

智慧城市实景三维模型构建的研究

陈 果

黄河勘测规划设计研究院有限公司测绘信息工程院 河南 郑州 450000

摘 要：随着智慧城市建设的推进，实景三维模型构建愈发重要。本文围绕智慧城市实景三维模型构建展开深入研究，先是概述了智慧城市与实景三维模型相关概念，接着详细阐述构建中的关键技术，涵盖数据采集、处理及模型构建等方面技术要点。同时指出其面临的数据质量、多源数据融合、精度与效率平衡等问题，并针对性地给出如数据质量控制、融合方法改进、优化策略等相关措施，旨在为提升智慧城市实景三维模型构建水平提供有益参考。

关键词：智慧城市；实景三维；模型构建；研究

引言：在当今数字化快速发展的时代，智慧城市建设成为城市发展的重要方向。智慧城市旨在通过信息技术实现城市的高效管理、优质服务及可持续发展。而实景三维模型作为直观呈现城市空间信息的有效手段，在智慧城市诸多应用场景中起着关键作用，例如城市规划、应急管理。然而，其构建过程涉及多种复杂技术且面临诸多难题，故对智慧城市实景三维模型构建进行研究，探寻有效的解决办法，具有重要的现实意义。

1 智慧城市与实景三维模型概述

智慧城市是运用信息和通信技术手段感测、分析、整合城市运行核心系统的各项关键信息，从而对包括民生、环保、公共安全、城市服务、工商业活动在内的各种需求做出智能响应，实现城市的精细化管理和高效运行，提升城市居民的生活质量和幸福感。实景三维模型则是对现实世界的三维数字化表达，通过采集地形、地物的空间位置和外观信息，构建出与真实场景高度相似的虚拟模型。它能够精确反映城市的地形地貌、建筑布局、交通网络等特征，为智慧城市提供了一个直观、立体、真实的空间数据基础。在智慧城市的建设框架下，实景三维模型不仅是城市空间信息的可视化载体，更是实现城市智能化管理、精准决策、高效服务等功能的重要支撑，其应用涵盖城市规划、智慧交通、应急管理、自然资源管理等多个领域，有力推动了智慧城市的发展进程^[1]。

2 智慧城市实景三维模型构建的关键技术

2.1 数据采集技术

2.1.1 航空摄影测量技术

航空摄影测量技术是智慧城市实景三维模型构建的重要数据采集手段之一。通过搭载专业相机的飞行器，从空中对目标区域进行多角度、高分辨率的摄影。其优势在于能够快速获取大面积的影像数据，覆盖范围广，

所获取的影像具有丰富的纹理信息，可为后续的三维建模提供直观准确的表面特征。在实际应用中，利用航空摄影测量可以高效地获取城市的地形地貌、建筑分布等宏观信息，对于城市的整体规划、区域监测等方面有着不可替代的作用，并且随着无人机技术的发展，其操作灵活性和成本效益也得到了显著提升。

2.1.2 激光扫描技术

激光扫描技术在实景三维模型构建中发挥着独特作用。它利用激光束对目标物体进行扫描，测量其反射光的时间或相位差，从而精确获取物体表面的三维空间坐标信息，生成高精度的点云数据。这种技术对于复杂形状物体和地形的测量尤为有效，能够穿透植被获取地面真实高度，在城市地形测绘、历史建筑保护等领域应用广泛。例如，对于古建筑的精细建模，激光扫描可以精确还原建筑的复杂结构和细节特征，为文物保护和修缮提供精准的数据支持，而且其不受光照条件限制，可在不同环境下作业，数据精度能达到毫米级甚至更高。

2.1.3 移动测量技术

移动测量技术集成了多种传感器，安装在移动载体（如汽车、背包等）上，在载体移动过程中对周围环境进行数据采集。其特点是灵活性高，可深入城市的大街小巷获取近地面的详细信息，包括建筑物立面纹理、道路设施等。在城市街道场景建模中，移动测量能够快速采集道路两旁的店铺、交通标识等信息，补充航空摄影和激光扫描难以获取的细节部分，丰富三维模型的内容。同时，通过与定位系统结合，可实时获取数据的精确位置信息，为构建高精度、高分辨率的城市实景三维模型提供了有力保障，尤其适用于城市局部区域的精细建模和更新。

2.2 数据处理技术

2.2.1 影像匹配与空三加密

影像匹配与空三加密是智慧城市实景三维模型构建中数据处理的关键环节。影像匹配旨在找出不同影像间同名像点,通过特征提取与匹配算法,使不同视角影像建立联系,为后续处理提供基础。空三加密则利用像点坐标和少量控制点,通过严密的数学模型解算相机的位置和姿态参数,进而确定影像间的相对位置关系,实现从二维影像到三维空间的转换。这两项技术的结合,能够为三维模型构建提供准确的几何框架,提高模型的精度和可靠性,广泛应用于城市测绘、地形建模等领域,保障了三维模型与实际地理空间的一致性和准确性。

2.2.2 点云数据处理

点云数据处理对于激光扫描等技术获取的数据至关重要。首先进行滤波操作,去除噪声点和无效点,使点云数据更加纯净、准确地反映物体表面形态。然后进行点云配准,将不同视角或不同时期采集的点云数据统一到同一坐标系下,实现完整的物体或场景重建。此外,还包括点云的精简、分割等操作,精简在保留关键特征的前提下减少数据量,提高处理效率;分割则将点云按物体类别或特征进行划分,便于后续的单点建模与分析。在智慧城市建设中,点云数据处理为高精度的地形建模、建筑物建模等提供了高质量的数据基础,助力城市三维模型的精细化构建。

2.2.3 多源数据融合

多源数据融合是将航空摄影测量的影像数据、激光扫描的点云数据以及移动测量等多种来源的数据进行整合的过程。由于不同数据源各有优势与局限,融合能够取长补短。例如,影像数据提供丰富纹理,点云数据保证精确几何形状,融合后可生成既具有逼真外观又具备准确空间位置的三维模型。通过数据层、特征层或决策层的融合方法,利用先进的算法和技术,使各源数据在统一的框架下协同工作,提高数据的完整性和可用性,为智慧城市的复杂应用场景如智能交通、应急指挥等提供全面、准确且可靠的三维空间信息,推动智慧城市的精细化管理与高效运行。

2.3 模型构建技术

2.3.1 三维建模软件平台

三维建模软件平台是智慧城市实景三维模型构建的核心工具。市场上存在多种专业软件,如CityEngine、SketchUp等,它们具备丰富的功能模块。这些平台支持导入多种格式的原始数据,如影像、点云等,并提供直观的操作界面,方便建模人员进行模型创建、编辑和纹理映射等操作。通过参数化建模、自动生成等技术,可高效地构建大规模城市三维模型,同时还具备强大的模

型优化和渲染功能,能够输出高质量的可视化成果,满足智慧城市建设中不同应用场景对于三维模型的精度、逼真度和交互性等方面的需求,极大地提高了建模效率和质量。

2.3.2 建筑物建模方法

建筑物建模方法根据数据来源和精度要求而异。对于规则形状的建筑物,可采用基于几何图形的建模方法,利用建筑物的设计图纸或实地测量的尺寸数据,通过拉伸、旋转等操作构建三维模型,这种方法效率较高且模型精度有保障,适用于新建建筑或结构简单的建筑。对于复杂形状的历史建筑等,则多采用基于点云或影像的建模方法,从点云数据中提取建筑物的轮廓和特征,或利用影像的纹理信息进行手工建模,以精确还原建筑的细节和独特风貌,确保模型的真实性和艺术性,为智慧城市中的文化遗产保护、旅游规划等提供精准的建筑物三维模型数据^[2]。

3 智慧城市实景三维模型构建面临的问题

3.1 数据质量问题

3.1.1 影像数据质量

影像数据质量受多种因素影响。天气状况如云层遮挡、雾霾等会降低影像清晰度与对比度,导致地物特征模糊,难以准确提取信息。拍摄角度不佳可能造成建筑物遮挡变形,影响三维建模的准确性。此外,相机性能与参数设置不合理,会引发像差、色差等问题,使影像色彩和几何精度受损,进而影响智慧城市实景三维模型对城市真实面貌的还原度,给后续的数据处理与模型构建带来困难。

3.1.2 激光扫描数据质量

激光扫描数据质量问题也不容忽视。目标物体的反射特性差异可能导致部分区域点云数据缺失或稀疏,像深色表面、透明材质等反射率低的物体难以获取完整信息。扫描过程中的遮挡问题,如树木枝叶对建筑物的遮挡,会使点云数据不连续、不完整。同时,仪器自身的精度限制、定位误差以及环境中的电磁干扰等,都会降低激光扫描数据的精度,影响后续模型构建中对物体形状和位置的精确表达。

3.2 多源数据融合难题

多源数据融合面临诸多挑战。不同数据源的数据格式、坐标系、分辨率等存在差异,整合困难。例如,航空摄影测量的影像数据与激光扫描的点云数据,在空间分辨率和数据结构上截然不同,融合时需进行复杂的数据转换与配准。而且各数据源获取数据的时间可能不一致,城市地物在这段时间内发生变化,会造成数据不匹

配。此外,不同传感器的测量原理和误差特性不同,使得融合后的数据精度难以保证,增加了多源数据融合用于实景三维模型构建的难度。

3.3 模型精度与效率的平衡

在智慧城市实景三维模型构建中,模型精度与效率的平衡是关键问题。追求高精度模型需要精细处理大量数据,如高分辨率影像、密集点云等,这会消耗大量时间和计算资源,导致建模效率低下,难以满足城市快速发展对模型更新的及时性需求。相反,若过度强调效率,采用简化的数据处理方法和建模算法,则会牺牲模型精度,无法为智慧城市的精准决策、精细管理提供可靠依据。因此,如何在保证模型精度的前提下提高建模效率,是当前亟待解决的重要问题。

4 智慧城市实景三维模型构建的相关措施

4.1 数据质量控制措施

4.1.1 优化数据采集方案

优化数据采集方案是保障智慧城市实景三维模型数据质量的首要步骤。针对影像数据采集,需合理选择采集时间,避开恶劣天气及光照条件不佳时段,如阴天或中午太阳直射时,以确保影像清晰度和色彩还原度。同时,根据目标区域特点规划拍摄航线和角度,保证建筑物等重要地物的完整和准确成像,减少遮挡与变形。对于激光扫描,应结合地物分布确定扫描站点位置和密度,重点区域加密扫描,针对不同反射率物体采用合适的扫描参数,从而获取高质量、完整的点云数据,为后续模型构建奠定坚实基础。

4.1.2 数据预处理与质量检查

数据预处理与质量检查是提升数据可用性的关键环节。对于影像数据,进行去噪、几何校正、辐射校正等预处理操作,去除因传感器或环境因素产生的噪声干扰,纠正影像的几何变形和辐射失真,增强影像质量。对激光扫描点云数据,滤波去除离群点和噪声点,通过配准提高不同站点数据的一致性,并进行精度评估检查数据的准确性和完整性。建立严格的数据质量检查标准和流程,利用可视化工具和统计分析方法,及时发现并解决数据中的问题,确保输入模型构建的数据可靠,提高智慧城市实景三维模型的质量和稳定性。

4.2 多源数据融合方法改进

改进多源数据融合方法有助于更好地整合各类数据优势。首先,研发统一的数据格式转换接口和坐标系配

准算法,实现不同数据源数据的快速、准确匹配,减少因格式和坐标差异导致的融合误差。其次,采用基于特征的融合策略,提取影像和点云数据中的关键特征,如建筑物边缘、角点等,以特征为纽带进行数据融合,提高融合精度和可靠性。还可引入人工智能技术,让机器自动学习不同数据源数据的特征模式和关联关系,实现智能化的数据融合,增强智慧城市实景三维模型的丰富度和实用性,为城市复杂场景的模拟和分析提供更精准的数据支持。

4.3 模型精度与效率的优化策略

在模型精度与效率优化方面,可采用多种策略。一方面,利用分层建模思想,对城市不同区域和地物按重要性和复杂度分类,针对重点区域和关键地物采用高精度建模方法,其他区域适当简化,在保证整体模型精度的同时提高效率。另一方面,优化建模算法,如采用并行计算、GPU加速等技术加速数据处理和模型构建过程,减少建模时间。同时,建立模型更新机制,根据城市变化情况,优先更新核心区域和变化频繁区域的模型,避免全面重复建模,实现模型精度与更新效率的平衡,满足智慧城市实时性和准确性的双重需求,提升城市管理和服务水平^[3]。

结束语

智慧城市实景三维模型构建研究具有重大意义与价值。通过对其关键技术、面临的问题及应对措施探讨,我们明确了发展方向。在未来,随着技术的不断进步,如更先进的数据采集设备、高效的数据处理算法以及智能的模型构建平台的涌现,我们有理由相信,智慧城市实景三维模型将更加精准、精细且高效地构建起来。这将为城市规划、交通管理、应急响应等诸多领域提供坚实的数据支撑,助力智慧城市迈向新的高度,实现城市的可持续发展与居民生活质量的显著提升。

参考文献

- [1]李寅超,姜波,刘照,王纯宇.实景三维模型城市综合管理应用研究[J].测绘与空间地理信息,2021,44(11):14-16.
- [2]顾小玲,谷双喜,张凯,卢洁.基于倾斜摄影实景三维模型的农村房地一体测绘研究[J].测绘与空间地理信息,2021,44(11):70-72.
- [3]郑禄辉.面向城市实景三维建设的测绘地理信息技术创新研究[J].低碳世界,2021,11(11):41-42.