

国外气象卫星数据集的引进 及其应用价值浅析

王旻燕¹ 邓莉¹ 张洪政^{1,2} 臧海佳¹

(1. 国家气象信息中心,北京 100081;

2. 北京师范大学地理学与遥感科学学院,北京 100875)

摘要:成熟、高质量的卫星数据集产品,能够全方位地反映地球-大气系统物理化学特性参数的水平、垂直分布和变化,具有较高的应用价值。国家气象信息中心在“气象科学数据共享中心建设”项目的支持下开展了国外气象卫星数据集引进与共享服务工作,有利于我国卫星遥感数据用户方便、快捷地使用全球先进卫星遥感数据集,开展其科学研究和技术开发。本文介绍了国外气象卫星资源引进原则、数据内容、共享服务方式,分析了其在国内相关领域的应用前景。

关键词:卫星数据资源;引进;应用价值;共享平台

中图分类号: P405 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1674-1544.2008.03.008

Introducing of International Meteorological Satellite Datasets and Its Applications

Wang Minyan¹, Deng Li¹, Zhang Hongzheng^{1,2}, Zang Haijia¹

(1. National Meteorological Information Center, Beijing 100081,

2. School of Geography, Beijing Normal University, Beijing 100875)

Abstract: The maturity and high-quality satellite datasets have great application value, for they describe comprehensively the characteristics of horizontal-vertical distribution and variation of physical-chemical parameters in the earth-atmosphere system. The introducing and sharing service of international meteorological satellite datasets by National Meteorological Information Center/CMA helps Chinese data users to have an easy access to global advanced satellite remote sensing datasets in their scientific researches and technical developments. In this paper, the international satellite data resources introducing principles, datasets, and services are presented, and the application prospects in domestic related fields are analyzed.

Keywords: satellite data resources, introducing, application value, sharing platform

1 引言

近10年来,我国科学家对气象卫星资料的需求日益增长。气象资源的有效利用需要通过资料

共享来实现^[1]。然而,主要集中存储于中国气象局国家卫星气象中心、中国科学院系统等的大量卫星数据,绝大部分为东亚地区的L1B级原始辐射率或亮温资料,不易直接进行应用分析,且调用较早的历史数据有一定难度,数据获取政策仍存在

第一作者简介:王旻燕(1979-),女,甘肃甘谷人,博士,主要研究方向是地表、大气参数的遥感反演与分析。

基金项目:国家科技基础条件平台建设项目“气象科学数据共享中心建设”(2005DKA31700)。

收稿日期:2008年5月1日。

局限性,无法很好地满足全球气象、环境等相关科学研究的需要。因此,国内急需具有完整时间序列、地球物理参数丰富且可应用性强的气象卫星数据集产品,亟待建设快速便捷的数据获取系统,提供用户共享访问。

美国、加拿大、欧洲、日本等国建立地球观测系统(EOS)以来,研制了一大批仪器精准、算法成熟、精度可靠的全球气象卫星产品,与以往积累多年的其他卫星观测结果整合在一起,向全球用户免费共享大部分卫星数据产品。2003年,美国国家航空航天局 NASA Goddard 空间飞行中心、马里兰大学、加州大学伯克利分校的华人科学家们,正式向中国国家科技部提出建立“美国卫星资料镜像中心”的建议。在国家科技部“气象科学数据共享中心建设”项目的支持下^[2],国家气象信息中心与美国马里兰大学等机构合作,选择性地引进了部分成熟且应用面广的全球卫星数据集,并与我国自主研发的历史卫星气候产品整合,在“中国气象科学数据共享服务网”的框架内,建立了卫星遥感数据共享服务系统(<http://cdc.cma.gov.cn/satellite/>),向国内用户提供卫星遥感数据共享服务。

2 资源引进和整合

2.1 数据集产品的选择

考虑到国外气象卫星数据产品种类多、数据量大、应用领域不一,在第一阶段,主要引进国内急需且应用领域广泛的卫星遥感产品。

为了真实了解国内科技界需求,课题组于2005年10月和2006年12月进行了两次用户需求调查,用户覆盖国内主要遥感数据应用的科研院所、大专院校和业务单位。根据调查结果,针对目前需求,结合全球气象卫星数据集资源状况,选择从 NASA Goddard 空间飞行中心 GSFC 分布式数据存档中心 DAAC(GES DAAC、陆面过程 LP DAAC、Langlay DAAC)的以 EOS 系统数据^[3]为主的 L2 级、L3 级产品。除包括已共享的中分辨率成像光谱仪 MODIS(搭载在 EOS Terra 和 Aqua 卫星上)、大气红外探测仪 AIRS(搭载在 Aqua 卫星上)、

热带降雨测量卫星 TRMM、国际卫星云气候计划 ISCCP、臭氧总量测绘光谱仪 TOMS、太阳后向紫外散射光谱仪 SBUV 在内的 40 余个数据集外,课题组也在跟踪 EOS 系统的发展,将进一步选择微波临边探测器 MLS 和臭氧监测仪 OMI(均搭载在 EOS Aura 卫星上)、新一代美国国家极轨环境气象卫星系统 NPOESS 的成熟数据集产品。

2.2 数据集的内容

目前,已共享的 50 余个国内外气象卫星数据集,数据总量近 6TB。绝大多数 EOS 系统数据集的数据格式为 HDF-EOS,其他为 BIN、ASCII 格式。

(1) 大气红外探测仪 AIRS 产品(V4)。全球 2002-2007 年标准反演产品 $1^\circ \times 1^\circ$ 格点日、8 日、月值数据集(含 1000 到 1 百帕 24 层大气温度/位势高度、12 层相对湿度/水汽质量混合比、地面气温/气压、出射长波辐射等要素),景级 28 层标准等压面层标准反演产品数据集(含 1100 到 0.1 百帕 28 层大气温、压、水汽质量混合比廓线、地表温度、近地面气温、红外和微波通道总大气可降水量、地表发射率、地表双向反射率、臭氧混合比、总臭氧含量、云顶温度、云顶气压、有效云量等要素,空间分辨率 45 公里),景级晴空订正辐射值数据集(含 2378 个红外通道辐射率、大气长波辐射、地表长波辐射、臭氧波段辐射、水汽波段辐射、甲烷波段辐射等,空间分辨率 45 公里),标准反演产品和晴空订正辐射值日图形数据集。

(2) 中分辨率成像光谱仪 MODIS 产品(Collection 4 和 Collection 5)。全球 2000-2005 年气溶胶、云、水汽、臭氧 $1^\circ \times 1^\circ$ 格点月值数据集(含大气气溶胶粒子特性、臭氧柱总量、云光学特性和水汽物理特性等要素),地表温度 地表发射率 $0.05^\circ \times 0.05^\circ$ 格点月值数据集,海洋水色和海表温度 4 公里分辨率年值数据集,景级大气合成产品数据集(含气溶胶和云光学厚度、近红外波段和红外波段总水汽量、晴空可降水总量、云量、云相位、云有效粒子半径、卷云反射率等要素,分辨率 5 公里和 10 公里)。

(3) 热带降雨测量卫星 TRMM 产品(V6)。全球南北纬 $40^\circ \sim 50^\circ$ 内 1997-2007 年 TRMM 微波成像仪水汽廓线和地面降雨量 $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ 格点月值

数据集(含不同高度降雨率、降水量及其频率分布、14个垂直层次的云中液态水含量/可降水量/云中冰水含量/可降冰晶含量/潜热释放量等要素),星载雷达降雨量参数 $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ 和 $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ 格点化月值数据集(含不同高度雷达反射率、风暴高度、亮带高度与亮带宽度、30类有效风暴高度/亮带高度/冰雪层厚度的频率分布等要素),TRMM等卫星资料合成降雨量 $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ 格点3小时数据集,TRMM等卫星资料和其他资料合成降雨量 $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ 格点月值数据集。

(4) 国际卫星云气候计划 ISCCP 云参数气候产品。全球 1983-2004 年云参数产品 DX 数据集(单卫星、3 小时、30 公里),云参数产品 D1 数据集(3 小时、280 公里),云参数产品 D2 数据集(月均世界时 8 个时次、280 公里),含红外/可见光/近红外通道辐射率和晴空辐射率、云检测、不同类型云的云量/云顶温度/云顶气压/云光学厚度/云水路径、地表反射率、雪冰覆盖率等要素。

(5) 臭氧总量测绘光谱仪 TOMS 产品(V8)。全球 1978-2005 年 Nimbus 7 和 Earth Probe 卫星上搭载的 TOMS 格点化数据,包括气溶胶指数数据集,臭氧含量数据集,反射率数据集,正午紫外辐射强度数据集,日图像产品数据集,红斑热曝光量和辐照度数据集,空间分辨率为 1 纬度 \times 1.25 经度(前 5 个数据集)和 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 。

(6) 大气臭氧廓线 SBUV 和 SBUV/2 数据集。全球 1978-2003 年 Nimbus 7、NOAA 系列卫星上搭载的太阳后向紫外散射光谱仪 SBUV 和 SBUV/2 所观测的 13~15 个等压面层臭氧总量、臭氧浓度、反射率、气溶胶指数。

(7) 整合的一部分我国自主研发的历史卫星气候产品。1973-2004 年中国区域出射长波辐射、积雪、归一化植被指数、云导风、亮度温度和全球海表温度、云量和总云量等数据集。

为了规范管理与共享,对引进的国外气象卫星数据集进行了一系列整理与加工,包括:按照气象科学数据共享有关标准规范进行数据集转储与文件更名;根据《气象数据集核心元数据标准》进行元数据提取^[4]并制作相关文档;根据《气象科学数据共享分类分级标准》^[5,6]对数据集进行分类分级等。

3 共享服务

所引进的国外卫星数据集产品均可以通过 <http://cdc.cma.gov.cn/satellite/> 网站无偿获取,只要简单注册,用户即可在线下载。对有较大数据需求量的用户,亦提供离线服务(电话是 010-68407499)。

卫星遥感共享服务网除提供数据集的导航、检索、下载等通用数据获取功能外,还向用户提供更全面的数据集介绍等描述信息与辅助使用工具,包括 MODIS、AIRS、TRMM、ISCCP、TOMS、SBUV(及 MLS、OMI)等数据产品有关卫星平台、观测仪器、投影方式、数据处理过程、产品反演算法、数据质量状况的详细说明,以及数据读取程序(以 Fortran、C、IDL、Matlab 语言编写)、参考文献等重要信息。

2006 年 11 月至 2008 年 3 月,已为各类用户提供共享服务上百次,卫星数据集产品数据服务请求量呈现逐渐上升趋势。据用户反映,所引进的卫星数据集产品实用性较强,对科研业务工作有一定推动作用,介绍性文档层次清楚、详细全面,有助于初级用户短时间内全面了解各个数据集。

4 应用价值

目前引进和共享的 7 类卫星数据集产品,涉及的星载传感器类型多,要素丰富,已形成初具规模的大气物理量垂直廓线场、降水与水汽物理量场、云-气溶胶-辐射相互作用系统,有助于提高对大气化学、全球水循环及水文、土地覆盖、陆地生态系统等方面的认识。

4.1 三类典型数据集的应用领域

大气红外探测器 AIRS 的数据集产品覆盖了 3.74~15.4 微米间的 2378 个红外光谱通道和 4 个可见光通道,能够提供更全面和更准确的反映陆地、海洋与大气状态与变化特征的红外多光谱高光谱数据。AIRS/AMSU/MHS(大气红外探测器/高级微波探测单元/微波湿度探测器)是目前最先进的一套从红外到微波波段探测大气垂直廓线的仪器,极大地提高了对流层温湿度廓线测量

的准确度。欧美等国将 AIRS 资料应用于改进数值天气预报性能的研究中,结果表明,其能显著提高预报时效,减小飓风路径预报误差。AIRS28 层标准等压面层标准反演产品数据集的大气廓线信息、晴空订正辐射值数据集的多通道辐射率,相当于整层大气的体扫信息。目前国内最先进的数值天气预报模式已应用了实时 ATOVS 大气廓线资料,部分研究团队正在进行引入光谱更多、空间分辨率更佳、参数信息更全的 AIRS 资料的试验。

MODIS 数据集产品集大气状态、云宏观特性、气溶胶性质、水汽属性、地表海表特征等为一体,是目前国际上最流行的业务和科研卫星产品之一。MODIS 仪器搭载于极轨卫星 Terra 和 Aqua 上,对同一地区每天可获得 4 次多种参数的观测结果,对于进行地基对比验证、遥感反演算法改进、天气和气候数值模式性能评估和提高等都极具价值。2007 年 IPCC 第四次报告与 2001 年 IPCC 第三次报告相比,在人类活动对气候变化的影响、云-辐射-气溶胶相互作用等方面的认识有了很大提高,其中的一些结论就是基于 EOS 系统 MODIS 的观测事实。这类数据集在进行全球和地区尺度气象、生态、环境科学研究与应用方面具有重要价值。

近 20 年来,TRMM、ISCCP、TOMS、SBUV 产品在了解全球降水、云、臭氧的分布和变化方面是最权威的。对风暴的三维结构进行分析,按云顶气压和云光学厚度区分高中低层云以更细致地研究云垂直分层和辐射平衡,实现全天候海表温度和极区臭氧的观测,这些技术和算法,使这批数据集自研制之初以来就发挥着不可替代的作用。

部分 L3 级产品在时间和空间上进行了标准化,例如 $0.05^\circ \times 0.05^\circ$ 或 $1^\circ \times 1^\circ$ 等的标准经纬度网格空间分辨率,因此易于直接进行全球或区域性应用和分析,也易于用作数值模式的初始场或与模式输出结果进行比对。

4.2 在天气、气候与气候变化领域的应用

通过卫星对整层大气从对流层底部到下平流层甚至到大气层顶的监测,获取较高时空分辨率和较好垂直分辨率的大气水汽、降水、云、冰/雪、气溶胶等信息,将加强对大气温湿度、云、降水、气

溶胶、陆地积雪和海洋冰等发生、发展及与全球辐射平衡、水循环等关系的进一步了解。

通过获取大气中的臭氧和化学成分数据,对大气中的微量成分与臭氧层进行监测和分析,将推进大气中各种化学成分的空间分布和转换转化,与气候系统的相互作用、全球及局部地区空气质量状况等的研究。

通过利用卫星资料进一步完善天气和气候数值模式参数化方案,更准确地表达模式中多参数的真实时空变化,促进模式评估和模式性能的提高与发展。

5 结 语

通过两年来的工作,已经引进了国际上成熟的 7 类 40 余个卫星数据集产品,初步建立了共享服务系统,在我国天气、气候、气候变化等领域,为用户提供了较便捷的共享服务。随着用户需求的扩大和新的国际卫星遥感数据产品的出现,今后我们将在以下 3 个方面继续深入开展工作,以更好地为国内用户提供卫星遥感数据集产品服务:(1)在用户需求调查的基础上,进一步引进新的卫星数据集产品;(2)完善和改进共享服务系统的能力,为用户提供更加便捷的服务;(3)依托中国气象局业务系统,建立引进数据集业务化的更新机制与流程。

参考文献

- [1] 秦大河. 科学数据共享:国家资源有效利用的必然选择——以中国气象局资料共享工作为例[J]. 中国基础科学, 2003(1):24-29.
- [2] 李集明,熊安元. 气象科学数据共享系统研究综述[J]. 应用气象学报,2004,15(增):1-9.
- [3] Michael D. King, etc. EOS Science Plan: The State of Science in the EOS Program[EB/OL]. [2008-05-01]. http://eosps0.gsfc.nasa.gov/science_plan/index.php.
- [4] 王国复,涂勇,王卷乐,等. 科学数据共享中的元数据技术研究[J]. 中国科学资源导刊,2008,40(1):30-36.
- [5] 王伯民,李集明,吴增祥,等. 我国气象科学数据发布策略初步研究[J]. 应用气象学报,2004,15(增):152-160.
- [6] 李集明. 科学数据发布策略探讨与气象数据共享实践[J]. 中国基础科学,2003,1:56-62.