

文章编号:1000-694X(2008)02-0338-06

积雪覆盖度对沙尘暴的影响分析

李彰俊^{1,2}, 郝璐^{2,3}, 李兴华²

(1. 南京信息工程大学, 江苏南京 210044; 2. 内蒙古气象局, 内蒙古呼和浩特 010051; 3. 北京师范大学地理学与遥感科学学院, 北京 100875)

摘要:采用遥感监测内蒙古中西部地区积雪覆盖度数据以及地面气象观测站1961—2005年沙尘天气观测资料,以沙尘暴、扬沙发生日数为定量指标,分析了内蒙古中西部地区积雪覆盖度与沙尘暴、扬沙发生日数的关系。研究结果表明,在内蒙古中西部地区,积雪覆盖度与沙尘天气的发生有负相关关系,但地表积雪覆盖对沙尘暴的抑制作用要小于对扬沙的抑制作用,这种负相关关系在1—3月较11—12月更为显著。积雪覆盖度决定了积雪的影响范围,而积雪日数则决定了这种影响持续的时间,综合考虑这两种因素,构建了积雪指数用以反映积雪的这种空间和时间的共同作用。积雪指数能较好地反映积雪日数与积雪覆盖度对沙尘天气的综合作用。

关键词:积雪覆盖度; 沙尘暴; 积雪指数; 内蒙古中西部

中图分类号:P445.4 **文献标识码:**A

沙尘暴的发生、发展是特定的天气背景和下垫面条件下的产物^[1-8],研究沙尘暴除了需要考虑天气动力条件外,还需考虑下垫面条件^[9-14]。下垫面因子中,其中地表覆盖尤为重要,地表覆盖对沙尘暴的影响机理是当地表覆盖度下降时,对表层土壤的保护能力降低。地表覆盖程度越差,表层土壤为强风提供沙尘的可能性就越高。地表覆盖主要有植被覆盖和积雪覆盖等,其中积雪覆盖对内蒙古地区沙尘暴的发生、发展有着很重要的影响。

一些研究通过遥感技术反演沙尘暴途经区域下垫面的有关参数(植被覆盖度、土壤含水量、土地利用等),结合GIS技术,利用土壤质地、土壤侵蚀、沙漠化以及地形等数据,分析了下垫面因素与沙尘暴发生的空间分布之间的关系,表明下垫面因素对于沙尘天气的产生与发展有着非常重要的作用^[15-18]。但在积雪覆盖度对沙尘暴的影响研究方面,还有待进一步深入。笔者曾从积雪持续时间的角度,就积雪对沙尘天气的影响作过初步分析^[19],本文旨在从积雪空间分布的角度上,利用遥感与地理信息系统技术就积雪覆盖度对沙尘暴、扬沙的影响做进一步分析探讨。

1 研究区简介

研究区位于内蒙古中西部地区(图1),是典型的生态脆弱区和气候敏感区,处于干旱、半干旱地

区,年降水量少,且时空分布不均匀,干旱是这一区域最突出、最严重的问题。

全球气候变化和人类活动加快了该区域的土地利用与覆盖的改变过程。这个区域戈壁、沙化土地和潜在沙化土地分布广泛,加之多年来滥垦、滥牧、滥采、滥樵,及水资源不合理利用,导致植被衰退,大量土地沙化。特别是这一地区的农牧交错带,近些年人口密度增加,土地负荷加重,土地利用粗放,滥垦、滥种,由于滥伐疏林和灌丛,导致覆沙层活化;由于天然草地游耕游牧、超载放牧形成大面积撂荒地和退化草场,一旦植被破坏,将使沙化土地面积增大,地表裸露,沙尘物质丰富,成为沙尘暴得以加剧的重要物质基础。

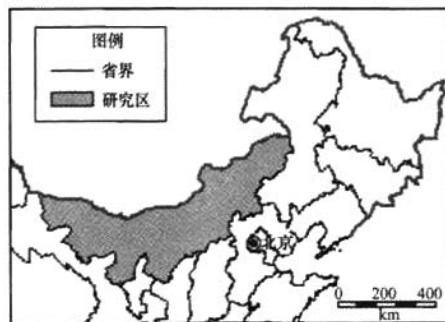


图1 研究区范围示意图

Fig. 1 Sketch map showing research area

收稿日期:2007-06-14; 改回日期:2007-08-06

基金项目:中国气象局气候变化专项项目(CCSF2006-17)资助

作者简介:李彰俊(1959—),内蒙古呼和浩特人,博士生,高级工程师。主要从事大气科学与区域自然灾害研究。E-mail: lizj_qxj@163.com

内蒙古中西部地区自西向东为阿拉善盟、乌海市、巴彦淖尔市、鄂尔多斯市、包头市、呼和浩特市、乌兰察布市和锡林郭勒盟。地理位置为 $37^{\circ}24' - 46^{\circ}46'N, 97^{\circ}05' - 119^{\circ}53'E$, 总面积约70万km²。研究区内地表以沙地荒漠化草地为主,有乌兰布和沙漠,库布齐沙地,毛乌素沙地等。地貌类型较多,有山地、丘陵、高平原、平原、沙漠、沙地等。研究区经常受到西北路冷空气袭击,冬春季,地面经常受蒙古气旋的影响,易造成偏西大风,沙尘暴发生的动力条件具备。

2 数据与方法

2.1 沙尘天气数据

沙尘天气数据来源于内蒙古中西部53个地面气象观测站1961—2005年沙尘暴、扬沙观测资料。以沙尘暴、扬沙发生日数为定量指标,分别求取每个站点研究时段内的积雪覆盖度与沙尘暴、扬沙发生日数的Pearson相关系数(R),相关系数可以反映积雪覆盖度与沙尘暴、扬沙发生日数间的线性相关程度。

2.2 积雪覆盖度数据

积雪覆盖度数据主要为覆盖内蒙古中西部地区的各盟市的极轨气象卫星FY-1C和NOAA/AVHRR数据,数据来源于内蒙古气象卫星遥感中心和国家卫星气象中心,成像时间分别为1999—2005年的11月至翌年3月。为了获取研究区晴空数据,所用数据有的是多轨拼图和镶嵌完成,部分处理过程是在ERDAS IMAGINE8.4遥感影像处理软件支持下完成。

从FY-1C卫星和NOAA-14卫星的实时资料中,获取用于雪情监测的局域资料,并从中挑选云量较少的图像作进一步的处理。在2000—2001年冬季期间,由于NOAA-14卫星过境时间推后,较正常时间晚约3 h,因而在中、高纬度的可见光信息很少,很难用于积雪监测。因此本年度最终可用于雪情监测处理的绝大部分资料均来自FY-1C。积雪覆盖度提取处理方法主要有两种,即:多通道合成积雪监测图,多时次积雪覆盖信息合成图^[20]。处理方法如下:

1)多通道合成积雪监测图。利用FY-1C的AVHRR通道1,通道2,通道6资料,生成多通道彩色合成图。其中通道1、2、6分别赋予蓝、绿、红色。

根据云、雪、陆地、水体在不同通道的光谱特性,判识积雪覆盖信息。AVHRR第6通道(波长为 1.6μ 左右)具有区分云、雪的特点(在 1.6μ 波长范围,积雪反射率低,云反射率高),是积雪监测多通道合成图中的主要通道之一。在多通道合成雪情监测图中,大部分情况下,云雪均能较容易地区分开,即云为白色,积雪为兰灰色,陆地为褐色。

2)多时次积雪覆盖信息合成图。利用气象卫星时间分辨率高的特点,从多个连续时次的多通道积雪监测图中提取可反映积雪覆盖在某一地区长期维持的信息。方法是利用同一地区多个时次的积雪监测信息,然后进行“与”运算,结果图像为一幅二值图,图中象素为白色时,反映在多个时次图像中该象素均为积雪覆盖,为黑色时表示该象素在多个时次图像中至少有一次没有积雪覆盖。由此可以反映积雪长时期维持的范围。

另外,利用ARC/INFO系统,结合内蒙古中西部县界行政区域,在多时次积雪覆盖合成图上叠加行政区界,更直观、精确地反映雪灾发生区域,并进行积雪覆盖区面积估算(表1)。

3 积雪覆盖度对沙尘暴的影响

如前所述,冬春季降雪可直接和间接地改变沙源区的地表条件。2002年12月至2003年4月内蒙古中西部降水量达1961年以来同期第三位,利用高分辨率的卫星遥感监测资料获取的近几年内蒙古中西部两大沙源区——内蒙古西部的沙漠戈壁区($37^{\circ}-42^{\circ}N, 102^{\circ}-110^{\circ}E$)和内蒙古中部的浑善达克沙地($42^{\circ}-45^{\circ}N, 111^{\circ}-117^{\circ}E$)的陆面积雪、表层土壤湿度等地表信息资料表明,2003年3月内蒙古中西部两大沙源区的积雪覆盖度明显高于沙尘天气较强的2002年同期,尤其是内蒙古中部的浑善达克沙地的积雪盖度超过了70%,而2002年同期只有20%,该地区正是中国北方东部地区沙尘天气发生的主要沙源区。而地表覆盖的变化和表层土壤湿度的变化,会改变地表起沙的临界风速,进而影响沙尘天气发生的频次和规模。因此,2003年积雪覆盖度和土壤湿度明显增大是2003年沙尘天气偏少偏弱的重要因素之一^[4]。

3.1 积雪覆盖度与沙尘暴、扬沙相关分析

从空间尺度上,选取积雪覆盖度作为主要指标,分析积雪覆盖度与沙尘天气发生日数的对应关系。其中:

表 1 1999 年 11 月至 2005 年 3 月遥感监测内蒙古中西部地区积雪覆盖面积(单位:km²)
 Tab. 1 Snow cover area obtained by RS from Nov. 1999 to Mar. 2005 in Midwestern Inner Mongolia(unit:km²)

| 年 | 月 | 锡林郭勒 | 乌兰察布 | 呼和浩特 | 包头 | 鄂尔多斯 | 巴彦淖尔 | 阿拉善 | 乌海 |
|-----------|----|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 1999—2000 | 11 | 33 337.16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 793.81 | 0 |
| | 12 | 108 380.77 | 32 056.46 | 11 498.25 | 6 930.35 | 5 455.47 | 11 782.62 | 84 445.39 | 413.35 |
| | 1 | 182 047.07 | 27 416.26 | 11 108.93 | 18 306.11 | 27 221.74 | 14 866.45 | 8 222.94 | 142.66 |
| | 2 | 185 127.7 | 30 042.7 | 7 414.9 | 10 659.19 | 2 024.87 | 6 003.87 | 162.56 | 0 |
| | 3 | 45 397.14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | — | 0 |
| 2000—2001 | 11 | 178 570.11 | 6 093.09 | 4 134.61 | 1 284.61 | 0 | 0 | 17 304.3 | 0 |
| | 12 | 12 395.75 | 1 332.41 | 1 499.57 | 532.76 | 4 132.3 | 4 922.95 | 1 040.36 | 70.66 |
| | 1 | 110 688.84 | 6 884.89 | 2 312.95 | 6 141.18 | 42 247.2 | 40 192.87 | 0 | 1 049.17 |
| | 2 | 86 540.63 | 3 632.65 | 2 550.32 | 2 019.08 | 3.8 | 5 297.93 | 919.41 | 166.5 |
| | 3 | 22 989.76 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2001—2002 | 11 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 12 | 2 093.47 | 0.92 | 16.15 | 0 | 1 397.13 | 811.58 | 17 514.67 | 0 |
| | 1 | 25 685.14 | 158.55 | 99.46 | 0 | 0 | 3.72 | 0 | — |
| | 2 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 3 | 10 919.77 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 673.31 | 0 | 0 |
| 2002—2003 | 11 | 90 221 | 34 718 | 2 460 | 10 462 | 530.9 | 3 805.4 | 42 524 | 0 |
| | 12 | 101 298 | 22 977.9 | 67.92 | 7 345.46 | 21.39 | 4 085.92 | 336.51 | 0 |
| | 1 | 173 413.6 | 31 725.29 | 7 125.79 | 17 008.2 | 3 319.89 | 16 173.6 | 12 099.62 | 0 |
| | 2 | 140 645.86 | 41 619.58 | 9 661.7 | 14 732.98 | 6 056.72 | 16 410.79 | 2 127.85 | 0 |
| | 3 | 128 729.7 | 46 522.86 | 5 901.71 | 18 177.15 | 264.94 | 5 601.74 | 0 | 0 |
| 2003—2004 | 11 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 12 | 108 277.4 | 2 151.07 | 398.07 | 76.5 | 0 | 31.47 | 3 265.24 | 0 |
| | 1 | 61 453.94 | 29 241.99 | 14 215.48 | 70 924.29 | 5 102.61 | 27 729.98 | 30 317.32 | 1.89 |
| | 2 | 31 954.91 | 489.88 | 3.71 | 0 | 0 | 42.71 | 8.21 | 0 |
| | 3 | 3 742.39 | 95.03 | 1 167.19 | 398.86 | 0.97 | 46.5 | 16.61 | 0 |
| 2004—2005 | 11 | 8 157.3 | 10.03 | 0 | 0 | 1 117.33 | 6 061.09 | 7 839.25 | 0 |
| | 12 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 1 | 83 343.23 | 1 031.63 | 549.45 | 252.62 | 6 194.37 | 8 930.98 | 9 226.52 | 0 |
| | 2 | 182 812 | 22 180.72 | 10 251.8 | 8 435.18 | 6 441.37 | 4 200.83 | 2 952.49 | 2.85 |
| | 3 | 58 372.5 | 16 369.49 | 1 430.6 | 6 083.19 | 0 | 1 164.33 | 3 067.94 | 0 |

$$\text{积雪覆盖度}(\%) = \frac{\text{积雪覆盖面积}}{\text{研究区面积}} \times 100 \quad (1)$$

所用积雪覆盖数据采用遥感(图 2)及地理信息系统技术提取,用以计算在内蒙古中西部县域积雪覆盖度与沙尘暴、扬沙累计发生日数的相关关系。其中沙尘暴、扬沙累计发生日数为月内沙尘暴发生日数与扬沙发生日数的和。时段为 1999—2005 年逐年的 11 月至翌年 3 月,即 30 个月,剔除 3 个数据缺失月份,共 27 个月作为样本做相关分析(Pearson-r)。

计算结果见表 2,可以看出,1999—2005 年 11 月至翌年 3 月,大部分地区沙尘暴、扬沙累计发生日

数与积雪覆盖度在统计上都表现为明显负相关,但这种负相关关系在不同时段及不同区域上表现有所差异,为了对比这种差异,将资料分 11—12 月与 1—3 月两个时段分别作相关分析,结果表明,1—3 月积雪覆盖度与沙尘暴、扬沙累计发生日数间的负相关较 11—12 月的负相关更为显著。相关比较好的地区集中在那仁、锡林浩特与苏尼特左旗一带及达茂、固阳一带,比较差的集中在杭锦旗、鄂托克一带。

另外大部分的相关系数都表现为负相关,但并不是所有的相关系数都通过置信度 $\alpha=0.05$ 检验。这与笔者以前所得出的积雪日数对沙尘天气的影响的结论也基本一致^[19]。

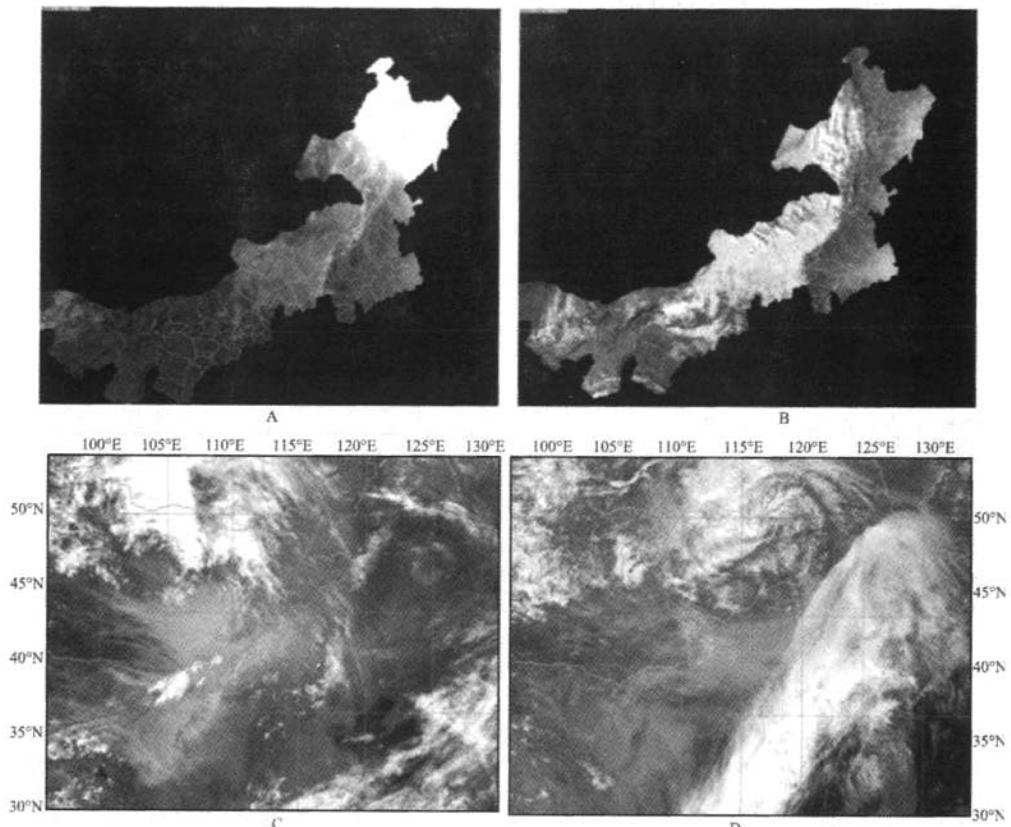


图2 积雪覆盖(A:1999-12-25, B:2000-02-08)与沙尘暴遥感监测图(C:2001-04-06, D:2002-03-20)

Fig. 2 Remote sensing monitoring on snow cover(A:1999-12-25, B:2000-02-08)
and sand-dust storm (C:2001-04-06, D:2002-03-20)

3.2 积雪覆盖度对不同强度沙尘天气影响分析

本研究还将沙尘天气分为沙尘暴、扬沙,分别计算了1999—2005年11至翌年3月积雪覆盖度与不同强度沙尘天气的相关系数。结果表明,积雪覆盖度与沙尘暴日数也都表现为负相关(表3),但相关关系普遍不如积雪覆盖度与扬沙日数相关显著,说明积雪覆盖对沙尘暴的抑制作用要小于对扬沙的抑制作用,这与前面用积雪日数所作的分析结果基本一致。

3.3 积雪指数

积雪覆盖度决定了积雪的影响范围,而积雪日数则决定了这种影响持续的时间,综合考虑这两种因素,构建了积雪指数用以反映积雪的这种空间和时间的共同作用。

$$\text{积雪指数} = \text{积雪日数} \times \text{积雪覆盖度} \quad (2)$$

利用积雪指数,将其对沙尘暴、扬沙累计发生日数的影响做相关分析,其中沙尘暴、扬沙累计发生日数为月内沙尘暴发生日数与扬沙发生日数的和。可以看出,积雪指数较分别用积雪日数、积雪覆盖度与沙尘暴、扬沙累计发生日数相关关系更好(表4)。

4 结论与讨论

1)积雪覆盖度与沙尘暴、扬沙发生日数在统计上表现为负相关关系,但这种负相关关系在不同时段及不同区域上表现有所差异,1—3月积雪覆盖度与沙尘暴、扬沙累计发生日数间的负相关较11—12月的负相关更为显著,相关比较好的地区集中在那仁、锡林浩特与苏尼特左旗一带及达茂、固阳一带,比较差的集中在杭锦旗、鄂托克一带。地表积雪覆盖对沙尘暴的抑制作用要小于对扬沙的抑制作用。

2)积雪覆盖度决定了积雪的影响范围,而积雪日数则决定了这种影响持续的时间,综合考虑这两

表 2 积雪覆盖度与沙尘暴、扬沙累计发生日数的相关系数(1999—2005 年)

Tab. 2 Correlation coefficients between snow cover percentage and sand-dust days (1999—2005)

| 旗县 | 11 至翌年 3 月 | 1—3 月 | 旗县 | 11 至翌年 3 月 | 1—3 月 |
|-------|------------|---------|-------|------------|---------|
| 苏尼特右旗 | -0.40 | -0.46** | 呼市市区 | -0.3 | -0.44** |
| 苏尼特左旗 | -0.42** | -0.56** | 武川县 | -0.29 | -0.43** |
| 阿巴嘎旗 | -0.48** | -0.59** | 土右旗 | -0.35 | -0.47** |
| 锡林浩特市 | -0.40** | -0.51** | 包头市区 | -0.19 | -0.25 |
| 白旗 | -0.36 | -0.43** | 固阳县 | -0.34 | -0.54** |
| 蓝旗 | -0.39 | -0.48** | 达茂旗 | -0.32 | -0.62** |
| 黄旗 | -0.38 | -0.43** | 白云鄂博 | -0.10 | -0.16 |
| 太仆寺旗 | -0.36 | -0.41** | 达拉特旗 | -0.14 | -0.21 |
| 多伦县 | -0.31 | -0.36 | 杭锦旗 | 0.07 | 0.00 |
| 东乌旗 | -0.34 | -0.53** | 东胜市区 | 0.06 | -0.02 |
| 西乌旗 | -0.33 | -0.46** | 准格尔旗 | 0.02 | 0.00 |
| 二连浩特市 | -0.32 | -0.37 | 伊金霍洛旗 | 0.07 | -0.02 |
| 商都县 | -0.36 | -0.41** | 鄂托克旗 | 0.24 | 0.22 |
| 察右前旗 | -0.22 | -0.27 | 乌审旗 | -0.13 | -0.24 |
| 察右中旗 | -0.28 | -0.42** | 鄂托克前旗 | -0.13 | -0.18 |
| 察右后旗 | -0.19 | -0.33 | 乌拉特前旗 | -0.01 | -0.09 |
| 四子王旗 | -0.28 | -0.43** | 乌拉特中旗 | -0.20 | -0.32 |
| 集宁市 | -0.09 | -0.22 | 乌拉特后旗 | -0.18 | -0.29 |
| 化德县 | -0.32 | -0.37 | 五原县 | -0.11 | -0.14 |
| 丰镇市 | -0.33 | -0.52** | 临河市区 | 0.04 | 0.08 |
| 兴和县 | -0.31 | -0.38 | 杭锦后旗 | -0.26 | -0.32 |
| 凉城县 | -0.33 | -0.50 | 磴口县 | -0.11 | -0.15 |
| 卓资县 | -0.27 | -0.37 | 阿左旗 | -0.25 | -0.29 |
| 清水河县 | -0.28 | -0.43** | 阿右旗 | -0.18 | -0.28 |
| 托克托县 | -0.17 | -0.29 | 额济纳旗 | -0.21 | -0.32 |
| 和林县 | -0.29 | -0.43** | 乌海市区 | -0.20 | -0.26 |
| 土左旗 | -0.27 | -0.40 | | | |

** 通过置信度 $\alpha=0.05$ 检验。

表 3 积雪覆盖度与不同强度沙尘天气的相关系数
(1999—2005 年的 11 月至翌年 3 月)

Tab. 3 Correlation coefficients between snow cover percentage and sand-dust days at different intensity
(Nov. to next Mar. during 1999—2005)

| 旗县 | 扬沙 | 沙尘暴 | 旗县 | 扬沙 | 沙尘暴 |
|-------|---------|---------|-------|---------|-------|
| 苏尼特右旗 | -0.33 | -0.43** | 黄旗 | -0.45** | -0.24 |
| 苏尼特左旗 | -0.40** | -0.37 | 太仆寺旗 | -0.43** | -0.27 |
| 阿巴嘎旗 | -0.41** | -0.39 | 多伦县 | -0.37 | -0.23 |
| 锡林浩特市 | -0.46** | -0.23 | 东乌旗 | -0.23 | -0.39 |
| 白旗 | -0.36 | -0.27 | 西乌旗 | -0.34 | -0.34 |
| 蓝旗 | -0.39 | -0.33 | 二连浩特市 | -0.26 | -0.27 |

** 通过置信度 $\alpha=0.05$ 检验。

表 4 积雪指数、积雪覆盖度与沙尘暴、扬沙累计发生日数的相关系数(1999—2005 年的 11 月至翌年 3 月)

Tab. 4 Correlation coefficients between snow cover percentage, snow index and sand-dust days
(Nov. to next Mar. during 1999—2005)

| 旗县 | 扬沙 | 沙尘暴 | 旗县 | 扬沙 | 沙尘暴 |
|-------|---------|---------|-------|-------|---------|
| 苏尼特右旗 | -0.40 | -0.43** | 黄旗 | -0.38 | -0.38 |
| 苏尼特左旗 | -0.42** | -0.48** | 太仆寺旗 | -0.36 | -0.37 |
| 阿巴嘎旗 | -0.48** | -0.55** | 多伦县 | -0.31 | -0.43** |
| 锡林浩特市 | -0.40** | -0.44** | 东乌旗 | -0.34 | -0.49** |
| 白旗 | -0.36 | -0.37 | 西乌旗 | -0.33 | -0.34 |
| 蓝旗 | -0.39 | -0.49** | 二连浩特市 | -0.32 | -0.37 |

** 通过置信度 $\alpha=0.05$ 检验。

种因素, 构建了积雪指数用以反映积雪的这种空间和时间的共同作用。积雪指数能较好地反映积雪日数与积雪覆盖度对沙尘暴、扬沙的综合作用。

参考文献(References):

- [1] 王式功, 董光荣, 陈惠忠, 等. 沙尘暴研究的进展[J]. 中国沙漠, 2000, 20(4): 349—356.
- [2] 胡金明, 崔海亭, 唐志尧. 中国沙尘暴时空特征及人类活动对其发展趋势的影响[J]. 自然灾害学报, 1999, 8(4): 49—56.
- [3] 魏文寿, 张璞, 高卫东, 等. 新疆沙尘暴源区的气候与荒漠环境变化[J]. 中国沙漠, 2003, 23(5): 483—487.
- [4] 矫梅燕, 牛若芸, 赵琳娜, 等. 沙尘天气影响因子的对比分析[J]. 中国沙漠, 2004, 24(6): 696—700.
- [5] 张杰, 郭锐, 荻洪泓. 西北地区东部冬季降水与次年沙尘暴发生的关系[J]. 中国沙漠, 2004, 24(5): 603—606.
- [6] 郭锐, 张杰, 韩涛, 等. 西北特殊地形与沙尘暴发生的关系探讨[J]. 中国沙漠, 2004, 24(5): 576—581.
- [7] 史培军, 严平, 高尚玉, 等. 我国沙尘暴灾害及其研究进展与展望[J]. 自然灾害学报, 2000, 9(4): 71—77.
- [8] 史培军, 严平, 袁艺. 中国北方风沙活动的驱动力分析[J]. 第四纪研究, 2001, 21(1): 41—47.
- [9] Sodoway F H, Chepil W S, Armbrust D V. Effect of kind, amount and placement of residue on wind erosion control[J]. Trans. ASAE, 1965, 8(3): 327—331.
- [10] 林朝晖, 陈红, 张时煌, 等. 2003 年春季中国沙尘天气异常的气候及环境背景[J]. 气候与环境研究, 2004, 9(1): 191—202.
- [11] 牛若芸, 周自江, 刘月巍, 等. 2003 年春季我国沙尘天气异常偏少的成因分析[J]. 气候与环境研究, 2004, 9(1): 24—33.
- [12] 杨民, 王式功, 陶健红, 等. 新世纪第一场沙尘暴初探[J]. 中国沙漠, 2001, 21(4): 408—411.
- [13] Pyke K. Aeolian dust and dust deposits[M]. London: Academic Press Inc. Ltd., 1987: 113—126.
- [14] 张增祥, 全斌, 刘斌, 等. 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.
- [15] 叶笃正, 丑纪范, 刘纪远, 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(9):513—521.
- [16] 顾卫,蔡雪鹏,谢峰,等.植被覆盖与沙尘暴日数分布关系的探讨——以内蒙古中西部地区为例[J].地球科学进展,2002,17(2):273—277.
- [17] 张国平,张增祥,赵晓丽,等.2000年华北沙尘天气遥感监测[J].遥感学报,2001,5(6):466—471.
- [18] 张国平,张增祥,刘纪远.中国土壤风力侵蚀空间格局及驱动因子分析[J].地理学报,2001,56(2):146—157.
- [19] 郝瑞,李彭俊,郭瑞清.冬春季积雪与沙尘天气发生日数关系的探讨——以内蒙古中部地区为例[J].中国沙漠,2006,26(5):797—801.
- [20] 张晔萍,李亚军,刘诚.利用风云一号C气象卫星资料监测雪灾[J].遥感信息,2001(1):42—46.

Impact of Snow Cover on Sand and Dust Storm

LI Zhang-jun^{1,2}, HAO Lu^{2,3}, LI Xing-hua²

(1.Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China; 2.Inner Mongolia Autonomous Region Meteorological Bureau, Hohhot 01005, China; 3.School of Geography and Remote Sensing, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: By using remote sensing data and meteorological observation data and technology of GIS and RS, the characters of snow cover and sand-dust storm were obtained and calculated. Taking sand-dust storm days, blowing dust days and snow cover percentage as indexes, an analysis on the relationship between sand-dust storm days and snow cover percentage in early spring and winter in Midwestern Inner Mongolia is performed. The result shows that in this area: There is a negative interrelation between sand-dust storm days and snow cover percentage, which varies due to the different season. The negative interrelation between sand-dust storm days and snow cover percentage during Jan. to Mar. is more remarkable than that during Nov. to Dec. The inhibiting impact of snow cover on blowing dust is stronger than that on sand-dust storm. The snow coverage degree reflects the influencing extent of snow cover and the snow covering days reflects its lasting duration. These two snow cover indices on time-space aspects can well reflect the integrated impact of snow cover on sand-dust storm.

Keywords: snow cover; sand and dust storm; snow cover index; Midwestern Inner Mongolia