

精细化三维模型在城市道路一体化测量中的应用研究

李振辉,唐晓辉,李文乐,邱进杰,杨菁
(西安市政设计研究院有限公司,陕西西安 710001)

摘要:城市道路的测量对于城市规划、交通管理和基础设施建设具有重要意义。随着精细化三维模型技术的快速发展,其在城市道路一体化测量中的应用日益广泛。研究旨在探讨精细化三维模型在城市道路一体化测量中的应用,并通过实地数据采集和分析,验证其准确性和有效性。结合西安市城市道路项目,详细阐述了城市道路精细化三维模型的工作技术路线,并对获取的成果数据进行精度验证。结果表明该方法能够满足城市道路一体化测量项目的精度要求。和传统测量方法相比,精细化三维模型能够提供高精度的道路几何信息,为城市道路规划和管理提供了可靠的数据支持。

关键词:精细化三维模型;城市道路;一体化测量;准确性;有效性

中图分类号:U412.24

文献标志码:B

文章编号:1009-7716(2024)08-0292-03

0 引言

城市道路的精确测量是城市规划和交通管理的基础工作之一^[1,2]。传统的测量方法受限于设备和人力资源,往往难以提供高精度和全面的道路信息。然而,随着精细化三维模型技术的兴起,利用其对城市道路进行一体化测量已成为一种有效的解决方案^[3]。

目前,常用的测量方法主要包括 4 种^[4]:(1)传统测量方法,该方法主要依赖于人工测量工具,如测距仪、经纬仪、水准仪等。这些方法需要测量人员在现场进行实地测量,记录道路的长度、宽度、曲率、坡度等信息。优点是成本相对较低,适用于简单道路测量;缺点是依赖于人工操作,测量速度慢,精度受到人为误差和环境影响。(2)全站仪测量方法,它是一种精密的测量仪器,通过测量仪器的旋转角度和目标点的坐标,可以获取道路的空间坐标信息^[5]。全站仪测量具有较高的精度和准确性,适用于较复杂道路的测量。然而,全站仪测量需要专业人员进行操作,需要较长的测量时间,且成本较高。(3)遥感影像测量方法,该方法利用航空或卫星影像获取道路信息,通过图像处理和解释技术,提取道路的几何和纹理信息。这种方法可以获得大范围的道路数据,适用于城市规模较大的测量^[6]。然而,遥感影像测量的

精度受到图像分辨率和图像解译算法的限制,对于道路细节的获取有一定的局限性,并且只是获取的道路二维信息。(4)激光扫描测量方法,该方法利用激光雷达设备获取道路表面的点云数据,通过点云处理和三维重建算法,可以生成道路的精细化三维模型^[7]。激光扫描测量具有高精度、高效率 and 全面性的特点,能够提供详细的道路几何和纹理信息。然而,激光扫描测量设备较昂贵,需要专业人员进行操作和数据处理^[8]。

随着无人机倾斜摄影测量技术的发展使得利用精细化三维模型进行高效、高质量地获取城市道路信息成为可能。和以上几种方法相比较,该方法无需投入大量的人力物力,很多工作内容可以由内业工作人员完成,很大程度上缩短了外业工作的时间,有效提高工作效率和质量。综合考虑,精细化三维模型在城市道路测量中的应用逐渐得到认可,因为它能够提供高精度的道路信息,并在城市规划和交通管理中发挥重要作用。

1 精细化三维模型的原理与方法

精细化三维模型是基于无人机倾斜摄影测量数据获取技术,结合三维建模和数据处理算法,生成具有高精度几何和纹理信息的三维模型。在城市道路测量中,精细化三维模型可以通过数据处理、特征提取和纹理映射等步骤,提供准确的道路形状和特征信息。该方法的具体流程见图 1。

1.1 像控点布设及测量

外业像控点布设与测量是精细化三维模型数据

收稿日期:2023-07-31

作者简介:李振辉(1990—),男,硕士,工程师,从事道路设计工作。

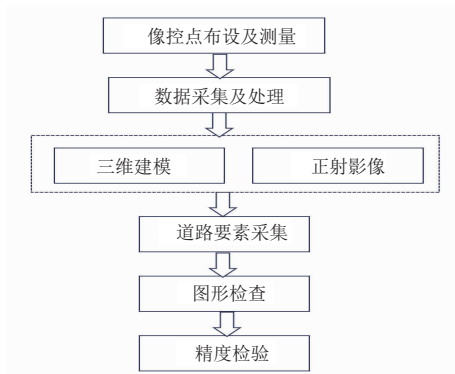


图1 技术流程图

采集的重要步骤,用于提供准确的地面控制点,以确保采集数据的准确性和精度^[9]。在进行外业像控点布设时,首先,根据项目需求和采集区域的特点,确定布设控制点的位置,并确定控制点的数量。控制点应覆盖整个采集区域,并在道路的不同部分进行布设。其次,根据布设控制点的位置,实地勘察选择控制点的具体位置。控制点应选择在容易识别、稳定、不易受干扰的地物上,如墙角、桥梁支柱、道路交叉口等。并且对选定的控制点进行标志,以便于后续的测量。标志可以是地面标志、标定板、反光贴片等,具体选择要根据测量设备的要求。最后,对测量得到的控制点数据进行处理和质量检查,确保测量精度和一致性。包括数据配准、坐标转换、精度评估等步骤。

为了保证数据的精确性和准确性,控制点的测量误差应在规定范围内,并与实际地面坐标具有良好的-致性^[10]。控制点应布设均匀,并覆盖整个采集区域。在道路的不同部分和关键区域,如交叉口、曲线等,应增加更多的控制点,以提高测量精度和数据准确性。控制点的位置应选择在具有良好可视性和稳定性的地物上。这样可以确保控制点能够长期保持稳定,不受外界干扰和变化的影响。测量得到的控制点数据应进行详细记录和文档化,包括坐标、标志描述、位置信息等。这些数据和文档可以作为后续数据处理和质量控制的参考依据。

通过合理布设和精确测量的外业像控点,可以提供可靠的地面控制信息,用于后续的数据采集和处理,确保精细化三维模型的准确性和精度。像控点空间位置见图2。

1.2 数据采集及预处理

数据采集时需要确定采集的道路范围、数据类型、采集设备和采集时间等。使用无人机等设备采集高分辨率图像数据,这些图像可以提供道路多视图立体匹配,有助于生成真实感的三维道路模型。

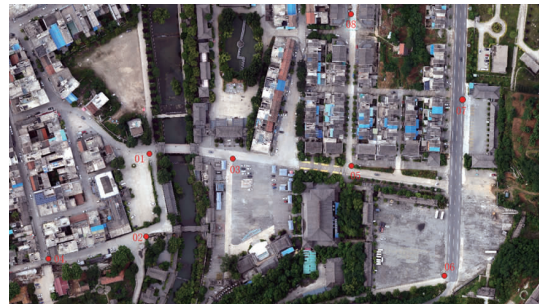


图2 像控点空间位置图

对采集到的图像数据进行预处理。主要是导入像片和数据检查,以确保数据的准确性和一致性,用以获取道路的精确几何信息。特征提取算法可应用于提取道路的特征,如道路宽度、坡度、曲率等。将高分辨率图像数据与三维模型进行纹理映射,以增加视觉真实感。

1.3 三维模型及正射影像生成

根据经过预处理的图像数据和纹理映射结果,使用三维建模软件生成道路的精细化三维模型。模型可以包括道路的几何形状和其他属性信息。

1.4 道路要素采集

将三维模型和正射影像导入 EPS、Pix4D 等软件中进行道路要素提取、图像处理^[11]。通过这些软件,可以获取精细的道路模型,如道路中心线、道路边缘、标线等(见图3)。

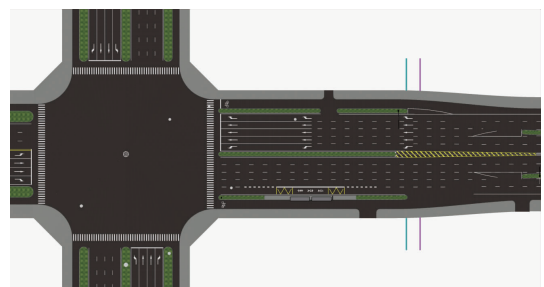


图3 道路要素信息图

2 试验结果及分析

2.1 试验区域

为了验证本文所采用的方法在城市道路一体化测量中的应用效果,本文以西安市曲江新区为例,首先,采集了城市道路的无人机多视角图像数据。然后,采集图像,CC 软件全自动生产三维模型,最后基于三维模型采集了道路要素(见图4)。实验结果表明,精细化三维模型能够准确地还原道路的形状和细节,为城市道路的规划和管理提供了可靠的数据支持。

2.2 数据验证和精度评估

对生成的三维模型进行验证和评估,与实地测



图4 城市道路一体化要素采集结果图

量数据进行对比,验证其准确性和精度,可使用配准点或控制点进行模型的精度评估^[12]。具体方案是在城市道路中随机选取 50 个道路交叉口节点,使用全站仪测得道路交叉口点平面坐标,并与图 4 中的模型采集的道路交叉口节点在 X、Y 方向的差值进行对比分析(见图 5)。由图 5 可知,道路交叉口节点差值主要集中在 0.04 m 以内,而且所检核的道路交叉口节点均满足精度要求。对外业测量的 37 个道路交叉口节点计算中误差为 0.036 m。

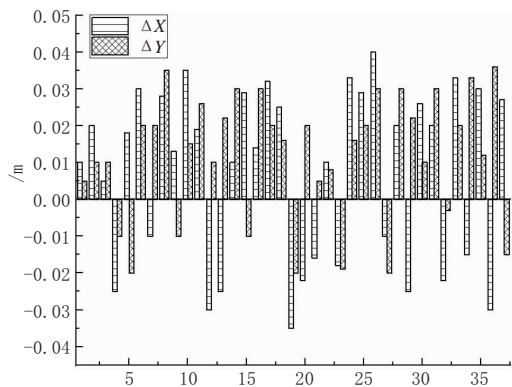


图5 道路交叉口节点平面精度统计

3 结论和展望

本研究验证了精细化三维模型在城市道路一体化测量中的应用效果,并证明其能够提供高精度的道路几何信息。经精度检核,所使用的精细化三维模型作业方法采集的城市道路点位中误差优于 0.04 m,完全满足 0.05 m 精度要求。该研究为城市道路规划和管理提供了可靠的数据支持,对于提升城市交通

系统的效率和安全性具有重要意义。精细化三维模型技术的不断发展和应用推广将进一步推动城市道路测量领域的研究和实践。

精细化三维模型在城市道路一体化测量中的应用具有重要的实际意义。通过采用该技术,可以提高道路测量的精度和效率,为城市规划、交通管理和基础设施建设等领域提供可靠的数据支持。未来的研究可以进一步探索精细化三维模型在道路仿真、交通流分析和智能交通系统中的应用,以实现更高水平的城市道路管理和交通优化。

参考文献:

- [1] 孙显,王宏琦,张正,等.基于遥感图像的城市道路自动测绘方法研究[J].光学学报,2009,29(1):86-92.
- [2] 杨灿灿,许芳年,江岭,等.基于街景影像的城市道路空间舒适度研究[J].地球信息科学学报,2021,23(5):785-801.
- [3] 项志勇,张畅.倾斜摄影三维模型单体化研究及智慧城市应用[J].测绘与空间地理信息,2018(5):191-194,201.
- [4] 杨明光,张想平.多基准站 RTK 技术在城市道路工程测量中的应用实践[J].测绘通报,2013(1):65-67.
- [5] 陈顺超,刘远才,吴跃红.基于全站仪和 VBA 编程的道路横断面测量方法研究[J].城市道桥与防洪,2009(9):43-46.
- [6] 孙显,王宏琦,张正,等.基于遥感图像的城市道路自动测绘方法研究[J].光学学报,2009,29(1):86-92.
- [7] 孙朋朋,赵祥模,徐志刚,等.基于 3D 激光雷达城市道路边界鲁棒检测算法[J].浙江大学学报(工学版),2018(3):504-514.
- [8] 卢小平,庞星晨,武永斌,等.机载 LiDAR 基础测绘关键技术及应用[J].测绘通报,2014(9):26-30.
- [9] 周诗洋,吴向阳.像控点布设对勘测定界复杂区域实景建模精度的影响[J].测绘通报,2022(2):1-4,15.
- [10] 孟瑞,廖开怀,吴希文,等.无人机测图的像控点布设优化及精度提升措施[J].广东工业大学学报,2021,38(2):48-52,82.
- [11] 相涛,栾元重,许章平,等.基于 Pix4Dmapper 的无人机低空摄影测量数据处理[J].测绘与空间地理信息,2019(3):75-78.
- [12] 成李博,李佳,段平,等.顾及控制点均匀性的无人机实景三维建模精度分析[J].全球定位系统,2021,46(1):20-27.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱:cdq@smedi.com