乌海市天裕工贸有限公司
乌海市天裕工贸有限公司煤矿
矿区生态修复方案

乌海市天裕工贸有限公司

2026 年 8 月

乌海市天裕工贸有限公司
乌海市天裕工贸有限公司煤矿
矿区生态修复方案

申报单位：乌海市天裕工贸有限公司

法定代表人：高杰

编制单位：乌海市天裕工贸有限公司

法定代表人：高杰

项目负责人：闻锁印

编写人员：张涛、塔娜、田春霞、高星星

制图人员：张涛

矿区生态修复方案编制信息表

<table>
<tr><td rowspan="8">采矿权人信息</td><td>采矿人名称</td><td colspan="4">乌海市天裕工贸有限公司</td></tr>
<tr><td>统一社会信用代码</td><td>91150303790174522 6</td><td>联系人</td><td colspan="2">高　杰</td></tr>
<tr><td>联系地址</td><td>乌海市海南区滴沥帮乌素矿区</td><td>联系电话</td><td colspan="2">17704777744</td></tr>
<tr><td>采矿权证证号</td><td>1500002010121120107037</td><td>开采方式</td><td colspan="2">地下开采</td></tr>
<tr><td>矿区面积</td><td>2.3998km^2</td><td>采矿权拐点坐标</td><td colspan="2">拐点：X 坐标，Y 坐标
1：4370509.7523；36403374.7316
2：4371609.7835；36404854.733
3：4370359.7789；36405384.7604
4：4369959.7589；36404534.7455
5：4368959.7437；36404034.7550</td></tr>
<tr><td>采矿权有效期限</td><td colspan="4">2023 年 11 月 8 日至 2033 年 11 月 8 日</td></tr>
<tr><td>开采主矿种</td><td colspan="2">煤</td><td colspan="2">其他矿种</td><td>无</td></tr>
<tr><td>方案编制情形</td><td colspan="5">☐首次申请采矿许可 ☐扩大开采区域 ☐缩小开采区域
☐变更开采方式 ☐变更开采主矿种 ☐延续 ☑其他</td></tr>
<tr><td rowspan="13">方案编制单位</td><td>单位名称</td><td colspan="5">乌海市天裕工贸有限公司</td></tr>
<tr><td>统一社会信用代码</td><td>91150303790174522 6</td><td>联系人</td><td colspan="2">高　杰</td></tr>
<tr><td>联系地址</td><td>乌海市海南区滴沥帮乌素矿区</td><td>联系电话</td><td colspan="2">17704777744</td></tr>
<tr><td colspan="6">编制负责人</td></tr>
<tr><td>姓　名</td><td>身份证号</td><td>专业</td><td>职务/职称</td><td>联系电话</td><td>签名</td></tr>
<tr><td>闻锁印</td><td></td><td>矿山开采</td><td>高级工程师</td><td>13354715310</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">主要编制人员</td></tr>
<tr><td>姓　名</td><td>身份证号</td><td>专业</td><td>职务/职称</td><td>联系电话</td><td>签名</td></tr>
<tr><td>高星星</td><td></td><td>地质工程</td><td>工程师</td><td>15648888646</td><td></td></tr>
<tr><td>张 涛</td><td></td><td>地质工程、测绘工程</td><td>工程师</td><td>18247343784</td><td></td></tr>
<tr><td>塔　娜</td><td></td><td>水利</td><td>技术员</td><td>13948123435</td><td></td></tr>
<tr><td>田春霞</td><td></td><td>水利</td><td>技术员</td><td>14747377887</td><td></td></tr>
</table>

目　录

前　言 6

一、编制目的 6

二、服务年限 18

第一章　矿山基本情况 19

第一节　矿业权人基本情况 19

第二节　地理位置与区域概况 20

第三节　矿山开采历史及现状 23

第二章　矿区基础信息 56

第一节　矿区自然条件 56

第二节　社会经济概况 60

第三节　矿区地质环境背景 62

第四节　矿区土地利用现状及采矿用地审批情况 91

第五节　矿区生态状况 98

第六节　矿山及周边人类重大工程活动 108

第七节　矿区生态修复工作情况 113

第八节　矿区基本情况调查监测指标 121

第三章　问题识别诊断及修复可行性分析 124

第一节　问题识别与受损预测 124

第二节　生态修复可行性分析 166

第三节　生态修复分区及修复时序安排 194

第四节　采矿用地与复垦修复安排 201

第四章　生态修复措施与工程内容 203

第一节　保护与预防控制措施 203

第二节　修复措施 209

第三节　工程内容及工程量 217

第五章　监测和管护 229

第一节　监测目标与措施 229

第二节　管护目标与措施 239

第三节　工程量 243

第六章　工作部署与经费估算 245

第一节　总体部署 245

第二节　总体经费估算 250

第三节　阶段工作任务与经费安排 281

第七章　保障措施与公众参与 290

第一节　保障措施 290

第二节　公众参与 295

第三节　效益分析 300

第八章　结论 303

附图： 305

附件： 306

附表： 307

附图目录

顺序号	图号	图名	比例尺
1	1	乌海市天裕工贸有限公司煤矿土地利用现状图	1：10000
2	2	乌海市天裕工贸有限公司煤矿矿区地质环境问题现状图	1：5000
3	3	乌海市天裕工贸有限公司煤矿矿区土地损毁现状图	1：5000
4	4	乌海市天裕工贸有限公司煤矿矿区地质环境问题预测图	1：5000
5	5	乌海市天裕工贸有限公司煤矿矿区土地损毁预测图	1：5000
6	6	乌海市天裕工贸有限公司煤矿矿区生态修复工程部署图	1：5000
7	7	乌海市天裕工贸有限公司煤矿矿区土地复垦规划图	1：5000
8	8	乌海市天裕工贸有限公司煤矿正射影像图	1：5000

附件目录

1、矿区生态修复方案评审申报表；

2、矿山企业资料真实性承诺书；

3、编制人员证书；

4、生态修复方案公众参与调查表；

5、乌海市海南区 2026 年 7 月份造价信息表；

6、采矿许可证（副本复印件）；

7、矿产资源储量备案证明；

8、内蒙古自治区桌子山煤田乌海市天裕工贸有限公司煤矿生产勘探报告》及矿产资源储量评审意见书（内国土资储评字[2011]029 号）；

9、《乌海市天裕工贸有限公司煤矿矿产资源开发利用方案》审查意见书（内矿审字〔2012〕038 号）；

10、《乌海市天裕工贸有限公司煤矿充填开采修改设计（变更开采工艺）》及审查意见书（内能煤开字〔2020〕45 号）；

11、乌海市能源局关于《乌海市天裕工贸有限公司煤矿(改建项目)水平延深修改初步设计》的批复，乌能局发〔2025〕84 号；

12、地质环境治理工程验收文件；

13、工业场地征地手续；

14、风井场地征地手续；

15、水质检测报告；

16、土壤检测报告；

17、不涉及生态红线、不占用永久基本农田的函；

18、搬迁说明；

19、拟用地方向；

20、国土空间规划符合性意见；

21、乌海市海南区西卓子山街道办事处征求意见回函；

22、矿区生态修复方向村民意见。

前　言

一、编制目的

（一）任务由来

乌海市天裕工贸有限公司煤矿（简称“天裕煤矿”）位于乌海市境内，行政区划隶属乌海市海南区管辖。天裕煤矿为生产矿山，根据内蒙古自治区自然资源厅换发的采矿许可证，《采矿许可证》证号为：1500002010121120107037，有效期限自2023年11月8日至2033年11月8日，开采方式为地下开采，生产规模60万吨/年，矿区面积2.3998km^2，开采标高为1150m～580m，采矿权人是乌海市天裕工贸有限公司。

2020年6月，乌海市天裕工贸有限公司委托内蒙古中政国测土地规划设计有限公司编制《乌海市天裕工贸有限公司煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》方案适用年限为2020年8月～2025年7月。目前原《矿山地质环境保护与土地复垦方案》规划适用年限已到期。

综上所述，根据新《中华人民共和国矿产资源法》、国务院第592号令《土地复垦条例》、《矿山地质环境保护规定》及自然资源部关于进一步加强生产矿山生态修复监管工作的通知，按照《矿区生态修复方案编制指南（临时）》的要求，天裕煤矿《矿山地质环境保护与土地复垦方案》已到期，应当重新编制矿区生态修复方案。2025年12月乌海市天裕工贸有限公司自行重新编制《乌海市天裕工贸有限公司乌海市天裕工贸有限公司煤矿矿区生态修复方案》。

（二）编制目的任务

为贯彻落实新修订的《中华人民共和国矿产资源法》《中华人民共和国土地管理法》《土地复垦条例》等法律法规，聚焦矿区生态修复过程中的关键环节，坚持保护优先、源头防控，统一规划、统筹实施，科学治理、公众参与等原则，采取工程、技术、生物等措施，做好地貌重塑、土壤重

构、植被重建、景观营建等工作。构建源头保护与全过程修复治理相结合的工作机制，促进资源开发与生态环境保护相协调。其主要任务为：

1、通过收集资料与野外调查，实地开展矿山基本情况及矿区基础信息等调查，查明矿业权人基本情况、矿山开采历史及现状、矿区自然条件、社会经济概况、矿区地质环境背景、矿区土地利用现状、矿区生态状况、矿区及周边人类重大工程活动、矿区生态修复工作情况、矿区基本情况调查监测指标、历史遗留情况、新增破坏区域、预期可能出现的塌陷和地裂缝等。

2、根据基础调查结果，分析现状条件下采矿权范围及采矿活动影响范围内的矿山不稳定地质体、地形地貌景观破坏、含水层破坏等矿山地质环境问题；土地压占、塌陷等土地资源损毁问题；生态用地损毁、植被功能损毁、生物多样性变化等。

3、结合矿山生产建设工艺流程、环节时序等，预测分析采矿权范围及采矿活动影响范围内可能产生的地质环境问题、土地损毁、生态系统破坏等问题的类型、范围、面积、程度及时序，以及已损毁土地被重复损毁的可能性。

4、基于现状和预测问题分析开展综合诊断评价，阐述地质环境影响、土地损毁、生态受损与退化的范围、类型、面积、程度、时序，在采矿权范围及采矿活动可能影响范围内，对损毁情况进行分区、分级，确定损毁程度及其分布情况。

5、从矿山自然地理条件、物种组成、生态系统结构、生态系统功能、外部交换等方面，比选确定参照生态系统。分析地质环境治理的可行性、复垦修复的适宜性、目标方向的可行性。根据生态修复可行性分析结果及开采进度等，合理划分生态修复分区，明确分区、分期目标任务和时序安排。

6、从地貌重塑、土壤重构、植被重建、景观营造等多方面，提出矿山生态修复措施以及矿山地质环境、土地资源、生态系统监测措施，并据此测算矿山生态修复工程量和监测管护工程量。

7、对矿区生态修复工作分阶段进行工作部署，并明确近三年工作安排情况；进行矿区生态修复工程的经费估算，并按照生态修复分区及修复时序安排，划分生态修复工程实施阶段，明确近期三年工作任务、完成时间及经费安排。

（三）编制依据

1、相关法律法规

（1）《中华人民共和国矿产资源法》（全国人民代表大会常务委员会2024年11月8日修订，2025年7月1日起施行）；

（2）《中华人民共和国矿产资源法实施条例》（国务院令第839号，2025年7月1日起施行）；

（3）《中华人民共和国土地管理法》（2019年修正）；

（4）《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日起施行）；

（5）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修正）；

（6）《地质灾害防治条例》（国务院令第394号，2003年公布施行）；

（7）《土地复垦条例》（国务院令第592号，2011年公布施行）；

（8）《基本农田保护条例》（国务院令第257号，2017年5月修正）；

（9）《内蒙古自治区生态环境保护条例》（2024年11月28日公布，2025年3月1日起施行）；

（10）《土地复垦条例实施办法》（国土资源部令第56号公布，自然资源部令第5号2019年7月24日修正）；

（11）《内蒙古自治区地质环境保护条例》（2021年7月29日修改公布）。

2、政策文件

（1）《国务院关于加强地质灾害防治工作的决定》（国发〔2011〕20号）；

（2）《国务院关于促进节约集约用地的通知》（国发〔2008〕3号）；

（3）《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号）；

（4）《财政部自然资源部生态环境部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建〔2017〕638号）；

（5）内蒙古自治区自然资源厅、内蒙古自治区财政厅、内蒙古自治区生态环境厅关于印发《内蒙古自治区矿山地质环境治理恢复基金管理办法（试行）》的通知（2019年11月5日）；

（6）《内蒙古自治区人民政府办公厅关于自治区矿山环境治理实施方案的通知》（内政办字〔2020〕56号）；

（7）《内蒙古自治区人民政府办公厅关于持续推进绿色矿山建设的通知》（内政办发〔2024〕13号）；

（8）《内蒙古自治区人民政府办公厅关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（内政办发〔2025〕24号）；

（9）《自然资源部国家林业和草原局关于进一步做好自然资源要素保障的通知》（自然资发〔2026〕38号）；

（10）《乌海市国土空间总体规划（2021—2035年）》，内蒙古自治区人民政府批复（内政字〔2024〕59号）；

（11）《乌海市“十四五”水安全保障规划》（2022年12月）。

3、技术标准与规范

（1）《矿区生态修复方案编制指南（临时）》；

（2）《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43934-2024）；

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

（4）《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；

（5）《地面沉降调查与监测规范》（DZ/T 0283-2015）；

（6）《区域地下水污染调查评价规范》（DZ/T 0220-2015）；

（7）《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；

（8）《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；

（9）《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准》（2013年）；

（10）《矿山生态修复工程验收规范》（TD/T 1092-2024）；

（11）《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T 1044-2014）；

（12）《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）；

（13）《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）；

（14）《采矿沉陷区生态修复技术规程》（GB/T 42251-2022）；

（15）《矿山生态修复技术规范第 1 部分：通则》（TD/T 1070.1-2022）；

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

（17）《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）；

（18）《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；

（19）《高标准农田建设 通则》（GB/T 30600-2022）。

4、相关资料

（1）采矿证副本，证号：C1500020101211201070 37；

（2）2011 年 8 月，内蒙古自治区桌子山煤田乌海市天裕工贸有限公司煤矿生产勘探报告》及矿产资源储量评审意见书（内国土资储评字[2011]029 号）；

（3）2012 年 2 月，冀中能源邯郸矿业集团科迈工程设计有限责任公司编制的《乌海市天裕工贸有限公司煤矿矿产资源开发利用方案》及审查意见书（内矿审字[2012]038 号）；

（4）2012 年 9 月，内蒙古豁达水土保持生态环境工程技术咨询有限责任公司编制的《乌海市天裕工贸有限公司煤矿技术改造（变更采煤工艺）水土保持方案报告书》；

（5）2012 年 12 月，内蒙古煤炭建设生态环境研究院有限责任公司编制的《内蒙古乌海市天裕工贸有限公司煤矿（0.6Mt/a）技术改造项目环境影响报告书》。

（6）2019 年 12 月，内蒙古煤矿设计研究院有限责任公司编制的《乌海市天裕工贸有限公司煤矿充填开采修改设计（变更开采工艺）》及审查意见书（内能煤开字〔2020〕45 号）；

（7）2020 年 8 月，内蒙古中政国测土地规划设计有限公司编制的《乌海市天裕工贸有限公司煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》；

（8）2021 年 3 月，乌海市天裕工贸有限公司提交的《乌海市天裕工贸有限公司矿井水文地质类型划分报告》；

（9）2023 年 3 月，乌海市地天图测绘有限责任公司编制了《乌海市天裕工贸公司煤矿矿山地质环境治理核查报告》；

（10）2025 年 1 月，内蒙古大川实业有限公司编制的《乌海市天裕工贸有限公司煤矿 2024 年储量年度报告》；

（11）2025 年 1 月，内蒙古杰科测绘有限公司《乌海市天裕工贸有限公司煤矿 110902 工作面沉降地表观测站布置与观测》；

（12）2025 年 10 月编制的《乌海市天裕工贸有限公司煤矿（改建项目）水平延深修改初步设计》。

（四）编制工作概况

1、工作程序

公司组建了方案编制项目组，乌海市天裕工贸有限公司煤矿严格按照《矿区生态修复方案编制指南（临时）》展开工作，具体程序按图 0-1 进行。

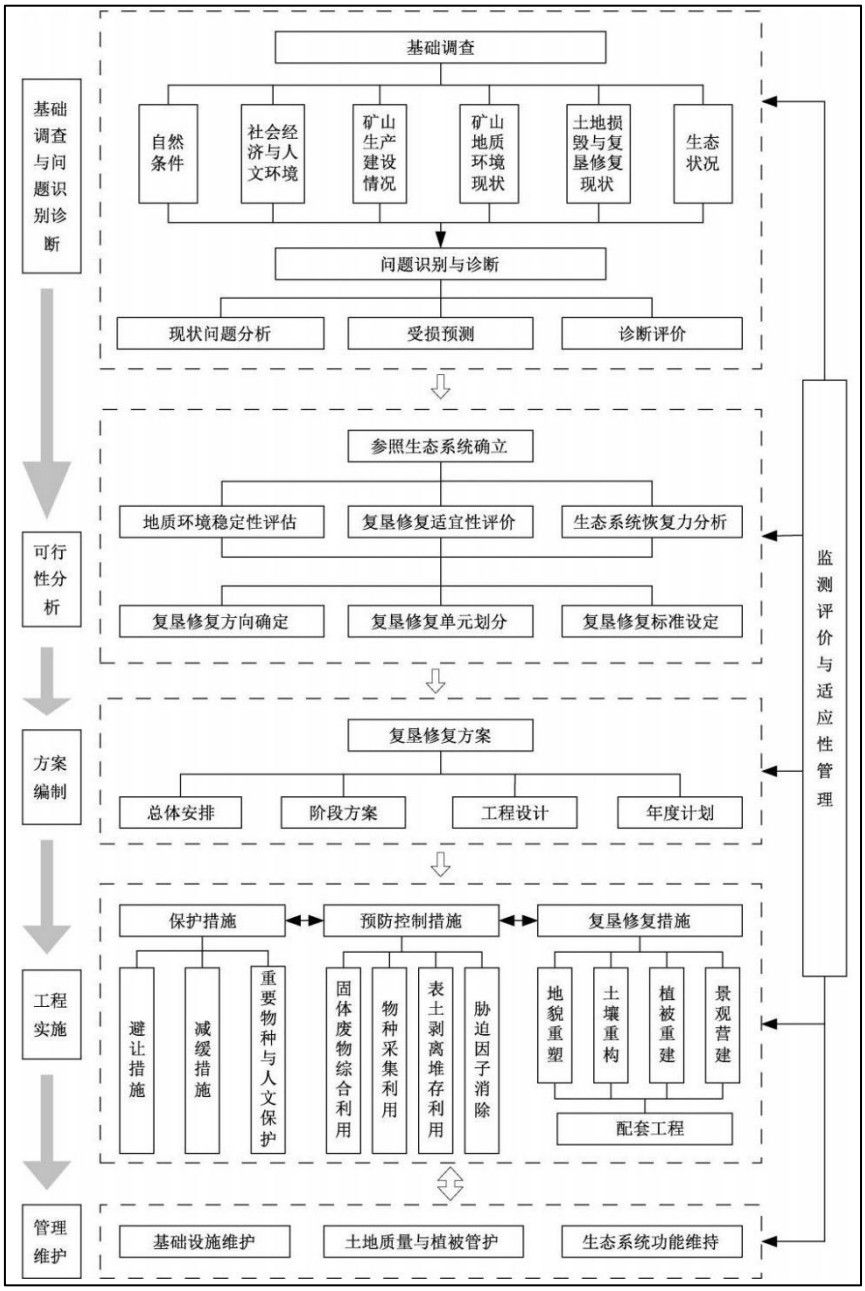


图 0-1　　本次工作程序图

2、工作方法

项目组人员多次赴现场进行野外调查，对矿区生态环境现状进行调查，并收集相关资料，通过室内资料整理与综合分析研究，确定了该项目区评价范围，进行生态修复适宜性评价，在此基础上编制矿区生态修复方案。在报告编制完成后，组织有关专家、矿方相关人员等做了报告内审工作，之后根据专家审查意见再进一步修改完善。

（1）资料收集与分析：收集相关资料，了解掌握矿山所在区域的生态本底状况以及周围社会、经济、人文情况。对矿区地质环境条件、地质环境问题、建设项目规模等情况有了初步了解，从而确定本次工作重点；收集地形图，地质图及土地利用现状图等图件作为评估工作底图及野外工作用图；分析已有资料，确定要补充的资料内容，初步确定现场调查方法，调查路线和主要调查内容。

（2）野外调查：采用 1：5000 地形图、航拍图以及 GPS 定位，无人机航拍，数码拍照。调查的内容主要是野外矿山生态环境调查、土地资源调查、地形地貌、地层岩性、土地利用情况、村庄分布情况、耕地种植情况以及矿区现状开采情况及土地利用现状和损毁土地情况等矿山基础信息为方案的编制提供充分依据。

（3）公众参与：以走访及问卷调查的形式，与矿区所在地和附近的村民沟通土地复垦政策，调查了公众对土地复垦利用方向的意愿，以及对复垦标准与措施的意见。在方案编制完成后，广泛征询矿方、涉及村委及居民、自然资源等相关部门的意见，从组织、经济、技术、生态环境协调性、费用保障、复垦目标以及公众接受程度等方面进行可行性论证。

（4）室内资料整理和报告编写阶段：对收集的资料进行分类整理，在综合分析既有资料以及野外实地调查资料的基础上，利用 mapgis 软件编制方案相关图件，圈定生态修复评价范围。根据矿方及其他相关部门的意见，

对初步方案进行完善和修改。对矿山地质环境影响进行现状评估、预测评估，确定土地复垦标准，优化工程设计，并提出生态修复方案的防治措施和建议，完善工程量测算及投资估算，细化方案实施计划安排以及费用、技术和组织管理保障措施。同时编制《乌海市天裕工贸有限公司乌海市天裕工贸有限公司煤矿矿区生态修复方案》，并通过内部审查。

3、工作评述

2025 年 12 月 16 日—17 日，为资料收集和现场踏勘阶段，重点收集矿区及周边地质、水文、气象相关资料，并组织专业技术人员到现场了解场地位置、范围、地面情况及其与外围的关系，运用调查访问、穿越法及追索法等方法，重点调查了评估区地形地貌、土壤植被、地层分布、水文地质条件、土地损毁等情况，取得了较为详细的第一手资料。对矿区地质环境状况通过踏勘进行了初步了解。2025 年 12 月 19 日—2026 年 3 月 20 日，主要进行室内资料整理，确定方案的服务年限、矿区生态修复工作情况、对矿山存在的问题进行识别诊断、进行方案论证，分区和工程设计方案和方案编制。为了确保编制的方案质量，项目负责人对方案编制工作进行全过程质量监控，对野外矿山地质环境调查工作、室内综合研究和报告编制等工作及时进行质量检查，公司有关专家对矿区自然条件、问题识别与受损预测等关键问题进行了重点把关。报告编制完成后，公司组织有关专家做了报告内审工作，之后报告主编根据专家审查意见再进一步修改完善。主要完成工作量见表 0-1。

表 0-1　　资料收集一览表

工作内容	完成工作量		
资料收集	（1）2024 年编绘的“土地利用现状图”； （2）2025 年 10 月，内蒙古煤矿设计研究院有限责任公司编制的《乌海市天裕工贸有限公司煤矿（改建项目）水平延深修改初步设计》； （3）2012 年 2 月，冀中能源邯郸矿业集团科迈工程设计有限责任公司编制的《乌海市天裕工贸有限公司煤矿矿产资源开发利用方案》； （4）乌海市海南区社会经济情况表； （5）开采计划、土壤监测报告、地下水检查报告等。		
野外调查	调查方法	采用矿区1：5000地形地质图，GPS定位，无人机航拍，数码拍照	
	调查面积	2.3998km^2	
	地形地貌	包括地形坡度、坡向、第四系覆盖比例及厚度，地表水系调查	
	矿区生态状况	生物多样性状况、土壤检测、地下水检测；对照土地利用现状图，对主要地块进行地类核实，主要包括耕地的灌溉条件、交通运输条件、农作物类型、产量及影响产量的主要因素等	
	损毁场地	采空区、地裂缝、工业场地、矿区道路的面积和地类	
	公众参与	广泛地与当地村民、职工沟通矿山地质环境保护与土地复垦政策及实施过程、方法及效果等	
	数码拍照	98张	
	水井	调查走访井深、静水位、供水量	
	其它	包括人文景观、重要交通、重要水利设施	
内部作业	编制工作	矿区生态修复方案、附图等	
	审查工作	矿方技术交流	
成果提交	文本	1份	《乌海市天裕工贸有限公司乌海市天裕工贸有限公司煤矿矿区生态修复方案》
	附图	8张	《矿区土地利用现状图》《矿区地质环境问题现状图》《矿区土地损毁现状图》《矿区地质环境问题预测图》《矿区土地损毁预测图》《矿区生态修复工程部署图》《矿区土地复垦规划图》《矿区航拍图》

方案中所用原始数据一部分来源于现场调查，一部分由矿山企业内部提供。引用数据来源于各种技术资料，引用资料均为评审通过的各类报告。我公司承诺报告中调查数据真实，引用资料可靠，方案中涉及的基础数据、结论均真实有效，无伪造、编造、变造、篡改等虚假内容。

（五）上一阶段方案落实情况

2014 年，天裕煤矿编制了《乌海市天裕工贸有限公司煤矿矿山地质环境保护与恢复治理及土地复垦方案》以及 2020 年 8 月，天裕煤矿编制了《乌海市天裕工贸有限公司煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，设计开采 9 煤组（9-1、9-2 煤层）和 16 煤组（16-1、16-2 煤层），服务年限为 15.4 年，方案编制基准年为 2020 年 8 月，方案适用年限为 2020 年 8 月～2025 年 7 月。根据上期方案，方案服务期修复区面积 19.46hm^2（包括塌陷区、工业场地和矿区道路）。修复措施为：对地下采空区引发的塌陷裂缝进行回填、平整，种草恢复植被，对其内的建筑物进行拆除、清理，对矿区的土地损毁情况进行全面监测。

本矿山已完成工作量为：工业场地种树绿化面积：56955.29m^2，地裂缝治理区面积：9851.22m^2，共计回填量约 3000m^3；警示牌 21 块，其中地质灾害警示牌 10 块；废弃井口已封闭，并拆除临时建筑物 1870m^3，工业场地绿化 70000m^2；采用充填采煤工艺，建井及采矿期间产生的废石均已回填，不存在矸石堆及排土场；居民搬迁、拆除清理废弃建筑物；已建立和完善矿山地质环境监测系统，编制工作面沉降地表观测站布置与观测设计方案，监测记录齐全；职工宿舍前地面硬化 3000m^2。井口材料存储场地硬化 800m^2；办公室、职工宿舍外装修 6023m^2；绿化日常管护 178690.88m^2。定期对采空区上部进行地表变形监测。见已治理相对位置见图 0-2。

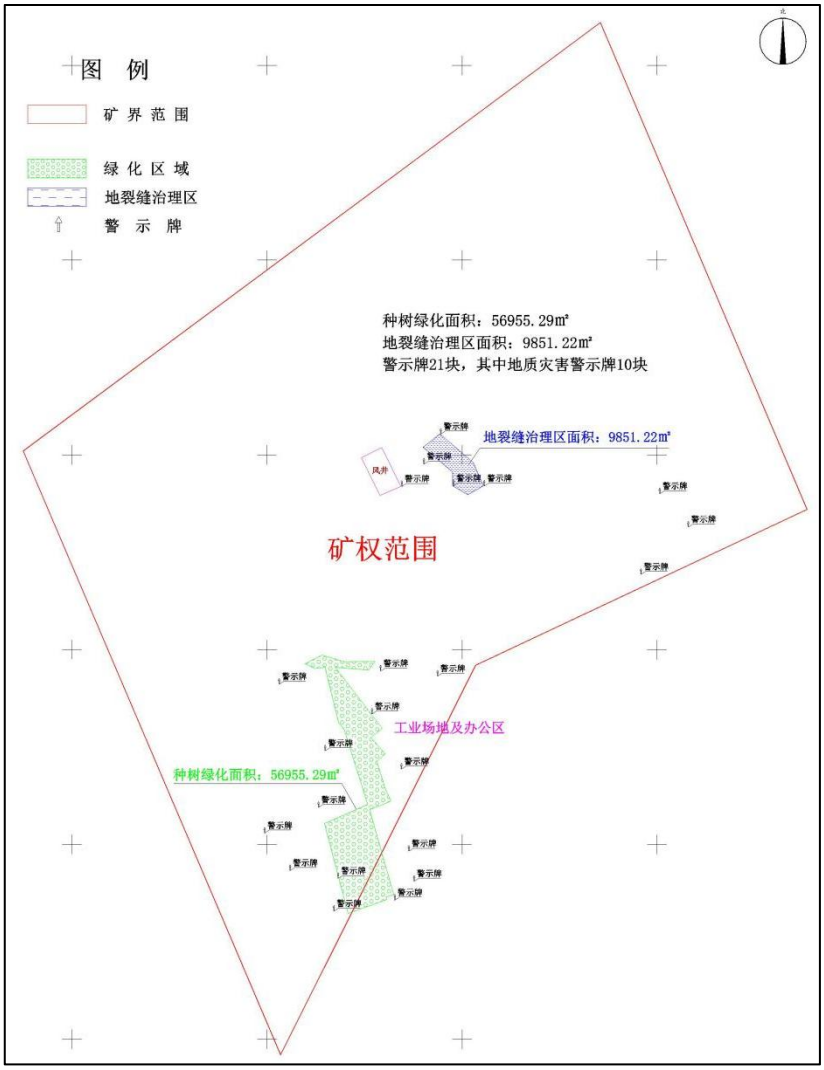


图 0-2　已治理位置示意图

天裕煤矿于 2023 年 3 月编制了《乌海市天裕工贸公司煤矿矿山地质环境治理核查报告》，目前已完成上述治理内容，截止本方案基准期矿山地质环境治理工程于 2017 年 1 月 6 日、2018 年 11 月 18 日通过验收，于 2024 年及 2025 年进行年度治理总结并验收通过，详见附件年度治理验收意见书。

2、存在的问题

（1）由于矿山企业存在重复采动，致使治理后的采空塌陷区地表仍有塌陷的可能，矿山企业应根据塌陷时序及稳沉时间及时进行回填治理。

（2）已搬迁的房屋，部分建筑物拆除清理不彻底，存在安全隐患。

二、服务年限

（一）矿山服务年限

天裕煤矿为正常生产矿山，根据2025年10月内蒙古煤矿设计研究院有限责任公司编制的《乌海市天裕工贸有限公司煤矿（改建项目）水平延深修改初步设计》，截至2025年10月可采储量为878万吨，根据生产能力60万吨/年，开发利用方案设计储量备用系数1.4，经计算剩余服务年限=可采煤量÷（年生产能力×储量备用系数）=878÷（60×1.4）=10.4年。

（二）方案的服务年限

方案服务年限为采矿权（剩余）有效年限+采矿权到期后的生态修复工程实施及后期管护期限。天裕煤矿采矿许可证有效期为2023年11月8日至2033年11月8日。截止本方案基准期，采矿权剩余有效年限为7.7年。结合《工作面沉降地表观测站布置与观测方案》确定沉稳期为1年，本方案考虑沉稳期1年，修复期2年，植被管护期3年，因此，确定该方案服务年限为13.7年，即2026年8月—2040年4月，方案编制基准期为2026年7月。

本方案严格依据国家法律法规和政策要求，当矿山企业扩大或缩小开采区域（涉及资源储量或采矿工程的）、变更矿种、变更开采方式，开采方案重大调整、开采单元范围等发生变化的，需重新编制或修编矿区生态修复方案。若在本方案服务期限内矿业权发生变更，则矿区生态修复责任与义务将随之转移。

第一章　矿山基本情况

第一节　矿业权人基本情况

矿山名称：乌海市天裕工贸有限公司煤矿。

采矿权人：乌海市天裕工贸有限公司。

企业性质：有限责任公司。

乌海市天裕工贸有限公司成立时间为2006年7月6日，法定代表人为高杰；注册资本为壹亿柒仟伍佰伍拾万元（人民币大写）175500000元（人民币小写）；公司类型为有限责任公司，地址为内蒙古自治区海南区滴沥帮乌素矿区；营业期限为2006年7月6日至长期，经营范围为疏干水销售，煤矿机械设备及配件的生产、研发及销售。建材、矿山机电产品研发、销售。铁精粉销售，煤炭开采及销售。

天裕煤矿是一家中型矿山，2023年10月27日由内蒙古自治区自然资源厅换发《采矿许可证》（证号：C1500002010121120107037），有效期为2023年11月8日至2033年11月8日。采矿权人为：乌海市天裕工贸有限公司；矿山名称为：乌海市天裕工贸有限公司煤矿；矿区面积2.3998km^2；开采标高由1150m～580m；生产规模：60万吨/年，开采方式：地下开采。矿区范围由5个拐点圈定。拐点坐标详见表1-1。矿区范围及拐点坐标示意图见1。

表1-1　矿区范围拐点坐标表

点号	X坐标	Y坐标
1	4370509.7523	36403374.7316
2	4371609.7835	36404854.7337
3	4370359.7789	36405384.7604
4	4369959.7589	36404534.7455
5	4368959.7437	36404034.7550
矿区面积：2.3998km^2		开采深度：1150m～580m

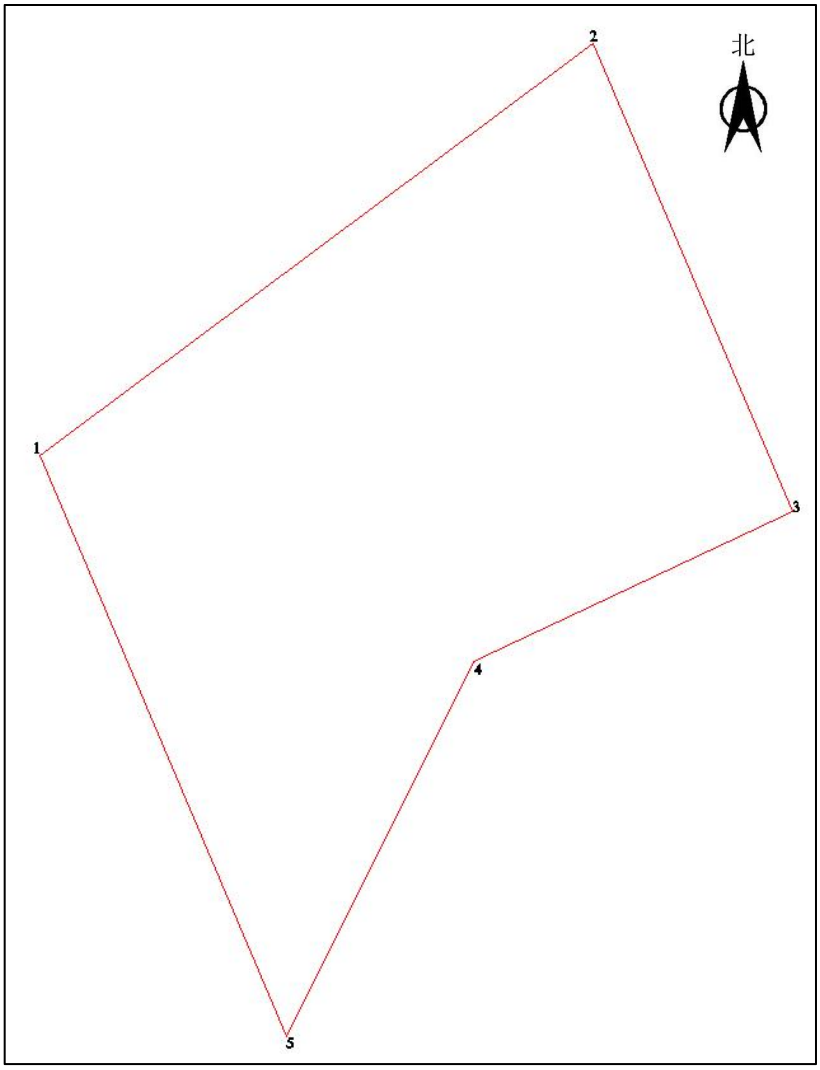


图 1-1　矿区范围及拐点坐标示意图

第二节　地理位置与区域概况

一、地理位置

乌海市天裕工贸有限公司煤矿位于乌海市海南区东部，行政区划隶属乌海市海南区管辖。其地理坐标为（2000国家大地坐标系）：

东经：106°52′37″～106°54′01″；

北纬：39°26′56″～39°28′22″。

天裕煤矿井田西南部紧邻乌海市海南区，距离海南区 2km，其间有 G109 国道、S217 省道、乌棋（乌海～棋盘井）公路等相通。同时，乌（海）～棋（盘井）公路、G6 京藏高速、海（勃湾）～拉（僧庙）公路均穿越本矿井田。井田西距乌海市～公乌素运煤专用线拉僧仲庙站约 5km，沿该铁路

线北上约 45km 可到乌海北站与包兰铁路（包头～兰州）相接。矿井交通便利，为煤炭外运和其他生产建设物资的运输提供了方便条件。详见交通位置图 1-2。

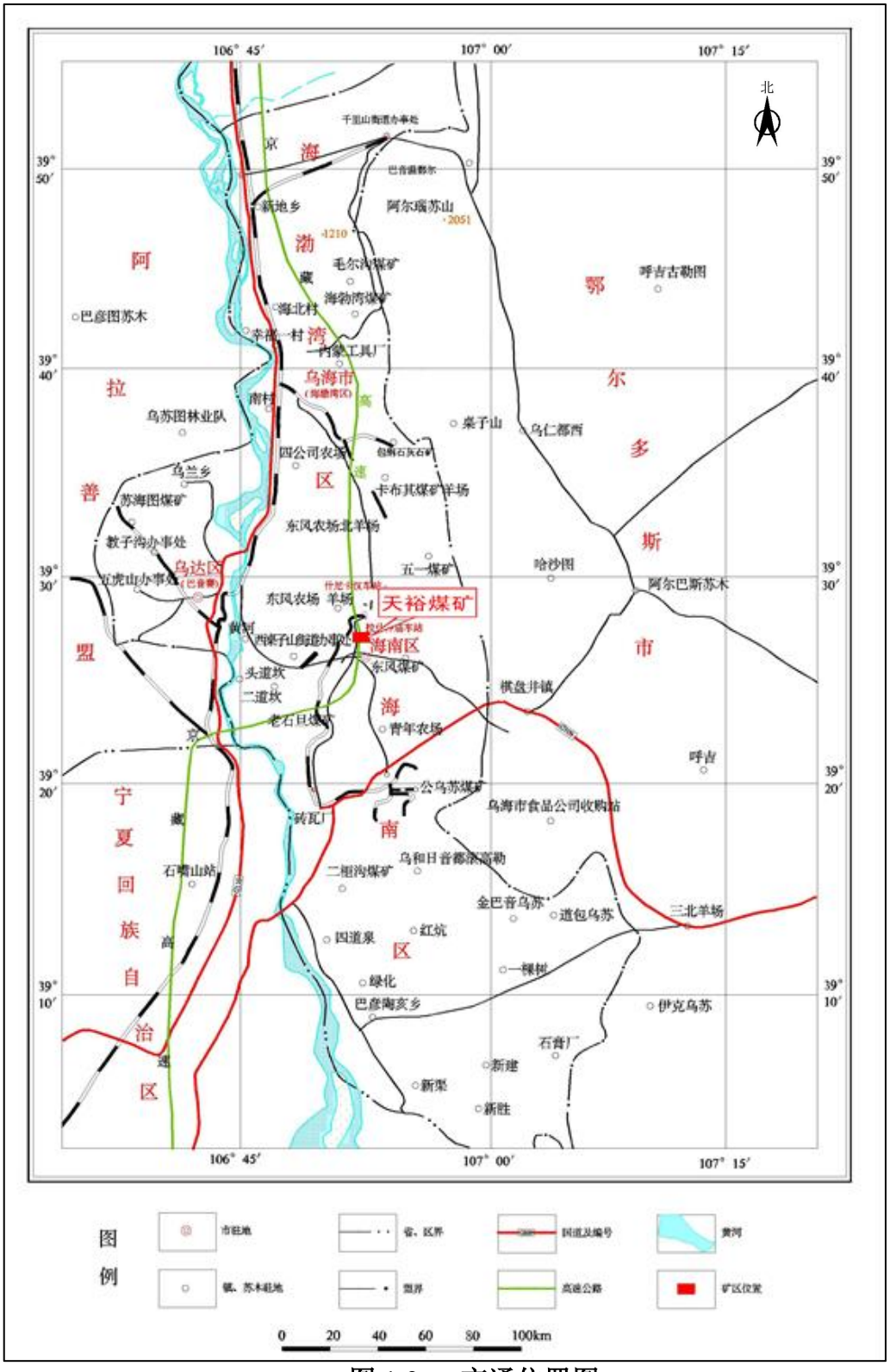


图 1-2　　交通位置图

二、区域概况

根据现场调查，天裕煤矿土地权属归乌海市海南区拉僧仲街道办事处，矿区范围内无村庄分布。

矿井地面现有京藏高速公路、海南区至海勃湾一级公路、海南区黄河路（向北叫海拉路），矿井西侧主要有拉丹高速、乌棋公路，中石油加油站，中石化加油站、人工湖，以及分布在公路两侧的饭店、汽修厂、华宜洗煤厂等。矿区北部边界一带有小的冲沟，为黄河支流卡布其沟支沟，沟谷为干沟，雨季排泄洪水。

天裕煤矿东北部为神华集团海勃湾矿业有限责任公司白音乌素煤矿、东部为乌海市华资煤焦有限公司滴力帮乌素煤矿、东南部为乌海市天裕煤炭有限责任公司煤矿。

井田西部为海南区，无矿井，井田南部为煤层露头，无井田。各矿井之间均留设矿界保护煤柱，未发现越界开采情况。

第三节　矿山开采历史及现状

一、矿山开采历史

（一）采矿证取得、续期、变更情况

乌海市天裕工贸有限公司煤矿采矿权属沿革清晰，历次发证、续期、换证均严格履行自然资源主管部门审批程序。矿区于 2000 年由原内蒙古自治区国土资源厅首次核发采矿许可证，证号：1500000040680，采矿权人为乌海市东山煤炭开发有限责任公司，核定矿区面积 2.4016km² 。

2012 年，原内蒙古自治区国土资源厅重新核发采矿许可证，证号：C1500002010121120107037，采矿权人变更为乌海市天裕工贸有限公司，核定矿区面积 2.4km² 。2018 年 11 月 7 日，内蒙古自治区自然资源厅准予采矿权延续，延续后采矿许可证证号不变，核定开采矿种为煤炭、开采方式为地下开采、生产规模 60 万吨/年、矿区面积 2.3998km² 、开采深度 1150～580m 高程，采矿许可有效期限为 2019 年 11 月 7 日—2020 年 11 月 7 日。

2023 年 10 月 27 日，自治区自然资源厅为矿山换发新版采矿许可证，证号维持 C1500002010121120107037，矿山名称为乌海市天裕工贸有限公司煤矿，许可有效期更新为 2023 年 11 月 8 日—2033 年 11 月 8 日，开采矿种、开采方式、生产规模、矿区面积、开采深度等核心参数保持不变。目前矿山证照齐全、合法有效，处于正常生产状态。

（二）历史时期矿山开采情况

本矿山前身为乌海市东山煤炭开发有限公司三号井、四号井，为乌海市海南区地方国有煤矿，始建于 1986 年，1991 年正式投产，原设计生产能力 6 万吨/年，受多重因素影响，1996 年停产。2002 年 6 月，由乌海市众兴煤炭集团公司联合东山煤炭开发有限公司实施矿井改扩建，因地面建构筑物布局调整，原公路保护煤柱失效，改扩建后矿井设计生产能力提升至 30 万吨/年，矿井更名为“乌海市天裕煤炭有限责任公司一矿”。建井

投产初期主采 9 号、16 号煤层，累计生产原煤 44.7 万吨。2006 年 8 月，矿山委托内蒙古自治区煤炭科学研究院完成技术改造初步设计，乌海市煤炭局以乌煤局字〔2006〕99 号文件予以批复；同年 12 月，矿井正式更名为“乌海市天裕工贸有限公司煤矿”。

为淘汰落后生产工艺、提升资源集约利用水平，矿山于 2012 年实施产业升级技术改造。冀中能源邯郸矿业集团科迈工程设计有限责任公司编制完成《乌海市天裕工贸有限责任公司矿产资源开发利用方案》，经评审（内矿审字〔2012〕038 号）确定矿井生产规模提升至 60 万吨/年，采用斜井开拓、走向长壁采煤法及综合机械化回采工艺，核定矿井服务年限 13.7 年。

为控制采空区塌陷、减少地表生态扰动，落实绿色开采要求，2014 年矿山委托徐州中矿大贝克福尔科技有限公司编制建（构）筑物下充填开采方案，内蒙古自治区煤炭工业局以内煤局字〔2014〕132 号文件批复实施。矿井采用综合机械化采煤工艺，配套膏体充填工艺处置采空区、管控顶板，首采 110901 综采工作面采用厚煤层分层综采+采空区膏体充填治理模式。

2019 年 12 月，为进一步优化绿色开采工艺，矿山委托内蒙古煤矿设计研究院有限责任公司编制充填开采工艺变更说明书，确定采用长壁纵向条带膏体充填绿色采煤法，获批在 9 号煤层 110902 工作面开展工业性试验，待试验完成后完善充填开采专项初步设计，持续降低地下开采对地表生态的扰动影响。

矿井开采煤层分为上、下两组，上煤组以 9 号煤层（9-1、9-2 煤层）为主，下煤组以 16 号煤层（16-1、16-2 煤层）为主，开采顺序为先上后下、有序接续。为保障矿井生产接续、释放下组煤炭资源，2023 年 3 月矿山委托内蒙古煤矿设计研究院有限责任公司编制完成《乌海市天裕工贸有限公司煤矿下煤组水平延深初步设计》并获批复，明确下煤组采用暗斜井延深方式；16 号煤层整体沿用长壁纵向条带膏体充填开采工艺，其中合层区采

用分层充填开采、分叉区采用分煤层独立充填开采。

为进一步优化开采工艺、提升资源回采率，结合区域相邻矿井成熟开采经验，矿山对下煤组开采工艺进行优化调整。2025 年 10 月编制完成《乌海市天裕工贸有限公司煤矿（改建项目）水平延深修改初步设计》，经乌海市能源局批复（乌能局发〔2025〕84 号），将京藏高速公路保护煤柱以东 16 号煤层合层区原条带膏体充填工艺，调整为综采放顶煤开采工艺，在保障生态可控的前提下，实现资源高效、有序、绿色开采。

综上，矿山自建设投产以来，历经多次改制、改扩建及开采工艺升级，从传统粗放开采逐步迭代为机械化、充填式绿色开采模式，开采扰动方式、地表影响范围、采空区治理方式持续优化，为后期矿区生态修复、土地复垦及水土流失治理奠定了基础。

二、开发利用方案概述

因本矿山 2012 年 4 月评审通过的《开发利用方案》时间较长，2012 年—2025 年期间《初步设计》进行了变更，原矿山开发利用方案已不能作为本方案编制的技术依据。故本方案主要依据 2025 年 10 月编制的《乌海市天裕工贸有限公司煤矿（改建项目）水平延深修改初步设计》进行论述。其开采利用主要情况概述如下：

（一）开采范围

本矿为井工开采矿山，生产能力 60 万吨/年，根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）附录 D.1 矿山生产建设规模分类一览表，矿山生产建设规模为“中型”。

（二）矿产资源储量

1、矿井地质资源量

根据内蒙古自治区煤田地质局 117 探队编制的《内蒙古自治区桌子山煤田乌海市天裕工贸公司煤矿生产勘探报告》（内蒙古自治区矿产资源储

量评审中心内国土资储评字[2011]029 号矿产资源储量评审意见书），截止 2010 年 12 月 31 日，矿井保有资源量为 33.23Mt。

其中：采矿证批准采掘标高范围内保有资源/储量 28.00Mt，探明资源量（TM）11.82Mt，控制资源量（KZ）3.16Mt，推断资源量（TD）13.02Mt。

采矿证批准采掘标高外保有资源/储量为 5.23Mt，探明资源量（TM）0.85Mt，控制资源量（KZ）0.12Mt，推断资源量（TD）4.26Mt。

天裕煤矿保有资源储量汇总见表 1-2。资源储量估算范围与井巷工程设施分布范围叠合图见图 1-3。

表 1-2　天裕煤矿地质资源量汇总表　　单位：Mt

煤层号	采矿证范围内资源量（Mt）				采矿证范围外（批准采掘标高外）资源量（Mt）				总量（Mt）
	探明资源量（TM）	控制资源量（KZ）	推断资源量（TD）	合计	探明资源量（TM）	控制资源量（KZ）	推断资源量（TD）	合计	
8-1	0.90		1.61	2.51			0.52		3.03
9-1	0.63		0.82	1.45			0.18		1.63
9-2	4.29	0.83	1.33	6.45	0.29		1.34	1.63	8.08
10	1.44	0.30	0.91	2.65	0.09		0.22	0.31	2.96
16-1	0.94	1.37	1.97	4.28	0.35	0.10	0.50	0.95	5.23
16-2	3.62	0.66	4.46	8.74	0.12	0.02	1.45	1.59	10.33
17			1.92	1.92			0.05	0.05	1.97
合计	11.82	3.16	13.02	28.00	0.86	0.12	4.26	5.23	33.23

移交生产时 9 煤组、16 煤组保有资源/储量 18.92Mt，其中：探明资源量（TM）7.81Mt，控制资源量（KZ）2.79Mt，推断资源量（TD）8.32Mt。

表 1-2　移交生产时 9 煤组、16 煤组保有地质资源/储量汇总表　单位：Mt

级别 / 煤层	探明资源量（TM）	控制资源量（KZ）	推断资源量（TD）	小计
9-1	0.42		0.81	1.23
9-2	2.83	0.76	1.08	4.67
16-1	0.94	1.37	1.97	4.28
16-2	3.62	0.66	4.46	8.74
合计	7.81	2.79	8.32	18.92

（2）工业资源/储量

根据《煤炭工业矿井设计规范》（GB50215-2015），《修改初步设计》将 9 煤组、16 煤组移交生产时保有资源/储量中的探明资源量、控制资源量全部以及推断资源量的 80%计入矿井工业资源储量。工业资源量按下式计算：

工业资源/储量＝TM+ KZ +TD×K

＝7.81+2.79＋8.32×0.8

＝17.26 Mt

K——可信度系数。根据该井田地质构造中等，k 值取 0.8。详见表 1-3。

表 1-3　移交生产时 9 煤组、16 煤组煤层工业资源量表　单位：Mt

煤层编号	工业资源量			合计
	TM	KZ	TD×K	
9-1	0.42	0	0.65	1.07
9-2	2.83	0.76	0.86	4.45
16-1	0.94	1.37	1.58	3.89
16-2	3.62	0.66	3.57	7.85
合计	7.81	2.79	6.66	17.26

（3）设计资源储量

设计资源/储量为矿井工业资源量扣除设计计算的断煤层柱、露头煤柱、采空区煤柱、井田境界煤柱和地面建（构）筑物等永久煤柱损失量后的资源量。经计算，移交生产时 9 煤组、16 煤组设计资源量为 11.68Mt。

（4）设计可采资源储量

设计可采储量＝（矿井设计资源/储量-工业场地、井筒及主要井巷保护

煤柱）×采区采出率

本矿井生产的原煤煤类为 1/3 焦煤，属于稀缺煤种，根据煤炭工业矿井设计规范《GB 50215-2015》关于矿井采出率的规定：

①特殊和稀缺煤类矿井采区回采率应符合下列规定：

1）厚煤层不应小于 78%，其中采用一次采全高的厚煤层不应小于 83%；

2）中厚煤层不应小于 83%；

3）薄煤层不应小于 88%。

②其他煤类应符合下列规定：

1）厚煤层不应小于 75%，其中采用一次采全高的厚煤层不应小于 80%；

2）中厚煤层不应小于 80%；

3）薄煤层不应小于 85%。

经计算，移交生产时矿井 9 煤组、16 煤组设计可采储量为 8.78Mt。详见矿井设计可采储量计算表 1-4。

表 1-4　矿井各煤层可采储量汇总表　　单位：Mt

煤层编号	资源储量编码	矿井地质资源储量	矿井工业资源储量	各种永久煤柱损失				矿井设计资源储量	工业场地及主要井巷煤柱	剩余储量	采区回采率（%）	设计可采储量
				井田边界	断层	老窑采空区	合计					
9-1	TM	0.42	0.42	0.15	0.27	0	0.42	0.00	0.00	0.00	0.83	0.01
	KZ	0	0.00	0	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00		
	TD	0.81	0.65	0.15	0.25	0.23	0.63	0.02	0.00	0.02		
	∑	1.23	1.07	0.3	0.52	0.23	1.05	0.02	0.00	0.02		
9-2	TM	2.83	2.83	0.35	0.28	1.58	2.21	0.62	0.52	0.10	0.88	0.56
	KZ	0.76	0.76	0.12	0.00	0.35	0.47	0.29	0.00	0.29		
	TD	1.08	0.86	0.02	0.15	0.25	0.42	0.44	0.20	0.24		
	∑	4.67	4.45	0.49	0.43	2.18	3.10	1.35	0.72	0.63		
上组煤合计		5.9	5.52	0.79	0.95	2.41	4.15	1.37	0.72	0.65		0.57
16-1	TM	0.94	0.94	0	0.00	0.31	0.31	0.63	0.18	0.45	0.83	2.46
	KZ	1.37	1.37	0	0.00	0.06	0.06	1.31	0.00	1.31		
	TD	1.97	1.58	0.102	0.20	0.08	0.38	1.20	0.00	1.20		
	∑	4.28	3.89	0.102	0.20	0.45	0.75	3.14	0.18	2.96		
16-2	TM	3.62	3.62	0	0.00	0.28	0.28	3.34	0.24	3.10	0.83	5.75
	KZ	0.66	0.66	0	0.00	0.02	0.02	0.64	0.00	0.64		
	TD	4.46	3.57	0.094	0.25	0.03	0.38	3.19	0.00	3.19		
	∑	8.74	7.85	0.094	0.25	0.34	0.69	7.16	0.24	6.93		
下组煤合计		13.02	11.73	0.196	0.45	0.78	1.43	10.30	0.41	9.89		8.21
总计		18.92	17.26	0.986	1.40	3.19	5.58	11.68	1.14	10.54		8.78

（5）煤柱留设

①井田边界煤柱

根据有关规程规范的要求，井田边界煤柱留设宽度取 20m。

②工业场地及井筒保护煤柱

本矿井工业场地位于煤层露头外部，不需留设保护煤柱。

③风井场地及井筒保护煤柱

风井场地位于井田中部，根据现场实际，9 煤组采用充填采煤工艺开采；风井工业场地下部 9 煤组已采用充填开采完成，本次设计风井工业场地 9 煤组不留设保护煤柱。设计风井工业场地东侧 16 煤采用综采放顶煤采煤工艺开采，设计根据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》、工业场地保护等级按II级、维护带宽度取 15m，岩层移动角按γ=70°、β=70°、δ=70°，松散层移动角按φ=45°计算 16 煤风井工业场地保护煤柱，经计算 16 煤风井工业场地留设 85m 宽保护煤柱。

④地面建（构）筑物保护煤柱

地面现有京藏高速公路、海南区至海勃湾一级公路、海南区黄河路（向北叫海拉路）、海南区至棋盘井老公路以及分布在公路两侧的饭店、汽修厂、洗煤厂等建筑物。

设计采用长壁纵向条带膏体充填采煤法，经预测井田内充填开采最下部 16 号煤充填开采后预计地表最大下沉 450mm，地表最大水平变形为-1.5mm/m，地表最大倾斜变形 2.2mm/m，地表最大曲率-0.022×10-3/m，地面建筑物在规范规定的 I 级损害范围内。

基于以上分析，设计暂不考虑留设公路保护煤柱和其他地面建（构）筑物煤柱。

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》第一百零八条，压煤开采设计涉及煤矿企业以外其他方受护对象安全问题时，

应当由煤矿企业组织专业技术人员或者委托专业机构完成，并与受护对象产权单位协商一致后，报省级及以上煤炭行业管理部门。

⑤煤层露头防水煤柱

井田南部为煤层露头，煤层露头防隔水煤柱高度为 19.62m，煤层倾角 35°，则煤层露头煤柱宽度为 28m，设计煤层露头防水煤柱按 30m 留设。

⑥断层煤柱

设计落差大于 10m 的断层两侧各留设 30-50m 煤柱；落差小于 10m 的断层不留设煤柱，但开采至附近时需加强地质勘探工作，确保矿井安全生产。

⑦老窑采空区煤柱

针对井田南部存在老窑采空区，设计留设 50m 的安全隔离煤柱。

⑧上、下山巷道保护煤柱

上煤组中央下山两侧留设 30m 保护煤柱、上煤组西翼下山两侧留设 30m 保护煤柱、下煤组上山两侧留设 30m 保护煤柱。

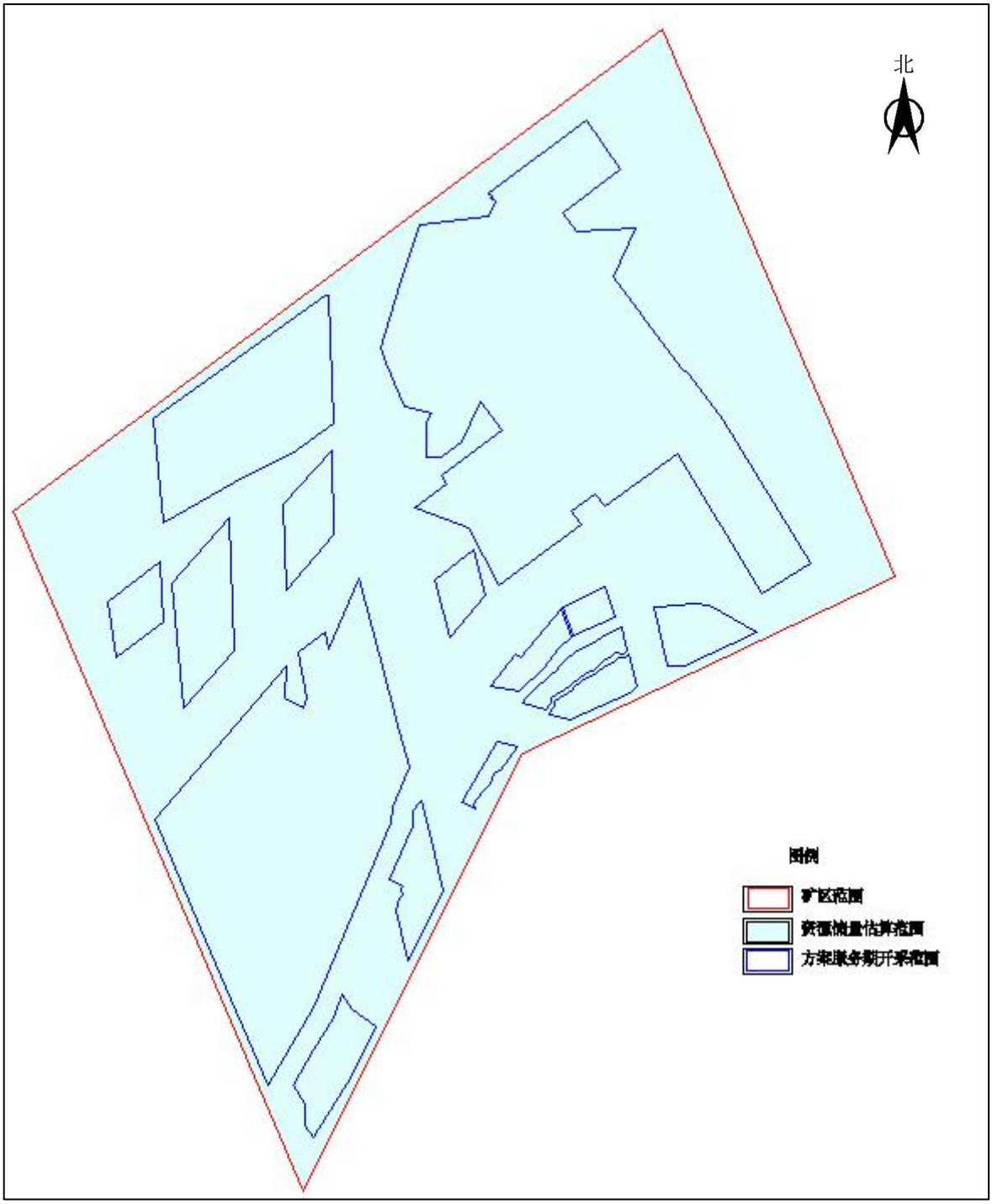


图 1-3　资源储量估算范围与井巷工程设施分布范围叠合

（三）矿井设计生产能力及服务年限

1、矿山服务年限

天裕煤矿为正常生产矿山，根据 2025 年 10 月内蒙古煤矿设计研究院有限责任公司编制的《乌海市天裕工贸有限公司煤矿（改建项目）水平延深修改初步设计》，截至 2025 年 10 月可采储量为 878 万吨，根据生产能

力 60 万吨/年，开发利用方案设计储量备用系数 1.4，经计算剩余服务年限=可采煤量÷（年生产能力×储量备用系数）=878÷（60×1.4）=10.4 年。

2、方案的服务年限

天裕煤矿采矿许可证有效期为 2023 年 11 月 8 日至 2033 年 11 月 8 日。截止本方案基准期，采矿权剩余有效年限为 7.7 年，方案考虑沉稳期 1 年，修复期 2 年，植被管护期 3 年，因此，确定该方案服务年限为 13.7 年，即 2026 年 8 月—2040 年 4 月，方案编制基准期为 2026 年 7 月。

（四）矿山开采方案

1、开采方式

本井田内共含可采煤层 7 层，从上至下编号依次为自上而下依次为 8-1、9-1、9-2、10、16-1、16-2、17 煤层，煤层倾角 8～20°。煤层平均埋藏深度 384m，本矿井煤层赋存多，各煤层多为薄及中厚煤层。本矿井工业场地已建成，井筒及井下开拓开采系统已经形成，各系统运行状态良好；矿井井下已有采掘设备及各系统对本矿井的适应性较好。本设计本着充分利用原有系统，减少投资的原则，仍采用井工开采方式。

2、采煤方法及工艺

矿井现开采 9 号煤层，《修改初步设计》移交生产时在主水平一采区 9 号煤层布置 1 个充填工作面，采用长壁纵向条带膏体充填采煤法，膏体充填采空区管理顶板；京藏高速公路保护煤柱以东 16 煤组（16-1、16-2 煤合层区）采用综采放顶煤采煤法、京藏高速公路保护煤柱以西至下煤组辅运上山保护煤柱线以东区域采用分层长壁纵向条带膏体充填采煤法，三采区西翼（主要为 16 号煤层分叉区）16-1、16-2 号煤层采用长壁纵向条带膏体充填采煤法。

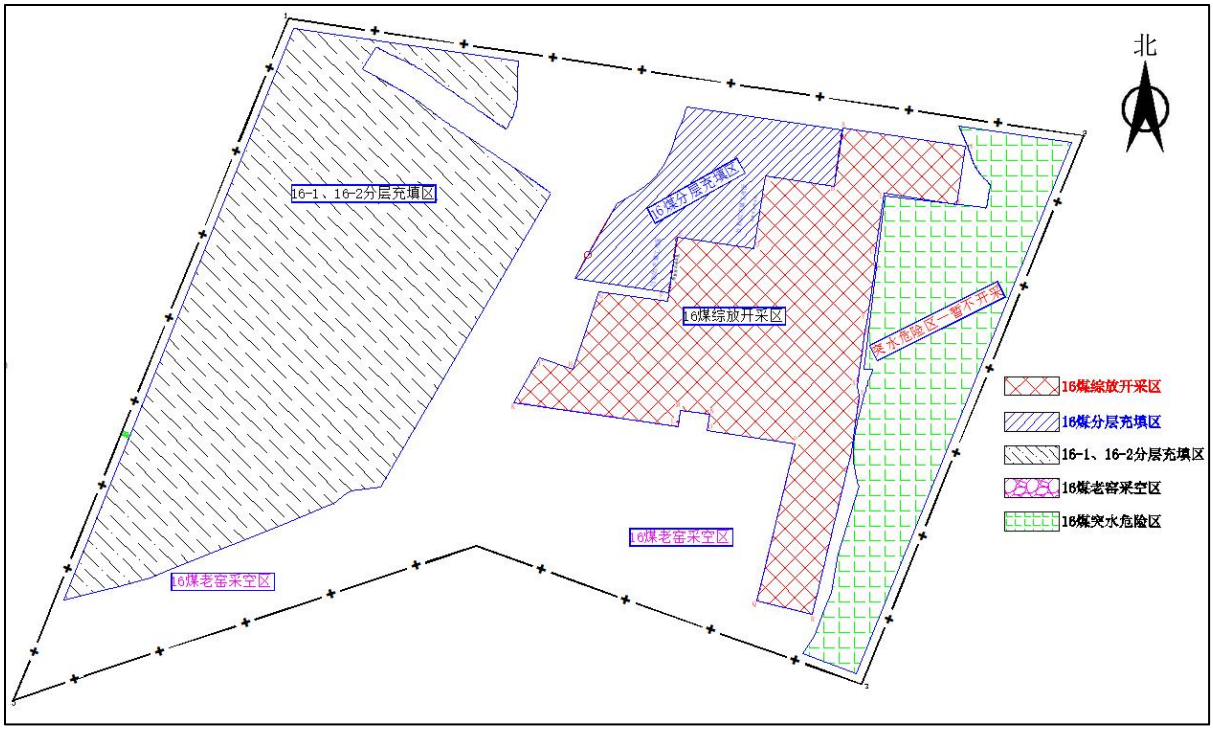


图 1-4　井田范围内 16 煤各开采区域划分示意图

3、开拓方式

矿井采用斜-立井综合开拓方式，工业场地位于井田中西部井田边界附近，场地内布置主斜井、副斜井、进风斜井及回风立井四条井筒。

4、开采水平划分

（1）煤组划分

井田内含有 8-1、9-1、9-2、10、16-1、16-2、17 等七层可采或局部可采煤层；8-1 煤与 9-1 煤平均间距 4.75m，9-1 煤与 9-2 煤平均间距 0.84m，9-2 煤与 10 煤平均间距 4.20m，10 煤与 16-1 煤平均间距 54.88m，16-1 煤与 16-2 煤平均间距 1.73m，16-2 煤与 17 煤平均间距 6.50m；8-1、9-1、9-2、10 号煤层划分为上煤组，16-1、16-2、17 号煤层划分为下煤组。

（2）水平划分

全井田划分为一个主水平和一个辅助水平，其中：主水平标高+1050m，开采上煤组 8-1、9-1、9-2、10 煤；辅助水平标高+916m，开采下煤组 16-1、16-2 和 17 号煤层。

5、采区划分及开采顺序

全井田上煤组以井田中部井筒为界共划分两个采区，上煤组井筒东翼划分为二采区、西翼为一采区。下煤组全井田整体划分为三采区。

各采区整体按照从上至下的顺序依次开采，其中：一、二采区同时开采，一、二采区开采完成后接续开采三采区。即采区接续顺序为：一、二采区（两个采区同时开采）→三采区。采区特征见表 1-5。

表 1-5　采区特征表

序号	水平	采区名称	主采煤层	煤层倾角（º）	采区尺寸		
					走向长度（km）	倾斜长度（km）	面积（km^2）
1	主水平	一采区	9	16º	0.95	1.357	1.158
2		二采区	9	16º	0.648	1.684	1.2418
3	辅助水平	三采区	16	16º	2.445	1.684	2.3998

6、井筒

根据矿井开拓现状，矿井共设主斜井、副斜井、进风斜井及回风立井四条井筒。

（1）主斜井

倾角 16°，斜长 701m，净宽 2.5m，净高 2.2m，净断面积 4.8m^2，直墙半圆拱形断面，采用料石砌碹支护，井筒内装备带宽 800mm 胶带运输机一部，敷设消防洒水管路 1 趟、压风管路 1 趟、通讯电缆 1 回以及信号、照明电缆等。井筒内设台阶；担负全矿井的煤炭提升任务，同时兼作辅助进风井和安全出口。

（2）副斜井/副暗斜井

表土段倾角 14°，斜长 115m，净宽 4.0m，净高 4.3m，净断面积 15.5m^2，直墙半圆拱断面，采用钢筋混凝土支护方式；基岩段倾角 14°，斜长 555m，净宽 4.0m，净高 4.3m，净断面积 15.5m^2，直墙半圆拱断面，采用锚网喷支护方式；井筒内铺设 30kg/m、轨距 600mm 单轨和架空乘人器，采用单钩串车提升；敷设消防洒水管路 1 趟、压风管路 1 趟、排水管路 2 趟、入井

动力电缆 2 回、通讯电缆 1 回以及信号、安全监测监控电缆、照明电缆等；井筒内设台阶和躲避硐，为矿井的主要进风井，担负矿井设备、人员、材料、矸石的升降任务，兼作行人安全出口。副斜井“行车不行人、行人不行车”。

副暗斜井延深段倾角 13°，斜长 122m，净宽 4.3m，净高 4.3m，净断面积 16.15m^2，直墙半圆拱断面，采用锚网索喷支护。延深段井筒内铺设 30kg/m、轨距 600mm 单轨；敷设消防洒水管路 1 趟、压风管路 1 趟；排水管路 4 趟、动力电缆 、通讯电缆以及信号、安全监测监控电缆、照明电缆等；井筒内设扶手、台阶和躲避硐，担负设备、材料、矸石的升降任务，兼作行人安全出口。副暗斜井“行车不行人、行人不行车”。

（3）进风斜井

倾角 14°，斜长 466m，净宽 3.2m，净高 3.1m，净断面积 8.8m^2；半圆拱形断面，毛石砌碹支护，井筒内敷设充填管路 1 趟、排水管路 4 趟，井筒内设扶手、台阶，担负矿井进风兼做安全出口。

（4）回风立井/回风暗斜井

回风立井在 9 号煤层落平。净直径 5.0m，净断面 19.63m^2，垂深 135m。表土段采用钢筋混凝土支护方式，支护厚度 500mm，基岩段采用锚喷支护方式，支护厚度 150mm，井筒内设玻璃钢梯子间，担负矿井回风任务并兼做安全出口。

回风暗斜井倾角 13°，斜长 175m，净宽 4.5m，净高 4.05m，净断面积 16.05m^2，直墙半圆拱断面，采用锚网索喷支护；井筒内设台阶和扶手、压风管路 1 趟、消防洒水管路 1 趟。

井筒特征见表 1-6。

表 1-6　井筒特征表

序号	井筒特征		井筒名称					
			主斜井	副斜井	副暗斜井	进风斜井	回风立井	回风暗斜井
1	井筒	纬距（X）	4369614.8	4369884.9	4370317.82	4369678.2	4370477.63	4370474.736
	坐标	经距（Y）	36404278	36404267.34	36404310.32	36404292	36404168.32	36404168.32
2	方位角		165	164	165	164		165
3	井筒倾角（°）		16	14	13	14	90	13
4	井口标高（m）		1223.078	1219.498	1110	1219.9	1215.547	1082.99
6	井筒长度（m）	已有段	701	670		466	135（上煤组）	
		延深段	551	139	122	-		175
7	井筒宽度（m）	已有段净/掘进	2.5/3.1	4.0/4.8/4.2	-	3.1/3.4	5.0/6.0	-
		延深段净/掘进	4.3/4.5		4.3/4.5	-	-	4.5/4.7
8	井筒断面（m^2）	已有段净/掘进	4.8/7.0	15.5/20.1/16.6	-	8.8/11.4	19.63/21.24	-
		延深段净/掘进	12.64/13.67		16.08/17.72	-	-	16.05/17.13
9	砌壁	支护厚度（mm）及方式	300/毛石砌碹	400/100 钢筋混凝土/锚网喷	100 锚网喷	300/毛石砌碹	800/150 钢筋混凝土/锚网喷	150 锚网喷

（五）矸石充填系统

工业场地充填站由受矸车间、矸石破碎站、上充填车间胶带输送机走廊、充填车间及充填空压机站等组成。受矸车间安装 GLD1200/5.5/S 型带式给料机 6 台；矸石破碎站安装 NSE500 型斗式提升机 1 台、2PC-1600×1400 型高细破碎机 2 台；上充填车间胶带输送机走廊安装 DT11 型胶带输送机 1 台；充填车间安装 XGZ-800 型刮板输送机 1 台、LS273 型螺旋喂料机 4 台、ISG200-250IA 型管道离心泵 1 台、CPN65/66-40-315 型耐腐蚀碱泵 2 台、CPN80-50-200 型耐腐蚀碱泵 2 台、500W25-32-5.5 型潜污泵 3 台、HGBS200.16.800 型活塞式工业泵 2 台；充填空压机站安装 ZLS350G/8.5 型空气压缩机 1 台。

充填站主要生产膏体，生产工艺包括原料的存储、制备、输送、配料、搅拌、泵送等环节，可分为矸石骨料制备系统、配比搅拌泵送系统两大部分。

1、材料来源

天裕煤矿因地制宜、就地取材，在保证充填膏体性能的前提下，综合考虑原材料供应量、原材料价格、加工和运输等条件，最终确定煤矸石作为充填体骨料，以普通水泥作为胶结料，加入适量的水，形成了充填膏体的主要组分。另外，考虑到降低材料成本，改善泵送性能，提高充填体早期强度以实现高效充填模式，在膏体中掺加适量的粉煤灰与外加剂。

①煤矸石

煤矸石是膏体充填中用量最大的材料，在充填膏体中起着“骨架”作用。天裕煤矿年生产能力 60 万 t/a，煤的密度按 1.54t/m^3，则采用膏体充填需要充填量约 40 万 m^3/a；矸石密度按 1.4t/m^3，则矸石需求量为 56 万 t/a。

天誉四矿距离天裕煤矿直线距离约 5km，该矿配套建设洗煤厂一座，洗选能力 3.0Mt/a，洗矸率 40%，则矸石洗出量 1.20Mt/a。天誉四矿与天裕

煤矿同隶属于内蒙古双欣能源化工有限公司，且天誉四矿洗煤厂矸石没有其他有效的利用途径，因此，天裕煤矿膏体充填系统矸石主要取自天誉四矿洗煤厂；主要通过汽运的方式从天誉四矿洗煤厂运至天裕煤矿地面充填站，矸石来源有保障。

②水泥

天裕煤矿膏体充填所用水泥产自乌海市西水水泥有限责任公司，该公司位于乌海市海南区西卓子山街，距天裕煤矿 11km 左右。

膏体充填所需水泥均采用散装运输形式。

③粉煤灰

粉煤灰用于膏体充填，可以大幅降低水泥用量，降低泵送阻力，有效改善膏体材料的泵送性能。

天裕煤矿膏体年充填量 40 万 m^3/a，膏体充填中粉煤灰用量约为 $0.05t/m^3$，则粉煤灰需求量为 2 万 t/a。膏体充填所需混煤灰取自位于鄂尔多斯棋盘井工业园区的内蒙古鄂尔多斯双欣电力有限公司，该电厂出灰量约为 30 万 t/a，能够满足天裕煤矿膏体充填对粉煤灰的需求。

④外加剂

膏体充填所需的外加剂为 PA 型、HA 型贝福剂，其中 PA 型贝福剂可以降低水泥用量，改善泵送性能，HA 型贝福剂可以提高材料早期强度，提高充填采煤效率。

2、充填工艺

矸石骨料制备系统备制好的矸石与膏体配比搅拌匀后通过 HGBS200.16.800 膏体充填泵加压后经回风斜井 16Mn 耐磨 φ219×15mm 无缝钢管输送至井下回采工作面上顺槽口；待无缝钢管输送搅拌均匀的矸石和膏体混合体至回采工作面充填支巷上口后，利用地面到井下的高差作和膏体充填泵施加的动力为充填动力，将膏体自留至各支巷内。充填时，从

支巷下口向支巷上口依次充填，利用膏体的自流特性，将支巷压实。在支巷下口设挡浆墙，当一条支巷冲完后及时在支巷的充填末端设档浆板封闭。每条支巷充满后，进行下一支巷充填。

每条支巷开采完毕后，用档浆板对支巷下出口封堵密闭，在档浆板外侧设单体液压支柱加强“三岔门”支护及提高封堵密闭稳定性。

待整个工作面内全部支巷充填完毕，采用“沿空留巷”方式保留运输顺槽或回风顺槽作为下一个工作面的回风顺槽或运输顺槽。

3、充填膏体输送路线

设计井下充填所需充填膏体利用充填管道运输系统进行输送至井下各充填工作面。具体线路如下：

移交生产时 9 号煤层充填体输送线路如下：进风斜井→9 煤西翼回风联巷→上煤组西翼回风下山→110906 工作面回风顺槽→各充填支巷工作面。

后续三采区 16 号煤层充填体输送线路如下：进风斜井→9 煤中部车场→副暗斜井→下煤组回风上山→16 煤充填工作面回风顺槽→各充填支巷工作面。

4、充填率

依据《乌海市天裕工贸有限公司煤矿充填开采修改设计（变更开采工艺）》可充填空间核算：膏体充填泵是长距离管道输送膏体的动力设备，也是充填车间的核心设备之一，由于充填与工作面生产紧密相关，因此充填泵必须具备高可靠性。矿井地面充填站现有 HGBS200.16.800 型国产进口组装膏体充填泵两台，一用一备，该泵流量大，压力高，具备进口产品的性能，系统可靠且安全。地面充填站矸石和膏体搅拌均匀后通过 HGBS200.16.800 膏体充填泵加压后经回风斜井 16Mn 耐磨 φ219×15mm 无缝钢管输送至井下回采工作面，全部进行充填，充填率为 100%。

（六）总平面布置

依据《修改初步设计》，天裕煤矿总平面布置主要由矿井工业场地（主斜井、副斜井、进风斜井）、风井场地、矿区道路组成。各场地布置情况详述如下。

1、工业场地

矿井技改后共布置 4 条井筒，利用原有主斜井，回风斜井，原有斜井与回风斜井并联回风，新掘一条副斜井担负全矿井的助提升任务。工业场地主要分为生产区、辅助生产区、行政公共区、动力设施四个功能分区。工业场地总平面图布置见图 1-5。工业场地见照片 1-1—1-3。

（1）生产区

本区位于工业场地中部，有主斜井、主井带式输送机栈桥、主井驱动机房、主井热风炉房、主井驱动机房原煤装车仓输送机栈桥、原煤装车仓、落地储煤场防风抑尘网）。原煤通过原煤筒仓直接汽运至洗煤厂。

（2）辅助生产区

本区位于工业场地北部，副井工业场地及充填站。

副井工业场地主要包括副井井口房、提升绞车房、副井热风炉房、矿灯房和自救器材室和井口等候室、联合建筑物、材料棚、综采队修车间、掘进队修车间、油脂库、消防材料库、坑木加工房、空压机房消防水池和加压泵房、井下水处理设施和地面制浆站等。

工业场地充填站由受矸车间、矸石破碎站、上充填车间胶带输送机走廊、充填车间及充填空压机站等组成。

（3）行政公共区

本区位于工业场地南部，主要包括矿办公室、职工宿舍、职工食堂、任务交待室、浴室、厕所等建（构）筑物，以及篮球场等活动场地。建有生活水池及加压泵房及生活污水处理间。

（4）动力设施

10kV 变电站位于行政福利区北侧，锅炉房位于主斜井西侧。

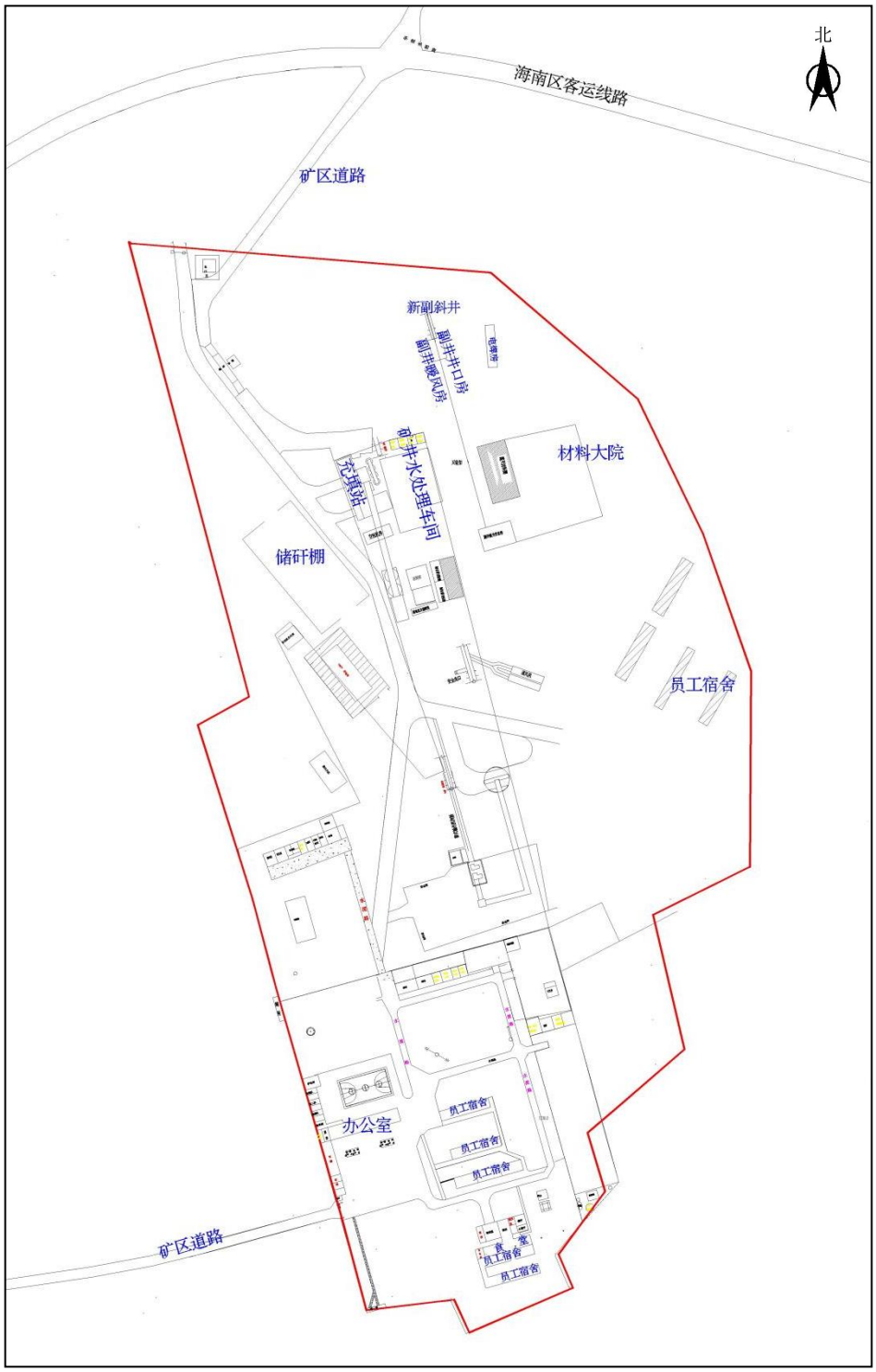


图 1-5　工业场地总平面布置图



照片 1-1　工业场地



照片 1-2 主斜井



照片 1-3　矸石仓

2、风井场地

风井场地位于矿井工业场地北侧 360m 处，场地内布置有回风立井、控制室及配电室等设施，风井场地标高+1215.547m。见照片 1-4。



照片 1-4　回风立井

3、矿区道路

为进出矿区、连接工业场地、风井场地的进场道路和材料道路，总长度约 550m，路面采用沥青混凝土结构，占地面积 0.42m^2。矿区道路见照片 1-5。



照片 1-5　矿区道路

4、公路运输

井田西南部紧邻乌海市海南区，距离海南区 2km，其间有 G110 国道（京藏高速）、S217 省道、乌棋（乌海～棋盘井）公路等相通。乌（海）～棋（盘井）公路、G6 京藏高速、海（勃湾）～拉（僧庙）公路均穿越本矿

井田。井田西距乌海市～公乌素运煤专用线拉僧仲庙站约 5km，沿该铁路线北上约 45km 可到乌海北站与包兰铁路（包头～兰州）相接。

矿井四周交通干线四通八达，铁路、公路交通便利。

5、供电

矿井工业场地地面建有 10kV 变电所一座，双回路 10kV 电源分别引自集团公司所属天誉煤矿 35kV 变电站 10kV 侧不同母线段，一用一备，采用 LGJ-240 型钢芯铝绞线架空线路，线路长度均为 4km。

6、通讯

乌海市全市已实现了区内电话的程控化，并全部进入国际、国内自动传输网，乡镇之间通讯光缆网已经形成，煤矿通信系统由当地电信部门解决。

7、供水

矿井已与海南区自来水公司签订供水协议，供水能力能够满足本矿生活用水；另外本矿井井下预计正常涌水量为 230m^3/h，井下水处理后可用于井下消防洒水及地面生产（含充填站）、消防洒水等；在地面建有生活污水处理站，处理后的水可用于浇洒道路、绿化用水等。

总平面图布置见图 1-6。

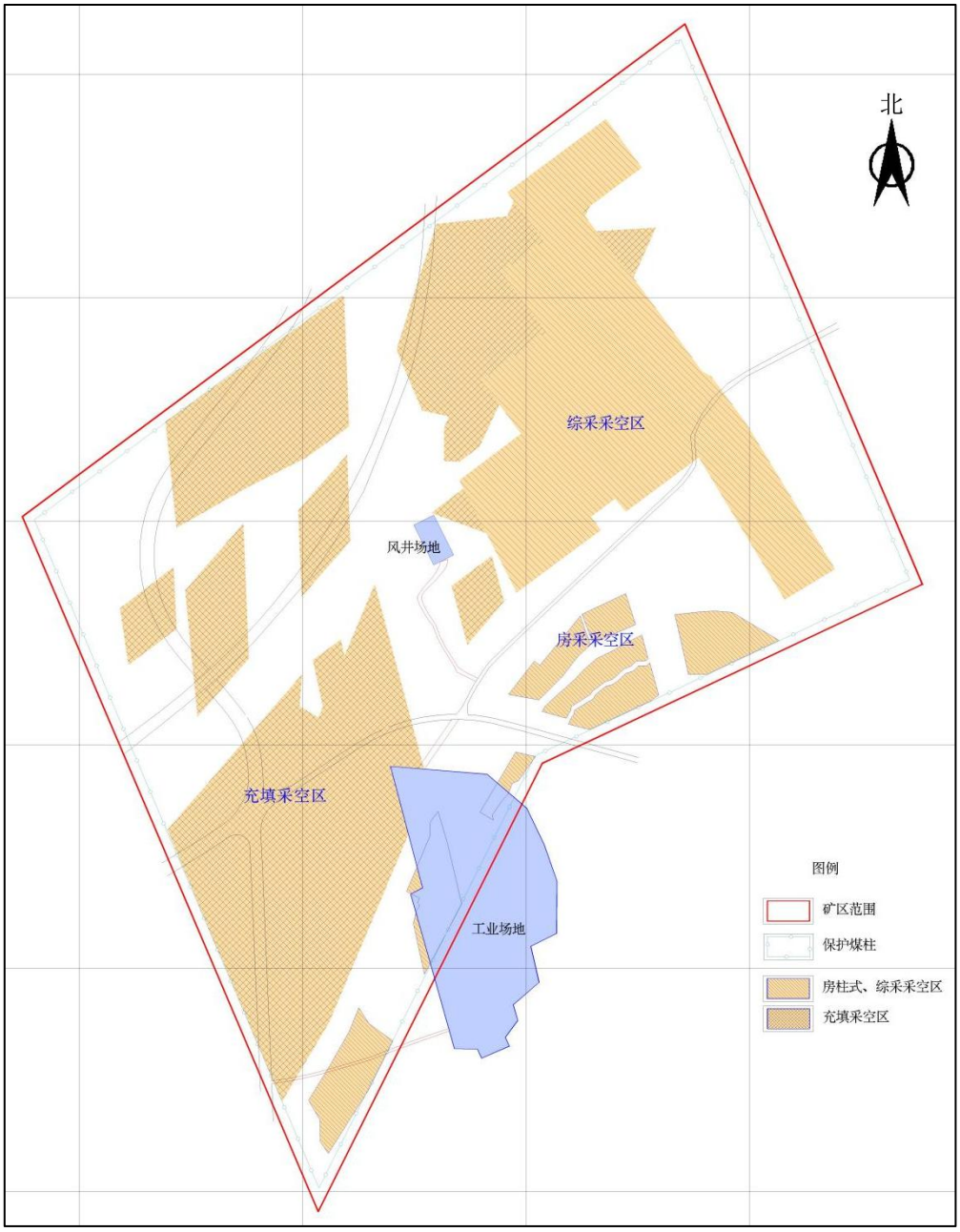


图 1-6　总平面布置图

（七）矿山固体废弃物和废水的排放量及处置情况

1、固体废弃物

本矿为生产矿井，主要固体废弃物为煤矸石、污泥、生活垃圾及危险废物。

（1）矸石处理

矿井正常生产期间排矸量约 2 万 t/a。天裕煤矿正常生产期间矸石与采出的煤一起运至乌海市天誉煤炭有限责任公司煤矿洗煤厂进行洗选。

天裕煤矿年生产能力 60 万 t/a，煤的密度按 1.54t/m^3，则采用膏体充填需要充填量约 40 万 m^3/a；矸石密度按 1.4t/m^3，则矸石需求量为 56 万 t/a。充填所需矸石来自天誉四矿配套建设洗煤厂。

（2）污泥、煤泥的综合利用及减排措施

矿井水处理污泥主要成分为粒度较细的煤，可全部回收利用，与选煤厂洗选加工产生的粗煤泥、压滤煤泥一起混入末精煤销售；工业场地污废水处理产生的污泥经压滤后可用于绿化堆肥。

（3）生活垃圾处置

垃圾产生主要是办公楼和食堂的生活垃圾。在主要建筑物及作业场所安置垃圾桶，定点收集垃圾。配备垃圾车，垃圾定期运至当地环卫部门指定的垃圾中转站。工业场地生活垃圾排放量为 455.7 吨/年。

（4）危险废物

天裕煤矿在工业场地建有一座危险废物暂存库，存放车辆、设备维修保养后产生的废矿物油，全部交由有资质的单位进行转移和处置。

2、废水

由于本地区干旱缺水，为防止污染，保护水体，所以水污染防治的首要原则是及时处理、就近复用，提高污水处理、复用水平，矿井开发过程中产生的主要废水有：矿井疏干水和生产、生活污水。

（1）矿井疏干水

为使工业广场的生活污水排放达到当地环保部门的要求，设计在工业广场建一座 300m^3 污水处理站，主要处理手段是采用目前较为成熟的沉淀、过滤法，矿井正常生产期间矿井正常涌水量 100m^3/h。最大涌水量 141m^3/h。处理后可用于工业生产用水，井下消防洒水等。

（2）生产、生活污水

生产，生活污水排放总量约 190m^3/d，为使排放达到当地环保部门的要求，排放的污废水由室外排水管网排入工业场地的污水处理站，经一体化污水处理设备处理后，用于道路洒水及灌溉绿化。



照片 1-6　矿井水处理站

三、矿山开采现状

根据现场调查和收集资料，本矿生产至今已开采 9 号和 16 号煤层，对应地表形成地下采空区，已建有工业场地、风井场地和矿区道路，天裕煤矿矿区现状分布详见图 1-7，正射影像图见图 1-8。现介绍如下：

（一）采空区

天裕煤矿始建于 1986 年，2002 年进行矿井改扩建，设计生产能力为 30 万吨/年。采煤方法为房柱式开采，已开采 9 号、16 号煤层，开采区域位于矿区南部，共形成房采采空区面积 19.99hm^2。本井田房采采空区形成时间较长（15 年以上），地表曾出现伴生的地面裂缝，裂缝带面积约占采空区面积的 1～3%，煤层采深 46--62m。目前部分地裂缝随着地表变形移动已闭合，部分地裂缝已进行了回填治理。目前，房采采空区地表稳定。

2012 年天裕煤矿进行产业技术升级改造，核定生产能力为 60 万吨/年，

采煤方法为综合机械化开采，已开采 9 号煤层，开采区域位于矿区中部，共形成综采采空区面积 1.32hm^2。综采采空区产生采空塌陷，地表曾出现伴生的地面裂缝，裂缝多呈近平行状分布，裂缝大致与顺槽方向平行，其中最长的 50m，深度 1m，宽度为 0.05～0.30m。目前部分地裂缝随着地表变形移动已闭合，部分地裂缝已进行了回填治理。

天裕煤矿 2014 年以后采用膏体充填采空区管理顶板。已开采 9 号、16 号煤层，开采区域位于矿区西部及东北部，共形成充填采空区面积 50.26hm^2。目前，充填采空区地表稳定，未出现塌陷等地质灾害。矿区范围内采空区分布详见表 1-7。

表 1-7　采空区统计表

开采煤层	开采方式			合计
	房柱式开采	综合机械化开采	充填开采	
9 号煤层	7.93	1.32	21.17	30.42
16 号煤层	12.06	—	29.09	41.15
合计	19.99	1.32	50.26	71.57



照片 1-7　　综采采空区裂缝回填区域



照片 1-8　　自然闭合地裂缝

（二）工业场地

工业场地位于井田南部边界，占地 15.65hm^2（已办理征地手续区域面积 5.64hm^2）。工业场地自然地形、地势较为平坦。工业场地采用南北朝向布置，布置紧凑，各功能区分区明确。



照片 1-9　　工业场地—办公区



照片 1-10　主井

（三）风井场地

风井场地位于矿井工业场地北侧 360m 处，场地内布置有回风立井、控制室及配电室等设施，占地面积 0.50hm^2。

（四）矿区道路

为进出矿区、连接工业场地的进场道路和通往风井场地道路，总长度约 470m，路面采用沥青混凝土结构及素土路面，占地面积 0.69hm^2。



照片 1-11　矿区道路

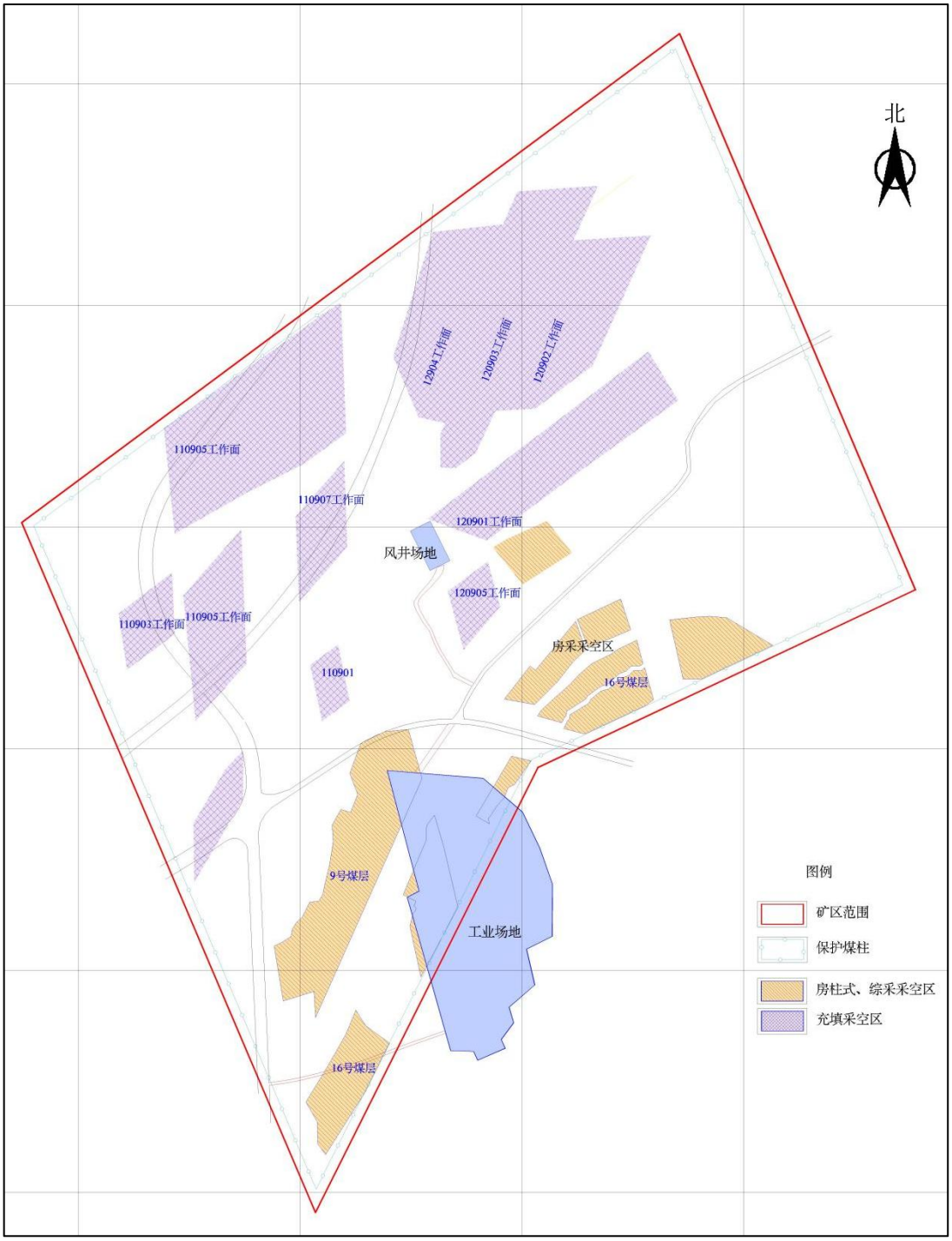


图 1-7　矿区现状分布示意图

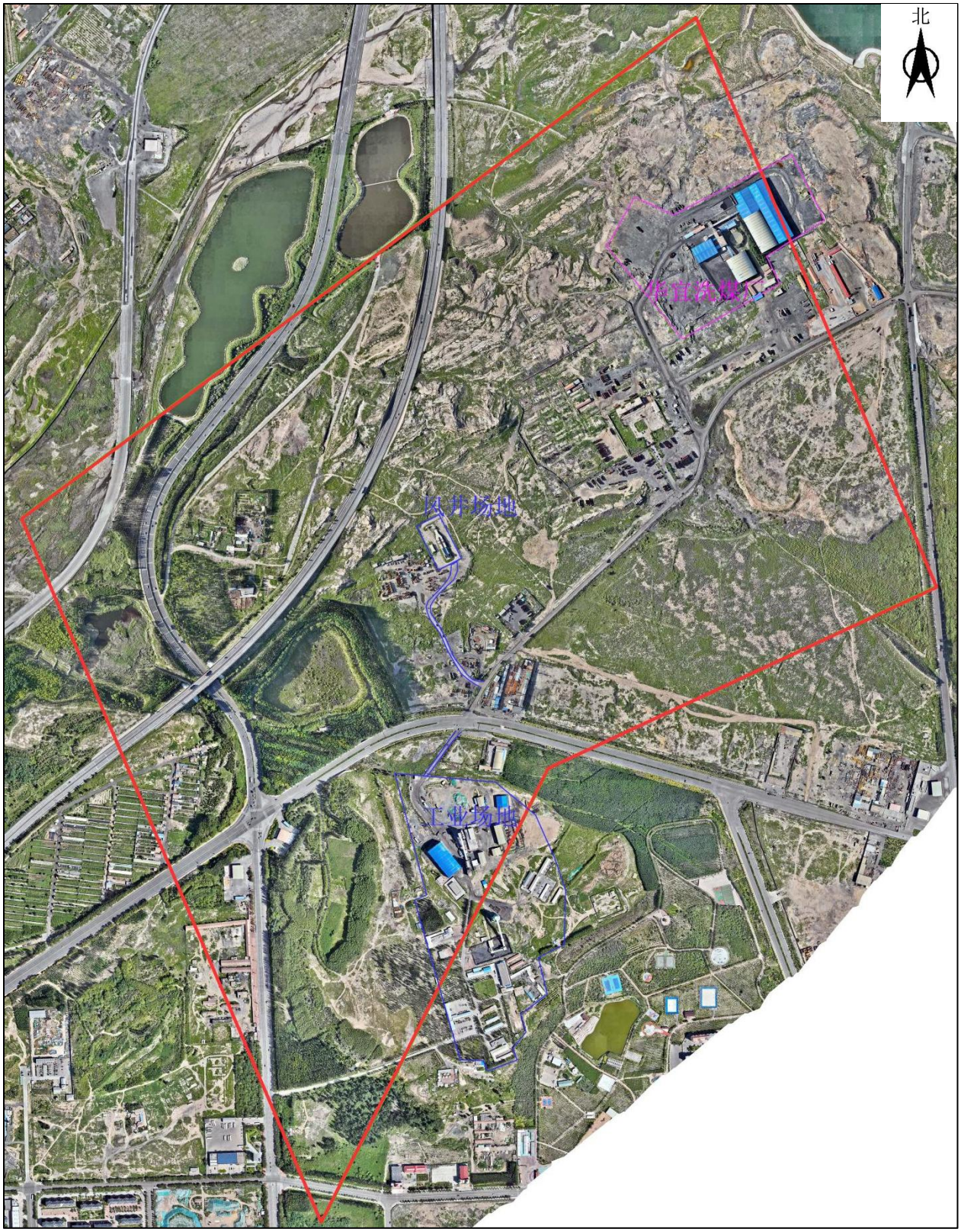


图 1-8　矿区范围现状正射影像图

四、近期三年开采计划

根据《修改初步设计》和开采计划，本方案近期三年内主要开采 9 号煤层 11906、11902、11904 工作面，开采 16 号煤层 131607、131608、131609、131601、131602、131603、131604 工作面共 9 个工作面，其中开采 9 号煤层充填开采面积约 11.98hm^2，16 号煤层充填开采面积约 6.19hm^2，16 号煤层综采开采面积约 15.61hm^2，因此近期 5 年共形成采空区面积 33.78hm^2。近期三年工作面开采接续计划详见表 1-8、图 1-10。

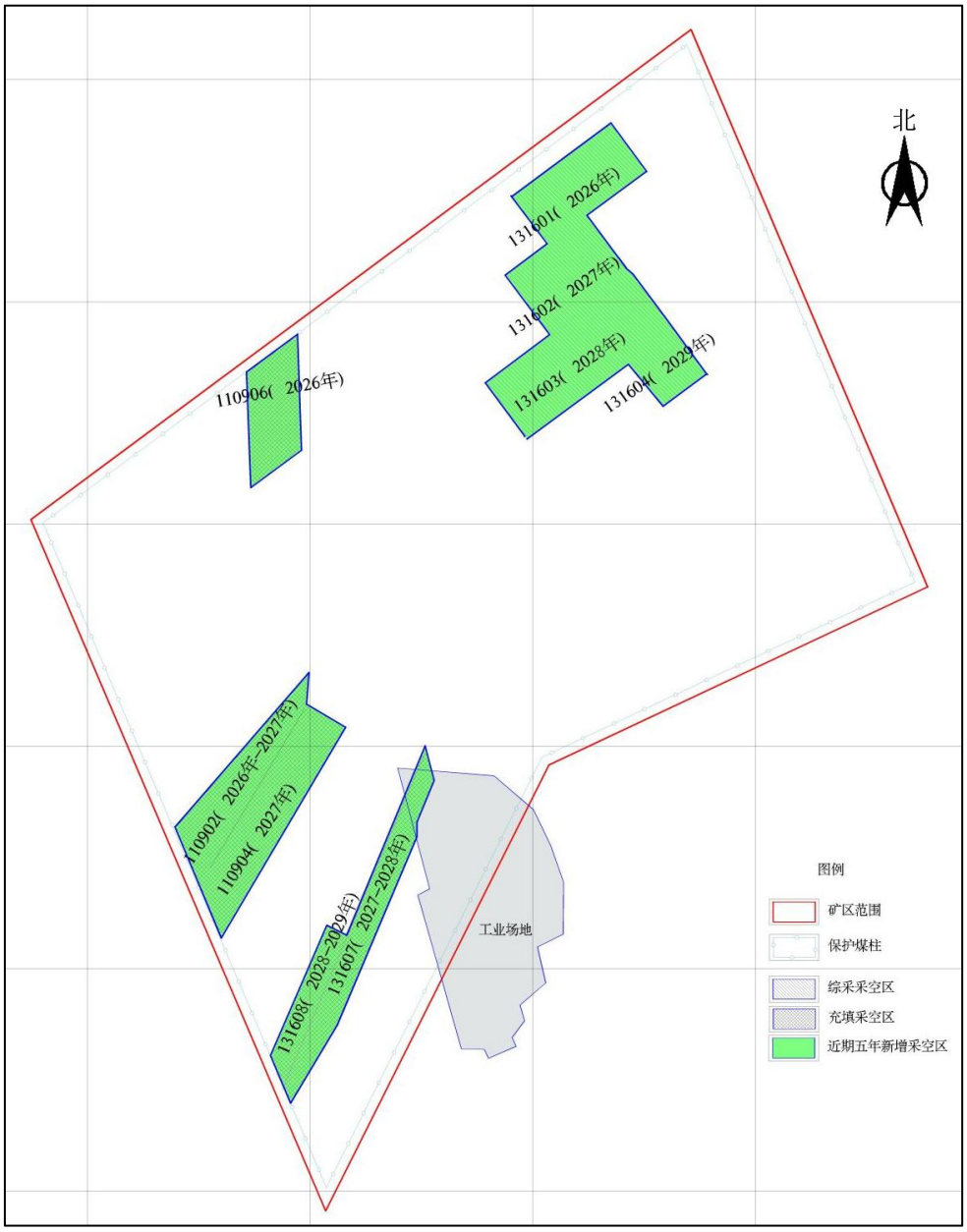


图 1-9　近期开采工作面分布图

表 1-8　矿井近期三年（2026 年 8 月—2029 年 7 月）工作面开采接续表

年度（回采时间）	煤层编号	开采工作面	开采面积（hm^2）
第一年	9	110902、110906	6.61
	16	131601	3.66
第二年	9	110904	5.36
	16	131602、131607	4.62
第三年	16	131603、131604、131608	13.53
合计			33.78

第二章　矿区基础信息

第一节　矿区自然条件

一、气象

本区位于乌海市南部，地处鄂尔多斯台地西部的褶皱地带，属暖温带大陆性气候，冬季少雪，春季干旱，夏季炎热高温，秋季气温剧降。春秋季短，冬夏季长，昼夜温差大，日照时间长，可见光照资源丰富。据海南区气象站近 30 年资料统计，年平均气温 7.8～8.0℃，绝对最高气温 39.4℃，绝对最低气温-32.6℃。年降水量 54.19～357.6mm，平均为 158.1mm，且主要集中于 7、8、9 三个月内，年总蒸发量 3132.1～3913.3mm，平均 3485.1mm，大于年均降水量 20 倍以上。多年平均日照时间数为 3138.6 小时，年平均接受太阳辐射能 155.8 千卡/平方厘米，平均无霜期为 156—165 天；常年多风，冬春季节多刮西北风，夏秋季节多刮东南风，平均风速 3.1m/s，最大风速可达 24m/s。昼夜温差变化甚大，冻结期可达半年之久，最大冻土深度 1.5m。

二、水文

矿区周边最大水系为黄河，黄河距井田约 20km，据乌海市水文观测站资料，该段黄河多年平均流量为 1018m3/s，最大流量 5820m3/s，最小流量 60.8m3/s，水位标高+1063～+1067m，水深 2.5～11.6m。矿区内无常年地表水流，发育小型季节性冲沟，沟谷宽浅，沟床松散，植被稀少。冲沟常年干涸，仅汛期暴雨产生短时洪流，径流暴涨暴落、含沙量较高，洪水最终汇入黄河；汛期水流易冲刷沟岸引发水土流失，沟水对地下水补给量极小。

三、地形地貌

天裕煤矿属半沙漠丘陵地貌，矿区地势中北部偏高、南部偏低，区内地面海拔高程多在1200～1230m；矿区最高点位于勘查区中部，海拔高程

1246.10m，最低点位于矿区西部边界，海拔高程。1199.70m，矿区最大相对高差46.40m，一般相对高差约20m。

井田大部被第四系风积砂及残坡积砂土、砾石等覆盖，仅本区中部的丘陵处有部分基岩剥蚀区，呈现为高原侵蚀性丘陵荒漠、半荒漠地貌特征。见照片2-1、2-2。



照片2-1　　矿区地形地貌



照片2-2　　矿区地形地貌

四、土壤

矿区所在区域受气候因素的影响，地表多砂质化、砾石化合有龟裂结皮。地带性土壤为棕钙土、灰漠土，地表广泛覆盖风积砂、残坡积砂质砾石；局部基岩出露处为岩成土（风化土）。土层普遍偏薄，多数区域 30-50 cm；质地以砂壤土- 砂土为主，砾石含量较高，土壤结构松散。

（一）棕钙土

棕钙土为主要地带性土壤之一，母质多残坡积物、洪积物，地表常覆薄层风积砂、砾石，岗德尔山山前丘陵广泛发育。厚度一般 15-30 cm，砂壤土-砂土，粒状-弱团块状结构；干旱风蚀地段腐殖层被吹蚀变薄甚至缺失。塌陷扰动后，表层腐殖质被破坏，钙积层裸露，土壤透水过快，保水能力大幅下降，自然恢复缓慢。

（二）灰漠土

成土环境：温带荒漠（草原化荒漠的更干旱亚型），比棕钙土更干旱；原生植被以红砂、白刺、珍珠等超旱生灌木占优势；母质多洪积-坡积、黄土状物质，地表发育荒漠结皮、龟裂纹，覆沙、砾幂普遍。土层普遍偏薄，厚 1-4 cm，浅灰-棕灰色，多孔海绵状，地表多见多角形龟裂；矿区很多扰动点位结皮完全被破坏消失。

（三）风化土

矿区的风化土属于岩成土，是基岩就地风化残积形成，主要分布在岗德尔山山前基岩露头、陡坡、沟谷边坡地段，表层：岩石碎块、岩屑、砂粒混杂，细土物质少；没有连续腐殖质层。矿区土壤见照片 2-3。



照片 2-3　矿区土壤剖面

五、植被

原生植被为草原化荒漠群落，灌木、半灌木占优势，伴生耐旱多年生草本；无高大天然乔木。矿区距离西鄂尔多斯自然保护区约730 m，井田内

无保护区核心物种，但周边分布四合木等珍稀保护植物。灌木包括有霸王、红砂、白刺、柠条锦鸡儿等。主要草本植物有短花针茅、松叶猪毛菜、冷蒿、砂蓝刺头、亚菊等。矿区内群落稀疏，灌木层高15-80 cm，草本层高度6- 12 cm，植被总覆盖度一般15%-25%。

矿区植被见照片2-4—2-7。



照片 2-4　矿区内天然植被



照片 2-5　矿区内天然植被



照片 2-6　矿区内人工种植杨树



照片 2-7　矿区内人工种植松树

第二节　社会经济概况

天裕煤矿位于海南区东部，海南区位于乌海市区南部。东、南两边与内蒙古自治区鄂尔多斯市的鄂托克旗毗邻；西南与宁夏回族自治区陶乐县接壤；西依黄河与宁夏回族自治区石嘴山市、内蒙古自治区乌海市乌达区、阿拉善盟阿拉善左旗隔河相望；北与乌海市海勃湾区相连。南北长约50公里，东西宽约20公里，总面积约1005平方公里，占乌海市总面积的57.29%。平均海拔1200米。全区辖巴音陶亥、东风2个乡，老石旦、拉僧庙、公乌素3个镇和拉僧仲、西桌子山2个街道办事处。近年来，海南区不断加快新型工业化、信息化、城镇化、农牧业现代化、绿色化发展进程，经济社会保持平稳健康发展态势。

依据《乌海市国民经济和社会发展统计公报》。本节主要分析2023~2025年乌海市国民经济线管指标及增长值。

2023年乌海市地区生产总值完成713.12亿元，比上年增长0.1%。分产业看，第一产业增加值为8.01亿元，比上年增长3.9%；第二产业增加值为455.22亿元，比上年下降4.3%；第三产业增加值为249.89亿元，比上年增长8.3%。2023年乌海市海南区的生产总值为207.56亿元，比上年增长2.2%。

2024年全年地区生产总值595.57亿元，按可比价计算，比上年增长4.1%。其中，第一产业增加值8.35亿元，比上年增长5.8%；第二产业增加值297.83亿元，比上年增长2.0%；第三产业增加值289.39亿元，比上年增长6.4%。三次产业结构为1.4:50.0:48.6。人均地区生产总值达到106352元，按可比价计算，比上年增长4.1%。

2025年乌海市生产总值为540.75亿元，按不变价计算同比下降4.3%。其中：第一产业：8.64亿元，增长5.7%；第二产业：247.31亿元，下降7.3%；第三产业：284.80亿元，下降1.4%。

拉僧仲街道办事处地处海南区中心城区，辖区面积约56.07平方公里，占海南区总面积的5.84%。下设8个社区，分别是华苑社区、新苑社区、泽苑社区、新世纪社区、新桥社区、康泰社区、平安社区、金海社区，辖区总户数25556户、总人口77868人，其中常住户16492户、43651人，建有中学1所、小学3所、幼儿园8所（公立幼儿园4所、民办幼儿园4所），医院2所和防疫站1所，驻有银行、邮政、电信等机构。

海南区作为乌海市重要组成部分，其国土空间规划需以"一带两轴，两心三区"为导向，规划定位为：区域物流枢纽（自治区西部大宗商品物流枢纽核心区），城市级工业服务基地及公共服务中心。国家新型能源和化工基地重要组成、城市级工业服务基地及公共服务中心、区域物流枢纽中心、生态农业旅游观光示范区。通过划定“三区三线”（生态空间、农业空间、城镇空间及生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界），实现国土空间开发保护格局的优化。《天裕煤矿矿区生态修复方案》的内容符合乌海市的国土空间规划和用途管制、耕地保护、自然保护地、生态保护红线等要求。

第三节　矿区地质环境背景

一、矿区地层岩性

依据2025年10月编制的《乌海市天裕工贸有限公司煤矿（改建项目）水平延深修改初步设计》，井田范围内被大面积第四系覆盖，基岩仅零星出露于小山丘顶部。根据钻孔揭露和岩煤层对比结果，区内地层由老至新有：奥陶系下统三道坎组（O_1s）、桌子山组（O_1z）、奥陶系中统克里摩里组（O_2k）、石炭系上统太原组（C_2t）、二叠系下统山西组（P_1s）、下石盒子组（P_1x）、二叠系上统上石盒子组（P_2s）以及第四系（Q）等。

现将井田地层发育特征由老至新分述如下：

1、奥陶系（O）

（1）奥陶系下统三道坎组（O_1s）

地层厚度大于200m，岩性为灰色中厚层状石灰岩夹灰白色钙质石英砂岩。与下伏寒武系呈平行不整合接触。

（2）桌子山组（O_1z）

地层厚度大于400m，岩性为灰色厚层状生物碎屑灰岩，含动物化石，垂直节理发育，局部有小溶洞发育。该组地层为煤系地层基底，与下伏三道坎组呈整合接触。

（3）克里摩里组（O_2k）

地层最大厚度392.51m（BKY05号钻孔），全组地层厚度大于400m，岩性为深灰色泥岩及泥灰岩。均匀层理，坚硬致密。与下伏奥陶系下统桌子山组呈平行不整合接触。

2、石炭系（C）

地层厚度89m～240.38m，平均189.58m，与下伏奥陶系中统克里摩里组呈平行不整合接触。

依据岩性组合及沉积旋回特征将本组地层划分为两个岩段，其中上统

太原组（C_2t）为主要含煤地层之一，其岩性上部以灰黑色、灰色、砂质泥岩、泥岩为主，夹灰白色粒砂岩，含动物化石及黄铁矿结核，含 12 号薄煤层，下部为深灰色砂质泥岩及白色中、细粒砂岩，含 14、15、16、17 号煤层。

3、二叠系（P）

下统山西组（P_1s）：为主要含煤地层之一，井田内无出露，其岩性组合上、中部以灰白色、灰黑色砂岩、砂质泥岩、泥岩及煤层组成，下部为灰、灰黑色粘土岩、砂质泥岩及煤层，富含动物化石，含 1～10 号煤层，依据岩性组合及沉积旋回特征，将该组划分为四个岩段。本组地层厚度 0～147.24m，平均 120.19m，与下伏太原组呈整合接触。

下统下石盒子组（P_1x）：出露于井田中北部，局部遭受剥蚀变薄，地层厚度 0～158.37m，平均 64.04m，岩性为灰白色中粗粒砂岩夹少量灰绿色砂质泥岩，依据岩性特征将该组划分为三个岩段，本组不含煤。与下伏山西组呈整合接触。

4、第四系（Q）

岩性为风积砂、残坡积物及冲洪积物，由砂土、亚砂土及砂砾组成，厚度 0～55.89m，平均 9.00m。

二、岩浆岩

井田内尚未发现岩浆活动及岩浆岩侵入现象。

三、地质构造与区域地壳稳定性

（一）矿区地质构造

桌子山煤田位于祁、吕、贺山字型构造脊柱部之北部，其主要构造线方向均近于南北向，主要构造有千里山～阿尔巴斯逆断层，桌子山背斜，岗德尔西来峰逆断层，岗德尔背斜等。

本区位置处于鄂尔多斯台向斜西缘的桌子山褶断束之中南部，地层总体构造形态为向西北倾斜的单斜构造，地层倾角 8°~30°，井田断裂构造较发育，根据以往及三维地震资料，本区发育断层 18 条，其中逆断层 8 条，正断层 10 条，落差大于 10m 的断层 9 条，为东部边界的西来峰逆断层、西来峰支一断层、西来峰支二断层及 F4、F7、DF9、DF10、DF11、DF12、DF13。现将主要构造叙述如下：

1、白云鄂博背斜

白云鄂博背斜为本井田的主要构造形态，井田东部基本为其轴部。受西来峰逆断层的切割，白云鄂博背斜不完整，东翼仅保留了小部分，倾向北东，倾角最大 36°。西翼形态较为完整，倾向北西，倾角 22°~30°。

2、西来峰逆断层

位于井田东部，为一压扭性逆断层，走向近南北，倾向西，倾角 61º~66º，落差大于 425～560m，延伸长度 75km。井田内仅为该断层中段一部分，长度约 2.5km。由于该断层影响，使其西部（上盘）地层抬升，煤层遭受剥蚀破坏。

综上所述，井田内断层较发育，且在西来峰逆断层东侧存在因受断层牵引而形成的小向斜，井田内未见陷落柱构造，未见岩浆岩侵入，确定井田构造复杂程度为中等。详见井田构造纲要图 2-1。天裕煤矿断层一览表见表 2-1。

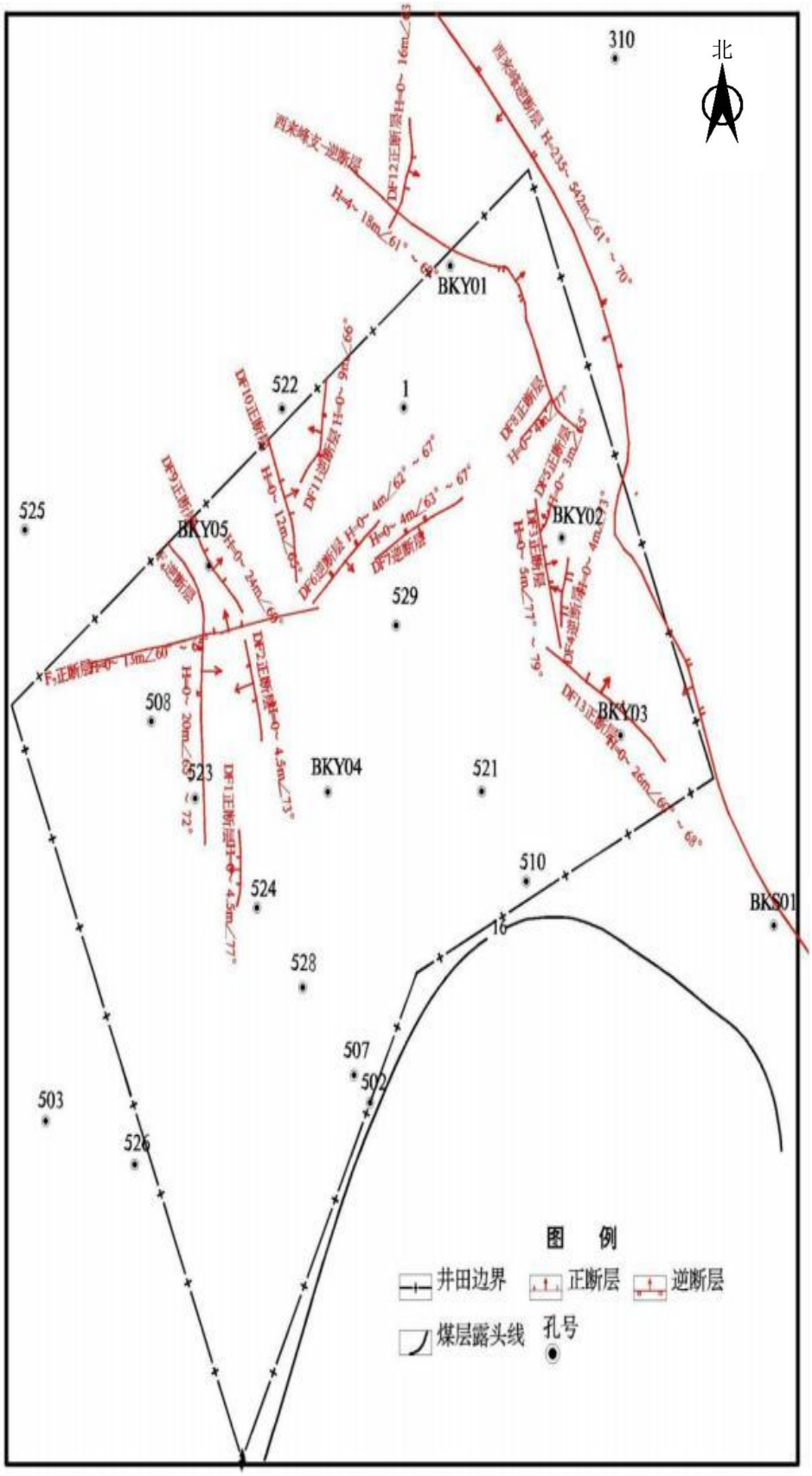

北
310
BKY01
522
1
525
BKY05
BKY02
529
508
BKY04
521
523
BKY03
524
510
BKS01
16
528
507
502
503
526
图 例
井田边界
正断层
逆断层
煤层露头线
孔号

图 2-1　井田构造纲要图

表 2-1　天裕煤矿断层控制情况一览表

序号	断层名称	性质	断层产状			落差（m）	控制长度（m）	错断煤层	地震控制情况	控制程度
			走向	倾向	倾角					
1	DF1	正	近南北	西	77°	9-1 煤 0~4.516-1 煤 0~4.5	145	所有煤层	XLN475~501	参考
2	DF2	正	北北西	西	73°	9-1 煤 0~4.516-1 煤 0~4.5	210	所有煤层	XLN410~443	参考
3	DF3	正	北北西	东	77~79°	9-1 煤 0~516-1 煤 0~5	310	所有煤层	XLN413~4734A,2B	可靠
4	DF4	逆	北北东	西	73°	9-1 煤 0~416-1 煤 0~4	140	所有煤层	XLN445~467	参考
5	DF5	正	北北东	西	65°	9-1 煤 0~316-1 煤 0~3	105	所有煤层	ILN406~415	参考
6	DF6	逆	北东东	南	62~67°	9-1 煤 0~416-1 煤 0~4	250	所有煤层	ILN274~320	参考
7	DF7	逆	北东东	南	63~67°	9-1 煤 0~416-1 煤 0~4	280	所有煤层	ILN313~369	参考
8	DF8	正	北东	南东	77°	9-1 煤 0~416-1 煤 0~4	155	所有煤层	ILN409~439	参考
9	DF9	正	北北西	西	60°	9-1 煤 0~916-1 煤 0~9	245	所有煤层	XLN341~3893A,2B	可靠
10	DF10	正	北北西	东	65°	9-1 煤 0~1116-1 煤 0~12	300	所有煤层	XLN329~3893A,1B	可靠
11	DF11	逆	北北东	东	66°	9-1 煤 0~916-1 煤 0~9	220	所有煤层	XLN323~3483A,2B,1C	可靠
12	DF12	正	近南北	东	63°	9-1 煤 0~1616-1 煤 0~16	区外	所有煤层		参考

13	DF13	正	北西	北东	66°~68°	9-1 煤 0~1316-1 煤 0~13	485	所有煤层	XLN472~5585B,6C	控制较差
14	F4	逆	近南北～北北西	东	65°~72°	9-1 煤 0~2016-1 煤 0~20	625	所有煤层	XLN349~4698B,4C	较可靠
15	F7	正	近东西	南	60°~65°	9-1 煤 0~1316-1 煤 0~13	560	所有煤层	ILN166~2749B,5C	较可靠
16	西来峰 Fxlf	逆	北北西	西	61°~70°	9-1 煤 235~542 16-1 煤 235~542	1335	所有煤层	XLN297~56012A,7B,2C	可靠
17	西来峰支一 Fxlf-1	逆	北北西~北西	西	61°~69°	9-1 煤 4~1816-1 煤 4~18	525	所有煤层	XLN298~3956A,5B,1C	可靠
18	西来峰支二 Fxlf-2	逆	近南北	西	35°~76°	9-1 煤 263~277 16-1 煤 263~277	325	所有煤层	XLN405~4692A,5B,4C	较可靠

地层单位				地层厚度 最小–最大 平均 (m)	累深 (m)	柱状 1: 500	标志层	层厚 最小–最大 平均 (m)	岩性描述	层特征
界	系	统	组							
新生界 Kz	第四系 Q			0–55.89 / 9.00	9.00				主要为阶地砾石，现代河床冲积和风积沙	为第四系风积砂、砂砾石，含水富水性弱。
中生界	二叠系 P	上统 P_2	上石盒子组 P_2s	0–179.76 / 19.20	28.20				主要由紫色、浅紫色、灰绿色砂质泥岩、泥岩及细砂岩组成。井田东南部均被剥蚀。残留厚度平均19.20m与下伏地层呈整合接触。	含水层岩性为细、中、粗粒砂岩为砂岩裂隙水。522号孔上，下盒子组抽水试验，单位涌水量0.5Ls.m，富水性中等
			下石盒子组 P_1x	0–158.37 / 64.04	92.24				上部以灰白色厚层粗砂岩为主，含砾石较多。中上部夹有薄层粉砂岩、砂泥岩或砂质粘土岩1–3层。 中部为黄绿色及杂色砂泥岩，局部夹粘土岩，中部为灰白色中、细砂岩，厚度变化大。 下部以灰白色、粗砂岩为主，局部夹薄层砂泥岩。局部遭受剥蚀变薄，残留厚被平均64.04，与下伏地层呈整合接触。	
			山西组 P_1s	0–147.24 / 120.19	212.43			15.10–49.09 / 30.09		
							1	0–0.57 / 0.30	主要以灰色、灰绿色砂质泥岩，灰白色粗粒砂岩及不稳定1号煤层组成	
								12.90–20.08 / 16.79		为砂岩裂隙承压水，BKY02号孔水试验，静止水位标高1215.16m，单位涌水量0.00249Ls.m，渗透系数0.0447md，富水性弱。 水质类型：SO_4–Mg Ca型，总硬度1226.89mg/L，矿化度3941mg/L，PH值7.7
							2	0–0.75 / 0.33		
								3.90–11.27 / 7.14		
							3	0–0.65 / 0.37		
								4.03–9.43 / 7.36		
							4	0–0.82 / 0.25	主要以灰色砂质泥岩为主，夹细粒砂岩及泥岩，含不稳定2、3号薄煤层。	
								5.97–11.95 / 8.31		
							5	0–0.31 / 0.16		
								8.61–8.95 / 8.75		
							6	0–0.26 / 0.07		
								14.07–17.04 / 16.06		
							7	0–0.40 / 0.17	主要以灰色、灰白色细粒砂岩、中粒砂岩为主，中夹深灰色泥岩、砂质泥岩，含不稳定5、6、7号薄煤层及煤线。	
								4.83–9.19 / 6.73		
							8^{-1}	0.32–1.69 / 1.27		
								0.75–2.68 / 1.38		
							8^{-2}	0–1.22 / 0.34		
								1.71–7.85 / 3.37		
							9	0.74–6.77 / 3.57		
								1.71–5.71 / 4.20	主要由灰色砂质泥岩、泥岩及煤层组成，为本区主要含煤地层，含8^{-1}、8^{-2}、9^{-1}、9^{-2}、10号煤层。	
							10	0.83–1.53 / 1.11		
								1.87 / 8.97		
							12	0.12–0.62 / 0.44		为砂岩裂隙承压水，528号孔抽水验，单位涌水量0.053–0.0569Ls，富水性弱
								18.72–38.67 / 28.42	主要以灰白色细砂岩和深灰色泥岩、砂质泥岩为主，含不稳定12号煤层及煤线。	
							14	0.05–0.70 / 0.29		
								2.17–9.63 / 4.90		
							15	0–1.28 / 0.59		
								5.65–18.81 / 10.59		
							16	0.46–10.48 / 4.03		
								2.17–11.13 / 6.50		
							17	0.14–1.78 / 1.07	主要以灰色泥岩、砂质泥岩、细砂岩及煤组成。含14、15、16、17号煤层，16、17号为本区主要可采煤层。	

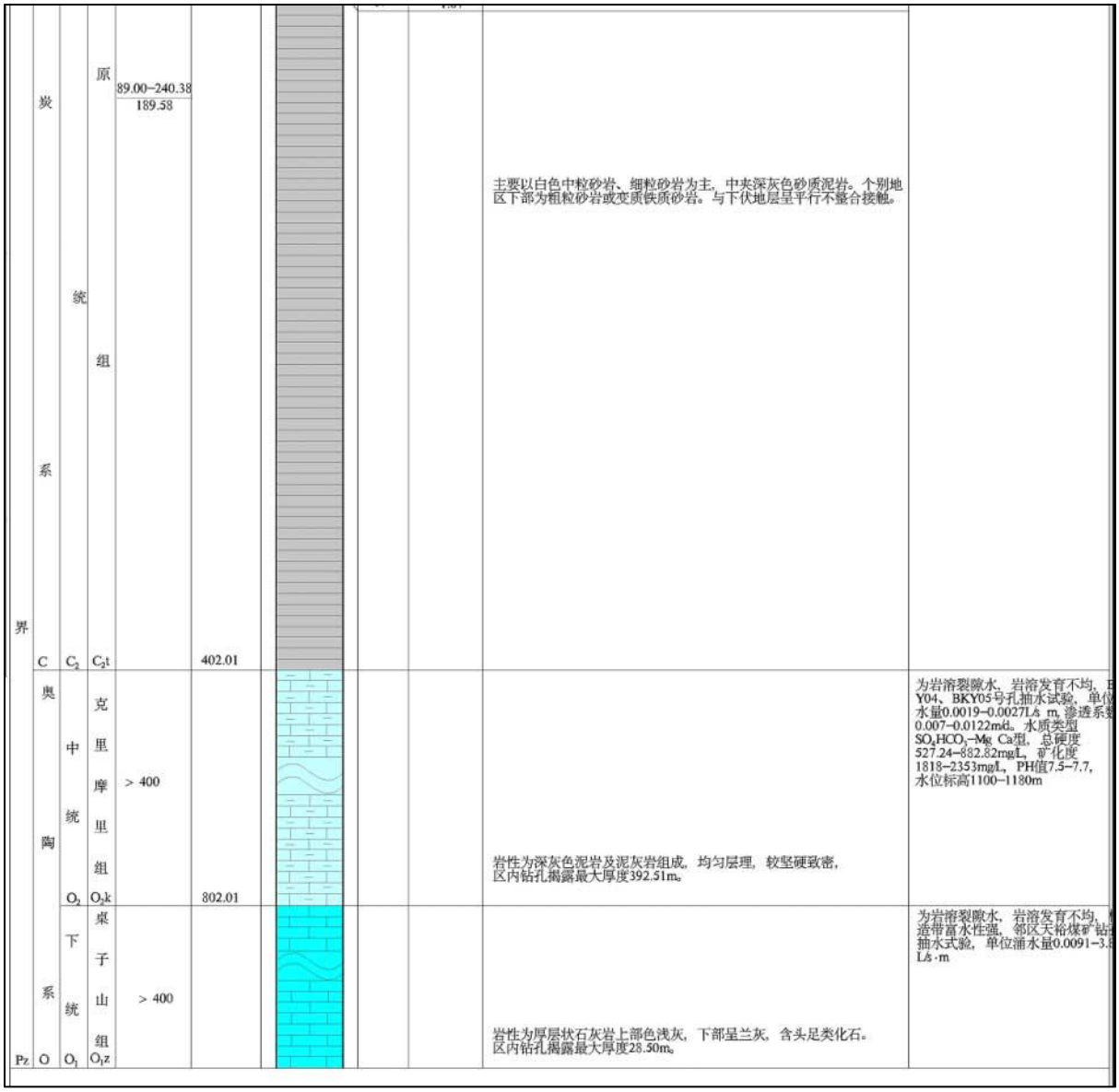


图 2-2　地层综合柱状图

（二）区域地壳稳定性

根据《中国地震动峰值加速度区划图》（GB-18306-2015，1:400 万）和《中国地震参数区划图》（国家地震局 2015 年版，1：400 万），评估区地震动峰值加速度值为 0.2g，对照地震基本烈度为VIII度，区域稳定性一般。

四、水文地质

（一）区域水文地质

天裕煤矿位于桌子山煤田，桌子山煤田位于内蒙古自治区西南部，地处黄河流域中上游。东与鄂尔多斯高原毗连，北与河套平原相邻，西南与银川

平原接壤，西依黄河。出露地层有太古界、元古界、寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系、第三系及第四系地层。构造较为复杂。区域地下水以大气降水为主要补给来源，黄河是最终排泄廊道。本区奥陶系、第四系含水层富水性中等-强，其他含水层富水性弱。

根据含水介质的组合结构、性质、导水和储水性能，本区含水层可划分为变质岩与火成岩类基岩裂隙含水岩组、碳酸盐岩类岩溶裂隙含水岩组、碎屑岩类孔隙裂隙含水岩组及松散岩类孔隙含水岩组四个主要类型。

1、变质岩与火成岩类基岩裂隙含水岩组

主要分布在桌子山、岗德尔山、千里山背斜核部，是华北地台的结晶基底，为麻粒岩相—角闪岩相区域变质作用和混合岩化重溶作用形成的古老变质岩系，因经历多次地壳运动影响，在断裂构造部位有岩脉穿插。变质岩浅部风化裂隙较为发育，风化裂隙带的发育厚度一般在 20-40m，赋存有风化裂隙潜水，泉水流量一般 0.1—2L/s。在断裂构造破碎带和岩脉穿插部位构造裂隙发育，是裂隙水的有利赋存空间，构造裂隙带一般发育深度 200-400m，储水条件良好，连通性强，能接受较多的补给源，其富水性强于风化裂隙带，一般泉流量在 5-20L/s。矿化度小于 1g/L，水化学类型为 $Cl\cdot HCO_3$—Na·Ca 型。

2、碳酸盐岩类岩溶裂隙含水岩组

碳酸盐岩主要由寒武-奥陶系地层组成，岩溶水的赋存状态受其岩体内岩溶裂隙发育程度、裂隙贯通程度及构造切割联通程度的综合控制，而本区主要受断裂构造的影响，由此造成了岩溶水不同于孔隙水的最大特点—分布不均一性。依据该区岩溶水的局部水力联系差，水量分布极不均匀，水位标高差异显著，补迳排条件不尽相同的特点，构成四个较为独立的水循环系统。据此本区可划分为四个岩溶水子系统，分别为千里山岩溶水子系统、岗德尔山岩溶水子系统、桌子山北段岩溶水子系统、桌子山南段岩溶水子系统，天裕煤矿位于桌子山南段岩溶水子系统。

（2）含水层特征

桌子山南段岩溶水子系统石灰岩主要出露于桌子山背斜南部两翼，受沉积环境影响碳酸盐岩类地层沉积不稳定，岩性变化较大。在桌子山区沉积了巨厚的中、下奥陶统地层。下奥陶统以厚层灰岩为主；中奥陶统及寒武系以泥岩、泥质灰岩、泥质白云岩、白云质灰岩为主，夹薄层灰岩。

据钻孔揭露地层岩性并结合构造条件分析，该含水岩组的富水性与岩溶的发育程度、构造的性质、规模、岩性及补给因素有关。奥陶系下统桌子山组灰岩沉积稳定、厚度大、成分较纯、岩溶化程度较高，富水性较强。奥陶系中统及寒武系灰岩纯度欠佳、镁成分及泥质含量较多，岩溶裂隙不太发育，含水微弱、富水性差。因此，下奥陶统桌子山组灰岩为本区最主要的岩溶含水层。虽然岩性是岩溶发育的基础，但岩溶地下水的富水性还受地质构造的控制，在构造破碎带及其影响带内往往形成岩溶地下水的富集径流带或岩溶地下水相对集中排泄地带。在断裂带及其影响带施工的钻孔，都能获得较丰富的水量，如海勃湾电厂供水井（S054），单井涌水量 1800m^3/d（降深 12.7m，单位涌水量 1.64L/s·m），凤凰岭构造复合部位 YR1 孔涌水量 880m^3/d（降深 8.08m，单位涌水量 1.26L/s·m），桌子山南部的黑龙贵断裂，走向 355°，伊盟亿隆选煤公司供水井（S068）即位于该断裂带上，成井时涌水量超过 1200m^3/d（降深 22.5m，单位涌水量 0.617L/s·m），位于棋盘井 F87 断裂带的 YR3 孔涌水量 1008 m^3/d（降深 3.7m，单位涌水量 3.15L/s·m）。

（3）补给、径流、排泄条件

区内岩溶水补、径、排条件复杂，主要靠大气降水的直接入渗和河谷洪水、潜流渗漏及碎屑岩类孔隙裂隙水通过断裂渗漏补给。

在大面积的岩溶地下水补给区，灰岩地层裸露，干谷纵横，但均为季节性排洪沟谷，大气降水的垂渗和地表水的集中渗漏补给占主导地位。在径流排泄区，岩溶水主要接受碎屑岩类孔隙裂隙水通过断裂渗漏补给。

岩溶地下水的径流及汇集形式，受地形、构造、岩溶发育程度及河流侵蚀基准面的控制，沿整个区域岩溶断裂构造及深切岩溶沟谷形成强径流带，岩溶水由东向西径流运动。

岩溶地下水的排泄方式主要是岩溶大泉及侧向外排。岩溶水一部分以潜流形式排向黄河，另一部分在拉僧庙附近由于老石旦东山断裂上盘挤压应力作用，使得下盘拖曳折曲，地层倒转，将中奥陶统隔水的乌拉力克组和拉什仲组层位抬高，断裂带岩溶水在此处受阻，出露成泉。

随着乌海市经济的发展，桌子山煤田岩溶水的开采量在增加，桌子山南段岩溶水子系统形成了东部棋盘井、西南部老石旦东山断裂区、北部骆驼山井田（2010 年 3 月 1 日该矿在 16 号煤层回风大巷的掘进过程中发生了严重的奥陶系灰岩水透水事故，瞬时突水量 6500m^3/h）等供水水源地。岩溶水的开采，使桌子山南段岩溶水的流场发生了变化，在天然状态下，岩溶水由东向西径流运动，并在拉僧庙以泉的形式排泄（20 世纪 70 年代泉流量 118.48L/s）。东部棋盘井岩溶水水位标高 1228.88m（YR3 孔，1989 年），中部伊盟亿隆选煤公司供水井（S068）岩溶水水位标高 1167m（1989 年），西部海勃湾电厂供水井（S054）岩溶水水位标高 1141.65m（1986 年），20 世纪 80 年代后期泉水干枯。

3、碎屑岩类孔隙—裂隙含水岩组

碎屑岩类孔隙裂隙水主要赋存于第三系、白垩系、侏罗系、三叠系、二叠系、石炭系含水层中，岩性主要为不同粒级粗、中、细、粉砂岩，含裂隙、孔隙潜水和承压—自流水。含水岩组的富水性取决于各种成因的裂隙性质、发育程度和裂隙的穿插、切割等因素制约。碎屑岩类分布区，一般富水性较差，据《桌子山煤田白云乌素矿区精查勘探报告》及《内蒙古自治区伊克昭盟桌子山煤田滴沥帮乌素矿区地质勘探详查报告》水文孔抽水试验资料，单位涌水量 0.000254-3.15L/s·m 单井涌水量 1-300m^3/d，矿化

度一般为 1-3g/L，水化学类型为 $CI·SO_4·HCO_3$-Na 型。

4、第四系松散层孔隙含水层

该含水岩组的富水性，受含水层岩性、规模及其所处的地貌和补给条件等因素制约。

在山前冲洪积倾斜平原区的冲洪积扇顶部及中部，沉积了巨厚的砂砾石层，其间无隔水层，形成了统一的潜水含水层组，水位埋深 30-100m。该含水层组虽颗粒粗，但泥质含量高，一般为 5-10%，影响了含水层的渗透性和富水性，渗透系数一般为 10-20m/d，单井涌水量小于 2000m^3/d。在冲洪积扇的中下部，含水层颗粒虽然变细，但泥质含量相对扇顶减少，渗透性能增强，富水性变好。渗透系数一般 20-30m/d，水位埋深 10-30 米，单井涌水量 2000-4000m^3/d，矿化度小于 1g/L，水化学类型为 $HCO_3·SO_4$-Na·Mg 型。

在黄河冲积平原，含水层岩性以砂砾石和细砂为主，夹薄层黏性土及淤泥质粘土透镜体，渗透系数一般 20-30m/d，水位埋深小于 10m，单井涌水量大于 3000m^3/d，矿化度小于 1-3g/L，水化学类型为 $SO_4·Cl$-Na·Mg 和 $Cl·SO_4$-Na.Mg。

（二）矿区水文地质

1、含水层的分布及特征

（1）奥陶系桌子山组岩溶裂隙含水层

以往勘探资料证明，天裕煤矿 3 个钻孔均揭露奥灰：以西来峰逆断层为界，东侧 BKY03 孔揭露奥灰厚度 28.5m，揭露地层为奥陶系下统桌子山组，岩性为灰色石灰岩；西侧 BKY04 揭露奥陶系地层 403.15m，其中揭露奥陶系中统克里摩里组 380.57m，岩性主要为灰黑色泥岩、砂质泥岩、泥灰岩，夹薄层石灰岩；揭露奥陶系下统桌子山组 22.58m，岩性为灰色石灰岩。BKY05 号孔：奥陶系埋深 384.09m，顶界标高 831.79m，揭露奥陶系地层 392.51m，揭露地层为奥陶系中统克里摩里组，岩性主要为灰黑色泥岩、砂质泥岩、泥灰岩，夹薄层砂岩。

BKY04、BKY05 号孔地面抽水测得单位涌水量 0.0019~0.0027 L/m·s，富水性为弱；渗透系数在 0.007~0.0122m/d，属于弱含水层。矿化度在 1818～2353 mg/l 之间，属于微咸水。PH 在 7.5～7.7 之间，以弱碱性水为主。水质类型以 SO_4 (HCO_3)-Mg·Ca 及 SO_4· C_l (HCO_3)-Na·Ca 型为主。2021 年水文补勘资料奥灰水位标高+1080m-+1100m，由于近几年降雨量较少和开采利用过度，导致区域奥灰水位持续下降，奥灰水位目前+1050m 左右。

从 3 个孔揭露奥陶系地层分析，本区大部分地区煤系基底下伏为奥陶系中统克里摩里组，岩性主要为厚层灰黑色泥岩、砂质泥岩、泥灰岩，岩溶不发育，克里摩里组富水性弱。克里摩里组下伏的桌子山组本次工作未揭露其含水层，据邻区乌海市天誉煤炭有限责任公司桌子山组抽水试验成果，单位涌水量 0.0091~3.846L/s·m，在断层破碎带富水性强。

2）太原组砂岩裂隙含水层

太原组为本区含煤地层，由灰色中、细粒砂岩、灰色灰黑色粉砂岩、砂质泥岩、泥岩及煤层等组成，为砂岩裂隙承压水，据 528 号孔抽水试验单位涌水量 0.053-0.0569L/s·m，富水性弱。

3）山西组砂岩裂隙含水层

该组岩性由灰白色砂岩、灰色粉砂岩、砂质泥岩、泥岩、煤层等组成，砂岩为含水层。BKY02 号孔抽水试验，静止水位标高+1215.16m，单位涌水量 0.0249L/s·m，渗透系数 0.0447m/d，富水性弱。

水质类型 SO_4-Mg·Ca 型，总硬度 1226.89mg/L，矿化度 3941mg/L，PH 值 7.7。

4）上、下石盒子组砂岩裂隙含水层

本组岩性以紫色、灰色泥岩、砂质泥岩、粉砂岩为主，其次为黄绿、灰绿及灰白色之细、中、粗粒砂岩，其中砂岩裂隙中含水，据 522 号孔上、下石盒子组抽水试验，单位涌水量 0.5L/s·m，富水性中等。

5）第四系松散层孔隙含水层

全区分布，为第四系风积砂、砂砾石，含水层富水性弱。

2、隔水层特征

（1）第一隔水层

位于山西组 2~5#煤层之间，岩性为灰、深灰色砂质泥岩、泥岩，一般厚 10~15m，隔水性能好。

（2）第二隔水层

位于山西组 8~10#煤层之间，岩性主要为泥岩、砂质泥岩，厚度 8~17m 左右，隔水性能良好。

（3）第三隔水层

位于太原组 16#煤层至奥陶系顶界之间，岩性由 16#煤层底板组成，为砂质泥岩、泥岩、砂岩，厚度 115.15~141.78m，隔水性能较好。

3、地下水补径排条件

（1）边界条件

天裕煤矿北、西、南边界均是人为边界，东部与乌海市天誉煤炭有限责任公司和乌海市华资焦煤有限公司滴沥帮乌素煤矿相邻；东部边界附近发育有西来峰逆断层，由于断层落差较大，断层与西边界间资源开采难度较大，所以，西来峰逆断层是矿井的天然东界。

西部边界位于至乌达运煤路，地层倾向 115°，边界部分区域地层有出露（包括 9#、12#、16#煤层）。这部分出露地层会接受大气降雨补给，对矿井涌水会产生影响。

南部和北部边界是人为边界，地层隐伏无出露，可能会接受上覆松散层水下渗补给。

（2）地下水补径排

井田内地下水类型主要为承压水，潜水分布范围小，承压水主要靠在含水层露头区接受大气降水补给，而含水层的出露范围除奥灰广泛以外，其余分布范围有限，再加上降水量小，因此承压水的补给条件除奥灰较好外，其它都不太好。

地下水均以层状径流方式顺层径流，砂岩裂隙水以人工取水和矿井水的形式排泄；奥陶系地下水由东北向西南径流，出区后向黄河排泄。

4、矿井涌水量现状

对矿井水文地质类型划分，严格按照国家安监总局、煤矿安全监察局颁布的《煤矿防治水细则》进行，对矿井进行水文地质类型划分。

（1）含水层（水体）性质及补给条件

井田地质构造中等，山西组、太原组直接充水含水层的含水空间以裂隙为主，富水性弱，而含水层的出露范围除奥灰广泛以外，其余分布范围有限，再加上降雨量小，因此含水层的补给条件一般，属于中等型。

（2）单位涌水量

根据 2021 年《乌海市天裕工贸有限公司矿井水文地质类型划分报告》中（BKY02、BKY04、BKY05）水文孔抽水试验情况分析，采掘直接充水水源为山西组砂岩裂隙含水层，单位涌水量 0.0249L/s·m、太原组砂岩裂隙含水层，单位涌水量 0.053-0.0569L/s·m、奥陶系含水层，单位涌水量 0.00179-0.0027L/s·m；单位涌水量均小于 0.1 L/s·m，属于简单型。

（3）井田及周边老空水分布状况

井田周边矿井与天裕一矿由区域性西来峰逆断层相隔，与本矿井采掘位置关系清晰，不受周边煤矿影响。本矿 9#煤、16#煤原老空采掘位置关系清晰，积水范围、积水量清楚，在采掘过程中提前对老空水进行探放，探放完毕后对矿井生产无影响，属于中等型。

（4）矿井涌水量

矿井正常涌水量 45m^3/h，小于 180m^3/h；最大涌水量 68m^3/h，小于 300m^3/h。矿井涌水量属于简单型。

（5）突水量

本矿井无突水点；属于简单型。

（6）开采受水害影响程度

本矿井 3 年内采掘工程不受水害影响，属于简单型。

（四）矿区水文地质类型

本区属剥蚀残山地貌，区内地势较为平坦，地表大部为第四系风积砂覆盖；本区干旱少雨，蒸发强烈，地下水缺乏大气降水补给的先决条件；本区除浅层水利于降水入渗外，山西组、太原组直接充水含水层由于埋藏较深，砂岩含水层之间有泥岩相隔，大气降水补给条件差，山西组、太原组含水层富水性弱，奥陶系克里摩里组富水性弱；井田地质构造中等，在断层破碎带附近，奥陶系桌子山组富水性强，太原组煤层大部分地区带压

开采，断层带存在底板突水的危险；本矿经过 20 余年的开采，9 号、16 号煤层均有采空区积水，采空区积水是煤矿安全生产极大的隐患。

按照《矿产地质勘查规范煤》（DZ/T0215—2020）及《煤矿床水文地质、工程地质、环境地质勘查评价标准》（MT/T1091-2008）中富水性评价标准及有关要求，本井田水文地质条件中等。

（五）矿坑涌水量预测

根据《乌海市天裕工贸有限公司矿井水文地质类型划分报告》（2024 年度），预测矿井未来三年正常涌水量 Qr=230m^3/h，最大涌水量 Qrmax=345m^3/h；其中，预测上煤组正常涌水量 80m^3/h，最大涌水量 Qrmax=120m^3/h；下煤组正常涌水量 150m^3/h，最大涌水量 Qrmax=225m^3/h；考虑消防洒水回水，上煤组正常排水量 100m^3/h，最大排水量 Qrmax=150m^3/h；下煤组正常排水量 170m^3/h，最大排水量 Qrmax=255m^3/h。

五、工程地质条件

（一）岩土体类型及特征

8-1 煤层：直接顶岩性为砂质泥岩、泥岩，性脆、质软，薄层状，水平或波状层理，厚度 1.8-5.42m 抗压强度 18.55-29.81Mpa，抗拉强度 1.23-4.93Mpa。老顶：岩性为中细砂岩，厚度 2.1-11.25m，中厚—厚层状，泥质、钙质胶结，抗压强度 13.37-66.25Mpa，抗拉强度 0.41-3.69Mpa。底板岩性为砂质泥岩、粉砂岩，性脆，厚度 0.78-5.7m，抗压强度 13.91-34.12Mpa。

9 号煤层：以直接顶为主，岩性砂质泥岩、细砂岩，厚度 0.76-3.5m，抗压强度 12.26-34.12Mpa，抗拉强度 1.34-1.43Mpa。底板岩性为砂质泥岩、细砂岩，厚度 0.62-2.78m，抗压强度 12.95-30.24Mpa。

10 号煤层：以直接顶为主，顶板岩性多为泥岩或砂质泥岩，局部为细砂岩，厚度 1.89-3.5m，抗压强度 12.95-30.24Mpa，抗拉强度 2.36-3.28Mpa。底板岩性为砂质泥岩、细砂岩，厚度 0.82-2.56m，抗压强度 11.92-53.99Mpa。

16-1 煤层：直接顶岩性为砂质泥岩、泥岩，薄层状，水平或波状层理，性软，厚度 3.56-4.28m 抗压强度 14.57-34.00Mpa，抗拉强度 2.05Mpa。老顶岩性为中细砂岩，厚度 1.32-5.24m，中厚—厚层状，钙质胶结，抗压强度 63.89-75.29Mpa。底板岩性多为泥岩，质软，厚度 0.45-2.37m，抗压强度 14.57-34.00Mpa。

16-2（16）煤层：顶板岩性为砂质泥岩、泥岩，薄层状，水平层理，厚度 0.71-0.92m，抗压强度 10.5-36.88Mpa，抗拉强度 0.61-3.29Mpa。底板岩性为砂质泥岩、细砂岩，厚度 0.63-4.5m，抗压强度 30.8-85.38Mpa。

17 号煤层：顶板以直接顶为主，顶板岩性多为泥岩或砂质泥岩，局部为细砂岩，厚度 1.59-3.21m，抗压强度 12.32-15.15Mpa，抗拉强度 0.82Mpa。底板岩性为砂质泥岩，厚度 0.78-3.54m，抗压强度 13.25-17.56Mpa。

（二）岩土工程地质特征

根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB12719-2021)的有关规定，本矿主采煤层为 8-1、9、16 号煤层，本区石炭系—二叠系煤系地层属于类复理石建造类型，砂岩以中硬岩石为主，泥质岩类多属于软岩层，岩体结构为块状，层状，碎裂状结构。井田构造中等，三维地震解释断层 18 条，在断层破碎带围岩稳定性差。

综上所述，井田工程地质类型为IV类II型，工程地质条件中等。

六、矿体地质特征

（一）含煤性

本区含煤地层为石炭系上统太原组及二叠系下统山西组。石炭系上统太原组地层总厚 89.00～240.38m，平均厚度 189.58m，共含 11～18 号煤层，

煤层总厚平均为6.42m，含煤系数为3.39%。其中可采煤层为16-1、16-2、17号煤层，可采煤层总厚为5.10m，平均可采煤层含煤系数为2.69%。其余煤层为极不稳定零星赋存，无工业价值。

二叠系下统山西组地层总厚0～147.24m，平均厚度120.19m，含1～10号煤层，煤层总厚平均为7.81m，含煤系数6.50%。其中可采煤层为8-1、9-1、9-2、10号煤层。可采煤层总厚为5.82m，可采煤层含煤系数为4.84%。其余煤层为极不稳定零星赋存，无工业价值。

（二）可采煤层

本区可采煤层为二叠系下统山西组8-1、9-1、9-2、10号煤层，石炭系上统太原组16-1、16-2、17号煤层。可采煤层特征见表2-3。

表2-3　天裕煤矿可采煤层特征表

煤层号	煤层厚度（m） 最小-最大 平均	可采厚度（m） 最小-最大 平均	煤层间距（m） 最小-最大 平均	可采程度	对比可靠程度	稳定性
8-1	0.32-1.69 1.27	0.70-1.46 0.94	2.46-10.53 4.75	大部可采	可靠	较稳定
9-1	1.16-3.59 2.66	1.46-1.77 1.61	0.70-1.02 0.84	分叉范围内可采	可靠	稳定
9-2(9)	0.74-0.96 0.82	0.74-0.87 0.80	1.71-5.71 5.65	全区可采	可靠	稳定
10	0.88-1.53 1.11	0.75-1.26 0.97	33.26-80.02 54.88	全区可采	可靠	稳定
16-1	2.01-5.87 4.03	1.11-4.42 3.05	0.70-4.06 1.73	分叉范围内可采	可靠	稳定
16-2（16）	0.46-4.13 2.38	0.46-4.13 2.38	2.17-11.13 6.50	全区可采	可靠	稳定
17	0.39-1.78 1.07	0.7-1.15 0.96		局部可采	可靠	不稳定

现将各可采煤层赋存情况及特征分述如下：

1、8-1 煤层：位于二叠系下统山西组第一岩段（P_1s^1）中部，距下部 9-1 煤层 2.46~10.53m，平均间距 4.75m。煤层全区发育大部可采，结构较简单，一般不含夹矸或含 1 层夹矸，煤层厚度 0.32～1.69m，平均 1.27m。可采厚度 0.70~1.46m，平均 0.94m，厚度稳定，变化不大。区内煤层赋存范围内见煤点 11 个，见煤点可采系数为 82%。面积可采系数 81%，煤层埋深 10～440m，可采标高在+770～+1200m 之间，煤层厚度在深度、标高范围内变化不明显。顶板岩性多为灰白色泥岩及细、粉砂岩，底板岩性为灰褐色粘土岩及灰黑色砂质泥岩，属较稳定煤层。

2、9-1 煤层：为 9 号煤层的上分层煤层，位于山西组第一岩段（P_1s^1）中部，距下部 9-2 煤层 0.70～1.02m，平均间距 0.84m。分叉范围内大部可采，结构较简单，含夹矸 0～3 层，煤层厚度 1.16～3.59m，平均 2.66m.可采厚度除 BKY03 孔断薄外，其余见煤点全部可采，可采厚度 1.46～1.77m，平均 1.61m 厚度较稳定，总体由南向北有增厚趋势。见煤点可采系数 100%，赋存范围面积可采系数 100%，煤层埋深 10～300m，可采标高在+860～+1200m 之间，煤层厚度在深度、标高范围内变化同总体变化趋势。顶板岩性为灰褐色粘土岩夹薄煤层或炭质泥岩，底板为黑色泥岩或粘土岩，属稳定煤层。

3、9-2（9）煤层：9-2 煤层为 9 号煤层的下分层煤层，位于 9-1 煤层下部，距下部 10 号煤层 1.71~5.71m，平均间距 4.20m。分叉范围内仅东南部 BKY03 孔为断层缺失外，全部可采，煤层结构简单，一般不含夹矸或含 1 层夹矸，煤层厚度 0.74～0.96m，平均 0.82m。可采厚度 0.74～0.87m，平均 0.80m。合并区内 9 号煤层厚度 4.08～6.77，平均 5.5m；可采厚度 1.63～4.72m，平均 3.49m，总体由南向北有增厚趋势。煤层结构复杂，含夹矸 4～7 层。见煤点可采系数 100%，赋存范围面积可采系数 100%。煤层埋深 10～450m，可采标高在+760～+1206m 之间，煤层厚度在深度、标高范围内变

化同总体变化趋势。顶板岩性为泥岩、底板岩性为砂质泥岩或细、粉砂岩，属稳定煤层。

4、10 号煤层：位于山西组第一岩段（P_1s^1）底部，距下部 16-1 煤层 33.26～80.02m，平均间距 54.88m。全区赋存并可采。煤层结构简单，含 0～1 层夹矸，煤层厚度 0.88～1.53m，平均 1.11m，可采厚度除 BKY03 孔断失外，其余见煤点全部可采。可采厚度 0.75～1.26m，平均 0.97m，厚度较稳定。煤层埋深 10～460m，可采标高在+755～+1210m 之间，煤层厚度在深度、标高范围内变化不明显。顶板岩性为泥岩或砂质泥岩，底板为细粉砂岩。属稳定煤层。

5、16-1 煤层：为 16 号煤层的上分层煤层，位于石炭系中统太原组第一岩段(C_2t^1)中上部，距下部 16-2 煤层 0.70～4.06m，平均间距 1.73m。分叉范围内全部可采，结构简单，含夹矸 0~2 层。煤层厚度 2.01～5.87m，平均 4.03m。可采厚度除 BKY05 孔断失外，其余见煤点全部可采，可采厚度 1.11～4.42m，平均 3.5m，总体趋势井田中部煤层厚度较大，煤层埋深 10～520m，可采标高在+690～+1203m 之间，煤层厚度在深度、标高范围内变化不明显。顶板岩性为深灰色泥岩或砂质泥岩，局部为细粒砂岩，底板多为灰黑色泥岩或炭质泥岩。属稳定煤层。

6、16-2（16）煤层：16-2 煤层为 16 号煤层的下分层煤层，位于 16-1 煤层下部。距下部 17 号煤层 2.17~11.13m，平均 6.50m。分叉范围内大部可采，煤层结构简单，一般不含夹矸或含 1 层夹矸，煤层厚度 0.46～4.13m，平均 2.38m，可采厚度 0.45～1.62m，平均 0.99m；合并区内 16 号煤层厚度 3.30～10.48，平均 6.50m，总体趋势井田中部煤层厚度较大，煤层结构复杂，含夹矸 2～10 层。煤层埋深 10～530m，可采标高在+680～+1205m 之间。顶板岩性为砂质泥岩或细砂岩，底板岩性为灰色细、粉砂岩或砂质泥岩。属较稳定煤层。

7、17 号煤层：位于石炭系上统太原组第一岩段(C_2t^1)底部。局部可采，煤层厚度 0.39～1.78m，平均 1.07m。结构较简单，含夹矸 0～3 层，可采厚度 0.70~1.15m，平均 0.96m，总体趋势由东向西有增厚趋势，井田中部煤层厚度大。区内煤层赋存范围内见煤点 13 个，其中可采点 9 个，不可采点 4 个，煤层埋深 10～540m，可采标高在+670～+1190m 之间，煤层厚度在深度、标高范围内变化不明显。属不稳定煤层。顶板多为深灰色泥岩及砂质泥岩，底板为灰色细粘砂岩或粘土岩。

各煤层可采范围及厚度等值线图见图 2-3—图 2-9。

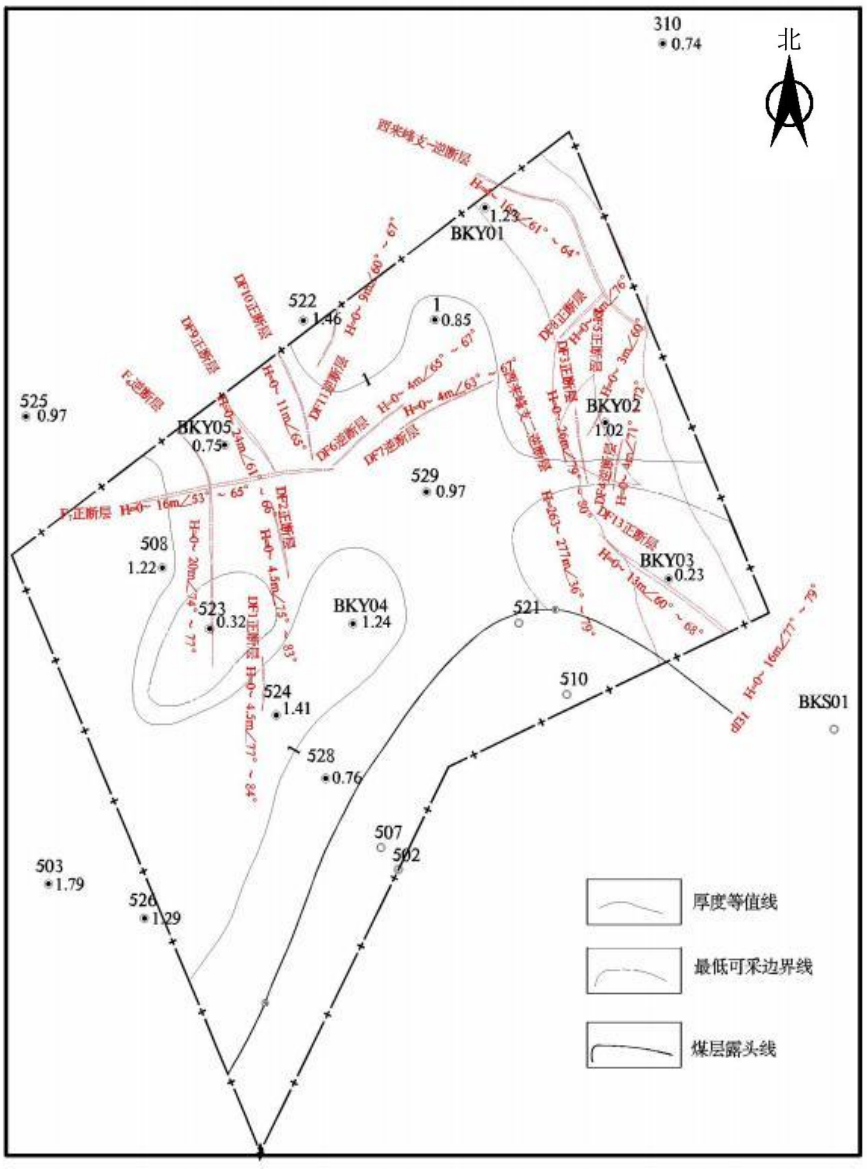


图 2-3　　8 号煤层厚度等值线图

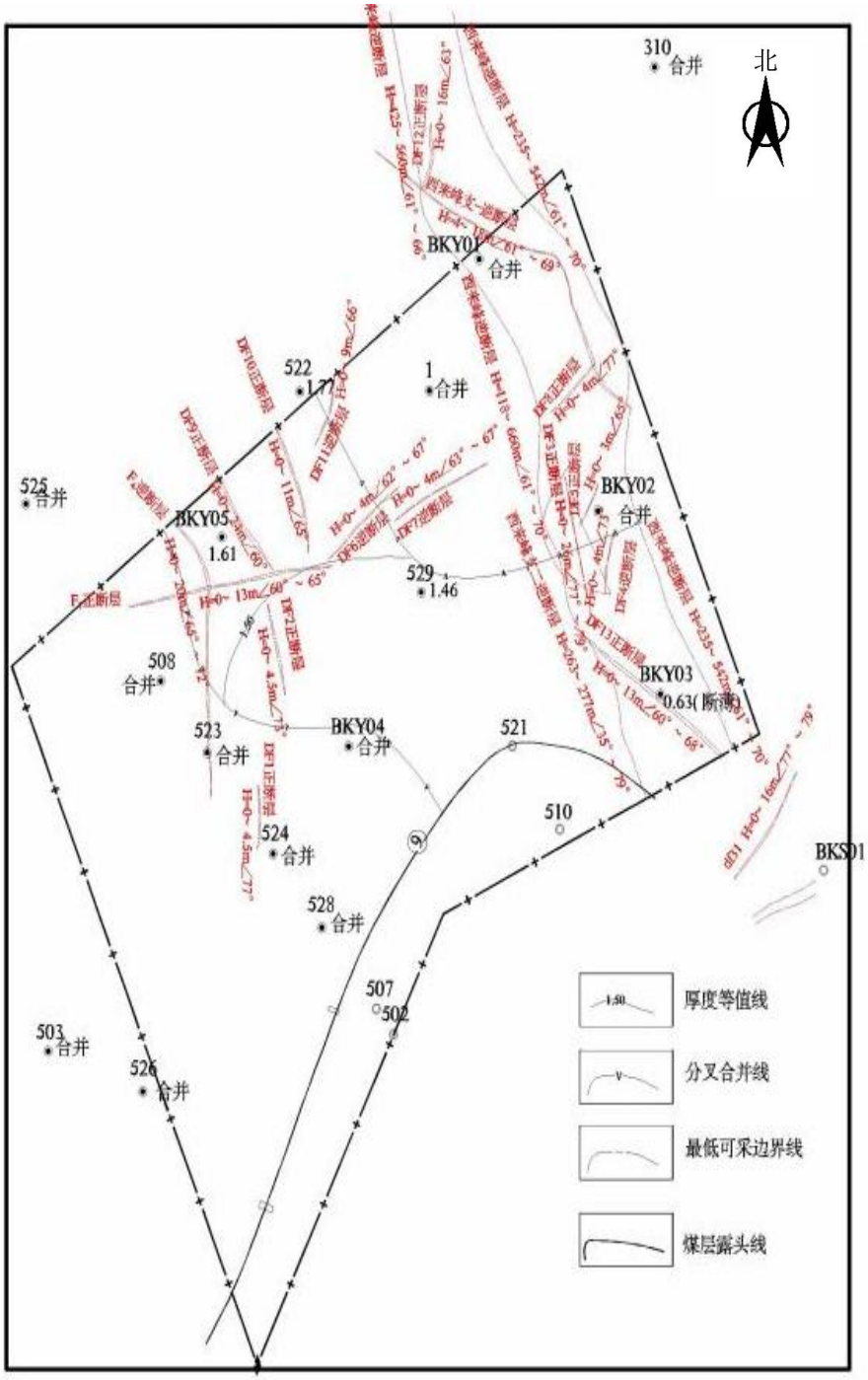


图 2-4　　9-1 煤层厚度等值线图

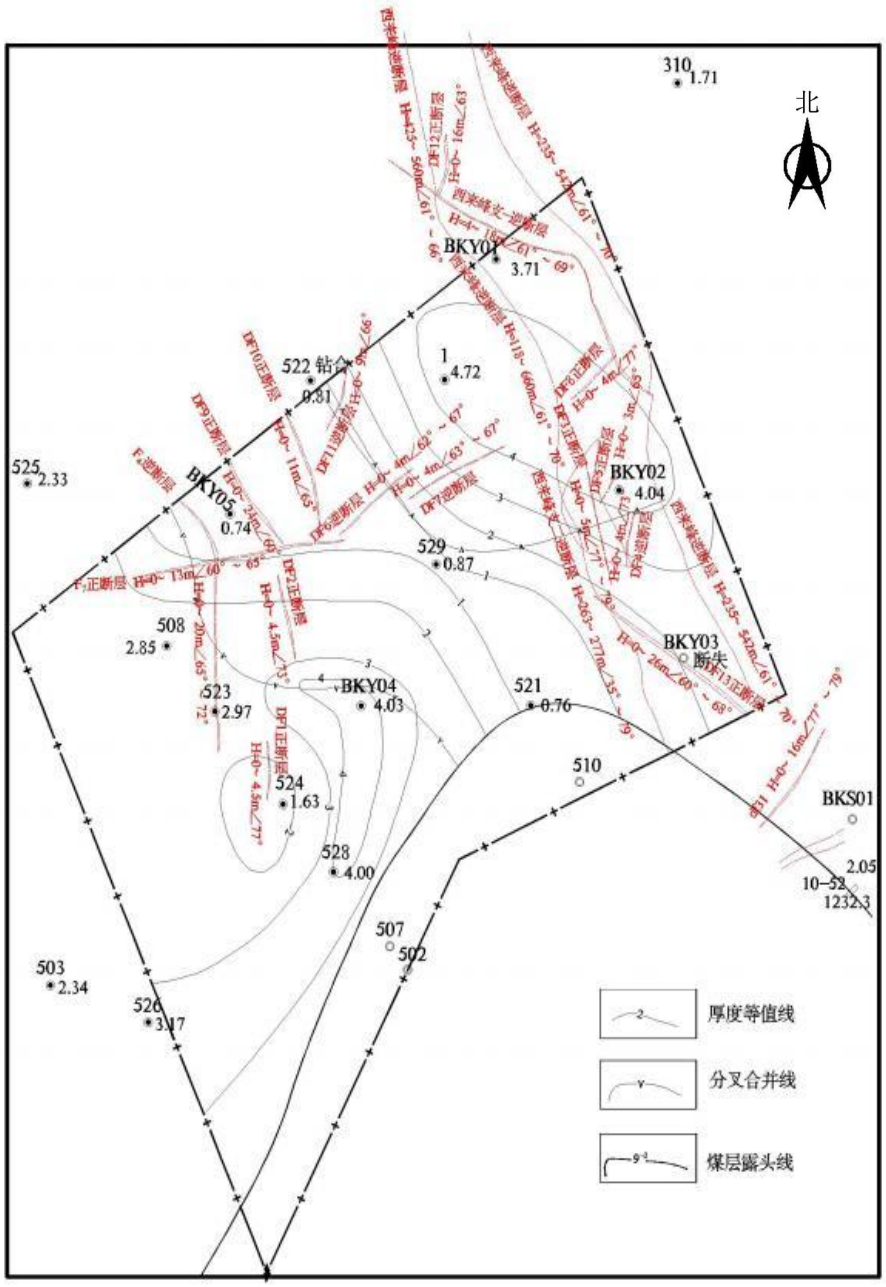


图 2-5　9-2（9 号）煤层厚度等值线图

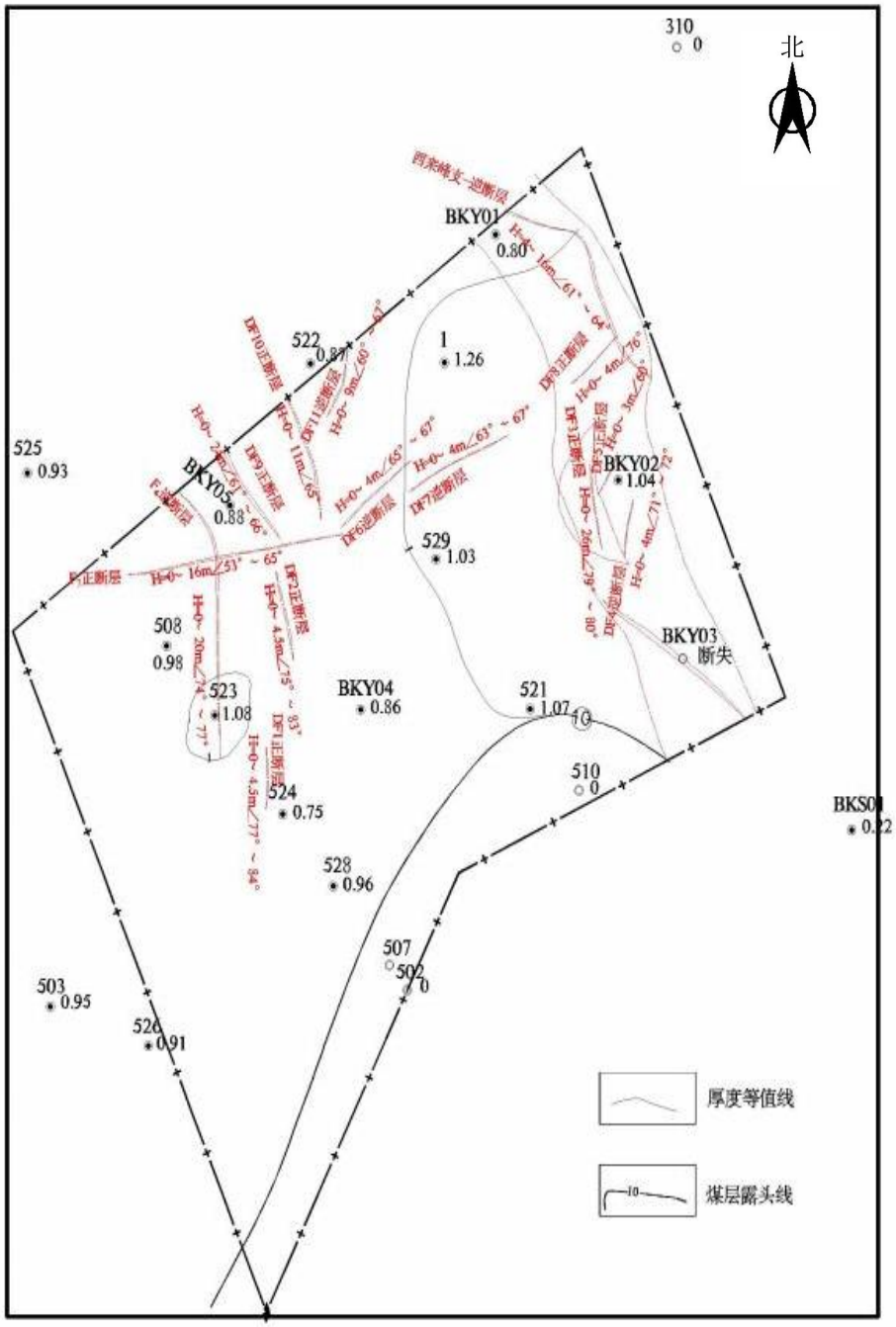


图 2-6　　10 号煤层厚度等值线图

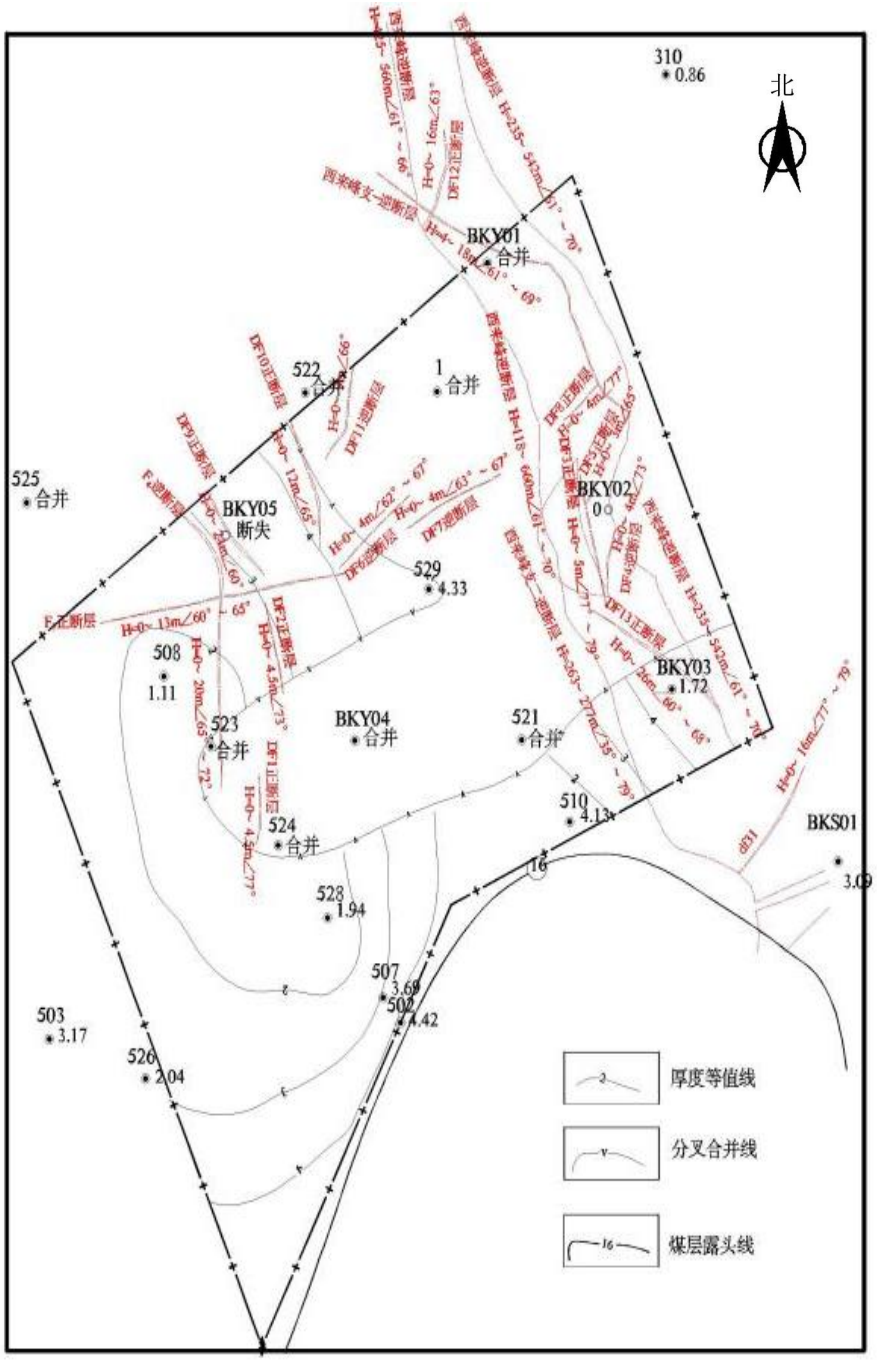


图 2-7　　16-1 煤层厚度等值线图

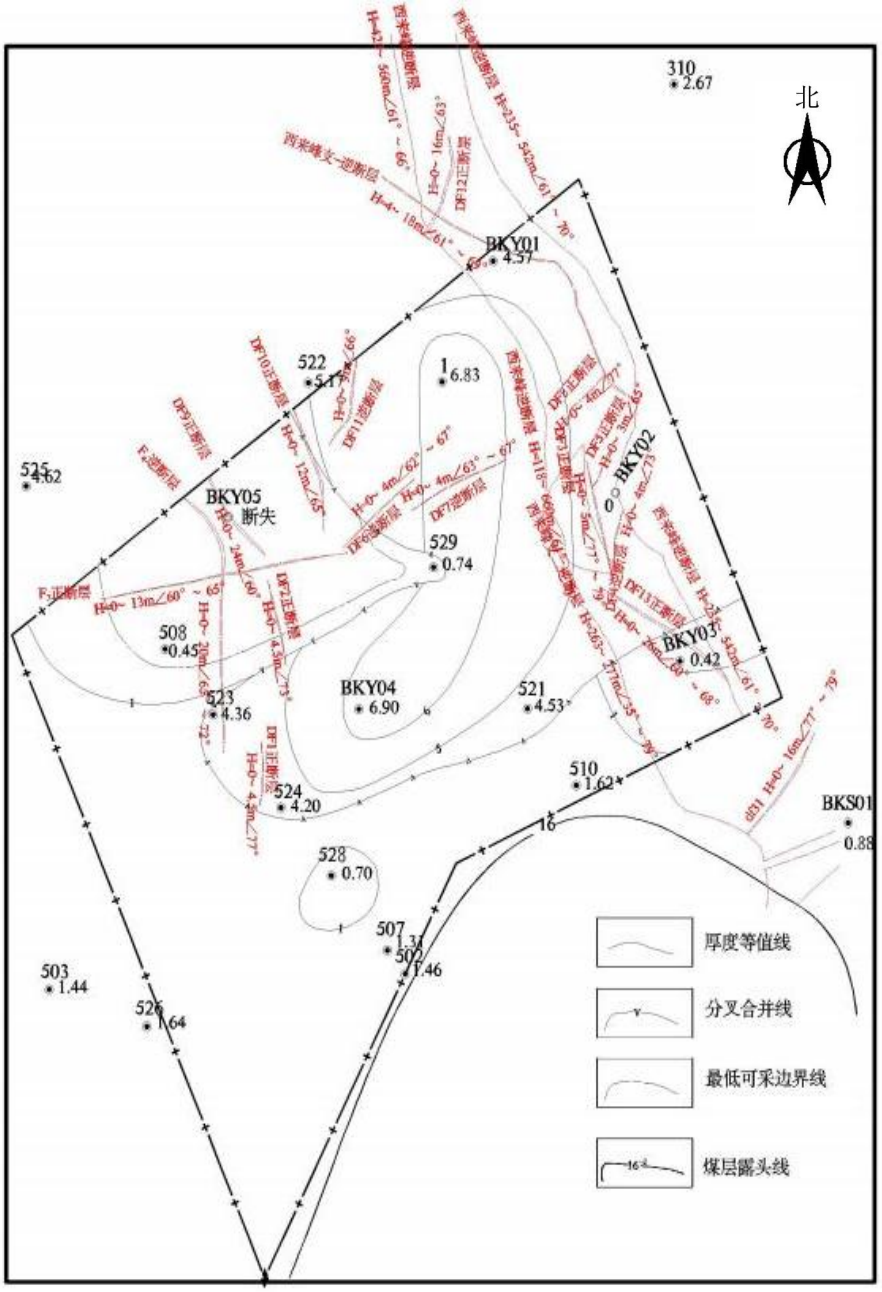


图 2-8　16-2（16 号）煤层厚度等值线图

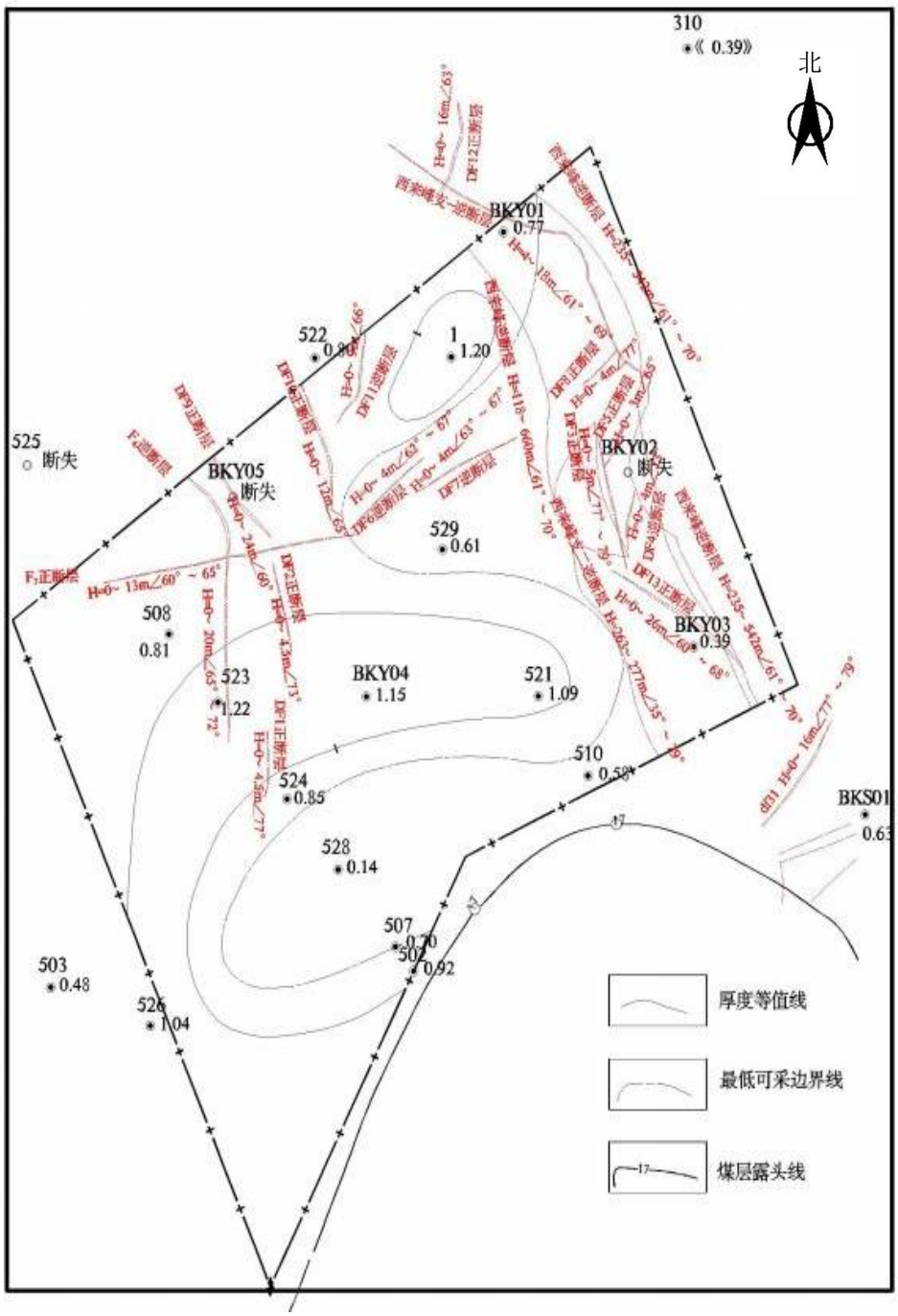


图 2-9　　17 号煤层厚度等值线图

（三）煤质

1、物理性质

各煤层物理性质基本相近，颜色为黑色或褐黑色，以弱玻璃光泽为主，沥青光泽次之，结构条带状，参差状断口较多，少有阶梯状断口，层状构造为主，少量均一状，矿物质多为粘土泥质，遇见硫铁矿颗粒。

平均视密度：8-1 号煤 1.56t/m³，9-1 号煤 1.58t/m³，9-2(9)号煤 1.50t/m³，10 号煤 1.51t/m³，16-2 号煤 1.39t/m³，17 号煤 1.45t/m³。

2、化学性质

井田范围内各主要可采煤层煤质见表 2-4。

表 2-4　主要煤质指标汇总表

煤层号	原煤					
	ARD	Mad %	Ad %	Vdaf %	Qgr.d MJ/kg	St.d %
8-1	1.51-1.61 1.56(3)	0.34-0.53 0.40(4)	14.11-34.31 26.77(4)	28.11-36.22 30.84(4)	21.41-30.53 24.91(4)	0.40-1.47 0.84(4)
9-1	1.58-1.58 1.58(1)	0.30-0.32 0.31(2)	13.62-31.66 22.64(2)	30.27-34.41 32.34(2)	22.62-30.57 26.59(2)	0.60-2.13 1.37(2)
9-2（9）	1.42-1.58 1.50(2)	0.51-0.59 0.55(2)	16.93-32.81 24.87(2)	30.18-32.39 31.29(2)	22.33-29.40 25.87(2)	0.61-1.54 1.08(2)
10	1.41-1.59 1.51(4)	0.31-0.56 0.41(4)	16.66-34.40 25.53(4)	28.32-35.35 30.52(4)	21.76-29.68 25.67(4)	0.611.42 1.04(4)
16-1		0.20-0.23 0.22(3)	12.97-13.59 13.28(3)	28.99-30.30 29.84(3)	30.70-30.92 30.80(3)	2.12-2.16 2.14(3)
16-2（16）	1.39-1.39 1.39(1)	0.42-0.63 0.53(2)	14.08-14.12 14.10(2)	29.76-30.08 29.92(2)	30.45-30.74 30.59(2)	1.82-2.03 1.93(2)
17	1.38-1.52 1.45(2)	0.36-0.66 0.51(2)	13.23-23.84 18.54(2)	29.14-29.15 29.15(2)	26.50-31.08 28.79(2)	1.92-2.82 2.37(2)
煤层号	浮煤					
	Mad %	Ad %	Vdaf %	St.d %	GR.I	Y mm
8-1	0.50-0.58 0.55(4)	13.12-25.39 19.04(4)	26.95-30.80 28.60(4)	0.54-1.52 1.01(4)	70-90 80	25
9-1	0.35-0.50 0.43(2)	12.23-25.78 19.01(2)	27.76-31.41 29.59(2)	0.61-1.47 1.04(2)	70.5-95 83	23
9-2（9）	0.49-0.70 0.60(2)	9.80-24.60 17.20(2)	21.41-28.85 25.13(2)	0.61-1.17 0.89(2)	70.50-95 83	23
10	0.46-0.54 0.50(4)	13.54-23.75 18.00(4)	27.11-32.05 28.97(3)	0.60-1.87 1.29(4)	56-95 83	23
16-1	0.40-0.46 0.44(3)	9.20-11.46 10.27(3)	28.15-28.73 28.47(3)	1.68-1.77 1.74(3)	58-89 75	23
16-2（16）	0.40-0.60 0.50(2)	10.65-12.20 11.43(2)	27.73-29.29 28.51(2)	1.63-1.88 1.75(2)	68-87 78	18
17	0.46-0.64 0.55(2)	11.92-12.99 12.45(2)	28.14-28.83 28.49(2)	1.68-1.78 1.73(2)	71-89 81	18

3、煤的可选性

根据地质报告，9-2 号煤（现 9 号煤）精煤回收率占破碎 50～0.5mm 级 31.00%～32.00%，占全样 26.10%～26.90%，矸石占 1.248%～3.490%，±0.1 含量 51.1%～55.6%，可选性等级为极难选；

16-1 号煤精煤回收率占破碎 50-0.5mm 级 21.50%～46.00%，占全样 18.40%～39.42%，±0.1 含量 66.9%～72.3%，可选性等级为极难选。

4、煤的风化和氧化

井田内钻孔揭露可采煤层采样化验资料未发现有风化和氧化现象。

5、煤类

根据中国煤炭分类（GB5751-2009）划分本井田各可采煤层煤类，井田范围内各可采煤层均为 1/3 焦煤。

6、煤的工业用途评价

井田各可采煤层均为中灰～高灰、中等～中高挥发分、特低硫～中高硫、粘结性强、热值高的 1/3 焦煤；主要作为动力用煤和炼焦用煤。

第四节　矿区土地利用现状及采矿用地审批情况

一、土地利用现状

（一）矿区及矿业活动影响范围土地利用现状及权属状况

依据 2024 年第三次土地利用变更调查资料，矿区土地一级分类为耕地、园地、林地、草地、商服用地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地 11 种，二级分类有 20 种，为水浇地、果园、乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、物流仓储用地、商业服务业设施用地、工业用地、采矿用地、城镇住宅用地、公用设施用地、公路用地、城镇村道路用地、农村道路、坑塘水面、沟渠、水工建筑用地、设施农用地、裸土地。矿区外损毁土地单元为工业场地，占地面积为 8.57hm^2。

表 2-5　矿区范围及采矿影响范围土地利用结构表

	地　类				面积(hm^2)	比例(%)	权属
	一级地类		二级地类				
矿区内	01	耕地	0102	水浇地	0.24	0.10	乌海市海南区人民政府、拉僧仲街道办事处
	02	园地	0201	果园	0.30	0.12	
	03	林地	0301	乔木林地	18.31	7.37	
			0305	灌木林地	3.25	1.31	
			0307	其他林地	20.68	8.32	
	04	草地	0404	其他草地	108.17	43.52	
	05	商服用地	0508	物流仓储用地	8.35	3.36	
			05H1	商业服务业设施用地	7.59	3.05	
	06	工矿仓储用地	0601	工业用地	18.47	7.43	
			0602	采矿用地	16.49	6.63	
	07	住宅用地	0701	城镇住宅用地	5.86	2.36	
	08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	0.03	0.01	
	10	交通运输用地	1003	公路用地	18.97	7.63	
			1004	城镇村道路用	0.05	0.02	
			1006	农村道路	3.72	1.50	
	11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.91	0.37	
			1107	沟渠	0.05	0.02	
			1109	水工建筑用地	0.04	0.02	
	12	其他土地	1202	设施农用地	0.14	0.06	
			1206	裸土地	8.36	3.36	
小计					239.98	96.55	
矿区外	04	草地	0404	其他草地	2.65	1.07	
	06	工矿仓储用地	0601	工业用地	5.85	2.35	
	10	交通运输用地	1003	公路用地	0.07	0.03	
小计					8.57	3.45	
合计					248.55	100.00	

（二）矿山开采影响范围土地利用现状

天裕煤矿开采影响范围由采空区、工业场地、风井场地、矿区道路组成，天裕煤矿开采影响范围面积为 126.57hm^2，其中矿界内占地面积为 118hm^2，矿界外占地面积为 8.57hm^2。涉及一级分类为耕地、园地、林地、草地、商服用地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、交通运输

用地、水域及水利设施用地、其他土地 9 种，二级分类有 15 种，为水浇地、乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、物流仓储用地、商业服务业设施用地、工业用地、采矿用地、城镇住宅用地、公路用地、城镇村道路用地、农村道路、沟渠、裸土地，矿山开采影响范围土地利用地类、面积见下表 2-6。

表 2-6　矿山开采影响范围土地利用结构表

一级地类		二级地类		合计	比例（%）
1	耕地	102	水浇地	0.09	0.07
3	林地	301	乔木林地	15.5	12.25
		305	灌木林地	2.06	1.63
		307	其他林地	11.06	8.74
4	草地	404	其他草地	50.58	39.96
5	商服用地	508	物流仓储用地	4.75	3.75
		05H1	商业服务业设施用地	1.95	1.54
6	工矿仓储用地	601	工业用地	17.79	14.06
		602	采矿用地	2.09	1.65
7	住宅用地	701	城镇住宅用地	5.27	4.16
10	交通运输用地	1003	公路用地	9.14	7.22
		1004	城镇村道路用地	1.43	1.13
		1006	农村道路	0.54	0.43
11	水域及水利设施用地	1107	沟渠	0.03	0.02
12	其他土地	1206	裸土地	4.29	3.39
合计				126.57	100

矿山开采影响范围土地利用状况主要地类分别介绍如下：

（一）耕地

矿区开采影响范围内耕地面积 0.09hm^2，占总面积的 0.07%，全部为水浇地。经调查此处水浇地现状未耕种，有相应的配套人工灌溉系统。



照片 2-6　　矿区内水浇地

（二）林地

矿区开采影响范围内林地面积 28.62hm^2，占总面积的 22.62%，主要分布于公路两侧及矿区西南部。包括乔木林地面积 15.50hm^2，灌木林地面积 2.06hm^2，其他林地面积 11.06hm^2。乔木林地主要为杨树、松树等；灌木林地为柠条、沙棘等，植被覆盖率在 25%-40%。见林地照片 2-7。





照片 2-7　　矿区内林地

（三）草地

矿区开采影响范围内草地面积 50.58hm^2，占总面积的 39.96%，全部为其他草地，矿区的草地覆盖率在 30-50%。见草地照片 2-8。



照片 2-8　矿区内草地

二、矿区土地权属

天裕煤矿矿区范围及采矿影响范围面积 239.98hm^2，开采影响范围面积为 126.57hm^2。土地权属归乌海市海南区人民政府、拉僧仲街道办事处，土地权属明确，不存在争议土地。矿区范围及采矿影响范围权属统计表见表 2-7。天裕煤矿开采影响范围权属统计表见表 2-8。

表 2-7　矿区范围及采矿影响范围土地利用权属表

	地　类				面积(hm^2)			比例(%)
	一级地类		二级地类		海南区人民政府	拉僧仲街道办事处	合计	
矿区内	01	耕地	0102	水浇地	—	0.24	0.24	0.10
	02	园地	0201	果园	—	0.3	0.3	0.12
	03	林地	0301	乔木林地	—	18.31	18.31	7.37
			0305	灌木林地	—	3.25	3.25	1.31
			0307	其他林地	0.94	19.74	20.68	8.32
	04	草地	0404	其他草地	—	108.17	108.17	43.52
	05	商服用地	0508	物流仓储用地	—	8.35	8.35	3.36
			05H1	商业服务业设施用	1.66	5.93	7.59	3.05
	06	工矿仓储用地	0601	工业用地	—	18.47	18.47	7.43
			0602	采矿用地	2.33	14.16	16.49	6.63
	07	住宅用地	0701	城镇住宅用地	0.14	5.72	5.86	2.36
	08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	—	0.03	0.03	0.01
	10	交通运输用地	1003	公路用地	—	18.97	18.97	7.63
			1004	城镇村道路用地	—	0.05	0.05	0.02
			1006	农村道路	—	3.72	3.72	1.50

	11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	—	0.91	0.91	0.37
			1107	沟渠	—	0.05	0.05	0.02
			1109	水工建筑用地	—	0.04	0.04	0.02
	12	其他土地	1202	设施农用地	—	0.14	0.14	0.06
			1206	裸土地	—	8.36	8.36	3.36
	小计				5.07	234.91	239.98	96.55
矿区外	04	草地	0404	其他草地	—	2.65	2.65	1.07
	06	工矿仓储	0601	工业用地	—	5.85	5.85	2.35
	10	交通运输	1003	公路用地	—	0.07	0.07	0.03
	小计				—	8.57	8.57	3.45
合计					5.07	243.48	248.55	100.00

表 2-8　天裕煤矿开采影响范围土地利用权属表

地类				面积(hm^2)			比例（%）
一级地类		二级地类		海南区人民政府	拉僧仲街道办事处	合计	
1	耕地	102	水浇地	—	0.09	0.09	0.07
3	林地	301	乔木林地	—	15.5	15.5	12.10
		305	灌木林地	—	2.06	2.06	1.61
		307	其他林地	0.28	10.78	11.06	8.63
4	草地	404	其他草地	—	50.58	50.58	40.70
5	商服用地	508	物流仓储用地	—	4.75	4.75	3.71
		05H1	商业服务业设施用地	0.05	1.9	1.95	1.52
6	工矿仓储用地	601	工业用地	—	17.79	17.79	13.88
		602	采矿用地	—	2.09	2.09	1.63
7	住宅用地	701	城镇住宅用地	0.11	5.16	5.27	4.11
10	交通运输用地	1003	公路用地	—	9.14	9.14	7.13
		1004	城镇村道路用地	—	1.43	1.43	1.12
		1006	农村道路	—	0.54	0.54	0.42
11	水域及水利设施用地	1107	沟渠	—	0.03	0.03	0.02
12	其他土地	1206	裸土地	—	4.29	4.29	3.35
合计				0.44	126.13	126.57	100

三、耕地与基本农田分布情况

通过将矿区范围边界与内蒙古自治区乌海市海南区永久基本农田数据进行叠加分析，矿区范围内无基本农田，详见附件 15（不占用永久基本农田的函：海南自然资函〔2023〕216 号）。

四、采矿用地申请批准情况

天裕煤矿矿山地表建筑设施主要为工业场地和风井场地。工业场地占地面积 15.65hm^2，风井场地占地面积 0.50hm^2。

根据现状调查以及收集资料，天裕煤矿工业场地共计取得 1 处建设用地手续，其中包括矿办公室、职工宿舍、职工食堂、任务交待室、浴室、厕所等建（构）筑物，以及篮球场等活动场地等，合计面积为 5.64hm^2。风井场地已取得建设用地手续，面积为 0.50hm^2。建设用地手续见附件 13、附件 14。建设用地坐标见表 2-9—2-10。

依据企业提供的拟用地方式证明以及已办理的建设用地手续，工业场地剩余 10.01hm^2 将办理农用地转建设用地手续。矿山企业出具的用地方向证明见附件 19。

表 2-9　工业场地建设用地界址点坐标表

点 号	X	Y
1	4369326.128	36404462.71
2	4369344.444	36404454.32
3	4369380.312	36404482.55
4	4369537.521	36404440.58
5	4369836.675	36404379.53
6	4369819.886	36404334.5
7	4369635.967	36404400.9
8	4369628.335	36404375.71
9	4369721.439	36404298.64
10	4369713.808	36404289.48
11	4369616.125	36404339.08
12	4369587.888	36404264.29
13	4369320.023	36404337.56
14	4369316.971	36404390.98
15	4369299.418	36404397.85
S=5.64hm^2（国家 2000 坐标）		

表 2-10　风井场地建设用地界址点坐标表

点 号	X	Y
1	4370513.902	36404293.24
2	4370424.458	36404337.96
3	4370402.099	36404293.24
4	4370491.542	36404248.51

第五节　矿区生态状况

天裕煤矿多措并举持续推进矿区生态修复治理工程，修复治理成效显著。废水方面，矿井涌水经处理达标后用于地面生产、消防、除尘洒水等；生活污水处理达标后用于工业场地绿化及地面洒水。采煤塌陷区治理方面，煤矿秉承“边开采、边修复”的理念，采空塌陷区出现裂缝及时回填、补种适合当地生长的植被物种，最大限度保护当地生物多样性。近年来，通过采取一系列修复措施，矿区周边人居环境持续优化。

一、生态功能定位

天裕煤矿地处乌海市海南区东部，海南区核心是黄河流域生态保护和高质量发展的重要节点、西鄂尔多斯生物多样性保护核心区、乌海南部生态安全屏障、工矿生态修复示范区。

天裕煤矿属于滴沥帮乌素矿区，该区域是海南区“矿山修复生态功能区”的核心承载区，同时承担黄河流域生态屏障、西鄂尔多斯荒漠生物多样性保护缓冲带、工矿生态修复示范区。

依据《海南区国土空间总体规划（2021-2035 年）》，滴沥帮乌素矿区被明确划入矿山修复生态功能区，是全区“两屏一带多廊道，一心五区全要素”生态安全格局的关键组成。为工矿损毁土地生态修复与功能重塑示范区。滴沥帮乌素矿区衔接西侧黄河生态带与东侧西卓子山生态防护屏障，是连接城区、矿区与自然保护区的生态过渡与修复枢纽。作为城区东部的生态缓冲带，应治理裸露地表与矸石山，遏制风蚀沙化，减少入黄泥沙与扬尘污染，建设截排水与集雨设施，保水固土，保障黄河支流生态基流。

滴沥帮乌素矿区是海南区生态修复的主战场、黄河流域生态保护的关键节点、工矿城市绿色转型的试验平台。其核心使命是：从“生态破坏区”转变为“生态修复区、生态缓冲区、生态功能区”，最终实现生态安全、生物多样、绿色发展、人与自然和谐共生的目标。

二、生态系统类型

天裕煤矿区域整体生态格局温性荒漠草原生态系统为基底，生态系统为草原化荒漠生态系统以及工矿扰动生态系统。草原化荒漠生态系统分布于矿区未扰动的低山丘陵、缓坡平地；属西鄂尔多斯温带荒漠亚区，与西鄂尔多斯国家级自然保护区（四合木核心区）同属一个生物地理单元。植被：以超旱生小灌木、半灌木为主，包括四合木、沙冬青、红砂、油蒿、合头藜等；原生植被覆盖度普遍低于 15%，物种耐旱、抗风蚀；野生动物以石鸡、云雀、狐狸、野兔等荒漠型为主。生态功能为防风固沙、维系区域特有古地中海孑遗物种的栖息地。

天裕煤矿工矿扰动生态系统主要分布于采空塌陷区、工业场地等采矿活动影响区，地表开裂、下沉，土壤结构损毁，植被种类下降，风蚀沙化强烈。现人工修复生态系统逐步扩展，人工植被类型，优先选用乡土耐旱物种（柠条锦鸡儿、霸王、红砂、沙冬青），避免外来物种入侵。

三、生态本底状况

矿区浅层地下含水层主要是第四系孔隙含水层，为地表植被的涵养层，也是工农业及民用取水层。矿区土壤类型主要有灰漠土、棕钙土和风沙土 3 种类型。

（一）土壤

1、土壤类型

矿区所在区域受气候因素的影响，地表多砂质化、砾石化合有龟裂结皮。矿区主要分布有灰漠土、棕钙土、风沙土、草甸土、盐土等，主要有

灰漠土、棕钙土和风沙土 3 种类型。

灰漠土为主要地带性土壤之一，由于长期遭受强烈的风蚀，表层特征不明显，几乎无腐殖质层，地表土壤质地粗，有较多的粗细砂岩，部分地区表层被吹沙覆盖，土层较厚，平均 40cm-150cm；棕钙土土层较厚，平均为 80-150cm。其剖面由三个基本层次构成，即浅棕色、棕灰色的腐殖质层，灰白色的钙质层和母质层。其中腐殖质层较薄，一般在 20cm 左右，钙积层一般出现较浅，多在 15—30cm，较坚实，厚度 20—100cm；风沙土的剖面分化不明显，无层次之分，腐殖质层不明显，养分积累甚微。主要分布在沙地上，形成许多固定、半固定沙地及平缓沙地。

2、土壤环境质量

本次在矿区范围内取 6 个土壤样点检测分析，编号分别为 T1、T2、T3、T4、T5、T6，样点布设涵盖耕地、林地、草地、采矿用地等地类。取样深度为 0～20cm，土壤检测因子：pH、有机质、全氮、有效磷、速效钾、阳离子交换量、机械组成、容重、孔隙度、微生物、水解性氮。通过对比《土壤环境质量农用地土壤风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）可知矿山表土环境质量未被污染，可用于矿山土地复垦用。土壤检测结果见表 2-11、2-12。矿区土壤剖面见照片 2-8。土壤检测点位示意图见图 2-10。

表 2-11　检验检测结果

序号	检测因子	单位	耕地 E106°52′53.58″ N39°27′25.64″	乔木林地 E106°53′4.2″ N39°27′6.98″	灌木林地 E106°52′45.35″ N39°27′45.41″
		样品编号	T1	T2	T3
1	pH	无量纲	8.69	8.56	8.63
2	有机质	g/kg	20.5	10.4	10.6
3	全氮	g/kg	1.39	1.65	1.59
4	有效磷	mg/kg	13.1	2.68	3.16
5	速效钾	mg/kg	153	346	156
6	阳离子交换量	Cmol/kg	5.72	19.0	13.9
7	容重	g/cm^3	1.58	1.55	1.57
8	孔隙度	%	9.9	9.5	8.8

9	微生物	mg/kg	59	57	80
10	水解性氮	mg/kg	99	103	93

表 2-12　检验检测结果

序号	检测因子	单位	其他林地 E106°53′11.51″ N39°27′32.26″	草地 E106°53′40.03″ N39°27′44.46″	工业用地 E106°53′19.31″ N39°27′19.02″
		样品编号	T4	T5	T6
1	pH	无量纲	8.44	8.56	8.38
2	有机质	g/kg	19.4	21.3	16.4
3	全氮	g/kg	1.28	1.69	0.810
4	有效磷	mg/kg	4.68	22.7	8.92
5	速效钾	mg/kg	57	260	90
6	阳离子交换量	Cmol/kg	6.07	11.0	7.48
7	容重	g/cm^3	1.54	1.51	1.55
8	孔隙度	%	9.6	9.6	8.7
9	微生物	mg/kg	56	53	60
10	水解性氮	mg/kg	105	107	97

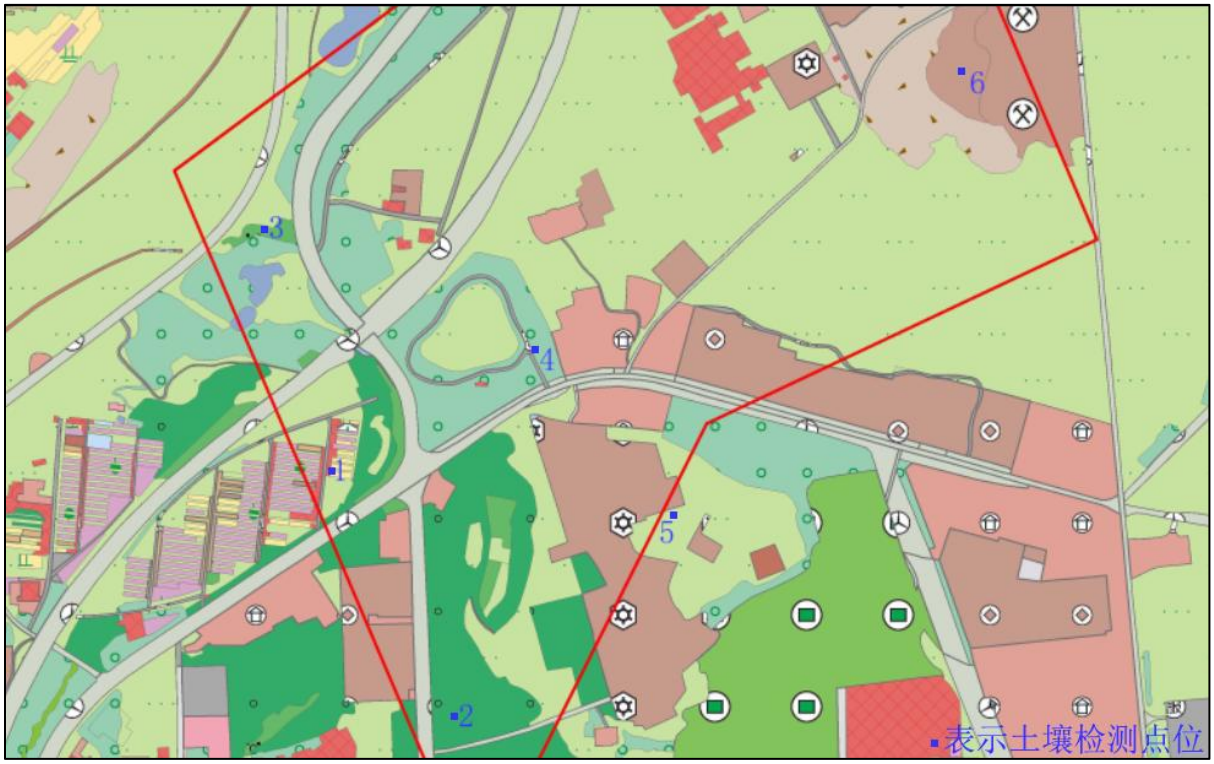


图 2-10　　土壤检测点位示意图

（1）农用地

根据土壤样品检测结果统计，pH 值为 8.69，有机质 20.5g/kg、全氮 1.39g/kg、有效磷 13.1mg/kg、速效钾 153mg/kg、容重 1.58g/cm^3、孔隙度 9.9%、微生物 59mg/kg。

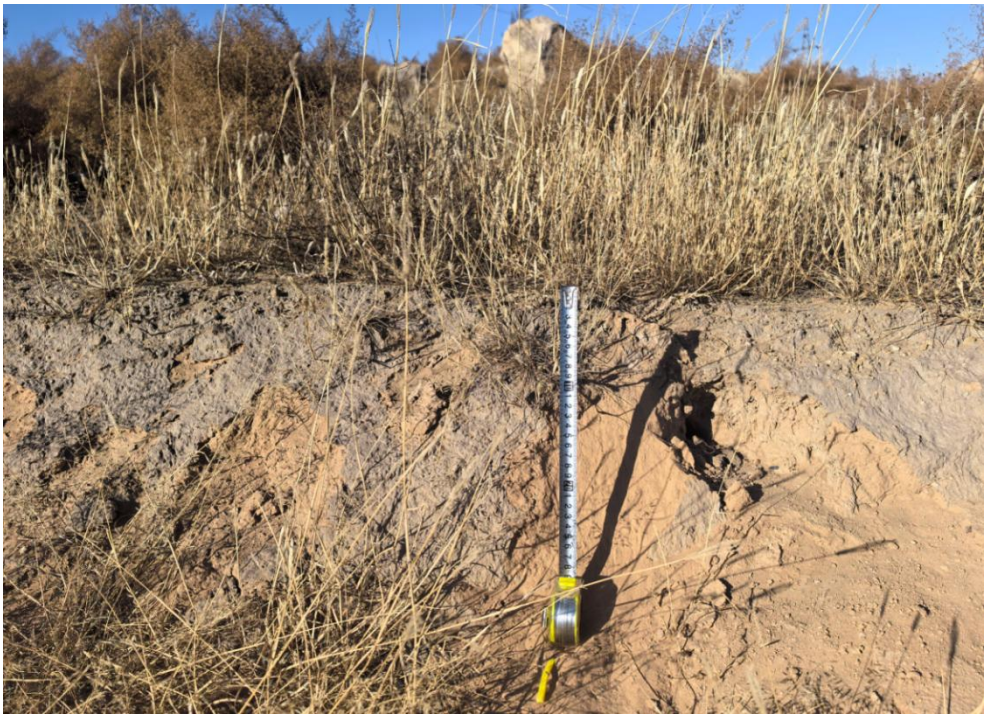
（2）林地

根据土壤样品检测结果统计，pH 值为 8.44～8.63，有机质 10.4～19.4g/kg、全氮 1.28～1.65g/kg、有效磷 2.68～4.68mg/kg、速效钾 57～346mg/kg、容重 1.54～1.57g/cm^3、孔隙度 8.8～9.6%、微生物 56～80mg/kg。

（3）草地

根据土壤样品检测结果统计，pH 值为 8.56，有机质 21.3g/kg、全氮 1.69g/kg、有效磷 22.7mg/kg、速效钾 260mg/kg、容重 1.51g/cm^3、孔隙度 9.6%、微生物 53mg/kg。





照片2-8　矿区土壤剖面

（二）植被

矿区地处西鄂尔多斯温带草原化荒漠区，其原生生态系统以灌木、半灌木为核心建群层，群落结构与物种组成受干旱气候、砾质土壤及风蚀环境主导。该区域草原化荒漠生态系统建群种为四合木、红砂、油蒿、沙冬青、合头藜，上述物种决定了区域群落的基本外貌、结构类型及核心生态功能，其中四合木为砾石质洪积扇、低山丘陵地带的标志性建群种，红砂为平缓戈壁、灰漠土区域的广域地带性建群种，油蒿为覆沙地段、沟谷边缘的沙质生境建群种，沙冬青为石质山坡、干旱陡坡的常绿强旱生建群种，合头藜为砾石质干河床、石质平地的典型建群种。

群落优势种按层次划分，灌木层优势种与建群种基本一致，草本层优势种以无芒隐子草、沙蒿为核心，无芒隐子草为各类灌丛下的主要多年生禾草优势种，沙蒿为沙质地及轻度扰动区的草本优势种，沙打旺为矿区生态修复区的人工草本优势种，局部区域可见短花针茅、戈壁针茅等地带性草本优势种零星分布。没有珍稀濒危植物物种分布。

原生草原化荒漠群落整体覆盖度 10%-15%，群落株高 0.3-1.2m，草本

层高度 0.1-0.3m，原生群落物种丰富度 2-4 种/m^2，修复区人工群落物种丰富度 4-6 种/m^2。



照片 2-9　杨树



照片 2-10　松树



照片 2-11　沙蓬



照片 2-12　虎尾草



照片 2-13　芨芨草



照片 2-14　泡泡刺

（三）地下水水位、水质长期动态现状

1、水位动态特征

在井田开采扰动前，地下水水位随年度降雨量呈现周期性小幅波动，整体年变幅较小。矿山井下开采过程中通过巷道疏干、抽排降低采区水头，长期人为疏干导致矿区及周边基岩裂隙水水位持续下降，形成局部降水漏斗；第四系潜水受大气降水控制，每年 7-9 月汛期水位抬升，11 月至次年 5 月枯水期持续走低，季节动态差异显著。

2、水质动态特征

原生地下水水化学类型以重碳酸盐型、硫酸盐型为主，天然矿化度偏高，符合干旱区地下水水质特征。受煤炭开采淋滤、矸石堆风化淋溶、粉尘入渗影响，雨季地表水冲刷固废堆场后下渗，易造成浅层潜水硫酸盐、总硬度、溶解性总固体小幅升高；枯水期地下水径流缓慢，污染物迁移微弱，水质相对稳定。

四、生物多样性

（一）植物

根据植物区划，矿区属于生态系统为草原化荒漠生态系统。生态修复区内乔木主要有杨树、松树；草本植物主要有沙蓬、冬青、芨芨草、沙打旺等。在系统查阅国家和地方动物志等资料，咨询专家和走访当地村民的基础上，结合现场调查，修复区内未发现国家林业和草原局农业农村部公告《国家重点保护野生植物名录》中列入的国家重点保护野生植物种。常见植物名录见表 2-8。

表 2-8　　区域常见植物名录

序号	科属	植物中文名	生活型	生长分布区域	群落优势度
1	豆科 锦鸡儿属	柠条锦鸡儿	落叶灌木	矿区外围坡面、冲沟两侧	建群种
2	蒺藜科 白刺属	白刺	落叶灌木	低洼盐碱化滩地、沟谷底部	常见
3	藜科 猪毛菜属	猪毛菜	一年生草本	扰动边坡、排土场表层	先锋物种
4	藜科 盐爪爪属	盐爪爪	半灌木	季节性汇水盐碱地段	偶见
5	菊科 蒿属	油蒿（黑沙蒿）	半灌木	平缓荒坡、沙质覆土地带	亚优势种
6	禾本科 针茅属	短花针茅	多年生草本	原生未扰动荒漠草原	优势草本
7	禾本科 隐子草属	无芒隐子草	多年生草本	砾石质缓坡	常见伴生种
8	禾本科 狗尾草属	狗尾草	一年生草本	道路两侧、临时扰动地块	先锋草本
9	苋科 地肤属	地肤	一年生草本	弃渣堆、松散回填土体	先锋物种
10	蒺藜科 蒺藜属	蒺藜	一年生草本	厂区空地、运输便道周边	广布杂草
11	柽柳科 柽柳属	红柳（多枝柽柳）	灌木	沟谷低洼汇水处	零星分布
12	百合科 葱属	沙葱	多年生草本	外围砾石山坡	伴生种

（二）野生动物

矿区所在区域的野生动物地理区划属于古北界—中亚亚界—蒙新区—西部荒漠亚区，兼具荒漠与草原动物区系特征，是典型的荒漠草原动物群落分布区。主要野生动物种类兽类：草兔、沙狐、赤狐、黄鼬（黄鼠狼）、艾鼬（马艾虎）、刺猬等。鸟类：毛腿沙鸡、黑腹沙鸡、雉鸡、赤麻鸭、红隼、多种百灵鸟等。爬行类：沙蜥、麻蜥、花条蛇、蝮蛇等。两栖类：花背蟾蜍、绿蟾蜍等（种类少）等。

根据现状调查与资料记载，矿区哺乳动物主要有：蒙古兔、田鼠、黄鼠、草原黄鼠、狐狸、蛇、狐狸等；鸟类有布谷鸟、燕子、喜鹊、乌鸦、石鸡、沙鸡、鸽子、麻雀等。矿区偶尔能见到的哺乳类动物主要有鼹鼠，

沙鼠，蛇，蒙古兔，狐狸、石鸡等。矿区及周边常见的野生动物名录见表2-9。

根据国家林业和草原局农业农村部公告（2024年）《国家重点保护野生动物名录》，矿区内未发现国家重点保护野生动物。根据《内蒙古自治区重点保护陆生野生动物名录》，矿区内未发现自治区级保护动物。

表2-9　常见野生动物名录

序号	类别	物种名称	分布生境
1	鸟类	蒙古百灵	荒坡草原、开阔滩地
2	鸟类	凤头百灵	丘陵缓坡、灌丛边缘
3	鸟类	云雀	平缓荒滩、草原
4	鸟类	灰背伯劳	灌丛、道路两侧
5	鸟类	喜鹊	厂区、生活区周边
6	鸟类	渡鸦/小嘴乌鸦	排土场、矸石堆
7	鸟类	岩鸽	开采边坡、岩石裂隙
8	鸟类	大鵟	高空盘旋、边坡停歇
9	鸟类	红隼	高陡边坡、输电铁塔
10	鸟类	毛腿沙鸡	外围荒漠草原
11	兽类	蒙古兔（草兔）	全域荒坡、沟谷
12	兽类	阿拉善黄鼠	坡面洞穴群居
13	兽类	子午沙鼠/长爪沙鼠	沙质土层、排土场
14	兽类	刺猬	灌丛、低洼沟谷
15	兽类	赤狐	井田外围偏远区域
16	兽类	荒漠猫	深沟岩穴
17	爬行类	荒漠麻蜥	岩坡、碎石堆
18	爬行类	沙蟒	土层洞穴、沙地
19	爬行类	虎斑颈槽蛇	冲沟低洼湿润处
20	两栖类	——	无常年地表水，未发现
21	昆虫	步甲、蝗虫、蝶类、胡蜂等	全域草原、灌丛



照片2-21　巢穴及鸟蛋



照片2-22　动物脚印

第六节　矿山及周边人类重大工程活动

一、地表工程设施

天裕煤矿矿区范围内地表主要有高速公路，省道，村庄，华宜洗煤厂，路边修理厂，蔬菜大棚，加油站等建（构）筑物，矿井东侧建筑物主要有华宜洗煤厂、居民区，乌棋公路及路边修理厂等：矿井西侧主要有拉丹高速、乌棋公路，中石油加油站，中石化加油站、人工湖等。

矿井工业场地地面建有 10kV 变电所一座，双回路 10kV 电源分别引自乌海市天誉煤炭有限责任公司 35kV 变电站 10kV 侧不同母线段，一用一备，采用 JKLGYJ-240/10 型钢芯铝绞线架空线路，线路长度均为 4km。

地表工程相对位置见图 2-11。



照片 2-15　拉丹高速路



照片 2-16　中国石油加油站



照片 2-17　中国石化加油站



照片 2-18　华宜洗煤厂办公楼



照片 2-19　华宜洗煤厂



照片 2-20　人工湖



照片 2-21　高压线塔

二、矿区附近村镇分布情况

根据现场调查，天裕煤矿矿区内分布一个居民区，为鄂托克前旗焦化厂居民区，该矿于 2022 年 9 月 5 日开始进行海南区原鄂托克旗焦化厂家属区居民进行棚户区搬迁安置工作，共计搬迁安置居民 187 户，其中，期房安置 127 户，现房安置 14 户，货币安置 46 户，搬迁率 100%。

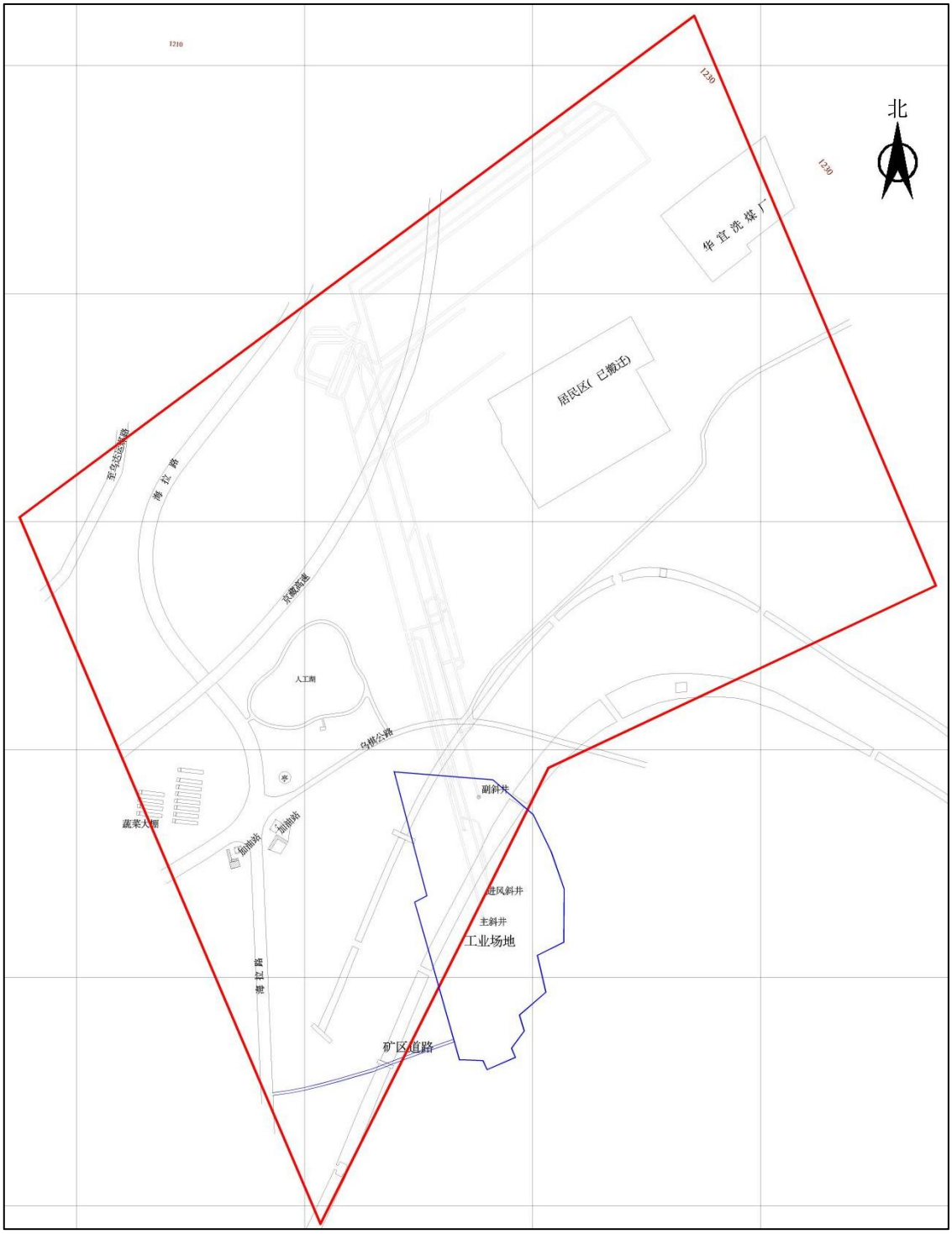


图2-11　矿区范围与周边建设工程位置关系示意图

三、相邻矿山

天裕煤矿东北部为神华集团海勃湾矿业有限责任公司白音乌素煤矿、东部为乌海市华资煤焦有限公司滴力帮乌素煤矿、东南部为乌海市天誉煤炭有限责任公司煤矿。

井田西部为海南区，无矿井，井田南部为煤层露头，无井田。各矿井之间均留设矿界保护煤柱，未发现越界开采情况。相对关系见图 2-12。

（一）白音乌素煤矿

白音乌素煤矿矿区面积 6.7532km^2，该矿井为技改矿井，设计年生产能力 1.20Mt/a，设计矿井采用斜井开拓，矿井尚未建设完成，目前处于停建状态。

（二）滴力帮乌素煤矿

滴力帮乌素煤矿矿区面积 2.8908km^2；设计生产能力 1.20Mt/a，立井开拓，现开采 9 煤组（9-1、9-2 煤层），采用综采放顶煤采煤工艺。

（三）天誉煤矿

天誉煤矿采矿权人为：乌海市天誉煤炭有限责任公司；矿区面积 4.03km^2；开采标高由 1200m～600m；生产规模：120 万吨/年，开采方式：地下开采。采用斜立井多水平开拓方式。

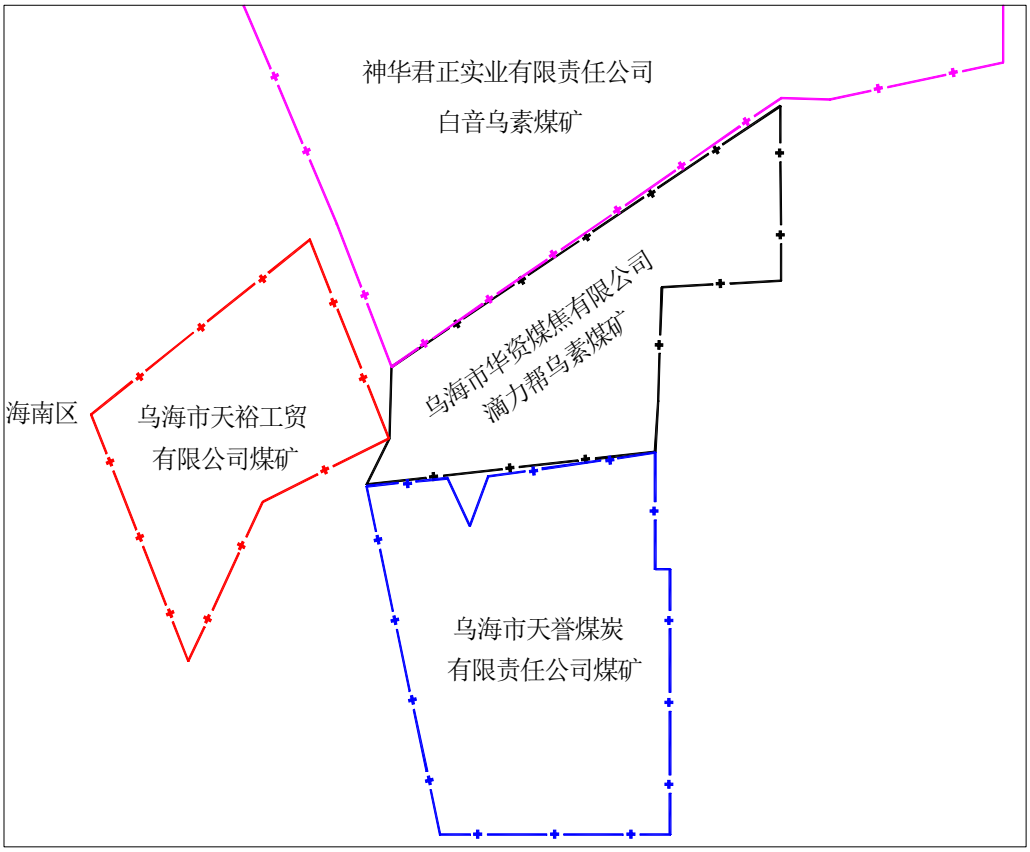


图 2-12　周边矿山相对位置关系示意图

四、国土空间“三线三区”符合性情况

依据乌海市国土空间总体规划（2021-2035 年）数据库、乌海市 2025 年度国土变更调查成果、乌海市“三线一单”生态环境分区管控成果为基底，天裕煤矿全部采矿权范围、地面工业场地均未划入乌海市生态保护红线管控范围。

矿区不属于甘德尔山生态保护区、黄河干流岸线生态缓冲带、桌子山重点生态功能管控区，不涉及四合木等珍稀植物核心保护斑块，矿区不在市级及以上自然保护地、水土流失重点预防区、黄河生态廊道管控区内开采活动不触碰生态红线刚性管控禁令，符合生态空间管控要求。

矿区及采矿权外延 1km 范围内未涉及桌子山岩画群、秦汉长城烽火台遗址、古墓葬群等各级文物保护单位，无古遗址、石窟、近现代重要史迹点分布。不涉及贺兰山国家级自然保护区、甘德尔山生态文明景区、黄河湿地公园等各类自然保护地，无珍稀野生动植物集中栖息地。符合“三区三线”空间管控及土地用途管制要求。详见附件。

第七节　矿区生态修复工作情况

天裕煤矿为已建矿山，矿山现状条件下已形成工业场地、风井场地、采空区以及矿区道路。

一、已治理情况

前期治理内容：根据已监测资料确定天裕煤矿采空区地面沉稳期为1年，因此主要是对矿山2025年7月之前开采产生的采空区引发的地面塌陷、地裂缝等进行治理，已进行治理总面积为65.89hm^2。

天裕煤矿根据已评审备案的《内蒙古自治区矿山地质环境分期治理方案（2010年-2014年）》以及2018年编制的《乌海市天裕工贸有限公司煤矿矿山地质环境保护与恢复治理及土地复垦方案》确定，在采空区地质灾害易发区域设置网围栏；及时回填形成的地裂缝，并覆土、恢复植被；混凝土封闭废弃井口，拆除清理地面临时建筑，覆土恢复植被；工业场地已进行绿化；采用充填采煤工艺，建井及采矿期间产生的废石均已回填，不存在矸石堆及排土场，治理费用11.86万元。

本矿山已建立和完善矿山地质环境监测系统，编制工作面沉降地表观测站布置与观测设计方案，监测记录齐全；定期对采空区上部进行地表变形监测。其中110905工作面开展地表沉降动态监测工作，监测周期1年，共计实施8次监测，监测时间区间为2020年11月3日至2024年10月30日。经监测，110905工作面充填开采引起的地表最大下沉区域发生在工作面正上方，最大下沉为54mm；最大倾斜区域发生在工作面边界附近，最大倾斜为0.61mm/m；最大曲率值较小为0.197mm/m^2；最大水平变形0.951mm/m；均未超过2mm/m。工作面回采完成1年后可以认为地表处于下沉稳定期。在建筑物外墙体上均未观察到有明细裂缝出现。

120902工作面开展地表沉降动态监测工作，监测周期1年，共计实施8次监测，监测时间区间为2020年1月16日至2021年7月11日。经监测，

120902 工作面充填开采引起的地表最大下沉区域发生在工作面正上方，最大下沉为 46mm；最大倾斜区域发生在工作面边界附近，最大倾斜为 1.46mm/m。最大曲率值较小，为 0.092mm/m^2；变形值最大为 1.78mm/m，最大水平变形均未超过 2mm/m。2021 年 1 月 11 日工作面回采完成之后六个多月时间里，120902 工作面平均下沉为 3mm，可以认为地表处于下沉稳定期。在建筑物外墙体上均未观察到有明细裂缝出现。

从监测数据变化趋势来看，开采 1 年以后地表单次沉降量基本小于 0.01m，地表沉降速率显著放缓，采空区地表逐步趋于沉陷稳定。地面沉陷观测数据见表地面沉陷观测数据见表 2-11、2-12。修复工程见照片 2-22—2-24。

表 2-11　110905 地面沉陷观测数据分析表

观测点	第 1 次			第 2 次			第 3 次			第 4 次			第 5 次			第 6 次			第 7 次			第 8 次		
	2020 年 11 月 3 日			2021 年 5 月 12 日			2021 年 11 月 12 日			2021 年 12 月 26 日			2022 年 4 月 22 日			2022 年 12 月 29 日			2024 年 3 月 9 日			2024 年 10 月 30 日		
	标高	沉降量(m)		标高	沉降量(m)		标高	沉降量(m)		标高	沉降量(m)		标高	沉降量(m)		标高	沉降量(m)		标高	沉降量(m)		标高	沉降量(m)	
	（m）	本次	累计	（m）	本次	累计	（m）	本次	累计	（m）	本次	累计	（m）	本次	累计	（m）	本次	累计	（m）	本次	累计	（m）	本次	累计
1	1211494			1211494	0	0	1211494	0	0	1211494	0	0	1211494	0	0	1211494	0	0	1211494	0	0	1211494	0	0
2	1210086			1210075	-11	-11	1210075	0	-11	1210072	-3	-14	1210075	3	-11	1210063	-12	-23	1210047	-16	-39	1210045	-2	-41
3	1209779			1209768	-11	-11	1209769	1	-10	1209764	-5	-15	1209769	5	-10	1209754	-15	-25	1209745	-9	-34	1209740	-5	-39
4	1208914			1208925	11	11	1208929	4	15	1208927	-2	13	1208939	12	25	1208926	-13	12	1208907	-19	-7	1208904	-3	-10
5	1208983			1208967	-16	-16	1208969	2	-14	1208967	-2	-16	1208969	2	-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	1210056			1210053	-3	-3	1210055	2	-1	1210052	-3	-4	1210055	3	-1	1210051	-4	-5	1210030	-21	-26	1210033	3	-23
7	1209922			1209930	8	8	1209933	3	11	1209925	-8	3	1209893	-32	-29	1209892	-1	-30	1209884	-8	-38	1209887	3	-35
8	1209796			1209807	11	11	1209811	4	15	1209808	-3	12	1209781	-27	-15	1209769	-12	-27	1209753	-16	-43	1209751	-2	-45
9	1209632			1209645	13	13	1209649	4	17	1209647	-2	15	1209647	0	15	1209629	-18	-3	1209636	7	4	1209633	-3	1
10	1210382			1210401	19	19	1210402	1	20	1210403	1	21	1210382	-21	0	1210375	-7	-7	1210369	-6	-13	1210372	3	-10

表 2-12　120902 地面沉陷观测数据分析表

观测点	第 1 次			第 2 次			第 3 次			第 4 次			第 5 次			第 6 次			第 7 次			第 8 次		
	2019 年 5 月 16 日			2020 年 1 月 16 日			2020 年 6 月 21 日			2020 年 11 月 14 日			2021 年 1 月 18 日			2021 年 3 月 19 日			2021 年 5 月 22 日			2021 年 7 月 11 日		
	标高	沉降量(m)		标高	沉降量(m)		标高	沉降量(m)		标高	沉降量(m)		标高	沉降量(m)		标高	沉降量(m)		标高	沉降量(m)		标高	沉降量(m)	
	（m）	本次	累计	（m）	本次	累计	（m）	本次	累计	（m）	本次	累计	（m）	本次	累计	（m）	本次	累计	（m）	本次	累计	（m）	本次	累计
1	1206.491			1217.487	4	4	1217.482	5	9	1217.48	2	11	1216.977	4	16	1211.977	5	21	1211.974	3	24	1211.973	1	25
2	1205.993			1216.991	2	2	1216.984	7	9	1216.981	3	12	1213.88	5	16	1206.88	7	23	1206.877	3	26	1206.876	1	27
3	1206.896			1213.891	5	5	1213.887	4	9	1213.885	2	11	1218.27	5	18	1212.27	6	24	1212.267	3	27	1212.264	3	30
4	1207.288			1218.286	2	2	1218.279	7	9	1218.275	4	13	1214.113	5	15	1209.113	5	20	1209.111	2	22	1209.107	4	26
5	1207.128			1214.125	3	3	1214.121	4	7	1214.118	3	10	1215.245	6	22	1210.245	5	27	1210.245	0	27	1210.242	3	30
6	1207.267			1215.263	4	4	1215.256	7	11	1215.251	5	16	1216.03	7	23	1212.03	4	27	1212.027	3	30	1212.024	3	33
7	1207.053			1216.045	8	8	1216.041	4	12	1216.037	4	16	1217.88	5	26	1213.88	4	30	1213.878	2	32	1213.875	3	35
8	1206.906			1217.897	9	9	1217.89	7	16	1217.885	5	21	1220.49	6	21	1215.49	5	26	1215.485	5	31	1215.483	2	33
9	1206.511			1220.504	7	7	1220.499	5	12	1220.496	3	15	1221.244	7	24	1217.244	4	28	1217.24	4	32	1217.239	1	33
10	1206.268			1221.262	6	6	1221.255	7	13	1221.251	4	17	1221.877	5	22	1218.877	3	25	1218.874	3	28	1218.87	4	32



照片 2-22　塌陷裂缝回填



照片 2-23　采空区设置网围栏



照片 2-24　工业场地绿化

二、验收情况

根据现状调查，天裕煤矿截至本方案基准期，矿山地质环境治理工程验收通过 2 期，年度治理计划完成验收过 2 年。之后依据本《方案》进行矿山地质环境年度治理计划安排，并验收。

1、2017 年 1 月 6 日，乌海市国土资源局组织专家，对天裕煤矿 2010 年 10 月-2014 年 6 月治理工程进行了验收，验收通过面积 59.7hm^2。

矿山基本建立了完善的矿山地质环境监测系统，监测记录齐全；在地质灾害易发区域设置警示牌 21 个，网围栏 280 米；对产生的沉陷裂缝及时进行了回填，现场未发现沉陷裂缝，采空区上部自然恢复植被；废弃井口已封闭，并拆除临时建筑物 1870m^3；工业场地绿化 70000m^2。治理费用 11.86 万元。

2、2018 年 11 月 18 日，乌海市国土资源局组织专家对乌海市天裕工贸有限公司煤矿 2014 年 7 月至 2017 年 7 月矿山地质环境分期治理工程进行实地验收。

主要完成的治理工程为：回填地裂缝 2238m^3，拆除 195m^3，清运 195m^3，封井 50m^3，覆土 4680m^3，种草面积 16hm^2，设置警示牌 40 块。

在煤矿开采过程中，对已经不再使用的废弃工业广场废弃建构筑物进行拆除、清运，废弃井口封闭，并拆除建构筑物 1870m^3，对拆除建筑、整平后的工业广场进行了覆土，共计覆土 4680m^3，并于雨季前在场地内播撒草籽恢复植被，对原煤矿采空区地裂缝等进行回填治理，共计回填量约 3000m^3，安设警示牌板 40 块，对采空区上部进行地表变形监测，治理费用合计 17.11 万元。

表 2-12　天裕煤矿矿山地质环境验收范围拐点坐标表

1980 西安坐标系		
拐点编号	X	Y
1	4370077.91	36404656.77
2	4370043.77	36404826.18
3	4369954.25	36404811.09
4	4369995.98	36404635.70

3、2024 年 12 月 24 日，乌海市自然资源局海南分局组织专家，对天裕煤矿 2024 年治理工程进行了验收。完成了职工宿舍前地面硬化 3000m²；井口材料存储场地硬化 800m²；办公室、职工宿舍外装修 6023m²；新增警示牌 20 块；新增监测点 124 个。

4、2025 年 10 月 26 日，乌海市自然资源局海南分局组织专家，对天裕煤矿 2025 年治理工程进行了实地验收。新增地质灾害警示牌 2 块、更换道路指示牌 1 块；更换警示牌 20 块；并对矿区进行地质灾害监测 1 年，2025 年监测面积为 109456m²，对工业场地管护面积：178690.88m²，原有采空区地裂缝，对沉陷区进行填充、平整、覆土、自然恢复植被。

三、往年治理成效情况

（一）植被成活率现状分析

天裕煤矿累计已验收修复面积 59.70hm²，塌陷（沉陷）区以柠条、沙蒿、短花针茅等乡土灌草恢复植被，大部分裂缝区以自然恢复为主。受乌海干旱荒漠草原区降水稀少、蒸发强烈的立地条件制约，现状综合平均植被成活率约 80%，整体恢复效果一般，尚未达到干旱区植被保存的理想水平。不同立地条件下成活差异较大，沉陷扰动强烈、裂缝发育地段及覆土厚度不足、土壤基质贫瘠地块成活明显偏低。总体来看，覆土厚度、土壤基质是限制本矿植被存活的主要因素，需通过补植补播、覆土改良和管护巩固持续提质。

（二）土壤恢复现状调查

天裕煤矿在矿区范围内布设 6 个土壤检测样点，样点覆盖耕地、林地、

草地、采矿用地等主要地类，检测因子涵盖 pH、有机质、全氮、有效磷、速效钾、阳离子交换量、机械组成、容重、孔隙度、微生物、水解性氮，检测结果可全面反映矿区不同地类土壤恢复现状。农用地 pH 值 8.69，呈弱碱性；有机质 20.5g/kg、全氮 1.39g/kg、有效磷 13.1mg/kg、速效钾 153mg/kg，土壤养分整体处于中等偏上水平；容重 1.58g/cm³、孔隙度 9.9%，土壤偏紧实，孔隙结构一般，通气透水性能欠佳；微生物含量 59mg/kg，活性尚可；林地 pH 值 8.44—8.63，呈弱碱性；有机质 10.4—19.4g/kg、全氮 1.28—1.65g/kg，有效磷 2.68—4.68mg/kg，速效钾 57—346mg/kg，地类间差异较大，养分供给能力总体薄弱，其中有效磷明显偏低；容重 1.54—1.57g/cm³、孔隙度 8.8%—9.6%，土壤紧实度略高，不利于林木根系发育；微生物含量 56—80mg/kg，活性尚可。草地 pH 值 8.56，呈弱碱性；有机质 21.3g/kg、全氮 1.69g/kg、有效磷 22.7mg/kg、速效钾 260mg/kg，土壤养分整体相对较好；容重 1.51g/cm³、孔隙度 9.6%，土壤结构一般；微生物含量 53mg/kg，活性一般。

矿区土壤普遍呈弱碱性（pH8.38—8.69），与乌海地区棕钙土、灰漠土碱性背景相符。不同地类土壤养分差异明显：耕地、草地养分相对较好，林地和工业用地养分供给能力薄弱，有效磷、全氮为限制性养分因子；各用地类型土壤容重普遍偏高（1.51—1.58g/cm³）、孔隙度偏低（8.7%—9.9%），土壤偏紧实，通气透水性能欠佳，保水保肥能力不足。

总体来看，矿区土壤质量整体处于中等偏下水平，需结合植被恢复措施，通过增施有机肥、补磷增氮、深耕松土及覆土改良等方式逐步改善土壤结构与肥力状况。

第八节　矿区基本情况调查监测指标

根据现场调查及查阅相关资料，矿区生态修复调查内容主要包括：矿山地质环境调查、土地资源调查、生态系统调查等。矿区生态系统类型主要为草原化荒漠生态系统。根据现场调查结果，现状生态系统状况良好。矿山采矿前复垦修复监测内容与监测指标表见表 2-13，矿山开采中复垦修复监测内容与监测指标表见表 2-14。

表 2-13　矿山采矿前复垦修复监测内容与监测指标表

监测对象	监测内容	监测指标	监测方法	监测值
矿山地质环境	地下水	含水层类型	DZ/T 0287	第四系松散岩类孔隙水
		地下水位		1140m标高
		地下水温		9～11℃
		正常涌水量		45m³/h
土地资源	土地利用现状	土地利用类型及面积	TD/T1055 TD/T 1010	见表2-6
		土地利用面积		126.57hm²
		基本农田及面积		无
	耕地及基本农田	土壤质量	NY/T 1119	土壤有机质含量10.4-21.3g/kg
		配套设施		无灌溉系统
		生产力水平		玉米 150～250kg /亩
生态系统	地表水环境	地表水面积	HJ 91.2	无
		地表水排泄		无
	生态状况调查	草原化荒漠生态系统	GB/T 30363 HJ 1167	覆盖度25%
	生态系统质量	生物量	GB/T 42340	1.4～2.1t/hm²
		植被覆盖度		30%
		水质		地表水水质达到地表水环境质量III类标准

表 2-14　矿山开采中复垦修复监测内容与监测指标表

监测对象		监测内容	监测指标	监测值
损毁现状与拟损毁监测	地质环境损毁	采空区塌陷	预测采空区面积	142.83hm^2
			裂缝发育	裂缝宽约 0.10～0.20m，长约 5～10m，裂缝可见深度为 0.3～0.8m。
			地下水位	780-1140m
			平均降水量	158.1mm
		地下水环境破坏（含水层、地下潜水、开采目的层、疏干层）	含水层破坏类型	第四系松散层孔隙含水层；奥陶系岩溶裂隙含水层
			地下水温	10-12℃
			地下涌水量	230m^3/d
			地下水水质	满足地下水环境质量III类标准
		土壤环境破坏	土壤无机污染物	铜：31.37mg/kg；锌：42.50mg/kg；铁：7.52%；锰：310.17mg/kg，均未超标。
			土壤有机污染物	检测项目均未超标
	土地资源损毁	预测塌陷区土地面积（hm^2）	水浇地	0.09
			乔木林地	15.06
			灌木林地	2.06
			其他林地	16.02
			其他草地	64.32
			物流仓储用地	4.75
			商业服务业设施用地	1.95
			工业用地	15.81
			采矿用地	2.52
			城镇住宅用地	5.27
			公路用地	8.72
			城镇村道路用地	1.43
			农村道路	0.51
			沟渠	0.03
			裸土地	4.29
		压占土地面积（hm^2）	乔木林地	0.44
			其他林地	0.04
			其他草地	3.69
			工业用地	11.98
			公路用地	0.42
			农村道路	0.27
	生态系统破	地表水环境破坏	地表水质量变化	水质未受影响，经检测满足地表水环境质量III类标准
			地表水排泄变化	未受影响
			塌陷区水环境	良好

监测对象		监测内容	监测指标	监测值
	坏			
生态修复效果监测	地质环境治理	采空区塌陷	复垦修复率	100%
		地下水环境	地下水位	1063m
			地下水水质	水质未受影响，经检测满足地下水环境质量Ⅲ类标准。
			水质监测点达标率	100%
		土壤环境质量	土壤污染项目	土壤检测指标无超标项目，符合《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》及《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》
			土壤微量项目	铜：31.37mg/kg；锌：42.50 mg/kg；铁：7.52%；锰：310.17mg/kg，均未超标。
	土地复垦利用	复垦修复管理	土壤环境质量达标率	100%
			土地复垦率	100%
		复垦修复土地（林地、草地）	土壤质量	pH 值为平均值 8.54g/kg；有机质平均值 16.43g/kg；全氮平均值 1.4g/kg；有效磷平均值 9.21mg/kg；速效钾平均值 177mg/kg；容重平均值 1.55g/cm^3；孔隙度平均值 9.35％
			配套设施	灌溉系统、排水设施、道路等基础设施完备
			生产力水平	玉米亩产 700-800 斤/亩，
		地表水环境	地表水水质达标率	100%
			地表水排泄情况	未受影响

第三章　问题识别诊断及修复可行性分析

第一节　问题识别与受损预测

一、现状问题

本《方案》编制前技术人员对现场进行了实地调查，经调查天裕煤矿工业场地和矿区道路部分区域位于矿区范围外，面积为 8.57hm^2。调查面积即为矿区范围（采矿权范围及采矿活动的影响范围）2.4855km^2。天裕煤矿始建于 1986 年，2002 年进行矿井改扩建，2012 年天裕煤矿进行产业技术升级改造，2014 年以后采用膏体充填采空区管理顶板，已开采 9 号、16 号煤层，对应地表形成地下采空区，已建有工业场地、风井场地、矿区道路，现状损毁土地面积 86.16hm^2。

（一）矿山地质环境现状

1、不稳定地质体

根据资料收集和野外调查，天裕煤矿采矿活动引发的不稳定地质体主要为地下开采使原本稳定的坡体、煤层顶板转变为不稳定地质体。不稳定地质体类型为采空塌陷区。

煤矿经过多年对 9 号、16 号煤层的开采，截至 2026 年 2 月现状已形成多处房采采空区、一处综采采空区和多处充填采空区。矿区范围内共形成采空区面积 71.57hm^2。

（1）房采采空区

根据资料及现状调查，天裕煤矿 2012 年整合技改之前，煤矿采用房柱式开采，已开采 9 号、16 号煤层，开采区域位于矿区南部，共形成采空区面积 19.99hm^2。

（2）综采采空区

2012 年天裕煤矿采煤方法为综合机械化开采，开采 9 号煤层。开采 12908 综采工作面，共形成采空区面积 1.32hm^2。

（3）充填采空区

天裕煤矿充填开采形成采空区面积为 50.26hm^2，主要位于矿区北部。充填采空区上部未发现地面塌陷、地裂缝灾害。根据监测，最大下沉区域发生在工作面正上方，最大累计下沉约为 68mm。

根据 2019 年 7 月，华安奥特（北京）科技股份有限公司编制的《乌海市天欲工贸有限公司地表沉降观测阶段报告》。

依据观测方法和观测步骤进行了 4 次观测，2018 年 10 月 10 日进行了初次全面观测，2018 年 12 月 14 日进行了第一次日常测量，2019 年 4 月 25 日进行了第三次日常测量，2019 年 6 月 6 日进行了第四次测量(全面测量)。

根据观测结果，最大水平、最大曲率、最大倾斜变形如下表所示：

表 3-1　天裕煤矿充填采空区变形监测结果表

水平变形(mm/m)	曲率(mm/m^2)	倾斜(mm/m)
1.82	0.05	1.41

下沉数据综合分析：

累计下沉：A 线累计下沉较大发生在 A7 至 A10（累计沉降量 62-68mm，其中 A10 最大达到 68mn)，B 线累计下沉较大发生在 B5 至 B8(累计沉降量 36-47mm，其中 B8 最大达到 47mm)，C 线累计下沉较大发生在 C6 至 C9(累计沉降量 37-60mm，其中 C7 最大为 60mm)。

可以得出：最大下沉区域发生在工作面正上方，最大累计下沉约为 68mm。

倾斜和曲率数据综合分析

倾斜：较大倾斜值出现在 A12-A13 处，倾斜值为-0.91 mm/m；B4-B5 处，倾斜值为 0.70mm/m；C3-C4 处，倾斜值为 1.41 mm/m；可以看出最大倾斜为 1.41 mm/m。

曲率：A 线曲率较大值出现在 A14 点，曲率值为 0.02 mm/m^2；B 线曲

较大值出现在 B6 点，曲率值为 0.05 mm/m^2；C 线曲率较大值出现在 C3 点，曲率值为 0.05 mm/m^2；可以看出最大曲率值为 0.05 mm/m^2。

水平变形数据综合分析

水平变形：A 线较大水平变形值出现在 A8-A9，变形值为 1.62mm/m；B 线较大水平变形值出现在 B5-B6，变形值为 1.6 mm/m；C 线较大水平变形值出现在 C9-C10，变形值为-1.82mm/m。可以看出三处的变形值约为 1.7mm/m，最大水平变形值未超过 2mm/m。

经过多次测量、计算，参照《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》对地面建(筑)的损坏程度进行等级划分与评定，从以上四次观测数据和《砖混结构建筑物损坏等级表》，可以确定监测区域各测点的水平变形、倾斜、曲率均在Ⅰ级破坏等级范围内。

房柱式采空区地表无明显变形迹象，综采采空区产生地面塌陷，表现为伴生的地面裂缝，裂缝多呈近平行状分布，为间断性裂缝，其延伸方向近东西向延伸，长度为 5～10m，宽度为 0.05～0.30m，裂缝可见深度 0.50～1.00m，地面伴生裂缝面积约占塌陷区总面积的 3%。

综采采空区已治理，采取的措施为利用塌陷裂缝周围土回填塌陷裂缝，然后平整，治理效果良好。

矿山按“边开采、边修复”原则，多次回填采空塌陷区，10cm 以上裂缝人工回填，窄小裂缝自然修复。天裕煤矿对矿山 2025 年 7 月之前开采产生的采空区引发的地面塌陷、地裂缝等进行修复，修复总面积为 65.89hm^2。现状条件下，综采采空区及房采采空区已全部修复，充填采空区未出现塌陷，因此现状不稳定地质体影响程度较轻。

2、地形地貌景观破坏

天裕煤矿位于乌海市南部，为半沙漠的丘陵地貌。目前矿山开采对地形地貌景观产生破坏的主要为工业场地、风井场地、矿区道路、采空塌陷区。

（1）采空塌陷区

天裕煤矿截至 2026 年 7 月已形成采空区地表投影面积为 71.57hm^2，现状综采采空区地裂缝带面积约占采空区面积的 3%。截止本方案基准期矿山已对前期开采产生的采空区引发的地面塌陷、地裂缝等进行修复，修复总面积为 65.89hm^2。现状条件下采空塌陷区对地形地貌景观破坏为轻度。

（2）工业场地

工业场地位于矿区南部，自然地形、地势较为平坦，整体东高、西低，占地面积 15.65hm^2，设有主井，副井、风井、临时矸石堆、运输设施、充填站、矿办公室、职工宿舍、职工食堂、任务交待室、浴室、厕所等。目前矿井采用斜-立井综合方式。场地内的生产、辅助生产设施及生活办公建筑群，破坏原始地貌景观，改变了该区域地形地貌景观格局，造成与原有自然景观不协调，现状条件下工业场地对地形地貌景观破坏为中度。工业场地见照片 3-2—3-4。



照片 3-2　工业场地办公区域



照片 3-3　主井



照片 3-4　矸石仓

（3）风井场地

风井场地位于矿区北部 360m 处，场地内布置有回风立井、控制室及配电室等设施，占地面积 0.50hm^2，场地内的生产、辅助生产设施及生活办公建筑群，破坏原始地貌景观，改变了该区域地形地貌景观格局，造成与原有自然景观不协调，现状条件下风井场地对地形地貌景观破坏为中度。风井场地见照片 3-5。



照片 3-5　风井场地

（4）矿区道路

为进出矿区、连接工业场地的进场道路和材料道路，总长度约 800m，路面采用沥青混凝土结构路面及素土路面，占地面积 0.69m^2。矿区道路建

设运行多年，改变了原生的地形地貌景观，现状条件下矿区道路对地形地貌景观破坏为轻度。矿区道路见照片 3-6。




照片 3-6　矿区道路

3、含水层破坏

（1）含水层结构破坏

矿区位于岗德尔山岩溶水子系统东南部，为岩溶水径流区，属剥蚀残山地貌。区内地势较为平坦，地表大部为第四系风积砂覆盖，北部基岩出露。地势总体为东部高，西部低，最高点东北角标高+1230m，最低点西部边界标高+1210m，最大高差 20m。本区地表水系属黄河水系，北部边界一带有小的冲沟，为黄河支流卡布其沟支沟，沟谷为干沟，雨季排泄洪水。井筒标高+1219.92～+1221.14m，洪水位标高约+1215m，本区奥陶系水位标高+1100～+1180m，9 号煤层底板标高+780～+1200m，16 号煤层底板标高+700～+1160m，最下部 17 号煤层底板标高+680～+1140m，可采煤层多位于奥陶系水位以下，为带压开采煤层。

本矿经过多年的开采，9 号、16 号煤层均有采空区积水，直接导致含水层结构的破坏，使含水层水力性质及补、径，排条件发生改变。

（2）矿井疏干对含水层的影响

矿井直接充水含水层富水性弱，导水性能差，现状开采过程中正常涌水量为 100m3/h，疏干水量较小，现场调查时，矿区附近地下水位下降幅度较小，未形成明显的降落漏斗，含水层水文地质条件未发生较大变化。

（3）对矿区及附近水源的影响

矿区内地表水体不发育，周边无重要、较重要的水源地，矿山现状开采对局部含水层结构有所破坏，但影响较小，未造成区域性破坏。矿山用水主要为工作人员生活用水、少量生产用水及消防洒水，为 80m^3/d，由矿区水源井提供。

（4）对地下水水质影响

现状条件下，矿山开采疏干水汇集处理达标后作为矿区绿化用水或道路洒水；工业场地生产、生活废水经排水管线集中排至工业场地内污水沉淀池，经沉淀、过滤、消毒等处理后，全部用于矿区绿化和防尘洒水，对地下水无污染，没有对周围环境造成危害。

综上所述，矿山开采中正常疏干水量小，矿区生产、生活污水排放量很少，疏干水与生产、生活污水均处理达标回用，不排出区外，对地下水无污染。现状条件下，现状采空区范围对含水层结构影响破坏程度中度。工业场地及矿区其余地区对含水层结构的影响程度轻度。

（二）矿山土地资源损毁现状

目前矿山开采建设对土地资源损毁的区域主要为现状已损毁土地的单元为采空区、工业场地、风井场地、矿区道路。塌陷损毁单元为采空塌陷区，土地压占的单元有工业场地、风井场地、矿区道路。

1、已损毁土地面积现状

（1）采空区面积为 71.57hm^2，其中充填采空区面积为 50.26hm^2，房采采空区面积 19.99hm^2，形成综采采空区面积 1.32hm^2。一般裂缝宽度为 0.05～0.30m，间距 50-100m，单条裂缝长 5-30m，可见深度 0.5-1.0m，部分裂缝离层错动台阶落差在 2-10cm 之间。现状地裂缝带面积约占采空区面积的 3%，对土地造成塌陷损毁。

（2）工业场地占地面积为 15.65hm^2，建筑物结构为多层，钢筋混凝土结构。对土地造成压占损毁。

（3）风井场地占地面积 0.50hm^2。建筑物结构为单层，钢筋混凝土结构。对土地造成压占损毁。

（4）矿区道路长约 800m，路面宽 5～7m，占地面积 0.69hm^2。对土地造成压占损毁。

2、已损毁土地程度分析

（1）评价因素的选择

本矿山土地损毁类型主要为塌陷、压占，对损毁区分析评估应对照损毁前地形地貌景观、土壤类型、土地利用类型、土地生产力及生物多样性等方面进行，按土地损毁类型的不同，将每种损毁类型的损毁程度分为 3 个级别（轻度、中度、重度）。塌陷损毁程度主要取决于三个因素，即塌陷面积、裂缝宽度、最大下沉值；压占损毁程度主要取决于四个因素，即压占面积、堆积高度、边坡坡度、地表物质性状，结合压占物地表稳定，其损毁程度评价因子及等级标准如表 3-2～表 3-4。

表 3-2　塌陷土地损毁程度评价表

损毁类型	评价因子	评价等级		
		轻度损毁	中度损毁	重度损毁
塌陷	塌陷面积（hm^2）	<5	5~10	>10
	裂缝宽度（m）	<0.20	0.20~0.35	>0.35
	最大下沉值（m）	<2	2~5	>5
	权重分值	100-170	171-240	241-300

表 3-3　建筑物压占土地损毁程度评价因素及损毁程度评价表

评价因子	权重	评价等级		
		轻度损毁	中度损毁	重度损毁
压占面积	40	<1.00hm^2	1.00~5.00hm^2	>5.00hm^2
建筑物高度	30	<2m	2～5m	>5m
地表建筑物类型	30	砖瓦结构	彩钢结构	钢筋混凝土结构
权重分值	100	0-100	101-200	201-300

表 3-4　压占土地损毁程度评价表

评价因子	权重	评价等级		
		轻度损毁	中度损毁	重度损毁
路基宽度（m）	30	≤4.0	4.0~6.0	>6.0
路面高度（m）	30	≤10	10~20	>20
道路类别	20	自然路	砂石路	硬化道路
车流量	20	小	较大	大
权重分值	100	0-100	101-200	201-300

（2）已损毁土地损毁程度评价

土地损毁程度评价详见表 3-5、3-6。

表 3-5　塌陷损毁土地程度评价表

评价单元	评价因子	评价单元拟损毁	权重	权重分值	评价等级			损毁程度
					轻度损毁	中度损毁	重度损毁	
采空区	裂缝宽度（m）	0.05~0.3m	30	60	—	0.20~0.35	—	中度损毁
	裂缝面积（hm^2）	0.64	20	40	—	5~10	—	
	最大下沉值（m）	0.5	50	50	<2	—	—	
	和值	/	/	150	/			

表 3-6　已压占损毁土地程度评价表（压占）

评价单元	评价因子	评价单元拟损毁	权重	权重分值	评价等级			损毁程度
					轻度损毁	中度损毁	重度损毁	
工业场地	压占面积（hm^2）	15.65	40	120	—	—	>5.00hm^2	重度损毁
	建筑物高度（m）	5-15	30	90	—	—	>5m	
	地表建筑物类型	砖混结构	30	90	—	—	钢筋混凝土结构	
	和值	/	/	300	/	/	/	
风井场地	压占面积（hm^2）	0.50	40	40	<1.00hm^2	—	—	中度损毁
	建筑物高度（m）	2-3	30	60	—	2～5m	—	
	地表建筑物类型	砖混结构	30	90	—	—	钢筋混凝土结构	
	和值	/	/	190	/	/	/	

评价单元	评价因子	评价单元拟损毁	权重	权重分值	评价等级			损毁程度
					轻度损毁	中度损毁	重度损毁	
矿区道路	路基宽度（m）	6	30	60		4.0~6.0	—	中度损毁
	路面高度（m）	0	30	30	≤10	—	—	
	道路类别	沥青混凝土结构路面及素土路面	20	60	—	—	硬化道路	
	车流量	小	20	20	小	—	—	
	和值	/	/	170	0-100	101-200	201-300	

已损毁土地损毁程度统计表见表 3-7。

表 3-7　已损毁土地损毁程度统计表

位置	损毁形式	面积（公顷）	损毁程度
采空区	塌陷	71.57	中度损毁
工业场地	压占	15.65	重度损毁
风井场地	压占	0.50	中度损毁
矿区道路	压占	0.69	中度损毁
合　计		86.16	—
备注：部分工业场地、矿区道路与采空区重叠面积 2.25hm^2，不重复计算			

（三）生态损毁问题现状

1、植被损毁

天裕煤矿已地下开采多年，已对当地植被造成影响。采空区面积为 71.57hm^2。占用的土地类型为林地、草地、商服用地、工矿仓储用地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地。

风井场地占地面积 0.50hm^2，区域内建筑物已对当地植被造成影响，土地类型为采矿用地。工业场地占地面积 15.65hm^2，土地类型为林地、草地和采矿用地。矿区道路占地面积 0.69hm^2，土地类型为公路用地和农村道路。已损毁土地利用现状地类统计表见表 3-8。

表 3-8　已损毁土地现状统计表

工程单元	面积（hm^2）	土地类型				面积（hm^2）	损毁类型
		一级地类		二级地类			
采空区	71.57	03	林地	0301	乔木林地	6.08	塌陷
				0305	灌木林地	1.41	
				0307	其他林地	6.58	
		04	草地	0404	其他草地	37.53	
		05	商服用地	0508	物流仓储用地	2.32	
				05H1	商业服务业设施用地	0.53	
		06	工矿仓储用地	0601	工业用地	4.03	
				0602	采矿用地	1.69	
		07	住宅用地	0701	城镇住宅用地	4.29	
		10	交通运输用地	1003	公路用地	5.51	
				1004	城镇村道路用地	0.04	
				1006	农村道路	1.13	
		11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.13	
				1107	沟渠	0.05	
		12	其他土地	1206	裸土地	0.25	
工业场地	15.65	03	林地	0301	乔木林地	0.44	压占
				0307	其他林地	0.04	
		04	草地	0404	其他草地	3.69	
		06	工矿仓储用地	0601	工业用地	11.48	
风井场地	0.50	06	工矿仓储用地	0601	工业用地	0.5	压占
矿区道路	0.69	10	交通运输用地	1003	公路用地	0.42	压占
				1006	农村道路	0.27	
合计	86.16	合计				86.16	—
备注：部分工业场地、矿区道路与采空区重叠面积 2.25hm^2，不重复计算							

2、生物多样性丧失

（1）植物群落

天裕煤矿现状条件下已形成的损毁单元包括采空区、风井场地、工业场地以及矿区道路，经核实采空区产生的裂缝已对其进行充填、平整、覆盖性的播撒草籽。采空塌陷区修复后区域植被覆盖度提升，群落稳定性及生态功能显著增强；风井场地、工业场地以及矿区道路的建设导致土壤结构严重受损，土壤表层有机质流失，土壤肥力大幅下降。使得原本丰富的

植被覆盖区域覆盖度下降。由于天裕煤矿对工业场地进行了绿化，绿化后对生物多样性丧失有所缓解。对比矿区未扰动原生样地与扰动区样地监测结果，扰动区植物群落物种丰富度和个体分布均匀度较原生状态下降约2%，群落物种多样性呈小幅降低态势。

（2）动物群落

现状条件下受地表塌陷、机械噪声、人为干扰等影响，区内小型哺乳动物活动频率下降，区域动物整体种类、群落结构及生态功能均保持稳定，对生物多样性的损毁程度为轻度。

随着采空塌陷区修复完成，重建的植被群落为动物提供了适宜的觅食、栖息替代生境。区域动物种类与采矿前持平，群落结构仍以啮齿类、中小型鸟类为主，生态食物链及种间关系稳定。

现状条件下采矿活动对生物多样性的损毁程度为轻度。

3、水土流失、环境污染情况

（1）地面采运系统、运输设备、煤炭贮存场防尘抑尘

原煤在转载、输送采用全封闭式带式输送机走廊，在转载点和跌落点采取喷雾洒水措施。

产品煤出井后运输贮存至储煤仓，储煤仓设喷水除尘泵和除尘喷头，全天候不定时洒水降尘、防尘。

煤炭场外运送采用全封闭车厢或车辆苫盖篷布，车辆冲洗、运煤路洒水及路面清扫等综合降尘措施后，防尘、抑尘效果显著，更有效地控制了扬尘的产生。

（2）地表水污染现状分析

天裕煤矿矿区内没有水库、湖泊等地表水体。本矿处于正常生产期，对地表水产生影响的主要污染源为生活生产污水和矿井排水。根据现场调查，本矿分别单独设置有井下水处理站和生活污水处理站。

采用“超滤+反渗透”工艺。采用“混凝沉淀+活性炭过滤+反渗透+消毒”处理工艺。矿井水经矿井水处理站深度处理后回用于矿井井下与地面生产、复垦生态区用水等。

（3）土壤污染现状分析

本矿井目前处于正常开采阶段，对土壤产生影响的主要污染源为煤矸石、煤泥渣和生活垃圾。其中煤矸石运送至矿界外综合利用；煤泥渣进行综合利用；生活垃圾统一收集后交由当地环卫部门统一处置。现状条件下，固体废弃物大部分被合理处置，露天堆放量很少，分析认为对土壤污染影响程度较轻。

矿区产生的危废主要为废机油，危废处置需统一进行。本矿山在工业场地内设置一次危废临时堆放库，由第三方有资质的企业进行定时清理。

现状条件下，本矿开采对水土流失、环境污染情况影响程度为轻度。天裕煤矿矿区现状问题损毁程度评价见表3-9。

表 3-9　天裕煤矿现状问题损毁程度表

损毁单元	面积（hm^2）	地质环境问题			土地损毁	生态受损		
		不稳定地质体	含水层	地形地貌		植被功能损毁	生物多样性	水土流失、环境污染
采空区	71.57	轻度	中度	轻度	中度	轻度	轻度	轻度
风井场地	0.50	—	轻度	中度	中度	重度	轻度	轻度
工业场地	15.65	—	轻度	中度	重度	重度	轻度	轻度
矿区道路	0.69	—	轻度	轻度	中度	重度	轻度	轻度
合计	86.16	—	—	—	—	—	—	—
备注：部分工业场地、矿区道路与采空区重叠面积 2.25hm^2，不重复计算								

二、受损预测

矿山开采必定损毁土地资源，但在各个开采阶段和各个开采环节中，其损毁方式、损毁面积和破坏程度不尽相同，有所侧重。

（一）受毁环节

在矿山生产各环节中，将形成采空区、风井场地、工业场地和矿区道路，其中损毁土地的环节主要是采空区塌陷损毁土地，工业场地和风井场地压占损毁土地，矿区道路压占土地，贯穿矿山生产进行时的全过程。

（二）损毁时序

根据《修改初步设计》和地质环境条件特征，开采方案推荐井工开采方式，生产规模60万吨/年。天裕煤矿为在建矿山，损毁时序包括井工开采、采矿工程建设、矿山排水，具体如下：

生产期：开采中采空区→部分会出现裂缝→沉稳后对其进行复垦；

工业场地→压占损毁→服务期满对其进行复垦；

风井场地→压占损毁→服务期满对其进行复垦；

矿区道路→压占损毁→服务期满对其进行复垦；

复垦期：采空塌陷区→塌陷损毁→稳沉后对其进行复垦；

天裕煤矿始建于1986年，2002年进行矿井改扩建，设计生产能力为30万吨/年。采煤方法为房柱式开采，已开采9号、16号煤层。2012年天裕煤矿进行产业技术升级改造，核定生产能力为60万吨/年，采煤方法为综合机械化开采，已开采9号煤层。2014年，天裕煤矿委托徐州中矿大贝克福尔科技有限公司编制完成了《乌海市天裕工贸有限公司煤矿建（构）筑物下充填开采方案》，设计井下各煤层采用综合机械化采煤工艺，充填液压支架后方膏体充填采空区管理顶板。已开采9号、16号煤层，开采区域位于矿区西北部及东北部。2024年12月19日，乌海市能源局以《关于<乌海市天裕工贸有限公司煤矿(改建项目)水平延深初步设计>的批复》（乌能局审批发

〔2024〕188号）对《乌海市天裕工贸有限公司煤矿（改建项目）水平延深初步设计》进行了批复，设计风井场地东侧16煤采用综采放顶煤采煤工艺开采。截至本方案基准期，采矿证有效期剩余生产年限为7.7年（2023年11月8日至2033年11月8日）。本方案将按照采矿证有效期对天裕煤矿进行受损预测。各阶段、各复垦区土地损毁时序见下表3-10。

表3-10　项目区土地损毁时序表

	房采期	综采期	充填开采期	预测期	管护期
	1986—2010	2012—2014	2015—2025	2026-2033	2033-2038
采空区					
充填采空区					
工业场地					
风井场地					
矿区道路					

（三）地质环境损毁预测

根据《修改初步设计》和“2026-2033 年矿井采煤工作面生产接续计划”矿山服务期将继续对 9 煤层，16 煤层开采。随着工作面不断推进，工作面范围内全部形成采空区，其余单元占地面积不发生变化。

1、不稳定地质体

地下开采，可能引发或加剧的地质灾害主要是地下采空引起的地面塌陷（沉降）和地裂缝，而且随着地下采空区的发展，地面发生变形，不会诱发崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害。

依据矿区内地质环境条件特征，预测采矿活动可能引发地质灾害及工程建设本身可能遭受的地质灾害。根据开采设计和地质环境条件特征，分析得出：煤矿井工开采，预测采空区可能引发地面塌陷（伴生地裂缝）地质灾害。天裕煤矿划分为一个主水平和一个辅助水平，其中：主水平标高+1050m，辅助水平标高+916m。

依据《修改初步设计》，井田需留设井田境界煤柱、井筒煤柱、主要下山煤柱、断层煤柱等。井田边界煤柱留设宽度取 20m；16 煤风井工业场地留设 85m 宽保护煤柱；煤层露头防水煤柱按 30m 留设，落差大于 10m 的断层两侧各留设 30-50m 煤柱。上煤组中央下山两侧留设 30m 保护煤柱、上煤组西翼下山两侧留设 30m 保护煤柱、下煤组上山两侧留设 30m 保护煤柱。

天裕煤矿矿山现有采空区地面投影面积为 71.57hm^2，未来开采过程中，将分层采煤，部分现有采空区进行回采，9 号煤层采用长壁纵向条带膏体充填采煤工艺；京藏高速公路保护煤柱以东 16 煤组（16-1、16-2 煤合层区）采用综采放顶煤采煤法、京藏高速公路保护煤柱以西至下煤组辅运上山保护煤柱线以东区域采用分层长壁纵向条带膏体充填采煤法，三采区西翼（主要为 16 号煤层分叉区）16-1、16-2 号煤层采用长壁纵向条带膏体充填采煤法。采矿证有效期内（2026 年-2033 年）将继续开采 9 号煤层 3 个工作面，16 号煤层 11 个工作面（开采接续表见表 3-10），开采结束后，在矿区可采范围内将形成采空区，预测采空区上部可能引发地面塌陷（地面沉陷）地质灾害。

表 3-11　　开采接续表

序号	采区编号	工作面编号	工作面可采储量(Mt)	工作面生产能力(Mt/a)	工作年限(a)	服务年限(a)							
						2026年	2027年	2028年	2029年	2030年	2031年	2032年	2033年
1	一采区	110906充填工作面	0.25	0.30	0.6	0.30Mt/a							
2		110902充填工作面	0.20	0.30	0.5								
3		110904充填工作面	0.30	0.30	0.7		0.30Mt/a						
4	三采区东翼	131601综放工作面	0.40	0.30	0.9	0.30Mt/a							
5		131602综放工作面	0.41	0.30	0.9		0.30Mt/a						
6		131603综放工作面	0.69	0.40	1.2			0.40Mt/a					
7		131604综放工作面	0.94	0.40	1.7								
8		131605综放工作面	1.12	0.40	2.0						0.40Mt/a	0.40Mt/a	
9		131606综放工作面	0.59	0.40	1.1								
10	三采区西翼	131607充填工作面	0.26	0.20	0.9			0.20Mt/a					
11		131608充填工作面	0.32	0.20	1.1								
12		131609充填工作面	0.35	0.20	1.2					0.20Mt/a			
13		131610充填工作面	0.36	0.20	1.3								
14		131611充填工作面	0.37	0.20	1.3							0.20Mt/a	

（1）采空区引发地面塌陷地质灾害预测

1）开采工作面范围

根据《修改初步设计》和矿山的开采计划，本方案设计开采 9 号煤层、16 号煤层，服务年限为 7.7 年。其中 9 号煤层开采 11906 工作面、11902 工作面、11904 工作面，其中 9 煤层各工作面形成的采空区面积为 11.98hm^2，9 号煤层采空区范围见图 3-1。

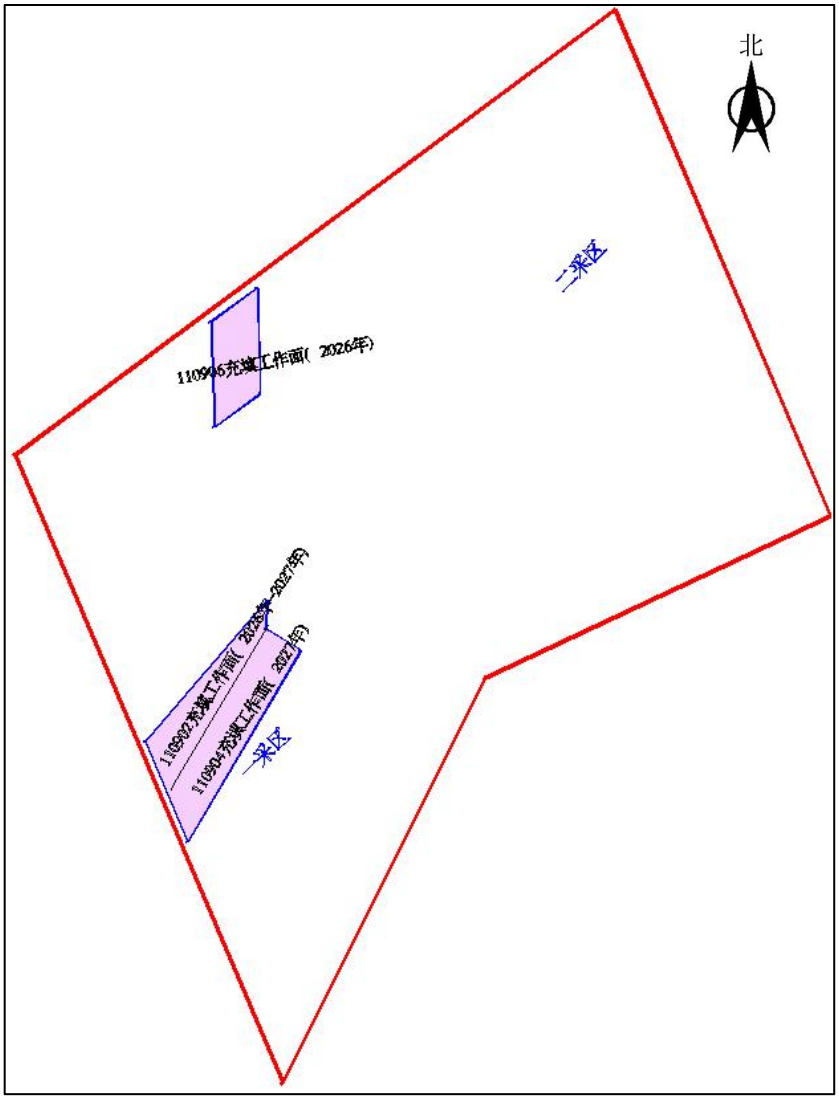


图 3-1　　9 煤层开采工作面分布范围

16 号煤层开采 131601、131602、131603、131604、131605、131606 综放工作面和 131607、131608、131609、131610、131611 充填工作面，16 煤层各工作面形成的采空区面积为 59.28hm^2，16 号煤层采空区范围见图 3-2。

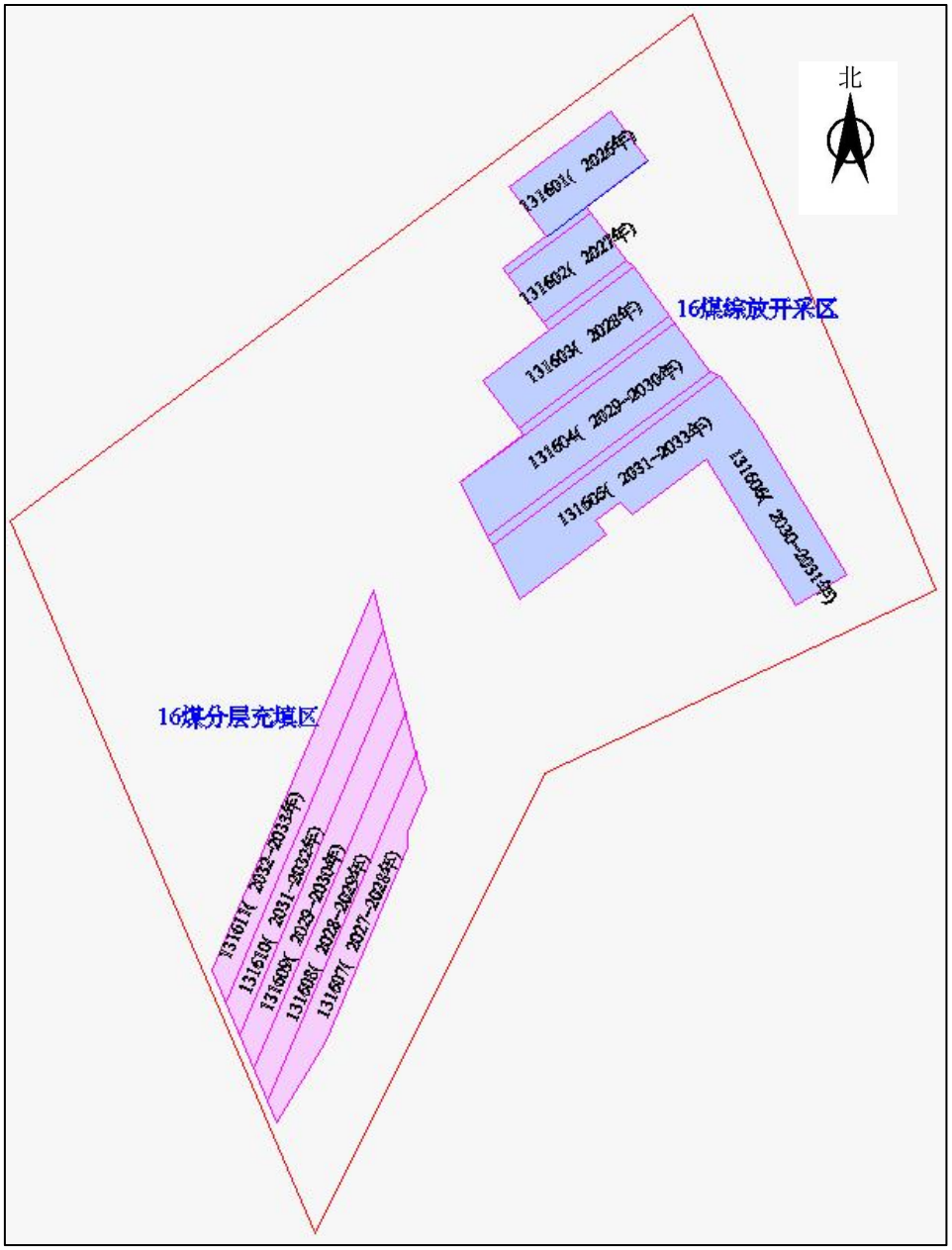


图 3-2　16 煤层开采工作面分布范围

天裕煤矿现状 9 号煤层、16 号煤层累计开采形成的采空区面积 71.57hm^2；预测 9 号煤层开采形成的采空区面积 11.98hm^2，16 号煤层开采形成的采空区面积 59.28hm^2；各煤层开采过程中会产生重复采动面积，其中预测与现状重复采动面积 30.85hm^2，采空区叠加后地面投影面积 111.98hm^2。服务期内形成的采空区面积见表 3-12。采空区范围叠加见图 3-3。

表 3-12　服务期内采空区面积统计表

煤层编号	现状采空区面积(hm^2)		预测采空区面积(hm^2)	
	单层面积	合并范围	单层面积	合并范围
9 号煤层	30.42	71.57	11.98	—
16 号煤层	41.15		59.28	
地表投影面积	71.57		70.25	
采空区地表投影面积总计	111.98			
注：现状采空区与预测采空区地表投影重叠面积 30.85hm^2				

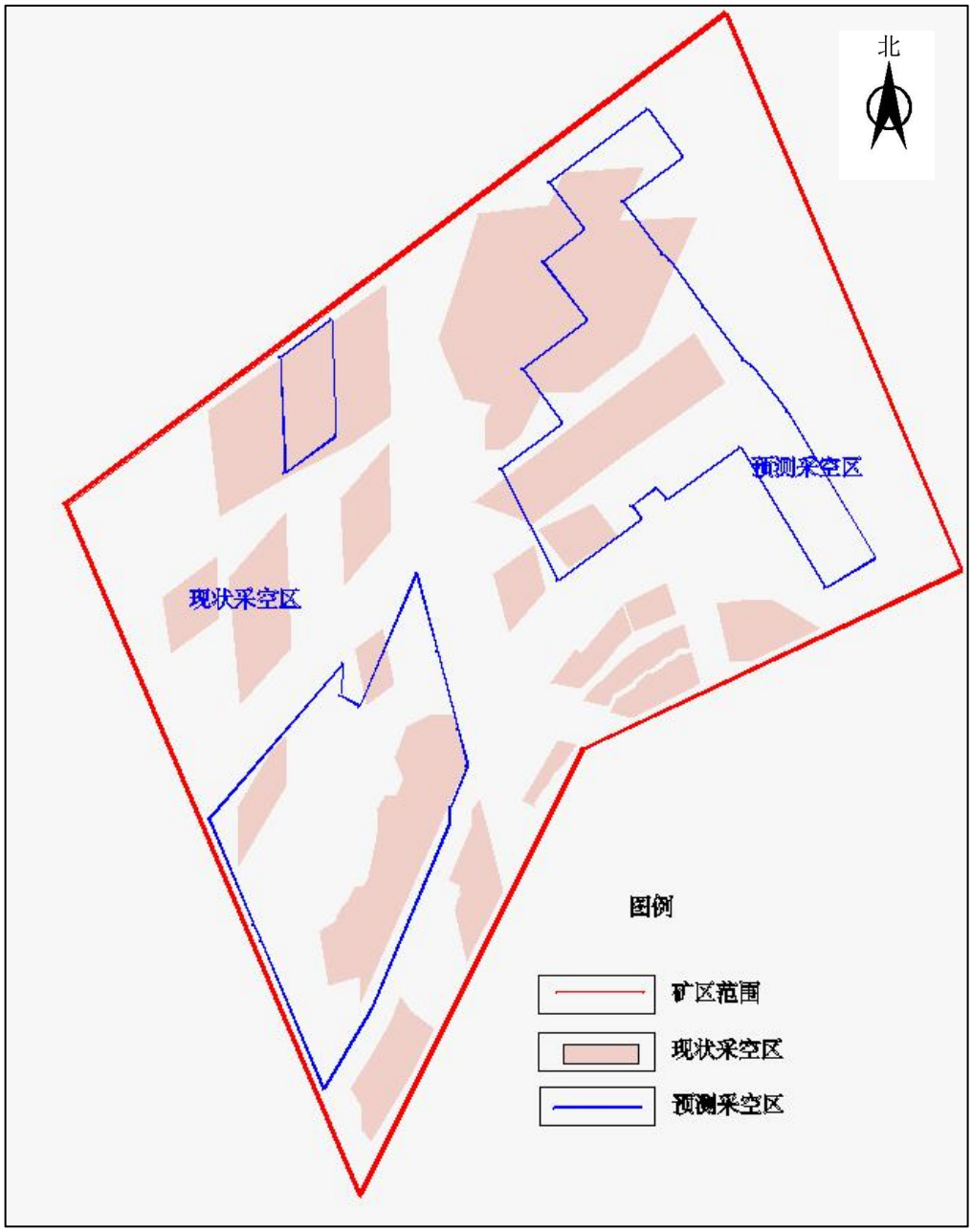


图 3-3　方案服务期采空区叠合范围示意图

2）预测评估原则

——以 9 号煤层 3 个工作面、16 号煤层 11 个工作面全部采空为基础进行预测。

——以收集的钻孔资料、设计开采方案、煤层特征及开拓方式作为计算依据。

——依据矿区范围内 9 号、16 号煤层赋存情况以及设计的开采方案，16-1 煤层与 16-2 煤层之间煤层间距为 0.7-4.06m，所以在计算时叠加 16-1、16-2、两个煤组间每层煤的厚度作为总厚度，采深采用 16-2 号煤层埋深来计算采深采厚比。将二煤层采深采厚比等值线图进行叠加。分别计算各钻孔 9、16 号煤层的采深采厚比值。

——依据就重不就轻的原则，按照煤层采深采厚

比值小于 120 为地面塌陷，大于 120 为地面沉陷，预测矿区范围内可能引发地质灾害的类型和分布范围。

3）采深采厚比值计算

本次预测评估利用 5 个钻孔处 9 煤层，16 煤层的采深和采厚，分别计算出各点的采深采厚比值以及各煤层累计采深采厚比，计算结果详见表 3-13。

表 3-13　可采煤层采深采厚比值计算结果表

煤层	钻孔编号	钻孔地面高程（m）	煤层底板高程（m）	煤层厚度/煤层合并采厚（m）	煤层采深（m）	采深采厚比值
9	524	1210.24	1074.23	7.47	136.01	18.21
	528	1211.96	1153.83	7.81	58.13	7.44
	529	1218.32	1069.17	6.55	149.15	22.77
	1	1216.89	963.9	8.33	252.99	30.37
16	524	1210.24	1010.11	4.7	200.13	42.58
	528	1211.96	1096.18	3.82	115.78	30.31
	529	1218.32	1008.04	8.46	210.28	24.86
	1	1216.89	895.99	8.43	320.9	38.07

由表 3-11 计算结果可知，规划服务年限内煤层全部开采后，9 煤采深

采厚比值在 7.44～30.37，16 煤采深采厚比值在 24.86～42.58 之间。

总的情况一致表现为：在北部煤层埋藏较深处，两煤组采深采厚比值均小于 120。结合前述采深采厚比值小于 80 为地面塌陷、大于 120 为地面沉陷的评估原则。各煤层开采后，可能引发地面塌陷地质灾害。因受煤层厚度影响，厚度最大的 16-1 煤层开采后可能引发的塌陷范围明显较大，而 9-2 煤层厚度最小，开采后可能引发的塌陷范围也最小。

地面塌陷地表表现以地裂缝的形式为主，局部可能形成零散的凹陷坑，其中裂缝发育特征为：地裂缝近似沿井下工作面推进方向平行展布，走向基本与推进方向垂直；随着采掘工作面的推进，地裂缝的数量不断增加，地表呈阶梯式下沉。

4）地面塌陷区影响半径计算

影响半径：$r=H/tg\beta$

式中：H——采深（m），为煤层底板至地表的距离；

tgβ——岩层移动角取 70°；

r——开采影响半径（m）。

表 3-14　地表变形预测结果表

开采计划期	移动角β(°)	最大采深（m）	最大影响半径（m）
方案服务期	2.0	320.9	160.45

煤层开采可能引起的最大影响半径在井田东北侧为160.45m，井田西南侧为煤层露头，开采对南部区域无影响。但由于本矿采用充填开采，开采后对采空区进行充填，因此，充填开采对周边无影响。

5）地表变形量预测

根据以下模式预测地面塌陷区地表最大沉降量。

最大沉降量：$W_{max}=mq/cos\alpha$

式中：Wmax——最大沉降量，m；

q——下沉系数；

m——煤层开采厚度，m；

α——煤层倾角。

预测模式中下沉系数的大小由岩层产状、力学强度、岩体完整程度、岩体的结构及矿山开采方式、顶底板处理程度等因素综合确定。评估区地层及煤层倾角 8～30°，围岩体完整程度较好，煤层顶底板抗压强度＜30Mpa，地层结构面不发育，岩体质量指标 RQD 值多在 60%，岩石质量状态较好，岩体稳定性较好。综合分析后确定下沉系数取 0.55，重复采动取 2.4。表移动变形模式参数见表 3-15，预测地面塌陷区最大沉降量预测结果见表 3-16。

表 3-15　地表移动变形模式参数表

序号	参数	符号	参数值	备注
1	下沉系数	q	0.5	重复采动取 0.55
2	主要影响正切	tgβ	2.0	重复采动取 2.4

表 3-16　　预测地面塌陷区最大沉降量预测结果表

煤层编号	煤层最大厚度（m）	下沉系数η	煤层倾角（°）	最大沉降量（m）
9	1.70	0.55	30	1.07
16	4.42	0.55	30	2.81
累计下沉值				3.89

由表 3-16 可知，方案服务期煤层开采后的地表下沉最大值分别为 1.07m、2.81m；累计下沉值为 3.89m。

6）充填开采引发地面变形

根据华安奥特（北京）科技股份有限公司 2019 年 7 月出具的《乌海市天裕工贸有限公司地表沉降观测阶段报告》，该公司派专业技术人员对 110902 试采区、120901 充填工作面前后进行了四次观测，2018 年 10 月 10 日进行了初次全面观测、2018 年 12 月 14 日进行了第一次日常测量、2019 年 4 月 25 日计量第三次日常测量、2019 年 6 月 6 日进行了第四次全面观测。根据四次观测阶段性结果，最大水平变形 1.82mm/m，最大曲率 0.05×10-3/m，最大倾斜 1.41mm/m，最大累计下沉量 68mm。

根据上述观测结果并结合《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》中对地表建（筑）物损坏程度进行等级划分与评定，并结合《砖混结构建筑物损坏等级表》，110902 试采区、120901 充填工作面进行充填开采后，地表各监测点水平变形、倾斜及曲率均在 I 级破坏等级范围内。

根据已有观测数据并结合地表移动变形参数对井田内最下部 16 号煤层充填开采后地表移动变形进行了预测，结果如表 3-17 所示。

表 3-17　地表移动变形值

充填开采	下沉（mm）	水平变形（mm/m）		倾斜（mm/m）		曲率（10^{-3}/m）	
		走向	倾向	走向	倾向	走向	倾向
地表	68	-1.5	-1.0	-2.0	2.2	-0.022	-0.016

根据上述分析，井田内充填开采最下部 16 号煤充填开采后预计地表最大下沉 68mm，地表最大水平变形为-1.5 mm/m，地表最大倾斜变形 2.2 mm/m，地表最大曲率-0.022×10-3/m，裂缝宽度＜4mm，地面建筑物在规范规定的 I 级损害范围内。

矿井后期开采过程中应加强地表岩移观测，确保充填开采地表沉降对地面建筑物的损害满足《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采指南》的要求。

根据《采空区公路设计与施工技术细则》(JTG/T D31-03-2011)，高速公路允许最大倾斜值 4.0mm/m、水平变形值 3.0mm/m，曲率 0.03×10-3/m，具体参数见表 3-18。

根据华安奥特（北京）科技股份有限公司 2019 年 7 月出具的《乌海市天裕工贸有限公司地表沉降观测阶段报告》现场实际观测值及对下部 16 煤开采后的地表沉降预测，井田范围内下部 9 煤组及 16 煤充填开采后地表沉降相关参数在规范规定的 I 级损害范围内。

表 3-18　采空区公路工程地基容许变形值

公路工程类型 \ 地基容许变形指标			倾斜值 i(mm/m)	水平变形值 ε(mm/m)	曲率值 K(mm/m²)
路基	高速公路 一级公路	高级路面	4.0	3.0	0.3
	二级及二级 以下公路	高级及次高级路面	4.0～6.0	3.0～4.0	0.3～0.4
		简易路面	10.0	6.0	0.6
桥梁	简支结构		3.0	2.0	0.20
	非简支结构		2.0	1.0	0.15
隧道			3.0	2.0	0.20
砖混结构建筑物			3.0	2.0	0.20

表 3-19　砖混结构建筑物损坏等级

损坏等级	建筑物损坏程度	地表变形值			损坏分类	结构处理
		水平变形 e/(mm·m-¹)	曲率 K/(10-³·m-¹)	倾斜 i/(mm·m⁻¹)		
一	自然间砖墙上出现宽度 1～2mm 的裂缝	≤2.0	≤0.2	≤3.0	极轻微损坏	不修或者简单维修
	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				轻微损坏	简单维修

方案服务期，采空区最大影响半径 160.45m，预测矿山采空区地表变形影响面积为 142.83hm²（包括现状采空区）。其中重复采空面积 30.85hm²，采空区叠加后地表投影总面积 111.98hm²。随着各可采煤层的全面开采，综采采空区、房采采空区上部发生地面塌陷、地裂缝的可能性较大，充填采空区上部发生地面塌陷、地裂缝的可能性较小。

（2）近期（2026 年 4 月~2029 年 3 月）地面塌陷区预测

根据开采计划，本方案近期三年内主要开采 9 号煤层 11906、11902、11904 工作面，开采 16 号煤层 131607、131608、131609、131601、131602、131603、131604 工作面共 9 个工作面，其中开采 9 号煤层充填开采面积约 11.98hm²，16 号煤层充填开采面积约 6.19hm²，16 号煤层综采开采面积约

15.61hm^2，因此近期 3 年共形成采空区面积 33.78hm^2，见近期煤层工作面布置图 3-4。

表 3-20　近期三年（2026 年 8 月—2029 年 7 月）年度损毁预测表

年度	煤层编号	开采工作面	采空区面积（hm^2）
第一年	9	110902、110906	6.61
	16	131601	3.66
第二年	9	110904	5.36
	16	131602、131607	4.62
第三年	16	131603、131604、131608	13.53
合计			33.78

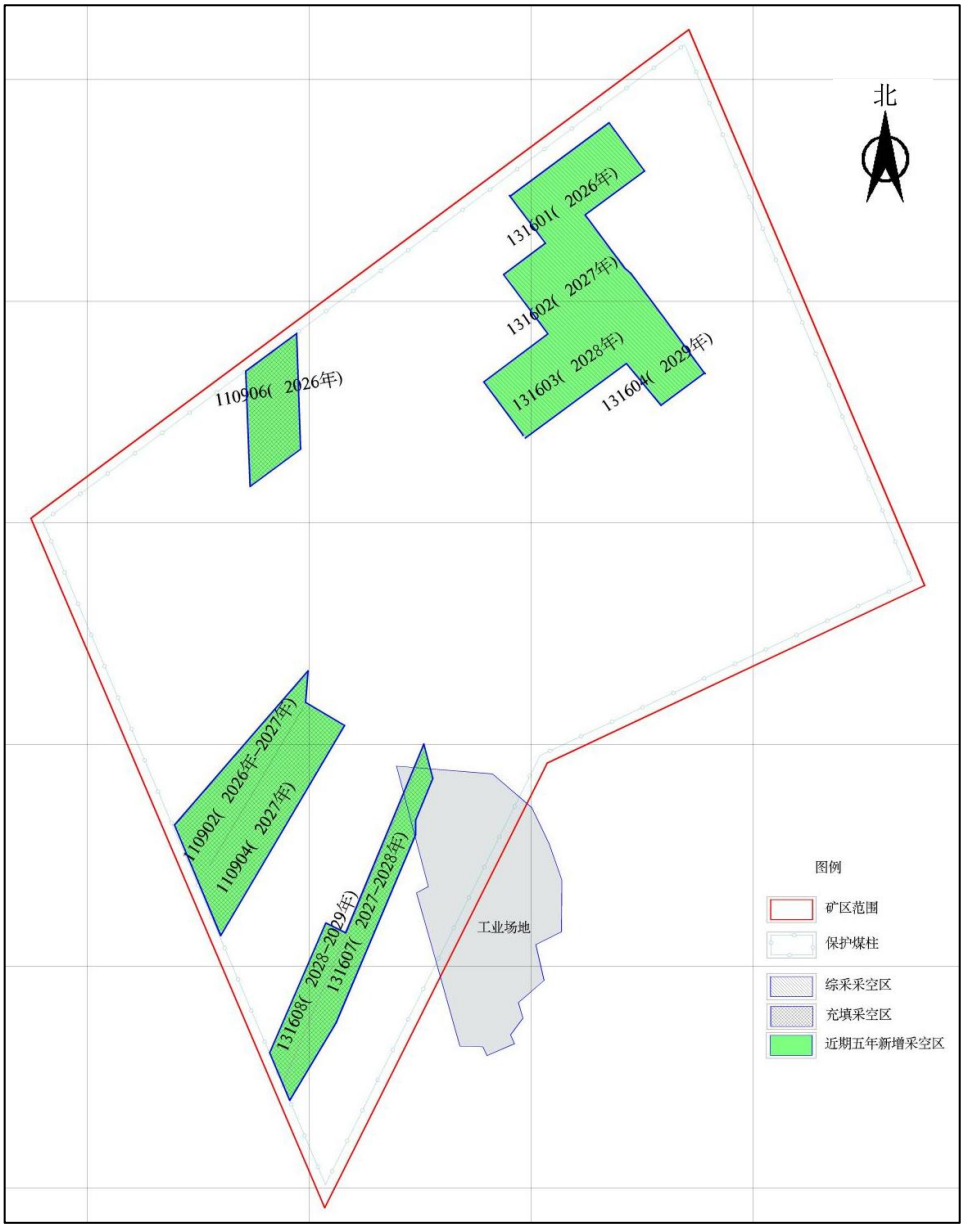


图 3-4　近期煤层工作面布置图

（3）采空塌陷损毁程度预测

本方案规划生产年限（采矿权剩余有效期）为7.7年，预测服务期内形成的采空区总面积为142.83hm^2（包括现状采空区）。其中重复采空面积30.85hm^2，采空区叠加后地表投影总面积111.98hm^2。预测可知，本矿未来形成的采空区全部会引发采空塌陷地质灾害。矿区综采采空区、房采采空区局部地段：随着矿区可采煤层的全面开采，综采采空区上部可能引发地面塌陷地质灾害，承受地质灾害的对象主要为井下设施、工作人员、该区原始地表的土地、植被资源和地形地貌。采空塌陷承载对象为土地资源、植被以及地下工作人员和井巷设备，预测采空塌陷地质灾害（地裂缝）规模小，发生的可能性大，引发的采空塌陷地质灾害损毁程度为中度。

天裕煤矿充填采空区地段，地质灾害规模小，发生的可能性小，承灾对象主要为过往车辆、行人，以及塌陷区地形地貌和土地植被资源，预测评估充填采空区地面塌陷、地裂缝地质灾害影响程度为轻度。

（4）敏感保护目标遭受采空塌陷地质灾害预测评估

1）井田内分布京藏高速、海拉公路、乌棋公路

预测部分京藏高速、海拉公路、乌棋公路均位于预测充填采空区内，预测未来可能遭受采空塌陷区地质灾害，遭受的可能性较小。预测采空塌陷对原始道路整体性损毁程度为轻度，需定期巡查发现问题及时修复。

2）耕地

矿区内充填采空区引发的地面塌陷区耕地面积为0.12hm^2，发生地质灾害的可能性小，预测损毁程度为轻度。

2、地形地貌景观破坏预测

天裕煤矿井工开采形成的受损单元包括预测采空塌陷区、风井场地、工业场地、矿区道路。其中风井场地、工业场地、矿区道路均为已建场地，

其损毁程度与现状相同，详见地形地貌景观破坏现状分析。预测未来开采会增加地形地貌景观损毁的单元为预测采空塌陷区。

预测采空塌陷区叠加后地表投影总面积 111.98hm^2，地表最大下沉值 3.89m。地下开采导致的地表塌陷（裂缝带）将使原始地形地貌产生不连续性，局部可能出现开裂，破坏地表连续性。分析认为，预测综采采空塌陷区的形成会造成地表裂缝，裂缝宽度较小，宽度 20～30cm；裂缝最大深度 3.89m，裂缝间隔可能 40-100m，长度 15-50m，充填采空区裂缝宽度一般小于 4mm。预测地形地貌景观的受损程度为轻度。

3、含水层破坏预测

（1）含水层结构破坏

由于矿区采用连采连充工作面全部充填法开采，充填率达到 95%以上，矿山开采上覆岩层不出现垮落法和导水裂隙带，井下开采不会对上部形成间接影响。

9 号煤层赋存于下二叠统山西组和 16 号煤层赋存于上石炭统太原组，预测对二叠系、石炭系碎屑岩孔隙裂隙含水岩组结构产生了破坏，对二叠系、石炭系碎屑岩孔隙裂隙含水层结构破坏影响较严重。

（2）矿坑疏干对含水层的影响

根据《修改初步设计》，预计未来矿井正常涌水量为 230m^3/h，矿井正常涌水量小于 300m^3/h，矿区及周围主要含水层水位下降幅度小，预测评估，矿井疏干对含水层的影响程度较轻。

（3）对矿区及附近水源的影响

由现状可知，矿区内地表水体不发育，周边无重要、较重要的水源地，原矿山开采对局部含水层结构有所破坏，但未造成区域性破坏，生产、生活用水由矿区水源井提供，基本不影响当地居民的生产、生活用水。因此，预测矿山开采对矿区及附近水源影响程度较轻。

（4）对地下水水质影响

根据《修改初步设计》以及《工作面沉降地表观测站布置与观测设计方案》和现场调查，天裕煤矿目前处于正常生产期，未来对地下水水质产生影响的主要为废水。矿山废水包括井下疏干水和生产生活污水，工业场地内单独设置有井下水处理站和生活污水处理站，对废水进行集中处理后重复利用。因此，矿山固体废弃物和废水均得到集中无害化处理，无外排，预测评估对地下水水质的影响较轻。

综上所述，预测矿山开采对含水层结构损毁程度为中度，矿井排水对含水层损毁程度为轻度，对矿区及附近水源损毁程度为轻度。因此，预测矿山开采对含水层总体损毁程度为中度。

（四）矿山土地资源损毁预测

煤矿在开采中与结束后，引发的地质灾害主要为塌陷、压占。土地塌陷的单元为预测塌陷区。土地压占的单元为风井场地、工业场地、矿区道路与现状面积相同，损毁程度一致。

1、拟损毁土地面积预测

方案服务期内采空区拟损毁土地单元为预测采空塌陷区，预测规划服务期内开采 9、16 煤层，其中 9 号煤层采用长壁纵向条带膏体充填采煤工艺；京藏高速公路保护煤柱以东 16 煤组（16-1、16-2 煤合层区）采用综采放顶煤采煤法、京藏高速公路保护煤柱以西至下煤组辅运上山保护煤柱线以东区域采用分层长壁纵向条带膏体充填采煤法，三采区西翼（主要为 16 号煤层分叉区）采用长壁纵向条带膏体充填采煤法。各煤层开采时存在重复开采区域地表会出现二次破坏，会出现重复塌陷的现象，塌陷区产生裂缝将全部进行治理。

经计算规划服务年限内预测地面塌陷区累计开采面积为 142.83hm^2，地面投影面积为 111.98hm^2（包括现状已有采空区 71.57hm^2）；近期预测地面

塌陷区地面投影面积为33.78hm^2。开采根据塌陷预测分析结果，结合矿山现状塌陷裂缝形成区域（裂缝占比为3%～5%），充填开采区预测发生地面塌陷、地裂缝可能性较小。产生的地面塌陷伴生裂缝的区域为原有房采采空区和综采采空区，预测地裂缝根据每一煤层塌陷区面积分别计算塌陷裂缝。

（1）方案服务期内采空区

方案服务期内9煤层预测地面塌陷区地面投影面积为42.40hm^2。16煤层预测地面塌陷区总地面投影面积为100.43hm^2。土地损毁方式为塌陷。

表3-21　天裕煤矿预测面积分级表

煤层编号	损毁方式	损毁程度	现状损毁面积（hm^2）	预测损毁面积（hm^2）	合计损毁面积（hm^2）	备注
9号煤层	塌陷	中度	30.42	11.98	42.40	—
16号煤层	塌陷	中度	41.15	59.28	100.43	与9号煤层重叠
合计	—	—	71.57	70.25	142.83	累计开采面积

（2）近期采空区

近期三年开采9号煤层11906、11902、11904工作面，开采16号煤层131607、131608、131609、131601、131602、131603、131604工作面共9个工作面。地面塌陷区面积为33.78hm^2，其中综采采空区面积为15.61hm^2，预测最终地裂缝面积为0.78hm^2（取5%）（地裂缝面积只是理论上的计算值），预测最大下沉值3.89m，土地损毁方式为塌陷。

表 3-22　近期预测面积分级表

煤层编号	损毁年度	预测损毁面积		损毁程度	损毁方式
9 号煤层 110902、110904、110906 工作面	2026.8-2027.7	6.61	11.97	中度	塌陷
	2027.8-2028.7	5.36			
16 号煤层 131601、131602、131603、131604、131607、131608 工作面	2026.8-2027.7	3.66	21.81	中度	塌陷
	2027.8-2028.7	4.62			
	2028.8-2029.7	13.53			
合计	—	33.87		—	—

2、拟损毁土地程度分析

天裕煤矿土地损毁预测是根据矿区特定自然、地质、社会条件及预测单元的实际情况具体分析。矿区土地损毁程度预测实际上是矿区开采活动引起的矿区土地质量变化程度的预测。本期开采 9、16 煤层，随着采空区工作面继续推进，采空区引发地面塌陷地质灾害，预测地面塌陷影响区面积 142.83hm^2，其中重复采空面积 30.85hm^2，采空区叠加后地表投影总面积 111.98hm^2（包括现状已有采空区 71.57hm^2）。参考周边同类矿山塌陷裂缝形成区域，预测地裂缝根据每一煤层塌陷区面积分别计算塌陷裂缝，预测实际形成的地面裂缝面积约 2.83hm^2（取 5%，地裂缝面积只是理论上的计算值，不包括已修复裂缝），预测最大沉降量 3.89m，综采采空区塌陷形成的地面裂缝多呈近平行状分布，裂缝走向与工作面推进方向垂直，形状为楔形，裂缝宽约 10～20cm；裂缝最大深度 3.89m，裂缝间隔可能 40-100m，长度 15-50m。地面塌陷区对土地损毁程度详见预测塌陷区拟土地损毁程度评价结果表 3-23。

表 3-23　拟损毁土地损毁程度评价表

评价因子	采空区面积（hm^2）	权重（%）	权重分值	评价等级			损毁程度
				轻度损毁	中度损毁	重度损毁	
9 煤层充填采空区	33.15	20	60	<0.30	0.30—0.50	>0.50	中度损毁
地表裂缝带宽度（m）	<0.20	30	30	<0.20	0.20—0.35	>0.35	
裂缝深度（m）	<2	50	50	<2	2—5	>5	
和 值	—	100	140	—	—	—	
16 煤层充填采空区	53.03	20	60	<0.30	0.30—0.50	>0.50	中度损毁
地表裂缝带宽度（m）	<0.20	30	30	<0.20	0.20—0.35	>0.35	
裂缝深度（m）	<2	50	50	<2	2—5	>5	
和 值	—	100	140	—	—	—	
9、16 煤层综采采空区	36.66	20	60	<0.30	0.30—0.50	>0.50	中度损毁
地表裂缝带宽度（m）	0.10-0.2	30	30	<0.20	0.20—0.35	>0.35	
裂缝深度（m）	3.89	50	100	<2	2—5	>5	
和 值	—	100	190	—	—	—	
9、16 煤层房柱式采空区	19.99	20	60	<0.30	0.30—0.50	>0.50	中度损毁
地表裂缝带宽度（m）	<0.20	30	30	<0.20	0.20—0.35	>0.35	
裂缝深度（m）	<2	50	50	<2	2—5	>5	
和 值	—	100	140	—	—	—	

注：权重×质量分值=权重分值。

拟损毁土地损毁程度统计表见表 3-24。

表 3-24　　拟损毁土地损毁程度统计表

位置		损毁形式	面积（公顷）	损毁程度
预测塌陷区	9 煤层充填采空区	塌陷	33.15	中度损毁
	16 煤层充填采空区		53.03	中度损毁
	16 煤层综采采空区		36.66	中度损毁
	房柱式采空区		19.99	中度损毁
近期预测塌陷区	9 煤层充填采空区	塌陷	11.98	中度损毁
	16 煤层充填采空区		6.19	中度损毁
	16 煤层综采采空区		15.61	中度损毁

（五）生态损毁问题预测

根据矿山开采计划，本方案规划服务期内开采9号、16号煤层会导致矿区生态损毁，生态损毁问题主要包括植被损毁，以及支撑生态服务功能的土壤保持、地表水系、土壤和地下水污染、动植物物种丧失等问题。

1、植被损毁

经计算规划服务年限内预测地面塌陷区总地面投影面积为111.98hm^2（包括现状已有采空区71.57hm^2），损毁地类为耕地、林地、草地、商服用地、工矿仓储用地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地；近期预测地面塌陷区地面投影面积为33.78hm^2，损毁地类为耕地、林地、草地、商服用地、工矿仓储用地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地。风井场地、工业场地、矿区道路损毁植被类型与现状一致。

矿山开采影响范围拟损毁耕地面积0.09hm^2，预测近期塌陷区拟损毁耕地面积为0.09hm^2，全部为水浇地；通过将矿区范围边界与乌海市海南区自然资源局核实，矿区范围内无永久基本农田。

拟损毁土地损毁程度统计表见表3-25、近期拟损毁土地损毁程度统计表见表3-26。

表 3-25　天裕煤矿拟损毁土地利用现状地类统计表

工程单元	地　类				面积(hm^2)		
	一级地类		二级地类		海南区人民政府	拉僧仲街道办事处	合计
预测塌陷区	01	耕地	0102	水浇地	—	0.09	0.09
	03	林地	0301	乔木林地	—	15.06	15.06
			0305	灌木林地	—	2.06	2.06
			0307	其他林地	0.28	10.74	11.02
	04	草地	0404	其他草地	—	48.47	48.47
	05	商服用地	0508	物流仓储用地	—	4.75	4.75
			05H1	商业服务业设施用地	0.05	1.9	1.95
	06	工矿仓储用地	0601	工业用地	—	5.81	5.81
			0602	采矿用地	—	2.52	2.52
	07	住宅用地	0701	城镇住宅用地	0.11	5.16	5.27
	10	交通运输用地	1003	公路用地	—	8.72	8.72
			1004	城镇村道路用	—	1.43	1.43
			1006	农村道路	—	0.51	0.51
	11	水域及水利	1107	沟渠	—	0.03	0.03
	12	其他土地	1206	裸土地	—	4.29	4.29
合计					0.44	111.54	111.98

表 3-26　近期拟损毁土地利用现状地类统计表

工程单元	地　类				面积(hm^2)		
	一级地类		二级地类		海南区人民政府	拉僧仲街道办事处	合计
预测塌陷区	01	耕地	0102	水浇地	—	0.09	0.09
	03	林地	0301	乔木林地	—	4.88	4.88
			0305	灌木林地	—	0.65	0.65
			0307	其他林地	—	3.44	3.44
	04	草地	0404	其他草地	—	12.76	12.76
	05	商服用地	0508	物流仓储用地	—	0.36	0.36
			05H1	商业服务业设施用地	0.05	1.07	1.12
	06	工矿仓储用地	0601	工业用地	—	2.14	2.14
			0602	采矿用地	—	1.72	1.72
	07	住宅用地	0701	城镇住宅用地	0.07	2.95	3.02
	10	交通运输用地	1003	公路用地	—	2.83	2.83
			1006	农村道路	—	0.48	0.48
	12	其他土地	1206	裸土地	—	0.29	0.29
合计					0.12	33.66	33.78

采空塌陷作为天裕煤矿区域主要的人为扰动因素，通过破坏地表地形、土体结构及土壤环境，直接或间接对乔木林、灌木林、草地与农作物等植被生长指标及核心功能造成显著损毁，具体表现如下：

（1）林地植被损毁

由前预测可知，采空区地裂缝发育宽度10cm-20cm，最大为20cm。裂缝规模为小型，仅会使乔木、灌木根部受拉扯，而树干结构完整，叶片、枝条生长等核心植被功能未受影响。因此，乔木、灌木损毁程度为轻度。

（2）草地植被损毁

该区草地主要为沙蒿、苜蓿、芨芨草、冰草等，植被覆盖度10-20%、群落高度5-10cm。采空塌陷会使局部引发地裂缝，裂缝附近的牧草可能枯萎甚至死亡。由于裂缝宽度较小，约10-20cm，大的约20cm，每亩裂缝条数为3条，裂缝长度30m，间距约60m，裂缝面积占损毁面积的5%。预测裂缝发育较小，规模为小型。因此，草地植被损毁程度为轻度。

（3）农作物

区内主要农作物为玉米等，其根系较为发达，固土能力强。预测耕地区域为充填采空区，引发塌陷裂缝的可能性较小，裂缝宽度一般小于4mm。因此农作物生长损毁程度较轻。

综上，预测评估预测采空区对植被的损毁程度为轻度。

（4）地表水系

天裕煤矿井田内地表水系不发育，没有地表河流，雨水多通过风积沙渗入地下补给松散层潜水含水层，形不成地表径流。井田承压水主要赋存于太原组上部砂岩裂隙含水层，基岩在地表没有出露，因此承压水的主要补给来源为井田外承压水的侧向径流补给，次为上部潜水的垂直渗入补给。承压水与潜水在不同地段可形成互补关系，承压水一般沿地层走向径流。矿区采矿活动对地表水系损毁程度为轻度。

2、生物多样性变化

（1）植物群落

通过预测可知矿山开采对植被的影响程度较轻，塌陷虽可能导致局部牧草受损，但受损范围较小，群落结构可快速恢复，植被多样性变化较小。

（2）动物与昆虫

因修复过程中注重植被多样化（非单一化种植），传粉昆虫的食物来源与栖息地得到保障，数量未减少，矿区动物类型以草兔为代表，其栖息地虽受塌陷局部影响，但修复措施会同步构建迁徙通道、恢复植被覆盖，避免栖息地碎片化。区域无珍稀脊椎动物分布，不存在种群存续风险。

整体来看，采空塌陷对生物多样性的影响程度轻度，未对区域生态系统的生物组成造成破坏性影响。

3、土壤和地下水污染

（1）土壤污染

天裕煤矿在开发过程中和生产运营期间会产生一定量的固体废弃物和废水，包括煤矸石、生活垃圾、矿井疏干水、生活污水等，将得到有效处理，根据矿方提供的近期土壤检测报告，检测因子含量均符合标准，预测评估矿山开采产生固体废弃物和废水对土壤影响程度为轻度。

（2）地下水污染

1）矿山排水

预测矿山生活污水产生量为 190m^3/d，不外排，经污水处理站处理达标后，用于降尘绿化，对地下水环境污染较小。因此，预测矿山排水对矿区及周边水体产生的影响为轻度。

2）矿山固体废弃物

天裕煤矿在开发过程中和生产运营期间会产生一定量的固体废弃物，如生活垃圾、锅炉灰渣等，委托第三方拉运处置，废矿物油及油桶经危废暂

存间暂存，后交由有资质的单位回收处置。预测矿山固体废弃物对矿区及周边地区水体产生的影响为轻度。

表 3-27　天裕煤矿受损预测问题损毁程度评价表

损毁单元	面积（hm^2）	地质环境问题			土地损毁	生态损毁			
		不稳定地质体	含水层	地形地貌		植被损毁	地表水系	生物多样性	土壤和地下水污染
工业场地	15.65	—	轻度	中度	重度	重度	轻度	轻度	轻度
风井场地	0.50	—	轻度	中度	中度	重度	轻度	轻度	轻度
矿区道路	0.69	—	轻度	轻度	中度	重度	轻度	轻度	轻度
预测塌陷区	111.98	中度	中度	轻度	中度	轻度	轻度	轻度	轻度
合计	126.57	备注：部分工业场地、矿区道路与采空区重叠面积 2.25hm^2，不重复计算							

三、问题诊断评价结论

（一）矿区土壤退化识别分析

1、土壤退化成因

天誉煤矿由于矿山开采扰动是土壤退化的主导因素，矿区地处乌海市南部半沙漠丘陵区，气候干旱、蒸发强烈，原生土壤质地偏砂、土层浅薄、有机质含量低，抗侵蚀能力弱，原地貌本身存在缓慢的自然风蚀、土壤贫瘠化等轻微自然退化现象，整体退化速率慢、影响均匀。

采空区引发地表沉降、地裂缝发育，破坏土体结构完整性；工业场地、风井场地、矸石场、矿区道路及生态受损区的地表压占造成土壤压实板结。叠加植被损毁、地表裸露，区域风蚀、水蚀强度显著提升，裂缝入渗、土体干湿交替进一步加剧土壤沙化与养分流失，大幅加速土壤退化进程。

2、土壤退化类型

结合现场调查及土地损毁特征，矿区土壤退化主要分为五类：一是采动结构破损退化，采空塌陷引发土体开裂、错动、松动，破坏土层连续完整性；二是风力侵蚀退化，地表裸露松散，表层细颗粒土体吹蚀流失，土壤粗化沙化；三是水力侵蚀退化，汛期洪流沿冲沟、裂缝冲刷地表，造成

表土流失、坡面微沟蚀发育；四是土壤贫瘠化退化，土体扰动与植被退化导致土壤有机质及养分流失、土壤肥力下降；五是土壤压实退化，工程碾压、场地硬化造成土壤孔隙度降低、透水透气性变差、土壤板结。

3、土壤退化演化过程与发育阶段

矿区土壤退化整体遵循结构破坏—植被衰退—侵蚀加剧—肥力衰减的链式演化规律，整体处于中度退化阶段，区域退化程度差异化明显。目前矿区进入退化稳定与人工修复阶段，采空区通过平整、覆土等措施遏制退化趋势，土壤条件逐步改善。

4、矿区扰动退化与原地貌自然退化差异

原地貌自然土壤退化速率慢、强度低、分布均匀，仅存在轻微风蚀与贫瘠化，土壤结构完整、生态可自我调节恢复，可逆性较强。矿区开采诱发的人为退化与自然退化差异显著：一是退化速率大幅加快，人为扰动使土壤退化进程远超自然演化速度；二是破坏程度更深，不仅存在养分流失，还造成土体开裂、沉降、压实等结构性不可逆损伤；三是空间分布不均，退化集中于采空区及压占区域，呈斑块状、条带状分布；四是自然恢复能力极差，结构性土壤损伤无法自然修复，必须依托人工修复、覆土、植被重建才能恢复生态功能。

（二）土地损毁与生态影响综合诊断评价

依据对天裕煤矿地质环境问题、土地资源损毁程度、生态损毁情况现状和预测进行分析，受损区块综合评价结果采用上一级别优先原则，只要受损区块中任一类型问题损毁程度有一条符合该级别。

天裕煤矿受损区块综合分区分为重度受损区（I）、中度受损区（II）两个级别。共 4 个防治亚区，其中重度区（I）有 3 个；中度区（II）有 1 个。生态问题严重程度分级标准见表 3-28；天裕煤矿矿区损毁程度综合分区见表 3-29。矿区生态破坏程度综合评价图见图 3-4。

表 3-28　生态问题严重程度分级标准

I级（重度）	场地①存在严重矿山地质环境破坏问题，②地质条件不稳定③存在严重土地损毁、水资源破坏，④地表植被生境受到严重影响，生态退化严重。
II级（中度）	场地①存在一定的矿山地质环境破坏问题，②地质稳定性较差，③存在一定程度土地损毁、水资源破坏，④局部植被盖度与质量受到影响，物种生境条件较为稳定，生态系统结构与功能较为完好。
III级（轻度）	场地①不存在矿山地质环境破坏问题②地质稳定性与水土质量良好，③地表仅存在少量土地损毁或水资源破坏，④仅局部植被盖度与质量受到影响，物种生境条件稳定，生态系统结构功能完好。

1、重度受损区

（1）风井场地

矿区内风井场地面积 0.50hm^2。该区地质环境问题为中度；对土地资源的损毁程度为中度；生态损毁程度为重度。

由于风井场地后期开采将继续使用，故本方案不对其进行生态修复，仅对工业场地区域内进行绿化及监测。

（2）工业场地

工业场地面积为 15.65hm^2。该区地质环境问题为中度；对土地资源的损毁程度为重度；生态损毁程度为重度。

由于工业场地后期开采将继续使用，故本方案不对其进行生态修复，仅对工业场地区域内进行监测。

（3）矿区道路

矿区道路占地面积为 0.69hm^2。该区地质环境问题为中度；对土地资源的损毁程度为中度；生态损毁程度为重度。

由于矿区道路后期开采将继续使用，故本方案不对其进行生态修复。

2、中度受损区

采空区塌陷面积 111.98hm^2。该区地质环境问题为中度；对土地资源的损毁程度为中度；生态损毁程度为轻度。

空区采取的防治措施包括地貌重塑、土壤重构、植被重建工程等内容。矿山开采过程中严格按照开采设计留设保护煤柱；对损毁道路、高压线塔基等设施进行修复；对地表变形进行监测；预测地面塌陷区外围设置警示牌、永久界桩；对产生的塌陷坑和裂缝进行回填、平整和人工恢复植被。

表 3-29　矿区损毁程度综合评价表

序号	问题类型	现状及预测受损状况		综合评价结果
		面积（hm^2）	损毁程度	
风井场地	地质环境影响	0.50	中度	重度
	土地损毁		中度	
	生态受损		重度	
工业场地	地质环境影响	15.65	中度	重度
	土地损毁		重度	
	生态受损		重度	
矿区道路	地质环境影响	0.69	中度	重度
	土地损毁		中度	
	生态受损		重度	
预测塌陷区	地质环境影响	111.98	中度	中度
	土地损毁		中度	
	生态受损		轻度	
合计		126.57	—	—
备注：部分工业场地、矿区道路与采空区重叠面积 2.25hm^2，不重复计算				

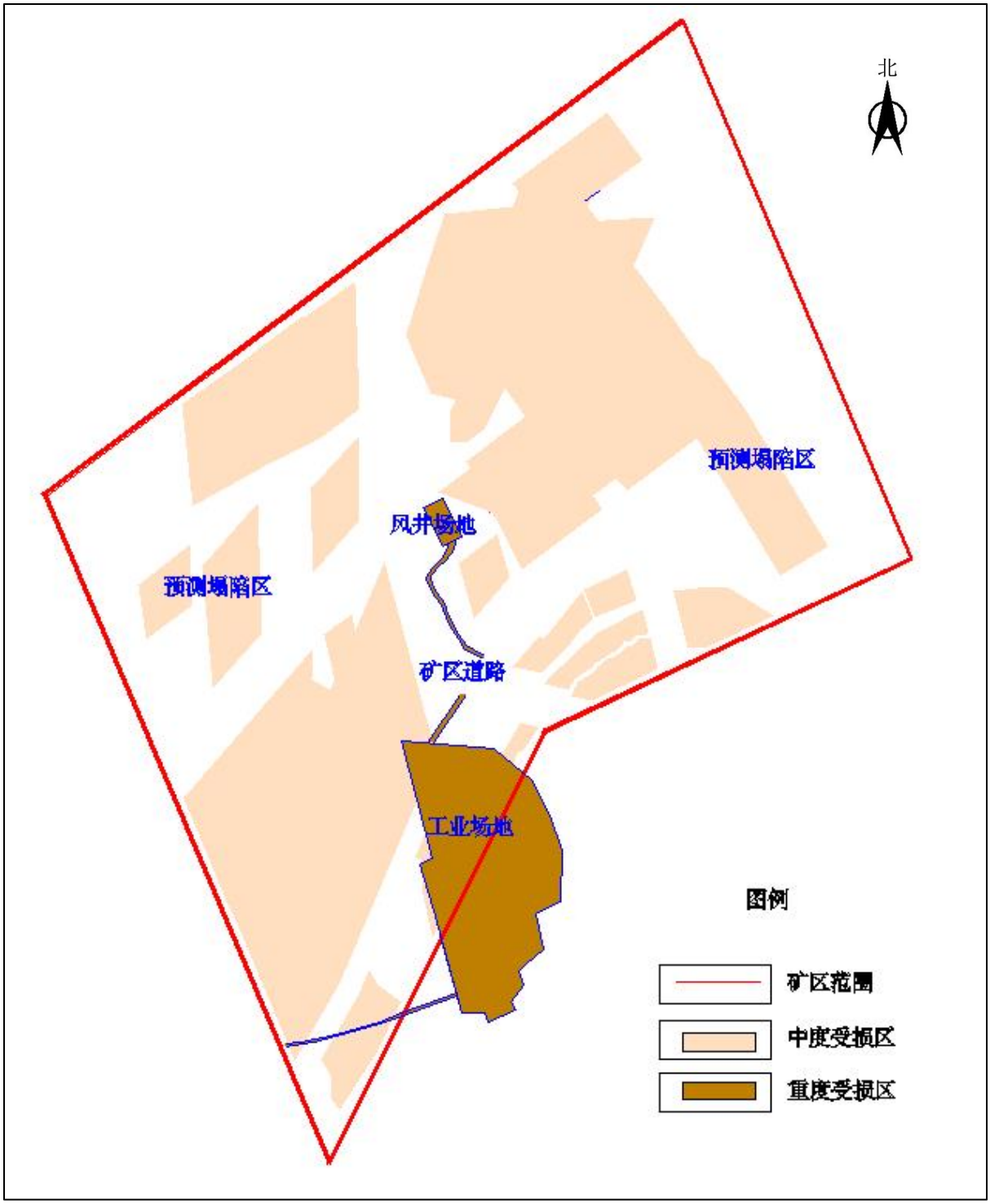


图 3-5　矿区生态破坏程度综合评价图

（三）受损区块修复路径与技术经济可行性评价

针对天裕煤矿开采引发的地形地貌破坏、土地压占、土壤退化、植被损毁及生物多样性减弱等生态问题，结合各损毁单元地质环境、土地与生

态损毁等级及后期生产利用规划，本次通过人工超前规划、分区调控、分类施策的方式制定生态治理路径。

工业场地、风井场地、矿区道路因后期持续服务矿井生产，仅开展常态化绿化、管护与动态监测，不实施生态修复工程；对采空塌陷区开展地表变形监测、布设警示牌、及时回填平整塌陷坑与裂缝的基础上，实施地貌、土壤、植被一体化修复。本次所采用的各项治理技术均为矿山成熟可靠的常规工艺，适配矿区地貌及气候条件，施工便捷、技术可行性高，分区修复、精准投入，资金需求合理、经济可行，通过人工科学调控可有效修复矿区生态结构缺损、功能失调问题，能够稳步恢复区域生态环境，实现矿山安全生产与生态可持续协调发展。

第二节　生态修复可行性分析

一、技术经济可行性分析

（一）矿山地质环境治理可行性分析

针对未来采矿活动引发的地面塌陷灾害，结合周边区域已有矿山治理经验，介绍如下：采空塌陷地质灾害主要以裂缝形式出现，治理难度相对较小，综合考虑各方面因素，天裕煤矿在生产中要严格按照开采设计留设保护煤柱。治理措施主要以回填裂缝、平整、设置警示牌提醒无关人员禁止入内，治理难度相对较小。因此，综合考虑各方面因素，天裕煤矿可能发生的采空塌陷地质灾害主要应及时回填裂缝，辅以监测、警示预防，并对塌陷区内受影响的村庄进行搬迁。

天裕煤矿采矿活动对含水层的破坏主要为各煤层开采对含水层结构的破坏及疏干水引起的水位下降，治理措施施工难度大，施工周期长，不适宜作为天裕煤矿含水层破坏防治措施。含水层破坏应以自然恢复水位为主，监测为辅，通过观测井定期对地下水水位、水质、水量进行监测较为可行。

天裕煤矿采矿活动影响地形地貌景观的单元有地面塌陷区、风井场地、工业场地和矿区道路。地面塌陷区应建立和完善矿山地质环境监测系统，定期对采空区上部进行地表变形监测，对地下水水质、水位进行定期监测。利用预测地面塌陷裂缝附近的第四系风积砂及细砂土，回填平整地表塌陷地裂缝。而后平整后的区域播撒草种，恢复植被。

上述措施施工较简单，易于操作，可行性强。工业场地区域进行征地，建设过程中对工业场地空闲场地进行植树种草等绿化工程。待最终矿山闭坑后，再拆除井筒及井房，将建筑垃圾回填至井筒内，然后对井口进行封

堵；通过上述措施可实施生态重建、恢复原地貌景观，施工较简单，易于操作，可行性强。

针对采矿活动可能引起的水土污染，应以监测预防为主，定期取样对地下水水质及地表土壤污染情况进行检测，同时，加强对生活污水及井下疏干水的管理，污水必须通过处理达标后方可排放。上述措施简单易于操作，可行性强。

（二）矿区土地复垦可行性分析

1、土地利用现状及受损预测情况

根据现场调查，矿山损毁土地单元为预测采空塌陷区、风井场地、工业场地及矿区道路。其中风井场地、工业场地、矿区道路后期开采需继续使用，本期矿山仅对预测采空塌陷区进行土地修复。

本方案针对塌陷裂缝区对其进行裂缝回填，覆盖黄土，针对矿区深土肥力不足的问题，增施有机肥，利用林木落叶留底提高有机物含量，改善土壤结构。因地制宜选择适宜当地生长的草本植物和灌木进行补植，提高植被覆盖率，减少土壤侵蚀并使得植被重建。也可使破坏的生态环境得到恢复，增加生物多样性，确保生态环境持续改善，由此可见表土回覆、土壤培肥、恢复植被等施工较简单，易于操作，可行性强，生态环境持续改善经济可行。

预测采空塌陷区土地利用类型以草地为主，林地为辅，面积分别为28.14hm^2、48.47hm^2，占全部土地类型分别为25.13%、43.28%；其次为交通运输用地、耕地、工矿仓储用地、其他土地、住宅用地。详见表3-30。

表 3-30　预测采空塌陷区地类面积统计表

一级地类		二级地类		面积（hm^2）	所占比例（%）
01	耕地	0102	水浇地	0.09	0.08
03	林地	0301	乔木林地	15.06	13.45
		0305	灌木林地	2.06	1.84
		0307	其他林地	11.02	9.84
04	草地	0404	其他草地	48.47	43.28
05	商服用地	0508	物流仓储用地	4.75	4.24
		05H1	商业服务业设施用地	1.95	1.74
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	5.81	5.19
		0602	采矿用地	2.52	2.25
07	住宅用地	0701	城镇住宅用地	5.27	4.71
10	交通运输用地	1003	公路用地	8.72	7.79
		1004	城镇村道路用地	1.43	1.28
		1006	农村道路	0.51	0.46
11	水域及水利设施用地	1107	沟渠	0.03	0.03
12	其他土地	1206	裸土地	4.29	3.83
合计				111.98	100

2、水土资源平衡分析

（1）水资源平衡分析

根据预测可知，未来植被重建主要为耕地植被、林地植被和草地植被。按照植被生长规律、矿区生态修复行业灌溉制度，采用两阶段差异化灌溉定额核算需水量。

结合对项目区灌溉制度的分析，在 75%的中等干旱年份，水浇地每年灌溉 3 次，灌水定额为 40m^3/亩，合计灌溉定额为 120m^3/亩·年；林地每年灌溉 2 次，灌水定额为 25m^3/亩，合计灌溉定额为 50m^3/亩·年；草地每年灌溉 1 次，灌水定额为 20m^3/亩。根据本方案估算塌陷区实际损毁土地（地裂缝）面积 3.69hm^2。复垦为耕地面积 0.09hm^2，林地面积 0.31hm^2，复垦

为草地面积 3.29hm^2。灌溉区灌溉水利用系数为 0.95，灌溉方式为拉水浇灌，计算灌溉年需水量为：

1）阶段划分与定额取值依据

① 修复建设期（第 1～3 年，定植缓苗期）

植被新栽植、根系未发育完全，土壤保水性差、蒸发耗水量大，需高频次保活灌溉，采用全额灌溉定额：林地 50m^3/亩·年、草地 20m^3/亩·年。

② 稳定管护期（第 4 年及以后，群落稳定期）

植被群落完全稳定、根系入土深，可充分利用天然降水，仅需干旱应急补灌，无需全周期足额灌溉。结合区域矿山生态修复运维经验，管护期灌溉定额大幅下调：林地下调至 20m^3/亩·年，草地下调至 8m^3/亩·年，仅保障植被存活抗旱需求。

2）分阶段年灌溉需水量计算

① 修复建设期（1～3 年）需水量

耕地年需水量：$W_{耕地}=0.09\times20/0.95==1.89m^3$

林地年需水量：$W_{林地}=0.31\times50/0.95=16.32m^3$

草地年需水量：$W_{草地}=33.60\times20/0.95=707.37m^3$

修复期年总灌溉需水量：$W_{修复期}=1.89+16.32+707.37=725.5m^3$/年

修复期 3 年累计灌溉需水量：$725.5\times3=2177m^3$

② 稳定管护期（4 年及以后）需水量

管护期采用低补灌定额，仅应急抗旱补水：

耕地年需水量：$W_{耕地}=0.09\times8/0.95==0.76m^3$

林地年需水量：$W_{林地}=0.31\times20/0.95==6.53m^3$

草地年需水量：$W_{草地}=33.60\times8/0.95==282.95m^3$

管护期年总灌溉需水量：$W_{管护期}=0.76+6.53+282.95=290.24m^3$/年。

3）项目区可供水量预测

矿区植被修复灌溉用水依托矿井涌水、生产生活处理再生水及矿区水源井供水。根据开采方案，项目区矿井正常涌水量为 2400m^3/d，年涌水量 79.2 万 m^3/a。矿区生产、生活日常用水量为 80m^3/d，年运行 330d，年生产生活总用水量 2.64 万 m^3/a。

①修复建设期（1～3 年）年生态需水量 725.50m^3，3 年累计需水量 2177m^3；

②稳定管护期植被长势稳定、降水利用率大幅提升，年生态补灌需水量 290.24m^3；

③项目区年可利用矿井涌水规模远大于建设期、管护期最大生态需水量，两个阶段水资源均富余充足，水资源可以得到保障。

（2）土资源平衡分析

本矿复垦工程主要为采空塌陷区的裂缝回填，根据矿山及周边实际生产经验，未来采空塌陷将以地裂缝的形式出现，形成塌陷坑的可能性较小，裂缝回填利用周边的碎石料进行填充，黄土覆盖。

采空塌陷区治理过程中，需对裂缝回填后覆土。根据矿区内实际情况，矿区内部无充足土源可用覆土，无法实现裂缝内剥覆平衡，因此本方案裂缝覆土所需黄土全部进行外购，外购土源取自棋盘井东工业园区，运距 30 公里。

3、土地复垦质量要求

参照《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）的规定，结合项目区实际情况，确定本项目的土地复垦质量要求如下：

（1）耕地复垦标准

耕地的复垦方向为水浇地。复垦标准为：

1）地形：地面坡度小于 5°，田面高差在±2cm 之内；

2）土壤质量：有效土层厚度大于 80cm，耕作层厚度 30cm，土壤容重小于 1.4g/cm^3，土壤质地为壤土至粘壤土，砾石含量小于 5%，pH 值 6.5~8.5，有机质含量大于 0.8%，电导率小于 2ds/m；

3）配套设施：生产道路、灌溉设施能满足生产要求；

4）生产力水平：三年后达到周边地区同等土地利用类型水平，玉米的产量平均达到 450 公斤/亩，黍子的产量平均达到 100 公斤/亩。

（2）林地恢复标准

林地受损程度较轻，仅根系受到轻微拉扯。复垦后有效土层厚度大于 30cm，保持现有生产力水平。

（3）草地恢复标准：

1）地面坡度≤25°，有效土层厚度≥0.3m，土壤容重≤1.4g/cm^3，土壤质地为砂土至壤粘土，砾石含量≤10%，土壤 pH 值达到 6.5～8.5，土壤有机质＞0.5%；

2）选择抗旱、抗贫瘠优良草种，多种草类混合种植（例如：无芒隐子草、蒙古冰草等），且复垦牧草种子必须是一级种，要有“一签、三证”，即要有标签、生产经营许可证、合格证和检疫证。

3）3-5 年后复垦区单位面积产量达到周边地区中等产量水平，植被覆

盖度≥30%。

4、土地修复适宜性评价

（1）评价原则

土地修复适宜性评价应包括以下原则：

1）符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调。

2）因地制宜原则。

3）土地修复耕地优先和综合效益最佳原则。

4）主导性限制因素与综合平衡原则。

5）复垦后土地可持续利用原则。

6）经济可行、技术合理性原则。

7）社会因素和经济因素相结合原则。

（2）评价依据

土地适宜性评价就是评定土地对于某种用途以及适宜的程度，它是进行土地利用决策，确定土地利用方向的基本依据。进行土地适应性评价，就是要通过评定，把土地利用现状与土地的适宜性进行比较，以便对土地用途是否应该进行调整，调整后的土地用途可能会产生怎样的后果和影响，应如何进行调整等进行科学决策。

本评价中，待复垦土地适宜性评价的主要根据是：

1）《土地复垦条例》（国务院令第 592 号，2011 年 2 月 22 日）；

2）《基本农田保护条例》（国务院令第 257 号，2017 年 5 月修正）；

3）《乌海市国土空间总体规划（2021—2035 年）》；

4）《土地整治项目规划设计规范》（TD/T1012-2016）；

5）《土地复垦方案编制规程第 1 部分：通则》（TD/T1031.1-2011）；

6）《土地复垦方案编制规程第 3 部分：井工煤矿》（TD/T1031.2-2011）；

7）《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；

8）《耕地地力调查与质量评价技术规程》（NY/T1634-2008）；

9）《耕地后备资源调查评价技术规程》（TD/T1007-2003）。

包括天裕煤矿所在地区的自然社会经济状况、土地损毁分析结果、土地损毁前后的土地利用现状、公众参与意见以及修复区土地资源调查资料。

（3）评价范围和初步复垦方向确定

1）评价范围

本矿山的评价范围为修复范围面积 142.83hm^2，全部位于乌海市海南区境内，损毁地类包括耕地、林地、草地、商服用地、工矿仓储用地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地。

2）初步复垦方向的初步确定

通过定性分析复垦区的土地利用总体规划、自然经济条件、其他社会经济政策因素以及公众参与意见初步确定待复垦土地的复垦方向。

①复垦区土地利用总体规划情况

根据《乌海市海南区国土空间总体规划（2021-2035 年）》，天裕煤矿位于西部大宗商品物流枢纽核心区，城市级工业服务基地及公共服务中心。国家新型能源和化工基地重要组成、区域物流枢纽中心、生态农业旅游观光示范区。

天裕煤矿的开发需符合总体规划中关于生态保护、资源集约利用和产业协同发展的要求。项目区主要利用方向为农业用地、林业用地、牧业用

地和建设用地。

②自然和社会经济因素分析

矿区内土壤主要有灰漠土、棕钙土和风沙土 3 种类型。本区土壤深厚，质地均一，孔隙度适中，但有机质很低，腐殖质薄，土壤肥力贫瘠，自然状态下仅能生长沙生耐旱植被，呈光秃的裸露状态。矿区植被以旱生和超旱生荒漠植物为主，林草地覆盖率 10-15%，且分布不均匀。矿区的人工植被类型主要为人工草地为主、其次有一部分其他林地。为避免土壤沙化、生态环境恶化，结合区域地面塌陷以局部分散线性裂缝为主、未造成大面积沉降垮塌的实际情况，且林地受塌陷影响较小，本次土地复垦优先保持与原地类的一致性，以生态恢复为核心目标，确定主要复垦方向为耕地、林地和草地。

③政策因素

坚持环保优先的方针，紧紧围绕发展矿业循环经济、建设生态矿业的总目标，妥善处理好资源开发与环境保护的关系，切实做到“边生产、边复垦、边恢复”，加强生态文明建设，推动资源合理开发利用，实现区域生态环境治理的根本改观。大力推进绿色矿山建设，推广生态绿色矿山工程，基本建立绿色矿山格局，提高能源高效利用，推动循环产业链延伸，实现协调发展、资源循环利用，实现经济发展、环境保护和生态文明建设。

④公众参与

复垦设计阶段，天裕煤矿邀请矿区村民代表参加座谈会并开展问卷调查，作为土地使用人的村民代表，建议在尽量恢复区域原有地貌的基础上，重点推进采煤塌陷地复垦，优先还原土地原有利用功能——原本为耕地的

尽量恢复为耕地，原本为林地、草地的尽量恢复为林地、草地。同时，项目也征求了乌海市自然资源局等部门及项目区土地权利人的意见，各方均认同在技术可行、经济合理的前提下，将复垦方向确定为耕地、林地和草地。

本方案充分采纳了上述公众参与和部门意见，认为其符合项目实际情况。结合土地适宜性评价结果，复垦过程中尽可能保持原有用地类型不变，以方便后续管理。

综合来看，本次复垦以生态恢复为核心，既与当地自然生态环境相适应、契合相关政策要求，又具备扎实的经济、社会及群众基础，能够有效保护土地资源和生态环境，实现经济效益、社会效益与环境效益的统一。

3）评价对象

评价对象为损毁土地区域，包括塌陷区；由于风井场地、工业场地、矿区道路后期开采将继续使用，本方案不对其进行复垦，故不对其进行评价。

4）评价单元

评价单元是进行土地适宜性评价的基本空间单位。

土地适宜性评价结果是通过对评价单元的土地构成因素质量的评价得出，因此，评价单元划分对土地评价工作的实施至关重要，直接决定土地评价工作量的大小、评价结果的精度和成果的可应用性。

由于本项目土地修复适宜性评价的对象为拟损毁的土地。随着开采工作的进程，必然会对土壤状况和土地类型造成影响，因此在划分评价单元时以土地损毁类型、限制性因素和人工修复整治措施等作为划分依据，拟

待修复的土地划分为塌陷区一个评价单元。

土地修复适宜性评价对象和评价单元如表 3-30 所示。

表 3-30　土地复垦适宜性评价对象和评价单元

损毁单元	土地损毁类型	土地损毁程度	限制因素	面积(hm^2)	评价单元
地面塌陷区	塌陷	中度	有限土层厚度	111.98	地面塌陷区

在拟损毁土地预测和损毁程度分析的基础上，确定评价对象和范围；首先从区域生态特征、有关政策、修复区的土地利用总体规划、土地修复基础条件、安全及其它要求、公众参与意见以及其它社会经济政策因素分析初步确定修复对象的初步修复方向；

针对不同的分区，建立适宜性评价方法体系和评价指标体系，进行评价单元主要限制因子适宜性等级评价，评定各评价单元的土地适宜性等级，明确其限制因素；

通过方案比选，确定各评价单元的最终土地修复方向，划定土地修复单元。

评价时采用综合评价法，主要从生态适宜性、政策规划符合性、主要限制因子适用性等级评价、修复基础条件、工程经验类比、公众意见等方面对拟修复土地修复适宜性进行综合分析，确定最佳的修复方向。

生态适宜性分析：主要对拟修复土地损毁前的土地利用现状、周边土地利用现状、周边生态景观等进行分析，从生态学角度分析拟修复土地的修复方向。

政策规划要求分析：主要是根据国家有关政策、当地的土地利用规划对拟修复地进行分析评价。

主要限制因子适用性等级评价：主要从拟修复地的地形坡度、地表物

质组成、潜在污染物、覆土保证度、交通状况、排水条件等限制因子进行适宜等级分析，确定可能的复垦方向以及应解决的问题。

基础条件分析：根据修复区土源保证程度、灌溉条件分析拟修复地修复基础条件的可保证程度。

工程经验类比分析：根据同类矿山修复经验，确定拟修复地的修复方向。公众意见：通过公众调查，充分考虑当地居民对拟修复地修复方向的意见。评价程序见图 3-5。

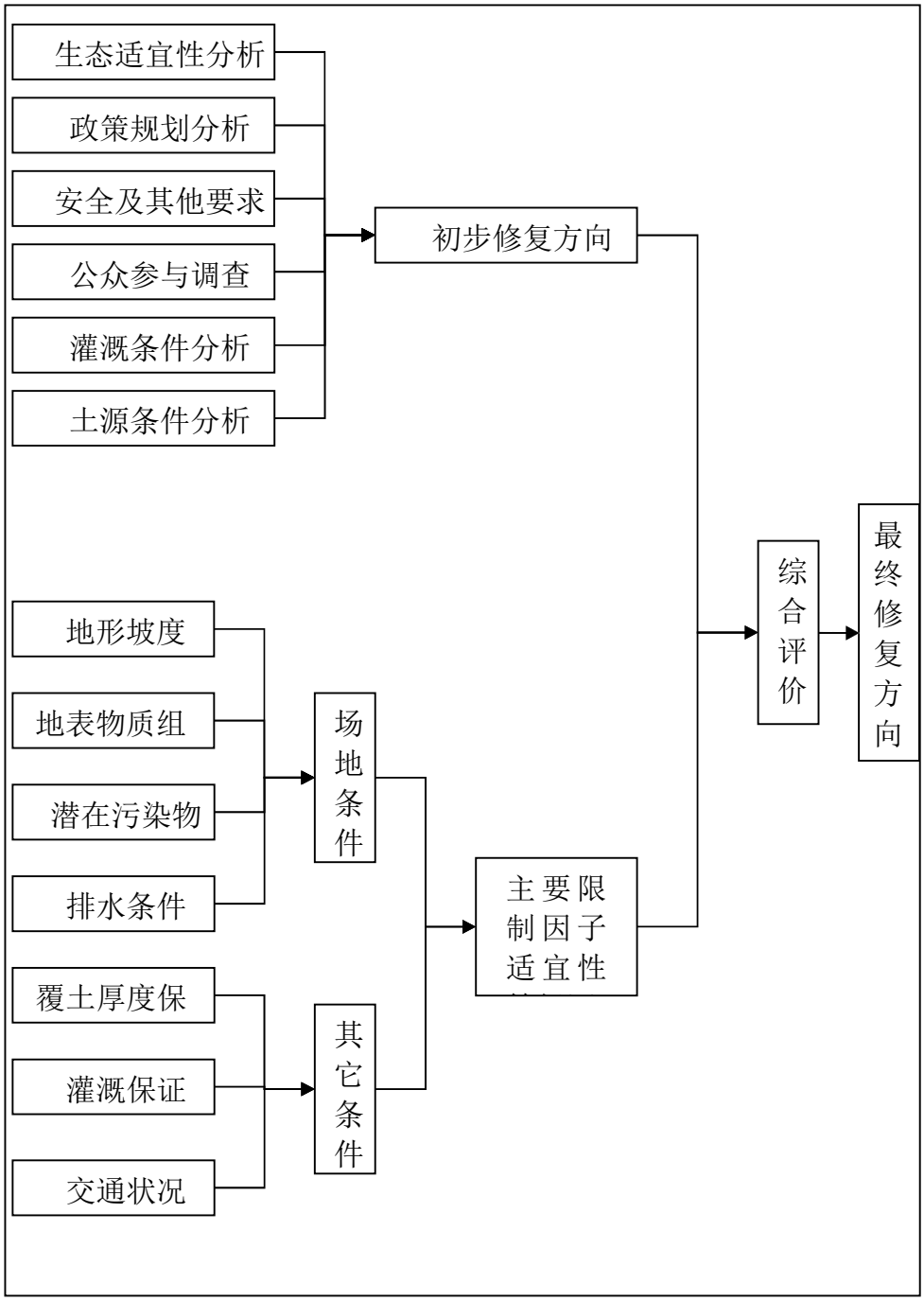


图 3-5　修复方向确定程序示意图

（4）土地修复适宜性评价方法

1）评价体系

评价体系采用三级体系，分成三个序列，土地适宜类、土地质量等分和土地限制型。

将修复范围内耕地、林地和草地的适宜类分为适宜类、暂不适宜类和不适宜类，类别下面再细分若干土地质量等。

耕地、林地和草地的土地质量等分为一等地、二等地和三等地，暂不适宜类和不适宜类一般不续分。依据不同的限制因素，在土地质量等以下又分成若干土地限制型。

2）评价方法

土地修复适宜性等级采用划分适宜性类别的方法确定，首先定性判断评价单元的土地适宜类，然后根据主导评价因素，将各适宜类分为 1~4 级。等级越高，限制程度越大，修复整治的难度越大，所需费用也越多。当适宜类为 3 级时即认为该因素为限制性因素。当适宜类为 4 级时，即认为该土地为暂不适宜类。

土地质量等分具体如下：

一等地：开发、修复和整理条件好，无限制因素，且限制程度低，不需或略需改良，成本低；在正常利用下，不会产生土地退化和给邻近土地带来不良后果。

二等地：开发、修复和整理条件中等，有 1 或 2 个限制因素，限制强度中等，需要采取一定改良或保护措施，成本中等；如利用不当，对生态环境有一定的不良影响。

三等地：开发、修复和整理条件较差，有 2 个以上限制因素，且限制强度大，改造困难，需要采取复杂的工程或生物措施，成本较高；如利用不当，对土地质量和生态环境有较严重的不良影响。

主要限制因子为：地形坡度、地表物质组成、排水限制、水源限制、潜在污染物、覆土厚度、灌溉条件、交通状况等。主要限制因素的等级参考《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T1007－2003），修复单元评价限制等级划分见表 3-31。

表 3-31　修复单元评价限制因素等级划分表

限制因子	分级指标	宜农评价	宜林评价	宜草评价
地形坡度（°）	<5	1	1	1
	5~25	1 或 2	1	1
	25~45	3 或 4	2 或 3	1 或 2
	>45	4	3 或 4	2 或 3
地表物质组成	壤土	1	1	1
	粘土、砂壤土	2 或 3	1	1
	岩土混合物	4	3	3
	基岩、岩质	4	4	4
排水条件	常年不引起洪涝，不积水，排水条件好，不需改良或只需简单改良	1	1	1
	季节性洪涝或季节性积水,可以采取防洪、排涝措施加以改良	2	1	1
	常年洪涝或长期积水，需采取比较复杂的防洪、排涝措施加以改良	3 或 4	2 或 3	1 或 2
	经常有洪涝威胁或长期被水淹没，排水条件很差，改良困难	4	3 或 4	2 或 3
土源保障率	100%	1	1	1
	80%~100%	2	1	1
	50%~80%	3 或 4	2 或 3	1 或 2
	<50%	4	3 或 4	2 或 3
地表稳定性	无活跃塌陷	1	1	1
	无滑坡崩塌隐患	2	1 或 2	1 或 2
	地基沉降趋于稳定	3	2 或 3	2 或 3
覆土厚度(cm)	>100	1	1	1
	50~100	2	1	1
	30~50	3	2 或 3	1
	<30	4	3 或 4	2 或 3
灌溉条件	特定阶段有灌溉水源，有灌渠	1	1	1
	灌溉水源保证差，抽水灌溉	3	2	2

	无灌溉水源	4	3	3
交通条件	便利	1	1	1
	一般	2 或 3	1 或 2	1 或 2
	差	4	3 或 4	2 或 3

（5）修复单元修复方向评价结果

根据各参评单元复垦后的土地资源性质状况，对照土地复垦适宜性分级标准表，得出各评价单元特性，见 3-32。

表 3-32　复垦土地各类参评单元特性表

评价单元	参评因子							
	地面坡度	地表组成物	排水条件	土源保障率	地表稳定性	覆土厚度	灌溉条件	交通条件
预测地面塌陷区	10~20°	砂壤土	好	100%	趋于稳定	30~50	有灌溉水源	便利

土地修复单元限制因素汇总情况见表 3-33。

表3-33　各土地修复单元限制因素汇总表

修复单元	耕地	林地	草地
预测地面塌陷区	地表物质组成、地形坡度、覆土厚度、灌溉条件和交通条件	地表物质组成、覆土厚度、地形坡度、灌溉条件和交通条件	交通条件

（6）确定最终修复方向和划分修复单元

依据拟损毁土地适宜性等级评定结果，根据评价单元的复垦方向选择，修复范围内的土地规划用地实际，综合土地复垦适宜性评价与社会、经济、安全、民意等因素，从各评价单元用地限制性因素分析，最终确定该矿修复单元复垦方向，确定相应的复垦单元。

综上分析，在充分尊重土地权益人意愿的前提下，遵循“因地制宜、耕地优先”的原则，确定将待复垦土地尽量恢复为损毁前的原土地利用类型，对于塌陷区林地及时填平出现裂缝后将根部扶正、补种；草地区域进行填充较大裂缝平整后进行补种草种复垦为草地；农村道路修葺平整，对损毁道路等设施进行修复；在工程措施上进行种植草籽保护环境，防止区域内

水土流失和荒漠化影响。具体评价单元土地最终复垦方向的确定与复垦单元的划分详见表 3-34。

表3-34　土地修复适宜性评价结果表

评价单元		有效土层厚度（cm）	地面坡度	积水情况	灌排条件	土地稳定性	适宜性	主要限制性因子	主要采取措施	最终复垦方向
预测塌陷区	水浇地	50~80	＜5°	无	差	较稳定	耕地、林地、草地	塌陷引起的地表裂缝及附加坡度	填充裂缝及土地平整、施肥	水浇地
	乔木林地	50~80	5°-10°	无	差	较稳定	林地、草地	抽水灌溉；土源保障率	填充裂缝、土地平整、补种	乔木林地
	灌木林地	50~80	5°-10°	无	差	较稳定	林地、草地	抽水灌溉；土源保障率	填充裂缝、土地平整、补种	灌木林地
	其他林地	30~50	5°-15°	无	差	较稳定	林地、草地	抽水灌溉；土源保障率	填充裂缝、土地平整、补种	天然牧草地
	其他草地	30~50	5°-15°	无	差	较稳定	草地	抽水灌溉；土源保障率	填充裂缝、土地平整、补种	天然牧草地
	物流仓储用地	/	＜5°	无	/	较稳定	物流仓储用地	/	/	物流仓储用地
	商业服务业设施用地	/	＜5°	无	/	较稳定	商业服务业设施用地	/	/	商业服务业设施用地
	工业用地	/	＜5°	无	/	较稳定	工业用地	/	/	工业用地
	采矿用地	/	＜5°	无	/	较稳定	采矿用地	/	/	采矿用地
	城镇住宅用地	/	＜5°	无	/	较稳定	草地	抽水灌溉；土源保障率	拆除、清基、翻耕	草地
	公路用地	/	＜5°	无	/	较稳定	公路用地	/	/	公路用地
	城镇村道路用地	/	＜5°	无	/	较稳定	城镇村道路用地	/	/	城镇村道路用地
	农村道路	/	＜5°	无	/	较稳定	农村道路	/	/	农村道路
	沟渠	/	＜5°	无	/	较稳定	沟渠	/	/	沟渠
	裸土地	/	＜5°	无	/	较稳定	草地	/	/	草地

二、目标方向可行性分析

（一）参照生态系统确定

综合考虑矿山环境变化、生态系统自然演替规律等，选取矿区周边未受损的本地原生生态系统和矿区内成功修复后的生态系统，作为天裕煤矿生态修复治理的参照生态系统。

在参照生态系统中布设6个样方，涵盖耕地、林地和草地等土地类型，调查参照生态系统的生态本底条件。并从矿山自然地理条件、物种组成、生态系统结构、生态系统功能等方面设定参照生态系统关键属性指标，分述如下：

1、矿山自然地理条件

矿山自然地理条件是生态系统存在和发展的基础，方案选取地形坡度、土壤条件作为矿山自然地理条件关键属性指标。

（1）地形坡度

根据对参照生态系统中样方的调查，矿山开采影响范围内主要分布一块耕地（水浇地），分布在对应9号煤层的充填采空区的西北部，地形坡度为3-5°。林地主要有乔木林地、灌木林地和其他林地，乔木林地主要分布在对应16号煤层的充填采空区的西南部地形坡度5-10°，其他林地在对应9号煤层的充填采空区的北部，地形坡度5-10°。草地主要有其他草地，在矿区内广泛分布，地形坡度5-15°，详见表3-35。

表 3-35　参照生态系统地形坡度一览表

土地类型 指标	耕地	林地		草地
	水浇地	乔木林地	其他林地	其他草地
地形坡度	3-5°	5-10°	5-10°	5-15°

（2）土壤条件

根据《天裕煤矿土壤检测报告》，参照生态系统的土壤 pH 值为 8.38-8.69g/kg，平均值8.54g/kg；有机质10.4～21.3g/kg，平均值16.43g/kg；全氮 0.81-1.69g/kg，平均值 1.4g/kg；有效磷 2.68-22.7mg/kg，平均值 9.21mg/kg；速效钾57-346mg/kg，平均值177mg/kg；容重1.51-1.58g/cm^3，平均值 1.55g/cm^3；孔隙度 8.8-9.9 %，平均值 9.35 %；微生物 53-80mg/kg-60.83mg/kg。详见表3-36。

表3-36　参照生态系统土壤状况表

指标类型	具体指标	单位	耕地	乔木林地	灌木林地	其他林地	其他草地	工业用地	平均值
土壤指标(0～20cm)	pH	无量纲	8.69	8.56	8.63	8.44	8.56	8.38	8.54
	有机质	g/kg	20.5	10.4	10.6	19.4	21.3	16.4	16.43
	全氮	g/kg	1.39	1.65	1.59	1.28	1.69	0.810	1.40
	有效磷	mg/kg	13.1	2.68	3.16	4.68	22.7	8.92	9.21
	速效钾	mg/kg	153	346	156	57	260	90	177.00
	阳离子交换量	Cmol/kg	5.72	19.0	13.9	6.07	11.0	7.48	10.53
	容重	g/cm^3	1.58	1.55	1.57	1.54	1.51	1.55	1.55
	孔隙度	%	9.9	9.5	8.8	9.6	9.6	8.7	9.35
	微生物	mg/kg	59	57	80	56	53	60	60.83
	水解性氮	mg/kg	99	103	93	105	107	97	100.67

2、物种组成

物种组成是生态系统的核心要素，方案选取植物物种作为物种组成关键属性指标。林地主要树种为沙枣和白榆等，结构简单；草地以其他草地为主，主要有油蒿、沙冬青、无芒隐子草等，群落结构简单。

3、生态系统结构

矿区生态系统为草原化荒漠生态系统以及工矿扰动生态系统。区域内土壤类型主要是灰漠土、棕钙土和风沙土。区域整体生态系统具有典型的干旱、半干旱地区生态特征，抗干扰能力较弱，对沙化治理和水资源保护依赖度高。天裕煤矿受特定的地貌和土壤条件影响，其生态系统具有明显的过渡性特征。矿区天然植被种为以无芒隐子草、沙蒿为核心，沙打旺为矿区生态修复区的人工草本优势种，植被覆盖度 10%-15%，群落株高 0.1-0.3m，多雨年份可达 20-30%。

4、生态系统功能

生态系统功能是生态系统服务的基础，方案选取生产功能、调节功能、支撑功能作为生态系统功能关键属性指标。

根据调查及询问，玉米亩产700-800斤/亩，植被净初级生产力（NPP）为100~200gC/m^2·a，种子发芽率60%。根据现场调查，区内植被自然恢复率一般为60%，基本能在修复后3年内，传粉、传播种子等生态过程正常。

5、参照生态系统指标确定

根据《土地复垦质量标准》结合矿山周边生态本底状况调查结果综合分析，参照生态系统指标选择如下：

地形坡度指标，耕地地形坡度小于10°，林地地形坡度小于10°，草地地形坡度小于15°。

植物物种指标，植物类型灌木选择柠条锦鸡儿，草本选择无芒隐子草、蒙古冰草；灌木、草地植被覆盖度≥40%。

植被结构指标，灌木层盖度≥30%、草本层盖度≥40%，群落垂直结构完整（灌木-草本两层），年龄结构合理（幼株、中株、成株比例约3:5:2）。

生产功能指标，玉米的产量平均达到350公斤/亩，植被净初级生产力（NPP）≥200gC/m^2·a，种子发芽率≥80%。

支撑功能指标，植被自然恢复率≥60%，能在治理后3年内传粉、传播种子等生态过程正常。

（二）矿山生态修复治理案例

天裕煤矿主要矿山地质环境问题为采空区地面沉陷及其诱发的土地资源破坏，通过资料收集及对周边煤矿的现场调查，位于东南部的乌海市天誉煤炭有限责任公司煤矿地貌类型、地质条件、开采煤层、开采工艺及主要地质环境问题与本煤矿相似，在前期一直按照“内蒙古自治区矿山地质环境治理办法细则”编制分期治理方案，每 3 年申请并通过乌海市国土资源局组织专家组对矿山的地质环境治理工作的验收。由于本矿采煤方法为充填开采，开采方式相似的有裕兴煤矿，内蒙古裕兴矿业有限公司煤矿位于鄂尔多斯市鄂托克旗境内，裕兴煤矿 2016 年后采用井下充填开采，即全负压连采连充绿色采煤法。因此本方案将其确定天誉煤矿和裕兴煤矿为对比案例进行分析。

1、天誉煤矿

天誉煤矿经过多年对 8 号、9 号、10 号煤层的开采，截至 2026 年 2 月已开采一盘区 8 号、9 号、10 号形成采空区地表投影面积为 55.94hm^2。开采二盘区 8 号煤层形成采空区面积为 75.52hm^2，合计形成采空区地表投影

面积为 131.46hm^2；矸石场占地面积 5.68hm^2，已全部治理。该矿山已经对裂缝进行人工回填治理，对所有已回填的裂缝区进行了覆盖性的播撒草籽。实测裂缝宽约 0.01-1.2m，长 1-80m；形成的地裂缝已采取小型机械和人工方式进行填充；除地裂缝回填处，采空塌陷区上方原有植被未被破坏，该矿完成采空区回填、平整，塌陷地裂缝回填等工程。

对矸石场进行整形、覆土、撒播草籽，并在矸石场周边种植了杨树、设置警示牌。

该矿定期对采空塌陷区进行巡查，竖立了警示牌、网围栏。矿山前期对采空区进行监测与管护，监测点主要布置在地面塌陷范围内附近。此次在全区埋设基岩测量标志桩。采空区地面塌陷监测常采用 RTK 人工现场调查、量测。地裂缝监测主要为人工观测记录并形成台账。治理见照片 3-7。





照片 3-7　　天誉煤矿治理照片

2、裕兴煤矿

裕兴煤矿已治理内容：（1）地质灾害监测点设置。定期监测、巡查地裂缝、地面塌陷的情况。在采空区上方首期治理的范围内共设置铁质警示标志牌8块，并布设了15个固定桩监测点（工业广场2个、主巷道3个、采空区上部

10个），每5天监测一次。

（2）地下水观测点设置。矿区内布设1个地下水位观测点，位于127号钻孔内，监测矿区地下水位变化情况；矿区内布设2个水质监测点，一个位于152号钻孔，监测矿山开采对下游水质的影响；另一个布置在16号煤层主巷道，监测矿山开采对矿区地下水质的影响。水质监测每半年一次，水位监测每月三次。

（3）对采空塌陷区的治理，包括两种方法：

①地面回填治理。矿山于2015年7月之前，综采形成的采空塌陷区，对塌陷裂缝进行了充填，治理面积134303m^2。治理工程包括塌陷回填48728m^3，平整85575m^2，种树4960株，种草9850m^2，绿化面积19884m^2，修建矿区道路400m。治理投资金额共192.264万元。

②井下充填治理。2015年7月之后，矿山采用连采连充采煤工艺，对井下进行充填治理，充填面积为0.0461km^2。开采工作面有11601、11601下、11602、11603四个，煤层开采厚度7m，依次充填面积/矸石量0.0147km^2/110880m^3、0.0114km^2/101785m^3、0.0124km^2/76720m^3、0.0076km^2/59920m^3，充填总面积为0.0461km^2，充填后，对应地表的棋盘井矿山地质公园内公路、松树、柏树绿化植被。通过地表岩移观测，地表基本不变形。见照片3-8。



照片 3-8　　警示牌

3、矿山生态修复治理案例分析结论

通过对比周边矿山采取的治理复垦措施，各矿山通过多年的实践，摸索出了适合本地实际的生态修复经验。总结如下：

（1）应做好采空区预防、监测工程。在采空区上建设监测系统，用于监测地面塌陷的地表下沉量、水平移动量以及地裂缝的宽度、深度、走向与长度、两侧相对位移等，为地质灾害起到预警作用；并在采空区周边设置警示牌、网围栏、永久性界桩等，可防止行人误入塌陷区。

（2）地形地貌是植被恢复的立地基础。待塌陷稳定后，应采用人工与小型机械相结合方式对裂缝进行回填，并进行土地平整，使其地形坡度满足植被恢复的立地条件。

（3）矿区内风积沙和黄土层厚度较大，但土壤基质沙性大，碱性大，肥力不足，应妥善做好腐殖层的剥离、回覆工作，必要时根据土壤检测报告对土壤进行培肥改良（如：施氨肥、磷肥等）。

（4）复垦植被的选择及搭配。植被搭配选择林草、草灌相结合方式，

灌木选择柠条锦鸡儿，草籽选择无芒隐子草、蒙古冰草等，成活率高，管护容易，可以在较短时间内见到生态效果。

（5）通过案例分析可以看出在本区土壤贫瘠、降水量较少的情况下，植被的选择和后期管护成了修复效果优劣的关键，尤其是充足的水源保障更加重要，本矿矿井疏干水量较大，经处理后通过水车拉运可用于矿山后期管护浇水使用。

三、边开采、边修复可行性分析

地下开采是资源开发的重要方式，随着环保政策趋严及可持续发展理念深入，同步推进开采与生态修复成为行业转型方向。本方案从时间、空间两个方面分析“边开采、边修复”模式的可行性，并提出实施建议。

（一）可实施边开采、边修复单元

仅地下开采形成的采空塌陷区具备边采边修条件：9 号、16 号煤层工作面回采后采空顶板垮落压实，地表塌陷变形趋于稳定，可在采后间隔周期内开展塌陷裂缝治理、土地平整、土壤重构、植被重建。

（二）不可实施边开采、边修复单元及原因

工业场地、风井场地、矿区运输道路三大损毁单元严禁边开采边修复，具体约束：

功能运行约束：工业场地、风井场地为矿井持续生产核心附属设施，服务全开采周期（2026—2033 年）生产系统通风、提升、排水、供电、原煤储运，开采期间需持续占用土地，拆除及场地复垦仅能在矿井闭坑、设备拆除、场地彻底停用后进行修复；

安全管控约束：矿区道路为井下材料运输、矸石外运、消防应急、人

员通勤唯一通道，开采期间中断修复会直接阻断矿井生产物流，存在重大安全生产隐患；

工程时序约束：上述建（构）筑物及硬化场地拆除、建筑垃圾清运、地基破除、地貌重塑工序复杂，必须纳入闭坑后最终土地复垦工程统筹实施，不纳入动态边采边修复体系。

（三）修复计划

根据《修改初步设计》以及天裕煤矿“2026-2033 年矿井采煤工作面生产接续计划”，按照“当年回采、次年稳定、逐年修复”滚动模式实施，以地表塌陷稳定滞后 6~12 个月为间隔窗口期，分年度实施塌陷区生态修复。

1、2026 年度修复范围

修复 2025 年度回采完毕的 9 号煤层 110907、120905 工作面，塌陷区已历经完整垮落压实周期，地表状态稳定，本年度可修复总面积 3.44hm²；

2、2027 年度修复范围

修复 2026 年回采结束的 110902、110906、131601 工作面，合计可修复面积 10.27hm²；其中本批次工作面部分区块塌陷稳定周期跨至 2028 年，结转可修复面积 5.36hm²；另叠加 2027 年上半年回采工作面结转面积 3.66hm²；

3、2028 年度修复范围

承接上一年度结转 5.36hm²、当年新增稳定区块 3.83hm²，全年合计修复 9.19hm²；后续开采年度均按照“工作面回采完成→6~12 个月变形监测稳定→下一年度集中修复”的时序循环推进，实现开采扰动与生态治理动

态平衡。。天裕煤矿边开采、边修复参照表见表 3-37。3 年修复区范围见图 3-6。

表 3-37　天裕煤矿边开采、边修复参照表

回采工作面编号	井下回采起止年份	2026 年修复面积(hm²)	2027 年修复面积(hm²)	2028 年修复面积(hm²)	备注
110907、120905 工作面	2025-2026	6.5	-	-	膏体充填开采，6 个月塌陷稳定
110902、110906、131601 工作面	2026-2027	-	6.61	6.55	放顶煤开采，部分区块跨年稳定
110904、131602、131607 工作面	2027-2028	-	3.66	4.62	跨年监测达标后修复
年度合计	—	6.5	10.27	11.17	逐年滚动动态修复

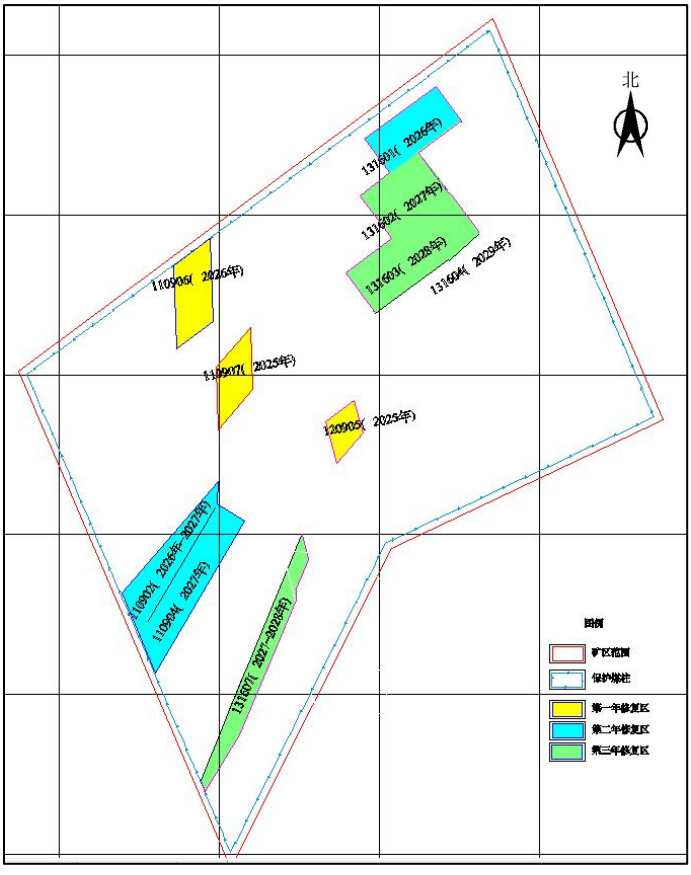


图 3-6　近期 3 年修复区范围分布图

综上所述：预测塌陷区可以符合边开采边修复条件，风井场地、工业场地和矿区道路不具备。

第三节　生态修复分区及修复时序安排

一、生态修复分区及修复时序安排

煤矿土地修复与生态修复技术规范（GB/T 43934-2024），生态修复分区指同一修复单元生态受损与退化的问题、利用方向、采用的技术模式与措施一致。根据该矿的初步设计及开采计划，风井场地、工业场地、矿区道路未来仍将留续使用，闭坑后进行全面复垦，本方案不对其进行复垦。

本次生态修复主要针对预测采空塌陷区进行分区、分期目标任务和时序安排。预测采空塌陷区面积为 111.98hm^2。涉及地类主要有耕地、林地、草地、商服用地、工矿仓储用地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地，土地损毁类型主要为塌陷。

本方案依据采矿证剩余有效期规划本方案的服务年限为 13.7 年，其中包括矿山沉稳期 1 年，修复期 2 年及管护期 3 年。本项目生态修复区将预测塌陷区划分为三期，包括近期 3 年（2026.8-2029.7）、中期 3 年（2029.8-2032.7）和远期 7.7 年（2032.8-2040.4）。修复区范围及修复时序安排分别见表 3-38、3-39。

表 3-38　生态修复分区及修复时序安排

生态修复区名称	面积（hm^2）	修复分区及面积		修复分期时序	修复措施
		分区位置	面积（hm^2）		
预测采空塌陷区	111.98	塌陷区（9 号煤层 110907、120905、110904 110902、110906、工作面，16 号煤层 131601、131602、131607 工作面）	27.94	2029.8-2032.7（近期）	对采空塌陷区外围设置网围栏和警示牌；对产生的塌陷裂缝进行回填（表土剥离，削高填低、表土回覆）和人工恢复植被，对搬迁的房屋建筑进行拆除、清理和恢复植被
		塌陷区（16 号煤层 131604、131605、131606、131608、131609、1316010 工作面）	48.32	2032.8-2034.7（中期）	对采空塌陷区外围设置网围栏和警示牌；对产生的塌陷裂缝进行回填（表土剥离，削高填低、表土回覆）和人工恢复植被，对搬迁的房屋建筑进行拆除、清理和恢复植被
		塌陷区（16 号煤层 131605、131610、131611 工作面）	35.72	2034.8-2040.4（远期）	对采空塌陷区外围设置网围栏和警示牌；对产生的塌陷裂缝进行回填（表土剥离，削高填低、表土回覆）和人工恢复植被，对破坏的道路进行修葺。

表 3-39　　矿区生态修复分区拐点坐标表

生态修复区块名称	范围						面积（hm^2）
	点号	2000 坐标系		点号	2000 坐标系		
		X	Y		X	Y	
地面塌陷区（近期）	1	4370859.676	36404714.9	20	4370697.365	36404481.12	27.94
	2	4370765.231	36404792.68	21	4370842.386	36403856.53	
	3	4370765.231	36404792.68	22	4370927.273	36403971.26	
	4	4370836.781	36404889.17	23	4370166.455	36403996.97	
	5	4370836.781	36404892.66	24	4370095.13	36403991.48	
	6	4370838.02	36404890.45	25	4370043.19	36404079.27	
	7	4370958.339	36404802.95	26	4369568.782	36403800.18	
	8	4371062.827	36404724.94	27	4369818.605	36403695.93	
	9	4371076.356	36404709.69	28	4369597.484	36404037.12	
	10	4371194.948	36404621.6	29	4369575.142	36404081.8	
	11	4371293.967	36404755.74	30	4369998.074	36404256.86	
	12	4371402.772	36404675.72	31	4370001.032	36404258.08	
	13	4371238.701	36404454.65	32	4369923.604	36404278.35	
	14	4371238.701	36404451.17	33	4369830.059	36404239.81	
	15	4371130.933	36404532.22	34	4369796.657	36404239.56	
	16	4371060.255	36404437.82	35	4369373.894	36404061.07	
	17	4370926.534	36404537.86	36	4369197.208	36403955.67	
	18	4370818.002	36404393.28	37	4369304.603	36403910.42	
	19	4370698.085	36404482.08	38	4369432.872	36403965.91	

表 3-40　　矿区生态修复分区拐点坐标表

生态修复区块名称	范围						面积（hm^2）
	点号	2000 坐标系		点号	2000 坐标系		
		X	Y		X	Y	
地面塌陷区（中远期）	1	4370695.669	36404488.83	42	4370666.867	36404395.63	84.04
	2	4370591.817	36404350.76	43	4370761.971	36404439.74	
	3	4370573.527	36404360.11	44	4370060.536	36404035.08	
	4	4370573.527	36404360.11	45	4370085.731	36403992.5	
	5	4370518.661	36404287.86	46	4370157.057	36403997.99	
	6	4370518.661	36404287.86	47	4369809.206	36403696.96	
	7	4370473.322	36404411.33	48	4369809.206	36403696.96	
	8	4370473.322	36404411.33	49	4369533.381	36403812.85	
	9	4370340.51	36404479.23	50	4369201.188	36403953.1	
	10	4370480.403	36404667.48	51	4369377.873	36404058.51	
	11	4370510.627	36404645.31	52	4369800.637	36404237	
	12	4370550.637	36404699.14	53	4369834.039	36404237.24	
	13	4370521.853	36404723.9	54	4369927.583	36404275.78	
	14	4370642.748	36404886.82	55	4370008.714	36404254.55	
	15	4370324.679	36405078.81	56	4370183.875	36404207.9	
	16	4370392.61	36405191.64	57	4370359.036	36404161.26	
	17	4370719.89	36404992.17	58	4370197.52	36404092.99	
	18	4370823.802	36404914.74	59	4370197.52	36404092.99	
	19	4370835.604	36404893.72	60	4370235.162	36404085.33	
	20	4370955.923	36404806.22	61	4370188.972	36404022.66	
	21	4371044.714	36404739.93	62	4370188.972	36404022.66	
	22	4371044.714	36404739.93	63	4370084.324	36404045.14	
	23	4371157.357	36404790.2	64	4371003.848	36404085.97	

	24	4371149.292	36404656.99	65	4371002.933	36404092.08	
	25	4371149.292	36404656.99	66	4370712.053	36404103.71	
	26	4371192.532	36404624.88	67	4370642.318	36404007.75	
	27	4371291.551	36404759.01	68	4370576.755	36403878.41	
	28	4371400.356	36404678.99	69	4370485.563	36403717.49	
	29	4371236.285	36404457.93	70	4370723.291	36403692.9	
	30	4371216.84	36404472.55	71	4370397.416	36403710.79	
	31	4371182.839	36404457.72	72	4370258.977	36403717.38	
	32	4371165.389	36404299.62	73	4370178.633	36403609.85	
	33	4371165.389	36404299.62	74	4370305.124	36403590.89	
	34	4371036.44	36404258.14	75	4370495.22	36403866.88	
	35	4370885.017	36404210.28	76	4370192.421	36403879.24	
	36	4370848.621	36404224.66	77	4370063.165	36403764.4	
	37	4370747.522	36404267.8	78	4370345.881	36403737.11	
	38	4370734.267	36404327.33	79	4370648.85	36404099.11	
	39	4370709.778	36404316.55	80	4370455.777	36404105.89	
	40	4370634.516	36404316.55	81	4370331.225	36403997.75	
	41	4370632.718	36404350.47	82	4370525.012	36403989.9	

二、生态修复分区土地利用类型及权属

（一）土地利用类型

根据乌海市海南区自然资源局提供的2024年度国土变更调查数据“土地利用现状图”（比例尺1:10000），采用《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017），天裕煤矿生态修复分区范围土地利用类型见表3-38。

（二）基本农田

矿山开采影响范围耕地面积0.09hm^2，全部为水浇地；通过将矿区范围边界与乌海市海南区自然资源局核实，矿区范围内无永久基本农田。

（三）生态修复分区土地权属

天裕煤矿生态修复分区所有权全部属于乌海市海南区人民政府、拉僧仲街道办事处集体所有，权属明确，界限明晰，不存在权属争议。

表3-41　方案服务期生态修复分区土地利用类型统计表

工程单元	地类				面积(hm^2)		
	一级地类		二级地类		海南区人民政府	拉僧仲街道办事处	合计
预测塌陷区	01	耕地	0102	水浇地	—	0.09	0.09
	03	林地	0301	乔木林地	—	15.06	15.06
			0305	灌木林地	—	2.06	2.06
			0307	其他林地	0.28	10.74	11.02
	04	草地	0404	其他草地	—	48.47	48.47
	05	商服用地	0508	物流仓储用地	—	4.75	4.75
			05H1	商业服务业设施用地	0.05	1.9	1.95
	06	工矿仓储用地	0601	工业用地	—	5.81	5.81
			0602	采矿用地	—	2.52	2.52
	07	住宅用地	0701	城镇住宅用地	0.11	5.16	5.27
	10	交通运输用地	1003	公路用地	—	8.72	8.72
			1004	城镇村道路用	—	1.43	1.43
			1006	农村道路	—	0.51	0.51
	11	水域及水利	1107	沟渠	—	0.03	0.03
	12	其他土地	1206	裸土地	—	4.29	4.29
合计					0.44	111.54	111.98

表 3-42　近期生态修复分区土地利用类型统计表

工程单元	地　类				面积(hm^2)		
	一级地类		二级地类		海南区人民政府	拉僧仲街道办事处	合计
预测塌陷区	01	耕地	0102	水浇地	—	0.09	0.09
	03	林地	0301	乔木林地	—	4.88	4.88
			0305	灌木林地	—	0.65	0.65
			0307	其他林地	—	3.44	3.44
	04	草地	0404	其他草地	—	6.92	6.92
	05	商服用地	0508	物流仓储用地	—	0.36	0.36
			05H1	商业服务业设施用地	0.05	1.07	1.12
	06	工矿仓储用地	0601	工业用地	—	2.14	2.14
			0602	采矿用地	—	1.72	1.72
	07	住宅用地	0701	城镇住宅用地	0.07	2.95	3.02
	10	交通运输用地	1003	公路用地	—	2.83	2.83
			1006	农村道路	—	0.48	0.48
	12	其他土地	1206	裸土地	—	0.29	0.29
合计					0.12	27.82	27.94

第四节　采矿用地与复垦修复安排

一、矿区生态修复目标

根据“因地制宜”的原则以及上述土地复垦适宜性分析结果，确定将待复垦土地尽量恢复为损毁前的原土地利用类型，其中城镇住宅用地已搬迁区域以及裸土地区域将复垦为其他草地，塌陷区损毁的其他地类均原址复垦。详见表 3-43。

表 3-43　矿区生态修复目标及土地利用变化表

土地类型				损毁前面积（hm^2）	生态修复目标（hm^2）	面积增减(hm^2)
一级地类		二级地类				
01	耕地	0102	水浇地	0.09	0.09	0
03	林地	0301	乔木林地	15.06	15.06	0
		0305	灌木林地	2.06	2.06	0
		0307	其他林地	11.02	11.02	0
04	草地	0404	其他草地	48.47	58.03	9.56
05	商服用地	0508	物流仓储用地	4.75	4.75	0
		05H1	商业服务业设施用地	1.95	1.95	0
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	5.81	5.81	0
		0602	采矿用地	2.52	2.52	0
07	住宅用地	0701	城镇住宅用地	5.27	0	-5.27
10	交通运输用地	1003	公路用地	8.72	8.72	0
		1004	城镇村道路用地	1.43	1.43	0
		1006	农村道路	0.51	0.51	0
11	水域及水利设	1107	沟渠	0.03	0.03	0
12	其他土地	1206	裸土地	4.29	0	-4.29
合计				111.98	111.98	0

二、采矿用地与用地计划

天裕煤矿为井工开采矿山，未来生产所有掘进矸石均不出井，直接用于井下充填，实现矸石资源化利用与零外排，预测塌陷区均原址复垦，未来无用地需求。

矿区范围内风井场地占地面积 0.50hm^2，其中已取得建设用地手续；工

业场地占地面积 15.65hm^2，其中已取得建设用地手续面积为 5.64hm^2，剩余面积 10.01hm^2 将办理农用地转建设用地手续。矿山未来无新增临时用地规划。

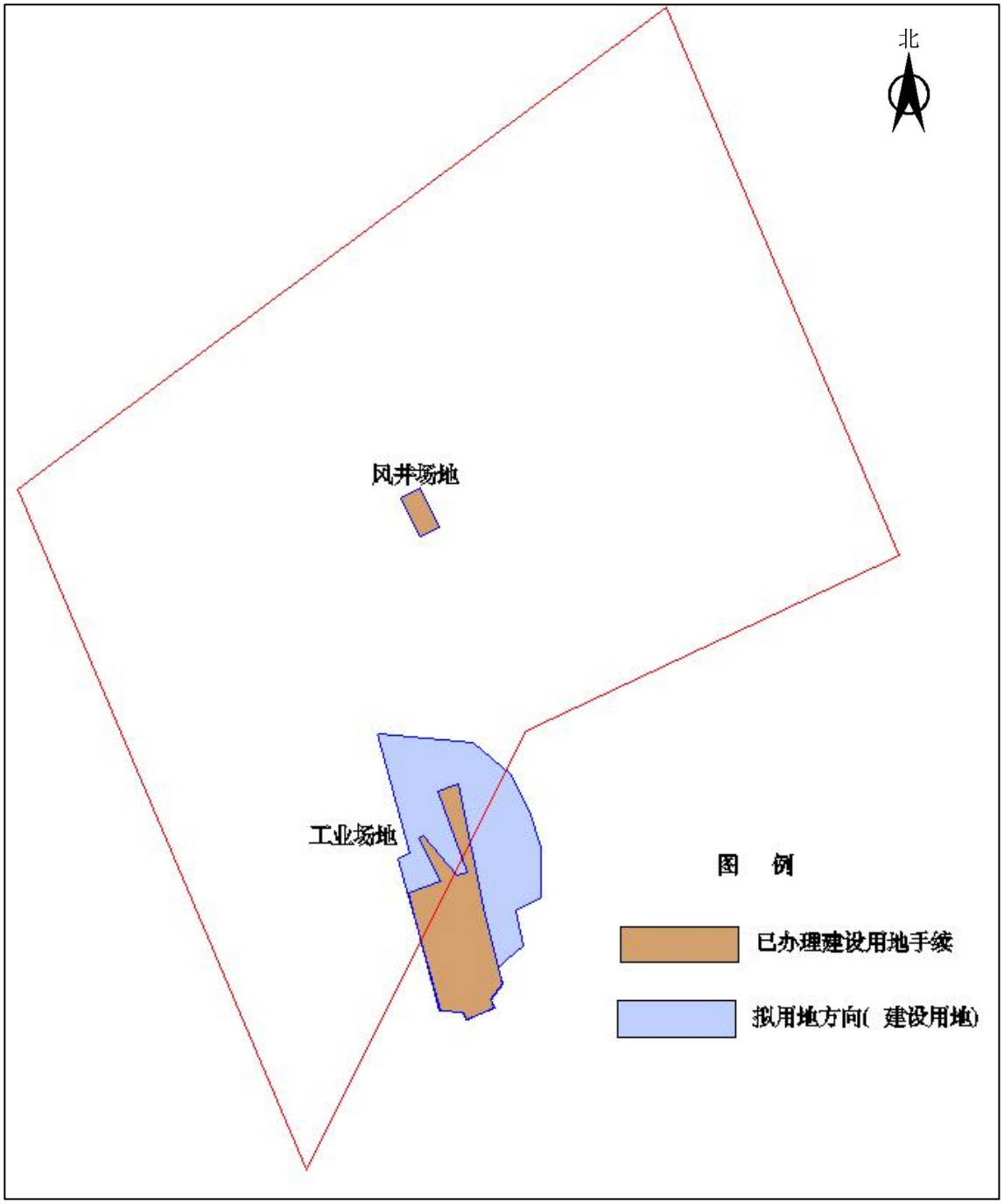


图 3-7　拟用地方向示意图

第四章　生态修复措施与工程内容

第一节　保护与预防控制措施

根据《地质灾害防治条例》《矿山地质环境防治规定》《土地复垦条例》等文件的相关要求，结合本矿山地质环境影响现状评估和预测评估结果、矿山土地损毁预测与评估结果、方案使用年限，开展矿区生态修复工程工作，原则如下：

遵循“以人为本”的原则，确保人民生命财产安全，提高人居环境质量；

坚持“预防为主，防治结合”“在保护中开发、在开发中保护”的原则，将源头控制和恢复治理的思想贯彻到矿区生态修复工程工作中，原则如下：坚持“因地制宜，讲求实效”的原则。矿区生态修复工程要与矿山的建设、生产相结合，根据矿山地质环境影响及土地损毁评估的结果，制定科学合理的工程技术措施；

坚持“谁开发谁保护，谁破坏谁治理，谁投资谁受益”“技术可行，经济合理”的原则，矿区生态修复工程应按照国家制定的技术规范进行，方案要切实可行，同时注重环境恢复治理的经济效益，保持生态环境的协调统一；

坚持“总体部署，分期治理”的原则，根据矿区生态修复工程设计，提出矿区生态修复总体目标任务，做出矿山服务期限内的总体工作部署和实施计划，分年限分步部署落实。

一、敏感目标保护

（一）植物保护措施

区域内主要生态敏感目标为西鄂尔多斯（蒙西）国家级自然保护区，矿区用地范围不占用自然保护区红线区域，与保护区存在合理安全间距，但矿区开发建设、地表扰动、施工扬尘及水土流失等活动存在间接影响保护区生态系统的潜在风险。该保护区核心保护对象为四合木、半日花

等珍稀古老孑遗荒漠植物及荒漠草原过渡生态系统，其中四合木为国家二级重点保护野生植物，是我国特有珍稀孑遗单种属植物，被誉为荒漠“植物活化石”，仅分布于西北干旱荒漠核心区域，原生种群自然更新能力极差，生境抗人为、自然扰动能力弱，对矿区扬尘沉降、地表径流泥沙掩埋、植被碾压破坏高度敏感。

为严格落实生态保护要求，规避矿山开发对蒙西自然保护区及周边四合木野生种群造成不利生态影响，矿山开采过程落实专项保护措施：

1、严格空间边界管控，所有采掘、施工、堆弃、运输等生产作业严格限定在矿区合法用地红线范围内，严禁越界扰动、严禁向自然保护区方向拓展施工范围，临近保护区一侧设置永久性生态警示标识，杜绝人员、设备违规进入及原生植被破坏。

2、落实后期生态修复与常态化管护，矿区生态修复优先选用四合木、柠条、沙冬青等本土耐旱乡土物种，杜绝引种外来高耗水物种；建立四合木种群及周边生态环境长期监测机制，落实常态化巡护管护，全方位保障区域珍稀植物资源及自然保护区生态系统安全稳定。

（二）避让措施

根据煤矿开采特点，生态环境功能要求和区域环境敏感程度，重点确定煤炭开发过程中特殊环境及敏感保护目标。

天裕煤矿开采范围内的敏感目标主要为京藏高速公路、乌棋公路和海拉公路。公路位于充填采空区上部，加强矿山生态环境监测。矿井后期开采过程中需进一步探索长壁纵向条带膏体充填采煤法对地表沉降变形的影响，必要时增加充填体强度或更换其它充填采煤工艺。

矿区范围内无基本农田分布，矿区内耕地面积 0.24hm^2，矿山开采影响范围耕地面积 0.09hm^2，位于 9 号煤层充填采空区西侧，占矿山开采影响范围的 0.2%，全部为水浇地。按照相关法律法规和主管部门要求，做好水浇地的保护，确保其数量不减少，质量不降低。同时，加强矿山生

态环境监测，建立地表沉陷观测监测机制，加强导水裂隙带发育高度探测，对周边水源地等环境保护目标开采长期监测，必要时及时优化调整开采方案，有针对性地强化生态环保对策措施，保障区域生态功能。在耕地内设置地表移动监测点，设置数量 2 个，地面塌陷监测频率每月一次，地裂缝定期人工巡查，频率每月三次，发现裂缝及时回填。

对不同时期不同破坏程度的林地进行补植养护，有效保护林地的生态功能。对于轻度损毁的林地，个别歪斜的林木采取人工扶正的措施即可恢复，受沉陷中度和重度损毁的林地，生产力可能会有所降低，应该采取人工整地、补植与自然恢复相结合的方式，及时恢复植被覆盖度。

（二）减缓措施

1、地质环境受损的减缓措施

煤矿开采（尤其地下开采）易引发地表塌陷、地下水失衡、岩层移动等地质问题，需通过技术优化和监测预警降低风险。

（1）开采技术

充填采矿法：用煤矸石、粉煤灰等废弃物等胶结材料填充采空区，减少岩层垮落和地表下沉。

（2）地质灾害监测与治理

实时监测系统：布设地表沉降观测点、地下水位监测井、岩层移动传感器等。

2、土地资源受损的减缓措施

（1）地下巷道优化

通过“集中开拓”减少地面井口数量，降低地表占地；井下设备集中布置，减少巷道开挖对地下土地资源的间接破坏。

（2）边开采边复垦

通过“边开采、边复垦”的流程衔接，减少土地从受损到恢复的间隔时间，降低长期闲置导致的土地质量退化。地下开采时，每完成一个采区的开采，立即对地表沉陷区进行“实时修复”，实现土地“即采即复”。

复垦过程中优先使用本地物种和乡土植被，避免外来物种入侵，同时构建“乔、灌、草”立体植被结构，提升复垦土地的生态稳定性，减少后期维护对土地的再次扰动。

3、生态系统受损的减缓措施

（1）植被恢复与景观重建

开采过程中同步对工业场地进行绿化；开采结束后，对塌陷区种植“乡土物种”，避免外来物种入侵。

（2）减缓土壤水土流失

优先治理塌陷区裂缝；裂缝及周边种植无芒隐子草、蒙古冰草等固土能力强的草本，通过根系缠绕土壤减少侵蚀；定期巡查补植枯萎植被，形成“裂缝回填+生物固土”的综合防护体系，减缓水土流失。

（3）生物多样性保护

采用边开采、边复垦的方式，对采空塌陷区进行修复，形成生物廊道，方便动物迁徙。

（4）水资源生态保护

将矿井水净化后，用于井下防尘、农田灌溉、工业用水，减少地下水开采和地表水污染。

二、表土剥离与植被移植利用

（一）表土剥离

矿区生态环境较为脆弱，表层土壤经过多年植物作用而形成熟化土壤，具有庞大的种子库及适合植物生长的理化性状，是深层生土所不能替代的，对于植物种子的萌发和幼苗的生长有着重要作用。因此要保护和利用好表层的熟化土壤。首先要把表层的熟化土壤尽可能地剥离后统

一贮存在表土存放区内，并种植草籽加以养护以保持其肥力；堆放时应尽量减少破坏植被区的生物，堆高设计要合理，避免过度压实。

经核实天裕煤矿基建期剥离的表土，在工业场地绿化过程中已全部使用，现状条件下无可以剥离表土的地表工程单元。预测采空塌陷区可能损毁林地、草地等，损毁形式以地裂缝为主。结合当地实际情况，裂缝两侧无法进行表土剥离，容易造成二次损毁，因此需外购黄土对裂缝进行覆土，故不对其裂缝进行表土剥离。

（二）植被移植利用

在系统查阅国家和地方动物志等资料，咨询专家和走访当地村民的基础上，结合现场调查，修复区内未发现国家林业和草原局农业农村部公告（2021 年第 15 号）《国家重点保护野生植物名录》中列入的国家重点保护野生植物种。矿区内植被恢复均进行原址恢复，不进行植被移植利用。

三、相关协同措施

按照有关部门管理规定及相关标准对天裕煤矿现状存在及可能引发的地质环境问题、土地资源损毁、水土流失、环境污染等，提出具体预防措施如下：

（一）地质环境预防控制措施

1、留设保护煤柱：由于地下采煤开采范围大，地下采煤一般都能影响到地表，波及上覆岩层与地表的一些与人类生产和生活密切相关的对象，因此必须采取措施进行防护，以减少地下开采的有害影响。因此，要严格按照相关规范要求，在矿区边界、工业场地及主要大巷及采区边界留设保护煤柱。

2、按照边开采、边修复的原则，及时对地裂缝、塌陷坑进行填埋治理，恢复土地的使用功能，地面塌陷区设计采取的修复措施为：设置网围栏、警示牌、裂缝回填、外围设置永久性界桩、对受塌陷影响的道路治理，消除隐患后继续开采，并做好采空区安全防护。

3、建立地质灾害监测网，加强对地面塌陷地质灾害的监测。

（二）水土污染预防

矿山主要废水为矿井涌水、生活污水、选煤厂煤泥水，废水均进行回收利用，不外排。

1、提高矿山废水综合利用率，严禁对外排放不达标废水。

2、定期对地下水水质进行监测；定期对土壤污染情况进行监测，禁止乱排、填埋生活垃圾及其他固体污染物。

（三）土地资源损毁预防

开采过程中当数个煤层或厚煤层数个分层同时开采时，控制各煤层或各分层工作面之间的错距，使地表拉伸变形或压缩变形互相抵消，以达到减小地表水平变形的目的。因此，当多个工作面开采时，通过在推进方向上合理布置工作面及开采顺序，抵消一部分地表变形，使被保护

对象处于下沉塌陷区的中间部分或压缩变形区，而不是承受最终的拉伸变形，有效减少地表变形对地面附属建筑物和土地资源的损毁。

采空区形成的地裂缝及时进行回填、平整、覆土，全部是原址复垦。恢复治理时做到“占补平衡”的原则，损毁多少，恢复多少。

（四）含水层破坏预防

对矿山疏干水、生产及生活污水进行处理，并对水质进行水质监测，避免或减轻矿山疏干水、生产生活污水及排土场淋溶水对浅层含水层的破坏、对水环境及土壤的污染；定期对地下水进行监测。

第二节　修复措施

通过详细调查修复区及周边生态环境现状，通过生态问题识别、诊断和归纳，以及生态修复分区的确定，将矿山生态修复区预测采空塌陷区。

根据修复单元存在的地质环境安全隐患、土地资源损毁以及生态系统受损等问题，采取地貌重塑、土壤重构、植被重建、景观营建以及配套工程等修复措施。设计采取的修复措施如下：

一、地貌重塑

天裕煤矿地质灾害隐患主要是井工开采造成的地表变形（裂缝）、威胁的建筑物、村庄、道路等地表设施，根据矿区内矿山地质环境、土地资源损毁以及生态受损现状和预测的结果，对预测地面塌陷区裂缝回填、平整、农村宅基地建筑物拆除、清运，道路修葺。按照边开采、边修复的原则，及时对矿山地质环境问题进行修复：

（一）裂缝回填

天裕煤矿未来开采 9 号、16 号煤层，煤层平均采厚 1.61-3.05m，由于本矿 9 号以及部分 16 号煤层采煤方法采用长壁纵向条带膏体充填采煤法，充填采空区面积为 86.18hm^2，后期产生塌陷及裂缝的可能性较小，根据以往监测数据，将不会产生裂缝，需及时进行巡查，巡查时如若产

生裂缝及时进行回填，预计裂缝按充填采空区的1%估算，约0.86hm^2；16号煤层形成的综采采空区、房采采空区面积为56.65hm^2，预测损毁土地面积为采空区地面裂缝带的5%估算，预测损毁面积约2.83hm^2，预测裂缝宽度大多10-20cm。

地裂缝是地表变形的主要形式，预测裂缝宽度大于10cm小于30cm。对地面塌陷区周边的地裂缝进行回填，考虑到地下开采的特殊性，裂缝填充时，对裂缝采用碎石料进行回填。

设塌陷裂缝宽度为a（m），则地面塌陷裂缝的可见深度W可按下列经验公式计算：$W=10\sqrt{a}$，（m）　　（公式5.1）

设塌陷裂缝的间距为C（m），每亩面积的裂缝系数为n，则每亩塌陷地裂缝的长度U可按下列经验公式计算：$U=\frac{666.7}{C}\cdot n$，（m）　　（公式5.2）

每亩塌陷地充填土方量V可按下列经验公式计算：

$V=\frac{1}{2}a\cdot U\cdot W$，　　（m^3/亩）　　（公式5.3）

根据治理区地表裂缝预测结果分析，裂缝损毁的程度可分为轻度、中度和重度三个类型。不同塌陷损毁程度的a、C、n的经验值及不同塌陷损毁程度每亩塌陷裂缝回填土方量。见表4-1。

表4-1　裂缝回填每亩土方量计算表

损毁程度	裂缝宽度 a(m)	裂缝间距 C(m)	裂缝条数 n	裂缝深度 W(m)	裂缝长度 U(m)	每亩充填土方量 V（m^3）
轻度	0.3	50	1.5	4.5	30.0	9.6
中度	0.4	40	2.0	5.5	33.3	36.63
重度	0.5	20	3.0	6.1	65	99.13

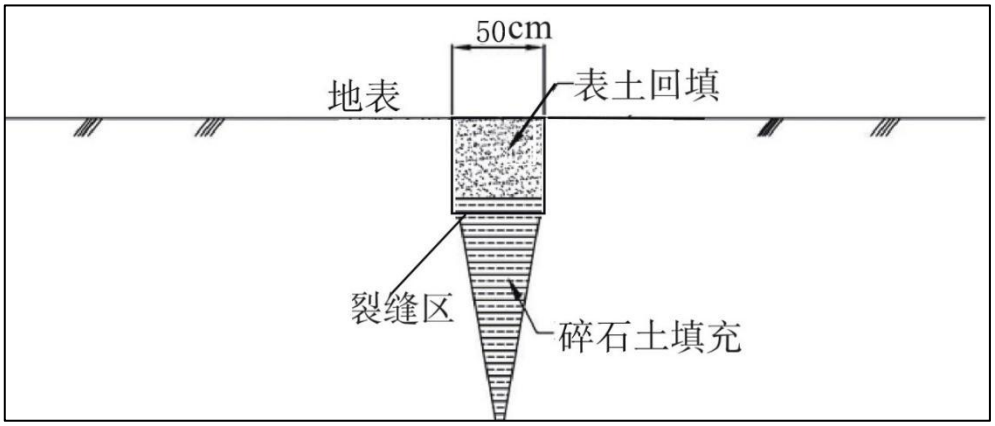


图 4-1　裂缝回填示意图

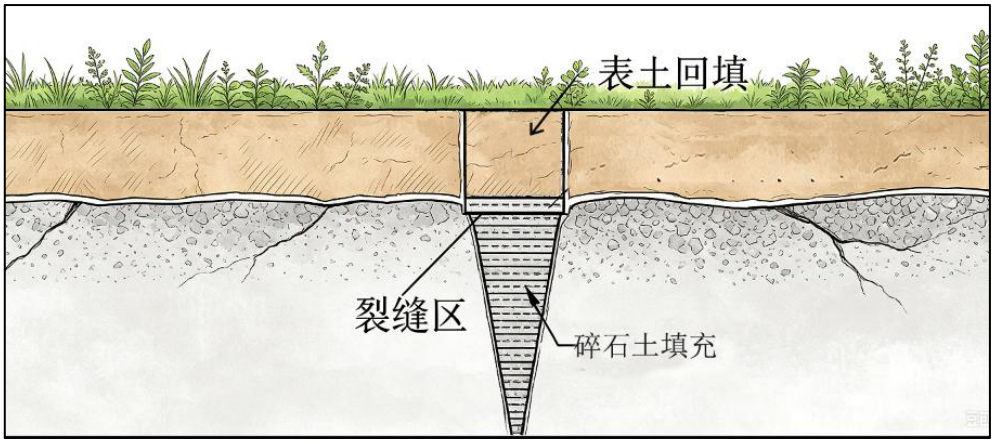


图 4-2　裂缝回填效果图

（二）土地平整工程

对于塌陷区受损区域，通过土地平整挖高补低、挖深垫浅，使土地更适合种植或进行其他工程的布局。在进行土地平整设计时，应在满足耕作要求的基础上，合理调配土方，尽量保持平整单元内的挖填方平衡，以减少运土工程量；同时要与水土保持、土壤改良相结合。

对于塌陷区内发育的地表陡坎（错落高差 0.30～0.50m），采取地形平整措施，按照挖高填低、就地平衡原则开展施工，削平陡坎隆起部分，开挖土石方就近用于低洼区域回填，减少土方转运距离，完成场地整体整平，消除陡坎台阶，使区域地形平缓连续；场地平整完成后，结合裂缝回填工程统一覆土，恢复植被。

（三）建筑物拆除、清基

该措施应用于采空塌陷区的城镇住宅用地。涉及居民 187 户，各工作面开采之前居民已全部搬迁、拆除及清运。搬迁工作已纳入项目主体

工程。居民搬迁后遗留下部分的搬迁迹地，搬迁迹地进行房屋主体、硬化地（路）面、地基等拆除和垫层清理工程。

（四）道路修葺（公路用地）

根据前文地质环境受损预测，预测采空塌陷区可能损毁矿区内部分公路路面。主要包括运煤道路。路面整体性破坏程度较小，仅会出现小型的地面裂缝（包括拉伸裂缝及下沉错落裂缝等），预测需要修葺的混凝土路面主要为中度损毁区，修葺道路占总长度的15%。

二、土壤重构

（一）表土剥离与回覆

由于采空塌陷区不具备大面积机械作业条件，无法开展治理地块统一表土剥离、集中堆存保护工序，因此不对其裂缝两侧进行表土剥离，需外购黄土进行对裂缝覆土。

预测房柱式采空区及综采采空塌陷区可能损毁林地、草地等，损毁形式以地裂缝为主。待土地裂缝回填后，再平铺于土地表面。

（二）土地翻耕工程

塌陷区内受塌陷影响的宅基地拆除、清基后，对场地进行翻耕。

翻耕可以将一定深度的紧实土层变为疏松细碎的耕层，从而增加土壤孔隙度，以利于接纳和贮存雨水，促进土壤中潜在养分转化为有效养分和促使作物根系的伸展。选用三铧犁进行整体翻耕。

（三）生土层土壤培肥措施

依据对矿区的生态本底调查，土壤本底 pH 值为 8.38-8.69g/kg，平均值 8.54g/kg;有机质 10.4～21.3g/kg,平均值 16.43g/kg;全氮 0.81-1.69g/kg，平均值 1.4g/kg；有效磷 2.68-22.7mg/kg，平均值 9.21mg/kg；速效钾 57-346mg/kg，平均值 177mg/kg；容重 1.51-1.58g/cm^3，平均值 1.55g/cm^3；孔隙度 8.8-9.9％，平均值 9.35％；微生物 53-80mg/kg-60.83mg/kg。土壤剥离后再次用于覆土，尤其是生土层土壤养分贫瘠，理化性状差，有机

质含量少，土壤板结，可种植性差。需采取综合施肥措施，以增加土壤有机质含量，提高土壤生产力。本方案对塌陷区内林地及草地裂缝区域覆土后对土壤进行土壤培肥，土壤改良后肥力不低于本底调查值，暂定按照每公顷有机肥的施用量4000kg/hm^2。

（四）耕地土壤培肥

充填采空区内耕地有可能受塌陷影响，耕地内土壤养分缺失，理化性状差，有机质含量少，可耕性差。需采取综合施肥措施，以增加土壤有机质含量，提高土壤生产力。以施用有机肥料来提高土壤的有机物含量，改良土壤结构，消除土壤的不良理化特性。有机肥的施用量6000kg/hm^{2}左右。

（五）耕地配套工程

煤矿开采后，将会对矿区内水浇地区域的灌溉设备造成不同程度的损毁，必须对这些设备及时进行整修、维护，及时更换地埋管等配套设施，保证农业生产的正常进行。

三、植被重建

根据前文植被受损预测，因塌陷而实际产生裂缝遭受损毁影响的土地有耕地、乔木林地、其他草地、住宅用地、公路用地等。其中：住宅用地及裸土地修复为其他草地，其他地类均进行原址修复。

根据实地调查和征求当地民众意见，本方案设计牧草选择无芒隐子草、蒙古冰草；乔木选择松树；灌木选择柠条锦鸡儿。

各土地类型植被重建方案叙述如下：

（一）耕地重建

耕地重建主要涉及农作物种植与耕作功能恢复，结合土地损毁程度、土体构型及土壤改良效果因地制宜遴选适宜农作物。损毁塌陷区域完成裂缝回填、土壤培肥措施后有序恢复耕作条件；前期轮作种植沙打旺多年生豆科牧草，利用豆科固氮作用改良土壤理化性质、提升土壤肥力，

持续开展地力修复；待耕地土壤指标满足农作物耕种要求后，调整种植模式，恢复粮食作物耕种。牧草播种、抚育管护技术要求与草地植被重建一致，耕地损毁后的恢复在技术上是可行的。

（二）林地植被重建

由前预测可知，对塌陷区受损的树木先及时扶正树体，适时进行管理，保证其正常生长；再选择适宜树种进行苗木补栽，增加植被覆盖率，补栽树种要与损毁树种保持一致。按照“因地制宜、因地适树”的原则。乔木选择松树。

（三）草地植被重建

将拟损毁的草地、住宅用地和裸土地植被重建为草地植被。

草地植被重建则以恢复草场生态功能为目标，采用自然恢复与人工干预相结合的方式。设计种植人工种草，优选多年生牧草品种，增强草地的抗逆性和生产力。此外，还需配套建设必要的灌溉设施，保障植被重建的可持续性。

草种选择：选择条播无芒隐子草、蒙古冰草植物，以提高该区土壤的有机质等含量。

四、景观营建

矿山可以在工业场地内对井架、机房、煤仓等进行外观美化与色彩规范，增设降噪、防尘等设施；道路与管网优化布局，设置生态缓冲带与隔离绿化；办公与生活区打造庭院、绿地、休闲广场等，改善人居环境。设置文化长廊、雕塑小品、工业遗产展示区，传承矿业文化。

五、配套工程

对预测地面塌陷区设置网围栏、警示牌。

（一）网围栏

为防止人畜跌落，在塌陷区主要路口及塌陷区外围设置网围栏。网围栏规格：网围栏由混凝土预制桩、铁丝组成，混凝土预制桩横截面为

10cm×10cm，高 1.2m，间距为 5m。网围栏上部的铁丝垂向间距 0.2m，垂向总长度 1.5m。详见网围栏结构示意图（图 4-3）。

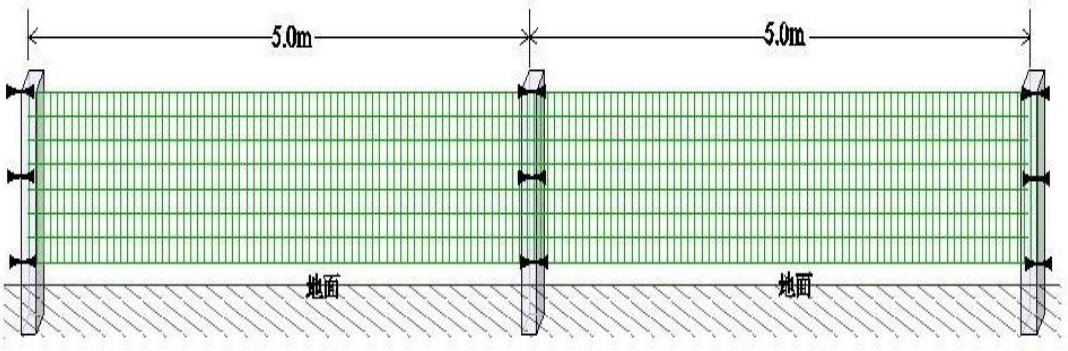


图 4-3　网围栏布设示意图

（二）设置警示牌

在塌陷区上部布设一定数量的警示牌，警示牌表面书写警示标语“地面塌陷区危险勿入”，一来可以提醒矿山工作人员注意生产安全；二来提醒外来人员提高警惕，以免发生意外。警示牌由固定在地面的钢管立柱和写有警示语的铝塑板组成，警示牌牌面四周为金属框架，警示牌牌面总体规格为 0.8m×1m，厚度为 0.05m，埋深不小于 0.5m，用水泥墩固定。详见警示牌示意图（图 4-4）。警示牌要求警示效果明显，具备一定的抗风能力。布设位置应根据矿山开采进度调整，布设时应兼顾区内已有的乡间道路及其他行人小路，尽量使警示牌的警示效果更加明显。

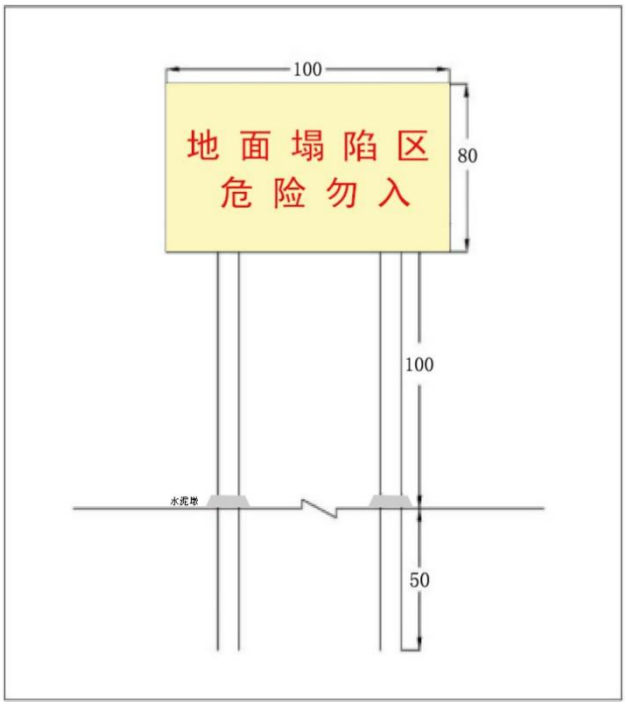


图 4-4　　警示牌结构示意图

第三节　工程内容及工程量

天裕煤矿生态修复区为预测采空塌陷区，设计采取的修复措施主要内容包括裂缝回填，土地平整，建筑物拆除、清基、道路修葺等地貌重塑措施；表土回覆，土地翻耕，土壤培肥等土壤重构措施；栽植乔木，条播草籽等植被重建措施。设置网围栏，设置警示牌配套措施。

修复措施、工程技术方法及参数详细介绍如下：

一、地貌重塑

天裕煤矿地质灾害隐患主要是井工开采造成的地表变形（裂缝）、威胁的建筑物、住宅用地、道路等地表设施。根据采空塌陷程度及造成危害的轻重程度，采取不同的治理措施。

根据矿山地质灾害现状分析与预测分析，本次消除矿山地质灾害隐患的修复措施为裂缝回填，拆除房屋、清基和道路修葺。

（一）裂缝回填

天裕煤矿 9 号、16 号煤层有重复采动区域，后续需以人工回填、多次修复为宜，开采各煤层形成的采空塌陷区总累计面积为 142.83hm^2，（其中重复采空面积 30.85hm^2，采空区叠加后地面投影面积 111.98hm^2）其中服务期房柱式采空区及综采采空区面积为 56.65hm^2。近期房柱式采空区及综采采空区面积为 15.61hm^2。塌陷裂缝复垦时根据尺寸，采取如下措施：

拟采用人工就近挖取高处土方直接回填，回填后捣实，直到地表基本平齐为止。夯实土地的干容量达到 1.40t/m^3 以上。

整个矿区采空区内最终形成的地裂缝宽度小，危险性小，影响程度为轻度，需用碎石料对裂缝进行回填，取自棋盘井东 30km 处工业园区，最后将表土覆于其上，依据上表 4-1 内计算公式，塌陷区每亩充填土方量为 9.60m^3，则服务期内回填土方量为 50606m^3。近期回填土方量为

29431m³。见裂缝回填量表 4-2。

表4-2　裂缝充填工程量表

修复时限	拟损毁面积	每亩充填土方量	裂缝充填量
	hm^2	m^3	m^3
方案服务期	142.83	9.6	50606
近期	27.94	9.6	29431

（二）土地平整

设计对采空塌陷范围内的耕地（水浇地）地面不均匀区域沉陷后按田块进行土地平整；对塌陷区内发育的地表陡坎行土地平整。

采空塌陷区内水浇地面积为 0.09hm^2，塌陷区内发育的地表陡坎面积安照裂缝区面积的 1%进行平整，面积为 1.43hm^2。

耕地土方平整采用推土机，推运土方运距 20—30m。地表陡坎土方平整采用推土机，推运土方运距 40—50m。服务期和近期 3 年土地平整工程量统计见表 4-3。

表4-3　土地平整工程量一览表

修复区	工程名称	面积（hm^2）	平整厚度（m）	近期工程量（m^3）	服务期工程量（m^3）
耕地	土地平整	0.09	0.3	270	—
地表陡坎	土地平整	1.43	0.5	1397	7150

（三）建筑物拆除、清基

根据开采计划预测综采采空区上部居民将进行搬迁。本方案设计对矿区内住宅用地、工业用地及商业服务业设施用地搬迁后遗留的建筑进行拆除、清基和清运，近 3 年受塌陷损毁影响的住宅用地面积 2.13hm^2，方案服务期内受影响的住宅用地、工业用地及商业服务业设施用地面积 6.86hm^2。建筑物类型为浆砌砖、地基为浆砌石。设计将宅基地进行房屋主体、基础进行拆除，对硬化地面、垫层固结物进行清基，之后对拆除物清运。

（1）拆除工程

对房屋墙体、房顶、硬化屋内地面、硬化院子等进行拆除，利用挖掘机拆除。其中墙体和房顶为浆砌砖结构、屋内硬化地面为混凝土结构、硬化院子为干砌砖结构。实际治理的房屋建筑面积取宅基地面积的 30%，院子硬化地面按宅基地面积的 70%计取。房屋建筑拆除采用虚拟模型（长 10m×宽 10m×高 3m、墙体厚 0.4m、房顶厚 0.5m、硬化地面厚 0.5m、砂垫层厚 0.3m）进行估算，估算得每百平米房屋的拆除工程量为：拆除墙体 60m^3、拆除屋顶 50m^3、拆除屋内硬化地面 50m^3。院子拆除采用虚拟模型（长 10m×宽 10m、院墙高 1.5m、院墙厚 0.4m、硬化地面厚 0.3m）进行估算，估算得每百平米院子的拆除工程量为：拆除院墙 18m^3、拆除硬化院子 30m^3。

（2）清基工程

对搬迁村庄的废弃建构筑物的墙体地基进行清除，地基为浆砌石结构，为地面以下工程，地基宽为 1m，高为 0.5m。房屋建筑物地基拆除量采用虚拟模型（长 10m×宽 10m）进行估算，墙体总长度为 50m，估算得每百平米房屋的清基量为 25m^3。

（3）清运垫层

设计对宅基地底部铺设的垫层全部进行清运，清运区域为整个宅基地底部，垫层平均厚度为 0.30m。估算得每百平方米宅基地的清运量为 30m^3，利用装载机、自卸汽车等机械清运至建筑垃圾指定点，平均清运运距 2km。

（4）清运拆除物

拆除墙壁、屋顶、硬化地面、清基产生的固体废物利用装载机、自卸汽车等机械清运至建筑垃圾指定点，平均清运运距 2km，清运工程量为拆除和清基产生的固体废物工程量，为石方工程。

服务期和近期 3 年建筑物拆除、清基工程量统计见表 4-4。

表4-4　建筑物拆除、清基工程量一览表

修复时限	拆除面积（hm^2）	拆除墙体量（m^3）	拆除房屋顶量（m^3）	拆除房屋地面量（m^3）	拆除地基量（m^3）	拆除硬化院子地面量（m^3）	拆除院墙量（m^3）	清运石方量（m^3）
服务期	6.86	3690	3075	3075	1538	4305	12348	28013
近期	2.13	1152	960	960	480	1344	768	5664
备注	/	浆砌砖结构	浆砌砖结构	混凝土结构	浆砌石结构	浆砌砖结构		/

（四）水泥路修葺

根据采空塌陷区受损预测，近期不会损毁公路；方案服务期内，预测损毁运煤混凝土路面 171m。预测采空塌陷对原始路面整体性破坏程度较小，仅会出现小型的地面裂缝（包括拉伸裂缝及下沉错落裂缝等），预测需要修葺的道路主要为中度损毁区。

混凝土路面厚度 20cm，通过计算得出公路每延长米的施工量为：

拆除、清理已损毁的路面和基层工程量=长度×宽度×厚度 =1m×5m×0.2m=1.0m^3，包括清基和清运两项工程内容。

路床压实工程量=长度×宽度=1m×5m=5m^2。

路面铺筑工程量 15cm 铺筑工程量=长度×宽度×厚度 =1m×5m×0.15m=1.0m^3。

清基产生的固废物利用装载机、自卸汽车等机械清运至建筑垃圾指定点，平均清运运距 3km。

混凝土受采空塌陷地质灾害的影响，需要修复的长度为 171m。

损毁公路修复工程方案服务期工程量统计见表 4-5、4-6。

表 4-5　服务期公路修葺工程量一览表

工程类型	单位	方案服务期内工程量
长度	m	171
拆除路面	m^3	171
清运拆除物	m^3	171
路床压实	m^2	855
铺筑混凝土路面 20cm	m^2	855

表 4-6　地貌重塑工程量汇总表

修复区	修复分项	工程名称	单位	近期工程量	中远期工程量	方案服务期工程量
预测地面塌陷区	塌陷裂缝	裂缝回填	m^3	29431	21175	50606
		土地平整	m^3	270	—	270
		地表陡坎平整	m^3	1397	5753	7150
	住宅及建筑用地	拆除	m^3	4224	17964	22188
		清基	m^3	1440	4403	5843
		清运（石方）	m^3	5664	22367	28031
	道路修葺	拆除路面	m^3	—	171	171
		清运拆除物	m^3	—	171	171
		路床压实	m^2	—	855	855
		混凝土路面 20cm	m^2	—	855	855

二、土壤重构

对于 10cm 以下的裂缝对地表植被影响有限。裂缝宽度小于 10cm，以自然恢复为主，借助风沉积、雨水冲击等自然动力，这类裂缝在较短时间内可以恢复。

（一）覆土

由前可知，本方案估算塌陷区实际损毁土地（地裂缝）面积 3.69hm^2。其中需要复垦为水浇地面积 0.09hm^2，乔木林地面积 0.13hm^2，灌木林地面积 0.18hm^2，复垦为其他草地面积 3.29hm^2。各地类面积见表 4-7。

表 4-7　塌陷地裂缝复垦面积统计表

修复单元名称	复垦方向	复垦面积（hm^2）
服务期生态修复分区（塌陷区）	水浇地	0.09
	乔木林地	0.13
	灌木林地	0.18
	其他草地	3.29
合计	—	3.69

预测近期修复区实际损毁土地（地裂缝）面积 0.78hm^2，其中需要复垦为水浇地面积 0.09hm^2，乔木林地面积 0.05hm^2，灌木林地面积 0.04hm^2，复垦为其他草地面积 0.60hm^2。

表 4-8　近期地裂缝复垦面积统计表

修复单元名称	复垦方向	复垦面积（hm^2）
近期生态修复分区（塌陷区）	水浇地	0.09
	乔木林地	0.05
	灌木林地	0.04
	其他草地	0.60
合计	—	0.78

对回填后的塌陷裂缝进行覆土，估算该区需覆土面积为 3.69hm^2，复垦为耕地覆土厚度为 1m，复垦为林地覆土厚度为 0.50m，复垦为草地覆土厚度为 0.30m，则共需覆土土方量为 12320m^3。

表 4-9　塌陷地裂缝覆土工程量

修复单元名称	复垦方向	覆土面积（hm^2）	覆土厚度（m）	覆土量（m^3）
塌陷区	水浇地	0.09	1	900
	乔木林地	0.13	0.50	650
	灌木林地	0.18	0.50	900
	其他草地	3.29	0.30	9870
合计	—	3.69	—	12320

近期需覆土面积为 0.78hm^2，则共需覆土土方量为 3150m^3。

表 4-10　近期塌陷地裂缝覆土工程量

修复单元名称	复垦方向	覆土面积（hm^2）	覆土厚度（m）	覆土量（m^3）
近期修复区	水浇地	0.09	1	900
	乔木林地	0.05	0.50	250
	灌木林地	0.04	0.50	200
	其他草地	0.60	0.30	1800
合计	—	0.78	—	3150

（二）土地翻耕

土地翻耕范围为住宅用地、商业服务业设施用地及工业用地的范围，该区域内建筑拆除清基、清运后，对场地进行翻耕。方案服务期翻耕面积 6.86hm^2，近期翻耕面积 2.06hm^2，利用机械为三铧犁。

（三）生土层土壤培肥

表 4-11　土壤培肥工程量一览表

生态修复区域		生土层培肥面积（hm^2）	肥料种类	单位施肥量	施肥量
				kg/hm^2	kg
塌陷区内林地、草地	服务期	3.60	有机肥	4000	14400
	近期	0.69	有机肥	4000	2760

（四）耕地土壤培肥

对塌陷区耕地进行土壤培肥，本方案以施用有机肥料来提高土壤的有机物含量，改良土壤结构，消除土壤的不良理化特性。根据当地经验以及耕作层土壤化验指标，一般耕地有机肥的施用量 6000kg/hm^2 左右，服务期及近期具体施肥量分别见表 4-12。

表 4-12　土壤培肥工程量一览表

培肥土地类型	位置	面积（hm^2）	肥料种类	单位施肥量（kg/hm^2）	工程量（kg）
耕地	近期	0.09	有机肥	6000	540

综上所述，天裕煤矿土壤重构工程量汇总统计见表 4-13。

表 4-13　土壤重构工程量汇总表

生态修复区	土壤重构工程	单位	近期工程量	中远期工程量	方案服务期工程量
采空塌陷区	覆土	m^3	3940	7140	12320
	土地翻耕	hm^2	2.06	4.80	6.86
	生土层土壤培肥	hm^2	0.69	2.91	3.60
	水浇地土壤培肥	hm^2	0.09	0	0.09

三、植被重建

因塌陷而遭受损毁影响的土地有林地、草地、住宅用地、交通运输用地、其他土地等。植被重建类型为水浇地、乔木林地、灌木林地、其他草地。**其中：住宅用地及裸土地复垦为其他草地；其他地类均进行原址修复**。各地类植被重建工程量计算如下：

（一）耕地重建

根据矿山开采计划和预测采空塌陷分析，损毁耕地为水浇地，设计将其原址复垦。

水浇地损毁区近期 3 年将全部重建，地裂缝需复垦耕地的面积为 0.09hm^2。需复垦的水浇地先种植牧草进行地力恢复。采用条播的方式，播种深度 20～30mm 即可，种量为 80kg/hm^2 左右。煤矿土地复垦工程实施后，要保证耕地能够耕种，且面积不得减少。

近期 3 年和服务期耕地重建工程量具体见表 4-14。

表 4-14　耕地重建工程量一览表

阶段划分	复垦面积（hm^2）	条播比例	条播面积($hm^{2)}$	种植比例	播种量（kg/hm^2）	条播量（kg）
近期	0.09	100%	0.05	1:1	80	7.2
服务期	0.09	100%	0.05	1:1	80	7.2

（二）林地植被重建

1、乔木林地：设计对塌陷区受损的树木先及时扶正树体，适时进行管理，保证其正常生长；再选择适宜树种进行苗木补栽，增加植被覆盖率，

补栽树种要与损毁树种保持一致。按照“因地制宜、因地适树”的原则，乔木选择松树。

①种源要求：

a 种源适宜性：优先选择与种植地气候、土壤、海拔等立地条件相匹配的种源，避免因环境差异导致成活率低、生长不良。

b 种源本土化优先：在条件允许时，优先选用本地种源，其对本地环境的适应性更强，养护成本更低，也更利于维持当地生态平衡。

②苗木要求：苗木规格为株高 60-80cm 的裸根苗木。

③种植规格：用穴状整地方式，穴坑大小为：坑径×坑深，乔木穴坑为 50×40cm（直径×深度），乔木林株行距为 2m×3m，栽植密度为 1666 株/hm^2。

④补栽比例：按照原面积的 50%来进行计算补植。

⑤种植技术：乔木整地方式均为穴状整地，选用 2 年生苗木，裸根栽植，树苗入坑、定位后，将包扎材料解开，取出；分层填好土坑，并分层砸实，栽后及时浇水。

由前文可知，预测地面塌陷区损毁乔木林地需补种面积 0.13hm^2，近期需补种面积为 0.05hm^2，塌陷区乔木林地苗木的补植按损毁前密度的 50%（损毁前密度 1666 株/hm^2）补种，服务期算得栽种乔木 108 株，近期算得栽种乔木 42 株。对重建后的林地进行浇水，每年浇灌 2 次。

2、灌木林地，选择的树种为柠条锦鸡儿。

①苗木要求：柠条锦鸡儿选择次年生，地径 0.30cm 以上，苗高为 30-40cm 的裸根苗。

②种植规格：采用穴状整地方式，灌木林株行距为 2m×2m，需苗量为 2500 株/hm^2。

③补栽比例：综合考虑乌海地区干旱少雨、灰漠土保水性差、塌陷土体易二次沉降等限制性立地条件，按损毁前原生植被人工栽植株数的

50%进行配置。

复垦为灌木：由前文可知，预测地面塌陷区损毁林地 0.18hm^2，塌陷区其他林地苗木的补植按损毁前密度（损毁前密度 2500 株/hm^2）的 50%补种，算得栽种灌木 225 株。补种后灌木进行浇水，每年浇灌 2 次。

近期，预测地面塌陷区损毁灌木林地 0.04hm^2，塌陷区灌木林地苗木的补植按损毁前密度（损毁前密度 2500 株/hm^2）的 50%补种，算得栽种灌木 50 株。补种后灌木进行浇水，每年浇灌 2 次。

（三）草地植被重建

对塌陷区受损的草地及住宅用地及塌陷区内裸土地地块进行人工条播草籽补种，按照“因地制宜、因地适草”的原则，适宜选择耐旱、固沙能力更强的乡土物种，草籽选择无芒隐子草、蒙古冰草。

①种子级别：一级种。

②条播比例：条播比例为 1:1。

③条播技术：选择优良草种对需要地段进行播种，同时要保证草籽的纯净度和发芽率；先对补播地段进行松土，清除有害杂草；待雨季补播草籽，播种方式采用条播的方式，播种深度 20～30mm 即可，种量为 80kg/hm^2 左右。草籽播种要把握好时机及土壤墒情，选择在雨后就地墒播种，对于一次播种成活不多或郁闭度达不到设计要求的标准，采取两次或多次播种的方法，条播后进行耙土。

塌陷区服务期需种草面积为 12.85hm^2，近期需种草面积为 3.91hm^2；条播适合当地生长的无芒隐子草、蒙古冰草。具体工程量分别见表 4-15、表 4-16。

表 4-15　服务期塌陷区草地复垦工程量一览表

草种类别	种子级别	播种方法	播种深度（cm）	播种量（kg/hm^2）	种草面积（hm^2）	需籽种量（kg）
无芒隐子草、蒙古冰草	一级种	条播	2—3	80	12.85	1028

表 4-16　近期塌陷区草地复垦工程量一览表

草种类别	种子级别	播种方法	播种深度（cm）	播种量（kg/hm²）	种草面积（hm²）	需籽种量（kg）
无芒隐子草、蒙古冰草	一级种	条播	2—3	80	3.91	313

（四）植被浇水

设计对复垦的林地（乔木林地、灌木林地）和草地（恢复耕地的区域先种植牧草培肥地力）进行浇水灌溉，提高植被成活率，对重建后的植被进行浇水，每年浇灌 2 次。近期、服务期植被重建浇水工程量见表 4-17。

表 4-17　植被重建浇水工程量一览表

阶段划分	乔木浇水（株）	灌木浇水（株）	草地浇水（hm²）
近期	42	50	4
服务期	108	225	12.94

综上所述，采空塌陷区植被重建工程量汇总见表 4-17。

表 4-18　植被重建工程量汇总表

生态修复区	植被重建单元	重建类型	单位	近期工程量	中远期工程量	方案服务期工程量
采空塌陷区	耕地	种植草籽	hm²	0.09	0	0.09
	乔木林地	栽植乔木	株	42	66	108
	灌木林地	栽植灌木	株	50	175	225
	草地	种植草籽	hm²	3.91	8.94	12.85
	植被浇水	乔木浇水	株	42	66	108
		灌木浇水	株	50	175	225
		草地浇水	hm²	4	8.94	12.94

四、景观营建

矿山工业场地内各功能区已全部建成，场地内对井架、机房、煤仓等进行外观美化与色彩规范、打造庭院、绿地、休闲广场等，改善人居环境。设置文化长廊、雕塑小品、工业遗产展示区，传承矿业文化等景观营建列入矿山主体工程，不计入本次生态修复费用。

五、配套工程

对预测地面塌陷区配套工程设置网围栏，设置警示牌。

（一）设置网围栏

网围栏设定范围为塌陷区外侧 3m 处，可以根据现场边界实际情况进行调整。近期设置网围栏总长度为 2500m；方案服务期结束后设置网围栏总长度为 4200m。

（二）设置警示牌

服务期内预测塌陷区面积为 142.83hm^2，每 2 公顷设置 1 块警示牌，需设置 56 块；每 300m 设置 1 块警示牌，地面塌陷区四周边界长度约 3850m，需设置警示牌 13 块。共需设置警示牌 69 块。

近 3 年预测地面塌陷区面积 33.78hm^2，每 2 公顷设置 1 块警示牌，需设置 17 块；近期 3 年内地面塌陷区引发地面塌陷区四周边界长度为 2310m，需设置警示牌 8 块。近期共需设置警示牌 25 块。

综上所述，采空塌陷区配套工程量汇总见表 4-19。

表 4-19　配套工程量汇总表

序号	工程名称	计量单位	近期工程量	中远期工程量	方案服务期工程量	备注
1	设置警示牌	块	25	44	69	网围栏，混凝土预制桩、铁丝组成。
2	设置网围栏	m	2500	1700	4200	警示牌牌面总体规格为 0.8m×1m，厚度为 0.05m，埋深不小于 0.5m。

第五章　监测和管护

第一节　监测目标与措施

一、目标任务

在矿产资源开采过程中，对地质环境破坏与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏（退化）与恢复等开展监测评价，为矿山土地复垦与生态修复的过程监管、适应性管理和验收提供科学依据。

（一）监测目的

目的是建立矿山生态环境监测体系，对地质环境破坏与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏（退化）与恢复等开展监测。通过对地质灾害、地下水、土壤环境、土地资源、生态系统质量等重点指标进行动态监测，准确地掌握生态环境问题在时间上和空间上的变化情况，研究采矿与生态环境变化的关系和规律。为制定生态环境预防保护和治理措施，实施生态环境有效监管提供基础资料和依据。

（二）监测任务

1、确定监测因子，编制监测方案，布设监测网点，定期采集数据，及时掌握生态环境问题在时间和空间上的变化情况；

2、查明周边地下水环境和土壤环境背景；

3、查清矿区范围内土地利用现状、有无基本农田情况，各土地利用类型质量及生产力水平；

4、查清监测范围内地表水环境面积和地表植被生态状况；

5、获取矿山地质环境背景、土地资源现状和生态系统本底的基值和参照值，建设参照生态系统；

6、评价矿山生态环境现状，预测发展趋势；

7、建立和完善矿山生态环境监测数据库及监测信息系统自动化；

8、编制和发布矿山生态环境监测年报，实现矿山生态环境监测信息共享。

二、监测措施

（一）保护预防控制措施监测

1、监测内容

根据现状调查，矿区范围内存在耕地、林地、草地、住宅用地和交通运输用地等。矿方对住宅用地采取搬迁避让措施，对耕地、林地、草地和交通运输用地采用监测预防保护措施，监测内容包括地表沉降、裂缝发育、土地损毁状况及植被生长态势。

2、监测点布设

按照“重点区域加密、一般区域覆盖”原则布设：

（1）耕地监测：矿区耕地面积约 0.09hm^2，按每块独立耕地图斑不少于 1 个监测点，共布设 1 个监测点；

（2）道路监测：对矿区进场道路、主干道路及重点桥涵构筑物按每 200～300m 间距布设，共布设 9 个监测点，其中进场道路 2 个、矿区主干道 2 个、桥涵构筑物 5 个；

（3）草地监测：结合土地损毁监测点同步布设。

保护预防控制监测点共计 10 个。

3、监测方法

①地表位移与沉降：采用 GNSS-RTK 实时动态测量进行平面位移监测，采用二等水准测量进行高程沉降监测，仪器标称精度不低于±(5mm+1ppm)；

②裂缝发育监测：采用游标卡尺、钢直尺、皮尺等量测裂缝宽度、长度、深度，关键裂缝布设监测钉监测两侧相对位移；

③地下水位监测：采用水位自动监测仪或电测水位计，监测精度±1cm；

④岩土体含水率：采用土壤含水率速测仪现场测定。

4、监测要求

监测点采用水泥预制件埋设，标石埋深不小于 0.8m（冻土区埋深应大于冻土层厚度），基准控制点埋深不小于 1.0m。监测点埋设稳定 15 天后，连续进行 3 次独立高精度观测，取平均值作为初始坐标和高程值，初始观测精度不低于 II 等。

开采期内每月进行 2 次全面观测，所有监测点应在同一天内完成观测。每次观测准确记录当期沉降量、累计沉降量、水平位移量及裂缝参数，监测数据及时整理分析，按季度编制监测简报，每年编制年度监测报告。

5、监测期限、频率

监测周期与方案服务期一致，即 2029 年 8 月～2040 年 4 月，共计 13.7 年。

监测频率：开采期（前 7.7 年）每月 2 次；恢复期（后 6 年）每季度 1 次；雨季（6～9 月）加密至每月 4 次；出现异常变形或接近预警阈值时，加密至每周 1～2 次，并启动相应预警响应。

（二）损毁现状与拟损毁监测

1、矿山地质环境监测

（1）监测内容

监测对象主要包括采空塌陷区，监测指标：地表形变、地下形变、孔隙水压力、土压力、岩土体含水率、初始塌陷值、累计塌陷值、裂缝发育、地下水位。

（2）监测点布设

根据《矿山地质环境监测技术规程 DZ/T0287-2015》结合工作面布置采用十字剖面法布设监测线：沿工作面走向中心线布设 1 条主监测剖面线，沿倾向布设 1 条辅助监测剖面线，监测线两端延伸至移动盆地边界外不少于 50m。

监测点间距：主断面走向线 50m/点，倾向辅助线 50m/点；每条监测线两端各布设 2 个基准控制点（埋设于稳定基岩区，埋深≥1.0m）。

服务期内随工作面推进逐步增设监测点，监测点间距为 50m，服务期内布设 110 个监测点，近期内布设 55 个监测点。见图 5-1。

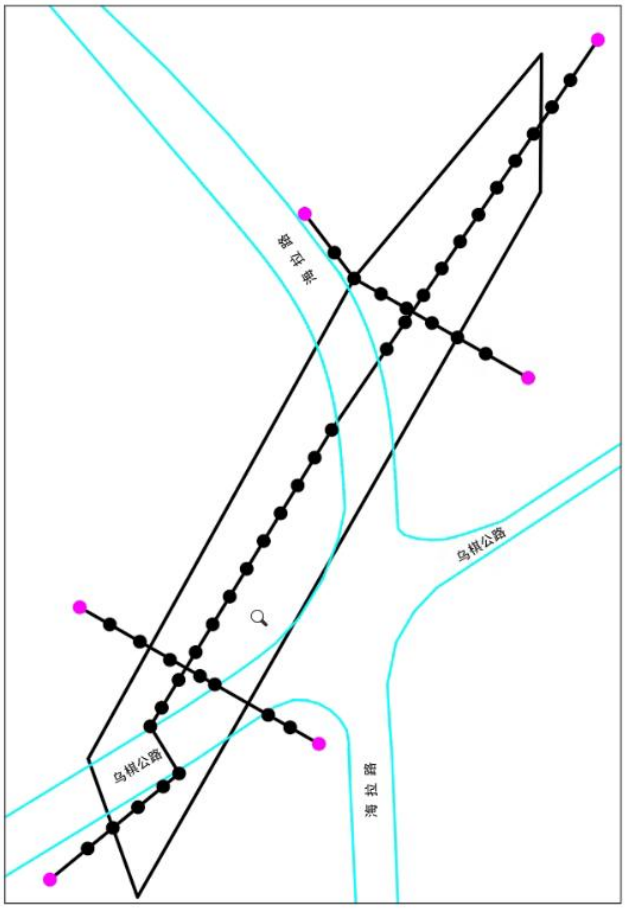


图 5-1　采空塌陷区监测点布置示意图

（3）监测方法

①地表位移与沉降：采用 GNSS-RTK 实时动态测量进行平面位移监测，采用二等水准测量进行高程沉降监测，仪器标称精度不低于±(5mm+1ppm)；

②裂缝发育监测：采用游标卡尺、钢直尺、皮尺等量测裂缝宽度、长度、深度，关键裂缝布设监测钉监测两侧相对位移；

③地下水位监测：采用水位自动监测仪或电测水位计，监测精度±1cm；

④岩土体含水率：采用土壤含水率速测仪现场测定。

（4）监测要求

地表形变监测点继续使用水泥预制件，埋设监测点必须严格按照监测设计图纸中的位置现场标定，控制点与监测点埋深不应小于60-80cm，监测点在埋设 10~15 天后，即可进行观测。第一周应采用附合一级导线测量方法对监测点进行一次独立的观测，作为岩移监测的初始坐标，而后每周用 RTK 进行一次平面和水准的全面观测，每周的观测任务应当在同一天内完成。并对每次测量的初始塌陷值、累计塌陷值进行准确记录，监测结果及时进行整理并逐年提供监测报告。

（5）监测期限、频率

监测时间为方案服务期，即 2029 年 8 月～2040 年 4 月，共计 13.7 年；开采期（前 7.7 年）每月 2 次；恢复期（后 6 年）每季度 1 次；雨季（6～9 月）加密至每月 4 次；出现异常变形或接近预警阈值时，加密至每周 1～2 次，并启动相应预警响应。

2、地下水环境监测

（1）监测对象、要素

①地下水环境破坏

监测要素：水位、水质；

②地下水环境恢复

监测要素：水位、水质。

（2）监测点设置及监测频率

①地下水环境破坏监测

利用矿区内已布置水文监测孔，监测矿井涌水量和采集水样；另在工业场地污水处理站设置 2 个监测点，监测地下水水位和采集水样，每周进行一次矿井涌水量统计，水质监测每年 12 次，监测时长 7.7 年（开采期）。

②地下水环境恢复监测

主要监测地下水水位的恢复情况。共布设地下水环境恢复监测点 4 个（沿用地下水环境破坏监测点）。每年监测 12 次，在丰水期、枯水期各监测 6 次，监测时长 7.7 年。

3、土地资源监测

土地资源监测分为土地损毁监测、土地复垦监测、土壤环境监测三类，各类型监测的监测因子如下表 5-1。

表 5-1　监测内容

监测对象		监测内容	监测因子
土地资源监测	土地损毁监测	塌陷损毁土地	损毁位置、损毁土地权属、损毁时间、面积、程度、损毁土地利用类型、损毁地形地貌、损毁植被类型、压占物类型等
		压占损毁土地	
	土地复垦监测	植被生长状况监测	林地：植物生长势、成活率、郁闭度等，草地：植物覆盖度、产草量、成活率等。
	土壤环境监测	土壤环境破坏监测	土壤无机污染物和有机污染物
		土壤环境恢复监测	土壤酸碱度，土壤水溶性盐，土壤重金属

（1）土壤损毁监测

对塌陷、压占等土地损毁情况进行监测，对于整个复垦工程的稳定实施具有重要作用，可以随时掌握损毁状况，制定相应对策，每

5hm^{2}布设一个监测点，服务期设置监测点23个，近期设置监测点7个，监测频率为每月一次，监测期限为7.7年（开采期）。

（2）土地复垦监测

土地复垦监测主要针对复垦后的林地、草地进行监测，林地主要监测内容有植物生长势、成活率、郁闭度等，草地主要监测内容有植物覆盖度、产草量、成活率等。监测方法为样方随机调查法。

监测频率每年2次，监测期限为共计13.7年，即2029年8月~2040年4月，共监测26次。

（3）土壤环境监测

①监测内容

土壤环境破坏监测对象主要包括采空塌陷区、工业场地和风井场地。监测指标：土壤无机污染物和土壤有机污染物。

②监测点布设

土壤环境破坏监测点主要布设在采空塌陷区、工业场地和风井场地。采用对角线布点法，土壤采样点布设覆盖采空塌陷区主要土地利用类型，耕地每公顷布设一个监测点，布设1个监测点；林地每5公顷布设一个监测点，布设6个监测点；草地每5公顷布设一个监测点，布设10个监测点。共布设监测点17个。采样点沿平面和垂向布设，平面采样点选在被采土壤类型特征明显的地方，地形相对平坦、稳定、植被良好的地点，采样单元内采用对角线布点法，每个采样单元布设3～5个分点，混合后形成1个混合样，采集深度0cm~20cm。剖面采

样点以剖面发育完整、层次较清楚、无侵入体为准，应采集 A 层(腐殖质淋溶层)、B 层(沉积层)、C 层(母质层)样品。

③监测方法

土壤环境质量采用采样送检测试法，要求采集混合样，每种类型中样本数量应满足 GB/T36393 的规定。土壤无机污染物检测项目包括：汞、镉、铅、砷、铜、镍、锌、硒、铬、钒、锰、硫酸盐、硝酸盐、氟化物、碳酸盐等或其他无机污染物：有机污染物检测项目包括：石油、有机磷和有机氯农药、多环芳烃、多氯联苯、三氯乙醛等。

④监测要求

土壤采样送检测试法按照《土壤环境监测技术规范》(HJ/T166)执行，采集平面混合样品时，采样深度 0cm～20cm，将一个采样单元内各采样分点采集的土样混合均匀，采用四分法，最后留下 1kg 左右。采集剖面样时，剖面的规格一般为长 1.5m、宽 0.8m、深 1.2m，要求达到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，切忌混淆层次。采取重金属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(供无机化合物测定)或将样品置于玻璃瓶内(供有机化合物测定)。采样的同时，由专人填写样品标签、采样记录；标签一式两份，一份放入袋中，一份系在袋口，标签上标注采样时间、地点、样品编号、监测项目、采样深度和经纬度。采样结束后，需逐项检查采样记录、样袋标签和土壤样品，如有缺项和错误，及时补齐更正。

⑤监测期限、频率

监测时间为方案服务期，即 2026 年 8 月—2040 年 4 月，共计 13.7 年；土壤环境质量监测频率为每年 1 次。

4、生态系统破坏监测

（1）监测内容

生态用地损毁监测根据采空区塌陷范围结合生态系统类型将矿山划分为草原化荒漠生态系统等单元，监测指标：耕地、林地、草地等损毁面积。

（2）监测点布设

生态用地损毁监测以矿山为单元，布设监测点 3 个。

（3）监测方法

生态用地损毁以卫星遥感影像监测为主，摄像、摄影、人工测量方法并用。

（4）监测要求

遥感影像监测法按照《区域环境地质勘查遥感技术规定(1:50000)》(DZ/T0190-2015)执行，应选择空间分辨率2.5m或优于2.5m的多光谱遥感数据或者全色与多光谱融合数据。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标志物。遥感影像解译可采用直判法、对比法、邻比法和综合判断法。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，通过相关分析能够推断其性质的影像特征，如水系、地貌形态、纹理、位置、植被等。遥感解译标志建立后必须进行外业调查验证，验证率不低于图斑总数的30%，解译与外业验证之间的误差不得超过5%。

（5）监测期限、频率

监测时间为方案服务期，即2026年8月～2040年4月，共计13.7年；生态系统破坏监测频率为每年1次。

第二节　管护目标与措施

一、目标任务

土地复垦修复监测与管护是落实矿山地质环境治理恢复主体责任、保障修复工程长期稳定发挥效益的核心环节。通过系统化监测掌握土地损毁动态、验证修复成效，通过精细化管护巩固植被恢复成果、防止二次损毁，最终实现修复土地植被成活率达标、生态功能稳定、土地生产力逐步恢复的目标。

（一）管护目标

植被成活目标：乔木当年成活率≥90%，三年保存率≥85%；灌木当年成活率≥92%，三年保存率≥88%；草地当年盖度≥60%，第二年盖度≥75%；

土地质量目标：复垦耕地土壤有机质含量逐年提升，土壤侵蚀模数控制在容许范围内；

地质安全目标：塌陷裂缝扩展趋势得到有效控制，无新增重大地质灾害隐患；

设施完好目标：监测设施完好率≥95%，围栏、标识牌等管护设

施完好率≥90%。

（二）管护责任主体

天裕煤矿为管护责任主体，矿生态环境科具体负责日常管护工作，矿长为第一责任人。委托具有相应资质的第三方技术单位提供监测技术支撑与专业管护指导。

二、管护措施

项目区修复土地的管护包括植被的管护。植被管护是土地可持续发展的关键，故管护重点为重建植被的管护。

（一）苗木补种

1、补植时机

1）乔木补植：每年春季（4 月中下旬）土壤解冻后进行，秋季（10 月下旬）可补植容器苗；

2）灌木补植：春季 4～5 月或雨季（7～8 月）抢墒补植；

3）草地补播：雨季前（6 月下旬）条播，或秋季（9 月）寄籽播种。

2、补植标准

1）成活率低于 90%的区域，当年秋季或次年春季全面补植；

2）补植苗木规格不低于原设计标准，优先选用同龄同规格容器苗；

3）补植后做好标记，单独记录补植株数、位置及成活情况。

3、极端低温防寒措施（针对乌海气候特点优化）

1）乔木幼苗（1～2 年生）：冬季采用根部培土 30cm+树干缠保温棉防寒，培土于次年春季土壤解冻后扒开；

2）灌木：柠条等耐寒灌木一般无需特殊防寒，极端低温年份可在根部覆土 10～15cm；

3）新播草地：入冬前减少牲畜践踏，保留一定枯草层自然保温。

（二）修枝与抚育

1、修枝

适用对象：樟子松、油松等乔木林地；

修枝时间：春季树木萌动前（3 月下旬～4 月上旬）或秋季落叶后；

修枝强度：造林前 3 年一般不重剪，仅剪除病枯枝、多头竞争枝；第 4 年起可修去树干下部 1～2 轮枝条，修枝高度不超过树高的 1/3；

修枝要求：剪口平滑，不留桩，剪口直径＞2cm 时涂抹伤口愈合剂。

2、间伐

适用条件：郁闭度＞0.8、林木分化明显、出现被压木时进行；

间伐时间：造林后第 6～8 年首次间伐，间隔期 5～7 年；

间伐强度：首次间伐强度不超过总株数的 20%，保留郁闭度不低于 0.6；

间伐原则：去劣留优、去密留匀、去弱留强，保持林分均匀稳定。

3、灌木平茬复壮

柠条锦鸡儿：栽植第 3～4 年进行首次平茬，平茬高度距地面 5～10cm，促进根系扩展和丛状分蘖；

平茬周期：每 4～5 年平茬一次，轮换进行，每次平茬不超过总面积的 1/3，避免一次性全平影响生态功能。

（三）病虫害防治

1、防治措施

病虫害防治是植被管理中的一项重要的工作，在植被生长季节尤为重要。主要采取药物防治，根据不同的草种在不同的生长期，根据病虫害种类的生长发育期选用不同的药物，使用不同的浓度和不同的使用方法。见表 5-2。

表 5-2　主要病虫害防治措施表

植被类型	主要病虫害	发生时期	防治措施
樟子松/油松	松毛虫、松梢螟	5～8 月	①物理防治：悬挂黑光灯诱杀成虫；②生物防治：释放赤眼蜂、喷洒白僵菌；③化学防治：严重时喷施低毒杀虫剂
	立枯病、根腐病	苗期（6～7 月）	①控制土壤湿度，避免积水；②发病初期喷施多菌灵、甲基托布津
柠条锦鸡儿	柠条豆象、蚜虫	5～7 月	①清除虫害枝条集中销毁；②喷施吡虫啉、苦参碱等低毒农药
	白粉病	7～8 月高温高湿期	①保持通风透光，避免过密；②喷施三唑酮、石硫合剂
沙打旺/短花针茅	锈病、白粉病	7～8 月	①合理密植，及时刈割；②发病初期喷施三唑酮
	地下害虫（蛴螬、蝼蛄）	苗期	①播种前土壤处理；②辛硫磷拌种或灌根

2、防治频次

1）监测调查：每月 1 次病虫害巡查，5～8 月高发期每半月 1 次；

2）防治作业：根据监测结果按需开展，一般每年 1～2 次常规预防，发生病虫害时及时处置；

3）药剂管理：使用高效、低毒、低残留农药，严格执行安全间隔期，做好用药记录

（四）管护期施肥和灌水

“三分种，七分管”。栽植播种后不加管理或管理过分粗放，常会造成前功尽弃。刚出苗的新播牧草因根系浅，牲畜又极喜食，如过早放牧很容易连根拔除而危害其生长。对于新播牧草，凡有条件的应尽可能辅之以灌溉等，灌溉水源利用矿井涌水处理后的水、生产生活污水井处理站处理后的水及矿部附近的水源井进行灌溉，既促进新播牧草生长，也为优良的原有牧草种子成熟或营养繁殖创造条件。

为尽快恢复复垦植被，恢复土地生产力，在牧草返青前、生长期间、入前进行灌溉，管护期为 3 年，草地每 1 公顷每次灌水量为 400m^3，采用拉水浇灌，所需水源为处理后的疏干水，矿山灌溉水源可以保障尤其干旱情况下利用矿山处理后的矿井水，采用洒水车结合软管喷灌的方式。

加强播种草地的管理，是播种成功的关键环节。修复地范围大、分布较广，每年春、秋两季灌水，以提高牧草的成活率和生长速度。

三、管护组织机构

1、领导小组：矿长任组长，分管副矿长任副组长，生态环境科、生产技术科、安全科负责人为成员，统筹协调管护工作；

2、专职管护队伍：生态环境科下设专职管护组，具体负责日常巡查、植被管护、设施维护。

第三节　工程量

一、监测主要工程量

表 5-3　矿山地质环境监测、土地资源监测、生态系统监测工程量统计表

监测对象	监测内容		监测频率	服务期监测点数（个）	工程量（点次）	近期监测点数（个）	工程量（点次）
保护预防控制措施监测			1 次/月	10	1524	10	360
矿山地质环境监测	矿山地质灾害	地面塌陷监测	4 次/月	110	5588	55	660
	地下水监测	地下水环境破坏（水位、水质）	12 次/月	2	305	2	72
		地下水环境恢复（水位、水质）	12 次/年	4	610	4	144
土地资源监测	土地损毁监测	塌陷损毁土地	12 次/年	23	3505	17	612
	土地复垦监测	林地：植物生长势、成活率、郁闭度等，草地：植物覆盖度、产草量、成活率等	2 次/年	3	76	3	18
	土壤环境监测	破坏监测 恢复监测	1 次/年	17	216	5	15
生态系统监测			1 次/年	3	38	3	9
合计				172	11862	99	1890

二、管护主要工程量

表 5-4　复垦修复管护工程量汇总表

管护阶段	管护区域	管护内容	管护频率（次/年）	管护时间（年）	工程量（次）
近期	耕地、林地、草地	巡查、浇水、补种、防治病虫害、施肥	3	3	9
服务期	耕地、林地、草地	巡查、浇水、补种、防治病虫害	3	3	9

第六章　工作部署与经费估算

第一节　总体部署

根据2024年新修订的《中华人民共和国矿产资源法》（2025年7月1日施行），采矿权人需依据“谁开发、谁修复”、“边开采、边修复”、“生态修复责任终身制”、“基金监管机制”、“合理布局、因地制宜、宜农则农、宜林则林”的原则，按照“统一部署、分阶段实施、分区域治理”的部署思路并确定各阶段的修复目标及相应的资金投入。对天裕煤矿矿区生态修复工作进行总体部署。

一、矿区地貌重塑总体工作部署

按照“谁开发、谁修复”的原则，该矿区生态修复工作由天裕煤矿负责并组织实施。矿山成立专职机构，加强对本方案实施的资质管理和行政管理，该专职机构应对治理方案的实施进行监督、指导和检查，保证修复方案落到实处并发挥积极作用。

该生态修复工作，既要统筹兼顾全面部署，又要结合实际、突出重点，集中有限资金，采取科学、经济、合理的方法，分轻、重、缓、急地逐步完成。在时间部署上，矿山开采和环境保护与修复治理应尽可能同步进行；在空间布局上，根据煤层开采接替顺序，将各工作面开采形成的损毁范围与土地利用现状图进行叠加，得到各阶段需要修复的土地面积。通过分析损毁土地的损毁形式、损毁程度，合理布置修复工程，尽可能恢复到原有的土地利用状态。修复工作完成后，还要加强后期管护工作，以确保当地农民可以正常耕种，植被恢复生长，土壤肥力得到提高。

截止到本方案基准期，天裕煤矿采矿证有效期剩余年限为7.7年（2023

年 11 月～2033 年 11 月），考虑到矿山沉稳期 1 年，修复期 2 年及管护期 3 年，确定本方案服务年限为 13.7 年，即 2026 年 8 月～2040 年 4 月。方案编制基准年为 2026 年 7 月。

二、矿区土壤重构总体工作部署

在遵循“保证地形稳定性”的原则下，合理安排各项损毁单元的土壤重构工作。通过分析损毁形式、损毁程度，合理布置土壤重构工程，主要有表土回覆工程、土壤培肥工程、土地翻耕工程等，尽可能恢复到原有的土地利用状态，为植被重建奠定坚实的基础。

三、矿区植被重建总体工作部署

在时间部署上，矿山生态修复工作应尽可能同步进行；在空间布局上，合理布置植被重建工程，植被重建工作完成后，还要加强后期管护工作，以确保植被正常生长。矿山企业成立生态修复专职机构，将矿山地貌重塑、土壤重构、植被重建工程相结合、同步进行，把相应工作落到实处，确保治理与复垦效果，使经济效益、社会效益与生态环境保护同步发展，建设达标的绿色矿山。

四、实施计划

根据损毁时序，合理确定损毁单元的修复时序，遵循“边开采，边修复”的原则，主要修复工程为地貌重塑工程、土壤重构工程、植被重建工程和配套工程，总体目标任务如下：

对开采形成的采空区外围设置警示牌和网围栏，对损毁的道路进行修葺，对采空区引发的裂缝进行表土剥离、充填、表土回覆、平整，对损毁的乔木进行补种、条播草籽，恢复植被；同时对区内地质灾害、地下水、

土壤污染的情况进行监测，尤其要做好对输电线路、供水管线、农村道路、村庄分布区的变形监测工作；并且对恢复的植被进行监测和管护。

矿区生态修复工程量汇总表见表 6-1。

表 6-1　矿区生态修复工程量汇总表

序号	工程名称		计量单位	近期工程量	中远期工程量	方案服务期工程量	备注
一	**地貌重塑工程**						
1	塌陷裂缝	裂缝回填	m^3	29431	21175	50606	塌陷区每亩裂缝回填量为 9.6m^3。
		土地平整	m^3	270	—	270	按田块对水浇地进行土地平整，一二类土，推距 20～30m
2		地表陡坎平整	m^3	1397	5753	7150	地表陡坎土方平整采用推土机，推运土方运距 40—50m。
3	住宅用地	拆除	m^3	4224	9306	13530	拆除房屋主体进行拆除
4		清基	m^3	1440	3173	4613	对硬化地面、垫层固结物进行清基，为浆砌石结构。
5		清运（石方）	m^3	5664	12479	18143	清运拆除物、按石方计取。
6	道路修葺	拆除路面	m^3	—	34	34	单位拆除、清理路面和基层工程量为 1.0m^3。
7		清运拆除物	m^3	—	34	34	为路面拆除量，清运至建筑垃圾场，运距 3.40km。
8		路床压实	m^2	—	855	855	单位路面压实量为 5m^2。
9		混凝土路面 20cm	m^2	—	855	855	单位混凝土路面铺筑工程量为 1.0m^3。
二	**土壤重构工程**						
1	覆土		m^3	3940	7140	12320	塌陷裂缝回填前后进行表土剥离与回覆。
2	土地翻耕		hm^2	2.06	4.80	6.86	对拆除建筑后的宅基地进行翻耕，利用机械为三铧犁，三类土。
3	生土层土壤培肥		hm^2	0.69	2.91	3.60	有机肥的施用量 4000kg/hm^2。
4	水浇地土壤培肥		hm^2	0.09	0	0.09	有机肥的施用量 6000kg/hm^2

三	植被重建工程						
1	耕地	种植草籽	hm^2	0.09	0	0.09	前三年种植牧草，恢复地力，牧草选择沙打旺。播种深度为20—30cm，撒播量为80kg/hm^2。
2	乔木林地	栽植乔木	株	42	66	108	按栽植密度为1666株/hm^2，补种。
3	灌木林地	栽植灌木	株	50	175	225	按栽植密度为2500株/hm^2，补种。
4	草地	种植草籽	hm^2	3.91	8.94	12.85	种植无芒隐子草、蒙古冰草，播种深度为20-30cm，种植比例为1:1，种植量为80kg/hm^2。
5	植被浇水	乔木浇水	株	42	66	108	用拖拉机拉水，人工灌溉，乔灌木每100株需水量15m^3；
6		灌木浇水	株	50	175	225	
7		草地浇水	hm^2	4	8.94	12.94	用拖拉机拉水，人工灌溉，草地每1hm^2浇水量为400m^3。
四	配套工程						
1	设置警示牌		块	25	44	69	警示牌牌面总体规格为0.8m×1m，厚度为0.05m，埋深不小于0.5m。每300m设置1块警示牌。每公顷设置1块警示牌
2	设置网围栏		m	2500	1700	4200	地面塌陷区外围3m处设置网围栏，混凝土预制桩、铁丝组成。

第二节　总体经费估算

一、经费估算依据

（一）引用规范文件

1、《内蒙古自治区矿区生态修复费用管理办法（试行）》（内自然资字〔2026〕69 号）；

2、《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》；

3、《关于重新调整建设工程计价依据增值税税率的通知》（建办标函〔2019〕193 号）。

3、内蒙古自治区乌海市材料价格信息（2026 年 7 月）；

4、矿区生态修复方案的实物工作量及相关图件和说明。

（二）人工单价

天裕煤矿位于内蒙古自治区乌海市海南区境内，根据《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算编制暂行规定》中工资标准地区类别表确定，乌海市海南区属于一类工资区。机械台班费中人工费按甲类工计算，人工费预算单价甲类工为 185.59 元，乙类工为 138.75 元；人工预算单价表见表 6-2、6-3。

表 6-2　甲类工预算单价计算表

序号	项目	定额人工等级	甲类工
		计算公式	单价（元）
1	基本工资	基本工资标准（2951 元/月）×12÷（250-10）	147.55
2	辅助工资		10.402
（1）	地区津贴	津贴标准（0 元/月）×12÷（250-10）	0.000
（2）	施工津贴	津贴标准（3.5 元/天）×365×95%÷（250-10）	5.057
（3）	夜餐津贴	（中班津贴标准（3.5 元/中班）+夜班津贴标准（4.5 元/夜班））÷2×0.2	0.800
（4）	节日加班津贴	基本工资（98.37 元/工日）×（3-1）×11÷250×0.35	4.545
3	工资附加费		27.641
（1）	职工福利基金	（基本工资+辅助工资）×费率标准（14%）	22.113
（2）	工会经费	（基本工资+辅助工资）×费率标准（2%）	3.159
（3）	工伤保险费	（基本工资+辅助工资）×费率标准（1.5%）	2.369
4	人工工日预算单价	基本工资+辅助工资+工资附加费	185.59

表 6-3　乙类工预算单价计算表

序号	项目	定额人工等级	乙类工
		计算公式	单价（元）
1	基本工资	基本工资标准（2270 元/月）×12÷（250-10）	113.50
2	辅助工资		4.588
（1）	地区津贴	津贴标准（0 元/月）×12÷（250-10）	0.000
（2）	施工津贴	津贴标准（2 元/天）×365×95%÷（250-10）	2.890
（3）	夜餐津贴	（中班津贴标准（3.5 元/中班）+夜班津贴标准（4.5 元/夜班））÷2×0.2	0.200
（4）	节日加班津贴	基本工资（75.67 元/工日）×（3-1）×11÷250×0.35	1.498
3	工资附加费		20.665
（1）	职工福利基金	（基本工资+辅助工资）×费率标准（14%）	16.532
（2）	工会经费	（基本工资+辅助工资）×费率标准（2%）	2.362
（3）	工伤保险费	（基本工资+辅助工资）×费率标准（1.5%）	1.771
4	人工工日预算单价		138.75

（三）材料预算单价

根据《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准》（2013 年），定额对柴油、汽油等十三类材料进行限价。当上述材料预算价格大于“主材规定价格表”中所列的规定价格时，超出限价部分单独计算材料价差，只计

取材料费和税金。

本项目的材料单价具体见表 6-4。

表6-4　材料价格表（除税价）

序号	名称及规格	单位	限定价格	市场价格	材料价差	备注
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
1	汽油 92#	kg	5	9.07	4.07	信息价
2	柴油 0#	kg	4.5	7.26	2.76	信息价
3	施工用电	kW.H		0.41		信息价
4	绿化用水	m^3		4.17		信息价
5	施工用风	m^3		0.136		综合计算价
6	混凝土预制柱	根		35.55		市场询价
7	铁丝	kg		6.48		信息价
8	铁丝网片	m^2		21		信息价
9	中粗砂	m^3	60	93.45	33.45	信息价
10	无芒隐子草	kg	30	50	20	市场询价
11	蒙古冰草	kg	30	50	20	信息价
12	柠条锦鸡儿	株	0.5	1.19	0.69	信息价
13	沙打旺	kg	30	50	20	信息价
14	有机肥	kg		0.65	0.65	市场询价
15	块石	m^3	40	136	96	市场询价
16	水泥	kg	0.3	0.42	0.12	市场询价
17	表土	m^3		24		市场询价
18	碎石土	m^3		12		市场询价
19	警示牌	块		500		市场询价

表 6-5　施工用风价格计算表

空压机名称	空压机台班费	计算式	单价（元）
电动空气压缩机 3m^3/min	100.56	[100.56÷（3×60×8×0.75×0.8）]÷（1-10%）+0.005+0.002	0.136
公式：施工用风价格=[空压机台班费÷空压机额定容量×60 分×8 小时×时间利用系数×能量利用系数]÷（1-供风损耗率）+单位循环冷却水费+供水设施维修摊销费。 备注：本方案时间利用系数取 0.75；能量利用系数取 0.8；供风损耗率取 10%；单位循环冷却水费取 0.005 元/m^3；供风设施维修摊销费取 0.002 元/m^3。			

（四）经费估算编制说明

天裕煤矿矿区生态修复费用由工程施工费、其他费用、不可预见费、监测管护费组成。

1、工程施工费

工程施工费单价包括直接费、间接费、利润、材料价差、税金组成。

（1）直接费

直接费指工程施工过程中直接消耗在工程项目上的活劳动和物化劳动。由直接工程费、措施费组成。

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

①人工费=定额劳动量（工日）×人工概算单价（元／工日）。

②定额材料用量×材料单价

材料费=定额材料用量×材料单价，按照阿拉善材料价格信息的除税价格，超出限价部分单独计算材料价差，主要材料以外的材料价格以阿拉善场价格计取并以材料到工地实际价格计算。

③施工机械使用费=定额机械使用量（台班）×台班费（元／台班）。

④其他费用=（人工费+材料费+施工机械使用费）×费率。

措施费是指为完成工程项目施工，发生于该工程施工前和施工过程中非工程实体项目的费用，包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费和安全施工措施费。措施费按（人工费+机械费）×措施费费率进行计算。其费率取费标准如下表 6-6。

表 6-6　措施费费率表

序号	工程类别	临时设施费率（%）	冬雨季施工增加费率（%）	夜间施工增加费率（%）	施工辅助费率（%）	安全施工措施费率（%）	费率合计（%）
1	土方工程	0.85	0.75		0.7	2.5	4.8
2	石方工程	0.85	0.75		0.7	2.5	4.8
3	抗滑桩及边坡支护工程	1	0.75		0.7	2.5	4.95
4	砌筑工程	1	0.75		0.7	2.5	4.95
5	混凝土工程	0.85	0.75	0.2	0.7	2.5	4.8
6	安装工程	0.85	0.75		0.7	2.5	4.8
7	道路工程	0.85	0.75		0.7	2.5	4.8
8	植物工程	0.85	0.75		0.7	2.5	4.8
9	辅助工程	0.85	0.75		0.7	2.5	4.8

（2）间接费

间接费包括企业管理费和规费，间接费率按工程类别进行计取，间接费按项目直接费×间接费费率进行计算，取费标准如下表所示：

表 6-7　间接费费率表

序号	工程类别	计算基础	费率（%）
1	土方工程	直接费	5
2	石方工程	直接费	6
3	抗滑桩及边坡支护工程	直接费	6
4	砌筑工程	直接费	5
5	混凝土工程	直接费	6
6	安装工程	人工费	65
7	道路工程	直接费	5
8	植物工程	直接费	5
9	辅助工程	直接费	5

（3）利润

利润指施工企业完成所承包工程获得的盈利。利润按直接费与间接费之和的 3%计取。

（4）材料差价

材料差价=材料消耗量×（材料预算价格-材料限价）。

（5）税金

本项目综合税率取值为 9%。计算基础为直接费、间接费、利润及材料价差之和。

2、其他费用

其它费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费、项目管理费组成。

（1）前期工作费

前期工作费指矿山生态修复工程施工前所发生的各项支出，包括：项目可研编制费、项目勘测费、项目设计与预算编制费、项目招投标代理费。本方案不计项目可研编制费。

①项目勘测与设计费：以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计算方式，各区间按内插法确定，详见表 6-8。

表 6-8　项目勘测费计费标准

序号	计费基数（万元）	项目勘测与设计费（万元）
1	≤50	0.75
2	100	1.4
3	200	2.6
4	500	6
5	1000	11
6	3000	30
7	5000	45
8	10000	80

注：计费基数不足 50 万元时，按 0.75 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.80%计取。

②项目设计与预算编制费：以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计算方式，各区间按内插法确定，详见表 6-9。

表 6-9　项目设计与预算编制费计费标准

序号	计费基数（万元）	项目勘测与设计费（万元）
1	≤50	2.25
2	100	4.5
3	200	9
4	500	20.9
5	1000	38.8
6	3000	103.8
7	5000	163.9
8	10000	304.8

注：计费基数不足 50 万元时，按 2.25 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 3.04%计取。

③项目招标代理费：以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算，详见表 6-10。

表 6-10　项目招标代理费计费标准

序号	计费基础（万元）	费率（%）	算例	
			计费基数（万元）	招标代理费（万元）
1	≤50	1	50	50×1%=0.50
2	50-100	0.5	100	0.50+（100-50）×0.5%=0.75
3	100-200	0.46	200	0.75+（200-100）×0.46%=1.21
4	200-500	0.43	500	1.21+（500-200）×0.43%=2.50
5	500-1000	0.4	1000	2.50+(1000-500)×0.4%=4.50
6	1000-3000	0.3	3000	4.50+(3000-1000)×0.3%=10.50
7	3000-5000	0.2	5000	10.50+(5000-3000)×0.2%=14.50
8	5000-10000	0.1	10000	14.50+(10000-5000)×0.1%=19.50

注：计费基数不足 50 万元时，按 0.50 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，超出部分按 0.05%计取。

（2）工程监理费

工程监理费：以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计算方式，各区间按内插法确定，详见表 6-11。

表 6-11　工程监理费计费标准

序号	计费基数（万元）	工程监理费（万元）
1	≤50	2.3
2	100	4.2
3	200	7.5
4	500	16.5
5	1000	30.1
6	3000	78.1
7	5000	120.8
8	10000	218.6

注：计费基数不足 50 万元时，按 2.3 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 2.18%计取。

（3）竣工验收费

竣工验收费包括工程复核费、工程验收费、项目结算审计费。

①工程复核费：以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计算方式，各区间按内插法确定，详见表 6-12。

表 6-12　工程复核费计费标准

序号	计费基数（万元）	工程复核费（万元）
1	≤50	1.15
2	100	2.2
3	200	3.8
4	500	8.4
5	1000	14.9
6	3000	35.9
7	5000	52.9
8	10000	87.9

注：计费基数不足 50 万元时，按 1.15 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.88%计取。

②工程验收费：以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计算方式，各区间按内插法确定，详见表 6-13。

表 6-13　工程验收费计费标准

序号	计费基数（万元）	工程验收费（万元）
1	≤50	1
2	100	1.6
3	200	2.8
4	500	6
5	1000	10
6	3000	27
7	5000	40
8	10000	60

注：计费基数不足 50 万元时，按 1 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.60%计取。

③项目结算审计费：以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计算方式，各区间按内插法确定，详见 6-14。

表 6-14　项目结（决）算审计费计费标准

序号	计费基数（万元）	项目结（决）算审计费（万元）
1	≤50	0.3
2	100	0.6
3	200	0.9
4	500	1.8
5	1000	3.05
6	3000	6.05
7	5000	9.05
8	10000	14.05

注：计费基数不足 50 万元时，按 0.3 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.14%计取。

（4）项目管理费

项目管理费以工程施工费、前期工作费、工程监理费和竣工验收费之和为计费基数，采用差额定率累进法计算，详见表 6-15。

表 6-15　项目管理费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率(%)	算例	
			计费基数（万元）	项目管理费(万元)
1	≤50	2.00%	50	50×2%=1
2	50-100	1.50%	100	1+(100-50)×1.50%=1.75
3	100-200	1.20%	200	1.75+(200-100)×1.20%=2.95
4	200-500	1.00%	500	2.95+(500-200)×1%=5.95
5	500-1000	0.70%	1000	5.95+(1000-500)×0.70%=9.45
6	1000-3000	0.40%	3000	9.45+(3000-1000)×0.40%=17.45
7	3000-5000	0.10%	5000	17.45+(5000-3000)×0.10%=19.45
8	5000-10000	0.06%	10000	19.45+(10000-5000)×0.06%=22.45

注：计费基数不足 50 万元时，按 1 万计取；计费基数大于 1 亿元时，超出部分按 0.04%计算收费。

3、不可预见费

预备费包括基本预备费、价差预备费。

（1）基本预备费

基本预备费以工程施工费、其他费用之和作为计费基础，采用差额定率累进法计算。

（2）价差预备费

价差预备费：指为在建设期内利率、汇率或价格等因素的变化而预留的可能增加的费用。内容包括：人工、设备、材料、施工机具的价差费，利率、汇率调整等增加的费用。按照国家发改委根据物价变动趋势，适时调整和发布的年度物价指数计算。近年来物价持续上涨，多年物价上涨率平均 6.0%左右。因此，本项目取 6.0%。

价差预备费的估算公式为：

$$PF=\sum_{t=1}^{n} I_t[(1+f)^m(1+f)^{0.5}(1+f)^{t-1}-1]$$

PF：价差预备费；

n：建设期年份数；

It：建设期中第 t 年的静态投资计划额，包括工程费用、工程建设其他费用及基本预备费；

f：年涨价率：年综合价格增长率（%）（取 6%）。

m：建设前期年限，本方案为 0 年。

4、监测管护费

监测管护费包括监测费与管护费。监测管护费总价原则上不超过工程施工费的 10%。

（1）监测费

矿山土地复垦监测费以工程施工费作为计费基数，计算公式为：监测费=工程施工费×费率×监测次数。

结合本矿山整体服务年限、现场监测方案布设的实际工作量、监测频次及工作难易程度，对各类型监测工作的监测次数进行细化划分：其中保护预防控制措施监测、地质环境监测、土地复垦监测常态化巡查观测频次高，累计监测次数为 11824 次；生态系统监测为专项精细化监测，年度监测频次低，监测次数共计 38 次。

参照区内同类矿山土地复垦方案经费估算成熟经验及矿山常态化监测市场行情，结合不同监测工作的技术难度、作业成本差异化确定费率：保护预防控制措施监测、地质环境监测、土地复垦监测以现场常规巡查、隐患核查、土地损毁动态核对、基础地质环境观测为主，作业流程简单、单次监测工作量小，综合核定费率取 0.0006%。

生态系统监测涉及外业精细化调查、室内试验检测、数据汇总分析及成果研判等多项内容，相较于常规地质环境监测，单次监测技术要求更高、作业周期更长、人力与设备投入更大，单次监测成本显著更高，因此差异化核定生态系统监测费率取 0.008%。

表 6-16　天裕煤矿监测工程量汇总表

监测对象	监测内容		监测频率	服务期监测点数（个）	工程量（点次）	近期监测点数（个）	工程量（点次）
保护预防控制措施监测			1 次/月	10	1524	10	360
矿山地质环境监测	矿山地质灾害	地面塌陷监测	4 次/月	110	5588	55	660
	地下水监测	地下水环境破坏（水位、水质）	12 次/月	2	305	2	72
		地下水环境恢复（水位、水质）	12 次/年	4	610	4	144
土地资源监测	土地损毁监测	塌陷损毁土地	12 次/年	23	3505	17	612
	土地复垦监测	林地：植物生长势、成活率、郁闭度等，草地：植物覆盖度、产草量、成活率等	2 次/年	3	76	3	18
	土壤环境监测	破坏监测 恢复监测	1 次/年	17	216	5	15
生态系统监测			1 次/年	3	38	3	9
合计				172	11862	99	1890

（2）管护费

管护费以项目植物工程的工程施工费作为计费基础，一次管护费用按植物工程的工程施工费的 8%计算。计算公式为：管护费=植物工程的工程施工费×费率×管护次数（9 次），因此，本项目管护费费率取 8%。

表 6-17　复垦修复管护工程量汇总表

管护阶段	管护区域	管护内容	管护频率（次/年）	管护时间（年）	工程量（次）
近期	林地、草地	巡查、浇水、补种、防治病虫害	3	3	9
服务期	林地、草地	巡查、浇水、补种、防治病虫害	3	3	9

5、价差预备费

计算方法：根据施工年限，以分年度静态投资为计算基数；按照国家发展改革委根据物价变动趋势，适时调整和发布的年度物价指数计算。近年来物价持续上涨，多年物价上涨率平均 6.0%左右。因此，本项目取 6.0%。价差预备费的估算公式为：

$$PF=\sum It[(1+f)^{t-1}-1]$$

式中：PF——价差预备费

It——治理期第t年的静态投资额

f——年综合价格增长率（%）（取6%）

t——治理期年份数。

可进一步理解为：第 n 年的价差预备费=[（1+0.06）$^{(n-1)}$-1]×第 n 年的静态投资，总价差预备费为整个服务年限各年的价差预备费之和。

二、单项工程量及其经费估算

根据部署的工程对表土剥离、地貌重塑、土壤重构、植被重建、监测部署、管护工程的单项工程量对其估算投资额。单项工程量及其投资额见表 6-18 至表 6-19。

表 6-18　服务期内生态修复工程量汇总表

序号	工程名称		计量单位	工程量	综合单价（元）	合计（万元）
一	**地貌重塑工程**					
1	裂缝回填（0-5m）		m^3	50606	62.35	315.53
2	土地平整（一二类土，推距 20-30m）		m^3	270	2.26	0.06
3	土地平整（一二类土，推距 40-50m）		m^3	7150	4.81	3.44
4	住宅用地	建筑物墙体拆除	m^3	22188	16.49	36.59
5		地基拆除	m^3	5843	55.46	32.41
6		建筑垃圾清运（石方）	m^3	28202	19.72	55.61
7	道路修葺	拆除路面	m^3	171	41.44	0.71
8		路床压实	m^2	855	2.05	17.53
9		混凝土路面 20cm	m^2	855	29.00	24.80
合计					—	486.68
二	**土壤重构工程**					
1	表土回覆（一二类土）		m^3	12320	89.71	110.52
2	住宅用地	土地翻耕（三类土）	hm^2	6.86	1622.98	1.11
3	培肥	生土层土壤培肥	m^2	3.6	3813.40	1.37
4		水浇地土壤培肥	m^2	0.09	5466.74	0.05
合计					—	113.05
三	**植被重建工程**					
1	耕地	种植草籽	hm^2	0.09	7627.01	0.07
2	乔木林地	栽植乔木	株	108	22.31	0.24
3	灌木林地	栽植灌木	株	225	2.76	0.06
4	草地	种植草籽	hm^2	12.85	7627.01	9.80
5	植被浇水	乔木、灌木浇水	株	333	0.57	0.02
6		草地浇水	hm^2	12.94	5067.93	6.56
合计					—	6.75
四	**配套工程**					
1	设置警示牌		块	69	500.00	3.45
2	设置网围栏		m	4200	13.22	5.55
合计					—	9.00
总计					—	625.48

表 6-19　近期生态修复工程量汇总表

序号	工程名称		计量单位	工程量	综合单价（元）	合计（万元）
一	**地貌重塑工程**					
1	裂缝回填（0-5m）		m^3	29431	62.35	183.50
2	土地平整（一二类土，推距 20-30m）		m^3	270	2.26	0.06
3	土地平整（一二类土，推距 40-50m）		m^3	1397	4.81	0.67
4	住宅用地	建筑物墙体拆除	m^3	4224	16.49	6.97
5		地基拆除	m^3	1440	55.46	7.99
6		建筑垃圾清运（石方）	m^3	5664	19.72	11.17
合计					—	210.36
二	**土壤重构工程**					
1	表土回覆（一二类土）		m^3	3940	89.71	35.35
2	住宅用地	土地翻耕（三类土）	hm^2	2.06	1622.98	0.33
3	培肥	生土层土壤培肥	m^2	0.69	3813.40	0.26
4		水浇地土壤培肥	m^2	0.09	5466.74	0.05
合计					—	35.99
三	**植被重建工程**					
1	耕地	种植草籽	hm^2	0.09	7627.01	0.07
2	乔木林地	栽植乔木	株	42	22.31	0.09
3	灌木林地	栽植灌木	株	50	2.76	0.01
4	草地	种植草籽	hm^2	3.91	7627.01	2.98
5	植被浇水	乔木、灌木浇水	株	92	0.57	0.01
7		草地浇水	hm^2	4	5067.93	2.03
合计					—	5.19
四	**配套工程**					
1	设置警示牌		块	25	500.00	1.25
2	设置网围栏		m	2500	13.22	3.31
合计					—	4.56
总计					—	245.26

三、总工程量及其经费估算

1、总工程量

生态修复总工程量见表 6-20。

表 6-20　生态修复总工程量汇总表

序号	工程名称	计量单位	工程量
1	裂缝回填	m^3	50606
2	平整（机械运距为 20-30m，一、二类土）	m^3	270
3	平整（机械运距 30cm，三类土）	m^3	7150
4	砌体拆除工程	m^3	22188
5	清基	m^3	5843
6	清运（运距 400m，石方工程）	m^3	28202
7	拆除路面	m^3	171
8	压实工程（三类土）	m^2	855
9	混凝土路面	m^2	855
10	覆土（运距 0-0.5km、一二类土）	m^3	12320
11	土地翻耕（三类土）	hm^2	6.86
12	土壤培肥	hm^2	3.6
13	水浇地土壤培肥	hm^2	0.09
14	恢复水浇地	hm^2	0.09
15	栽植乔木	株	108
16	恢复灌木林地	株	225
17	恢复人工牧草地	hm^2	12.85
18	灌木浇水	株	333
19	草地浇水	hm^2	12.94
20	设置警示牌	块	69
21	设置网围栏	m	4200

表 6-21　近期生态修复工程量汇总表

序号	工程名称	计量单位	工程量
1	平整（机械运距 20-30cm，一、二类土）	m^3	29431
2	平整（机械运距 40-50cm，一、二类土类土）	m^3	270
	外购覆土（运距 0.5-1km）	m^3	1397
3	土地翻耕（三类土）	m^3	3940
4	清运（运距 1-1.5km）	hm^2	2.06
5	砌体拆除（浆砌砖）	m^3	5664
6	基础拆除	m^3	4224
7	恢复水浇地（条播）	m^3	1440
8	栽植乔木	hm^2	0.09
9	恢复灌木林地	株	42
10	恢复人工牧草地	株	50
11	灌木浇水（水车运水、浇水）	hm^2	3.91
12	草地浇水（水车运水、浇水）	株	92
13	生土层土壤改良	hm^2	4
14	水浇地土壤改良	hm^2	0.69
15	网围栏	hm^2	0.09
16	警示牌	m	2500

2、投资估算

经计算，天裕煤矿矿区生态修复工程预算投资总额为 900.64 万元，其中：工程施工费 625.48 万元、其他费用 82.04 万元，不可预见费 133.77 万元、监测与管护费 59.35 万元。详见表 6-22 至 6-30。

表 6-22　总预算表

类别 \ 项目名称	项目地点	项目资金			
		总预算（万元）			
		合计	中央资金	地方资金	其他资金
矿山生态修复工程	乌海市海南区				900.64
总计	—				900.64

表 6-23　矿区生态修复预算总表

序号	工程或费用名称	预算金额	各项费用占总费用的比例(%)
	（1）	（2）	（3）
一	工程施工费	625.48	69.45%
二	其他费用	82.04	9.11%
三	不可预见费	133.77	14.85%
（一）	基本预备费	6.19	0.69%
（二）	价差预备费	127.58	14.17%
四	监测与管护费	59.35	6.59%
（一）	监测费	46.27	5.14%
（二）	管护费	13.08	1.45%
总计		900.64	100.00%

表 6-24　工程施工费预算汇总表

序号	单项名称	预算金额（万元）	各项费用占工程施工费的比例（%）
	（1）	（2）	（3）
1	土方工程	430.66	68.85%
2	石方工程	55.61	8.89%
4	砌筑工程	36.59	5.85%
5	混凝土工程	32.41	5.18%
7	道路工程	43.04	6.88%
8	植物工程	18.17	2.90%
9	辅助工程	9	1.44%
总 计		625.48	100%

表 6-25　工程施工费预算表

序号		单项名称	单位	工程量	综合单价（元）	合计（万元）
	（1）	（2）	（3）	（4）	（5）	（6）
一		土方工程				430.66
1	10234	土方回填	m^3	50606	62.35	315.53
2	10187	平整（机械运距 20-30cm，一、二类土）	m^3	270	2.26	0.06
3	10189	平整（机械运距 40-50cm，一、二类土类土）	m^3	7150	4.81	3.44
4	10173	外购覆土（运距 0.5-1km）	m^3	12320	89.71	110.52
5	10011	土地翻耕（三类土）	hm^2	6.86	1622.98	1.11
二		石方工程				55.61
3	20062	清运（运距 1-1.5km）	m^3	28202	19.72	55.61
三		砌筑工程				36.59
1	40066	砌体拆除（浆砌砖）	m^3	22188	16.49	36.59
四		混凝土工程				32.41
2	50049	基础拆除	m^3	5843	55.46	32.41
五		道路工程				43.04
1	70004	路床压实	m^2	855	2.05	17.53
2	70029	混凝土路面	m^2	855	29.00	24.80
3	70035	拆除路面	m^3	171	41.44	0.71
六		植物工程				18.17
1	80029	恢复水浇地（条播）	hm^2	0.09	7627.01	0.07
2	80008	栽植乔木	株	108	22.31	0.24
3	80018	恢复灌木林地	株	225	2.76	0.06
4	80029	恢复人工牧草地	hm^2	12.85	7627.01	9.80
5	80071	灌木浇水（水车运水、浇水）	株	333	0.57	0.02
6	80072	草地浇水（水车运水、浇水）	hm^2	12.94	5067.93	6.56
7	80074	生土层土壤改良	hm^2	3.6	3813.40	1.37
8	80074	水浇地土壤改良	hm^2	0.09	5466.74	0.05
七		辅助工程				9.00
1	90010	网围栏	m	4200	13.22	5.55
2	-	警示牌	块	69	500.00	3.45
合计						625.48

表 6-26　其他费用预算表

序号	费用名称	计算式	预算金额	各项费用占其他费用的比例（%）
	(1)	(2)	(3)	(4)
1	前期工作费		35.64	43.44%
1.2	项目勘测费	6+(工程施工费-500)/(1000-500)×（11-6）	7.25	
1.3	项目设计费与预算编制费	20.9+(工程施工费-500)/(1000-500)×（38.8-20.9）	25.39	
1.4	项目招投标代理费	2.5+(工程施工费-500)×0.43%	3.00	
2	工程监理费	16.5+(工程施工费-500)/(1000-500)×（30.1-16.5）	19.91	24.27%
3	竣工验收费		19.14	23.33%
3.1	工程复核费	8.4+(工程施工费-500)/(1000-500)×（14.9-8.4）	10.03	
3.2	工程验收费	6+(工程施工费-500)/(1000-500)×（10-6）	7.00	
3.3	项目结（决）算审计费	1.8+(工程施工费-500)/(1000-500)×（3.05-1.8）	2.11	
4	项目管理费	5.95+(工程施工费+前期工作费+工程监理费+竣工验收费-500)×0.7%	7.35	8.96%
总 计			82.04	100.00%

表 6-27　监测与管护费预算表

序号	费用名称	工程施工费	其他费用	小计	计算式	合计
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	基本预备费	625.48	82.04	707.52	5.15+（707.52-500）×0.5%	6.19
2	价差预备费	625.48		625.48	—	127.58
总计						133.77

表 6-28　差价预备费预算表

修复时间	静态投资（万元）	费率	价差预备费（万元）
第 1 年	89.64	0.0000	0.00
第 2 年	81.95	0.0600	4.92
第 3 年	84.51	0.1236	10.45
第 4 年	85.13	0.1910	16.26
第 5 年	96.51	0.2625	25.33
第 6 年	98.99	0.3382	33.48
第 7 年	88.75	0.4185	37.14
合计	625.48		127.58

表 6-29　机械台班费估算单价计算表

定额编号	机械名称及规格	台班费	一类费用小计	二类费									
				二类费合计	人工费（元/日）		动力燃烧	汽油（元/kg）		柴油（元/kg）		电（元/kw.h）	
					工日	金额		数量	金额	数量	金额	数量	金额
1002	挖掘机油动 1m³	966.99	468.85	498.14	2	138.75	220.64			49.03	4.5		
1004	挖掘机 1.6m³	1133.81	529.16	604.65	2	138.75	327.15			72.7	4.5		
1007	挖掘机液压 1m³	1022.14	461.14	561	2	138.75	283.5			63	4.5		
1009	挖掘机液压 2m³	1317.575	656.27	661.305	2	138.75	383.805			85.29	4.5		
1017	装载机 2m³	614.15	181.91	432.24	1	138.75	293.49			65.22	4.50		
1018	装载机 3m³	947.42	294.44	652.98	2	138.75	375.48			83.44	4.50		
1020	推土机 60kw	547.33	74.98	472.35	2	138.75	194.85			43.3	4.50		
1021	推土机 75kw	737.26	205.51	531.75	2	138.75	254.25			56.5	4.50		
1022	推土机 90kw	814.21	271.16	543.05	2	138.75	265.55			59.01	4.50		
1025	推土机 135kw	711.63	271.16	440.47	2	138.75	300.60			66.8	4.50		
1022	履带式拖拉机 75kw	681.09	159.06	522.03	2	138.75	244.53			54.34	4.50		
1032	轮胎式拖拉机 60kw	473.37	98.77	374.60	1.25	138.75	235.85			52.41	4.50		
1032	轮胎式拖拉机 88kw	869.70	189.87	679.83	1.25	138.75	541.08			120.24	4.50		
1035	自行式平地机 120kw	710.70	324.58	386.12	2	138.75	247.37			54.97	4.50		
1040	内燃压路机 8T	343.11	115.30	227.81	1.25	138.75	89.06			19.79	4.50		
1042	内燃压路机 12T	436.56	153.40	283.16	1.25	138.75	144.41			32.09	4.50		
2007	灰浆搅拌机 400L	212.83	15.83	197.00	1.39	138.75						5.17	0.8
3002	混凝土搅拌机 0.4m³	242.89	49.95	192.94	1.25	138.75						24.38	0.8
4010	自卸汽车 8t	659.39	200.13	459.26	2	138.75	181.76			40.39	4.50		
4011	自卸汽车 10t	706.32	234.46	471.86	2	138.75	194.36			43.19	4.50		

4012	自卸汽车 12t	747.83	260.67	487.16	2	138.75	209.66			46.59	4.50		
4020	洒水车容量 20000L	465.84	138.09	327.75	1	138.75	189.00			42	4.50		
1043	钢轮振动压路机 15t	899.95	338.16	561.79	1.25	138.75	388.35			86.30	4.50		
6002	移动式电动空气压缩机 $3m^3/min$	129.58	43.58	86.00								107.5	0.8
7025	捡石机	546.57	407.82	138.75	1	138.75							
2011	履带式液压岩石破碎机	943.16	615.15	328.01	2	138.75						63.14	0.8

表 6-30　　工程施工费单价分析表

定额编号：10011	土地翻耕（三类土）				单位：hm^2
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1192.71
（一）	直接工程费				1160.79
1	人工费				305.25
	乙类工	工日	2.20	138.75	305.25
2	机械费				849.76
	轮胎式拖拉机 88kw	台班	0.60	869.70	521.82
	捡石机	台班	0.60	546.57	327.94
3	其他费用	%	0.50	1155.01	5.78
（二）	措施费	%	4.80		31.92
二	间接费	%	5.00		59.64
三	利润	%	3.00		37.57
四	材料价差				199.05
	柴　油	kg	120.2×0.6	2.76	199.05
五	税金	%	9.00		134.01
合　　计					1622.98
定额编号：10173	外购覆土(一二类土)				单位：$100m^3$
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				4478.90
（一）	直接工程费				4359.03
1	人工费				47.18
	乙类工	工日	0.34	138.75	47.18
2	材料费				3570.00
	表土	m^3	102.00	35.00	3570.00
3	机械费				614.89
	装载机 $3m^3$	台班	0.07	947.42	66.32
	推土机 90kw	台班	0.04	814.21	32.57
	自卸汽车 12t	台班	0.69	747.83	516.00
4	其他费用	%	3.00	4232.07	126.96
（二）	措施费	%	4.80		119.87
二	间接费	%	5.00		223.95
三	利润	%	3.00		141.09
四	材料价差				111.36
	柴　油	kg	83.44×0.07+59.01×	2.76	111.36

			0.04+46.59×0.69		
五	税金	%	9.00		445.98
合　　计					8971.28
注：一、二类土按定额人工和机械乘 0.88 系数。					
定额编号：10187			平整(20-30m)		单位：100m³
一	直接费				155.58
（一）	直接工程费				151.42
1	人工费				27.75
	乙类工	工日	0.20	138.75	27.75
2	机械费				116.46
	推土机 75kw	台班	0.25	465.84	116.46
3	其他费用	%	5.00	144.21	7.21
（二）	措施费	%	4.80		4.16
二	间接费	%	5.00		7.78
三	利润	%	3.00		4.90
四	材料价差				38.99
	柴　油	kg	56.5×0.25	2.76	38.99
五	税金	%	9.00		18.65
合　　计					225.90
定额编号：10189			平整(40-50m)		单位：100m³
一	直接费				355.76
（一）	直接工程费				346.24
1	人工费				41.63
	乙类工	工日	0.30	138.75	41.63
2	机械费				288.12
	推土机 75kw	台班	0.36	800.33	288.12
3	其他费用	%	5.00	329.75	16.49
（二）	措施费	%	4.80		9.52
二	间接费	%	5.00		17.79
三	利润	%	3.00		11.21
四	材料价差				56.14
	柴　油	kg	56.5×0.36	2.76	56.14
五	税金	%	9.00		39.68
合　　计					480.58
定额编号：10234			土方回填		单位：100m³
一	直接费				5289.40

（一）	直接工程费				5147.83
1	人工费				3497.89
	甲类工	工日			0.00
	乙类工	工日	25.21	138.75	3497.89
2	材料费				1500.00
	碎石土	m^3	100.00	15.00	1500.00
3	其他费用	%	3.00	4997.89	149.94
（二）	措施费	%	4.80		141.57
二	间接费	%	5.00		264.47
三	利润	%	3.00		166.62
五	税金	%	9.00		514.84
合　　计					6235.33
定额编号：20062			拆除物清运 (运距 1-1.5km)		单位：$100m^3$
一	直接费				1471.62
（一）	直接工程费				1432.23
1	人工费				166.50
	甲类工	工日			0.00
	乙类工	工日	1.20	138.75	166.50
2	机械费				1237.65
	挖掘机液压 $2m^3$	台班	0.23	1317.58	303.04
	推土机 90kw	台班	0.11	814.21	89.56
	自卸汽车 12t	台班	1.13	747.83	845.05
3	其他费用	%	2.00	1404.15	28.08
（二）	措施费	%	4.80		39.39
二	间接费	%	6.00		73.58
三	利润	%	3.00		46.36
四	材料价差				217.36
	柴　油	kg	85.29×0.23+59.01×0.11+46.59×1.13	2.76	217.36
五	税金	%	9.00		162.80
合　　计					1971.72
定额编号：50049			砌体拆除（浆砌石）		单位：$100m^3$
一	直接费				496.49
（一）	直接工程费				482.50
1	人工费				28.22
	甲类工	工日	0.01	185.59	1.86

	乙类工	工日	0.19	138.75	26.36
2	机械费				444.82
	履带式液压岩石破碎机	台班	0.46	966.99	444.82
3	其他费用	%	2.00	473.04	9.46
（二）	措施费	%	2.90		13.99
二	间接费	%	5.00		24.82
三	利润	%	3.00		15.64
四	材料价差				0.00
	柴　油	kg	49.03×0.55	2.76	0.00
五	税金	%	9.00		17.61
合　　计					554.56
定额编号：40066			砌体拆除（浆砌砖）		单位：100m^3
一	直接费				1428.29
（一）	直接工程费				1388.04
1	人工费				960.81
	甲类工	工日	0.34	185.59	63.10
	乙类工	工日	6.47	138.75	897.71
2	机械费				386.80
	挖掘机 1m^3	台班	0.40	966.99	386.80
3	其他费用	%	3.00	1347.61	40.43
（二）	措施费	%	2.90		40.25
二	间接费	%	5.00		71.41
三	利润	%	3.00		44.99
四	材料价差				54.13
	柴　油	kg	49.03×0.4	2.76	54.13
五	税金	%	9.00		50.67
合　　计					1649.49
定额编号：70004			路床压实		单位：1000m^2
一	直接费				1530.95
（一）	直接工程费				1489.98
1	人工费				387.71
	甲类工	工日	0.22	185.59	40.83
	乙类工	工日	2.5	138.75	346.88
2	机械费				1094.86
	内燃压路机 12t	台班	1.14	436.56	497.68

	推土机 75kw	台班	0.81	737.26	597.18
3	其他费用	%	0.5	1482.57	7.41
（二）	措施费	%	4.80		40.97
二	间接费	%	5.00		76.55
三	利润	%	3.00		48.23
四	材料价差				227.28
	柴　油	kg	32.09×1.14+56.5×0.81	2.76	227.28
五	税金	%	9.00		169.47
合　　计					2052.48
定额编号：80029			植被工程（条播）		单位:hm^2
一	直接费				5112.69
（一）	直接工程费				4975.85
1	人工费				2454.49
	乙类工	工日	17.69	138.75	2454.49
2	材料费				2400.00
	草籽（混播）	kg	80.00	30.00	2400.00
3	其他费用	%	2.50	4854.49	121.36
（二）	措施费	%	4.80		136.84
二	间接费	%	5.00		255.63
三	利润	%	3.00		161.05
四	材料价差				1600.00
	种子	kg	80.00	20.00	1600.00
五	税金	%	9.00		497.64
合　　计					7627.01
定额编号：80018			栽植灌木		单位：100 株
一	直接费				169.30
（一）	直接工程费				162.80
1	人工费				82.60
	甲类工	工日			
	乙类工	工日	1	138.75	138.75
2	材料费				63.51
	灌木	株	102	0.5	51.00
	水	m^3	3	4.17	12.51
3	其他费用	%	0.4	146.11	0.58
（二）	措施费	%	4.80		4.48
二	间接费	%	5		8.47

三	利润	%	3		5.33
四	材料价差				70.38
	灌木	株	102	0.69	70.38
五	税金	%	9		22.81
合　　计					276.29
定额编号：80071			浇水（乔灌木）工程单价计算表		单位:1000 株
一	直接费				467.39
（一）	直接工程费				454.88
1	人工费				277.50
	甲类工	工日			
	乙类工	工日	2.00	138.75	277.50
2	材料费				62.55
	水	m^3	15.00	4.17	62.55
3	机械费				93.17
	洒水车 20000L	台班	0.20	465.84	93.17
4	其他费用	%	5.00	433.22	21.66
（二）	措施费	%	4.80		12.51
二	间接费	%	5.00		23.37
三	利润	%	3.00		14.72
四	材料价差				23.18
	柴油	kg	42×0.2	2.76	23.18
五	税金	%	9.00		45.49
合　　计					574.15
定额编号：80072			浇水（草）工程单价计算表		单位:1hm^2
一	直接费				3971.65
（一）	直接工程费				3865.35
1	人工费				462.04
	乙类工	工日	3.33	138.75	462.04
2	材料费				1668.00
	水	m^3	400.00	4.17	1668.00
3	机械费				1551.25
	洒水车 20000L	台班	3.33	465.84	1551.25
4	其他费用	%	5.00	3681.29	184.06
（二）	措施费	%	4.80		106.30
二	间接费	%	5.00		198.58

三	利润	%	3.00		125.11
四	材料价差				386.01
	柴油	kg	42×3.33	2.76	386.01
五	税金	%	9.00		386.58
合　　计					5067.93
定额编号：80074			土壤改良(4000kg)		单位:hm^2
一	直接费				3173.52
（一）	直接工程费				3088.58
1	人工费				330.23
	乙类工	工日	2.38	138.75	330.23
2	材料费				2600.00
	有机肥	t	4	650.00	2600.00
3	机械费				236.69
	轮胎式拖拉机60kw	台班	0.50	473.37	236.69
3	其他费用	%	5.00	3166.92	158.35
（二）	措施费	%	4.80		84.94
二	间接费	%	5.00		158.68
三	利润	%	3.00		99.97
四	材料价差				72.33
	柴油	kg	52.41×0.5	2.76	72.33
五	税金	%	9.00		308.90
合　　计					3813.40
定额编号：80074			土壤改良(6000kg)		单位:hm^2
一	直接费				4576.05
（一）	直接工程费				4453.58
1	人工费				330.23
	乙类工	工日	2.38	138.75	330.23
2	材料费				3900.00
	有机肥	t	6	650.00	3900.00
3	机械费				236.69
	轮胎式拖拉机60kw	台班	0.50	473.37	236.69
3	其他费用	%	5.00	4466.92	223.35
（二）	措施费	%	4.80		122.47
二	间接费	%	5.00		228.80
三	利润	%	3.00		144.15

四	材料价差				72.33
	柴油	kg	52.41×0.5	2.76	72.33
五	税金	%	9.00		445.41
合　　计					5466.74
定额编号：90010			封禁栏网		单位：100m
一	直接费				1121.89
（一）	直接工程费				1091.86
1	人工费				242.81
	乙类工	工日	1.75	138.75	242.81
2	材料费				827.64
	混凝土预制桩	根	20	35.55	711.00
	铁丝	m^3	18	6.48	116.64
3	其他费用	%	2.00	1070.45	21.41
（二）	措施费	%	4.80		30.03
二	间接费	%	5.00		56.09
三	利润	%	3.00		34.56
四	税金	%	9.00		109.13
合　　计					1321.67
定额编号：70029			混凝土路面		单位：1000m^2
一	直接费				24363.41
（一）	直接工程费				24363.41
1	人工费				19622.05
	甲类工	工日	11.02	185.59	2045.20
	乙类工	工日	126.68	138.75	17576.85
2	材料费				49236.00
	锯材	m^3	0.23	1200.00	276.00
	混凝土	m^3	153	320.00	48960.00
4	机械费				4263.65
	混凝土搅拌机 0.4m^3	台班	3.98	242.89	966.70
	自卸汽车 8t	台班	5	659.39	3296.95
4	其他费用	%	2	23885.7	477.71
（二）	措施费	%	4.80		669.99
二	间接费	%	5.00		1218.17
三	利润	%	3.00		767.45
四	材料价差				256.88
	锯材	m^3	0.23	620	142.60
	柴　油	kg	5×40.39	2.76	114.28

五	税金	%	9.00		2394.53
合　　计					29000.44
定额编号：70035		拆除路面			单位：10m^3
一	直接费				297.20
（一）	直接工程费				20.91
1	人工费				20.81
	甲类工	工日		185.59	0.00
	乙类工	工日	0.15	138.75	20.81
2	机械费				0.00
	推土机 135kW	台班	0.08	0	0.00
3	其他费用	%	0.5	20.81	0.10
（二）	措施费	%	4.80		8.17
二	间接费	%	5.00		14.86
三	利润	%	3.00		9.36
四	材料价差				58.79
	柴　油	kg	19.79×1.12+54.97×0.35	1.42	58.79
五	税金	%	9.00		34.22
合　　计					414.43

第三节　阶段工作任务与经费安排

一、阶段工作任务

根据矿区生态修复总体工作部署，结合地貌重塑、土壤重构、植被重建、配套工程的难易程度等实际情况，将本方案服务年限分为近期、中期和远期，其中近期为3年（2026.8-2029.7），中期3年（2029.8-2032.7）、远期6.7年（2033.8-2040.4）。各阶段工作分述如下：

（一）近期（3年）阶段工作任务：

对近期开采形成的采空区外围设置警示牌和网围栏，对采空区引发的裂缝进行充填、表土回覆、对损毁的乔、灌木进行补种、种植草籽，恢复植被；对开采范围内的住宅用地进行拆除、清运，恢复植被；同时对区内地质灾害、地下水、土壤污染的情况进行监测，尤其要做好对输电线路的变形监测工作；并且对恢复的植被进行监测和管护。

（二）中期（3年）阶段工作任务：

1、对开采形成的采空区外围设置警示牌、网围栏；

2、对开采范围内的住宅用地进行拆除、清运，恢复植被；

3、对采空区引发的裂缝进行充填、表土回覆，对损毁的植被进行补植，采取种树、种草，并进行管护；

4、对输电线路的变形监测工作；并对恢复的植被进行监测和管护。

5、对植被生长、土地损毁监测、含水层监测、土壤质量情况进行监测，植被管护。

（三）远期（6.7年）阶段工作任务：

1、对开采形成的采空区外围设置警示牌、网围栏；

2、对开采范围内的住宅用地进行拆除、清运，恢复植被；

3、对损毁的道路进行修葺；

4、对采空区引发的裂缝进行充填、表土回覆，对损毁的植被进行补植，采取种树、种草，并进行管护；

5、对输电线路的变形监测工作；并且对恢复的植被进行监测和管护。

6、对植被生长、土地损毁监测、含水层监测、土壤质量情况进行监测，植被管护。

二、近年工作任务与经费进度安排

（一）近年工作任务

1、2026 年 8 月～2027 年 7 月（第 1 年）：

（1）对近期开采形成的采空区外围设置警示牌和网围栏，

（2）对采空区引发的 110906、110907、120905 工作面裂缝进行充填、表土回覆、对损毁的草地进行补种、种植草籽，恢复植被；

（3）对开采范围内的住宅用地进行拆除、清运，恢复植被；

（4）同时对区内地质灾害、地下水、土壤污染的情况进行监测，尤其要做好对输电线路的变形监测工作；

（5）并且对恢复的植被进行监测和管护；

2、2027 年 8 月～2028 年 7 月（第 2 年）：

（1）对近期开采形成的采空区外围设置警示牌和网围栏；

（2）对采空区引发的 110902、110904、131602 工作面裂缝进行充填、表土回覆、对损毁的耕地、草地进行补种、种植草籽，恢复植被；

（3）同时对区内地质灾害、地下水、土壤污染的情况进行监测，尤其要做好对输电线路的变形监测工作；

（4）并且对恢复的植被进行监测和管护。

3、2028 年 8 月～2029 年 7 月（第 3 年）：

（1）对近期开采形成的采空区外围设置警示牌和网围栏；

（2）对采空区引发的 131602、131604、131607 工作面裂缝进行充填、表土回覆、对损毁的乔、灌木、草地进行补种、种植草籽，恢复植被；

（3）同时对区内地质灾害、地下水、土壤污染的情况进行监测，尤其要做好对输电线路的变形监测工作；

（4）并且对恢复的植被进行监测和管护。

近期年度矿区生态修复工作计划见表 6-31。

表 6-31　近期年度矿区生态修复工作计划安排表

序号	修复阶段	所属生态修复区块	是否为临时用地	主要工程措施	单位	工程量	目标地类	面积（hm^2）	静态投资（万元）
1	第一年度	塌陷区	否	裂缝回填	m^3	9810	其他草地	1	89.64
				建筑物墙体拆除	m^3	3264			
				地基拆除	m^3	1440			
				地面拆除	m^3	960			
				建筑垃圾清运（石方）	m^3	5664			
				表土回覆	m^3	1313			
				土地翻耕	hm^2	0.06			
				土壤培肥	m^2	1587			
				撒播草籽	hm^2	1			
				草地浇水	hm^2	1			
				设置警示牌	块	6			
				设置网围栏	m	575			
				监测管护	—	1 年			
2	第二年度	塌陷区	否	裂缝回填	m^3	9810	耕地	0.09	81.95
				土地平整	m^3	1667			
				表土回覆	m^3	1313	其他草地	1	
				土地翻耕	hm^2	1			
				土壤培肥	m^2	2553			
				耕地土壤培肥	m^2	900			
				耕地撒播草籽	hm^2	0.09			
				撒播草籽	hm^2	1			
				草地浇水	hm^2	1			
				设置警示牌	块	9			

				设置网围栏	m	925			
				监测管护	—	1 年			
3	第三年度	塌陷区	否	裂缝回填	m^3	9810	乔木林地	0.05	84.51
				表土回覆	m^3	1313			
				土地翻耕	hm^2	1			
				土壤培肥	m^2	2760	灌木林地	0.04	
				栽植乔木	株	42			
				栽植灌木	株	50			
				撒播草籽	hm^2	2			
				乔木浇水	株	42	其他草地	2	
				灌木浇水	株	50			
				草地浇水	hm^2	2			
				设置警示牌	块	10			
				设置网围栏	m	1000			
				监测管护	—	1 年			

（二）经费进度安排

表 6-32　矿区生态修复工程量与经费安排表

生态修复区块	修复面积（hm^2）	主要治理修复问题	保护与预防控制工程				修复工程				监测与管护工程			
			保护措施	工程量	费用（万元）	设施时间	修复措施	工程量	费用（万元）	设施时间	监测措施	工程量（次）	费用（万元）	设施时间
塌陷区	27.94	地貌重塑、土壤重构、植被重建	警示牌、网围栏	设置警示牌 25 块，设置网围 2500m	4.56	2026.8-2029.7	裂缝回填、拆除、清运土地平整、覆土、恢复植被	裂缝回填 29431m^3，覆土 3940m^3，恢复植被 4hm^2，拆除、清基 5664m^3，清运 5664m^3，培肥、浇水	251.54	2026.8-2029.7	矿山地质环境、土地复垦、生态系统重建	1890	24.87	2026.8-2029.7
合计					4.56	—	合计		251.54	—	合计		24.87	—

（三）近期（3 年）投资估算

经计算，天裕煤矿近期 3 年矿山生态修复估算投资总额为 343.64 万元，其中：工程施工费 256.10 万元、其他费用 43.55 万元，不可预见费 19.12 万元、监测与管护费 24.87 万元。计算过程及方法详见表 6-33 至 6-38。

表 6-33　近期（3 年）预算总表

序号	工程或费用名称	预算金额	各项费用占总费用的比例(%)
	（1）	（2）	（3）
一	工程施工费	256.10	74.53%
二	其他费用	43.55	12.67%
三	不可预见费	19.12	5.56%
（一）	基本预备费	3.75	1.09%
（二）	价差预备费	15.37	4.47%
四	监测与管护费	24.87	7.24%
（一）	监测费	20.91	6.08%
（二）	管护费	3.96	1.15%
总计		343.64	100.00%

表 3-34　近期（3 年）工程施工费预算汇总表

序号	单项名称	预算金额	各项费用占工程施工费的比例（%）
	（1）	（2）	（3）
1	土方工程	219.91	85.87%
2	石方工程	11.17	4.36%
4	砌筑工程	6.97	2.72%
5	混凝土工程	7.99	3.12%
8	植物工程	5.5	2.15%
9	辅助工程	4.56	1.78%
总 计		256.1	100%

表 6-35　近期 3 年工程施工费预算表

序号		单项名称	单位	工程量	综合单价（元）	合计（万元）
	（1）	（2）	（3）	（4）	（5）	（6）
一		土方工程				219.91
1	10234	土方回填	m^3	29431	62.35	183.50
2	10187	平整（机械运距 20-30cm，一、二类土）	m^3	270	2.26	0.06
3	10189	平整（机械运距 40-50cm，一、二类土类土）	m^3	1397	4.81	0.67
4	10173	外购覆土（运距 0.5-1km）	m^3	3940	89.71	35.35
5	10011	土地翻耕（三类土）	hm^2	2.06	1622.98	0.33
二		石方工程				11.17
3	20062	清运（运距 1-1.5km）	m^3	5664	19.72	11.17
三		砌筑工程				6.97
1	40066	砌体拆除（浆砌砖）	m^3	4224	16.49	6.97
四		混凝土工程				7.99
2	50049	基础拆除	m^3	1440	55.46	7.99
五		植物工程				5.50
1	80029	恢复水浇地（条播）	hm^2	0.09	7627.01	0.07
2	80008	栽植乔木	株	42	22.31	0.09
3	80018	恢复灌木林地	株	50	2.76	0.01
4	80029	恢复人工牧草地	hm^2	3.91	7627.01	2.98
5	80071	灌木浇水（水车运水、浇水）	株	92	0.57	0.01
6	80072	草地浇水（水车运水、浇水）	hm^2	4	5067.93	2.03
7	80074	生土层土壤改良	hm^2	0.69	3813.40	0.26
8	80074	水浇地土壤改良	hm^2	0.09	5466.74	0.05
六		辅助工程				4.56
1	90010	网围栏	m	2500	13.22	3.31
2	-	警示牌	块	25	500.00	1.25
合计						256.10

表 6-36　近期 3 年其他费用预算表

序号	费用名称	计算式	预算金额	各项费用占其他费用的比例（%）
	(1)	(2)	(3)	(4)
1	前期工作费		17.05	39.15%
1.2	项目勘测费	2.6+(工程施工费-200)/(500-200)×（6-2.6）	3.27	
1.3	项目设计费与预算编制费	9+(工程施工费-200)/500-200)×（20.9-9）	12.34	
1.4	项目招投标代理费	1.21+(工程施工费-200)×0.43%	1.44	
2	工程监理费	7.5+(工程施工费-200)/(500-200)×（16.5-7.5）	12.65	29.05%
3	竣工验收费		9.94	22.82%
3.1	工程复核费	3.8+(工程施工费-200)/(500-200)×（8.4-3.8）	5.09	
3.2	工程验收费	2.8+(工程施工费-200)/(500-200)×（6-2.8）	3.70	
3.3	项目结（决）算审计费	0.9+(工程施工费-200)/(500-200)×（1.8-0.9）	1.15	
4	项目管理费	2.95+(工程施工费+前期工作费+工程监理费+竣工验收费-200)×1%	3.91	8.98%
总 计			43.55	100.00%

表 6-37　近期不可预见费预算表

序号	费用名称	工程施工费	其他费用	小计	计算式	合计
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	基本预备费	256.10	43.55	299.65	1.75+（294.99-100）×1%	3.75
2	价差预备费	256.10		256.10	—	15.37
总计						19.12

表 6-38　近期 3 年价差预备费预算表

修复时间	静态投资（万元）	费率	价差预备费（万元）
第 1 年	89.64	0	0.00
第 2 年	81.95	0.06	4.92
第 3 年	84.51	0.1236	10.45
	256.10		15.37

第七章　保障措施与公众参与

第一节　保障措施

一、组织保障

方案重在落实，切实改善采矿活动所造成的矿山地质环境破坏，审批后的方案由矿山企业组织实施，并接受当地和上级自然资源行政主管部门的监督检查，为保证全面完成各项治理措施，依据自然资源部、生态环境部、财政部、国家市场监督管理总局、国家金融监督管理总局、中国证券监督管理委员会、国家林业和草原局《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（自然资规〔2024〕1 号）及《内蒙古自治区人民政府办公厅关于持续推进绿色矿山建设的通知》（内政办发〔2024〕13 号）文件精神，矿山企业必须重视并完成以下工作：

（一）组织领导

成立以公司总经理为首的生态修复领导小组，设立生态修复管理专项办公室，对矿区生态修复进行统一的规划指导，全面负责生态修复方案的实施和落实，明确具体工作任务、进度和措施。同时矿山应加强与技术咨询机构的协作，为项目实施提供咨询与顾问，协助完成项目规划、建设、评估验收等工作。

（二）技术标准

矿山企业必须严格按照生态修复方案的修复措施、进度安排、技术标准等要求，保质保量地完成生态修复的各项措施；当地自然部门定期对方案的实施进度、质量、资金落实等情况进行实地监督、检查。在监督方法上采用矿山企业定期汇报与实地检查相结合，必要时采取行政、经济、司法等多种手段促使方案的完全落实。

（三）落实基金制度，确保谁破坏谁修复

为保证治理工作能落到实处，矿权人要认真落实生态修复基金制度，按有关规定设立基金账户并存入治理基金，认真实施矿山生态修复方案。

（四）目标

在矿山生产的同时，严格控制矿产资源开发对矿山地质环境的扰动和破坏，最大限度地减少或避免矿山地质环境问题的发生，改善和提高矿山及附近的生产生存环境质量，其具体目标是：

1、保护矿山地质环境不受损毁，避免引发地质灾害的发生；

2、保护矿区内土地资源不被损毁；

3、保护矿区内地形地貌景观不被损毁。

二、技术保障

（一）建立以矿山主要领导为组长的综合治理领导小组，成员包括：生产技术负责人，财务负责人，地质技术负责人等。从技术上进行合理分工，各负其责。并有一名副矿长专门分管治理工作，责任到人。

（二）方案在编制过程中，通过资料收集和实地调查，确定了“因地制宜，尽量减少工程量”的原则，矿区生态修复方案包括对场地的地貌重塑工程、土壤重构工程、植被重建工程、景观营建工程、地下水、地形地貌和土地资源监测。主要措施为工程措施与生物措施相结合，符合实际，操作性强，难度较小，易于实施。措施在技术上是完全有保证的。

（三）配备性能良好的交通运输工具、通讯工具、测量仪器及其它必要仪器设备，分析测试任务由具备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。

（四）建立施工质量管理机构，负责施工阶段的现场质量监管。在实施治理工程过程中严格执行有关规范、设计，确保施工质量。

（五）公司承诺将加强与相关技术单位的合作，加强向国内外具有先进治理与复垦技术的单位学习研究，及时吸取经验，修订治理与复垦措施。

（六）管理人员除具有相关知识外，还须具有一定的组织能力和协调能力，在矿山治理与复垦工作中能够充分发挥其领导作用，及时发现

和解决问题。

三、资金保障

资金保障是贯穿于矿区生态修复始终的计－提－管－用一体化制度，任何一个环节都可能造成资金的不足、流失、无效或低效利用，故根据资金流向的各环节制定资金保障制度是十分必要的。

按照《财政部国土资源部环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建〔2017〕638 号）、《内蒙古自治区财政厅、国土厅、环保厅关于暂停缴存矿山地质环境治理恢复保证金有关事宜的通知》（内财建〔2018〕609 号）的规定要求，矿区生态修复费用由乌海市天裕工贸有限公司成立专门的“天裕煤矿矿区生态修复基金账户”，计入生产成本，保证资金的落实。

矿区生态修复恢复基金由矿山企业自主使用，根据本方案确定的经费估算、工程实施计划、进度安排等，专项用于因矿产资源勘查开采活动造成的地面崩塌、滑坡、地形地貌景观损毁、地下含水层破坏、水土环境污染治理和矿山地质环境监测等工作。按照“企业所有、政府监管、专户存储、专款专用”的原则，决不准许挪用矿区生态修复基金，必须高度重视矿区生态修复工作，确保各项治理工作落到实处。

四、监管保障

（一）项目区主管部门在建立组织机构的同时，将加强与当地政府主管部门及职能部门的合作，建立共管机制，自觉接受地方主管部门和相关部门的监督管理。对监督检查中发现的问题将及时处理，以便复垦工程顺利实施。企业对主管部门的监督检查情况应做好记录，对监督检查中发现的问题应及时处理。

（二）按照生态修复方案确定年度安排，制定相应的各年规划实施大纲和年度计划，并根据生态修复技术的不断完善提出相应的改进措施，逐步落实，及时调整因项目区生产发生变化的生态修复计划；由生态修

复管理办公室负责按照方案确定的年度生态修复方案逐地块落实，统一安排管理；以确保土地复垦各项工程落到实处；保护土地复垦单位的利益，调动土地复垦的积极性。

（三）坚持全面规划，综合生态修复。在工程建设中严格实行招标制，按照公正、公开、公平的原则，择优选择工程施工单位以确保工程质量，降低工程成本，加快工程进度，同时对施工单位组织学习、宣传工作，提高工程建设者的土地复垦自觉行动意识。要求施工单位应配备土地复垦专业人员，以解决措施实施过程中的技术问题，接受当地主管部门的监督检查。

（四）加强生态修复政策宣传工作，深入开展“土地基本国情和国策”教育，调动生态修复的积极性。保护积极进行生态修复的村委会以及村民的利益，充分调动其生态修复的积极性。提高全社会对生态修复在保护生态环境和经济社会可持续发展中的重要作用和认识。

（五）加强对生态修复土地的后期管理。一是保证验收合格；二是使生态修复区的每一块土地确确实实发挥作用和产生良好的经济、生态和社会效益。

五、绿色矿山建设协同保障

绿色矿山建设是贯彻落实习近平生态文明思想、推动矿业领域绿色发展的重要举措，其核心要求是在矿产资源开发全过程中实行科学开采、生态环境保护、资源综合利用与节能减排。土地复垦与生态修复作为绿色矿山建设的重要组成部分，应与绿色矿山建设工作深度融合、协同推进，实现 "开采方式科学化、资源利用高效化、企业管理规范化、生产工艺环保化、矿山环境生态化"的总体目标。

（一）将治理修复纳入绿色矿山建设总体规划

企业应将生态修复工作纳入绿色矿山建设整体规划，统筹部署、同步实施。在编制绿色矿山建设实施方案时，明确生态修复的目标任务、

工程布局、时序安排与资金保障，做到"边开采、边治理、边修复"。将治理修复成效作为绿色矿山建设考核评价的核心指标之一，建立与绿色矿山建设相衔接的修复工作台账，确保修复任务有计划、有步骤地落地实施。

（二）推行边开采、边修复的一体化模式

按照"在保护中开发、在开发中保护" 的原则，积极推行边开采、边修复模式。对已完成开采作业的区块，及时开展土地整治与植被恢复，避免损毁土地长期裸露、水土流失加剧。合理划分开采单元与修复单元，实现开采与修复的有序衔接，缩短土地损毁周期，降低后期集中修复的难度与成本。

（三）提升修复工程的科技水平

依托绿色矿山建设的科技创新平台，加大生态修复关键技术的研发与应用力度。积极推广应用土壤改良、植被重建、边坡加固、水土流失防治等先进适用技术，因地制宜选择乡土物种，构建乔灌草相结合的稳定生态系统。鼓励引入无人机遥感监测、物联网传感器等信息化手段，对修复区域的土地质量、植被生长、水土流失等进行动态监测，实现修复工程的精细化管理。

（四）建立健全长效管护机制

将生态修复后期管护纳入绿色矿山建设的日常管理体系，明确管护主体、管护责任与管护标准。对已完成修复的区域，落实专人负责植被养护、设施维护、病虫害防治等工作，确保修复成果稳定持续。建立修复效果评估制度，定期对修复区域的土地质量、植被覆盖率、生态系统稳定性等进行评估，根据评估结果及时调整管护措施。将修复管护经费纳入企业年度预算，保障管护工作常态化、规范化运行。

（五）完善激励约束与监督管理

自然资源主管部门应将绿色矿山建设与土地复垦义务履行情况挂

钩，对积极开展生态修复、成效显著的企业，在绿色矿山名录推荐、矿产资源配置等方面给予政策支持；对未按规定履行修复义务的企业，依法依规进行处罚，并纳入信用记录。企业应主动接受社会监督，定期公开生态修复进展与成效，营造全社会共同参与矿山生态保护的良好氛围。通过政策引导与监督管理并重，推动企业将治理修复工作落到实处，切实提升绿色矿山建设水平。

第二节　公众参与

矿区生态修复方案的公众参与，就是让该项目有直接或间接关系的广大民众参与生态修复影响评价，并提出自己对该建设项目的意见和建议，从自己的利益和公众利益出发，发表自己就该建设项目对周围环境影响的观点，以达到评价工作的完善和公正。公众参与调查的对象是受矿产开发利用直接影响的各村农牧民，以与相关人员座谈的方式进行。调查人员首先向被调查对象详细介绍矿产开发利用生态修复项目的基本情况、工程规模、对当地可能带来的有利影响和不利影响等，再由被调查人提出建议与意见集体土地产权人对生态修复工作给予大力支持，认为这是保护土地的一次重大举措，在当地具有示范作用，对矿区生态修复提出了建设性的意见，要求复垦工程设计应因地制宜、结合实际保护当地的生态环境。

一、矿区生态修复方案编制前期的公众参与

（一）现场调查形式与范围

生态修复方案编制人员在公司工作人员的陪同下首先对生态修复区进行了走访，现场了解了其现状，针对本项目明确了生态修复工作实施的重点。

为了进一步明确生态修复区范围内土地利用现状、权属、土地质量、植被等方面的情况，方案编制人员走访了自然资源局等单位，向相关人员做了较为全面地了解，确定了基本的方案编制思路和框架。并以问卷

调查的方式征求了矿区土地权属方对生态修复方案中涉及的复垦方向、措施、选用植物等方面的意见。

最后，走访了项目所在地，方案编制人员和当地居民谈到了矿山生产对土地的损毁和对当地环境的影响，准备采取生态修复措施，听取了当地土地权利人的意见和建议，并填写了问卷调查表。

（二）调查问卷统计分析

总体来看，公众对矿山开发认同度较高，具有良好的社会基础，在了解了矿山生态修复的方向和措施后，大多数公众认为矿山地质环境保护与生态修复能够有效地恢复当地生态环境，既能开发矿石获取经济利益，复垦后土地又能供畜牧，是一个有效的手段，希望能同步实施，把损失降到最低。

（三）公众意见分析

调查结果显示，公众对生态修复工作抱着积极参与的态度，项目建设符合当地群众的意愿。本项目的公众参与调查，提出了对生态修复方向与生态环境建设的建议和要求，他们希望通过生态修复能够改善当地的生活环境；他们还希望矿山项目继续重视实施，抓好管理，在下一步工作中进一步开展公众参与活动，保证项目能顺利实施并实现项目建设的经济效益、社会效益和环境效益的统一，在发展经济的同时注意环境保护，最终达到提高人民生活质量的目的。

公众意见总结如下：公司工作人员与编制人员共同讨论了项目区生产中的生态修复工作的开展情况，还听取了当地相关部门领导、专家以及土地权属人的意见和建议，大致归纳为以下几点：

1、项目对当地居民生活无不可承受的负面影响，当地居民支持矿区生产、建设；

2、生态修复方向要结合土地损毁的实际情况，同时要与土地利用总体规划衔接；

3、对损毁的区域复垦并进行监测，及时掌握土地损毁面积、程度等信息；

4、建议企业在复垦过程中要注意植被的恢复和管护，在植物的选择方面建议选择当地目前常用的草种等。

二、方案编制期间的公众参与

（一）公众参与的主体与范围

本次方案编制期间的公众参与对象涵盖以下四类主体：

土地权属人及受影响群众：包括项目区涉及的农村集体经济组织、农户、国有土地使用权人等，重点关注其对土地损毁补偿、复垦方向、复垦后土地分配与利用方式的意见。

当地相关主管部门：包括自然资源、生态环境、林业和草原、水利、农业农村、应急管理等部门，重点对接土地利用总体规划、生态保护红线、水资源管理、水土保持等方面的政策要求与技术标准。

相关企业与生产单位：包括采矿权人、生产建设单位及周边关联企业，重点核实生产工艺、损毁预测、复垦责任界定与资金保障等内容。

（二）公众参与的方式与过程

方案编制期间，编制单位采取了多种形式开展公众参与工作，主要包括：

1、前期调研与现场走访

方案编制启动阶段，编制人员深入项目区所在乡镇、村组，通过实地踏勘、入户走访、座谈交流等方式，全面了解项目区土地利用现状、群众生产生活状况及对土地复垦的期望与诉求。走访过程中，重点向土地权属人说明项目建设可能造成的土地损毁范围、损毁程度及复垦责任，认真记录群众反映的突出问题与合理建议。

2、方案公示与意见反馈

方案初稿形成后，按照相关规定在项目区所在地乡镇、村委会进行

公示，公示期不少于规定时限，同时通过网络平台同步公开方案主要内容。公示期间设立意见反馈电话和电子邮箱，广泛收集社会公众意见。对收集到的意见进行分类汇总、逐条研究，合理意见予以采纳，并在方案中作出相应修改；对暂不具备采纳条件的意见，向反馈人做好解释说明工作。

（三）公众意见的采纳情况

通过上述多种渠道，编制人员共收集到涉及复垦方向、工程措施、监测安排、后期管护等方面的意见若干条，经梳理汇总后，主要采纳情况如下：

复垦方向方面：充分尊重土地权属人意愿，结合土地利用总体规划，将耕地作为优先复垦方向，因地制宜确定为林地、草地或其他农用地，确保复垦方向既符合群众意愿，又与上位规划相衔接。

工程措施方面：根据当地群众反映的灌溉用水、土壤肥力等实际问题，在复垦工程设计中增加了灌溉设施配套、客土改良、有机肥施用等措施，提高复垦土地的质量与生产能力。

监测安排方面：采纳主管部门与群众建议，在复垦全过程设置土地损毁监测和植被覆盖率监测措施，通过定期监测及时掌握损毁土地动态变化及复垦后土地质量状况，为复垦工程调整与效果评估提供依据。

后期管护方面：吸收基层代表意见，明确了复垦工程竣工验收后的管护主体、管护责任与管护期限，建立了长效管护机制，确保复垦成果能够长期稳定发挥效益。

（四）公众参与的成效

通过全过程、多形式的公众参与，方案编制取得了以下成效：一是确保了方案复垦方向与复垦标准既体现土地权属人意愿，又符合当地土地利用总体规划，实现了群众诉求与政策要求的有机统一；二是通过充分沟通与意见吸纳，增强了群众对方案的理解与认同，有效避免了方案

实施阶段可能出现的各类矛盾与纠纷；三是借助部门协调与专家论证，提升了方案的科学性与可操作性，为方案的顺利实施奠定了坚实基础。

三、建议在后续复垦时继续完成的公众参与

生态修复工作是一项长期的工作，为了使广大公众能真正参与到方案编制与实施各阶段，体现全民参与、全程参与的特点，在项目实施和验收阶段还将广泛征求公众的意见。

（一）项目实施阶段

生态修复方案是否能落到实处、是否能体现国家对生态修复进行干预、管理的意志，最终体现在实施。企业将于每年 12 月 31 日前向县级以上地方人民政府自然资源主管部门报告当年的土地损毁情况、生态修复费用使用情况以及生态修复工程实施情况，并定期邀请当地自然资源部门组织有关专家对复垦措施的可行性、工程设计的合理性、植被恢复成活率、植被覆盖率等进行现场考察，全程动态监测实施效果及进度。

邀请土地权属人全程参与复垦工作，对每个阶段复垦工作的实施进度及复垦效果进行监督和随机抽查，实时就现场施工过程中的问题与企业及相关主管部门进行沟通、协商，确保复垦工作高效开展。方案实施阶段将招募当地居民参加复垦工作，一方面解决了其就业问题，另一方面当地居民亲自参与复垦工作，可为复垦方案的修订提供基础信息和依据。

（二）项目验收阶段

每一复垦阶段生态修复工作结束后，企业将邀请当地自然资源主管部门及相关单位与领域内专家及时进行现场踏勘，查验生态修复后的土地是否符合生态修复标准以及生态修复方案、生态修复阶段性实施方案的要求，核实生态修复后的土地类型、面积等情况。其次，总结已有复垦经验，并根据周围环境改变，相关的生态修复技术进步等因素，广泛听取专家、群众及相关主管部门的意见，对下一步的生态修复工作进行

调整。其间，选取有一定知识水平的土地权属人全程参与项目验收阶段的监督工作。

生态修复验收合格的，且相关权利人对生态修复完成情况没有异议的，负责组织验收的自然资源主管部门应当向生态修复义务人出具验收合格确认书。自然资源主管部门应当将生态修复验收合格确认书及其验收情况向当地相关权利人公告，接受监督。

生态修复验收不合格的，负责组织验收的自然资源主管部门应当向生态修复义务人出具书面整改意见，列明需要整改的事项。生态修复义务人整改完成后应当重新申请验收。经整改仍不合格的，生态修复义务人应当依照生态修复条例缴纳生态修复费，由有关自然资源主管部门代为组织复垦。

企业承诺对公众提出的意见和建议积极接受并采纳，并在建设和生产期间高度重视生态修复工作，确保项目建设和环境保护同步协调发展。核查验收从矿区第一期复垦结束后开始，分阶段对本方案的全部复垦工作进行动态跟踪核查验收，以确保能够达到预期的生态修复效果。

第三节　效益分析

天裕煤矿矿区生态修复方案实施后，将使生产损毁的土地获得综合性改善，恢复和重建植被，减少水土流失，改善项目区及周边地区的生产和生活环境，促进区域经济的可持续发展。土地复垦综合效益包括生态效益、经济效益和社会效益三个方面。

一、生态效益分析

土地资源得到恢复与保护：通过对损毁土地的综合治理，可有效恢复项目区被损毁土地的利用功能，提高土地利用率，减少土地资源浪费，缓解人地矛盾。复垦后的耕地、林地、草地将重新发挥其生产与生态功能。

生态环境质量显著改善：复垦工程实施后，项目区植被覆盖率将大幅提升，水土流失得到有效控制，土壤侵蚀模数下降，区域小气候得到调节。植被恢复还将为野生动植物提供栖息地，促进区域生物多样性的保护与恢复。

地质灾害隐患得到消除：通过对采空塌陷、地裂缝、边坡不稳定等损毁土地的工程治理，可有效消除或降低地面塌陷等地质灾害风险，保障项目区及周边群众的生命财产安全。

土壤质量逐步提升：通过客土回填、土地平整、土壤改良、培肥地力等措施，复垦土地的土壤结构、有机质含量及理化性状将逐步改善，土壤生产力不断恢复，为农业生产或植被生长提供良好的土壤条件。

二、经济效益分析

农业生产效益恢复：复垦为耕地的土地经过培肥改良后，可逐步恢复农业生产能力，增加当地粮食产量与农户经济收入。据测算，复垦耕地达到稳定生产状态后，每年可产生一定的农业产值，为当地农业经济发展作出贡献。

土地资产价值提升：损毁土地经复垦后，土地利用价值显著提升，无论是用于农业生产还是转为其他合法用途，都将增加土地资产收益。同时，复垦后土地的增值也将为农村集体经济组织和农户带来长期稳定的财产性收入。

促进相关产业发展：复垦工程的实施将带动建筑、运输、农资等相关产业的发展，增加当地就业机会。复垦后形成的林地、草地还可发展林下经济、生态旅游等产业，拓宽群众增收渠道。

降低环境治理成本：通过及时、系统的土地复垦，可避免土地损毁进一步扩大而导致的后期治理成本大幅增加，同时减少因土地损毁引发的环境纠纷与经济赔偿，降低企业与社会的综合成本。

三、社会效益分析

保障群众合法权益：方案实施后，被损毁土地得到恢复，土地权属人的合法权益得到切实保障，因土地损毁引发的矛盾纠纷得到有效化解，有利于维护农村社会和谐稳定。

增加就业岗位：复垦工程建设期间及后期管护阶段，可吸纳当地劳动力参与工程施工与日常管护，为当地群众提供就近就业机会，增加务工收入，助力乡村振兴。

改善生产生活条件：复垦工程配套的道路、灌溉、排水等基础设施，将改善项目区及周边的农业生产条件与农村人居环境，提升群众的生产生活质量。

增强生态保护意识：通过方案实施过程中的宣传引导与公众参与，可增强当地群众对土地资源保护和生态环境修复的认识，形成全社会共同参与生态保护的良好氛围，具有积极的示范带动作用。

四、综合效益评价

综上所述，本方案的实施具有显著的生态效益、经济效益和社会效益。生态效益方面，可恢复土地功能、改善生态环境、消除地质灾害隐患；经济效益方面，可恢复农业生产、提升土地价值、带动相关产业；社会效益方面，可保障群众权益、增加就业、改善民生。三者相互促进、协调统一，能够实现项目区生态、经济、社会的可持续发展，是一项利国利民、功在长远的生态修复工程。

第八章　结论

1、乌海市天裕工贸有限公司天裕煤矿矿区面积2.3998km^2，开采方式为地下开采，设计生产规模为60万吨/年，截至2025年10月剩余可采资源量878万吨。按生产规模60万吨/年，储量备用系数1.4计，估算剩余服务年限10.4年。天裕煤矿采矿许可证有效期为2023年11月8日至2033年11月8日，截止本方案基准期，采矿权剩余有效年限为7.7年。沉稳期1年，修复期2年，植被管护期3年，因此，确定该方案服务年限为13.7年，即2026年8月—2040年4月，方案编制基准期为2026年7月。

2、根据调查截止本方案基准期天裕煤矿工业场地、风井场地已办理建设用地手续。

3、天裕煤矿已形成的损毁单元包括现状采空区、风井场地、工业场地、矿区道路，现状损毁土地面积86.16hm^2。

4、本方案服务期内矿区生态修复区面积142.83hm^2，为采空塌陷区。

5、天裕煤矿受损区块综合分区分为重度区（I）、中度区（II）两个级别。其中重度区（I）为风井场地、工业场地、矿区道路；中度区（II）为塌陷区。

6、对矿山现状和预测问题采取的工程以及预防措施包括裂缝充填工程、平整工程、砌体拆除工程、清基工程、清运工程、表土回覆工程、翻耕工程、土壤培肥工程、恢复乔木林地和其他草地等。

7、天裕煤矿矿山生态修复总费用为900.64万元，其中：工程施工费625.48万元、其他费用82.04万元，不可预见费133.77万元、监测与管护费59.35万元；近期3年矿山生态修复估算投资总额为343.64万元，其中：工程施工费256.10万元、其他费用43.55万元，不可预见费19.12万元、监测与管护费24.87万元。本着“谁开发、谁保护；谁破坏、谁修复”的原则，矿山矿区生态修复费用由乌海市天裕工贸有限公司筹措。

8、本方案严格依据国家法律法规和政策要求，基于本矿山处于探转采阶段，未编制开采初设、安全设施设计、当矿山企业扩大或缩小开采区域（涉及资源储量或采矿工程的）、当开采方案重大调整、开采布局调整、用地补偿计划、用林用草计划（包括使用期限）、损毁类型发生变化，汇能控股集团有限公司负责对本方案进行修订或重新编制。若在本方案服务期限内矿业权发生变更，则矿区生态修复责任与义务将随之转移。

9、矿山矿区生态修复方案是实施矿山生态修复的技术依据之一。本方案不代替相关工程勘察、治理设计。

10、本方案依据现场调查成果和已有资料进行编制，综合了已有资料成果的相关内容，但不能代替已有资料的各项专业性内容，业主进行矿山地质环境保护与恢复治理和土地复垦时，除满足本方案要求外，还需满足开采方案等已有资料及有关法律法规、规程、规范及标准的要求。

11、本次矿区生态修复总费用为理论估算值，建议采矿权人根据矿山实际需要、市场价格变化等因素对生态修复费用进行相应的调整。

附图：

附件：

附表：