

工程物探在地质调查中的应用

王楠 赵陶然 刘金鹏

河北省地球物理勘查院(河北省浅层地热能研究中心), 河北省地球物理勘查有限公司 河北 廊坊 065000

摘要: 工程物探应用在地质调查中具有诸多优势, 包括提供全面的地质信息、非破坏性勘测、监测和预警功能等。然而, 工程物探也存在一些局限, 如数据解释的复杂性、适用性的差异、成本的高昂以及信息的局部性等。因此, 在实际应用中, 需要综合考虑并结合其他地质调查方法, 以获得准确可靠的地质信息。

关键词: 工程物探; 地质调查; 应用

1 工程物探概述

工程物探是一种应用物理学原理和方法进行勘测的技术, 旨在研究地下的物质分布、结构和性质。它是通过对地下介质中的物理字段进行观测和分析, 从而获取地质信息的一种手段。工程物探的基本原理是利用地下介质对物理场的响应, 如电磁场、重力场、磁场、声波等, 来推断地下物质的分布和特性。根据勘测目的和地质背景, 可以选择合适的物探方法, 如电法、重力法、磁法、声波法等。工程物探的分类可以从多个角度进行。按照物探方法的原理和应用对象, 可以将其分为电法、磁法、电磁法、声波法、重力法等。按照勘测对象的不同, 可以分为岩土工程物探、水文地质物探、环境地质物探等。还有一些特殊的物探技术, 如地震勘测、雷达勘测等。在工程中, 工程物探具有广泛应用的价值。

2 工程物探在地质调查中的重要性

工程物探在地质调查中具有重要性。地质调查是工程项目前期的基础性工作, 通过对地质环境进行综合分析, 可以为工程设计和施工提供可靠的地质信息和数据。而工程物探作为一种非破坏性的勘测手段, 具有以下重要作用: 第一, 工程物探可以提供全面的地质信息。地质调查需要获取地下介质的精确信息, 如土层的厚度、岩性的分布、地下水位的深度等。而传统的野外勘测方法费时费力, 数据采集不全面。而工程物探通过测量物理场响应, 可以高效获取大量地质数据, 为地质调查提供全面的信息基础。第二, 工程物探具有非破坏性勘测的特点。传统的地质调查需要进行大量的钻探、挖掘等工作, 对地下环境造成一定破坏。而工程物探通过测量地下物理场的响应, 无需对地下进行破坏性工作, 更加环保和经济。第三, 工程物探具有快捷高效的特点。传统的地质勘查手段需要经历大量的时间和人力成本, 而工程物探可以在短时间内获取大量数据, 提高勘察效率。快速获取的数据可以更准确地进行地质解释

和地质模型的建立, 为工程设计提供更为可靠的依据^[1]。第四, 工程物探有助于监测和预警地质灾害风险。地质灾害是工程建设面临的重要风险之一, 如地下水涌出、岩层滑动等。工程物探可以及时监测地下环境的变化, 并提供预警信息, 帮助工程项目及时采取措施, 减少地质灾害的风险。

3 工程物探在地质调查中的应用

3.1 地质调查的目的和内容

工程物探在地质调查中有着广泛的应用。地质调查是通过对地质环境进行系统观测和分析, 以获取地下地质信息和理解地质过程, 为工程建设提供科学依据和决策支持。其主要目的是研究地下介质的性质、构造和演化过程, 以及识别地质灾害风险, 从而直接影响工程设计和施工方案的制定。地质调查的内容主要包括以下几个方面: (1) 地下介质的构造和岩性分布: 地质调查需要对区域内的地下介质进行详细观测和研究, 包括地层的厚度、岩性、结构、变形等。通过勘测获取的地质数据可以帮助工程师了解地下地层的分布和性质, 为地基处理、施工方法和结构设计提供准确依据。(2) 地下水位和水文地质特征: 地质调查需要对地下水位和水文地质特征进行调查和分析。地下水位的深度和变化情况对水文地质的识别、地下水资源的评价和管理都具有重要意义。工程物探方法可以提供有效的数据和技术支持, 帮助准确判断地下水位、水流方向和水文特征^[2]。(3) 地质灾害风险评估: 地质调查中, 需要对可能存在的地质灾害进行风险评估, 如地质滑坡、地面塌陷、地下水涌出等。工程物探可以通过监测地下介质的物理响应, 识别潜在的地质灾害隐患, 帮助进行风险评估和防灾规划。(4) 地下资源勘探: 地质调查还需要对地下的矿产资源进行勘探。通过工程物探技术, 可以检测地下矿产的分布情况、矿化程度和资源量, 为资源勘探和开发提供依据。

3.2 工程物探在地质调查中的方法和技术应用

工程物探在地质调查中有多种方法和技术的应用。根据勘测目标、地质背景和工程要求,可以选择不同的物探方法和技术组合进行调查。以下是一些常见的工程物探方法和技术应用:(1)电法:电法是通过测量地下电流分布情况来推断地下介质的性质。在地质调查中,电法常用于土壤层、岩体和地下水等地下介质的勘测。例如,电阻率法可以用来检测地下岩层的变化,电磁法可以用来研究地下水位和成层结构。(2)磁法:磁法是通过测量地下磁场的分布和变化来推断地下物质的性质。在地质调查中,磁法常用于识别岩性、探测地下矿藏和判断构造的变化。例如,总磁场法可以用来识别岩石的磁性差异,磁力法可以用来勘测地下各类矿藏。(3)重力法:重力法是通过测量地球重力场的变化来推断地下介质的密度分布。在地质调查中,重力法常用于勘测地下岩石的密度变化和地下构造的变化。例如,应用重力测量可以帮助检测地下断层和地下溶洞的存在^[3]。(4)声波法:声波法是通过测量地下声波传播的速度和衰减情况来推断地下介质的性质。在地质调查中,声波法常用于勘测地下岩石、土层和地下水的相关特征。例如,声波全反射法可以用来检测地下不同介质的界面。(5)地震勘测:地震勘测是通过观测地震波在地下介质中的传播情况来获取地下构造的信息。在地质调查中,地震勘测常用于勘测地下岩层的分布、构造的复杂性和地下水位。例如,地震反射法可以用来研究地下断层和岩层的变形情况。除了上述常见的物探方法,还有一些特殊的物探技术,如雷达勘测、电磁波测深等。

3.3 工程物探数据在地质调查中的解释和分析

工程物探数据在地质调查中的解释和分析是将观测到的物理数据转化为地质信息和认知。这个过程需要结合地质背景、勘测目标以及物探方法的特点,采用适当的数据处理和解释方法,以获得准确、可靠的地质结论。数据处理是物探数据分析的基础。它包括数据滤波、去噪、补偿和校正等步骤,以提高数据质量和准确度。例如,可以利用数字滤波技术提取有效信号,减小背景噪声对数据的影响,以获取更清晰的地质信息。数据解释需要将物探数据与地层模型、地质过程和岩性特征相结合,以推断地下介质的性质和结构。常用的方法包括曲线分析、异常分析和层析成像等。例如,通过分析电阻率剖面曲线的变化和异常值的出现,可以推断出可能存在的地下岩层界面、岩性变化或矿体等地质信息。在数据解释的过程中,需要充分考虑地质背景和现场观测结果的一致性。最后,根据数据分析和解释的结

果,进行地质模型的建立和评价。地质模型是将地下介质的性质和结构通过数学或物理方法表达出来,为工程设计和施工方案的制定提供依据。通过模型的建立和评价,可以进一步验证和验证地质调查结果的准确性和可靠性^[4]。

4 工程物探在地质调查中的优势与局限

4.1 工程物探应用的优势

4.1.1 提供全面的地质信息

工程物探应用具有许多优势,其中之一是能够提供全面的地质信息。传统的地质调查方法往往需要进行大量的钻孔、挖掘和采样等工作,其数据获取范围有限,容易受到人力、时间限制。而工程物探则通过测量地下物理场的响应,能够获取大量、全面的地质信息。首先,工程物探能够快速获取大范围的地质数据。无论是在土地开发、道路建设还是资源勘探中,工程物探方法可以在短时间内覆盖广阔的区域,快速获取大量的地质数据。这些数据有助于了解地质层的分布、岩性的变化以及地下水位的深度等,提供全面的地质基础信息。其次,工程物探具有较高的准确性和精度。传统的地质调查常需要采样、分析和实验等多个步骤,存在着数据采集和处理过程中的误差。而工程物探通过精确的测量和分析技术,能够提供高度准确和精确的数据。这些数据能反映地下介质的实际情况,为工程设计提供可靠依据和决策支持。通过测量和解释这些物理场的响应,可以推断地下岩层的分布、地层界面的变化以及地下水位的变动。这种高空间分辨率的地质信息有助于详细了解地质构造,为工程设计提供更准确的依据。

4.1.2 非破坏性勘测

工程物探应用的另一个优势是非破坏性勘测。传统的地质调查方法往往需要进行大量的钻探、挖掘和采样等破坏性工作,不仅会对环境造成影响,还会增加工程施工的时间和成本。而工程物探技术可以在不破坏地面和地下结构的情况下获取地质信息。首先,工程物探技术能够在地表上就能进行测量,减少了对地下的侵入量。通过在地面上布置探测器或发射器,可以测量地下介质的物理响应。相比于传统的钻孔方法,工程物探不需要进行大面积的挖掘,因此可以避免地表的破坏和环境污染,保护自然资源的完整性^[1]。其次,工程物探技术不需要大量的土壤或岩石样本来进行实验室分析。传统的地质调查方法往往需要采集大量的样本,然后经过一系列的物理和化学分析来获取地质信息。而工程物探技术可以直接通过地下介质的物理响应来推断地质特征,避免了样本采集和实验室分析的过程,节省了时间和成

本。此外，工程物探技术还能够对大范围区域进行连续监测。传统的地质调查方法往往只能提供有限范围的采样数据，不能全面了解地下结构和变化情况。而工程物探技术可以在较短的时间内获取大范围的数据，不仅可以全面观测地下介质的特征，还可以进行连续的监测，及时获取地质变化的信息。

4.1.3 监测和预警功能

工程物探应用的另一个优势是具备监测和预警功能。在工程项目的建设和运营过程中，地质灾害和地下结构变化的发生可能会对工程安全和稳定性造成威胁。而工程物探技术能够实时监测地下介质的变化，并提供预警信息，以及时采取措施保障工程的安全运行。首先，工程物探技术可以实时监测地下介质的变化。通过不断的观测和数据采集，工程物探技术可以了解地下介质的状态和演化过程。例如，通过地震勘测技术可以监测地下断层的活动情况，通过电法和重力法可以监测地下水位和地质构造的变化等。这些实时监测数据可以提供及时的地质信息，对于工程的运行和管理具有重要意义^[2]。其次，工程物探技术可以提供预警功能，及早发现潜在的地质灾害风险。通过对地下介质的变化趋势和异常情况的监测，工程物探可以预测可能的地质灾害事件，如滑坡、地震、地面沉降等。利用这些预警信息，相关部门和工程管理人员可以采取相应的防范措施和紧急应对措施，减少灾害造成的损失和危害。此外，工程物探技术在工程建设过程中也具备监测功能。例如，在大型的基础工程项目中，如大坝、桥梁和隧道等，工程物探技术可以监测工程结构的稳定性和变形情况，为工程施工和运营提供实时的监测数据。这些监测数据可以帮助工程人员判断工程的安全性和稳定性，及时采取调整和修复措施，保障工程的正常运行。

4.2 工程物探应用的局限

工程物探应用虽然具有许多优势，但也存在一些局限。首先，工程物探数据的解释和分析是一项复杂的任务。物探数据所获取的只是地下介质的物理响应，需要经过一系列的处理和解释才能转化为地质信息。这需要结合地质背景、勘测目标和物探方法的特点进行综合分

析，对解释者的经验和专业知识要求较高。因此，解释和分析过程中可能存在主观性和误判的风险，导致对地质信息的理解和判断出现偏差。其次，工程物探方法在不同地质环境下的适用性存在差异。各种物探方法的适应性有限，不同的地质环境可能对物探方法的可行性和精度提出要求。例如，在复杂的地质构造中，如断层、褶皱或岩层断裂，传统的物探方法可能无法准确地解释和分析地下介质的信息。另外，工程物探数据的采集和处理成本较高。相对于传统的地质调查方法，工程物探技术需要使用特殊的设备和仪器进行数据采集，且数据处理和解释需要专业的软件和专业人员进行。这些成本因素增加了工程物探应用的开支，可能会增加工程项目的成本^[3]。最后，工程物探方法难以获得地下准确和全面的信息。地下介质的特性和结构复杂多样，工程物探方法常常只能提供地下介质的某些特定属性或局部信息。例如，重力勘测只能提供地下介质的密度变化信息，电法勘测只能反映电阻率的变化。这些局限性可能导致地下介质的其他重要特征或细节无法被完全揭示。

结束语

工程物探在地质调查中的应用为工程设计和决策提供了重要的科学依据。不仅可以全面了解地下介质的特征和变化，还能提供非破坏性勘测和监测预警功能以保障工程安全和稳定性。因此，综合使用各种地质调查方法是获取准确可靠地质信息的关键。只有在多学科协同工作下，才能更好地应用工程物探技术，确保工程的安全和可持续发展。

参考文献

- [1]张金博.物探方法和钻探方法相结合在工程地质勘察中的运用[J].工程技术研究,2020,5(01):13-14.
- [2]刘基强,彭耀,徐联泽.工程地质勘察中物探方法的应用[J].科技经济导刊,2020,28(32):32-33.
- [3]李跃民.工程物探在地质勘察中的应用[J].世界有色金属,2018(18):273-274.
- [4]江微娜.工程物探技术在矿山地质勘察中的应用[J].世界有色金属,2018(14):276-277.