

中国北方地区风力因子空间特征分析

杨佰义¹, 李程程²

(1. 山东科技大学 测绘科学与工程学院, 山东 青岛 266590; 2. 即墨市国土资源局, 山东 青岛 266200)

摘要:中国北方大多数地区遭受着严重的风力侵蚀, 风力侵蚀可导致土壤中有有机物流失、土壤肥力下降, 最终会导致土地荒漠化。中国北方地区风力侵蚀问题日益突出, 由此带来的扬沙天气、沙尘暴等灾害天气增多, 给人们的生活带来许多的不利, 并且严重影响人们的身体健康。从影响风蚀区地表景观的风力方面出发, 利用全国 209 个气象站 2001~2011 年全年的某一风速等级累计时数, 借助 GIS 技术, 生成中国北方风蚀区地表大于 5 m/s 的风速年累计时数空间分布图和冬春季节累计时数空间分布图, 研究中国北方风蚀区风力侵蚀因子参数特征。同时, 在分析扬沙风速年累计时数空间分布及时间变化基础上探讨与风蚀景观空间分布和时间变化关系, 提出防治风蚀区风力侵蚀的措施。这一研究对于北方风蚀区防治沙尘暴等灾害天气, 防灾减灾、减少灾害带来的损失, 具有重要的意义。

关键词:土壤风力侵蚀; 风速等级月累计时数; GIS; 防治措施

中图分类号:P208 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-5867(2016)12-0026-04

China Northern Wind Erosion Region, Wind Erosion Factor Analysis of Characteristics of Parameters

YANG Bai-yi¹, LI Cheng-cheng²

(1. College of Geomatics, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China;

2. The Bureau of Land Resources of Jimo, Qingdao 266200, China)

Abstract: Most areas in northern China suffered serious wind erosion. Wind erosion can lead to soil erosion and fertility decline, and ultimately lead to desertification. Wind erosion problem is increasingly prominent in northern China; as a result the number of sand-storm disasters such as the weather is increasing, and bringing so much trouble to people's production and living. From the wind erosion region, wind erosion wind effects, using of 209 weather stations across the country in 2001 to 2011, a wind speed data accumulated hours per month, with GIS to generate wind erosion area spatial distribution of surface wind speed data in north China. To research wind erosion area in north China wind erosion factor parameter characteristics. Meanwhile, on the analysis of the spatial distribution of wind speed and wind erosion and landscape change and spatial relationship are discussed on the basis of the measures to reduce soil wind erosion. The research for the north wind erosion area disaster prevention and reduction, to reduce disaster losses, has the vital significance.

Key words: soil wind erosion; wind speed; GIS; controlling measure

0 引言

风,作为大气环流的产物,是一种自然力^[1]。风的地表运动会将地表水分、粉尘、气溶胶等各种物质,从一个生态系统带动到另一个生态系统。土壤风力侵蚀就是在风的作用下发生的一种显著的地表物质流动过程。土壤风力侵蚀即土壤颗粒,物质在风的作用下从一个地方被搬运到另一个地方,并不断地被搬运、堆积、再搬运的过

程^[2-5]。在这一过程中土壤的有机物不断地流失,导致土壤肥力下降;粉尘被扬起,导致大气能见度下降,造成大气污染,最终,风力侵蚀会影响人们正常的生产、生活,危害人体健康。

1 研究区域及研究意义

我国北方地区(包括西北、华北、东北)冬春季节气候干旱,风力强劲,植被覆盖率低,因此,风蚀现象严重。风

收稿日期:2016-05-09

基金项目:国家自然科学基金面上项目(41172108)资助

作者简介:杨佰义(1989-),男,山东胶州人,地图学与地理信息系统专业硕士研究生,主要研究方向为“3S”技术集成与应用。

力虽然是重要的清洁资源,但是在这些地方却是导致风沙灾害的元凶,致使中国北方地区沙尘天气,发生沙尘暴,风蚀土壤,给这些地区的生产生活带来诸多的不便,严重危害人们的身体健康。本文主要以中国北方风蚀区作为研究区域,包括新疆、内蒙古自治区、宁夏回族自治区、青海中部和北部、山西北部、陕西北部、甘肃西北部、河北的西北部以及东北三省的西部边缘地区,纬度跨越为北纬 33°~52°,经度跨越为东经 75°~120°,研究区域基本上横跨中国的整个北方地区^[6]。

本文通过统计分析中国北方 209 个气象站连续 11 年的某一风速等级的年累计时数,研究中国北方风蚀区风力的空间分布与时间变化,以大于 5 m/s 的风速的月累计数值以及年累计数值,研究分析足以造成扬沙的风速在年际间的变化规律,结合北方风蚀区沙化土地发展方向和速度,找出风速与土地沙化之间的关系,以便为北方风蚀区的减沙防沙工作提供指导意见,对国民经济的发展具有重要意义。

2 研究内容

2.1 中国北方风蚀区土地沙化变化趋势

近几年,中国北方地区的耕地、林地与草地的面积仍在不断减少,沙地面积在不断地增大。其中,绿洲与沙漠的交接线不断地往绿洲方向发展,绿洲面积在不断减小,沙漠面积在不断地增大;草地与荒漠的交接地带,草地不断地退化,逐步变为荒漠,且向东向南蔓延;草地与耕地的交接地带,土壤也面临着退化的危险,耕地向草地延伸,交接带环境脆弱,土地极易沙化^[7]。中国北方冬春季

节,受来自内蒙古高原和西西伯利亚来的寒冷空气的影响,吹西北风,风力强劲。中国北方地区风蚀区沙化走势与冬春季的风向一致,且冬春季的沙尘、扬沙天气证实此时的风蚀现象更为严重。这些与张国平等人的研究发现是一致的,因此,本文从风速入手,分析风速累计时数与沙化之间的关系。下面将利用 2001~2011 年 11 年的气象站观测数据分析风速等级月累计时数与年累计时数,结合 ArcGIS 空间分析技术,生成中国北方风蚀区风力空间分布图,分析风速对风蚀景观的影响。

2.2 中国北方风蚀区风速累计时数的年际变化

统计北方风蚀区 209 个气象站从 2001~2011 年,风速大于 5 m/s 的累计时数,结合 ArcGIS 中克里金插值方法,生成 2001~2011 年中国北方风蚀区各个等级的风速年累计时数分布图,对比分析中国北方风蚀区 11 年来风速累计时数的变化规律。

通过将 11 年数据以及大于 5 m/s 风速累计时数分布图进行对比分析,我们可以发现内蒙古高原大于 5 m/s 的风速年累计时数始终都是最大的,且最大值均于内蒙古海力素气象站、扎兰屯气象站以及新疆的七角井气象站测得。2001~2011 年大于 5 m/s 的风速年累计值的最大值有上升的趋势,2006~2012 年大于 5 m/s 的风力年累计值均在内蒙古的扎兰屯气象站测得,并且呈现增长趋势,而内蒙古的海力素气象站测得的大于 5 m/s 的风力年累计值最大值在不断地减少。新疆七角井气象站从 2001~2011 年各年测得的大于 5 m/s 的风速累计值均很高,变化不大。3 个气象站测得大于 5 m/s 的风力年累计值最大值见表 1,变化趋势如图 1 所示。

表 1 大于 5 m/s 的风力年累计值最大值

Tab. 1 Maximum wind year cumulative value of more than 5 m/s

年份	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
最大值	5 900	5 080	5 747	5 380	5 292	6 215	6 525	6 519	6 513	7 711	6 353
站名称	海力素	七角井	扎兰屯	海力素	七角井	扎兰屯	扎兰屯	扎兰屯	扎兰屯	扎兰屯	扎兰屯
站代码	53231	51495	50639	53231	51495	50639	50639	50639	50639	50639	50639
经度	106.4	91.73	122.73	106.4	91.73	122.73	122.73	122.73	122.73	122.73	122.73
纬度	41.4	43.22	48	41.4	43.22	48	48	48	48	48	48

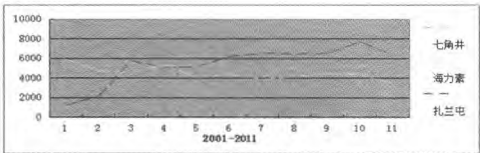


图 1 最大值变化趋势图

Fig. 1 Maximum change trend chart

采用同样的分析比较方法,我们对 2001~2011 年 11 年间大于 5 m/s 的风速累计值各年份最小值进行比较研

究,见表 2,研究发现 11 年间风速累计最小值多于新疆吐鲁番气象站和内蒙古包头气象站测得,且各年最小值均在 51 h 以下,各年份足够扬沙的风力累计时数很小。单独将包头和吐鲁番气象站测得数据进行比较,变化趋势如图 2 所示,可以直观地看到包头气象站测得的大于 5 m/s 的累计时数 2001~2005 年在迅速地减少,2005 年以后趋于平稳,保持在 100 h 以下。新疆吐鲁番气象站测得的大于 5 m/s 的累计时数始终较低,保持在 100 h 以下。

表 2 大于 5 m/s 的风力年累计值最小值

Tab. 2 Minimum cumulative value of wind power over 5 m/s

年份	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
最小值	24	6	23	22	36	36	51	28	38	45	35
站名称	临洮	且末	吐鲁番	吐鲁番	拜城	吐鲁番	包头	包头	包头	拜城	同仁
站代码	52986	51855	51573	51573	51633	51573	53446	53446	53446	51633	
经度	103.85	85.55	89.2	89.2	81.9	89.2	109.85	109.85	109.85	81.9	102.02
纬度	35.35	38.15	42.93	42.93	41.78	42.93	40.67	40.67	40.67	41.78	35.52

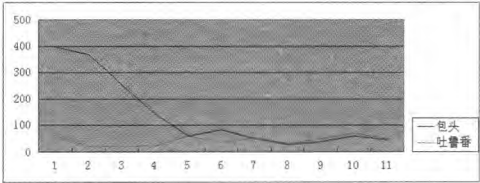


图 2 最小值变化趋势图

Fig.2 Minimum change trend chart

将 2001 ~ 2011 年中国北方风蚀区大于 5 m/s 的各个等级的风速年累计时数进行统计,并与行政区划图进行叠加分析,通过对比分析发现,内蒙古自治区与黑龙江、吉林和辽宁三省交界处大于 5 m/s 风速年累计值在不断地增大,并且范围也不断地扩大,有向东南方向扩张的趋势。这一趋势与中国北方风蚀区发展方向一致。内蒙古与东北三省交界处的科尔沁沙地近几年由于土地开垦、过度放牧等原因,使原本就生态脆弱的环境遭到破坏,土地退化严重,沙地面积不断地扩大。本地区大于 5 m/s 风速年累计值同时存在增大的趋势,这与地表植被覆盖率低、无法起到风障的作用联系紧密。

借助 ArcGIS,动态分析大于 5 m/s 风速累计值年际变化,发现累计值较高区域呈圆弧状,由北向南扩散,且具有明显的过渡性。中心区域位于内蒙古高原、甘肃东北部以及内蒙古与东北三省的交界处,且圆弧中心逐年向

东、向南移动。累计较小值始终位于新疆维吾尔自治区的中南部(新疆塔里木盆地),年际变化较小。这一区域的西部,风速累计值有增大趋势;北部则呈减小趋势,但是有一中心区风速累计值常年较大,该地位于克拉玛依沙漠,数据由乌苏气象站测得。

2.3 中国北方风蚀区风速累计时数冬春季节变化分析

由于中国北方风蚀区 1 ~ 5 月植被尚未生长,10 ~ 12 月天气寒冷,万物凋零,这两个时间段地表植被覆盖率非常低,再加上受来自内蒙古高原和西西伯利亚来的寒冷空气的影响,风力强劲,此时最容易发生风蚀现象。因此,我们将这两个时间段作为研究的主要时间段,对比分析 11 年间冬春季风蚀变化的诱因。

表 3 为大于 5m/s 的风力 1 ~ 5 月的累计时数,表 4 为大于 5 m/s 的风力 10 ~ 12 月的累计时数,从两个表中可以看到 2001 ~ 2011 年春季大于 5 m/s 的风力累计值最大值多在内蒙古的扎兰屯气象站测得,且在全年中的比例都在 40% 以上。2001 ~ 2011 年冬季大于 5 m/s 的风力累计最大值都在位于内蒙古的气象站测得,且在全年中的比例都在 20% 以上。2006 年之后春季和冬季最大值均在扎兰屯气象站测得,这与全年大于 5 m/s 的风力累计值年际变化状况是一致的。

表 3 大于 5 m/s 的风力 1 ~ 5 月累计最大值

Tab.3 Cumulative maximum value of more than 5m/s in 1 ~ 5 month

年份	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
最大值	2 636	2 270	2 596	2 523	2 275	2 512	2 781	2 843	2 756	3 444	2 906
年总值	5 900	4 380	5 747	5 380	5 133	6 215	6 525	6 519	6 513	7 711	6 353
比例	45%	52%	45%	47%	44%	40%	43%	44%	42%	45%	46%
站名称	海力素	朱日和	扎兰屯	海力素	扎兰屯	扎兰屯	扎兰屯	扎兰屯	扎兰屯	扎兰屯	扎兰屯
站代码	53231	53276	50639	53231	50639	50639	50639	50639	50639	50639	50639
经度	106.4	112.9	122.73	106.4	122.73	122.73	122.73	122.73	122.73	122.73	122.73
纬度	41.4	122.73	48	41.4	48	48	48	48	48	48	48

表 4 大于 5 m/s 的风力 10 ~ 12 月累计最大值

Tab.4 Cumulative maximum value of more than 5 m/s in 1 ~ 5 month

年份	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
最大值	1 414	1 428	1 485	1 400	1 293	1 596	1 548	1 568	1 652	1 809	1 453
年总值	5 900	5 747	4 380	5 380	3 974	6 215	6 525	6 519	6 513	7 711	6 353
比例	24%	25%	34%	26%	33%	26%	24%	24%	25%	23%	23%
站名称	海力素	扎兰屯	朱日和	海力素	朱日和	扎兰屯	扎兰屯	扎兰屯	扎兰屯	扎兰屯	扎兰屯
站代码	53231	50639	53276	53231	53276	50639	50639	50639	50639	50639	50639
经度	106.4	122.73	112.9	106.4	112.9	122.73	122.73	122.73	122.73	122.73	122.73
纬度	41.4	48	122.73	41.4	122.73	48	48	48	48	48	48

综合以上分析,我们可以发现位于内蒙古高原的海力素气象站测得大于 5 m/s 风速累计值虽然较大,但有下降的趋势,并且在易发生风沙的冬春季节大于 5 m/s 风速累计值相对全年最大值在减少。位于内蒙古高原边缘的包头气象站测得的大于 5 m/s 风速累计值虽然年内总值不大,且仍在不断地减少。内蒙古这两个典型的气象站测得数据表明,内蒙古中南部,大于 5 m/s 风速累计值减小,造成扬沙天气的动力因子在逐年减弱,这与大气环流的变化有一定关系,同时也与地表景观的变化有密切的

关系。近几年由于环境的恶化,使政府与人们的环保意识增强,退牧还草、退耕还林措施以及防护林的修建,使地表植被覆盖率增加,风障作用显著。

同时,内蒙古与东北三省交界处大于 5 m/s 的风速累计值在逐年增大,内蒙古扎兰屯气象站测得数据年累计值有增大趋势。在全年大于 5 m/s 风力累计时数分布图上观察到高频区中心在向东、向南方向扩充。冬春季大于 5 m/s 的风速累计值在全年中的比例在 66% ~ 69% 之间,比重较大。近几年,内蒙古与东北三省交界地带土地

沙化严重,并且沙化土地向东南方向发展,这与我们统计的数据和图上得出来的信息是一致的。

3 风蚀区防治风蚀的措施

风力侵蚀是中国北方地区一种常见的土壤侵蚀方式。风力侵蚀不仅造成土壤中有机的流失,导致土壤肥力下降及土地沙漠化,对农业生产危害大,而且导致沙尘暴等扬沙天气造成环境污染,影响工业生产和人们健康。通过上面的研究发现,风速、一定风速持续时间和月累计时间及植被覆盖度等因素是风蚀发生的重要原因,为防止风蚀范围扩大,我们应该从减弱风力方面入手^[8-11]。

3.1 减弱地表风速

减弱地表风速的基本思想是设置风障,可以采取的基本措施有植物措施、耕作措施和机械措施。

1) 植物措施:由于北方风蚀区土地沙化现象严重,所以应该用固定沙丘的植物减弱风蚀对地表的破坏。固定沙丘的植物一般具有抗风、沙生、根系长、耐旱和生长期长等特点,一般为草类、灌木和乔木。植树造林要注意保证防护带的长度以及树木的密度,防护带越长,并且保持一定的密度,防风固沙的效果才会越好。

2) 耕作措施:中国北方风蚀严重区沙化严重,主要为缺少植物覆盖的光秃地区,在这些地区采取耕作措施是非常有效的。一般密植作物的防风固沙作用显著,中耕作物的效果虽然不如密植作物,但也可以起到一定的防治效果。秸秆还田、秸秆残茬在休耕期也可以起到固沙防沙的效果。

3) 机械措施:条板栅、柳笆、木板墙、草方格以及保护地面用的柴草席、碎石、卵石等,经常用于保护非农地和小区域。宁夏中卫的草方格在防风固沙方面就起到了重要的作用,为我国治沙防沙工作提出了一种新的方法。

3.2 改善表土条件

通过改善表土条件防治风蚀应该从以下两方面考虑:保持土壤水分和增强土壤团聚性。

1) 保持土壤水分。土壤水分对于植物的生长至关重要,要增加植被的覆盖率应该首先从保持土壤水分方面入手。具体措施包括修水平梯田、等高种植、增加地表覆盖物,实施秸秆、休耕期保留作物残茬以及选择适宜作物,主要应该选择耐旱作物和植物。

2) 增强土壤团聚性。土壤中有有机质含量越高,土壤团聚性就越强。通常情况下,耕作会导致土块粉碎,从而降低土壤团聚性,因此,应该将耕作频次保持在一定的水平上,尽量减少耕作给土壤团聚性带来的损坏。土壤有机质越多,土壤团聚性就越好,因此,必要时可在土壤中增施石灰或其他有机肥料。

综上所述,北方风蚀区应该从减弱地表风速和改善表土条件两个大的方面防御风蚀,减少风蚀带来的损失。

4 结束语

通过研究我们发现:中国北方风蚀区风速大于5 m/s的累计时数高值区位于内蒙古高原北部、内蒙古与东北三省交界地带以及甘肃西北部,而这些地区正是我国风蚀严重地区。从图表中可以看到高值区中心有向东、向南发展趋势,这与风向有关,更与高值区东南边缘植被破坏有着密切的联系。在内蒙古中部与东南方,风速大于5 m/s的累计时数有减小的趋势,这与本地区实施了环保措施密不可分。基于以上研究与分析,我们提出防治风蚀蔓延应该从减弱风速方面入手,植树造林、退耕还林、退耕还草,科学种田,加强植物措施、耕作措施、机械措施的作用,同时还要改善表土条件,保持土壤水分、增强土壤的团聚性,以此来有效防御土壤风蚀的蔓延,减少风蚀带来的损失。

参考文献:

- [1] 张国平,张增祥,刘纪远,等.中国风蚀景观面积变化与地表风场强度的关系[J].地理学报,2002,57(1):1-10.
- [2] 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):146-158.
- [3] 何京丽,李锦荣,邢恩德,等.半干旱草原潜在土壤风力侵蚀空间格局研究[J].水土保持研究,2012,19(5):12-15.
- [4] 张国平.基于遥感和GIS的中国土壤风力侵蚀研究[D].北京:中国科学院研究生院(遥感应用研究所),2002.
- [5] 胡云锋,刘纪远,庄大方.土壤风力侵蚀研究现状与进展[J].地理科学进展,2003,22(3):288-332.
- [6] 胡云锋,刘纪远,庄大方,等.土地利用动态与风力侵蚀动态对比研究——以内蒙古自治区为例[J].地理科学进展,2003,22(6):541-551.
- [7] 方学敏.风力侵蚀及其防治措施[J].中国水土流失,1992(12):36-39.
- [8] 田莉.中国北方地区地面风速变化特征及其影响因子研究[D].兰州:兰州大学,2012.
- [9] 于帝平,齐英.辽西北地区风力侵蚀的防治措施[J].水土保持科技情报,2005(3):62-63.
- [10] 刘铁军,珊丹,郭建英,等.东北黑土区土壤风力侵蚀及发展趋势分析[J].安徽农业科学,2011,39(36):22387-22389.
- [11] 李秋艳,蔡强国,方海燕.黄土高原风水蚀交错带风力作用对流域产沙贡献的空间特征研究[J].水资源与水工程学报,2011,22(4):39-45.

[编辑:任亚茹]