

Analysis of the Common Geothermal Resources Exploration Methods

Lei Feng

The Third Hydrological Engineering Geology Brigade of Hebei Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development (Hebei Institute of Geothermal Resources Development), Hengshui, Hebei, 053000, China

Abstract

In the current process of social development, with the improvement of productivity, the social demand for resources is more and more urgent. As one of the common types of resources, geothermal, relevant personnel need to pay attention to it. In the actual operation link, the utilization of geothermal resources is an important link. Due to the special distribution area of geothermal resources and the complex geological environment, the exploration of resources is more difficult, which restricts the utilization of geothermal resources to some extent. This paper starts with geothermal resources, deeply analyzes the characteristics and exploration difficulties of geothermal resources, and on this basis to analyze the exploration methods, to lay a foundation for the subsequent utilization of geothermal resources.

Keywords

geothermal energy; resource exploration; geological conditions; exploration method

浅析常用的地热资源勘查方法

冯雷

河北省地质矿产勘查开发局第三水文工程地质大队（河北省地热资源开发研究所），中国·河北衡水 053000

摘要

现阶段社会的发展过程中，随着生产力水平的提升，社会对于资源的需求越发迫切，地热作为常见的资源类型之一，就需要相关人员加强对其的重视。实际作业环节，地热资源的利用是重要一环，由于地热资源的分布区域较为特殊，再加上地质环境较为复杂，资源的勘查就较为困难，一定程度上制约地热资源的利用。论文就从地热资源入手，深入分析地热资源的特点以及勘察难点，并且在此基础上分析勘察方法，为后续地热资源的利用奠定基础。

关键词

地热能；资源勘查；地质状况；勘查方法

1 引言

地热能作为现阶段常见的能源类型之一，关系到社会发展水平的提升，该资源的运用十分关键，需要相关人员加强对其的重视。但是运用环节，地热能由于分布区域较为特殊，地质状况一般十分复杂，针对地热能的勘查就存在一些难点，一定程度上制约相关作业的落实。此背景下，就需要相关人员结合地热资源的分布特点分析地热资源的勘查难点，然后在此基础上合理选择勘察方法，以保证地热资源勘察作业的顺利落实。所以实际作业环节，地热资源的勘查十分必要，要求相关人员加强对地热资源勘查难点的研究，并且针对性地制定勘察方法。

【作者简介】冯雷（1981-），男，中国河北衡水人，本科，高级工程师，从事水文水资源、地质环境及地热地质专业技术研究。

2 地热资源概述

地热资源指的是地球内部储存的热能，通常通过地下的岩石、地热水和地热蒸汽来利用。地热资源具有广泛的应用领域，包括供暖、发电、温室养殖、温泉浴场等。地热能在地壳深部存在大量的热能储备，是一种可再生能源。在一些地区，地热资源可以通过钻探井口将地热水或蒸汽抽到地面上，然后进行利用。利用地热能可以实现无排放的供热和发电，同时对环境影响较小。地热资源主要利用在供热方面以及发电方面。除了供热和发电，地热资源还可以用于温室养殖。通过利用地热能能够调控温室内环境温度，促进作物的生长，改善农业产量和质量^[1]。总之，地热资源是一种再生的能源，并具有多种应用领域。在未来的能源转型中，地热能将发挥越来越重要的作用，以减少对传统化石能源的依赖并保护环境（见图1）。



图1 地热资源勘查

3 地热资源勘查概述

3.1 概念及步骤

地热资源的勘查是指通过一系列的调查和测试，确定地下是否存在可利用的地热能源，并评估其储量和开发潜力的作业。现阶段地热资源勘查主要步骤有地质调查、勘探孔钻探、地热水和地热蒸汽采样、地球物理勘查以及资源评估等。值得注意的是，地热资源的勘查需要综合运用地质学、地球物理学、地下水文学等多个学科的知识和技术手段。勘查的深度和精度将直接影响到最终的资源评估结果。因此，在进行地热资源勘查时，需要科学规划、合理设计勘察方案，并结合专业人员的实际操作和解释分析，确保勘查工作的准确性和可靠性。

3.2 地热资源勘查的特点

3.2.1 多学科交叉

地热资源勘查需要综合运用地质学、地球物理学、地下水文学等多个学科的知识和技术手段。这种交叉学科的特点使得地热资源勘查成为一项复杂而综合性的工作。

3.2.2 深度勘察

地热资源位于地壳深部，因此地热资源的勘查往往需要进行深度的钻探和地下勘察。这与其他能源资源如石油和天然气的勘探有所不同。

3.2.3 局部性特征

地热资源的分布通常具有局部性特征，即地热资源在地理空间上存在着较大的差异性。因此，地热资源勘查需要对勘查区域进行详细的调查和分析，以确定潜在的热能储量和开发可能性。

3.2.4 长期稳定性

相比于可再生能源如风能和太阳能，热能具有相对稳定的特点，不受季节、天气等自然因素的限制。这使得地热资源在供热和发电领域具有较高的可靠性和稳定性。

3.2.5 可视化挖掘

地热资源勘查需要通过测井、钻探等手段，将地下的地热水或蒸汽带到地面上进行分析和评估。这种可视化的挖掘过程可以提供实际的数据和样本，为勘察结果的准确性提

供支持。

总体而言，地热资源勘察是一项复杂且具有特殊性质的工作，需要综合运用多学科知识和技术手段，同时注重局部性特征和深度勘察。地热能作为一种可再生能源，具有较高的稳定性和可靠性，在能源转型中具有重要的角色和潜力。

4 地热资源勘查的难点

4.1 地下复杂性

地下地质结构复杂，包括褶皱、断层、岩性变化等因素，使得地热资源的分布和储量预测变得困难。地下复杂性增加了勘查工作的技术难度，需要采用高精度、高分辨率的勘查方法。

4.2 深度勘察成本高

由于地热资源位于地壳深部，进行深度勘察需要投入大量资金和资源。深井钻探、地球物理勘查等技术设备和人力成本较高，这对于勘查工作的可行性和经济性提出了挑战。

4.3 勘查数据不足

地热资源勘查需要大量的数据来支撑分析和评估工作，包括地质、地球物理、地球化学等多方面的数据。然而，部分地区缺乏完整、准确的勘查数据，限制了对地热资源潜力的准确评估。

4.4 存在隐蔽性

与其他能源资源相比，地热资源存在一定的隐蔽性。地下的热水或蒸汽通常不会直接暴露在地表，而需要通过钻探和其他方法才能获取。这增加了勘查的难度和复杂性。

面对这些难点，地热资源勘查需要结合先进的技术手段和方法，如高分辨率地球物理勘查、数值模拟等，同时加强勘查数据的收集和整理工作，提高勘察结果的准确性和可靠性。另外，国际的经验交流和合作也对解决地热资源勘查难题具有积极意义（见图2）。

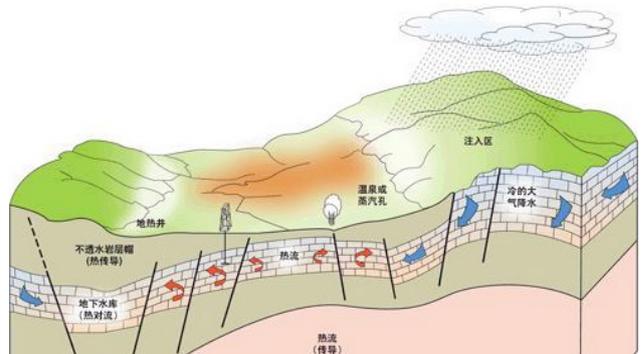


图2 地热资源勘查图示

5 常用的地热资源勘查方法

5.1 地球物理勘探技术

地球物理勘探技术是常见的地热资源勘查，需要相关

人员结合勘查需要进行细分,以保证相关作业的顺利落实。一是电阻率法,通过测量地下岩石或水体的电阻率,来推断地下的地热水或蒸汽的存在及分布情况。该方法适用于区分岩石、地下水和矿化水等不同物质的情况。二是地震勘察法,主要利用人工震源产生地震波,通过地下岩石对地震波的传播和反射特性进行分析,从而推断地下岩石的结构和性质,进而判断地热资源的存在和储量情况。三是重力法,通过测量地球重力场的变化,推断地下各种物质的分布情况,包括地下岩石、水体和热流体等。该方法主要依据地下不同物质的密度差异来进行分析。四是磁法,通过测量地球磁场的变化,推断地下岩石的性质、组成和构造情况以及可能存在的地热水或蒸汽等。该方法适用于具有磁性物质(如铁矿石)的地质环境。五是雷达法,地热资源勘查中的雷达法主要是利用地质雷达仪器,通过射频信号的发射和接收,测量地下岩石和物质的反射特征,从而推测地下存在的缝隙、裂隙或水体等。这些地球物理勘察技术可以结合实际勘查需求和区域特点进行选用和组合使用,以获取更为准确和全面的地热资源信息。

5.2 钻探勘查技术

现阶段的钻探勘查技术主要包括以下几个方面:一是垂直井钻探,垂直井钻探是最常见的钻探方式,通过在地表上钻探垂直井,探测和获取地下岩石、地下水以及可能存在的地热水或蒸汽等样品和数据。可以采用不同的钻探方法,如旋转钻进法、水动力钻进法等。二是水平井钻探,水平井钻探是一种在地下水平方向进行钻探的方法。通过水平井的建设,可以进一步了解地下岩石的分布、温度和流体运移情况,从而优化地热资源的开发方式和井场布局。三是方向性钻探,方向性钻探技术可以通过控制钻井工具的方向和角度,在地下实现非垂直的钻孔路径。通过方向性钻探,可以在有限的井口范围内获取更广泛的地下信息,提高勘查效率和准确性。四是芯片取心,芯片取心技术通过使用特殊的钻头,在钻井过程中采集连续的岩石芯样。通过分析岩石芯样的物理、化学特征,可以了解岩石成分和结构,评估地下岩石的温度梯度和储层特性^[2]。五是钻孔测温,钻孔测温是在钻井过程中通过传感器测量钻孔深度处的温度。通过连续测量不同深度的温度,可以绘制温度曲线,揭示地下岩石的温度分布情况,判断地热资源的潜力。这些钻探勘查技术可以根据具体勘查目标和地质条件选择和组合使用,以获取地下岩石、水体和热流体等方面的详尽信息,为地热资源的开发和利用提供重要依据。

5.3 温度场勘察技术

地热资源勘查的温度场勘查技术可以通过测量地下温度分布情况,进一步了解地热资源的潜力和分布。以下是几种常用的温度场勘查技术:一是温度孔测量,该方法是在地表钻探孔中安装温度传感器,连续测量不同深度处的温度值。通过分析温度随深度的变化规律,可以揭示地下岩石的温度分布特征,推测地热梯度,评估地热资源储量。二是热流测量,热流测量方法通过测量地表或钻孔孔壁上的热流量来推断地下岩石的热导率和地热流体的存在情况。该方法适用于评估地热资源的储量和释放能力,并提供地热水或蒸汽的产量指标。三是地热探针法,地热探针法是一种在地下埋设温度传感器的方法。通过将温度探针埋入地下,连续记录地下不同深度处的温度变化情况。根据温度数据的分析和处理,可以得到地下温度分布的细节信息。此外还有热扰动法,热扰动法通过在地下埋设加热或冷却源,然后测量其周围地层的温度响应,推断地下岩石的导热性质和地热资源分布情况^[3]。该方法适用于评估地热储层的温度特征和潜力。这些温度场勘查技术可以相互配合,结合其他地球物理勘察方法一起使用,从而全面了解地下岩石的温度分布和潜在地热资源的分布情况。勘察人员可以根据具体需求选择适当的技术手段,提高勘察效果和准确性。

6 结语

由于目前国内物探单位拥有的各种物探设备各有所长,但都不能完全满足地热资源勘探的要求。通过综合物探方法可以避免采用单一方法在深度广度精度方面的不足,多方面勘探获得地质构造条件、地热赋存范围、地下水补给关系及空间位置等信息。因此,为了更好地查明地热资源的地质条件、热储特征和地热资源储量,一般都采用综合物探方法进行地热资源勘探工作。

参考文献

- [1] 刘志龙,邵炳松,朱怀亮,等.综合物化探方法在大连小窑湾地区地热资源勘查中的应用[C]//中国地球物理学会.2022年中国地球科学联合学术年会论文集——专题二十五:浅地表地球物理进展、专题二十六:应用地球物理前沿.2022年中国地球科学联合学术年会论文集——专题二十五:浅地表地球物理进展,2022:34-37.
- [2] 李广,李春伟,王国钧,等.两种不同的测深方法在深部地热勘查中的应用效果[J].矿产与地质,2021,35(4):735-741.
- [3] 周永波,蔡兰花,滕光亮.快速确定区域地热资源靶区的勘查方法及应用[J].勘察科学技术,2020(4):53-57.