

文章编号: 1001 - 4675 (2010) 02 - 0217 - 07

大气 - 海洋环流异常对山西省沙尘天气的影响

刘瑞兰¹, 吴占华¹, 任国玉²

(1. 朔州市气象局, 山西 朔州 036001; 2 中国气象局气候研究开放实验室, 国家气候中心, 北京 100081)

摘要: 利用山西省 1961 - 2003 年 15 个站的月沙尘天气日数资料, 对沙尘天气发生的频率与大气 - 海洋环流因子 SOI, NAO, PDO 和 AO 指数的关系进行了分析。结果表明: 与山西平均沙尘日数变化关系比较显著的因子有 PDO 和 AO 指数, 且均呈负相关。在这些环流指数偏高的年份, 对应山西少沙尘天气; 反之, 则多沙尘天气。分析还发现, 山西的沙尘天气事件与 SOI 指数有显著的滞后两年的正响应关系。与 AO 和 PDO 有显著负相关的站点主要分布在西北部到中东部及西南部, 与 SOI 有滞后两年正相关的站点主要分布在中东部和东北部。在此基础上, 讨论了大气 - 海洋系统振动对山西沙尘天气产生影响的可能机制。

关键词: 沙尘天气; 大气 - 海洋; 环流因子; 气候变化; 山西

中图分类号: P445.4 **文献标识码:** A

沙尘天气是半干旱、干旱和荒漠地区特有的一种天气现象, 是在特定的地理环境和下垫面条件下, 由特定的大尺度环流背景和某种天气系统所诱发的一种小概率、危害大的灾害性天气。早在 20 世纪 20 年代起国外就开始了沙尘暴时空分布、成因与结构等方面的研究。

中国对沙尘天气的研究始于 20 世纪 70 年代。沙尘频次变化与环流背景异常有密切关系^[1-4], 环流前景场的调整是随后发生沙尘暴过程的驱动力。研究指出, 当冬、春季 500 hPa 高度场从欧洲北部、乌拉尔地区、到以贝加尔湖为中心至我国北方大部分地区出现“+ - +”距平形势时, 纬向环流占优势, 同时东亚大槽偏弱, 我国北方春季气旋活动偏少而且强度偏弱, 导致华北地区沙尘天气次数偏少^[5-8]。而表征环流背景异常的往往是通过一些环流特征因子的年际变化和年代际变化, 因此分析环流因子与沙尘暴频次的关系对于加深理解沙尘暴频次变率是有意义的。张国宏^[9]等研究指出, 北太平洋海温导致东亚季风的年代际变化是山西降水突变的可能原因。黄阁^[10]等根据辽宁的气候特点, 从沙源、大风、不稳定层结方面分析了辽宁沙尘天气的形成以及时空分布不均的原因。田庆明^[11]等对沙尘暴过程高空温湿结构和大气稳定度作了分析。还有学者从环流因子与沙尘暴频次的关系方面做了许多研究。如文献^[12]指出, 近 10 年来在 PNA 增强 WA

减弱的背景下, 亚洲 (亚欧) 地区一直维持经向环流减弱和纬向环流加强的趋势。经向环流减弱和纬向环流增强, 很可能使得沙尘暴不易发生。北极涛动的强弱和位相变化对地面天气变率有显著影响, 当北极涛动为强的正位相时, 中高纬度西风环流平直, 东亚大槽偏弱, 相应的环流异常就不利于华北沙尘暴活动^[13-15]。ENSO 事件通过影响环流异常, 进而影响沙尘暴频次^[16]。亚洲冬季风与厄尔尼诺事件有密切关系。一般认为, 厄尔尼诺现象发生时, 全球平均温度会升高, 东亚冬季风的强度一般比较弱, 沙尘天气较少, 而在拉尼娜年则相反。在年代际尺度上热带东太平洋海表水温高时, 沙尘天气少, 而水温低时, 沙尘天气则多^[17-18]。PDO 暖事件发生后, 暖信号从北太平洋中部入侵到热带太平洋, 导致 ENSO 事件频繁爆发^[19]; 或通过海气间相互作用, 亚洲北部大部分区域受弱西伯利亚高压控制, 冬季增温明显^[20], NAO 偏高时, 亚洲大陆气温显著偏暖^[21-22]。前冬北极涛动指数高时, 东亚冬季风偏弱, 西伯利亚冷空气活动减弱, 冬季气温偏高, 则次年沙尘天气多; 反之亦然^[23]。李海英^[24]等研究表明, 前期南方涛动处在正位相时, 春季沙尘暴偏多, 反之亦然。邹旭恺等^[25]利用 1982 - 2001 年中国北方的植被指数与春季沙尘暴资料, 指出中国北方春季的植被状况与春季沙尘暴日数和春季受沙尘暴影响的面积存在负相关, 在内蒙古中东部和新疆夏季

收稿日期: 2008 - 12 - 11; 修订日期: 2009 - 10 - 05

基金项目: 科技部“十五”科技攻关项目课题 (2001BA611B - 01) 资助

作者简介: 刘瑞兰 (1969 -), 女, 山西朔州人, 工程师, 主要从事短期气候预测工作。E - mail: liurl691113@163.com

的植被条件还能影响下一年春季沙尘暴的发生。

可见,沙尘天气的多少与降水、气温、风、湿度、雪盖等气候因子和土壤、植被等地理条件有关,并与地面场、高度场、太平洋热带海温、副高等因子存在遥相关。沙尘天气的多少在很大程度上与大尺度环流背景有关,这可能是大气-海洋环流异常变化的间接影响所致。但总体上看,已有的研究对于作为大气环流外强迫条件的海温或与东亚季风有密切关系的海气耦合系统异常变化的影响关注不多,本文对此进行区域性的初步分析。

1 资料和方法

1.1 资料

浮尘因其对大气能见度的影响或人们对人们生产、生活的影响程度较小,这里不作讨论。文中所提到的沙尘天气日数是指扬沙和沙尘暴天气日数之和。研究范围为山西省。考虑到沙尘资料序列的均一性,资料开始统计年份选定1961年,因为1961年以后的沙尘暴记录规范、详细且日界一致,站点密度也大,截止年份为2003年。资料来源于国家气象信息中心气候资料室,包括43年山西18个基本站的逐年逐月扬沙、沙尘暴记录。在求单站沙尘日数与有关环流指数年序列的相关时,对山西省18个站点的资料进行了筛选,去掉1961-2003年有缺测资料或建站时间晚于1961年或后几年已撤销的站点,最后选出有完整记录的站点共15个,站点分布见图1。

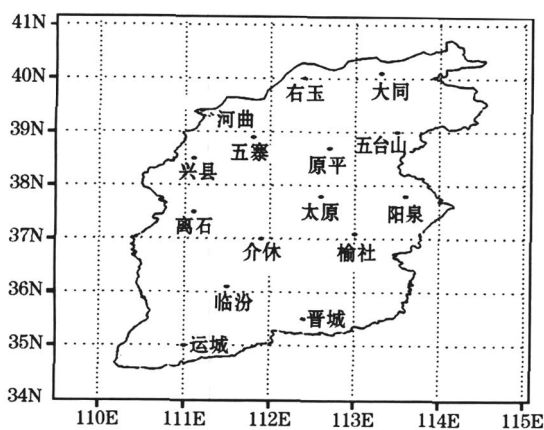


图1 山西省境内所选站点分布

Fig 1 Distribution of the selected meteorological stations in Shanxi Province

南方涛动指数(SOI)序列来自于澳大利亚国家气候中心(NCC)逐年逐月SOI指数值。北大西洋涛

动(NAO)指数序列来源于CRU(East Anglia大学气候研究中心)的逐年逐月的NAO指数值,时间为1961-2003年。太平洋年代际振荡(PDO)指数来源于CPC(美国NOAA气候预测中心)的逐年逐月的PDO指数标准化值。北极涛动(AO)指数源于CPC/NOAA的逐年逐月AO指数序列。以上各指数序列的长度均为1961-2003年。

1.2 方法

相关分析是用相关系数来表示两个变量间的相互关系。为了判定沙尘与大气-环流因子之间关系的密切程度,文中主要采用了相关系数值的统计计算及*t*检验方法^[26]。相关系数的计算公式如下:

$$r_{12} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{x}_1)(x_{2i} - \bar{x}_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{x}_1)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{2i} - \bar{x}_2)^2}}$$

式中: r_{12} 为两组变量的相关系数, n 为样本数, x_1 为变量1, x_2 为变量2, \bar{x}_1 、 \bar{x}_2 分别为变量1、2的平均值。

计算出相关系数后,用*t*检验方法来判断相关是否在某一水平显著,相关系数的临界值计算如下:

$$r_c = \frac{t}{\sqrt{n-2+t^2}}$$

式中: r_c 为相关系数的临界值; n 为样本数; t 为自由度 $n-2$ 和显著水平的*t*检验值。

2 大气-海洋环流因子与山西沙尘日数的关系

2.1 SOI因子

南方涛动(Southern Oscillation)是指热带太平洋、印度洋之间大气质量的一种大尺度起伏振荡。南方涛动强弱用南方涛动指数SOI表示。在厄尔尼诺年,SOI为负;在拉尼娜年,SOI为正。

计算山西平均的逐年沙尘日数与SOI指数的逐年平均值的相关系数,其结果为0.187,没有通过信度检验。但计算SOI指数与滞后2年的沙尘日数的相关系数,其结果为0.320,通过了95%的信度水平检验。可见,在晚于SOI高指数值2年时,山西一般多沙尘天气;晚于SOI指数低值2年时,山西一般少沙尘天气。从图2可以看出,两者有明显的滞后正相关性,并且在SOI指数高值期,即拉尼娜占优势的20世纪60-70年代,山西多沙尘天气;而在厄尔尼诺占优势的80-90年代,山西少沙尘天气。

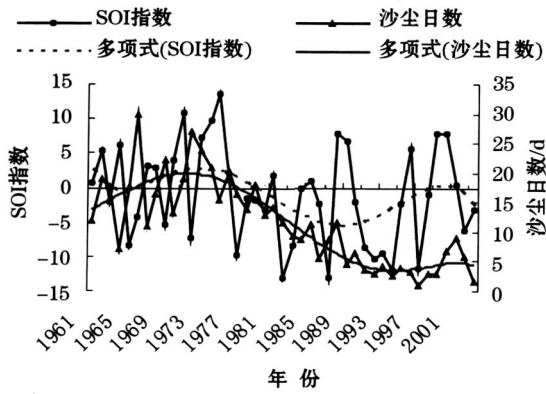


图 2 1961 - 2003年年平均 SOI 指数与年平均沙尘日数变化

Fig 2 Annual days of occurring dust weather over Shanxi Province and SOI during the period of 1961 - 2003

计算同年份 SOI 指数与山西地区 15 个单站沙尘日数序列的相关性,其中 14 个呈正相关,仅五台山一站呈弱的负相关,说明厄尔尼诺年山西一般少沙尘,拉尼娜年山西一般多沙尘。进一步计算滞后 2 年的沙尘日数单站序列与 SOI 指数的相关性,15 个站点均呈正相关,且能通过 95% 信度水平检验的站点有 4 个,分别是右玉 (0.314)、大同 (0.356)、太原 (0.346) 和阳泉 (0.351)^[27]。

因此,沙尘日数在滞后 2 年的情况下与 SOI 指数具有较显著的正相关关系。从单站来看,这种显著正相关点主要分布在山西中东部和东北部,而在西南部南方涛动对滞后 2 年的沙尘天气的发生频率影响不明显 (图 3)。

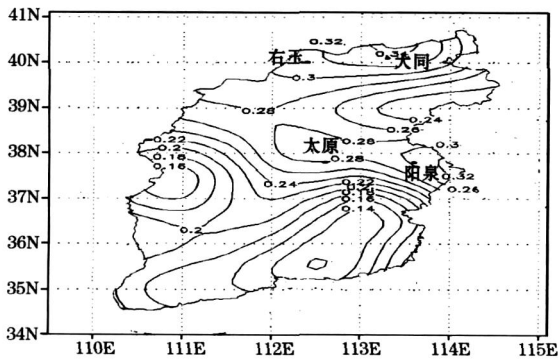


图 3 SOI 指数与滞后 2 年的山西省沙尘日数序列的相关系数等值线及通过 95% 信度检验的站点分布

Fig 3 Isolines of the correlation coefficients between SOI and the 2-year-lagged dust weather frequency in Shanxi Province; the meteorological stations with significant correlation coefficient at 95% confidence level are showed

2.2 NAO 因子

北大西洋涛动 (NAO) 指亚速尔高压和冰岛低压之间气压的反向变化关系,即当亚速尔地区气压偏高时,冰岛地区气压偏低;反之亦然。分别计算了 15 个站点逐年沙尘日数与年平均 NAO 指数的相关系数,其中呈负相关的站点有 14 个,仅榆社一站呈弱的正相关,负相关性较明显的点有临汾 (-0.233)、原平 (-0.213)、右玉 (-0.211)。因 15 个站点与 NAO 指数的相关系数均未通过显著性检验,所以总体上看 NAO 指数与山西单站沙尘天气日数的相关性并不明显。

计算山西省区域平均沙尘日数序列与 NAO 指数序列的相关系数,两者逐年的相关程度不是很明显,相关系数为 -0.213。由图 4 可见,NAO 指数与沙尘日数在年代尺度上呈反位相关系。这表明,当亚速尔高压偏高或冰岛低压偏低时 (即北大西洋涛动指数高时),山西沙尘天气事件一般偏少;反之亦然。

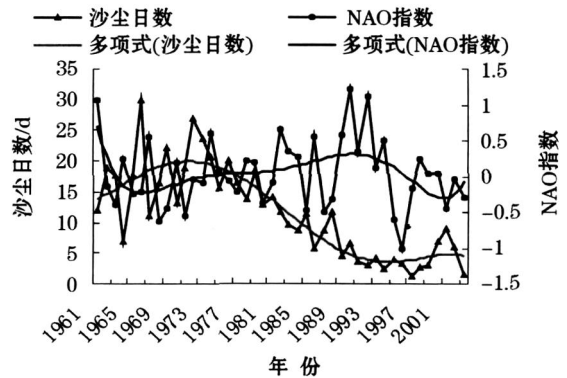


图 4 1961 - 2003年年平均 NAO 指数与山西省年平均沙尘日数变化

Fig 4 Annual days of occurring dust weather over Shanxi Province and NAO index during the period of 1961 - 2003

2.3 PDO 因子

太平洋 10 年涛动 (PDO) 是存在于太平洋 SST 变率中的一种低频模态。近 100 多年来, PDO 指数已出现了两个完整的周期,其中第二周期的“冷位相”出现于 1947 - 1976 年,1977 - 2000 年为“暖位相”^[28]。最近 20 多年欧亚大陆气候的明显变暖正好与 PDO 的“暖位相”对应。有研究^[29]认为,这种年代际的海表水温异常与 ENSO 事件之间存在内在的联系。

由图 5 可以看出,在年代尺度上 PDO 指数与沙尘日数大体呈反位相的变化特征。20 世纪 60 - 70

年代,山西沙尘日数偏多,对应的 PDO 指数比较低;而 80 - 90 年代,山西沙尘日数减少,对应着 PDO 高指数时期。计算山西省平均的年沙尘日数逐年序列与 PDO 指数的相关系数,得到结果为 - 0.440,通过了 95%置信度的检验。当分别求单站沙尘日数与 PDO 指数的相关系数时,发现均呈负相关,通过 95%置信水平检验的点多达 9 个(图 6),占参与计算站点总数的 60%。这些站点分别为右玉、河曲、五寨、兴县、原平、太原、阳泉、临汾、运城。

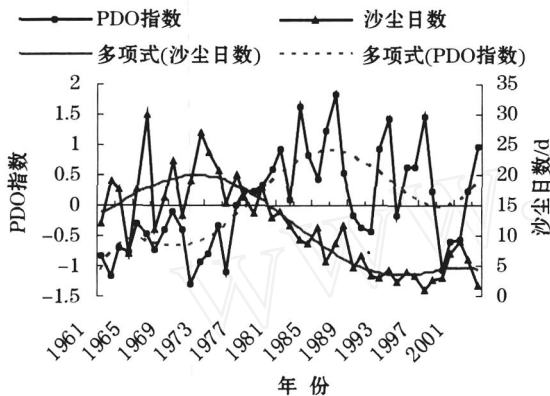


图 5 1961 - 2003 年年平均 PDO 指数与年平均沙尘日数变化曲线图

Fig 5 Annual days of occurring dust weather over Shanxi Province and PDO index during the period of 1961 - 2003

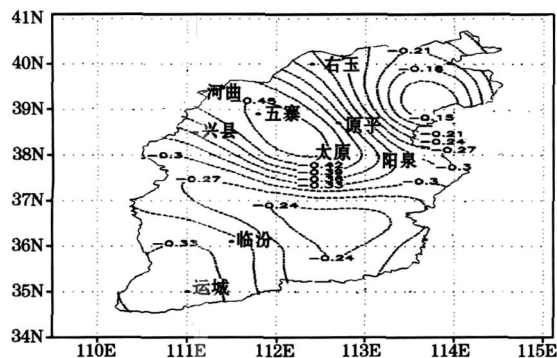


图 6 山西省沙尘日数与 PDO 指数序列的相关系数等值线及通过 95% 信度检验的站点分布

Fig 6 Isolines of the correlation coefficients between PDO and dust weather frequency in Shanxi Province; the meteorological stations with significant correlation coefficient at 95% confidence level are showed

可见,山西大部分站点沙尘天气频率与 PDO 指数呈显著的负相关,表明当 PDO 指数大的年份,这些站点沙尘天气少;反之则多沙尘天气。这种显著负相关点主要分布在西北部到中东部及西南部。与 NAO 比较,山西单站年沙尘频率与 PDO 指数具有

显著负相关的站数明显偏多,有很多点表现出了较好的相关性。

2.4 AO 因子

北极涛动 (Arctic Oscillation) 与 NAO 本质上是一致的,是同一事物不同侧面的表现,实际上反映的都是中纬度西风的强弱。AO 涉及范围更大,而 NAO 主要表现在北大西洋区域。

山西省年平均沙尘日数与年平均 AO 指数的变化与 NAO 和 PDO 一致,年沙尘日数与 AO 也呈明显的反位相年代际变化特征(图略)。对两者求相关,其结果为 - 0.411,通过了 95%置信度的检验。计算前冬季北极涛动指数与山西平均年沙尘日数的相关系数,得到的结果是 - 0.305,也通过了 95%置信度的检验。因此,当年或前冬季的 AO 指数增强时,山西少沙尘天气;而当年或前冬季 AO 指数减弱时,山西则多沙尘天气。

山西各单站的年平均沙尘日数与 AO 指数均呈负相关,能通过 95%信度检验的点有 9 个(图 7),主要分布在山西的西北部和西南部,占全部站点数的 3/5。这些站点分别为右玉、河曲、兴县、原平、阳泉、介休、临汾、运城、阳城。其在空间分布上与 PDO 影响范围非常相似,比 NAO 的影响区域明显扩大。

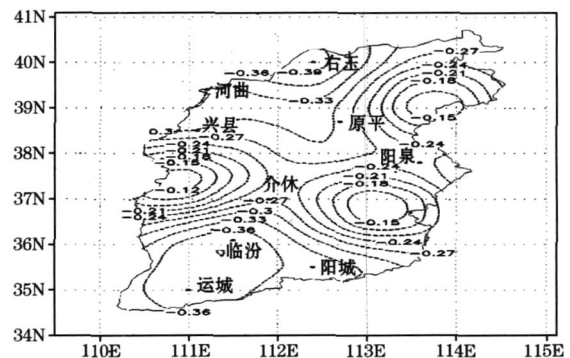


图 7 山西省沙尘日数与 AO 指数序列的相关系数等值线及通过 95% 信度检验的站点分布

Fig 7 Solines of the correlation coefficients between AO and dust weather frequency in Shanxi Province; the meteorological stations with significant correlation coefficient at 95% confidence level are showed

3 应用与检验

通过以上分析,各环流因子对山西省沙尘气候预测有很好的指示性,归纳起来如图 8 所示。

在实际业务应用中,综合其他气候因子,通过逐步回归建立了山西沙尘气候预测模型,其中前期的

最优回归因子前年的 SOI 指数对方程的贡献率很大,所建立模型的预报值与实况值的相关系数达 0.729,在区域性沙尘的短期气候预测中很具代表性和指示意义。

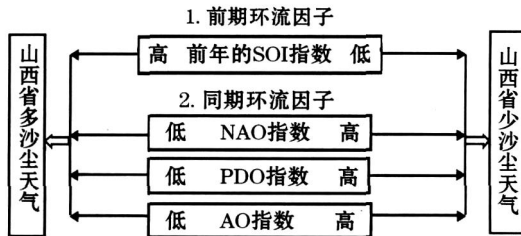


图 8 环流因子与山西省沙尘气候预测的概念模型

Fig 8 The conceptual model for predicting dust weather frequency over Shanxi Province using the circulation factors

4 结论

(1) SOI 指数与山西沙尘日数的相关分析表明,在年际尺度上两者同年的正相关性不如滞后 SOI 2 年的相关性显著。在晚于 SOI 高指数值 2 年时,山西一般多沙尘天气;在晚于 SOI 指数低值 2 年时,一般少沙尘天气。呈显著正相关的站点主要分布在中东部和东北部,而在西南部南方涛动对滞后 2 年的沙尘天气发生频率的影响不明显。

(2) 在年代际尺度上,山西平均的沙尘日数与 NAO 具有负响应关系,NAO 偏高时,冷空气活动弱,山西少沙尘天气;NAO 偏低时,则多沙尘天气。而在年际尺度上两者的负相关性不太显著,能通过显著性检验的站点也没有。

(3) 在年际或年代际变化中,山西的沙尘天气与 PDO 指数值有较好的负响应关系,对应山西少沙尘天气。这种显著负相关点主要分布在西北部到中东部及西南部。

(4) 山西单站及全区平均沙尘日数的逐年序列与年 AO、前冬季 AO 指数的负相关性很好。前冬季北极涛动指数高时,冬季气温偏高,则次年沙尘天气多;反之亦然。通过信度检验的点在空间分布上与 PDO 影响范围非常相似。

参考文献 (References):

[1] 王可丽,江灏,吴虹,等. 2001 年春季中国北方沙尘暴的环流动力结构分析 [J] 高原气象, 2002, 21 (3): 303 - 308. [Wang Keli, Jiang Hao, Wu Hong, et al Circulation dynamical structure in course of dust storm occurrence in north China in spring of 2001

[J] Plateau Meteorology, 2002, 21 (3): 303 - 308.]

- [2] 钟海玲,李栋梁. 中国北方 4 月沙尘暴与西风环流的关系 [J] 高原气象, 2005, 24 (1): 104 - 111. [Zhong Hailing, Li Dongliang Relationship between sand-dust storm in northern China in April and westerly circulation [J] Plateau Meteorology, 2005, 24 (1): 104 - 111.]
- [3] 陈楠, 滕晓光, 赵光平, 等. 宁夏不同强度沙尘暴环流差异特征的对比分析 [J] 高原气象, 2006, 25 (4): 680 - 686. [Chen Nan, Dong Xiaoguang, Zhao Guangping, et al Analysis on circulation difference of sandstorms with different intensities in Ningxia [J] Plateau Meteorology, 2006, 25 (4): 680 - 686.]
- [4] 彭维耿, 陈楠. 宁夏多、少沙尘暴年 4 月平均环流特征的对比分析 [J] 高原气象, 2002, 21 (6): 599 - 603. [Peng Weigeng, Chen Nan Contrast analysis of April general circulation between more and less sandstorm years in Ningxia [J] Plateau Meteorology, 2002, 21 (6): 599 - 603.]
- [5] 郑新江, 杨义文, 李云. 北京地区沙尘天气的某些特征分析 [J] 气候与环境研究, 2004, 9 (1): 14 - 23. [Zheng Xinjiang, Yang Yiwen, Li Yun Some characteristics of dust storm weather affecting Beijing [J] Climatic and Environmental Research, 2004, 9 (1): 14 - 23.]
- [6] Qian W H, Quan L S, Shi S Y. Variations of the dust storm in China and its climat control [J] Journal Climate, 2002, 15: 1 216 - 1 229.
- [7] 林朝晖, 陈红, 张时煌, 等. 2003 年春季中国沙尘天气异常的气候环流背景 [J] 气候与环境研究, 2004, 9 (1): 191 - 202. [Lin Zhaohui, Chen Hong, Zhang Shihuang, et al Climatic and environmental background for the anomalous spring sandstorms over the northern China during 2003 [J] Climatic and Environmental Research, 2004, 9 (1): 191 - 202.]
- [8] 尤凤春, 史印山, 付桂琴, 等. 河北省沙尘暴天气成因分析 [J] 高原气象, 2005, 24 (4): 642 - 647. [You Fengchun, Shi Yinsan, Fu Guiqin, et al Analyses on cause of sand storm weather formation in Hebei province [J] Plateau Meteorology, 2005, 24 (4): 642 - 647.]
- [9] 张国宏, 郭慕萍, 赵海英, 等. 近 45 年山西省降水变化特征 [J] 干旱区研究, 2008, 25 (6): 108 - 112. [Zhang Guohong, Guo Muping, Zhao Haiying, et al Study on the change of precipitation in Shanxi province since recent 45 years [J] Arid Zone Research, 2008, 25 (6): 108 - 112.]
- [10] 黄阁, 盛永. 辽宁省沙尘天气分析 [J] 干旱区研究, 2008, 25 (4): 146 - 151. [Huang Ge, Sheng Yong Analysis on dust weather in Liaoning province [J] Arid Zone Research, 2008, 25 (4): 146 - 151.]
- [11] 田庆明, 马廷德, 刘晓云, 等. 强沙尘暴过程高空温湿结构和大气稳定度分析 [J] 干旱区研究, 2008, 25 (5): 96 - 100. [Tian Qingming, Ma Tingde, Liu Xiaoyun, et al Analysis on the upper-air temperature, humidity, wind speed and heat stability during a sandstorm [J] Arid Zone Research, 2008, 25 (5): 96 - 100.]
- [12] 林振敏, 施能. 北半球冬季大气环流遥相关型特征与我国区域气候 [J] 气象科技, 2004, 32 (5): 333 - 342. [Lin Zhenmin, Shi Neng Characteristics of winter atmospheric teleconnection patterns in northern hemisphere and their effects on climate in China [J]

- Meteorological Science and Technology, 2004, 32(5): 333 - 342.]
- [13] Gong D Y, Mao R, Fan Y D. East asian dust storm and weather disturbance, Possible links to the arctic oscillation [J] Journal of Geophysical Research Atmosphere, 2006, 26: 1 379 - 1 396.
- [14] 毛睿, 龚道溢, 范一大, 等. 春季天气变率长期变化对华北沙尘暴频次的影响 [J] 地理学报, 2005, 60(1): 12 - 20. [Mao Rui, Gong Daoyi, Fan Yida, et al Influences of synoptic variability on spring sand storm frequency in north China [J] Acta Geographica Sinica, 2005, 60(1): 12 - 20.]
- [15] 宋连春, 俞亚勋, 孙旭映, 等. 北极涛动与我国北方强沙尘暴的关系 [J] 高原气象, 2004, 23(6): 835 - 839. [Song Lianchun, Yu Yaxun, Sun Xuying, et al Relationship between arctic oscillation and spring severe sandstorm in north China [J] Plateau Meteorology, 2004, 23(6): 835 - 839.]
- [16] Gao Tao, Su L J, Ma Q X, et al. Climatic analyses on increasing dust storm frequency in the springs of 2000 and 2001 in Inner Mongolia [J] International Climatology, 2003, 23: 1 743 - 1 755.
- [17] 张仁健, 韩志伟, 王明星, 等. 中国沙尘暴天气的新特征及成因分析 [J] 第四纪研究, 2002, 22(4): 374 - 380. [Zhang Renjian, Han Zhiwei, Wang Mingxing, et al Dust storm weather in China: New characteristics and origins [J] Quaternary Sciences, 2002, 22(4): 374 - 380.]
- [18] 李跃清, 董文林. 东亚冬季风异常与 ENSO 事件及其预测意义 [J] 成都气象学院学报, 1999, 14(1): 14 - 19. [Li Yueqing, Tong Wenlin Anomalies of east Asian winter monsoon and ENSO and its prediction value [J] Journal of Chengdu University of Information Technology, 1999, 14(1): 14 - 19.]
- [19] Jacobs GA, Hurlburt H E, Kindle J C, et al Decadal-scale trans-Pacific propagation and warming effects of an El Niño anomaly [J] Nature, 1994, 370: 365 - 370.
- [20] 据建华, 任菊章. 冬季太平洋海温的年代际变化对亚洲地表气温异常的影响 [J] 气象科学, 2005, 25(1): 18 - 25. [Ju Jianhua, Ren Juzhang Possible impacts of winter north pacific surface sea temperature fields on surface air temperature fields in Asia [J] Scientia Meteorologica Sinica, 2005, 25(1): 18 - 25.]
- [21] 王永波, 施能. 近 45 a 冬季北大西洋涛动异常与我国气候的关系 [J] 南京气象学院学报, 2001, 24(3): 315 - 322. [Wang Yongbo, Shi Neng Relation of north atlantic oscillation anomaly to China climate during 1951 - 1995 [J] Journal of Nanjing Institute of Meteorology, 2001, 24(3): 315 - 322.]
- [22] 唐红玉, 翟盘茂, 常有奎, 等. 中国北方春季沙尘暴频数与北半球 500 hPa 高度场的 SVD 分析 [J] 中国沙漠, 2005, 25(4): 570 - 576. [Tang Hongyu, Zhai Panmao, Chang Youkui, et al SVD analysis between northern hemisphere 500 hPa heights and spring duststorms over northern China [J] Journal of Desert Research, 2005, 25(4): 570 - 576.]
- [23] 何春, 何金海. 冬季北极涛动和华北冬季气温变化关系研究 [J] 南京气象学院学报, 2003, 26(1): 1 - 7. [He Chun, He Jinhai Relation between arctic oscillation and north China air temperature in winter [J] Journal of Nanjing Institute of Meteorology, 2003, 26(1): 1 - 7.]
- [24] 李海英, 高涛, 薄玉华, 等. 内蒙古中西部春季沙尘暴预测初探 [J] 气象, 2003, 29(10): 22 - 25. [Li Haiying, Gao Tao, Bo Yuhua, et al Study of climatic factors and prediction of spring duststorms in central-western Inner Mongolia [J] Meteorological Monthly, 2003, 29(10): 22 - 25.]
- [25] Zou Xukai, Zhai Panmao. Relationship between vegetation coverage and spring duststorms over northern China [J] Journal of Geophysical Research, 2004, 109(15): 1 829 - 1 842.
- [26] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法 [M] 北京: 气象出版社, 2004: 1 - 50. [Huang Jiayou Meteorological Statistical Analysis and Forecasts Method [J] Beijing: Meteorology Press, 2004: 1 - 50.]
- [27] 刘瑞兰, 任国玉, 吴占华, 等. 山西省沙尘天气的相关气候因子分析及预测模型的建立 [J] 干旱气象, 2009, 27(2): 111 - 117. [Liu Ruilan, Ren Guoyu, Wu Zhanhua, et al Analysis on the correlation climatic factors and establishment of the prediction model for dust storm events in Shanxi province [J] Journal of Arid Meteorology, 2009, 27(2): 111 - 117.]
- [28] 王东晓, 谢强, 刘赞, 等. 太平洋年代际海洋变率研究进展 [J] 热带海洋学报, 2003, 22(1): 76 - 83. [Wang Xiaodong, Xie Qiang, Liu Yun, et al A research review of interdecadal climate variability in Pacific Ocean [J] Journal of Tropical, 2003, 22(1): 76 - 83.]
- [29] 龚道溢, 王绍武. 近百年北极涛动对中国冬季气候的影响 [J] 地理学报, 2003, 58(4): 559 - 568. [Gong Daoyi, Wang Shaowu Influence of arctic oscillation on winter climate over China [J] Acta Geographica Sinica, 2003, 58(4): 559 - 568.]

Effect of Atmospheric-ocean Circulation Fluctuation on the Frequency of Dust Weather over Shanxi Province

LU Rui-lan¹, WU Zhan-hua¹, REN Guo-yu²

(1. Shuozhou Meteorological Bureau, Shuozhou 036001, Shanxi Province, China;

2. Open Laboratory for Climate Research, National Climate Center, China Meteorological Administration, Beijing 100081, China)

Abstract: Dust weather occurs usually over the semiarid, arid and desert areas. Days of occurring dust weather are related to the background of large-scale circulations to a great extent. It is possibly attributed to atmospheric-o-

cean fluctuation. In this paper, the relationship between annual days of occurring dust weather including wind-blown sand and sandstorm over Shanxi Province during the period from 1961 to 2003 and indices, i.e., NAO, PDO, AO and SOI indicating atmosphere-ocean system fluctuation is analyzed. The annual days of occurring dust weather were calculated by using the monthly data from 15 meteorological stations in the province. Correlation coefficient is used to describe the close degree of dust weather and atmosphere-ocean circulation factors. The results show that the quasi-periodic variation of global atmosphere and oceans might play an important role in the development and change of dust weather events in the region. It is found that there are the significant negative correlations between annual days of occurring dust weather over the study area and the PDO and AO indices. It is also found that there is a significant positive correlation between 2-year-lagged annual days of occurring dust weather and SOI index. The stations with significant negative correlation between the annual days of occurring dust weather and the PDO and AO indices are mainly located in the northwestern, central-eastern and southwestern parts of the province, but the ones with positive correlation between the 2-year-lagged annual days of occurring dust weather and the SOI index are mostly distributed in the central-eastern and northeastern parts. On which the possible mechanisms of effect of atmospheric-ocean fluctuation on dust weather over Shanxi Province are discussed.

Key words: dust weather; atmospheric-ocean; circulation factor; climate change; Shanxi Province

拾 零

人类活动影响全球变暖有待研究

联合国政府间气候变化专家委员会 (IPCC) 发布报告指出, 人类活动排放的温室气体是导致近 50 年来全球变暖的主要原因, 世纪末全球气温将上升 2°C 。对这一为众多政治家和部分科学家广泛认可的观点, 中国科学家、北京大学大气科学系钱维宏教授提出不同看法, 他认为人类活动不是全球变暖的主因, 本世纪的全球平均温度最多上升 0.6°C , 不可能达到 2°C 的阈值。

钱维宏认为, “人类活动导致全球变暖说” 缺乏科学的时间尺度基准, 仅仅凭最近几十年的温度趋势和二氧化碳浓度的迅速增加不能预报未来百年温度变化, 而近期的趋势也会受到自然的影响而改变趋势。

他认为, 温度随时间的变化就像由不同尺度的波动叠加形成。短期几天到几周的温度变化主要是大气内部的热量调整和重新分配的过程。季节以上时间尺度的温度变化应该体现出太阳辐射和大气下垫面海洋与陆地的多时间尺度的变化。太阳辐射和海洋温度的年代际变化是影响全球温度长期变化的重要原因。

钱维宏提出, 包括海洋变化和太阳辐射强迫等 4 个因素变化振动, 将会影响全球气温随之起伏。在 2004 年以来的中德和中英气候变化会议上及 2006 年发表的论文中, 钱维宏提出了“长期趋势和短期振荡” 的观点。

他提出, 全球温度具有 20 年尺度的振荡, 本世纪之交的 10 年形成了过去千年中首次的上述 4 个振荡相位相同的叠加, 即共振现象。这也就形成了国际社会关注的全球增暖以及在峰值附近的 10 年际温度暖平台现象。

根据长期趋势和短期振荡模型分析, 钱维宏认为, 过去 150 年中全球增暖是存在的, 增暖的幅度是每百年 0.44°C 。考虑到百年增暖 0.44°C 的长期趋势和年代际自然振荡, 到本世纪末, 全球平均温度最多上升 0.6°C , 不可能上升 2°C 或更高。2030 年, 将会出现全球温度的小谷底, 而温度自然变化的峰值会在 21 世纪 60 年代出现, 那时也不会超过 0.6°C 。