

文章编号: 1000-0534(2004)05-0660-07

中国春季沙尘暴的趋势变化及年代际变化

丁瑞强, 王式功, 尚可政, 杨德保

(兰州大学 资源环境学院西部环境教育部重点实验室, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 利用奇异谱分析等方法, 对北疆等 7 个区春季 1960—2000 年的沙尘暴日数的趋势和周期进行了初步分析, 结果表明: 除北疆区未表现出明显的趋势外, 南疆区等其它 6 个区春季沙尘暴日数变化总的趋势是减少的, 都是在 20 世纪 60 年代和 70 年代偏多, 80 年代沙尘暴开始减少, 90 年代最少; 其中南疆区、河西区和东北区的年代际变化最为明显, 大约是 80 年代初开始沙尘暴明显减少, 其它几个区的年代际变化不是很明显。南疆等大部分地区春季的沙尘暴日数在 70 年代末和 80 年代初发生了由多到少的转变, 基本上与北半球大气环流的调整同步, 这可能是对大气环流调整的响应; 除西藏区有 7.7 年的周期外, 其它 6 个区的周期基本上都集中在准 2 年和 5~6 年两个周期段。

关键词: 沙尘暴; 奇异谱分析; 大气环流

中图分类号: P445+.4 **文献标识码:** A

1 引言

相关研究表明, 全世界有四大沙尘暴多发区, 分别位于中亚、北美、中非和澳大利亚^[1]。我国的沙尘暴区属于中亚沙尘暴区的一部分, 主要发生在北方地区。总的特点是: 西北多于东北地区, 平原(或盆地)多于山区, 沙漠及其边缘多于其它地区。且主要集中在两大区域: 一个位于塔里木盆地的塔克拉玛干沙漠; 从巴丹吉林沙漠东部, 南至甘肃河西走廊, 经腾格里沙漠、乌兰布和沙漠, 至库布齐沙地和毛乌素沙地是另一沙尘暴多发区^[2], 也是我国强沙尘暴发生最多的区域^[3]。沙尘暴对我国国民经济发展和生态环境建设造成了极大的危害, 因此研究沙尘暴的演变规律, 对于提高沙尘暴的预报预警能力, 最大限度地减轻其危害具有重要意义。

沙尘暴的演变规律研究属于沙尘暴研究的基础性工作, 近 10 年来有关学者已做了多方面的探讨^[4~8]。近期周自江^[9]利用较详细的站点资料, 以点面结合的方式, 对中国北方地区沙尘暴和扬沙天气的变化趋势进行了分析, 得出近 45 年来我国大部分地区的沙尘暴和扬沙日数在减少, 只有小部分地区呈增长趋势。钱正安等^[10]对我国沙尘暴的时空分布规律也做了详细分析。但以往的研究偏重于

对沙尘暴变化趋势的分析, 这显然是不够的。如果对我国沙尘暴发生的变化趋势和准周期性有一个全面的认识, 则有助于研究沙尘暴的年际和年代际变率及可预报性, 尤其对沙尘暴的演变规律以及预测至关重要。由于奇异谱分析方法(SSA)具有时频域结合的特点, 它能对时间序列的变化趋势和准周期性做出全面地分析, 表现出比通常的功率谱分析或最大熵谱分析(MESA)更多的优点, 所以本文使用 SSA 方法识别沙尘暴日数序列中的长期倾向、周期振荡成分。

根据统计结果, 沙尘暴主要发生在春季(3~5月)^[3], 所以本文用春季沙尘暴发生日数序列来代替全年的时间序列, 对沙尘暴的趋势和周期进行初步的讨论。

2 资料和方法

沙尘暴数据使用的是 338 个站 1960—2000 年春季沙尘暴(3~5月)出现总日数的资料。对个别站月的缺测值采用简单方式插补, 即该站该月上一年值和下一年值的平均。

众所周知, 沙尘暴的产生是当地特定的下垫面条件、地形和天气系统共同作用的结果。由于不同站点的下垫面条件、地形状况各异, 且处在不同的

收稿日期: 2002-12-22; 改回日期: 2003-06-20

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目(G2000048703); 国家自然科学基金项目(40375015); 中国科学院—日本文部科学省合作项目; 国家自然科学基金重大项目(39990490)共同资助

作者简介: 丁瑞强(1977—), 男, 山东安丘人, 硕士研究生, 主要从事干旱区气象研究

气候区中, 沙尘暴发生的长期趋势和显著振荡周期也不同。对各站进行分析, 计算量太大, 而由 338 个站的平均值分析出的结果又不能显现各周期振荡的显著区域和长期变化趋势的差别。为了克服这个缺点, 我们根据文献[11]的划分方法, 把 338 个站划分为 7 个区, 它们分别是北疆区、南疆区、河西区、柴达木区、河套区、东北区及青藏区(具体范围请参照文献[11])。计算各区的春季平均沙尘暴日数, 并对其进行标准化处理。

奇异谱分析(SSA)是一种广义功率谱分析, 它具有稳定的识别和强化信号的功能, 在识别优势周期信号及强化显示方面, 功能超过最大熵谱分析(MESA)。该方法具有分析过滤器的自适应特点, 通过对窗口长度 M 的限定, 可对振荡的转换进行时间定位, 突出所要求的某种周期信号, 即 SSA 能很好地从时间序列中分离出周期 $< M$ 、谱宽 $< 1/M$ 的振荡, 在气候分析和预测上, SSA 方法正得到广泛的应用^[12-14]。本文使用 SSA 方法识别序列中的长期倾向、周期振荡成分。SSA 的分析对象是一维时间序列, 记为 $x_i, i=1 \sim N$ 。它的 M 阶滞后协方差矩阵为

$$T_x = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & \cdots & x_{i+1} & \cdots & x_{N-M+1} \\ x_2 & x_3 & \cdots & x_{i+2} & \cdots & x_{N-M+2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_M & x_{M+1} & \cdots & x_{i+M} & \cdots & x_N \end{bmatrix}, \quad (1)$$

后延量 M 称为窗口长度或嵌入维数, 它不应超过 $N/3$ 。本文重点分析 10 年以下的周期, 所以取 $M=10$ 。 T_x 的 k 个特征向量 E^k 称为第 k 个时间 EOF(T-EOF), 分量记为 $E_j^k, j=1 \sim M$ 。第 k 个时间主成分(T-PC)为

$$a_i^k = \sum_{j=1}^M x_{i+j} E_j^k, \quad (2)$$

$$0 \leq i \leq N-M, \quad 1 \leq k \leq M.$$

SSA 的主要功能由重建成分(Reconstruction Components, 简称 RC)实现, 由第 k 个 T-EOF 和 T-PC 重建 x_i 的成分记为 x_i^k , 公式为

$$x_i^k = \begin{cases} \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M a_{i-j}^k E_j^k, & M \leq i \leq N-M+1, \\ \frac{1}{i} \sum_{j=1}^i a_{i-j}^k E_j^k, & 1 \leq i \leq M-1, \\ \frac{1}{N-i+1} \sum_{j=i-N+M}^M a_{i-j}^k E_j^k, & N-M+2 \leq i \leq N, \end{cases} \quad (3)$$

所有重建成分(RC)之和等于原序列, 即:

$$x_i = \sum_{k=1}^M x_i^k, \quad i = 1, 2, K, N, \quad (4)$$

截取前 K 个贡献大的成分可近似表示原序列:

$$\hat{x}_i = \sum_{k=1}^K x_i^k, \quad i = 1, 2, K, N. \quad (5)$$

关于识别 RC 是准周期成分还是倾向成分, 详细方法请参阅文献[14], 这里不再赘述。

3 春季沙尘暴日数的年代际变化

为了研究北疆等 7 个区春季沙尘暴日数的年代际变化, 我们分析了从 20 世纪 60 年代到 90 年代春季沙尘暴日数的变化, 并计算了线性趋势系数^[15]。从表 1 和图 1 可以看出: (1)北疆区相比其它 6 个区春季沙尘暴日数较少, 并且也没有表现出明显的趋势性(趋势系数仅为 -0.0029), 60 年代为 0.50, 70 年代维持在 0.54, 80 年代突然增加到 0.94, 90 年代又减少到 0.35, 呈现出与其它 6 个区

表 1 北疆等 7 个区春季沙尘暴日数的年代际变化

Table 1 The interdecadal change of dust storm days in North Xinjing, South Xinjing, Hexi, Caidamu, Hetao, East-north China and Qinghai-Xizang regions(hereafter seven regions) in spring

区域	年代				趋势系数		
	1960—1970	1971—1980	1981—1990	1991—2000	1960—1980	1981—2000	1960—2000 年
北疆区	0.50	0.54	0.94	0.35	0.52	0.65	-0.0029
南疆区	7.93	7.09	5.86	3.14	7.53	4.50	-0.0655
河西区	5.79	6.72	4.66	2.25	6.23	3.46	-0.0557
柴达木区	3.37	4.07	2.73	2.22	3.70	2.47	-0.0412
河套区	3.98	4.54	3.24	1.85	4.25	2.54	-0.0430
东北区	1.32	1.46	0.58	0.17	1.38	0.37	-0.0628
青藏区	2.33	1.47	0.91	0.67	1.92	0.79	-0.0426

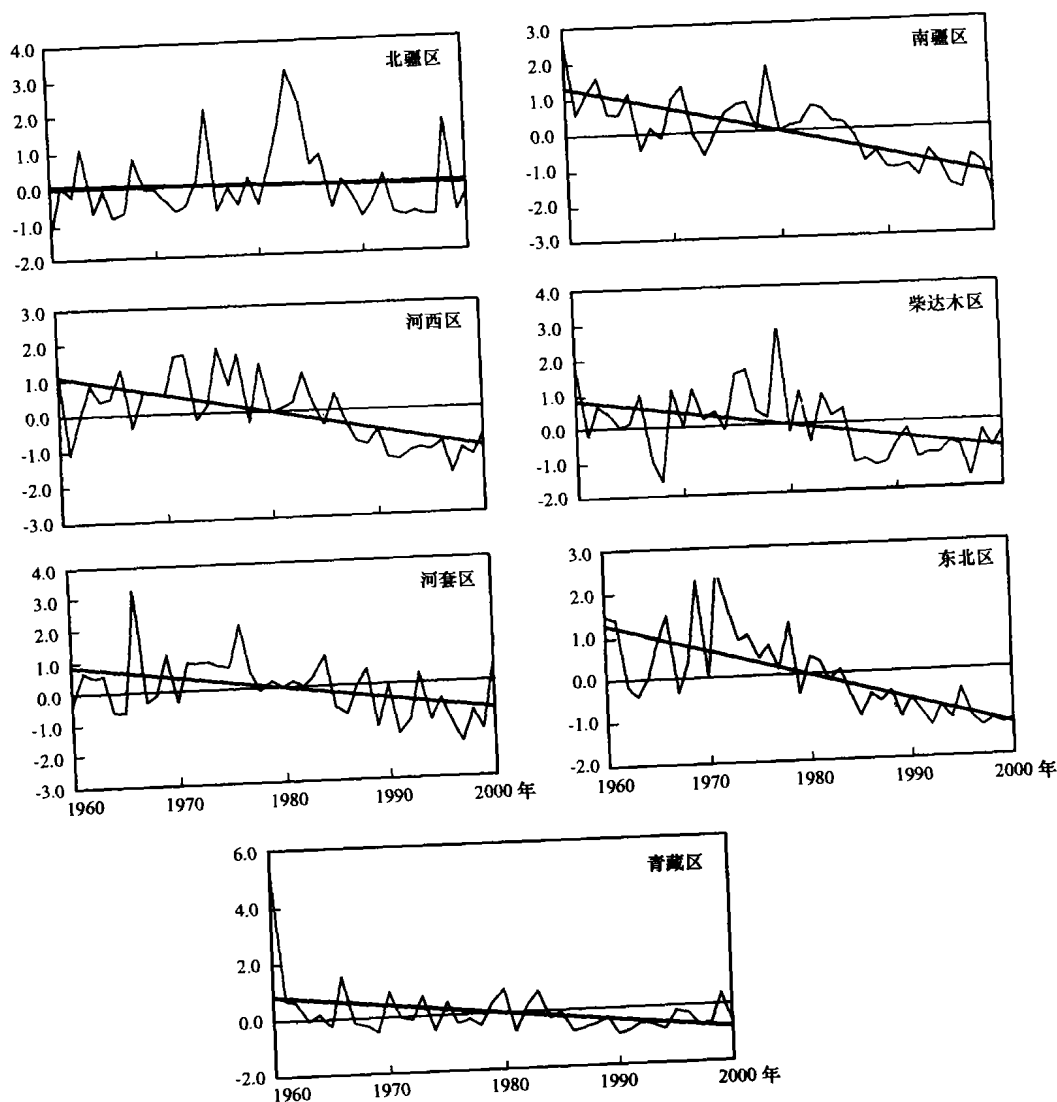


图 1 北疆等 7 个区春季沙尘暴日数的逐年变化

Fig. 1 The interannual variation of dust storm days in seven regions in spring

不同的年代际变化特征。(2) 尽管南疆区等 6 个区春季沙尘暴日数变化各有特点, 但从趋势系数上来看(表 1), 总的趋势都是减少的, 均是在 60 年代和 70 年代偏多, 80 年代偏少, 90 年代最少; 其中南疆区、河西区和东北区的年代际变化最为明显, 大约是 80 年代初开始沙尘暴明显减少, 其它几个区的年代际变化不是很明显。与其它区相比南疆区春季的沙尘暴日数最多, 从 60 年代到 90 年代减少的日数也是最多的, 从 60 年代的 7.93 减少到 90 年代的 3.14, 平均每 10 年减少 0.65。(3) 南疆区等大部分地区春季的沙尘暴日数在 70 年代末和 80 年代初发生了由多到少的转变, 而北半球 500 hPa 高度场也在 70 年代末发生了突变性的调整^[16], 沙尘暴活动的减少是不是对大气环流调整的调整, 已有

学者对此进行了初步的探讨^[17], 但要得出确定性的结论, 还需要作进一步的研究。

4 SSA 结果分析

对北疆等 7 个区春季沙尘暴日数序列分别作 SSA 分析, 得到 10 个特征向量(即典型波型向量), 它们表征了北疆等 7 个区春季沙尘暴日数的主要振荡模态。各时间特征向量(TEOF)所占的方差贡献如表 2 所示。由表 2 可见, 北疆等 7 个区春季沙尘暴日数 SSA 的方差贡献主要集中在前 6 项, 其和超过了 80%。另外南疆区、河西区及东北区第一项就超过了 50%, 收敛速度十分快。根据文献[10]准周期成分和倾向成分的识别方法, 可以求出北疆等 7 个区平均沙尘暴日数的长期倾向成分和显著振荡

表 2 北疆等 7 个区春季沙尘暴日数 SSA 的 10 项方差贡献 (%)

Table 2 Percentage of the 10 terms in SSA total variance of dust storm days in seven regions in Spring

区域	序 号									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
北疆区	22.40	21.12	15.51	10.85	6.94	5.63	5.32	4.98	3.69	3.56
南疆区	55.32	8.38	6.45	6.12	5.90	5.35	4.13	3.88	2.59	1.87
河西区	58.41	8.16	6.88	5.65	4.82	4.04	3.68	3.21	2.82	2.34
柴达木区	36.25	13.51	10.81	8.15	6.78	6.50	5.46	5.11	3.87	3.56
河套区	36.76	14.44	12.83	9.76	7.86	5.33	4.55	3.31	3.14	2.01
东北区	59.47	8.09	7.38	6.76	5.39	3.91	3.52	2.55	1.62	1.30
青藏区	27.14	13.45	11.83	10.29	10.16	7.75	6.62	5.35	4.68	2.74

周期。下面对北疆等 7 个区的趋势性和周期性分别进行讨论。

4.1 趋势性

本文在判别 RC 是否为倾向成分时, 取显著性水平 $\alpha=0.05$ 。表 3 为南疆等 6 个区春季沙尘暴日数的倾向成分及对应的长期倾向。从表 3 可以看出, 6 个区第一个重建成分都通过了显著性检验, 对应的趋势都是下降的。第一个重建成分都有相对较高的方差贡献(见表 2), 说明南疆等 6 个区的春季沙尘暴日数自 1960 年以来有明显的减少趋势。为了深入研究南疆等 6 个区春季沙尘暴日数的减少趋势, 我们分别建立 6 个区的趋势成分序列与年份的一元线性回归方程, 并计算相关系数^[15], 结果见图 2。

表 3 南疆等 6 个区对应 SSA 的趋势成分

Table 3 Trend components of dust storm days in South Xinjiang, Hexi, Caidamu, Hetao, East-north China and Qinghai-Xizang regions (hereafter six regions) corresponding to SSA

	区 域					
	南疆区	河西区	柴达木区	河套区	东北区	青藏区
RC	RC ₁	RC ₁	RC ₁	RC ₁	RC ₁	RC ₁
趋势	下降	下降	下降	下降	下降	下降

图 2 表明, 南疆等 6 个区的春季沙尘暴日数的线性减少趋势明显, 分别为 $-0.062/a$, $-0.057/a$, $-0.034/a$, $-0.048/a$, $-0.06/a$ 和 $-0.043/a$; 其对应的相关系数分别为 -0.92 , -0.87 , -0.74 , -0.89 , -0.93 和 -0.96 ; 都通过了 0.001 的显著性水平(0.49)检验。另外, 从图 2 还可以看出, 南疆等 6 个区的趋势分量都是 20 世纪 60 年代和

70 年代为高位相, 70 年代末、80 年代初演变为低相位, 明显地存在着周期性, 由于资料较短, 对这种较长的周期变化还难以确认。另外, 值得注意的是在我国北方的大部分地区, 如河西区、河套区及柴达木区, 在近几年特别是 2000 年沙尘暴日数又有上升的趋势。这与钱正安等^[5]指出近 50 年来中国北方大部分地区沙尘暴频数在 60~70 年代波动上升, 80~90 年代波动减少, 2000 年后又急剧上升, 未来有可能进入新一轮沙尘暴活动的活跃期的结论基本相同。

我国春季沙尘天气发生日数的减少原因何在? 这可能既有天气变化的因素也有人为的因素, 但是人为因素往往通过自然因素产生作用。天气的变化主要取决于大气环流的态势, 在冬末春初的大风季节, 在全球气候变暖情况下, 雨雪天气的增减(降水量的变化)进而引起天然植被覆盖度变化的增减, 都程度不同地影响着沙尘天气的空间格局和强度。一些学者对我国北方地区沙尘暴活动的减少作出了许多有益的探讨, 尽管他们讨论的是全年沙尘暴的趋势, 但由于春季沙尘暴活动占全年的绝大部分, 因此他们作出的结论同样适用于本文。周自江^[9]从我国北方地区大风日数的减少来解释沙尘暴活动的减少; 王涛等^[17]认为, 20 世纪 70 年代末期后, 冬季东亚大气环流出现突变, 高空东亚大槽偏东偏弱^[18], 致使沙尘暴源区冬春季风速减小, 再加上 80 年代中期后厄尔尼诺事件盛行, 所以 80~90 年代沙尘暴次数偏少; 以后因东亚大槽逐渐恢复到正常偏强状态, 使风速加强, 同时 1999—2000 年已转为拉尼娜年, 因此 2000 年我国北方大部分地区沙尘暴急剧增加。钱正安等^[5]总结了许多人的工作, 从生态环境和降水、风速、大气环流及海温等气象

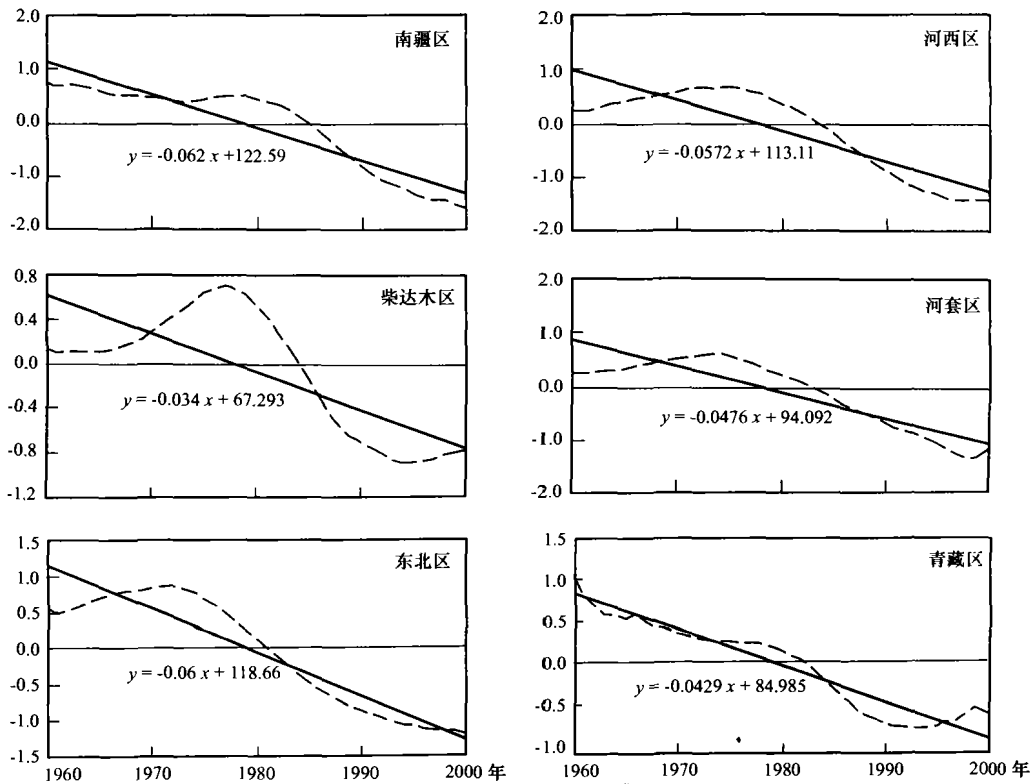


图 2 重建的南疆等 6 个区春季沙尘暴日数的趋势成分 (RC₁)

Fig. 2 Reconstructed trend components of dust storm days in six regions in spring

条件的变化两方面对沙尘暴频数的减少作出了说明, 并指出沙尘暴活动的年代际变化与气象条件和生态环境的变化有关, 特别是气象条件的变化。另外, 由于北疆区和南疆区之间隔着天山, 气象条件的变化有所不同, 更重要的是新疆的人口主要集中在北疆, 人为对生态环境的破坏可能是北疆区的沙尘暴活动没有呈现出明显的下降趋势, 反而在 80~90 年代增加^[15]。

4.2 周期性

北疆等 7 个区春季沙尘暴日数的显著振荡周期及所对应的方差贡献如表 4 所示 (RC_{i,j} 为第 i 和第 j 个重建成分)。总的来说, 周期成分对应的方差贡献都不是很高 (最高仅为 27.7%)。北疆区的周期成分为 RC₄ + RC₅ 和 RC₉ + RC₁₀, 周期分别为 5.8 年和 2.8 年; 南疆区的周期成分为 RC₃ + RC₁ 和 RC₇ + RC₈, 周期分别为 5.3 年和 2.2 年; 河西区的周期成分为 RC₅ + RC₆ 和 RC₇ + RC₈, 周期分别为 4.1 年和 2.4 年; 柴达木区的周期成分为 RC₅ + RC₆ 和 RC₈ + RC₉, 周期分别为 4.0 年和 2.4 年; 河套区的周期成分为 RC₂ + RC₃ 和 RC₆ + RC₇, 周期分别为 2.6 年和 5.3 年; 东北区的周期成分为 RC₅

+RC₆ 和 RC₇ + RC₈, 周期分别为 3.1 年和 2.0 年; 青藏区的周期成分为 RC₉ + RC₁₀, 周期为 7.7 年。

由此可见, 北疆等 7 个区春季沙尘暴日数在近 40 年的长期变化中, 除具有较强的长期变化趋势以外, 还存在明显的周期信号; 虽然各个区所对应的周期有所差别, 但大部分地区 (除西藏区外) 周期都集中在准 2 年和 5~6 年周期段上。对北疆等 7 个区春季沙尘暴日数序列做功率谱分析 (取窗口长度 M=5 年), 功率谱峰值对应的周期如表 5 所示。

表 4 北疆等 7 个区对应 SSA 的显著周期信号及方差

Table 4 The dominant periods of dust storm days in seven regions corresponding to SSA

区域	RC	周期/a	方差/%	RC	周期/a	方差/%
北疆区	RC _{4,5}	5.8	17.79	RC _{9,10}	2.8	7.25
南疆区	RC _{3,1}	5.3	12.57	RC _{7,8}	2.2	8.01
河西区	RC _{5,6}	4.1	8.86	RC _{7,8}	2.4	6.89
柴达木区	RC _{5,6}	4.0	13.28	RC _{8,9}	2.4	8.98
河套区	RC _{2,3}	2.6	27.27	RC _{6,7}	5.3	9.88
东北区	RC _{5,6}	3.1	9.30	RC _{7,8}	2.0	7.86
青藏区	RC _{9,10}	7.7	7.42			

表 5 北疆等 7 个区春季沙尘暴日数序列功率谱分析得到的周期(年)

Table 5 The periods of dust storm days in seven regions in spring obtained by power spectrum analysis

区 域	
北疆区	南疆区 河西区 柴达木区 河套区 东北区 青藏区
周期	10, 2.5 10 10, 2.5 10, 2.5 10, 3.3 10, 2.5 10, 2.5

从表 5 可见, 北疆等 7 个区存在共同的 10 年周期, 除南疆区外其它 6 个区还存在准 2 年的周期; 其中 10 年的周期 SSA 的结果没有, 这可能是因为功率谱在低频段带有红噪声谱的性质, 谱值在低频处出现峰值, 但不一定是可信的周期, 同样强度的谱峰在低频处可信程度较在高频处差, 不如将其看作长期倾向的反映。比较表 4 和表 5, 还可发现 SSA 对周期性的分辨比功率谱分析要精细, 功率谱分析结果受所选的窗口长度的影响很大, 分辨率低, 因此估计出的周期是一个大致的周期, 如北疆区、南疆区及河套区的 5~6 年周期在功率谱分析中都表现不出来。

5 小结

通过对北疆等 7 个区春季沙尘暴日数的趋势和周期进行的初步分析, 发现自 1960 年以来春季沙尘暴日数的趋势和周期存在以下特征:

(1) 北疆区相比其它 6 个区春季沙尘暴日数较少, 并且没有表现出明显的趋势性, 但在 20 世纪 80 年代突然增加, 呈现出与其它 6 个区不同的年代际变化特征; 南疆区等其它 6 个区春季沙尘暴日数变化总的趋势是减少的, 都是在 60 年代和 70 年代偏多, 80 年代和 90 年代偏少; 其中南疆区、河西区和东北区的年代际变化最为明显, 大约是 80 年代初开始沙尘暴明显减少, 其它几个区的年代际变化不是很明显。

(2) 南疆等大部分地区春季的沙尘暴日数在 20 世纪 70 年代末和 80 年代初发生了由多到少的转变, 基本上与北半球大气环流的调整同步, 很可能是对大气环流调整的调整的响应。

(3) 春季沙尘暴日数北疆区有 5.8 年和 2.8 年的周期, 南疆区有 5.3 年和 2.2 年的周期, 河西区有 4.1 年和 2.4 年的周期, 柴达木区有 4.0 年和

2.4 年的周期, 河套区有 2.6 年和 5.3 年周期, 东北区有 3.1 年和 2.0 年的周期, 青藏区有 7.7 年的周期。除青藏区外, 周期都集中在准 2 年和 5~6 年周期段。

参考文献

- [1] 颜宏. 全国沙尘暴天气研讨会会议总结[J]. 甘肃气象, 1993, 11(3): 6-11
- [2] 王式功, 杨德保, 金炯等. 我国西北地区沙尘暴时空分布及其成因分析[C]. 中国科协第二届青年学术年会论文集(资源与环境科学分册). 北京: 中国科学技术出版社, 1995. 364-370
- [3] 钱正安, 贺慧霞, 瞿章等. 我国西北地区沙尘暴的分级标准和个例谱及其统计特征[C]. 见: 方宗义, 朱福康, 江吉喜等编著. 中国沙尘暴研究. 北京: 气象出版社, 1997. 1-10
- [4] 孙军, 姚秀萍. 一次沙尘暴过程锋生函数和地表热通量的数值诊断[J]. 高原气象, 2002, 21(5): 488-494
- [5] 李栋梁, 钟海玲, 魏丽等. 中国北方年沙尘暴日数的气候特征及对春季高原地面感热的响应[J]. 高原气象, 2003, 22(4): 337-345
- [6] 董安祥, 白虎志, 陆登荣等. 河西走廊强和特强沙尘暴变化趋势的初步研究[J]. 高原气象, 2003, 22(4): 422-425
- [7] 王劲松, 李耀辉, 康凤琴等. “4.12”沙尘暴天气的数值模拟及诊断分析[J]. 高原气象, 2004, 23(1): 89-96
- [8] 陈晓光, 张存杰, 董安祥等. 甘肃省沙尘暴过程的划分及统计分析[J]. 高原气象, 2004, 23(3): 374-381
- [9] 周自江. 近 45 年中国扬沙和沙尘暴天气[J]. 第四纪研究, 2001, 21(1): 9-17
- [10] 钱正安, 宋敏红, 李万元. 近 50 年来中国北方沙尘暴的分布及变化趋势分析[J]. 中国沙漠, 2002, 22(2): 106-111
- [11] 王式功, 王金艳, 周自江等. 中国沙尘天气的区域特征[J]. 地理学报, 2003, 58(2): 193-200
- [12] 董安祥, 瞿章, 尹宪志等. 青藏高原东部雪灾的奇异谱分析[J]. 高原气象, 2001, 20(2): 214-219
- [13] 刘建文, 周小刚. SSA 方法在气候时间序列分析和预测中的应用[J]. 气象科技, 1996, 3: 18-22
- [14] 吴洪宝, 段安民. 兰州气温变化长期倾向和振荡的监测及预报试验[J]. 南京气象学院学报, 1998, 21(4): 629-636
- [15] 施能, 陈家宜. 中国近 100 年来 4 个年代际的气候变化特征[J]. 气象学报, 1995, 53(4): 431-439
- [16] 陈辉, 施能, 王永波. 北半球 500 hPa 高度场趋势变化与突变[J]. 热带气象学报, 2000, 16(3): 272-281
- [17] 王涛, 陈广庭, 钱正安等. 中国北方沙尘暴现状及对策[J]. 中国沙漠, 2001, 21(4): 322-327
- [18] 曾红玲, 高新全, 戴新刚. 近 20 年全球冬、夏季海平面气压场和 500 hPa 高度场年代际变化特征分析[J]. 高原气象, 2002, 21(1): 66-73
- [19] 田长彦, 宋郁东, 胡明芳. 新疆荒漠化现状、成因及对策[J]. 中国沙漠, 1999, 19(3): 214-218

Tendency and Interdecadal Changes of Spring Dust Storm in China

DING Rui-qiang, WANG Shi-gong, SHANG Ke-zheng, YANG De-bao

(Department of Atmospheric Science, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Singular spectrum analysis was used to study the trend and period of spring dust storm in seven regions in china where dust storm occurred frequently from 1960 to 2000. The results were as follows: From the beginning of 1960s, the dust storm days in spring appear a downward trend in six regions, except for North Xinjiang region, that is, the dust storm days were more in 1960s and 1970s, but less in 1980s, and the least in 1990s. This might respond to abrupt change of atmospheric circulation in the late 1970s. Its quasi-period for Tibetan region was 7.7 years, in other six regions there were main quasi-bienial and 5~6 years periods.

Key words: Dust storm; Singular spectrum analysis; Atmospheric circulation



欢迎投稿 欢迎订阅

《中国农业气象》是中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所(原农业气象研究所)主办的反映我国农业气象科学研究进展的学术刊物。主要刊登有关农林水产业与气象有关的学术论文、研究报告和国内外有关专题研究动态综合评述等,涉及包括全球变化、区域农业气候、减灾防灾、干旱与节水农业、作物气象与农田小气候、农业病虫害、农业生态环境、电子计算机等高新技术在农业气象上应用等方面的内容。本刊为中央级刊物,为国家科技部"中国科技核心期刊";"中国科学引文数据库来源期刊"核心期刊;"中国学术期刊综合评价数据库"来源期刊;"中国农业科技论文数据库"统计源期刊。欢迎国内外专家、学者、专业人员、大专院校师生投稿和订阅。

《中国农业气象》为季刊,16开本64页,每期单价6.00元,全年24.00元(含邮资)。全国各地邮局订阅,国内刊号CN11-1999/S,邮发代号82-126。也可直接来函到编辑部购买及补订。另目前尚有1979至2002年少量合订本,若有需要可直接与本编辑部联系。

