

# Optimized Perspective Photogrammetry and Real-scene 3D Modeling

Lili Ning

Beijing Zhongse Geological Science Surveying and Mapping Co., Ltd., Beijing, 101300, China

## Abstract

In recent years, the concept of “smart city” has become more and more deeply rooted in the hearts of the people. The traditional urban management methods cannot timely inquire the information, while the smart cities can accurately describe the spatial location of all kinds of urban construction information, and can also store or update the urban real-time change information in time. As an indispensable part of the development of smart city, the real three-dimensional model can show the spatial layout of the city, and the realization of real three-dimensional modeling is inseparable from the photogrammetry technology mentioned in this paper.

## Keywords

photogrammetry; perspective optimization; real scene; 3D modeling

## 优化视角摄影测量与实景三维建模

宁利立

北京中色地科测绘有限公司, 中国·北京 101300

## 摘要

近些年, “智慧城市”的概念越来越深入人心。传统城市管理方法无法及时进行信息查询, 而智慧城市则可以准确描述城市各类建设信息的空间位置, 还可以将城市的实时变化信息及时存储或更新起来。作为智慧城市发展中不可或缺的一部分, 实景三维模型能够更加简单、直观地展现城市的空间布局, 而实现实景三维建模与论文将重点提及的摄影测量技术是密不可分的。

## 关键词

摄影测量; 视角优化; 实景; 三维建模

## 1 实景三维建模技术分类

在三维建模技术应用中的热门领域之一就是对整个城市进行三维建模, 并对三维模型进行维护更新。这个过程中一般运用到以下几个方面的技术。一是CAD技术, 二是三维组件自动建模技术, 三是将摄影测量智能化地转化为三维模型的技术, 四是基于全景照片的建模技术, 五是基于激光扫描数据记录的建模技术。

以下为一些较为常规的建模流程。

一是使用ADS MAX等常用的3D建模软件, 基于现有的地形图提取矢量数据, 并建立三维模型, 这种模型的精度及逼真度均为最高, 但其成本极高而效率低下。

二是将一些常用的模型进行预设和存储, 比如交通及市政设施、地上及地下部分的管线、盒状建筑外观等进行预先单独建模, 在进行城市整体建模时快速调用即可, 这种建模方法非常快捷且成本低廉, 但精度相对也比较差。

【作者简介】宁利立(1986-), 中国河北唐山人, 高级工程师, 从事智慧城市及实景三维城市建设研究。

三是基于航空摄影结合3D测量技术所获得的原始图像及数据, 提取出DLG二维或者三维的矢量数据并代入建模软件完成建模, 这种方法可以高效快速地生成城市街景、地形地貌的3D景象, 但很难获取一些缺乏垂直方向视野的建筑物纹理, 必须要采取其他方法来予以弥补。

根据上述分析, 第一与第三种方法需要耗费大量的人力物力财力进行前期的采样工作、中期的建模工作和后期的补充工作, 并且对于人员的技术和经验都提出了极高的要求, 建模产品质量也存在很多风险; 第二种方法虽然成本相对最低且速度也比较快, 但很难满足实际建模精度的要求。因此, 可以说上述方法都各自存在缺陷, 城市3D建模也急需引入和应用全新的技术体系。比如应用多视角航空摄影测量技术就可以获得高精度初始影像, 并能够提取用于自动3D建模的数据, 在建模过程中将这些信息导入建模软件即可快速建立起高精度的城市3D模型, 其成本投入与传统的高精度城市3D建模方法相比也具有一定的优势。

## 2 摄影测量技术与倾斜摄影测量技术的定义与原理

### 2.1 摄影测量与倾斜摄影测量技术的定义

摄影测量技术可以说对城市 3D 建模工作的开展具有极大的辅助作用,能够保证建模的实际效果,并且其成本投入也是相对可控的。但在实际应用中,飞机、卫星的传感器与地面形成垂直关系,并且空间姿态与工作高度的调整余地都极为有限,仅仅能够获得建筑的长宽高信息、顶部纹样等信息。

为了弥补这一弊端,倾斜摄影测量技术得以问世,它是属于摄影测量技术的新领域,在实景 3D 建模中得到了广泛的普及应用,并且显示出了前所未有的效果,克服了传统摄影测量技术的多种弊端。该技术主要是在单个飞行平台上同时搭载多个传感器,可以实现垂直方向、前后方向与侧向的图像信息采集,这样就可以全面地获得建筑物的侧面纹样影像。对其采集的影像及数据进行批量处理,就可以实现高效大范围的城市 3D 建模,极大提高了建模效率,并且也能够节省大量建模成本。该技术不仅能够应用于城市 3D 建模,还可以用于国土监察、资源勘探、税收评估和应急救援等领域。

### 2.2 倾斜摄影测量原理

倾斜摄影测量技术是通过在移动摄影及测量过程中能够多角度同时进行和进行角度灵活变换来实现,与垂直航空摄影有所不同。传统航空摄影都是采用垂直摄影的方式,仅仅能够获得地物顶部影像,而顶部影像不足以支撑城市建模,还必须要通过其他方式来获取地物侧面影像。而倾斜摄影测量技术在同个飞行平台上同时搭载一个垂直相机以及多个倾斜相机,这样就可以实现多角度高清晰度同步摄影,可以一次摄影即获得全景影像,包括侧面、顶部的原始影像等,这样就可以在建模时立即还原出立体的真实场景。用于摄影的飞行平台还集成了能够获得地理信息数据的 POS 系统,并同步到拍摄的影像信息中,极大地保证了建模的精度、质量与效率。

## 3 如何通过优化视角来实现摄影测量在实景三维建模中的应用

倾斜摄影测量技术主要通过如下数据处理关键技术来实现视角优化。

### 3.1 影像预处理

在通过倾斜摄影测量技术获得原始的影像及数据信息之后,首先要对影像进行预处理,包括对镜头畸变进行修正、对影像的光度及色度进行均匀调整等。如果在飞行摄影之前能够对器材进行充分的检验调校,则后期处理工作量也将大幅减少。在摄影过程中可以使用畸变量更小、清晰度更高且支持自动实时状态调整的摄影头。在影像摄取过程中,如果感光元件质量、光照条件等因素发生变化,影像质量也就会

随之受到影响。在进行后期处理时,建模人员首先要对镜头畸变量进行计算和修正,对此次摄取的影像资料采取匀光匀色的处理,才能将原始影像资料应用于 3D 模型的建立。

### 3.2 多视影像联合平差

倾斜摄影获得的原始影像记录由于包含了垂直以及多个角度的侧面影像,因此其数据规模和处理量都会成倍增加。现有的同名点自动测量技术仅仅能够较好地适应近似垂直的影像,在倾斜摄影获取的影像资料处理方面还不太成熟,对大视角变化下的遮挡、变形问题并不能很好地解决。为了避免这一弊端,在实际应用中可以使用倾斜摄影瞬间 POS 系统获得的外方位元素作为基点构建影像金字塔,并采用由粗及细的智能匹配算法,在多级影像上提取自动连接点,并对光束网区域网平差进行自动计算,辅以 PQS 数据、控制点坐标等信息,建立平差方程进行解算,更好地解决多视影像联合平差问题。

### 3.3 多视影像密集匹配

在数字图像处理领域,影像匹配也是一大难题。影像匹配的技术水平对于建模的效率、质量也都有不容忽视的影响。以往在处理这个问题时仅仅只能使用单一化的单元进行匹配,从而出现大量病态解导致匹配程度并不能满足实际建模的需求,需要进行人工修正。多视影像不仅能够实时获取全景影像,还具有较高的分辨率,一次摄取即可获得同一地点的多视角影像信息,这些冗余信息对于模型特征点匹配具有极大的辅助作用,通过多个特征点的智能高精度匹配,从而生成地物 3D 信息,结合影像信息进行快速建模。这也是当前计算机视觉技术的发展成果之一,并且该技术已经开始规模化使用,让城市 3D 建模的质量与效率与以往相比都有了飞跃式的进步。

### 3.4 高精度 DSM 自动提取

在完成多视影像密集匹配的处理后,就可以生成具有较高的分辨率以及匹配度的数字表面模型。该模型可以对地面真实景象及物体起伏情况都进行反映,是进行 3D 建模的空间基础框架。在此基础上再进行联合区域网平差解算后,其结果即为每张影像的外方位元素信息,也是进一步生成该区域地物数据的超高密度点云的基础信息,接下来就可以进行高精度 DSM 自动提取操作。

### 3.5 城市三维建模

使用上一步骤获得的超高密度点云的基础信息就可以构建多层次多细节度的三维 TIN 建模。由于不同城市区域的地物复杂程度是截然不同的,出于精简工作量以及模型实际规格的需要,建模时可以对三角网的网格密度进行调节,比如对于地面建筑较少、地形平坦及景象简单的区域就可以设置较低的网格密度,反之则设置较高的网格密度。在完成全区域三角网的创建之后,也就确立了模型的 TIN 矢量结构。倾斜摄影的特点就是能够同时获得大量多角度的影像信息,这也意味着这些影像信息的重叠度极高,即多张影像都

会含有相同的地物,但不同影像所体现出的地物纹理信息又各自迥异,因此需要在其中选择最为适合的一张。这个过程也需要有相应的智能算法来支持,最后确保每个三角面所对应的目标影像纹理都是唯一且匹配度相对最高的,最后在构建3D模型框架之后将纹理在模型表面先进行纹理映射,让所有三角面对应的纹理都是与实景完全匹配的,再逐一进行贴图,整个城市3D建模工作即告完成。

### 3.6 模型成果优化

在上述建模流程中,摄影平台的硬件质量、算法水平及摄影时的环境条件都会造成畸变,体现到建模中就是纹理变形失真、模型空洞及地物悬浮等。为了纠正这些具体问题,还需要应用到模型辅助编辑系统,使用空三加密技术在影像上首先对地物轮廓进行绘制,然后对一些畸变、悬浮之处进行修正和移位,在提取纹理时也要优先选择畸变量相对最小的图像来对纹理进行提取,确保模型成果最终能够与实景高度契合,并且各方面的参数也基本匹配,不存在各种明显的

缺陷,确保模型的实用性。

## 4 结语

作为一种新兴的测量授权,摄影测量技术具有多角度、大范围、高精度等优势,因而已然成为城市构建实景三维模型的首选技术之一。论文从现有的实景三维建模技术出发,分析了摄影测量技术,尤其是倾斜摄影测量技术的定义及原理出发,探究了如何通过优化视角来实现摄影测量在实景三维建模中的应用,以期为域内相关工作人员提供参考。

### 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] 江明明.基于倾斜摄影测量技术的三维数字城市建模[J].测绘与空间地理信息,2017,40(3):189-190.
- [3] 董娇娇,王琳.无人机摄影测量及在城市规划中的应用[J].中外建筑,2017(8):103-107.