

水利工程测量中数字化测绘技术的应用

黄志圆

深圳市龙岗排水有限公司 广东 深圳 518000

摘要：数字化测绘主要通过遥感技术、地理信息系统（GIS）、全球定位系统（GPS）及数字水准仪等技术手段，实现高精度数据采集与制图。多样化的测绘手段不仅提高了工程测量的精准度和工作效率，同时也能够为相关水利工程的设计、施工及后续运营监测提供数据支撑。数字化测绘技术的应用不仅推动了现代化水利工程的进程，也因其覆盖面广、精度高、效率快等特点在水利工程测量中得到广泛运用。

关键词：水利工程测量；数字化测绘技术；遥感；GIS

引言：随着现代科技的高速发展，在水利工程领域，数字化测绘技术逐渐成为水利工程测量中重要技术手段。数字化测绘技术以其高精度、高效率及高度自动化的特点，显著提升了水利工程测量的准确性和时效性。本文旨在探讨数字化测绘技术在水利工程测量中的相关应用。

1 水利工程测量概述

1.1 水利工程测量的含义与分类

水利工程测量指在水利工程建设中，对地形、地貌及水文等要素进行测量并绘制成图，旨在为水利工程的规划、设计、施工及运营提供准确、可靠的地理空间信息。它是水利工程建设过程中不可或缺的环节。根据测量的目的和服务内容，水利工程测量可以分为多类。例如，在规划设计阶段，主要进行测量控制网的建立、地形图测绘以及大（小）比例尺地形图的绘制；在施工阶段，主要需要开展施工放样、线路测设、施工监测等工作；在运营管理阶段，则侧重于地面及周边设施沉降及变形监测、竣工测量、水利设施淤积测量等内容。

1.2 水利工程测量的任务与内容

水利工程测量的主要任务包括建立测量控制网，地形图测绘、施工放样、变形监测等。其中，建立测量控制网是确保测量精度的基础，地形图测绘则是将测量数据转化为可视化的地形图，为工程规划、设计提供直观依据。施工放样是将设计图中建（构）筑物形状，大小等比例放样至实地位置。变形监测是在工程施工或运营维护过程中，对工程及周边建（构）筑物的变形情况进行水平及沉降监测，确保工程安全稳定^[1]。

2 数字化测绘技术

2.1 数字化测绘技术的定义

数字化测绘是指利用现代化信息技术、传感器设备和计算机系统对地理信息进行采集、处理、分析和管理的综合技术。它融合了计算机技术、遥感技术和地理信

息系统（GIS）等先进科技，能够实现对地理位置等信息快速、准确获取。具有数据精度高，自动化程度高等特点，能够精准将地物信息绘制成图，使地形属性信息表述更为明确，同时通过数字化手段也降低了工程测量的难度，显著提升现代测绘工作的准确性和灵活性。

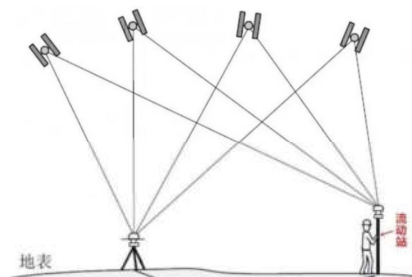
2.2 数字化测绘在水利工程测量中的重要性

数字化测绘在水利工程中主要体现在以下方面；如通过高精度的数据获取地形、地貌、水文等数据，为工程项目提供数据支撑。利用GNSS和全站仪等设备实现厘米级定位，减少人工测量误差，确保项目精确施工。通过遥感技术获取河道流域面积，植被覆盖，水土监测等数据，为水资源分配和生态修复提供科学依据，并结合数字化地形数据构建洪水演进模型，降低洪涝灾害风险。利用传感器网络设备和定期测量，监测水利设施的变形、沉降、库容淤积量，利用数据分析水库或者河道的泥沙淤积速率及预防溃坝风险。

2.3 数字化测绘技术在水利工程测量中的应用

2.3.1 全球定位系统（GPS）

GPS全球定位技术（GPS）是通过接收至少四颗卫星发射的信号，接收机通过测量信号传播时间来计算距离，进而确定地面某点三维位置。GPS技术具有高精度、实时性、连续性的特点，GPS-RTK测量采用载波相位实时动态差分，其精度可达厘米级^[2]。



图一 GPS测量示意图

在水利工程测量中，GPS测量技术常应用于水库大坝、水电站、河道堤防等设施的地形测量和变形监测。首先采用GPS技术静态观测的方法布设E级控制网，同时与现状GPS点进行联测。再经数据处理计算得到相应坐标系下的二维坐标及转换参数等信息。

2.3.2 遥感技术（RS）

遥感技术是通过传感器对地球表面或大气层中的目标进行非接触式探测和信息获取的技术，通过接收、处理和分析目标物体反射的电磁波（如可见光，红外线，微波等），生成数据或图像，从而实现对地观测和环境监测。遥感技术可分为光学遥感、雷达遥感和红外遥感等多种类型。

遥感技术主要应用包括环境监测，城市监测，海洋监测与灾害预警与应急响应等。遥感技术在水利工程中应用广泛，主要通过多源数据获取、动态监测和分析，为水资源管理、防洪抗旱、工程规划等提供技术支持。通过卫星遥感技术，可以全天候监测洪水淹没区域，结合DEM（数字高程模型）与历史洪水数据，模拟洪水演进路径，进而优化防洪工程布局。遥感技术还可用于水库淤积监测和大坝形变监测，（InSAR）技术可探测毫米级的地表形变，有效识别大坝结构安全隐患。

2.3.3 地理信息系统（GIS）

地理信息系统（GIS）是用于采集、存储、管理、分析和传播与地理位置相关信息的空间信息系统^[3]。其核心是通过空间数据与属性数据的结合，揭示地理现象的空间分布、关联及变化规律。它具有空间数据管理、综合分析、可视化和动态模拟的功能。

GIS作为连接地理空间与信息技术的桥梁，在城市规划与管理、环境监测与保护、交通运输、农业与资源管理、应急管理等方面应用广泛。尤其在水利工程测量中的应用，GIS技术主要通过空间数据整合，分析和可视化，显著提高水利工程的规划、建设、管理和监测效率。比如在河道综合整治项目中，结合三维地形数据模拟水流路径，可以优化河道清淤方案；GIS结合水文模型通过叠加历史洪水数据与DEM，模拟不同水位下的淹没区域，制定堤防加固方案以及实时集成气象数据，动态更新洪水风险地图；结合物联感知设备数据，实时监测水库大坝安全以及结合溃坝模型，绘制溃坝风险等级图辅助制定分级应急预案。

2.3.4 无人机航测技术

无人机航测技术是利用无人机搭载遥感设备（激光雷达、多光谱/热红外传感器）通过预设航线对目标区域进行自动化数据采集^[4]，结合摄影测量生成高精度地理数

据。无人机航测通过低成本、高精度的数据获取方式，革新了传统地理信息采集模式，成为自然资源管理、智慧城市建设、精准农业等领域的重要工具。

在水利工程测量中，无人机航测技术应用显著。以广东省深圳市某区水库地形测量项目为例。该项目中无人机配置高精度GPS接收机，航线图按图廓中心线敷设，航线重叠75%-80%；旁向重叠75%-85%，地面分辨率为2cm。无人机飞控软件搭载谷歌高程数据，自动进行航线规划设计，同时根据地形起伏设计不同相对航高。其作业流程如下：

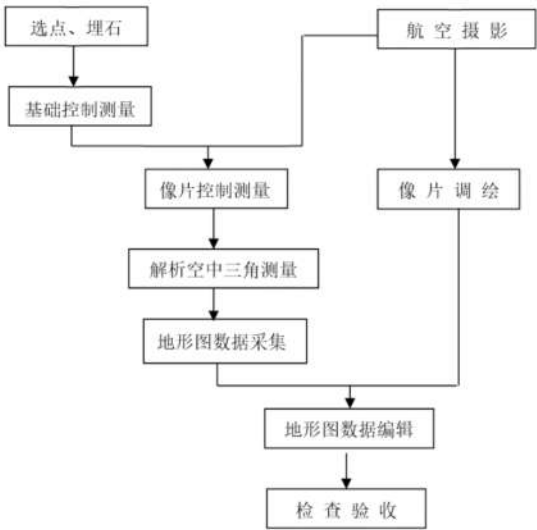


图2 作业流程

该项目采用大疆M300RTK无人机搭配智图软件，在利用空中三角测量加密模块进行加密，同时基于控制测量成果，采用全数字摄影测量工作站对等高线进行数据采集和地物判别，通过地理数据处理软件进行数据处理，调绘成图。其测量主要成果展示如下；

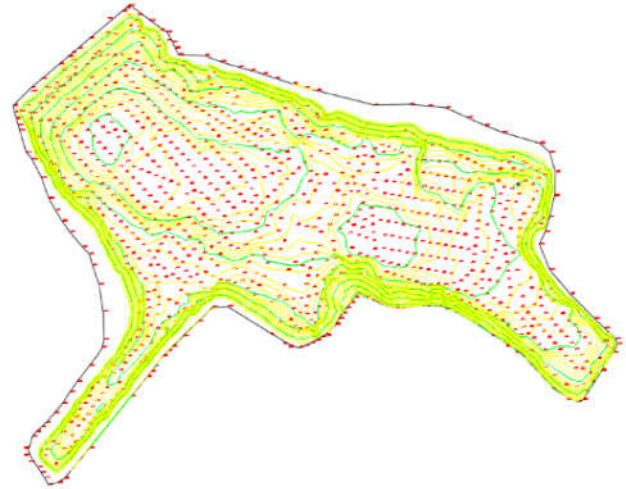


图3 广东省深圳市某区XX水库等高线地形图

