

激光雷达技术在城市三维快速建模中应用分析

杨帅

中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司

DOI:10.32629/etd.v6i5.16875

[摘要] 三维快速建模在促进城市规划建设发展方面发挥着重要的作用。结合新时期城市规划建设发展的背景,本文以城市规划建设工作为主要研究对象,着重从城市建模分析的角度,以促进城市三维快速建模为基本目标,重点探讨将激光雷达技术应用到城市三维快速建模的有效思路与方法,明确激光雷达技术的应用要点与要求,旨在为助力提升城市规划建设发展水平提供借鉴参考。

[关键词] 激光雷达技术; 城市三维快速建模; 三维模型

中图分类号: TN95 **文献标识码:** A

Analysis of LiDAR Technology Application in Rapid 3D Urban Modeling

Shuai Yang

Northwest Electric Power Design Institute Co., Ltd., China Power Engineering Consulting Group

[Abstract] Three-dimensional rapid modeling plays a significant role in promoting urban planning and construction development. Against the backdrop of urban planning and construction development in the new era, this paper focuses on urban planning and construction work as the primary research subject. From the perspective of urban modeling analysis, it aims to promote three-dimensional rapid modeling as the fundamental goal. The study particularly explores effective approaches and methods for applying LiDAR technology to urban three-dimensional rapid modeling, clarifying the key points and requirements of LiDAR technology application. The objective is to provide reference for enhancing the level of urban planning and construction development.

[Key words] LiDAR technology; urban 3D rapid modeling; 3D models

引言

新时期科学技术的不断发展,为促进城市规划建设工作开展提供了有效的技术保障与支持。越来越多的先进测绘测量技术,可以被应用到城市规划建设作业中,基于城市的测绘量测需求,获取更为精准的测绘信息,将这些测绘信息作为支持城市三维快速建模的有效依据和参考。基于此,以激光雷达技术为例,探讨在城市三维快速建模中应用激光雷达技术的情况,对提升城市三维快速建模质量水平,促进城市建设发展具有积极的意义。

1 城市三维快速建模基本思路

1.1 获取城市基础数据

在现阶段的城市建设发展中,为实现对城市的三维快速建模,应事先依据多种不同的测量测绘工具,获取城市范围内各项要素、城市边界等多方面的基础数据。以往在进行城市测绘作业时,需要依据城市的总体规模,选择更合适的数据获取方法。例如,在获取城市小范围地区或少数建筑物的三维数据时,需要采用地形图搭配建筑设计图纸的方式,获取更高精度的数据信息。

现阶段,数字摄影测量等技术的出现和应用,进一步提升了城市基础数据测绘的准确性与作业效率^[1]。数字摄影测量模式以数字影像和摄影测量技术为基本原理,在实际应用期间,需要将计算机技术、数字影像处理、影像匹配、模式识别等多种不同的技术结合起来,从测绘得到的数据中提取信息特征,进而汇总得到城市基础数据。对一些需要更为精确的模型数据的情况,则需要应用近景摄影测量的方法,对100m以内距离的被测物体信息进行测量。这一过程中,需要从不同方向拍摄被测目标具有一定重叠度的多幅影像,确保能够恢复物体的三维模型。

1.2 构建三维空间数据模型

在获取城市基础数据后,需要对测绘数据进行汇总整理,依据城市规划发展的不同需求,构建符合城市总体情况的三维空间数据模型。在构建模型期间,应明确模型满足以下几方面的要求:城市三维空间数据模型的构建,应面向具体应用,在保障实际数据采集能力的前提下,围绕模型应用角度、数据库管理以及模型对现实世界的真实再现情况三方面内容,保障空间描述精度的平衡^[2]。同时,模型也应具备一定的空间关系描述能力、充

足的数据存储空间与数据信息检索效率。在基于城市规划需求检索模型中的相关信息后,可以获得更为具体的属性描述,并将相关信息经过整理后,以可视化的形式呈现在系统界面。此外,三维空间数据模型也应支持与其他城市规划相关的系统或工程中不同模型的相互转换。

2 激光雷达技术在城市建模中的应用优势

在明确城市三维快速建模基本思路的前提下,探讨在城市建模中应用激光雷达技术的情况,主要将激光雷达技术的应用情况与以往城市建模应用的方法进行对比,明确激光雷达技术可以有效弥补以往建模方法的不足。在实际应用激光雷达技术时,可以基于不同的航飞高度,采集具有高精度的激光雷达数据,支持对高精度DEM以及建筑物几何数据的制作;采集建筑物顶面、侧面等不同方向上的高分辨率图片,并在遵循摄影测量原理的前提下,对实际被测的建筑物高度进行直接测量,并提供被测建筑物的几何数据与纹理数据,以此减少以往城市测绘中的外业工作量^[3]。

对城市规划中一些要求不高的建筑物数据进行采集时,可以直接依靠激光雷达系统中的快速建模工具,快速制作完成建筑物的模型。而对一些量测细节要求较高的情况,则需要在获得更为精确的量测信息后,再应用专业的建模工具对相应的建筑物进行建模处理。在航飞过程中,激光雷达也可以采集建筑整体结构图,克服以往在建筑密集或树木遮挡较为严重区域量测作业的困难。

3 城市三维快速建模中应用激光雷达技术的具体情况

在梳理明确城市三维快速建模思路方法以及激光雷达技术应用原理的前提下,为发挥激光雷达技术在城市三维快速建模中的作用,主要可以从以下几方面入手,探讨构建城市三维模型的有效方法:

3.1 城市三维建模概况

为实现对城市三维快速建模情况的研究分析,从应用激光雷达技术的角度,选择某实际的城市为例,明确某城市基于数字城市的建设发展要求,需要应用激光雷达技术对城市进行三维快速建模。实际建模期间,主要规划需要进行量测的范围,以市区中心为量测中心,以南北各10km的方形区域为具体的量测范围,共量测100km²的面积。在对城市建设发展情况进行调研分析后,明确量测范围内涉及到住宅小区、商业楼、城市楼群以及园林景观等不同的内容,对该城市进行三维快速建模,需要对激光雷达测绘作业的过程进行合理规划,确保测绘数据、测绘作业效率、测绘工作量等均符合城市规划建设发展与测绘作业开展的实际需求。

3.2 软硬件资源准备

基于城市三维快速建模的总体要求,在应用激光雷达技术时,应事先准备好激光雷达系统运行所需的软硬件资源。其中,激光雷达系统运行所需的软件资源,以激光数据预处理软件、激光建模软件、影像纹理粘贴处理软件、真实三维纹理模型浏览

软件等软件工具为代表。期间,为保障激光雷达测绘结果符合城市总体要求,应尽可能设计研发专用于处理极光数据与影像纹理的软件,保障影像与数据处理的质量和效率。

用于激光雷达测绘的硬件资源,则以机载激光雷达测量系统为依据,为其配置合适型号的斜拍相机、移动图形工作站、高配台式图形工作站以及数据服务器等设备装置。基于以上资源,在激光雷达测绘作业期间,应重点获取机载激光雷达数据、正拍影像以及被测目标物四个正向方向的斜拍影像。

例如,在案例城市的三维快速建模中,以城市现有机场为被测目标物。在应用激光雷达技术时,以LiteMapper-5600型号的激光雷达测量系统为依据。该测量系统主要由机载激光扫描仪、高分辨率数码相机、航空专用接收机、航飞控制系统等部分组成。在多相机系统部分,以二相机系统为主,其像素为1670万。以此为依据,规划在后续针对机场的测绘作业中,获取激光点云数据、正摄数码航空像片,斜拍数码航空像片、像片接合表、航摄检查报告等内容。

3.3 三维模型制作与处理

进入城市三维快速建模环节,依据激光雷达技术的应用原理,需要依据以下流程和步骤,构建更适合城市总体情况的三维模型:

3.3.1 数据采集

首先需要采集被测目标物的激光数据与影像纹理。其中,在采集激光数据时,要求依据测绘作业的实际需求,确定激光波长、脉冲频率、扫描角度、匹配目标物距离等方面的激光发射参数。在启动激光雷达系统装置后,应对扫描密度进行控制,确保点云数据覆盖被测目标物的整个范围,对其中涉及到的边角、孔洞等关键特征区域,则需要采取加密采样的方法。扫描作业前,还需要对激光雷达设备的精度进行校准,尽可能减少测绘作业期间由于设备测距、姿态以及强光、遮挡等环境因素对测绘点云坐标准确性的干扰。而在采集影像纹理时,则应同步影像的采集时机,让摄影相机与激光雷达时空保持对齐,避免出现影像纹理与点云数据错位的情况。而在影像扫描期间,也需要对影像分辨率与光照条件进行合理控制,确保扫描获取的影像呈现出色彩均匀、纹理清晰的特点,避免因阴影、反光等问题对扫描影像的清晰度产生影响。此外,也应对影像的拍摄角度与重叠率进行优化,确保调整后的影像重叠度满足后续对影像进行拼接处理的需求。对直接依靠机载相机无法获取的纹理信息,则需要由测绘人员在地面进行补拍处理,确保获取更全面的在地面地物影像纹理。

3.3.2 数据预处理

在对采集到的影像数据进行预处理时,主要涉及数据格式标准化、去除噪声干扰、几何校正与配准、冗余数据处理等步骤。其中,数据格式标准化需要将测绘获得的所有影像分辨率、像素格式以及存储格式进行转换,避免因不同影像的格式差异,导致数据处理期间出现不兼容的问题,影响三维建模效率。

在去除噪声干扰环节,通常需要引入滤波算法,以高斯滤波、中值滤波等方式,重点消除拍摄期间的高斯噪声、椒盐噪声。同时,也需要以直方图均衡化、调整亮度、调整对比度等方法,对光照干扰进行修正处理,解决以往由于过曝、欠曝等问题导致的影像纹理失真的情况。此外,还需要对扫描影像中的运动模糊、镜头污渍等异常影像从中剔除,避免后续对影像分析结果造成干扰。

对采集影像的几何校正与配准处理,应先对相机内参数进行校准,修正相机拍摄期间存在的镜头径向畸变、切向畸变等问题。同时,以地面控制点为参照,对采集影像进行外参校准,确保采集影像与三维空间坐标之间保持对齐。将采集到的多幅重叠影像进行拼接融合后,及时将影像的拼接缝隙消除,避免对影像纹理的覆盖连续性产生影响。

3.3.3 建立城市三维白模

为建立城市三维白模,需要在智能算法的帮助下,将预处理后获得的点云数据,以建筑物、地形、桥梁等不同的类别进行拆分,并对拆分后的各项具体目标进行单独处理。然后以点云高度、影像边缘特征为依据提取目标建筑物的基本轮廓。在完成以上处理后,还需要对建筑物轮廓进行适当拉伸处理,对轮廓顶部位置进行适当优化。在地形方面,应以三角网插值的方式进行建模,实现对建筑物几何形态的重建。将重建后的影像中的冗余几何细节去除后,即可完成对城市三维建模的轻量化处理。在构建模型后,还需要以抽样对比方式,依据实地坐标与高精度影像中相关信息的差异,对模型的位置、高度等参数偏差进行修正处理。嘴周对支座的模型格式进行统一,便于后续依据实际的城市规划需求进行信息检索。

3.3.4 粘贴城市三维模型纹理

在粘贴城市三维模型纹理期间,应依据事先构建的影像纹理与模型之间的对应关系,引入合适的算法,将获取到的影像纹理以科学的方式分配到模型的不同表面。在实际的纹理分配作业中,需要优先应用具有高分辨率,且无明显畸变的预处理影像,并确保纹理分辨率与模型尺寸之间相互匹配。为保障影像纹理的拼接效果,要求在对影像纹理进行优化时,对影像纹理的色彩一致性进行调整,并尽可能剔除原本影像纹理中的冗余信息。对纹理中窗户、墙角等特殊的位置,则需要对纹理贴合算法的帮助下,让影像纹理与模型的棱角、曲面等位置均保持一致,

避免出现影像纹理偏移的情况。在粘贴纹理后,还需要对纹理效果进行逐区检验,避免粘贴后的纹理出现拉伸、错位等方面的问题。

3.4 技术应用建议

为保障城市三维快速建模的效果,应注重提升测绘采集数据的真实性与准确性。在实际应用激光雷达技术时,考虑测绘作业期间可能存在的雾气较大的情况,应在当日选择10时的时间,待雾气散尽后,再拍摄城市范围内的目标物正拍影像与斜拍影像。而由于激光雷达获取到的点云数据较密,且精度较高,建模应加强对房屋建筑的高度、宽度等指标的关注和重视,确保始终以实际的点云数据为依据进行建模。

4 结论

综上所述,激光雷达技术的应用,有助于提升城市三维快速建模的质量水平和效果。在明确城市规划建设基本情况与测绘工作要求的前提下,应以城市三维快速建模的基本思路为指导,在准备好用于激光雷达测绘的软硬件资源后,严格按照规定的技术标准与操作流程,完成对城市三维模型的制作与处理,确保构建的三维模型,符合城市的总体情况。基于提高测绘结果精准性的目的,在构建城市三维模型时,也应将激光雷达技术与其他先进测绘技术有机结合起来,用于应对各类复杂的城市测绘与建模作业要求。

[基金项目]

中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司科研项目“无人机激光雷达技术在电力工程测绘中的应用研究”(NW-RD036-2023)。

[参考文献]

- [1]张宇晖.倾斜摄影测量联合激光扫描仪在城市实景三维建模中的应用研究[J].仪器仪表用户,2025,32(08):62-64.
- [2]张博.多源数据融合技术在城市三维建模中的实现与优化[J].智慧中国,2025,(07):74-75.
- [3]李子豪,李敏.城市三维建模在北斗系统智能测绘中的应用研究[J].北斗与空间信息应用技术,2025,(3):55-57+61.

作者简介:

杨帅(1987-),男,汉族,河南济源人,高级工程师,硕士研究生,主要从事电力工程测绘方面的工作,研究方向包括无人机航测、激光雷达点云处理、遥感影像分析等。