

无人机低空摄影在城市规划领域中的应用

■韩科成¹ 耿玉秀² ■1. 同济大学 上海市 200092; 2. 国起城市规划(上海)有限公司 上海市 200437

摘要:民用四轴无人机的普及使得低空摄影门槛大大降低,在城市规划中除了直接获取影像外,主要包括三维环境虚拟和三维空间建立两类技术的深度应用。前者通过对二维图像的拼合建立三维虚拟全景(VR),后者是基于倾斜摄影技术的三维模型重建,通过二维图像的空三运算建立数字正射影像(DOM)、数字表面模型(DSM)和数字高程模型(DEM)。因其真实性、兼容性、高效性等特点可广泛应用于城市规划编制、规划审批和管理、规划公众参与、规划多行业协同等城市规划全生命周期。随着三维地理信息系统的深入研究和应用,该技术必将成为智慧城市发展的重要技术支撑。

关键词:全景航拍 倾斜摄影 虚拟全景 数字正射影像 数字表面模型 数字高程模型

1 综述

近年来,无人机技术发展迅猛并逐步形成庞大的下游产业,各种挂载设备和应用平台纷纷推出,其中低空摄影的应用最为广泛。以大疆创新精灵系列(DJI Phantom)为代表的民用四轴无人机的普及使得低空摄影门槛大大降低,除影像行业外,许多传统行业都尝试引入无人机平台,积极探索产业拓展方向。

“互联网+”战略的提出推动了经济转型升级和产业迭代进化,城市规划行业也逐步转向数据驱动型。传统的数据采集、处理、应用和更新效率已不能满足当前背景下城市规划工作的需求,新兴的无人机低空摄影技术成为继卫星遥感、地形测绘之外的有效补充,非常适合小范围高精度数据的快速获取。

目前,无人机低空摄影在城市规划领域应用的一般步骤是:首先,根据精度需求进行图像数据的初步采集;然后,借助计算机对二维图像运算,生成全景图像、正射影像或建立三维模型;再次,结合城市规划设计和管理需求,开发三维规划信息系统、规划决策辅助系统、规划管理系统、公众参与系统^{[1][2][3][4]}等。早在2008年,F. Pugnaroni 研究员就尝试通过古建筑周边环境重建进行风貌协调的建筑空间设计,2012年日本学者K. Sugihara和Z. Shen将虚拟现实技术引入城市设计,2013年西班牙学者M. L. Marsal - Llacuna和I. Boada - Oliveras联名撰文指出可视化的城市规划数据融合(Virtual Urban Planning Integrated Data, VUPID)系统可以提高规划效率。近年来,基于无人机摄影的三维模型重建技术在辅助规划设计、辅助规划决策、城市问题研究、人机交互信息查询^{[5][6][7]}等方面有着诸多尝试。可以预期,无人机低空摄影将逐步渗透规划现状调研、规划方案推演、规划审批决策、规划监察和规划公众参与等城市规划全生命周期。

2 技术实现

2.1 技术概述

目前,无人机低空摄影在城市规划中的应用除了直接使用航拍影像外,还包括三维环境虚拟和三维空间建立两类深度应用。前者与后者的本质区别在于:前者仅是通过空间环境的“模拟”达到对使用者“感官欺骗”的目的;后者是对空间环境三维模型的真实重建,生成的三维模型可与当前主流技术实现无缝对接,其中也包括虚拟现实技术。

2.1.1 三维环境虚拟

三维环境虚拟是基于虚拟现实技术(Virtual Reality)的应用,通过对二维图像的拼合建立三维虚拟环境,其他使用者借助

设备“进入”虚拟空间,并通过与虚拟环境交互获得“身临其境”的感受。

2.1.2 三维空间建立

三维空间建立是基于倾斜摄影技术的三维模型重建,通过二维图像的空三运算建立数字正射影像(Digital Orthophoto Map, DOM)、数字表面模型(Digital Surface Model, DSM)和数字高程模型(Digital Elevation Model, DEM)。通过三维模型重建,在保留空间实体色彩和纹理的基础上赋予空间数据参数,可实现空间可视化与三维动态交互。

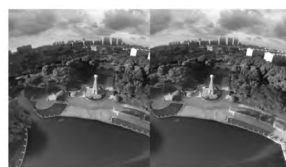


图1 三维环境虚拟(VR视角)

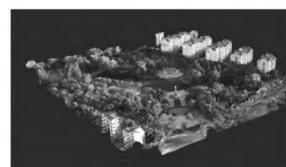


图2 三维空间建立(DEM+DSM)

2.2 实现路径

除特殊挂载设备外,无人机低空摄影采集数据多为二维图像,需要整合、运算、矫正后方能更为有效的使用。

2.2.1 三维环境虚拟

要实现三维环境虚拟需要经过全景拍摄、全景拼合、虚拟展示三个环节,虚拟展示环节需要使用VR眼镜。

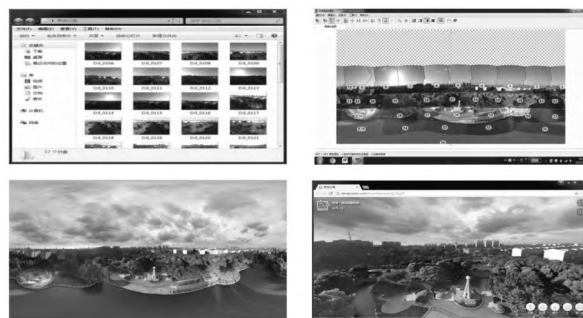


图3 三维环境虚拟简要过程

(1) 全景拍摄。无人机定点悬停后,通过控制航向角和镜头俯仰以当前点为中心进行水平360度和垂直90度拍摄。特别注意的是,为实现后期影像的顺利拼合相邻影像间需有重叠并且拍摄过程中镜头焦点能够相对稳定不发生位移。

(2) 全景拼合。图像拼接借助PTGui等专用软件,将拍摄的多张影像拼合成宽比为2:1的全景图片。全景图片可以理解展开的球形图,因相机悬挂于无人机下方无法拍摄到完整天空,所以全景图拼合后还需对顶部图像进行修补以形成完整的天空影像,该流程被称作“补天”。

(3) 虚拟展示。虚拟展示功能可使用Krpiano Viewer平台实现,全景图上传后自动切图、压缩和发布,通过HTML5技术进行展现且支持VR模式,使用者可佩戴VR眼镜体验。VR眼镜自带陀螺仪,通过追踪使用者头部动作来实现画面顺滑切换营造“身临其境”的感觉。

2.2.2 三维空间建立

三维空间模型建立需要经过航线规划、图像采集、图像预处理、空三运算等环节,最终可以生成数字正射影像(DOM)、数字

表面模型(DSM) 和数字高程模型(DEM) 。

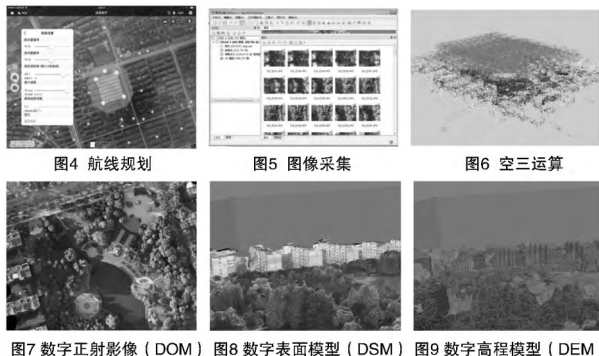


图7 数字正射影像 (DOM) 图8 数字表面模型 (DSM) 图9 数字高程模型 (DEM)

(1) 航线规划。无人机航拍前, 需要根据精度要求确定拍摄高度、重叠比例、拍摄密度等主要参数, 并向当地公安部门和空管部门上报拍摄计划。航线规划建议采用第三方软件 Altizure, 软件按照五向摄影法规划航线并可预估飞行时间, 飞行拍摄过程中会自动对镜头倾角进行控制。

(2) 图像采集。为获得高质量的影像, 需要选择晴朗、通透、弱风的天气进行拍摄作业。拍摄时, 根据环境亮度等确定相机曝光参数以保证影像质量。

(3) 图像预处理。光线和角度因素会导致部分照片亮度存在差异, 由此图形运算之前需要对个别图像进行色彩和亮度调整。

(4) 空三运算。空三运算即空中三角测量技术, 该运算过程建议使用 PhotoScan 软件。空三运算过程较为复杂, 包括三角测量、点云生成、DSM 生成、DEM 生成等步骤, 运算过程对计算机硬件要求较高, 一般使用专业图形工作站完成该运算过程。

3 城市规划中的应用

3.1 应用场景

3.1.1 规划编制阶段

(1) 规划调研。受卫星遥感图和地形测绘图周期长、预算高、更新慢等限制, 城市规划现场调研一般会花费较多时间用于核实现状建设情况与基础资料的差异。无人机摄影引入后, 可在较短时间内合成三维环境全景图和正射影像图, 这将大大提高现场调研效率。

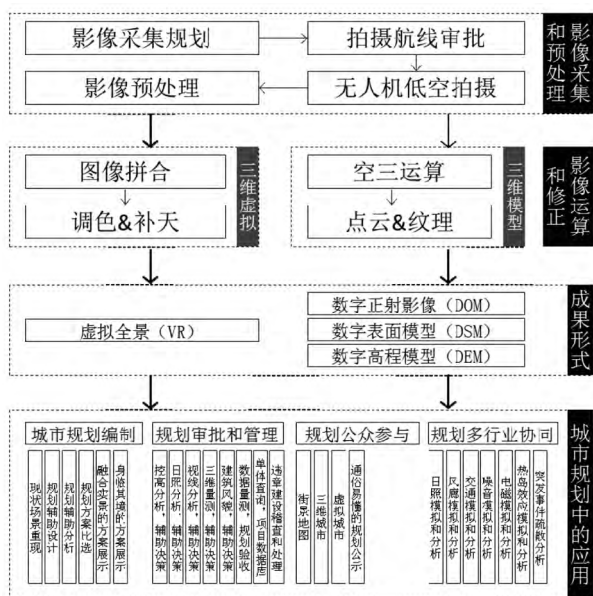


图 10 三维虚拟和三维模型在城市规划中的应用

(2) 方案推敲。方案推敲过程中可能随时需要回忆现场情

况, 如果调研存在遗漏只能往返现场。无人机摄影引入后, 可随时通过三维环境虚拟“回到现场”, 重新寻找问题解决问题。

(3) 方案展示。融合实景的方案展示更容易对方案优劣进行比选, 评判更为客观, 特别是新增建设与周边环境风貌协调方面。

3.1.2 规划审批与管理阶段

(1) 辅助决策。无人机倾斜摄影构建的城市三维模型可融合进地理信息 GIS 管理平台, 方便实现控高分析、视线分析、日照分析和三维测量等功能, 这种全局三维模型对于辅助决策有着重要意义。通过实景影像建立的真实三维模型可以让审批人员对实体空间尺度把握更为准确, 提升审批决策的科学性。

(2) 规划监察。传统规划监察需要经过现场定位测量、图纸判读和信息比对等环节, 耗时长效率低并且存在判断偏差。另外, 因条件限制或业主单位不配合等因素导致定位测量难以推进的情况时有发生, 无人机三维空间重建可有效规避该类问题并大大提高工作效率。

(3) 信息建设。建立好的三维模型可通过单体提取、录入属性数据建立项目库, 方便查阅和管理。

3.1.3 规划公众参与阶段

(1) 数字城市。通过三维模型重建可以向公众提供街景地图、三维城市、虚拟城市等展示功能和实用工具, 方便民众生活的同时可更好的认知城市。

(2) 规划公众参与。三维模型引入规划可以将城市规划转变为公众易懂的表达方式, 提高公众参与的积极性。

3.1.4 规划多行业协同阶段

通过三维空间重建, 可以广泛进行准确和有针对性的仿真和研究工作, 如日照模拟分析、风廊模拟分析、交通模拟分析、电磁环境模拟分析、噪声模拟分析、热岛效应模拟分析以及突发事件疏散分析等。

3.2 技术应用价值

无人机低空摄影可广泛应用于城市规划的编制、公示和管理实施过程中, 该技术应用的价值和意义在于: ①数据动态更新提高工作效率。无论是虚拟三维环境还是三维空间模型, 皆可通过替换部分有变更的影像数据来实现整体模型的动态更新, 这可大幅降低工作成本提高工作效率; ②三维模型承载信息丰富, 方便二次开发。精灵系列无人机拍摄影像自带 POS 信息, 通过空三运算校对后可 1:1 还原空间数据, 同时建筑色彩和纹理信息也得以保留。附带真实空间数据的模型载体为后期的三维测量、日照、高度、视线分析提供了基础, 三维模型通过格式转换与主流软件相兼容, 便于二次开发使用; ③新技术推动规划行业革新。无人机摄影三维模型重建技术可以将规划编制技术推向更高层级。首先, 在大尺度城市空间分析方面, 三维空间测量可推动规划定性分析向结论更为准确的定量分析转变。其次, “真实场景式”三维空间模型的展示更利于普通民众理解城市规划, 这也是未来城市规划公众参与的重要发展方向。

3.3 问题和不足

无人机低空摄影在城市规划中的应用仍然存在不少问题, 制度建设、技术规程、行业协同等方面皆需不断完善。

首先, 对地成像在当前法规体制上属于重点监管领域, 需要获得测绘许可。其次, “低小慢”航空器对民航存有威胁使得无人机本身也受到严格监管, 无人机操作手相关技术要求和持证上岗尚未形成明确的法律法规。再次, 无人机航拍成果尚无统一技术规范, 不同应用软件和数据形式充斥市场且难以互相兼容, 由此用户使用时产生较多问题。最后, 城市规划管理尚未形成高兼容性的三维平台, 城市规划编制技术体系和管理体系尚需不断优化。

(下转第 28 页)

地段,尽量不要选择对建筑抗震不利或危险的地段。如果不可避免,就要对建筑物做好预防地震的措施。建筑物的地基处理要根据地勘资料,合理选择持力层,采取适合工程情况的地基处理方法。对建筑进行基础抗震设计时,应根据场地、地基情况,优先选择抗震整体性能好的钢筋混凝土交叉条形基础、筏板基础或箱型基础。

4.3 协调建筑主体结构与非承重结构构件的关系

建筑结构里面的非承重的结构构件会对整体的结构带来一定的影响。所以,要处理好那些非承重构件和主体结构之间的关系。处理好它们之间的关系,可提高建筑抗震减震的效果。在进行抗震概念设计的时候,非承重结构构件与主体结构应有可靠的连接,保证非承重构件在地震中不脱落,同时非结构构件的刚度不应影响整体机构的抗震性能。

4.4 合理选择建筑结构尺寸

高层建筑抗震设计中建筑平面立面及其构件的尺寸也非常重要。建筑物的外形还有具体的结构尺寸等参数会给建筑的抗震性能带来非常大影响。建筑物在平面设计的时候也要注意对抗震性能的考虑,要以增强建筑物的抗震性能为主,选择容易实

(上接第25页)

4 小结

随着法律法规和相关技术规范的不完善,无人机平台的引入将为城市规划编制提供技术手段,为规划管理提供精准数据支持,为规划决策提供科学信息保障,为推动智慧城市建设发挥积极作用。无人机摄影重建的三维模型具有真实性、兼容性、高效性等特点,随着三维地理信息系统的深入研究和应用,该技术必将成为智慧城市发展的重要技术支撑。

参考文献

- [1]朱伟,程正奎.三维城市规划信息系统建设研究[J].科技视界,2013(13):157-158.
- [2]朱圣,罗再谦,等.数字全景地图技术及在规划管理中应用的研究[J].城市勘测,2012(2):37-41.
- [3]曾忠平,李宗华,等.基于三维GIS的城市规划信息系统研究[J].重

(上接第26页)己的审核工作水平,以便能够在建筑工程防排烟设计审核工作中发现问题,确保建筑工程消防审核工作质量。最后,还应向工作人员进行职业道德及其工作对社会发展产生的重要意义等的宣传与教育,以便工作人员能够明确消防审核工作的重要性,能够用积极负责的工作态度来面对消防审核工作。

4.3 建立健全技术总复核制度

由于建筑工程防排烟设计审核工作往往会对人们的生命安全造成一定威胁,因此对于工作人员的专业技术水平要求也就较高。基于此,审核工作人员应在实际工作中严重遵照技术总复核制度来对建筑工程防排烟设计进行审核,通过对自身工作的严格要求来提高审核工作的质量,以便保证能够实现对建筑工程火灾安全隐患的有效控制。此外,相关单位还应致力于对技术总复核制度的完善,并不断优化技术总复核队伍,以便能够对建筑工程防排烟设计进行规范化的科学的审核工作。

5 结束语

综上所述,随着我国经济社会的不断发展,人们物质生活水

平的不断提高,建筑工程逐渐向着高层化、多样化、复杂化的方向发展。而这些都增加了消防工作的难度。因此,图审单位和人员应重视对防排烟设计方面的审核,以便保证消防审核工作的质量,提高建筑工程的安全性能。

5 结语

地震会给我们带来毁灭性的破坏,所以对建筑做好抗震概念的设计非常重要。一个建筑里面抗震概念设计的好坏,直接影响建筑物抵抗地震的能力。所以,相关的设计人员要增强自己的敏感性和知识储备,充分运用抗震的概念设计,建造安全适用、技术先进、经济合理的工程。

参考文献

- [1]华颖.抗震概念设计在高层建筑设计中的应用[J].中华民居,2013(06).
- [2]徐萍,叶明峰.抗震概念设计在建筑设计中的应用[J].工程技术,2011(05).
- [3]庆建筑大学学报,2007(05):26-30.
- [4]高海峰.基于Skyline三维城市规划辅助决策系统设计与实现[D].华东理工大学,2012.
- [5]胡文庆.倾斜摄影测量三维重建在城市规划管理中的应用研究[D].昆明理工大学,2016.
- [6]刘玉洁.城市三维模型及其在城市规划中的应用[D].天津师范大学,2014.
- [7]崔瑶瑶,杜甘霖,等.无人机倾斜摄影三维建模在农房确权登记发证项目中的应用[J].测绘通报,2017(S1):192-194.

作者简介:韩科成(1985年生),男,山东济南人,同济大学在读硕士,导师卓健教授,国起城市规划(上海)有限公司注册城市规划师,研究方向:土地开发与机动性互馈关系;

耿玉秀(1983年生),女,山东济南人,给排水硕士,国起城市规划(上海)有限公司市政工程师。

参考文献

- [1]陈绍斌.建设工程消防设计审核中存在的问题与对策[J].科技传播,2012(07):53-54.
- [2]苏伟平,郭航.简述建筑工程消防设计审核中容易忽视的问题[J].中国科技信息,2014(10):174-175.
- [3]吕光.分析建筑工程防排烟设计在消防审核中常见问题[J].中小企业管理与科技,2016(6):81-82.
- [4]贾淑超.建筑工程防排烟设计在消防审核中常见问题探析[J].建设科技,2017(1):74-75.

作者简介:何顺法(1973年生),男,浙江金华人,金华市消防支队防火监督处工程师,主要从事消防监督管理工作。