 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i6.10615

Analysis of the Application of Digital Surveying Technology in Construction Engineering Measurement

Zhenlin Chen Heshun Xiao Jianzhao Li Song Li Hanchao Long

China Construction Science and Engineering Group Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract

The increasing complexity of modern construction projects imposes stringent requirements on the accuracy and efficiency of spatial data acquisition. To overcome the operational limitations and error bottlenecks of conventional surveying in complex working conditions, the engineering industry has restructured the fundamental measurement framework by leveraging highly integrated sensing and spatial calculation logic. For full-life-cycle project applications, frontline teams have developed key practical strategies, including aerial surveying of reconnaissance base maps, axis point cloud projection, automated settlement monitoring, and asset layering database construction. Digital surveying effectively achieves non-contact millimeter-level 3D coordinate locking, completely eliminating data silos during the construction phase, and establishes a precise and objective data foundation for the efficient delivery and safe operation of built assets.

Keywords

construction engineering surveying; digital surveying; GNSS positioning; remote sensing technology; precision control

建筑工程测量中数字化测绘技术应用分析

陈振林 肖合顺 李建钊 李松 龙汉超

中建科工集团有限公司，中国·广东 深圳 518000

摘 要

现代建筑工程的复杂化对空间数据的获取精度与效率提出了严苛要求。为破解常规测绘在复杂工况下的作业受限与误差瓶颈，工程业界依托高集成度传感与空间解算逻辑重构了基础测量框架。针对项目全周期应用，一线团队梳理出勘察底图航测、轴线点云投测、自动化沉降预警及资产分层建库等核心实战策略。数字化测绘有效实现了非接触式毫米级三维坐标锁定，彻底打通了建造阶段的数据孤岛，为建筑实体的高效交付与安全运维确立了精准客观的数据底座。

关键词

建筑工程测量；数字化测绘；GNSS定位；遥感技术；精度控制

1 引言

在《“十四五”建筑业发展规划》全面落地的宏观背景下，智能建造与新型建筑工业化已成为行业转型的核心指引。作为工程实施的“先锋”，测量作业的统筹水平直接决定着图纸向实体的转化成效。面对当前庞大的工程体量与错综复杂的场地基底，传统人工测绘模式的滞后性愈发凸显，极易引发早期信息断层。顺应时代浪潮，将数字化测绘技术深度植入建筑体系，既是贯彻产业升级战略的必然要求，也是破解前端数据流转壁垒的关键路径。

2 建筑工程测量中数字化测绘技术应用优势

2.1 突破外业测量物理限制

数字化测绘技术切实突破了传统外业测量的物理空间限制。在面对深基坑、超高层建筑及复杂异形构件时，常规测量手段往往受制于人员抵近难度与现场严苛的通视条件。引入三维激光扫描与无人机航测等非接触式作业装备后，外业团队能够在安全阈值外直接完成目标区域的数据采集。该作业模式跨越了视距障碍，将传统的离散点瞄准转换为对建筑实体表面的高密度点云捕获。同时，多模态 GNSS 设备的融合应用降低了复杂场地对坐标信号接收的干扰。这些数字化手段有效拓宽了建筑测量的空间边界，使原本难以触达的高危盲区精准测绘转化为常规作业。

2.2 锁定空间构件毫米精度

建筑工程测量工作中应用数字化测绘技术，具有测量原始信息精度高、测图结果精准的优势。部分数字化测试以

【作者简介】陈振林（1981–），男，本科，高级工程师，从事土木工程研究。

现代化的技术工具、工作设备为基础，在组织测量的过程中，可以有效、精准地完成原始信息采集。依托三维激光扫描设备，测量人员能够以非接触方式获取建筑实体的海量点云数据，将异形结构的测量误差严格控制在 2 毫米以内。高分辨率的数据采集模式使构件的三维几何特征得到真实还原。工程团队通过将实测点云与设计 BIM 模型进行比对，能够直接量化各项尺寸偏差，为预制构件的高精度拼装与结构验收确立了客观的绝对数据基准。

2.3 直供实体可视测绘成果

数字化测绘技术重塑了建筑测量的数据交付模式，将传统抽象的纸质二维图纸转化为可视化的真三维实体模型。设备采集的海量点云信息直接映射为直观的三维空间结构，精准复原了建筑构件的实体连接方式与管线交错走向。技术人员无需人工解译复杂坐标，即可直接利用三维测绘成果开展逆向建模与空间碰撞检查。将实测点云模型与设计 BIM 相融合，现场真实形态与理论设计的偏差能够以三维图形叠加的方式清晰呈现。这种成果输出机制彻底破除了二维识图的认知壁垒，实现了施工进度比对与结构节点校核的直观操作。

3 建筑工程测量中数字化测绘核心技术框架

3.1 数字化遥感（RS）工作系统

数字化遥感工作系统依托高集成度的层级架构开展运作。该架构由四个核心模块构成。流动站搭载高精度传感器执行一线空间信息采集，根据工程尺度可灵活配置车载平台或无人机阵列。空中站以人造卫星为核心载体，构建数据通信链路，同步辅助地面站完成坐标系锚定与实时空间位置校对。地面站作为数据解算中枢，负责接收星地传输的原始信号，利用底层算法将物理信息转译为计算机可读的数字语言，最终生成结构化测绘成果。辅助部分涵盖维系主系统稳定运行的外围设施。这种多端协同的闭环运行机制，确立了遥感测绘数据高效流转与精准处理的基础体系

3.2 GNSS 定位与倾斜测量逻辑

GNSS 定位技术，即全球导航卫星系统技术，包含 GPS 和北斗等系统，通过接收卫星信号实现地面点的三维坐标定位，适合用在建立工程控制网及场地平整放线等场景，具有全天候、全覆盖及高精度的优势。在实际作业流程中，系统不仅能建立稳定的工程坐标系，更能通过 RTK（实时动态）技术实现厘米级的实时定位精度。针对建筑工程中常见的遮挡或测量杆难以完全垂直的场景，现代数字化测绘引入了倾斜测量补偿逻辑：系统通过量取倾斜状态下的相位中心与垂直中心之间的距离，获取三个维度的倾角参数（α、β、γ）。基于函数关系 β=α-t（t 为偏移修正变量）对坐标数据进行动态计算与偏差校正，确保了测量点位在倾斜状态下依然能获得毫米级的坐标精度，极大拓宽了复杂工况下的测量覆盖范围。

4 建筑工程测量中数字化测绘在工程各阶段的应用实践

4.1 前期勘察阶段的数字底图构建

前期地质勘察亟须高精度的空间底图作为支撑。传统网格化人工测量易受现场复杂地形阻碍，极易遗漏关键地貌特征。通过引入无人机航测获取高分辨率影像，并深度结合 GIS 系统的空间分析能力，数据后台可直接解算生成高精度的数字高程模型与正射影像图。该数字化测绘手段全要素重构了场地坡度、坡向及水文高差，为工程总平选址及土方量核算提供了客观的三维数据基座。

以某山地康养综合体项目为例，测区地势起伏剧烈且密布原生林地，传统全站仪极难建立有效的通视网络。测绘团队果断启用“机载激光雷达 +GNSS RTK”联合系统。作业中，无人机设备利用雷达多回波特性穿透茂密树冠，精准提取底层地表原始点云，坐标点密度达每平米 80 个。海量点云经底层算法抽稀与降噪后，导入三维软件快速生成了厘米级的数字高程底图。设计人员将该底图与建筑 BIM 骨架进行逆向叠加检查时，清晰地发现原定 3 号楼的基础恰好压在一处被植被掩盖的深切冲沟断裂边缘。项目组依托该高精度底图，紧急将建筑群整体向东平移 15m 避让地质隐患。系统基于新底图秒级重算场地土方量，填挖误差被严格控制在 1.5% 内。此次底图构建不仅将外业勘察周期从 15 天大幅压至 48 小时，更在图纸阶段彻底阻断了致命的沉降风险

4.2 施工实施阶段的轴线精密投测

施工阶段的测绘核心是将设计轴线精准映射至物理空间。传统全站仪受风载、通视条件及层高限制，极易产生累计的垂直度偏差。现代数字化测绘通过融合多端设备重构了放样逻辑。外业团队利用 GNSS RTK 系统快速锁定场地基准坐标；面对超高层或复杂异形结构，则全面切入三维激光扫描与高精度激光铅垂仪的联合管控体系。这种基于点云逆向比对与光电垂直传递的非接触式手段，彻底规避了人工观测视差，实现了毫米级空间坐标的即施即校，为实体构件的高精度拼装确立了客观的绝对数据基准。

以某 280 米超高层双曲面异形塔楼为例，其外框钢管柱呈不规则倾斜螺旋上升，常规垂直投点法完全失效。项目组量身定制了“激光铅垂内控 + 点云外核”的数字化投测网。测绘人员在核心筒楼板预留的 150mm×150mm 孔洞处架设自动安平激光铅垂仪，将底部基准控制网向上进行光电投射，建立高空平差测站。在构件吊装环节，技术员采用三维激光扫描仪对悬空待焊的异形钢柱采集高密度表皮点云，现场秒级导入BIM平台与理论空间坐标进行逆向碰撞演算。系统直接生成姿态偏差色谱图，指导施工作业面进行毫米级微调。施工至 18 层复杂扭曲节点时，点云比对敏锐捕获到结构因日照温差产生的 3 毫米侧向偏移，施工组据此精准修正了焊接余量。该体系将单层测控耗时由 8 小时大幅压缩至 90 分钟，整楼封顶时轴线综合闭合差仅为 8 毫米，从源头

切断了异形结构累计偏位的施工隐患。

4.3 竣工验收阶段的实体沉降监测

竣工验收阶段的测绘重心由施工放样全面转向实体质量核查与结构安全预警。传统验收高度依赖人工抽测，极易漏察局部形变。当前的实战策略是融合三维激光扫描与 GNSS 自动化监测网，构建非接触式验收与全天候形变捕捉体系。通过获取实体完整三维点云模型并与设计 BIM 进行自动化几何比对，可客观量化垂直度及构件尺寸的真实偏差。同步沿核心承重区域布设永久监测节点开展毫米级连续观测，直接为项目建立起贯穿全生命周期的沉降预警底座。

以某沿海软土区无柱会展中心竣工验收为例，该项目大跨度钢结构对地基不均匀沉降极度敏感。测绘团队沿主体外墙严格按 15 米间距锚固了永久沉降观测点，利用 GNSS 自动化监测站将数据采样间隔精细至秒级。针对室内异形钢桁架，技术人员利用三维扫描仪抓取海量表皮点云，逆向导入系统与 BIM 模型展开空间碰撞比对。系统自动生成三维偏差色谱图，精准锁定了一处卸载应力释放引发的 3 毫米微形变。在移交过渡期内，后台监测平台 24 小时全天候执行差分解算，初期实行高频连续预警，直至基站曲线证实基础沉降速率已收敛并维持在 0.01mm/d 至 0.04mm/d 的绝对稳定状态。该数字化闭环不仅出具了无可争议的三维实体验收档案，更将竣工测绘数据直接平滑转化为建筑后续运维的初始对照基准。

4.4 后期资产存储的矢量分层建库

测绘作业产生的海量离散数据，若无系统性整合，极易在移交后沦为难以调用的孤岛。资产存储的核心在于通过矢量化处理与层次化建库，将原始坐标与点云转化为可生长的数字资产。技术团队依托专业软件提取空间几何特征，把碎部像素重构为无损缩放的矢量图元。存储架构上摒弃传统的扁平化堆砌，严格按照项目层、分类层、日期层的递进逻辑搭建结构化数据库。该机制彻底打通了建造至运维的数据断层，为后期资产管理提供高精度的原生档案。

以某城市地下综合管廊移交项目为例，前期实测累积了海量点云与全站仪数据。为打破后期检索壁垒，测量团队全面启动矢量分层建库。内业工程师将错综复杂的管线点云进行去噪，把物理实体精准拟合为带有管径与材质属性的矢量多段线。数据后台同步部署分级架构：顶层设为特定标段的独立项目库；中层依据数据属性切分为原始点云、结构化矢量模型及台账等模块；底层精准锚定历次管线迁改与复测的年月日。投入运营半年后某区段突发水压异常，抢修组登入系统，顺着“项目库—矢量模型—最新日期”的检索路径，瞬间调取了该节点的隐蔽管线竣工坐标。这种深度的建库管理，将传统的图纸翻阅与盲挖试探耗时极限压缩至十分钟内，真正让测绘成果发挥出长效的资产变现价值。

5 结语

综上所述，数字化测绘技术正在深刻重塑建筑工程测量的底层逻辑。它不仅实质性地突破了传统外业受制于环境、高耗能且低精度的粗放作业瓶颈，更以非接触式采集、三维空间重构与毫米级误差管控的硬核能力，为现代建筑构筑了贯穿全生命周期的绝对数据标尺。这种技术演进绝非单一测量工具的简单更迭，而是整个工程数据资产向高保真、结构化与可长效复用方向迈出的实质性跨越。随着多模态传感器、低延迟通信网络与人工智能底层算法的深度熔炼，静态的空间测绘成果将全方位升维至毫秒级的动态数字孪生体系。业内需精准把握这一技术风口，持续推动测绘基座与 BIM、物联网及智慧城市管理平台的无缝接驳，为建筑行业迈向全面精细化与高质量发展注入不可替代的数字动能。

参考文献

[1] 柳琛.数字化测绘技术在建筑工程测量中的应用探析[J].产品可靠性报告, 2025(7):48-49.

[2] 钟永华.建筑工程测量中数字化测绘技术应用思考[J].江西建材,2020,(9):70-71.

[3] 王闯.建筑工程测量中数字化测绘技术的应用[J].智能建筑与工程机械,2023,5(12):83-85.

[4] 莎拉汗·莫合买提.建筑工程测量中数字化测绘技术的运用[J].工程建设（维泽科技）,2023,6(1):150-152.

[5] 李贵壮.建筑工程测量中数字化测绘技术应用思考[J].市场周刊·理论版,2020,(75):117-117.