

山东省济南市商河县豪门又一城南部片区地热矿区  
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

二〇二三年二月

# 山东省济南市商河县豪门又一城南部片区地热矿区 矿山地质环境保护与恢复治理方案

编写单位：山东省地矿工程集团有限公司

项目负责：王媛媛

编写人：王媛媛 石传华 张雅奇 金兴

审查人：刘咏明

总工程师：刘 坤

总经理：王书春

提交单位：中石化绿源地热能（山东）开发有限公司

提交时间：二〇二三年二月

## 摘 要

商河县豪门又一城南部片区地热属于新建矿山，中石化绿源地热能（山东）开发有限公司为推进采矿许可证的办理进度，委托山东省地矿工程集团有限公司编制了本报告。

方案在进行现状调查的基础上，对矿山地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏、矿区水土环境污染进行了现状评估和预测评估。根据评估结果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。根据治理措施，进行了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。

该矿山属大型矿山，矿山地质环境复杂程度为简单，属重要区，矿山地质环境影响评估为一级。

通过资料收集、矿区地质环境调查，结合矿山开发利用实际，对矿山地质环境影响程度进行了评估，矿山开采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，本着“预防为主，动态治理，关闭恢复”的原则，部署了相应的监测、回灌、废水处理与关闭恢复工程。

关键词：商河县豪门又一城南部片区；地热；矿山地质环境；恢复治理。

# 目 录

前 言 .....	1
第一节 任务由来 .....	1
第二节 目标任务 .....	1
第三节 编制依据 .....	1
第四节 矿山基本情况 .....	3
第五节 开发利用方案概述 .....	11
第六节 方案适用年限 .....	15
第一章 自然地理与社会经济概况 .....	16
第一节 矿山交通位置 .....	16
第二节 地形地貌 .....	16
第三节 气象、水文 .....	17
第四节 社会经济 .....	19
第二章 矿区地质环境条件 .....	20
第一节 地层岩性 .....	20
第二节 地质构造 .....	21
第三节 水文地质条件 .....	22
第四节 工程地质条件 .....	23
第五节 矿体（层）地质特征 .....	24
第六节 矿山及周边其他人类重大工程活动情况 .....	27
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估 .....	29
第一节 评估范围和评估级别 .....	29
第二节 现状评估 .....	31
第三节 预测评估 .....	38
第四章 矿山地质环境保护与恢复治理分区 .....	43
第一节 分区原则与方法 .....	43
第二节 分区评述 .....	43
第五章 矿山地质环境保护与恢复治理原则、目标和任务 .....	45
第一节 矿山地质环境保护与恢复治理原则 .....	45
第二节 矿山地质环境保护与恢复治理目标和任务 .....	45

第三节 矿山地质环境保护与恢复治理工作部署 .....	45
第六章 矿山地质环境防治工程 .....	47
第一节 矿山地质环境监测工程 .....	47
第二节 矿山地质环境回灌工程 .....	48
第三节 废水处理工程 .....	49
第四节 关闭恢复治理工程 .....	50
第七章 经费估算与进度安排 .....	51
第一节 工程量估算 .....	51
第二节 经费估算 .....	51
第三节 进度安排 .....	53
第八章 保障措施与效益分析 .....	55
第一节 保障措施 .....	55
第二节 效益分析 .....	55
第九章 结论与建议 .....	57
第一节 结论 .....	57
第二节 建议 .....	57

## 附图目录

顺序号	图号	图件名称	比例尺
1	1	商河县豪门又一城南部片区地热矿山地质环境现状评估图	1: 10000
2	2	商河县豪门又一城南部片区地热矿山地质环境影响预测评估图	1: 10000
3	3	商河县豪门又一城南部片区地热矿山地质环境保护与恢复治理工程部署图	1: 10000

## 附件

1、商河县自然资源局“《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）”

2、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）”

3、委托书

4、矿山地质环境现状调查表

5、济南市自然资源和规划局“《关于商河县温泉基地片区等19个区块地热资源储量报告的评审意见》”

6、《山东省济南市商河县豪门又一城南部片区地热矿区地热资源开发利用方案》评审意见

7、中石化绿源地热能（山东）开发有限公司承诺书

8、山东省地矿工程集团有限公司承诺书

# 前 言

## 第一节 任务由来

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，为推进商河县豪门又一城南部片区地热采矿许可证办理进程，中石化绿源地热能（山东）开发有限公司委托山东省地矿工程集团有限公司承担“山东省济南市商河县豪门又一城南部片区地热矿区矿山地质环境保护与恢复治理方案”编制工作。

## 第二节 目标任务

目的：通过收集资料及野外调查，查明矿山开发利用造成的矿山地质环境问题，对矿山地质环境影响进行评估，提出矿山地质环境保护与治理措施，为矿山企业开展恢复治理工作和主管部门监督提供依据。

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。

## 第三节 编制依据

### 一、法律法规

- 1、《中华人民共和国环境保护法》（2015年）；
- 2、《中华人民共和国矿产资源法》（2009年）；
- 3、《中华人民共和国土地管理法》（2019年）；
- 4、《地质灾害防治条例》（2004年）；
- 5、《矿山地质环境保护规定》（2009年）。

## 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、《山东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》；
- 9、《济南市地质灾害防治规划（2021-2025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 12719-2021）；
- 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、《矿区地下水监测规范》（DZ/T 0388-2021）；
- 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、《砂岩热储地热尾水回灌技术规程》（DZ/T 0330-2019）；
- 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、济南市自然资源和规划局“《关于商河县温泉基地片区等19个区块地热资源储量报告的评审意见》”（2023年2月22日）；

2、《山东省济南市商河县豪门又一城南部片区地热矿区地热资源开发利用方案评审意见》。

#### 第四节 矿山基本情况

##### 一、矿业权设置

商河县豪门又一城南部片区地热矿区范围由 8 个拐点圈定（表 0-1），极值坐标（中央子午线 117 度），X:\*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*，Y:\*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*，面积 3.19km<sup>2</sup>。

表 0-1 本矿区范围坐标一览表

拐点编号	坐标（2000 国家大地坐标系）	
	X	Y
1	*****	*****
2	*****	*****
3	*****	*****
4	*****	*****
5	*****	*****
6	*****	*****
7	*****	*****
8	*****	*****
S=3.19km <sup>2</sup>		

拟设矿权范围内现有地热井 12 眼，其中 6 口开采井，6 口回灌井，钻探深度 1260.00m~1530.61m，成井深度 1260.00m~1518.00m（均为斜深）。井口标高 15.2~16.9m，开采标高为\*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*，地热井坐标详见表 0-2，平面相对位置图见图 0-1。

表 0-2 拟设矿区地热井坐标一览表（2000 国家大地坐标系）

地热井编号	地热井类型	坐标（2000国家大地坐标系）		井口标高	开采标高	最近井号	取水段距离
		X	Y				
C54	开采井	*****	*****	15.8	*****~*****	C69	557.37m
H55	回灌井	*****	*****	15.7	*****~*****	H68	581.90m
C56	开采井	*****	*****	16.5	*****~*****	H57	528.54m
H57	回灌井	*****	*****	16.3	*****~*****	C58	466.17m
C58	开采井	*****	*****	15.9	*****~*****	H57	466.17m
H59	回灌井	*****	*****	16.0	*****~*****	C58	535.75m
C66	开采井	*****	*****	16.8	*****~*****	H67	454.94m
H67	回灌井	*****	*****	16.9	*****~*****	C71	193.48m
H68	回灌井	*****	*****	16.5	*****~*****	C69	419.33m

C69	开采井	*****	*****	16.9	*****~*****	H68	419.33m
H70	回灌井	*****	*****	15.6	*****~*****	C69	444.03m
C71	开采井	*****	*****	15.2	*****~*****	H67	193.48m

图 0-1 地热井位置分布图

## 二、矿区周边矿业权设置情况

该矿区周边有拟设地热采矿权 8 处，已设油气采矿权 1 处（图 0-2、表 0-3），除油气采矿权外，本矿业权范围与周边其他矿业权范围不重叠，各矿区情况如下：

### 1、商河县集中供暖地热矿区

该拟设矿区位于本矿区西北，编号 CQ01，距离本矿区最近距离约为 132.50m。该拟设矿区内有备用井 4 眼。拟设矿区范围由 4 个拐点坐标圈定，极值坐标为 X：\*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*，Y：\*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*，面积 3.11km<sup>2</sup>。开采热储为馆陶组热储。

### 2、商河县颐景-泰和-凤凰城小区地热矿区

该拟设矿区位于本矿区西，编号 CQ02，距离本矿区最近距离约为 34.30m。该拟设矿区内有地热井 14 眼，其中开采井 5 眼，回灌井 5 眼，备用井 4 眼。拟设矿区范围由 8 个拐点坐标圈定，极值坐标为 X：\*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*，Y：\*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*，面积 3.45km<sup>2</sup>。开采热储为馆陶组热储，地热开发主要用于供暖。

### 3、商河县武夷东片区地热矿区

该拟设矿区位于本矿区东，编号 CQ04，距离本矿区最近距离约为 33.10m，该拟设矿区内有地热井 14 眼，其中开采井 7 眼，回灌井 7 眼。拟设矿区范围由 7 个拐点坐标圈定，极值坐标为 X：\*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*，Y：\*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*，面积 2.43km<sup>2</sup>。开采热储为馆陶组热储，地热开发主要用于供暖。

### 4、商河县温泉基地片区地热矿区

该拟设矿区位于本矿区西南，编号 CQ05，距离本矿区最近距离约为 568.80m。拟设矿区内地热开采井 5 眼、回灌井 3 眼。拟设矿区范围由 9 个拐点坐标圈定，极值坐标为 X：\*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*，Y：\*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*，面积 2.71km<sup>2</sup>。开采热储为馆陶组热储，地热开发主要用于供暖、洗浴。

### 5、商河县农业科技示范园片区地热矿区

该拟设矿区位于本矿区南，编号 CQ06，距离本矿区最近距离约为 52.50m。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。拟设矿区范围由 4 个拐点坐标圈定，极值坐标为 X：\*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*，Y：\*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*，面积 2.71km<sup>2</sup>。开采热储为馆陶组热储，地热开发主要用于供暖、洗浴。

\*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*，面积 4.68km<sup>2</sup>。开采热储为馆陶组热储，地热开发主要用于种植、供暖。

#### 6、商河县 37°片区地热矿区

该拟设矿区位于本矿区东南，编号 CQ07，距离本矿区最近距离约为 39.50m。拟设矿区内有地热井 7 眼，其中开采井 2 眼，回灌井 2 眼，备用井 3 眼。拟设矿区范围由 6 个拐点坐标圈定，极值坐标为 X: \*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*、Y: \*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*，面积 2.28km<sup>2</sup>。开采热储为馆陶组热储，地热开发主要用于供暖。

#### 7、商河县滨河一号片区地热矿区

该拟设矿区位于本矿区北，编号 CQ09，距离本矿区最近距离约为 362.50m。拟设矿区内有地热井 4 眼，其中开采井 2 眼，回灌井 2 眼。拟设矿区范围由 7 个拐点坐标圈定，极值坐标为 X: \*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*、Y: \*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*，面积 0.95km<sup>2</sup>。开采热储为馆陶组热储，地热开发主要用于供暖。

#### 8、商河县城区北片区地热矿区

该拟设矿区位于本矿区东北，编号 CQ10，距离本矿区最近距离约为 355.00m。拟设矿区内有地热井 8 眼，其中开采井 3 眼，回灌井 4 眼，备用井 1 眼。拟设矿区范围由 11 个拐点坐标圈定，极值坐标为 X: \*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*、Y: \*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*，面积 3.27km<sup>2</sup>。开采热储为馆陶组热储，地热开发主要用于供暖。

#### 9、商河油气田矿权

为已设采矿权，采矿权许可证号 0200000720057。该油田位于商河县西部的胡集、贾庄一带，北至郑家寨-洋湖断裂，南至临邑-商河断裂，西至商河县界，东至 S248 省道以西。极值地理坐标：东经 \*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*，北纬 \*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*，矿区面积 194.474km<sup>2</sup>。主要开采矿种为石油。主要含油层系：沙二、沙三段，埋深约为 2500m。采矿权人为中国石油化工股份有限公司，采矿有效期限 2007 年 10 月 08 日至 2057 年 10 月 08 日，开采作业单位为中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司。与本矿区有重叠，重叠面积约 1.75km<sup>2</sup>。

图 0-2 商河县豪门又一城南部片区地热矿区周边矿业权位置分布图

表 0-3 商河县豪门又一城南片区地热矿区周边地热矿业权设置情况一览表

编号	区块名称	矿区范围（国家 2000 大地坐标系）			区块面积 (km <sup>2</sup> )	矿种	矿业权 类型
		拐点	X	Y			
CQ01	商河县集中 供热中心地 热	1	*****	*****	3.11	地热	拟设采 矿权
		2	*****	*****			
		3	*****	*****			
		4	*****	*****			
CQ02	商河县颐景- 泰和-凤凰城 小区地热	1	*****	*****	3.45	地热	拟设采 矿权
		2	*****	*****			
		3	*****	*****			
		4	*****	*****			
		5	*****	*****			
		6	*****	*****			
		7	*****	*****			
		8	*****	*****			
CQ04	商河县武夷 东片区地热	1	*****	*****	2.43	地热	拟设采 矿权
		2	*****	*****			
		3	*****	*****			
		4	*****	*****			
		5	*****	*****			
		6	*****	*****			
		7	*****	*****			
CQ05	商河县温泉 基地片区地 热	1	*****	*****	2.71	地热	拟设采 矿权
		2	*****	*****			
		3	*****	*****			
		4	*****	*****			
		5	*****	*****			
		6	*****	*****			
		7	*****	*****			
		8	*****	*****			
		9	*****	*****			
CQ06	商河县农业 科技示范园 片区地热	1	*****	*****	4.68	地热	拟设采 矿权
		2	*****	*****			
		3	*****	*****			
		4	*****	*****			
CQ07	商河县 37°片 区地热	1	*****	*****	2.28	地热	拟设采 矿权
		2	*****	*****			
		3	*****	*****			
		4	*****	*****			
		5	*****	*****			
		6	*****	*****			

编号	区块名称	矿区范围（国家 2000 大地坐标系）			区块面积 (km <sup>2</sup> )	矿种	矿业权 类型
		拐点	X	Y			
CQ09	商河县滨河 一号片区地 热	1	*****	*****	0.95	地热	拟设采 矿权
		2	*****	*****			
		3	*****	*****			
		4	*****	*****			
		5	*****	*****			
		6	*****	*****			
		7	*****	*****			
CQ010	商河县城区 北片区地热	1	*****	*****	3.27	地热	拟设采 矿权
		2	*****	*****			
		3	*****	*****			
		4	*****	*****			
		5	*****	*****			
		6	*****	*****			
		7	*****	*****			
		8	*****	*****			
		9	*****	*****			
		10	*****	*****			
		11	*****	*****			

### 三、开发利用现状

现状总供暖面积为 30.1 万 m<sup>2</sup>，现有地热井 12 眼，其中 6 口开采井，6 口回灌井。利用方式和基本流程为：开采井抽出的热水经过除砂并通过换热器提取热量后，经过滤、排气后进入对应回灌井回灌至同层热储中。矿区开发利用现状情况见表 0-4。

表 0-4 矿区开发利用现状情况一览表

供热工程	井号	成井时间	成井深度	2019~2022年监测数据			开采温度(°C)	回灌温度(°C)	供暖面积(万 m <sup>2</sup> )
				开采量(万m <sup>3</sup> )	回灌量(万m <sup>3</sup> )	回灌率(%)			
西三里安置小区	C54	2017	1402	19.00~19.07	18.67~18.72	97.97~98.46	55.8	23	4.80
	H55	2018	1416						
嘉润御景	C56	2014	1516	18.10~18.22	17.79~17.86	97.68~98.66	56.7	33	3.70
	H57	2014	1514						
彩虹小区安置房	C58	2017	1503	13.09~13.12	12.95~12.97	98.77~99.06	55.9	28	4.32
	H59	2018	1362						
盛景城	C66	2015	1520	25.09~25.23	24.46~24.50	97.09~97.48	56.1	22	13.07
	H67	2016	1260						
	H68	2016	1526						
	C69	2016	1518						
豪门又一城	H70	2014	1396	19.76~19.87	19.29~19.30	97.13~97.59	54.5	24	4.21
	C71	2012	1518						

## 第五节 开发利用方案概述

### 一、建设规模及工程布局

本矿区开发利用方案共配套 12 眼地热井，其中开采井 6 眼，回灌井 6 眼，地热水用于小区冬季供暖，总供暖面积约 30.1 万 m<sup>2</sup>，建筑物楼体均为钢筋混凝土结构，采暖方式为地板采暖，墙体采用泡沫塑料保温材料。

拟设矿区范围内涉及西三里安置小区、嘉润御景、彩虹小区安置房、盛景城和豪门又一城共 5 个区块（图 0-3~图 0-7），地热流体全部用于小区供暖。

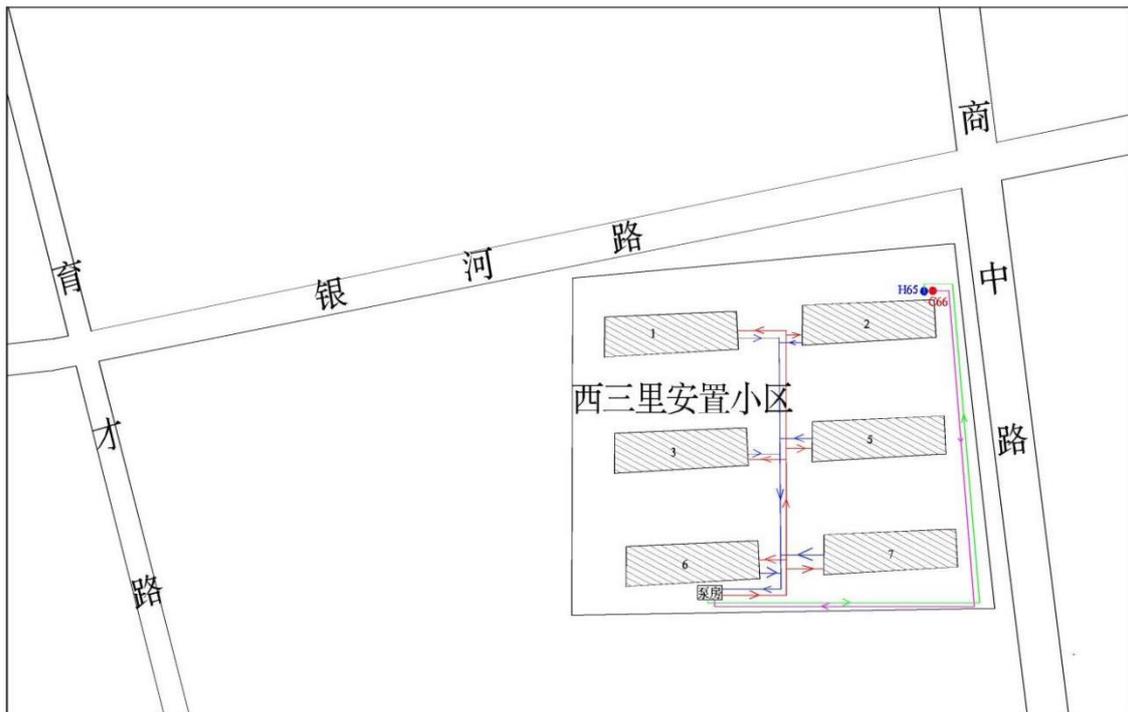


图 0-3 西三里安置小区供暖分布平面示意图

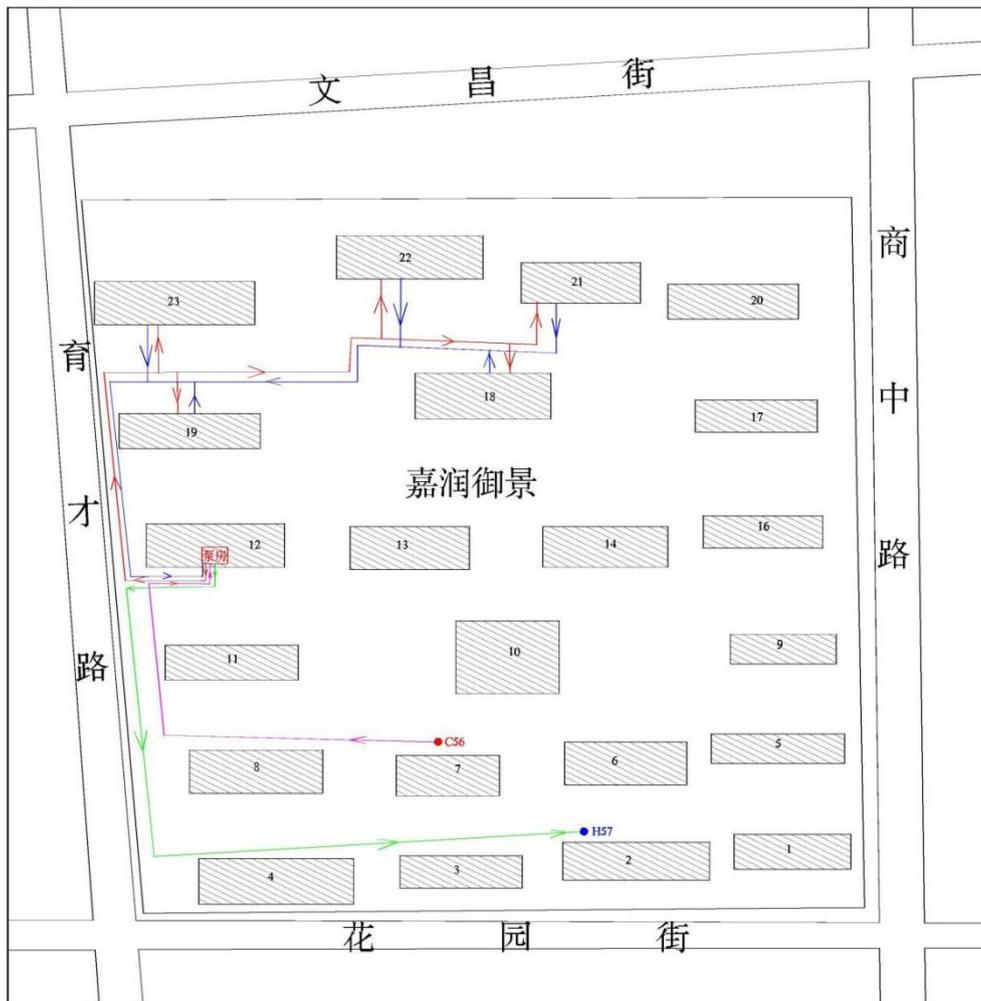


图0-4 嘉润御景供暖分布平面示意图

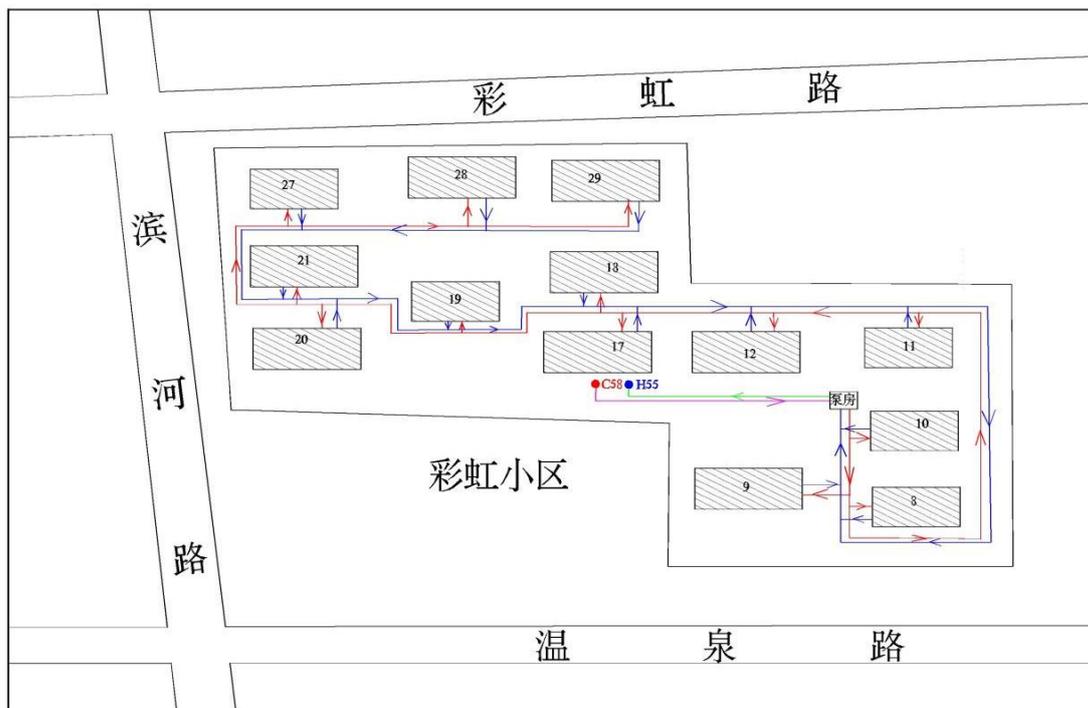


图0-5 彩虹小区安置房供暖分布平面示意图

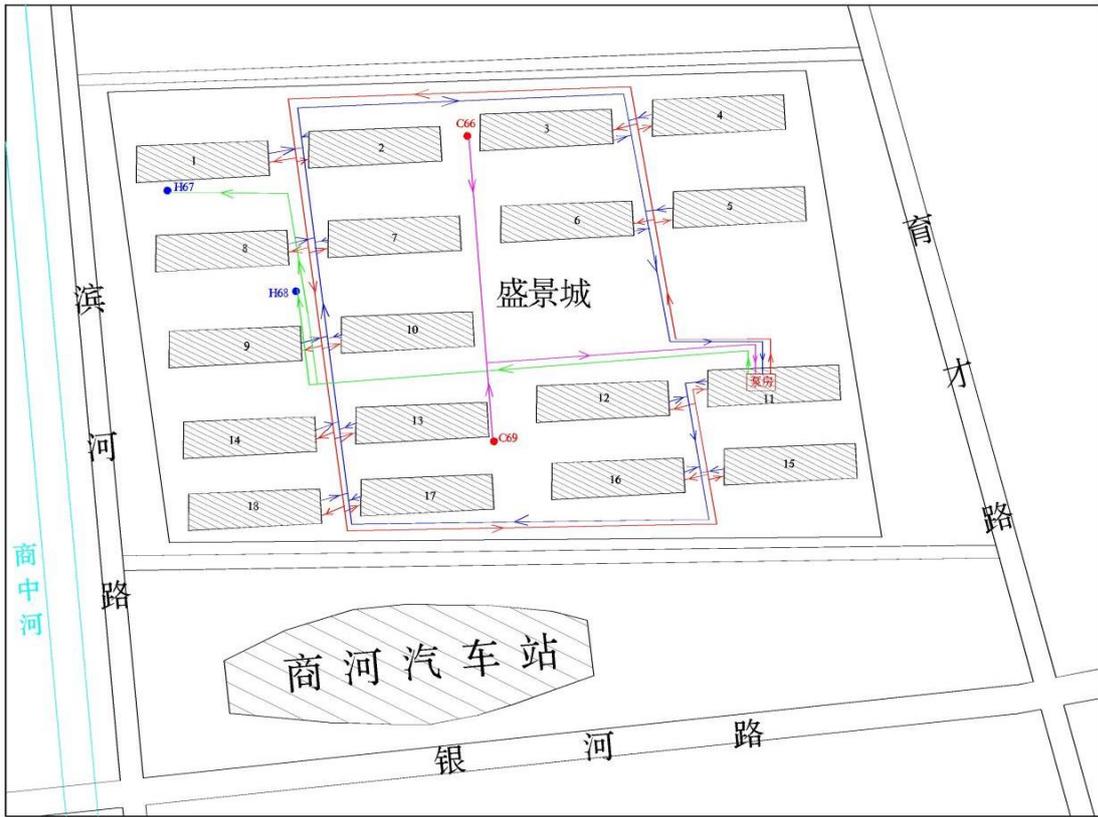


图 0-6 盛景城供暖分布平面示意图

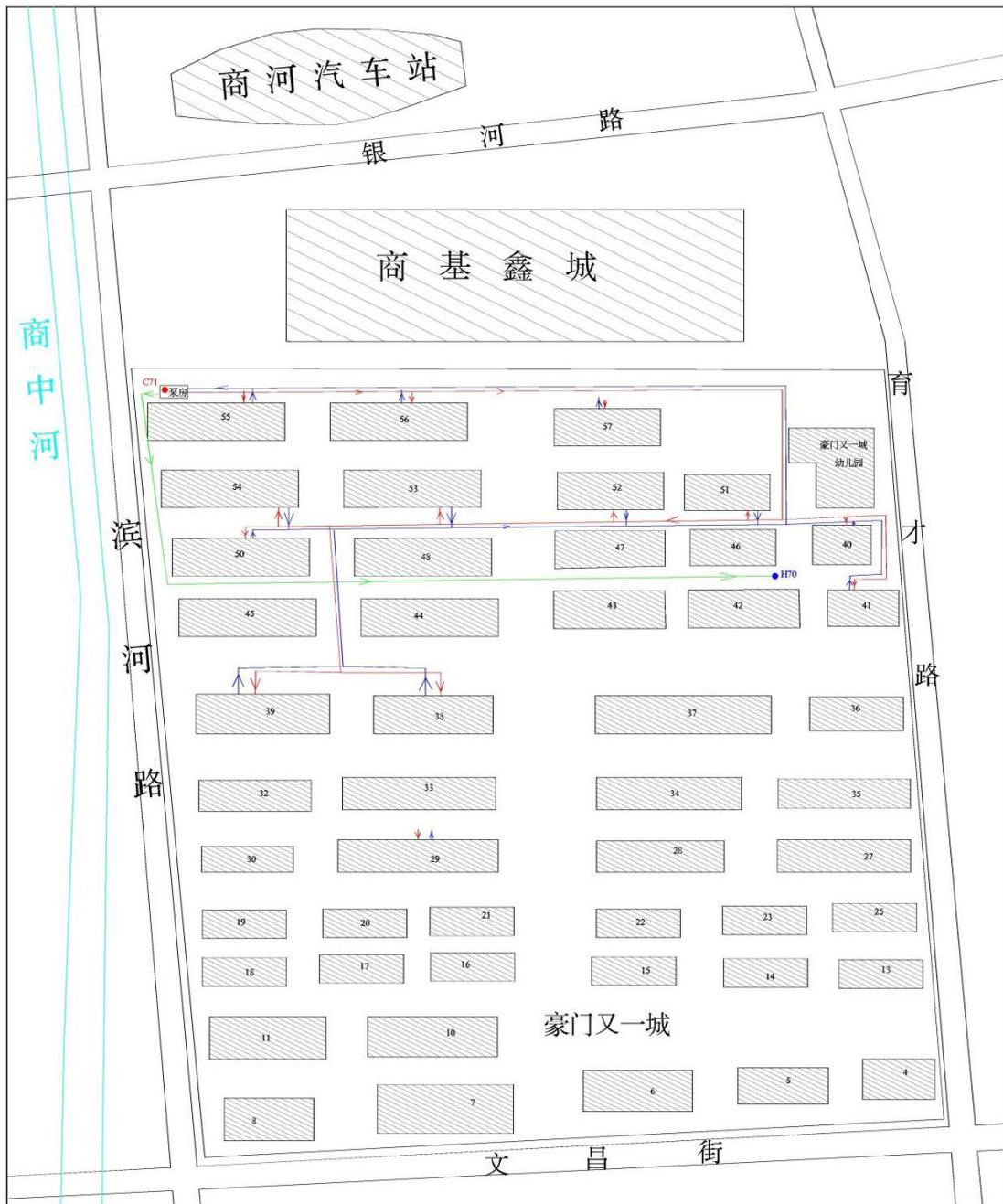


图0-7 豪门又一城供暖分布平面示意图

## 二、矿山开采方式及开采工艺流程

本次设计采用换热器间接供暖的模式进行供暖，为建筑物供暖，尾水经回灌设备处理回灌至回灌井。

以西三里安置小区为例，具体利用方式和基本流程为：地热井抽出的热水经过除砂并通过换热器提取热量后，地热尾水温度降至约 23℃，经过滤、排气后进入回灌井回灌至同层热储中（图 0-8）。系统设计参数见表 0-5。

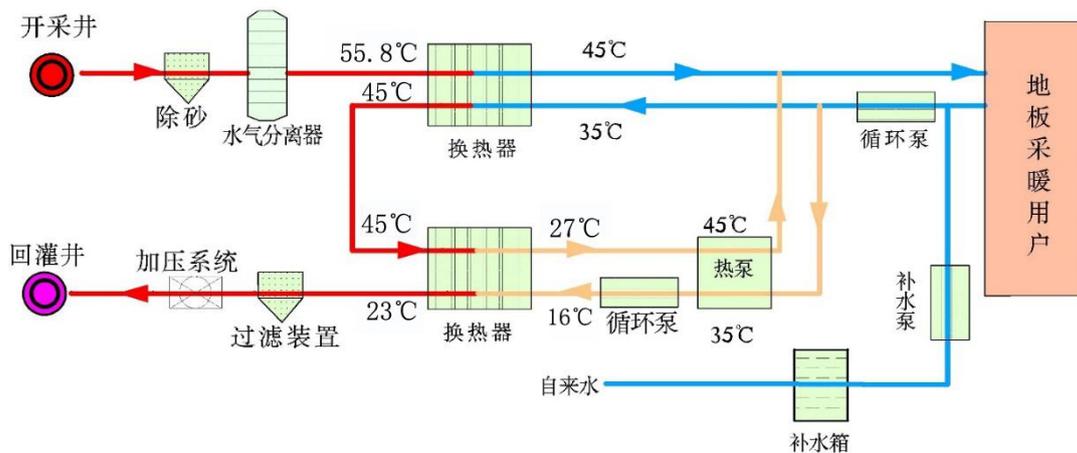


图 0-8 地热流体开采方式和基本流程示意图

表 0-5 系统设计参数

序号	参数名称	数值
1	地热流体温度	55.8℃
2	换热器地热流体出口温度	23℃
3	采暖用户供回水温度	45/35℃

### 三、开发利用方案评述

1、地热流体主要用于小区冬季供暖，地热资源利用方式为换热器间接供暖，即地热水由深井泵采出，除砂后经换热器提取热量，最终尾水温度降至约22~33℃后，经除砂、排气、过滤后回灌至同层热储回灌井中。

2、地热水主要用于西三里安置小区、嘉润御景、彩虹小区安置房、盛景城、豪门又一城冬季供暖，总供暖面积约 30.1 万 m<sup>2</sup>，年开采地热水约 81.47 万 m<sup>3</sup>/a（120 天）。西三里安置小区分配生产能力 12.27 万 m<sup>3</sup>/a；嘉润御景分配生产能力 13.34 万 m<sup>3</sup>/a；彩虹小区安置房分配生产能力 12.85 万 m<sup>3</sup>/a；盛景城分配生产能力 31.48 万 m<sup>3</sup>/a；豪门又一城分配生产能力 11.53 万 m<sup>3</sup>/a。矿区允许开采量能够满足区内供热需求。

3、《山东省济南市商河县豪门又一城南片区地热矿区地热资源开发利用方案》设计的矿山生产能力为 81.47 万 m<sup>3</sup>/a。服务年限为 10 年。

## 第六节 方案适用年限

社会经济发展对地热资源的需求存在不确定性，综合确定本次设计方案适用年限为5年，即2023年~2027年。当扩大开采规模、变更范围或者开采方式时，应当另行编制该方案。

# 第一章 自然地理与社会经济概况

## 第一节 矿山交通位置

商河县地处山东省西北部，位于东经\*\*\*\*\*-\*\*\*\*\*北纬\*\*\*\*\*-\*\*\*\*\*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。

拟设矿区位于山东省西北部商河县许商街道，温泉路以北，滨河路以东，省道 S240 以西，长青路以南，交通便利，地理位置优越（图 1-1）。

## 第二节 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 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，地形上较其它地方高出 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。

图 1-1 矿区周边交通位置图

### 第三节 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 $-3.6^{\circ}\text{C}$ ，日最低气温 $\leq -5.0$ 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 $26.8^{\circ}\text{C}$ ，日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 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 $42.7^{\circ}\text{C}$  (1942 年 7 月 6 日)，最低气温 $-21.7^{\circ}\text{C}$  (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，其它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。

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  $\text{m}^3$ ，流量  $1387\text{m}^3/\text{s}$ 。黄河为一地上河，河床每年平均淤高 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  $13902\text{km}^2$ 。

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  $343\text{km}^2$ 。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。

## 第四节 社会经济

商河位于三市六县交界处，地处京津冀、现代化济南都市圈、济南新旧动能转换起步区交汇辐射地带，300公里半径覆盖人口8000万、500公里半径覆盖人口近3亿。是省会济南的北大门，辖11个镇和1个街道，516个行政村和25个居委会，总面积1162平方公里，总人口64万人。2021年地区生产总值迈过200亿元关口，一般公共预算收入迈过20亿元关口，荣获济南市经济社会高质量发展综合绩效考核一等奖，综合承载、县域经济2个单项考核一等奖，发展和服务环境单项考核二等奖。古为春秋时期齐国麦丘邑，是全国100个“千年古县”之一，商河鼓子秧歌、花鞭鼓舞分别入选第一批、第二批国家级非物质文化遗产。京沪高速纵贯南北、德龙烟铁路横跨东西，国道340、省道240交汇过境，商河A1级通用机场今年1月开航运营，济滨高铁、高德高速年内开工建设，德商高铁正在积极推进，济滨、德商两条高铁在商河交汇设站。商河即将形成以“T”字型高铁网、“十”字型高速网为骨架的区域性现代化交通体系，曾经一度制约商河发展的交通瓶颈，正在成为商河弯道超车、跨越发展的强劲引擎。商河县具有鲜明的特色优势，是华北地区最大的地热存储地、济南市打造“中国温泉之都”品牌的重要承载地，先后获评全国粮食生产先进县、国家级出口农产品质量安全示范区、国家农产品质量安全县，是济南市首个全国绿化模范县、国家级生态县、国家生态文明建设示范县。

## 第二章 矿区地质环境条件

### 第一节 地层岩性

商河县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、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(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、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、明化镇组(N<sub>2m</sub>)

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。

##### 2、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。

### 三、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、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。

#### 2、沙河街组 (E<sub>2,3s</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。

## 第二节 地质构造

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 I<sub>a</sub> (III级) 惠民潜断陷 I<sub>a4</sub> (IV级) 的次级构造单元临邑凹陷 (潜) I<sub>a4</sub><sup>2</sup> (V级) (见图 2-1、表 2-1)。

表2-1 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 区域地质构造示意图

### 第三节 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。

#### 一、浅层潜水—微承压水

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>2g/l，水化学类型为Cl·SO<sub>4</sub>—Ca·Na型和Cl·SO<sub>4</sub>·HCO<sub>3</sub>—Na·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>2g/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。

## 第四节 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。地面下25m的沉积物为第四系全新统冲积海积物, 上部多为土黄—灰黄色粉土、粉质粘土; 中部为灰黑色粉质粘土或淤泥质土, 具腥味; 下部多为浅灰色粉砂(表2-2)。土层的物理力学性质在水平和垂向上均有较大的变化, 软土分布面积较大, 盐渍土呈片状分布为弱-中等盐渍土。主要工程地质问题有震害、淤泥类土、盐渍土、饱和粉细砂、粉土易震动液化层等, 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。

表 2-2 黄河三角洲土层主要物理力学指标统计结果表

指标	岩性	现代黄河三角洲平原工程地质区			
		0~5m	5~10m	10~15m	15~25m
液性指数 $I_L$	粘土	0.6	1.3	1.3	1
	粉质粘土	1.2	1.1	1.1	0.6
	粉土	0.7	1.12	1.4	0.7
孔隙比 $e$	粘土	1.286	1.281	1.15	1.292
	粉质粘土	1.084	1.053	1.054	0.917
	粉土	0.781	1.362	1.01	0.765
压缩系数 $a(\text{MPa}^{-1})$	粘土	0.73	0.85	0.57	0.57
	粉质粘土	0.39	0.45	0.52	0.35
	粉土	0.14	0.28	0.21	0.13
压缩模量 $E_s(\text{MPa})$	粘土	2.66	2.48	3.22	3.22
	粉质粘土	3.79	3.71	3.83	5.16
	粉土	6.13	6.32	6.77	9
内聚力 $c(\text{Kpa})$	粘土	10.5	3.9	5	5

	粉质粘土	9.3	7.6	6.8	11.3
	粉土	6.1	5.3	5	5.3
内摩擦角 $\varphi$ (度)	粘土	9	4	6	6
	粉质粘土	16	12	10	13
	粉土	16	19	22	20

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。

## 第五节 矿体（层）地质特征

### 一、热储层水文地质特征

本矿区地热井利用热储层为馆陶组层状孔隙型热储。

已施工地热井资料表明，区内馆陶组分布范围广、砂体单层厚度大，热储层岩性为未胶结或半胶结砂岩及砾岩，富水性好，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。

区内馆陶组埋藏稳定，其顶板埋深约1050~1070m，底板揭露深度为1400.77m（未揭穿），主要为棕红色泥质砂岩夹灰绿色泥岩、粉砂岩，细砂岩为主，含少量钙质结核、铁锰质结核，局部富含暗色矿物。主要成份以石英为主，长石次之，分选磨圆中等，胶结性差。泥岩质纯、性硬。

本区现有地热井12眼，利用热储层为馆陶组热储。根据钻孔揭露情况，馆陶组顶板埋深1050~1070m，地层厚度300~500m，热储砂层9~17层，最大厚度61.30m。热储含水层厚度105.60~132.80m，地层岩性以细砂岩为主。在水位降深15m时单井涌水量1044.13~1615.54m<sup>3</sup>/d，溶解性总固体为8256.90~10617.80mg/l，主要阳离子为Na<sup>+</sup>离子含量在2817.15~3389.00mg/L左右，主要阴离子为Cl<sup>-</sup>离子含量在3396.00~5076.81mg/L，PH值7.0~7.8，水化学类型为Cl—Na型，井口水温54.5~56.7℃。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

区内馆陶组分布范围广、砂体单层厚度大，热储层岩性为未胶结或半胶结砂及砾岩，富水性好，构造条件相对简单，属于层状孔隙型热储，水温约56℃，根

据地热资源温度分级（表2-3），该矿区地热资源属低温地热资源温热水型热储。

表 2-3 地热资源温度分级表

温度分级		温度（t）界限/℃	主要用途
高温地热资源		$t \geq 150$	发电、烘干、采暖
中温地热资源		$90 \leq t < 150$	烘干、发电、采暖
低温地热资源	热水	$60 \leq t < 90$	采暖、理疗、洗浴、温室
	温热水	$40 \leq t < 60$	理疗、洗浴、采暖、温室、养殖
	温水	$25 \leq t < 40$	洗浴、温室、养殖、农灌
表中温度是指主要热储层代表性温度			

### 三、补径排条件

矿区地热井取水层位为新近系馆陶组热储，其岩性主要为中砂岩及砂砾岩。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。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。排泄条件，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。

### 四、地热水动态特征

根据本次调查及搜集的历史资料，结合《济南市商河县豪门又一城南片区地热资源储量报告》，对区内地热水动态特征进行论述。

#### （一）水位

区内各地热井成井时间有一定差距，根据成井报告比较多年静水位埋深，2012年水位埋深约为32.50m，2018年水位埋深约为57.30m，水位平均下降速率约为4.13m/a；供暖季水位监测数据，2022年水位埋深约为68.13m，水位下降速率约为2.71m/a（图2-2）。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。

2012~2018年周边地下水开采量不断增大，且并未采取相应治理措施，水位

整体呈大幅下降趋势。《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）颁布以来，矿山企业大力开展回灌工程建设，积极投入生产运行，水位下降速率大幅减小。

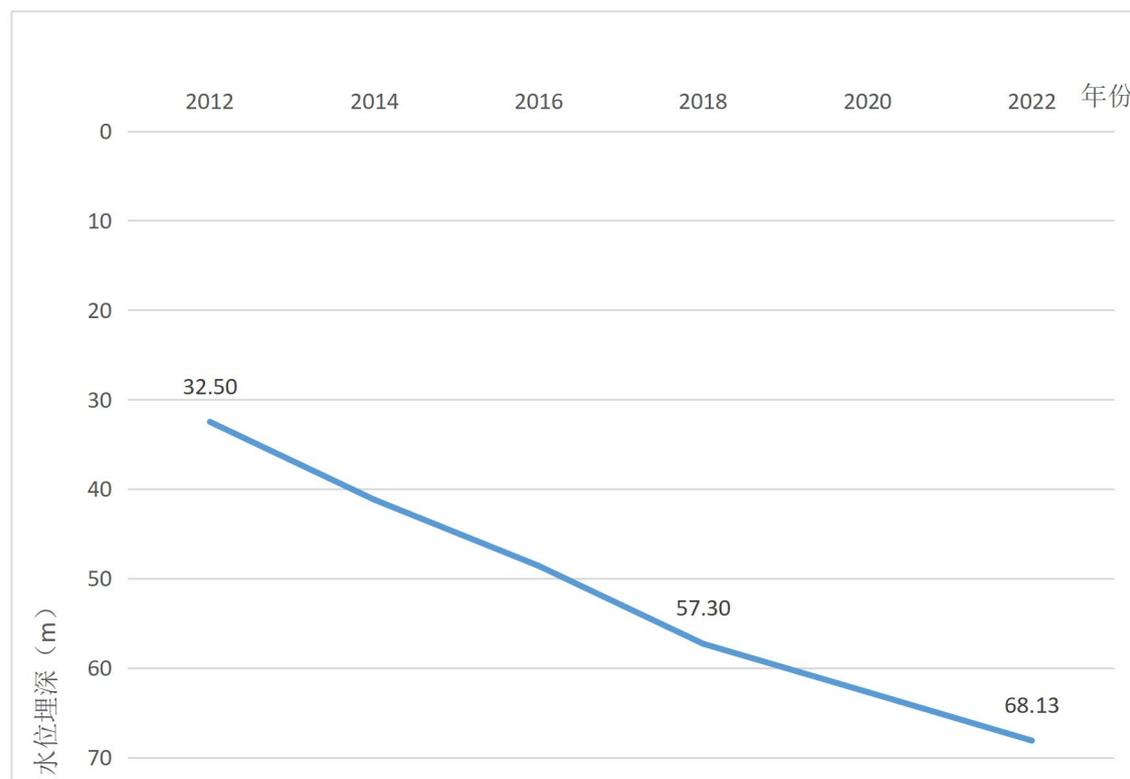


图 2-2 水位埋深变化曲线图

## （二）水温

通过对比可以看出，矿区自 2018 年回灌实施以来，各地热井水温下降 0.1~0.5℃，地热水水温变化较小。

表 2-4 地热井水温变化一览表

	C54	C56	C58	C66	C69	C71
成井水温	56	57	56	56	57	55
2022年4月产能测试水温	55.8	56.7	55.9	55.7	56.5	54.5

## （三）水量

豪门又一城南部片区地热井开采以来，一直用于供暖，年开采量比较稳定。年开采量 95.23~95.31 万 m<sup>3</sup>。

## （四）水化学特征

开采井成井时采取水样并进行了全分析；本次于 2022 年 3 月采取水样送至

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)试验测试中心进行检测分析。通过水质分析资料对比,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(图2-3)。

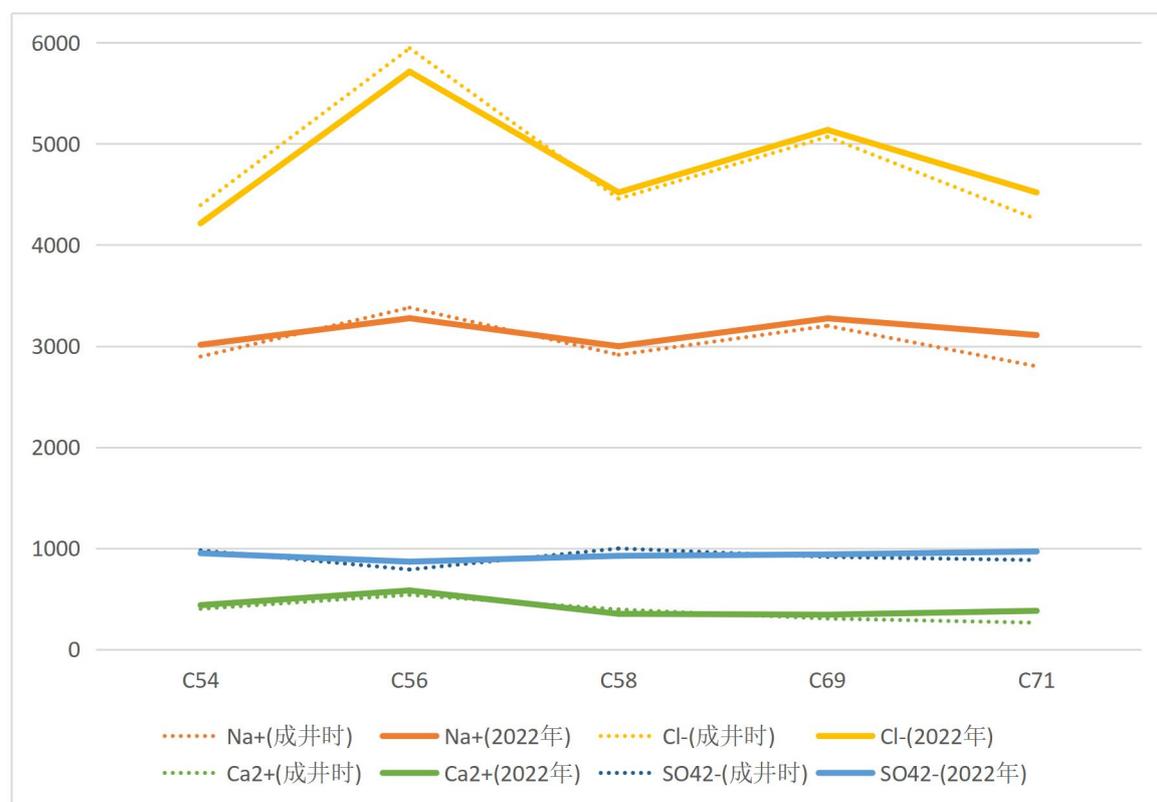


图2-3 矿区地热井水质变化曲线

## 第六节 矿山及周边其他人类重大工程活动情况

本矿山已建设完毕5处供热站,配套6眼开采井、6眼回灌井,矿山及周边其他人类工程活动主要为回灌站、回灌井、城市建设、交通工程建设等。

### (一) 回灌站

区内有回灌站五座,分别位于西三里安置小区、嘉润御景、彩虹小区安置房、盛景城和豪门又一城,对地质环境影响较小。

### (二) 回灌井

矿区内有6眼回灌井,对地质环境影响较小。

### (三) 周边矿业权

该矿区周边有拟设地热采矿权8处,已设油气采矿权1处。拟设采矿权为商河县集中供暖地热、颐景-泰和-凤凰城小区地热、武夷东片区地热、温泉基地片区地热、农业科技示范园片区地热、37°片区地热、滨河一号片区地热和城区北

片区地热。油气田矿权为商河油气田。

#### **（四）城市建设**

本矿区位于商河县城中心，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。

#### **（五）交通工程建设**

本矿区及周边城市内部道路密布，交通设施较，交通较为便利，随着社会经济进一步发展，该区及周边道路升级、改造工程较多。

此外，该区内无浅层地下淡水，属深层地下水禁采区。综上所述，矿山及周边其他人类重大工程活动主要为地热资源开采、回灌站、回灌井、城镇建设及道路的建设，人类工程活动较强，对地质环境的影响中等。

## 第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估

### 第一节 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，水文地质条件简单，破坏地质环境的人类工程活动一般，采灌目的层为新近纪馆陶组热储，因此，确定矿区范围为本次评估范围，由8个拐点圈定，极值坐标（中央子午线117度），X：\*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*，Y：\*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*，面积为3.19km<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.1）来分析，矿区所在区域内有西三里安置小区、嘉润御景、彩虹小区安置房、盛景城、豪门又一城等住宅区，商业区较集中，居民人口集中，因此，评估区重要程度属于重要区。

表3-1 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区
分布有500人以上的居民集中居住区	分布有200-500人以上的居民集中居住区	居民居住分散、居民集中居住区人口在200人以下
分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施	分布有二级公路、小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施	无重要交通要道或建筑设施
矿区紧邻国家级自然保护区（含地质公园、风景名胜区等）或重要旅游景区（点）	紧邻省级、县级自然保护区或较重要旅游景区（点）	远离各级自然保护区及旅游景区（点）
有重要水源地	有较重要水源地	无较重要水源地
破坏耕地、园地	破坏林地、草地	破坏其他类型土地
注：评估区重要程度分级确定采取上一级别优先的原则，只要有一条符合者即为该级别。		

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：该矿区利用热储层位为新近纪馆陶组热储，热储层补给条件差，与地表水水力联系差，地质构造简单；现状条件下无矿山地质环境问题；无采空区、

地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形起伏变化平缓。根据就上原则，确定该矿区地质环境条件复杂程度为简单（表 3-2）。

表3-2 地下开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

复杂	中等	简单
主要矿层（体）位于地下水位以下，矿坑进水边界条件复杂，充水水源多，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性强，补给条件好，与区域强含水层，地下水集中径流带或地表水联系密切，老窿（窑）水威胁大，矿坑正常涌水量大于10000m <sup>3</sup> /d，地下采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏	主要矿层（体）位于地下水位附近或以下，矿坑进水边界条件中等，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性中等，补给条件较好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水有一定联系，老窿（窑）水威胁中等，矿坑正常涌水量 3000m <sup>3</sup> /d ~ 10000m <sup>3</sup> /d，地下采矿和疏干排水较容易造成矿区周围主要充水含水层破坏	主要矿层（体）位于地下水位以上，矿坑进水边界条件简单，充水含水层富水性差，补给条件差，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系不密切，矿坑正常涌水量小于3000 m <sup>3</sup> /d，地下采矿和疏干排水导致矿区周围主要充水含水层破坏可能性小
矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体杰构为主，软弱岩层或松散岩层发育，蚀变带、岩溶裂隙带发育，岩石风化强烈，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性差，矿山工程场地地基稳定性差	矿床围岩岩体以薄-厚层状结构为主，蚀变带、岩溶裂隙带发育中等，局部有软弱岩层，岩石风化中等，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度5m~10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性中等，矿山工程场地地基稳定性中等	矿床围岩岩体以巨厚层状-块状整体结构为主，蚀变作用弱，岩溶裂隙带不发育，岩石风化弱，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于5m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性好，矿山工程场地地基稳定性好
地质构造复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有活动断裂，导水断裂带切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水性强，对井下采矿安全影响巨大	地质构造较复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，并切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水断裂带的导水性较差，对井下采矿安全影响较大	地质构造简单，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造不发育，断裂未切割矿层（体）和围岩覆岩，断裂带对采矿活动影响小
现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多，危害大	现状条件下矿山地质环境问题的类型较多，危害较大	现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小
采空区面积和空间大，多次重复开采及残采，采空区未得到有效处理，采动影响强烈	采空区面积和空间较大，重复开采较少，采空区部分得到处理，采动影响较强烈	采空区面积和空间小，无重复开采，采空区得到有效处理，采动影响较轻
地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于35°，相对高差大，地面倾向与岩层倾向基本一致	地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，不利于自然排水，地形坡度一般为20°~35°，相对高差较大，地面倾向与岩层倾向多为斜交	地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形起伏变化平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于20°，相对高差小，地面倾向与岩层倾向多为反交
注：采取就上原则，只要有一条满足某一级别，应定为该级别。		

3、从矿区生产建设规模来看，本矿区生产能力为 6788.42m<sup>3</sup>/d，即 81.47 万

m<sup>3</sup>/a, 开采时段为每年供暖季 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, 属大型矿山(表 3-3)。

表3-3 矿山生产建设规模分类一览表

矿种类别	计量单位	年生产量			备注
		大型	中型	小型	
地热(热水)	万立方米	≥20	20~10	<10	

综上所述, 本次评估区为重要区, 地质环境复杂程度为简单, 矿山生产建设规模为大型, 根据 DZ/T 223—2011 表 A. 1 确定本次矿山地质环境影响评估分级为一级(表 3-4)。

表3-4 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

## 第二节 现状评估

### 一、地质灾害危险性现状评估

#### (一) 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、地面塌陷、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, 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，除地热开采外，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

根据 2019 年 11 月中化地质矿山总局提交的《济南市黄河北地区地面沉降监测报告》、《济南市地质灾害易发程度分区图》以及《济南市地质灾害防治规划（2021-2025 年）》，评估区为地面沉降易发区；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，评估区内第四系松散层厚度较大，存在易于压缩的粘性土层，大规模抽取地下水后会形成水位降落漏斗，存在发生地面沉降的地质条件。因此，评估区可能出现的地质灾害为地面沉降。

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。

图3-1 济南市地质灾害易发程度分区图

图3-2 评估区及周边地面沉降量分区图

## (二) 地质灾害危险性现状评估

2019 年至今，本区没有开展地面沉降的测量工作，但是根据地面沉降的形成机理以及开采情况可以断定，这项缓变的地质灾害依然在继续进行，只是沉降速率在逐渐变缓。根据山东省济南市北跨区地面沉降调查评价项目（开展时间 2014 年 8 月-2015 年 12 月）、济南市济阳-商河地区地面沉降调查评价项目（开展时间 2015 年 8 月-2016 年 7 月）的二等水准测数据及 GPS 控制测量，评估区地面沉降速率为 0mm/a~4 mm/a；根据 2019 年 11 月中化地质矿山总局提交的《济南市黄河北地区地面沉降监测报告》，2018 年至 2019 年间，评估区所在区域，沉降量为 2~3mm（见图 3-2）。因此，区内地面沉降速率约为 3mm/a。根据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）地面沉降发育程度分级表（见表 3-5），评估区地面沉降发育程度为弱。

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，参照地质灾害危害程度分级表（表 3-6），初步确定矿区地质灾害危害程度小。

表 3-5 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

表 3-6 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~<10	>100~<500	>10~<100	>100~<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3-7），矿区地面沉降地质灾害危险性现状评估为小。

表3-7 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

危害程度	发育程度		
	强	中等	弱
小	危险性中等	危险性小	危险性小

本次地热开采实施“六采六灌”的开采模式，即地热开采后的地热尾水回灌至同层热储中，地热资源埋深较大，尚无资料证明地热开采能够引发地面沉降，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

评估区范围内现有地热井 12 眼，其中 6 眼开采井、6 眼回灌井，开采目的层为新近纪馆陶组热储，成井时严格执行相关规范，对地热井采用胶皮伞进行止水，止水位置在 1200m 左右，止水效果良好，上部采用粘土充填，无串层风险。据调查地热井用于冬季供暖，设计开采量小于批复的允许开采量。排水管线密封良好，开采方式采用六采六灌的方式，地热水日平均开采量约 6700m<sup>3</sup>，地热水开采温度约 56℃，目的热储层为馆陶组，开采标高\*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*。地热尾水回灌至同层热储中，对含水层压缩性小。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。

2018 年至 2022 年，馆陶热储地热水水位平均降幅达到了 2.71m/a，可见本矿山开采对矿区内热储层水位有较大影响，因周边无其他地热井分布，其影响范围不明确。开采井水温、水质均相对较稳定，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

评估区地形主要地貌特征为地势低平，由黄河泛流形成，沉积物以粉土、粉质粘土为主。土地类型多为城市建设用地，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 12 眼地热井，井口位于地面以下，地表占地面积小，地下供热站占地面积约 1000m<sup>2</sup>，占用土地为永久建设用地，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

矿区范围内共建设 5 处供热站，配套有 12 眼地热井，上述开采设施及相关

设备均为已建成，占用土地资源类型均为建设用地，占地面积约 1000m<sup>2</sup>，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。



照片 1 矿区环境现状调查照片

## 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 3-8）。

表3-8 矿山地质环境影响现状评估分级表

影响程度分级	地质灾害	含水层	地形地貌景观	土地资源
严重	地质灾害规模大，发生的可能性大影响到城市、乡镇、重要行政村、重要交通干线、重要工程设施及各类保护区安全造成或可能造成直接经济损失大于500万元受威胁人数大于100人	矿床充水主要含水层结构破坏，产生导水通道矿井正常涌水量大于10000m <sup>3</sup> /d区域地下水水位下降矿区周围主要含水层（带）水位大幅下降，或呈疏干状态，地表水体漏失严重不同含水层（组）串通水质恶化影响集中水源地供水，矿区及周围生产、生活供水困难	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重	破坏基本农田破坏耕地大于2hm <sup>2</sup> 破坏林地或草地大于4hm <sup>2</sup> 破坏荒地或未开发利用土地大于20hm <sup>2</sup>
较严重	地质灾害规模中等，发生的可能性较大影响到村庄、居民聚居区、一般	矿井正常涌水量3000m <sup>3</sup> /d~10000m <sup>3</sup> /d矿区及周围主要含水层（带）水位下降幅度	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大对各类自然保护区、	破坏耕地小于等于2hm <sup>2</sup> 破坏林地或草地2hm <sup>2</sup> ~4hm <sup>2</sup> 破坏荒山或未

	交通线和较重要工程设施安全造成或可能造成直接经济损失100~500万元受威胁人数10~100人	较大,地下水呈半疏干状态矿区及周围地表水体漏失较严重影响矿区及周围部分生产生活供水	人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较重	开发利用土地10hm <sup>2</sup> ~20hm <sup>2</sup>
较轻	地质灾害规模小,发生的可能性小影响到分散性居民、一般性小规模建筑及设施造成或可能造成直接经济损失小于100万元受威胁人数小于10人	矿井正常涌水量小于3000m <sup>3</sup> /d矿区及周围主要含水层水位下降幅度小矿区及周围地表水体未漏失未影响到矿区及周围生产生活供水	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较轻	破坏林地或草地小于等于2hm <sup>2</sup> 破坏荒山或未开发利用土地小于等于10hm <sup>2</sup>
注:分级确定采用上一级别优先原则,只要有一项符合某一级别,就定为该级别。				

### 第三节 预测评估

#### 一、地质灾害危险性预测评估

##### (一) 矿山开采引发或加剧地质灾害危险性的预测

2012~2018年周边地下水开采量不断增大,且并未采取相应治理措施,水位整体呈大幅下降趋势。《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)颁布以来,矿山企业大力开展回灌工程建设,积极投入生产运行,水位下降速率大幅减小。预计随着回灌持续进行,水位趋于平稳,采灌均衡,不会引发地面沉降。

矿区开采层位为馆陶组,上部第四系沉积厚度达300m左右,下伏新近系明化镇组厚度800m左右,岩性多为粘土、泥岩和砂岩等。开采层位与上部有隔水层,上下不连通,不会因下部开采造成上部水位波动导致地面沉降。

根据商河县地热开采集中地区地面沉降监测结果,年平均沉降速率小于10mm。综上,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。

##### (二) 矿山开采可能遭受地质灾害危险性的预测

1、矿区本身可能遭受的地质灾害是地面沉降。由前节所述,矿区内地面沉降速率小于10mm/a,50年后累计地面沉降量小于300mm,根据《地质灾害危险性评估规范》(DZ/T 0286-2015)中“地面沉降发育程度分级表”(表3-5),预测评估区内地面沉降发育程度为弱。

2、根据“规范”附录C.1,地面沉降的诱发因素分为自然因素和人为因素。

①自然因素为新构造运动。区内并无新构造运动遗迹，评估区内断裂运动已经停止。

②人为因素为抽排水。根据《山东省人民政府关于山东省地下水限采区和禁采区划定方案的批复（鲁政字〔2015〕30号）》和《山东省人民政府关于公布地下水超采区、限采区和禁采区的通知》要求，商河县域内范围为深层地下水的禁采区范围，区内仅有地热开采。

矿区地热井取水层位为新近系馆陶组热储，其岩性主要为中砂岩及砂砾岩。上有多层数百米厚的第四系及新近系明化镇组半胶结状粘性土覆盖，构成良好的隔水顶板，且近年来随着但随着大规模回灌工程的严格落实，水位下降速率大幅减缓。矿山开采对孔隙水水位影响较轻。因此，拟建工程遭受地面沉降地质灾害的可能性较小。

3、本次现场勘查实地向评估区附近村民进行了调查询问，经村民反映，区内未有因地面沉降造成建筑物损坏的情况发生，未造成人员伤亡和直接经济损失。根据“规范”中《地质灾害危害程度分级表》，判断评估区内地面沉降危害程度为小。

依据《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T 0286-2015）中“7.3 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

地热水水位预测：水位方面区内地热水主要开采层位为馆陶组，根据区内地热水位变化趋势，随着地热资源的持续开发利用，地热水位会继续下降，但随着回灌工程的严格落实，水位变化趋势将进一步减小。

地热水温度预测：根据《单井地热资源评价技术规程》（DB37/T 4243-2020），利用热突破法，反算50年开采期内不产生热突破的合理采灌井间距，结果显示（表3-9），设计回灌井与开采井间距较大，不易产生热突破。

地热水水质预测：根据前述介绍，区内地热水自开采以来，水质变化轻微，水质基本相同。

综上，随着监测工程、回灌工程的严格落实，矿山开采对含水层影响预测评

估为较轻。

$$Q_{\text{回}} = \frac{\pi D^2 M (\rho_{\alpha} c_{\alpha})}{3t \rho_{\omega} c_{\omega}}$$

$$\rho_{\alpha} c_{\alpha} = n \rho_{\omega} c_{\omega} + (1-n) \rho_r c_r$$

式中：

$Q_{\text{回}}$ ——可回灌量，单位为立方米每天（ $\text{m}^3/\text{d}$ ），冯采1井取 $433\text{m}^3/\text{d}$ ，冯采2井取 $525\text{m}^3/\text{d}$ ；

$D$ ——同层采、灌井底距离，单位为米（ $\text{m}$ ）；

$M$ ——回灌井利用热储厚度，单位为米（ $\text{m}$ ）；

$t$ ——回灌井50a内的回灌总天数，单位为天（ $\text{d}$ ），合计6000天，年开采120天；

$\lambda$ ——热储回收率（无量纲），松散岩类孔隙热储取0.25；

$\rho_{\alpha}$ ， $\rho_{\omega}$ ， $\rho_r$ ——热储层平均密度，热储流体密度，热储岩石密度，单位为千克每立方米（ $\text{kg}/\text{m}^3$ ）； $\rho_{\omega}$ 取 $984.5$ （ $\text{kg}/\text{m}^3$ ）， $\rho_r$ 取 $2600$ （ $\text{kg}/\text{m}^3$ ）；

$c_{\alpha}$ ， $c_{\omega}$ ， $c_r$ ——热储层平均比热，热储流体比热，热储岩石比热，单位为焦每千克度 [ $\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ]； $c_{\omega}$ 取 $4180\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ； $c_r$ 取 $878\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ；

$n$ ——空隙率，取0.32。

开发利用方案对采灌井布局进行了优化调整，调整后，采灌井距离分布合理，不易产生热突破。

表 3-9 热突破井间距计算结果一览表

开采井编号	回灌井编号	实际采灌井井底距离（ $\text{m}$ ）	合理采灌井井底距离（ $\text{m}$ ）	合理性
C54	H52	483.76	348.80	合理
C56	H53	313.69	275.89	
C58	H57	466.17	313.28	
C66	H67	454.94	291.23	
C69	H68	419.33	268.94	
C70	H71	770.41	304.07	

图 3-3 优化后采灌井分布示意图

### 三、地形地貌景观影响预测评估

本矿山工程均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，前期矿山建设工程结束后对场地进行了恢复，不会对周边地形地貌景观造成影响。

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

矿区开采方式为利用井管直接从地下提取，也没有固体废弃物产生，矿山工程位于建设用地内，符合相关规划，且矿山建设工程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 3-10）。

**表3-10 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

### 第一节 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《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T 0223-2011)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)。

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 <sup>2</sup> )	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
3.19	矿区范围	较轻	较轻	一般 防治区

### 第二节 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,该矿区地热开采利用采用“六采六灌”模式,地热水水位下降速度将进一步减缓,地热水水温、水质基本保持稳定,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;矿山活动对热储层影响现

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。

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

### 第一节 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，动态治理，关闭恢复”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。

### 第二节 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。对回扬产生的地热废水处理，禁止未达标排放。

#### 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、严格落实回灌措施，确保尾水回灌率不低于 80%。
- 2、对地热井开采温度、回灌温度、开采量、回灌量，开采井动、静水位、回灌井动、静水位，回灌压力、开采井、回灌井水质（地热流体化学特征）进行监测。
- 3、对地热废水进行处理，防止未达标排放，对周边环境造成污染。
- 4、矿山关闭后，根据当地国土空间规划等相关规划及政策要求开展关闭恢复治理工作。

### 第三节 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，本着“预防为主，动态治理，关闭恢复”的原则，

确定本矿山防治工程为：监测工程、回灌工程、废水处理和关闭治理工程。

## 二、年度实施计划

各年度实施计划为监测工程、回灌工程、废水处理工程，监测内容及回灌工程、废水达标处理工程各年度一致，关闭矿山治理工程在矿山关闭后一次性实施。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工作一览表**

防治工程			工作量（监测频率）	备注	
监测工程	开采井	供暖期	水位监测	1 次/1 小时	自动监测
			水温监测	1 次/1 小时	自动监测
			水量监测	1 次/1 小时	自动监测
		1 次/1 月		人工监测	
		非供暖期	水位监测	3 次/1 月	自动监测
		水质分析		1 件/年	矿区开采井取 1 件
	回灌井	供暖期	水位监测	1 次/1 小时	自动监测
			水温监测	1 次/1 小时	自动监测
			水量监测	1 次/1 小时	自动监测
				1 次/1 月	人工监测
			压力监测	1 次/1 天	人工监测
		非供暖期	水位监测	3 次/1 月	自动监测
		水质分析		1 件/年	矿区回灌井取 1 件
	回灌工程	回扬		12 次/年（2 次/井·年）	
废水达标处理工程	回扬废水		12 次/年（2 次/井·年）		
关闭治理工程	井口封闭		12 口	关闭后恢复治理	
	泵房及设备拆除		5 项		
	场地整平、恢复		1000m <sup>2</sup>		

## 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,本矿山地质环境防治工程主要涉及地质环境监测工程、尾水回灌工程、废水处理工程及关闭治理工程。

### 第一节 矿山地质环境监测工程

为及时了解本矿区地热开发动态参数的变化情况,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、水温、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

开采温度、回灌温度、开采量、回灌量,开采井动、静水位、回灌井动、静水位,回灌压力、开采井、回灌井水质(地热流体化学特征)等。

水质监测为水样采集与分析,分析项目包括:  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{F}^-$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、总 Fe、PH 值、总硬度、总碱度、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ 等常规项和 Mn、Li、Sr、 $\text{Cr}^{6+}$ 、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。

#### 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,监测频率 1 次/1 小时; 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/1 小时,人工统计开采量 1 次/月; ③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。

回灌井: ①水位、回灌温度: 采用安装的地下水水位自动监测仪实时连续监测,监测频率 1 次/1 小时; ②回灌量: 采用安装的电磁流量计实时连续监测,监测频率 1 次/1 小时,人工统计回灌量 1 次/月; ③回灌压力,采用人工监测,监测频率 1 次/1 天。

##### 2、非供暖期

开采井：①水位：自动监测仪的监测频率为3次/1月。

回灌井：①采集回灌井水样1件并进行水质分析，分析频率1件/年。②水位：自动监测仪的监测频率为3次/1月。

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 地质环境防治工程每年投入工作量一览表

	项目名称	单位	工作量	监测频率
自动监测	水位监测	次	34848	开采期每天24次，非开采期每月3次
	水温观测	次	34560	开采期开采井、回灌井分别每天24次
	水量观测	次	34560	开采期开采井、回灌井分别每天24次
人工监测	压力监测	次	720	开采期每天1次
	水量监测	次	48	开采期每月1次
	水质分析	次	2	矿区每年2件（开采井、回灌井各一件）
	回扬	2次/年	12	每眼回灌井每年两次

## 第二节 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）。

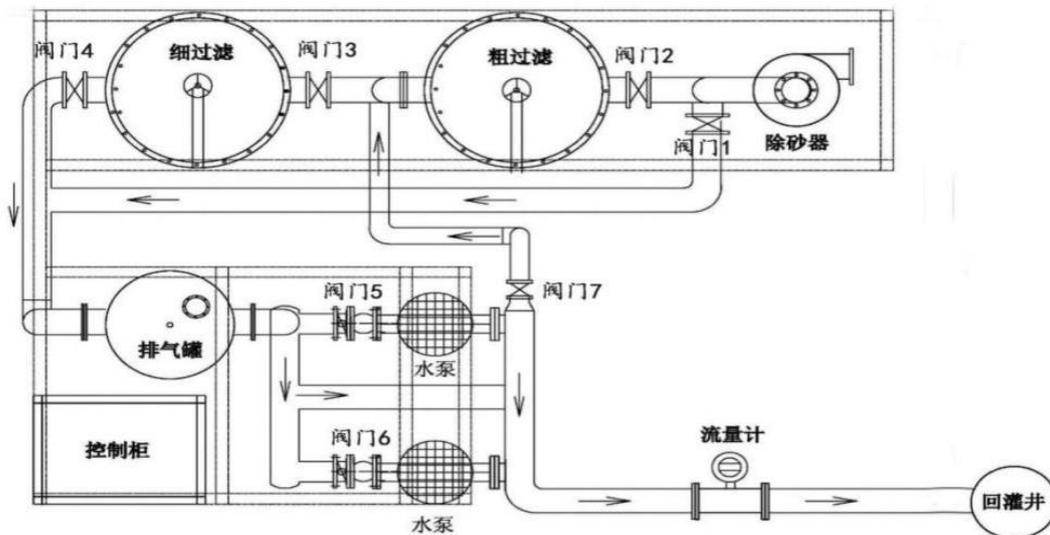


图 6-1 回灌工艺流程图

## 一、回灌模式

结合该区以往回灌历史经验，确定采用六采六灌、加压回灌模式，采灌层位均为馆陶组。

## 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、回扬

为防止回灌井堵塞，供暖前及供暖回灌结束后需对回灌井进行回扬。首先在设计回灌压力和回灌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。

## 五、回灌要求

1、矿山企业要根据《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）文件要求，矿山开发利用过程中，要严格落实地热尾水回灌率不低于 80%的标准，逐步探索提升回灌效率。

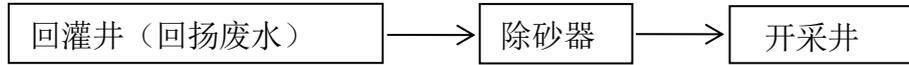
3、地热尾水回灌应参照《砂岩热储地热尾水回灌技术规程》（DZ/T 0330-2019）进行。

## 第三节 废水处理工程

### 一、处理方式

废水主要来源于回灌井回扬过程，地热水中的 Cl<sup>-</sup>、溶解性总固体等元素不能满足《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）排放标准，考虑该

过程时间较短，产生地热废水较少，与地热源水水质相同，因此，本次废水处理，采用返回灌的方式，即回灌井回扬产生的废水经除砂器除砂后，进入对应开采井，回灌至同层热储中，避免废水排放造成污染。具体处理流程如下：



## 二、处理阶段

回扬废水：供暖前及供暖回灌结束后对回灌井进行回扬，回扬废水进反回灌处理，工作量 2 次/井·年，共计 12 次/年。

## 第四节 关闭恢复治理工程

根据矿山开发利用方案中的生产规模及设施部署情况，本次关闭恢复治理工作主要包括：井口封闭或改造监测孔、地面及地下设施拆除、土地整平恢复等内容。其中：

### 一、井口封闭

矿山关闭后，对 12 眼地热井进行永久性封闭，该区地热井均位于地面 0.5m 以下，直接采用上部水泥注浆的方式进行封井，封井深度 10m。在井下 10m 处下入阻隔塞或其他阻隔装置，随后灌入水泥浆，静止 24 小时后，地热井完全封闭，对井口进行填埋。

### 二、地面及地下设施拆除

矿山生产设施主要包括管道、泵房建筑物及泵房内的设备，矿山关闭后，对地面上部管道及设备进行人工拆除、清运。地下管道采用挖掘机对管道进行开挖，人工配合将管道清理，随后填埋恢复。泵房建筑物根据其归属，结合当地相关规划情况，决定是否再利用或直接拆除。

### 三、土地恢复整平

如泵房采取拆除方式，对拆除后产生的建筑垃圾进行清理，对原有约 1000m<sup>2</sup> 场地并恢复整平，可根据相关规划，恢复土地类型。

## 第七章 经费估算与进度安排

### 第一章 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、回灌工程、废水处理和关闭恢复工程，除关闭恢复治理工程外，其他工程每年工作量一致，具体工程量如下：

#### 一、监测工程

##### 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，监测频率 1 次/1 小时；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/1 小时，人工统计开采量 1 次/月；③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。

回灌井：①水位、回灌温度：采用安装的地下水水位自动监测仪实时连续监测，监测频率 1 次/1 小时；②回灌量：采用安装的电磁流量计实时连续监测，监测频率 1 次/1 小时，人工统计回灌量 1 次/月；③回灌压力，采用人工监测，监测频率 1 次/1 天。

##### 2、非供暖期

开采井：①水位：自动监测仪的监测频率为 3 次/1 月。

回灌井：①采集回灌井水样 1 件并进行水质分析，分析频率 1 件/年。②水位：自动监测仪的监测频率为 3 次/1 月。

#### 二、回灌工程

供暖前及供暖回灌结束后对 6 眼回灌井各回扬 1 次，共计 12 次/年。

#### 三、废水处理

对上述回扬产生的废水进行反回灌处理，共计 12 次/年。

#### 四、关闭治理

矿山关闭后，实施关闭治理工程，工程量包括，地热井封井 12 眼；地面及地下设施拆除 5 项；土地整平恢复 1000m<sup>2</sup>。

### 第二节 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）、《山东省建筑工程消耗量定额》\《山东省建设工程费用项目组成及计算规则》（鲁建标字〔2016〕40号）及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（包括取样、送样、化验等费用），回灌工程回扬 500 元/次（包括电费、人工，吊装等），废水处理单价 500 元/次，人工监测工程有值班人员完成，不计费。

## 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、水质监测费用、回灌工程费用、废水处理工程费用及关闭治理费用。现将本方案适用年限内所需各项费用估算如下：

### 1、自动监测设备数据传输费用

根据该矿山地热资源开发利用方案，已设计开采井、回灌井各安装一套自动监测系统（共安装 12 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。

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为 3500 元/台。

综上，5 年内自动监测系统的维护费用为：

$300 \text{ 元/年} \cdot \text{套} \times 12 \text{ 套} \times 5 \text{ 年} + 3000 \text{ 元/个} \times 6 \text{ 个} + 3500 \text{ 元/台} \times 12 \text{ 台} = 63600 \text{ 元}$

### 2、水质检测费用

水样采集与分析估算费用为： $2 \text{ 件/年} \times 2000 \text{ 元/件} \times 5 \text{ 年} = 20000 \text{ 元}$ 。

### 3、回灌工程

回扬估算费用为： $12 \text{ 次/年} \times 500 \text{ 元/次} \times 5 \text{ 年} = 30000 \text{ 元}$ 。

### 4、废水处理工程

回扬废水估算费用为： $12 \text{ 次/年} \times 500 \text{ 元/次} \times 5 \text{ 年} = 30000 \text{ 元}$ 。

### 5、关闭治理费用

地热井封井费用： $1000 \text{ 元/井} \times 12 \text{ 井} = 12000 \text{ 元}$ 。

地面及地下设施拆除费用：5 项共计 50000 元。

场地恢复整平： $1000\text{m}^2 \times 50 \text{元}/\text{m}^2 = 50000 \text{元}$ ，关闭恢复治理费用共计 112000 元。

综上，商河县豪门又一城南片区地热矿区矿山地质环境保护与恢复治理工程年度费用为 1.960 万元，5 年总费用 15.800 万元。关闭治理费用 11.200 万元，矿山地质环境保护与恢复治理总费用为 27.000 万元。费用估算情况详见表 7-1、7-2。

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)	合计 (元)	备注	
自动监测	水位	供暖期 1 次/1 时， 非供暖期 3 次/月	34848 次	0	0		
	水温	供暖期 1 次/1 时	34560 次	0	0		
	水量	供暖期 1 次/1 时	34560 次	0	0		
自动监测系统维护		数据传输	1 套/井·年	12 套	300	3600	移动流量年包
人工监测	开采井	开采量	1 次/井·月	24 次	0	0	由值班人员完成
	回灌井	回灌量	1 次/井·月	24 次	0	0	
		回灌压力	1 次/井·天	720 次	0	0	
水质检测费用	水质分析	2 件/年	2 件	2000	4000	包括采样、送样与化验分析	
回灌工程	回扬	2 次/井·年	12 次	500	6000	包括电费、人工等	
废水处理	回扬废水	2 次/井·年	12 次	500	6000	包括电费、人工等	
合计					<b>19600</b>		
电磁流量计更换			12 套	3500	42000	更换设备年份	
探头更换			6 套	3000	18000		
合计					<b>79600</b>		

### 第三节 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。

7-2 工作部署及经费使用情况一览表

防治工程		频率	综合 单价	本方案适用年限（5年）内										
				2023年		2024年		2025年		2026年		2027年		
				工程量	费用（元）	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	
自动监测工程	水位	供暖期1次/1时，非供暖期3次/月	0	34848次	0	34848次	0	34848次	0	34848次	0	34848次	0	
	水温	供暖期1次/1时	0	34560次	0	34560次	0	34560次	0	34560次	0	34560次	0	
	水量	供暖期1次/1时	0	34560次	0	34560次	0	34560次	0	34560次	0	34560次	0	
自动监测系统维护费		数据传输	1套/井·年	300元/套	12套	3600元	12套	3600元	12套	3600元	12套	3600元	12套	3600元
人工监测	开采井	开采量	1次/井·月	0	24次	0	24次	0	24次	0	24次	0	24次	0
	回灌井	回灌量	1次/井·月	0	24次	0	24次	0	24次	0	24次	0	24次	0
		回灌压力	1次/井·天	0	720次	0	720次	0	720次	0	720次	0	720次	0
水质检测费用		水质分析	2件/年	2000元/件	2件	4000元	2件	4000元	2件	4000元	2件	4000元	2件	4000元
回灌工程		回扬	2次/井·年	500元/次	12次	6000元	12次	6000元	12次	6000元	12次	6000元	12次	6000元
废水处理工程		回扬废水	2次/年	500元/次	12次	6000元	12次	6000元	12次	6000元	12次	6000元	12次	6000元
每年合计（万元）				1.960		1.960		1.960		1.960		1.960		
电磁流量计更换		1次/井·年	3500元/个	4.200										
探头更换		1次/开采井·年	3000元/个	1.800										
关闭治理费用（万元）				11.200										
治理费用总计（万元）				27.000										

## 第八章 保障措施与效益分析

### 第一节 保障措施

#### 一、组织保障

按照“谁开发、谁保护、谁破坏、谁治理”的原则，由矿山企业负责组织并实施保护与恢复治理工作。

#### 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，定期对技术人员进行培训，建议引进先进的回灌、监测设备与技术，提高回灌水平与监测精度。定期咨询有关专家，对矿区监测信息进行评价。

#### 三、资金保障

矿山企业按照满足实际需求的原则，根据矿山地质环境保护与恢复治理方案，设置矿山恢复治理保障基金。

### 第二节 效益分析

#### 一、社会效益

通过实施回灌与监测工程，对维护矿区环境质量起到良好作用，延缓地热井水位下降速率，保证地热资源可持续开发利用，对全社会的稳定发展具有重要意义，具有良好的社会效益。

#### 二、环境效益

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、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。拟出让矿区地热井生产规模为81.47万m<sup>3</sup>/a，按每年供暖期120天计算，可利用的热能为2.456×10<sup>8</sup>MJ，年节煤量约8380.08t。由表8-1、

8-2 可以看出，本方案设计开采量开发利用一年（120d），相当于减少 CO<sub>2</sub> 排放量 19994.87t、减少 SO<sub>2</sub> 排放量 142.46t、减少 NO<sub>x</sub> 排放量 50.28t、减少悬浮质粉尘排放量 67.04t、减少煤灰渣排放量 8.38t。年节省环境治理费用约 228.49 万元，环境效益较明显。

**表 8-1 地热井开采一年相当节煤量的减排量**

项目	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	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	(1) =2.386M	(2) =1.7%M	(3) =0.6%M	(4) =0.8%M	(5) =0.1%M
计算值	19994.87	142.46	50.28	67.04	8.38
M 为地热井开采一年所获热量与之相当的节煤量，即 8380.08t/a（120d）。					

**表 8-2 地热井开采一年节省治理费用一览表**

项目	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	悬浮质粉尘	合计
单位	1000kg/a	1000kg/a	1000kg/a	1000kg/a	
数值	19994.87	142.46	50.28	67.04	
计算式	0.1 元/kg	1.1 元/kg	2.4 元/kg	0.8 元/kg	
计算值（万元）	199.95	15.67	12.07	5.36	

## 第九章 结论与建议

### 第一节 结论

一、商河县豪门又一城南片地热矿区位于商河县城城区，矿区范围由 8 个拐点圈定，极值坐标（中央子午线 117 度），X：\*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*，Y：\*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*，面积为 3.19km<sup>2</sup>。

二、矿区内共 12 眼地热井，其中 6 眼开采井，6 眼回灌井，采灌目的层为新近纪馆陶组，属层状孔隙型热储。本矿区设计生产能力为 6788.42m<sup>3</sup>/d，即 81.47 万 m<sup>3</sup>/a，属于大型矿山，采灌标高：\*\*\*\*\*~\*\*\*\*\*。

三、本次矿山地质环境问题影响评估区为矿区范围，矿山地质环境复杂程度为简单，属重要区，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防治区。

四、本着“预防为主，动态治理，关闭恢复”的原则，部署矿山地质环境保护与恢复治理的工程措施为监测工程、回灌工程、废水处理及关闭恢复工程，监测工程采用自动监测与人工监测相结合的手段，对采灌温度、采灌量，水位、回灌压力、水质（地热流体化学特征）进行监测，回灌工程主要对供暖期的地热尾水进行回灌，并适当采取回扬措施。废水处理工程对回扬产生的废水进行反回灌处理措施。关闭恢复工程主要对地热井进行封井、地面及地下设施拆除及场地整平恢复等。

五、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 27.000 万元。

六、按照“谁开发、谁保护、谁破坏、谁治理”的原则，由矿山企业负责组织并实施本方案，并接受自然资源主管部门的监督检查。

### 第二节 建议

一、严格落实矿山开发利用方案、地质环境保护与恢复治理方案，加强开发利用过程中的监测与回灌措施，学习利用先进回灌、监测工艺。

二、当扩大开采规模、变更范围或者开采方式时，应当另行编制该方案。