

地形图测绘中无人机航空摄影测量的应用探讨

邓迎贵

广东新禾道信息科技有限公司

摘要：无人机航测是在传统航空摄影测量技术基础上发展演变形成的一项新兴测绘技术，其有着高效快速、机动灵活、生产周期短等显著优势，在地形图测绘领域中得到广泛应用，突破了常规测绘手段的局限性，测绘质量及任务完成效率均得到明显提升。因此，为进一步加大技术应用推广力度，使技术优势得到充分发挥，本文对无人机航空摄影测量技术在地形图测绘领域中的应用价值及具体应用展开探讨，为从业人员提供技术参考。

关键词：地形图测绘；无人机；航空摄影测量

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.22.137

一、无人机航空摄影测量技术优势

（一）快速反应与机动灵活

与传统航空摄影测量技术相比，无人机航测技术的主要差异点在于，以无人机作为飞行器，在无人驾驶情况下，由工作人员远程操纵无人机按预定航线保持离地高度在100-1000m的低空飞行状态，无需将飞行器离地高度保持在5000-10000m，航测效率及测绘结果质量均得到有力保障，每天可完成200km²以内区域的测绘任务。同时，在测区气候条件发生明显变化，或是测区地形地貌较为复杂时，工作人员可通过实时操纵无人机飞行姿态、飞行速度、离地高度等参数，控制无人机躲避障碍物，并为数字彩色航摄相机等设备提供最佳拍摄角度，极为适用于完成应急测绘、边境地区地形图测绘等复杂任务。

（二）时效性与性价比突出

首先，从时效性角度来看，在应用常规测量或是传统航空摄影测量技术时，需要完成大量的前期准备工作，在地形图测绘任务发布一段时间后，方可开展实质意义上的测绘工作，致使测绘工作时效性较差，这一问题在应急测绘项目中尤为明显。与之相比，无人机航测技术有着起降条件宽泛的优势，仅需在测区周边布置一小段地面相对平坦的道路，即可完成无人机的起降操作，或是在特殊情况下采取弹射起飞方式。根据相关调查结果显示，在应用无人机航测技术时，无人机的平均升空准备时间在15min左右。

其次，从性价比角度来看，与常规的人工测量技术相比，对无人机航测技术的应用，虽然测绘单位需要投入一定的前期成本用于采购无人机、数字彩色航摄相机等硬件设备，以及PixelGrid操作系统、PAT-B光束平

差软件、微分纠正软件等软件产品，但无人机航测技术的测绘效率较高，测绘结果不易产生误差，仅需配置少数工作人员即可快速完成地形图测绘任务，平摊后的使用成本远低于人工测绘方法。而与传统航空摄影测量技术相比，无人机航测技术的飞行器采购、维护保养与能耗成本较低，可以将地形图测绘总成本控制在合理范围内。

（三）地表数据获取与建模能力强

无人机航测技术在飞行器平台上搭载数字彩色航摄相机等多种设备，在无人机按预定航线飞行期间，将持续拍摄测区地表的数字影像资料，直接获取准确的定位数据以及地表信息，将观测数据上传至系统后台进行分析处理，及时生成DEM数据和建立三维模型，进而在客观层面上提高了地形图测绘作业效率，使无人机航测技术适用于各类环境。

二、无人机航空摄影测量技术在地形图测绘中的具体应用

（一）像片控制点联测

在像片控制点联测场景中，对无人机航测技术的应用，可以直接对基于控制点加密而布置的控制点开展测量作业，包括具备平面坐标以及高程的平高控制点、仅具备高程的控制点、仅具备平面坐标的控制点，将联测结果作为摄影成像以及数字正射影像图制作等工作开展的主要依据，无需依次对各处控制点独立开展测量作业。而在像片控制点联测环节，应掌握以下技术要点：其一，工作人员需要根据地形图测绘任务要求与测区实际情况，合理设定像片控制点数量，如果点位数量过少，将会影响最终对地形图成图质量，而在点位数量过多时，则会加大测绘工作量与降低作业效率。其二，重点控制像片控制点误差，在一般情况下，分别将基础及平高控制点的位置误差值在1.0m内，将山坡和平地上的高程点位置误差控制在0.5m与0.1m内，特殊情况下可根据项目情况适当放宽误差要求。其三，在像片控制点联测作业开展前，工作人员以地形图测绘比例要求为主要依据，遵循相关规范要求，预先在测区内建立控制基准网，可选择使用GPS系统加以计算，确定方向交汇点和完成各级别平面控制任务。其四，在控制基准网已建立条件下，根据测区地形条件选择适合的技术手段开展像片控制点测量任务。例如，在测区现场地势较为平坦时可选择应用GPS-RTK技术，直接对控制点开展测量，但需要工作人员在控制点测量准备与结束环节，重复开

展设备仪器调试检查工作，避免测量精度受设备因素影响。

此外，工作人员还将基于无人机航测系统，采取全野外调绘等方法手段来开展像片调绘作业，在像片控制点联测期间，使用特定符号对所拍摄图像资料进行标注，基于判读机制对全部的图像资料进行筛选，对其中的部分图像资料及数据进行调整、筛选出质量较佳的拍摄成片，在质量达标成片数量不足、或是无法真实描述测区地物地貌时，则开展补测作业。

(二) 空中三角测量

在应用无人机航测技术与PixelGrid操作系统时的空中三角测量作业流程要点为：其一，数据准备。工作人员提前对相机焦距、文件格式、控制点坐标文件与航线结合表内容、CCD比例系数及畸变系数等进行检查，根据检查结果采取相应措施。例如，在某地形图测绘项目中，在数据准备环节，工作人员发现存在相机畸变差值过大问题和形成边缘畸变现象，最终，选择运行畸变纠正程序开展畸变差校正操作，处理后得到未存在畸变现象和主点偏移问题的影像资料。其二，建立高程文件。工作人员在软件程序中，依次开展引进经过畸变差校正处理后的影像资料、内定向参数、计算无人机航带偏移量、相对定向与筛除多余像点、交互编辑连接点等操作，要求工作人员掌握相关注意事项及操作要点。例如，在相对定向步骤，在一般条件下将相对定向点数量保持在900个及以上，根据测区地形地貌加以分布，减少山地与高山等复杂地形区域的相对定向点分布数量。其三，区域网平差解算及测区合并。要求工作人员应用PAT-B软件，先后开展平差解算以及合并接边操作，生成平差计算报告并核对控制点误差超限情况，对误差超标点位加以调整处理。随后，在软件中新建立合并测区，将已掌握各测区全部点位均接入合并测区内，使用软件自带工具开展平差计算作业，基于计算结果来导入外方位元素以及设定加密点。其四，根据加密与计算结果，在软件中构建立体模型以及生成VirtuoZo文件，对文件执行归档保存操作，即可完成空中三角测量任务。

(三) 数字正射影像图制作

数字正射影像图是在数字高程模型以及单模型基础上对像片加以影像重采样、失真纠正、投影转换等一系列操作而获取的正射影像图，制作流程如图1所示，要求工作人员使用VirtuoZo、Photoshop等软件来开展数据拼接和调色处理等操作，将分辨率控制在0.2m，对影像图中的无影像区域则保持自然留白状态。

在数字正射影像图制作环节，首先，完成影像获取任务，向软件程序输入无人机航测期间获取的影像资料以及加密结果，使用软件自带工具执行DSM匹配、滤波处理、格式转换等操作，获取DEM模型。随后，使用软

件的正射影响制作工具，将像主点设定成中心，依次对各像片进行纠正处理，以此来获取单片正射影像。其次，凭借Inpho软件自带工具，对所选单片正射影像开展匀光、拼接以及裁切等操作，获取特定格式的的定位信息文件以及影像文件。最后，对正射影像的色彩与反差进行修饰处理，避免数字正射影像成图质量不佳而影响景物判别。

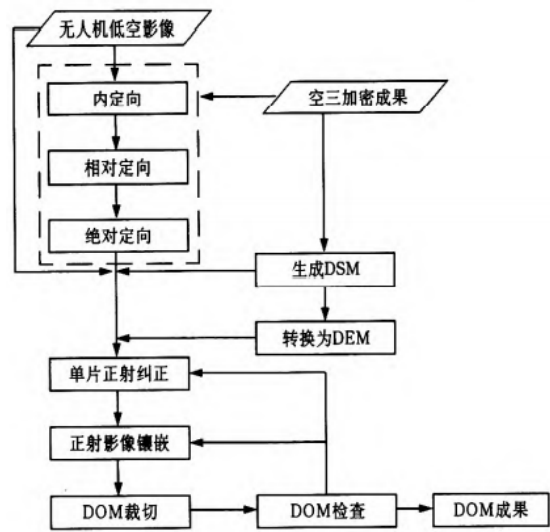


图1 数字正射影像图制作工艺流程

(四) 数字线划地图制作

在这一场景中，应用无人机航测技术来获取测区的数码影像与食品资料，在其基础上使用VirtuoZo软件和图形编辑软件来生成数字线划图，完成地形图测绘任务。而在数字线划地图制作环节，应注重提前做好准备工作，根据测绘任务要求与测区现场按情况来设置定向误差的允许值，重点核查在交互操作步骤中所产生误差值是否超过允许范围。

结语

综上所述，为切实满足日益提高的地形图测绘质量要求，推动地形图测绘技术体系的全天候、高效化与实时化发展。因此，测绘单位与从业人员必须肯定无人机航测技术在地形图测绘工程中的应用价值，持续拓展技术应用场景，注重总结技术应用经验，借此来建立现代化的无人机航测技术应用体系。

参考文献

[1] 王光明,丛联宇. 无人机航空摄影测量在地形图测绘中的应用[J]. 测绘与空间地理信息, 2017, 40 (06) .
 [2] 张颖秋. 无人机航空摄影测量在地形图测绘中的应用[J]. 中国非金属矿工业导刊, 2015 (05) .
 [3] 管占楠. 无人机航空摄影测量在地形图测绘中的应用探讨[J]. 信息系统工程, 2018 (11) .
 [4] 赵明哲,王薇娜. 无人机航空摄影测量技术在地形图测绘中的应用[J]. 工程技术研究, 2020, 5 (20) .