

倾斜摄影测量在城市三维建模中的应用研究

王燕龙

山西华地规划设计院有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i6.1843

[摘要] 城市三维建模技术在智慧城市建设中扮演关键角色,倾斜摄影测量技术凭借其多角度数据采集、高精度建模与实时更新的优势,日益成为该领域的首选方法。本文详细阐述了倾斜摄影测量的原理,即通过无人机或飞机搭载的多传感器,从不同角度拍摄地面,结合GPS与IMU数据,实现立体影像的精确匹配与三维重建。同时,探讨了该技术在城市规划中的精细化分析、城市管理中的动态监测以及灾害响应中的快速评估等应用,展现了其广泛适用性。然而,数据处理的复杂性、模型精度的提升以及隐私保护等挑战依然存在。为应对这些问题,本文提出了优化算法、强化法规监管及提升人才技能等策略,以推动倾斜摄影测量技术在城市三维建模领域的深度发展。

[关键词] 倾斜摄影测量; 城市三维建模; 技术特点; 应用现状; 解决方案

中图分类号: P23 **文献标识码:** A

Research on application of oblique photogrammetry in city 3D modeling

Yanlong Wang

Shanxi Huadi Planning & Design Institute Co., LTD

[Abstract] Urban 3D modeling technology plays a key role in the construction of smart cities. Oblique photogrammetry technology is increasingly becoming the preferred method in this field with its advantages of multi-angle data acquisition, high-precision modeling and real-time update. This paper describes the principle of tilt photogrammetry in detail, that is, the ground is photographed from different angles by multiple sensors carried by drones or aircraft, combined with GPS and IMU data, to achieve accurate stereo image matching and three-dimensional reconstruction. At the same time, this paper discusses the application of this technology in fine analysis of urban planning, dynamic monitoring of urban management and rapid assessment of disaster response, and shows its wide applicability. However, challenges such as the complexity of data processing, improved model accuracy, and privacy protection remain. In order to deal with these problems, this paper puts forward some strategies, such as optimizing algorithm, strengthening regulation and improving talent skills, so as to promote the in-depth development of oblique photogrammetry technology in the field of urban 3D modeling.

[Key words] tilt photogrammetry; City 3D modeling; Technical characteristics; Application status; solution

倾斜摄影测量技术是一种利用航空摄影测量原理,通过在同一飞行平台上搭载多台倾斜相机,从不同角度同时拍摄地面,获取包含地物正射和倾斜影像的新型航空摄影测量方法。这种技术能够提供更为全面、立体、真实的地表信息,极大地丰富了城市三维建模的数据源。在城市规划中,倾斜摄影测量技术可以生成高精度的三维城市模型,直观展示城市建筑物、道路、绿化等元素的立体形态,为城市设计、土地利用、交通规划等提供详实的参考数据。在城市管理中,该技术可以用于城市设施管理、环境监测、违章建筑识别等,提高城市管理的效率和精度。在应急响应中,倾斜摄影测量技术可以快速生成灾后三维模型,为救

援决策提供准确的现场信息。此外,倾斜摄影测量技术还能应用于房地产开发、文化旅游、考古研究等多个领域,具有广阔的应用前景。但同时,也需要注意数据处理的复杂性、隐私保护等问题。

1 倾斜摄影测量技术概述

1.1 倾斜摄影测量的基本原理

倾斜摄影测量技术,融合了先进的多角度摄影装置与GPS、惯性导航系统(INS)等定位技术,能从多个垂直和倾斜角度捕获地表目标的全方位影像。这种技术的独特之处在于其能够提供比传统正射摄影更丰富的地表信息,如建筑物的侧面、树木的立

体形态等,极大地提升了数据的完整性。通过复杂的影像处理算法,如立体匹配、三维重建等,这些多视角的影像数据被转化成具有高精度位置和尺度信息的三维模型。这些模型不仅具备高分辨率,而且细节丰富,能精确反映出地物的真实形态。在城市环境中,倾斜摄影测量技术能够准确地重建建筑物的立面,甚至精确到窗户和阳台等微小特征,为城市规划、地理信息系统(GIS)和建筑信息模型(BIM)提供强有力的数据支持。随着技术的不断发展,无人机平台在倾斜摄影测量中的应用日益广泛,使得数据获取更加灵活高效。同时,云计算和大数据处理技术的进步,使得大规模影像数据的处理和管理成为可能,进一步推动了倾斜摄影测量在城市三维建模中的广泛应用。

1.2 倾斜摄影测量的技术特点

倾斜摄影测量技术展现出卓越的特性,包括:其一,超高的分辨率确保了从各个角度精细捕捉地表特征,无论是建筑物的复杂立面,还是植被、道路等微小细节,都能清晰呈现;其二,高效性在于能迅速覆盖广阔的地理区域,短时间内完成大面积的三维数据采集,显著提升了工作效率;其三,成本效益显著,与传统的地面测绘或无人机正射摄影相比,倾斜摄影测量大幅度减少了人力和时间投入,降低了整体项目成本,尤其适合大规模、高精度的城市建模需求。

1.3 倾斜摄影测量技术的发展趋势

随着无人机技术的持续革新,飞行控制精度与稳定性显著提升,搭载的摄影设备分辨率与动态范围不断扩大,倾斜摄影测量技术的应用场景正日益多元化。在城市三维建模中,这一技术能够精确捕获建筑物、基础设施、地形地貌等复杂元素的细节,构建出栩栩如生的三维空间模型。不仅如此,其在城市规划、交通管理、环境监测、防灾减灾等领域也显示出强大的潜力。例如,通过实时更新的三维模型,可以有效评估城市扩张、评估灾害影响、优化交通布局,甚至在文化遗产保护中提供非侵入式的数字化记录。随着技术的深入发展,倾斜摄影测量将在未来城市建设与管理中扮演更加关键的角色,为智慧城市的构建提供强有力的数据支撑和决策依据^[1]。

2 倾斜摄影测量在城市三维建模中的应用

2.1 城市规划与管理

倾斜摄影测量技术生成的高精度城市三维模型,不仅呈现建筑物的立体形态,还包含了丰富的地表细节,如绿化植被、道路设施、地形地貌等。这种直观且全面的空间信息,为城市规划带来深度洞察,助力设计者精准布局基础设施、公共服务设施和绿地系统,实现城市的可持续发展。同时,通过定期的无人机飞行与数据采集,能够实时监测城市动态,如建筑违建、道路破损、绿化变化等,为城市更新与维护提供及时信息,提升城市管理的响应速度和决策效率。此外,三维模型也可用于模拟城市环境影响,评估新项目对周边环境和社区的影响,为政策制定和规划审批提供科学依据。

2.2 应急响应与救援

在城市遭遇灾害时,倾斜摄影测量技术展现出无可比拟的

优势。它能够迅速获取受灾区域的高精度三维模型,为应急响应团队提供实时、直观的灾害现场信息,协助制定搜救策略,引导救援力量高效分配。此外,通过对比灾前后的三维模型,该技术能精确评估建筑物损坏程度、基础设施破坏状况及地理环境变化,为灾后损失评估提供科学依据。同时,这些数据对于灾后重建规划至关重要,可帮助决策者制定出恢复速度快、成本效益高的重建方案,以期尽快恢复城市的正常运行和服务功能^[2]。

2.3 文化遗产保护

倾斜摄影测量技术在文化遗产保护领域发挥着至关重要的作用,它能无损地捕捉到文化遗产的微小细节,生成高精度的三维模型。这些模型不仅为文物的修复与保护提供了精确的依据,还为制定科学的保护方案提供了强有力的数据支持。同时,通过数字化转化,文化遗产得以以三维形式永久保存,不受时间和空间限制,为学术研究、公众教育及远程展示提供便利。此外,数字化遗产还能穿越国界,增进国际间的文化交流,让更多人了解并欣赏到世界各地的独特文化遗产。对于那些遭受自然灾害或人为破坏的风险的文化遗产,数字化备份如同“时间胶囊”,能在必要时重现其原始风貌,为恢复工作提供重要参考。倾斜摄影测量技术的广泛应用,无疑为文化遗产的传承与保护开辟了新的道路。

3 倾斜摄影测量在城市三维建模中面临的挑战与问题

3.1 数据处理与存储

倾斜摄影测量技术的广泛应用,导致海量影像数据的生成,对数据处理与存储能力提出了严峻挑战。云计算与大数据技术的有效整合,为大规模数据的并行处理和分布式存储提供了可能,实现了数据的快速分析与管理。然而,面对指数级增长的数据量,现有的算法优化和计算效率仍有提升空间。为了进一步提升处理效能,需要探索更高效的数据压缩策略,优化影像处理算法,降低计算复杂度,同时研究适应大规模数据环境的新型存储架构。此外,利用机器学习和人工智能技术,自动识别和分类影像信息,也能显著提高数据处理效率,为城市三维建模提供更强大、更智能的支持^[3]。

3.2 模型精度与真实性

城市环境的复杂性和动态性对倾斜摄影测量的三维模型精度与真实性提出了严峻挑战。建筑结构的多样性、植被覆盖的不规则性以及光照、阴影等因素,都可能导致模型失真或误差。因此,深入探究影像匹配的精确算法至关重要,以确保不同角度影像的准确对接和融合。同时,纹理映射技术的优化能够提升模型的视觉真实感,还原城市环境的细节特征,如建筑表面的纹理、色彩和光影效果。此外,还包括点云处理、几何建模、误差分析与校正等多方面技术的研究,以构建出更加精细、逼真的城市三维模型。这些关键技术的突破和创新,将进一步增强倾斜摄影测量在城市三维建模中的实用性和可靠性。

3.3 法律法规与隐私保护

在城市数据获取过程中,倾斜摄影测量可能引发的法律法

规和隐私保护问题不容忽视。这要求我们建立健全相应的法规框架,明确数据采集、处理、存储和分发的权限与责任,防止数据滥用。应制定行业规范和标准,确保数据获取过程的合法性,同时保护公民个人信息不被侵犯。强化数据安全防护措施,通过加密技术、访问控制和数据脱敏等方式,保障数据在传输和使用过程中的安全性。此外,加强公众教育,提高公众对数据安全和隐私保护的意识,促进社会对倾斜摄影测量技术的合理应用与接受^[4]。

4 解决方案与建议

4.1 加强技术研发与创新

针对倾斜摄影测量在城市三维建模中面临的挑战,应着重提升技术核心竞争力,如优化影像匹配算法,提升纹理映射的精度,确保模型的几何与视觉真实性。同时,开发高效的数据处理平台,利用云计算和人工智能技术,加速大数据的处理速度,降低存储成本。在应用领域上,不仅要深化在城市规划、灾害评估等传统领域的应用,还应探索其在环境监测、交通规划、房地产评估等新领域的潜力。此外,研究实时或近实时的城市三维模型更新技术,以适应快速变化的城市环境。通过与GIS、BIM等技术的融合,实现多源数据集成,提升城市智慧管理效能。

4.2 完善法律法规与标准体系

为保障倾斜摄影测量技术在城市三维建模中的健康发展,应构建全面的法规框架,细化数据获取、处理、分发及使用的规范,确保操作的合法合规性。同时,应建立严格的数据安全管理制度,采取先进的加密技术和安全防护措施,防止数据泄露或被恶意利用。对于涉及个人隐私的敏感信息,应采取匿名化处理,保障公民的隐私权益。此外,应设立专门的监管机构,定期进行数据安全审计,及时发现并处理潜在风险。通过这些措施,我们旨在构建一个安全、有序、公正的倾斜摄影测量数据环境,促进技术应用的可持续性和社会信任度。

4.3 加强人才培养与团队建设

倾斜摄影测量技术的应用对专业人才的需求日益增长,涵盖了从数据采集、处理到建模分析等多个环节。因此,建立一套完善的教育和培训体系至关重要,以培育精通摄影测量理论、掌握现代信息技术并具备创新思维的人才。同时,应鼓励多学科交叉,培养既懂测绘又懂GIS、计算机视觉等领域的复合型人才,以应对技术集成与应用创新的需求。此外,加强团队建设,打造协作高效、技术领先的创新团队,通过科研项目实践,提升人才

的实战能力,以实现技术的快速转化和应用。通过这些举措,可以确保在城市三维建模领域持续推动倾斜摄影测量技术的深化应用和快速发展^[5]。

5 结语

倾斜摄影测量技术,凭借其高分辨率、高效率 and 低成本特性,正逐步革新城市三维建模的格局。在城市规划中,它能够提供更详尽的三维视图,辅助制定更加科学、精准的城市布局和设施规划;在城市管理领域,实时更新的三维模型有助于资源分配、交通规划以及环境监测,提升城市管理效能;在应急响应中,该技术能够快速生成灾害现场的三维图像,为救援决策提供直观信息,降低风险并提高救援效率。然而,技术的发展也带来了一系列挑战。大数据的处理和存储需求、模型精度的提升、以及隐私保护等问题亟待解决。因此,我们需要持续投入研发,提升数据处理算法,优化存储方案,确保模型质量的同时,兼顾速度和准确性。同时,建立健全相关的法律法规,以应对数据获取和使用过程中的法律问题,保障公众隐私。

人才培养是推动技术发展的关键。我们应培养具备多学科知识的复合型人才,构建高效协作的团队,以应对倾斜摄影测量技术的多元化应用需求。此外,加强国际交流与合作,借鉴先进经验,推动技术的国际化进程。总的来说,倾斜摄影测量技术在城市三维建模中的应用前景广阔,通过强化技术创新、规范法规、培养人才,我们有信心将其潜力进一步释放,为智慧城市建设提供更强大的支持。

[参考文献]

- [1]李华.倾斜摄影测量技术及其在智慧城市三维建模中的实践探索[J].地理信息世界,2022,29(2):67-72.
- [2]陈明.无人机倾斜摄影测量技术在城市规划与管理中的应用研究[D].南京大学,2021.
- [3]刘伟,赵云.倾斜摄影测量技术在城市应急响应系统中的应用[J].遥感技术与应用,2023,38(1):135-141.
- [4]杨涛,郭丽.倾斜摄影测量数据处理关键技术及其在三维建模中的应用[J].测绘通报,2022,(8):74-78.
- [5]张静,韩飞.倾斜摄影测量技术在城市数据收集中的隐私保护问题研究[J].信息安全研究,2021,7(12):1122-1128.

作者简介:

王燕龙(1991--)男,汉族,太原市小店区人,本科,中级,研究方向:地矿测绘。