

文章编号: 1006-4354 (2013) 06-0022-04

宝鸡市重度灰霾天气气候特征及气象条件分析

庞 翻, 韩 洁, 王 婷

(宝鸡市气象局, 陕西宝鸡 721006)

摘 要: 利用陕西省宝鸡市 11 县区气象站 1981—2011 年常规地面观测资料及 2000—2011 年地面天气图资料和西安站探空资料分析宝鸡市重度灰霾的时间分布, 重度霾日气象要素场及天气形势特征。结果表明: 1981—2011 年宝鸡市年均重度灰霾 24 站次, 呈上升趋势, 趋势倾向率为 4.7 站次/10 a; 重度灰霾主要发生在冬、秋季, 冬季最多, 占总数的 72.2%, 11 月至翌年 2 月, 4 个月共占 83%; 空间分布具有东北及南部少、中间多的特点; 重度灰霾的出现和地面天气形势以及 08 时接地逆温有密切关系; 适宜的相对湿度、风速是重度灰霾日形成的重要条件; 重度灰霾站次与平均最长连续无降水日呈正相关, 与月降水量、月降水日数呈显著负相关。

关键词: 重度灰霾; 气候特征; 相对湿度; 逆温; 降水; 相关

中图分类号: X513

文献标识码: A

由于近些年来工业的发展, 机动车辆的增多, 污染物排放和城市悬浮物大量增加, 直接导致了能见度降低, 使得整个城市看起来灰蒙蒙一片。严重的灰霾天气使大气能见度变差, 直接引发各类海、陆、空交通事故以及城市空气质量问题^[1], 使得灰霾成为近年来天气预警预报中常常出现的名词。吴兑经过多年研究发现, 灰霾与肺癌有着“七年之痒”, 即出现灰霾严重的年份后, 相隔七年就会出现肺癌高发期^[2]。

在中国气象局的《地面气象观测规范》^[3]中, 灰霾被这样定义: “大量极细微的干尘粒等均匀地浮游在空中, 使水平能见度小于 10 km 的空气普遍有混浊现象, 使远处光亮物微带黄、红色, 使黑暗物微带蓝色。”权文婷对霾日数的统计方法进行了讨论^[4], 发现单时次满足条件能见度与湿度及天气现象综合判断的结果与实际变化趋势最为接近。而宝鸡作为国家级园林城市, 目前尚未开展相关的灰霾天气分析研究工作。本文分析了近 30 年 a 来宝鸡市重度灰霾日的气象要素场及近 10 年地面天气形势和探空资料, 寻找

到一些相关关系, 力图为宝鸡重度灰霾寻找预报依据, 为灰霾治理提供参考。

1 资料选取及处理

所用资料为宝鸡市 11 个县区气象站 1981—2011 年常规地面观测资料, 2000—2011 年地面天气图资料和西安站探空资料。由于在地面观测中, 易将雾和霾混淆, 根据中国气象局的《地面气象观测规范》^[3]和吴兑^[2]的研究成果将重度灰霾定义为: 相对湿度 $<80\%$ 且水平能见度 <5 km。相对湿度、水平能见度取 02、08、14、20 时 4 个时次平均值, 即日平均相对湿度 $<80\%$ 且日平均水平能见度 <5 km 时为重度灰霾。区内一站一日内有重度灰霾记录为一个重度灰霾站次。

2 气候特征

2.1 时间分布

根据 1981—2011 年逐日气象观测资料统计分析得出, 31 a 间宝鸡市共出现重度灰霾 748 站次, 年均 24 站次。从年际变化看, 重度灰霾站次呈现上升趋势 (图 1), 1992—1997 年以及 2000—2007 年为重度灰霾天气高发期, 站次明显

收稿日期: 2013-02-01

作者简介: 庞翻 (1982—), 男, 汉, 陕西周至人, 工程师, 从事短期天气预报。

基金项目: 宝鸡市气象局“火车头计划”项目 (2012 2-01)

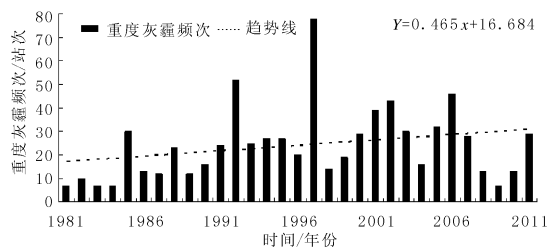


图1 1981—2011年宝鸡市重度灰霾变化趋势图

偏多,其余时间段的重度灰霾站次以负距平为主,重度灰霾站次明显减少。重度灰霾最多的是1997年,有78站次;最少的7站次,出现在1981、1983、1984和2009年。过去31 a间,重度灰霾以4.7站次/10 a的速率明显上升。

从年代际变化看,1980、1990、2000年代宝鸡重度灰霾分别为121、302、283站次;1980年代为负距平(-114站次);1990、2000年代为正距平,1990年代最高(67站次)。

从季节变化看,重度灰霾主要发生在秋、冬二季。冬季(12月至翌年2月)最多,共有540站次,占总数的72.2%;其次为秋季,有121站次,占总数的16.2%;第三为夏季,有50站次,占6.7%;春季最少,有37站次,占4.9%。秋、冬二季出现的重度灰霾共占总数的88.4%,主要原因是秋冬季混合层偏低,大气层结稳定,大气中的污染物颗粒难以扩散稀释,而夏季充沛的雨水对污染物有冲刷作用,不利于灰霾的形成^[5]。

从月变化看,重度灰霾全年每月均可出现。12月最多,共有250站次,占总数的33%;其次为1月,有204站次,占27%;第三为11月,有92站次,占12%;第四为2月,有86站次,占11%;最少为6月,只有1站次。11月—次年2月出现的重度灰霾站次共占83%。

2.2 空间分布

1981—2011年间,宝鸡地区各站重度灰霾在0~121 d之间,空间分布差异极大,最多的县年均3.9 d,最少的则未出现,具有东北及南部少、中间多的分布特点(图2),即川塬区多于山区的特征。重度灰霾最多的是千阳,共出现重度灰霾日121 d,凤翔次之117 d,再次为岐山

116 d;太白未出现重度灰霾天气,麟游次少为2 d。空间分布差异大与宝鸡地形复杂密切相关。宝鸡东、西、南、北、中的地貌差异大,具有南、西、北三面环山,以渭河为中轴向东拓展,呈尖角开口槽形的特点,俗称“喇叭口”,宝鸡、陈仓、千阳、凤翔、岐山、扶风和眉县在“喇叭口”内,西高东低。千阳站西侧和北侧、岐山站北侧、凤翔站北侧均为山区,宝鸡站、陈仓站、眉县站南侧均为秦岭,污染物在“喇叭口”内不易扩散。宝鸡又常年盛行偏东风,在风向的引导下,污染物随地形爬坡,加重堆积,造成海拔较高的千阳、凤翔、岐山重度灰霾多。太白、麟游由于有山脉阻挡,加之本身工业不发达,人口稀少,污染源少,所以重度灰霾最少。

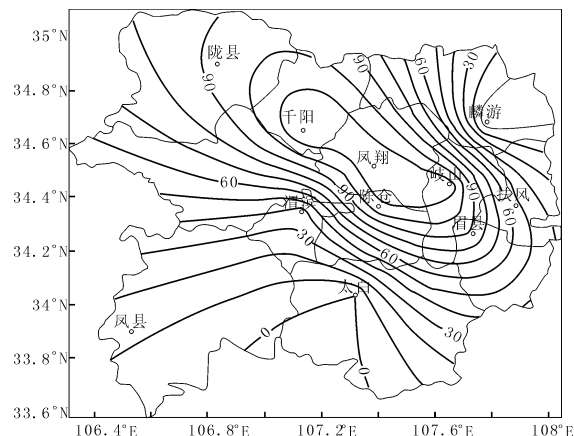


图2 1981—2011年宝鸡市重度灰霾空间分布(单位:d)

3 气象条件分析

3.1 天气形势

气象要素与大尺度天气形势密切相关。天气形势的变化,必将导致气象要素的变化,污染物稀释扩散将受到天气形势的制约。由于污染物在大气中主要受低层大气结构特征的影响,因此以地面天气图为主,依据出现重度灰霾时宝鸡在天气系统中所处位置把地面天气形势归纳为4类(图3):高压底部型、高压后部型、暖倒槽型、锋前暖区型。

2000—2011年共发生重度灰霾325站次,分析发现:当地面天气形势为高压底部型时,重度灰霾最多,为133站次,占总数的41%;其次

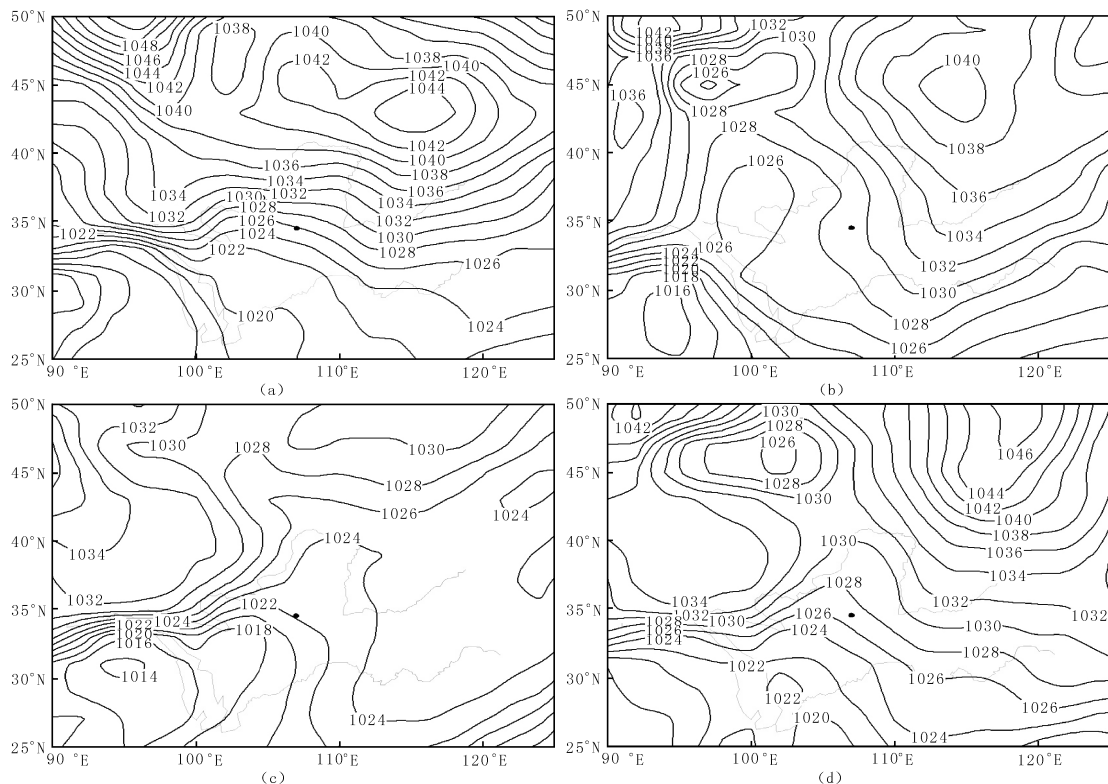


图3 宝鸡市重度灰霾典型地面天气形势

(a 高压底部型, b 高压后部型, c 锋前暖区型, d 暖倒槽型; 图中黑点为宝鸡)

为高压后部型, 104 站次, 占 32%; 第三位锋前暖区型, 52 站次, 占 16%, 最后为暖倒槽型, 36 站次, 约占 11%。

其实, 天气形势是不断演变的, 大部分的高压后部型是由高压底部型演变而来的。当冷空气从 40°N 附近东移, 由华北南下时, 就使高压底部型转化为高压后部型。所以将高压底部型和高压后部型可看成一种天气形势, 即“冷高压偏北东移南下型”, 其产生的重度灰霾频次占总数的 73%。

3.2 相对湿度、风速和风向

宝鸡市各站重度灰霾日相对湿度平均值达 77%, 相对湿度 70% 以上的占总数的 89%, 相对湿度 60% 以上的占总数的 97%。说明相对湿度与重度灰霾密切相关, 相对湿度较大, 为重度灰霾的形成提供了重要条件。

宝鸡各站重度灰霾日出现时, 日平均风速为 1.1 m/s, 最大值不超过 2.6 m/s, 其中风速 < 2 m/s 的占总数的 90%。重度灰霾日平均风速小,

大气中的污染物难以扩散稀释, 易局地堆积。

通过统计重度灰霾日 14 时的风向发现, 主导风向是东风和静风, 分别占 38% 和 31%, 东南风占 16%, 其余占 15%。在天气形势为高压底部型和高压后部型时, 宝鸡通常吹偏东风, 而这两种形势是宝鸡重度灰霾日的主要天气形势, 因此灰霾日风向多为东风。

3.3 降水

降水对清除大气中的污染物质起着重要的作用: 有些污染物能溶解在水中, 在水中起化学反应产生其他物质; 同时降水过程还可以起到清除颗粒物的作用^[6]。图 4 为 1981—2011 年宝鸡市 10 月—次年 2 月重度灰霾频次和各站平均最长连续无降水日, 可以看出, 二者具有较好的一致性, 呈正相关关系, 相关系数达 0.93。

分析发现, 1981—2011 年宝鸡各月重度灰霾频次与月降水量和月降水日呈显著负相关, 相关系数分别为 -0.67、-0.78。月重度灰霾频次与当月与上月降水量之和、当月与上月降水日数

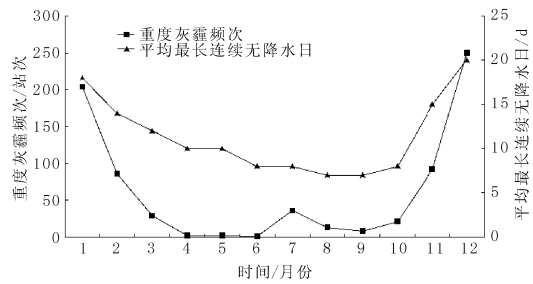


图4 1981—2011年宝鸡各月重度灰霾频次与
各站平均最长连续无降水日

之和都呈负相关关系，相关系数为 -0.59 、 -0.64 。这些表明，月重度灰霾频次不仅与当月降水有关，且与上月降水有关，与郑庆锋^[7]等的分析结果一致。

3.4 逆温

逆温是大气层结中低层温度低于高层温度的大气层结现象，有无逆温及逆温层厚度是影响大气污染的一个主要因子。逆温阻碍了空气的对流运动，导致污染物滞留在低空。对2000—2011年宝鸡重度灰霾日期间西安站08时探空图中出现接地逆温的统计表明（表1），出现重度灰霾日的325站次中有217站次出现了接地逆温，占总数的66.7%；10月一次年2月重度灰霾日时逆温出现的频率都在64%以上，11月最高为88%。5、6、9月概率较低，在33%以下。重度霾日时逆温层的厚度介于304~479 m之间，平均为408 m。

表1 2000—2011年宝鸡各月重度灰霾
与08时接地逆温关系

月份	重度灰 霾频次 /站次	出现逆 温频率 /%	逆温 日/d	逆温层 平均厚度 /m
1	95	86	82	390
2	50	64	32	444
3	7	71	5	469
4	2	50	1	479
5	0	—	—	—
6	1	0	0	—
7	29	55	16	312
8	11	45	5	304
9	6	33	2	392
10	9	67	6	474
11	26	88	23	428
12	89	85	76	394

宝鸡川塬区三面环山，山坡上的冷空气沿山坡下沉到川塬区（“喇叭口”）内，川塬区内的较暖空气被冷空气抬挤上升，从而形成地形逆温。地形逆温也是重度灰霾川塬区多于山区的重要原因之一。

4 结论

4.1 宝鸡市年均重度灰霾24站次，呈上升趋势，趋势倾向率为4.7站次/10 a。

4.2 在季节变化上，重度灰霾主要发生在冬、秋二季。冬季为最多，占总数的72.2%；在月份变化上，12月最多，1人次之，两者分别占重度灰霾总数的33%、27%。空间分布上具有东北及南部少、中间多的分布特点。

4.3 宝鸡出现重度灰霾日的地面天气形势有4类：高压底部型、高压后部型、暖倒槽型、锋前暖区型。其中高压底部型和高压后部型产生的重度灰霾日占总日数的73%，高压后部型的天气形势将要发生转变时，可作为重度灰霾日结束的参考依据之一。

4.4 重度灰霾频次与平均最长连续无降水日呈正相关关系，相关系数为0.94。月重度灰霾频次与月降水量、当月与上月降水量之和、月降水日、当月与上月降水日数之和均呈显著负相关，相关系数分别为 -0.67 、 -0.78 、 -0.59 、 -0.64 。

4.5 重度灰霾日的出现与08时接地逆温有密切关系，在2000—2011年出现的重度灰霾日中08时出现接地逆温的占66.7%。

参考文献：

[1] 赵树海. 航空气象学 [M]. 北京：气象出版社，1994：196-198.

[2] 吴兑. 霾与雾的区别和灰霾天气预警建议 [J]. 广东气象，2004，31（4）：1-3.

[3] 中央气象局. 地面气象观测规范 [M]. 北京：气象出版社，2010：22-27.

[4] 权文婷. 霾日数的统计方法讨论 [J]. 陕西气象，2012（4）：32-34.

[5] 田辉. 周口市灰霾天气的变化特征及成因分析 [J]. 现代农业科技，2010（13）：196-198.

[6] 蒋维楣. 空气污染气象学 [M]. 南京：南京大学出版社，2003：13-14.

[7] 郑庆锋. 上海霾天气发生的影响因素分析 [J]. 干旱气象，2012，30（3）：367-373.