

水利工程地质勘察技术

雷 鑫

陕西水务发展集团有限公司 陕西 西安 710000

摘要：水利工程地质勘察技术是确保水利工程安全、稳定和高效运行的关键环节。本文首先概述了工程地质学和水文地质学的基本理论，为后续勘察技术提供了理论支撑。接着，详细介绍了地质勘察的目的与任务，包括评估地质条件、预测地质灾害、优化工程设计等。在分类与特点部分，重点介绍了地表勘查技术、钻探技术、地球物理勘查技术等传统方法，并分析了它们各自的优缺点。

关键词：水利工程；地质勘察；技术方法

引言：水利工程地质勘察是水利工程设计与施工的基础，其准确性和可靠性直接关系到工程的安全性和稳定性。随着科技的进步和现代化水利工程建设快速发展，传统的地质勘察技术已难以满足复杂多变的地质条件和日益严格的工程要求。因此，研究和应用现代水利工程地质勘察技术显得尤为重要。

1 水利工程地质勘察的基本理论

水利工程地质勘察是确保水利工程建设安全、稳定、经济、高效运行的重要前置工作。它涉及对工程建设地区的地质条件、水文地质环境进行详细的调查和研究，从而为工程的设计、施工和运营提供科学依据。在进行水利工程地质勘察时，必须深入理解和掌握相关的基本理论，这包括工程地质学基础、水文地质学概述以及地质勘察的目的与任务。工程地质学是研究工程建筑与地质环境相互作用的科学，它主要关注地质条件对工程建设的影响，以及工程建设对地质环境的反馈效应。在水利工程中，工程地质学基础的应用主要体现在对地形地貌、地层岩性、地质构造、不良地质现象等方面的研究。这些因素直接关系到工程选址、建筑物基础选型、施工方法等关键决策。地形地貌研究有助于了解区域的地势起伏、水系分布和地形稳定性，为工程选址提供基础数据。地层岩性研究则揭示了地下岩层的分布、厚度、岩石的物理力学性质，这对于评估地基承载力和选择适当的施工方法至关重要。地质构造分析能够揭示区域的地质应力场、断裂构造和褶皱构造等，对预测工程区域的稳定性和地震活动性具有重要意义。而不良地质现象研究则包括了对滑坡、泥石流、岩溶、软土等特殊地质条件的分析，这些条件往往会对水利工程的安全性和稳定性构成威胁。

水文地质学是研究地下水的形成、分布、运动和变化规律的科学。在水利工程中，水文地质学的重要性体

现在对地下水资源的评价、地下水的利用与排水、地下水对工程建设的影响等方面。通过水文地质勘察，可以了解地下水的赋存状态、补给排泄条件、水质和水量等基本情况，为工程设计和施工中的水资源利用提供科学依据。同时，水文地质勘察还能够揭示地下水对工程基础的潜在影响，如水位变化引起的浮力作用、渗透作用对基础稳定性的影响等，这些都是水利工程设计和施工中必须考虑的重要因素。

2 水利工程地质勘察技术的分类与特点

2.1 地表勘查技术

地表勘查技术是水利工程地质勘察中的重要手段之一，其主要目的是通过直接观测和测量地表地质现象，收集相关数据和信息，从而推断地下地质条件和水文地质环境。这种技术方法具有直观、快速和相对经济的特点，是初步了解工程区域地质条件的重要手段。地表勘查技术主要包括地质测绘、地球物理勘探和地球化学勘探等方法^[1]。地质测绘是通过野外实地调查，详细记录地表的地质、岩性、构造、地貌、不良地质现象等信息，并绘制相应的地质图件。这种方法能够直观地反映地表的地质特征，为后续的地质解释和工程设计提供基础数据。地球物理勘探则是利用物理学的原理和方法，通过测量地表的物理场（如重力场、磁场、电场、地震波场等），间接推断地下的地质构造和岩性分布。常见的地球物理勘探方法有重力勘探、磁法勘探、电法勘探和地震勘探等。这些方法具有探测深度大、分辨率高等优点，能够在地表快速获取大量的地质信息。地球化学勘探则是通过分析地表的水体、土壤、植被等介质中的化学元素和化合物的含量及分布规律，推断地下的地质条件和矿产资源分布。这种方法在水利工程中主要用于了解地表水体的化学特征，评估水质和地下水的赋存条件。

2.2 钻探技术

钻探技术是水利工程地质勘察中的核心技术之一，它通过在地表或地下钻进孔洞，直接获取岩芯、土壤和地下水样品，从而揭示地下地质条件和水文地质环境。钻探技术具有直观、准确和适用性强的特点，是评估地基稳定性、了解地层岩性、地质构造和地下水状况的重要手段。钻探技术按照钻进方法的不同，可分为回转钻探、冲击钻探和振动钻探等。其中，回转钻探是最常用的一种方法，它通过钻头在孔底旋转切削岩石，将岩屑通过钻杆提出地面，从而不断加深孔洞。回转钻探适用于各种地层，能够获取连续的岩芯样品，对于地层岩性和地质构造的研究具有重要意义。冲击钻探则是利用钻头的冲击力破碎岩石，适用于坚硬或破碎的地层。这种方法虽然钻进速度较慢，但能够较好地保持岩芯的原始状态，对于研究岩石的物理力学性质和地下水赋存条件具有重要价值。振动钻探则是通过激振器产生高频振动，使钻头在孔底产生高频冲击和振动，从而破碎岩石。这种方法适用于软土和粘土等软弱地层，具有钻进速度快、成本低等优点。除了钻进方法的不同，钻探技术还包括了钻进工艺、孔内取样、孔内测试等多个环节。钻进工艺的选择需要根据工程要求和地层条件来确定，以确保钻进效率和岩芯质量。孔内取样则需要遵循科学、规范的操作流程，确保样品的真实性和代表性。孔内测试则可以通过原位试验、孔内摄像等手段，进一步了解地下地质条件和水文地质环境。

2.3 地球物理勘查技术

地球物理勘查技术，又称物探技术，是一种非破坏性的地质勘查方法。它基于地球物理学的原理，通过测量和分析地球物理场的变化，间接推断地下的地质构造、岩性分布、地下水状况等。这一技术在水利工程地质勘察中扮演着举足轻重的角色，尤其是在对地下深处难以直接观测的区域进行探测时，其优势尤为突出。地球物理勘查技术涵盖了多种方法，如电阻率法、磁法、地震勘探、重力勘探等^[2]。电阻率法通过测量地下不同岩层的电阻率差异，揭示地层的岩性、含水性以及地质构造。磁法勘探则利用岩石的磁性差异，探测地下的磁性体，如磁铁矿、基岩等，有助于了解地质构造和岩性分布。地震勘探通过人工激发地震波，记录其在地下传播的速度、振幅等信息，进而推断地下的岩性、断层和褶皱等构造。重力勘探则是基于地下岩层的密度差异，测量地表重力场的变化，从而推断地下的地质构造和岩性分布。这些地球物理勘查技术各有特点，适用范围也有所不同。在实际应用中，需要根据工程需求和地质条件选择合适的物探方法，并进行综合解释和分析，以获

得准确的地质信息。值得一提的是，地球物理勘查技术虽然具有诸多优点，但也存在一定的局限性。例如，物探结果往往受到多种因素的干扰，如地表条件、仪器精度、数据处理方法等。因此，在应用地球物理勘查技术时，需要充分考虑其局限性，并结合其他地质勘查手段进行综合分析和判断。

3 现代水利工程地质勘察技术的应用

3.1 综合勘探技术的应用

在现代水利工程地质勘察中，综合勘探技术的应用已经成为一种趋势。这种技术集成了多种勘探手段，包括但不限于地质测绘、钻探、地球物理勘探和地球化学勘探等，旨在通过多方面的数据收集与分析，全面、准确地揭示工程区域的地质条件和地下水状况。综合勘探技术的应用，显著提高了地质勘察的效率和精度。各种勘探手段之间相互补充、验证，不仅有助于发现单一勘探方法难以揭示的地质异常，还能够提供更加丰富的地质信息，为工程设计提供更为可靠的依据。例如，通过地质测绘可以初步了解地表地质特征，为后续钻探和物探工作提供指导；钻探则能够直接获取地下岩芯样品，为评估地基稳定性和选择施工方法提供依据；地球物理勘探和地球化学勘探则能够进一步揭示地下的地质构造、岩性分布和地下水状况，为工程设计和施工提供重要的参考。此外，综合勘探技术的应用还促进了地质勘察工作的智能化和自动化。随着科技的进步，许多现代勘探设备已经实现了自动化采集和处理数据，大大提高了工作效率。同时，通过大数据分析和人工智能技术的应用，可以更加深入地挖掘地质数据中的信息，为工程设计和施工提供更加精准的决策支持。

3.2 高分辨率地质测绘技术

在现代水利工程地质勘察中，高分辨率地质测绘技术已成为不可或缺的一部分。这种技术利用先进的遥感技术、地理信息系统和数字化测绘工具，对地表地质特征进行高精度、高分辨率的测绘，为水利工程的设计、施工和运营提供了详细且准确的地质资料。高分辨率地质测绘技术的主要优势在于其高精度和高分辨率。传统的地质测绘往往依赖于人工实地调查和测量，不仅工作量大，而且容易受到人为因素的影响。而高分辨率地质测绘技术则通过卫星遥感、无人机航拍等手段，能够快速、准确地获取地表地质信息，极大地提高了测绘的精度和效率。此外，高分辨率地质测绘技术还具有高度的灵活性和适应性。它可以针对不同的工程需求和地质条件，选择不同的测绘方法和手段，从而确保测绘结果的准确性和可靠性。同时，高分辨率地质测绘技术还能够

对地质数据进行三维建模和可视化处理,使得地质特征更加直观、易于理解。在水利工程中,高分辨率地质测绘技术的应用范围十分广泛。它可以用于工程选址、地质条件评估、不良地质现象识别等多个方面。通过高分辨率地质测绘技术,可以详细了解工程区域的地形地貌、地层岩性、地质构造等信息,为工程设计和施工提供重要的依据。

3.3 现场快速检测与监测技术

在现代水利工程地质勘察中,现场快速检测与监测技术扮演着至关重要的角色。这些技术能够在工程现场实时或准实时地获取地质参数和地下水状况,为工程设计和施工提供及时、准确的数据支持。现场快速检测与监测技术涵盖了多种方法,如便携式岩石力学测试仪器、地下水位自动监测仪、土壤含水量快速测定仪等。这些设备具有小巧轻便、操作简便、结果快速等特点,能够在短时间内获取大量的地质数据。相较于传统的实验室测试,现场快速检测与监测技术不仅节省了时间,还降低了样品在运输和保存过程中可能发生的变化,从而提高了数据的可靠性。此外,现场快速检测与监测技术还具有高度的灵活性和适应性。它可以根据工程现场的具体情况和需求,选择不同的测试方法和仪器,从而确保数据的针对性和实用性^[3]。同时,这些技术还能够对地质参数进行连续监测,及时发现地质变化和异常情况,为工程的安全施工和运营提供有力保障。在水利工程中,现场快速检测与监测技术的应用范围十分广泛。它可以用于地基稳定性评估、边坡稳定性监测、地下水位变化观测等多个方面。通过现场快速检测与监测技术,可以及时发现和处理潜在的地质风险,确保工程的安全性和稳定性。

3.4 地下水模拟与水文地质分析

在水利工程地质勘察中,地下水模拟与水文地质分

析是至关重要的环节。这不仅关系到水资源的合理利用,更直接影响到水利工程的安全和稳定性。地下水模拟是通过数学模型和计算机软件,对地下水运动、分布和变化规律进行模拟预测的过程。这种模拟能够综合考虑多种因素,如地质结构、水文气象条件、人为干扰等,从而较为准确地预测地下水位的动态变化。这不仅为水资源的规划管理提供了依据,还能为水利工程的设计施工提供重要参考。水文地质分析则是对地下水赋存条件、运动规律及其与周围环境的相互作用进行深入研究的过程。通过水文地质分析,可以深入了解地下水的补给来源、排泄条件以及水质状况,为地下水的合理开采和保护提供科学依据。在现代水利工程中,地下水模拟与水文地质分析已经不再是孤立的技术手段,而是相互融合、互为补充的完整体系。通过综合应用这两种技术,可以更加全面地了解地下水的运动规律和赋存条件,为水利工程的安全、稳定运行提供有力保障。

结语:通过对水利工程地质勘察技术的深入研究和探讨,本文总结了现代勘察技术在提高勘察效率、准确性和智能化水平方面的重要作用。随着科技的不断进步和水利工程建设的持续发展,未来地质勘察技术将面临更多的挑战和机遇。因此,我们需要继续加强研究和实践,不断创新和完善勘察技术体系,为水利工程的安全、稳定和高效运行提供更加坚实的技术保障。

参考文献

- [1]白红东.水利水电工程地质勘察及施工探讨[J].水电站机电技术,2020,43(11):141-142.
- [2]丁维馨,徐俊,张李荪,刘杨.GIS+BIM水利工程信息管理系统的应用研究[J].水利规划与设计,2020(09):85-91+155.
- [3]王蕾,杨洋,赵彤彬.GIS技术在水利工程中的应用展望[J].水利规划与设计,2019(02):174-176.