

遥感卫星地面站的运行与发展*

中国科学院对地观测与数字地球科学中心¹

中国科学院高新技术研究与发展局²

(1 北京 100190 2 北京 100864)

关键词 重大科技基础设施, 遥感卫星地面站, 运行发展

1 科学背景

卫星遥感是 20 世纪 60 年代新兴的科学领域之一, 它是以卫星为平台, 利用遥感仪器对地球或其他太空目标进行观测, 观测数据经过地面站的接收和处理, 转化成可供各行各业应用的、信息极其丰富的数据资料。目前, 卫星遥感已逐渐成为各国空间对地观测领域的主要科技手段之一。

在我国拥有自己的遥感卫星地面站之前, 科技工作者只能通过购买国外的卫星数据获取相应的资料, 难度大、时效性差、数量极其有限。为满足我国遥感事业发展的迫切要求, 以邓小平同志和卡特总统签订的“中美科技合作协定”为基础, 中科院于 1986 年建成了遥感卫星地面站(简称“地面站”)这一国家大科学装置, 后经不断发展, 具备了覆盖全国及亚洲 70% 疆土的接收能力, 保存了 20 余年超过 200 万景的各类遥感卫星数据。2007 年, 地面站加入中科院对地观测与数字地球科学中心后, 与航空遥感系统一起成为我国对地观测领域的核心基础设施。

2 地面站概况

1986 年, 中科院中国遥感卫星地面站建成。1999 年, 中国资源卫星发射成功, 地面站开始接收其数据。2007 年, 地面站归入中科院对地观测与数字地球科学中心。2007

年, 喀什卫星数据接收站建成并运行。2009 年, 三亚卫星数据接收站奠基。

地面站装置的运行已有 20 余年, 建立了一套科学、系统、高效的运行管理模式, 造就了一支团结、严谨、专业的运行管理队伍, 形成了完整的卫星接收、处理、分发体系。

2005 年, 地面站获得了 ISO9001 质量管理体系认证证书, 进一步规范了运行和科研管理工作, 使其真正达到规范化、科学化, 保障了装置的高效运行。

目前, 地面站装置已形成了以北京总部的运行管理与数据处理为核心, 密云接收站、喀什接收站、三亚接收站为数据接收点的运行格局, 形成了较为完善的运行管理系统、数据处理系统、数据管理系统、数据检索与技术服务系统等, 能够处理多种卫星影像数据。接收站内配备多部接收天线及相关的各种卫星数据接收、记录设备, 实现了覆盖全国疆土的数据接收、处理和服务能力。

3 地面站的运行

3.1 不断扩展的数据资源

拥有丰富的卫星数据资源, 不仅对于地面站装置本身极为重要, 而且是地面站为我国对地观测事业发挥核心作用以及为全国遥感用户服务的集中体现。

1986 年, 地面站开始接收美国 LANDSAT-5 光学卫星数据; 1992 年, 开始

* 收稿日期: 2010 年 4 月 2 日



中国科学院

接收欧空局 ERS-1 和日本 JERS-1 合成孔径雷达数据,初步实现了全天时和全天候的对地观测;1997 和 2008 年,分别实现对加拿大 RADATSAT-1 和 RADATSAT-2 的接收,拥有了国际最先进的民用合成孔径雷达观测数据源,多模式、全极化、3 米空间分辨率等成为其突出的优势。

地面站于 2002 年开始接收的 SPOT-5 卫星,以其灵活的观测模式、较高的空间分辨率、高质量的可靠运行,成为世界上最成功的业务化运行卫星之一。

更值得一提的是,从 1999 年开始,我国所发射的一系列对地观测卫星都由地面站负责接收数据,其中包括 CBERS-1、CBERS-02、CBERS-02B、HJ-1A、HJ-1B 等。

此外,为满足遥感用户对高光谱分辨率、高空间分辨率数据的需求,地面站还通

过业务代理的方式,面向国内分发 ALOS、ASTER 等卫星数据(表 1)。

3.2 全国陆地观测卫星接收站网

地面站建成时仅拥有一个接收站,接收圈的覆盖范围占我国陆地国土的约 80%,这种局面长期制约着我国西部地区的数据获取和地面站为全国用户服务的能力。2000 年,中科院向发改委提交了陆地观测卫星数据全国接收站网建设工程(简称站网)项目建议书,通过北京密云、新疆喀什和海南三亚 3 个站点组成国家民用陆地观测卫星数据接收站网。

站网项目的总体目标是形成覆盖全国的民用接收站网,具备对我国和国际重要陆地观测卫星的运行性数据接收能力,以及与之配套的站网运行管理和数据传输能力,系统整体框架可满足现在和未来国内外陆地

表 1 世界各国遥感卫星运行情况

编号	卫星名	所属国家 或组织	开始接收时间	目前运行状况	
				卫星失效	正常运行
1	LANDSAT-5	美国	1986		√
2	ERS-1	欧空局	1993	√	
3	JERS-1	日本	1993	√	
4	ERS-2	欧空局	1995		√
5	RADARSAT-1	加拿大	1997		√
6	SPOT-1	法国	1998	√	
7	SPOT-2	法国	1998	√	
8	CBERS-01	中国	1999	√	
9	SPOT-4	法国	1999		√
10	LANDSAT-7	美国	2000	√	
11	SPOT-5	法国	2002		√
12	ENVISAT-1	欧空局	2003	√	
13	CBERS-02	中国	2003		√
14	RESOURCESAT-1	印度	2005		√
15	CBERS-02B	中国	2007		√
16	RADARSAT-2	加拿大	2008		√
17	HJ-1A	中国	2008		√
18	HJ-1B	中国	2008		√

观测卫星数据接收、处理与分发服务的需要,为我国经济建设、社会发展和国家安全提供较全面的空间遥感数据支撑。

历经数年,站网项目取得了实质性的进展。2007年8月喀什站落成,先后有两座天线接收系统建成并投入运行。同年11月,密云站新建12米天线接收系统。2010年1月,三亚站第一套天线接收系统测试验收完成并投入试用。

目前,密云、喀什、三亚站联网覆盖全国疆土的卫星地面接收站网格局已基本形成,优先保证了我国环境与灾害监测预报小卫星星座以及中国资源卫星数据接收,取得了巨大的社会效益。

3.3 系统能力的持续提升

在中科院大科学装置维修改造项目的大力支持下,地面站完成了一系列装置维修改造和自主创新项目,使卫星数据的接收、处理、存储、检索和深加工等系统能力显著提升,装置的运行水平迈上了一个新的台阶。

“多元卫星海量数据处理与存储系统”项目是对现有的各数据处理系统实行技术改造,用最新的技术和设备建立海量数据存储体系,建立先进的系统运行和数据处理管理控制体系,实现数据处理和产品生产的进一步高效化。目前,该项目的所有系统投入正式运行,效益十分突出。

“10米接收系统国产化改造及信道资源整合”项目,旨在对现有的接收系统设备进行国产化改造,提高其运行能力;对信道设备进行整合和自动化监控改造,实现资源的最大化利用;研制通用数据记录和数据回放系统,切实保障数据安全;开发故障诊断专家系统,传承20年来的运行和维护经验服务于运行。

2008年,“遥感数据异地备份系统”项目正式立项,将建成遥感数据异地备份与容

灾体系,实现数据的安全存储、相互检索、动态备份及快速恢复,为我国珍贵的历史对地观测数据的长期安全存储提供可靠的技术保障。

卫星遥感数据目录服务系统、ENVISAT雷达卫星数据共享系统以及卫星数据发布系统研制成功后运行状态良好,常年稳定运行保障了网络数据服务系统业务运行的连续性。此外,新一代的“空间遥感数据用户网络服务系统”正在建设之中。

地面站努力开展对地观测数据深加工处理技术和增值产品生产研究,不断扩大深加工产品的种类和服务范围,通过技术和系统创新,形成自主品牌,以“遥感影像自动正射系统”为代表,逐步实现了从低端数据产品向高端深加工产品和信息产品的发展变化。

4 应用成果

地面站装置运行20余年来,以其基础性的卫星数据的提供、典型的应用示范研究,将装置的成效突出体现在全国各行业的遥感应用成果中,为全国对地观测领域所提供的的数据量逐年大幅度递增,真正起到了国家对地观测领域核心基础设施的作用。

4.1 为国家重大遥感需求提供持续重点服务

在国家环保部的全国生态环境质量评价中,从2008年地面站就开始重点保障其对卫星数据需求,实现对全国生态环境进行连续监测。两年中,累计提供全国范围的LANDSAT等卫星影像近千景,数据面积达到800万平方公里,覆盖国土面积80%以上。环保部利用这些数据,结合其他数据资源,定期发布年度全国生态环境质量报告,为我国生态环境保护、管理提供决策依据。

西部测图工程是国家测绘局为弥补我国1:50 000地形图中的无图区域而实施的一项重大工程,将完成西部5 032幅空白



中国科学院

区地形图的测绘任务,建成西部基础地理信息数据库和专题要素数据库,为经济建设、国防安全和社会发展提供及时、可靠、适用的测绘保障和地理信息服务。地面站装置为该工程提供了 RADARSAT-2 等雷达和光学卫星数据上千景,其中 85% 以上的数据为超精细模式数据。

国家海洋局的环渤海湾油污污染监测项目是利用多源卫星遥感资料,建立业务化的海上溢油应急响应遥感监测系统,为执法监察提供导航服务,并最终服务于海洋溢油污染应急响应。为满足项目的数据需求和时效性要求,2007 年 1 月—2010 年 3 月,地面站共计提供 RADARSAT、ENVISAT 等卫星数据 1 300 余景,监测密度达到了每 2 天拍摄一次,所有卫星数据均以近实时方式(接收后 2—4 小时提供数据)交付。

全国土地大调查项目是国土资源部组织的国家重大项目,目的是为掌握真实的土地基础数据,为严格土地管理、加强和改善宏观调控提供可靠依据,满足经济社会发展及国土资源管理的需要。两年来,地面站共向有关部门提供 LANDSAT 等各类卫星数据 1 270 多景,覆盖我国 780 万平方公里的国土面积,包括所有农业区域和城市。

全国森林调查项目和荒漠化监测项目由国家林业局组织实施,对我国森林面积、森林蓄积量、森林覆盖率、森林质量、森林结构进行详细的调查统计,完成荒漠化和沙化趋势监测调查、对荒漠化和沙化地区进行监测。地面站先后为这两个项目提供了 RESOURCESAT-1、LANDSAT-5 数据 620 余景,其所覆盖的森林区域和荒漠化区域达 430 万平方公里,占我国陆地面积的 45%。

农业部农作物估产是地面站装置常年进行的重要项目。近两年来,地面站为该项目共提供 RESOURCE-SAT-1 等数据 380 余景,建立起了农作物产量遥感估产体系,

对我国社会经济的持续稳定发展具有巨大的推动作用。

4.2 突发自然灾害的监测与评估

2008 年 5 月 12 日,四川汶川发生了 8.0 级大地震。灾情发生后,地面站即刻开始有计划地获取覆盖灾区的高分辨率雷达与光学卫星数据,并对数据进行及时处理。其中,共完成 RADARSAT、ENVISAT、RESOURCESAT-1、CBERS-02 和 -02B 等卫星数据的接收 30 余轨,灾前和灾后数据处理 120 余景,下载各类高分辨率卫星数据 440 多景,数据总量达 230GB。地面站向国家相关部门共享了数量庞大的卫星遥感数据,为国家决策部门及时布局抗灾力量提供了科学依据,体现了国家大科学装置在危难时期应有的作用。

2008 年 2 月,我国南方大部分地区和西北地区东部出现了建国以来罕见的雨雪冰冻极端天气。地面站充分发挥自身优势,在第一时间为受灾地区提供了大量雷达以及光学卫星数据,其中包括接收、近实时传输灾害相关数据 10 余条轨道,处理灾前、灾后相关数据 60 余景,为灾害的监测与评估提供了科学、可靠的数据依据。

2008 年 6 月后,青岛近海出现大面积浒苔,对生态系统造成了严重后果,如不及时有效清理,将对奥运会的帆船比赛造成恶劣影响。应青岛奥运会帆船赛区浒苔紧急监测部门的请求,地面站为其陆续提供 RADARSAT-1/2 卫星的紧急编程服务 51 次,所有数据在接收后 4 个小时内交付,为浒苔的清理提供了有力的数据支持。

5 未来展望

5.1 综合实力与核心竞争力的增强

伴随着国家对地观测事业的发展,“十二五”期间,我国已经规划的一系列新的遥感卫星即将陆续发射,其中有环境与灾害监测预报小卫星星座的 HJ-1C、中国资源卫星

CBERS-03/04 卫星和资源三号卫星等,这些卫星都将由对地观测与数字地球科学中心承担接收任务。

但是,仅靠国产卫星远远满足不了国家各行各业对数据资源的需求,国际高水平的遥感卫星数据将继续在我国各遥感应用领域扮演重要角色。地面站装置也将继续发挥在这方面的核心作用,不断为广大遥感用户提供新的先进的遥感卫星数据源。2010 年,地面站将实现泰国 THEOS 卫星数据的接收处理与分发,添补国内相关数据资源的缺口。2011—2013 年,预计将实现法国 PLEIADES 和美国 LDCM 卫星的接收。

在遥感卫星地面系统方面,地面站初建时,一切都是引进,随着我国遥感卫星地面系统的研究和建设能力快速发展,与国外的差距也日益缩小。与此相适应,卫星地面系统也将迎来新的变革,如针对高码速卫星数据接收的新一代接收系统,基于快速响应需求的遥感卫星数据自动化方式的快速处理系统,针对新型传感器数据的地面等。对地观测中心正在统筹规划,有序开展上述各项研究工作,将在遥感卫星地面系统研制中取得更重要的成果。

5.2 面向全国的数据共享服务

目前,在我国对地观测领域的科学研究和遥感应用产业化发展突飞猛进的形势下,对遥感卫星数据资源的需求空前高涨。对地观测与数字地球科学中心审时度势,积极主动地面向国家的战略需求,将实现国家层面的遥感卫星数据资源共享作为今后工作的重点之一。2010 年,中心将以 LANDSAT、RESOURCESAT、ERS 和 ENVISAT 等中分辨率数据的大规模共享,实现数据服务模式的重大的转变。预计,此举将在我国对地观测领域产生重大影响和效果,使卫星数据的使

用量成倍增长,为国家产业和科研部门以及遥感应用事业的发展提供强大的数据基础,为中科院大科学装置在国家经济建设和社会发展中发挥重要作用添上浓墨重彩的一笔。

5.3 依托装置的科学研究

未来,地面站将充分依托对地观测中心天空地一体化遥感监测的技术优势,进一步发挥在大科学装置运行、多源数据综合和多学科交叉等方面的诸多优势,以灾害应急响应、资源环境动态监测、国土资源大调查等为重点,深入开展新型传感器和空间信息平台研究,积极承担国家各类项目,不断拓展新的领域,在数据获取、技术发展、信息服务等方面发挥更大的作用,做出有影响力的成果。一方面,围绕“创新 2020”,积极推动并争取承担中科院战略性先导科技专项等项目,在空间信息科技、应对气候变化等重大项目中发挥应有作用。另一方面,积极参与科技部等部门的应对气候变化重大专项战略研讨和规划制定,发挥重大科技基础设施在国家重大科技专项中的作用。

地面站装置的运行为我国遥感科学技术的发展提供了基础平台与技术支持,填补了我国空间遥感领域数据源的空白,极大地推动了我国遥感应用领域的扩展以及从实验阶段向实用化、产业化发展。在以土地利用、灾害监测与评估、林业调查、农业估产、资源环境调查、大工程规划为代表的等方面发挥了显著作用。正如温家宝同志 1997 年元旦视察地面站时所指出的:“地面站的建立开创了我国航天遥感的新时代。运行服务产生了巨大的经济和社会效益,为国民经济建设和社会发展做出了很大的贡献。”

(相关图片请见封二、封三)



中国科学院