



山东省济南市商河县37° 南片区地热矿区 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 37° 南片区地热矿区 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：王海焦 薄本玉 齐树明 贾明星

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

摘 要

山东省济南市商河县37° 南片区地热矿区属于新建矿山，为办理采矿许可证，编制了本报告。该矿区位于商河县南部，距商河县城约3km，极值坐标(中央子午线***), X:*****,Y: *****, 矿区面积为1.08km²。

矿区内现有地热井4口，其中2口开采井，2口回灌井，采灌层位为新近纪馆陶组热储，开采矿种为地热，开采方式为地下开采；矿山生产规模为2380.66m³/d，即24.49万 m³/a，属大型矿山。本矿山采用“两采两灌，同层对井回灌”的模式对供暖后的地热尾水进行回灌。

通过对矿区及周围地质环境调查、资料收集，结合矿山实际并经综合分析，对矿山地质环境影响程度进行了评估，其对地质环境影响程度现状评估为较轻，预测结果为影响较轻，矿山地质环境保护与恢复治理分区为一般防治区，也不涉及土地复垦内容。在此基础上针对该矿山地质环境问题及地质灾害制定了相应的保护、治理与监测方案。

本次提交文字报告1份，附图3张。

关键词：37° 南片区 地热 矿山地质环境 恢复治理

目 录

前 言	1
一、任务由来	1
二、目标任务	1
三、编制依据	1
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	11
一、地层岩性	11
二、地质构造	12
三、水文地质条件	14
四、工程地质条件	15
五、矿体 (层) 地质特征	15
六、矿山及周边其他人类重大工程活动情况	22
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估	23
一、评估范围和评估级别	23
二、现状评估	24
三、预测评估	28
第四章 矿山地质环境保护与恢复治理分区	33
一、分区原则与方法	33
二、分区评述	33
第五章 矿山地质环境保护与恢复治理原则、 目标和任务	35
一、矿山地质环境保护与恢复治理原则	35
二、矿山地质环境保护与恢复治理目标和任务	35
三、矿山地质环境保护与恢复治理工作部署	35
第六章 矿山地质环境防治工程	37
一、矿山地质环境监测工程	37
二、矿山地质环境回灌工程	44
第七章 经费估算与进度安排	47
一、工程量估算	47
二、经费估算	47
三、进度安排	48
第八章 保障措施与效益分析	51
一、保障措施	51
二、效益分析	51
第九章 结论与建议	53
一、结论	53
二、建议	53

附图

- 1、山东省济南市商河县37° 南片区地热矿区矿山地质环境现状评估图(1:25000)
- 2、山东省济南市商河县37° 南片区地热矿区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37° 南片区地热矿区矿山地质环境保护与恢复治理工程部署图(1:25000)

附件

- 1、委托书
- 2、矿山地质环境现状调查表
- 3、《济南市商河县37° 南片区地热矿区地热资源储量报告》评审意见书
- 4、《济南市商河县37° 南片区地热矿区地热资源开发利用方案》评审意见
- 5、中石化绿源地热能（山东）开发有限公司承诺书
- 6、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

前 言

一、任务由来

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了“山东省济南市商河县37°南片区地热矿区”采矿权，现需办理采矿证。

根据原国土资源部办公厅《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21号）、《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）、《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 0223-2011）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承担“山东省济南市商河县37°南片区地热矿区矿山地质环境保护与恢复治理方案”的编制工作。

二、目标任务

编制该方案的目的是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保护法》（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资源法》（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管理法》(1998年8月29号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第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、《山东省地质灾害防治规划(2021-2025年)》;

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、《济南市地面沉降防治规划(2016-2025年)》;

9、《济南市矿山地质环境保护与治理规划》(2018-2025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原则(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》(DZ/T 0286-2015);

8、《地质灾害危险性评估规范》(GB/T 40112-2021);

9、《城镇地热供热工程技术规程》(CJJ 138-2010);

10、《地热资源地质勘查规范》(GB/T 11615-2010)。

(四) 相关基础资料

- 1、《山东省济南市地面沉降工作开展情况》(济南市自然资源和规划局2021年11月)；
- 2、《济南市商河县 37° 南片区地热矿区地热资源储量报告》及评审意见书；
- 3、《济南市商河县37° 南片区地热矿区地热资源开发利用方案》及评审意见。

四、矿山基本情况

拟设矿区名称为“商河县37° 南片区地热”矿区，范围由4个拐点圈定，极值坐标（中央子午线***，***国家大地坐标系）X: *****, Y: *****, 矿区面积为1.08km²。矿区不与《商河县国土空间规划(2021-2035年)》划定的生态红线重叠。拟出让矿区范围拐点坐标见表0-1。

表0-1拟设矿区范围拐点坐标一览表

拐点 编号	坐标 (**国家大地坐标系)	
	中央子午线 **** 度	
	X	Y
1	*****	*****
2	*****	*****
3	*****	*****
4	*****	*****

该矿区内目前有地热井4口，其中开采井2口，回灌井2口(表0-2)，开采目的层为新近纪馆陶组。本次设计采用“两采两灌”的开采模式，开采热储标高*****, 井口水温54.2℃~56.0℃，2021年区内地热井静水位埋深66m，根据2021-2022年度开采监测数据，开采量为33.41万m³/a。

表0-2区内地热井基本情况一览表

序号	编号	井深 (m)	开采层位	开采标高(m)	开采量/回灌 量(万m ³ /a)	开采温度 (℃)	备注
1	C29	1360	馆陶组	*****	19.40	54.5	开采井
2	C40	1350	馆陶组	*****	14.01	56.2	开采井
3	H30	1361	馆陶组	*****	18.01	-	回灌井
4	H39	1350	馆陶组	*****	12.51	-	回灌井

开采方式采用两采两灌，地热水主要用于商南社区、商河县社会福利服务中心住宅楼供暖，供暖面积6.9万m²。

根据《济南市商河县 37° 南片区地热矿区地热资源储量报告》及其审查意见，该矿区内地热流体可开采量为2315.4m³/d（折合27.28万m³/a，年开采日数120天）。

五、开发利用方案概述

（一）建设规模及工程布局

该矿区地热资源开发利用始于2015年，本次设计开发用于商南社区和商河县社会福利服务中心供暖，供暖面积6.9万m²。商南社区开采地热水全部用于住宅楼取暖，为地板辐射采暖；商河县社会福利服务中心主要为办公楼，疗养楼等建筑供暖。商南社区和商河县社会福利服务中心建筑墙体均采用泡沫塑料保温材料。

根据《商河县矿产资源总体规划》（2021—2025年），该矿区周边有拟设采矿权 2 处和油气田矿权1处，本矿业权范围与周边其他矿业权范围不重叠。

1、商河县农业科技示范园片区地热矿区

位于本矿区西部，编号CQ06，距离本矿区最近距离约为 262.48m，该拟设矿区内有地热井13眼，其中开采井5眼，回灌井6眼，备用井2眼，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4.62km²。开采热储为馆陶组热储，地热开发主要用于种植、供暖。

2、商河县37° 片区地热矿区

位于本矿区以北，距离664.9m，编号CQ07，该拟设矿区内有地热井8眼，其中开采井4眼，回灌井4眼，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1.80km²。开采热储为馆陶组热储，地热开发主要用于种植、供暖。

3、油气田矿权

拟设矿区周边涉及商河油气田和玉皇庙油气田。商河油气田位于本矿区以西，距离本矿区最近距离约为 900m，玉皇庙油气田位于本矿区以南约1500m，与本拟设矿业权不重叠。

（二）矿山开采方式及开采工艺流程

商南社区和商河县社会福利服务中心采用各自独立开发模式，互不相连。该矿区为2采2灌开发模式，商南社区和商河县社会福利服务中心采用2次换热+热泵间供的开发利用模式进行供暖，即自开采井抽出的地热水经过除砂器除砂，然后通过一二级换热器换热、热泵加热后间接向建筑物供暖，温度降低后的地热尾水经处理后通过回灌井回灌到同层热储中。

结合供热站实际条件，本供暖工程地热流体利用方式：2级板换+热泵、地板采暖、尾水回灌。供暖回灌工艺流程：

开采井原水→除砂→换热系统→粗过滤→精过滤→排气→自然回灌→回灌井。

具体利用方式和基本流程为：地热井抽出的热水经过除砂、排气后通过换热器提取热量为地板辐射采暖系统供热，地热尾水温度降至约 20℃后经过过滤、排气后进入回灌井回灌至同层热储中。为间供地板辐射采暖系统供热，设计供热负荷 1800kW。地热供暖工艺流程见图0-1，系统设计参数见表0-3。

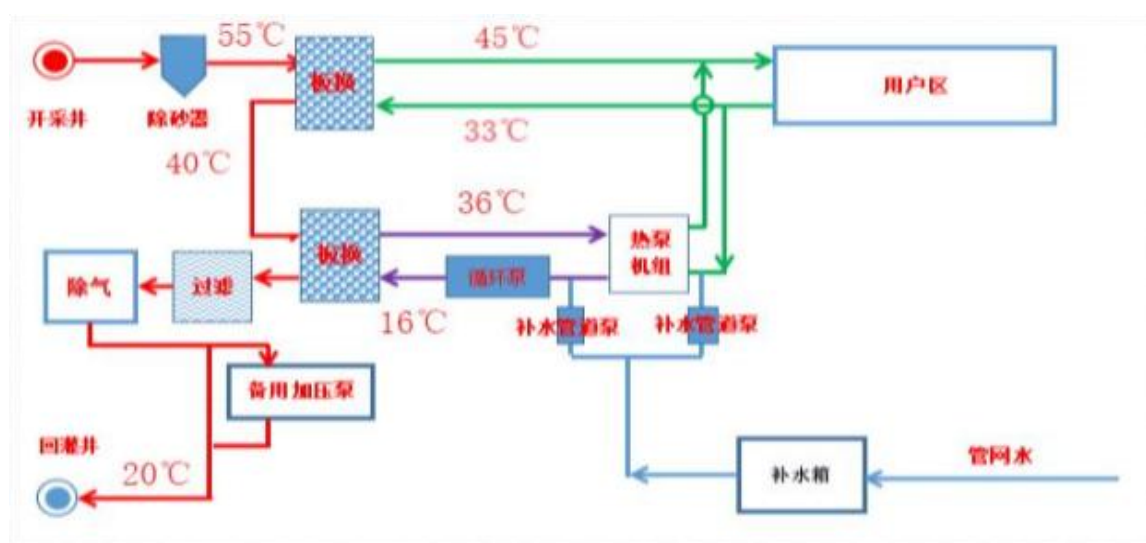


图0-1采灌工艺流程示意图

表0-3系统设计参数

序号	参数名称	采暖系统 (°C)
1	地热流体温度	55
2	1级换热进出温度	55/40
3	2级换热进出温度	40-20
4	回水温度	20
5	地板采暖用户供回水	45/33

(三) 开发利用方案评述

1、地热资源利用方向为供暖，利用方案为循环间接利用，即地热水由深井泵采出，除砂后经换热器换提取热量，尾水温度降至约20℃后除砂、排气、过滤后回灌至同层热储回灌井中。

2、地热水主要用于商南社区和商河县社会福利服务中心供暖，供暖面积6.9万 m²，年开采地热水量为27.28万m³/a。现状条件下能够满足区内供热需求。

《山东省济南市商河县37° 南片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2380.66m³/d，合24.49万m³/a，服务年限为10年。

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，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，南临济阳县，北与德州市的乐陵接壤。南北最长 51 km，东西最宽 43km，总面积 1162km²。拟设 37° 南片区矿区位于济南市商河县南部，距商河县城约3km，坐落在商河县商中路东，西边界紧邻248省道。交通便利，地理位置优越，见图 1-1。

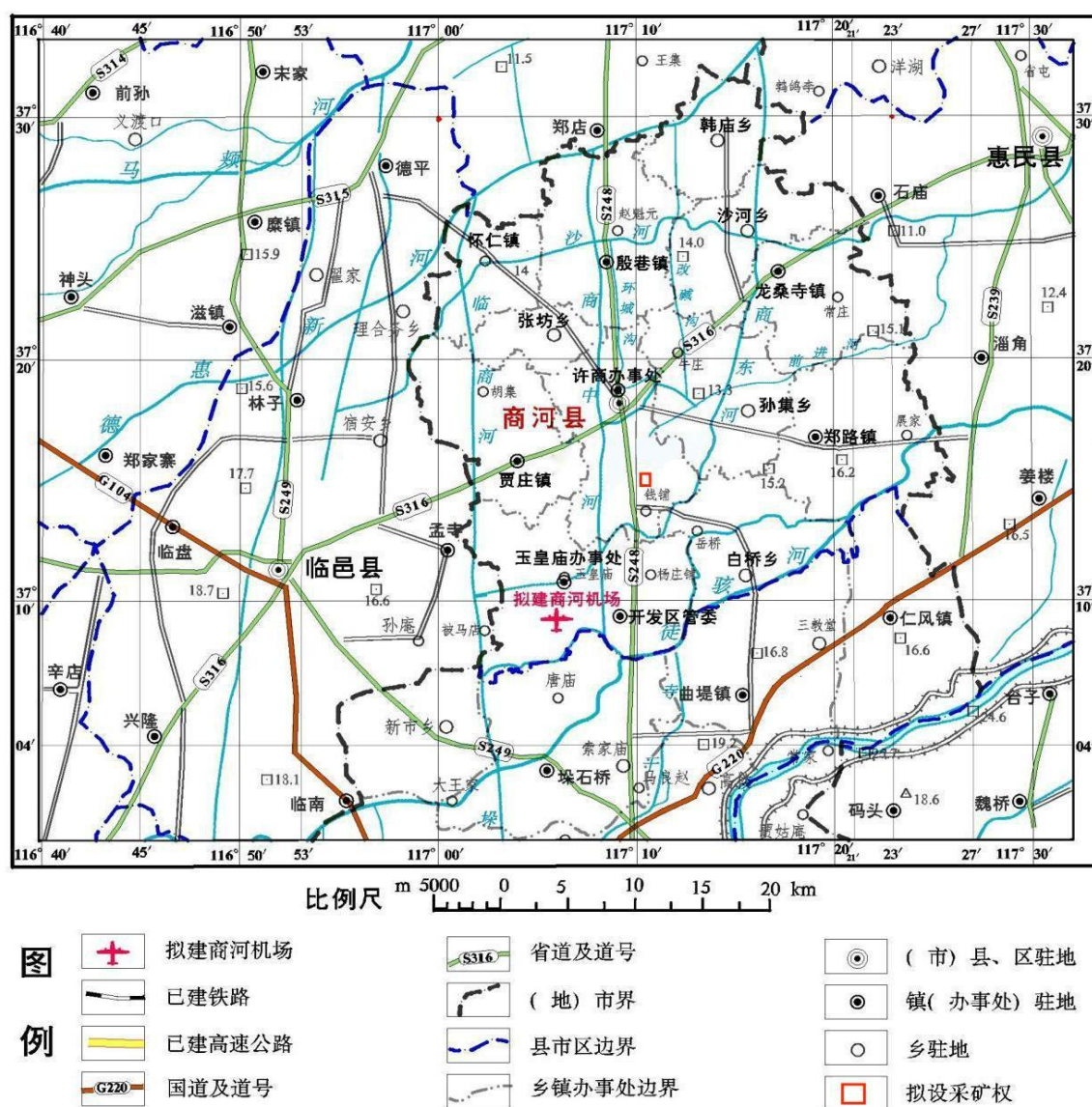


图1-1矿区交通位置图

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，海拔高度 12~17m，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641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），最少为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。

（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。

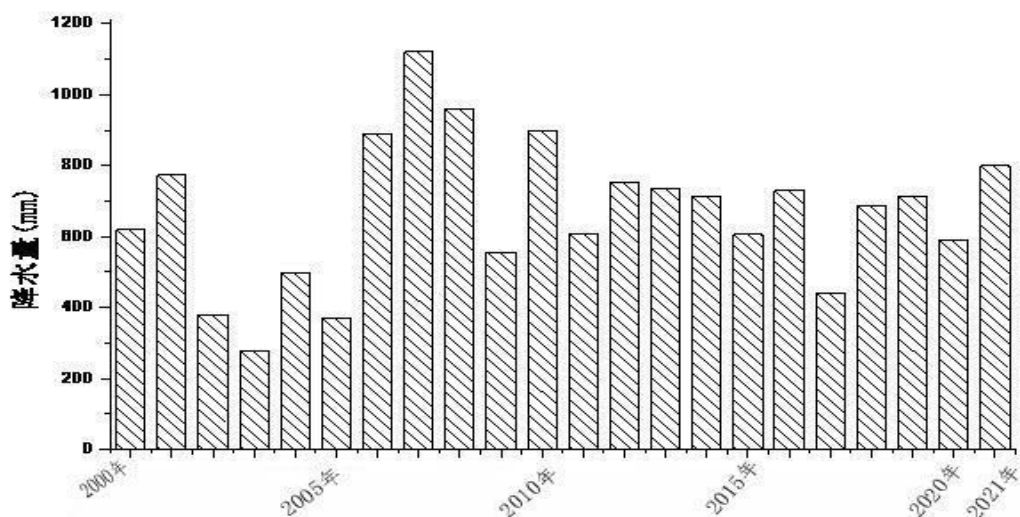


图 1-2 商河县 2000~2021 年降水量直方图

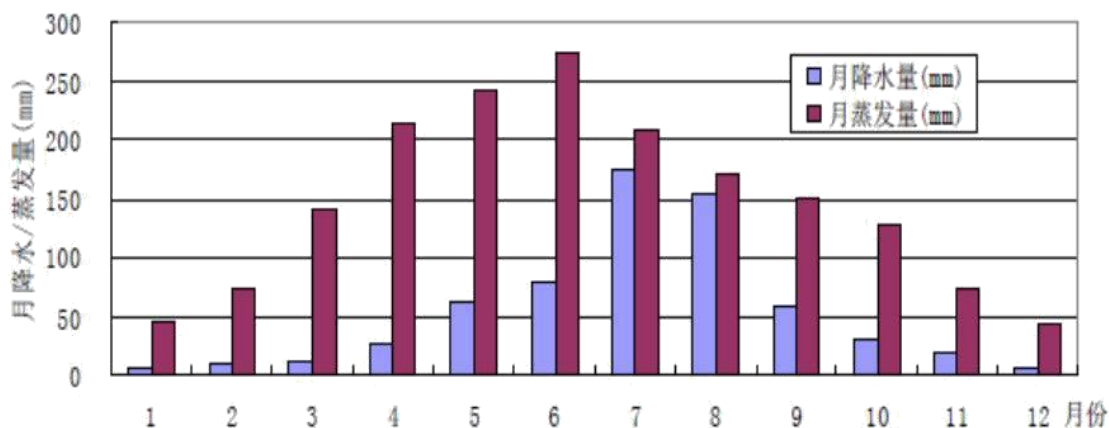


图 1-3 商河县多年平均蒸发量统计图

黄河：位于拟设矿区东南，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 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，为重碳酸钠型水。

徒骇河：干流自山东聊城莘县起，流经聊城市区、茌平县、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^2 。

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^2 。河床底宽9~15m，河底高程11.32~6.2m，排涝水位11.4m，流量 $123.7\text{m}^3/\text{s}$ ，为贯通县境中部的排灌中枢。

四、社会经济

商河县现辖1个办事处、11个镇，即许商街道办事处、玉皇庙镇、怀仁镇、贾庄镇、殷巷镇、郑路镇、龙桑寺镇、白桥镇、孙集镇、韩庙镇、沙河镇、张坊镇。至2021年末，全县人口63.95万人，其中城镇人口21.07万人，占全县总人口33.57%；农村人口41.7万人，占全县总人口66.43%。

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%。

第二章 矿区地质环境条件

一、地层岩性

拟设矿区区域地层划分属于华北-柴达木地层大区（V）华北地层区（V₄）华北平原地层分区（V₄⁸）。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。该区域地层由老到新依次为：

1、古近纪

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（E₂₋₃δ）

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（E₃d）

东营组（E₃d）：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。

2、新近纪

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（N₁g）

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 (N₂m)

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，砂岩成份以石英为主，长石次之，含少量暗色矿物，分选性及磨圆度中等。

3、第四纪

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 (Qpp) 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

1、区域构造单元划分

拟设矿区大地构造单元划分属于华北板块 (I 级) 华北拗陷区 I (II 级) 济阳拗陷 I a (III 级) 惠民潜断陷 I_{a4} (IV 级) 临邑潜凹陷 I_{a4}¹ (V 级) 的东部 (表 2-1、图 2-1) 。临邑潜凹陷是惠民潜断陷内的一个次级构造单元，轴线走向 NEE，北与无棣潜凸起相邻，南以齐河—广饶断裂为界与齐河潜凸起相邻，东与惠民凹潜陷相通，西与德州潜凹陷、老城潜凸起相接。

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)

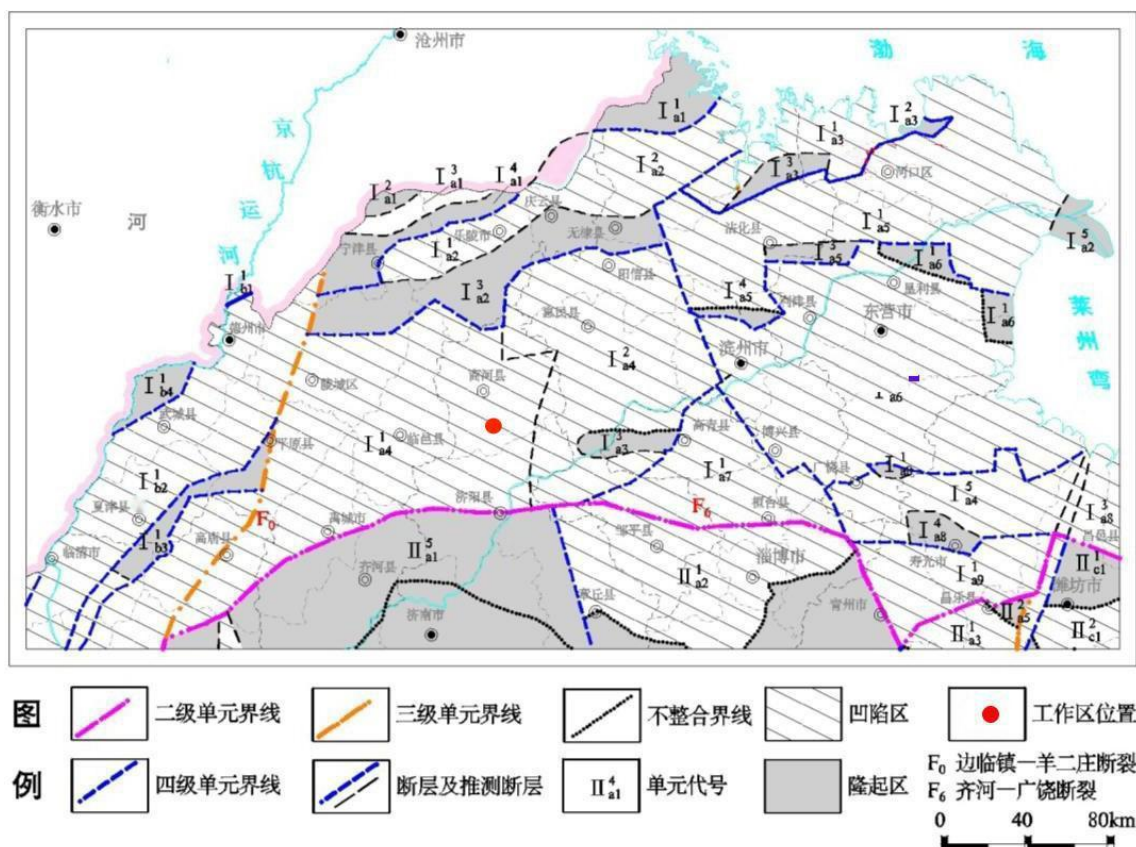


图2-1 区域地质构造图

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，均隐伏于新近纪地层之下。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临邑断裂。

临邑断裂位于临邑凹陷的中部，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，后期经历了古近纪始新世~新近纪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，属活动性强裂的断裂，导致深部岩浆沿断裂构造应力集中区上涌侵入东营组。

本区在大地构造单元上属华北板块（Ⅰ级），华北拗陷（Ⅱ级），济阳拗陷区（Ⅲ级），惠民拗陷（Ⅳ级）西部，临邑凹陷（Ⅴ级）的西南部（见图2-1）。在地层分区上属华北平原地层分区济阳地层小区。区内以太古界变质岩为基底，其上沉积了一套古生界和新生界。自古近纪以来，本区经历了多次构造运动，发育了一系列NE、NWW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。古近纪时期，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。进入新近纪，断裂活动减弱。

2、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，属活动性强裂的断裂，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、深层承压含水层组。

1、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 20~30m³/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，水平径流较迟缓，水力坡度小，主要排泄方式为蒸发和人工开采。

2、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 30~50m³/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。

3、 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 40~60m³/h，矿化度 1~2g/L，水化学类型为 HCO₃·SO₄·Cl—Na 型。区内深层地下水的主要接受远距离侧向径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，径流迟缓，属消耗型水源。

四、工程地质条件

矿区地貌单元属于第四纪现代黄河三角洲冲积平原区。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。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。但是由于所开采热储层的地下水补给能力差，如不控制合理的井距及抽水量，长期过量抽汲地下热流体会造成压力或水位明显下降等问题。故应将地热井的数量、井距及地热水开采量严格控制在合理范围之内。

五、矿体 (层) 地质特征

(一) 热储层水文地质特征

1、热储系统及层组划分

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，本次将古近系、新近系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。拟设矿区主要研究热储层为新近系馆陶组热储。

2、热储层水文地质特征

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。

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（图2-2）。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（图2-3）。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（图2-4）。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。

本区现有地热井4眼，利用热储层均为馆陶组热储。根据钻孔揭露情况，馆陶组顶板埋深1043.60~1115.40m，地层厚度300~500m，热储砂层19层，最大厚度38.50m。

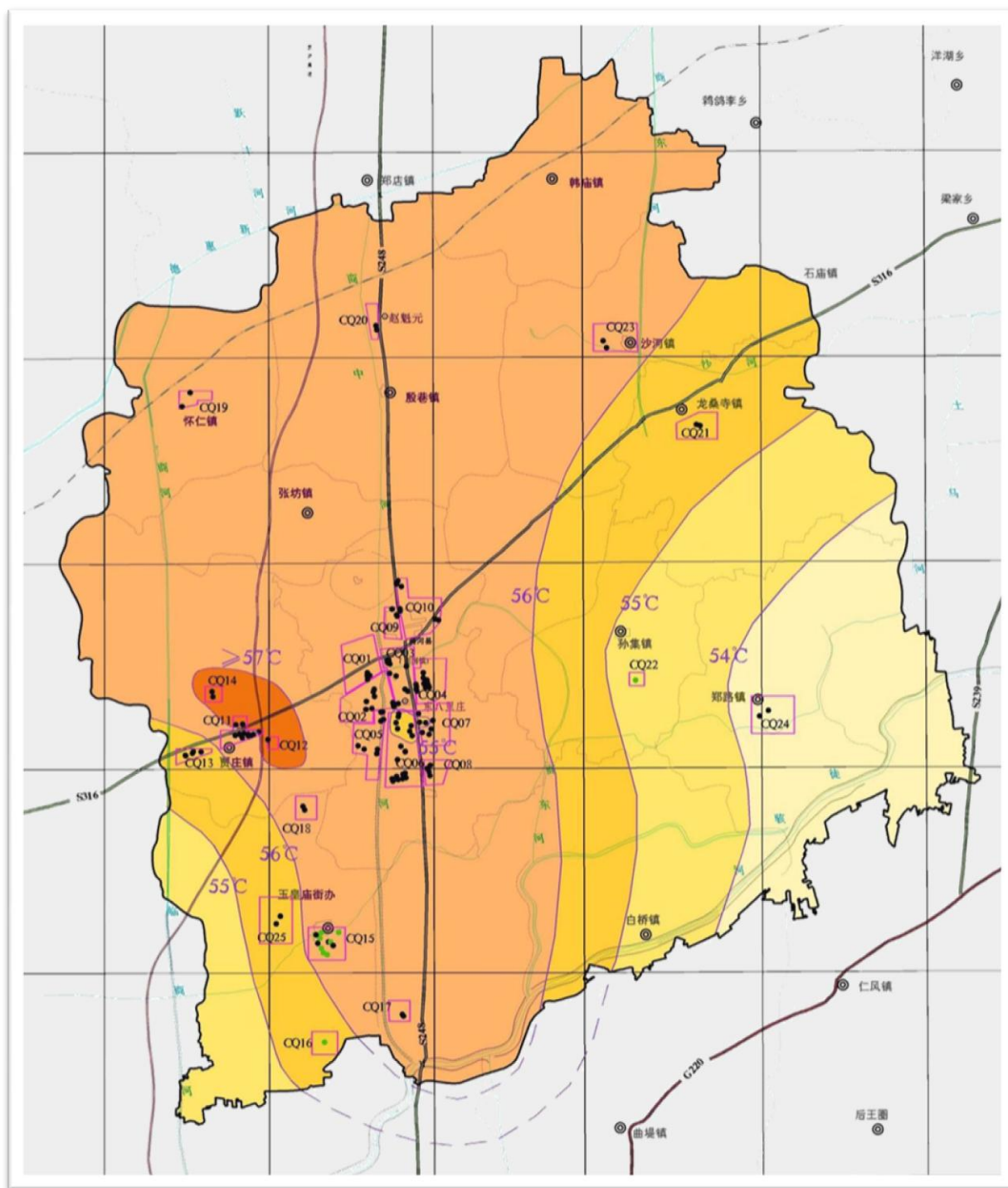


图 2-2 馆陶组热储中心温度等值线图

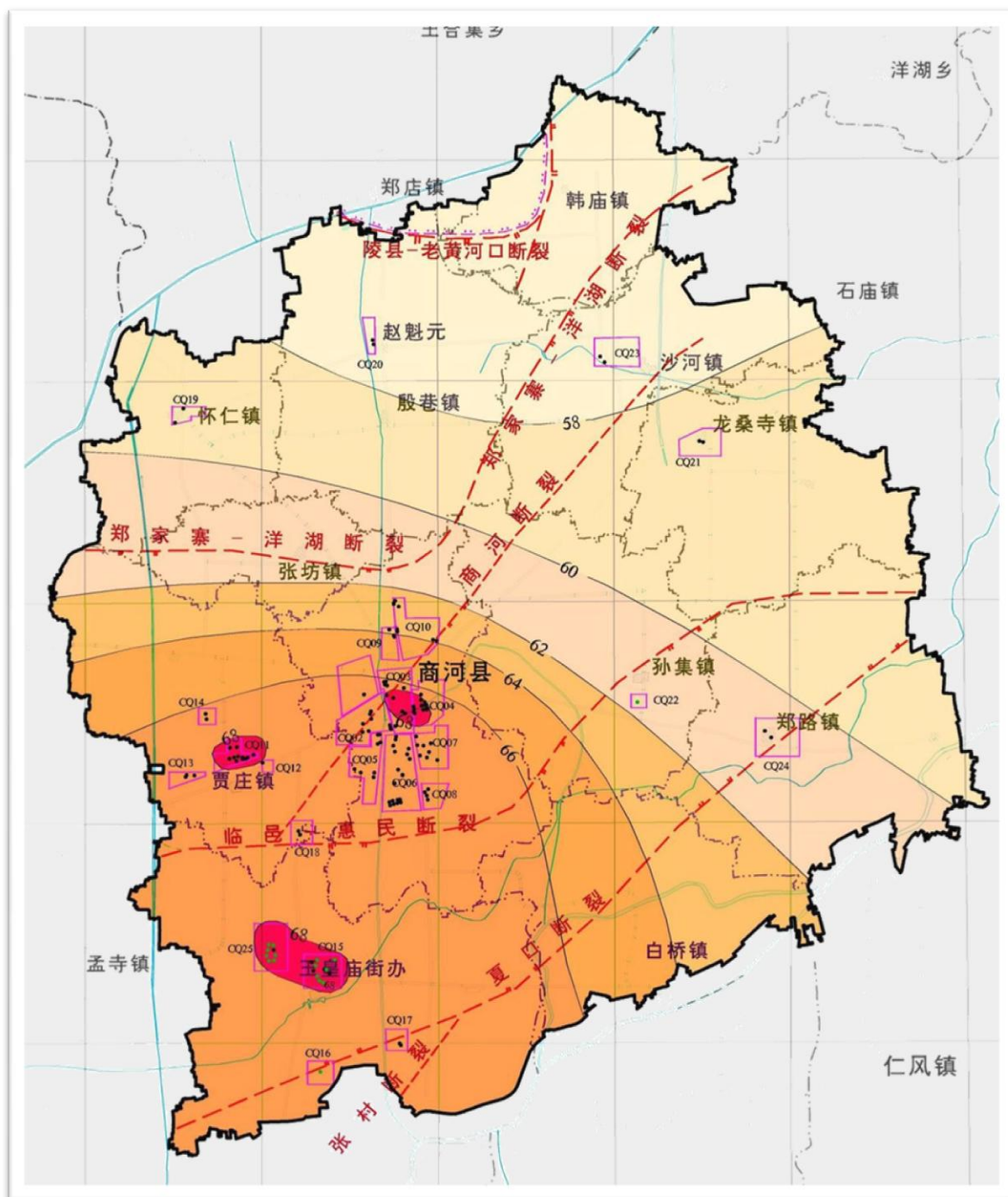


图 2-4 静水位埋深等值线图

热储含水层厚度 91~158.4m，地层岩性以细砂岩为主。在水位降深 35m 左右时，单井涌水量 2260~2400m³/d，矿化度 6500~6700mg/L，主要阳离子为 Na⁺离子含量在 2700mg/L 左右，主要阴离子为 Cl⁻离子含量在 4000mg/L 左右，PH 值 7.3~8，水化学类型为 Cl—Na 型，井口水温 54~56℃。盖层为第四系砂质粘土、粉质粘土和新近系明化镇组泥页岩，热源获取通道主要靠构造传导，热源为大地热流。

(二) 地热资源类型

本矿区所揭露的地层为古近纪沙河街组、东营组，新近纪馆陶组、明化镇组和第四纪。区内馆陶组分布范围广，砂体单层厚度大，热储层岩性以细砂岩为主，富水性好，埋深一般小于1200m，地下水有一定温度，构造条件相对简单，是较为理想热储含水层，属于层状孔隙—裂隙型热储。

(三) 补径排条件

拟设矿区地热井取水层位为新近系馆陶组热储，其岩性主要为泥岩、细砂岩。上有多层数百米厚的半胶结状粘性土覆盖，构成良好的隔水顶板。地热水与上覆中层咸水、浅层淡水及大气降水无水力联系。地热水的径流微弱，补给条件差。

本区的热源主要来自上地幔传导热流和地壳深部的正常传导热流。其补给源除一部分为盆地沉积物形成时保存下来的沉积水和封存水外；另一部分为沉积物形成后，在漫长的地质时期中，由远近山区的大气降水补给。

地热水交替微弱，水平径流极其滞缓，补给条件差，再生能力弱，与上覆含水层之间无水力联系，基本上为一封闭系统。因此，其运动特征不受现代水文、气象及地形地貌的影响，而受控于深层水文地球化学环境条件。

人工钻孔开采为其重要的排泄方式，此外还有水力梯度运移。开采条件下，开采量主要来源于含水层本身的储变量。

(四) 地热水动态特征

1、 水位动态特征

地热井水位埋深的波动主要受人为开采的影响，年内季节性变化明显，地热流体的动态变化表现为在冬季采暖期水位下降，非采暖期水位又略有回升。2004年商河第一口开采井成井时，水头高出地面7m，2015年地热井C29成井时静水位埋深为42.4m，2017年回灌井成井时静水位埋深56m，年水位下降6.8m，见图2-5。

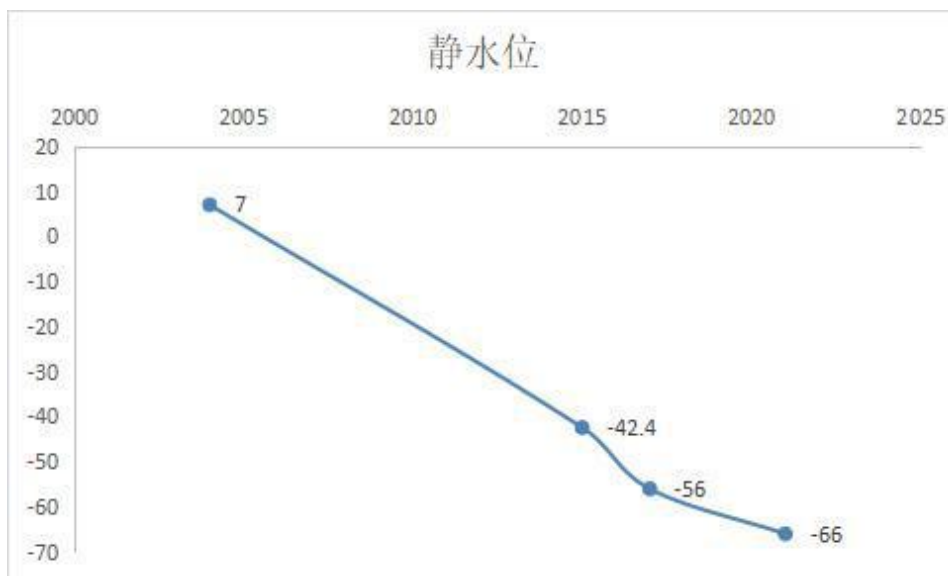


图2-5静水位水位动态变化图

地热井实行同层抽取同层回灌的模式，不改变地下水类型，基本不消耗地下水资源。回灌后在实际运行过程中，仅在取水井和回灌井附近的局部产生一定的水位改变，开采后区域地下水位仍会保持原来的运动状态，不会发生明显改变。地下水水位的波动主要受人为开采的影响，供暖季集中开采会造成一定的下降，自2019-2020年供暖季实施回灌以来地热水水位下降过快趋势得到缓解，2021年测得静水位为66m，2017-2021年，水位年下降2.5m。

2、水质动态特征

2017年C29开采井水样全分析结果与2021年11月水样全分析结果进行对比，各离子含量有增有减，地热流体水质未发生变化，水化学类型为 Cl-Na型（表2-2）。

表2-2 矿区地热流体常规离子含量对比表

分析项目	37° 南片区地热（2022年）	社会福利服务中心（2022年）
Na ⁺	3108.25	2903.75
Ca ²⁺	306.14	454.91
Mg ²⁺	91.75	100.72
K ⁺	22.8	22.5
Cl ⁻	4861.95	4801.7
SO ₄	911.23	1028.56
HCO ₃	212.23	122.04
PH	7.9	8.16
总硬度	1161.89	1550.74
矿化度	9527.01	9439.1

3、水温动态特征

开采井C29于2015年成井时水温为54℃，到2021年产能测试时水温约为54.2℃；开采井C40于2014年成井时水温为56℃，2021年产能测试时水温约为55.8℃。地热水水温没有出现下降趋势，基本保持开采井成井时温度在54℃-56℃左右。

六、矿山及周边其他人类重大工程活动情况

拟设矿区矿山建设已经完毕，现处于运营状态。矿山及周边其他人类工程活动主要为城市建设、地热水开采及回灌等。

1、城市建设

拟设矿区地处商河县城南部，距商河县城约 3km。现阶段矿区外围周边城市建设正在逐步加强，城市建设工程活动较多。

2、地热水开采及回灌

拟设矿区西部约262.48m为商河县农业科技示范园片区地热矿区，地热井13眼，其中开采井5眼，回灌井6眼，备用井2眼，目前正在运营。拟设矿区北部约664.9m为商河县37° 片区地热矿区，地热井13眼，其中开采井4眼，回灌井4眼，目前正在运营。

综上所述，矿山及周边其他人类重大工程活动主要为城镇建设、地热水开采及回灌，人类工程活动一般，对地质环境的影响小。

第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估

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；矿山开采深部新近纪馆陶组地热水用于冬季采暖，因此，确定本次评估范围为采矿区范围，矿区范围由 4个拐点圈定，极值坐标(中央子午线***), X: *****, Y: *****, 矿区面积为1.08km²。

(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, 商河县37° 南片区矿井所在区域分布有500人以上的居民集中居住区, 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, 本矿区生产规模为2380.66m³/d, 即24.49万 m³/a, 年开采天数120天。按照《矿区生产建设规模分类一览表》(DZ/T 223—2011表D) 划分, 属大型矿区。因此, 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，地势平坦，远离山体，不具备产生崩塌、滑坡、泥石流地质灾害的地质环境条件。

（2）地面塌陷

矿区沉积有较厚的新生界地层，第四系下伏岩层岩性以砂岩夹泥岩为主，为不可溶岩石，富水性差，不会形成因基岩面水位上下频繁波动掏蚀、吸蚀土层而形成的塌陷；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地面塌陷的条件。

（3）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。

（4）地面沉降

商河县属地面沉降易发区，根据以往监测成果数据分析，引发地面沉降的主要因素为地下水的开采及土体自然固结，虽然尚未有证据表明地热水开采对地面沉降有直接影响，但在上部欠固结土影响下，地面沉降发育。

综上所述，评估区不具备发生崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷（包括岩溶塌陷、采空塌陷）及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

根据《山东省济南市地面沉降工作开展情况》（监测周期2016年6月-2019年8月），商河县城南部及西部地区近五年的平均沉降速率8~12mm/a，累计沉降量24~36mm，见图3-1。评估区位于商河县南部，距商河县城约3km，近五年平均均沉降速率8~12mm/a，属于地面沉降弱-中等发育区（表3-2）。

表3-2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3-3），初步确定矿区地质灾害危害程度小。

表3-3地质灾害危害程度分级表

危害程度	灾 情		险 情	
	死 亡 人 数 / 人	直 接 经 济 损 失/万 元	受 威 胁 人 数 /人	可 能 直 接 经 济 损 失 /万 元
大	≥ 10	≥ 500	≥ 100	≥ 500
中 等	$> 3 \sim < 10$	$> 100 \sim < 500$	$> 10 \sim < 100$	$> 100 \sim < 500$
小	≤ 3	≤ 100	< 10	< 100

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3-4），矿区地面沉降地质灾害危险性现状评估为小。

表3-4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

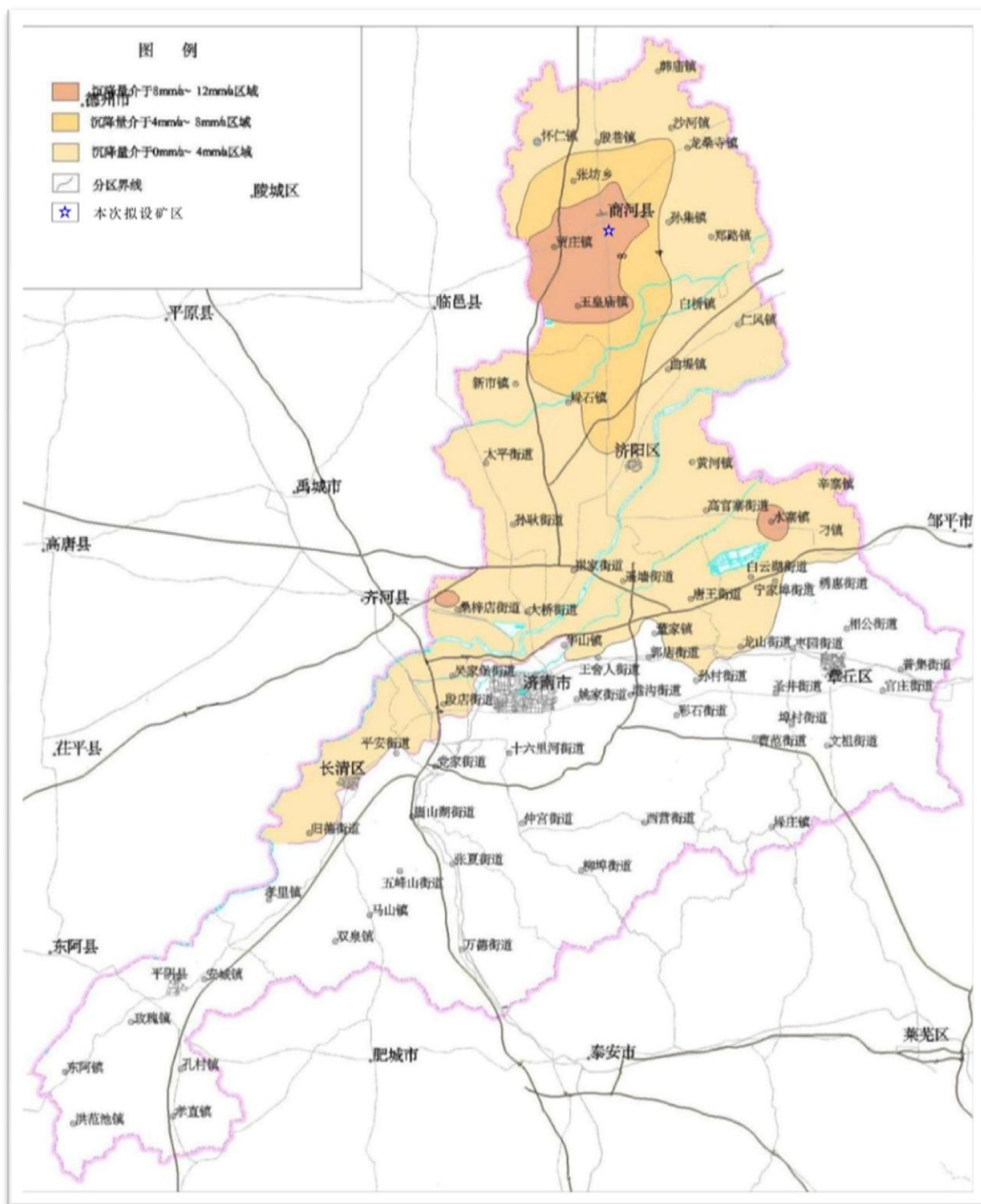


图3-1 济南市地面沉降现状图（2019年8月）

本矿区地热资源开发利用始于2015年，根据以往监测成果数据分析，商河县地面沉降的主要影响因素包括地下水、地热、油气开采、大面积地面堆载等。不具备发生崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷（包括岩溶塌陷、采空塌陷）及地裂缝等地质灾害的地质环境条件，本次地热开采实施“两采两灌”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。地热水水位下降速率有减缓的趋势，但总体还在下降。

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

评估区范围内现有地热井4眼其中：开采井2眼（C29、C40），回灌井2眼（H30、H39），井深1350~1361m，开采目的层主要为新近纪馆陶组，开采标高*****。井口温度54.2℃~56.0℃，2021年区内地热井静水位埋深66m，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

开采井位于商河县城南部，距商河县城约3km。根据2021-2022年度开采数据，开采量约33.41万m³/a，为同层无压回灌，实际运行灌采比达到89%以上，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），开采孔隙热储型地热资源的回灌率不低于80%的要求。

馆陶组热储地热水在回灌条件下水位下降幅度较小，故本矿山开采对热储层水位影响较轻。另据监测数据，开采井水温、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。

（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，为小区建设用地，区内无著名的地质地貌景观和地质遗迹。评估区范围内已施工2眼开采井（C29、C40）和2眼回灌井（H30、H39），井口均位于小区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2眼开采井(C29、C40)，2眼回灌井(H30、H39)。地热井井口及输水管道均位于地面以下，占用土地资源类型为小区建筑用地。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 3-5)。

表3-5 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系馆陶组为开采目的层，根据开发利用方案，地热井开采方式为潜水泵抽出式，与区内深层地下水含水层中间相隔有不透水层，两者无水力联系。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”，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

矿区地热井采用胶皮伞止水，可以有效隔绝不同含水层之间的串通，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

矿区地热井用于冬季供暖，供暖尾水采用“同层对井回灌”模式，回灌至同层热储中。根据“开发利用方案”，本系统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，系统封闭，不渗漏。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

区内馆陶组分布范围广、砂体单层厚度大，热储层岩性主要为细砂岩，富水性好，埋深一般小于1200m，地下水有一定温度，构造条件相对简单，是较为理想热储含水层。

根据区内地热井测井资料分析，本区馆陶组热储层平均孔隙度约为25-30%，热储层渗透系数0.86-1.25m/d。根据产能测试资料，区内地热井涌水量2260~2400m³/d，静水位埋深约 66m，矿化度6.5~6.7g/l，地热水化学类型为Cl-Na型，水温54.2~56℃。

本矿区地热井处于营运状态，根据第二章“水位动态特征”所述，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，根据近年来的供暖情况，地热水水温没有出现明显下降趋势，基本保持在54-56℃左右，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。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

矿区地热井位于小区建设用地范围内，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

矿区为地热井，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。商河县37°南片区开采井及回灌井所在位置，最初其土地利用规划就是城市建设用地，开采井、回灌井及其泵房等配套设施建于规划范围内，并没有改变土地的利用规划，没有改变土地资源利用现状。

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3-6）。

表3-6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 (km^2)	分布范围	矿山地质环境影响程度 现状评估分级	矿山地质环境影响程度 预测评估分级	分区级别
1.08	评估区范围	较轻	较轻	一般 防治区

二、分区评述

本矿区处于地面沉降弱-中等发育区，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。

商河县37°南片区地热矿区开发利用采用“两采两灌”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
监测工程	开采井	供暖期	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
		非供暖期	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
	回灌井	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	洗井			2 次/年
工程	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

开采井水位、水温、水量、水质；回灌井的回灌量、水质、过滤罐压力。水质采用人工监测，其它监测项目采用自动监测与人工监测相结合。

1、水质监测

水质监测为进行水样采集与分析，分析项目包括： SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 F^- 、 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、总 Fe、PH 值、总硬度、总碱度、 NH_4^+ 、 NO_3^- 、 NO_2^- 、 PO_4^{3-} 等常规项和 Mn、Li、Sr、 Cr^{6+} 、Cu、Se、Pb、Hg、Ag、As、Cd、Zn、Ni、Mo等微量元素。水样的采集与保存严格按照《地热资源地质勘查规范》附录B的要求进行，并将所采取水样送至具有相应资质的检测中心进行水质分析。

2、自动监测

自动监测系统包括硬件与软件两个部分。硬件包括服务器、数据专线、路由器等，软件包括操作系统软件、数据库软件、地热井实时监控与管理系统软件等。自动监测系统应有数据准备、数据录入、数据管理、数据检索、信息输出等功能，必须满足全市或全省远程总网入网要求，能够兼容各种软件和计量设备，实现与全省或全市远程总网互联互通。

（1）系统组成

硬件：服务器、数据专线、路由器等，是监控中心主要组成部分，主要用于远程设备及数据的管理、运行、维护等。

软件：操作系统软件、数据库软件、地热井实时监控与管理系统软件。

通信网络：根据地热井的分布实际，通信网络可选择中国移动公司GPRS无线网络。

测控终端：即地热井远程测控成套设备，包括：DATA-7201水资源控制器、DATA-6100GPRS数据传输模块、带充电功能开关电源、备用蓄电池、信号继电器、中间继电器、空开、端子、线材、金属机箱等。

计量设备：包括热表、流量计、水位变送器、温度变送器、水泵启动柜。

地热资源开采远程监控系统结构及地热井点与设备连结如图6-1、图6-2所示。
遥测站设备-现场组合如图6-3所示。

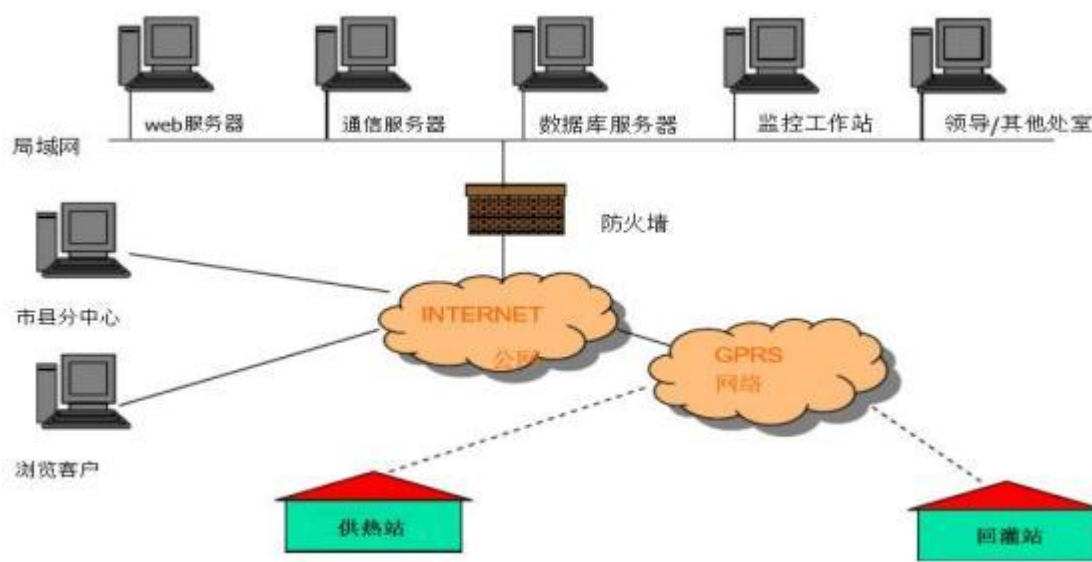


图6-1远程监控系统结构示意图

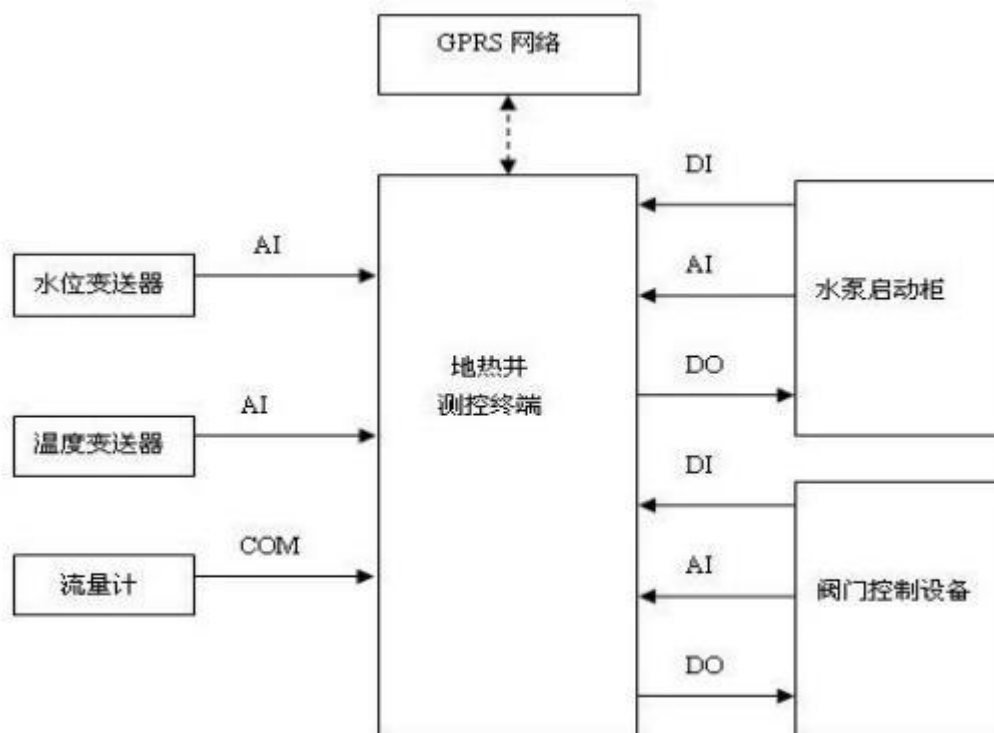


图6-2地热井点与设备连结示意图

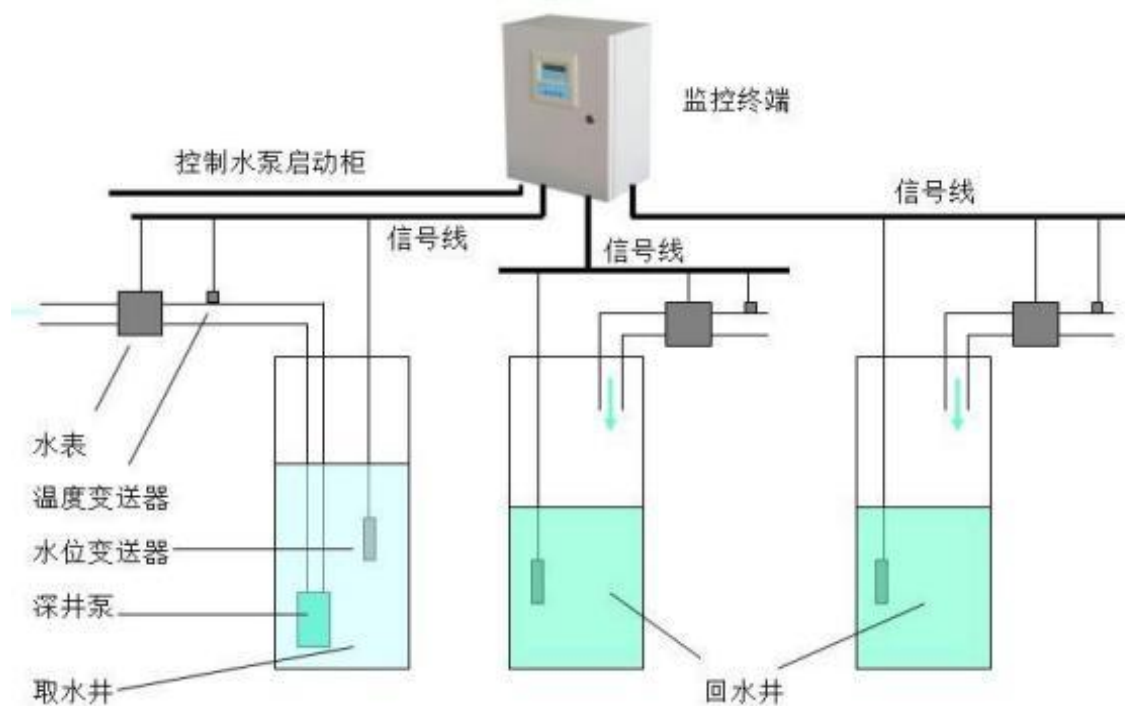


图6-3遥测站设备-现场组合示意图

(2) 系统功能

1) 系统涵盖水资源、能源两个领域，兼有节水、节能的双重目的。

2) 采取各地热井的出水流量、温度、热量、水位、水泵状态、供电情况等信息及报警信息等。

3) 兼容各种计量设备。

4) 可远程为地热井测控终端充值、维护。

5) 可远程控制地热井水泵，实现允许取水和禁止取水。

6) 现场测控制终端存储历史数据。监控中心可对数据进行存储、分析，生成必要的报表和曲线。

7) 可进行地热资源管理，实现取水许可证管理、用水管理、地热资源征收使用费管理等。

8) 预留数据接口，与其它软件进行连续。

(3) 动态监测数据库

总的工作内容为：数据准备、数据录入、数据管理、数据检索、信息输出。其工作流程见图6-4。

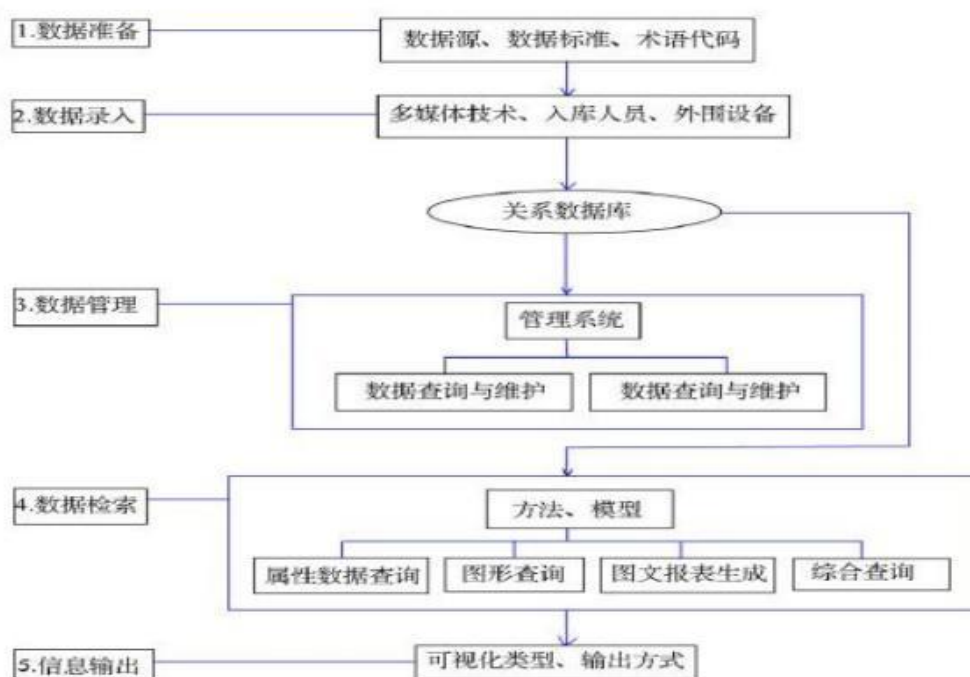


图6-4数据库建设流程图

(4) 监测仪器仪表安装要求

由于地热流体的特点，在安装和组件中应严格按照要求施工，以保证测试数据的准确性和测试仪器仪表的使用寿命。

1) 电磁流量计安装要求：

- ①. 安装在井口主管道上(见图6-5) , 水平度 <20 ;

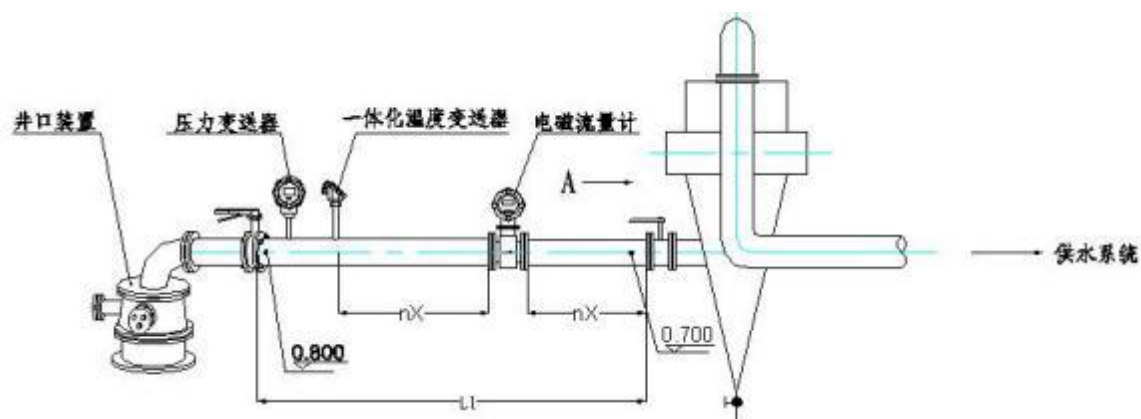


图6-5井口监测仪表安装图

注释：“X”为管道直径，“n”为管道的倍数；其中n—电磁流量计表前为5，表后为3，涡街流量计表前为10，表后为5；管道中的阀门应按照工程要求需要设置与电磁流量计相连接的法兰为标准的法兰，GB/T9119—2000。

- ②可参考产品说明书其它安装方式，但须安装在井口所有分水管及设备之前；
- ③流量计安装标识符应与管道中水流方向一致；
- ④流量计主体与显示部分的信号连接严格按照说明书所示连接；
- ⑤流量计变送器输出直流电流信号为4~20mA；
- ⑥正确选择流量计测试量程，兼顾冬夏季采量的变化；

2) 温度传感器安装要求：

①温度传感器主体部分安装在井口主管道上；应配有管道螺栓盲堵，一旦探头需要维修，拆卸后应及时封堵；

- ②温度传感器探头底部应置于管道中心线以下；

- ③温度传感器的变送器输出直流电流信号为：4~20mA。

3) 压力传感器安装要求

①压力传感器安装在井口主管道上；应配有管道螺栓盲堵，一旦探头需要维修，拆卸后应及时封堵；

- ②压力传感器根据测试压力范围，选择合适的量程和精度；

- ③压力传感器变送器输出直流电流信号为：4~20mA；

- ④凡具备安装标准井口管路总成的地热井口，应按照标准图进行施工或改造。

4) 水位监测仪安装要求

自动监测仪选用CHR. WYZ-1型压力式水位监测仪，在具备安装水位测试探头的地热站点，应按照要求安装，井口监测仪表布线见图6-6。

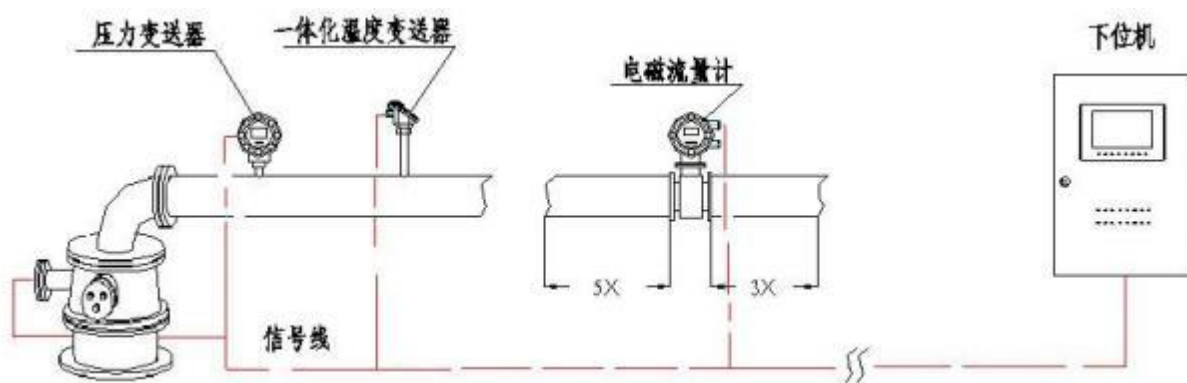


图 6-6 井口监测仪表布线图

①测试探头可随潜水电泵一并安装。将其固定在与潜水电泵连接处第二或三节扬水管、自连接法兰向上1m处。探头采用卡箍固定，内衬胶皮护套，固定时用力不宜过大，均匀加固；信号线保护套须随下泵逐节泵管捆绑固定，直至井口出线法兰处；

②探头底部测孔不得被任何物体遮挡或堵塞、不得破坏探头与通气管导线之间的密封、不得磕碰测试探头；

③井口基座上安装出线法兰，出线后应采用压兰密封，保证出线口密闭，防止空气泄漏，并方便拆装。

5) 信号传输线安装要求

①信号传输线可用普通信号线或屏蔽信号线，需用不同颜色信号线区分不同传感器的正、负端；

②在机房电气控制柜中，安装的电流互感器用于测量潜水泵电机变频后的电流，电流互感器的副边不得有开路；

③各路信号线(水位测试、压力、温度及流量等)无论分线还是集中走线，要全部进入线桥(PVC管或PVC线槽)，或地下走线，直至下位机电源机箱入口端，不得走明线。

6) 下位机安装要求

①下位机安装要保持水平，安装时不得倒置和重碰；

②远离磁场干扰区域，并放置通风处。

7) 通讯方式要求

下位机通讯方式全部采用无线通讯模式。为保证通讯效果和质量，以及延长设备使用寿命，便于维护等，对半地下和全地下井泵房，应尽量避免直接将下位机安装在井口处。建议将下位机放置值班室。

（5）地热井监测仪配电系统安装要求

1) 地热井监测仪应安装在干燥、通风、周边环境较好的位置，避免潮气和水汽的侵入；

2) 下位机不能倒置，防止重碰；

3) 地热井监测仪输入电压为交流220伏，火线(L)和零线(N)接到手动保护开关的对应接线端，应保持外壳接地；

4) 电源线和信号线应分别从机箱底部进线孔引入；

5) 信号线分别接到机箱内接线端子排上，接线顺序依标识对接。

（6）观测质量保证

水质分析样品送具有甲级资质的化验室进行测试分析。监测人员必须通过岗前培训、持证上岗，切实掌握地热矿泉水监测方法及采样技术，熟知监测仪器的使用和样品固定、保存、运输条件，且不应有影响日常监测及采样质量的行为。

水质采样容器按监测井号和测定项目，分类编号、固定专用。地热流体分析样品的采集和保存方法参照《地热资源地质勘查规范》(GB/T 11615-2010)进行。

（7）监测井的维护与管理

监测点附近应设置明显标识牌，并指派专人对监测点的相应设施进行经常性维护，设施一经损坏，必须及时修复。

（二）监测频率及方法

1、供暖期

开采井：①水位、水温：采用安装的地下水水位自动监测仪实时连续监测；②开采量：采用安装的电磁流量计实时连续监测，监测频率1次/10分钟，人工统计开采量1次/月；③水质：选取1眼开采井进行水质分析(C29，开采层位馆陶组)，分析频率1件/年。

回灌井：①回灌量：采用安装的电磁流量计实时连续监测，人工统计回灌量1次/月；②过滤罐压力，记录频率1次/10分钟。

2、非供暖期

开采井：①水位、水温：自动监测仪的监测频率为1次/10分钟。

回灌井：供暖前后选取1眼回灌井进行水质分析（H30，回灌层位馆陶组），共计采集2件/年。

矿山每年监测工程的监测项目、监测频率及方法均一致，该方案批准实施后应严格按照方案部署的监测工作进行。

表6-1 自动监测频率

序号	项目名称	单位	工作量	监测频率
1	水位监测	次	5808	开采期每天24次即时，非开采期每月3次
2	水温观测	次	5760	开采期开采井、回灌井分别每天24次
3	水量观测	次	5760	开采期开采井、回灌井分别每天24次

表6-2 自动监测系统维护工程

防治工程			频率	工程量	综合工价	合计（元）	备注
自动监测系统维护	数据传输			1	300	300	流量包
	开采井	更换探头		1	3000	3000	维修更换维护
		电磁流量计		1	3500	3500	
		电磁流量计		1	3500	3500	

表6-3 人工监测工程

防治工程			频率	工程量	综合工价	合计（元）	备注
人工监测工程	井 开 采	开采量	每眼统计 1 次/月	5	0	0	由值班人员完成
	回 灌 井	压力记录	1 次/天	120	0	0	
		回灌量	每眼统计 1 次/月	5	0	0	
		2 次/年	2 次	1000	2000	电费、人工、吊装	
水质检测	开采井		每个矿区每年 1 个	1	2000	2000	
	回灌井		每个矿区每年 1 个	1	2000	2000	

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6-7)。

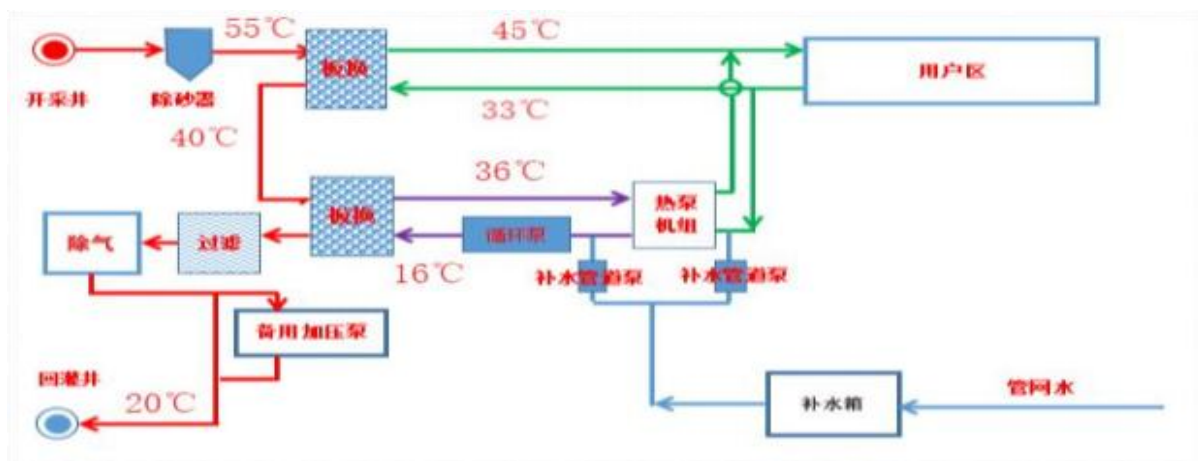


图6-7回灌工艺流程图

（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，所以确定采用自然回灌模式；矿区采灌井热储层均为馆陶组，所以综合确定回灌模式为同层对井自然回灌。

（二）回灌水源

矿区开采井冬季供暖时，采用换热供暖方式，所以供暖尾水水质与开采井水质相比不会发生变化，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很小，所以本次采用供暖尾水作为回灌水源。

（三）过滤装置

为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，至水清砂净时方可回灌。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。

（五）回扬

为防止回灌井堵塞，回灌井回灌过程中需定时回扬。首先在设计回灌压力和汇管压力增长速率的基础上确定回扬启动时的回灌压力预警值，当超过该预警值时，应停止回灌，立即进行回扬，回扬直至水清砂净为止。回扬时需取出过滤罐中的过滤网进行清洗，彻底清洗干净后再放回过滤罐中。回灌过程中，中途如果出现因过滤网堵塞、停电等原因停灌，再次回灌前需对回灌井进行回扬，回扬持续时间，可根据回扬水质判断，至水清砂净为限，一般需不少于5小时。

(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“两采两灌”的开采模式，在回灌站设置地热尾水应急储备箱，若回灌井出现问题时，可将地热尾水储存在其中，待停泵检修后，再回灌至回灌井中。

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

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行监测，人工统计开采量1次/月，共计4次/年。

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

2、非供暖期

开采井：水位、水温均利用已安装的自动监测系统行监测。回灌井：采集水样1件/年。

（二）回灌工程

回灌前后对回灌井各洗井1次，共计2次；供暖期回灌井回扬2次。

之后每年的监测工程与回灌工程均与上述工作量一致，方案适用年限结束后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2000元/件；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(前期已安装)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、回灌井各安装两套自动监测系统(共安装4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: $4\text{件/年} \times 2000\text{元/件} \times 5\text{年} = 40000\text{元}$;

压力监测估算费用为: $4\text{次/年} \times 20\text{元/次} \times 5\text{年} = 400\text{元}$;

开采量、回灌量统计费用为: $(4\text{次/年} + 4\text{次/年}) \times 60\text{元/次} \times 5\text{年} = 2400\text{元}$ 。

3、回灌工程

洗井估算费用为: $4\text{次/年} \times 2000\text{元/次} \times 5\text{年} = 40000\text{元}$;

回扬估算费用为: $4\text{次/年} \times 2000\text{元/次} \times 5\text{年} = 40000\text{元}$ 。

综上,商河县37°南片区地热矿区矿山地质环境保护与恢复治理工程5年的总费用为12.6万元,年度费用估算情况详见表7-1。

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7-1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 (元)	小计 (元)	备注
自动监测系统维护	数据传输			4	300	1200	移动流量年包
	开 采 井	更换探头		2	3000	6000	3 年更换 1 次，本方案适用年限内更换 1 次
		电磁流量计		2	3500	7000	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		2	3500	7000	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	开采井两眼
		开采量	每小时一次/自动监测	4320	0		由值班人员完成
	回 灌 井	水质分析	2 件/年	1	2000	2000	由值班人员完成
		压力记录	每小时一次/自动监测	4374	0	0	
		回灌量	每小时一次/自动监测	4320	0	0	
回灌工程	洗井		2 次/年	4	2000	8000	包括电费、人工等
	回扬		2 次/年	4	2000	8000	包括电费、人工等
合 计（元）						41200	

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	4 套	1200	4 套	1200	4 套	1200	4 套	1200	4 套	1200	4 套	1200	4 套	1200
		更换探头		3000/个	/	/	/	/	2 个	6000	/	/	/	/	2 个	6000	/	/
		电磁流量计		3500/台	/	/	/	/	4 台	14000	/	/	/	/	4 台	14000	/	/
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	4320	0	4320	0	4320	0	4320	0	4320	0	4320	0	4320	0
	回灌井	压力监测	每小时一次/自动监测	20 元/次	4374	0	4374	0	4374	0	4374	0	4374	0	4374	0	4374	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	4320	0	4320	0	4320	0	4320	0	4320	0	4320	0	4320	0
回灌工程	洗井	2 次/年	2000 元/次	4 次	8000	4 次	8000	4 次	8000	4 次	8000	4 次	8000	4 次	8000	4 次	8000	
	回扬	2 次/年	2000 元/次	4 次	8000	4 次	8000	4 次	8000	4 次	8000	4 次	8000	4 次	8000	4 次	8000	
每年合计（万元）					2.12		2.12		4.12		2.12		2.12		4.12		2.12	

第八章 保障措施与效益分析

一、保障措施

（一）组织保障

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承担全部费用。

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

采用间供的开发利用模式进行供暖，即抽出开采井的地热水经过换热器换热，温度降低后的地热尾水通过回灌井回灌至同层热储中，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、1kg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。本矿区年生产规模为24.49万m³/a，由表8-1可以看出，拟出让采矿区按规划可开采量开发利用一年(120d)，相当于减少CO₂排放量4686.272t，SO₂排放量33.643t，NO_x排放量118.74t，悬浮质粉尘15.832t，煤灰渣1.979/t。环境效益非常明显。

表8-1 地热井开采一年相当节煤量的减排量

项目	CO ₂	SO ₂	NO _x	悬浮质粉尘	煤灰渣
单位	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a
计算式	(1)=2.386M	(2) = 1.7%M	(3)=0.6%M	(4)=0.8%M	(5)=0.1%M
计算值	4686.272	33.643	118.74	15.832	1.979
M 为地热井开采一年所获热量与之相当的节煤量，即1979t/a (120d)。					

第九章 结论与建议

一、结论

1、商河县37°南片区地热矿区地热井位于商河县南部，距商河县城约3km，矿区范围由4个拐点圈定，极值坐标(中央子午线***度)，X: *****, Y: 3*****, 面积为1.08km²。

2、目前矿区内共4口地热井，其中开采井2眼，回灌井2眼，地热井开采热储层为馆陶组，其顶板埋深*****, 地层厚度300~500m，热储砂层19层，最大厚度38.50m。本矿区生产能力为2380.66m³/d，即24.49万m³/a，开采标高: *****。

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为12.6万元。

二、建议

1、加强工作区深层地下水、地热水水位及水质动态监测工作，加强区域内地热资源开发与地面沉降相关性的研究工作；

2、地热开发必须遵循“同层回灌，取热不取水；以灌定采，采灌均衡”的开发模式，避免地热开发造成热储压力下降、地热水排放对地表水环境造成污染以及地热水资源的浪费。

3、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。

4、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：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 37° 南片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 37° 南片区地热采矿权区块面积为 1.08km²。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 2：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 ⁴ m ³ /a		24.49	设计服务年限		10a				
	经济类型		有限责任公司											
	矿山面积km ²		1.08		实际生产能力10 ⁴ m ³ /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 ⁴ m ³		无			
					采矿方式		地下开采		开采层位		新近系馆陶组			
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 ²	
	数量个	面积km ²		数量个	面积km ²		数量个	面积km ²		数量个	面积km ²			面积km ²
	/	/		/	/		/	/		/	/			/
	占用土地情况/km ²			占用土地情况/km ²			占用土地情况/km ²			破坏用土地情况/km ²				
	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 ²	/		小计/m ²	/		小计/m ²	/		小计/m ²	/	/	/
	林地	/		林地	/		林地	/		林地	/		/	/
	其他	/		其他	/		其他	/		其他	/		/	/
	合计/km ²	/		合计/km ²	/		计/km ²	/		合计/km ²	/		/	/
采矿固体废物排放	类型			年排放量/10 ⁴ m ³			年综合利用量/10 ⁴ m ³			累计积存量量/10 ⁴ m ³		主要利用方式		
	废石			/			/			/		/		
	合计			/			/			/		/		

矿山地质环境现状调查表（续）

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 ³		地下水位最大下降幅度/ m ³		含水层被疏干的面积/ m ³		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 ²		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	种类	发生时间	地点	规模	影响范围/ m ²	体积/ m ³	危害					发生原因	防治情况	治理面积/ m ²	
							死亡人数/人	受伤人数	破坏房屋/间	毁坏土地/ m ²	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 ²
								死亡人数/人	受伤人数	破坏房屋/间	毁坏土地/ m ²	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 ²	直接经济损失/万元	发生原因	防治情况	治理面积/ m ²
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	

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：王海焦 填表日期：2022年12月27日

附件 3：《济南市商河县37° 南片区地热矿区地热资源储量报告》评审意见书

《济南市商河县 37° 南片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 37° 南片区地热矿区矿权出让，商河县自然资源局委托山东永泰地质勘察有限公司编制了《济南市商河县 37° 南片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 6 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“济南市商河县 37° 南片区地热矿区”，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：4124176.45~4125318.99、Y：39514221.12~39515410.94，矿区面积 1.08km²。矿区内现有地热井 4 眼，2 口开采井，2 口回灌井，井口标高+13.5~+15m，开采标高-1158~-1335m，现状供暖采用两采两灌、同层回灌模式。

拟设矿区周边有拟设地热采矿权 2 处和油气田矿权 2 处，商河县农业科技示范园片区地热矿区位于本矿区以西 262.5m；商河县 37° 片区地热矿区位于本矿区北 665m；商河油气田位于本矿区西 900m；玉皇庙油气田位于本矿

区南 1.5km。本矿权范围与周边其它矿业权范围不重叠。

（二）位置交通与自然地理

商河县 37° 南片区拟设矿区位于济南市商河县，坐落在济南市商河县商中路东，东边界与南边界紧邻 340 国道。交通便利，地理位置优越。

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 4 眼地热井，其中 2 眼开采井，2 眼回灌井，利用热储层为新近纪馆陶组。开采井 C29 与 C40 间距为 350m，开采井与回灌井间最近井距为 C40 与 H39 距离 181m。

C29 开采井于 2015 年 11 月 6 日施工完成，成井深度 1360.00m。取水段深度 1173.06~1350.44m，累计利用含水层厚度为 102m，采用橡胶伞止水。成井时井口水温为 54℃。

C40 开采井于 2014 年 8 月 16 日施工完成，成井深度 1350m。取水段深度 1174.4~1302.0m，累计利用含水层厚度为 91m，采用粘土球止水。成井时井口水温为 56℃，静水位埋深 37m。

H30 回灌井于 2017 年 11 月 4 日施工完成，成井深度 1361m。取水段深度 1173.06~1350.44m，累计利用含水层厚度为 135.5m，采用橡胶伞止水。成井时井口水温为 56℃。

H39 回灌井于 2017 年 12 月 28 日施工完成，成井深度 1350m。取水段深度 1185.0~1290.0m，累计利用含水层厚度为 84m，采用橡胶伞止水。成井时

井口水温为 56℃。

矿区自上而下揭露地层：0~260m 第四纪平原组，岩性以土黄色粘土、粉质粘土为主。260~1089m 新近纪明化镇组，岩性以土黄色、棕红色泥岩、砂质泥岩和灰白色、浅灰色砂岩为主。1089~1366m 新近纪馆陶组，未揭穿其底板。岩性上部以泥岩为主；下部为含砾粗砂岩、砂砾岩，分选性好，磨圆中等。

热储层为新近纪馆陶组砂岩，岩相主要为含砾粗砂岩、砂砾岩、砾状砂岩，分选性好，磨圆中等。砾石成分主要为石英、长石、直径 1~10mm。单层厚度大，渗透性及富水性良好。

二、地热井开采及矿产资源储量情况

（一）地热井开发利用情况

拟设矿区内有地热井 4 眼（其中开采井 2 眼，回灌井 2 眼），开采层位为新近系馆陶组，钻探深度 1366.00~1400.00m。开采标高-1158~-1335m，水温 54.2~56.0℃。主要用于商南社区及商河县社会福利服务中心供暖。

1.商南社区地热井成井以来用于住宅楼冬季供暖，实行 1 采 1 灌的同层对井回灌供暖模式，采用间接供暖，取水层为馆陶组热储层。现状供暖面积约 4.5 万 m²，末端采用地板采暖。2020~2021 年开采期间开采井年度开采量在 19.19~19.40 万 m³，开采水温约 54.2℃，回灌井年度总回灌量 18.01~18.62 万 m³，回灌水温 29~31℃，灌采比 87.50%~88.91%。

矿区地热水水位整体呈下降趋势。2017 年水位埋深约为 56m，2021 年水位埋深约为 66m，水位下降速率约为 2.5m/a。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，地热水水温变化较小。

2.商河县社会福利服务中心设置有 1 采 1 灌共 2 口地热井，区内地热水计划用于社会福利服务中心供暖。采用“一采一灌”的开发利用模式，采用地板辐射间接供暖，取水层为馆陶组热储层，供暖面积约 2.4 万 m²。

矿区地热水水位整体呈下降趋势。2014 年静水位埋深约为 37m，2017 年水位埋深约为 56m，水位下降速率约为 6.33m/a；2021 年水位埋深约为 66m，水位下降速率约为 2.5m/a。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，地热水水温变化较小。

（二）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，2021 年 10 月份起，搜集成井报告 4 份、勘查报告及评价报告各 1 份，完成地热地质调查 1.08km²，产能测试 6 组/30 台班，水质分析 2 件，完成了《济南市商河县 37° 南片区地热矿区地热资源储量报告》的编写。

（三）地热资源开采量申报情况

本次申报地热流体可开采量：供暖按 120 天开采期计算，可开采量为 2315.4m³/d，合 27.28×10⁴m³/a。

三、评审意见

（一）主要评审意见

1.本次收集了社区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 7.9~8.16；溶解性总固体为 9373.17~9411.03mg/l；地热流体中氟、偏硼酸含量达到了有医疗价值浓度。

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，为腐蚀性、锅垢多、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：

地热流体可开采量：在周边无其他开采井影响及回灌条件下，地热流体可开采量为 $2315.4\text{m}^3/\text{d}$ ，120 天供暖期合计可开采量为 $27.28 \times 10^4\text{m}^3/\text{a}$ 。年累计可利用热能 $8.20 \times 10^7\text{MJ}$ ，折合标准煤 2797.84t/a 。水温 $54.2 \sim 56^\circ\text{C}$ 。

（三）问题与建议

- 1.区内地热井较密集且部分采灌井井间距较近，容易产生热突破。
- 2.加强水位、水量、水温、水质动态监测，完善动态监测系统。

（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。

附：评审专家组名单

专家组组长：



2022 年 6 月 12 日

《山东省济南市商河县 37° 南片区矿区地热资源储量报告》 评审专家名单

济南 2022 年 6 月 6 日

姓名	单位	职称	签字
康凤新	山东省地质矿产勘查开发局	研究员	康凤新
徐品	山东省自然资源资料档案馆	研究员	徐品
刘桂仪	山东省地质学会	研究员	刘桂仪
姚春梅	山东省国土空间生态修复中心	研究员	姚春梅
唐永光	山东省地质学会	研究员	唐永光

《济南市商河县 37° 南片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永泰地质勘察有限公司编制了《济南市商河县 37° 南片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19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 37° 南片区地热矿区位于商河县许商街道办事处，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：4124176.45~4125318.99、Y：39514221.12~39515410.94，矿区面积 1.08km²。区内分布有地热井 4 眼，2 口开采井，2 口回灌井，现状供暖采用两采两灌、同层回灌模式，采灌井同为馆陶组热储层。

C29 开采井于 2015 年 11 月 6 日施工完成，成井深度 1361.00m，水温为 54℃；H30 回灌井于 2017 年 11 月 4 日施工完成，成井深度 1361m，水温为 56℃；地热开采用于商南社区住宅楼冬季供暖，供暖面积 4.5 万 m²。

C40 开采井于 2014 年 8 月 16 日施工完成，成井深度 1350m，水温为 56℃；H39 回灌井于 2017 年 12 月 28 日施工完成，成井深度 1350m，水温为 56℃。地热开采用于商河县社会福利服务中心住宅楼冬季供暖，供暖面积 2.4 万 m²。

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，山东永泰地质勘察有限公司提交了《济南市商河县 37° 南片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《济南市商河县 37° 南片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 2315.4m³/d，供暖按 120 天开采期计算，合计 27.28 万 m³/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“两采两灌”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、排气后通过回灌井直接回灌至同层热储中。确定地热井生产能力为 24.49 万 m³/a，其中商南社区可采量为供暖项目设计生产规模为 1115m³/d，120d 供暖期合计 13.38 万 m³/a，商河县福利服务中心供暖项目设计生产规模为 925.83m³/d，120d 供暖期合计 11.11 万 m³/a。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、酒店冬季供暖及温泉洗浴，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，尾水经过滤后回灌到回灌井同层热储中，尾水回灌温度 22~23℃。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. 拟设矿区内地热井较多，分布较为集中，为保证地热资源持续开发利用，建议做好开采井、回灌井的水质、水量、水位、水温动态监测，建立开采井技术档案，根据监测信息，及时调整开采方案。

2. 商南社区与社会福利服务中心开采井与回灌井距离均较近，经计算 16 年后易产生热突破。

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再进行修编。

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。

附：评审专家组名单

专家组长： 
2022 年 6 月 24 日

《山东省济南市商河县 37° 南片区矿区地热资源开发利用方案》 评审专家名单

济南 2022 年 6 月 19 日

姓名	单位	职称	签字
康凤新	山东省地质矿产勘查开发局	研究员	康凤新
徐品	山东省自然资源资料档案馆	研究员	徐品
刘桂仪	山东省地质学会	研究员	刘桂仪
姚春梅	山东省国土空间生态修复中心	研究员	姚春梅
唐永光	山东省地质学会	研究员	唐永光

附件 5：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：

《山东省济南市商河县 37° 南片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，真是可靠，无伪造篡改等虚假内容。我公司承诺将按照批复后的《山东省济南市商河县 37° 南片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 6：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：

《山东省济南市商河县 37° 南片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