

# 创新水利工程测量技术，助力水利工程高质量发展

孟宏立

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司，天津，300221；

**摘要：**水利工程在国民经济和社会发展中占据着重要地位，而精准的测量技术是水利工程建设的关键环节。本文深入探讨了创新水利工程测量技术的重要性，分析了传统水利工程测量技术存在的问题，详细阐述了当前创新的水利工程测量技术及其应用，包括全球定位系统（GPS）、地理信息系统（GIS）、遥感技术（RS）、三维激光扫描技术等。同时结合实际案例说明了创新测量技术对水利工程高质量发展的推动作用，并对未来水利工程测量技术的发展趋势进行了展望，旨在强调创新水利工程测量技术在助力水利工程高质量发展中的积极意义。

**关键词：**水利工程测量；创新技术；高质量发展

**DOI：** 10.69979/3029-2727.25.05.022

## 引言

水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分，对于防洪、灌溉、发电、供水等方面起着至关重要的作用。在水利工程建设过程中，准确的测量数据是工程设计、施工和运行管理的基础。随着科技的不断进步，传统的水利工程测量技术已难以满足现代水利工程建设的需求，创新水利工程测量技术成为推动水利工程高质量发展的必然选择。

## 1 创新水利工程测量技术的重要性

### 1.1 提高测量精度和效率

在水利工程测量领域，传统测量设备的精度和效率问题一直备受关注。传统的测量工具，例如水准仪和经纬仪，往往难以达到现代工程项目所需的高精度标准，同时，其测量流程复杂，耗时且劳动强度大。相比之下，创新的测量技术，如全球定位系统（GPS）和三维激光扫描技术，显著提升了测量的精度和效率。这些先进技术能够迅速采集高精度数据，大幅缩短了测量所需的时间，为水利工程建设提供了精确且及时的数据支持。

### 1.2 适应复杂地形和环境

水利工程建设场地常常面临复杂多样的地形挑战，高山峻岭、深谷沟壑、广袤沼泽等复杂地形屡见不鲜，同时还可能遭遇恶劣的自然环境，如暴雨倾盆、狂风肆虐、浓雾弥漫等。在这样的情况下，传统测量技术往往显得力不从心。

而创新的测量技术则展现出了卓越的适应性。例如遥感技术（RS），它借助卫星或航空平台，能够在不与地面直接接触的情况下，大面积获取地形地貌、植被覆

盖、水体分布等环境信息。无论是崇山峻岭间难以抵达的区域，还是洪水泛滥、泥泞不堪的受灾地带，遥感技术都能穿透重重障碍，为水利工程规划和设计提供全面且有力的依据。通过对获取的影像数据进行分析，工程师们可以清晰了解地形起伏、河流走向等关键信息，从而科学合理地规划工程布局，确保水利工程在复杂地形和恶劣环境下的建设能够顺利开展。

### 1.3 提升工程质量和安全性

精确的测量数据对于水利工程的质量和安全性至关重要。传统技术的局限性曾影响工程的控制和安全。然而，创新测量技术，例如三维激光扫描技术，通过提供详尽且精确的测量信息，优化了工程设计，增强了结构的合理性和稳固性。施工人员利用这些详尽的数据，可以精确控制施工进度和质量，及时解决施工问题，从而提高工程的整体质量和安全性，确保其长期稳定运行，为社会和人民提供坚实的水利保障。

### 1.4 促进水利工程智能化发展

当今时代，信息技术正以迅猛的速度发展，水利工程智能化已然成为未来发展的大势所趋。在这一进程中，创新的水利工程测量技术发挥着不可或缺的作用。

这些创新技术可以与信息技术紧密结合，实现测量数据的自动化采集、处理和分析。例如，通过在测量设备上安装传感器和数据传输模块，能够实时将采集到的测量数据传输至数据处理中心，在那里利用先进的算法和软件进行自动分析处理，提取出有价值的信息。这些基础数据支持对于水利工程智能化管理至关重要，它们可以为智能决策系统提供依据，实现对水利工程运行状态的实时监控、故障预警以及资源的优化配置等功能。

从而推动水利工程在智能化的道路上不断迈进,提高工程的运行效率和管理水平,更好地适应现代社会对水利工程的多样化需求。

## 2 传统水利工程测量技术存在的问题

### 2.1 测量精度有限

传统测量设备如水准仪和经纬仪,在测量精度方面存在着明显的局限性。在现代水利工程中,高精度测量是确保工程质量与安全的关键要素之一,而这些传统设备所提供的测量精度往往难以企及要求。水准仪主要用于测量高差,其精度一般只能达到毫米级别,对于一些对高程精度要求极高的水利工程,如大型水坝的垂直位移监测,这种精度远远无法满足需求。经纬仪用于测量水平角和垂直角,同样在角度测量的精准度上存在不足。而且,一旦面临复杂地形,像地势起伏剧烈的山区或者峡谷地带,以及恶劣的自然环境,如狂风暴雨、沙尘弥漫等情况时,这些设备的测量稳定性会大打折扣。由于外界因素的干扰,其测量误差极易增大,致使最终的测量结果与实际情况出现较大偏差,进而可能误导水利工程的设计与施工方案制定,为工程埋下潜在的安全隐患与质量缺陷风险。

### 2.2 测量效率低下

传统测量技术的操作模式决定了其测量效率的低下。该技术高度依赖人工操作,需要大量的人力投入且耗费大量的时间成本。以传统地形测量为例,测量人员需要逐点进行实地测量,无论是在广袤的平原还是崎岖的山地,都必须依靠人力携带仪器到达每一个测量点进行数据采集。这种方式不仅意味着巨大的工作量,每个测量点都需要进行仪器架设、观测、记录等一系列繁琐操作,而且测量速度极为缓慢。在水利工程建设中,往往有着严格的工期要求与进度计划,传统测量技术的低效率无法与之相匹配,容易导致工程进度滞后。例如在大型水利枢纽工程建设前期的地形测绘工作中,如果采用传统测量技术,可能会耗费数月甚至更长时间,严重阻碍工程的快速推进,增加工程建设的时间成本与管理成本,降低工程的整体效益。

### 2.3 数据处理复杂

传统测量技术在数据处理环节面临诸多困境。获取到的数据仅仅是原始的观测值,要将其转化为可供水利工程设计与分析使用的有效信息,需要经历一系列复杂的手工处理与计算流程。测量人员首先要对原始数据进行整理、校对,去除明显错误或异常的数据点,然后依

据特定的测量原理与数学公式进行计算,如根据三角高程测量原理计算两点间的高差,再根据水准测量数据计算高程闭合差并进行平差处理等。这些手工计算过程不仅耗时费力,而且由于人的主观因素,极易在计算过程中引入人为误差,从而使数据的准确性与可靠性大打折扣。此外,在数据存储与管理方面,传统测量技术缺乏高效的信息化手段。数据往往以纸质记录或简单的电子表格形式存储,难以进行系统的分类、索引与快速查询。当需要对历史数据进行回顾性分析或者在不同部门间共享数据时,就会面临诸多不便,极大地限制了数据的利用效率与应用范围,不利于水利工程的长期规划与持续优化。

### 2.4 难以适应复杂环境

在山区、河流等特殊且复杂的地形以及恶劣的自然环境中,传统测量技术的实施举步维艰。山区地形复杂多变,山峰林立、沟谷纵横,通视条件极差,这使得传统测量仪器难以找到合适的架设位置与观测角度。例如在测量两座山峰之间的距离或高差时,由于中间存在众多障碍物阻挡视线,测量人员可能需要花费大量时间寻找通视路径或者进行多次转点测量,不仅增加了测量误差的累积风险,还可能因无法找到合适的测量路线而导致测量工作无法顺利开展。在河流环境中,水流湍急、河岸湿滑,仪器架设困难且容易受到水流冲击与水汽侵蚀,影响仪器的稳定性与测量精度。同时,恶劣的天气条件如暴雨、大风、浓雾等,会进一步加剧传统测量技术在这些复杂环境中的实施难度,导致测量工作被迫中断或数据质量严重下降,无法满足水利工程在复杂环境下的测量需求。

## 3 当前创新的水利工程测量技术及其应用

### 3.1 全球定位系统(GPS)

全球定位系统(GPS)在水利工程测量领域展现出极为广泛的应用前景。在实际操作中,测量人员只需运用GPS接收器,便能在极短时间内获取高精度的三维坐标数据。这种高效的数据获取方式,无疑是对传统测量方法的巨大革新。其带来的高精度成果,能够精准地定位水利工程各个关键节点的位置,为后续的施工建设提供了可靠的基准。同时,测量效率也得到了显著提升,以往复杂繁琐且耗时的测量流程被大大简化。特别是在遇到复杂地形条件时,如高山峡谷、沼泽湿地等,GPS技术的优势更加凸显。它可以不受地形的限制,轻松获取数据。以大坝建设为例,在整个施工过程中,大坝的位移和变形情况是关乎工程安全的关键因素。GPS技术

就像一位忠诚的卫士，实时监测大坝的位置变化，通过持续追踪其三维坐标的微小改变，及时发现任何可能出现的位移和变形，为工程人员采取相应的加固和调整措施提供准确的信息，从而确保大坝在建设和后续运行过程中的安全性。

### 3.2 地理信息系统（GIS）

地理信息系统（GIS）在水利工程领域发挥着不可或缺的作用，尤其是在数据管理与空间分析这两个关键方面。GIS系统如同一个强大的数据处理中心，能够把水利工程中的各种测量数据，如地形高程、水文流量、气象降水等信息进行有效的整合。这些原本分散的数据，经过GIS系统的处理后，能够以直观的方式呈现出来，比如通过地图、图表等形式展示。在流域规划这个复杂的工程任务中，GIS的作用更是举足轻重。它能够对流域内的地形地貌、水文动态、气象变化等海量数据进行深度分析。通过空间分析功能，GIS可以清晰地描绘出流域的水系分布、坡度坡向等地形特征，以及洪水的可能淹没范围、灌溉区域的适宜性等重要信息，为防洪工程的堤坝选址、灌溉工程的渠道布局等提供极具科学性的依据，帮助水利工程师做出更合理的决策。

### 3.3 遥感技术（RS）

遥感技术于水利工程测量领域的应用价值卓越非凡。其独特优势在于能够对广袤区域实施大范围、高效率的地形与环境信息采集。借助先进的卫星遥感平台或航空遥感设备，可捕捉到极为清晰且分辨率颇高的影像数据。这些海量影像资料犹如水利工程规划与设计的智慧宝库，为其提供了丰富且精准的基础信息。在水利工程规划前期，可依据遥感影像全面了解工程选址区域的地形地貌全貌，包括山脉走势、河流分布、土地利用类型等，从而科学合理地确定工程布局与规模。而在洪水监测这一关键应用场景中，遥感技术更是大显身手。它能够在洪水发生期间，不间断地实时监测洪水的动态演进过程，精确测定洪水的淹没范围、水深变化以及受灾区域的详细情况等。相关部门基于这些及时且准确的信息，得以迅速制定并实施科学有效的防洪决策，如精准调配防洪物资、合理安排人员疏散路线等，最大程度地降低洪水灾害给人民生命财产安全以及社会经济发展所带来的损失与不利影响。

### 3.4 三维激光扫描技术

三维激光扫描技术作为一种创新性的非接触式测

量手段，在水利工程领域发挥着极为关键的作用。以其卓越的快速性与高精度特性，能够在短时间内获取海量高精度的三维点云数据。在水利工程的众多应用场景中，对于大坝、渠道等重要建筑物的三维建模与变形监测意义重大。以大坝安全监测为例，运用三维激光扫描技术可周期性地对大坝表面进行全方位扫描，进而精准获取大坝表面的三维数据信息。通过对不同时期采集到的三维数据进行细致对比分析，能够及时察觉大坝表面的微小形变以及结构变化情况，例如坝体是否出现裂缝、位移或沉降等潜在安全隐患。一旦发现异常，相关技术人员便可迅速采取针对性的措施进行深入评估与及时修复，确保大坝始终处于安全稳定的运行状态，有力保障水利工程下游地区人民群众的生命财产安全以及社会经济的可持续发展。

## 4 实际案例分析

某大型水电站工程在建设过程中，采用了创新的水利工程测量技术，取得了显著成效。通过引入GPS和三维激光扫描技术，工程测量人员在短时间内完成了大坝坝体的高精度测量工作，确保了施工的顺利进行。同时，GIS技术在工程设计和管理中发挥了重要作用，为工程的优化设计和高效管理提供了有力支持。最终，该水电站工程提前完成建设，工程质量得到了有效保障，为当地经济发展提供了稳定的电力支持。

## 5 结语

随着科技的不断进步，未来水利工程测量技术将朝着更加智能化、自动化和信息化的方向发展。例如，无人机测量技术、人工智能算法在数据处理中的应用等，将进一步提高测量的精度和效率。此外，物联网技术的引入将实现测量设备的远程监控和管理，为水利工程的智能化发展提供新的动力。总之，创新水利工程测量技术在推动水利工程高质量发展中具有重要意义。通过不断探索和应用新技术，水利工程测量工作将更加高效、精准，为水利工程的可持续发展提供有力支持。

### 参考文献

- [1] 燕静博. GPS高程测量技术在水利工程测量中的应用[J]. 黑龙江水利科技, 2024, 52(07): 122-124+133.
- [2] 王全民. 水利工程测量中数字化测绘技术的应用[J]. 水上安全, 2024, (10): 52-54.
- [3] 张万春. 论水利基础设计的创新对水利管理方面的作用[J]. 绿色环保建材, 2019, (09): 83+86.