

无人机技术在新型基础测绘中的应用

李劲东

广西壮族自治区自然资源遥感院

摘要：如今，科学技术水平进步日新月异，各项新型科学技术也助推着各行各业各项工作的开展。新型基础测绘作为当前基础测绘的发展重点，通过使用无人机技术，能够有效解决因地形复杂、气候多变、工期紧张等测绘难题，更好地服务于国家及城市建设。为更好地阐述无人机技术在新型基础测绘方面的应用价值，本文分别从概念角度、无人机遥感测绘技术应用优势、无人机新型基础测绘建设思路、无人机技术在新型基础测绘中的具体应用等方面进行了分析，以供参考。

关键词：无人机技术；新型基础测绘；应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.07.111

前言：在国家建设发展过程当中，基础测绘工作占据着重要地位，对城乡规划、国土空间规划领域基本信息的收集、农村土地所有权确认等方面有着不可小觑的重要意义。新时期，科学技术的进步使基础测绘工作得到了空前发展，但同时也伴随着相应的挑战与困难。无人机技术作为新时期科研技术成果之一，有着诸多优势，通过将其应用于新型基础测绘当中，能够更好地推动各项工作的顺利开展，特别是在优化数据采集与处理流程、提高监测效率及扩大监测范围等方面，对提升基础测绘工作整体效率具有极大帮助。当前，无人机已在基础测绘中实现了普及应用，要想更好地将其优势充分发挥，还需不断研究，以促进新型基础测绘工作的有序、有效落实。

一、相关概念概述

（一）无人机技术

无人机技术的发展，促进了测量技术的进步，使得数据成果分辨率及数据采集能力等得到持续提升，使得无人机技术能够进一步为测绘行业提供技术支持，并在应用领域上逐步迈向基础测绘方面。无人机技术主要是以UAV无人机航测系统为载体，由飞行控制系统、地面站控制系统、载荷数据采集系统和数据传输系统等组成。其中，飞行控制系统属于无人机遥感系统的核心，主要由地面站、通讯设备、机载飞控等部分组成。地面站控制系统是用于进行多种控制参数设定，包括如飞行参数、飞行航迹、路线规划等。其功能主要在于对无人机飞行任务进行调控，同时监测无人机飞行状态。机载数据采集系统涵括数码相机、探地雷达、气象传感器等载荷，主要是根据不同测绘任务的实际需要搭载相应的小型遥感传感器。数据传输系统的作用则在于传输及处理数据和信息，以保障航摄任务顺利完成。

（二）新型基础测绘

测绘工程主要是利用测量及摄影技术，对目标所需地理信息进行基础获取，从而达到掌握目标地理信息的目的，并对地理信息系统进行及时更新处理。基础测绘是基于全国范围内提出的测绘概念，旨在建立统一的、全国范围内的测绘基准及系统。新时代的国家基础建设，对测绘技术需求不断提高，使得基础测绘也逐渐衍生为新型基础测绘。其主要意义是在基础测绘的基础上进一步提高测绘的精度及技术水平。以“基础地理实体”为视角和对象，按“实体粒度和空间精度”开展测绘，构建“基础地理实体数据库”，并按照需求组装“4E标准化产品”（组合聚合实体集、无级化地图表达、地形级实景三维、城市级实景三维）的基础测绘新模式。如今，高分辨率图像技术已逐步实现了改进与优化，在无人机及倾斜摄影等新技术的支持下，新型基础测绘成果应用服务能力及效率亦是逐步实现了提升，能够更好地为城市规划建设管理、工程建设等方面提供服务，满足更高标准，更精细化的需求。

二、无人机遥感测绘技术应用优势

（一）监测区域广阔

无人机遥感测绘在进行目标地监测管理时，既能在小范围内进行监测及数据采集，同时也能进行大范围进行监测与管理。首先，对于小范围监测方面，无人机可通过光谱分析技术和计算机处理软件，对监测区域进行多角度、多次的数据信息采集与分析，不仅能够达到全面监测及数据采集的效果，还能够保障监测的精准度。期间，无人机遥感技术还能够借助三维模拟技术，对宏观情境进行模拟处理，从而为应急事件提供相应的信息以便更好地进行处理。其次，在大范围监测上，则可启用多台无人机进行全方位测量。期间，可建立区域数据分析平台，将多台无人机测量数据进行共享与整合。一般，无人机监测范围设计在300-350平方公里，这样较大的监测面积则使得工作效率大幅提升。在监测完成之后，则会获取相应的图像信息，并对其进行分析处理。比如，当遇到突发性事件时，无人机技术能够及时监测并进行处理，在一定程度上缩短了工作事件，使经济损失得到最大限度的降低。

（二）信息处理效率高

在进行基础测绘时，无人机能够更好地确定难以观测的目标，并高效、精准、灵活地获取其相应信息。在遥感技术与GIS技术的快速集成下，无人机监测应用系统实现了有效搭建与完善，不仅能够保证测绘精度，还

能够获取具体的地物地貌信息。

（三）实现数据的实时传输和处理

因无人机的航拍数据可以实时传输到地面站进行分析和处理，因此可实现数据的实时更新和实时查询。此外，无人机的航拍数据还可以进行自动化处理和分析，从而大大提高了工作效率。

（四）高分辨率和高精度

相较于传统卫星导航影像，无人机的图像分辨率更高，能够达到0.15-0.5cm左右。由于无人机的航拍角度和拍摄频率的增加，以及数字影像处理技术的发展，无人机的分辨率可以比有人直升机亦高出一到两级。此外，无人机的姿态稳定性和高精度定位技术也可以实现厘米级的定位精度。

三、无人机新型基础测绘建设思路

首先，在数据源上，为更好地打造多元化测绘产品，以满足新时期社会需求，可基于传统航天航空影像，统筹组织获取多源高分辨率遥感数据，如多光谱、高光谱影像数据、LiDAR点云数据等。而无人机就可灵活搭载多源数据的采集设备，满足各种不同数据源需求的采集场景。

其次，实景三维建模是新型基础测绘中重要的技术手段，基于无人机获取的地面影像和激光扫描数据，能高效生成精确的三维模型，模拟建筑物和基础设施的形状、尺寸和空间位置，进行可视化分析，优化项目的效果和可行性。

同时，基于无人机技术的成熟性和灵活性，可广泛应用于对目标区域的定期监测。可定期执行航空测量和无人机巡航，获取目标项目进展和工程状态的实时数据，及时发现和解决问题，提高工程进度和质量。

最后，在完善建设内容上，可构建数据信息共享机制。将无人机新型基础测绘系统与现有的地理信息系统进行集成，实现数据的共享和交换，提高数据的利用效率和价值。

四、无人机技术在新型基础测绘中的应用

（一）获取影像资料信息

无人机技术在基础测绘中的价值在于获取所需的影像资料信息。就传统测绘影像资料信息的获取工作来看，不仅易于受环境、地质等因素的影响，还会在特殊天气影响测绘效果，甚至对工作人员会产生一定的安全风险。而无人机技术不需要驾驶员操作，且体积小，不易受外界因素影响，因而能有效解决传统测绘中存在的各类问题。在实际操作中，为更好地达到测绘效果，需在前期做好飞行路线的规划设计，同时布设相应的像控点。无人机在实际测绘工作期间，能够利用遥感技术，结合影像重叠度，将区域内显著物体作为坐标，进而进行拼接定位。同时，在获取影像资料信息时，无人机还能够依据实际需要，自动调整影像比例及图幅尺度，进

而依据所获取的信息进行辨识与建模，从而生成高精度的影像图及三维模型。

（二）激光点云数据采集

无人机技术还可用于无人机搭载激光雷达，采集高精度激光点云数据。利用点云处理软件对激光点云数据进行处理，然后利用激光点云数据生成DSM及DEM成果，再结合采集的影像数据可生成DOM正射影像。亦可利用无人机技术同时采集激光点云数据及影像数据，融合建模生成高精度实景三维模型。

（三）数据的处理

数据处理系统作为无人机基础测绘应用的重要工作组成，在实际测绘应用中，需通处理多种数据源的数据。对于影像数据，需对其进行预处理之后，结合像控点数据进行空中三角测量，然后进行正射影像生成或者三维模型数据生成。

而对于激光雷达数据，则需使用点云处理软件先对激光雷达数据进行预处理，经过去噪后生成DSM成果，在经过滤波处理后得到DEM成果。

（四）在低空作业中的应用

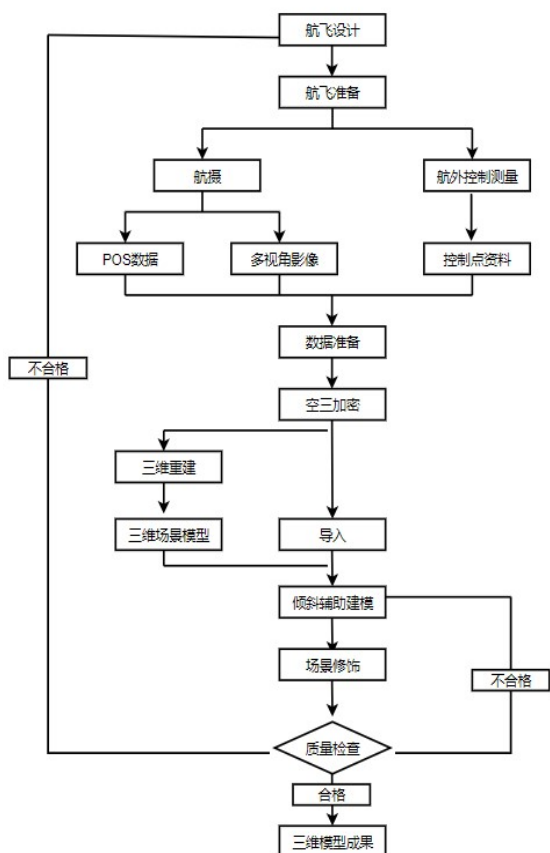
新型基础测绘对测绘质量及效率有了较高的要求，而在实际测绘期间，往往会受外界因素影响，导致测绘效率及质量无法保障。例如由于有人机飞行高度较高，航摄作业需要较好的天气情况下进行，多云等天气状况都会影响有人机航摄作业的数据采集。对此，无人机则可在更低空域下进行作业，进行低空航拍测绘，以保障数据资料信息获取的效率及质量。

并且与传统测绘技术相比，无人机测绘技术具有其高效性和灵活性，无人机技术能够更高效处理突发性紧急事件，使测绘工作的效率及安全性得到整体提高，能够在第一时间应用于紧急时间现场，快速高效获取第一手现场的测绘数据。

五、无人机技术新型基础测绘应用案例

根据《自然资源部实景三维中国建设技术大纲（2021版）》及省级自然资源厅关于实景三维建设的要求，对某地级市16平方公里的测区进行实景三维模型制作，需利用无人机进行0.02米分辨率倾斜摄影航拍。

主要技术思路为：首先进行测区外业实地踏勘，然后进行航飞设计，以无人机通过构架航线的方式进行倾斜航飞获取POS和影像数据；同时进行航外控制测量，得到像片控制点数据；然后以上述数据为基础，进行空三加密，完成三维重建，生成测区的实景三维场景模型。并在此基础上，将三维场景模型和空三加密成果导入三维建模软件进行倾斜辅助建模，对场景模型进行修饰；最后，按照质检要求对场景模型进行质量检查，如果满足质量检查要求，则形成实景三维模型成果。主要技术工艺流程图如下图：



(一) 测区概况

测区位于亚热带季风气候城市市区，均属平原地区，地势较为平坦，高层建筑较多，交通便利。

(二) 无人机倾斜摄影

该项目主要采用大疆经纬M300RTK版无人机进行倾斜航摄。搭载睿铂DG4P五镜头倾斜摄影相机。镜头参数如下表所示。

镜头类型与参数

镜头类型	镜头焦距	像素尺寸	像元尺寸	飞行相对高度	正摄影像分辨率
睿铂 DG4	40mm&60mm	7952*5304	4.5um	140m	2.0cm

航摄计划安排前，应收集测区周边30公里范围内有无机场、军用设施，获取当地有关部门支持与配合，合法作业。并且需了解测区当地气候及情况，查看天气预报（晴雨、风力、湿度、温度等），拟定航摄时间，相应制定飞行计划。航飞前需对现场进行踏勘，了解测区实地情况（有无较高地物如高山高楼电塔，以及大功率电磁设施），了解当地交通情况，选定起降点。

该项目无人机航摄采用一正摄四倾斜五角度的方式分别对测区进行拍摄，航向重叠度设定为80%，旁向重叠度设定为70%。

(三) 像片控制点布测

该项目共布设130多个像控点，点位应选择裸露的平坦空旷地面点，尽可能保证倾斜摄影五个方向均可透视该点；点位应选刺在60°~90°相交的明显地物的角

点，点状地物的中心，地面高程变化小、各相邻像片上影像清晰且点位便于联测的目标点上，如选择道路交叉口拐点、斑马线角点等地面明显地物点，如不好选择明显地物点，可采用红色油漆在试验区布设L型标志。

测量时可利用地方CORS站，采用网络RTK方法对测区进行像控点测量，测量像控点时，进行四次观测，剔除粗差后对观测成果取平均值作为像控点最终成果坐标，并拍摄实地刺点位置照片、截取放大影像制作点之记，供下工序使用。

(四) 空中三角测量

该项目采用Smart3D全自动三维建模软件进行空中三角测量。首先将无人机搭载航测相机采集到的航摄相片，结合无人机飞控及定位系统联合记录的POS相片位置信息数据，设置好相应相机畸变参数，即可进行特征点的检测及匹配。提取完特征点后即可进行相对定向，然后结合测量的像控点数据进行刺点并进行区域网平差。满足精度需求后即可输出空三成果。

(五) 三维模型生产

空三成果满足要求后，利用满足精度要求的空三成果及倾斜影像生成三维场景模型成果。该项目使用Smart3D建模软件进行三维模型构建。为提升模型生产效率，将建模区域模型划分成若干50m*50m的瓦片进行构建。建模采用多节点集群并行进行处理计算建模，构建密集点云、不规则三角网TIN模型，经纹理映射算法自动纹理贴图，最后输出OSGB格式实景三维模型成果。

通过实景三维建模软件直接生产出的模型，由于受软件的算法影响、影像匹配错误等影响，会出现模型漂浮物，水面漏洞，建筑物漏洞等现象，需要使用Dp-Modeler软件进行模型修饰。修饰的主要工作为：水面修饰、悬浮物的删除、路面置平、楼房结构纹理的修饰等工作。

结束语

概而言之，通过上文的详细分析和阐述，我们可知，无人机技术对新型基础测绘而言，是一项非常重要技术手段，通过应用无人机技术结合低空航摄遥感技术，进一步达到了测绘效率高、精准度高等效果，使测绘质量得到了整体提升。同时也推动了测绘业的良好发展。如今，无人机技术在新型基础测绘中的应用已成为必然趋势，为更好地发挥其应用优势，还需对这一技术进行充分认识和分析，包括其概念、优势特点、具体应用等，以更好地满足新型基础测绘需要，促进国家及社会的建设与发展。

参考文献

[1] 骆辉, 戴友刚, 杨礼平. 无人机航测技术在基础测绘中的应用与分析[J]. 建筑工程技术与设计, 2020(34): 596.
 [2] 文子飞. 无人机影像处理技术在大比例尺基础测绘工程中的应用[J]. 建筑工程技术与设计, 2021(14): 248.