

Development of Geothermal Resources and Study on Geological Environmental Issues in Liaocheng

Zhen Chen

Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Jinan Shandong
Email: gischenzhen@163.com

Received: Apr. 6th, 2018; accepted: Apr. 21st, 2018; published: Apr. 28th, 2018

Abstract

This article provides an overview of geothermal resources in Liaocheng, and summarizes the development and protection of the status quo. This paper points out the problem in the development and utilization of geothermal resources, analyzes and researches the geological environmental problems such as ground water pollution, land subsidence etc., which are caused by geothermal exploration. On the basis of the above work, reasonable countermeasures and suggestions were put forward for the development of geothermal resources.

Keywords

Geothermal Resource, Exploitation, Geological Environment Issues

聊城市地热资源开发利用及地质环境问题的研究

陈 振

山东省物化探勘查院, 山东 济南
Email: gischenzhen@163.com

收稿日期: 2018年4月6日; 录用日期: 2018年4月21日; 发布日期: 2018年4月28日

摘 要

本文概述了聊城市地热资源, 对聊城市地热资源的开发与保护现状进行了总结, 指出了地热资源在开发利用中存在的问题, 并对地热开采引起的水土污染、地面沉降等地质环境问题进行了初步的分析与研究, 在以上工作的基础上提出了合理开发地热资源的对策和建议。

关键词

地热资源, 开发利用, 地质环境问题

Copyright © 2018 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

地热能源是一种清洁能源, 具有经济效益高、改善环境质量等优点, 其价值已得到人们越来越多的认可。近年来, 随着经济社会快速发展, 聊城市地热资源勘查和开发利用迅速加快, 地热资源在提高人民群众生活质量, 推动旅游、房地产等相关产业发展方面起到了积极作用, 促进了聊城市经济社会又好又快发展, 但开发利用过程中的利用粗放、污染环境、方式单一、违法违规等问题愈发凸显[1]。

2. 全市地热资源概况与开发利用情况

2.1. 地热资源概况

聊城市地质构造属华北陆块的一部分, 聊考断裂带又将全市分为 2 个二级构造单元, 其西部为华北拗陷, 东部为鲁西隆起。地热类型以聊考断裂、齐广断裂为界限分为两种类型, 界限以西称为聊城西地热田, 面积 5637 km², 以新近纪馆陶组和古近纪东营组砂砾岩孔隙-裂隙型为主, 分布范围广, 热储层稳定, 热储层深度为 1000~2000 m, 热储层累积厚度 245~480 m, 出口水温 45°C~70°C 左右。20 m 降深时地热流体单井涌水量为 40~60 m³/h, 地热流体矿化度一般在 6500~11,000 mg/L, 属咸水, 水化学类型属 Cl-SO₄-Na 型[2]。界限以东至东阿断裂称为聊城东地热田, 面积 2583 km², 以奥陶-寒武纪碳酸盐裂隙岩溶型为主, 分布范围广, 出口水温 62.0°C 左右。20 m 降深时地热流体单井涌水量为 60~100 m³/h, 地热流体矿化度一般在 5200 mg/L 左右, 属咸水, 水化学类型属 Cl-SO₄-Na-Ca 型[3] [4]。经过前几年勘查查明, 目前聊城市可供开发利用的地热资源分布面积达 5408 平方公里, 占全市总面积的 62%。聊城市地热水中含有丰富的微量元素, 其中偏硅酸、偏硼酸、氟、碘等微量元素达到矿水浓度和医疗价值浓度, 可利用资源丰富, 具有广阔的开发应用前景。

2.2. 开发利用及保护现状

2.2.1. 地热矿权设置情况

截止 2014 年底, 聊城市现有地热探矿权 5 处, 其中东昌府区 3 处, 经济开发区 1 处, 高唐县城区 1 处。现有地热采矿权 6 处, 其中东昌府区 4 处, 临清市城区 1 处, 另外 1 处位于冠县马颊河林场(即天沐温泉度假村) [5]。6 处地热采矿权可采热流量合计 3039.178 m³/d, 开发利用方式主要为供暖、洗浴、温泉旅游。

2.2.2. 开发利用现状

目前, 聊城市地热资源已经得到广泛的使用, 但利用结构比较单一, 主要用于小区供暖、洗浴、温泉旅游(沐浴)。截止目前, 合计共有 112 眼地热井, 分布于东昌府区(26 眼)、经济开发区(3 眼)、临清(37 眼)、高唐(13 眼)、冠县(19 眼)、茌平(6 眼)、莘县(6 眼)、阳谷(2 眼)。

目前, 112 眼地热井中有 3 眼地热井有勘查许可证, 6 眼地热井有采矿许可证, 其余 103 眼地热井为违法开采井, 违法现象严重。112 眼地热井中停用 31 眼, 开发利用 81 眼。以目前开发利用的 81 眼地热井分析, 从用途上划分, 供暖 72 眼, 洗浴 6 眼, 温泉旅游 2 眼, 养殖 1 眼; 从开采温度划分上, 开采温度大于 60°C 的 43 眼, 开采温度小于 60°C 的 38 眼。安装有远程监控系统的地热井数量为 60 眼, 其中东昌府区 11 眼, 经济开发区 2 眼, 临清市 31 眼, 高唐县 10 眼。2013 年供暖季开采利用的地热资源量可达 128,960 m³/d, 非供暖季开采利用的地热资源量可达 7865 m³/d。

2.2.3. 地热资源开发保护现状

1) 回灌工程建设

聊城市地热资源回灌工程处于研究阶段, 2013 年已经开展了《聊城市地热回灌试验项目》, 编制完成了《聊城市地热回灌实施方案》、《聊城市地热回灌试验设计书》。目前在聊城市城区光岳宾馆、聊城市经济开发区昌华造纸机械厂分别施工一眼地热回灌井, 试验热储层位分别为古近纪东营组孔隙-裂隙热储层组、奥陶-寒武纪碳酸盐岩裂隙岩溶热储层组, 野外回灌试验工作目前已经完成。

2) 监测系统建设

聊城市地热资源的动态监测最早是从 2004 年开始的, 当时由于缺乏统一的管理体系, 监测点的布设较少, 监测项目不全面, 监测资料不系统。2009 年, 在高唐县初步建立了地热资源动态监测系统, 对地热流体的水量、水温、水位进行了系统的监测。目前, 聊城市国土资源局逐步加强了对地热资源的监管力度, 下达了《关于安装地热水井 GPRS 远程控制系统的通知》(聊国土资发[2007]150 号)、《关于加强全市地热资源管理的意见》(聊国土资发[2013]1191 号)、《关于严格加强地热监管工作的通知》(聊国土资发[2013]9 号)、《关于印发<全市整顿和规范地热矿泉水资源开发秩序实施方案>的通知》(聊国土资发[2014]52 号)等文件, 计划在 2015 年底前完成全部地热井的动态监测系统的建设工作。

3. 当前地热资源开发利用中存在的主要问题

目前聊城市地热资源勘查开发已初具规模, 但是在开采利用地热资源的同时还存在一些问题, 主要表现为:

1) 违法现象比较突出

聊城市共有 112 眼地热井, 103 眼地热井没有取得勘查许可证和采矿许可证, 违法现象严重。

2) 开发缺乏统一规划, 地热开发布局不够合理

由于前期缺乏统一规划, 开发单位仅从自身需要和便于使用出发安排地热井, 造成开发布局不合理, 局部地热井过密、井距过小及过量开采等问题。

3) 利用方式粗放, 用途单一, 尾水排放温度偏高, 资源浪费严重

聊城市地热井主要用于供暖和洗浴, 开发利用方式还是粗放型的, 技术含量较低。地热梯级利用、综合利用、循环利用程度低, 尾水排放温度较高, 一般在 30°C 以上, 大量的热能还没有利用就被排放掉, 资源浪费严重。

4) 不同热储层混采问题普遍

目前开发的地热项目, 多数存在热储层的混采现象。实际上每个热储层的地热流体在温度、水质、出水量等方面均有各自特点, 混采造成地热流体串层, 给有针对性地利用带来困难。

5) 地热科研力量薄弱

主要体现在三方面: 一是没有开展尾水排放技术研究; 二是回灌技术研究处于初级阶段; 三是缺乏完善的地热资源开采动态监测系统。

4. 地热开采对地质环境的影响

通过水土样品分析测试、地热流体水位的监测及其它相关的数据资料分析得知,聊城市目前地热资源开发所排放的地热尾水温度高,矿化度高,对地表水、地下水、土壤及自然生态环境造成一定的影响,主要表现为地表水污染、地下水污染、土壤污染。此外,长时间的超采地热流体也可能引发地面沉降地质灾害的发生。

4.1. 水土污染

通过对水土样品的分析测试可知,地热尾水排放对地表水水质的影响较小;对地下水水质的影响较小;地热尾水排放对土壤环境的影响主要表现为改变土壤中易溶盐的含量,对土壤环境的影响较小;未发现热污染现象。

4.2. 地面沉降

目前,聊城市以开采新近纪馆陶组和古近纪东营组热储层的地热资源为主,开采深度为1000~2000 m,岩性主要为砂岩及砂砾岩,成岩性差,孔隙度约28%,属正常固结的地层。区内地热流体只存在侧向径流补给,补给途径远,在天然状态下侧向径流补给很小,所开采地热资源量基本上来自热储层组的弹性释放能量,由于地热流体的弹性释放,必然导致热储层组的压密,从而在地表形成地面沉降。

为了解地热资源过量开采对地面沉降造成的影响,在聊城市城区化工机械厂、高唐县城区大顺小区、聊古1地震观测井三处进行了相关地热井水位的资料收集工作,形成以下结论:

1) 根据已收集的聊城市城区化工机械厂地热井(开采东营组热储层,目前未开发利用)的水位动态监测资料(2013年3月至2014年11月)可知,2013年的水位最大变幅为15.8 m,2014年的水位最大变幅为18.84 m;2014年较2013年最低水位下降了8 m,2014年较2013年水位最高水位下降了4.96 m。因此可以推断聊城市城区的地下水水位在冬季采暖期急速下降,水位在非采暖期又逐渐回升,但整体水位呈现下降的趋势。这符合聊城市城区地热资源开发利用现状情况。

2) 根据已收集的高唐县城区大顺小区地热井(开采馆陶组热储层)的水位动态监测资料(2010年12月至2014年2月)可知,高唐县地热流体水位在冬季采暖期急速下降,在非采暖期又逐渐回升。通过对比2011年8月与2013年8月的水位埋深可知,2013年水位比2011年水位埋深下降了7.5 m,降速达到了0.0375 Mpa/a,说明目前高唐县城区地热处于超采状态。

3) 通过收集2011年~2013年的聊古1井(位于聊城东地热田)地热流体水位动态监测资料分析,聊城东地热田寒武-奥陶纪热储层地热流体压力呈现逐年下降的总趋势,其中从2011年至2013年水位埋深下降了约3.2 m,降速0.016 Mpa/a;2012年地热流体压力年降速0.023 Mpa/a。

4) 根据《山东省聊城市地质灾害防治规划》(2012~2025年),聊城市城区地热流体水位埋深由1999年的2 m降到2012年的45 m,水头压力年降速0.033 Mpa;冠县城区地热流体水位埋深由2007年的11.46 m降到2012年的30.5 m,水头压力年降速0.038 Mpa。

由以上分析可以看出,聊城市地热资源在开发利用过程中,当地热流体开采量超过天然补给量时,会引起水位持续下降,必然要引起热储层及上部盖层的压缩变形而导致地面沉降的发生。特别是最近几年时间,由于地热资源的大规模的开发利用,下降趋势有加剧现象。

5. 对策和建议

地热资源不同于中浅层地下水,补给慢,再生能力差,合理科学有序地开发地热资源,有利于地热资源的可持续发展,有利于保护地质环境。因此要严格控制地热资源开发总量和密度,控制地热井的总

数和保持合理的井距，严禁过量开采地热资源。主要从以下几个方面：

1) 进一步加大勘查评价力度，严格勘查开发统一管理

开展区内地热资源调查、重点地区地热资源预可行性勘查，对已开发地热田的远景可利用资源量进行评价论证，对开发地热潜力较大的地区开展进一步勘查，圈定地热开发有利地段，为制定全面的开发利用规划提供依据。

今后，凡新设地热开采项目，必须符合《聊城市矿产资源总体规划》、《聊城市矿业权设置方案》及相关产业政策，依法取得勘查许可证或采矿许可证后，方可进行勘查或开采活动。严禁乱上地热项目，防止因无序开采造成地热资源浪费破坏和矿山地质环境问题的发生。

2) 从严执法，强化日常监管

进一步完善和落实地热执法监察机制，将各项管理职责落实到具体科室和人员，切实负起责任，依法履职到位。对拒不停止违法行为的，要根据《聊城市地热资源管理办法》第三十二条的规定，采取封闭井口、查封采矿设备和工具等措施，并按照执法程序依法实施行政处罚。

3) 严格控制与管理新增地热井的布局及相关设施的建设

对于新建地热井，要严格按照合理井距的要求进行布设，严禁混层开采，开发企业要严格按照国土资源部门审批的最大允许开采量进行开发利用，开采影响半径控制在合理开采权益保护范围内，严禁超采现象的出现。同时要安装动态监测系统，对地热流体的水量、水温、水化学成分、压力进行监测；建设地热回灌井，实现地热回灌工程。

4) 整合违法开采地热井，补办完善相关手续

聊城市违法开采的地热井主要集中在聊城市城区、临清城区、高唐城区、冠县城区、莘县城区，存在井距过密，布局不合理等现象。整顿规范期间，主动按照要求申请完善相关手续的地热开发单位和个人，不再进行处罚，经资源核实后，对不宜进行招拍挂方式出让的，可按协议方式出让采矿权。

5) 加大科技投入与科技创新

充分发挥科技进步和技术创新在地热开发中的作用，不断推行新工艺、新技术，提高地热资源利用率，逐步实现地热资源的梯级利用、深度开发利用、可持续利用。同时，可利用热泵技术，充分利用其热能，使热能利用率达到 70% 以上。

6) 积极推进地热回灌开采制度，有效保护地质环境

要建立实行“谁开采谁回灌”的制度，地热开采单位或个人必须承担回灌义务。地热资源的开发应坚持“分层开采、同层回灌、灌采结合”的原则，严禁混层开采，要大力推广一采一灌，鼓励一采多灌，确保全市地热资源的采、补平衡和永续利用。建立采灌结合、定期轮换的水热均衡开发利用模式，做到以灌定采、用热不耗水，回灌率达到 90% 以上。在确保回灌率的前提下，严格控制地下水污染问题的发生。对于不具备回灌条件的废弃水，开发利用单位要建设地热尾水集中处理点，集中对尾水进行相关处理，处理达标后才能排入城市污水管网。

7) 完善地热井监测网络和信息体系建设

要建立健全地热开发自动化监测控制系统，对地热井的开采动态进行全面监测，建立完整的动态监测数据库。新增地热井必须安装监测设施，对地热流体的开采量、水质、水温、水头压力进行动态监测；已有地热井应逐步完成动态监测设备的安装，并将监测结果定期报送国土资源主管部门。

8) 积极营造良好的舆论氛围

要充分发挥广播、报刊、电视、网络等主流媒体舆论导向和监督作用，采取多种形式，大力宣传有关地热资源开发利用的法律法规及相关政策，广泛宣传加强地热开发监管的重要意义，不断营造全社会共同监督管理的良好舆论氛围。

参考文献

- [1] 徐军祥, 康凤新. 山东省地热资源[J]. 中国地质, 2000, 10(2): 41-42.
- [2] 王奎峰. 聊城西部地热田地热资源赋存特征研究[J]. 地质灾害与环境保护, 2008, 19(1): 52-56.
- [3] 王奎峰. 山东省聊城市东部地热田地热资源特征[J]. 中国地质, 2009, 36(1): 194-202.
- [4] 马晓东, 彭庆吉, 李济, 等. 山东省聊城东部地热田水质特征及开发利用研究[J]. 山东国土资源, 2011, 27(7): 7-10.
- [5] 陈振, 吉龙江, 李怀强. 山东省聊城市矿业权设置方案[J]. 山东国土资源, 2014, 30(2): 86-89.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2163-3967, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ag@hanspub.org