

新质生产力赋能湖南中深层地热产业发展新路径

叶见玲, 吴兵良, 周广湘

湖南省工程地质矿山地质调查监测所, 湖南 长沙 410014

DOI: 10.61369/SSSD.2025040017

摘要 : 随着全球对可再生能源的需求不断上升, 以及环境问题的日益严峻, 地热能源, 特别是中深层地热能源, 作为清洁、稳定、高效的可再生能源类型, 其开发利用已经成为全球关注的焦点。湖南省作为中国中部的重要省份, 不仅能源消费量大, 而且地热资源丰富, 这为发展中深层地热产业提供了得天独厚的条件。然而, 受限于传统的开发方式, 湖南地热产业的发展面临着一系列挑战和难题。因此, 探索新的发展模式和路径显得尤为重要。新质生产力作为关键驱动力量, 为湖南中深层地热产业注入新动力和发展可能性。科技创新带来的勘探技术突破、数字化智能技术应用以及新材料研发将提升地热能源开发利用效率, 降低成本, 促进产业融合发展。这将助力湖南实现能源转型, 减少碳排放, 促进经济可持续发展。探索新质生产力对湖南中深层地热产业的赋能作用, 对推动产业转型、探索新发展路径具有重要意义。

关键词 : 新质生产力; 能源转型; 数字化技术

Empowering the Development of Deep Geothermal Industry in Hunan Province with New Quality Productivity and Exploring New Paths

Ye Jianling, Wu Bingliang, Zhou Guangxiang

Hunan Exploration and Design Research Institute Co., Ltd, Changsha, Hunan 410014

Abstract : With the continuous increase in global demand for renewable energy and the increasingly severe environmental problems, geothermal energy, especially deep geothermal energy, as a clean, stable, and efficient type of renewable energy, its development and utilization have become the focus of global attention. As an important province in central China, Hunan Province not only consumes a large amount of energy, but also has abundant geothermal resources, which provides unique conditions for the development of the mid to deep geothermal industry. However, limited by traditional development methods, the development of Hunan's geothermal industry faces a series of challenges and difficulties. Therefore, exploring new development models and paths is particularly important. New quality productivity, as a key driving force, injects new impetus and development possibilities into the deep geothermal industry in Hunan. The breakthroughs in exploration technology, the application of digital intelligent technology, and the research and development of new materials brought about by technological innovation will improve the efficiency of geothermal energy development and utilization, reduce costs, and promote industrial integration and development. This will help Hunan achieve energy transformation, reduce carbon emissions, and promote sustainable economic development. Exploring the empowering role of new quality productivity in Hunan's mid to deep geothermal industry is of great significance for promoting industrial transformation and exploring new development paths.

Keywords : new quality productivity; energy transition; digital technology

一、湖南中深层地热产业发展背景和潜力

在“双碳”目标引领下, 我国地热能利用进入了新一轮快速发展期。《“十四五”可再生能源发展规划》系统阐述了地热产业的发展问题, 提出了明确的发展目标和路径, 涵盖中深层、浅层和发电三个层次。湖南省拥有丰富的地下热水资源, 共计218处, 但大部分尚未得到充分利用。据资料统计, 仅有39处地下热水点得到了较高程度的开发^[1], 主要分布在长沙市、郴州市、衡阳市和

张家界市等地, 开发方式以旅游洗浴和种植养殖为主。湖南省的地热水资源开发利用模式可分为三种: 村民自由开发、小作坊简易开发和温泉宾馆集中开发, 其中集中式和自由式开发占主导地位, 占比达80%左右。开发利用的用途主要包括医疗洗浴、生产生活洗涤、洗浴养殖、农业灌溉和城市供水, 医疗洗浴用途最为广泛, 占65.8%, 而其他用途的点数占比均低于10%。

湖南省中深层地热资源目前处于勘探初级阶段, 开发利用处于空白。2023年首口中深层地热探采结合井实施完成^[2], 项目

项目信息: 本文系湖南省自然资源厅科研项目《湖南省地热资源政策和发展路径研究》(项目编号: HBS20240116), 湖南省地质院科研项目《长株潭地区中深层地热成因机制与勘查方法对比研究》(项目编号: HNGSTP202404) 的阶段性成果。

完成了地热钻探、中深层地热井施工、换热测试、地温测量、供暖关键技术、数值模拟等集勘探、开发利用与一体的实践与科研工作。项目采取中深层“取热不取水”同轴套管换热、中深层钻井、中温固井、分布式光纤安装、中心管施工等关键技术，通过现场测试换热峰值高达746kW，出水温度可达62℃。在28m³/h、10° C工况下，9天稳定测试期间日平均换热功率稳定，下降不足1.5kW。数值模拟预测显示，测试数据在20至60天内趋于稳定，经调整和优化后，换热功率可稳定在420kW至450kW之间。结果验证了设备的高效性和可靠性，为中深层地热在湖南省的推广应用提供了有力支持^[3]，奠定了良好的市场基础。

湖南省中深层地热产业承载着巨大的发展潜力，特别是在能源结构调整和环保效益方面。地热能的开发不仅有助于促进能源结构的转型，还能实现显著的节能减排和环境改善。此外^[4]，地热能的利用还将带动相关装备制造业和工程技术业务的发展，为湖南省培育新的经济增长点。湖南省中深层地热资源的多样利用为地热能在建筑节能^[5]、文化旅游和康养医疗领域等多个方面的广泛应用提供了广阔前景。尤其是湖南首口中深层地热井为机场T3航站楼提供可靠、高效、低碳的能源保障，验证了中深层地源热泵在长沙地区具有创新性，同时在中南及南方地区具有推广潜力^[6]。政策和市场导向为湖南省中深层地热产业的发展提供了强有力的支持。随着地方政府在政策上对地热能的扶持力度加大，结合湖南省的国民经济和社会发展规划，地热能的市场前景将更加广阔。^[7]这为湖南省中深层地热产业的发展提供了坚实的基础，并有望实现高质量发展，为湖南省的能源结构转型、碳排放减少和经济发展做出重要贡献。

二、新质生产力在湖南中深层地热产业的发展现状

中国地热资源丰富，占全球地热资源的六分之一，湖南省作为其中的重要一部分，具有巨大的开发利用潜力^[8]。根据《“十四五”可再生能源发展规划》，湖南正积极探索中深层地热资源的开发，强调供暖与制冷的结合，提升资源利用效率^[9]。省内加大勘探投入与规划布局，强化科技引领与装备创新，以提升地热产业的技术水平和经济效益。重点在利用地理位置和资源优势，推动地热能的大规模应用，注重降本增效和可持续发展。

湖南省中深层地热产业尚处起步阶段，已有企业涉足地热勘查、钻井、热能利用等领域。随着技术进步和市场需求扩大，预计更多企业将参与其中。在示范项目方面，湖南省已启动了一些中深层地热能利用示范项目，如长沙机场地热能源站，为产业发展提供实践经验和案例借鉴。为发展新的生产力，产业需全面升级技术研发、标准制定和政策规制，以创造符合大发展需求的商业环境。

当前技术创新趋势显示，跨界合作已成为地热产业的普遍选择，旨在吸收不同领域、不同主体的先进要素，促进要素集成特点的先进生产力。跨界合作可以加速创新、推动产业升级和发展，成为地热产业发展不可或缺的重要因素，为解决技术研发、标准制定和政策规制等方面的问题提供新思路和动力。

三、新质生产力在湖南中深层地热产业中的应用与突破

湖南中深层地热产业的发展过程中，通过新能源勘探技术、新材料技术、数字化技术、协同创新及可持续发展等驱动，实现了生产力在湖南地热产业的应用和突破，展现出新质生产力的多项特征。

（一）新能源勘探技术

该地热井项目通过集成地质、钻井、测井、录井等新能源勘探技术，实现了对地层参数和钻井工艺参数的全面获取与分析。项目综合运用了地质调查、地球物理勘探等多种技术手段，对项目区的地质构造、地层特征及地下水文状况进行了全面了解。^[10]通过深井钻探和地质剖面图的绘制，项目团队能够对地层结构和储层特性进行准确评估，为地热生产井的设计和施工提供了科学依据。这种勘探方法的集成和智能化不仅提升了勘探效率，也显著降低了勘探成本。

（二）新材料技术

项目团队主导研制、使用的新型中心管材，导热系数小于0.21瓦/米·度 (W/(m·K))，首次在同类型地热井中应用，隔热效果超预期。科学制备的新型高导热低密度固井材料，在该井取得了良好的应用，有效提高了地热井地下换热效率，并可为中深层地热井的固井施工和相似材料的制备研究提供借鉴。

（三）数字化技术的应用

项目中采用的分布式光纤测温技术，充分体现了数字化在地热产业中的重要性。分布式光纤测温技术能够实时监测井下温度变化^[11]，为地热资源的高效开发提供了精准数据支持。通过智能传感和控制系统，实时监测地面及井下温度，提升了精细化水平。

（四）协同创新

长沙机场地热井项目涉及地质、钻井、钻井液、测井、录井、固井、取心试验、换热测试等多个领域，跨学科、跨行业的协同创新贯穿始终。项目团队主导研制的新型中心管材和高导热低密度固井材料，集成了材料科学和工程技术的最新成果，实现了技术的跨界融合，提升了地热井的隔热效果和换热效率。

（五）可持续发展

项目采用的“取热不取水”同轴套管换热技术，有效利用了地热资源，且避免了对地下水资源的污染，体现了对生态环境的保护和资源的可持续利用。通过科学制备的新型高导热低密度固井材料，较好提升了地热井的换热效率^[12]，还为未来同类型地热井的固井施工和材料研究提供了借鉴，推动了绿色生产和循环经济的发展。

（六）实例分析：长沙机场地热井项目的突破

长沙机场作为中南地区首口地热井，终孔孔深2611.58米，孔底温度达到81.6℃。项目采用的“取热不取水”同轴套管换热技术，实现了高效取热，稳定换热功率达450kW，展现了良好的取热能力。通过现场换热测试，项目全面获取了各项地层参数、钻井工艺参数，取全取准了第一手相关资料，顺利实现且超过了预期科研目标。新型中心管材和高导热低密度固井材料的应用，不仅隔热效果超预期^[13]，还有效提高了地下换热效率，为湖南中深层地热能

的勘查开发和综合利用提供了重要的参考价值和理论依据。

湖南中深层地热产业链中各项关键技术的创新和应用，充分展示了新质生产力在实际生产中的作用和价值。通过信息驱动、数字化技术、协同创新和可持续发展的综合应用，湖南地热产业在高效、绿色发展的道路上不断前行，成为新质生产力在能源领域应用的典范。

四、关于湖南中深层地热产业发展的几点建议

（一）政策支持——中深层地热产业发展的基石

湖南省在地热能产业发展中应综合考虑科技创新、金融支持和法律法规保障等方面。制定专项科技创新政策，鼓励各方加大对地热能新技术的研发投入，推动关键技术突破。出台金融支持政策，包括低息贷款、税收优惠、风险补偿机制等，以吸引更多资本投入。同时，建立健全绿色金融体系，为地热能项目提供全方位金融支持。加快制定相关法律法规，明确产权、审批程序、环保要求等，确保产业健康发展^[14]，并加强执法力度，保障法规有效实施。这些措施将有助于营造良好的发展环境，推动湖南省地热能产业迈向更加可持续的发展道路。

（二）科技创新——中深层地热产业发展的引擎

湖南省在地热能产业发展中应注重勘探、开发和利用技术创

新。引进和研发先进的勘探技术，如地球物理探测和地热钻探技术，借助大数据和人工智能构建资源数据库，提高勘探效率和精度。加大对钻井和热能提取技术的研发，积极探索多元化利用模式，开发高效发电和供暖技术，建立示范区推广先进技术，提高地热能利用效率和经济效益，带动产业整体发展。这些举措将有助于推动湖南省地热能产业朝着更加可持续和创新的方向发展。

（三）协同创新——中深层地热产业发展的新路径

湖南省在地热能产业发展中还应综合考虑产学研结合、跨行业协同和国际合作。推动产学研结合，加强高校、科研机构和企业合作，建立技术创新联盟，共享资源推动技术突破。其次，促进跨行业协同，与环保、建筑、交通等行业合作创新，探索融合发展模式，拓展地热能应用范围，提升产业竞争力。积极参与国际合作，获取先进技术和经验，引进外部技术提升开发水平，推动地热能产业走向国际市场。这些举措将有助于推动湖南地热能产业向更加开放、创新和国际化的方向发展。

新质生产力的快速发展为湖南中深层地热产业的发展带来了新的机遇。通过政策支持、科技创新和协同创新，湖南有望突破地热能开发利用的技术瓶颈，实现地热能产业的高质量发展。未来，湖南应继续加强政策引导，强化科技创新，推动产学研结合，拓展国际合作，探索中深层地热产业的可持续发展路径，为实现绿色发展和能源转型贡献力量。

参考文献

- [1] 周总瑛, 刘世良, 刘金侠. 中国地热资源特点与发展对策 [J]. 自然资源学报, 2015, 30(07):1210–1221.
- [2] 常宽, 张钱江, 蒋奇云, 等. 我国中深层地热能探测技术研究现状 [J]. 地球物理学进展, 2025, 40(01):54–69.
- [3] 李文, 孔祥军, 袁利娟, 等. 中国地热资源概况及开发利用建议 [J]. 中国矿业, 2020, 29(S1):22–26.
- [4] 王文中, 邵东云, 程新科, 等. 中国浅层和中深层地热能的开发和利用 [J]. 水电与新能源, 2022, 36(03):21–25. DOI:10.13622/j.cnki.cn42-1800/tv.1671-3354.2022.03.005.
- [5] 地热能术语 :NB/T10097—2018[S]. 北京 : 中国石化出版社 , 2018.
- [6] 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.
- [7] 孙焕泉, 毛翔, 吴陈冰洁, 等. 地热资源勘探开发技术与发展方向 [J]. 地学前缘, 2024, 31(1):400–411.
- [8] 王贵玲, 刘彦广, 朱喜, 等. 中国地热资源现状及发展趋势 [J]. 地学前缘, 2020, 27(1):1–9.
- [9] 宋先知, 李根生, 王高升, 等. 中深层地热能取热技术研究进展 [J]. 科技导报, 2022, 40(20):42–51.
- [10] Moeck I, Bracke R, Weber J. The energy transition from fossil fuels to geothermal energy – A german case study[C/OL]. [2022-10-01].
- [11] Renner J L. The Future of Geothermal Energy[R]. Idaho National Lab.(INL), Idaho Falls, ID (United States), 2006.
- [12] 邓杰文, 魏庆芳, 张辉, 等. 中深层地热源热泵供暖系统能耗和能效实测分析 [J]. 暖通空调, 2017, 47(08):150–154.
- [13] 李骥, 徐伟, 李建峰, 等. 中深层地埋管供热技术综述及工程实测分析 [J]. 暖通空调, 2020, 50(08):35–39.
- [14] 王文中, 邵东云, 程新科, 等. 中国浅层和中深层地热能的开发和利用 [J]. 水电与新能源, 2022, 36(03):21–25.