

# 航空摄影测量与三维扫描技术的融合

邹江峰

深圳市中正测绘科技有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v8i3.2187

**[摘要]** 航空摄影测量具有大范围数据获取优势,三维扫描技术则擅长高精度细节采集,二者融合可实现优势互补。本文分析了两种技术的特点及融合必要性,探讨了数据配准、融合建模等关键技术,结合工程案例阐述了融合技术在地形测绘、古建筑保护等领域的应用。实践表明,融合技术能提升数据完整性与模型精度,为测绘工程提供更全面的技术支撑,对推动测绘领域技术创新具有重要意义。

**[关键词]** 航空摄影; 测量; 扫描技术; 融合

**中图分类号:** TB853.1+9 **文献标识码:** A

## The integration of aerial photogrammetry and 3D scanning technology

Jiangfeng Zou

Shenzhen Zhongzheng Surveying and Mapping Technology Co., Ltd.

**[Abstract]** Aerial photogrammetry offers the advantage of large-scale data acquisition, while 3D scanning technology excels at high-precision detail capture. The integration of these two technologies can achieve complementary advantages. This paper analyses the characteristics of the two technologies and the necessity of their integration, explores key technologies such as data registration and fusion modelling, and illustrates the application of fusion technology in fields such as topographic surveying and ancient building conservation through engineering cases. Practice has shown that fusion technology can improve data integrity and model accuracy, providing more comprehensive technical support for surveying and mapping projects, and playing an important role in promoting technological innovation in the surveying and mapping field.

**[Key words]** aerial photography; surveying; scanning technology; fusion

### 引言

随着测绘技术的不断发展,单一的测绘技术已难以满足复杂工程对数据精度和范围的双重需求。航空摄影测量通过航空器搭载传感器获取大范围地表信息,效率高且覆盖广,但在细节精度上存在局限<sup>[1]</sup>。例如在城市建筑群测绘中,仅依靠航空摄影测量难以清晰呈现建筑物的门窗细节、装饰纹样等。三维扫描技术能快速获取物体表面的高精度三维点云数据,精准捕捉细节特征,却受限于测量范围<sup>[2]</sup>。比如在大型厂区测绘时,三维扫描技术需要多次移动设备,不仅耗时还可能数据拼接误差。将两者融合,可充分发挥各自优势,为测绘工作提供更高效、精准的解决方案,在地形测绘、文物保护等诸多领域具有广阔应用前景。

### 1 航空摄影测量与三维扫描技术特点

#### 1.1 航空摄影测量特点

航空摄影测量以飞机、无人机等为平台,利用摄影设备获取地面影像,通过影像处理技术生成地形图、数字高程模型等成果。其优势在于覆盖范围广,可快速获取大面积区域的数据,适

用于国土调查、城市规划等大型项目。在国土调查中,借助航空摄影测量能在短时间内完成对一个省份甚至更大区域的地形地貌、土地利用等信息的采集。

然而,该技术受天气、光照等环境因素影响较大。遇到阴雨、大雾等天气,拍摄的影像会出现模糊、对比度低等问题,影响后续数据处理精度;在强光照下,地表物体易产生阴影,导致部分区域信息丢失。同时,在复杂地形区域的细节表达能力较弱<sup>[3]</sup>。像山区的深谷、陡峭山坡等区域,航空摄影测量难以获取清晰、完整的影像,使得生成的模型在这些区域的细节缺失较多。

#### 1.2 三维扫描技术特点

三维扫描技术借助激光扫描仪等设备,通过发射激光束获取物体表面的点云数据,能精确还原物体的三维形态。它具有测量精度高、速度快、非接触式测量等特点,可有效捕捉物体的细微结构,在古建筑修复、工业检测等领域发挥重要作用。在古建筑修复中,利用三维扫描技术能精准测量出古建筑构件的尺寸、形状及损坏程度,为修复工作提供精确的数据支持;在工业检测中,可快速检测出机械零件的尺寸偏差、表面缺陷等。

但该技术测量范围相对较小,一般适用于几百平方米到几千平方米的区域测量。对于大型工程,需要多次架设设备进行扫描,增加了工作时间和成本。而且数据处理量大<sup>[4]</sup>,海量的点云数据需要专业的软件进行处理,对计算机的性能要求较高,处理过程也较为繁琐。

## 2 航空摄影测量与三维扫描技术融合的关键技术

### 2.1 数据配准

数据配准是融合基础,需将两类数据统一到同一坐标系,常用基于标志点和特征的配准方法。基于标志点的配准通过布设均匀可见的标志点实现数据对齐,精度高但需提前准备<sup>[5]</sup>;基于特征的配准利用共同特征配准,无需布设标志点,适用于复杂场景,但精度受特征提取和匹配影响<sup>[6]</sup>。实际应用中需依场景选择,必要时结合两种方法提高精度。

### 2.2 融合建模

融合建模是整合配准数据构建三维模型,先由航空摄影测量生成大范围数字表面模型,再融合三维扫描点云补充细节,最后通过纹理映射提升真实感<sup>[7]</sup>。过程中需解决数据冗余和冲突,冗余信息需去重,冲突时通常以三维扫描数据为准并兼顾合理性,还需通过平滑、简化处理优化模型,融合技术应用流程如下图1所示。

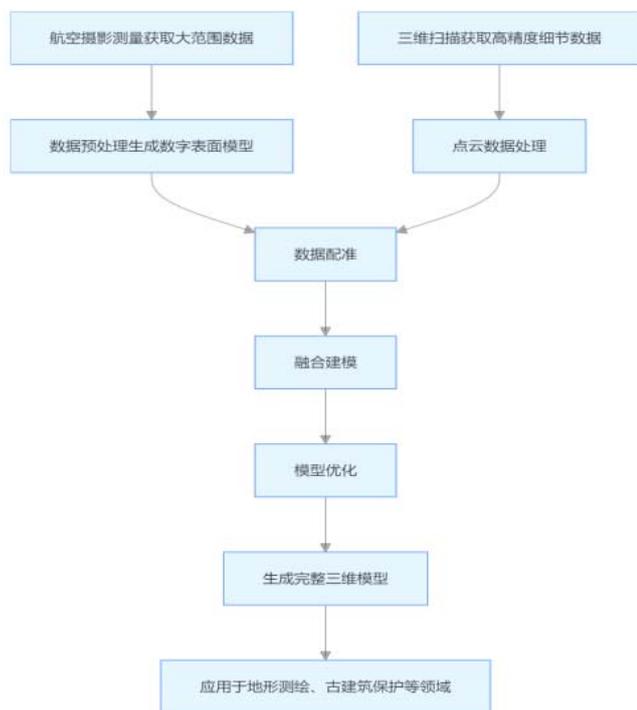


图1 融合技术应用流程图

## 3 融合技术的工程应用案例

### 3.1 地形测绘项目

在某山区地形测绘项目中,采用航空摄影测量获取了100km<sup>2</sup>的大范围数据,生成了数字高程模型,整体精度达到5m。该山区地形复杂,有众多的山谷、陡坡和悬崖,仅依靠航空摄影测量难以准确获取这些区域的细节信息<sup>[8]</sup>。

为获取山区复杂地形的细节信息,在关键区域使用三维扫描进行补充测量,得到精度为0.05m的点云数据。这些关键区域包括山谷底部、陡坡中部和悬崖边缘等。通过数据配准和融合建模,将三维扫描数据补充到数字高程模型中。

最终生成的三维地形模型既包含大范围地形趋势,又准确呈现了山谷、陡坡等细节特征。该模型为后续的道路规划提供了可靠数据支持<sup>[8]</sup>。设计人员可以根据模型详细了解地形情况,合理规划道路走向,避开地质不稳定区域,降低工程难度和成本。

### 3.2 古建筑保护项目

某古建筑群保护项目中,利用航空摄影测量对整个建筑群进行大范围拍摄,获取了建筑群的整体布局和外观信息。该古建筑群由多座古建筑组成,分布范围较广,航空摄影测量能清晰呈现各古建筑的位置关系和整体风貌。

针对古建筑的雕刻、彩绘等精细部分,采用三维扫描技术进行高精度数据采集。这些精细部分是古建筑的重要文化遗产,需要精确的测量数据进行保护和修复。三维扫描技术能够捕捉到雕刻的纹理、彩绘的色彩变化等细微特征。

融合后的三维模型完整还原了古建筑的整体风貌和细节特征,为古建筑的修复方案制定和数字化存档提供了重要依据<sup>[9]</sup>。修复人员可以通过模型详细了解古建筑的损坏情况,制定精准的修复方案;数字化存档则可以永久保存古建筑的信息,为后续的研究和展示提供便利。

## 4 融合技术的优势分析

通过上述案例分析,航空摄影测量与三维扫描技术的融合具有以下优势:

(1) 提升数据完整性:融合技术结合了航空摄影测量的大范围覆盖和三维扫描的细节采集能力,使获取的数据既包含宏观信息,又涵盖微观细节,提高了数据的完整性。在地形测绘中,既了解了整体地形趋势,又掌握了局部复杂地形的细节;在古建筑保护中,既呈现了建筑群的整体布局,又捕捉了建筑构件的精细特征<sup>[10]</sup>。

(2) 提高模型精度:三维扫描技术的高精度数据补充了航空摄影测量在细节精度上的不足,融合后的模型精度得到显著提升,满足了高精度工程的需求。如山区地形测绘中,模型的局部精度从5m提高到0.05m,为道路规划提供了更精确数据。

表1 各技术性能特征参数指标

技术	覆盖范围	精度	受环境影响	适用场景
航空摄影测量	大	中等	较大	国土调查、城市规划
三维扫描技术	小	高	较小	古建筑修复、工业检测
融合技术	大	高	中等	地形测绘、古建筑保护等

(3)增强应用适应性:融合技术适用于多种复杂场景,无论是大范围的地形测绘,还是小范围的精细测量,都能发挥良好的效果,扩大了测绘技术的应用范围。除了上述案例中的领域,还可应用于城市建设、矿山开采、灾害监测等领域,各技术性能特征参数指标如表1所示。

## 5 结论

综上所述,航空摄影测量与三维扫描技术的融合是测绘领域的重要发展方向,能够有效弥补单一技术的缺陷,提升测绘工作的效率和质量。

(1)数据配准和融合建模是实现两种技术融合的关键,合理选择配准方法和建模策略,可确保融合数据的准确性和一致性,为后续的工程应用提供可靠的数据基础。

(2)融合技术在地形测绘、古建筑保护等领域的应用效果显著,能为各类工程提供全面、精准的数据支持,具有较高的实用价值,推动了相关领域的发展。

(3)随着技术的不断进步,航空摄影测量与三维扫描技术的融合将更加深入,有望在更多领域发挥重要作用,推动测绘行业的持续发展,为社会经济发展提供有力的测绘保障。

## [参考文献]

[1]李德仁,睦海刚,单杰.航空航天摄影测量与遥感的现状及发展趋势[J].测绘学报,2019,48(1):1-8.

[2]张祖勋,张剑清.数字摄影测量学[M].武汉:武汉大学出版社,2020:45-56.

[3]刘经南,姜卫平.现代测绘技术发展趋势与挑战[J].地理空间信息,2021,19(3):1-5.

[4]潘俊,吴侃,郭广礼.三维激光扫描技术在矿山测量中应用[J].金属矿山,2022(2):170-175.

[5]程效军,范存礼,刘春.地面三维激光扫描点云数据配准方法研究[J].测绘学报,2018,47(6):789-796.

[6]胡庆武,李清泉.三维激光扫描技术与应用[M].北京:测绘出版社,2019:89-102.

[7]朱庆,张叶廷,吴波.数字孪生城市的理论与实践[J].测绘学报,2020,49(12):1513-1524.

[8]李建成,章传银,陈俊勇.国家现代测绘基准体系建设与应用[J].测绘学报,2021,50(5):561-569.

[9]宁津生,王正涛.测绘科学与技术的发展现状及展望[J].武汉大学学报(信息科学版),2018,43(1):1-6.

[10]周忠谟,易杰军,周琪.GPS测量原理及应用[M].北京:测绘出版社,2022:120-135.

## 作者简介:

邹江峰(1990--),男,汉族,湖北省麻城市人,大学本科,中级职称,研究方向:航空摄影测量、三维扫描仪测量,工程测量等。