

遥感飞机的科学实验与运行服务*

中国科学院对地观测与数字地球科学中心¹

中国科学院高技术研究与发展局²

中国科学院资源环境科学与技术局³

(1 北京 100190 2 北京 100864 3 北京 100864)

关键词 重大科技基础设施, 遥感飞机

1 科学背景

以遥感飞机为载体的对地观测系统可直接获取陆地、海洋和大气观测数据,经处理形成遥感信息。主要包括高性能航空遥感飞行平台、航空遥感信息获取系统、航空遥感数据综合处理与管理信息系统3个部分。

为了推动我国遥感事业的发展,1985年5月,中科院批准成立了航空遥感中心。在国家计委和中科院的支持下,1986年,该中心配备了两架性能先进的美国赛斯纳“奖状S/II型”(CITATION S/II)高空遥感飞机,飞机最大航程3300公里,航高13000米,起飞重量1.4吨,航速746公里/小时,配有精确的GPS导航和POS等系统,具有全天候飞行作业的能力。先进的航空飞机平台实现了遥感设备选择的系列化和模块化,可装载航空照相机、成像光谱扫描仪、成像雷达等多种遥感传感器,并具有吊仓采集大气采样和酸雨样本等功能。

遥感飞机投入运行后,在中科院的领导下,中心牵头组织了国内20多个科研单位联合攻关。在5年时间内,自主研制完成了一套以遥感飞机为高空平台,集成了包括可

见光、近红外、热红外和微波光谱波段等在内的13台(套)遥感仪器,从而构成中国第一套最为先进和规模最大的航空遥感技术系统。该项目获得中科院科技进步奖特等奖;国家科技进步奖二等奖。

2 遥感飞机概况

2.1 工程历程

中科院于1980年正式向国家有关部门提出配备高空遥感飞机,1982年国家经委经防〔1982〕131号批复指出:“科学院等部门申请购置飞机问题,由于国内研制的飞机性能难以满足,故可购置几架以应急需。”1984年,国家计委计科(贸)〔1984〕2441号批准中科院引进两架高空遥感飞机。

2.2 运行管理

中科院航空遥感中心负责管理遥感飞机运行已有近20年的历史,造就形成了一支作风过硬的专业化飞机运行管理与技术队伍,建立了完善的指挥、飞行、地面保障体系,确保遥感飞机高效、安全运行,从而为中科院遥感技术的研究提供了实用化的高空平台。

1997年,航空遥感中心被国家人事部和中科院联合授予“先进集体”称号。

* 收稿日期:2010年3月10日

3 研究综述

遥感飞机以陆地、大气、海洋等为探测对象,综合集成多种遥感设备,为地球系统科学研究提供综合观测数据,是对地表物质的遥感信息机理、应用模型和参数验证等遥感信息科学研究的有效技术手段。其主要任务是:促进我国地球系统科学的研究;支撑我国遥感技术的发展;有效应对各类突发事件;为经济建设和社会发展提供基础数据。

遥感飞机运行以来,广泛开展与各部门的合作,应用领域不断扩大,作业范围包括全国 28 个省、市、自治区,累计承担了近百项各种类型的航空遥感应应用项目,覆盖农业、林业、城市、矿产、油气、环境、海洋、灾害、交通、测绘等各领域,飞行面积逾 200 万平方公里。

3.1 典型应用

配合开展国家矿产资源调查。遥感飞机装载多光谱扫描仪和光学航空相机多次飞往新疆的戈壁、沙漠无人区及东北的大兴安岭原始森林等进行大范围金矿、多金属矿、油气资源调查和公路选线等航空遥感应应用试验,取得一批重要成果。同时资源环境科学家们根据油气、矿产遥感分析研究,光谱与地学特征提出了遥感仪器的设计指标和波段选择,由此建立了遥感技术与应用紧密结合的机制,为中科院遥感仪器研制的实用化起到了关键作用。

遥感飞机曾 7 次进入青藏高原飞行作业,在十分艰苦的条件下,完成了珠穆郎玛、唐古拉山地区;雅鲁藏布江、拉萨河、年楚河流域及拉萨市等航空遥感飞行,为中科院开展青藏高原资源环境研究和全球变化研究提供了大批宝贵的科学数据,在 2005 年国家组织对重新测量珠峰高度的项目中,应用了遥感飞机获取的珠峰遥感图像。

积极参与国土资源调查及基础测绘。目

前已累计承担了国家基础测绘 15 个测绘区的航空摄影项目,获取数十万平方公里的高分辨率遥感影像,处理后的遥感资料全部进入到国家地理信息中心数据库,面向全国开放服务。遥感飞机完成了山西省全省 16 万平方公里的彩红外遥感飞行,成为全国第一个以省为单元开展航空遥感的省份。遥感成果及时应用于山西省的土地利用、水土保持、农业区划、农业种植结构等,为山西省的建设起到了重要作用。此外,遥感飞机还承担了东胜煤矿环境调查、海南岛高速公路选线、三峡水库建设、黄河中下游水利工程等国家重点建设项目的航空遥感调查。

北京奥运环境监测。在国家科技攻关项目支持下,自 2000 年起,遥感飞机连续 8 年对北京奥运地区进行了环境遥感监测飞行,积累了该地区丰富的高分辨率的航空遥感环境变化监测系列资料,对奥运规划区及周边区的环境、建设、绿化、交通等进行了监测与分析研究,研究成果以图件、年报、季报的形式定期上报奥组委,为奥运场馆的规划建设及区域内环境保护与规划提供科学依据。

3.2 自然灾害监测与评估

为我国重大洪水灾情快速遥感监测做出突出贡献。自 1986 年首次对东辽河进行洪水监测以来,遥感飞机坚持每年在汛期为洪水应急监测做充分的技术准备,曾先后对长江、黄河、太湖、广东西江与北江、洞庭湖与鄱阳湖及辽宁与吉林省等地区 and 流域的重大洪水进行了快速航空遥感灾情监测飞行。科技人员在十分恶劣的天气条件下获取到洪水涨势、内涝情况等水灾遥感图像,为抗洪抢险、灾后重建提供了重要科学依据。

1998 年,在我国长江流域发生百年不遇的特大洪水的紧要关头,遥感飞机率先启动,飞往受灾最严重的湘、赣两省,快速对洞庭湖和鄱阳湖地区进行洪水灾情飞行,为抗



中国科学院

洪抢险发挥了重大作用,受到了国家及灾区政府政府的表彰。2003年,淮河流域发生了自1991年以来最大的一次流域性洪水,遥感飞机紧急出动,圆满完成了淮河洪灾航空遥感飞行任务,灾害监测成果得到了国家防总等部门的较高评价,温家宝总理、曾培炎副总理、陈至立国务委员、路甬祥院长等分别给予重要批示。

为地震等重大自然灾害监测与评估做出突出贡献。2008年“5·12”汶川地震发生后,中科院紧急启动雷达和光学两架高空遥感飞机获取高分辨率数据,构成空、天、地一体化监测网络,形成了全天候、全天时震灾观测体系,获取灾区0.5米分辨率光学图像5.3TB、飞行覆盖面积达到2.37万平方公里,获取灾区0.5米分辨率雷达图像14.9TB、飞行覆盖面积达到3.9万平方公里。2009年5月,汶川地震一周年之际,两架航空遥感飞机再次飞赴灾区,进行了历时25天的针对灾区环境研究及灾后重建的遥感科学试验,获得高分辨率光学航空数据约2.5TB,X、L和C波段高分辨率雷达航空数据约3TB。两次飞行为灾区应急监测、灾情评估和灾后生态环境变化、恢复评估、灾后重建等提供了丰富的科学数据。

目前,遥感飞机已列为国家用于重大自然灾害及突发性事件遥感应急监测的主要技术系统。

3.3 综合应用实验

为我国自主雷达测绘提供飞行平台。为解决我国西南(云、贵、川等)多阴雨地区长期无法获取光学遥感信息的难题,遥感飞机装载高分辨率合成孔径雷达于2005年首次在四川自贡地区开展大范围的雷达测绘应用飞行试验,测绘面积近1万平方公里,取得了初步成果,为实现全天候遥感技术应用奠定了基础。又如,遥感飞机配合国家“863”

项目,在山东地区完成了“遥感应用示范工程总体技术研究”航空遥感综合飞行实验,成功开展了干涉雷达的应用实验飞行,首次获取大面积的三维雷达图像。

为国家重点实验室科学研究提供科学平台。曾多次开展科学飞行,满足了基础研究对航空遥感信息源的需求;在雷达遥感研究方面,开展了南方水稻估产、地质灾害、环境、考古等飞行实验;在高光谱研究方面,开展了矿产与油气资源、城市等飞行实验。在遥感科研人员的积极建议下,利用遥感飞机进行了新一轮的“腾冲航空遥感综合实验”,系统总结了航空遥感20年取得的成果。

服务遥感实验场建设。遥感飞机装载国内最先进的光学和微波传感器已在实验场成功开展了两次飞行实验,并在“十一五”期间结合“863”计划、航天论证、航空遥感系统建设等项目,在遥感实验场进行长期的航空遥感实验,全方位地为遥感基础研究提供实验支持。

服务国家科学计划综合实验。2009年,配合国家“973”计划——“空间观测全球变化敏感因子的机理与方法”,遥感飞机搭载多光谱和高光谱相机,再次飞临青藏高原,获取近红外与高光谱航空数据达1.2TB,这些科学数据为建立我国特有的全球变化遥感监测系统,提升我国空间观测全球变化敏感因子的理论与技术水平,树立我国在全球变化研究及全球协同遥感观测的地位奠定了实验基础。

3.4 支持我国传感器战略高技术的发展

传感器是遥感系统的核心技术,一直是发达国家限制我国进口的技术。“八五”计划至今,结合中科院重大项目、国家科技攻关计划,遥感飞机已开展数百次的航天、航空传感器性能和校飞试验,包括中巴资源卫星CCD相机、神州飞船的卷云探测器等重要

星载传感器等。这些经过在遥感飞机上校飞的仪器,在发射到太空后运行状态良好,可靠性得到了大幅提高。同时,在机载航空遥感试验的过程中,遥感飞机始终坚持面向国家应用需求,不断改进遥感仪器的性能指标,在推动遥感设备的技术进步方面发挥了不可替代的作用。遥感飞机已经成为我国开展遥感设备的自主研发、突破技术壁垒的空中实验室。

目前,以成像光谱仪和合成孔径雷达系统等为主体的机载遥感仪器经过在遥感飞机上进行的数百次航空遥感试验,应用领域不断开拓,技术上也得到快速发展。成像光谱仪已从过去的3波段提高到目前的128波段,合成孔径雷达系统则从单极化发展到多极化,分辨率从30米提高到0.5米,图像由光学模拟记录发展为数字实时成像,实现了技术上的突破性进展。目前,这两项传感器的技术性能已接近国际先进水平,并以成套技术方式成功地出口到马来西亚,合同额达到700万美元,已超过两架飞机的总值。在国家“863”计划等支持下,近年来,航空遥感技术系统不断创新,新型传感器陆续问世,双天线干涉雷达系统、大面阵多光谱数字航空相机等飞行试验已获得成功,应用示范项目已全面展开。

为配合各类航空遥感飞行试验,作为高空遥感平台的遥感飞机除需要保持高效率运行外,自身也不断进行技术升级改造。为满足机载传感器的空中飞行姿态记录,经过长期努力,科研人员于1986年首次从飞机的L7N-72惯导中成功提取了空中实时定位与姿态信息,使遥感飞机具备了承担高精度航空遥感飞行的技术条件,先后承担的多项大型星载传感器的航空模拟飞行试验均取得较大成功,保证了星载传感器发射到太空后能够运行正常。在中科院的支持下,遥

感飞机于1995年配备了先进的GPS导航与管理控制系统、引进了POS等关键设备,飞机导航、定位和控制管理等性能不断完善,基本达到飞行设计和操作自动化,极大地提高了飞行精度和成果水平。

目前,遥感飞机已由装载单一遥感仪器发展到多种遥感仪器同时飞行作业。如同时装载两台航空照相机,使用不同镜头或胶片,进行航空摄影;同时装载1台成像光谱仪和1台航空照相机等,一次飞行中同时获取两种以上遥感信息;可根据需要加载CCD数字照相机、摄像机、激光测高仪等,飞行效率大幅提高。

4 发展展望

2010年1月,国家发改委批准并投资航空遥感系统建设,建设内容包括遥感飞机平台、遥感信息获取系统、遥感数据综合处理与管理信息系统以及配套的土建工程。航空遥感系统作为国家科学研究的共享平台,将主要完成科学实验和国家航空遥感基础数据获取两大任务,并具有“科学实验”、“巡航”、“应急响应”、“订单”等运行模式。系统建设期间由中科院电子学研究所负责,建成后由中科院对地观测与数字地球科学中心运行,飞行基地设置在石家庄机场。

航空遥感系统的科学目标:获取我国陆地、大气、海洋电磁波信息和形态信息;开展我国地球系统区域要素与变化规律的研究和地球系统科学研究,在地表物质的遥感信息机理、应用模型和参数验证等遥感信息科学方面获得原始创新成果;为发展具有国际领先水平的遥感设备,满足国家在空间信息获取技术上的急需,为国家地球观测计划做出贡献。

航空遥感系统将成为开展我国地球系统科学研究的有效技术手段,成为提高和发展我国遥感信息科学与技术的实验平台,成



中国科学院

为我国信息化建设和国家安全的科学数据源,促进我国遥感设备、遥感数据以及遥感应用的产业化。

4.1 成为地球系统科学研究的重要科学数据源

利用航空遥感系统可对我国陆地、大气、海洋进行观测,获取并积累其电磁学、形态学及地球物理学的多维观测数据和信息,将这些数据信息与卫星和现场观测获取的数据信息同化与融合,立足我国开展气溶胶与光学厚度;海平面下降、冰覆盖面积、湖泊减少;土地资源的保护和恢复、沙漠化;居民区分布与生态要素变化等地球系统区域要素与变化规律的研究,为国家经济社会与资源环境和谐发展提供重大基础性信息支持,促进人类对地球的认识及人与自然的协调发展。

4.2 促进我国遥感技术发展

利用航空遥感系统,可探索电磁波与地表物质的相互作用机理,分析遥感信息特性与地学、宏观生物学、生态与环境科学之间的相互关系,可服务于新型对地观测技术的发展、突破国外技术壁垒,促进我国遥感设备技术创新和遥感应用领域的开拓。同时,航空遥感系统可成为我国空地一体化的遥感实验平台,通过航空试验验证及其获得的模拟数据,在卫星立项前的技术可行性论证、研发阶段的航空定标及应用数据获取

中,支撑卫星系统与地面应用系统的建设,从而有力地支撑我国航空航天对地观测系统和技术的创新跨越式发展。

4.3 满足国家重大需求,发挥重大的社会效益

作为我国民用高分辨率空间遥感数据主要来源,航空遥感系统可承担国家基本地图测绘作业的部分任务,有力支持国家的一系列大型发展计划的实施;可为国家的城市化发展提供数据保障,成为我国电子政务建设重要信息支撑系统,成为国家环境和灾害监测的信息平台。

4.4 促进我国遥感设备和数据的产业化

航空遥感系统配备了新型的遥感设备,其波段覆盖范围宽,一次飞行可以获取多种遥感数据,大大缩短了数据获取的周期,减少了遥感数据获取的成本,可以弥补星载遥感数据源的不足,尤其是城市发展和我国西部地区基础数据不足的问题,有效解决数据源不足这一瓶颈问题。航空遥感系统的建设将大大降低航空遥感数据应用的门槛,加速遥感数据在各部门和行业的应用,从而大大促进我国遥感设备和遥感数据的产业化水平。同时,随着各种航空遥感数据在各行各业的应用和发展,应用部门会反过来要求研制更新的遥感设备来解决实际应用中出现的问题,从而促进遥感设备的研制和应用。

(相关图片请见封二、封三)