

风云气象卫星的地面应用系统

许健民, 钮寅生, 董超华, 张文健, 杨 军

(国家卫星气象中心, 北京 100081)

[摘要] 我国从20世纪70年代开始实施自己的气象卫星计划, 经过30多年的工作, 已经建立起风云1号极轨和风云2号静止两个系列的气象卫星。地面应用系统是风云气象卫星大系统中的一个重要组成部分。文章就地面应用系统的规划工作、关键技术问题的解决以及业务运行成功率的提高等三个方面做了回顾; 风云气象卫星已成为我国现代化气象业务系统中不可或缺的重要组成部分, 并被世界气象组织正式列为世界天气监视网全球观测系统的一个组成部分; 从气象卫星获取的大气和地表信息, 已被广泛应用于天气预报、气候预测、环境和自然灾害监测、农业等多个国民经济领域; 讨论了风云气象卫星地面应用系统成功的经验。

[关键词] 风云气象卫星; 地面系统; 卫星应用

[中图分类号] P414.4; V556 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2006)11-0013-06

我国从20世纪70年代开始实施自己的气象卫星计划, 成功地发展了极轨和静止两个系列的气象卫星。从1988年第一颗风云1号气象卫星发射成功到现在, 我国已成功发射了4颗风云1号极轨气象卫星和3颗风云2号静止气象卫星, 两个系列的气象卫星都已经业务化, 成为我国现代化气象业务系统中不可或缺的重要组成部分, 也被世界气象组织正式列为世界天气监视网全球观测系统的一个组成部分。从气象卫星获取的大气和地表信息, 已被广泛应用于天气预报、气候预测、环境和自然灾害监测、农业等多个国民经济领域, 为国家经济发展、社会进步做出了贡献。

风云气象卫星工程由卫星、运载火箭、发射、测控和地面应用等5大系统组成。地面应用系统作为风云气象卫星工程大系统中的一个重要组成部分, 对卫星应用效益的发挥起着重要的作用, 由中国气象局负责。按职责分工, 地面应用系统的任务是: 研究草拟我国气象卫星的发展规划; 建设我国气象卫星的地面应用系统; 承担我国在轨气象卫星有效荷载的运行管理和气象卫星地面应用系统的业

务运行; 负责我国和外国气象卫星资料的接收、处理和生成, 履行气象卫星数据与产品的分发、应用和服务; 对气象台站进行卫星遥感应用的技术指导; 从事与卫星气象相关学科的科学研究。这些工作由中国气象局下属的专设事业单位国家卫星气象中心执行。

1 风云气象卫星的规划

一颗卫星从概念提出, 经过方案设计、初样研制、正样研制、发射飞行、地面系统建设、数据处理算法研制和程序设计、在轨运行等工作, 直到在业务中发挥作用, 至少需要七八年的时间。所以卫星的规划是十分重要的工作, 不允许在规划层面上出现失误或者走弯路^[1]。中国气象局在规划我国的气象卫星时, 把气象卫星在中国气象局业务和研究工作中的应用放在首位, 即首先明确: 中国气象局的业务和研究工作需要卫星做什么事, 从气象卫星获得和传递的资料在气象业务中如何使用。

为了进行气象卫星观测功能的规划, 要在观测目标物的性质和气象卫星遥感系统的能力两方面进

行透彻地分析。在观测目标物方面,要分析观测目标物的光谱特征和观测目标物与背景对比的能量差别及其时间、空间可变性。在遥感系统方面,要分析从空间进行对地观测时,在所选择的光谱波段,卫星系统能以多大的动态分辨率辨认出被观测目标物与背景之间的差异;观测时间空间分辨率,是否能做到高于观测目标物本身的时间、空间可变性。光谱分辨率、观测时相、空间分辨率、动态分辨率是相互矛盾的。气象卫星观测系统在这四方面性能指标的提高,不仅涉及观测仪器的水平,而且也与系统的数据传输和处理能力有关。高水平的观测需求使包括空间段和地面段在内的气象卫星系统负重不堪,因此在进行系统设计时,只能在需求与可能之间进行折衷。而折衷的依据就是对观测目标物性质和卫星遥感系统能力两方面的透彻理解^[2]。

目前,中国气象局主要发展两个系列的气象卫星:风云1号、3号系列极轨气象卫星和风云2号、4号系列静止气象卫星。风云1号极轨气象卫星共有4颗,都已经成功发射,目前FY1D(风云1号D)星正在轨业务运行。风云1号卫星主要提供全球范围每天2次10个观测通道的可见光、红外图像,星下点水平分辨率1.1 km;记录存贮全球国外地区4个通道4 km分辨图像;还提供空间环境监测。图1是2002年6月27日FY1D卫星的全球拼图(见封3)。

风云3号极轨气象卫星中的第一颗将于2007年发射。风云3号卫星遥感仪器共有11个:可见光红外扫描辐射计、红外分光计、微波温度计、微波湿度计、微波成像仪、中分辨率光谱成像仪、紫外臭氧垂直探测仪、紫外臭氧总量探测仪、地球辐射探测仪、太阳辐射监测仪、空间环境监测器,在紫外、可见光、红外、微波波段共99个光谱通道,其中5个光谱通道的分辨率达250 m,除了图像以外,还提供大气垂直探测、云的物理性质、辐射平衡等多方面的信息。

风云2号静止气象卫星已经发射了3颗,目前FY2C(风云2号C)星正在轨业务运行。风云2号是自旋稳定型静止气象卫星,主要提供以105°E、赤道为星下点大约1/4地球范围内每小时一次5个观测通道的可见光、红外图像,星下点水平分辨率分别为可见光1.25 km、红外5 km;也提供空间环境监测。计划中,风云2号卫星还将发射5颗,使风云2号的服务持续到2015年前后,与风云4号

卫星衔接。图2是2006年2月27日北京时间13时27分FY2C卫星的全圆盘图像(见封3)。

风云4号将是3轴稳定型静止气象卫星,首选项目包括:多通道扫描成像辐射仪、干涉式分光大气垂直探测仪、闪电成像仪和空间环境监测仪;备选项目为:微波探测仪、CCD相机和辐射收支探测仪。风云4号卫星将对天气、气候和地球环境参数实现高精度的定量观测,满足相关领域研究分析、模式计算、监测和预测的需要;实现大气温度、湿度和若干痕量气体等参数的高精度空间和时间4维结构及其变化规律的观测,提高探测精度、改进垂直分辨率;实现对多种灾害性天气监测参数的高时效和高精度探测;探测空间环境参数,监测太阳活动,为空间天气研究与应用,以及卫星在轨运行安全服务。风云4号卫星还将尽早实现在静止卫星轨道上对地球环境参数的全天候微波探测。

2 风云气象卫星地面应用系统建设

地面应用系统是气象卫星系统工程中十分重要的组成部分,它负责卫星发射后对卫星有效荷载的运行管理,以及从卫星下传数据的接收、处理、分发、应用、服务。尤其对于静止气象卫星,它的观测功能是通过卫星和地面应用系统协同工作完成的,地面应用系统是星地系统中不可分割的组成部分。

气象卫星地面应用系统大致由以下4个部分组成:卫星数据和指令收发站、卫星运行控制中心、卫星数据处理中心以及分布在各地的数据利用站。卫星数据和指令收发站要确保从卫星下传的各种数据,以及从地面应用系统向卫星发送的指令和数据正确无误地收发存取。卫星运行控制中心是全系统的指挥中枢,它要监视从卫星传下的各种工作状态信息,判断卫星的工作是否正常,在卫星工作状态发生异常时及时做出响应;它还要监视地面应用系统各个组成部分的工作状况,调度地面应用系统的资源及时、正确地完成任务。卫星数据处理中心负责从卫星下传各种观测数据的处理,形成各种图像和数字产品分发给用户,它还要形成指挥卫星未来工作的参数,指导卫星的工作。数据利用站分布在各地,它接收从数据处理中心下发的各种图像和产品,供当地气象业务和研究单位使用。对于极轨气象卫星,用户还可直接接收利用卫星下发的低分辨率观测数据。

气象卫星地面应用系统不仅工作的内容多，技术复杂，涵盖专业面广，而且对可靠性的要求高，需要由 5 个方面的专业人员协同完成：

1) 信道专业人员对卫星上下行信道负责，从建设阶段到运行阶段，他们要确保卫星信道的高质量。同时负责卫星与地面应用系统之间在信道技术指标方面关系的协调；卫星数据和指令收发站的设计和建设；卫星发射后，确保上下行各种信号的高可靠、低误码传递到位，如向卫星发送指令和测距，从卫星接收观测数据和事务处理数据等，他们应当是无线电专业的专家。

2) 卫星控制和运行的专业人员对卫星运行控制和卫星发射后的业务运行负责，即负责卫星与地面应用系统之间在指令和运行控制方面关系的协调；卫星运行控制中心的设计和建设；卫星发射后的运行控制，会同卫星测控部门共同确保卫星的安全运行；同时也负责地面应用系统的运行，负责解决资料接收处理方面的技术问题。

3) 产品专业人员对卫星的应用效果负责，要通过高质量地产生各种产品来实现卫星的应用效益。他们负责卫星应用功能的设定；卫星与地面应用系统在数据定标、定位方案和技术指标方面关系的协调；从卫星下行观测数据中处理出各种产品；不仅要提出资料处理的方案和算法，而且要使得高精度产品在业务工作中可靠地产生，并经得起各种真实性检验；应当是遥感或卫星气象专业的专家，对气象卫星的数据预处理、处理、产品的应用有深刻的理解和丰富的经验。

4) 计算机和网络及存档服务专业人员负责软件工程化的工作，为上述 3 方面的专业人员提供支持，并负责从气象卫星获得大量数据的快速存档检索显示。因为气象卫星地面应用系统中大量的工作是由计算机和网络完成的，而在计算机网络领域，新标准、技术、产品、软件不断涌现，这方面的专业人员在系统中起重要的作用。

5) 数据利用站的专业人员要设计并研发性能好、可靠性高、廉价的地面站，并对数据利用站的使用和维护进行指导。

国家卫星气象中心是风云系列气象卫星地面应用系统的责任单位。国家卫星气象中心上述多方面的专业技术人员对地面应用系统的总体负责，同时承担了卫星运行控制中心、卫星数据处理中心、数据利用站的全部软件工作。地面应用系统中的无线

电设备、计算机等通用设备通过合同外包研制，或者招标采购。

3 风云气象卫星的数据处理

气象卫星上的扫描辐射仪从太空遥感地球大气，逐个像元地获得来自地球表面和云的若干个波段的辐射资料。气象卫星的数据处理是要从卫星遥感观测数据中，提取遥感目标物所在地点的关于地表、云和大气状态的定量参数产品。其中有 3 个基本的科学问题要解决。

第一，卫星所遥感的观测目标物在什么地方。这个问题称为图像配准和定位。风云 2 号气象卫星是通过星地协同工作完成对地观测的。星载多光谱扫描辐射仪对地球进行扫描，获取地球图像数据。扫描阶段所获取的数据尚不能组成可用的图像。地面应用系统利用遥测数据，将扫描过程中所获取的对地观测数据，处理成一幅相当于在卫星所在位置直视地球所看到的可用图像，并指出图像上每一个观测像元所在的地理经纬度位置。这就是图像配准和定位。

第二，卫星上的遥感器所感应到的辐射量是多少？离开遥感目标物的辐射在传递到卫星的路径上由于与大气介质的相互作用，改变了多少？这方面的问题称为定标和辐射的大气订正。气象卫星产品定量处理的目的，是要从卫星观测数据中提取地表、云和大气状态的定量参数和产品。而卫星所观测到的是遥感器测量计数值。根据遥感器测量计数值，求解地物状态参数，要做一系列的数据变换。先将遥感仪器的辐射观测数据标定为辐射当量，即定标。定标后，获得了进入卫星遥感仪器的人瞳辐射，然后要对人瞳辐射做一系列的数据处理。这些数据处理，实际上是对辐射从离开观测目标物开始，直到被扫描辐射仪测得为止，每一种物理过程所带来辐射附加值的订正。经过定标和大气订正处理，获得了离开遥感观测目标物的离物辐射。

第三，从来自位置已知遥感观测目标物的离物辐射数据中，提取出能代表地表、云、大气物理状态的参数和产品；或根据云图的时间序列，推导出能代表大气运动的参数和产品。

前面两个问题统称卫星观测数据的预处理，第三个问题称为定量产品处理。

风云气象卫星的数据处理由国家卫星气象中心的人员自己承担。要求研发人员对辐射在大气中的

传递过程和气象卫星的工作方式两方面都有清晰的理解。国家卫星气象中心进行了与数据处理有关的基础和机理研究,立足于依靠自己的力量解决数据处理中的科学和技术问题。按照软件工程化的要求进行研发工作,自主开发了气象卫星数据处理的全套软件。由于软件是自行研制的,在工作实践中可不断修改完善,使风云气象卫星的数据处理水平和运行稳定性越来越好,受到国际同行的赞誉。

4 风云气象卫星的业务运行和服务

在气象卫星发展的初期,风云气象卫星的业务运行成功率不是很高,由于这种原因,丢失云图或数据质量不高的现象时有发生。对此,中国气象局对风云卫星提出了必须成为业务卫星的要求。所谓业务卫星有两个基本的含义。一是,风云卫星所提供服务和内容和指标,都必须达到设计要求;二是风云卫星在设计寿命期间,必须提供连续不间断的服务。具体的考核指标是,极轨卫星运行成功率为97.5%,静止卫星运行成功率为98%。

国家卫星气象中心对业务运行中存在的问题进行了细致的分析研究。对于业务运行中出现的每一个故障,都进行诊断分析,找出故障发生点和发生原因。对由于硬件、软件、管理制度、人员责任不到位所造成的故障,分别通过设备修复和改善,软件更新,制度修订,教育培训措施加以解决。现在,风云气象卫星按月统计的业务运行成功率,都在99%以上,不仅我国地方台站广泛接收和利用风云气象卫星的资料,包括美国、澳大利亚、日本在内的许多外国气象部门,他们也接收和使用风云气象卫星的资料。

5 风云气象卫星的应用

从气象卫星获取的大气和地表信息,已被广泛应用于天气预报、气候预测、环境和自然灾害监测、农业等多个国民经济领域,为国家经济发展和社会进步做出了贡献^[3]。

5.1 气象卫星在天气气候领域的应用

风云系列气象卫星应用系统投入业务运行后,为台风、暴雨、冰雹、暴雪、沙尘暴、龙卷风等灾害性天气的监测提供了更有力的手段,为短期气候预测提供了更多有用的参数,如海表水温、雪盖、植被指数等,为改善天气预报和短期气候预测做出了贡献。

5.1.1 台风监测 台风是一种灾害性天气系统。上世纪70年代以前,全球范围内单个台风造成10万以上人死亡的个例共发生过7次,其中有1次发生在中国和越南。台风还是一种热带天气系统,在浩瀚的洋面上生成和发展,海洋上雷达和地面观测资料都非常稀少。自从有了气象卫星,它就成为台风观测最主要的手段。云图和其他气象卫星定量观测资料用于分析和预报台风的位置、强度和天气,做到了一个不漏,大大减小了台风所造成的损失。图3是FY1D卫星2006年8月10日北京时间07-29时台风桑美的图像(见封3)。桑美是过去50年以来登陆中国最强的台风。

5.1.2 中小尺度天气系统监测 对于在陆地上产生的暴雨和大风、冰雹等中尺度灾害性天气的监测和预报,卫星云图发挥着十分重要的作用。陆地上许多致灾剧烈天气是由中尺度天气系统造成的。中尺度天气系统生命期只有几小时,活动范围只有几百公里。现在,风云2号静止气象卫星在汛期0.5h观测1次云图,云图的分辨率达到可见光1.25km,红外5km。云图上的云及其演变和分布,代表着大气中正在进行着的动力和热力过程。用动画观看,重要中尺度天气的起源、运动、发展能够被观测到。中尺度系统的触发,需要特定的大气3度空间结构和下垫面不均匀加热条件。云图动画在与中尺度系统触发机制大小相当的时间和空间分辨率上,观测到了对流系统,这为中尺度天气系统的及时预报提供了依据。

5.1.3 气象卫星资料在资料稀少地区的气象预报中的应用 我国西部,尤其是青藏高原的气象观测站极其稀少,长期以来人们很难获得高原天气系统全面系统的认识。风云1号、风云2号气象卫星资料不仅揭示来自印度洋涌上高原的热带云系的发生、发展和演变,以及影响我国西南直至东部地区天气系统;最重要的是,卫星探测资料填补了我国青藏高原地区气象观测资料的空白。

极轨卫星资料对极地和高纬度地区天气的研究显得十分重要。极地涡旋不断向中纬度地区输送冷空气,从而影响中纬度地区天气活动。过去由于极地常规资料非常稀少,而限制了对极涡的观测和研究,卫星云图可以非常直观地看到极涡云系分布、极涡的减弱和增强以及极涡的演变,可以监测和研究极涡及其对中纬度天气影响。

5.1.4 卫星资料在短期气候预测中的应用 气象

卫星资料在气候分析和预测中也发挥了重要作用。我国大范围降水和温度的异常分布与厄尔尼诺、拉尼娜事件为代表的太平洋海表水温异常，陆地上的植被分布、极地和西藏高原上的积雪分布等大范围陆地表面状态异常有关系。气象卫星提供了这些大范围海洋和陆地表面状态异常的信息，为短期气候预测提供了依据。

5.1.5 卫星资料在数值天气预报中的应用 高质量数值天气预报的关键是它的观测基础。现在，卫星资料已经成为全球数值天气预报所依赖的最重要的观测系统：一方面，大量高质量资料的卫星资料目前可以在全球范围内作为日常业务可靠地获得，其中有许多资料是通过国际合作由外国的气象卫星提供的，风云气象卫星也向外国同行提供我国的观测资料；另一方面，过去 20 年以来的研究工作已经大大改善了卫星资料和数值天气预报模式耦合的方式，气象卫星并不直接测量如温度、气压这样传统的地球物理参数，而是观测辐射。在卫星资料用于数值天气预报的早期，人们很自然地试图将卫星观测的辐射转变成与数值预报模式中使用的温度和湿度垂直廓线等地球物理参数。在 80 年代，科学家们用最佳内插技术将卫星资料注入数值天气预报模式，结果表明没有什么影响，或甚至有负的影响。在 90 年代，数值天气预报使用卫星资料的方法发生了革命性的变革。人们找到了数值天气预报模式直接使用卫星观测辐射资料的方法，即所谓的变分同化。各种先进的分析方案被许多大数值天气预报中心引入数据同化系统中。卫星资料相对于探空资料的重要性大大提高了。现在，来自卫星的信息在北半球和南半球数值天气预报中都做出了最重要的贡献^[3]。

目前，中国气象局正大力开展卫星资料在数值预报中的应用研究，这是提高天气预报准确率的重要手段，将卫星探测资料加入到数值预报的 3 维同化系统中，能显著提高数值天气预报的精度和时效。

5.2 气象卫星资料在环境和自然灾害监测中的应用

我国是环境和自然灾害种类较多且发生频繁的国家之一，风云系列气象卫星在洪涝、森林草原火情、沙尘暴、雪灾和海冰等监测中发挥了重要作用。

5.2.1 洪涝监测 用气象卫星观测数据可以清晰

地区地面上的水体和陆地，与背景资料比较，可以监测洪涝。在洪涝灾害发生期间，国家卫星气象中心利用卫星资料，向国务院、水利部、国家遥感中心和有关省局提供了大量气象卫星洪涝监测产品，其中包括洪涝地区逐县水体增量百分比排队，为灾害评估提供了客观依据。FY1D 星还观测到引黄灌溉水体的范围，为水利部门管理黄河水资源提供了客观依据。

5.2.2 森林草原火情监测 卫星观测火情主要利用 3.55 ~ 3.9 μm 的红外热辐射通道。这个通道对地物热辐射特别敏感，因此可以感知地面上高温热点的存在。利用气象卫星资料监测全国范围的火情，可以生成反映火灾位置、面积等的火情监测产品和信息，并及时传报国务院，传送到林业部防火办、农业部草原防火指挥部及森林武警等单位。风云 1 号和风云 2 号气象卫星在重要火情监测中均发挥了重要作用。风云 1 号卫星的观测通道多，分辨率高；风云 2 号虽然分辨率略低，但每个小时都可以获得资料，为林火的实时监测做出了贡献。利用多年积累的火情发生数据，国家卫星气象中心还提醒林业部门，哪个地区火情异常多发，可能存在的管理松懈的问题。图 4 是 2006 年 5 月 29 日 FY2C 卫星监测到的东北火情（见封 3）。

5.2.3 沙尘暴监测 我国地处欧亚大陆东部，每年春天，我国北方都会程度不同地受到沙尘天气的影响，气象卫星资料是监测沙尘的有力工具。沙尘的起源、移动路径、大气中悬浮沙尘的量都可以由气象卫星监测。图 5 是 2006 年 3 月 10 日北京时间 07 - 23 时观测到的华北地区沙尘暴（见封 3）。

5.2.4 积雪覆盖监测 积雪和云在可见光通道上对太阳辐射有强的反照率，在红外通道上则表现为低的热辐射光度温度，因此易于与其他地物特征相区别，在几天时间内，云的变化甚大，积雪则少变，据此又可把积雪与云相区别。风云 1 号第 6 通道尤其能有效地区分积雪和云。在内蒙古、新疆、青海、西藏雪灾期间，国家卫星气象中心制作的积雪覆盖图像成为救灾决策的重要科学依据。利用风云 1 号资料制作的积雪持续日数监测图，反映了积雪覆盖在地面的持续时间，为评估雪灾程度和范围提供了有效信息。

5.2.5 海冰监测 风云 1 号卫星对云、海冰的结构观测比较精细，在各波段都有不同的反映，利用它可以生成多通道海冰监测图像、冰面积及冰覆盖度

分析图、海冰和海水表面亮度温度等值线图等。多年来,通过提供海冰监测产品服务,使风云 1 号气象卫星资料为海上石油生产安全保障做出了贡献。

5.3 气象卫星资料在农业方面的应用

5.3.1 植被监测 叶绿素对 $0.55 \sim 0.68 \mu\text{m}$ 的可见光太阳辐射有吸收作用,而对 $0.725 \sim 1.1 \mu\text{m}$ 的近红外太阳辐射有极强的反射能力,利用植物的这种性质,对以上两个通道的辐射值进行适当组合,可以计算出归一化的植被指数。近几年来,国家卫星气象中心利用积累的 10 多年的全国植被指数资料生成旬植被指数距平图,这一产品对近年来重大干旱发生时农作物受影响情况都有比较明显的反映。另外,气象卫星遥感植被信息和地面观测资料的综合还可以用于农作物估产,已在气象卫星遥感冬小麦估产中得到了成功应用。

5.3.2 干旱监测 干旱是我国最严重的自然灾害。土壤湿度即干旱程度目前尚不能通过卫星遥感直接观测,但利用含水率高的土壤热容量大这一性质,通过观测昼夜地表温度,可以粗略估计土壤湿度状况。利用气象卫星资料采用遥感方法可获得客观的全国范围的干旱分布图。利用风云 1 号卫星获得的植被绿度指数图,有效地反映了我国北方近年大范围干旱及对农作物生长的影响。

6 风云气象卫星地面应用系统的经验

国家的支持是风云气象卫星发展最重要的因素。发展我国自己的气象卫星是周恩来总理亲自提出的,邓小平等党和国家领导人也都十分关心并支持气象卫星的发展。

中国气象局对发展气象卫星十分重视,在气象卫星研制工作遇到困难和挫折时,前局长邹竞蒙总是到现场对气象卫星表示热情支持。为了发展我国自己的气象卫星,中国气象局成立了专门的事业单位国家卫星气象中心,负责气象卫星的规划、地面应用系统建设、运行、服务和有关的研究工作。

国家卫星气象中心多年来围绕自己的中心工作,引进、培养并在实践中磨练出一支专业门类比较齐全、敬业并有较好科学技术素质的、善于合作共事的队伍。国家卫星气象中心重视引进人才,更重视在实践中发现、培养和考验人才;对业务人员的要求是德才兼备,能干肯干,任劳任怨。对技术人员的评价标准是看他是否为气象卫星事业的发展做出了实实在在的贡献。在这支技术队伍中,总指

挥和总师承担着技术领导的作用。他们要知事,知人,不遗余力地推动工作进步。知事指他们的注意力和工作重点要到位,确实放在关键支撑点上,这就要求他们对气象卫星地面应用系统中基本科学技术问题有深入地理解。知人指他们要把称职的人放在关键岗位上,这就要求他们对所率队伍的德才状况有深入了解,并且公正无私地处理问题。工作中遇到困难时,要恪尽职守和竭尽全力去推动。

国家卫星气象中心重视应用基础科学研究和关键技术,立足于依靠自己的力量解决问题。对于卫星数据处理中的应用基础科学和技术问题,对工作中的难点,下决心组织人员从根本上加以解决。风云 2 号气象卫星的实践证明,图像定位、定标等关键技术问题的解决,对地面应用系统建设和运行起了非常重要的作用。

重视国际交流。国家卫星气象中心组织人员定期参加同行国际会议,了解国际前沿动向,学习国际同行的科学技术知识、工作方法,同时向国际同行介绍自己的工作,取得国际同行的认可和评价。

重视业务运行,千方百计地提高运行成功率,使用户建立对使用气象卫星资料的信心。地面应用系统投入业务运行以后的表现和可靠性,在设计 and 建设阶段已经基本确定了。因此必须重视地面应用系统建设的高质量。但是再好的系统也不可能完全不出问题。对于对业务运行中出现的每一个问题和故障,国家卫星气象中心都诊断出故障点位置和故障发生原因,并从管理到技术,落实改进措施,稳步地提高了运行成功率,也使地面应用系统的质量,尤其是软件质量得到进一步提高。

国家卫星气象中心重视气象卫星资料的应用,尤其当气象卫星可以监测到发生的重要灾害事件时,国家卫星气象中心都尽最大努力及时做出响应。在这种情况下,领导要发挥指挥和组织作用,工作人员要不怕疲劳,连续工作,及时向中央、有关部门领导和公众发布信息,并在此基础上进一步获得领导的理解和公众的支持。

参考文献

- [1] 国际地球观测组织编.全球综合地球观测系统十年执行计划参考文件[M].GEO 中国工作委员会译.北京:气象出版社,2006.208
- [2] Rao P K 等编.气象卫星——系统、资料及其在环境中的应用[M].许健民等译.北京:气象出版社,1994.500

(下转第 24 页)

National Microwave Remote Sensing Laboratory (NMRS), Beijing 100080, China

[**Abstract**] Earth Observation and application is one of the core missions in space technology development. Up to now, over thousands of spacecrafts have been launched, and earth observation satellites occupy a very important position. It has become an area of no substitute, which can bring profit to economic development, national security and demands on environment and resources. The development over decades shows that earth observation technology has become a strong trend around the world. In China, earth observation Technology started from 1970s. Up to now, it has developed over four stages and has acquired considerable scale in the technology system, which spans the spectrum and achieves considerable development in data collecting. Besides, the application is expanded and in-depth basic research and processing methods have been set up. In the National Long-Term Technology Development Program, there are several important items and research projects relevant to earth observation. In China, earth observation technology will abide by the principle of "Demand Pulls, Technology Pushes", aiming at coming up with international advanced technologies.

[**Key words**] China's space activities; earth observation technology; remote sensing; information processing

(cont. from p. 18)

[3] Asrar G, Mohr T, Withee G. Review draft WMO technical document: The role of satellites in WMO

programs in the 2010's [EB/OL]. <http://www.wmo.ch/hinsman/Role of Sats. htm>

Ground Segments for FY Meteorological Satellites

Xu Jianmin, Niu Yinsheng, Dong Chaohua, Zhang Wenjian, Yang Jun

(National Satellite Meteorological Center, Beijing 100081, China)

[**Abstract**] Meteorological satellite program of China was initiated in 1970s. Since then, two series of meteorological satellites are developed: polar and geostationary named as FY1 and FY2 respectively. Ground segments are major components of FY meteorological satellite projects. The paper reviews the programming, key technology and success rate of the operation of the FY meteorological satellite ground segments. FY meteorological satellites have become an essential portion in the modernization of China's meteorological system. They are also ranked by World Meteorological Organization (WMO) as a portion of world weather watch (WWW) space component. Data, products and information gained from meteorological satellites have been broadly used in various fields, such as weather forecasting, climate prediction, agriculture, environmental and hazard monitoring, etc. The paper discusses the success of FY meteorological satellite program.

[**Key words**] FY meteorological satellite; ground segment; satellite application