

无人机航测技术在贵州山地旅游区规划中的应用探讨

罗斐,邵金强,张磊

(贵州省地矿局测绘院,贵州 贵阳 550018)

[摘要] 简要介绍了无人机的发展,结合无人机及其技术的特点和笔者单位的具体应用情况,总结叙述了无人机航测技术相对于有人机航测和常规测绘方法具有的10个方面的优势,并就无人机航测技术及成果在贵州省山地旅游规划设计中的应用进行了探讨,为旅游规划设计工作提供一点参考。

[关键词] 无人机;航测技术;山地旅游区;应用探讨

[中图分类号] P231 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1000-5943(2016)02-0140-05

“十三五”期间,贵州省将推进黔中山地休闲度假旅游区、黔北山地人文与生态旅游区、黔东南山地民族文化生态旅游区、黔南山地生态文化旅游区、黔东北山地文化生态旅游区、黔西南山地文化景观旅游区、黔西北山地民族文化生态旅游区等七大特色旅游区建设发展;将依托省内外交通互联,发展贵广高铁山地生态文化旅游带、沪昆高铁贵湘特色旅游带、沪昆高铁贵滇特色旅游带、贵渝高铁特色旅游带、成贵高铁特色旅游带等特色旅游带,将根据以上规划加快和完善100个重点山地旅游景区的建设,把贵州省打造成为山地旅游大省和国家山地公园示范区。而这些旅游区(带)将进行大量的控制性详细规划和修建性详细规划,根据笔者单位已参与完成的两个旅游区规划的情况来看,从贵州旅游区的地形地貌基本特征、植被覆盖以及成本上考虑,在规划设计图件的底图(地形图)要素获取方面,笔者认为可以用近年来迅猛发展的无人机及其技术取代需要投入大量人力、物力和财力的常规仪器地形测量方法,同时其生产的DEM、DOM、DLG、三维景观模型及俯视视频等产品可以为规划布局、建设项目立项、选址及景观设计等提供精确、直观的依据。笔者根据测绘无人机的发展及其优势,结合自己的了解和在实际工作中应用,对无人机航测技术及其成果在贵州山地旅游区规划中如何应用进行了

探讨。

1 无人机的发展

无人机出现在1917年,主要应用在军事上,上世纪80年代以来,随着IT技术、通讯技术的迅速发展以及各种传感器的不断出现,无人机的性能得到不断提升,应用范围和应用领域也得到迅速的拓展。目前各种用途、各种性能指标的无人机的类型已达数百种之多,分类方法多种多样,按照大的用途可以分为军用无人机和民用无人机;按照其自身结构可分为固定翼无人机、多旋翼无人机和无人直升机等;根据其动力系统可分为电动无人机、油动无人机和油电混合无人机;根据航程可分为远程、中程和近程无人机;根据其续航能力可分为长航时无人机和短航时无人机。

随着无人机应用于测绘工作中,逐渐形成了一套以无人机作为飞行平台,搭载各种传感器,以先进的全自动化摄影测量工作站和相关软件为处理平台,通过计算机飞行控制系统、测控系统、通讯系统,以及3S(GPS卫星导航、GIS地理信息系统、RS遥感)技术的集成、定制,成为一套基于无人机航测技术的信息快速获取及处理系统。目前用于测绘工作中的无人机及其航摄设备主要有以下几种:



图1 无人机类型及航摄设备

Fig. 1 UAV types and air survey equipments

2 无人机航测技术的优势

在实际应用中无人机及其航测技术具有如下几个主要方面的优势:

(1) 无人机运输方便,系统集成度高,只需装载于一般的运输车中,也可进行铁路或航空托运,方便在各地开展工作任务。

(2) 无人机起降方便。由于其体积小、重量轻和滑跑距离短,采用滑起、滑降、弹射、伞降、垂直起降等方式,相较于有人机航测,它无需机场起降和进行机场协调等一系列工作,对起降场地要求低,一般有净空条件较好的平整的草地或公路即可。

(3) 可视化实时监测。无人机航空摄影在执行任务之前,按照测绘需求自动完成飞行计划,制定飞行路线、航拍点布置等;在航空摄影飞行过程中,可实行即时重拍,轨迹回放、分析漏拍等。

(4) 获取影像分辨率高。现在的无人机基本都是搭载 2 000 万像素分辨率以上的相机,有的达到 8 000 万像素,能低空作业和云下摄影,完全可以获取分辨率优于 0.05 m 的全色影像。

(5) 飞行效率高。无人机航空摄影不受地形影响,可进入各种复杂地域拍摄,无论是林地、高原、盆地、水域都可以实施摄影,获取数据全面准确,有效拍摄时间长,能够高效率完成工作任务。针对面积不大,特别是贵州这种晴天较少、云层较低的省份,与有人机航测比较它具有较大的优势,

效率较高。

(6) 空三加密速度快。随着 IT 的发展,计算机运行速度的提高,同时各种空三加密软件经过不断的改进,各项解算的自动化程度极大提高,人工干预减少,极大的提高了出成果的速度,同一项目以往用 3 天时间而现在用 5、6 个小时就可完成。

(7) 产品精度高。随着无人机飞控系统和差分 GPS 系统的不断改进和完善,是无人机的平稳程度和与相机曝光时间对应的摄影中心定位精度得到极大的提高,在测制 1:1000 及以下比例尺的地形图时可以不需作像片控制点,生成的正射影像图(DOM)和数字高程模型(DEM)精度较高。下面以我单位在毕节完成的某个项目为例,该项目生产任务为完成约 25 km² 的 1:1000 比例尺 DOM 和 DEM 制作,采用无人机差分 GPS 技术,作了 6 个像片控制点,在明显的地物、道路拐点、房角采集了 40 个检查点,精度统计见表 1。

(8) 产品内容丰富。可以生产数字线化图(DLG)、数字正射影像图(DOM)、数字高程模型(DEM)或数字地面模型(DSM)、数字点云数据、三维实景模型、俯视视频等。

(9) 工作效率和经济效益显著。通过本单位近期采用无人机航测技术完成的一个项目和与本项目地形和面积相似的采用常规测量方法完成的一个项目比较,无人机航测在工期上缩短近 56%,投入人员减少近 67%,节省费用 14.2 万元,极大的提高了工作效率和经济效益。

表1 1:1000DOM和DEM成果检查精度统计表

Table 1 Statistics of 1:1000 DOM and DEM checked result precision (单位:m)

点号	检查 X 坐标	图上 X 坐标	ΔX	检查 Y 坐标	图上 Y 坐标	ΔY	检查高程	图上高程	点位误差	高程误差
1	299 * * * 8.088	299 * * * 7.697	0.391	59 * * * 6.996	59 * * * 7.011	-0.015	1 339.879	1 340.4	0.4	-0.521
2	299 * * * 1.544	299 * * * 1.09	0.454	59 * * * 39.988	59 * * * 40.235	-0.247	1 315.647	1 316.1	0.507	-0.453
3	299 * * * 2.402	299 * * * 1.97	0.432	59 * * * 3.606	59 * * * 3.553	0.053	1 302.325	1 301.9	0.433	0.425
4	299 * * * 0.721	299 * * * 0.28	0.441	59 * * * 0.08	59 * * * 0.129	-0.049	1 263.637	1 264.1	0.453	-0.463
5	299 * * * 6.914	299 * * * 6.376	0.538	59 * * * 1.825	59 * * * 1.757	0.068	1 272.969	1 272.3	0.536	0.669
.....
40	299 * * * 5.558	299 * * * 4.981	0.577	59 * * * 2.851	59 * * * 2.761	0.09	1 267.637	1 267	0.532	0.637

检查点位中误差 ms=0.49 m, 高程中误差 mh=0.54 m

表2 两种方法比较

Table 2 Comparison of 2 methods

	比例尺	面积	要求工期(d)	实际工期(d)	投入人员	差旅及仪器 折旧费(万元)	工资(万元)
常规测量	1:2000	35.1 km ²	60	49	21	2.8	20
无人机航测	1:2000	34.3 km ²	35	22	7	1.3	7.2

(10)运行维护成本低。整个系统维护、维修成本较低,运行成本也比有人机和常规测绘低。

3 无人机航测技术在贵州山地旅游区规划中的应用

3.1 无人机航测技术在底图(地形图)要素获取方面的应用

下面就在贵州省旅游区控制性详细规划和修建性详细规划中,如何采用无人机及其技术获取底图(地形图)要素,其主要工作流程及方法如下:(图2)

航线规划设计:按照风景区范围、成图比例尺要求、平均基准面高程进行航线规划设计,设计航高、分辨率、重叠度等。

航摄:由于风景旅游区山高林密,建议采用搭载差分GPS和35mm镜头照相机的无人机进行航摄,便于减少像控点工作量,同时减少投影差。

像控点测量:利用VirtuoZo Smart等相关航空摄影测量影像快速拼接软件生成的正射影像图作为工作底图,携带数码相机,利用GPS-RTK方法,进行像控点选刺和测量。

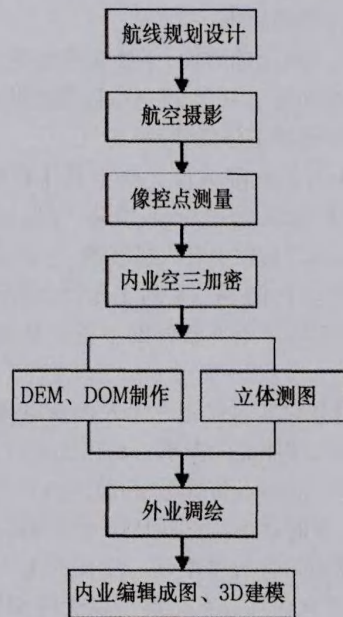


图2 工作流程图

Fig. 2 Working process

空三加密:利用DPGrid、Inpho、PhotoMOD等软件先对像片进行影像畸变纠正预处理,主要过程包括连接点的提取和编辑、野外像控点转刺、区域网平差计算、人工调整等过程,当区域网平差计算各项精度指标都满足规范及设计要求后生成空三加密成果。

立体测图:由空三加密成果恢复建立立体模型利用全数字摄影测量系统 VirtuoZo NT 或航天远景成图软件按照成图要求进行内业数据采集、编辑。然后打印地形图数据到实地进行调查、检查、核实和定性,室内根据外业调绘底图进行修改、处理,最后形成标准的地形图成果(DLG),该成果作为规划设计的综合现状图,其地形地物要素作为各种图件设计的底图要素。

3.2 航测技术成果在贵州山地旅游区规划中的应用探讨

如图 2 所示,利用已测制完成的数字化地形图数据生成风景旅游区的数字高程模型(DEM),然后利用数字高程模型进行影像纠正、投影转换,经过匀光匀色、镶嵌、裁切、检查、编辑,形成整个区域的正射影像图(DOM)。

(1)DOM 它是同时具有地图几何精度和影像特征的图像,具有精度高、信息丰富、直观真实等优点。在山地旅游区规划设计中,可直观的看到区域的实际现状,它可作为地图分析背景控制信息,也可从中提取自然资源和社会经济发展的历史信息或最新信息。

(2)DEM 数据包含了丰富的地形、地貌、水文信息,它能够直观展现一个地区的地形、地貌特征,通过 DEM 可以提取大量的地表形态信息,如坡度、坡向、水系等,在山地旅游区规划设计中,利用 ArcGIS 等 GIS 的空间分析功能,可以对 DEM 数据进行等高线提取、坡度提取、坡向提取等。对提取出的坡度特征,可以用于分析规划区域的水土流失敏感性、设施建设的适宜性;提取的等高线和坡度分布信息,可以作为规划路线选线的依据;提取的坡向信息,可以作为景区建设用地布局以及各种建设的参考依据。

(3)三维地表模型和三维实景模型:利用 ArcGIS 等相关软件,把 DOM 与 DEM、进行叠加处理可以快速的建立整个区域的三维地表模型;利用无人机搭载五个镜头的相机进行倾斜摄影,利用伟景行、3dmax 等软件建立旅游区三维实景模型。由于有了地形地物的三维数据,它们给人以更强烈的视觉刺激,随着 GIS 的不断发展,近年来利用三维 GIS 结合空间可视化技术建立的三维可视化系统不断被开发出来,如下图是 citymarker 三维可视化系统:(图 3)



图 3 citymarker 三维可视化系统

Fig. 3 Citymarker 3D visualization system

它具有独特的三维空间分析功能。①面向三维几何对象的三维几何分析,如空间距离量测、体积量测、表面积量测、叠置分析、缓冲区分析等;②面向三维空间的统计分析,如空间回归分析、空间相关分析、空间聚类分析等;③面向典型领域应用

模型分析,如面向林区的树林分析、地质应用的地质分析、规划应用的日照分析、河湖流域的流域分析等。因此在山地旅游区规划中,可以利用三维可视化系统软件,结合旅游区三维空间信息进行规划设计业务的定性、定量的综合分析,为规划设

计编制工作提供设计依据,可以减轻规划编制单位大量的现场调研和资料收集工作,并为规划编制指标提供三维可视化的分析工具,提高规划编

制的科学性。

利用三维可视化系统软件,还可以进行旅游景区建筑模型和场景的规划设计,见下图(图4):



图4 模型设计

Fig. 4 Model design

(4) 视频:利用多旋翼无人机搭载摄像机,可以对景区和景点进行上下、远近的摄影,获取清晰的视频,把景区和景点的风景直观、完整的展现在决策者、管理者、设计者、观众、网友和旅游爱好者的眼前,为决策、管理、规划设计、观赏、了解和旅游出行计划制定等提供直观依据。

把贵州打造成为山地旅游大省和国家山地公园示范区的发展理念的提出及推进,近期全省旅游大普查的开展,在“十三五”期间将有大量的山地旅游景区的规划和建设。

根据以上无人机航测技术的优势应用及贵州省山地旅游发展的需要,特别是在贵州省这种山高林密、地形地貌复杂的地区,无人机航测技术在贵州省山地旅游区规划设计中将得到极大的推广应用,将改变山地旅游规划设计工作原有的作业模式。

4 结语

随着无人机的不断发展及成本的降低,无人机技术的不断完善和丰富,航测技术数字成果的多样化,无人机及其技术的优势凸显,它已开始在测绘、国土资源调查、城市规划、地质灾害、应急抢险、电力巡线、林业普查等领域得到了应用,现在有些省份已开始尝试利用无人机及其技术在旅游行业中运用。随着无人机航测成果以其直观性、数字化的特点,结合3S技术的应用,它将在大数据的建设、互联网+的不断发展以及规划设计无纸化的推进中得到很好的推广应用。随着贵州省

[参考文献]

- [1] 范承啸,韩俊,熊志军,赵毅. 无人机遥感技术现状与应用[J]. 测绘科学,2009,34(5).
- [2] 邵金强. 浅谈无人机及其技术在地质工作中的应用[J]. 科技视界,2014,21(01).
- [3] 何敬,李永数,徐京华,鲁恒. 无人机影像制作大比例尺地形图试验分析[J]. 测绘通报,2009,8.
- [4] 方仕平,等. 浅谈低空数码航空摄影在线路测量中的应用[J]. 天然气与石油,2008,26(4).

Application and Analyses of UAV Survey in Mountain Tourist Planning of Guizhou

LUO Fei, SHAO Jin-qiang, ZHANG Lei

(Institute of Surveying and Mapping, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration & Development, Guiyang 550018, Guizhou, China)

[Abstract] In this paper, the development of UAV is introduced, according to the UAV technology and actual condition, 10 advantages of UAV survey compare with sir survey and traditional method are summarized, the application of UAV survey technology and results in mountain tourist planning of Guizhou province is discussed, then it will give some guidance for tourist planning.

[Key words] UAV; Air survey; Mountain tourist area; Discussion of application