

文章编号: 1006-4354 (2003) 05-18-03

西安市污染气象条件分析

杨文峰

(陕西省气象台, 陕西西安 710015)

摘要: 利用西安市的现场气象观测资料及西安市观测站的实测资料, 分析了西安市对大气污染物稀释扩散能力有重要影响地温度场、风场、大气稳定度等, 结果表明: 西安市冬季存在较为明显的热岛效应; 接地逆温强度较低层逆温强度大; 各时次地面风流型以 S-SE 为主, 频率为 11%~54%; 冬季风速 82.4% 以上都小于 2.9 m/s, 大于 2.9 m/s 的风速出现频率很小, 为 5.3%; 夜晚及凌晨以稳定类天气为主, 中午前后以不稳定或中性天气为主。

关键词: 污染; 温度场; 风场; 大气稳定度

中图分类号: P122.2

文献标识码: A

由于城市特殊的下垫面特征, 决定了其地面动力学粗糙度较大, 地面热释放量也相比非城区条件下明显增加, 由此形成了具有明显特征的城市边界层及其微气象学的特征^[1]。大量的空气污染治理和大气试验证明, 城市大气是否会发生污染及污染的浓度和分布如何, 一方面取决于污染源的多少、性质和排放强度, 另一方面还要依据当时、当地的气象条件而定。在不同的气象条件下, 同一个污染源造成的地面污染物浓度可相差十几倍乃至几百倍, 其影响的区域也可以完全不同, 且污染物的性质也可产生质的变化^[2-3]。大气污染物的稀释扩散能力随着气象条件的改变而发生巨大变化, 气象条件对污染物的影响参数主要是温度场、风场、大气稳定度等。

1 温度场

1.1 西安市城市热岛情况

为分析城市气候, 陕西省气象科学研究所于 1979 年 12 月到 1983 年 10 月在西安市布设 10 个点进行气象观测, 根据观测资料分析发现西安市冬季存在较为明显的热岛效应, 观测图显示, 城区为暖中心, 它与市中心近乎重合, 钟楼比市气象观测站、纺织城、西南郊高出几度。由市区向外有明显的温度梯度。其它季节的观测资料显示暖中心都在城区。NOAA 卫星对西安市区四周的下垫面温度探测也明显反映出城市热岛效应。

1.2 逆温特征

根据西安高新技术产业开发区(西区)1999-01-29—02-16 的观测资料统计分析结果(见表 1)

表 1 西安高新开发区逆温特征

逆温高度/m		≤100	(100, 200]	(200, 300]	(300, 500]	>500	平均(合计)
接 地	出现频率/%	18.1	12.1	12.1	9.1		51.40
	平均强度/(°C/hm)	1.97	1.92	1.30	0.89		1.52
	最大强度/(°C/hm)	2.40	2.53	1.68	1.73		2.09
低 空	出现频率/%	3.0	6.1	6.1	6.1	15.2	36.5
	平均强度/(°C/hm)	0.76	0.84	0.34	1.12	0.98	0.81
	最大强度/(°C/hm)	1.02	1.35	0.40	1.28	2.40	1.29

注: 接地逆温高度栏指顶高; 低空逆温高度栏指底高。平均(合计)一栏中, 出现频率为合计值, 其它为平均值。

收稿日期: 2003-05-13

作者简介: 杨文峰(1967-), 男, 江西樟树人, 硕士, 高工, 从事天气气候、大气环境质量影响及评价等研究工作。

可以看出, 接地逆温(自地面开始向上的逆温)占主要地位, 出现频率比低空逆温(自低空某一高度开始向上的逆温)高 14.9%。从每 100 m 平均强度看, 接地逆温比低空逆温平均强度高 0.71 °C/hm, 平均最大强度高 0.8 °C/hm。从总体逆温强度看, 接地逆温强度较低层逆温强度要强。

从接地逆温顶高的分布来看, 顶高在 100 m 以下出现频率最高, 平均强度最大出现在 200 m 以下。观测期间, 500 m 高度层以上未出现接地逆温。低空逆温底高分布特征是, 底高在 (100 m, 500 m] 之间出现的频率最高, 为 18.3%, 底高在 100 m 以下的出现频率最低; 每 100 m 平均强度最大出现在 (300 m, 500 m] 之间; 最大强度出现在 500 m 以上。

2 风场

2.1 风场季年特征

根据西安观测站 1996—1998 年的观测资料统计分析得出风向频率分布。西安年平均风速为 1.8 m/s, 春季平均风速最大, 为 2.0 m/s, 夏季次之, 为 1.9 m/s, 冬季平均风速略小于秋季, 为 1.6 m/s, 秋季为 1.7 m/s。

西安全年最多风向为东北风, 频率为 14%, 次多风向为西南风, 频率为 9%, 静风频率为 29%。各月最多风向均为东北风, 这与西安地处渭河盆地的地形有关。冬季(1月)风向以东北风为主, 频率为 11%, 次多风向为西南风, 频率为 9%, 静风频率为 34%。春季(4月)风向以东北风为主, 频率为 16%, 次多风向为西南风, 频率为 9%。由于气温升高, 大气层结不稳, 平均风速较大, 静风频率只有 23%。夏季(7月)风向以东北风为主, 频率为 17%, 为全年各月东北风出现频率最多的月份。次多风向为西南风, 频率为 8%, 静风频率为 25%。秋季(10月)风向以东北为主, 频率为 12%, 次多风向为偏西南风, 频率为 18%, 静风频率为 38%。

2.2 日平均风速

西安高新开发区(西区)逐时风向、风速资料统计分析得到, 2月平均风速为 1.1 m/s。平均风速最小日出现在 2月6日, 为 0.6 m/s; 最大日出现在 2月8日, 为 3.2 m/s。

2.2.1 风速日变化 从西安高新开发区(西区)平均风速日变化曲线图上可以看出, 平均风速有明显的日变化。白天特别是午间到傍晚风速较大, 夜间风速较小。平均风速最大值出现在 15 时, 为 1.4 m/s; 最小值出现 23 时, 为 0.9 m/s。风速日变化主要是由于大气对流和湍流运动的日变化造成的。

2.2.2 风向日变化 从西安高新开发区(西区)地面风观测资料逐时风向统计结果可以看出, 白天以 SW 和 NW 为主, 夜间以偏南风为主。风向转换时间分别为 09 时和 20 时前后。白天 NW—SW 风频率高达 25%~61%, 夜间 S—SE 风频率为 32%~54%。这些特点除了受大地形的影响外, 与开发区地面建筑群的分布也有一定的关系。

2.3 地面风流型

对西安高新开发区(西区)观测资料每日 8 个时次作出流型分布, 共分为 5 类, “其它”类是不属于前 4 类的类型。从表 2 中可以看出, 各时次地面风流型以 S—SE 为主, 频率为 11%~54%; 其次是 NW—SW 类, 频率为 18%~61%; 静风(C)类频率为 4%~18%。

表 2 开发区地面风场流型 %

时间/时	S-SE	NW-SW	NE	C	其它
02	46	18	0	18	18
05	54	25	0	7	14
08	32	25	7	18	18
11	11	61	4	14	11
14	11	52	7	7	22
17	22	41	11	4	22
20	32	25	11	14	18
23	29	29	7	14	21

2.4 地面各风速段风向出现频率

从西安高新开发区(西区)地面各风速段风向统计分析得出, 风速 0~0.8 m/s 的风向频率占 35.5%, 其中南东南风(SSE)最多占 6.0%, 其次为南风(S)占 5.4%, 风速在 0.9~1.8 m/s 的风向频率占 36.6%, 其中南东南(SSE)风最多占 6.2%, 其次是西南风(SW)占 4.6%; 风速在 1.9~2.8 m/s 的风向频率占 10.3%, 其中东北风(NE)最多占 1.8%, 其次是西北风(NW)占

1.6%; 风速在 2.9~3.8 m/s 的风向频率占 3.8%, 其中西北风(NW)最多占 3.0%; 风速在 3.9~5.9 m/s 的风向频率仅占 1.5%, 只有西西北风(WNW, 占 0.3%)和西北风(NW, 占 1.2%); 没有出现风速大于 5.9 m/s 的情况; 静风频率为 12.3%。可见, 冬季风速 82.4% 以上都小于 2.9 m/s, 而 72.1% 以上的风速都在 1.9 m/s 以下, 大于 2.9 m/s 的风速出现频率很小, 为 5.3%。

2.5 地面风向相关分析

为了分析西安高新开发区(西区)观测点与西安观测站地面风向的相关性, 用它们的同期风向资料作相关分析, 得出 2 观测(站)点风向一致率为 20.0%, 风向差 1 个方位(22.5°)的占 37.9%, 其余的占 42.1%。由于西安站在北郊, 而观测站在西南郊, 且地面建筑物分布较为复杂, 对地面风有很大的影响, 表现为城市小气候特征。

3 大气稳定度

大气稳定度指气层的静力稳定度, 分为稳定、中性、不稳定 3 类。近地层可直接从温度随高度的分布来粗略判断, 这样需要进行现场气象观测, 而且有时也不能说明扩散速率的快慢。帕斯奎尔选择风速、云量、日照等气象要素, 将大气扩散稀释能力划分为 A~F 6 个大气稳定度等级(见表 3), 它们既可以根据常规气象观测资料估计出, 而且能代表不同扩散速率的等级, 还可由此计算扩散参数^[4], 在实际工作非常有用。

表 3 帕斯奎尔大气稳定度等级表

地面 风速 (m/s)	白天日照			阴天的		夜间云量	
	强	中等	弱	白天或 夜晚	薄云遮天或 低云≥4/8	云量 ≤3/8	
<2	A	A—B	B	D			
2~3	A—B	B	C	D	E	F	
3~5	B	B—C	C	D	D	E	
5~6	C	C—D	D	D	D	D	
>6	C	D	D	D	D	D	

注: 1. A—极不稳定, B—不稳定, C—弱不稳定, D—中性, E—弱稳定, F—稳定。2. A—B 表示按 A, B 数据内插, 其余类推。3. 日落前 1 h 至日出后 1 h 为夜晚。4. 不论何种天空状况, 夜晚前后各 1 h 算作中性。5. 仲夏晴

天中午为强日照, 寒冬晴天中午为弱日照。

利用西安市气象观测站 1996—1998 年的资料, 分别计算其大气稳定度。近 3 a 的采暖期(1 月), 夜晚及凌晨以稳定类天气为主, 中午前后以中性天气为主, 间或有不稳定类天气出现。到了春季(4 月), 稳定类天气有所减少, 凌晨多为中性天气, 中午多为不稳定类天气, 夜晚以稳定类天气为主, 中性类天气也时有所见。夏季(7 月), 凌晨仍以稳定类为主, 白天主要由中性天气所控制, 中午前后不稳定类占据主导地位, 夜晚以稳定类天气为主。秋季(10 月), 不稳定类主要在中午前后出现, 其他时刻以稳定类天气为主。

4 小结

4.1 西安市冬季存在较为明显的热岛效应。

4.2 从总体逆温强度看, 接地逆温强度较低层逆温强度要强; 从接地逆温顶高的分布来看, 顶高在 100 m 以下出现频率最高, 为 18.1%; 低空逆温底高分布特征是, 底高在 (100 m, 500 m] 之间出现的频率最高, 为 18.3%, 底高在 100 m 以下的出现频率最低, 仅为 3%。

4.3 各时次地面风流型以 S—SE 为主, 频率为 11%~54%; 其次是 NW—SW 类, 频率为 18%~61%; 静风类频率为 4%~18%。

4.4 冬季风速 82.4% 以上都小于 2.9 m/s, 而 72.1% 以上的风速都在 1.9 m/s 以下, 大于 2.9 m/s 的风速出现频率很小为 5.3%。

4.5 西安市夜晚及凌晨以稳定类天气为主, 中午前后以不稳定或中性天气为主。

参考文献:

- [1] 周淑贞, 束炯. 城市气候学 [M]. 北京: 气象出版社, 1994.
- [2] 蒋维楣, 曹文俊, 蒋瑞宾. 空气污染气象学教程 [M]. 北京: 气象出版社, 1993.
- [3] 雷孝恩, 张美根, 韩志伟, 等. 大气污染数值预报基础 [M]. 北京: 气象出版社, 1998.
- [4] 李宗恺, 潘云仙, 孙润桥. 空气污染气象学原理及应用 [M]. 北京: 气象出版社, 1985.