

文章编号:1005-8656(2006)01-0007-05

# 科尔沁沙地的沙尘天气及其对策研究

娄玉贵,李春云,王俊

(内蒙古通辽市气象局,内蒙古 通辽 028000)

**摘要:**文章研究了科尔沁沙地扬沙、沙尘暴天气的气候特征,概括了沙尘暴天气多发和少发的月平均环流的基本差别,以及有利于沙尘天气的地面天气形势。分析了沙尘天气的增减趋势及其原因,并针对治理沙化,促进生态环境建设,减少沙尘天气,提出了相应的对策建议。

**关键词:**沙尘天气;生态环境;对策

中图分类号:P425.5 文献标识码:A

扬沙、沙尘暴、浮尘天气,简称为沙尘天气。浮尘造成空气污染,对人类生产、生活和植物光合作用形成危害。但由于浮尘是由扬沙、沙尘暴衍生而来的,因而在此不作论述。

科尔沁沙地位于东北平原西部,北部为大兴安岭南麓,西部为内蒙古高原,南部为辽西浅山和丘陵;地势西高东低;地表多为沙粒或沙质土壤所覆盖;气候干燥,扬沙、沙尘暴是本地区的主要自然灾害之一。

扬沙、沙尘暴使沙化发展,轻则造成土壤风蚀、打苗、空气污染;重则造成沙丘移动,埋压禾苗,吞没农田,牲畜失散、死亡,淹没公路、铁路、民房,引发火灾和交通事故,影响航空安全,甚至毁坏建筑设施、电力设施,房屋倒塌,人员伤亡,对生命和财产造成重大损失。

沙尘天气是在一定的环流特征和天气形势下,由于土壤干燥、风蚀,植被稀疏,大气不稳定,大风将土壤尘粒卷入空中而形成的。对于科尔沁沙地来说,必须正确认识沙尘天气,并且采取比较科学和可行的对策,才能不断取得治沙的成效,抑制或减轻沙尘天气。我们的研究就是围绕上述问题开展的。

通辽市位于科尔沁沙地的腹地,全市面积 6 万  $\text{km}^2$ ,占科尔沁沙地的大部,具有很好的代表性。因此,以通辽市资料进行研究。

万方数据

## 1 气候概况

受地理位置与地形、地势、地貌的制约,通辽市处于温带季风区,属半干旱气候为主向半湿润气候过渡的地带,大陆性气候显著。基本气候特征如下。

(1) 降水量少,气候干燥。全市各地年降水量 320~450mm,湿润度在 0.3~0.7 之间。降水量的年际变化、季节差异大。各地多雨年的降水量是少雨年的 2~3 倍。夏季降水量约占全年的 70%,春、秋季各占 10% 和 16%,冬季占 4% 左右。夏季湿润度多为 0.7~0.9,为半湿润气候;秋季 0.4~0.6,为半干旱气候;春季和冬季为 0.2~0.3,属干旱气候。

(2) 风大,沙尘多,春旱重。年平均风速多在  $3.5\sim 4.5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  之间。4 月份是全年风速最大的月份,平均风速在  $5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  以上。全年 8 级以上的大风日数各地平均 27~37 天,其中 55% 集中于春季(3~5 月)。春季是全年最干旱时期,干土层厚度几乎每年在 5cm 以上。因此是沙尘天气发生的集中期,其中又以 4 月份最重。

(3) 四季分明,春季升温迅速。每年春、夏、秋、冬平均日数为 54、120、47 和 144 天。春季每月平均气温上升幅度达  $8.5\sim 9.0^\circ\text{C}$ 。

(4) 光热资源较为充足。除霍林郭勒和扎鲁特旗北部外,各地年平均气温  $6.0^\circ\text{C}$  以上,近年来有较大幅度升高。全年日照时数 2900~3100 小时,每平

方米的太阳辐射值达 5320~5460MJ。

## 2 沙尘天气概况

### 2.1 沙尘暴

通辽市各地沙尘暴日数平均为 2.4~6.6 天。按每年沙尘暴日数 0.5~5 天, 6~10 天的地区分别为影响区和易发区的标准<sup>[1]</sup>, 通辽市多数地区为影响区, 局地为易发区。从 80 年代开始, 各地年平均沙尘暴日数都少于 5 天, 已全部属于影响区。

### 2.2 扬沙

扬沙日数比沙尘暴日数多得多, 据对 1961~2000 年资料统计, 库伦旗为多发区, 平均每年超过 25 天, 开鲁和奈曼也较多, 平均每年 17~19 天, 鲁北和甘旗卡较少, 不足 10 天。

### 2.3 季节变化

扬沙和沙尘暴天气以春季为集中期, 分别占全年的 61% 和 77%。这是由于春季冷空气活跃, 多大风; 土壤解冻、地表裸露、干燥, 容易起沙; 近地层气温上升快, 大气层结不稳定, 易于对流的产生和发展。

## 3 天气形势

指大气环流特征和地面天气形势。

### 3.1 大气环流特征

1978 年 4 月多沙尘天气, 通辽市 7 站平均沙尘暴日数达 4.9 天, 比 70 年代平均偏多 2 倍。而 1979 年 4 月少沙尘天气, 通辽市 7 站均未出现沙尘暴。查看这两年 4 月的 500hPa(5500m 高空) 平均图, 发现差别很大。

在 1978 年 4 月平均图上, 极涡面积较大, 有两个中心, 其中一个中心在新西伯利亚, 具体位置是 75°N、90°E; 在 80°~180°E、62°N 以北地区为宽广极涡区。在极涡区南侧的中纬度(55°N 以南) 为强锋区, 从 80°~130°E 为西北气流, 有一槽穿过科尔沁沙地上空(图略)。在这种环流下, 强冷空气一次又一次从极涡分裂出来, 沿西北气流东南下, 影响科尔沁沙地, 出现强降温(甚至寒潮) 大风天气, 沙尘暴随之发生。对各站沙尘暴日数均明显偏多的 1956、1960、1971、1980 年(都是 4 月份) 500hPa 平均图进行分析, 发现与 1978 年 4 月极其相似。

在 1979 年 4 月平均图上, 极涡面积较小, 只有一个中心, 位于 85°N、85°E, 比 1978 年 4 月极涡中  
万方数据

心偏北 10 个纬度。在 100°~150°E 的中高纬地区为一宽广高脊, 此高脊南侧的中纬度地区 80°~130°E 以偏西气流为主, 锋区很弱, 东亚槽位于 130°E 以东(图略)。在这种环流下, 冷空气势力弱, 未出现寒潮天气, 大风天少, 全月各站均未出现沙尘暴。对各站沙尘暴日数平均不到 1 天的 1964、1967、1977 年(都是 4 月份) 500hPa 平均图进行分析, 发现与 1979 年 4 月十分相似。

综合以上分析, 可以得出以下初步结论: (1) 沙尘暴日数多的环流形势是有利于强冷空气(或寒潮) 向南爆发, 并影响科尔沁沙地的。具体特征是极涡面积大, 多有两个中心, 位于亚洲的极涡中心位置偏南。极涡南侧的中纬度 80°~130°E 为西北气流, 锋区强, 东亚槽位置偏西, 其中有一槽在科尔沁沙地上空。(2) 沙尘暴日数少的环流形势是不利于冷空气活动的。具体特征是极涡面积小, 往往只有一个中心, 位置偏北, 极涡南侧的锋区弱, 中纬度从中亚到东亚以偏西气流为主, 东亚槽偏东。

### 3.2 地面形势

经分析, 一切有利于出现大风天气的地面形势<sup>[2]</sup>, 对扬沙、沙尘暴天气的出现都是有利的。对科尔沁沙地而言, 蒙古气旋、东高西低(或南高北低)、西高东低(或北高南低) 形势, 强高压前的强冷锋等都是有利于形成沙尘天气的地面天气形势。其中蒙古气旋和强高压前的强冷锋对沙尘暴天气的发生最为有利。例如, 1986 年 4 月 18 日受蒙古气旋影响, 白天持续 10 小时以上 6~8 级短时 9 级西南大风, 加上前期降水量持续偏少, 土壤上层极其干旱, 草、灌木、乔木等覆盖少, 科尔沁沙地出现了沙尘天气, 其中沙尘暴的持续时间各地超过了 4 小时, 重者超过 8 小时, 影响很大。

又例如, 1982 年 1 月 26 日通辽市受强大的蒙古高压前的强冷锋影响, 各地出现 8 级以上大风和扬沙天气, 部分地区出现了沙尘暴天气。

## 4 沙尘天气的增减趋势

### 4.1 增减趋势

总体来看, 我国大部分地区 20 世纪 80、90 年代扬沙、沙尘暴日数明显少于 50、60 年代, 表现为减少趋势<sup>[1]</sup>。例如, 北京 50 年代平均扬沙日数和沙尘暴日数分别是 90 年代的 14.5 倍和 8.2 倍。新疆、青

海、甘肃、内蒙古等省、区和华北、东北平原大致如此。科尔沁沙地 50 年代的扬沙和沙尘暴日数分别是 90 年代的 7.8 倍和 27.2 倍。但局部地区,如青海的兴海,内蒙古的朱日和为增多趋势,扬沙和沙尘暴日数均是 50 年代最少,90 年代最多。

4.2 气候变化的影响

研究表明,风力是形成沙尘天气过程的主要因素之一。我国多数地区沙尘启动临界风速(下午平均风速大于  $6\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )日数呈减少趋势,特别是 80、90 年代减少更为明显。进一步分析表明,由于大风日数减少所引起的沙尘日数的减少,可能是气候周期性变化的反映。20 世纪 60~70 年代东亚冬季风甚强,拉尼娜事件占优势,寒潮大风多,所引起的沙尘天气较为频繁。特别是 90 年代东亚冬季风甚弱,厄尔尼诺事件占优势,寒潮大风少,沙尘天气也较少。研究表明,沙尘天气频繁期对应于冷、干气候期。在 2000 年冬季之前,我国持续了 13 年暖冬,但从 1999 年 12 月起气温突降,2000 年 1 月我国北方大范围平均气温比常年偏低  $2^{\circ}\text{C}$ ,成为 1977 年以来的最低值<sup>[3]</sup>。2001 年东北地区的寒冬更为罕见。随着冬季风的增强,2000~2002 年我国北方的沙尘天气明显增强。

4.3 地表状况的作用

地表沙尘是形成沙尘天气的又一主要因素。对于半干旱气候区来说,气候生态环境十分脆弱,土壤沙化现象非常普遍,容易出现沙尘天气。同时,又易受人为因素影响,人类不恰当的生产、生活活动会加快土地沙化,使沙尘天气增多;如果人类对环境进行科学治理,做到生产、生活活动与优化环境同步进行,就能使沙化的土地发生逆转<sup>[4]</sup>。地表湿润状况的提升,地表植被状况的改善,防风固沙林的形成,可以有效减小风速,减缓地面的激烈增温,增加大气稳定度。这些都有利于抑制沙尘天气的发生、发展,缩短持续时间,减轻危害程度。

建国以来通辽市水利、林业得到较大发展。50 年代灌溉面积不足  $0.67\text{万 hm}^2$ ,现在已超过  $53.3\text{万 hm}^2$ ,增加 80 多倍。森林覆盖率亦增加了 7.5 倍。因此,无论是大风日数增加与否,沙尘天气日数总的趋势均为明显减少(表 1,表 2)。50 年代平均每年大风日数 21~75 天,平均每年沙尘暴日数都在 10 天以上。至 90 年代,平均每年大风日数 12~51 万方数据

天,平均每年沙尘暴日数只有 0.1~1.3 天,多数地区不足 1 天。

表 1 各地各年代平均大风日数/天

地点	20 世纪					21 世纪初
	50	60	70	80	90	
通 辽	18.7	26.6	40.3	48.6	38.4	30.0
开 鲁	20.6	22.7	31.4	53.4	51.0	40.3
鲁 北	74.8	23.9	33.1	22.2	11.9	13.3
保 康	(37.0)	28.7	27.4	20.8	29.0	20.7
甘旗卡	(35.0)	27.4	27.6	30.8	40.4	29.3
库 伦	(46.0)	40.4	24.1	36.3	27.0	30.0
奈 曼	(7.0)	23.7	21.2	49.4	36.8	25.3

注:表 1 及表 2、表 4 中保康等 4 地 50 年代只有 2 年记录,故加括号。

表 2 各地各年代平均沙尘暴日数/天

地点	20 世纪					21 世纪初
	50	60	70	80	90	
通 辽	18.1	6.0	5.6	1.6	0.1	1.7
开 鲁	15.1	3.2	4.2	3.0	1.2	2.3
鲁 北	10.5	1.1	2.1	1.7	0.3	2.0
保 康	(16.5)	5.8	4.3	4.5	0.3	3.7
甘旗卡	(12.5)	2.7	3.7	1.7	0.1	1.0
库 伦	(24.5)	8.4	3.6	2.3	0.6	2.7
奈 曼	(23.5)	11.5	8.9	3.1	1.3	1.0

通过分析发现,沙尘天气受制于降水量的多少。以通辽站为例,建国之初处于少雨阶段,沙尘日数(扬沙与沙尘暴日数之和)是增加的,平均每年增加幅度达 31.1%;1956 年进入多雨阶段,沙尘日数平均每年以 19.5% 的幅度减少;此后随着水利、林业事业的发展,沙尘日数总的趋势是减少的。然而,减少幅度有较大差异,总的特点是多雨时段减少幅度大,少雨时段减少幅度小,甚至有些年份反而有所增加(表 3)。

表 3 通辽各时段沙尘日数平均变幅(%/年)

时 段	降水特点	变幅
1950~1955	少雨	+31.1
1956~1963	多雨	-19.5
1964~1985	少雨	-2.6
1986~1995	多雨	-5.6
1996~2004	少雨	-1.3

通辽年沙尘日数可用下式表示:

$$S_K = S_1 \prod (1 + a_j)^B \quad (1)$$

(1)式中,  $S_K$  为某一年沙尘日数估计值,  $S_1$  为第一年(即1950年)的沙尘日数,  $a_j$  为变幅(表3),  $B$  为某年在相应时段的年序。

这是一个反映任一年的沙尘日数与其前若干年沙尘日数相关联的数学表达式<sup>[5]</sup>, 物理意义清楚、合理。 $S_K$  与实际值的相关系数  $\gamma = 0.7603$ , 在 0.001 信度的极显著水平以上 ( $n = 55$ ,  $\gamma_{0.001} = 0.4329$ )。可见(1)式可以较好地反映通辽沙尘日数的变化特点。

为了说明科尔沁沙地生态环境的改善, 并因而减轻了沙尘天气的影响, 在此引进了沙风比的概念。

$$P = \frac{S}{F} \quad (2)$$

(2)式中,  $P$  为沙风比,  $S$  为沙尘暴日数,  $F$  为大风日数。沙风比的大小可以间接地反映沙化轻重情况。沙风比的倒数, 就是几天大风中有一天出现沙尘暴。如果治沙成绩显著, 沙风比就将是减小的; 如果沙化趋于严重, 则沙风比将是增大的趋势。表4是各地各年代平均沙风比。从表4可以看出, 各地沙风比是明显减少的。但各地差异较大, 奈曼旗在50年代高达3.357, 就是说当时沙尘暴日数比大风日数偏多2.357倍, 有相当多的日数风力较小, 未达到大风标准时已经出现沙尘暴天气了, 可以说沙化是相当严重的。此后沙风比直线下降, 至90年代只有0.035, 平均28天大风才出现1天沙尘暴。通辽情况更具特色, 50年代沙风比0.968, 几乎是大风天气和沙尘暴天气一一对应; 至90年代沙风比降至0.003, 超过300天的大风才出现1天沙尘暴。鲁北则不同, 50年代的沙风比在通辽市是最小的, 此后波动较大, 虽然90年代亦降至较小, 但21世纪初却有较大反弹, 甚至超过了50年代, 与扎鲁特旗(鲁北)灌溉面积增加较少, 林业发展较慢, 生态环境未有根本转变有关。

表4 各地各年代平均沙风比

地点	20世纪					21世纪初
	50	60	70	80	90	
通辽	0.968	0.226	0.139	0.033	0.003	0.057
开鲁	0.733	0.141	0.134	0.056	0.024	0.058
鲁北	0.140	0.046	0.063	0.077	0.025	0.150
保康	(0.446)	0.202	0.157	0.216	0.010	0.177
甘旗卡	(0.357)	0.099	0.134	0.055	0.002	0.034
库伦	(0.533)	0.208	0.149	0.063	0.022	0.090
奈曼	(3.357)	0.485	0.420	0.063	0.035	0.040

通辽、开鲁、鲁北三站(以下简称“三站”)自1953年以来有完整气象记录。对“三站”平均沙风比进行趋势分析, 得到如下趋势公式:

$$\hat{P} = 0.526 - 0.0188t + 0.00015t^2 \quad (3)$$

(3)式中,  $\hat{P}$  为沙风比二项趋势值,  $t$  为年序号, 1953年  $t = -16$ ; 1954年  $t = -15$ ; 1955年  $t = -14$  ……依此类推。按(3)式计算的沙风比与实况十分接近。

以上事实和分析, 总结出一点, 就是在党和政府的领导下, 科尔沁沙地已得到了一些治理, 开始向良性发展, 进一步治理使之成为美好的家园是完全可以的, 要增加信心, 总结经验, 吸取教训。

## 5 对策建议

沙尘天气危害极大。发生沙尘天气, 既与天气、气候条件密切相关, 又与生态环境息息相关。对于半干旱气候区来说, 减轻沙尘天气的发生及其危害, 实现沙化土地的逆转是完全可以办到的, 是一项必须把经济建设和治沙统一筹划的系统工程。必须有长远规划、切实的计划和可靠的措施, 坚定不移地经过一年又一年, 一代又一代的努力, 才能使之得到根本的改变和长久的巩固。以下针对科尔沁沙地的治理, 提出对策建议。

### 5.1 继续开发利用水资源

一要改变水利工作的主攻方向, 应由打井、漫灌向发展滴灌、喷灌等节水灌溉转变。不能对目前地下水还较丰富而盲目乐观, 过量开采。二要加强地对地表水和空中水两种水资源的开发利用。进一步搞好水系疏导, 加强拦洪蓄水工程建设, 使之能较多地吸纳流经本地的径流、洪水, 补充水库、湖泊和地下水, 以备使用。加强人工增雨工作, 加大投资, 开展相应的科学研究, 提高效率, 使空中水资源的开发利用工作得到较快发展。

### 5.2 建设乔灌草生态屏障及其经济产业

科尔沁沙地为半干旱气候, 自然景观为草原。只有研究自然景观形成的内因, 顺应自然规律, 采取正确的对策, 治沙才能立于不败之地。对于科尔沁沙地来说, 半干旱气候是形成以草原为主的自然景观的内因。因此, 大力种草, 发展草原是治理沙化的基础。多数地区应以种草和种灌木为主导, 实行乔灌草结合。如果违背自然规律, 盲目地只种植耗水量多的乔木, 就可能导致失败。最近几年降水量偏少, 有些地方成片杨树枯死就是深刻的教训。要因地制宜, 宜乔则乔, 宜灌则灌, 宜草则草。适宜种植

乔木的地区,乔木下也应种植灌木和草类。既要着眼于生态建设,又要着眼于经济产业。以农为主的地区,要继续大力发展和建设农田防护林。北部山区可多种山杏等树种,尽快恢复山杏林。南部浅山区可种植水果和山葡萄。沙沼地多种植灌木和优质牧草,发展沙棘、枸杞子、沙打旺和麻黄草、甘草等适生药材。甸子地可多种植松、柏和果树。还要通过政府投资、个人集资等方式,建设开发上述林副产品、药材资源的生产企业,使之成为真正的宝贵财富。这样,既可加快生态建设速度,抑制沙化,减轻沙尘天气的危害,又可发展经济产业,收到明显的经济效益。上述措施的实施,可以达到充分利用气候、土地资源的目的。

### 5.3 减少耗水量大的植物

包括减少耗水量大的农作物和树种。

2000年以来,科尔沁沙地及其上游地区发生了连续严重的干旱少雨,这是自1950年有完整气象记录以来最严重的,加上用水量的增加,地下水超采,又没有补充,已使地下水位剧降,2003年与2001年比较,通辽下降0.52m,保康0.38m,开鲁0.35m,奈曼0.19m,甘旗卡0.13m。并形成了以通辽东郊为中心的地下水降落漏斗,下降区面积达1600km<sup>2</sup>,漏斗面积150km<sup>2</sup>,中心水位深达14m,平均每年下降0.5m左右。导致数千眼机井出水量减少或吊泵,大片成年树木枯死等巨大损失。

根据分析,科尔沁沙地从上世纪90年代中期开始的干旱时段还要持续。因此,作为用水大户的农业,必须减少耗水量大的农作物。林业则必须减少诸如杨树等耗水量大的树种。

### 5.4 有计划地开发利用绿色能源

风能、太阳能绿色能源。积极有计划地进行开发利用,为治沙服务,为人民造福。

科尔沁沙地风力资源丰富,如果开发利用,可使成为治沙的武器。风力发电已经应用推广。利用风力还可以提水、磨面等。如果在沙沼地上打井,利用风力发电、提水,使之配套,就可以变沙沼为绿洲。

科尔沁沙地太阳能辐射强—光资源丰富。有两个含义:一是指太阳辐射强烈;二是指日照时间长。如我国长江流域一年中日照时间不超过1500小时,而科尔沁沙地多达2900~3100小时。每年每平方米太阳辐射值,长江流域低于5023MJ,科尔沁沙地

5320~5460MJ。如此丰富的光能资源,用于发电是很可观的,有了电就可以为治沙服务。

### 5.5 治理沙化要建设与保护并重

要搞好退耕还林,退牧还草的巩固,使之更加完善。严禁滥伐林木、滥挖药材等破坏生态的行为。要大力发展圈养畜牧业,纠正草原超载放牧。要进一步加强森林、草原防火、灭火工作;要切实搞好森林、草原的灭鼠、灭虫工作。

## 6 小结

(1)我国北方干旱、半干旱地区面积占国土总面积的47%,这些地区气候干燥、降水量少、风力大、大风日数多,加上地表植被稀少,土壤疏松,因而扬沙、沙尘暴天气发生多,危害重。科尔沁沙地亦然。

(2)沙尘天气频发期对应气候冷、干期。凡是有利于强冷空气(或寒潮)爆发的环流形势和地面天气形势,都有利于沙尘天气的发生。

(3)我国北方大多数地区沙尘天气呈减少趋势,可能是气候周期性变化的反映,但2000年以后有所增加。对于半干旱气候区来说,如果对环境进行科学治理,做到生产、生活活动与优化环境同步进行,就能使沙化的土地发生逆转。位于科尔沁沙地腹地的通辽市,治沙成效显著,沙尘天气明显减少。目前大风天气已经很难形成沙尘暴了就是明证。

(4)治理沙化,使沙尘天气减少,是一项系统工程。必须因地制宜,经过一年又一年,一代又一代的艰苦奋斗,才能取得成效,并得到巩固。对于通辽市来说,我们认为要采取以下对策:继续开发利用水资源,建设乔灌草生态屏障及其经济产业,减少耗水量大的作物和树种,有计划地开发利用绿色能源,治理沙化要建设与保护并重。

## 参考文献:

- [1] 周自江. 近45年中国扬沙和沙尘暴天气[A]. 西部大开发:气象科技与可持续发展学术研讨会论文集[C]. 中国气象学会秘书处,2000.
- [2] 北京大学地球物理系气象教研室. 天气分析和预报[M]. 北京:科学出版社,1976.
- [3] 周秀骥,等. 沙尘暴成因科学问题的探讨[A]. 西部大开发:气象科技与可持续发展学术研讨会论文集[C]. 中国气象学会秘书处,2000.
- [4] 竺可桢. 改造沙漠是我们的历史任务[A]. 竺可桢文集[C]. 北京:科学出版社,1979.
- [5] 华罗庚. 高等数学引论[M]. 北京:科学出版社,1963.