

# 多测合一框架下倾斜摄影测量的精度与效率分析

韩洁

徐州陆港勘察测绘有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i7.1900

**[摘要]** 倾斜摄影测量能够提供高精度的三维模型,且操作简便,效率高,使得其在城市规划、土地调查、文物保护等多个领域得到广泛应用。在多测合一的框架下,倾斜摄影测量的精度与效率问题成为研究的热点。多测合一旨在通过整合多种测量技术,实现更高效、更高精度的测量作业。在这一背景下,倾斜摄影测量如何更好地发挥其优势,提高测量精度和效率,成为亟待解决的问题。本文将围绕多测合一框架下倾斜摄影测量的精度与效率展开研究。

**[关键词]** 多测合一; 框架; 倾斜摄影测量; 精度; 效率; 分析

中图分类号: P231.2 文献标识码: A

## Analysis of the accuracy and efficiency of tilt photogrammetry under the multi-test integrated frame

Jie Han

Xuzhou Land Port Survey and Mapping Co., LTD

**[Abstract]** Tilt photogrammetry can provide high precision three-dimensional model, and easy to operate, high efficiency, making it widely used in urban planning, land survey, cultural relics protection and other fields. Under the framework of multi-measurement integration, the precision and efficiency of inclined photogrammetry have become a focus of research. The integration of multi-measurement aims to achieve more efficient and accurate measurement operations by integrating various measurement technologies. In this context, how to better play its advantages of tilt photogrammetry and improve the measurement accuracy and efficiency has become an urgent problem to be solved. This paper will focus on the precision and efficiency of tilt photogrammetry under the framework of multi-measurement integration.

**[Key words]** multi-test integration; frame; tilt photogrammetry; precision; efficiency; analysis

随着科技的进步,测绘技术也在不断发展,其中倾斜摄影测量技术作为一种新型的测量方法,具有广泛的应用前景。在多测合一框架下,倾斜摄影测量的精度与效率成为了研究的热点问题<sup>[1]</sup>。本文旨在探讨多测合一框架下倾斜摄影测量的精度与效率,为相关领域的研究和应用提供参考。

### 1 倾斜摄影测量与多测合一框架概述

倾斜摄影测量技术是近年来发展起来的一种新型测量技术,它通过从多个不同的角度获取地物的影像信息,能够更真实地反映地物的实际情况,因此城市规划、土地调查、林业、农业等领域得到了广泛应用。相较于传统的测量方法,倾斜摄影测量技术具有精度高、效率高、成本低等优势。

多测合一框架是一种将多种测量方法进行整合的测量框架,旨在提高测量效率和精度。在多测合一框架下,倾斜摄影测量技术可以与其他测量方法进行优势互补,进一步提高测量精度和效率。此外,多测合一框架还可以简化测量流程,减少测量成本

和时间成本,提高测量效益。

在多测合一框架下,倾斜摄影测量的精度与效率受到了广泛关注。一方面,倾斜摄影测量技术本身具有较高的精度和效率,但受到多种因素的影响,如飞行高度、影像重叠度、影像分辨率等,因此需要进一步探讨如何提高其精度和效率。另一方面,多测合一框架下的倾斜摄影测量技术还需要与其他测量方法进行整合,实现优势互补,进一步提高测量精度和效率<sup>[2]</sup>。

### 2 多测合一工作流程

多测合一工作流程是一种综合利用多源数据和多种测量技术的方法,旨在提高测量、建模和分析的精度和效率。该工作流程涵盖了数据采集、预处理、融合、配准、模型构建等多个关键步骤,具体而言,流程如下:首先,数据采集阶段是多测合一工作流程的基础。通过使用不同类型的传感器,如激光雷达、倾斜摄影等,从多个角度获取目标区域的数据。这些传感器可能包括地面测量仪器、无人机、卫星等,各自具备不同的测量特性和适

用范围。地面测量仪器主要用于获取地表的高程和地形信息,无人机可提供倾斜摄影数据,而卫星则用于广覆盖范围的数据获取。通过组合不同传感器的数据,实现全面而多角度的信息采集。随后,进行数据预处理,对采集到的原始数据进行清理、校正和格式统一。这包括去除噪声、修复数据缺失、进行坐标转换等步骤,以确保后续处理的数据质量和一致性。此阶段也可能涉及到对不同传感器数据的归一化处理,使其在同一坐标系和分辨率下进行融合。融合是多测合一的核心步骤。在这一阶段,将来自不同传感器的数据整合为一个一致的数据集。数据融合可以采用多种方法,如传感器融合、特征融合和数据层融合等。传感器融合是指将不同传感器获取的数据进行整合,形成一个综合的数据源。特征融合则着重于将不同传感器数据中的特征信息进行合并,以提高数据的信息含量。数据层融合则将不同层次和分辨率的数据进行统一,以建立更全面的地理信息模型。在完成数据融合后,进行数据配准是确保多源数据精度的关键步骤。由于不同传感器获取数据的误差和不同观测角度带来的变形,需要进行空间配准,将各数据源融合到同一坐标系中。这通常涉及到特征匹配、点云配准和形状匹配等算法的应用。通过精确的配准,实现多源数据的空间一致性。最后,进行模型构建。在这一步骤中,使用配准后的多源数据,采用建模算法生成地理信息模型。这可以是三维地形模型、建筑物模型或其他相关的地理空间模型。建模方法可能包括三角网格生成、点云重建、深度学习等技术。生成的模型能够更全面、准确地反映目标区域的地理特征。

### 3 多测合一框架下倾斜摄影测量的精度与效率提升

#### 3.1 多源数据融合

多源数据融合是地理信息科学和测绘领域中的一项关键技术,其在倾斜摄影测量中的应用尤为重要。通过综合利用多传感器数据,包括激光雷达、全球导航卫星系统(GNSS)、倾斜摄影等,实现数据的有机融合,可显著提高测量的精度与效率,为地表特征的捕捉提供更全面的信息。首先,激光雷达技术以其高精度的距离测量能力成为倾斜摄影融合的重要组成部分。激光雷达能够快速获取地表高程信息,提供地形的精确三维坐标,进而弥补了倾斜摄影在垂直方向上的局限性。通过与其他数据源融合,激光雷达的高垂直精度能够为地物的垂直结构提供重要的参考,对于建筑物、树木等立体特征的准确捕捉至关重要。其次,全球导航卫星系统(GNSS)提供了位置信息,为不同传感器数据的对准和配准提供了时间和空间上的一致性。GNSS能够为倾斜摄影提供高精度的定位数据,从而确保各传感器数据在同一坐标系下进行融合。通过利用GNSS信息,可以提高倾斜摄影在大范围区域的地理定位准确度,保证融合后的数据在整个测量区域内的一致性。倾斜摄影作为一种广泛应用于三维地理信息获取的传感器,其特点在于可以以倾斜的角度捕捉地表特征。倾斜摄影数据可以提供更多的水平信息,对于地物的几何形状和纹理特征有着独特的优势。通过与激光雷达和GNSS等数据源融合,倾斜摄影的水平视角和垂直精度相辅相成,共同构建出更为立体、综合

的地理信息模型。

#### 3.2 传感器数据联合处理

传感器数据联合处理是在多传感器数据融合的背景下,实现不同传感器信息综合利用的关键步骤。在倾斜摄影测量中,尤其是激光雷达数据和倾斜摄影数据的联合处理具有重要意义。通过采用联合优化方法,可以最大限度地发挥各传感器的优势,提高点云数据的配准精度和地物提取效果。首先,联合处理激光雷达和倾斜摄影数据,可以有效解决两者之间存在的坐标系、分辨率和角度差异等问题。通过联合优化方法,将激光雷达和倾斜摄影数据融合到一个统一的坐标系下,确保它们具有相同的几何参考框架。这有助于提高配准的精度,使得两者之间的数据在空间上保持一致性,为后续的地物提取和建模提供可靠的基础。其次,联合优化不仅涉及空间坐标的配准,还包括对激光雷达和倾斜摄影数据中的特征信息进行统一处理。通过联合考虑两种传感器的特征匹配和特征提取,可以更好地实现点云数据的一致性。这对于地物的边缘、纹理等特征的提取具有重要影响,使得最终的地理信息模型更加真实和完整。此外,联合处理中采用的优化算法可以在保持数据一致性的同时,最大程度地减小数据中存在的误差。特别是在配准过程中,通过联合考虑多源数据的相互影响,可以更好地处理数据之间的不一致性和不确定性。这对于在不同地形、城市环境等复杂场景中,提高数据处理的鲁棒性和可靠性至关重要。最后,联合优化方法还有助于实现多源数据的无缝集成。通过合理选择权重和约束条件,使得不同传感器数据在整个处理过程中发挥各自的优势,形成一个综合、高效的地理信息模型。这有助于提高整体测量的效率,降低后续处理的复杂性,为倾斜摄影测量的实际应用提供更加便捷的解决方案<sup>[3]</sup>。

#### 3.3 多尺度数据融合

多尺度数据融合是在倾斜摄影测量中一项关键的数据处理策略,通过采用高分辨率和低分辨率数据相结合的方式,旨在在保持精度的同时提高处理效率。这一方法对于处理大范围的测量任务,特别是在城市规划、土地利用研究等领域,具有显著的优势。首先,采用多尺度数据融合的方法,可以在同一数据集中同时包含高分辨率和低分辨率的信息。高分辨率数据能够捕捉目标区域细节丰富的地理特征,如建筑物边缘、道路纹理等,有助于提高地物辨识的精度。而低分辨率数据则覆盖更大的范围,具备更广阔的视角,有助于在整体上把握地形、地貌等大尺度特征。这种多尺度融合使得综合数据集更具全面性,更有助于全方位地理信息的获取。其次,对于大范围的测量任务,高分辨率数据可能导致庞大的数据量和较高的计算复杂性。通过引入低分辨率数据,可以在一定程度上降低数据量,减轻计算负担,提高处理效率。这对于需要处理大规模地理区域的项目而言,可以在不牺牲精度的前提下,更高效地完成数据处理和分析。此外,多尺度数据融合的优势在于对于不同尺度的地理信息需求的灵活满足。在实际应用中,有些任务可能更侧重于细节的捕捉,而有些任务则更注重全局的认识。通过动态调整高分辨率和低分辨

率数据的权衡,可以更灵活地适应不同任务的需求,实现更加精准的信息获取。最后,多尺度数据融合的方法也有助于降低数据传输和存储的成本。在大范围的测量任务中,高分辨率数据往往需要更多的存储空间和网络带宽,而低分辨率数据相对较小。通过巧妙地结合两者,可以在数据传输和存储上实现更为经济的策略,进一步提高整体处理的效率。

### 3.4 控制点布设与差分校正

控制点布设与差分校正是倾斜摄影测量中关键的步骤,对于提高绝对精度至关重要。通过合理布设控制点和应用差分校正方法,可以有效减小传感器姿态误差和地形引起的影响,从而使得倾斜摄影测量的数据更为准确、可靠。首先,合理布设控制点是保证倾斜摄影测量绝对精度的前提。控制点通常是具有已知地理坐标的地面特征点,通过这些点的准确定位,可以实现摄影测量数据与地理坐标的精确关联。在布设控制点时,需要考虑目标区域的地形、地貌以及测量任务的精度要求,以确保控制点的分布能够覆盖整个测量区域,并且在空间上有合理的分布密度。这样的控制点布设方案有助于提高绝对精度,使得测量数据更好地融入实际地理坐标系统。其次,差分校正方法是校正传感器姿态误差和地形引起的效应的重要手段。传感器在飞行或拍摄过程中可能受到多种干扰,如风速、飞行姿态变化等,这些因素会导致摄影测量数据的姿态误差。差分校正通过比较同一地物在不同时间或不同传感器位置下的影像数据,消除这些误差,提高测量的几何精度。差分校正的优势在于其能够针对传感器姿态的瞬时变化进行校正,有效地提高绝对精度。差分校正还可针对地形引起的效应进行处理。倾斜摄影测量常受到地形的遮挡和高程变化的影响,导致地形表面的一些特征无法被准确测量。通过利用差分校正,可以更好地还原地形表面的真实情况,提高地形特征的提取准确度。这对于城市地区、山地地形等具有复杂地形特征的区域尤为重要。

### 3.5 高效的特征匹配算法

高效的特征匹配算法在倾斜摄影测量中扮演着关键的角色,尤其在处理大规模倾斜摄影数据时,提高配准效率和匹配准确度至关重要。为此,采用基于深度学习的匹配算法是一种极具潜力的解决方案。这一方法不仅能够加速特征匹配的速度,还能提高匹配的精度,为倾斜摄影测量数据的处理提供更为高效和可

靠的解决方案。传统的特征匹配算法通常基于手工设计的特征描述子,如SIFT(尺度不变特征变换)或SURF(加速稳健特征)等,虽然在一定程度上可以实现特征的鲁棒匹配,但在大规模数据处理中仍然存在计算量大、耗时长的问题。相较之下,基于深度学习的匹配算法具有更强的学习能力和泛化能力,能够从大量数据中学习特征的表征,从而更好地适应不同场景和复杂环境。深度学习的匹配算法在两个关键方面带来了显著的改进。首先,通过使用卷积神经网络(CNN)等深度学习模型,可以学习到更具代表性的特征表示。这些特征表示不仅能够捕捉地物的纹理、形状等信息,还能够对不同视角、光照条件下的变化进行较好的适应。这有助于提高匹配的准确度,特别是在具有复杂地形和建筑结构区域。其次,深度学习模型具备并行计算的优势,可以在大规模数据中高效地进行特征匹配。这在倾斜摄影测量中尤为重要,因为倾斜摄影数据的规模通常较大,传统算法往往难以满足实时性和效率的要求。深度学习模型的并行计算能力使得特征匹配的处理速度显著提高,从而更好地适应大规模倾斜摄影数据的处理需求。

## 4 结束语

总体而言,多测合一框架为倾斜摄影测量带来了精度和效率的双重提升,推动了测绘技术的发展。这不仅拓展了测绘领域的研究边界,也为城市规划、环境监测、资源管理等领域的决策提供了更为可靠、精准的地理信息基础。倾斜摄影测量在多测合一框架下的成功实践为未来地理信息科学的创新与应用开辟了更为广阔的前景。

## [参考文献]

- [1]黄锦秀.倾斜摄影测量在“多测合一”测绘中的应用[J].福建建筑,2022(1):112-115.
- [2]丁影,范晓进.无人机倾斜摄影测量在日照测量中的精度分析[J].电力勘测设计,2023(S01):105-109.
- [3]朱勇.基于无人机倾斜摄影测量的三维重建及精度分析[J].测绘与勘探,2022,3(4):10-11+19.

## 作者简介:

韩洁(1981—),女,汉族,江苏徐州人,本科,中级工程师,研究方向:测绘工程。