

文章编号: 1006-4354 (2010) 04-0011-04

汉中市一次连续空气污染过程的气象条件分析

杨睿敏, 张小峰, 苏俊辉, 杨利霞
(汉中市气象台, 陕西汉中 723000)

摘 要:利用汉中市环境监测站提供的空气污染资料和同期气象资料对 2007 年 12 月 17—26 日汉中市城区连续空气污染过程进行分析。结果表明, 高空受高脊影响或平直西风气流控制, 大气层结稳定, 不利污染物垂直扩散; 地面处于弱高压底部或均压场中, 水平风速较小, 不利污染物的水平扩散; 近地层逆温更易造成地面空气污染; 空气污染指数的变化与风速、气温日较差密切相关, 相关系数分别为-0.59、0.85。

关键词:连续空气污染; 气象条件; 汉中

中图分类号: P458.3 **文献标识码:** B

研究表明, 在不同的气象条件下, 同一污染源排放所造成的地面污染物浓度可相差几十倍乃至几百倍。这是由于大气对污染物稀释扩散能力随着气象条件的不同而发生巨大变化的缘故^[1]。汉中市每年秋冬季节空气质量较差, 特别是冬季受不利气象条件影响, 污染物浓度较高, 常常出现空气污染。2007 年 12 月 17—26 日汉中市城区发生了长达 10 d 的空气污染过程, 本文从天气形势和气象要素等方面, 对这次空气污染过程进行分析, 以期对本地空气质量预报提供参考。

1 资料来源

污染物浓度资料为汉中市环境监测站设在市区的三个监测点(市监测站、大河坎、鑫园开发区)的自动监测数据资料。气象资料为汉中站同期地面观测、高空探测资料。

2 污染过程概况

2007 年 12 月 17—26 日汉中市城区出现了一次连续空气污染过程, 主要污染物为可吸入颗粒(PM₁₀)。利用汉中市环境监测站提供的三个监测点的三种污染物(SO₂、NO₂、PM₁₀)日平均质量浓度资料, 根据空气污染指数计算公式:

$$I_i = \frac{(I_{n+1} - I_n)}{C_{n+1} - C_n} (C_i - C_n) + I_n, \quad (1)$$

$$I_{AP} = \max(I_1, I_2 \cdots I_i \cdots I_n), \quad (2)$$

计算出空气污染指数 I_{AP} , 对照我国城市空气质量分级标准, 16—27 日汉中市城区空气污染指数和空气质量级别、空气质量状况如表 1。(1) 式中 I_i 为某污染物的污染指数, C_i 为该污染物的质量浓度, C_n 、 C_{n+1} 分别为第 n 、 $n+1$ 转折点的质量浓度值; (2) 式中 I_i 为各污染物的分指数, I_{AP} 为空气污染指数。

表 1 2007-12-16—27 汉中空气污染指数及空气质量

日期	I_{AP}	空气质量级别	空气质量状况
16	73	Ⅱ	良
17	151	Ⅲ 2	轻度污染
18	156	Ⅲ 2	轻度污染
19	205	Ⅳ	中度污染
20	201	Ⅳ	中度污染
21	179	Ⅲ 2	轻度污染
22	205	Ⅳ	中度污染
23	125	Ⅲ 1	轻微污染
24	110	Ⅲ 1	轻微污染
25	103	Ⅲ 1	轻微污染
26	105	Ⅲ 1	轻微污染
27	77	Ⅱ	良

12 月上旬到中甸前期空气质量大多为良, 达国家二级标准, 17 日开始空气质量变差, 出现污

染,污染过程持续 10 d,27 日结束,首要污染物为可吸入颗粒 (PM_{10}),其中 19、20、22 日达中度污染。23 日一股冷空气从蒙古南下影响汉中,并带来 4.7 mm 降水,空气污染指数降低,27 日新疆强冷空气东移过境,污染过程结束。由此可见,随着天气形势的调整,空气质量相应变化。

3 气象条件分析

3.1 天气形势

12 月 17—18 日 500 hPa 高空图上,欧亚中高纬度地区为纬向环流,青藏高原到陕南上空气流平直,汉中市城区 I_{AP} 增大,出现轻度污染。19 日开始 500 hPa 欧亚环流形势调整为两槽一脊,巴尔喀什湖以东到贝加尔湖地区为宽广的脊区,汉中地区受青藏高原弱脊前西西北气流控制,天气晴朗,这种稳定少动的环流形势一直持续到 22 日。垂直速度场分析,边界层顶到对流层低层都维持下沉运动(图 1),弱的下沉气流阻止了污染物的垂直扩散,使其在低层大气中聚集、积累, I_{AP} 不断增大。23 日两槽一脊逐渐东移,青藏高原有短波槽移出,配合蒙古冷空气入侵,给汉中带来 4.7 mm 的降水,使污染物得到有效扩散和稀释, I_{AP} 明显下降。24—26 日乌拉尔山高压脊建立,脊前冷槽向巴尔喀什湖地区加深,青藏高原到陕南上空为多波动的西风气流,汉中阴天有弱降水,使得 I_{AP} 也逐渐降低,但仍有轻微污染。27 日随着巴尔喀什湖低槽分裂东移和新疆强冷空气南下,污染物得到有效扩散,污染过程结束。

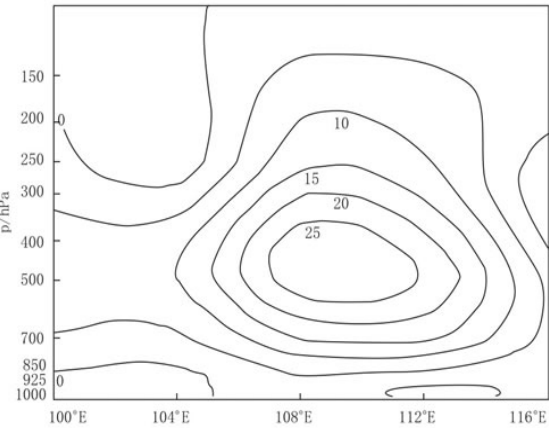


图 1 2007-12-19T08 沿 33.1°N

垂直速度剖面图 (单位: 10^{-3} hPa/s)

地面天气图上,17 日汉中处于地面冷高压底部,18、19 日在均压场中(图 2),汉中为弱辐合流场(图 3),不利于污染物水平扩散,20 日西路弱冷空气偏北东移,汉中处于冷高压底部,中度污染持续。21 日冷空气从东北路回流影响汉中, I_{AP} 指数略有下降。22 日冷空气减弱消失,汉中又受均压场影响,污染加重。23 日蒙古冷空气南下过境,空气质量好转。24—26 日受西南倒槽影响,轻微污染维持。

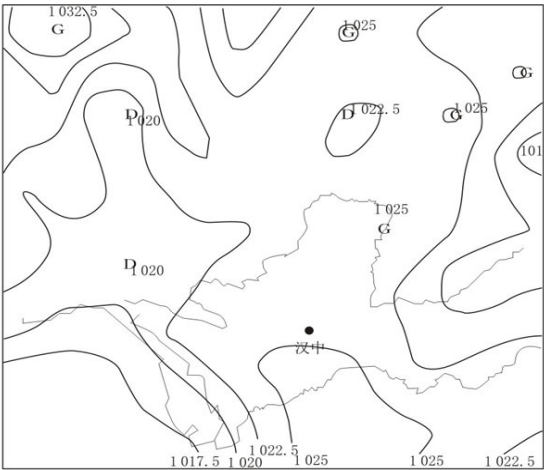


图 2 2007-12-19T08 地面气压场 (单位: hPa)



图 3 2007-12-19T08 地面流场

3.2 大气层结

气温的垂直分布表征大气层结的稳定度, 直接影响湍流活动的强弱, 支配空气污染物的散布^[1]。分析 12 月 17—26 日探空特性层资料, 发现每天都有逆温层存在 (见表 2), 大气层结异常稳定, 使污染物很难扩散。特别是污染较重的 17—

22 日, 20 时探空可以看出, 逆温从近地层开始, 厚度大于 100 m, 强度在 1.2~3.24 °C/100 m, 其中 I_{AP} 最大的 19、22 日有两层逆温; 23 日冷空气侵入, 逆温层遭到破坏, I_{AP} 随之降低; 24—26 日逆温层底高都在 1 000 m 以上, 强度也比较小, 说明近地层逆温更容易造成空气污染。

表 2 2007-12-17—26 逆温层底高、厚度、强度

日期	I_{AP}	当天 20 时			第二天 08 时		
		底高/m	厚度/m	强度/(°C/100 m)	底高/m	厚度/m	强度/(°C/100 m)
17	151	0	111	3.24	0	298	0.81
18	156	0	144	1.46	131	94	2.55
19	205	0	234	1.20	3	375	0.45
20	201	2	132	3.18	0	366	0.66
21	179	0	119	2.86	7	240	1.29
22	205	2	140	2.50	2 555	251	0.52
23	125	无			2 540	406	0.49
24	110	1 452	154	0.78	1 352	308	0.42
25	103	3 380	132	0.53	1 384	421	0.26
26	105	3 848	298	0.54	2 974	159	3.96

3.3 气象要素

3.3.1 风速 地面风速对大气的水平扩散起着至关重要的作用, 风速越大, 单位时间内污染物被输送的距离越远, 混入的空气量愈大, 污染浓度愈低^[1]。分析 17—26 日汉中地面观测站 14 时到次日 08 时的平均风速与 I_{AP} 的关系 (图 4), 可以看出风速与 I_{AP} 反相, 即风速越小污染物越不容易扩散, I_{AP} 越高, 反之亦然。相关分析显示, 平均风速与 I_{AP} 呈负相关, 相关系数为 -0.59。

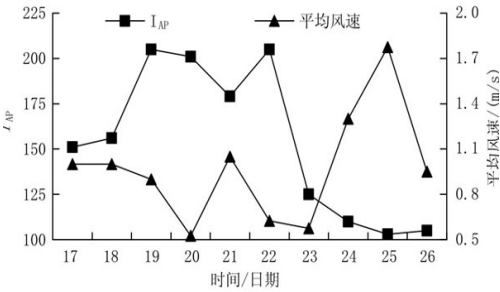


图 4 2007-12-17—26 I_{AP} 与地面风速的变化关系

3.3.2 气温日较差 天气形势的变化最终反映在气象要素的变化。晴天, 白天温度较高, 夜间由于强烈的辐射降温, 温度降得很低, 使得气温

日较差增大, 同时晴朗微风的夜晚, 近地层容易形成辐射逆温, 大气层结趋于稳定, 不利于污染物的扩散。阴雨天, 气温日变化相对较小, 一般都有冷暖空气活动, 大气层结变得不稳定, 有利污染物的扩散, 同时雨水对空气有清洁作用, 且能有效抑制地面尘埃上扬, 减少可吸入颗粒物的排放。统计表明, 17—22 日气温日较差在 6.0~11.0 °C, I_{AP} 大于 151; 23—26 日气温日较差明显偏小, 只有 1.4~2.4 °C, 对应 I_{AP} 明显下降 (表略)。相关分析, 气温日较差与 I_{AP} 呈正相关, 相关系数为 0.85, 呈显著正相关 ($\alpha=0.05$)。

4 小结

4.1 稳定的气象条件是这次空气污染形成的主要原因, 相对稳定的环流形势是污染长时间持续的背景。高空 (500 hPa) 受高脊或受平直西风气流影响, 地面处于弱高压底部或均压场中的情况下, 污染物不易扩散。高空受低槽影响, 地面有强冷空气过境, 有利污染物的稀释、扩散。

4.2 近地层逆温的维持, 相对较小的日平均风速是造成此次持续性污染过程的两个重要因素。

文章编号: 1006-4354 (2010) 04-0014-04

基于 SEBAL 模型在城市地表通量反演的应用

田鹏飞, 沈润平

(南京信息工程大学, 南京 210044)

摘 要: 利用 ETM+ 及少量地面观测数据, 基于 SEBAL 模型, 反演了武汉市 2002 年 7 月 22 日的显热通量和潜热通量。研究表明: 显热通量和潜热通量的分布与下垫面类型分布相对应, 其中城镇、工矿下垫面以显热交换为主, 草地、林地、水体等下垫面以潜热交换为主; 显热通量和潜热通量的分布能够清晰指示城市热岛分布状况, 适当增加城区中绿地和水体, 可增大潜热通量, 减缓城市热岛效应。

关键词: 遥感; 显热通量; SEBAL 模型; 热岛效应

中图分类号: P407.8 **文献标识码:** A

应用遥感数据估算区域地表水热通量主要有二种方法, 一种是根据植被参数-温度特征空间或微波土壤湿度观测来推算表面阻抗直接计算通量; 第二种是剩余法, 用遥感表面温度结合气温及阻抗公式计算显热通量, 从能量平衡公式中求出潜热通量。SEBAL^[1-2]模型是基于能量平衡剩余项原理估算能量通量和蒸发比率的典型代表, 在世界各地得到广泛应用^[3-4]。

目前应用 SEBAL 模型研究的区域地表类型大多较为单一, 对非均匀下垫面的研究较少。水热通量研究对于非均匀下垫面的城市区域具有重要的生态价值, 对分析城市热岛效应产生的机理, 指导城市绿色生态建设具有重要意义。本文利用 SEBAL 模型, 适当调整地表动力学参数, 利用高

分辨率遥感数据 Landsat ETM+ 结合气象数据, 估算武汉市地表水热通量。探讨了城市非均匀下垫面水热通量的反演。

1 研究区域与数据

本文的研究区域为武汉市中心城区, 范围为 113°41'E~115°05'E, 29°58'N~31°22'N, 卫星资料采用 2001 年 7 月 22 日武汉市的 Landsat7 ETM+ 的数据, 数据来源于陆地卫星网站 (<http://www.landsat.org>), 气象观测站点数据: 包括气温、风速、湿度、气压等, 数据来源于中国气象数据网的地面观测数据。

2 理论及方法

2.1 SEBAL 模型原理

SEBAL (surface energy balance algorithm

4.3 此次污染过程空气污染指数的变化跟气温日较差密切相关, 日较差大, I_{AP} 就大; 日较差小, I_{AP} 随之降低, 相关系数达 0.85。与风速的变化呈负相关, 相关系数为 -0.59。

参考文献:

[1] 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, 2004: 1-12.

[2] 王式功, 杨德保, 郝斌, 等. 城市空气污染预报研

究 [M]. 兰州: 兰州大学出版社, 2002: 126-130.

[3] 叶堤. 重庆市空气污染持续过程特征及其气象成因分析 [J]. 江苏环境科技, 2007, 20 (4): 57-60.

[4] 刘波. 南昌市一次连续空气污染过程的气象条件分析 [J]. 气象与减灾研究, 2009, 32 (2): 68-72.

[5] 孟燕军, 程丛兰. 影响北京大气污染物变化的地面天气形势分析 [J]. 气象, 2002, 28 (04): 12-46.