

文登市坤龙园艺场呼雷汤地热井
矿山地质环境保护与恢复治理方案

文登市坤龙园艺场

二〇二五年六月

文登市坤龙园艺场呼雷汤地热井 矿山地质环境保护与恢复治理方案

编写单位：山东省物化探勘查院

项目负责：陈 振

报告编写：陈 振 窦炳臣 牛水源

程 龙 臧进前 孙建峰

审 核 人：张 勇

总工程师：魏印涛

院 长：刘玉仙

提交单位：文登市坤龙园艺场

提交日期：二〇二五年六月

目 录

前 言	1
一、任务的由来	1
二、方案编制的依据	2
三、方案的适用年限	4
四、编制工作概况	4
第一章 矿山基本情况	6
一、矿山地理位置和社会经济概况	6
二、矿山开采历史及现状	7
三、矿山利用方案概述	9
四、以往方案执行情况	9
第二章 矿山地质环境背景	14
一、自然地理	14
二、地形地貌	15
三、地层岩性与地质构造	15
四、水文地质	18
五、工程地质条件	20
六、矿体（层）地质特征	20
七、矿山及周边其他人类工程活动情况	24
第三章 矿山地质环境影响评估	25
一、评估范围和评估级别	25
二、现状评估	28
三、预测评估	30
第四章 矿山地质环境保护与恢复治理分区	32
一、分区原则与方法	32
二、分区评述	32
第五章 矿山地质环境保护与恢复治理原则、目标和任务	33
一、矿山地质环境保护与恢复治理原则	33

二、矿山地质环境保护与恢复治理目标和任务	33
三、矿山地质环境保护与恢复治理工作部署	33
第六章 矿山地质环境防治工程	35
一、矿山地质环境保护与恢复治理工程	35
二、矿山地质环境监测工程	35
第七章 经费估算与进度安排	37
一、工程量估算	37
二、经费估算	37
三、进度安排	38
第八章 保障措施与效益分析	40
一、保障措施	40
二、效益分析	41
第九章 结论与建议	43
一、结论	43
二、建议	43

前 言

一、任务的由来

根据国土资源部制定下发的《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/T0223-2011）的规定，文登市坤龙园艺场委托山东省物化探勘查院开展了“文登市坤龙园艺场呼雷汤地热井矿山地质环境保护与恢复治理方案”的编制工作，并按有关技术要求编制完成本方案。

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、矿区水土环境污染及矿山土地损毁的现状评估和预测评估。
- 3、核查2015年矿山地质环境保护与恢复治理方案执行情况，并针对目前矿山存在的地质环境问题提出治理措施。
- 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。

二、方案编制的依据

1、政策法规依据

- (1) 《中华人民共和国矿产资源法》；
- (2) 《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）；
- (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) 《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）；
- (5) 《地质灾害防治条例》（国务院令第 394 号）；
- (6) 《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）”；
- (7) 《山东省地质环境保护条例》（2003 年 9 月）；
- (8) 山东省矿山地质环境治理保证金管理暂行办法（鲁财综〔2005〕81 号）；
- (9) 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）。

2、有关规范依据

- (1) 《区域地质图图例》（GB/T 958-2015）；
- (2) 《综合工程地质图图例及色标》（GB/T 12328-1990）；
- (3) 《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB 12719-2021）；
- (4) 《综合水文地质图图例及色标》（GB/T 14538-1993）；
- (5) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；

- (6) 《1:50000 地质图地理底图编绘规范》 (DZ/T 0157-1995) ;
- (7)《地质图用色标准及用色原则(1:50000)》(DZ/T 0179-1997);
- (8) 《地下水监测规范》 (SL/T183-2005) ;
- (9) 《污水排入城镇下水道水质标准》 (GB/T 31962-2015) ;
- (10) 《地质灾害危险性评估规范》 (DZ/T0286-2021) ;
- (11) 《地热资源地质勘查规范》 (GB/T11615-2010) ;
- (12) 《地热资源勘查技术规程》 (DB37/T4250-2021) ;
- (13) 《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制编制规范》
(DZ/T0223-2011) 。

3、资料及其它依据

- (1)《山东省文登市高村镇呼雷汤 1#井单井地热资源储量报告》
(山东省鲁南地质工程勘察院, 2009 年) ;
- (2)《山东省文登市高村镇呼雷汤 1#井单井地热资源储量报告》
(山东省地质矿产勘查开发局第六地质大队, 2015 年) ;
- (3)《山东省威海市文登区呼雷汤 1 号井单井地热资源储量核
实报告》(山东省物化探勘查院, 2025 年) ;
- (4)《文登市坤龙园艺场呼雷汤地热井矿产资源开发利用方案》
(山东联创建筑设计有限公司, 2010 年) ;
- (5)《文登市坤龙园艺场呼雷汤地热井矿产资源开发利用方案》
(山东省物化探勘查院, 2025 年) ;
- (6)《山东省文登市坤龙园艺场呼雷汤地热井矿山地质环境保
护与恢复治理方案》(威海金利矿产资源评估有限公司, 2010 年) ;
- (7)《山东省文登市坤龙园艺场呼雷汤地热井矿山地质环境保
护与恢复治理方案报告表》(山东省地质矿产勘查开发局第六地质大
队, 2015 年) ;

- (8) 《威海市地热资源开发利用专项规划（2021-2025 年）》；
- (9) 《威海市地质灾害防治规划（2013-2025 年）》；
- (10) 文登市坤龙园艺场提供的其它资料；
- (11) 矿山地质环境保护与恢复治理方案编制委托书。

三、方案的适用年限

该矿山开采矿种为地热，采矿权人为文登市坤龙园艺场，申请矿山服务年限为五年。因此，该方案适用年限与申请矿山服务年限同步，同为五年，时间为 2025 年 7 月—2030 年 6 月。另外，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。

四、编制工作概况

2025 年 6 月 1 日，山东省物化探勘查院开始组织相关技术人员进行《文登市坤龙园艺场呼雷汤地热井矿山地质环境保护与恢复治理方案》的编制工作，即日项目组便展开调查工作。

地热地质调查工作自 2025 年 6 月 1 日开始至 2025 年 6 月 3 日结束，分为资料收集和野外调查工作阶段，分别进行了以往资料收集、地热地质调查、矿山地质环境及水土污染调查等野外工作；2025 年 6 月 4 日至 2025 年 6 月 12 日，为资料综合整理、分析研究及方案编写阶段。2025 年 6 月 13 日，提交了《文登市坤龙园艺场呼雷汤地热井矿山地质环境保护与恢复治理方案》。本次工作完成的主要实物工作量见表 1-1。

表 1-1 完成主要实物工作量一览表

序号	工作内容	单位	数量	备注
1	收集资料	套	5	
2	1: 2000 专项地热地质调查	km ²	0.63	
3	地质环境及水土污染调查	km ²	0.63	

序号	工作内容	单位	数量	备注
4	水质分析报告收集	件	3	
5	工程点测量	点	1	
6	报告编写	份	1	

本次工作严格按照相关法律法规、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制编制规范》有关技术要求开展，符合工作质量标准。

第一章 矿山基本情况

一、矿山地理位置和社会经济概况

（一）矿山位置

威海市文登区呼雷汤地热井位于文登区高村镇北偏西*. *km，汤西村东***m 处，西北距文登市城区**km，东距荣成市城区**km，行政区划隶属文登区高村镇。呼雷汤地热温泉矿区南距 305 省道*. *km，北距 309 国道约*. *km，东北距威海机场约**km，北有坤龙水库，南为千步港、靖海湾，地理位置十分优越（见图 1-1）。

图 1-1 交通位置图

（二）矿山范围及拐点坐标

矿山东西长度约**m，南北宽度约**m，矿区范围极值直角坐标：
X: *****.**~*****.**，Y: *****.**~*****.**，开采
深度：由**米至***米标高，矿山面积*. *****km²（见表 1-1）。

表 1-1 矿山范围拐点坐标一览表（CGS2000 国家大地坐标系）

拐点编号	大地坐标	
	X	Y
1	*****.**	*****.**
2	*****.**	*****.**
3	*****.**	*****.**
4	*****.**	*****.**
面积	*.**km ²	

（三）矿区及周围社会经济概况

高村镇位于文登区东南部，濒临黄海，镇政府驻高村村。辖 46 个村 1.04 万户 2.67 万人，总面积 96.67 平方千米。2023 年，实现工农业总产值 6.08 亿元，财政收入 2323.39 万元，农村经济总收入 1562.23 万元，农民人均纯收入 2.1 万元。传统农业以小麦、玉米等粮食作物种植和苹果等经济作物种植为主，粮食年总产量 3.7 万吨。特色农业以棚栽果蔬、西洋参、特色禽畜白羽鸡养殖为主。特产有脉田糖瓜、沙柳西红柿、青龙河蟹、莲花扫帚、二甲草柳编、河西刃具、西山蜜桃等。沿海以精养对虾、文蛤、缢蛏、梭子蟹、海蜇、海参等为主，内陆主要以鲢、草、鲑、鳙、罗非、黑鱼、大银鱼、黄河鲤为主。工业门类齐全，主要有车辆板簧、石油管材、钢铁铸件、农用机具、特种钢材、生物菌肥、膨化饲料、皮箱坤包、玩具渔具、体育用品、家纺丝织、水产加工等行业，有工贸企业 44 家。2024 年实现工业总产值 2.24 亿元、营业收入 2.6 亿元。

二、矿山开采历史及现状

（一）矿业权设置及变更

2009 年 1 月 8 日，威海市国土资源局向山东省国土资源厅请示

恢复该地热田采矿权（威国土资发〔2009〕4号文）。2009年7月8号山东省国土资源厅下发《关于委托出让文登市呼雷汤地热采矿权的函》（鲁国土资字〔2009〕683号），委托威海市国土资源局依法出让呼雷汤地热田采矿权。

2010年3月1日，文登市坤龙园艺场取得了“文登市坤龙园艺场呼雷汤地热井”采矿权，采矿证号C3700002010081130073179，开采方式为地下开采，生产规模 $^{**.*}$ 万 m^3/a ，开采深度：由 ** 米至 *** 米标高，有效期自2010年8月20日至2015年8月20日，矿区面积 $^{*.****}$ km²，矿区范围由4个拐点圈定，拐点平面直角坐标见表1-2。

表 1-2 矿山范围拐点坐标一览表（CGS2000 国家大地坐标系）

拐点编号	大地坐标	
	X	Y
1	$^{*.****.*}$	$^{*.****.*}$
2	$^{*.****.*}$	$^{*.****.*}$
3	$^{*.****.*}$	$^{*.****.*}$
4	$^{*.****.*}$	$^{*.****.*}$
面积	$^{*.****}km^2$	

2015年，文登市坤龙园艺场对上述采矿权进行了延续，有效期自2015年12月23日至2020年8月20日，采矿证号、开采方式、生产规模、开采深度、矿区范围、矿区面积均未有改变。

2020年8月20日采矿许可证到期以后，因取水许可证到期无法办理，处于采矿证延续的补证资料阶段。

（二）开采历史

根据2010年山东联创建筑设计有限公司编写的《文登市坤龙园艺场地热井矿产资源开发利用方案》，该报告设计开采规模为 $^{*.*}$ 万

m³/a, 平均开采量***m³/d, 矿山服务年限 5 年, 开采地热水资源量为**.*万 m³。对地热水梯级利用: 温度 60℃以上的地热水, 先行供暖; 40~50℃的地热水, 以医疗洗浴为主; 25~40℃的地热水, 按建设项目开发。实际上 2010 年至今呼雷汤地热田处于停采状态。

(三) 矿山开采现状

呼雷汤 1 号井直角坐标: X=*****.** , Y=*****.** , 井深 101.33m, 井口标高***.**m, 井水自流排泄。

依据《威海市矿产资源总体规划(2021-2025 年)》、《威海市地热资源开发利用专项规划(2021-2025 年)》相关内容, 经威海市自然资源和规划局、威海市文登区自然资源局查询, 文登市坤龙园艺场呼雷汤地热井地热采矿权周边 2km 范围内无其它矿业权设置, 无其它探矿权, 无其它采矿权。

三、矿山利用方案概述

(一) 建设项目及用热工程概况

根据高村镇建设规划, 该地热田主要满足以下三个建设项目用户的康养洗浴的要求。

项目一: 文登区呼雷汤温泉洗浴中心项目, 用水主体, 文登区呼雷汤温泉洗浴中心, 项目占地 2267m², 单层结构, 泡池 610m², 淋浴设备 40 套, 员工 8 人, 主要为当地居民提供温泉大众洗浴服务。

项目二: 威海慈口观田园综合体项目由威海郁竹苑置业有限责任公司投资 4.5 亿元打造。项目规划建设 3.8 万 m²的综合服务中心, 为游客提供综合集散换乘、花海田园观光、导游、餐饮、展览展示等服务; 建设 7.8 万 m²的慈口观民俗组团, 为游客提供住宿、休闲、购物于一体的度假大本营; 为游客提供娱乐、洗浴、游泳等温泉服务。

项目三: 泊阳云谷温泉度假区项目落在高村镇汤泊阳村村北, 总

占地面积约 74822m²，总建设规模约 10 万平方米，项目分两期进行，其中一期建设 64703 平方米。项目总投资约 2 亿元，将建成集温泉度假、现代农业、休闲旅游、田园社区为一体的温泉度假区，形成城乡统筹，创新城乡融合，联动城乡发展，满足城乡居民日益增长的休闲旅游、康养娱乐需求，成为文登区文旅产业的开拓者。项目建成后将安排 100 余个就业岗位，实现税收 300 万。

目前，矿区内已安装设备有地热水泵、地热原水处理初步设备等，后期将加大设备投入。

（二）用热工程对热量的需求

根据《地热资源地质勘查规范》（GB/T11615-2010）中地热供热等耗水（热）量参考标准，温泉洗浴 0.3~0.5m³/人·次，本次取 0.3m³/人·次，在一个洗浴期（365d）。据此计算：

项目一：文登区呼雷汤温泉洗浴中心项目，年可接待**.*万人次，日取水量在***.**m³；项目二：威海慈口观田园综合体项目，年可接待游客**万人次，日取水量***.**m³；项目三：泊阳云谷温泉度假区项目，年可接待客人**多万，日用水量***.**m³。据此计算，以上三个项目日需水量***.**m³/d，折合年需水量**.**万 m³。

（三）地热流体利用基本工艺流程

地热水由深井泵采出，将地热水除砂、袋式过滤器后，过滤后的地热水通过管道分别送至三项目供洗浴用水，整体项目工艺流程图见图 1-2。

一路热水供文登区呼雷汤温泉洗浴中心项目，主要用于大众洗浴，运送距离约***m，距离较近，热损失按照 3℃/km 计算，热损失为*.**℃，洗浴后的地热水进行尾水处理，尾水温度达到 30℃以下（平均温度 25℃），符合《污水排入城市下水道水质标准》（CJ-343-2010）

后，可直接进入城市污水管网，见图 1-3。

图 1-2 工艺流程示意图

图 1-3 文登区呼雷汤温泉洗浴中心项目工艺流程图

一路热水进入汤西村东的温泉蓄水池（20m×30m×2m），管道长度***m，然后分为两路分别给威海慈口观田园综合体项目和泊阳云谷温泉度假区项目供水

至威海慈口观田园综合体项目管线长度约*.*km（需要二次加压），热损失按照 3℃/km 计算，热损失为**.*℃，尾端温度约为**.*℃，该项目尾水经微动力污水处理站处理达标后，排入岭上东河，见图 1-4。

至泊阳云谷温泉度假区项目管线长度约*.*km，热损失按照 3℃/km 计算，热损失为*.*℃，尾端温度约为**.*℃，洗浴后的地热水进

行尾水处理，尾水温度达到 30℃以下（平均温度 25℃），符合《污水排入城市下水道水质标准》（CJ-343-2010）后，可直接进入城市污水管网，见图 1-5。

洗浴供热负荷 1386.14kw。系统设计参数见表 1-5。

图 1-4 威海慈口观田园综合体项目工艺流程图

图 1-5 泊阳云谷温泉度假区项目工艺流程图

四、以往方案执行情况

根据 2015 年矿山地质环境保护与恢复治理方案报告，矿山企业需在 2015~2020 年完成如下保护与治理措施：

2015 年 7 月~2016 年 7 月，完成监测点的建立，培训专职监测人员，开始监测，因井水自流，对水温、水量、水质进行监测。设立一级保护区，安排专职人员巡查，避免保护区内存在大型污染源，污染第四系盖层，一旦发现，及时采取应对措施。

2016 年 7 月~2020 年 7 月，监测地下水水位、水温、水量、水质，避免出现超采、排水口水质不达标等地热水开采问题破坏含水层，同时，保护第四系盖层，避免污染地下热水，二者相辅相成。

经本次实地调查，2010 年至今矿山企业地热井处于停止开采状态，上述方案中的保护与治理措施未开展。

第二章 矿山地质环境背景

一、自然地理

(一) 气象与水文

文登区地处北温带，属大陆性季风气候。具有季风进退频繁，四季变化分明，春季回暖晚，干燥多风，夏季湿热多雨，秋季凉爽易旱，冬季漫长寒冷多雪等特点。全年相对湿度为 71.5%，历年主导风向，夏季为东南风，冬季为西北风，水汽来源主要为东南季风带来的大量水汽。

全区多年平均降水量 784.2mm，降水量多集中在 6~9 月。2023 年全区平均降水量 919.6mm，较上年同期偏少 19.5%，较历年同期偏多 17.2%。1953 年以来降水量最多年份是 1959 年，降水量 1183.6mm，降水量超过 1000mm 的年份有 10 个；降水量最少年份是 1999 年，降水量 398.3mm。年度降水分布不均，夏季较为集中，6~9 月，降水量约占全年 68%，常出现暴雨，春秋降水偏少，常发生干旱，冬季常出现大雪或暴雪。

年平均气温 12.2℃，1 月份平均气温全年最低，为 -1.8℃，8 月份平均气温全年最高，为 25℃；有气象资料记录（1953 年）以来年平均气温最高是 13.0℃，出现在 2013 年；年平均气温最低是 10.2℃，出现在 1956 年。

年日照时数 2336.1 小时，无霜期 215 天。

本区河流属半岛边沿水系，为季风区雨源型河流。河床比降大，源短流急，暴涨暴落。径流量受季节影响差异较大，枯水季节多断流。呼雷汤地热田东 400m 处为青龙河，青龙河为文登区第二大河流，全长 31km，流域面积 235km²，青龙河常年有水。青龙河中游建有中型水库——坤龙水库，距地热井北约 2km，库容 6500 万 m³，兴利库容

1000 万 m^3 ，是文登区第二大水库。

二、地形地貌

本区地处鲁东丘陵区，属山间谷底地貌，侵蚀堆积地形，地势总体比较平坦，地面标高在 $***.**\sim***.**\text{m}$ ，地形略有起伏，多剥蚀残丘。沟谷纵横，并见有较多的缓坡垅岗。呼雷汤地热井地面坡降 5‰左右，从西北向东南缓倾（照片 1-1）。

照片 1-1 呼雷汤地热田周边地形地貌

三、地层岩性与地质构造

（一）地层岩性

区内地层缺失较多，出露的地层主要是新生界地层（见图 2-1）。区内新生界地层主要为沿现代河床沉积的第四系松散地层，受地形、地貌控制，分为以下两组：

临沂组（ Q_{hl} ）：主要分布于河床两岸，岩性以中细砂、中粗砂为主，成分以长石、石英为主，磨圆度和分选性差，厚度一般 1~5m。

沂河组（ Q_{hy} ）：主要分布于区内的河漫滩及河床内，岩性以砾

图 2-1 区域地质简图

砂、粗砂、中砂为主，局部可见细砂及淤泥，含大量砾石，多为浑圆状，少数为次棱角状，属全新世冲积物，厚 2~3m，沿河流自上而下由薄变厚。

（二）地质构造

威海位于胶东半岛的东端，在大地构造位置上属于秦岭-大别-苏鲁造山带（I），胶南-威海隆起区IV（II），威海隆起IV_b（III），乳山-荣成断隆IV_{b2}（IV），威海-荣成凸起IV_{b2}¹（V）。

区内构造以脆性断裂为主，呼雷汤地热田的控矿构造为青龙河断裂及汤西断裂，汤西断裂近北东东向，为压扭性断裂；青龙河断裂近南北向，为张性断裂，富水性好，属导水断裂，两断裂交汇复合部位岩石裂隙较发育，富水性较好，是地热形成的必备条件。

（三）岩浆岩

区内岩浆岩极为发育，遍布全区，形成时代集中于中生代燕山晚期伟德山序列、埠柳序列侵入岩和新元古代荣成序列侵入岩，其形态呈岩株状、同心环状。岩性主要为二长岩、二长花岗岩、花岗质片麻岩等。

1、新元古代荣成序列侵入岩

大时家单元：岩性为中细粒含黑云角闪花岗闪长质片麻岩，呈岩株状产出，被邱家单元侵入。岩石新鲜面呈灰色，风化后褐黄色，鳞片粒状变晶结构、糜棱花岗变晶结构，片麻状构造。

邱家单元：岩性为细粒二长花岗质片麻岩，呈岩株状、岩枝状产出。侵入于大时家单元中。岩石新鲜面呈浅肉红色，风化后呈土黄色，细粒花岗变晶结构，片麻状构造。

2、中生代燕山晚期伟德山序列侵入岩

虎头石单元：岩性为细粒二长花岗岩，呈岩株状产出，平面呈不规则椭圆状，北东向展布，岩石新鲜面呈肉红色，花岗结构，二长结

构，块状构造。

3、中生代燕山晚期埠柳序列侵入岩

洛西头单元：岩性为含斑中粒角闪黑云石英二长岩，侵入体呈环状产出，侵入于埠柳单元，被岐阳单元侵入，该单元岩石中普遍含有稀疏的钾长石斑晶和暗色微粒闪长质包体，包体规模一般为 3~5cm，呈暗灰色浑圆状。岩石新鲜面呈灰白色，含斑中粒结构，块状构造。

岐阳单元：岩性为中细粒角闪石英二长岩，呈岩株状产出，东部侵入于荣成序列，南部被洛西头单元侵入。岩石新鲜面呈灰红色，中细粒半自形粒状结构，块状构造。

四、水文地质

（一）区域水文地质条件

本区地下水的赋存与分布规律，主要受地层岩性、地形地貌、地质构造及水文气象等因素所控制。地下水按赋存条件划分为第四系松散岩类孔隙含水岩组和基岩裂隙含水岩组，其特征分述如下：

（1）第四系松散岩类孔隙含水岩组

主要分布于区域中部，河川沟谷两侧的冲洪积层中，含水层岩性为砂及中粗砂，分选性较差-中等，厚度 5~17m，水位埋深与大气降水及河水位有密切关系，一般埋深 1.5~3.0m，单井出水量 100~500m³/d，边缘地带单井出水量小于 100m³/d，水质较差，水化学类型多为 HCO₃•Cl-Ca•Na 型，矿化度多<1g/L。

（2）基岩裂隙含水岩组

基岩裂隙水赋存于岩石风化裂隙中，基岩裸露，表层遭强风化，风化裂隙发育，一般，地处低山丘陵区层状岩类全风化带发育深度 15~40m；赋存于中生代燕山期的各种侵入花岗岩、二长岩的块状岩类岩石致密坚硬，具网状裂隙，多被泥砂充填，风化深度较浅，一般

在 10~15m。全风化带厚度随地形而异，低洼处较厚，山脊山梁部位因遭剥蚀而较薄。其风化物粗细不均且混杂，风化裂隙常被泥砂充填，因而富水性较弱，单井涌水量 $<100\text{m}^3/\text{d}$ ，单泉涌水量 $<10\text{m}^3/\text{d}$ 。水位埋深随地形而异，一般在 1~6m，最大 17m。受气候影响，季节性变化明显，水位年变幅 0.65~4m。该地下水交替循环强烈，径流通畅，水质良好，水化学类型以 $\text{HCO}_3\text{-Ca}\cdot\text{Na}$ 、 $\text{HCO}_3\cdot\text{Cl-Ca}\cdot\text{Na}$ 为主，矿化度 $<1\text{g/L}$ 。

（二）地下水补给、径流及排泄条件

（1）第四系孔隙水的补给、径流及排泄条件

第四系孔隙水的补给来源以大气降水入渗为主，同时还接受地表水和基岩裂隙水的补给。丰水期主要接受大气降水的垂直补给和河流的沿途侧渗补给，枯水期补给来源主要靠基岩裂隙水的径流和泉水的渗入补给。第四系孔隙水的径流与排泄，主要通过蒸发、地表、地下径流和人工开采等方式进行。

（2）基岩裂隙水的补给、径流及排泄条件

基岩裂隙水的补给、径流及排泄主要受地形、地貌、地质构造所控制，大气降水、地表水的下渗为其主要来源。渗入地下的部分沿裂隙发育和延伸方向径流。泉水、人工开采是其主要的排泄方式。

地热田地下热水的补给来源主要为大气降水，大气降水沿断裂裂隙渗入深部后，经热源增温，以对流方式上升至地表浅部。地下热水的径流情况较为复杂，主要表现在纵向上的对流式径流与横向上的扩散式径流两个方面。所谓的纵向上的对流式径流是指热水在深部热源驱动下，热水自热储深部上移至热储浅部乃至基岩顶部的运动过程。横向上的扩散式径流则指在天然状态下，地下热水水位高于第四系水位（在枯水季节甚至高于地表水），从而对第四系含水层或地表水具

有一定的补给作用，补给方式为从热水出露中心向周围扩散径流；而在人工开采度强度较大的情况下，不存在上述过程，因为此时的热水水位低于第四系水位。从近年的情况看，地热田地下热水排泄的主要方式是人工开采，其次有少量补给第四系孔隙水和地表水。

（三）地下水动态特征

地下水动态主要受气候、人工开采和地表水的影响。第四系松散岩类孔隙潜水含水层，地下水位变幅较小，年内变化主要与大气降水和地表水关系密切，年变幅在 2~3m；区内基岩裂隙水含水层位于第四系松散岩类孔隙潜水含水层之下，年内变化主要与第四系水位关系密切，地下水位变幅与第四系变幅基本一致。区内最高水位多出现在 7~9 月份，最低水位多出现在 1~3 月份。地热构造裂隙水是基岩裂隙水的一种表现形式，多年地下水动态主要受人工开采影响。

五、工程地质条件

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），工作区地震动峰值加速度为 0.05g，地震动反应谱特征周期 0.40s，建筑抗震设防烈度为Ⅶ度，属地壳较稳定区。另外地热田内地层比较简单，出露的地层是第四纪的松散岩，下伏基岩为新元古代荣成序列片麻状细粒二长花岗岩，矿床岩性较单一，岩石结构致密，质地坚硬，不易破碎，抗拉强度、抗弯强度都较高，具有较强的稳固性，工程地质条件良好。根据调查，地热田自开采以来，地热井周围未发生过工程地质问题。综上所述，地热田工程地质区域地壳稳定性较好，工程地质条件复杂程度仍为简单。

六、矿体（层）地质特征

（一）矿区地热地质特征

呼雷汤地热田为构造裂隙型热储，主要岩性为片麻状细粒二长花

岗岩，其控矿构造为近南北向青龙河断裂及北东东向汤西断裂构造交汇复合部位，地热流体的富集、运移规律主要受地热田内断裂构造的控制。在断裂带及两侧，构造裂隙发育，为地下水提供了良好的赋集和运动空间，形成地热流体富集带。地热田内的地热流体受其含水介质和赋存状态的控制，具有裂隙水的典型特征，分布不均匀。

地下热水主要埋藏于第四系之下的构造裂隙中，第四系起到了盖层保温的作用。热储层为带状热储含水层；热源主要来自地球内部的传导热；热源通道是地下热水所通过的构造破碎带。地热田内的热储盖层主要有二种岩石构成，即第四系松散层和新元古代荣成序列庙山单元片麻状细粒二长花岗岩等。

第四系松散层位于地表，分布于整个地热田，厚度变化不大，北薄南厚，厚度在 10~20m，隔水性较差，且不均匀，以致地热流体穿过该层在地表形成温泉，由于其厚度较小其保温效果也不明显。片麻状细粒二长花岗岩分布在地热田的大部分地区，上部被第四系覆盖，该岩石即是构成热储的主要岩层，又是热储的主要盖层。热储和盖层间没有清楚的界线，呈不均匀的过渡关系（见图 2-2）。

图 2-2 呼雷汤地热田热储概念模型示意图

（二）热储层的水文地质特征

根据 2025 年储量核实报告，1 号地热井在 20m 降深时的可开采量为***.**m³/d，地热流体水温 66℃，水化学类型为 SO₄•Cl-Na 型水，pH 值为*.**，溶解性固体总量为***.**mg/L。

（三）地热资源类型

根据《地热资源地质勘查规范》（GB/T11615-2010）中地热资源温度分级表（表 2-1）可知，呼雷汤地热田地下热水温度为 66℃，属低温地热资源热水。地下热水受断裂构造与岩浆活动影响，地热田规模较小，热储呈带状。热水主要赋存于地热田中高渗透率破碎带中，受构造断裂控制较明显。

表 2-1 地热资源温度分级

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
注：表中温度是指主要储层代表性温度			

（四）矿区补径排条件

大气降水为主要的补给源，大气降水通过构造破碎带入渗地下深部，经高温岩浆岩加热而增温，在有利的地质构造部位（张性断裂或断裂交叉部位），及静水压力下，以对流方式上升至地表浅部，并沿断裂通道涌出地表而形成温泉。该地热温泉是通过地热井出露于青龙河一级阶地上。

排泄条件：人工开采为其重要的排泄方式，此外也以自流方式进

行排泄。

（五）地热流体动态变化特征

矿区水文地质条件的变化主要为地热流体的动态变化，受地热田成因、地热地质条件和人为因素的影响，地热流体的水位、水温、水质受地热水的开采量的变化而变化。

1、水位

大气降水为呼雷汤地热田地下热水的主要补给来源，人工开采是地热井的主要排泄方式，2010~2025 年呼雷汤地热田处于停采阶段，地下热水一直处于自流排泄，没有完整详细的监测资料。根据搜集的资料显示，丰水季节 9~11 月份地下热水水位较高，枯水季节 1~4 月份地下热水水位较低，其水位变化受降雨量影响。

2、水量

根据 2009 年储量核实报告相关内容，1 号地热井在 20m 降深时确定的可开采量为***.**m³/d；根据 2015 年储量核实报告相关内容，1 号地热井在 20m 降深时确定的可开采量为***.**m³/d。本次储量核实工作中，推算 1 号地热井在 20m 降深时的可开采量为***.**m³/d。总体来看，地热流体的可开采量增大。

3、温度

根据以往资料，2009 年 9 月编制的储量核实报告中地热井水温为 57℃，2010 年 5 月编制的储量核实报告中地热井水温为 66℃，本次储量核实工作测量的水温为 66℃，近十几年间的水温趋于稳定。

4、水质

地下热水的水化学成分取决于水的温度、含水层的岩性以及和热流体伴生的气体。地下热水参与自然界中的水循环，其水文地球化学作用主要是溶滤作用，化学成分主要决定于热水出露处第四系岩性成

因以及循环深度内的基底岩性和来自深部气体的影响。

根据 2025 年取样分析测试主要阴阳离子结果与以往样品测试主要阴阳离子分析结果（表 2-2）对比可知，地热田水化学类型未发生变化，为 $\text{SO}_4\cdot\text{Cl-Na}$ 型水，主要阳离子（ K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} ）的含量、主要阴离子（ Cl^- 、 SO_4^{2-} ）的含量和总硬度的值均呈现下降趋势，总矿化度呈现上升趋势，阴离子 HCO_3^- 含量呈现上升趋势，反应在 pH 值呈现下降趋势。

表 2-2 2009~2025 年地热流体主要离子含量对照表

取样 时间	主要阴离子（mg/L）			主要阳离子（mg/L）				总矿化度 (mg/L)	总硬 度 (mg/L)	水化学 类型	pH 值
	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}				
2009	167.72	371.18	76.57	13.25	290.0	38.16	<0.30	1077.48	95.29	$\text{SO}_4\cdot\text{Cl-Na}$	8.4
2015	163.2	351.3	63.86	12.93	255.90	34.31	0.57	982.91	88.03	$\text{SO}_4\cdot\text{Cl-Na}$	8.04
2025	160.1	334.14	90.57	11.42	255.21	30.47	0.34	986.29	79.03	$\text{SO}_4\cdot\text{Cl-Na}$	6.98

七、矿山及周边其他人类工程活动情况

该矿山周围主要为农田和生活居民区，地热水的开采总体不会影响地形地貌等地质景观和居民的生产生活。

依据《威海市矿产资源总体规划（2021-2025 年）》、《威海市地热资源开发利用专项规划（2021-2025 年）》相关内容，经威海市自然资源和规划局、威海市文登区自然资源局查询，文登市坤龙园艺场呼雷汤地热井地热采矿权周边*km 范围内无其它矿业权设置，无其它探矿权，无其它采矿权。

区内及周边人类工程活动主要为生活居民房屋的建设及道路的修缮，人类工程活动一般，人类工程活动对地质环境的影响很小。

第三章 矿山地质环境影响评估

一、评估范围和评估级别

（一）评估范围

矿区位于河流一级阶地上，地势较平坦。矿山开采方式为地热井开采，未进行地表剥离，地热井内热水自流排泄，无地下开采形成的采空区。因此，矿区范围内发生滑坡、崩塌、泥（渣）石流、岩溶塌陷、地面沉降、采空塌陷的地质环境条件弱发育至不发育。矿山地质环境影响因素主要为地热水对水环境的影响。本矿区的地热尾水经处理后排入项目运营而新建的污水管网后汇入高村镇污水处理厂进行处理，因此地热尾水对水环境几乎无影响。由以上分析，确定本次评估范围为地热井开采影响范围（开采影响半径***m），评估范围由4个拐点坐标圈定，评估范围极值直角坐标：X：*****.**~*****.**，Y：*****.**~*****.**，评估区面积*.**km²（见表3-1）。

表3-1 评估区范围拐点坐标一览表（CGS2000 国家大地坐标系）

拐点编号	大地坐标	
	X	Y
P ₁	*****.**	*****.**
P ₂	*****.**	*****.**
P ₃	*****.**	*****.**
P ₄	*****.**	*****.**
面积	*.**km ²	

（二）评估级别的确定

根据《矿山环境保护与综合治理编制规范》（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。

评估区内居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下；无重要交通要道或建筑设施；远离各级自然保护区及旅游景区（点）；无重要水源地；且评估区内未破坏土地。根据《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》（DZ/T0223-2011），按评估区重要程度分级表划属为一般区。

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）附录 E 矿山地质环境影响程度分级表（见表 3-2），矿山地质环境影响程度依据地质灾害、含水层、地形地貌景观和土地资源等四方面因素划分为影响严重、影响较重和影响较轻三个级别。

表 3-2 矿山地质环境影响程度分级表

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 ³ /d；区域地下水水位下降幅度大；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、风景名胜旅游区、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。	占用破坏基本农田；占用破坏耕地大于 2hm ² ；占用破坏林地或草地大于 4hm ² ；占用破坏荒地或未开发利用土地大于 20hm ² 。
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。	矿井正常涌水量 3000~10000m ³ /d；矿区及周围主要含水层（带）水位下降幅度较大，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。	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、人文景观、风景名胜旅游区、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。	占用破坏耕地小于等于 2hm ² ；占用破坏林地或草地 2~4hm ² ；占用破坏荒山或未开发利用土地 10~20hm ² 。

影响程度分级	地质灾害	含水层	地形地貌景观	土地资源
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 ³ /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。	占用破坏林地或草地小于等于2hm ² ; 占用破坏荒山或未开发利用土地小于等于10hm ² 。
注:若综合评估,分级确定采取上一级别优先原则,只要有一项要素符合某一级别,就定为该级别。				

评估区内地质灾害不发育;矿井正常涌水量约***m³/d,小于***m³/d;矿区及周围主要含水层水位下降幅度小;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;不占用林地或草地资源。因此综合评定矿山地质环境条件复杂程度简单。

矿山属低温地热田,矿山生产规模按照《地热资源地质勘查规范》(GB/T11615-2010)中的表3规定, $W_t=*. *MW < 10MW$,属于小型,综上所述确定其矿山地质环境影响评估分级为三级(见表3-3)。

表 3-3 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	二级	二级	三级
	小型	二级	三级	三级

二、现状评估

（一）地质灾害危险性现状评估

1、评估灾种的确定

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、地面沉降和不稳定斜坡等。

（1）崩塌、滑坡、泥石流

评估区位于河流一级阶地，地势平坦，地形起伏较小，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。因此，产生崩塌、滑坡、泥石流地质灾害的可能性很小。

（2）地面塌陷

评估区内第四系之下地层为中生代燕山晚期伟德山序列、埠柳序列侵入岩和新元古代荣成序列侵入岩，本矿山开采矿种为地下热水，该矿山开采不具备形成岩溶塌陷的基本条件。

评估区内无其他重要矿产资源，经调查也未见其他采矿工程活动，不具备形成采空塌陷的基本条件。

（3）地面沉降

评估区内第四系厚度**m左右，下覆地层为中生代燕山晚期伟德山序列、埠柳序列侵入岩和新元古代荣成序列侵入岩，评估区内不具备发生地面沉降地质灾害的地质环境条件。

（4）地裂缝

根据调查和已有资料分析，评估区无地裂缝发生的记录，根据地质结构、水动力条件等分析，发生地裂缝的可能性小。

（5）不稳定斜坡

评估区只有局部地区有第四系地层覆盖，厚度不大于**m，其余

地区都是基岩出露，据调查无人工陡坎及陡坡，不具备产生不稳定斜坡地质灾害的地质环境条件。

综上所述，评估区发生地面沉降、地面塌陷、崩塌、滑坡、泥石流、地裂缝及不稳定斜坡等地质灾害的地质环境条件不充分。

2、地质灾害危险性现状评估

评估区位于河流一级阶地，地势平坦，地形起伏较小，未进行地表剥离、人工切坡，也无矿山开采形成的废渣堆等松散物质，上游汇水面积较小，地热井以自流形式表现，故评估区内崩塌、滑坡、泥（渣）石流、采空塌陷、地面沉降、地裂缝和不稳定斜坡等地质灾害的地质环境条件弱发育，产生地质灾害的可能性小。

（二）含水层影响现状评估

矿山地下热水井自流方式排泄，未进行开采利用，因此对含水层影响现状评估为影响较轻。

（三）地形地貌景观影响现状评估

矿山现状条件下未进行开采，因此，矿山开采对地形地貌景观影响现状评估为影响较轻。

（四）水土污染影响现状评估

矿山现状条件下未进行开采，因此，矿区水土污染现状评估为较轻。

（五）矿山地质环境影响现状评估分级

综上所述，矿山活动对地质灾害危险性、含水层、地形地貌景观及水土污染影响现状评估均为较轻（表 3-4）。

表 3-4 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	水土污染
较轻	矿区范围	较轻	较轻	较轻	较轻

三、预测评估

(一) 地质灾害危险性预测评估

1、矿山建设引发地质灾害危险性的预测

该矿山建成后，矿业权人严格按照规定的生产规模进行开采，矿区内无其他人类活动，因此，矿山建设引发地质灾害的危险性小。

2、矿山建设可能遭受地质灾害危险性的预测

经调查，区内的采矿活动主要是地热资源的开采，目前为止调查范围未发现发生过地质灾害。因此，矿山建设可能遭受地质灾害的危险性为小。

(二) 含水层影响预测评估

① 矿山在开采过程中对第四系松散岩类含水层的影响

地热井已经做了有效的水泥封固止水措施，可以有效地隔绝了上下不同水层间的穿通，所以地热流体在开采过程中对第四系含水层的水质、水量的直接影响很小，故预测未来的开采不会对第四系含水层的水质、水量产生影响，也不会影响到矿区及周围生活生产供水。

② 矿山在开采过程中对基岩裂隙含水层的影响

开采地下热水为基岩构造裂隙水，主要受构造裂隙水补给，与常温地下水水力联系较大，热水开采对常温地下水水位影响较大。因此，矿山开采地热水对周围常温地下水影响较大。矿区严格按照审批的生产规模进行开发利用地热资源，不存在过量超采现象，可以有效防止地下水水位的下降趋势，因此对地下水水位影响小。本矿区的地热尾水经处理后排入项目运营而新建的污水管网后汇入高村镇污水处理厂进行处理，因此地热尾水对水环境几乎无影响。因此矿山开采对基岩裂隙含水层的影响较小。

③ 矿山开采利用后的废水对第四系松散岩类含水层的影响

本矿区的地热尾水大部分经处理后排入项目运营而新建的污水管网后汇入高村镇污水处理厂进行处理，慈口观温泉度假村项目尾水处理达标后排入东侧河流，因此地热废水对大气及第四系松散岩类含水层和周围生活环境造成的影响很小。

矿山利用按照经过审批的利用方案进行开采，水位、水量、水质、水温能够保持相对稳定，对矿山含水层破坏程度较轻，有利于地热资源的可持续利用。因此，矿山利用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

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，矿山建设和生产对地形地貌景观的影响和破坏程度预测评估为较轻。

（四）水土污染预测评估

该矿山开采方式为利用管井直接从地下提取地下热水没有固体废弃物产生，不会对土地造成污染。矿山范围内地热资源利用所需要的设施有管井设施、输排水管道、泵房及地热水处理系统等，未影响建设用地的使用。本矿山开采利用后的地热尾水统一汇入污水处理厂，无废水外排现象，因此预测矿山开采对水土污染的较轻。地热矿山开采对土壤类型、土地利用类型、土地生产力及生物多样性等影响程度很小。因此矿山开采对水土污染预测评估为较轻。

综上所述，矿山地质环境影响预测评估均为较轻（见表 3-5）。

表 3-5 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	水土污染
较轻	矿区范围	较轻	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

以矿山开采对地质环境的影响为主，突出矿山地质环境问题现状，兼顾矿山地质环境背景和矿产资源开发利用规划以及矿山环境恢复治理难易程度。分区原则：

- （1）坚持“预防为主，防治结合”的原则；
- （2）坚持矿产资源“在保护中开发、在开发中保护”的原则；
- （3）坚持“科学规划、因地制宜、综合治理、经济可行、合理利用的原则”。

（二）分区方法

根据该矿山的特点和性质，本次工作的评估范围为矿区开采影响范围。矿山地质环境影响程度现状评估和预测评估分级为较轻，因此，矿山地质环境治理划分为一个区，即一般防治区（见表 4-1）。

表 4-1 矿山地质环境保护与治理分区表

分区编号	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
I区	***	评估区全区	较轻	较轻	一般区

二、分区评述

矿山地质环境影响程度现状评估和预测评估均为一个区，即较轻区，因此，矿山地质环境保护与恢复治理也划分为一个区。

本区矿山地质环境影响程度地质灾害危险性小，对含水层的影响程度和破坏较轻，对地形地貌景观影响程度和破坏较轻，对水土污染影响和破坏程度较轻，对地下水水位的影响较轻，只需进行简单的保护及治理措施即可予以解决，因此，划分其防治级别为一般防治区。

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

最大程度的减少矿山地质灾害和矿山地质环境问题的发生，避免和减轻地质灾害造成的损失，有效遏制对地形地貌景观、植被和土地资源的破坏。

（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、水质、水位、水温定期进行监测；
- 2、对处理后地热尾水水质进行定期监测；
- 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。要对矿区地热井的开采量、水位、水温、水质进行长期动态监测，严禁超采，同时要对地热尾水水质进行长期动态监测。

（二）年度实施安排

该矿山开采矿种为地热水，根据本矿山特点，矿山开采服务年限内，每年的实施计划基本相同。具体实施计划详见表 5-1。

1、对地热井水位、水温、水量进行长期动态监测，掌握地热水水位、水温、水量动态变化规律，做到合理开采，科学管理，严禁超采。水量按实际开采量进行监测，每日记录实际开采量。水位、水温监测每 5 日一次，每月 6、11、16、21、16、31 日进行监测。

2、每年的用水高峰期（1 月）、用水低峰期（8 月）对开采井采取地热水样进行检验分析，及时了解地热水水质变化，防止水质恶化。

3、每年的用水高峰期（1 月）、用水低峰期（8 月）对地热尾水水质进行监测。

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	水位监测	72 次/年
		水温监测	72 次/年
		水量监测	365 次/年
		水质分析	2 次/年
	地热尾水（3 处）	水质分析	2 次/年/处

第六章 矿山地质环境防治工程

一、矿山地质环境保护与恢复治理工程

该矿山按照相应的规范、规程及经过审批的开采量、开发利用方案运行，以保证地热资源的可持续利用。开采期间，对地热井水量、水位、水质和水温进行了长期动态监测，地热开采量小于采矿许可证规定的允许开采量。地热尾水前期处理后经新建污水管网统一汇入污水处理厂进行后续处理。

因此该矿山不需要进行矿山地质灾害治理、矿区土地复垦、含水层破坏修复、水土环境污染修复等工程。

二、矿山地质环境监测工程

建立地下热水动态监测网，以便及时了解本区地热井的水位、水温、水质、水量变化情况，分析研究其动态演变规律，科学地开采利用地下热水，防止过量开采引起水温下降、水质变差等环境地质问题。

该矿山的地质环境监测工程每年的监测工作量见表 6-1。开采井水量按实际开采量进行每日监测，水位、水温监测每 5 日一次，每月 6、11、16、21、16、31 日进行监测。每年的用水高峰期（1 月）、用水低峰期（8 月）采取开采井的水样、地热尾水水样进行水质分析。

本方案进度安排自方案备案之日起着手落实，建立健全监测系统。在实施过程中要坚持边开采、边防护，突出以人为本、建立绿色安全矿山为极终目标的原则。

近期规划：2025 年 7 月底前：建立动态监测点 4 处，分别是 1 号点位：开采井 1 号井井口；2 号点位：文登区呼雷汤温泉洗浴中心项目尾水处理池；3 号点位：威海慈口观田园综合体项目尾水处理池；4 号点位：泊阳云谷温泉度假区项目尾水处理池。

中远期规划：2026 年——2030 年，对地热开采井的水量、水位、

水质、水温监测进行统一监测，对地热尾水的水质进行监测，系统整理监测资料，建立监测记录台账。

表 6-1 监测工程每年度工作量一览表

年度	防治工程			监测频率	总工程量
2025 年 7 月 —— 2025 年 12 月	监测工程	开采井 1 处	水位	6 次/月	36 次
			水温	6 次/月	36 次
			水量	1 次/天	182 次
			水质	2 件/年	1 件
		地热尾水 3 处	水质	2 件/年	3 件
2026 年 1 月 —— 2026 年 12 月	监测工程	开采井 1 处	水位	6 次/月	72 次
			水温	6 次/月	72 次
			水量	1 次/天	365 次
			水质	2 件/年	2 件
		地热尾水 3 处	水质	2 件/年	6 件
2027 年 1 月 —— 2027 年 12 月	监测工程	开采井 1 处	水位	6 次/月	72 次
			水温	6 次/月	72 次
			水量	1 次/天	365 次
			水质	2 件/年	2 件
		地热尾水 3 处	水质	2 件/年	6 件
2028 年 1 月 —— 2028 年 12 月	监测工程	开采井 1 处	水位	6 次/月	72 次
			水温	6 次/月	72 次
			水量	1 次/天	365 次
			水质	2 件/年	2 件
		地热尾水 3 处	水质	2 件/年	6 件
2029 年 1 月 —— 2029 年 12 月	监测工程	开采井 1 处	水位	6 次/月	72 次
			水温	6 次/月	72 次
			水量	1 次/天	365 次
			水质	2 件/年	2 件
		地热尾水 3 处	水质	2 件/年	6 件
2030 年 1 月 —— 2030 年 6 月	监测工程	开采井 1 处	水位	6 次/月	36 次
			水温	6 次/月	36 次
			水量	1 次/天	183 次
			水质	2 件/年	1 件
		地热尾水 3 处	水质	2 件/年	3 件

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矿山地质监测工程，主要投入工程量为对地热井的水位、水温、水量进行长期动态监测，地热井水质、地热尾水水质定期进行监测，每年的监测内容相同。工程量估算见前表 5-1。

二、经费估算

（一）编制依据

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）。

依据《山东省地质勘查预算标准》（2020）并结合市场价格，现将各类工程单价确定如下：

水位、水温、水量监测综合单价均为 75 元/点次；

开采井水质全分析、尾水水质全分析均参照市场综合单价 2500 元/件。

（二）经费预算

本方案适用年限内每年所需各项费用估算如表 7-1 所示：

表 7-1 矿山地质环境保护与恢复治理工程费用估算表

年度	监测工程	监测频率	总工程量	单价 (元)	合计 (元)	总费用 (万元)
2025	水位 1 处	6 次/月	36 次	75	2700	2.905
	水温 1 处	6 次/月	36 次	75	2700	
	水量 1 处	1 次/天	182 次	75	13650	
	开采井水质 1 处	2 件/年	1 件	2500	2500	
	尾水水质 3 处	2 件/年	3 件	2500	7500	
2026	水位 1 处	6 次/月	72 次	75	5400	5.8175
	水温 1 处	6 次/月	72 次	75	5400	
	水量 1 处	1 次/天	365 次	75	27375	
	开采井水质 1 处	2 件/年	2 件	2500	5000	
	尾水水质 3 处	2 件/年	6 件	2500	15000	

年度	监测工程	监测频率	总工程量	单价 (元)	合计 (元)	总费用 (万元)
2027	水位 1 处	6 次/月	72 次	75	5400	5.8175
	水温 1 处	6 次/月	72 次	75	5400	
	水量 1 处	1 次/天	365 次	75	27375	
	开采井水质 1 处	2 件/年	2 件	2500	5000	
	尾水水质 3 处	2 件/年	6 件	2500	15000	
2028	水位 1 处	6 次/月	72 次	75	5400	5.8175
	水温 1 处	6 次/月	72 次	75	5400	
	水量 1 处	1 次/天	365 次	75	27375	
	开采井水质 1 处	2 件/年	2 件	2500	5000	
	尾水水质 3 处	2 件/年	6 件	2500	15000	
2029	水位 1 处	6 次/月	72 次	75	5400	5.8175
	水温 1 处	6 次/月	72 次	75	5400	
	水量 1 处	1 次/天	365 次	75	27375	
	开采井水质 1 处	2 件/年	2 件	2500	5000	
	尾水水质 3 处	2 件/年	6 件	2500	15000	
2030	水位 1 处	6 次/月	36 次	75	2700	2.9125
	水温 1 处	6 次/月	36 次	75	2700	
	水量 1 处	1 次/天	183 次	75	13725	
	开采井水质 1 处	2 件/年	1 件	2500	2500	
	尾水水质 3 处	2 件/年	1 件	2500	7500	
合计						29.0875

综上所述，文登市坤龙园艺场呼雷汤地热井矿山地质环境保护与恢复治理工程 5 年估算总费用为 29.0875 万元。

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，各年度工作严格按照前述的年度工作安排进行。

表 7-2 各年度工作量及经费汇总表

年份	工作量	费用（万元）
2025 年 7 月 —— 2025 年 12 月	开采井水位动态监测 36 点次、水温动态监测 36 点次；水量动态监测 182 点次；开采井水质分析 1 件；地热尾水水质分析 3 件；	2.905

年份	工作量	费用（万元）
2026 年 1 月 —— 2026 年 12 月	开采井水位动态监测 72 点次、水温动态监测 72 点次；水量动态监测 365 点次；开采井水质分析 2 件；地热尾水水质分析 6 件；	5.8175
2027 年 1 月 —— 2027 年 12 月	开采井水位动态监测 72 点次、水温动态监测 72 点次；水量动态监测 365 点次；开采井水质分析 2 件；地热尾水水质分析 6 件；	5.8175
2028 年 1 月 —— 2028 年 12 月	开采井水位动态监测 72 点次、水温动态监测 72 点次；水量动态监测 365 点次；开采井水质分析 2 件；地热尾水水质分析 6 件；	5.8175
2029 年 1 月 —— 2029 年 12 月	开采井水位动态监测 72 点次、水温动态监测 72 点次；水量动态监测 365 点次；开采井水质分析 2 件；地热尾水水质分析 6 件；	5.8175
2030 年 1 月 —— 2030 年 6 月	开采井水位动态监测 36 点次、水温动态监测 36 点次；水量动态监测 183 点次；开采井水质分析 1 件；地热尾水水质分析 3 件；	2.9125
合计		29.085

第八章 保障措施与效益分析

一、保障措施

（一）组织保障

依据“谁开采谁保护、谁破坏谁治理”原则，矿山地质环境保护与恢复治理工作的第一责任人是采矿权人。采矿权人具体组织实施矿山地质环境保护与恢复治理方案，采矿权人和主管部门应各尽其责，相互配合，加强交流与沟通，提高工作效率，圆满完成综合治理方案中提出的各项任务。

矿山开发单位要积极主动与自然资源主管部门配合，对矿山地质环境治理措施的实施情况进行监督和管理，严肃查处矿山建设及生产运营过程中破坏矿山地质环境的违法行为。

（二）技术保障

1、矿山地质环境保护与恢复治理方案的实施应有充分的技术保障措施，因此，必须配备相应的专业技术队伍，并有针对性地加强专业技术培训，应强化施工人员的矿山地质环境保护意识，提高施工人员的矿山地质环境保护与恢复治理技术水平，以确保矿山地质环境保护与恢复治理工程按期保质保量完成。

2、要依据本矿山的“矿山地质环境保护与恢复治理方案”进行监测与治理。

（三）资金保障

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地质环境问题的单位承担由文登市坤龙园艺场负担全部费用。由于投入费用较少，该企业能够承担。

矿山企业应在本方案评审通过后1个月内建立基金账户。矿山企业按照经批准方案确定的治理费用，在预计开采年限内，每年按照上

年度实际开采量与采矿权出让资源储量比例摊销方法计提基金，并计入生产成本。基金计提实行分期计提。基金计提总额为当期适用方案确定的矿山地质环境治理恢复动态投资总额，首次计提不得少于基金总额的 20%。除首次计提外，矿山企业应当于每年 6 月 30 日前根据上年度矿产品开采情况按年度计提基金。

文登区自然资源、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。

（四）监管保障

经批准后的方案具有法律强制性，不得擅自变更。方案有重大变更的，矿山企业需向自然资源主管部门申请，自然资源主管部门有权依法对方案实施情况进行监督管理。矿山企业应强化施工管理，严格按照方案要求进行施工，并主动与自然资源主管部门取得联系，加强与自然资源主管部门合作，自觉接受自然资源主管部门的监督管理。

矿山企业应当根据方案编制并实施年度实施计划，定期向自然资源主管部门报告当年治理进度，接受自然资源主管部门对实施情况监督检查，接受社会对实施情况监督。

二、效益分析

（一）社会效益

矿山地质环境保护与恢复治理是采矿工程的延续和组成部分，通过对矿区地质环境的有效保护和恢复治理，将大大改善矿区的生产、生活环境，并且保证矿区地质环境与周边自然环境的协调，有利于附

近人民群众安居乐业和社会稳定，且消除了矿山开采对当地的形象和社会经济长远发展的影响，实现矿产资源开发利用和环境保护协调发展，人与自然和谐发展，具有潜在的社会效益。

（二）环境效益

矿山地质环境保护与恢复治理是采矿工程的延续和组成部分，通过对矿区地质环境的有效保护和恢复治理，将大大改善矿区的生产、生活环境，并且保证矿区地质环境与周边自然环境的协调，有利于附近人民群众安居乐业和社会稳定，且消除了矿山开采对当地的形象和社会经济长远发展的影响，实现矿产资源开发利用和环境保护协调发展，人与自然和谐发展，具有潜在的社会效益。

（三）经济效益

对矿山地质环境的保护与恢复治理，可以以较少的投入，有效地防范矿山地质灾害的发生，减少了因地质灾害所造成的经济损失和人员伤亡，经济效益显著。

第九章 结论与建议

一、结论

1、文登市坤龙园艺场呼雷汤地热矿山位于文登区高村镇北偏西***km, 汤西村东***m 处, 矿区范围极值直角坐标: X: *****.**~*****.**, Y: *****.**~*****.**, 矿山面积*.****km²。

2、该矿山开采矿种为地热水, 开采方式为地下开采, 规划生产规模**万 m³/a, 属大型矿山, 开采深度: ***m 至***m 标高。

3、该矿山地质环境问题影响评估区范围为地热井开采影响范围(开采影响半径***m), 评估区面积*.***km², 矿山地质环境影响评估分级为三级。评估区采矿活动引发的地质灾害现状评估和预测评估危险性均为小; 采矿活动对矿区地形地貌景观、含水层、水土污染的影响现状和预测评估分级均为较轻。采矿活动对矿山地质环境影响程度分级为较轻。矿山地质环境保护与恢复治理分区划分为一般防治区。

4、该矿山地质环境保护与恢复治理的工程措施为矿山地质监测工程, 主要投入工作量是对开采井的水位、水温、水量进行长期动态监测, 开采井水质、地热尾水水质定期进行监测。

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 29.0875 万元。

二、建议

- 1、做好开采井水量、水位、水温的动态监测工作。
- 2、做好开采井水质、地热尾水水质的监测工作。