

Analysis of the Application Strategy of Digital Map Surveying and Mapping Technology in Construction Engineering Project Surveying

Pengqing Lin

Huizhou Road and Bridge Survey and Design Institute, Huizhou, Guangdong, 516000, China

Abstract

Digital map surveying technology, supported by GNSS, GIS, drone aerial survey, and 3D laser scanning, has become a pivotal technical solution for enhancing quality, efficiency, and transformation in construction engineering surveying. This paper examines the application scenarios and technical logic of digital map surveying across key phases of construction projects—from preliminary investigation and planning to construction layout, earthwork calculation, safety monitoring, and post-completion acceptance and maintenance. It explores targeted strategies including technical solution selection, data quality control, multi-source data integration, workflow optimization, and personnel safety management. Through comparative analysis of traditional and digital surveying methods, the study quantitatively demonstrates the significant advantages of digital technology in precision, efficiency, cost-effectiveness, and scenario adaptability. The findings indicate that digital map surveying effectively reduces reliance on manual operations, enabling accurate spatial data collection, visualization, and full-process traceability. This provides solid support for rational project planning, precise construction, and controllable safety. The widespread adoption of this technology holds substantial practical significance in advancing construction engineering surveying toward automation, intelligence, and high precision, thereby facilitating the digital and intelligent development of the construction industry.

Keywords

digital map surveying; construction engineering surveying; construction monitoring; data fusion

试析数字化地图测绘技术在建筑工程项目测量中的应用策略

林彭卿

惠州市道路桥梁勘察设计院, 中国·广东 惠州 516000

摘要

数字化地图测绘技术以GNSS、GIS、无人机航测、三维激光扫描为核心支撑,已成为推动建筑工程测量领域提质增效、转型升级的关键技术手段。本文立足建筑工程项目全生命周期的应用场景与技术逻辑,深入探讨技术方案选型、数据质量管控、多源数据融合、作业流程优化及人员安全管理等针对性应用策略,并通过传统测量模式与数字化测绘模式的对比分析,量化论证数字化技术在精度、效率、成本及场景适应性等方面的显著优势。研究结果表明,数字化地图测绘技术可有效降低人工操作依赖,实现建筑工程空间数据的精准采集、可视化呈现与全过程追溯,为项目规划合理性、施工精准性及安全可控性提供坚实保障。该技术的普及应用,对推动建筑工程测量向自动化、智能化、高精度化转型,助力建筑行业实现数字化、智能化发展具有重要现实意义与实践价值。

关键词

数字化地图测绘; 建筑工程测量; 施工监测; 数据融合

1 引言

建筑工程测量作为建筑工程项目规划、设计、施工、运维全生命周期的基础性核心工作,其测量精度、作业效率与数据可视化程度,直接关系到工程项目的整体质量、建设进度、成本管控及运营安全。传统建筑工程测量模式以光学

仪器(如经纬仪、水准仪、全站仪)为核心载体,辅以人工记录、手工绘图完成作业流程,长期以来面临诸多局限性:在复杂地形场景中,通视条件受限导致测量效率大幅降低;人工读数、抄录过程中易出现人为误差,影响测量成果精度;成果形式以纸质图纸为主,数据复用性差、共享困难;难以实现对施工过程的实时动态监测,安全风险预警滞后等问题尤为突出。随着数字中国战略的深入推进,建筑行业数字化转型步伐持续加快,大数据、物联网、人工智能、遥感测绘等新兴技术与建筑工程领域的融合不断深化。数字化地图测

【作者简介】林彭卿(1999-),男,中国广东惠州人,本科,助理工程师,从事建筑工程测量研究。

测绘技术作为数字化技术体系的重要分支,凭借 GNSS 实时动态定位、无人机航测快速建模、三维激光扫描高精度采集、GIS 空间分析与可视化等核心优势,突破了传统测量模式的技术瓶颈,为建筑工程测量提供了全新的技术路径与解决方案。当前,建筑工程项目呈现出规模大型化、结构复杂化、功能多元化的发展趋势,对工程测量的精度要求从传统厘米级向毫米级跨越,对作业效率、数据可视化及全生命周期数据贯通的需求日益凸显。在此背景下,深入研究数字化地图测绘技术在建筑工程项目测量中的应用策略,明确技术应用要点、优化流程、管控关键环节,不仅能解决传统测量的痛点问题,更能为建筑工程项目精细化管理、安全可控建设提供技术支撑。本文结合建筑工程测量实际需求,系统梳理数字化地图测绘技术的核心体系,剖析其在工程各阶段的应用场景,提出科学可行的应用策略,旨在为建筑工程测量领域的数字化转型提供理论参考与实践指导。

2 数字化地图测绘技术核心体系概述

数字化地图测绘技术是依托计算机软硬件平台,融合卫星定位、遥感探测、激光扫描、空间信息处理与图形可视化等多学科技术,实现空间地理数据采集、处理、分析、建模与呈现的综合性技术体系。其核心在于突破传统测量的“点式”数据采集模式,实现对建筑工程场地空间信息的全方位、高精度、快速化采集与处理,核心技术组件包括 GNSS 定位技术、无人机航测技术、三维激光扫描技术及 GIS 地理信息系统,各技术相互协同、互补支撑,构成完整的数字化测绘技术链条。

2.1 GNSS 定位技术

GNSS (全球导航卫星系统)是数字化地图测绘的核心定位基准,涵盖 GPS、北斗、GLONASS、Galileo 等多卫星系统,其中北斗卫星系统作为我国自主研发的卫星导航系统,在国内建筑工程测量中应用愈发广泛。GNSS 定位技术通过接收多颗卫星信号,结合载波相位差分技术(RTK/PPK),可实现厘米级甚至毫米级的实时动态定位。在建筑工程测量中,GNSS 技术主要用于施工控制网布设、轴线放样、高程传递及点位精准测量。相较于传统全站仪测量,GNSS 技术不受通视条件限制,无需在测量点之间建立视觉通视路径,尤其适用于大型建筑场地、山区建筑场地、复杂市政工程等通视条件较差的场景,可大幅减少外业测量人员数量与作业时间,实现快速定位与放样。同时,GNSS 技术支持多测点同步测量,能够高效完成大面积场地的控制网布设,为建筑工程提供统一、精准的空间基准,保障后续施工测量的一致性与精准性^[1]。

2.2 无人机航测技术

无人机航测技术是以无人驾驶飞行器为载体,搭载高清相机、激光雷达、多光谱相机等传感器,通过自主飞行规划获取场地影像数据,经内业处理生成数字正射影像

(DOM)、数字高程模型(DEM)、三维实景模型的数字化测绘技术。该技术具有机动灵活、作业效率高、成本低、场景适应性强等优势,可快速获取建筑工程场地的地形地貌、地物分布、高程变化等空间信息。在建筑工程领域,无人机航测技术的核心价值在于实现大范围、快速化地形勘察与三维建模。通过预设飞行航线与重叠度,无人机可在短时间内完成数平方公里场地的影像采集,相较于传统人工测图,作业效率提升 3-5 倍,且不受地形高差、场地障碍物等因素影响。外业采集的影像数据经 Pix4D、Metashape 等专业软件处理后,可生成高精度 DOM、DEM 及三维实景模型,直观呈现场地坡度、汇水区域、障碍物分布等信息,为工程规划设计提供可视化、量化的数据支撑。此外,无人机航测技术可定期对施工场地进行复飞测量,对比不同时期的地形数据,实现土方工程量精准核算、施工进度动态监控。

2.3 三维激光扫描技术

三维激光扫描技术是通过激光发射器向被测物体发射激光束,接收反射回来的激光信号,结合时间飞行法、相位法等原理,快速采集被测物体表面海量点云数据,经三维建模软件处理生成高精度三维模型的非接触式测量技术。该技术具有测量速度快、点云密度高、精度高、非接触式测量等优势,可精准获取复杂结构、不规则物体的空间形态与尺寸信息。在建筑工程测量中,三维激光扫描技术主要应用于复杂建筑结构测绘、施工质量检测、变形监测及竣工建模。针对高层建筑、大跨度场馆、异形建筑等复杂结构,传统测量手段难以全面获取其结构信息,而三维激光扫描技术可在短时间内采集数百万甚至数千万个点云数据,精准还原建筑结构的三维形态,实现构件尺寸、安装偏差的精准检测。在施工变形监测中,通过周期性扫描获取建筑结构、基坑、边坡等部位的点云数据,对比分析变形量,可实现实时安全预警。同时,三维激光扫描生成的点云模型可直接导入 BIM、CAD 软件,用于竣工资料归档与数字化交付,大幅提升竣工测量的效率与精准性。

2.4 GIS 地理信息系统

GIS 地理信息系统是用于采集、存储、管理、处理、分析、显示与描述空间地理数据的技术系统,核心在于实现多源空间数据的整合、空间分析与可视化呈现。在建筑工程数字化测绘中,GIS 系统作为数据管理与应用平台,可整合 GNSS、无人机航测、三维激光扫描等多技术获取的空间数据,构建建筑工程“一张图”管理体系。GIS 系统支持空间叠加分析、缓冲区分析、网络分析等多种空间分析功能,可将地形数据、地质勘察数据、地下管线数据、规划红线数据等进行叠加,辅助工程规划方案比选与优化。同时,GIS 系统可实现测量数据的实时共享与可视化管理,施工人员、设计人员、管理人员可通过平台实时查看测量成果、施工放样点位、场地地形变化等信息,打破信息壁垒,提升项目协同管理效率。此外,GIS 系统支持测量数据的长期存储与追溯,为建

筑工程全生命周期的数据分析、运维管理提供数据支撑^[2]。

3 数字化地图测绘技术在建筑工程测量中的应用场景

3.1 前期勘察与规划设计阶段

建筑工程前期勘察与规划设计阶段的核心任务是全面掌握场地自然条件、地形地貌、地质条件、周边环境等信息，为工程总平面布局、基坑设计、道路规划、管线设计提供依据。传统勘察模式以人工实地踏勘、少量测量点数据为基础，存在信息不全面、效率低、可视化差等问题，难以满足复杂场景下的规划设计需求。数字化地图测绘技术通过“无人机航测+GNSS控制+GIS分析”的技术组合，可快速完成场地全方位勘察。首先，利用无人机航测技术对场地进行全域扫描，生成高精度DOM与DEM，直观呈现场地地形起伏、坡度、汇水、障碍物分布等信息，明确场地可建设范围、基坑开挖适宜性及道路走向基础条件。其次，结合GNSS技术精准采集场地控制点、地物坐标数据，完善地形数据的精度与完整性。最后，将地形数据、地质勘察数据、周边建筑与管线数据导入GIS系统，进行多方案叠加分析，对比不同总平面布局方案的合理性，优化建筑布局、基坑深度、管线走向等设计内容。

例如，在山区建筑工程规划中，无人机航测可精准获取山地地形的高程变化与坡度分布，GIS系统通过坡度分析、汇水分析，规避地质灾害风险区，优化建筑基底标高与排水系统设计；在城市核心区建筑工程中，通过无人机航测与GIS叠加分析，精准掌握周边地下管线分布，避免施工过程中管线破坏，保障工程安全。同时，数字化测绘成果可直接导入BIM、CAD设计软件，实现勘察数据与设计数据的无缝对接，减少设计阶段的现场复测工作，缩短规划设计周期^[3]。

3.2 施工控制与放样阶段

施工放样是建筑工程施工阶段的核心测量工作，其核心任务是将设计图纸上的建筑物轴线、点位、标高、构件位置等设计参数，精准测设到施工现场，作为施工操作的依据。施工放样的精度直接决定建筑物的施工质量，是保障工程结构安全与使用功能的关键。数字化地图测绘技术在施工

放样阶段的应用，以“GNSS RTK+BIM模型+GIS可视化”为核心，实现放样精准化、效率化与可视化。首先，在施工前，将BIM设计模型中的轴线、构件、点位等坐标数据导入数字化测绘系统，结合GNSS RTK技术进行控制网布设与点位放样，无需手动计算坐标，减少人工计算误差，实现放样点位的实时校核。其次，针对高层建筑、大型桥梁、复杂市政工程等场景，利用三维激光扫描技术实时采集施工完成的构件数据，与BIM设计模型进行对比分析，快速检测构件安装偏差，及时调整施工参数，保障施工精度。此外，GIS系统可将放样点位、施工进度、场地地形等信息整合为可视化的施工管理图，施工人员可通过移动端实时查看放样位置、操作规范及安全注意事项，提升放样操作的规范性与效率。在轴线传递与标高传递过程中，利用GNSS技术可实现跨楼层、跨区域的精准标高传递，避免传统水准测量受楼层高度、通视条件限制的问题，大幅提升施工测量的效率与精度。

4 结语

数字化地图测绘技术为建筑工程测量提供了高精度、高效率、可视化的全新解决方案，贯穿项目勘察、设计、施工、监测、验收与运维全过程。通过科学选型设备、规范采集流程、强化数据融合、完善质量管控，可最大限度发挥技术优势，降低误差、提升效率、保障安全、节约成本。随着智能测绘、物联网、云计算与BIM技术持续发展，数字化地图测绘将向自动化、智能化、实时化、云端化方向升级，为智慧建造与数字工地提供更强支撑。工程建设单位应加快技术普及应用，完善标准体系，培养专业人才，以数字化测量推动建筑行业高质量发展。

参考文献

- [1] 崔瑛哲,王康建,高进.数字化测绘技术在工程中的应用研究[J].土木工程,2024,13(09):1658-1666.
- [2] 陈明江.数字化测绘技术在建筑工程测量中的应用[J].工程技术研究,2024,09(13):156-158.
- [3] 吴涉成,方炎林,陈超.数字化地图测绘技术在工程测量的应用综述[J].土木工程,2023,12(05):498-506.