

# 水利工程中的工程地质和水文地质勘测方法研究

杨世通, 丁荣武

(广东珠荣工程设计有限公司, 广东 广州 510000)

**摘要** 水利工程建设不仅可以解决区域用水问题, 还能为当地的农业生产和畜牧业发展创造良好的条件, 属于重要的基础设施建设项目。在经济不断发展的背景下, 对水利工程建设投入也随之增多, 逐渐形成了较为完善的水利施工体系, 并且明确了前期工程地质勘测和水文地质勘测的必要性。基于此, 本文梳理了工程地质和水文地质的勘测要点, 结合已有的水文地质勘测方法, 以具体的水利工程项目为例, 研究工程地质和水文地质勘测技术的应用方法, 旨在充分发挥地质勘测技术优势, 为提高水利工程施工质量提供有益参考。

**关键词** 水利工程; 工程地质; 水文地质勘测

中图分类号: TV22; P64

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.24.040

## 0 引言

水利工程施工前的工程地质和水文地质勘测是了解和掌握施工风险点的重要途径。相关施工单位要结合勘测结果来优化施工方案, 合理利用区域内的资源, 制定针对性的风险应对预案, 进行有效的施工风险管控。水利工程施工的场地条件较为特殊, 只有全面掌握现场地质条件和水文条件才能保障方案设计的可行性。因此, 各施工单位要重视工程地质和水文地质勘测工作。现阶段的地质勘测方法众多, 每种勘测方法的原理不同, 适用范围也有所不同, 要想提升水利工程的工程地质和水文地质勘测效果, 需要结合实际情况积极应用科学合理的地质勘测方法。

## 1 水利工程中的工程地质和水文地质勘测要点

### 1.1 工程地质勘测要点

1. 地质构造。地质构造往往决定了区域地质地貌与岩石特性, 对于水利工程项目的建设质量具有直接影响。在水利工程建设前, 必须全面进行地质勘查工作, 在了解地质构造的基本特征后设计科学可行的施工方案, 从根本上保障水利工程施工质量。常见的地质构造类型有地块、褶皱、火山和断层四种, 地质构造不同地形和地貌形态也存在较大的差异, 对于地质构造类型的准确判断可以明确地质构造的演化规律, 为接下来的水利建设项目提供可靠的参考。部分施工区域内的地质构造较为特殊, 需要对相关的控制因素加以明确, 并将其分为不同的构造单元, 分别分析其对水利工程施工的影响。对于地质构造的勘测是一项

系统性的任务, 其中复杂的结构体系是影响水利工程施工效果的关键性因素, 可以通过对地质构造的勘测了解各个构造单元在地下的空间分布形式, 保障水利工程施工方案设计的科学性<sup>[1]</sup>。

2. 土体性质。针对土体性质的勘测是为了了解其力学特征, 这直接决定了水利工程的施工难度。在实际工程中, 如果土体性质不佳则需提前做好地基处理工作, 通过预处理增强地基承载性能。土体性质勘测涉及如下内容: 一是土体物理性质勘测, 指的是针对土体质地、颜色和孔隙度等的勘测, 针对土体物理性质的勘测能够帮助水利工程优化施工方案, 有助于提升水利建筑结构的稳定性; 二是土体力学性质勘测, 指的是对土体压缩性能、抗剪强度和固结水平等的勘测, 基于上述勘测结果往往能够明确土体结构的承力性能、抗剪性能以及沉降变形规律等; 三是土体含水率勘测, 能够帮助水利工程施工人员了解土体中的含水量以及分布状况, 为水利工程施工和后期维护提供可靠的参考。

### 1.2 水文地质勘测要点

1. 地下水位测量。在地下水位测量中, 可以实现对区域内地下水位高度和空间分布特点的测量, 地下水位测量的要点包括: (1) 设置地下水位监测点。可以基于工程建设区域水文地质条件合理设置地下水位监测井, 用于对典型地下水层的监测。地下水位监测井设置完毕后, 在内部安装好水位计, 水位计可以选用能够监测水位变化的传感器, 也可以选用人工读数的仪器。其中传感器的应用支持对水位监测数据的实

时更新；（3）结合水利工程的施工需求定期测量地下水位；（4）综合考虑降雨因素和地下水位空间分布特点等明确水位变化的规律，为水利工程施工创造良好的条件<sup>[2]</sup>。

2. 水文地质特征勘测。通过对水文地质特征的勘测可以了解地下水资源的补给、分布状况以及水利条件。水文地质勘测的流程如下：首先，围绕地质剖面进行分析，基于地质构造、岩性特点和土层厚度等信息，能够分析出地下水层的空间分布特点；其次，进行钻孔勘测。通过钻探的手段掌握地下水层的垂直分布特点，并且了解各个土层中的含水率；再次，使用地球物理探测法对地下水的分布特点以及分布量进行分析；最后，采取水文地质试验措施对地下水的补给能力和水力条件进行分别评估，为水利工程的水利计算提供依据。

## 2 水利工程中的工程地质和水文地质常用勘测方法

### 2.1 地球物理勘探法

地球物理勘探法的勘测原理是基于各种地层结构在物理性质上的差异来明确地质结构特点，即当波形遇到阻碍后所发生的变化会直接反馈地层分布特点，通过与物探标准的对比便可得出水文地质特征。如地层中分布有岩层空隙时，物探波形接触空隙后便会发生波形上的变化，此时可以根据波形特点来判断地质构造情况。地球物理勘探法的常见探测手段有电磁勘探、地震勘探和重力勘探等。在电磁勘探中，主要是根据不同地质构造的磁场差异来分析地层结构，在矿产勘测和地下水勘测中较为常用。地震勘探是通过人工制造地震波的方式分析地震波在地层中的传播状况，用于揭示地层分布特点与构造情况，能够为地下活断层的确定提供依据。此外，由于地球物理勘探法在实际应用中不会对地层结构造成破坏，并具有准确、高效的特征，在工程地质勘测中得到广泛应用。特别是在水利工程建设项目的地质勘测中发挥着突出的作用，但在实际的勘测活动中，需要根据勘测目标的不同选择对应的物探法，以保障勘测结果的准确性，获取相关的技术参数。现如今物探技术中集合了多种现代化技术，使得物探效率和准确性得到显著提升。例如：超声波仪器的使用能够准确获得用于表现地质结构的波形，通过分析地质结构的波形曲线可以掌握勘测区域的地质构成情况。

### 2.2 钻探法

钻探法有别于地球物理勘探法，在实际应用中，需要使用钻探设备取样后，分析地层构造和物理力学特征，其应用优势表现为探测结果直观、准确，能够

真实反馈地层构成情况和土体特性。此外，钻探法还支持原位测试，即采取贯入试验和旁压试验的手段分析岩层的力学性质。此种方法很少单独使用，一般是与物探法或者遥感技术联合使用，可以显著提升地质勘测的效率和质量，同时也可降低地层勘测成本。需要特别注意的是，钻探法对环境会产生一定的影响，实际应用中应坚持环境影响最小化的作业原则<sup>[3]</sup>。

### 2.3 水文地质试验法

水利工程施工条件的复杂性，使得相关的技术体系也呈现出多元化的发展趋势。水文地质试验法作为了解水文地质特性和水力条件的关键技术手段，随着水利工程建设数量的增大，衍生出了多种试验法，较为常见的有抽水试验法和注水试验法。前者是通过对水利施工过程中抽水过程的模拟来分析水位变化，可以有效了解地下水的渗透特点以及地层储水能力，该试验方法可以用于对地层渗水系数和含水层特征的了解。后者是通过将水注入地下含水层的方式了解地下水位的上升状况，能够实现地下水渗透速度和补给来源的分析，此种试验方法在地下水位变化预测中发挥着重要的作用<sup>[4]</sup>。除上述两种试验方法以外，还有水质分析和水位观测法等，其中的水质分析法可以对地下水的成分和污染情况进行具体了解，而水位观测法则能持续监测地下水位变化情况，相关施工人员可以根据水位变化特点制定对应的施工方案，降低地下水位变化对水利施工的不利影响。

## 3 水利工程中的工程地质和水文地质勘测方法实践应用

### 3.1 工程概况

某水利工程项目建设目标是解决周边乡镇的人畜饮水问题，同时为当地  $0.5753 \times 10^4 \text{ m}^3$  耕地农田提供灌溉用水，预计年供水量达  $2365 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。为能保障水利建设项目的顺利实施，需提前做好施工区域水文地质的勘测工作，结合区域工程地质和水文地质条件优化设计水利施工方案，确保整个施工过程均能按计划落实，从根本上保障水利项目的建设质量。

### 3.2 工程地质和水文地质勘测方案设计

为准确掌握水利工程的工程地质和水文地质条件，在项目工程中利用遥感技术与地理信息技术建立了工程地质和水文地质勘测系统，其中的主要功能模块涉及数据采集、数据传输、场景控制、数据成像和图像储存管理几个部分。在针对坝基工程施工之前，可以利用该系统完成工程地质和水文地质勘测工作，以便提升坝基施工设计的可靠性。主要勘测流程为，先借助航拍技术和卫星技术等获取分辨率较高的图像信息，

经过预处理后将图像中的阴影和云图去除得到清晰图像,可以获得较为精度的地表信息。

1. 岩石类型识别。在进行岩石类型识别时,可以根据岩石光谱特征的差异借助卫星多波段的影像和特征参数来准确识别岩石性质。这里使用 TM5 波段来识别岩性,这主要是由于 TM5 波段在红外光谱范围内的灵敏度较高,可以很好地区分岩性特征。在 TM5 波段中,各种岩石的反射率不同,因此呈现出了不同的光谱特征。此外,还可使用 TM2 波段对于坝基部位的植被加以识别,在该波段中植被的反射率明显超出岩石和土壤的发射率,因此很好区分。对于水体的识别则可应用 TM1 波段,这主要是由于水体在该波段内的反射率极低,能够与岩石、植被和土壤等产生强烈的对比。通过对不同波段的应用可以准确区分岩石、土壤、水体与植物,提高图像标注的准确性。

2. 坝基地形分析。坝基地形分析的方法为,使用激光雷达全面扫描坝基结构,获取地表信息后做降噪处理,此后可以采取数据转换的方式将其形成离散式的三维坐标数据集,这里的每个坐标点都对应着激光扫描时的地理位置坐标。为能处理好建筑物和植被等地上结构,还可采取地面提取算法来正确区分地面点与非地面点。将地面点筛选出来后,便可将地面点的云数据转换成网格数据,通过将离散数据变为规则网络结构的方式,能够为勘测结果的可视化创造条件,最终生成数字地面模型,以供水利施工人员参考。

3. 数字地面模型。该模型可以还原坝基地表高程的栅格数据,用于表现地表高程、形态和起伏状况等。通过对该模型的剖面分析、曲率计算和坡度分析可以实现对坝基地形的准确评估。尤其在剖面分析中,从视觉上分析地形的垂直剖面,能够直观地展现坝基部位的地形变化特点。坡度则用来表现坝基地面的倾斜状况,如果坡度较大,则地形较为险峻,会严重威胁坝基结构的稳定性。此外,还可利用 GIS 技术来生成等高线图,基于等高线图对坝基地形的均匀性进行准确判断<sup>[5]</sup>。

### 3.3 工程地质和水文地质勘测结果

静态工程水文地图和动态地图的绘制中分别进行了两次数据采集,对于采集到的数据进行频谱分析后的结果显示,两次测量结果的差异较小,究其原因,坝基地质环境可能会受到云层厚度的影响产生变化。该水利工程中坝基的亮度范围是 0~0.8,而频率范围是 0.6~8.6 Hz,水利工程坝基区域亮度和频率符合预期,无异常表现。地质岩层的勘测结果显示,本次研究的水利工程施工区域内的地层结构主要以砾岩、

花岗岩、石灰岩和沉积物为主,而在水库建设区域的岩层为砾岩与砂页岩,通过爆破开挖的手段开采之后可以直接被用于围堰施工。在水库周边分布的花岗岩结构稳定性较好,具备较强的抗水流冲刷能力,而石灰岩则可被作为透水层,确保地下水得以自然流动<sup>[6]</sup>。沉积物则主要分布在河流的下游位置,对其进行收集后可以用于修筑河道与填筑基坑,起到增强水利设施容量的重要作用。对于勘测结果的分析,可为水利工程的建设施工奠定良好的基础。

通过分析工程地质和水文地质勘测结果可以明确水利施工区域的地形特点。结果显示,除一个位置上的等高线范围在 560~750 m 之间以外,其余等高线均处于 520~580 m 之间,地势相对平坦,可以有效降低滑坡与坍塌等问题的发生率。与此同时,也在一定程度上降低了土方开挖的作业量。尤其是岩层结构的分布,起到了稳固地基的作用,基本无需加固处理便可满足上层荷载所需。另外,地下水位的变化幅度较小,很少会威胁水利工程施工,符合水利工程建设需求<sup>[7]</sup>。

## 4 结束语

水利工程建设期间,获得全面准确的工程地质和水文地质勘测数据是保证工程建设质量的重要依据,可以为水利工程施工提供明确的指导。从早期建设的水利工程来看,因地质勘测不到位造成的施工缺陷十分常见,为水利工程的长期安全稳定运行埋下隐患,且工程使用寿命也难以保障。因此,水利工程施工单位应重点关注工程地质和水文地质勘测工作,为水利项目设计与规划提供有益的参考,为确保水利工程施工质量保驾护航。

## 参考文献:

- [1] 范艺荣.水文地质勘察分析与研究讨论[J].城市建设理论研究(电子版),2023(01):124-126.
- [2] 李艳龙.水文地质勘察中地下水的问题及解决方法研究[J].当代化工研究,2022(20):81-83.
- [3] 李维欣.水文地质勘察中压水试验方法及存在的问题研究[J].世界有色金属,2020(02):117-118.
- [4] 孙瑞.试论地下水环境影响评价中水文地质勘察工作的内容和方法[J].世界有色金属,2020(17):186-187.
- [5] 史林浩.地下水环境影响评价中水文地质勘察工作的内容和方法[J].河南建材,2019(06):50-51.
- [6] 吴凡.面向地质勘测的可视化绘图软件的设计与实现[D].西安:西安电子科技大学,2022.
- [7] 段函.基于Flutter的地质勘测数据采集APP的设计与实现[D].北京:北京邮电大学,2022.