

文章编号: 1006-4354 (2003) 06-0004-03

关中 2 次严重空气污染天气对比分析

孟妙志¹, 孟小绒²

(1. 宝鸡市气象局, 陕西宝鸡 721006; 2. 西安市气象局, 陕西西安 710016)

摘要: 用 MICAPS 实时资料, 对关中 2002-12-14 和 2003-04-17 2 次严重空气污染的气象条件进行分析, 结果表明: 前者是在地面均压场、深厚逆温层、弱风场条件下典型的本地污染, 不易扩散; 后者是随冷锋扩散南下的上游大风区沙尘造成关中 PM₁₀ 浓度跃增, 属典型的周边大区域污染源扩散污染, 冷锋过后, 扩散污染减轻。冬半年关中处于地面均压场、冷锋前时应注意有较重空气污染的可能。

关键词: 关中; 空气污染; 气象条件

中图分类号: P458

文献标识码: B

2002-12-14 前后, 陕西省关中持续出现大雾, 空气污染日益加剧, 14 日大雾弥漫整个关中, 西安、咸阳、宝鸡空气质量均达重度污染, 给人们的身体健康和生活带来了较大的影响。据报道, 西安在中国大城市空气质量榜上排列倒数第 3 位。2003-04-17, 我国北方发生了严重的沙尘暴天气, 关中出现扬沙、浮尘, 西安、宝鸡空气质量达重度污染。

1 空气污染状况

2002-12-13—15, 西安、宝鸡污染物 PM₁₀ 浓度均较高, 14 日最高, 分别为 0.534 mg/m³、0.679 mg/m³, 均达重度污染; 14 日宝鸡的 SO₂ 浓度高达 0.164 mg/m³, 属轻微污染。空气中悬浮了大量的可吸入颗粒物、硫化物, 给人们的健康直接造成影响。2003-04-17 西安、宝鸡 PM₁₀ 浓度都远超过 0.500 mg/m³, 宝鸡 PM₁₀ 浓度出现了罕见的高值 0.814 mg/m³。17 日虽 PM₁₀ 浓度升幅高, 但 SO₂、NO₂ 浓度较前一日下降, 属 1 级, 这是与前次污染的明显区别。

2 空气污染气象条件

2.1 天气形势

2002 年 12 月中旬前期, 新疆受长波脊控制, 中纬度地区以纬向气流为主, 天气形势稳定, 北方

冷空气活动较少。13—14 日河套地区, 500 hPa 维持 ≤ 10 m/s 的西西北气流; 由于南支系统活跃, 低空川陕有偏南气流发展, 700 hPa 河套转入 > 0 °C 的暖脊中, 汉中 ΔT_{24} 达 9 °C, 西安为 4 °C; 850 hPa 上, 西安的 $T-T_d$ 由前一日的 1.8 °C 下降为 0.7 °C。强烈的低层增温、增湿作用, 使得河套地区形成低层逆温, 为雾产生提供了水汽。地面图上, 13 日河套转入冷高压后部, 14 日位于倒槽中, 关中处在均压场里, 气压梯度小, 风速 < 2 m/s。污染发生于天气形势稳定、地面均压场天气背景下。

2003-04-17, 08 时 500 hPa 图上, 乌山为阻塞高压, 贝湖西侧有一中心高度为 544 dagpm 的冷涡, 中心温度 -38 °C; 冷涡中心至巴湖为一横槽冷涡底部沿 40°N 有西西南—东东北向锋区, 强度 3.2 °C/纬距。配合锋区为 ≥ 20 m/s 的西风急流, 但等高线、等温线几近平行, 因此低层冷空气以东移为主, 向南扩散。17 日 08 时地面图上, 冷锋在榆林—兰州一线, 关中处于锋前暖低压中。锋后气压梯度达 3.5 hPa/纬距, 宁夏有 8~12 m/s 的大风伴沙尘暴天气区。较近的有沙尘暴站距关中分别为 130 km、250 km, 风速(北风)分别为 8 m/s、14 m/s, 可推算出上游沙暴 5 h 左右扩散到关中。关中 13 时后出现浮尘、扬沙, 14 时遍及整

收稿日期: 2003-07-14

作者简介: 孟妙志 (1964-), 女, 汉族, 甘肃平凉人, 学士, 工程师, 从事天气预报工作。

个关中。19—20 时, 冷锋移过关中, 由于地面冷锋南压缓慢, 关中未出现大风。即 4 月 17 日污染发生于形势调整、地面冷锋前的天气背景下。

2.2 气温层结条件和风场条件分析

在污染源定常时, 风场和气温层结是影响污染物扩散的主要因子。近地摩擦层 300~1 500 m, 平均风速对污染物起水平输送和稀释作用。大气层结状况, 直接影响着湍流运动的发展和强弱, 稳定的大气层结, 抑制大气中湍流发展, 降低大气的扩散能力。

2.2.1 2002-12-14 空气污染 从 2002-12-13—15 西安 T - $\ln P$ 图可看出, 关中地区低层均有逆温存在 (见图 1); 13 日 08 时—15 日 20 时, 西安低层逆温经历了建立→增强→抬升上传→降低减弱的过程。低空有暖湿平流输送, 14 日 08 时西安低层逆温最强, 且形成了双层逆温。逆温层底在 925 hPa, 高度 453 m, 逆温层顶在 700 hPa, 逆温层厚度 2 236 m, 逆温强度 0.344 °C/hm。西安

12 月份平均逆温底高 1 420 m, 低层逆温层厚度 413 m, 平均逆温强度为 0.89 °C/hm^[1]。相比之下, 14 日西安逆温强度较小, 但逆温层底低、逆温层厚。由于西安大气层结稳定, 反映在 925 hPa 垂直速度场上, 关中近地层大气的垂直运动弱, 速度接近于零, 使得低、高层污染源释放的污染物得以维持和聚集。污染物的浓度与逆温层厚度相关系数 0.8、与逆温层底高负相关^[1]; 14 日关中稳定的大气层结最大程度地限制了地面污染物向高层和周边稀释扩散。13 日 08 时—15 日 20 时, 关中处于均压场中, 地面基本无风。分析各时次关中东向西气压差 (见表 1): $\Delta P_{\text{宝鸡-西安}}$ 、 $\Delta P_{\text{西安-运城}}$ 、 $\Delta P_{\text{宝鸡-运城}}$ 和南北向气压差 $\Delta P_{\text{西安-铜川}}$ 。3 d 内, 关中东向西气压差 $\Delta P_{\text{宝鸡-运城}}$ 绝对值均 ≤ 1 hPa, 14 日 ≤ 0.3 hPa, 南北向 $\Delta P_{\text{西安-铜川}} \leq 2$ hPa, 气压梯度很小, 因此关中大部分时间无风, 即使有, 风速也 ≤ 2 m/s, 使关中本地污染源释放的污染物大量积聚于近地层, 很难向周围扩散。周边 (平凉、

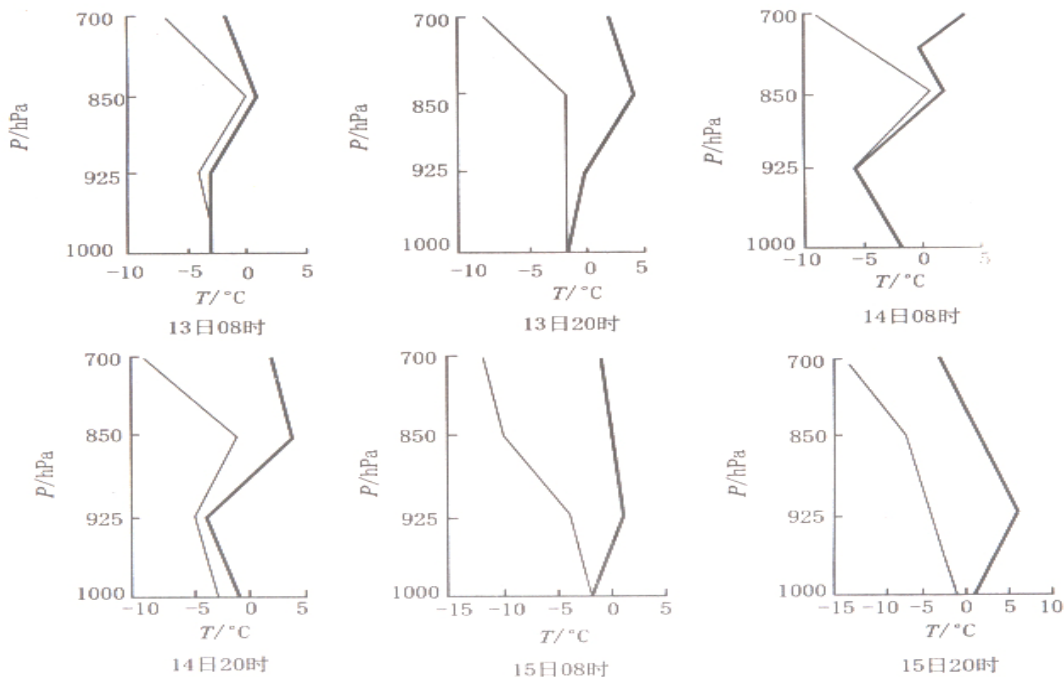


图 1 西安 2002-12-13—15 层结曲线演变 (粗线为 T , 细线为 T_d)

铜川风力 < 4 m/s) 无明显输送。

13—15 日, 关中弱风场、深厚逆温层, 暖湿

平流提供了较好的水汽条件, 相对湿度达 70%, 形成了持续大雾。雾阻止地面升温, 有助于低空

暖盖保持,西安 13、14、15 日地面 14 时较 08 时升温分别为: 2°C 、 0.5°C 、 5°C , 14 日浓雾时地面升温最少, 仅 0.5°C , 地面气温在 -1°C 以下, 使稳定层结长时间维持, 污染物得以积累; 雾的作用还在于悬浮的雾滴吸附大量的污染物, 使空气质量更差。西安 13 日 02 时—14 日 17 时维持大雾、宝鸡 14 日 08—20 时维持大雾, 14 日大雾维持时间长、范围大, 关中空气严重污染。

2.2.2 2003-04-17 空气污染 分析宝鸡市 2003-04-17—18 PM_{10} 浓度与气压、风速的演变可见, 17 日 08—12 时, 地面呈静风—微风状态, 气压稳定上升 ($\Delta P_3 = 3.2 \text{ hPa}$), PM_{10} 浓度由 0.2 平稳增加到 0.4 mg/m^3 ; 13—17 时即冷锋过境前 2~6 h, 气压小幅上升, 风速渐增 ($2\sim 2.5 \text{ m/s}$), 但 PM_{10} 由 0.5 mg/m^3 跃增到 1.98 mg/m^3 ; 18—21 时, 即冷锋过境前后 2 h, 风速、气压增幅最大, $\Delta P_3 = 3.8 \text{ hPa}$, 风速最大为 4.3 m/s , 且风速脉动明显, PM_{10} 由 1.9 mg/m^3 迅速下降到 1.2 mg/m^3 ; 21 时后, 风速在 $2\sim 3 \text{ m/s}$ 间波动, PM_{10} 呈下降趋势。冷锋 20 时左右过境, 气压、风速增加相对平缓, 但 PM_{10} 浓度变幅巨大。在冷锋过境前, PM_{10} 浓度有跃增时段, 冷锋过境时, 水平、垂直扰动加强, PM_{10} 浓度快速下降。18 日 08 时 PM_{10} 浓度已降到正常范围。冷锋过境前 2~6 h PM_{10} 浓度增加, 与关中出现浮尘、扬沙时段相对应, 其间地面风速 $\leq 2 \text{ m/s}$, 不足以扬起地表沙土, 主要是随冷锋飘移南下的上游大风区沙尘造成了 PM_{10} 浓度跃增, 可见 4 月 17 日属典型的周边大区域污染源扩散污染。

2.3 2 次污染的特点

2002-12-14 的重度污染是在有深厚逆温层的稳定层结、地面弱风场的气象条件下发生的, 污染物由本地排放, 属典型的本地污染。由于关中特殊的地形, 关中冬季易出现逆温、雾天, 据统计西安冬季逆温日占八成^[1], 容易出现不利于污染物扩散的气象条件; 西安、宝鸡主要以燃煤采暖, 容易产生污染物。

2003-04-17 为周边污染源扩散污染, 是较强

冷空气活动引起可吸入颗粒物浓度较高, 具有“来得快、去得快”特点。相比较, 周边环境扩散污染发生时, 空中尘土弥漫, 人们有防范本能; 本地污染发生时有一定的隐蔽性, 人们会因疏于自

表 1 2002-12-13—15 关中西向气压差和风速

日 期	时 次	$\Delta P/\text{hPa}$			$v/(\text{m/s})$	
		宝鸡— 西安	西安— 运城	宝鸡— 运城	西安	宝鸡
13	02	-0.6	0.5	-0.1	0	0
	08	-0.3	-0.4	-0.7	0	0
	14	-1.5	0.9	-0.6	0	2.0
14	20	-0.3	0.4	0.1	0	0
	02	-0.9	0.7	-0.2	1.0	0
	08	-1.0	0.7	-0.3	2	0
15	14	-1.0	0.9	-0.1	0	0
	20	-0.4	0.3	0.1	1.0	0
	02	-0.6	1.1	0.5	2.0	0
15	08	-0.4	0.0	-0.4	0	1.0
	14	-1.8	1.0	-0.8	0	0
	20	-0.6	-0.9	-1.5	0	0

我保护而对健康造成影响。

3 小结

3.1 2002-12-14 是在地面均压场、深厚逆温层、弱风场条件下典型的本地污染, 不易扩散, 大雾加剧空气污染; 2003-04-17 是随冷锋扩散南下的上游大风区沙尘造成关中 PM_{10} 浓度跃增, 属典型的周边大区域污染源扩散污染, 冷锋过后, 扩散污染减轻。冬半年, 关中处于地面均压场、冷锋前时应注意有较重空气污染的可能。

3.2 周边环境扩散污染发生在天气形势调整背景下, 伴有较强冷空气活动, 预报着眼点关键在陕西上游地区是否产生沙尘暴天气; 本地污染发生在天气形势相对稳定, 近地层大气水平、垂直扰动弱, 不利于污染物扩散。

参考文献:

- [1] 王建鹏, 孟小绒, 高山, 等. 西安空气污染与几个主要气象条件的关系 [M]. 西安: 西北大学出版社, 2002: 189-192.