

近45年中国扬沙和沙尘暴天气

周自江

(国家气象中心)

提 要

利用1954~1998年中国大陆681个站的观测资料,分析了近45年我国扬沙和沙尘暴天气的时空分布特征。结果表明:我国北方的干旱、半干旱地区是扬沙和沙尘暴的主要影响区,其中西北地区是多发区;扬沙和沙尘暴的昼夜及季节差异显著;45年间除青海、内蒙古和新疆的部分地区扬沙和沙尘暴的出现日数呈增长趋势外,我国北方大部分地区扬沙和沙尘暴的出现日数在减少。

进一步分析表明,扬沙、沙尘暴日数与大风日数的年际振荡及多年变化趋势有一致性;70年代以后由大风日数减少所引起的扬沙、沙尘暴的减少可能是气候周期性变化的反映。

关键词:中国,扬沙和沙尘暴,时空分布特征,东亚冬季风

1 引言

我国西北和华北的大部分地区属中纬度干旱和半干旱地区,同时也是受荒漠化影响和危害较严重地区,地表多为沙地和旱地,植被稀少,特别是春季气温回暖解冻,地表裸露,多细沙尘土,冷空气过境,极易形成扬沙和沙尘暴天气。

扬沙和沙尘暴是两种容易被混淆的灾害性天气现象,根据气象观测规范^[1]定义,扬沙是指由于风力较大,将地面尘沙吹起,使空气相当混浊,水平能见度在1~10km,而沙尘暴是指强风把地面大量沙尘卷入空中,使空气特别混浊,水平能见度低于1km。强烈的沙尘暴可使地面水平能见度低于50m,破坏力极大,俗称“黑风”。

自70年代起,我国逐步开展对沙尘暴的研究,但从研究文献看,大部分为沙尘暴的个例分析或小范围有限代表站点分析^[2~5]。1997年出版的《中国沙尘暴研究》^[6]比较全面地分析了沙尘暴的成因、机制及其在西北的分布,但略嫌不足的是该书讨论的范围只局限于西北地区,基本上没有涉及华北及其它地区。关于扬沙的研究,目前较为少见。因此本文利用全国681个站近45年实测资料,对我国扬沙和沙尘暴天气作一整体分析,以期对我国扬沙和沙尘暴天气的时空分布特征得到更多认识。

2 资料

本文对扬沙和沙尘暴的研究主要以其出现日数作为定量表征指标。依气象观测规范规定,日界为20:00时。当某一次扬沙或沙尘暴过程跨越20:00时,按两个出现日计算;当某一天扬沙或沙尘暴过程出现两次或以上时,按一个出现日计算。

本文使用的全国681个站资料均取自国家气象中心归档的原始气象记录月报表及其信息化产品,资料经过反复检查,质量和完整性很高。资料年代为1954~1998年。其中,满45a的站有355个,占52.1%,满40a的站有628个,占92.2%。此外,通过对资料的考察发现,45a间记有沙尘暴的站共469个,占68.9%,记有扬沙的站共594个,占87.2%。

3 扬沙和沙尘暴的地理分布

扬沙和沙尘暴是自然地理环境的综合产物,对于其区划,目前尚没有统一的标准。为较准确地描述扬沙和沙尘暴的全国分布,本文暂且以1959~1998年40a平均日数为基准,依表1所给的量值将其分别分为影响区、易发区、多发区和高频区。

表1 扬沙和沙尘暴的区划量值(单位:天)

	影响区	易发区	多发区	高频区
沙尘暴	$0.5 \leq d_m < 5$	$5 \leq d_m < 10$	$10 \leq d_m < 20$	$d_m \geq 20$
扬 沙	$0.5 \leq d_m < 10$	$10 \leq d_m < 20$	$20 \leq d_m < 40$	$d_m \geq 40$

注: d_m 为1959~1998年40a平均日数

图1a(图略)绘制了沙尘暴在我国的大致分布。可以看出在我国西北、华北大部、青藏高原和东北平原地区40a平均沙尘暴日数普遍大于0.5天,是沙尘暴的主要影响区,其中110°E以西、天山以南地区(主要包括:塔里木盆地周围地区、河西走廊、阿拉善高原、河套平原、鄂尔多斯高原和青藏高

原部分地区)沙尘暴的平均出现日数大于10天,是沙尘暴的多发区;塔里木盆地周围地区、阿拉善高原及河西走廊东北部是沙尘暴的高频区,平均日数达20天以上,局部接近或超过30天,例如新疆民丰36天、柯坪32天、和田28天、甘肃民勤30天、内蒙古拐子湖28天等。

图1b(图略)为扬沙的全国分布。可见,扬沙的影响范围比沙尘暴要广,一直延伸到长江中下游地区,40a平均扬沙日数大于等于20天的多发区涵盖了西北大部、青藏高原大部、内蒙古中西部、辽河平原和海河平原地区,其中塔里木盆地周围地区、阿拉善高原、鄂尔多斯高原及河西走廊的东部和北部是扬沙的高频区,平均日数达40天以上,局部接近或超过80天,例如内蒙古吉兰泰101天,拐子湖79天,宁夏盐池88天,新疆皮山93天,民丰82天,安德河71天,和田65天,甘肃民勤76天,鼎新70天等。比较发现,凡是沙尘暴的多发地区也是扬沙的多发地区,两者具有一致性,这显然与地表覆被状况有关。

综上所述,扬沙和沙尘暴的全国分布具有以下显著特点:

首先,影响面积大。西起新疆,东抵沿海,受扬沙和沙尘暴不同程度侵袭和影响的省市区分别为17个和25个。

其次,高频区集中。在我国集中着两个主要高频区——即塔里木盆地周围地区;阿拉善高原、河西走廊东北部及邻近地区。

再次,与沙漠和沙地密切关联。塔克拉玛干、古尔班通古特、库姆塔格、柴达木盆地、巴丹吉林、腾格里、乌兰布和沙漠,以及散布在黄河河套、青藏高原、蒙古高原的沙地(如毛乌素、浑善达克、科尔沁等沙地)为扬沙和沙尘暴天气的出现提供了极为丰富的物质源。

此外,天气系统、地形走向、地表覆被状况、降水分布等都对扬沙和沙尘暴的地理分布产生显著影响。扬沙和沙尘暴往往会与其它自然灾害相伴发生,如干旱、冷空气入侵、龙卷风等,研究表明,扬沙和沙尘暴的运动路径与冷空气入侵路径有相当一致性^[6]。

3 扬沙和沙尘暴的日变化和季节变化

如上所述,扬沙和沙尘暴的发生与否一般要受天气过程、地表覆被等自然地理条件的影响,因此,不仅在不同的地点其出现的时间有所不同,即使在同一地点,由于季节差异和日昼差异,其出现的频数也明显不同。

3.1 沙尘暴的日变化

由于气象观测不记录扬沙的具体发生时间^[1],所以本文只对沙尘暴的日变化特征作一粗浅讨论。图2(图略)为北京、朱日和、和田、张掖、民勤和兴海6个代表站1小时间隔的沙尘暴频数分布曲线,横坐标标识0表示北京时间00:00~01:00、1表示01:00~02:00、……,依此类推。各时段的频数为45a间该时段沙尘暴的实际发生数(以起始时间为准,取消日界)与该站总沙尘暴数的比值。8个测站的地理位置、沙尘暴的区划级别均有一定代表性。可以看出,沙尘暴的昼夜差异显著,除新疆和田外,其它代表站沙尘暴的发生时间大多集中在中午至傍晚,夜间至午前相对较少,这显然与近地层空气热力稳定性的日变化有关。值得一提的是和田沙尘暴的发生时间全天比较平均,主要有三个时段:01:00~03:00、10:00~13:00和19:00~23:00,而中午前后13:00~17:00相对较少。观察其临近站(如皮山、民丰、安德河等)发现也有类似现象,这可能与塔克拉玛干沙漠附近局地地理及气象条件有关。

3.2 扬沙和沙尘暴的季节变化

图3(图略)为北京等6个代表站1959~1998年40a逐月平均扬沙和沙尘暴日数分布曲线。可以看出,扬沙和沙尘暴的季节分布基本上是春多秋少,呈“~”型,这是因为春季我国北部地区冷空气活跃,多大风,气温回暖解冻,地表裸露,容易起沙。比较而言,各地区扬沙和沙尘暴的季节分布又略有差异。例如北京主要集中在春季(3~5月),期间沙尘暴、扬沙日数分别占全年总出现日数的52.6%和67.2%;朱日和与北京类似;青海兴海主要集中在冬末春初(2~4月),期间扬沙和沙尘暴日数分别占全年总出现日数的70.0%和69.4%;和田、民勤和张掖等地春夏季(3~8月)扬沙和沙尘暴都很频繁。

4 近45年扬沙和沙尘暴的增减趋势

4.1 年代际变化

表2为北京、天津等14个代表站1954~1998年及各年代平均沙尘暴日数。可见,北京和张掖60年代最多,90年代最少;天津、太原、和田、民勤、兰州和银川50年代最多,90年代最少;呼和浩特、赤峰和西宁50年代最多,80年代最少;朱日和50年代最少,90年代最多;兴海60年代最少,90年代最多;乌鲁木齐70年代最多,90年代最少。总体看来,大部分地区80、90年代平均沙尘暴日数明显少于50、60年代,表现为减少趋势。从表3的扬沙日数也可得出类似认识。例如,北京50年代平均沙尘暴

日数和扬沙日数分别是90年代的8.2倍和14.5倍。

表2 部分代表站点不同年代的平均沙尘暴日数(单位:天)

代表站	1954-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-1998	1959-1998
北 京	4.1	4.6	1.4	0.7	0.5	1.9
天 津	2.4	1.2	1.3	1.2	0.0	1.1
朱日和	2.9	8.0	8.9	8.3	6.9	7.8
呼和浩特	13.9	7.8	4.8	1.1	1.3	3.9
赤 峰	12.4	5.4	4.4	0.7	0.9	3.0
太 原	4.1	1.4	0.6	0.7	0.3	0.8
银 川	16.1	2.8	7.0	6.7	1.3	5.1
西 宁	12.6	6.5	6.2	0.2	0.3	3.7
兴 海	7.0	2.0	2.5	13.8	19.4	8.8
兰 州	8.6	1.3	3.2	0.6	0.1	1.5
张 掖	18.6	21.6	20.3	10.8	4.1	15.0
民 勤	44.3	30.5	39.3	30.7	11.8	29.6
乌鲁木齐	3.9	4.8	6.4	1.9	0.4	3.4
和 田	36.1	32.5	31.0	26.0	15.6	27.5

表3 部分代表站点不同年代的平均扬沙日数(单位:天)

代表站	1954-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-1998	1959-1998
北 京	52.1	20.8	22.3	12.3	3.6	15.9
天 津	45.4	34.2	34.1	10.5	1.0	21.5
朱日和	9.0	14.4	18.1	18.1	18.9	16.6
呼和浩特	41.4	25.3	16.1	7.6	7.5	15.2
赤 峰	56.9	42.5	43.6	11.1	3.1	27.7
太 原	37.9	16.4	19.3	9.5	4.4	13.7
银 川	54.1	34.2	37.1	34.1	15.9	31.9
西 宁	46.9	31.1	51.8	7.2	2.5	25.1
兴 海	10.0	5.9	9.9	20.1	30.5	15.7
兰 州	47.7	16.7	21.4	16.1	4.1	15.7
张 掖	60.3	55.1	57.8	37.3	25.8	45.3
民 勤	132.7	87.2	90.9	68.0	38.1	75.7
乌鲁木齐	14.6	18.0	25.6	12.1	2.3	14.8
和 田	49.9	81.9	67.5	62.8	48.3	65.3

4.2 年际变化

图4(图略)和图5(图略)分别为北京等6个代表站1954~1998年扬沙和沙尘暴日数的逐年变化曲线。曲线显示,北京、和田、张掖和民勤的沙尘暴日数在波动中逐步减少,同时,北京、张掖和民勤的扬沙日数也在递减,和田的扬沙日数60年代中期以前增多,此后减少,而朱日和、兴海扬沙和沙尘暴日数的增多趋势比较明显,这与表2和表3的结果基本一致。

进一步通过最小二乘法和 α 等于0.05的F检验,分别得到1954~1998年全国扬沙和沙尘暴日数的线性变化趋势分布(图6略)。可见,近40多年来,我国北方大部分地区的沙尘暴出现日数在减少,但是由于土地荒漠化的发展,青海、内蒙古和新疆的部分地区沙尘暴出现的日数呈增长趋势,沙尘暴所造成的损失也呈上升趋势。同样,虽然整个北方地区也是以减少为主,但扬沙日数呈增加趋势的范围在图7(图略)的基础上向青藏高原西部和新疆北部有所扩展。

4.3 风力条件的变化对扬沙、沙尘暴增减趋势的影响

一系列的研究表明,扬沙和沙尘暴天气的发生一般需要有两个条件:①足够强劲持久的风力;②地表丰富的松散干燥的沙尘。亦即“风”和“沙尘”是形成沙尘天气过程的两个主要因素^[6]。研究还表明,我国沙化土地面积50~60年代中期始平均每年扩展1560平方公里,90年代每年扩展达2460平方公里^[7]。这意味着我国地表覆被整体在恶化,扬沙和沙尘暴天气的物质源越来越丰富,其发生次数理应呈增多趋势。这显然与上述的扬沙和沙尘暴天气的普遍减少趋势不吻合,甚至是矛盾的。在这种情况下,扬沙和沙尘暴天气的减少将意味着“风”的因素可能起了主导作用。为此,我们统计了扬沙和沙尘暴盛行月(4月)北京等6个代表站1954~1998年逐年下午平均风速大于6米/秒(即沙尘起动临界风速^[6])的日数,发现多数站4月下旬平均风速大于6米/秒的日数总体上呈减少趋势,特别是70年代以后减少较为明显。如果将对应代表站1954~1998年4月份扬沙和沙尘暴总日数的逐年变化与之一一对应比较的话,发现两者的年际振荡和多年变化趋势是相当一致的。这说明风力条件对扬沙和沙尘暴天气的影响较为显著,两者之间的单站相关系数分别为北京0.656、朱日和0.453、和田0.636、张掖0.634、民勤0.812、兴海0.317。

此外,地表覆被状况局部改善和局地防风固沙林可以有效减弱风速,抑制扬沙和弱小沙尘暴天气的发生、发展和持续时间,从而使得两者的统计数在一定程度上有所减少。

进一步分析表明,70年代以后大风日数的减少所引起的扬沙和沙尘暴的减少可能是气候周期性变

化的反映。每年我国冬春季寒潮大风的出现与东亚冬季风的强度有关,在20世纪70年代东亚冬季风甚强,从80年代到90年代,特别是90年代,东亚冬季风甚弱。最新研究^[8]指出,东亚冬季风与厄尔尼诺事件有密切关系,东亚冬季风的强度在厄尔尼诺年弱,而在反厄尔尼诺(即拉妮娜)年强。在70年代反厄尔尼诺事件占优势,寒潮大风所引起的扬沙和沙尘暴较频繁,在80~90年代厄尔尼诺事件占优势,扬沙和沙尘暴较少。

5 小结

(1) 我国北方的干旱、半干旱地区是扬沙和沙尘暴的主要影响区,其中西北地区是多发区,扬沙和沙尘暴的多发地区具有一致性。我国扬沙和沙尘暴天气具有影响面积大、高频区集中、与地表沙化覆被密切关连等显著特点。

(2) 扬沙和沙尘暴的昼夜及季节差异极为显著,但这种差异因地而异。一般地,扬沙和沙尘暴天气多出现于春季的中午至傍晚。

(3) 在1954~1998年的45年间,除青海、内蒙古和新疆的部分地区扬沙和沙尘暴的出现日数呈增长趋势外,我国北方大部分地区扬沙和沙尘暴的出现日数在减少,这种增减趋势通过了信度 α 等于0.05的F检验。

(4) 扬沙、沙尘暴日数与大风日数的年际振荡及多年变化趋势具有一致性,单站相关系数可以达到0.5以上;70年代以后由大风日数减少所引起的扬沙、沙尘暴的减少可能是气候周期性变化的反映。

致谢: 本文得到叶笃正院士、陶诗言院士、丑纪范院士以及中国科学院地学部风沙问题咨询专家组全体专家的热心帮助和支持,陶诗言院士为本文提供了SOI资料,特此致谢。

参考文献(略)