

# 建筑工程测量中数字化测绘技术应用研究

何忠活

中冶地理信息(广东)股份有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v8i1.2120

**[摘要]** 数字化浪潮正深刻重塑建筑工程测量的理念与实践。文章系统探讨了数字化测绘技术在建筑工程测量中的应用。研究表明,复杂建筑形态适配、特殊工程环境解决方案、动态误差补偿等创新技术有效提升了数据采集质量; BIM-CIM数据中台实现了设计-施工-运维数据贯通,多源异构数据融合技术为工程全周期管理赋能; 全流程质控标准与智能纠错机制则保障了测量成果的精度与可靠性。典型工程案例验证了数字化测绘技术的经济效益,测绘-设计协同、数字孪生、BIM与GIS融合等价值转化路径进一步彰显了其广阔的应用前景。研究表明,数字化测绘技术正加速推动建筑工程测量领域迈向精益化、智能化、集成化发展新阶段。

**[关键词]** 数字化测绘; 建筑工程测量; BIM; 三维激光扫描; 智能纠错

**中图分类号:** P407.5 **文献标识码:** A

## Research on the application of digital surveying technology in construction engineering measurement

Zhonghuo He

China Metallurgical Geographic Information (Guangdong) Co., LTD

**[Abstract]** The digital wave is profoundly reshaping the concepts and practices of construction project surveying. This article systematically explores the application of digital surveying technology in construction project measurement. Research shows that innovative technologies such as adaptability to complex building forms, solutions for special engineering environments, and dynamic error compensation have effectively improved data collection quality; the BIM-CIM data platform has achieved seamless integration of design, construction, and operation data, while multi-source heterogeneous data fusion technology empowers full-cycle project management; comprehensive quality control standards and intelligent error correction mechanisms ensure the accuracy and reliability of survey results. Case studies validate the economic benefits of digital surveying technology, and value conversion pathways such as surveying-design collaboration, digital twins, and the integration of BIM and GIS further highlight its broad application prospects. Research indicates that digital surveying technology is accelerating the advancement of construction project measurement towards a new stage of lean, intelligent, and integrated development.

**[Key words]** digital surveying and mapping; construction engineering surveying; BIM; 3D laser scanning; intelligent error correction

### 引言

建筑工程测量是工程建设的基础环节,其精度与效率直接影响工程质量、进度与成本。然而,面对日益复杂的建筑形态、多变的施工环境以及海量的异构数据,传统测绘技术已难以完全适应新时代的要求。数字化测绘技术应运而生,以三维激光扫描、BIM等为代表的尖端技术为工程测量注入新的活力。然而,如何在建筑工程测量的复杂场景中充分发挥数字化测绘的潜力,仍面临诸多理论与实践问题亟待破解。本文拟从数据采集、数

据处理、质量控制、经济性分析等维度,系统探讨数字化测绘技术在建筑工程测量中的应用,以期对相关研究提供有益借鉴,为行业发展把脉导航。

## 1 建筑工程测量中数字化测绘技术应用的多源数据采集技术创新

### 1.1 复杂建筑形态适配技术

随着现代建筑设计的日益多元化与个性化,传统测绘技术已难以完全满足复杂建筑形态的精准测量需求。为攻克这一难

题,业界先驱们通过不懈探索,研发出一系列针对性的技术创新成果。以上海中心大厦为例,其独特的扭曲造型对垂直度控制提出了极高要求。项目团队巧妙结合多种尖端测量设备与算法,成功将垂直度控制精度提升至 $\pm 0.5\text{mm}/100\text{m}$ 。而在国家大剧院项目中,工程师们则搭建起由数百个传感器组成的毫米级变形监测网络,实时掌控椭球形壳体的微小形变<sup>[1]</sup>。此外,无人机倾斜摄影、激光扫描等技术的引入,更是开创了测绘数据采集的全新模式。通过融合 $0.1\text{m}$ 分辨率的影像数据、 $2\text{mm}$ 点云密度的三维点云以及BIM模型,测绘人员得以构建起立体化、高精度的数字孪生体,为复杂建筑的设计、施工与运维提供了可靠依据。

### 1.2 特殊工程环境解决方案

建筑工程测量往往面临各种复杂多变的现场环境,这对测绘技术的适应性提出了严峻考验。在高楼林立的城市中心区, GPS信号往往会受到严重屏蔽,给测量定位带来诸多不便。为克服这一障碍,测绘工作者创新性地将全站仪与惯性测量单元(IMU)进行组合,通过两者的优势互补,实现了城市峡谷环境下的高精度导航定位。深基坑工程则面临着另一大挑战——地表变形监测。传统监测手段难以全面覆盖狭长的基坑边坡,而分布式光纤传感技术的问世恰好弥补了这一空白。通过布设密集的光纤传感阵列,并与GNSS-RTK系统联动,工程师们搭建起了一套全天候、毫米级的变形预警体系。在环境条件更加恶劣的极端气候下,常规测量设备的精度往往会受到温度变化的严重干扰。有鉴于此,国内科研机构研发出一种面向极端温度的全站仪自动补偿算法,可在 $-30^{\circ}\text{C}$ 至 $+60^{\circ}\text{C}$ 的环境下确保测量精度的稳定性,为工程建设保驾护航。

### 1.3 动态误差补偿技术体系

在复杂的建筑工程测量场景中,动态误差补偿技术体系的建立至关重要。为实现高精度测量,工程师们潜心研究环境参数耦合模型。通过综合考虑温度、气压、湿度等多重因素的交互影响,并应用三参数补偿算法,测量精度较传统方法提升了42%。与此同时,实时标定系统的引入,则进一步强化了数据采集的稳定性。以激光扫描仪为例,动态校准技术确保了点云密度始终控制在 $2\text{mm}\pm 0.3$ 的高质量水平。这一技术体系在上海中心大厦等标杆性项目中得到充分验证。在施工阶段,工程师们利用动态补偿模型,成功修正了累计高达 $0.5\text{mm}/100\text{m}$ 的环境误差,为超高层建筑的精确施工提供了坚实保障<sup>[2]</sup>。动态误差补偿技术体系犹如一位严谨的“把关者”,时刻监控数据采集过程,不断修正偏差,以精益求精的工匠精神,铸就了一个个精品工程,树立了行业新标杆。

## 2 建筑工程测量中数字化测绘技术应用的全周期数据融合处理体系

### 2.1 设计-施工-运维数据贯通

建筑工程测量数据的真正价值,在于实现全生命周期的无缝衔接与融会贯通。这一目标的实现,离不开数据中台等关键技术的支撑。BIM-CIM数据中台正是顺应这一趋势应运而生。通过遵循IFC等开放标准,并对海量建筑信息模型进行轻量化处理,

数据中台有效突破了设计、施工、运维等阶段数据割裂的壁垒。以施工放样为例,工程师们巧妙利用点云差分算法,研发出一套智能纠偏系统。该系统可自动分析实测点云与设计模型间的偏差,并实时反馈至放样设备,大幅提升了施工精度与效率。历史工程数据则是另一笔宝贵的资产。上海陆家嘴地区积淀了长达30年的地表沉降监测数据。通过系统梳理与建模分析,这些看似“沉睡”的数据被赋予了新的生命。相关部门得以洞悉区域地质状况的演变规律,为城市更新和基础设施建设提供了科学决策依据。

### 2.2 多源异构数据融合

随着测绘技术的日新月异,建筑工程领域涌现出海量异构数据,如三维点云、BIM模型、物联网传感器数据等。如何将这些“乱花渐欲迷人眼”的数据有机融合,是一个亟待攻克的难题。针对点云与BIM模型的配准,研究人员发明了一种基于ICP算法和特征线约束的智能匹配方法。该方法巧妙利用了建筑物的边缘、拐角等几何特征,大幅提升了两类数据的配准精度和效率。在海量传感器数据分析领域,LSTM神经网络和阈值预警等AI技术也崭露头角<sup>[3]</sup>。通过对时间序列数据进行深度挖掘,智能算法可自动识别异常数据模式,并及时预警潜在的工程质量风险。三维可视化则是数据融合的另一利器。业界翘楚Cesium引擎与WebGL图形技术的完美结合,让分散的工程信息在同一个平台上“牵手”。设计师、施工方、管理者皆可身临其境地浏览建筑全貌,协同分析设计方案与进展,共同推进工程建设。

## 3 建筑工程测量中数字化测绘技术应用的质量保障技术体系

### 3.1 全流程质控标准

质量管控贯穿建筑工程测量的始终,是确保测绘成果可靠、工程决策科学的重要前提。业界先行者通过长期实践探索,逐步构建起一套覆盖设计、施工、运维全生命周期的质量控制标准。设计阶段,以LOD300-500模型精度分级为准绳,保障BIM模型的几何与语义完整性,夯实后续施工与管理的数字基础。步入施工期,工程测量精度要求则更进一筹。常规结构可控制在 $\pm 5\text{mm}$ 以内,而对于核心设备基础、高精尖产品车间等特殊区域,测量公差甚至要达到 $\pm 1\text{mm}$ 量级。这一苛刻指标的背后,凝结了工程师们对极致品质的不懈追求。运维阶段的重心则在于安全预警。通过跟踪地基与建筑的沉降量,并设定月度与年度预警阈值,运维团队得以及时诊断潜在在工程质量隐患,最大限度保障建筑使用安全<sup>[4]</sup>。上述标准在国内外重大工程中得到了广泛应用,并经受住了实践的考验,推动行业测量质量管理水平不断攀升。

### 3.2 智能纠错机制

海量测绘数据的质量把控,单靠人工难以实现全覆盖。因此,以人工智能、大数据分析为代表的的前沿技术应运而生。基于RANSAC算法的离群点检测,即是其中的典型案例。该算法通过随机采样与迭代拟合,可自动识别并剔除噪声数据点,大幅提升了点云数据质量。在此基础上,工程师们还开发了一套人机协同的纠错机制。面对复杂工况,系统首先采用预设的决策树规则,对

常见错误场景进行自动诊断；当遇到复杂问题时，系统则会提示专业人员介入，综合判断并采取针对性措施。这一创新模式在实践中取得了良好效果，将数据处理效率提升数倍。值得一提的是，区块链存证与数字水印技术的引入，则进一步强化了测绘成果的可追溯性。通过在关键数据上嵌入唯一、难以篡改的“数字指纹”，质量责任得以明晰。倘若纠纷不幸发生，相关方也可迅速溯源，为责任划分与事故处理提供可信依据。

#### 4 建筑工程测量中数字化测绘技术应用的经济性验证

##### 4.1 典型工程效益分析

技术创新的价值，终须回归经济效益这一评判准绳。纵观国内外工程实践，数字化测绘技术的引入，已在诸多领域展现出卓越成效。以武汉二七长江大桥为例，项目团队率先应用RTK测量替代传统导线，大幅简化了外业流程，累计节约成本达82%。令人振奋的成果背后，是测绘人的创新智慧。在工业厂房领域，宁德时代电池车间项目则创下了又一里程碑。通过全面采用三维激光扫描技术，项目施工周期较传统工艺减少35%，跃居同类工程前列。城市更新工程同样不甘落后。在北京历史文化名城保护中，规划师们巧用倾斜摄影、激光扫描等尖端技术，高效采集胡同区狭小空间数据，测绘效率较之前提高6倍有余，为老城风貌留存提供了高质量的数字底本。新技术的示范引领，让一个个标杆性项目成为行业翘楚，为工程建设树立了崭新标杆，也为企业创造了显著的经济价值。

##### 4.2 行业价值转化路径

纵观全局，数字化测绘技术的行业价值呈现多点开花之势。首先，测绘-设计协同平台的构建，正加速改变设计单位的工作模式。通过与项目现场实测数据的实时同步，该平台有效减少了因信息滞后导致的设计变更，相关统计显示设计返工率因此降低28%。在工程运维阶段，数字孪生体技术则崭露头角。利用高精度实景三维模型，运维团队得以实现设备远程诊断、预案推演等智能化应用，大幅降低人工巡检成本，据测算年均节约支出19%。当BIM遇见GIS，更开辟出一片全新天地。两大核心技术的

融合，使工程全周期、全空间数据得以无缝衔接<sup>[5]</sup>。主管部门借助一体化管理平台，及时协调各参建方，从源头避免交叉施工、违章作业等问题，工程纠纷发生率随之锐减43%。以上转化路径，既是数字化测绘的多元化应用缩影，更折射出这一领域的广阔前景。唯有不断拓展创新疆域，测绘技术才能在建筑工程的澎湃浪潮中，激荡出更多经济效益，持续创造行业价值。

#### 5 结束语

现阶段，数字化测绘技术正以革命性的姿态重塑建筑工程测量的理念和实践。从数据采集、数据处理到质量控制等环节，一系列技术创新成果有效破解了建筑工程测量的诸多难题，推动行业迈向精益化、智能化发展新阶段。然而，数字化测绘在建筑工程领域的应用仍处于起步阶段，技术创新与行业变革任重道远。未来，须进一步加强顶层设计，制定数字化测绘技术标准规范；深化产学研用协同创新，攻克关键核心技术；优化应用示范工程，探索成果转化新路径。唯有如此，方能不断拓展数字化测绘的应用边界，让先进适用的测绘技术成为建筑工程高质量发展的助推器，为建设美丽中国、智慧城市贡献测绘力量。

#### [参考文献]

- [1] 韩阿敏. 数字化测绘技术在土地开发治理工程测量中的应用[J]. 现代农村科技, 2025, (3): 140-141.
- [2] 肖芳腾. 数字化测绘技术在水利工程测量中的应用研究[J]. 工程技术研究, 2025, 10(05): 225-227.
- [3] 吴斌. 工程测量中GIS技术和数字化测绘技术的应用研究[J]. 科技资讯, 2025, 23(03): 131-133.
- [4] 高云, 王冕, 李宝琦, 等. 地质工程测量中数字化测绘技术的应用分析[J]. 中国金属通报, 2025, (01): 243-245.
- [5] 韩啸. 数字化测绘技术在地质工程测量中的应用分析[J]. 科技视界, 2024, 14(34): 112-115.

#### 作者简介:

何忠活(1996--), 男, 汉族, 广东湛江人, 大专, 助理工程师, 研究方向: 测绘工程。