

无人机倾斜摄影技术在古建筑文物保护中的应用与分析

——以绥阳杜家堰坎古庭院为例

Application and Analysis of Drone Tilt Photography Technology in the Protection of Ancient Architectural Relics

—Taking the Dujiayankan Gutingyuan in Suiyang as an Example

晋少飞¹ 黎应康²

Shaofei Jin¹ Yingkang Li²

1. 重庆市勘测院 中国·重庆 400000

2. 贵州中洲测绘有限公司 中国·贵州 贵阳 550000

1. Chongqing Survey Institute, Chongqing, 400000, China

2. Guizhou Zhongzhou Surveying and Mapping Co., Ltd., Guiyang, Guizhou, 550000, China

摘要: 在中国测绘行业的发展过程中,无人机倾斜摄影技术发挥着十分重要的作用。在传统测绘行业不便测量的区域,以及传统测量方式无法直观表达出真实地物方面,无人机倾斜摄影技术顺应时代的发展衍生出各式各样的应用领域。论文着重讨论无人机倾斜摄影技术在古建筑文物保护中的应用并进行了详细的分析,旨在为古建筑文物保护领域提供基础的技术支持,更进一步地推动测绘领域无人机倾斜摄影技术的发展。同时论文简要探讨了无人机倾斜摄影技术在古建筑文物保护中的发展趋势,为行业提供参考。

Abstract: In the development of China's surveying and mapping industry, UAV tilt photography technology plays a very important role. In the area where traditional surveying and mapping industry is not convenient to measure, and the traditional surveying methods can not directly express the real objects, the UAV tilt photography technology has evolved into various application fields. This paper focuses on the application of UAV tilt photography technology in the protection of ancient buildings and cultural relics, and makes a detailed analysis in order to provide basic technical support for the field of ancient buildings and cultural relics protection, at the same time, the paper briefly discusses the development trend of UAV tilt photography technology in the preservation of ancient buildings and cultural relics, and provides reference for the industry.

关键词: 无人机; 倾斜摄影技术; 古建筑文物保护

Keywords: UAV; tilt photography technology; ancient buildings and cultural relics protection

DOI: 10.12346/se.v5i1.8125

1 引言

无人机泛指无人驾驶的飞行器,随着科学的不断发展,无人机上装配的导航系统使其可以应用到多个领域。无人机倾斜摄影技术则是其中一种,其实则是无人机搭配五镜头无人机采集在空中采集地面影像,包含地形地貌的真实纹理等重要信息,由于无人机组装的导航系统,它还可以在拍摄地面影像的同时,记录无人机相对应的飞行姿态以及拍摄航点的地理坐标

等信息。后期通过一些匹配算法技术,将采集的影像处理成为含有坐标系统的正射影像和真实地形地貌与地物纹理的三维模型,为其他工程技术方案设计提供基础数据支持。

2 无人机倾斜摄影技术的概述

2.1 无人机倾斜摄影技术

无人机倾斜摄影技术,是一种集全球定位系统、惯性导

【作者简介】晋少飞(1993-),中国河北保定人,本科,助理工程师,从事测绘工程研究。

航系统、光学技术以及遥感技术于一体的科学技术，具有使用成本低、使用效率高等优势^[1]。通过后期的专门处理技术及软件生产处理出来的正射影像、点云和三维模型，可广泛应用于工程的设计等方面。

在中国现今的技术测绘技术狂潮下，无人机倾斜摄影技术主要应用于大比例尺地形图的生产以及与 BIM 结合应用于工程设计技术当中。而古建筑文物则属于大比例尺地形图中的单体建筑模型。

2.2 无人机倾斜摄影技术的应用优势

无人机倾斜摄影技术只需要无人机在空中即可获取地面的地形地物地貌等相关信息，采集的信息三维建模后能将地物的真实纹理直观地呈现在工作人员面前。此技术与传统测绘技术相比主要有以下三个应用优势：

一是节省人力物力，传统测绘技术在测绘大面积大比例尺地形图时，往往要消耗大量的人力物力，导致成本增加，工作效率也不高，而无人机倾斜摄影技术可节省大部分的人力物力，工作人员也不用每天到现场去测量，只需后期调绘一些无人机在空中无法拍摄到的角落即可。

二是降低了时间成本，传统测绘技术测量 1km² 地形较为复杂的地形图时，需要一个两人小组连续测量 4 个月左右的时间，对于现如今经济高速发展的中国来说，无疑是时间成本太高，不符合时代发展的潮流，而无人机倾斜摄影技术完成相同的任务量，只需要 10 天左右的时间即可完成，工作效率是传统测绘技术的 10 倍以上。

三是提高了工作人员的安全性，传统测绘技术在测量工作当中不免要面对各式各样的复杂的环境，爬坡上坎是家常便饭，飞檐走壁、在陡崖边上行走也是不可避免，所以当工作人员面对这些环境时，自身安全难以得到很好的保障，无人机倾斜摄影技术则是用无人机代替人工去完成这些困难重重的任务，为工作人员的人身安全提供了强有力的保障，并且能够完成一些人工无法完成的测绘任务。

3 无人机倾斜摄影技术在古建筑文物保护中的应用

绥阳杜家堰坎古庭院，建于清咸丰初年，是清朝举人杜灿芳的父亲杜修德所建，距今近 180 年历史，是贵州省重点文物保护单位之一。论文以杜家堰坎古庭院为无人机倾斜摄影技术的研究对象，分析无人机倾斜摄影技术在古建筑文物保护中的应用及其作用。

3.1 无人机倾斜摄影技术在古建筑文物保护中的方案设计

3.1.1 像控点布设

在无人机航飞前，应选择合适的位置来布设像控点，来达到提高后期数据处理精度的目的。像控点应选择在地面具有识别度的位置，如明显的地物交点，地面标线等，也可通过自行喷漆、粘贴胶带来实现，现场编号按照流水编号，如

图 1 为本次地面像控点的布设图。



图 1 像控点实地布设图

3.1.2 正射及倾斜摄影数据采集

由于是小区块地形地物测量，本次不分区块规划航线，为保证地面分辨率，航线由高到低进行规划，依次规划了 80m、50m 以及 30m 的飞行高度；在航片重叠度方面，依据《低空数字航空摄影规范》的要求，无人机航线的航向重叠度设置为 75%，旁向重叠度设置为 85%。

3.1.3 手动遥控无人机近景摄影数据采集

本次航测无人机采用的是大疆精灵 4RTK 无人机，在上诉航线规划的任务中，尽管通过调整无人机镜头拍摄到了倾斜航片，但是还存在局部信息不完整的情况，所以需要手动遥控无人机去拍摄补足古建筑物的细部航片，如屋檐的细部构造，石碑的碑文信息（如图 2 所示）等，来完善使用精灵 4RTK 无人机航线规划拍摄的不足。



图 2 手动遥控无人机拍摄的石碑碑文信息

经由航线规划拍摄后,需要补拍的细部航片不多,但在手动遥控的过程中需时刻注意无人机的飞行姿态,航拍镜头的拍摄角度等问题。由两种方式拍摄采集的航拍,分类保存,以便于后期的数据成果处理。

3.1.4 数据处理

由无人机采集的航片作为原始数据,经 GNSS 接收机采集的像控点数据作为校正数据,在三维建模软件中进行数据处理。将数据处理所需的原始数据(包含像控点采集数据,航片影像,相机文件等)收集完成后,即可在三维建模软件里面进行正射影像和三维模型的建立工作。具体操作步骤如下:

①通过三维建模软件进行自动相对定向,即将无人机航片和相机文件导入到软件进行初步空三处理;

②经空三处理后得到未校正的初步点云数据(如图3所示),然后通过人工选择像控点,选定合适的像控点后进行刺点工作,完成绝对定向;

③由三维建模软件自动输出精度报告,通过精度报告分析误差,检查合格后得到正射影像以及三维模型^[2]。

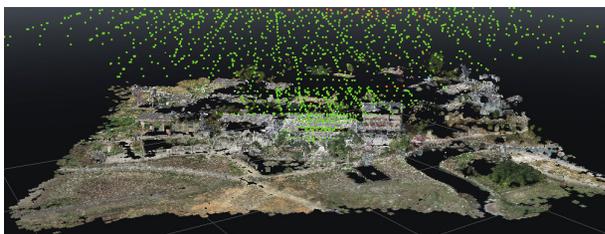


图3 三维处理软件中的初步空三结果

3.1.5 数据成果

数据成果质量的高低取决于原始数据采集的质量。通过三维建模软件获得的 DOM(正射影像)在制作前,需对航片影像进行调色处理,以保证整个测区正射影像的色调一致性。除此之外航片的清晰度、投影差也应在考虑的范围之内,保证航片的重叠度,在航片的接边与镶嵌的过程中,才能保证正射影像呈现出良好的视觉效果。

通过三维模型处理软件的处理得到对象建筑物的重建模型(如图4所示)。模型的数据成果质量,主要是看三维模型对于建筑物的真实还原度,直观地从模型上看,则是三维模型纹理的体现和分辨率的高低,纹理越清晰、分辨率越高,则数据成果质量越高,反之则低或者不合格。



图4 三维重建模型细部截图

另外一种判别方式,则是通过分析精度报告来判断正射影像以及三维模型成果的质量,通常采用现场设置检查点的方式,利用检查点的实际测量数据与正射影像和三维模型的特征点作对比,分析对比特征点的中误差,中误差的大小则反映出正射影像和三维模型的精度是否满足规范要求,以便于后续工作的使用。

3.2 无人机倾斜摄影技术数据成果的应用

数据处理得到合格的数据成果,可应用于古建筑保护的各个方面,如根据数据成果生成 DLG 线划图,用于古建筑的保护设计、消防设施改造、防火防潮设计等,三维模型与 BIM 相结合生产线上产品,进行云浏览古庭院建筑,建立文物保护数据库,为因不可控因素造成的文物损坏提供修缮数据等。

3.2.1 根据数据成果出平立面图

根据具体项目要求,由于杜家堰坎古庭院年代久远,建筑物的消防设施方面较为薄弱,建筑物小部分损坏,所以需要对该庭院建筑进行消防设施改造及修缮等工作,所以在项目中,通过无人机倾斜摄影技术得到的正射影像和三维模型数据生产杜家堰坎古庭院的平面图和立面图(如图5所示),用于消防施工保护方案的设计以及建筑物的修缮工程,为设计方案提供可靠的数据。

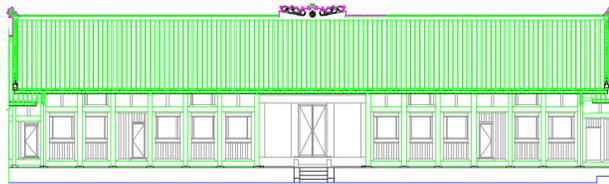


图5 杜家堰坎古庭院局部立面图

3.2.2 搭建古建筑文物保护的三维模型数据库

随着时代的发展,时间的推移,古建筑文物保护将会成为世界各国的一大难题。古建筑修缮工程的原始数据如何获取,如何能保证原始数据的真实性等都是文物工作者需要考虑的问题,现阶段可以通过拍照保存,使用传统测绘手段测量具体位置等方法留存文物的相关信息。

但是使用传统方式保存的数据资料并不能很好地体现古建筑文物的真实性,所以我们可以利用无人机倾斜摄影技术来实现古建筑三维模型的重建,保存古建筑文物的真实纹理信息,同时建立三维模型数据库,以便在需要的时候随时调用符合古建筑特征的信息,为古建筑文物修缮保护提供直观、真实有效且符合历史特征的数据。

4 无人机倾斜摄影技术在古建筑文物保护中的应用分析

4.1 与传统测绘技术相比优势更大

在科技飞速发展的时代下,无人机不再是单纯地用于飞行娱乐,搭配上导航定位系统及摄像头的航测级无人机应用

在各行各业当中。无人机倾斜摄影技术是一项技术性较强的现代化测绘技术,与传统的测绘技术相比具有绝对的应用优势^[3]。

传统的测绘技术仅仅是依靠人工来获取地面物体的坐标等地形地貌信息,而无人机倾斜摄影技术则通过导航系统的实时定位,并且与计算机相互连接,让工作人员能够实时地观察到无人机的拍摄画面,具有操作简便,方式灵活,较低成本,更高效等优势。

4.2 探索无人机倾斜摄影技术在文物保护中的应用模式

无人机倾斜摄影技术不断地发展,不断地应用于各个行业当中,在文物保护领域也能起到关键性的作用。通过航测方案设计,外业采集相关航拍相片,经过专业建模软件处理,得到能为工程设计做基础数据的数据成果。其应用模式从单纯地拍摄照片发展到能为设计保护工作提供数据,与BIM相结合提供最佳的施工方案等,通过BIM与无人机倾斜摄影技术的结合运用,让无人机倾斜摄影技术从宏观走向微观,BIM技术也让无人机倾斜摄影技术从室外走入室内,实现室内外一体化管理^[4],也为三维模型数据库的建立打下了良好的基础。

4.3 实现古建筑文物的数字化保护

在传统的数据库中,我们可以获取某些文物保护对象的地理位置、相关的人文风情、建筑物的建立以及现场照片等信息。而无人机倾斜摄影技术可以通过三维模型的重建得到建筑物的模型,在模型上可以直观地看到古建筑物的纹理色彩。在此基础上,如建立了三维模型的数据库,将三维模型的地理坐标位置等信息和传统数据库中的信息同时附加在三维模型数据库内,便于以后文物保护的数据信息查看获取,并在需要的时候,为文物保护修缮提供真实的数据纹理,实现真正意义上的数字化保护。

5 无人机倾斜摄影技术的在文物保护中的发展趋势

无人机倾斜摄影技术完美地将无人机与计算机结合在一起,使得无人机倾斜摄影技术拥有应用多种技术领域的可能性。相比传统的测绘方式,无人机倾斜摄影技术具有灵活性、高效性、可操作性强、低成本等特点,以至于无人机倾斜摄

影技术广泛应用于不动产测量、地籍测绘、矿产勘查、大比例尺地形图测绘、危岩排查以及城市三维建模等方面。

随着技术的发展,无人机倾斜摄影技术有更为广泛的应用前景,文物保护模式的建立伴随着更简便、更方便的特点,古建筑文物的形成需要更加清晰直观的效果,需要借助于先进的航测技术,对古建筑文物形成精准的三维实景模型^[5]。

在未来的经济技术发展历程中,古建筑文物的数字化保护将是一个重要的发展方向,三维模型数据库的建立必不可少,其重要组成部分离不开三维模型的重建,通过无人机倾斜摄影技术得到的三维数据成果将为三维模型数据库提供最主要的数据基础。

6 结语

综上所述,无人机倾斜摄影技术这一高新发展技术的应用领域广泛,相较于传统测绘技术,应用优势较为明显。尤其在文物保护工作方面,通过合理的无人机倾斜摄影航线规划设计,代替人工测量,获取古建筑文物的影像数据,并由专业软件进行数据处理,最终得到数据成果。

无人机倾斜摄影技术具备高效率低成本的优势,并且由此技术可以为设计工作者提供强有力的数据支撑。数据成果与BIM相结合,实现无人机倾斜摄影技术由外而内的一体化管理,同时也为三维模型数据库的建立打下实践基础,在此基础上建立古建筑文物保护的三维模型数据库,为古建筑文物的数字化保护提供直观真实的数据信息。无人机倾斜摄影技术在实现古建筑文物的数字化保护趋势下,同时也推动着其自身的应用发展。

参考文献

- [1] 严明.测绘领域中机载激光雷达遥感技术的作用及应用实践策略[J].测绘与勘探,2022(9):7.
- [2] 屈国兴,何杰.无人机倾斜摄影技术在地籍测绘中的应用[J].宁夏工程技术,2022(21):1.
- [3] 颜明捷.无人机倾斜摄影技术在城市实景三维建模中的应用[J].科技创新与应用,2023(10):173-176.
- [4] 卢智宇,胥悦,余江川.一种消费级民用无人机倾斜摄影技术与BIM技术相结合的应用[J].建筑论坛与建筑设计,2023(1):73-76.
- [5] 田海林.城市实景三维建模中无人机倾斜摄影技术的应用分析[J].信息记录材料,2023(2):127-129.