

# 大型水利工程建设中数字化测绘技术应用分析

文 / 张艺丹 招远市水利工程建设养护中心

**摘要：**在现代水利工程中，测绘测量贯穿于水利项目规划、前期设计、现场施工等各个阶段，测绘测量工作的准确性、精确性直接影响到水利工程的质量、安全以及长期效益。在规划阶段，精确的测绘测量可帮助水利项目工程师评估潜在的地质条件，识别水文特征，从而制定出更为合理的水利工程方案。设计阶段则依赖于详尽的测绘数据来保证水利工程结构布局的合理性和功能性。在水利工程施工过程中，高精度的测量仪器则可以保证每一道工序都严格按照图纸进行，避免因尺寸偏差造成的返工或安全隐患。因此，数字化测绘技术在大型水利工程建设中的应用尤为重要，本文将简要阐述数字化测绘技术的优势，并针对数字化测绘技术在大型水利工程中的应用展开深入探讨，以期对相关从业者提供借鉴参考。

**关键词：**水利工程；数字化测绘技术；具体应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.11.090

## 引言

在大型水利建设的征途中，保证工程项目的质量和安全性至关重要。为此，高精度的测量技术成为不可或缺的工具。然而，传统的测绘方法往往耗时费力，并且在精度上存在局限，无法满足现代水利工程对测量数据的精细化要求。随着科技的进步，数字化测绘技术已经逐渐成熟并被广泛应用于水利工程领域，进一步提高了测量效率和精度。数字化测绘技术涵盖多个方面，其中包括无人机技术、智能无人船技术，以及数字化原图处理和数字化成图技术等。这些技术的综合运用可对水利工程的复杂区域进行高效、准确的勘测。因此，深入研究数字化测绘技术在大型水利工程建设中的应用，对于推动水利工程建设的科学化、标准化具有重要意义。

### 一、数字化测绘技术的优势

#### （一）测绘数据精度高

随着时间的推移，水利工程规模不断扩大，结构变得越来越复杂，这不仅增加了工程的难度，也对测绘数据的精度提出了更高的要求。为了适应这一变化，数字化测绘技术应运而生，通过采用先进的计算机算法和精确可靠的设备，可实现对水利施工局部区域的毫米级测绘精度，与传统的人工测绘方法相比，数字化测绘可提供更为准确的数据，从而有效满足现代水利工程对测绘数据的高标准要求。此外，数字化测绘技术的广泛应用，还可进一步提高水利工程的效率和质量，例如，通过数字化技术，水利项目工程师可以获得更为精确的地形和结构信息，为水利工程的规划、设计以及施工提供强有力的数据支持，这种技术不仅减少了水利施工过程中的误差和返工，还提高了整个项目的安全性和经济性。

#### （二）数据整合、图面编辑更加便捷

水利工程建设整个过程涉及数据整合和图面编辑等大量工作，这就需要来自不同来源、类型各异的数据进行统一的处理和融合。在这一过程中，水利项目专业人员不仅要面对复杂的数据结构，还要仔细筛选并整合这些数据，这无疑是一项繁重且耗时的任务，特别是在图像处理领域，

随着新数据来源的不断涌现，图像必须被重新绘制或进行编辑，以适应新的信息，这样做既费时又费力，而且还可能导致错误，从而影响最终的数据质量。然而，数字化测绘技术的出现彻底改变了这一局面，这种技术利用其高效的数据处理能力，能够自动化对各种数据类型进行整理、分类和存储，因此数据的获取、管理和使用过程则变得更加高效和便捷，减少了人力和时间的浪费。此外，数字化测绘技术的图面编辑功能也十分强大，当遇到新的数据时，工作人员不必像传统方法那样从头开始绘制图面，而是可以直接编辑并修改现有图表，将新的数据整合到已有的水利工程项目涉及的地理空间中。这一功能不仅可提高数据整合的效率，降低数据处理的难度，同时还可保证图形的准确性和完整性。

#### （三）数据信息展示更加完善

人工测绘技术作为传统的测绘方式，虽然在水利工程地理信息采集和制作地图时发挥了重要作用，但是这种方法主要依赖于经验丰富的测绘人员，通过实地勘测，利用测量工具如经纬仪、全站仪等收集数据，并记录地形高度、土地覆盖类型、建筑物分布、道路网络以及其他各类详细信息。然而，随着时间的推移，人工操作的局限性也逐渐显现出来，一方面，由于数据资料的存储方式较为原始，往往以纸质文档或电子表格的形式呈现，这使得数据的查阅变得极为烦琐；另一方面，这些数据资料多数都是由专业术语构成的复杂格式，非专业人士难以理解其含义，无法对其进行有效利用。此外，由于资料更新不及时，往往会导致信息过时，影响规划和设计的准确性，相比之下，数字化测绘技术的出现可较好解决人工操作的局限性。采用高科技手段，如计算机软件 and 硬件设备等，可将测绘所需的数据转化为数字信息，这些数字信息可以轻松加载到电子地图上，使之成为能够直观展示各种地理信息的平台，同时，数字化测绘技术可实时更新和扩展，一旦有新的地形或建筑信息出现，工作人员只需要在数字地图上点击几下，就能快速将新内容添加进去，这样的便捷性可进一步提高水利工程工作效率，使得规划、设计和施工等后续工作能够有序开展。

## 二、数字化测绘技术在大型水利工程中的应用

### (一) 智能无人船技术的应用

长久以来，水上测量作业因其特殊环境和挑战而被视为技术难点，传统的测量方法依赖于经验丰富的潜水员，需要投入大量的人力资源来执行任务，并且由于受环境条件限制，如水流速度、波浪大小等因素，这些传统方法的测量结果往往不够准确，效率低下。然而，智能无人船是集多功能探测平台于一身的工具，可以搭载各种高科技探测设备，如声纳、激光雷达等，从而有效执行复杂的探测任务。在水深测量方面，智能无人船通过内置的高精度传感器，可以实时收集水深数据并进行精确记录，不仅如此，还能利用先进的图像处理算法，生成详尽的水下地形图，帮助工程师更好的理解和设计水坝结构；对于地形测绘来说，无人船携带的高清摄像头和激光扫描仪可用于获取地表高程数据，这些数据对于规划河流改道和大坝布局至关重要；至于水质监测，智能无人船则可利用其搭载的水质检测设备，对水体中的化学物质和污染物浓度进行持续监测，及时发现潜在问题，确保水质安全。例如，山东某大型水库在进行扩建与改造时，面临复杂的水域环境和精密的测量需求，项目团队就引入了智能无人船测绘技术，该无人船装备了多波束声纳系统和高清摄像装置。在水库区域，无人船自主航行并实时采集水深和地形数据，成功构建了高精度的水下三维地形图，为水库扩建中的大坝加固和溢洪道设计提供了关键数据支持。同时，无人船还搭载水质监测模块，对水库水质进行了全面检测，及时发现并预警了潜在的污染风险，保障了水库扩建期间的水质安全。

### (二) 单光子激光技术的应用

在潮间带的勘测领域，传统的方法已经无法满足现代水利工程对于精确、高效和环保要求。而单光子激光技术作为先进的观测手段，其在潮间带勘测中具有重要作用。一方面，利用无人机搭载的单光子激光探测方法，可以有效克服恶劣天气、气候变化以及时间差异等多种因素对观测结果的影响。这种技术可实现更为频繁的高精度探测，保证在多变的潮间带环境中，即便是在潮汐波动最剧烈的时刻，也能获取到高精度的数据信息。另一方面，单光子激光数据处理能力也较强，一旦收集到大量的数据资料，通过计算机分析，就可以实现对潮间带地形和水流结构的数字化制图。这种数字化制图不仅清晰直观，而且精确无比。水利工程设计师和工程师可以根据这些数字化地图来制定更加科学的施工方案，从而提高工程质量和效益。例如，在山东青岛某沿海防护堤坝的建设项目中，单光子激光技术发挥了关键作用。项目团队就利用无人机搭载的单光子激光雷达系统，对潮间带区域进行了高精度扫描，该系统在复杂多变的潮汐环境中，成功获取了高分辨率的地形数据，并构建了精确的三维地形模型。基于这些模型，水利项目工程师可准确评估潮间带的地形变化，优化堤坝设计方案，保证堤坝在极端潮汐条件下的稳定性和安全性。同时，该技术还帮助团队快速识别出潜在的冲刷区域和侵蚀风险，为后

续的防护措施提供了科学依据。单光子激光技术如图 1 所示。



图 1：单光子激光技术

### (三) GPS 测量技术的应用

GPS 技术作为全球定位系统的核心组成部分，其在水利工程测量领域的应用日益广泛。该技术应用在水利工程中可利用卫星系统对被测量对象进行精确的定位，可以保证获得更为准确的数据结果。随着科技的不断进步，市面上涌现出了各种先进的 GPS 设备和工具，这些设备不仅体积小、携带方便，更能适应复杂多变的施工环境，满足水利项目工程师在不同条件下进行测绘的需求。然而，在水利工程实施过程中，测量点位的选取至关重要，在选定测量位置时，必须综合考虑多方面因素。一方面，要选择地形开阔且地势平坦的区域作为测量点位，开阔的地形有助于减少 GPS 信号的遮蔽效应，从而避免信号的干扰，保障数据采集的准确性。另一方面，要尽量避免将 GPS 设备安置于大功率射频辐射源附近，强烈的电磁干扰会影响 GPS 设备与卫星之间的通信，导致定位精度降低甚至完全失效，这对于整个测量工作的成败具有决定性的影响。此外，在安置 GPS 设备时，还要特别注意其稳定性。尤其是在恶劣的自然环境中，如海边、山地等，应采取必要的加固措施，以防止设备因为外界气候因素的影响而移位或损坏。任何微小的位置变化都可能引起数据的偏差和错误，进而对最终的测量结果产生影响。GPS 测量技术如图示 2 所示。

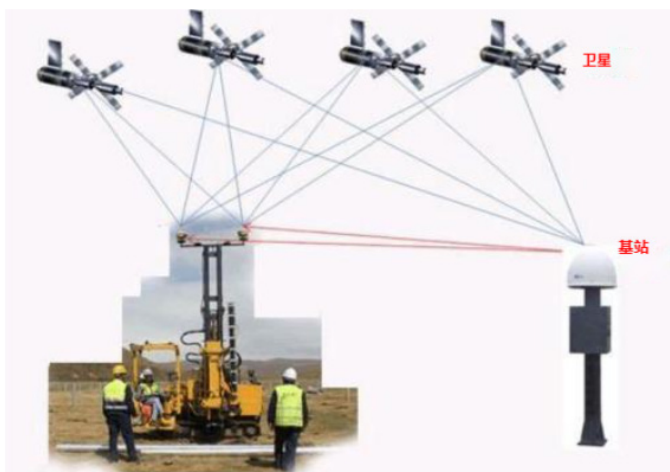


图 2：GPS 测量技术

例如，山东省某大型水库扩建项目，该项目主要是进一步提升水库的蓄水和防洪能力，因此对测量精度要求极高。该项目团队就采用了最新的高精度GPS接收机，结合先进的测量软件，对水库区域及周边地形进行了精确的测量。通过合理选择测量点位，保证所有点位均位于开阔地带，远离电磁干扰源，并采取了稳固的安置措施以抵御恶劣天气的影响。在测量过程中，GPS系统通过实时接收卫星信号，迅速计算出各点位的三维坐标，大大提升了测量效率。借助GPS测量技术获取的高精度数据，项目团队成功构建了水库区域的三维数字模型，不仅保证了水库扩建工程的顺利实施，还有效提升了工程的整体质量和安全性能，为当地的经济社会发展提供了有力的水利支撑。

#### （四）数字化原图及数字化成图技术的应用

数字原图技术其最大的优势在于精确度较高、效率高。利用先进的矢量图扫描器，工作人员可迅速将那些原始而庞大的大尺度地图图像转换为计算机中可处理的数字信息。通过这种方式，再结合高级软件算法的强大功能，可以对这些数据进行精细化的处理，最终生成精准反映水利地区地形地貌变化的数字化地形图。这样的数字化方法不仅操作简便，而且还可以捕捉到水利施工地形的细微差异，从而保证工程项目设计的精确性和可靠性。然而，在这一过程中需要注意的是，数字化原图的质量在很大程度上依赖于测绘资料的准确性，如果在绘制过程中出现任何绘图数据错误，生成的地形图也会因此受到影响，对整个水利工程来说，不可避免地产生一定的误差。因此，在进行数字化原图处理之前，必须保证所有测量数据的准确无误，这是保障最终成果准确性和有效性的基础。而数字化成图技术的核心在于对高精度的点云数据进行提取，并通过复杂的算法构建出三维数字地形图（DEM），与传统的二维平面图相比，这种三维图可更直观、更准确地呈现了区域内的地形特征，无论是山脊还是河谷，都能以其真实的起伏形状清晰展现。

例如，在山东某水利枢纽工程测绘项目中，数字化原图及数字化成图技术得到了广泛应用。项目人员首先利用高精度扫描仪将大量历史纸质地图转化为数字格式，然后通过专业软件进行数据清洗、拼接和校正，生成了高精度的数字化地形图。这些地形图不仅为工程设计提供了精确的基础数据，还有效指导了施工过程中的地形改造和土方量计算。同时，项目人员还采用无人机搭载激光雷达系统，获取了坝区的高精度点云数据，并基于这些数据构建了三维数字地形图。该三维数字地形图模型不仅充分反映了坝区的地形起伏，还为工程的安全监测、洪水模拟和调度决策提供了有力支持。

#### （五）无人机技术的应用

如今在测绘领域，无人机技术已经逐渐成为高效、精确且经济的遥感工具，与传统遥感技术需要大量硬件投入和专业人员操作不同，无人机技术的出现大幅度降低了成本，同时也使得操作更为简便、灵活。利用无人机进行水利工程测绘时，首先无人机的参数设置是其成功应用于水利工程测绘的关键所在。通过调整无人机的

飞行高度、速度、姿态以及与地面的相对位置等参数，操作员可以根据水利工程具体的测绘需求来选择最合适的航线设置。

例如，在某水利工程测绘项目中，项目人员就根据测绘区域的地形特征和精度要求，精心设置无人机的飞行参数。无人机在预设的航线上低空飞行，搭载的高分辨率相机捕捉到了库区地形的精细纹理，通过后期处理，项目人员获得了高精度的正射影像和数字高程模型。这些成果不仅为库区的水资源管理、防洪调度提供了科学依据，还为周边地区的城市规划、环境保护等工作提供了有力支持。

在实际测绘工作中，无人机作为获取测绘数据的核心，其飞行稳定性与数据采集能力直接关系到水利工程测绘任务能否顺利完成。因此，水利专业技术人员必须具备相应的操作技能技巧，利用先进的GPS导航技术、自动化技术和遥控技术等多种手段，对无人机进行精确控制，使无人机能够按照预设的航线飞行，并通过规划合理的航线设置和高度调整，保障所采集数据的精确性和可靠性。在飞行过程中，无人机搭载的高精度遥感设备可实时捕捉地面信息，包括地形起伏、植被覆盖、水体分布等关键要素，这些数据通过高分辨率相机、多光谱传感器及激光雷达（LiDAR）等先进设备采集，可保证水利施工数据的丰富性和精确性。最后，要结合地面控制站强大的数据处理能力，将无人机收集的海量数据迅速转化为三维地形模型、水文分析报告等，为水利工程的规划、设计与施工管理提供强有力的数据支撑，进一步提升决策效率与项目质量。

#### 结语

综上所述，在大型水利工程建设中，数字化测绘技术的应用可进一步提升测绘工作的效率与精度，为水利工程项目的规划、设计、施工提供坚实的数据基础。因此，水利工程相关施工单位及人员要针对智能无人船、单光子激光、GPS测量、数字化原图及成图、无人机技术等先进技术展开深入研究，以此推动水利工程建设向科学化、标准化迈进，保障水利工程的安全性、经济性和长期效益。

#### 参考文献

- [1] 廖敏花. 水利工程测量中数字化测绘技术的应用探析[J]. 工程建设与设计, 2024, (22): 88-90.
- [2] 张津. 水利工程测量中数字化测绘技术的应用研究[J]. 科技资讯, 2024, 22(21): 179-181.
- [3] 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.
- [4] 刘佳城. 数字化测绘技术在大型水利工程中的应用研究[J]. 水利技术监督, 2023, (10): 64-66.
- [5] 杨李. 数字化测绘技术在水利工程测量中的应用研究[J]. 河南水利与南水北调, 2023, 52(09): 98-99.
- [6] 李尤瑾, 崔恒军, 焦建超. 水利工程测量中数字化测绘技术的应用探析[J]. 智能建筑与智慧城市, 2023, (09): 32-34.
- [7] 吴同兵. 水利工程测量中数字化测绘技术应用探析[J]. 产品可靠性报告, 2023, (04): 118-119.