



# 山东省济南市商河县沙河社区地热矿区 矿山地质环境保护与恢复治理方案

中石化绿源地热能（山东）开发有限公司

二〇二三年三月

# 山东省济南市商河县沙河社区地热矿区 矿山地质环境保护与恢复治理方案

编写单位：山东省地质矿产勘查开发局八〇一水文地质  
工程地质大队

项目负责：王海焦

编写人：贾明星 王海焦 齐树明 薄本玉

审查人：孙述海 郝杰

总工程师：李常锁

队长：张云峰

提交单位：中石化绿源地热能（山东）开发有限公司

提交时间：二〇二三年三月

# 目录

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 前    言 .....                     | 1  |
| 一、任务由来 .....                     | 1  |
| 二、目的任务 .....                     | 1  |
| 三、编制依据 .....                     | 2  |
| 四、矿山基本情况 .....                   | 3  |
| 五、开发利用方案概述 .....                 | 4  |
| 六、方案适用年限 .....                   | 6  |
| 第一章  自然地理与社会经济概况 .....           | 7  |
| 一、矿山交通位置 .....                   | 7  |
| 二、地形地貌 .....                     | 8  |
| 三、气象、水文 .....                    | 8  |
| 四、社会经济 .....                     | 10 |
| 第二章  矿区地质环境条件 .....              | 12 |
| 一、地层岩性 .....                     | 12 |
| 二、地质构造 .....                     | 13 |
| 三、水文地质条件 .....                   | 15 |
| 四、工程地质条件 .....                   | 16 |
| 五、区域热储特征 .....                   | 16 |
| 六、矿山及周边其他人类重大工程活动情况 .....        | 24 |
| 第三章  矿山地质环境影响评估 .....            | 25 |
| 一、评估范围和评估级别 .....                | 25 |
| 二、现状评估 .....                     | 26 |
| 三、预测评估 .....                     | 33 |
| 第四章  矿山地质环境保护与恢复治理分区 .....       | 38 |
| 一、分区原则与方法 .....                  | 38 |
| 二、分区评述 .....                     | 39 |
| 第五章  矿山地质环境保护与恢复治理原则、目标和任务 ..... | 40 |
| 一、矿山地质环境保护与恢复治理原则 .....          | 40 |
| 二、矿山地质环境保护与恢复治理目标和任务 .....       | 40 |
| 三、矿山地质环境保护与恢复治理工作部署 .....        | 40 |
| 第六章  矿山地质环境防治工程 .....            | 42 |
| 一、矿山地质环境监测工程 .....               | 42 |
| 二、矿山地质环境回灌工程 .....               | 43 |
| 第七章  经费估算与进度安排 .....             | 46 |
| 一、工程量估算 .....                    | 46 |
| 二、经费估算 .....                     | 46 |
| 三、进度安排 .....                     | 48 |
| 第八章  保障措施与效益分析 .....             | 50 |
| 一、保障措施 .....                     | 50 |
| 二、效益分析 .....                     | 50 |
| 第九章  结论与建议 .....                 | 52 |
| 一、结论 .....                       | 52 |
| 二、建议 .....                       | 52 |

## 附图

- 1、山东省济南市商河县沙河社区地热矿山地质环境现状评估图（1:25000）
- 2、2、山东省济南市商河县沙河社区地热矿山地质环境影响预测评估图（1:25000）
- 3、山东省济南市商河县沙河社区地热矿山地质环境保护与恢复治理工程部署图（1:25000）

## 附件

- 1、资质证书
- 2、委托书
- 3、矿山地质环境现状调查表
- 4、《山东省济南市商河县沙河社区地热矿区地热资源储量报告》评审意见书
- 5、《山东省济南市商河县沙河社区地热矿区地热资源开发利用方案》评审意见书
- 6、中石化绿源地热能（山东）开发有限公司承诺书
- 7、山东省地质矿产勘查开发局八〇一水文地质工程地质大队（山东省地矿工程勘察院）承诺书

# 前 言

## 一、任务由来

为合理开发利用济南市商河县沙河社区附近地热资源，规范地热开采市场，中石化绿源地热能（山东）开发有限公司拟实施济南市商河县沙河社区地热资源探矿权转采矿权。2022年10月，中石化绿源地热能（山东）开发有限公司通过公开竞拍的方式取得“山东省济南市商河县沙河社区”地热采矿权，现需要办理采矿许可证。根据原国土资源部办公关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知（（国规〔2016〕21））山东省国土资源厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知（鲁国土资字〔2017〕30）、《山东省地质环境保护条例》和《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 022）-20的规定，中石化绿源地热能（山东）开发有限公司委托山东省地质矿产勘查开发局八〇一水文地质工程地质大队（山东省地矿工程勘察院）承担“山东省济南市商河县沙河社区地热矿区地质环境保护与恢复治理方案”编制工作。

## 二、目的任务

编制该方案的目的是为采矿权设置提供依据，并通过野外调查结合资料收集、分析、整理、研究，查明该矿山开发利用造成的矿山地质环境问题、提出拟采取的矿山地质环境保护与恢复治理方案，为实施保护、监测和恢复治理矿山地质环境提供技术依据。

编制该方案主要任务为：

- 1、基本查明矿山地质环境条件和矿山地质环境问题，并对矿山开发利用可能引起的环境地质问题进行分析；
- 2、开展矿山地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏、矿区水土环境污染的现状评估和预测评估；
- 3、进行矿山地质环境恢复治理分区，并提出矿山地质环境恢复治理措施；
- 4、进行矿山地质环境恢复治理的经费预算，提出矿山保护与恢复治理的保障措施。

### 三、编制依据

#### （一）法律法规

- 1、《中华人民共和国环境（1989年12月26日中华人民共和国主席令第二十二号）；
- 2、《中华人民共和国矿产（1996年8月29日中华人民共和国主席令74号）；
- 3、《中华人民共和国土地（1998年8月29日中华人民共和国主席令第八号）；
- 4、《地质灾害防治条例》（中华人民共和国国务院令394号）；
- 5、《矿山地质环境保护规定》（中华人民共和国国土资源部令第44号）。

#### （二）政策文件

- 1、《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21号）；
- 2、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（中华人民共和国国土资源部2016年12月）；
- 3、《山东省国土资源厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（鲁国土资字〔2017〕300号）；
- 4、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）；
- 5、《山东省地质灾害(2021-2025)》；
- 6、《山东省矿山地质环境保护与治理规划》（2018—2025年）；
- 7、《山东省国土资源厅山东省水利厅关于切实加强地热资源保护和开发利用管理的通知》（鲁国土资规〔2018〕2号）；
- 8、《济南市矿产资源总体规划（2021—2025年）》；
- 9、《济南市地质灾害（地面沉降）防治规划（2016—2025年）》；
- 10、《东济南市矿山地质环境保护与治理规划》（2018—2025年）（济南市人民政府，2018年）。

#### （三）技术规范

- 1、《区域地质图图例》（GB/T 958-2015）；
- 2、《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB 12719-1991）；
- 3、《1:50000地质图地理底图编绘规范》（DZ/T 0157-1995）；

- 4、《地质图用色标准及用色（1:50000）》（DZ/T 0179-1997）；
- 5、《地下水监测规范》（SL/T 183-2005）；
- 6、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）；
- 7、《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；
- 8、《城镇地热供热工程技术规程》（CJJ 138-2010）；
- 9、《地热资源地质勘查规范》（GB/T 11615-2010）。

#### （四）相关基础资料

- 1、山东省济南市商河县沙河社区地热矿区内相关地热井完井报告；
- 2、《山东省济南市商河县沙河社区地热矿区地热资源开发利用方案》及评审意见书；
- 3、《山东省济南市商河县沙河社区地热矿区地热资源储量报告》

### 四、矿山基本情况

根据《商河县矿产资源总体规划（2021—2025年）》，2022年5月10日，商河县自然资源局发布了“《关于恳请市局委托我县做好地热采矿权出让前期工作的请示》（商自然资字〔2022〕55号）”，恳请市局委托商河县自然资源局做好25处地热采矿权出让前期工作。2022年5月20日，济南市自然资源和规划局以“《关于做好商河县地热采矿权出让前期工作的批复》（济自然规划字〔2022〕34号）”同意在商河县贾庄等地设置25处地热采矿权。拟设矿区名称为“商河县沙河社区地热”矿区，拟设矿区由4个拐点坐标圈定，极值坐标（中央子午线\*\*\*，\*\*\*国家大地坐标系）X：\*\*\*\*\*、Y：\*\*\*\*\*，开采矿种为地热，开采方式为地下开采，矿区面积2.44km<sup>2</sup>（表1-1）。

拟设矿权范围内现有地热井2眼（图1-4），1口开采井（DR1），1口回灌井（DRHG1），井间距为329.6m。DR1井口坐标：X：\*\*\*\*\*，Y：\*\*\*\*\*，成井深度1295.70m，井口标高13.50m，开采标高\*\*\*\*\*m；DRHG1井口坐标：X：\*\*\*\*\*，Y：\*\*\*\*\*，成井深度1277m，井口标高\*\*\*m，开采标高\*\*\*。

表0-1 商河县沙河社区地热矿区拟设采矿权范围拐点坐标一览表

| 拐点编号 | 坐标（*** 国家大地坐标系） |       |
|------|-----------------|-------|
|      | X               | Y     |
| 1    | *****           | ***** |
| 2    | *****           | ***** |

|                       |       |       |
|-----------------------|-------|-------|
| 3                     | ***** | ***** |
| 4                     | ***** | ***** |
| 面积2.44km <sup>2</sup> |       |       |



图0-1 拟设矿区井位位置图

## 五、开发利用方案概述

### （一）建设规模及工程布局

沙河社区设计供暖建筑面积共计5万m<sup>2</sup>，开采地热水设计全部用于居民楼取暖，为地板采暖。楼体为砖混结构，墙体采用泡沫塑料保温材料。

该矿区周边有拟设地热采矿权1处，为商河县龙桑寺社区地热矿区，位于本矿区西南5.4km，编号CQ021，与本矿权不重叠。

根据商河县自然资源局编制的《商河县矿产资源总体规划（2021—2025年）》，此规划共设置拟设采矿权区块25处，包括本次开发利用方案涉及采矿权，矿权位于开采规划区块商河县沙河镇，热储层为馆陶组。

### （二）矿山开采方式及开采工艺流程

地热井开采方式为潜水泵抽出式，开采层位为新近纪馆陶组，动水位埋深80～100m。供暖期可选用扬程120m，功率55KW深井泵抽取，将深井泵下至地面下120m处，采用变频供水系统，并在井中埋设输水管道，将地下水引至地热处理控制室。潜水泵可选用型号为200QJR100/120，其外径184mm，出水口径200mm，材质为不锈钢。

井口设施包括：井口装置（可选用JKZ350/150型井口装置）、除砂器（可选用TSXL-100型旋流除砂器）、阀门与仪表及其他电气设备（包括潜水泵控制柜及系统循环控制柜、补水泵组控制柜等）。

结合矿区实际条件，本次设计地热流体利用方式：间供、地板采暖、尾水回灌。供暖回灌工艺流程：开采井原水→排气→除砂→供暖系统→粗过滤→精过滤→加压回灌→回灌井。

具体利用方式和基本流程为：地热流体通过潜水泵从地下取出后，经排气、除砂器进入一次换热器首先进行第一次热交换，进水温度为56℃，出水温度为48℃；经过一次热交换后的地热水通过管道进入二次换热器，进水温度为48℃，出水温度为22℃；地热尾水通过回灌管网进入回灌井回灌至同层热储中。为间供地板采暖系统供热，设计供热负荷2000kW。地热供暖工艺流程见图4-2。系统设计参数见表0-2、能源配置见表0-3。

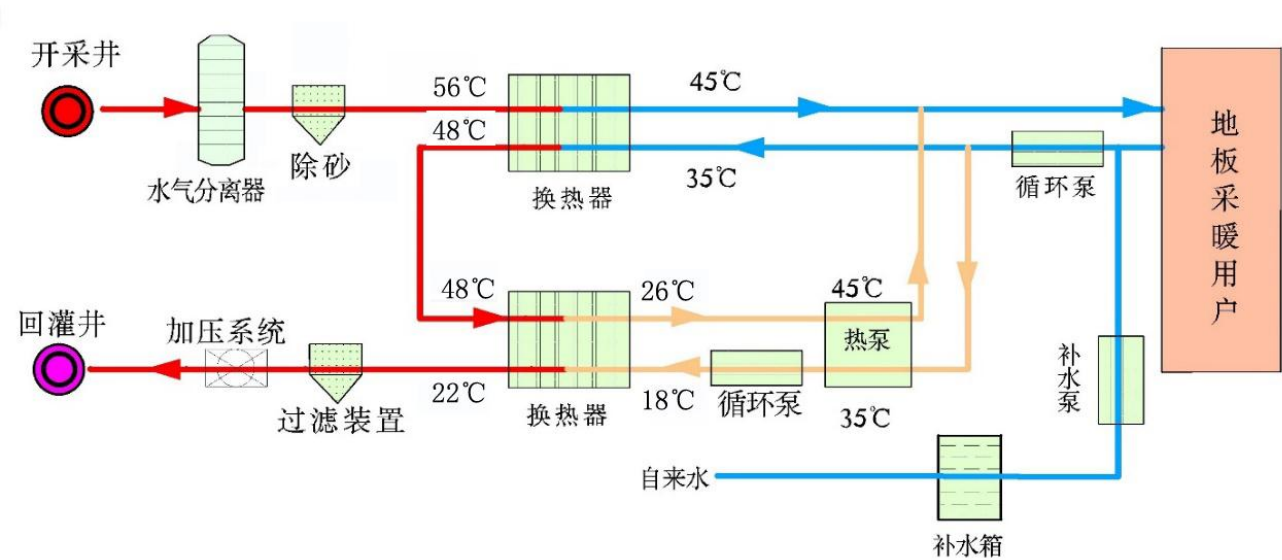


图0-2 地热流体开采方式和基本流程示意图

表0-2 系统设计参数

| 序号 | 参数名称          | 采暖系统 |
|----|---------------|------|
| 1  | 地热流体温度        | 56℃  |
| 2  | 一级换热器地热流体出口温度 | 48℃  |

|   |               |        |
|---|---------------|--------|
| 3 | 二级换热器地热流体出口温度 | 22℃    |
| 4 | 地板辐射采暖用户供回水   | 45/35℃ |

表0-3 能源配置表

| 供热系统     | 能源配置 (kW/h) |         | 热负荷 (kW/h) |
|----------|-------------|---------|------------|
|          | 地热 (一级)     | 热泵 (二级) |            |
| 地板辐射采暖系统 | 1657.45     | 342.55  | 2000       |

本系统地热潜水泵、加压循环泵、热泵、电缆等设备均采用耐高温、防腐蚀的材料；潜水泵管路及输水管路采用内衬树脂加外保温钢管进行铺设，以减弱地热流体对设备及管路的腐蚀带来的不良结果。

### (三) 开发利用方案评述

1、《山东省济南市商河县沙河社区地热矿区地热资源开发利用方案》于2022年 6月24日通过济南市自然资源和规划局组织有关专家的评审，通过评审的矿山生产能力为1005.99m<sup>3</sup>/d，矿山服务年限为10年。

2、本项目位于济南市商河县沙河社区，设计采用“一采一灌”模式，本次设计采用间供的开发利用模式进行供暖，即抽出DR1井的地热水经过换热器与热泵两次换热，提取热量加热后的循环水向建筑物供暖，温度降低后的地热尾水经处理后通过DRHG1井回灌到同层热储中。设计建设1个泵房，位于DRHG1井西侧。沙河社区设计供暖建筑面积共计5万m<sup>2</sup>，开采地热水设计全部用于居民楼取暖，为地板采暖。楼体为砖混结构，墙体采用泡沫塑料保温材料。

3、该矿区周边有拟设地热采矿权1处，为商河县龙桑寺社区地热矿区，位于本矿区西南5.4km，编号CQ021，该拟设矿区内有地热井2眼，1口开采井1口回灌井，成井深度1292~1295.7m，开采标高\*\*\*。拟设矿区范围由4个拐点坐标圈定，极值坐标为X：\*\*\*\*\*、Y：\*\*\*\*\*，面积2.44km<sup>2</sup>。开采热储为馆陶组热储，地热开发主要用于供暖。

## 六、方案适用年限

本次矿山地质环境保护与恢复治理方案适用年限为5年，确定基准年为2022年，如矿山范围、开采方式等发生变化，需对本方案进行修编，并报原批准机关审批。

# 第一章 自然地理与社会经济概况

## 一、矿山交通位置

商河县地处山东省西北部，位于东经  $116^{\circ} 58' - 117^{\circ} 26'$  北纬  $37^{\circ} 06' - 37^{\circ} 32'$  之间，隶属济南市，是济南市的北大门。东靠滨州市的惠民、阳信，公路直达渤海沿岸；西与德州市的临邑毗邻，距津浦铁路及德州市 90km，南临济阳县，到济青、京福高速公路 70km，距济南飞机场 50km，北与德州市的乐陵接壤，公路畅通京津。省道 S248 线纵贯南北，S316 线横跨东西，全县公路通车里程达 1170km，公路密度名列全省之首。

拟设矿区位于商河县东北 16.9km，沙河镇政府西北 0.3km，行政区划属沙河镇。南距龙怀路 0.9km，交通便利（图 1-1）。

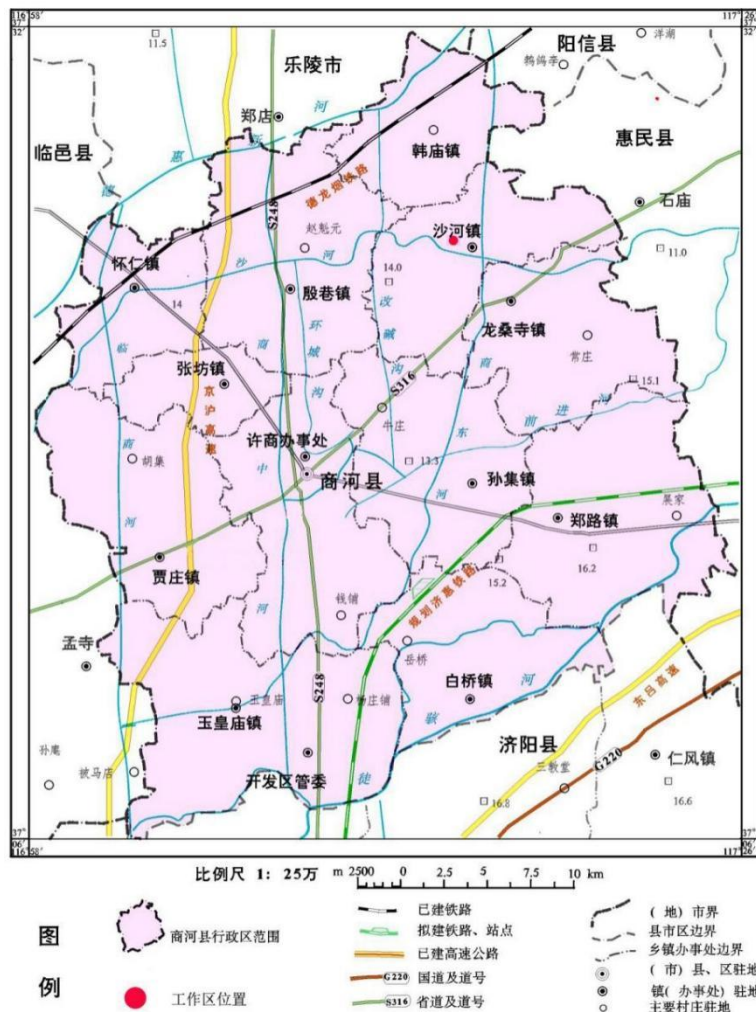


图1-1 矿区附近交通位置图

## 二、地形地貌

拟设矿区地处黄河下游冲积平原区，地形平坦，地势南高北低，西高东低，

自西南向东北缓缓倾斜，海拔 3~19m，地面坡降 1/10000 左右。微地貌形态为河滩高地和坡地，地表岩性以粉土和粉质粘土为主。

**河滩高地：**是区内分布最广的微地貌形态，为故（古）河道河漫滩沉积而成，地表岩性主要为粉土，地形上较其他地方高出 1~2m，地下水位埋藏较深，排水条件良好，一般不易受涝碱的威胁，但易受旱。

**缓平坡地：**为黄河泛滥漫流沉积所成，地表岩性以粉土、粉质粘土为主，由于地下水位埋藏较浅，且排水不畅，故易碱易涝。

## 三、气象、水文

### （一）气象

商河县地处中纬度，属暖温带半湿润季风气候，春季干燥少雨，多西南风，夏季炎热多雨，秋季天高气爽，冬季严寒干燥，多东北风。历年年平均气温 12.8℃；光照充足，年平均日照总时数 2613 小时。历史最大冻土深度 59cm。全年一月份最冷，月平均气温-3.6℃，日最低气温≤-5.0 的寒冷日数，年平均为 64 天，严寒天气最早开始于 11 月下旬，最晚结束于 3 月中旬。七月份最热，月平均气温 26.8℃，日最高气温≥35℃的炎热日数，年平均为 15.8 天，炎热天气一般从 6 月上中旬开始，至 9 月上旬结束。最高气温 42.7℃（1942 年 7 月 6 日），最低气温-21.7℃（2021 年 1 月 7 日）。

商河县多年（2000 年~2021 年）平均降水量 669.1mm（图 1-2），最大为 1120.7mm（2007 年），最小为 278.0mm（2003 年）；多年平均蒸发量 1525.6mm（见图 1-3），区域蒸发量大于降水量，相对差值呈现由东南向西北的递增趋势，干旱指数为 2 左右，无霜期为 192~238 天。

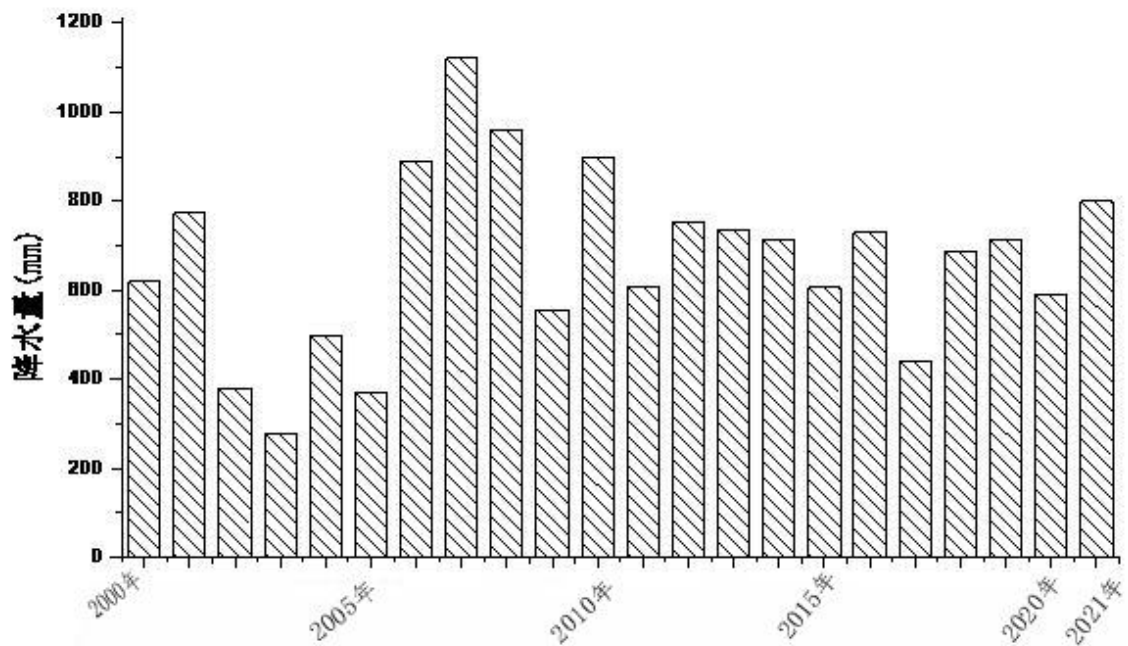


图 1-2 商河县 2000~2021 年降水量直方图

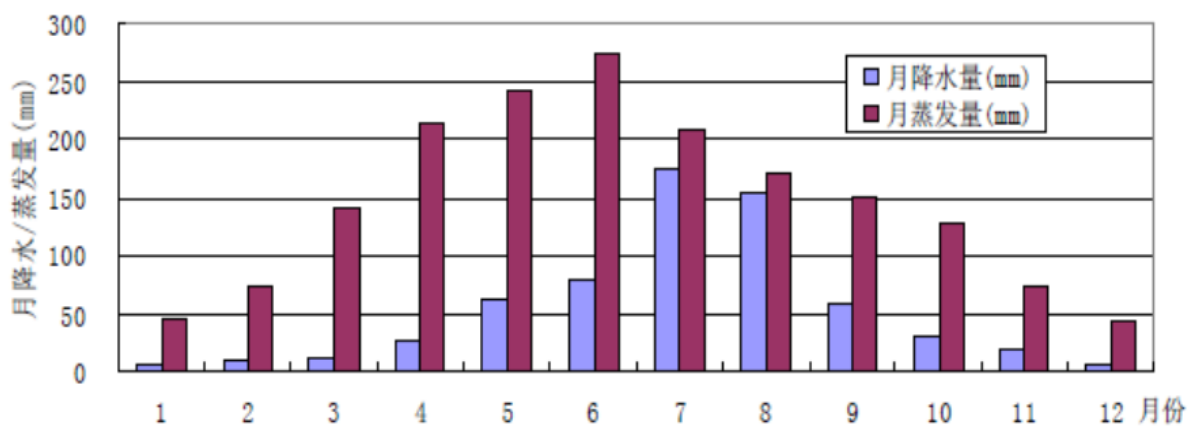


图 1-3 商河县多年平均蒸发量统计图

## (二) 水文

商河县境内主要河流有黄河、徒骇河、垛石河、土马河、寺干沟、临商河、商中河和商东河，除了徒骇河外，其他河流多为季节性雨源型河流，其主要功能是排洪泄涝和进行农业灌溉。

商河县属海河流域、徒骇河水系，境内骨干河道 15 条，其中省属过境河道 2 条，县属骨干河道 13 条，总长度 380.34km。拟设矿区西部有一条南北向的商中河，为季节性雨源型河流，其主要功能是排洪泄涝和进行农业灌溉。

**黄河：**位于拟设矿区东南部，是济南市重要的客水资源。根据洛口水文站资料，黄河多年平均径流量 435 亿  $\text{m}^3$ ，流量  $1387\text{m}^3/\text{s}$ 。黄河为一地上河，河床平均每年淤高 0.126m。最大洪水主要集中在六至九月份，凌汛一般发生在十二月份至来年二月份；

黄河在济南河段的结冰期最早在 12 月上旬，最晚在 1 月上旬开始结冰，流冰期为半月左右，黄河水无嗅无味，pH 值为 8 左右，属于淡水，为碳酸氢钠型水。

**徒骇河：**干流自山东聊城莘县起，流经聊城市区、茌平、高唐，德州、禹城、齐河、临邑，济南济阳、商河，滨州惠民、滨县、沾化等 13 个县（市），最后在沾化汇入渤海。河道全长 436km，流域总面积 13902km<sup>2</sup>。

**商中河：**商中河又名跃进河，原为 1958 年开挖的引水河道，1969—1970 年按“1964 年雨型”排涝标准扩大治理，改作德惠新河支流。源于徒骇河，南自杨庄铺乡南河头村起，北至赵魁元乡帽杨村入德惠河。长 39km，流域面积 343km<sup>2</sup>。河床底宽 9~15m，河底高程 11.32~16.2m，排涝水位 11.4m，流量 123.7m<sup>3</sup>/s，为贯通县境中部的排灌中枢。

## 四、社会经济

本矿区位于济南市商河县，商河县 2021 年的社会经济情况（资料来源：公报）简述如下：

2021 年商河县地区生产总值 208.5 亿元，按可比价格计算，比上年增长 9.2%。其中，第一产业增加值 56.1 亿元，增长 10.1%；第二产业增加值 64.2 亿元，增长 13.6%；第三产业增加值 88.2 亿元，增长 5.8%。三次产业构成比为 26.9：30.8：42.3。全年人均地区生产总值 39439 元，增长 15.9%，实现了经济总量、发展质量、人均均量“三量齐升”。

表 1-1 2021 年商河县主要工业产品产量及增长速度

| 产品名称   | 计量单位 | 产量    | 比上年增长 (%) |
|--------|------|-------|-----------|
| 纱      | 万吨   | 4.9   | 7.6       |
| 服装     | 万件   | 214.0 | -25.0     |
| 日用玻璃制品 | 万吨   | 10.1  | 7.9       |
| 饲料     | 万吨   | 28.1  | -15.4     |
| 鲜、冷藏肉  | 万吨   | 4.8   | -37.6     |
| 纸制品    | 万吨   | 9.5   | 4.2       |
| 商品混凝土  | 万立方米 | 185.2 | 27.8      |
| 钢结构    | 万吨   | 13.1  | 12.1      |

2021年全县地方一般公共预算收入累计完成20.0亿元，增长33.4%，其中税收收入16.0万元，占比达80.0%。地方一般公共预算支出43.4亿元，下降14.1%。其中，教育支出10.2亿元，下降11.9%；一般公共服务支出4.8亿元，下降10.2%；节能环保支出0.3亿元，下降91.0%；城乡社区支出8.8亿元，增长39.4%。

2021年末，全县实现城镇新增就业2082人，城镇登记失业率1.61%，远低于全市平均水平。全县各类在校学生总计9.60万人。全县拥有卫生机构445处。全县年末户籍总人口639503人，男女性别比例为103.7：100，人口出生率7.35‰，死亡率6.05‰，自然增长率1.3‰。

## 第二章 矿区地质环境条件

### 一、地层岩性

区域上属于华北地层大区晋冀鲁豫地层区之华北平原地层分区，全区均被第四系沉积物覆盖，无基岩出露。自新生代以来，受差异性升降运动的影响，一直缓慢下沉，沉积了巨厚的新生代地层。该区域地层由新到老依次为：

#### （一）古近系（E）

区域内古近系地层主要为济阳群东营组和沙河街组。

##### ①沙河街组（E<sub>2-3</sub>§）

沙河街组以灰色泥岩为主，次为粉砂岩、细砂岩、油页岩、碳酸盐岩。是重要的含油、岩盐地层。四段以含油页岩和含石膏的灰色泥岩为主夹粉砂岩、砂砾岩；三段为一套灰色泥岩夹砂岩，含油；二段为紫红、灰绿色泥岩夹砂岩、砂砾岩，含油；一段为灰色、灰绿色泥岩夹油页岩。含介形虫及腹足类、植物、轮藻及孢粉等化石。

整合或平行不整合覆于孔店组之上；整合伏于东营组之下。复合层型剖面厚1555m；区域厚1000~4000m以上。

##### ②东营组（E<sub>3d</sub>）

东营组（E<sub>3d</sub>）：根据区域地质资料，其埋深一般1350~1600m，厚度大于200m。上部以棕红夹灰绿色泥岩和灰白色泥质砂砾岩为主，顶部有一层厚6m左右的灰黑、黑色玄武岩；中部为紫红、灰绿色泥岩与灰白色细砂岩互层；下部为浅灰色细砂岩、粉砂岩与灰绿色、紫红色泥岩互层。

#### （二）新近系（N）

区域内新近系黄骅群，自下而上分为明化镇组和馆陶组。

##### ①馆陶组（N<sub>1g</sub>）

根据区域与钻探地质资料，其埋深1030~1200m，厚度220~500m。岩性较粗，多为砂砾岩、含砾砂岩，砂岩单层厚度由几m至十几m。在垂向上具有上细下粗的正旋回沉积特征，上部以土黄、棕黄、灰黄色泥质砂岩、砂质泥岩和灰、灰黄、灰白色粉砂岩、细砂岩及棕黄色夹灰绿色泥岩为主，砂岩成分以石英、长石为主，含少量暗色矿物，磨圆中等，分选较好，结构疏松；泥岩质纯，性脆，含少量钙核和较多石膏晶体。

下部以棕红色夹灰绿色泥岩，浅灰、灰白色粗砂岩及灰色、灰白色砂砾岩夹灰色泥质砂岩为主。砂砾岩成分以石英为主，泥质胶结，次棱～次圆状，分选中等；泥岩质纯，性脆，含较多钙核和石膏晶体。受临邑断裂控制，馆陶组底板埋深、地层厚度自北向南呈变深、变厚的趋势，与下伏东营组呈不整合接触。

#### ②明化镇组（N<sub>2</sub>m）

顶板埋深为200～400m，厚度700～900m，与下伏馆陶组呈假整合接触。岩性以土黄、棕红、棕黄色泥岩和浅灰、灰白色砂岩为主，局部夹灰绿色泥岩及钙质团块。上部泥岩成岩性差，见水膨胀；下部泥岩成岩性好，质纯，性较脆。砂岩多为松散状，泥质胶结，上部以粉～细砂岩为主，下部以细～中细砂岩为主，砂岩成分以石英为主，长石次之，含少量暗色矿物，分选性及磨圆度中等。

### （三）第四系(Q)

第四系的物质组成、分布特征与地貌有密切的关系，区域主要为黄河冲击平原区，其物质组成及微地貌受黄河控制，由于多次泛滥改道，形成了沿黄河两岸展布的冲积平原。由于黄河流经黄土高原区，泥沙含量高，沉积物以灰黄色、褐黄色为主，沉积物较细，以粉砂及泥质为主；在当今黄河河道上沉积物略粗，主要为细砂、细粉砂及泥质；黄河两岸常形成大面积的茅草荒滩，沉积物碳质含量高，为灰黑色。

平原组（Q<sub>pp</sub>）区内普遍分布，地层厚度200～400m，与下伏新近系明化镇组呈不整合接触。岩性上部岩性为土黄、褐黄、灰黄色砂质粘土和粘质砂土夹粉砂、粉细砂层，结构松散；下部为棕黄、棕红、灰绿色砂质粘土夹细砂层，含较多钙质结核。

## 二、地质构造

### （一）构造单元划分

拟设采矿区所处位置在大地构造单元上位于华北陆块（Ⅰ级）华北拗陷（Ⅱ级）济阳拗陷区Ia（Ⅲ级）惠民潜断陷Ia4（Ⅳ级）的次级构造单元临邑凹陷（潜）Ia42（Ⅴ级）（见图3-1、表3-1）。

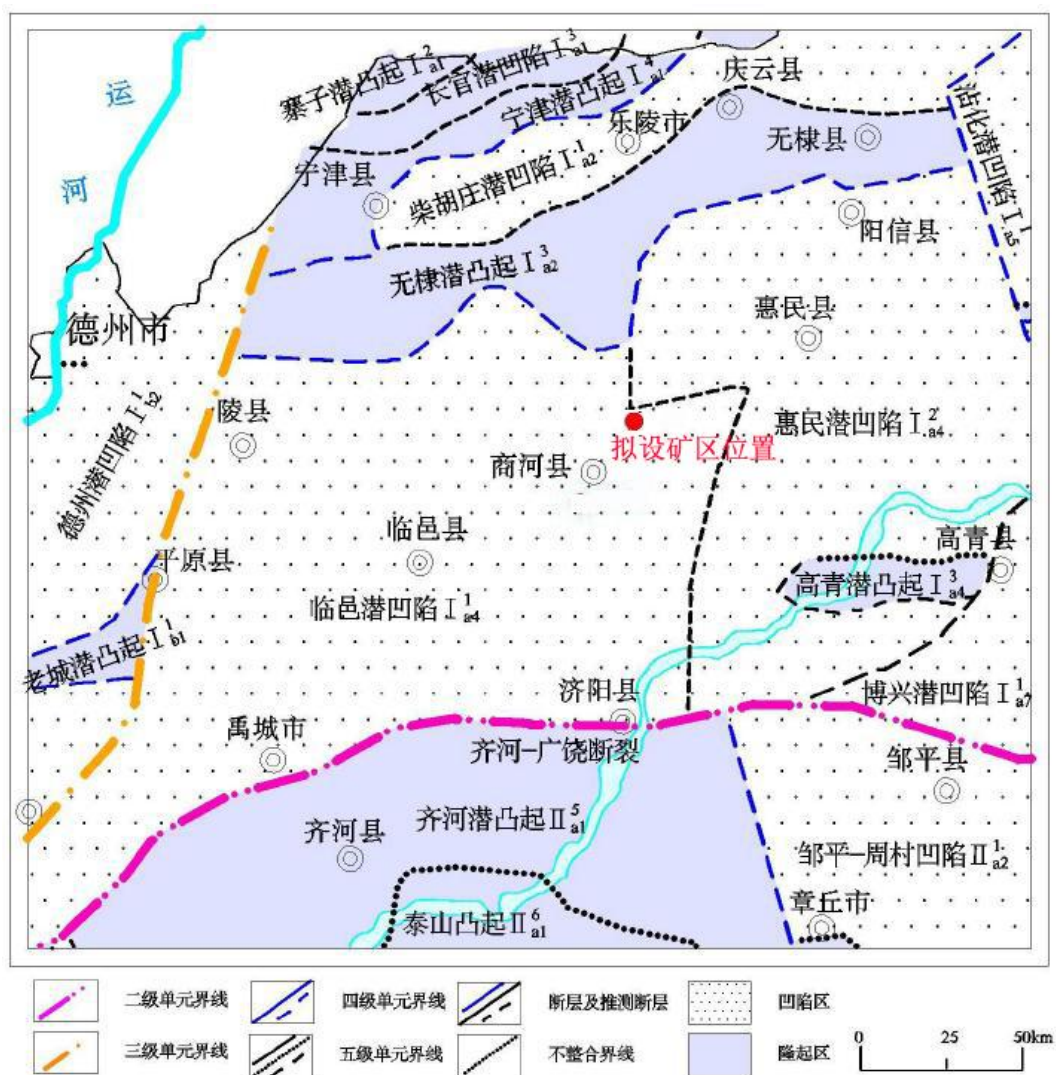


图2-1 区域地质构造图

表2-1 区域构造单元划分表

| 一级   | 二级   | 三级    | 四级    | 五级      |
|------|------|-------|-------|---------|
| 华北陆块 | 华北拗陷 | 济阳拗陷区 | 惠民潜断陷 | 临邑凹陷（潜） |

## （二）断裂构造

拟设矿区周边区域内新生代以来断裂构造运动活跃，主要受新华夏构造体系的影响，断裂主要发育方向为NNE、NE向，均隐伏于新近系地层之下。这些断裂不仅切割了中生代地层，而且还控制了新生代地层的沉积发育，其中影响本区的断裂主要为商河断裂。

商河断裂为临邑—惠民断裂的分支断裂，穿越商河县城，走向NE，倾向SE，倾角75°，为南盘下降、北盘上升的张扭性正断层带，古近系断距800m，新近系断距150～300m。该断裂形成于燕山运动末期，后期经历了古近系始新世～新近系上新世后期的

构造运动，控制断层两侧新生代沉积厚度，使其相差250m左右，属活动性强烈的断裂，导致深部岩浆沿断裂构造应力集中区上涌侵入东营组。

自古近系以来，本区经历了多次构造运动，发育了一系列NE、NW及近EW向继承性断裂，发生了大规模的不均一的断陷活动，形成一系列凹陷和凸起。调查区位于惠民凹陷西南部构造带，南为临邑凹陷。古近系时期，本区处于强烈的拉张作用下，断裂活动强烈，并在工作区附近地区形成构造活动带，小型断裂发育，并控制着区内古近系的沉积。进入新近系，断裂活动减弱。

### 三、水文地质条件

本区属于黄河下游冲积平原水文地质区，地下水赋存于新生界不同粒径的含水层（组）中。受新生代以来阶段性和差异性升降运动的影响，其含水层（组）在空间分布上结构复杂，重迭交错，地下水具有明显的分带性。在埋深500m内，根据地层岩性、含水层的水力性质、埋藏特点及地下水化学特征，本区地下水在垂直方向上由浅到深可分为：浅层潜水—微承压、中层承压、深层承压含水层。

#### （一）浅层潜水—微承压含水层（组）

系指埋藏在0~60m深度以内的地下水，主要赋存在第四系全新统及上更新统上部，为冲积、湖积相地层。含水层岩性主要为粉砂、粉细砂，含水层厚度10~20m，单井涌水量为20~30m<sup>3</sup>/h，水位埋深2~3m。矿化度 $>2\text{g/l}$ ，水化学类型为 $\text{Cl} \cdot \text{SO}_4\text{—Ca} \cdot \text{Na}$ 型和 $\text{Cl} \cdot \text{SO}_4 \cdot \text{HCO}_3\text{—Na} \cdot \text{Mg}$ 型。地下水主要接受大气降水的垂直入渗和河流沟渠的侧渗补给，水平迳流较迟缓，水力坡度小，主要排泄方式为蒸发和人工开采。

#### （二）中层承压水

系指埋藏于60~200m深度内的承压水，主要赋存在第四系上更新统下部和中更新统。含水层岩性主要为粉砂、粉细砂、细砂，含水层厚度20~30m，单井涌水量30~50m<sup>3</sup>/h，水化学类型以氯化物型为主，矿化度 $>2\text{g/l}$ ，目前尚未开采利用。

#### （三）深层承压水

系指埋藏在200m深度以下或中层咸水体底界面以下的地下水，主要赋存在第四系下更新统和新近纪明化镇组中。淡水顶界面为150~200m，在200~500m取水区间内含水层岩性主要为粉细砂、中细砂和中砂。含水层累计厚度70~80m。单井涌水量为40~

60m<sup>3</sup>/h，矿化度1~2g/l，水化学类型为HCO<sub>3</sub>·SO<sub>4</sub>·Cl—Na型。区内深层地下水的主要接受远距离侧向迳流和上部弱透水层的越流补给等。由于其补给途径长，水力坡度小，迳流迟缓，属消耗型水源。

## 四、工程地质条件

矿区位于鲁西北黄泛平原工程地质区的沿黄冲积层稳定亚区。广泛分布第四系黄河冲积物，上层为砂性土多层结构。砂性土以粉细砂为主，软塑—可塑，松—中密。局部夹淤泥类土，对建筑基础稳定性有影响。地震动峰值加速度为0.10g，地壳相对稳定。砂性土容许承载力100—190Kpa。

矿区热储盖层厚度大、岩性稳定，矿山工程地质条件较好。但是由于地热水资源埋藏深、补给条件差、径流缓慢的特点，为了保证地热水资源长期稳定开采，严禁超量开采。

## 五、区域热储特征

### （一）热储层划分

热储系统划分主要根据热储含水层系统的埋藏条件、岩性、岩相特征、热流体的储集空间类型、地热流体温度、埋深、水化学特征、经济技术开发条件及区域研究程度进行。在同一热储系统内，根据地质时代，热储含水岩层颗粒粗细的沉积旋回组合规律及水文地质特征等因素，可将其进一步划分为热储层组。

根据上述划分原则，本次将古近纪、新近纪陆相沉积层划分为一个热储系统，称之为碎屑岩热储系统。该热储系统自上而下划分为四个热储层组：

- （1）明上段热储层组：新近系明化镇组上段含水层组；
- （2）明下段热储层组：新近系明化镇组下段含水层组；
- （3）馆陶组热储层组：新近系馆陶组含水层组；
- （4）东营组热储层组：古近系东营组含水层组。

矿区主要研究热储层为馆陶组热储。

区域内馆陶组热储温度基本在53~58℃之间，主要特征为中部温度高，由中部向东、西南两侧降低。温度最高点位于贾庄镇工业园内，最高温度达到58℃；其次县城中心地区和北部温度较高，大约为56~57℃；温度最低点位于郑陆镇郑路社区内，最

低温度为53℃。区内有一处温度异常区：农业科技示范园、37°小区出现异常，该处由于地热井密集，地热利用程度高，热储温度55~56℃。

区域矿化度在4.9~13.4g/L范围内，由北向南逐渐增大。商河西北怀仁矿区附近地热水矿化度最低，约为4.9g/L；农业科技示范园南部矿化度地热水最高，为13.4g/L。区内有几处矿化度异常区：1、商河东北部沙河镇矿区附近，地热水矿化度在9.0g/L左右；2、商河县城西北，集中供热中心、颐景城、泰和名都、凤凰城等小区的部分地热水矿化度在9~11g/L左右；3、商河县城东南的农业科技示范园南部地热水矿化度在11.4~13.4g/L左右。

区域静水位由东北向西南逐渐升高，埋深在56.7~69.8m之间。商河北部地热井较少，地热利用程度较低，静水位埋深一般在56.7~60m之间；商河中心城区及玉皇庙中心城区，地热井密集，地热利用程度高，静水位埋深一般66~68m。沙河社区附近静水位埋深最小，约56.7m；贾庄开元新村静水位埋深最大，约69.8m。



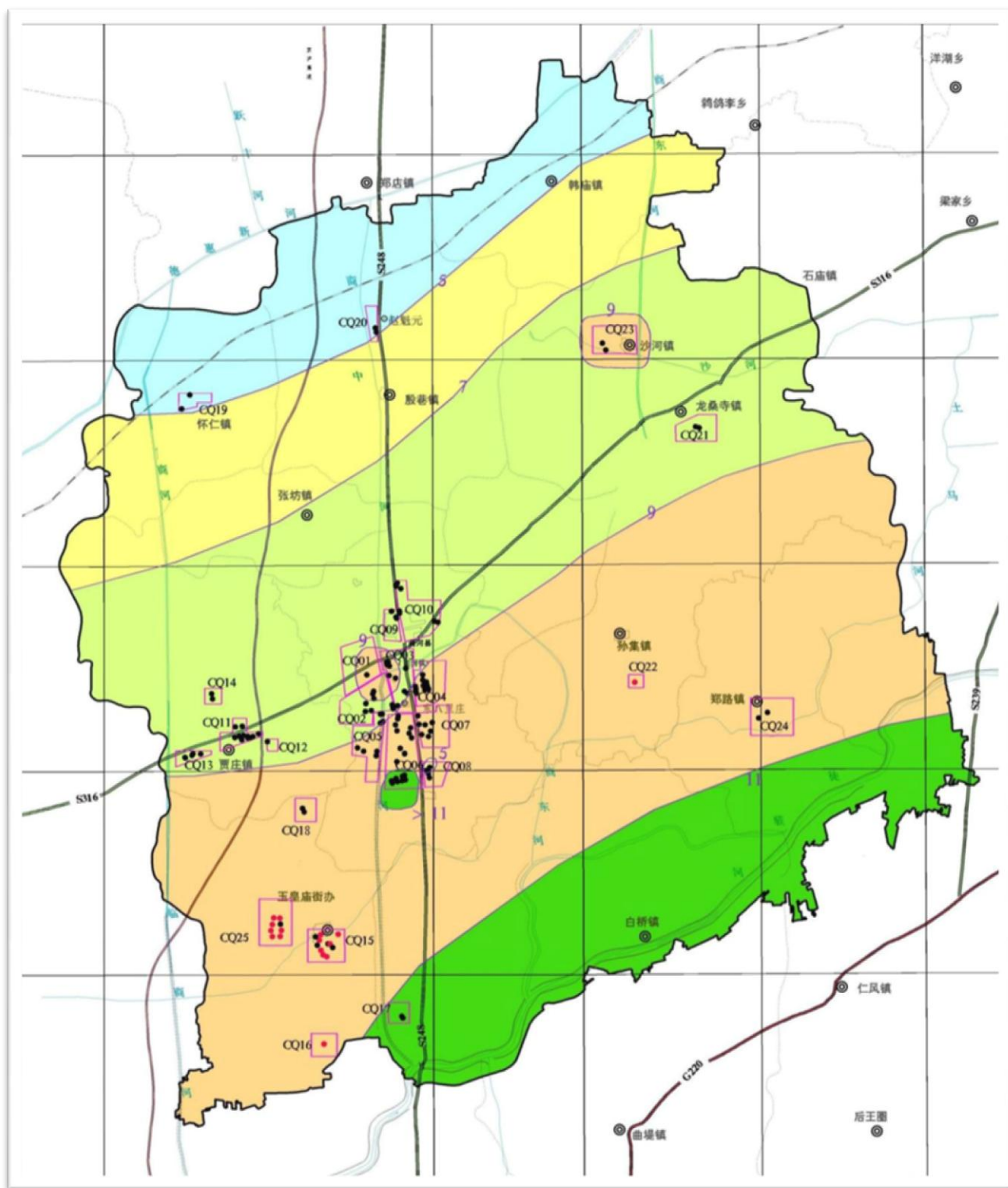


图 2-3 商河县水化学等值线图

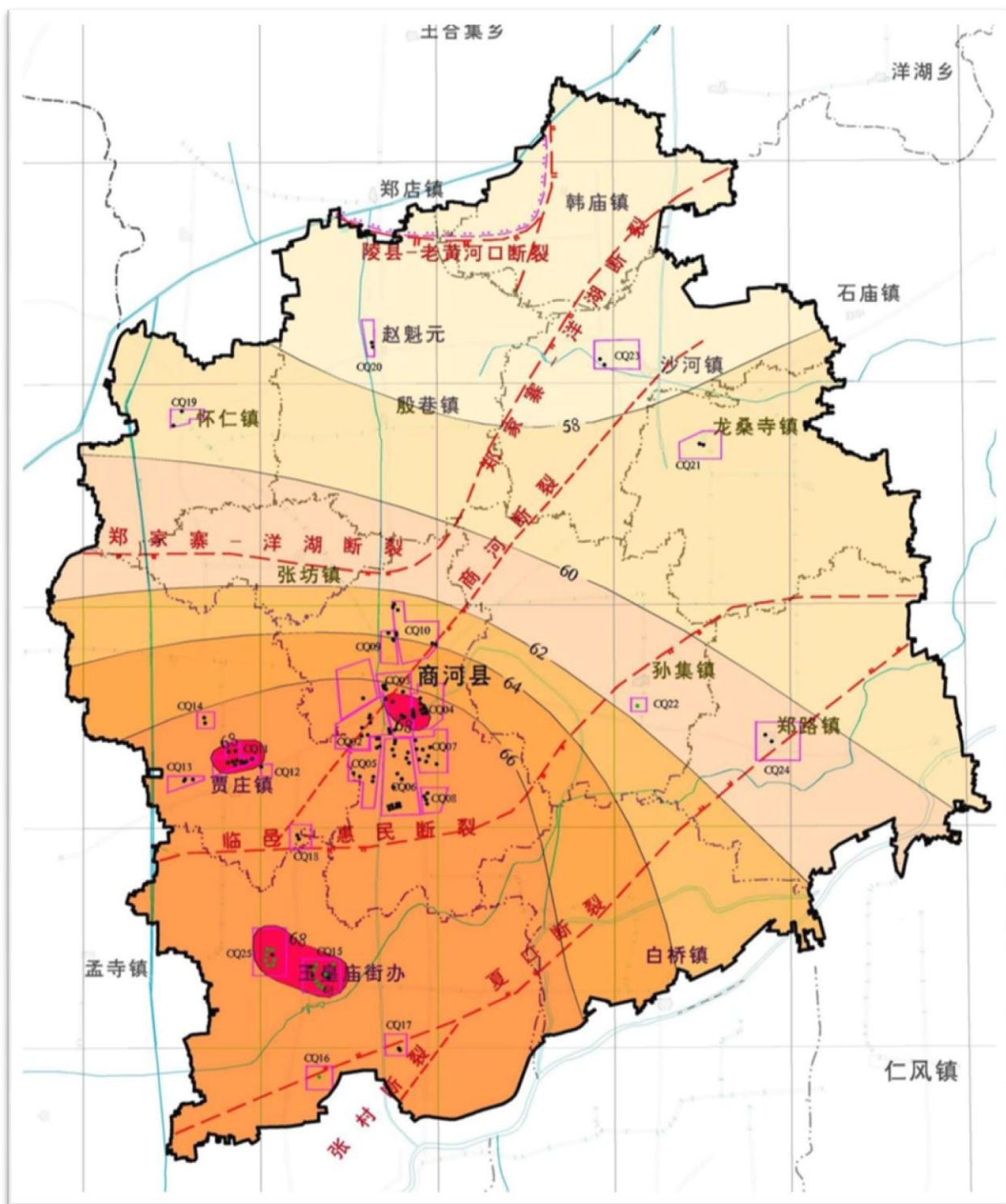


图 2-4 商河县静水位埋深等值线图

## （二）主要热储基本特征

目前，矿区内地热井开采热储层位为新近纪馆陶组热储层组，因此本次重点对馆陶组热储进行阐述。

目前，商河县沙河社区地热矿区内地热井开采热储层位为新近系馆陶组热储层组，其顶板埋深约为 975m，底板埋深约 1278m，与下覆地层东营组呈不整合接触。受基底构造控制，热储厚度分布不均，热储岩相主要为河流相的细砂岩、泥质砂岩、含砾砂岩、砂砾岩，为钙质胶结或半固结状，其分选性和磨圆度较差。砾石成分主要为石英、长石，直径 1~10mm。砂层单层厚度变化大，单层厚度多在 3~91.4m，孔隙度为 24%~31%，矿化度约 9.0g/L，水化学类型为 Cl-Na 型，井口水温约 56℃，pH 值 7~8，属低温地热资源热水型。

## （三）热储概念模型

根据各热储的分布规律及地热水的补迳排条件，对各热储的地热地质条件进行概化，建立热储的概念模型见图 2-5，区内地热资源的热源主要为来自地球内部的大地热流，深部较均匀的热流在向上传导过程中，根据所遇地层热导率的差异而进行重新分配，向热导率高的地层中富集。由沉积物固结成岩所释放的沉积水及由远近山区侧向迳流补给的地下水在各热储中富集，它们与围岩发生水岩反应，并与围岩一道吸收来自下部的传导热流，在上部盖层的保温作用下形成地热水资源。

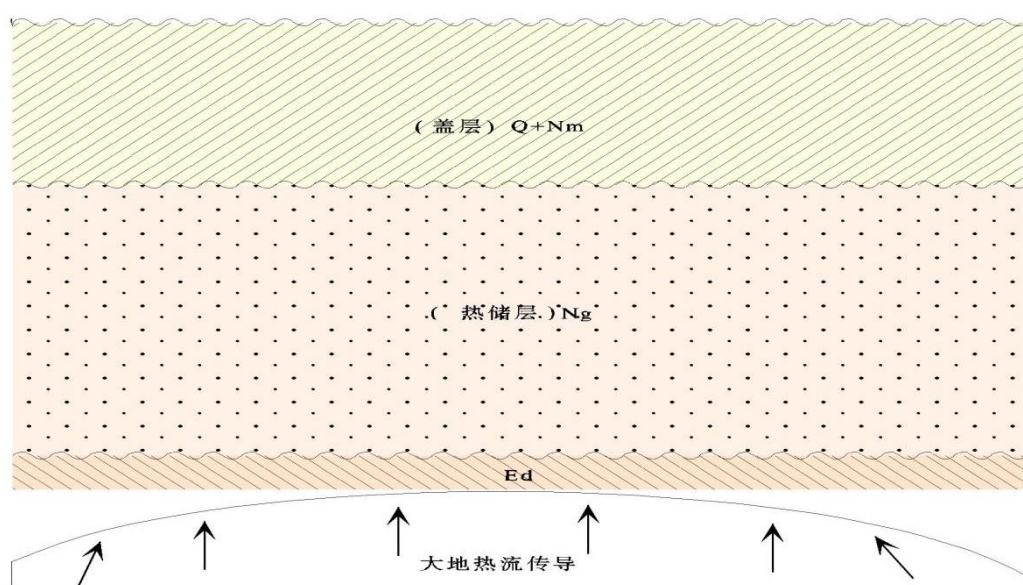


图2-5 热储概念模型示意图

## （四）区域地球物理场特征

拟设矿区处于临邑潜凹陷东部，附近布格重力等值线分布不密集，重力值在0mY左右，重力正异常值表示凸起区，重力负异常值表示凹陷区，区内布格重力等值线与基底构造轮廓一致，总体呈NE向，其峰值中心与潜凹或潜凸基本一致。在凸起和凹陷的交接部位表现为等值线密集，重力梯度大，各凹陷区底部等值线稀疏平缓。

### （五）区域地温场特征

根据以往勘察报告及区内测温资料，本区恒温带深度为20.00m，恒温带温度为12.8℃。区域地温梯度变化规律是：由中北向两侧地温梯度逐渐降低。通过已有地热井井口温度计算，该区盖层地温梯度约为3.37~3.76℃/100m。最高点位于商河东北沙河镇，地温梯度为3.76℃/100m。最低点位于易祥片区、玉皇庙南片区和郑路镇，地温梯度在3.37℃/100m左右，见图2-6。

垂向变化规律是：在恒温带以下，地温随深度的增加而增加。地温增加的幅度可用地温梯度表示，研究资料表明，地温梯度在垂向上的变化主要受岩石热传导率及地下水活动的综合影响，热传导率低，地温梯度高；反之则低。地下水活动强烈，地温梯度低。该区垂向上地温总的特征是：第四系结构疏松，热传导率小，起阻热作用，地温梯度高，但受地下水活动的影响，地温梯度有所降低。古、新近系结构较第四系紧密，热传导率大于第四系，但赋存于地层中的地下水基本上处于静止状态，热能受地下水对流传播的影响小，地温梯度高；基岩结构致密，热传导率大，地温梯度低。

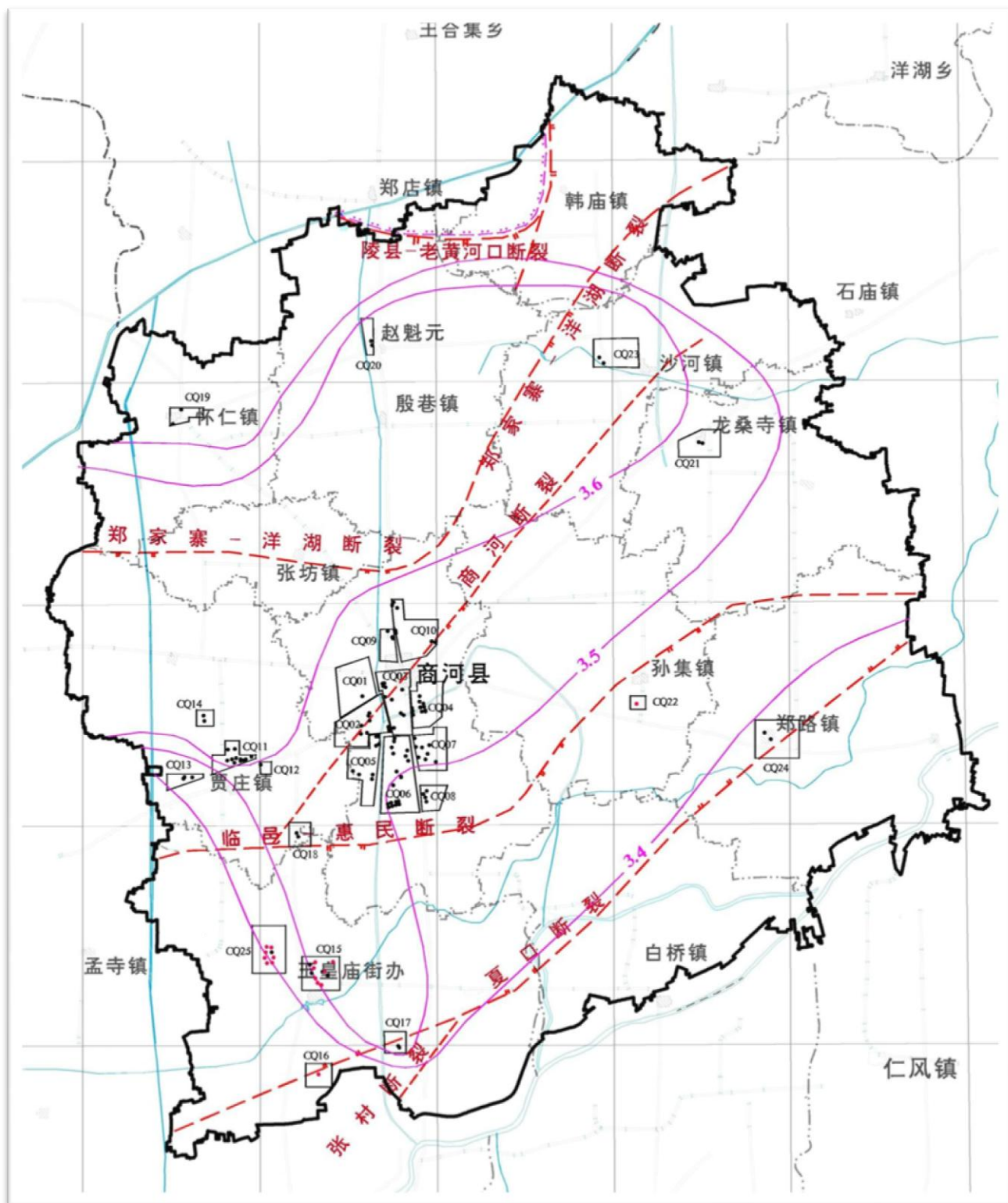


图2-6 商河县地温梯度平面分布等值线图

## 六、矿山及周边其他人类重大工程活动情况

矿区共施工一采一灌两口地热井（照片 1、2），目前尚未开发利用。DR1 井位于沙河镇沙河社区东南，完井时间为 2017 年，钻探深度 1278m，成井深度为 1275m，利用热储层为新近系馆陶组，累计利用含水层厚度为 146.9m，取水段 990.9m~1265.9m；DRHG1 井位于沙河镇沙河社区中北部，完井时间为 2021 年，钻探深度 1279m，成井深度为 1277m，利用热储层为新近系馆陶组，累计利用含水层厚度为 142.9m，取水段 1054.4m~1263.1m。



照片2-1 DR1井



照片2-2 DRHG1井

根据调查，矿山及周边其他人类工程活动主要为城镇开发建设、田地耕种等。

### （一）城镇建设

本矿区地处济南市商河县沙河镇政府西北，现阶段矿区周边城市建设活动一般。

### （二）田地耕种

本矿区及周边主要道路为农用地。人类工程活动主要为抽取地下水浇灌农田。

综上所述，矿山及周边其他人类重大工程活动主要为城镇开发建设和田地耕种，人类工程活动一般，对地质环境的影响小。

### 第三章 矿山地质环境影响评估

#### 一、评估范围和评估级别

##### （一）评估范围

评估区范围依据周围地形、地貌及地质环境条件，结合矿山项目性质确定。该矿山周围地形平坦，地貌类型单一，岩土体工程地质性质良好，水文地质条件较好，断裂构造发育较弱，破坏地质环境的人类工程活动一般。因此，确定本次评估范围为采矿区范围，矿区范围由4个拐点坐标圈定，极值坐标范围为极值坐标为X：\*\*\*\*\*、Y：\*\*\*\*\*，面积2.44km<sup>2</sup>。

##### （二）评估级别的确定

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

1、从评估区重要程度（DZ/T223—2011 表 B）来分析，本矿区位于济南市商河县沙河镇，人口较为稠密地区，区内居民集中居住区人口在500人以上，德大铁路、G2国道、G340国道等重要道路穿越矿区。因此，评估区重要程度属于重要区。

2、从矿区地质环境条件复杂程度看，根据 DZ/T 223—2011 表 C.1 各判定因素：评估区范围内无断裂通过；现状条件下矿山地质环境问题主要为地面沉降；地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形起伏变化平缓。确定该矿区地质环境条件复杂程度为简单。

3、从矿区生产建设规模来看，本矿区生产规模12.07万m<sup>3</sup>/a。按照《矿区生产建设规模分类一览表》（DZ/T 223—2011表 D）划分，属中型矿区。

综上所述，确定本次矿山地质环境影响评估分级为一级（表3-1）。

表3-1矿山地质环境影响评估分级表

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

|     |    |    |    |    |
|-----|----|----|----|----|
|     | 小型 | 一级 | 二级 | 三级 |
| 一般区 | 大型 | 一级 | 二级 | 二级 |
|     | 中型 | 一级 | 二级 | 三级 |
|     | 小型 | 二级 | 三级 | 三级 |

## 二、现状评估

### （一）地质灾害危险性现状评估

#### 1、评估灾种的确定

地质灾害危险评估的灾种主要包括：崩塌、滑坡、泥石流、采空塌陷、岩溶塌陷、地裂缝和地面沉降等。根据评估区地质环境条件及对以往地质资料分析研究和现场实地调查，对上述灾种的致灾条件及致灾可能作如下分析：

##### （1）崩塌、滑坡、泥石流

评估区地貌类型属黄河冲积平原，境内无高山和丘陵。地势平缓，自西南向东北缓缓倾斜，不具备产生崩塌、滑坡、泥石流地质灾害的地质环境条件。

##### （2）采空塌陷

矿区被第四系沉积物覆盖，无基岩出露。自新生代以来，受差异性升降运动的影响，一直缓慢下沉，沉积了巨厚的新生代地层。矿区周围及邻近区域均无重要固体矿产的开采，目前也未勘测到有重要固体矿产，因此，该矿山不具备产生采空塌陷的条件。

##### （3）岩溶塌陷

区域探明深度内沉积了巨厚的第三系沉积岩。根据目前搜集的区域资料，矿区附近未发生过岩溶塌陷地质灾害。

##### （4）地裂缝

矿区内不存在膨胀性岩土，无矿山开采活动，无地下采空区，构造活动性弱，据调查，无地裂缝地质灾害发生。

##### （5）地面沉降

根据搜集的资料，主要指常年抽汲地下水引起水位或水压下降而造成的地面沉降。若过量开采地下热水，引起明显的水位下降，地层内孔隙水压力降低，粒间有效应力增加，有可能引发地面沉降。因此，评估区内具备发生地面沉降地质灾害的地质环境条件。

综上所述，评估区不具备发生崩塌、滑坡、泥石流、采空塌陷、岩溶塌陷、地裂缝等地质灾害的地质环境条件。具备发生地面沉降地质灾害的地质环境条件，因此，地面沉降作为本次地质灾害评估的灾种。

2、地质灾害危险性现状评估

评估区位于济南市商河县沙河镇，根据《地面沉降防治工作报告》（监测周期2016 年 6 月-2019 年 8 月），评估区内观测点共有2个，具体为：JC74、JC75，年沉降量8~9mm（表3-1），按照地面沉降发育程度分级表(表3-2)，为地面沉降弱发育区。根据济南市地面沉降现状图（2019.8）(图3-2)，在拟设采矿权范围内年沉降速率0~4mm/a，属弱发育区。拟设采矿权范围内的其他区域年沉降速率<10mm/a，累计沉降量<300mm，属于弱发育区。

表3-2 测量成果一览表

| 点号   | 坐标    |       | 首测高程<br>(m) | 复测高程<br>(m) | 累计沉降量<br>(mm) | 沉降速率<br>(mm/a) | 备注                             |
|------|-------|-------|-------------|-------------|---------------|----------------|--------------------------------|
|      | X     | Y     |             |             |               |                |                                |
| JC74 | ***** | ***** | ***         | ***         | 26            | 9              | 2016年6月取得首测高程数据2019年8月取得复测高程数据 |
| JC75 | ***** | ***** | ***         | ***         | 25            | 8              |                                |

表3-3 地面沉降发育程度分级表

| 因素                         | 发育程度 |         |      |
|----------------------------|------|---------|------|
|                            | 强    | 中等      | 弱    |
| 近五年平均沉降速率/(mm/a)           | ≥30  | 10~30   | ≤10  |
| 累计沉降量/mm                   | ≥800 | 300~800 | ≤300 |
| 注：上述两项因素满足一项即可，并按由强至弱顺序确定。 |      |         |      |

区内地面沉降属于区域性地面沉降，属缓变性的地质灾害，经调查目前评估区内还未发现因地面沉降而产生的地裂缝、管道破裂等灾情及险情，参照地质还危害程度分级表（表3-4），初步确定矿区地质灾害危害程度小。

表3-4 地质灾害危害程度分级表

| 危害程度 | 灾情     |           |
|------|--------|-----------|
|      | 死亡人数/人 | 直接经济损失/万元 |
| 大    | ≥10    | ≥500      |
| 中等   | >3~<10 | >100~<500 |
| 小    | ≤3     | ≤100      |

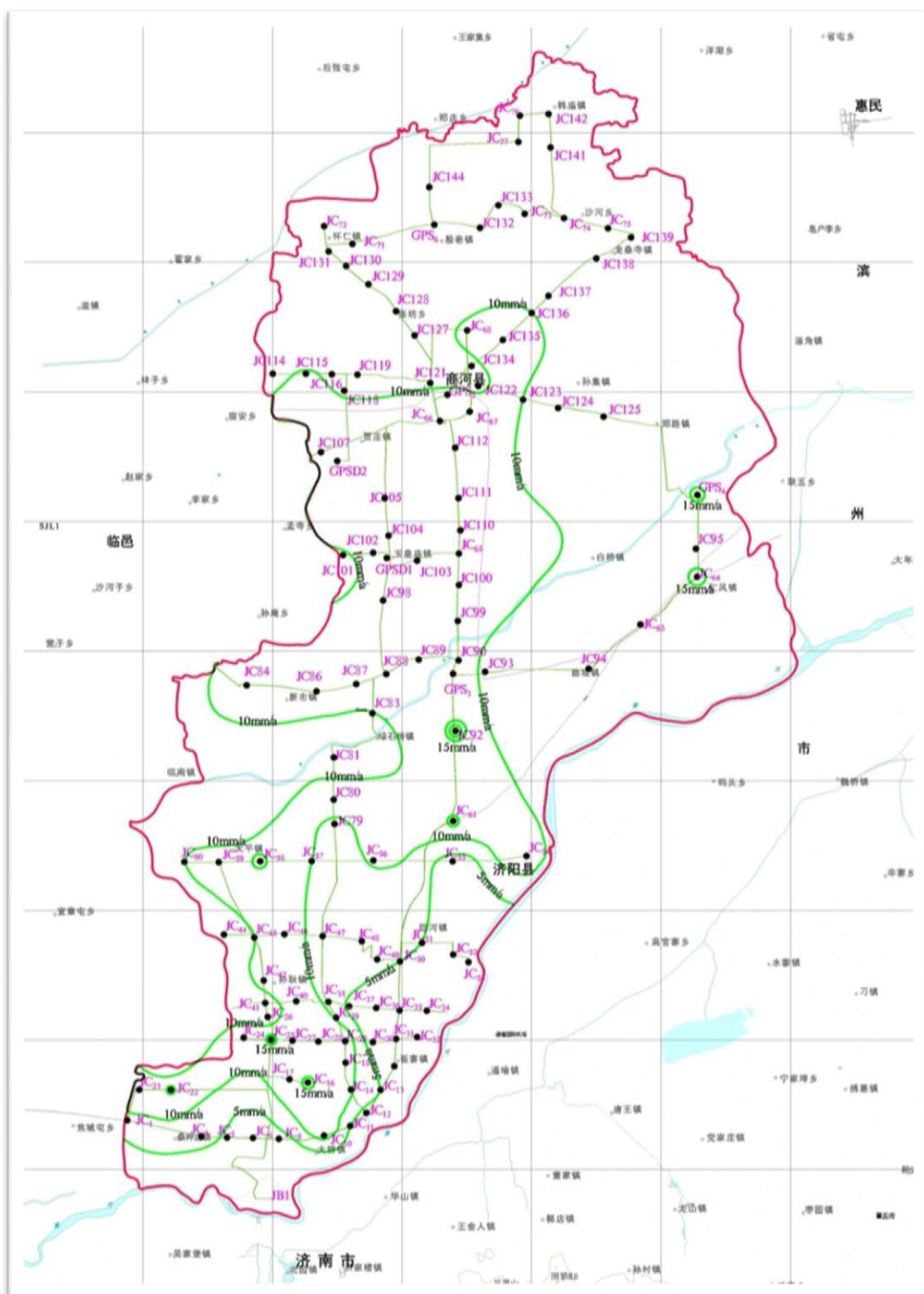


图3-1 济南市地面沉降监测点分布图（2016年2月~2019年9月）

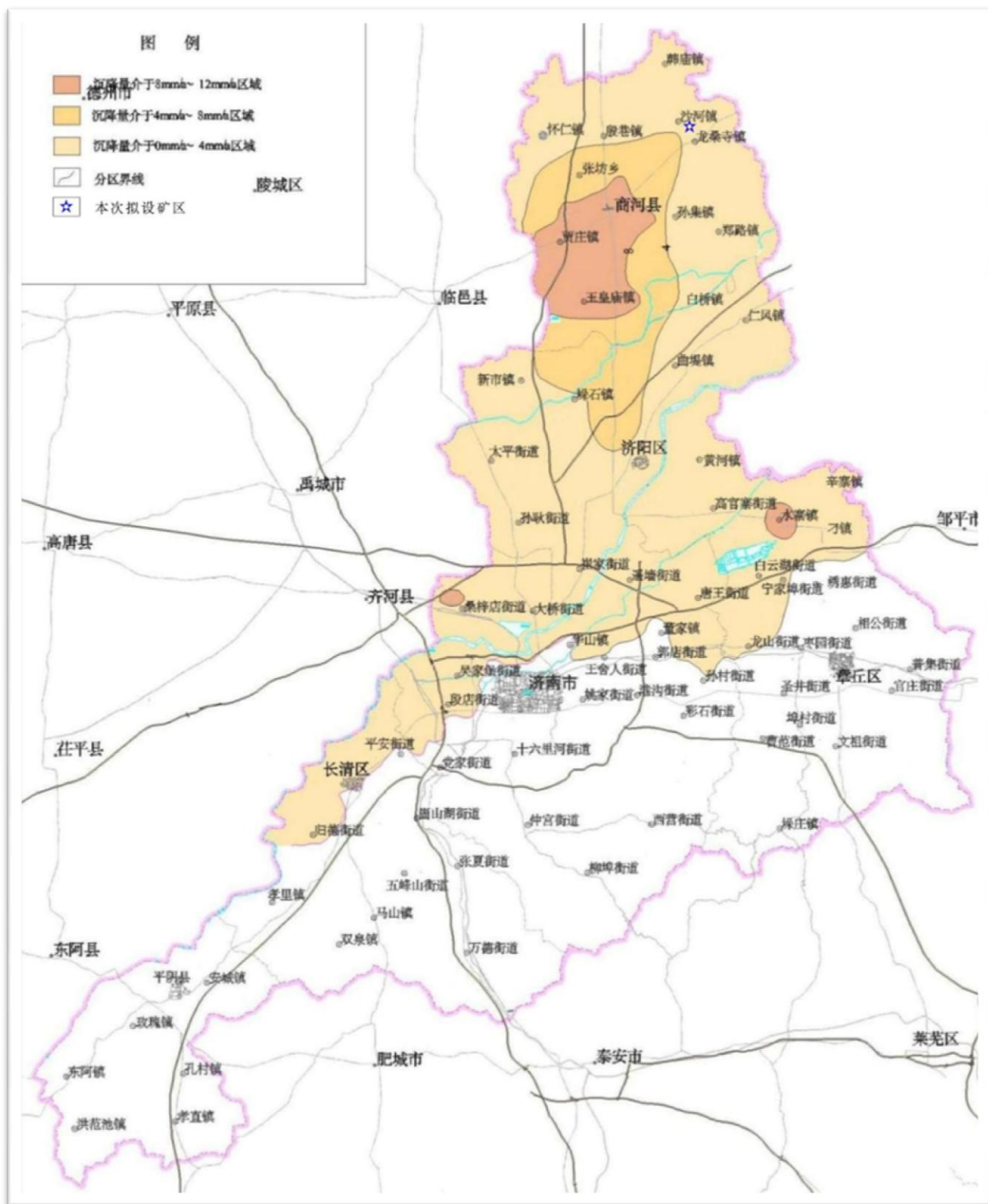


图3-2 济南市地面沉降现状图（2019.8）

根据地面沉降发育程度分级、地质灾害危害程度分级进行地质灾害危险性分级（表3-5），矿区地面沉降地质灾害危险性现状评估为小。

表3-5 地质灾害危险性分级表

| 危害程度 | 发育程度  |       |       |
|------|-------|-------|-------|
|      | 强     | 中等    | 弱     |
| 大    | 危险性大  | 危险性大  | 危险性中等 |
| 中等   | 危险性大  | 危险性中等 | 危险性中等 |
| 小    | 危险性中等 | 危险性小  | 危险性小  |

商河县地热开发开始于2004年，第一眼地热井（JR-001）位于商河县粮食局。根据已有高程点高程监测数据可知，高程监测点年沉降速率并没有因地热资源的大量开采而呈现增大的趋势，且本次地热开采实施“一采一灌”的开采模式，即地热开采井开采后的地热尾水回灌至同层热储中，结合地质灾害危险性分级，初步判断矿区地面沉降地质灾害影响程度现状评估为较轻。

综上，矿区地面沉降地质灾害影响程度现状评估为较轻。

## （二）含水层影响现状评估

### 1、上部含水层影响现状评估

商河县地热开发开始于2004年，第一眼地热井（JR-001）位于商河县粮食局。目前，商河县现有地热井140多眼，取水层位主要为馆陶组，部分井为馆陶与东营组混采，井深一般1300~1551m，水量一般60~100m<sup>3</sup>/h，水温55~60℃，地热水年开采量约350万m<sup>3</sup>。

矿区共施工一采一灌两口地热井，目前尚未开发利用。

DR1井位于沙河镇沙河社区东南，完井时间为2017年，钻探深度1278m，成井深度为1275m，利用热储层为新近系馆陶组，累计利用含水层厚度为146.9m，取水段990.9m~1265.9m；DRHG1井位于沙河镇沙河社区中北部，完井时间为2021年，钻探深度1279m，成井深度为1277m，利用热储层为新近系馆陶组，累计利用含水层厚度为142.9m，取水段1054.4m~1263.1m。

矿区地热水水位整体呈下降趋势。2017年静水位埋深约为47.70m，2021年静水位埋深约为55.35m，2022年静水位埋深约为56.7m，水位下降速率约为1.8m/a。周边地热井的开采影响了该区地热井，预测随着回灌的持续进行，热储含水层水位下降速率会呈减缓趋势。

通过2017年、2021年与2022年地热井水质分析结果，参考矿区周边其它地热水不同年份水质分析资料对比，各离子含量有增有减，但地热流体水质未发生变化，水化学类型为Cl—Na型。

成井时严格执行国家相关规范。据调查地热井计划用于冬季供暖，设计开采量小于批复的允许开采量。排水管线密封良好，经现场实际调查，未对上部含水层产生污染，矿区的建设没有影响到矿区及周围生产生活供水，因此，矿山开采对含水层影响现状评估为较轻。

## 2、热储层影响现状评估

从热储渗透性条件来看，馆陶组热储主要以砂岩为主，孔隙度为25%~30%，渗透性能较好，因此从热储条件来看，回灌可行；回灌目的层位与开采层位相同，回灌水源为换热后的地热尾水其水质与原水相比仅是温度降低，其化学组分与原水基本相同，因此地热尾水作为回灌水源不会破坏原地热水化学组分；回灌井采用除砂、储水、两级过滤和排气等回灌工艺，尾水经粗细两级过滤系统，采用远程自动监测系统，实现地热井及回灌井的地热开发远程自动化动态监控，对地热井及回灌井的水位、水温、流量、回灌量等开采、回灌进行实时数据采集及数据处理，并定期监测采灌井的水质。

区内尚未开展回灌运行试验。根据矿区西南的北纬37度小区在线监测数据统计，北纬37度小区地热井2019至2022年3个供暖季，开采回灌日期为11月15日~次年3月15日，开采井年度总开采量在25.75万~25.92万 $m^3$ ，单井开采量44.71~45.00 $m^3/h$ ，回灌井年度总回灌量22.53万~23.03万 $m^3$ ，单井回灌量39.13~39.98 $m^3/h$ ，灌采比87.5%~88.9%（表5-1，图5-9）。回灌水温17℃。供暖期间，区内地热尾水除回灌和少量跑冒滴漏外，没有外排现象。回灌率满足鲁国土资规【2018】2号文中回灌率不低于80%的要求。

初步判断矿区内的地热供暖尾水基本能够实现全部回灌，符合山东省国土资源厅、山东省水利厅《关于切实加强地热资源保护和开发利用管理的通知》（鲁国土资规[2018]2号）中开采孔隙热储型地热资源的回灌率不低于80%的要求。

表3-6 北纬37° 小区远程监控系统数据统计表

| 年份        | 年度开采量<br>( $m^3$ ) | 平均单井开采<br>量 ( $m^3/h$ ) | 年度回灌量<br>( $m^3$ ) | 平均单井回灌量<br>( $m^3/h$ ) | 回灌率 (%) |
|-----------|--------------------|-------------------------|--------------------|------------------------|---------|
| 2019-2020 | 257538             | 44.71                   | 225346             | 39.13                  | 87.50   |
| 2020-2021 | 259189             | 45.00                   | 230257             | 39.98                  | 88.84   |
| 2021-2022 | 258647             | 44.91                   | 229975             | 39.93                  | 88.91   |

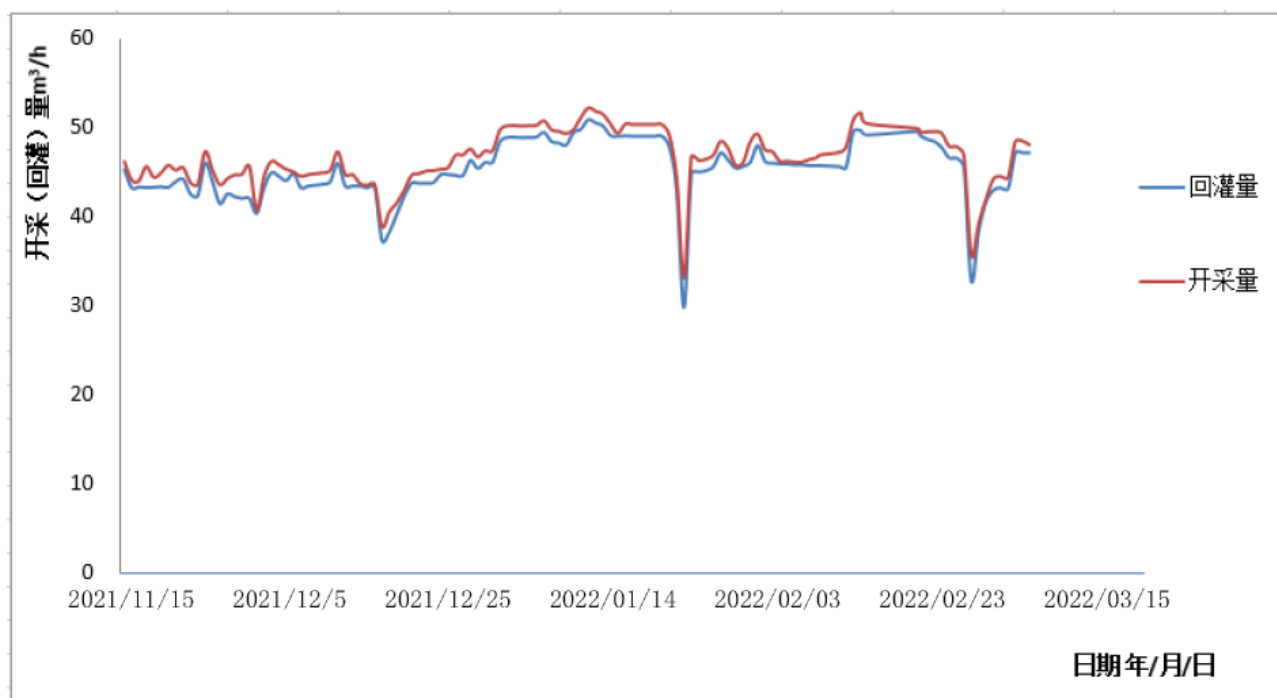


图3-3 2021-2022年度开采、回灌量历时曲线

### （三）地形地貌景观影响现状评估

评估区地形相对平坦，地貌类型属黄河冲积平原，农用地，区内无著名的地质地貌景观和地质遗迹。评估区范围内拟使用 1眼开采井、1眼回灌井。井口均位于闲置土地上且占地面积很小，输水管道和地下热水处理系统均埋置于地面以下，井口及输水管道施工完成后均对场地进行了整平，基本恢复了评估区内原地形地貌。

因此，矿山建设对地形地貌景观影响现状评估为较轻。

### （四）土地资源影响现状评估

矿区范围内有 1 眼开采井及 1 眼回灌井，占用土地资源类型为农用地。地热资源的开采利用不会影响其他土地资源的使用；矿山只开采地热热水资源，没有固体废弃物产生，且地热尾水进行回灌不外排故不会对土地造成污染。

因此，矿山建设对土地资源影响现状评估为较轻，本次矿山地质环境保护与恢复治理方案不涉及土地复垦内容。

### （五）现状评估分级

综上所述，矿山活动对地面沉降地质灾害影响程度现状评估为较轻；对含水层、地形地貌景观及土地资源影响程度现状评估均为较轻。因此，综合确定矿山地质环

境影响程度现状评估为较轻（表3-7）。

表3-7 矿山地质环境影响现状评估分级表

| 现状评估分级 | 评估范围 | 地质灾害 | 含水层 | 地形地貌景观 | 土地资源 |
|--------|------|------|-----|--------|------|
| 影响较轻   | 矿区范围 | 危险性小 | 较轻  | 较轻     | 较轻   |

### 三、预测评估

#### （一）地质灾害危险性预测评估

##### 1、矿山开采引发或加剧地质灾害危险性的预测

##### （1）地面沉降成因机理

地面沉降是指发生在较大面积的地表高程降低、地面舒缓变形的现象和持续过程。地面沉降的成因是多方面的，不同地区地面沉降的规模和变形特点不尽相同。归纳起来主要有三种：构造运动引起的地面沉降，地面加载引起的地面沉降，地下水、石油、天然气开采引起的地面沉降。此外，还有黄土的湿陷、矿山采空区塌陷、地震等也会造成地表高程降低、地面变形。

地面沉降多发生在新生代松散堆积物分布区，松散堆积物形成时间较短，往往处于未固结或欠固结阶段，松散的自然堆积结构一旦受到外部施加力，容易变形，体积变小。抽汲地下水、石油、天然气等流体，会使原有流体与周围介质的压力平衡被破坏，等效于给介质施加新的应力，引起介质压密、体积缩小，从而导致地面下沉。因此，含水层的释水压密、油、气储层的释油、释气压密，则是区域性地面沉降形成的主要原因。

根据太沙基公式，饱水的多孔介质含水层失水压密原理，是在抽水条件下，含水层水位下降，含水层压密，体积变小，地面下沉，直至形成新的压力平衡。而相反，在注水条件下，水位恢复上升，饱水多孔介质含水层厚度变大。

地面沉降的影响因素包括地层的岩性、厚度、地层组合形式、抽水方式、抽水地点、抽水量的大小等。研究表明，相对隔水的黏性图层的累积厚度越大，地面沉降的总幅度也越大；黏性土层数越多，单层厚度越小的情况下，地面沉降速率越大，地面稳定所需的时间越短。

根据地下水渗流理论，在介质相同的情况下，抽水量与地下水降深基本具有线性统计关系。当采区抽水量小于地下水补给量，地下水降落漏斗不会一直扩张，

而是在一定范围内，随补给的情况，张缩有秩，在长期稳定开采过程中，地面沉降会由开采初期的快速发展逐渐趋于稳定，直至地面不再变形下沉。相反，如果地下水开采量超过补给量，地下水降落漏斗会不断扩大，地面沉降量持续增长。

总之，地面沉降存在多重诱因。其中，地下水开采是主要影响因素。而深层地热水开采与地面沉降的影响主要取决于开采方式、地质条件和水文地质条件。在开采方式合理的情况下，深层地热水开采不会对浅层地下水位造成明显影响，也不会引起明显的地面沉降。

## （2）地热开发与地面沉降的关系

本次工作搜集了山东省鲁北地质工程勘察院于2020年9月提交的《鲁北平原地热开发与深层地下水及地面沉降的相关性评价》，据该报告分析：鲁北平原区地面沉降形成机理主要为深层地下水超量开采，导致深层地下水水位持续下降，形成区域性水位降落漏斗，造成压缩层有效应力增加，诱发地面沉降地质环境问题。该报告从深层地下水含水层开采层段与地热热储开采层段空间分布特征、地层岩性特征，长系列深层地下水与地热水的水位和水化学动态监测数据等方面进行了深入的研究和严谨的推理分析，表明区内深层地下水含水层与地热热储二者之间无水力联系；该报告以地热开发历史最长、开采强度最大的德城区为例，通过分层沉降监测数据计算，地热开发诱发的地面沉降率约1.11mm/a，小于自然构造沉降量。地热开发诱发的地面沉降极其微弱，可以忽略。在“同层回灌，取热不取水，以灌定采、采灌均衡”的地热回灌开发模式下，地热开发不会进一步诱发地面沉降。

该矿区地热流体开发以新近纪馆陶组地层为开采目的层，根据开发利用方案，预计采用潜水泵抽出+地热弃水回灌的开发利用方式，地热流体经逐级提热利用后，回灌至同层热储中，对热储层的压力平衡破坏较小。矿区地热储层与深层地下水含水层中间相隔有不透水层，两者无水力联系。“采灌均衡、采热不采水”条件下地热开发而引发地面沉降程度较为微弱。因此，矿区内地热资源的开发引发或加剧地面沉降地质灾害危险性的预测评估为小，即矿山开采引发或加剧地面沉降地质灾害危险性的预测评估为小。

## 2、矿山开采可能遭受地质灾害危险性的预测

矿区本身可能遭受的地质灾害是地面沉降。由于评估区地面沉降属于区域性缓慢沉降，对地面建筑物造成的影响为较均匀的缓慢变形，由前节所述可知本矿

区位于地面沉降弱-中等发育区，危害程度小；根据《鲁北平原地热开发与深层地下水及地面沉降的相关性评价》，地热水开采对地面沉降影响及其微弱，地面沉降的发生和分布特点与深层地下水的开发活动高度有关。《地下水管理条例》已于2021年12月1日发布实施，在严格的地下水开发与保护管理制度下，超采深层地下水的行为将得到最有效的遏制。依据《地质灾害危险性评估规范》(GB/T 40112-2021)中“9.2 建设工程本身可能遭受已存在的地质灾害危险性预测评估”，建设工程本身可能遭受已存在的地质灾害危险性预测评估”确定矿山开采可能遭受地面沉降地质灾害危险性的预测评估为小。

表3-8矿山地质灾害危险程度分级表

| 危害<br>程度 | 险情       |             |
|----------|----------|-------------|
|          | 受威胁人数/人  | 可能直接经济损失/万元 |
| 大        | ≥100     | ≥500        |
| 中等       | >10~<100 | >100~<500   |
| 小        | ≤10      | ≤100        |

由（表 3-8）确定矿山开采可能遭受地面沉降地质灾害危险性的预测评估为小。

综上，矿区地质灾害地面沉降影响程度预测评估为小。

（二）含水层影响预测评估

1、上部含水层影响预测评估

(1)矿山开采过程中对上部含水层的影响

矿区地热井采用黏土球止水，该井成井工艺良好，井身结构合理，止水效果良好，无涌沙现象发生。所以矿山开采过程中对上部含水层的水质、水量基本无影响，故预测矿山开采不会对上部含水层产生影响。

(2)矿山开采利用后的废水对浅部含水层的影响

矿区地热井供暖尾水采用同层对井加压回灌模式，供暖后的地热尾水经粗过滤、精过滤、排气设施后通过回灌井加压回灌至同层热储中，避免对地下热水造成污染，或堵塞回灌井。因此，矿山开采利用后的尾水回灌后不会对浅部含水层造成影响。

(3)矿山开采对地下水水位的影响

由前节所述可知，矿区采矿活动不会对上部地下水位产生影响，故今后只要定期维护保养地热井，不改变矿区地热资源开发利用方式，预测不会对上部地下水位产生影响。

2、热储层影响预测评估

商河县沙河社区地热矿区内地热井开采热储层位为新近系馆陶组热储层组，其顶板埋深约为 975m，底板埋深约 1278m，与下覆地层东营组呈不整合接触。受基底构造控制，热储厚度分布不均，热储岩相主要为河流相的细砂岩、泥质砂岩、含砾砂岩、砂砾岩，为钙质胶结或半固结状，其分选性和磨圆度较差。砾石成分主要为石英、长石，直径 1~10mm。砂层单层厚度变化大，单层厚度多在 3~91.4m，孔隙度为 24%~31%，矿化度约 9.0g/L，水化学类型为 Cl-Na 型，井口水温约 56℃，pH 值 7~8，属低温地热资源热水型。

根据区内地热井测井资料分析，热储层孔隙度 27.70%，热储层渗透率为  $265\mu\text{m}^2$ 。根据区域钻探资料及水质分析结果，区内地热井涌水量  $102\text{m}^3/\text{h}$ ，矿化度 9.0g/L，地热化学类型为 Cl-Na 型，水温 56℃。

随着区内地热开采量的增加，水位会持续大幅下降，地热水温度方面，预测随着回灌工程的持续进行，地热井水位下降速率会逐渐变小，区内热储含水层水位埋深将逐步小幅下降。开采井含水层富水性没有明显变化，水温、水质均保持比较稳定，本矿山开采对热储层水温、水质影响较轻。因此，矿山开采对含水层影响预测评估为较轻。

### （三）地形地貌景观影响预测评估

根据开发利用方案矿区拟建设计建设地热能电站一座，内设换热间，水泵间，控制室，能源站建筑采用钢筋混凝土框架结构，总建筑面积约为  $200\text{m}^2$ 。

矿区地热井及拟建工程位于建设用地范围内，且该矿山开采方式为利用管井直接从地下提取，对地表形态影响很小。

因此，矿山开采对地形地貌景观影响预测评估为较轻。

### （四）土地资源影响预测评估

矿区地热井开采方式为利用管井直接从地下提取，对地表形态影响很小，也没有固体废弃物产生，最初其土地利用规划就是城市建设用地，泵房等配套设施建于规划范围内，并没有改变土地の利用规划，没有改变土地资源利用现状。因此，预测矿区生产对土地资源影响和破坏程度为较轻。

因此，矿山开采对土地资源影响预测评估为较轻。

### （五）预测评估分级

综上所述，矿区地面沉降地质灾害影响程度预测评估为较轻，对含水层、地形地貌景观及土地资源影响预测评估均为较轻。因此，综合确定矿山地质环境影响程度预测评估为较轻（表3-9）。

表3-9 矿山地质环境影响预测评估分级表

| 预测评估分级 | 评估范围 | 地质灾害 | 含水层 | 地形地貌景观 | 土地资源 |
|--------|------|------|-----|--------|------|
| 较轻     | 矿区范围 | 小    | 较轻  | 较轻     | 较轻   |

# 第四章 矿山地质环境保护与恢复治理分区

## 一、分区原则与方法

### （一）分区原则

根据矿山地质环境影响现状评估和预测评估结果，进行矿山地质环境保护与治理恢复分区。在分区段进行划分时，当同一地区现状评估与预测评估结果不一致时，本着“就高不就低”的原则，以矿山地质环境影响程度高的级别为准。

### （二）分区方法

依据《编制规范》表F.1（表4-1），矿山地质环境影响程度现状评估为较轻，预测评估分级为较轻，因此矿山地质环境保护与恢复治理分区划分为一个区，即矿山地质环境一般防治区（表4-2），根据该矿山的特点和性质，本次工作的评估范围为矿区范围。

表4-1 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

| 现状评估 | 预测评估 |      |      |
|------|------|------|------|
|      | 严重   | 较严重  | 较轻   |
| 严重   | 重点区  | 重点区  | 重点区  |
| 较严重  | 重点区  | 次重点区 | 次重点区 |
| 较轻   | 重点区  | 次重点区 | 一般区  |

表4-2 矿山地质环境保护与治理分区说明表

| 面积<br>(km <sup>2</sup> ) | 分布范围 | 矿山地质环境影响程度<br>现状评估分级 | 矿山地质环境影响程度<br>预测评估分级 | 分区级别      |
|--------------------------|------|----------------------|----------------------|-----------|
| 2.44                     | 矿区范围 | 较轻                   | 较轻                   | 一般防治<br>区 |

## 二、分区评述

本矿区处于地面沉降弱发育区，经调查评估区内未发现因地面沉降而产生的地裂缝、管道破裂等地质灾害，且经论证矿区地热资源的开发利用对地面沉降的影响小，因此，综合评定矿山活动对评估区造成地质灾害危险性的现状评估和预测评估

均为较轻；矿山活动对地形地貌景观及土地资源影响的现状评估和预测评估均为较轻。

拟设矿区开发利用采用“一采一灌”的开采模式，且通过分析矿区回灌工程的实施对减缓水位下降速率具有良好的效果，评估区热储含水层水位埋深较小，综合评定矿山活动对含水层影响预测评估为较轻。

根据矿山地质环境影响现状评估和预测评估结果，矿山地质环境保护与恢复治理分区划分为一个区，即一般防治区。为持续减缓矿区热储层地热流体水位下降，保证地热资源的可持续开发利用，需对矿区地热井进行监测并进行地热尾水回灌。

## **第五章 矿山地质环境保护与恢复治理原则、目标和任务**

### **一、矿山地质环境保护与恢复治理原则**

矿山地质环境保护与恢复治理，坚持以下原则：

- 1、“预防为主，防治结合”的原则；
- 2、“在保护中开发，在开发中保护”的原则；
- 3、“依靠科技进步，发展循环经济，建设绿色矿业”的原则；
- 4、“谁破坏、谁治理、谁保护”的原则。

### **二、矿山地质环境保护与恢复治理目标和任务**

#### **（一）矿山地质环境保护与恢复治理目标**

实现矿区供暖后的地热尾水回灌率不低于80%，避免或减缓热储层地热流体水位下降过快，保证地热资源的可持续开发利用。

#### **（二）矿山地质环境保护与恢复治理任务**

在对矿山地质环境影响评估的基础上，结合本矿山实际，编制矿山地质环境保护与恢复治理方案，主要任务包括：

- 1、对地热开采井水量、水位、水温进行自动实时监测，对水质定期进行监测；
- 2、对回灌井的回灌量、水位、水温进行自动实时监测，对水质定期进行监测，确保回灌尾水水质未受到污染，保证回灌工程的顺利实施；
- 3、在经济合理的基础上，进行矿山地质环境保护和恢复治理工程的经费估算，提出保护与恢复治理的保障措施，进行社会效益、环境效益、经济环境效益分析。

### **三、矿山地质环境保护与恢复治理工作部署**

#### **（一）总体工作部署**

矿山地质环境保护与恢复治理工作部署，应根据划分的防治区，结合本矿山开发利用方案设计的矿山服务年限、矿山开采工艺流程等统筹安排。

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》及前述本矿山地质环境问题及现状、预测评估结果，确定本矿山防治工程为：监测工程和回灌工程、监测工程利用安装的自动监测系统（水位自动监测仪、电磁流量计、温度变送器），采用自动监测与人工监测相结合的方法。

### （二）年度实施计划

各年度实施计划为监测工程和回灌工程，具体实施计划详见表5-1。

表5-1矿山地质环境保护与恢复治理年度工作一览表

| 防治工程             |             |                  |      | 监测频率             |
|------------------|-------------|------------------|------|------------------|
| 监<br>测<br>工<br>程 | 开<br>采<br>井 | 供<br>暖<br>期      | 水位监测 | 自动监测实时连续         |
|                  |             |                  | 水温监测 | 自动监测实时连续         |
|                  |             |                  | 水量监测 | 计时连续监测 1 次/10 分钟 |
|                  |             | 非<br>供<br>暖<br>期 | 水位监测 | 自动监测 1 次/10 分钟   |
|                  |             |                  | 水温监测 | 自动监测 1 次/10 分钟   |
|                  |             | 水质分析             |      | 1 件/年            |
|                  | 回<br>灌<br>井 | 供暖期              | 水量监测 | 自动监测实时连续         |
|                  |             |                  | 压力监测 | 1 次/10 分钟        |
|                  |             | 非供暖期             | 水质分析 | 2 件/年            |
| 回灌工程             | 洗井          |                  |      | 2 次/年            |
|                  | 回扬          |                  |      | 2 次/年            |

## 第六章 矿山地质环境防治工程

根据前述，本矿山地质环境问题少，矿山活动对地面沉降地质灾害、含水层、地形地貌景观及土地资源影响的现状及预测评估均较轻，本次矿山地质环境保护与恢复治理不涉及土地复垦，需要注意防治的主要问题是供暖后的地热尾水，因此本矿山地质环境防治工程主要涉及尾水回灌工程和地质环境监测工程。对于尾水回灌工程，一是保证回灌率，二是应急尾水处置方案。

### 一、矿山地质环境监测工程

为及时了解本矿区地热井的水位、水温、水量、水质的变化情况，分析研究其动态变化规律，科学地开采利用地热水，防止过量开采引起水位下降、水质变差等环境地质问题，本方案实施后将对本矿区水位、水量、水质等进行长期动态监测，掌握地热井动态变化规律，合理规范利用地热资源。

#### （一）监测项目

主要包括：流量、水位、水温、气温、系统压力，水质（感观指标、主要阴阳离子和Br、I、Li、Sr、Fe、Li、Sr、Ba、偏硅酸、Cu、Zn、氡，总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 放射性指标）等。水质及系统压力采用人工监测，流量、开采量、水位、水温、气温监测可采用仪器进行自动监测与人工监测相结合。

#### （二）监测频率及方法

水质及系统压力采用人工监测，流量、开采量、水位、水温、气温监测可采用仪器进行自动监测与人工监测相结合。

##### 1、自动监测方法及频率

自动监测仪选用CHR.WYZ-1型压力式水位监测仪，地下水自动监测系统管理软件安装在中心计算机上，通过一个接收模块负责接收各个观测井发回来的水位水温数据并同时存入数据库。完成观测井的信息管理、水位水温等采集数据的管理、历史数据的查询、检索和导出等，系统支持主动问询和主动上报方式，上报时间间隔可任意设置。

水位：自动监测仪器实时监测（根据自然资源部门要求统一设定数据采集时间间隔）。

水量：自动监测仪器实时供暖季实时监测（根据自然资源部门要求统一设定数据采集时间间隔）。

水温、气温：自动监测仪器实时供暖季实时监测。（根据自然资源部门要求统一设定数据采集时间间隔）。

## **2、人工监测方法及频率**

### **（1）供暖期**

水位：利用自动水位计监测，测量频率1次/1天；

水温：利用安装的水温表记录，记录频率1次/1天；

水量：利用安装的流量计记录开采量、回灌量，记录频率1次/1天；

过滤罐压力：利用安装的压力表记录，记录频率1次/1天；

水质：采集开采井水样1件并进行水质分析，分析频率1次/1年。

### **（2）非供暖期**

水位：利用自动水位计监测水位，测量频率1次/10天；

水温：利用安装的点温仪测量水温，测量频率1次/10天；

供暖结束后采集回扬水并进行水质分析，共计1件，分析频率1次/1年。

## **二、矿山地质环境回灌工程**

为保证地热资源可持续开发利用，维持热储压力，减缓地热井水位下降速率，开展供暖地热尾水回灌（图 6-1）。

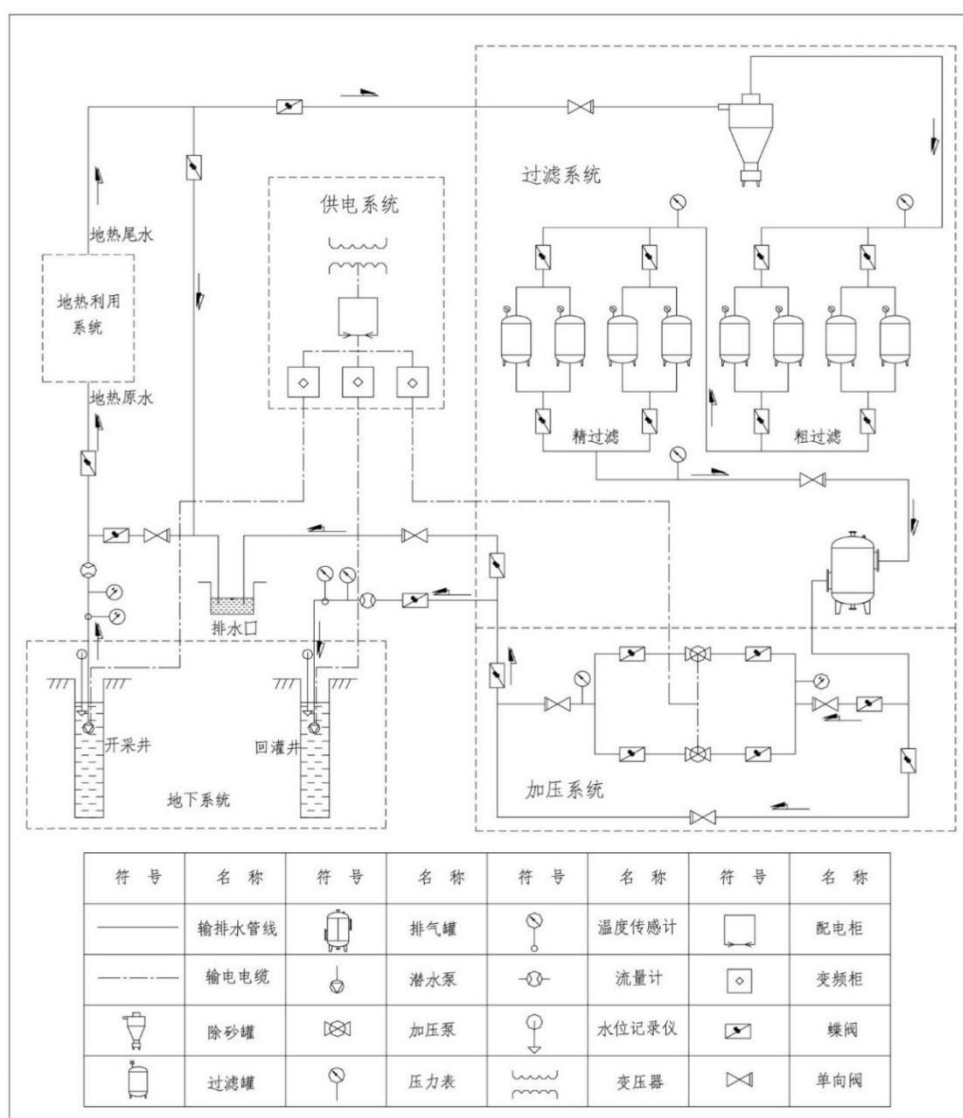


图6-1 回灌工艺流程图

### (一) 回灌模式

目前回灌井热储层压力相对较小且有良好的回灌空间，矿区采灌井开采热储层均为馆陶组，为保证回灌率，设计回灌模式为同层对井加压回灌。

### (二) 回灌水源

矿区开采井设计用于冬季供暖。供暖采用换热供暖方式，供暖尾水水质与开采井水质相比不会发生大的变化，故直接采用供暖尾水作为回灌水源对回灌井热储层水质影响较小，采用供暖尾水作为回灌水源。

### (三) 过滤装置

防止固体颗粒堵塞热储层，保证回灌工程的顺利进行，供水水源在进入回灌井前进行除砂、50um 粗过滤及 5um 精过滤处理。

#### **（四）洗井**

每个供暖季回灌前先对回灌井与开采井抽水洗井，每年供暖季回灌结束后应对回灌井抽水洗井。

#### **（五）回扬**

每个供暖季回灌前先对回灌井与开采井抽水洗井，至基本恢复出水能力方可回灌。每年供暖季回灌结束后应对回灌井抽水洗井，至水清砂净，以防止下个供暖季孔内堵塞。

#### **（六）回灌率**

实现矿区供暖后的地热尾水回灌率不低于80%。

#### **（七）应急尾水处置方案**

本次采用“一采一灌”的开采模式，拟出让矿区地热流体设计采用换热片提取热量的开发利用模式进行供暖，只用其热不用其水，供暖后的地热尾水经粗过滤、精过滤、排气设施后通过回灌井全部回灌至同层热储中，水质未发生大的改变，也没有受到外来水源的污染。

该方案批准实施后应严格按照方案部署的回灌工作进行，保质保量完成矿山地质环境保护与恢复治理的任务。

## 第七章 经费估算与进度安排

### 一、工程量估算

该矿山地质环境保护与恢复治理的工程措施为监测工程和回灌工程，具体每年工程量如下：

#### （一）监测工程

##### 1、供暖期

##### （1）开采井

开采井：采集水样1件。水位、水温、开采量均利用已安装的自动监测系统监测，人工统计开采量1次/月，共计4次/年。

##### （2）回灌井

压力回灌量利用已安装的自动监测系统监测，人工统计回灌量 1次/月，共计4次/年。

##### 2、非供暖期

##### （1）开采井

水位、水温均利用已安装的自动监测系统监测。

##### （2）回灌井

回灌井：采集水样2件/年。

#### （二）回灌工程

回灌前后对回灌井各洗井1次，共计2次/年；供暖期每眼回灌井各回扬2次，共计2次/年。

之后每年的监测工程与回灌工程均与上述工作量一致，方案适用年限结束前重新编制矿山地质环境保护与恢复治理方案1份。

### 二、经费估算

#### （一）经费估算依据

本矿山地质环境治理保护与恢复治理工程的经费估算主要依据山东省财政厅、山东省自然资源厅颁发的《山东省地质勘查预算标准》（鲁财资环〔2020〕30号）、山东地区劳动生产人员配备、材料消耗定额及工资、津贴等有关标准，同时结合当前市场价格。

最终确定：水质分析综合单价3500元/件（包括取样、送样、化验等费用）；监测工程压力记录综合单价为20元/次；人工统计开采量、回灌量单价为60元/次；回灌工程洗井综合单价为2000元/次（包括电费、人工等），回扬综合单价为2000元/次（包括电费、人工等）。

## （二）经费估算

本矿山地质环境治理保护与恢复治理工程的经费估算主要包括自动监测系统的维护费用、人工监测工程费用和回灌工程费用。现将本方案适用年限内所需各项费用估算如下：

### 1、自动监测系统的维护费

根据该矿山地热资源开发利用方案，已设计开采井、回灌井及备用井各安装一套自动监测系统（共安装2套），本次仅估算使用过程中的维护费用，即数据传输费用和开采井已安装水位自动监测仪的探头更换费用。另外，由于地热水的腐蚀性、碱性较大，为保证监测数据的准确性，建议3年左右更换水位自动监测仪的探头和电磁流量计，本方案适用年限内需更换1次。

根据相关材料并参考市场价，数据传输费用300元/年·套，探头更换费用3000元/个，电磁流量计更换费用3500元/台。

### 2、人工监测工程

水样采集与分析估算费用为： $3\text{件/年} \times 2000\text{元/件} \times 5\text{年} = 30000\text{元}$ ；

压力监测估算费用为： $2\text{次/年} \times 20\text{元/次} \times 5\text{年} = 200\text{元}$ ；

开采量、回灌量统计费用为： $(2\text{次/年} + 2\text{次/年}) \times 60\text{元/次} \times 5\text{年} = 1200\text{元}$ 。

### 3、回灌工程

洗井估算费用为： $1\text{次/年} \times 2000\text{元/次} \times 5\text{年} = 10000\text{元}$ ；

回扬估算费用为： $1\text{次/年} \times 2000\text{元/次} \times 5\text{年} = 10000\text{元}$ 。

综上，山东省济南市商河县沙河社区地热矿山地质环境保护与恢复治理工程 5 年的总费用为7.3万元。年度费用估算情况详见表7-1。

表7-1矿山地质环境保护与恢复治理工程年度费用估算表

| 防治工程     |       |       | 频率         | 工程量  | 综合单价<br>(元) | 小计<br>(元) | 备注                        |
|----------|-------|-------|------------|------|-------------|-----------|---------------------------|
| 自动监测系统维护 | 数据传输  |       |            | 2    | 300         | 600       | 移动流量年包                    |
|          | 开 采 井 | 更换探头  |            | 1    | 3000        | 3000      | 3 年更换 1 次，本方案适用年限内更换 1 次  |
|          |       | 电磁流量计 |            | 1    | 3500        | 3500      | 3 年更换 1 次，本方案适用年限 内更换 1 次 |
|          | 回 灌 井 | 电磁流量计 |            | 1    | 3500        | 3500      | 3 年更换 1 次，本方案适用年限内更换 1 次  |
| 人工监测工程   | 开 采 井 | 水质分析  | 1 件/年      | 1    | 2000        | 2000      |                           |
|          |       | 开采量   | 每小时一次/自动监测 | 2160 | 0           |           | 由值班人员完成                   |
|          | 回 灌 井 | 水质分析  | 2 件/年      | 1    | 2000        | 2000      |                           |
|          |       | 压力记录  | 每小时一次/自动监测 | 2187 | 0           | 0         | 由值班人员完成                   |
|          |       | 回灌量   | 每小时一次/自动监测 | 2160 | 0           | 0         |                           |
| 回灌工程     | 洗井    |       | 2 次/年      | 2    | 2000        | 4000      | 包括电费、人工等                  |
|          | 回扬    |       | 2 次/年      | 2    | 2000        | 4000      | 包括电费、人工等                  |
| 合 计 (元)  |       |       |            |      |             | 22600     |                           |

### 三、进度安排

根据本方案适用期内工作部署及年度实施计划，将各年度工作部署及经费使用情况安排如表 7-2 所示。各年度工作严格按照前述的年度工作安排进行，同时将各年度方案执行费用计入当年生产成本中，在单位设立基金账户，接受自然资源部门监督检查。

表7-2各年度工作部署及经费使用情况一览表

| 防治工程      |       |      |            | 监测频率     | 综合单价     | 本方案适用年限（5 年）内 |       |        |       |        |       |        |       |        |       | 预测矿山后期服务年限（后 5 年）内 |       |                 |    |
|-----------|-------|------|------------|----------|----------|---------------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------------------|-------|-----------------|----|
|           |       |      |            |          |          | 2023 年        |       | 2024 年 |       | 2025 年 |       | 2026 年 |       | 2027 年 |       | 每年(需更换探头及电磁流量计)    |       | 每年(不更换探头及电磁流量计) |    |
|           |       |      |            |          |          | 工程量           | 费用    | 工程量    | 费用    | 工程量    | 费用    | 工程量    | 费用    | 工程量    | 费用    | 工程量                | 费用    | 工程量             | 费用 |
| 自动监测系统维护费 | 数据传输  |      |            |          | 300 元/套  | 2 套           | 600   | 2 套    | 600   | 2 套    | 600   | 2 套    | 600   | 2 套    | 600   | 2 套                | 600   |                 |    |
|           | 更换探头  |      |            |          | 3000/个   | /             | /     | /      | /     | 1 个    | 3000  | /      | /     | /      | /     | 1 个                | 3000  | /               | /  |
|           | 电磁流量计 |      |            |          | 3500/台   | /             | /     | /      | /     | 2 台    | 7000  | /      | /     | /      | /     | 2 台                | 7000  | /               | /  |
| 人工监测工程    | 开采井   | 水质分析 | 1 件/年      | 2000 元/件 | 1 件      | 2000          | 1 件   | 2000   | 1 件   | 2000   | 1 件   | 2000   | 1 件   | 2000   | 1 件   | 2000               | 1 件   | 2000            |    |
|           |       | 开采量  | 每小时一次/自动监测 | 60 元/次   | 2160     | 0             | 2160  | 0      | 2160  | 0      | 2160  | 0      | 2 次   | 0      | 2160  | 0                  | 2160  | 0               |    |
|           | 回灌井   | 压力监测 | 每小时一次/自动监测 | 20 元/次   | 2187     | 0             | 2187  | 0      | 2187  | 0      | 2187  | 0      | 2 次   | 0      | 2187  | 0                  | 2187  | 0               |    |
|           |       | 水质分析 | 1 件/年      | 2000 元/件 | 1 件      | 2000          | 1 件   | 2000   | 1 件   | 2000   | 1 件   | 2000   | 1 件   | 2000   | 1 件   | 2000               | 1 件   | 2000            |    |
|           |       | 回灌量  | 每小时一次/自动监测 | 60 元/次   | 2160     | 0             | 2160  | 0      | 2160  | 0      | 2160  | 0      | 2160  | 0      | 2160  | 0                  | 2160  | 0               |    |
| 回灌工程      | 洗井    |      |            | 2 次/年    | 2000 元/次 | 2 次           | 4000  | 2 次    | 4000  | 2 次    | 4000  | 2 次    | 4000  | 2 次    | 4000  | 2 次                | 4000  |                 |    |
|           | 回扬    |      |            | 2 次/年    | 2000 元/次 | 2 次           | 4000  | 2 次    | 4000  | 2 次    | 4000  | 2 次    | 4000  | 2 次    | 4000  | 2 次                | 4000  |                 |    |
| 每年合计（万元）  |       |      |            |          | 1. 26    |               | 1. 26 |        | 2. 26 |        | 1. 26 |        | 1. 26 |        | 2. 26 |                    | 1. 26 |                 |    |

## 第八章 保障措施与效益分析

### 一、保障措施

#### （一）组织保障

该方案由本矿山采矿权人负责并组织实施。

#### （二）技术保障

该方案的实施应有充分的技术保障，采矿权人必须安排专人专门负责矿区地热井长期动态监测和回灌工作。

#### （三）资金保障

资金落实是工作成败的关键。做好矿山工作，必须制定出切实可行的资金保障措施，本方案将从资金的来源、存放、管理、使用、审计等环节落实资金保障措施。

按照“谁开发、谁保护，谁破坏、谁治理”的原则。矿山地质环境保护与恢复治理费用由造成矿山环境问题的单位承担，即山东鲁辰能源发展股份有限公司负担全部费用。

### 二、效益分析

#### （一）社会效益

地热资源的合理开发利用有利于改善投资环境，降低投资成本，延缓地热井水位下降速率，保证地热资源可持续开发利用，具有良好的社会效益。

#### （二）环境效益

矿区内地热水主要用于供暖，相比于燃煤锅炉可取得很好的环保效应和经济效应：避免了燃煤锅炉的废气、废渣对周围环境的污染，省掉了燃煤的运输费用、贮煤场地费用、除尘费用、灰渣的运输处理费用等。同时解决了低温地热水或地热尾水排放对环境造成的热污染的问题。根据《地热资源地质勘查规范》(GB/T11615-2010)有关资料，每燃烧 1 吨煤，将产生 2386kg 二氧化碳、17kg 二氧化硫、6kg 氮氧化物、8kg 悬浮质粉尘、100kg 煤灰渣，利用地热将大量减少有毒物质、废弃物的产生，具有较好的经济效益。区内地热水允许采量1541.50m<sup>3</sup>/d，产能为3226.72kw，年开采累计可利用的热能量为5.58×

107MJ，折合标准煤1902.50t。年减少CO<sub>2</sub>排放量439.37t，SO<sub>2</sub>排放量32.34t，NO<sub>x</sub>排放量11.42t，悬浮质粉尘15.22t，煤灰渣1.90t。

表8-1 热水开采一年所获热量与之相当的节煤量

|                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| 考虑热效率折算后的热能       | 节煤量                |
| 10 <sup>9</sup> J | M（吨/年）             |
| Σ Wt              | 计算式M=Σ Wt÷4.1868÷7 |

表8-2 地热水开采一年相当节煤量的减排量

|      |                     |                     |                     |       |       |
|------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|-------|
| 项目   | 二氧化碳CO <sub>2</sub> | 二氧化硫SO <sub>2</sub> | 氮氧化物NO <sub>x</sub> | 悬浮质粉尘 | 煤灰渣*  |
| 单位   | t/a                 | t/a                 | t/a                 | t/a   | t/a   |
| 计算式  | 2.386M              | 1.7%M               | 0.6%M               | 0.8%M | 0.1%M |
| 计算结果 | 4539.37             | 32.34               | 11.42               | 15.22 | 1.90  |

## 第九章 结论与建议

### 一、结论

1、山东省济南市商河县沙河社区地热井位于济南市商河县沙河镇，矿区范围由4个拐点圈定，极值坐标范围为X: \*\*\*\*\*Y: \*\*\*\*\*, 矿区面积2.44km<sup>2</sup>。

2、矿区内现有2眼地热井，其中开采井1眼、回灌井1眼，开采井井深1295.70m，回灌井井深1277m，开采层位为新近纪馆陶组。地热水开采方式为地下开采，生产规模12.07万m<sup>3</sup>/a，属中型矿山。

3、该矿山地质环境问题影响评估区范围为矿区范围，矿山地质环境影响评估分级为一级。评估区矿山地质环境现状评估为较轻，预测评估为较轻。矿山地质环境保护与恢复治理分区划分为一般区。

4、该矿山地质环境保护与恢复治理的工程措施为监测工程和回灌工程，主要工作有自动监测系统维护，采用自动监测与人工监测相结合，并对供暖期的地热尾水进行回灌。

5、该方案适用年限为5年。通过估算，该矿山开采5年的矿山地质环境保护与恢复治理费用7.3万元。

### 二、建议

1、加强区域内地热资源开发与地面沉降相关性研究工作；

2、注重做好地热井的维护工作，定期提泵检查，避免造成井内故障。同时应注意加强对井口的保护等问题；

3、由于矿山位于地面沉降地质灾害发育区，区内进行地面沉降监测工作时，企业应积极配合监测单位做好矿山周围的监测标石埋设等工作。

附件1：地质灾害危险性评估证书

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>单位名称：山东省地质矿产勘查开发局八〇一水文地质工程地质大队（山东省地矿工程勘察院）</p> <p>单位地址：山东省济南市经十路13632号</p> <p>法定代表人：张云峰</p> <p>技术负责人：李常锁</p> <p>资质证书类别：危险性评估</p> <p>资质等级：甲级</p> <p>证书编号：372018110229</p> <p>有效期至：2024 年 4 月 5 日</p> | <p>中华人民共和国自然资源部</p>  <p>发证机关：山东省自然资源厅</p> <p>发证日期：2022 年 4 月 5 日</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 附件2：委托书

### 委托书

山东省地质矿产勘查开发局八〇一水文地质工程地质大队：

现委托你单位进行山东省济南市商河县沙河社区地热矿区矿山地质环境保护与恢复治理方案的编写工作。商河县沙河社区地热矿区地热采矿权区块面积为 2.44km<sup>2</sup>。请你单位依据相关规范、标准及文件要求编制报告，自觉接受我单位及主管部门的监督检查，保证工作质量，按期提交工作成果。

中石化绿源地热能（山东）开发有限公司

2022年12月23日

附件3：矿山地质环境现状调查表

| 矿山地质环境现状调查表       |                        |                    |                                 |         |                                     |                   |                                         |                            |                                       |        |                                     |                   |                                      |                      |                      |         |                   |    |                      |  |   |  |
|-------------------|------------------------|--------------------|---------------------------------|---------|-------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|--------|-------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------|---------|-------------------|----|----------------------|--|---|--|
| 矿山基本概况            | 矿山企业名称                 |                    | 中石化绿源地热能（山东）开发有限公司              |         |                                     |                   | 通讯地址                                    |                            | 德州市陵城区经济开发区陵州路459号                    |        |                                     | 邮政编码              | 253500                               |                      | 法人代表                 | 井阳阳     |                   |    |                      |  |   |  |
|                   | 电话                     |                    | 0534-6117966                    |         | 传真                                  |                   |                                         |                            | 坐标（***国家大地坐标系、中央子午线***度）              |        | X: *****, Y: *****                  |                   |                                      | 矿类                   | 非金属                  |         | 矿种                | 地热 |                      |  |   |  |
|                   | 企业规模                   |                    |                                 | 大型      |                                     |                   | 设计生产能力10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a |                            |                                       | 12.07  |                                     | 设计服务年限            |                                      | 10a                  |                      |         |                   |    |                      |  |   |  |
|                   | 经济类型                   |                    |                                 | 有限责任公司  |                                     |                   |                                         |                            |                                       |        |                                     |                   |                                      |                      |                      |         |                   |    |                      |  |   |  |
|                   | 矿山面积km <sup>2</sup>    |                    |                                 | 2.44    |                                     |                   | 实际生产能力10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a |                            |                                       | /      |                                     | 已服务年限             |                                      | 0                    | 开采深度m                | ***     |                   |    |                      |  |   |  |
|                   | 建矿时间                   |                    |                                 | 2022年建矿 |                                     |                   | 生产现状                                    |                            | 已建                                    |        | 采空区体积10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> |                   |                                      | 无                    |                      |         |                   |    |                      |  |   |  |
|                   |                        |                    |                                 |         |                                     |                   | 采矿方式                                    |                            | 地下开采                                  |        | 开采层位                                |                   | 新近纪馆陶组                               |                      |                      |         |                   |    |                      |  |   |  |
| 矿业开发占用破坏土地情况      | 露天采场                   |                    |                                 |         | 排土场                                 |                   |                                         |                            | 固体废料废弃物堆                              |        |                                     |                   | 地面塌陷                                 |                      |                      |         | 总计                |    | 已治理面积km <sup>2</sup> |  |   |  |
|                   | 数量个                    |                    | 面积km <sup>2</sup>               |         | 数量个                                 |                   | 面积km <sup>2</sup>                       |                            | 数量个                                   |        | 面积km <sup>2</sup>                   |                   | 数量个                                  |                      | 面积km <sup>2</sup>    |         | 面积km <sup>2</sup> |    |                      |  |   |  |
|                   | /                      |                    | /                               |         | /                                   |                   | /                                       |                            | /                                     |        | /                                   |                   | /                                    |                      | /                    |         | /                 |    |                      |  |   |  |
|                   | 占用土地情况/km <sup>2</sup> |                    |                                 |         | 占用土地情况/km <sup>2</sup>              |                   |                                         |                            | 占用土地情况/km <sup>2</sup>                |        |                                     |                   | 破坏用土地情况/km <sup>2</sup>              |                      |                      |         |                   |    |                      |  |   |  |
|                   | 耕地                     | 基本农田               |                                 | /       |                                     | 耕地                | 基本农田                                    |                            | /                                     |        | 耕地                                  | 基本农田              |                                      | /                    |                      | 耕地      | 基本农田              |    | /                    |  | / |  |
|                   |                        | 其他耕地               |                                 | /       |                                     |                   | 其他耕地                                    |                            | /                                     |        |                                     | 其他耕地              |                                      | /                    |                      |         | 其他耕地              |    | /                    |  | / |  |
|                   |                        | 小计/km <sup>2</sup> |                                 | /       |                                     |                   | 小计/m <sup>2</sup>                       |                            | /                                     |        |                                     | 小计/m <sup>2</sup> |                                      | /                    |                      |         | 小计/m <sup>2</sup> |    | /                    |  | / |  |
|                   | 林地                     |                    | /                               |         | 林地                                  |                   | /                                       |                            | 林地                                    |        | /                                   |                   | 林地                                   |                      | /                    |         | /                 |    | /                    |  |   |  |
|                   | 其他                     |                    | /                               |         | 其他                                  |                   | /                                       |                            | 其他                                    |        | /                                   |                   | 其他                                   |                      | /                    |         | /                 |    | /                    |  |   |  |
|                   | 合计/km <sup>2</sup>     |                    | /                               |         | 合计/km <sup>2</sup>                  |                   | /                                       |                            | 计/km <sup>2</sup>                     |        | /                                   |                   | 合计/km <sup>2</sup>                   |                      | /                    |         | /                 |    | /                    |  |   |  |
| 采矿固体废弃物排放         | 类型                     |                    |                                 |         | 年排放量/10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> |                   |                                         |                            | 年综合利用量/10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> |        |                                     |                   | 累计积存量/10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> |                      |                      |         | 主要利用方式            |    |                      |  |   |  |
|                   | 废石                     |                    |                                 |         | /                                   |                   |                                         |                            | /                                     |        |                                     |                   | /                                    |                      |                      |         | /                 |    |                      |  |   |  |
|                   | 合计                     |                    |                                 |         | /                                   |                   |                                         |                            | /                                     |        |                                     |                   | /                                    |                      |                      |         | /                 |    |                      |  |   |  |
| 含水层破坏情况           | 影响含水层的类型               |                    | 区域含水层遭受影响或破坏的面积/ m <sup>3</sup> |         |                                     |                   |                                         | 地下水位最大下降幅度/ m <sup>3</sup> |                                       |        |                                     |                   | 含水层被疏干的面积/ m <sup>3</sup>            |                      |                      |         | 受影响的对象            |    |                      |  |   |  |
|                   | 无                      |                    | /                               |         |                                     |                   |                                         | /                          |                                       |        |                                     |                   | /                                    |                      |                      |         | /                 |    |                      |  |   |  |
| 地形地貌景观破坏          | 破坏的地形地貌景观类型            |                    | 被破坏的面积/ m <sup>2</sup>          |         |                                     |                   |                                         | 破坏程度                       |                                       |        |                                     |                   |                                      |                      |                      | 修复的难易程度 |                   |    |                      |  |   |  |
|                   | 挖损                     |                    | /                               |         |                                     |                   |                                         | /                          |                                       |        |                                     |                   |                                      |                      |                      | /       |                   |    |                      |  |   |  |
|                   | 占压                     |                    | /                               |         |                                     |                   |                                         | 较轻                         |                                       |        |                                     |                   |                                      |                      |                      | 较易      |                   |    |                      |  |   |  |
| 采矿引起的崩塌、滑坡、泥石流等情况 | 种类                     | 发生时间               | 地点                              | 规模      | 影响范围/m <sup>2</sup>                 | 体积/m <sup>3</sup> | 危害                                      |                            |                                       |        |                                     | 发生原因              | 防治情况                                 | 治理面积/ m <sup>2</sup> |                      |         |                   |    |                      |  |   |  |
|                   |                        |                    |                                 |         |                                     |                   | 死亡人数/人                                  |                            | 受伤人数                                  | 破坏房屋/间 | 毁坏土地/ m <sup>2</sup>                |                   |                                      |                      | 直接经济损失/万元            |         |                   |    |                      |  |   |  |
|                   |                        | /                  |                                 | /       | /                                   | /                 | /                                       | /                          |                                       |        |                                     | /                 | /                                    | /                    |                      | /       | /                 | /  | /                    |  |   |  |
|                   |                        | /                  |                                 | /       | /                                   | /                 | /                                       | /                          | /                                     | /      | /                                   | /                 | /                                    | /                    | /                    | /       | /                 | /  |                      |  |   |  |
|                   | /                      | /                  | /                               | /       | /                                   | /                 | /                                       | /                          | /                                     | /      | /                                   | /                 | /                                    | /                    | /                    | /       | /                 |    |                      |  |   |  |
| 采矿引起的地面塌陷情况       | 发生时间                   | 发生地点               | 规模                              | 塌陷坑/个   | 影响范围                                | 最大长度/ m           | 最大深度/ m                                 | 危害                         |                                       |        |                                     |                   | 发生原因                                 | 防治情况                 | 治理面积/ m <sup>2</sup> |         |                   |    |                      |  |   |  |
|                   |                        |                    |                                 |         |                                     |                   |                                         | 死亡人数/人                     | 受伤人数                                  | 破坏房屋/间 | 毁坏土地/ m <sup>2</sup>                | 直接经济损失/万元         |                                      |                      |                      |         |                   |    |                      |  |   |  |
|                   | /                      | /                  | /                               | /       | /                                   | /                 | /                                       | /                          | /                                     | /      | /                                   | /                 | /                                    | /                    | /                    | /       | /                 |    |                      |  |   |  |
| 采矿引起的地裂缝情况        | 发生时间                   | 发生地点               | 数量/个                            | 最大长度/m  | 最大宽度/m                              | 最大深度/m            | 走向                                      | 死亡人数/人                     | 受伤人数                                  | 破坏房屋/间 | 毁坏土地/ m <sup>2</sup>                | 直接经济损失/万元         | 发生原因                                 | 防治情况                 | 治理面积/ m <sup>2</sup> |         |                   |    |                      |  |   |  |
|                   | /                      | /                  | /                               | /       | /                                   | /                 | /                                       | /                          | /                                     | /      | /                                   | /                 | /                                    | /                    | /                    |         |                   |    |                      |  |   |  |
|                   | /                      | /                  | /                               | /       | /                                   | /                 | /                                       | /                          | /                                     | /      | /                                   | /                 | /                                    | /                    | /                    |         |                   |    |                      |  |   |  |

矿山企业（盖章）：

填表单位（盖章）：山东省地质矿产勘查开发局八〇一水文地质工程地质大队（山东省地矿工程勘察院）

填表人：贾明星填表日期：2023年1月3日

## 附件4：《山东省济南市商河县沙河社区地热矿区地热资源储量报告》评审意见书

### 《山东省济南市商河县沙河社区地热矿区 地热资源储量报告》评审意见书

为办理济南市商河县沙河社区地热矿区矿权出让，商河县自然资源局委托山东地矿工程集团有限公司编制了《山东省济南市商河县沙河社区地热矿区地热资源储量报告》（以下简称“报告”）。2022年5月30日送交济南市自然资源和规划局申报评审，编制单位对所利用资料的真实性做出了承诺。2022年6月1日，济南市自然资源和规划局组织专家（名单附后）及有关方面人员在济南召开了报告评审会。会后，报告编制单位按会议意见进行了修改补充，经复核基本符合要求，形成如下评审意见：

#### 一、基本情况

##### （一）矿业权设置情况

根据《商河县矿产资源总体规划（2021-2025年）》，2022年5月10日，商河县自然资源局发布了“《关于恳请市局委托我县做好地热采矿权出让前期工作的请示》（商自然资字[2022]55号）”，恳请市局委托我局做好25处地热采矿权出让前期工作。2022年5月20日，济南市自然资源和规划局以“《关于做好商河县地热采矿权出让前期工作的批复》（济自然规划字[2022]34号）”同意在商河县贾庄等地设置25处地热采矿权。拟设矿区名称为“商河县沙河社区地热矿区”，拟设矿区由4个拐点坐标圈定，极值坐标（中央子午线117°，2000国家大地坐标系）X：4143472.91~4144758.69、Y：39521767.16~39523744.71，矿区面积2.44km<sup>2</sup>。矿区内现有一采一灌2眼地热井，井口标高+13.5~+14.1m，开采标高-977.4~-1252.4m，

现状供暖采用同层回灌模式。

该矿区周边有拟设地热采矿权 1 处，为商河县龙桑寺社区地热矿区，位于本矿区西南 5.4km。

## （二）位置交通与自然地理

拟设矿区位于商河县东北 16.9km，沙河镇政府西北 0.3km，行政区划属沙河镇。南距龙怀路 0.9km，交通便利。

拟设矿区地处黄河下游冲积平原区，地形平坦，地势南高北低，西高东低，自西南向东北缓缓倾斜，海拔高度 3~19m，地面坡降 1/10000 左右。属暖温带半湿润季风气候，历年年平均气温 12.8℃，最高气温 42.7℃（1942 年 7 月 6 日），最低气温 -21.7℃（2021 年 1 月 7 日）。多年平均降水量 669.1mm，最大为 1120.7mm（2007 年），最少为 278.0mm（2003 年），多年平均蒸发量 1525.6mm。商河县境内主要河流有黄河、徒骇河、垛石河、土马河、寺干沟、临商河、商中河和商东河。

## （三）地热井地质特征

拟设矿区内共建设有一采一灌 2 眼地热井，利用热储层为新近纪馆陶组。采灌井井距为 329.6m。

DR1 井于 2017 年 12 月 15 日施工完成，成井深度 1275.00m。取水段 990.9~1265.9m，累计利用含水层厚度为 146.90m，采用粘土球止水。成井时井口水温为 56℃，静水位埋深 47.70m。

DRHG1 井于 2021 年 5 月 27 日施工完成，成井深度 1277.00m。取水段 1054.4m~1263.1m，累计利用含水层厚度为 142.90m，采用粘土

球止水。成井时井口水温为 56℃，静水位埋深 55.35m。

## 二、地热井开采及矿产资源储量情况

### （一）以往地质工作情况

1、2007 年，山东省鲁北地质工程勘察院开展了“山东省商河县城区地热普查”、“山东省商河县城区北部地区地热普查”项目，提交了相应成果报告和图件，对区内地热地质条件进行论述，对地热资源进行了计算和评价。其中，《山东省商河县城区地热普查报告》的矿产资源储量于 2007 年 7 月 24 日通过了山东省国土资源资料档案馆储量评审办公室组织的专家评审，并已备案，备案号为：鲁资能备字[2007]48 号。《山东省商河县城区北部地区地热普查报告》的矿产资源储量于 2007 年 12 月 7 日通过了山东省国土资源资料档案馆储量评审办公室组织的专家评审并已备案，备案号为：鲁资能备字[2008]25 号。

2、2008 年，山东省地矿工程集团有限公司开展了“山东省商河县地热资源调查评价”项目，提交了相应成果报告和图件，对商河县地热地质条件进行论述，对地热资源进行了计算和评价。

3、2008-2011 年，山东省鲁北地质工程勘察院（山东省地勘局第二水文地质工程地质大队）提交了《山东省地热资源调查评价报告（鲁西北平原）》及鲁北地区地温梯度分区图、地热地质图、开发利用条件图、地热资源勘查开发利用分区图等成果图件。

4、2017 年 10 月河北陆海钻井公司编制了《商河沙河社区供热工程地热生产井完井报告》，该井为本次报告中的 DR1 井。

5、2021年5月，河北陆海钻井公司编制了《商河沙河社区供热工程地热回灌井完井报告》，该井为本次报告中的DRHG1井。

## （二）地热井开发利用情况

矿区共施工一采一灌两口地热井，目前尚未开发利用。

DR1井位于沙河镇沙河社区东南，完井时间为2017年，钻探深度1278m，成井深度为1275m，利用热储层为新近系馆陶组，累计利用含水层厚度为146.9m，取水段990.9m~1265.9m；DRHG1井位于沙河镇沙河社区中北部，完井时间为2021年，钻探深度1279m，成井深度为1277m，利用热储层为新近系馆陶组，累计利用含水层厚度为142.9m，取水段1054.4m~1263.1m。

矿区地热水水位整体呈下降趋势。2017年静水位埋深约为47.70m，2021年静水位埋深约为55.35m，2022年静水位埋深约为56.7m，水位下降速率约为1.8m/a。周边地热井的开采影响了该区地热井，预测随着回灌的持续进行，热储含水层水位下降速率会呈减缓趋势。

地热井各离子含量变化较小，地热水水温无变化。

## （三）本次完成主要实物工作量

在收集利用区内已有资料基础上，2022年1~5月份开展了搜集成井报告2份，完成地热地质调查2.44km<sup>2</sup>，产能测试1组/12台班，水质分析1件，完成了《山东省济南市商河县沙河社区地热矿区地热资源储量报告》的编写。

## （四）地热资源开采量申报情况

本次申报地热流体允许开采量：矿区地热流体允许开采量为1541.50m<sup>3</sup>/d，按年开采120天计算合18.50万m<sup>3</sup>/a。

### 三、评审意见

#### （一）主要评审意见

1、本次收集了地热矿区及周边地热井地层结构资料，产能试验与水质分析资料等，开展了地热井产能试验、生产回灌、样品采集与测试等工作，经综合分析研究后编制了地热资源储量报告，编制依据比较充分。

2、论述了矿区热储目的层、盖层的地热地质特征，基本查明了工作区地热地质条件。

3、根据地热井产能测试获得的有关计算参数可信，计算方法正确，估算结果较为可靠。

4、对开采井地热流体质量进行了评价。地热流体水化学类型为Cl-Na型；pH为7.5；溶解性总固体为9027.81mg/l；偏硅酸、偏硼酸含量达到了矿水浓度。

5、对地热流体进行了渔业用水、生活饮用水、农业用水水质评价，对地热流体的腐蚀性、结垢趋势及起泡作了评价，为半腐蚀性、结垢多、有强腐蚀性、起泡的地热水。评价依据充分。

6、本次地热地质工作所投入工作量及提交的成果，基本符合《地热资源地质勘查规范》（GB/T 11615-2010）、《单井地热资源评价技术规程》（DB 37/T 4243—2020）及相关规范要求。

#### （二）评审结果

根据报告及评审会意见、专家组复核意见，专家组同意以下地热资源储量通过评审：

地热流体允许开采量：矿区地热流体允许开采量为  $1541.50\text{m}^3/\text{d}$ ，按年开采 120 天计算合  $18.50 \times 10^4\text{m}^3/\text{a}$ 。年累计可利用热能  $5.58 \times 10^7\text{MJ}$ ，折合标准煤  $1902.50\text{t}/\text{a}$ 。水温  $56^\circ\text{C}$ 。

### （三）问题与建议

1、建议加强水位、水量、水温、水质动态监测，完善动态监测系统。

2、本矿区西南与济南大沙河省级湿地公园有部分重叠。重叠面积约  $0.30\text{km}^2$ ，约占矿区面积的  $12.30\%$ 。

### （四）矿产储量评估师及专家的主要分歧意见

参加本报告评审的储量评估师及专家无分歧意见。

### 四、结论

本次地热资源储量报告内容比较全面，编制依据比较充分、结论明确、建议可行。基本符合《地热资源地质勘查规范》（GB/T 11615-2010）、《单井地热资源评价技术规程》（DB 37/T 4243—2020）及相关规范的编制要求，专家组同意通过评审。

专家组组长：



2022 年 6 月 8 日

附：评审专家组名单

## 附件5：《山东省济南市商河县沙河社区地热矿区地热资源开发利用方案》评审意见书

### 《山东省济南市商河县沙河社区地热矿区 地热资源开发利用方案》评审意见

根据《矿产资源开采登记管理办法》、鲁国土资字[2014]365号、鲁自然资规[2020]2号等有关文件要求。商河县自然资源局委托山东省地矿工程集团有限公司编制了《山东省济南市商河县沙河社区地热矿区地热资源开发利用方案》(以下简称“方案”)。2022年6月15日送交济南市自然资源和规划局申报评审,编制单位对所利用资料的真实性做出了承诺。2022年6月17日,济南市自然资源和规划局组织专家(名单附后)及有关方面人员在济南召开了报告评审会。会后,报告编制单位按会议意见进行了修改补充,经复核基本符合要求,形成如下评审意见:

#### 一、基本情况

济南市商河县沙河社区地热矿区位于商河县沙河镇,矿山周围地形平坦,地貌类型单一,岩土体工程地质性质良好。根据《商河县矿产资源总体规划(2021-2025年)》、济南市自然资源和规划局“《关于做好商河县地热采矿权出让前期工作的批复》(济自然规划字[2022]34号)”,拟设矿区范围由4个拐点坐标圈定,极值坐标(中央子午线117°,2000国家大地坐标系)X:4143472.91~4144758.69、Y:39521767.16~39523744.71,矿区面积2.44km<sup>2</sup>。区内分布有一采一灌2眼地热井,现状供暖采用同层回灌模式,采灌井均为馆陶组热储层。

DR1井于2017年12月15日施工完成,成井深度1275.00m。2022年产能测试时水温为56℃,降深15m时的单井出水量为64.23m<sup>3</sup>/h;

DRHG1 井于 2021 年 5 月 27 日施工完成，成井深度 1277.00m。矿区目前尚未开发利用，沙河社区设计供暖面积 5 万 m<sup>2</sup>。

## 二、主要审查意见

1、“方案”在充分收集资料的基础上，按照有关技术规范及相关法律、法规编制。编制依据充分，技术思路正确，基础资料翔实。

2、2022 年 5 月，山东省地矿工程集团有限公司提交了《山东省济南市商河县沙河社区地热矿区地热资源储量报告》，2022 年 6 月济南市自然资源和规划局组织了报告评审并下达了关于《山东省济南市商河县沙河社区地热矿区地热资源储量报告》的评审意见书。确定在回灌条件下地热矿区的可开采量为 1541.50m<sup>3</sup>/d，按年开采 120 天计算，合 18.50 万 m<sup>3</sup>/a。方案编写依据充分，资源储量可靠。

3、“方案”根据地热资源赋存特点，采用“一采一灌、采灌均衡”模式，供暖采用全封闭井管抽出式开采，供暖后的地热尾水经二级过滤、排气设施后通过回灌井直接回灌至同层热储中。根据可开采量及用热工程所需水量，确定地热井生产能力为 12.07 万 m<sup>3</sup>/a（120d），服务年限为 10 年。地热井生产规模及服务年限确定合理。

4、地热流体主要用于社区冬季供暖，利用方向合理。矿区建设有地热泵站、输送系统及回灌系统等，并对资源保证程度进行了论证。供暖地热流体经过除砂后，进行地板辐射采暖系统供热利用，尾水经二级过滤、排气处理后加压回灌到回灌井同层热储中，尾水回灌温度 22℃。工程布置、开采方式、生产系统、设备配置等基本合理，资源

利用较充分。

5、“方案”划定了开采保护区范围，编制了地热流体动态监测及回灌监测方案。其划定的保护范围较合理，监测、回灌方案及保护方案可行。

### 三、存在问题及建议

1、本矿区西南与济南大沙河省级湿地公园有部分重叠。重叠面积约 0.30km<sup>2</sup>，约占矿区面积的 12.30%。

2、地热水矿化度、Na 离子、Cl 离子含量高，为半腐蚀性水，且容易结垢，利用过程中对供暖设备和管道应注意防腐，做好设备的检修和维护工作。

3、本开发利用方案是基于现状条件进行编制的，采矿权出让后，建议由采矿权人根据实际利用情况进行修编。

### 四、结论

《方案》编制依据较充分，章节及附图、附件较为齐全，内容全面，方案可行，基本符合有关规范及法律法规的要求，专家组同意通过评审。

专家组组长：



2022 年 6 月 21 日

附：评审专家组名单

## 附件6：中石化绿源地热能（山东）开发有限公司承诺书

### 承诺书

济南市自然资源和规划局：

《山东省商河县沙河社区地热矿区地热矿区矿山地质环境保护与恢复治理方案》系编制单位根据我公司委托，经实地踏勘后编制而成，我公司提供给编制单位的各种资料及相关批复文件均是合法取得的，真实可靠，无伪造篡改等虚假内容。我公司承诺将按照批复后的《山东省商河县沙河社区地热矿区矿山地质环境保护与恢复治理方案》做好本矿区地质环境保护与恢复治理工作，并根据有关规定建立矿山地质环境保护与恢复治理基金账户，及时缴存。

特此承诺。

中石化绿源地热能（山东）开发有限公司

2023 年 1 月 6 日

附件7：山东省地质矿产勘查开发局八〇一水文地质工程地质大队承诺书

## 承诺书

济南市自然资源和规划局：

《山东省商河县沙河社区地热矿区地热矿区矿山地质环境保护与恢复治理方案》  
系中石化绿源地热能（山东）开发有限公司委托，经实地踏勘后编制而成，我单位承诺报告有关数据及报告中涉及的原始资料及数据（包括正文、附图、附表、附件）无伪造、编造、篡改等虚假内容。

特此承诺。

山东省地质矿产勘查开发局八〇一水文地质工程地质大队

2023 年 1 月 6 日