

水利水电工程建设中的地质勘测技术探讨

韩云华

中国水电建设集团十五工程局有限公司 陕西 西安 712000

摘要: 随着水利水电工程建设规模的不断扩大和复杂性的增加,地质勘测技术的重要性日益凸显。本文旨在探讨水利水电工程建设中的地质勘测技术,分析其在工程建设中的应用原理、特点及其与工程安全性的关系。文章概述了各类地质勘测技术的原理及特点,并重点介绍了水利水电工程建设中常用的地球物理勘测、地球化学勘测及工程地质勘测技术。同时,文章还指出了当前地质勘测技术在应用中存在的问题,并提出了相应的对策和建议。

关键词: 水利水电工程建设;地质勘测技术;探讨

引言:在水利水电工程建设中,地质勘测技术扮演着不可或缺的角色。它不仅是工程规划和设计的基础,更是确保工程安全、稳定和经济运行的关键。随着科技的不断进步,地质勘测技术也在不断更新和发展,从传统的钻探、坑探到现代的遥感技术、地球物理和地球化学勘测等,为水利水电工程建设提供了更全面、精准的地质信息。本文将深入探讨水利水电工程建设中的地质勘测技术,分析其在工程安全、经济性和效率方面的重要作用,并展望其未来发展前景。

1 水利水电工程建设与地质勘测的关系

1.1 水利水电工程建设对地质勘测的需求

水利水电工程建设是一项涉及多方面因素的复杂工程,其中地质条件是至关重要的一个环节。在建设前期,必须对工程所在地的地质情况进行详细了解和勘测。这是为了确保工程的设计、施工和运营能够顺利进行,同时也是为了保证工程的安全性和稳定性。地质勘测能够提供工程区域的地质构造、岩性、地层厚度、水文地质条件、地下水资源分布、地震活动性等关键信息。这些信息对于工程的选址、设计参数的确定、施工方法的选择、以及后期运营管理都具有决定性意义。例如,地质勘测结果可以指导工程师在选址时避开断层、滑坡、泥石流等不良地质体,从而保证工程地基的稳定性;同时,水文地质条件的数据是水库容量设计、泄洪能力计算的基础,直接关系到水库的安全运行。因此,水利水电工程建设对地质勘测的需求是全方位的,不仅涉及地表地质,还包括地下水和岩土体的物理力学性质等多方面内容。这些需求贯穿于工程的整个生命周期,从规划、设计、施工到运营管理,都离不开地质勘测的支持。

1.2 地质勘测在水利水电工程建设中的作用

地质勘测在水利水电工程建设中发挥着不可替代的

作用。首先,地质勘测为工程设计提供了基础数据。没有准确的地质资料,工程设计将无从谈起,更无法保证工程的安全性和稳定性。其次,地质勘测能够揭示工程区域的地质风险,为工程选址和施工方法的选择提供依据,从而避免或减少地质灾害的发生。此外,地质勘测还有助于预测工程可能遇到的地质问题,为工程应急预案的制定提供参考。在水利水电工程建设中,地质勘测的成果直接影响工程的经济效益和社会效益。一个成功的地质勘测,不仅能够保证工程的安全性和稳定性,还能为工程的优化设计、节约投资、提高效益创造条件。因此,地质勘测在水利水电工程建设中扮演着不可或缺的角色^[1]。

1.3 地质勘测与水利水电工程安全性的关系

水利水电工程的安全性是工程建设的核心问题,而地质勘测则是保障工程安全性的重要手段。准确的地质勘测能够揭示工程区域的地质条件,为工程设计提供可靠依据,从而避免或减少工程运行中的安全隐患。同时,地质勘测还能够预测和评估工程可能遇到的地质风险,为应急预案的制定提供基础数据,有助于在工程出现异常情况时及时采取措施,保障工程的安全运行。反之,如果地质勘测工作不足或者失误,可能导致工程设计失误、施工方法选择不当、地质风险预测不足等问题,进而引发工程安全事故。这不仅会造成巨大的经济损失,还可能对人民生命财产安全构成威胁。因此,地质勘测与水利水电工程的安全性密切相关,是保障工程安全的重要环节。

2 地质勘测技术概述

2.1 地质勘测技术分类

地质勘测技术广泛应用于各类工程项目中,特别是水利水电工程,为项目的安全实施提供了重要保障。根据应用原理和实施方法的不同,地质勘测技术可分为以

下几类：（1）地球物理勘测技术：利用物理学的原理和方法，如电阻率、磁法、声波、地震波等，通过测量和分析地球物理场的变化来推断地下的地质情况。（2）地球化学勘测技术：基于化学原理，通过检测和分析地下水和土壤中的化学元素及其含量变化，来推断地下的地质构造和矿产资源分布。（3）工程地质勘测技术：通过钻探、坑探、井探等工程手段，直接获取地下的岩土体样本，观察和分析其物理力学性质，从而评估地质条件和工程地质环境。（4）遥感勘测技术：利用遥感卫星、无人机等平台，通过遥感传感器获取地表和地下的信息，经过处理和分析，得到地质图像和资料，实现对地质条件的快速、大范围调查。

2.2 各类地质勘测技术的原理及特点

（1）地球物理勘测技术：其原理基于地球物理场的分布和变化规律。例如，电阻率法通过测量地层的电阻率差异来判断地下岩层的分布和变化；磁法勘测则通过测量地球磁场的微弱变化来探测地下的磁性体。此类技术具有非破坏性、高效率的特点，但结果解释可能存在多解性。（2）地球化学勘测技术：其原理是利用化学元素在地壳中的分布和迁移规律。通过检测地下水和土壤中的化学成分及其含量变化，可以推断出地下的地质构造和矿产资源的分布情况。此方法具有探测深度大、结果直观的优点，但受环境影响较大，解释结果也可能存在不确定性。（3）工程地质勘测技术：通过直接取样和观测，可以直观地了解地下的岩土体性质、结构、厚度等信息。这是最直接、最可靠的地质勘测方法，但成本较高，且受施工条件限制。（4）遥感勘测技术：其原理是利用遥感传感器捕捉地表和地下的反射、辐射等信息。通过解译和分析这些信息，可以快速获取大范围的地质资料。此技术具有快速、高效、成本低的特点，但受天气、云层等因素影响较大。

3 水利水电工程建设中常用的地质勘测技术

3.1 地球物理勘测技术

地球物理勘测技术是一种非破坏性的勘测方法，通过测量和分析地球物理场（如重力、磁力、地震波、电磁波等）的变化来间接推断地下的地质构造和岩性。这种技术方法在水利水电工程建设中尤为常见，常用的地球物理勘测方法包括电阻率法、地震波法和磁法勘测。

（1）电阻率法。电阻率法这一技术利用岩土体电阻率的差异来揭示地下的地质结构。在水利水电工程中，地下水的分布和岩土层的厚度直接关系到水库的安全性和大坝的稳定性。电阻率法能够有效地帮助我们确定含水层的分布、厚度和连续性，从而为水库的设计和施工提

供关键数据。此外，对于岩溶、断层等不良地质体，电阻率法也能够提供有效的探测和预警，确保工程的安全性。（2）地震波法。地震波法是通过在地表激发地震波，并观测其在地下的传播速度和波形变化来推断地下地质情况的一种方法。地震波在遇到不同岩性和地质界面时会产生反射、折射和散射，通过记录和分析这些波形的变化，可以获取地下岩土体的层状结构、厚度、波速和岩性等信息。水利水电工程中常用的地震波法有反射波法、折射波法和面波法等^[2]。（3）磁法勘测。磁法勘测是利用地磁场的变化来探测磁性体（如磁铁矿、火成岩等）的一种地球物理方法。通过在地表测量地磁场的强度和方向，结合地质解释，可以推断出地下磁性体的分布、形状和规模。磁法勘测在水利水电工程中常用于探测铁矿床、火成岩体、断裂构造等地质特征。

3.2 地球化学勘测技术

水利水电工程作为人类利用自然资源的重要形式，对于水资源的开发和管理至关重要。在这一领域，地球化学勘测技术以其独特的视角和精确的分析方法，为工程的安全和有效性提供了有力支持。（1）水文地球化学勘测的重要性。水文地球化学勘测是通过对水库、河流等水体进行系统的化学分析，来了解水质及其变化的过程。在水利水电工程中，水质评估是确保工程长期运行的关键环节。水文地球化学勘测能够提供关于水体中各种元素和同位素的精确数据，从而揭示水体的来源、流向、污染情况以及与周围环境的交互作用。这对于预防水库渗漏、监测水体污染以及合理规划和调度水资源具有重要意义。例如，通过对水库水体的化学元素含量进行分析，可以判断水库是否存在潜在的渗漏风险。若某些特定的化学元素含量异常，可能意味着水库底部存在导水通道或漏洞，需要及时采取补救措施。此外，水文地球化学勘测还能帮助我们了解水体的营养状态，为预防水体富营养化提供科学依据。（2）土壤地球化学勘测。土壤地球化学勘测通过对土壤样品中的化学元素及其含量变化进行分析，来评估土壤的质量和状况。在水利水电工程中，这一技术的应用十分广泛。第一，土壤地球化学勘测可以帮助我们识别潜在的污染源。水利水电工程的建设往往涉及到大量的土方工程和排水处理，这些活动可能导致土壤中的重金属、有机污染物等含量升高。通过土壤地球化学勘测，可以及时发现这些污染物的存在和分布情况，为工程的环境影响评价和污染治理提供数据支持。第二，土壤地球化学勘测还能评估土壤的环境质量。土壤中的元素含量和比例直接反映了土壤的健康状况和生产力。通过分析土壤样品中的化

学元素数据,我们可以了解土壤的营养状况、酸碱度、有机质含量等关键信息,从而为工程选址、土壤改良和生态保护提供科学依据^[3]。

3.3 工程地质勘测技术

水利水电工程是对自然资源的重大利用和改造,其成功建设离不开对地质环境的深入了解和科学评估。工程地质勘测技术以其直接性和精确性,为工程决策提供了关键的地质信息。(1) 钻探技术。在水利水电工程中,钻探技术是一种核心的地质勘测手段。通过在地表进行钻孔取样,工程师们可以直观地了解地下岩土体的岩性、结构、厚度以及地下水情况。这些信息是判断地层稳定性、评估地下水资源和设计地基处理方案的重要依据。例如,当需要判断大坝基础的岩石层是否足够坚硬和厚实时,钻探技术能够提供直接的地质证据,确保大坝在长期运营中的安全性。(2) 坑探技术。坑探技术通过挖掘探槽或浅井,使工程师们能够直接观察到地下岩土体的性质和结构。在水利水电工程中,特别是涉及到边坡和滑坡体的问题时,坑探技术显得尤为重要。例如,在山区建设水电站时,需要评估边坡的稳定性。通过坑探技术,工程师们可以直观地揭示边坡岩土体的分层情况、裂隙发育和地下水活动状态,从而更准确地评估边坡的稳定性,为工程设计和施工提供重要参考。

(3) 原位测试技术。原位测试技术直接在岩土体原位进行力学性质测试,其结果能够真实反映岩土体在工程条件下的实际性能。在水利水电工程中,原位测试技术对于评估地基承载力、确定岩土体的变形特性以及评价地基处理效果具有关键作用。

4 地质勘测技术在水利水电工程建设中的问题和对策

4.1 地质勘测技术在应用中存在的问题

在水利水电工程建设中,地质勘测技术主要存在以下几个问题:(1) 技术手段单一。目前,许多水利水电工程在地质勘测时仍然过于依赖传统的技术手段,如钻探、坑探等。这些手段虽然经典,但在一些特殊地质条件下可能效果有限,难以准确获取地质信息。(2) 数据

处理和分析能力不足。地质勘测数据往往庞大而复杂,需要专业的数据处理和分析能力。然而,目前一些工程在数据处理上仍采用传统方法,效率和准确性均有待提高。(3) 地质勘测与工程设计的衔接不够紧密。在实际工程中,地质勘测与工程设计往往是两个相对独立的过程。这种脱节可能导致地质勘测结果难以充分应用到工程设计中,影响工程的安全性和经济性。

4.2 针对不同问题的对策和建议

针对上述问题,提出以下对策和建议:(1) 加强技术研发和引进。水利水电工程建设应积极引进和研发新的地质勘测技术,如地球物理勘测、地球化学勘测等,以提高勘测精度和效率。(2) 提高数据处理和分析能力。建议水利水电工程加强数据处理和分析方面的能力建设,包括引进专业人才、更新数据处理设备等,确保地质勘测数据的准确性和可靠性。(3) 加强地质勘测与工程设计的衔接。通过加强沟通协作,实现地质勘测与工程设计的深度融合。这有助于确保地质勘测结果能够充分应用到工程设计中,提高工程的安全性和经济性。

结束语

水利水电工程建设中的地质勘测技术,作为保障工程安全、稳定和经济效益的关键环节,其重要性不言而喻。随着科技的进步和工程需求的提升,地质勘测技术也在不断创新和完善。通过本文的探讨,我们深入了解了地质勘测技术在水利水电工程建设中的应用现状和发展趋势。展望未来,我们期望在更加精确、高效、环保的技术支撑下,推动水利水电工程建设取得更大的突破与发展,为实现绿色可持续发展作出更大的贡献。

参考文献

- [1]王志刚.水利水电工程建设中地质勘测技术的应用研究[J].水利水电技术.2019,50(3),80-84.
- [2]张涛.地质勘测技术在水利水电工程中的应用与发展[J].水利水电技术.2020,51(5),95-100.
- [3]李明.水利水电工程地质勘测技术的现状与发展趋势[J].水利水电技术.2021,52(7),110-115.