

文章编号: 1000-694X(2007)04-0672-05

## 河西走廊沙尘活动对兰州 $PM_{10}$ 浓度的影响及其评估

陶健红<sup>1</sup>, 黄玉霞<sup>1</sup>, 陆登荣<sup>2</sup>

(1. 兰州中心气象台, 甘肃 兰州 730020; 2. 甘肃省气象信息网络中心, 甘肃 兰州 730020)

**摘 要:** 通过分析 2001—2005 年河西走廊沙尘活动对兰州  $PM_{10}$  浓度的影响并对其进行评估, 得出如下结论: 兰州的  $PM_{10}$  浓度具有双峰值特征, 两个峰值分别出现在冬半年的 12 月和 3 月, 河西沙尘发生次数呈单峰型变化, 峰值出现在 4 月, 达到 9.8 次, 对比两者的变化可知, 河西沙尘活动的峰值对应春季兰州  $PM_{10}$  浓度的次高峰。研究认为, 冬季特殊边界层条件是造成兰州  $PM_{10}$  浓度高峰值的主要原因; 春季河西沙尘发生次数与同期兰州  $PM_{10}$  浓度呈显著正相关, 沙尘暴活动的多发对应兰州  $PM_{10}$  浓度次峰值。沙尘指数的定量分析认为, 兰州年度(3 月, 4 月)  $PM_{10}$  浓度的 16.4%(32.0%, 47.1%) 与河西走廊沙尘活动的影响有关系; 兰州年度(3 月, 4 月)  $PM_{10}$  质量浓度中的 8.8%(13.9%, 23.1%) 是河西走廊沙尘活动向兰州输送  $PM_{10}$  颗粒的结果; 河西走廊的沙尘活动能使兰州沙尘影响日  $PM_{10}$  浓度增加数倍。河西走廊沙尘活动在不同时间段的影响程度不同。

**关键词:** 河西走廊; 沙尘活动; 兰州;  $PM_{10}$ ; 沙尘指数; 影响与评估

**中图分类号:** X16

**文献标识码:** A

河西走廊东起乌鞘岭, 西接吐哈盆地, 南依祁连山, 北偎腾格里、巴丹吉林两大沙漠, 东西长 1 000 多公里, 南北宽几十至上百公里。整个走廊属于典型的大陆干旱荒漠气候, 这里自然环境恶劣, 气候变率大, 大风、沙尘暴等气象灾害频繁发生。河西走廊不仅是我国北方地区主要的沙尘源区之一, 还是我国风沙东移南下的大通道, 北方强冷空气南下在这一区域引起的“狭管效应”, 使得这里已经成为目前中国北方强度最大的沙尘暴源地<sup>[1-3]</sup>。北方地区的强沙尘暴天气扬起的沙尘被西风环流携带沉积在中国东部或更远的地方<sup>[4-6]</sup>。上游的沙尘活动所携带的沙尘微粒对当地的下垫面植被、大气能见度、大气光学特征、地-气辐射平衡等产生影响, 最终产生一定的气候效应<sup>[7-10]</sup>。沙尘微粒被送入高空随风漂移, 又会引起下游地区大范围的降尘和大气中气溶胶浓度的增加, 对下游的空气质量造成重要影响<sup>[11-22]</sup>。

兰州位于  $35^{\circ}51'—35^{\circ}38'N$ ,  $102^{\circ}30'—104^{\circ}30'E$  之间, 南北以及西部为群山环抱, 黄河自西向东穿城而过, 具有带状盆地的特征。由于地处河西走廊沙尘暴多发区的下风方向, 受河西走廊区沙尘暴天气的影响较大。研究表明<sup>[23]</sup>, 春季甘肃河西较大范围的沙尘天气会导致兰州市 TSP 浓度的明显升高, 当 TSP 浓度升高时, 随着人体的呼吸, 诱发呼吸系统

疾病。同时, 河西走廊沙尘活动的多少与下游城市的空气质量污染程度也有很好的相关性<sup>[24-25]</sup>。不难看出, 关于河西走廊沙尘与下游空气质量污染关系的研究较多, 但对沙尘活动对下游地区城市空气质量污染定性和定量评估的研究相对较少。本研究通过分析 2001 年 1 月至 2005 年 12 月兰州的  $PM_{10}$  浓度的变化特征及其原因, 探讨通过沙尘指数来定量评估河西走廊沙尘活动对兰州空气  $PM_{10}$  浓度的影响。

### 1 资料

兰州站 2001 年 1 月至 2005 年 12 月的逐日  $PM_{10}$  资料, 河西走廊 19 站 2001 年 1 月至 2005 年 12 月的沙尘活动和降水逐日资料。

### 2 兰州 $PM_{10}$ 浓度的观测事实及原因分析

#### 2.1 $PM_{10}$ 浓度的观测事实

图 1 是 2001 年 1 月至 2005 年 12 月之间兰州  $PM_{10}$  浓度和同期河西走廊 19 个气象站沙尘次数的月平均变化曲线。可以看出, 兰州的  $PM_{10}$  浓度有明显的季节变化特征, 冬半年(11 月到翌年 4 月)的

收稿日期: 2006-09-23; 改回日期: 2006-11-22

基金项目: 中国科技部科研院所社会公益研究项目“中国干旱气象灾害监测预警方法研究”(2004DIB5J192-02-02)资助

作者简介: 陶健红(1968—), 男, 甘肃临夏人, 高级工程师, 博士生, 主要从事天气气候研究。E-mail: taojh@gsm.a.gov.cn

PM<sub>10</sub> 浓度明显高于夏半年(5 月到 10 月)的浓度值。值得注意的是：兰州冬半年的 PM<sub>10</sub> 浓度具有比较明显的双峰值特征，即从 10 月开始浓度值持续上升，11 月份的上升幅度最为明显，12 月出现第一个峰值，PM<sub>10</sub> 浓度值达 0.29 mg · m<sup>-3</sup>；此后的 1 月和 2 月 PM<sub>10</sub> 浓度稍有下降，3 月份又一次增加，出现了另一个次峰值，浓度值为 0.28 mg · m<sup>-3</sup>。进入 5 月 PM<sub>10</sub> 浓度剧烈下降，在此后的 6—10 月间基本维持在 0.1 mg · m<sup>-3</sup> 左右，这 5 个月是兰州 PM<sub>10</sub> 浓度相对比较低的时段，最低值出现在 8 月，浓度为 0.12 mg · m<sup>-3</sup>。

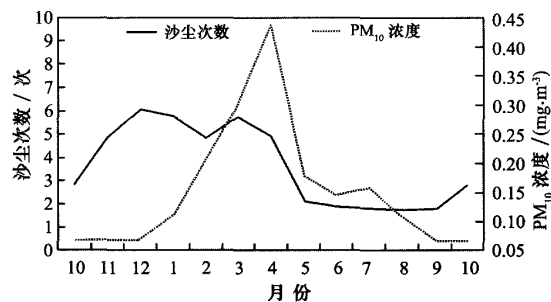


图 1 河西沙尘发生次数和兰州 PM<sub>10</sub> 浓度的月际变化  
Fig. 1 Monthly variations of sand-dust events number in Hexi corridor and PM<sub>10</sub> concentration in Lanzhou

对比发现，河西走廊沙尘发生次数的月际变化呈单峰型变化，冬半年的 11—12 月河西沙尘发生次数较少，但同期 PM<sub>10</sub> 浓度达到第一个峰值；此后的 1—4 月河西沙尘次数呈线性增加趋势并在 4 月达到峰值 9.8 次，对应兰州 PM<sub>10</sub> 浓度的次峰值(0.28 mg · m<sup>-3</sup>)；进入 5 月后，河西沙尘发生次数呈整体减少趋势，但在 7 月略有增加，形成一个次高峰，对应夏季沙尘天气增多的趋势；9 月、10 月是河西沙尘天气发生最少的两个月，每月仅 0.44 次。

2.2 原因分析

上述分析可知，春季的 3—5 月是兰州 PM<sub>10</sub> 浓度的次高峰(0.22 mg · m<sup>-3</sup>)，对应河西沙尘的高发期(6.4 次)，但兰州 PM<sub>10</sub> 浓度出现高峰期(0.27 mg · m<sup>-3</sup>)的冬季却对应河西沙尘的低发期(1.6 次)。刘宇<sup>[26]</sup>等发现兰州市城区冬季空气污染严重与其特殊的大气边界层密切相关；王宝鉴<sup>[27]</sup>等指出冬季兰州 TSP 等 3 种主要空气污染物浓度值与逆温层厚度呈显著正相关；王式功<sup>[28]</sup>等也证明了兰州城区 SO<sub>2</sub>、CO 和 NO<sub>x</sub> 3 种污染物在 12 月份的浓度峰值对应平均最大混合层厚度的谷值，这表明最大

混合层厚度是影响城市空气污染的重要因素。众多研究表明，冬季兰州特殊边界层条件是空气重污染形成的主要原因。

冯建英<sup>[29]</sup>等通过对中国西北 1954—2001 年区域沙尘暴天气过程的统计分析发现，沙尘暴天气过程主要发生在 3—7 月，而强沙尘暴天气过程集中发生在 3—5 月；杨民<sup>[25]</sup>等通过甘肃河西沙尘暴对兰州市空气污染的影响的研究发现，在沙尘暴频繁发生的春季，河西沙尘暴发生日数和兰州市同期颗粒物污染浓度的正相关性更显著(相关系数达 0.706)。对 2001—2005 年冬季和春季河西沙尘发生次数与同期兰州 PM<sub>10</sub> 浓度的相关分析表明(表 1)：冬季兰州 PM<sub>10</sub> 浓度和河西沙尘发生次数呈正相关但通不过检验，春季两者呈显著正相关，相关系数为 0.81，能通过 0.001 的信度检验。同时，2001—2005 年 PM<sub>10</sub> 浓度和河西走廊沙尘活动次数都呈线性减少的变化趋势(图略)。表明春季频繁发生的强沙尘活动对兰州的 PM<sub>10</sub> 浓度产生一定的影响。

表 1 冬季和春季河西沙尘发生次数与同期  
兰州 PM<sub>10</sub> 浓度的相关分析

Tab. 1 Correlation between sand-dust activities in Hexi corridor and simultaneous PM <sub>10</sub> concentration in Lanzhou during winter and spring		
季节	冬季	春季
相关系数	0.22	0.81*

\* 能通过 0.001 信度检验。

3 河西沙尘活动对兰州 PM<sub>10</sub> 浓度影响的评估

河西的沙尘活动对兰州的空气污染的影响是显见的，那么河西走廊的沙尘活动对兰州的 PM<sub>10</sub> 的影响程度到底有多少？将从以下几个方面定量讨论河西走廊的沙尘活动对兰州 PM<sub>10</sub> 浓度的影响程度。

3.1 对 PM<sub>10</sub> 极端事件的影响

统计分析了兰州 PM<sub>10</sub> 浓度大于 0.5 mg · m<sup>-3</sup> 的严重污染事件与河西走廊沙尘活动的关系，结果表明在 PM<sub>10</sub> 质量浓度大于 0.55 mg · m<sup>-3</sup> (0.6 mg · m<sup>-3</sup>, 0.65 mg · m<sup>-3</sup>, 0.7 mg · m<sup>-3</sup>, 0.75 mg · m<sup>-3</sup>) 的 56 d (39 d, 19 d, 17 d, 13 d) 中有 39 d (33 d, 14 d, 14 d, 13 d) 与河西走廊的沙尘活动有关，尤其是大于 0.75 mg · m<sup>-3</sup> 的 13 d 都与河西走廊的沙尘活动有关。

3.2 定量评估

为了定量讨论河西走廊的沙尘活动对兰州 PM<sub>10</sub> 浓度的影响程度,定义 4 个指数进行讨论。4 个指数都能从不同的角度反映河西走廊沙尘活动对兰州 PM<sub>10</sub> 浓度变化的影响程度。主要讨论年度和河西走廊沙尘活动频繁的 3 月和 4 月的情况。

3.2.1 参数的定义

沙尘活动影响日是指:河西走廊(19 站)出现沙尘活动后的次日。

沙尘指数  $T_{s1}$ :指沙尘活动影响日兰州 PM<sub>10</sub> 浓度的总和与统计时段内 PM<sub>10</sub> 浓度总和的比值,该系数能反映河西沙尘活动影响日的兰州 PM<sub>10</sub> 浓度在所有兰州 PM<sub>10</sub> 质量浓度中所占的比率。

表达式是:

$$T_{s1} = \frac{\sum_{i=1}^m H_i}{\sum_{i=1}^n H_i} \quad (1)$$

沙尘指数  $T_{s2}$ :指沙尘活动影响日的兰州 PM<sub>10</sub> 浓度与非沙尘影响日 PM<sub>10</sub> 浓度平均值的差值的总和与统计时段内兰州每天 PM<sub>10</sub> 浓度总和的比值,该系数反映河西沙尘活动输送到兰州的 PM<sub>10</sub> 颗粒在兰州所有 PM<sub>10</sub> 颗粒中的百分比。

表达式是:

$$T_{s2} = \frac{\sum_{i=1}^m \{H_i - [(\sum_{j=1}^{n-m} H_j)/(n-m)]\}}{\sum_{i=1}^n H_i} \quad (2)$$

沙尘指数  $P_s$ :指在沙尘活动影响日的兰州 PM<sub>10</sub> 浓度的平均值与统计时段内兰州非沙尘活动影响日的 PM<sub>10</sub> 质量浓度的平均值的比值,该系数反映由于河西沙尘活动造成的兰州 PM<sub>10</sub> 质量浓度增加的相对量。

表达式是:

$$P_s = [(\sum_{i=1}^m H_i)/m]/[(\sum_{j=1}^{n-m} H_j)/(n-m)] \quad (3)$$

沙尘浓度增加系数  $\Delta H_{24}$ :指沙尘活动影响日兰州 PM<sub>10</sub> 浓度与前一日的 PM<sub>10</sub> 质量浓度的差值的平均,该系数能够反映由于河西走廊沙尘活动造成的兰州 PM<sub>10</sub> 质量浓度的增加的绝对量。

表达式是:

$$\Delta H_{24} = [\sum_{i=1}^m (H_i - H_{i0})]/m \quad (4)$$

公式(1)、(2)、(3)和(4)中, $n>m$ , $n$  是统计时段的总天数, $m$  是统计时段内的沙尘影响日的天数, $H_i$  是第  $i$  天的 PM<sub>10</sub> 浓度, $H_{i0}$  是第  $i-1$  天的 PM<sub>10</sub> 浓度。

3.2.2 指数的计算结果及其讨论

根据(1)式计算得到的  $T_{s1}$  的变化(图 2a)。如图所示,2002 年的  $T_{s1}$  是 0.237,是 5 a 中最高的一年,反映出 2002 年河西沙尘活动对兰州 PM<sub>10</sub> 浓度的影响最大,河西沙尘活动影响日的兰州 PM<sub>10</sub> 浓度在所有兰州 PM<sub>10</sub> 浓度中的所占的比率达到 0.237。2005 年的  $T_{s1}$  最小,是 0.085。对 3 月和 4 月来说,2002 年 3 月和 2003 年 4 月是近 5 a 中河西沙尘活动对兰州 PM<sub>10</sub> 浓度的影响最大的两个月,2005 年 3 月和 2004 年 4 月是影响最小的两个月。5 a 的  $T_{s1}$  年平均(3 月平均,4 月平均)为 16.4%(32.0%,47.1%)。

从图 2b 可以看出,在 2001—2005 年中,2002 年的  $T_{s2}$  最大,达到了 0.143,2005 年的最小,是 0.043。也就是说,在 2002 年(2005 年)河西走廊沙尘活动向兰州输送的 PM<sub>10</sub> 颗粒占到兰州总 PM<sub>10</sub> 颗粒的 14.3%(4.3%),表明 2002 年(2005 年)是由于河西沙尘活动使兰州 PM<sub>10</sub> 质量浓度增加幅度最大(小)的一年。对 3 月和 4 月来说这一比例更高,2002 年(2003)的 3 月(4 月)是河西沙尘向兰州输送 PM<sub>10</sub> 颗粒最多的一个月,所占百分比为 26.4%(32.3%),2005 年(2004 年)的 3 月(4 月)输送的最

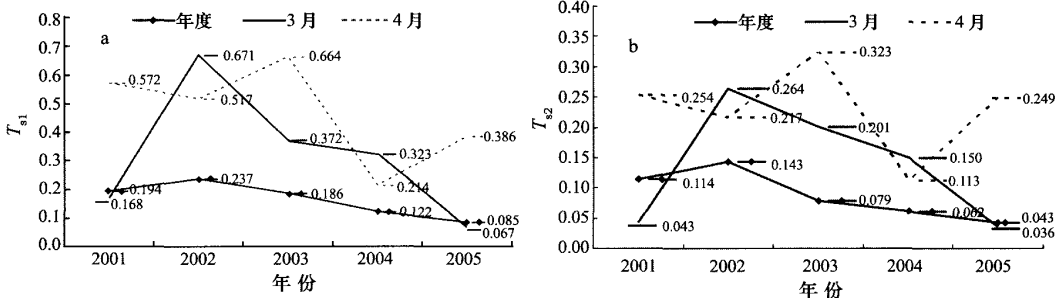


图 2 沙尘指数  $T_{s1}$  和  $T_{s2}$  的变化

Fig. 2 Temporal variations of sand-dust indices  $T_{s1}$  and  $T_{s2}$

少。5 a 的  $T_{s2}$  年平均(3 月平均,4 月平均)为 8.8% (13.9%,23.1%)。

2001—2005 年的年度  $P_s$  值表明(表 2),年度沙尘影响日的兰州 PM<sub>10</sub> 浓度是非沙尘影响日 PM<sub>10</sub> 浓度的 1.716 倍(2004 年)到 2.741 倍(2002 年)之间,5 a 的平均倍数是 2.165 倍。3 月  $P_s$  值表明兰州 PM<sub>10</sub> 浓度是非沙尘影响日 PM<sub>10</sub> 浓度的 1.361 倍(2001 年)到 2.827 倍(2002 年)之间,5 a 的平均为 2.077 倍;4 月在 2.013 倍(2004 年)到 3.413 倍(2003)之间,5 a 4 月的平均倍数是 2.542 倍。上述分析表明,由于河西沙尘活动的影响,兰州沙尘影响日 PM<sub>10</sub> 浓度增加数倍。

表 2 2001—2005 年沙尘指数  $P_s$   
Tab. 2 Sand-dust index  $P_s$  from 2001 to 2005

年份	2001	2002	2003	2004	2005	平均
年平均	2.185	2.741	2.033	1.716	2.030	2.165
3 月	1.361	2.827	2.478	1.988	2.176	2.077
4 月	2.431	2.145	3.413	2.013	3.153	2.542

在 2001—2005 年间  $\Delta H_{24}$  值(表 3),3 月份在 0.044 mg·m<sup>-3</sup>(2005 年)和 0.525 mg·m<sup>-3</sup>(2002 年)之间波动,反映河西沙尘活动使 2002 年(2005 年)3 月兰州沙尘影响日 PM<sub>10</sub> 浓度的增加最多(少),影响程度最大(小);同样也可以看出河西走尘活动使 2005 年(2004 年)4 月兰州沙尘影响日 PM<sub>10</sub> 质量浓度的增加最多(少),影响程度最大(小)。上述分析表明,河西走廊沙尘活动对兰州沙尘影响日 PM<sub>10</sub> 浓度变化的影响十分明显。

综上分析,可以认为分别用几个指数对河西沙尘活动对兰州 PM<sub>10</sub> 浓度影响程度进行评估时,结论基本是一致的,即 2001—2005 年的 5 a 中,河西沙尘活动对兰州 PM<sub>10</sub> 浓度影响最明显的一年是 2002 年,影响最小的一年是 2005 年;3 月份影响最明显的是 2002 年,影响最小的是 2005 年;4 月影响最大的年份是 2003 年,影响最小的是 2004 年。

表 3 2001—2005 年沙尘浓度增加系数  $\Delta H_{24}$   
Tab. 3 Sand-dust increase coefficient  $\Delta H_{24}$  from 2001 to 2005

年份	2001	2002	2003	2004	2005
3 月	0.24	0.525	0.483	0.199	0.044
4 月	0.2258	0.277	0.281	0.170	0.295

4 小结

1)兰州的 PM<sub>10</sub> 浓度具有双峰值特征,两个峰值分别出现在冬半年的 12 月和 3 月,就平均状况而

言,冬半年(11 月到翌年 4 月)的 PM<sub>10</sub> 浓度明显高于夏半年(5 月到 10 月)。河西沙尘发生次数呈单峰型变化,峰值出现在 4 月,达到 9.8 次。对比两者的变化可知,河西沙尘活动的峰值对应春季兰州 PM<sub>10</sub> 浓度的次峰值。

2)研究认为冬季特殊边界层条件是造成兰州 PM<sub>10</sub> 浓度高峰值的主要原因;春季河西沙尘发生次数与同期兰州 PM<sub>10</sub> 浓度呈显著正相关,春季强沙尘暴活动的多发对应兰州 PM<sub>10</sub> 浓度次峰值。

3)指数的定量分析认为:兰州年度(3 月,4 月)PM<sub>10</sub> 浓度的 16.4%(32.0%,47.1%)与河西走廊沙尘活动的影响有关系;兰州年度(3 月,4 月)PM<sub>10</sub> 质量浓度中的 8.8%(13.9%,23.1%)是河西走廊沙尘活动向兰州输送 PM<sub>10</sub> 颗粒的结果;河西走廊的沙尘活动能使兰州沙尘影响日 PM<sub>10</sub> 浓度增加数倍。

4)河西走廊沙尘活动在不同时间段的影响程度不同。在 2001 年到 2005 年的 5 a 中,沙尘活动对 PM<sub>10</sub> 浓度影响最明显的一年是 2002 年,影响最小的是 2005 年;3 月影响最明显的是 2002 年,影响最小的是 2005 年;4 月影响最明显的是 2003 年,影响最小的是 2004 年。

参考文献(References):

[1] 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.

[2] 邱新法,曾燕,缪启龙. 我国沙尘暴的时空分布规律及其源地和移动路径[J]. 地理学报,2001,56(3):316—322.

[3] 夏训诚,杨根生. 中国西北地区沙尘暴灾害及防治[M]. 北京: 中国环境科学出版社,1996.

[4] 韩永翔,宋连春,奚晓霞,等. 中国沙尘暴月际时空特征及沙尘的远程传输[J]. 中国环境科学,2005,25(Suppl.):13—16.

[5] Chung Y S, Kim H S, Jugder D, et al. On sand and dust storms and associated significant dustfall observed in Chongju-Chongwon, Korea during 1997—2000[J]. Water Air and Soil Pollution, 2003(Focus 3): 5—19.

[6] 延昊,王长耀,牛铮,等. 东亚沙尘源地、沙尘输送路径的遥感研究[J]. 地理科学进展,2002,21(1):90—94.

[7] 李艳春,赵光平,陈楠,等. 宁夏沙尘暴天气研究进展[J]. 中国沙漠,2006,26(1):137—141.

[8] 韩永翔,张强,董光荣,等. 沙尘暴的气候环境效应研究进展[J]. 中国沙漠,2006,26(1):307—311.

[9] 张强,王胜. 论特强沙尘暴(黑风)的物理特征及其气候效应[J]. 中国沙漠,2005,25(5):675—681.

[10] 韩永翔,奚晓霞,宋连春,等. 青藏高原沙尘及其可能的气候意义[J]. 中国沙漠,2004,24(5):588—592.

[11] Dragana Jorkevic, Zorka Vukmirovic, Ivana Tos, et al. Contribution of dust transport and resuspension to particulate matter levels in the Mediterranean atmosphere[J]. Atmos-

- pheric Environment, 2004, 38: 3637-3645.
- [12] Fang Xiuqi, Yun Xie, Li Lingjun. Effects of duststorms on the air pollution in Beijing[J]. Water Air and Soil Pollution, 2003(Focus 3): 93-101.
- [13] Rodrm S, Guez H, Querol X, et al. Saharan dust contributions to PM<sub>10</sub> and TSP levels in southern and eastern Spain [J]. Atmospheric Environment, 2001, 35: 2433-2447.
- [14] 刘晓东, 田良, 张小曳. 塔克拉玛干沙尘活动对下游大气 PM<sub>10</sub> 浓度的影响[J]. 中国环境科学, 2004, 24(5): 528-532.
- [15] 李令军, 高庆生. 2000 年北京沙尘暴源地解析[J]. 环境科学研究, 2001, 14(2): 1-3.
- [16] 盛立芳, 耿敏, 王园香, 等. 2002 年春季沙尘暴对青岛大气气溶胶的影响[J]. 环境科学研究, 2001, 14(2): 11-13.
- [17] 王耀庭, 缪启龙, 高庆先, 等. 北京秋季一次先污染后沙尘现象成因分析[J]. 环境科学研究, 2003, 16(2): 1-5.
- [18] 王玮, 岳欣, 刘红杰, 等. 北京市春季沙尘暴天气大气气溶胶污染特征研究[J]. 环境科学学报, 2002, 22(5): 494-498.
- [19] 王建鹏, 王式功, 孟小绒, 等. 沙尘天气等对西安市空气污染影响的研究[J]. 中国沙漠, 2004, 24(5): 559-564.
- [20] 权建农, 奚晓霞, 王鑫, 等. 兰州市 2001 年沙尘气溶胶质量浓度的特征分析[J]. 中国沙漠, 2005, 25(1): 93-97.
- [21] 宁海文, 王式功, 杜继稳, 等. 西安沙尘天气特征及其对空气质量的影响[J]. 中国沙漠, 2005, 25(6): 886-890.
- [22] 任晰, 胡非, 胡欢陵, 等. 2000-2002 年沙尘现象对北京大气中 PM<sub>10</sub> 质量浓度的影响评估[J]. 环境科学研究, 2004, 17(1): 51-55.
- [23] 王宝鉴, 黄玉霞, 王式功, 等. 大气 TSP 含量对兰州市呼吸系统疾病的影响[J]. 高原气象, 2001, 20(增刊): 110-113.
- [24] 罗晓玲, 李岩瑛, 李耀辉, 等. 河西走廊东部沙尘天气与武威市大气污染的关系研究[J]. 中国沙漠, 2004, 24(5): 642-646.
- [25] 杨民, 祁斌. 甘肃河西沙尘暴对兰州空气污染的影响[J]. 中国沙漠, 1999, 19(4): 354-358.
- [26] 刘宇, 胡非, 王式功, 等. 兰州市城区稳定边界层变化规律的初步研究[J]. 中国科学院研究生院学报, 2003, 20(4): 482-487.
- [27] 王宝鉴, 许东蓓, 蒲彦玲, 等. 兰州市冬季空气污染的天气成因分析及浓度预报[J]. 甘肃气象, 2001, 19(4): 18-21.
- [28] 王式功, 姜大勝, 杨德保, 等. 兰州市区最大混合层厚度变化特征分析[J]. 高原气象, 2000, 19(3): 363-370.
- [29] 冯建英, 陈旭辉, 陆登荣, 等. 我国西北干旱区区域性沙尘暴特征及成因研究[J]. 中国沙漠, 2004, 24(5): 582-587.

## Influence of Sand-dust Activities in Hexi Corridor on PM<sub>10</sub> Concentration in Lanzhou and Its Assessment

TAO Jian-hong<sup>1</sup>, HUANG Yu-xia<sup>1</sup>, LU Deng-rong<sup>2</sup>

(1. Lanzhou Central Meteorological Observatory, Lanzhou 730020, China; 2. Gansu Meteorological Information Net Center, Lanzhou 730020, China)

**Abstract:** Analysis and assessment on the influence of sand-dust activities in Hexi corridor on the PM<sub>10</sub> concentration in Lanzhou city from 2001 to 2005 were conducted in this paper. The following conclusions have been obtained: the annual distribution of PM<sub>10</sub> concentration in Lanzhou possessed double peaks, with one peak in December and the other in next March; however, the distribution of the sand-dust activities number in Hexi corridor showed a single peak in April, reaching 9.8 times per month. It is known from correlation analysis that the peak of sand-dust activities in Hexi corridor corresponded to the secondary peak of PM<sub>10</sub> concentration during spring in Lanzhou. The winter particular boundary layer condition in Lanzhou was mainly responsible for the first peak of PM<sub>10</sub> concentration in December. The quantitative analysis on sand-dust indices indicated that the sand-dust activities in Hexi corridor affect the 16.4% of annual, 32.0% of March, and 47.1% of April in PM<sub>10</sub> concentration of Lanzhou city, and the 8.8% of annual, 13.9% of March, 23.1% of April were transported from Hexi corridor.

**Keywords:** Hexi corridor; sand-dust activity; Lanzhou; PM<sub>10</sub> concentration; sand-dust indices; impact and assessment