

# 水利水电工程地质勘测的方法与技术分析

毛又民 肖 科

中国市政工程中南设计研究总院有限公司 湖北 武汉 430019

**摘要:** 水利水电工程地质勘测是确保工程安全稳定的关键环节,涉及多种方法与技术的综合应用。钻探作为传统方法,直接获取岩芯样本,为地质分析提供直观依据;地球物理勘探则通过观测地球物理场变化,揭示地下岩层结构和性质;遥感技术与GIS应用则提供了宏观地质信息和空间分析手段。这些方法各有优劣,需根据实际工程需求和环境条件灵活选择。新技术如无人机、三维激光扫描和人工智能的引入,为地质勘测带来革命性变化,提高了效率和准确性。

**关键词:** 水利水电工程;地质勘测;方法;技术

## 1 地质勘测的定义

地质勘测,指的是通过运用多种科学技术手段和方法,对某一特定区域的地层结构、岩石性质、地质构造、矿产资源、地下水状况等地质条件进行详细的探测、分析和评价。这一过程不仅涉及到对地表和地下岩石的采样、观察和测试,还包括利用地球物理勘探、遥感技术、钻探技术等手段来获取更深层次的地质信息。地质勘测的目的是为工程建设、资源开发、灾害防治等提供科学的地质依据,从而确保人类活动的安全性和效益性。通过地质勘测,我们能够更好地认识和利用地球资源,为社会的可持续发展提供有力的支撑。

## 2 水利水电工程中地质勘测的重要作用

水利水电工程中,地质勘测发挥着至关重要的作用。它不仅是工程规划与设计的基础,更是确保工程安全稳定运行的关键。第一、地质勘测能够为水利水电工程提供详尽的地质资料,帮助工程师们深入了解工程所在地的地层结构、岩石性质、地质构造以及潜在的不良地质现象。这些资料是工程规划与设计的重要依据,能够指导工程师们选择合理的工程布局和施工方案,避免或减轻地质因素对工程的不利影响<sup>[1]</sup>。第二、地质勘测能够揭示工程区域内的水文地质条件,包括地下水的分布、赋存状态以及运动规律。这对于水利水电工程中水库的蓄水、放水以及水电站的建设和运行至关重要。通过地质勘测,可以预测和评估工程对地下水环境的影响,从而制定合理的地下水保护措施,确保工程的可持续利用。第三、地质勘测还能及时发现并评估工程区域内的地质灾害风险,如滑坡、泥石流、地震等。这对于预防地质灾害的发生、减轻灾害损失具有重要意义。通过地质勘测,可以制定有效的防灾减灾措施,提高工程的安全性和稳定性。

## 3 水利水电工程地质勘测的基本方法

### 3.1 地面调查与测绘

地面调查是地质勘测工作的起点,它要求调查人员深入工程现场,细致观察并记录地形地貌、地层岩性、地质构造等地质要素。通过实地踏勘,调查人员能够直观了解工程区域的地质特征,初步判断可能存在的地质问题。他们运用专业的地质知识,结合工程需求,对地质条件进行综合评估,为后续工作提供基础资料。测绘作为地面调查的延伸和补充,运用现代测量技术和绘图方法,将调查结果以图形和数据的形式精确表达。测绘人员借助全站仪、GPS等先进设备,对工程区域进行高精度测量,获取地形地貌的准确数据。同时,他们结合地面调查结果,绘制出详细的地质图、地形图等专题图件,直观展示工程区域的地质条件。这些图件不仅为工程规划与设计提供科学依据,也为施工和运营过程中的地质监测与管理提供了重要参考。在地面调查与测绘的过程中,调查人员和测绘人员需要密切协作,充分发挥各自的专业优势。他们共同分析地质条件,识别潜在的地质风险,为工程的安全性和稳定性提供有力保障<sup>[2]</sup>。他们还需要不断学习和更新专业知识,掌握新的勘测技术和方法,以适应不断变化的工程需求和技术发展。总之,水利水电工程地质勘测的地面调查与测绘是一项系统性、综合性的工作。通过综合运用多种方法和手段,能够全面、准确地揭示工程区域的地质条件,为水利水电工程的规划、设计、施工和运营提供坚实的地质基础。这不仅是确保工程安全稳定运行的必要条件,也是推动水利水电事业持续健康发展的重要保障。

### 3.2 钻探与井探

水利水电工程地质勘测中,钻探与井探作为基本方法,扮演着至关重要的角色。这两种方法能够深入地

下,直接获取岩石和土壤样本,为工程提供准确的地质信息。(1)钻探是通过机械或人力在地面钻孔,利用钻头破碎岩石或土壤,进而获取地下岩层的样品和地质资料的一种技术。在水利水电工程中,钻探广泛应用于查明地层结构、岩石性质、地下水条件等方面。钻探过程中,可以根据工程需要,选择不同直径和深度的钻孔,以满足不同的勘测要求。通过钻探,可以获取到连续的岩芯样本,为分析地层岩性、判断地质构造提供直接证据。(2)井探则是一种更为直观的勘测方法,它通过在地面挖掘竖井或斜井,直接观察和研究地下岩层的情况。井探通常用于了解地下水位、水质、岩土层分布等信息,以及进行原位试验和长期观测。在水利水电工程中,井探常用于水库坝址、溢洪道、引水隧洞等关键部位的地质勘测。通过井探,可以直观地了解地下岩石的产状、风化程度、节理发育情况,为工程设计和施工提供重要依据。钻探与井探两种方法各有特点,相互补充。钻探具有高效、灵活的优点,能够在较短时间内获取大量地质信息;而井探则更加直观,能够直接观察地下岩层的情况,为工程师们提供更直观、更真实的地质资料。在水利水电工程地质勘测中,通常需要根据工程特点和需求,综合运用这两种方法,以获得更全面、更准确的地质信息。

### 3.3 地球物理勘探

水利水电工程地质勘测中,地球物理勘探作为一种基本方法,以其独特的优势在揭示地下地质结构、探测不良地质现象等方面发挥着至关重要的作用。地球物理勘探是通过观测和研究地球物理场的变化来推断地下岩层的性质、结构和分布规律的一种技术。在水利水电工程地质勘测中,常用的地球物理勘探方法包括电法勘探、地震勘探、磁法勘探和放射性勘探等。电法勘探利用地下岩石或土壤的电性差异,通过测量电阻率、自然电位等参数,推断地下岩层的分布和性质。这种方法在水利水电工程中常用于探测岩溶、断层、地下水等地质问题,为工程设计提供重要依据。地震勘探则是通过人工激发地震波,观测其在地下岩层中的传播和反射规律,从而推断地下岩层的结构和构造<sup>[3]</sup>。这种方法在水利水电工程中广泛应用于探测坝址、库区、引水隧洞等关键部位的地质条件,为工程安全提供有力保障。磁法勘探和放射性勘探则是利用地下岩石的磁性和放射性差异,通过测量磁场和放射性强度等参数,揭示地下岩层的特征和分布。这些方法在探测铁磁性矿物、放射性元素等方面具有独特优势,为水利水电工程的地质勘测提供了重要手段。地球物理勘探方法具有高效、无损、连

续性好等优点,能够在较短时间内获取大量地质信息。然而,由于地下介质的复杂性和多变性,地球物理勘探结果往往需要进行综合分析和解释,才能得出准确的结论。因此,在实际应用中,通常需要结合钻探、井探等其他地质勘测方法,相互验证和补充,以提高地质勘测的准确性和可靠性。

### 3.4 遥感技术与GIS应用

水利水电工程地质勘测中,遥感技术与GIS应用作为现代科技手段,为工程提供了高效、准确的地质信息,成为地质勘测不可或缺的基本方法。遥感技术通过卫星、飞机等遥感平台,获取地表覆盖、地形地貌、地质构造等信息的图像数据。在水利水电工程地质勘测中,遥感技术能够迅速覆盖大面积区域,提供宏观的地质背景信息。通过解译遥感图像,可以识别出地层岩性、断裂构造、岩溶发育等地质特征,为工程选址、规划提供重要依据。此外,遥感技术还能够实时监测地质灾害、环境变化等情况,为工程安全预警提供及时的信息支持。而GIS(地理信息系统)技术则是将空间信息与属性信息相结合,通过计算机系统存储、管理、分析和可视化表达。在水利水电工程地质勘测中,GIS技术能够整合多源地质数据,构建三维地质模型,直观地展示地下岩层的空间分布和结构特征。同时,GIS技术还能够进行地质数据的空间分析、预测模拟等工作,为工程设计提供定量化、科学化的依据。遥感技术与GIS应用的结合,使得水利水电工程地质勘测更加高效、精准。通过遥感技术获取的大量地质信息,可以在GIS系统中进行快速处理和分析,提取出有价值的地质参数和指标。同时,GIS技术还可以将处理后的结果以图表、图像等形式展示给工程师们,使其更加直观地了解地下地质情况,为工程决策提供有力支持。

## 4 水利水电工程地质勘测的技术分析

### 4.1 勘测方法的优缺点对比

水利水电工程地质勘测涉及多种技术方法,每种方法都有其独特的优缺点,适用于不同的工程条件和勘测需求。钻探作为一种直接获取地下岩层的勘测方法,具有准确性高、可获取连续岩芯样本的优点。通过钻探,工程师们能够直接观察和分析岩层的岩性、结构、节理发育等特征,为工程设计和施工提供直接依据。然而,钻探也存在一些缺点,如成本较高、耗时较长,且对环境的破坏较大。相比之下,地球物理勘探具有高效、无损的优点。通过观测和研究地球物理场的变化,地球物理勘探能够迅速覆盖大面积区域,揭示地下岩层的分布和性质。然而,地球物理勘探结果的解释往往受到多种

因素的影响,如地下介质的复杂性、噪声干扰等,因此其准确性可能受到一定限制。遥感技术则以其宏观性、快速性为特点,能够迅速获取地表覆盖、地形地貌等宏观地质信息。遥感技术在水利水电工程地质勘测中,尤其在初步选址和区域地质条件评价方面具有显著优势。但遥感技术对于地下岩层的详细结构和性质往往难以直接揭示,需要结合其他方法进行综合分析。GIS技术在水利水电工程地质勘测中的应用,则主要体现在数据处理、空间分析和可视化表达等方面。GIS技术能够整合多源地质数据,构建三维地质模型,为工程师们提供直观、全面的地质信息。然而,GIS技术的应用需要依赖大量的数据支持,且数据处理和分析过程可能较为复杂。

#### 4.2 新技术在水利水电工程地质勘测中的应用

水利水电工程地质勘测的技术分析中,新技术的应用成为提升勘测效率和准确性的关键。近年来,随着科技的不断进步,无人机技术、三维激光扫描、大数据分析和人工智能等新技术逐渐在水利水电工程地质勘测中发挥着重要作用。无人机技术以其高效、灵活的特点,在水利水电工程地质勘测中得到了广泛应用。通过搭载高清摄像头、传感器等设备,无人机能够快速获取高分辨率的遥感影像,为地质人员提供详细的地面信息。此外,无人机还能在复杂地形和难以到达的区域进行勘测,大大提高了勘测的覆盖范围。三维激光扫描技术则以其高精度、高速度的特点,为水利水电工程地质勘测提供了更为准确的数据支持。该技术能够快速获取地表的三维形态信息,构建出高精度的地形模型。通过对地形模型的分析,地质人员能够更准确地了解地形地貌、岩层产状等地质特征,为工程设计和施工提供更为可靠的依据。大数据分析技术在水利水电工程地质勘测中也发挥着重要作用。通过对海量地质数据的收集、整理和分析,大数据技术能够揭示出地质条件的变化规律和趋势,为工程决策提供科学依据。人工智能技术的应用也使得地质数据的处理和分析更加智能化、高效化。

#### 5 水利水电工程地质勘测技术的发展趋势

水利水电工程地质勘测技术的发展趋势呈现出多元化、智能化和精细化的特点。随着科技的进步,越来越

多的新技术将应用于地质勘测领域,如无人机技术、三维激光扫描、大数据和人工智能等,这些技术将极大地提高勘测的效率和准确性。多种勘测方法的综合应用将成为主流,通过优势互补,能够更全面、深入地揭示地质条件,为工程提供更为可靠的地质资料。智能化是水利水电工程地质勘测技术发展的另一重要趋势。随着大数据和人工智能技术的发展,地质数据的处理和分析将更加自动化、智能化,能够快速提取有价值的信息,为工程决策提供科学依据。此外,智能化技术还将应用于地质灾害预警和监测,实现实时、动态的地质信息获取和分析,提高工程的安全性和稳定性。精细化则是水利水电工程地质勘测技术发展的另一个重要方向<sup>[4]</sup>。随着工程对地质条件要求的不断提高,地质勘测需要更加精细、准确地揭示地质特征。因此,未来勘测技术将更加注重细节和精度,如高精度测量技术、微震监测技术等的应用,将使得地质勘测结果更加准确、可靠。

#### 结束语

随着科技的进步和工程需求的提高,新的勘测方法和技术不断涌现,为工程提供了更为准确、高效的地质信息。然而,也应认识到,每种方法都有其局限性和适用范围,因此在实际应用中需要综合考虑多种因素,选择最适合的勘测方案。加强技术研发和创新,推动勘测技术的不断进步,也是水利水电工程地质勘测领域未来的重要任务。相信在科技的不断推动下,水利水电工程地质勘测将为工程的安全和稳定发挥更加重要的作用。

#### 参考文献

- [1]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.2018(02):174-176.
- [2]丁维馨.徐俊.张李菝.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]吴爱军.水利水电工程地质勘测的主要方法探究[J].工程建设与设计,2022(08):72-74.
- [4]李剑.水利水电工程地质勘测的主要方法探究[J].水电水利,2022,6(6):10-12.