

我国遥感数据的集成与共享研究

周成虎¹, 欧阳¹, 李增元²

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所资源与环境信息系统国家重点实验室, 北京 100101;

2. 中国林业科学研究院林业资源信息研究所, 北京 100092)

[摘要] 随着在轨运行服务卫星数量地不断增加和数据获取能力地不断增强, 可利用的遥感数据成倍数增加, 遥感数据集成与共享成为时代的潮流。在分析国际发展现状的基础上, 进一步总结出国际发展的全球化、系统化、规范化、网络化等特征; 在分析评价我国现有遥感数据资源和集成共享现状的基础上, 进一步提出了我国开展遥感数据集成与共享的几点建议和设想。

[关键词] 遥感数据; 集成; 共享

[中图分类号] V557⁺·3 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2008)06-0051-05

1 前言

对地观测技术是国家重要的战略高新技术, 对地观测所获取的大量遥感数据是国家基础性和战略性的空间信息资源。经过 40 多年的发展, 我国的对地观测技术与科学得到了突飞猛进的发展, 遥感数据资源极大丰富, 在国土资源调查、农作物估产、森林资源普查、基础测绘、城市规划、重大灾害与环境事件评估等方面得到了广泛应用, 并在政府科学决策与管理、全球与重点地区监测等方面发挥了重要作用^[1,2]。整合现有的遥感数据资源, “盘活” 现有空间数据存量, 减少浪费, 提高遥感数据的有效供给, 可为科学研究提供支撑, 为相关行业应用向广度和深度发展提供基础, 为国防安全建设提供有力的信息保障^[3,4]。

2 国际遥感数据集成与共享研究发展状况

作为一种资源, 遥感数据可以不断地被重复使用, 发挥遥感数据的作用, 也是对巨额投资的回报。因此, 遥感数据的集成与共享普遍受到世界各国重视。美国、加拿大、英国、德国、澳大利亚、芬兰、瑞典等发达国家先后颁布了国家或行业遥感数据标准,

制定并实施了一系列包括遥感科学数据在内的空间信息和共享网络计划, 以提高遥感科学数据共享与服务的水平。美国国家宇航局 (NASA) 于 1990 年成立了分布式动态数据中心 (DAAC), 集成了 2 000 多个数据集, 总数据量达上千 TB, 而且数据量每天都在大幅增长中, 如 Terra 卫星每天大约新增 194 GB 的数据^[5]。用户通过登录任何一个 DAAC 的 EOS 数据门户网站 (EDG), 均可在一个统一的界面上搜索、订购或下载数据, 任一 DAAC 执行特定的 CGI 搜索后台一个庞大的数据库, 将结果根据用户所指定方式返给用户; 美国国家海洋与大气管理局 (NOAA) 提供了覆盖全球的 AVHRR 及其产品的数据在线共享; 美国地质调查局 (USGS) 提供多种比例尺 (1:250 000, 1:24 000) 数字高程、全球陆地卫星等数据共享和下载服务, 特别是最近发布的全球陆地高程数据集 SRTM。

欧盟各国形成了区域性的合作体系, 共同采集、加工处理和分发使用多种遥感数据。在瑞典设立的地面站负责接收包括欧空局和其他国家的卫星遥感数据, 接收到的数据由设在比利时、法国、英国和意大利的 5 个中心分工进行处理, 产品提供给欧盟各国使用。印度、巴西和泰国等发展中国家也极为重

[收稿日期] 2008-03-06

[作者简介] 周成虎 (1964-), 男, 江苏海安县人, 国际欧亚科学院院士, 中国科学院地理科学与资源研究所研究员, 研究方向主要是遥感与地理信息系统

视包括遥感科学数据在内的空间信息系统的建设,设立了专门负责空间技术发展和信息管理的国家机构,在统一规划的前提下,加强空间信息在科技发展中的应用,积极倡导空间信息资源的充分共享。

许多国际组织也一直在促进遥感数据的全人类的共享。国际气象组织所推进的气象卫星数据的共享使用,从广泛的意义上讲,促进了全世界气象研究和预报的水平。无论是美国的 NOAA 系列卫星,还是日本的 GMS 卫星,或是我国的 FY 卫星,已成为世界各国天气预报的基本数据资料,并在全球变化研究中,占有重要的地位。

进入 21 世纪以来,国际遥感数据共享进入了一个新的发展阶段:遥感数据以每日 TB 量级在增长,遥感数据集成与共享呈现出资源整合全球化、资源管理系统化、保存设施现代化、技术规范标准化、共享服务信息化等发展趋势,区域之间、国家之间大规模的联合与共享体系正在逐步形成。例如,全球对地观测组织(GEO)在全球综合对地观测系统(GEOSS)十年实施计划中,希望通过全球地、全面地、整合地和持续地努力,充分集成世界相当大部分的遥感数据和产品,全面优化社会经济信息同化模型和当前的对地观测能力建设,进一步加强对地观测战略与系统间的相互协调,寻求最大限度缩小数据差距的措施,在遵守相关国际公约和各国政策法规的基础上,以最短的时间、最低的成本和全面、开放的方式交换地面、航空和航天的遥感科学观测数据,为实现全球的可持续发展和千年目标做出贡献。例如,为了在世界范围内减轻灾难的影响,英国国家航天中心/灾害卫星监测星座联盟、法国国家太空研究中心、阿根廷国家航天活动委员会、加拿大航天局、欧洲航天局、印度太空研究组织、日本国家宇宙航空探测署、美国国家海洋大气管理局、美国地质调查局、中国国家宇航局等参与《空间与重大灾害国际宪章》的成员,将他们收集的各种各样民用和商用卫星数据,即时地提供给全世界任何受灾难影响的地方,实现对重大自然灾害的紧急反应,实现了一个面向特定应用的全球数据共享应用体系。

3 我国遥感数据集成与共享研究发展现状

3.1 我国遥感数据资源状况

从 20 世纪 50 年代的航空遥感时代,到 80 年代开始持续运行的航天遥感,我国多个行业部门、科研机构及相关企业已经获取、存储和管理了一大批遥

感数据。据初步估计,我国民用遥感科学数据的存档数据量超过 630 万幅(景或轨),总存储容量超过 660 TB,覆盖全国陆地及海域,以及周边国家和地区 1 500 万平方公里的地球表面。按其空间分辨率状况,可以分为高分辨率、中分辨率和低分辨率遥感数据。其中,高分辨率遥感数据主要包括 SPOT5, IKONOS, QUICKBIRD 等遥感卫星数据和航空遥感数据,覆盖范围主要是全国重点城市。这些数据主要保存在各行业部门和科研院所,其中国家基础地理信息中心收集整理了全国航空遥感数据 400 多万幅,数据量约为 400 TB;遥感卫星地面接收站及国土资源部存档了 33 万多景 SPOT5 数据及其相应的正射影像产品,总数据量达到 50 TB。

中高分辨率遥感数据主要为覆盖全国的 Landsat(MSS, TM, ETM+)、CBERS(CCD)、IRS(AWIFS)数据,以及全国部分地区的 SPOT-HRV 数据。其中,1972—1985 年间的 MSS 数据约 3 442 景,数据总量超过 1.3 TB;我国遥感卫星地面站接收处理与保存了 Landsat TM(1986 年—)、ETM(1999 年—2004 年)、IRS-LISS(2004 年—)、SPOT-HRV(1997 年—)约 140 多万景,数据总量为 150 TB;中巴地球资源卫星(CBERS)由中国资源卫星应用中心负责保存与处理,目前已有存档数据 40 余万景,数据总容量 40 TB;北京 1 号小卫星,从发射到现在,存档数据约 3 TB。

低分辨率遥感数据主要包括气象遥感科学数据和海洋遥感科学数据。气象遥感科学数据主要包括 NOAA-AVHRR、EOS-MODIS、GMS、FY-1、FY-2 以及 SPOT-VGT 等卫星遥感数据,数据总量超过 22 万轨(景),数据容量为 62 TB。国家卫星气象中心积累了自 20 世纪 70 年代中期开始存档的卫星图像胶片和 10 余年的气象卫星磁带资料,其中覆盖全国及其周边地区的 NOAA 卫星原分辨率的 AVHRR/HRPT 资料是当今全球变化研究难得的宝贵资料。我国的海洋遥感科学数据主要来自我国的海洋遥感卫星 HY-1 及美国 SeaWiFS 数据。数据主要由海洋局卫星海洋中心及海洋局第二研究所接收、保存与处理,其中,HY-1A 的数据为 1 830 轨,SeaWiFS 数据 10 300 轨,生产了 30 多种高级海洋遥感科学数据产品,总数据容量达 4.5 TB。

3.2 我国遥感数据共享研究与发展的现状

近年来,随着我国遥感事业的发展,国家经济建设和科学研究对卫星数据的需求不断增加,研究和

发展卫星遥感数据共享的新思路具有重要意义,特别是国家科学数据共享平台计划的启动,对遥感数据共享给予了巨大的促进,创造了良好的氛围^[6]。目前,国家发展改革委员会协同有关部门,正在协商遥感数据集成与共享政策和措施,有些部门已经先期开展了一系列的研究和试验。以下介绍我国已经取得成功的几个遥感数据共享体系,其中有些是系统性的数据共享,有些是部分试验数据共享,有些是元数据集的信息服务。

3.2.1 EOS - MODIS 数据共享平台

作为世界上先进的对地观测系统, EOS - MODIS 可提供中等分辨率的遥感数据。中国科学院地理科学与资源研究所在国内建成了第一个地面接收站,于 2002 年 9 月开始提供 TERRA - MODIS 数据共享;在国家科学数据共享工程的支持下,又于 2004 年开通了国家对地观测系统 MODIS 共享平台网站,率先实现了我国对地观测数据的无偿共享,成为我国对地观测系统数据共享事业发展的重要里程碑,掀开了我国遥感数据共享的序幕。通过该门户网站,用户只需注册简单信息并遵守相应协定即可获得 MODIS 数据下载权限。该网站的开通,使得政府、教育、科研院所与商业等部门、个人可以迅速获取实时海量的卫星数据,将会极大地提高国家投资数据的社会经济效益,并逐步形成数据—效益之间的良性循环。这是我国利用国际遥感数据资源促进数据共享的成功范例。

尔后,在科技部国家科学数据共享工程的进一步支持下,国家卫星气象中心于 2006 年建成了我国 EOS - MODIS 数据集成与共享平台:构建了覆盖全国的由 6 站组成的 EOS/MODIS 数据接收站网(中国气象局北京站、乌鲁木齐站、拉萨站、广州站,国家卫星海洋应用中心三亚站、北京站),实现了覆盖全国的 EOS/MODIS 数据稳定业务接收,并向设立在国家卫星气象中心的 EOS/MODIS 数据中心实时传输;结合数字视频广播技术和地面网络技术,既可以通过 DVB - S 广播系统主动实时广播分发,也可以通过 Internet 网络系统提供联机检索与下载,从而全方位满足了全国业务和科研用户的不同数据需求和时效需求。

在 MODIS 数据共享的基础上,国家卫星气象应用中心将进一步开展 NOAA, FY 等气象卫星数据的网络共享。

3.2.2 中巴资源卫星数据共享服务系统

1999 年 10 月 14 日,由我国和巴西共同研制的

中巴地球资源卫星 01 星成功发射,填补了我国没有传输型陆地观测卫星的空白,2003 年 10 月 21 日,中巴地球资源卫星 02 星也顺利升空。经过 10 年的努力,资源卫星数据质量得到了较大改善,数据量化应用服务能力得到加强,数据分发服务能力得到大幅提高,针对资源卫星数据处理的自主应用软件的开发取得较大进展,特别是自 2006 年 4 月 1 日起,中巴地球资源卫星 02 星数据实行免费网上分发政策,进一步降低卫星数据应用的门槛,扩大卫星数据应用领域,开拓了我国国产卫星数据免费共享的先河。目前,资源卫星的国内用户已达到 200 多家,数据正在逐步进入各行业遥感业务运行系统,并在全国生态环境调查、土地资源大调查、海岸带资源调查等国家重大工程及自然灾害管理中得到应用。国际上也对中巴资源卫星的数据表现出浓厚兴趣,已经初步拟定在澳大利亚、加拿大、挪威开始中巴资源卫星数据落地和分发试验。其他许多国家也正积极申请使用资源 1 号 02B 卫星的数据。我国政府还以资源 1 号 02B 卫星加入了联合国《空间及重大灾害国际宪章》机制,体现了我国航天对世界的贡献。截止到 2006 年底已累计分发超过 30 万景。中巴资源卫星数据是世界上第一个中高分辨率的共享卫星遥感数据。

3.2.3 ENVISAT - ASAR 数据共享

ENVISAT 卫星是欧洲迄今建造的最大的环境卫星,也是费用最高的地球观测卫星之一,总研制成本高达 25 亿美元。卫星上载有 10 种探测设备,其中当今世界上最先进的民用合成孔径雷达(ASAR)传感器,可生成海洋、海岸、极地冰冠和陆地的高质量图像,不仅具有全天时、全天候对地观测的能力,而且有多角度多模式观测、双极化、宽幅成像的能力。该卫星数据在制图、资源勘查、气象及灾害判断等领域均有良好应用。2005 年 4 月,在科技部“国家科技基础条件平台工作项目”的支持下,作为实施卫星遥感数据共享举措,中国科学院遥感卫星地面站于 2005 年率先将 323 景 ENVISAT ASAR 数据开放共享,通过现代化网络服务手段,向全国遥感用户分发共享数据。几年来,该数据集被下载 8 756 次,下载数据总量达 2 217 GB,相当于数据被重复利用 200 多次,对促进 SAR 数据分析和研究起到很大的作用。

“龙计划”项目是中欧双方在遥感领域一项较大的合作项目,其主要内容是利用欧洲空间局 ENV-

ISAT 和 ERS 遥感数据、我国的对地观测数据,在我国开展遥感监测和制图应用技术研究^[7]。中欧双方有近 200 多名科学家参与项目的合作研究,涉及 10 余个国家。迄今,欧洲空间局已为该项目免费分发了 4 000 多景 ASAR 数据及 1 500 多景环境卫星(ERS)数据。这项针对性的国际合作,遥感数据共享起到非常关键性的作用。

3.2.4 我国遥感卫星地面接收站的图象检索数据库

我国遥感卫星图像检索数据库是我国唯一存储遥感元数据和快视浏览图像的数据库。数据库中存储着我国遥感卫星地面站至今为止接收并处理的美国 Landsat 5/7 卫星、法国 SPOT 1/2/4/5 卫星、加拿大 RADARSAT 1、欧空局 ERS 1/2 以及 ENVISAT 卫星、印度 Resourcesat(IRS P6) 卫星等对地资源观测卫星的快视数据。目前,数据库中现有数据总量在 130 GB 左右,每周更新 3 次。用户可以根据不同应用需求,按照卫星种类、传感器模式、成像时间、地理位置等参数通过互联网查询他们所关心的遥感数据。

遥感卫星图像检索数据库所提供的数据服务为我国遥感应用各相关领域实用化、产业化发展,特别是在农业估产、林业调查、土壤、水文、地质分析、海洋环境监测、城市土地利用、国土资源调查、多种自然灾害监测与评估等方面发挥了显著的作用。

4 我国遥感数据集成与共享发展的思考和展望

4.1 中近期我国对地观测卫星的蓬勃发展

经过 40 多年的发展,我国在地球观测领域取得一系列成绩:在数据获取能力方面,成功研制一系列传感器,发射 20 多颗地球观测卫星,风云、海洋、资源等 3 大民用系列遥感卫星体系基本建成,环境与灾害卫星星座正在建设中。气象卫星是我国最早发展的遥感卫星系统。1988 年开始发射气象风云系列卫星,目前在轨运行的风云 2 - C 卫星发射于 2004 年 10 月,设计工作寿命 3 年,可见光波段地面分辨率 1.25 km,红外 5 km,可每小时获取一次可见光、红外与水汽云图数据。风云 3 和风云 4 卫星也在规划中。

在资源卫星系列方面,1999 年 10 月发射了我国和巴西合作研制的中巴资源卫星 01 星,2003 年 10 月又发射了中巴资源卫星 02A 星,2007 年 10 月发射了中巴资源卫星 02B 星,目前在轨正常运行。

正在规划发射资源卫星 03/04 星。我国数字传输型遥感卫星发展较晚,但发展势头良好。

我国于 2002 年 5 月发射了第一颗海洋卫星 HY - 1A 卫星,结束了我国没有自己海洋卫星的历史,其运行近 2 年获取了大量的海洋水色数据,卫星资料已经在海洋各个领域发挥了重要的作用;2007 年 4 月 11 日海洋 1 号 B 卫星发射。海洋 1 号 B 卫星有效载荷为 10 波段海洋水色扫描仪,星下点地面分辨率 1.1 km,重访周期水色扫描仪 3 天;4 波段海岸带成像仪,星下点地面分辨率 250 m,CCD 成像仪 7 天。该卫星主要用于海洋水色环境要素、海表温度、海洋污染物和近海海岸带环境探测,其数据产品将广泛应用于海洋资源开发和管理、海洋环境监测、海洋灾害监测和海洋科学研究等领域。

目前,我国正在研制灾害与环境监测预报卫星星座系统(初期为 2 + 1 颗小卫星),首颗卫星将于 2008 年发射。2 颗卫星搭载光学载荷,每颗光学星上各有 2 台 4 谱段宽视场 CCD 相机,30 m 分辨率,720 km 幅宽;一颗星上有 128 谱段高光谱成像仪,像元分辨率 100 m,幅宽 50 km,光谱分辨率 5 nm;另一颗星上有多谱段红外扫描仪,中近红外和远红外分辨率分别为 150 m 和 300 m,幅宽 720 km。还有一颗 SAR 星,单波段,分辨率 20 m,幅宽 100 km。在商业化高性能微小卫星方面,2005 年 10 月我国发射成功北京 1 号微小卫星。星上搭载分辨率为 4 m、幅宽 24 km 的全色相机和分辨率 32 m、幅宽为 600 km 的多光谱 CCD 相机。

这些卫星系统发射与运行服务,极大地增强了我国对地观测的能力,并获取了海量的遥感数据,进而为遥感数据共享提供了可靠的数据基础。同时,这些系统数据的充分利用也是评估系统作用的主要指标之一。我国在今后的 15 ~ 20 年内,将要发射一批遥感卫星,形成多个业务化的运行系统。如何将这些海量的遥感数据以最低的成本、最即时的响应和便捷的方式,提供给所需要的用户或应用部门,也是我国各行各业共同面临的挑战。因此,加强遥感数据集成与共享服务具有特别重要的现实意义。

4.2 对我国遥感数据集成与共享的思考

我国地域广阔,自然环境复杂多样,并且正面临着严重的生态与环境危机。充分利用已有的各种遥感数据,挖掘其中的潜力,对解决我国所面临的资源与环境问题将有极大的帮助,同时也有助于最大限度地发挥对地观测技术投资的社会效益。根据我国

对地观测技术发展现状和未来趋势,对我国进一步开展遥感数据集成与共享提出以下几点思考与宏观建议。

4.2.1 建立国家层次的遥感科学数据共享协调管理机制

我国遥感数据主要来源于自主获取的卫星遥感与航空遥感数据和购买的国外卫星数据两类,而这些数据的使用和共享涉及多行业、多部门、多单位,数据在形式和内容方面也相当复杂,且全社会的需求越来越多。因此,对于国际遥感数据的共享,通过国家的宏观调控、调整、引导和管理遥感科学数据的共享利用的方法和规则,研究和建立由政府统一采购、统一处理、数据完全共享的协调管理机制,这样不仅解决数据重复采购问题,而且提高了数据处理水平和深化应用的水平;对于自主遥感数据,应实施政府引导下的数据采集、加工服务体系,建立包含多个网络节点、由高速宽带网连接的共享网络平台^[8,9],推进高空间分辨率遥感数据产业化政策的制定和实施。

4.2.2 加强遥感数据综合处理和深加工技术与系统建设

针对未来多平台、多源、多系统的遥感数据特征,深入开展多源、长序列遥感数据的综合处理技术和产品加工技术,制定标准化的遥感数据产品加工标准体系,开发面向应用产品的遥感数据集成加工的技术软件,建立高效的遥感数据产品加工系统。

4.2.3 建立遥感科学数据共享的安全机制

现代网络技术的发展为遥感数据集成与共享提供了先进的技术支持,但也引发了许多新的问题,共享安全机制是其中的关键之一。特别是要研究平台实体安全、运行安全、物理隔离技术、防火墙技术、加密技术、入侵检测技术、反病毒技术在共享平台中的

运用方法;研究通过对数据采集、录入、存储、加工、传递等数据流动的各个环节的安全保障方法,严格有效地制约用户对计算机的非法访问,防范非法用户的侵入;研究同时保障数据保密与数据共享技术方法和运行机制,研究在确保数据安全的条件下数据共享效益最大化的机制。

致谢 笔者在写作过程中,得到了国家遥感中心张国成主任、金弈名主任、李加洪研究员、景贵飞研究员、劲立勤研究员,中国林业科学研究院资源信息研究所的高志海研究员、中国遥感卫星地面接收站的刘建波研究员等许多同行专家和领导的帮助与指导,在此一并致以感谢。

参考文献

- [1] 姜景山. 中国对地观测技术发展现状及未来发展的若干思考[J]. 中国工程科学, 2006, 8(11): 19-24
- [2] 郭建宁. 促进国家对地观测体系顺利发展的思考[J]. 中国工程科学, 2006, 8(10): 47-53
- [3] 黄鼎成. 科学数据共享工程的总体框架[J]. 基础科学, 2003, 1: 63-68
- [4] 孙 枢. 地球数据是地球科学创新的重要源泉[J]. 中国基础科学, 2003, 1: 19-23
- [5] 南卓铜, 王亮绪, 李 新. EOS Data Dumper - EOS 免费数据自动下载与重发布系统[J]. 冰川冻土, 2007, 29(3): 463-469
- [6] 王景泉. 遥感卫星产业化的模式及发展[J]. 卫星应用, 2001, 9(3): 26-30
- [7] Yves - Louis Desnos, Karl Bergquist, 李增元. 欧洲空间局(ESA)与中国在遥感对地观测领域的合作: 龙计划[J]. 遥感信息, 2004, 4: 78-79
- [8] 孙九林, 李 爽. 地球科学数据共享与数据网格技术[J]. 地球科学 - 中国地质大学学报, 2002, 27(5): 539-543
- [9] 王卷乐, 游松财, 谢传节, 等. 面向 Web 的地质数据共享服务平台架构设计[J]. 地球信息科学, 2004, 6(4): 62-65

(下转 75 页)