

文章编号:1005-8656(2015)01-0009-05

# 1961—2010年阿拉善盟沙尘天气时空分布特征

杨紫超<sup>1</sup>, 李晓晨<sup>2</sup>, 黄浦<sup>3</sup>

(1.阿拉善盟环境保护局, 内蒙古 巴彦浩特 750306; 2.中共阿拉善盟委员会农村牧区工作部, 内蒙古 巴彦浩特 750306;

3.阿拉善盟发展和改革委员会, 内蒙古 巴彦浩特 750306)

**摘要** 利用阿拉善盟1961—2010年8个站的气象观测资料, 分析了近50a阿拉善盟沙尘暴、扬沙、浮尘天气的年平均、四季的空间分布特征、增减趋势及形成原因。结果表明:阿拉善盟沙尘天气的时空分布具有很强的季节和地区性差异, 与地理位置、地形特征及地表生态系统等有很大的关系。沙尘暴区以拐子湖为中心向东南和西北递减, 而扬沙、浮尘与沙尘暴有所不同, 具有3个高值区, 向四周递减, 形成鞍型场。沙尘暴多发地扬沙、浮尘天气较少。四季的分布特征与年平均特征基本一致, 春季最多, 夏季多于冬季, 秋季最少, 且近50a沙尘暴发生次数呈波动性减少趋势。

**关键词** 沙尘天气; 空间分布; 趋势

中图分类号 P445.4 文献标识码 A

## 引言

沙尘暴天气是在特定地理环境和下垫面条件下, 由特定的大尺度环境背景和某种天气系统发展所诱发的一种小概率、危害大的灾害性天气。主要发生在沙漠及其邻近的干旱、半干旱地区, 世界上有中亚、北美、中非及澳洲四大沙尘暴区, 我国西北地区属于中亚沙尘暴区的一部分。包括新疆、甘肃、宁夏及内蒙古西部在内的西北干旱区, 是我国沙尘暴的多发区, 每年由于沙尘暴灾害造成的损失数以亿计<sup>[1]</sup>。

阿拉善盟地处内蒙古西部, 巴丹吉林、腾格里和乌兰布和三大沙漠横贯全境, 是我国沙尘暴的源地和频发区<sup>[2]</sup>。由于自然地理区域特殊, 遇有北方强冷空气南下时, 这里常发生大规模风沙灾害, 其影响波及华北、东北直到长江中下游地区, 被确认为是我国北方最强的沙尘暴源区之一<sup>[3]</sup>。据不完全统计, 从1993—1999年, 沙尘暴给阿拉善盟造成的经济损失高达24亿元以上, 其中1993—1995年震惊中外的黑风暴造成直接经济损失0.6亿元, 间接经济损失15亿元, 两万多农牧民成为生态难民。甘肃、宁夏在1993“5·5”沙尘暴造成直接经济损失达7亿多元。因此, 本文着重对阿拉善盟1961—2010年近50a沙尘暴、扬沙和浮尘天气的空间分布特征、变化趋势及形成原因进行了统计分析, 为防沙治沙和沙尘暴的进一步分析提供依据。

## 1 选取资料

由于阿拉善盟境内气象站建站时间不同, 1961

年以前有些天气现象的记录方法与现行记录方法也不相同, 为了资料的可比性与代表性, 选取8个代表站, 使用1961—2010年原始气象记录报表及其信息化产品, 经过反复检查, 每日资料均以20—20时为日界, 除巴彦诺尔公为46a, 头道湖为49a, 其他各站为50a。四季划分按气象季节划分方法, 即12月至次年2月为冬季, 3—5月为春季, 6—8月为夏季, 9—11月为秋季。

## 2 沙尘暴的空间分布特征

沙尘暴是由于强风将地面大量尘沙吹起, 使空气相当混浊, 水平能见度小于1.0km的风沙天气<sup>[4]</sup>。强烈的沙尘暴可以使能见度小于50m, 瞬时风速超过 $25\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 破坏力很大, 俗称“黑风”。如1993年5月5日阿拉善盟大部地区及甘肃金昌出现“黑风”天气, 水平能见度为0m, 最大风速达到 $34\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 造成近百人的伤亡和数亿元的经济损失。

### 2.1 沙尘暴的年平均分布

阿拉善盟沙尘暴天气的空间分布特征是以拐子湖为中心向东南和西北递减(见图1)。年平均沙尘暴日数为7~25d, 沙尘暴天气高值区在拐子湖地区, 年平均为25d, 巴彦诺尔公和额济纳旗地区也较多, 年平均分别为13和12d, 低值区在巴彦浩特地区, 年平均为7d(见表1)。沙尘暴的空间分布特征与地理位置和地形特征有很大的关系, 拐子湖地处巴丹吉林沙漠的盆地, 巴彦诺尔公处于巴丹吉林沙漠的东缘和乌兰布和沙漠的西沿之间, 其起沙(尘)的风速阈值较低, 遇有大风就地起沙, 而巴彦浩特东有贺

兰山阻挡,且本身又是一块绿洲湿地,其起沙(尘)的风速阈值较高。

2.2 沙尘暴的季节分布

阿拉善盟沙尘暴具有很强的季节和地区性差异,四季的分布特征与年平均特征基本一致,沙尘暴区以拐子湖为中心向东南和西北递减,高值区拐子湖是低值区巴彦浩特的 2~4.5 倍,春季占主导地位,占全年的 43%~62%;夏季次之,占全年的 20%~

36%,冬季占全年的 6%~16%,秋季最少占全年的 4%~10%(见表 1)。说明春季是沙尘暴发生次数较多季节,这是因为春季多大风,冷空气活跃,同时降水少,加上春季气温回暖解冻,因此在沙源丰富存在的阿拉善盟就很容易形成沙尘暴。秋季最少,是因为该时段是雨量的相对集中期,地表墒情较好,植物的覆盖度也高,沙物质不易被风吹起来,不容易形成沙尘暴。

表 1 阿拉善盟近 50a 平均沙尘暴日数及扬沙日数

站名	平均沙尘暴日数/d					平均扬沙日数/d				
	冬季	春季	夏季	秋季	全年	冬季	春季	夏季	秋季	全年
额济纳旗	1.45	6.26	3.34	0.78	11.84	5.65	15.84	12.36	6.76	40.56
拐子湖	2.26	11.9	8.86	2.58	25.42	7.18	18.82	13.92	7.72	47.56
巴彦诺尔公	1.50	7.58	3.07	1.27	13.49	6.17	17.04	9.47	6.16	38.80
吉兰泰	0.90	6.96	2.54	0.90	11.28	13.86	24.80	18.58	9.90	66.92
头道湖	1.52	5.41	1.9	0.35	9.35	16.06	31.29	18.59	11.12	76.92
巴彦浩特	0.39	4.04	2.04	0.24	6.7	2.00	11.56	5.58	1.74	20.84
阿拉善右旗	1.27	3.54	3.02	0.50	8.32	7.35	13.58	9.32	4.02	33.78
中泉子	1.55	4.04	2.78	0.68	9.02	13.22	25.28	20.94	10.36	69.58

冬季,阿拉善盟沙尘暴发生次数略多于秋季,平均沙尘暴日数为 1~2d,个别地区与秋季持平或递减。

春季,阿拉善盟沙尘暴发生的次数占主导地位,平均沙尘暴日数为 7~12d,高值在拐子湖地区 12d;低值位于巴彦浩特、阿拉善右旗、中泉子地区,为 4d。

夏季,阿拉善盟沙尘暴发生的次数仅次于春季,是第二个多发季节,平均沙尘暴日数为 2~9d,高值区仍维持在拐子湖地区为 8d,低值区在巴彦浩特、头道湖地区,为 2d。

秋季,阿拉善盟沙尘暴发生次数全年最少,平均沙尘暴日数为 1~3d,高值区仍维持拐子湖地区,为 3d,低值区在巴彦浩特、头道湖地区,不足 1d。

3 扬沙的空间分布特征

扬沙天气是指较强的风力将地面沙尘吹起,使空气相当混浊,水平能见度在 1~10km 之间。

3.1 扬沙的年平均分布

阿拉善盟扬沙天气的空间分布特征与沙尘暴的有所不同,有 3 个最高值区,最高发生在头道湖,年平均 77d,其次是中泉子,年平均 70d,吉兰泰年平均 67d,以这 3 个高值区为中心,向其余地区逐渐递减,三者的递减趋势在巴彦浩特、巴彦诺尔公地区相遇,在这一带出现西北—东南向(鞍型场)的低值区、其中巴彦浩特最低,年平均 21d。扬沙的空间分布特征与地理位置和地形特征有很大的关系,头道湖位于

腾格里沙漠的南缘,中泉子位于巴丹吉林沙漠南缘、腾格里沙漠西缘及雅布赖山的南缘,吉兰泰位于乌兰布和沙漠以西,巴音乌拉山以东,西靠吉兰泰盐湖。当强大的西伯利亚的西北风裹挟着大量的黄沙,穿越巴丹吉林沙漠一路东南下时,高高的沙丘、海子湿地以及山脉对其具有阻滞和减速的作用,加之这 3 个高值区都地处三大沙漠的下风方,其地表以沙质土为主,因而容易形成扬沙和浮尘天气<sup>[9]</sup>。由此可见:阿拉善盟扬沙天气与该地区的地理位置、地形特征及地表生态系统情况有密切关系,且沙尘暴多发地扬沙天气较少。

3.2 扬沙的四季分布

阿拉善盟扬沙天气春季最多,占全年 36%~55%,夏季次之,占全年 24%~30%,秋季最少,占全年 8%~17%,(见表 1)。扬沙的空间分布特征四季基本一致,位于沙漠下风方其地表以沙质土为主的地区容易形成扬沙天气<sup>[9]</sup>。

冬季,阿拉善盟扬沙发生次数多于秋季,平均扬沙日数一般为 2~16d,高值区在头道湖为 16d,次高在吉兰泰为 14d,低值区在巴彦浩特为 2d。

春季,阿拉善盟扬沙发生的次数占主导地位,平均沙尘暴日数为 12~31d,高值区仍在头道湖地区 31d;次高值区在吉兰泰、中泉子地区,为 25d,低值区仍在巴彦浩特,为 12d。

夏季,阿拉善盟扬沙发生的次数仅次于春季,是

第二个多发季节,平均日数为6~21d,高值区在中泉子,为21d,次高值区在头道湖、吉兰泰均为19d,低值区仍在巴彦浩特,为6d。

秋季,阿拉善盟扬沙发生次数处于全年最少,平均为2~11d,高值区仍在头道湖地区,为11d,次高值区在吉兰泰、中泉子,为10d,低值区仍在巴彦浩特,为2d<sup>[9]</sup>。

#### 4 浮尘的空间分布特征

浮尘天气是指在无风或风力很小的情况下,沙尘均匀地浮游在空中,使水平能见度小于10km<sup>[1]</sup>。浮尘多为远地尘沙经高空气流传播而来,或为本地沙尘暴、扬沙出现后尚未下沉的尘土和细沙。

##### 4.1 浮尘的年平均分布

阿拉善盟绝大部分地区都有浮尘天气出现,其空间分布特征与扬沙天气基本相似,其中有吉兰泰、头道湖和中泉子是浮尘天气的3个高值中心,年平均分别为57、56d和43d。以这3个高值区为中心,向其余地区逐渐递减,三者的递减趋势在巴彦浩特、额济纳旗、拐子湖地区相遇,在这一带出现西北—东南向(鞍型场)的低值区,其中额济纳旗、拐子湖最低,年平均都为9d,其余大部分地区为11~21d。特别是吉兰泰、头道湖、中泉子是浮尘天气的多发区。这是由于强劲的西北风、偏北风或偏西风将巴丹吉林沙漠、腾格里沙漠和乌兰布和沙漠的沙尘吹起,在距离沙漠较近的地方形成扬沙和沙尘暴天气,在较远的下风方,由于受到高沙丘、海子湿地以及山脉地形的阻挡,使地面风力减弱,在下游地区形成浮尘天气<sup>[9]</sup>。由此可见:阿拉善盟浮尘天气与该地区的地理位置、地形特征及地表生态系统情况有密切关系。且沙尘暴多发的地区浮尘天气出现较少。

##### 4.2 浮尘的四季分布

阿拉善盟浮尘天气以春季最多,占全年的42%~55%,秋季最少,占全年的7%~14%,冬季多于夏季,占全年的12%~29%(表略)。浮尘的空间分布特征四季基本相似。

冬季,阿拉善盟浮尘日数为1~16d,高值区位于头道湖地区,为16d,次高值区在吉兰泰(14d)和中泉子地区(8d),低值区位于额济纳旗、拐子湖地区,为1d。

春季,阿拉善盟浮尘日数为4~24d,高值区仍位于头道湖、吉兰泰地区,均为24d,次高值区仍在中泉子地区,为23d,低值区位于额济纳旗地区,为4d。

夏季,阿拉善盟浮尘日数一般为2~11d,高值区仍位于吉兰泰地区,为11d,次高值区为头道湖(9d)和中泉子地区(7d),低值区仍位于额济纳旗、拐子湖、巴彦浩特均为2d。

秋季,阿拉善盟浮尘日数为1~8d,高值区仍位

于吉兰泰地区,为8d,次高值区为头道湖(7d)和中泉子地区(5d),低值区仍位于额济纳旗、拐子湖、巴彦浩特、巴彦诺尔公地区均为1d。

#### 5 近50a沙尘天气增减趋势

图1为阿拉善盟从西到东8个代表站1961—2010年各年代平均沙尘暴日数。分析表明,20世纪70年代大多数地区沙尘暴与60年代相比是增加的。8个站中只有1个站沙尘暴次数较60年代减少,其他7个站都与60年代相比是增加的。但从20世纪80年代开始直到21世纪10年代所有站点沙尘暴发生的次数均是减少的,尤其是80年代后期减少趋势更为明显。拐子湖地区是全盟沙尘暴发生最多的站,也是全国沙尘暴最多站之一。以拐子湖地区为例,20世纪70年代与60年代相比沙尘暴发生次数增多了44.4%(其中1975—1979年增多最为明显),其他地区增加14.0%~127.1%,只有额济纳旗、头道湖地区是减少的;21世纪10年代与20世纪70年代相比沙尘暴发生次数拐子湖地区减少了94.7%(其中1989—2003年减少幅度较小,2003年以后减少幅度明显加大),其他地区减少94.8%~98.8%。由此可见:阿拉善盟近50a沙尘暴发生次数呈波动性减少趋势,尤其从20世纪80年代后期减少趋势更为明显,这与王锡稳<sup>[3]</sup>和宋敏红<sup>[7]</sup>等的结论一致。

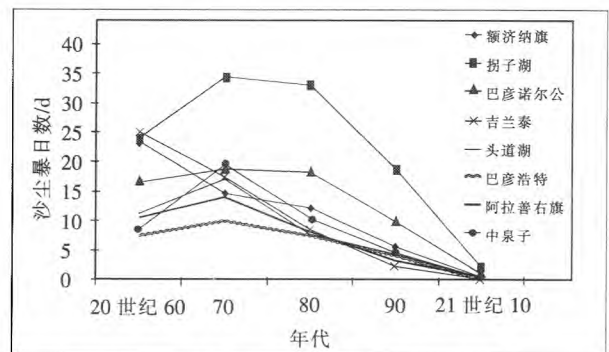


图1 各站不同年代平均沙尘暴日数变化趋势

扬沙和浮尘天气在20世纪70年代同沙尘暴一样也出现增多趋势,但从20世纪70年代至21世纪10年代是减少的<sup>[9]</sup>(表略)。

#### 6 沙尘天气形成的原因

形成沙尘天气有3个条件:一是要有足够的风速,二是大气处于不稳定状态,三是下垫面存在丰富的沙尘源。阿拉善盟沙尘天气形成有以下几方面原因。

##### 6.1 特殊的地理位置和地形特征

阿拉善盟地形呈南高北低状,平均海拔高度900~1500m。地处内陆高原,属极端干旱和干旱荒漠地区,著名的巴丹吉林、腾格里、乌兰布和三大沙漠

横贯全境,全盟大部分地区自然植被稀疏,地貌类型以沙漠、戈壁、山地丘陵、干燥剥蚀平原、湖盆、起伏滩地等为主。三大生态屏障(贺兰山西坡森林带、北部梭梭林带、额济纳胡杨绿洲带)为涵养水源、防风固沙、调节气候发挥着重要作用,成为我国西北地区的重要生态防线。

阿拉善盟地理位置正处于冬春季东亚冬季风袭击我国的主要风道上,因而它便成为影响我国沙尘暴的主要源区和加强源区,是影响西北、华北和北京地区的沙尘暴的重要源区。由于阿拉善盟的特殊地理位置,加之日益恶化的生态环境,裸露、疏松的地表以及草地生态系统的严重失调,鼠害、毒草害连年发生,更加速了植被的退化,使草地裸露面积增大,浩瀚的腾格里沙漠、巴丹吉林沙漠和乌兰布和沙漠为沙尘天气的频繁发生提供了丰富的沙源。拐子湖、巴彦诺尔公、额济纳旗等地区沙尘暴较多,主要是地处巴丹吉林沙漠腹地,遇有大风,就地起沙。头道湖、中泉子、吉兰泰地处三大沙漠的下风方,其地表以沙质土为主,容易形成扬沙和浮尘天气<sup>[5]</sup>。

## 6.2 不断东移南下的冷空气

春季,伴随着一次次冷空气的东移南下,往往造成阿拉善盟沙尘暴、扬沙和浮尘天气。造成阿拉善盟沙尘天气的冷空气主要有三条路径:一是西北路径。乌拉尔山为弱高压脊控制,西伯利亚为一个低低压槽区,冷空气在此堆积,在新疆东部到河西走廊形成了一个强锋区<sup>[7]</sup>,冷空气不断侵入阿拉善盟。地面图上,在新疆东部到河西走廊有一个发展较旺盛的热低压及明显的气压梯度、变压梯度和锋面相伴随,冷空气经蒙古西部吹向巴丹吉林沙漠和腾格里沙漠,容易造成阿拉善盟大部分地区出现沙尘天气。二是西方路径。过程开始前在乌拉尔山附近为高压脊,在蒙古西部到巴尔喀什湖附近为一冷的低压槽<sup>[17]</sup>,冷空气翻越天山后吹向南疆的沙漠、戈壁及巴丹吉林沙漠,容易造成阿拉善盟西部的沙尘天气。三是北方路径。过程开始前在贝加尔湖西部至新西伯利亚有强冷高压,中心位于蒙古高原西北部;贝加尔湖东部到河套北部存在低压中心<sup>[1]</sup>,冷空气经蒙古国中部吹向腾格里沙漠,容易造成阿拉善东部出现沙尘天气。

## 6.3 春季温暖少雨的天气条件

春季,阿拉善盟地区上空多晴朗天气,地面太阳辐射逐渐变强,戈壁、沙漠、裸露的地表增温明显,容易造成正变温区,而对流层中部有时存在负变温,造成大气不稳定,热力扰动出现,有利于将地面沙尘卷入空中。加之降水量的减少,使阿拉善盟连年干旱,

地下水位下降,水质恶化,在大风到来之前均没有可以抑制扬沙的明显降水过程,从而为沙尘天气形成提供了丰富的沙源。如额济纳旗 20 世纪 60 年代末年平均降水量为 40.8mm,而 90 年代末年平均降水量为 36.3mm,递减率为 11.0%;巴彦浩特 20 世纪 60 年代末年平均降水量为 221.4mm,而 90 年代末年平均降水量为 210.7mm,递减率为 4.8%。

## 7 小结

(1)阿拉善盟沙尘暴天气平均在为 7~25d/a,沙尘暴区以拐子湖为中心向东南和西北递减。沙尘暴的空间分布形式与地理位置和地形特征有很大的关系,距离巴丹吉林沙漠、腾格里沙漠和乌兰布和沙漠越近沙尘暴天气就越频繁,地形越低沙尘暴越多。沙尘暴的四季空间分布特征基本相似,各季节相比,春季沙尘暴最多,夏季较多,秋季最少。

(2)阿拉善盟年平均扬沙日数在 21~77d 之间,其年空间分布特征与沙尘暴不同,有 3 个高值区,并以这 3 个高值区为中心,向其余地区逐渐递减,形成鞍型场,且沙尘暴多发地扬沙较少。扬沙的四季空间分布形式基本相似,春季最多,夏季多于冬季,秋季最少。

(3)阿拉善盟浮尘天气的空间分布特征与扬沙天气相同,有 3 个高值中心,以这 3 个高值区为中心,向其余地区逐渐递减,形成鞍型场,且沙尘暴多发地浮尘较少。浮尘的四季空间分布形式基本相似,各季节相比,春季最多,秋季最少,夏季与冬季基本接近。

(4)阿拉善盟近 50a 沙尘天气发生次数是减少的,尤其从 20 世纪 80 年代后期减少趋势更为明显。

(5)特殊的地理位置和地形特征,不断东移南下的冷空气和春季干旱温暖的天气条件以及生态环境的失衡是阿拉善盟沙尘天气频繁发生的主要原因。

## 参考文献

- [1]张存杰,宁惠芳.甘肃省近 30 年沙尘暴、扬沙、浮尘天气空间分布特征[J].气象,2002,28(3):28-32.
- [2]李栋梁,刘德祥.甘肃气候[M].北京:气象出版社,2000:224-230.
- [3]王锡稳,孙兰东,冀兰芝,等.甘肃沙尘天气变动趋势[J].气象科技,2002,30(3):158-162.
- [4]牛生杰,章澄昌.贺兰山地区沙尘暴沙尘起动和垂直输送物理因子的综合研究[J].气象学报,2002,6(2):194-203.
- [5]赵光平,陈楠,杨建玲,等.宁夏中部干旱带生态变化与沙尘暴发生的关系分析[J].应用气象学报,2004,15(4):477-484.
- [6]达布希拉图,赵春生.下垫面因子对内蒙古中西部沙尘暴时空分布的影响[J].气象科技,2005,33(5):429-432.
- [7]宋敏红,钱正安,蔡英,等.中蒙强、弱沙尘暴春季平均环流及沙尘活动变化分析[J].气象学报,2007,65(1):94-104.

# The spatial distribution features of sandstorm weather in Alxa League of nearly 50 years

Yang Zichao<sup>1</sup>, Li Xiaochen<sup>2</sup>, Huang Pu<sup>3</sup>

(1. Alxa League Environmental Protection Bureau, Inner Mongolia Bayan Hot 750306;

2. Rural Pastoral Work Department in Alxa League, CPC, Bayan Hot, 750306;

3. Development and Reform Commission of Alxa League, Inner Mongolia Bayan Hot 750306)

**Abstract** Base on the datas of 8 weather stations from 1961 to 2010, this article analyzed the spatial distribution characteristics, increasing and decreasing trend and formation reasons of sand-dust storm, blowing sand, floating dust weather on annual average in different seasons. The result shows that the distribution of sand-dust weather had very seasonal and regional difference, and was influenced by geographical locations, topographic features and the ecological system of the earth's surface. The sand-dust storm center was located in Guaizi Lake, and it gradually decreased forward southeast and northwest of Guaizi Lake. While the blowing sand and floating dust weather was different from sand-dust storm weather, there are three high-value areas. It gradually decreased forward all around and formed to saddle field. Wherever the location for most sandstorm is seldom seen blowing sand and floating dust. Distribution features of the annual average and the seasonal average was basically same. Spring was the most, and summer was more than winter, and autumn was the least. Also nearly 50 years the sandstorm weather that occurred on frequency was decreasing.

**Key Words** sand-dust storm weather; spatial distribution; trend