

# 数字测量技术在建筑工程测量中的探析

孔德军

宁波上航测绘股份有限公司 浙江 宁波 315200

**摘要:** 建筑工程测量是工程建设的基础,直接影响工程质量与安全。本文阐释了数字测量技术其概念,即依托数字化、自动化与信息化技术,融合多领域技术形成的综合体系。分析了空间定位与导航、三维激光扫描等五大关键技术,详述其技术构成与核心功能。结合建筑工程前期规划勘察、施工、竣工及运营维护阶段,探讨数字测量技术的具体应用场景,如地形测绘、轴线定位、变形监测等。最后展望其智能化、高精度化、集成化发展趋势,为建筑工程测量的数字化转型提供理论与实践参考,凸显该技术在提升工程精度与效率中的核心价值。

**关键词:** 数字测量技术; 建筑工程测量; 具体应用

引言: 传统测量依赖人工操作,存在精度低、效率差等局限,难以满足现代复杂工程需求。数字测量技术的出现,以计算机为核心,融合空间定位、数据建模等技术,实现了测量全流程的数字化革新。研究其在建筑工程测量中的应用,对推动行业技术升级、保障工程质量具有重要意义。本文从数字测量技术的概念出发,解析关键技术体系,结合工程各阶段应用场景展开分析,并展望发展趋势,为相关实践与研究提供借鉴。

## 1 数字测量技术的概念

数字测量技术是依托数字化、自动化与信息化技术,实现工程测量数据采集、处理、传输及应用的综合技术体系。它以计算机技术为核心,融合空间定位、传感检测、数据建模等多领域技术,打破了传统测量依赖人工操作的局限,形成“感知-处理-应用”的闭环系统。从技术构成看,数字测量技术涵盖硬件与软件两大部分。硬件包括全站仪、GPS/北斗接收机、三维激光扫描仪、无人机航测系统等,可实现高精度、快速的数据采集;软件则涉及地理信息系统(GIS)、建筑信息模型(BIM)平台、数据处理算法等,负责将原始数据转化为可视化的图形、模型或分析结果<sup>[1]</sup>。

## 2 建筑工程测量中数字测量关键技术

### 2.1 空间定位与导航技术

空间定位与导航技术是数字测量的基础核心,为建筑工程提供精准的空间坐标基准。其核心在于通过卫星定位、地面基站协同等方式,实现厘米级至毫米级的三维坐标获取。全球导航卫星系统(GNSS)是该技术的典型代表,包括GPS、北斗、GLONASS等系统,通过多卫星协同定位,可在开阔环境下实现动态或静态的高精度定位。差分定位技术进一步提升精度,实时动态差分(RTK)能在施工场地快速获取厘米级坐标,满足基础

放样、轴线定位等需求;静态差分则适用于控制测量,通过长时间观测可达到毫米级精度。全站仪数字化技术也是关键组成,其集成激光测距、角度测量与数据存储功能,结合自动跟踪技术,可实现目标的自动识别与连续测量,在复杂地形或遮挡环境中弥补卫星定位的不足,形成互补定位体系。

### 2.2 三维激光扫描技术

三维激光扫描技术通过发射激光束对目标表面进行高密度点云数据采集,构建精确的三维模型,是复杂建筑结构测量的核心技术。其工作原理基于激光测距,通过旋转扫描头实现对空间的全方位覆盖,每秒可采集数十万至数百万个点的三维坐标,形成包含几何信息与反射强度的点云数据。该技术具有非接触性特点,可在不干扰施工的情况下完成对建筑物、构筑物的完整测量,尤其适用于异形结构、历史建筑修复等场景。点云数据经过去噪、拼接、建模等处理后,能直接生成三维网格模型或BIM模型,为设计校验、施工监控提供精确的数字化依据。其技术关键在于多站扫描的坐标配准精度,通过靶标识别或点云拼接算法,可实现不同扫描站点数据的无缝融合,确保整体模型的一致性。

### 2.3 数字化数据处理与建模技术

数字化数据处理与建模技术是连接原始测量数据与工程应用的桥梁,通过算法与软件平台实现数据的转化与可视化。其核心包括数据预处理、三维建模与信息集成三个环节。数据预处理技术通过滤波算法剔除误差点、冗余点,提升数据质量;坐标转换技术则实现不同坐标系(如施工坐标系、大地坐标系)的精准转换,确保数据一致性。三维建模技术基于点云数据或离散测量点,通过曲面重构、实体建模等方法生成三维模型,支持模型的剖切、测量与分析。建筑信息模型(BIM)技术

是该领域的核心应用，通过将测量数据与建筑构件属性关联，构建包含几何、物理、时间等信息的多维模型，实现从设计到施工的数字化传递，为工程协同管理提供数据基础。

#### 2.4 实时动态监测技术

实时动态监测技术通过持续采集建筑结构的变形数据，实现对工程安全状态的动态评估，是大型工程与高风险项目的关键保障技术。其技术体系包括传感器网络、数据传输与分析预警三个部分。传感器网络由位移计、倾角仪、应力传感器等组成，通过无线或有线方式连接，实现对结构沉降、倾斜、振动等参数的实时采集。数据传输技术依托5G、物联网（IoT）等通信手段，将监测数据实时传输至管理平台，确保信息的时效性。分析预警技术通过建立变形预测模型，对监测数据进行趋势分析，当参数超出阈值时自动发出预警。其核心在于数据的实时性与分析算法的准确性，通过机器学习算法优化预测模型，提升预警的灵敏度与可靠性，为工程安全决策提供依据。

#### 2.5 无人机航测与遥感技术

无人机航测与遥感技术通过空中平台实现大范围地形与建筑的快速测量，是大面积工程测绘的高效技术手段。其系统由无人机平台、航摄相机、定位定姿系统（POS）组成，通过规划航线自动完成航拍作业，获取高分辨率影像数据。技术关键在于影像拼接与三维重建，通过运动恢复结构（SfM）算法，将多张二维影像转化为三维点云或数字高程模型（DEM），生成高精度的地形地图或建筑立面图。该技术具有作业效率高、覆盖范围广的特点，适用于场地平整、土方量计算、大型建筑群测绘等场景，其数据成果可直接导入GIS或BIM平台，为工程规划与设计提供基础数据<sup>[2]</sup>。

### 3 数字测量技术在建筑工程各阶段的具体应用

#### 3.1 前期规划勘察阶段

在前期规划勘察阶段，数字测量技术的核心作用是为工程设计提供高精度、全覆盖的基础数据，其应用聚焦于以下地形测绘与地质信息采集的数字化转型。（1）地形测绘方面，无人机航测技术通过预设航线实现自动化航拍，搭载的高分辨率相机与定位定姿系统（POS）同步获取地表影像与空间坐标，经数据处理软件生成数字正射影像图（DOM）、数字高程模型（DEM）及数字线划图（DLG），快速完成大面积地形的三维重建。三维激光扫描技术则适用于复杂地形区域，通过高密度点云数据采集，精准还原山体、峡谷等特殊地貌的细节特征，弥补传统测绘在陡峭或危险区域的作业局限。全站

仪与GPSRTK技术的组合应用，可实现控制点的高精度布设与碎部点数据的快速采集，数据直接导入计算机进行自动化成图，减少人工绘图误差。（2）地质数据采集的数字化体现在信息记录与初步分析的智能化。地质勘察中，数字化设备（如电子水准仪、测斜仪）实时记录地层标高、岩土性质等数据，并通过无线传输至数据库，避免人工记录的疏漏。借助地理信息系统（GIS）对地形、地质数据进行叠加分析，生成三维地质模型，直观呈现地层分布、断层位置等关键信息，为工程选址、基础设计提供科学依据。

#### 3.2 施工阶段

施工阶段的数字测量技术应用以“精准放样、实时校验”为核心，贯穿从基础施工到主体结构安装的全过程，确保工程按设计参数推进。具体应用如下：（1）轴线定位环节，全站仪结合BIM模型进行数字化放样，通过导入设计坐标自动计算放样点参数，操作人员依据设备指引完成点位标记，避免传统放样中人工计算的误差。对于大型建筑群，GPSRTK技术可实现动态定位，在开阔区域快速完成多个轴线控制点的布设，且支持数据实时回传至管理平台，与设计模型比对校验。三维激光扫描技术可对已施工结构进行扫描，生成点云模型后与BIM设计模型叠加，快速识别轴线偏差，及时调整施工方案。（2）高程控制依托数字水准仪与自动化数据处理系统实现。数字水准仪通过条码标尺与图像处理技术自动读取高程数据，测量结果直接存储于设备内存，并可通过蓝牙传输至电脑生成高程报表，减少人工读数与记录误差。在高层建筑施工中，全站仪的三角高程测量功能与电梯井道内的激光垂准仪配合，实现垂直度与高程的同步控制，确保各楼层标高偏差控制在规范范围内。（3）构件安装精度检测聚焦于钢结构、预制混凝土构件等高精度要求的施工场景。安装前，三维激光扫描技术对构件进行预扫描，获取实际尺寸数据并与设计模型比对，筛选不合格构件；安装过程中，全站仪实时监测构件的空间位置，通过无线遥控调整吊装姿态，确保构件轴线、高程与设计值的偏差符合要求。对于大型复杂节点，采用工业测量系统（如LeicaTS60）进行毫米级精度监测，通过多测回观测数据的智能分析，保障节点连接的准确性。

#### 3.3 竣工阶段

竣工阶段的数字测量技术应用旨在通过全面的数据采集与建模，形成工程最终状态的数字化档案，为验收与后续运维提供依据，具体应用如下：（1）竣工测量采用“全域扫描+重点测绘”的模式。三维激光扫描技术对

建筑外立面、室内空间进行全方位扫描,获取高密度点云数据,完整记录建筑物的实际形态,包括构件尺寸、位置关系及表面细节;全站仪与GPS则针对关键部位(如沉降观测点、轴线控制点)进行高精度复测,确保核心数据的准确性。数据处理阶段,通过专业软件将点云数据转化为三维模型,并与设计模型进行比对,生成偏差分析报告,明确施工成果与设计的符合程度。(2)数字建模是竣工阶段的核心输出,基于测量数据构建的BIM竣工模型,不仅包含建筑几何信息,还整合了材料参数、施工记录等属性数据,形成完整的数字化资产。模型支持剖切分析、尺寸查询等功能,可直接用于工程验收核查,如验证结构标高、构件间距等是否符合规范。竣工模型通过数据接口导入运维管理平台,为后续的设备检修、空间改造提供精确的基础数据。

### 3.4 运营维护阶段

运营维护阶段的数字测量技术以“长期监测、风险预警”为目标,通过对建筑结构的持续监测,保障其使用安全与功能稳定,具体应用如下:(1)变形监测采用自动化传感网络与远程传输技术。在建筑关键部位(如基础、梁柱、幕墙)布设位移传感器、倾角传感器与应力计,实时采集沉降、倾斜、振动等数据;传感器通过物联网(IoT)模块将数据传输至云端平台,系统自动生成变形曲线与趋势分析图,直观反映结构变化状态。对于超高层建筑或大型桥梁,GPS连续监测系统可实现毫米级精度的实时定位,捕捉微小变形;三维激光扫描则按固定周期对建筑进行扫描,通过不同时期点云模型的对比,量化结构整体变形量。(2)安全预警系统基于监测数据构建数学模型,设定多级预警阈值:当监测值接近阈值时,系统自动发送预警信息至管理人员终端;若超过阈值,触发声光报警并启动应急响应流程。系统支持数据可视化展示,通过BIM模型与监测数据的关联,标注风险区域的位置与严重程度,辅助制定维修加固方案。(3)数字化平台可整合历史监测数据,进行趋势预测,

提前识别潜在安全隐患,如地基不均匀沉降的长期累积风险,为主动维护提供决策支持<sup>[3]</sup>。

### 4 数字测量技术在建筑工程测量中的发展趋势

在科技飞速发展的当下,数字测量技术于建筑工程测量领域其未来发展主要有以下几大趋势:(1)智能化。人工智能和机器学习算法将深度嵌入数字测量流程,让测量设备拥有自主分析、决策与调整能力。比如,能依据环境变化自动优化测量参数,或对海量测量数据展开实时智能处理,快速精准识别异常。(2)高精度化。测量仪器的精度会持续提升,毫米级乃至亚毫米级精度将成常态,从而满足超精密建筑工程对测量的严苛要求,像微电子工厂、大型粒子对撞机等特殊建筑的施工测量。(3)集成化。不同数字测量技术,如卫星定位、激光扫描、摄影测量等将深度融合,各类传感器也会集成在同一设备中,实现多源数据同步采集与协同处理,为建筑工程提供更全面、精准的测量信息<sup>[4]</sup>。

结束语:数字测量技术作为建筑工程测量领域的核心革新力量,其概念内涵丰富,涵盖多维度技术集成。五大关键技术从数据采集到处理应用形成完整体系,在工程各阶段的应用有效解决了传统测量的瓶颈,显著提升了测量精度与效率。随着智能化、高精度化等趋势推进,该技术将进一步重塑建筑工程测量模式。未来要持续推动技术融合与标准建设,加速其在行业的普及应用,为建筑工程的高质量发展提供坚实的数字化支撑。

### 参考文献

- [1]李伟.数字测量技术在建筑工程测量中的探析[J].智能建筑与智慧城市,2025(3):91-93.
- [2]王瑞攀.数字测量技术在建筑工程测量中的应用探讨[J].现代工程科技,2024,3(1):101-104.
- [3]喻智.数字测量技术在建筑工程测量中的应用效果分析[J].北方建筑,2025,10(2):8-12.
- [4]王卫飞.数字测量技术在建筑工程测量中的运用[J].数字通信世界,2024(1):128-130.