

文章编号: 1006-4354 (2013) 04-0021-04

西安地区大雾天气的分析与预报

邓小丽¹, 林 杨²

(1. 西安市公共气象服务中心, 西安 710016; 2. 陕西省气象学会, 西安 710016)

摘要: 利用天气学原理和统计方法对 1995—2006 年西安地区 7 个观测站大雾日的湿度、能见度、风速、地面气压及高空环流形势等资料进行分析, 总结了西安地区大雾天气的时空分布特征、大气环流背景和形成大雾的气象条件, 归纳出预报因子, 用 PP 法建立了大雾的预报方程, 利用 T639 数值预报产品资料来制作未来 24 小时西安地区的大雾预报。

关键词: 大雾; 稳定层结; 暖平流; 弱辐散

中图分类号: P457

文献标识码: B

大雾是指由于近地面气层中大量悬浮水滴或冰晶的存在, 导致水平能见度小于 1 km 的天气现象, 是一种灾害性天气, 它的直接危害是由于能见度低, 视线受阻, 威胁海、陆、空交通安全。此外, 大雾中携带大量的污染物, 对人体健康不利; 如果连续数天出现大雾, 还会使农作物光照时间减少, 影响其生长并可能导致农作物发生病虫害; 大雾天还能对输电线路和露天电气设备的绝缘体造成变故, 甚至酿成事故。近年来随着我国经济的发展, 大雾对交通及人们生活的影响越发凸显出来, 对此, 许多气象学者从天气气候特征、大气稳定层结的状况等对大雾的形成做了广泛研究^[1-7], 也运用数值预报产品结合 PP 方法制作大雾的区域预报和分县预报^[4,8-9], 但大雾形成受到地形、本地气温、相对湿度、风速、大气稳定度等诸多本地条件的影响。西安处于关中盆地的中部, 有其特有的特征, 上述研究对西安市大雾的形成及变化特征涉及较少。利用 1995—2006 年西安地区 7 个观测站大雾日的资料对大雾的特征和形成条件进行探讨, 形成客观预报方法, 以期提高西安地区大雾天气的预报准确率。

1 大雾标准和资料来源

西安市 7 个地面观测站, 1 d (20—20 时) 中有 ≥ 1 站出现 1 h 水平能见度 $< 1\ 000$ m, 记为 1 个雾日。资料来源: 1995—2006 年地面观测资料

和 2001—2006 高空观测资料。

2 时空分布特征

2.1 时间分布

2.1.1 年际变化 1995—2006 年西安地区大雾日共 517 d, 年平均 43.03 d。最多的年份是 1997 年, 达 65 d; 最少的年份是 2004 年, 仅 22 d (见图 1)。西安地区雾日整体呈减少趋势。20 世纪 90 年代中后期为雾日较多时期, 1999 年雾日相对较少, 2000 年有所增加, 之后两年雾日明显减少, 2003 年雾日又有较明显的增加, 随后迅速减少。

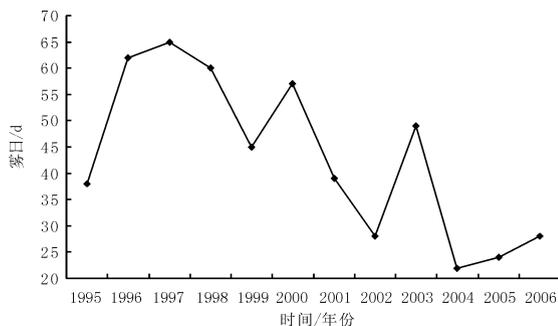


图 1 西安大雾的年际变化曲线

2.1.2 月季变化 由图 2 可见, 每年 9 月至次年 1 月是西安大雾多发时段, 尤其是 10—12 月更易出现, 其中 12 月雾日最多, 共出现 104 d。5—7 月大雾最少发生, 6、7 月分别只出现 4 d。西安大雾多出现在秋冬季节, 春末到盛夏不易出现大雾。

收稿日期: 2013-01-09

作者简介: 邓小丽 (1964—), 女, 汉, 陕西合阳人, 高工, 从事天气预报及公共气象服务。

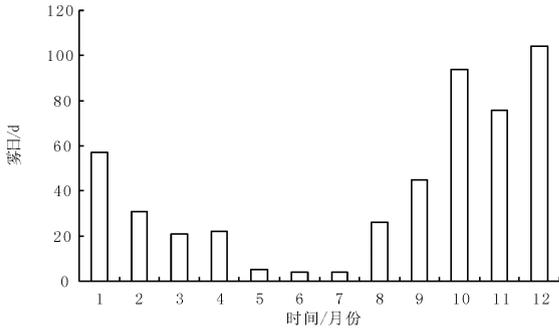


图2 西安大雾的月季变化特征

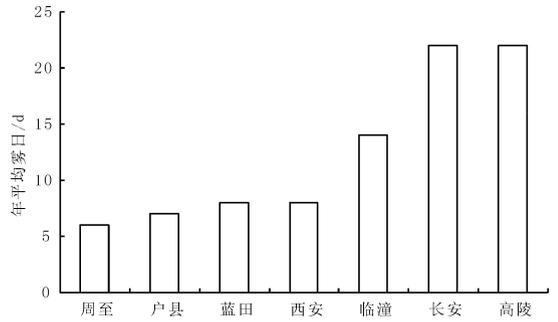


图3 西安大雾的空间变化特征

2.1.3 日变化特征 以西安站为例分析发现:08时最易出现大雾,占62%;其次是02时,为23%;14时和20时出现大雾的概率较少,分别为8%和7%。雾是通过一定途径使空气达到饱和(对凝结核而言)而生成的。它主要受空气温度和水汽条件所制约,即雾的生成必须通过近地面空气的增湿和降温两个途径^[10]。西安地处内陆,空气的增湿作用往往不能满足,降温的途径比较多,也较容易,所以近地面空气冷却在生成雾的过程中起主要的作用。夜间到凌晨近地面空气温度因辐射降温到达露点温度以下形成辐射雾,午后太阳使近地面空气温度增温到露点温度以上雾就会消散。平流雾与大气系统的变化关系密切,平流雾维持的时间相对较长。所以凌晨到上午大雾出现的概率较大,午后到傍晚相对较少。

2.2 空间分布

由图3可见,长安和高陵为雾日高发区,平均每年出现22d,临潼平均每年雾日为14d,其它区县都少于10d,周至最少为6d。关中盆地南有秦岭山脉,北边有黄土高原,地势上西高东低,形成向东开口的喇叭口地形。西安地处关中盆地的腹地,周至和户县处于喇叭口的尾部,对雾的形成不利^[1]。蓝田地势高,多山地,对雾的形成也不利。高陵、临潼、长安多为川地,地势平坦,有渭河、泾河等多河流经过,湿度相对较大,对雾的形成有利。西安市区因热岛效应,湿度较小,夜间辐射降温相对较少,对雾的形成有一定的影响。地域因素造成了西安地区雾日的分布由南(山地)向北(川地)由西向东逐渐增多的特征。

3 环流背景和气象条件

3.1 环流背景

通常500 hPa亚洲中高纬度为纬向环流,高原到河套气流平直或为弱的西北或西南气流。700、850 hPa环流形势类似。没有强冷空气活动。地面图上西安主要处于鞍型场、华北高压的底部和后部、变性高压、均压场中。

500 hPa西安及其上游地区为弱的西北气流(见图4)时,通常500 hPa以下多为弱的辐散区,天气晴好,有利于地面辐射降温,且近地面的水汽也不至于扩散流出,风力较小,有利于辐射雾的形成。

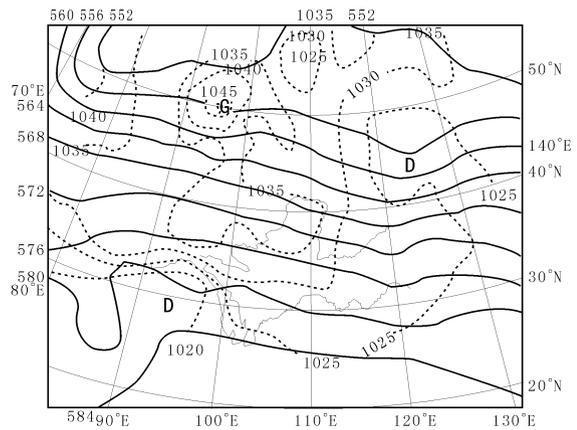


图4 2006-01-01T08 500 hPa环流(实线,单位为dagpm)、地面形势(虚线,单位为hPa)

500 hPa西安及其上游地区为弱的西南气流(见图5)时,低层也多为偏南或偏东风,近地层附近有暖平流,由于水汽充足,地面风速速度小,有暖平流,从而有利于平流雾的生成。

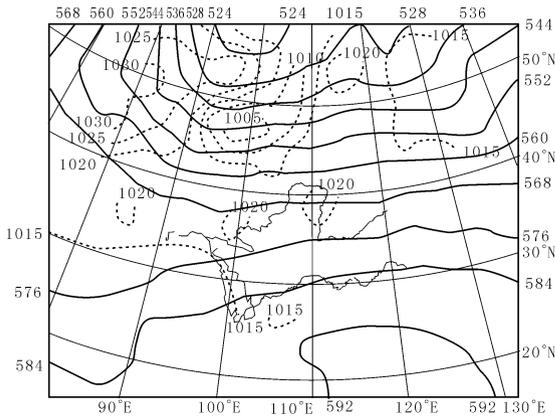


图5 2005-11-04T08 500 hPa 环流(实线, 单位为 dagpm)、地面形势(虚线, 单位为 hPa)

3.2 气象条件

2001—2006 年西安共有 190 个大雾个例, 利用 2001—2006 年高空和地面资料对大雾个例分析, 得出西安出现大雾需满足的气象条件。

(1) 层结稳定。低层层结稳定是大雾生成的重要条件, 阻碍低层水汽向上扩散, 有利于近地层附近的水汽的累积。通过分析探空资料可以发现通常是 850 hPa 以下层结稳定, 并不一定是整层稳定, 可能是 850~925 hPa 或 925 hPa 至地面层结稳定, 即 $t_{925} - t_0$ 、 $t_{850} - t_{925}$ 或 $t_{850} - t_0 \geq 0$, t_0 、 t_{925} 、 t_{850} 分别为地面、925 hPa、850 hPa 温度。

(2) 湿度较大。近地层附近充足的水汽是大雾形成的必要条件。地面温度露点差 $t_0 - t_d \leq 2$ °C, 且 925 hPa 相对湿度 $h_{925} \geq 75\%$ 。

(3) 风速较小。风速小有利于雾的发生、发展。尤其是近地面层的微风有利于近地面的乱流, 使辐射冷却作用扩散到适当高度, 也可使水汽垂直输送到一定高度, 有利于形成一定厚度的雾。通常地面风速 $v_0 \leq 4$ m/s, 且 925 hPa 风速 $v_{925} \leq 8$ m/s、850 hPa 风速 $v_{850} < 12$ m/s 有利于大雾生成。

(4) 地面气压梯度较小。西安与延安、孟津、天水、安康的气压差的绝对值 ≤ 7 hPa。

4 PP 法建立西安大雾预报方法

4.1 消空指标的确定

通过分析 2001—2006 年高空和地面的实况资料, 以有雾当日 08 时的资料来确定不可能出雾的

消空指标。只要满足任一指标, 就预报无雾。

(1) 500 hPa: 西安 (108.93°E, 34.30°N), 平凉 (106.67°E, 35.55°N), 银川 (106.22°E, 38.48°N), 榆中 (104.15°E, 35.81°N) 四站中有三站的风向为 320°~360°。

(2) 西安地面温度 $t_0 > 21$ °C。

(3) 西安地面风速 $v_0 > 4$ m/s。

(4) 西安地面相对湿度 $h_{t_0} < 75\%$ 。

(5) 西安 925 hPa 的风速 $v_{925} > 8$ m/s。

(6) 西安 925 hPa 的相对湿度 $h_{r925} < 60\%$ 。

(7) 西安 925 hPa 和地面温度差值 $t_{925} - t_0 < -5$ °C。

(8) 西安分别与延安、孟津、天水、安康的海平面气压差值的绝对值的最大值 > 7 hPa。

用以上指标筛选出的样本共有 264 个, 漏掉 6 个雾日, 且均为零散的雾区, 范围不超过 2 站。指标的漏报率仅为 2.3%, 拟合率 97.7%。通过筛选, 可滤掉一部分无雾日, 提高预报准确率。

将雾日按有无分为 2 量级: (1) 预报区域内无雾, 取 y 值为 0; (2) 预报区域内有 1 站及以上有雾, 取 y 值为 1。

4.2 选取预报因子

将 4 个高空站 (西安、平凉、银川、榆中)、11 个地面站 (延安、孟津、天水、安康 4 个和西安 7 站) 作为代表站, 选取雾日当天 08 时资料 (地面气温, 露点温度, 风向, 风速, 海平面气压, 925 和 850 hPa 风速、相对湿度, 850 hPa 和 925 hPa 与地面的温度差等), 用所选取的气象要素逐个与 y 值求相关, 得到相关系数, 将大于临界值的因子作为预报因子。

4.3 建立预报方程

根据西安地区雾的气候特征, 从时间分布来看, 雾的出现时间主要集中在 9 月至来年 4 月, 因此只建立以上 8 个月的预报方程。

用多元线性回归方法建立 1—2 月、3—4 月、9—10 月、11—12 月 4 个预报方程, 并通过显著性检验。

(1) 1—2 月方程

$$Y = -3.2386 + 0.034827 X_1 + 0.0161 X_2 - 0.16461 X_3 - 0.08278 X_4$$

X_1-h_{r0} , X_2-h_{r925} , X_3-v_0 , X_4 —西安分别与延安、孟津、天水、安康的海平面气压差绝对值的最大值。当 $Y \geq 0.6093$, 判定有雾, 否则判定无雾。

(2) 3—4月方程

$$Y = -3.18971 + 0.037196X_1 - 0.00062X_2 + 0.140554X_3$$

X_1-h_{r0} , X_2-h_{r925} , X_3-v_0 。当 $Y \geq 0.4450$, 判定有雾, 否则判定无雾。

(3) 9—10月方程

$$Y = -3.96405 + 0.05481X_1 - 0.10083X_2 - 0.00097X_3 + 0.019549X_4$$

X_1-h_{r0} , X_2-v_{925} , X_3-h_{r925} , $X_4-t_{850} - t_{925}$ 。当 $Y \geq 0.7250$, 判定有雾, 否则判定无雾。

(4) 11—12月方程

$$Y = -4.1046 + 0.034381X_1 + 0.020685X_2 + 0.002436X_3 - 0.001282X_4$$

X_1-h_{r0} , X_2-h_{r925} , X_3-h_{r850} , $X_4-t_{925} - t_0$ 。当 $Y \geq 0.75$, 判定有雾, 否则判定无雾。

4.4 数值产品的释用方法

利用 T639 数值模式输出产品制作西安大雾的预报。具体方案为: 选取初始资料场为 00 时的未来 24 h 预报场要素值, 制作同一时次的大雾预报。预报方程每日下午运行, 仅把所选取的因子值用 T639 数值预报场的 24 h 预报要素代替即可。T639 格点资料的地理定位问题解决方法是上述资料进行解码处理, 采用线性插值, 得到站点的相应资料。

5 业务使用效果

系统 2009 年 11 月正式投入业务运行, 11 月 1 日到 12 月 31 日的运行情况的 Ts 评分结果为: 11 月出现了 5 个雾日, 正确 4 次, 空报 1 次, 漏报 1 次, Ts 评分 66%; 12 月正确预报 5 个雾日, 漏报 1 个, 空报 1 个, Ts 评分 71.4%。可以看出本系统对西安地区的大雾预报效果较好。

6 小结

6.1 西安大雾多出现在秋冬季节, 春末到盛夏不易出现大雾, 年平均雾日 43.03 d。凌晨到上午是大雾易发生或持续时段, 午后到傍晚大雾难以发

生或持续。

6.2 大雾与地形及下垫面有关, 西安地区各站的雾日分布不均。高陵、临潼、长安为川地是雾日高发区, 周至、户县、蓝田背靠秦岭山脉, 雾日较少, 周至最少。

6.3 大雾的主要环流背景是 500 hPa 亚洲中高纬度为纬向环流, 高原到河套气流平直或为弱的西北、西南气流。700 和 850 hPa 环流形势类似。没有强冷空气活动, 地面图上西安主要处于鞍型场、华北高压的底部和后部、变性高压、均压场中。

6.4 低层层结稳定是大雾生成的一个重要条件, 通常是 850 hPa 以下层结稳定, 并不一定是整层稳定, 可能是 850~925 hPa 或 925 hPa 至地面层结稳定。近地层附近水汽充足。地面气压梯度较小, 通常地面风速 ≤ 4 m/s。

6.5 通过对历史资料分析, 得出了造成西安地区大雾天气的预报因子, 利用 T639 数值产品结合 PP 法对未来 24 h 的大雾天气做出预报, 试运行效果良好。

参考文献:

- [1] 贺皓, 吕红, 徐虹. 陕西省大雾的气候特征 [J]. 高原气象, 2004, 6 (3): 407-410.
- [2] 杜继稳, 侯明全, 梁生俊, 等. 陕西省短期天气预报技术手册 [M]. 气象出版社, 2007: 296-297.
- [3] 贾金海, 张永红, 葛徽衍. 渭南市大雾气候特征分析及影响对策 [J]. 陕西气象, 2005 (3): 20-22.
- [4] 王宁, 张智勇, 李玉香. 长春市春季大雾特征分析及预报方法研究 [J]. 吉林气象, 2006 (2): 18-20.
- [5] 童尧青, 银燕, 许遐祯. 南京地区雾的气候特征 [J]. 南京气象学院学报, 2009, 32 (1): 115-120.
- [6] 吴洪, 柳崇健, 邵洁. 北京地区大雾形成的分析和预报 [J]. 应用气象学报, 2000, 11 (1): 123-127.
- [7] 李子华. 中国近 40 年来雾的研究 [J]. 气象学报, 2001, 59 (5): 617-623.
- [8] 贺皓, 刘子臣, 徐虹, 等. 陕西省高等级公路大雾的预报方法研究 [J]. 陕西气象, 2003 (1): 7-10.
- [9] 赵玉广, 李江波, 康锡言. 用 PP 方法做河北省雾的分县预报 [J]. 气象, 2010, 30 (6): 43-47.
- [10] 吴兑, 邓雪娇. 环境气象学与特种气象预报 [M]. 气象出版社, 2001: 22-23.