

基于倾斜摄影建模多技术融合的 1:1000 地形图测绘

孟星

北京东方新星勘察设计有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v6i4.1551

[摘要] 新时期科学技术的快速发展,带动了众多学科的交叉与融合,使测绘技术不断取得新的突破。其中,无人机倾斜摄影测量技术的问世,为测绘事业的发展提供了新的技术支持,尤其是对大比例尺地形图的测绘,取得了显著的成果。从分析倾斜摄影测量的过程及成果来看,其具有操作简便、精度高、人力投资少等优势,在大比例尺地形图测绘中应用,可以显著提高测绘工作的精度和效率,并节省一定的时间和成本。针对这一问题,本文对1:1000地形图的测绘方法进行了探讨。

[关键词] 倾斜摄影测量; 建模; 技术融合; 1:1000; 地形图

中图分类号: P232 文献标识码: A

Surveying and Mapping of 1:1000 Topographic Map Based on Multi-technology Fusion of Tilt Photogrammetry Modeling

Xing Meng

Beijing New Oriental Star Surveying and Design Co., Ltd

[Abstract] The rapid development of science and technology in the new period has led to the intersection and integration of many disciplines, making new breakthroughs in surveying and mapping technology. Among them, the advent of UAV tilt photogrammetry technology provides new technical support for the development of surveying and mapping, especially for large-scale topographic maps, and has achieved remarkable results. From the analysis of the process and results of tilt photogrammetry, it has the advantages of simple operation, high accuracy and low manpower investment. When it is applied to large-scale topographic mapping, it can significantly improve the accuracy and efficiency of mapping work and save some time and cost. Aiming at this problem, this paper discusses the surveying and mapping method of 1:1000 topographic map.

[Key words] tilt photogrammetry; modeling; technology integration; 1:1000; topographic map

前言

无人机摄影测量技术是一种新型科学技术,它具有远程遥控、多点拍摄、丰富纹理等优点,在实际应用中具有精度高、成本低、功能多、可靠性强等诸多优势,它不仅可以根据实际需要获得相应的自然地理地貌,还可以从多个角度来获取立体化信息,便于建模工作。目前,对1:1000地形图进行测绘,采用倾斜摄影测量技术,可以大大提高测量速度,降低测量费用,具有良好的经济效益。因此,在目前阶段,对1:1000地图的制图方法进行研究是很有意义的。

1 传统1:1000地形图测绘的不足

传统的地形图测绘工作具有很高的劳动强度和很低的工作效率,需要依赖于传统的测量仪器设备来进行外业数据采集工作,需要耗费大量的人力和物力。目前,网络RTK和全站仪联合应用是获取大尺度地形要素最有效的方法,但该方法工作量大,耗时长,精度要求高。对长距离输油气管线,特别是穿越密集建筑

群时,无论是外野测量还是内业数字化成图,都需要大量的工作量。按照甲方及设计要求,必须在规定日期内提交地形图资料,在对传统的制图模式和无人驾驶飞机倾斜摄影制图进行了对比分析后,利用传统的测量仪器进行人工数据采集需要消耗大量时间及人力物力,而且不能保证工期,所以确定了无人驾驶飞机的技术方案。项目的实施,不但可以满足制图精度的要求,而且大大降低了制图的成本和时间。

2 无人机倾斜摄影测量系统概念及其数据处理分析

2.1 无人机倾斜摄影测量系统概念

无人机倾斜测量系统采用大疆phantom 4Pro型号无人机(地面站软件为RTechGo)。其中,摄像机、无人机、自动控制模块最为重要。该无人机系统操作简便,经济适用,图像清晰,精度高,操作灵活,适合于三维建模和倾斜摄影测量。相对于常规的航拍测量,斜视摄影测量技术在生产效率、精度等方面都有很大的优越性。现在,倾斜摄影技术在测绘领域得到了广泛的应用。

在“真实的3-D”中国建设中,以倾斜影像为基础构建的“真实的3D”中国,它能够真实地反映地物本身的细微特征,在大尺度地形地貌、地物信息获取、应急救援和地质灾害防治等方面有着广泛的应用,是目前国际上迫切需要解决的问题。但是,实时3D中国对斜面摄影测量技术的发展提出了更高的要求,无法满足实时3D中国大规模地图绘制的需要,将严重制约斜面摄影测量技术的应用。在低空摄影测量中,无人驾驶飞机的倾斜摄影系统以其图像分辨率高、导航精度高、携带方便等优势,是目前低空摄影测量的主流技术。该系统适用于无人机的倾斜立体摄影,用于野外地形地物的数据采集,并且具有较高的影像分辨率。

2.2 测区概况与数据采集方法

待测区域为带状区域,带状线路长约70公里,主要为丘陵区,地形起伏大,植被茂盛,同时会穿越主城区和部分村庄,建筑物比较密集,该地区没有明显的河流系统。资料采集区的航空拍摄条件已基本满足了无人机倾斜摄影对地物的需求。因此,在本项目中,我们将利用“无人机倾斜摄影测量+航拍图像”方法来获取航测相片及测量数据。其中,无人机倾斜摄影测量+航拍是利用无人机携带摄像机,从空中获得图像资料。

2.3 无人机倾斜摄影数据处理及分析

无人机倾斜摄影测量系统采用模块化设计,既可以在飞机上完成,也可以在车载完成,还可以集成摄像头、云台和飞控平台。无人机倾斜摄影具有大范围、高效率、高机动性等优点,已被广泛用于城市立体重建、应急救援等领域。采用Geo Map软件对点云数据进行预处理,合理地选取点云预处理方法,可极大地提升模型制作效率,并防止漏测、漏绘制等问题。在对点云预处理之后,利用Geo Map软件对其进行三维重构。本文以南方某城市为实例,最后,通过对多张倾斜图像数据的合成,获得了1:1000的地形图。以测区A和测区B两个测区为试验对象,分别进行了试验研究。测区A以航空摄影为主,测区B以斜拍为主。利用实测资料,将测区A和测区B两个区域的实测资料,利用ArcGIS软件,对两个区域的实测资料进行了融合,并进行了精度分析。通过对两个测量区域资料的比较,可以看出,无论是从平面还是从高程来看,两个测量区域的资料都得到了很大的改善。

3 影响倾斜摄影建模多技术摄影精度的几个因素

3.1 气象条件

当前,气象条件对倾斜摄影技术在应用中的精度影响较大。在强风或大雾等天气条件下,由于强风的存在,无人机的飞行速度和姿态都会受到影响,导致测量值产生像点位移,导致定位、姿态等误差。要是雾气的天气,由于光线、能见度等原因,拍摄出来的影像会很模糊。因此,在天空晴朗,风力较小时进行野外飞行测量是非常好的选择。

3.2 解析度

在倾斜摄影测量技术的应用过程中,分辨率与航高呈反相关,但如果分辨率太高,则会导致大量的数据,缓慢的处理速度,降低生产效率,从而降低生产效率;但若分辨率过低,则

会对测量结果的可靠性产生较大的影响,进而对其精度产生较大的影响。

3.3 影像控点

倾斜摄影测量工作由无人机作为载体,消费级大疆无人机利用倾斜测量可以满足1:1000地形图的绘制。在实际应用中,为提高精度,尽量选择道路标记线作为像控点,像控点坐标采用校正后的GNSS-RTK方式测量。

4 1:1000地图测绘中倾斜摄影测量建模多技术的方法

4.1 测图准备

在1:1000地形图制图过程中,应用倾斜摄影技术,一切都要做好万全的准备。要有明确的、具体的测绘对象,要把握测绘的可行性、风险性、操作流程等,要综合考虑摄影测绘中的各项因素,以确保摄影测量的可行性和成功率。

4.2 资源分配

在资源分配方面,重点是要按照已审批的技术设计书进行测量作业。为了保证摄影测量工作的顺利进行,必须对所需资源进行合理的配置。无人机倾斜摄影测量需要信息、设备和人力三方面的支持,一是要准备全面、可靠、准确的数据,二是要有足够的无人机倾斜摄影设备,三是要有合理的技术和辅助人员配置,以确保摄影测绘工作的顺利进行。

4.3 像控点测量

像控点可以采用像控板、地标线、自喷漆喷涂等多种形式。像控点的三维坐标数据采用网络-RTK进行获取。对于带状测图区域,一般每隔200m~300m,沿测量线路布设一对像控点。布设像控点时,为方便到达测量、便于保存和提高精度,尽量选择道路标记作为像控点,当无法满足条件时,可以采用自喷漆喷涂或者像控板的形式。

4.4 摄影测量

在无人机倾斜摄影测量技术的应用过程中,摄影测量是整个项目实施过程中的一个环节,它是获取地形信息的重要环节,它在整个地形图测绘中起着至关重要的作用,也是决定地形图绘制效果的重要因素。在摄影测量过程中,一般情况下,需要对无人机进行操作、规划飞行路线、设置像控点、检查点、检测危险区等。从无人机的操作角度看,需要按照设定的飞行轨迹,拍摄被测区域范围内的影像。从测量和测绘角度来看,为了最大限度地发挥倾斜摄影的优势和价值,获得最全面的地貌数据,需要在空域三角、点云生成和航片数量和质量等三个方面进行保障。对测绘对象有一个总体的了解。根据风险排查分析,在摄影测量过程中,操作人员要做好飞行前检查、飞行中调整、飞行后复查等工作,从而实现预期的摄影测量目标,保证摄影测量的功能作用。

4.5 倾斜摄影外业采集

在拍摄过程中,应选择对该地区有利的天气状况进行拍摄,并使拍摄的图像清楚地反映出该地区的地形和地貌。风速不超过5.6米/秒,最适宜的飞行时间是正午,这就降低了高层建筑和

高层植物产生的影子对地面要素的阻隔作用。飞行高度是根据飞行区域来确定的,一般是以该区域内高、低海拔的平均数来计算。航向重叠度设置达到80%。

4.6空三加密与三维模型重建

与传统的正射图像空三解算相比,倾斜照相的空三解算具有更高的自动化水平,更少的人为介入,具有更高的准确率和更高的速度。此外,飞行器本身还带有POS系统,所述图像的外部取向元素可以被实时地提供给所述无人机。然后,利用无人机提供的软件,对三个位置进行求解、优化和重构。目前基本采用裸眼3D制图软件,该软件能直接从墙角或墙壁上获取建筑物的图像信息;与传统的数字化野外测量方法相比,这种技术可以在整个视野范围内无死角地获取高程,还可以在同一地点进行多个角度的多点重复获取,大大提高了工作效率,缩短了现场工作的时间。

4.7制图建模

在地图建模环节,是利用倾斜摄影测量得到的资料,建立起三维模型。在绘图建模过程中,工作人员主要完成三项工作:资料检阅、资料归纳、资料建模。第一是信息审核,这就需要工作人员在获取到的地图上仔细核对,将一些无用的图像剔除掉,以免对模型产生不必要的影响。第二是进行信息归纳,航拍人员应对航拍图像进行编号和分析,本项目的研究成果将为模型的建立提供理论基础。第三是进行建模。此步骤主要是根据所得的航拍影像,对其进行建模,并生成相应的制图成果。第四是对模型进行探讨,模型分析则是一个很好的建模过程。分析其与真实的地形实际信息是否一致,观察模型中是否有信息变动、信息遗漏、建模失真等问题,如果有,目前需要用补拍的方式来解决,从而进一步完善地形模型。

4.8验收成图

在摄影测量工作进行过程中,地形图绘制和验收,就是整幅地形图的最后一步。在验收及成图环节,工作人员要对由摄影测量获得的三维模型再一次进行核对,确认无误后,就会进入到下一步的过程中,开始进行矢量化成图,成图软件采用北京山维科技公司的EPS软件。通常情况下,对成图需要进行成果验收,通过现场地物地貌的复测,对成果进行精度评定。目前,成果验收工作主要是对数据、地理、属性精度、附件质量等方面进行检查和验收,以此为依据,对地形图的质量进行判断,如果没有问题,就可以保存,如果有问题,就要及时进行修改。储存这个步骤,

主要是为了保证资料的安全性。和资料查询方便,保存时需备份,保密性。

4.9相片控制点精度分析

在精度分析时,技术人员从实景三维模型中提取了相片控制点数据,并与先前测量好的控制点位置信息进行比,在平面位置上的误差为0.012m,高程上的误差为0.025m。同时随机选取40个地物地形点进行现现场实测,与航测成果进行比较,其中平面位置点中误差为0.077m,高程中误差为0.127m。结果显示,点位的平面中误差和高程中误差均满足《1:500 1:1000 1:2000地形图航空摄影测量数字化测图规范》(GB-T 15967-2008)中相应比例尺地形图的精度要求。因此,利用无人机倾斜摄影测绘技术所得到的数据,可以满足带状地形图测绘的需求。

5 结束语

总之,利用无人驾驶飞机倾斜摄影测量在三维建模方面的优越性,可以从数据采集、数据处理和分析、三维建模和数据管理等多个方面来完成地图的绘制工作。实践证明,在1:1000地形测绘工作中,利用倾斜摄影技术并结合三维建模进行地形测绘,无论在工作复杂性还是地形测绘时间方面,这些都比传统的地形图绘制方法存在较多且巨大的优势。同时,该方法在不受障碍影响的情况下,能较好地满足1:1000大比例尺地形图的平面绘制要求,高度及其他精确性需求。在实际工作中,倾斜摄影测量技术可以充分发挥其优势,逐渐取代传统长距离带状地形图测量方式,在大幅提高工作效率的同时,节省大量人力和财力,即能保证项目工期,按时提交资料,又能满足相应地形图的精度要求,可以将无人机摄影测量的优势发挥得恰到好处。

[参考文献]

- [1]姚金龙.倾斜摄影测量在大比例尺地形图测绘中的应用[J].大众标准化,2021,(24):260-262.
- [2]陈志,汪福源.无人机倾斜摄影技术在1:500地形图测绘中的应用[J].江西科学,2021,39(06):1056-1059+1076.
- [3]赵忠.无人机倾斜摄影测量在大比例尺地形图测绘中的应用[J].科学技术创新,2021,(16):20-21.
- [4]陈洪.无人机倾斜摄影实景三维应用与土方测量工程[J].城市勘测,2020,(6):92-96.
- [5]郭凯,汪旭波,杨荣欣.无人机倾斜摄影测量技术在大比例尺地形图测绘中的应用[J].测绘与空间地理信息,2022,45(z1):256-258,261.