

鲁西南雾的统计特征

张宗灏^{1,2} 王咏青¹

(1. 南京信息工程大学, 210044; 2. 山东菏泽市气象局)

提 要: 利用鲁西南地区9站1971—2000年30年的地面观测资料,对该地区雾发生演变的气候学、天气学特征进行了统计分析。结果表明,该地区是雾多发区,存在北多南少的分布特征;其季节变化和日变化明显,每年10月至次年2月2—12时是雾集中出现的时段;鲁西南雾存在NNW—SSE的主导风向和 $-3^{\circ}\text{C}\sim 2^{\circ}\text{C}$ 的温度窗区,雾频率最高;总结了产生雾的4种典型天气形势供短期天气预报参考。

关键词: 雾 气候学 统计特征

Statistic Characteristic Analysis of Fog in Southwest Shandong Province

Zhang Zonghao^{1,2} Wang Yongqing¹

(1. Nanjing University of Information Science & Technology, 210044;
2. Heze Meteorological Office, Shandong Province)

Abstract: By using the observation data of 9 stations in South-west Shandong Province from 1971 to 2000, the climatology and weather statistic characteristics of fog are analyzed. The result shows that this region is a high-incidence area for fog, and the distribution features are that there are more fogs in the north than in the south. The seasonal and daily variation are obvious, the key generation period of fog is between 2:00 and 12:00 from Oct. to Feb. of the next year. There are two leading wind directions of NNW and SSE and a temperature window from -3°C to 2°C in south-west Shandong Province, when the fog frequency is the highest. 4 typical weather conditions of fog for short range weather forecast are given. It's useful to fog forecast.

Key Words: fog climatology statistic characteristics

引 言

鲁西南地处华北平原南部,西有太行山,东有泰莱山脉,盆地效应和西南气流通道效应使其成为雾多发区,属雾灾脆弱性次高值区^[1]。该地区陆路交通发达,高速公路、国道、乡道纵横交错,又是农业大区,冬暖大棚蔬菜生产占农民收入的比重很大,对雾的预报服务要求很高。雾在全国是一种比较常见的灾害性天气,尤其对交通运输影响较大^[2-3],各地关于雾的气候特征分析^[4-7]及预报方法研究^[8-9]比较多,但目前对鲁西南地区雾的发生规律及生消机制尚缺乏系统的研究。本文利用 30 年历史地面实测资料对鲁西南雾发生演变的气候学、天气学特征进行了分析,以期对该地区雾的短期预报和持续性雾的预测提供依据,提高雾的预报准确率,为交通安全、农业生产和开拓气象服务领域提供基础。

1 资料来源

资料取自鲁西南地区 1 个国家基本站,8 个一般观测站 1971—2000 年 30 年的地面观测资料,除温度和风资料采用 54906 站(国家

基本站)24 小时自记资料外,其余均采用 9 站平均资料。

2 雾的地理分布特征

鲁西南 9 站 30 年平均雾日数地理分布极为不均,最少的 58011 站只有 18 天,最多的 54904 站为 31 天,呈现明显的北多南少的分布特征(图 1),南部距山脉和黄河较远,这种雾区分布特征可能与盆地和河流效应有关。

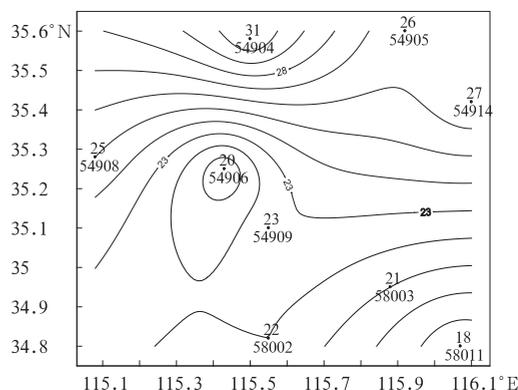


图 1 1971—2000 年鲁西南各站年平均雾日分布

选取 54904 和 58011 作为鲁西南北部、南部代表站,分别计算各站与两站的年雾日 u 统计量^[10](表 1)。

表 1 各站与 54904 和 58011 站的年雾日 u 统计量

| 站号 | 54904 | 54905 | 54906 | 54908 | 54909 | 54914 | 58002 | 58003 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 54904 | 0.00 | -1.99 | -5.19 | -2.61 | -3.86 | -1.45 | -3.96 | -4.53 |
| 58011 | 6.50 | 3.33 | 1.24 | 3.26 | 2.79 | 3.78 | 1.81 | 2.08 |

$$u = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

公式中 X_1 、 X_2 分别代表参加计算的两站的年雾日序列, σ_1 、 σ_2 代表年雾日序列均方差, n_1 、 n_2 代表年雾日序列样本容量。

在 $\alpha=0.05$ 的水平上,临界值为 1.96,可以认为 54904、54914 雾日相同,58011、

54906、58002 站雾日相同,54905 与 54904 两站 u 统计量接近临界值,鲁西南雾日南北存在显著的气候差异。

3 雾的时间变化特征

3.1 年际变化

雾日年际变化非常大,9 站雾日 30 年平

均为 24 天,1976 年最少为 10 天,1985 年最多为 38 天,最多年为最少年的 3.8 倍,30 年较差为 28 天,均方差为 7.3 天。1970 年代年平均雾日 18 天,雾明显偏少,1980 年代和 1990 年代年平均雾日分别为 27 天和 26 天,明显多于 1970 年代,呈现明显的阶段性,用 Mann-Kendall 法作统计检验^[11],结果(图 2)表明,鲁西南 1980 年代以来雾日明显增多。这种增多趋势,1989 年以后大大超过显著水平 0.05 的临界线,甚至超过 0.001 显著水平($\alpha_{0.001} = 2.56$)。1990 年代和 1980 年代

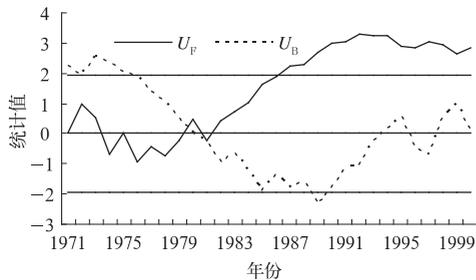


图 2 鲁西南 9 站平均年雾日 Mann-Kendall 统计量曲线
(直线为 $\alpha = 0.05$ 显著水平临界值和 0 值线)

平均雾日基本持平,与全国的总体变化趋势不符^[12]。用周期图法对 30 年平均雾日序列进行分析,取 $\alpha = 0.5$ 时尚无明显谐波,表明鲁西南年雾日序列周期性不明显。

3.2 月际变化

鲁西南雾存在明显的月际变化,雾日冷季多暖季少,10 月至次年 2 月 5 个月雾日占全年雾日的 65.7%,12 月雾最多,平均为 4.0 天,6 月份雾最少平均为 0.5 天,最多月份是最少月份的 8 倍。把连续雾日看作一个雾过程,雾过程最长为 5 天,连续 2 天及以上的占 21.7%,连续 2 天及以上的占 2.6%,92.0% 的连续 2 天及以上雾过程出现在 10 月至 2 月,88.9% 的连续 4 天及以上雾过程出现在 12 月和 1 月。雾持续时间冷季长暖季短,以 54906 站 24 小时观测资料为例,12 月和 1 月雾平均持续时间都在 7 小时以上,12 月雾平均持续时间最长为 474 分钟,7 月雾平均持续时间最短,仅 115 分钟。以 54906 站各月平均雾日数、雾平均持续时间(表 2),用最短距离法^[13]对 12 个月雾观测资料进行聚类分析。

表 2 54906 站各月平均雾日(天)、平均持续时间(分)

| 月份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 雾日/天 | 3.1 | 1.7 | 0.8 | 0.6 | 1.2 | 0.4 | 0.8 | 1.5 | 1.0 | 1.9 | 3.3 | 3.7 |
| 持续时间/分 | 424 | 244 | 167 | 150 | 192 | 159 | 115 | 132 | 147 | 230 | 257 | 474 |

采用欧式距离

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^2 (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

结果表明可以把一年划分为 2 季,1、10、11 和 12 月为多雾季,2—9 月为少雾季,季节分明。

3.3 日变化

鲁西南雾存在明显的日变化,93.2% 的雾在 20 时至次日 8 时之间开始,又多集中在 2 至 7 时,占 67.7%,按每小时计算,在 5—6

时开始的最多,占 21.3%,在 6—7 时开始的次之,占 16%。73.3% 的雾在 6—11 时之间消散,按每小时计算,在 8—9 时消散的最多,占 17.1%,在 7—8 时消散的次之,占 15.8%。雾一般持续 0~7 小时,占 85%,持续时间小于 3 小时的占 62%,超过 24 小时的仅占 1%,单站记录最长连续雾为 96 小时。以上数据表明大多数雾在夜间温度趋于最低时开始,在日出后温度开始升高时消散,日出后太阳辐射蒸腾和增温作用对雾的消散起到很大的促进作用。累年各月逐时雾次数(图

3)表明,6月份5—8时有少量的雾出现,一天中其余时间几乎无雾,3—9月份,12—24时无雾出现,10月至次年2月2—12时是雾多发时段,是短期预报中必须高度重视的时段。

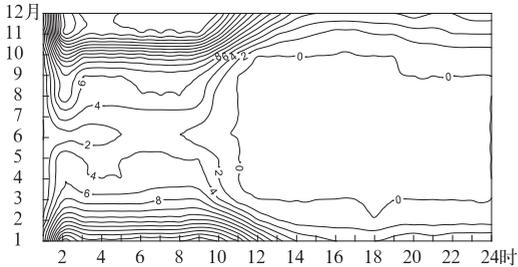


图 3 累年各月逐时平均雾出现次数(0.1次)

4 雾的气象要素特征

4.1 雾的风场特征

普查有雾时风自记整点资料,一般是微风,平均风力 $1.1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,风力 $0\sim 2\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,占87.7%,其中,静风占18.8%,风力 $2\sim 4\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的占11.6%;风速大于 $4\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的不到1%,最大风力为 $6\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。成雾时近地面层湍流微弱,层结非常稳定,有利于辐射降温。风向频率不均,除静风外以 NNW 风最多,占14.9%;其次是 N 风,占9.4%;表明鲁西南雾以弱冷空气入侵水汽凝结成雾为主。风玫瑰图(图4)存在 NNW—SSE 方向的主轴线,E

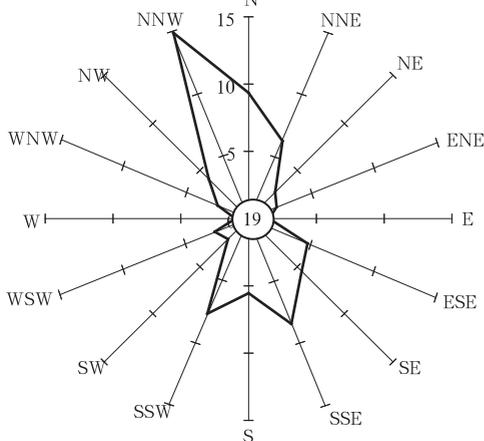


图 4 鲁西南雾风玫瑰图

风和 W 风频率最低,西风最少,不到 1.0%,这与鲁西南地区东西两边的山脉阻挡有关。SSW 风频率为 7.7%,除静风外位居第四,也是一个频率极值风向,这与中低空西北气流下太行山背风波引导南部西南气流到达鲁西南地区,形成平流雾有关。

4.2 雾的温度特征

鲁西南在 $-11\sim 28\text{C}$ 都可以出现雾,但集中于 $-5\sim 5\text{C}$ 的区间,占 57.9%, $-3\sim 2\text{C}$ 的几率最高,占 42.6%(图5),是雾形成的最佳温度,是雾窗区。温度过高和过低都不容易形成雾,不同温度区间频率变化曲线也反映出雾的季节变化,冬季多,夏季少。雾维持阶段,温度维持少变,温度自记曲线接近水平直线,在雾消散阶段,一般有一次温度突变,统计显示雾维持的最后一个整点温度和消散后的第一个整点温度差值平均为 0.97C ,表明雾消散时,雾区近地面层增温明显,促进雾对流发展,雾顶抬高,雾脱离地面消散,这与李子华等的观测结果相符^[14]。

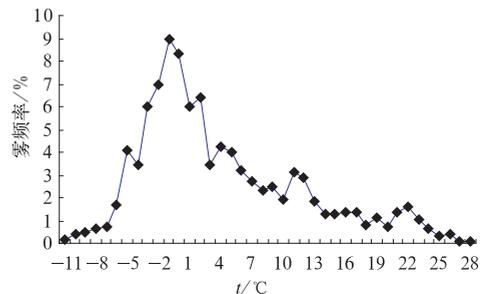


图 5 雾频率温度曲线

5 雾的天气形势

普查历史天气图,发现造成鲁西南大雾的天气系统主要有以下几种:一是低槽冷锋,14时地面图上河套及其以东太行山以西地区,冷锋缓慢移动,或者是冷锋主体位于东北地区,南端在京津一带,850hPa 往往有槽配

合,这种形势下,弱冷空气从低层入侵鲁西南形成雾。二是低层纬向锋区,08时850hPa图上 $40\sim 45^{\circ}\text{N}$ 、 $110\sim 120^{\circ}\text{E}$ 有3~4根纬向温度线,吹平直西风,鲁西南往往为暖舌或暖中心控制。这种形势下,少量冷空气沿太行山东侧的华北平原扩散到鲁西南,形成下冷上暖逆温层结,有利于形成大雾。三是华北弱地形槽,低层吹西北气流时,由于太行山的作用,在华北形成地形槽,暖湿空气平流到鲁西南而形成大雾。四是地面弱梯度辐射,鲁西南处于变性高压附近,高压脊内,鞍形场或均压场内,无明显冷暖平流,夜间辐射降温形成大雾,多发生于降水后初晴。有时,两种以上系统共同影响鲁西南,更有利于形成大雾。低槽冷锋、低层纬向锋区、华北弱地形槽、地面弱梯度辐射、两种以上系统共同影响和其它天气形势下雾的频率分别为40%、15%、9%、11%、9%、16%。当出现以上4种天气形势时,应高度重视,24小时内可能有雾。

6 结 论

(1) 鲁西南雾呈现北多南少的特点,西北比东南多72%。这种分布特征可能与东西山脉和北部黄河影响有关。

(2) 鲁西南雾1980、1990年代明显多于1970年代,有明显的阶段性。一年当中季节性明显,10月至次年1月为多雾阶段,其它月份雾较少。雾持续时间冬季长,夏季短,每年10月至次年2月2—12时是雾多发时段。

(3) 鲁西南雾存在NNW—SSE主风向,风向频率分布与地形有关。

(4) 鲁西南气温在 $-3\sim 2^{\circ}\text{C}$ 出现雾的几率最高。

(5) 鲁西南存在4种典型的成雾形势:低槽冷锋、低层纬向锋区、华北弱地形槽、地面弱梯度辐射。

参考文献

- [1] 王志强,王静爱.关于雾灾几个问题的探讨[J].自然灾害学报,2004,13(2):134-139.
- [2] 廉志明,尤红,郭文华等.2004年冬季华北平原持续大雾天气的诊断分析[J].气象,2005,31(12):51-56.
- [3] 夏立新,黄石璞.河南省一次大雾的机理分析[J].气象,1999,25(7):52-56.
- [4] 陈乾金,江滢,王丽华.长江三峡坝区的大雾分析[J].气象,1997,23(6):28-32.
- [5] 张燕光.华南沿海春季大雾的分析和预报[J].气象,1999,25(2):53-55.
- [6] 张飒,冯建设.济青高速公路大雾天气气候特征及其影响[J].气象,2005,31(2):70-73.
- [7] 向波,刘德,廖代强.重庆雾的特点及其变化分析[J].气象,2003,29(2):48-52.
- [8] 陈晓红,方□.安徽省县级大雾预报业务系统[J].气象,2005,31(4):61-64.
- [9] 贺皓,姜创业,徐旭然.利用MM5模式输出产品制作雾的客观预报[J].气象,2002,28(9):41-43.
- [10] 屠其璞,王俊德,丁裕国,等.气象应用概率统计学[M].北京:气象出版社,1984:151-157.
- [11] 魏凤英.现代气候统计诊断预测技术[M].北京:气象出版社,1999:69-72.
- [12] 王丽萍,陈少勇,董安祥.中国雾区的分布及其季节变化[J].地理学报,2005,60(4):689-697.
- [13] 屠其璞,王俊德,丁裕国,等.气象应用概率统计学[M].北京:气象出版社,1984:323-329.
- [14] 李子华,黄建平,周毓荃,等.1996年南京连续5天浓雾的物理结构特征[J].气象学报,1999,57(5):622-631.