

航空遥感技术发展及其在国土资源调查中的典型应用

董丽娜 佟晶

(中国国土资源航空物探遥感中心 北京 100083)

摘要 航空遥感即利用有人驾驶飞机、无人驾驶飞机、飞艇等航空飞行器 携带各类成像传感器 获取地球表面自然与人文景观所辐射的电磁波信号 经图像处理 提取自然与人文信息的技术,在基础测绘、国土资源管理、农林资源与生态环境调查、自然灾害监测以及军事侦察等诸多方面发挥着至关重要的作用。本文对国内外航空遥感技术发展现状进行了梳理 通过分析 提出了航空遥感发展趋势 对其应用前景进行了展望。

关键词 航空遥感 发展

引言

航空遥感(aerial remote sensing)又称机载遥感,是指利用各种飞机、飞艇、气球等作为传感器运载工具在空中进行的遥感技术,是由航空摄影侦察发展而来的一种多功能综合性探测技术。在国土、测绘、海洋、生态与环境调查、地质灾害调查、矿产资源调查中广泛应用 发挥了重要作用。

1 国内外航空遥感技术发展现状

1.1 国外航空遥感技术发展现状

从1839年达盖尔(Daguerre)发明了照相技术算起,摄影测量已有170多年的历史。但将摄影技术真正用于测量的是法国的陆军上校劳赛达(Laussedat),他用地面垂直摄影进行交互摄影测量,来测绘建筑物。

从空中拍摄地面的照片,最早是在1858年法国摄影师纳达(Nadar)从气球上获得的。1858年他成功地从800米高的气球中拍摄到了几幅“鸟眼”照片,当时风很大。他用一些暗淡的正像制作出了一小幅地形图,上面有一个农场,三间农舍和巴黎郊外的一个小酒馆。

随后,1860年—1899年间,美国人、俄罗斯人利用气球、风筝与相机连接在一起,拍摄了一些航空照片。1906年4月18日,G.R. Lawrence在旧金山大地震后进行了一次空中摄影。他把17个气球风筝连接在一起,携带1025磅重的巨型照相机,在600米的高度拍摄了一张1.35米×2.5米的照片,记录了旧金山遭受地震破坏之后的非常真实而宏观的画面。

1903年,一个德国摄影师设计了一种非常小巧的鸽子相机,相机的重量只70克,并且可以每30秒自动曝光,拍摄一个“38毫米方形画格”的像片。将这些“航空相机”安装在鸽子的胸部,经过训练,待鸽子起飞后即可自动获取航空相片。同年怀特兄弟发明了飞机,使航空摄影测量成为可能。

直到1909年4月24日,一位意大利乘客在Wilbur的飞机上拍摄了意大利罗马的Centocelli军事基地,这是迄今为止所知道的世界第一次从飞机上拍摄的航空照片,摄影师用的是电影胶片。航空摄影最早广泛应用于军事侦察方面。1915年,美国海军通过航空摄影获取了航空侦察图片,这是第一个有正式记录的正规航空摄影侦察活动。但航空摄影真正在森林调查和地图测绘等民用方面的应用,则是在10年之后。

随后,摄影测量飞速发展,经历了模拟摄影测量、解析摄影测

量、数字摄影测量三个阶段的飞速发展。

在20世纪30年代的模拟摄影测量,模拟摄影测量仪器用两根精密的空间导杆模拟前方交会,从像点坐标直接解算,给出其模型坐标,有效解决了传统野外测量中前方交会、后方交会的计算问题。摄影测量和计算机的有机联系,不需要人工的计算,实行了当时所谓“自动计算”。

在解析摄影测量阶段,共线方程取代了模拟摄影测量阶段的空间机械导杆,简化了仪器结构,通过观测标准典韦的上下视察,计算机实现相对定向元素的自动解算。与此同时,计算机技术快速发展,使得摄影测量严密解算成为可能。在此解算,学者们深入开展空中三角测量的严密解算、区域网平差模型建立、粗差检测、可靠性理论研究等,实为测量界的一次大的革命和重大突破。

随着计算机技术和自动化识别技术的飞速发展,加快了解析摄影测量迈向数字摄影测量的步法。在数字摄影测量阶段,计算机代替人工进行大量的计算,代替人眼识别同名点,真正意义上实现了自动化摄影测量的概念。

1.2 国内航空遥感技术发展现状

中国的航空摄影测量始于1931年,浙江省水利局航测队与德国测量公司合作进行首次航空摄影,摄取了钱塘江支流浦阳江1:20000比例尺的航片,并制作了像片平面图。同年,国民党政府在参谋本部陆地测量总局正式成立航测队,并在随后几年里主要测制了中国局部地区1:10000万、1:25000万军事要塞图。

1949年,随着大规模的经济建设和国防建设急需地图资料,航空摄影得到飞速发展。国家测绘局、地质、林业、农业、铁道、石油、水利等部门都积极开展航空摄影。1950年军委测绘局建立第一个航测队时就设立了航摄组,为航测成图提供航摄资料。为了加强民用航空摄影业务的统一管理,民航总局于1958年组建了民航航测大队,将政府各部门的航摄技术力量和飞机等设备全部移交民航总局接管。各部门的航摄任务每年向国家测绘总局报送计划,由国家测绘总局汇总平衡后交由民航总局安排其组建的专业航测大队实施。1966年民航航测大队扩建为中国民航第二飞行总队,1983年更名为中国民航工业航空服务公司,1989年又改为中国通用航空公司。直至1992年一直是我国唯一的民用航空摄影单位,几乎承担了全国所有的民用航空摄影业务。当时主要以黑白航空摄影为主,80年代后期少量的彩红外航摄任务,其目的是测制国家基本地形图和大型工程测图。

随着高精度胶片航摄仪、数码摄影仪的相继面世和飞速发展,“数字地球”概念孕育而生。航空摄影技术的发展带动了大比例尺航测制图的迅速发展,数字高程模型、数字正射影像图、数字线划图、三维仿真系统、三维电子地图等系列产品,成为了构建“数字中国”和“数字城市”的重要支撑数据。

中国科学院资深院士王之卓教授(1909 - 2002)是中国摄影测量与遥感学科的奠基人。他40年代发表了《航测垂直摄影光束仿射性变换》,对当时立体测图技术有重要价值。50年代,针对外国专家的山区相对定向公式不足之处,提出了精度更高的公式。从

理论上对航测成图方法和空中三角测量的误差进行了分析,推演出各种方法的精度估算公式,为生产提供了理论根据。60年代初,第一次在中国提出了解析法空中三角测量加密理论与方案。80年代,指导完成了国家重点科研项目《全数字化测图系统》,推动了中国摄影测量技术的变革与发展。

我国现在航空遥感在863计划等国家科技计划的支持下,研发了可见光、红外、激光、合成孔径雷达等航空遥感传感器,摆脱了一味依靠国外航空遥感传感器的缺点,突破了技术垄断,尤其针对我国地势地貌、地理国情等特点,有针对性地开发了航空遥感数据后处理软件,达到了国家先进水平,在测绘、国土、环保、水利、防灾减灾以及重大工程建设中发挥了极其重要作用。

近年来,轻小型低空航空遥感技术发展迅猛。中小型无人机飞行平台依靠其成本低、操作方便、机动灵活的特点,在航空摄影中得到了广泛应用,搭载的传感器由轻型可见光数码相机逐步发展到轻型宽幅数码相机、轻小型LIDAR、高光谱、热红外等传感器,数据源日趋丰富,辅以高精度小型化POS系统、陀螺平台以及差分GPS接收机等,实现了高分辨率、大比例尺测图,是有人机航空遥感的有效补充,在城市规划、突发地质灾害应急调查中充当了“先锋”作用。

高效能航空SAR遥感应用系统重点突破了系统总体与系统集成、X波段干涉SAR、P波段极化SAR、地形测图处理等关键技术,技术指标满足1:1万、1:5万测图精度要求,形成了技术流程与标准,打破了国外技术封锁,填补了国内空白,使我国成为世界上第三个拥有先进航空SAR遥感系统的国家。该项技术已经成功应用于“西部测图”国家重大工程,促进了航空SAR遥感产业化发展。

随着航空数码相机、机载激光雷达等新型传感器的迅猛发展,摄影测量系统的数据获取能力有了空前的提高,同时也给空间数据的处理与存储管理技术带来了新的挑战。为有效解决海量遥感数据处理技术的瓶颈问题,武汉大学和中国测绘科学研究院等单位创造性地将计算机网络技术、并行处理技术、高性能计算技术和现代数字摄影测量与遥感技术结合起来,研制出新一代数字摄影测量数据处理平台DPGrid和PixelGrid,为我们解决空间数据源的快速处理、DSM、DEM、DOM快速生产与制作、基础地理信息的快速生产与更新提供了技术手段。

2 航空遥感技术发展趋势

纵观国内外航空遥感现状,航空遥感发展呈现以下趋势:

(1)公益化突出发展。公益性遥感以提高空间对地球的观测和认知能力,发展和提高地球科学和地球系统科学水平,保护生态环境,增强对自然灾害的应对能力为目标,大比例尺地理国情普查将极大依托航空遥感手段。同时,航空遥感与军事遥感的结合,将为维护国家主权、保障国家安全提供重要技术支撑。

(2)轻小型、高精度、集成化应用。由于轻小型航空器成本低,灵活性强,轻小型飞行平台逐步成为遥感飞行主力,同时,航空数码相机、机载LIDAR等传感器的数字化与轻小型化,以满足轻小型航空器平台载荷的要求,高精度定位定向系统与惯性稳定平台等集成应用,提高了航空遥感精度与效率。

(3)服务规模化、集群化、产业化。航空遥感应用从原来主要辅助政府宏观决策,扩展深入到经济建设和社会发展的各个领域;注重高空间分辨率、高光谱分辨率和高时间分辨率多源影像融合、信息加工与服务,形成了较完整的遥感信息产业链,经营航空遥感技术及其数据供应的企业在欧美国家快速兴起,使得以商业利益为标志的航空遥感规模化、集群化和产业化,特别是在这些国家政府和军方的引导和扶植下大为发展。

3 航空遥感在国土资源调查中的应用

在国土资源部、中国地质调查局的领导下,航空遥感技术为满足国家对矿产(含能源)资源调查、地质环境监测、地质基础数据更新等方面进行规划、管理、保护和合理利用的需要做出了重要贡献。

(1)航空遥感测量为基础地质调查、矿产资源勘查以及环境地质调查与评价提供了重要的基础资料。

目前,已累计航空遥感摄影覆盖面积430万平方公里。其中,2003年6月1日,举世瞩目的三峡水库按时蓄水,至2009年10月25日,三峡水库坝前水位涨至170.39米,标志着三峡工程转入正常运行阶段,全面发挥防洪、发电和通航等功能。伴随着库区水位的提高,水面以下的一切地物被永久淹没,库区环境发生沧桑巨变。在这两个历史时刻,国土资源部和中国地质调查局克服重重困难,于2003年135米水位蓄水前夕和2009年三峡库区蓄水达175米水位之际,部署中国国土资源航空物探遥感中心完成了两期三峡库区高精度航空遥感摄影工作,获取了三峡库区信息丰富、层次分明、影像清晰的4万平方公里高精度航空遥感数据,并利用这两期极其珍贵的遥感影像,开展了三峡流域地形地貌、生态地质环境、地质灾害和土地利用、城镇布局、交通、工程建设状况的调查与研究,成功地将历史与现实的画面和数据永久地保存在地质工作的档案里,为三峡库区地质灾害防治、库岸稳定性评价、工程建设、生态地质环境保护、可持续发展和国土资源规划及管理工作提供了宝贵的历史与现势性基础资料与决策支撑。

(2)航空遥感快速服务于突发地质灾害应急调查

航空遥感凭借其机动灵活优势,快速获取高分辨率遥感影像,为突发地质灾害应急调查提供了技术支撑,在伽师地震、汶川地震、玉树地震、武隆滑坡、贵州关岭滑坡等应急调查中发挥了重要作用。尤其在汶川地震中,7架航空遥感飞机搭载7套航空传感器开展了立体式航空遥感作业模式,属国内首创。在灾后67小时第一时间获取了重灾区航空遥感影像,共获取了14个县40000km²的高清晰度航空遥感图像,为救灾工作部署提供了现时资料,提供国务院救灾指挥及前线各救灾单位使用。通过对遥感图像的解译,快速查清灾区房屋倒塌、道路损毁、滑坡、崩塌、泥石流、堵江、堰塞湖等灾情。开展灾区地质灾害解译与评价,为地面地质灾害调查与灾后重建提供依据。

4 结论

航空遥感系统、卫星航天遥感系统两者各有特点,互为补充。相较于卫星航空遥感,航空遥感具有自主性强、精度高、效率高、灵活方便等优点,是快速获取高精度遥感数据、微地形地貌的有效手段。尤其当前发展迅猛的无人机低空遥感技术,其机动、灵活、快速获取数据的特点尽显无疑。结合遥感地质工作特点,针对不同比例尺、不同地区,投入不同手段航空遥感技术,实现“空地一体化”立体式调查,提高遥感数据获取、处理和应用能力,提升遥感地质调查精度。

参考文献:

- [1] 李德仁、王树根、周月琴.摄影测量与遥感概论.测绘出版社.2008.
- [2] 张祖勋、张剑清.数字摄影测量学.武汉大学出版社.2002.
- [3] 邹晓军.摄影测量与遥感.测绘出版社.2011.
- [4] 王青祥.航空摄影测量学.黄河水利出版社.2011.
- [5] 汪磊.数字近景摄影测量技术的理论与实践.中国人民解放军信息工程学院硕士论文.2002.

作者简介:董丽娜,女,(1983-)汉族,天津人,硕士,主要从事科研项目管理与方法技术研究等。