

风云三号卫星有效载荷与地面应用系统概述

杨忠东 卢乃锰 施进明 张鹏 董超华 杨军

(国家卫星气象中心, 中国气象局, 北京 100081)

摘要: 风云系列卫星搭载的有效载荷对地球进行了重要的观测。观测数据由相应的地面应用系统处理并分发给用户。介绍了风云三号卫星的有效载荷、地面系统以及未来的发展计划, 同时也讨论了风云三号卫星仪器的主要特点与仪器面对主要应用的要求。风云三号卫星搭载有9个新仪器, 包括微波温度探测仪(MWTS), 微波湿度探测仪(MWHS), 大气红外探测仪(IRAS), 中分辨率光谱成像仪(MERSI), 微波辐射成像仪(MWRI), 太阳散射紫外线探测仪(SBUS), 臭氧总量探测装置(TOU), 太阳辐射监测仪(SIM)和地球辐射测量仪(ERM)。经验证, IRAS、MWTS、MWHS和MWRI等仪器获取的数据质量良好, 根据在欧洲中期天气预报中心(ECMWF)所做的评估, 这些数据有着很高的可用性。MERSI有20个可见光与红外通道, 其中有3个空间分辨率为250m的可见光通道, 一个空间分辨率为250m的近红外通道和一个空间分辨率为250m的长波红外通道。空间分辨率为250m的全球数据在天气、灾害和环境监测方面的应用十分广泛。与地面观测相比, 来自风云三号卫星的臭氧产品精度更高。这些仪器和大部分产品的校准与验证工作已经完成。

关键词: 风云三号卫星(FY-3), 地面应用系统, 遥感器

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2013.04.001

Overview of FY-3 Payload and Ground Application System

Yang Zhongdong, Lu Naimeng, Shi Jinming, Zhang Peng, Dong Chaohua, Yang Jun

(National Satellite Meteorological Center, China Meteorological Administration, Beijing 100081)

Abstract: The payload on board the FengYun 3 (FY-3) satellite series has been providing critical observations to the Earth, and the observation data have been processed and distributed to various users by the corresponding ground application system. In this paper, the FY-3 payload and its future development plan are presented, and its ground system is introduced. The major characteristics of the FY-3 instruments and the requirement on the instruments for major applications are discussed as well. There are nine new instruments, including the Microwave Temperature Sounder (MWTS), Microwave Humidity Sounder (MWHS), Infrared Atmospheric Sounder (IRAS), Medium-Resolution Spectral Imager (MERSI), Microwave Radiation Imager (MWRI), Solar Backscatter Ultraviolet Sounder, Total Ozone Unit, Solar Irradiation Monitor, and Earth Radiation Measurement. The data quality from the IRAS, MWTS, MWHS, and MWRI has proved to be good, and according to our evaluation at the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), the data have a very high availability. The MERSI has 20 visible (VIS) and infrared (IR) channels, of which three are VIS channels with a 250m spatial resolution, one is a near-IR channel with a 250m spatial resolution, and one is a long-wave IR channel with a 250m spatial resolution. The global data at a 250m spatial resolution are very useful in weather, disaster, and environmental monitoring. Compared with the ground observations, the ozone products derived from the FY-3 series are highly accurate. We have completed the calibration and validation of these sensors and most products.

Keywords: FengYun 3 (FY-3), ground application system, remote sensor

1 引言

中国气象局在2008年5月27日和2010年11月5日接连发射了两颗风云三号系列第二代极地轨道气象环境卫星。第一颗卫星被称为FY-3A, 第二颗被称为FY-3B。风云三号系列卫星具备了对大气、海洋和地表状态进行全球的、所有天气条件下的、多光谱和三维精

确观察的能力, 能够为提高中国及其他亚洲国家, 乃至全世界的天气预报的质量和自然灾害与环境的监测水平做出贡献。

FY-3A和FY-3B均载有11种感测仪器, 分别是可见光与红外辐射计(VIRR), 中分辨率光谱成像仪(MERSI), 大气红外探测仪(IRAS), 微波温度探测仪(MWTS), 微波湿度探测仪(MWHS), 微波辐射成像仪(MWRI), 太阳散射紫外线探测仪(SBUS), 臭氧总量探测装置(TOU), 太阳辐射监测仪(SIM), 地球辐射测量仪(ERM)和空间环

收稿日期: 2013年3月16日; 修回日期: 2013年4月11日
第一作者: 杨忠东(1964—), Email: yangzd@cma.gov.cn

境监测仪 (SEM)。

FY-3A和FY-3B的大气探测类仪器由IRAS, MWTS和MWHS构成。与风云三号系列卫星上的其他可见光和微波仪器协作时,它能取得全球垂直温度和湿度资料,有效地弥补了传统无线电探空仪对沙漠和海洋地球进行地面探测时的不足。FY-3B的大气温度资料的均方根误差为2~3K,大气湿度资料的平均误差为±8%。FY-3B上由IRAS, MWTS和MWHS构成的大气探测类仪器,所获取的资料产品,其精确度利用统计反演法得到了无线电探空仪数据资料的验证。

气象卫星资料同化在数值天气预报领域的应用可以大幅提高天气预报的精确度。基于欧洲中期天气预报中心 (ECMWF) 的数值天气预报平台,我们对风云三号卫星大气探测仪器组和MWRI的数据资料的质量与可用性进行了评估。结果显示,风云三号卫星上的4个仪器均符合数值天气预报同化领域的应用要求,且使用前的测试表明, FY-3A数据资料对在ECMWF的模式预报进行了一定的积极提高。根据探测仪数据资料的量化,预期在2015年中旬发射的下午轨道的风云三号系列卫星的FY-3D将有更多进步。

台风被认为是夏季影响中国东部沿海的主要天气活动之一,有时候会对生命和财产造成巨大的损失。“桑达”(Sanda)是西北太平洋上的第一个强台风(2011年5月21日)。根据FY-3B MWRI的数据,台风

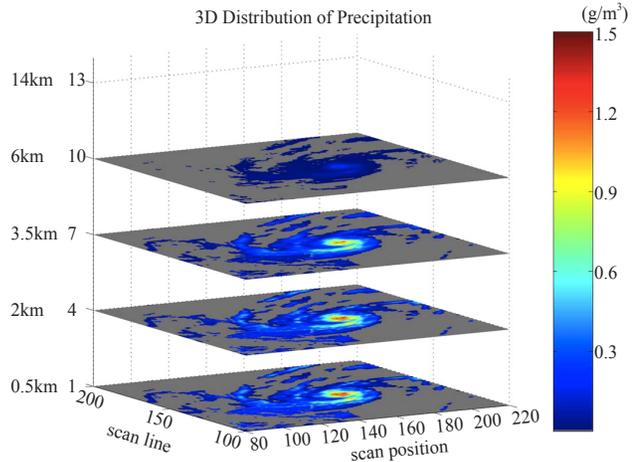


图1 FY-3B/微波辐射成像仪对“桑达”降水的三维分布 (杨虎 供图)

降水分布结构被成功地反演并用于估计台风带来的降水及其强度和台风路径的预报 (图1)。

FY-3A/B的TOU和SBUS产品清楚地揭示了2011年春季发生在北极地区的一次严重的低臭氧事件。2011年3月北极上空对流层上层和平流层 (10~100hPa) 的平均和最大臭氧含量分别以100DU和193DU的速度减少。与历史同期相比,变化量分别为83%和77%。该区域低压中心的日平均臭氧总量约是往年同期的一半左右 (图2)。

本文对风云三号系列卫星的任务,风云三号卫星

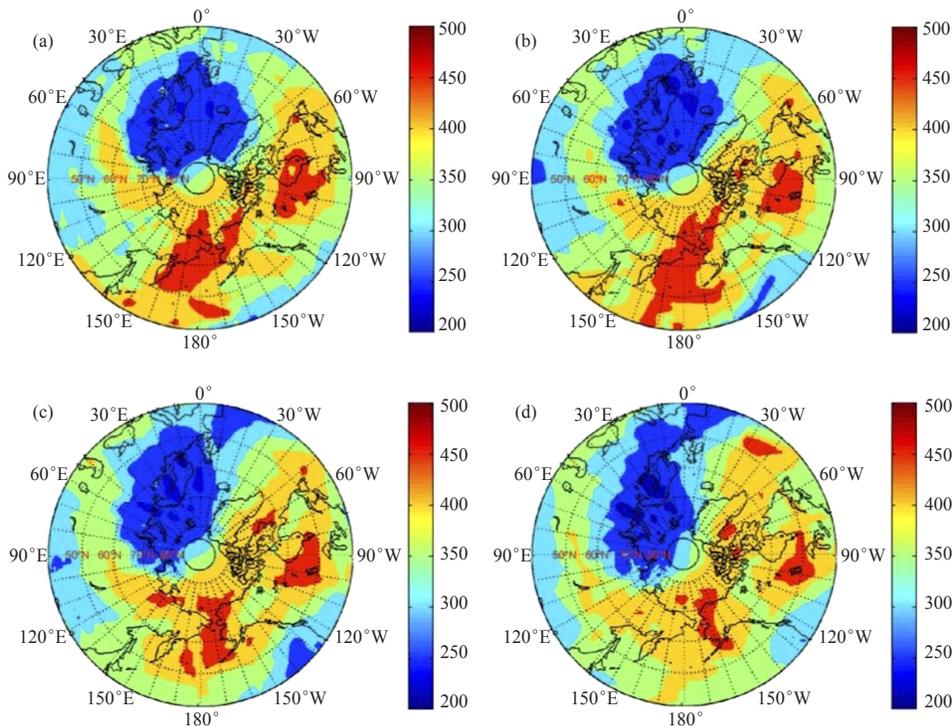


图2 2011年3月28—31日北极上空臭氧减少区域的移动 (多布森单位; 黄富祥 供图; a, b, c和d分别对应3月28, 29, 30和31日)

航天器及其有效载荷，未来风云三号卫星的发展计划和风云三号卫星的地面应用系统进行了概述。

2 风云三号卫星的任务

风云三号系列卫星有3个任务，包括天气预报，气候监测和自然灾害监测。第一个任务指的是获取全球温度和湿度资料，以及云、辐射和其他气象参数来提高天气预报的精确度，尤其是数值天气预报产品的精确度。第二个任务指的是全球气候监测，包括用于短期气候预测研究的辐射平衡、雪盖、海平面温度、温室气体和臭氧层监测。第三个任务指的是对自然生态环境灾害的全球遥感与监测。

风云三号系列卫星旨在达到中国第二代极地轨道气象卫星的业务级别，通过已知精确定量的产品的使用来实现气象卫星应用的稳定性和可靠性，从而可以提供可以公开共享的信息并开展高效优质的气象服务。

数值天气预报是现代天气预报的支柱。预报产品的影响、精确度的局限性和及时性都取决于大气的物理和化学过程的初始场是否描述精准。风云三号卫星的遥感数据包括风、温度、湿度、云、降水、气溶胶及其他大气状态相关信息。这些观测数据资料对提高数值预报中初始场的精度十分重要。

气候变化导致了人类生存环境的变化。观测与研究表明，二氧化碳、甲烷等温室气体，以及臭氧和气溶胶是影响气候变化的主要因子。未来风云三号系列卫星上遥感工具的使用将是对全球气候变化的敏感因子进行持续观测和评估的有效途径。温室气体的业务监测能力能够为理解和掌握气候变化的真相提供一个科学客观的基础。

我国各种自然灾害有着广泛的地理分布和较高的发生率，通常会造成巨大的经济损失。“中国减灾行动”（2009年5月）明确指出，中国防灾减灾的一个主要目标就是建立监测卫星遥感系统并组成一个三维自然灾害监测系统。作为监测天气扰动和其衍生灾害的主要手段，风云三号卫星有着不可取代的地位，在与台风、风暴、洪水、干旱、雪、沙尘暴和雾以及农业、林业、海洋、生态和环境灾害相关的宏观动态的大尺度自然灾害方面尤为重要。植被、干旱和作物生长的监测需要气象卫星的遥感数据资料。风云三号卫星提供的全球空间分辨率为250m的多光谱数据对全球植被动态、作物生长和世界主要粮食作物的产量估计有着重要的作用。随着经济的快速增长和社会发展，农业监测和评估模式的应用将需要卫星遥感提供更多种类的农业产品。

3 风云三号卫星及其有效载荷

3.1 航天器

风云三号卫星是太阳同步极地轨道环境气象卫星，轨道高度大约为830km。FY-3A处于上午轨道，而FY-3B则是处在下午轨道。每颗卫星是体积为4.4m×2.0m×2.0m的六面体（图3），总质量约2500kg。卫星主体的一侧安装有一块太阳能电池板，使卫星飞行时的翼展长度达10m。卫星的姿态控制装置是两个板载星传感器。表1给出了FY-3A/B主要航天器参数及其轨道特征。

航天器通信系统的链接位于S、L和X波段。指令只通过X波段。指令和遥测链路同时处于活动状态。通信子系统的S波段区给风云三号的各地面站之间提供遥测和指挥（T&C）服务。通信子系统的L波段和两个X波段区为风云三号的通用航天器提供下行的科学工程数据。全世界的用户都可以直接从MERSI和航天器的其他仪器上直接获取实时数据。卫星下行链路的科学数据遵循空间数据系统咨询委员会（CCSDS）制定的空间数据系统标准，使FY-3A/B的数据格式与其他气象业务卫星数据传输兼容。

3.2 FY-3A/B 的有效载荷

FY-3A/B上有11种仪器，包括3个探测器（一个可见光传感器和两个微波传感器），两个臭氧仪器，两个地球辐射收支仪，三个成像遥感传感器（一个微波仪器和两个可见光仪器）和一个空间环境监测组件。有效载荷在可见光范围内有近100个遥感通道，从紫



图3 发射前的风云三号航天器

表1 FY-3A/B卫星规格及主要轨道参数

卫星质量	约2500kg
发射尺寸	4380mm×2000mm×2000mm (X, Y, Z航天器坐标系)
飞行尺寸	4440mm×10000mm×3790mm (X, Y, Z航天器坐标系)
轨道类型	太阳同步轨道
轨道高度	831km
轨道倾角	98.81°/98.64°
轨道周期	101.5min
轨道偏心率	0.00012/0.00013
公转/天	14
准重复时间	5.5d
升/降点当地时间	10:05/13:40 (世界时)
遥感仪器 (有效载荷)	VIRR, IRAS, MWTS, MWHS, MERSI, SBUS, TOU, MWRI, SIM, ERM, SEM
实时数据传输	L波段: QPSK调制; 比特率: 4.2Mbps X波段: QPSK调制; 比特率: 18.7Mbps
延时数据传输	X波段: QPSK调制; 比特率: 93Mbps
搭载数据存储	144Gbits
高度定向精度	≤0.3° (X, Y, Z航天器坐标系)
高度测量精度	≤0.05° (X, Y, Z航天器坐标系)
高度稳定性	≤0.008%/s (X, Y, Z航天器坐标系)
设计寿命	3年

紫外线到可见光、红外线及微波。表2给出了FY-3A/B的主要有效载荷特征。

3.2.1 探测仪器组

IRAS是FY-3A/B上的主要探测仪。它是一个与高清晰度红外辐射探测仪(HIRS)/3类似的仪器,共有26个通道。其中20个通道和HIRS/3的通道几乎一样,而另外6个通道则使IRAS可以测量气溶胶、二氧化碳含量以及卷云。IRAS的瞬时视场(IFOV)在星下点为17km。它的产品包括大气温度资料、大气湿度资料 and 向外长波辐射。

MWTS是一个四通道、能在多云地区进行温度探测的被动扫描微波探测仪。它的4个通道在50Hz左右,其产品包括大气温度资料和地面辐射。

MWHS与先进微波探测装置-B(AMSU-B)相似,其主要目的是对多云地区进行湿度探测。MWHS

有5个更高频率的通道(150~183GHz),150GHz的通道在水平和垂直方向都有偏振。MWHS的IFOV在星下点是15km。它的产品是大气湿度资料、降水强度和云冰水厚度。

IRAS、MWTS和MWHS共同为全球数值天气预报模式和气候数据记录提供所有天气条件下的全球大气温度和湿度资料。

3.2.2 臭氧仪器组

FY-3A/B搭载的仪器中,SBUS和TOU这两个仪器是用于测量大气臭氧分布的新型传感器。TOU是一个六通道光谱仪,波长为308~360nm,星下点分辨率为50km。SBUS是一个12通道的、波长范围在252~380nm的光谱仪。臭氧资料的空间分辨率在星下点大约是200km。SBUS和TOU的典型产品是全球垂直臭氧资料和臭氧柱总量。

3.2.3 地球辐射仪器组

ERM与NOAA卫星搭载的地球辐射预算实验仪器(ERBE)相似。它具有独立的宽瞬时视场和窄瞬时视场元件,每个元件都有两个通道。宽带通道覆盖的光谱范围为0.2~50μm,而窄带通道覆盖的光谱范围为0.2~4.3μm。ERM产品包括太阳辐射通量和向外长波辐射通量。

SIM对太阳进行长期恒定的观测,为研究各个时间尺度的太阳能输出变化提供可靠科学的数据。它的辐射测量范围是100~1400W/m²,光谱范围为0.2~50μm,灵敏度是0.2W/m²,校准精度是0.5%。它最主要的产品是太阳常数。

3.2.4 成像仪

VIRR是一个经常用于多通道可见光和红外扫描辐射计(MVISR)中的仪器,也是风云-1C/D卫星搭载的一个用于业务观测的10通道的辐射计。为了减少风险,FY-3A/B上使用了一个类似MVISR的仪器。其

表2 FY-3A/B有效载荷的主要参数

有效载荷	光谱范围	通道数	测绘带	最低点分辨率	量化	主要用途
IRAS	0.65~15.5μm	26	±49.5°	17.0km	13bit	大气温度资料、湿度资料、OLR
MWTS	50~57GHz	4	±48.3°	50km	13bit	大气温度资料
MWHS	150~183GHz	5	±53.35°	15km	14bit	大气湿度资料
SBUS	252~340nm	12	/	200km	12bit	垂直臭氧资料
TOU	309~361nm	6	±54.0°	50km	12bit	臭氧总量
ERM	0.2~3.8μm 0.2~50μm	2	±50.0°	35km	16bit	反射太阳辐射通量、OLR
SIM	0.2~50μm	1	/	/	16bit	太阳常数
VIRR	0.44~12.5μm	10	±55.4°	1.1km	10bit	云、可见光、雪、LST/SST、气溶胶、LAI等
MERSI	0.41~12.5μm	26	±55.4°	0.25~1.0km	12bit	地表辐射、高分辨率植被指数、陆地覆盖类型、海洋水色、气溶胶、大气可降水
MWRI	10.65~89GHz	10	FY-3B, 锥角45.0°; FY-3A, 锥角45.0°	9~85km	12bit	降水和云水、大气可降水、海平面温度和风速、土壤湿度和温度、雪盖
SEM	3.0~300.0 Mev 0.15~5.7 Mev	/	/	/	10bit	高能粒子

主要用途包括记录云量、云的分类、云的物理属性、雾、火灾点、气溶胶、向外长波辐射、冰雪、海平面温度、地表温度、大气可降水、地标反照率、植被指数、叶面积指数和净初级生产率。

MERSI是一个中分辨率光谱成像传感器。除了不具有中红外通道，它与地球观测系统（EOS）系列卫星搭载的中分辨率光谱辐射计成像仪（MODIS）类似。MERSI有20个通道，主要位于可见光（VIS）和近红外（NIR）光谱区域，而VIRR则有其余的红外通道。MERSI中的5个通道（4个可见光通道和1个热红外通道）的空间分辨率是250m，可用于绘制白天自然色彩的高分辨率的地球图像及夜晚高分辨率的近红外图像。MERSI其余通道的空间分辨率为1km。MERSI产品记录地表反射率、高分辨率植被参数、土地覆盖类型、海洋水色、气溶胶和大气可降水。

MWRI是一个在5频点的双偏振（10个通道）圆锥扫描成像仪。这个传感器可以测量陆地和海洋表面的微波辐射及大气中多种形态的水，包括云。MWRI一些波长超过1mm的通道可以穿透云层，提供所有天气下的观测。在更高频率的通道，如89GHz，云和降水的散射特征也是检测陆地和海洋降水的良好指标。根据波长，空间分辨率在12~80km之间。MWRI的主要产品是降水、云水、大气可降水、海平面温度、土壤湿度、土壤温度和雪盖。

3.2.5 空间环境监测仪

FY-3A/B搭载的SEM是风云-1空间环境监测仪的改良版，提高了精度和对高能粒子的测量能力。SEM可以有效地监测空间环境和带电粒子通量，记录空间天气现象对卫星的影响，为空间天气监测和预警提供重要数据资料。它能绘出高能粒子的出现和位置。

3.3 风云三号卫星未来的愿景和战略

风云三号系列的目标是将来提供至少4个业务卫星（FY-3C/D/E/F），两个在上午轨道，两个在下午轨道，预计寿命5年。FY-3C预计在2013年被发射到一个上午轨道。该卫星的任务主要是地球表面成像和大气探测，其观测数据将被用于天气预报和灾害、生态、环境监测。风云三号下午轨道卫星的任务是大气探测和气候变化监测，其数据将被用于天气预报、大气化学和气候变化监测。FY-3D预计在2015年被发射到一个下午轨道，其核心功能是全球中分辨率可见光成像和观测，以及使用高精度可见光和微波仪器进行大气温度和湿度的探测，对天气预报和灾害监测有着十分基础的作用。两个轨道的卫星有能力进行更加完整全面的观测。

在不久的将来，风云三号卫星将具备4个观测功能。一是1天4次分辨率为250m的全球可见光成像；二是联合运用高精度可见光和微波仪器进行全球大气温度和湿度的探测；三是针对温室气体和气体气候变化因子的大气成分探测；四是高精度广角激光成像。

FY-3D/E/F将安装一个全新的全球250m精度可见光成像仪：中分辨率光谱成像仪-II（MERSI-II）。MERSI-II较中分辨率光谱成像仪-I（MERSI-I）进行了功能的增强，有25个从0.47~12.5 μm 的可见光通道，15个太阳反射通道和10个红外通道。其中6个通道的空间分辨率是250m，包括2个红外分裂窗通道，3个太阳反射通道和1个近红外通道。所有其他通道的空间分辨率都是1km。MERSI-II将被主要用于陆地、云、气溶胶、海洋水色、大气水汽、地表温度和云湿度的遥感。

可见光和红外仪器上安装有高精度大气探测组件，微波温度探测仪-II（MWTS-II）和微波湿度探测仪-II（MWHS-II），将被安装在FY-3C/D/E/F上；高分辨率红外大气探测仪（HIRAS）将被安装在FY-3D/E/F上。MWTS-II和MWHS-II的功能将在MWTS和MWHS的基础上得到增强。MWTS-II的温度探测通道数将提高到13个，提供更多层大气的温度信息。MWHS-II的湿度探测通道数将提高到15个，原来的MWHS将添加118GHz频段，MWHS-II将主要用于降水探测、大气温度和湿度探测。高分辨率红外大气探测仪（HIRAS）是一个由650~1136，1210~1750，2155~2550波数的光谱段和对应的0.625，1.25，2.5 cm^{-1} 的光谱分辨率构成的新的高光谱分辨率探测仪。相应的通道数量为778，433和159。HIRAS的基本用途和IRAS相同，即主要是大气温度和湿度探测，但是HIRAS可以获取垂直分辨率更优的更精确的探测信息。

温室气体吸收光谱仪（GAS）是一个由0.76，1.61，2.01和2.30 μm 的光谱段及对应的0.6，0.27，0.27和0.27 cm^{-1} 的光谱分辨率组成的新的可见光与近红外高光谱大气成分探测仪。相应的光谱段宽度是20，160，160和180nm，空间分辨率是10km。GAS对大气中的二氧化碳、甲烷、一氧化碳、一氧化二氮、氧气和气溶胶进行探测。

臭氧测绘光谱仪（OMS）是一个新的优化后的高光谱探测仪器，其主要用途与TOU和SBUS相同，即基本上是对臭氧总量和臭氧垂直资料进行探测。OMS由一个250~310 μm 的光谱段和两个300~500 μm 的光谱段组成，对应的空间分辨率为30km \times 60km和15km \times 25km。光谱分辨率为0.4nm。

4 风云三号卫星地面应用系统

FY-3A/B气象卫星的地面应用系统的所有功能都已经在2010年11月完成完善。系统的计算平台包括一个高性能计算机集群,一个本地局域网存储设备作为数据处理中心以及一个使用了可进行高速数据交换的光纤网络的服务器和存储设备。此数据库系统建立在分布式数据管理应用的基础上。地面应用系统使用备用设备提高其稳定性和可靠性,增强其数据处理能力并提升产品处理和监测的业务水平。风云三号气象卫星的地面应用系统全年不间断工作,高水平的自动化使其保持稳定运行。地面应用系统根据数据流的特征被分成三个部分,即数据采集、产品生成和应用服务。

4.1 数据采集

风云三号卫星地面应用系统的前段是由一个通过在五个城市(北京、广州、乌鲁木齐、佳木斯、基律纳)建立的地面站的卫星—地球链接组成的。依据运行控制子系统为各个地面基站制作的风云三号时间表,地面站从风云三号的3个传输通道(高分辨率图像传输(HRPT)、中分辨率图像传输(MPT)、延时图像传输(DPT))接收数据。然后对数据进行编译、解压和质量检查,并同时传送给数据处理和业务中心。地面站具有将原始数据保存一周以上及在通信中断或其他非常情况下进行独立操作的能力。

4.2 产品生产

产品生产是一个涵盖运行控制子系统(OCS)、数据预处理子系统(DPPS)和产品生产子系统(PGS)的重要环节。OCS的基本功能是为五个地面站和指挥中心指挥、控制和计划任务调度。使用卫星轨道要素进行时间表的汇编是每个子系统和地面站运行的基础。产品生产环节和卫星追踪、遥测和控制(TT&C)中心之间有一条热线,用于传输卫星轨道要素和控制指令。

DPPS的任务是预处理风云三号卫星遥感仪器的原始数据,包括地理位置、辐射定标、卫星与太阳的天顶角和方位角计算、通道注册、图像几何校正以及对每个传感器的每个像素进行质量检查,产生一级数据。风云三号地理位置运行软件算法主要基于GPS数据,而轨道数据积分算法和软件作为热备份使用。

PGS输入由DPPS产生的一级数据后,产生二级和三级产品,即大气物理参数、云、地表参数和海空环境参数。大气与地球物理参数是在一级数据的基础上使用科学算法衍生得到的。二级产品主要用于天气分析与预报、灾害与环境监测。三级产品是按10

天、1个月、1年的时间序列汇编成二级产品后得到的统计分析产品,主要用于气候研究。所有产品都是以分层数据格式构建的,便于使用者提取和显示。大气和云产品包括温度和湿度资料、大气稳定性指数、可降水总量、云掩膜、云顶温度、云的类型和云可见光厚度。陆地与海洋表面产品包括植被指数、陆地覆盖(植被类型)、雪盖、地表反射率、地表温度、洪水指数、全球火灾、海平面温度、海洋水色/叶绿素和海冰覆盖。空间气象产品包括太阳质子、太阳离子、太阳电子、潜在辐射量和单一事件观测(表3)。

表3 风云三号地面应用系统生成的业务数据产品

编号	名称	分辨率(km)	精度
1	云掩膜	1	5%~20%
2	云顶温度	5	0.5~2.0K
3	云顶高度	5	50hPa
4	云可见光厚度	5	5%~20%
5	云的类型	5	5%~20%
6	云盖(总量、高云)	5/10	5%~20%
7	向外长波辐射	5/17/50	3~8W/m ²
8	海洋气溶胶	1/10	15%~30%
9	烟雾探测	1	RMS<0.25
10	可降水总量	1/5/50/27×45	15%~25%/10%~20%
11	地面降水率	18×30	30%
12	大气温度资料(1000~10hPa)	50	1.5~2.5K
13	湿度资料(1000~300hPa)	50	15%~25%
14	位势高度(1000~10hPa)	50	TBD
15	大气稳定性指数	50	TBD
16	臭氧总量	50/17	8%~15%
17	臭氧资料	200	8%~15%
18	辐射通量	35	LW: 10W/m ² SW: 30W/m ²
19	NDVI	0.25/1	5%~10%
20	陆地覆盖(植被类型)	0.25/1	15%~20%
21	雪盖	1/5	10%~20%
22	地表反射率	0.25/1	TBD
23	地表温度	1/25/50×85	1.0~2.0K
24	洪水指数	50×85/25	TBD
25	全球火灾区域	1	5%
26	海平面温度	1/5/50	1.0~1.5K
27	海洋水色/叶绿素	1/10	15%~20%
28	海冰覆盖	0.25/1	5%~15%
29	太阳质子	20	15%
30	太阳离子	50×50	20%
31	太阳电子	50×50	20%
32	势能	50×50	20%
33	辐射剂量	50×50	20%
34	单一事件	50×50	20%
35	陆地气溶胶	5/10	TBD
36	叶面积指数	1	15%~20%
37	净初级产品	1	TBD
38	BRDF	1	TBD
39	干旱指数	5/25	25%
40	表层土壤湿度	50×85/25	15%~30%
41	表面微波发射率	75	TBD
42	海面风速	30×50	TBD

4.3 应用服务

应用服务环节是由归档检索子系统（ARSS）、监测分析服务子系统（MAS）和用户演示子系统（UDS）组成的。ARSS的任务是数据归档、数据检索、数据客制化和用户管理，负责数据产品的质量控、格式规范和目录归档管理，根据用户的在线搜索提供在线下载服务，确保存储数据的安全，维护和管理在线与近线存储设备。

MAS是一个风云三号业务遥感监测分析服务平台，内含一个数据库、图像处理演示、专题制图工具、遥感信息萃取、信息产品生产和使用自动或人机互动分析。MAS的任务是对环境灾害进行遥感监测、评定与早期预警。将一级、二级、三级产品的使用与地理信息系统相结合，MAS对天气事件、自然灾害和环境变化进行监测、评定和预警，再把这些信息通过互联网、电视和其他媒介传达给众多用户，帮助决策。MAS由可以完成业务管理、综合数据库管理、综合监测分析、环境灾害诊断与早期预警及综合信息传播的单个模块组成。

UDS旨在通过充足的资源共享，将气象卫星遥感应用推广到国家系统的众多用户中去。国家系统采用了一个三层结构，即国家、区域和省。示范场由天气分析、数值天气预报、气候变化研究与预测、环境、灾害和空间天气监测组成。

5 小结

FY-3A于4年前成功发射，目前已超过其3年的设计服务时间，其搭载的11个传感器中的8个仍保持正常运行。FY-3B于1年前成功发射，搭载的11个传感器目前均在正常运行。这些传感器的校准和验证（CAL/VAL）及它们的大多数产品已经得到完善。风云三号卫星的地面应用系统自2009年以来一直在发布符合业务标准的产品。

风云三号系列卫星分为两个阶段：试验阶段和运行阶段。最早的两颗卫星（FY-3A/B）是试验卫星，目的是减少空间和地面应用系统的风险，包括系统工程、产品算法开发和验证、数据采用演示。第二阶段有4颗卫星。运行阶段（FY-3C/D/E/F）的卫星计划增强探测和成像能力。两组风云三号系列极地卫星将投入使用，一个在上午轨道，另一个是下午轨道。这两颗卫星搭载的有效载荷将略有不同。上午轨道和下午轨道的卫星都将搭载天气监测的传感器，而大气成分传感器将仅由后者搭载。此外，一个低倾斜轨道卫星正在计划中，主要目的是使用搭载的雷达和被动微波传感器进行降水测量。中国将继续发展两种类型的气象环境卫星（低地球轨道和静止卫星）来解决气象方面的需求。可以确信的是，中国的卫星不仅造福中国，也有益于国际社会的气象、水文和环境业务。

会议信息

- ◆ 第六届WMO数据同化学术会（Sixth WMO Data Assimilation Symposium），2013年10月7—11日，美国，马里兰（<http://www.ncep.noaa.gov/events/2013/wmo6da/>）
- ◆ 第二届全国激光雷达大会，2013年10月25—26日，北京（<http://lidar2013.csp.escience.cn/>）
- ◆ 2007—2012亚洲季风年开放科学会议（Open Science Conference (OSC) of the Asian Monsoon Years 2007-2012 (AMY)），2013年10月26—27日，珠海（<http://amy-osc2013.csp.escience.cn/>）
- ◆ 第二届AOSWA学术会议（the 2nd AOSWA (Asia-Oceania Space Weather Alliance) Workshop），2013年11月4—7日，昆明（<http://www.aoswa2013.cn>）
- ◆ 国际CORDEX区域气候会议（International CORDEX Conference on Regional Climate），2013年11月4—7日，布鲁塞尔，比利时（<http://cordex2013.wcrp-climate.org>）
- ◆ COSPAR能力建设学术会：环境监测地球观测数据的大气订正-理论和最佳实践（COSPAR Capacity Building Workshop: Atmospheric Correction of Earth Observation Data for Environmental Monitoring: Theory and Best Practices），2013年11月4—8日，曼谷，泰国（<http://cospar2013.gistda.or.th>）
- ◆ 欧洲中期天气预报中心第14届气象业务系统会议（14th Workshop on meteorological operational systems），2013年11月18—20日，里丁，英国（<http://www.ecmwf.int/newsevents/meetings/workshops/2013/MOS14/>）
- ◆ 美国国家龙卷风高层论坛（The National Tornado Summit），2014年2月10—11日，俄克拉荷马市，俄克拉荷马（<http://www.tornadosummit.org>）
- ◆ 2014年气候学术会（The Climate Symposium 2014），2014年10月13—17日，Darmstadt，德国（<http://www.theclimatesymposium2014.com/>）
- ◆ 第6届全球数字土壤绘图学术会（6th Global Workshop on Digital Soil Mapping），2014年11月11—14日，南宁（<http://dsm2014.csp.escience.cn/>）
- ◆ 第三届国际ENSO学术会（III International Conference on ENSO），2014年11月12—14日，瓜亚基尔，厄瓜多尔（<http://www.ciifen-int.org/>）
- ◆ 第二届国际海洋学术会（2nd International Ocean Research Conference），2014年11月17—21日，巴塞罗那，西班牙（<http://www.clivar.org/resources/news/2nd-international-ocean-research-conference-17-21-november-2014>）
- ◆ 第14届太阳风国际学术会（Fourteenth International Solar Wind Conference），2015年6月22—26日，威海（<http://sw14.csp.escience.cn/>）