

风云气象卫星在产品应用中前行

■ 成伟玲 威迪

国家卫星气象中心通过不断提升卫星产品分发能力，逐步形成了天地一体化的卫星资料分发体系，实现了完全自动化的数据检索共享。

自1988年以来，我国已成功发射14颗气象卫星，涵盖静止和极轨两大系列，完成了从第一代到第二代的过渡，实现了业务化运行。2005年，风云气象卫星被世界气象组织（WMO）纳入国际业务组网，越来越多的国家开始接收、使用风云卫星产品。ECMWF在对我国“风云三号”B星微波湿度计资料进行了长期的跟踪和评价后，认为该资料改进了模式对对流层中层和高层湿度场的分析，增强了卫星观测系统的强壮性（国内也称鲁棒性，是模式评价观测系统的业务用语，即Robust）。国家卫星气象中心通过不断提升地面应用系统功能，使风云卫星系列产品的分发系统得以持续加强和完善，为用户更加快捷地获取各种产品提供了方便。

一、风云卫星产品现状

目前在轨运行的我国第二代极轨气象卫星所携探测仪器从第一代两个增加至12个，实现了从单一遥感成像到地球环境综合探测、从光学遥感到微波遥感、从千米级分辨率到百米级分辨率，其下传信息量为第一代卫星的70倍，年生成、分发产品数翻增62倍，信息量从350G增加到67TB，具备了全球、全天候、多光谱、三维、定量对地遥感探测能力，产品覆盖了大气、海洋、陆表、冰雪和近地空间五大圈层。

国家卫星气象中心同时还接收美国NOAA、EOS极轨系列以及日本MTSAT静止气象卫星，并通过国际资料互换，获得欧洲MSG、METOP等卫星数据，已成为我国业务运行时间最长的遥感数据中心之一，存储着大量的卫星资料，并且具有4个主要特点：

1) 数据量大

卫星数据存储历史可追溯到20世纪80年代的美国NOAA卫星资料。截至2014年底，中心存储的各类卫星数据已经超过6PB，现在每天新增的数据超过4TB，预计到2020年左右，每天新增数据将超过10TB，且所有历史数据将永久保存。

2) 标准统一

为方便气象卫星产品在各领域中的应用，中心依

据国内外现行标准，结合风云卫星特点，制定和形成了一系列行业遥感数据产品规范。截至目前为止，中心已制定完成的相关标准涉及元数据、数据格式、数据分级、数据接口以及遥感监测方法等方面，还有数十个行业标准仍在制定过程中，气象卫星数据标准体系已经逐渐形成。

3) 数据和产品共享

用户可以通过多个渠道多种方式免费获取卫星数据和产品。卫星气象中心利用“在线-近线-离线”的存储架构，即实现了数据的快速共享服务，又保证了数据的安全存储，为提高我国科学研究、卫星数据应用水平提供了必要支撑。

4) 数据和产品的类型丰富

风云卫星通过遥感仪器获取地球表面和云的多波段辐射资料，经过数据预处理生成1级数据，在此基础上，中心的科学团队研发出多种气象卫星产品。产品数量从本世纪初的十几种增加到现在的四大类130余种（表1—2）。

二、产品分发

国家卫星气象中心本着“公开、免费、方便”的原则组建了一套由地面宽带网、国际互联网、卫星广播组成的天地一体化的卫星产品分发体系（图1）。目前风云卫星数据、产品的主要分发途径包括：

1) 中国气象局卫星数据广播（CMACast）系统——数据直播

CMACast系统是气象观测数据和各种气象产品分发的主要渠道，是信息传输业务系统的重要组成部分。

2) DVB-S数据接收系统

DVB-S系统是由国家卫星气象中心研发的国家级遥感数据资料共享平台，主要用于环境与气象卫星数据的广播和处理分析。平台的建成，免除了用户建设卫星数据接收站的大量资金投入，以微小的成本最大限度地获取多颗卫星数据，气象部门的用户群体可以延伸到地县级。

3) 网站数据共享平台

国家卫星气象中心自2005年开始建立的国家级气象卫星数据共享服务网站（satellite.nsmc.org.cn），通

表1 目前的风云卫星1级数据和定量产品

序号	卫星	仪器	产品名称	
1	FY-2D/E/F/G	可见光红外自旋扫描辐射仪 (VISSR)	1级数据, 大气运动矢量 (AMV), 云分类 (CLC), 总云量 (CTA), 云顶温度 (CTT), 沙尘监测 (DST), 用云分析出的湿度廓线 (HPF), ISCCP数据集 (IDS), 陆表温度 (LST), 射出长波辐射 (OLR), 降水估计 (PRE), 降水指数 (PRI), 分区图 (SEC), 积雪覆盖 (SNW), 地面入射太阳辐射 (SSI), 海表温度 (SST), 相当黑体温度 (TBB), 晴空大气可降水 (TPW), 对流层中上部水汽含量 (UTH)	
2	FY-3A/B/C	可见光红外扫描辐射计 (VIRR)	1级数据, 海上气溶胶 (ASO), 全球云量和云分类 (CAT), 云检测 (CLM), 云光学厚度和云顶温度/云高 (CPP), 沙尘监测 (DST), 雾监测 (FOG), 火点判识 (GFR), 陆表反射比 (LSR), 陆表温度 (LST), 植被指数 (NVI), 射出长波辐射 (OLR), 投影区域数据集 (PAD), 海冰监测 (SIC), 海表温度 (SST), 晴空大气可降水 (TPW)	
3		红外分光计 (IRAS)	1级数据, 射出长波辐射 (OLR)	
4		微波温度计 (MWTS)	1级数据	
5		微波湿度计 (MWHS)	1级数据, 大气垂直探测 (AVP), 冰水厚度指数 (IWP), 降水检测 (RDT)	
6		中分辨率光谱成像仪 (MERSI)	1级数据, 陆上气溶胶 (ASL), 海上气溶胶 (ASO), 云检测 (CLM), 陆表反射比 (LSR), 植被指数 (NVI), 海洋水色 (OCC), 投影区域数据集 (PAD), 陆上大气可降水 (PWV)	
7		紫外臭氧垂直探测仪 (SBUV)	1级数据	
8		紫外臭氧总量探测仪 (TOU)	1级数据, 臭氧总量 (TOZ)	
9		微波成像仪 (MWRI)	1级数据, 降水和云水 (MRR), 海冰监测 (SIC), 雪深雪水当量 (SWE), 土壤水分 (VSM)	
10		地球辐射探测仪 (ERM)	1级数据	
11		太阳辐射检测仪 (SIM)	1级数据	
12		地球辐射收支仪器组 (ERBM)	扫描视场大气顶辐射和云 (FTS)	
13		多仪器融合数据 (MULSS)	积雪覆盖 (SNC), 云雪覆盖率 (SNF)	
14		FY-3C	无线电掩星探测仪 (GNOS)	1级数据, 大气密度廓线 (ADP), 大气温度廓线 (ATP), 大气折射率廓线 (ARP), 低层大气湿度廓线 (AMP), 电子密度廓线 (EDP)

表2 风云卫星图像产品和监测分析产品

监测信息	灾害天气	热带气旋、暴雨、沙尘、大雾、霾
	农业生态	干旱监测、地表温度、植被变化、相对蒸散
	地表灾害	水情监测、积雪监测、海冰监测
	环境评估	蓝藻监测、蓝藻水华、城市热岛
应用产品	云图	电视云图、立体云图、可见光、红外、水汽等各通道云图
	定量产品	云顶亮温、云导风、云分类、降水估计、卫星融合海温产品、热能
	文字产品	监测报告、遥感监测月报

过互联网为用户提供历史、实时气象卫星产品、遥感信息、卫星运行动态等服务, 同时基于地理空间信息系统, 发布可视化的卫星数据产品。多年来, 通过优化不断提高系统性能, 缩短卫星数据的准备时间, 已经实现在线数据1小时、近线数据5小时的下载服务。另外, 还通过中国天气网 (www.weather.com.cn)、中央气象台 (www.nmc.cn) 等网站发布实时卫星云图。

4) FTP直接下载

FTP数据下载是目前国内外卫星数据共享服务的主要手段之一, 用户通过互联网登录FTP服务器下载在线存储的各类气象卫星数据产品, 使用方便, 较网站订购更为快捷。

5) 人工数据服务

针对国家重大科研项目、防灾减灾以及有特殊需

求的用户, 可通过人工数据服务方式, 以硬盘、光盘等介质获取大量级卫星数据。

6) 云共享服务

随着互联网技术的发展, 卫星气象中心已经开始搭建云平台, 通过云存储、云计算以及虚拟化等技术, 为用户提供更为高效稳定的数据服务。

7) 其他

除以上数据分发渠道, 中国气象局还通过国际交换途径 (WMO、地球观测组织GEO等) 将风云系列卫星产品共享至全世界。

三、应用成果和展望

国家卫星气象中心目前已建成了完全自动化的数据检索服务系统, 2014年对外分发数据超过800TB,

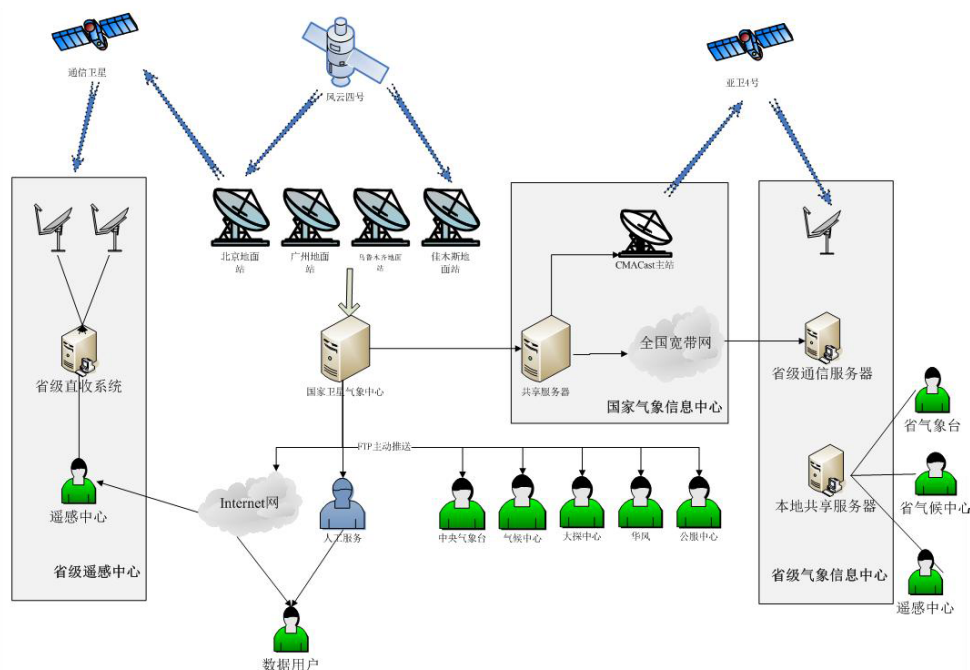


图1 风云卫星数据分发服务示意图

为400多个国家级、省部级项目提供了气象卫星产品支持。卫星产品的下载呈现逐年快速增长趋势。截至2014年，网站访问量为145834人次，页面浏览量为337470次，其中新注册用户为2475人，网站总注册人数达到31646人（图2）。数据服务网服务能力逐步提高，2014年，用户登陆次数达到40874人次，平均每月活跃用户515人，完成数据检索213581次，处理网络订单42284个，订购文件数为49.4万个，数据量为320TB（较上年增长61.2%），其中风云卫星总数据量为289TB（较上年增长89.8%），占订单总量的90.3%，FTP数据下载文件数为126万个，总数据量为640TB（较上年上涨115.4%）。

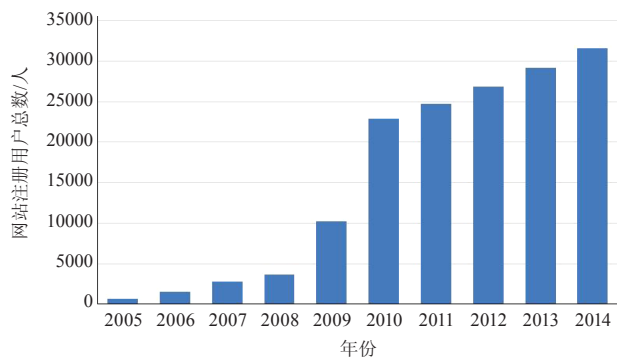


图2 风云卫星遥感数据服务网注册用户总数

根据中国气象卫星的总体战略和发展规划，到2020年，中国将建立“风云四号”静止气象卫星“双星运行、在轨备份”的业务格局，极轨卫星形成上午

星、下午星和降水测量雷达星三星组网观测能力，建立稳定运行的卫星业务系统。到2020年，我国还将发射9颗气象卫星，增加高光谱大气垂直探测仪、闪电成像仪、温室气体探测仪、降水测量雷达等新型有效载荷，能够提供温室气体、闪电成像、降水廓线等一批新型遥感产品，产品的时空分辨率、精度等也将随着新的业务格局明显提高。

未来，国家卫星气象中心将继续通过后续的气象卫星地面系统工程建设，逐步形成一个以国家卫星气象中心数据中心作为主中心，一个异地数据备份中心，多个地域分中心的数据共享服务模式，借助云计算和虚拟化技术，利用卫星广播、互联网等通讯方式，继续提升卫星产品分发服务的专业性。

（作者单位：国家卫星气象中心）

深入阅读

- 钱建梅, 孙安来, 徐喆, 等. 2012. 风云气象卫星数据存档和服务系统. 应用气象学报, 23(3): 369-376.
- 钱建梅, 郑旭东. 2003. 国家卫星气象中心气象卫星资料存档系统. 应用气象学报, 14(6): 756-762.
- 施进明, 钱建梅, 林曼筠. 2010. 新一代遥感数据中心建设的关键技术. 气象科技, 38(4): 472-477.
- 杨军, 等. 2012. 气象卫星及其应用(上). 北京: 气象出版社.
- 杨军, 许健民, 董超华. 2011. 风云气象卫星40年: 国际背景下的发展足迹. 气象科技进展, 1(1): 6-13, 24.
- 张静. 2014. 我国气象卫星风三B星资料首次植入欧洲中期天气预报模式提升我国气象卫星国际影响力. 中国气象报, 2014年10月22日.