



德州市地热资源开发利用与管理探讨

颜翠翠^{1,2}, 郭静¹, 李爱敏^{1*}, 向小林¹, 刘洪义¹, 李春祎¹, 李芝厚¹, 吴金辉¹, 董晓霞¹, 舒少杰¹, 王熙博¹

(1.德州市自然资源局, 山东 德州 253075; 2.中国海洋大学 环境科学与工程学院, 山东 青岛 266100)

摘要:地热能作为一种清洁低碳、安全稳定、开发技术先进、运行管理科学的非碳基能源,是实现碳达峰、碳中和目标不可或缺的能源。德州市是山东省地热资源富集区之一,目前已查明全市地热资源量约500亿 m^3 ,地热资源总储量 $3.80 \times 10^{20} J$,占全省的21.35%。而地热资源具有水资源和矿产资源的双重属性,是一种特殊的地下水。德州市聚焦矿产资源管理改革,推动矿产资源开发利用高质量发展。依托地热资源优势,秉持“在保护中开发、在开发中保护”发展理念,先行先试、因地制宜开展地热资源保护与开发利用监督管理工作,探索地热资源开发利用新模式、新路径,取得显著成效。

关键词:地热能;水资源;矿产资源;开发利用;监督管理

中图分类号:P314

文献标识码:A

doi:10.12128/j.issn.1672-6979.2024.05.010

引文格式:颜翠翠,郭静,李爱敏,等.德州市地热资源开发利用与管理探讨[J].山东国土资源,2024,40(5):65-69.
YAN Cuicui, GUO Jing, LI Aimin, et al. Discussion on Exploitation and Management of Geothermal Resources in Dezhou City[J]. Shandong Land and Resources, 2024, 40(5): 65-69.

0 引言

地热能作为一种清洁低碳、安全稳定、开发技术先进、运行管理科学的非碳基能源^[1],是实现碳达峰、碳中和目标不可或缺的能源。面对我国“2030年前碳达峰”“2060年前碳中和”两个新的奋斗目标,降碳节能、大力发展清洁能源势在必行^[2-5]。德州市地处鲁西北黄河冲积平原,受地质成矿条件限制,矿产资源相对匮乏,地热资源是德州市的优势矿产资源,赋存丰富,易于开采。近年来,德州市聚力打造国家级地热能集群化利用示范区,构建地热资源勘探—开发—利用—装备—产业链一体化发展的“德州模式”,并取得了显著的经济、环境和社会效益^[6-10]。

1 地热资源赋存及开发利用情况

德州市主要处于鲁西北拗陷地热区,地热资源主要赋存于新近纪馆陶组 and 古近纪东营组砂岩裂隙

孔隙层状热储以及寒武—奥陶纪碳酸盐岩裂隙岩溶层状热储^[11]。地热资源类型为热传导型,属热水—热水型低温地热资源^[7,12]。热储埋深大,除部分为盆地沉积物形成时保存下来的沉积水和封存水外,绝大部分地热流体为地层形成后在漫长的地质时期侧向径流补给。

1.1 地热资源概况

德州市是山东省地热资源富集区之一,目前已查明全市地热资源量约500亿 m^3 ,地热资源总储量 $3.80 \times 10^{20} J$,占全省的21.35%。回灌条件下年可采地热流体资源量约为11亿 m^3 ,年可采热量 $3.61 \times 10^{17} J$ ^[13]。热储分布稳定,地热流体水温适中、水量丰富、易于开采,富含偏硼酸、偏硅酸、氟、溴、锶、锂、碘等对人体健康有益的矿物质^[14-16],适宜于供暖、理疗、洗浴、种植(养殖)等。

1.2 地热资源开发利用现状

德州市已设地热采矿权203个,地热开发利用

收稿日期:2023-12-25;修订日期:2024-03-06;编辑:王敏

基金项目:本研究为国家自然科学基金项目(编号42072331,U1906209)和泰山学者工程专项经费(NO.tstp20230626)资助的成果

作者简介:颜翠翠(1989—),女,山东德州人,高级工程师,主要从事地热地质管理方面工作;E-mail:1422364257@qq.com

* 通讯作者:李爱敏(1979—),女,山东德州人,副研究馆员,主要从事水工环地质方面工作;E-mail:lam0008@163.com

层位主要为新近纪馆陶组砂岩热储,成井深度一般在1 300~1 700 m,井口水温52~70℃,占开发利用总量的90%;其次为禹城地区的东营组和馆陶组混合热储以及齐河地区的寒武-奥陶纪碳酸盐岩裂隙岩溶热储,两者占开发利用总量的10%。其中禹城地区成井深度1 900~2 300 m,井口水温58~68℃;齐河地区成井深度900~2 200 m,井口水温40~52℃。

2 地热资源的管理

地热作为德州市优势矿产资源,应始终坚持在保护中开发,在开发中保护的原则,将地热开发作为助力双碳目标的一件大事抓在手里,依法依规,科学合理开发利用。

2.1 出台相关法律法规政策

针对德州市地热资源利用率不高、无序开采、越界开采、超量开采、地热废水乱排等现象,多年来,德州市高度重视地热开发管理工作。制定了从矿权出让、审批登记、开发利用、尾水回灌的一系列制度规范,保障和促进了德州市地热资源的开发利用和有效管理^[17]。早在2012年1月,德州市出台了《德州市地热资源管理暂行办法》,阐明了地热资源的属性、地热开发的总体要求、勘查施工的规定、勘查开发的申办程序、开发管理和保护的规定及对违法勘查开采地热资源行为的处罚,规定了地热资源有偿取得、依法勘查开采许可制度、地热有偿使用制度和加强地热利用监测、地热尾水回灌的措施。2017年7月,印发了《关于加强地热尾水回灌工作的通知》(德国土资字〔2017〕131号),依法开发利用地热资源,开展地热供暖尾水回灌工作要坚持统一规划、合理布局、采灌结合、保护环境的原则。2018年9月,印发了《德州市地热尾水回灌工程建设验收办法》的通知(德国土资字〔2018〕31号)等制度文件,进一步要求开采地热资源应坚持采灌结合、以灌定采的原则,地热资源开采单位再配套实施回灌工程建设前,应制定地热尾水回灌方案。2018年以来,构建地热资源开发利用“1+5”制度体系。根据国家发改委、能源局等八部委《关于促进地热能开发利用的若干意见》(国能发新能规〔2021〕43号),稳妥推进中深层地热能供暖,德州市发展和改革委员会牵头研究制定德州市《地热能开发利用实施意见》,指导地热

资源科学有序发展;德州市自然资源局牵头修订出台了《德州市地热资源管理办法》,针对历史遗留地热井长期无序开采现状,按照三个一批(即关停一批、整合一批、规范一批)的原则,依法依规进行了清理整顿。中央及省级环保督察反馈问题在全省率先完成整改,整改完成率100%,解决了长期以来一直想解决而未解决的难题;出台《地热矿业权出让交易规则》,进一步规范地热矿业权出让、准入和交易行为。2023年11月德州财金农业智慧大棚在内的凤仪城、永锋百合社区,土桥社区等3宗地热采矿权在自然资源部网站、德州市公共资源交易中心网站及德州市自然资源局门户网站进行采矿权挂牌出让结果公示;制定《矿业权审批制度》,进一步规范矿业权出让登记工作,形成职责明确、流程清晰、高效优质的矿业权出让登记工作机制;制定《地热水监测管理办法》,加强对地热水水质、水位等数据的监测,为合理开发地热资源提供科学依据。建成了全德州市地热开发利用远程监控平台,对全德州市在用地热井的开采量、回灌量、水温等实现实时监测管理;制定《地热绿色矿山建设标准》,实现地热开采方式规范化、资源利用高效化、管理信息数字化,成为全省出台该类标准的唯一地市,再次为全省提供“德州样板”。

印发了《德州市地热资源开发秩序清理整顿工作方案》《关于建立地热资源开发利用档案规范地热资源保护和开发利用管理的通知》《德州市矿业权网上交易规则》,进一步提高了德州市地热资源保护和开发利用监督管理水平。为德州市地热资源的进一步开发利用奠定了坚实基础。2023年11月,按照省厅绿色矿山建设要求,通过德州市市场监督管理局批准发布了德州市《市级地热绿色矿山评价规范》,为做好绿色矿山验收提供依据,再次为地热资源开发利用规范管理全省提供“德州样板”。

2.2 编制矿产资源规划

2016年,组织编制了《德州市矿产资源总体规划》(2016—2020年),促进了地热资源的依法规范管理。2021年9月,组织编制了《德州市矿产资源总体规划(2021—2025年)》(以下简称《总体规划》),该规划紧密与德州市国土空间规划以及“三区三线”划定相衔接,进一步优化了地热勘查与开采区块设置,明确了地热资源十四五期间开发利用和发展方向,立足地热资源在服务德州市重大民生工程、

重大项目保障、重大产业支撑、重要资源优势的战略布局,为德州市地热资源的进一步开发利用奠定了坚实基础。结合德州市地热资源开发利用省级试点工作,编制了《德州市地热开发利用专项规划(2023—2025年)》,进一步优化德州市地热勘查与开采区块设置,推进大区块、大矿权管理模式,推动地热资源规模化、集约化、规范化发展。《专项规划》一是结合国家产业政策和德州市实际情况,规划期末地热资源开采总热量控制在不超过1 200万GJ/a,严格按照批复的开采量开采,严禁超采,需取水的地热工程,严格执行“以灌定采,同层回灌”的要求,确保区内地热资源保护性开发利用。二是结合德州市经济社会发展及地热资源开发利用需求,在《总体规划》预设勘查区块基础上,各县市区根据矿业权出让需求和以往勘查程度逐年投入开展地热资源勘查项目。本次《规划》设勘查区块94个,其中德州市范围内划定三处重点勘查区,分别是天衢新区勘查区块、齐河南部岩溶勘查区块和宁津岩溶勘查区块,政府主导有序推进勘查。三是根据德州市地热资源分布特征、开发利用现状及现有产业基础,《规划》设开采规划区块82个,与《总体规划》进行衔接、整合,规划期末德州市采矿权总数控制在300个以内。

《专项规划》分为规划期和展望期。规划期到2025年,地热资源重点勘查区面积力争达到764.84 km²,地热资源开采总热量预期达到1 200万GJ/a,地热供暖面积达到2 000万m²。适应生态文明建设要求的地热资源开发利用、管理和保护机制进一步完善,地热开发利用和管理水平持续提升,地热资源勘查开发科学高效;地热资源开采“取热不取水”等新技术研究应用取得实质性进展;农村社区地热资源清洁取暖模式逐步形成;在地热供暖的基础上,拓宽地热开发利用领域,稳妥推进地热资源在温泉洗浴、理疗康养、生态农业、工业项目方面的应用,优先发展产业类项目,服务产业发展,促进地热资源多元化综合开发利用,服务乡村振兴战略、助力“双碳”目标成效显著。

展望期到2030年,地热资源开发利用、管理和保护机制更加完善,地热资源勘查、开发秩序进一步规范,形成浅层、中深层地热能等多能互补开发格局,地热开发利用效率显著提升,地热资源动态监测系统更加完善;井下换热技术取得新突破,温泉洗

浴、理疗、种植(养殖)产业发展壮大,地热开发利用效率显著提升,科技管矿水平持续提高,新型农村社区地热供暖全覆盖,地热资源助力乡村振兴优势全面显现,生态效益显著。

2.3 实施重点地热资源开发利用示范工程

2.3.1 地热资源开发利用示范区建设工程

重点打造德州市天衢新区地热资源开发利用示范区,高铁以东采取地热集中供暖,按照地热专项规划大区块勘查设置要求,启动天衢新区高铁以东片区地热勘探“第一钻”,推进地热集中供暖试点项目建设,抓好集“中深层地热、浅层地热、地源热泵”等多能互补技术为一体的地热示范项目。

2.3.2 农村社区地热供暖示范工程

发挥地热能供暖在推进乡村振兴中的优势作用,助力新农村建设,抓好十大农村社区地热供暖示范项目建设,逐步实现农村社区地热集中供暖。

2.3.3 地热能综合应用示范工程

目前,德州市紧紧围绕地热能服务生态农业、教育医疗、居民供暖、工业制造、温泉洗浴等多个领域,积极打造利用场景和示范工程项目。目前,已成功打造以“康博公馆小区康馨综合智慧能源项目”为代表的地热应用示范工程项目15个,其中康博公馆小区康馨综合智慧能源“多能互补”项目和山东省地矿局水文二队利用中深层现有井“取热不取水”供暖改造2个项目已列入山东省地热能开发利用示范工程项目名单。

2.3.4 绿色矿山建设工程

制定地热绿色矿山建设标准,全面开展地热绿色矿山创建工作,为全省地热绿色矿山建设提供可复制的标准和经验。建设地热绿色矿山示范项目,到2025年,全市大、中、小型绿色矿山建成率分别达到90%、80%、70%^[18]。

3 政策支持

2021年9月,国家发改委、能源局、自然资源部、水利部等八部委出台了《关于促进地热能开发利用的若干意见》(国能发新能规〔2021〕43号),明确了加快地热能开发的目标任务和各部门职责分工。2022年5月,国家发改委、能源局、自然资源部、水利部等9部门联合印发《“十四五”可再生能源发展规划》提出:“推动中深层地热能供暖集中规划、统一

开发,鼓励开展地热能与旅游业、种养殖业及工业等产业的综合利用”。2023年8月,山东省人民政府办公厅印发《关于支持地热能开发利用的若干措施的通知》(鲁政办字〔2023〕95号),德州市完成了天衢新区高铁以东片区地热资源开发利用可行性勘查;德州财金农业智慧大棚在内的凤仪城、永锋百合社区,土桥社区等3宗地热采矿权已顺利挂牌出让并进行了矿业权成交结果公示,成为继《山东省人民政府办公厅印发关于支持地热能开发利用的若干措施的通知》(鲁政办字〔2023〕95号)后第一个出让矿权的地市。2023年10月23日,山东省人民政府出台《关于加快推进地热能开发利用的指导意见》(鲁政字〔2023〕173号),明确将在德州打造地热能综合开发利用示范基地,为德州市地热资源的开发利用赢得了宝贵政策空间。

4 其他省市做法

河北省与德州市地域相连,环境相近,同属华北平原地下水超采漏斗区,地热能开发也经历了由“乱”到“治”的过程,但在进一步推进地热能开发利用方面,政策导向鲜明,措施精准有力^[13,19-21]。2021年9月,国家发改委、能源局等八部委印发《关于促进地热能开发利用的若干意见》(国能发新能规〔2021〕43号)后,河北省率先出台了《关于促进全省地热能开发利用的实施意见》。鼓励地热能在供暖(制冷)、旅游、医疗、生态农业、工业等方面的应用,明确中深层地热能开发不受地下水超采区、限采区和禁采区限制。北京、天津、山西、河南、浙江、江苏等省市也相继出台了加快开发利用地热能的政策性文件。为破解当前制约德州市地热能系统化、产业化发展瓶颈,推动德州市优势资源开发提供了可借鉴的路径和办法。

5 对策建议

按照山东省人民政府办公厅印发《关于支持地热能开发利用的若干措施的通知》(鲁政办字〔2023〕95号)、山东省人民政府《关于加快推进地热能开发利用的指导意见》(鲁政办字〔2023〕173号)精神及省厅工作部署安排,结合实际,加快各项监督管理工作进度,确保德州市地热资源开发利用工作取得跨越式成效。

(1)加大地热资金投入,摸清资源家底。加强地

热资源开发利用可行性勘查,积极争取上级勘查资金,加大对未利用地热供暖的农村社区区块勘查投入。按照地热资源开发利用专项规划,引导各县(市、区)加快实施农村社区大区块地热勘查项目,进一步摸清资源家底,为地热采矿权出让奠定基础。根据农村社区冬季供暖实际需求,有序投放部分地热探矿权,适时办理探转采手续。

(2)严格管理制度,完善审批程序。严格依法行政,树立整体观念,在保护中开发,在开发中保护,新建矿山编制矿产资源开发利用方案应严格执行矿山最低开采规模标准,共同维护地热资源的可持续开发。

(3)严格开采准入条件。新出让地热采矿权开采规模原则上应不低于10万 m^3/a ,农村社区供暖可根据实际需求设置开采规模。新设采矿权必须符合规划区块设置,产业类项目可单独预设矿权并鼓励经营单位优先开发利用、矿山开采规模应与矿区储量规模相适应,矿山建设应符合规模开采、集约利用的原则。

(4)严格康养、洗浴类准入条件。对抽取地热水用于温泉洗浴、康养的经营性开发项目应严格落实行政许可,有限度开采。积极探索康养洗浴类项目非原水回灌模式。

(5)提升完善地热资源动态监测系统。在现有地热井动态监测设施全覆盖的基础上,进一步提升完善动态监测管理系统和水平,全面掌握地热井的开采水温、开采量,回灌水温、回灌量及地热开采井水位、回灌井水位、水质等动态参数,强化地热资源自动化监测管理。开展地热井水位、水质、水温、水量及回灌效果等动态研究,提出科学合理开发建议,确保地热资源的可持续开发利用,提高地热资源环境保护的技术管理水平。

(6)强化地热资源开发利用监管。重点加强水位、水量、水温等智能管控,全面掌握地热资源的开发利用动态。科学确定开采总量,地热开采量不得大于许可证的生产规模,区域地热资源开采总热量不得大于《专项规划》确定指标。回灌井与开采井应保持不小于400m的合理间距,防止发生热突破。优化地热资源开发布局,合理设置地热矿业权,鼓励地热矿业权人采用新技术、新工艺,积极探索开展“取热不取水”井下换热技术应用,提高地热资源的开发利用水平。

参考文献:

- [1] 李肖兰,杜焰伟,张玲,等.山东省地热资源分布与开发利用研究[J].山东国土资源,2021,37(1):37-43.
- [2] ROSBERG J E, AURELL O. Re-injection of groundwater by pressurizing a segmental tunnel lining with permeable backfill [J]. Tunnelling & Underground Space Technology, 2010, 25 (2):129-138.
- [3] MANGA M, BRODSKY E. Seismic Triggering of Eruptions in the Far Field: Volcanoes and Geysers [J]. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 2006, 34(1):263-291.
- [4] 王卓卓,尉小永,孟杉,等.北京平谷地区万庄子-镇罗营背斜地热地质条件研究[J].城市地质,2023,18(2):169-177.
- [5] 张保建,高继雷,鹿波,等.高青县城区地热资源及开发利用[J].山东国土资源,2008,24(11):30-33.
- [6] 赵季初.鲁北砂岩热储地热尾水回灌试验研究[J].山东国土资源,2013,29(9):23-30.
- [7] 冯克印,贾超,丁朋朋,等.鲁北深部砂岩热储开发地质环境变形效应研究[J].山东国土资源,2023,39(3):51-56.
- [8] 马宏源.砂岩热储地热群井系统优化数值模拟研究[D].济南:山东大学,2022:1-20.
- [9] 汪集旻.再接再厉,让热泵技术在打造城市热网中作贡献[J].科技导报,2014,32(9):1-3.
- [10] 王兆林,刘苏哲,纪洪磊,等.山东省惠民县淄角地区砂岩热储地热尾水回灌研究[J].山东国土资源,2023,39(3):72-78.
- [11] 魏立山.德州市平原县地下水热水资源开发利用研究[D].青岛:中国海洋大学,2016:1-20.
- [12] 王晨旭,张致远,何佳晨.开封凹陷盆地地热流体可采量定量评价[J].地下水,2023,45(1):53-55.
- [13] 德州市自然资源局.德州市自然资源局关于印发德州市地热资源开发利用专项规划(2023-2025年)的通知[Z].2023.
- [14] 王冰,宗振海,夏雨波,等.天津地区地热流体主要离子组分特征及地热成因分析[J].华北地质,2023,46(2):9-16.
- [15] 杨吉龙,汪大明,牛文超,等.天津地热资源开发利用前景及存在问题[J].华北地质,2022,45(3):1-6.
- [16] 陈明涛.天津潘庄凸起构造区砂岩型热储层水-热-力学耦合数值模拟研究[D].长春:吉林大学,2020:1-20.
- [17] 刘帅,刘志涛,冯守涛,等.采暖尾水回灌对砂岩热储地温场的影响:以鲁北地区为例[J].地质论评,2021,67(5):1507-1520.
- [18] 山东省自然资源厅.山东省自然资源厅关于切实加快绿色矿山建设工作的通知[Z].2023.
- [19] 杨学亮,杨熙,殷文静.河北省承德地区地热资源基本情况及开发利用探讨[J].环境与发展,2018,30(8):241-243.
- [20] 王卫民.河北省地热资源梯级利用研究[J].中国资源综合利用,2020,38(10):57-59.
- [21] 张银妹,王来宾,崔娅杰,等.河北省集中开采区馆陶组热储可持续开发利用模式分析[J].地下水,2023,45(2):77-79.

Discussion on Exploitation and Management of Geothermal Resources in Dezhou City

YAN Cuicui^{1,2}, GUO Jing¹, LI Aimin¹, XIANG Xiaolin¹, LIU Hongyi¹, LI Chunyi¹, LI Zhihou¹, WU Jinhui¹, DONG Xiaoxia¹, SHU Shaojie¹, WANG Xibo¹

(1. Dezhou Bureau of Natural Resources and Planning, Shandong Dezhou 253075, China; 2. Environmental Science and Engineering College of Ocean University of China, Shandong Qingdao 266100, China)

Abstract: As a clean, low-carbon, safe and stable non-carbon-based energy with advanced development technology and scientific operation and management, geothermal energy is an indispensable energy to achieve the goal of carbon peak and carbon neutrality. Dezhou city is one of the rich areas of geothermal resources in Shandong province. At present, geothermal resources which have been found in the city are about 500 billion cubic meters, and the total reserves of geothermal resources are 3.80×10^{20} J, accounting for 21.35% of the province. Geothermal resources have the dual attributes of water resources and mineral resources, and are a special groundwater. Dezhou city focuses on the reform of mineral resources management and promotes high quality development of mineral resources development and utilization. Relying on the advantages of geothermal resources, adhering to the development concept of "development in protection and protection in development", supervision and management of geothermal resources protection, development and utilization have been carried out according to local conditions. New models and new paths for the development and utilization of geothermal resources have been explored and achieved remarkable results.

Key words: Geothermal energy; water resource; mineral resources; development and utilization; supervision and administration