

## 地热资源开发利用中地质环境问题探究

郝振杰

河南省地质局生态环境地质服务中心, 河南 郑州 450000

**[摘要]** 地热资源作为一种清洁、可再生的能源, 具有巨大的开发利用潜力, 对于缓解能源危机、保护环境、促进经济可持续发展具有重要意义。随着能源需求的不断增长和环境问题的日益突出, 地热能作为一种绿色能源备受关注, 其在能源结构调整和减排目标实现中扮演着重要角色。文章探讨地热资源开发利用中产生的地质环境问题, 并提出相应的整改策略, 为地热能的可持续发展提供理论和实践指导。

**[关键词]** 地热资源; 开发利用; 地质环境

DOI: 10.33142/ec.v7i6.12119

中图分类号: X37

文献标识码: A

### Exploration on Geological and Environmental Issues in the Development and Utilization of Geothermal Resources

HAO Zhenjie

Ecological Environment Geological Service Center of He'nan Geological Bureau, Zhengzhou, He'nan, 450000, China

**Abstract:** Geothermal resources, as a clean and renewable energy source, have enormous potential for development and utilization. They are of great significance in alleviating energy crises, protecting the environment, and promoting sustainable economic development. With the continuous growth of energy demand and the increasingly prominent environmental problems, geothermal energy, as a green energy source, has received much attention and plays an important role in energy structure adjustment and emission reduction goals. This article explores the geological and environmental problems generated in the development and utilization of geothermal resources, and proposes corresponding rectification strategies to provide theoretical and practical guidance for the sustainable development of geothermal energy.

**Keywords:** geothermal resources; development and utilization; geological environment

#### 引言

随着全球能源需求的不断增长和对环境友好型能源的迫切需求, 地热能作为一种潜在的清洁能源备受关注。地热能具有取之不尽、用之不竭的特点, 且开采过程中几乎不产生二氧化碳等温室气体, 因此被视为一种环保、可持续发展的能源形式。然而, 尽管地热能一定程度上可以减少对传统化石能源的依赖, 但其开发利用过程中所涉及的地质环境问题却不容忽视。地热开采可能会引发热污染、水资源过度开采、土地退化等问题, 给地下水系统、土壤环境以及生态系统带来一定的影响与压力。因此, 为了充分发挥地热资源的潜力, 保护地球生态环境, 有必要深入研究地热资源开发利用中的地质环境问题, 并制定相应的管理与整改策略, 以确保地热资源的可持续开发与利用。

#### 1 地热资源开发利用的方式

直接利用地热能源是一种有效的能源利用方式。在温泉浴场, 地下热水被利用来供人们享受舒适的温泉浴, 不仅能够放松身心, 还有助于促进健康。同时, 直接将地下水或蒸汽引入建筑物, 可以实现直接供暖和热水使用, 不仅节省了传统能源的消耗, 还能保持建筑物内部的恒定温度, 提高居住舒适度。此外, 游泳池加热也是一种常见的利用方式, 通过地热资源为游泳池提供恒温加热, 确保

游泳者在任何时候都能享受到舒适的游泳环境, 同时减少了能源成本, 体现了地热资源的可持续利用和环保特性。

#### 1.2 间接利用地热能源

地源热泵系统充分利用地下稳定的温度, 通过热泵系统实现供暖和制冷, 将地下的热量转化为室内所需的热能或冷能, 使建筑物内部始终保持舒适的温度, 同时降低了能源消耗。另一方面, 地热换热器则是通过将地下水或蒸汽与介质进行热交换, 再利用介质传递热能的方式, 实现能源的间接利用。这种方法既能满足供暖和制冷的需求, 又能够避免直接接触地下水或蒸汽所带来的安全和环境风险, 是一种安全可靠的能源利用方式。

#### 1.3 地热发电

地热发电包括蒸汽轮机发电和二氧化碳地热发电两种主要方法。通过蒸汽轮机发电, 地下蕴藏的热水或蒸汽被抽到地表, 利用其中的蒸汽驱动蒸汽轮机转动发电机, 从而产生电能。此种方法利用了地下地热资源的高温高压特性, 具有较高的发电效率和稳定性。另一种方法是二氧化碳地热发电, 利用地下高压的二氧化碳作为工质, 在地热资源的作用下产生动力, 驱动发电机发电。这种方法相较于传统的蒸汽发电具有更高的工作温度和压力范围, 能够更有效地利用地热资源, 同时减少了对水资源的需求。

#### 1.4 工业用途

地热资源在工业领域的应用十分广泛,包括干燥、加热和蒸馏等多个方面。地热资源可以用于干燥过程,通过将地下水或蒸汽引入干燥设备,可以高效地将原料或产品进行干燥处理,提高生产效率和产品质量。地热资源还可以作为加热源,为工业生产提供所需的加热能源,例如在化工生产中,地热能够为反应釜、蒸发器等设备提供持续稳定的加热,提高生产效率。地热资源还可以用于蒸馏过程,通过地下水或蒸汽进行蒸馏,可以提取出纯净的物质,如在酒精生产中的蒸馏过程。工业利用地热资源的方式不仅能够降低能源成本,提高生产效率,还有利于减少对传统能源的依赖,推动工业生产向着更加环保、可持续发展的方向。

#### 1.5 其他利用方式

除了上述提到的利用方式,地热资源还有其他多种创新应用。其中,温室种植是一种重要的利用方式,通过利用地热资源为温室提供恒定的供热,可以为作物提供适宜的生长环境,延长生长季节,提高产量和品质。地下蕴藏的热水也可用于家庭和工业的热水供应,满足日常生活和生产过程中的热水需求,同时节约传统能源消耗,降低能源成本。地热资源也被广泛用于发展地热旅游业,如温泉景区吸引游客前来享受泡温泉的乐趣,同时推动当地旅游业的发展,增加就业机会,促进经济增长。多样化的地热资源利用方式不仅具有经济效益,还有助于环境保护和可持续发展,为人类社会提供了宝贵的能源资源和经济发展动力。

### 2 地热资源开发利用中产生的地质环境问题

#### 2.1 热污染

在地热开采中,通常需要抽取地下水以利用其中的热能,当地下水被抽取到地表后,经过换热器后再回注地下时,其温度往往较之前升高,这就形成了所谓的热污染现象。地下水中的生物群落往往对温度敏感,过高的地下水温度可能导致水生生物的死亡或迁移。此外,地下水的温度升高也可能加速地下水中的有机物分解过程,改变地下水的水质特性,进而影响到整个地下水生态系统的稳定性和健康发展。地表水体、湖泊、河流等水域受到地下水的影响,其温度可能会上升,对水生生物和湿地生态系统产生影响<sup>[1]</sup>。同时,地表土壤温度也可能受到影响,从而影响到地表植被的生长和分布。释放到地表的大量热量可能会增加地表温度,加剧城市热岛效应,导致城市气候的变暖,对人类居住和生活环境造成不利影响。

#### 2.2 水环境污染

水环境污染是地热资源开发利用中常见的地质环境问题之一,主要源于地热开采过程中使用的化学物质、润滑剂以及地下水中可能存在的有害物质,这些物质可能会泄漏到地下水体中,造成水环境的污染。地热开采过程中使用的化学物质和润滑剂可能会进入地下水体,从而影响地下水质量。比如括防腐剂、清洁剂、抑制剂等,如果处理不当或者发生意外泄漏,就会对地下水质量造成严重影响,

威胁到地下水生态系统和周围的生态环境。地下水中可能含有重金属、硫化物、放射性物质等有害物质,如果地热开采过程中对地下水的抽取和排放不加控制,这些有害物质可能会被释放到地表水体中,导致水环境的污染和生态系统的破坏。地热开采涉及到大量的地下工程活动,如地下钻探、井筒施工等,这些活动本身就存在一定的风险。如果在施工过程中发生事故或者设备失效,可能导致化学物质泄漏、地下水体污染等严重后果,对水环境造成严重污染。

#### 2.3 土地污染

土地污染是地热资源开发利用中的另一大地质环境问题,主要源于地热开采过程中的地表和地下工程活动,以及可能产生的废弃物和污染物。地热开采过程中涉及的地下工程活动可能导致地下土壤的破坏和污染。例如,地下钻探、井筒施工等活动可能会破坏地下土壤的完整性,导致土壤结构松散,容易受到外部污染物的渗透。此外,地下工程活动可能还会释放有害化学物质,如石油、化学药剂等,进一步污染地下土壤。地热开采过程中可能产生大量的废弃物和污染物,如工程渣土、废水、化学药剂等。如果这些废弃物和污染物没有得到有效处理和处置,可能会对周围的土地环境造成污染和破坏。例如,工程渣土可能含有重金属、有机化合物等有害物质,如果随意堆放或排放,可能会导致土地污染和生态系统破坏。地热开采过程中可能发生的事故和意外也可能导致土地污染问题<sup>[2]</sup>。例如,地下工程施工过程中可能发生泄漏、溢流等意外事件,导致化学物质的泄漏和土地污染。此外,地热开采设备的故障、失效等也可能导致废水的排放和土地污染。

### 3 地热资源开发利用的地质环境整改策略

#### 3.1 加强勘查与管理

加强地热资源的勘查与管理是确保地热开发利用过程中地质环境保护的关键举措。在勘察阶段,需要对地下地质结构、地下水文地质条件、地热资源分布情况进行全面、系统的调查和分析。这种勘察不仅需要依赖现代化的勘察技术和设备,还需要结合地质学、水文学、地球物理学等多学科知识,以全面准确的数据为依据,为后续的开发利用提供科学依据。加强地热资源的管理,包括对地热资源开发项目的规划、审批、监督和评估等方面。在规划阶段,应充分考虑地热资源的分布特点、开采方式以及对周围环境的影响,制定科学合理的开发方案和环境保护措施。审批阶段,应严格遵循相关法律法规,对地热开发项目进行审批,确保项目符合环保要求。监督阶段,需要建立完善的监管机制,加强对地热开发项目的监督和管理,及时发现和解决可能存在的环境问题。评估阶段,要定期对地热开发项目进行环境影响评估,评估项目对地质环境的影响程度,为调整和改进开发策略提供依据。

#### 3.2 引进人工回灌技术

引进人工回灌技术是解决地热资源开发利用中地质环境问题的重要措施之一。该技术通过将地下水抽取到地

表利用其中的热能后再回注地下,减少地热开采对地下水生态系统的影响,从而有效缓解热污染问题。地热开采过程中,地下水被抽取到地表后经过换热器释放热能,此时的地下水温度明显升高。通过人工回灌技术,将经过换热后的地下水重新回注到地下,使其温度得以降低,减少了热能的释放,从而减轻了热污染对地下水生态系统的影响。地热开采过程中大量抽取地下水会改变地下水的流动方向和速度,进而影响周围地下水生态系统的稳定性。通过人工回灌技术,可以在一定程度上保持地下水的流动稳定,减少了地下水流动的不确定性,有利于维护地下水生态系统的平衡。地热开采过程中抽取到地表的地下水在释放热能后温度升高,但这部分地下水并未完全失去热能,仍然具有一定的热量。通过人工回灌技术将这部分地下水回注到地下,可以充分利用其余热能,提高地热开采的能源利用效率。

### 3.3 合理科学规划

合理科学规划是地热资源开发利用的重要保障,对于有效管理地质环境具有关键意义。科学规划需要综合考虑地热资源的地热地质条件、水文地质条件、地下水流动情况、地表生态环境等因素,制定出合理的开发方案 and 环境保护措施。<sup>①</sup>科学规划要充分考虑地热资源的地热地质条件情况。通过对地质勘查和地质探测,确定地热资源的分布范围和储量情况,找准开发的重点区域和目标地区。根据地质特征,科学确定地热开采的方式和方法,选择适合的开采技术和工程方案,以最大程度地利用地热资源,同时尽量减少对地质环境的影响。<sup>②</sup>科学规划还需要考虑水文地质条件和地下水流动情况。地下水是地热开采过程中的重要影响因素,其流动状况直接关系到地热开采的效果和对地下水生态系统的影响<sup>③</sup>。科学规划需要对地下水的流动方向、流速、水质等进行全面调查和分析,以便制定合理的地热开采方案和地下水保护措施,最大限度地减少地热开采对地下水生态系统的影响。<sup>③</sup>科学规划还要考虑地表生态环境和人类活动的影响。地热资源开发利用往往会涉及到地表土地的开挖、建设和排放废水等活动,这些活动可能会对地表生态环境造成一定程度的影响。科学规划需要对地表生态环境进行评估和监测,制定合理的施工和运营方案,减少对地表生态环境的破坏,保护生物多样性和生态平衡。<sup>④</sup>总之,合理科学规划是保障地热资源开发利用过程中地质环境保护的重要措施。通过综合考虑地热资源的地热地质条件、水文地质条件、地下热水径流特征和地表生态环境等因素,制定出合理的开发方案 and 环境保护措施,可以最大程度地减少地热开采对地质环境的影响,实现地热资源的可持续利用。<sup>⑤</sup>

### 3.4 建设地热开发示范基地

建设地热开发示范基地有助于促进地热产业的发展 and 提升地热开采技术水平,不仅可以作为展示地热开发利用技术的平台,还可以为地热产业的健康发展提供技术支

持和示范引导。通过在示范基地进行地热开采项目的建设和运营,展示地热资源的开采方式、工程设计、运行管理等方面的最佳实践,向社会各界展示地热资源的开发利用潜力和优势,提高公众对地热能的认识 and 理解。通过与地热开采企业合作,在示范基地进行地热开发项目的试验 and 实践,为企业提供技术咨询、技术培训等服务,帮助企业提升地热开采技术水平,推动地热产业的技术创新和进步。<sup>⑥</sup>通过举办地热能知识讲座、参观活动等形式,向公众介绍地热资源的特点、开发利用方式以及对环境的示范基地的建设和运营将带动当地相关产业的发展,如建筑工程、机械制造、环保设备等行业,同时还能够创造就业机会,促进地方经济的增长 and 社会稳定。总之,建设地热开发示范基地是推动地热资源开发利用的重要举措。通过展示先进技术、提供技术支持、开展科普教育以及促进地方经济发展,示范基地能够促进地热产业的发展,推动地热资源的可持续利用。

## 4 结语

地热资源作为一种清洁、可再生的能源,对人类社会的可持续发展具有重要意义。然而,地热资源开发利用过程中所产生的地质环境问题,如热污染、水环境污染、土地污染等,必须引起我们高度重视 and 深入思考。面对这些问题,我们需要加强勘察与管理,引进先进的环保技术,合理科学规划地热开发项目,并建设地热开发示范基地等多种措施,以最大程度地减少地热开发对地质环境的影响,实现地热资源的可持续利用。同时,我们也呼吁社会各界共同努力,共同关注地质环境保护,共同为地热资源的发展和利用贡献力量,以推动地热产业的健康发展,实现人与自然的和谐共生。

### [参考文献]

- [1]李红岩.新时期我国地热资源开发利用机遇 and 问题分析[J].内蒙古煤炭经济,2021(2):111-112.
  - [2]罗佐县,刘芮,官昊,等.中国地热产业发展空间分析[J].国际石油经济,2021,29(4):40-47.
  - [3]崔亮,贾玲,孙栋元,等.地热水资源取水审批技术框架体系研究[J].水利规划与设计,2022(4):6-9.
  - [4]曹锐,多吉,李玉彬,等.我国中深层地热资源赋存特征、发展现状及展望[J].工程科学学报,2022,44(10):1623-1631.
  - [5]宋超凡,赵军,尹洪梅,等.碳中和背景下油田区地热资源的低成本可持续利用[J].华电技术,2021,43(11):66-73.
  - [6]余静,欧阳翔.地热资源开发利用中的主要环境问题分析[J].中国资源综合利用,2020,38(4):108-110.
- 作者简介:郝振杰(1996.4—),毕业院校:中国石油大学(北京),所学专业:地质工程(地热方向),当前就职单位名称:河南省地质局生态环境地质服务中心,职称级别:助理工程师。