

地热勘查方法的应用探讨

施建康 李 宁

陕西地矿汉中地质大队有限公司 陕西 汉中 723000

摘要: 本文系统地探讨了地热勘查方法的应用,概述了地球物理勘查(电法、磁法、地震勘查)、地球化学调查、地质测量与水文地质测绘以及钻探过程与测井方法等关键技术。通过具体实例分析了各方法在地热勘查中的实际应用效果,如电法勘查揭示断裂构造与热水分布,磁法勘查探测岩浆岩体,地震勘查揭示地下岩层结构等。此外,还讨论了勘查方法的综合应用与优化策略,旨在提高勘查效率和准确性,为地热资源的科学开发和可持续利用提供技术支持。

关键词: 地热; 勘查方法; 应用

引言: 随着全球能源需求的不断增长和环境保护意识的日益增强,地热资源作为一种清洁、可再生的能源,其勘查与开发利用受到了广泛关注。地热勘查方法的科学性与有效性直接关系到地热资源的发现与评价。本文旨在深入探讨地热勘查方法的应用,通过系统分析各种勘查技术的原理、特点及实例应用,为地热资源的准确勘查与高效开发提供理论依据和技术支持,促进地热能源的可持续发展。

1 地热勘查方法概述

1.1 地球物理勘查方法

(1) 电法勘查: 通过测量地下介质的电性参数,如电阻率,来推断地热资源的分布。大地电磁频谱探测法利用天然电磁场源,通过观测频谱特性,揭示地下岩层的电阻率分布;可控源场频大地电流测深法则通过人工发射电磁波,控制频率变化,获取地下深处的电阻率信息;时间域IP法则利用地下介质的极化效应,揭示地热储层的含水性、渗透率等特性。(2) 磁法勘查: 通过测量地磁场强度的变化,推断地下岩浆岩体的位置和规模。岩浆岩体的分布与地热资源的富集往往密切相关,因此磁异常测量成为地热勘查的重要手段。(3) 地震勘查: 利用地震波在地下的传播特性,揭示地下岩层的结构和构造。浅层地震勘查适用于探测地表附近的地热储层;人工地震勘查则通过人工激发地震波,观测其在地下的传播和反射,揭示更深层次的地热资源分布^[1]。

1.2 地球化学调查

(1) 水化学分析: 通过对温泉水样的采集与分析,了解地热流体中的化学成分、气体含量和同位素组成等信息。这些信息有助于评估地热储层的温度、压力、含水量以及地热能的潜力。(2) 土壤化学测量: 通过测量土壤中元素的分布和异常,推断地下地热资源的分布特

征。土壤中的某些元素含量往往与地热活动密切相关,因此土壤化学测量能够为地热勘查提供有价值的线索。

1.3 地质测量与水文地质测绘

(1) 地形地貌与地质构造的测量: 通过地质填图、地质剖面测量等手段,揭示研究区的地形地貌特征和地质构造格局。这些信息有助于理解地热资源的成因机制和分布规律。(2) 地下水露头及来源的调查: 通过调查地下水露头(如泉、井等)的分布、流量和水质特征,揭示地下水的补给、径流和排泄条件。这些信息对于评估地热储层的补给来源和水动力特征具有重要意义。

(3) 地热水文地质条件的初步查明: 通过水文地质测绘、水文地质试验等手段,初步查明地热储层的埋藏条件、水温、水量、水位和水质等特征。这些信息为地热资源的进一步勘查和开发提供了基础数据。

1.4 钻探过程与测井方法

(1) 钻探技术的选择与应用: 钻探技术的选择取决于地质条件、钻探深度和勘查目的等因素。常用的钻探技术包括金刚石钻头钻探、旋转冲击钻探等。金刚石钻头钻探适用于硬岩地层,能够提供高质量的岩芯样品;旋转冲击钻探则适用于复杂地层,如破碎带、软岩等,能够提高钻探效率。在实际应用中,需要根据具体情况选择合适的钻探技术和设备。(2) 测井方法: 测井是通过测井仪器对井壁进行测量,以获取地热储层的物理参数。常用的测井方法包括电阻率测井、自然电位测井、天然放射性测井等。电阻率测井能够揭示储层的含水性、渗透性和孔隙度等信息;自然电位测井则能够反映储层的渗透性和流体性质;天然放射性测井能够揭示储层中的放射性元素分布,从而间接推断地热活动的强度和范围。通过综合应用这些测井方法,可以更加准确地评估地热储层的储量和开采潜力。

2 地热勘查方法的具体应用

2.1 电法勘查的应用实例

电法勘查在地热勘查中扮演着重要角色,通过测量地下介质的电性参数,揭示地热储层的分布特征和热源位置。(1)确定断裂构造位置与热水分布范围。断裂构造是地热流体运移的重要通道,也是地热储层的主要控制因素之一。电法勘查中的大地电磁频谱探测法和可控源场频大地电流测深法,能够揭示地下岩层的电阻率分布特征,进而确定断裂构造的位置。断裂构造往往伴随着电阻率的明显变化,如低阻异常带,这些异常带往往与热水分布范围相吻合。通过电法勘查,可以准确划定热水分布区域,为地热井的布置提供重要依据^[2]。(2)覆盖层厚度与热源位置的测定。覆盖层的厚度和热源位置是影响地热资源开发的关键因素。电法勘查通过测量电阻率随深度的变化规律,可以推断覆盖层的厚度。同时,热源位置通常伴随着电阻率的异常变化,如高阻或低阻异常区。通过综合分析电阻率数据,可以确定热源的大致位置,为地热资源的深入勘探和开发提供指导。

2.2 磁法勘查的应用实例

磁法勘查利用地磁场的异常变化,探测地下岩浆岩体和断裂带的分布,为地热勘查提供重要信息。(1)岩浆岩体的探测与热异常区的圈定。岩浆岩体是地热资源的重要热源之一,其分布与热异常区密切相关。磁法勘查通过测量地磁场的异常变化,可以揭示岩浆岩体的位置和规模。岩浆岩体往往伴随着明显的磁异常,如正负磁异常交替出现或磁异常梯度带等。通过磁法勘查,可以准确探测岩浆岩体的分布范围,进而圈定热异常区,为地热资源的勘探和开发提供重要线索。(2)断裂带的空间展布研究。断裂带是地热流体运移的重要通道,其空间展布对于地热储层的形成和分布具有重要影响。磁法勘查通过测量地磁场的细微变化,可以揭示断裂带的空间展布特征。断裂带往往伴随着磁异常的线性分布或磁异常带的错断等现象。通过磁法勘查,可以深入了解断裂带的空间展布规律,为地热储层的预测和评价提供依据。

2.3 地震勘查的应用实例

地震勘查利用地震波在地下的传播特性,揭示地下岩层的结构和构造特征,为地热勘查提供重要手段。(1)浅层地震勘查在深层地热资源勘探中的应用。浅层地震勘查通过人工激发地震波,观测其在地下浅层的反射和折射现象,揭示地下岩层的结构和构造特征。在深层地热资源勘探中,浅层地震勘查可以揭示地表附近的地热储层分布特征,如储层的埋深、形态和规模等。这

些信息对于地热井的布置和开采方案的设计具有重要参考价值。(2)地震波反射与折射数据的解释。地震波反射与折射数据是地震勘查中获取地下岩层信息的重要手段。反射数据可以揭示地下岩层的界面特征和层状结构;折射数据则可以反映地下岩层的速度和密度等物理参数。通过综合分析反射和折射数据,可以推断地下岩层的岩性、结构和构造特征,为地热储层的评价和预测提供重要依据^[3]。

2.4 遥感解译与地热资源评价

遥感技术通过获取地表和地下的多光谱信息,为地热资源评价提供宏观背景和辅助信息。(1)红外热异常分布区的圈定。红外遥感技术通过测量地表温度分布,揭示地下热流的分布特征。在地热资源评价中,红外遥感技术可以圈定红外热异常分布区,这些异常区往往与地热储层或热源位置密切相关。通过分析红外热异常的强度、形态和分布规律,可以初步判断地热资源的潜力和分布范围,为进一步的勘查工作提供宏观指导。(2)地热地质问题的判断与解释。遥感技术不仅能够提供地表信息,还能通过多光谱数据分析,揭示地下地质构造、岩性分布以及地表与地下之间的相互作用关系。在地热勘查中,遥感技术可以用于判断地热地质问题,如断裂构造的展布、岩浆岩体的分布、热液蚀变带的存在等。这些问题对于地热储层的形成、分布和开采条件具有重要影响。通过遥感解译,可以深入理解地热地质现象,为地热资源的评价和开采方案的设计提供科学依据。

2.5 钻探与测井技术的应用

钻探与测井技术是地热勘查中获取地热储层最直接、最有效的手段,它们为地热资源的评价和开采提供了关键数据。(1)地热井的钻探与取心。钻探技术通过旋转钻探或冲击钻探等方式,深入地下获取岩芯样品和地热流体样品。在地热勘查中,钻探技术主要用于地热井的钻探,以揭示地下岩层的岩性、结构和热物理性质。同时,通过取心作业,可以获得高质量的岩芯样品,用于实验室分析和地热储层的精细评价。钻探过程中还可以进行地热流体的采样和分析,以了解地热流体的成分、温度和压力等特性^[4]。(2)测井数据在热储层识别中的应用。测井技术通过测井仪器对井壁进行测量,获取地热储层的物理参数,如电阻率、自然电位、声波速度、密度等。这些参数能够反映地热储层的岩性、孔隙度、含水性、渗透率以及热物理性质等信息。通过综合分析测井数据,可以准确识别地热储层的类型和特征,如裂缝型储层、孔隙型储层或复合型储层等。同时,测井数据还可以用于评估地热储层的储量和开采

潜力,为地热资源的开发和利用提供重要依据。

3 地热勘查方法的综合应用与优化

3.1 综合物探方法的应用

(1)物探方法组合的意义与原则。物探方法组合的意义在于能够充分利用不同地球物理方法的优势互补性,提高勘查的准确性和可靠性。通过多方法组合,可以获得更多维度的地下信息,减少单一方法可能带来的误判和遗漏。在选择物探方法组合时,应遵循以下原则:一是针对性原则,即根据勘查目标和地质条件选择合适的地球物理方法;二是互补性原则,即确保所选方法之间能够相互补充,形成完整的地质信息链;三是经济性原则,即在保证勘查效果的前提下,尽可能降低勘查成本。(2)综合物探方法在地热勘查中的实例分析。在地热勘查中,综合物探方法的应用实例屡见不鲜。例如,在某地区的地热勘查中,首先利用重力勘探和磁法勘探揭示地下岩浆岩体的分布特征,然后结合大地电磁测深和可控源音频大地电磁测深方法探测地热储层的埋藏深度和电性结构。通过综合分析这些地球物理数据,成功圈定了地热异常区,为后续钻探工作提供了重要依据。此外,在浅层地热资源勘查中,还可以结合浅层地震勘探和地质雷达勘探方法,揭示地表附近的地热储层分布和构造特征。

3.2 勘查方法的优化

(1)不同地质条件下勘查方法的选择。在选择勘查方法时,应充分考虑地质条件的影响。例如,在断裂构造发育、岩浆活动频繁的地区,磁法勘探和重力勘探能够较好地揭示地下岩浆岩体和断裂带的分布特征;而在沉积岩分布广泛、地层结构复杂的地区,则更需依赖地震勘探和电法勘探等方法来揭示地下岩层的结构和构造特征。此外,还应根据勘查目标和深度选择合适的方法组合和参数设置,以提高勘查的针对性和准确性。(2)勘查效率与成本的优化。为了提高勘查效率和降低成本,可以采取多种措施。一是优化勘查流程,合理安排勘查时间和人员分工,避免重复劳动和资源浪费;二是采用先进的勘查技术和设备,提高数据采集和效率;三是加强勘查数据的共享和复用,减少重复勘查和数据分析工作。同时,还应注重勘查成果的应用和转化,将勘查数据转化为地热资源开发的实际效益。

3.3 勘查数据的处理与解释

(1)勘查数据的收集与整理。在勘查过程中,应严格按照勘查规范和标准进行数据采集和记录。收集到的数据应及时进行整理、分类和归档,以便后续分析和解释。同时,还应关注数据的完整性和准确性,及时发现并纠正数据中的错误和遗漏。(2)数据处理方法的改进与创新。随着计算机技术和数据处理方法的不断发展,勘查数据的处理方法也在不断改进和创新。例如,可以采用三维建模和可视化技术来直观展示地下地质结构和地热资源特征;利用机器学习和人工智能算法来提高数据处理的效率和准确性;结合地质统计学方法来评估地热储层的储量和开采潜力等。这些新技术的应用将为地热勘查工作带来革命性的变革。(3)勘查结果的解释与评价。勘查结果的解释与评价是地热勘查工作的最终目的。在解释勘查结果时,应充分考虑地质背景、勘查方法和数据处理等因素的影响,确保解释结果的准确性和可靠性。同时,还应结合地热资源的开发利用需求和经济可行性等因素进行综合评价,为地热资源的科学开发和可持续利用提供有力支撑。

结束语

综上所述,地热勘查方法的应用是一个复杂而系统的过程,需要综合考虑地质条件、勘查目标和技术手段等多方面因素。通过本文的探讨,我们不仅深刻认识到各种勘查方法在地热资源勘查中的重要作用,还进一步理解了勘查方法的综合应用与优化策略的重要性。未来,随着科技的进步和勘查技术的不断创新,地热勘查将更加精准高效,为地热资源的科学开发和可持续利用奠定坚实基础,为人类社会的绿色发展贡献力量。

参考文献

- [1]李康来.综合物探方法在地热勘查中的应用及成果分析[J].中国资源综合利用,2021,(05):59-60.
- [2]陈怀玉,闫晋龙.综合物探方法在中深层地热勘查中的应用[J].矿产勘查,2020,(08):70-71.
- [3]熊英举.综合物探方法在黎平县德凤镇地热勘查中的应用[J].西部资源,2020,(12):129-130.
- [4]雷国健.综合物探法在地热勘查中的应用[J].有色金属设计,2020,(04):53-54.