

文章编号: 1007-4619 (2001) 05-0377-06

中国北方沙尘灾害特点及其下垫面状况的遥感监测

张增祥, 周全斌, 刘 斌, 张国平, 赵晓丽

(中国科学院 遥感应用研究所, 北京 100101)

摘 要: 2000年春季, 中国北方地区多次受到沙尘灾害的影响, 对生产、生活活动造成了多方面的不利影响。采用遥感和GIS技术进行沙尘灾害的过程监测、空间特点分析和下垫面状况分析是一个有效的技术方法, 通过对沙尘灾害发生、发展的环境条件的了解, 可以为减轻沙尘天气的危害、防治等一系列决策措施的制定、实施提供客观、及时的空间信息, 有助于制定和实施区域生态环境保护措施, 以便减少沙尘天气的次数和减轻灾害性天气的危害程度。

关键词: 沙尘灾害; 遥感; 下垫面

中图分类号: TP79 **文献标识码:** A

沙尘是中国北方地区较为常见的一种天气现象, 是一种主要由于局部地区气流系统和所经过地区的地表覆被状况综合作用而形成的灾害性天气过程, 具有突发性、局地性, 一般历时较短, 春季较为常见。2000年春季, 中国西北、华北地区多次出现沙尘天气过程, 并一度在华中、华东地区造成泥雨天气, 给人们的生产、生活活动带来严重影响, 引起广泛重视。

中国气象部门按照沙尘天气发生的程度分为3种类型, 即(1)浮尘。指在无风或风力较小的情况下, 尘土、细沙均匀浮游在空中, 使水平能见度小于10 km, 浮游的尘土和细沙多为远地沙尘经上层气流传播而来, 或为沙尘暴、扬沙出现后尚未下沉的沙尘。(2)扬沙。是随着风力增强, 将地面沙尘吹起, 较粗粒径的地表物质被吹扬到空中, 空气相当混浊, 水平能见度在1—10 km的一种沙尘现象。(3)沙尘暴。由于强风把地面大量沙尘卷入空中, 因空气特别混浊, 水平能见度低于1 km的现象^[1]。

这种由于风携带大量尘沙、干土而使空气混浊、天色昏黄的现象又称风沙、沙暴、尘暴、沙尘暴、风尘暴、黑风暴等, 中国内蒙古等部分地区也称黑毛风等, 尚存在普遍性的混用现象^[2-4]。

在地理学上沙尘暴与尘暴有比较明确的界定^[5]。

它们发生的外部条件、内在的物质构成与危害程度均不相同。沙尘暴是由狂风把大量粗沙吹入空中所形成的一种风暴, 沙粒很少被吹离地面15—30 m以上, 而且也不会被刮得离原地很远。尘暴则是一种含有大量尘埃的风暴, 大气昏暗, 能见度大大降低, 有时降低到几乎等于零。尘暴是由于湍流风侵入干旱、多尘地域的上空引起的。尘暴推进时, 前面还有非常高的“尘墙”, 有时高达3000 m。尘暴前面的风, 风力轻而多变, 但尘暴到达时, 风力大大增强。沙尘暴实际上是对沙尘、尘暴天气现象的综合称谓, 并且在中国也指沙尘天气中程度最强的一类。根据观测研究, 中国华北2000年4月上旬以前发生的7次沙尘天气, 均未达到沙尘暴的程度, 只是一种扬沙或强扬沙过程^[6]。每一次沙尘天气的影响区域内也存在差异, 核心区域强度最大, 外围区域相对较小, 逐渐演变为浮尘现象, 但危害是广泛性的。此文对此现象均称为沙尘灾害。

1 技术方法与数据基础

沙尘灾害的形成与发展需要具备一定的时间内持续性的大风等天气过程提供动力, 也需要地表具有丰富的沙、尘等细小物质成为沙尘源, 并且地表覆被

收稿日期: 2000-07-02; 修订日期: 2001-02-15

基金项目: 本文的完成得到国家“九五”科技攻关项目96-B02-01课题和中国科学院、水利部合作项目“全国土壤侵蚀遥感调查”(HX990001)等, 以及中国科学院资源环境数据库的信息支持。

作者简介: 张增祥(1963—), 男, 河北省隆尧县人, 1985年毕业于北京大学地理系, 现为中国科学院遥感应用研究所研究员。长期从事资源环境遥感应用研究工作, 工作成果多次获得国家 and 院部级科技进步奖, 发表论文20余篇, 参加5部专著的撰写。

较差,细小颗粒易于被风扬起等基本条件。就沙尘灾害的下垫面状况而言,多发生在土地干燥、土质松散而少植被覆盖的地区,在中国主要包括西北、华北和东北等地区,特别是春季较常出现。

随着遥感技术几十年来的发展和遥感应用技术的进步,对于同一区域周期性获取的大量空间信息在开展资源、环境变化以及各种自然灾害的发生原

因、发展过程和趋势分析等方面显示出越来越明显的优势。针对 2000 年春季中国华北地区连续发生多次沙尘灾害过程的研究中,形成了以遥感和 GIS 技术为依托,结合全数字人机交互分析方法和空间叠加分析方法开展沙尘灾害过程监测、发生原因和发展趋势的综合分析的技术方法(图 1)。

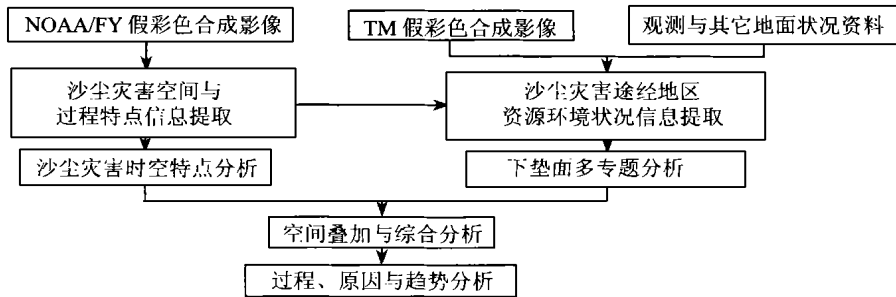


图 1 华北地区沙尘灾害遥感监测与分析流程

Fig. 1 The chart to analysis sand-dust storm using remote sensing

沙尘灾害的形成是区域内资源环境长期演变和天气过程与下垫面状况综合作用的结果。每一次沙尘灾害的形成与发展又具备突发性和局地性的特点。鉴于此,需要获取沙尘灾害发生前后的多次遥感卫星数据,才能把握沙尘灾害的完整变化过程。分析中共应用了 24 期数字遥感图像,主要由 NOAA 卫星获取,少量为风云卫星图像,分别反映沙尘灾害的下午和上午的状况,均为假彩色合成,覆盖 2000 年 3 月 17 日至 4 月 9 日之间 7 次沙尘天气过程。在经过图像处理,以全数字人机交互分析方法提取历次沙尘灾害的空间特点信息,包括发生的区域、覆盖范围和移动过程特点。同时,利用陆地卫星 TM 等假彩色合成遥感影像,数字式获取沙尘天气途径地区的下垫面资源环境状况数据,包括土地利用、土壤质地、土壤侵蚀、沙漠化、植被等,用于分析沙尘天气发生的地理环境背景。

对于获取的多种专题信息数据,均采用双标准纬线等面积割圆锥投影方式建立坐标系统,各种矢量数据均转换为 $1000\text{m} \times 1000\text{m}$ 的栅格数据,以栅格为基本分析单元进行空间叠加分析,分别和综合分析沙尘灾害影响区域内的下垫面资源环境状况。

2 沙尘灾害时空特点遥感分析

2000 年春季频繁形成的沙尘灾害的时间过程特点与空间分布特点非常明显。

根据对 NOAA 影像的分析,2000 年春季首次沙尘天气于 3 月 17 日下午生成于蒙古人民共和国和中国内蒙古自治区交界地区,至 3 月 18 日上午同区域已无明显迹象。同时,在渤海湾及北京、天津、河北、山东等地出现沙尘,但强度很弱。首次沙尘天气影响区域总面积 203824 km^2 ,但大部分在蒙古人民共和国,中国内蒙古自治区 72709 km^2 受到影响,强度较大的核心区域面积 8739 km^2 (图版 I 图 2)。至 3 月 18 日上午华北地区的山西、河北、北京、天津和山东等省市受到影响,总区域面积达到 165707 km^2 ,但强度已经减弱。

3 月 22 日下午,第二次沙尘天气形成,23 日上午基本消失。但渤海湾地区有较弱的沙尘天气现象。3 月 23 日下午在陕西、山西、宁夏等省区交界地区再次形成沙尘天气。渤海湾地区上午出现的沙尘天气已移至朝鲜半岛及其以东地区。

本次沙尘灾害总影响面积 517834 km^2 ,中国境内 489763 km^2 受到影响,核心区域 159145 km^2 ,涉及内蒙古、甘肃、宁夏、陕西、山西、河北等地。至 3 月 23 日已成为分离的 2 个区域,总面积缩小到 188276 km^2 ,东北地区包括辽宁和内蒙古、吉林各一小部分,西北地区包括陕西和内蒙古、山西等地。

3 月 26 日上午,内蒙古中部出现沙尘天气,强度尚弱。3 月 27 日上午,内蒙古、甘肃、陕西、宁夏出现的沙尘天气范围显著扩大,整个华北和华中、华东部分地区受到影响,并危害到河南西部和湖北西

北部,出现泥雨。28日消失。27日沙尘灾害影响区域面积 216274 km²,下午扩大到 1488300 km²,中国境内 1310428 km² 受到影响,包括内蒙古、辽宁、吉林、河北、天津、甘肃、宁夏、陕西、山西、河南、山东、湖北、江苏、安徽等地,是今年影响区域最广阔的一次沙尘灾害过程(图版 I 图 3)。

4月3日下午蒙古人民共和国出现沙尘天气,内蒙古自治区受到轻度影响。沙尘灾害影响总面积 114205 km²,严重的沙尘区域尚在蒙古人民共和国境内,内蒙古 4302 km² 区域受到轻度沙尘影响。4月4日下午范围有所扩大,但仍主要在内蒙古境内。影响面积达 139119 km²,但没有出现严重的沙尘灾害,中国境内 92375 km²,主要在内蒙古和河北西北部。4月5日上午范围扩大,沙尘区域总面积 605069 km²,中国境内 558505 km²,集中在内蒙古、甘肃、宁夏、陕西、山西、河北等地,但强度仍然很弱,下午消失。

4月6日上午,内蒙古中部出现气旋,下午在华北北部有比较严重的沙尘天气形成。沙尘灾害总面积 136979 km²,位于内蒙古、辽宁、河北、北京、天津等地。下午趋于严重,面积急剧扩大,共计 348207 km²,仍然分布在上述区域,是北京、天津地区受沙尘灾害影响最严重的一次。4月7日上午移至黄海和朝鲜半岛。同日下午,北部地区形成另一次沙尘过程,危害面积 93207 km²,基本上在内蒙古境内,至8日下午在原地发展成为严重沙尘灾害,总面积 90035 km²。

4月8日下午,内蒙古中部再次形成严重的沙尘天气,9日上午减弱。4月9日上午西北鄂尔多斯高原形成的沙尘灾害,面积 155439 km²,包括内蒙古、甘肃东部、宁夏、陕西、山西等地,严重沙尘灾害区 106836 km²。9日下午该沙尘灾害微有南移,河南省西北部受到影响,面积扩大到 264169 km²。同时,在其北部形成另一个沙尘区域,面积 342368 km²,但强度较弱,除蒙古国以外,中国主要是内蒙古和河北省受其影响。

可见,2000年春季中国北方沙尘天气的发生次数多,间隔短,较20世纪90年代同季平均状况沙尘天气的频度和强度均有所加强。主要沙尘天气过程以始自内蒙古自治区中西部,终于渤海湾及其附近为主。

广阔的北方地区,沙尘天气的形成具有多源性,甚至出现了不同地区沙尘天气的同时发生。历次沙尘灾害的形成多集中在内蒙古中部与蒙古人民共和国交界区域,是中国沙尘天气的主要发源地之一。另外,鄂尔多斯高原也是一个沙尘源。从沙尘天气

的移动路径而言,由西北到东南是主要方向,包括内蒙古中部、河北西北部、北京、天津等地区,多数最终移至渤海湾并趋于消失。内蒙古中部、河北北部、辽宁南部是另一条路径,基本呈由西向东偏南方向。在西北,内蒙古中部到鄂尔多斯高原是沙尘天气移动的第三个路径,呈近南北方向。内蒙古自治区中部是历次沙尘天气的必经之地,也是多次沙尘灾害的发源地。

就华北地区而言,内蒙古中西部、河北西北部是上述沙尘灾害的必经之地。其外围区域包括山西、北京、山东、天津和辽宁等区域,曾多次受到沙尘天气的危害。可以认为,华北北部、东北西南部和西北东部是2000年沙尘灾害的主要影响地区。

3 沙尘灾害下垫面状况遥感分析

沙尘天气发生和途经地区影响到中国共计 198.73 万 km² 的区域,涉及华北和西北、东北、华中、华东的部分地区(图版 I 图 4)。

除大风过程外,沙尘灾害的形成、演化、发展直接受途经地区的下垫面状况的影响,包括地表质地类型、植被覆盖状况、土地资源利用方式、水土流失状况和沙漠化状况等,对于沙尘来源及其供尘程度有直接影响。

3.1 生态环境特点

沙尘灾害频发区的重点省、市、自治区包括内蒙古、河北、宁夏、甘肃、北京、天津等地,是中国风蚀面积最大和最严重的区域之一(图版 I 图 5),同时也是中国北方著名的水蚀-风蚀交错区域。在这些地区,风蚀面积占轻度以上风力侵蚀和水力侵蚀总面积的 30%—50%。该地区直接受沙尘灾害影响的区域内,轻度以上风蚀占 24.09%,远远高于全国平均水平,而且强度风蚀以上的面积比例较大(表 1)。

表 1 2000年春季北方沙尘天气途经地区风力侵蚀状况
与全国比较

Table 1 Soil erosion caused by wind in Northern China

风蚀强度	全国/%	沙尘天气影响各省、市、自治区/%	沙尘天气途经地区/%
轻度风力侵蚀	17.25	16.41	31.36
中度风力侵蚀	18.83	18.11	23.83
强度内力侵蚀	18.59	18.83	16.57
极强度风力侵蚀	19.44	20.00	41.72
剧烈风力侵蚀	25.89	26.65	16.52

表 2 中国北方各省近 10 年来土壤侵蚀变化

Table 2 Soil erosion in Northern China

省、市、自治区	水土流失面积变化/%	风蚀面积变化/%
内蒙古自治区	-4.56	-3.70
陕西省	-1.55	-0.43
宁夏回族自治区	-3.88	-0.05
河北省	-4.30	-2.45
北京市	-2.76	-
天津市	0.49	-
山东省	-16.24	-4.39
甘肃省	16.05	6.50
辽宁省	-10.48	0.28
河南省	-17.33	3.63

20 世纪 80 年代以来,内蒙古、陕西、宁夏、河北、山东等省区风蚀面积比例减少,青海、甘肃、辽宁、河南地区风蚀面积增加(表 2)。

沙尘发生区沙漠化面积共计 341426 km²,有 45.03%的土地面积受到不同程度的沙漠化影响。除已经不同程度存在沙漠化的土地外,潜在沙漠化土地面积比例显著较大。是中国生态环境状况非常差及非常脆弱的区域之一。

3.2 地表覆盖状况

在沙尘灾害途径区域内,地表物质构成为细颗粒级物质较多,壤质和沙质土壤比例高,共计占 93.52%,而且土地利用以牧草地和旱地为主,是一个以农牧交错为主要利用方式的过渡区域,春季地表覆盖状况相对更差(图版 I 图 6)。

根据 1:400 万比例尺植被图分析,针叶林、阔叶林和灌木等林地总面积比例约 23.72%,但 80%以上是灌木;草原、草甸与荒漠占 36.89%。这些是沙尘灾害途经地区的主要植被类型。同时,有 39.82%的土地面积是人工植被覆盖,包括耕地、人工林和园地等。沙尘灾害途经区域是中国北方各省地表覆盖相对较差的区域。

3.3 人类活动影响

土地利用反映了土地资源与生态环境受人类活动影响的程度,遥感分析表明,沙尘灾害途经地区的林地面积只占总面积的 13.14%,特别是有林地面积显著较低。草地面积占 31.50%,但中、低覆盖度草地面积比例大,占 2/3 以上;沙地、盐碱地、裸土地

等占 7.22%;旱地比例 32.19%(图版 I 图 7 和表 3)。

表 3 2000 年春季北方沙尘灾害发生区域及其附近地区土地利用特点

Table 3 Landuse in Northern China

土地利用类型等	全国风蚀区/%	受沙尘天气影响各省、市、自治区/%	沙尘天气途经地区/%
有林地	0.15	5.50	5.65
灌木林地	0.41	2.57	4.15
其它林地	0.33	2.09	3.34
高覆盖度草地	5.30	9.05	10.11
中覆盖度草地	9.38	12.29	13.12
低覆盖度草地	16.61	14.56	8.27
水域	0.23	2.36	2.59
交通建设用地	0.22	1.79	5.04
沙地	27.11	10.95	5.96
戈壁	22.32	9.71	1.00
盐碱地	2.43	2.18	1.17
沼泽地	0.32	1.06	0.68
裸土地	1.05	0.53	0.09
裸岩石砾地	10.57	8.89	1.12
其它未利用土地	0.35	1.25	0.03
水田	0.04	0.80	5.53
旱地	3.18	14.41	32.18

同 20 世纪 80 年代相比,沙尘天气途经地区的有林地面积呈增加趋势,但林地构成仍然以灌木为主,并且林地总面积比例较过去减少了 10 个百分点左右。基本上反映出,由于对局部地区生态环境的生物保护措施的实施,以人工林为主要内容的有林地面积比例增加,同时也反映出由于自然环境的干旱化与平均温度升高和不合理的资源开发活动,整个植被覆盖状况趋于恶化,呈现为一种局部好转和整体恶化并存的状况。

最近数年的耕地、城镇遥感监测表明,城镇面积扩大和耕地面积减少同时存在,北方部分省区变动幅度较大,表现的更为突出(表 4)。直接受沙尘灾害影响的省区,总耕地面积减少是主要趋势。同时,水田面积增加也是一个相对普遍的现象,将造成对于水资源利用的人为要求增加,势必影响地表径流的自然规律,并进一步加剧由于水资源空间分布不

均和局部区域水资源利用不合理方式的存在而导致的区域生态环境恶化状况。

表4 中国北方各省1995—1998年期间耕地、城镇变化

Table 4 The change of cultivated land and city & village area in Northern China (1995—1998)

省、市、自治区	耕地变化/%			建设用地变化/%
	总变化	水田	旱地	
北京市	-0.45	-0.01	-0.44	0.96
天津市	-0.38	-0.06	-0.32	1.14
河北省	-0.39	0.07	-0.46	0.70
山西省	-0.26	0	-0.27	1.52
内蒙古自治区	-0.27	0.01	-0.29	0.75
辽宁省	-0.58	0.31	-0.89	0.25
山东省	-0.27	0.02	-0.29	0.61
河南省	-0.06	0.15	-0.21	0.58
陕西省	0.01	-0.02	0.03	0.98
甘肃省	0.17	0	0.16	1.38
青海省	-0.05	0	-0.05	3.48
全国	-0.12	-0.02	-0.10	0.71

由上述现象可以认为,近年来沙尘灾害直接影响区域内承受的人类活动压力很大,地表覆盖与利用状况变化明显。根据对近5年来中国土地利用的遥感监测表明^[7],耕地、建设用地面积有所扩大,林草等天然植被减少,沙地、盐碱地增加和沼泽地减少,这些现象在北方地区表现得更为突出,说明了中国北方广大地区内的土地利用活动程度的进一步增强,也同时表明针对沙尘天气的不断发生,采取强有力的生态恢复与治理措施更为迫切,必须引起足够的重视。

4 分析与讨论

沙尘灾害的形成与发展是气象要素及其影响区域内的地理环境要素等多方面综合作用的结果。针对这一灾害现象的时间与空间特点,利用遥感信息的周期性、客观性、实时性特点和GIS技术的多要素空间叠加分析等手段,在保证一定空间分辨率和时间分辨率状况下,遥感和GIS技术结合是开展沙尘天气及其灾害现象时空特点研究客观、有效的技术手段。

(1) 中国北方沙尘灾害的形成与发展除了天气原因外,直接受到下垫面资源环境状况的影响。区

域生态环境是影响沙尘灾害过程的主要因素之一。沙尘天气发源地是中国生态环境相对较差的区域,属于土地利用的农牧交错区、水土流失的水蚀-风蚀交错区和干旱-半干旱交错区,对于资源环境的变化更为敏感,因而也是一个生态环境脆弱地区。这一地区的生态环境状况由于受到温度、降水、地表覆被等各种自然因素的限制,在全国范围内只相当于中下水平。同时,这一地区人口集中,土地开发历史悠久,也是中国人类活动相对集中的区域之一。生态环境保护在这些地区表现的更为重要和迫切。

(2) 沙尘灾害的形成具有多源性,研究的数次沙尘天气过程多数起源于内蒙古自治区中部和河北省西北部,华北地区受到的危害最大、最严重,因而也是进行区域生态环境保护与治理应该首先考虑的区域,通过控制过度的、不合理的资源利用方式,通过采取生物工程措施等,恢复和改善区域地表覆被状况,促进区域生态环境的好转,从沙尘来源方面降低沙尘灾害发生的可能。

(3) 遥感技术作为获取空间信息的有效手段,在目前技术水平下,研究深度仍然受到遥感卫星信息空间分辨率和时间分辨率的双重影响。NOAA卫星和风云卫星等获取的数据由于具有良好的时间分辨率,是目前开展沙尘灾害遥感监测比较有效的信息源。由于沙尘天气的局地性、突发性,主要的沙尘天气过程多持续数小时或十几小时,这一时间段一般只能获取2—3期遥感信息,对于开展沙尘天气演化过程分析尚显不足,GMS等卫星具有相对更高的时间分辨率,但其空间分辨率难以满足需要。因此,沙尘天气遥感监测实际上还只能以获取发展过程中不同阶段的瞬时状况为主,需要通过提高时间分辨率和结合地面观测资料开展更深入的分析。

目前开展的沙尘天气遥感监测以使用气象卫星信息为主,空间分辨率较低,对于区分沙尘天气强度,尚难满足要求,直接影响了研究精度。同时,沙尘天气发展过程中,一般情况下天空多云,对于了解这一区域的下垫面状况造成很大影响,也是影响精度的主要因素。

同时,为了掌握沙尘天气发生的地理环境特点,需要依靠更高分辨率的遥感卫星信息,从植被、土壤、土地利用、生态环境特点等方面,开展连续性的长期观测,进行下垫面状况的综合性的动态监测与分析,不仅有助于分析沙尘天气发生的条件,更重要的在于制定合理的防治规划,从根本上避免或减轻沙尘天气等灾害的影响。

参 考 文 献 (References)

- [1] Qiu Guoqing, Zhou Zijiang. The Tendency of Chinese Dust Weather During the Past Forty-five Years [R]. National Meteorologic Center, 2000. [裘国庆, 周自江. 近 45 年中国沙尘天气的变化趋势. 国家气象中心, 2000.]
- [2] Editing Committee of Lexicon. Lexicon (compact edition) [M]. Shanghai: Shanghai Diction and Books Publishing House, 1980. [辞海编辑委员会编. 辞海(缩印本)[M]. 上海: 上海辞书出版社, 1980.]
- [3] Editing Committee of Lexicon. Lexicon (second part of the science edition) [M]. Shanghai: Shanghai Diction and Books Publishing House, 1980. [辞海编辑委员会. 辞海(理科卷下)[M]. 上海: 上海辞书出版社, 1980.]
- [4] Sun Honglie. Chinese Resource Science Encyclopedia [M]. Beijing: Chinese Encyclopedia Publishing Company. Petroleum College Publishing House, 2000. [孙鸿烈. 中国资源科学百科全书[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 石油大学出版社, 2000.]
- [5] W. G. Moore. translated by Liu Kang, et al. A Dictionary of Geography [M]. Beijing: Commercial Press, 1984. [W. G 穆尔著. 刘仇等译. 地理学辞典[M]. 北京: 商务印书馆, 1984.]
- [6] Ye Duzheng, et al. Cause and Countermeasure of Dust Weather in North China [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2000, **55**(5): 513-521. [叶笃正等. 关于我国华北沙尘天气的成因与治理对策[J]. 地理学报, 2000, **55**(5): 513-521.]
- [7] Zhang Zengxiang, et al. Recent Dynamic Monitoring Reports of Chinese Land Use Using Remote Sensing [R]. Institute of Remote Sensing, CAS. 2000. [张增祥等. 近年来我国土地利用动态遥感监测报告[R]. 中国科学院遥感应用研究所. 2000.]

Monitoring of the Characters and Ground-surface of Dust Storm Area in North China Using Remote Sensing

ZHANG Zeng-xiang, ZHOU Quan-bin, LIU Bin, ZHANG Guo-ping, ZHAO Xiao-li
(Institute of Remote Sensing Applications, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: Dust storm hits North China many times during the spring in 2000, bringing adverse influence on the activities of both production and living. It is an effective technological method used to monitor the process of the dust, to research the spatial characters, and to analysis the under-surface of the dust by means of Remote Sensing and GIS. The scope and characters of dust storm ever having happened could be acquired by analyzing over twenty temporal images received by remote sensing satellite when the storm happened and proceeded. The region influenced directly by dust storm is estimated to be about two million square kilometers. Inner Mongolia, Hebei, Beijing, and Tianjing are the regions influenced by dust storm most frequently. In this article land use and its recent changes, soil characters, vegetation coverage, soil erosion, and natural environment of the region which dust storm passed through are put together to analyze by overlying the remote sensing data and spatial data. Dust storm in North China has a Multi-source character. The region where this kind of damage concentrates has a spatial coherence with the Farm-pasture region, the water and wind erosion region and the half drought region in North China. The increasing of human activity has a direct influence on the forming of dust storm. Then there comes the conclusion that the time and spatial characters of the environment that gives birth to the dust storm can be entirely known by people through Multi-subject spatial data analysis. This analysis can provide objective spatial information in time for the establishment and actualizing of the laws about natural environment protection in order to release, or even avoid the dust damage. It also plays an important role in reducing the times that dust storm appears and decreasing the damage brought by this disastrous weather.

Key words: dust storm; remote sensing; ground-surface

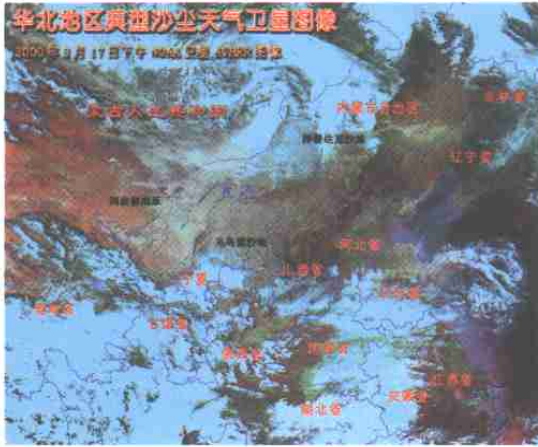


图 2 2000-03-17 下午中国北方沙尘天气卫星影像

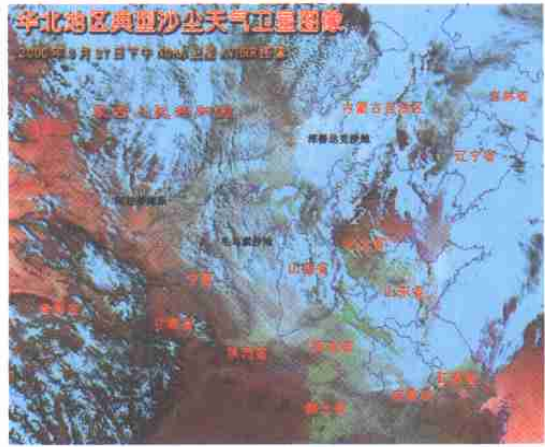


图 3 2000-03-27 下午中国北方沙尘天气卫星影像

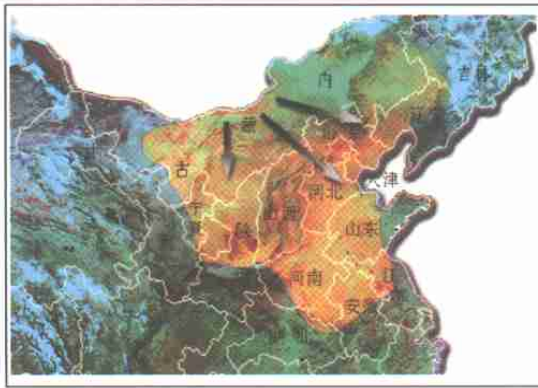


图 4 2000 年春季中国北方主要沙尘灾害影响区域

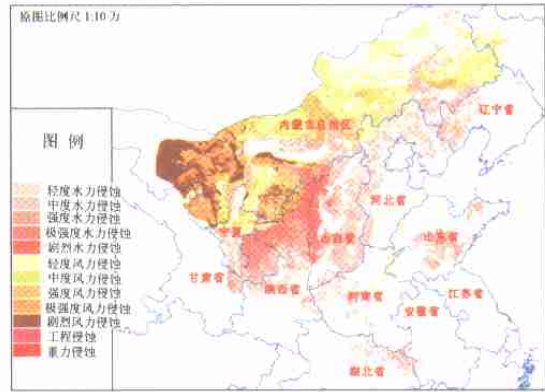


图 5 2000 年春季沙尘天气地区土壤侵蚀状况

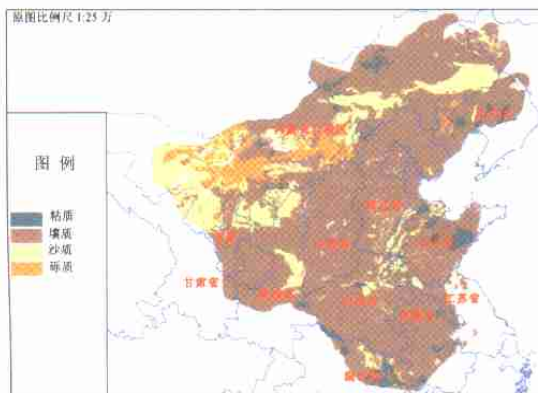


图 6 2000 年春季沙尘天气途经地区土壤质地状况

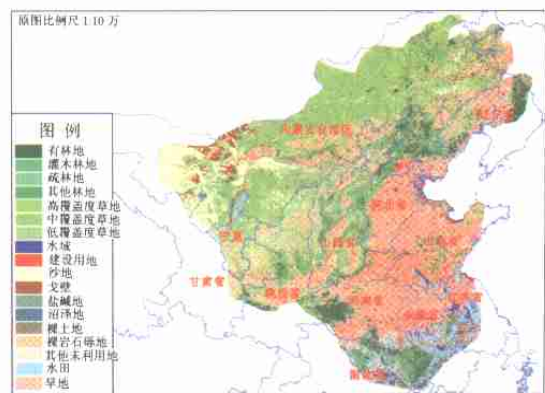


图 7 2000 年春季沙尘天气途经地区土地利用状况