

# 浅谈水文地质测量在地热勘查中的作用

颜 梅

山东省地矿工程集团有限公司 山东 济南 250200

**【摘要】**：水文地质研究作为地热勘察的基础性和前沿性地质工作，对地热资源的勘察起着基础性作用，甚至直接成为“勘察”成败的关键因素。简述不同类型地热资源的特点，探讨不同类型地热资源勘察中水文地质研究的重点，进一步论证水文地质研究在地热资源勘察中的重要作用。

**【关键词】**：水文地质研究；热液型；地热资源；研究案例分析

地热资源作为一种清洁、可回收的可再生能源，具有储量大、分布广、环保、稳定等特点。利用它们替代部分常规能源，不仅对调整能源结构、节能减排、优化生态环境具有重要意义。还可以弘扬新兴产业文化，加快新区建设，丰富当地旅游资源，提高当地就业率。近年来，为满足我国生态文明建设的现实需要，地热资源需求量越来越大、需求面越来越广，地热资源的勘察、开发和利用必将迎来发展阶段。主要的勘察方法包括水文地质研究、地热表面研究和地热化学研究。水文地质研究作为地热勘察的基础性和前沿性地质工作，对地热资源的勘察特别是深部地热勘察，具有重要的作用，甚至直接成为项目成功或失败的一句。

## 1 地热资源类型及水文地质研究

地热资源的温度范围为 26~110℃。根据地热资源地质研究的规范，可将地热资源归类为：中温地热资源和低温地热资源。根据地热资源的成因模式，可分为露头型和断层型及下沉盆地类型，地热资源可分为裂缝和沉陷型，其发生区域取决于储热岩的性质，水文地质研究工作涵盖整个地热资源勘察过程。主要研究课题为地热相关地质现象，工作方法主要是实地观测和地质填图，研究的主要内容包括含水层岩层和屏障。水化岩层的分布、性质、厚度和变化以及裂缝的水文地质特性；重点了解地下水热水与地下水的关系。地质性质、地形地貌和自然地理现象的结构，以及它们的补给、流排水条件，含水量、其中水质和动力层变化由于地热资源成因差异，水文地质调查的目的也是不同的。

## 2 不同类型地热资源的特征

### 2.1 隆起断裂型裂隙亚型地热资源

(1) 地热层主要分布在地壳高地或褶皱山地。它们由该地区深而宽的断层带及其次生断层产生，特别是在广泛的喜马拉雅断层或其影响带中，有大量出露断层。在垂直断层的交叉处，地质应力重叠并释放，为温暖的地下水向上迁移创造了通道，这些位置往往形成相对较大的地热田。受构造

活动影响的地层（岩体）原本不含水，形成断层、断裂带和影响带，为地热流体和水道提供空间。因此这种类型的地热资源往往以腰带形式呈现，它属于带状地热蓄热场，其孔隙和裂缝是补给、排地下水的必经之路。

其发生区可分为裂隙亚型和岩溶亚型。水文地质勘察包括地热资源勘察的全过程。主要研究对象为地下热水及相关地质现象。工作方法主要是现场观测和地质填图。调查的主要内容包括热水岩（层），以及节水岩组（层）的分布、性质、厚度和变化情况，裂缝的水文地质特征；重点了解暖地下水与地质构造、地形地貌和自然地理现象的关系，以及它们的进、流、排条件；含水层的水量、水质和动态变化等。由于地热资源成因类型不同，水文地质研究的方法也不同。

(2) 热水主要暴露在地表形成温泉，由大气降水渗入裂缝区域形成，在地热流量较高的情况下，会从远源补给，深入循环，与围岩一起到达水中。地热场中心的地温梯度范围为 5.12~13.24℃/100m，明显高于当地平均气温的上升速度。

(3) 这种地热流体的温度在 33.6~77℃之间，高于喀斯特亚种地热流体的温度，主要是由于其地热土壤较高。

(4) 地热的水化学型一般  $SO_4^{2-} - HCO_3^- - Na$  或  $SO_4^{2-} - Na$  型，pH 值为 7.2-8.2，呈中性至微碱性水作用。转化率一般小于 1g/L，为软水，基本表现出  $SO_4^{2-}$  含量越高，地热流体温度越高的性质。

(5) 裂隙亚型盖层，地热资源的热储层，严格由两部分组成，一是第四纪全新世盖层；另一种是严重风化的基岩，或裂缝未发育的寒冷基岩。松散的重叠沉积物和严重退化的基岩对下伏蓄热的影响因地点而异；尽管有些部分是隔热的，但由于它们的厚度小且分布有限，因此它们在世界范围内的作用并不重要。总的来说，它们大多属于开阔地热层，重叠的松散堆积层和重风化层不具备严格保温的重要性。

## 2.2 隆起断裂地热资源岩溶亚型

(1) 受断层结构影响, 岩石发育断层断裂带和断裂带。碳酸盐岩经过长时间的溶蚀, 形成水溶矿物较多的层, 形成溶洞、溶洞和裂缝。地热水主要储存在断裂带和岩溶孔隙、洞穴和碳酸盐岩采石场, 属于裂隙岩溶地热蓄热区。

(2) 与崎岖亚型地热资源相比, 地热流体温度较低, 主要在 26~69℃之间, 其温度低于崎岖亚型地热资源有两个原因。其中之一是在岩溶中储存。水空间大, 冷水多, 利于热平衡; 第二, 岩溶地区地球热通量的背景值通常较小。

(3) 水化学型地热水通常为  $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+} - \text{mg}^{2+}$ 、 $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$  或  $\text{SO}_4^{2-} - \text{Ca}$  型水, pH 值为 7.1~8.3, 即中性-弱碱性水。含盐量约为 1g/L, 属于新鲜微咸水的一部分。与裂隙亚型的地热资源一样, 决定水质类型的阴离子的组成与温度直接相关: 温度越高,  $\text{SO}_4^{2-}$  含量越高。

(4) 地热田热库盖层以上覆盖志留系粘土质粉砂岩、砂质粘土板岩或粘土质板岩和白垩系紫色粘土质粉砂岩、粘土质板岩等为主。保温效果好, 是地热田良好的覆盖物。

## 2.3 沉降盆地型地热资源

(1) 该类地热资源主要分布于中、新生代盆地内部, 与隆起、断裂类型相比, 地热田面积、深度、温度、压力、温度均大于较大地表层可达到 100℃以上, 热源主要为地热温度梯度加热。

(2) 地下水的水化学类型以  $\text{Cl}^- - \text{Na}^+$  型为主, 高盐度在 120~329.5g/L 之间。这是含有 K、I、Br、Li、B 等微量元素, 具有较高的整体开发和使用价值。

## 3 不同类型地热资源勘察中水文地质研究的重点

由于地热资源都是在石油工业或盐矿勘察中发现的, 因此钻井深度较大。目前仅发现岩溶上升流、裂隙和裂缝亚型, 地热资源勘察亚型简要介绍了水文地质勘察的重点。

### 3.1 隆起断裂型裂隙亚型地热资源勘察

地热储层没有严格意义上的岩石覆盖, 和排水的途径。在水文地质调查工作中, 方法如下:

(1) 详细研究勘察区井、泉水量、水温、水质及动态

变化, 重点分析其与地质构造、地形地貌的关系。

(2) 在对区域地质和地热地质结果进行完整采集和分析的基础上, 考察出露区地下水的主层、火成岩活动和存在条件, 以及由于空洞性质不同造成的地下水类型的水介质。

(3) 研究发现断裂带及其影响带的主要构造性质、产状、交汇点和宽度。其覆盖率高、地质现象暴露程度低、岩石节理和裂缝发育、各种裂缝和裂隙的出现次数高。

(4) 通过对区域主要断层构造水文地质特征研究, 区域地下水补给和排水条件综合分析, 主要构造含水量、热控制和导热系数初步评价, 研究目标断裂构造明确; 在此基础上, 创建地热勘测模型。

### 3.2 隆起断裂型岩溶亚型地热资源勘察

(1) 通过对地质剖面的实际测量, 详细了解含水层(碳酸盐岩地层)和含水层(热矿床的覆盖率)的分布、产状和厚度, 并提供勘察地球物理和钻井计划的深度信息。

(2) 通过研究岩石风化作用, 如硅化、方解石、黄铁矿等, 为进一步优化水文地质勘察提供依据。

对以往项目成败经验的深入分析, 进一步表明了水文地质研究在地热资源勘察中的重要性。对于隆起和断层地热资源, 断层构造的类型, 对于评估和确定断层构造的水文地质特性和排水条件有重要的影响, 为提高地热资源成功率提供详细可靠的依据。

## 4 结语

进入 21 世纪以来, 传统化石燃料的大规模开发和使用造成的资源枯竭和环境污染问题日益严重。当今标准化的雾霾和极端天气状况严重影响了人们的生活质量和环境, 是亟待解决的重要环境问题。“十三五”期间, 资源环境协调发展、二氧化碳低排放、保护环境理念逐渐被社会所接受。在国家能源政策的保障和规划下, 地热资源相关产业取得了强劲发展。在经济高质量发展、人与自然和谐相处的背景下, 清洁能源的研究、开发和利用是中国能源结构创新的必然选择, 十四五期间将为中部地热勘察开辟更广阔的发展前景。水文地质调查作为基础性和构造性地质工作将发挥越来越重要的作用, 甚至将直接成为决定调查成败的关键因素。

## 参考文献:

- [1] 廖阳树, 徐高海. 水文地质勘察重要性及问题与对策探讨[J]. 低碳世界, 2021, 11(6): 99-100.
- [2] 吴刚. 水文地质勘察中常见的难点和对策研究[J]. 冶金管理, 2021(7): 82-83.

- [3] 肖世宇.工程地质与水文地质勘察相关问题分析[J].陕西建筑,2021(5):44-46.
- [4] 王君.污染场地环境水文地质勘察技术的应用[J].化工管理,2021(2):63-64.
- [5] 吴记军.水文地质勘察中地下水的问题及应对措施[J].智能城市,2021(1):51-52.
- [6] 侯思聪.水文地质勘察在环境地质勘察中的应用探析[J].现代盐化工,2021,48(1):90-91.
- [7] 张峻嵩.水文地质勘察重要性及问题与对策探讨[J].建筑技术开发,2021,48(6):3-4.