

临清市鑫城房地产开发有限公司颐清园
小区地热井

矿山地质环境保护与土地复垦方案

临清市鑫城房地产开发有限公司

2025年09月

临清市鑫城房地产开发有限公司颐清园 小区地热井

矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：临清市鑫城房地产开发有限公司

法人代表：文瑞林

总工程师：文瑞林

编制单位：山东省物化探勘查院

法人或院长：刘玉仙

总工程师：魏印涛

项目负责人：李洪起

编写人：李洪起 常 彬 周波波

制图人员：李洪起

目 录

前 言	4
一、任务的由来	4
二、编制目的	4
三、编制依据	4
四、方案适用年限	8
五、编制工作概况	9
六、上期方案执行情况	10
七、矿山地质环境治理恢复基金缴纳情况	11
第一章 矿山基本情况	13
一、矿山简介	13
二、矿区范围及拐点坐标	15
三、矿山开发利用方案概述	16
四、矿山开采历史与现状	34
第二章 矿区基础信息	38
一、矿区自然地理	38
二、矿区地质环境背景	40
三、矿区社会经济概况	55
四、矿区土地利用现状	55
五、矿山及周边其他人类重大工程活动	58
六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析	58
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估	59

一、矿山地质环境与土地资源调查概述	59
二、矿山地质环境影响评估	59
三、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围	64
第四章 矿山地质环境保护与土地复垦分区及可行性分析	66
一、分区原则与方法	66
二、分区评述	66
三、矿山地质环境保护与土地复垦可行性分析	67
第五章 矿山地质环境保护与土地复垦原则、目标和任务	68
一、矿山地质环境保护与土地复垦原则	68
二、矿山地质环境保护与土地复垦目标和任务	68
三、矿山地质环境保护与土地复垦工作部署	68
第六章 矿山地质环境保护防治与恢复治理工程	70
一、矿山地质环境监测工程	70
二、矿山地质环境恢复治理工程	70
第七章 经费估算与进度安排	71
一、工程量估算	71
二、经费估算	71
三、进度安排	75
第八章 保障措施与效益分析	77
一、组织保障	77
二、技术保障	77
三、资金保障	77

四、监管保障.....	79
五、效益分析.....	79
六、公众参与.....	80
第九章结论与建议.....	85
一、结论.....	85
二、建议.....	85

前 言

一、任务的由来

临清市鑫城房地产开发有限公司，2020年提交的《临清市鑫城房地产开发有限公司颐清园小区地热井矿山地质环境保护与恢复治理方案》使用年限为5年，方案已到期，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制有关工作的通知》（2017年1月3日国土资规〔2016〕21号）文件和原山东省国土资源厅《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》（2017年9月12日鲁国资规字〔2017〕300号）等文件的要求，每隔5年修编一次，受临清市鑫城房地产开发有限公司委托，山东省物化探勘查院对位于临清市城区中北部颐清园小区的临清市鑫城房地产开发有限公司颐清园小区地热井开展临清市鑫城房地产开发有限公司颐清园小区地热井矿山地质环境保护与土地复垦方案编制工作。

二、编制目的

方案编制目的是：

（1）基本查明矿山地质环境问题、矿区地质灾害现状和隐患，对矿山生产活动造成的矿山地质环境影响进行现状评估和预测评估，根据评估结果进行矿山地质环境保护与治理恢复分区，制定出矿山地质环境保护与治理恢复措施，使因矿山开采对地质环境的影响和破坏程度降到最低，促进矿区经济的可持续发展，为实施保护、监测和治理恢复矿山地质环境提供技术依据。

（2）查明矿山土地利用现状、明确土地损毁现状及分布、损毁土地类别、数量、损毁时间、损毁程度；预测后续开采对土地的损毁，根据损毁现状和预测损毁情况综合制定土地复垦规划、统计复垦工程量并编制复垦预算，为土地复垦的实施管理、监督检查以及基金计提等提供参考依据。

三、编制依据

（一）法律法规

- （1）《山东省地质环境保护条例》（2003年9月）；
- （2）《地质灾害防治条例》（国务院令第394号，2003年11月）；
- （3）《中华人民共和国矿产资源法》（中华人民共和国主席令第七十四号，

2009 年第二次修正)；

- (4) 《中华人民共和国水土保持法》(中华人民共和国主席令第三十九号, 2010 年 12 月 25 日)；
- (5) 《基本农田保护条例》(中华人民共和国国务院令 257 号, 1998 年 12 月 27 日; 2011 年 1 月 8 日修订)；
- (6) 《土地复垦条例》(中华人民共和国国务院令 592 号, 2011 年 3 月 5 日)；
- (7) 《中华人民共和国环境保护法》(中华人民共和国主席令第九号, 2014 年 4 月 24 日)；
- (8) 《地质环境监测管理办法》(自 2014 年 7 月 1 日起施行)；
- (9) 《山东省土地整治条例》(自 2016 年 1 月 1 日起施行)；
- (10) 《矿山地质环境保护规定》(2009 年 3 月 2 日国土资源部令 44 号公布; 2019 年 7 月 16 日修正)；
- (11) 《土地复垦条例实施办法》(2012 年 12 月 27 日国土资源部第 56 号令; 2019 年 7 月 16 日修正)；
- (12) 《中华人民共和国土地管理法》(中华人民共和国主席令 10 届第 28 号, 2019 年 8 月 26 日修正)；
- (13) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》(1998 年 12 月 27 日中华人民共和国国务院令 256 号, 2021 年 7 月 2 日修订)。

(二) 政策性文件

- (1) 《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》(国土资发[2004]69 号) 及附件“地质灾害危险性评估技术要求(试行)”；
- (2) 《国土资源部关于贯彻实施〈土地复垦条例〉的通知》(国土资发〔2011〕50 号)；
- (3) 《山东省国土资源厅关于认真落实〈土地复垦条例〉和〈土地复垦条例实施办法〉全面做好我省土地复垦工作的通知》(鲁国土资发〔2013〕92 号)；
- (4) 《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)；

- (5) 《原山东省国土资源厅山东省林业厅关于进一步做好全省各级自然保护区内矿业权退出工作的通知》（鲁国土资字〔2017〕250号）；
- (6) 《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）；
- (7) 《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）；
- (8) 《自然资源部农业农村部关于加强和改进永久基本农田保护工作的通知》（自然资规〔2019〕1号）；
- (9) 《山东省地质勘查预算标准》（鲁财资环〔2020〕30号）；
- (10) 《自然资源部关于规范临时用地管理的通知》（自然资规〔2021〕2号）；
- (11) 《山东省原自然资源厅山东省财政厅山东省生态环境厅关于印发山东省矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法的通知》（鲁自然资规〔2020〕5号）；
- (12) 《自然资源部关于积极做好用地用海要素保障的通知》（自然资发〔2022〕129号）；
- (13) 《关于继续执行〈山东省矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法〉的通知》（鲁自然资字〔2022〕133号）；
- (14) 《自然资源部关于做好采矿用地保障的通知》（自然资发〔2022〕202号）；
- (15) 《山东省临时用地管理暂行办法的通知》（鲁自然资规〔2023〕1号）。

（三）技术标准及规范

- (1) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- (2) 《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T1007-2003）；
- (3) 《煤炭工业污染物排放标准》（GB20426-2006）；
- (4) 《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）；
- (5) 《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》（TD/T1031.1-2011）；
- (6) 《土地复垦方案编制规程第3部分：井工煤矿》（TD/T1031.3-2011）；

- (7) 《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- (8) 《土地整治项目设计报告编制规程》（TD/T1038-2013）；
- (9) 《土地整治项目工程量计算规则》（TD/T1039-2013）；
- (10) 《土地整治项目制图规范》（TD/T1040-2013）；
- (11) 《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）；
- (12) 《山东省土地开发整理项目预算定额标准》（2015版）；
- (13) 《耕作层土壤剥离利用技术规范》（TD/T1048-2016）；
- (14) 《矿山土地复垦基础信息调查规程》（TD/T1049-2016）；
- (15) 《土地整治工程建设标准》（DB37/T2840-2016）；
- (16) 《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（国土资源部，2016年12月）；
- (17) 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；
- (18) 《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；
- (19) 《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》（国家安全监管总局、国家煤矿安监局、国家能源局、国家铁路局，2017年5月）；
- (20)《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)；
- (21) 《灌溉与排水工程设计规范》（GB50288-2018）；
- (22) 《山东省农业用水定额》（DB37/T3772-2019）；
- (23) 《国土空间生态保护修复工程实施方案编制规程》（TD/T1068-2022）；
- (24) 《山东省地质勘查预算标准》（鲁财资环〔2020〕30号）；
- (25) 《采煤塌陷地治理规范》（DB37/T4312—2021）；
- (26) 《工程测量标准》（GB50026-2020）；
- (27) 《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）；
- (28) 《工程测量通用规范》（GB55018-2021）；
- (29) 《地下水环境监测技术规范》（HJ164-2020）；
- (30) 《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）；
- (31) 《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T43934-2024）；
- (32) 《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T43935-2024）；

(33) 《流域水污染物综合排放标准第1部分：南四湖东平湖流域》
(DB37/3416.1-2018)；

(34) 《山东省土地整治项目预算定额标准(2023年版)》；

(35) 《山东省地质灾害综合治理工程预算标准》(2022年12月)。

(四) 有关规划

(1) 《聊城市矿产资源总体规划(2021-2025年)》；

(3) 《聊城市地质灾害防治规划(2012-2025年)》；

(2) 《聊城市地热资源勘查开发专项规划(2024-2025年)》。

(五) 相关基础技术类资料

(1) 《山东省临清市城区颐清园小区地热单井地质报告》(2003.10)

(2) 《临清市鑫城房地产开发有限公司颐清园小区地热井开发利用方案》
(2025.08)

(3) 《临清市鑫城房地产开发有限公司颐清园小区地热井矿山地质环境保护与恢复治理方案报告》(2020.03)

(4) 《临清市颐清园小区地热井供热项目地热井回灌方案》(2025.02)

(5) 《颐清园小区地热井供热项目水资源论证报告》(2025.02)

(六) 主要计量单位

(1) 面积：平方米(m^2)，亩，公顷(hm^2)，平方公里(km^2)；

(2) 长度：米(m)，公里(km)；

(3) 体积：立方米(m^3)；

(4) 农作物产量：吨(t)，万吨(万t)；

(5) 矿石储量：吨(t)；

(6) 矿山生产能力：万吨/年(万t/a)；

(7) 复垦单价：万元/公顷(万元/ hm^2)，元/亩(元/亩)；

(8) 复垦费用：元(人民币)，万元(人民币)；

(9) 时间：年(a)，天(d)。

四、方案适用年限

该矿山开采矿种为地热，采矿权人为临清市鑫城房地产开发有限公司，矿山

预计服务年限为 50 年，本方案使用年限为 5 年，即自 2025 年 9 月至 2030 年 8 月，以后每隔 5 年按有关规定修编一次。若矿山开采条件及开发利用方案或者矿区发生变化，本方案应根据实际情况重新编写。

五、编制工作概况

接到任务后，我单位专门成立了由多名专业技术人员参加的项目组，并着手开展工作，根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)、《土地复垦方案编制规程 第 1 部分：通则》(TD/T1031.1-2011)中确定的矿山地质环境评估工作及土地复垦方案编制工作的基本要求，在工作中首先明确工作思路，熟悉工作程序，确定工作重点，制定项目实施计划。在对所收集资料分析研究及现场踏勘的基础上，补充进行矿山地质环境现状调查和土地资源现状调查，根据调查结果，确定评估区范围、复垦区范围，划分评估级别、土地损毁程度级别，进行矿山地质环境影响现状评估和预测评估、矿山土地损毁现状与预测分析，在此基础上，进行矿山地质环境保护与恢复治理分区、土地复垦责任范围划分，制定矿山地质环境保护与恢复治理措施和工作部署、土地复垦工作计划安排，提出防治工程和地质环境监测方案、土地复垦工程设计，并进行经费估算和效益分析。

方案编制是在进行大量的资料收集以及野外调研的基础上完成的，本方案的编制工作大致分为以下两个阶段：

（一）前期工作（2025 年 2 月-2025 年 7 月）

1.资料收集。广泛收集了项目区及周边自然地理、生态环境、社会经济、土地利用现状与权属、土壤和项目基本情况等相关资料。

2.野外调研。在矿山企业人员的配合下，实地调查了项目区土壤、水文、水资源、生物多样性、土地利用情况、土地损毁情况等，并实地拍摄影像、图片等相关资料，并做文字记录。

3.公众参与。采用座谈会、调查走访等方式，调查地热矿山、土地使用权人以及自然资源、林业、水利、农业、环保等部门及相应的权益人，征求对土地复垦方向、复垦标准及复垦措施的意见。

（二）拟定方案（2025 年 8 月-2025 年 9 月）

对项目区的自然地理、生态环境、社会经济、土地利用状况和施工工艺等进行分析与评价，结合矿山后期开采规划，合理确定方案服务年限、适用年限，确定矿山地质环境评估范围和复垦区。进行矿山地质环境问题现状分析评估、预测评估和部署治理工程，对土地损毁预测与土地复垦适宜性评价，确定土地复垦标准及措施，明确复垦目标，规划复垦工程并测算工程量，估算复垦费用，拟定矿山地质环境保护与土地复垦方案。

（三）完成主要工作量

本次工作充分收集和利用区内已有资料的基础上，开展矿山地质环境现状和土地资源调查工作。野外调查工作以搜集的 1:50000 地形图为底图，采用点线结合，以点上观察、测量和访问为主，利用手持 GPS 定点，配合路线调查追索，查明了区内存在的矿山地质环境问题。从资料的收集，矿山地质环境现状和土地资源调查，室内资料综合整理分析，到提交临清市鑫城房地产开发有限公司矿山地质环境保护与土地复垦方案报告，完成主要工作量见下表。

表 0-1 完成主要工作量一览表

序号	工作内容		单位	工作量
1	资料搜集		份	
2	野外调查	调查线路	km	
		调查面积	hm ²	
		拍摄照片	张	
3	提交成果	文字报告	份	
		附图	张	

总之，本次工作中收集的资料比较全面，矿山地质环境调查和报告编制工作按国家和山东省现行有关技术规程、规范进行，工作精度符合相关规程、规范要求，质量可靠，达到了预期目的。

六、上期方案执行情况

2020 年 4 月，临清市鑫城房地产开发有限公司委托山东省物化探勘查院编制的《临清市鑫城房地产开发有限公司颐清园小区地热井矿山地质环境保护与恢复治理方案》通过了审查。

原方案适用年限为 5.0a，方案的适用年限自 2020 年 4 月至 2025 年 3 月。

（一）《临清市鑫城房地产开发有限公司颐清园小区地热井矿山地质环境保护与恢复治理方案》编制情况

1、临清颐清园小区地热井位于临清颐清园小区内，矿区范围由 4 个拐点圈定，其矿区范围极值直角坐标 X：*****~*****，Y：*****~*****，面积*****km²。

2、矿区内共有 1 眼地热井 lq1、1 眼地热回灌井 hlq1。地热井开采热储层为新近纪馆陶组、古近纪东营组，矿区内热储层顶板埋深****m。地热水开采方式为地下开采，生产规模****万 m³/a，属****型矿山，开采深度：-****~****m。

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防治区。

5、该矿山地质环境保护与恢复治理的工程措施为矿山地质环境保护分区、监测工程和回灌工程，主要投入工作量为对地热井、回灌井的水位、水温、水量、压力进行长期动态监测，对地热开采井、回灌井及淋浴尾水水质定期进行监测。

6、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****万元。

（二）《临清市鑫城房地产开发有限公司颐清园小区地热井矿山地质环境保护与恢复治理方案》执行情况

2020 年 2 月 11 日临清颐清园小区地热井取水许可证到期后，因地热开发利用政策调整等原因未能正常延续，临清市鑫城房地产开发有限公司颐清园小区地热井关停整改。

关停整改期间，临清市鑫城房地产开发有限公司按照《临清市鑫城房地产开发有限公司颐清园小区地热井矿山地质环境保护与恢复治理方案》的矿山地质环境保护措施执行监测工程，对地热井、回灌井的水位、水温、水量、压力进行长期动态监测。

七、矿山地质环境治理恢复基金缴纳情况

根据山东省自然资源厅、山东省财政厅、山东省生态环境厅关于印发《山东省矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法》的通知（鲁自然资〔2020〕5 号）

和《土地复垦条例实施办法》等相关文件要求，临清市鑫城房地产开发有限公司与临清市自然资源和规划局、临清农村商业银行签订了矿山地质环境治理恢复基金监管协议，在临清农村商业银行建立了单独的基金专用账户，账号为*****。

账户内累计实交*****元。

截止方案编制时间账户含息余额*****元，实际用于矿山地质环境监测和土地复垦工程的资金合计****万元，合计实际计提基金*****元。满足计提要求。

本方案评审后，依据《山东省矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法》，临清市鑫城房地产开发有限公司应计提基金*****元。账户内累计实交*****元。满足计提要求。

第一章 矿山基本情况

一、矿山简介

(一) 地理位置与交通

颐清园小区地热井矿山位于临清市城区中北部，北至银河路，南至先锋路，东临东环路，西邻大众路。地理极值坐标（CGCS2000 坐标系）：*****~*****，*****~*****。

矿区附近交通方便，有 S257、S258、S259、S260、S315、S322 省道、京九铁路和京杭运河。该项目区位优势明显，交通便利，周边配套设施较完善。（见图 1-1、图 1-2）。

图 1-1 交通位置图

图 1-2 地热开采井、回灌井、矿区范围位置叠合示意图

（二）矿山简介

颐清园小区地热井矿区于 2005 年 5 月 10 日首次取得采矿许可证（证号****
*****）。采矿权人为临清市鑫城房地产开发有限公司，矿山名称为临
清市鑫城房地产开发有限公司颐清园小区地热井，开采矿种为地热，开采方式
为地下开采，生产规模为*****万 m³/a,矿区面积****km²，矿区范围由 4 个拐
点组成，开采井地面标高****m，开采深度标高为-****~-****m，有效期 2005
年 5 月至 2010 年 5 月。

2010 年 7 月 13 日矿山企业办理了采矿许可证延续，原山东省国土资源厅批
准的采矿许可证号为 C*****，有效期自 2010 年 7 月 13 日至 2
015 年 7 月 13 日，其他未改变。

2015 年 4 月 10 日办理了采矿许可证变更，批准采矿权证号为 C*****
*****，有效期自 2015 年 4 月 10 日至 2020 年 4 月 10 日，矿权范围拐点坐标
由 1954 北京坐标系改为 1980 西安坐标系，其它信息未改变。

2020 年 4 月 10 日矿山企业办理了采矿许可证延续，批复的采矿许可证证号
为 C*****，有效期自 2020 年 4 月 10 日至 2035 年 4
月 10 日，拐点坐标由 1980 坐标系转换为 2000 坐标系，矿区面积*****km²，
矿区拐点坐标见表 1-1，生产规模*****万 m³/a，开采矿种为地热，开采方式
为地下开采，采矿区拐点坐标见表 1-1。

矿区内建设现有 2 眼地热井（1 采 1 灌），均位于颐清园小区院内，地热
井坐标见表 1-2。地热开采井与回灌井井口距离为*****m，根据《临清颐清园
小区地热回灌井成井报告》，地热回灌井采用定向斜井，斜井位移为*****m，
经计算回灌井回灌层位与地热井开采层位间距为*****m。

二、矿区范围及拐点坐标

颐清园小区地热井矿区地理极值坐标（CGCS2000 坐标系）：
*****~*****，*****~*****，矿山面积*****km²，开采矿
种为地热，开采方式为地下开采，采矿区拐点坐标见表 1-1。

表 1-1 采矿权范围拐点坐标一览表

类型	拐点	2000 国家大地坐标系		面积 (km ²)	开采热储标 高 (m)	开采 矿种	开采 方式
		Y	X				
采矿 权	1					地热	地下 开采
	2						
	3						
	4						

表 1-2 矿区内地热井坐标一览表

井别	2000 国家大地坐标系		备注
	X	Y	
开采井			
回灌井			

三、矿山开发利用方案概述

(一) 采灌井布局

地热回灌工程包括一眼地热开采井与一眼地热回灌井，回灌设备、监测仪器设备、回灌管路布设等组成（图 1-3、照片 1、照片 2）。

颐清园小区地热井矿区现有地热开采井 1 眼，编号 lq1，于 2003 年 5 月施工完毕，井深*****m，开采热储为馆陶组孔隙热储；地热回灌井 1 眼（斜井），编号 hlq1，于 2019 年 12 月施工完毕，2020 年 1 月供暖期间开始回灌，井深*****m，井垂深 1753m。地热开采井与回灌井井口距离为*****m，回灌井回灌层位与地热井开采层位间距为*****m，二者平面位置示意图见图 1-4：（表 1-3）。

矿区内现开发利用两眼地热井，采用一采一灌模式，实行同层回灌，即：回灌井的注水层与开采井的取水层都为馆陶组热储层。回灌工艺上采用两级过滤、排气等工艺流程；回灌水回灌采用自然回灌的方式。

矿区地热供热方式为间接供热，冬季采暖方式为地板辐射采暖，供热流程为：潜水泵提取地热水经经过除砂并通过换热器提取热量进行冬季供暖，降温后回灌水经过粗、精过滤、排气进入回灌井回灌至同层热储中。

图 1-3 颐清园小区地热开采井与回灌井位置图

照片 1 开采井

照片 2 仪器设备

图 1-4 地热开采井 lq1 与回灌井 hlq1 平面位置示意图

表 1-3 地热井基本情况一览表

地热井名称		颐清园小区地热开采井 (直井)	颐清园小区地热回灌井 (斜井)
完工日期			
井口坐标位置 (CGCS2000 坐标系)	X		
	Y		
回灌井目标热储层 坐标位置 (CGCS2000 坐标系)	X		
	Y		
钻探深度			
成井深度			
地热水利用段			

(二) 地热流体的利用方向及对热量的需求

本项目地热井供暖的颐清园小区供暖规模：颐清园小区总供暖面积为 万 m²。

项目取水时间为每年的 11 月 15 日至翌年的 3 月 15 日，取水 120 天。颐清园小区地热井现只用于颐清园小区居民住宅供暖，供暖面积 万 m²，热水开采量 万 m³/a，取水水温 °C。

矿区地热供热方式为间接供热，冬季采暖方式为地板辐射采暖，供热流程为：潜水泵提取地热水经过除砂并通过换热器提取热量进行冬季供暖，降温后回灌水经过粗、精过滤、排气进入回灌井回灌至同层热储中。

根据《城镇供热管网设计规范》（CJJ34-2010）中“住宅采取节能措施的热负荷为 40~45W/m²”，项目已有地热井，现状年开采井水温约 °C，回灌水温 °C，实际需求供暖面积 万 m²，单位面积热指标 40W/h.m²，年供暖 120 天，日均供暖 24h。

供热系统热负荷计算公式：

$$Q=qF \dots \dots \dots (1)$$

式中：Q——供热系统总热负荷，W/h；

q——单位面积热指标，W/h.m²，

F——供暖面积，m²，

热泵系统合理需水量计算公式：

$$Q_{采} = \frac{Q}{1.163(t_w - t_0)} \dots \dots \dots (2)$$

式中：

$Q_{采}$ ——地热井需求开采量，m³/h；

Q——供热系统总热负荷，kW/h；

t_w ——热水出水温度，℃；

t_0 ——回水温度，℃。

经过计算供热系统总热负荷，kW/h，地热水需求开采量 m³/h。

经核定，本项目总地热供暖用水量为 万 m³/a，由项目已建地热井供给。

表 1-4 核定后项目水量平衡表 单位：m³/h

用水类型	用水单元	用水总量	新水量	耗水量	回灌水量
地热采暖水	地热泵站				

颐清园小区地热井自成井以来主要用于颐清园小区冬季取暖供热。2023-2024 年度冬季供暖期为 120 天（除去维修、故障，计算中以 120 天记），每天 24 小时不间断进行地热水开采，供暖用水的实际开采量约为 m³/h，采暖季总开采量 万 m³/a。供暖面积约为 万 m²。开采地热流体温度 ℃，该开采井中抽取的地热水通过除砂器及排气，经过换热器提取热量之后，回灌水经过粗过滤、精过滤通过井管自然回灌至新近纪馆陶组，回灌水温

度 $^{\circ}\text{C}$ 左右。（管路循环损失、除砂排水、两级过滤），地热回灌水全部回灌。

（三）生产规模

本项目地热井供暖的颐清园小区供暖规模：颐清园小区总供暖面积为 万 m^2 。

取水许可证批准取水量 万 m^3/a 。

采矿许可证批准生产规模 万 m^3/a 。

（四）开采方式

1. 开采方式

项目取水时间为每年的 11 月 15 日至翌年的 3 月 15 日，取水 120 天。颐清园小区地热井现只用于颐清园小区居民住宅供暖，供暖面积 万 m^2 ，热水开采量 万 m^3/a ，取水水温 $^{\circ}\text{C}$ 。

本项目取水水源：2003 年已建 1 眼取水井，井口坐标（CGCS2000 坐标系）： $X=$ ， $Y=$ ，井深 m，直井，开采深度标高为 m，开采热储为馆陶组孔隙热储。

取水流程为：

取水井取水→井口装置→水汽分离装置→旋流除砂器→采暖→过滤器→回灌

取水地点：颐清园小区地热井。

（1）开采井情况

开采井位于颐清园小区内，坐标 $X=$ ， $Y=$ ，由河北省煤田地质局第二地质队于 2003 年 5 月竣工，钻井深度 m，成井深度 m，热储为馆陶组砂岩，取水段为 m，井口温度 $^{\circ}\text{C}$ ，单井涌水量 m^3/h ，水化学类型为 CI-Na 型。钻孔泵室段采用水泥固井，滤水管上部采用孟式止水器和水泥浆进行联合止水封闭。

表 1-5 开采井基本概况

井 别	开采井（直井）	钻机类型		TSJ-2000 型加重水源钻机
井 位	颐清园小区	坐标	X	
设计钻井深度			Y	
实际钻井深度		实际成井深度		

(2) 成井结构

①成井结构图（见图 1-5）

②开采井成井结构，见表 1-6、表 1-7

表 1-6 开采井施工钻孔结构

井深(m)	井径(mm)	井壁管规格(mm)

表 1-7 开采井地热井井管结构

项 目 类 别	规 格	长 度 (m)
泵室管		
井壁管		
滤水管		

图 1-5 颐清园小区开采井成井结构图

2.开采深度及影响范围

开采方式为地下开采；开采标高为 m。

影响范围：由于本项目取水为深层地热水，地热水采用“取热不耗水”方式进行回灌，无退水产生，与地表水体没有直接联系，开采地下热水不会影响浅层地下水和深层地下水。

以临清市鑫城房地产开发有限公司颐清园小区地热井矿区范围为影响范围，面积为 km²。

3.地热流体利用基本工艺流程

本次采暖用地热水为一次水，采暖循环水为二次水，采用低矿化的自来水。两路水通过中间换热器换热，采暖循环水从地热水中交换出的热量送至用户采暖；第一次热交换提取的热量主要用于居民室内的封闭热循环供水系统，第二次热交换提取的热量主要用于水源热泵的热源。

采用“同层等量回灌、取热不耗水”的开发利用方式开采，用于住宅小区采暖的地热水采用取热不耗水方式进行回灌。

本项目取用项目区内深层地热水作为供暖用水水源，在项目运行过程中，除排气、除砂、过滤损失外，地热水全部进行原水同层回灌。

本项目用水过程中不涉及对水质产生污染的用水工艺，经排气、除砂、过滤后回灌水水质优于地热原水。

因此不涉及污水处理及回用问题。

（详见工艺流程图）：

图 4-4 地热流体利用工艺流程图

4.地热能利用率

$$\eta_d = \frac{\bar{t}_{dg} - \bar{t}_{dh}}{\bar{t}_{dg} - t_0} \times 100\% \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

- η_d ——地热能利用率；
- \bar{t}_{dg} ——平均地热出水温度， $^{\circ}\text{C}$ ；
- \bar{t}_{dh} ——平均地热尾水温度， $^{\circ}\text{C}$ ；
- t_0 ——基准温度， $^{\circ}\text{C}$ 。

注：在计算地热能利用率时，供暖型地热矿山，基准温度取 20°C 。

计算得 $\eta_d =$

该地热能利用率 $\geq 60\%$ ，符合要求。

5.地热流体可利用热值及功率

(1) 产能测试

采用稳定流抽水试验，严格按照《单井地热资源评价技术规程》（DB37/T4243-2020）中的有关规定进行。

2023年10月29日至2023年11月1日，对颐清园小区地热开采井 lq1 进行了产能测试，产能测试分为3次降深，分别为 m、m、m，采用水表测流量，精度至 0.01m^3 ，自动水位监测仪测水位，精度 0.001m ；摄氏温度计测量水温，读数精确到 0.5°C 。结合《山东省临清市城区颐清园小区地热单井地质报告》及本次产能测试结果绘制产能测试关系曲线，见图 1-6。

图 1-6 颐清园小区地热井 2023 年产能测试关系曲线图

试验过程中对试验数据进行整理,现场绘制了 $Q=f(s)$ 关系曲线图并与 2003 年产能测试进行了对比分析。 $Q=f(s)$ 关系曲线图呈不明显的抛物线,曲线形状走势正确,说明目前降深下的涌水量比较有保证。从 $q=f(s)$ 曲线图可以看出,曲线形状走势正确,说明本次单井产能试验正常,试验结果可信。在降深 m 时,单井涌水量可达 m^3/a (m^3/d),大于矿山许可证上生产规模 m^3/a ,由此可以确定,目前颐清园小区地热井 lq1 允许开采量 m^3/a 是可以保证的。

(2) 数据整理及热储参数计算

根据试验计算结果,在降深 m 时涌水量为 m^3/h ,单位涌水量为 $m^3/h \cdot m$,井口水温 $^{\circ}C$,渗透系数 $K=m/d$,影响半径 $R=m$,导水系数 $T=m^2/d$ 。各段落程详细情况见表 1-8。

表 1-8 颐清园小区地热井产能测试成果表

降次	S_1	S_2	S_3	S_3	S_2	S_1
静水位埋深(m)						
动水位埋深(m)						
水位降深(m)						
出水量	m^3/h					
	m^3/d					
单位出水量 ($m^3/h \cdot m$)						
井口温度($^{\circ}C$)						
稳定时间(h)						
试验时间						

(3) 地热可开采量估算

①可开采量估算方法

- a.根据产能测试计算水位降深 20m 时计算的可开采量;
- b.矿区范围内计算的地热流体可开采量;
- c.开采 50 年不产生热突破的可回灌量作为可开采量。

②可开采量估算

a.根据产能测试计算水位降深 20m 时的可开采量

《地热资源地质勘查规范》（GB/T11615-2010）8.3.4 规定“对单个地热开采井，应依据井产能测试资料按井流量方程计算单井的稳定产量，或以降压试验资料采用内插法确定。计算使用的压力降低值一般不大于 0.3MPa，最大不大于 0.5MPa”。结合开采井开发利用情况，确定本井采用降深 20.0m 时的涌水量进行资源量计算。依据产能测试结果数据，按照《单井地热资源评价技术规程》（DB37/T4243-2020）第 10.2 条计算。

$Q=f(s)$ 曲线的曲度值 n 。

$$n = \frac{\lg S_1 - \lg S_2}{\lg Q_1 - \lg Q_2} \quad (\text{式 6-1})$$

式中：

n —曲度值；

S_2 、 S_1 —任意两次降深的降深值(m)；

Q_2 、 Q_1 —两次降深所对应的抽水流量(m^3/d)。

将 S_1 、 S_2 代入式 6-1 计算得曲度值 $n=1.99$ ，判定产能试验曲线类型为指数型。则曲线方程可写为：

$$Q=aS^b \quad (\text{式 6-2})$$

将 S_1 、 S_2 、 Q_1 、 Q_2 代入式 6-2，求得参数 a 、 b 为： $a=420.98$ ， $b=1.99$ 。则曲线方程为：

$$Q=420.98S^{1.99} \quad (\text{式 6-3})$$

开采井在降深 20.0m 时确定的可开采量为 m^3/d ，计万 m^3/a （120d）。如下表 4-7。

表 1-9 降深 20m 时确定的可采量表

井号	曲度 值 n	参数 a	参数 b	曲线方程	水位降深 (m)	可开采量 (m ³ /d)	年开采量 (万 m ³ /a)(以 120 天计)
开采 井							

b.根据矿区面积计算地热流体的可开采量

根据《单井地热资源评价技术规程》（DB37/T4243-2020）第 10.2 条，对盆地型地热田，可按下式估算限定影响区域下的可开采量：

$$Q = \frac{\lambda M \pi R_{\text{限}}^2 (\rho_{\alpha} c_{\alpha})}{t (\rho_{\alpha} c_{\alpha})} \quad (\text{式 6-4})$$

其中

$$\rho_{\alpha} c_{\alpha} = n \rho_{\text{w}} c_{\text{w}} + (1-n) \rho_{\text{r}} c_{\text{r}} \quad (\text{式 6-5})$$

式中：R_限—限定影响区域半径，单位为 m；

t—地热井 50a 内的开采总日数，单位为 d（t=6000d）；

Q—地热井可开采量，单位为 m³/d；

$\rho_{\text{w}} c_{\text{w}}$ —流体的密度与比热之乘积，单位为 MJ/(m³·°C)，（取°C）

（ $\rho_{\text{w}}=987.26\text{kg/m}^3$ ， $c_{\text{w}}=4186.8\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$ ）；

$\rho_{\alpha} c_{\alpha}$ —流体与岩石平均密度与平均比热的乘积[MJ/(m³·°C)]；

n—孔隙度，取值 0.28；

$\rho_{\text{r}} c_{\text{r}}$ —热储岩石的密度与比热之乘积，单位为 kJ/(m³·°C)，（ $\rho_{\text{r}}=2600\text{kg/m}^3$ ， $c_{\text{r}}=878\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$ ）；

λ —热储回收率（无量纲），按松散岩类孔隙热储取 0.25；

M —热储层厚度，单位为 m，开采井热储厚度 171.20m；

因此，根据式（6-4）可算出矿区热水可采量。经计算得：地热流体可开采量为 m^3/d ，计万 m^3/a （120d）。

③允许开采量确定

根据以上计算可得：产能测试水位降深 20.0m 时的可开采总量为 m^3/d ；根据矿区范围计算地热流体可开采量 m^3/d 。

根据综合分析，产能测试水位降深 20.0m 时的可开采量为 m^3/d ，按年开采 360 天为万 m^3/a ，大于颐清园小区地热井采矿许可证生产规模按年开采 120 天为万 m^3/a 。

（4）地热流体可利用热值估算

依据地热水可开采量（ m^3/a ）所采出的热量，按下式计算地热井的产能：

$$W_t = 4.1868Q(t-t_0) \quad (\text{式 4-8})$$

式中： W_t —热功率（kW）；

Q —地热流体可开采量（L/s），取值 L/s；

t —地热流体温度（ $^{\circ}C$ ），实测得 $^{\circ}C$ ；

t_0 —当地年平均气温（ $^{\circ}C$ ），取 $^{\circ}C$ ；

4.1868—单位换算系数。

开采井地热流体年开采累计可利用的热能可按式 4-9 计算：

$$\Sigma W_t = 86.4DW_t / K \quad (\text{式 4-9})$$

式中： ΣW_t —开采一年可利用的热能量（MJ）；

D —全年开采日数（按 120d 计）；

W_t —热功率值（kW）；

K —热效比，按燃煤锅炉的热效率 0.6 计算；

86.4—单位换算系数。

计算结果：开采井允许开采量为 $18.66m^3/a$ 时，产能为 3668.11kW，年开采累计可

利用的热能量为 $6.34 \times 10^7 \text{MJ}$ 。

（五）资源综合利用

1. 地热流体回灌率

根据《临清市颐清园小区地热井供热项目地热井回灌方案》，

（1）本项目采用“同层一对一自然回灌（一采一灌）”模式；回灌工艺为排气、除砂及粗过滤、精过滤。

（2）本项目回灌期间对开采井的开采量、出水温度进行监测，对回灌井的回灌量、回灌水温进行监测；回灌系统封闭运行，定期对设备及仪器仪表进行检测，定期更换过滤袋，回灌系统整体运行维护良好。

（3）本项目 2023-2024 年供暖季（120d）开采总量为万 m^3 ；总回灌量 万 m^3 ；总回灌率为 %。

2. 废水处理与排放

采用“同层等量回灌、取热不耗水”的开发利用方式开采，用于住宅小区采暖的地热水采用取热不耗水方式进行回灌。

本项目取用项目区内深层地热水作为供暖用水水源，在项目运行过程中，除排气、除砂、过滤损失外，地热水全部进行原水同层回灌。

本项目用水过程中不涉及对水质产生污染的用水工艺，经排气、除砂、过滤后回灌水水质优于地热原水。

因此不涉及污水处理及回用问题。

3. 综合利用及保护

本项目取地热水量为万 m^3/a ，全部用于供暖，严格贯彻落实“同层等量回灌”“取热不耗水”要求，不会造成地下水资源大量流失。本项目取水在回灌条件下，没有超出论证区地热水可开采能力，地热水水位呈动态变化，短时期内对区域水资源影响较小。但在取水过程中也要加强对地热水水位的观测，随时掌握其变化。

（1）项目利用过程中，应对地下水水位及水质进行动态监测，包括地热水开采井和回灌井水位及水质情况。避免因开采不当造成地下水漏斗，或造成地热尾水污染，从而影响地下水。

供暖项目动态监测一般要求：

①监测项目：开采井累计开采量、瞬时流量、井口水温；回灌井瞬时回灌量、回灌

温度。

②监测时段：供暖期，即每年 11 月 15 日至次年 3 月 15 日。

③监测方法：电磁流量计、温度计自动记录观测。

④监测频率：每 1 小时 1 次，流量与温度同步监测。

⑤数据存储与处理：数据存储在地热井智能远程监控系统的存储卡中，回灌结束后导入电脑中形成电子档案，用于数据分析。

颐清园小区地热井动态监测实行“双轨制”，即传统的人工方法和自动化监测同时使用，避免由于自动监测技术方面的不稳定而丢失原始数据，在自动化监测系统稳定性达到标准后，全面建立网络化、自动化监测系统，人工方法的重点是检查、补测、维护。

a 监测依据及目的

依据《地热资源地质勘查规范》（GB/T 11615—2010）建立地热水动态监测点，以掌握地热水天然动态，了解开采地热水动态变化规律，为自然资源管理部门、环境监测部门提供数据支持，便于地热资源合理利用及环境保护。

b 监测内容

主要包括：流量、开采量、水位、水温、气温，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、氦，总 a.总β放射性指标）等。

c 监测频率

水质：监测频率回灌前后各一次，回灌中期一次，每年 3 次，每年比对分析 1 次。

水位：自动监测仪器实时监测，每小时 1 次；人工测量 3-5 天 1 次。

水量：自动监测仪器实时供暖季实时监测，每小时 1 次；人工测量 3-5 天 1 次。

水温、气温：自动监测仪器实时供暖季实时监测，每小时 1 次；人工测量 3-5 天 1 次。

d 监测方法

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。

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受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。

e 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。

f 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，自动化监测并连入市级地热监测平台。

g 自动监测系统组成及要求

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，

（2）本区地热水矿化度较高，具有强腐蚀作用，应在利用过程中注意管道的密封，使用耐高温、耐腐蚀的材质，加强对取水管路和回水管路系统进行维护，确保回灌质量，严禁杜绝回灌水以地表水的形式进行排泄，造成水资源浪费和区域水资源环境发生变化。

（3）开采过程中，若发现管网渗漏、地热水水质异常、地热井水位异常、地热井回灌量异常等情况，应立即关停地热开采井及回灌井，采取相应措施，避免造成污染。

四、矿山开采历史与现状

临清市鑫城房地产开发有限公司于 2003 年 3 月取得矿产资源勘查许可证，证号，有效期 2003 年 3 月 5 日至 2004 年 12 月 1 日。地热勘查工作自 2003 年 3 月开始，2003 年 10 月结束。

颐清园小区地热井矿区于 2005 年 5 月 10 日首次取得采矿许可证（证号）。采矿权人为临清市鑫城房地产开发有限公司，矿山名称为临清市鑫城房地产开发有限公司颐清园小区地热井，开采矿种为地热，开采方式为地下开采，生产规模为万 m^3/a ，矿区面积 km^2 ，矿区范围由 4 个拐点组成，开采井地面标高 m ，开采深度标高为 m ，有效期 2005 年 5 月至 2010 年 5 月。

2010 年 7 月 13 日矿山企业办理了采矿许可证延续，原山东省国土资源厅批准的采矿许可证号为，有效期自 2010 年 7 月 13 日至 2015 年 7 月 13 日，其他未改变。

2015 年 4 月 10 日办理了采矿许可证变更，批准采矿权证号为，有效期自 2015 年 4

月 10 日至 2020 年 4 月 10 日,矿权范围拐点坐标由 1954 北京坐标系改为 1980 西安坐标系,其它信息未改变。

2020 年 4 月 10 日矿山企业办理了采矿许可证延续,批复的采矿许可证证号为,有效期自 2020 年 4 月 10 日至 2035 年 4 月 10 日,拐点坐标由 1980 坐标系转换为 2000 坐标系,矿区面积 km^2 ,矿区拐点坐标见表 1-1,生产规模由万 m^3/a 变更为万 m^3/a 。

颐清园小区地热井矿区地理极值坐标 (CGCS2000 坐标系):, 矿山面积 km^2 , 开采矿种为地热, 开采方式为地下开采, 采矿区拐点坐标见表 1-1。

根据《聊城市矿产资源总体规划 (2021-2025 年)》、《聊城市地热资源勘查开发专项规划 (2024-2025 年)》, 本矿权范围与周边无矿业权范围重叠 (图 1-7 矿业权叠合图)。

图 1-7 矿业权叠合图

矿区内已施工完成 5 眼地热井，编号 lq1、lq28、lq34、lq63、hlq1，其中只有 lq1、hlq1，可以正常使用，其他 3 口井口已封井。现供暖工程建设使用 2 眼地热井 lq1、hlq1（1 采 1 灌），均位于颐清园小区院内，地热井坐标见表 1-2。地热开采井与回灌井井口距离为 m ，根据《临清颐清园小区地热回灌井成井报告》，地热回灌井采用定向斜井，斜井位移为 m ，经计算回灌井回灌层位与地热井开采层位间距为 m 。

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然地理

(一) 气象

区域内处于暖温带季风气候区，具有明显的季风气候特征，为半干旱大陆性气候，春夏秋冬四季分明。春季（3~5月）干旱多南风，回暖迅速，光照充足，降水稀少，气候干燥，常发生春旱。夏季（6~8月）温度高，雨量大，少数年份亦出现夏旱。秋季（9~11月）气温下降，雨量减少，但有时出现连阴雨。冬季（12月~次年2月底）雨雪稀少，寒冷干燥，常有寒流侵袭，造成气温急剧下降。全市四季气候的基本特点是“春旱多风，夏热多雨，晚秋易旱，冬季干寒”。

(二) 水文

区域内河流纵横交错，河网密布，较大的河流有黄河、金堤河、漳卫河、徒骇河、马颊河、京杭运河等，其中黄河、金堤河为聊城市南部边界河，漳卫河为西部边界河流，徒骇河、马颊河、京杭运河为境内河流。

黄河为地上河，侧渗补给地下水，其多年平均径流量 349.58 亿 m^3 ；徒骇河和马颊河为防洪排涝河道，季节性较强，一般只在丰水季节才有较大径流，其他季节径流很小或基本干枯，这两条河流多年平均径流量分别为 8.28 亿 m^3 和 1.717 亿 m^3 。金堤河也是聊城市的一条重要河流，其利用量较大，主要为莘县南部农业灌溉所利用，该河多年平均径流量 0.9 亿 m^3 。漳卫河径流量较大，多年平均值为 38.81 亿 m^3 。

主要湖泊有东昌湖、金水湖、放马场水库、信源水库、南王水库和双海湖等湖泊，总库容量达 $102.16 \times 10^6 m^3$ ，主要用于城镇生活和工业供水。

矿区附近河流纵横交错，河网密布，较大的河流有卫运河、小运河等。卫运河自南西向北东径流，距离矿区西边界约 600m，一年中水位变幅较大；小运河自南东向北西径流，距离矿区南边界约 500m，从临清市中部穿过，至市区汇入卫运河，以排泄洪水为主，在冬、春枯水时期水量很小，有时断流，多年平均径流量 8.2 亿 m^3 。

(三) 地形地貌

矿区地处黄河冲积平原，地形平坦，自南西向北东倾斜，海拔 33m 左右，在

地貌单元上属于浅平洼地（图 2-2）。

图 2-2 区域地形地貌图

（四）植被

颐清园小区地热井矿山位于临清市城区中北部，北至银河路，南至先锋路，东临东环路，西邻大众路，无植被覆盖，只有交通道路及小区内部道路两侧少量树木种植。

（五）土壤

矿区为工业用地和城镇住宅用地，矿区内建有厂房、居民住宅、取水工程的附属设施泵房等，地面已经利用水泥砂石料等硬化处理，其余部分有绿化植被覆盖。

二、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

1 区域地层

本区被第四系沉积物覆盖，根据钻孔资料揭示，地层由老到新有：侏罗系—白垩系—古近系—新近系—第四系等，具体如下：

①侏罗系—白垩系（J-K）

泥岩、泥灰岩、页岩、砂岩，局部见中酸性火山岩，最大厚度 2497.5m，分布于临清市西南的唐元乡、烟店乡、潘庄乡地区，面积约 190km²。

②古近系（E）

古近系包括孔店组、沙河街组和东营组。

孔店组（E_{1-2k}）：主要为棕红色泥岩与灰绿色砂岩互层，最大厚度一般 718m。

沙河街组（E_{2-3s}[^]）：可分为四段，一段为灰黄色块状生物灰岩、黑色块状玄武岩及灰绿色泥岩组成，夹白云质灰岩，厚 121m 左右；二段是一套泥砂岩沉积，厚度 100~250m 左右；三段为一套灰色泥岩，厚度 500~1000m；四段由暗色泥岩、油页岩、白云岩为主夹膏盐层组成，底部为泥岩及砂砾岩。沙河街组最大总厚度 2142.5m。

东营组（E_{3d}）：为一套砂岩泥岩的交互沉积，三分性明显，以紫红色的泥岩为主，夹少量浅色粉砂岩、中细砂岩及砂质泥岩，厚度最大 344m，地层底板埋深在 1600~2100m。东营组在临清分布不稳定。

③新近系（N）

新近系包括明化镇组和馆陶组。

馆陶组 (N_{1g})：广泛分布全区，厚度稳定，顶板埋深 870~1200m，底板埋深 1400~1800m，地层总厚度 435~637m，主要由紫红色泥岩、粉砂岩与灰色、浅灰色、灰白色砂岩、含砾砂岩组成，偶见灰绿色泥岩，底部有一层石英、燧石细砾岩层。该套地层砂岩较多，单层厚度大，胶结较好，为河湖相沉积成因的地层，也是该区主要的热储含水层。

明化镇组 (N_{2m})：以灰色、棕黄色、灰绿色泥岩为主；棕红、紫红色粉砂、细砂、时夹灰绿色含砾砂岩。泥岩、粉砂岩相对比较发育、半固结。该套地层属于河相、湖相沉积的地层，含有较丰富的介形、轮藻及腹足类，厚度 600~1000m，层底埋深 900~1200m。

④第四系 (Q)

第四系包括平原组和黄河组。

第四系平原组 (Q_{pp})：岩性主要由浅棕黄色、浅黄棕色、浅红棕色粘土、粉砂质粘土及灰绿色粉砂、细砂呈不等厚互层组成，底部为一层锈黄色泥砾、卵砾石层，该套地层属于冲积、洪积、湖积成因的地层。层底埋深 120~300m。

黄河组 (Q_{hh})：主要为浅黄棕色砂土夹砂质粘土，厚度 20~30m，表现出明显的沉积分异作用，沿黄河的现代河道、故道、决口扇及古河道沉积以粉砂和细砂为主，远离河道的缓平洼地及河道中心的河槽洼地沉积以粘土为主，其余为粉砂质粘土。

2 矿区地层

根据本井实际钻探开采井、回灌井及测井解释资料，结合本区已有地热井资料，综合分析研究，本井及附近地区地层自上而下钻遇地层为第四纪平原组、新近纪明化镇组、馆陶组、东营组，现由新到老分述如下：

(1) 第四纪平原组 (Q_{pp})

主要岩性上部为土黄色粘质砂土、棕红色沙质粘土夹棕黄色粉砂、粉细砂层，结构松散，在底层有灰黑色淤泥质粉砂且含蚌螺壳化石碎片；中部为土黄色松散的粉细砂、细砂、中细砂和灰黄、土黄、灰褐色和粉质砂土、砂质粘土夹薄层灰褐色粘土，富含钙质结核和锰质结核；下部为灰褐色、棕黄色粘质砂土、砂质粘土，富含钙质结核、锰质结核和灰黄色砂质粘土、棕红色粘土夹灰黄色中细砂等。底板埋深 260.00-270.00m，厚度 260.00-270.00m，与下伏明化镇组不整合接触。

(2) 新近纪明化镇组 (N_{2m})

岩性为土黄、棕黄、棕红色的泥岩和灰白、浅灰色的粉砂岩、细砂岩。泥岩的压裂结构面发育，上部以土黄色为主，富含钙核及锈染，成岩性差，见水膨胀，下部以棕黄、棕红色为主，成岩性较好。细砂岩胶结疏松，为钙质和泥质胶结，上部颗粒细，以粉细砂岩为主，单层厚度为 5~12m，下部细砂岩颗粒较粗，单层厚度 8~20m，分选性好，磨圆度中等。成分为石英、长石，次为少量暗色矿物。底板埋深 1084.00-1251.00m，厚度 824.00-981.00m，与上覆平原组呈不整合接触。

(3) 新近纪馆陶组 (N_{1g})

上部为棕红、灰绿色泥岩夹灰白色细砂、中细砂岩、泥岩含钙质结核与锈染，细砂岩单层厚度为 8~18m，胶结性差，磨圆度中等；下部为灰白色含砾砂岩、砂砾岩为主夹棕红色泥岩，砂砾岩和含砾砂岩的单层厚度大，一般为 13~26m，最厚可达 29m，分选性差，磨圆度中等。砾石粒径为 1~10mm，呈次棱角状一次圆状，成分以石英、长石为主，泥岩质纯，含少量钙质。底板埋深 1575m 左右，厚度 324.00m 左右，与上覆平原组呈不整合接触。

(4) 古近系东营组 (E_3d)

岩性主要为灰色砂质泥岩、泥岩及灰白色细砂岩为主，在钻探深度 1802.90m 处揭露厚度为 80.90m（未揭穿）。

(二) 地质构造、岩浆岩

1 地质构造

矿区位于馆陶凹陷与德州凹陷的交界位置，大地构造单元为华北板块华北坳陷区 (I) 临清坳陷 (I_b) 故城-馆陶潜断隆 (I_{b1}) 馆陶潜凹陷 (I_{b1}^2) (图 2-1)。

矿区分布的主要断裂为临清断裂，断裂特征如下：

临清断裂：正断层，在矿区东南部穿过，走向为北东向，倾向为南东向，倾角 50°左右，断层揭穿到达新近系底，西盘上升，形成馆陶凸起，新近系馆陶组直接覆盖于侏罗—白垩系地层之上；东盘下降，属于德州凹陷，新近系馆陶组覆盖于古近系沙河街组上，与沙河街组呈不整合接触。

图 2-1 构造纲要图

2 岩浆岩

据钻孔资料，在南宫、丘县、德州、冠县、莘县凹陷和新河、明化镇、堂邑凸起等 8 个构造单元的古近系及其之下地层中，有花岗岩、闪长岩、斜长岩、煌斑岩、辉绿岩等侵入岩或岩脉侵入、穿插，或夹有流纹岩、安山岩、英安岩、玄武岩、凝灰岩等火山岩，而且较发育。

据有关资料，临清市的侵入岩和火山岩有以下主要特征：

①寒武系-石炭系中所见基本为侵入岩；侏罗系—新近系中既有火山岩，也有少数侵入岩。

②中侏罗世晚期-早白垩世的火山岩以中、酸性的安山岩、流纹岩为主；而喜山期的火山岩以中基性的玄武岩、安山岩为主，反映了不同时期岩浆活动的差异。

③临清北部比南部的岩浆活动相对频繁、强烈。

多期的岩浆活动对地热的形成有利。

（三）水文地质

临清市地处黄河冲积平原，根据沉积类型、埋藏条件、地下水化学特征，本区新生代岩层含水层，在垂向上可划分为浅、中、深三层含水岩组。

（1）浅层淡水含水岩组

该含水岩组层底埋深 30m 左右，顶板埋深小于 20m；主要为潜水、微承压水。岩性主要为粉砂及粉细砂，局部为中砂，砂层总厚度大于 20m。地下水的补给主要为大气降水，另有河流侧向渗漏补给、地下水的侧向径流补给以及灌溉回渗。地下水垂向运动强烈，动态类型主要为降水入渗-蒸发型，降水入渗·开采型，降水入渗-开采-蒸发型等。地下水位埋深 2~18m，单井涌水量大于 1000~2000m³/d。

本含水岩组水化学类型多为 HCO₃-Na·Mg 型，矿化度一般小于 2g/L，地下水总硬度一般大于 450mg/L。由于浅层地下水补给条件好，再生能力强，埋藏浅，矿化度低等特点，故成为本市最重要的开发利用对象。

（2）中层咸水含水岩组

该含水岩组底板埋深 120~180m，顶板埋深 80m~100m，岩性主要为粉砂、细砂，属第四纪平原组，含水层厚度一般 30~56m，该含水层主要为咸水体，咸水体顶界面 50~70m，矿化度一般 2~5g/L，水化学类型为 HCO₃·SO₄-Na·Mg、SO₄·Cl-Na·Mg 型，本层地下水目前一般不开采。

(3) 深层淡水含水岩组

该含水岩组底板埋深 310~350m，顶板埋深 250m~280m，含水层单层厚 2~5m，总厚 18~80m。深层淡水矿化度一般 1~2g/L，仅在市区东北矿化度小于 1g/L，水化学类型主要为 $\text{HCO}_3\cdot\text{Cl}\cdot\text{Na}\cdot\text{Mg}$ 型。深层地下水水头埋深市区 60~70m，外围 30~50m，单井涌水量 1000~3000 m^3/d 。深层地下水为承压水，补给来源主要为水平径流与垂向越流，因临清市处于深层地下淡水禁采区，该类地下水排泄方式主要为向下游径流排泄。

(四) 工程地质

矿区地形平坦，地层稳固性相对较好。其中第四系上部较松散，承载力低，下部较密实，承载力稍高，多为中等压缩性，工程地质条件一般。新近系棕红色泥岩，夹粉砂岩和细砂岩，泥岩厚度较大，承载力高，工程地质条件较好。

矿区抗震设防烈度为VII度，设计基本地震加速度 0.10g，地震动反应谱特征周期为 0.45s，为区域地壳较稳定区。

(五) 矿体地质（地热地质）特征

1 区域地热地质概况

(1) 大地热流及地温场特征

① 大地热流

地热资源的形成主要与地壳深部的地幔结构、岩浆活动和地壳浅部的地质构造、地层岩性、地下水活动等因素有关。工作区为中新生代断陷盆地，自中生代以来，受燕山期地壳运动的影响，形成了大规模的深大断裂，使上地幔物质上涌或沿深大断裂岩浆侵入到地壳浅部，从而形成了区域温度或热流值普遍升高的背景。地热资源的丰富程度可以用大地热流值来反应，大地热流系指地球内热以传导方式传输至地表尔后散发到太空中去的热量。在数值上，热流（ q ）等于岩石热导率（ K ）与垂向地温梯度（ dT/dZ ）的乘积。大地热流是一个综合参数，是地球内热在地表直接测得的唯一的物理量，它比其他地温资料更能反映一个地区的地热场特点。如果将地球岩石圈下的软流圈看成均一热源，即从软流圈向地表辐射的热流值在区域上是一致的，该热流经过地壳向外辐射时受地壳岩石热导率差异的影响，进行重新分配，热流向热导率高的岩石中富集，这就造成了在基底岩石浅埋的凸起区形成高热流值，在凹陷区形成低热流值。

根据《地热资源评价方法》，砂岩的热导率（K）为 6.2mcal/cm.s.°C，砂粘岩（泥岩）的热导率为 2.2mcal/cm.s.°C。区内馆陶组地层砂岩厚度占地层厚度的 40% 左右，据此推算馆陶组地层的平均热导率为 3.8 mcal/cm.s.°C。以区内现有地热井（石油井）综合物探测井中的温度测井资料所计算的馆陶组平均地温梯度为参数，计算区内馆陶组大地热流值为 0.91HFU。

②地温场特征

地温在恒温带以下，随深度的加深，其地温值逐渐增高，地温增高的幅度以每 100m 深度的增温率来表示，称为地温梯度（°C/100m），地壳表面的平均地温梯度约 3.0°C/100m，地温梯度大于此值的地区可视为地温异常区。因此，地温梯度大小可以反映深部热流值大小，确定地热异常区及地热田范围。区域地温场的空间分布特征可以采用地温梯度的形式表示。

根据调查的井温资料综合分析计算，工作区热储盖层地温梯度的变化范围为 2.9~3.2°C/100m，平均地温梯度 3.05°C/100m，其地温场特征如下：

地温场的水平向变化特征

我们以地温梯度的变化来反映地温场的水平变化规律。区内地温梯度在水平方向上总的规律是东西部高、中间低，地温梯度的低值区与德州凹陷轴向基本一致，呈长条状 NNE 向展布，其基底埋藏较深；地温梯度高值区与断裂构造一致，其基底埋藏相对较浅。

（2）区域热储层特征

临清市区域，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两个热储层组：馆陶组热储层组；东营组热储层组。颐清园小区地热井所利用热储层是馆陶组热储层，热储概念模型见图 2-2。

①馆陶组热储层组

根据钻孔资料，其顶板埋深为 1722m，厚度 580m。粒度上细下粗，上部岩性主要由紫红色、棕黄色、灰色、灰绿色泥岩、粉砂质泥岩、粉砂岩、细砂岩组成，下部岩性主要由紫红、棕黄、灰色、灰白色石英细砂岩、粗砂岩组成，底部为厚度 8m 左右细砾岩，砾石大小 2~6mm。该套地层砂岩较多，单层厚度大，胶结较好，为河湖相沉积成因的地层，也是该区主要的热储含水层。

②东营组热储层组

根据钻孔资料，钻孔未揭穿本层，揭露厚度为 80.9m。岩性主要为紫红、棕黄、灰色粉砂岩、石英细砂岩。区域内本层厚度最大 344m，地层底板埋深在 2000m 左右，东营组在临清分布不稳定。

(3) 热源

该区地热类型为层控型，对于层控地热田而言，热源主要来自地壳深部及上地幔传导热流即大地热流。临清市位于馆陶凸起与冠县凹陷的交界部位，是莫霍面相对隆起区，埋深 34km 左右，可从地球内部向地表传导相对高德热量，由于上覆有巨厚的松散沉积物盖层的阻热保温，将深部热能在一定空间储存下来。

(4) 盖层

本区可将第四系、新近系明化镇组及馆陶组上部地层视为热储盖层。该地层厚 1142m，岩性由粘土、粘土岩、粉砂岩构成，热导率低，粘土及粘土层单层厚度大，一般在 4~20m 左右，是良好的不透水层和隔热层。

(5) 导热通道

临清断裂从矿区东南部穿过，属聊考断裂的次级构造，两侧落差 2700m，具张扭性质，是地下水的良好储集场所及地下水运移的良好通道，且有利于深部热的传导。

综上所述，该区具有较好的地热地质条件。

图 2-2 热储概念模型图

2.地温场特征

地温梯度是指每一单位深度内温度所增加的数值，通常以 $^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 来表示。从全球来看，地壳平均地温梯度值为 $1.5\sim 3.0^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ，地温梯度值等于或接近地壳地温梯度平均值的地区，称为地热正常区；地温梯度值高于地温梯度平均值的地区，称为地热异常区。

利用平均地温梯度来推算热储温度，计算公式为：

$$\frac{\Delta t}{\Delta h} = \frac{T-t}{H-h} \times 100$$

式中： $\Delta t/\Delta h$ ——地温梯度平均值（ $^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ）；

H——计算段深度（m）；

h——恒温层埋深（m）；

T——计算段深度H处地温（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

t——恒温层温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）。

本井利用热储为馆陶组热储。恒温带深度为20m，恒温带温度为 12.9°C ，井口水温 $^{\circ}\text{C}$ ，根据地温梯度计算公式及本井实际数据，由此计算得地温梯度为 $^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。

3.热储层特征

本次利用的热储层为新近纪馆陶组热储。开采井涌水量为 m^3/h （根据2019年11月抽水试验资料，降深m），开采井出口水温为 $^{\circ}\text{C}$ ，属温热水型低温地热资源，可用于采暖；回灌井涌水量为 m^3/h （降深m），水温 $^{\circ}\text{C}$ ，属温热水型低温地热资源，可用于采暖。

（1）馆陶组热储层组

馆陶组热储，第四系、新近纪明化镇组为其盖层，开采井利用段在m；回灌井利用段在m。根据钻孔资料，岩性粒度上细下粗，上部岩性主要由紫红色、棕黄色、灰色、灰绿色泥岩、粉砂质泥岩、粉砂岩、细砂岩组成，下部岩性主要由紫红、棕黄、灰色、灰白色石英细砂岩、粗砂岩组成，底部为厚度8m左右细砾岩，砾石大小2~6mm。该套地层砂岩较多，单层厚度大，胶结较好，为河湖相沉积成因的地层，也是该区主要的热储含水层。

（2）东营组热储层组

根据钻孔资料，钻孔未揭穿本层，东营组热储，开采井揭露厚度为 m；回灌井揭露厚度为 m。岩性主要为紫红、棕黄、灰色粉砂岩、石英细砂岩。区域内本层厚度最大 344m，地层底板埋深在 2000m 左右，东营组在临清分布不稳定。

4.产能测试

(1) 降压试验

2024 年 10 月 29 日至 2024 年 11 月 1 日，山东省物化探勘查院对颐清园小区地热开采井 lq1 进行了产能测试。产能测试分为 3 次降深，分别为 11.80m、20.30 m、35.10m，采用水表测流量，精度至 0.01m^3 ，自动水位监测仪测水位，精度 0.001m；摄氏温度计测量水温，读数精确到 0.5°C 。停泵后进行恢复水位观测，水位恢复判定标准是连续 4 小时每小时水位变化不超过 5cm，时间按试验水位变化的情况确定。

试验过程中对试验数据进行整理，现场绘制了 $Q=f(s)$ 关系曲线图(图 4-2)。 $Q=f(s)$ 关系曲线图呈不明显的抛物线，曲线形状走势正确，说明目前降深下的涌水量比较有保证。从 $q=f(s)$ 曲线图可以看出，曲线形状走势正确，说明本次单井产能试验正常，试验结果可信。

图 2-3 颐清园小区地热井 2024 年产能测试关系曲线图

(2) 数据整理及热储参数计算

试验过程中对试验数据进行了整理，根据试验计算结果，在降深 m 时涌水量为 m^3/h ，单位涌水量为 $m^3/h \cdot m$ ，井口水温 $^{\circ}C$ ，渗透系数 $K=m/d$ ，影响半径 $R=m$ ，导水系数 $T=m^2/d$ 。各段落程详细情况见表 2-1。

表 2-1 颐清园小区地热井产能测试成果表

降次		S ₁	S ₂	S ₃	S ₃	S ₂	S ₁
静水位埋深(m)							
动水位埋深(m)							
水位降深(m)							
出水量	m ³ /h						
	m ³ /d						
单位出水量 (m ³ /h·m)							
井口温度(°C)							
稳定时间(h)							
试验时间							

5. 地热流体动态变化规律

(1) 水位动态变化特征

区内地热流体的动态变化主要受人工开采动态的影响，在冬季采暖期水位下降，非采暖期水位又略有回升，但水位整体呈下降趋势（表 2-3、图 2-4）。地面高程 33m，2024 年产能测试时水位埋深地下 m ，与 2023 年水位埋深地面地下 m 相比水位略有下降。从 2016 年以来，地热流体水位下降速率明显下降，2016-2024 年地热水水位下降速率为 m/a 。

图 2-4 2003-2024 年地热水静水位动态曲线图

表 2-2 2003~2024 年地热流体水位埋深测试数据一览表

年份	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
水位标高 (m)											
年份	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
水位标高 (m)											

(2) 水量动态变化特征

根据 2003 年《颐清园小区地热井单井地质报告报告》，开采井成井时单位涌水量为 $2.852\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}$ ，2023 年开采井单位涌水量为 $3.28\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}$ 。本次 2024 年产能试验测定，开采井单位涌水量为 $3.18\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}$ ，相较成井时用水量增大，与去年相比，略有减少。

(3) 水质动态变化特征

通过对比分析开采井不同年份水质检测结果（见表 2-3），地热流体中离子含量有增有减，总体保持稳定。与 2023 年相比，PH 值为 7.58，主要阴离子 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 含量均有所增高，F 含量略有降低；主要阳离子 Na^+ 、 K^+ 含量均略有降低， Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 含量均略有增高，总硬度增加 39mg/L ，总碱度增加 8mg/L ，矿化度减少 27mg/L ，按水化学类型定名原则，地热水水化学类型为 Cl-Na 型水。

表 2-3 地热水主要离子含量对比一览表

项目 成分		分析结果(mg/L)			
		2003 年	2022 年	2023 年	2024 年
阴离子	Cl ⁻				
	SO ₄ ²⁻				
	HCO ₃ ⁻				
	F ⁻				
阳离子	Na ⁺				
	Ca ²⁺				
	K ⁺				
	Mg ²⁺				
H ₂ SiO ₃					
总碱度					
矿化度					
总硬度					
PH 值					

目前，地热水矿化度为 5154.00mg/L，属咸水；总碱度为 196.00mg/L；pH 值为 7.58，属中性水；总硬度(以 CaCO₃ 计)为 360.00mg/L，属硬水。

(4) 水温动态变化特征

通过 2003-2024 年地热井水温变化曲线图（表 2-4、图 2-5）可以看出，自 2015 年以来，地热水水温较为稳定，水温变化幅度较小。2024 年产能测试最大降深 35.10m 时，实测温度稳定在 62℃，对比 2003 年单井地质报告中的水温（65.0℃）与 2023 年的水温（62℃）可知，本矿山多年以来地热井水温变化较小，基本保持不变。

表 2-4 2003~2024 年地热流体水温数据一览表

年份											
水温(°C)											
年份											
水温(°C)											

图 2-5 2003~2024 年地热井水温变化曲线图

（5）回灌率动态变化特征

根据回灌方案数据本项目 2023-2024 年供暖季（120d）开采总量为 万 m³；总回灌量 万 m³；总回灌率为 %。回灌效果良好，无尾水排放。

（六）不良地质现象及人类工程活动

矿区位于临清市城区，地热井布设在颐清园小区内，地热供暖、回灌设施已建设完成，矿山及周边人类工程活动主要为地热资源开采、城镇建设、交通工程建设等。

本矿区地处临清市先锋街道，城镇建设已经基本成熟，城镇建设工程活动少。周边主要道路为城市干道，道路四通八达，交通便利。交通工程建设活动主要为道路的修缮。

综上所述，矿区及周边人类活动主要为地热资源开采、城镇建设及道路的修缮，人类工程活动一般，对地质环境的影响小。

三、矿区社会经济概况

矿区所在临清市地处冀鲁交界，具有轴承、机械制造、有色金属加工、纺织及服装、造纸及纸制品、食品及医药等 6 大优势产业，形成了高端装备制造、电子信息及新材料、生物医药、节能环保等 4 大战略性新兴产业，区内地热资源丰富，盛产棉花、小麦、玉米、蔬菜、果品、油料、水产品和畜产品，是国家优质棉、出口棉和商品粮基地，也是山东省重要的蔬菜瓜果生产基地。

四、矿区土地利用现状

矿区行政区划隶属于山东省聊城市临清市，矿区土地利用现状经到临清市自然资源和规划局查询，按照《土地利用现状分类》(GB/T 21010-2017)，矿区土地类型主要为一级类 06 工矿仓储用地、二级类 0601 工业用地和一级类 07 住宅用地、二级类 0701 城镇住宅用地等。（表 2-5、图 2-6）

本矿为开发利用地热流体的地热水，现状开发利用占用土地为地热井口和泵房，面积为 200m²，随同颐清园住宅小区一起转化为城镇住宅用地。

表 2-5 矿区土地利用现状表

序号	地类名称	面积 (m ²)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
总计		

图 2-6 颐清园小区地热井矿区土地利用现状图

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

矿区位于临清市城区，地热井布设在颐清园小区内，地热供暖、回灌设施已建设完成，矿山及周边人类工程活动主要为地热资源开采、城镇建设、交通工程建设等。

本矿区地处临清市先锋街道，城镇建设已经基本成熟，城镇建设工程活动少。周边主要道路为城市干道，道路四通八达，交通便利。交通工程建设活动主要为道路的修缮。

综上所述，矿区及周边人类活动主要为地热资源开采、城镇建设及道路的修缮，人类工程活动一般，对地质环境的影响小。

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

山东省德州地区地热水的供暖通过同层等量回灌，和动态监测措施取得了较好的效果，现在山东省内广泛的推广应用。

第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估

一、矿山地质环境与土地资源调查概述

2025年9月8日组织人员进行了现场调查并填写了调查表，经调查矿区土地类型主要为一级类06工矿仓储用地、二级类0601工业用地和一级类07住宅用地、二级类0701城镇住宅用地。地热采矿占用二级类0701城镇住宅用地200m²，位于颐清园小区内，随同颐清园住宅小区一起转化为城镇住宅用地。采矿建设未占用破坏耕地，在地热水除砂过滤时仅有极少量砂石排放，已妥善掩埋处理。成井时进行了黏土球封堵，未造成含水层破坏，周边无地形地貌景观，采矿井周围未发生过崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、采空塌陷等情况。

二、矿山地质环境影响评估

（一）评估范围和评估级别

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，破坏地质环境的人类工程活动一般；矿山开采馆陶组砂岩热储用于居民住宅小区供暖，因此，确定本次评估范围等同于划定矿山范围，矿区范围由4个拐点坐标圈定，极值坐标（2000国家大地坐标系）。

根据《DZT 0223-2011 矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》，矿山地质环境影响评估分级应根据评估区重要程度，矿山生产建设规模，地质环境条件复杂程度综合确定。

- 1.评估区为地热开采，建设工程为泵房等，重要性属于一般。
- 2.矿山生产建设规模为中型。
- 3.评估区区域地质背景，矿区地震烈度为VII度，地震动峰值加速度为0.15g，属于复杂程度中等。

综上所述，确定本次矿山地质环境影响分级为二级（见表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

根据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112—2021）（以下简称《评估规范》），矿山地质环境影响评估精度级别应根据评估区地质环境条件复杂程度、建设工程重要性综合确定。

1.评估区建设工程为泵房等，重要性属于一般。

2.评估区区域地质背景，矿区地震烈度为VII度，地震动峰值加速度为0.15g，属于复杂程度中等。

综上所述，确定本次矿山地质灾害危险性评估分级为三级（见表 3-2）。

表 3-2 地质灾害危险性评估分级表

建设工程重要性	地质环境条件复杂程度		
	复杂	中等	简单
重要	一级	一级	二级
较重要	一级	二级	三级
一般	二级	三级	三级

（二）矿山地质灾害现状分析与预测

1.地质灾害类型的确定

根据《编制规范》，矿山地质灾害评估的类型主要指因矿山建设和生产活动而引发的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷（包括岩溶塌陷、采空塌陷）、地裂缝及地面沉降等。

根据矿区的地质环境条件以及对以往有关资料的分析研究和现场实地调查，对上述灾种的致灾可能性进行分析，矿区地质条件简单，地貌类型属黄河冲积平原，地形开阔平坦，不具备发生崩塌、滑坡、泥石流地质灾害的条件；矿区位于聊城市临清市城区，无固体矿产地下开采活动，不具备产生采空区塌陷的地质条件；根据钻孔资料，矿区地层自上而下为第四纪平原组、新近纪明化镇组、馆陶组、东营组。地表以下浅部主要为砂性土，无压缩性粘土，不具备产生地裂缝的地层及岩性条件；矿区地热水取水段为地下中深层馆陶组热储，该热储层埋藏深度大，补给条件好，现地热开发利用采取同层等量回灌措施，杜绝过量开采深层地下水，产生地面沉降的地质条件不充分，因此评估区地质灾害发生的可能性小。

2.地质灾害现状分析

根据现场调查访问及查阅历史资料，评估区无不良环境地质问题。

地质灾害影响程度现状评估为较轻。

目前矿区周边未发现明显的地质灾害发生。因此，现状分析地质灾害危险性小。

综上所述，地质灾害危险性小，矿山开采对周边危害程度小。

3.地质灾害预测

预测评估是在现状评估的基础上，根据矿区开发利用方案和采矿地质环境条件特征，分析预测采矿活动可能引发或加剧的地质环境问题及其危害，评估矿山建设和生产可能对矿山地质环境造成的影响和可能遭受的地质灾害问题。

①引发地质灾害危险性预测评估

根据现场调查访问及查阅历史资料，评估区至今未发生地质灾害。根据《聊城市矿产资源总体规划（2021-2025年）》《聊城市地热资源勘查开发专项规划（2024—2025年）》《聊城市矿产资源总体规划（2021—2025年）》区块调整方案本区除了地热水的开采利用，不会存在其它矿山建设与生产活动。根据《临清市颐清园小区地热井供热项目地热井回灌方案》采用“同层等量回灌、取热不耗水”的开发利用方式开采，用于住宅小区采暖的地热水采用取热不耗水方式进行回灌。

本项目取用项目区内深层馆陶组地热水作为供暖用水水源，在项目运行过程中，除排气、除砂、过滤损失外，地热水全部进行原水同层回灌。

本项目用水过程中不涉及对水质产生污染的用水工艺，经排气、除砂、过滤后回灌水水质优于地热原水。

本项目采用“同层一对一自然回灌（一采一灌）”模式；总回灌率为 96.46%。回灌效果良好。

引发造成地质灾害发生的可能性也会很小。

②加剧地质灾害危险性预测评估

依据现状评估结果可知本区不存在地质灾害，故预测评估其加剧地质灾害危险性较小。

③可能遭受的地质灾害危险性预测评估

经调查，目前区内地热水的开采未产生地质灾害。因此，在科学有效管理的基础上，控制取水井开采量，不会加剧地质灾害。因此预测本区可能遭受的地质灾害危险性为较轻。

综上所述，评估区地质灾害影响程度预测评估结果确定为较轻。

（三）矿区含水层破坏现状分析与预测

1.矿区上部含水层破坏现状分析

开采井钻孔泵室段 0-302.40m 采用水泥固井。

回灌井钻孔泵室段 0.00~400.62m 采用孟式止水器和水泥浆进行联合止水封闭水。

有效隔绝了上下不同含水层，故不会对上部含水层造成破坏。

2.矿区开采含水层破坏现状分析

采用“同层等量回灌、取热不耗水”的开发利用方式开采。

本项目取用项目区内深层馆陶组地热水作为供暖用水水源，在项目运行过程中，除排气、除砂、过滤损失外，地热水全部进行原水同层回灌。

本项目用水过程中不涉及对水质产生污染的用水工艺，经排气、除砂、过滤后回灌水水质优于地热原水。

本项目采用“同层一对一自然回灌（一采一灌）”模式；总回灌率为 96.46%。回灌效果良好。

故本矿区地热水开采对含水层水质破坏影响较小；对水位下降破坏影响较小；对含水层温度破坏影响较小。

3.周边矿业权对矿山破坏现状分析

根据《聊城市矿产资源总体规划（2021-2025 年）》《聊城市地热资源勘查开

发专项规划（2024—2025年）》《聊城市矿产资源总体规划（2021—2025年）》区块调整方案本区除了地热水的开采利用，不会存在其它矿山建设与生产活动。

4. 矿区含水层破坏预测

(1) 上部含水层破坏预测

① 矿山在开采过程中对含水层的破坏

进行了止水处理，可以有效隔绝不同含水层之间的联系，故矿山开采过程中对上部含水层水质、水量、水温无影响，因此预测矿山开采不会对上部含水层产生破坏。

② 矿山开采利用后尾水对含水层的破坏

采用“同层等量回灌、取热不耗水”的开发利用方式开采。

本项目取用项目区内深层馆陶组地热水作为供暖用水水源，在项目运行过程中，除排气、除砂、过滤损失外，地热水全部进行原水同层回灌。

③ 矿山开采对地下水水位的破坏

采用“同层等量回灌、取热不耗水”的开发利用方式开采。

故今后只要落实保护措施，不改变开发利用方式，预测不会对地下水水位产生破坏。

④ 生活污水

城镇住宅小区，生活污水排入城市污水处理管网。

(2) 含水层破坏预测

本项目取用项目区内深层馆陶组地热水作为供暖用水水源，在项目运行过程中，除排气、除砂、过滤损失外，地热水全部进行原水同层回灌。

因此预测对含水层的破坏程度较小。

(3) 周边矿业权对矿山含水层破坏预测

根据《聊城市矿产资源总体规划（2021-2025年）》《聊城市地热资源勘查开发专项规划（2024—2025年）》《聊城市矿产资源总体规划（2021—2025年）》区块调整方案本区除了地热水的开采利用，不会存在其它矿山建设与生产活动。

（四）矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析与预测

1. 现状分析

现状情况下矿区地形相对平坦，地貌类型属黄河冲积平原，矿区位于山东省聊城市临清市城区，无著名的地质地貌景观和地质遗迹、人文景观。井口占地面积很小，建有相关取水工程、回灌工程，输水管道埋置于地面以下，井口及输水管道施工已经完成，均对场地进行了整平固化处理，基本恢复了矿区内原地形地貌。因此，现状矿山建设对矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏较轻。

2.预测分析

矿区内没有地质遗迹、人文景观等；矿山开采方式为地下开采，开采过程中也无开挖活动和建筑工程，对地形地貌破坏较小。因此，矿山建设和生产对地形地貌（地质遗迹、人文景观）的破坏程度预测为较轻。

（五）矿区水土环境污染现状分析与预测

1.现状分析

采用“同层等量回灌、取热不耗水”的开发利用方式开采。

矿区范围内现利用有 1 眼开采井，1 眼回灌井，输水管道专门处理。地热资源的开采和利用，对地下水影响轻微。该矿山开采方式为利用管井直接从地下提取地热水，对地形地貌影响很小，地热水过滤除砂产生的极少量砂石，已妥善掩埋处理，不会对水土环境造成污染。矿山范围内地热资源利用所需要的设施均进行了合理安置，未影响其它建设用地的使用。地热水不存在随意外排至地表情况。因此，现状情况下矿山建设对水土环境污染较轻。

生活污水排入城市污水处理管网。

综上所述，矿区水土环境污染较轻。

2.预测分析

采用“同层等量回灌、取热不耗水”的开发利用方式开采。

不存在外排至地表的情况，因此，矿区预测开采对水土环境污染预测为较轻。

三、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

通过以上针对矿区现状分析及预测做出一下评估分级：

1.矿山地质环境综合影响现状评估分级

具体分级见表 3-3。

表 3-3 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	水土环境
较轻	矿区范围	小	较轻	较轻	较轻

2.矿山地质环境综合影响预测评估分级

预测矿区内活动引发地质灾害和矿区本身遭受地质灾害的可能性均为小，矿区内活动对含水层、地形地貌景观及水土环境污染影响预测评估均为较轻。利用叠加法分级，预测评估该矿山划分为一个地质环境影响较轻区（见表 3-4）。

表 3-4 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	水土环境
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土地复垦分区及可行性分析

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土地复垦分区。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土地复垦方案编制规范表 F.1（见表 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治理划分为一个区，即一般防治区（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土地复垦分区表

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土地复垦分区表

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
3.4377	矿区范围	较轻	较轻	一般防治区

二、分区评述

一般防治区

本区经调查评估，目前区内未发现破坏性地质灾害，在今后开采中要做好对地热水监测化验分析工作，保护矿山地质环境和地热资源的可持续开发利用。

三、矿山地质环境保护与土地复垦可行性分析

（一）技术可行性分析

根据前文分析可知，地热水供暖的开发利用对地质环境和土地资源的影响主要表现为中深层地热水的水位、水温、水质、水量的动态变化。

通过安装动态监测系统和取样分析，可以取得很好的效果。

（二）经济可行性分析

购买安装动态监测系统和取样检测，企业负担小，经济上可行。

（三）土地复垦

用地热水为小区住宅供暖，泵房占用的土地已转化为城镇住宅用地。

第五章 矿山地质环境保护与土地复垦原则、目标和任务

一、矿山地质环境保护与土地复垦原则

矿山地质环境保护与土地复垦，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土地复垦目标和任务

（一）矿山地质环境保护与土地复垦目标

实现地热井封井处理及井口处理达到与周围环境协调一致的复垦（城镇住宅用地）目标。

地热水井闭坑封井后，做为地热资源动态监测井使用，由地热井企业负责保护。

（二）矿山地质环境保护与土地复垦任务

矿山地质环境保护与土地复垦方案的实旨在综合治理矿山地质环境，控制或消除矿山存在的地质灾害隐患，恢复矿山建设、生产等活动对地质环境的破坏。

结合本矿实际，编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，主要任务包括：

- 1.对地热井水量、水质、水位、水温定期进行监测；
- 2.做好地热井周围环境恢复任务；
- 3.在经济合理的基础上，进行矿山地质环境保护和土地复垦工程的经费估算，提出保护与土地复垦的保障措施，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土地复垦工作部署

（一）总体部署

矿山地质环境保护与土地复垦工作部署，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土地复垦方案编制规范》及前述本矿山地质环境问题及现状、预测评估结果，确定本矿山保护防治工程为：监测工程与恢复治理

工程。恢复治理工程为：地热井闭坑封井后，做为地热资源动态监测井使用。

（二）年度实施安排

各年度实施计划为监测工程及矿山开采结束后土地恢复治理工程，具体实施计划详见表 5-1。

表 5-1 矿山地质环境保护与土地复垦年度工作一览表

防治工程		监测频率	
监测工程	地热开采井	水质分析	2 件/年
		水量、水位、水温监测	1 次/天
	地热回灌井	水质分析	2 件/年
		水量、水位、水温监测	1 次/天
恢复治理工程	封井	井口封闭做为地热资源动态监测井使用	

第六章 矿山地质环境保护防治与恢复治理工程

一、矿山地质环境监测工程

建立地热水动态监测系统，以便及时了解本区地热井的水位、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。

1.监测项目

地热井水量、水位、水温、水质监测工作。

2.监测频率及方法

地热井：使用监测设备进行水量、水位、水温实时监测，频率为1次/天，监测设备费用由企业负责，当需要维护、维修、更换时，企业出资监管部门负责协调更换及维护。

对地热井水质进行监测。频率为2次/年。

二、矿山地质环境恢复治理工程

当矿山开采结束，申请闭坑时需要对开采过程中损坏的土地资源进行恢复治理，遵循谁开采谁治理的原则，由开采企业对循环土地进行治理恢复到使用前土地属性。

本次针对地热开采井、回灌井进行恢复治理，达到与周围环境协调一致。

1.地热井封井工程

当矿山开采结束后，申请闭坑要对地热井进行封井处理。地热井闭坑封井后，做为地热资源动态监测井使用，由地热井企业负责保护。

2.土地恢复治理工程

矿山开采结束后，对地热开采井、回灌井周围地面部分进行恢复治理，与周边地面协调一致，由企业负责。

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。

二、经费估算

（一）编制依据

为保证工程投资的合理性，本方案的主要投资概算依据与主体工程一致。本估算编制执行依据为：

- 1、《土地整治项目设计报告编制规程》（TD/T1038—2013）；
- 2、《山东省土地整治项目预算定额标准（2023年版）》（山东省自然资源厅，2023年12月）；
- 3、《关于印发山东省矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法的通知》（鲁自然资规〔2020〕5号）；
- 4、关于继续执行《山东省矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法》的通知（鲁自然资字〔2022〕133号）；
- 5、《山东省地质勘查预算标准》（鲁财资环〔2020〕30号）；
- 6、《山东省地质灾害综合治理工程预算标准》（鲁自然资字〔2022〕176号）
- 7、聊城市2024年劳动人员工资、材料价格等标准。

（二）计算说明

1、监测工程：

（1）地热水水质分析综合单价元/件，包括取样、送样、化验等费用。

地热开采井和地热回灌井供暖期前、后水质分析费用每年（元）。

（2）地热开采井、回灌井水量、水位、水温监测设备采购综合单价元/套，包括运输、安装、保质期内的维护和技术支持等费用。

地热开采井和地热回灌井2口井费用（元）。

2、治理工程：

（1）封井费用：综合单价2000元/口，包括人工、材料、运输、安装、保质期内的维护等费用。

地热开采井和地热回灌井2口井费用（元）。

(2) 井口恢复治理费用：综合单价元/口，包括人工、材料、运输、安装、保质期内的维护等费用。

地热开采井和地热回灌井 2 口井费用（元）。

地热开采井和地热回灌井 2 口井治理工程总费用总计：元

3、其他费用：

根据《山东省地质灾害综合治理工程预算标准》：其他费用=前期工作费+工程监理费+竣工验收费+业主管理费。

根据本地热矿山的特性，结合聊城市市场价，其他费用综合价为元

4、预备费：

2025-2030 年预备费：元（包括动态监测设备维护、设备、人工、材料等涨价预备费等），2025-2035 年预备费元（包括动态监测设备采购维护与更新、设备、人工、材料等涨价预备费等）。

表 7-1 地热水水质分析项目费用一览表

分析项目						
阳离子	K ⁺	阴离子	Cl ⁻	总硬度	微量元素	As
	Na ⁺		SO ₄ ²⁻	永久硬度		Hg
	Ca ²⁺		HCO ₃ ⁻	暂时硬度		Cr ⁶⁺
	Mg ²⁺		CO ₃ ²⁻	总碱度		Cr ³⁺
	NH ₄ ⁺		F ⁻	游离CO ₂		Cu
	Fe ³⁺		NO ₂ ⁻	可溶性SiO ₂		Pb
	Al ³⁺		NO ₃ ⁻	COD		Zn
			H ₂ PO ₄ ⁻	矿化度		Cd
			I ⁻	TDS		Mo
				酚类		Se
				PH		Sr
				H ₂ SiO ₃		Mn
			Li			
综合单价：2000元（包括取样、送样、化验等费用）						

（三）5 年经费预算

现将本方案适用年限内（5 年）所需各项费用估算如表 7-2、7-3、7-4 所示：

表 7-2 地热矿山（2025-2030 年）地质环境保护监测工程费用估算表

防治工程		监测频率	5 年总 工程量	综合单价 (元)	5 年总费用 (元)
监测 工程	地热开采井	水质分析	2 件/年		
		动态监测系统	1 次/天		
	地热回灌井	水质分析	2 件/年		
		动态监测系统	1 次/天		
	总计				

表 7-3 地热矿山（2025-2030 年）地质环境恢复治理工程费用估算表

恢复治理工程	治理工程	地热开采井	地热回灌井	综合费用（元）
	封井			
	井口恢复治理			
	总计			

表 7-4 地热矿山（2025-2030 年）地质环境保护与土地复垦方案工程费用总投资

静态投资	矿山地质环境保护监测工程费	
	矿山地质环境恢复治理工程费	
	其他费用	
动态投资	预备费	
总投资		

综上，临清市鑫城房地产开发有限公司颐清园小区地热井矿山地质环境保护与土地复垦工程（2025-2030 年）5 年估算总费用为元。

(四) 10 年远景经费预算

现将本方案 2025-2035 年所需各项费用估算如表 7-5、7-6、7-7 所示：

表 7-5 2025-2035 年地热矿山地质环境保护监测工程费用估算表

防治工程		监测频率	10 年总 工程量	综合单价 (元)	总费用 (元)
监测 工程	地热开采井	水质分析	2 件/年		
		动态监测系统	1 次/天		
	地热回灌井	水质分析	2 件/年		
		动态监测系统	1 次/天		
	总计				

表 7-6 2025-2035 年地热矿山地质环境恢复治理工程费用估算表

恢复治理工程	治理工程	地热开采井	地热回灌井	综合费用 (元)
	封井			
	井口恢复治理			
	总计			

表 7-7 2025-2035 年地热矿山地质环境保护与土地复垦方案工程费用总投资

静态投资	矿山地质环境保护监测工程费	
	矿山地质环境恢复治理工程费	
	其他费用	
动态投资	预备费	
总投资		

综上，临清市鑫城房地产开发有限公司颐清园小区地热井矿山地质环境保护与土地复垦工程 2025-2035 年估算总费用为元。

三、进度安排

(一) 2025 年-2030 年进度安排

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 7-8 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 7-8 各年度工作量安排及经费汇总表

年份	工作量	预算费用 (元)
2025 年 9 月-2026 年 9 月	动态监测设备采购 2 套，水量、水位、水温监测 360 次；地热井水质分析 4 件	
2026 年 9 月-2027 年 9 月	地热井水质分析 4 件，水量、水位、水温监测 360 次	
2027 年 9 月-2028 年 9 月	地热井水质分析 4 件，水量、水位、水温监测 360 次	
2028 年 9 月-2029 年 9 月	地热井水质分析 4 件，水量、水位、水温监测 360 次	
2029 年 9 月-2030 年 9 月	地热井水质分析 4 件，水量、水位、水温监测 360 次	
2030 年	假如采矿结束：封井处理；井口恢复治理。 地热井闭坑封井后，做为地热资源动态监测井使用。	
2025 年-2030 年	其他费用	
2025 年-2030 年	预备费	
合计		

(二) 2025 年-2035 年进度安排

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 7-9 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 7-9 各年度工作量安排及经费汇总表

年份	工作量	预算费用 (元)
2025 年 9 月-2026 年 9 月	动态监测设备采购, 水量、水位、水温监测 360 次; 地热井水质分析 4 件	
2026 年 9 月-2027 年 9 月	地热井水质分析 4 件, 水量、水位、水温监测 360 次	
2027 年 9 月-2028 年 9 月	地热井水质分析 4 件, 水量、水位、水温监测 360 次	
2028 年 9 月-2029 年 9 月	地热井水质分析 4 件, 水量、水位、水温监测 360 次	
2029 年 9 月-2030 年 9 月	地热井水质分析 4 件, 水量、水位、水温监测 360 次	
2031 年	地热井水质分析 4 件, 水量、水位、水温监测 360 次	
2032 年	地热井水质分析 4 件, 水量、水位、水温监测 360 次	
2033 年	地热井水质分析 4 件, 水量、水位、水温监测 360 次	
2034 年	地热井水质分析 4 件, 水量、水位、水温监测 360 次	
2035 年	地热井水质分析 4 件, 水量、水位、水温监测 360 次	
2030 年	假如采矿结束: 封井处理; 井口恢复治理。 地热井闭坑封井后, 做为地热资源动态监测井使用。	
2025 年-2035 年	其他费用	
2025 年-2035 年	预备费	
合计		

第八章保障措施与效益分析

一、组织保障

矿山地质环境恢复治理与土地复垦项目由矿山企业法人全面负责组织实施，矿长为组长、技术科长为副组长、专职环保和土地复垦管理人员等技术骨干力量为成员组成的管理机构，以负责方案的具体施工、协调和管理的工作。设计单位积极配合矿企在方案实施过程中的处理技术问题。市、县（区）自然资源主管部门负责督促、检查，并组织专家进行竣工验收。

二、技术保障

在生产期间使用精度较高的监测仪器，提高监测的准确性与时效性，一旦发现问题及时上报、治理，使危害降到最低程度，确保施工安全和施工质量。方案所应用的各种工程技术在我国属于比较成熟的工程施工技术，因此治理工程的实施在技术上有保证的。

项目一经批准，立即设立专门办公室，具体负责复垦工程的规划指导、监督、检查、组织协调和工程实施，项目实施单位必须要确保资金、人员、机械、技术服务到位，并对其实行目标管理，确保规划设计目标的实现。

工程实施中，根据本方案的总体框架，与相关技术单位合作，编制阶段性实施计划，及时总结阶段性治理与复垦实践经验，修订本方案。

加强与相关技术单位的合作，加强对国内外具有先进治理与复垦技术的单位学习研究，及时吸取经验。

项目配备相关的专业技术人员，加强对相关人员的技术培训，确保在项目的实施、监测工作中能及时发现问题。

三、资金保障

1.资金来源

资金落实是矿山地质环境保护与土地复垦工作成败的关键，企业应按照矿山地质环境保护与土地复垦方案计提相应的基金，专项用于矿山地质环境保护与土地复垦工作。《土地复垦条例实施办法（2019 修正）》第二十条规定：“采矿生产项目的土地复垦费用预存，统一纳入矿山地质环境治理恢复基金进行管理”。按照山东省自然资源厅、山东省财政厅、山东省生态环境厅《关于印发山东省矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法的通知》（鲁自然资规〔2020〕5 号）要

求，临清市鑫城房地产开发有限公司为本项目矿山地质环境保护和土地复垦义务人，目前已建立矿山地质环境治理基金账户。

2.费用存储

根据《关于印发山东省矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法的通知》（鲁自然资规〔2020〕5号）第二章第七条，本次编制的方案确定的动态投资元。

矿山企业前期在山东临清农村商业银行股份有限公司建立了矿山地质环境保护与土地复垦基金账户。当期适用方案评审前已缴存金额 元。

3.基金使用管理

依据《土地复垦条例》（2011年3月5日国务院令第592号）、《土地复垦条例实施办法》（2013年3月1日起施行）、《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意见》（财政部、国土资源部、环境保护部）及《山东省自然资源厅山东省财政厅山东省生态环境厅关于印发山东省矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法的通知》（鲁自然资规〔2020〕5号）：

（1）基金使用纳入矿山企业财务预算，按规定进行会计处理。矿山企业应设立基金收支台账，建立基金收支年报制度，并及时向矿山企业所在地县级自然资源主管部门报备基金账户缴存情况及证明材料。

各级自然资源、财政和生态环境主管部门按各自职责对基金进行监督管理。自然资源主管部门负责对矿山企业基金提取使用、工程验收及矿山企业履行义务等情况进行指导和监管；

财政部门负责对基金制度建立情况进行指导和监管；生态环境主管部门负责对矿山企业在矿山地质环境治理恢复过程中涉及环境保护工作情况进行指导和监管。

（2）各级自然资源主管部门应当会同生态环境等相关部门建立矿山地质环境治理恢复与土地复垦动态监管机制，按照“双随机、一公开”方式进行监督检查，督促矿山企业履行矿山地质环境治理恢复与土地复垦义务。

4.资金监督

确保每笔复垦资金落到实处，真正用在土地复垦工程上。对滥用、挪用资金的，坚决追究当事人、相关责任人的责任，并给予相应的行政、经济以及刑事处罚。

5.资金审计

对本项目矿山地质环境治理与土地复垦资金进行严格控制与审查，一是对资金来源是否足额进行审查；二是对资金管理进行审查；三是对使用的用途、使用范围、效果等情况进行审查。

四、监管保障

在项目生产建设过程中和运营管护中，开展相关学科领域的研究工作，建立动态监管调控体系，确保项目生产建设的生态效益、社会效益和经济效益的充分发挥，确保可持续发展。

项目主管部门在建立组织机构的同时，将加强与当地政府主管部门及职能部门的合作，建立共管机制，自觉接受地方主管部门和相关部门的监督管理。对监督检查中发现的问题将及时处理，以便治理与复垦工程顺利实施。企业对主管部门的监督检查情况应做好记录，对监督检查中发现的问题应及时处理。监督机构对于不符合设计要求或质量要求的工程责令限期完成整改，直到符合要求为止。

按照本方案治理与土地复垦确定年度安排，制定相应的各年规划实施大纲和年度计划，并根据治理与复垦技术的不断完善提出相应的改进措施，逐步落实，及时调整因生产建设发生变化的治理与复垦计划。由企业恢复治理与土地复垦管理办公室负责按照方案确定的年度方案落实，统一安排管理。以确保方案各项工程落到实处。保护治理与土地复垦单位的利益，调动其积极性。

五、效益分析

（一）社会效益

矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程的实施，能够有效预防和控制矿山地质灾害，增强矿山生产的安全性，在矿区内营造适生的植被，将会提高当地群众的生产、生活质量；改善了土地利用结构，发挥了生态系统的功能，合理利用了土地，提高了环境容量，促进了生态良性循环，维持了生态平衡。这不仅有利于企业职工及附近居民的身心健康，也为矿区附近居民提供了更多就业机会。本矿山恢复治理与土地复垦项目对当地社会发展会有较大的促进作用，具有较好的社会可行性。

（二）生态效益

矿山地质环境治理与土地复垦工程的实施，能有效遏制矿区及周边环境的恶化，改善矿区的生态环境。矿山地质灾害、土地破坏、水土流失得到有效预防和

控制；空气质量将得到大幅度的改善；植被恢复，不仅提高了植被覆盖率，还起到很好的涵养水源、保持水土、调节气候和净化大气的作用，增强了抗御自然灾害的能力，提高了生态环境质量和人居环境质量。矿山地质环境治理与土地复垦具有明显的生态环境效益。

（三）经济效益

矿山地质环境治理与土地复垦工程的实施，减轻了地质灾害发生的可能性，使得矿山地质灾害得到有效预防和控制，因而降低了因地质灾害造成的经济损失；采矿活动破坏的土地生产力也得到恢复，具有一定潜在的经济效益。

六、公众参与

方案中的公众参与是指项目建设单位及地质环境保护与土地复垦方案编制单位通过公众参与工作同公众之间的一种双向交流，其目的是收集当地土地管理部门和矿区周边区域公众对项目占地及开展后期复垦工作的意见和建议，以明确临清市鑫城房地产开发有限公司颐清园小区地热井土地复垦的可行性，调查前进行了《方案》公示见照片 1、照片 2。向公众公告本方案，在公示期结束后，即公众对项目有一定了解后，进行了公众调查。

本次公众参与调查采取现场走访方式（见照片 3、照片 4、照片 5、照片 6），对临清市鑫城房地产开发有限公司颐清园小区地热井复垦区周边居民、矿山企业员工进行了问卷调查，调查中介绍了本项目工程概况，工程建设对土地造成的损毁、损毁土地复垦的方向、土地复垦工作监督等情况，公开征求公众的意见。



照片 1 方案公示



照片 2 方案公示



照片 3 公众参与调查



照片 4 公众参与调查



照片 5 公众参与调查



照片 6 公众参与调查

本次公众参与共走访和发放调查表 10 份，收回有效调查表 10 份（见附件 10），调查结果提供了当地居民对本报告提出的复垦方案的想法以及对项目生产

建设单位土地复垦的看法和意见等。问卷调查内容见表 8-1。

表 8-1 土地复垦方案公众参与调查表

临清市鑫城房地产开发有限公司颐清园小区地热井土地复垦公众参与调查表						
姓名		性别		民族		电话
工作单位						
家庭住址						
文化程度						
职业						
序号	问题	请在以下相应栏内打√			备注	
		A	B	C		
1	您认为进行土地复垦是否有必要性？ A 是： B 否： C 无所谓					
2	您对进行土地复垦是否支持？ A 不支持： B 支持： C 非常支持					
3	您认为进行土地复垦是否有利于改善当地环境状况？ A 是： B 否： C 不关心					
4	您认为本项目是否有利于地方经济发展？ A 否： B 是： C 不关心					
5	您对复垦的时间要求为？ A 及时复垦： B 边生产边复垦： C 无所谓					
6	对您造成破坏最大的地类是哪类？ A 耕地： B 林地： C 草地（其他损毁地类请写在备注中）					
7	您认为本项目矿山复垦最适宜方向是什么？ A 耕地： B 林地： C 草地（其他建议请写在备注中）					
8	您愿意监督或参与矿山复垦吗？ A 不愿意： B 愿意： C 非常支持					
9	您对本复垦方案的其他意见或建议					

第九章结论与建议

一、结论

1.评估级别

评估区级别为二级。

2.现状评估

通过对矿山现状调查分析，矿山目前开采未发生地质灾害，影响程度较轻；对含水层的影响与破坏较轻；对原生地形地貌景观的破坏影响程度属较轻；对土地资源的破坏属较轻。因此，确定现状矿业活动对矿山地质环境影响程度分级属较轻。

3.预测评估

预测矿山在未来开采可能引发、加剧和遭受崩塌地质灾害可能性小，影响危害程度较轻；对含水层的影响与破坏程度较轻；对原生地形地貌景观的破坏影响程度较轻；对土地资源的破坏影响程度较轻。

4.分区

通过现状评估和预测评估，矿山地质环境保护与土地复垦分为1个区，即一般防治区。

5.恢复治理工程

通过评估，针对地热矿山的地质环境问题采取的主要恢复治理工程为地质环境监测（水量、水位、水温、水质监测）、封井处理及井口周围地面恢复。

6.资金概算

本项目矿山地质环境保护与土地复垦工程5年估算总费用为 元，2025-2035年估算总费用为 元。

二、建议

严格落实地热资源防护的各种保护措施，防止地热资源遭到污染。