

风云三号C卫星产品 应用研究论文集

许健民 杨军 主编

气象出版社

风云二号 C 卫星 产品应用研究论文集

主 编：许健民 杨 军
副主编：卢乃锰 张甲坤
编 委：江吉喜 张 鹏
方 翔 陆仁宝
成伟玲 郎 莉

气象出版社

内容简介

本书主要介绍了风云二号 C 静止气象卫星资料在天气预报业务中的应用研究实例,对进一步提高和推广气象卫星资料的应用具有指导意义。

本书适用于广大气象业务人员及相关行业人士阅读,对有关院校师生也有参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

风云二号 C 卫星产品应用研究论文集/许健民等主编. —北京:
气象出版社,2007.7

ISBN 978-7-5029-4342-4

I. 风… II. 许… III. 气象卫星-气象材料-应用-天气
预报-文集 IV. P414.4-53 P45-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 107032 号

出版发行:气象出版社

地 址:北京海淀区中关村南大街 46 号

网 址:<http://cmp.cma.gov.cn>

邮 编:100081

E-mail : qxcbs@263.net

电 话:总编室:010-68407112 发行部:010-68409198

责任编辑:王桂梅

终 审:纪乃晋

封面设计:陈振博

责任技编:刘祥玉

责任校对:牛 雷

印 刷 者:北京中新伟业印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:8.75

字 数:224 千字

版 次:2007 年 7 月第 1 版

印 次:2007 年 7 月第 1 次印刷

定 价:28.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换

前 言

2005 年 6 月 1 日,我国的第一颗业务服务型静止气象卫星(FY-2C)正式投入业务运行,为推动卫星数据产品在天气预报预测中的应用,中国气象局监测网络司、预测减灾司和国家卫星气象中心于 2005 年 11 月 25~29 日,在北京成功地联合举办了“风云二号 C 卫星图像和产品在天气分析预报中的应用”研讨班,其目的旨在交流总结应用方法和经验,进一步推动卫星资料应用向纵深发展,使其在天气预报服务中发挥更大作用。全国各省(市、区)及军队系统积极响应,纷纷派员参加,与会人员达 152 人,其中部队人员约占 1/3。

研讨班运用大会和分会场相结合的方式,安排了与会者介绍各自的应用研究成果、应用实例和服务效益,内容涵盖了各地主要灾害性天气系统、灾害性天气现象的监测和预报;一些省、市还介绍了应用体会,并对今后更好地开展应用服务提出了很好的建议等。本期研讨班内容丰富,涉及面广。与此同时,还邀请了几位长期从事卫星应用研究的专家在大会上作了应用专题报告,介绍了国内外多年来的应用研究成果,以及未来几年的有关应用研究方向,与会者增长了知识,开阔了眼界。为了进一步领会精神并交流这次研讨班的经验,从与会者的报告中挑选了 18 篇论文,汇编成为本文集,供大家参考。

由于 FY-2C 卫星图像和产品是 2005 年 6 月 1 日起才正式投入业务应用,到 11 月下旬举办这次研讨班,其间仅半年时间,并且大多数与会者在汛期承担着繁重的预报值班服务任务,因此在这次研讨班上交流的应用方法和成果应当说是初步的,提升空间还很大。这次研讨班是我国静止气象卫星应用向纵深发展的良好开端,也可以算作一次动员会。2006 年 12 月 8 日发射的 FY-2D 和 FY-2C 业务卫星构成双星观测业务模式,风云二号卫星将为实现灾害性天气短时、临近、准确的预报服务目标发挥更大、更强有力的作用。

我国是一个多气象灾害国家,每年的暴雨、强对流、沙尘暴、大雾、暴风雪等天气常常造成重大经济损失和人员伤亡。近几十年的研究表明,这些灾害性天气是在一定天气尺度环流背景下由中尺度系统直接造成的。基于这种认识,国内外多个国家从 20 世纪 70 年代后期至今先后开展了一系列中尺度系统试验研究,取得了许多有实用价值的成果。然而,有关中尺度系统的形成和发展机理、三维结构、移动和传播等三个最为关键的问题,迄今认识尚很不深刻,从而预报起来就十分困难,预报准确率也很低。其中一个重要原因,是常规气象观测资料的时-空分辨率难以捕捉到时-空尺度更小的中尺度系统。静止气象卫星的高时-空分辨率探测信息,可以有效地动态跟踪和监测中尺度系统的形成、发展及演变、移动和传播过程,以及可能出现的强天气、类型、强度及出现的地区。由此,根据其强度、演变及移动和传播趋势,可以为灾害性天气的短时、临近预报提供重要的依据。与此同时,静止卫星探测信息对认识中尺度系统中的三个难点也有很大帮助,例如:预报业务中其他天气系统的云系

强度、分布、移动等演变趋势对中尺度系统形成、发展所需要的环境场条件、移动和传播的环境场特征的诊断,是一种十分重要的信息。又如:中尺度系统云系的边界特征、内嵌的强对流部分位置和强度、范围大小、结构和形状等,可以帮助推理其形成的动力学和热力学成因以及三维结构特征。

气象卫星和卫星气象事业发展方兴未艾,随着我国风云卫星的发展和卫星资料应用水平的进一步提高,卫星遥感将在天气预报预测、气候变化和灾害与环境监测中发挥更大、更重要的作用。

目 录

第一部分 风云二号 C 卫星产品应用研究论文

风云气象卫星的地面应用系统·····	许健民 钮寅生 董超华 张文建 杨 军(3)
利用气象卫星资料制作短时对流天气预报 ·····	蔡晓云 石增云 吴庆梅(14)
卫星云图在山西省降水预报中的应用 ·····	赵桂香(23)
一次区域暴雨过程的卫星云图分析 ·····	倪 惠 李玉香 王小明(31)
一次强对流天气过程的特征与成因分析 ·····	杨露华 傅 洁 邬 锐(37)
FY-2C 卫星资料在华南天气预报业务中的应用 ·····	肖伟军 颜文胜 张 东(46)
FY-2C 卫星资料在台风“海棠”暴雨分析中的应用·····	梁 钰 布亚林 贺 哲(53)
FY-2C 云图在西江特大洪涝暴雨过程短时预报的应用 ·····	林宗桂 林开平(60)
登陆台风云型结构和强度特征变化初探 ·····	董杏燕(69)
FY-2C 卫星产品在 2005 年汛期天气监测分析中的应用 ···	吴晓京 方 翔 江吉喜(76)
2005 年汛期 FY-2C 卫星对南海和东亚夏季风初探 ·····	蒋建莹 江吉喜(89)
2005 年 8 月 16 日天津暴雨成因分析 ·····	李 云 江吉喜(96)
“麦莎”台风暴雨及其非对称结构的成因分析·····	王 瑾 江吉喜 柯宗建(104)

第二部分 风云二号 C 卫星产品应用短论

台风外围云系对河北省降水的影响分析·····	张江涛 赵玉广(113)
FY-2C 气象卫星资料在江西省短期预报中的应用 ·····	万 明(116)
FY-2C 卫星云图及产品在一次强对流天气分析中的应用 ·····	席世平 郑世林(121)
FY-2C 卫星云图在海南省热带气旋预报和监测中的应用 ·····	郑 艳(125)
新疆一次强降水天气的云图特征分析·····	逯文华 色 旦(131)

第一部分

风云二号 C 卫星产品应用研究论文

风云气象卫星的地面应用系统

许健民 钮寅生 董超华 张文建 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,已经建立起风云一号极轨和风云二号静止两个系列的气象卫星。风云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,对卫星应用效益的发挥起到重要的作用。风云气象卫星地面应用系统重视规划工作、关键技术问题的解决以及业务运行成功率的提高,有关人员在这三个方面做了艰苦细致的工作。现在,两个系列的风云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。风云气象卫星地面应用系统成功的经验是:国家的支持;专业门类较齐全、德才兼备、能解决实际问题的人才队伍建设;立足于依靠自己的力量进行与关键技术难点有关的应用基础研究,同时加强与国际同行的交流;边建设、边服务,重视气象卫星效益的发挥和国家发生重要事件时,信息的及时、准确提供,并在此基础上进一步获得领导的理解和公众的支持。

关键词:气象卫星 地面系统 卫星应用

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 年第一颗风云一号气象卫星发射成功到现在,我国已成功地发射了四颗风云一号极轨气象卫星和三颗风云二号静止气象卫星,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、测控和地面应用等五大系统组成。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到重要的作用,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、处理及产品生成,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——国家卫星气象中心负责完成。

本文介绍中国气象局为发展我国气象卫星所做的工作和经验。

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。

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。首先要明确,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,要对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,时间及空间的可变性,以及观测目标物与背景对比的能量差别。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;观测时相和空间分辨率,是否能做到高于观测目标物本身的时间和空间的可变性。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中。而折中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。

目前,中国气象局主要发展两个系列的气象卫星:①风云一号和三号系列极轨气象卫星②风云二号和四号系列静止气象卫星。

风云一号极轨气象卫星共有四颗,都已经成功发射,目前风云一号 D 星正在轨业务运行。风云一号卫星主要提供全球范围每天两次十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 为 2002 年 6 月 27 日的 FY-1D 卫星全球拼图。

风云三号极轨气象卫星中的第一颗将于 2007 年发射。风云三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、太阳辐射监测仪和空间环境监测器。在紫外、可见光、红外、微波波段共 99 个光谱通道,其中五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。

风云二号静止气象卫星已经发射了四颗,目前风云二号 C 和 D 卫星正在轨业务运行。风云二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和红外图像,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,风云二号卫星还将发射四颗,使风云二号的服务持续到 2015 年前后,与风云四号卫星衔接。图 2 是 2006 年 2 月 27 日北京时间 13 时

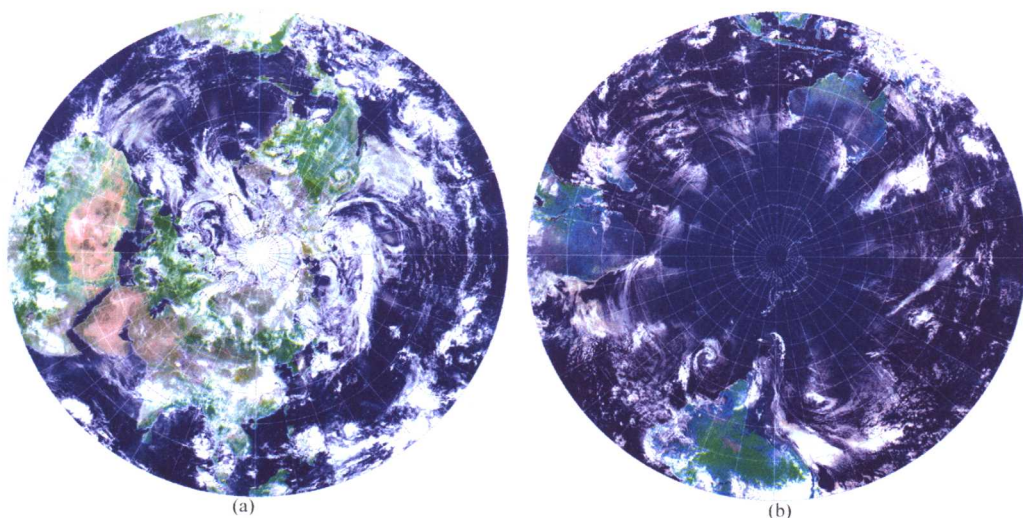


图1 2002年6月27日的FY-1D卫星全球拼图
(a)为北半球拼图;(b)为南半球拼图

27分FY-2C卫星的全圆盘图像。

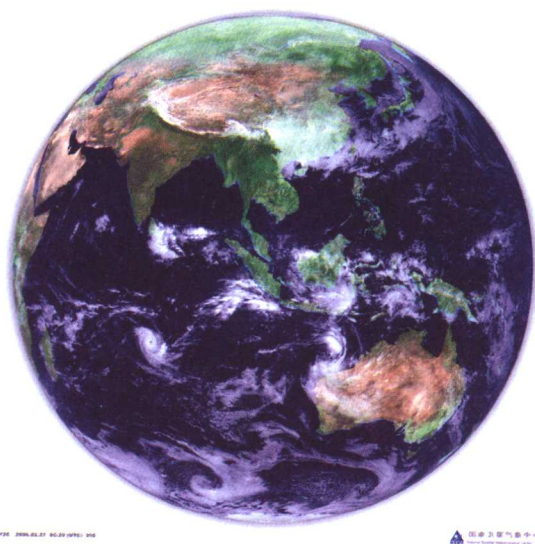


图2 2006年2月27日13时27分(北京时间)FY-2C卫星的全圆盘图像

风云四号将是三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。风云四号卫星将对天气、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四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。风云四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、应用及服务。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四个部分组成: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况信息,判断卫星的工作是否正常,在卫星工作状况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。它的工作大致要由五个方面的专业人员协同完成:

(1)负责信道的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。他们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)负责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。他们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。他们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)负责产品专业人员对卫星的应用效果负责。他们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并产生各种产品。他们的工作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。他们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)负责计算机和网络及存档服务的专业人员负责软件工程化的工作,对以上三方面专业人员的工作提供支持;另外,还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着重要的作用。

(5)负责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,并进行利用站的使用和维护指导。

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研发及维护工作。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。其中有三个基本的科学问题需要解决:

(1)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。风云二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感数据,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。

(2)卫星上的遥感器所感应到的辐射量是多少?以及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入瞳辐射;然后,要对入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。

(3)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、大气物理状态和运动的参数或根据云图的时间序列推导出代表地物和大气的状态和运动的产品。

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。

风云气象卫星数据处理的工作由国家卫星气象中心的人员自己承担。这项工作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。国家卫星气象中心有关科研人员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,在工作实践中不断修改完善。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,由于种种原因,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:①风云卫星所提供服务和内容和指标都必须达到设计要求;②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认真细致的分析研究。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、制度修订和教育培训等措施来解决。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,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、社会进步做出了贡献。

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。20 世纪 70 年代以前,全球范围内单个台风造成 10 余万人死亡,个例共发生过 7 次,其中有 1 次发生在中国和越南。台风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非常少。自从有了气象卫星,它就成为台风观测最主要的手段。云图及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 FY-1D 卫星 2006 年 8 月 10 日北京时间 0729 时台风桑美的图像。桑美是过去五十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,风云二号静止气象卫星在汛期每 30 min 观测一次云图,云图的分辨率达到可见光 1.25 km、红外 5 km。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

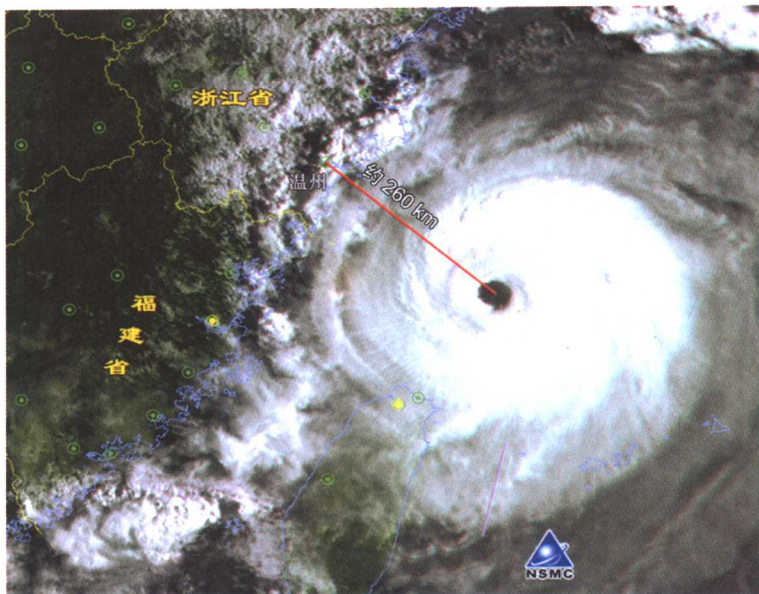


图3 FY-1D 卫星 2006 年 8 月 10 日 07:29(北京时间)台风桑美的图像

源、运动、发展能够被观测到。中尺度系统的触发,需要特定的大气三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即时预报提供了依据。

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少,长期以来人们对青藏高原天气系统很难获得全面系统的认识。我国的风云一号、风云二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的天气活动。过去由于极地常规资料非常少,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的影响。

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。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。在卫星资料使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为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相同的参数。在 20 世纪 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,甚至产生负面影响;在 20 世纪 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型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。

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三维同化系统中,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、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分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气象局提供了大量气象卫星洪涝监测产品,其中包括发生洪涝灾害的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。风云一号 D 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 $3.55\sim 3.9\ \mu\text{m}$ 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,传送至林业部防火办、农业部草原防火指挥部及森林武警等单位。风云一号和风云二号气象卫星在重要火情监测中均发挥了重要作用。风云一号卫星的观测通道多,分辨率高;风云二号虽然分辨率略低,但每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,可能存在着管理松懈的问题。图 4 是 2006 年 5 月 29 日北京时间 FY-2C 卫星监测到的东北火情。

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 07 时 23 分(北京时间)FY-2C 监测到的华北地区沙尘暴。

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,

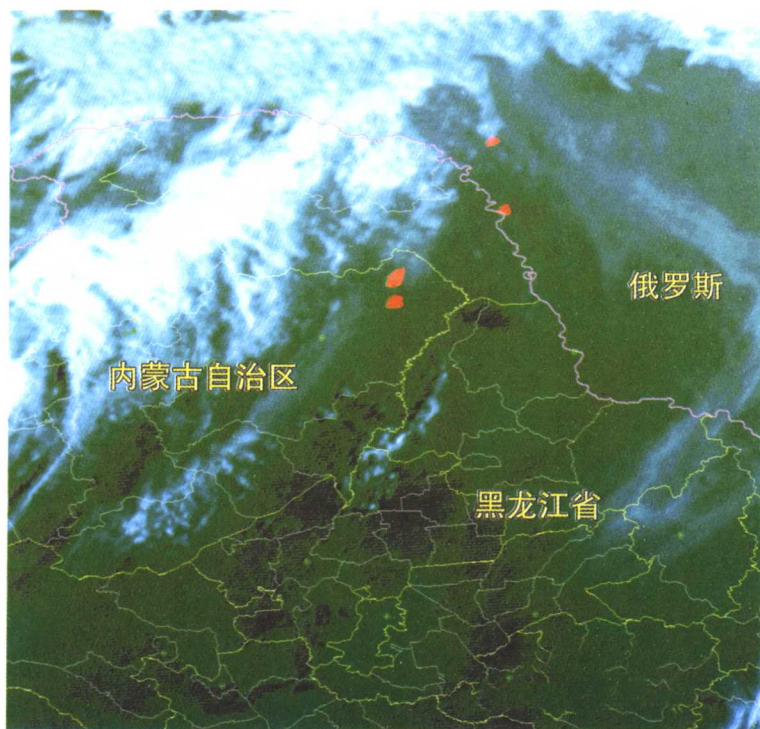


图4 2006年5月29日08:00(北京时)东北火情FY-2C卫星监测图像

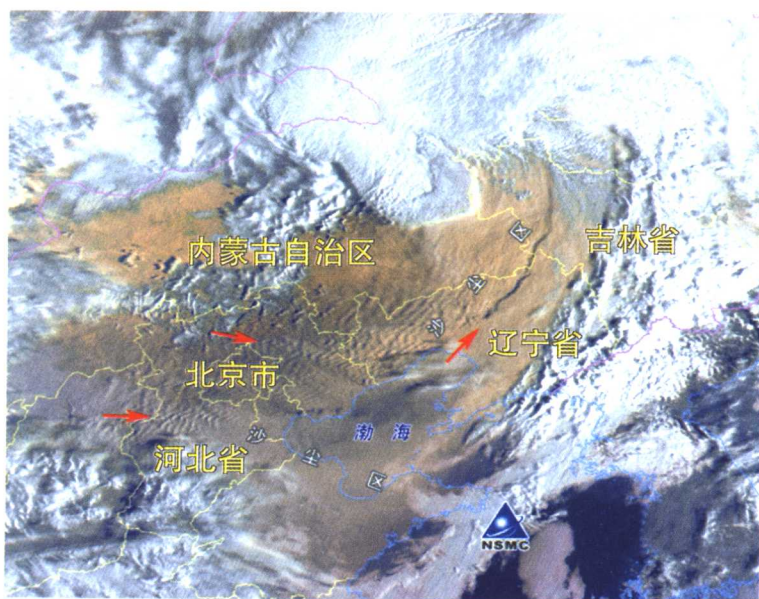


图5 2006年3月10日07:23(北京时)华北地区沙尘暴FY-2C监测图像

据此又可把积雪与云相区别。风云一号第6通道尤其能有效地区分积雪和云。在内蒙古、新疆、青海和西藏等省(区)遭受雪灾期间,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。利用风云一号资料制作的积雪持续日数监测图,反映了积雪覆盖在