

平顶山郟县地区地热资源特征及利用前景

李越飞, 郭佳欢

河南省有色金属地质矿产局第四地质大队, 河南 郑州

收稿日期: 2022年7月5日; 录用日期: 2022年8月4日; 发布日期: 2022年8月12日

摘要

地热资源是一种绿色低碳、可循环利用的可再生能源, 是一种现实可行且具有竞争力的清洁能源。平顶山地区断裂构造较为复杂, 为地热资源的形成创造了优势条件。本文通过资料搜集、野外施工、资料整理等工作, 浅谈一下平顶山郟县地区的地热资源特征及开发利用前景。

关键词

地热资源, 郟县, 开发前景

Characteristics and Utilization Prospect of Geothermal Resources in Jiaxian, Pingdingshan

Yuefei Li, Jiahuan Guo

The Fourth Geological Brigade of Henan Nonferrous Metals Geology and Mineral Bureau, Zhengzhou Henan

Received: Jul. 5th, 2022; accepted: Aug. 4th, 2022; published: Aug. 12th, 2022

Abstract

Geothermal resources are a kind of green, low-carbon, recyclable renewable energy, and a practical and competitive clean energy. The fault structure in Pingdingshan area is complex, which creates favorable conditions for the formation of geothermal resources. Based on data collection, field construction and data sorting, this paper briefly discusses the characteristics of geothermal resources and the prospect of development and utilization of Jiaxian in Pingdingshan City.

Keywords

Geothermal Resource, Jiaxian, Development Prospect

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 背景

地热能作为新能源中唯一的地下矿藏,集热、矿、水于一体,具有清洁、廉价、易开采、用途广泛等特点,受到越来越多的关注[1]。开发利用地热水资源,在改善生态环境,提高人们健康水平,促进相关产业经济发展,扩大就业等方面,具有显著的经济、社会和环境效益。

平顶山市中深层地热尚未得到开发利用。为了探索推进平顶山市地热资源规模化、产业化开发,促进平顶山市高质量发展;充分利用地热资源作为清洁能源的优势,发挥出中深层地热勘查开发的示范引领作用;利用地热资源发展供暖、旅游、开发地热种植、养殖和反季节景观等方面的发展。河南有色地矿钻探有限公司在对平顶山地区地热地质条件调查、分析、论证的基础上,在区域内施工了一口地热勘查井。在收集、整理和研究区域地质资料的基础上,采用了室内与室外工作相结合、区域资料收集和物探工作相结合、综合测井与钻探验证相结合的原则,综合确定目的层的热储特征;并利用抽水试验和地热流体分析测试进行地热流体质量评价,以初步查明地热资源赋存条件,估算地热资源量[2]。为后续制定该地区地热资源开发规划提供依据。

2. 区域地质背景

2.1. 构造

平顶山郟县地处河南省中部偏西,本区大地构造处于华北板块的南缘,属于华北板块区崤熊构造区北区陕县-平顶山断陷区。本区位于崤熊构造区NW向巨型褶皱逆冲带中段,整个矿区为四周下降、中间凸起的一个独立断块隆起构造单元,即为平顶山凸起。北侧为襄城凹陷,南侧为舞阳凹陷,西侧为汝州凹陷,煤矿区构造线与区域构造线一致,整体走向NW,构造形态以宽缓褶皱和高角度走向正断层发育为其特征。基底为前寒武系强烈褶皱变质的太华群地层,加里东运动造成志留系、泥盆系、下石炭统等地层缺失。

平顶山的地质构造较复杂(见图1区域构造纲要图),襄郟断层为区域性的张性正断裂,由北东向的郟县正断层切穿襄郟断层,断裂控制凸起的部位,介质物性发生突变,引起正常热传递受挫,形成热异常,在某种程度上成为深部地下水对流、运移和富集的通道,是主要的控热构造[3]。复杂的地质构造为地热资源的形成创造了条件,同时断裂构造也为水源和热源的流通提供了有利通道[4]。

2.2. 地层

通过搜集资料以及分析勘查井的钻孔资料,区域内的地层由老到新依次为新元古界震旦系东坡组;寒武系下统辛集组、朱砂洞组,寒武系中统馒头组,张夏组,上统崮山组、炒米店组;上石炭统本溪组、太原组;下二叠统山西组、下石盒子组,上二叠统上石盒子组、石千峰组;下三叠统刘家沟组和第四系。具体地层情况见表1。

3. 地热资源特征

3.1. 热储特征

区域内施工的地热勘查井的钻遇热储层包括二叠系砂岩裂隙热储层、石炭系太原组裂隙热储层、寒武系张夏组白云质灰岩、朱砂洞组膏溶角砾岩热储层。

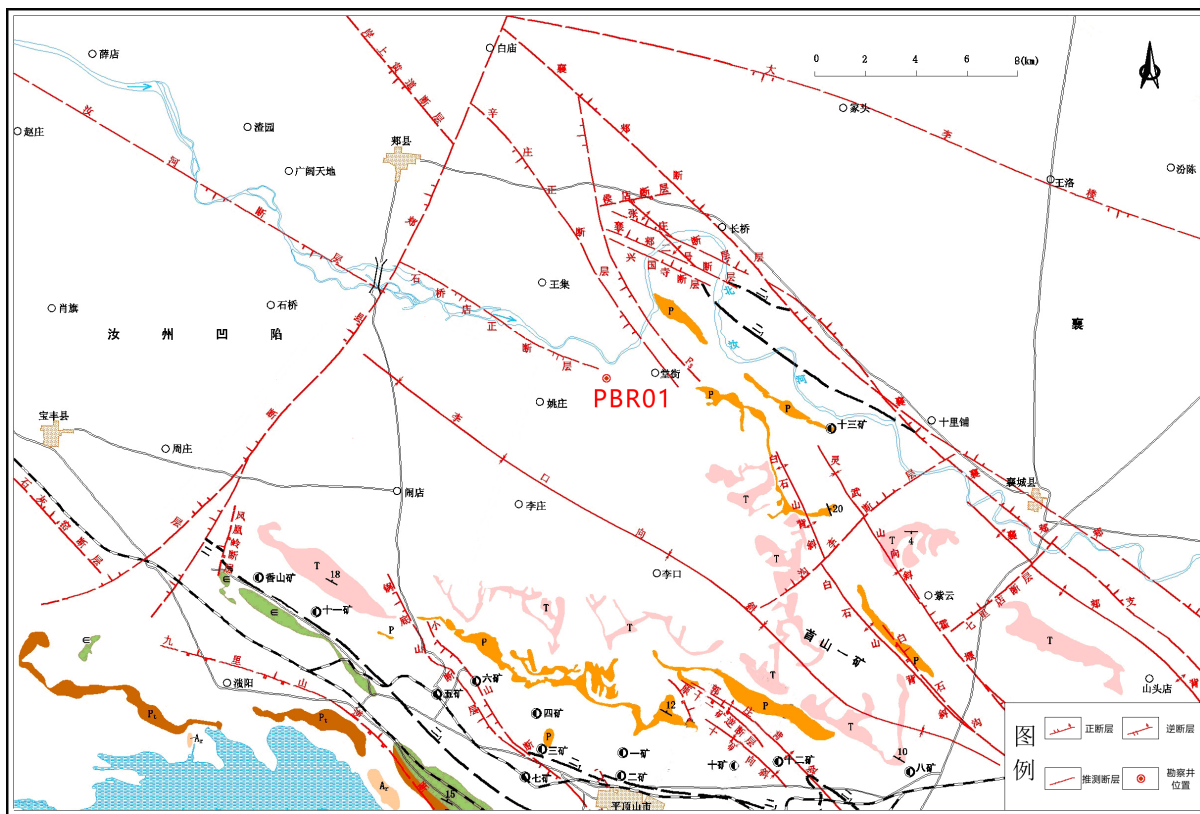


Figure 1. Outline diagram of regional structure

图 1. 区域构造纲要图

Table 1. A list of regional strata

表 1. 区域地层一览表

岩石地层单位					岩性特征
界	系	统	组	代号	
新生代	第四系			Q	以砾石、卵石、砂为主，混杂亚砂土及亚粘土，多为灰黄及黄色，下部为棕红、褐红色粘土，底部为砂砾层。
	新近系			N	中上部为灰黄色砂质泥岩与泥灰岩互层，下部为杂色砂岩，钙质胶结。
	古近系			E	上部为红色砂质页岩与砂质泥岩互层，夹红色钙质或铁质胶结砾岩，中部为砂质泥岩、泥岩、砂砾岩，中夹碳质泥岩，下部为砂砾岩。
中生界	三叠系	下统	和尚沟组	T _{1h}	上部为紫红色泥岩及砂质泥岩，夹钙质泥岩及砾屑灰岩；中部为紫灰色中粒砂岩；下部为暗紫红色厚层泥岩及砂质泥岩夹细、中粒砂岩。
			刘家沟组	T _{1L}	上部为紫红色泥岩、粉砂岩，下部为紫红色、褐红色中、粗粒砂岩，硅质及铁质胶结，具“红斑”，与下伏地层为整合接触。
上古生界	二叠系	上统	石千峰组	P ₂ Sh	上部为灰黄色、紫色粉、细粒砂岩及泥岩，夹数层砾屑灰岩；中上部为紫红色泥岩，含钙质结核，中下部为浅灰、灰白色中、细粒砂岩夹灰绿、紫红色泥岩；下部为浅灰-灰白色中、粗粒砂岩(平顶山砂岩)。

Continued

二叠系	中统	石盒子组	P ₂ S	灰绿、浅灰、深灰色泥岩、中、细粒砂岩。	
	下统	山西组	P ₁ S	浅灰色中、细粒砂岩, 灰 - 深灰色泥岩、砂质泥岩及煤层组成。	
石炭系	上统	太原组	C ₂ t	以灰色、深灰色石灰岩为主, 中部夹细 - 中粒砂岩、砂质泥岩及泥岩。	
		本溪组	C ₂ b	灰、灰绿色铝质泥岩, 紫红色铁质泥岩。与下伏地层不整合接触。	
上古生界	上统	炒米店组	C ₃ ch	浅灰色中厚层细晶 - 粗晶白云质灰岩, 间夹条带状泥灰岩。	
		崮山组	C ₃ g	灰 - 深灰色, 厚层状白云质灰岩, 鲕状白云岩。	
	中统	张夏组	C ₂ zh	上部为深灰色白云质灰岩, 具不明显的鲕状结构; 下部为深灰色厚层状鲕状灰岩。	
		馒头组	C ₂ m	上部为厚层状灰岩, 间夹灰绿色页岩及海绿石砂岩, 中部为灰 - 深灰色泥质条带白云质灰岩; 下部为泥质条带状灰岩、黄绿色砂质泥岩及暗紫色、灰绿色粉砂岩, 层面含大量云母片, 夹透镜状灰岩。	
		下统	朱砂洞组	C ₁ z	上部为深灰色厚层豹皮状灰岩及白云质灰岩; 下部为泥质灰岩及灰岩。
			辛集组	C ₁ x	上部紫红色深灰色含磷砂岩、含磷白云岩及铁质泥灰岩; 下部浅红、蓝灰色含磷砂岩、含磷砂砾及结核状磷块岩。
新元古界	震旦系	上统	东坡组	Z _{dp}	上部为灰绿、紫红色砂质或泥质页岩, 下部为杂色冰积砂质砾岩。

1) 二叠系裂隙热储层

二叠系砂岩裂隙热储层在工作区普遍发育, 勘查井实际钻进情况及录井、测井、岩矿样鉴定结果表明, 平顶山砂岩段岩石致密坚硬, 孔隙度 3%, 属于中等富水性裂隙性含水层。

2) 石炭系裂隙热储层

以灰岩为主夹泥岩、砂岩, 水量分布不均, 含水层厚度小、且有煤层和铝土矿层。勘查井的测井结果显示该层井段含水性较好。

3) 寒武系岩溶裂隙含水层

寒武系顶部古风化壳岩溶裂隙热储层, 寒武系辛集组与其下伏震旦系地层的不整合界面热储层, 为古风化界面, 含水。寒武系岩溶裂隙热储层, 有效空隙、渗透性的岩溶裂隙与断裂构造集中发育, 构成了主要的热储空间[5], 热储空间以对流传热为主、平面上呈条带状延伸。且有新生界、中生界、上古生界作为热储盖层。

3.2. 地热流体特征

1) 二叠系裂隙含水层

包括上统石千峰组、中统石盒子组及下统山西组, 含水层部分由各组中的砂岩组成。水化学类型为 HCO₃-Ca、HCO₃-Ca·Na 及 HCO₃·SO₄-Na·Ca 型, 矿化度 0.3~0.412 g/L。

2) 石炭系裂隙含水层

含水层由上部灰色 - 深灰色石灰岩和下部深灰色显晶质石灰岩组成。上部岩溶裂隙发育, 富水性好, 矿化度 0.26~0.59 g/L, 水化学类型为 HCO₃-Ca 和 HCO₃-Ca·Mg 型, 下部含水层富水性不均一。

3) 寒武系岩溶裂隙含水层

含水层主要由寒武系下、中、上统膏溶角砾岩、白云质灰岩、鲕状灰岩组成, 寒武系以中、下部毛庄、馒头组泥岩、砂质泥岩为隔水层分为上下两个含水段。上段: 崮山、张夏组岩溶较发育, 以岩溶裂隙为主, 岩溶裂隙发育, 相对富水性较强, 水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Na}$ 及 $\text{HCO}_3\text{-Ca-Na}$ 水, 矿化度 $0.2878\sim 0.655\text{ g/L}$ 。下段朱砂洞膏溶角砾岩发育, 水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Na}$ 及 $\text{HCO}_3\text{-Ca-Na}$ 水, 矿化度 0.4 g/L 。

3.3. 流体质量评述

该地热勘查井共评价了两次抽水试验, 分别是二叠系、石炭系、寒武系混合热储层抽水试验和封堵二叠系之后石炭系、寒武系混合热储层抽水试验。前者抽水试验涌水量 $54.5\text{ m}^3/\text{h}$, 出水温度 40.5°C , 根据水质检测报告流体 PH 值为 7.26, 溶解性总固体含量 1237 mg/L , 水化学类型为 $\text{SO}_4^{2-} + \text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+} + \text{Na}^+$ 型; 根据规范地热流体可以进行医疗矿泉水开发、地热供暖, 不适合直接作为天然饮用矿泉水、生活饮用水开发。

后者抽水试验涌水量 $33.7\text{ m}^3/\text{h}$, 出水温度 42.6°C , 地热流体 PH 值为 7.62, 溶解性总固体含量 1140 mg/L , 水化学类型为 $\text{SO}_4^{2-} + \text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+} + \text{Na}^+$ 型。根据规范地热流体可以进行医疗矿泉水开发、地热供暖, 不适合直接作为天然饮用矿泉水、生活饮用水开发。

4. 地热资源开发前景

4.1. 地热供暖

地热供暖是通过开发利用地热资源获取地热水, 通过梯级利用技术提取地热水的热量进行供热, 并对尾水进行回灌。整个过程封闭循环, 形成“取热不取水”的开发模式, 无污染, 零排放, 不会对环境造成危害[6]。利用地热取暖, 对于区域的发展有良好的经济效益和社会效益。

由地热井抽水试验数据计算可得: 可开采量达到 $1308\text{ m}^3/\text{d}$, 产能 1.546 MW , 通过热泵取热时, 地热井供热能力提升至 1.927 MW , 实际用于供暖用途热功率可达 2.569 MW , 其中 0.6423 MW 来自热泵能耗, 采用热泵供暖时可供暖 $5.138 \times 10^4\text{ m}^2$ 。

4.2. 反季节种植及热带水产养殖

平顶山郟县地区粮食作物以小麦、玉米、大豆、红薯为主, 经济作物种类较少, 以烟叶为主。根据勘查井的水质检测结果, 可以依托地热资源在该区发展反季节种植及热带水产养殖, 扩展本地经济作物种类, 同时还具有受季节影响小, 经济效益高等优点。如果反季节种植、养殖成果在区域内得到应用、推广, 可对平顶山地区传统农业向现代农业的转型起到重要的示范引领作用。

根据《地热资源地质勘查规范》(GB / T11615-2010)农业温室耗热量取 80 W/m^2 计算, 水产养殖耗水量取 $7\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{年})$, 可满足 $20,000\text{ m}^2$ 农业温室或 $68,000\text{ m}^2$ 水产养殖耗水。

4.3. 温泉康养旅游

根据勘查井水质检测报告, 本地区地热水水质清澈, 矿物质含量高, 是达到理疗热矿水水质标准的高品质地热水, 可以满足康养理疗的需求。

地热资源、矿泉水、绿色农业, 规划将这些资源综合利用, 有效结合温泉疗养、生态养生、地质文化展示、民俗文化体验[7]。打造集地质科普旅游、温泉疗养度假、生态运动与生态养生、民俗文化体验为一体的文化旅游产业综合体。

在温泉康养旅游的拉动效应下, 餐饮茶食、民间艺术表演、夜景旅游、文创相关产业均会得到大幅

度发展,待整个地热温泉产业形成规模之后,养老地产的开发将会进一步扩大景区规模,提升景区品质,形成新的经济增长驱动力[8]。

5. 结论

此次施工的勘查井作为平顶山地热田的首井,是该区域地热资源勘查开创性的工作。在结合资料和野外施工的基础上,初步查明了区内热储层及盖层的分布、岩性及裂隙发育特征、地温场的垂向变化规律、地热流体质量,估算了地热资源量,为评价平顶山郟县中深层地热田资源潜力提供了有力支撑。

在该区域内实施的这一系列工作确定了区域的中深层地热资源具有供暖、康养等重要价值,为平顶山市提供了新的清洁热源,具有重要的引领和示范意义。

6. 建议

1) 地热资源属于消耗型能源,在开发利用过程中应有计划地开采,避免开采量过大造成水位下降过快,缩短热水井使用寿命,同时应进行梯级开发利用[9]。同时由于深层地下水补给条件差,为达到持续开发利用地热资源的目的,应对深部热储层进行地热尾水回灌。

2) 地热流体中的结垢较多,在后续利用的管网设计中应充分考虑结垢隐患[10],在投入使用后应定期检查,并根据需要进行除垢维护,以延长使用寿命。

3) 在地热井的后期利用时,需配合施工回灌井,并对开采井和回灌井进行动态监测,及时掌握水位、水温、水量的动态变化,为资源评价、地热管理和研究与地热开发有关的环境地质问题提供基础资料。

参考文献

- [1] 张满波,武秀江,吴双红. 河南省地热资源形势及开发利用潜力分析[J]. 地下水, 2008, 30(4): 45-46.
- [2] 许刘万,伍晓龙,王艳丽. 我国地热资源开发利用及钻进技术[J]. 探矿工程, 2013, 40(4): 1-5.
- [3] 张维,闫晋龙,马畅,孙健,张宁. 河南新商断裂对地热资源形成的控制作用及资源潜力分析[J]. 2020, 11(12): 2647-2652.
- [4] 任鸿飞,朱怀亮,闫晋龙,王少辉. 太康隆起尉氏段地热资源勘探远景分析[J]. 矿产与地质, 2019, 33(3): 502-507.
- [5] 陈怀玉,王少辉,马畅,刘天阳. 河南鄢陵凸起中深层地热资源特征及其开发前景[J]. 矿产勘查, 2020, 11(9): 2017-2021.
- [6] 程立群,徐一鸣,杜立新,郝文辉,聂晨光,谢吾. 冀东燕山中段地热地质条件分析与资源潜力评价[J]. 矿产勘查, 2020, 11(12): 2637-2646.
- [7] 徐军祥. 我国地热资源与可持续开发利用[J]. 资源与环境, 2005, 15(2): 139-141.
- [8] 吕志涛,韩书记. 河南省鲁山县下汤地热田地热资源分析[J]. 地下水, 2005, 27(1): 16-18.
- [9] 谢和平,杨仲康,邓建辉. 粤港澳大湾区地热资源潜力评估[J]. 工程科学与技术, 2019, 51(1): 1-8.
- [10] 马峰,王贵玲,张薇,朱喜,张汉雄,岳高凡. 雄安新区容城地热田热储空间结构及资源潜力[J]. 地质学报, 2020, 94(7): 1981-1990.