

沙尘暴的卫星遥感监测与灾情评估系统研建

孙司衡 王国胜 廖亚萍 张煜星

(国家林业局调查规划院/中国荒漠化监测中心 北京 100714 84238053)

郑新江 罗敬宁

(国家气象卫星中心 北京 100081 68406707)

摘 要 本文简介了沙尘暴的危害和为促进空间技术在防灾减灾工作中的应用,正在研建中的“沙尘暴的卫星遥感监测与灾情评估系统”。鉴于沙尘暴是一种小概率、大危害的自然灾害,影响因子复杂,本系统的研建是一项具有挑战性和极富实用价值的任务。

关键词 沙尘暴 遥感 灾情 监测系统

Research and Developing a Satellite Remote Sensing Monitoring and Disaster Loss Estimation System of Sandstorm

Sun Siheng Wang Guosheng Liao Yaping Zhang Yuxing

(Academy of Forest Inventory & Planning/China National Desertification Monitoring Centre,
State Forestry Administration Beijing 100714 8610-84238053)

Zheng Xinjiang Luo Jingning

(China National Satellite Meteorology Centre Beijing 100081 8610-68406707)

ABSTRACT The paper is a draft introduction of the sandstorm disaster and the on-going development of "The Satellite Remote Sensing Monitoring and Disaster Loss Estimation System of Sandstorm" project. This project has been set up for promoting the spatial technology application in the efforts of preventing disaster and reducing disaster losses. In view of that sandstorm is a kind of nature disaster with small probability, huge harmfulness and caused by complicated factors. The research and development of this system is really a challenging task with a great practical value.

KEYWORDS Sandstorm Remote sensing Disaster losses Monitoring system

1 系统研建的意义

沙尘暴主要发生在由自然及人为因素共同作用造成的广袤荒漠及荒漠化危害严重的地区。沙尘暴是一种在多种复杂条件下引起的突发性气象灾害,往往在短时间内造成巨大生态环境破坏和社会经济损失。而自然生态环境的恶化又进而增加了沙尘暴发生的可能性。我国西北地区是世界四大沙尘暴区之一的中亚沙尘暴的一部分。在1993年5月5日我国西北部发生特大沙尘暴并造成了严重损失后,引起了全社会的高度关注。林业部和有关部门相继组织完成了一些研究课题。但沙尘暴的突发性和较短的持续时间,依然给沙尘暴的监测预报造成困难。沙尘暴经常发生在交通通讯条件较差的地区,一些强过程涉及的地域范围可能相当大,这给采用常规方法评估沙尘暴灾情造成困难,影响减灾救灾工作布署。为发挥遥感、GIS与信息技术的优势,林业部调查规划设计院/中国荒漠化监测中心承担了一个卫星应用技术重点项目“沙尘暴的卫星遥感监测和灾情评估系统研建”。国家卫星气象中心、兰州沙漠研究所和内蒙古林学院参加了攻关和系统研建。

2 沙尘暴及其分级标准

沙尘暴特指强风卷挟起大量的地面沙尘,使能见度低于1000米且具有破坏性的灾害性天气现象。研究揭示,干旱少雨、大风频繁和不稳定的空气,广泛分布的沙漠、戈壁与沙漠化土地提供的丰富沙尘物质来源,加上特殊的地形地貌自然条件,是形成沙尘暴的几个主要因素。

按照WMO的标准,沙尘暴的强度根据水平能见度好坏分为特强、强、中等和轻四级。相应的能见度指标分别为50、200、500和1000米。卫星云图沙尘暴信息的浓度分级要和地面分级标准相对应。

3 遥感信息源和关键技术

3.1 沙尘暴遥感监测的信息源

沙尘暴发生区气象站稀少。利用气象卫星进行遥感监测是一种有效的方法。NOAA/AVHRR数据空间分辨率较高,时机恰当可较好的用于提取沙尘暴信息。静止气象卫星,如GMS/VISSR数据的空间分辨率虽较低,但每小时提供一幅占地球表面1/3的全球圆盘图像。极适合于沙尘暴的实时发现和监测。

NOAA/AVHRR的CH₁和CH₂通道位于可见光和近红外波段,可用来测算下垫面的反照率。CH₃、CH₄和CH₅通道为热红外通道,用以测算下垫面的亮度温度。由于沙尘暴与云系、地表在反照率和温度上均有差异,可以在其云图中把沙尘暴信息分离出来。GMS-5/VISSR的可见光通道的反照率数据有64个等级,其中0-47级均反映低反照率目标物,如沙尘暴、地表等,有更精细的监测分辨能力。不过需要获取真实反照率,需要针对高度角变化进行订正。

3.2 系统研建的关键技术

- 1) 沙尘暴监测与短时预警方法及其运行系统研建
- 2) 沙尘暴灾情评估方法及业务运行系统研建
- 3) 沙尘暴监测和灾情评估系统的集成和试运行
- 4) 沙尘暴成因和沙尘暴发生危险度研究

4 沙尘暴监测与灾情评估系统设计

4.1 系统的技术方案

以现代地学、环境遥感与遥测、信息科学、系统科学及计算机技术等高科技为技术手段,在研究沙尘暴发生发展的环境与气象因素,特别是沙尘暴云图的基础上,制定沙尘暴分级标准,建立沙尘暴天气模式,结合天气过程分析和数值预报成果,在卫星云图上早期监测发现沙尘暴并预报沙尘暴的发生发展;建立沙尘暴多发地区土地覆盖与社会环境背景 GIS 信息库。在沙尘暴灾害行为研究的基础上,制定沙尘暴灾情评估指标。通过卫星云图获取沙尘暴危害地理范围和强度信息,对沙尘暴灾情及损失进行实时评估,并提供各级抗灾救灾指挥部门辅助决策应用。

4.2 系统的主要目标

- 1) 应具备在沙尘暴灾害形成前或形成初期预警并实施监测的能力;
- 2) 应具有及时提供沙尘暴发生及发展过程信息的能力;
- 3) 应具备图示沙尘暴影响范围和制图输出能力;
- 4) 应迅速做出灾情评估并向有关防灾减灾部门提交。提出沙尘暴高发区范围等。

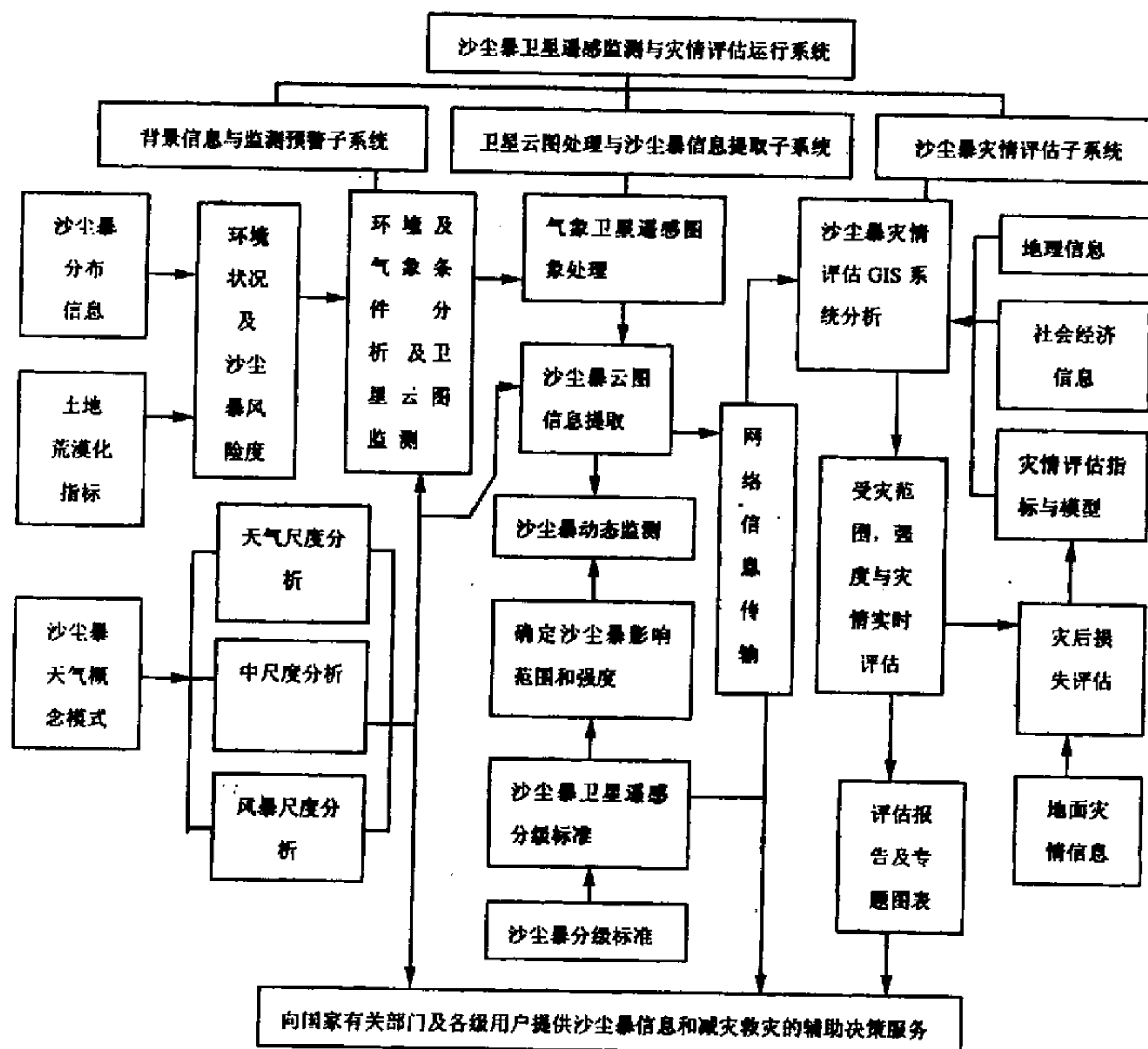


图1 项目的系统运行与信息流程示意图

4.3 系统的主要特点

系统充分应用高新信息技术:预警(根据沙尘暴天气预报模式,判断沙尘暴发生的可能性并监测跟踪其过程),快速(灾害发生后几小时后,作出反应,有初步结果),机动(全天时,全天候及任意地区作业),准确可靠(定位、定性、定量),和集成(RS, GIS 和 INTERNET 计算机技术综合应用)。

4.4 系统的构成

本系统以 ARC/INFO 作为沙尘暴监测和灾情评估运行系统的支持平台。应用 ARC/INFO 地理信息系统将各个子系统联结。沙尘暴的卫星遥感监测与灾情评估系统由 3 个子系统组成。即:气象及环境背景信息分析处理与监测预警子系统,卫星云图信息处理与沙尘暴信息提取子系统和沙尘暴灾情评估子系统。系统运行步骤和监测沙尘暴发生与灾情评估的相关信息流程设计如图 1 所示。

5 系统试运行及应用举例

5.1 1998 年 4 月 15 日的沙尘暴监测

1998 年 4 月 15 日,受发展的蒙古温带气旋的影响,蒙古南部,中国西北地区出现了大范围的沙尘暴,16 日其形成的浮尘在高空西北气流的推动下,迅速向东部扩散,并影响到长江流域;17 日,浮尘进入中国东-黄海,并影响到朝鲜及日本。项目组用 4 月 15-17 日 GMS-5 可见光热红外通道资料,处理后得到了较好的沙尘暴图象(图 2 中白框内的黑色区为沙尘暴和浮尘),并与地面观测有较好的对应关系。

由图中可以分析出:沙尘暴开始发生在冷锋后部的中蒙边境附近(图 2-a);4 个小时以后(图 2-b),随着冷锋云带的加强和迅速南压,沙尘暴区已经扩展到河套以北以及宁夏甘肃等地;24 小时后(图 2-c),已经影响到西北地区东部、华北地区南部以及长江沿岸广大地区。到 4 月 17 日上午(图 2-d),受地面冷锋后部偏西风的影响,浮尘向东、黄海以及日本、朝鲜半岛等地扩散。由于缺乏地面观测资料,在常规天气图上很难分析出来。



图 2 1998 年 4 月 15-17 日 GMS-5 沙尘暴图象

5.2 1999 年沙尘暴的监测评估

1999 年 1 月 24 日在我国内蒙古西部和甘肃一带比一般年份提前 2 个月左右发生了一次强沙尘暴过程。项目组及时通过卫星云图提取到了有关的沙尘暴信息,立即在中国气象局气象决策服务系统上发布并在中央电视台播出。随后,4 月 4 日、11 日、24 日和 5 月 13 日在我国西北及华北北部又相继发生了沙尘暴、扬沙和浮尘。项目组通过系统试运行,及时编发了 4 期沙尘暴卫星遥感监测与灾情评估简报,为防灾减灾提供实时的辅助决策信息,取得了较好的社会效益。以第三期简报为例:

受新疆东移的强冷锋云系影响,1999 年 4 月 24 日下午我国新疆的西部和南部、吐鲁番盆地大部、伊犁河谷西部以及甘肃河西走廊的酒泉地区、青海西北部冷湖地区出现了较大范围的沙尘暴、扬沙、浮尘天气。经本项目卫星遥感监测,此次沙尘暴和扬尘影响面积近 58 万平方公里、人口约 360 万,受影响耕地约 1310 万亩、受影响牧草地约 17800 万亩。其中沙尘暴影响到新疆和甘肃的

28 个省市的 24 万平方公里面积,受影响人口约 220 余万、耕地约 800 万亩、牧草地约 6300 万亩。各省(自治区)受影响地区的有关情况详见附表。此次沙尘暴和扬沙虽然主要发生在荒漠地区,但也危害到南疆、土鲁番盆地、伊犁河谷和疏勒河垦区主要的绿洲农田和牧场。这一地区是我国西北的主要粮棉、油料和优良瓜果产区。也是优良的畜牧业基地。届时,正值作物返青、春播和果树发芽滋生。此次沙尘暴使大面积的耕地、牧草地、城镇居民点和交通道路受到猛烈地袭击。据估计,其造成的经济损失约在 2-3 亿元左右。附图 3 是经过处理的 4 月 24 日 16 时(北京时)NOAA 卫星图象。其中银灰色区域为监测到的沙尘暴、扬沙与浮尘影响地区。附图 4 为提取上述 NOAA AVHRR 数据的沙尘暴信息经 GIS 编辑的本次沙尘暴及扬沙影响范围的示意图。截止到 4 月 26 日卫星图象显示新疆塔里木盆地上空还笼罩在浮尘中。此次沙尘暴天气过程还影响到哈萨克斯坦和蒙古国部分地区。

附表 1999 年 4 月 24 日沙尘暴及扬沙影响范围合计

地 区	县市数	行政总面积 (平方公里)	受影响人口 (万人)	受影响土地面积 (平方公里)	受影响耕地面积 (亩)	受影响牧草地 面积(亩)
合计	41	1455369	360.59	576956	13096266	178290162
甘肃	5	158924	11.36	73983	413792	31572621
新疆	35	993059	349.01	499939	12674935	145656443
青海	1	303386	0.22	3034	7539	1061098



图 3 1999 年 4 月 24 日 NOAA 卫星云图

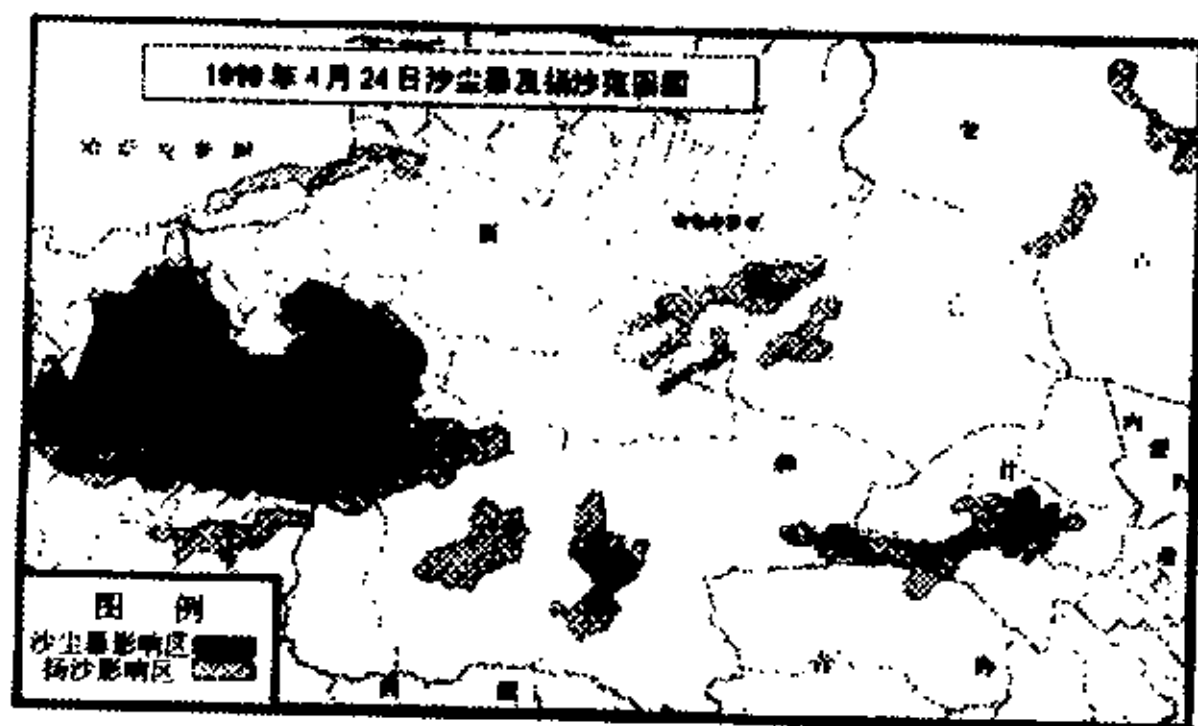


图 4 1999 年 4 月 24 日沙尘暴及扬沙范围示意图

应用卫星遥感、GIS 和计算机网络技术进行沙尘暴灾害监测是非常有效的方法。项目的实施和系统运行,将为我国沙尘暴的防灾减灾救灾工作起到积极作用。虽然沙尘暴的卫星遥感监测已取得了一些进展,但一些关键技术还须提高。系统集成还有待完善。项目组正在继续努力完成这项具有挑战性的信息系统的研建工作,使遥感技术、信息技术和计算机技术在这一新领域的应用取得更丰硕的成果。

参 考 文 献

- 1 郑新江等, 利用 NOAA、GMS-5 资料监测中国沙尘暴研究. 气象遥感会论文集, 1998.
- 2 郑新江等, 沙尘暴监测方法研究. 中国沙尘暴研究, 气象出版社, 1997.
- 3 徐希慧, 塔里木盆地沙尘暴的卫星云图分析与研究. 中国沙尘暴研究, 气象出版社, 1997.
- 4 王劲峰等, 中国自然灾害影响评价方法研究. 中国科学技术出版社, 1993.
- 5 孙司衡, 空间技术在中国荒漠化监测中应用 - 兼谈沙尘暴的卫星遥感监测与灾情评估, 海峡两岸空间资讯与防灾科技研讨会论文集, 1998.

(上接第 11 - 115 页)

步深化。

机场集成信息系统的数据集成要求简述如下:

航管系统向机场管理信息系统提供次日计划与航班动态等信息。

离港系统向机场管理信息系统提供旅客与行李信息, 并控制值机柜台航班信息的显示与关闭。

时钟集中控制系统向机场管理信息系统提供高精度的时钟信息。

航班信息显示系统从机场管理信息系统读取航班动态、值机、候机、登机与行李提取等信息, 通过各种显示设备向各个区域发布各种航班信息。

公共广播系统从机场管理信息系统读取航班动态与未登机旅客等信息, 并向机场管理信息系统提供开始登机与关舱门等航班状态信息。

电话问讯系统从机场管理信息系统读取航班动态信息。

楼宇自动化系统从机场管理信息系统读取航班动态, 实现对暖通、照明等设备的最优控制, 从而既创造舒适的候机环境, 又最大限度地节约能源; 同时向机场管理信息系统提供设备运行摘要信息。
