

数字测绘技术在房屋建筑工程测量中的应用

苏宏光

广西恒永工程质量检测有限公司 广西壮族自治区玉林市 537000

DOI:10.12238/ems.v7i6.13773

[摘要] 数字测绘技术通过集成全球定位系统 (GPS)、遥感技术 (RS) 和地理信息系统 (GIS) 等现代信息技术, 显著提升了房屋建筑工程测量的效率与精度。本文系统阐述了数字测绘技术的核心原理及其在工程测量中的应用领域, 分析其技术优势与面临的挑战, 并通过实际案例探讨其应用效果。研究表明, 该技术在地形测绘、施工放样、变形监测等环节展现出高效、精准、自动化的特点, 为建筑行业智能化发展提供了重要支撑。

[关键词] 数字测绘技术; 建筑工程测量; 技术融合创新; 智能化监测

随着城市化进程加速与建筑结构复杂化, 房屋建筑工程测量正面临前所未有的精度与效率挑战。秀芳邹[1]探讨了传统测绘技术的落后性, 其存在作业周期长、数据维度单一、人为误差显著等局限, 难以满足现代建筑高精度施工与全生命周期管理的需求。武慧亮[2]研究针对数字化测绘技术展开了研究, 分析了数字化测绘技术的应用价值, 秦祖军[3]认为数字化测绘技术的自动化控制程度很高, 可在复杂的建筑工程和多样化计量环境中进行调整, 并可向建筑管理人员展示关于建筑工程所有方面的地形数据, 利用模型或地图, 提供关于施工地区各种各样的地貌资料, 这有助于减少建筑施工中的缺陷, 确保建筑质量。李峰利[4]对当今常用的数字化测绘技术进行了分析和研究, 并探讨了其在建筑测量领域的应用、所遇到的问题以及相应的解决措施。王建[5]认为数字测绘技术的广泛应用仍面临多重挑战。高精度设备采购与维护成本限制了中小企业的技术普及; 复杂城市环境下的信号干扰、数据安全风险等问题亟待解决。本文在此基础上通过分析数字测绘技术的应用场景、技术优势及现存瓶颈, 结合典型案例验证其工程价值, 旨在为建筑行业技术升级提供理论参考与实践路径, 推动测绘技术向智能化、标准化、可持续化方向纵深发展。

一、数字测绘技术概述

(一) 技术定义与分类

数字测绘技术, 是将地面已有的特征点和界线通过测量手段获得反映地面现状的图形和位置信息的技术。它以计算机技术、光电技术、网络通信技术、空间科学、信息科学为基础, 具有采集、存储、处理、显示、输出、更新和利用空间信息的功能。其主要分类包括全球定位系统 (GPS)、遥感技术 (RS) 和地理信息系统 (GIS) 等, 这些技术相互融合, 共同构成了数字测绘技术的强大体系, 在房屋建筑工程测量中发挥着重要作用。

(二) 主要技术介绍

全球定位系统 (GPS), 是一种利用卫星导航进行定位和授时的系统。它由空间星座、地面控制和用户设备三部分组成, 能够在全球范围内, 全天候地为用户提供高精度的三维坐标、速度和时间信息。在房屋建筑工程测量中, GPS 技术可用于控制测量、地形测量等, 为工程的施工放样、变形监测等提供精确的坐标基准。

遥感技术 (RS), 是一种不直接接触物体, 从远距离通过传感器探测和接收目标物体的电磁波信息, 经过信息的传输、处理和分析, 识别物体的属性及其分布特征的技术。它具有覆盖范围广、信息获取速度快、周期短等特点。在房屋建筑工程测量中, RS 技术可用于获取工程区域的地形、地貌、地质等信息, 为工程的选址、设计等提供基础资料。

地理信息系统 (GIS), 是一种以地理空间数据库为基础,

在计算机软硬件的支持下, 对空间相关数据进行采集、管理、操作、分析、模拟和显示, 并采用地理模型分析方法, 适时提供多种空间和动态的地理信息, 为地理研究和地理决策服务而建立起来的计算机技术系统。它具有空间数据的采集与输入、空间数据的编辑与更新、空间数据的存储与管理、空间查询与空间分析、制图与输出等功能。在房屋建筑工程测量中, GIS 技术可用于对工程区域的空间数据进行管理、分析, 为工程的规划、设计、施工及运营维护等提供决策支持。

二、数字测绘技术在建筑工程测量中的应用

(一) 应用领域

在地形测绘方面, 传统测绘依赖经纬仪、全站仪逐点测量, 效率低下。数字测绘技术通过无人机航测、LiDAR 扫描等技术, 可快速获取项目区域高精度三维模型。为建筑工程的选址、规划及设计提供准确的地形信息。例如, 某住宅小区采用无人机倾斜摄影技术, 仅 3 天完成 1 平方公里地形测绘, 生成 0.05 米分辨率实景三维模型, 为规划设计与土方计算提供精准依据。

在施工放样环节, 通过 GPS-RTK 技术结合全站仪, 可实现施工放样的实时动态定位。通过将设计坐标导入测量设备, 可自动引导施工机械精准作业, 能精确地将设计图纸上的建筑物位置、形状和尺寸等信息, 实测到施工现场, 确保施工的准确性。某高层项目采用 GPS-RTK 放样桩基位置, 误差控制在 $\pm 2\text{cm}$ 内, 效率较传统方法提升 3 倍。

而变形监测领域, 数字测绘技术数字测绘技术可构建建筑物变形监测网络。实时监测建筑物在施工和运营过程中的变形情况, 及时发现潜在的安全隐患, 为建筑物的安全评估和维护提供重要依据。例如, 某超高层项目利用 GPS 静态监测与 LiDAR 扫描, 定期采集结构沉降、位移数据, 并通过 GIS 平台分析变形趋势。当监测值超限时系统自动预警, 为工程安全提供保障。

竣工阶段采用三维激光扫描技术, 可获取建筑物实际尺寸与空间关系, 生成高精度点云模型。该数据与建筑信息模型 (BIM) 融合后, 支持工程量复核、设施运维等全生命周期管理。

(二) 数字测绘技术的优势分析

在房屋建筑工程测量中, 数字测绘技术的高效率与高精度优势极为突出。从效率来看, 以无人机航测为例, 其能在短时间内快速覆盖大片区域, 采集海量数据, 极大地缩短了传统测绘所需的时间周期。像某城市更新项目, 利用无人机航测, 仅用一周时间就完成了原本需要一个月才能完成的测区地形图测绘工作。而在精度方面, GPS-RTK 技术能实现厘米级的定位精度, 全站仪等数字测量仪器也具备极高的测量精度, 为建筑工程提供了精准的坐标和尺寸信息, 确保了工程的精确施工和质量控制。

数据处理的自动化数字测绘技术的自动化数据处理功能,极大地减少了人为误差,并提高了数据处理效率。传统测绘中,数据处理需人工进行,繁琐且易出错。而数字测绘技术通过计算机软件和算法,可自动完成数据的采集、存储、处理和分析等工作。如GIS软件能对大量空间数据进行快速分类、统计和分析,生成各种专题地图和报表。这种自动化处理不仅降低了人为因素导致的误差,还使得数据处理速度大幅提升,让工程测量成果能更快地应用于实际工作中,提高了整体工作效率。

数字测绘技术的实时性与动态监测优势,为房屋建筑工程的安全和质量提供了有力保障。通过自动化监测系统和传感器等技术,可实时监测建筑物在施工和运营过程中的变形、沉降等状况。一旦监测数据超出预警值,系统会立即发出警报,使相关人员能及时采取措施,避免事故的发生。例如在某高层建筑施工中,采用自动化监测系统对建筑物的沉降进行实时监测,发现沉降速率异常后,迅速调整施工方案,加固基础,避免了重大事故的发生,确保了工程的安全和质量。

三、面临的挑战

(一) 设备与技术成本的高门槛

数字测绘技术依赖高精度设备(如激光雷达、无人机、多频段GNSS接收机)和复杂软件系统(如BIM、GIS平台),初期采购及维护成本较高。例如,一套高精度的LiDAR设备动辄数十万元,中小型建筑企业难以负担,导致技术应用普及受限。此外,设备更新迭代速度快,技术升级需持续投入资金,对企业的资金链和运营能力提出挑战。针对这一问题,部分研究提出采用租赁模式或云端服务(如测绘数据云平台)以降低使用成本,但需平衡数据安全与效率问题。

(二) 数据安全与隐私保护的挑战

测绘数据数字化后,通过网络传输和存储过程中面临多重风险。一方面,建筑项目常涉及敏感信息(如地下管线、建筑结构参数),数据泄露可能引发法律纠纷或安全威胁;另一方面,黑客攻击、系统漏洞等可能导致数据篡改或丢失,影响工程质量。当前,测绘行业对数据加密(如AES-256)、访问控制(基于角色的权限管理)及区块链技术应用的研究尚未形成统一标准,数据安全体系仍需完善。此外,随着《个人信息保护法》等法规的实施,测绘数据中涉及个人隐私(如住户信息)的处理需严格遵循合规要求,进一步增加了技术与管理复杂度。

(三) 跨学科技术融合与人才培养的困境

数字测绘技术涉及测绘工程、计算机科学、人工智能、地理信息等多学科知识,传统测绘人员难以全面掌握。当前高校课程设置滞后于技术发展,企业培训体系不健全,导致复合型技术人才匮乏。例如,无人机测绘需要同时掌握飞行控制、影像处理及误差校正技术,而BIM与GIS的集成应用需理解数据交互标准(如IFC、CityGML)。解决这一问题的路径包括:高校增设交叉学科课程,企业建立持续培训机制,推动产学研合作(如与科技公司联合开发培训项目),以及引入国际认证体系(如Autodesk BIM认证、GIS专业资格认证)提升人才专业水平。

四、发展趋势

(一) 技术融合驱动全流程智能化

数字测绘技术将向多技术集成方向发展,形成“感知-处理-决策”闭环。例如,BIM与GIS的深度融合可实现建筑全生命周期管理:设计阶段通过GIS进行选址分析,施工阶段利用无人机+LiDAR实时更新BIM模型,运维阶段结合物联网传感器监测建筑健康状态。此外,人工智能将深度介入数

据处理环节,通过机器学习自动识别地形特征、分类建筑构件,利用深度学习优化点云配准与三维重建算法,显著提升效率与精度。

(二) 实时监测与动态预警的深化应用结合物联网、5G及边缘计算技术,实时监测系统将实现亚米级甚至更高精度的动态感知。例如,在高层建筑施工中,通过布置GNSS传感器与倾角仪,实时监测结构变形并自动预警;在既有建筑运维中,利用光纤传感网络与无人机巡检结合,对裂缝、沉降等病害进行早期识别。这一趋势需攻克数据实时传输的带宽瓶颈与低延迟处理技术,同时开发基于大数据分析的预测模型,实现从“事后补救”到“事前预防”的转变。

(三) 数字孪生与元宇宙技术的延伸拓展

数字测绘技术为建筑“数字孪生”提供基础数据支撑,通过高保真建模与实时数据同步,构建虚实联动的智能管理平台。例如,在智慧工地中,数字孪生系统可模拟施工流程、优化资源配置,并通过AR/VR技术进行沉浸式培训与可视化交底。未来,随着元宇宙概念的落地,测绘数据将进一步与虚拟现实技术融合,形成更直观、交互性更强的工程决策工具。

(四) 标准化与规范化体系的完善

针对当前数字测绘技术缺乏统一标准的问题,行业将推动建立涵盖数据采集、处理、存储、传输及应用的规范体系。例如,ISO/TC 211国际标准化组织正推进地理信息语义互操作标准,国内《智慧城市时空大数据平台建设技术大纲》为测绘数据与城市信息系统的对接提供指南。此外,针对新兴技术如无人机测绘、激光点云数据,相关国家标准与行业规程(如CH/T 3004《无人机航摄系统技术要求》)将逐步完善,确保技术应用的安全性与合规性。

结论语:

数字测绘技术通过多源数据融合与智能分析,彻底重构了房屋建筑工程测量的技术范式。其在高效地形建模、精准施工放样、动态变形监测等场景的应用,显著提升了工程质量与安全管理水平,推动了建筑行业从经验驱动向数据驱动的转型。技术融合与创新是核心突破方向:BIM与GIS的协同实现了建筑全生命周期数据贯通,无人机与LiDAR的结合攻克了复杂环境测绘难题,而物联网与人工智能的嵌入则催生了实时预警与决策优化能力。然而,成本约束、数据安全风险及跨学科人才缺口仍是技术普及的主要障碍。未来需通过设备轻量化、云端服务共享降低使用门槛,依托区块链与加密算法构建可信数据生态,并加强产学研合作培育复合型技术团队。从发展趋势看,数字孪生与元宇宙技术的深度融合将推动虚实交互的工程管理模式,绿色测绘理念则引导技术向低碳化方向发展。标准化体系的完善与政策支持是技术落地的关键保障,唯有实现技术、人才与制度的协同进化,才能释放数字测绘技术的最大效能,为智能建造与可持续发展目标提供坚实支撑。

[参考文献]

- [1] 秀芳邹. 数字测绘技术在建筑工程测量中的应用[J]. 建筑与管理, 2022, 4(7): 178-180.
- [2] 武慧亮. GIS技术和数字测绘技术在矿山测量中的应用研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022.
- [3] 秦祖军. 数字测绘技术在建筑工程测量中的应用[J]. 江西建材, 2022.
- [4] 李峰利. 数字化测绘技术在建筑工程测量中的应用研究[J]. 工程管理, 2025, 6(3): 107-109.
- [5] 王建. 工程测量中的数字化测绘技术应用路径探究[J]. 工程建设, 2025, 8(3): 133-135.