

文章编号:1673-1212(2007)06-0120-03

遥感监测沙尘暴的研究进展及趋势

程彬彬, 林波

(南昌大学 环境科学与工程学院, 江西 南昌 330031)

摘要:沙尘暴是一种气象灾害,也是严重的生态环境问题。它对自然环境和经济社会的危害已越来越引起人类的重视。随着环境遥感的发展,运用遥感技术对沙尘暴进行监测是最有效的方法之一。文章通过对中国沙尘暴遥感监测研究的现状的概述以及对当前遥感应用的技术水平的分析,展望了未来遥感监测沙尘暴的发展趋势。

关键词:沙尘暴; 遥感监测; 难题; 趋势

中图分类号:X830.2

文献标识码:A

Research Progresses and Trends of Remote Sensing Monitor Sandstorm

Cheng Binbin, Lin Bo

(Nanchang University, College of Environmental Science and Engineering, Nanchang 330031, China)

Abstract: Sandstorm is a meteorological disaster, but also a serious ecological environment problem. The harm to natural environment and social economic which caused by Sandstorm have attracted more and more attentions than ever before. With the development of Remote Sensing of the environment, using Remote Sensing technology in Sandstorm monitoring is one of the most effective methods. This article outline the present situation of sandstorm Remote Sensing monitor research in our country and analysis the technical level of current Remote Sensing application, and at last, forecast the development tendency of the remote sensing monitor using in sandstorm.

Key words: sandstorm; remote sensing monitoring; difficult problems; trends

前言

沙尘暴是大风与沙尘相结合产生的一种灾害性天气,它是大气污染主要自然源之一。中国属于中亚沙暴区,其中,西北大部分地区,整个华北地区,东北地区西部,都是沙尘暴的多发区域,而沙尘灾害的影响区域则远远大于上述范围^[1]。

沙尘暴过程是生态系统破坏的结果,又是对生态系统加深破坏的罪魁祸首,它进一步加速土地荒漠化,对大气环境造成严重的污染,使空气质量下降,对人体健康、交通通讯和电力供应产生负面的影响^[2]。沙尘灾害的尺度范围从局地性、区域性到大陆间都可能发生,发生地区多为沙漠及干旱、半干旱地区,且地面监测点比较少,因此用地面观测站网数据进行研究具有很大的局限性。

近年来,遥感技术在很多领域内都得到了广泛的应用。在环境领域,遥感的应用也得到了重视。环境遥感提供区域性的、可重复的、不受季节和昼夜影响,甚至不受天气影响,也没有采样偏见的环境数据。同时,遥感定量化研究也不断深化,具有高空间分辨率、高时间分辨率和高光谱分辨率的新型遥感数据大量产生,使得利用遥感卫星进行沙尘灾害监测研究成为有效的监测方法之一^[3-4]。

1 遥感监测沙尘暴的研究进程

沙尘灾害的遥感监测是指对沙尘灾害的空间分布范围、影响区进行识别、定位;对沙尘运移路径和运移规律的变化过程进行动态监测;沙尘信息的遥感定量提取;沙尘灾害产生的大气及下垫面等背景状况监测;沙尘灾害动态模拟等研究。

国外对沙尘暴的遥感监测研究始于20世纪80年代的NOAA/AVHRR传感器。目前的遥感监测主要利用静止气象卫星(GMS/VISSR)和极轨气象卫星(NOAA/AVHRR、FY-21C/MVISR)两大卫星的

收稿日期:2007-03-16

作者简介:程彬彬(1983-),男,河南省洛阳市人,南昌大学环境科学与工程学院环境科学专业在读硕士研究生,主要从事环境生物与生态方面的学习与研究。

遥感数据。GMS/VISSR 的优势在于它的时间分辨率高,可弥补极轨卫星在这方面的不足,对于持续时间较短的沙尘暴过程的监测很有利^[5]。

中国对沙尘暴的遥感监测的研究较晚,数据大部分来源于气象卫星,没有专门用于沙尘暴遥感监测的卫星,但经过广大科研人员的努力,在条件十分有限的情况下,遥感在沙尘暴监测中的应用已经取得了很大进步,在预报、灾情判断等方面发挥了极其重要的作用^[6]。

2 卫星遥感监测沙尘暴的原理

沙尘中含有大量的矿物质,它通过吸收和散射太阳辐射及地面和云层长波辐射来影响地球辐射收支和能量平衡,同时影响着大气的能见度,表现出了光谱特征的差异性^[5,7]。随着沙尘性天气强度的不同,沙尘的粒径差异也较大,从浮尘天气到沙尘暴,其沙粒半径可以从 $0.01\mu\text{m}$ 到 $100\mu\text{m}$ 以上,其中造成影响的沙尘暴天气中, $5\mu\text{m}$ 以上半径的沙尘粒子占绝大多数。粒子半径越大,散射能量越集中在前向,吸收消光也同时增加,散射比下降。研究认为悬浮在空中的沙尘粒子的发射特性不但与粒子的大小、形状、质地有关,也与粒子的浓度有关^[8]。即:当天空中大粒子沙尘增多时,光线被强烈吸收,能见度急剧下降。根据不同光谱波段上沙尘粒子的散射和辐射特性,可以有效地将沙尘层、云、地面等遥感目标物和干扰因素加以区分。

由于沙尘与云系、地表在反射率和温度上均有差异,利用这些特征可以从遥感数据中将沙尘暴信息分离出来^[9]。关于沙尘暴的大气含沙量研究,孙司衡等^[10]认为依据遥感结构方程和大气辐射传输理论基础,模拟计算沙尘性高浑浊度大气或沙尘暴的发射率,参考红外数据和有关因子,可以解析沙尘气溶胶光学厚度,进而得出沙尘天气过程或沙尘暴的大气含沙量。

3 遥感监测沙尘暴中存在的难题

3.1 信息的提取与处理

沙尘灾害研究中量化信息的获取是非常重要的。要识别沙尘暴,必须将云、积雪、沙地、植被、水域、裸地等信息判识出来,以光谱曲线为基础,提取沙尘信息。

建设大容量的遥感数据处理系统。遥感数据处理量大,次数多,而要求的处理速度、精度和处理能力问题如不解决,将造成大量遥感数据积压,出现数据爆炸状态,无法发挥遥感技术所具有的宏观、快速和综合的优势。因此,建设庞大的遥感数据处理系

统势在必行。

3.2 下垫面的遥感监测

沙尘暴的形成、加强以及时空分布,受到很多因素的影响,其中下垫面因素是主要因素之一。近年来趋向于通过遥感技术反演沙尘暴途经区域下垫面的有关参数,分析其与沙尘天气形成和演化间的关系^[11-12]。研究认为对下垫面状况进行长期的综合性动态监测与分析,不仅有助于分析沙尘天气发生的条件,而且有利于制定合理的防治规划,从根本上避免或减轻沙尘天气的影响^[12]。

沙尘暴过程与下垫面状况之间关系的研究需要进一步深入,目前还没有建立起二者间的定量关系模型,还停留在定性的描述阶段。应利用遥感技术,提取沙尘暴途经区域下垫面的各种参数,在GIS的支持下,建立中国北方戈壁、沙漠、沙漠化土地和潜在沙漠化土地的空间数据库,结合与沙尘暴形成有关的气象要素(温度、降水、风等)和地形条件,建立模型,定量分析有关下垫面因子与沙尘暴强度变化间的关系。

3.3 强度监测

沙尘暴强度监测同样是遥感技术监测沙尘暴的难点之一,目前还没有形成基于遥感信息技术的沙尘暴强度监测的统一标准。虽然沙尘气溶胶光学厚度曾被用来表征沙尘暴的强度,但这方面的研究结果大多是在水面上得到的,而陆面要比水面复杂得多,因此,利用遥感技术反演陆面上空的沙尘气溶胶光学厚度依然任重道远。

3.4 短时预警

对沙尘暴的监测,最终还是为了能准确及时地地预警沙尘暴,这已经成为当今气象防灾的重要任务。为此,中国气象局积极开展了对沙尘暴天气研究、监测和预警的服务工作。

结合气象观测和数值预报,进行沙尘暴的监测与短时预警方法研究。通过对多次强沙尘暴的分析,初步研究沙尘暴发生发展的云团特征、气象要素指标判定,并重点分析可以产生严重灾害的强沙尘暴区域发生的气象条件,争取为开展逐时预报提供了依据^[12]。开发相关软件,研建沙尘暴监测与短时预警运行系统也极为重要。沙尘暴监测与短时预警方法及其运行系统、灾情评估方法及业务运行系统有待研建和完善^[10]。

3.5 遥感数学模型的构建

随着遥感应用的不断深入,面向不同专业的数学模型将进一步分化,以遥感物理模型为理论基础的专业模型将是近期的主流。而针对沙尘暴的数学模型也将建立在沙尘与下垫面相互作用机制研究的

基础上展开^[9]。

随着数字分析技术的发展和计算机功能的提高,通过进一步的理论概括,形成以数据为主体的通用化数学遥感模型。这样才能使遥感监测沙尘暴庞大的数据处理困难得到解决,达到预期的效果。

4 遥感监测沙尘暴的发展趋势

4.1 新型遥感数据的来源不断出现

对沙尘灾害遥感监测的现状进行分析,目前研究所用资料仍以 GMS、NOAA、FY 等卫星资料为主,这些卫星主要是针对地球大气研究所发射的,具有较高的时间分辨率,但空间分辨率和光谱分辨率则较低,适合作大尺度宏观研究^[14]。随着一系列对地观测计划的实施,新型遥感数据不断出现,综合利用多源遥感数据进行沙尘灾害监测成为新的发展方向,以美国 EOS 系列第一颗卫星 Terra 所载中分辨率成像光谱仪 (MODIS) 数据的应用为标志,它是世界上首次进行星载飞行的仪器,具有较宽的光谱范围和空间覆盖以及随时间变化的资料连续覆盖,更适于对地球上大气、海洋和陆地进行表面特性、云、辐射、气溶胶、辐射平衡等信息的综合研究,对于沙尘暴研究向纵深方向发展具有重要意义^[15]。

利用多种遥感数据监测沙尘暴是今后沙尘暴研究的主要方向。当前已经针对不同平台的卫星数据发展出来了许多沙尘暴监测方法,对这些方法的优化和完善是今后一段时间沙尘暴监测研究的主要任务,其中建立定量的沙尘暴信息提取遥感模型尤为重要。

4.2 多学科交叉渗透

沙尘灾害遥感监测研究中新理论、新方法、新技术不断产生,可以从不同方面对沙尘灾害进行研究,使沙尘灾害研究的理论更加深化。沙尘灾害的源地在地表,但其影响之一却是将地面尘源物质输入大气,短时间内改变大气特性,从而降低环境质量,所以沙尘灾害的研究应进行地表和大气综合研究^[14-15]。

遥感技术、大气辐射传输理论、地面能见度理论相结合,探讨沙尘信息遥感定量化提取方法,可以从深层次上揭示沙尘灾害发生、发展、消亡的动态演变规律及内在机理,推动遥感技术、大气辐射传输和能见度理论的综合应用研究,促进多学科的交叉和渗透研究。

4.3 地基遥感和卫星遥感结合

随着遥感基础研究的不断发展,对沙尘的光谱特征有了深入认识。通过地面沙化土地光谱特征的测量,对沙尘灾害的遥感监测研究开始由定性和半

定量研究向沙尘属性特征参数的定量提取发展。地基遥感不仅使卫星遥感理论和数据反演方法进一步深化、遥感图像处理技术更加完善,也极大地扩展了卫星资料的应用领域,在沙尘预报、沙尘监测及沙尘成因研究方面,发挥着重要的作用^[10]。

尽快建立综合对地观测系统。这个系统应当是一个全天候、全方位的综合系统,这样才能对沙尘暴进行比较全面的调查研究,从而为沙尘暴的监测、区域经济协调和可持续发展提供系统的科学数据和信息服务。

4.4 遥感、全球卫星定位系统和环境地理信息系统 (3S) 的一体化

展望今后 10 年,新一代卫星影像的分辨率将有大幅度提高;同时,从遥感图像具有的栅格数据结构向地理信息系统常用的矢量数据结构的转换已经取得明显进展,新的数据结构不断出现,有的达到实用化水平。因此,遥感与地理信息系统一体化已是可以看到的前景^[4]。

全球卫星定位系统的组合技术系统为遥感对地观测信息提供了准实时或实时的定位信息;遥感对地观测的海量波谱信息为目标识别及科学规律的探测提供了定性或定量数据;遥感、全球定位系统、地理信息系统的一体化将使地理信息系统具有获取准确、快速定位的显示遥感信息的能力,实现数据库的快速更新和在分析决策模型支持下,快速完成多维、多元复合分析。

在沙尘暴的遥感监测和预警中三者结合的作用效果将更加明显,“3S”技术将最终建成新型的地面三维信息和地理编码影像的实时获取与处理系统,形成快速、高精度信息处理流程,对沙尘暴的精确监测有深远意义。

参考文献:

- [1] 张德二,孙霞. 中国历史时期降尘记录南界的变动及其对北方干旱气候的推断[J]. 第四纪研究,2001,21(1): 1-81.
- [2] 方宗义,朱福康,江吉喜,钱正安. 中国沙尘暴研究[M]. 北京:气象出版社,1997.
- [3] 王桥,杨一鹏,黄家柱,等. 环境遥感[M]. 北京:科学出版社,2005:1-48.
- [4] 孙家炳,舒宁,关泽群. 遥感原理、方法和应用[M]. 北京:测绘出版社,1997:8-250.
- [5] 郑新江,陆文杰,罗敬宁. 气象卫星多通道信息监测沙尘暴的研究[J]. 遥感学报,2001,5(4):300-305.
- [6] 李海萍,熊利亚,庄大方. 中国沙尘灾害遥感监测研究现状及发展趋势[J]. 地理科学进展,2003,22(1):45-52.
- [7] Bergametti G. Encyclopedia of Earth System Science[M]. San Diego: Academic Press,1992:171-192. (下转第 124 页)

洗衣粉洗涤,冲洗数次后用重铬酸钾洗液浸泡两分钟石英比色皿(时间不宜过长,以防止损害比色皿),然后用水冲洗干净。用该对比色皿测量空白值,结果应该保证在 0.1 以下。

而分液漏斗可以用加入 100ml (1:5) 盐酸和 20ml 四氯化碳震荡的方法进行清洗,然后用蒸馏水冲洗干净后晾干^[2]。

2 实验步骤

(1) 打开 F2000 红外测油仪,先预热至少半个小时,保证各玻璃器皿、比色皿、比色管清洁干燥。

(2) 取 500ml 水样,加入 25ml 四氯化碳进行萃取,振荡后放置分层大约 20 分钟,经过砂芯漏斗(加无水硫酸钠)。

(3) 按 F2000 测油仪的操作步骤,做空白测量,并测量纯四氯化碳的吸光度(应该小于 0.1)。

(4) 测量水样的浓度(换用不同光程的比色皿)。

3 实验时需注意的几点

(1) 一般浓度的样品测定时,于样品中加入盐酸进行酸化,然后倒入分液漏斗中,加入一定量的氯化钠作为盐析剂,然后加入四氯化碳进行萃取。但在测定低浓度的水样时不加盐酸和氯化钠效果更好。

(2) 萃取时分液漏斗应先振荡 200 次以上,等机械萃取 2~3 分钟,这时两相分层,但萃取并没有完成,还应该再放置 15 分钟左右,漏出下层萃取液。

4 不同光程的比色皿对测量结果的影响

在本次实验中,分别采用了 1mm、2mm、5mm、8mm 的比色皿进行实验,经过多次测量的结果如表 1 所示:

表 1 比色皿实验测量结果图

不同比色皿的光程(mm)		1mm	2mm	5mm	8mm
水样的测定值(平行样) (mg/l)	1	0.81	0.82	0.84	0.84
	2	0.85	0.81	0.82	0.84
	3	0.80	0.85	0.83	0.82
	4	0.79	0.84	0.80	0.83
加入标准油(mg/l)		5.00	5.00	5.00	5.00
1 号样加入标准后水样的测定值(mg/l)		5.62	5.67	5.72	5.73
增加值(mg/l)		4.81	4.85	4.88	4.89
加标回收率(%)		96.2	97.0	97.6	97.8

由此可见:采用更长光程的比色皿的稳定性更好,加标回收率也更高。

从而出现负值。在实际工作中应该尽量采取上文所述的方法避免这种情况。

5 分析和讨论

在测量低浓度的水样时,在萃取过程中除了四氯化碳会对水样中的油份进行萃取,水对四氯化碳中的极性物质也进行反萃取,当样品中含油浓度很低时,由于四氯化碳含极性物质可能大于油分含量,

参考文献:

[1] 水和废水监测分析方法(第四版)[M]. 北京:中国环境科学出版社出版,2002.
[2] 水质石油类和动植物油的测定红外分光光度法[S]. GB/T 16488-1996,1996.

(上接第 122 页)

[8] Liu H, Sun D. Pathway of dust input to the chinese Loess plateau during the last glacial and interglacial periods[J]. Catena, 2000, 40: 251-261.
[9] 贾海峰,刘雪华,等. 环境遥感原理与应用[M]. 北京:清华大学出版社,2006:1-52.
[10] 孙司衡,郑新江. 沙尘暴的卫星遥感监测与减灾服务[J]. 测绘科学,2000,25(2).
[11] 范一大,史培军,王秀山,潘耀忠. 中国北方典型沙尘暴的遥感分析[J]. 地球科学进展,2002,17(2):289-295.

[12] 张增祥,周全斌,刘斌,张国平,赵晓丽. 中国北方沙尘灾害特点及其下垫面状况的遥感监测[J]. 遥感学报,2001,5(5):377-382.
[13] 赵大铜,王金星. 沙尘暴天气监测预警系统的研究[C]. 中国科技奖励,2005.
[14] 范一大,史培军,罗敬宁. 沙尘暴卫星遥感研究进展[J]. 地球科学进展,2003,18(3):367-373.
[15] 王式功,董光荣,杨德保,等. 中国北方地区沙尘暴变化趋势初探[J]. 自然灾害学报,1996,6(2):31-37.