

基于倾斜摄影测量技术的三维数字城市建模研究

胡波

云浮市自然资源局不动产登记中心

DOI:10.12238/gmsm.v3i6.909

[摘要] 2006年国家测绘地理信息局开展了数字城市地理空间框架建设试点工作,数字城市建设社会化应用取得了丰硕成果,在国民经济发展中发挥了重要作用。三维数字城市模型作为数字城市地理空间框架建设工程中的重要组成部分,能够从多角度反映城市立体景观,可以更直观、更真实地还原城市风貌,为城市规划、建设和市民出行提供方便。在对数字城市进行三维建模时,倾斜摄影测量技术越来越受到国内外许多学者的关注。本文比较系统地总结了现阶段倾斜摄影测量技术在我国数字城市三维建模过程中的应用概况,深入探讨了其在数字城市建设过程中的具体案例,并展望了基于倾斜摄影测量技术的三维数字城市建模在城市信息化建设中的应用前景,以期对国内外数字城市的建设和发展也提供相关借鉴。

[关键词] 无人机; 倾斜测量; 数字城市

中图分类号: O329 **文献标识码:** A

1 倾斜测量技术发展现状研究和分析

无人机倾斜摄影测量弥补了以往正射影像技术只能从垂直角度拍摄图像的局限性^[1]。凭借在同一飞行平台上携带多个传感器,同时从5个不同角度(1个垂直角和4个倾斜角)采集图像,可以生成符合人眼视觉的真实直观图像。无人机倾斜摄影测量是指相机的主光轴与垂线或水平方向明显偏离,并以一定的倾角进行摄影^[2]。无人机系统的运行结合了航空和地面摄影测量,在近距离领域开辟了各种新的应用^[3]。无人机倾斜摄影测量可以替代传统的载人空中测量。无人机摄影测量具有低成本、低飞行高度、实时图像采集能力等特点,其成果质量往往取决于传感器特性、飞行性能(如固定翼飞行器的最高飞行速度为50-60km/h)、大气环境条件的影响、风缺陷等。

为了有效地进行飞行操作,采用智能飞行管理APP终端对无人机进行飞行控制,如基于大疆多旋翼无人机的智能飞行控制。该系统能够完成飞行控制功能的全过程,如航空任务规划、安全便捷的飞行控制、导航飞行安全自检、任务自检、飞行任务计算、航空摄影起点和终点自动打开、关键拍摄的倾斜航空图

像、自动航空中的质量控制、飞行应急响应(自动启动返回的关键)、飞行安全和着陆控制等。

斜角摄影测量技术的数据处理过程包括图像预处理、多视觉图像联合调整、密集多视觉图像匹配、高精度DSM自动提取和三维建模等,关键步骤包括多视觉图像联合调整、多视觉图像密度匹配和三维建模。

1.1多视觉图像联合调整。在数据处理过程中,由于多视觉图像不仅包含垂直摄影数据,而且还包含倾斜摄影数据,传统的空中三角测量系统不能很好地处理倾斜摄影数据,而多视觉图像联合平差需要充分考虑图像之间的几何变形和遮挡关系,因此如何将垂直视觉图像和倾斜图像结合起来是多视觉图像空中联合平差的关键。在这种方法的使用过程中,以倾斜摄影采集的数据提供的多角度图像外方形元素为初始值,通过构造图像金字塔,并采用金字塔由粗到细的匹配策略,对各级图像进行自动连接点提取后,可以进行区域网和波束网的联合调整,以获得较好的匹配效果。同时,通过添加POS辅助数据和控制点坐标,建立多视觉图像之间的平差方程,经联合计算,可以保证平差结果的精度。

1.2多视觉图像的密集匹配。多视觉图像稠密匹配的实质是确定图像之间同名的图像点,图像匹配是数字曲面模型自动生成和三维建模的技术基础。在自动空中三角测量中,图像匹配的可靠性和准确性将直接关系到自动空中三角测量的准确性,通过图像匹配得到大量的同名点,在少量图像控制点数据的帮助下,将区域网络与平差相结合,得到图像的加密点坐标和精确的外部要素。

1.3 3D建模。三维建模以操作区域的中心点为原点进行自动块计算,从不同角度选择最佳图像对模型生成密集的三维点云,并对高密度点云数据进行处理,建立不规则三角网格的TIN模型。同时,基于内在几何关系对TIN模型进行光滑化和优化。最后根据三维TIN的空间位置信息,获得最佳视点图像纹理,自动分配模型纹理,生成三维模型结果。

2 基于倾斜测量的三维数字城市建模案例探究

2.1案例概况。云浮市“世纪大道”是云浮市六横六纵快速路的一条主干道路,它是一条展现云浮特色风貌的城市景观带,是全面贯彻新时代中国特色社会主义思想,全面提升中心城区品位的重要抓手,也是加速云浮振兴发展,全面建

设现代生态城市,全面引领城市建设和品质提升的重要空间载体。该主干道路位于云浮市云城区东南,距云城区11.28公里,地理坐标为东经 $112^{\circ}02'$ 、北纬 $22^{\circ}54'$,与G324国道、云石大道相接,全长11.28公里,面积为500公顷,包括世纪大道及相关附属道路用地。南面是南山森林公园,北面是南山河,形成了山水相依,山城相依的特色景观。世纪大道与324国道交汇于云城区,与主城区多条交通干线相连,是云浮市交通门户和形象展示的重要窗口。云城区属亚热带季风区,气候温和,雨量充沛,阳光充足,年平均气温 21.5°C ,年降水量1586.5毫米。每年六月的天气往往阴雨连绵,所以选择无人机倾斜摄影时需要密切关注该地区的天气情况,选择合理的时间进行外业航飞作业。具体测量范围如图1所示:

2.2测量过程分析。在测量像控点的选择过程中,图像控制点的目标图像应清晰,并易于识别;当刺点的目标与位置不能兼顾时,应以目标为中心,不得落在地物的投影或阴影上。图像控制点在所有图像上都要有明确的目标点,现场与图像上相关的地物需识别准确,选择平顶平房角、低层平顶楼房角、围墙角、田角等近于正交的线状地物交点、明显地物拐角顶点、影像明显的杆根中心。刺点目标应保证平面、高程位置易于准确测量,高程变化小,便于现场联测;弧形地物、阴影、云影、摄影后实地有变化的地方,不得选择刺点为目标点。

图像控制点一般应选刺在路线和旁向六片或五片交叠范围内,选刺的图像控制点相邻线路尽量共用。本设计点位基本共用相邻线路,满足5条重叠线和6条重叠线的要求,但由于相邻线路对构成错位,考虑到线路共4条重叠线的情况,为了保证线路间像对控制点的连通,会在单个线路4条重叠线的交界处出现过渡位点,以保证线路间像对控制点的连通,且为了线路4条重叠点不能抽片,原则上需按设计点位选刺。在选刺特殊布点区时,要确保每个像对有4个点,以方便控制有效的成图区和定向,同时需注意左右和上下相邻的像对之间的连接,

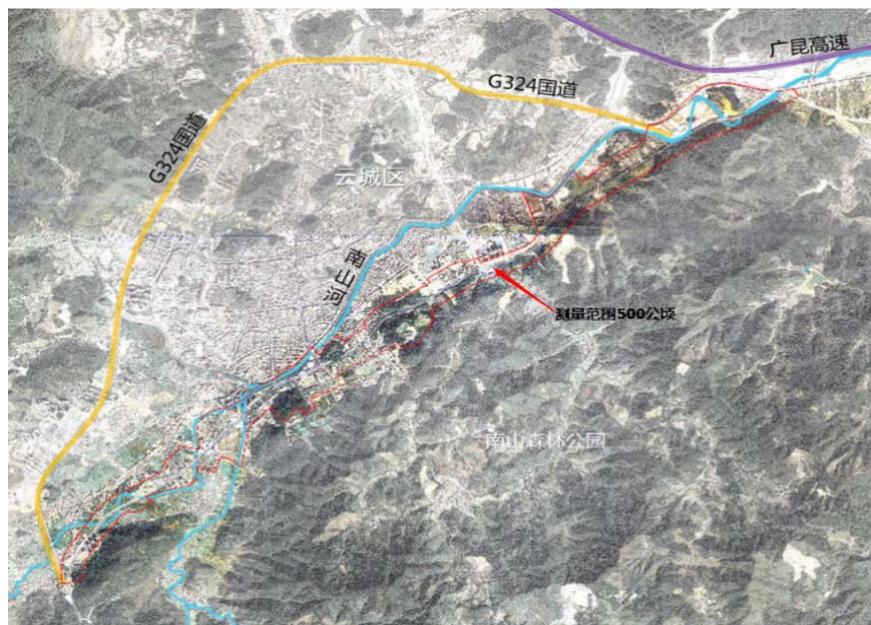


图1 世纪大道两侧用地城市设计测量范围示意图

防止产生裂缝。

之后采用动态GPS (RTK) 测量方法对像片控制点进行测量。利用GPS (RTK) 法测量像控点平面坐标和高程时,直接采用本次测试合格的D、E级成果统一坐标系,并根据1985国家高程基准的转换参数进行施测。

用产生的DEM对图像进行单片数字微分校正,生成单模DOM,最后对DOM进行拼接、裁切等操作,生成单模DOM。裁切时以图廓点坐标进行裁切范围,每幅图都有一定位信息文件(*.TFW),包括图像分辨率和左上角的坐标。对于单个影像反差较大、局部反光较差的影像,在对原始影像进行一定程度处理后,对拼接好的DOM影像进行反复调整,尽量做到灰度一致,反差适中。对图像间的边线而言,由于单模图像拼接和图像间的边线拼接都是采用“无缝”镶嵌技术进行的,因此,两个图像间的边线误差都很小,能够满足接边要求。

最后进行DLG文件的生产,数字线划图数据采集按照GB/T13923-2006《基础地理信息要素分类与编码》的要求,以图幅为单位进行数据采集,每个要素对应一个编码,每层编码,以图幅为单位存储一个文档。对影像上可见的地物元素进行三维立体采集,原则上由内向外、定性。对于已掌握并能判定的地物、地貌

要素,以测量中心切准定位点或地物外轮廓线,不得遗漏、变形、移位,要素代码按规定的图层赋值。对于抓不准的要素(包括隐含区域、暗部、暗部)只采集可见部分,地类不采集或不完整用红线圈出范围,由外地进行定位补调。

3 结束语

综上所述,借助GPS惯导定位技术、GIS地理信息技术,倾斜摄影测量技术在三维数字化城市模型构造纹理和三维坐标精度方面取得了长足进步,极大地提高了地信信息处理效率,为城市管理和城市规划部门提供了有力的决策工具,使城市管理和规划更具科学性和合理性。伴随着相关科技,如地理信息技术、遥感技术、航天航空摄影测量技术和GPS卫星导航技术的迅速发展,未来的三维数字城市模型将更精细、更动态,这一成果也将应用于越来越多的城市生活领域。

[参考文献]

- [1]刘一军.倾斜摄影测量技术在数字城市三维建模中的应用与展望[J].测绘与空间地理信息,2018,41(5):96-98+101.
- [2]周杰.倾斜摄影测量在实景三维建模中的关键技术研究[D].昆明理工大学,2017.
- [3]曹帅帅.无人机倾斜摄影测量三维建模的应用试验研究[D].昆明理工大学,2017.