

4.2 引入先进测量技术，提升精度控制水平

随着测量技术迭代，各类先进技术已广泛应用于铁路隧道施工测量领域，为复杂地质条件下的测量精度控制提供支撑。工程实践中可引入 BIM 建模与无人机倾斜摄影技术，搭建厘米级精度的数字隧道模型，实现施工测量的可视化、智能化管控，通过实时比对测量数据与设计参数，快速识别测量偏差。采用 3D 激光扫描仪可高效采集隧道断面的完整数据，在提升测量效率的同时降低人工操作带来的随机误差。结合 TSP 地震波法、地质雷达等超前探测技术，可动态采集掌子面前方的地质信息，必要时辅助取芯验证，为测量方案的动态调整提供地质依据。此外可配套搭建数字化数据处理平台，实现测量数据的实时传输、协同分析与多端共享，压缩数据处理周期，及时修正测量系统误差，保障整体测量精度符合施工要求。

4.3 强化测量过程管控，规范测量操作流程

测量过程管控是保证施工测量精度的核心环节，复杂地质条件下需对测量全流程进行精细化管控，规范操作流程，降低人为误差与环境因素的干扰。测量作业开展前，需对测量仪器做全面校准调试，确认仪器性能达标，满足测量精度要求。测量过程中需严格遵循测量规范与操作流程作业，避免不规范操作引发的测量偏差，岩体破碎、视线受阻的区域需调整优化观测角度，适当增加观测次数，保证测量数据准确。针对小半径转弯的测量难点，可采用“全导线网”方案，在隧道两侧交叉布设棱镜，让每个测点参与多个闭合环平差计算，通过冗余观测控制误差，提升测量精度。测量全流程均需落实质量管控要求，确保各环节符合规范，为精度控制提供支撑。

4.4 加强地质动态监测，联动调整精度控制策略

复杂地质条件下地质环境不确定性较强，围岩变形、地下水位波动等因素会持续干扰施工测量精度，需通过地质动态监测建立监测数据与精度控制的联动机制。首先搭建覆盖围岩变形、沉降、地下水位等指标的动态监测体系，同步采集监测数据与测量成果开展耦合分析，预判地质条件变化

对测量精度的影响路径，针对性调整测量方案与精度管控策略。比如在断层破碎带施工时，若监测到围岩变形速率超出阈值，要同步加密测量频次，采用冗余观测法抵消随机误差，同时配合调整开挖与支护参数，从源头上降低围岩变形引发的测量偏差；在突涌水风险较高的施工段，要提高地下水位监测频率，及时修正高程测量的水位影响参数，减少水位波动对高程测量结果的干扰。

5 结论

复杂地质条件下，铁路隧道施工测量精度控制是保障工程施工质量、施工安全与隧道贯通精度的核心环节，当前主要面临地质构造复杂、测量作业难度大、误差干扰因素多等问题。精准的测量精度控制可确保隧道严格按设计方案推进、实现精准贯通，有效防范施工安全风险，提升工程运营阶段的安全性与耐久性，进而降低工程建设与后期维护成本，西岭隧道等工程的实践已证实合理的精度控制方案具备实际应用价值。本研究仅针对典型构造带的测量误差控制展开分析，未涉及极寒、高海拔等特殊环境下的适配性验证，后续可结合 BIM、惯性导航等数字化技术优化现有精度控制方法，完善测量过程动态管控体系，探索适配不同不良地质条件的测量技术路径，为铁路隧道工程建设提供技术参考。

参考文献

- [1] 陈小龙. 复杂地质条件下铁路隧道施工技术的研究[J]. 产业创新研究,2023(24):114-116.
- [2] 孙桂林. 复杂地质条件下铁路盾构施工变形监测技术研究[J]. 现代工程科技,2025,4(14):45-48.
- [3] 王殿荣. 复杂条件下铁路隧道机械化开挖技术研究[J]. 建筑机械化,2024,45(12):11-14.
- [4] 王斌,董志宏,刘元坤,等. 江西某铁路隧道地应力特征及岩爆预测分析[J]. 工程技术研究,2023,8(22):6-8,33.
- [5] 蔡钊. 隧道控制网复测与控制点稳定性保障措施研究[J]. 建筑与装饰,2026,29(3):91-93.

Research on Precision Control and Quality Enhancement of Real Estate Surveying under the Background of Digital Transformation

Shicai Chen Jianhua Luo

Kunming People's Peak Technology Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650000, China

Abstract

This paper mainly studies the changes brought by digital transformation to the real estate surveying industry, and analyzes the main impacts of data element reconfiguration, intelligent algorithm empowerment, etc. on the real estate surveying industry. The paper sorts out key technologies such as the integration of 3D laser scanning with oblique photography, BIM and GIS, and real-time dynamic monitoring based on the Internet of Things. It proposes strategies such as establishing a full-chain data governance system, implementing intelligent quality control standards, strengthening multi-source data collaboration mechanisms, and cultivating multi-skilled technical talents. From the research results, it can be seen that digital transformation is a fundamental change in the production relationship and quality guarantee paradigm of surveying, providing a practical approach to improve the timeliness and accuracy of data.

Keywords

digital transformation; real estate surveying; precision control; quality enhancement

数字化转型背景下房产测绘精度控制与质量提升研究

陈仕才 罗建花

昆明人为峰科技有限公司, 中国·云南昆明 650000

摘要

本文主要研究数字化转型给房产测绘行业带来的变革, 分析数据要素重构、智能算法赋能等给房产测绘行业带来的主要影响。文章对三维激光扫描融合倾斜摄影、BIM和GIS一体化集成、基于物联网的实时动态监测等关键技术做了梳理, 提出了建立全链条数据治理体系、推行智能化质控标准、加强多源数据协同机制、培养复合型技术人才等策略。从研究结果可以看出, 数字化转型是测绘生产关系和质量保障范式的根本性改变, 为提高数据现势性和准确性提供了一条实践途径。

关键词

数字化转型; 房产测绘; 精度控制; 质量提升

1 引言

数字经济之下, 房地产行业正在发生由传统作业转向全生命周期数字化管理的转变。传统的房产测绘依靠人工测量和二维成图, 存在效率低、表达单一、更新滞后、质量控制主观性强等缺点, 不能满足智慧城市和不动产统一登记制度对高精度、高现势性数据的要求。在数字化转型的大背景下, 房产测绘成为创建城市数字孪生底座的重要部分, 需要行业用大数据、人工智能等技术重新塑造生产逻辑。如何在复杂的环境里保证测绘精度, 创建起契合新时代要求的质量

管理体系, 成为行业重视的焦点。本文主要研究数字化转型对测绘深层逻辑的改变, 分析关键技术机理, 提出前瞻性策略, 为行业高质量发展提供参考。

2 数字化转型对房产测绘的核心影响

2.1 直接影响

数字化转型最直接的影响在于作业范式和数据形态的彻底改变, 也在于数据采集方式的立体化、自动化^[1]。传统的二维测绘已经不能满足现代建筑复杂的结构, 三维激光扫描、无人机倾斜摄影等设备的应用, 把测绘对象由平面投影变为全要素三维实体模型, 完成为从离散数据到连续空间的飞跃。不但大幅缩短了外业工作时间, 降低了劳动强度, 而且消除了人为读数误差, 把精度从厘米级提高到毫米级, 使原始数据具有了较高的物理真实性。数字化平台冲破数据孤

【作者简介】陈仕才(1991-), 男, 本科, 中国云南楚雄人, 工程师, 从事工程测量、不动产测绘、测绘航空摄影研究。

岛,达成采集到入库的无缝对接,缩减成果周期,保证数据时空一致,让测绘成果及时回应市场改变,真正起到空间数据的基础支撑作用。

2.2 间接影响

除了技术、效率的变革之外,数字化转型也使行业的生态链以及质量控制的逻辑发生着隐性的改变。数字化环境促使机构由原来的单一数据提供者变为综合服务商,使管理重心从结果验收前移到过程监控,形成全过程可追溯的责任体系。海量数据的汇集产生了房屋沉降分析、容积率计算等新的需求,促使行业创建更加严密的质量标准。更重要的是,数字化思维使从业人员由“画图匠”变成具有数据分析能力的“空间工程师”,人才结构得到改善,质量控制也由原来的依靠经验的工程变成依靠数据逻辑的系统工程,形成为以数据质量为中心的良性循环。

3 数字化转型背景下房产测绘精度控制关键技术

3.1 三维激光扫描与倾斜摄影融合技术

对复杂结构和不规则地形而言,三维激光扫描同无人机倾斜摄影的深度融合,成为高精度数据采集的主要办法^[2]。二者依靠互补的优势形成多维融合的体系,激光扫描可以得到高密度的点云,可以获取立面的细节和室内结构,解决遮挡和高空盲区的问题,倾斜摄影用多角度影像快速建立纹理真实的大型实景模型。采用高精度控制网配准、像方坐标匹配的方式把点云和影像精确地融合起来,用正则化约束消除累积误差,得到一个具有几何精度和视觉真实性的混合模型。该技术不但可以提高复杂的建筑模型的精度,而且可以利用多源交叉验证的方法剔除异常噪点,保证成果在宏观和微观两个方面都可靠。

3.2 BIM与GIS一体化集成技术

BIM和GIS的融合集成,在于破除微观建筑单体和宏观城市环境之间的壁垒。传统测绘把建筑内部结构和外部地理环境割裂开来,造成数据流转时语义消失。BIM+GIS融合依靠统一参照系把精细化建筑模型嵌入到城市地理场景当中,达成地块规划和户室分割的无缝对接。该技术用参数化建模把墙体、门窗等属性结构化地嵌入到模型中,依靠空间索引自动校验建筑和周边要素的拓扑关系,防止由于坐标系转换而造成的精度衰减。该集成可以进行多尺度计算、冲突检测,在权属变更的时联动更新数据,形成一个基于全要素关联的精度控制闭环,提高数据在城市治理中权威性^[3]。

3.3 基于物联网的实时动态监测技术

面对建筑形变、环境变化等造成的干扰,以物联网为基础的实时动态监测加入到持续性的自我修正之中,把精度管理由静态检验变为动态运维。在关键部位安装传感器和GNSS终端,形成感知网络,高频采集形变指标并传送到云端进行预警。该技术依靠时间序列分析和机器学习来捕捉微

小的变化,及时发现潜在的危险并触发复核流程,从而克服了传统成果时效性的缺陷。监测、分析、反馈、修正的自适应回路保证了数据在动态环境中始终准确,在老旧改造和高层建筑管理中给精度的长期稳定提供技术支持。

4 数字化转型背景下房产测绘精度控制提升质量策略

4.1 构建全链条数据治理与标准化体系

提高房产测绘质量的根本是创建起覆盖数据采集、处理、存储、应用全过程的数据治理和标准化体系,这是应对数字化转型复杂性的制度基础。当前质量上的问题大多由于数据标准不统一、流程规范零散造成,所以必须创建起包含多源异构数据格式、元数据描述准则、精度等级划分以及接口协议等在内的统一行业标准,从而保证各个设备、各种软件平台所产生数据可以互相交流、融合^[4]。

在此基础上,加入数据血缘追踪机制,用区块链技术不可篡改的特点来对测绘数据的来源、处理过程、修改记录进行全程存证,实现数据质量问题的可追溯、责任可界定,倒逼各个环节严格遵守质量标准。同时还需建立动态更新的标准库,根据新技术的应用以及业务场景的变化及时对精度指标和作业规范进行调整,保证标准体系具有前瞻性、适用性,用刚性的约束来消除人为操作的随意性,给高精度测绘成果的产生提供强有力的制度保障,使数据治理真正成为质量控制的压舱石。

4.2 推行智能化质控标准与自动化审核机制

传统的手工抽检模式对于大量的测绘数据而言是力不从心的,而且会存在主观上的偏差,因此必须全面推行以人工智能为基础的智能化质控标准以及自动化审核机制,把质量控制从“事后把关”提前到“事中干预”。因此,用深度学习算法训练专用的质量识别模型,可以自动识别出点云数据里的离群点、BIM模型里的几何冲突、属性表里的逻辑错误、拓扑关系里的断裂问题,从而达到毫秒级的全量数据自动筛查。该机制应该内置国家以及地方最新的房产测绘规范算法,把抽象的文字标准转化为可以执行的代码逻辑,保证每一个面积计算、每一个边界坐标都经过严格的规则校验,一旦出现异常就立即锁定并提示人工复核,形成机器初审、人工复审的高效协作模式^[5]。

此外,需创建起以大数据技术为基础的综合质量画像系统。该系统会把历史项目数据深入到分析当中,系统地整理出各种错误模式、具体原因以及它们在空间和时间上分布的情况。对海量的信息加以智能挖掘和建模之后,系统可以自动找出项目执行期间存在的潜在风险点和薄弱环节,并且可以自动生成出一份具有很强针对性、可操作性的质量控制与检查清单。该措施意在把质量管理由原来的被动的、事后检查,变为精准的、主动的过程干预和事前预警,促使质量管理模式由粗放型向精细化、前瞻型转变。彻底改变了以