行业工程建设标准要求	—
		道路		田间道：路宽 3~6m，泥结石路面 生产路：路宽 1~3m，素土路面
		林网		—
4	生产力水平	产量/（kg/hm²）	五年后达到周边地区同等土地利用类型水平	五年后春玉米产量≥3000kg/hm²

2、林地方向土地复垦质量要求

林地土地复垦复垦标准具体见表 4.2-11。

表 4.2-11　林地复垦标准

序号	指标类型	基本指标	控制标准	本方案确定的标准
				沉陷损毁林地
1	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	≥30
		土壤容重/（g/cm³）	≤1.5	≤1.5
		土壤质地	砂土至砂质粘土	砂土
		砾石含量/%	≤25	≤5
		PH 值	6.0~8.5	7.0~8.0
		有机质/%	≥0.5	≥0.5
2	配套措施	道路	达到当地本行业工程建设标准要求	—
3	生产力水平	定植密度/（株/hm²）	《满足造林作业设计规程》(LY/T1607)要求	乔木林地：1250 灌木林地：750
		郁闭度	≥0.30	≥0.30

3、草地方向土地复垦复垦质量要求

草地土地复垦复垦标准具体见表 4.2-12。

表 4.2-12　草地土地复垦标准

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

第五章　矿山地质环境治理与土地复垦工程

隆德煤矿生产引发的矿山地质环境问题为：地面塌陷及伴生裂缝，含水层、地形地貌景观、水土环境影响和破坏，以下针对不同地质环境及土地利用问题提出恢复治理工程。矿山地质环境治理与土地复垦工程分为近期 5 年，中期 32 年，远期 7 年三个阶段，治理工程、土地复垦以近期为主，兼顾中期、远期。

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防

（一）目标和任务

1、目标

保护矿区地质环境和土地资源，最大程度的避免和减缓对其造成的破坏和影响，建设绿色矿山。

2、任务

（1）对夏柠线、夏锦线，1355 草铁牵 T 线、1357 湾草牵线三条 110KV 以及 3779 湾草 1 号线、3783 湾草 2 号线两条 35KV 输电线路铁塔等重要的地面建（构）筑物进行进行维修治理，对不稳定地质体进行监测或治理。

（2）对受影响的道路提前告知，并维修；

（3）对受影响的含水层进行地下水监测。

（4）保持当地地形地貌景观，对受影响的地形地貌景观进行修复。

（5）保护水体环境、土壤环境，对水土环境进行监测。

（6）保护土地资源，对损毁的土地进行复垦。

（7）维护和治理评估区及周围地区生态环境，建设绿色矿业。

（二）预防控制措施

1、留设保护煤柱

隆德煤矿在煤矿边界、工业场地、风井场地、黑龙沟等村庄等都留有煤柱。

2、合理规划

在生产过程中要加强规划和施工管理，尽量减少对土地的预期影响。在煤矿北区风井场地建设之前，编制了土地复垦方案，分布实施。开采过程中要做到“边开采，边复垦”。

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

限度，尽可能地避免造成土壤和植被的大面积损毁。

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

二、不稳定地质体治理工程

（一）目标任务

1、治理目标

避免和减缓地面塌陷及伴生裂缝造成的损失，对不稳定地质体进行监测或治理。

2、治理任务

（1）采空区、塌陷区树立警示牌；

（2）对受损的乡村道路进行维修；

（3）对受损的高压输电线路进行维修、加固塔基基座；

（二）工程设计与技术措施

1、近期、中期治理工程

煤矿生产引发地面塌陷及伴生裂缝，造成乡村道路、输电线路受到影响和损坏。因此提出如下治理工程：采空区、地面塌陷区竖立警示牌，地面塌陷区裂缝填充、维修受损乡村道路、维修输电线路，具体见表 5.2-1。

表 5.2-1　近期地质灾害治理工程一览表

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">地质灾害及威胁地物</td><td colspan="3">治理措施</td></tr>
<tr><td>一般区</td><td>次重点区</td><td>重点区</td></tr>
<tr><td colspan="2">竖立警示牌</td><td>/</td><td>在采空区、塌陷区等处树立警示牌</td><td>/</td></tr>
<tr><td rowspan="2">地面塌陷</td><td>乡村道路</td><td rowspan="2">/</td><td>维修损坏路段</td><td>/</td></tr>
<tr><td>输电线路</td><td>线路维修、线塔塔基加固</td><td>/</td></tr>
</table>

（1）竖立警示牌

在采空区、地面塌陷等有可能出现地质灾害的地点树立警示牌，提醒行人注意，以确保采矿工作人员、周围过往人员及通行车辆的安全。

警示牌材质为木质，规格1.00m×1.50m，尽可能利用矿山现有的材料制作，对其大小可作适当调整。警示牌上面用红字书写“地质灾害警示牌，请注意安全”等字样。要求警示效果明显，具备一定的抗风能力。

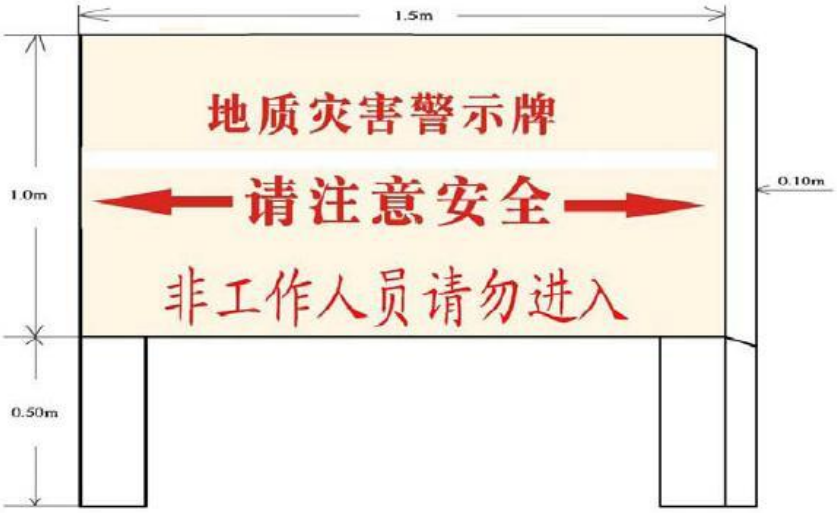


图 5.2-1　警示牌示意图

（2）维修乡村道路

区内公路均为乡村道路，包括水泥路和素土路。根据预测，煤矿生产引发的地面塌陷及伴生裂缝将会造成部分路段损坏，影响交通，因此须对其进行维修，道路标准不变。

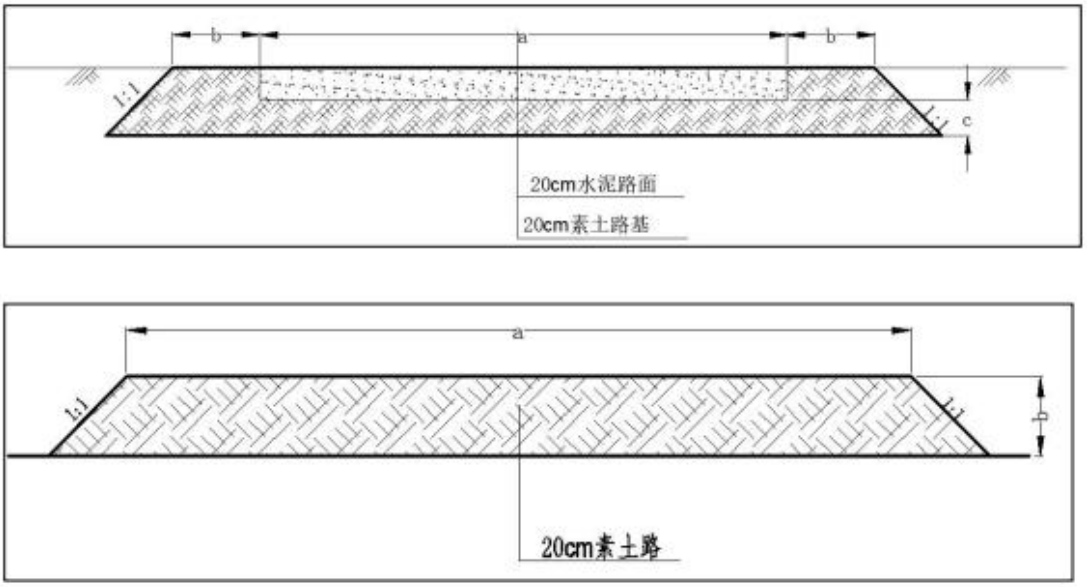


图 5.2-2　道路大样图

（3）维修高压线塔

区内输电线路为高压输电线路，地面塌陷及伴生裂缝对这些输电线路产生影响，采取输电线路维修、扶正加固电线杆等措施进行维修。

制定详细的加固纠偏治理方案。采用了多种技术手段，确保杆塔在采空区中

的稳定性。通过在杆塔底部添加支撑装置，有效地增强了杆塔的基础，防止了由于采空区变形而导致的杆塔倾斜或倒塌。同时，根据杆塔的实际情况，采用了精细的测量技术，对杆塔的偏移进行实时监测，及时调整加固方案，确保杆塔的稳定性和安全性。

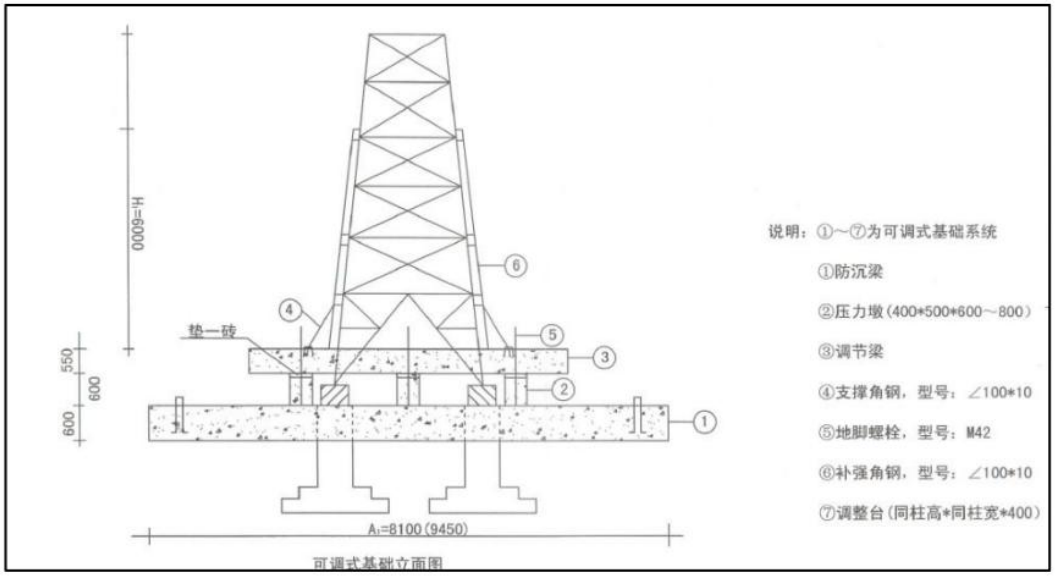


图 5.2-3　塔基加固大样图

（4）综合管理

隆德煤矿应组织人员定期巡查地面塌陷区，遇到地质环境问题，及时汇报、及时处理，并竖立警示牌。人工巡查按照 3 人一组，每月至少巡查2 次，并及时记录巡查结果。

（四）南区风井场地生态修复典型示范工程

煤矿已委托华电煤业集团数智技术有限公司编制《隆德煤矿生态修复示范典型工程设计》。

生态修复面积 16.55hm^2，主要以风井场地北侧和东侧的低洼坑地作为生态修复区，覆土厚度为 0.3-1.5 米，绿化措施主要采用青海云杉、小叶丁香、红瑞木、沙枣、山桃稠李、山杏、山楂及毛樱桃等。

照片 5.2-5　生态修复示范工程公示牌

（五）主要工程量

1、近期治理工程量

（1）竖立警示牌

在近期开采区路边可能有行人车辆经过的地方设置警示牌，按每 km^2 需要设置 2 块计算，近期开采区需设置警示牌 16 块。

（2）维修道路

维修乡村道路，维修面积共计 25626m^2，工程量见表 5.2-2。

表 5.2-2　近期受损乡村道路治理一览表

道路名称	长度（m）	宽度（m）	维修面积（m^2）
乡村道路（混凝土路面）	3566	6	21396
乡村道路（素土路面）	1410	3	4230

（3）维修输电线路

近期拟开采区内维修高压线塔塔基 39 个（其中已开采破坏 15 个，适用期开采拟破坏 24 个）。

表 5.2-3　近期维修高压线塔一览表

道路名称	塔座数量（个）	名称
已开采区破坏	15	夏柠线、夏锦线 083、085、086；夏柠线 084；夏锦线 084；1355 草铁牵 T 线 025、026、027、028、029；1357 湾草牵线 044、045、046、047、048
适用期开采拟破坏	24	夏柠线、夏锦线 8 个（086、087、088、089、090、091、092、093）；1355 草铁牵 T 线 8 个（018、019、020、021、022、023、024、025）；1357 湾草牵线 8 个（037、038、039、040、041、042、043、044）。35KV 输电线路塔基 2 个（3783 湾草 2 号线 37、3779 湾草 1 号线 38）

（4）人工巡查地面塌陷区

近期开采时间 5 年，定期巡查地面塌陷区至少 120 次，每年 24 次。

2、中期治理工程量

（1）竖立警示牌

在中期开采区路边可能有行人车辆经过的地方设置警示牌，按每 km^2 需要设置 2 块计算，中期开采区需设置警示牌 64 块。

（2）维修道路

维修乡村道路，维修面积共计 322512m^2，工程量见表 5.2-4。

表 5.2-4　中期受损乡村道路治理一览表

道路名称	长度（m）	宽度（m）	维修面积（m^2）
乡村道路（混凝土路面）	42792	6	256752
乡村道路（素土路面）	21920	3	65760

（3）维修输电线路

中期拟开采区内维修高压线塔塔基 77 个（其中 110KV 输电线路塔基 47 个，35KV 输电线路塔基 30 个）。

（4）人工巡查地面塌陷区

中期开采时间 32 年，定期巡查地面塌陷区至少 768 次，每年 24 次。

三、土地复垦

（一）目标任务

本方案复垦土地面积为 3280.21hm^2，土地复垦率 100%，复垦前后土地利用变化见表 5.3-1，矿区土地复垦规划图见附图 5。应确保复垦耕地、林草地的面积和质量不降低。复垦前后地类结构变化主要表现以下几个方面：

——天然牧草地新增面积 28.41hm^2，来自于沉陷区裸土地和沙地、其他草地的减少及地类变更。

——其他草地减少面积 9.66hm^2。

——沙地减少面积 17.73hm^2。

——裸土地减少面积 1.02hm^2。

表 5.3-1　复垦前后地类变化表　　单位：hm²

一级地类		二级地类		复垦前			复垦后			变化值
				沉陷损毁土地	临时用地	小计	沉陷损毁土地	临时用地	小计	
01	耕地	0103	旱地	10.72		10.72	10.72		10.72	0.00
03	林地	0301	乔木林地	3.04		3.04	3.04		3.04	0.00
		0305	灌木林地	844.64		844.64	844.64		844.64	0.00
		0307	其他林地	4.25		4.25	4.25		4.25	0.00
04	草地	0401	天然牧草地	2364.70	0.30	2365.00	2393.11	0.30	2393.41	28.41
		0404	其他草地	9.66		9.66	0.00		0.00	-9.66
10	交通运输用地	1006	农村道路	21.82		21.82	21.82		21.82	0.00
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.16		0.16	0.16		0.16	0.00
12	其他土地	1202	设施农用地	2.17		2.17	2.17		2.17	0.00
		1205	沙地	17.73		17.73	0.00		0.00	-17.73
		1206	裸土地	1.02		1.02	0.00		0.00	-1.02
合计				3279.91	0.30	3280.21	3279.91	0.30	3280.21	0.00

（二）技术措施及工程设计

1、旱地方向沉陷土地复垦单元

1）沉陷损毁旱地

本复垦单元的复垦工程措施主要为土壤重构工程和配套工程。土壤重构工程包括充填工程、土壤剥覆工程、土地平整、土壤培肥、土地翻耕等。配套工程包括田间路、生产路。

（1）土壤重构工程

1）沉陷土地

本复垦单元的复垦措施包括充填工程、土壤剥覆工程、土地平整、土壤培肥、土地翻耕、农田防护林等。

（1）裂隙充填工程

①施工方法

对于裂缝宽度小于 5cm 区域，采用人工治理的方法，就地填补裂缝，填土夯实。对于裂缝宽度大于 5cm地裂隙，为减少对周边土层的破坏也采用人工治理。但无论采用何种治理方式，都须保证不降低原土地生产能力，分期分区治理。

②施工工艺

依据划分的土地损毁程度，对于不同损毁程度的土地在进行地表裂隙填充的施工工艺也有差异。对于轻度损毁区，首先将裂缝两侧 0.5m 范围内的表土进行剥离，剥离深度为 0.5m，剥离的表土临时堆放在两侧，再利用剥离表土区的下方生土填充裂隙，充填过程中在裂缝距地表 1m 左右时，应用木杠或夯石分层捣实，直至接近与地面平齐。对于损毁程度为中度和重度的沉陷损毁区，采用同样的方式进行裂隙填充，但是考虑到裂隙所需土方的差异，在中度损毁区，剥离裂隙两侧的表土宽度为 0.6m，在重度损毁区，剥离裂隙两侧的表土宽度为 0.8m，剥离的厚度均为 0.5m。对于裂缝宽度较大在充填时应加设防渗层。以防止灌溉时造成地表渗水，对煤矿安全和耕地造成损失。

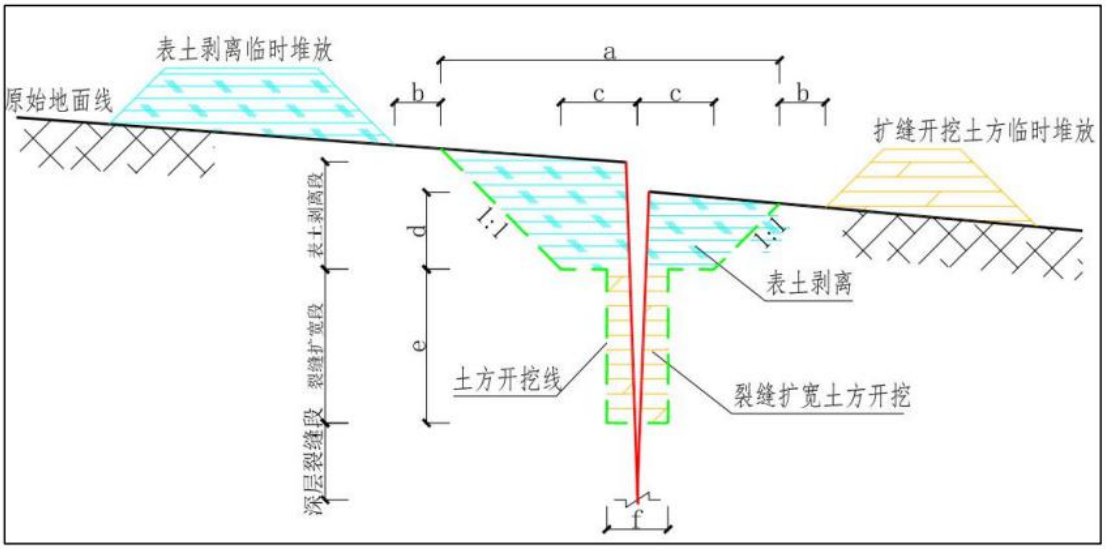


图 5.3-1　裂缝开挖横剖面图

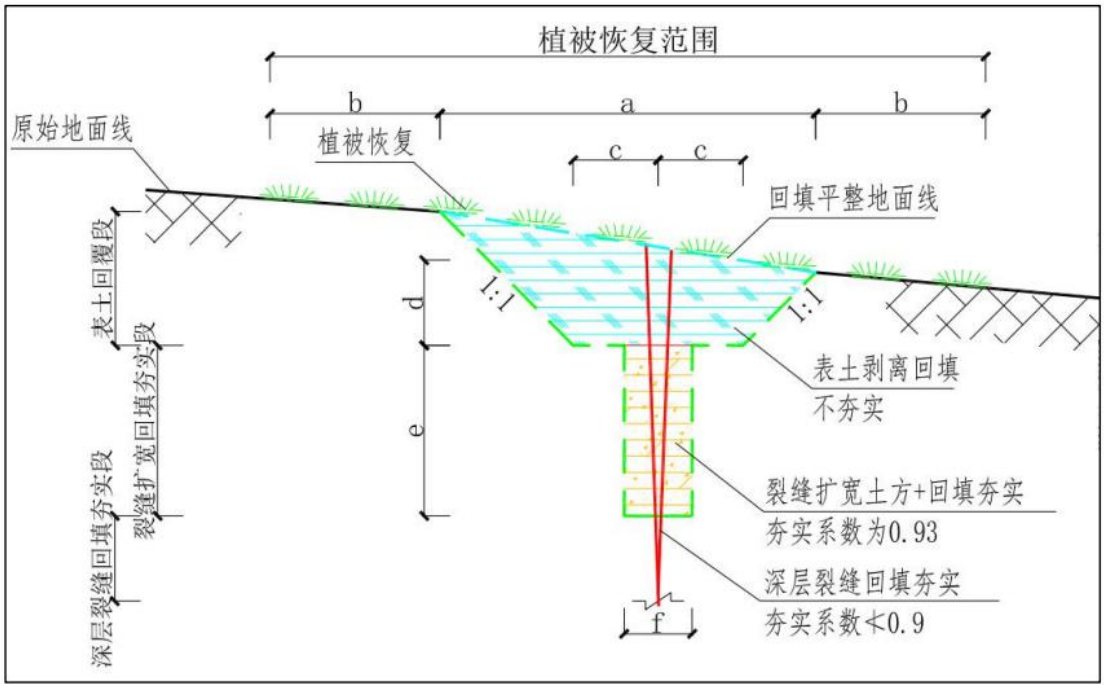


图 5.3-2　裂缝回填横剖面图

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

$$W=10\sqrt{a}\ \text{（m）}$$

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

$$U=\frac{666.7}{C}n\text{（m）}$$

设每亩沉陷地裂缝的充填土方量为V（m³），则V可按如下经验公式计算：

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

根据煤矿现场调查及当地土地复垦经验，确定各损毁程度的地裂缝技术参数见表 5.3-2 和表 5.3-3。

表 5.3-2　不同损毁程度地裂缝技术参数表

损毁程度	裂缝宽度 a (m)	裂缝间距 C (m)	每亩裂缝条数 n (条)	裂缝深度 W (m)	每亩裂缝长度 U (m)	每公顷裂缝长度 U (m)
轻度	0.08	50	1	2.83	13.33	199.95
中度	0.20	30	2	4.47	44.45	666.75
重度	0.40	20	3	6.32	100.01	1500.15

表 5.3-3　不同损毁程度地裂缝充填土方量

损毁程度	每亩沉陷地裂缝土方充填量 V (m³)	每公顷沉陷地裂缝土方充填量 V (m³)
轻度	1.51	22.63
中度	19.87	298.05
重度	126.41	1896.15

（2）土壤剥覆工程

剥覆对象：本方案确定剥离的表土是耕作层的土壤，林地、草地的腐殖质层。

剥离区域：损毁土地裂缝的两侧。

覆盖区域：填充后的裂缝及剥离区域。

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

剥覆方式：人工剥离。

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

设剥离表土量为$V_{剥}$（m³），每公顷地裂缝长度U（m），剥覆表土厚度为h（m），每侧剥离宽度为d（m），则每公顷损毁土地剥覆土方量$V_{剥}$的计算公式为：

$$V_{剥/覆} = 2 \bullet U \bullet h \bullet d \quad (m^3)$$

根据裂缝长度及剥离宽度确定土壤剥覆土方量，具体见表 5.3-4。

表 5.3-4　不同损毁程度土壤剥覆工程量表

损毁程度	每公顷地裂缝长度U (m)	剥离厚度h (m)	每侧剥覆宽度d (m)	每公顷剥离土方总量$V_{剥}$ (m^3)	每公顷覆土土方总量$V_{剥}$ (m^3)
轻度	199.95	0.50	0.50	99.98	99.98
中度	666.75	0.50	0.60	400.05	400.05
重度	1500.15	0.50	0.80	1200.12	1200.12

（3）土地平整工程

施工区域：沉陷后地表坡度增加 2°以内，起伏不平的沉陷边缘地带。通过就地平整可以实现挖填平衡，保证整个沉陷区标高基本一致，且平整后的标高要大于洪水位标高。

施工方法：采用人工与机械相结合的平整土地方法。

施工工艺：①倒行子法：首先根据测量设计，确定开挖线；然后进行划行取土，沿开挖线，以 1m 宽度分别向上向下划行，确定取土带和填土带；平整时先挖第一取土带，直至标准地面以下 0.7m，将土填入第一填土带，将第二取土带厚约 0.7m 耕层肥土，填入第一取土带槽底；再开挖第二取土带生土，填入第二填土带，同时将第三填土带表土翻卷在第二填土带上，如此抽生留熟，依次平整。②抽槽法：首先根据测量设计，确定开挖线；然后开槽平整，根据设计划行，开槽取土，熟土放至槽梁，生土垫至低处；最后搜根平梁，进行合槽。

平整土地主要是为了消除地表沉陷引起的附加坡度，同时消除地表原有坡度，使之尽量水平，提高耕地的耕种标准。轻度区、中度区和重度区的附加坡度分别按照 1°、2°和 3°计算，同时原有地面坡度平均按照 3°计算。根据沉陷区不同损毁程度产生倾斜的附加坡度平均值及原始坡度，平整每公顷土地土方量 $V1$ 可按照以下经验公式计算：

$$V_1 = 5000 \tan\alpha, \quad (m^3 / hm^2)$$

经计算，不同损毁程度每公顷沉陷地平整工程工程量见表 5.3-5。

表 5.3-5　不同损毁程度平整土地工程量

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

（4）土地翻耕

为保证耕地裂隙区土壤质量，裂隙明显发育地带在春、秋两季采用双轮二铧犁、双轮单铧犁、等对土地进行深耕，翻耕深度 20~30cm。

（5）土壤培肥

在 0~20cm 土层内，均匀撒施肥料，选用农家肥，改良土壤环境，增加土壤有机质含量，为土地产量打下基础，单位面积农家肥撒播量为 6000kg/hm^2。

（6）农田防护林

在沙地区域的耕地设置农田防护林。

农田防护林：在地块边界间隔栽植 2 行防风树，1 行樟子松和 1 行新疆杨，樟子松规格为，50*50cm 土球，H≥3.0m，G≥1.4m，保留轮层≥6 层；新疆杨规格为，φ≥5-6cm，定杆高 2m。栽植规格与配置方式：主林带与主害风方向垂直。主林带间距 150~200m，副林带间距 500m，主林带宽度 8m，栽植 3 行乔木，株行距 3m×1.5m。副林带宽度 4m，栽植 2 行紫穗槐灌木，株行距 1.5m×0.5m。

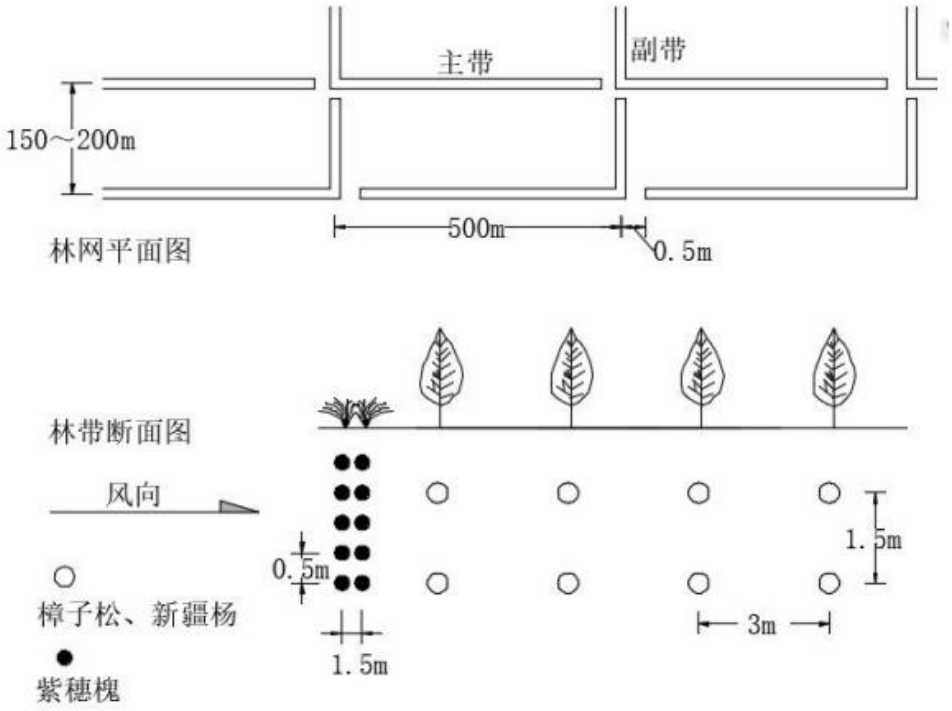


图 5.3-3　农田防护林林网布局、栽植配置图

2、林地方向沉陷土地复垦单元工程设计

本复垦实施区域主要包括沉陷区林地，复垦工程措施主要为土壤重构工程及植被恢复工程。

土壤重构包括地裂缝充填、土壤剥覆工程，其工程设计具体参照旱地方向沉陷土地复垦单元工程设计。

（**1**）植被恢复

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

1）复垦措施选择

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

2）树种选择

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。乔木植苗种植，并要求适量浇水，种植季节应在 3 月上旬至中旬，以穴状整地为好，整地规格 0.5m×0.5m×0.5m；灌木以穴状整地为好，栽植时应适量浇水，成活前应一周浇灌一次，成活后半月浇灌一次，整地规格 0.4m×0.4m×0.4m；在林地区域混合撒播草籽，见表 5.3-6、表 5.3-7。

乔木：樟子松；灌木：臭柏/柠条；草籽：紫花苜蓿。

表 5.3-6　种植树种技术设计指标表

植物名称	栽植密度	栽植方法	规格	苗木规格	密度
樟子松	株距 2m 行距 4m	植苗	（50cm×50cm×50cm）	2~3 年生一级苗	按损毁程度
臭柏/柠条	株距 2m 行距 4m	植苗	（40cm×40cm×40cm）	1~2 年生实生苗	按损毁程度

表 5.3-7　草种混交技术设计指标表

草籽类型	种子处理	播种方式	播种周期	播种量
紫花苜蓿	清选去杂	撒播	春季播种	按损毁程度

3）造林模式及栽植方法

复垦区有林地及其他林地采用乔灌草混交模式。

林木栽植方法采用穴状整地，矩形坑穴，乔木规格为 50cm×50cm×50cm，灌木规格为 40cm×40cm×40cm，草籽采用人工撒播，混交复垦技术指标见表

5.3-8。

表 5.3-8　混交复垦技术设计指标表

配置模式	栽植地点	混交方式	种植方式
樟子松×臭柏/柠条×紫花苜蓿	林地	行间混交	植苗/撒播

4）造林时间

以春季为宜。苗木栽植后踏实，浇透水。

5）栽植方法

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

3、草地方向沉陷土地复垦单元工程设计

本复垦单元的实施区域主要为沉陷区草地、裸土地和沙地，复垦工程措施主要为土壤重构工程及植被恢复工程。

土壤重构包括地裂缝充填、土壤剥覆工程，其工程设计具体参照旱地方向沉陷土地复垦单元工程设计。

（1）植被恢复

1）草种选择

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

草种选择：草木樨，一级草籽。

2）种植方式

对现有草地进行人工补播，单位综合补播量为 60kg/hm^2，播种方式采用人工撒播，尽可能将种子均匀地撒播。复垦技术具体见表 5.3-9 和表 5.3-10。

表 5.3-9　草地复垦技术设计指标表

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

表 5.3-10　草地配置技术设计指标表

配置模式	栽植地点	种植方式
紫花苜蓿	损毁草地	撒播

3）种植时间

雨季撒播，春秋进行人工除草两次，严禁放牧。

4、天然牧草地方向北区风井场地临时用地复垦单元工程设计

煤矿已委托编制专项土地复垦方案并通过了评审，按照专项土地复垦方案执行并将其纳入本方案，主要包括以下措施。

（1）土壤重构工程

1）表土剥离

北区风井场地和临时用地使用前对其进行表土剥离，剥离厚度 20cm，剥离的表土堆放于北区风井场地绿化区域范围内。

2）堆存表土养护

对剥离的表土需做好表土的堆存养护工作，本方案设计永久性建设用地表土的堆存高度为 3m，临时用地表土堆放高度为 0.6m，边坡坡比设计 1:1.5，对堆存的表土表面播撒草籽进行养护，种植密度按照 30kg/hm^2 进行撒播，草籽选择紫花苜蓿。

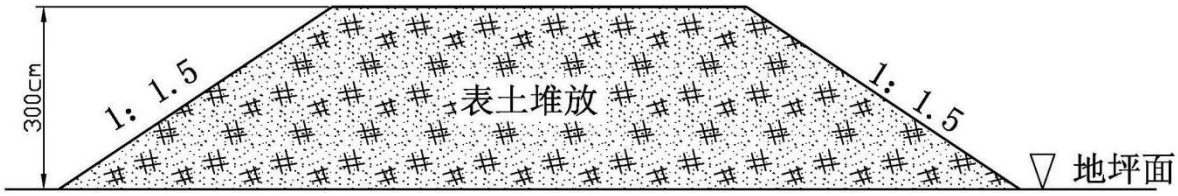


图 5.3-4　表土堆放场示意图

3）土地平整

对使用完后的围界外临时用地进行土地平整，采用人工平土，平整后与周边地形基本齐平，平整度±10°，地形坡度小于 10°，以便后续种植工作的进行。

4）覆土工程

本方案对临时用地进行覆土，覆土厚度 30cm。

5）土地翻耕

由于临时用地使用过程中受到一定程度的压实和碾压，因此需要进行土地翻耕，疏松土层，以便植被生长，翻耕深度为 0.30m。

（2）植被恢复工程

根据土地复垦适宜性评价分析，本方案根据用地区所处区域特点及周边土地利用情况，分布进行植被恢复设计。

依据《人工草地建设技术规程》（NY/T1342-2007），同时参考《陕西省土地开发整理工程建设标准》，本方案最终确定复垦植被具体种植密度，详见表5.3-11。

表 5.3-11　临时用地植被种植规格表

树种/草种	种植密度		栽植方式
	株行距（m）	kg/hm^2	
紫花苜蓿	——	20	撒播
狗尾草	——	20	撒播

5、灌溉管护工程

为了进一步提高矿井水的利用效率，提高矿区植被成活率，煤矿委托西安博朗勘测规划设计有限公司编制了《隆德煤矿黑龙沟组、大界组灌溉管护工程》，将矿井水从工业场地、南区风井场地通过管道输送至青龙沟取水点及大界取水点。

共设计三条管道，其中第 1 条管道从青龙沟取水点到大界取水点，长度7579.45m；第 2 条管道从工业场地至青龙沟取水点，长度为 6673.17m；第 3 条管道从北区风井场地至工业场地，长度 1096.34m。

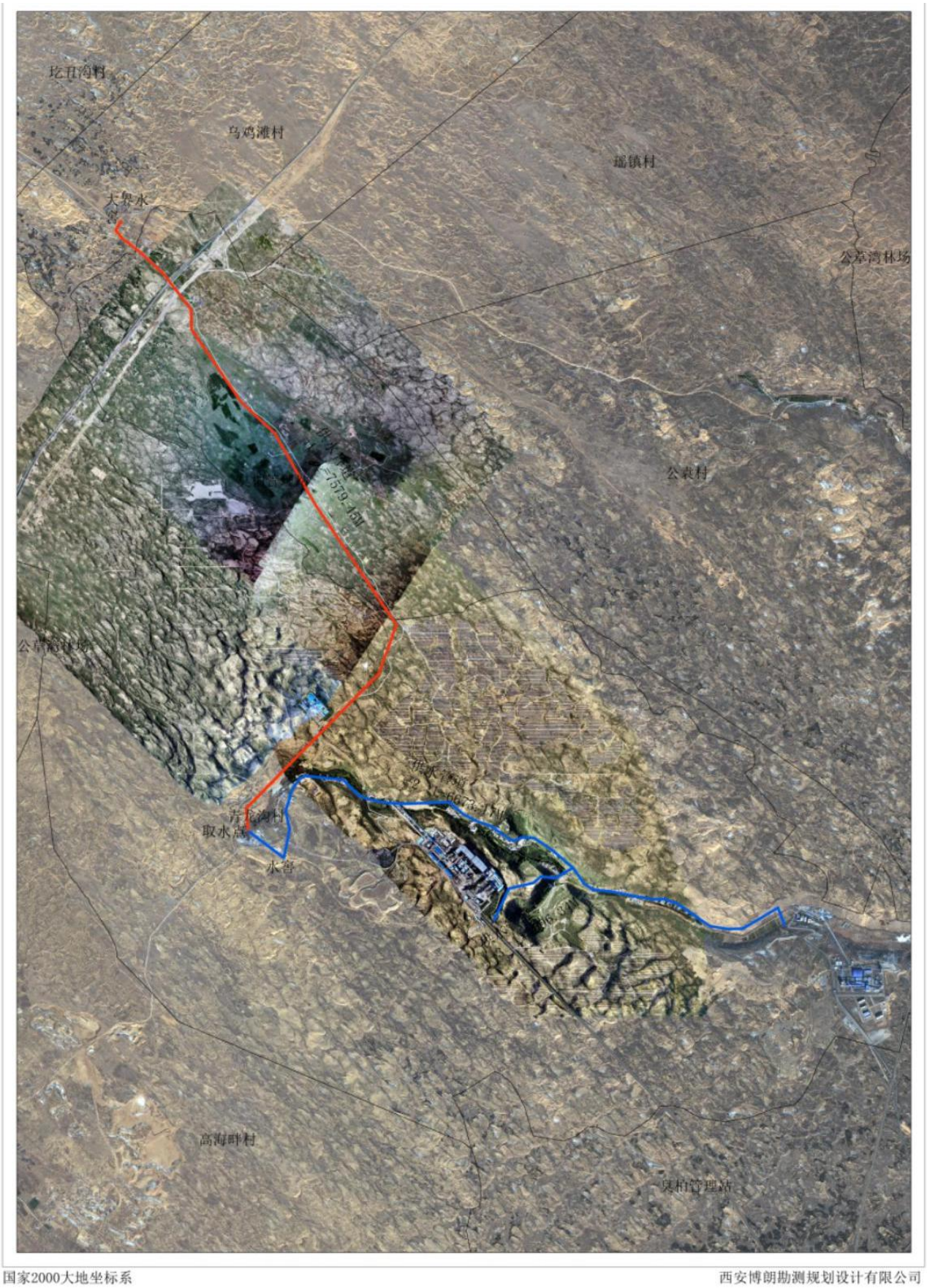


图 5.3-5　灌溉管护工程位置示意图

6、矸石山提升治理工程

煤矿已经委托华睿诚工程设计有限公司编制完成《隆德煤矿矸石山提升生态恢复工程设计》，主要对对矿区高陡边坡进行综合治理，消除不稳定地质体隐患，确保周边村民的生命财产安全；对坡面进行绿化，增加林地，恢复生态功能，美化环境。

主要治理措施包括采取坡面清理、种植土回填、种植土改良、修建截排水沟，道路，蓄水池，喷灌管路、植被恢复、监测等工程相结合的综合措施进行治理。本项目治理矿区影响范围东西长约 1.3km，南北宽约 0.4km，面积约 9.53hm^2。

1）矿区内部较平坦区域回填面积约 48307.7m^2，回填厚度 30-50cm，回填方量约 140910.5m^3。

2）边坡的瘠薄岩质应清除坡面浮土及松动石块，结合工程措施，内覆客土，回填面积约 145872.9m^2，回填平均厚度约 30-50cm，回填方量约 72900.0m^3。

3）植苗营造混交林，“品”字型配置，种植比例为 2:1。臭柏和紫穗槐按照株行距 2*2 米，初植密度 167 株/亩，黑麦草每亩种植 17kg，播撒草籽，种植穴 50*50*40cm。

4）树种为臭柏、紫穗槐。臭柏：2 年生裸根苗，地径 0.45-0.7cm，苗高 40-60cm, 主根≥120cm，色泽正常，充分木质化，无病虫害，主干无机械损伤。紫穗槐：2 年生裸根苗，地径 0.5-0.8cm，苗高 40-80cm, 主根≥20cm，色泽正常，充分木质化。

5）小斑设计。1 号、2 号、4 号、5 号小斑采用乔灌草相结合造林模式进行绿化。3 号小斑采用植草砖加植草铺设造林。为了方便进入 1 号和 5 号造林小斑，后期的养护，在小斑边界修建两个简易的台阶，使用青石板砖铺贴，与周围环境和谐相融。

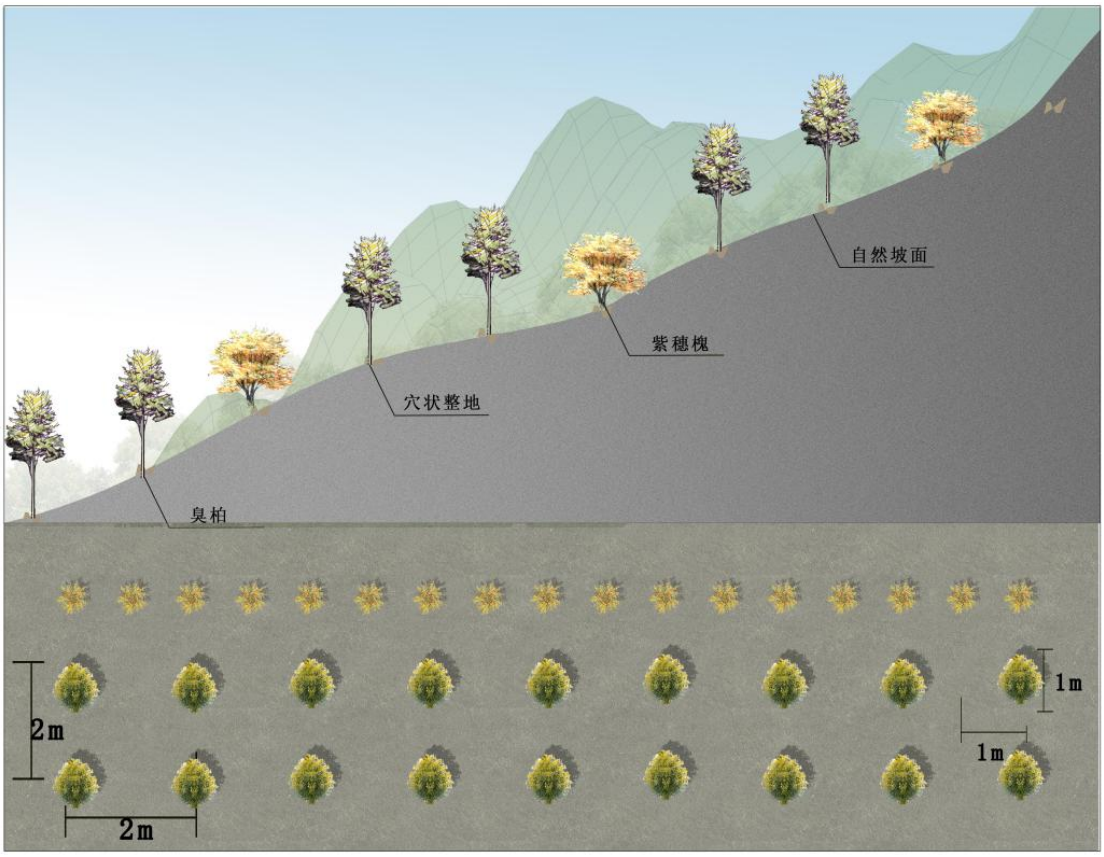


图 5.3-6　造林模式图

图 5.3-7　治理工程布局图

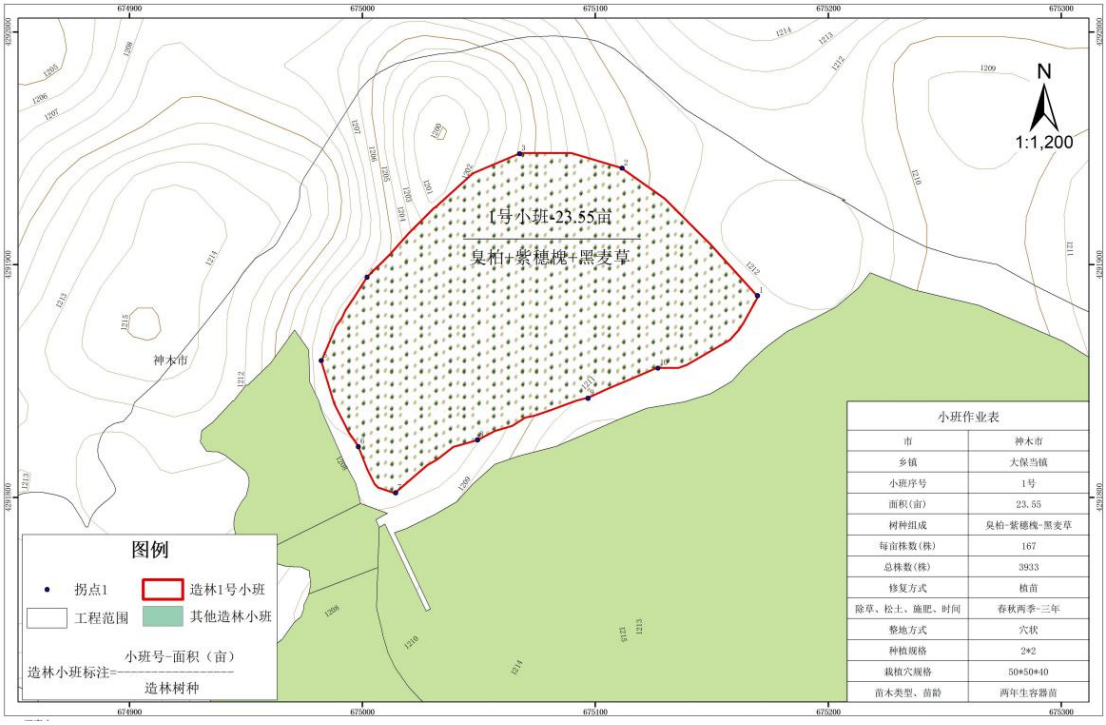


图 5.3-8　1 号小班生态恢复设计图

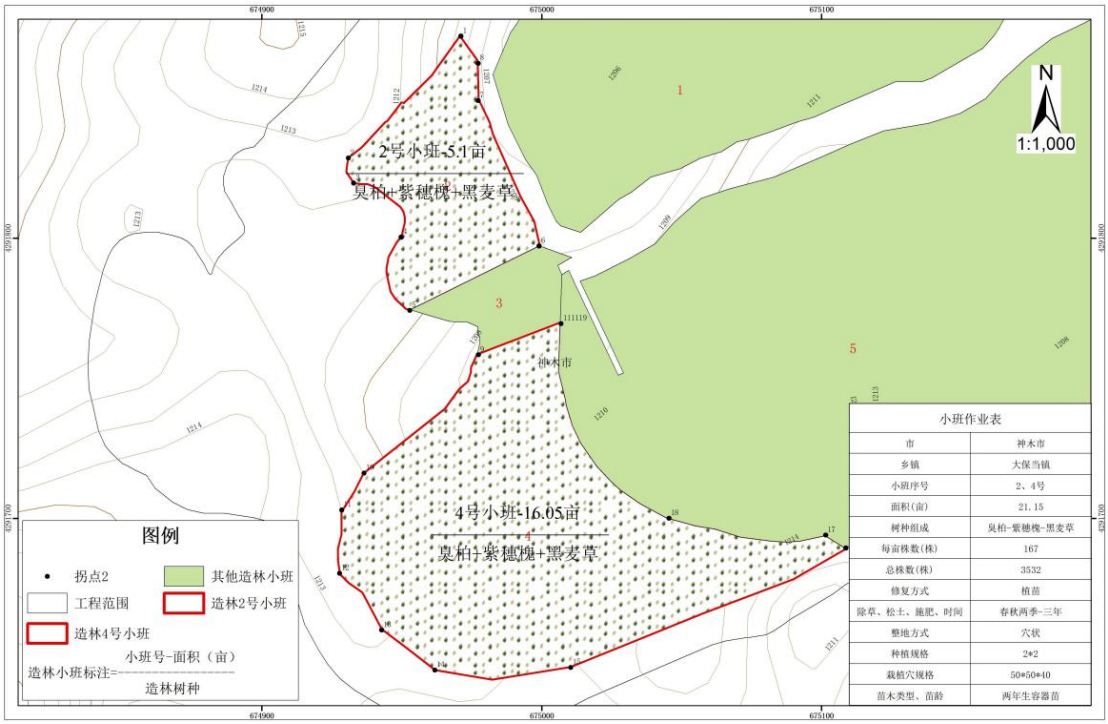


图 5.3-9　2、4 号小班生态恢复设计图

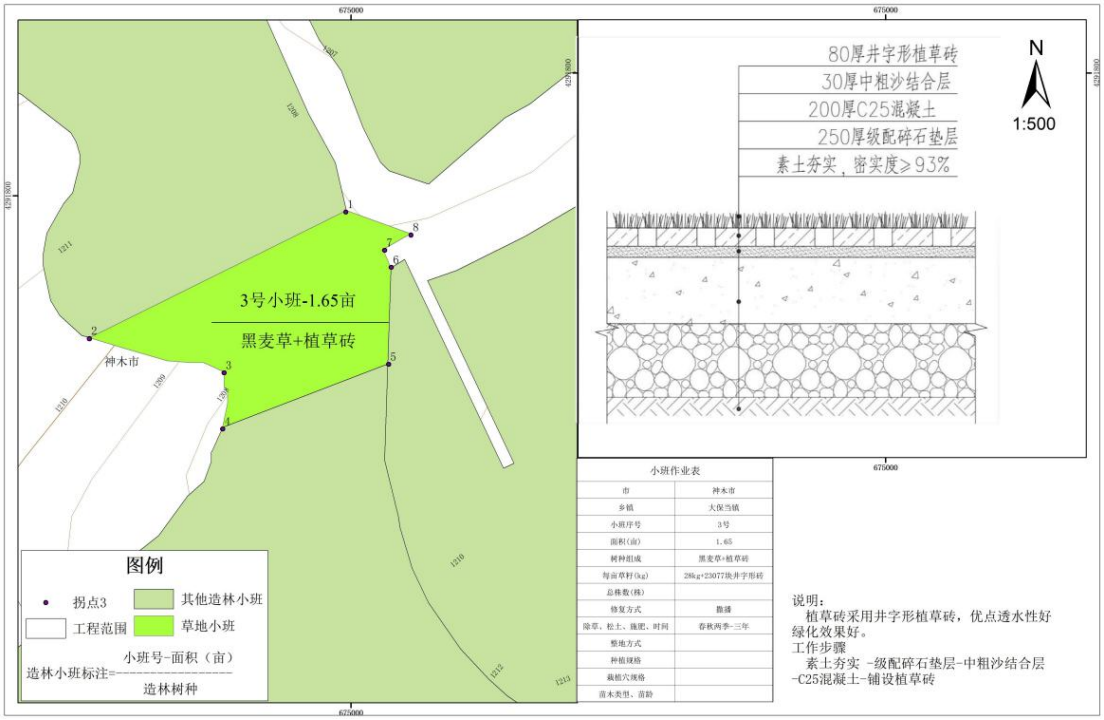


图 5.3-10　3 号小斑生态恢复设计图

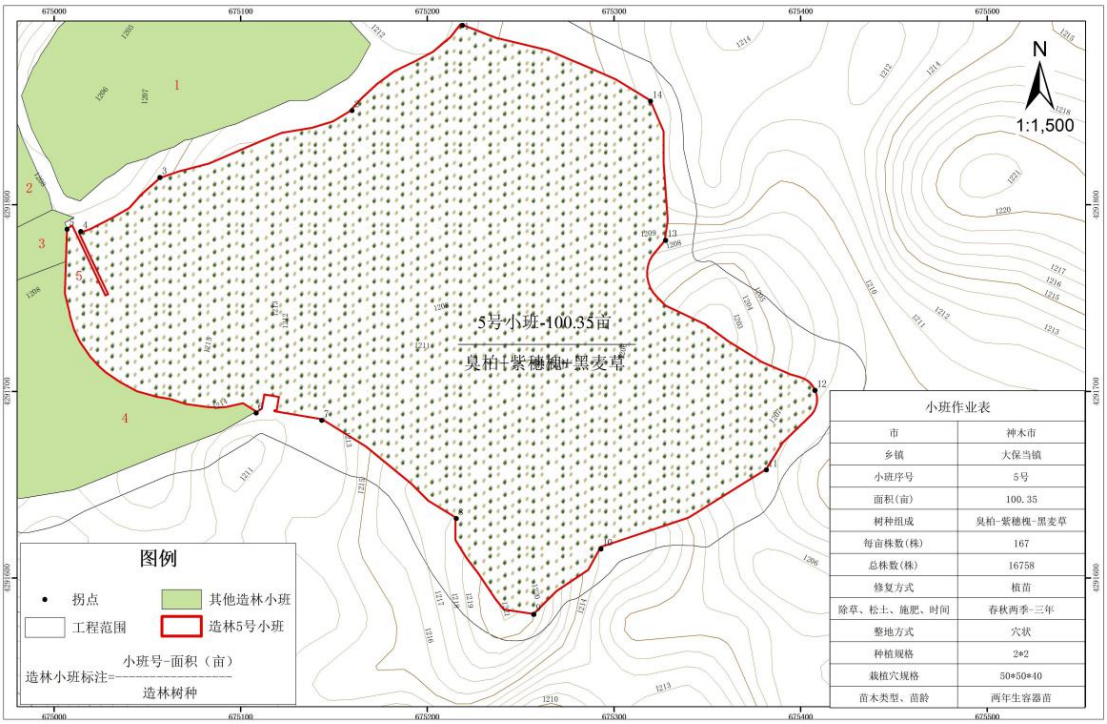


图 5.3-11　5 号小斑生态恢复设计图

（四）主要工程量

1、沉陷损毁土地复垦工程量

1）充填工程

表 5.3-12 沉陷土地复垦单元裂缝充填工程量表

复垦阶段	损毁阶段	损毁程度	面积（hm^2）	每公顷土方充填量（m^3/hm^2）	充填裂缝土方石量（m^3）
近期	已损毁一时段	轻度	60.82	22.63	1376
		中度	96.88	198.05	19187
		重度	54.45	496.15	27015
中期	二时段	轻度	334.83	22.63	7577
		中度	940.50	298.05	280316
		重度	1004.58	896.15	900254
合计					1235725

2）土壤剥覆工程（表土剥离、表土回覆）

表 5.3-13 沉陷土地复垦单元裂缝区表土剥覆工程量表

复垦阶段	损毁阶段	损毁程度	面积（hm^2）	单位面积剥覆量（m^3/hm^2）	表土剥覆量（m^3）
近期	已损毁一时段	轻度	60.82	43.52	2647
		中度	96.88	305.00	29548
		重度	54.45	720.00	39204
中期	二时段	轻度	334.83	143.52	48055
		中度	940.50	605.00	569003
		重度	1004.58	1440.00	1446595
合计					2135052

3）土地平整

表 5.3-14 沉陷土地复垦单元土地平整工程量表

复垦阶段	损毁阶段	损毁程度	面积（hm^2）	单位面积平整（m^3/hm^2）	平整土方量（m^3）
近期	已损毁一时段	轻度	60.82	349.63	21264
		中度	96.88	437.44	42379
		重度	54.45	525.52	28615
中期	已损毁二时段	轻度	334.83	349.63	117067
		中度	940.50	437.44	411412
		重度	1004.58	525.52	527927
合计					1148664

4）土地翻耕

表 5.3-15 沉陷土地耕地复垦单元土地翻耕工程量表

复垦阶段	复垦区域	翻耕面积（hm^2）
近期	一时段	2.79
中期	二时段	10.72
合计		13.51

5）土壤培肥

表 5.3-16　旱地方向沉陷土地复垦单元土壤培肥工程量表

复垦阶段	肥料种类	施肥面积（hm^2）	单位施肥量（kg/hm^2）	施肥量（kg）
近期	农家肥	2.79	6000	16740
中期		10.72	6000	64320

6）林草恢复工程

表 5.3-17　林地方向沉陷土地复垦单元林草恢复工程量表

复垦阶段	树种名称	种植位置	面积（hm^2）	单位补植量	种植量（株、kg）
近期（已损毁一时段）	臭柏/柠条	灌木林地	56.19	350	19667
	紫花苜蓿			30	1685.7
中期（二时段）	樟子松	乔木林地	3.04	300	912
	臭柏/柠条			750	2280
	紫花苜蓿			30	91.2
	臭柏/柠条	灌木林地	843.53	750	632648
	紫花苜蓿			30	25305.9
	樟子松	其他林地	4.25	100	425
	紫花苜蓿			30	127.5

表 5.3-18　草地方向沉陷土地复垦单元林草恢复工程量表

复垦阶段	草种名称	种植位置	面积（hm^2）	单位补种量（kg/hm^2）	种植量（kg）
近期（一时段）	紫花苜蓿	天然牧草地 其他草地	150.60	60	9036
中期（二时段）	紫花苜蓿	天然牧草地 其他草地	1393.11	60	83586.6
合计			1543.71	60	92622.6

2、临时用地土地复垦工程量（该工程已纳入北区风井场地临时用地复垦专项方案）

1）土壤重构工程

表 5.3-19　土壤重构工程表

复垦阶段	复垦区域	工程项目	工程量
近期	北区风井场地	表土剥离	$7357m^3$
		堆存表土养护	$0.326hm^2$
		表土回覆	$4557m^3$
		土地平整	$0.09hm^2$
		土地翻耕	$0.30hm^2$

2）林草恢复工程

表 5.3-20　工业场地林草恢复工程量表

复垦阶段	草籽名称	种植位置	面积（hm^2）	单位补植量（kg/hm^2）	种植量（kg）
近期	紫花苜蓿	临时用地	0.15	20	3.00
	狗尾草			20	3.00

四、含水层破坏修复

（一）目标任务

本方案提出的含水层影响减缓措施主要是加强矿区废水资源化利用，防止对地下水含水层造成污染；同时加强监测管理工作。

（二）工程设计与技术措施

应采取以下措施减缓对含水层的影响和破坏。

1、加强废水资源化管理

尽量减少污废水对含水层的影响。煤矿生产期产生的污废水均应实现资源化，不外排，基本做到工业生产不抽采新鲜地下水。严格落实生活污水、矿井水污染防护及回用措施，加大环保管理力度，确保项目污废水达标处理矿井水大部分回用。

2、加强监测管理

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、生活用水问题。

五、水土环境修复

（一）目标任务

本方案提出的水土环境污染修复措施主要是为了减缓煤层开采后地面塌陷对土壤理化性质的破坏，减轻污废水排放对地表水体的污染影响。

（二）工程设计与技术措施

1、加强污废水处理设施运行管理

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

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

（3）定期对各类水池进行清淤，保证储水容量，增加存水缓冲能力；

（4）定期对回用水管线进行巡查和检修，保证管道的畅通和完好；

（5）加强消防水收集，确保消防污水收集进入矿井水处理站。

2、土壤监测和人工巡查

对场地区、塌陷区土壤定期进行监测和人工巡查，发现异常，加密观测，并确定污染范围，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污染。

六、矿山地质环境与土地复垦监测

隆德煤矿的生产将主要引发采空塌陷及伴生地裂缝不稳定地质体，对水环境、土地资源和地形地貌景观等产生影响。因此，矿山地质环境监测包括不稳定地质体、含水层、地形地貌景观和水土环境污染监测。监测工作由隆德煤矿负责并组织实施，每年委托具有资质的单位进行监测方案设计，由自然资源管理部门负责监督管理。

煤矿现有地表沉陷监测点 5 个、含水层监测点 2 个、土壤环境监测点 2 个，与 2024 年矿山地质环境与土地复垦监测方案部署一致，具体见下表，本方案除 219 工作面土壤环境监测点外，其他均纳入本期方案进行持续监测。

煤矿根据开采情况于 2024 年开始对整个矿区进行无人机航拍，采用高分辨率航测对整个矿区进行地形地貌监测。

表 5.6-1　现有地质环境监测点位置表

监测类别	监测区域	监测点编号	坐标（Y）	坐标（X）
地表沉陷	219、221 工作面上方	D1		
		D2		
		D3		
		D4		
		D5		
含水层	自动化监测井	S1		
	村民用水井	S2		
土壤环境	工业场地周边	wt1		
	219 工作面	Wt2		

图 5.6-1　矿井地下水监测点现状

（一）目标任务

1、监测目标

（1）不稳定地质体

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

（2）含水层

根据工作面布置，在井下回采的同时，选取评估区内场地民井、水文孔、水文监测井监测含水层的水位、水质变化，当出现异常情况时，及时调整井下回采方案或其它措施，减缓对含水层的影响程度。

（3）地形地貌景观

利用卫星遥感影像资料，监测本矿生产对地形地貌景观的影响或破坏程度，以及恢复进展情况。同时依据遥感影像可分析矿山工程建设情况、土地利用变化情况、采煤沉陷区植被覆盖度变化情况、地形坡度变化情况等矿区生态变化。

（4）水土环境

通过监测数据掌握矿井建设生产造成的水体、土壤的污染影响，及时采取整治措施，避免进一步造成区域水土污染事件，对居民生产生活造成不利的影响。

（二）监测内容

针对资料收集及补充调查发现的评估区的主要不稳定地质体、含水层、地形地貌、水土环境、土地损毁等矿山地质环境问题，筛选确定本次矿山地质环境保护与土地复垦监测工作的监测项目有采空塌陷及地裂缝监测、含水层监测、地形地貌景观监测、土地利用现状及土地损毁监测、土地复垦及地质环境治理效果监测、土壤环境、地表水环境、动植物等生态状况监测。具体监测对象及监测要素见见表 5.6-1。

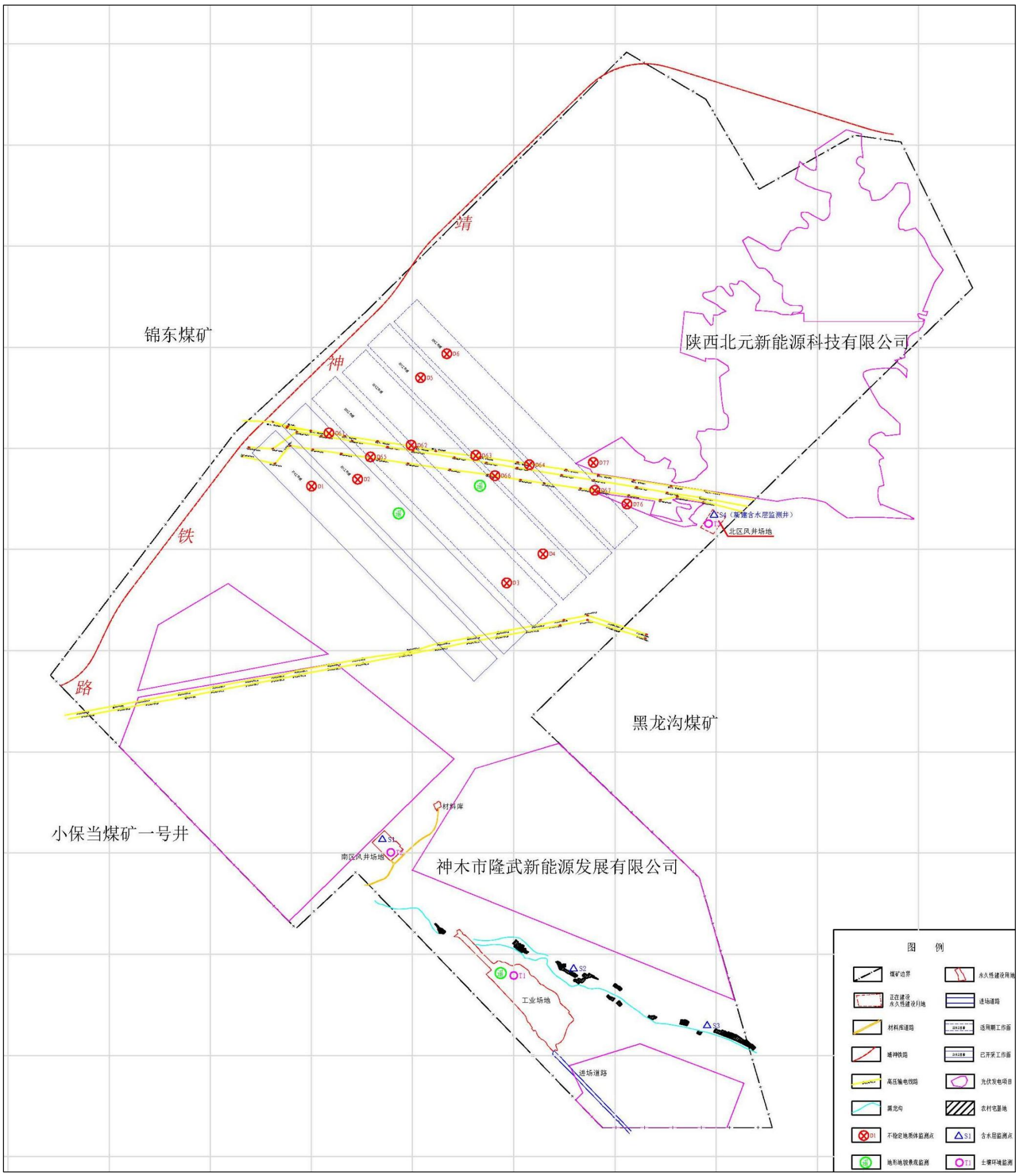


图 5.6-1　矿山地质环境监测点部署图

（三）监测设计与技术措施

本次监测范围为治理评估范围，监测工作以近期为主，兼顾远期监测工作。

1、不稳定地质体监测

（1）监测点部署

总体上要遵循重点无人机自动化监测和人工巡查相结合、保障隆德煤矿安全生产和人身安全、监控矿山地质环境变化的原则布设监测点。结合煤矿已有监测点，补充新增监测点，全期地质灾害监测点布设 90 处，监测点位置见图 5.6-1。

1）不稳定地质体监测

D1~D60 监测点：为自动化监测点，其中近期在 219、221、223、225、227、229 工作面各布设一处；在中期开采过程中根据工作面开采情况布设 60 处地表变形监测点。主要通过位移传感器和自动测斜仪对位移、倾斜变形进行监测。

D61~D75 监测点：对 110KV 高压输电线路和 35KV 输电线路设置监测点，主要监测线路塔基变形和位移情况。对高压铁塔主要通过简易测量和编录方式进行监测，必要时采用自动监测。

D76~D90 监测点：对光伏发电设施设置沉降裂缝监测点，主要通过简易测量和编录方式进行监测，监测变形和位移情况。

2）监测频率

监测频率：GNSS 为自动监测，24 次/天；其余监测点每月 3 次，雨季及发现变形异常时须加密观测。

监测次数：根据监测点处地表移动延续时间长短分别确定。由神木县隆德矿业有限责任公司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，接受地质环境管理部门的监督。

3）监测要求

（1）GNSS 自动化变形监测站

全天候、高精度、自动化的确定监测点的三维位移情况，即自动化监测地表位移、沉降、速度、加速度等数据。在控制点间按 5″级测距导线的要求施测附合导线，而各测点以支点形式观测，各测点观测中用 2″级全站仪水平角、垂直角各两测回测定，距离以两测回、每测回四次读数测定。

（2）观测要求

全面观测：包括各工作测点平面坐标和高程测量，各测点间的距离测量和支距测量。水准观测：主要是工作测点的高程测量，要求同一点高程差不得大于10mm，支距差不得大于30cm，同一边的长度差不大于4mm时，取平均值作为观测的原始数据。

（3）地表破坏的测定和编录

记录和描述地表出现的地裂缝，地面塌陷等的几何尺寸、形态和时间；房屋裂缝的几何尺寸、形态和时间。在采动过程中，不仅要及时地记录和描述地表出现的裂缝，塌陷的形态和时间，还要记载每次观测时的相应工作面位置、采厚、推进速度、顶板陷落情况等有关情况。为了保证所获得观测资料的准确性，每次观测应在尽量短的时间内完成，特别是在移动活跃阶段，水准测量必须在一天内完成，并力争做到高程测量和平面测量同时进行。

（4）人工监测

人工监测每月3次，并及时记录巡查结果。

2、含水层监测

（1）新建含水层监测井1个

新建1个水文监测井（S4），主要对直罗组（J_2z）含水层水位、水质进行全期自动化监测，安装地下水水位自动化监测设备1台。

（2）监测点部署

根据现场调查，结合煤矿已有监测点，调整、补充监测点，全期共布设5含水层水位、水质监测点，均在近期布设完成。监测点位置见图5.6-1。

S1、S2监测点：利用黑龙沟内S1、S2水井，主要对第四系潜水含水层水位、水质进行全期监测。

S3监测点：利用煤矿内现有含水层监测井610821-021，主要对延安组（J_2y）含水层水位、水质进行全期自动化监测。

S4监测点：利用新建的含水层监测井S4，主要对直罗组（J_2z）含水层水位、水质进行全期自动化监测。

（3）监测频率及时间

监测频率：水井水位采用人工监测，每月监测1次；监测井自动监测。

含水层水质每季度监测 1 次，取 1 组水样进行分析，平水期进行简分析，丰水期和枯水期进行全分析。发现变化异常情况时须加密观测。

监测时间：全期监测。

含水层监测应由矿山企业负责或委托具有资质的单位进行监测。

（4）监测方法

①流量大小，选择容积法、堰测法或流速仪法测量。必须按其测量方法要求进行操作。

②水位应测量静水位、稳定动水位埋藏深度与高程，可选择电测水位计、自计水位仪或测绳测量。

③采样送检方法采用《水质样品的保存和管理技术规定》（HJ493-2009），水质分析方法采用原国家环保局《水和废水监测分析方法》（第四版）。

④采用自动化监测仪进行水位监测，技术参数、数据传输格式与全省一致，并与国家、陕西省地下水监测网联网，实现全区域的监测与控制。

（5）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水特征。避免监测频率设置过高占据数据存储空间和增加数据传输成本；也应避免监测频率设置过低，不能发挥自动监测优势，遗漏重要监视数据。监视数据可以采用有线传输，也可以采用无线传输。做好自动监测装置的防雨、防潮、防盗保护。

②井下采取地下水样时需在水平面下大于 3m 处，井口采取时需抽水 10min 以上。所采的地下水样必须代表天然条件下的客观水质情况，其中气温、水温、水位、水量、pH、电导率、氧化还原电位、溶解氧、浊度、Ca2+和 HCO3-要求现场测量，计数保留两位小数。采样器应进行近期处理，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。

本方案要求煤矿须按照《陕西省煤矿区地下水监测方案》要求，由煤矿专人或委托有资质的单位，实施监测井管理以及含水层监测工作。

3、地形地貌景观监测

（1）监测频率

每年高分辨率影像资料解译监测 1 次，每年 7 月监测一次。

（2）监测方法

根据《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》和煤矿实际情况，本方案主要采用无人机或者三维测量扫描仪进行监测，每年向有专业资质单位购买卫星图片对比解译分析或委托具有相关资质单位进行监测。

（3）监测内容

在开采区，监测当年的采空塌陷区，已完成的恢复治理区，下一年的开采区。主要监测矿区生产对地形地貌景观的影响或破坏程度，以及恢复进展情况；植被损毁面积、岩土剥离体积，植被恢复面积及盖度。

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

（4）技术要求

采用高分遥感卫星数据（SPOT、Landsat、QuickBird 等）或 InSAR、GNSS 地表沉降数据作为数据源，地面分辨率小于 2.5m。

同一地区，不同时相的遥感数据最好为同一季节获取。应选用影像层次丰富、图像清晰、色调均匀、反差适中的遥感图像资料。要求少积雪、积水和低植被，云、雪覆盖量低于 10%，且不可遮盖被监测的目标物和其他重要目标物。

遥感解译必须建立解译标志，包括直接标志和间接标志。直接标志是地物本身的有关属性在图像上的直接反映，如形状、大小、色调、阴影等；间接标志是指与地物的属性有内在联系，通过相关分析能够判断其性质的影像特征，如水系、地貌特征、纹理、位置、植被等。遥感解译标志建立后必须进行外业调查验证，验证率不低于图斑总数的 30%，解译与外业验证之间的误差不得超过 5%。

4、水土环境监测

（1）监测点部署

监测点布设：在工业场地、南区风井场地、北区风井场地各布设 1 个土壤污染监测点。监测点位置见图 5.6-1。

1）土壤污染监测

W1~W3 监测点：对工业场地、南区风井场地、北区风井场地各设置 1 个监测点，对其土壤质量进行定期监测。

（2）监测内容及时间

1）监测内容

土壤污染主要监测物理破坏情况以及土壤中有机污染物含量。

2）监测频率及时间

土壤环境质量每半年监测 1 次，取 1 组土壤进行分析，若未发现超标，可降低监测频率、减少监测次数。

（3）采样及分析方法

①土壤采集要求同一地点、不同年份的同一月份；

②采集土壤平面混合样品时，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。

采取的样品尽量用竹片或竹刀去除与金属采样器接触的部分土壤再取样，样品袋要求为棉布袋，潮湿样品可内衬塑料袋（供有机化合物测定）。采样的同时，由专人填写样品标签，采用记录：标签一式两份，一份放入袋中，一份系在袋口，标签上标注采用时间、地点、样品编号、监测项目、采样深度和经纬度。

采样结束，需逐项检查采样记录、样袋标签和土壤样品，如有缺项和错误，及时补齐更正。

土壤污染分析应符合《土壤环境监测技术规范》（HJ/T186）的有关规定。

5、矿山地质环境人工巡查

在煤炭开采过程中，矿方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，当发现地质灾害或隐患时，设立警示牌，防止人员误入伤害。

（六）矿山地质环境土地复垦监测工程量

隆德煤矿矿山地质灾害监测工程量见表 5.6-5~5.6-8。

1、不稳定地质体监测工作量

表 5.6-5　矿山地质灾害监测工程量表

编　号	监测对象	不稳定地质体	监测量（次）			监测内容	备注
			近期	中期	远期		
D1~D2	已开采区	地面塌陷	自动监测	自动监测	自动监测	位移、倾斜、裂缝及变形	GNSS 监测站点 75 个
D3~D6	近期开采区		自动监测	自动监测	自动监测		
D7~D60	中期开采区		自动监测	自动监测	自动监测		
D61~D75	高压输电线路	伴生裂缝及地面塌陷	120	2574	/	裂缝、位移及变形	人工巡查为主，仪器监测为辅（每月巡查三次）
D76~D90	光伏发电设施		120	2574	/		

2、含水层监测工作量

表 5.6-6　含水层监测工作量表

编号	位置	水位			水质			监测层位	监测内容
		监测量（次）			监测量（次）				
		近期	中期	远期	近期	中期	远期		
S1	水井	60	384	84	20	128	28	Q_4	水位、水质
S2	水井	60	384	84	20	128	28	Q_4	水位、水质
S3	自动化监测井	自动监测			20	128	28	J_2y	水位、水质
S4	自动化监测井				20	128	28	J_2z	水位、水质
合计		120	768	168	80	512	112	/	/

3、地形地貌景观监测工作量

表 5.6-7　遥感影像监测工作量表

矿山地质环境问题	监测项目	监测次数（次）			
		近期	中期	远期	合计
不稳定地质体	类型、分布、面积、危险性	10	64	14	90
地形地貌景观	坡度、植被损毁面积及变化				
土地损毁	土地利用类型、植被覆盖等				
其他	土地复垦质量、地表水体类型、动植物等				

4、水土环境监测工作量

表 5.6-8　土壤污染监测工作量表

编号	监测对象	监测量（次）			监测内容
		近期	中期	远期	
W1	工业场地土壤	10	64	14	土壤有机污染物、无机污染物、PH 值、土壤理化性质、土壤有机质、全氮、有机磷、有效钾、土壤盐分含量等
W2	南区风井场地土壤	10	64	14	
W3	北区风井场地土壤	10	64	14	
合计		30	192	42	/

七、土地复垦监测管护

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。

管护措施是复垦工程的最后程序，本方案确定的管护措施主要为林地、园地和草地管护。

（一）目标任务

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

针对复垦后的林地和草地进行管护，由于本项目处于生态脆弱区，因此确定的复垦管护时间为 6 年。

（二）措施和内容

1、土地复垦监测措施

（1）土地质量监测

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

表 5.7-1　土壤质量监测方案表

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

土壤质地	6	13	比重计法
土壤砾石含量	6	13	晒分法
PH 值	6	13	混合指示剂比色法
有机质	6	13	重铬酸钾容重法
全氮	6	13	重铬酸钾容—硫酸消化法
有机磷	6	13	硫酸—高氯酸消煮法
有效钾	6	13	NaOH溶融—火焰光度计法
土壤盐分含量	6	13	电导法，残渣烘干法

监测频率：土地损毁前在工作面上方各地类设置土壤质量监测点，监测次数为一次。土地损毁后及复垦工程实施后实施土壤质量的变化监测，监测频次按照 2 次/年。

监测时间：监测持续时间为 6 年。

监测作用：对土地损毁程度、土壤有机质、土壤理化性质和植被生长状况实施监测，安排土地损毁前、损毁过程和复垦后实施监测，作为评判土地损毁程度、土地复垦工程设计和土地复垦效果的重要依据。

监测方案主要是委托具有土壤监测资质的研究院所、高校或企业编制。

（2）复垦效果监测

复垦效果监测主要包括复垦植被监测和土地复垦配套设施监测。

1）复垦植被监测

复垦植被监测适用于沉陷区内林地、草地复垦单元。

监测内容：复垦植被监测内容为植物生长势、高度、种植密度、成活率、郁闭度、生长量等。

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

监测频率：在复垦规划的服务年限内，每年监测 1 次，复垦工程竣工后每年监测 1 次，监测点布设为 1 个/hm^2，持续监测时间为 6 年，具体方案见表 5.7-2。

表 5.7-2　复垦植被恢复监测方案表

监测内容	监测频次 次·年$^{-1}$	样点持续监测时间 年
成活率	1	6
郁闭度	1	6
单位面积蓄积量	1	6

2、复垦管护措施

（1）林地管护

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

管护时间设计为 6 年，管护方法采用人工管护。

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

（2）草地管护

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

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

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

（三）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一览表

复垦阶段	监测内容	每个点监测次数	监测点个数	监测次数
近期	土地损毁监测	12	36	432
	土地质量监测	6	20	120
	植被恢复效果监测	6	15	90

复垦阶段	监测内容	每个点监测次数	监测点个数	监测次数
中期	土地损毁监测	12	420	5040
	土地质量监测	6	260	1560
	植被恢复效果监测	6	320	1920
远期	土地质量监测	6	20	120
	植被恢复效果监测	6	20	120
合计	土地损毁监测	12	456	5472
	土地质量监测	6	300	1800
	植被恢复效果监测	6	355	2130

2、复垦管护工程量

表 5.7-4　管护工程量表

复垦阶段	管护区域	管护方法	管护面积（hm^2）	管护次数
近期	林地	浇水、喷药 施肥 平岔 收割	61.16	植树后及时灌水 2～3 次，第一次灌浇应确保水能渗透根部，一般为一周浇灌一次，成活后视旱情及时浇灌；喷药每月一次。每年冬季应施一次有机肥，每年 5-6 月应追施一次复合肥
	草地		151.39	
中期	林地		850.82	
	草地		1393.11	
远期	林地		16.59	

第六章　矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

一、总体工作部署

针对不同治理区的地质环境问题及土地损毁的形式、强度及其影响程度，按照轻重缓急、分阶段实施的原则合理布设防治措施，建立工程、生物化学、监测与管护的地质环境治理与土地复垦体系。部署了不稳定地质体治理工程、含水层影响减缓措施、地形地貌景观影响治理、水土环境、土地损毁的减缓措施。

矿山地质环境治理总体工作部署见表 6.1-1。

表 6.1-1　矿山地质环境治理总体部署表

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	塌陷区竖立警示牌；高压输电线路塔基维修；受损乡村道路维修；生态修复工程；矿山地质环境监测。	加强废水资源化利用、供排结合利用地下水资源、植树种草恢复水位减缓对含水层的影响含水层监测	场地治理，井筒封闭；卫星遥感影像及无人机监测	水土环境监测

土地复垦总体工作部署见表 6.1-2。

表 6.1-2　土地复垦总体部署表

复垦单元	二级项目	工程措施	生物化学措施	监测与管护措施
旱地复垦单元	沉陷损毁旱地	填充工程、土壤剥覆工程、土地平整、土地翻耕	土壤培肥	土地损毁监测、复垦效果监测、土地质量监测
林地复垦单元	沉陷损毁林地	填充工程、土壤剥覆工程、土地平整	林草恢复工程	土地损毁监测、复垦效果监测、林地管护
草地复垦单元	沉陷损毁草地	填充工程、土壤剥覆工程、土地平整	草地恢复	土壤质量监测、复垦效果监测、草地管护
	临时用地	表土堆放与保护、土地平整、土地翻耕		
	沉陷裸土地、沙地	填充工程、土壤剥覆工程、土地平整		
其他用地	沉陷损毁其他用地	/	/	损毁监测
生态修复工程	灌溉管护工程、矸石山提升治理工程			

通过措施布局，力求使本项目造成的地质环境与土地损毁问题得以集中和全面的治理，在发挥工程措施控制性和速效性特点的同时，充分发挥生物化学、监测管护措施的长效性和美化效果，有效恢复治理矿区地质环境及土地。

二、阶段实施计划

根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》和本方案服务年限，矿山地质环境治理与土地复垦采取近细远粗的原则部署治理及复垦措施。本方案针对矿山地质环境治理和土地复垦提出了服务年限内的实施计划，内容如下：

（一）近期治理复垦工程

1、矿山地质环境治理

（1）乡村道路修复；

（2）高压输电线路塔基维修；

（3）南区风井场地生态修复典型示范工程；

（4）地面设施、塌陷区等人工巡查。

2、矿山地质环境监测

（1）设置 10 个 GNSS 自动化监测站，每年对工作面开展自动化监测；

（2）在高压输电线路设置 15 个监测点，每年开展监测；

（3）对光伏发电设施设置 3 个监测点，每年开展监测；

（4）新建含水层监测井 1 个，设置 4 个地下水监测点，其中 S3、S4 为自动化监测，S1~S2 为水井监测；

（5）在工业场地、南区风井场地、北区风井场地等设置 3 处土壤污染监测点，每年定期开展监测；

（6）对地形地貌及土地损毁、其他等采用航空遥感和无人机进行监测。

3、土地复垦

（1）近期复垦已沉陷损毁土地面积 231.85hm^2；

（2）对本方案近期损毁的土地进行监测管护；

（3）北区风井场地临时用地专项复垦工程。

（二）中期治理复垦工程

1、矿山地质环境治理

（1）对中期开采区治理，主要为受损乡村道路维修、高压输电线路维修等；

（2）地面设施、塌陷区等人工巡查。

2、矿山地质环境监测

（1）设置 50 个 GNSS 自动化监测站，每年对工作面开展自动化监测；

（2）继续对高压输电线路开展监测；

（3）对光伏发电设施设置 12 个监测点，每年开展监测；

（4）继续对地下水进行水位、水质监测；

（5）继续对矿区土壤进行土壤环境质量监测；

（6）对地形地貌及土地损毁、其他等采用航空遥感和无人机进行监测。

3、土地复垦

（1）对中期开采的工作面形成的塌陷区实施复垦，复垦面积 3279.91hm^2，主要工程措施包括裂缝充填、土壤剥覆、土地平整、道路修复、植被恢复等。

（2）对本方案中期损毁的土地进行监测管护。

（三）远期治理复垦工程

1、矿山地质环境监测

（1）继续开展自动化监测；

（2）继续对地下水进行水位、水质监测；

（3）继续对矿区土壤进行土壤环境质量监测；

（4）对地形地貌及土地损毁、其他等采用航空遥感和无人机进行监测。

（5）工业场地、南区风井场地、北区风井场地、材料库等的场地治理及井筒封闭。

2、土地复垦

（1）对本方案中期开采后复垦的土地进行监测管护。

三、年度工作安排

适用期各年度矿山地质环境治理、土地复垦工程主要集中在北区风井场地、已开采沉陷区、近期开采塌陷区，针对受损的高压输电线路塔基、道路进行修复，裂缝充填，损毁土地进行复垦。还包括不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境监测，以及土地损毁监测、复垦效果监测措施和管护工程等措施，各年度土地复垦目标任务具体见表 6.3-1，矿山地质环境与土地复垦措施具体见表 6.3-2。

近期各年度复垦面积见表 6.3-1。

表 6.3-1　适用期各年度土地复垦面积统计表

地类				第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年
一级类		二级类		已沉陷损毁土地、拟沉陷损毁土地	拟沉陷损毁土地			
01	耕地	0103	旱地	0.81	0.61	0.64	0.59	3.21
03	林地	0301	乔木林地	0.75				0.75
		0305	灌木林地	135.05	12.36	12.92	11.80	183.37
04	草地	0401	天然牧草地	106.11	163.80	170.93	156.07	745.55
		0404	其他草地	82.92	0.17	0.18	0.17	83.6
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.25	0.39	0.41	0.37	1.78
12	其他土地	1205	沙地	19.67	1.63	1.70	1.56	26.04
总计				345.55	178.97	186.79	170.55	162.43

表 6.3-2 适用期各年度治理与复垦措施表

<table>
<tr><th rowspan="2">实施年度</th><th rowspan="2">位置</th><th colspan="2">治理（复垦）措施</th></tr>
<tr><th>矿山地质环境治理</th><th>土地复垦</th></tr>
<tr><td rowspan="2">第一年</td><td rowspan="2">219、221、223 工作面开采区上部</td><td>上期《两案》未落实工程：
1、维修高压线塔基 5 个。
2、乡村道路（混凝土路面）修复 356m。</td><td>上期《两案》未落实工程：
1、复垦 219、221 塌陷损毁土地面积 231.85hm^2，维修高压线塔基 5 个。
2、矸石山提升治理工程（坡面治理工程）。</td></tr>
<tr><td>3、乡村道路（混凝土路面）修复 536m、乡村道路（素土路面）修复 353m。
4、维修高压输电线路塔基 16 个。
5、南区风井场地生态修复典型示范工程（绿化治理）。
6、按照年度矿山地质环境与土地复垦监测实施方案进行监测，在 219、221、223 工作面设置 GNSS 自动化监测站，布设 GNSS 自动化监测点 4 个；新建含水层监测井 1 个，在省级监测井（610821-021）、新建含水层监测井、黑龙沟村水井设置含水层自动化监测点 4 个；在输电线路设置监测点 3 个；在工业场地、南区风井场地、北区风井场地设置土壤环境监测点 3 个。
7、树立警示牌 4 个，进行规范地人工巡查。
8、《方案》编制、年度实施计划与验收、监测实施方案与验收等技术服务类项目。</td><td>3、复垦拟塌陷损毁土地面积 113.70hm^2，裂隙充填 4758m^3；人工剥覆表土 7140m^3；土地平整 9531m^3；土地翻耕 0.70hm^2；栽植沙地柏、臭柏 1967 株等；林地撒播紫花苜蓿 15.29hm^2，草地撒播紫花苜蓿 37.65hm^2。
4、北区风井场地临时用地表土剥离及养护。
5、灌溉管护工程（北区风井场地至青龙沟取水点）。
6、按照年度矿山地质环境与土地复垦监测实施方案对土地损毁、土地复垦效果进行监测，并进行林地管护 15.29hm^2，草地管护 37.85hm^2。</td></tr>
</table>

实施年度	位置	治理（复垦）措施	
		矿山地质环境治理	土地复垦
第二年	223、225 工作面开采区上部	1、乡村道路（混凝土路面）修复 678m、乡村道路（素土路面）修复 268m。 2、维修高压输电线路塔基 5 个。 3、在当年开采的地面塌陷区设置 GNSS 自动化监测站，布设 GNSS 自动化监测点 3 个，在输电线路布设 3 个监测点，在光伏发电设施布设 2 个监测点，继续对不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境进行监测，开展矿山地下水监测井维护。 4、树立警示牌 4 个，进行规范地人工巡查。 5、年度实施计划与验收、监测实施方案与验收等技术服务类项目。	**上期《两案》未落实工程：** 1、矸石山提升治理工程（平台小斑治理工程）。 2、复垦拟沉陷损毁土地面积 178.97hm^2，裂隙充填 5709m^3；人工剥覆表土 8568m^3；土地平整 11437m^3；土地翻耕 0.53hm^2；栽植沙地柏、臭柏 2360 株等；林地撒播紫花苜蓿 11.62hm^2，草地撒播紫花苜蓿 28.61hm^2。 3、北区风井场地临时用地复垦，复垦土地 0.30hm^2。 4、灌溉管护工程（青龙沟取水点至大界取水点）。 5、按照年度矿山地质环境与土地复垦监测实施方案对土地损毁、土地复垦效果进行监测，并进行林地管护 11.62hm^2，草地管护 28.76hm^2。

实施年度	位置	治理（复垦）措施	
		矿山地质环境治理	土地复垦
第三年	225、227 工作面上部	1、乡村道路（混凝土路面）修复 642m、乡村道路（素土路面）修复 254m。 2、在当年开采的地面塌陷区设置 GNSS 自动化监测站，布设 GNSS 自动化监测点 4 个，继续对不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境进行监测，开展矿山地下水监测井维护。 3、树立警示牌 4 个，进行规范地人工巡查。 4、年度实施计划与验收、监测实施方案与验收等技术服务类项目。	1、复垦损毁土地面积 186.79hm^2，裂隙充填 10943m^3；人工剥覆表土 16422m^3；土地平整 21921m^3；土地翻耕 0.50hm^2；栽植沙地柏、臭柏 4523 株等；林地撒播紫花苜蓿 11.01hm^2，草地撒播紫花苜蓿 27.11hm^2。 2、按照年度矿山地质环境与土地复垦监测实施方案对土地损毁、土地复垦效果进行监测，并进行林地管护 11.01hm^2，草地管护 27.25hm^2。 3、加大投入，实施地面塌陷区补植补种灌草，提高矿区植被指数和生态环境质量。

实施年度	位置	治理（复垦）措施	
		矿山地质环境治理	土地复垦
第四年	225、227、229 工作面上部	1、乡村道路（混凝土路面）修复 606m、乡村道路（素土路面）修复 240m。 2、维修高压输电线路塔基 7 个。 3、在当年开采的地面塌陷区设置 GNSS 自动化监测站，布设 GNSS 自动化监测点 5 个，在输电线路布设 4 个监测点，继续对不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境进行监测，开展矿山地下水监测井维护。 4、树立警示牌 4 个，进行规范地人工巡查。 5、年度实施计划与验收、监测实施方案与验收等技术服务类项目。	1、复垦面积 170.55hm^2，裂隙充填 12370m^3；人工剥覆表土 18564m^3；土地平整 24780m^3；土地翻耕 0.47hm^2；栽植沙地柏、臭柏 5113 株等；林地撒播紫花苜蓿 10.40hm^2，草地撒播紫花苜蓿 25.60hm^2。 2、按照年度矿山地质环境与土地复垦监测实施方案对土地损毁、土地复垦效果进行监测，并进行林地管护 10.40hm^2，草地管护 25.74hm^2。 3、加大投入，实施地面塌陷区补植补种灌草，提高矿区植被指数和生态环境质量。
第五年	227、229 工作面上部	1、乡村道路（混凝土路面）修复 749m、乡村道路（素土路面）修复 296m。 2、维修高压输电线路塔基 6 个。 3、在当年开采的地面塌陷区设置 GNSS 自动化监测站，布设 GNSS 自动化监测点 4 个，在输电线路布设 3 个监测点，在光伏发电设施布设 2 个监测点，继续对不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境进行监测，开展矿山地下水监测井维护。 4、树立警示牌 4 个，进行规范地人工巡查。 5、适用期验收、年度实施计划与验收、监测实施方案与验收等技术服务类项目。	1、复垦面积 162.43hm^2，裂隙充填 13798m^3；人工剥覆表土 20706m^3；土地平整 27640m^3；土地翻耕 0.59hm^2；栽植沙地柏、臭柏 5703 株等；林地撒播紫花苜蓿 12.84hm^2，草地撒播紫花苜蓿 31.63hm^2。 2、按照年度矿山地质环境与土地复垦监测实施方案对土地损毁、土地复垦效果进行监测，并进行林地管护 12.84hm^2，草地管护 31.79hm^2。 3、加大投入，实施地面塌陷区补植补种灌草，提高矿区植被指数和生态环境质量。

第七章　经费估算与进度安排

一、经费估算依据

（一）矿山地质环境治理工程估算编制依据

（1）《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》《陕西省水利建筑工程概算定额》《陕西省水利工程施工机械台班定额》，陕发改项目〔2017〕1606号；

（2）《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；

（3）《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）；

（4）《关于深化增值税改革有关政策的公告》财政部、税务总局、海关总署公告，2019年第39号；

（5）《建设工程监理与相关服务收费管理规定》国家发改委、建设部，发改价格〔2007〕670号文；

（6）《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；

（7）《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格〔2002〕1980号）；

（8）《榆林市2025年度生态修复工程苗木指导价格》（榆绿委发〔2024〕6号）；

（9）《榆林市建设工程材料价格信息》2025年第1期；

（10）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）《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；

（2）《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》（TD/T 1031.1—2011）；

（3）《土地复垦方案编制规程第3部分：井工煤矿》（TD/T 1031.3—2011）；

（4）《土地开发整理项目预算编制规定》（财综〔2011〕128号）；

（5）《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综〔2011〕128号）；

（6）《土地开发整理项目预算定额》（财综〔2011〕128号）；

（7）《财政部国土资源部关于印发土地开发整理项目预算定额标准的通知》（财综〔2011〕169 号）；

（8）《陕西省住房和城乡建设厅关于调整房屋建筑和市政基础设施工程工程量清单计价综合人工单价的通知》（陕建发〔2018〕2019 号）；

（9）《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格〔2002〕1980 号）；

（10）《陕西省土地开发整理项目预算编制办法和费用标准（试行）》（陕国土资资发〔2004〕22 号）；

（11）《榆林市建设工程材料价格信息》2025 年第 1 期；

（12）本方案设计的土地复垦工程量。

（二）经费来源

根据“谁损毁、谁治理”及“谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”的原则，本矿山地质环境治理与土地复垦经费由隆德煤矿自筹，从煤炭销售费中按规定提取，作为矿山地质环境恢复治理与土地复垦基金，治理工程所需费用从基金列支，计入矿山生产成本。

二、矿山地质环境治理工程量估算

（一）估算方法

1、基础单价

（1）人工预算单价

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

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

（2）材料预算价格

主要材料估算价格：

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

（3）施工用风、水、电预算价格

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

2、工程单价构成及取费标准

工程单价（建筑工程单价）是指以价格形式表示的完成单位工程量（如 1m^3、1 套）所耗用的全部费用，估算单价采用预算定额计算时扩大 10%，由直接费、间接费、利润和税金四部分组成，取费标准如下：

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

①直接费包括：人工费、材料费及施工机械使用费。材料费及施工机械使用费均按不含增值税进项税额的基础单价计算。

②其它直接费：建筑工程按基本直接费的 9.5%计算见表 7.2-1。

表 7.2-1 其他直接费基准费率表（%）

序号	费率名称	陕南		关中		陕北	
		建筑工程	安装工程	建筑工程	安装工程	建筑工程	安装工程
1	冬季施工增加费费率	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	安全文明施工措施费费率	2	2	2	2	2	2
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	8.5	9.2	9	9.7	9.5	10.2

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

表 7.2-2 间接费取费标准表

序号	工程类别	计算基数	间接费率(%)
1	建筑工程		
1.1	土方工程	直接费	8.5
1.2	石方工程	直接费	12.5
1.3	砂石备料工程	直接费	5
1.4	模板工程	直接费	9.5
1.5	混凝土工程	直接费	9.5
1.6	钢筋制作安装工程	直接费	5.5
1.7	钻孔灌浆及锚固工程	直接费	10.5
1.8	疏浚工程	直接费	7.5
1.9	其他	直接费	10.5

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

（4）税金

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

（5）扩大系数

单价扩大系数为 10%。

3、临时工程费

临时工程：包括临时施工交通工程、临时施工导流工程、临时施工供电工程、临时房屋建筑工程、其它临时工程。其费用标准按《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》计算；其它临时工程费用标准按照建筑工程投资的 3%计算。

4、独立费用

（1）建设管理费

包括建设单位开办费、建设单位人员费、建设管理经常费、招标业务费、建设监理费、第三方工程质量监测费、咨询评审服务费、工程验收费、工程保险费等。

（2）生产准备费

（3）科研勘察设计费

①工程科学研究试验费：未计；

②项目技术经济评估审查费：按建安工程费的 0.5%计取；

③勘察设计费：按陕发改项目〔2017〕1606 号计取。

（4）矿山地质环境监测费

按《地质调查项目预算标准（2010 年试用）》计取。

（5）变形监测费

依据《测绘生产成本费用定额》（财建〔2009〕17 号）计取。

（6）其他

5、基本预备费

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

二、矿山地质环境治理工程经费估算

（一）总工程量

经计算，煤矿近期、远期的矿山地质环境治理工程量见表 7.2-1。

表 7.2-1　矿山地质环境治理总工程量一览表

治理项目	工程措施	工程量			
		近期	中期	远期	合计
警示牌	竖立警示牌	16	64	/	80
维修道路	维修乡村混凝土道路（m^2）	21396	256752	/	278148
	维修乡村素土路面（m^2）	4230	65760	/	69990
维修输电线路	维修铁塔塔基（个）	36	77	/	113
南区风井场地生态修复典型示范工程		/	/	/	/
不稳定地质体监测	GNSS 自动化监测站（个）	7	53	/	60
	高压输电线路监测点（个）	5	10	/	15
	光伏发电设施监测点（个）	3	12	/	15
含水层监测	新建含水层监测井（个）	1	/	/	1
	监测点（个）	4	/	/	4
	水位/水量测量（次）	120	768	168	1056
	水质监测（组）	80	512	112	704
土壤环境监测	监测点（个）	3	/	/	3
	土壤环境监测（次）	30	192	42	264
高分遥感监测（次）		10	64	14	90

（二）经费估算

矿山总服务年限内的治理费用为 **16814.634** 万元，其中建安工程费 **13204.48** 万元，临时工程费 **396.13** 万元，独立费用 **1721.43** 万元，基本预备费 **1492.59** 万元。详见表 7.2-4 及估算书。

表 7.2-2　矿山地质环境治理经费估算表　　**单位：万元**

序号	投资或费用项目名称	建筑和安装工程投资	设备费	费用	合计	占工程部分总投资(%)
1	工程部分投资	13600.61			13600.61	80.89%
1.1	建筑工程投资	13204.48			13204.48	78.53%
（一）	矿山地质环境治理工程	8327.54			8327.54	49.53%
（二）	矿山地质环境监测工程	4876.94			4876.94	29.00%

序号	投资或费用项目名称	建筑和安装工程投资	设备费	费用	合计	占工程部分总投资(%)
1.2	施工临时工程投资	396.13			396.13	2.36%
（一）	其他施工临时工程	396.13			396.13	2.36%
2	独立费用			1721.43	1721.43	10.24%
2.1	建设管理费			1109.40	1109.40	6.60%
2.3	科研勘察设计费			612.03	612.03	3.64%
2.4	其他			0.00	0.00	
3	预备费			1492.59	1492.59	8.88%
3.1	基本预备费			1492.59	1492.59	8.88%
	工程部分总投资				16814.63	100%

三、土地复垦工程经费估算

（一）估算方法

根据《土地复垦方案编制规程第 1 部分：通则》和《土地开发整理项目预算定额标准》（2011 年），项目预算总投资由工程施工费、其他费用（包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费和业主管理费等）、复垦监测与管护费和预备费五个部分组成。在计算中，单位以元或万元计，取小数点后两位，由于 Excel 自动进位引起误差为 0.01 元，估算单价采用预算定额计算时扩大 15.5%。

1、工程施工费

工程施工费由直接工程费、间接费、利润和税金组成。

（1）直接费

直接费=直接工程费+措施费。

1）直接工程费

直接工程费由人工费、材料费和施工机械使用费组成。

①人工费

人工预算单价由基本工资、辅助工资、工资附加费组成。

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

工资区，工资系数为 1.0261），确定本方案的人工预算单价费用为甲类工 52.14 元/工日、乙类工 39.73 元/工日。

由于人工单价与现实情况差距较大，同时依据陕西省住房与城乡建设厅关于调整房屋建筑和市政基础设施工程工程量清单计价综合人工单价的通知（陕建发[2021]1097 号）进行调整，根据文件中要求，建筑工程、安装工程、市政工程、园林绿化工程调整为 146.0 元/工日；装饰工程调整为 136.00 元/工日，增调部分纳入价差进行计算。

②材料费

计算公式：材料费=工程量×定额材料费

定额材料用量从《全国土地开发整理项目预算定额标准》查取。

材料单价：主要材料价格参照“榆林市建设工程材料价格信息”2024 年第 2 期中含税市场价取值，次要材料以当地市场调查价为准。由于本方案工程所需材料都可就近采购，运距短，且随需随买，因而材料预算单价按照不含增值税（可抵扣进项税款）材料原价计算，不计材料包装费、运输保险费、运杂费及采购保管费。

③施工机械使用费

定额施工机械使用费＝定额台班数×定额施工机械台班费

施工机械费=工程量×定额施工机械使用费

施工机械使用费以不含增值税款的价格计算，安装拆卸费、台班人工费不做调整。

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

2）措施费

据《土地开发整理项目预算编制规定》及《关于增加建设工程扬尘治理专项措施费 及综合人工单价调整的通知》（陕建发〔2017〕270 号），本项目措施费综合费率＝临时设施费＋冬雨季施工增加费＋施工辅助费＋安全文明施工费＋环境保护费（含排污）+扬尘污染治理费。

本项目措施费综合费率为 2＋0.7＋0.7＋2.6＋0.4+0.4＝6.8%

（2）间接费

间接费=直接费×间接费率

本项目工程类别包含土方、砌体及其他项目三类，间接费费率取值 5%，见表 7.3-2。间接费中的相关费用项目，如属于增值税应税项目的，均按不含增值税的价格计算。

表 7.3-2　间接费费率表

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

（3）利润

按直接工程费与间接费之和计算，利润率取 3%。

计算公式：利润=（直接费+间接费）×3%。

（4）税金

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

计算公式：税金=（直接费+间接费+利润+材料价差）×9%。

2、设备费

本复垦方案无设备费。

3、其它费用

其它费用包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费和业主管理费。

（1）前期工作费

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

（2）项目监理费

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

（3）拆迁补偿费

本项目不涉及拆迁补偿问题，因而拆迁补偿费不计。

（4）竣工验收费

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

（5）业主管理费

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

4、预备费估算

预备费是指考虑了矿山地质环境治理与土地复垦期间可能发生的风险因素，从而导致费用增加的一项费用。预备费主要包括基本预备费、价差预备费和风险金。

（1）基本预备费

指为解决在工程施工过程中因自然灾害、设计变更等所增加的费用。可按工程施工费与其他费用之和的 10%计取。

（二）估算表的编制方法

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

工程施工费=估算工程量×工程单价；

其他费用=前期工作费+工程监理费+竣工验收费+业主管理费；

监测与管护费=监测费用+管护费用；

基本预备费=（工程施工费+其他费用+监测与管护费）×10%；

工程静态总费用=工程施工费+其他费用+监测与管护费+基本预备费。

（三）总工程量

经过计算，隆德煤矿近期、远期的土地复垦工程量见表 7.3-3 所示。

表 7.3-3　土地复垦工程量汇总表

一级项目	二级项目	三级项目	单位	近期	中期	远期	工程量
土壤重构工程	充填工程	地裂缝充填	m^3	47578	1188147	/	1235725
	剥覆工程	人工土壤剥离	m^3	71399	2063653	/	2135052
		人工土壤回覆	m^3	71399	2063653	/	2135052
	平整工程	土地平整	m^3	95309	1057088	10185	1162582
		土地翻耕	hm^2	2.79	10.72	/	13.51
	土壤培肥	农家肥	kg	16740	64320	/	81060
植被重建	林草恢复	栽植樟子松	株	/	1337	/	1337
		栽植臭柏/柠条	株	19667	634928	41475	696070
		林地补撒草种	hm^2	61.16	850.82	16.59	928.57
		草地补撒草种	hm^2	150.60	1393.11	/	1543.71
监测与管护工程	监测工程	土地损毁监测	次	432	5040	/	5472
		复垦质量监测	次	120	1560	120	1800
		复垦植被监测	次	90	1920	120	2130
	管护工程	林地管护	hm^2	61.16	850.82	16.59	928.57
		草地管护	hm^2	151.39	1393.11	/	1544.50
北区风井场地临时用地专项复垦工程			/	/	/	/	/
灌溉管护工程			/	/	/	/	/
矸石山提升治理工程			/	/	/	/	/

（四）经费估算

矿山总服务年限内的土地复垦费用为 **38580.78** 万元，其中工程施工费 **28266.42** 万元，监测费用 **131.48** 万元，管护费用 **4166.52** 万元，其他费用 **2509.01** 万元，基本预备费 **3507.34** 万元。详见表 7.3-4 及估算书。

表 7.3-4 土地复垦经费估算总表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	占静态费用比例（%）
一	工程施工费	28266.42	73.27
二	设备费	0.00	0.00
三	监测与管护费	4298.01	11.14
（一）	复垦监测费	131.48	0.34

序号	工程或费用名称	费用（万元）	占静态费用比例（%）
（二）	复垦管护费	4166.52	10.80
四	其他费用	2509.01	6.50
五	预备费	3507.34	9.09
（一）	基本预备费	3507.34	9.09
六	静态投资	38580.78	100.00

四、总经费汇总

（一）总费用构成与汇总

本方案矿山地质环境保护与土地复垦估算静态总费用 **55395.41** 万元，设计可采储量约为 240.69Mt，复垦面积 3280.21hm^2，其中矿山地质环境治理费用 16814.63 万元，土地复垦费用 38580.78 万元，吨煤投资 2.3 元，亩均投资 7841 元。

（二）适用期年度经费安排

本方案适用期矿山地质环境保护与土地复垦治理工程静态总费用为 5956.07 万元，其中矿山地质环境治理费用 2524.35 万元，土地复垦费用 3431.72 万元。

1、矿山地质环境治理费用年度安排

适用期各年矿山地质环境治理工程名称、工程量、经费见表 7.4-1。

表 7.4-2　适用期各年度矿山地质环境治理工程估算表　　**单位：万元**

项目名称	单价（元）	第 1 年		第 2 年		第 3 年		第 4 年		第 5 年	
		工程量	经费	工程量	经费	工程量	经费	工程量	经费	工程量	经费
树立警示牌（个）	150	4	0.06	4	0.06	4	0.06	4	0.06	4	0.06
乡村道路（混凝土路面）修复（m^2）	9.07	5349	4.85	4065	3.69	3851	3.49	3637	3.30	4493	4.08
乡村道路（素土路面）修复（m^2）	137.11	1058	14.51	804	11.02	761	10.43	719	9.86	888	12.18
维修高压输电线路塔基（个）	325800	21	684.18	5	162.90	/	/	7	228.06	6	195.48
南区风井场地生态修复典型示范工程	/	/	767.49	/	/	/	/	/	/	/	/
GNSS 位移监测	24888	3	7.47	1	2.49	1	2.49	1	2.49	1	2.49
地面设施监测点	2245.43	2	0.45	2	0.45	1	0.22	2	0.45	1	0.22
地面设施监测	120	60	0.72	60	0.72	30	0.36	60	0.72	30	0.36
新建含水层监测井	150000	1	15.00	/	/	/	/	/	/	/	/
含水层监测点	2245.43	4	0.90	/	/	/	/	/	/	/	/
取样	120	24	0.29	24	0.29	24	0.29	24	0.29	24	0.29
水位测量	60	24	0.14	24	0.14	24	0.14	24	0.14	24	0.14
水质全分析	2500	16	4.00	16	4.00	16	4.00	16	4.00	16	4.00
高分遥感监测	8150	52.58	42.85	52.58	42.85	52.58	42.85	52.58	42.85	52.58	42.85
取土样	228	6	0.14	6	0.14	6	0.14	6	0.14	6	0.14

项目名称	单价（元）	第 1 年		第 2 年		第 3 年		第 4 年		第 5 年	
		工程量	经费	工程量	经费	工程量	经费	工程量	经费	工程量	经费
土壤环境分析	2600	6	1.56	6	1.56	6	1.56	6	1.56	6	1.56
基本预备费、其他费用等	——	——	64.15	——	22.49	——	6.25	——	16.52	——	16.22
治理经费合计	——	——	1608.76	——	252.80	——	72.28	——	310.44	——	280.07
治理位置		219、221、223 工作面开采塌陷区		213、225 工作面开采塌陷区		225、227 工作面开采塌陷区		225、227、229 工作面开采塌陷区		227、229 工作面开采塌陷区	

2、土地复垦工程近期各年度经费安排

根据适用期各年度土地复垦工程安排，计算的各年度土地复垦费用见表 7.4-2。

表 7.4-2　适用期各年度土地复垦估算表　　**单位：万元**

项目名称	单价（元）	第 1 年		第 2 年		第 3 年		第 4 年		第 5 年	
		工程量	经费	工程量	经费	工程量	经费	工程量	经费	工程量	经费
裂缝充填（m^3）	12.79	4758	6.09	5709	7.30	10943	14.00	12370	15.82	13798	17.65
人工表土剥离（m^3）	50.09	7140	35.76	8568	42.92	16422	82.26	18564	92.99	20706	103.72
人工表土回覆（m^3）	50.09	7140	35.76	8568	42.92	16422	82.26	18564	92.99	20706	103.72
土地平整（m^3）	12.45	9531	11.87	11437	14.24	21921	27.29	24780	30.85	27640	34.41
土地翻耕-含培肥（hm^2）	15425.51	0.70	1.08	0.53	0.82	0.5	0.77	0.47	0.72	0.59	0.91
栽植臭柏/柠条（株）	3.47	1967	0.68	2360	0.82	4523	1.57	5113	1.77	5703	1.98
林地撒播紫花苜蓿（hm^2）	3290.37	15.29	5.03	11.62	3.82	11.01	3.62	10.4	3.42	12.84	4.22
草地撒播紫花苜蓿（hm^2）	6204.91	37.65	23.36	28.61	17.75	27.11	16.82	25.6	15.88	31.63	19.63
土地损毁监测（次）	120	92	1.10	68	0.82	68	0.82	68	0.82	68	0.82
土壤质量监测（次）	200	24	0.48	24	0.48	24	0.48	24	0.48	24	0.48
复垦植被监测（次）	140	18	0.25	18	0.25	18	0.25	18	0.25	18	0.25
林地管护（hm^2）	3299.92	15.29	5.05	11.62	3.83	11.01	3.63	10.4	3.43	12.84	4.24
草地管护（hm^2）	2512.14	37.85	9.51	28.76	7.22	27.25	6.85	25.74	6.47	31.79	7.99

项目名称	单价（元）	第 1 年		第 2 年		第 3 年		第 4 年		第 5 年	
		工程量	经费	工程量	经费	工程量	经费	工程量	经费	工程量	经费
北区风井场地临时用地复垦工程	/	/	1.68	/	2.12	/	/	/	/	/	/
灌溉管护工程	/	/	300.00	/	229.26	/	/	/	/	/	/
矸石山提升治理工程	/	/	956.00	/	826.18	/	/	/	/	/	/
基本预备费、其他费用等	——	——	11.94	——	10.73	——	2.41	——	2.66	——	3.00
复垦经费合计	——	——	1405.64	——	1211.48	——	243.03	——	268.55	——	303.02
复垦位置		219、221、223 工作面开采塌陷区		213、225 工作面开采塌陷区		225、227 工作面开采塌陷区		225、227、229 工作面开采塌陷区		227、229 工作面开采塌陷区	

综上，适用期各年度矿山地质环境治理、土地复垦的费用见表 7.4-3。

表 7.4-3 适用期各年度费用表 单位：万元

年度	地质环境治理经费	土地复垦经费	小计
第一年	1608.76	1405.64	3014.40
第二年	252.80	1211.48	1464.28
第三年	72.28	243.03	315.31
第四年	310.44	268.55	578.99
第五年	280.07	303.02	583.09
合计	2524.35	3431.72	5956.07

第八章　保障措施与效益分析

一、保障措施

（一）组织保障

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

2、成立隆德煤矿矿山地质环境保护与土地复垦项目领导机构，负责隆德煤矿矿山地质环境保护与土地复垦项目组织和实施。

具体责任人及职责见表 8.1-1。

表 8.1-1 矿山地质环境保护与土地复垦项目组成人员及职责表

职务		姓名	职责
第一责任人（法人）		贺吉	项目管理活动的决策人
副组长（副矿长）		郭银奎	组织、管理、领导本项目的具体执行，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	计划发展部	/	负责项目招标管理
	地测防治水部、环保部、生产技术部	/	负责项目施工技术管理
	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
	财务总监	/	负责项目费用的提取及下拨
监理		第三方	熟悉所监理项目的规范、设计图纸，及时处理施工过程中出现的问题

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

（二）技术保障

1、根据项目工作要求，选派有经验的技术人员组成施工指挥部，按照指挥部的统一部署和设计要求开展工作。

2、配备性能良好的交通运输工具、通讯工具、测量仪器及其它生产设备，分析测试任务由具有相关资质的实验室承担，图件制作采用先进的数字化处理系统及机助成图系统，确保工程质量。

3、加强施工过程监理，关键工序聘请专家指导。

4、生产过程中严格实施质量三检制度（自检、互检、抽检），确保工程质

量，争创优质工程。

5、在项目实施过程中，严格按照技术规范、规程及设计书、施工方案要求操作，对项目全过程进行质量监控，不允许出现不合格的原材料、中间成果和单项工程，确保最终成果的高质量。

6、制定《质量责任制考核办法》，并依据《办法》对各作业组、作业人员定期进行质量责任制考核，确保质量目标实现。

7、随时接受主管单位和其他有关部门的监督、检查和指导。

（三）资金保障

1、资金来源

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

2、资金提取计划

根据最新《关于印发<陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法>的通知》，煤矿矿种系数为 1.4%，开采系数为 1.2；陕北地区系数为 1.1，按月提取基金费用，基金提取公式如下：

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

表 8.1-1　隆德煤矿提取基金一览表

月销售(万吨)	销售价（元/吨）	矿种系数	开采系数	地区系数	月提取基金（万元）	占销售收入	吨煤（元/吨）
41.67	500	1.40%	1.2	1.1	385.00	1.85%	9.24

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

3、基金计提和使用情况

根据《关于加快落实矿山地质环境治理恢复和土地复垦基金实施办法的通知》神矿管发（2018）173 号文件要求，隆德煤矿于 2019 年与原神木市国土资源局、中国工商银行股份有限公司神木支行签订了矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金监管协议。

基金提取后应及时用于矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程，不得挤占和

挪用。按要求完成治理恢复与土地复垦任务后的年度结余资金可转接下年度使用。矿山企业不履行治理恢复与土地复垦义务或者履行不到位且拒不整改的，可由自然资源主管部门委托第三方进行治理恢复，该费用从矿山企业提取的基金中列支。

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

表 8.1-2　隆德煤矿近期各年计提基金计划表　　单位：万元

年度	产值	比例	提取金额	治理内容	治理费用	
第一年	250000	1.85%	4620.00	矿山地质环境治理工程	1608.76	3014.40
				土地复垦工程	1405.64	
第二年	250000	1.85%	4620.00	矿山地质环境治理工程	252.80	1464.28
				土地复垦工程	1211.48	
第三年	250000	1.85%	4620.00	矿山地质环境治理工程	72.28	315.31
				土地复垦工程	243.03	
第四年	250000	1.85%	4620.00	矿山地质环境治理工程	310.44	578.99
				土地复垦工程	268.55	
第五年	250000	1.85%	4620.00	矿山地质环境治理工程	280.07	583.09
				土地复垦工程	303.02	
合计	1250000	/	23100	/	5956.07	

根据上表可知，煤矿适用期计提基金可满足本方案估算的费用，满足治理复垦需要。

（四）监管保障

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

土地复垦前，请自然资源管理部门组织进行项目区内土地权属调查确认和登记，土地复垦后再进行土地权属调整和分配，确保土地复垦工作的顺利进行。按照方案确定的年度进度安排逐地块、逐区域落实，对土地开发复垦实行统一管理。

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

土地复垦工程实施严格的招投标与目标责任制度。施工中进行工程监理，按监理的工作程序、工作标准和监理工作规定开展本方案土地复垦监理工作，对工

程的进度、质量、投资实行控制，负责土地复垦工程施工的安全监理。

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

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

（五）公众参与

为了解本工程项目所在区域公众对本工程项目的态度，本方案在编制之时进行了公众参与调查，在矿方的支持与配合下，编制单位走访了臭柏管理站及大保当镇的公草湾村、黑龙沟村、青龙沟村，对项目进行了公示。向当地村民详细介绍了项目的性质、类型、规模及以国家相关矿山地质环境与土地复垦政策，如实向公众阐明本项目可能产生的地面塌陷及土地损毁；介绍企业带来的经济效益和促进地方经济发展的情况，征求了各方对土地复垦的意见，确保被调查人员对土地复垦及该煤矿项目有充分的了解。

通过散发公众参与调查表及张贴公告的形式，向项目区各方共发放调查表60份，收回有效问卷56份，回收率80%。问卷调查对象主要为项目影响区的权属使用单位、农民以及隆德煤矿的工人，其中接受中等教育者及以上者45人，占80%；接受初等教育者11人，占20%。被调查人群中对该项目均有一定的了解，100%支持该工程建设，无公众持无所谓态度，无不支持者。问卷调查结果见表8.1-3。

表8.1-3　公众参与调查统计结果

项　目	统　计　结　果
调查日期	2024年11月16日—11月22日
性　别	男性40人，占71.4%；女性16人，占28.6%
文化程度	接受初等教育者10人，占17.9%；接受中等教育及以上者46人，占82.1%
职业	农民22人，占39.3%；工人20人，占35.7%；干部14人，占25%
年龄	18～35岁16人，占28%；36～50岁20人，占36%；50岁以上20人，占36%

周围民众认为隆德煤矿的建设能促进当地经济的发展，但同时对当地生态环境造成一定影响，希望按照国家相关规定，及时采取措施进行矿山地质环境恢复治理与土地复垦。

（1）土地复垦的措施主要有表土剥覆、植被恢复、土地平整；

（2）植被恢复选择当地物种，如樟子松、紫花苜蓿、臭柏、柠条；

（3）保持原有生态环境。

（3）希望土地复垦后比原环境有所改善。

二、效益分析

隆德煤矿地质环境保护与恢复治理实施后，将形成综合防护体系，降低因煤矿开采引发的地质灾害、地形地貌景观破坏以及压占土地资源等矿山地质环境问题造成的经济损失，尽量恢复被破坏的植被，有效地治理土地资源破坏，遏制矿山生态环境的日趋恶化，改善开采区及其周边地区生产和生活环境，打造绿色矿业，并促进当地的社会经济发展。

矿山地质环境保护与恢复治理效益包括社会效益、生态效益和经济效益。

（一）社会效益

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

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

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

3、矿山地质环境治理土地经营管理工作人员缺口较大，因此也能够为矿区村民提供更多的就业机会，对于促进企地和谐起到积极的推动作用。

4、通过恢复治理，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。

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

（二）生态效益

通过治理地面塌陷，复垦林地 872.38hm^2、草地 1393.11hm^2，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，具有良好的、长远的环境效益，能够促进经济和社会的可持续发展。

（1）改善矿区生态环境：方案实施后，将形成综合的防护体系，通过工程措施和生物措施，保证了道路和生态廊道的畅通；通过沉陷区裂缝及时治理，防治了土壤漏水漏肥、土壤板结以及贫瘠化、植株根系生长困难或因缺水导致植株死亡，有效保护矿区生物多样性，改善矿区生态环境。

（2）防风固沙效益：矿山地质环境保护与土地复垦方案实施可以起到防风固沙作用。通过植被建设，提高植被覆盖率，通过植物固沙保持土壤，防止风蚀沙化。恢复土地植被天然资源，建立良性的循环体系，最大限度地释放生态链自生的潜能，生态环境得到改善，防止风蚀沙化。

（3）净化环境功能价值：借土地复垦契机，增加植被覆盖度，从一定程度上改善林地土壤水文特性、改良林地土壤，调节小气候、净化空气。对局部环境空气和小气候产生正面和长效影响。具体来讲，防护林建设，植树、种草工程不仅可以防风固沙，还可以通过净化空气改善周边区域的大气环境质量。

（三）经济效益

本方案充分考虑了矿山现状及可能发生的地质环境与土地损毁问题，因地制宜地部署了矿山地质环境治理与土地复垦工程，既保证了高质量的治理效果，又可以很好的节约治理费用，经济上可行。

第九章　结论与建议

一、结论

1、神木县隆德矿业有限责任公司隆德煤矿位于神木县西南部，行政区划属神木市大保当镇管辖。矿区面积44.4143km^2，生产能力500万t/a，批准开采1^{-1}、2^{-2}、3^{-1}、4^{-3}、5^{-2}、$5^{-2下}$、$5^{-3上}$、5^{-3}、$5^{-3下}$、5^{-4}层煤，开采深度+1095～+790m。本方案确定服务年限为44年，方案适用年限为5年（2025年-2029年），方案编制基准期为上期两案适用期验收时间。

2、结合评估区地形地貌、矿区及周边地质灾害特征以及矿山开采活动对地质环境的影响，本次评估区总面积约 52.0389km^2，调查范围共 52.5761km^2。

3、矿山地质环境复杂程度属于复杂类型；生产能力为 500 万吨/年，矿山生产建设规模为大型，评估区重要程度属于重要区，本次矿山地质环境影响评估级别为一级。

4、现状评估：估区存在一处地面塌陷，影响高压输电线塔和乡村道路，危害程度中等，地质灾害影响较严重；据长期水位、水质观测井观测结果，水位变化幅度较大，含水层影响较严重；工业场地改变了原有地形地貌，构建筑物较多，影响严重；材料库影响较严重；南区风井场地周边沙地裸露，影响较严重；北区风井场地建设进度 10%，仅进行了表土剥离及平整，对地形地貌景观影响较轻；水土环境影响较轻。

现状评估影响程度分级表明：将评估区矿山地质环境影响程度分为严重、较严重和较轻 3 级 5 个影响程度区，1 个严重影响区，面积 0.1497km^2，占评估区面积的 0.29%；3 个较严重影响区，面积 2.3542km^2，占评估区面积的 4.52%；1 个较轻影响区，面积 49.535km^2，占评估区面积的 95.19%。

5、预测开采形成的伴生裂缝及塌陷威胁高压输电线路、乡村道路，危险性大，影响较严重；3^{-1} 号煤层开采后导水裂缝带会波及 2^{-2} 煤采空区积水成为主要充水通道。多煤层重复开采地段导水裂隙带发育高度以 2^{-2} 煤层导水裂隙带发育高度为准，即导水裂隙带导水裂缝带发育高度在 47.8~82.40m 之间，导水裂隙带发育至侏罗系中统直罗组地层正常基岩段，含水层结构影响严重；塌陷区的台阶和裂缝不会改变原生地貌的完整性，特别是一些较大的裂缝会改变原生地貌的完整性地形地貌景观影响较严重。矿井水、生产生活污废水全部达标处理、回用，

不外排，对水体环境影响较轻。地面塌陷使土壤质地趋于疏松、理化性质有所改变，对土壤环境影响较轻。

预测评估影响程度分级表明：全区共划分**2级5个不同影响程度区**，其中：4个较严重影响区，面积32.8329km^2，占评估区面积的63.09%；1个较轻影响区，面积19.2060km^2，占评估区面积的36.91%。

6、矿山地质环境治理分区将全区3级9个不同防治分区，其中1个重点防治区、7个次重点防治区、1个一般防治区。

7、方案确定土地损毁面积为3280.21hm^2，其中临时压占损毁土地面积为0.30hm^2，已沉陷损毁土地面积为231.85hm^2；拟沉陷损毁土地面积为3279.91hm^2（其中一时段损毁土地812.15hm^2，二时段损毁土地3279.91hm^2，一时段二时段重复损毁土地面积-812.15hm^2），已沉陷拟沉陷重复损毁土地-231.85hm^2。

8、本方案的复垦区面积3319.46hm^2，包括：永久性建设用地39.25hm^2，损毁土地3280.21hm^2；永久性建设用地留续使用服务下层煤炭开采，因此本方案复垦责任范围与损毁土地面积一致，为3280.21m^2。

9、部署了适用期5年（2025-2029年）的矿山地质环境治理工程、土地复垦措施。

（1）矿山地质环境治理工程

不稳定地质体治理工程：塌陷区竖立警示牌；高压输电线路塔基维修；受损乡村道路维修；生态修复典型示范工程；矿山地质环境监测。含水层治理工程：加强废水资源化利用、供排结合利用地下水资源、植树种草恢复水位减缓对含水层的影响含水层监测。

（2）土地复垦工程

塌陷区土地复垦：裂缝充填、表土剥覆、土地平整、土地翻耕、植被恢复、灌溉管护工程、矸石山提升治理工程。北区风井场地临时用地专项复垦。

（3）矿山地质环境与土地复垦监测工程

部署了60个GNSS自动化监测站，在高压输电线路、光伏发电设施设置30个不稳定地质体监测点，设置4个含水层监测点，设置3个土壤污染监测点，对地形地貌和土地损毁采用航空遥感和无人机进行监测。

（4）矿区土地复垦管护

本方案共实施管护林地928.57hm^2，草地1544.50hm^2。

10、本方案矿山地质环境保护与土地复垦估算静态总费用 **55395.41** 万元，设计可采储量约为 240.69Mt，复垦面积 3280.21hm^2，其中矿山地质环境治理费用 16814.63 万元，土地复垦费用 38580.78 万元，吨煤投资 2.3 元，亩均投资 7841 元。

本方案适用期矿山地质环境保护与土地复垦治理工程静态总费用为 5956.07 万元，其中矿山地质环境治理费用 2524.35 万元，土地复垦费用 3431.72 万元。

二、建议

1、与神木市国土空间总体规划、黄河流域生态修复治理规划做好衔接，确保各项工作部署符合规划。

2、做好保水采煤技术跟踪研究，切实保护区域生态环境。